

고객은 우리가족

영인 과학
소식지
2013년
가을호

영인 Lab.Highlight

특별기획

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(2)
캐필러리 유체역학 테크놀로지

스페셜 칼럼

최신 오염물질 동향
(Emerging Contaminants)

최신 분석 동향

특정수질유해물질 분석솔루션

세계 첨단 기업

공정 모니터링 분야의 혁신 기술,
Precisive

Service Note

Maintaining the Split/Splitless Inlet
(Agilent GC, GC/MS)

61호
2013년 9월 발행



영인과학

**‘영인 와이즈클럽’에
가입하시면
‘YES24 상품권 1만원권’을
드립니다!**

영인 와이즈클럽 가입 고객에게 드리는

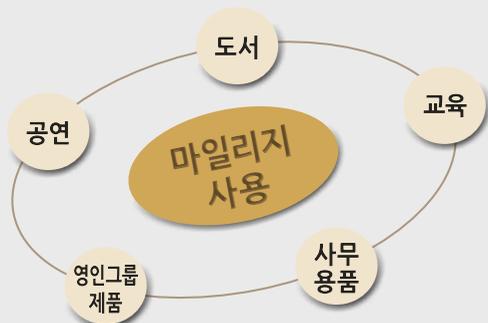
10,000원 상품권

회원가입시 사용 가능

※ YES24 전 제품(도서, 공연, 사무용품, 전자제품) 구매 시 사용 가능

‘영인 와이즈클럽’이란?

영인그룹의 계열사가 하나로 모여
특별한 고객 혜택을 제공하는
영인그룹만의
고객 ‘리워드 통합 멤버십 서비스’



와이즈클럽 멤버십 가입 신청하고 ‘YES24 상품권’ 받기!

- ① 홈페이지(www.yi-wiseclub.com) **회원 가입**
- ② ‘영인 와이즈클럽 멤버십’ 가입 신청
- ③ 홈페이지 ⇒ 마이 페이지의 **1만 마일리지 확인**
- ④ 와이즈쇼핑에서 **YES24 상품권으로 전환**

멤버십 서비스 혜택

- 구매액의 0.3%~0.5%를 리워드 마일리지로 적립
- 영인그룹 계열사 제품/서비스 차감결제
- 외부 제휴사의 다양한 리워드 상품 구매
- 멤버십 회원 전용 마일리지 쇼핑물 이용
- 멤버십 회원 대상 사은 행사 초대
- 가입/승급 및 각종 이벤트로 보너스 마일리지 제공
- 멤버십 회원 전용 쿠폰북 제공(추후)

멤버십 가입 방법

오프라인을 통한 멤버십 가입 : 멤버십 가입신청서와 사업자 등록증 사본을 영인그룹 계열사 영업/서비스 담당자 또는 와이즈클럽 고객센터에 제출 후 가입 신청

온라인을 통한 멤버십 가입

- ① 와이즈클럽 홈페이지(http://www.yi-wiseclub.com)에서 온라인 개인 회원에 가입하신 후 멤버십 가입 신청
- ② 영인 와이즈클럽은 비즈니스 멤버십으로 법인 사업자 등록증 또는 그에 준하는 서류를 제출 후 가입 신청
- ③ 온라인 회원은 개인 회원 서비스로 누구나 가입하여 홈페이지의 다양한 서비스 이용 가능

※ 멤버십 가입 승인은 신청 후 2~3일 정도 소요

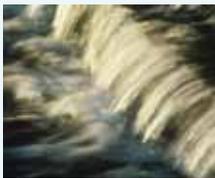
※ 멤버십 계정 1개당 1만 마일리지 제공(중복 제공 불가)

※ 멤버십 서비스는 고객분들의 구매에 대한 리워드 혜택을 제공하는 서비스로, 멤버십 가입에 대한 어떠한 추가비용도 발생하지 않습니다.

C o n t e n t s



04
스페셜 칼럼
 최신 오염물질 동향
 (Emerging Contaminants)



12
특별 기획
 생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(2)
 캐필러리 유체역학 테크놀로지



16
최신 분석 동향
 특정수질유해물질 분석솔루션



18
세계 첨단 기업
 공정 모니터링 분야의 혁신 기술,
 Precise

21
고분자
 ASTM에서 승인한 프탈레이트 정량 분석



24
환경
 유해화학물질 스크리닝 분석



28
제약
 총 유기탄소 측정용 시료 용기 세척

30
환경
 환경 방사능 오염의 위험

32
임상
 자궁경부암 진단에서
 세포병리 검사의 임상적 의의

34
Product Story

36
차별화된 고객지원 프로그램(IV)
 영인과학만의 특별한 워크숍,
 WORKSHOP

37
Service Note
 Maintaining the Split/Splitless Inlet
 (Agilent GC, GC/MS)

38
영인그룹 소식

49
Young In News

50
독자카드

51
생활의 싹표



최신 오염물질 동향 (Emerging Contaminants)

글 | 명승운 교수(경기대학교 화학과)



