



# 제58회 한국분석과학회 춘계 학술대회

The 58<sup>th</sup> Biannual Conference of the Korean Society of Analytical Sciences

일 시 2017. 05. 18(목) ~ 19(금)

장 소 강원도 원주 인터불고 호텔

주 관 (사)한국분석과학회

## 협 찬

영인과학(주), 동문이엔티(주), 동일시마즈(주), 리코코리아, 보성과학(주), 비케이사이언티픽(주), 삼인사이언스(주), 서울대학교 공동기기센터 NICEM 분원, 씨모피셔사이언티픽코리아(주), 씨케이아이씨(CKIC)코리아, 오디랩, 이지테크, 인성크로마텍, (재)포항산업과학연구원, (주)네오시스코리아, 주식회사 나노베이스, 주식회사 석림랩텍, 주식회사 애니랩, 주식회사 와이엠씨코리아, 한국애질런트테크놀로지스, 한국퍼킨엘머, 한국화학연구원, 호리바코리아(주), Phenomenex



사단  
법인 한국 분석 과학 회  
THE KOREAN SOCIETY OF ANALYTICAL SCIENCES

# 제58회 한국분석과학회 춘계 학술대회

The 58<sup>th</sup> Biannual Conference of the Korean Society of Analytical Sciences

일 시 2017. 05. 18(목) ~ 19(금)

장 소 강원도 원주 인터볼고 호텔

주 관 (사)한국분석과학회

## 협 찬

영인과학(주), 동문이엔티(주), 동일시마즈(주), 리코코리아, 보성과학(주), 비케이사이언티픽(주), 삼인사이언스(주), 서울대학교 공동기기센터 NICEM 분원, 씨모피셔사이언티픽코리아(주), 씨케이아이씨(CKIC)코리아, 오디랩, 이지테크, 인성크로마텍, (재)포항산업과학연구원, (주)네오시스코리아, 주식회사 나노베이스, 주식회사 석림랩텍, 주식회사 애니랩, 주식회사 와이엠씨코리아, 한국애질런트테크놀로지스, 한국퍼킨엘머, 한국화학연구원, 호리바코리아(주), Phenomenex



## ■ 목 차 ■

1. 초대의 글 .....	1
2. 학술대회 운영 공지 사항 .....	2
3. 2017년도 춘계 학술대회 프로그램 .....	3
4. 포스터 발표 목록 .....	9
 <b>&lt;초 록&gt;</b>	
5. Special Session 강연 .....	31
6. 심포지엄 강연 .....	49
7. 영인 분석과학자상 수상 강연 .....	69
8. PI급 구두 강연 .....	73
9. 대학원생 구두 발표 .....	91
10. 포스터 발표 I (05월 18일)	
의약품/화장품 .....	101
무기/재료 .....	110
일반 .....	134
11. 포스터 발표 II (05월 19일)	
표준 .....	187
식품/농학 .....	195
법과학 .....	209
환경 .....	224
12. 인명 색인 .....	271
 <b>&lt;총 회&gt;</b>	
13. 총회 식순 .....	280
14. 제58회 춘계 학술대회 상 .....	281
15. 2016년도 결산서 .....	285
16. 한국분석과학회 2016년도 재무 및 업무 감사 보고서 .....	286
17. 2017년도 예산(안) .....	287
18. 2017년도 수입·지출 현황 .....	288
19. 2017년도 업무 보고 .....	289
20. 정관 개정(안) .....	290
 <b>&lt;기타 안내 사항&gt;</b>	
22. 학술 발표회장 도면 .....	291
23. 한국분석과학회 임원 명단 .....	292

이 발표 논문집은 2017년도 정부재원(과학기술진흥지금 및 복권기금)으로  
한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음.

**This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology  
Societies(KOFST) Grant funded by the Korean Government.**



# 초대의 글

대자연은 새 봄을 지나며 경쟁하듯 꽃을 피우고 있습니다. 그 간의 노력을 정리하고 새로운 출발선에 다시 서게 하는 이 계절에 제58회 한국분석과학회 춘계 학술대회를 2017년 5월 18일(목) ~ 19일(금) 원주 인터볼고호텔에서 개최합니다. 우리학회 회원 여러분과 분석과학에 관심을 가지고 계신 모든 분들을 정중히 초대합니다.

설립 30주년을 눈앞에 두고 있는 우리 학회의 고유한 기능 중 하나는 다양성입니다. 이번 춘계학술대회에서는 변화와 지속을 동시에 담아 더 성숙한 주제로 발표 분야를 확대하고자 하였습니다. 이를 위해 산·학·연·관이 참여하는 분야별 symposium과 special session 등을 다양하게 구성하였습니다. 이런 노력으로 우리 학회의 논문 발간이나 학술대회가 국제적 위상을 확보하는데 기여하기를 희망합니다.

우선 첫째 날에는 식품의 안전성 분야 시험분석 동향, 분석시험의 표준화 동향 및 의약학 분석의 첨단기술 분야에 대한 비중 있는 연구자의 발표가 진행되며, 특히 여성과학기술인의 도전과 기회를 위한 주제를 새롭게 마련하였습니다. 그리고 대학원생 구두발표 및 전문 연구자의 강연을 통해 젊은 과학자의 발전을 독려하고 학술적 교류가 이루어지도록 하였습니다. 둘째 날에는 화학 및 재료 분야로서 그린 분석화학의 기술 동향 및 환경보건과 인체 노출 모니터링을 주제로 환경보건 분야의 심포지움을 마련하였고, PI급 구두 강연을 집중시켜 학문적 수준을 업그레이드할 수 있는 기회를 제공하고자 하였습니다. 이번 춘계 학술대회는 총 210여편의 구두 발표와 포스터 등 풍성한 내용들을 담아 진행됩니다.

새롭게 공공기관들이 자리하게 된 혁신 도시로, 의료기기산업의 특성화 등 건강 도시로 거듭나고 있는 원주에서 이번 개최될 제58회 춘계학술대회가 분석과학자 간의 건강한 학술적 교류의 공간이 되고, 과학기술의 영역에서 분석과학의 본질적인 위치와 역할을 새롭게 발견하는 기회가 될 수 있도록 많은 성원을 부탁드립니다. 아울러 참석하신 모든 분들께서 회원 간의 친밀함으로부터 얻는 휴식과 학술적 변화를 위한 에너지를 듬뿍 받아 가실 수 있기를 바랍니다. 분석과학 연구와 기술이 한번 더 도약할 수 있는 기회가 되기를 기원합니다.

끝으로 이번 학술대회가 성공적으로 진행될 수 있도록 애써 주신 조남준 학술부회장님과 각 분야 부회장님 등 참석해 주신 회원 여러분들과 학술대회 후원기관 및 기기전시 참여업체 관계자 분들께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

2017년 5월  
사단법인 한국분석과학회  
회장 김태승 드림

# 학술대회 운영 공지 사항

## 1) 참가비 안내

2017년도 년 회비를 납부하지 않은 분은 년 회비 ₩30,000 (학생 ₩20,000)과 등록비를 함께 납부하여 주시기 바랍니다.

회원 구분	연회비	참가비		
		사전 등록비	당일 등록비	
정회원	일반	30,000원	90,000원	100,000원
	학생	20,000원	50,000원	60,000원
비회원	일반	130,000원		
	학생	80,000원		

- 참가하시는 모든 회원께서는 필히 등록하시고, 학회장에서는 등록 명찰을 지참하여 주시기 바랍니다.
- 발표장 질서유지를 위해 명찰을 지참하지 않은 회원은 발표장 및 간담회장 입장이 제한될 수 있습니다.

## 2) 구두 발표

- 발표자에게 배정된 시간은 수상 강연 30분, 심포지엄 및 PI급 구두 강연 15분 ~ 20분, 대학원생 구두 발표 10분입니다.
- 발표자께서는 발표시간 세션 시작 전에 발표장에 도착하셔서 발표 자료를 도우미 학생에게 전달하시고 발표 내용을 현장에서 미리 확인하시길 바랍니다.
- 발표자께서는 배정된 시간의 2/3 발표 시간으로, 1/3 토의 시간으로 활용해 주시고 발표 시간을 엄수해 주시기 바랍니다.
- 좌장께서는 발표자가 배정 시간을 절대 초과하지 않도록 운영 바랍니다.

## 3) 포스터 발표

장 소	부착 시간	발표 일시	철수 시간
1층 로비	2017. 05. 18(목) 10:30-16:00	2017. 05. 18(목) 16:10-17:10	2017. 05. 18(목) 17:10-18:00
	2017. 05. 19(금) 09:00-10:30	2017. 05. 19(금) 11:00-12:00	2017. 05. 19(금) 12:00-12:10

- 포스터 규격은 가로 90cm × 세로 120cm 입니다. 발표 예정자는 이 크기에 적합하게 제목, 저자, 연구 내용을 준비하시면 됩니다.
  - 발표자는 포스터 앞에서 정해진 시간 동안 대기하시어 질문과 토의에 응하여야 합니다. 본회에 별도의 연락 없이 포스터를 게시하지 않으면 추후에 본인 뿐 아니라 해당 연구실의 차기 논문 발표에 제한이 있사오니, 유의하여 주시기 바랍니다.
  - 철거하지 않은 포스터는 임의 폐기합니다.
- ※ 우수 포스터 4편, 대학원생 우수 구두 2편을 선정하여 2017년 추계 학술대회에서 시상할 예정입니다.

## 4) Early Bird Seminar에서는 참석자에게 간단한 조식(샌드위치, 음료)과 경품이 제공됩니다. (선착순)

## 5) 기타 자세한 사항은 아래로 문의바랍니다

- 학회 사무실      담당 강미경: 02-701-8661

## 2017년도 춘계 학술대회 프로그램

05월 18일(목)	무궁화 홀	장미 홀	백합 홀	로비
10:30 -	등록 및 포스터 게시			
13:10 - 14:30	Special Session I 식품 분야	Special Session III 표준(ISO) 분야	대학원생 구두 발표	기기전시
14:30 - 14:40	Coffee Break & 기기전시 참관			
14:40 - 16:10	Special Session II 여성분과	Symposium I 의약학 분야	PI급 구두 강연 I	기기전시
16:10 - 17:10				포스터 발표
17:10 - 17:20	Coffee Break & 기기전시 참관			
17:20 - 17:50	영인 분석과학자상 수상 강연			
17:50 - 18:30	총회 (축사: 국립과학수사 연구원 원장) 및 행운권 추첨			
18:30 -	간 친 회			
05월 19일(금)	무궁화 홀	장미 홀	백합 홀	로비
08:00 -	등록 및 포스터 게시			
08:20 - 08:50			Early Bird Seminar	기기전시
09:00 - 10:00		Symposium II 화학·재료 분야	PI급 구두 강연 II	
10:00 - 11:00		Symposium III 환경보건 분야	PI급 구두 강연 III	
11:00 - 12:00				포스터 발표
12:00 - 12:10		경품권 추첨 및 폐회식		



**05월 18일(목), 무궁화 홀**

10:30 -	등록 및 포스터 게시	로비
13:10 - 14:30	<b>Special Session I. 식품 안전성 관리를 위한 시험분석 동향</b> <b>(제16회 식품 안전의 날 기념)</b> <b>좌장: 강길진 (식품의약품안전평가원)</b>	
13:10-13:30	<b>축산물 안전 관리를 위한 잔류농약 시험법 표준화 연구</b> 정명근 (강원대학교)	
13:30-13:50	<b>Development and validation of an analytical methods for the determination of undesignated antioxidants in Korea</b> 이옥환 (강원대학교)	
13:50-14:10	<b>Method for simultaneous determination of diarrhetic shellfish poisoning biotoxins in bivalves</b> 최용석 (단국대학교)	
14:10-14:30	<b>Effects of dicarbonyl trapping agents, antioxidants, and reducing agents on the formation of furan in canned-coffee model systems</b> 김영석 (이화여자대학교)	
14:30 - 14:40	Coffee Break & 기기전시	
14:40 - 16:10	<b>Special Session II. 여성과학기술인의 도전과 기회</b> <b>좌장: 신선경 (국립환경과학원)</b>	
14:40-15:10	<b>4차 산업혁명시대, 여성과학기술인의 도전과 기회</b> 한화진 (한국여성과학기술인지원센터)	
15:10-15:30	<b>여성과학기술인의 국가 연구 개발사업 참여율 제고를 위한 방안</b> 윤혜은 (한국기초과학지원연구원)	
15:30-15:50	<b>과학수사 - 성분 분석의 적용과 해석</b> 김남이 (국립과학수사연구원)	
15:50-16:10	<b>임상진단검사에서의 분석과학</b> 이화심 (한국표준과학연구원)	
16:10 - 17:10	포스터 발표	로비
17:10 - 17:20	Coffee Break & 기기전시	
17:20 - 17:50	<b>영인 분석과학자상 수상 강연</b> <b>좌장: 홍종기 (경희대학교)</b>	
17:20-17:50	<b>High-content diagnosis using on multicolor cellular imaging</b> 송준명 (서울대학교)	
17:50 - 18:30	<b>총회(축사: 최영식 국립과학수사연구원 원장) 및 행운권 추첨</b>	
18:30 -	간담회	

05월 18일(목), 장미 홀

10:30 -	등록 및 포스터 게시	로비
13:10 - 14:30	Special Session III. 분석시험의 표준화 (ISO) 동향	
	좌장: 이재형 (한국화학융합시험연구원)	
13:10-13:30	The securement of reliability of measured result through estimation of measurement uncertainty and establishment of traceability 권종국 (한국화학융합시험연구원)	
13:30-13:50	플라스틱 소재 중 유해물질 분석용 인증 표준물질 개발 백송이 (한국표준과학연구원)	
13:50-14:10	전기전자 및 자동차 관련 국제무역장벽(TBT) 대응 위한 시험방법 국제표준화 정재학 (KOTITI 시험연구원)	
14:10-14:30	토양 중 퍼클로레이트( $\text{ClO}_4^-$ ) 정량방법 국제표준화를 위한 실험실간 비교시험 주창규 (서울대학교 NICEM)	
14:30 - 14:40	Coffee Break & 기기전시	
14:40 - 16:10	Symposium I. 의약학 분석의 첨단기술 (의약학)	
	좌장: 강종성 (충남대학교)	
14:40-14:58	Deep eutectic solvents as multi-functioning media for catechin extraction and storage 이정미 (성균관대학교)	
14:58-15:16	Q-TOF/MS를 이용한 제초제류의 독성 본체인 계면활성제 정량분석법 개발과 적용 김선춘 (국립과학수사연구원)	
15:16-15:34	Positional isomer identification of (2-aminopropyl)-2,3-dihydrobenzofuran (APDB) derivatives isolated from forensic exhibits and chemical structure estimation of their cyclic artifacts 최상길 (국립과학수사연구원)	
15:34-15:52	식품 중 불법혼입 당뇨병치료제 성분에 대한 LC-MS/MS 동시분석법 개발 김남숙 (식품의약품안전평가원)	
15:52-16:10	nanoSIMS를 이용한 세포 단위 metabolic labeling 연구 이동규 (서울대학교)	
16:10 - 17:10	포스터 발표	로비
17:10 - 17:20	Coffee Break & 기기전시	로비

05월 18일(목), 백합 홀

10:30 -	등록 및 포스터 게시	로비
13:20 - 14:30	대학원생 구두 발표	
	좌장: 배선영 (서울여자대학교)	
13:20-13:30	고형연료제품 품질시험기준 개선방안 연구 장미정 (국립환경과학원)	
13:30-13:40	Headspace in-tube microextraction combined with capillary electrophoresis for determination of chlorophenols in water samples Maryam Karimi (서울대학교)	
13:40-13:50	Automatic liquid extraction surface analysis coupled with commercial capillary electrophoresis for sensitive detection of pesticides on surface 정선경 (서울대학교)	
13:50-14:00	Photocatalytic activity of a new titanium dioxide/Bismuth oxychloride@ nitrogen-doped graphene nanocomposite towards a cationic dye 윤석용 (경북대학교)	
14:00-14:10	Profiling of a wide range of neurochemicals in human urine by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry combined with <i>in situ</i> selective derivatization 이원웅 (경희대학교)	
14:10-14:20	Reliable screening of 35 sulfonamides in dietary supplements based on extracted common ion chromatogram and neutral loss scan by UHPLC-Q/TOF-MS 박나현 (경희대학교)	
14:20-14:30	Chemical compositions of atmospheric aerosols in relation to meteorological phenomena at gosan, jeju island in spring 2016 신수현 (제주대학교)	
14:30 - 14:40	Coffee Break & 기기전시	
14:50 - 16:10	PI급 구두 강연 I	
	좌장: 팽기정 (연세대학교)	
14:50-15:10	한국과학기술연구원의 TOF-ERD 시스템 구축현황 송진호 (한국과학기술연구원)	
15:10-15:30	Development of a novel photoelectrochemical-electrochemical dual mode sensing platform using a bifunctional nanomaterial Nallal Muthuchamy (경북대학교)	
15:30-15:50	페리튬이온전지 재활용 유해물질 검출특성 연구 황동건 (국립환경과학원)	
15:50-16:10	비매체접촉형 재활용 환경성평가기법 마련연구 강영렬 (국립환경과학원)	
16:10 - 17:10	포스터 발표	
17:10 - 17:20	Coffee Break & 기기전시	

**05월 19일(금), 장미 홀**

08:00 -	등록 및 포스터 게시	로비
09:00 - 10:00	Symposium II. 그린분석화학의 기술 동향 (화학·재료)	
좌장: 김종혁 (한국화학연구원)		
09:00-09:15	Analysis of oils and volatile flavor compounds by two-dimensional gas chromatography - time of flight mass spectrometry 김병호 (리코코리아)	
09:15-09:30	3D analysis of material using scanning electron microscopy and focused ion beam 표성수 (테스칸코리아)	
09:30-09:45	Nondestructive analysis of thin multi layer polymer films for thickness, impurity and composition by ultra fast raman imaging 박윤철 (나노포톤코리아)	
09:45-10:00	Crystal structure analysis using X-ray Diffraction 이종식 (한국ITS)	
10:00 - 11:00	Symposium III. 환경보건과 인체 노출 모니터링 (환경보건)	
좌장: 신호상 (공주대학교)		
10:00-10:15	국가 단위 환경보건조사와 생체시료 모니터링의 현황 및 전망 김수진 (국립환경과학원)	
10:15-10:30	화학사고 영향조사를 위한 사고 물질 노출평가 사례 조용성 (화학물질안전원)	
10:30-10:45	산업재해 예방을 위한 흡입독성 시험 및 활용 이성배 (산업안전보건연구원)	
10:45-11:00	국내 시판 중인 캡슐 담배 중 캡슐 성분의 분석 임현희 (공주대학교)	
11:00 - 12:00	포스터 발표	로비
12:00 - 12:10	경품권 추첨 및 폐회식	

05월 19일(금), 백합 홀

08:00 -	등록 및 포스터 게시	로비
08:20 - 08:50	Early Bird Seminar	
	좌장: 정영림 (서울의약연구소)	
08:20-08:50	<b>Jump in to the planet Orbitrap</b> 권한순 부장 (써모 피셔 사이언티픽 코리아)	
09:00 - 10:00	PI급 구두 강연 II	
	좌장: 황승율 (화학물질안전원)	
09:00-09:20	<b>Determination of trace-level of bromate in various water by ion chromatography with suppressed conductivity detection and spectrophotometric detection after post-column reaction - a comparison</b> 김정례 (제이엘사이언스)	
09:20-09:40	<b>대기 중 dimethyl sulfide 측정을 위한 정확한 동적희석법 개발</b> 이상일 (한국표준과학연구원)	
09:40-10:00	<b>Development of hybrid sample preparation using solid phase extraction and diluted urine reconstitution for screening in doping control</b> 김기훈 (한국과학기술연구원)	
10:00 - 11:00	PI급 구두 강연 III	
	좌장: 이용문 (충북대학교)	
10:00-10:20	<b>Direct coupling of digital microfluidics to LC-MS</b> 최기환 (한국표준과학연구원)	
10:20-10:40	<b>Tracing the source of methomyl from a fatal poisoning case using stable isotope analysis</b> 송병열 (국립과학수사연구원)	
10:40-11:00	<b>A study on establishment of standard spectrum for chemical drug in korea pharmacopoeia</b> 전정륜 (식품의약품안전평가원)	
11:00 - 12:00	포스터 발표	로비

\*: 교신저자, \_(밑줄): 발표자

## 05월 18일 [목]

### 의약품/화장품: PT-001 ~ PT-009

**PT-001 Optimization of analytical condition for statins and fibrates in adulterated foods and dietary supplements**

Nam-Sook Kim, Sunhee Moon, Kyu Yeon Kim, Ji Hyun Lee, Hyoung-Joon Park, Taeik Hwang, Seok Heo, Jeong-Hwa Cho, Jun-hyoung Kim, Dong Woo Shin, Seongsoo Park, Sung-Kwan Park, and Sun Young Baek\*

Advanced Analysis Team, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety.

**PT-002 Detection of betamethasone, clobetasol propionate and triamcinolone acetonide illegally adulterated in cosmetics by LC-MSMS**

Nam Sook Kim, Geum Joo Yoo, Ji Hyun Lee, Hyoung-Joon Park, Kyu Yeon Kim, Dong Woo Shin and Sun Young Baek\*

Advanced Analysis Team, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety.

**PT-003 Tentative identification of phase I metabolites of CB-13, a novel synthetic cannabinoid by LC-TOF-MS**

Kyoung-moon Han\*, Hyewon Seo, Hye Jin Cha, Jisoon Shin, Young-Hoon Kim, Hye-kyung Park, Hyungsoo Kim

Pharmacological Research Division, Toxicological Evaluation and Research Department, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

**PT-004 Application of extracted common ion chromatogram and neutral loss scan for rapid screening of sulfonamide in supplements by UHPLC-Q/TOF-MS**

Nam-Yong Ki, Na-Hyun Park, Wonwoong Lee, Jisu Hur, Keon-Hee Ko, Youna Kim, Jongki Hong\*

College of Pharmacy, Kyung Hee University, 26 Kyunghee-daero, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea

**PT-005 Liquid chromatography- atmospheric-pressure chemical ionization tandem mass spectrometry method for quantification of residual carbonyl compounds after dansyl hydrazine derivatization**

Maftuna Shamshiddinova, Kyong-Oh Shin and Yong-Moon Lee\*

College of Pharmacy, Chungbuk National University, Chongju 28160, Korea

- PT-006 Development and Validation of Codeine by LC-MS/MS and Application in Bioequivalence Research in Healthy Korean Volunteers**  
A-Ram Kim, Beom-Sik Cho, Mi-Young Kim and Young-Rim Jung\*  
 Seoul Pharma Laboratories, CrystalGenomics Inc.
- PT-007 Determination of tetracycline using the hybridization of aptamer**  
Eunji Park, Soyeon Kwon, Insook Rhee\*  
 Department of Chemistry, Seoul Women's University
- PT-008 불소이온측정기와 C-IC를 이용한 치약 내 불소 정량 분석**  
 Quantification of Fluorine in Toothpaste using F Ion meter & C-IC  
 유지은, 최혜원, 박지현, 왕만식, 정재학\*  
<sup>1</sup>(사)KOTITI 시험연구원
- PT-009 Analysis by ICP-AES in accordance with the ICH Q3D guideline for elemental impurities**  
 박미선  
 동일시마즈(주)

**무기/재료: PT-010 ~ PT-033**

- PT-010 XRF를 이용한 Mold Powder 중 불소 정량분석 연구**  
 김상헌\*, 김헌태, 이영호  
 현대제철 기술연구소 기술지원팀
- PT-011 XRF를 이용한 지르코니아 내화물 분석 기술**  
 김승호\*, 김상헌, 윤혁원, 김헌태, 이영호  
 현대제철 기술연구소 기술지원팀
- PT-012 Phase analysis of each layer on a coating glass by grazing incident X-ray diffraction (GIXRD)**  
 Lee, Ji-yeon  
 KCC Central Research Institute
- PT-013 Analysis of silicone modified polyester resin in paint by inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES)**  
 Miri, Kwon<sup>1</sup>, Kiwoong Jeong<sup>2</sup>, Young-woong An<sup>3</sup>  
 Analysis Team, KCC Central Research Institute
- PT-014 세라믹 원료 장식광물의 미량성분 정량분석**  
 정민기, 임지수<sup>1</sup>, 이현아, 김현구<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>대덕분석기술연구소, <sup>2,\*</sup>한국세라믹기술원 수도권시험분석 기업지원센터
- PT-015 장식광물의 화학 및 기기분석에 의한 정량분석**  
 김건한, 정은숙<sup>1</sup>, 최병인, 안상호<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>대덕분석기술연구소, <sup>2,\*</sup>한국지질자원연구원 기술사업화센터

- PT-016** **편광유지광섬유의 미량 원소 분석 연구**  
 최성환<sup>1</sup>, 이민영<sup>1,2</sup>, 이상배<sup>3</sup>, 이재균<sup>4</sup>, 박경수<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>한국과학기술연구원 특성분석센터, <sup>2</sup>경희대학교 화학과,  
<sup>3</sup>한국과학기술연구원 나노포토닉스연구센터, <sup>4</sup>한국과학기술연구원 뇌의약연구단
- PT-017** **Comparison of analysis method on recycled ferrovanadium metal from urban mines**  
 이경미\*, 이연숙, 정연정  
 한국산업기술시험원 재료기술센터
- PT-018** **Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융법 및 ICP-OES에 의한 폐촉매 중 Pt, Pd, Rh 분석**  
 Platinum, palladium, rhodium analysis in spent catalyst by sodium peroxide  
 fusion and ICP-OES  
 최원명, 이덕환, 음철현\*  
 한국지질자원연구원 지질자원분석센터
- PT-019** **A study on the standardization for the analysis method of recycled Ferro-Molybdenum metals through the urban mining**  
 Young-ki KIM, Deok-jun KWEON, Yong-Hyun Lee, Beom-goo HWANG, Sun-il KIM  
 Materials & Components Research Institute, Korea Testing & Research Institute
- PT-020** **A study on the standardization for the analysis method of recycled molybdenum oxide through the urban mining**  
 Deok-jun KWEON, Young-ki KIM, Yong-Hyun Lee, Beom-goo HWANG, Sun-il KIM  
 Materials & Components Research Institute, Korea Testing & Research Institute
- PT-021** **미이용 농업 자원인 밀짚을 적용한 고분자 복합재료 제작연구**  
 이희성<sup>1</sup>, 안도 요슈토<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>국립환경과학원, <sup>2,\*</sup>큐슈공업대학교
- PT-022** **GD-MS 및 LA-ICP-MS를 이용한 고순도 SiC 웨이퍼 중 극미량 불순물 원소 분석**  
 정세훈\*, 김선혜, 정성욱  
 포항산업과학연구원(RIST) 분석평가그룹
- PT-023** **접지자재 가속시험법 개발을 위한 토양 성분 분석**  
 김성남, 김선혜, 이동길, 박신화\*  
 포항산업과학연구원 분석평가그룹
- PT-024** **ICP-AES를 이용한 LCO계 폐 리튬이온전지 스크랩의 화학조성 분석기술**  
 양정환<sup>1</sup>, 정세훈<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>(재)포항산업과학연구원 분석평가그룹 화학조성섹션
- PT-025** **난연제의 C-IC 분석 시 무기염소이온 제거를 위한 전처리 분석법 연구**  
 Study on Pretreatment Method to Remove Inorganic Chlorides for  
 Combustion-Ion Chromatographic Analysis of Flame Retardant Products  
 김주양<sup>1</sup>, 배종혁<sup>2</sup>, 심재윤<sup>2</sup>, 조영달<sup>1</sup>, 최은경<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>한국생산기술연구원 산업용섬유그룹, <sup>2</sup>한국생산기술연구원 스마트섬유그룹
- PT-026** **공산품에서 나프탈렌 검출의 원인 규명**  
 Elucidation of Source of Naphthalene in Consumer Products  
 송문환, 조영달, 최은경\*  
 한국생산기술연구원 환경규제기술센터 유해물질분석실



- PT-027 미지 제품 확인을 위한 분석체계도 개발 및 섬유용 발수제 분석**  
 Development of Analytical Scheme for Target Unknown Products and Analyses of Water Repellent Agents  
 송문환, 박광서, 손승환, 김영숙, 조영달, 최은경\*  
 한국생산기술연구원 산업용섬유그룹
- PT-028 긴 탄소사슬의 지방산 에스터기를 갖는 화합물의 TD-GC-MS 및 Py-GC-MS 분석 시의 거동 연구**  
 Gas Chromatographic Behavior of Compounds with Long-Chain Fatty Acid Ester Group Thermally Desorpted and Prolyzed  
 송문환, 조영달, 최은경\*  
 한국생산기술연구원 산업용섬유그룹
- PT-029 Development of molecular imprinted polymer for selective adsorption of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde**  
 박수미, 배선영\*  
 서울여자대학교 화학과
- PT-030 열안정성을 높은 카본블랙잉크의 특성분석**  
 배지현<sup>1</sup>, 정종진<sup>1</sup>, 이승호<sup>1</sup>, 김운중<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>한남대학교 화학과
- PT-031 Ball milling 조건에 따른 적색 천연색소의 분산특성연구**  
 이수미<sup>1</sup>, 서현정<sup>1</sup>, 배지현<sup>1</sup>, 정종진<sup>1</sup>, 김운중<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>한남대학교 화학과
- PT-032 세리아 나노입자를 함유한 Slurry의 기포제거 연구**  
 김민기<sup>1</sup>, 안세영<sup>2</sup>, 김운중<sup>1,\*</sup>  
<sup>1,\*</sup>한남대학교 화학과, <sup>2</sup>엠에스머트리얼즈(주)
- PT-033 유해물질 제거용 향기함침 다공성 탄소기공막의 제조 및 특성분석**  
 김다은<sup>2</sup>, 연승언<sup>2</sup>, 배지현<sup>2</sup>, 김운중<sup>2</sup>, 정종진<sup>2</sup>, 이승호<sup>1,\*</sup>  
<sup>1,\*</sup>(주) 캠틀리, <sup>2</sup>한남대학교 화학과

**일반: PT-034 ~ PT-083**

- PT-034 MASS를 이용한 Polyimide film의 절대 이미드화율 분석**  
 한수연<sup>1</sup>, 김병현<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>LG화학 기술연구원, 중앙연구소, 분석센터
- PT-035 고저항 Black Matrix 박막의 비저항 평가 연구**  
 유요한<sup>1</sup>, 허규성<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>LG 디스플레이, 구미분석팀
- PT-036 Study on mechanism of Ar pretreatment skip effect on LTPS crystallization**  
 KyongTaik Lee, SeokRyoul Lee, Sang-Yun Sung, WonJoon Chang, Won-Sang Ryu, Seong Moh Seo  
 LG Display, 파주분석팀

- PT-037 Open path analyzer development with LTE Communication system based on path averaged concentration for CO<sub>2</sub> and CO quantitative Analysis**  
 조남욱<sup>1\*</sup>, 심재웅<sup>1</sup>, 김도현<sup>1</sup>, 조원보<sup>2</sup>, 김효진<sup>2</sup>  
<sup>1\*</sup>한국건설기술연구원 화재안전연구소, <sup>2</sup>동덕여대 약학대
- PT-038 Detailed mercaptan composition analysis of kerosene with solid phase extraction and 2D-GC-SCD**  
 전보람, 문세라, 마경진, 김은경, 이성협  
 SK Innovation Global Technology Analysis Lab
- PT-039 A study on chemical probes targeting protein aggregates associated with neurodegenerative diseases**  
 Hyunseung Lee, Areum Jung, Seulgi Kim, Sojin Kim, Yuna Kim, Sohee Kim, Sun-Joon Min<sup>\*</sup>  
 Department of Chemical and Molecular Engineering/Applied Chemistry, College of Science and Convergence Technology, Hanyang University
- PT-040 Determination of nm scale inline coating (ILC) layer by means of microscopic techniques**  
 박재범, 권정미, 신중기, 이상현, 남궁현  
 코오롱 인더스트리 중앙기술원 분석평가센터
- PT-041 Dry powder disperser를 이용한 건식 입도 분석 시험 및 분석 사례**  
 김현정<sup>1</sup>, 김경문, 오아름<sup>2\*</sup>, 유정현, 서금희  
<sup>1</sup>(재)한국화학융합시험연구원, <sup>2\*</sup>한국기술교육대학교
- PT-042 휘발성 유기용제가 포함된 반도체용 화학약품의 정확한 품질검사를 위한 근적외선 분광 분석법 적용에 관한 연구**  
 이형근, 전영미, 손진호, 오정훈, 이승원, 박현국<sup>1</sup>, 고정우<sup>1</sup>, 석명수<sup>2</sup>, 승성배<sup>2</sup>, 손호철<sup>2</sup>, 김종학<sup>2</sup>  
 (주)APCT, <sup>1</sup>한국전자통신연구원, <sup>2</sup>(주)ZEUS
- PT-043 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세트산(PGMEA) 분석방법 연구**  
 Research for an analysis method of propylene glycol monomethyl ether acetate(PGMEA)  
 최성봉<sup>1\*</sup>, 김경문  
<sup>1\*</sup>산업안전보건연구원 산업화학연구실
- PT-044 FTIR을 이용한 흡입챔버내 1-Propanol의 모니터링 방법에 관한 연구**  
 박찬혁<sup>1</sup>, 이성배<sup>1\*</sup>, 김용순<sup>1</sup>, 임철홍<sup>1</sup>, 김현영<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 흡입시험연구부, <sup>2</sup>산업안전보건연구원 흡입독성연구센터
- PT-045 Temperature-dependent monitoring organosilicon cross-linking reactions using NMR**  
 Hyewon Sul, Yecheol Rho, Chong-Hyeak Kim<sup>\*</sup>  
 Center for chemical analysis, Korea research institute of chemical technology

- PT-046 Benzylidene-3-methoxyaniline 유도체의 용매에 따른 흡수스펙트럼 변화**  
Absorption change according to solvent using Benzylidene-3-methoxyaniline derivatives  
정유리, 김영해  
서경대학교 화학생명공학과
- PT-047 Phenylenediamine 유도체의 용매효과 및 금속이온의 영향**  
Solvatochromism and effect of several Metal Ions using phenylene diamine derivatives  
김혜빈, 김영해  
서경대학교 화학생명공학과
- PT-048 2-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)과 4-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)의 흡광스펙트럼 분석**  
Analysis of absorption spectra using bis(2-chlorobenzylidene)-ethylenediamine and bis(4-chlorobenzylidene)-ethylenediamine  
임반석, 김영해  
서경대학교 화학생명공학과
- PT-049 2-Aminophenol과 4-Aminophenol 유도체의 용매효과 및 금속이온효과**  
Solvatochromism and determination of several Metal Ions using 2-Aminophenol and 4-Aminophenol derivatives  
신동혁, 김영해  
서경대학교 화학생명공학과
- PT-050 활성탄소의 표면특성에 따른 유해가스 흡착효율에 관한 연구**  
연승언<sup>1</sup>, 김다운<sup>1</sup>, 김보민<sup>2</sup>, 정종진<sup>1</sup>, 김운중<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>한남대학교 화학과, <sup>2</sup>(주)파츠너
- PT-051 Lycopene 유도체를 이용한 Lycopene 색소의 안정성 연구**  
서현정, 이수미, 배지현, 김운중\* 정종진\*  
한남대학교 화학과
- PT-052 Characterization of synthetic rubber (SR) using thermal field-flow fractionation coupled with multi-angle light scattering (ThFFF-MALS)**  
Chan Hee Lee, Jaeyeong Choi, Seungho Lee  
Department of Chemistry, Hannam University
- PT-053 Study on effect of light on the size of chlorella and the production of glutathione**  
Yeo Woon Koo<sup>1</sup>, Da Hee Hwang<sup>2</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, Kang Hee Lee<sup>2</sup>, In Soo Lee<sup>2,\*</sup>, Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University, <sup>2</sup>Department of Biological Science and Biotechnology, Hannam University,

- PT-054 Study on effect of osmotic pressure on size and shape of lipid vesicle by asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4) with light scattering**  
Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, MinWook Kim<sup>1</sup>, Woonjung Kim<sup>1</sup>, Jongjin Jung<sup>1</sup>, Lars Nilsson<sup>2</sup>  
 and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University, <sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University
- PT-055 Thiophene계 전도성 고분자를 기반으로 한 혈당 측정용 전기화학 바이오센서의 개발**  
조현진, 도학준, 최성호\*  
 한남대학교 화학과
- PT-056 소변 속의 알칼리 금속 이온 감지를 위한 QCM 기반의 thiophene계열의 공중합체 센서의 개발**  
김민희, 도학준, 최성호\*  
 한남대학교 화학과
- PT-057 전도성 고분자 polyphenylene을 기반으로 한 혈당 측정용 바이오센서의 개발**  
김다슬, 최성호\*  
 한남대학교 화학과
- PT-058 Headspace in-tube microextraction of chlorophenols using a 3D-printed hybrid capillary electrophoresis microchip**  
이호균, 정두수\*  
 서울대학교 화학부
- PT-059 Quantitative analysis of aflatoxin B1-caused CD133 and CD44 positive cancer stem cells using AOTF based multi-color imaging system**  
Jungmi Lee, Joon Myong Song\*  
 \*College of Pharmacy, Seoul National University
- PT-060 A novel anti-inflammatory vanadyl-schiff base complex as insulin-mimetic and against diabetes using TIRF microscope**  
Solji Park, Joon Myong Song\*  
 \*College of Pharmacy, Seoul National University
- PT-061 Total internal reflection fluorescence detection system-based determination of the anticancer activity of camptothecin against breast cancer stem cells**  
Jinran Lee and Joon Myong Song\*  
 \*College of Pharmacy, Seoul National University
- PT-062 TIRF high-content assay for the evaluation of drug efficacy with respect to biomarkers in breast cancer cell lines**  
Li Zhao, Joon Myong Song\*  
 \*College of Pharmacy, Seoul National University
- PT-063 Effective application of freezing lipid filtration combined with SPE cleanup for determination of diarrhetic toxins in oyster and mussel by UPLC-ESI-MS/MS**  
Myoung Eun Lee, Wonwoong Lee, and Jongki Hong\*  
 College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea

- PT-064 ORC ICP-MS 에서 중수소를 충돌기체로 사용한 동위원소희석법의 연구**  
 김민건, 김리원, 이서영, 지 영, 박용남\*  
 한국교원대학교 화학교육과
- PT-065 분광학적 간섭을 배제한 혈청 시료 속 셀레노단백질 분석의 정확도 개선**  
 이서영, 김민건, 지 영, 박용남\*  
 한국교원대학교 화학교육과
- PT-066 HPLC-UV method for quality control of *Inonotus obliquus***  
 Seol Gyu Park<sup>1</sup>, Kyung Tae Kim<sup>1</sup>, Jong Seong Kang<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>College of Pharmacy, Chungnam National University
- PT-067 아스팔트 종류에 따른 물리화학적 특성 비교분석**  
 Comparison of Physicochemical of Petroleum and Natural Asphalts type  
 Nader Nciri<sup>1</sup>, 신태섭<sup>1</sup>, 이학수<sup>1</sup>, 조남준<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>한국기술교육대학교 에너지신소재화학공학과
- PT-068 아마이드계 아스팔트 첨가제의 합성과 배합비에 따른 물리적 특성**  
 Synthesis of amide type asphalt additives and physical property according to  
 compounding ratio  
 김지웅, 이학수, Nader.Nciri, 신태섭, 조남준\*  
 한국기술교육대학교 에너지신소재화학공학과
- PT-069 Mass analysis of neuropeptides in salty environment using hydrophilic ring-shaped anchors**  
 윤숙<sup>1</sup>, 서정기<sup>2</sup>, 이창영<sup>1\*</sup>  
<sup>1\*</sup>울산과학기술원 에너지 및 화학공학부, <sup>2</sup>한국표준과학연구원
- PT-070 Seasonal variation of environmental stable isotope in the shallow groundwater from multi-level wells at an agricultural area**  
 HyunKoo Kim\*, MinKyeong Lee, InKyu Shin, Gyeongmi Lee, Moonsu Kim,  
 JongYeon Hwang, SunHwa Park, HunJe Jo, Tae Seung Kim  
 Soil and Groundwater Division, National Institute of Environmental Research
- PT-071 Relative stability calculations of PCDDs/DFs congeners using density functional theory**  
 Young Wook Yoon, Jun-Gu Kang, Ji-Hwan Son, Sun-Kyoung Shin, Tae-Wan Jeon\*  
 National Institute of Environmental Research
- PT-072 환경시험실 품질시스템의 국제 적합성 제고 방안 연구 - 운영 및 기술요건을 중심으로-**  
 고상호<sup>1</sup>, 최성현, 김금희, 홍석영, 김명옥, 김명진, 이진주, 최종우\*  
<sup>1</sup>국립환경과학원 환경기반연구부 환경측정분석센터
- PT-073 환경측정기기 항목별 정도검사 현황 및 전망**  
 전수아<sup>1</sup>, 이상희, 김명옥, 이두희, 박현우, 최종우\*  
<sup>1</sup>국립환경과학원 환경측정분석센터

- PT-074  $\delta^{15}\text{N-NH}_4$  and  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  isotope compositions reveal contribution of nitrogen source in freshwater ecosystem**  
 질소 안정동위원소비를 활용한 수환경에서의 질소기원 추적 연구  
 김민섭<sup>1</sup>, 윤숙희, 임보라, 박재선, 박현우, 최종우\*, 정현미<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>국립환경과학원 환경측정분석센터, <sup>2</sup>국립환경과학원 환경기반연구부
- PT-075 Analyzing proficiency testing result of the environmental laboratories**  
 Jinjoo Lee<sup>1</sup>, Sung Hun Choe, Kumhee Kim, Sukyoung Hong, Meong Ock Kim, Myoung-Jin Kim, Sang-Ho Go, Jong-Woo Choi\*  
<sup>1</sup>Environmental Measurement & Analysis Center Fundamental Environment Research Department, National Institute of Environmental Research
- PT-076 The elemental and Mg isotope geochemistry of primary upper mantle mineral weathering at pH =1 and T = 25°C**  
 Sin-Woo Lee<sup>1\*</sup>, Jong-Sik Ryu<sup>2</sup>, Hyung-Seon Shin<sup>2</sup>, Min-Seob Kim<sup>1</sup>, Jong-Woo Choi<sup>1</sup>  
<sup>1\*</sup>Environmental Measurement&Analysis Center, National Institute of Environmental Research, <sup>2</sup>Division of Earth and Environmental Sciences, Korea Basic Science Institute
- PT-077 Metabolic profiling of endogenous hormone in pattern baldness patients by liquid chromatography-mass spectrometry with chemical derivatization**  
 Eun Ju Im<sup>1,2</sup>, Su Hyeon Lee<sup>1,3</sup>, Mi Yeon Lee<sup>4</sup>, Jeongae Lee<sup>1</sup>, Ki Jung Paeng<sup>2</sup>, Bong Chul Chung<sup>1,\*</sup>  
<sup>1\*</sup>Molecular Recognition Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Hwarang-ro 14-gil, Seoul;  
<sup>2</sup>Department of chemistry, Yonsei University, Yeonsedae-gil, Wonju;  
<sup>3</sup>Forensic Chemistry Section, National Forensic Service, Seoul Institute, Jiyang-ro, Seoul  
<sup>4</sup>Advanced Analysis Center, Korea Institute of Science and Technology, Hwarang-ro 14-gil, Seoul;
- PT-078 Simultaneous determination of urinary hydrophilic metabolites by gas chromatography-mass spectrometry**  
 Yoon Hwan Kim<sup>1,2</sup>, Kyoung Heon Kim<sup>2</sup>, Bong Chul Chung<sup>3</sup>, Jeongae Lee<sup>1,3\*</sup>  
<sup>1</sup>Convergence Research Center for Diagnosis Treatment and Care System of Dementia, Korea Institute of Science and Technology  
<sup>2</sup>Department of Biotechnology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University  
<sup>3</sup>Molecular Recognition Research Center, Korea Institute of Science and Technology
- PT-079 1-(2-mercaptoethyl)-1,3,5-triazinane-2,4,6-trione이 결합된 은나노 입자를 이용한 Cu<sup>2+</sup>이온의 높은 선택성을 가진 비색 분석**  
 윤수진<sup>1</sup>, 남윤식<sup>1</sup>, 최성희<sup>2</sup>, 이강봉<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>한국과학기술연구원 특성분석센터, <sup>2</sup>녹색도시기술연구소

- PT-080** 특정한 크기의 비표지 금나노 입자를 이용한 Cr<sup>6+</sup>이온의 검출법  
 RajalakshmiKanagaraj<sup>1</sup>, 남윤식<sup>2</sup>, 이강봉<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>한국과학기술연구원 녹색도시기술연구소, <sup>2</sup>특성분석센터
- PT-081** Analytical method of Farnesene produced by metabolically engineered microorganism using GC/TOF-MS  
 이지원<sup>1,2</sup>, 이현정<sup>1</sup>, 왕진영<sup>1,2</sup>, 우한민<sup>3</sup>, 김연제<sup>1,\*</sup>  
<sup>1,\*</sup>한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, <sup>2</sup>고려대학교 화공생명공학과  
<sup>3</sup>성균관대학교 식품생명공학과
- PT-082** MeV 이온빔을 이용한 External-PIXE 시스템 소개  
 김재열, 송종한, 채근화, 유병용, 김준곤, 존 일라드스, 임원철, 송진호  
 한국과학기술연구원 특성분석센터
- PT-083** 가속기질량분석법을 이용한 방사선 탄소 연대측정에서의 백그라운드 레벨의 안정화  
 금보경, 김준곤\*, 송종한, 김재열  
 한국과학기술연구원 특성분석센터

## 05월 19일 [금]

표준: PF-001 ~ PF-008

- PF-001** Development of helium isotope certified reference materials at ambient level  
 김정은<sup>1,2</sup>, 이진복<sup>2</sup>, 양인석<sup>2</sup>, 김진석<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>과학기술연합대학원대학교, <sup>2</sup>한국표준과학연구원
- PF-002** HPLC-ELSD를 이용한 유기물의 순도 분석법 연구  
 조은소리<sup>1,2,\*</sup>, 김병주<sup>1</sup>, 김정권<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국표준과학연구원 유기분석표준센터, <sup>2</sup>충남대학교 화학과
- PF-003** Simultaneous analysis of neonicotinoids in cabbage using isotope dilution-liquid chromatography mass spectrometry  
 Sunwoong Son<sup>1,2,\*</sup>, Seonghee Ahn<sup>1</sup>, Byungjoo Kim<sup>1</sup>, Jeongkwon Kim<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Center for Organic Analysis, Korea Research Institute of Standard and Science  
<sup>2</sup>Department of Chemistry, Chungnam National University
- PF-004** Development of an isotope dilution-liquid chromatography tandem mass spectrometry for the determination of fumonisins in corn flour  
 Yosi Aristiawan<sup>1,2,\*</sup>, Kihwan Choi<sup>1</sup>, Byungjoo Kim<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Center for Organic Analysis, Korea Research Institute of Standard and Science  
<sup>2</sup>Department of Bio-Analytical Science, University of Science & Technology
- PF-005** Headspace-GC/MS를 이용한 고순도 시약 중 잔류용매 분석  
 한지수, 백송이\*, 김병주  
 한국표준과학연구원 삶의질측정표준본부 유기분석표준센터

**PF-006 농도 안정성이 향상된 Formaldehyde 표준가스 개발**

이선영, 최명기, 박정윤, 성하경, 이상호\*

쥬리가스

**PF-007 미량 H<sub>2</sub>O 표준가스의 분석법 개발**

이선영, 박정윤, 권혜진, 이상호\*

쥬리가스

**PF-008 저농도 H<sub>2</sub>O 표준가스의 안정성 향상**

이선영, 김상민, 나예슬, 이상호\*

쥬리가스

**식품/농학: PF-009 ~ PF-022**

**PF-009 Discrimination of geographical origin of oats using fourier transformed near-infrared spectroscopy and mass spectrometer-based electronic nose**

Hyun Jung Kim, Dong jin Kang, Young Dae Cho, Seong Hun Lee\*

Experiment Research Institute, National Agricultural products Quality management Service

**PF-010 빛질 조사료 중 잔류농약 동시 분석법 확립 및 검증**

이미진, 김호진, 정민희, 조순길, 김혜진, 김진국, 박혜진\*

국립농산물관질관리원 시험연구소 성분검정과

**PF-011 The optimized HPLC method for catechin and its related substances in health functional food**

박정수<sup>1</sup>, 김지연<sup>1</sup>, 신동수<sup>1</sup>, 최원조<sup>1</sup>, 곽현정<sup>1</sup>, 박지혜<sup>1</sup>, 배난영<sup>1</sup>, 정동윤<sup>1</sup>, 이창희<sup>1</sup>, 김동술<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>부산식품의약품안전청 시험분석센터 수입식품분석과, <sup>1\*</sup>부산식품의약품안전청 시험분석센터 유해물질분석과

**PF-012 Optimization of analytical methods for octacosanol in related health/functional food with GC/MS**

Jin Hee Lee, Kyung Jin Lee, Yang Sun Kim, Eun Hee Keum, Mee Hyun Cho, Min Hye Seong, Mihyune Oh, Chul Joo Lim, Meehye Kim

Imported Food Analysis Division, Gyeongin Regional Food and Drug Administration, Ministry of Food and Drug Safety, Incheon, Republic of Korea

**PF-013 Establishment of method for determination of PCDD/Fs, dioxin-like PCBs and indicator PCBs in food.**

Youngwoon Kang, Jieun Ahn, Jinseong Yang, Taesook Lim, Sheenhee Kim, Giljin Kang\*

National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Food Contaminants Division, The Ministry of Food and Drug safety



- PF-014 Development of LC-MS/MS method for the simultaneous determination of neurotoxic shellfish poisoning toxins (brevetoxins) in shellfish**  
Choonshik Shin<sup>\*</sup>, Jin-Hong Yoon, Ji-Hye Shin, Hye-Jin Jo, Hye-Young Park, Min-Ja Cho, Young-Woon Kang, Hye-Jeong Kim, Shin-Hee Kim, Gil-Jin Kang  
 Food Contaminants Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Cheongju 28159, Republic of Korea
- PF-015 LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Spiroxamine의 시험법 개발**  
도정아<sup>\*</sup>, 박신민, 임승희, 박원민, 윤지혜, 신혜선, 정형욱, 이규식  
 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과
- PF-016 2017년 국내 신규 농약 Spiroxamine의 일일섭취 허용량 설정**  
도정아<sup>\*</sup>, 신혜선, 윤지혜, 박신민, 박원민, 임승희, 정형욱, 이규식  
 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과
- PF-017 The research for improving of analytical methods of benzoic acid as food additives**  
Su Jeong Lee<sup>1</sup>, Jun Kyu Yang<sup>1</sup>, Min hee Kim<sup>1</sup>, So Na Kim<sup>1</sup>, Ji Yeong Kim<sup>1</sup>, Jang-Hyuk Ahn<sup>1,2,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Research & Development, Fore Front TEST, Republic of Korea  
<sup>2,\*</sup>Food Science & Technology, CHA University, Republic of Korea
- PF-018 Determination of eight bisphenol analogues and two phenols in food simulants migrated from food packaging materials using HPLC-MS/MS**  
Jae Chun Choi<sup>1</sup>, In-ae Bae<sup>1</sup>, Chanyong Lee<sup>1</sup>, Su Bi Lee<sup>1</sup>, MeeKyung Kim<sup>1,\*</sup>  
<sup>1,\*</sup>Food Additives and Packaging Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety
- PF-019 Simultaneous determine of ellagic acid, genistein, and daidzein in *Dendropanax morbiferus* leveille by HPLC**  
Jin-hyun Park, Seo-eun Im, Ga-hui Oh, Hye-won Shin, Young-Joon Park<sup>\*</sup>  
 College of pharmacy, Ajou university, Korea
- PF-020 Size-basd fractionation of starch granules by split flow thin cell (SPLITT) and characterization**  
In Kang<sup>1</sup>, Catalina Sandra Fuentes<sup>2</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, Claudia Zielke<sup>2</sup>, Lars Nilsson<sup>2</sup>, Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University  
<sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University

**PF-021 Direct infusion-tandem mass spectrometry based lysoglycerophospholipids profiling in rice (*Oryza sativa* L.)**

Dong Kyu Lim<sup>1</sup>, Changyeun Mo<sup>2</sup>, Nguyen Phuoc Long<sup>1</sup>, Jongguk Lim<sup>2</sup>,  
Sung Won Kwon<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Pharmaceutical Sciences and College of Pharmacy, Seoul National University

<sup>2</sup>National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration

<sup>3</sup>Plant Genomics and Breeding Institute, Seoul National University

**PF-022 The influence of degree of milling on rice constituents (*Oryza sativa* L.)**

Dong Kyu Lim<sup>1</sup>, Nguyen Phuoc Long<sup>1</sup>, Sanghan Choo<sup>1</sup>, Changyeun Mo<sup>2</sup>,  
Ziyuan Dong<sup>1</sup>, Giyoung Kim<sup>2</sup>, Sung Won Kwon<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Pharmaceutical Sciences and College of Pharmacy, Seoul National University

<sup>2</sup>National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration

<sup>3</sup>Plant Genomics and Breeding Institute, Seoul National University

**법과학: PF-023 ~ PF-037**

**PF-023 Development and validation of *field-portable* GC/MS as a screening method for analysis of tear gas and pepper spray components**

Dong-kye Lee<sup>1</sup>, Siwon Kim<sup>1</sup>, Mihee Choi<sup>1</sup>, Yuna Kim<sup>1,\*</sup>, Hye-Jin Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Forensic Toxicology & Chemistry Division, National Forensic Service, Busan Institute, <sup>2</sup>Forensic Chemistry Division, National Forensic Service

**PF-024 Discrimination in black colored polyester fibers using Raman microspectroscopy in forensic science**

Bokyoung Gong<sup>1</sup>, Sukwoo Choi<sup>1</sup>, Seung-Jin You<sup>2</sup>, Myung Duck Kim<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>National Forensic Service, 10 Ipchun-ro, Wonju-si, Gangwon-do 26460, Republic of Korea

<sup>2</sup>Seoul National Forensic Service, 139 Jiyang-ro, Yangcheon-gu, Seoul 08036, Republic of Korea

**PF-025 A preliminary study on alcohol kinetics standardization for Korean adult population: correlation among BAC, UAC, and EtG in blood and urine**

Min-Hui Son, Keun-Young Park, Mia Kwon<sup>\*</sup>, Hyejin Choi, Dae-Jun Ahn, Se-Jin Oh, Nam-Yee Kim

Forensic chemistry division, National forensic service (NFS)

- PF-026 성범죄 증거물 내에 존재하는 윤활제 (PDMS) 함량 분석**  
 Presence of polydimethylsiloxane lubricants in sexual assault evidence  
Hyun Kyoung Ju<sup>1\*</sup>, Sang Chul Huh<sup>1</sup>, Seung Jin Ryu<sup>1</sup>, Jin Mee Jung<sup>1</sup>,  
 Kyoung-Min Kim<sup>1</sup>, Su Hyeon Lee<sup>1</sup>, Jong Sin Park<sup>1</sup>, Yuna Kim<sup>2</sup>, Jae-Hoon You<sup>3</sup>,  
 Nam Yee Kim<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Seoul institute, National Forensic Service, <sup>2</sup>Busan institute, National Forensic  
 Service, <sup>3</sup>National Forensic Service
- PF-027 수용성 차량 페인트 성분분석을 통한 보험사기 여부 규명**  
 A case of investigating vehicle aquatic repair paint for insurance fraud  
이준배<sup>1\*</sup>, 이천호<sup>3</sup>, 유승진<sup>2</sup>, 공보경<sup>1</sup>, 김명덕<sup>1</sup>, 김남이<sup>1</sup>, 팽기정<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>국립과학수사연구원 법화학과, <sup>2</sup>서울과학수사연구소 법독성화학과,  
<sup>3</sup>보험개발원 자동차기술연구소, <sup>4</sup>연세대학교 화학과  
<sup>1</sup>Department of Forensic Chemistry, National Forensic Service, Wonju 26460,  
<sup>2</sup>National Forensic Service, Seoul Institute, Seoul 08036,  
<sup>3</sup>Korea Automobile Insurance Repair Research & Training Center, Icheon,  
<sup>4</sup>Department of Chemistry, Yonsei University, Wonju 26493
- PF-028 열화식용유 자연발화 원인규명을 위한 분해산물 성분연구**  
 A study on the oxidized fragments for investigating spontaneous ignition of  
 deteriorated cooking oil  
이준배<sup>1\*</sup>, 오세진<sup>1</sup>, 정진일<sup>2</sup>, 김명덕<sup>1</sup>, 김남이<sup>1</sup>, 팽기정<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>국립과학수사연구원 법화학과, <sup>2</sup>국립과학수사연구원 법독성학과, <sup>3</sup>연세대학교 화학과
- PF-029 사용후핵연료 핵종 분석을 통한 집합체 길이방향의 위치별 식별가능성 평가**  
 Nuclide Analysis of a Spent Fuel Assembly in the Longitudinal Direction  
박수진<sup>1</sup>, 한재준<sup>1\*</sup>, 우명현<sup>2</sup>, 신호영<sup>2</sup>, 제무성<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국원자력통제기술원 기술개발실, <sup>2</sup>한양대학교 원자력공학과
- PF-030 비수용액 모세관 전기영동법을 이용한 청색 유성 마커펜 필적 잉크들의 노후도  
 분석에 관한 연구**  
 Nonaqueous Capillary Electrophoresis of Blue Marker Pen Inks for Investigation of  
 Fading Rate  
Seung-Hoon Bahng<sup>1\*</sup>, Se-Eun Yang<sup>2</sup>, Sung-Woon Choi<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Scientific Investigation Lab., MNDCIC, Ministry of National Defense, Seoul,  
 04383, Korea  
<sup>2</sup>Department of Forensic Science, Graduate School of Peace & Security, Chung  
 Nam University, Seoul 130-701, Korea
- PF-031 유기폭약성분 추출을 위한 새로운 닦는물질 소개 및 효율적인 추출법 확립**  
 Introduction of a novel swabbing material of a wiper and establishing an  
 optimal method for the collection of organic explosives  
Tae-Myung Sung<sup>\*</sup>, Joo-Ik Cho  
<sup>1</sup>Scientific Investigation Lab., MNDCIC, Ministry of National Defense, Seoul 04383,  
 Korea

- PF-032 TLC 상 대장체(enantimer)의 빠르고 용이한 동정을 위한 부분입체이성질체(diastereomer)의 합성 및 비교**  
 허보름<sup>1</sup>, 이진영<sup>1</sup>, 신문관<sup>2</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>\*충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과
- PF-033 감열지상의 잠재지문 현출 기법인 Iodine Fuming과 Thermanin®의 비교**  
 허보름<sup>1</sup>, 이진영<sup>1</sup>, 옥윤석<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>\*충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과
- PF-034 감열지상 잠재지문의 외부 노출 유무에 따른 잠재지문 현출 비교 평가**  
 김효원<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 윤정근<sup>1</sup>, 박성수<sup>2</sup>, 최성운<sup>3,\*</sup>  
<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>대전지방경찰청 형사과 과학수사계, <sup>3</sup>\*충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과
- PF-035 TLC상 Biogenic Amine 류의 직접유도체화를 위한 대조물질 합성, 동정과 검출한계**  
 이진영<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 김연수<sup>1</sup>, 문용<sup>2</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과
- PF-036 Cyanoacrylate Fuming 법에서 Sodium Lactate 분말을 이용한 현출 효과성 비교**  
 옥윤석<sup>1</sup>, 김지윤<sup>1</sup>, 이다은<sup>1</sup>, 정지혜<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>\*충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과
- PF-037 농도계 이미징분석 프로그램을 이용한 면직물에 따른 잠재혈흔 발광의 반 정량적 분석**  
 김민선<sup>1</sup>, 김연수<sup>1</sup>, 최용복<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>\*충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

**환경: PF-038 ~ PF-084**

- PF-038 Tedlar bag의 황 화합물질 안전성 연구**  
 최윤호\*, 이종길, 장은아, 김종보, 서인숙, 배용수, 김태화, 김종수  
 경기도보건환경연구원 대기연구부
- PF-039 PTR-TOF-MS를 이용한 사고대비물질의 정성 및 정량에 관한 연구**  
 김현지<sup>1</sup>, 김민선<sup>1</sup>, 류태인<sup>1</sup>, 김소영<sup>1</sup>, 황승울<sup>1</sup>, 김균<sup>1</sup>, 박진수<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>\*화학물질안전원 연구개발교육과
- PF-040 Comparison of metabolite profiles in the leaves of perilla and rice for different growth periods under gaseous ammonia exposure**  
 이연희<sup>1</sup>, 김보경<sup>1</sup>, 정재형<sup>1</sup>, 황승울<sup>1</sup>, 김균<sup>1</sup>, 조재영<sup>2</sup>, 신원태<sup>2</sup>, 이진환<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>환경부 화학물질안전원 연구개발교육과, <sup>2</sup>전북대학교 생물환경학
- PF-041 The hazard classification of chemicals to aquatic environment under K-REACH**  
 옥승엽\*, 나진성\*  
 \*한국생산기술연구원 국제환경규제대응기술지원센터

- PF-042 산소와 질소의 안정동위원소비를 이용한 수질오염 기원 해석 (2)**  
 정영철, 이정엽, 최재원, 김윤석\*  
 K-water, K-water 융합연구원 수질연구센터
- PF-043 유해대기오염물질(HAPs) 중 휘발성유기화합물(14종) 1 μmol/mol 수준의 표준가스 개발**  
 강지환<sup>1,2</sup>, 김용두<sup>1,2</sup>, 김미연<sup>1</sup>, 이진홍<sup>2</sup>, 이상일<sup>1,3,\*</sup>  
<sup>1</sup>한국표준과학연구원 대기환경표준센터, <sup>2</sup>충남대학교 환경공학과, <sup>3</sup>과학기술연합대학 원대학교(UST) 측정과학과
- PF-044 Bio-SRF (목재류, 커피잔류물, 제지 슬러지) 연료특성 및 화학성분 분석**  
 Fuel Characteristic and Harmful Chemical Substance of Bio-SRF (Wood Chip, Coffee Residue, Paper Manufacture Sludge)  
 서지미, 김소희  
 한국에너지기술연구원 플랫폼연구센터
- PF-045 Glycol chitosan (GC)으로 표면 개질한 금 나노입자를 활용한 요오드 이온검출 방법**  
 김경민<sup>1,3</sup>, 남윤식<sup>2</sup>, 이강봉<sup>1,\*</sup>  
 한국과학기술연구원 <sup>1</sup>녹색도시연구소, <sup>2</sup>특성분석센터, <sup>3</sup>고려대학교 화학과
- PF-046 Impurities and purity analysis of SF<sub>6</sub> gas used in electric power equipment**  
 Jeong Eun Lee, Ah Reum Kim, Kwang Sin Kim, Kyeongsook Kim\*  
 Creative Future Laboratory, KEPCO Research Institute, Daejeon, 34056, Korea
- PF-047 Refinement of SF<sub>6</sub> gas used in electric power equipment**  
 Jeong Eun Lee, Ah Reum Kim, Kwang Sin Kim, Kyeongsook Kim\*  
 Creative Future Laboratory, KEPCO Research Institute, Daejeon, 34056, Korea
- PF-048 기름 고비점 성분 감식기법 연구**  
 서정목, 임병만, 박남준, 한지윤  
 국민안전처 동해해양경비안전본부
- PF-049 요인분석을 이용한 팔당호 수질분석**  
 김귀다, 노혜란, 조항수\*, 이성혜, 박진락, 이혜진, 유순주  
 국립환경과학원 한강물환경연구소
- PF-050 한강수계 수질측정망과 수질자동측정망의 측정항목별 경향성 비교를 통한 유사도 평가**  
 조항수, 노혜란\*, 홍정기, 한혜진, 손주연, 유순주  
 국립환경과학원 한강물환경연구소
- PF-051 남·북한강 주요지천의 수질특성에 따른 유형분류**  
 조항수, 노혜란\*, 홍정기, 정다솜, 문권영, 유순주  
 국립환경과학원 한강물환경연구소
- PF-052 팔당호 수리 수문 및 수질의 장기변화 분석**  
 노혜란<sup>1</sup>, 조항수, 심연보, 김은경, 유순주  
 국립환경과학원 한강물환경연구소

- PF-053 Study of the harmonization between KS and international standards**  
 MYOUNG-JIN KIM<sup>1</sup>, KEUM HEE KIM<sup>1</sup>, MYEONG OCK KIM<sup>1</sup>, SANG-HO GO<sup>1</sup>,  
 JIN JOO LEE<sup>1</sup>, SUK-YOUNG HONG<sup>1</sup>, SUNG HUN CHOE<sup>1</sup>, JONG-WOO CHOI<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>National Institute of Environmental Research (NIER) Environmental Measurement  
 & Analysis Center
- PF-054 라돈(<sup>222</sup>Rn) 효율값 분석을 위한 액체섬광계수기별 분석결과 평가연구**  
 김문수, 조성진, 조훈제, 박선화, 황종연, 김동수, 김익현, 주병규, 김태승, 김현구\*  
 국립환경과학원 환경기반연구부 토양지하수연구과
- PF-055 GC/MS를 이용한 지하수 중 잔류성 유기오염물질의 동시분석 및 분포특성 조사**  
 전상호, 박선화, 송다희, 김덕현, 황종연, 김문수, 김태승, 정현미, 김현구\*  
 국립환경과학원 환경기반연구부
- PF-056 단계양수시험에 따른 농촌지역 천부지하수의 수리지화학적 특성분석**  
 김현구\*, 신인규, 이민경, 이경미, 김문수, 황종연, 박선화, 조훈제, 김태승  
 국립환경과학원 토양지하수연구과
- PF-057 액체섬광계수기를 이용한 최적의 라돈 측정법의 고찰**  
 김문수, 김동수, 조훈제, 박선화, 황종연, 조성진, 김익현, 이현민, 김태승, 김현구\*  
 국립환경과학원 토양지하수연구과
- PF-058 폐광산 주변 농경지의 토양과 식물체 간 중금속 농도의 상관성 평가**  
 김지인, 윤정기, 김록영, 이준배, 김인자, 이홍길, 곽은지, 이군택<sup>1</sup>, 권지철<sup>1</sup>, 김태승,  
 김현구\*  
 국립환경과학원 토양지하수연구과, <sup>1</sup>서울대 농생명과학공동기기원
- PF-059 Bioavailability of Pb and Zn in two different sites in gangwon province  
 depending on soil pH**  
 Rog-Young Kim, Jeong-Ki Yoon, Ji-In Kim, Jun Bae Lee, Gyoung-Hun Park,  
 Sung Mi Yun, Tae Seung Kim, Hyun Koo Kim\*  
 National Institute of Environmental Research, Soil and Groundwater Division
- PF-060 비철광재류의 화학적 특성 분석연구**  
 김우일<sup>1\*</sup>, 조나현<sup>1</sup>, 엄남일<sup>1</sup>, 박선오<sup>1</sup>, 김기현<sup>1</sup>, 정용우<sup>2</sup>  
<sup>1\*</sup>국립환경과학원 자원순환연구과, <sup>2</sup>한국환경산업연구원
- PF-061 폐가전제품류에서 수은 함량 특성 비교연구**  
 김우일<sup>1\*</sup>, 연진모<sup>1</sup>, 황동건<sup>1</sup>, 조나현<sup>1</sup>, 신선경<sup>1</sup>, 김동운<sup>2</sup>  
<sup>1\*</sup>국립환경과학원 자원순환연구과, <sup>2</sup>한국순환자원유통지원센터
- PF-062 CALUX bioassay 생식독성평가를 적용한 HBCD 및 그 분해산물의 유해성 평가**  
 오정근<sup>1</sup>, 김기현<sup>1</sup>, 신선경<sup>1</sup>, 마스나가 시게키<sup>2\*</sup>  
<sup>1</sup>국립환경과학원 자원순환연구과, <sup>2\*</sup>요코하마 국립대학교
- PF-063 국내·외 고형연료(SF) 제품 품질시험방법 및 품질기준 비교**  
 전태완\*, 손지환, 강준구, 김규연, 윤영욱, 장미정, 신선경  
 국립환경과학원 환경자원연구부
- PF-064 비접촉식 온도 측정법에 의한 소각로 방열손실 산정 - 적외선 열화상 분석기법**  
 권준화, 강준구\*, 손지환, 권영현, 유하녕, 고영재, 장미정, 전태완, 신선경  
 국립환경과학원 환경자원연구부

- PF-065 우리나라의 연안환경 배경지역 수은 농도 모니터링을 위한 갯가래(*Larus crassirostris*) 알 활용 연구**  
 장희연, 이장호\*, 이종천, 박종혁, 신선경  
 국립환경과학원 환경자원연구부 자연환경연구과
- PF-066 갯가래(*Larus crassirostris*) 알의 산란순서별 수은, DDTs, PCBs 농도 비교**  
 이장호, 이종천\*, 박종혁, 장희연, 심규영, 신선경  
 국립환경과학원 환경자원연구부 자연환경연구과
- PF-067 Analysis of wastes containing SCCPs and characterization of OCPs in pesticides**  
 Eun-hye Kwon, Young-Sam Yoon\*, Su-Young Lee, Tae-Wan Jeon, Sun-Kyoung Shin  
 Waste-to-Energy Research Division, National Institute of Environmental Research
- PF-068 A study on parameters for landfill reduction of organic sludges**  
 김규연\*, 문희성, 이수영, 전태완, 신선경  
<sup>1</sup>국립환경과학원 환경자원연구부 폐자원에너지연구과
- PF-069 폐기물 재활용을 위한 유해특성 분석방법 및 판정절차에 관한 고찰**  
 A Study on Hazard Characteristics Analysis Methods and Judgement Procedures for Waste Recycling  
 조나현, 김기현, 강영렬, 김우일, 황동건\*  
<sup>1</sup>국립환경과학원 환경자원연구부 자원순환연구과
- PF-070 환경 분야 국가 및 국제표준 운영체제구축**  
 김보경<sup>1</sup>, 유은진<sup>1</sup>, 이진주<sup>1</sup>, 전수아<sup>1</sup>, 표진실<sup>2</sup>, 이은지<sup>2</sup>, 정현미<sup>1</sup>, 최종우<sup>1</sup>, 허유정<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>국립환경과학원 환경측정분석센터, <sup>2</sup>한국환경산업기술원 인증평가전략실
- PF-071 A study on hydrochar from coffee sludge as selective adsorbents for 2,4-dichlorophenoxyacetic acid**  
 Heeju Ahn, Jungae You, Eunji Jo, Sunyoung Bae\*  
 Department of Chemistry, Seoul Women's University
- PF-072 A study on selective adsorbents for trace analysis of toxic chemicals: Synthesis and characterization of zinc ion imprinted polymer (ZIIP)**  
 Soyoung Ahn, Yelin Lee, Sunyoung Bae\*  
 Department of Chemistry, Seoul Women's University
- PF-073 Liquid chromatography-tandem mass spectrometric analysis of acetyl triethyl citrate in rat plasma and its application to pharmacokinetic studies**  
 김현<sup>1</sup>, 최민선<sup>1</sup>, 김형준<sup>1</sup>, 지영석<sup>1</sup>, 윤소영<sup>1</sup>, 김기범<sup>1</sup>, 배인용<sup>1</sup>, 계명찬<sup>2</sup>, 유혜현<sup>1,\*</sup>  
<sup>1,\*</sup>한양대학교 약학과, <sup>2</sup>한양대학교 생명과학과
- PF-074 Synthesis and characterization of rare-earth nanoparticles using asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4) and related techniques**  
 Bo-Bae Kim<sup>1</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, Wonmyung Choi<sup>2</sup>, Sung Ho Choi<sup>1,\*</sup>,  
 Chul Hun Eum<sup>2,\*</sup>, Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University, <sup>2</sup>Geochemical Analysis Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

- PF-075 Real-time monitoring and background level of atmospheric radon-222 concentrations at gosan site, jeju island in 2016**  
 Lyun-Kyung Kim, Jun-Oh Bu, Jung-Min Song, Won-Hyung Kim, Chang-Hee Kang\*  
 Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University
- PF-076 국내외 화학물질 허가·제한·금지물질 지정제도 비교·연구: 한국 화평법 및 미국 독성물질관리법(TSCA)을 중심으로**  
 배현규<sup>1,2</sup>, 김기태<sup>1</sup>, 나진성<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>서울과학기술대학교 환경공학과, <sup>2</sup>한국생산기술연구원 국제환경규제대응기술지원센터
- PF-077 화평법 노출평가 권고 모델 ECETOC-TRA를 활용한 작업자 노출평가: TCE 세척 용도 중심으로**  
 문준식<sup>1,2</sup>, 김기태<sup>1</sup>, 나진성<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>서울과학기술대학교 환경공학과, <sup>2</sup>한국생산기술연구원 국제환경규제대응기술지원센터
- PF-078 GC-MS를 이용한 수돗물 및 호소수 중 secondary amines의 농도 분포 규명**  
 Investigation of concentration distribution from the secondary amines in drinking and surface water by using GC-MS  
 정성진<sup>1</sup>, 박선영<sup>1</sup>, 김희갑\*  
<sup>1</sup>강원대학교 자연과학대학 환경학과, \*강원대학교 농업생명과학대학 환경융합학부
- PF-079 대기 중 수은의 종별 농도 및 침적량의 특성**  
 김평래, 한영지\*  
<sup>1,\*</sup>강원대학교 환경학과
- PF-080 춘천의 대기 중 PM<sub>2.5</sub> 내 금속성분 특성**  
 Characteristics of metallic components of atmospheric PM<sub>2.5</sub> in Chuncheon  
 변진여<sup>1</sup>, 한영지<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>강원대학교 자연과학대학 환경학과, <sup>2,\*</sup>강원대학교 농업생명대학 환경융합학부
- PF-081 Concentrations and possible sources of atmospheric speciated mercury in a Ganghwa Island**  
 이수현<sup>1</sup>, 한영지<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>강원대학교 환경학과, <sup>2,\*</sup>강원대학교 환경융합학부
- PF-082 마이크로채버를 이용한 공기청정기 필터의 VOCs 방출 소재 확인**  
 김영웅, 김만구\*  
 강원대학교 환경융합학부 에코환경전공
- PF-083 생리대에서 방출되는 VOCs 방출시험조건 확립**  
 서주희, 김만구\*  
 강원대학교 환경융합학부 에코환경전공
- PF-084 시판중인 생리대에서 방출되는 VOCs의 농도 실태조사**  
 서주희, 나소영, 김만구\*  
 강원대학교 환경융합학부 에코환경전공





# Special Session I

- 식품 안전성 관리를 위한  
시험분석 동향 -  
(제16회 식품 안전의 날 기념)



## 축산물 안전 관리를 위한 잔류농약 시험법 표준화 연구

정명근\*

강원대학교 생약자원개발학과

\*Corresponding author: cmg7004@kangwon.ac.kr

패스트푸드 산업의 급속한 발전에 힘입어 축산식품의 소비도 과거에 비해 크게 증가하였으며, 국민들의 생활수준이 향상됨에 따라 이제 축산식품도 과거의 양(quantity)보다는 질(quality)과 안전성(safety)을 중요시하는 시대가 도래 하였다. 축산물의 잔류물질은 가축의 질병치료, 예방 또는 진단 목적으로 투여되는 동물용 의약품이나 농약, 유해 중금속, 다이옥신, 곰팡이 독소 등 환경유래 오염물질이 사료, 음수, 토양, 대기 및 해충감염 방지 목적으로 축사 살포 등의 경로를 통해 가축체내에 유입되어 식육, 우유, 계란 등의 축산물에 잔류되는 모든 화학물질의 모 화합물과 그 대사물질을 의미하며, 그 종류에는 항생제 등 동물용 의약품, 성장촉진제, 농약, 다이옥신, 중금속 등을 들 수 있고, 이들 잔류물질은 오랜 기간 가축이나 사람의 체내에서 잔류되는 물질들로서 먹이사슬을 통해 동물이나 사람의 체내에 축적되어 생식기능의 저하, 기형, 급만성 독성 유발 및 호르몬계에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 현재 국내 축산물의 잔류허용기준이 설정된 물질은 동물용의약품 59종, 농약 82종 및 아플라톡신 M<sub>1</sub>, 환경오염물질(방사능과 잠정기준으로 설정된 다이옥신 포함) 3종으로 총 149종이다. 축산물에 잔류하는 유해물질 중 잔류농약 수준을 검사, 평가하여 안전성을 확보하기 위해서는 축산물에 적용 가능한 체계적인 잔류농약 분석법 확립이 필수적일 것이다. 축산물에 잔류하는 농약성분은 축산 현장에서 가축의 사료, 음수, 토양, 대기 등을 통해 가축 체내에 유입되어 식육, 우유, 계란 등의 축산물에 잔류되거나, 가공공장 또는 유통과정을 통해 축산식품을 다양하게 오염시키는 것으로 알려져 있다. 우리나라의 축산물 농약 잔류허용기준 및 검사방법은 2015년 현재는 82종에 대해 농약잔류허용기준 및 분석방법을 설정하여 관리하고 있다. 지속적인 축산물 농약잔류허용고시의 개정에 따라 그 분석법도 반드시 최신 분석 경향에 따라 변화되어야 한다. 그러므로 국내·외 축산물 잔류농약 분석 방법들의 장점들을 반영하고, 국내 각 분석기관들이 자체 수정하여 사용하고 있는 축산물 농약잔류 분석법의 바람직한 부분을 고려하여 효율적이면서도 결과의 신뢰성이 확보된 축산물 공정 잔류농약 분석법 확립이 필요할 것이다. 본 발표에서는 현행 식품공전 상 축산물 잔류농약시험법 대상 농약 중 일부 유사 계통 및 난분석 농약의 시험법을 표준화하여 일상적 분석의 효율성을 극대화하는 계열별 분석법의 일부 결과를 소개하고자 하며, 총체적으로 국내 축산물 잔류농약 분석기술의 표준화 및 분석 결과의 신뢰성 확보와 동시에 분석과정의 간편화와 체계화를 통하여 분석효율 향상을 도모하여 향후 국제기구(CODEX) 요구 수준의 표준화 및 분석 신뢰성 확보 체계 구축의 기초자료를 제공하고자 한다.