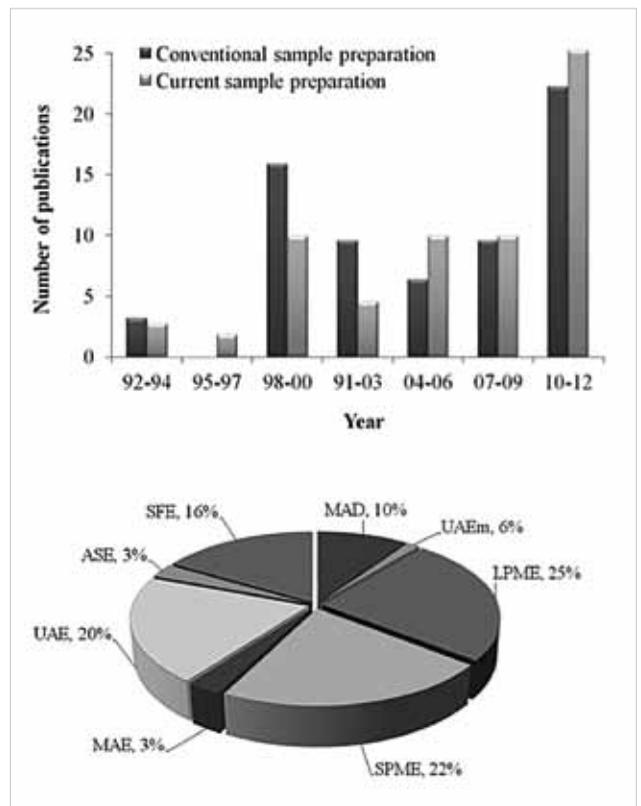
환경과 식품은 사람이 살아가는데 있어서 가장 가까워서 접하고 있는 분야로서 강, 바다, 호수, 지하수, 지표수, 공기 등 환경의 오염은 생태계는 물론이며 인간의 건강에도 치명적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 우리 세대와 후세에 깨끗하고 오염이 없는 유산을 물려주어야 할 의무가 있다. 식품 또한 인간의 생명을 유지해 나가기 위해 필수적인 것이지만, 다른 한편으로는 면역력이 약화된 현대인에게는 식품 중에 잔류하는 극미량의 오염물질로 인하여 건강에 악영향을 끼칠 수 있게 된다.

따라서, 식품과 환경의 오염물질은 분석과학자는 물론이며 독성학자들에게는 중요한 연구 주제가 되고 있으며, 일반인에게도 주요 관심사가 되고 있기 때문에 대중 매체는 이에 대한 내용을 주요 기사로 다루고 있다. 최근에는 오늘날 분석화학이 사회에 미치는 영향을 고려하여 대학(학부, 대학원)에서 분석화학(Analytical Chemistry)의 사회적 책임(Social Responsibility, SRAC)을 가르쳐야 한다는 논문이 발표된 바 있다.¹

따라서, 창조주께서 지키고 다스리라고 맡겨준 자연계(환경)를 지키고, 먹거리의 품질을 유지하는 것에 대하여 분석 화학자들의 임무와 역할이 막중함을 느끼면서, 연구자들이 연구한 결과들을 비롯하여 미래에 관심이 되는 내용을 일반인들에게도 알려야 할 의무가 있기 때문에 최근 환경과 식품 중에서 관심대상이 되고 있는 오염물질의 동향에 대해서 살펴보고자 한다.

먼저, 환경, 식품 등에 잔류하고 있는 오염물질 분석에 있어서 가장 큰 경향 중의 하나는 기존 오염물질들이 환경이나 식품, 인체,

기타 동식물 등에 의해 변형된 생성물(transformation products, TP) 즉, 대사물질(metabolites)이나 분해산물의 구조규명과 검출에 관한 것이다. 이를 위해서 액체 크로마토그래프(LC)/고분해



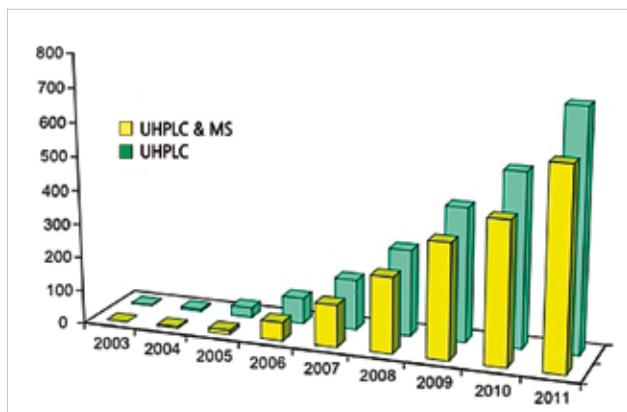
<그림 1> 화장품 시료전처리 방법에 있어서 전통적인 방법(액체-액체 추출법(LLE)과 고체상 추출법(SPE))과 새로운 시료전처리 방법의 논문 편수(위 그래프)와 새로운 시료전처리 방법의 분포도(아래 도표).²

능 질량분석기(HRMS)를 사용하고 있는데 고가의 장비인 Orbitrap-MS는 물론이며 time-of-flight(TOF)와 quadrupole(Q)-TOF 질량분석기(MS)를 사용하고 있으며, LC/MS/MS를 사용하여 추정된 구조를 추가적으로 NMR(Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy)을 사용하여 구조를 규명하고 있다.

시료 전처리에 있어서는 전통적인 액체-액체 추출법(LLE)과 고체상 추출법(SPE)이 추출/정제 및 농축을 위한 가장 보편적인 시료 전처리 방법으로 자리잡고 있는 가운데, 유기용매를 사용하지 않거나 극소량만 사용하는 친환경적인 시료전처리 방법인 고체상 미량추출법(SPME)과 액체상 미량추출법(LPME)들이 지속적으로 개발되고 있으며 실제 시료 분석에 적용되고 있다.

크로마토그래피에 있어서는 정지상의 입자 크기가 매우 작고(보통은 1.7 μm) 길이가 짧으며 높은 압력에서 작동되어 피크의 폭이 5~10 초 정도이며 분석시간이 10분 이내가 되는 초고성능 액체 크로마토그래프(ultra-performance liquid chromatograph, UPLC 혹은 UHPLC)의 사용이 증가하고 있다. 기체 크로마토그래피(GC)에서는 2차원 GC(GC \times GC)를 사용하여 기존의 GC에서 규명하지 못했던 새로운 물질들을 분리하고 규명하는데 이용되고 있다.

환경 및 식품에서 주요 오염물질은 휘발성 유기 화합물(VOCs, volatile organic compounds), 농약(pesticides), PAHs(polycyclic aromatic hydrocarbons), PCBs(polychlorinated biphenyls), Nitroaromatics, 프탈레이트(phthalates), 유기주석(organotins), PFCs(perfluorinated compounds), PBDEs(polybrominated diphenyl ethers), 나노물질(nanomaterials), 의약품질(pharma-



(그림 2) 2003년부터 2011년까지 UHPLC를 사용하여 발표한 논문 편수³

ceuticals), 해양 생물독소(marine biotoxins) 등이 있으며, 본 글에서는 이들에 대한 연구 및 규제 동향에 대해서 살펴보고자 한다.

Sucralose와 인공 감미료

인공 감미료는 식품, 주류, 위생 제품 등에서 당(sugar)의 소비를 조절하는 사람들을 위해서 설탕 대용품으로 사용되고 있다.



'Splenda' 혹은 'SucraPlus'라는 상표명으로 알려진 sucralose는 북미와 유럽 등지에서 널리 사용되고 있는 인공 감미료인데 이 물질이 최신 오염물질로 포함된다는 것이 이상하게 생각될지 모르지만, 반감기가 몇 년이 되는 잔류성(persistent)이 매우 강한 물질이기 때문에 수질환경에서 빈번하게 검출되는 화합물이다.

Sucrose를 염소화시켜서 3개의 수산화기(-OH)를 염소(Cl) 원자로 대체시켜 만들어진 화합물이며, 열에 안정하기 때문에 빵을 만들 때 aspartame과 같은 다른 인공 감미료를 대신하여 사용하고, 유통기간이 길기 때문에 청량음료 등에 널리 사용되고 있다.

사람에 대한 인공 감미료의 약 영향에 대한 가능성 등을 연구하고 있는 가운데, 인공 감미료가 암을 유발할 가능성은 거의 없다고 하더라도 사람에 대한 다른 위험성을 고려하여 EU 등에서는 식품과 주류에 대한 규제치를 정해 놓고 있다. 하천수나 지하수 등에서 aspartame, saccharin 등 인공 감미료들과 함께 검출에 대한 연구가 수행되고 있는데, 앞에서 언급했듯이 sucralose는 잔류성이 매우 높은 몇 안되는 오염물질 중의 하나이지만 생물농축이 되지 않으며 독성에 대한 연구보고는 미미한 실정이다.

분석방법은 고체상 추출에 의한 LC/MS가 주요 방법이며 다른 감미료에 비해서 수질 환경에서의 검출빈도가 높으며^{4,5}, UV 분광기에 의한 분석법도 있다.⁶

안티몬(Antimony)



급성과 만성 독성효과를 가지고 있는 안티몬은 미국, 캐나다, 유럽, 일본 등에서 먹는물 중에서의 농도를 2~6 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 규제하고 있다. 안티몬의 오염은 구리나 납의 제련, 석유 정제, 플라스틱과 난연제(flame retardant)의 생산

에서 유래하는 것으로 알려져 있으며, 자동차 엔진과 브레이크 라이닝 등에서 배출되는 공기 입자들에 도 존재한다. 최근에는 PET(polyethylene terephthalate) 재질의 플라스틱 물병으로부터 침출된다는 보고도 있다.

이는 antimony trioxide가 PET 플라스틱의 제조에서 촉매제로 사용되고 있기 때문에 플라스틱 물병을 장기간에 걸쳐서 따뜻한 온도 조건에서 보관하면 물병에서 안티몬이 침출되는 것이며⁷, PET 물병에 비해서 저밀도 폴리에틸렌 물병에서는 안티몬의 농도가 훨씬 낮은 것으로 보고되고 있다.⁸

장기간 보관된 PET 물병에서의 안티몬 검출이 주요 이슈가 되고 있는 가운데 생산과 오염 지역 주변에서 생산한 식품에서의 검출도 관심의 대상이 되고 있다. 주로 ICP-MS를 이용하여 분석한다. 재생 플라스틱 물병으로부터 안티몬의 침출을 비롯하여 가열, 마이크로파 노출, 실외 햇빛 노출 등에 대한 연구도 진행되고 있으며, 액체상 미량추출법(LPME)과 total reflection X-ray 분광기를 결합하여 측정하기도 한다.⁹

나노물질(Nanomaterials)



대학과 기업체에서 나노물질에 대한 연구는 기하급수적으로 증가하고 있는 추세이다. 나노물질의 화학 구조는 매우 다양하여 fullerenes, nanotubes, quantum dots, metal oxanes, TiO_2 nanoparticles, nanosilver, nanogold, zerovalent iron nanoparticles이 있으며, 크기는 1~100 nm이고, 단단하며, 열적으로 안정하고, 투과율이 낮고, 전도도가 크다는 독특한

성질을 가진 물질로서 이들에 대한 거동, 이동, 건강영향에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

항화학요법(chemotherapy), 약물전달(drug delivery), 식품 병원균의 표지(nanobarcodes) 등과 같은 분야에서 나노물질의 이용에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는 등 나노물질의 새로운 사용처를 개발하고 나노물질의 독특한 성질을 이용하여 새로운 생산 물질을 개발하는데 집중하고 있는 가운데, 다른 한편으로는 환경오염물질로서의 나노물질에 대한 관심도 중요하다.

나노물질이 환경 오염물질로서 인간과 생태계에 미치는 영향 등이 주요 연구 테마가 되고 있으며, 주로 TEM(transmission electron microscopy), SEM(scanning electron microscopy), AFM(atomic force microscopy), EDS(energy dispersive X-ray spectroscopy), X-ray photoelectron spectroscopy, SLS(static light scattering), Particle Electrophoresis, NMR, Raman, LC/UV 등을 사용하여 분석하는 방법이 개발되고 있다.