**Development and validation of an analytical methods for the  
determination of undesignated antioxidants in Korea**

**Seung-Hyun Choi<sup>1</sup>, Jae-Min Kim<sup>1</sup>, Young-Hyun Kim<sup>1</sup>, Gunyoung Lee<sup>2</sup>,  
Ho Soo Lim<sup>2</sup>, Sang Soon Yun<sup>2</sup>, MeeKyung Kim<sup>2</sup>, Ok-Hwan Lee<sup>1,\*</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University,  
Chuncheon 24341, Korea*

*<sup>2</sup>Food Additives and Packaging Division, National Institute of Food and Drug Safety  
Evaluation, Osong 28159, Korea*

★Corresponding author: loh99@kangwon.ac.kr

This study was to investigate development of analytical method of undesignated food additives in Korea such as antioxidants (4-Hexylresorcinol, Propyl gallate, Octyl gallate, Dodecyl gallate, 2,4,5-Trihydroxybutyrophenone). We first investigated the international designation status, use levels, analytical method, pre-treatment methods and instrumental analytical condition of undesignated food additives. In addition, analytical method for undesignated food additives was developed and validated using HPLC and LC-MS/MS. Namely, analytical method for 4-Hexylresorcinol was established using HPLC-FLD, LC-MS/MS. Simultaneous analytical method of Propyl gallate, Octyl gallate, Dodecyl gallate, 2,4,5-Trihydroxybutyrophenone was established using HPLC-UV, LC-MS/MS with Butylated hydroxytoluene, Butylated hydroxyanisole, tert-Butylhydroquinone that designated antioxidants in Korea. All of established analytical method was conducted inter-laboratory validation and evaluated measurement of uncertainty related to the performance of the analytical process and quantification of antioxidants. By inter-laboratory validation, measurement of uncertainty, responsibility of established analytical method was validated. Developed analytical methods were used to monitor the presence of food additives residue levels in various food samples in domestic and foreign market of the analyzed foods (over 100 samples). Our results suggested that the developed and validated analytical method and monitoring results may be contributed to the pre- and post-management of domestic- and imported-food. This study may be used as the basic data for suggest direction to similar studies on undesignated food additives.

**Method for simultaneous determination of diarrhetic shellfish poisoning biotoxins in bivalves**

**Myoung Eun Lee<sup>1</sup>, Na-Hyun Park<sup>1</sup>, Wonwoong Lee<sup>1</sup>, Ha Ra Cho<sup>2</sup>, Han Sol Kim<sup>2</sup>,  
Su Hyun Kim<sup>3</sup>, Eun Mi Kim<sup>3</sup>, Jeongmi Lee<sup>3</sup>, Yong Seok Choi<sup>2,\*</sup>, Jongki Hong<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>College of Pharmacy, Kyung Hee University,*

*<sup>2</sup>College of Pharmacy, Dankook University,*

*<sup>3</sup>School of Pharmacy, Sungkyunkwan University*

★Corresponding author: [analysc@dankook.ac.kr](mailto:analysc@dankook.ac.kr)

Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) is a gastrointestinal illness caused by intake of shellfish with DSP toxins, and six typical DSP biotoxins such as okadaic acid (OA), dinophysistoxin-1 and 2 (DTX-1, DTX-2), yessotoxin (YTX), homo-yessotoxin (OH-YTX), and pectenotoxin-2 (PTX-2) have been frequently found in South Korea. Thus, in this study, a multiple reaction monitoring (MRM) method employing freezing-lipid filtration with solid phase extraction (SPE) cleanup was developed for the simultaneous determination of the six toxins in bivalves. The present method was also validated in the aspects of specificity, linearity ( $r^2 \geq 0.991$ ), sensitivity (the limit of detection between 7 and 40 ng/g and the limit of quantitation between 20 and 125 ng/g), relative standard deviation, RSD ( $1.95 \% \leq \text{RSD} \leq 14.4 \%$ ), and recovery ( $86.2 \% \leq \text{recovery} \leq 98.8 \%$ ). Finally, the validated method was successfully applied for the determination of the six toxins in bivalves purchased from local food markets. The present method could contribute to the establishment of the better food safety management system in South Korea.

## Effects of dicarbonyl trapping agents, antioxidants, and reducing agents on the formation of furan in canned-coffee model systems

Sang Mi Lee<sup>1</sup>, Li Wei Zheng<sup>1</sup>, Hyun Chung<sup>1</sup>, Geum-Sook Hwang<sup>2</sup>,  
and Young-Suk Kim<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>*Department of Food Science and Engineering, Ewha Womans University*

<sup>2</sup>*Integrated Metabolomics Research Group,*

*Western Seoul Center, Korea Basic Science Institute*

\*Corresponding author: yskim10@ewha.ac.kr

The formation of furan and some volatiles related to furan formation was studied using gas chromatography–mass spectrometry combined with solid-phase micro extraction after adding dicarbonyl trapping agents [epicatechin (EC), epigallocatechin gallate (EGCG), and catechin], water-soluble antioxidants (trolox, caffeic acid, ferulic acid, and chlorogenic acid), fat-soluble antioxidants ( $\alpha$ -tocopherol, BHT, and  $\beta$ -carotene), and reducing agents (glutathione and sodium sulfite) into canned-coffee model systems (CMS). The level of furan formation decreased significantly following the addition of EC (by 65.3%), EGCG (by 60.0%), and catechin (by 44.7%). Among the water-soluble antioxidants studied, chlorogenic acid most significantly decreased the furan level by 67.0%, followed by ferulic acid (57.6%), trolox (50.1%), and caffeic acid (48.2%) in the CMS. Also, the fat-soluble antioxidants, BHT and  $\alpha$ -tocopherol, decreased the furan level by 49.3% and 39.3%, respectively, while  $\beta$ -carotene increased the furan level by 34.8%. The addition of sodium sulfite and glutathione to CMS also led to considerable reduction of furan by 64.1% and 44.9%, respectively. In addition, the effects of hydroxycinnamic acids (HCAs), including cinnamic acid, *p*-coumaric acid, caffeic acid, and chlorogenic acid, on the reduction of furan level in canned-coffee model systems (CMS) containing dicarbonyls [glyoxal (GO) or methylglyoxal (MGO)], as precursors of furan formation, were investigated. Caffeic acid and chlorogenic acid could significantly reduce the furan in CMS with GO by 19.4% and 31.2%, respectively, whereas those could decrease the furan formation in CMS with MGO by 23.0% and 28.6%, respectively ( $P < 0.05$ ). Caffeic acid and chlorogenic acid highly reduced GO in model system by 41.2% and 48.1%, respectively, whereas those decreased MGO by 50.4% and 47.5%, respectively ( $P < 0.05$ ). HCAs with two OH groups such as caffeic acid and chlorogenic acid were observed to be more effective for the furan reduction compared to those with less OH group such as cinnamic acid and *p*-coumaric acid. It could be explained that higher OH groups in HCAs could trap more dicarbonyls such as GO and MGO.

## **Special Session II**

**- 여성과학기술인의 도전과 기회 -**





## 4차 산업혁명시대, 여성과학기술인의 도전과 기회

### 한화진\*

한국여성과학기술인지원센터

\*wjhan@wiset.or.kr

4차 산업혁명의 물결이 빠르고 거세게 다가오고 있다. 4차 산업혁명은 기존의 기술과 학문의 경계를 넘어 다양한 융복합을 통해 가치를 창출하는 과학기술 혁신으로 우리의 삶과 비즈니스를 빠르게 변화시킨다. 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷(IoT), 드론, 로봇, 자율주행차량, 3D(4D) 프린팅, 나노, 바이오센서, 신경공학 등의 디지털 기술, 물리적 기술, 생물학적 기술이 초연결되어 모든 분야에 대혁신이 일어날 것으로 전망된다. 이러한 기술혁명은 제조, 서비스업 혁신을 넘어 경제, 사회, 문화, 고용, 노동시스템 전반의 변혁을 요구한다. 특히 다보스포럼의 미래 고용보고서를 통해 미래 일자리의 대변화에 주목하고 있다. 고용시장에 나타날 큰 변화를 일각에서는 위기로, 또 다른 한편에서는 기회로 전망한다. 역사상 처음으로 없어지는 일자리가 더 많아 질 것으로 예측되는 반면, 인간의 상상과 창의성으로 더 많은 다양한 직업이 탄생되어 일자리가 늘어날 것으로 예측되기도 한다. 중요한 것은 이러한 변화에 어떻게 대응하고 미래를 준비하느냐이다.

시대적 대변화 속에서 전 세계는 포용적 혁신(Inclusive Innovation) 차원에서 인력활용의 다양성(diversity)에 주목하고 있다. 국가 산업 경쟁력의 원천으로 여성의 역할과 가치를 강조하는 것이다. 특히 GE, 볼룸버그 등의 글로벌 기업에서는 여성과학기술인의 활용을 전략적으로 확대하고 있으며 초연결 시대에 필요로 하는 인재상으로 창의성, 소통, 협력, 열린 혁신 가치의 존중 인식 등을 꼽고 있다. 이에 본 강연에서는 4차 산업혁명의 특징, 인력활용의 세계적 동향과 함께 우리나라 여성과학기술 인력 양성 및 활용의 실태를 살펴보고 미래를 준비할 시대적 여성과학기술인의 도전 역량 요소를 제시하고자 한다.

## 여성과학기술인의 국가 연구 개발사업 참여율 제고를 위한 방안

윤혜은<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>한국기초과학지원연구원

우리나라 여성과학기술인의 국가 연구 개발사업 참여 확대의 중요성은 국가적 차원에서는 추진해온 다양한 정책과 이를 통해 육성된 여성과학기술인들이 개인적으로는 그들의 잠재적 능력을 도출하고, 국가 사회적 차원에서는 여성과학기술인의 경쟁력 제고를 통해 연구개발 분야에서 성 다양성 확보를 포함한 연구 성과의 질적, 양적 향상을 이끌어낼 수 있다는 점에서 매우 중요하다고 할 것입니다. 최근 국가 간 글로벌 경쟁력의 가속화가 매우 빠르게 진행되고 있는 시점에서 아직도 우리나라 여성의 경제활동 참여비율은 선진국에 비교하여 저조한 것으로 나타나고 있다.

모든 연구자들은 국가 연구 개발사업 연구비를 신청하면서 선정되기를 바라는 마음을 갖고 있습니다. 경력요건을 갖춘 신진연구자가 독자적인 연구수행을 시작하면서 자신의 전문 연구분야에서 연구비를 지원받기 위해 노력하는 일은 실제로는 연구 사업에 신청하고, 탈락하는 일을 반복하면서 성장하는 과정이기도 합니다.

한국연구재단의 자료에서 정부는 과거 2015년도에 중견 연구자 지원 사업, 여성과학자지원 사업의 여성과학자 지원 실적(20%)을 고려하여 2016년에는 여성과학자 선정목표를 중견연구인규예산의 20% 이상으로 선정하고자 한바가 있습니다. 2016년도 중견연구 여성과학자 선정률은 실제로 54%로 남성 선정률 34% 대비 높은 여성 선정률을 나타낸다고 보고하고도 있습니다. 그러나, 실제로는 2015년 기준 총 연구비에서 여성과학자의 연구 사업비 비중은 전체의 11.2%에 지나지 않는 것을 볼 수 있습니다. 이는 최근 5년간의 여성과제 수주액 비중은 연구비가 2011년 1,922,625백만원에서 2015년 2,775,190백만원으로 증가할 때 13.3%에서 11.2%(2015년)으로 꾸준히 감소하고 있는 것으로도 나타납니다. 2015년 한국연구재단 자료에서 볼 때 유일하게 여성 선정율이 남성보다 높은 분야는 중견연구지원으로 나타났습니다. (22.0% 남성, 22.1% 여성). 현실적으로는 연구과제 규모가 커질수록 여성과제책임자 비율이 뚜렷이 낮아지는 경향을 보이고 있는 것입니다. 신진연구자가 고 경력 연구자로 변화하는 과정에서 이를 평가하는 중요한 척도가 과제책임자로서 과제비 규모가 이를 대변한다고 한다면, 연구과제 규모별로 여성연구책임자 비율이 급격히 하락하는 것에서 이는 명확하고 이는 상당히 우려할 만한 현상입니다.

여성과학기술인이 국가 연구 개발 사업에 보다 적극적으로 참여할 수 있도록 제도·정책면에서 연구 개발 사업에 여성과학기술인 참여비율을 제고하기 위한 적극적이고 구체적인 정책개발이 필요하다고 할 수 있습니다.

## 과학수사 - 성분 분석의 적용과 해석

Forensic Chemistry

- Application and Interpretation of components analysis

**김남이\***

국립과학수사연구원 법화학과

\*nykim60@korea.kr

법정에서 과학적 증거가 될 수 있도록 현장 조사에 적용되는 과학적 원리나 기술적인 방법을 의미하는 법과학 (Forensic Science)의 영역은 매우 넓으며 그 중에서 범죄 및 사건 현장의 각종 증거물들과 생체시료에서 고품질의 성분 분석을 기본으로 하는 법화학 분야 (Forensic Chemistry)는 과학수사와 사고 및 사망원인 규명을 위한 과학학적 근거를 제시하는데 중요한 역할을 하고 있다. 범죄 현장과 사고 현장에는 단서 및 범인 입증에 필수적인 각종 미세 증거물, 미지 물질, 유해 가스 및 휘발성 물질들, 화학 공장 폭발 물질들, 유해 오염 물질, 토양 등의 다양한 증거물들이 존재하게 되고 이들로부터 원인 물질 규명, 개체식별 등으로 결정적인 증거 제시에 최첨단의 성분 분석법을 적용한다. 여기서는 이런 과학수사의 사건 사례를 소개함으로 성분 분석이 과학수사에 적용되는 학문으로써의 이해를 돕고자 한다.

첫 번째는 우유 가공 제조 공장에서 우유 농축기를 청소하던 중 갑자기 그 안에서 사망한 사례에서 농축기 안에서 일산화탄소 중독으로 사망하게 된 사고 원인 규명과 00 마을 회관 농약 중독 사망 사건에서 안정 동위원소 분석법을 활용하여 용의자들이 보유하고 있던 농약 증거물들 간의 농약 성분의 동일성 및 근원지 분석으로 과학수사를 지원하여 해결한 사례 그리고 부검을 통하여도 사망 원인이 밝혀지지 않는 사인 불명의 경우가 선진국 및 우리나라에서도 총 부검 건수의 약 2~5 %를 차지하는 데 이런 사인 불명의 경우를 줄이기 위한 사례로 중독이나 질병관련 한 대사 이상에 의한 갑작스런 사망의 경우가 이에 포함된다. 특히 만성 알코올 중독이나 당뇨병도 대사 이상 증상에 의해 갑작스럽게 사망할 수 있으며 이런 경우 사망 원인을 과학적으로 밝히기 위해 대사 이상으로 생성되는 대사체 분석을 바탕으로 중독이나 질병에 의한 갑작스런 사망원인을 밝히는 경우들이다.

## 임상진단검사에서의 분석과학

### 이화심\*

한국표준과학연구원 삶의질측정표준본부 바이오임상표준센터

\*eclhs@kriss.re.kr

임상진단검사에는 주로 두 가지 목적으로 검사가 이루어지고 있다. 하나는 건강의 척도와 예방을 목적으로 하는 건강진단검사의 경우이고 다른 하나의 질병의 진단과 모니터링을 목적으로 하는 질병진단 검사의 경우이다. 두 가지는 어느 경우이든 측정을 기본으로 하는 분석과학영역이다. 정성분석이나 정량분석이냐의 영역은 이미 정량분석이 정성분석을 내포하고 있으므로 현대의 분석은 주로 정량을 위한 측정이라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 임상분석에서의 가장 정확한 측정이라고 볼 수 있는 소급성의 확립에 대한 연구가 소개된다. 측정은 기준 값에 대해 측정 대상의 상대적인 값을 정하는 것으로 측정의 신뢰성을 높이기 위해서는 기준 값의 설정이 중요하다. 진단검사에서 정확한 기준 값의 설정은 물질량의 기본 단위인 몰(mol)을 구현하는 최상위측정법 즉 일차측정법으로 정해지며 이를 소급성이라 하고 측정의 신뢰성을 높이는 관건이 된다. 진단검사에서 측정의 소급성과 표준의 중요성은 큰 의미를 갖는다. 인체 내에서 질병표지물질의 정상범위가 작은 경우 예를 들어 고지혈증의 질병표지물질인 총콜레스테롤의 수치가 200 mg/dL이상일 경우 의학적 주의와 치료를 시작해야 하지만 측정 불확도가 크거나 잘못 측정될 경우 치료의 시기를 놓치거나 과잉치료가 될 수 있어 개인적, 사회적으로 손실을 입을 수 있다. 이러한 경우는 대부분의 질병 진단마커의 측정에도 적용되므로 진단검사 분야에 대한 측정 표준의 보급은 진단의 신뢰성을 더할 뿐 아니라 경제적, 건강관리 면에서 국민의 삶의 질 향상에 기여할 수 있다. 이러한 일련의 과정으로 볼 때 기준 값을 가지는 표준물질의 공급은 측정의 신뢰성을 높이는데 중요한 역할을 할 수 있다. 모든 분야의 표준물질을 공급하는 것이 현재로서는 가능하지는 않지만 본 연구에서는 진단검사 분야 가운데 가장 기본적이고 많은 수요를 가지는 임상화학분야의 표준물질 개발에 관한 연구 분야를 소개하고자 한다. 매질이 있는 유기물측정에 있어서 일차분석법은 동위원소희석 질량분석법으로 내부표준물질을 측정 대상 물질과 물리화학적 성질이 동일한 동위원소를 사용함으로 시료의 전처리나 기기의 장단기 변이에 따른 변수를 극복할 수 있어서 유기물 측정의 일차분석법으로 인정되고 있다. 이에 대한 소개와 일반 진단검사기관에서의 검사간의 비교분석도 소개하고자 한다.

# Special Session III

— 분석시험의 표준화 (ISO) 동향 —



**The securement of reliability of measured result through estimation of measurement uncertainty and establishment of traceability**

**Jongkuk Kwon<sup>1\*</sup>, Kiwon Lee<sup>1</sup>, Yohan Jang<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Business Support Division, Korea Testing & Research Institute, Republic of Korea*

*\*Corresponding author: kwjkk@ktr.or.kr*

It is required that measurement should be accordance with internationally accredited traceability system which make sure accuracy and reliability so that industries can provide reliable and verified products with customers securing the quality of products circulated or developed and the public's security and health can be guaranteed through appropriate regulations of contaminated substances.

Result of a measurement has some degree of dispersion due to random error, which is caused by measurement procedure like temperature, atmosphere, measurement environment so on and systemic error, which is caused by measurement equipment itself. The measurement traceability system has a crucial role in terms of minimizing the dispersion and so providing more approximate result to a true value.

To obtain a result of measurement in immediate proximity to true value, the systemic error and random error should be minimized via establishing of the traceability system and enhancing the precision of repeat measurement, respectively. Furthermore, a measured result should be reported with measurement uncertainty which implies that a measured value is not true value, but proximity to the value.



## 플라스틱 소재 중 유해물질 분석용 인증 표준물질 개발

백송이\*, 이선영, 김병주

한국표준과학연구원(KRISS) 삶의질측정표준본부 유기분석표준센터

\*Corresponding author: songye.baek@kriss.re.kr

2006년 유럽연합(EU)의 전기전자제품 내 유해물질 제한지침(RoHS)이 발효되고 전세계적으로 유사규제가 확산됨에 따라 전기전자제품 중 유해물질관리는 필수가 되었다. 뿐만 아니라 전제품을 대상으로 하는 EU의 REACH, 어린이용 제품을 대상으로 하는 미국의 CPSIA, EU의 완구 안전 지침이 발효되는 등 제품 중 유해물질 사용에 대한 규제의 범위는 점점 확대되고 있다. 이러한 국제환경규제는 새로운 무역장벽으로 작용하고 있어 이에 대한 대비가 필수적이며 시험검사결과의 신뢰성은 다자간 상호인정의 기본 요건이 되었다.

한국표준과학연구원(KRISS)에서는 플라스틱 중 유해물질을 분석하는데 활용할 수 있는 인증표준물질(CRM)을 개발하여 보급하고 있다. CRM은 관련 소재 중 대상물질의 양을 정확하게 분석하고자 할 때 분석기기의 교정과 분석방법의 신뢰성 평가에 활용할 수 있다. 환경규제에 대응하여 국내외 산업계 및 시험검사기관의 측정 신뢰성을 향상시키는데 활용할 수 있도록 프탈레이트(DMP, DEP, DBP, BBP, DEHP, DNOP) 분석용 PVC (KRISS CRM 113-03-006), HBCD ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -HBCD) 분석용 HIPS (KRISS CRM 113-03-009)를 개발하여 보급하고 있으며, 다환방향족 탄화수소 분석용 HIPS도 개발 중에 있다.

CRM의 인증값과 불확도를 결정하는 데는 편향(bias) 요인, 반복성, 재현성을 충분히 검토하여 유효성을 확보한 방법을 적용한다. 또한, CRM은 소급성, 균질성, 안정성을 가져야 하는데 다음의 일련의 과정을 거쳐 위 3가지 요건이 확인이 되면 CRM으로 보급이 가능하게 된다. 소급성 확보를 위해 한국표준과학연구원에서 정립한 절차에 따라 고순도 물질을 순도 분석하여 정량에 사용한다. 배치(batch) 생산된 CRM의 균질성을 확인하기 위해 제조된 CRM 후보물질의 처음 병과 끝 병을 포함하여 균등 간격으로 10병을 골라 측정하여 그 균질성을 평가한다. 안정성은 장기(보관) 안정성과 단기(운송) 안정성으로 나눌 수 있는데, 장기 안정성 평가를 통해 CRM의 유효기간이 정해지므로 적절한 기간을 두고 장기 안정성 평가를 실시하며, CRM 보급시 운송 조건을 고려하여 단기 안정성 평가를 실시한다.

- ※ RoHS: Restriction of Hazardous Substances
- ※ REACH: Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of CHemicals
- ※ CPSIA: Consumer Product Safety Improvement Act
- ※ KRISS: Korea Research Institute of Standards and Science
- ※ CRM: Certified Reference Material
- ※ PVC: Polyvinyl chloride
- ※ HIPS: High Impact Polystyrene
- ※ HBCD: HexaBromoCycloDodecane

**전기전자 및 자동차 관련 국제무역장벽(TBT) 대응 위한 시험방법 국제표준화**  
 International standardization of test methods to comply TBT (Technical Barriers to Trade)  
 related to E&E and Automotive

**정재학**

(사)KOTITI 시험연구원 신성장사업본부

전 세계는 자유무역 기조에 따른 WTO/FTA (World Trade Organization/Free Trade Agreement)에 따라 각국에서 생산되는 제품은 자유롭게 전세계로 판매가 될 수 있게 되었지만, 각 국가는 자국 산업을 보호하기 위해서 최소한의 기술적인 규격/기준을 설정하여 보이지 않는 기술무역장벽 (TBT)을 높이고 있는 상황이다. 이러한 기술규제 중에 가장 강력한 규제 중 하나인 RoHS (Restriction of Hazardous Substances)의 경우, 수입/수출하는 제품에서 유해물질이 기준치 이상 함유 시에는 수입/수출이 불가하게 되며, 유통제품의 시장 감시를 통해서 발견될 경우에는 엄청난 과징금과 함께 시장 철수까지 당할 수 있게 된다. 이러한 현실에 적절히 대응하기 위해서는 산업전반에 관련 대응 그린 SCM (Supply Chain Management) 인프라가 구축되어야 하며, 관련 가장 중요한 부분 중 하나가 제품 환경 관련 유해물질의 함유 여부를 판별하는 정확한 시험규격에 대한 국제 표준화이다. 현재 전기전자제품, 자동차 및 소비자제품 관련된 유해물질 시험분석방법의 국제적인 Horizontal 표준화는 현재 IEC TC 111/WG3분야 한국시험분석 표준전문가 중심으로 선도를 하고 있으며, 최근 ISO TC61(Plastic)과 협력을 통한 ISO/IEC 62321-series 표준화를 추진중이다. 이에 관련 KS 및 ISO/IEC 표준화의 주요한 활동에 대해서 소개하고자 한다.

**표. IEC 62321-series : RoHS/ELV 국제공인 시험방법, IEC TC 111/WG3에서 표준 제/개정 진행**

Specification	Part name	Project Leader	Instrument (N: Normative)	NWIP 통과	IS 발간예정	현재 단계
IEC 62321-1	General requirement	Richard (Intertek, UK)	-	2009	2013	IS 발간
IEC 62321-2	Disjointment incl. Mech. Sampling	Richard (Intertek, UK)	-			
IEC 62321-3-1	Screening by XRF (Pb, Cd, Cr, Hg, Br)	Stan (Thermo Fisher, USA)	XRF			
IEC 62321-3-2 (Revision)	Screening by C-IC (Br → F, Cl, Br, I)	정재학 (KOTITI, Korea)	Combustion-IC (N) Oxygen Bomb-IC, Oxygen flask (Annex)	2009	2013 (1.0)	IS 발간
				2015	2018 (2.0)	IIS (국제비교시험)
IEC 62321-3-3	Py-GC-MS Screening (Phthalate, PBB, PBDE)	김재우 (KOTITI, Korea) Nakagawa (Shimadzu, Japan)	Py(TD)-GC-MS	2015	2018	CD
IEC 62321-4	Hg	Miyuki (Toshiba, Japan)	ICP-OES, ICP-MS, CV-AAS, AFS, DMA	2009	2013	IS 발간
IEC 62321-5	Pb, Cd, Cr	Miyuki (Toshiba, Japan)	ICP-OES, ICP-MS, AAS, AFS		2013	IS 발간
IEC 62321-6	PBBs/PBDEs	Scott (UL, USA)	GC-MS (N) HPLC, IAMS (Annex)		2015	IS 발간
IEC 62321-7-1	Cr(VI) in metal coatings	Sophia (IBM, USA)	UV-VIS		2015	IS 발간
IEC 62321-7-2	Cr(VI) in polymers	Claudia (Atotech, Germany)	UV-VIS		2017	IS 발간
IEC 62321-8	Phthalate	김재우 (KOTITI, Korea)	GC-MS, Py-GC-MS (N) LC-MS, IAMS (Annex)	2012	2017	IS 발간
IEC 62321-9	HBCDD	최인석, 최현덕 (KCL, Korea)	LC-MS and GC-FID	2015	2018	IIS (국제비교시험)
IEC 62321-10	PAHs	정재학 (KOTITI, Korea)	GC-MS	2015	2019	CD

(주) NWIP (New Work Item Proposal), IS (International Standard)

## 토양 중 퍼클로레이트( $\text{ClO}_4^-$ ) 정량방법 국제표준화를 위한 실험실간 비교시험

주창규, 이군택\*, 이민호

서울대학교 농생명과학대학 농생명과학공동기기원

\*Corresponding author: gtleee@snu.ac.kr

환경 분야 국제표준 선점을 위한 환경표준 개발 활성화가 중요하게 된 상황에서, 토양 중 퍼클로레이트( $\text{ClO}_4^-$ ) 정량방법(ISO DIS 20295 "Soil quality – Determination of perchlorate in soil using ion chromatography") 국제표준화를 위한 실험실간 비교시험을 실시하였다. 시험실간 비교시험에 사용한 토양 퍼클로레이트( $\text{ClO}_4^-$ ) 표준시료는 국가 공인 표준물질생산기관(KOLAS, KRMPs-014호)인 본 기기원에서 제조하였다. 표준시료의 균질성 및 안정성을 평가한 결과, 시료는 모두 균질하였으며, 장·단기-안정성 또한 안정한 것으로 확인되었다. 실험실간 비교시험은 2016년 09월 15일부터 10월 15일까지 진행되었으며, 6개국 10개 시험소가 참가하였다. 표준 측정방법의 반복-정밀도(repeatability) 및 재현-정밀도(reproducibility)를 ISO 5725-2(1994)의 방법으로 산출한 결과, 동 분석방법에 의한 반복-정밀도는 1.8 % ~ 3.3 %, 재현-정밀도는 5.9 % ~ 6.3 %로 토양 중 퍼클로레이트( $\text{ClO}_4^-$ ) 측정방법에 대한 반복성 및 재현성이 좋은 것으로 나타났다. 실험실간 비교시험의 결과를 ISO TC190 국제 총회에 발표한 결과 긍정적으로 수용됨으로써, 토양 중 퍼클로레이트( $\text{ClO}_4^-$ ) 정량방법의 표준 발간이 진행 중에 있다.

# Symposium I

- 의약학 분석의 첨단기술 -



## Deep eutectic solvents as multi-functioning media for catechin extraction and storage

Kyung Min Jeong<sup>1</sup>, Da Eun Yoo<sup>1</sup>, Se Young Han<sup>1</sup>, Yan Jin<sup>1</sup>, Jeongmi Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>*School of Pharmacy Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea*

\*Corresponding author: jlee0610@skku.edu

Recently, deep eutectic solvents (DESs) have gained a lot of attention as a new generation green solvent. While they are similar to ionic liquids with regard to several unique properties such as inflammability, involatility, and tunability, DESs can be regarded as a more desirable solvent due to their biodegradability and (almost) no toxicity. One of the popular applications of DESs in the separation science field can be found in the extraction of bioactive compounds from various sources including medicinal plants and byproducts produced from food processing. In our recent study, DESs were employed as an efficient solvent medium to extract a number of catechins with focus on epigallocatechin-3-gallate (EGCG) from green tea leaves. Green tea extracts contain various catechins at varying levels; EGCG is the most potent and prevalent antioxidant catechin in green tea. A ternary DES composed of betaine, glycerol, and D-(+)-glucose was found to be very efficient for the catechin extraction, and the optimized conditions by response surface methodology resulted in significantly higher catechin extraction yields while consuming less amounts of energy and time than water or conventional organic solvents. Interestingly, it was also found that the DES medium could stabilize the extracted catechins, especially EGCG upon heat treatment. These results suggest that DESs could function as multi-functioning media for catechin extraction and storage.

## Q-TOF/MS를 이용한 제초제류의 독성 본체인 계면활성제 정량분석법 개발과 적용

김선춘

국립과학수사연구원 법독성학과

유기인계제초제는 비선택성 제초제로 글리포세이트와 글루포시네이트 제제가 생산·유통되고 있는데, 음독할 경우 오심, 구토, 호흡 곤란, 기침, 가래 및 인후통과 같은 증상이 나타나고, 과량 음용 시에는 흡인성 폐렴, 호흡 부전, 의식 변화 및 저혈압 등으로 사망에 이를 수 있다. 대부분의 농약에는 약효성분 이외에 용제나 계면활성제류를 포함하고 있는데, 글리포세이트 제제에는 약효성분인 글리포세이트 외에도 농약의 습윤, 침투 및 전착 등의 목적으로 계면활성제가 사용된다. 이때 사용되는 계면활성제는 제조사마다 다른 종류의 계면활성제를 사용하는데, 두 개의 polyoxyethylene group과 하나의 긴 사슬형태의 alkyl group이 질소 원자를 중심으로 결합한 3급 amine 형태의 polyoxyethyleneamine(POEA)이 가장 널리 사용되며, 이외에도 alkyl polyoxyphosphate amine, alkyl polysaccharide, polyethoxylated alkyl etheramine, ethoxylated phosphate ester 및 polyethoxysorbitan monolaurate 등이 사용된다. 이들 유기인계제초제 중독에 있어서 중독의 본체는 약효성분인 글리포세이트나 글루포시네이트가 아닌 계면활성제들이 독성의 본체로 알려져 있다. 비특이적 독성으로 세포막 기능저하를 초래하여 독성을 나타내는 것으로 알려져 있으며 흡수가 느려 임상적으로는 음독 후 수 시간에서 수일 후에도 대사성산증 등을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이에 본 연구에서는 LC-Q-TOF-MS를 이용하여 유기인계제초제에 사용되는 계면활성제의 함량 분석법을 개발하고, 글리포세이트 제제를 음독하여 치료를 받은 환자의 혈액과 중독 사망자의 혈액 중 계면활성제의 함량을 분석하여 계면활성제의 독성동태를 파악하였다.

**Keywords:** Glyphosate, Glufosinate, Surfactant, Polyoxyethyleneamine(POEA), Blood, LC-Q-TOF-MS

**Positional isomer identification of (2-aminopropyl)-2,3-dihydrobenzofuran (APDB) derivatives isolated from forensic exhibits and chemical structure estimation of their cyclic artifacts**

**Sanggil Choe<sup>1</sup>, Heesang Lee<sup>2</sup>, Jaesin Lee<sup>1</sup>, Bang Yeon Hwang<sup>3</sup>,  
Sanghwan In<sup>1</sup>, Suncheon Kim<sup>1\*</sup>**

*<sup>1</sup>Forensic Toxicology Division, National Forensic Service, Wonju 26460,  
Republic of Korea*

*<sup>2</sup>Forensic Toxicology and Chemistry Division, Busan Institute of National Forensic Service,  
Yangsan 50612, Republic of Korea*

*<sup>3</sup>College of Pharmacy, Chungbuk National University,  
Cheongju 28644, Republic of Korea*

During our routine analysis of seized materials using GC-MS, two compounds suspected to be new psychoactive substances, specifically phenethylamines, were detected. The two compounds showed the same base ion, and the mass fragmentation pattern was very similar to that of APDB as revealed by comparison with spectral library. Four isomers, namely, 4-, 5-, 6-, and 7-(2-aminopropyl)-2,3-dihydrobenzofuran are known and cannot be distinguished only by mass analysis. In order to elucidate the chemical structure of the detected compounds, they were isolated by preparative HPLC and recrystallization and analyzed. Compound **1** was isolated from the yellowish powder contained in the white capsules and compound **2** was isolated from the blue tablets. From the LC-QTOF-MS/MS analysis, the exact mass of the two compounds was found at  $m/z$  178.11261, with a  $-3.3$  ppm error, and the MS/MS fragments matched with those of APDB compounds. To confirm the position of aminopropyl substitution, two compounds were analyzed with 1D- and 2D-NMR. The  $^1\text{H}$ - and  $^{13}\text{C}$  NMR spectra of both **1** and **2** showed 13 proton signals and 11 carbon signals, respectively. All protons and carbons were assigned by their coupling and correlation patterns observed in the  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ CHMBC and  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ HSQC spectra. Compound **1** was identified as 6-(2-aminopropyl)-2,3-dihydrobenzofuran (6-APDB) and compound **2** as 5-(2-aminopropyl)-2,3-dihydrobenzofuran (5-APDB). Interestingly, cyclobutyl derivatives were detected in the GC-MS chromatogram together with the parent compounds; these derivatives were formed in the injection port only when methanol was used as the dissolving solvent. The mass spectra were quite different from those of the parent compounds and were not included in commercial libraries.

**Keywords** new psychoactive substances · 6-(2-aminopropyl)-2,3-dihydrobenzofuran · 5-(2-aminopropyl)-2,3-dihydrobenzofuran · 6-APDB · 5-APDB



## 식품 중 불법혼입 당뇨병치료제 성분에 대한 LC-MS/MS 동시분석법 개발

김남숙, 이지현, 박성관, 백선영\*

*식품의약품안전처, 식품의약품안전평가원, 첨단분석팀*

인구 고령화의 가속화와 소득 수준 향상은 생활 습관의 변화를 가져와 성인병의 유병률을 높이고 있다. 그 중 대표적으로 손꼽히는 당뇨병은 전 세계 환자의 90%가 제2형 당뇨병으로 분류되며, 스트레스, 비만, 운동부족 등의 원인으로 더욱 늘어나고 있는 추세이다. 당뇨병은 꾸준한 치료가 필요하기 때문에 의약품 사용뿐 아니라, 부작용이 적고 혈당조절에 효과가 있다고 표방하는 건강기능식품을 구입하여 섭취할 우려가 있다. 이를 악용하여 식품 및 건강기능식품에 사용될 수 없는 전문의약품 및 허가 외 성분을 불법적으로 혼입하여 판매함으로써 부작용 사례가 보고되고 있다. 현행 식품공전에는 glibenclamide 등 당뇨병치료제 성분 4종에 대한 분석법이 확립되어 있으나, 최근 그 이외의 성분들이 불법적으로 혼입된 사례가 지속적으로 적발되고 있어 분석대상 성분의 범위가 확대된 다성분의 동시분석법 개발이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 LC-MS/MS를 이용하여 20종 이상의 당뇨병치료 관련 성분에 대해 신속하고 간편한 동시분석 조건과 다양한 식품 매트릭스의 영향을 최소화하는 최적의 전처리 조건을 확립하였다. 또한, 확립된 분석법의 신뢰성 검증 및 다양한 유통 식품을 바탕으로 적용성 검토를 수행하였다. 확립한 다성분 동시분석법에 대한 분석정보는 표준 업무절차서(SOP)와 분석사례집 발간을 통해 일선 검사기관(대검찰청, 국립과학수사연구원, 관세청, 16개 시도보건환경연구원 및 지방식약청 등 유관기관)과 공유한 바, 향후 불법·부정식품 등에 대한 안전관리에 활용될 것으로 기대된다. 앞으로도 부정·불량 식품 근절을 위해 보다 신속·정확한 분석시스템 강화를 위해서는 식품 중 부정 유해성분의 다성분 동시분석법 개발 및 검증에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

**nanoSIMS를 이용한 세포 단위 metabolic labeling 연구****이동규<sup>1,\*</sup>, 권성원<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*College of Pharmacy, Seoul National University*

\*Corresponding author: dongq0811@gmail.com

Mass spectrometry, nuclear magnetic resonance 등의 기기의 발전을 기반으로 대사체학 (metabolomics)에서는 세포 단위에서의 대사체의 검출 및 양적 변화에 대한 생화학적 연구가 널리 활용되고 있다. 현재 대사체학에서는 단순히 대사체의 양적 차이가 아니라, 동위원소로 표지된 분자를 이용하여 대사를 추적하거나 (isotope tracing analysis) 대사 속도 과정을 관찰하는 (metabolic flux analysis) 방법을 이용하여 대사기전의 네트워크 연구를 진행하고 있다. 그러나 특정 대사체가 세포 내에서 대사되어 어떤 곳으로 유입되는지 어떻게 활용되는지에 대해서 밝히기에는 한계가 있으며, 세포 내 소기관을 isolation 하는 것도 쉽지 않다. 따라서 이러한 한계를 해결하기 위해 세포 소기관 내 구체적인 분포를 확인할 수 있는 nanoscale secondary ion mass spectrometry (nanoSIMS)를 접목시키는 방법을 사용하였다. <sup>13</sup>C-glucose labeling 후 dynamicSIMS 를 이용하여 각 위치의 isotope abundance를 원자단위로 측정하였다. 세포 단위에서 대사체의 isotopic steady state의 도달 시간이 고분자 및 세포구조에의 distribution 과는 상이한 양상을 보이는 것을 확인하였으며, 이는 저분자인 대사체에 비해 단백질, 지질체 등으로의 isotope flux가 더욱 복잡하다는 것을 확인하였다. 이에 더하여 세포 소기관 별로 isotope의 유입을 관찰할 수 있음을 확인하였다. 이는 향후 대사체학 연구에서 nanoSIMS가 새로운 가능성을 가지며 다양한 활용방안을 모색할 수 있다는 점을 보여준다.



# Symposium II

- 그린분석화학의 기술 동향 -



## SPII-1

### **Analysis of oils and volatile flavor compounds by two-dimensional gas chromatography - time of flight mass spectrometry**

**Byeong Ho Kim\***

*Leco Korea CO., LTD.*

\*BH\_Kim@leco.com

Analysis of oils and VFCs(Volatile Flavor Compounds) requires sufficient separation of very complex mixtures and interference compounds. One-dimensional GC(Gas Chromatography), which has been used for a long time ago, have it difficult to sufficiently separate complex samples such as oil, and when analyzing VFCs, it takes not sufficient separation of interfering compounds so it will have difficulties. Therefore, the application of separation analysis method using two-dimensional GC maximizing compounds separation is gradually increasing.

In this case, Oil samples were analyzed by using GCxGC-TOFMS(Leco, Pegasus 4D) and the results of one-dimensional GC and two-dimensional GC - TOFMS(Time of Flight Mass Spectrometry) were compared. As a result, We could find about four~five times more compounds in two-dimensional GC than one-dimensional GC due to improved compounds separation and increased sensitivity effects. And the library search result was confirmed with higher spectrum similarity.

Also, The VFCs of various samples was analyzed by using HS(Head Space) or/and SPME(Solid Phase Micro Extraxtion) - GCxGC-TOFMS. Then multivariate statistical analysis was applied to discriminant analysis and tracking of marker compounds. As a result, The more VFCs was sufficiently separated from the interfering compounds and qualitatively confirmed with higher spectrum similarity. Then We were possible to discriminant analysis by the result of PCA(principal component analysis) according to VFCs, and tracking of marker compounds with PLSDA(partial least squares discriminant analysis). This means an analytical technique that can scientifically verify about sensory evaluation of flavor.

Thus, The analysis method of multi-dimensional GC - TOFMS was able to get improved compounds separation and increased sensitivity effects, In addition the more accurate qualitative confirmation becomes possible through the TSD(True Signal Deconvolution). So This is an very useful analytical method for analysis of samples composed of very complex mixtures and interference compounds.

**3D analysis of material using scanning electron microscopy and  
focused ion beam**

**Seong-Soo Pyo\***

*TESCAN KOREA, Geumcheon-gu, Seoul, Republic of Korea*

\*sspyo@tescan.co.kr

주사전자현미경(SEM)을 이용한 재료의 미세구조 관찰은 재료특성을 이해 할 수 있는 좋은 방법 중 하나입니다. 일반적으로, 전자현미경을 이용한 미세구조 관찰은 2차원적 정보만을 연구자에게 제공하며 집속이온빔(FIB)을 이용할 경우 3차원적 정보까지 얻는 것이 가능합니다. 주사전자현미경과 집속이온빔은 하나의 도구로 사용되며 재료의 미세입자, 입계, 상, 침전물 및 미세 공극과 같은 미세 구조 형상의 실제 크기, 모양 및 분포를 정의하는 것이 가능하여 재료의 3차원적 이해를 통한 신소재 개발 및 재료해석에 중요한 분석 방법입니다. 본 발표에서는 집속이온빔장치를 이용하여 재료의 정밀가공 후 추가적 검출기(Detector)를 이용하여 재료의 표면정보, 화학조성(EDS) 및 결정학(EBSD) 정보 등을 연속적으로 얻는 방법과 최신 기술에 대하여 기술하였습니다.

## **Nondestructive analysis of thin multi layer polymer films for thickness, impurity and composition by ultra fast raman imaging**

**Yun Chul Park<sup>1</sup>, Hyo Jin Kim<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>*Nanophoton Korea, seven venture 202, pangyo, Gyeonggi-do, Korea*

\*Corresponding author: yunchul.park@nanophoton.kr

Abstract. Multilayer thin film is very important material for OLED application. ThinUltra fast raman Multilayer Thin film HWe present confocal Raman spectroscopy (CSRS) maps of Poly(9,9-dioctylfluorene) (PFO)-based organic light emitting diode under operation. The CSRS analysis of the OLEDs was performed in normal room conditions. The non-emissive spots presented higher Raman intensity and broadening of the vibrational bands in comparison with the luminescent ones. The phenomenon is associated with an increase in the PFO  $\pi-\pi^*$  absorption band and hence modification of the PFO doping which becomes favorable to the excitation wavelength, thus the Raman spectrum is enhanced. To the authors' knowledge this image technique had been missed for the OLED technology Keywords: Organic electronics, Raman spectroscopy, PFO, OLEDs, organic semiconductors. PACS:78.30.-j, 78.66.Qn, 72.80.Le, 73.61.Ph, 77.55.dj.

### INTRODUCTION

OLEDs have already matured for commercial applications. Some of the long-standing challenges in OLED technology relay on degradation and failure mechanisms. Thus the issue of lifetime presents great challenges. Confidence on device performance, interlayer identity during OLED operation is always desired. OLED performance and their degradation have been investigated by using a large number of techniques including micro Raman spectroscopy [1], surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) [2], Infrared spectroscopy [3], electronic-based and contact-based probes [4]. Particularly, implementation of non-invasive optical-based probes such as Raman spectroscopy for in situ investigation of charge states, crystallinity, local temperature conditions, or interface profiling of organic-based devices is of great interest [1,5]. Raman is a powerful tool based on the vibrational properties of matter. It gives better confidence on the molecular identity at different surfaces, interfaces, and operating conditions [2,4]. Moreover, it helps for an efficient detection of several effects, such as morphological changes, formation of new chemical species or chemical bonds between the metal contact and the active material [6].



## Crystal structure analysis using X-ray Diffraction

Jong Sig Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>*Affiliation and Address of Authors*

*– Korea ITS: Seoul KOREA*

\*Corresponding author: jslee@koreaits.com

1985년 렌트겐(Wilhelm Conrad Röntgen)에 의해 파장이 짧은 X-선이 발견된 후 비약적인 발전을 하게 된다. 이러한 파장이 짧은 X-선은 그 활용도가 매우 높다. 특히 1912년 라우에(Max Theodor Felix von Laue)에 의해 재료 분석에 사용됨으로서 물질의 원자 구조 해석에 없어서는 안 될 중요한 분석기법으로 이용되고 있다.

본 발표에서는 여러 분야에 이용되고 있는 X-선 활용 분야와 최근 새롭게 개발된 X-선 회절 장치와 X-선 검출기 등에 대한 최근 동향을 소개하고자 한다.

또한 이러한 장치를 이용하여 새롭게 시도되고 있는 실시간 분석기술(In-situ analysis)에 대한 분석 결과 등을 포함한다. 상세 내용은 박막증착 후 나타날 수 있는 집합조직에 관한 해석, 단결정 또는 강한 집합조직을 갖는 재료의 넓은 영역에 관한 역격자 분포(RSM : Reciprocal Space Map) 측정 및 해석에 관한 내용과, 열적 변화를 갖는 재료의 열적 특성 평가 등에 관한 내용이다.

특히 재료의 열적 반응 및 결정구조의 변화를 동시에 측정할 수 있는 장치와, Li 2차 전지 재료의 충방전이 진행되는 동안 Li 의 거동을 실시간으로 측정할 수 있는 장치 등을 소개하고자 한다.

# **Symposium III**

**- 환경보건과 인체 노출 모니터링 -**



## 국가 단위 환경보건조사와 생체시료 모니터링의 현황 및 전망

Suejin KIM<sup>1,\*</sup>, Ji-Young Yoo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경건강연구부 환경보건연구과

\*suenier@korea.kr

2000년 이후 환경적으로도 건강한 삶을 추구하는 국민들의 요구가 증가함에 따라 환경부에서는 전통적인 매체중심 정책에서 수용체 중심의 정책으로의 전환 필요성을 갖게 되었으며, 이에 부응하기 위해 2009년부터 환경보건법이 시행되었다.

대기, 수질, 토양, 지하수 등 각 환경매체 관리에 있어 가장 중요한 것 중 하나는 감시 체계를 구축하는 것이다. 환경보건법은 환경유해물질 노출로 인한 건강영향을 감시, 확인하기 위하여 전 국민을 대상으로 하는 국민환경보건기초조사와 어린이, 임신부 등 민감계층이나 산단, 폐광 등 취약지역의 인구집단에 대한 역학조사를 포함하고 있다. 이러한 사업들은 대부분 혈액, 소변 등의 생체시료를 획득하고 체내 유해물질 농도를 확인하기 위한 다양한 기기분석이 수반된다.

이 중 국민환경보건기초조사(KoNEHS)는 횡단적 표본조사 형태로 매 3년 주기로 3세 이상 전국민의 성별, 연령, 지역 등을 고려하여 조사대상자를 선정하고 채취된 생체시료 중 유해물질을 분석하여 그 결과를 국가승인통계로 공표한다. 민감계층을 대상으로 한 대표적 사업으로 2015년부터 '어린이 환경보건 출생코호트(Ko-CHENS, '15-'36)' 사업이 출범하였으며, 전국에서 7만 명의 임신부를 모집하고, 태아기로부터 청소년기까지 추적, 조사함으로써 환경유해물질과 건강영향의 원인규명을 위한 사업이 진행 중이다. 또한 41개 국가산단 및 약 1000개에 달하는 일반산단, 358개의 주요 폐광지역을 대상으로 하는 취약지역 조사에서는 각 산단 및 폐광 특성을 고려한 인체 모니터링이 이루어지고 있다.

현재 국가에서 활용 중인 인체모니터링 항목은 약 30항목으로 미국(NHANES, 약 250항목), 독일(GerES, 약 50항목), 캐나다(CHMS, 약 90항목) 등과 비교하여 매우 적은 수준이다. 이러한 차이를 극복하는데 있어 가장 큰 제약으로 생체시료 채취량의 제한, 분석기술 및 비용 등을 들 수 있다. 또한 현재 활용하고 있는 생체시료인 혈액과 소변은 채취면에서 비교적 간편하나, 비스페놀류, 프탈레이트류 등과 같이 체내 반감기가 수십 분에서 수 시간에 불과한 물질의 경우, 하루 중 채취시간에 따라 정확한 값을 얻기에 어려운 경우도 있다.

따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 생체시료의 소량화, 전처리의 간편화, 다성분 동시분석방법 개발 등 분석법의 고도화가 시급하며, 장기간 노출 이력을 설명하는데 보다 적합한 생체시료의 개발 또한 지속적인 노력이 필요하다.

※ KoNEHS (Korean National Environmental Health Survey), Ko-CHENS (Korean Children's Environmental health Study), NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey), GerES (German Environmental Survey), CHMS (Canadian Health Measures Survey)

## 화학사고 영향조사를 위한 사고물질 노출평가 사례

조용성<sup>1</sup>, 이청수<sup>2</sup>, 윤준헌<sup>1</sup>, 황승율<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>환경부 화학물질안전원 사고예방심사과

<sup>2</sup>환경부 화학물질안전원 연구개발교육과

\*교신저자: komelong@korea.kr

2015년 1월 1일부로 「화학물질관리법」이 본격 시행되었으며, 화학사고로 인해 일정 규모 이상의 주변 환경 및 주민들의 건강에 피해가 발생할 경우 영향조사를 실시(법 제45조, 동법 시행령 제18조)하도록 규정하고 있다. 또한 화학사고의 원인규명, 피해확인, 피해규모와 피해금액 산정 등을 위한 목적으로 “화학사고 조사단 구성·운영 및 영향조사에 관한 지침”이 마련되어 시행되고 있다. 한편 「화학물질관리법」 시행 이후 화학사고 영향조사는 총 4건에 대해서 실시(17년 4월 기준)되었으며, 본 발표에서는 이 중 사고 물질에 대한 노출평가가 수행된 영향조사 사례를 소개하고자 한다.

본 발표에서 소개될 화학 사고는 2015년 6월 22일 군산 소재 화학공장의 일부 공정 내 탱크에서 화학물질의 누출을 감지하고 지그(jig)를 이용하여 누출방지를 시도 하던 중 균열이 확장되어 사염화규소 등 혼합물이 누출된 사고로서, 공장 주변 식물에서 고사현상이 발생했고 공장 주변 주민들이 피부자극, 두통 등 노출증상을 호소하는 등의 피해가 발생한 사고였다. 한편 사염화규소 등 사고 물질의 생체지표가 존재하지 않았고 개인노출평가를 수행할 수 있는 도구가 개발되지 않아 직접적인 노출평가를 수행할 수 없었기 때문에 초기 급성노출에 대한 평가를 수행하기 위해 대기확산 모델, 주변 환경매체 분석, 설문조사 등 간접적인 노출평가방법을 이용하여 노출여부가 확인되었다.

노출평가 결과, 농작물과 식생에서 염화수소(사고 물질인 사염화규소는 사고 당시 워터커틀에 의해 물과 반응하여 염화수소 생성) 노출로 인한 피해가 확인되었으나, 대기·수질·토양 등 환경매체에서는 심각한 오염피해는 확인되지 않았다. 또한 화학사고 시 초기대응 및 주민소산을 위해 운영되는 화학물질사고대응정보시스템(CARIS)의 피해예측 결과와 주변 식생피해의 양상 및 결과가 일치하여 CARIS 정보와 사고당시의 위치·시간·증상 등에 관한 정보를 확인한 설문조사 결과를 종합적으로 고려하여 노출여부를 판단하였다. 이러한 간접 노출평가 결과를 근거로 조사 참여자 310명 중 105명이 사고 물질 노출에 따른 건강영향 가능 추정군으로 분류되었으며, 인근 농지 등 약 84,000m<sup>2</sup>의 농작물피해를 확인할 수 있었다.

비록 본 발표에서 소개된 화학사고 영향조사의 노출평가가 과학적으로 완벽한 방법론을 이용하여 수행되지는 못하였으나, 당시의 상황(생체지표 부재 및 사고 물질의 순간 노출 후 소멸 등)과 가용한 과학적 판단 도구 등을 활용하여 급성 노출 여부를 판단하였다는데 의미를 부여할 수 있으리라 생각한다. 또한 화학사고와 같이 고농도의 급성적인 노출 상황에 대비한 피해지역 주민, 환경, 생태계 대상 신속·정확한 노출평가 기술을 개발하는 등의 과학적 도구를 마련하기 위한 정책적 지원 및 인력양성이 지속적으로 필요하다고 판단된다.

## 산업재해 예방을 위한 흡입독성 시험 및 활용

이성배<sup>1\*</sup>, 임철홍<sup>1</sup>, 김현영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 흡입시험연구부

<sup>2</sup>산업안전보건연구원 흡입독성연구센터

\*Corresponding author: sblee@kosha.or.kr

흡입독성 시험이란 유해성시험 중 인체(생체) 독성 시험의 한 종류로서 노출 기간에 따라 급성, 아급성, 아만성, 만성 흡입독성 시험으로 구분된다. 시험방법은 OECD의 test guide line에 따라 수행하게 되며 동일한 시험방법으로 독성시험을 수행시 동일한 결과를 얻을 수 있도록 하기 위하여 GLP (Good Laboratory Practices)의 시스템을 적용하여 운영하는 것이 신뢰성을 확보할 수 있다.

급성 흡입독성이란 호흡기를 통하여 4시간 동안 노출 시 실험동물의 절반이 사망하는 농도를 확인하는 동시에 아급성 또는 아만성 시험농도를 설정하는 기초자료를 생산하는 목적으로 수행한다. 아급성 또는 아만성 흡입독성이란 어느 장기에 영향을 주는지 확인하는 동시에 만성 농도를 설정하는 기초자료를 생산하는 목적으로 수행한다. 그리고 만성 흡입독성이란 만성, 발암성 유무 및 무유해 영향농도가 얼마인지 결정하는 목적으로 수행한다.

흡입시험 장치로는 비부노출 흡입시험 장치와 전신노출 흡입시험 장치로 구분되며, 전신노출 흡입시험 장치는 평면식과 다단식으로 나눌 수 있다. 비부노출 흡입시험 장치는 시험동물의 코에 한정하여 노출하는 장치로 주로 고가의 시험물질, 신약 등의 흡입시험에 사용한다. 전신노출 흡입시험 장치는 공장과 같은 사업장의 환경조건으로 시험동물의 전신에 노출하는 흡입시험에 사용한다.

시험물질은 가스, 유기용제, 미스트, 분진, 그리고 나노물질 등으로 시험할 수 있으며, 각각의 시험물질의 특성에 따라 발생방법 및 발생장치를 개발해야 할 필요도 있다. 각각의 시험물질을 분석하는 방법은 역시 물질의 특성에 따라 다르다. 일반적으로 가스 및 유기용제 증기는 가스크로마토그래피(GC)와 FT-IR로 농도 분석 및 모니터링을 하게 된다. 미스트와 분진의 경우 필터를 이용한 중량측정법, Impinger법, Anderson sampler, Cascade impactor, 그리고 광학입자계수기(Optical Particle Counter: OPC)를 활용하여 분석한다. 나노물질의 경우 나노무디(nano moudi)와 입자상 물질 질량 분석기(Scanning Mobility Particle Size : SMPS)로 농도 및 입자의 분포도를 측정한다.

독성미확인 물질의 흡입독성 시험을 통하여 생산된 자료는 물질안전보건자료(MSDS)의 유해성-위험성 분류 및 독성에 관한 정보 중 건강유해성 정보를 제공하게 되며, 산업안전보건법의 노출기준설정, 작업환경측정, 특수건강진단 물질 등으로 결정하는데 기초자료로 활용된다.

## 국내 시판 중인 캡슐 담배 중 캡슐 성분의 분석

임현희<sup>1</sup>, 신호상<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Drug Abuse Research Center, Kongju National University*

<sup>2</sup>*Department of Environmental Education, Kongju National University*

캡슐담배는 일반 궐련 담배에 각종 향을 캡슐에 담아 필터의 중앙에 위치하도록 1개비 당 1개 씩 넣어서 소비자가 흡연 중 적절한 시점에 이로 물어서 깨트린 후 흡입이 이루어 지도록 하고 있다. 그러나 향 성분에 대한 독성이나 함유량 등 어떠한 정보도 제공되고 있지 않아 이에 대한 조사가 필요한 실정이다. 이에 국내 시판중인 캡슐담배를 수거하여 캡슐 성분을 정성 및 정량 분석을 진행하였다. 실험은 캡슐을 메탄올 용액 안에서 터트려 향 성분을 추출하였고, GC/MS를 이용하여 direct로 분석하였다.

국내에서 시판하고 있는 캡슐담배 중 구입이 가능한 33개 제품 중에서 128개 화합물을 최종 확인하였다. 이 중에서 모든 캡슐에 들어 있는 성분은 15개 종류였다. 담배 1개비에 1개의 캡슐이 들어 있었으며 1개비 안에는 박하맛의 멘톨 (DL-Menthol)이 1.1~3.8 mg, 물과 반응하여 멘톨을 생성하는 이소프레골 (Isopulegol)은 0.003~0.014 mg, 멘톨과 유사한 네오 멘톨 (Neomenthol)은 0.001~0.1 mg, 멘톤 (Menthone)은 0.001~0.45 mg, 이소멘톤 (Isomenthone)은 0.0002~0.28 mg이 검출되었다. 오렌지향의 리모넨 (D-Limonene)은 0.001~0.13 mg, 페퍼민트 향인 멘틸아세테이트 (Menthyl acetate)은 0.0003~0.18 mg, 천연 꽃 향기인 리날롤 (Linalool)은 0.0002~0.24 mg, 소나무 피톤치드 중 하나인 피넨 ( $\alpha$ -Pinene)은 0.0001~0.022 mg, 로즈메리 향인 카리오필렌 (Caryophyllene)은 0.00004~0.075 mg의 함량으로 검출되었다. 식품 화장품 첨가제이며 고급지방산 에스테르인 트라이옥탄산글리세롤 (Glycerol tricaprylate, Glycerol trioctanoate)은 0.09~1.1 mg, 트라이데카노익산글리세롤 (Glycerol tricaprinate, Glycerol tridecanoate)은 0.03~0.34 mg, 1,3-디옥탄산글리세롤 (1,3-Dioctanoylglycerol)은 0.004~0.2 mg, 메틸옥탄산에스테르 (Methyl octanoate)는 0.0001~0.005 mg, 메틸데카노익산에스테르 (Methyl decanoate)은 0.0001~0.004 mg가 검출되었다.

이번에 검출한 향 성분은 천연적으로 검출되는 향 성분으로서 그 자체는 독성이 매우 낮으나 흡연을 할 때에 후각적 효과를 높여서 수많은 유해물질에 대한 노출이 심해지게 하고, 또한 청소년의 흡연율을 높이는 영향을 끼치게 된다.

**영인 분석과학자상  
수상 강연**





## High-content diagnosis using on multicolor cellular imaging

**Joon Myong Song**\*

*College of Pharmacy, Seoul National University*

\*Corresponding author: jmsong@snu.ac.kr

High-content cell-based assay (HCA) has attracted great attention due to its ability to be used in the drug discovery-driven research and development required to understand the functions of genes and gene products at the level of the cell. HCA simultaneously measures multiple biomarkers in a single cell with multiplexing fluorescent probes. The complex intracellular responses involved in drug-induced efficacy or cytotoxicity can be observed in organ-specific cells by HCA. Application of HCA to organ-specific cell models provides deeper biological information suitable for better decisions on progressing compounds. Early safety evaluation by HCA reveals the complex cellular responses triggered by potentially harmful molecules in the cells of target organs. Gaining a deep understanding of the mechanisms underlying these cellular toxicological responses is valuable before a series of lead compounds are progressed to time-consuming and expensive animal tests. Despite HCA's capability it is not common to simultaneously observe many biomarkers in an intact cell. This is because HCA measurement is dependent on the use of probing materials. Concurrent monitoring of multiple biomarkers is practically limited due to the spectral overlap among probing materials having broad absorption and emission spectrums. Quantum dot-based HCA is capable of supplying cellular imaging at particular wavelengths and each wavelength can be scanned rapidly. This cellular imaging is very advantageous in that it can select particular wavelengths that do not overlap among the probing materials and concurrently monitor a larger number of drug targets or biomarkers.

Cancer stem cell (CSC) hypothesis has been reported by many studies before. Due to drug and radiation resistance inherent to CSC, CSC has received great attention in the field of cancer therapy. Until now, FACS has been used for the detection of CSCs as general tool. In this work, it is verified that the present multicolor cellular imaging is very advantageous for the disease diagnosis along with detection of CSCs induced by carcinogens such as benzo[a]pyrene and aflatoxin B1, because spectral overlap among probes of biomarkers can be eliminated and diagnostic accuracy can be greatly improved, compared with the conventional FACS.



# PI급 구두 강연 I



## 한국과학기술연구원의 TOF-ERD 시스템 구축현황

송진호, 김준곤\*, 존일라드스, 송중한

한국과학기술연구원 특성분석센터

\*교신저자: j.kim@kist.re.kr

한국과학기술연구원에서는 2 MV 펄레트론 이온빔 가속기를 이용하여 러더포드 후방산란 분석법(Rutherford Backscattering Spectrometry, RBS)을 이용한 박막의 절대 정량적 분석 서비스를 운용해 왔다. 이 분석법은 샘플에 적은 손상을 주면서도 박막의 두께방향의 조성분포를 쉽게 알 수 있기 때문에 반도체 산업체나 여러 연구기관들에 의해 꾸준히 이용되어 오고 있다. 그러나 RBS는 경원소의 작은 산란 단면적과 스펙트럼 중첩에 의한 문제로 경원소 정량에 대한 신뢰성이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해, 최근 비행시간-에너지(Time Of flight - Energy, TOF-E) 측정 시스템을 갖춘 탄성 되튐 분석 시스템을(Elastic Recoil Detection, ERD) 설계·구축 하였다. 높은 에너지(수~수십 MeV)의 중원소 이온빔을 측정하고자 하는 박막에 입사시키면 박막의 구성 원자이온들이 탄성충돌로 인하여 튕겨져 나오는데, 이때 수소를 비롯한 박막 내의 원소들이 이온화되어 검출된다. 검출되는 이온들의 에너지 스펙트럼은 박막안의 각 원소들의 두께에 따른 조성 정보를 보여주지만 모든 원소의 정보가 혼합되어 나오기 때문에 질량에 따른 에너지 스펙트럼 분리가 필요하다. 이를 위하여 탄성 충돌 되어 에너지검출기로 이동하는 이온의 경로에 자체 설계·제작한 두 개의 시간 검출기를 1미터 간격으로 두어 비행시간을 측정할 수 있게 하였다. 이를 통하여 이온의 속력과 에너지가 동시에 측정되게 되는데, 이때 운동에너지 공식( $m=2E/V^2$ )에 의해 튕겨져 나온 이온의 질량 즉 이온의 종류가 분석된다. 즉 박막의 각 원소의 에너지 스펙트럼을 질량별로 분리해 낼 수 있게 되어 박막의 깊이별 조성을 환산해 낼 수 있다. 이 분석법은 중원소를 이용한 박막의 이온의 되튐현상을 이용하기 때문에 경원소 검출능력이 뛰어나고, 이를 통해 RBS의 경원소 분석에 대한 단점을 완벽히 보완할 수 있다.

## Development of a novel photoelectrochemical-electrochemical dual mode sensing platform using a bifunctional nanomaterial

Nallal Muthuchamy<sup>1</sup>, Kwang-Pill Lee<sup>1</sup>, Anantha Iyengar Gopalan<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>*Department of Chemistry Education, Kyungpook National University*

<sup>2</sup>*Research Institute of Advanced Energy Technology, Kyungpook National University*

\*e-mail: algopal99@gmail.com

Enzymatic sensors dominate the biosensing industry, particularly with the ever-advancing development of self-testing and continuous blood glucose monitoring. The most serious problem of enzymatic sensors originates from the lack of stability and reproducibility arises due to the intrinsic nature of the enzyme. Considering these restrictions in the enzyme based sensors, development of enzyme-free glucose sensor holds a promising option among various electrochemical sensors. In this work, a new core-shell type nanorod (CSNR) was prepared using the shell as the nanocomposite based on an artificial glucose sensing receptor (poly(3-aminophenylboronic acid) (PAPBA) dispersed with gold nanoparticles (Au NPs)) and shell as the photo detecting graphene (G)-embedded TiO<sub>2</sub> nanowires (TiO<sub>2</sub>(G)NWs). The CSNR utilized as the dual mode (photoelectrochemical (PEC) and electrochemical) sensors for the analytes, glucose, and HbA1c. The as-synthesized TiO<sub>2</sub>(G) NW@PAPBA-Au CSNR exhibited a wide linear range (0.5 to 28 mM), high sensitivity, and a low detection limit for glucose in the PEC sensing mode. Also, the HbA1c binding ability of the sensor contributed to the selective electrochemical detection of HbA1c over a wider linear range (2 to 10%). Our report on the novel PEC/electrochemical dual-mode glucose/HbA1c sensor (without any auxiliary enzyme) holds great promise for the development of dual-mode sensors for clinical diagnosis and human health monitoring.

## 페리튬이온전지 재활용 유해물질 검출특성 연구

Study on the characteristics of recycled hazardous materials in  
waste lithium ion battery

**황동건<sup>1</sup>, 조나현, 이희성, 엄남일, 김기현, 신선경**

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경자원연구부 자원순환연구과

\*Corresponding author: lunalian@korea.kr

본 연구에서는 국내 리튬이온전지 제조과정에서 발생하는 폐전지와 폐기물 재활용 시설에서 발생하는 폐기물 중 유해물질 수준과 자원으로써 가치를 지니는 금속의 분포특성을 파악하고, 페리튬 이온전지의 재활용 과정에서 환경 또는 인체에 영향을 줄 가능성이 있는지에 대한 평가와 이에 따른 적절한 관리 방안을 마련하고자 하였다. 이를 위해 국내 리튬이온전지 제조사업장에서 발생하는 페리튬 이온전지와 생활폐기물로 배출되어 재활용센터로 입고된 폐전지 그리고 폐전에서 유가금속 등을 회수하는 재활용 사업장 발생 폐기물 등 16개 시료군을 확보하여, 중금속을 비롯한 유기오염물질을 분석하고 오염가능성을 평가하였다. 주요 유가금속으로 사용되는 코발트, 니켈, 망간, 리튬의 함량은 리튬이온전지의 양극활물질 종류에 따라서 크게 달라짐을 확인하였다. 리튬이온전지의 특성상 안전한 파쇄를 위해 반드시 필요한 방전과정에서 주로 사용되는 염수방전 폐수의 유기용매 농도를 확인하였다. 전해질로 사용하는 물질의 특성상 대부분은 대기로 휘산되며 일부 낮은 농도로 수중에 존재하는 것으로 확인되었다. 재활용사업장에서 발생하는 공정오니와 폐수처리오니 중 주요금속의 회수율은 각각 99.7 %, 94.1% 수준이었다. 일부 전지에서 납이 검출되었지만, 알려진 바와 같이 유해금속의 검출은 낮은 수준이었다. 재활용 과정 중 사업장에서 발생하는 자동차용 중대형 전지를 포함한 페리튬 이온전지는 외부반출 전에 완전방전 후 보관, 이동이 안정적으로 이뤄지고 있다. 다만, 생활계에서 수거된 것들에 대해서는 대량 보관 시에는 완전방전 등 주의가 필요하다.



## 비매체접촉형 재활용 환경성평가기법 마련연구

강영렬, 정다위, 엄남일, 김민정, 윤철우, 김기현, 신선경\*

국립환경과학원 자원순환연구과, 인천시 서구 경서동 종합환경연구단지

\*Corresponding author: shinsun1004@korea.kr

세계적으로 최근 자원의 고갈과 에너지 문제로 인하여 자원순환사회 정착의 필요성이 부각되고 있으며, 폐기물에 대한 관점이 재활용 및 에너지화 등을 위한 순환자원의 개념으로 변화하고 있다. 그러나 폐기물을 대체원료 및 보조연료로 사용하는 시멘트 제품에 대한 유해성과 페로니켈 슬래그를 이용하여 생산된 재활용 골재 및 모래제품의 매체접촉형 재활용 방법에 대하여 환경유해성 문제가 제기되고 있는 실정이다.