은나노(nanosilver)로 처리된 의류나 양말로부터 은나노물질이 방출되는 것을 비롯하여, 치약, 샴푸, 세제 등으로부터 나노물질들이 방출되고, 햇빛 차단제에 사용된 나노물질이 피부에 침투되고 다시 혈류로 이동된다는 연구결과가 있다.

아직까지 나노물질을 실제 환경이나 식품 시료로부터 신뢰성있게 정량할 수 있는 분석방법은 매우 부족하며, 표준물질과 기준물질도 부족하고, 시료 전처리 방법, 분석방법 등에 대한 보고나 문헌도 다른 오염물질들에 비해서 부족한 실정이다. 은나노와 금나노물질의 검출과 관련하여 은나노 세탁기 배출구, 신발의 땀발산을 줄여주는 스프레이, 식물 강화제 등에서 ICP-MS를 사용하여 측정하였다.^{10, 11}

Fullerene과 탄소기반 나노물질들의 검출과 관련해서는 토양 시료로부터 C_{60} 과 C_{70} 을 HPLC-UV로 측정하였고¹², 생체시료로부터 C_{60} fullerene을 액체-액체 추출법을 사용하여 추출하였으며¹³, 화장품 중에서 C_{60} fullerene을 0.04~1.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ 범위로 검출하였는데,化妆품을 한번 사용(0.5 g)하면 C_{60} 이 0.6 μg 포함될 수 있다고 밝혔다.¹⁴

Hydroxylated fullerene을 LC/MS/MS를 사용하여 검출하였으며¹⁵, C_{60} fullerene과 이것의 변형체들을 LC/linear ion

trap(LTQ)-Orbitrap-MS로 5 ng/L까지 검출하였다.¹⁶ 추출방법으로는 속슬렛 추출과 초음파 추출법이 일반적이다. LC/MS/MS를 사용하여 환경 시료 중에서 C₆₀ fullerene을 검출하였으며¹⁷, 식품, 식품 첨가제, 식품접촉 물질에서 나노물질을 사용하고 있는 제품들과 분석방법들에 대해서 review한 논문도 있다.¹⁸

PFOA, PFOS 및 과불화 화합물(Perfluorinated Compounds)

과불화 화합물(perfluorinated compounds, PFCs)은 생산된 지 50년 이상 되었으며 카펫과 직물에서 얼룩을 막는 물질을 만드는데 사용되고 있으며, 페인트, 접착제, 왁스, 광택제, 금속, 전자제품, 거품 소방제, 누수 방지제에는 물론이며 전자레인지용 팝콘 포장지, 감자튀김 상자, 햄버거 포장제 등 식품 포장제에 사용되고 있다.



과불화 화합물은 친수성과 소수성 성질을 둘 다 가진 독특한 성질의 물질이며, 가장 강한 화학결합 중 하나인 C-F 결합을 하고 있어서 환경이나 생물학적 시료에서 매우 안정하다.

과불화 화합물 중에서도 perfluorooctane sulfonate(PFOS)와 perfluorooctanoic acid(PFOA)가 가장 주목을 받고 있는 물질인데, PFOS는 거품 소화기, 계면활성제 등으로 사용되고 있으며, 특별히 카펫과 직물에 사용되었는데 2002년 이후 미국에서는 생산을 중단하고 있다. PFOA는 주방용품에서 표면에 달라붙지 않게 하거나, 방수, 의류에서 숨쉬는 멤브레인으로 사용되는 fluoro-polymer들의 제조에 사용된다.

PFOS와 PFOA는 잔류성도 크고 공기를 통해서도 멀리 이동되는 물질이다. 따라서, 미국 환경보호청(US EPA)에서는 PFOS와 PFOA를 먹는물에서 규제할 신규 오염물질 후보로(CCL-3) 포함되어 있으며, 유럽에서는 유럽연합의 REACH 프로그램에서 PFOS의 사용에 관한 제한을 하고 있다. 지방 조직에 축적되는 dioxins, PCBs 등과는 다르게 혈청 단백질에 결합함으로써 혈액에 축적되는 물질이다.

따라서, 제조업체에서는 PFOS와 PFOA와 같은 긴 사슬의 과불화

화합물 대신에 생물학적 축적이 거의 되지 않는 낮은 분자량의 짧은 사슬 형태인 perfluorobutanoic acid(PFBA)와 perfluorobutane sulfonate(PFBS)에 관심을 갖고 있다.

과불화 화합물에 대한 식품 중에서 오염과 위해성, 분석방법을 review한 논문에서는¹⁹ 식품 오염에 대한 주요 원인 중 하나는 공기, 물, 사료²⁰ 등 환경 중에 잔류하고 있던 과불화 화합물들이 동물과 식물에 오염되면서 이들을 사용한 식품에 잔류한 것으로 보고하고 있다.

모유 중에서 많은 양이 검출되었고²¹, 한국, 일본, 베트남 여성의 혈액 시료에서 모니터링한 결과 한국인의 PFOS 검출량이 9.36 ng/mL로써 대체적으로 높은 것으로 나타났다.²² 우유, 식품, 식품포장제, 먹는물, 매립지 침출수, 바닷물, 공기, 토양, 하수 슬러지 등에서도 검출하고 있다.^{23, 24} 검출 방법으로는 UPLC/MS/MS를 사용하여 수 ppb (ng/L) 농도수준에서 분석하는 것이 일반적인 방법이다.

의약품질과 호르몬

의약품질(pharmaceuticals)과 호르몬(hormones)은 수질 환경에 잔류함으로써 먹는물을 위협하기 때문에 최근에 대두되고 있는 가장 중요한 오염물질의 범주에 속하며, 인간과 야생 생물들에 미치는 에스트로젠(estrogenic) 효과를 비롯한 다른 효과들에 대한 관심이 집중되고 있으며, 더 큰 범주으로써 PPCPs(pharmaceuticals and personal care products)라고 한다.