이에 따라 우리나라는 폐기물관리법 개정·시행(2016.7.21.)을 통해 폐기물의 재활용 관리방식을 허용행위 열거방식(포지티브)에서 제한행위 열거방식(네거티브)로 전환하고, 폭발성, 인화성, 부식성 등 유해특성 관리항목의 확대를 통해 폐기물의 재활용 안정성을 한 단계 더 강화하면서, 환경·인체에 무해한 재활용 신기술의 상용화의 조기정착 지원을 위해 폐기물 재활용환경성 평가 제도를 새롭게 도입하여 운영하고 있다.

본 연구에서는 재활용환경성평가제도에서 기존의 폐기물관리방식 이외에 새롭게 도입된 새롭게 도입되는 폭발성, 인화성, 부식성 등의 유해특성 9개 항목별 시험방법 마련현황과 향후 진행사항에 대하여 논의하고자 하며, 재활용 신기술의 상용화를 위한 과학적 검토를 통해 비매체접촉형 재활용환경성평가방법을 정립하고 이에 대한 실효성과 문제점을 고찰하고자 하였다

# PI급 구두 강연 II



**Determination of trace-level of bromate in various water by ion chromatography with suppressed conductivity detection and spectrophotometric detection after post-column reaction – a comparison**

**Jung-Min Song<sup>1</sup>, Chang-Hee Kang<sup>1</sup>, Jung Rae Kim<sup>2,\*</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University*

*<sup>2</sup>JL Science Co., Ltd.*

\*Corresponding author: kjr@jlsience.com

Bromate ( $\text{BrO}_3^-$ ) is a disinfection by-product formed during the ozonation of bromide-containing drinking water or sea water. Recently hypochlorite solutions containing oxyhalide species such as bromate, chlorate and perchlorate that form during and after manufacture. The World Health Organization (WHO) classified bromate as a possible human carcinogen for which reason most countries stipulate bromate limits between 10 and 25  $\mu\text{g/L}$ . The US Environmental Protection Agency (US EPA), the European Union (EU) and the Korean government currently prescribe a maximum bromate concentration of 10  $\mu\text{g/L}$ . For mineral waters, most pertinent regulations stipulate a limit of 3  $\mu\text{g/L}$ . Several sensitive techniques for bromate determination are available. The majority are based on suppressed conductivity detection (EPA 300.1, ISO 15061) and spectrophotometric detection after post-column reaction (EPA 326, ISO 11206). In this study, the state-of-the-art techniques for trace-level determination of bromate in drinking and saline water are summarized, and the details of their methodology and results are suggested.

## 대기 중 dimethyl sulfide 측정을 위한 정확한 동적희석법 개발

김미연<sup>1,2</sup>, 김용두<sup>1</sup>, 강지환<sup>1,4</sup>, 이동수<sup>2</sup>, 이상일<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 대기환경표준센터,

<sup>2</sup>연세대학교 화학과, <sup>3</sup>과학기술연합대학원대학교 측정과학,

<sup>4</sup>충남대학교 환경공학과

\*Corresponding author: slee@kriss.re.kr

Dimethyl sulfide (DMS)는 지구 대기화학 및 기후변화에 중요한 성분이다. 소급성 있는 표준은 전 지구적으로 대기 중 DMS의 장기적인 경향을 정확하게 측정하는데 필수적이다. 그러나 DMS의 불안정한 특성 상 대기 중 DMS 농도에 부합하는 sub-nanomole per mole (nmol/mol) 수준에서 정확한 DMS 표준을 실린더에 개발하는 것은 어렵다. 본 연구에서는 5년 이상의 안정도가 확인된 10  $\mu\text{mol/mol}$  DMS 1차 표준가스를 sonic nozzle을 기반으로 한 동적희석장치로 희석하여 소급성 있고 정밀한 sub-nmol/mol DMS 표준가스를 발생시킬 수 있는 동적희석방법을 개발하였다. 이를 위하여 소급성 있는 메탄 1차표준가스로 교정한 동적희석장치의 dilution factor를 계산하고 이를 이용하여 DMS 동적희석가스의 물분율을 계산하였다. 이 동적희석장치로부터 발생시킨 DMS 동적희석가스와 6 nmol/mol 수준의 DMS 1차 표준가스를 flame-ionization detector가 결합된 gas chromatograph (GC/FID)에서 비교 분석하여 동적희석장치를 평가하였다. DMS PSM과의 비교분석을 통하여 구한 DMS 동적희석가스의 물분율과 dilution factor를 이용하여 계산한 DMS 동적희석가스의 물분율은 6 nmol/mol 수준에서 1% 이내로 일치하였다. 또한 0.4-11.7 nmol/mol 범위의 다양한 물분율로 발생시킨 DMS 동적희석가스를 GC/FID에서 분석하고 그 직선성을 확인하였다. 분석을 통하여 구한 DMS 동적희석가스의 물분율은 dilution factor를 이용하여 계산한 DMS 동적희석가스의 물분율에 대해서 우수한 직선성을 보여주었다. 연구 결과는 본 동적희석방법이 상대표준불확도 2% 이내에서 0.4-11.7 nmol/mol 범위의 DMS 동적희석가스를 발생시킬 수 있음을 보여주었다. 그러므로 본 연구에서 개발한 동적희석방법은 대기 중 DMS의 정확한 측정을 위한 sub-nmol/mol DMS 표준가스를 발생시킬 수 있는 표준가스 제조방법으로써 기대할 수 있다.

**Development of hybrid sample preparation using solid phase extraction and diluted urine reconstitution for screening in doping control**

**Ki Hun Kim<sup>\*</sup>, Yongseok Kim, Changmin Sung, Hophil Min, Ju-Hyung Park, Junghyun Son, Kang Mi Lee, Ho Jun Kim, Jaeick Lee, Oh-Seung Kwon**

*Doping control center, Korea institute of Science and Technology*

World Anti-Doping Agency (WADA) requires to the doping laboratory to analyze prohibited substances and their metabolites in various classes and a screening method which can detect multi-substances is an important challenge in the field of doping control. This study reports a screening method with hybrid sample preparation that cation exchange solid phase extraction (WCX-SPE) and "dilute and shoot" were combined for taking advantage of strengths in both methods. Target substances were extracted by WCX cartridge and reconstituted with diluted sample aliquot, then analyzed by high performance liquid chromatography – triple quadrupole mass spectrometer. The optimization of SPE procedure was performed including cartridge washing step, elution condition and elution volume. Washing cartridge step, proceeded for removal of interferences, with 10% methanol showed overall higher recovery for various classes. Some substances such as alexamoreline metabolite showed higher recovery when eluted by 1% ammonia in methanol. On the contrary, compounds especially containing with amine groups showed high recovery and reproducibility when eluted by 5% formic acid in methanol. Therefore, consequent elution of 5% formic acid in methanol and 1% ammonia in methanol was proceeded for complementary result. Reconstitution with diluted sample aliquot was performed for recovery of some substances such as meldonium hardly extracted by SPE. 167 compounds out of 259 revealed more than 25% enhanced intensity compared to liquid-liquid extraction. This novel hybrid sample preparation method with LC-MS could apply to screening multi classes target substances in doping control.



# PI급 구두 강연 Ⅲ





## Direct coupling of digital microfluidics to LC-MS

Kihwan Choi<sup>1,\*</sup>, Chang Liu<sup>2</sup>, Jihye Kim<sup>3</sup>, Aaron Wheeler<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 유기분석표준센터

<sup>2</sup>SCIEX, Canada

<sup>3</sup>한국원자력연구원 원자력화학연구부

<sup>4</sup>Department of Chemistry, University of Toronto, Canada

\*Corresponding author: kihwan.choi@kriss.re.kr

Digital microfluidics (DMF) is an emerging liquid-handling technology that enables individual control over droplets on an open array of electrodes. These picoliter- to microliter-sized droplets, each serving as an isolated vessel for chemical processes, can be made to move, merge, split, and dispense from reservoirs. DMF has been used as a sample pretreatment technique. In this work, an automated method to facilitate inline coupling of DMF with LC-MS, using a custom, 3D-printed manifold and a custom plugin to the popular open-source control system, DropBot. The method was designed to interface directly with commercial autosamplers (with no prior modification), suggesting that it will be widely accessible for end users. The system was demonstrated to be compatible with samples dissolved in aqueous buffers and neat methanol and was validated by application to a common steroid-labeling derivatization reaction. We propose that the methods described here will be useful for a wide range of applications, combining the automated sample processing power of DMF with the resolving and analytical capacity of LC-MS

**Tracing the source of methomyl from a fatal poisoning case using stable isotope analysis**

**Byeongyeol Song, Seongshin Gwak, Minji Jung, Geummun Nam, Nam-Yee Kim\***

*Forensic Chemistry Division, National Forensic Service, Wonju, 26460*

\*Corresponding author: nykim60@korea.kr

Pesticide self-poisoning is a major method of suicide in many agricultural communities worldwide. As an all-around pesticide, methomyl is classified as a carbamate-type insecticide that controls various pests, including ticks and spiders. In South Korea, the sale of methomyl has been prohibited since 2015 due to its high toxicity and acute poisoning resulted from misuse of pesticides as a method of self-poisoning. In this case, two males living in a small town were admitted to an emergency room after drinking Soju containing methomyl in a town community center. At the crime scene, two bottles of Soju from the crime scene were seized and nine different brands of methomyl products were collected from neighborhood in order to determine a source of methomyl that were contained in Soju. A few weeks after the incident, a male living in the same town found dead with an empty bottle of energy drink left behind. In the gastric content of a suicide and energy drink bottle, methomyl was identified and the source determination of methomyl was requested to investigate whether methomyl is linked with the previous incident. The isotope ratio analysis showed that methomyl compounds found in Soju, the gastric content of a suicide, and energy drink bottle had similar ranges of isotope ratios with a seized methomyl product, Samgong methomyl 2011 (SG11). As a result, it was assumed that Samgong methomyl 2011 (SG11) was used in both methomyl fatal poisoning cases. This study demonstrates the potential use of stable isotope ratio analysis as an important tool for the determination of source of origin in a pesticide fatal poisoning case.

**A study on establishment of standard spectrum for  
chemical drug in korea pharmacopoeia**

**Chong Run Chon<sup>1</sup>, Seong Hwa Cho<sup>1</sup>, Rae seok Jung<sup>1</sup>, Won Shin<sup>1\*</sup>**

*Drug Research Division, National Institute of Food and Drug Safety  
Evaluation(NIFDS)/MFDS,*

\*Corresponding author: wshin@korea.kr

The identification test defined in Korean Pharmacopoeia(KP) is set forth to identify an active pharmaceutical ingredients(API) in drug substances and products, based on its characteristics. Infrared and UV-visible spectroscopy is a representative method for identifying the original properties and homogeneity. As the spectrum of each API is determined by its chemical structure, the spectrum is assessed together with a standard product within a set range, or in comparison with an existing standard spectrum to identify the substance concerned. However, the current method have to use reference standard for compare with spectrum, it has disadvantage of time and cost.

Recently, reference spectrums in Japan Pharmacopoeia(JP) and British Pharmacopoeia(BP) are provided to facilitate its use. Therefore, We also tried to improve the pharmacopoeia using the standard spectrum. To establish a valid reference spectrum, we analyzed the spectrum by using a experimental data and statistic tools. In order to facilitate the identification of the items listed in KP, 11 standard UV spectrums and 43 standard IR spectrums were prepared for 54 substances including Benzbromarone, and expert opinions were collected from advisors.

Based on these results, we are going to suggest revision (draft) of identification test in the monograph. We have a plan to provide the standard spectrum in KP and we hope that the new information(standard spectrum) may improve quality control efficiency of pharmaceutical products.



# 대학원생 구두 발표



## 고형연료제품 품질시험기준 개선방안 연구

장미정, 윤영욱, 손지환, 강준구, 신선경, 전태완\*

국립환경과학원 환경자원연구부

국내에서 발생하는 생활폐기물과 사업장폐기물 중 발열량이 비교적 높은 플라스틱, 종이와 같은 가연성폐기물은 고형연료제품으로 재생, 활용되어 자원의 순환적 이용에 일조하고 있다. 국내 고형연료제품은 SRF (Solid refuse fuel)와 BIO-SRF (Biomass-Solid refuse fuel)로 구분되며 SRF의 경우 수분, 저위발열량, 회분, 염소 함량 등 10가지 항목의 품질기준, Bio-SRF의 경우 SRF의 품질기준에서 바이오매스와 크롬 함량이 추가된 12가지 항목의 품질기준이 있다. 이러한 품질기준의 시험방법은 유럽 표준 시험방법을 활용하고 있지만 국내 실정에 맞는 보다 정밀하고 적합한 품질기준 검사를 위해 품질시험방법 개선방안 마련이 필요한 실정이다.

본 연구는 고형연료제품 품질시험방법을 개선하기 위한 연구로써 우선 국외 고형연료제품의 품질기준과 시험방법을 국내 고형연료제품 품질시험기준과 비교하였다. 또한 고형연료제품 제조·사용시설을 방문하여 고형연료제품 제조공정과 제품 보관 상태를 파악하였다. 특히 SRF 와 BioSRF 의 성형/비성형 여부에 따른 시료채취방법을 국내 실정에 맞도록 개선하기 위하여 대표성 있는 시료를 확보하는 방법을 상세히 다루었다. 또한 현재 고형연료제품 품질표시 시험기관의 개정의견을 검토하고 과학적 근거를 마련하기 위하여, 고형연료제품 운반 중 성상변화를 관찰하였으며 다양한 용해조건에 따른 고형연료제품의 중금속 함량을 비교·검토하였다. 본 연구를 통해 산출된 결과는 고형연료제품 품질시험기준의 개정을 위한 근거자료로 활용될 것이다.



GT-2

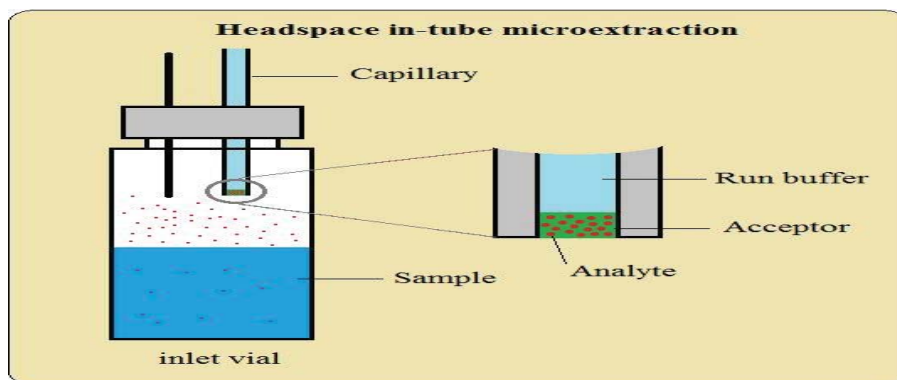
## Headspace in-tube microextraction combined with capillary electrophoresis for determination of chlorophenols in water samples

Maryam Karimi, Joon Yub Kwon, Doo Soo Chung\*

*Department of Chemistry, Seoul National University Seoul, 08826, Korea*

Chlorophenols are used widely in industry as intermediates in the production of dyes, plastics and pharmaceuticals, and are commonly found in pulp and paper mill wastewater, which pollute the groundwater sources. The harmonization of the analysis of chlorophenols in water is of importance due to the toxicity of these components and the presence in the aquatic environment. In the previous research, we demonstrated a fast simple preconcentration and microextraction method, head space in-tube microextraction (HS-ITME), which was initially used for determination of chlorophenols (CPs) and BTEX (benzene, toluene, ethylbenzene, and m-xylene) in wine and water samples, respectively. Rapidity, high enrichment factor, simplicity of operation and low cost are some of the advantages of this method. In this study HS-ITME is applied to determine six trichlorophenols in a water sample. At first, an acceptor phase was injected into the capillary in a desired duration of time. The capillary inlet is placed in the headspace above an acidified donor solution; volatile acidic analytes were extracted into the acceptor phase (a basic solution) in the capillary. After extraction, the analytes enriched in the basic acceptor plug were analyzed with capillary zone electrophoresis.

Some effective parameters on extraction, such as donor volume, donor pH, type of acceptor and its volume, waiting time, pre-injection volume, salt addition, extraction time and temperature were investigated. Also, the influence of adding organic additives on the headspace analysis of trichlorophenols is investigated.



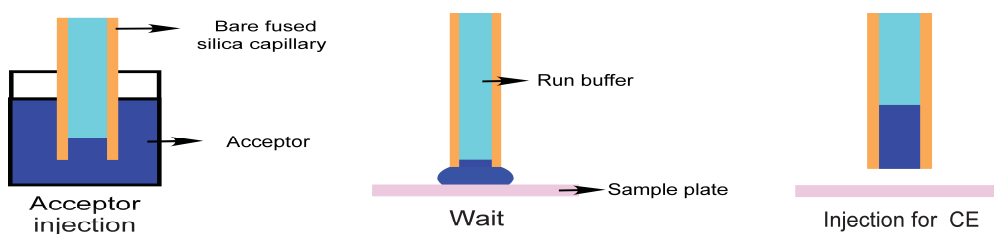
## Automatic liquid extraction surface analysis coupled with commercial capillary electrophoresis for sensitive detection of pesticides on surface

Sun Kyung Jeong and Doo Soo Chung<sup>\*</sup>

*Department of Chemistry, Seoul National University, Seoul 08826, Korea*

Capillary electrophoresis (CE) is well suited for the analysis of analytes in aqueous solutions. It is not easy to analyze a solid sample with CE since labor-intensive sample pretreatment processes are required. For example, a solid sample should be grounded, homogenized, centrifuged, extracted into an organic solvent, and then reconstituted into an aqueous solution suitable for CE. So we used liquid extraction surface analysis (LESA) that extracts chemicals on the surface of various solid samples without any sample pretreatment.

Dried analytes doped on a surface were directly extracted to a hanging drop of extractant at the inlet tip of a capillary. After extraction, a small volume of acceptor was injected into the capillary and analyzed by a commercial CE instrument. LESA-CE was used to determine three species of insecticides, chlorantraniliprole, kresoxim-methyl, and pyraclostrobin. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) limits the allowable amounts of the insecticides to 4.0 ppm, 0.5 ppm, and 2.5 ppm respectively. For these water-insoluble analytes, micellar capillary electrophoresis (MEKC) was used and an on-line stacking method, analyte focusing by micelle collapse (AFMC) was combined to enhance the sensitivity. These three pesticides doped on sample plate were extracted with the inlet of a capillary and analyze directly with CE. Several parameters such as the condition of AFMC-MEKC, composition of acceptor, extraction time were optimized. The limits of detection (LODs) for with LESA-AFMC-MEKC were 72, 23, and 29 ppb, respectively. Thus LESA-CE is a simple, sensitive and more rapid method for the analytes solid surface analytes without any pretreatment processes required for conventional analysis methods. The developed LESA-CE of high spatial resolution and immediate quantification ability is promising for the analysis of biological surfaces of cells and tissue, or even technical surfaces.



**Photocatalytic activity of a new titanium dioxide/Bismuth oxychloride@  
nitrogen-doped graphene nanocomposite towards a cationic dye**

**Seok-Yong Yun<sup>1</sup>, Nallal Muthuchamy<sup>2</sup>, and Anantha Iyengar Gopalan<sup>3</sup>  
Kwang-Pill Lee<sup>2,\*</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Chemistry, Kyungpook National University*

<sup>2</sup>*Department of Chemistry Education, Kyungpook National University*

<sup>3</sup>*Research Institute of Advanced Energy Technology, Kyungpook National University*

\*e-mail: kplee@knu.ac.kr

Organic dyes used in textiles and other industrial effluents represent increasing environmental contaminants, as they are toxic and mostly non-biodegradable. Most of the organic dyes are stable and refractory towards chemical oxidation, and these characteristics render them resistant towards decolorization by conventional biochemical and physicochemical methods. Recently photocatalysis method offers a convenient approach for the degradation of organic dyes. The development of new and efficient photocatalysts towards this purpose is highly warranted. In this study, we reported the synthesis of a nanocomposite (NC) comprising of nitrogen doped graphene (NG), titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) and bismuth oxychloride (BiOCl) (TiO<sub>2</sub>/BiOCl@NG-NC) using a simple solvothermal process. The physicochemical characteristics of the as prepared TiO<sub>2</sub>/BiOCl@NG-NC were evaluated by field emission scanning electron microscopy, X-ray photoelectron spectroscopy, X-ray diffraction analysis, Fourier transforms infrared spectroscopy and Raman spectroscopy. The photocatalytic degradation properties of TiO<sub>2</sub>/BiOCl@NG-NC were investigated using methylene blue (MB) as a model cationic dye under UV-light irradiation. The results indicated that the photocatalytic degradation of MB was significantly higher for TiO<sub>2</sub>/BiOCl@NG-NC than the individual components, NG and PBMO due to the synergistic effects of the individual components.

GT-5

**Profiling of a wide range of neurochemicals in human urine by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry combined with *in situ* selective derivatization**

**Wonwoong Lee, Na Hyun Park, Keon Hee Ko, Hye Jung An, Jongki Hong\***

*College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea*

\*Corresponding author: jhong@khu.ac.kr

Development of a reliable analytical method of neurochemicals in biological fluids is important to discover potential biomarkers for the diagnosis, treatment and prognosis of neurological disorder. However, the neurochemical profiling of biological sample was challenging, because of highly different polarities between basic precursors and acidic metabolites, their low physiological amounts, and high matrix interferences in biological samples. In this study, an ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS) method combined with *in situ* selective derivatization for comprehensive profiling of 20 neurochemicals in urine was developed for a wide range of neurochemicals. *In situ* selective derivatization could greatly improve the peak capacity on reversed-phase C18 column and sensitive mass detection in LC-ESI-MS/MS-positive ion mode due to reducing distinct physicochemical properties between acidic and basic neurochemicals. MS/MS spectra of neurochemicals exhibited specific ions such as the losses of amine, methanol, or methylformate molecules from protonated molecules, enabling selection of appropriate multiple reaction monitoring (MRM) ions for selective and sensitive detection. The developed method was validated in terms of linearity, limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ), precision, accuracy, and recovery. The correlation coefficients ( $R^2$ ) of calibration curves were high than 0.9961. The ranges of LODs and LOQs were 0.1-3.6 ng/mL and 0.3-12.0 ng/mL, respectively. Overall precision and accuracy were in the range of 0.52-16.74% and 82.26-118.71%, respectively. Established method was successfully applied to simultaneously profile the metabolic pathways of tyrosine, tryptophan, and glutamate in human urine. In conclusion, this method provides a reliable quantification of neurochemicals in human urine and would be helpful for finding biomarkers related with specific neurological disorder.

Keywords: neurochemicals, human urine, *in situ* selective derivatization, UPLC-MS/MS-MRM, profiling analysis

**Reliable screening of 35 sulfonamides in dietary supplements based on extracted common ion chromatogram and neutral loss scan by UHPLC-Q/TOF-MS**

**Na-Hyun Park, Nam-Yong Ki, Wonwoong Lee, Jisu Hur, Keon-Hee Ko, Youna Kim, Jongki Hong\***

*College of Pharmacy, Kyung Hee University, 26 Kyunghee-daero, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea*

Growing number of the sulfonamide adulteration in supplements has become a global problem due to wide distribution and serious negative health effect. In this study, rapid screening method was developed for detection and confirmation of 35 sulfonamides in supplements by UHPLC-Q/TOF-MS. Cleanup of sulfonamides from dietary supplements was performed by simple pH control liquid-liquid extraction taking consideration into chemical properties. The separation of 35 sulfonamides was effectively achieved within 7 min on solid inner core of shell particles C18 column using 10 mM ammonium acetate in water and acetonitrile. From the MS/MS spectra of sulfonamides, common ions ( $m/z$  77.9650  $[\text{SO}_2\text{N}]^-$  and  $m/z$  79.9812  $[\text{SO}_2\text{NH}_2]^-$ ) and neutral loss fragments (HCl and  $\text{SO}_2$ ) were found. Extracted common ion chromatograms (ECICs) and neutral loss scan (NLS) could effectively apply for rapid screening of sulfonamides in supplements. Also, these characteristic high resolution (HR) fragmentations based on narrow mass window within mass tolerance  $\pm 5$  ppm could be used as diagnostic ion of elucidation of new emerging sulfonamide class drugs and avoided false positive and/or negative results in supplements. Overall calibration curves within dynamic range for all targets were shown to be linear correlation coefficient  $R^2 > 0.995$  and limits of detection (LOD) ranged 0.08-11.18 ng/mL for all sulfonamides. The developed method will be helpful for the protection of the abuse of sulfonamide diuretics and anti-diabetics in dietary supplements, ensuring public health and consumer safety.

GT-7

## Chemical compositions of atmospheric aerosols in relation to meteorological phenomena at gosan, jeju island in spring 2016

Su-Hyun Shin, Soo-Young Kim, Jun-Oh Bu, Jung-Min Song, Chang-Hee Kang\*

*Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University*

\*Corresponding author: changhee@jejunu.ac.kr

PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> samples were collected at Gosan site of Jeju Island, which is one of the background sites of Korea, during the spring, 2016. Their ionic and elemental species were analyzed in order to examine the variation of chemical compositions in relation to the different meteorological phenomena. The mass concentrations of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> were 52.8±26.7 and 21.4±11.5 µg/m<sup>3</sup>, respectively. Concentrations of the secondary pollutants such as nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, and NH<sub>4</sub><sup>+</sup> were 6.48, 3.58, 4.40 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10</sub>, and 5.23, 0.64, 2.06 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>2.5</sub>, respectively. The composition ratios of anthropogenic (S, Zn, Pb), soil (Al, Fe, Ca) and marine (Na, Mg) sources occupied 43.7%, 26.4% and 23.4% in PM<sub>10</sub>, and 60.9%, 9.7% and 23.4% for PM<sub>2.5</sub> aerosols, respectively. From the study of chemical composition according to the particle sizes, nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> and NH<sub>4</sub><sup>+</sup> were existed mainly in PM<sub>2.5</sub> fine particulate matter. On the other hand, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and nss-Ca<sup>2+</sup> were rich in PM<sub>10</sub> aerosols. During the Asian Dust periods, the concentrations of nss-Ca<sup>2+</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> increased highly as 3.9 and 2.6 times in PM<sub>10</sub>, and 1.9 and 1.7 times in PM<sub>2.5</sub>, respectively, compared to non-event days. Especially, the concentrations of the crustal species such as Al, Fe, Ca, K, Mn, Ba, and Sr showed a noticeable increase during the Asian Dust periods. For the haze days, concentrations of the secondary air pollutants were increased 2.3~2.9 and 1.8~2.8 times in PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, respectively. Furthermore, the remarkable increase of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentration was observed in PM<sub>2.5</sub> during haze events. Concentrations of the secondary pollutants during the mist event days were 1.0~1.9 and 1.0~3.0 times, respectively, in PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> aerosols, compared to non-event days. The neutralization factors by ammonia were 1.21, 1.08, 1.40, 1.15, respectively, for non-events, Asian dust, haze and mist days in PM<sub>10</sub>, besides they were 0.96, 0.87, 0.92, 0.91, respectively, in PM<sub>2.5</sub>. Meanwhile, those by calcium carbonate were 0.15, 0.33, 0.08, 0.20 in PM<sub>10</sub>, and 0.05, 0.06, 0.02, 0.05 in PM<sub>2.5</sub>, respectively. Based on the factor analysis, the ionic species were mostly originated from anthropogenic sources, followed by marine and soil sources.



# **포스터 발표 I**

(2017년 05월 18일)





## **Optimization of analytical condition for statins and fibrates in adulterated foods and dietary supplements**

Nam-Sook Kim, Sunhee Moon, Kyu Yeon Kim, Ji Hyun Lee, Hyoung-Joon Park,  
Taeik Hwang, Seok Heo, Jeong-Hwa Cho, Jun-hyoung Kim, Dong Woo Shin,  
Seongsoo Park, Sung-Kwan Park, and Sun Young Baek\*

Advanced Analysis Team, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry  
of Food and Drug Safety.

\*Corresponding author: stepany9838@korea.kr

The incidence of hyperlipidemia, one of the chronic diseases, has increased due to the change of dietary life and lack of exercise. To treat the hyperlipidemia, statins and fibrates are mainly and widely being prescribed and used as medicines. These medicines have some side effects such as increasing prevalence of diabetes, muscle disease and so on. Recently, some cases on illegal use of these pharmaceutical compounds, which are illegally adulterated in foods or dietary supplements to improve their pharmacological efficacies, are reported. Thus, the optimal analytical condition for statins and fibrates using an ultra performance liquid chromatography (UPLC) was investigated. To find out the optimum conditions, three columns and two mobile phases were considered. In conclusion, the separation of compounds was performed on CSH C<sub>18</sub> (2.1 mm × 150 mm, 1.7 μm) column with acetonitrile and 10 mM K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> adjusted to pH 2.0 with phosphoric acid as mobile phases at the flow rate of 0.3 mL·min<sup>-1</sup>. The detection wave length was 200 nm by a photodiode array detector. From these results, the range of recoveries was confirmed at 80 ~ 120%. The suggested optimal conditions can be successfully applied to the determination of statins and fibrates adulterated in various types of foods or dietary supplements.

**Detection of betamethasone, clobetasol propionate and triamcinolone  
acetoneide illegally adulterated in cosmetics by LC-MSMS**

Nam Sook Kim, Geum Joo Yoo, Ji Hyun Lee, Hyoung-Joon Park, Kyu Yeon Kim,  
Dong Woo Shin and Sun Young Baek\*

Advanced Analysis Team, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation,  
Ministry of Food and Drug Safety.

\*Corresponding author: stepany9838@korea.kr

Recently, as interest in beauty grows, illegal cosmetic products are often being sold along with deceptive advertisements. Glucocorticoids (GCs) as a class of steroids are used to improve atopic dermatitis, psoriasis, and eczema. The GCs have side effects including facial flushing, folliculitis, skin necrosis, and etc. For this reason, the GCs must not be used without a suitable prescription. However, some GCs have been illegally adulterated to enhance their efficacy, in spite of being under control with regulations and laws. Therefore, to protect public safety, we attempted to detect the presence of 43 GCs in cosmetics (lotions, creams, solutions, etc.) officially requested from the criminal investigation office in the Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). The validated simultaneous analysis method using an ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS) was applied for detecting 43 GCs (beclomethasone, betamethasone, amcinonide, etc.). Total 106 of samples (creams, solutions, gels, lotions, powders) were analysed. From the result, three GCs such as betamethasone, as the most detected adulterants, triamcinolone acetoneide and clobetasol propionate were detected in the cream and solution type of samples, respectively. These results indicated that the health of consumers may be exposed to the side effects of GCs from those illegal products.

**Tentative identification of phase I metabolites of CB-13,  
a novel synthetic cannabinoid by LC-TOF-MS**

Kyoung-moon Han<sup>\*</sup>, Hyewon Seo, Hye Jin Cha, Jisoon Shin,  
Young-Hoon Kim, Hye-kyung Park, Hyungsoo Kim

Pharmacological Research Division, Toxicological Evaluation and Research Department,  
National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

Naphthalen-1-yl-(4-pentyloxynaphthalen-1-yl)methanone (CB-13, CRA13, SAB-384) is a novel cannabinoid (CB) receptor agonist with high affinity and functional activity toward both CB1 and CB2 receptors. CB-13 has poor blood–brain barrier penetration, and so produces only peripheral effects at low doses. CB-13 is a controlled substance in China in October 2015.

In this study, we performed to identify the metabolites of CB-13 in human liver microsome (HLM) using time of flight mass spectrometry (TOF-MS) and collision-induced dissociation (CID) in MS/MS analysis.

Formation of 12 metabolites (M1-M12) was yielded with incubating CB-13 in HLM in the presence of NADPH. The metabolites were structurally characterized on the basis of accurate mass analysis and MS/MS fragmentation patterns.

M1 was identified as carbonylated CB-13 ; mono-hydroxylated CB-13 (M2-M3) ; dihydrodiol CB-13 (M4) ; di-hydroxylated and carbonylated CB-13 (M5-M6) ; alkene to epoxidated and di-hydroxylated CB-13 (M7-M8) ; alkene to epoxidated and dihydrodiol CB-13 (M9-M12). The major metabolic route for CB-13 was carbonylation (M1). The results provide evidence for in vivo CB-13 metabolism and its metabolites can be applied to the analytical method for monitoring the CB-13 abuse in biological samples.

**Application of extracted common ion chromatogram and neutral loss scan for rapid screening of sulfonamide in supplements by UHPLC-Q/TOF-MS**

Nam-Yong Ki, Na-Hyun Park, Wonwoong Lee, Jisu Hur, Keon-Hee Ko,  
Youna Kim, Jongki Hong\*

College of Pharmacy, Kyung Hee University, 26 Kyunghee-daero,  
Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea

Growing number of the sulfonamide adulteration in supplements has become a global problem due to wide distribution and serious negative health effect. In this study, rapid screening method was developed for detection and confirmation of 35 sulfonamides in supplements by UHPLC-Q/TOF-MS. Cleanup of sulfonamides from dietary supplements was performed by simple pH control liquid-liquid extraction taking consideration into chemical properties. The separation of 35 sulfonamides was effectively achieved within 7 min on solid inner core of shell particles C18 column using 10 mM ammonium acetate in water and acetonitrile. From the MS/MS spectra of sulfonamides, common ions ( $m/z$  77.9650 [ $\text{SO}_2\text{N}]^-$  and  $m/z$  79.9812 [ $\text{SO}_2\text{NH}_2]^-$ ) and neutral loss fragments (HCl and  $\text{SO}_2$ ) were found. Extracted common ion chromatograms (ECICs) and neutral loss scan (NLS) could effectively apply for rapid screening of sulfonamides in supplements. Also, these characteristic high resolution (HR) fragmentations based on narrow mass window within mass tolerance  $\pm 5$  ppm could be used as diagnostic ion of elucidation of new emerging sulfonamide class drugs and avoided false positive and/or negative results in supplements. Overall calibration curves within dynamic range for all targets were shown to be linear correlation coefficient  $R^2 > 0.995$  and limits of detection (LOD) ranged 0.08-11.18 ng/mL for all sulfonamides. The developed method will be helpful for the protection of the abuse of sulfonamide diuretics and anti-diabetics in dietary supplements, ensuring public health and consumer safety.

**Liquid chromatography- atmospheric-pressure chemical ionization tandem mass spectrometry method for quantification of residual carbonyl compounds after dansyl hydrazine derivatization**

Maftuna Shamshiddinova, Kyong-Oh Shin and Yong-Moon Lee\*

College of Pharmacy, Chungbuk National University, Chongju 28160, Korea  
ymleefn@cbnu.ac.kr

In this study, we developed and validated an analytical method for the quantification of carbonyl compounds using liquid chromatography (LC)–atmospheric pressure chemical ionization (APCI)–tandem mass spectrometry (MS/MS) after dansyl hydrazine (DH) derivatization. We optimized the derivatization conditions, including reaction time, reaction temperature, DH concentration, and formic acid concentration. Chromatographic separation of carbonyl compounds (formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde, acetone, and benzaldehyde) was performed on a C18 reverse-phase column (2.1 × 150 mm, 5 μm) with gradient elution. Identification and quantification of DH-carbonyl compounds were performed using APCI–tandem mass monitoring. The method was validated using a suite of quality parameters such as carryover, linearity and calibration, correlation of determination ( $R^2$ ), detection limit, precision, and recovery. Our validated LC-APCI-MS/MS method is suitable for analyzing trace amount of carbonyl compounds in alcoholic beverages at levels as low as parts per billion (ppb), i.e., μg/L.

## Development and Validation of Codeine by LC-MS/MS and Application in Bioequivalence Research in Healthy Korean Volunteers

A-Ram Kim, Beom-Sik Cho, Mi-Young Kim and Young-Rim Jung\*

Seoul Pharma Laboratories, CrystalGenomics Inc.

Codeine((5a,6a)-7,8-didehydro-4,5-epoxy-3-methoxy-17-methylmorphinan-6-ol) is a common central antitussive and widely used in the treatment of cough and acute and chronic pain. Codeine is rapidly absorbed after oral administration. Thus, quantification methods of the drug in pharmacokinetic studies need to be sensitive and specific. The analytes were extracted from human plasma by using the liquid-liquid extraction technique. The MS/MS analysis was performed using a TQ4500(AB Sciex, USA) with an ESI interface to the LC. The chromatographic separation was performed on Zorbax SB-CN(2.1 × 100 mm, 3.5 μm, Agilent) column with isocratic mobile phase. ESI-MS/MS analysis was operated using multiple reaction monitoring (MRM) in positive ion mode.  $m/z$  300.1 → 165.1 for Codeine and  $m/z$  358.2 → 185.1 for Nalbuphine (internal standard). The method achieved a lower limit of quantitation of 0.2 ng/mL. A detailed validation of the method was performed as per KFDA guidelines and the standard curves were found to be linear in the range of 0.2~100 ng/mL with a mean correlation coefficient >0.998 for drugs. In human plasma, Codeine was stable for at least 48 days at -70±5°C and 15 h at ambient temperature. After extraction from plasma, the reconstituted samples of Codeine was stable in an autosampler at 10°C for 48 h. Also, the cited drugs were stable in plasma samples upon subjecting to three freeze thaw cycles. The method is simple, specific, sensitive, precise, accurate and suitable for bioequivalence and pharmacokinetic studies.

## Determination of tetracycline using the hybridization of aptamer

Eunji Park, Soyeon Kwon, Insook Rhee★

Department of Chemistry, Seoul Women's University

Aptamer is synthetic single-strand DNA or RNA oligonucleotides that bind to a specific target molecule, and they have more advantages than antibodies as a chemical antibodies. Therefore, aptamers are utilized as the novel recognizers that bind target molecule. Tetracyclines (TCs) are generally used both in treating human and animal diseases for preventing the growth and spread of bacteria. However, abusing antibiotics can cause increase of resistant bacteria and side effects such as allergic or toxic reaction in human body. Therefore, many countries set up maximum residue levels (MRLs) to protect human health. Thus, it is necessary to develop a sensitive and selective analytical technique for detecting TCs. In this study, a 76mer DNA TC aptamer was utilized as a capture binder and four complementary oligonucleotides (18, 23, 33, 76mer) were used as a detector. This method showed a good sensitivity (LOD in buffer :  $5.62 \times 10^{-14}$  M, LOD in milk :  $1.78 \times 10^{-14}$  M) with 18mer probe. From these results, a newly proposed oligonucleotide-based aptamer sandwich assay is expected to become a novel approaches for the determination of small molecule such as TCs.



## 불소이온측정기와 C-IC를 이용한 치약 내 불소 정량 분석 Quantification of Fluorine in Toothpaste using F Ion meter & C-IC

유지은, 최혜원, 박지현, 왕만식, 정재학\*

(사)KOTITI 시험연구원

1964년, P&G사에서 불화주석으로 만든 불소치약이 출시된 이후로 일불소인산나트륨, 불화나트륨 등의 형태로 불소를 함유하는 제품의 개발이 진행되었으며, 국내에서는 1970년대 최초로 일불소인산나트륨으로 만든 어린이 치약이 출시되었다. 불소는 세균이 만드는 산에 대한 저항성을 높여 충치를 예방하는 효과가 있지만, 과량을 섭취하면 위장장애, 오심, 구토 심한 경우 사망에 이르기에도 하는 부작용이 있기 때문에 불소의 함량을 규제하는 것은 매우 중요하다. 이에 식품의약품안전처(식약처)에서는 대한약전 (의약품각조 4부 의약외품)내 일불소인산나트륨·이산화규소 페이스트' 시험법을 제정하여 적정 불소 섭취량을 규제하고 있다.

본 연구에서는 대한약전에서 제시하는 '일불소인산나트륨·이산화규소 페이스트' 시험법의 주요 조건을 검토하고 결과에 영향을 줄 수 있는 몇 가지 인자를 도출하여 최적의 시험법을 설정하였다. 시험은 3인자에 대해서 2회 수준 시험으로 측정시간, TISAB 용액의 유무, 불소이온측정기 종류에 따라 진행하였고, 주요 3인자를 제외한 조건은 동일하게 설정하였다. 조건 별 시험을 진행하여, TISAB의 첨가유무와 측정시간이 주요한 요소로 작용함을 알 수 있었고 시험자간 비교시험과 선진 기기분석법인 연소-이온크로마토그래피법(C-IC) 장비와의 교차검정으로 분석방법의 적합성을 확인하였다.

시중에서 판매하고 있는 치약 중 다섯 가지를 선별하여 회수율을 확인한 결과, 이온전극법은 평균 101.2 %, C-IC법은 99.5 %를 나타내어 두 장비가 큰 유의차 없이 유효한 결과를 나타내었다. 앞선 연구를 살펴볼 때, 불소이온측정기는 상용화된 기기로 누구나 쉽게 접할 수 있는 장점이 있으나, 다양한 매질에 따른 방해인자가 있어 여러 인자들을 최적화 시키는 과정이 필요함에 따라 현장 작업자의 높은 숙련도가 요구된다. 반면 C-IC는 별도 시료 전처리 과정 없이 시료 자동 도입 후 전 과정이 연속으로 분석되어 분석시간도 짧고 결과 신뢰성도 높아서 매우 효율적인 방법이다. 따라서 이러한 장점을 가진 C-IC 장비를 이용한 불소 함량측정법을 신규 시험법으로 제안하고자 한다.

### 참고문헌

1. 식품의약품안전처 고시 제2015-33호 의약외품에 관한 기준 및 시험방법
2. 대한민국약전 제2016-147호 의약외품각조 4부 의약외품
3. IEC 62321-3-2 (ED2.0), Screening of halogen in polymer and electronics by C-IC
4. KS M 0180, 산화 열가수 분해후 이온크로마토그래프 컬폴에 의한 할로젠(F, Cl, Br) 및 황의 시험 방법

**Analysis by ICP-AES in accordance with the ICH Q3D  
guideline for elemental impurities**

박미선

동일시마즈(주)

Analysis of elemental impurities is one of the safety assessments required in the field of pharmaceuticals. At the International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use: ICH, various guidelines were established and harmonized between Japan, Europe, and the US, including guidelines for elemental impurities in pharmaceuticals, referred to as the ICH Q3D, Guideline for Elemental Impurities. For the analysis of elemental impurities, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICPMS) could be used. Of these, ICP-AES is the most convenient, offering quick and easy multi-element analysis, and low running costs. Here, we conducted analysis of 24 elements according to the ICH Q3D guidelines using the Shimadzu ICPE9820 multi-type ICP atomic emission spectrometer. The ICPE-9820 offers simultaneous all element analysis with high sensitivity and high precision, while delivering high throughput. Low running costs are achieved by a unique combination of the reduced-flow mini-torch and vacuum optics, thereby reducing the overall consumption of argon.

## XRF를 이용한 Mold Powder 중 불소 정량분석 연구

김상헌\*, 김헌태, 이영호

현대제철 기술연구소 기술지원팀

Mold powder는 정련된 용강을 고체화시키는 연속주조 공정에서 주형에 사용되는 자재로  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$  3성분계의 용점이 낮은 Slag 조성 Flux이다. 이 Mold powder는 조업 안정 및 주편 표면 품질에 영향을 미친다. 특히 Mold powder 중 불소는 Mold powder의 점도 및 응고온도를 제어하여, 주형과 응고된 용강 간의 원활한 유회 작용과 용강에서 발생한 탈산 생성물을 부상 흡수 또는 용해하여 가스 결함 발생을 방지한다. 최근 고급강의 수요가 증가함에 따라 표면 품질에 영향을 미치는 Mold powder의 분석량도 증대 되고 있는 실정이다.

일반적으로 Mold powder 중 불소분석은 시료를 증류 또는 알칼리 용제로 용해하여, 불소를 용액으로 추출한 다음, Ion Chromatography 또는 Ion Selective Electrode로 측정한다. 하지만, 위의 분석법들은 분석시간이 많이 소요되며, 분석절차가 까다롭고 복잡하여 분석자간 편차가 크게 나타난다. 또한 다량의 유해화학물질을 사용하여 분석실의 환경과 분석자의 안전을 저해시키는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 위의 단점을 보완한 Fusion bead 전처리 방법과 XRF를 사용하여 불소 정량분석을 수행하였다. Fusion bead 제조 및 XRF 측정의 최적 조건을 도출하였으며, 검출한계는 0.09 %로 측정되었다. 분석 신뢰성 확보를 위해 Slag 및 Mold powder 인증표준물질을 이용하여 회수율을 측정하였으며, 측정결과 95 % 이상의 높은 회수율을 얻을 수 있었다. 또한 용도 별 다양한 Mold powder 분석을 통하여 우수한 재현 정밀도를 확인 할 수 있었다.

## XRF를 이용한 지르코니아 내화물 분석 기술

김승호\*, 김상헌, 윤혁원, 김헌태, 이영호

현대제철 기술연구소 기술지원팀

내화물은 고온에 견디는 물질로, 적어도 1,000 °C 이상 고온에서 연화하지 않고 그 강도를 충분히 유지하며, 화학적 작용 등에도 견딜 수 있는 재료이다. 그 중 지르코니아 내화물은 용강의 갑작스런 변화를 이겨낼 수 있는 높은 내열충격성, 노즐 내벽에서 응고를 방지할 수 있는 저열전도도, 몰드파우더에 대한 화학적 내침식성을 필요로 하는 연주 공정에서 텀 디쉬용 슬라이드 게이트에 주로 사용되고 있다. 따라서 공정 안정 및 효율성을 위하여 신속한 분석을 필요로 한다.

일반적으로 지르코니아 분석방법은 ICP-OES 및 습식 분석법을 사용하고 있다. 이는 주로 산처리 또는 용액화 등에 의해 분석해야 하는 난용성 무기물의 원소분석에 많이 이용되는 방법이다. 기존의 ICP-OES 및 습식 분석법은 시료 전처리에서 오염이 야기되거나, 분석 절차가 복잡하고 소요시간이 길어 측정오차가 발생할 가능성이 높다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 지르코니아 내화물의 신속하고 친환경적인 분석 기술개발을 위해 글래스 비드를 이용한 XRF 정량분석을 수행하였다. 시료와 용제비를 조절하여 최적 글래스 비드 제조조건을 도출하였고, 10종의 인증 표준물질 및 12종의 고순도 시약을 배합하여 검정 곡선을 작성하였다. 분석 정확성 검증을 위해 인증표준물질을 이용해 회수율을 측정한 결과 97% 이상의 높은 회수율을 얻을 수 있었다. 또한 5개의 동일 샘플 글래스 비드를 제작하여 재현 정밀도 측정하였으며, 그 결과 우수한 재현 정밀도를 확인할 수 있었다.

**Phase analysis of each layer on a coating glass by  
grazing incident X-ray diffraction (GIXRD)**

Lee, Ji-yeon

KCC Central Research Institute

In conventional X-ray diffraction with large incident angles, an incident x-ray beam penetrates deep into a substrate of a film sample. To limit the incident X-ray beam to the surface, grazing-incidence x-rays are useful tool and developed. At an incident angle near or below the critical angle for total reflection, the incident beam is evanescent and penetrates only the top 10 nm or less into the surface. There is also an enhancement in the intensities at the surface. At incident angles near to the critical angle, X-rays are enhanced by 2-4 times at the surface over the intensities in the bulk. Small penetration depths and intensity enhancement make possible the use of X-rays for the characterization of surfaces, interfaces between layers and thin films.

A coated glass has many layers on the surface which are deposited by sputtering. The thickness, phase and crystallinity of each coated layers are important factors to improve insulation efficiency. To figure out the factors, there are two methods, transmission electron microscope (TEM), X-ray diffraction (XRD). Especially, GIXRD is the only method to check the phase and crystallinity of each layer.

In this study, we measured the each phases and crystallinity of multilayer with GIXRD. And we set up a detail conditions to measure coating glass with GIXRD. It is expected to apply to other samples, except for coating glass

**Analysis of silicone modified polyester resin in paint by inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES)**

Miri, Kwon<sup>1</sup>, Kiwoong Jeong<sup>2</sup>, Young-woong An<sup>3</sup>

Analysis Team, KCC Central Research Institute

There are many type of paints classified by purpose. Paints are composed of pigments, solvents, resins, additives. The type of paint is determined by mixing ratio of paint factor. Especially, resin mixing ratio plays an important role in weatherability paint performance. But there have been no obvious quantitative analysis method about resin so far.

This experiment purpose is to analyze silicone resin in paints that are mixed with two resin and other factors. Direct organic analysis of Inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy (ICP-OES) was used for silicone quantitative analysis. And we analyzed the type of polyester resin through NMR and IR. We were able to know approximate mixing ratio of regular polyester resin and silicone modified polyester resin by silicone quantitative analysis. We compared raw resin content and resin content in faints having a complex matrix. Before ICP-OES preprocess, we separated resins from paint of complex matrix by using centrifugation and dry way. Preprocess of ICP-OES direct organic analysis method was a simple dilution of sample. and the consistent results of silicone resin rate was confirmed by ICP-OES. Concentrations of calibration were 0.5, 1, 10, 20ppm and I used N-Methyl-2-pyrrolidone (NMP) as diluted solution.

## 세라믹 원료 장석광물의 미량성분 정량분석

정민기, 임지수<sup>1</sup>, 이현아, 김현구<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>대덕분석기술연구소,

<sup>2,\*</sup>한국세라믹기술원 수도권시험분석 기업지원센터

장석 (Feldspar)은 지각의 60%를 차지하는 (K, Na, Ca, Ba, Rb, Sr, Fe) Al(Al, Si)<sub>3</sub>O<sub>8</sub>의 복잡한 화학조성을 가진다. 유리 도자기 공업에서 주원료로 쓰이는 장석은 소다, 카리 및 칼슘 성분이 고용체 형태로 함께 혼재된 채 부존되어 있다. 소다 장석은 유리산업에서 선호되는 반면 카리장석은 요업계에서 선호된다. 이태리와 미국이 생산과 소비에서 상위를 점하고 있으며 세계적으로 연간 약 9백만톤 가량 생산 및 소비가 되고 교역량도 약 150만톤 규모가 되는 것으로 보고 있다. 우리나라의 내수량도 60만톤 수준이나 약간씩 증가하는 추이를 보이고 있고 생산량도 원광 처리능력의 확충으로 증가되고 있다. 특히 도자기 유리원료 범랑의 유약 등에 다양하게 사용되는 장석광물의 활용도를 높이기 위하여 주성분 및 미량성분의 정량분석이 필요하다. 또한 도자기의 유약이나 안료의 발색에 따른 금속 원소들은 유약이나 안료의 성분으로 언제나 발색되는 금속원소인 바나듐, 우라늄, 크로뮴, 망가니즈, 철, 니켈, 코발트, 구리와 사용조건에 따라 발색되는 금속인 타이타늄, 카드뮴, 안티모니, 비스무트 그리고 유약이나 안료에 색소로서 작용하지 않는 금속인 리튬, 소듐, 포타슘, 마그네슘, 칼슘, 스트론튬, 바륨, 붕소, 알루미늄, 규소 등이 있다.

본 연구에서는 ICP-AES와 ICP/MS에 의한 미량성분을 정량분석하고 이에 대한 활용을 검토하였다.

## 장석광물의 화학 및 기기분석에 의한 정량분석

김건한, 정은숙<sup>1</sup>, 최병인, 안상호<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>대덕분석기술연구소,

<sup>2,\*</sup>한국지질자원연구원 기술사업화센터

장석의 용도는 이용 목적에 따라서 다음과 같이 구분할 수 있다. 첫째는 장석의 물리적 특성을 이용하는 것으로 ① 용융온도가 낮은 특성을 이용하는 용제로서의 도자기의 소지 및 유약용과 법랑칠기의 유약용이며 ② 용융물의 점성이 크고 결정화하기 어려운 특성을 이용하는 점결제로서의 용도는 연삭제, 연마제, 내화벽돌의 결합제용과 유리섬유, 용접봉의 용착 결합제용이 있다. 둘째는 장석의 화학 성분을 이용하는 것으로서 ① 장석의 주성분을 이용 목적으로 하는 판유리, 병유리, 관유리 등 유리제품용이며 ② 특정 성분만을 이용 목적으로 하는 칼리 성분의 추출용 또는 가용성 칼리비료의 제조용이다. 셋째는 분체로서의 특성을 이용하는 것으로 고무, 페인트, 플라스틱의 충전제로서의 용도가 있으나 아직 국내에서는 조사된 바가 없다. 이와같이 용도에 맞게 사용하려면 정확한 조성을 정량분석 하여야 한다. 또한 장석분석에는 KS E 3806 장석분석방법 : 1993( 2013확인 )이 사용된다. 장석의 특성을 평가함에 있어 화학성분을 주이용 목적으로 하는 경우 화학성분 정량분석 결과로부터 유용 성분과 유해성분의 함유량을 기준하여 품질을 쉽게 판정할 수 있다.

본 연구에서는 국내 장석의 품위 판별을 위하여 화학분석과 기기분석에 의한 정량분석을 하였다. 전통적 화학분석법에 의한 정량분석은 분석시간이 많이 소요되므로 신속한 정량분석을 위하여 XRF, ICP-AES, ICP/MS, AAS를 사용하는 표준규격의 제정 및 분석용 표준물질의 개발 보급이 필요하다.



## 편광유지광섬유의 미량 원소 분석 연구

최성환<sup>1</sup>, 이민영<sup>1,2</sup>, 이상배<sup>3</sup>, 이재균<sup>4</sup>, 박경수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연구원 특성분석센터, <sup>2</sup>경희대학교 화학과,

<sup>3</sup>한국과학기술연구원 나노포토닉스연구센터,

<sup>4</sup>한국과학기술연구원 뇌의약연구단

편광(Polarization)이란 전기장, 자기장 또는 전자기장 벡터의 시간에 따른 궤적을 말하며 그 궤적이 직선의 일부를 이루는 경우는 선형 편파, 타원을 이루는 경우는 타원 편파, 원을 이루는 경우는 원 편파라고 한다. 편광유지광섬유 (PMF, Polarization Maintaining Fiber)는 전송광의 강약, 위상, 편광면을 유지하여 정보를 적극적으로 이용하여 고정밀도의 계측에서의 센서부나 광 부품 및 광 집속화로와 결합 등에 이용되고 있다.

이러한 편광유지의 광섬유에서 B과 Ge은 그 함량에 따라 굴절률이 달라지게되며, 이로 인해 광학적 성질이 달라지게된다.

본 연구에서는  $\mu\text{m}$ 단위의 분리능을 갖고 particle을 일정하게 생성시키는 femtosecond laser와 ICP-MS를 coupling 하여, detection sensitivity와 resolution이 뛰어난 fsLA-ICP-MS를 이용하여 시료의 특성에 맞는 분석법을 개발하여 fiber 단면의 위치 별 B과 Ge 함량을 분석하였다.

그 결과, 유의성 있는 결과를 얻을 수 있었다.

## Comparison of analysis method on recycled ferrovanadium metal from urban mines

이경미\*, 이연숙, 정연정

한국산업기술시험원 재료기술센터

도시 광산을 통해 재 자원화된 금속의 정부비축을 위한 기반구축 사업을 통해 선정된 재생금속 중 페로바나듐을 대상으로 관리원소 및 기준을 결정하고, 각 원소별로 현장에서 적용 할 수 있는 시험방법을 비교하고 최적화 하였다.

현재는 재생산되는 페로바나듐은 많지 않으나 주로 재활용되는 금속은 철이며 주성분인 철을 재사용하기 때문에 X-선 형광 분석법을 이용한 시험방법과 각 분석원소에 대한 최적화된 시험방법을 제시하였다.

페로바나듐 분석방법을 위해 KS, ASTM, JIS 표준을 검토하였고, 분석 원소에 따라 적정법, 기체부피분석법, 무게분석법, 전기전도도법, 전기량법, 적외선흡수법, 흡광광도법, ICP-OES나 AAS를 이용하는 기기분석 방법 등 다양한 분석방법들이 적용되었다.

따라서 본 연구에서는 인증표준물질 2종을 대상으로 규격에 따른 습식분석법과 건식분석법을 이용하여 분석결과를 도출 하고 비교하였다.

## Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융법 및 ICP-OES에 의한 폐촉매 중 Pt, Pd, Rh 분석

Platinum, palladium, rhodium analysis in spent catalyst by sodium peroxide fusion and ICP-OES

최원명, 이덕환, 음철현\*

한국지질자원연구원 지질자원분석센터

본 연구에서는 난용성 폐 촉매 중 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rh)을 ICP-OES로 정량하기 위한 방법을 최적화 하고자 하였다. 실험 방법의 정량성을 확보하기 위해 폐 촉매 표준물질(reference material)이 분석되었으며, ICP-OES로 폐 촉매를 분석하기 위한 시료 분해 방법으로 각각 혼합산 분해법, 극초단파 분해법, 과산화나트륨(Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 용융법들이 비교 사용되었고 분해된 용액을 별도의 분리과정 없이 ICP-OES로 분석하였다. 혼합산 분해방법 및 극초단파 분해법에 의한 Pt, Pd, Rh의 분석 결과 낮은 회수율이 얻어졌으나 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융 후 ICP-OES에 의한 Pt, Pd, Rh의 분석 결과 약 98%에서 104%의 회수율과 100 µg/g의 방법검출한계를 얻을 수 있었으며, 혼합산 분해법 및 극초단파 분해법과 달리 시료를 완전히 분해시킬 수 있었다. 수십 g의 시료를 처리하는 fire assaying 및 ICP-OES 방법에 비하여 소량인 0.1 g의 시료를 분해하였으나 분석 결과의 상대표준편차가 5% 이하(n=3)로 얻어졌으며 폐 촉매 중 Pt, Pd, Rh의 함량이 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융 및 ICP-OES에 의한 방법검출한계인 100 µg/g 이상으로 높기 때문에 고함량의 알루미늄(Al)과 수 퍼센트의 마그네슘(Mg), 지르코늄(Zr) 등을 함유한 폐촉매 시료 중 ICP-OES에 의한 Pt, Pd, Rh의 분석 시 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융법이 가장 적합함을 알 수 있었다. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융법으로 난용성 폐촉매를 완전히 분해한 후 ICP-OES에 의해 Pt, Pd, Rh을 정량할 수 있었으나, 기타 미량원소에 대한 인증 값을 가지는 표준물질들을 대상으로 다양한 시료 분해법 및 분석방법에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

**A study on the standardization for the analysis method of recycled  
Ferro-Molybdenum metals through the urban mining**

Young-ki KIM, Deok-jun KWEON, Yong-Hyun Lee, Beom-goo HWANG, Sun-il KIM

Materials & Components Research Institute, Korea Testing & Research Institute

South-Korea is dependent on imports for most of the major metal resources. The consumption per capita of metal resources is the highest in OECD countries. Rare metal reserves, which are essential for high-tech industries is terribly low, and are concentrated in some countries. In addition, it's getting intenser to compete for resources, and it is necessary to recover metals recycling through urban mining in order to hold domestic demands. However, it is a problem that the recycling has been done without proper quality specifications and test method validations for them as provided by the manufacturers when the rare metal resources are imported. In this study, it is considered to be factors such as current recycling technology level, rare metals being stockpiled by the government, and a lot of items industries need. First of all, it is proposed about Ferro-Molybdenum specification standard and test method validation. The test method was finally verified by applying factors like matrix matching calibration which can be effective in selecting wavelength to avoid matrix effects at Inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES). The other elements that cannot be measured by ICP-OES was quantified by each particular methods such as Infrared absorbing method and Gravimetric determination. It involves Precision, accuracy, recovery, linearity, and MDL(Method Detection Limit). Also, the specification and test method can be applied to the GR authentication for recycling metals.

## **A study on the standardization for the analysis method of recycled molybdenum oxide through the urban mining**

Deok-jun KWEON, Young-ki KIM, Yong-Hyun Lee, Beom-goo HWANG, Sun-il KIM

Materials & Components Research Institute, Korea Testing & Research Institute

South-Korea is dependent on imports for most of the major metal resources. The consumption per capita of metal resources is the highest in OECD countries. Rare metal reserves, which are essential for high-tech industries is terribly low, and are concentrated in some countries. In addition, it's getting intenser to compete for resources, and it is necessary to recover metals recycling through urban mining in order to hold domestic demands. However, it is a problem that the recycling has been done without proper quality specifications and test method validations for them as provided by the manufacturers when the rare metal resources are imported. In this study, it is considered to be factors such as current recycling technology level, rare metals being stockpiled by the government, and a lot of items industries need. First of all, it is proposed about Molybdenum Oxide specification standard and test method validation. The test method was finally verified by applying factors like matrix matching calibration which can be effective in selecting wavelength to avoid matrix effects at Inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES). The other elements that cannot be measured by ICP-OES was quantified by each particular methods such as Infrared absorbing method. It involves Precision, accuracy, recovery, linearity, and MDL(Method Detection Limit). Also, the specification and test method can be applied to the GR authentication for recycling metals.

## 미이용 농업 자원인 밀짚을 적용한 고분자 복합재료 제작연구

이희성<sup>1</sup>, 안도 요슈토<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원, <sup>2,\*</sup>큐슈공업대학교

전 세계적으로 환경부하를 줄이기 위한 하나의 방법으로 화학제품이나 천연원료의 사용을 줄이거나 새롭게 대체하는 연구가 활발하게 진행되어지고 있다. 이 중에서 바이오매스 자원의 이용법에 관심이 쏠리고 있다. 특히 밀짚과 볏짚 같은 농업잔류폐기물은 자원으로 풍부하게 존재했으며, 저 환경 부하형 재료가 될 수 있는 매력을 가진다. 그러므로 본 연구에서는 식물계 바이오매스의 순환 이용을 목적으로 미이용 농업 자원의 물리적 화학적 특성을 살릴 수 있도록, 밀짚과 고분자 재료의 사용성을 개선하는 방법에 주목하였다. 먼저 수용성 폴리머와의 개면 결합력을 높이기 위한 천연섬유의 표면개선 방법으로 Vapor-phase-assisted Surface Polymerization (VASP: 기상중합법)과 과열수증기(SHS: Super-heated steam treatment) 전처리 법을 적용하여 천연섬유의 표면을 개선 후, 고분자 복합재료를 제작하여 특성을 조사하였다. 제작된 복합체의 내열성은 미처리된 복합체에 비해 저하(SHS처리)와 향상(VASP처리)된 두 가지 결과가 나타났으며, 특히 VASP처리된 복합체의 경우, 충전재로 사용된 밀짚섬유의 표면에 코팅된 PMMA의 영향으로 내열성이 증가되었다. 물성측정에서는 미처리 섬유를 적용한 복합체의 경우 섬유 함유량이 많아질수록 물성은 서서히 저하되며 탄성률은 증가되었다. 이는 물성이 약한 복합재료를 형성시키게 되며 복합체 내부에 섬유의 분산성이 낮은 것으로 추측된다. SHS처리 복합체에서는 200 °C, 1h 처리 조건을 적용한 복합체에서 미처리 복합체보다 물성이 증가되었지만 230 °C, 1h 처리 조건을 적용한 복합체에서는 물성이 저하되었다. 이는 과도한 전처리는 섬유를 구성하는 헤미셀룰로오스의 성분을 저하시켜 섬유 특유의 물성이 저하된 결과에 기인한다. 또한, 분말의 비중이 저하되어 동일한 무게비로 혼합 시, 함유량이 더 증가되기에 과도한 충전재 사용으로 인한 물성저하 결과를 초래한 것으로 판단된다. VASP처리 복합체에서는 다른 시편보다 높은 물성을 나타내었으나 탄성률은 전체적으로 낮게 나타났다. 이는 비교적 강하고 끈기 있는 복합 재료를 형성되었으며 분말의 분산성이 향상되었음을 시사한다. 미처리 복합체와 비교하여 급격한 물성 증가나 저하는 보이지 않았지만 바이오 복합체에서 주로 적용하는 30 wt%를 기준으로 제작한 4 ~ 5 %의 물성 증가율을 보이고 있다. SHS와 VASP의 전처리는 조건에 따라 여러 가지 조건에 대한 제어가 가능하며 특히 VASP의 경우 사용되는 모노머의 변경으로 인한 복합체 물성제어가 가능할 것으로 판단된다. 이후의 연구로는 전처리 조건의 변경에 따른 물성 제어의 가능성을 연구할 예정이다.

## GD-MS 및 LA-ICP-MS를 이용한 고순도 SiC 웨이퍼 중 극미량 불순물 원소 분석

정세훈\*, 김선혜, 정성욱

포항산업과학연구원(RIST) 분석평가그룹

'N-type' SiC (silicon carbide)는 전력 소자에 널리 사용되고 있는 첨단 반도체 소재로써 품질 확보를 위해서는 B, Al, Ti, V, Fe 등의 원소를 포함한 극미량 분석이 매우 중요하다. 그러나 SiC 웨이퍼는 일반적인 방법으로 전처리가 어렵기 때문에 극미량 분석이 매우 어렵다. 본 연구에서는 GD-MS (glow discharge mass spectrometry)와 LA-ICP-MS (Laser ablation inductively coupled plasma spectrometry)를 이용하여 고순도 SiC 웨이퍼의 불순물 원소를 정량 분석하였다. GD-MS 분석에 사용된 장비는 fast-flow 방식으로, glow discharge current와 Ar gas flow rate은 각각 30 mA 및 400 mL/min으로 분석하였다. 정량 결과 산출을 위해 철강 매질의 인증표준물질(certified reference materials)을 사용하여 보정된 RSF(relatedly sensitivity factor)를 사용하여 계산했다. LA-ICP-MS 시스템은 213 nm Q-switched Nd:YAG 레이저를 이용하였으며, single spot 모드로 He carrier gas로 20 Hz 펄스 속도로 샘플링한 후 ICP-Q-MS로 분석을 했다. LA-ICP-MS의 정량은 유리 매질의 NIST612 인증표준물질을 이용한 결과와 GD-MS 분석결과를 이용한 결과를 비교 분석하였다. LA-ICP-MS결과와 GD-MS 결과는 비교적 잘 일치하였으며, mg/kg 이하의 극미량 농도 영역에서 고순도 SiC 웨이퍼를 신속하게 분석할 수 있는 기술로 널리 활용될 수 있을 것이다. 특히 GD-MS는 벌크한 조성에 대한 분석 결과를 제공할 수 있으며, LA-ICP-MS는 공간 분해 분석에 활용될 수 있을 것이다.

## 접지자재 가속시험법 개발을 위한 토양 성분 분석

김성남, 김선혜, 이동길, 박신화\*

포항산업과학연구원 분석평가그룹

전주, 가로등, 배전반 등의 전기 설비는 낙뢰 및 서지에 의한 전기적 안정성을 확보하고 누전으로 인한 각종 사고를 예방하기 위해 전기 접지자재를 사용한다. 구리 및 아연 도금 접지자재는 피뢰침 및 변압기와 같은 전신주에 설치된 중성 부품의 접지 장치 구축에 전 세계적으로 널리 사용되고 있다. 우리나라에서도 구리 및 아연 도금 접지자재, 등근 콘크리트 전극, 전도성 콘크리트 등을 매설하여 피뢰 시스템을 구축하고 있다. 접지 전극의 선정과 관련하여 ES 기술 표준은 단기 성능 시험인 구조 검사, 재료, 인장 시험 및 전류 시험을 기본으로 한다. 그러나 전극의 접지자재의 성능에 영향을 미치는 접지 전극의 장기 수명을 예측하기 위해서는 재료 특성, 토양 환경, 작동 조건을 고려한 전극의 장기 성능 기준이 필요하다. 특히, 내 부식특성을 평가하는 것은 장기간의 성능을 결정짓는 중요한 요소이다.

본 연구에서는 토양 물질의 적용 기준 및 전극의 접지 저항에 영향을 미치는 예상 수명을 설정하는데 유용한 토양 가속시험법 개발을 위해 기존의 토양 관련 환경시험 방법을 검토한 후 이와 관련하여 접지자재가 매설된 현장의 토양을 분석하였다. 현장에서 토양의 pH, 전기전도도, 함수율을 토양측정 장비를 이용하여 측정하였다. 토양의 무기 성분과 부식성 이온을 측정하기 위해 현장에서 토양을 채취한 다음 실험실에서 토양과 물의 비율을 1 : 5로 하여 토양에 있는 금속이온 및 부식성 이온을 용출시켰다. 상층액 중 일부를 종이 필터에 떨어뜨린 다음 X-선 형광 분석기를 이용하여 무기원소 및 부식성 이온의 농도를 측정하였다.



## ICP-AES를 이용한 LCO계 폐 리튬이온전지 스크랩의 화학조성 분석기술

양정환<sup>1</sup>, 정세훈<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>(재)포항산업과학연구원 분석평가그룹 화학조성섹션

널리 사용되어왔던 1세대에서 2세대에 걸친 LCO계 폐 리튬이온전지의 재활용을 위해 Li, Co 등의 유가금속을 회수하여 다시 이차전지 전극물질로 공급하는 방안이 제시되고 있다. 이러한 과정에서 유가금속을 효과적으로 회수하기 위한 기초자료로 폐 리튬이온전지를 구성하고 있는 화학조성의 정확한 분석이 요구되고 있다. 본 연구에서는 LCO계 폐 리튬이온전지 스크랩을 자가표준시료와 함께 1) close 및 2) open 환경에서의 왕수분해 후 산·알칼리 용융법과 3) 과염소산, 염산, 질산, 불산 분해법으로 전처리를 하여 Co, Li, Al 등의 화학조성들을 ICP-AES (Inductively coupled plasma - atomic emission spectrometer)로 분석하였다. 미량 존재하는 불순물들은 Co, Li 매질의 분광학적 간섭을 조사하여 정량하기에 적합한 파장을 선택하였다. 검량선을 작성하고 자가표준시료의 측정결과를 통해 정확성과 재현성, 측정 불확도 및 정량하한을 산출하여 유효성을 검증하였다. 그 결과 수십 % 단위의 주성분부터 수 mg/kg 단위의 불순물까지 신뢰성 있는 분석결과를 얻었다.

**난연제의 C-IC 분석 시 무기염소이온 제거를 위한 전처리 분석법 연구**  
Study on Pretreatment Method to Remove Inorganic Chlorides for Combustion-Ion  
Chromatographic Analysis of Flame Retardant Products

김주양<sup>1</sup>, 배중혁<sup>2</sup>, 심재윤<sup>2</sup>, 조영달<sup>1</sup>, 최은경<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 산업용섬유그룹, <sup>2</sup>한국생산기술연구원 스마트섬유그룹

\*Corresponding author: ekchoe@kitech.re.kr

브롬계 난연제는 RoHS (Restrictions of Hazardous Substances in Electrical & Electronic Equipments, Directive 2002/95/EC)에서 뿐만이 아니라 의류용, 실내용 및 자동차 내장재용 등의 섬유제품에서도 규제되고 있으며, REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, Regulation (EC) No 1907/2006)에서 화학물질의 유해성 자료가 보완되고 새로이 평가를 받아 위해관리가 엄격해지면서 규제 난연물질도 증가하고 있다. IEC 62321(Determination of certain substances in electrotechnical products)에서는 개별 규제물질의 분석법 표준뿐만 아니라 IEC 62321-3-1 및 IEC 62321-3-2를 통해 각 X선 형광 분석법과 연소-이온크로마토그래피(Combustion-IC)에 의해 총 브로민 스크리닝 분석법 표준도 제공하고 있다. 일부 염소계 난연제로도 규제가 확장되면서, 산업계에서는 C-IC분석을 활용하여 브롬뿐만 아니라 염소도 검출되지 않도록 공급망을 따라 품질 관리를 하고 있는 현황이다.

본 연구에서는 인계 난연물질 합성 시 염화포스포릴 출발물질로부터 부산물로 생성되는 염산에서 유래하는 무기염소이온이 난연제와 난연제로 처리한 인조피혁원단의 C-IC 분석 시, 검출되는 지를 평가하였고, 난연제의 C-IC 분석의 목적인 유기할로겐(organic halogens) 함유 확인을 위해 무기염소 이온 제거를 위한 수세 및 열처리 등의 전처리 방법을 확립하였다. 이 외에도 X선 형광 분석법 및 C-IC 분석 시 난연물질에서 유래하지 않은 False positive 결과를 주는 사례도 같이 논의해 보기로 한다.

## 공산품에서 나프탈렌 검출의 원인 규명

Elucidation of Source of Naphthalene in Consumer Products

송문환, 조영달, 최은경\*

한국생산기술연구원 환경규제기술센터 유해물질분석실

\*Corresponding author: ekchoe@kitech.re.kr

나프탈렌은 석유 혹은 석탄이 주요 공급원으로 나프탈렌술폰산, 1- 및 2-naphthol 등을 거쳐 다양한 염료, 안료, 의약품 등으로 합성되며, 나프탈렌계 콘크리트 감수제(유동화제), 섬유염료용 분산제, 고무용 분산제, 농약용 분산제, 라텍스용 분산제, 인디고, 정밀화학 중간체(예로, 프탈산 무수물, 안트라퀴논, 나프톨 유도체), 살충제, 목재 방부제, 합성수지, 윤활제 등 정밀화학의 다양한 분야에서 기초 원료로 사용되고 있다. 나프탈렌은 벤조피렌으로 대표되는 다환방향족 탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)에 속하며, 대기 및 신전유/타이어를 대상으로 했던 PAHs 규제가 유럽에서 2015년 12월 고무나 플라스틱 완제품으로 확대 시행되면서, 나프탈렌의 미량 함유로 인한 제품의 수출클레임이 발생되고 있다.

본 연구에서는 18종 PAHs의 GC-MS 분석에 의해 제품에서의 PAHs 함유 사례 및 수출클레임이 된 나프탈렌 함유 사례 유형을 비교해 보았고, 특히 후자의 경우 해당 제품의 생산 공정 및 투입 케미컬에 대한 조사 및 분석으로 나프탈렌이 검출된 원인을 규명해 보았다. 18종 PAHs의 속슬릿 추출에 의한 회수율이 DCM, 헥세인, 혹은 톨루엔 사용 시 모두 95%~105%로 측정되었던 선행 연구를 근거로 ZEK 01.4-08에서 제시한 톨루엔을 대체하여 헥세인을 추출 용매로 사용하여 전처리 시에 높은 비등점으로 농축이 어려운 점을 해소하였다.

## 미지 제품 확인을 위한 분석체계도 개발 및 섬유용 발수제 분석

Development of Analytical Scheme for Target Unknown Products and  
Analyses of Water Repellent Agents

송문환, 박광서, 손승환, 김영숙, 조영달, 최은경\*

한국생산기술연구원 산업용섬유그룹

\*Corresponding author : ekchoe@kitech.re.kr

생식독성(잔류성·생물농축성·독성)으로 인해 그 사용이 금지 혹은 제한되고 있는 C8 과불화합물(탄소사슬 8개 이상) 기반의 섬유용 불소계 발수제를 대체할 수 있는 면, 나일론 및 폴리에스테르 섬유용 발수제 개발이 선진국에서 주도되고 있다. 단계적으로 free PFOA 함유를 줄인 C8-과불발수제, C6-과불발수제, C6과불-비불소계 혼합 발수제, 비불소계 발수제를 개발하면서 2010/2015 PFOA Stewardship Program이 일단락된 2015년을 전후로 주요 섬유 생산지역인 아시아에서 판촉을 본격화되고 있다. 선진국과의 기술격차를 줄이고 선진국 제품의 국내 및 세계 시장 독점을 막기 위해서 국내에서도 기술개발이 진행 중이다.

본 연구에서는 FT-IR, TGA, HSS-GC/MS, SEM-EDX, XRF, ICP-OES, TD-GC/MS, Py-GC/MS, MALDI-TOF, GPC 분석을 이용한 분석체계를 확립하여, 유럽, 일본, 미국의 세 개 국가에서 주도하고 있는 섬유용 비불소계 발수제 7종을 수집하여, 고형분율, 물/용매/발수물질/무기물 함량비율, 용매 및 첨가제, 주요 발수물질 성분 및 구조, 발수물질의 분자량을 분석하면서 개발 동향을 파악해보기로 한다.

## 긴 탄소사슬의 지방산 에스터기를 갖는 화합물의 TD-GC-MS 및 Py-GC-MS 분석 시의 거동 연구

Gas Chromatographic Behavior of Compounds with Long-Chain Fatty Acid Ester Group Thermally Desorpted and Prolyzed

송문환, 조영달, 최은경\*

한국생산기술연구원 산업용섬유그룹

\*Corresponding author: ekchoe@kitech.re.kr

긴 탄화수소 사슬은 발수성 혹은 유연성을 필요로 하는 다양한 용도에 맞추어 고분자 측쇄나 다수 반응기를 갖는 코어 분자 등에 에스터기나 이소시아네이트기를 통하여 분자량이 큰 화합물로 합성되어 산업계에서 사용되고 있으며, 이에 탄화수소 사슬 길이를 확인할 필요가 종종 대두된다.

본 연구에서는 C18 Stearic acid와 C9-, C10- 위치에 이중결합을 갖는 C18 Oleic acid가 각 3당량씩 에스터기로 결합된 두 가지 모델 화합물을 이용하여 300 °C에서 열탈착시킨 후 GC-MS 분석을 하는 방법과 600 °C에서 열분해시킨 후 GC-MS 분석을 하여 화합물간 비교 및 열탈착 및 열분해간의 비교를 통하여 에스터기를 갖는 긴 사슬 알킬기의 거동을 연구하였다. 전자의 TD-GC-MS 분석에서는 C16 acid 및 C18 acid가 피크면적비로 85%를 차지하였고, Py-GC-MS 분석에서는 C16 acid 및 C18 acid의 주 피크 외에 n-alkane/n-alkene pair (n=7~17)로 이루어진 피크가 특징적이다. 후자의 화합물은 TD-GC-MS 분석 시 9-Octadecenoic acid 및 Hexadecanoic acid가 주 피크로 검출되었고, Py-GC-MS 분석 시, n-alkane/n-alkene 외에 diene이 검출되는 것과 9-Octadecenoic acid 및 Hexadecanoic acid의 주 피크 외에 미량이지만 Heptanoic acid와 Octanoic Acid가 검출되는 것이 특징적이다. 이들 분해산물의 생성 메커니즘을 논의하였고 본 연구 결과는 긴 사슬알킬기를 갖는 미지 시료의 해석에 응용되리라 사료된다.

## Development of molecular imprinted polymer for selective adsorption of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde

박수미, 배선영\*

서울여자대학교 화학과

5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (5-HMF) can be generated from biomass-based carbohydrates as a by-product. It is generally applied to variety of chemicals and fuels. Also, it is used as a parameter related to the freshness and quality of the processing method. The most common method to extract 5-HMF is liquid-liquid extraction (LLE), which has some limits such as requiring separation process after extraction, labor-intensive work and using a large amount of organic solvents. In this study, to adsorb 5-HMF selectively, molecular imprinted polymer (MIP) was synthesized and used as an adsorbent. MIP is lab-made artificial polymer which has highly specific recognition cavity for a target molecule. Methacrylic acid (MAA), ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA), and benzoyl peroxide (BPO) were selected as monomer, cross-linker, and initiator, respectively. To synthesize MIP, 5-HMF (template) and MAA were mixed thoroughly in ethyl acetate and leaved for 6 h. And then, EGDMA and BPO were added into the mixture and placed it in oven at 75°C for 12 h. The synthesized polymer was ground uniformly and mixed with 5 M HCl solution to remove template and unreacted chemicals. Using methanol, MIP was washed for 2 h and dried at 60°C for overnight. Kinetic and isotherm tests were conducted to estimate sorption capacity of MIP. The concentration of 5-HMF from sorption mixture was measured by GC-FID. The solid:solution ratio and sorption capacity were determined and presented. The physicochemical characteristics of MIP was identified using Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR.)

**Keyword:** Molecular imprinted polymer, 5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde, Selective adsorption, Sorption, Template

## 열안정성을 높인 카본블랙잉크의 특성분석

배지현<sup>1</sup>, 정종진<sup>1</sup>, 이승호<sup>1</sup>, 김운중<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>한남대학교 화학과

안료 분산은 ink, paint, cosmetic, plastic 분야에서 중요한 기술이고, 최근 Electrics 분야에서도 그 제조 과정이나 실제 재료에 있어서 중요한 의미를 가지고 있다. 특히, Electrics 분야에서 사용되는 칼라필터는 liquid crystal display(LCD)의 칼라화에 필요한 핵심 부품이고, 백색 조명으로부터 원하는 색을 구현하기 위해 유리 기판에 광 투과성이 좋은 red(R), green(G), blue(B)의 필터 층을 배열시킨 구조로 이루어져 있다.

Black matrix는 컬러필터의 색 패턴간의 차광막 역할을 하여 색 구현 및 빛의 샘을 방지하고 콘트라스트를 높여주는 역할을 한다. 이때 BM에 가장 많이 사용하는 안료는 카본블랙인데, 공정상 장시간 50°C 이상 노출되어 열안정성이 떨어지면, 카본블랙 간 응집가능성이 매우 높다. BM이 응집되면 sub-pixel을 구분하지 못해 빛이 혼합되면서 구별 능력이 떨어지고, starburst 현상이 일어나 빛이 퍼지게 된다.

본 연구는 카본블랙의 열안정성을 향상시키기 위해 카본블랙입자 표면에 -OH와 -COOH 작용기를 가지는 디아조늄염을 합성하여, 캡슐화 방법으로 표면개질을 하고 60°C 에서의 열안정성을 확인하는 실험을 진행하였다. 또한, 비즈밀을 이용하여 카본블랙 입자의 크기를 균일하게 제어했다. ATR-IR을 이용하여 표면개질을 확인했고, DLS, Viscometry, pH meter를 이용하여 열안정성을 비교 분석했다. 그 결과, 카본블랙표면에 대한 -OH 작용기가 -COOH 작용기에 비해, 더 강한 공유결합을 형성하여 열안정성이 높은 것을 확인할 수 있었다.

따라서 본 연구를 통해 균일한 크기의 열안정성이 높은 카본블랙잉크를 개발하여, 열기반 공정에 노출되어 있는 Electrics 분야는 물론 ink, paint, cosmetic, plastic 분야에서도 폭넓게 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

## Ball milling 조건에 따른 적색 천연색소의 분산특성연구

이수미<sup>1</sup>, 서현정<sup>1</sup>, 배지현<sup>1</sup>, 정종진<sup>1</sup>, 김윤중<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>한남대학교 화학과

최근 인공색소에 다량 함유된 알루미늄, 납, 수은 등의 중금속을 과다 복용 시 골연화증, 골다공증, 알레르기 유발, 기억력 감퇴증 등의 질환이 유발되는 것으로 알려져 인공색소의 사용을 기피하는 추세이다. 이에 대한 대안으로 자연에서 추출한 천연색소가 주목을 받고 있다. 그러나, 식품이나 화장품에 가장 많이 사용되는 적색 천연색소의 경우, 색재현성이 매우 떨어지는 단점으로 적용이 매우 어려운 실정이다. 이것은 수용성 베이스에서 천연색소의 분산성이 떨어져, 쉽게 재응집되기 때문에, 색변화나 색분리의 원인이 되고 있다. 천연색소로는, 토마토의 과실을 추출 또는 탈수한 후, 열을 가하여, Hexane 혹은 Acetone으로 추출한 다음 용매를 제거하거나 토마토 과실을 착즙한 것으로부터 분획하여 얻어진 토마토색소(Lycopene)인 Carotenoid계 색소, 캡산틴류(Capsanthins)를 주성분으로 하는 파프리카추출색소(Paprika oleoresin), 모나스코부린류(monascorvbirins)를 주성분으로 하는 수용성 색소인 홍국색소(Monascus)등이 있다. 현재 국내에 가장 많이 판매되고 있는 Carotenoid 계 색소를 DLS (Dynamic Light Scattering)을 이용하여 입도분포를 분석한 결과, 약 0.3~10 $\mu$ m 에 걸쳐 매우 Broad 한 size distribution 을 형성하고 있는 것을 확인하였다. 이에 본 연구는 Ball-milling 분산법을 이용, 입도분포를 균일하게 조절하여 분산성과 색상변화를 최소화하는 최적화 조건을 확립했다. 그결과, Beads 충전률이 높을수록, Shaft speed가 낮을수록 입도분포가 균일하고, 안정적인 분산성을 나타냈다. 또한, 색상의 다양성을 높이기 위해, 비타르계 천연색소인 치자황색소(Gardenia Yellow)와 치자적색소(Gardenia Red)를 첨가하여 혼합 색소시에 분산성과 색변화에 대한 상관관계를 확립했다.



## 세리아 나노입자를 함유한 Slurry의 기포제거 연구

김민기<sup>1</sup>, 안세영<sup>2</sup>, 김운중<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>\*한남대학교 화학과, <sup>2</sup>엠에스머트리얼즈(주)

Ceria는 산화세륨이라고도 불리는 세륨의 산화물이다. 이 금속은 주로 배기가스 정화용 촉매 및 유리 유막 제거용, 기관 연마 등에 사용된다. 특히 연마관련 작업에 사용될 경우에는 Scratch등을 방지하기위해, 입자의 크기가 고르게 분포 되어야한다. 따라서 Ceria를 이용한 Slurry를 만들기 위하여 선행연구로 Ceria를 포함한 Slurry의 입자 크기 제어를 위해 몇 가지의 분산제를 이용하여 그에 따른 안정성 및 연마특성을 확인하였다. 그중 Ceria표면에 안정적이고, 연마특성이 높은 분산제를 선택했으나, 분산제의 Hydrophilic 성이 매우 강하고, 표면장력이 큰 이유로, Beads mill 분산공정과정에서, 기포가 다량 발생하는 제조공정상 문제점을 나타냈다. 이를 해결하기 위하여 소포제 검토가 필요했다. 보통 소포제는 크게 실리콘계, 미네랄오일계, 계면활성제계가 이용된다. 그러나 소포제는 분산체와의 혼화성이 떨어질 경우, 시간경과에 따라 분리나 응집 등 분산안정성이 떨어져 연마특성을 매우 떨어뜨리는 2차 문제가 발생되어, 사용시에 큰 주의가 요구된다. 본 연구에서는 3종류 소포제 투입에 대하여, Slurry 분산체의 3성분에 대한 Balance에 큰 영향을 주지 않고 기포를 제거할 수 있는 지에 대하여 안정성을 평가했다.

본 연구에서는 Slurry 분산체의 용매인 물에 대한 소포력을 확인하기 위하여 물에 소포제를 분산시킨 후 일정 횟수로 혼든 뒤에 생성된 기포의 제거시간을 확인 하였고, 분산특성을 평가하기위해, pH 변화를 확인하였다. 이를 통하여 1차적으로 소포력이 좋은 소포제를 확인하였다. 그리고 실제 Ceria slurry에 소포제를 첨가하여 소포력을 확인하였고 DLS(Dynamic light scattering)를 통하여 Ceria nanoparticle의 size distribution을 확인하였다. 결과적으로 50°C 오븐에서 10일 간 보관 후, 안정성 평가를 진행하여 Ceria 입자의 크기분포와 pH변화를 확인한 결과, Ceria slurry에는 소포제중 미네랄 오일 함량이 많을수록 안정적인 분산 상태를 유지하는 것을 알 수 있었다.

## 유해물질 제거용 향기함침 다공성 탄소기공막의 제조 및 특성분석

김다운<sup>2</sup>, 연승언<sup>2</sup>, 배지현<sup>2</sup>, 김운중<sup>2</sup>, 정종진<sup>2</sup>, 이승호<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>(주) 켐트리, <sup>2</sup>한남대학교 화학과

최근 미세먼지와 신종인플루엔자 및 각종 유해가스등 환경오염문제가 심각하게 대두되고 있다. 따라서 최근 마스크에 대한 관심이 점점 증가하고 있다. 마스크 섬유는 보통 polyester 재질로 미세먼지의 차단효과는 있지만, 유해가스나 악취 등의 휘발성 오염물질을 차단하는 것은 매우 어려운 실정이다. 따라서 본 연구는 마스크 착용 시 기존에 있는 마스크의 기능에 높은 유해가스 제거와 편안한 착용감을 가질 수 있는 고기능성 마스크를 개발하기 위한 실험을 진행하였다. 먼저 유해가스를 제거하기 위해, 다공성 탄소기공막을 제작하였고, 마스크 착용 시, 편안함과 상쾌함을 주기 위해서 민트향을 탄소기공막내에 함침시켰다.

다공성 탄소기공막을 제조하기 위해 Ethanol, 암모니아수 및 TEOS를 넣어 실리카입자용액을 합성하였고, DLS를 이용하여 실리카입자의 크기분포를 측정을 하였다. 측정된 실리카입자의 크기는 200nm로 측정되었다. 이후 실리카입자용액에 열을 가해 용제를 건조 시킨 후 건조된 실리카입자, Polyvinyl chloride(PVC) 및 Methyl ethyl ketone(MEK)을 첨가하여 균일하게 분산을 진행했다. 그 후 유압프레스기를 이용해 disk 형태의 Pellet을 만들었다. 그 후 Pellet을 흑연판 안에 넣어 calcination 을 시키고, 25% 불산용액을 이용하여 에칭을 진하여 다공성 탄소기공막을 제조했다. SEM을 이용하여 에칭 전후의 표면을 확인했다. 균일한 기공을 가진 탄소기공막을 얻을 수 있었다. 또한 민트향을 사용하여 탄소기공막안에 향을 함침시킨 후 시간마다 향의 지속성을 확인하였다. 탄소기공막안에 함침한 향의 지속시간이 사용하지 않은 것과 비교하여 4배이상 지속됨을 알 수 있었다. 본 실험결과는 마스크나 공기정화필터등의 산업분야의 발전에 큰 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.

## MASS 를 이용한 Polyimide film 의 절대 이미드화율 분석

한수연<sup>1</sup>, 김병현<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>LG 화학 기술연구원, 중앙연구소, 분석센터

고체시료 수분 분석기(MASS(Moisture Analyzer for Solid Sample))를 이용하여 Polyimide(PI) film 의 절대 이미드화율을 분석하였다. 10 mg - 700 mg 구간에서 표준품 (1% K/F oven standard (Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O)) calibration curve 의 R<sup>2</sup> 값은 1.0000 으로 확인되었고 시료의 재현성 측정 결과 %RSD 값은 2% 미만이었다. 3 종의 PI film 을 분석한 결과, 저온 구간(200-250°C)에서 절대 이미드화율은 ODA-ODA > BPDA/ODA-PDA/ODA > BPDA-PDA 순으로 확인되었으며, Flexible 한 monomer 를 사용한 PI 필름 (ODA-ODA)의 이미드화율이 상대적으로 높음을 알 수 있었다. 250°C 부터 450°C 구간에서는 절대 이미드화율이 유사한 값으로 증가함을 확인할 수 있었다.

## 고저항 Black Matrix 박막의 비저항 평가 연구

유요한<sup>1</sup>, 허규성<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LG 디스플레이, 구미분석팀

LCD Panel에 사용되는 고저항 절연재료인 BM(Black Matrix)은 광원에서 들어오는 빛의 차단 기능 외 외부 ESD등을 방지하기 위한 고저항 기능이 요구되며, 저항이 기준치에 미달하면 빛샘 등 불량률 유발할 수 있으므로 BM의 비저항 평가를 통한 관리가 필요하다. 기존 알려진 비저항 평가 법은 두께 10 $\mu\text{m}$  이상 Layer에 대해 측정이 가능한 방법이나 BM의 두께는 Sub  $\mu\text{m}$  이하로 기존 방법으로 측정할 수 없다. 본 연구에서는 측정 시료 구조를 MIM(Metal / Insulator / Metal 3중 구조) Pattern로 변경하여 비저항 측정 평가를 진행하였으며, BM 두께 별 시료 측정 결과 두께가 증가할수록 선저항이 비례하여 증가하는 경향을 보이며 비저항은 두께가 상이하더라도 동일 수준으로 측정할 수 있었다.

MIM Pattern을 통해 Sample 손상 문제를 해결하였고, Sub  $\mu\text{m}$ 의 BM 박막 비저항을 BM 두께와 상관없이 일관된 비저항 측정 결과를 도출하였다. 본 연구를 통해서 LCD에 적용된 두께 Sub  $\mu\text{m}$  이하 BM 박막의 비저항을 평가할 수 있었으며, 다른 고저항 박막 평가에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

## Study on mechanism of Ar pretreatment skip effect on LTPS crystallization

KyongTaik Lee, SeokRyoul Lee, Sang-Yun Sung, WonJoon Chang,  
Won-Sang Ryu, Seong Moh Seo

LG Display, 파주분석팀

최근 AMOLED (Active Matrix Organic Light Emitting Diodes)의 기술 개발 및 TV / Mobile 제품에 대한 Display로의 적용 확대에 따라 Back plane인 LTPS (Low Temperature Poly Silicon)에 대한 소자 특성 향상을 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 또한 Poly Silicon 막은 TFT (Thin Film Transistor)에서 Active Layer로 활용되고 있다.

Poly Silicon의 주요 결정화 공정은 a-Si 증착 후 탈수소 / ELA (Excimer Laser Annealing)가 진행된다. 그 중 Ar purge 공정은 Buffer증착 후 이물 제거 및 a-Si CVD Chamber 내부 분위기를 바꾸기 위해 진행하고 있다. 그러나, Ar Purge 공정 진행 여부에 따라 Mobility 특성이 개선되는 것을 확인하였으며, Poly Silicon 막의 특성 분석 (표면 형상, 성분 Depth profile, 결정 배향 분석)을 통해 Mechanism에 대해 규명하고자 한다.

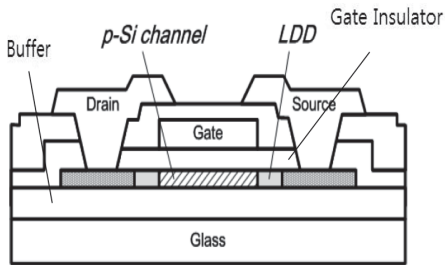


Figure1. Schematic illustration of TFT Measurements

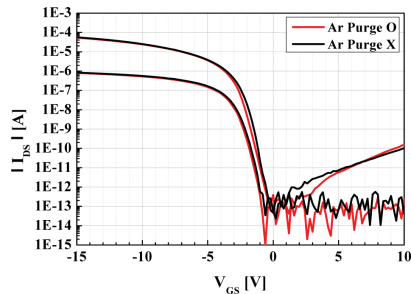


Figure2. Electrical

## Open path analyzer development with LTE Communication system based on path averaged concentration for CO<sub>2</sub> and CO quantitative Analysis

조남욱<sup>1\*</sup>, 심재웅<sup>1</sup>, 김도현<sup>1</sup>, 조원보<sup>2</sup>, 김효진<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>한국건설기술연구원 화재안전연구소,

<sup>2</sup>동덕여대 약학대

경로 평균 농도를 기반으로 한 경로개방형 측정기는 다양한 분야에 적용되고 있으나 장비가 고가이며 무거운 중량으로 보편적인 사용에는 한계가 있었다. 본 연구에서는 초전센서 및 특정 화학종의 고유흡수영역의 광학필터를 사용하여 기존의 문제점을 극복한 센서 모듈을 개발하였다. 또한 경로 평균 농도를 측정하여 대공간에 분포한 기체를 샘플링없이 현장에서 측정하여 실시간 공간 모니터링을 가능하게 하였다. 대공간에서 적외선 경로에 노출된 기체 화학종은 고유한 파장에서 흡수되므로 농도에 따라 검량 작업을 통해 정량분석이 가능하다.

대공간에서의 실시간 분석은 특정 화학종의 모니터링이 가능하므로 가스 누출 방지 등에 활용할 수 있다. 본 연구에서는 경로 개방형 방식을 기반으로 하여 CO<sub>2</sub>와 CO를 원거리에서 측정하기 위해 Reflected Infrared Lamp와 CO<sub>2</sub>, CO 광학필터 및 Pyroelectric Detector로 시스템을 구축하였다. 수분에 대한 매질 효과를 보정하기 위해 수분 센서로 수분을 측정하여 적외선 경로에서의 수분 간섭을 보정하였다. IR Lamp와 Detector 사이의 경로 거리는 2meter로 설정하였으며, 측정된 데이터는 LTE 광대역 통신망을 이용하여 무선으로 PC와 통신할 수 있도록 하였다. LTE 통신망의 적용을 통해 측정된 데이터는 장소에 관계없이 통신이 가능하며 모니터링 정보는 핸드폰 등 모바일 기기를 통해 전송 및 확인이 가능하므로 다양한 독성 가스의 실시간 관리에 활용될 것으로 기대한다.

## Detailed mercaptan composition analysis of kerosene with solid phase extraction and 2D-GC-SCD

전보람, 문세라, 마경진, 김은경, 이성협

SK Innovation Global Technology Analysis Lab

항공유로 많이 사용하는 등유(kerosene)는 Mercaptan 함량이 높으면 항공기 엔진 부식 가능성이 있어 20 ppmw level로 규제하고 있다. 일반적인 정유 공정의 등유는 배합에 따라 다르지만 약 200 ~ 500 ppmw 수준의 Mercaptan을 포함하고 있다. 항공유 규제 조건에 부합하기 위하여 200~500 ppmw의 Mercaptan은 강염기 촉매 하에 산화시키는 Merox (Mercaptan Oxidation)공정을 통하여 Disulfide 형태로 제거하고 있다. 하지만, 배합하는 원유에 따라 Mercaptan 함량 차이 뿐만 아니라 Merox 공정의 Mercaptan제거율 차이도 있으며, 이것은 원유가 가진 Mercaptan의 구조에서 기인하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 Merox 공정의 Feed/Product가 가지고 있는 수백 종의 Mercaptan 분리 후 구조 분석과 정량 분석을 진행하여 Mercaptan구조와 Merox 공정의 제거율 상관 관계를 규명하고자 한다. SPE를 이용하여 등유 내 극성 물질만을 농축한 뒤 분리능이 뛰어나고 구조별로 분리할 수 있는 2D-GC system과 Sulfur Compounds만 특징적으로 검출할 수 있는 SCD를 이용하여 Merox 공정의 Feed/Product를 분석하였으며, 구조에 따른 Mercaptan 제거율 차이를 확인하였다.

**A study on chemical probes targeting protein aggregates associated with neurodegenerative diseases**

Hyunseung Lee, Areum Jung, Seulgi Kim, Sojin Kim, Yuna Kim,  
Sohee Kim, Sun-Joon Min\*

Department of Chemical and Molecular Engineering/Applied Chemistry, College of  
Science and Convergence Technology, Hanyang University

Alzheimer's disease is characterized by aggregation of two hallmarks, tau and amyloid beta. Recent studies, however, showed that soluble aggregated Tau species, especially hyperphosphorylated Tau oligomers, which are formed at early stage of AD prior to the formation of Neurofibrillary tangles (NFT), disrupted neural system integration. Unfortunately, little is known about Tau aggregates, and few Tau targeted imaging probe has been reported.

Development of noninvasive bioimaging probes for trapping tau fibrils is highly desirable for early diagnosis of AD. The diverse optical imaging techniques using visible, ultraviolet, and infrared light have been developed. Among them, fluorescence imaging in the near- infrared (NIR) spectral region has been attracted for noninvasive *in vivo* imaging. Biomolecules have low absorption and autofluorescence in the NIR region, which allows the NIR imaging technique to detect target molecules in an optimal penetration depth with high sensitivity. Therefore, there has been growing interest in the NIR fluorescence imaging of tau fibrils for noninvasive diagnosis.

Herein, the synthesis and *in vitro* evaluation of new indane derivatives as NIR chemical probes for detection of Tau aggregates is described. A series of indanes having substituted styrenes with push-pull structures were synthesized via Pd catalyzed coupling reactions. The fluorescence properties of these compounds were tested with or without tau fibrils in order to confirm their interaction with tau aggregates. Our preliminary result and discussion of this study is presented in this poster.



## Determination of nm scale inline coating (ILC) layer by means of microscopic techniques

박재범, 권정미, 신중기, 이상현, 남공현

코오롱 인더스트리 중앙기술원 분석평가센터

The inline coating (ILC) layer, which is applied on polyethylene terephthalate (PET) film, has a typical thickness ranging from tens to hundred nanometers. The uniformity of the ILC thickness is closely connected to the quality of the final product.

For the determination of the nm size ILC thickness optical instruments like ellipsometer are widely employed. However, the measurements are indirect and assume that optical properties of the ILC layer should be known.

In this study, a direct thickness measurement of ILC layer using microscopic techniques, scanning electron microscope (SEM) and transmission electron microscope (TEM), is demonstrated. These imaging techniques are able to resolve nm scale layers due to the high lateral resolution. However, specific specimen preparation is needed to get the high quality image. To overcome inherent deformation of the ILC layer by SEM specimen preparation a protective layer was applied. In case of TEM, RuO<sub>4</sub> staining agent was used after getting sections by Ultramicrotome. This staining process enhanced the contrast at TEM observation.

As a result, we could clearly determine nm scale ILC layers by means of electron microscopic investigations.

## Dry powder disperser를 이용한 건식 입도 분석 시험 및 분석 사례

김현정<sup>1</sup>, 김경문, 오아름<sup>2\*</sup>, 유정현, 서금희

<sup>1</sup>(재)한국화학융합시험연구원, <sup>2\*</sup>한국기술교육대학교

레이저 회절 기술을 이용한 입도 분석 방법은 산업 현장에서 널리 사용되는 시험 방법 중에 하나이다. 레이저 회절 기술을 이용한 입도 분석의 측정 원리는 레이저 빔이 분산된 미립자 시료를 관통하면서 산란되는 광의 강도에 따른 각도 변화를 측정함으로써 입자 크기 및 분포를 측정하는 기술이며, 측정하고자 하는 시료를 분산액에 분산시켜 실시하는 것이 일반적인 시험 방법이다. 그러나 그 결과는 분산액의 종류 및 시료의 응집 여부에 따라 달라지게되며, 특히 제약 원료 등은 분산액으로 주로 사용되는 알코올 또는 물 등에 응집되는 현상 때문에 기존 방식(습식)으로는 입도 분석을 실시할 수 없다. 이 경우, 건식 입도 분석을 통해 분말의 입도 분석을 실시할 수 있으나, 분산 압력(최대 4 bar)과 공급률(%)에 따라 그 결과의 신뢰성이 좌우된다.

본 연구에서는 중탄산나트륨( $\text{NaHCO}_3$ )과 제약 원료 등에 대해 기존 습식 분석 방법과 건식 분석방법을 비교하였으며, 시험조건 변경에 따른 건식 시험 결과를 바탕으로 신뢰성 있는 시험 결과를 얻고자 하였다.

## 휘발성 유기용제가 포함된 반도체용 화학약품의 정확한 품질검사를 위한 근적외선 분광 분석법 적용에 관한 연구

이형근, 전영미, 손진호, 오정훈, 이승원, 박현국<sup>1</sup>, 고정우<sup>1</sup>,  
석명수<sup>2</sup>, 승성배<sup>2</sup>, 손호철<sup>2</sup>, 김종학<sup>2</sup>

(주)APCT, <sup>1</sup>한국전자통신연구원, <sup>2</sup>(주)ZEUS

제품 내 원재료 농도 분석은 제품의 품질을 결정할 수 있는 가장 기본적이며 중요한 품질 검사 항목으로 정밀도와 정확도를 요구한다.

현재 휘발성 유기용제가 포함된 반도체용 화학약품의 품질검사를 위하여 사용되는 농도 분석법으로는 가스크로마토그래피(Gas Chromatography)를 이용한 방법이 있으나, 시료의 준비와 전처리 과정에서 휘발성 원재료 특성상 정밀도와 정확도의 오차가 크게 발생한다. 또한 여러 유기용제의 혼합 제품일 경우 각기 휘발성이 다른 관계로 분석 시, 타 원재료 농도에 영향을 주고 이는 분석오차를 더욱 크게하는 요인이다.

근적외선 분광 분석법은 가시광선에 가까운 800~3000nm의 파장영역의 근적외광(NIR)을 유기화합물에 쬐어 얻어지는 흡광 스펙트럼으로부터 물질의 화학적 특성을 분석하는 수단으로 분석 샘플에 cap을 적용, 분석과정에서 제품의 휘발을 최소화 할 수 있어 휘발성 유기용제가 혼합된 제품에 대해서 분석오차를 최소화할 수 있는 장점을 가진다.

본 연구에서는 근적외선 분광 분석법을 이용하여 암모니아수, IPA 등과같이 휘발성이 큰 반도체용 화학약품에 대한 농도분석을 진행하였고, 가스크로마토그래피 질량분석기(GCMS)를 이용하여 분석 했을 때와의 분석오차를 비교하였다.

분석에는 ABB社의 비접촉식 FT-NIR - FTPA2000모델을 사용했으며, cap 적용 여부에 따른 분석오차를 확인하였다.

PT-043 [일반]

### 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세트산(PGMEA) 분석방법 연구

Research for an analysis method of propylene glycol monomethyl ether acetate(PGMEA)

최성봉<sup>1,\*</sup>, 김경문

<sup>1,\*</sup>산업안전보건연구원 산업화학연구실

PGMEA(Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate(CAS No. 108-65-6))는 최근 반도체 업종의 전자부품을 생산하는 제조업체에서 급성중독사고 발생으로 체계적인 화학물질관리의 필요성이 대두되었다. 반도체 사업장에서 많이 사용되고 있는 벌크시료를 대상으로 해당 화학물질의 분석방법을 표준화 하고자 하였다.

관련문헌고찰을 통한 분석방법을 선정하고 NIOSH 및 OSHRI 가이드라인을 참조하여 이에 대한 분석가능성을 평가 실시하였다. PGMEA 벌크시료 정성분석으로 가스크로마토그래피질량분석기(Gas Chromatograph/ mass(GC/MSD))를 사용 분석하였으며, 동 시료 정량분석은 가스크로마토그래피7890(Gas Chromatograph(GC))를 사용하였다. 기기분석조건(Capillary Column HP-5 0.32mm\*0.25um\*30m, injection temperature 180°C, Oven 승온, Split~)에서 HP 칼럼을 사용하여 반도체업종 벌크시료의 PGMEA을 적용하였다.

기존 분석방법에 대한 추출율 개선을 위하여 전처리시 사용되는 추출용매 탈이온수를 사용 실린지 필터로 여과 후 분석에 적용하였다. PGMEA의 농도를 기준으로 한 표준용액 검량선의 직선성을 확인하였으며 RSQ=0.9997로 평가되었다. 전처리된 시료는 수일 경과 후에도 시료안정성 기준을 만족하였으며, 분석방법의 정밀도는 LOD=0.056µg/mL, LOQ=0.187µg/mL로 나타났다.

## FTIR을 이용한 흡입챔버내 1-Propanol의 모니터링 방법에 관한 연구

박찬혁<sup>1</sup>, 이성배<sup>1\*</sup>, 김용순<sup>1</sup>, 임철홍<sup>1</sup>, 김현영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 흡입시험연구부,

<sup>2</sup>산업안전보건연구원 흡입독성연구센터

\*Corresponding author: parkch@kosha.or.kr

1-Propanol (Cas No.: 71-23-8)은 화장품, 피부 및 모발원료로 사용되며, 의약품, 향수, 염료용액, 부동액, 알코올, 비누, 창문세정제, 아세톤 등을 제조하는데도 사용되는 유기화학물질이다.

현재까지 물질안전보건자료(MSDS)에서 유해성·위험성 분류로 피부부식성/피부자극성 구분 2, 심한 눈 손상성/눈 자극성 구분1, 특정표적장기 독성 구분3(호흡기계 자극) 등으로 구분되어 있다. 노출기준은 국내에서 TWA 200 ppm, STEL 250 ppm으로 규정하고 있으며, ACGIH에서는 100 ppm으로 좀 더 엄격하게 관리하고 있다.

흡입독성자료로는 LC<sub>50</sub>으로 랫드에서 4,000 ppm/4hr이상으로 보고되고 있으며, 반복 흡입 시험자료는 없는 상태이다. 이에 1-propanol을 실험동물에 흡입노출하여 시험하고자 하였으며, 이에 앞서 기존의 가스크로마토그래피를 사용하던 것을 FTIR 장비를 사용하여 분석조건을 확립하고자 하였다.

먼저 표준물질을 이용하여 calibration하여 검량선을 작성하였다. 원거리에 위치한 챔버내 농도 모니터링 값의 정확성을 확인하기 위하여 FTIR 장비에 직접 연결한 경우와 VCS(Valve Control System)를 거쳐 FTIR 장비와 연결한 값을 비교하였다. 아울러, purge time과 농도레벨을 변경하여 최적의 모니터링 조건을 확립하였다. 이를 토대로 유기용제 발생장치를 통하여 흡입챔버내 설정한 농도(200 ppm, 600 ppm, 1,800 ppm)로 발생하여 유지되는지를 확인하였으며, 향후 1-propanol을 이용한 4주 및 13주 반복 흡입독성 시험을 수행할 예정이다.

위와 같이 1-propanol의 흡입독성 시험을 통하여 생산된 자료는 물질안전보건자료의 유해성·위험성 분류 및 독성에 관한 정보 중 아직 밝혀지지 않은 건강유해성 정보 등을 제공하게 되며, 발암성시험을 수행하는데 기초자료로도 활용될 수 있을 것이다.

PT-045 [일반]

## Temperature-dependent monitoring organosilicon cross-linking reactions using NMR

Hyewon Sul, Yecheol Rho, Chong-Hyeak Kim★

Center for chemical analysis, Korea research institute of chemical technology

Cross-linked organosilicon is spotlighted in adhesive industry due to its outstanding chemical and physical properties. Variable temperature nuclear magnetic resonance (VT-NMR) spectroscopy was adopted to understand cross-linking reactions between organosilicon polymer chains. Samples were prepared as mixtures of organosilicon polymer chains consisting of the vinyl group and hydrosilyl group and Pt catalyst. When temperature increases from 25 °C to 100 °C at a rate of 1.25 °C/min, the VT-NMR spectra were obtained every 5 °C for a minute. The degree of cross-linking reaction can be determined by the loss of vinyl group signals and the appearance of cross-linking network (Si-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-Si) signal in distortionless enhanced by polarization transfer (DEPT) spectrum. Successfully temperature-dependent cross-linking reactions of organosilicon polymers were monitored and the TG-DTA experiments were also adopted to confirm the cross-linking reaction.

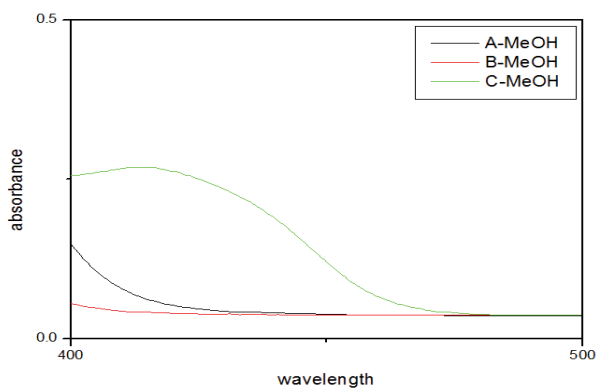
### Benzylidene-3-methoxyaniline 유도체의 용매에 따른 흡수스펙트럼 변화

Absorption change according to solvent using Benzylidene-3-methoxyaniline derivatives

정유리, 김영해

서경대학교 화학생명공학과

예상한대로 2-Aminophenol과 4-Aminophenol 유도체는 positive solvatochromism 효과를 보인다. 즉, 이 유도체들은 극성이 큰 용매 예를 들면 메탄올 용액에서 장파장의 피크가 관찰된다.



금속 이온을 검출하는데 사용하는 방법에는 여러 가지가 있는데 그 중에 하나가 흡광분석법이다.

Benzylidene-3-methoxyaniline 유도체를 pH 10.0 완충용액에 녹인 후  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ 을 첨가하여 흡광스펙트럼을 측정하였다.

결과를 조사하니 금속 이온 농도가 증가함에 따라 A 시료와 B 시료에서는 흡광도가 증가하였고 C 시료에서는 반대로 감소하였다.

PT-047 [일반]

## Phenylenediamine 유도체의 용매효과 및 금속이온의 영향

Solvatochromism and effect of several Metal Ions using  
phenylene diamine derivatives

김혜빈, 김영해

서경대학교 화학생명공학과

A 시료와 B 시료의 경우에는 methylene chloride의 경우 400nm보다 장파장에서 흡광도가 높게 나타났으며 C 시료의 경우에는 ethanol 용매가 장파장에서의 높은 흡광도를 보여주었다. Salicylidene-bisethylenediamine도 유사한 결과를 보여주었다.

금속 이온을 검출하는데 사용하는 방법에는 여러 가지가 있는데 그 중에 하나가 흡광분석법이다.

A 시료와 B 시료를 pH 10.0 완충용액에 녹인 후  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ 을 첨가하여 흡광스펙트럼을 측정하였다.

결과를 조사하니  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ 의 경우에는 금속 이온 농도가 증가함에 따라 400nm보다 장파장에서 흡광도가 증가하는 것을 알게되었다.

그리고  $\text{Cr}^{3+}$ 는 B 시료만 실험하였고 농도가 증가할 때 파장 변화 없이 흡광도만 증가하였다.



PT-048 [일반]

## 2-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)과

### 4-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)의 흡광스펙트럼 분석

Analysis of absorption spectra using bis(2-chlorobenzylidene)-ethylenediamine and bis(4-chlorobenzylidene)-ethylenediamine

임반석, 김영해

서경대학교 화학생명공학과

2-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)과 4-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)의 용매효과를  $CH_3OH$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $(CH_3)_2CHOH$ ,  $CH_2Cl_2$ ,  $CH_3CN$ ,  $CHCl_3$ 를 사용하여 조사하였다. 2-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)는 파장은 거의 변하지 않았고 흡광도만 변하였다. 4-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)을 조사하니 용매가  $CHCl_3$  일 때 장파장에서 흡수하였다.

금속이온 효과에 대한 실험에서 2-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)의 스펙트럼을 분석하니  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ 은 거의 변화시키지 못하였지만  $Cu^{2+}$ 의 농도가 증가하니 흡광도가 감소하였다. 4-chlorobenzylidene-bis(ethylenediamine)도 유사한 결과를 얻었다.

비교하기 위하여 salicylidene-bis(ethylenediamine)의 스펙트럼도 첨가하였다.

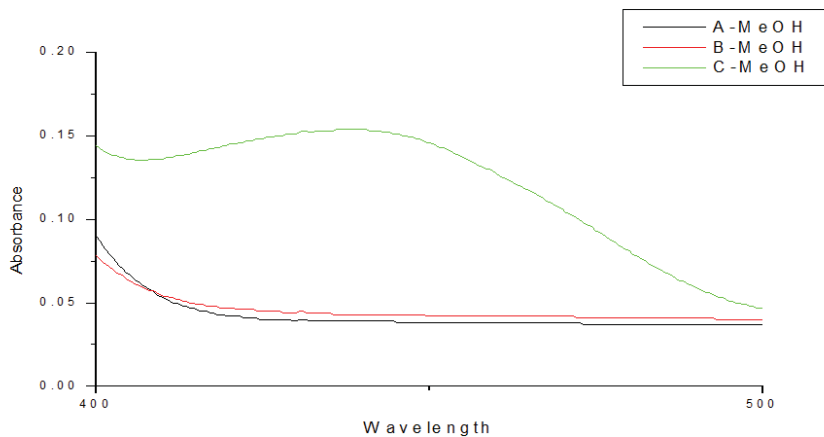
## 2-Aminophenol과 4-Aminophenol 유도체의 용매효과 및 금속이온효과

Solvatochromism and determination of several Metal Ions using  
2-Aminophenol and 4-Aminophenol derivatives

신동혁, 김영해

서경대학교 화학생명공학과

예상한대로 2-Aminophenol과 4-Aminophenol 유도체는 positive solvatochromism 효과를 보인다. 즉, 이 유도체들은 극성이 큰 용매 예를 들면 메탄올 용액에서 장파장의 피크가 관찰된다.



금속 이온을 검출하는데 사용하는 방법에는 여러 가지가 있는데 그 중에 하나가 흡광분석법이다.

2-Aminophenol과 4-Aminophenol 유도체를 pH 10.0 완충용액에 녹인 후  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ 을 첨가하여 흡광스펙트럼을 측정하였다.

결과를 조사하니 금속 이온 농도가 증가함에 따라 흡광도가 증가하는 것을 알게되었다.

## 활성탄소의 표면특성에 따른 유해가스 흡착효율에 관한 연구

연승연<sup>1</sup>, 김다은<sup>1</sup>, 김보민<sup>2</sup>, 정종진<sup>1</sup>, 김윤중<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>한남대학교 화학과, <sup>2</sup>(주)파츠너

최근 미세먼지, VOCs 배출, 불산유출 등 대기오염이 심각한 문제로 대두되고 있고, 그 중 자동차 배기가스와 유류 및 유기용제의 소비로 발생하는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. VOCs는 탄화수소 화합물로 질소산화물(NOx)과 강한 자외선에 반응하여 오존(O<sub>3</sub>), 알데히드(RCHO)와 같은 광화학 산화물을 생성하고, 광화학 스모그 발생 및 화재 폭발, 생체독성을 유발한다. 이러한 이유로 흡착형 물질을 사용하여 VOCs를 제거하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 기존의 흡착형 제거방식은 대부분 차콜(charcoal)을 함유하고 있지만, 미세먼지 제거가 주목적이어서, 유해가스 흡착제거 측면에서 기대에 크게 못 미치고 있다.

본 연구에서는 활성탄소의 표면특성에 따른 유해가스의 흡착량과 지속시간에 영향을 미치는 요인을 분석했다. 활성탄소로 일반 활성탄, 슈퍼 활성탄, 물분말 750, 물분말 900, 야자분말 1000, 석탄계 분말활성탄소, 야자계 분말활성탄소 총 7가지 종류가 사용되었다.

각 활성탄소의 표면에 어떤 성분이 개질되었는지 알아보기 위해 ATR-IR을 측정했으며, 활성탄소별 시료 표면에 특정 가스를 흡·탈착 시킨 후, 부분 압력별 흡착량을 BET(Brunauer Emmett Teller)로 측정하여 활성탄소의 비표면적 및 기공 크기분포를 확인하였다. 또한, GC(Gas Chromatography)를 이용하여 부탄가스 제거효율을 비교분석했다.

그 결과 일반 활성탄의 부탄가스 탈착이 시작된 시간은 18시간이었고, 물분말 750, 900과 석탄계 분말활성탄소의 탈착시점은 각각 15, 19, 21시간, 야자분말1000과 야자계 분말활성탄소의 탈착시점은 둘 다 33시간으로 나타났다. 슈퍼 활성탄에서 부탄가스가 탈착되기 시작한 시간은 39시간으로써 다른 활성탄소에 비해 높은 흡착력을 보였다.

결과적으로 야자계 활성탄소의 흡착 지속력이 석탄계 활성탄소보다 더 높은 결과를 보임이 확인되었으며, 특히 슈퍼 활성탄의 흡착능력이 함께 측정한 6가지 종류의 다른 활성탄보다 우수함을 확인하였다. 따라서 유해가스 흡착이 높은 슈퍼 활성탄은 앞으로 공기정화 분야에 광범위하게 응용될 것으로 기대된다.

## Lycopene 유도체를 이용한 Lycopene 색소의 안정성 연구

서현정, 이수미, 배지현, 김운중\* 정종진\*

한남대학교 화학과

인공색소는 유해물질과 중금속을 함유하고 있어 과다 복용 시 골연화증, 골다공증, 알레르기, 기억력 감퇴증 등의 질환을 유발한다고 알려져 있다. 이에 인공색소를 천연색소가 대체하고 있으며, 특히 식물성 천연색소가 생체 친화적이고, 안정성에서도 우수해 많은 관심을 받고 있다.

식물성 천연색소 중에서 토마토에서 얻어진 Lycopene Carotenoid계 색소, 캡산틴류(Capsanthins)를 주성분으로 하는 파프리카 추출색소(Paprika oleoresin)는 색상 면에서 우수하고 경제성이 확보되어 광범위하게 사용되고 있다. 하지만 이들 천연색소는 열이나 빛에 의해 쉽게 퇴색되거나 쉽게 응집되어, 착색료로서의 안정성을 유지하기 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 천연색소의 제조 시 색상의 밝기, 응집에 대한 안정성, 열적 안정성을 높이기 위해서는, 콜로이드 입자의 크기와 분포, 콜로이드 입자를 안정화시키는 유화제(emulsifier)의 선택이 중요하다.

따라서, 본 연구에서는 terpene의 일종인 Lycopene 색소에 monocyclic terpene인 D-limonene을 유화제로 사용하여 Ball-milling impact 분산법으로 유화 및 응집에 대한 안정성을 높였다. Ball-milling 시간에 따라, DLS(Dynamic Light Scattering)를 이용하여 입도크기 변화를 분석하였고, 200~300nm의 크기 분포도가 시간이 지남에 따라 150~200nm의 크기 분포로 감소하였다. 크기 분포도의 변화에 따른 색의 변화여부를 색차계로 측정된 결과  $L^* = 58.12$ ,  $a^* = 35.97$ ,  $b^* = 21.51$  값이  $L^* = 59.17$ ,  $a^* = 36.40$ ,  $b^* = 23.43$  값으로 증가하여, 크기에 따른 색상변화가 유발됨을 확인하였다. 또한, monocyclic terpene인 D-limonene를 1%, 3%, 5%, 7%, 9%로 증가시켰을 때, D-limonene 함량이 증가할수록 50°C 조건에 대한 내열성이 향상되는 것을 확인하였다.

결과적으로 크기와 입도 분포 조절로 원하는 색상구현 및 응집에 대한 안정성을 확보할 수 있었고, 적절한 유화제 선택과 조성의 변화를 통해 열적 안정성이 증가하는 것을 확인했다. 본 연구 결과는 향후 고기능 식물성 천연색소 제품화에 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

## **Characterization of synthetic rubber (SR) using thermal field-flow fractionation coupled with multi-angle light scattering (ThFFF-MALS)**

Chan Hee Lee, Jaeyeong Choi, Seungho Lee

Department of Chemistry, Hannam University

Synthetic rubber (SR) is usually of ultrahigh molecular weight containing microgel. SR usually shows excellent resistances against wear, swelling, and heat, and is widely used in various products such as hoses, shock mitigation material, rubber-covered roll, and the sole of a shoe, etc.

Accurate analysis of molecular weight (MW), molecular weight distribution (MWD) and the gel content of rubber is necessary as they affect physical, mechanical, and rheological properties of the rubber such as viscosity, tear resistance, and the product stability, etc. For instance, a small difference in MW may lead to a large or, at times, a critical differences in the performance of the product.

Thermal field-flow fractionation (ThFFF) is an elution-based polymer separation tool that is particularly useful for analysis of some microgel-containing ultrahigh MW polymers, unlike in chromatography, as the sample could be injected without pre-filtration. It usually provides higher resolution than size exclusion chromatography (SEC) for ultrahigh MW polymers.

Online coupling of ThFFF with a multi-angle light scattering (MALS) allows determination of MW, MWD, and molecular size (root-mean-square) without the instrument calibration. MALS can also yield information on the molecular conformation of samples.

In this study, ThFFF coupled online with a MALS and a RI detector (ThFFF-MALS-RI) was employed for physical characterization of SR. And then the ThFFF results were compared with those from SEC. Results indicate ThFFF-MALS-RI is an effective tool for analysis of microgel-containing ultrahigh MW rubbers.

## **Study on effect of light on the size of chlorella and the production of glutathione**

Yeo Woon Koo<sup>1</sup>, Da Hee Hwang<sup>2</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, Kang Hee Lee<sup>2</sup>,  
In Soo Lee<sup>2\*</sup>, Seungho Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University

<sup>2</sup>Department of Biological Science and Biotechnology, Hannam University,

*Chlorella sorokiniana* (or simply chlorella) is one of single-cell green microalgae and has the size range of 2~10  $\mu\text{m}$ . It plays an important role in food as it provides a rich source of carbohydrates, vitamins and proteins. It can also produce the glutathione, which is one of important antioxidant in plants, animals, fungi and some bacteria. The antioxidant-production capacity of the chlorella is determined by various parameters including pH, temperature, and presence of lighting. Previous studies have been mainly focused only on the making use of the chlorella, and basic studies on the relationship between the antioxidant-production capacity of the chlorella and those parameters is insufficient.

In this study, the change in the size of the chlorella with the presence of lighting was studied, and then the effects of the size and the presence of lighting on the capacity of the chlorella for production of glutathione was investigated. The glutathione produced from chlorella was analyzed quantitatively using a UV/Vis spectrometry. The size of chlorella was determined using an optical microscopy (OM) and gravitational field-flow fractionation (GrFFF). GrFFF is a gentle elution-based separation technique that is known to be useful for separation of micron-sized particles.

**Study on effect of osmotic pressure on size and shape of lipid vesicle by asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4) with light scattering**

Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, MinWook Kim<sup>1</sup>, Woonjung Kim<sup>1</sup>, Jongjin Jung<sup>1</sup>,  
Lars Nilsson<sup>2</sup> and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University

<sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University

Vesicles are spherical shell composed of one or several lipid bilayers encapsulating an aqueous space. If they are formed by one bilayer, they are called unilamellar vesicle (ULV), otherwise they are called multilamellar vesicle (MLV). They have been used in various fields including membrane, pharmaceutical and cosmetic industries as nano-scale containers for substances such as drugs.

The size and shape of the vesicles will vary with the ionic strength (and thus by the osmotic pressure) of the surrounding environment.

In this study, lipid vesicles were prepared by an extruder with a membrane filter having the pore size of 100 nm at various extrusion flow rates. Then the size and shape of the vesicle were determined at various conditions of osmotic pressure using asymmetrical flow field-flow fractionation coupled online with multi angle light scattering and dynamic light scattering (AF4-MALS-DLS). AF4 provided size-based separation of the vesicles, thus yielding size distributions of the vesicles. MALS and DLS detection provides the rms radius ( $R_g$ ) and the hydrodynamic radius ( $R_H$ ), respectively, for each slice of the AF4 fractograms.

Results showed the vesicles have hydrodynamic radius ( $R_H$ ) ranging 30 ~ 100 nm and rms radius ( $R_g$ ) ranging of 40 ~ 60 nm. The molar mass ( $M$ ) of the vesicles determined by MALS was  $1.3 \times 10^8$  g/mol, which is higher than the theoretical  $M$  of unilamellar vesicles ( $9.0 \times 10^7$  g/mol), indicating the vesicles are multilamellar. AF4-MALS-DLS provided useful information on the change in the size and shape of the vesicles with the change in the osmotic pressure.

## Thiophene계 전도성 고분자를 기반으로 한 혈당 측정용 전기화학 바이오센서의 개발

조현진, 도학준, 최성호\*

한남대학교 화학과

당뇨병은 높은 혈당 수치가 오랜 기간 지속되는 대사 질환군이다. 적절한 약물 및 혈당 모니터링은 치료 효율을 높이고 증상을 완화하며 합병증을 감소시킬 수 있다. 당뇨병 진단을 센서는 glucose oxidase가 혈당과 반응하면 gluconolactone과  $H_2O_2$ 를 생성하게 되고, 생성된  $H_2O_2$ 를 정량하는 원리로 이루어져있다. ITO glass에 전도성이 좋은 thiophene과 3-thiophenecarboxylic acid를 전자 전달 층으로 이용하여 전자전달 효율을 높일 수 있게 한다. 또한 3-thiophenecarboxylic acid의 다른 용도는 carboxylic acid group으로 효소가 잘 부착되게 하는 효소 지지체의 역할을 할 수 있다.

따라서 ITO glass 전극표면에 thiophene과 3-thiophenecarboxylic acid를 공중합 시켜, 새로운 전도성 고분자 전극을 제조하였다. 제조된 전극의  $-COOH$ 기를 이용하여 glucose oxidase와 물리적 상호작용을 통하여 효소를 고정화하여 glucose 측정용 효소전극을 제조하였다.

제조한 전도성 고분자 전극 및 glucose 측정용 효소전극의 경우, IR, AFM, SEM, Contact angle, UV로 특성평가를 통하여 성공적인 제조여부를 확인하였다. 제조한 효소 전극의 경우, 센싱 범위, 안정성, 센싱 한계, 감응 시간, 안정성 등은 Cyclic Voltammetry (CV)통하여 평가하였으며, 그 결과 티오펜계 전도성 고분자로 제조한 효소전극의 경우, 매우 낮은 농도에서도 감응이 가능하고 빠른 검출 시간을 갖는 것으로 확인되었다. 따라서, 티오펜계 전도성 고분자로 제조한 바이오센서의 경우, 혈당을 측정 할 수 있을 것으로 예상된다.



## 소변 속의 알칼리 금속 이온 감지를 위한 QCM 기반의 thiophene계열의 공중합체 센서의 개발

김민희, 도학준, 최성호\*

한남대학교 화학과

현대인의 나트륨의 과잉섭취는 고혈압, 뇌졸중, 심근경색 등의 심장질환과 신장질환의 발병률을 높인다. QCM은 소변 속의 나트륨의 농도를 빠르고 간편하게 측정하여 이러한 질병들을 사전에 예방할 수 있게 할 수 있다. crown ether 물질은 금속 양이온을 배위시킬 수 있다. crown ether의 공동 지름과 금속 양이온의 지름의 비율이 0.75-0.9 사이가 제일 잘 배위 되는데, [15]crown-C5는 나트륨과 [18]crown-C6는 칼륨과 선택성을 가진다. 나트륨과 칼륨은 몸의 모든 세포내액과 외액에 포함된 양이온으로, 신경과 근육의 기능에 특히 중요하다. 현재 소변 속의 나트륨과 칼륨의 농도 정량법으로는 24시간 소변을 받아 분석하는 방법, 혈액을 채취하는 방법 등이 있다. 24시간 소변분석을 통한 나트륨과 칼륨 이온의 조사는 정확성과 타당성을 인정받고 있으나, 대상자들의 번거로운 소변수집과 수거의 어려움 등으로 인하여 일부 고혈압 환자만을 대상으로 실시하고 있다.

본 연구에서는 빠른 응답시간을 갖는 소변 속에서 알칼리 이온을 검출하는 바이오센서를 개발하였다. 먼저 뛰어난 전기화학적 활성을 갖는 thiophene과 3-thiopheneacetic acid을 공중합 시킨 다음, 전극 표면에 graft 시켰다. 그 다음 나트륨과 칼륨의 선택적인 포집을 위해 공중합 시킨 carboxylic acid group에 amino phenyl group을 갖는 crown ether를 amide 결합을 형성하여 부착하였다.

성공적인 공중합체의 형성과 amide 결합을 확인하기 위하여 CV, contact angle, SEM, AFM, IR으로 특성평가 하였다. 그 결과 공중합체의 형성이 성공적으로 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 또한 제작된 센서의 성능을 평가하기 위하여 나트륨과 칼륨이온이 들어있는 용액에 센서를 담그어 QCM으로 주파수 변화를 측정하여 선택성과 민감성, 안정성 그리고 검출 한계를 확인하였다. 본 연구결과를 통해, 나트륨과 칼륨의 농도를 빠르고 정확하게 측정하여 병을 진단할 수 있는 센서로 적합할 것으로 예상된다.

## 전도성 고분자 polyphenylene을 기반으로 한 혈당 측정용 바이오센서의 개발

김다슬, 최성호\*

한남대학교 화학과

당뇨병은 현대에 가장 흔하게 발병하는 질병으로 혈중 포도당의 농도가 높아지는 것을 특징으로 한다. 당뇨병과 깊은 연관이 있는 glucose는 glucose oxidase와의 반응을 통해 과산화수소( $H_2O_2$ )를 생성하게 되고, 생성된 과산화수소( $H_2O_2$ )를 정량 할 수 있다고 보고되었다. Carboxylic acid group (-COOH)과 hydroxyl group (-OH)를 갖은 polyphenylene은 전도성 고분자의 하나로서, 전자가 전자 전달 능력이 우수한 전자 전달체 및 기능기에 의한 효소 친화성 바이오센서 전극물질로 사용할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 ITO Glass 전극 표면에 전자 전달 능력이 우수한 carboxylic acid group(-COOH) 및 hydroxyl group(-OH)를 갖은 polyphenylene계 전도성 고분자를 ITO Glass 전극에 도입하여, 전도성 고분자 그래프트 전극을 제조하였다. 그 후 이 전도성 고분자 전극 표면에 glucose oxidase 효소를 물리적으로 결합시키고 고정화 하는 작업을 통해, 새로운 glucose 측정용 효소전극을 제조하였다.

제조된 전도성 고분자 그래프트 전극 및 효소전극은 SEM, UV, IR, AFM, contact angle, XPS로 특성평가 통하여 성공적인 제조여부를 확인하였다.

또한, glucose 농도변화를 통한 전기화학특성평가를 통하여, 센싱 범위, 센싱 한계, 감응시간, 안정성 등을 평가하였다. 그 결과 polyphenylene을 갖은 바이오센서의 경우, 낮은 농도에서도 높은 감도를 나타내어 당뇨병환자의 혈당을 측정하기에 적합할 것으로 예상된다.

## Headspace in-tube microextraction of chlorophenols using a 3D-printed hybrid capillary electrophoresis microchip

이호균, 정두수\*

서울대학교 화학부

최근 3D printer를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이를 통한 microchip을 만드는 연구 역시 매우 활발히 진행되고 있다. 이번 실험에서는 액체상 미세추출법 (liquid phase microextraction, LPME)의 종류중 하나인 in-tube microextraction (ITME)를 적용한 3D-printed hybrid capillary electrophoresis microchip을 개발하였다. 고체상 미세추출법 (Solid phase microextraction, SPME)과 LPME는 headspace (HS) extraction에 매우 쉽게 적용할 수 있으며, 특히 이 추출 방법을 통한 complex matrix sample에서 휘발성 화합물들을 추출, 분리하는 방법이 여러 가지로 연구되고 있다. LPME의 여러 가지 방법 중 하나인 single drop microextraction (SDME)의 경우는 부피 대비 표면적의 비가 커서 효율적인 액체상 추출을 진행할 수 있으며 이로 인해 HS extraction에 이용되어 실제 상용 장비에서의 GC, LC에서도 활용되고 있다. 그러나 SDME의 경우 drop을 유지하기가 어렵다는 단점이 있다. ITME는 acceptor phase를 모세관 내부로 주입하여 모세관 내부에서 직접적인 추출이 이루어지게 함으로써 기존의 방법의 문제점을 개선한 방법으로, 이번 실험에서는 위 방법을 적용한 3D-printed hybrid capillary electrophoresis microchip을 개발하였다. 상용 장비의 경우 크기가 매우 크기 때문에 실제 현장에서 이용하기엔 불가능한 문제가 있으나 이를 3D printer를 이용해 매우 작은 크기의 microchip으로 만들어 실험을 진행하였다. 실험의 간소화를 위해 acceptor phase는 run buffer로 대체하였으며, 낮은 전압에서도 구동 가능한 장비를 사용하고 모세관을 장착하여 분석을 진행하는 방법으로 microchip을 구상, 제작하였다. 이 microchip을 통해 소형화된 장비를 제작할 수 있었으며 현장에서도 사용 가능한 capillary electrophoresis tool의 제작에 성공하였다.

## Quantitative analysis of aflatoxin B1-caused CD133 and CD44 positive cancer stem cells using AOTF based multi-color imaging system

Jungmi Lee, Joon Myong Song\*

\*College of Pharmacy, Seoul National University

Cancer stem cells (CSCs) are considered responsible for treatment failure and tumor recurrence. CSC become an important target for cancer therapy. Aflatoxin B1 is a secondary metabolite of molds such as *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. Aflatoxin B1 is a toxic and cancer-causing agent. Aflatoxin B1 is a major contaminant of wide range of agricultural products including milk, cereals, rice, maize, etc, During xenobiotic metabolism in liver, Aflatoxin B1 is metabolized into aflatoxin-DNA adducts, which can damage DNA and induces cancer. Excessive exposure to aflatoxin leads to liver toxicity, and risk of liver cancer. Even though number of studies reported the aflatoxin B1 induced liver cancer, its effect on the expression of CSC markers were not so for reported. In this study, the amount of hepatocellular CSCs caused by aflatoxin B1 in HeG2 cell culture was determined quantitatively by using crosstalk-eliminated multicolor cellular imaging. Multicolor cellular imaging was performed using acousto-optical tunable filter (AOTF) and quantum dot conjugated antibodies. After treatment with aflatoxin, hepatocellular CSC were sorted using magnetic labeled stem cell marker CD133. The sorted CSC were labeled using quantum dot(Qdot) nanoprobe specific for CD133, CD44, and ALDH1 and expression of all the nanoprobe were concurrently monitored at single cell levels using AOTF. To detect CD133, CD44, and ALDH1, AOTF was tuned at 655nm, 525nm, and 625nm respectively. The percentages of hepatocellular CSCs formed in the entire HepG2 cells were determined to be  $9.77 \pm 0.65\%$ ,  $10.9 \pm 1.39\%$ ,  $11.4 \pm 1.32\%$ , and  $12.8 \pm 0.7\%$ , respectively, at 0 mM, 5 mM, 10 mM, and 20 mM of aflatoxin B1 treatment. These results were matched well with the results obtained utilizing flow cytometry analysis. In addition, the DNA-adduct in HepG2 cells caused by aflatoxin B1 was quantitatively measured using absorbance spectra of aflatoxin B1-8, 9-epoxide-DNA adducts. This study demonstrates that aflatoxin initiated mutation induced the conversion of hepatic cancer cell to hepatic CSCs by using a Qdot based constructed multicolor cellular imaging system.

## **A novel anti-inflammatory vanadyl-schiff base complex as insulin-mimetic and against diabetes using TIRF microscope**

Solji Park, JoonMyong Song\*

\*College of Pharmacy, Seoul National University

Type II diabetes mellitus (T2DM) is a chronic disease, the rate of which increased dramatically during the last two decades. The medicine currently has been used in the treatment of T2DM may cause a number of detrimental side effects. On the other hand, insulin treatment is expensive, and regular injection strategies are frequently painful to patients. Hence, it is important to screen for insulin mimetic substances for effective treatment strategies against T2DM. Recent studies have identified a strong correlation among obesity, inflammation, and T2DM. Inflammatory mediators like TNF- $\alpha$  play significant role in the onset and progression of T2DM. Indeed, the insulin mediated signaling pathways translocate the glucose transporter 4 (GLUT4) to the plasma membrane to facilitate cellular glucose uptake. Inflammatory mediators causes an insulin resistance (IR) state where impaired insulin signaling cannot promote the glucose transporter intracellular glucose uptake. Earlier studies have shown that vanadium oxo complex possesses insulin-mimetic activity, while tryptamine and pyridoxine moiety possesses the anti-inflammatory potential. In the present study, novel vanadyl-Schiff base complex (VOTP) consisting of the tryptamine moiety has been synthesized. GLUT4-myc-GFP fusion protein expressed HEK-293 cells were treated with VOTP and translocation of GLUT4 was quantified by total internal reflection fluorescence (TIRF) microscopy. A high-content cell based assay using quantum dot-based TIRF microscopy determined that VOTP can recover insulin signaling during IR by the inactivation of c-Jun N-terminal kinase-1 (JNK-1), and subsequent phosphorylation and activation of the tyrosine moiety of insulin receptor substrate (IRS). Available drugs show promising insulin mimetic action. Hence VOTP has insulin-mimetic and anti-inflammatory potentials.

PT-061 [일반]

## **Total internal reflection fluorescence detection system-based determination of the anticancer activity of camptothecin against breast cancer stem cells**

Jinran Lee and Joon Myong Song\*

\*College of Pharmacy, Seoul National University

ATP-Binding Cassette (ABC) transporters mediate the active efflux of a wide range of chemotherapeutic agents across the biological membranes of cells, including those of the intracellular organelles. ABC transporters are transmembrane proteins, belonging to the ABC protein superfamily, which is categorized into seven distinct subfamilies (ABCA to ABCG), which produce energy from ATP hydrolysis to actively transport a variety of compounds across the membrane. ABC transporter mediated MDR (multidrug resistant protein-1 (MDR1/ABCB1) and multidrug resistance associated protein-1 (MRP1/ABCC1)) activity in cancer stem cells (CSCs) among a bulky tumor cell population is associated to drug resistance. This could play an important part in deciding the cytotoxic ability of many chemotherapeutic drugs. A diagnostic assay dedicated to the detection of cytotoxic effects of the drug in the presence and absence of different ABC transporters in cancer stem cells is essential to predict the chemotherapeutic efficacy of a drug. In the present study, we have used a Qdot based total internal reflection fluorescence microscopy (TIRF) to modernize an analytical method for the simultaneous quantification of cellular signals emitted from apoptosis and necrosis to estimate drug efficacy against cancer stem cells. The study revealed that quantitative analysis of the  $EC_{50}$  value for apoptosis and necrosis is associated with the ABC inhibitor and CSC population using TIRF could determine more details of the anti-cancer efficacy of camptothecin. The results presented in this study quantitatively evaluated the  $EC_{50}$  values of CPT-induced apoptosis and necrosis in the presence of MDR1 and MRP1 inhibitors in CSCs. The quantitative finding revealed that MDR1 inhibition in CSC cells improved the chemotherapeutic ability of CPT.

**TIRF high-content assay for the evaluation of drug efficacy with respect to biomarkers in breast cancer cell lines**

Li Zhao, Joon Myong Song\*

\*College of Pharmacy, Seoul National University

Elevated expression of epidermal growth factor receptor(EGFR) is reported to be associated with poor prognosis in breast cancer. EGFR subtype identification plays a crucial role in deciding the drug combination to treat the cancer patients. Conventional application of immunohistochemistry(IHC) and fluorescence in situ hybridization(FISH) produces more discordance results in EGFR subtype identification of cancer specimens. The present study is designed to develop an analytical method for simultaneous identification of cell surface biomarkers and quantitative estimation of drug efficacy in cancer specimens. For this study, we have utilized a total internal reflection fluorescence microscope(TIRFM), Qdot molecular probes and chemotherapeutic agent camptothecin (CPT)-treated breast cancer cell lines namely MCF-7, SK-BR-3 and JIMT-1. Highly sensitive detection signals with low background noise generated from the evanescent field excitation of TIRFM make it a highly suitable tool to detect the cell surface biomarkers in living cells. Moreover, single wavelength excitation of Qdot probes offers multicolour imaging with strong emission brightness. In the present study, TIRF high-content imaging system simultaneously showed the expression pattern of EGFRs and  $EC_{50}$  value for CPT-induced apoptosis and necrosis in MCF-7, SK-BR-3 and JIMT-1 cancer cell lines.

**Effective application of freezing lipid filtration combined with SPE cleanup  
for determination of diarrhetic toxins in oyster and mussel  
by UPLC-ESI-MS/MS**

Myoung Eun Lee, Wonwoong Lee, and Jongki Hong\*

College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea

Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) is a gastrointestinal illness caused by intake of shellfish contaminated with DSP toxins. We developed ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS) to determine trace amounts of six DSP toxins [okadaic acid (OA), dinophysistoxin-1 and 2 (DTX-1, DTX-2), yessotoxin (YTX), homo-yessotoxin (OH-YTX), and pectenotoxin-2 (PTX-2)] in oyster and mussel. However, analysis of these toxins in bivalves with high lipid contents is confronted with several limitations due to their low concentration, physiochemical properties, and the coexistence of lipid matrices. Extraction of DSP toxins from bivalves was carried out by ultrasonication using cold methanol. Freezing-lipid filtration (FLF) was successfully applied for the elimination of lipids in methanol extract and the lipid removal efficiency was readily examined with the observation of lipid contents by fast atom bombardment-MS (FAB-MS). As result, during freezing-lipid filtration, about 95% of lipids extracted from the bivalves were easily removed without any significant losses of DSP toxins. For further cleanup after FLF, Strata-X SPE cartridge could successfully purify DSP toxins from remaining interferences. Also, six DSP toxins with acidic and neutral properties could be simultaneously determined by UPLC-ESI-MS/MS combined with time segment polarity switching mode. Method validation through certified reference material (CRM-DSP-Mus-c) and spiking experiments was carried out to determine the recovery, precision, accuracy, and limits of detection (LOD) and quantitation (LOQ) of the method. The method was deemed satisfactory by inter- and intra-day validation and exhibited both high accuracy and precision (relative standard deviation < 14.44%). Overall limits of detection (LOD) and quantitation (LOQ) of DSP toxins were approximately 0.19-0.92 ng/mL at a signal-to-noise ratio (S/N) of 3 and were about 0.63-3.08 ng/mL at a S/N of 10 for oyster and mussel. The overall recovery was above 85.2% in the spiked mussel sample at EU permitted level (160 µg/kg and 1000 µg/kg). The developed method was successfully applied for the quantification of DSP toxins in 40 oyster and mussel samples collected from Korean fishery markets, ensuring sea food safety.



## ORC ICP-MS 에서 중수소를 충돌기체로 사용한 동위원소희석법의 연구

김민건, 김리원, 이서영, 지 영, 박용남\*

한국교원대학교 화학교육과

ICP-MS를 이용한 분석 중 가장 정확하고 정밀한 정량법 중 하나가 동위원소희석법에 의한 극미량 성분 분석이다. 하지만 ICP-MS를 이용한 동위원소희석법은 ICP-MS에서 발생하는 polyatomic interferences에 의해 정확한 동위원소비율을 측정하는데 어려움이 있고, 이 영향을 배제하기 위해 다양한 충돌/반응 기체를 사용한다.

극미량 원소인 셀레늄(Se) 분석 시 충돌/반응 기체로 H<sub>2</sub>를 사용하는데 H<sub>2</sub>는 실제 생체시료에 다량으로 존재하는 <sup>79</sup>Br, <sup>81</sup>Br과 반응하여 <sup>1</sup>H<sup>79</sup>Br<sup>+</sup>, <sup>1</sup>H<sup>81</sup>Br<sup>+</sup>을 생성하고, 이는 *m/z* 80, 82 신호에 큰 간섭요인으로 작용해 동위원소희석법으로 <sup>78</sup>Se/<sup>80</sup>Se 비를 이용한 Se 정량 시 정확도에 부정적인 영향을 미친다. BrH<sup>+</sup>에 의한 방해 제거하기 위해 ORC ICP-MS 내 충돌/반응 기체로 제논(Xe)을 사용한 연구도 있지만 정밀도가 낮아짐을 보고하였다.

이러한 문제를 극복하기 위해 선행 연구에서는 H<sub>2</sub>와 화학적 성질이 같은 중수소(D<sub>2</sub>)를 충돌 기체로 사용하여 기존의 Br에 의한 간섭을 제거하였고, Se 정량에서의 정확도와 정밀도를 개선하였다. 그리고 실제 시료 속 Se 정량 시 <sup>78</sup>Se/<sup>80</sup>Se을 이용한 동위원소희석법에서 D<sub>2</sub>의 정확도가 높은 것으로 나타났다.