항생제들이 환경에 방출되면서 박테리아의 저항성이 커짐으로써 “슈퍼 박테리아(Super Bugs)” 출현을 포함하여 강이나 개울에서 식하는 수생 생물들의 먹이가 되는 식물의 잎사귀를 비롯한 다른 식물들의 생물학적 분해를 감소시키는 것에 대한 우려를 가지고 있다.

대략 3,200 종류의 화합물들이 진통제, 항생제, 당뇨 치료제, 베타 차단제, 피임제, 지질 조절제, 항우울제, 화학요법 치료제, 발기부전 치료제 등 의약품질의 원료로 사용되고 있는 것으로 추정하고 있다. 하지만, 현재까지 극소수의 의약품질만 환경 연구에서 조사 대상 물질이 되고 있는 실정이다.

의약품질은 인간에게 사용되는 약물에 국한되지 않고 가축 사육장, 양계장, 양어장에서 사용되는 동물용 의약품을 포함하고 있으며, 강물, 호수, 원수, 정수, 수돗물, 토양, 폐수 등 환경 시료 중에서의 검출과 생태계 및 인간에 대한 영향과 분석법 등에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다.^{25, 26}

의약품질과 호르몬은 미국 환경보호청(US EPA)의 최종 CCL-3에 포함되어 있는데, 항생제로는 erythromycin이 있고, 17 α -ethinylestradiol(EE2)을 비롯한 8종의 천연 및 합성 호르몬이 '우선 먹는물 오염물질(priority drinking water contaminants)'로 포함되어 있으며, EU에서는 diclofenac과 ibuprofen, EE2, 17 β -estradiol(E2)이 강과 호수에서의 우선 물질 리스트에 제시된 상태이다.

먹는물 중에서 높은 농도로 지속적으로 보고되고 있는 의약품질로는 ibuprofen, triclosan, carbamazepine, phenazone, clofibric acid, acetaminophen이 알려져 있으며, ibuprofen과 그 대사체를 제외하고는 모두 1 μ g/L 이하인 것으로 보고되고 있다. 지하수에서도 의약품질이 잔류하고 있으며²⁷, 생선, 새우, 홍합을 비롯한 생물군에서도 의약품질이 검출되었다.²⁸ 병원 폐수가 오염원으로서 관심을 받고 있는 가운데 모르핀을 비롯한 마약 물질들을 검출하기도 하며²⁹, 피트니스 센터의 폐수로부터 anabolic steroid를 분석하기도 하였다.

특별히, 항암치료제인 화학요법 약물들은 매우 독성이 강하고 기형을 유발할 수 있는 물질인데 아직까지 정확히 밝혀지지 않았지만, 개나 고양이의 암 치료를 위해서 이들 약물이 사용되고 이들의 소변이 배설되어 환경에 오염될 수 있다고 가정하고 있다.

분석 장비로는 LC/MS/MS가 주로 사용되고 있는 가운데 ESI(electrospray ionization)와 APCI(atmospheric pressure chemical ionization)를 이온화 방법으로 사용하여 수 ng/L 농도를 검출하고 있으며, 최근에는 LC가 결합된 linear ion trap/FT-MS, Q-TOF-MS를 사용함으로써 분석물질들의 정확한 질량과 토막화에 대한 정보를 얻어 의약품질의 분해산물과 대사체들에 대한 화학구조를 규명하는데 이용되고 있다. 새로운 방법으로써 실시간 직접 분석법(direct analysis in real time, DART)을 사용하여 강물과 폐수 추출물을 직접 분석하기도 한다.³⁰

의약품질과 관련한 최근의 뜨거운 관심사는 변형 물질(transfor-

mation products, TPs)들에 대한 구조규명이다. LC/MS/MS를 이용한 토막화 해석을 통해서 구조를 예측한 후 고분해능 질량분석기(HRMS)를 이용한 확인 작업을 하고 NMR이 추가적으로 동원되어 구조들을 규명하고 있으며^{31, 32} 더불어, 소독 부산물(disinfection byproducts, DBPs)에 대한 규명도 활발하게 진행되고 있다. 우리나라에서도 PPCPs에 대한 선제적인 연구를 2006년부터 시작하여 분석방법연구 및 4대강과 정수장 등에 대한 모니터링이 현재까지 진행되고 있다.

먹는물과 수영장에 있는 소독부산물



소독부산물(disinfection byproducts, DBPs)은 원수(source water)를 소독할 때 염소, chloramines, 오존, chlorine dioxide와 같은 소독제가 천연유기물질(natural organic matter, NOM), bromide, iodide와 반응함으로써 생성되거나 소독제가 다른 유기 오염물질들과의 반응으로 생성되며 이 분야에서 연구가 증가 추세에 있다.

살균제인 tolylfluanide와 오존과의 반응으로부터 생성된 N-nitrosodimethylamine(NMDA)이 높은 농도로 먹는물에서 검출된 것으로 보고되고 있으며, 새로운 DBPs의 구조규명과 독성에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

독성학적으로 중요한 소독부산물에는 브롬화(brominated) DBPs, 아이오딘화(iodinated) DBPs, 질소함유 DBPs(N-DBPs) 등이 있는데, 브롬화 DBPs는 염소화된 DBPs 유사체보다 일반적으로 더 발암성이 크고, 아이오딘화 DBPs는 브롬화 DBPs 보다 더 독성이 큰 것으로 알려져 있다. 브롬화 DBPs와 아이오딘화 DBPs는 원수 중에서 자연적으로 존재하는 브롬과 아이오딘이 소독제와 반응하여 생성된 것이다.

LC/ESI-MS/MS를 이용하여 먹는물 중에서 극성이 매우 큰 새로운 haloquinone DBPs과 브롬화 DBPs들을 검출하고 있으며 고분해능 질량분석기(HRMS)를 이용하여 구조를 확인하였다.^{33, 34, 35} 사람에게 발암성이 있을 것으로 염려되는 nitrosamines이 2002년에 발견된 이후 먹는물에서 검출되고 있으며, 미국 EPA

는 아직까지는 먹는물 중에서 규제하고 있지는 않으나 규제를 위한 예비 판정을 내린 상태이며, 캐나다 온타리오주에서는 9 ng/L로 규제하고 있다.

GC/MS에 의한 새로운 분석법으로는 GC/CI-ion trap-MS/MS 방법이 보고되고 있다.³⁶ 수영장에서의 소독부산물 노출도 중요한 관심사이며, 수영장을 이용한 사람의 소변에서 dichloroacetic acid를 비롯한 HAAs(haloacetic acids)가 검출됨을 보고하고 있다.³⁷

기타

① 햇빛 차단제와 자외선 필터제

햇빛 차단제, 화장품, 기타 개인용 치료 용품(personal care products) 등에 사용되는 UV 필터제는 환경 중에 존재하고 있으며 내분비계 장애와 독성에 대한 우려 때문에 관심 대상이 되고 있다. 환경에 잔류하는 농도가 동물들에 대한 독성을 나타내는 양에 그리 멀지 않는 것으로 나타났다.

UV 차단제는 UV 빛을 흡수함으로써 작용하는 유기(organic) UV 필터와 UV 빛을 반사·산란시킴으로써 작용하는 무기(inorganic) UV 필터(TiO₂, ZnO)가 있다.

유기 UV 필터는 햇빛 차단제, 화장품, 헤어 스프레이, 머리 염색약, 샴푸 등에 사용되고 있으며 benzophenone-3(BP-3), octyl-dimethyl-*p*-aminobenzoic acid(OPABA), 4-methylbenzylidene(4-MBC), octocrylene(OC) 등이 있는데 이들은 대부분 conjugated aromatic system을 가진 소수성 물질들이다. 이러한 제품들을 사용하는 사람들이 목욕을 하거나 세탁을 하거나, 수영을 함으로써 폐수나 수영장, 강물에 잔류하게 된다.^{38, 39}

4-MBC, OC 등과 같은 UV 필터제는 GC/MS를 사용하여 검출하며, benzotriazole UV 필터제 등은 LC/MS/MS로 검출한다.⁴⁰

② 브롬화 난연제

브롬화 난연제(brominated flame retardants)는 의자 쿠션, 컴퓨터, 플라스틱, 전자제품 등에 수년 동안 사용되어 오고 있다. 가열될 때 브롬 자유 레디칼(free radicals)을 방출하여 불꽃 중에

있는 다른 자유 레디칼을 제거함으로써 난연제로 작용하게 되며, 화재에 의한 부상이나 사망, 재산 피해 등은 줄일 수 있지만 사람과 야생동물에 대한 독성 때문에 관심 오염물질이 되고 있다.

Polybrominated biphenyls(PBBs)이 약 30년 전에 사용이 금지된 이후 polybrominated diphenyl ethers(PBDEs)가 가장 일반적으로 사용되고 있다. 이들은 환경에서 잔류성이 크고 소수성이어서 동물과 사람에게 생체축적이 있게 된다. PBDEs는 209개의 이성체(congeners)가 존재한다. PBDEs는 GC/NCI-MS 등으로 분석하는 것이 일반적이며 환경 시료는 물론이고⁴¹, 황새알, 꿀, 홍합, 벌꿀, 어유(fish oil), 육류, 계란 등에서 수십 ng/g 농도로 검출하였다.^{42, 43, 44}

③ Benzotriazoles

Benzotriazoles은 엔진의 냉각수, 항공기 제빙장치, 부동액, 녹 방지제, 식기세척기 액에서 은을 보호하는 용도로 사용되고 있는데, benzotriazole과 tolytriazole 두 가지 형태가 있으며 물에 잘 용해되며 생물학적 분해가 잘 안되는 물질로 알려져 있으며, 사람에게 발암성 우려가 있는 물질이다. 주로 LC/MS/MS를 이용하여 분석하며 먹는물에서 0.5~69.8 ng/L 농도범위로 검출되었다는 보고가 있으며⁴⁵, 슬러지⁴⁶, 해안, 폐수에서도 benzotriazole UV 안정제가 검출되었다는 보고도 있다.⁴⁷

④ Dioxane

1,4-Dioxane은 종이, 자동차 냉각제, 화장품, 샴푸 등의 제조 공정에서 용매 안정제로 사용되고 있으며, 사람에게 발암성 우려가 있는 물질로서 먹는물을 비롯한 환경 수질에서 널리 검출되고 있다.⁴⁸ 물과 잘 섞이기 때문에 추출과 검출에 있어서 다소 어려움이 있다.

⑤ Siloxanes

Siloxanes은 상대적으로 최근에 관심이 있는 오염물질로서, cyclic siloxanes, octamethylcyclotetrasiloxane(D4), decamethylcyclopentasiloxane(D5), decamethylcyclohexasiloxane(D6), tetradecamethylcycloheptasiloxane(D7), 선형 siloxanes 등이 있다. 이들은 화장품, 약취 제거제, 비누, 헤어 컨디셔너, 머리 염색약, 자동차 왁스, 유아용 공갈 젓꼭지, 조리기구, 가구 광택제 등에 사용되고 있으며 독성에 대한 연구도 진행되고 있다. GC/MS를 이용하여 폐수, 강물 등에서 측정한 보고가 있다.^{49, 50}