Se 이외의 다른 원소에도 D<sub>2</sub>를 충돌/반응 기체로 활용해 기존의 동중간섭을 효과적으로 극복할 수 있다. <sup>40</sup>Ar<sup>12</sup>C, <sup>40</sup>Ar<sup>16</sup>O 등은 <sup>52</sup>Cr, <sup>56</sup>Fe의 정량에 동중간섭을 일으킨다. 이럴 때 D<sub>2</sub> 충돌/반응 기체를 이용한 결과, H<sub>2</sub>를 사용하였을 때보다 더 나은 결과를 보여준다. 이를 통해 ICP-MS에서 다른 원소에도 D<sub>2</sub>를 충돌/반응 기체로 적용하는 것이 가능함을 확인하였고, 앞으로 다양한 연구 분야에 D<sub>2</sub>의 적용가능성이 기대된다.

## 분광학적 간섭을 배제한 혈청 시료 속 셀레노단백질 분석의 정확도 개선

이서영, 김민건, 지 영, 박용남\*

한국교원대학교 화학교육과

본 연구의 목적은 혈청 내 셀레노단백질 분석의 정확도와 정밀도를 높이는 것이다.

혈액 속 셀레노단백질을 분리, 정량하는 장치로 팔중극자 반응셀이 장착된 유도결합플라즈마 질량분석기(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS)와 six-way valve 로 Heparin-sepharose, Blue-sepharose 컬럼이 연결된 HPLC를 사용하였다. 분리된 셀레노단백질은 후 컬럼 동위원소 희석법으로 정량하였는데, 실험에서는 정량의 정확도를 높이는 방안으로 2가지를 고려하였다.

첫 번째는, 후 컬럼 동위원소 희석법에 자연존재비가 높아 검출한계가 큰 동위원소를 모니터링 하는 것이다. 이 때 Collision/Reaction gas(C/R gas)로 H<sub>2</sub>를 사용하면 H<sub>2</sub>가 혈장이나 혈청 속 3.5 mg/L ~ 3.5 g/L 로 다량 존재하는 Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>와 반응하여 분광학적 간섭을 일으키므로 수소대신 D<sub>2</sub>를 사용하면 <sup>77</sup>Cl<sup>1</sup>H<sup>+</sup>, <sup>79</sup>Br<sup>1</sup>H<sup>+</sup> 형성을 억제시켜 셀레늄에 대한 분광학적 간섭을 효과적으로 배제할 수 있다. 따라서 실험에서는 D<sub>2</sub>를 C/R gas로 사용하여 <sup>78</sup>Se, <sup>80</sup>Se 을 모니터링 하였다.

두 번째로, 셀레노단백질 분리를 위한 기울기 용리 시 용리액으로 사용되는 ammonium acetate의 농도가 바뀔 때 바탕이 변화되는 것이다. 이것은 단순 농도 차에 의한 바탕 변화와, ammonium acetate가 플라즈마로 주입되어 생성된 C<sup>+</sup>로 인해 Se<sup>+</sup>이온화 평형이 변화되면서 농도가 진한 용리액에서 spike신호가 증가하는 것이 복합적으로 작용한 결과이다. 따라서 용리액으로 ammonium acetate보다 탄소함량이 적은 ammonium formate를 사용하고, ICP-MS의 RF power, O<sub>2</sub> 유입량을 조절하여 바탕변화를 최소화하는 최적조건을 찾아 정확도를 높였다.

실험결과 혈청 속 셀레노 단백질은 SeO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 등이 포함된 Glutathione peroxidases, Selenoprotain, Selenoalbumin의 세 가지 피크로 분리되었다. Certified Reference Material BCR-639 (ref. value 133 ± 12 ng/g)를 정량한 결과 130.8 ± 10.0 ng/g (n=4, 95% 신뢰도)로 98.3 % 의 높은 회수율을 보였다. 시료혈장을 3주 동안 분석하였을 때 얻은 셀레노단백질 총량은 84.0 ng/g, %RSD=0.83 (n=15)로 재현성 역시 높은 것으로 판단되었다.

1) P. Jitaru, G. Cozzi, R. Seraglia, P. Traldi, P. Cescon, C. Barbante, Anal. Methods 2 (2010) 1382.

## HPLC-UV method for quality control of *Inonotus obliquus*

Seol Gyu Park<sup>1</sup>, Kyung Tae Kim<sup>1</sup>, Jong Seong Kang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Pharmacy, Chungnam National University

*Inonotus obliquus* (IO), commonly named as Chaga, is a white-rot fungus in the family Hymenochaetaceae. It has been used as a traditional medicine for anti-cancer without negative side-effects. The major compounds of IO are polysaccharides, polyphenolic compounds and triterpenoids. inotodiol and 3 $\beta$ -Hydroxylanosta-8,24-dien-21-al are triterpenoids and unique compounds of IO. Until now, analytical method for IO has been studied few. For quality control of IO, a simultaneous analytical method for multiple compounds including inotodiol and 3 $\beta$ -Hydroxylanosta-8,24-dien-21-al is needed. Therefore, this study aims to develop a HPLC method for quality control using triterpenoids in IO. The effect of extraction solution and extracting time were verified to optimize analytical sample preparation conditions. Methylene chloride, hexane, ethyl acetate and acetone were used for extraction. Extraction time was observed at 10 min, 30 min, 60 min, 120 min. The separation was performed on a HECTOR-M C18 column (4.6 × 250 mm, 5  $\mu$ m) using mobile phase of water (A) and acetonitrile (B) under gradient a conditions (0 min at 40% B, 5 min at 50% B, 15 min at 100% B and 40 min at 100% B). The flow rate was 1.0 mL/min. The detection wavelength was verified by DAD (diode array detector) and selected at 210 nm. The best condition of sample preparation was methylene chloride of 100 mL and sonication for 10 min for 1 g IO.

Keywords: *Inonotus obliquus*, triterpenoids, quality control, HPLC-UV

## 아스팔트 종류에 따른 물리화학적 특성 비교분석

Comparison of Physicochemical of Petroleum and Natural Asphalts type

Nader Nciri<sup>1</sup>, 신태섭<sup>1</sup>, 이학수<sup>1</sup>, 조남준<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국기술교육대학교 에너지신소재화학공학과

아스팔트 포장의 성능을 향상시키기 위한 많은 노력이 이루어지고 있으나, 아스팔트의 물리적 성질에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 아스팔트는 4가지 주요성분(saturates, aromatics, resins, asphaltenes, 이하 SARA)으로 구성되어 있으며, 이들의 조성에 따라 침투도, 연성, 연화점, 점성 등의 물리적, 유동적 성질이 다양하게 나타난다. 따라서 아스팔트의 화학적 조성 분석을 통해 아스팔트의 특성을 예측하고 나아가 도로의 성능을 향상 시킬 수 있다.

본 연구에서 석유 아스팔트(PA)와 천연 아스팔트(NA) 두 종류의 아스팔트의 특성을 분석하였다. 특성 분석을 위해 전원소 분석, 박층크로마토그래피, 라만분광계, FT-IR, 핵자기공명장치, UV-vis 분광광도계, XRD, DSC, TGA 기기를 이용하였으며, 침투도, 점성, 연화점, 연성을 추가로 분석하였다.

분석결과 PA와 NA는 SARA 조성에 명확한 차이가 있는 것으로 나타났다. 평균 분자량은 PA가 328 Da, NA는 252 Da로 나타났으며, NA는 PA에 비해 방향족 탄소의 비율이 낮았으며, 방향족 탄소가 알킬화되어있는 것으로 나타났다. 한편, 점토 성분이 NA에는 존재하지만 PA에는 존재하지 않는 것으로 나타났으며, 열적 안정성은 PA가 더 높은 것으로 나타났다. 결론적으로 두 아스팔트의 화학 조성 및 구조에 상당한 차이가 있었으며, 유동학적 실험결과 또한 상이하게 나타났다.

## 아마이드계 아스팔트 첨가제의 합성과 배합비에 따른 물리적 특성

Synthesis of amide type asphalt additives and physical property  
according to compounding ratio

김지웅, 이학수, Nader.Nciri, 신태섭, 조남준\*

한국기술교육대학교 에너지신소재화학공학과

산업화 이후 온실가스 배출과 함께 지속적으로 증가하고 있는 지구 평균기온의 상승이 초래하는 기후변화의 위협을 국제적인 움직임으로 대처하기 위하여, 오는 2020년 만료되는 교토의정서를 대체할 새 기후협약인 파리협정이 2015년에 채택되었다.

도로연구 분야에서도 CO<sub>2</sub> 배출을 저감시키기 위하여 친환경 도로포장 공법인 중온아스팔트(warm mix asphalt, WMA) 포장을 함으로써 시공온도를 기존공법 대비 약 30°C 정도 낮추어 아스팔트 혼합물을 생산 및 시공할 수 있게 되어 생산 연료비와 온실·유해가스 배출을 감축시킬 수 있으며, 순환골재를 사용함으로써 자원재활용 측면에서도 환경 친화적인 도로포장이 가능해진다.

국내 도로포장에서는 지각에서 풍부한 광물인 규산염 골재를 주로 사용하는데, 아스팔트 바인더와 박리현상 없이 부착하기 위하여 음전하를 띠는 골재와 비극성을 갖는 바인더를 화학적으로 접착할 수 있는 양이온성 계면활성제가 필요하며, 노화된 아스팔트 순환골재를 사용한 중온 도로포장에는 저분자량의 연화제의 선택도 중요하다.

따라서 본 연구에서는 중온포장과 양이온성 계면활성제의 도입을 위하여 폐식물성 오일을 사용한 아마이드계 박리방지제를 합성하였고, 폐식물성 오일의 함량을 조절하며 배합하였다. 또한 아스팔트의 점성을 확보하기 위해 SBS(Styrene-Butadiene-Styrene) copolymer를 첨가하였고, 박리방지제와의 배합비를 조절하여 아스팔트의 물리적 특성인 탄성회복력 및 소성변형률을 측정하였다.

## Mass analysis of neuropeptides in salty environment using hydrophilic ring-shaped anchors

윤숙<sup>1</sup>, 서정기<sup>2</sup>, 이창영<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>울산과학기술원 에너지 및 화학공학부, <sup>2</sup>한국표준과학연구원

Cell-to-cell signaling peptides have been studied for more than a decade by many researchers using various analytical methods. Signaling peptides are known to have important roles in the physiological mechanisms of life. Currently available approaches for analyzing peptides have drawbacks such as loss of peptides and complicated procedures for sample preparation. We developed an efficient platform for mass analysis of neuropeptides that simultaneously concentrates and desalts the analytes via coffee ring effect on a C18-Au patterned substrate. Dropped peptide solution with high salt content onto the patterned C18-Au surrounded by donut-shaped hydrophilic anchors is separated from salt crystals and concentrated. Salts are removed by outward flow generated during evaporation, while peptides are collected onto the central C18-Au region. Our approach greatly simplifies the sample preparation for matrix-assisted laser desorption ionization mass spectrometry (MALDI-MS). We used MALDI-MS imaging to confirm that the peptides are concentrated on the center of the pattern. The driving force of peptide adsorption is hydrophobic interaction between peptides and C18 chain. However, in high salt concentration the ionic strength impedes the hydrophobic interaction and causing the desorption of peptides. The most efficient adsorption occurred in a low-humidity environment, so the adsorbed peptides are only briefly exposed to the salty environment. We have developed a simple kinetic model that describes the correlation between the evaporation rate and the surface coverage of peptides.

## Seasonal variation of environmental stable isotope in the shallow groundwater from multi-level wells at an agricultural area

HyunKoo Kim<sup>\*</sup>, MinKyeong Lee, InKyu Shin, Gyeongmi Lee, Moonsu Kim,  
JongYeon Hwang, SunHwa Park, HunJe Jo, Tae Seung Kim

Soil and Groundwater Division, National Institute of Environmental Research

This study is purposed to examine the vertical distribution of anthropogenic contaminants and understand the sources of nitrogen in shallow groundwater in an agricultural area. The stratigraphic units of study area consist of top soil, weathered soil, weathered rock, and fresh bedrock in descending order. The depths of multi-level MW-M1 are 5.5, 10.0, and 21.0 m, respectively and MW-M2 and MW-M3 wells are 7.5 m, 12.0 m, 21.0 m and 7.0 m, 14.0 m, 21.0 m, respectively. Stable isotope results of groundwater samples obtained in June, July, August, and October 2015, February, and June 2016. The patterns of NO<sub>3</sub>-N concentrations, the  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  values of NO<sub>3</sub> are similar distribution in three depths of MW-M1. In MW-M2, NO<sub>3</sub>-N concentrations and the dual isotope values were higher at shallower depths than at deeper depth. Seasonal variations indicate that NO<sub>3</sub>-N concentrations are highest in the dry season, while the  $\delta^{15}\text{N}$  values are highest in the wet season at shallower depths. The NO<sub>3</sub>-N concentrations of shallow depth in MW-M3 show weak seasonal variation but the  $\delta^{15}\text{N}$  values of nitrate are wide in range from -1.9‰ in the winter to 29.1‰ in the summer. The dual isotopic compositions of nitrate in MW-M1 are plotted within or near the general ranges of NO<sub>3</sub> formed from nitrification of soil organic-N or NH<sub>4</sub> in fertilizer and rain. The NO<sub>3</sub> of MW-M2 is likely derived from manure and sewage. This study shows spatial and seasonal variations of NO<sub>3</sub>-N concentrations and the dual isotope and an example of groundwater nitrate contamination from coexisting distinct sources.

**Relative stability calculations of PCDDs/DFs congeners  
using density functional theory**

Young Wook Yoon, Jun-Gu Kang, Ji-Hwan Son, Sun-Kyoung Shin, Tae-Wan Jeon\*

National Institute of Environmental Research

Persistent organic pollutants (POPs) are regulated in most countries due to their high toxicity to humans and high stability. They resist degradation and move through environmental media such as air, soil and water. Among the POPs, polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) are the most toxic unintentional pollutants. The PCDDs/DFs have planar molecular structures, in which two chlorine-substituted benzene rings are bonded to each other through two or one oxygen, respectively. According to the number and positions of chlorine substitution, there are a total of 75 PCDDs and 135 PCDFs. Of these 210 compounds, 17 PCDDs/DFs congeners are considered highly toxic according to the 2005 World Health Organization toxic equivalency factor (WHO-TEF).

In this study, PCDDs/DFs were measured from stack gases of 480 industrial waste incinerators from 2007 to 2015 using high resolution gas chromatography equipped with a high resolution mass spectrometer (HRGC/HRMS). The relative stabilities of PCDDs/DFs were evaluated by their annual average total mass concentrations ( $\text{ng}/\text{Sm}^3$ ). Meanwhile, *ab initio* geometrical optimization of PCDDs/DFs was carried out using density functional theory at B3LYP/cc-pvdz level to assess their relative stability. The entropy, ionization potential and electron affinity of PCDDs/DFs were obtained. Isodesmic reactions were used to estimate the enthalpy and Gibbs free energy of formation. These calculated parameters were compared with emission data to evaluate the congener pattern.



## 환경시험실 품질시스템의 국제 적합성 제고 방안 연구 -운영 및 기술요건을 중심으로-

고상호<sup>1</sup>, 최성현, 김금희, 홍석영, 김명옥, 김명진, 이진주, 최종우\*

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경기반연구부 환경측정분석센터

세계 시험·검사 시장은 매년 10 % 이상의 성장세를 보이고 있으며 2017년에는 약 222조원이 될 것으로 예측하고 있다. 이런 시험·검사시장의 확장으로 정확하고 믿을 수 있는 시험검사 결과의 생산이 요구 되고 있다. 국내에서 생산되고 있는 환경시험검사 결과는 환경관련 시설 관리의 기본 자료로 활용되며, 환경정책의 근간이 되는 자료로 사용되고 있기에 자료의 신뢰성 확보가 더욱 요구되어 진다. 현재 국내에서는 환경 분야를 비롯하여 해양, 노동, 식품 등의 분야에서 정도관리 제도를 운영하고 있으며, 환경 분야에서는 ISO/IEC 17025(시험기관 및 교정기관의 자격에 관한 일반요구사항)을 인용하여 정도관리 현장평가 제도를 운영하고 있다. 현장평가는 평가위원이 직접 시험실을 방문하여 품질시스템의 적절성 및 이행여부 등을 검증 및 평가하는 것을 말하며, 품질시스템의 구축을 위해서는 품질문서를 구비해야 하며 경영요건 10개항 및 기술요건 8개항이 포함되어야 한다. 본 연구에서는 현장평가를 운영하면서 품질문서의 부적합 비율에 대한 내용이 발표된 자료가 없어 시험·검사 결과의 신뢰성 향상을 위해 최근 3년간 현장평가 대상 기관 501개 기관의 품질시스템 평가 결과를 확인 하였다. 품질문서의 경영요건 10개항 중에서는 내부정도관리평가 부적합 비율이 각각 12 %, 11.7 %, 22.3 %, 조직에 대한 부적합 비율이 각각 12, 5 %, 13 %, 17 %로 나타났다. 기술요건에서는 직원이 10 %, 12 %, 16.7 %로 지적되었고, 시험방법에 대한 부적합 비율이 9.6 %, 9 %, 16 %로 나타났다. 대상별로 분류 시 정기 현장평가 대상기관과 신청을 통해 진행되는 (수시)현장평가 대상기관과의 부적합 항목 차이 분포는 다르지 않고 비율은 비슷한 경향을 보였다. 위의 결과를 토대로 대상기관의 품질시스템 개선(정보) 제공을 통해 환경시험검사 결과의 신뢰도 향상에 기여 할 수 있을 것으로 사료된다.

## 환경측정기기 항목별 정도검사 현황 및 전망

전수아<sup>1</sup>, 이상희, 김명옥, 이두희, 박현우, 최종우\*

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경측정분석센터

국립환경과학원은 환경 분야 시험·검사 등에 관한 법률 제 11조에 의거하여 측정기기 정도검사 제도를 시행하고 있다. 대상 모니터링 환경측정기기는 대기, 수질, 실내공기질, 먹는 물, 소음진동, 토양, 자동차 총 7개 분야, 32종이다.

2007년부터 2015년간 정도검사를 받은 환경측정기기에 대해 분야별, 종별 수를 분석하였다. 2008년부터 매년 약 30,000대 이상의 환경측정기기가 정도검사를 받았으며 2015년 기준, 자동차(9,344기), 대기(9,270기), 수질(4,334기) 분야의 측정기기가 전체의 72.9%를 차지한다.

이중 대기분야의 측정기기수가 2007년 2611대에서 2015년 5221대로 증가하였으며 이중 SO<sub>2</sub>(165→269), NO<sub>x</sub>(394→692), CO(106→177), O<sub>2</sub>(649→1075), 먼지(577→962) 연속자동측정기기 수의 증가에 기인하는 것으로 보인다. 특히 굴뚝분야의 HCl, 유속 연속자동측정기기는 3배 이상 증가하였는데 이는 연속자동 측정기 설치 대상 굴뚝수가 2007년 1123개에서 2014년 1490개 증가하였기 때문이다.

또한 수질분야의 경우 2007년부터 2015년까지 COD(약 7.1배), pH(약 7.8배), SS(약 74.6배), TN(약 8.2배), TP(약 8.1배) 연속자동측정기기의 수가 증가하였다. 이 역시 수질분야 TMS 부착 대상기관이 2015까지 증가한 것에 기인한 것으로 보인다.

정도검사 대상 환경측정기기의 수는 모니터링 대상기관/업체 확대 등 행정규제 변경의 영향을 받는 것으로 보여진다.

**$\delta^{15}\text{N-NH}_4$  and  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  isotope compositions reveal  
contribution of nitrogen source in freshwater ecosystem**

질소 안정동위원소비를 활용한 수환경에서의 질소기원 추적 연구

김민섭<sup>1</sup>, 윤숙희, 임보라, 박재선, 박현우, 최종우\*, 정현미<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경측정분석센터, <sup>2</sup>국립환경과학원 환경기반연구부

We investigated the distribution of nitrogen compounds in tributary through results of multiple stable isotopes values ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{15}\text{N-NH}_4$ ,  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  and  $\delta^{18}\text{O-NO}_3$ ) for water and various kinds of fertilizers during March to November. The  $\delta^{15}\text{N-NH}_4$  and  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  values in tributary during March to May showed ranging from 2.3 to 32.5 ‰, from -2.1 to 7.9 ‰, respectively. While tributary are highly influenced by the nitrogen source from pigs and cattle breeding sites during July to November, due to observed the significantly enriched values in both  $\delta^{15}\text{N-NH}_4$  and  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$ , ranged from 1.2 to 45.8 ‰, from 7.3 to 27.2 ‰, respectively. Thirty samples of synthetic fertilizer and twenty-five animal manures showed markedly different  $\delta^{13}\text{C}$  values, ranged from -9.7 to -40.2 ‰ and enriched  $\delta^{15}\text{N}$  values as expected, ranged from -1.9 to 19.6 ‰. These are preliminary data of the isotopic composition of fertilizer in Korea. Therefore, a wider survey of fertilizers for organic-animal manures and organo-mineral synthetic fertilizer production is needs to elucidate the natural isotope variation. We calculated the contribution rate of  $\text{NH}_4$  and  $\text{NO}_3$  from various kinds of fertilizer source according to the results of stable isotope. The contribution rates of  $^{15}\text{N-NH}_4$  and  $^{15}\text{N-NO}_3$  from animal organic manures source were significant that ranged between 55 and 98%, while those of synthetic fertilizer as the primary material of organo-mineral fertilizer source were not significant ranging from 8 to 36 %. With the modeling approach we found a high range in the estimate proportion of fertilizer N, indicating that the mixing models is good tool to reveal contribution of N source. However, we should be chosen carefully end-member values. Better characterization of tributary  $\delta^{15}\text{N-DIN}$  by better measurements or a more detailed modeling approach will aid in understanding N-cycle dynamics in freshwater ecosystem.

## Analyzing proficiency testing result of the environmental laboratories

Jinjoo Lee<sup>1</sup>, Sung Hun Choe, Kumhee Kim, Sukyoung Hong, Meong Ock Kim,  
Myoung-Jin Kim, Sang-Ho Go, Jong-Woo Choi\*

<sup>1</sup>Environmental Measurement & Analysis Center Fundamental Environment Research  
Department, National Institute of Environmental Research

The environmental testing and inspection quality system operates the proficiency testing and on-site assessment in 9 fields. In this study, we support the quality system of the environmental testing and inspection institutions to meet the international standards (ISO/IEC 17025).

In Korea, The Ministry of Employment and Labor, the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, and the Ministry of Food and Drug Safety are operating a quality control system. The Ministry of Environment conducts proficiency testing and on-site assessment on environment testing and inspection institutions in 9 fields(air quality, water quality, drinking water, waste, soil, indoor air quality, odor, POPs and environmentally hazardous factors).

In 2016, the proficiency test was conducted on 90 items in 9 fields. The nonconformity has occurred in the order of indoor air quality, water quality and soil. The proficiency testing was evaluated by z-score. The distribution of z-score in drinking water( $-5.10 \leq z \leq 5.38$ ) and water quality( $-4.72 \leq z \leq 5.38$ ) was wider than the other fields (indoor air quality( $-2.5 \leq z \leq 4.36$ ), odor( $-2.45 \leq z \leq 2.07$ ), soil( $-4.03 \leq z \leq 4.57$ )) and waste field has narrowest distribution of z-score( $-3.24 \leq z \leq 2.28$ ).

The nonconformity by the proficiency testing has 28% more occurred in registration of measurement agency or reapplication of quality control system by institution than regular proficiency test group(1.5%).

**The elemental and Mg isotope geochemistry of primary upper mantle mineral weathering at pH =1 and  $T = 25^{\circ}\text{C}$**

Sin-Woo Lee<sup>1\*</sup>, Jong-Sik Ryu<sup>2</sup>, Hyung-Seon Shin<sup>2</sup>, Min-Seob Kim<sup>1</sup>, Jong-Woo Choi<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Environmental Measurement&Analysis Center, National Institute of Environmental Research,

<sup>2</sup>Division of Earth and Environmental Sciences, Korea Basic Science Institute

We conducted a plug flow reactor experiment at pH = 1 and  $T = 25^{\circ}\text{C}$  using the 63-245  $\mu\text{m}$  size fraction of crushed olivine(Olv), orthopyroxene(Opx), clinopyroxene(Cpx), and spinel(Spl). The purpose of the study is to characterize the influence of mineral weathering on the Mg isotope geochemistry of terrestrial waters. Eluates were collected every 4 hrs for the first 24 hrs, every 12 hrs for the second 24 hrs, and every 24 hrs thereafter for a total of 480 hrs at the time of writing. Elemental concentrations in output solutions were measured by ICP-OES and values of the percent charge balance error are better than  $\pm 5\%$ .

When plotted versus time during Opx, Cpx, and Spl dissolutions, concentrations of Al, Ca, Fe, Mg, and Si in the eluate display a rapid decrease followed by a decay to zero. It is attributed that these minerals dissolve faster than they mechanically disaggregate. In contrast, concentrations of Fe, Mg, and Si during Olv dissolution display a rapid increase followed by a decrease and finally a decay to zero. We attribute the initial concentration increase to leaching of freshly cleaved mineral surfaces. All solutions are undersaturated with respect to secondary phases. The profiles are described using coupled conservation equations for the solid and fluid solved at non-steady-state. Mg isotope measurement is underway by MC-ICP-MS. We will use the elemental chemistry model to constrain the behavior of Mg isotope and quantify potential isotopic fractionation.

## Metabolic profiling of endogenous hormone in pattern baldness patients by liquid chromatography-mass spectrometry with chemical derivatization

Eun Ju Im<sup>1,2</sup>, Su Hyeon Lee<sup>1,3</sup>, Mi Yeon Lee<sup>4</sup>, Jeongae Lee<sup>1</sup>,  
Ki Jung Paeng<sup>2</sup>, Bong Chul Chung<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>Molecular Recognition Research Center, Korea Institute of Science and Technology,  
Hwarang-ro 14-gil, Seoul;

<sup>2</sup>Department of chemistry, Yonsei University, Yeonsedae-gil, Wonju;

<sup>3</sup>Forensic Chemistry Section, National Forensic Service, Seoul Institute, Jiyang-ro, Seoul

<sup>4</sup>Advanced Analysis Center, Korea Institute of Science and Technology, Hwarang-ro  
14-gil, Seoul;

Prostaglandins (PGs), subclass group of eicosanoids, and androgens play important biological actions on inflammation as inflammatory mediators. Male pattern baldness (MPB) is known that associated with these hormones. The aim of this study is to figure out bio markers of male pattern baldness. To investigate the significant metabolites and metabolic pathways of MPB, non-targeted profiling of baldness patients' hair was performed using ultra-performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry (UPLC-Q-TOF). Quantitative profiling of target metabolites in biological specimens was performed with liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) based analysis. 6 steroids and 8 PGs in biological specimens was investigated. LC-MS analysis method involves chemical derivatization with 2-hydrazinopyridine for simultaneous analysis in a single ionization mode. The gradient elution consists of 0.1% formic acid in 95% water and acetonitrile at a flow rate of 0.3 mL/min. All analytes were separated through a reversed-phase C18 column (50 × 2.1 mm, 1.9 μm) and detected in selected reaction monitoring mode combined with electrospray positive ionization. This LC-MS method could be applied to evaluating the inflammatory process such as male-pattern baldness and auto-immune diseases.

PT-078 [일반]

## Simultaneous determination of urinary hydrophilic metabolites by gas chromatography-mass spectrometry

Yoon Hwan Kim<sup>1,2</sup>, Kyoung Heon Kim<sup>2</sup>, Bong Chul Chung<sup>3</sup>, Jeongae Lee<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Convergence Research Center for Diagnosis Treatment and Care System of Dementia,  
Korea Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Biotechnology, College of Life Sciences and Biotechnology,  
Korea University

<sup>3</sup>Molecular Recognition Research Center, Korea Institute of Science and Technology

Metabolomics is a study that focuses on the repertoire of relatively small molecular weight substances (<1500 Da) in vivo. When conducting non-targeted metabolomics approaches by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), the amount of candidate metabolites is semi-quantitative, and it should be identified and quantified later. The aim of this study was developing method for quantitation and qualification of 60 representative metabolites simultaneously using GC-MS; [60 representative metabolites: 12 organic acids, 22 amino acids, 15 nucleosides & nucleobases, and 12 carbohydrates]. Various experimental conditions such as enzymatic hydrolysis of excessive urea, protein precipitation methods, and comparing of derivatization reagents were compared and optimized. The calibration curve was established over 0.005 – 20 µg mL<sup>-1</sup> with R<sup>2</sup> values above 0.99. The limit of detection was ranged 5 - 1000 ng mL<sup>-1</sup>. Therefore, this method can be used for accurate and precise quantitative analysis of major metabolites after large-scale non-targeted metabolomics investigation.

## 1-(2-mercaptoethyl)-1,3,5-triazinane-2,4,6-trione이 결합된 은나노 입자를 이용한 $\text{Cu}^{2+}$ 이온의 높은 선택성을 가진 비색 분석

윤수진<sup>1</sup>, 남윤식<sup>1</sup>, 최성희<sup>2</sup>, 이강봉<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연구원 특성분석센터, <sup>2</sup>녹색도시기술연구소

최근 전자 제품, 건축 자재 등에서 발생하는 구리 폐기물의 부적절한 처리로 인해 구리 이온의 검출의 중요성이 커지고 있다. 구리 이온은 에너지 생성뿐만 아니라 이산화질소 및 효소 활성화와 같은 생물체에서 중요한 역할을 하지만 과량의  $\text{Cu}^{2+}$ 는 인체에 유독하다. 비정상적으로 높은 수준의  $\text{Cu}^{2+}$ 는 간, 신장 및 신경계 손상뿐만 아니라 Wilson's 및 Alzheimer's disease로 이어질 수 있다. 따라서 수용액에서 구리 이온의 미량 수준을 결정하는 것은 생물학적 분석, 환경 모니터링 및 기타 관련 분야에서 매우 중요하다.

1-(2-mercaptoethyl)-1,3,5-triazinane-2,4,6-trione이 결합된 은나노 입자(MTT-AgNPs)로 용액 상에 녹아있는  $\text{Cu}^{2+}$  이온을 측정하기 위한 간단하고 민감한 비색 분석법을 개발했다.  $\text{Cu}^{2+}$  이온은 배위 착물의 금속의 중심 역할을 하며, MTT-AgNP와 N- $\text{Cu}^{2+}$ -O 배위 결합을 형성한다. 또한 입자 간 거리를 단축시키며, MTT-AgNP의 응집을 유도하는 것으로 보인다.  $\text{Cu}^{2+}$ 와 MTT-AgNP가 결합하는 부분과 감지하는 원리는 XPS와 FT-IR 분광학에 의해 밝혀졌다.  $\text{Cu}^{2+}$ 와 MTT-AgNP가 응집을 하면서 용액의 색이 황색에서 진한 빨간색으로 극적인 색 변화를 한다. 따라서 MTT-AgNP 센서를 사용할 때 환경 시료에서  $\text{Cu}^{2+}$  이온의 농도를 육안으로 확인할 수 있고, UV-Vis 분광계로 정량적으로 검출 할 수 있다.

용액의 pH를 9로 조절하면 검출 감도가 크게 향상되어 기존에 최적화 된 AgNP의 실험조건보다 빠른 색상 변화를 유도할 수 있다. MTT-AgNP 용액의 흡광도 비율 ( $A_{555} / A_{395}$ )은  $\text{Cu}^{2+}$  이온 농도와 선형 상관관계를 나타내었고, 검출 한계는 15.2 nM이었다. 이렇게 합리적인 가격의 효율적인 검출 시스템은 용액 상에 녹아있는 시료에서  $\text{Cu}^{2+}$  이온의 농도를 빠르고 쉽게 측정 할 수 있다.

이 방법은 기존  $\text{Cu}^{2+}$  검출 기술에 비해 몇 가지 장점이 있다. 첫째, MTT-AgNP를 이용하면 값이 비싸거나 복잡한 계측을 필요로 하지 않으므로 작업을 단순화하고 관련 비용을 줄일 수 있다. 둘째, 이 방법은 3분 내에 UV-Vis 에 의해 15nM의 낮은 농도 검출을 촉진하여  $\text{Cu}^{2+}$  이온의 신속하고 민감한 검출이 가능하다. 마지막으로, 이 MTT-AgNP 센서는 용액에 존재하는 금속 이온 및 음이온과 관계없이  $\text{Cu}^{2+}$ 에 특이한 선택성을 나타낸다.



## 특정한 크기의 비표지 금나노 입자를 이용한 Cr<sup>6+</sup>이온의 검출법

RajalakshmiKanagaraj<sup>1</sup>, 남윤식<sup>2</sup>, 이강봉<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연구원 녹색도시기술연구소, <sup>2</sup>특성분석센터

크롬 이온은 수용액에서 Cr<sup>3+</sup> 및 Cr<sup>6+</sup>으로 2 개의 안정한 산화 상태를 갖는다. Cr<sup>3+</sup>이온은 탄수화물 대사, 효소 활성화 및 핵산 안정화와 같은 인간의 생물학적 활성화에 중요하다. 반대로, 가장 높은 산화 상태 인 Cr<sup>6+</sup>는 인체에 유해하며 발암성이 높고 유독성이 높다. 또한 Cr<sup>6+</sup>는 DNA 손상, 산화 스트레스, 유전자 변형 및 세포 사멸과 같은 다양한 임상 문제를 유발한다. 크롬 이온은 크롬 도금, 안료 생산, 가죽 선뎀, 염색, 위생 매립 침출 및 스테인레스 가공과 같은 많은 상업적 응용 분야에서 널리 사용된다. Cr<sup>6+</sup>이온은 환경에 편재되어 있으며, 다양한 산업 분야에서 대규모로 사용되기 때문에 자연수에서도 검출 될 수 있다.

금 나노입자 크기의 변화는 단순히 시트르산 나트륨의 농도를 변화시킴으로써 시트르산 환원법을 사용하여 쉽게 달성되었다. 금 나노입자와 Cr<sup>6+</sup>첨가시 응집 된 AuNPs는 자외선 가시 분광법 (UV-Vis), 고해상도 투과 전자 현미경 (HR-TEM), X-선 회절 (XRD) 분광법 및 제타 전위 및 동적 광산란 (DLS)에 의해서 측정되었다. 45 nm의 AuNP가 선택적으로 Cr<sup>6+</sup>이온에 반응하는 것으로 밝혀졌다. 이 크기의 AuNP는 530 nm에서 국부적인 표면 플라즈몬 공명 밴드를 나타내었고, Cr<sup>6+</sup>의 첨가에 따라 선형 적으로 감소했다. 이로 인해 750 nm에서 새로운 밴드가 증가하여 빨간 와인색에서 보라색으로 색이 바뀌었다. 이러한 흡광도 및 색 변화의 감소는 구연산염과 Cr<sup>6+</sup>의 배위에 의한 금 나노입자간의 응집 때문이다. DFT 계산을 사용하여 Cr<sup>6+</sup>(또는 Cr<sup>3+</sup>) 이온과 구연산 리간드 사이의 결합 에너지를 설명하였다. 금 나노입자와 Cr<sup>6+</sup>의 결합 부위는 XPS와 TOF-SIMS에 의해 설명되었다. 특정한 크기의 금 나노입자를 이용한 센서는 다른 금속 이온 및 음이온의 존재 하에서 탁월한 선택성을 보였다. 이 분석 방법은 수돗물, 연못 및 폐수 샘플에 적용되었으며 유도 결합 플라즈마-광 방출 분광법을 사용하여 검증되었다.

특정한 크기의 금 나노입자를 사용하여 제안 된 분석 방법은 매우 간단하고 비용 면에서도 효율적이며 현장에서 Cr<sup>6+</sup>를 실시간으로 탐지 할 수 있다. 검출 한계 (LOD)는 UV-Vis에 의해 0.4nM 및 육안으로 4nM이었다. 따라서 이 기술은 다양한 범위의 실제 샘플에서 유독한 Cr<sup>6+</sup>이온을 모니터링하는 데 사용될 수 있습니다.

**Analytical method of Farnesene produced by metabolically  
engineered microorganism using GC/TOF-MS**

이지원<sup>1,2</sup>, 이현정<sup>1</sup>, 왕진영<sup>1,2</sup>, 우한민<sup>3</sup>, 김연제<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, <sup>2</sup>고려대학교 화공생명공학과  
<sup>3</sup>성균관대학교 식품생명공학과

There has been a rising interest in the need of biofuels as alternative fuels due to the limited resources of fossil fuels and the environmental concerns. As a replacement of fossil fuels, many kinds of biofuel production is being studied. One of the most prominent example that has been proposed as a potential diesel and jet-fuel alternative is Farnesene, an acyclic sesquiterpenoid. It is their inherent properties such as low freezing point ( $<-100^{\circ}\text{C}$ ), high thermal stability (up to  $380^{\circ}\text{C}$ ), and high energy content ( $44\text{MJ/kg}$ ) that makes Farnesene such an advanced biofuel. Farnesene is naturally found in plants and insects. However, the quantity of naturally produced Farnesene is too small for the use of biofuels. Therefore several studies are trying to develop metabolically engineered microorganism as a way for its production. With these efforts of Farnesene production, a fast and accurate analytical method for Farnesene is also needed.

In this study, we have developed an analytical method for quantification of Farnesene produced from microorganism. Both intra-cellular and extra-cellular Farnesene produced can be analyzed with this method. For determination, Gas Chromatography coupled with Time-Of-Flight Mass Spectroscopy has been used. Validation of the analytical method has been examined, and a reasonable result has been purchased.

## MeV 이온빔을 이용한 External-PIXE 시스템 소개

김재열, 송중환, 채근화, 유병용, 김준곤, 존 일라드스, 임원철, 송진호

한국과학기술연구원 특성분석센터

교신저자: jhsong@kist.re.kr

PIXE(proton induced X-ray emission)분석법은 electron이나 photon을 조사하였을 경우 표적물질로부터 발생하는 특성 X선을 분석하는 EDS, EMPA, XRF와 유사하나, 0.3-10 MeV의 고 에너지를 가진 이온 조사 시 생성되는 특성 X선을 분석하는 방법이다. X선 수율로 부터 구성원소를 규명할 수 있으며, 입사이온의 입사각도나 에너지를 바꿈으로써 깊이에 따른 조성분석이 가능하고, 또한 PIXE는 X선 방사 시 background가 electron 조사시보다 현저히 작기 때문에 미량의 원소분석이 가능하다. (free standing foil: 0.1-10 p.p.m, bulk specimen: 1-100 p.p.m, surface layers on thick specimen:  $10^{13}$ - $10^{15}$ at/cm<sup>2</sup>)PIXE분석은 표면 층에 특히 민감하여 thin sample(박막 등)연구에 적합하며 XRF는 bulk의 물질특성연구에 적합하다. 또한, EMPA나 EDS등은 시료가 진공 중에 있어야 하나 PIXE의 경우는 진공 중이나 대기 중에서도 분석이 가능하여 고체뿐만 아니라 액체시료의 분석이 가능하다. 또한 분석시간이 짧고, 표준시료가 있을 시 오차율이 2-10 % 정도의 정확성을 지니고 있으며 비파괴 분석이라는 장점을 가지고 있다.

한국과학기술연구원에서는 최근 6 MV 탄데트론 이온빔 가속기 microprobe beam line에서 수 MeV의 에너지를 지닌 수소 이온빔을 수~수십  $\mu$ m 크기로 집속한 후 캡톤 필름이 부착된 노즐을 통해 대기 중으로 빔을 인출하여 PIXE 분석을 할 수 있는 External-PIXE 시스템을 구축하였다. External-PIXE는 진공 중에서 분석하기에 곤란한 큰 시료(혹은 액체)에 대한 비파괴 분석이 가능하여, 특히 고고학적 유물 분석 등에 적합하다. 본 연구에서는 대기 중에서 청동상을 External-PIXE 분석한 사례에 대해 보고하고자 한다.

## 가속기질량분석법을 이용한 방사선 탄소 연대측정에서의 백그라운드 레벨의 안정화

금보경, 김준곤\*, 송중환, 김재열

한국과학기술연구원 특성분석센터

가속기 질량 분석법(Accelerator Mass Spectrometry, AMS)을 이용한 방사선 탄소 연대측정법은 유기물의 생물 연대를 계산하기 위한 가장 보편화되어 있는 방법이다. AMS는 극미량의 동위원소비를 안정적으로 측정할 수 있는데, 이를 위해 가장 중요한 요소 중 하나는 백그라운드 레벨의 안정화이다. 백그라운드가 흔들리면 측정치의 안정화를 얻을 수 없다. 백그라운드의 안정화를 위해서는 시료측정의 생산성, 측정 장비의 정밀도, 시료 오염의 극소화 등이 고려되어야 한다. 그 중에서도 시료 오염의 극소화를 위해 본 연구에서는 1) 시료를 처리하는 공간의 대기 중 오염, 2) 흑연화장치의 진공라인 오염, 3) 전처리 각 단계 별 오염에 대한 연구를 진행하였다. 1)은 graphite 타겟을 대기 중에서 1,3,7일간 방치한 후 AMS로 측정하여 결과를 얻었다. 2)는 Oxalic Acid와 CO<sub>2</sub>로 흑연화를 한 후 AMS로 측정하여 각 reactor의 <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C 비율을 비교하였다. 3)은 화학처리부터 CO<sub>2</sub> 생성, 흑연화 및 타겟팅까지 전처리의 대한 모든 단계에 대한 오염을 확인하였다. AMS 측정결과 화학처리 시 백그라운드 값이 약간 높아졌지만 이는 PGS(Pyrometry Graphite Sheet)로 화학처리 시 대기에 나와 있는 시간이 길어 현대 탄소에 의해 오염이 되었다고 생각된다. 다른 파우더 형태의 백그라운드 시료는 그 값의 차이가 적다. 본 연구를 통해 백그라운드 오염 요소들을 최대한 배제하여, <sup>14</sup>C가 거의 없는 CO<sub>2</sub> 기체로 흑연화한 후 AMS로 측정한 결과 백그라운드 시료의 <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C 비율의 평균이 6.14 X 10<sup>-16</sup>으로 나왔다. 이 값은 본 연구소의 AMS 장비로 최대 6000년 된 시료까지 측정이 가능하다는 것을 의미한다.



# **포스터 발표 Ⅱ**

(2017년 05월 19일)



## Development of helium isotope certified reference materials at ambient level

김정은<sup>1,2</sup>, 이진복<sup>2</sup>, 양인석<sup>2</sup>, 김진석<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>과학기술연합대학원대학교, <sup>2</sup>한국표준과학연구원

헬륨 동위원소 인증표준물질 (CRM, Certified Reference Material)은 2015년에 <sup>3</sup>He 농도가 4743  $\mu\text{mol/mol}$  (<sup>4</sup>He/<sup>3</sup>He = 209.82  $\pm$  0.44) 까지 개발이 되었고, 그 동안은 <sup>3</sup>He이 많이 들어있는 시료 분석에 적용을 해왔다. 대기 중 헬륨에 존재하는 <sup>3</sup>He의 양에 대한 정량을 위하여 낮은 농도의 <sup>3</sup>He CRM이 필요하므로 본 연구를 통해 ambient level의 <sup>3</sup>He 농도를 갖는 헬륨 동위원소 CRM을 개발하였다. 대기 중의 <sup>3</sup>He는 1.38  $\mu\text{mol/mol}$  이라고 보고되어 있으므로, 고농도 <sup>3</sup>He 동위원소 CRM을 <sup>3</sup>He가 가장 적은 일반 고순도 헬륨으로 희석하여 <sup>3</sup>He의 농도가 대기 중 <sup>3</sup>He 동위원소 농도에 가깝게 중량법으로 제조하였다. 제조된 세 종류의 <sup>3</sup>He 농도는 명목상 94  $\mu\text{mol/mol}$ , 3  $\mu\text{mol/mol}$ , 0.4  $\mu\text{mol/mol}$ 이었다.

중량법으로 제조한 <sup>3</sup>He 동위원소 간의 내부 일치성을 확인하기 위하여 Precision Gas Mass Spectrometer (Finnigan model MAT 271)를 측정기기로 사용하였다. <sup>3</sup>He가 매우 미량이기 때문에 검출기로 SEM (Secondary Electron Multiplier)를 사용하였고, filament의 electron emission current는 500  $\mu\text{A}$ , 이온화 에너지는 100 eV, gas batch inlet system의 압력은 1 mbar 정도로 맞추었다.

희석에 사용한 고순도 헬륨 중에 <sup>3</sup>He 동위원소 농도를 중량법으로 제조한 <sup>3</sup>He CRM과 비교한 결과, <sup>3</sup>He 농도가 약 0.12  $\mu\text{mol/mol}$ 로 측정되었다. 최종적으로 He 원료가스에 들어있는 <sup>3</sup>He 농도를 보정해주어 CRM의 최종 <sup>3</sup>He 농도가 각각 94.20  $\pm$  0.47  $\mu\text{mol/mol}$ , 3.08  $\pm$  0.02  $\mu\text{mol/mol}$ , 0.520  $\pm$  0.009  $\mu\text{mol/mol}$ 인 CRM이 제조되었음을 확인하였다. 본 연구로 개발된 <sup>3</sup>He CRM은 앞으로의 공기에 대한 <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He 비율을 측정할 때 유용하게 쓰일 예정이다.



## HPLC-ELSD를 이용한 유기물의 순도 분석법 연구

조은소리<sup>1,2,\*</sup>, 김병주<sup>1</sup>, 김정권<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 유기분석표준센터,

<sup>2</sup>충남대학교 화학과

LC-UV/Vis 검출기는 분석물질 내 구성 성분의 분자구조가 Aromatic Ring, Double Bond, Triple Bond, UV 유도체를 갖는 화합물을 단일 물질로 분리하고 이들의  $\lambda_{\max}$ (최대 흡수 파장)을 측정하여 순도를 분석하고 보정하는데 많이 사용된다. 하지만 LC-UV/Vis 검출기의 원리적인 특성상 분석물질을 이루는 주요 구성 성분은 반드시 자외선 또는 가시광선을 흡수할 수 있는 특정 발색단이 존재하여야만, 이 분석물질의 흡광도 측정을 통한 검출이 가능하다는 제한적 특성을 가지고 있다. 또한 분석물질 내 불순물에도 LC-UV/Vis을 흡수할 수 있는 발색단이 존재 하지 않는다면 LC-UV/Vis 검출기를 통한 분석물질 속 주요성분과 불순물을 각각 분리해 내는 방법에는 한계가 있다. 반면에 HPLC-ELS 검출기를 이용한 분석물질의 단일 분석과 순도 분석은 분석물질을 이루는 주요 구성성분과 불순물이 특정 발색단 없이도 각각의 단일 물질로 분석이 가능하며 동시에 검출하는 특성을 갖는 분석법이다.

본 연구에서는 LC-UV/Vis 검출기를 사용하여 검출하지 못한 물질에 대한 분석물질 분석법을 보완하고 이를 유기물에 적용하여 물질속의 주요 구성 성분과 불순물을 동시에 검출하기 위한 연구를 진행하고 있다. 대표적으로 지방산 순도분석에 적용하는 연구를 수행중이다. 실험에서 유기물의 녹이기 위한 유기용매로 Acetonitrile을 선택하여 Stock solution을 제조였고, 적당한 농도로 희석한 유기물을 mobile phase Acetonitrile : Water를 flow rate 0.2 mL/min으로 Column으로 흘려주었다. 분리에 사용 된 Column은 ACQUITY UPC<sup>2</sup> HSS C<sub>18</sub> SB, (2.1 ×150 mm, 1.8  $\mu$ m)로 각각의 성분으로 분리하고 HPLC-ELSD를 통해 검출 후 순도 분석을 했다. 최적화 된 분석법을 찾기 위해 고려했던 Parameters는 mobile phase elution method, loss mass를 갖는 물질이 evaporation 과정에서 탈 용매 될 때 효율을 높이기 위해 Drift temperature, Nebulization gas pressure 등을 다양하게 조절 및 비교 분석하여 최적화된 분석법을 찾는 연구를 진행하고 있다. 이를 통해 발색단의 유무와 상관없이 UPLC-ELSD로 분석물질의 주요성분과 불순물까지 분석할 수 있는 최적의 조건을 찾고 있다.

## Simultaneous analysis of neonicotinoids in cabbage using isotope dilution-liquid chromatography mass spectrometry

Sunwoong Son<sup>1,2\*</sup>, Seonghee Ahn<sup>1</sup>, Byungjoo Kim<sup>1</sup>, Jeongkwon Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Organic Analysis, Korea Research Institute of Standard and Science

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Chungnam National University

Neonicotinoids are in the middle of hot issues in agriculture area recently because they are a main suspect of colony collapse disorder (CCD) of honeybees. They have similar chemical properties to nicotine and have broad-spectrum insecticidal activity. The aim of this study is developing the method to determine imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam in Kimchi cabbage using deuterium-labeled isotope as an internal standard. Acetonitrile was used an extraction solvent of these compounds from Kimchi cabbage and HLB SPE and Carb SPE cartridges were chosen for clean-up. Three compounds were separated on ACQUITY UPLC BEH column(C<sub>18</sub> 1.7 μm 2.1 X 100 mm) with 5 mM ammonium acetate and 5 mM ammonium acetate in 95 % acetonitrile. The mass spectrometer was operated by SRM mode m/z 256→209 (imidacloprid), m/z 260→213 (imidacloprid-d<sub>4</sub>), m/z 250→169 (clothianidin), m/z 253→172 (clothianidin-d<sub>3</sub>), m/z 296→211 (thiamethoxam), m/z 296→215 (thiamethoxam-d<sub>4</sub>) to quantification of three compounds. A post column infusion system was performed to evaluate matrix effect from Kimchi cabbage sample on LC-MS/MS analysis. For validation of the method, fortified mass fractions (known values) on cabbage, spinach, ginseng were evaluated and compared with the measured mass fraction. The ratios for fortified and measured values were less than 5 %. In further, we will test the repeatability and reproducibility of this method for more validation.

## Development of an isotope dilution-liquid chromatography tandem mass spectrometry for the determination of fumonisins in corn flour

Yosi Aristiawan<sup>1,2\*</sup>, Kihwan Choi<sup>1</sup>, Byungjoo Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Organic Analysis, Korea Research Institute of Standard and Science

<sup>2</sup>Department of Bio-Analytical Science, University of Science & Technology

Fumonisin are mycotoxins from a few species of fungi in the genus *Fusarium* causing a variety of diseases of both animals and humans. These fungi are commonly found in corn through systematic transfer from their roots. To detect their occurrence in corn or corn-based food, proper and decent analytical methods are required. In this work, we developed an isotope dilution liquid chromatography-tandem mass spectrometric (ID-LC/MS/MS) method to be used for the determination of three types of fumonisins (FB<sub>1</sub>, FB<sub>2</sub>, and FB<sub>3</sub>) in corn flour. Fumonisin were extracted with phosphate buffered saline (PBS) from corn flour and the extracts were purified with immunoaffinity column. Solubility and extraction efficiency was better when PBS was used as extractant compared to acetonitrile-water or methanol-water solutions. And the amount of fumonisins bound to corn flour matrix could be extracted with PBS. Thus hydrolysis was not necessary for fumonisin analysis. A post column infusion system was used to investigate the clean-up efficiency of immunoaffinity columns. Selected reaction monitoring (SRM) was employed in the mass spectrometer at m/z 706.5 → 334.4 (FB<sub>1</sub>) and m/z 706.4 → 336.3 (FB<sub>2</sub> and FB<sub>3</sub>). Through the gradient elution of 5 mM ammonium formate in water containing 0.1% formic acid and 5 mM ammonium formate in methanol containing 0.1% formic acid on C18 column, FB<sub>1</sub>, FB<sub>2</sub>, and FB<sub>3</sub> were successfully separated. The reproducibility and repeatability of the developed method was studied and fumonisin levels in various corn flour products were measured.

## Headspace-GC/MS를 이용한 고순도 시약 중 잔류용매 분석

한지수, 백송이\*, 김병주

한국표준과학연구원 삶의질측정표준본부 유기분석표준센터

한국표준과학연구원 유기분석표준센터에서는 유기분석의 표준체계를 확립하기 위해 대상 화학종의 원료시약(고순도 유기화합물)에 대한 순도를 평가하여 인증표준물질의 정량분석에 사용하고 있다. 1차 표준물질의 순도 분석은 인증표준물질 인증값의 소급성을 확보하기 위한 가장 기본 단계라고 할 수 있다.

고순도 유기화합물의 순도 평가를 위해 함유된 불순물의 종류에 따라 다양한 분석법을 적용하게 되는데 LC-UV 혹은 GC-FID에 의한 구조적 유사성 불순물 분석, Karl-Fischer Coulmetry에 의한 수분 분석, 열분석기(TGA)에 의한 휘발성 유기 및 무기 함유물 분석, Headspace-GC/MS에 의한 잔류용매 분석을 실시하여 분석결과를 종합하고 통계처리하여 최종 순도를 산출한다.

잔류용매는 고순도 유기화합물 제조공정에서 사용되거나 생성되는 휘발성 유기화합물질을 완벽하게 제거하지 못해 남아 있는 불순물을 말한다. 한국표준과학연구원에서는 지금까지 GC-FID를 이용하여 잔류용매의 함량을 측정해왔다. 그러나 GC-FID를 이용한 분석은 유기화합물의 주성분의 peak 면적과 불순물의 peak 면적을 비교하여 그 함량을 계산하는 방법으로 휘발성이 없는 성분, 열에 약한 성분에 적용하기 어려운 단점을 가지고 있다. 그러나 Headspace-GC/MS법은 headspace에 휘발된 기체상만을 GC/MS로 주입하여 시약에 존재하는 잔류용매의 peak를 검출하고, peak의 GC retention time과 MS spectrum을 이용하여 성분을 확인 한 후 성분에 해당하는 검량선을 작성하여 정량 분석하는 방법으로 적용범위가 넓다.

본 연구에서는 고순도 유기화합물 중 잔류용매를 Headspace-GC/MS법으로 측정하는 방법을 개발하였다. 시약에서 가장 많이 검출된 잔류용매는 dimethyl sulfide였으며, 그 외 hexane, pentane, acetone, toluene 등 다양한 용매들이 검출되었다. 이들 용매의 최대 검출한계는 2 µg 수준이었으며 분석에 사용된 시약의 양은 약 2 mg으로, 본 Headspace-GC/MS법의 목표검출한계는 0.1%로 설정하였다. 측정값의 불확도 산정을 위해 시약 무게 측정 및 Headspace-GC/MS 기기분석에 대한 불확도를 각각 평가하였으며, 최종적으로는 무게 측정 불확도가 기기 측정 불확도에 비해 그 영향이 매우 작아 표준불확도는 기기분석 불확도만 적용하여 산출하였다.

본 연구는 잔류용매 측정 결과의 신뢰성을 높여 유기분석 측정표준의 체계를 강화하는데 기여할 것이며, 추후 인증표준물질(CRM) 개발, 숙련도 시험 시료 개발 및 국제 비교에 적용될 예정이다.

## 농도 안정성이 향상된 Formaldehyde 표준가스 개발

이선영, 최명기, 박정윤, 성하경, 이상호\*

㈜리가스

Formaldehyde(HCHO)는 실내공기질 측정항목으로 대기 중 HCHO의 정확한 측정을 위해서는 신뢰성 있는 가스상의 표준물질을 사용하는 것이 중요하다. HCHO 표준가스를 제조하기 위해서는 Formalin 이나 Paraformaldehyde를 사용할 수 있으나, Formalin 원료를 사용하는 경우 HCHO 이외에 impurity 성분(H<sub>2</sub>O 및 Methanol)과 부산물이 혼재되어 있어 순수한 HCHO 성분의 표준가스를 제조하는 것이 불가능하다. Paraformaldehyde 원료를 사용하는 경우 Paraformaldehyde가 분해되면서 HCHO gas를 생성하므로 다른 impurity 성분이 발생되지 않아 HCHO 분석에 사용 가능한 표준물질 제조 방법으로 적합하다고 볼 수 있으나 통상적인 표준물질 제조방법을 사용할 경우 목표농도로의 제조가 어려우며 제조조건에 따라 안정성 확립이 매우 어려운 편이다.

본 연구에서는 Paraformaldehyde 원료를 이용하여 원하는 농도수준으로 안정성이 유지되는 제조조건을 확립하여 blending tolerance를 크게 개선하였다. 개선된 제조법을 이용하여 2  $\mu\text{mol/mol}$  ~ 20  $\mu\text{mol/mol}$  수준의 표준가스를 제조하였으며 HCHO CRM(HCHO 1000  $\mu\text{g/mL}$  in Methanol)을 이용한 습식분석을 진행하여 소급성을 확립하였다. 소급성이 확립된 표준가스를 이용하여 FT-IR 및 GC 분석법을 개발하였으며 시간의 경과에 따른 표준가스의 농도의 변화를 확인해 보았다. 그 결과 HCHO 농도수준에 따라 6 개월 ~ 1 년의 안정성이 확립된 것으로 평가되어 안정성 향상에 따른 불확도가 개선된 HCHO 표준가스를 공급 가능하게 되었다.

## 미량 H<sub>2</sub>O 표준가스의 분석법 개발

이선영, 박정윤, 권혜진, 이상호\*

(주)리가스

흡착성이 심한 성분인 H<sub>2</sub>O의 경우 정확한 분석을 위해서는 시료를 장비에 주입한 후 측정값이 평형에 도달하기까지 시료를 긴 시간 동안 주입하여야 하며 농도가 낮아질수록 시료의 소모량 및 분석시간은 더 늘어나며 분석정확도는 낮아지게 된다.

본 연구에서는 5  $\mu\text{mol/mol}$  ~ 20  $\mu\text{mol/mol}$  수준의 H<sub>2</sub>O 표준가스를 이용하여 분석정확도를 향상시키는 분석법을 개발하고자 하였다. 분석시스템에서의 흡착을 최소화 할 수 있도록 분석조건을 개선하였으며 수분분석기, FT-IR 및 GC-PDD를 이용하여 분석을 진행하였다. 세장비를 이용한 분석결과를 비교한 결과 수분분석기 및 FT-IR 장비에서는 분석불확도가 수 % 인 것으로 평가되었으며 GC-PDD를 이용한 분석법에서는 분석불확도가 약 0.5 % 이내인 것으로 평가되었다. 또한 GC-PDD를 이용한 분석에서의 분석시간 및 분석소모량이 가장 적은 것으로 확인되었다.

본 연구를 통해 H<sub>2</sub>O 표준가스의 분석정확도를 향상시킬 수 있는 분석법이 개발되어 H<sub>2</sub>O 표준가스의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 되었다.

## 저농도 H<sub>2</sub>O 표준가스의 안정성 향상

이선영, 김상민, 나예슬, 이상호\*

㈜리가스

H<sub>2</sub>O 성분의 경우 흡착성이 매우 강하기 때문에 가스상으로 제조하였을 때 실린더에서의 농도 안정성을 확보하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 실린더 내면에 자체적으로 개발한 처리 방법을 도입하여 H<sub>2</sub>O 표준가스에 대한 안정성을 확보하고자 하였다. 특수 처리된 실린더에 ISO 6142에 의거하여 절대측정방법인 Gravimetric Method로 5 µmol/mol ~ 50 µmol/mol 수준의 H<sub>2</sub>O 표준가스를 제조하여 분석을 진행하였다. 소급성 확립을 위해 VSL CRM(H<sub>2</sub>O 20 µmol/mol)을 이용하여 validation을 진행하였으며 시간의 추이에 따른 표준가스의 농도변화 여부를 확인하였다. 1년경과 시점에서 H<sub>2</sub>O 표준가스의 농도를 비교분석 한 결과 불확도 내에서 일치하는 것을 확인하여 안정성이 확립되었다고 평가하였다.

본 연구를 통해 국제 표준과의 소급성이 확보되고 안정성이 향상된 표준가스를 공급할 수 있게 되었다.

## **Discrimination of geographical origin of oats using fourier transformed near- infrared spectroscopy and mass spectrometer-based electronic nose**

Hyun Jung Kim, Dong jin Kang, Young Dae Cho, Seong Hun Lee\*

Experiment Research Institute, National Agricultural products

Quality management Service

\*Corresponding author: starlee65@korea.kr

This study was conducted to identify the geographical origin of oats by analyzing its organic components with Fourier transform near-infrared spectroscopy (FT-NIRS) and Mass spectromecter-Based Electronic Nose

For the study, 400 samples were collected in disverse region from local food in the Nonghyup, large retailers, a grain brockor and so on and these samples were analyzed for discrimination of the geographical origin of oats using fourier transformed near-infrared spectroscopy(FT-NIRS) and Mass spectrometer-Based Electronic Nose(MSE-nose).

Measure 1,700 wavelenghts absorbance by 1 nm at near infrared bands, 800 nm in range to 2,500 nm, found the optimum wavelenghts for different wavelenghts in domestic and imported oats. A section of the wavelenght is 929nm~1,294nm, 1,371nm~1,416nm, 1,433nm~2,534nm)

Volatile compounds analyzed mass spectrometry-based electronic nose(MSE-nose). The inside-needle dynamic extraction (INDEX) system was used to concentrate the samples for MSE-nose, following which the ion fragment data obtained were used to perform discriminant function.

The discriminant accuracy for the developed methods was 100% for FT-NIRS and 97.3% for E-nose with multivariate statistical analysis. A validation test confirmed the discriminant accuracy to be 100% for FT-NIRS and 97.0% for E-nose.

The results showed that the integrated method using both of FT-NIRS and E-nose applied with multivarite statistical analysis could be consider as one of the efficient origin discrimination methods in oats



## 벼짚 조사료 중 잔류농약 동시 분석법 확립 및 검증

이미진, 김호진, 정민희, 조순길, 김혜진, 김진국, 박혜진\*

국립농산물관질관리원 시험연구소 성분검정과

사료용 벼짚의 안전관리 강화를 위하여 관리대상 농약이 기존 8성분에서 39성분으로 확대되었는데, 현재 사료표준분석방법에는 확대된 성분 중 26성분에 대해 복잡한 전처리 과정이 포함된 계열 및 단성분 분석법만이 고시되어 있고, 13성분에 대한 분석법은 없어 잔류농약 분석에 어려움이 있었다. 따라서, 이 연구의 목적은 벼짚 중 잔류허용기준이 설정된 농약 대부분을 통합적으로 분석하기 위해 벼짚 관리대상 농약 39성분 중 동시 전처리가 가능한 37성분에 대해 LC 질량분석기의 최적 기기분석조건을 확립하고, 사료표준분석방법의 다성분 동시분석법의 적용 가능성 검토 및 분석법 검증을 실시하여, 37성분 농약에 대한 다성분 동시분석법을 확립하였다. 확립된 분석법은 LC 질량분석기를 이용하여 전처리 과정을 간소화할 수 있었고, 이와 더불어 선택적으로 농약 성분을 검출할 수 있게 되어 미량의 성분까지 검출이 가능하였다. 37종의 동시분석법은 직선성, 민감성, 선택성, 정확성, 정밀성을 통하여 검증하였으며, 그 결과로 LOD와 LOQ의 범위가 각각 0.005~0.02 mg/kg, 0.02~0.05 mg/kg 이었고, 회수율 68.4~105.6%와 상대표준편차(%RSD) 20% 이하로 모두 다성분 동시분석의 국내 및 국제적 기준을 만족하였다. 확립된 분석법은 분석 시간 및 비용 절감 효과 뿐 아니라 신속-정확한 농약 분석으로 불량 조사료의 유통을 원천적으로 차단하고, 가축의 폐사 등의 위해사고 발생을 사전 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

## The optimized HPLC method for catechin and its related substances in health functional food

박정수<sup>1</sup>, 김지연<sup>1</sup>, 신동수<sup>1</sup>, 최원조<sup>1</sup>, 곽현정<sup>1</sup>, 박지혜<sup>1</sup>,  
배난영<sup>1</sup>, 정동윤<sup>1</sup>, 이창희<sup>1</sup>, 김동술<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>부산식품의약품안전청 시험분석센터 수입식품분석과,  
<sup>1,\*</sup>부산식품의약품안전청 시험분석센터 유해물질분석과

폴리페놀의 일종인 카테킨은 포도씨, 황금, 녹차, 베리류 등에서 추출되어진다. 카테킨은 추출 원재료, 정제방법, 제품화 과정에 따라 에피갈로카테킨((-)-epigallocatechin, EGC), 에피갈로카테킨갈레이트((-)-epigallocatechin gallate, EGCG), 에피카테킨((-)-epicatechin, EC), 에피카테킨갈레이트((-)-epicatechin gallate, ECG) 및 카테킨(+)-catechin, C)으로 지표물질이 구성될 수 있다.

카테킨이 항산화, 체지방감소, 혈중 콜레스테롤 개선 등에 도움을 주는 것으로 알려짐에 따라 다양한 매트릭스를 포함하는 건강기능식품으로 제품화되고 있다. 건강기능식품의 제품화 과정에서 함유된 여러가지 기능성 원료들 중에서 카테킨 지표성분의 안정적이고 특이적인 분석법 개발을 위해 가장 대중적인 HPLC/UVD 장비를 이용하였다. 카테킨은 매트릭스 영향에 의해 분석 매질의 pH에 따라 함량이 감소하는 등 재현성에 문제가 있음이 확인되어 다양한 농도의 산도 조절제를 희석용매에 이용하여 비교 평가하였다. 또한, 분석컬럼에 충전된 탄소함유량이 카테킨의 회수율 및 분리도에 미치는 영향을 비교 평가하였다. 각 지표성분별 회수율은 99.1~101.8%, 검출한계는 0.017~0.069 ug/mL, 정량한계는 0.051~0.210 ug/mL으로 최적화된 동시분석법은 직선성, 정밀성, 정확성을 측정하여 검증하였다.

카테킨을 포함하는 건강기능식품의 표준화된 동시분석법을 개발함으로써 소비자의 안전을 확보하고 체계적이고 과학적인 관리에 이용하고자 한다.

**Optimization of analytical methods for octacosanol in related health/functional food with GC/MS**

Jin Hee Lee, Kyung Jin Lee, Yang Sun Kim, Eun Hee Keum, Mee Hyun Cho,  
Min Hye Seong, Mihyune Oh, Chul Joo Lim, Meehye Kim

Imported Food Analysis Division, Gyeongin Regional Food and Drug Administration,  
Ministry of Food and Drug Safety, Incheon, Republic of Korea

Octacosanol is the major component of polyacosanol, a high-molecular-mass primary fatty alcohol obtained from sugar cane wax. Recently, octacosanol products have been actively introduced into the domestic market based on their functional biological activity. This study, the quantitative analytical procedure of octacosanol which determine the TMS derivatives with GC-MS at selected ion monitoring mode was proposed and its validity was inspected for standardization. The trimethylsilyl ether derivative of the target analyte obtained from the organic extract showed excellent chromatographic properties and was detectable in nanogram range. The samples were extracted in ethanol by sonication and derivatization to its trimethylsilyl ether/ester. Adequate separation from octacosanol extract was achieved with a fused-silica capillary column (30 m x 0.25mm I.D. with 0.25 mm film thickness) and operated with temperature programming from 100 to 200°C at 15 °C/min and from 280 °C increased at 10 °C/min to 320 °C, then held for 10 min, the carrier gas flow-rate was 1 ml/min. The validation of the developed analytical method was conducted by evaluating several parameters; linearity, detection limit, accuracy and repeatability.

PF-013 [식품/농학]

**Establishment of method for determination of PCDD/Fs,  
dioxin-like PCBs and indicator PCBs in food.**

Youngwoon Kang, Jieun Ahn, Jinseong Yang, Taesook Lim, Sheenhee Kim, Giljin Kang\*

National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Food Contaminants Division,  
The Ministry of Food and Drug safety

Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzo-p-furans (PCDD/Fs), dioxin-like polychlorinated biphenyls (DL-PCBs) and indicator polychlorinated biphenyl (Ind-PCBs) are important environmental contaminants. Their residual levels and maximum permissible levels in food and environment are very low. Therefore, some highly selective and sensitive analytical methods must be used to determine them. This study is developed and comprehensively validated simultaneous analysis method to isolate PCDD/Fs, DL-PCBs and ind-PCBs using a high resolution gas chromatography combined with high resolution mass spectrometer (HRGC/HRMS) in food. The instrument was operated in electron ionization (EI) mode at a mass resolution of >10,000 (at 10% peak height). Selected ion monitoring (SIM) was used to record the two most intense ions in the molecular ion cluster for each homologue. For the validation process of this analysis method, we identify not only limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) but also recoveries of labeled standards. Those were measured in the ranges of recommended by US EPA method 1613, 1668B. To verify a inspection ability, accuracy and reliability of developed method, we tested certified reference materials (CRM) and participated in inter-laboratory studies on POPs analyses organized by Norwegian of Public Health (NIPH). This developed method was used for survey of POPs in several food items.

Keyword: dioxins, polychlorinated biphenyl, Food, Analytical method

**Development of LC-MS/MS method for the simultaneous determination of neurotoxic shellfish poisoning toxins (brevetoxins) in shellfish**

Choonsik Shin<sup>\*</sup>, Jin-Hong Yoon, Ji-Hye Shin, Hye-Jin Jo, Hye-Young Park, Min-Ja Cho,  
Young-Woon Kang, Hye-Jeong Kim, Shin-Hee Kim, Gil-Jin Kang

Food Contaminants Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation,  
Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Cheongju 28159, Republic of Korea

An analytical method using liquid chromatography-tandem mass spectrometry has been developed for the determination of neurotoxic shellfish poisoning (NSP) toxins (i.e. brevetoxins) in shellfish. In current, there is no official analytical method for brevetoxins in Korea. In foreign countries, mouse bioassay (MBA) method has been used for the analysis of brevetoxins. It has the advantage of providing an integrated response of all the toxins. However, in the case of MBA method, there are ethical concerns against the animal experiment using live animals. In this study, we have developed an accurate and sensitive LC-MS/MS method for the analysis of the brevetoxins, including PbTx-1, PbTx-2 and PbTx-3, in shellfish. The test parameters included extraction solvent, heating condition, clean-up method, mobile phase and mass spectrometric detection parameters.

**Keywords.** Marine toxins, Shellfish, Neurotoxic, Brevetoxin, LC-MS/MS

## LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Spiroxamine의 시험법 개발

도정아\*, 박신민, 임승희, 박원민, 윤지혜, 신혜선, 정형욱, 이규식

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원  
식품위해평가부 잔류물질과

Spiroxamine은 전 세계적으로 사용되고 있는 spiroketalamine계의 화합물로 곡류, 과일 등 작물의 흰가루병 방제에 높은 활성을 나타내며, 바나나 sikatoka병(진균유래, 식물고사시킴)의 방제에 대한 활성이 있는 살균제이다. 2017년 현재 미국, 캐나다에서 잔류물의 정의는 모화합물 및 aminodiolo의 합으로 설정되어있으나 유럽, 일본 등에서는 모화합물만을 잔류물로 정하여 관리하고 있다. 국내의 경우 바나나에 대한 잔류허용기준 신설이 요청되어, 2017년에 기준이 신설될 예정이며 잔류물의 정의는 작물잔류성적서 및 독성평가결과 모화합물로 정의되었다. 본 연구에서는 spiroxamine 기준신설예정인 바나나 외에도 향후 기준신설 농산물이 늘어날 것에 대비함과 동시에, 사용등록이 되지 않은 농산물에 오남용하는 것을 예방하기 위하여 모든 농산물에서 스피로사민의 잔류량을 검사할 수 있는 시험법을 개발하고자 하였다. 따라서 spiroxamine의 물리.화학적 특성을 고려하여 분석하기 위한 최적의 추출조건과 정제조건, 기기분석조건을 확립하였고 개발된 시험법은 식품공전에서 정하고 있는 대표 농산물 5종(감귤, 감자, 고추, 대두, 현미)에 대해 회수율 시험으로 검증하였다. 그 결과 정량한계는 0.001 mg/kg으로 높은 감도를 나타내었고, 회수율은 71.9~98.8%, 상대표준편차는 9.0% 이하로 모두 국제식품규격위원회(CODEX)의 농약 '시험법 가이드라인(CAC/GL 40, 2003)' 및 식품의약품안전평가원의 '식품등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)'에 부합하는 것을 확인하였으며, 향후 식품공전에 수록되어 spiroxamine 분석을 위한 공정시험법으로 활용될 예정이다.

## 2017년 국내 신규 농약 Spiroxamine의 일일섭취 허용량 설정

도정아\*, 신혜선, 윤지혜, 박신민, 박원민, 임승희, 정형욱, 이규식

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원  
식품위해평가부 잔류물질과

본 연구는 국내 신규 농약인 스피로사민의 일일섭취허용량 설정을 위해 수행되었다. 농약은 곡류, 과일류 및 채소류에 의도적으로 사용하는 물질로 잔류허용기준과 일일섭취허용량을 설정하고 이를 통해 관리되고 있다. 스피로사민은 바이엘크롭사이언스에서 개발한 Spiroketalamine계 살균제로서 진균 활성을 가지고 있으며 높은 수준의 활성 및 좋은 지속성, 작물 내성을 보여 흰가루병, 녹병, 망반병 방제에 이용되고 있다. 유럽의 경우, 스피로사민에 대한 잔류허용기준과 일일섭취허용량이 설정되어 있으며, 국내의 경우, 바나나 1개 품목에 대한 잔류허용기준 신설요청에 따라 2017년 기준이 신설될 예정이다. 스피로사민은 경구를 통해 빠르게 흡수되고 광범위하게 분포하며 주로 소변을 통해 배설된다. 랫드에 경구, 피부 및 흡입 노출 시, 보통~낮은 정도의 독성을 보였으며 피부 및 민감성시험 결과, 토끼와 기니픽의 피부에 자극성 및 민감성을 유발하였다. 반복투여에 의해 임상증상, 혈액생화학적 및 조직병리학적 변화 등이 관찰되었으며 그 외 신경독성, 유전독성 및 발암성은 없는 것으로 판단하였다. 독성자료 검토 결과, 개를 대상으로 한 1년 반복투여독성시험에 따라 관찰된 영향인 간장효소의 변화, 안구와 간장의 육안소견 및 조직병리학적 변화 등에 근거하여 도출된 NOAEL 2.47 mg/kg bw/day에 안전계수 100을 적용하여 ADI를 0.025 mg/kg bw/day로 설정하였다. 본 연구는 식품섭취량, 국민 평균 체중 등을 고려한 위해평가를 통해 농약의 잔류허용기준 설정의 과학적 근거로 활용될 예정이다.