⑥ Naphthenic acids

Naphthenic acids(NAs)는 중성과 알칼리 pH에서 물에 잘 녹는 알킬기가 치환된 acyclic, cyclo-aliphatic carboxylic acids의 혼합물이며 계면 활성제와 같은 성질을 가지고 있다. 주로 원유(crude oil) 침전물에서 천연적으로 생겨난 것이며 지하수 오염의 원인이 되며, 수생태계에 내분비계장애 성질을 나타내며, 가장 많이 축적된 곳은 남미와 북미의 유사(oil sand)이다. 이들을 분석하는 장비로는 GC×GC/TOF-MS, ESI-FTICR-MS 등이 있으며 지하수, 강, 호수 등에서 검출한 보고가 있다.^{51, 52}

⑦ Musk

향수, 로션, 햇빛 차단제, 약취 제거제, 세탁용제 등에서 향기 첨가제로 사용되는 합성 musk 화합물들은 musk xylene(1-tert-butyl-3,5-dimethyl-2,4,6-trinitrobenzene)과 같은 nitroaromatic 구조나 7-acetyl-1,1,3,4,4,6-hexamethyl-1,2,3,4-tetrahydronaphthalene(AHTN: 상표명은 tonalide)와 같은 polycyclic 구조를 가지고 있다. Musk는 매우 소수성이며 지질(lipid), 슬러지, 저질(sediment), 생명체 등에 축적되는 경향이 있으며, 사람과 야생동물은 물론이고 환경 시료에도 널리 존재하고 있다. GC/MS를 이용하여 9종의 musk를 수질시료 중에서 검출한 보고가 있으며⁵³, 추출시는 마이크로과 추출과 초음파 추출법이 주로 사용된다. 새우, 강물, 생선, 홍합 등에서 polycyclic 구조의 musk를 검출하였는데 수심에서 수백 ng/g 농도로 검출되었다.^{54, 55}

⑧ 농약 변형체

살충제와 제초제는 환경이나 식품에서 가장 많이 주목을 받고 있는 물질들이며, 최근에는 이들의 변형체(transformation products)에 관심이 집중되고 있다. 이는 가수분해, 산화, 생화학적 분해, 광분해, 대사 등에 의해 생성된 변형체들이 모 농약(parent pesticides) 보다 더 높은 농도로 검출되고 있으며, 독성 또한 모 농약 만큼 또는 그 이상이 될 수 있기 때문이다. 미국 EPA에서는 농약 분해산물인 alachlor ethanesulfonic acid(ESA), terbufos sulfone을 비롯한 여러 가지 물질들을 새로운 CCL-3 리스트에 올려 놓았다. 일반적으로, 분해산물이나 대사체들을 주로 LC/MS 또는 LC/MS/MS를 이용하여 구조를 예측한 후에 TOF-MS, Q-TOF-MS, NMR 등으로 구조를 확인한다.^{56, 57, 58, 59}

⑨ Perchlorate

Perchlorate는 수질 환경은 물론이고 식품, 포도주, 주류 등에서 $\mu\text{g/L}$ 농도로 전세계에서 검출되고 있는 물질이며 생체 시료에서도

검출된다. Perchlorate는 불꽃놀이를 한 후에 수질 환경에서 높은 농도로 측정되며, ammonium perchlorate는 로켓, 미사일, 불꽃놀이 등에 사용된다. 비료나 먹는물 처리에 사용되는 sodium hypochlorite가 원인이 될 수도 있다. Perchlorate는 물에 매우 잘 녹고 환경 중에서 안정적인 음이온으로서 상추, 밀 등을 포함한 식물에 축적되며, 일반적인 수처리 과정으로는 완전히 제거가 되지 않기 때문에 먹는물을 통해서 사람에게 노출될 수 있다. 먹는물, 소변, 수돗물, 지하수, 생수, 유아 조제분유, 콩나물 등에서 IC/MS/MS 등을 사용하여 분석한 결과, 수 $\mu\text{g/L}$ 농도로 검출되고 있다.^{60, 61, 62}

⑩ 조류 독소

조류 독소(Algal toxins)는 대부분이 남조류(blue-green alga)로부터 생성된 cyanobacterial 독소인데, 농작물의 유출 액체와 폐수 등에 의한 영양분이 증가되어 조류가 번성하면서 갑각류에 독이 오르고, 대형 물고기가 죽고, 가축과 야생 동물들이 죽는 것은 물론이고 인간에게도 병을 주거나 죽음에 이르게 하기도 한다. 가장 일반적인 조류 독소로는 microcystins, nodularins, saxitoxins 등이 있으며, 대표적 독소인 microcystins은 아미노산 lucine과 arginine을 포함하고 있는 cyclic heptapeptides이다. 먹는물의 원수로서 지표수를 사용하는 거의 모든 곳에서는 cyanobacteria와 그 독소에 대한 문제를 접하고 있다. 분석방법으로는 LC/MS, LC/MS/MS를 사용하는 것이 일반적이며, MALDI-TOF-MS를 사용한 예도 있다.^{63, 64}

본 글은 Analytical Chemistry(2012년 84호 747-778페이지)에 게재된 “Environmental Mass Spectrometry: Emerging Contaminants and Current Issues”을 중심으로 내용을 요약·보충하여 전문가가 아닌 일반인도 쉽게 알 수 있도록 편집한 것이며, 더 깊은 내용을 알고자 하는 전문가 독자들을 위해서 참고문헌을 update하였다. 