**The research for improving of analytical methods of  
benzoic acid as food additives**

Su Jeong Lee<sup>1</sup>, Jun Kyu Yang<sup>1</sup>, Min hee Kim<sup>1</sup>, So Na Kim<sup>1</sup>,  
Ji Yeong Kim<sup>1</sup>, Jang-Hyuk Ahn<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Research & Development, Fore Front TEST, Republic of Korea

<sup>2,\*</sup>Food Science & Technology, CHA University, Republic of Korea

Benzoic acid is in widely use as typical preservative food additive in food that is low toxicity and excellent preservative effect. At present, the quantitative tests (assay) of official methods for Korea and Japan are still using titration method which was developed 1970s'. When analyzing the amounts of food additive used in foods, it can be happening that it doesn't match the actual amount of input because of the method has lower accuracy and precision than instrumental analysis such as using HPLC and GC method. On the other hand, assay of official methods for FCC is using HPLC to measure more accurately. Therefore, the aim of this study is to improve the assay of benzoic acid for researcher of food additives by comparison with official methods for Korea and FCC. The assay of Korea for benzoic acid was measured by titration with change of color. Validation of assay of FCC were carried out including linearity, limit of detection, limit of quantitation and recovery that was appropriate in international guideline.



## Determination of eight bisphenol analogues and two phenols in food simulants migrated from food packaging materials using HPLC-MS/MS

Jae Chun Choi<sup>1</sup>, In-ae Bae<sup>1</sup>, Chanyong Lee<sup>1</sup>, Su Bi Lee<sup>1</sup>, MeeKyung Kim<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>Food Additives and Packaging Division,  
National Institute of Food and Drug Safety Evaluation,  
Ministry of Food and Drug Safety

Bisphenol A (BPA) have received special attention over the past decade due to their widespread use and potential for adverse effects on human health. Its adverse effects have led to industry to replace it with other bisphenol analogues, such as bisphenol S and bisphenol F in some applications. Unfortunately, several studies have reported that many of these analogues have similar potential for adverse health effects due to structural similarity to BPA and have been found in humans and the environment. This study aims to develop the analytical method for the multiresidue analysis of bisphenol analogues, i.e. bisphenol A (BPA), bisphenol S (BPS), bisphenol F (BPF), bisphenol B (BPB), bisphenol P (BPP), bisphenol Z (BPZ), bisphenol AF (BPAF) and bisphenol AP (BPAP), including phenol and *p-tert*-butylphenol that could be migrated from food packaging materials such as polycarbonate(PC), epoxy resin and poly(ethersulfone)(PES). Quantification was performed under selected reaction monitoring (SRM) mode with negative electrospray ionization using high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS). Obvious identification was provided by the acquisition of three SRM transitions per compounds and isotope dilution. The analytical performance of the method was validated according to the EUR 24105 EN in food simulants such as water, 4% acetic acid, 50% ethanol and *n*-heptane. The calibration curves of all analytes were linear with correlation coefficients higher than 0.99 in the range level of 1-800 ug/L, with limits of detection (LOD) of 1.0-33.1 ug/L and limits of quantification (LOQ) of 3.1-100.3 ug/L. The relative standard deviation (RSD), precision, at three concentrations was lower than 20% with accuracy ranging from 61 to 118%. This analytical method will be applied to the determination of bisphenol analogues and phenols in food simulants.

**Simultaneous determine of ellagic acid, genistein, and daidzein in  
*Dendropanax morbiferus* leveille by HPLC**

Jin-hyun Park, Seo-eun Im, Ga-hui Oh, Hye-won Shin, Young-Joon Park\*

College of pharmacy, Ajou university, Korea

*Dendropanax morbiferus* leveille (DM), the korean traditional herbal medicine, has been reported to have anti-oxidant, anti-diabetic, anti-cancer effect and improvement of immune system. In the recent studies, ellagic acid, daidzein and genistein in DM extracts has been shown to possess the favorable activity on menopause symptoms. The aim of this study is to develop a simultaneous analytical method of three index components of DM by high performance liquid chromatography (HPLC). The developed HPLC analytical condition using a ODS column (250 x 4.6mm, 5 $\mu$ m) was the flow rate 1.0 mL/min, mobile phase consisted of 0.1% phosphoric acid in water (A) and methanol (B) with gradient condition. UV wavelength was 255nm and column temperature was room temperature (25°C). The peaks of three compounds were assigned by the molecular weight and UV spectra comparison with standard compounds. The developed method was successfully validated by precision and accuracy and linearity, LODs, and LOQs. The correlation coefficients of determination ( $R^2$ ) of all substances were 0.9998. The LOD (Limit of detection) and LOQ (Limit of quantitation) were calculated as 0.04 and 0.11  $\mu$ g/mL for ellagic acid; 0.04 and 0.12  $\mu$ g/mL for genistein; 0.05 and 0.14  $\mu$ g/mL for daidzein respectively. The method was developed properly and useful to analyze three index components in DM.

## **Size-based fractionation of starch granules by split flow thin cell (SPLITT) and characterization**

In Kang<sup>1</sup>, Catalina Sandra Fuentes<sup>2</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, Claudia Zielke<sup>2</sup>,  
Lars Nilsson<sup>2</sup>, Seungho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University

<sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University

Starch is obtained from cereals (corn, potato and rice) and is used in the food, paper, mining industries and in the production of adhesives. Starch granules from various botanical sources vary widely in the granular size and shape as well as in terms of the composition of amylose, amylopectin and protein, thus leading to differences in functional properties and industrial applicability. In addition, size of starch granules have an important influence on the enzymatic reaction.

The sieving may be used for size-based fractionation of granules. However it may induce damage of starch granules by mechanical force. The split flow thin cell (SPLITT) is a separation device which provides fractionation of a polydispersed sample into two size fractions. SPLITT uses an open channel, and thus mechanical damage could be prevented. It can also be used in a large scale as the sample can be fed continuously. In this study, SPLITT was employed for a large scale size-based fractionation of various starch granules. Then the size-fractions of the starch granules were analyzed by differential scanning calorimetry (DSC) and thermal gravimetric analysis (TGA).

**Direct infusion-tandem mass spectrometry based lysoglycerophospholipids  
profiling in rice (*Oryza sativa* L.)**

Dong Kyu Lim<sup>1</sup>, Changyeun Mo<sup>2</sup>, Nguyen Phuoc Long<sup>1</sup>,  
Jongguk Lim<sup>2</sup>, Sung Won Kwon<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Pharmaceutical Sciences and College of Pharmacy,  
Seoul National University

<sup>2</sup>National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration

<sup>3</sup>Plant Genomics and Breeding Institute, Seoul National University

Although lysoGPLs are important ingredients for the quality control of rice, no analytical methods have been developed. In the current paper, a high-throughput approach using direct infusion-tandem mass spectrometry was utilized to characterize lysoGPLs white rice from different country. As a result, we successfully characterize 17 lysoGPLs in less than one minute. In addition, the chemometric analysis revealed a large diversity in terms of lysoGPLs concentration of white rice regarding different countries, Korea, China, and Japan. Besides, lysoGPLs, lysoPE(16:0) and lysoPE(18:2) compositions showed a relatively large diversity among white rice of three countries. In conclusion, method provides a sophisticated analytical format for rapidly profiling of lysoGPLs in white rice.

**The influence of degree of milling on rice  
constituents (*Oryza sativa* L.)**

Dong Kyu Lim<sup>1</sup>, Nguyen Phuoc Long<sup>1</sup>, Sanghan Choo<sup>1</sup>, Changyeun Mo<sup>2</sup>,  
Ziyuan Dong<sup>1</sup>, Giyoung Kim<sup>2</sup>, Sung Won Kwon<sup>1,3,★</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Pharmaceutical Sciences and College of Pharmacy,  
Seoul National University

<sup>2</sup>National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration

<sup>3</sup>Plant Genomics and Breeding Institute, Seoul National University

Degree of milling (DOM) is an crucial factor that affects the nutritional components in rice. However, the change of rice constituents by DOM has not been examined yet. In this study, rice with DOM values of 0, 5, 7, 9 and 11 were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry and high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. Then, principal component analysis and partial least squares-discriminant analysis were performed for detecting the nutritional components that have significant changes among the degrees. We found that the quantity of sugars & sugar alcohols decreased while phospholipids increased non-linearly with the increase in DOM. In conclusion, knowing the nutritional alterations related to DOM may benefit rice production and consumption.

**Development and validation of *field-portable* GC/MS as a screening method for analysis of tear gas and pepper spray components**

Dong-kye Lee<sup>1</sup>, Siwon Kim<sup>1</sup>, Mihee Choi<sup>1</sup>, Yuna Kim<sup>1,\*</sup>, Hye-Jin Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Forensic Toxicology & Chemistry Division, National Forensic Service, Busan Institute,

<sup>2</sup>Forensic Chemistry Division, National Forensic Service

\*Corresponding author: siyusang@korea.kr

Acquiring faster and reliable data about source and substance from the crime scenes is of special importance in the field of forensic science. Tear gas and pepper spray can be used by either the general public as a defense spray or by police officers as a less-than-lethal control tactic for subduing riots or stopping assailants.

A new method for screening tear gas and pepper spray using a *field-portable* GC/MS has been developed. Detection of a tear gas, o-chlorobenzylidenemalononitrile (CS), malononitrile, 2-Chlorobenzaldehyde, allyl isothiocyanate, nonivamide (PAVA), and capsaicin was achieved via solid phase microextraction (SPME) of each compound, which was then sampled in the *field-portable* GC/MS. This method took only 3 mins to get the analysis result after SPME adsorptions. Validation included determination of the limit of detection (LOD), selectivity, reproducibility, and robustness of the technique. All results were verified using laboratory GC/MS.

## **Discrimination in black colored polyester fibers using Raman microspectroscopy in forensic science**

Bokyoung Gong<sup>1</sup>, Sukwoo Choi<sup>1</sup>, Seung-Jin You<sup>2</sup>, Myung Duck Kim<sup>1</sup>\*

<sup>1</sup>National Forensic Service, 10 Ipchun-ro, Wonju-si, Gangwon-do 26460,  
Republic of Korea

<sup>2</sup>Seoul National Forensic Service, 139 Jiyang-ro, Yangcheon-gu, Seoul 08036,  
Republic of Korea

\*Corresponding author: mdkim99@korea.kr

Single fibers are very often encountered in crime scenes and play a very important role in forensic science as trace evidence. Identification and comparison of the specific features for the single fibers will lead to a higher evidential value, which is certainly an advantage in forensic science. In terms of that, color is a particularly important feature of a single fiber. However, the similar sense of colored single fibers are difficult to differentiate by microscopic analysis. The IR spectra only showed composition of a fiber, thus limited to provide the distinct information for the similar colored fibers which are the same types of fibers. Especially, black colored polyester fibers are so common in our daily lives because of the growing popularity of polyester fibers that they have been rarely useful as evidence. The only characteristic feature of similar colored single fibers being their origins of dye contents, Raman measurements can be used to improve the discriminating power of these single fibers. Raman microspectroscopy provides a detailed dye spectrum as well as fiber composition spectrum. This preliminary study show that similar sense of black colored polyester fibers can be distinguished and characterized by this technique. Therefore, Raman microspectroscopy shows great potential for identifying and comparison of similar colored fiber evidences.

**A preliminary study on alcohol kinetics standardization for Korean adult population: correlation among BAC, UAC, and EtG in blood and urine**

Min-Hui Son, Keun-Young Park, Mia Kwon\*, Hyejin Choi,  
Dae-Jun Ahn, Se-Jin Oh, Nam-Yee Kim

Forensic chemistry division, National forensic service (NFS)

Car accidents induced by driving under the influence (DUI) have brought about various social issues every year and it contributed to strengthen the criteria for clampdown on drinking and driving. However, a problem about leaving the scene of accident to refuse an alcohol breath test still remains because it is difficult to measure the accurate blood alcohol concentration (BAC). For this reason, phase II metabolites formed by decomposition of alcohol have been widely used for determination of the presence of alcohol in the body. In particular, ethyl glucuronide (EtG) is one of the typical metabolites showing direct ethanol consumption and it is a useful marker due to its high specificity and sensitivity. Moreover, it was detected up to 6h and 12h for each group (i.e., 0.5g/kg and 1.0 g/kg, respectively) in whole blood and 12h and 32h in urine. In case of alcohol concentration, it fell below 0.01% after approximately 2h and 7h for each group after intake. In other words, EtG can remain in the body for a long time, compared to alcohol and it may be helpful to round up the suspect after completion of alcohol decomposition. Blood samples were collected for 14h and urine samples were collected for 48h after start of drinking.

Alcohol (i.e., BAC and UAC) and EtG were analyzed using GC/FID and UPLC/MS/MS, respectively and LOQ was 2.9 ug/mL and 70 ng/mL, respectively. The LOQ was used as administrative cut-off.



## 성범죄 증거물 내에 존재하는 윤활제 (PDMS) 함량 분석

Presence of polydimethylsiloxane lubricants in sexual assault evidence

Hyun Kyoung Ju<sup>1,\*</sup>, Sang Chul Huh<sup>1</sup>, Seung Jin Ryu<sup>1</sup>, Jin Mee Jung<sup>1</sup>, Kyoung-Min Kim<sup>1</sup>,  
Su Hyeon Lee<sup>1</sup>, Jong Sin Park<sup>1</sup>, Yuna Kim<sup>2</sup>, Jae-Hoon You<sup>3</sup>, Nam Yee Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Seoul institute, National Forensic Service,

<sup>2</sup>Busan institute, National Forensic Service,

<sup>3</sup>National Forensic Service

Polydimethylsiloxane (PDMS), belongs to a group of polymeric organosilicon compounds, used for a common condom lubricant and several potential sources including lotions, cosmetics. In rape cases or sexual assault, lubricant evidence on vaginal swab, underwear or clothing may assist in determining whether a suspect uses a condom. However, trace amounts of PDMS may be present on evidence from non-condom source, such as personal care products. In this study, therefore, levels of PDMS in 17 underwear, 9 fabric softner, 12 panty liner, and 45 inner cleanser, which may affect to the results of condom lubricant evidence, were investigated with pyrolysis gas chromatography-mass spectrometry (PyGC-MS). In case of underwear, the residue of PDMS has come from fabric softner was also identified. All samples were extracted with hexane and quantified by product ions (207, 281, 355, 429 m/z) obtained from cyclic trimer (D3) to cyclic hexamer (D6), forming as a results of PDMS pyrolysis. As a results, the calibration curve was found to have good linearity with D4 and D5 ( $R^2=0.9999$ ) in the range of 0.25 ~30  $\mu\text{g}$ , and PDMS was detected in a level of 0.04 ~ 0.1  $\mu\text{g}$  in inner cleanser, 0.01 ~ 1.2  $\mu\text{g}$  in panty liner, 0.8 ~ 1.6  $\mu\text{g}$  in underwear and 0.04 ~ 3.2  $\mu\text{g}$  in fabric softner. Trace amounts of PDMS was detected in freshly washed underwear with fabric softner, and the level of PDMS was decreased by washing with non-PDMS detergent. The condom lubricant in sexual assault cannot be distinguished from environmental contamination, thus a comprehensive understanding of the background levels of PDMS in other sources, not condom, could be minimize the possibility of misinterpretation of false positives.

## 수용성 차량 페인트 성분분석을 통한 보험사기 여부 규명

A case of investigating vehicle aquatic repair paint  
for insurance fraud

이준배<sup>1,\*</sup>, 이천호<sup>3</sup>, 유승진<sup>2</sup>, 공보경<sup>1</sup>, 김명덕<sup>1</sup>, 김남이<sup>1</sup>, 팽기정<sup>4</sup>  
Joon-Bae Lee<sup>1,\*</sup>, Cheon-Ho Lee<sup>3</sup>, Seung-Jin Ryu<sup>2</sup>, Bokyoung Gong<sup>1</sup>,  
Myung-Duck Kim<sup>1</sup>, Nam Yee Kim<sup>1</sup>, Ki Jung Paeng<sup>4</sup>

<sup>1</sup>국립과학수사연구원 법화학과, <sup>2</sup>서울과학수사연구소 법독성화학과,  
<sup>3</sup>보험개발원 자동차기술연구소, <sup>4</sup>연세대학교 화학과

<sup>1</sup>Department of Forensic Chemistry, National Forensic Service, Wonju 26460,

<sup>2</sup>National Forensic Service, Seoul Institute, Seoul 08036,

<sup>3</sup>Korea Automobile Insurance Repair Research & Training Center, Icheon,

<sup>4</sup>Department of Chemistry, Yonsei University, Wonju 26493

최근 차량 증가와 더불어 사고 또한 증가하고 있는 추세로서 수리비 보험부담이 가중되고 있다. 폐차처리로 이어지는 전손과는 달리 분손의 경우 차량수리가 필요하며 마무리 단계로서 도색작업이 반드시 요구되고 있다. 일반적인 차량 도색작업에서 사용되는 유기용제에 대한 해결방안으로 최근 수용성 도료가 개발되어 그 사용이 증가하고 있는 추세이다. 그러나 수용성 도료는 도료비용뿐만 아니라 도장작업 난이도로 인하여 고가의 수리비가 요구되며 보험배상비용이 부담이 될 수밖에 없다. 이를 이용하여 일부 정비공장에서 보험금 과다청구의 수단으로 악용하는 사례가 있을 수 있다. 본 연구에서는 수용성 도료 사용여부에 대해 밝히기 위해 수용성 도료 제조에 사용되는 계면활성제 surfynol 성분을 분석대상 페인트에서 열분해-기체크로마토그래피/질량분석법 (Py-GC/MS) 으로 분석함으로써 수용성 페인트를 확인할 수 있었으며 특히 표준물첨가법으로 정량하여 약 0.38%의 계면활성제 성분을 검출하였다. 차량 보수도장시 수용성 도료 사용여부 규명을 위해 Py-GC/MS 분석의 적용은 용제추출이나 정제 또는 농축 등 기타 다른 복잡한 전처리 과정이 요구되지 않아 간편하고 용이하며 신속한 방법으로 사료된다.

## 열화식용유 자연발화 원인규명을 위한 분해산물 성분연구

A study on the oxidized fragments for investigating spontaneous ignition of deteriorated cooking oil

이준배<sup>1\*</sup>, 오세진<sup>1</sup>, 정진일<sup>2</sup>, 김명덕<sup>1</sup>, 김남이<sup>1</sup>, 팽기정<sup>3</sup>

Joon-Bae Lee<sup>1\*</sup>, Se-Jin Oh<sup>1</sup>, Jin-il Jeong<sup>2</sup>, Myung Duck Kim<sup>1</sup>,  
Nam Yee Kim<sup>1</sup>, Ki Jung Paeng<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국립과학수사연구원 법화학과, <sup>2</sup>국립과학수사연구원 법독성학과, <sup>3</sup>연세대학교 화학과

<sup>1</sup>Department of Forensic Chemistry, National Forensic Service, Wonju 26460,

<sup>2</sup>Department of Forensic Toxicology, National Forensic Service, Wonju 26460,

<sup>3</sup>Department of Chemistry, Yonsei University, Wonju 26493

식용유지는 각종 음식조리에 흔히 사용되고 있으며 패스트푸드 등 식문화의 변화에 따라 유지류를 이용한 각종 튀김요리가 증가하고 있다. 사용된 튀김 유지류는 열화되고 분해되어 튀김기름 고유의 성상이 상실된 상태에서 각종 휘발성 저분자 인화성 성분들이 발생할 수 있으며 보관 상태에 따라 자연발화로 이어질 가능성이 있다. 자연발화는 화학적으로 불안정한 상태의 유지류가 외부 점화원 없이 외부와의 열 교환이 불충분한 상황에서 자체 축열에 의해 발화되는 현상으로 부지불식간 대형 화재로 이어질 수 있다. 본 연구에서는 올레산을 주성분으로 하는 카놀라유를 과산화수소를 가한 상태에서 가열과정을 통해 인위적 산화반응을 거쳤을 때 발생하는 성분에 대해 조사하였다. 분석은 헤드스페이스와 잔류물에서 흡착과 용제추출을 거쳐 GC/MS로 분석하였으며 펜탄과 기타 탄화수소류 및 아크로레인 등의 알데히드류 등이 확인되었으며 이들이 발화에 미칠 수 있는 가능성에 대해 살펴보았다.

## 사용후핵연료 핵종 분석을 통한 집합체 길이방향의 위치별 식별가능성 평가

Nuclide Analysis of a Spent Fuel Assembly in the Longitudinal Direction

박수진<sup>1</sup>, 한재준<sup>1\*</sup>, 우명현<sup>2</sup>, 신호영<sup>2</sup>, 제무성<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국원자력통제기술원 기술개발실, <sup>2</sup>한양대학교 원자력공학과

핵물질 불법거래와 방사능테러 위협이 증대됨에 따라 규제를 이탈한 핵물질에 대한 관리소재 및 이력 추적행위인 핵감식(Nuclear Forensics)의 중요성이 강조되고 있다. 물질 분석 관점에서 핵감식은 수집된 물질에 대한 형상측정, 입자크기 등의 물리적 특성 분석에서부터 방사학적 관점에서의 선량평가, 그리고 미량원소, 연대 측정 등의 화학 분석에 이르기까지 다양한 범주를 포괄하고 있다. 핵물질은 중성자 조사(照射)전과 후의 방사학적, 화학적 특성이 현격히 구분되므로, 핵감식을 위한 연구는 조사전핵연료(신연료)와 조사후핵연료(사용후핵연료)로 분류할 수 있다. 현재까지 불법이전 해외사례가 신연료 소결체, 분말 등에 편중되어 있다는 점과 분석시료 확보 용이성 등의 사유로 핵감식 연구는 신연료에 대한 물리적, 화학적 특성분석 중심으로 진행되었다. 반면, 방사능테러에 사용후핵연료가 악용될 가능성을 배제할 수 없으며, 최근 국제적으로 테러 위협이 고조됨에 따라 이에 대한 연구가 핵감식국제실무그룹(ITWG)과 미국국립연구소 등을 중심으로 추진되고 있다. 사용후핵연료 감식 연구를 위해서는 식별인자(signature)가 되는 핵종 분석이 필수적이며, 이를 위해 본 연구에서는 MCNP/CINDER'90 코드를 이용한 수송-연소 연계 해석을 통해 핵종 분석을 수행하였다. 국내 가동원전 중 OPR1000 핵연료 집합체를 선정하고, 연소도 변화에 따라 집합체의 축 방향 핵종 분포를 관측하였다. 연소도 지시인자로 알려진 Nd-148, 플루토늄, 우라늄 동위원소 및 동위원소비에 대해 집합체 길이방향 핵종분율 결과를 추출하고, 문헌조사를 통해 선정된 11개 핵종분율 또는 핵종비율에 대해 사용후핵연료 집합체에 대한 길이방향 방향 위치별 식별가능성을 평가하였다. 위치별로 동일한 핵종분율 또는 핵종비율을 갖는 지점을 선정하고, 그 외 10개 식별인자에 대한 변화량을 정량적으로 제시하였다. 아울러, 본 연구를 통해 사용후핵연료 식별인자로 알려진 11개 핵종분율 또는 핵종비율의 조합을 통한 감식인자로서의 효용성을 검토하였다.

비수용액 모세관 전기영동법을 이용한 청색 유성 마커펜 필적  
잉크들의 노후도 분석에 관한 연구

Nonaqueous Capillary Electrophoresis of Blue Marker Pen Inks for  
Investigation of Fading Rate

Seung-Hoon Bahng<sup>1,\*</sup>, Se-Eun Yang<sup>2</sup>, Sung-Woon Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Scientific Investigation Lab., MNDIC, Ministry of National Defense, Seoul, 04383, Korea

<sup>2</sup>Department of Forensic Science, Graduate School of Peace & Security,

Chung Nam University, Seoul 130-701, Korea

\*Corresponding author: bahng63@naver.com

문서 중 잉크분석은 문서의 진위감정 결과에 객관성을 부여할 수 있는 중요한 시험방법이지만 문서손상을 최소화하기 위해 시료채취를 최소화할 수 있는 시험방법이 필요하다. 모세관전기영동법은 이 조건에 매우 적절한 시험방법이지만 그동안 재현성이 떨어지는 단점으로 잉크의 비교분석과 같은 정성분석에 주로 사용되어 왔다. 이번 연구는 이와 같은 단점을 극복하기 위해 기존에 사용하던 수용액 완충용액 대신에 비수용액 유기용매 완충용액을 사용하여 청색 유성 마커펜 필적 잉크 중의 유기염료들 동시분석하기 위한 최적의 분석조건을 연구하였다. 상용화된 모세관전기영동 장치와 PDA 검출기를 사용하여 재현성 있는 분석조건을 위해, 비수성 완충용액으로 몇가지 유기용매를 조사한 결과, 에탄올을 용매로 아세트산/붕산(835 mM/15 mM)을 전해질로 사용한 비수용액 모세관전기영동(NACE)을 선택하였다. 분석대상 염료에 최적화된 조건으로 완충용액의 산성도를 맞추어(pH = 5.4) 500 V/cm의 전기장 조건하에서 20 min의 분리시간 내에서 분석 대상으로 하는 주성분 염료들을 대체로 바탕선 분리도 수준으로 분리하는 결과를 얻었다.

청색 유성 마커펜 필적 잉크필적의 노후도는 국내외에서 제조사별로 구입한 마커펜 필적 잉크를 문서용지에 기재한 후에 필적 잉크를 인위적으로 규격화된 자외선 조사 건뢰도 시험기하에서 1 - 16시간까지 조사시간을 달리하여 자외선 하에서의 노후도를 시험한 후 잉크 시료를 마이크로 펀치로 채취하여 최적의 분석조건하에서 NACE 시험법으로 염료성분 변화를 비교하였다.

이를 통하여 제조사별로 나타나는 노후도의 차이와 잉크에 포함된 유기염료 혼합물의 정성분석과 몇 가지 대표적인 염료의 정량분석 가능성을 확인하였다. 분석대상 유기염료로는 크리스탈 바이올렛(CV), 메틸 바이올렛 B (MVB), 메틸 바이올렛 B 염기형(MBB)과 같은 보라색 계열 염료와 로다민 6G (R6G), 로다민 B 염기형 (RBB)과 같은 적색계열 염료, 청색계열 염료로는 빅토리아 푸어블루(VPO), 나일블루 A (NBA)와 메틸렌 블루(MB) 등을 포함하였다. 이를 통하여 종래의 수용액 완충용액을 사용하는 CE분석법보다 빠르고 재현성이 좋은 결과를 얻었으며, 자연적인 조건에서 노후화된 다양한 유성 필기구 잉크시료 중에 존재하는 유기염료의 동시분석시 적용 가능성을 확인하였다.

**유기폭약성분 추출을 위한 새로운 닦는물질 소개 및 효율적인 추출법 확립**

Introduction of a novel swabbing material of a wiper and establishing an optimal method for the collection of organic explosives

Tae-Myung Sung<sup>\*</sup>, Joo-Ik Cho

<sup>1</sup>Scientific Investigation Lab., MNDCIC, Ministry of National Defense, Seoul 04383, Korea

<sup>\*</sup>Corresponding author: sungtm@empas.com

테러폭발사건 등에서 폭발의 원인을 추정하는데 있어 폭약성분을 확인하는 것은 중요한 요소이다. 폭발이 일어난 후 폭발현장, 희생자의 피부 또는 의류에서 폭약성분을 분석하는 것은 사용된 폭약의 종류를 추정하는데 있어 매우 중요하다. 폭약성분을 분석하기 위해서는 일반적으로 폭약성분이 전이된 표면을 유기용매로 적셔 닦는물질(swabbing material)로 닦아내어 용출된 성분을 추출 및 농축하여 기기분석을 실시한다. 그러나 예전부터 널리 사용되고 있는 면솜이나 면봉은 손 또는 모발과 같은 부위에서 폭약성분을 추출하는 데는 적합하나 비교적 거친 표면인 의류를 닦는 데는 쉽게 손상되기 때문에 부적절하다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 거친 표면으로부터 유기폭약성분을 효율적으로 채취할 수 있는 swabbing material로서 wiper(215 x 210mm, 단층, 유한킴벌리제품)를 소개한다. 이 새로운 swabbing material의 탁월함을 확인하기 위하여, 유기폭약성분의 추출효율에 대하여 면솜과 면봉을 비교하였으며, LC/MS를 이용하여 6개의 폭약성분인 2,4,6-trinitrotoluene (TNT), hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,4-triazine (RDX), 2,4,6-*N*-tetranitro-*N*-methylaniline (tetryl), octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-triazine (HMX) and pentaerythritol tetranitrate (PETN), and nitroglycerin (NG)을 분석하였다. 추출용매로는 일반적으로 널리 추천되고 있는 아세톤 또는 아세토니트릴 보다는 메탄올이 가장 좋은 추출효율을 나타내었으며, 5mL 플라스틱 1회용 주사기에 이 wiper를 넣은 후 추출용매를 흘려 유기폭약성분을 추출할 경우 면솜 또는 면봉보다 훨씬 많은 양의 유기폭약성분이 의류의 표면으로부터 추출됨을 확인하였다.

## TLC 상 대장체(enantiomer)의 빠르고 용이한 동정을 위한 부분입체이성질체(diastereomer)의 합성 및 비교

허보름<sup>1</sup>, 이진영<sup>1</sup>, 신문관<sup>2</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과,

<sup>2,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

광학이성질체(대장체, enantiomer)는 광학 활성을 갖는 두 분자가 거울 대칭인 관계를 이루는 경우로 시판되고 있는 소수의 의약품은 물리화학적 성질이 동일하여 통상의 일반적 방법으로 분리할 수 없는 두 개의 입체이성질체(stereoisomer)의 혼합물이다. 그러나 두 개의 입체이성질체 중 하나는 약효가 다른 하나에 비해 약하거나 전혀 없을 뿐 아니라 심한 부작용까지 일으킬 수 있다. 현재 전 세계적으로 원하는 활성 효과만을 나타내는 하나의 광학이성질체로만 구성된 순수한 키랄(chiral) 의약품을 개발하고자 하는 노력이 활발히 진행되고 있다. 그러므로 이들 각각에 대한 순수 분리 및 확인은 분석에서 중요한 분야이다.

이에 본 연구에서는 암페타민류와 유사한 구조를 갖는 (R)- $\alpha$ -methylbenzylamine (**4**)와 (S)- $\alpha$ -methylbenzylamine (**3**), 아미노산인 (D)-phenylalanine methyl ester HCl (**1**)과 (L)-phenylalanine methyl ester HCl (**2**), 그리고 (DL)- $\alpha$ -(methylaminomethyl)benzyl alcohol의 신속하고 경제적이며 용이한 분리 및 확인을 위하여 비교에 필요한 유도체인 각각의 부분입체이성질체(diastereomer) 표준물질을 유기 합성하여 확인한 후 사용하였다. 유도체화 시약 succinimidyl-(S)-2-(6-methoxynaphth-2-yl)propionate은 Naproxen® ((S)-(+)-2-(6-Methoxy-2-naphthyl)propionic acid)과 N-hydroxysuccinimide를 반응하여 합성하였고, 각각의 amine과 diisopropylethylamine의 존재 하에 각각의 유도체를 합성하였고 핵자기공명 H-NMR을 이용하여 확인 후 대조물질로 사용하였다. 실험실에서 예비적으로 혹은 현장성이 좋고 경제적이며 조작이 간단하여 현장에서 사용하기 적합한 방법으로, 각각의 아민 대장체를 박층 크로마토그래피(TLC)상에서 in situ, co-spot 방법을 이용하여 유도체화 시약과 반응, 분리 및 자외선(UV) 하에서 육안으로 대조물질과 비교 동정하였다.

(R,S)- $\alpha$ -methylbenzylamine은 빠르고, 용이하게 각각의 대장체인 (R)-(+)- $\alpha$ -methylbenzylamine와 (S)-(-)- $\alpha$ -methylbenzylamine의 부분입체이성질유도체 형태로 명확하게 분리가 되었고 각각의 순수상태에서의 검출한계농도(mg/mL, 2 $\mu$ L)는 R체의 경우 0.009, S체는 0.002까지 검출이 가능하였다. (D)-phenylalanine methyl ester HCl 와 (L)-phenylalanine methyl ester HCl의 경우 각각의 순수상태에서의 검출한계농도(mg/mL, 2 $\mu$ L)는 D체과 L체 모두 0.5까지 검출이 가능하였다. 또한 상호 대장체 존재(1 mg/mL)하에서의 검출한계농도(0.01 mg/mL, 0.1 mg/mL)를 확인하여 두 대장체 모두 유도체화 시약과 유사한 반응을 나타내는 것을 확인하였다. 추가적인 대장체 시료를 사용한 유도체화 실험과 함께 본 방법은 TLC상에서 대장체를 신속하고, 용이하게 분리 및 확인하는 방법으로 사료된다.

## 감열지상의 잠재지문 현출 기법인 Iodine Fuming과 ThermaNin®의 비교

허보륜<sup>1</sup>, 이진영<sup>1</sup>, 옥윤석<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과,

<sup>2,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

지류산업의 발달에 따라 감압, 감열지와 같은 특수지류의 사용이 많아지면서 범죄현장에서 지류증거로써 감열지가 차지하는 비중이 높아지고 있다. 일반 용지와는 다르게 감열지는 열과 극성용매에 반응하여 흑화현상을 일으키기 때문에 일반적인 다공성표면 지문현출 시약으로는 존재하는 잠재지문(latent fingerprint)의 현출이 불가능하다. 그러므로 감열지상에서 잠재지문을 현출하기 위한 방법으로 자성분말, iodine fuming method, ThermaNin® 등을 사용하고 있다. 각각의 방법은 서로 장단점을 가진 이유로 유의하여 사용해야하며 특히 iodine fuming method과 ThermaNin®을 사용한 방법의 비교연구는 부진한편이다.

본 연구에서는 감열지상에서 잠재지문을 iodine fuming과 ThermaNin®의 현출효과성을 비교를 통해 알아보았으며 일반적으로 감열지가 보관되는 조건인 압착 조건(비노출)과 대기 중에 보관(노출)되어 있는 두 조건으로 보존이 된 감열지에 대해 실험을 진행 하였다. 요오드 150 mg을 투명 비이커(500 mL)에 담아 약 40분간 iodine의 증기에 노출하여 현출 하였으며 ThermaNin®은 일반적인 담금법을 통해 실험하였다. 시료 잠재지문은 일반적으로 사용되는 영수증 감열지에 0.5 kg.f의 압력에서 2초의 조건으로 1일, 7일, 10일 유류하였으며 현출된 잠재지문을 Automatic Fingerprint Identification System (AFIS)으로 분석한 특징점의 수를 비교하였다.

신선한 지문과 7일간 유류된 지문 모두 ThermaNin®을 적용한 감열지보다 iodine fuming method를 사용한 지문들이 특징점 개수가 높았지만 유류한 후 7일이 지난 지문에서는 ThermaNin®을 적용한 지문 또한 현출이 가능하였다. 또한 신선한 지문에서는 비노출조건과 노출되어있는 지문의 특징점 개수가 동일하였지만 7일 경과 지문에서는 대기 중에 노출되어 있는 조건의 특징점 개수가 높게 나타났다. 전체적으로 iodine을 사용하는 방법은 ThermaNin®을 사용한 경우에 비교하여 유사하거나 우수한 결과를 나타내어 ThermaNin®을 대체할 수 있는 방법으로 사료되나, 추후 추가적인 다양한 조건에서 압인된 시료 그리고 다양한 조건에서 보관된 감열지에 대한 추가적인 실험이 요구된다.



## 감열지상 잠재지문의 외부 노출 유무에 따른 잠재지문 현출 비교 평가

김효원<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 윤정근<sup>1</sup>, 박성수<sup>2</sup>, 최성운<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>대전지방경찰청 형사과 과학수사계,

<sup>3,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

범죄현장에서 발견되는 다양한 다공성 지류 증거물 중 열에 의해 기록되는 방식의 특수지류인 감열지(thermal paper)는 기록의 편리성과 특수성으로 인해 사용 영역이 확대됨에 따라 증거물로서의 비중도 늘어나고 있다. 그러나 감열지에 남겨진 잠재지문(latent fingerprint)의 가시화를 위하여 자성분말, iodine fuming method, Thermanin<sup>®</sup>을 사용하는 것으로 알려져 있으며, 현출에 대한 연구는 주로 현출 방법에 대한 연구에 국한되어있고 감열지의 보관 조건에 따른 현출 정도에 대한 연구는 알려진 바 없다.

본 실험에서는 잠재지문이 유류된 감열지를 보관하는 방법에 따른 잠재지문의 현출 차이를 감열지에 손상을 적게 주는 것으로 알려진 iodine fuming method를 이용하여 비교하고자 하였으며 최적의 iodine의 양과 현출 시간을 실험하여 적용하였다. 감열지 영수증은 공기 중에 노출시켜 놓거나 지갑 혹은 가계부 사이에 넣어 보관하는 것이 일반적이기 때문에, 공기 및 빛에 노출시키는 조건과 책 사이에 삽입하여 공기와 빛을 차단하는 조건 두 가지로 실험하였다. 또한 최적의 현출 조건을 찾기 위하여 압인압력 0.3 kg/f, 압인시간 2초의 조건으로 지문을 유류한 감열지를 책 사이에 보관(공기 및 실내 광 비노출)하여 1일 후 iodine 양과 현출시간을 변화시켜 가시화 하였다.

현출된 지문의 이미지를 Automatic Fingerprint Identification System (AFIS)과 농도계 이미지분석(densitometric image analysis)을 실행한 결과 요오드 150 mg을 투명 챔버(500 mL)에 담아 40분간 현출하였을 때 지문의 선명도가 가장 높은 것을 확인 할 수 있었다. 동일한 방법으로 1일부터 21일까지 두 가지 노출 조건에서 각각 보관한 감열지에 대해 적용하여 얻은 지문의 이미지를 농도계 이미지 분석을 통해 면적값을 비교하였다. 두 가지 보관 조건 모두 시간이 지남에 따라 면적값이 줄어드는 경향을 보였으나 감소하는 패턴은 다소 차이가 있었으며 신선한 지문이 현출이 잘 된다는 기존에 알려진 것과는 상이하게 유류된 지 오래 된 21일차 잠재지문도 현출이 되었기 때문에 향후 시간 경과에 따른 지문 현출 여부에 대한 추가적인 실험이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 보관 기간이 동일한 경우 감열지를 외부에 노출시킨 것이, 책 사이에 끼워 보관(공기와의 접촉을 차단)한 것보다 더 큰 면적값과 높은 선명도를 보였다. 이는 책 사이에 끼워 놓은 감열지의 지문 성분이 건조되지 못하고 추가적으로 확산 되어 지문 현출 시 선명도가 떨어지는 것으로 사료된다. 다양한 조건에서 보관되고, 다양한 기간이 경과된 감열지의 잠재지문 현출 정도를 비교하는 추가적인 실험이 필요하나, 현장에서 다양한 보관조건의 감열지가 발견이 된다면 외부에 노출이 되어 있는 감열지에서 상대적으로 선명도가 높은 개인 식별이 가능한 잠재지문이 현출 될 가능성이 높을 것으로 사료된다.

## TLC상 Biogenic Amine 류의 직접유도체화를 위한 대조물질 합성, 동정과 검출한계

이진영<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 김연수<sup>1</sup>, 문용<sup>2</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과,

<sup>2</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

Phenethylamine (PE)을 기본 골격으로 하는 tyramine (Tyr), tryptamine (Trp)과 유사한 구조를 가지는 histamine (His) 등은 저분자 생체활성 아민류(biogenic amines)로 대부분 생물학적 증거, 식품, 환경 물질, 산업 공정의 부산물 그리고 범죄 현장 등 다양한 환경에서 발견되는 인체에 유해할 수 있는 유기아민이다. 이들의 분석에는 일반적으로 면역분석 키트, LC/MS 그리고 GC/MS 등이 주로 활용되며, 최근에는 현장에서의 쉽고 빠른 확인을 위해 박막 크로마토그래피(TLC)를 이용한 정성, 반정량 분석 방법이 다양하게 연구되고 있다. 그러나 통상 아민류의 높은 극성으로 인한 비분리 현상, 높은 검출 한계 농도 그리고 색상 확인이 힘든 점 등이 분석 시 문제가 되므로 이를 해결하기 위해 다양한 유도체화 시약과 방법이 사용된다.

본 연구에서는 TLC상 아민류에 대한 다양한 유도체화 시약 중 FMOC-Cl, DNS-Cl, DAB-Cl을 사용하여 3가지 아민에 대한 신속하고 간단한 분석을 목적으로 *in-situ*, co-spot방법을 이용한 직접 유도체화 방법을 사용하였다. 직접적인 유도체화 반응으로 생성된 유도체 spot 위치를 표준물질과 비교하고자 3가지 아민 각각의 유도체화 시약과 합성하여 TLC 상에서 비교, 확인하였다. 합성된 표준물질은 <sup>1</sup>H-NMR을 이용하여 확인하였다. 합성된 표준물질 중 FMOC-Tyr과 DAB-Tyr을 제외하고는 합성 후 분리 도중에 분해되어 비교가 불가하였다. 3종의 아민(His, Trp, Tyr)을 3종의 유도체화 시약 FMOC-Cl, DNS-Cl, DAB-Cl과 각각 TLC상에서 직접적인 방법으로 유도체화 한 결과 2개의 spot으로 나타난 DAB-His를 제외하고 모두 0.01 ~ 0.005 (mg/mL, 2 $\mu$ L)의 LOD값을 보였다. 추가적인 표준물질의 확보와 반응의 조건(반응용매, 반응온도 등)에 대한 연구를 통하여 본 방법은 예비적인 생체활성 아민에 대한 빠르고 용이한 동정 및 반 정량분석 방법이라고 사료된다.

## Cyanoacrylate Fuming 법에서 Sodium Lactate 분말을 이용한 현출 효과성 비교

옥윤석<sup>1</sup>, 김지윤<sup>1</sup>, 이다은<sup>1</sup>, 정지혜<sup>1</sup>, 최성운<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과,

<sup>2\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

범죄현장에서 발견되는 증거물 중 지문은 개인 식별이 가능한 매우 가치 높은 증거이며, 지문을 효과적으로 현출하기 위한 다양한 방법들이 활용되고 있다. 기본적인 잠재지문(latent fingerprint)의 가시화는 비 다공성 표면에서 cyanoacrylate (CA) fuming법(CA법)과 분말법(powder method)을 순차적으로 사용한다. 그 중 화학적 방법인 CA법은 물리적 방법인 분말법에 비해 감도가 높고 지문의 훼손도가 적어 비 다공성 표면에 남겨진 잠재지문 현출 시 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 시간이 경과한 지문의 경우 시간, 습도, 온도 등의 환경적인 영향에 따라 노화되거나 변질되어 현출하기에 큰 어려움이 따른다. 이러한 이유 중의 하나로 지문의 표면에서 CA의 중합을 개시하는 개시제(initiator)의 역할에 대한 연구가 진행 되고 있다.

본 연구에서는 CA법에서 시간이 경과한 지문을 증강시키기 위해 CA 중합체의 형성을 개시하는 개시제로서 알려진 친핵체(nucleophile)인 sodium lactate를 분말의 형태로 적용하여 적용하지 않은 지문과 현출의 향상 정도를 비교하였다. 선행적으로 1일이 경과된 시료지문을 이등분하여 각각 CA법과 CA법에 sodium lactate를 추가하고 두 가지 지문 시료를 상대습도 88%의 CA chamber에 15분 동안 동시에 현출하였으며 30분 동안 건조 후 흑색 분말을 이용하여 가시화하였다. 그 결과 sodium lactate 분말로 전 처리를 한 지문이 전 처리를 하지 않은 지문보다 육안 확인 시에 전반적으로 용선들이 균일하고 선명하게 현출됨을 확인할 수 있었다. 이는 지문 용선에 도포되어 있던 sodium lactate 분말이 chamber내 공기 중의 수분을 흡수하여 개시제로서 물리화학적으로 적절한 상태로 유지하고 상대적으로 미처리 지문에 비교하여 상대적으로 높은 농도를 보유하여 다량의 중합체를 형성하여 상대적으로 더욱 질이 좋은 상태의 지문으로 현출되었다고 사료되며, 추후 시간이 다양하게 경과된 지문과 다른 현출조건의 변화를 통한 실험에서 sodium lactate의 정확한 역할에 대한 추가 실험이 필요하다.

## 농도계 이미지분석 프로그램을 이용한 면직물에 따른 잠재혈흔 발광의 반 정량적 분석

김민선<sup>1</sup>, 김연수<sup>1</sup>, 최용복<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과,  
<sup>2,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

과학기술의 발달과 CSI 효과로 인하여 범죄수법이 점차 지능화되어 용의자는 살인사건 현장에서 발생한 혈액 증거물을 은폐 혹은 제거하기 위해 세제나 표백제 등을 사용하여 육안으로 보이지 않도록 시도한다. 이렇게 육안으로 확인이 힘든 혈흔을 잠재혈흔이라고 하며 다양한 화학적 시약으로 검출할 수 있다. 특히 완전한 암실 상황에서 사용해야 하는 루미놀은 독성과 DNA 훼손을 이유로 현장 사용에 어려움이 있을 수 있다. 본 연구에서는 Bluestar™를 세탁된 잠재혈흔에 적용하여 직물종류, 세제 및 표백제 종류, 세탁 방법의 변수에 따른 발광 정도를 이미지의 형태로 얻어 농도계 이미지 분석(densitometric image analysis, CP Atlas 2.0)을 통해 정량적으로 비교하였다. Bluestar™는 잠재 혈흔과 반응하여 발광을 나타내므로 세탁 후 남은 혈흔의 양은 발광 면적에 비례한다. 따라서 이미지 분석 결과로 얻은 각각의 면적값은 세탁 후 잔류한 잠재 혈흔의 양으로 볼 수 있다. 실험 결과, 직물에 따른 발광 면적은 100% 면직물(20수, 40수)에서 T/C (Tetron 10%, Cotton 90%) 직물보다 더 큰 면적값을 확인할 수 있었다. 세제 종류에 따른 발광면적은 전체 직물에서 표백제 없이 액체 세제를 이용하여 일반 세탁한 경우에 고체세제 사용 시보다 더 큰 면적값을 보였다. 표백제를 추가한 경우 일반 세탁하였을 때 산소계 표백제를 적용한 직물에서 더 큰 면적값을 보였으나 삶은 후 세탁하였을 때는 염소계 표백제를 적용한 직물의 면적값이 더 큰 것으로 나타났다. 또한 표백제를 적용하여 일반 세탁한 경우 T/C에서는 발광이 관찰되지 않았다. 세탁된 각각의 직물은 육안으로 확인하였을 때 혈흔이 관찰되지 않았으나 Bluestar™를 적용하여 확인한 경우 대부분의 직물에서 발광이 확인되었다.

따라서 유혈 현장에서 수집된 의복 등의 직물 표면에 혈흔이 관찰되지 않더라도 의심되는 의복이나 섬유 표면에 Bluestar™ 적용 후 직물의 종류와 표백제의 사용 여부를 같이 고려하여 판단 한다면 수사방향에 도움이 될 수 있을 것이다.

## Tedlar bag의 황 화합물질 안전성 연구

최윤희\*, 이종길, 장은아, 김종보, 서인숙, 배용수, 김태화, 김종수

경기도보건환경연구원 대기연구부

2014년 악취공정시험 기준이 개정되면서 기기분석을 이용하여 황 화합물질을 분석하는 조건에 「시료는 채취한 시점으로부터 48시간 이내에 분석해야 한다.」라는 조건을 삽입하였다. 이러한 조건에 따라 현장 악취발생지역에서 시료채취 후 분석 전까지 소요되는 시간이 분석결과에 대한 중요한 변수로 작용하였다. 야간 또는 주말 등 시료채취 시간에 따라 분석 가능여부는 경우에 따라 48시간을 초과하는 경우가 발생할 수 있다는 이야기이다. 따라서 본 연구에서는 악취공정시험 기준에서 규정한 4종류의 황 화합물질( $H_2S$ ,  $CH_3SH$ , DMS, DMDS)을 각각 10 ppb(nmol/mol), 10 L, 상온( $25\pm 5^\circ C$ ) 상태에서 Tedlar bag에 조제 후 96 시간 동안(6, 12, 24, 48, 72, 96시간)의 안전성을 분석하였다. 황 화합물질의 안전성 분석을 위해 유의수준 95% 회귀분석을 적용하여 시간에 따른 농도변화를 확인하였다. 회귀분석 결과 48시간 경과 후 황 화합물질은 서로 유의한 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 또한 연구결과 무거운 황 화합물질(DMS, DMDS)은 가벼운 황 화합물질( $H_2S$ ,  $CH_3SH$ )에 비하여 빠른 농도 감소율을 보였다.

연구를 통해 얻은 결과는 시간변화에 따른 황 화합물질의 정량분석 평가를 통해 분석기관 및 분석자의 결과값에 대한 신뢰성을 높이는데 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

## PTR-TOF-MS를 이용한 사고대비물질의 정성 및 정량에 관한 연구

김현지<sup>1</sup>, 김민선<sup>1</sup>, 류태인<sup>1</sup>, 김소영<sup>1</sup>, 황승율<sup>1</sup>, 김균<sup>1</sup>, 박진수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>\*화학물질안전원 연구개발교육과

산업화에 의한 화학물질 사용량이 증가함에 따라 빈번하게 발생하는 화학사고는 주민의 건강과 환경을 위협하며 많은 문제를 일으키고 있다. 화학물질 사고 발생 시 신속한 현장 대응을 위해서 사고 원인 물질에 대한 정성 확인이 선행되어야 한다. 그러나 기존의 GC 분석법은 시료 채취·전처리 및 분리·분석의 이원화로 물질 확인까지 장시간이 소요되어 신속한 대응에 한계가 있다. PTR-TOF-MS(Proton Transfer Reactor Time-of-Flight Mass Spectrometry)는 시료를 사전에 전처리 및 분리하는 과정 없이 실시간으로 시료를 유입시켜 짧은 시간 내에 분석이 가능하고 GC-MS에 비하여 생성이온의 파편이 발생하지 않아 정성 분석에 유리하다.

따라서, 본 연구에서는 화학사고 발생 시 피해위험이 높은 사고대비물질 중 일부(Acrolein, Carbon disulfide, Methyl vinyl ketone, Trimethylamine, Vinyl chloride)를 대상으로 PTR-TOF-MS를 적용한 정량·정성 분석방법을 제시하고자 하였다.

사고대비물질 표준가스를 교정장비 LCU(Liquid Calibration Unit)를 이용하여 단계별로 희석하여 PTR-TOF-MS로 유입시켜 분석하였다. 또한, 이동도관(drift tube)에 인가되는 전압 값을 250V에서 900V 범위로 변화시켜 질량스펙트럼을 분석하였다. 전압의 변화는 이동도관의 전장강도(E/N: electric field)에 영향을 주기 때문에 이온의 반응과 검출되는 이온의 세기에 영향을 미친다. 그러므로 분석물질의 최적 조건을 설정하기 위해서는 반드시 전장강도 변화에 따른 스펙트럼을 파악할 필요가 있다.

사고대비물질 5종에 대하여 Calibration을 그리고 E/N 변화에 대한 물질의 감응도를 파악하여 최적 E/N 값을 도출하였다. 분석물질의 전압변화에 따른 전장강도의 분석결과 Acrolein은 108 Td(Townsen: 전장강도단위  $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ), Carbon disulfide는 177 Td, Methyl vinyl ketone은 98 Td, Trimethylamine은 108 Td, Vinyl chloride는 108 Td를 나타내었다.

위와 같은 과정을 통하여 각 물질의 이동도관내 E/N 차등적용을 통해 최적의 영역을 파악하였고, 이 분석조건을 적용하여 화학사고 발생 시 PTR-TOF-MS를 이용하여 신속하고 정확한 사고물질 분석에 활용하고자 한다.

## Comparison of metabolite profiles in the leaves of perilla and rice for different growth periods under gaseous ammonia exposure

이연희<sup>1</sup>, 김보경<sup>1</sup>, 정재형<sup>1</sup>, 황승울<sup>1</sup>, 김균<sup>1</sup>, 조재영<sup>2</sup>, 신원태<sup>2</sup>, 이진환<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>환경부 화학물질안전원 연구개발교육과, <sup>2</sup>전북대학교 생물환경학

Chemical accidents have increased owing to chemical usage, human error, and technical failures during the last decades. Moreover, several people have expressed anxiety concern to the chronic health effects associated with the accumulation and exposure of chemical substances. Environmental exposure to harmful chemicals is estimated by measuring concentrations of pollutants in natural plant, air, and soil. Interestingly, the primary and secondary metabolites of this species were observed with various health beneficial effects. Therefore, improving our understanding regarding changes in the composition of natural plants under chemical exposure may aid in their further useful information of environmental pollution through chemical accidents. The present research was the first to investigate the changes in metabolite profiles in the leaves of perilla and rice through different growth times under gaseous ammonia (28%) exposure. Seven compositions (rosmarinic acid, caffeic acid,  $\alpha$ -linolenic acid, linolenic acid, linoleic acid, palmitic acid and oleic acid) of perilla and six compositions ( $\alpha$ -linolenic acid, linolenic acid, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid, and oleic acid) of rice were identified using UPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS analysis. The metabolites of perilla leaves showed considerable differences according to the growth periods (1, 7, 14, and 30 day) after exposure. Among them, rosmarinic acid decreased significantly with 5970.2  $\rightarrow$  4446.2 (1 day), 5140.0  $\rightarrow$  3779.3 (7 day), 4748.7  $\rightarrow$  1238.9 (14 day), and 4059.5  $\rightarrow$  24.6  $\mu\text{g/g}$  (14 day), while palmitic acid increased with 385.7  $\rightarrow$  802.2, 533.9  $\rightarrow$  1523.0, 306.3  $\rightarrow$  1532.9, and 145.3  $\rightarrow$  1220.7, respectively. In the distribution of the remaining compositions,  $\alpha$ -linolenic acid (1059.9  $\rightarrow$  140.7  $\mu\text{g/g}$ ; 1  $\rightarrow$  30 day) and linolenic acid (1250.8  $\rightarrow$  198.6  $\mu\text{g/g}$ ; 1  $\rightarrow$  30 day) were also decreased to be considerably different than those of healthy perilla. However, the metabolite profiles of rice leaves exhibited slightly variations. In more detail, linolenic acid was the predominant composition, representing approximately 41% of the total metabolite content in healthy and exposure sources, and the remaining components exhibited the following order :  $\alpha$ -linolenic acid > palmitic acid > linoleic acid > stearic acid > oleic acid. Based on the above results, the metabolite contents in natural plants may be affected by multiple factors, such as environmental stress of chemical exposure, light, temperature, moisture.

## The hazard classification of chemicals to aquatic environment under K-REACH

옥승엽\*, 나진성\*

\*한국생산기술연구원 국제환경규제대응기술지원센터

국립환경과학원 화학물질정보시스템은 45,739종('17.04.13 기준)의 화학물질 정보를 제공하고 있으며, 화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(이하 화평법)에 따라 사고대비물질, 유독물질, 제한물질, 금지물질 등을 포함한 약 1,000종의 화학물질을 대상으로 분류 및 표시 지원시스템을 제공하고 있다. 환경부는 국제연합(UN)에서 규정한 화학물질의 분류 및 표시지에 관한 세계조화시스템(GHS)을 2007년 도입 후, 단일물질은 2010년, 혼합물질은 2013년 단계적으로 화학물질 분야에 전면 시행해오고 있다. 유럽의 경우, GHS를 기반으로 유럽 자체의 화학물질 분류, 표시 및 포장에 관한 제도를 CLP 법령에 따라 2009년부터 시행하였다. 본 연구는 화평법과 CLP 법령의 분류 및 표시 기준에 따른 사고대비물질의 수생환경유해성 분류를 확인하여 환경 중 누출 영향을 명확히 파악하고자 한다. 또한, 국내외 독성 database와 문헌 자료 등 확보 가능한 최신 자료를 바탕으로 직접 분류를 수행 기존 사고대비물질 분류의 타당성을 판단하고자 한다. 화학물질관리법(이하 화관법)에 지정·고시된 사고대비물질 70종 중 물리·화학적 특성/유해성, 화학사고 빈도/유형, 수 생태계 독성자료 가용유무를 고려하여 대상물질 20종을 선정하였다. 사고대비물질 20종을 대상으로 [1]국외 정부기관에서 제공하는 화학물질 정보 database, 연구논문, 보고서 등을 활용 확인된 독성자료 추출 후, 국립환경과학원 고시 '화학물질의 분류 및 표시 등에 관한 규정'[별표1] 화학물질의 분류 및 표시사항에 근거하여 직접 분류를 수행하였다. [2]국내 국립환경과학원 고시 '화학물질의 분류 및 표시 등에 관한 규정'을 활용 수생환경유해성 구분을 조사하였다. [3]유럽 CLP 법령(Regulation (EC) No 1272/2008)을 활용 수생환경유해성 구분 조사를 수행하였다. 그리고 직접분류를 통한 구분 결과를 활용하여 화평법과 CLP의 분류 및 표시 기준에 따라 분류된 수생환경유해성 구분 결과와 비교해보았다. 직접분류, 화평법 및 CLP 상 수생환경유해성 구분 조사결과, 총 20종의 대상물질 중 동일한 구분을 나타낸 것은 4종(시안화수소 외 3종)이었으며, 직접 분류를 통해 분류는 되지 않으면서, 화평법 또는 CLP 상 수생환경유해성 구분을 나타낸 것은 8종(포름알데히드 외 7종)이었다. 또한, 직접 분류를 통해서만 분류된 것은 6종(메탄올 외 5종)이었으며, 2종(시안화나트륨, 황산)은 직접 분류 및 화평법의 분류 및 표시 기준에 따라 분류를 나타내었다. 화평법과 CLP의 수생환경유해성 구분기준은 같으나 상이한 독성자료를 분류에 활용하여 수생환경유해성 구분이 다르게 나타난 것으로 판단된다. 직접 분류에서만 수생환경유해성으로 분류된 물질의 경우를 고려해보면, 화평법 및 CLP의 유해성분류에 최신 독성자료의 활용이 필요한 것으로 판단된다. 분류 및 표시 기준이 같은 화평법 및 CLP의 수생환경유해성 구분이 다른 경우가 조사됨에 따라 최신 유해성자료의 확보 및 활용을 통한 유해성분류가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 화평법과 CLP의 수생환경유해성 구분기준에 해당하는 독성 자료가 확인되나, 화평법과 CLP의 분류 및 표시기준에 따라 분류되지 않는 경우가 조사되어, 유해성 분류 시 최신 자료를 활용, 정교화가 필요하다.



## 산소와 질소의 안정동위원소비를 이용한 수질오염 기원 해석 (2)

정영철, 이정엽, 최재원, 김윤석\*

K-water, K-water 융합연구원 수질연구센터

안정동위원소를 이용한 기술은 환경 분야에서 오염원의 기원을 추적하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 현재 국내에서의 수질관리는 기존의 화학분석법을 적용하여 오염원 관리 및 오염실태 등을 파악하고 있기 때문에 다양한 생성 경로를 통해 유입되는 오염물질을 효율적으로 관리하기에 한계가 있다는 단점이 있다. 본 연구에서는 수질오염원 추적에 명확한 환경영향평가가 가능하도록 분석법을 보완하고자 수질 내 산소 동위원소( $\delta^{18}\text{O}$ )와 질소 동위원소( $\delta^{15}\text{N}$ )를 대상으로 안정동위원소 측정하여 해석기술을 확립하고자 하였다.

오염원 특성에 따른 영향을 평가하기 위해 본 연구에서는 G댐을 대상지역으로 선정하였으며, 오염원의 특성이 명확히 구분되는 댐 저수지, 댐 하류, 유입천 등 5개 지점을 선정하여 1년간 총 5회 취수 및 분석을 실시하였다. 선정 지점 별로 오염원의 특성이 다르기 때문에 각기 다른 동위원소비를 나타냈으며, 대부분의 지점에서는 자연 유래 오염원이 유입된 것으로 판단되었으나 가축 폐수 및 하수오염원의 유입 가능성을 보이기도 하였다. 또한 상대적으로 유입량이 적은 지점에서 발생한 오염원이 댐 저수지에 수질오염원이 될 수 있는 가능성도 보였다. 지점별로 장마철에 접어들면서 질소 안정동위원소의 경우 약 2~12%, 산소 안정동위원소의 경우 약 2~20% 증가하였으나 장마기가 끝난 10월의 안정동위원소 수치는 장마 시작 전과 비슷한 수치로 감소하였다. 이는 강우에 의해 하천 주변의 오염물질이 유입되어 나타난 결과로 판단되며, 장마철이 끝난 후 겨울철에 산소 및 질소 안정동위원소 수치는 자연유래 안정동위원소 수치로 빠르게 회복되는 것으로 나타났다. 따라서  $\delta^{18}\text{O}$ 와  $\delta^{15}\text{N}$ 의 안정동위원소 측정결과로 가뭄에 따른 환경영향을 확인할 수 있었다.

유해대기오염물질(HAPs) 중 휘발성유기화합물(14종)  
1  $\mu\text{mol/mol}$  수준의 표준가스 개발

강지환<sup>1,2</sup>, 김용두<sup>1,2</sup>, 김미연<sup>1</sup>, 이진홍<sup>2</sup>, 이상일<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 대기환경표준센터, <sup>2</sup>충남대학교 환경공학과,

<sup>3</sup>과학기술연합대학원대학교(UST) 측정과학과

\*Corresponding author: slee@kriss.re.kr

유해대기오염물질(HAPs, Hazardous Air Pollutants)은 대기 중에서 가스, 입자 혹은 에어로졸의 형태로 이동하면서 확산하게 된다. HAPs의 대기 농도는 저농도이지만 그 특성은 독성, 발암성, 생체축적 등이며 미량만으로 인간 및 동·식물에 악영향을 줄 수 있다. 따라서 HAPs는 국내외에서 법으로 규정 및 규제를 실시하고 있다.

우리나라 환경부에서는 대기 중으로 직접 배출되는 대기오염물질을 관리하기 위해 대기환경보전법 규정에 따라 유해대기오염측정망을 2011년 설치하였고, HAPs 비산배출시설 관리제도를 2015년부터 시행하였다. 여기서 유해대기오염측정망은 도시지역, 산업단지, 배경농도지역에서 중금속을 제외한 특정대기유해물질의 오염도를 파악하여 운영된다. 아울러 188종의 HAPs 중 대기 농도수준, 독성 및 발암성 등의 인체 유해도, 측정 용이성 등을 검토하여 VOCs(Volatile Organic Compounds) 물질 중 13종과 PAHs(Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) 중 7종이 있다. 최근 VOCs의 오염물질에 Dichloromethane 이 추가되어 총 14종(표 참조)을 측정 중이다.

본 연구는 대기 중에 유해대기오염물질인 VOCs 14종에 대한 인증표준물질을 개발하여 측정표준 확립을 하려한다. 시료의 순도분석, 표준가스제조 일치성, 단기안정도 등을 통하여 1  $\mu\text{mol/mol}$  수준의 인증표준 물질 개발을 완료 하였다. 추후 추가 연구를 진행하여 대기 중에 존재하는 농도 수준(nmol/mol)의 유해대기오염물질 인증표준(표준가스)을 개발할 계획이다.

HAPs: Hazardous Air Pollutants

---

VOCs

---

1. Benzene
  2. Toluene
  3. Ethylbenzene
  4. *m,p*-Xylene
  5. Styrene
  6. *o*-Xylene
  7. Chloroform
  8. 1,1,2-Trichloroethane
  9. Trichloroethylene
  10. Tetrachloroethylene
  11. 1,1-Dichloroethane
  12. Carbontetrachloride
  13. 1,3-Butadiene
  14. Dichloromethane
-

## Bio-SRF (목재류, 커피잔류물, 제지 슬러지) 연료특성 및 화학성분 분석

Fuel Characteristic and Harmful Chemical Substance of  
Bio-SRF (Wood Chip, Coffee Residue, Paper Manufacture Sludge)

서지미, 김소희

한국에너지기술연구원 플랫폼연구센터

본 연구에서는 국내에서 생산중인 Bio-SRF(Biomass-Solid Refuse Fuel)의 목재류와 커피류 물 그리고 건조된 제지 슬러지를 중심으로 연료특성을 파악하여 신재생연료 물질로 활용 가능한지에 대한 연구를 진행하였다.

Bio-SRF는 목재류를 비롯한 농업폐기물, 폐목재류, 식물성 잔재물 그리고 초본류 폐기물 포함하고 있어서, 이번 연구에서는 현재 사용 하고 있는 목재류를 기본으로 원료 2종을 선택하여 분석 하였다. 이들 Bio-SRF를 3종에 대한 화학성분 분석 및 유해성분까지 분석하여 연료특성을 평가 해 보았다. 이들 연료물질은 환경부령 제220호에서 규정하고 있는 식물성 잔재물 중 일부로서 신재생 에너지원으로 분류되어 있는 가연성 물질이다.

Bio-SRF 연료물질 중 목재류, 커피잔류물, 제지슬러지 3종에 대한 공업분석(수분, 휘발분, 회분, 고정탄소) 유기원소분석(탄소, 수소, 질소, 산소, 유황분)을 진행하여 물성분석과 화학성분을 파악 하였고, 더불어 연료가치성을 판단할 수 있는 고위. 저위발열량을 동시에 측정하였다. 환경부에서 인증하고 있는 모든 고품연료제품(SRF, Bio-SRF)의 경우, 염소(Cl)를 비롯한 유해성물질(Hg, As, Cr, Cd, Pb)을 필수 시험분석항목으로 지정하여 검증하고 있으며, 따라서 본 연구에서도 환경부 인증 기준에 따른 시험항목을 분석하여 Bio-SRF로서 연료가치성을 평가 해 보았다.

o 세부 연구 분야로는 표준화/규격화된 품질규격시험법으로, 환경부고시 제2014-135호, 고품연료제품 품질 시험분석방법을 기준으로 국내에서 제조된 WCF, 커피잔류물, 건조된 제지슬러지에 대한 물성분석과 유기물질 분석을 실시하였고, 이들 시료에 대한 유해성 성분분석을 위해서 각각의 전처리 조건을 거쳐 IC, XRF, AMA254 분석 장비를 이용하여 종합적인 유해성분을 검증하였고 더불어 Bio-SRF 3종에 대한 화학성분 분포도도 알아보았다.

## Glycol chitosan (GC)으로 표면 개질한 금 나노입자를 활용한 요오드 이온검출 방법

김경민<sup>1,3</sup>, 남윤식<sup>2</sup>, 이강봉<sup>1,\*</sup>

한국과학기술연구원 <sup>1</sup>녹색도시연구소,

<sup>2</sup>특성분석센터,

<sup>3</sup>고려대학교 화학과

본 연구에서는 금 나노입자의 표면을 glycol chitosan (GC)으로 개질하여 요오드이온을 선택적으로 검출하는 색 센서에 대해 탐구했다. 요오드이온은 산소원자와 결합함으로써 GC-AuNPs 입자간의 거리가 줄어들어 응집현상이 유발되었다. TOF-SIMS 분석으로 GC 분자말단에 있는 ethylene glycol 부분의 산소원자가 요오드이온과 결합하고 있고, 이로써 응집현상이 일어나 GC-AuNPs 수용액의 색이 붉은색에서 어두운 보라색으로 바뀔 수 있었다. GC-AuNPs 탐침을 이용해서 환경적, 생물학적, 그리고 제약샘플을 시각적인 방법으로, 혹은 UV-vis spectrophotometer 를 사용하여 간편하게 요오드이온의 농도를 측정할 수 있었다. 추가적으로, pH 6 에서 확실한 색변화와 요오드이온 검출감도가 민감해짐을 관찰할 수 있었다. 개질된 AuNPs 용액의 흡광도비( $A_{700}/A_{521}$ )는 0.0-80 mM 의 요오드이온농도범위에서 선형상관관계를 보여주었다. 수돗물, 연못물, 소 혈청, 그리고 비타민알약에서 LOD 는 각각 27.4, 33.2, 34.0, 그리고 27.1nM 로 측정되었다. 이와 같이 본 연구의 분석방법은 수용액 샘플 내에서의 요오드이온농도를 빠르게 측정하는 방법으로 활용될 수 있다.

## Impurities and purity analysis of SF<sub>6</sub> gas used in electric power equipment

Jeong Eun Lee, Ah Reum Kim, Kwang Sin Kim, Kyeongsook Kim\*

Creative Future Laboratory, KEPCO Research Institute, Daejeon, 34056, Korea

\*Corresponding author: kskim9451@kepcoco.kr

SF<sub>6</sub> is one of the six greenhouse gases and used as an insulator for electric power equipment. So, its recovery and refinement after use is of interest to KEPCO (Korea Electric Power Corporation). KEPCO is now developing SF<sub>6</sub> gas recovery and refinement technology and analyzing purity and impurities before and after refinement of SF<sub>6</sub> gas. For SF<sub>6</sub> analysis, GC-DID (Gas Chromatograph-Discharge Ionization Detector), GC-MSD/TCD (Mass Selective Detector/Thermal Conductivity Detector), FT-IR (Fourier Transform-Infrared) and moisture analyzer are used. GC-DID is used for the analysis of trace impurities. GC-TCD is used for purity analysis of SF<sub>6</sub> and high concentration impurity analysis. Unknown chemicals are analyzed with GC-MSD, and impurities of HF and SO<sub>2</sub> are analyzed with FT-IR. Also, a high precision moisture analyzer is used to analyze the water concentration below 100 ppm. In this configuration, the SF<sub>6</sub> analysis system has been established. This paper presents the analysis results of the gas and liquid samples of used SF<sub>6</sub> from electric power equipments before and after refinement using the above mentioned analysis system.

## Refinement of SF<sub>6</sub> gas used in electric power equipment

Jeong Eun Lee, Ah Reum Kim, Kwang Sin Kim, Kyeongsook Kim\*

Creative Future Laboratory, KEPCO Research Institute, Daejeon, 34056, Korea

\*Corresponding author: kskim9451@kepcoco.kr

Even though SF<sub>6</sub> is an excellent insulating material for electrical power equipments, its high global warming potential(GWP) drew concerns of its use and technologies to recover and refine used SF<sub>6</sub> to reduce its use and release into atmosphere are being developed.

For the purpose of reuse, SF<sub>6</sub> gas used in electrical power equipment was refined with a SF<sub>6</sub> refining system and the samples before and after the refinement were analyzed. The refining system uses cryogenic freezing method which freezes SF<sub>6</sub> into solids and vents the unfrozen impurities to separate SF<sub>6</sub> from impurities such as air and SF<sub>6</sub> decomposition products.

Since the samples stored in pressurized cylinders exist as gas and liquid, both the gas and the liquid samples should be analyzed for accurate analysis. To extract the liquid portion of samples, cylinders were turned upside down before sampling. The results showed that both gas samples had more impurities than their respective liquid samples. Even though the purity of gas sample before refinement was too low to reuse, that of liquid sample before refinement was good enough to reuse with a purity over 99.9%.

## 기름 고비점 성분 감식기법 연구

서정목, 임병만, 박남준, 한지윤

국민안전처 동해해양경비안전본부

### □ 연구목적

해상에 유출된 기름은 확산, 증발, 용해 등 물리·화학·생물학적 영향을 받아 유류성분이 소실되거나 남게된다. 이러한 현상을 경시변화(Weathering alternation)라 하며, 유류오염해역에서의 채취된 시료는 거의 경시변화를 받은 시료로 정확한 감식을 위해선 경시변화에 강한 물질[고비점 성분(다환방향족탄화수소, PAHS)]의 패턴분석 등 추가 분석기법이 필요하여 본 연구 과제를 추진하고자 한다.

### □ 실험개요

- 분석기준: 해양환경공정시험기준 제4조(별표 1)『유출유종 포화탄화수소류식별』 B법 CEN-TR 15522-2[참고]
- 유종 및 시료 수: 총 3점[윤활유 내지 유압유] ※ 실제 어선에서 사용 중인 샘플 활용
- 분석 장비: 가스크로마토그래프(GC), 질량분석기(GCMS)

### □ 연구결과 및 고찰

- 윤활유(유압유) 3종의 최대 피크 머무름 시간 및 패턴 변화 분석결과, 점도 및 생산업체에 따라 최대 피크군 R.T 값, 피크 검출 개수, 패턴의 모양, UCM 면적값의 차이점을 확인할 수 있었음
- 윤활유(유압유)에는 바이오마커(Biomarker) 성분이 많이 함유되어 있어 농도가 높을수록 패턴오차가 크게 발생할 우려가 있어 다환방향족탄화수소(PAHS)성분을 비교분석하여 유사 여부를 판단할 필요성이 있음

## 요인분석을 이용한 팔당호 수질분석

김귀다, 노혜란, 조항수\*, 이성혜, 박진락, 이해진, 유순주

국립환경과학원 한강물환경연구소

팔당호는 1973년 북한강과 남한강 그리고 경안천의 세 지류가 모이는 지점에 댐을 건설하여 이루어진 인공호로서 2,500만 수도권 주민의 용수 공급원으로써 중요한 역할을 하고 있다. 또한 수도권과 인접한 지리적 특성으로 인하여 생활하수 및 농축산 폐수의 유입에 취약하고 몬순기후의 영향에 따른 오염원의 변화가 크다. 이에 팔당호의 계절별 수질변화 특성 및 요인을 알아보기 위하여 팔당호 대표지점인 팔당댐 앞 지점(P2)을 대상으로 5년간(2009~2014) 17개 항목의 수질분석자료(수온, pH, EC, DO, SS, TOC, T-N, T-P, PO<sub>4</sub>-P, DTN, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, Chlorophyll-a, 총대장균군수, 분원성대장균군수)를 요인분석에 이용하였다. 각 항목의 월별 자료를 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월), 겨울(12~2월)의 4계절로 구분하였다. 수질자료는 환경부 물환경 정보시스템의 자료를 활용하였다. 요인분석 전 구성개념의 타당성을 추정하기 위해 계절에 따라 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin), Bartlett's test를 실행하고 그 결과에 따라 요인분석을 수행하였다. 요인분석 결과, "봄"은 2개요인, 설명력 62.2%로 분석되었다. 이때 인계열, 질소계열 수질항목과 SS가 제1요인으로 분석되었다. "여름"은 3개요인, 설명력 77.8%로 분석되었다. 이때 인계열 수질항목과 분원성대장균, 총대장균, SS가 제1요인으로 분석되었다. "가을"은 3개요인, 설명력은 82.3%로 분석되었으며, 이때 인계열 수질항목과 수온, SS가 제1요인으로 분석되었다. "겨울"은 4개요인, 설명력 89.3%로 분석되었다. 이때 인계열 수질항목과 분원성대장균, 총대장균이 제1요인으로 분석되었다. 본 연구 결과 팔당호의 경우 봄과 가을에는 지리 환경적 요인에 따른 영향이 크지만 여름과 겨울에는 생물환경적 요인의 영향력이 큰 것으로 판단되었다.



## 한강수계 수질측정망과 수질자동측정망의 측정항목별 경향성 비교를 통한 유사도 평가

조항수, 노혜란\*, 홍정기, 한혜진, 손주연, 유순주

국립환경과학원 한강물환경연구소

수질측정망의 보완적 기능 역할 및 수질오염 사고 시 조기경보 체제 구축을 목적으로 1995년부터 현재까지 4대강 수계 내에서 수질자동측정망이 설치·운영되고 있다. 자동측정망에서는 수온, TOC, 탁도, T-N, T-P, Chl-a, VOCs, 중금속 등 총 24개 항목을 실시간으로 측정하고 있다. 또한 측정 자료의 신뢰성 확보를 위한 여러 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 하지만 자동측정망과 수질측정망 분석자료 간 비교, 상·하류 수질변화 분석, 수계별 수질변동 특성 등에 관한 연구는 미진한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한강수계를 대상으로 자동 및 수질측정망 수질분석 자료 간 경향성 비교를 통하여 한강수계 자동측정망의 항목별 유사도를 판단 하고자 하였다. 본 연구를 수행하기 위하여, 최근 3년간(2014~2016)의 한강수계 자동측정지점의 수질측정 자료와 최 근접지점에 위치한 수질측정망 운영지점의 수질측정 자료의 경향성을 비교하여 유사도를 평가하였다. 이를 위하여 자동측정소별 최 근접지점의 수질측정망 운영지점을 Arc-gis10을 이용하여 분석하였고 도출된 최 근접 수질측정망 지점에서 수온, pH, EC, DO, TOC, T-N, T-P, Chl-a 항목에 대하여 수질오염공정시험기준에 따라 주 1회 분석하였다. 그 후 수질측정망 운영지점의 채수시간과 유하거리, 유하시간에 해당하는 자동측정지점의 측정 자료를 실시간수질정보시스템(<http://www.koreawqi.go.kr>)에서 수집하였다. 마지막으로 각각의 지점에 따라 수질 측정 자료와 자동측정지점 자료 간 Seasonal-Kendall Trend Analysis를 통한 경향성 비교를 통해 유사도 평가를 수행하였다. 본 연구 결과, 자동측정지점별 최 근접지점의 수질측정망 운영지점 중 각각의 지점 사이에 국가하천 및 지방1급 하천이 합류하고 있는 지점을 제외하고 AP02-WP02, AP03-WP03, AP04-WP04, AP05-WP05, AP08-WP08, AP09-WP12, AP11-WP10, AP15-WP13, AP18-WP16, AP19-WP14의 총 10개 지점이 선정되어 이에 대한 분석을 수행하였다. Seasonal-Kendall Trend Analysis 결과 신뢰구간 95%에서  $P < 0.05$ 로써 수온은 AP02-WP02, AP03-WP03, AP18-WP16의 3개소에서 미약한 증가경향을 나타내었다. pH는 AP03-WP03, AP18-WP16의 2개소에서 미약한 감소경향을 나타내었다. EC는 AP02-WP02, AP05-WP05, AP18-WP16, AP19-WP14의 4개 지점에서 감소경향을 나타내었다. DO는 AP03-WP03, AP18-WP16의 2개소에서 감소경향을 나타내었다. TOC는 AP05-WP05, AP15-WP13의 2개소에서 미약한 감소 경향을 나타내며 일치하고 있었다. 본 연구결과 경향성 비교 결과 유사도는  $EC > 수온 > DO = pH = TOC$ 의 순으로 평가 되었다.

## 남·북한강 주요지천의 수질특성에 따른 유형분류

조항수, 노혜란\*, 홍정기, 정다솜, 문권영, 유순주

국립환경과학원 한강물환경연구소

팔당호는 수리학적, 이화학적 특성이 서로 다른 남한강과 북한강 그리고 경안천이 합류하여 만들어진 인공호이며, 수질, 조류 발생 패턴, 오염특성을 해석하는데 복잡한 구조를 나타내고 있다. 이에 팔당호의 수질관리를 위해서는 유입지류의 영향을 함께 고려하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 남·북한강 수계를 대상으로 각 수계별 유입 지천에 대하여 오염원 및 오염물질 유출 특성의 유사정도에 따라 유형화 하고자 하였다. 또한 각 유형의 특성에 따른 수질 관리방안을 모색함으로써 팔당호의 수질에 영향을 미치고 있는 남·북한강 수계에 대한 효과적인 수질 관리방안을 수립 하고자 하였다. 유형분류를 위하여 남·북한강에 위치한 20개의 하천을 대상으로 최근 5년간(2012~2016)의 수온, 전기전도도, pH, DO, 유량, BOD, COD, T-N, T-P, TOC, 및 BOD, COD, T-N, T-P 오염부하량의 14개 자료를 이용하여 군집분석을 수행하였다. 본 자료는 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>)의 월평균 자료를 활용하였다. 분석 결과 "A"~"E"의 5개 유형으로 분류되었다. 이들 유형중 유형 "A"와 "B", "C"와 "D"는 군집간 거리가 가깝게 분포하고 있어 서로 유사한 특성을 나타내고 있었으나 유형 "E"는 나머지 4개 유형과 군집 거리가 가장 먼 것으로 분석되어 특성의 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 그러나 이들 각 유형별 하천이 공간적, 지리적으로 서로 인접하게 분포하거나 동일한 수계에 분포하고 있지는 않았다. 각각의 유형에 따른 특성을 살펴보았을 때, 유형 "A"에 속하는 하천은 모든 분석 인자에 대하여 전반적인 관리가 필요할 것으로 나타났으며, "B"에 속하는 하천은 T-P에 대한 중점관리가 필요할 것으로 판단되었다. 유형 "C"의 경우는 T-N 부하량에 대한 중점관리가 필요할 것으로 나타났다. 유형 "D"의 경우는 T-N에 대한 중점관리가 필요할 것으로 나타났다. 유형 "E"의 경우는 전 항목의 오염 부하량이 높게 나타나 이에 대한 중점관리가 필요할 것으로 판단되었다. 즉 각 수계별 공간적, 지리적 특성에 따른 수질관리 또한 중요하나 각 지천별 유형 특성에 따른 관리도 필요할 것으로 판단되었다. 또한 앞으로 각 하천 유형 특성 및 유형별 관리방안 수립을 위하여 다양한 수계를 대상으로 지속적이고 장기적인 모니터링 자료 확보 및 분석을 통한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 팔당호 수리 수문 및 수질의 장기변화 분석

노혜란<sup>1</sup>, 조항수, 심연보, 김은경, 유순주

국립환경과학원 한강물환경연구소

팔당호는 유역특성이 상이한 남한강, 북한강, 경안천이 합류되어 형성된 하천형 호수이며, 유역면적이 23,800 Km<sup>2</sup> 에 달해 오염에 취약한 구조적 특징을 갖고 있다. 또한 팔당호는 2,500만 수도권 주민의 상수원으로서 중요성 때문에 많은 연구가 수행되어 왔으나, 대부분 단기간의 조사연구에 그치고 있다. 본 연구에서는 팔당호의 대표지점인 댐앞 지점에서 최근 2001~2016년간(16년)의 수리·수문과 2008~2016년간(9년)의 수질 자료로 장기적인 변화를 분석하고자 하였다. 팔당댐 유입·방류량, 체류시간 및 유역강수량은 기상청(www.kma.go.kr) 과 국가수자원관리 종합정보시스템(www.wamis.go.kr) 자료를 이용하였고 수질은 환경부 물 환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>)의 자료를 활용하였다. 조사기간 동안의 팔당호의 평균 연강수량은 1,415mm로 54.1%가 7월과 8월에 집중되었고, 2011년에 2,199 mm로 최대, 2014년에 790 mm로 최소로 나타났다. 유입·방류량은 2015년에 최소의 유입·방류량을 나타냈는데 2016년에는 313 CMS로 2015년에 비해 약 1.8배 증가하였다. 팔당호의 BOD 농도는 0.6~2.4mg/L(평균 1.3mg/L) 였고, COD 농도는 2.6~5.1mg/L(평균 3.9 mg/L)범위였으며 강우 이후에 증가하는 경향을 보여주었다. TN, TP 농도는 각각 1.235~3.288 mg/L(평균 2.039 mg/L), 0.014~0.101 mg/L(평균 0.037 mg/L)로 나타났다. 팔당호 영양상태를 파악하기 위해서 월평균 값을 이용하여 한국형 부영양화지수(TSI<sub>KO</sub>)를 적용하여 분석하였다. 항목별 TSI<sub>KO</sub> 값의 변화를 살펴보면, TSI<sub>KO</sub>(COD)는 지수값 평균 43값으로 중영양상태, TSI<sub>KO</sub>(CHL)는 지수값 평균 56값으로 부영양상태, TSI<sub>KO</sub>(CHL)는 지수값 평균 51값으로 부영양상태를 나타냈다. 이를 바탕으로 TSI<sub>KO</sub> 분석 결과, 연도별 영양상태는 2008년에는 부영양상태, 그 이후에는 중영양상태를 보여주었고, 2016년에는 TSI<sub>KO</sub>가 48 값으로 중영양상태로 나타났다.

## Study of the harmonization between KS and international standards

MYOUNG-JIN KIM<sup>1</sup>, KEUM HEE KIM<sup>1</sup>, MYEONG OCK KIM<sup>1</sup>, SANG-HO GO<sup>1</sup>, JIN JOO LEE<sup>1</sup>,  
SUK-YOUNG HONG<sup>1</sup>, SUNG HUN CHOE<sup>1</sup>, JONG-WOO CHOI<sup>1</sup>★

<sup>1</sup>National Institute of Environmental Research (NIER)  
Environmental Measurement & Analysis Center

Since 2016, The Ministry of Environment has been in charge of environmental standards such as Korea environmental testing methods and KS-ISO in the environmental field. This study tried to resolve the inconvenience of the company and the people and to promote harmony with international standards, reflecting the characteristics of Korean environmental technology and environmental standards.

The similarity between KS 128 species and 240 kinds of Korean environmental testing methods has been confirmed. And specific review is needed in order to establish an environmental standard management system. In order to support environmental policy, 273 kinds of amendments to environmental pollution official test standards in 7 areas including atmosphere were prepared and KS was notified a total of 92 species. We have 272 international votes. Also attended the General Assembly(TC 146, 147, 190) in 2016. In order to improve the technology of environmental standards, four environmental measurement technologies were developed, Two of the four environmental measurement technologies were proposed to NWIP in 2016.

The environmental standard management has been integrated into the Ministry of Environment, and the basis for establishing the environmental standard management system has been established. Until now, there has been a lack of the organic linkage between domestic environmental standards and international standards such as the suggestion of the international environment standard. It is expected that the international standardization activities be activated and the foundation for prevailing international standards will be established.

## 라돈( $^{222}\text{Rn}$ ) 효율값 분석을 위한 액체섬광계수기별 분석결과 평가연구

김문수, 조성진, 조훈제, 박선화, 황종연, 김동수, 김익현, 주병규, 김태승, 김현구\*

국립환경과학원 환경기반연구부 토양지하수연구과

라돈이란 '우라늄과 라듐을 연결시켜 그들과 함께 있는 가스'라는 뜻이 담겨져 있다.  $^{219}\text{Rn}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ 은 자연방사성물질로서 우라늄( $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ )과 토륨( $^{232}\text{Th}$ )의 방사성 붕괴 계열에서 생성되며, 이 중 라돈( $^{222}\text{Rn}$ )은 무색, 무취, 무미의 비활성기체로서  $^{238}\text{U}$  계열인 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )의 알파붕괴 시 생성된다. 라돈은 자일렌(Xylene)이나 톨루엔(Toluene) 등 유기콜로이드(organic colloid) 등에 흡착이 잘되는 것으로 알려져 있는데, 이 특성을 이용해 액체섬광계수기(Liquid Scintillation Counter, LSC)로 물 중 라돈의 함량을 측정할 수 있다. 라돈측정을 위한 섬광 용액과 액체섬광계수기는 구성 물질의 종류에 따라 다양하지만, 본 연구에서는 'Perkinelmer'사의 Optiphase Hisafe3와 'Hidex'사의 Maxilight를 이용하였다. 라돈의 측정은 2개의 PMT(Photo multiplier tubes, PMT)를 이용한 Wallac Quantulus<sup>TM</sup> 1220와 3개의 PMT를 이용한 TDCR(Triple to Double Coincidence Ratio, Pochwalski and Radoszewski, Poland, 1978) 기반의 액체섬광계수기(HIDEX<sup>TM</sup> 300SL TDCR)를 이용하였다.  $^{222}\text{Rn}$  표준시료는  $^{226}\text{Ra}$  표준선원(286.5 Bq/g, NIST, National Institute of Standards and Technology)을 10배 희석하여 사용하였다.

분석을 위해 측정에 사용할 증류수를 30분간 끓여 용액에 존재하는 잔류 라돈 기체를 완전히 제거한다. 벽면을 통한 라돈 기체의 손실을 최소화하기 위해 용기의 내벽이 테플론으로 코팅되어 있는 20 mL 용량의 폴리에틸렌 용기를 사용하고, 용기의 겉면과 내면의 형광 흡수물질의 오염을 제거하기 위하여 계측 전에 에틸알코올로 세척하고 건조한 뒤 실험을 진행하였다. 바탕선 시험을 위한 시료는 8 mL의 증류수와 섬광액 12 mL만을 사용하여 조제하였다. 측정의 표준시료는  $^{226}\text{Ra}$  표준선원 0.5mL 와 증류수 7.5mL, 두 가지 섬광용액을 각각 12 mL 씩 분취하여 20 mL 시료 용기에 담아 30일정도 암소에 보관하여 분석에 필요한 라돈가스를 충분히 발생시켜 준비하였다.

A사의 기기를 이용하여 섬광용액C로 효율값 측정을 진행했을 때 86.69~89.52%의 값을 보이며, B사의 기기를 이용하여 섬광용액C로 효율값 측정을 진행했을 때 81.30~85.36%의 값을 보인다. 또한 B사의 기기에서 섬광용액D로 측정을 진행했을 때에는 81.41~82.12%을 보인다.

A사와 B사의 기기효율값의 차이는 PMT 개수의 차이에 의한 것으로 보이며, 섬광용액C와 섬광용액D의 차이는 용액과 용질 반응성의 차이에 기인한 것으로 보여진다. 추가적인 연구를 통해 이러한 결과 값의 차이를 발생시키는 또 다른 요인들을 밝힐 예정이다.

## GC/MS를 이용한 지하수 중 잔류성 유기오염물질의 동시분석 및 분포특성 조사

전상호, 박선화, 송다희, 김덕현, 황종연, 김문수, 김태승, 정현미, 김현구\*

국립환경과학원 환경기반연구부

잔류성 유기오염물질은 독성, 잔류성, 생물농축성 및 장거리이동성 등의 특성으로 사람의 건강 뿐 아니라 생태계를 교란 할 수도 있어 스톡홀름 협약에서 정한 유해물질들이다. 우리나라 역시 이 스톡홀름 협약을 이행하기 위해 2007년부터 이에 대한 연구, 개발 및 감시를 수행하고 있는 바, 본 연구에서는 국내 잔류성 유기오염물질 관리법에 규정되어 있는 잔류성 유기오염물질 23종 중 지하수오염물질 우선관리대상항목(구리, 아연 등 58개 항목)에 포함되어있는 8종(엔드린, 디엘드린, 클로르데인, 헵타클로르, 디디티, 헥사클로로벤젠, 펜타클로로벤젠, 엔도설판)을 조사대상항목으로 선정하였다. 본 항목들은 background signal로 인해 토양 및 작물 등의 시료에서는 동시분석이 어려우나, 비교적 교란피크가 없는 지하수에서는 최적 감도 조건에서 GC/MS로의 동시분석이 가능하므로 이에 대한 동시분석법을 마련하고자 하였으며 지하수 수질측정망 약 100지점에 대해 3년간(연 2회) 대상 항목에 대한 모니터링 역시 수행하였다.

EPA method 8270C에 따라 500mL의 시료를 디클로로메탄으로 2회 이상 추출 후 이를 100 uL로 농축한 시료를 HP-5MS 컬럼이 장착된 GC-MS로 동시분석한 결과 엔드린 등 8종 잔류성 유기오염물질들의 평균 회수율은 91.1% ~ 120.8%로 나타났으며 검출한계는 0.005 ug/L ~ 0.029 ug/L, 정량한계는 0.016 ug/L ~ 0.087 ug/L로 나타나는 등 양호한 정도관리 결과를 보여주었다. 국내 지하수 수질측정망 약 100 지점을 대상으로 엔드린 등 8종의 잔류성유기오염물질에 대해 조사한 결과 엔드린, 디엘드린, 클로르데인, 헵타클로르, 디디티, 펜타클로로벤젠, 엔도설판은 전 지점에서 검출되지 않았으며 헥사클로로벤젠의 전체 지점에 대한 농도범위는 불검출을 제외하고 0.014 ug/L~0.293 ug/L 로 나타났으며 0.011 ug/L의 평균농도를 나타내었다. 측정망별 헥사클로로로벤젠의 검출률과 평균농도는 오염우려지역인 지역지하수수질측정망에서 각각 26.3%, 0.013 ug/L로 배경수질전용측정망과 국가지하수관측망보다 더 높게 나타났다.

## 단계양수시험에 따른 농촌지역 천부지하수의 수리지화학적 특성분석

김현군\*, 신인규, 이민경, 이경미, 김문수, 황종연, 박선화, 조훈제, 김태승

국립환경과학원 토양지하수연구과

본 연구는 농업지역 천부지하수내 오염물질 거동 특성 연구를 위해 단계 양수시험 및 수질 변동 특성을 분석하였다. 연구지역의 천부대수층은 15~55 m 깊이의 토양층에 형성되어 있으며, 음용지하수로 사용되고 있는 관정 주변에는 점오염원이 위치하여 지하수 오염에 영향을 주고 있다. 단계양수시험을 위해 심부지하수인 관측정(MM2-C) 주변으로부터 3 m와 6 m로 이격하여 임시관측정을 2개소(OB-2M, OB-4M)를 설치하였으며, 현장수질 측정 및 지하수 시료채취를 하였다. 오염물 거동과 밀접한 관련이 있는 대수층의 물리적 특성인 한계양수량, 적정양수량, 투수량 계수 등도 함께 측정하였다. 분석결과 적정양수량은 20.84 m<sup>3</sup>/day 이며, 양수량에 대비 양수정 및 관측정에서의 수위 강하는 상대적으로 낮게 분석되었다.

연구지역의 수질분석결과 단계적 양수 시험에 의한 지하수 화학적 유형은 Ca-HCO<sub>3</sub>형에서 Ca-(NO<sub>3</sub>+Cl<sup>-</sup>)로 진화하는 유형을 보인다. 주 오염원인 NO<sub>3</sub>-N과 Cl<sup>-</sup> 농도는 각각 5.8~8.2 mg/L와 7.0~9.2 mg/L의 범위를 보이며, 용존 이온량의 간접 지표인 전기전도도 값은 132.7~153.7 μS/cm의 범위로 상부대수층에 비해 상대적으로 낮은 농도 범위를 보이는 것으로 분석되었다. 양수량 대비 용존 오염물 농도 및 전기전도도 변화 분석결과 연구지역의 심부대수층내 지하수를 이용하기 위해서는 상부 오염물 유입을 차단하여 이용하게 된다면 보다 안전한 이용이 가능할 것으로 생각된다.

## 액체섬광계수기를 이용한 최적의 라돈 측정법의 고찰

김문수, 김동수, 조훈제, 박선화, 황종연, 조성진, 김익현, 이현민, 김태승, 김현구\*

국립환경과학원 토양지하수연구과

액체섬광계수기(Liquid Scintillation Counter; LSC)를 이용하여 라돈을 분석하기 위해서 각 기기별로 PSA(Pulse Shape Analysis) 준위 설정 또는 PLI(Pulse Length Index) limit를 변경하여 반복적인 측정을 통해 최적의 라돈 측정 환경을 설정하여야 한다. 국립환경과학원에서는 A사의 액체섬광계수기로 지하수 중 라돈을 측정하기 위하여 PSA 준위를 100으로 설정하여 사용하고 있다. 신규로 도입된 B사의 액체섬광계수기는 기존의 A사 장비와는 달리 PLI limit 설정을 통하여 라돈의 측정값을 계산한다. 신규 장비를 통하여 지하수 중 라돈 분석을 신뢰도 있게 진행하기 위하여 기존의 장비와 동일한 현장시료를 라돈 분석 결과 값을 비교하였다. 최초로 도입될 당시, 기기의 method에 설정된 PLI limit 값을 이용하여 지하수 시료의 라돈을 분석한 결과, 저농도의 라돈시료에서는 두 장비의 라돈 분석값이 유사한 형태로 나타남을 알 수 있었다. 하지만 고농도 시료 대부분에서는 라돈 분석값에서 약간의 차이가 발생함을 확인하였다. 이를 개선하기 위하여 B사의 method에서 PLI limit를 변경하여 반복적인 측정을 수행하였다. 저농도에서 고농도까지 현장시료 40개를 이용하여 B사의 1번 기기에 PLI limit를 8과 11로 설정하여 지하수 중 라돈을 분석하였다. PLI limit를 달리하여 분석한 라돈의 결과 값의 비교에서  $R^2$  값은 0.9975로 나타났으며, 분석된 값들의 추세선 관계식은  $y = 1.013 \times x + 2.649$  으로 나타났다. 저농도의 시료에서는 PLI Limit를 달리하여도 라돈의 결과 값은 큰 차이가 없었으나, 고농도의 시료에서는 PLI limit를 11로 변경하였을 때 라돈의 결과 값이 PLI limit 8에 비해 상대적으로 소폭 증가하였다. 이는 PLI limit를 8로 설정하였을 경우 라돈 분석 중 고농도의 시료에서 라돈 분석 값이 일부가 제외되어 라돈의 농도가 PLI limit 11에 비해 상대적으로 낮아지는 것으로 판단된다.



## 폐광산 주변 농경지의 토양과 식물체 간 중금속 농도의 상관성 평가

김지인, 윤정기, 김록영, 이준배, 김인자, 이홍길,  
곽은지, 이군택<sup>1</sup>, 권지철<sup>1</sup>, 김태승, 김현구<sup>\*</sup>

국립환경과학원 토양지하수연구과  
<sup>1</sup>서울대 농생명과학공동기기원

토양 중 중금속 농도의 환경영향을 예측하기 위하여 다양한 추출방법이 사용되고 있다. 토양위해성 평가 및 미량 중금속의 생물유효도 평가를 위하여 가장 널리 사용되는 방법은 왕수추출법이다. 그러나 최근 연구에 따르면 왕수추출농도를 이용한 토양오염물질 관리방식은 인체 및 생태계 위해성 평가 시 실제 위해보다 과대 또는 과소평가되는 사례가 빈번하게 발생하여 화학종이나 존재형태별 농도 등을 왕수추출농도와 함께 고려하는 방식이 제안되고 있다. 본 연구에서는 광해방지사업이 완료된 폐광산 주변 농경지 34지점에서 토양과 식물체 채취하였으며, 토양시료의 경우 왕수추출법, 0.05M EDTA추출법, 0.43M HNO<sub>3</sub>추출법 및 1M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>추출법을 적용하였고, 식물체의 경의 전함량 분석을 실시하여 As, Cd, Cu, Pb, Zn 및 Ni농도를 비교·분석하였다.

토양 중 표토(0~30cm)의 평균왕수추출농도는 As 21.33mg/kg, Cd 0.96mg/kg, Cu 42.03mg/kg, Pb 43.57mg/kg, Zn 110.60mg/kg 및 Ni 27.19mg/kg이고, 심토(30~60cm)의 평균농도는 As 31.87mg/kg, Cd 1.65mg/kg, Cu 34.28mg/kg, Pb 44.85mg/kg, Zn 135.17mg/kg 및 Ni 24.32mg/kg으로 조사되었다. 식물체는 각 조사지점에서 재배 중인 작물의 가식부를 채취하였으며 전함량 평균농도는 As 0.09mg/kg, Cd 0.13mg/kg, Cu 6.58mg/kg, Zn 31.94mg/kg 및 Ni 1.61mg/kg으로 조사되었다. 토양 중 왕수추출농도와 식물체 전함량 농도 간 Pearson 상관성을 분석한 결과, 표토(0~30cm)에서 각각 Cd 0.7, Zn 0.3, 심토(30~60cm)에서 Cd 0.5, Zn -0.1로 심토보다 표토에서 상대적으로 높은 상관성을 보였으며, 나머지 원소는 상관성이 거의 없는 것으로 나타났다. 표토 시료에 대하여 1M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>추출법은 식물체 전함량 농도와 모든 항목에서 거의 상관성이 없는 것으로 나타났으나( $r \leq 0.3$ ), 0.05M EDTA추출법과 0.43M HNO<sub>3</sub>추출법은 왕수추출법과 유사한 상관성을 보여, 왕수추출법, 0.05M EDTA추출법과 0.43M HNO<sub>3</sub>추출법은 토양과 식물체 간 중금속(특히 Cd과 Zn)의 상관성을 설명하기에 적절할 것으로 판단되었다. 다양한 추출방법을 이용한 분석결과에 대한 통합적 이해는 토양의 중금속 오염으로 인한 식물체내의 중금속 축적을 설명하는데 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## Bioavailability of Pb and Zn in two different sites in gangwon province depending on soil pH

Rog-Young Kim, Jeong-Ki Yoon, Ji-In Kim, Jun Bae Lee, Gyoung-Hun Park,  
Sung Mi Yun, Tae Seung Kim, Hyun Koo Kim\*

National Institute of Environmental Research, Soil and Groundwater Division

Bioavailability of Pb and Zn in soils is controlled by different steps of processes such as 1) the availability of Pb and Zn in the soil, 2) the uptake process by the organism (physiological processes), and 3) the physiologically induced bioaccumulation or toxic effect within the organism. The available fraction in the soil, the transfer fraction thereof to the organism, and the translocation therefrom within the organism also depend on the type of soil, type of organism, and type of metal. In this study we aimed to evaluate the transfer of Pb and Zn to bean plant (*Glycine max*) grown in two different sites in Gangwon Province having different soil contents and pH.

The average total contents of Pb and Zn in soils were 98 mg/kg (Pb) and 126 mg/kg (Zn) in JS and 13 mg/kg (Pb) and 77 mg/kg (Zn) in TB, respectively, showing higher soil contents in JS than in TB. Their average contents in plant roots were 0.05 mg/kg (Pb) and 5.43 mg/kg (Zn) in JS and 0.03 mg/kg (Pb) and 6.91 mg/kg (Zn) in TB, respectively, showing comparable values between the two sites. This means that the transfer to the plant root is higher in TB than in JS considering the lower soil content in TB. Consequently, the transfer factors (TF = plant root content/soil total content) were higher in TB with 0.002 (Pb) and 0.09 (Zn) than in JS with <0.001 (Pb) and 0.04 (Zn). The higher bioavailable contents in soils and to plants in TB resulted from the lower soil pH(H<sub>2</sub>O) of 5.9 compared to the pH(H<sub>2</sub>O) of 7.7 in JS. The translocation within the bean plants was similar between the two sites, but different between Pb and Zn, indicating relative low translocation of Pb (accumulation in roots) and relative high translocation of Zn (accumulation in beans). These results can be particularly useful for the management of Pb- and Zn-contaminated sites.

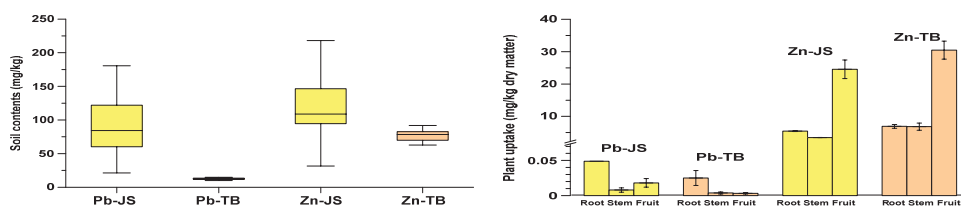


Fig 1. Soil contents of Pb and Zn and their transfer to bean plants in two different sites (JS and TB) in Gangwon Province

## 비철광재류의 화학적 특성 분석연구

김우일<sup>1,\*</sup>, 조나현<sup>1</sup>, 엄남일<sup>1</sup>, 박선오<sup>1</sup>, 김기현<sup>1</sup>, 정용우<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>국립환경과학원 자원순환연구과, <sup>2</sup>한국환경산업연구원

자원순환사회로 전환은 환경뿐만 아니라 자원 생산성을 높이는 측면에서 중요한 환경정책이다. 특히 천연자원을 대체할 수 있는 순환자원의 확보연구는 부존자원의 고갈을 늦출 수 있고, 폐기물로부터 발생할 수 있는 유해물질의 회수를 통해 환경매체의 오염도 낮출 수 있다. 망간, 아연, 납, 알루미늄, 니켈, 구리 제련시설에서 발생하는 비철광재류 대상 시료는 18개를 채취하였다. 채취된 비철광재류 분석항목은 알루미늄, 구리 등 중금속류 19종, 불소, 염소 이온 등 이온성분 4종 등을 IC, AA, UV-VIS, ICP-AES 등의 장비를 이용하여 측정하였다. 분석방법은 폐기물공정시험기준에 따라 용출농도와 토양오염공정시험기준에 따라 함량농도를 분석하였다.

구리광재류는 구리함량농도가 83,000 ~ 272,745 mg/kg으로 높게 나타나 분쇄 후 황산 등으로 구리를 추출하여 유용금속을 회수하는 방법을 연구할 필요가 있다. 망간, 니켈, 아연 광재류의 함량과 용출농도는 재활용 기준에 따라 시멘트 제조와 콘크리트 골재, 요업제품의 원료로 재활용할 수 있을 것으로 판단된다.

알루미늄광재류 등 일부 광재류는 함량농도가 높아 적정 분쇄하고 선광기술을 이용하여 2차 금속회수를 고려할 필요가 있다.

이와 같이 비철광재류의 화학물질 분석결과를 기초로 유용금속의 함량농도를 확인할 필요가 있다. 화학물질의 함량이 높은 경우에는 파쇄, 분쇄 그리고 선광기술 등을 이용하여 유용금속을 회수할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다. 또한 비철광재류의 유용금속이 경제적으로 회수된다면 자원 사용량을 줄일 수 있고, 유해화학물질의 유출로 인한 환경매체오염도 저감할 수 있을 것이라 판단된다.

## 폐가전제품류에서 수은 함량 특성 비교연구

김우일<sup>1,\*</sup>, 연진모<sup>1</sup>, 황동건<sup>1</sup>, 조나현<sup>1</sup>, 신선경<sup>1</sup>, 김동운<sup>2</sup>

<sup>1</sup>\*국립환경과학원 자원순환연구과, <sup>2</sup>한국순환자원유통지원센터

2013년 국제수은협약이 채택된 이후, 금년에 수은협약의 발효가 예상되며, 이에 따른 수은함유 폐기물의 안전관리가 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 수은 저감방안 및 관리에 필요한 전자 제품류를 대상으로 수은농도 특성을 파악하고 수은 분석 시 고려해야 할 사항에 대해 연구를 수행하였다.

전기전자제품류 중 수은이 들어 있는 것으로 알려진 TV 모니터에 사용하는 냉음극형광램프(CCFL), 산화은전지, 수은스위치(리드스위치)를 대상으로 23개 제품을 선정하였다. 수은함량을 분석하기 위해 1 mm 이하로 분쇄하여 전자동 수은분석기(NIC SP-3D)를 이용하여 분석하였다.

냉음극형광램프의 수은함량은 다른 제품에 비해 높게 나타났다. 제조연도별 컴퓨터 유리의 수은함량은 큰 차이가 없었다. TV 유리와 기판, 냉장고 기판, 냉장고 전원램프 시료에서는 수은이 미량 검출되었다. 제조사별 산화은 전지에서 수은 농도는 1개 제품을 제외하고 수은 농도는 비슷하였다. 리드스위치에서 수은함량은 미량 검출되었다.

수은함량 분석 시 고찰해야 할 점은 냉음극형광램프 수은 분석 시 램프 내에 존재하는 형광물질은 분석하기 쉽지만 기체상으로 존재하는 수은은 별도로 측정할 수 없어서 문헌에서 제시한 수은농도보다 낮게 나타났다. 또한 시료에 존재하는 수은량이 미량이기 때문에 시료제조 시 균질한 시료를 채취하는 방법을 정립할 필요가 있다.

아울러 리드스위치와 같은 전자제품에서 부품의 일부분에 수은이 존재하기 때문에 시료의 대표성을 얻기 위한 시료채취 방법마련이 필요하다. 보다 정확하게 수은을 분석하기 위해서는 측정방법의 정도관리가 병행되어야 한다고 사료된다.

## CALUX bioassay 생식독성평가를 적용한 HBCD 및 그 분해산물의 유해성 평가

오정근<sup>1</sup>, 김기현<sup>1</sup>, 신선경<sup>1</sup>, 마스나가 시게키<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 자원순환연구과, <sup>2\*</sup>요코하마 국립대학교

Hexabromocyclododecane (HBCD), a kind of additive brominated flame retardants in polystyrene foams and textile products, has been manufactured worldwide because of its remarkable flame retardancy. There is a rising interest on its degradation products which have been reported to be detected in many environments and microcosm studies. A comparing hazard assessment of HBCD and its possible degradation products was conducted in this study.

We used a panel of human-cell-based chemically activated luciferase gene expression (CALUX) reporter gene assays to evaluate steroid-hormone disrupting potency. Three kinds of possible degradation products; Pentabromocyclododecene (PBCD), Tetrabromocyclododecene (TBCDe), and Dibromocyclododecadiene (DBCDi) are selected in the *in-vitro* bioassay to figure out the end-point with Technical HBCD mixture. We confirmed possible degradation products may have more activity than HBCDs on human agonistic effects (for TBCDe) in Estrogen Receptor (ER), and antagonistic effects (for three degradation products) in Androgen Receptor (AR) and Progesterone Receptor (PR).

Based upon these results, we calculated and compared the risk of HBCD and its degradation products under the assumption of fish's exposure scenario. The parameters that we used were exposure levels in the environment (river water), toxicity data (endocrine disrupting potency) of this study, and the bioconcentration factor (BCF) calculated by the PBT profiler. In this study, the risk ratio of degradation products to HBCD is verified below than 1 (PBCD: 0.11, TBCDe: 0.63, DBCDi: 0.21), indicating lower risk of degradation products than HBCD itself.

As confirmed the increasing exposure level of degradation products which have higher BCF than HBCD in various environmental compartments, it is necessary to conduct risk assessments for both HBCD and its degradation products, simultaneously and continuously.

## 국내·외 고형연료(SF) 제품 품질시험방법 및 품질기준 비교

전태완\*, 손지환, 강준구, 김규연, 윤영욱, 장미정, 신선경

국립환경과학원 환경자원연구부

『신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법』에 의해 폐기물에너지 수요처 증가에 따른 고형연료 제품에 대한 품질관리가 필요한 실정이다. 현행 『고형연료제품 품질시험방법 (환경부고시 제 2014-135호)』은 영국표준(BS EN), 국제표준(ISO), 미국 유해폐기물 시험방법 (SW-846) 등을 일부 참고 및 번역하여 제정한 방법으로 국내 고형연료제품의 분석조건 및 시험방법 등이 일부 달라 적용성 검토가 필요하다. 국내 고형연료제품 제조시설과 사용시설의 현장조사와 품질기준 시험분석을 통해 국내 실정에 적합한 개선된 시료채취, 분석절차 등 관련 시험방법 제·개정을 통해 재활용 촉진과 자원의 순환적 이용을 활성화하고 고형연료제품 품질 선진화 및 품질 검사기관의 분석능력제고, 정확성, 신뢰성 확보를 위한 국내 실정에 맞는 고형 연료제품 품질시험방법 제·개정(안) 마련을 위한 연구를 추진하고 있다.

본 연구는 국내·외 고형연료제품의 관리현황 및 품질기준을 조사하고 국내·외 고형연료제품의 품질시험방법 비교, 시험방법 절차 등을 고려하여 개선된 고형연료제품 품질시험방법 개정안을 마련하고자 한다. 특히 시료채취방법, 수분 및 회분, 금속성분 등 고형연료제품 품질기준 개선을 위한 노력도 병행하고자 한다. 이로써 『자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률』 개정 지원, 고형연료제품 품질시험기준을 개선하고 국내 고형연료제품 제조·사용시설의 품질기관 선진화 기반을 마련하여 고형연료 제품에 대한 신뢰도 향상으로 자원순환사회 촉진을 지원하는 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

**비접촉식 온도 측정법에 의한 소각로 방열손실 산정  
- 적외선 열화상 분석기법**

권준화, 강준구\*, 손지환, 권영현, 유하녕, 고영재, 장미정, 전태완, 신선경

국립환경과학원 환경자원연구부

현재 국내의 소각시설 벽면의 표면온도 측정은 환경부 고시 '폐기물 처리시설의 세부 검사방법에 관한 규정'의 별표1 '폐기물 소각시설의 세부 검사방법'에 따라 접촉식 온도계를 이용한 지점 온도 측정 방식으로 수행되고 있다. 접촉식 온도 측정은 전도에 의한 열전달 방식으로 대상 지점의 온도를 정확하게 측정할 수 있다. 하지만 대상의 접촉 지점에 따라 온도가 다르게 측정 될 수 있고, 대상 표면의 크기가 클수록 평균 표면온도를 정확하게 측정하는데 어려움이 있다. 적외선 열화상 카메라는 대상에서 방사되는 적외선 형태의 복사열을 측정하여 대상의 온도를 시각적으로 확인이 가능한 열화상으로 출력하는 장치이다. 적외선 열화상 카메라는 비접촉식 측정으로 대상 표면의 넓은 면적을 동시에 촬영이 가능하며, 대상 표면의 평균 온도를 비교적 정확하게 측정 할 수 있다. 또한 원거리 측정이 가능하여 열악한 현장 환경에서도 설비에 의한 부상이나 고온에 의한 화상을 예방하며 온도 측정이 가능하다.

본 연구에서는 폐기물 소각시설의 에너지 회수·사용률을 평가하기 위한 항목 중의 하나인, 폐기물 소각시설 공정의 방열손실을 평가하기 위해 적외선 열화상 카메라를 이용한 비접촉식 온도 측정법을 도입하였다. 또한 국내의 생활폐기물과 사업장폐기물 소각시설을 선정하여 벽면 표면 온도를 측정하고 열화상 판독을 통한 평균 온도를 계산하여 방열손실을 산정하였다.

## 우리나라의 연안환경 배경지역 수은 농도 모니터링을 위한 괭이갈매기(*Larus crassirostris*) 알 활용 연구

장희연, 이장호\*, 이종천, 박종혁, 신선경

국립환경과학원 환경자원연구부 자연환경연구과

갈매기류는 해양생태계에서 상위포식자로 생물축적 환경오염물의 모니터링연구에 활용되고 있다. 괭이갈매기(*Larus crassirostris*)는 우리나라 동해, 서해, 남해의 섬에 흔히 번식하는 텃새로 특히나 알은 갈매기 개체를 죽이지 않고도 간접적으로 오염물질 축적정도 파악 할 수 있다. 따라서 수은 농도 모니터링 구축을 위해 괭이갈매기알을 이용하여 대표적인 산란지이며 산업단지와 거리가 있는 백령도, 홍도, 울릉도의 배경농도를 파악하고자 수은 분석을 수행하였고 2012년부터 2016년까지 홍도와 백령도의 연도별 농도변화를 비교하였다.

본 연구에서는 총수은을 측정하였으며 총수은 분석을 위해 골드아말감법을 이용한 직접 수은분석기(SP-3D, Nippon Instruments Corporation)를 사용하였다.

국가환경시료은행은 '16년 연안환경 배경지역인 백령도, 홍도, 울릉도에서 알을 채취하여 초저온 시료화한 후 지역별 알 총수은 농도를 비교한 결과, 백령도 평균 238 ng/g wet, 홍도 364 ng/g wet, 울릉도 415 ng/g wet의 우리나라의 배경농도를 얻을 수 있었으며 세 지역 중 울릉도가 가장 높은 농도값을 나타내었고 홍도와 울릉도는 통계적 차이는 없었지만 백령도는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(각 n=10,  $X^2=13.1$ ,  $p<0.01$ ). 또한, '12년에서 '16년까지 백령도와 홍도에서 채취된 괭이갈매기 알에 대해 연도별 총수은 축적 패턴을 비교한 결과, 5년 동안 홍도(연평균: 280 ng/g wet, 범위: 220~363 ng/g wet)가 백령도(연평균: 169 ng/g wet, 범위: 132~238 ng/g wet)보다 상대적으로 높은 농도를 유지했다(각 n=5,  $t=-11.3$ ,  $p<0.01$ ). 그러나 지역별 5년간의 증감 추이는 이번 결과에서는 판단할 수 없었다.

주요어: 괭이갈매기(*Larus crassirostris*)알, 국가환경시료은행, 초저온, 연안환경 배경지역, 총수은, 배경농도, 수은 모니터링



## 괭이갈매기(*Larus crassirostris*) 알의 산란순서별 수은, DDTs, PCBs 농도 비교

이장호, 이종천\*, 박종혁, 장희연, 심규영, 신선경

국립환경과학원 환경자원연구부 자연환경연구과

국가환경시료은행은 연안생태계 오염물질 배경농도를 모니터링하기 위해 괭이갈매기(*Larus crassirostris*) 알을 채취해 오고 있다. 괭이갈매기 알 채취는 배발생 초기단계 알선별을 기준으로 수행되고 있다. 하지만 기존 연구들에서 물새류 알을 이용한 오염물질 축적 모니터링 시 산란순서 고려에 대한 중요성이 꾸준히 제기되고 있다. 이에 본 연구에서는 모니터링용 알 시료 채취에 대한 기초 연구로서 산란순서별 오염물질 축적도 차이를 파악하기 위해 수은, DDTs, PCBs 분석을 수행하였다. 총 수은 분석을 위해 골드아말감법을 이용한 직접 수은분석기(SP-3D, Nippon Instruments Corporation)를 사용하였으며 DDTs, PCBs 분석은 GC/MS(PerkinElmer)를 이용하여 SIM(selected ion monitoring) 모드로 기기분석을 하였다. 산란순서별 알의 오염물질 농도 비교를 위해 백령도에서 채취한 괭이갈매기의 첫 번째 알과 두 번째 알을 분석에 사용하였다. 총 수은 농도는 첫 번째 알이 평균 234.4 ng/g wet, 두 번째 알이 182.8 ng/g wet으로 첫 번째 알이 두 번째 알보다 상대적으로 높은 농도를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(각  $n=18$ ,  $t=8.4$ ,  $p<0.01$ ). DDTs 농도는 첫 번째 알이 평균 218.4 ng/g wet, 두 번째 알이 266.7 ng/g wet으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었으며(각  $n=5$ ,  $t=-2.0$ ,  $p=0.11$ ), PCBs 농도는 첫 번째 알이 평균 5.48 ng/g wet, 두 번째 알이 6.88 ng/g wet으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다(각  $n=5$ ,  $t=-1.7$ ,  $p=0.17$ ). DDTs와 PCBs는 총수은과 달리 두 번째 알에서 더 높은 평균값을 나타냈다. 총수은은 알 내에 메틸수은 형태로 대부분 존재하고, 메틸기는 흰자 단백질에 대부분 존재한다. 이에 비해 DDTs와 PCBs는 지방에 주로 축적되는데, 알의 지방은 주로 노른자에 존재한다. 이러한 생리적 축적 특성 차이가 산란순서간 농축도 차이와 어떤 관련이 있는 지를 검토하였다.

주요어: 국가환경시료은행, 괭이갈매기(*Larus crassirostris*)알, 산란순서, 총수은, DDTs, PCBs

## **Analysis of wastes containing SCCPs and characterization of OCPs in pesticides**

Eun-hye Kwon, Young-Sam Yoon\*, Su-Young Lee,  
Tae-Wan Jeon, Sun-Kyoung Shin

Waste-to-Energy Research Division, National Institute of Environmental Research

The Stockholm Convention is an international treaty concluded to reduce the use, production and emissions of persistent organic pollutants. Persistent organic pollutants are toxic and stay in the environment for a long time. And it is accumulated in the living body according to the food chain, and it causes damage not only to the occurrence area but also to the other area through the long distance movement. POPs substances are being added to new substances every two years in 2009. New substances have been added to POPs substances every two years since 2009. In 2017, one additional paper will be added. In POPRC, there are three substances as listed substances. These include SCCPs, chlorinated flame retardants, which are short-chain chlorinated paraffins. As a party to the Convention, Korea is making various efforts to manage and evaluate POPs in accordance with the National Implementation Plan and to prepare measures for technological reduction. This study aims to identify and analyze OCPs and SCCPs in pesticides. In the case of organic chlorinated pesticides, POPs are substances such as aldrin, endrin, diditia, and endosulfan. OCPs were analyzed by selecting one pesticide liquid phase and one solid phase in the market. Unintentional persistent organic pollutants process test method was used. HRGC / HRMS was used for the analysis. As a result, PeCB, d-HCH, and endosulfan materials were detected at a high concentration in solid pesticides and liquid pesticides.

According to the EPA, SCCPs have been reported to be contained in rubber, plastic, flame retardant cables, coatings and paints, and it has been reported that they have been detected in wallets, mobile phone cases and the like. In this study, 15 products such as paint, flame retardant paint, mobile phone case, rubber, and plastic products were selected and tested to see if they contain SCCPs. Since the experimental method is not established in Korea, Directive 2011/65/EU method is applied. After purification by elution with ultrasonic treatment, it was analyzed by GC / MS instrument. As a result, SCCPs were detected in four samples, and in case of flame retardant rubber sheet, high concentration was detected.

## A study on parameters for landfill reduction of organic sludges

김규연\*, 문희성, 이수영, 전태완, 신선경

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경자원연구부 폐자원에너지연구과

사업장에서 배출되는오니류의 매립저감을 위한 방안으로 매립지 반입처분 관리항목을 설정하여 기준 초과 오니류에 대해서 중간처리를 통한 에너지 회수 및 감량화를 유도할 수 있다. 현재 유럽연합의 경우 매립반입기준으로 총 유기탄소, 강열감량, 고위발열량을 설정하여 매립 억제제를 진행하고 있다. 본 연구에서는 유·무기성오니류의 매립반입기준에 대한 국내외 법적관리 동향을 참고하고, 오니류의 열적에너지회수를 위한 기준과 관련하여 휘발성고형물(VS), 총탄소(TC), 습윤고위발열량(HHV)의 상관관계 분석을 통해 국내 오니류 반입처분관리 항목을 검토하여 보았다. 조사 및 분석한 233개 시료에 대해 VS와 HHV에 대한 상관분석 결과  $R^2=0.6139$ 로 나타났으며,  $y=0.0108x + 23.548$ 로 이는 에너지회수 요건 중 하나인 최소 발열량 1,500 kcal/kg에 대입시 VS는 39.8 %로 나타난다. TC와 HHV에 대한 상관분석 결과  $R^2=0.6601$ 로 나타났으며,  $y=0.0069x + 6.896$ 으로 최소발열량 1,500 kcal/kg에 대입시 TC는 17.2 %로 나타난다. 또한 TC와 VS와의 상관분석 결과  $R^2=0.8056$ 으로 나타났으며,  $y=0.5521x - 3.6131$ 로 앞서 분석된 TC 17.2 % 대입시 37.8 %로 나타난다. 상관분석으로 인해 분석된 습윤고위발열량 1,500 kcal/kg과 휘발성고형물인 가연성 성분이 37.8 %, 총 탄소의 비율이 17.2 % 이상일 때 열적에너지회수로서의 재활용이 가능할 것으로 판단되며, 매립지 반입처분 관리항목의 설정 시 매립되는 유·무기성오니류의 처분을 억제할 수 있을 것으로 판단된다.

## 폐기물 재활용을 위한 유해특성 분석방법 및 판정절차에 관한 고찰

A Study on Hazard Characteristics Analysis Methods and Judgement  
Procedures for Waste Recycling

조나현, 김기현, 강영렬, 김우일, 황동건\*

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경자원연구부 자원순환연구과

\*Corresponding author: lunalian@korea.kr

국내에서는 유해 폐기물을 관리를 위해 폐기물 매립 시 강수 등에 의해 유해물질이 유출된다는 가정아래 중금속 등 화학물질기준으로 유해폐기물을 관리해왔다. 하지만 화학물질의 다양성과 용출액 분석을 통한 폐기물 관리에 타당성이 낮다고 판단되어 물리화학적인 방법으로 기존 용출독성을 포함한 폭발성, 인화성, 산화성, 부식성, 금수성, 자연발화성, 생태독성, 감염성으로 총 9가지의 유해특성으로 폐기물을 관리하고자 한다. 또한 국제·사회적으로 큰 관심인 천연자원의 고갈과 온실가스의 감축으로 인해 폐기물을 더 이상 최종부산물인 자원으로써 효과적인 폐기물 재활용 처리방안이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국내 폐기물의 재활용환경성 평가의 일환으로 도입된 유해특성 함유 폐기물의 유해특성 분석방법 6항목을 조사하고, 폐기물별 확인해야 하는 판정절차를 고찰하고자 한다. 폐합성고분자화합물, 공정오니, 폐산, 폐유기용제 등 17종의 폐기물과 기초유기화학물질 제조업 등 44개 발생업종 별로 폐기물을 재활용 할 때 확인해야 하는 유해특성 9가지에 대해서 각 항목별 시험방법과 적용기준에 대해서 조사하였다. 대상폐기물의 유해특성 함유 여부를 판단하기 위한 판정절차(안)를 마련하고 실제 시료를 대상으로 산화성, 인화성, 폭발성, 금수성, 자연발화성, 부식성에 대해서 유해특성 예비시험과 유해특성 시험을 실시하여 발생업종별 폐기물의 유해특성 판정을 위한 판정절차(안)를 수정하여 도출하였다.

## 환경 분야 국가 및 국제표준 운영체계구축

김보경<sup>1</sup>, 유은진<sup>1</sup>, 이진주<sup>1</sup>, 전수아<sup>1</sup>, 표진실<sup>2</sup>, 이은지<sup>2</sup>, 정현미<sup>1</sup>, 최종우<sup>1</sup>, 허유정<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 환경측정분석센터, <sup>2</sup>한국환경산업기술원 인증평가전략실

\*Corresponding author: huhyujeong@korea.kr

정부는 부처 간 협의를 통해 국가표준 및 국제표준 대응 업무의 전문성 강화 및 효율적 운영을 취지로 환경부 등 9개 범부처가 참여한 국가표준 운영체계를 도입·결정하고 이에 환경부는 '15년 산업부로부터 환경 분야 산업표준(KS 613종) 및 국제표준(ISO 723종)을 위탁받았다.

국립환경과학원은 표준운영체계 기반조성을 위해 「환경분야 국가표준 운영 규정」, 「환경 분야 표준개발협력기관 운영 지침」, 「환경 분야 KS인증기관 및 제품 인증 등에 관한 지침」, 「환경 분야 ISO 국내간사기관 운영 지침」 예규를 마련하고 대기환경, 대기배출원, 실내 공기질 등 12개의 전문위원회와 일반 환경, 생활환경 2개의 기술심의회를 설치하였다. 또한 국가표준 제·개정을 위한 표준안 개발계획수립 및 작성을 수행하는 한국환경산업기술원을 표준개발협력기관으로 지정하고 KS인증업무를 수행하는 한국상하수도협회를 KS인증기관으로 지정·운영하고 있다.

국가표준 심의회는 국가표준을 제정 또는 개정할 날로부터 5년마다 그 적부를 확인한다. 이에 국립환경과학원은 '15년 KS 43종, '16년 KS 92종을 제정·개정·폐지·확인 고시하였으며 '17년 해당표준 KS(121종)은 최근의 국제표준을 반영하여, 국가표준으로 개선할 예정이다. 또한, 국내기술로 개발된 수질과 토양의 시험분석방법을 지난해 말 국제표준화기구(ISO)에 제안했으며 이 중 수질 조류 독소 분석 방법이 국제표준화기구의 신규제안(NWIP)으로 채택되는 성과를 이루었다. 우리의 환경기술력을 가지고 국제표준을 선점하는 초석을 마련하였다.

향후 국가표준 및 국제표준 발전과제로는 민원 발생 빈도가 높은 KS인증제품에 대하여 시판품조사·현장조사가 요구되고, 국제표준안 제안자의 국내성과 반영이 미비한 점을 보완하기 위하여 교육부 대학평가에 표준화 활동 실적을 반영토록 추진하고 ISO 제안확대를 위해 국제표준화 기구 임원 수임 확대 등 여러 실천적 현안들이 남아있다.

## **A study on hydrochar from coffee sludge as selective adsorbents for 2,4-dichlorophenoxyacetic acid**

Heeju Ahn, Jungae You, Eunji Jo, Sunyoung Bae\*

Department of Chemistry, Seoul Women's University

The waste generated in modern society is the main cause of environmental pollution, depending on its quantity and occurrence frequency. In 2014, average of coffee sludge from the coffee shop in Seoul city is about 140 t per day. To utilize coffee sludge, a hydrothermal carbonization (HTC) method was used for not only developing effective waste treatment but also producing optional adsorbent. In this experiment, hydrochar was produced by HTC reaction at 230°C for 2 h, 3 h, and 4 h, respectively. The reaction time was optimized by measuring and comparing the methylene blue number and iodine number. These numbers were considered to be associated with adsorption capacity. The surface area and pore volume were compared to determine the optimum reaction time for 4 h. The sorption capacity of hydrochar was investigated as an adsorbent using 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), which herbicide is widely used in the world. However, it is a harmful substance that accumulates in the human body at high concentration inducing cancer and various diseases and causes environmental pollution. The solid : solution ratio was investigated at 1:150 and 1:265, respectively, based on computation with value of organic carbon(%) and the 2,4-D solution concentration was used at 20-100 ppm. After sorption, the concentration of 2,4-D in supernatant was measured by UV-visible spectroscopy. Its detection limit is 0.2 ppm based on the reliability of 92.1%. The selectivity of sorption will be measured using 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T) and 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid (MCPA).

keyword: HTC(Hydrothermal carbonization), Coffee sludge, Hydrochar, 2,4-D(2,4-dichlorophenoxyacetic acid), Absorbent

**A study on selective adsorbents for trace analysis of toxic chemicals  
: Synthesis and characterization of zinc ion imprinted polymer (ZIIP)**

Soyoung Ahn, Yelin Lee, Sunyoung Bae\*

Department of Chemistry, Seoul Women's University

This study concerns the synthesis and properties of materials for making chemical sensors that can selectively detect Zn, which is known to be associated with Alzheimer's disease. A simple and fast diagnosis of the disease by easily detecting Zn can be beneficial to patients as well as the health system. For this reason, selective and sensitive detection of Zn using Zn ion imprinted polymer (ZIIP) containing Zn ion and Non-ZIIP (NZIIP) not including Zn ion were investigated. ZIIP was synthesized by the bulk polymerization method. It was prepared by completely dissolving template, zinc nitrate, in acetonitrile (porogen), and in the order of 4-vinyl pyridine (monomer), ethylene glycol dimethylacrylate (cross-linker), and azobisisobutyronitrile/benzoyl peroxide (initiator). Then, it was hardened at 100°C for 35 min to polymerize ZIIP. NZIIP was carried out in the same condition as ZIIP synthesis method without adding zinc nitrate. To generate the selective Zn binding site, ZIIP and NZIIP were stirred with acetic acid:methanol (1:9) template removal. The supernatant was reacted with dithizone solution and confirmed the template removal by UV-Visible spectrophotometry. Fourier Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) was used for identification of the synthesis and functional groups of ZIIP and NZIIP. Its surface morphology was measured by Scanning Electron Microscopy (SEM). As a result, it was confirmed that the synthesis of ZIIP and NZIIP and template removal were performed reasonably. Further Zn sorption would provide the fundamental information on affinity and maximum sorption capacity of Zn binding through isotherm models. The results of selectivity tests would be expected to be presented in the presentation.

Keywords: Zn Ion imprinted polymer, Adsorbent, Polymerization, Sorption, Isotherm model

**Liquid chromatography-tandem mass spectrometric analysis of acetyl triethyl citrate in rat plasma and its application to pharmacokinetic studies**

김현<sup>1</sup>, 최민선<sup>1</sup>, 김형준<sup>1</sup>, 지영석<sup>1</sup>, 윤소영<sup>1</sup>, 김기범<sup>1</sup>,  
배인용<sup>1</sup>, 계명찬<sup>2</sup>, 유혜현<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>한양대학교 약학과, <sup>2</sup>한양대학교 생명과학과

Acetyl triethyl citrate (ATEC) is considered as a promising alternative to phthalates, which is commonly used in cosmetics, food wrap, tablet coating and other plastic products. In this study, a rapid, sensitive and reliable bioanalytical method was developed for the determination of ATEC in rat plasma using liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS-MS). In order to enhance the stability of ATEC in plasma, phenylmethylsulfonyl fluoride (PMSF) was added to plasma as an esterase inhibitor and the plasma sample was pretreated by plasma protein precipitation with 3 vol MeOH. Chromatographic separation was performed on a reversed-phase C18 column (2.1mm × 50mm, 2.6 μm). The mobile phase consisted of 0.1% formic acid in distilled water and 0.1% formic acid in 90% acetonitrile. The flow rate was 0.3 mL/min. For mass spectrometric detection, the multiple reaction monitoring (MRM) mode was used; the MRM transitions were m/z 319.1 → m/z 157.0 for ATEC and m/z 316.2 → m/z 185.1 for tributyl citrate (internal standard) in the positive ion mode. A calibration curve was constructed within the range of 10–2,000 ng/mL; the intra- (n = 5) and inter-day (n = 3) precision and accuracy were within 15%. This method was successfully applied in a pharmacokinetic study of ATEC in rats. ATEC was intravenously (10 mg/kg, n = 6) and orally (500 mg/kg, n = 6) administered to rats. The kinetic parameters were calculated based on the measured plasma concentration data. The oral bioavailability of ATEC was 15.90%.



**Synthesis and characterization of rare-earth nanoparticles using  
asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4)  
and related techniques**

Bo-Bae Kim<sup>1</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1</sup>, Wonmyung Choi<sup>2</sup>, Sung Ho Choi<sup>1,\*</sup>,  
Chul Hun Eum<sup>2,\*</sup>, Seungho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University,

<sup>2</sup>Geochemical Analysis Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

Rare-earth nanoparticles may be used as a tracer for a source of water contamination in the environment. Because, they are usually harmless to the environment and exists as ultra minimum quantity in the Korean peninsula. Also the identification (or elemental analysis) of the rare-earth nanoparticles are relatively simple as they show characteristic  $\gamma$ -ray emission spectra by radioactive isotopes.

In this study, rare-earth nanoparticle of  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  was synthesized by a sono-chemical method, and then were observed the effect of the ballmilling time on the particle size. It is desirable that a contamination-tracer have an uniform size and low activity (non-toxicity) in real environment. Then the particle size and its distribution were analyzed by dynamic light scattering (DLS), transmission electron microscopy (TEM), asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4). AF4 provided an elution-based separation of the nanoparticles based on their size. The chemical composition of the rare-earth nanoparticle were also analyzed using energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

At the result, TEM images indicate  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  the primary particles (about 20 nm) were aggregated to form secondary particles (about 200 nm). AF4 results showed the 10h ballmill  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  have hydrodynamic diameter ( $D_h$ ) ranging 14 ~ 45 nm at channel flow rate: 1.0 mL/min, cross flow rate: 2.0 mL/min, carrier liquid: 0.1% SDS in water. And from TEM-EDX mapping, the synthesized  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  have the rare-earth element (Sm) in total area of nanoparticle.

## Real-time monitoring and background level of atmospheric radon-222 concentrations at gosan site, jeju island in 2016

Lyun-Kyung Kim, Jun-Oh Bu, Jung-Min Song, Won-Hyung Kim, Chang-Hee Kang\*

Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University

\*Corresponding author: changhee@jejunu.ac.kr

Naturally occurring radionuclides (e.g.  $^7\text{Be}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ , and  $^{222}\text{Rn}$ ) and anthropogenic radionuclides (e.g.  $^{85}\text{Kr}$ ) are important isotopes for studying atmospheric processes. Radon-222, in particular, is an inert gas resulting from the alpha decay of radium in the uranium-238 decay chain. It has a half-life of 3.82 days, and is released into the atmosphere from most rock and soil types. In conjunction with other radionuclide measurements such as  $^{210}\text{Pb}$ , radon data provide a useful constraint for the evaluation of air transport models and the identification of global atmospheric conditions. In this study, the ambient background level of atmospheric radon at Gosan Site in Jeju Island was measured using a real-time monitoring system from January to October 2016, in order to evaluate the background level and timely variation characteristics of atmospheric radon. The mean radon concentration was  $2364 \pm 1128$  mBq/m<sup>3</sup> for the whole period, and the seasonal mean concentrations were in the order of winter ( $2758 \pm 1089$  mBq/m<sup>3</sup>) > fall ( $2682 \pm 1088$  mBq/m<sup>3</sup>) > spring ( $2248 \pm 907$  mBq/m<sup>3</sup>) > summer ( $2091 \pm 1232$  mBq/m<sup>3</sup>), showing comparatively high in winter and low in summer season. The monthly mean concentrations were in the order of Jan > Sep > Aug > Feb > Oct > Mar > May > Apr > Jun > Jul, resulting that the highest concentration ( $2976$  mBq/m<sup>3</sup>) on January was almost twice as the lowest ( $1522$  mBq/m<sup>3</sup>) on July. Meanwhile the hourly radon concentrations have increased during the nighttime ( $2738$  mBq/m<sup>3</sup> at around 6 a.m.), and have relatively decreased during the daytime ( $1897$  mBq/m<sup>3</sup> at around 3 p.m.). Based on the cluster analyses of air mass back trajectories, the frequencies of air masses moving from China continent, the Korean peninsula, and the North Pacific Ocean were 24%, 57%, 19%, respectively. On the study of continental fetch analysis, the radon concentrations were high when the air mass had moved from the Asia continent to Jeju Island, on the other hand, they were relatively low when it had moved from the North Pacific Ocean.

## 국내외 화학물질 허가·제한·금지물질 지정제도 비교·연구: 한국 화평법 및 미국 독성물질관리법(TSCA)을 중심으로

배현규<sup>1,2</sup>, 김기태<sup>1</sup>, 나진성<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 환경공학과, <sup>2</sup>한국생산기술연구원 국제환경규제대응기술지원센터  
(발표자: hgbae@kitech.re.kr)

2015년 1월 1일, 한국은 유럽 REACH제도 체계와 유사한 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」(이하, “화평법”)을 시행하여, 위해성정보를 근거로 화학물질을 허가·제한·금지물질로 지정·관리할 수 있는 틀을 마련하였다. 그러나 미국의 독성물질 관리법(TSCA, Toxic Substances Control Act)과 근본적인 체계가 달라 대미 수출기업들의 제도이행에 어려움이 있다. 따라서, 한국 화평법과 미국 TSCA상 허가·제한·금지물질 지정제도를 비교·연구하여 관련 제도 개선 및 기업의 이행을 돕고자 한다. 화평법은 법령 및 동법 시행령 및 시행규칙 등을, TSCA는 연방법전(U.S.C, United States Code)과 연방행정명령법전(CFR, Code of Federal Regulation) 등을 비교·분석에 활용하였다. 한국 화평법은 신규화학물질 또는 1톤 이상 등록대상기존화학물질을 제조·수입하는 자에게 화학물질 등록의무를 부여하고, 대상 화학물질의 물리·화학적 특성정보, 위해성정보 및 사용정보 등이 포함된 등록 신청 자료를 제출하도록 규정하고 있다. 환경부는 해당 자료를 근거로 화학물질의 유해성 및 위해성을 평가하여 유독물질 및 허가·제한·금지물질로 지정하고 있다. 반면, 미국은 TSCA를 통해 환경청(EPA, Environmental Protection Agency)이 정보생산을 요구할 수 있는 권한을 부여하고 있다. 화학물질은 TSCA inventory 포함여부에 따라 기존화학물질과 신규화학물질로 구분되며 심사과정이 다르게 적용된다. 신규화학물질을 제조·가공·유통하는 자는 제조 또는 수입 90일 전 사전제조신고(PMN, Pre-Manufacture Notice)를 이행해야 하며, EPA는 제출된 정보를 바탕으로 대상화학물질의 유해성 및 위해성을 심사해야 한다. 그 결과에 따라 대상 화학물질의 제조승인 또는 중요 신규사용규칙(SNUR, Significant New Use Rule)을 제정하여 사용 또는 농도를 제한하거나 제조금지명령을 내린다. PMN 심사종료 후 SNUR에 해당되는 기존화학물질을 제조·수입하려는 자는 중요 신규사용신고서(SNUN, Significant New Use Notice)를 제출하여 해당 용도의 안전성을 입증해야 한다. 그 외에도 화학물질 자료보고(CDR, Chemical Data Reporting)를 통해 4년마다 미국 내에서 제조 또는 수입되는 화학물질의 종류, 양, 사용에 대한 기초적인 노출 관련 정보 등을 수집하고 있다. 수집된 정보는 긴급명령 및 알권리에 관한 법(EPCRA, Emergency Planning and Community Right-to-know Act)의 독성물질 배출량목록(TRI, Toxic Release Inventory)제도를 통해 수집된 배출량 정보와 함께 기존화학물질의 위해성을 재평가하기 위한 작업계획(Work Plan)에 활용하고 있다. EPA는 Work Plan에 따라 기존화학물질의 사용량, 잔류성, 생물농축성 및 독성 등에 따라 평가대상 우선순위를 결정하고 위해성을 재평가하여 그 정보를 근거로 화학물질의 제조 또는 수입을 제한·금지하고 있다. 미국 TSCA는 화평법에서 정의하고 있는 허가물질과 제한물질의 구분이 없으며, 동일한 화학물질임에도 불구하고 TSCA와 화평법 상 제한·금지되는 용도 또는 농도가 다른 경우가 확인되었다. 또한 화학물질의 제조승인 심사과정도 다를 뿐만 아니라 요구되는 정보, 적용 면제사항 그리고 유해성 및 위해성 심사기준인 잔류성·생물농축성·독성 등의 세부기준이 다르게 나타났다.

## 화평법 노출평가 권고 모델 ECETOC-TRA를 활용한 작업자 노출평가: TCE 세척 용도 중심으로

문준식<sup>1,2</sup>, 김기태<sup>1</sup>, 나진성<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 환경공학과, <sup>2</sup>한국생산기술연구원 국제환경규제대응기술지원센터  
(발표자 : hgbae@kitech.re.kr)

2015년 1월 1일 환경부는 기존 유해화학물질관리법에서 유럽의 REACH와 유사한 '화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률'(이하 화평법)을 시행하여 화학물질을 사전에 관리하고자 하였다. 화평법에는 신규화학물질 또는 연간 1톤 이상 등록대상기존화학물질을 제조·수입하려는 자는 등록을 해야 하며 10톤 이상의 경우 '전 과정에서의 취급방법과 노출통제·관리방법을 기술한 노출시나리오'(이하 위해성에 관한 자료) 제출 할 것을 명시하고 있다. 이에 따라 국립환경과학원은 위해성에 관한 자료를 작성하는 제조·수입자를 위해 2015년 3월 '화학물질의 위해성에 관한 자료 작성지침'(이하 지침서)을 발간하였다. 본 연구에서는 지침서에서 권고하는 작업자 노출평가모델 ECETOC TRA(ver 3.1)를 사용하여 트리클로로에틸렌(이하 TCE)의 작업자 노출수준을 평가해보았다. 일반적으로 사용되는 TCE의 용도를 알아보기 위해 한국산업안전공단의 'TCE 유통·사용 실태조사'를 활용하였다. 조사에 따르면 TCE는 산업현장에서 세척용도로 가장 많이 사용되고 있었다. 따라서 일반시나리오를 '표면세척용으로 산업적사용'으로 하였으며, 기여시나리오 경우 REACH 등록 자료를 사용하여 공정범주(Process Category, PROC)에 따라 PROC1, 2, 4, 8a, 8b\*로 적용하였다. 또한 REACH 등록 자료의 물리화학적 특성과 유해성 값을 노출 모델 입력 변수로 사용하였다. 공정조건은 최악의 조건(Worst Case), 위해도 관리 조건, 국내 권고 작업조건으로 나누어 위해도를 산출하였다. 최악의 조건은 환기시설이 없는 실내, 작업시간 4시간 이상, 흡입 보호구 없음, 경피 보호구 없음으로 설정하여, TCE를 사용하는 작업자가 받을 수 있는 최대 위해 환경으로 가정하였다. 또한 최악의 조건에서 위해도 관리 대책을 적용한 작업 환경을 위해도 관리 조건으로 가정하였다. 국내 권고 조건은 실제 한국산업안전공단에서 권고하는 TCE 작업 시 작업환경을 적용하였다. 최악의 조건에서 작업자 위해도 산출 결과, PROC 8a의 만성흡입, 만성경피 노출과 PROC 8b의 만성 경피 노출에서 위해도를 초과하였다. 따라서 위해도 관리조건을 흡입 보호구 착용(90%), 경피 보호구(APF 5)착용으로 적용하였으며, 그 결과 모든 기여시나리오(PROC)에서 1미만(최대값: 3.52E-02)으로 관리되었다. 국내 권고 작업조건은 확인 결과, 환기장치(국소배기장치, 일반 환기시설) 설치, 흡입 보호구 착용(유기 가스용 마스크, 송기마스크), 경피 보호 장비(피부도포제, 불침투성 보호의, 보호장갑 및 신발) 등으로 확인되었다. 따라서 ECETOC TRA에 적용 시 국소배기장치와 일반 환기시설을 갖춘 실내, 작업시간 4시간 이상, 흡입보호구 착용(95%), 경피 보호구 착용(APF20)을 선택·적용하였다. 그 결과, 모든 기여시나리오에서 위해도(최대값: 8.79E-02)가 1 미만으로 확인되었다. 따라서 TCE를 하루 4시간 이상으로 작업 시 흡입 보호구 90%, 경피 보호구 APF5 이상을 적용해야 위해도가 초과하지 않는 수준으로 제어할 수 있으며, 국내 권고 작업조건은 작업자의 안전성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

\* **PROC1:** Use in closed process, no likelihood of exposure / **PROC2:** Use in closed, continuous process with occasional controlled exposure / **PROC4:** Use in batch and other process where opportunity for exposure arises / **PROC8a:** Transfer of substance or preparation from/to vessels/large containers at non-dedicated facilities / **PROC8b:** Transfer of substance or preparation from/to vessels/large containers at dedicated facilities

## GC-MS를 이용한 수돗물 및 호소수 중 secondary amines의 농도 분포 규명

Investigation of concentration distribution from the secondary amines in  
drinking and surface water by using GC-MS

정성진<sup>1</sup>, 박선영<sup>1</sup>, 김희갑\*

<sup>1</sup>강원대학교 자연과학대학 환경학과,  
\*강원대학교 농업생명과학대학 환경융합학부

본 연구는 수돗물 중 신종발암물질인 *N*-nitrosamines을 생성하는데 기여하는 전구물질인 8종의 secondary amines에 대한 전국 수돗물 중 농도 분포를 규명하고자 하였다. 제주도를 포함하여 전국의 광역시 및 시, 군, 구 등 총 41개 지역을 방문하여 채취한 수돗물 시료를 대상으로 분석 전까지 4 °C 이하로 보관하였다. 200 mL의 수돗물 시료에 10 M sodium hydroxide 용액과 surrogate standard 및 benzenesulfonyl chloride 시약을 차례로 첨가하여 유도체화 한 후, HCl 용액으로 pH를 조절하여 dichloromethane(DCM)으로 액-액 추출(liquid-liquid extraction, LLE)하였다. 잔류 산을 제거한 추출액(DCM 층)을 다시 회수하여 sodium sulfate anhydrous을 첨가함으로써 추출액 중 수분을 제거하였다. 이 추출액은 회전 감압농축 및 질소농축법으로 농축한 후 gas chromatograph-mass spectrometer(GC-MS)로 분석하였다. 본 분석 방법의 직선성을  $r^2$ (결정계수)으로 평가한 결과 0.9969(DEA)-0.9996(DBA) 범위였으며, 정확성은 relative percent difference(RPD, 상대차이백분율, %)로 평가한 결과 1.84 %(DPA)-6.18 %(DBA)으로 다소 정확하였다. 또한 저, 중 및 고농도에 대한 반복성을 relative standard deviation(RSD, %)으로 평가한 결과 5.37 %(DMA)-15.8 %(MOR), 5.92 %(PIP)-14.7 %(DPA) 및 6.51 %(MOR)-13.7 %(DMA)으로 매우 양호하였으며, method detection limits(MDLs, 방법검출한계)와 limit of quantification(LOQ, 방법정량한계)는 각각 0.02 µg/L(DPA)-0.35 µg/L(PIP) 및 0.05 µg/L(DPA)-1.12 µg/L(PIP)으로 산정되었다. 41개 지역의 수돗물 시료를 분석한 결과 DMA는 41개 시료에서 모두 검출되었으며, 0.40 µg/L(제주 서귀포시)-2.54 µg/L(경북 구미시)으로 검출되었다. 반면 MEA, DEA, DPA, PYR, PIP 및 DBA는 모든 시료에서 방법검출한계 이하( $\leq$ MDL)로 검출되었으며, MOR은 단 한 개 시료(전남 여수시)에서만 검출되었다(검출률 = 2.44 %). 이 밖의 강원도 춘천의 춘천호, 소양호, 의암호, 공지천 및 석사천에 대한 DMA의 농도는 각각 0.80, 0.62, 1.02, 1.15 및 0.65 µg/L으로 검출되었으며, 소양호 및 의암호에서만 DEA가 0.59 µg/L 및 0.20 µg/L으로 검출되었다.

## 대기 중 수은의 종별 농도 및 침적량의 특성

김평래, 한영지\*

<sup>1,\*</sup>강원대학교 환경학과

수은은 대기로 한번 배출되면 종에 따라 약 0.5~1년 가량 체류 할 수 있어 장거리 이동을 할 수 있으며, 지속적인 산화-환원 반응으로 인해 종 특성이 계속 변화한다. 일반 대기 중에 존재하는 무기수은은 수 ng m<sup>-3</sup> 수준의 농도로 인체 및 생태 위해성을 지니고 있지 않다. 그러나 대기 중 무기 수은이 호수나 바다로 침적하여 수 생태계 내에서 주로 박테리아(황 환원 박테리아)에 의해 높은 독성의 메틸수은으로 변형되고, 이를 먹이 연쇄를 따라 높은 농도로 축적되어 먹이사살의 상위에 위치해 있는 생물체에게 큰 위해를 가한다. 이미 기존 연구들에서 무기 수은의 대기 침적이 생물체 내 메틸수은 축적의 매우 중요한 유입원이라는 것은 널리 받아들여지고 있다.

따라서 수은이 우리에게 가하는 위해성을 저감시키기 위해서는 생물체의 메틸수은 농도를 저감시켜야하며, 이를 위한 가장 중요한 첫 번째 단계는 대기 중 무기 수은이 호수나 바다 표면으로 이동하는 경로를 차단 할 필요가 있다. 본 연구는 대기 중 수은종의 측정과 수은의 건식 침적량을 측정하고, 모델을 이용하여 건식침적량을 추정 한 후 그에 따른 특성을 파악하고자 한다.

본 연구에서는 디뉴더와 필터 팩을 이용하여 대기 중 가스상 산화수은(GOM)의 농도와 입자상 수은(PBM)의 농도를 측정하고, 포집된 수은은 열 탈착 과정을 거친 후 저온증기원자 흡광광도법(CVAFS, Tekran 2537x)를 이용하여 분석을 실시하였다. 가스상 산화수은의 건식 침적량은 Smooth-edge surrogate에 Cation exchange membrane를 이용하여 채취한다. 채취한 membrane은 BrCl 용액 20 ml를 첨가하여 microwave를 이용하여 160°C에서 20분간 추출한다. 추출한 용액은 SnCl<sub>2</sub> 0.1 ml 과 NH<sub>2</sub>OHHCl 0.1 ml을 첨가한 후 수은 분석기(CVAFS, Brooks Rand Model III)로 정량화하였다. 입자상 수은의 건식 침적량은 A kinfe-edge surrogate surface에 Quartz 필터를 이요하여 채취하였다. 분석은 입자상 수은과 동일한 방법으로 분석하였다.

대기 중 GOM과 PBM의 농도는 각각  $3.81 \pm 4.3 \text{ pg m}^{-3}$ ,  $18.12 \pm 17.01 \text{ pg m}^{-3}$  나타났다. GOM의 건식 침적량은  $0.51 \pm 0.18 \text{ ng m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 로 나타났으며 이는 미국 pensacola  $0.07 \text{ ng m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  보다는 높은 값이 측정되었으며 미국 Reno  $0.79 \text{ ng m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  보다는 작은 값으로 나타났다. 입자상 수은의 건식 침적량은  $0.28 \pm 0.13 \text{ ng m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  으로 나타났다.

GOM과 PBM의 건식침적량 추정은 대기 중 GOM, PBM의 농도에 건식 침적 속도를 곱하여 추정하였다. GOM과 PBM의 건식 침적 속도는 다중 저항 모델( Zhang et al., 2002)을 이용하여 추정하였으며, 모델에서 사용된 변수로는 기상학적 자료(풍속, 기온, 습도)를 사용하여 건식침적량을 추정하였다.

## 춘천의 대기 중 PM<sub>2.5</sub> 내 금속성분 특성

Characteristics of metallic components of atmospheric PM<sub>2.5</sub> in Chuncheon

변진여<sup>1</sup>, 한영지<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 자연과학대학 환경학과,

<sup>2,\*</sup>강원대학교 농업생명대학 환경융합학부

대기 중 PM<sub>2.5</sub>의 증가는 시정악화 및 호흡기계 질환 유발 등으로 인해, 최근 우리나라에서 중요한 환경문제가 되고 있다. 이러한 이유로 인해 우리나라에서 여러 연구를 통해 미세 입자에 대해 연구하고 있지만, 지속적인 연구를 통한 자료 축적은 극히 미비하다. 또한, 대부분의 연구들은 도시 지역 및 지역에서의 PM<sub>2.5</sub>에 대해 초점이 맞춰져 있다. 이에 따라, 우리나라 대규모 대기 배출원이 없는 중소 도시인 춘천에서 PM<sub>2.5</sub>를 측정하고, 분석하였다.

금속성분은 PM<sub>2.5</sub>의 주요 성분 중 하나이며, 특정한 배출원을 찾는 데 사용된다. 일반적으로, Cd, Cr, Zn은 인위적 배출원에서 배출이 되며, 반대로 Al, Ca, Mg, Si는 자연적 배출원에서 배출이 된다. 하지만 완벽하게 모든 원소를 인위적 배출원과 자연적 배출원(지각기원)으로만 나눌 수는 없다. 예를 들어, K는 지각기원 물질이지만 인위적 배출인 바이오매스 연소의 지표물질이기도 하다.

본 연구에서는 2012년 4월부터 2015년 1월, 2015년 7월부터 12월까지, Teflon 필터를 통해 3일에 한 번 24시간 동안 PMS-103(APM Engineering, Korea)을 이용하여 시료를 채취하였으며, XRF와 ICP-MS로 분석하였다. 통계분석을 이용한 PM<sub>2.5</sub>와 금속원소 간의 상관관계에서 PM<sub>2.5</sub>와 금속원소 K, Pb, Se, Mn가 유의한 상관관계를 나타내었다. 따라서 K, Pb, Se, Mn이 춘천시의 PM<sub>2.5</sub> 농도를 증가시키는 주요 요인이라고 판단하였다. 이렇듯 대기 중 PM<sub>2.5</sub> 농도를 향상시키는 주요 배출원의 기여도는 다양한 방법을 사용하여 알아내는 것이 목적이며, 그 결과를 다른 도시들과 비교하여 춘천시의 PM<sub>2.5</sub> 배출원의 차이점을 알아낼 것이다.

## Concentrations and possible sources of atmospheric speciated mercury in a Ganghwa Island

이수현<sup>1</sup>, 한영지<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 환경학과,

<sup>2,\*</sup>강원대학교 환경융합학부

수은(Hg)은 인체 및 생태 독성이 큰 오염물질이며 가스상으로 존재하는 유일한 중금속으로 대기 중에서 장거리 이동하는 성질을 갖기 때문에 전 세계적 오염물질이다. 세계에서 가장 수은 배출량이 높은 국가는 중국을 포함한 아시아 지역이다. 대기 중에서 수은은 대부분 무기수은으로 존재하며 크게 3가지 형태로 가스상 원소수은  $Hg^0$ (Gaseous Element Mercury, GEM), 가스상 산화수은  $Hg^{2+}$ (Gaseous Oxidized Mercury, GOM), 가스상 산화수은 이 입자와 결합하여 생성되는 입자상수은  $Hg_p$ (Particle Boundary Mercury, PBM)이다. GEM과 GOM을 합쳐 대기 중 총 가스상 수은(Total Gaseous Mercury, TGM)이라 한다. 대기 중 수은의 98%를 차지하는 GEM은 낮은 반응성, 긴 체류시간으로 장거리 이동이 가능하며 GOM은 높은 반응성, 짧은 체류시간으로 침적량이 매우 많다. PBM은 자연적, 인위적 배출원에서 직접 배출되거나 높은 습도와 낮은 온도의 조건에서 가스-입자 전환된다.

본 연구는 강화도 대기 중 수은의 종별 특성을 파악하고 오염원을 파악하기 위해 실시하였다. 국내 배출원과 국외 배출원의 영향을 모두 볼 수 있으면서 국지적 오염원의 영향은 최소화할 수 있는 우리나라 서해에 위치한 강화도에서 다양한 생성 경로에 의해 변화하는 수은의 농도 및 침적량을 연구하였다. 시료채취 기간은 2015년 여름, 2016년 겨울, 봄, 여름, 가을, 2017년 겨울, 봄에 계절별로 4-11일 동안 집중적 채취하였다. TGM은 수은 자동화 측정기기인 Tekran 2537X를 이용하여 CVAFS(cold vapor atomic fluorescence spectrophotometer) 기법으로 5분 간격으로 연속 측정과 동시에 분석하였다. GOM은 KCl을 코팅한 디누더를 이용하여 채취한 후 550 °C로 furnace에서 디누더를 열탈착하여 Tekran 2537B를 이용하여 분석하였다. PBM은 디누더 상단에 Quartz fiber filter를 장착한 필터팩을 이용하여 채취한 후 GOM과 같은 방법으로 850 °C로 열탈착하여 Tekran 2537B를 이용하여 분석하였다. 조건에 따른 바람의 방향으로부터의 확률을 나타내는 CPF(Conditional Probability Function) 분석과 HYSPLIT 역궤적 분석을 함께 실시하여 오염원을 추정하였다. 겨울과 봄에 TGM(2.81, 3.04 ng m<sup>-3</sup>)과 PBM(40.36, 34.90 pg m<sup>-3</sup>)의 농도가 높았다. 겨울철은 난방연료사용과 북풍, 남풍 계절의 영향으로 보이며 봄철의 고농도는 중국의 영향을 받은 것으로 보인다. 해양배출원의 영향으로 여름에 GOM(9.69 pg m<sup>-3</sup>) 농도가 높은 것으로 보인다.



## 마이크로챔버를 이용한 공기청정기 필터의 VOCs 방출 소재 확인

김영웅, 김만구\*

강원대학교 환경융합학부 에코환경전공

최근 미세먼지가 기승을 부림에 따라 공기청정기에 대한 구매 수요가 급증하고 있으며 주로 필터식 공기청정기를 사용한다. 필터식 공기청정기는 미세먼지를 여과하고 휘발성유기화합물(VOCs)을 흡착하는 방식으로 실내 공기를 정화시키지만 필터 자체에서는 VOCs가 방출될 가능성이 있다.

이 연구는 공기청정기 필터에서 방출되는 물질을 확인하였다. 나아가 그것을 구성하는 10개의 원소재에 대한 방출시험을 통해 필터에서 방출된 VOCs의 원인이 되는 재료를 찾았다. 필터는 공기청정기에 장착한 뒤 소형챔버법(ISO 12219-4, 1 m<sup>3</sup> 챔버법)에 따라 1m<sup>3</sup> 동적챔버에서 방출시험을 진행하였다. 환기횟수는 시간당 0.4 회, 챔버 내부의 온도는 40 °C 로 설정하였으며 시료채취 유량은 100 mL/min으로 하여 Tenax-TA 흡착관에 20분 동안 2 L의 공기시료를 채취하였다. 원소재는 직경 45 mm의 펀치로 절단하여 마이크로챔버법(ISO 12219-3)에 따라 마이크로챔버에서 방출시험을 진행하였다. 마이크로챔버의 온도는 40 °C 로 설정하였으며 시료채취 유량은 50 mL/min으로 설정하여서 40분 동안 2 L의 공기시료를 Tenax-TA 흡착관에 채취하였다.

시험 결과 공기청정기 필터에서 방출된 물질은 Ethylene glycol, Dodecane, Tetradecane, C14 carbocyclic spiro compound, Hexadecane, 1-Hexadecanol, C15 carbocyclic spiro compound 였다. 원소재 시험 결과에 따르면 Ethylene glycol의 방출에 기여하는 소재는 탈취기능을 하는 필터였으며, Dodecane, Tetradecane, C14 carbocyclic spiro compound, Hexadecane, 1-Hexadecanol, C15 carbocyclic spiro compound은 주로 활성탄이 충전된 필터와 헤파필터의 소재에서 방출되었음을 확인하였다.

본 연구는 ISO 12219-4의 방법으로 방출시험을 통해 얻은 결과를 ISO 12219-3의 방법으로 얻은 결과로 재현하여 공기청정기 필터에서 방출되는 VOCs의 원인 재질을 확인하였다.

## 생리대에서 방출되는 VOCs 방출시험조건 확립

서주희, 김만구\*

강원대학교 환경융합학부 에코환경전공

여성 위생용품에는 생리대, 탐폰, 생리컵 등이 있는데, 그중 생리대가 전 세계적으로 가장 높은 판매량을 보인다. 여성은 약 40년 동안 15,000여 개의 생리대를 사용하므로 생리대의 안전성은 중요하다.

생리대의 구조는 크게 표면 시트, 흡수체, 배면 시트 및 접착제로 구성되어 있으며 상품성을 위해 향료나 염료를 추가하기도 한다. Women's Voices for the Earth의 연구에 의하면 생리대에서 발암물질인 스타이렌과 클로로에테인, 생식독성 물질인 클로로폼과 클로로메테인, 피부에 자극적인 아세톤 등 VOCs 19종이 검출된 사례가 있다. 생리대를 착용하면 피부와 생리대 사이에는 통기가 잘 안 되는 흡사 헤드스페이스와 같은 공간이 생성되는데 VOCs가 헤드스페이스로 방출되어 신체에 노출되면 유해할 수 있다. 그러나 생리대에서 방출되는 VOCs를 시험할 수 있는 방출시험법은 없다. 또한, 생리대 VOCs 방출시험에 관련된 국내외 연구사례도 거의 없다. 따라서 이 연구에서는 생리대에서 방출되는 VOCs의 방출시험을 위해 평형 시간(1, 2, 3, 4시간) 동안 ISO 16000-9(동적챔버방식)와 ISO 12219-5(정적챔버방식) 방법을 이용하여 챔버 내에 공급 공기 유무에 따른 방출특성을 검토하였다. 항온조 온도는 상온(25 °C), 사람의 평균체온(36.5 °C)과 겨울철 난방기구들로 인해 상승한 사람의 체온(40 °C)을 가정하여 온도에 따른 TVOC 절대량을 비교하였다. 이때 샘플홀더 한 개당 포장지를 제거한 4개의 생리대를 붙여 총 8개의 생리대를 챔버 내에 거치하여 헤드스페이스를 형성했다. 이 헤드스페이스는 TO-15 와 ISO 16000-6 방법을 이용하여 Tenax-TA 흡착관에 134 mL/min으로 29 분간 총 3.886 L를 채취하고 TD-GC/MS로 분석하였다.

동적챔버방식의 TVOC 절대량은 3시간부터 평형을 이뤘다. 이때 시간이 지남에 따라 머무름시간 4분부터 17분까지의 VOCs 양은 증가했다가 감소했고 머무름시간 18분부터 38분까지의 VOCs양은 증가하는 패턴을 보였다. 정적챔버방식의 TVOC는 시간이 지남에 따라 증가하다가 3시간부터는 평형을 이뤘다. 이때 VOCs의 방출물질 비율은 일정하였다. 항온조온도는 사람의 평균체온인 36.5 °C로 결정하였다.

따라서 생리대에서 방출되는 VOCs 방출시험은 36.5 °C에서 정적챔버모드로 시료를 3시간 동안 거치하여 방출되는 화합물을 분석하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

## 시판 중인 생리대에서 방출되는 VOCs의 농도 실태조사

서주희, 나소영, 김만구\*

강원대학교 환경융합학부 에코환경전공

여성용품은 생리대, 탐폰, 생리 컵 등이 있다. 그중 생리대 판매량이 1위이다. 생리대의 종류는 일회용과 다회용이 있다. 생리대의 사전적 의미는 '월경을 할 때 분비되는 피를 흡수하여 밖으로 새지 아니하게 만든 것'이다. 구조는 크게 표면 시트, 흡수체, 배면 시트 및 점착제로 구성되어 있으며 상품성을 위해 향료나 염료를 추가 구성하기도 한다. 다회용 생리대는 고정용 하기 위해 점착제 대신 스냅 단추로 대체된다. 생리대를 모양에 따라 분류하면 일반형, 날개형, 입체형, 팬티형 등이 있고 크기에 따라 분류하면 팬티 라이너, 소형, 중형, 대형, 오버나이트 등이 있다. 생리대 관련된 폼알데하이드와 다이옥신류 등에 대한 연구가 있으나 생리대 VOCs 방출시험 국내외 연구사례는 거의 없다.

생리대에서 방출되는 VOCs의 농도 실태 파악을 위해 식품의약품안전처의 2015년 브랜드별 매출 순위 자료를 참고하여 제조사가 중복되지 않도록 매출순위 상위 4종의 날개 중형 생리대와 1종의 한방 중형생리대, 매출 순위 상위 2개사의 팬티 라이너, 동일제조사의 향팬티 라이너를 시료로 선정하였다. 총 10종의 일회용 생리대와 1종의 면 생리대 방출시험을 진행하였다. 사전연구를 통해 확립된 방법으로 포장지를 제거한 생리대 8개를 샘플 홀더에 붙여 20 L 챔버에 장착하였고, 항온조의 온도를 36.5°C로 설정하여 유지하였다. 생리대를 넣은 챔버를 항온조에 3시간 동안 방치하여 헤드 스페이스가 평형을 이루게 하였다. 헤드 스페이스를 총 3.9 L Tenax-TA 흡착관에 채취하여 TD-GC/MS로 분석하였다. 이와 동일한 방법으로 3회 반복 시험하였다.

평균 TVOC 농도는 중형생리대가 4185 µg/ea, 팬티 라이너가 7468 µg/ea이었다. 중형생리대 방출량 상위 5개의 화합물은 m,p-Xylene, C<sub>11</sub> aliphatic compound, Dodecane, C<sub>14</sub> ester compound, C<sub>17</sub> aromatic compound로 확인되었다. m,p-Xylene은 13~20 µg/ea, C<sub>11</sub> aliphatic compound는 35~226 µg/ea, Dodecane는 32~558 µg/ea, C<sub>14</sub> ester compound는 32~839 µg/ea, C<sub>17</sub> aromatic compound는 210~786 µg/ea이었다. 팬티라이너 방출량 상위 5개의 화합물은 Decane, Undecane, Dodecane, C<sub>16</sub> aliphatic compound, C<sub>17</sub> aromatic compound로 확인되었다. Decane은 34~163 µg/ea, Undecane는 50~187 µg/ea, Dodecane는 26~226 µg/ea, C<sub>16</sub> aliphatic compound는 109~379 µg/ea, C<sub>17</sub> aromatic compound는 266~608 µg/ea이었다. 중형 면 생리대 평균 TVOC 농도가 11487 µg/ea로 일회용 생리대 평균 TVOC 농도의 약 2.7배였다. 면 생리대 신제품에서 방출되는 TVOC의 농도는 높은 편이었으나, 중형 면 생리대를 정제수 세탁처리와 삶아 처리하였더니 평균 TVOC 농도가 각각 72%, 99% 감소하였다.

이 연구에서는 시판 중인 생리대에서 방출되는 TVOC 농도를 확인할 수 있었다. 일회용 생리대의 대체품으로 면 생리대를 삶아 사용한다면 인체에 노출되는 화학물질을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

## 인 명 색 인

	ㄱ				
강영렬	PI I -4	김남이	SSII-3	김보경	PF-070
강영렬	PF-069	김남이	PF-027	김보민	PT-050
강준구	GT-1	김남이	PF-028	김상민	PF-008
강준구	PF-063	김다슬	PT-057	김상현	PT-010
강준구	PF-064	김다은	PT-033	김상현	PT-011
강지환	PIII-2	김다은	PT-050	김선춘	SP I -2
강지환	PF-043	김덕현	PF-055	김선혜	PT-022
계명찬	PF-073	김도현	PT-037	김선혜	PT-023
고상호	PT-072	김동수	PF-054	김성남	PT-023
고영재	PF-064	김동수	PF-057	김소영	PF-039
고정우	PT-042	김동술	PF-011	김소희	PF-044
공보경	PF-027	김동운	PF-061	김승호	PT-011
곽은지	PF-058	김록영	PF-058	김연수	PF-035
곽현정	PF-011	김리원	PT-064	김연수	PF-037
권성원	SP I -5	김만구	PF-082	김연제	PT-081
권영현	PF-064	김만구	PF-083	김영숙	PT-027
권정미	PT-040	김만구	PF-084	김영웅	PF-082
권준화	PF-064	김명덕	PF-027	김영해	PT-046
권지철	PF-058	김명덕	PF-028	김영해	PT-047
권혜진	PF-007	김명옥	PT-072	김영해	PT-048
금보경	PT-083	김명옥	PT-073	김영해	PT-049
김건한	PT-015	김명진	PT-072	김용두	PIII-2
김경문	PT-041	김문수	PF-054	김용두	PF-043
김경문	PT-043	김문수	PF-055	김용순	PT-044
김경민	PF-045	김문수	PF-056	김우일	PF-060
김귀다	PF-049	김문수	PF-057	김우일	PF-061
김규연	PF-063	김미연	PIII-2	김우일	PF-069
김규연	PF-068	김미연	PF-043	김운중	PT-030
김균	PF-039	김민건	PT-064	김운중	PT-031
김균	PF-040	김민건	PT-065	김운중	PT-032
김금희	PT-072	김민기	PT-032	김운중	PT-033
김기범	PF-073	김민선	PF-037	김운중	PT-050
김기태	PF-076	김민선	PF-039	김운중	PT-051
김기태	PF-077	김민섭	PT-074	김윤석	PF-042
김기현	PI I -3	김민정	PI I -4	김은경	PT-038
김기현	PI I -4	김민희	PT-056	김은경	PF-052
김기현	PF-060	김병주	SSIII-2	김익현	PF-054
김기현	PF-062	김병주	PF-002	김익현	PF-057
김기현	PF-069	김병주	PF-005	김인자	PF-058
김남숙	SP I -4	김병현	PT-034	김재열	PT-082
		김보경	PF-040	김재열	PT-083

김정권	PF-002	김희갑	PF-078	박선오	PF-060
김정은	PF-001			박선화	PF-054
김종보	PF-038	ㄴ		박선화	PF-055
김종수	PF-038	나소영	PF-084	박선화	PF-056
김종학	PT-042	나예슬	PF-008	박선화	PF-057
김주양	PT-025	나진성	PF-041	박성관	SP I -4
김준곤	PI I -1	나진성	PF-076	박성수	PF-034
김준곤	PT-082	나진성	PF-077	박수미	PT-029
김준곤	PT-083	남궁현	PT-040	박수진	PF-029
김지연	PF-011	남유식	PT-079	박신민	PF-015
김지웅	PT-068	남윤식	PT-080	박신민	PF-016
김지윤	PF-036	남윤식	PF-045	박신화	PT-023
김지인	PF-058	노혜란	PF-049	박용남	PT-064
김진국	PF-010	노혜란	PF-050	박용남	PT-065
김진석	PF-001	노혜란	PF-051	박원민	PF-015
김태승	PF-054	노혜란	PF-052	박원민	PF-016
김태승	PF-055			박재범	PT-040
김태승	PF-056	ㄷ		박재선	PT-074
김태승	PF-057	도정아	PF-015	박정수	PF-011
김태승	PF-058	도정아	PF-016	박정윤	PF-006
김태화	PF-038	도학준	PT-055	박정윤	PF-007
김평래	PF-079	도학준	PT-056	박종혁	PF-065
김헌태	PT-010			박종혁	PF-066
김헌태	PT-011	ㄹ		박지현	PT-008
김현	PF-073	류태인	PF-039	박지혜	PF-011
김현구	PT-014			박진락	PF-049
김현구	PF-054	ㅁ		박진수	PF-039
김현구	PF-055	마경진	PT-038	박찬혁	PT-044
김현구	PF-056	마스나가 시게키	PF-062	박현국	PT-042
김현구	PF-057	문권영	PF-051	박현우	PT-073
김현구	PF-058	문세라	PT-038	박현우	PT-074
김현영	SPⅢ-3	문용	PF-035	박혜진	PF-010
김현영	PT-044	문준식	PF-077	배난영	PF-011
김현정	PT-041	문희성	PF-068	배선영	PT-029
김현지	PF-039			배용수	PF-038
김형준	PF-073	ㅂ		배인용	PF-073
김혜빈	PT-047	박경수	PT-016	배종혁	PT-025
김혜진	PF-010	박광서	PT-027	배지현	PT-030
김호진	PF-010	박남준	PF-048	배지현	PT-031
김효원	PF-034	박미선	PT-009	배지현	PT-033
김효진	PT-037	박선영	PF-078	배지현	PT-051

배현규	PF-076	신선경	GT-1	옥윤석	PF-036
백선영	SP I -4	신선경	PF-061	왕만식	PT-008
백송이	SSⅢ-2	신선경	PF-062	왕진영	PT-081
백송이	PF-005	신선경	PF-063	우명현	PF-029
변진여	PF-080	신선경	PF-064	우한민	PT-081
		신선경	PF-065	유병용	PT-082
		신선경	PF-066	유순주	PF-049
서금희	PT-041	신선경	PF-068	유순주	PF-050
서인숙	PF-038	신원태	PF-040	유순주	PF-051
서정기	PT-069	신인규	PF-056	유순주	PF-052
서정목	PF-048	신중기	PT-040	유승진	PF-027
서주희	PF-083	신태섭	PT-067	유요한	PT-035
서주희	PF-084	신태섭	PT-068	유은진	PF-070
서지미	PF-044	신혜선	PF-015	유정현	PT-041
서현정	PT-031	신혜선	PF-016	유지은	PT-008
서현정	PT-051	신호상	SPⅢ-4	유하녕	PF-064
석명수	PT-042	신호영	PF-029	유혜현	PF-073
성하경	PF-006	심규영	PF-066	윤소영	PF-073
손승환	PT-027	심연보	PF-052	윤수진	PT-079
손주연	PF-050	심재용	PT-037	윤숙	PT-069
손지환	GT-1	심재윤	PT-025	윤숙희	PT-074
손지환	PF-063			윤영옥	GT-1
손지환	PF-064			윤영옥	PF-063
손진호	PT-042	안도 요쉬토	PT-021	윤정근	PF-034
손호철	PT-042	안상호	PT-015	윤정기	PF-058
송다희	PF-055	안세영	PT-032	윤준현	SPⅢ-2
송문환	PT-026	양인석	PF-001	윤지혜	PF-015
송문환	PT-027	양정환	PT-024	윤지혜	PF-016
송문환	PT-028	엄남일	PI I -3	윤철우	PI I -4
송종한	PT-082	엄남일	PI I -4	윤혁원	PT-011
송종한	PT-083	엄남일	PF-060	윤혜은	SSⅡ-2
송종한	PI I -1	연승언	PT-033	음철현	PT-018
송진호	PI I -1	연승언	PT-050	이강봉	PT-079
송진호	PT-082	연진모	PF-061	이강봉	PT-080
승성배	PT-042	오세진	PF-028	이강봉	PF-045
신동수	PF-011	오아름	PT-041	이경미	PT-017
신동혁	PT-049	오정근	PF-062	이경미	PF-056
신문관	PF-032	오정훈	PT-042	이군택	SSⅢ-4
신선경	PI I -3	옥승엽	PF-041	이군택	PF-058
신선경	PI I -4	옥윤석	PF-033	이규식	PF-015

이규식	PF-016	이은지	PF-070	임승희	PF-015
이다은	PF-036	이장호	PF-065	임승희	PF-016
이덕환	PT-018	이장호	PF-066	임원철	PT-082
이동규	SP I -5	이재균	PT-016	임지수	PT-014
이동길	PT-023	이정엽	PF-042	임철홍	SPⅢ-3
이동수	PII-2	이종길	PF-038	임철홍	PT-044
이두희	PT-073	이종천	PF-065	임현희	SPⅢ-4
이미진	PF-010	이종천	PF-066		
이민경	PF-056	이준배	PF-027		
이민영	PT-016	이준배	PF-028	장미정	GT-1
이민호	SSⅢ-4	이준배	PF-058	장미정	PF-063
이상배	PT-016	이지원	PT-081	장미정	PF-064
이상일	PII-2	이지현	SP I -4	장은아	PF-038
이상일	PF-043	이진복	PF-001	장희연	PF-065
이상현	PT-040	이진영	PF-032	장희연	PF-066
이상호	PF-006	이진영	PF-033	전보람	PT-038
이상호	PF-007	이진영	PF-035	전상호	PF-055
이상호	PF-008	이진주	PT-072	전수아	PT-073
이상희	PT-073	이진주	PF-070	전수아	PF-070
이서영	PT-064	이진홍	PF-043	전영미	PT-042
이서영	PT-065	이진환	PF-040	전태완	GT-1
이선영	SSⅢ-2	이창영	PT-069	전태완	PF-063
이선영	PF-006	이창희	PF-011	전태완	PF-064
이선영	PF-007	이천호	PF-027	전태완	PF-068
이선영	PF-008	이청수	SPⅢ-2	정다솜	PF-051
이성배	SPⅢ-3	이학수	PT-067	정다위	PI I -4
이성배	PT-044	이학수	PT-068	정동윤	PF-011
이성협	PT-038	이현민	PF-057	정두수	PT-058
이성혜	PF-049	이현아	PT-014	정명근	SS I -1
이수미	PT-031	이현정	PT-081	정민기	PT-014
이수미	PT-051	이형근	PT-042	정민희	PF-010
이수영	PF-068	이혜진	PF-049	정성욱	PT-022
이수현	PF-081	이호균	PT-058	정성진	PF-078
이승원	PT-042	이홍길	PF-058	정세훈	PT-022
이승호	PT-030	이화심	SSⅡ-4	정세훈	PT-024
이승호	PT-033	이희성	PI I -3	정연정	PT-017
이연숙	PT-017	이희성	PT-021	정영철	PF-042
이연희	PF-040	임반석	PT-048	정용우	PF-060
이영호	PT-010	임병만	PF-048	정유리	PT-046
이영호	PT-011	임보라	PT-074	정은숙	PT-015

정재학	SSⅢ-3	조훈제	PF-056	최종우	PT-074
정재학	PT-008	조훈제	PF-057	최혜원	PT-008
정재형	PF-040	존 일라드스	PT-082		
정종진	PT-030	존일라드스	PI I -1	Ⅱ	
정종진	PT-031	주병규	PF-054	팽기정	PF-027
정종진	PT-033	주창규	SSⅢ-4	팽기정	PF-028
정종진	PT-050	지영	PT-064	표진실	PF-070
정종진	PT-051	지영	PT-065		
정지혜	PF-036	지영석	PF-073	Ⅲ	
정진일	PF-028			한수연	PT-034
정현미	PT-074	Ⅳ		한영지	PF-079
정현미	PF-055	채근화	PT-082	한영지	PF-080
정현미	PF-070	최명기	PF-006	한영지	PF-081
정형욱	PF-015	최민선	PF-073	한재준	PF-029
정형욱	PF-016	최병인	PT-015	한지수	PF-005
제무성	PF-029	최상현	PT-072	한지윤	PF-048
조나현	PI I -3	최성봉	PT-043	한혜진	PF-050
조나현	PF-060	최성운	PF-032	한화진	SSⅡ-1
조나현	PF-061	최성운	PF-033	허규성	PT-035
조나현	PF-069	최성운	PF-034	허보름	PF-032
조남욱	PT-037	최성운	PF-035	허보름	PF-033
조남준	PT-067	최성운	PF-036	허보름	PF-034
조남준	PT-068	최성운	PF-037	허보름	PF-035
조성진	PF-054	최성호	PT-055	허유정	PF-070
조성진	PF-057	최성호	PT-056	홍석영	PT-072
조순길	PF-010	최성호	PT-057	홍정기	PF-050
조영달	PT-025	최성화	PT-016	홍정기	PF-051
조영달	PT-026	최성희	PT-079	황동건	PI I -3
조영달	PT-027	최용복	PF-037	황동건	PF-061
조영달	PT-028	최원명	PT-018	황동건	PF-069
조용성	SPⅢ-2	최원조	PF-011	황승울	SPⅢ-2
조원보	PT-037	최윤호	PF-038	황승울	PF-039
조은소리	PF-002	최은경	PT-025	황승울	PF-040
조재영	PF-040	최은경	PT-026	황종연	PF-054
조항수	PF-049	최은경	PT-027	황종연	PF-055
조항수	PF-050	최은경	PT-028	황종연	PF-056
조항수	PF-051	최재원	PF-042	황종연	PF-057
조항수	PF-052	최종우	PF-070		
조현진	PT-055	최종우	PT-072		
조훈제	PF-054	최종우	PT-073		



<b>A</b>		Deok-jun KWEON	PT-019	Hye-Jin Jo	PF-014
Aaron Wheeler	PIII-1	Deok-jun KWEON	PT-020	Hye-kyung Park	PT-003
Ah Reum Kim	PF-046	Dong jin Kang	PF-009	Hyewon Seo	PT-003
Ah Reum Kim	PF-047	Dong Kyu Lim	PF-021	Hye-won Shin	PF-019
Anantha Iyengar Gopalan	PI I -2	Dong Kyu Lim	PF-022	Hyewon Sul	PT-045
Anantha Iyengar Gopalan	GT-4	Dong Woo Shin	PT-001	Hye-Young Park	PF-014
A-Ram Kim	PT-006	Dong Woo Shin	PT-002	Hyo Jin Kim	SPII-3
Areum Jung	PT-039	Dong-kye Lee	PF-023	Hyoung-Joon Park	PT-001
<b>B</b>		Doo Soo Chung	GT-2	Hyoung-Joon Park	PT-002
Bang Yeon Hwang	SP I -3	Doo Soo Chung	GT-3	Hyun Chung	SS I -4
Beom-goo HWANG	PT-019	<b>E</b>		Hyun Jung Kim	PF-009
Beom-goo HWANG	PT-020	Eun Hee Keum	PF-012	Hyun Koo Kim	PF-059
Beom-Sik Cho	PT-006	Eun Ju Im	PT-077	Hyun Kyoung Ju	PF-026
Bo-Bae Kim	PF-074	Eun Mi Kim	SS I -3	Hyung-Seon Shin	PT-076
Bokyoung Gong	PF-024	Eun-hye Kwon	PF-067	Hyungsoo Kim	PT-003
Bong Chul Chung	PT-077	Eunji Jo	PF-071	HyunKoo Kim	PT-070
Bong Chul Chung	PT-078	Eunji Park	PT-007	Hyunseung Lee	PT-039
Byeong Ho Kim	SPII-1	<b>G</b>		<b>I</b>	
Byeongyeol Song	PIII-2	Ga-hui Oh	PF-019	In Kang	PF-020
Byungjoo Kim	PF-003	Geum Joo Yoo	PT-002	In Soo Lee	PT-053
Byungjoo Kim	PF-004	Geummun Nam	PIII-2	In-ae Bae	PF-018
<b>C</b>		Geum-Sook Hwang	SS I -4	InKyu Shin	PT-070
Catalina Sandra Fuentes	PF-020	Giljin Kang	PF-013	Insook Rhee	PT-007
Chan Hee Lee	PT-052	Gil-Jin Kang	PF-014	<b>J</b>	
Chang Liu	PIII-1	Giyoung Kim	PF-022	Jae Chun Choi	PF-018
Chang-Hee Kang	PIII-1	Gunyoung Lee	SS I -2	Jae-Hoon You	PF-026
Chang-Hee Kang	GT-7	Gyeongmi Lee	PT-070	Jaeick Lee	PIII-3
Chang-Hee Kang	PF-075	Gyoung-Hun Park	PF-059	Jae-Min Kim	SS I -2
Changmin Sung	PIII-3	<b>H</b>		Jaesin Lee	SP I -3
Changyeun Mo	PF-021	Ha Ra Cho	SS I -3	Jaeyeong Choi	PT-052
Changyeun Mo	PF-022	Han Sol Kim	SS I -3	Jaeyeong Choi	PT-053
Chanyong Lee	PF-018	Heeju Ahn	PF-071	Jaeyeong Choi	PT-054
Chong Run Chon	PIII-3	Heesang Lee	SP I -3	Jaeyeong Choi	PF-020
Chong-Hyeak Kim	PT-045	Ho Jun Kim	PIII-3	Jaeyeong Choi	PF-074
Choonshik Shin	PF-014	Ho Soo Lim	SS I -2	Jang-Hyuk Ahn	PF-017
Chul Hun Eum	PF-074	Hophil Min	PIII-3	Jeong Eun Lee	PF-046
Chul Joo Lim	PF-012	HunJe Jo	PT-070	Jeong Eun Lee	PF-047
Claudia Zielke	PF-020	Hye Jin Cha	PT-003	Jeongae Lee	PT-077
<b>D</b>		Hye Jung An	GT-5	Jeongae Lee	PT-078
Da Eun Yoo	SP I -1	Hye-Jeong Kim	PF-014	Jeong-Hwa Cho	PT-001
Da Hee Hwang	PT-053	Hyejin Choi	PF-025	Jeong-Ki Yoon	PF-059
Dae-Jun Ahn	PF-025	Hye-Jin Choi	PF-023	Jeongkwon Kim	PF-003
				Jeongmi Lee	SS I -3

Jeongmi Lee	SP I -1	Jun Bae Lee	PF-059	<b>L</b>	
Ji Hyun Lee	PT-001	Jun Kyu Yang	PF-017	Lars Nilsson	PT-054
Ji Hyun Lee	PT-002	Jung Rae Kim	PIII -1	Lars Nilsson	PF-020
Ji Yeong Kim	PF-017	Jungae You	PF-071	Li Wei Zheng	SS I -4
Jieun Ahn	PF-013	Junghyun Son	PIII -3	Li Zhao	PT-062
Ji-Hwan Son	PT-071	Jungmi Lee	PT-059	Lyun-Kyung Kim	PF-075
Jihye Kim	PIII-1	Jung-Min Song	PIII -1	<b>M</b>	
Ji-Hye Shin	PF-014	Jung-Min Song	GT-7	Maftuna Shamshiddinova	PT-005
Ji-In Kim	PF-059	Jung-Min Song	PF-075	Maryam Karimi	GT-2
Jin Hee Lee	PF-012	Jun-Gu Kang	PT-071	Mee Hyun Cho	PF-012
JIN JOO LEE	PF-053	Jun-hyoung Kim	PT-001	Meehye Kim	PF-012
Jin Mee Jung	PF-026	Jun-Oh Bu	GT-7	MeeKyung Kim	SS I -2
Jin-Hong Yoon	PF-014	Jun-Oh Bu	PF-075	MeeKyung Kim	PF-018
Jin-hyun Park	PF-019	<b>K</b>		Meong Ock Kim	PT-075
Jinjoo Lee	PT-075	Kang Hee Lee	PT-053	Mi Yeon Lee	PT-077
Jinran Lee	PT-061	Kang Mi Lee	PIII -3	Mia Kwon	PF-025
Jinseong Yang	PF-013	Keon Hee Ko	GT-5	Mihee Choi	PF-023
Jisoon Shin	PT-003	Keon-Hee Ko	GT-6	Mihyune Oh	PF-012
Jisu Hur	GT-6	Keon-Hee Ko	PT-004	Min hee Kim	PF-017
Jisu Hur	PT-004	KEUM HEE KIM	PF-053	Min Hye Seong	PF-012
Ji-yeon Lee	PT-012	Keun-Young Park	PF-025	Min-Hui Son	PF-025
Ji-Young Yoo	SPIII-1	Ki Hun Kim	PIII -3	Min-Ja Cho	PF-014
Jong Seong Kang	PT-066	Ki Jung Paeng	PT-077	Minji Jung	PIII-2
Jong Sig Lee	SPII-4	Kihwan Choi	PIII-1	MinKyeong Lee	PT-070
Jong Sin Park	PF-026	Kihwan Choi	PF-004	Min-Seob Kim	PT-076
Jongguk Lim	PF-021	Kiwon Lee	SSIII-1	MinWook Kim	PT-054
Jongjin Jung	PT-054	Kiwoong Jeong	PT-013	Miri, Kwon	PT-013
Jongki Hong	SS I -3	Kumhee Kim	PT-075	Mi-Young Kim	PT-006
Jongki Hong	GT-5	Kwang Sin Kim	PF-046	Moonsu Kim	PT-070
Jongki Hong	GT-6	Kwang Sin Kim	PF-047	MYEONG OCK KIM	PF-053
Jongki Hong	PT-004	Kwang-Pill Lee	PI I -2	Myoung Eun Lee	SS I -3
Jongki Hong	PT-063	Kwang-Pill Lee	GT-4	Myoung Eun Lee	PT-063
Jongkuk Kwon	SSIII-1	Kyeongsook Kim	PF-046	Myoung-Jin Kim	PT-075
Jong-Sik Ryu	PT-076	Kyeongsook Kim	PF-047	MYOUNG-JIN KIM	PF-053
Jong-Woo Choi	PT-075	Kyong-Oh Shin	PT-005	Myung Duck Kim	PF-024
Jong-Woo Choi	PT-076	KyongTaik Lee	PT-036	<b>N</b>	
JONG-WOO CHOI	PF-053	Kyoung Heon Kim	PT-078	Na Hyun Park	GT-5
JongYeon Hwang	PT-070	Kyoung-Min Kim	PF-026	Nader Nciri	PT-067
Joo-Ik Cho	PF-031	Kyoung-moon Han	PT-003	Nader Nciri	PT-068
Joon Myong Song	수상강연	Kyu Yeon Kim	PT-001	Na-Hyun Park	SS I -3
Joon Myong Song	PT-059	Kyu Yeon Kim	PT-002	Na-Hyun Park	GT-6
Joon Myong Song	PT-060	Kyung Jin Lee	PF-012	Na-Hyun Park	PT-004
Joon Myong Song	PT-061	Kyung Min Jeong	SP I -1	Nallal Muthuchamy	PI I -2
Joon Myong Song	PT-062	Kyung Tae Kim	PT-066	Nallal Muthuchamy	GT-4
Joon Yub Kwon	GT-2				
Ju-Hyung Park	PIII-3				

Nam Sook Kim	PT-002	Seungho Lee	PT-052	Sun-Kyoung Shin	PT-071
Nam-Sook Kim	PT-001	Seungho Lee	PT-053	Sun-Kyoung Shin	PF-067
Nam-Yee Kim	PF-025	Seungho Lee	PT-054	Sunwoong Son	PF-003
Nam-Yee Kim	PF-026	Seungho Lee	PF-020	Sunyoung Bae	PF-071
Nam-Yee Kim	PIII-2	Seungho Lee	PF-074	Sunyoung Bae	PF-072
Nam-Yong Ki	GT-6	Seung-Hoon Bahng	PF-030	Su-Young Lee	PF-067
Nam-Yong Ki	PT-004	Seung-Hyun Choi	SS I -2		
Nguyen Phuoc Long	PF-021	Seung-Jin You	PF-024	<b>T</b>	
Nguyen Phuoc Long	PF-022	Sheenhee Kim	PF-013	Taeik Hwang	PT-001
		Shin-Hee Kim	PF-014	Tae-Myung Sung	PF-031
<b>O</b>		Sin-Woo Lee	PT-076	Tae Seung Kim	PT-070
Oh-Seung Kwon	PIII-3	Siwon Kim	PF-023	Tae Seung Kim	PF-059
Ok-Hwan Lee	SS I -2	So Na Kim	PF-017	Taesook Lim	PF-013
		Sohee Kim	PT-039	Tae-Wan Jeon	PT-071
<b>R</b>		Sojin Kim	PT-039	Tae-Wan Jeon	PF-067
Rae seok Jung	PIII-3	Solji Park	PT-060		
RajalakshmiKanagaraj	PT-080	Soo-Young Kim	GT-7	<b>W</b>	
Rog-Young Kim	PF-059	Soyeon Kwon	PT-007	Won Shin	PIII-3
		Soyoung Ahn	PF-072	Won-Hyung Kim	PF-075
<b>S</b>		Su Bi Lee	PF-018	WonJoon Chang	PT-036
Sang Chul Huh	PF-026	Su Hyeon Lee	PT-077	Wonmyung Choi	PF-074
Sang Mi Lee	SS I -4	Su Hyeon Lee	PF-026	Won-Sang Ryu	PT-036
Sang Soon Yun	SS I -2	Su Hyun Kim	SS I -3	Wonwoong Lee	SS I -3
Sanggil Choe	SP I -3	Su Jeong Lee	PF-017	Wonwoong Lee	GT-5
Sanghan Choo	PF-022	Suejin KIM	SPIII-1	Wonwoong Lee	GT-6
Sang-Ho Go	PT-075	Su-Hyun Shin	GT-7	Wonwoong Lee	PT-004
SANG-HO GO	PF-053	Sukwoo Choi	PF-024	Wonwoong Lee	PT-063
Sanghwan In	SP I -3	Sukyoung Hong	PT-075	Woonjung Kim	PT-054
Sang-Yun Sung	PT-036	SUK-YOUNG HONG	PF-053		
Se Young Han	SP I -1	Sun Kyung Jeong	GT-3	<b>Y</b>	
Se-Eun Yang	PF-030	Sun Young Baek	PT-001	Yan Jin	SP I -1
Se-Jin Oh	PF-025	Sun Young Baek	PT-002	Yang Sun Kim	PF-012
Seo-eun Im	PF-019	Suncheon Kim	SP I -3	Yecheol Rho	PT-045
Seok Heo	PT-001	Sung Ho Choi	PF-074	Yelin Lee	PF-072
SeokRyoul Lee	PT-036	Sung Hun Choe	PT-075	Yeo Woon Koo	PT-053
Seok-Yong Yun	GT-4	SUNG HUN CHOE	PF-053	Yohan Jang	SSIII-1
Seol Gyu Park	PT-066	Sung Mi Yun	PF-059	Yong Seok Choi	SS I -3
Seong Hun Lee	PF-009	Sung Won Kwon	PF-021	Yong-Hyun Lee	PT-019
Seong Hwa Cho	PIII-3	Sung Won Kwon	PF-022	Yong-Hyun Lee	PT-020
Seong Moh Seo	PT-036	Sung-Kwan Park	PT-001	Yong-Moon Lee	PT-005
Seonghee Ahn	PF-003	Sung-Woon Choi	PF-030	Yongseok Kim	PIII-3
Seongshin Gwak	PIII-2	Sunhee Moon	PT-001	Yoon Hwan Kim	PT-078
Seongsoo Park	PT-001	SunHwa Park	PT-070	Yosi Aristiawan	PF-004
Seong-Soo Pyo	SPII-2	Sun-il KIM	PT-019	Youna Kim	GT-6
Seulgi Kim	PT-039	Sun-il KIM	PT-020	Youna Kim	PT-004
Seung Jin Ryu	PF-026	Sun-Joon Min	PT-039	Young Dae Cho	PF-009

Young Wook Yoon	PT-071
Young-Hoon Kim	PT-003
Young-Hyun Kim	SS I -2
Young-Joon Park	PF-019
Young-ki KIM	PT-019
Young-ki KIM	PT-020
Young-Rim Jung	PT-006
Young-Sam Yoon	PF-067
Young-Suk Kim	SS I -4
Youngwoon Kang	PF-013
Young-Woon Kang	PF-014
Young-woong An	PT-013
Yun Chul Park	SPII-3
Yuna Kim	PT-039
Yuna Kim	PF-023
Yuna Kim	PF-026

Z

Ziyuan Dong	PF-022
-------------	--------

# 총회 식순

일 시: 2017. 05. 18(목), 17:50

장 소: 원주 인터볼고호텔 1층 무궁화 홀

사 회: 황승율 사무총장

개 회

국민의례

개 회 사 (한국분석과학회 김태승 회장)

시 상

- 공로패
- 영인 분석과학자상
- Leco 젊은 분석과학자상
- 우수 구두 발표 상
- 우수 포스터 상

결산 및 업무 보고

- 2016년도 결산서
- 한국분석과학회 2016년도 재무 및 업무 감사보고서
- 2017년도 예산(안)
- 2017년도 수입·지출 현황
- 2017년도 업무 보고

심의 안건 및 토의

- 정관 개정(안)
- 기타 안건 및 토의

폐회 선언

## 제58회 춘계 학술대회 상

### 공 로 패

강원대학교 김 만 구 교수

---

귀하는 2016년도 제21대 사단법인 한국분석과학회 회장으로 재임하시면서  
본 학회의 발전에 기여한 공이 크므로 그 업적을 기리고자 합니다.

2017년 5월 18일  
사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

### 공 로 패

서울대학교 정 두 수 교수

---

귀하는 2016년도 사단법인 한국분석과학회 총무 이사로 재임하시면서 투철한 봉사 정신으로  
본 학회의 발전에 기여한 공이 크므로 그 업적을 기리고자 합니다.

2017년 5월 18일  
사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

### 영인 분석과학자상

서울대학교 송 준 명 교수

---

귀하는 한국분석과학회 회원으로서 본 학회에 기여한 공이 클 뿐 아니라, 분석과학  
관련 우수한 논문을 다수 발표한 회원에게 수여하는 학술상 수상자로  
선정되었기에 이 상패를 드립니다.

2017년 5월 18일  
사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## **Leco 젊은 분석과학자상**

**한국표준과학연구원 최 기 환 박사**

---

귀하는 분석 과학 관련 분야의 연구 업적이 탁월하며 학문적 창의성과 잠재력이 많은 젊은 분석과학자에게 수여하는 학술상 수상자로 선정되었기에 이 상패를 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## **우수 구두 발표 상**

**공주대학교 오 진 아**

---

귀하는 2016년도 제57회 추계 학술대회에서 「Simple determination of hydrazine in waste water by headspace solid-phase micro extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry after derivatization with trifluoro pentanedione」라는 논문을 발표하여 우수 구두 발표 상으로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## **우수 구두 발표 상**

**서울여자대학교 이 소 영**

---

귀하는 2016년도 제57회 추계 학술대회에서 「Development of multiwalled carbon-nanotubes/polyaniline coated in-needle microextraction for phthalates analysis」라는 논문을 발표하여 우수 구두 발표 상으로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## 우수 포스터 상

식품의약품안전평가원, 충북대학교  
【한경문, 서혜원, 이고은, 윤재석, 차혜진,  
신지순, 김영훈, 박혜경, 김형수, 이용문】

위 연구진은 2016년 제57회 추계 학술대회에서 「Identification of metabolic pathways and enzyme system involved in the in vitro metabolism of DOC」 라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## 우수 포스터 상

국립농산물품질관리원  
【조순길, 노승배, 조지미, 김주영, 정지완, 이재근, 최문호】

위 연구진은 2016년 제57회 추계 학술대회에서 「ICP를 이용한 고춧가루 원산지 식별」 이라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## 우수 포스터 상

국립과학수사연구원  
【손민희, 우지민, 권미아, 오세진, 김남이】

위 연구진은 2016년 제57회 추계 학술대회에서 「Identification of polydimethylsiloxane (PDMS) in antifoaming agent using headspace-SPME-GC/MS and its effects to power plant thermal effluent」 라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승



## 우수 포스터 상

서울여자대학교 【박은지, 이인숙】

---

위 연구진은 2016년 제57회 추계 학술대회에서 「Sensitive determination of tetracycline using oligonucleotide-based aptamer assay」 라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## 2016년도 결산서

수 입		지 출	
세 과 목	금 액(원)	세 과 목	금 액(원)
<b>1. 회 비</b>	<b>14,280,293</b>	<b>1. 학회지</b>	<b>27,607,790</b>
개인 회비(일반)	6,238,659	학회지 발간비	12,313,400
(학생)	2,657,854	학회지 발송비	2,694,390
도서관회비	449,250	편집운영비	12,600,000
단체 회비	1,795,260	<b>2. 이사회 운영비</b>	<b>6,770,000</b>
종신 회비	3,139,270	활동비	5,700,000
<b>2. 학술대회</b>	<b>132,233,787</b>	교통비	1,070,000
춘계 학술대회	61,380,264	<b>3. 임원활동비</b>	<b>9,890,940</b>
추계 학술대회	70,853,523	활동비	7,485,740
<b>3. 학회지</b>	<b>29,165,351</b>	교통비	2,405,200
광고료	19,800,000	<b>4. 사무관리비</b>	<b>36,901,715</b>
논문 게재료	7,437,584	우편 및 택배	691,060
저작권료	1,927,767	사무용품 & 잡비	3,434,310
<b>4. 과총 지원금</b>	<b>11,410,000</b>	급여 및 상여금	24,752,060
국내 학술지	7,580,000	전화 및 팩스 사용료	802,446
국내 학술대회	3,830,000	이체 수수료	40,100
<b>5. 전년도 적립금</b>	<b>50,000,000</b>	사무실 관리비	2,382,340
<b>6. 전년도 이월금</b>	<b>60,707,099</b>	세무사 기장료	1,980,000
(주거래)우리은행 입출금통장	40,710,742	과총 회비	1,500,000
우리은행 입출금 통장	14,591,417	카드기 대여료	132,000
우체국 퇴직금 통장	5,404,940	법인 등기비	369,240
<b>7. 기타</b>	<b>12,241,006</b>	교통비	61,700
이자수입	940,236	카드기 정보 변경비	30,000
법인세 환급금	300,770	화환비 및 근조기	439,000
정책과제	11,000,000	이니시스 연관리비	220,000
		이니시스 지급 가감금	67,459
		<b>5. 학술대회</b>	<b>107,433,485</b>
		춘계학회	43,532,468
		추계학회	54,005,120
		HPLC 2017 준비금	9,895,897
		<b>6. 세 금</b>	<b>7,372,000</b>
		재산세	362,500
		부가세	4,519,040
		주민세(법인)	62,500
		4대 보험료(기관 부담)	2,427,960
		<b>7. 당해연도 적립금</b>	<b>50,000,000</b>
		정기예금	50,000,000
		<b>8. 잔 액</b>	<b>64,061,606</b>
		(주거래)우리은행 입출금통장	28,118,212
		우리은행 입출금 통장	28,685,964
		우체국 퇴직금 통장	7,257,430
<b>합 계</b>	<b>310,037,536</b>	<b>합 계</b>	<b>310,034,536</b>

2016년 당기순이익     3,354,507원 (당해년도 적립금 + 잔액 - 전년도 적립금 - 전년도 이월금)

총 잔액     114,061,606원 (당해년도 적립금 + 잔액)

감사 류재정

감사 선일식



(인)

## 한국분석과학회 2016년도 재무 및 업무 감사 보고서

정관 제16조에 의거하여 (사)한국분석과학회 2016 회계연도(2016년도 1월 1일 ~ 12월 31일)의 학회 운영 업무 및 재무와 재산상황에 관하여 2017년 월 일 학회 사무실에서 감사를 실시하여 그 결과를 아래와 같이 보고합니다.

1. 학회 운영과 업무에 대한 감사 결과 업무가 정상적으로 운영되고 있었습니다.
2. 학회 재무와 재산상황에 대한 감사결과 2016년도 사업계획에 근거하여 운영비 및 사업비 등이 지출 결의서 및 증빙서류를 갖추어 집행되고 있음을 감사한바, 적법하게 처리되고 있었습니다.
3. 학회지 광고료가 예산에 비해 달성도가 58%에 불과하므로, 예산 확보 방안이 필요하며, 현실을 반영한 예산 편성이 요구됩니다.

2017년 4월 28일

감사 류 재 정



감사 선 일 식

# 2017년도 예산(안)

2017.01.01. ~ 2017.12.31.

수입		지출	
세 과 목	금 액(원)	세 과 목	금 액(원)
<b>1. 회 비</b>	<b>11,700,000</b>	<b>1. 학회지</b>	<b>64,600,000</b>
개인 회비	8,000,000	학회지 발간비	18,000,000
도서관회비	1,000,000	학회지 발송비	4,000,000
단체 회비	1,200,000	편집운영비	42,600,000
종신 회비	1,500,000		
<b>2. 학술대회</b>	<b>130,000,000</b>	<b>2. 이사회 및 임원 운영비</b>	<b>14,000,000</b>
준계 학술대회	60,000,000	활동비	9,000,000
추계 학술대회	60,000,000	교통비	5,000,000
HPLC 2017 반환금	10,000,000		
<b>3. 학회지</b>	<b>60,000,000</b>	<b>3. 사무관리비</b>	<b>36,085,000</b>
광고료	50,000,000	우편 및 택배	800,000
논문 게재료	8,000,000	사무용품 & 잡비	2,000,000
저작권료	2,000,000	급여 및 상여금	24,583,000
		전화 및 팩스 사용료	600,000
		이체 수수료	100,000
		사무실 관리비	3,000,000
		세무사 기장료	2,000,000
<b>4. 과총 지원금</b>	<b>12,000,000</b>	과총 회비	1,500,000
국내 학술지	8,000,000	카드기 대여료	132,000
국내 학술대회	4,000,000	법인 등기비	500,000
		교통비	100,000
		카드기 정보 변경비	50,000
<b>5. 기타수입</b>	<b>1,000,000</b>	이니시스 연관리비	220,000
이자수입	1,000,000	화환 및 근조기	500,000
<b>6. 전기년도 이월금</b>	<b>114,061,606</b>	<b>4. 학술대회</b>	<b>80,000,000</b>
적립금	50,000,000	준계학회	40,000,000
이월금	64,061,606	추계학회	40,000,000
		<b>5. 세 금</b>	<b>7,100,000</b>
		재산세	400,000
		법인세	500,000
		부가세	4,000,000
		지방소득&주민세	200,000
		4대 보험료(기관 부담)	2,000,000
		<b>6. 차기년도 이월금(2018)</b>	<b>126,978,508</b>
		적립금	50,000,000
		이월금	76,976,606
<b>합 계</b>	<b>328,761,606</b>	<b>합 계</b>	<b>328,761,606</b>

# 2017년도 수입 · 지출 현황

2017.01.01. ~ 2017.04.30.

수입		지출	
세 과 목	금 액(원)	세 과 목	금 액(원)
<b>1. 회 비</b>	<b>2,679,104</b>	<b>1. 학 회 지</b>	<b>6,660,739</b>
개인회비(일반)	1,096,821	학회지 발간비	1,896,400
(학생)	494,988	학회지 발송비	465,230
도서관회비	198,185	편집운영비	4,239,109
단체 회비	589,110	<b>2. 이사회 운영비</b>	<b>4,815,400</b>
중신회비	300,000	활동비	4,005,400
<b>2. 학술대회</b>	<b>18,640,650</b>	교통비	810,000
춘계 학술대회	17,963,669	<b>3. 임원 활동비</b>	<b>1,237,400</b>
HPLC 2017	676,981	활동비	931,500
<b>3. 학회지</b>	<b>14,154,754</b>	교통비	305,900
광고료	13,200,000	<b>4. 사무관리비</b>	<b>13,386,594</b>
논문 게재료	954,754	우편 및 택배	224,100
<b>4. 전년도 적립금</b>	<b>50,000,000</b>	사무용품 & 잡비	1,162,503
<b>5. 전년도 이월금</b>	<b>64,061,606</b>	급여 및 상여금	8,192,100
(주거래)우리은행 입출금통장	28,118,212	전화 및 팩스사용료	203,871
우리은행 입출금통장	28,685,964	이체 수수료	11,200
우체국 퇴직금 통장	7,257,430	사무실 관리비	604,180
<b>6. 기타수입</b>	<b>748,325</b>	세무사 기장료	1,100,000
이자수입	677,975	과충회비	1,500,000
법인세 환급금	70,350	카드기 임대료	44,000
		법인 등기비	302,240
		교통비	12,400
		카드기 정보 변경비	30,000
		<b>5. 학술대회</b>	<b>3,072,250</b>
		춘계학회	2,176,650
		추계학회	895,600
		<b>6. 세 금</b>	<b>2,229,750</b>
		부가세	1,659,090
		주민세 및 소득세(법인)	7,740
		4대 보험료(기관부담)	562,920
		<b>7. 당해년도 적립금</b>	<b>50,000,000</b>
		정기예금	50,000,000
		<b>8. 잔 액</b>	<b>68,942,306</b>
		(주거래)우리은행 입출금통장	37,106,424
		우리은행 입출금 통장	21,014,366
		우리은행 편집위원회 통장	3,561,236
		우체국 퇴직금 통장	7,260,280
<b>합 계</b>	<b>150,284,439</b>	<b>합 계</b>	<b>150,284,439</b>

# 2017년도 업무 보고

2017. 01. 01 ~ 2017. 05. 19

## [추진 사항]

- 01.12 2017년도 제1차 이사회 개최 및 신년 하례식
- 01.16 2017년도 1차 연회비 청구
- 01.19 신 임원 명단 보고 및 승인 신청 (국립과천과학관)
- 01.25 부가가치세 2기 확정 신고
- 01.31 2016년도 사업 실적 및 국내 학술지 발행 지원 결과 보고서 제출 (과총)
- 02.25 분석과학회지 Vol. 30(1) 발간
- 02.27 비영리 법인 업무 현황(2016년 사업 실적 및 2017년 사업 계획) 제출 (국립과천과학관)
- 02.27 제58회 춘계 학술대회 홍보 포스터 발송
- 03.01 영인 분석과학자상, Leco 젊은 분석과학자상 추천 공고
- 03.28 공익법인 사업계획 및 예산보고서, 사업실적 및 결산 보고서 제출(국립과천과학관)
- 03.31 세계 학술대회 지원금 신청(과총)
- 04.13 2017년도 제2차 이사회 개최, 영인 분석과학자상, Leco 젊은 분석과학자상 선정, 춘계 학술대회 보고 등
- 04.18 국내 학술지, 국내 학술대회 지원금 신청 (과총)
- 04.25 부가가치세 1기 예정 신고
- 04.25 분석과학회지 Vol. 30(2) 발간
- 04.27 제58회 춘계 학술대회 일정 홈페이지 공지
- 05.18-19 제58회 춘계 학술대회 (장소 원주 인터볼고 호텔 예정)

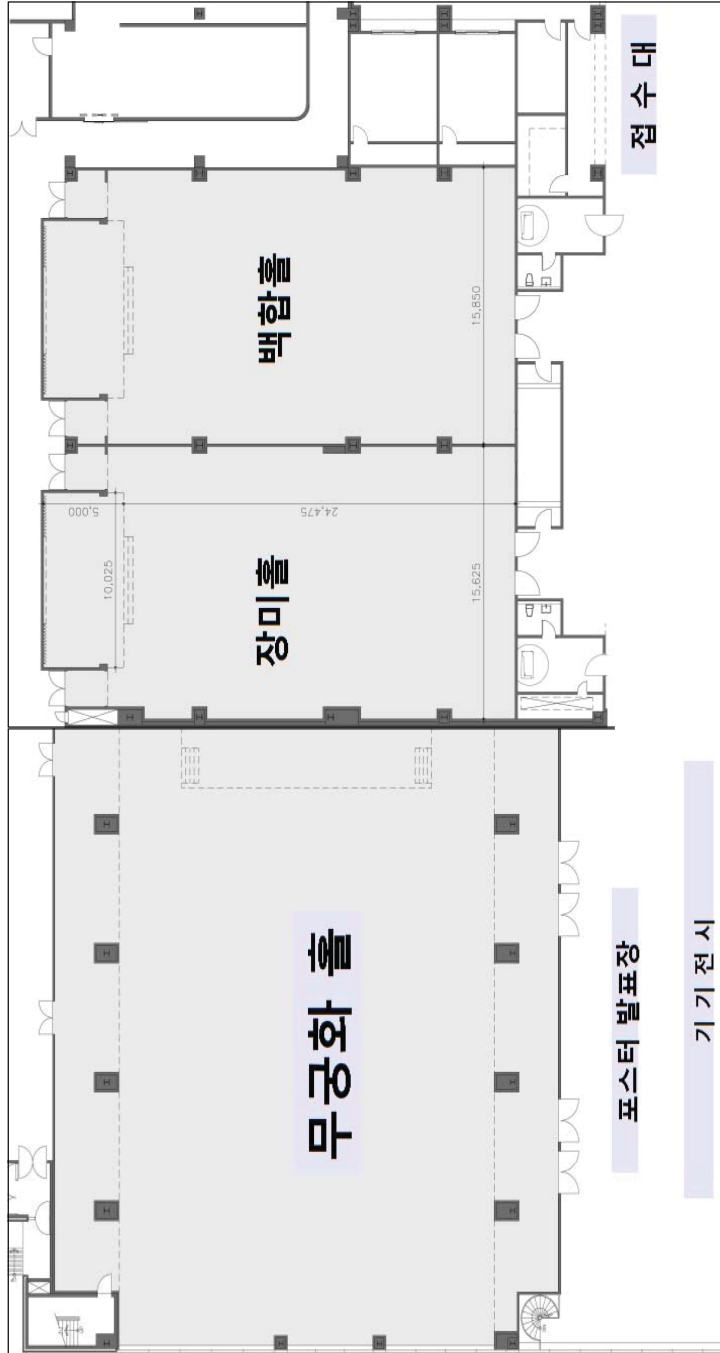
## [예정 사항]

- 06.25 분석과학회지 Vol. 30(3) 발간
- 07.10 2017년도 2차 연회비 청구
- 07.21 차기 수석부회장 선거 일정 공고
- 07.25 부가가치세 1기 확정 신고
- 08.18 DI 분석과학자상, Leco 젊은 분석과학자상 추천 공고
- 08.25 분석과학회지 Vol. 30(4) 발간
- 09.01 제59회 추계 학술대회 홍보 포스터 발송
- 09.21 DI 분석과학자상 선정위원회 구성
- 10.12 2017년도 제3차 이사회 개최. 차기 수석부회장 의결.  
DI 분석과학자상, Leco 젊은 분석과학자상, 우수 논문상 선정.  
차기임원 선임, 추계 학술대회 보고 등
- 10.25 부가가치세 2기 예정 신고
- 10.25 분석과학회지 Vol. 30(5) 발간
- 11.5-10 제59회 추계 학술대회 및 총회 (11.8-10), HPLC 2017 Jeju (11.5-9), 제주 ICC
- 12.25 분석과학회지 Vol. 30(6) 발간

## 정관 개정(안)

현행(구)	변경(안)	비고
<p><b>제1조 (목적)</b> 본 법인은 분석과학 및 그 응용에 관한 학술과 기술의 발전 및 보급에 기여하기 위하여 <del>만법 제32조 및 공익법인의 설립·운영에 관한 법률의 규정에 따라 과학과 기술의 진흥에 이바지함을 목적으로 한다.</del></p>	<p><b>제1조 (목적)</b> 이 법인은 사회일반의 이익에 공여하기 위하여 공익법인의 설립·운영에 관한 법률의 규정에 따라 분석과학 및 그 응용에 관한 학술과 기술의 발전 및 보급에 기여함으로써 과학과 기술의 진흥에 이바지함을 목적으로 한다.</p>	<p>기부금 지정 단체 요건 사항</p>
<p><b>제20조 (총회의 개회 및 의결)</b> ① 총회는 정회원의 8분의 1 이상의 출석으로 개회되며, 출석회원 과반수의 찬성으로 의결하고 <del>가부 동수인 경우에는 의장이 결정한다.(삭제)</del></p>	<p><b>제20조 (총회의 개회 및 의결)</b> ① 총회는 정회원의 8분의 1 이상의 출석으로 개회되며, 출석회원 과반수의 찬성으로 의결한다.</p>	
<p><b>제27조 (이사회 개회 및 의결)</b> ② 이사회회의 의결은 출석 이사 과반수의 찬성으로 하며, <del>가부 동수인 경우에는 의장이 결정한다.(삭제)</del></p>	<p><b>제27조 (이사회 개회 및 의결)</b> ② 이사회회의 의결은 출석 이사 과반수의 찬성으로 한다.</p>	
<p><b>제 43조 (민법준용)</b> 본 정관에 명시되지 아니한 사항은 민법(법인 관계 규정)을 준용한다.</p>	<p><b>제 43조 (기타)</b> ① 이 정관에 명시되지 아니한 사항은 민법(법인 관계 규정)을 준용한다. ② 이 법인은 「공직선거법」에 따라 특정 정당 또는 특정인에 대한 선거운동을 하지 않는다. ③ 이 법인의 홈페이지(<a href="http://www.koanal.or.kr">www.koanal.or.kr</a>)를 통하여 연간 기부금 모금액 및 활용 실적을 공개 한다.</p>	<p>기부금 지정 단체 요건 사항</p>
<p>■ 부 칙 이 정관은 감독기관의 승인일(2015년 02월 23일)로부터 시행한다.</p>	<p>■ 부 칙 이 정관은 감독기관의 승인일(2015년 02월 23일)로부터 시행한다.</p> <p>■ 부 칙 이 정관은 감독기관의 승인일 (20년 월 일)로부터 시행한다.</p>	<p>추가</p>

# 학술대회 발표회장 도면





## (사) 한국분석과학회 임원 명단

- 명예 회장: 박금식
- 고 문: 김만구, 김연제, 김영만, 김영상, 김원호, 김일광, 김택재, 문동철, 박만기, 박성우, 음철현, 이 원, 이광우, 이광필, 이석근, 이종해, 최덕일, 하재호
- 회 장: 김태승
- 감 사: 류재정, 선일식
- 수석부회장: 이승호
- 부 회 장: 김남이(법과학), 김동술(식품/농화학), 김중혁(화학), 김진석(표준/원자력/안전), 명승운(화학), 박신화(재료/섬유), 신선경(여성분과), 신호상(환경), 이용문(약학), 정두수(총무), 조남준(학술), 표희수(식품/농화학)
- 발전 동력 위원회: 김만구(위원장), 김인환, 김정현, 김효진, 노경원, 박용남, 손성건, 이덕희(부위원장), 이성희, 이종주, 이창선, 정민환
- 사무총장: 황승율
- 이 사: 강성호(학술), 강창희(학술), 공광훈(학술), 권성원(약학), 권오승(학술), 길효식(홍보), 김경섭(기획), 김기현(조직), 김상철(기획), 김원석(기획), 김윤석(홍보), 김종국(조직), 김태욱(재무), 김혁년(홍보), 김현주(조직), 김훈주(조직), 김희갑(환경), 남국현(홍보), 민지숙(홍보), 박경수(조직), 박기홍(기획), 박준호(기획), 배선영(총무), 송준명(재무), 신익수(총무), 안옥성(학술), 안장혁(식품/농화학), 윤정기(학술), 윤혜은(학술), 이군택(홍보), 이성광(학술), 이원용(홍보), 이재형(총무), 이정미(기획), 이정애(기획), 이진숙(학술), 이창렬(홍보), 임흥빈(조직), 정세훈(기획), 정영림(학술), 조성찬(조직), 조재역(홍보), 최기환(총무), 최용욱(조직), 최은경(재료/섬유), 팽기정(기획), 한상범(조직), 한영지(학술), 한정희(홍보), 허수정(조직)
- 편집위원회
  - 위 원 장: 홍종기
  - 부위원장: 박중호
  - 위 원: 강종성, 공광훈, 권오승, 김기현, 김병주, 김정권, 김주훈, 김희갑, 나동희, 류재정, 배선영, 양원호, 오정은, 오한빈, 이군택, 이성광, 이수연, 이정미, 임재민, 임흥빈, 장혜원, Bruce Gale, Georg Hempel, Lars Nilsson, Steve Williams, Thomas J. Schmidt

### 2017년 한국분석과학회 제58회 초록집

2017년 5월 15일 인쇄 2017년 5월 18일 발행  발행인: 김태승  편집인: 조남준, 황승율	발 학 회 본 부    인 쇄	행 회 본 부    인 쇄	<b>사단법인 한국분석과학회</b> 서울시 마포구 마포대로 127, 1603호 (공덕동, 풍림VIP텔) 전화: +82-(0)2-701-8661 팩스: +82-(0)2-701-8662 E-mail: koanal@naver.com Home page: <a href="http://www.koanal.or.kr">http://www.koanal.or.kr</a>
			<b>한림원</b> 서울시 중구 퇴계로 20, 51길 1303 (오장동, 넥서스 타워) 전화: +82-(0)2-2273-4201 팩스: +82(0)2-2266-9083 Home page: <a href="http://www.hanrimwon.co.kr">http://www.hanrimwon.co.kr</a>