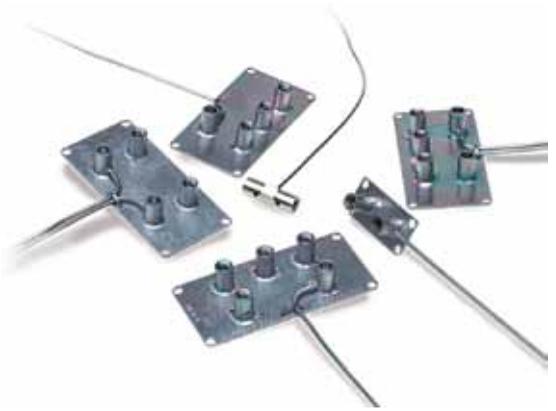
[참고문헌]

1. Valcarcel, M.; Christian, G. D.; Lucena, R. Anal. Chem. 2013, 85, 6152.
2. Cabaleiro, N.; de la Calle, I.; Bendicho, C.; Lavilla, I. Anal. Method. 2013, 5, 323.
3. O'Mahony, J.; Clarke, L.; Whelan, M.; O'Kennedy, R.; Lehotay, S. J.; Danaher, M. J. Chromatogr. A 2013, 1292, 83.
4. Ferrer, I.; Thurman, E. M. J. Chromatogr. A 2010, 1217, 4127.
5. Ordóñez, E. Y.; Quintana, J. B.; Rodil, R.; Cela, R. J. Chromatogr. A. 2012, 1256, 197.
6. Idris, M.; Rao, V. J.; Middha, D.; Shukla, S. K.; Baggi, T. R. J. AOAC Int. 2013, 96, 603.
7. Richardson, S. D.; Ternes, T. A. Anal. Chem. 2011, 83, 4614.

8. Belzile, N.; Chen, Y.-W.; Filella, M. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2011, 41, 1309.
9. Margui, E.; Sague, M.; Queralt, I.; Hidalgo, M. *Anal. Chim. ACTA* 2013, 786, 8.
10. Farkas, J.; Peter, H.; Christian, P.; Urrea, J. A. G.; Hasselov, M.; Tuoriniemi, J.; Gustafsson, S.; Olsson, E.; Hylland, K.; Thomas, K. V. *Environ. Int.* 2011, 37, 1057.
11. Lorenz, C.; Hagendorfer, H.; von Goetz, N.; Kaegi, R.; Gehrig, R.; Ulrich, A.; Scheringer, M.; Hungerbuhler, K. *J. Nanopart. Res.* 2011, 13, 3377.
12. Perez, R. A.; Albero, B.; Miguel, E.; Tadeo, J. L.; Sanchez-Brunete, C. *Anal. Sci.* 2013, 29, 533.
13. Pycke, B. F. G.; Benn, T. M.; Herckes, P.; Westerhoff, P.; Halden, R. U. *TrAC, Trends Anal. Chem.* 2011, 30, 44.
14. Benn, T.; Cavanagh, B.; Hristovski, K.; Posner, J. D.; Westerhoff, P. *J. Environ. Qual.* 2010, 39, 1875.
15. Chao, T. C.; Song, G. X.; Hansmeier, N.; Westerhoff, P.; Herckes, P.; Halden, R. U. *Anal. Chem.* 2011, 83, 1777.
16. van Wezel, A. P.; Moriniere, V.; Emke, E.; ter Laak, T.; Hogenboom, A. C. *Environ. Int.* 2011, 37, 1063.
17. Sanchis, J.; Berrojalbiz, N.; Caballero, G.; Dachs, J.; Farre, M.; Barcelo, D. *Environ. Sci. Technol.* 2012, 46, 1335.
18. Blasco, C.; Pico, Y. *TrAC, Trends Anal. Chem.* 2011, 30, 84.
19. Pico, Y.; Farré, M.; Llorca, M.; Barcelo, D. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2011, 51, 605.
20. Kowalczyk, J.; Ehlers, S.; Oberhausen, A.; Tisher, M.; Furst, P.; Schafft, H.; Lahrsen-Wiederholt, M. *J. Agri. Food Chem.* 2013, 61, 2903.
21. Croes, K.; Colles, A.; Koppen, G.; Govarts, E.; et al. *Chemosphere* 2012, 89, 988.
22. Harada, K. H.; Yang, H. R.; Moon, C. S.; Hung, N. N.; Hitomi, T.; Inoue, K.; Niisoe, T.; Watanabe, T.; Kamiyama, S.; Takenaka, K.; Kim, M. Y.; Watanabe, K.; Takasuga, T.; Koizumi, A. *Chemosphere* 2010, 79, 314.
23. Guerranti, C.; Perra, G.; Corsolini, S.; Focardi, S. E. *Food Chem.* 2013, 140, 197.
24. Zareitalabad, P.; Siemens, J.; Hamer, M. *Amelung, W. Chemosphere* 2013, 91, 725.
25. Li, X. L.; Zheng, W.; Kelly, W. R. *Sci. Total Environ.* 2013, 445, 22.
26. Kaplan, S. *Crit. Rev. Env. Sci. Tech.* 2013, 43, 1074.
27. Jurado, A.; Vazquez-Sune, E.; Carrera, J.; de Alda, M. L.; Pujades, E.; Barcelo, D. *Sci. Total Environ.* 2012, 440, 82.
28. Li, H.; Kijjak, P. *J. AOAC Int.* 2011, 94, 394.
29. Chen, H.; Li, X. J.; Zhu, S. C. *Environ. Sci. Poll. Res.* 2012, 19, 2381.
30. Beissman, S.; Buchberger, W.; Hertsens, R.; Klampfl, C. *W. J. Chromatogr. A* 2011, 1218, 5180.
31. Huntscha, S.; Singer, H. P.; McArdell, C. S.; Frank, C. E.; Hollender, J. *J. Chromatogr. A* 2012, 1268, 74.
32. Kosjek, T.; Perko, S.; Heath, E.; Kralj, B.; Zigon, D. *J. Mass Spectrom.* 2011, 46, 391.
33. Zhai, H.; Zhang, X. *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 2194.
34. Gan, W. H.; Guo, W. H.; Mo, J. M.; He, Y. S.; Liu, Y. J.; Liu, W.; Liang, Y. M.; Yang, X. *Sci. Total Environ.* 2013, 447, 108.
35. Shi, H. L.; Aiang, Z. M.; Adams, C. *Chemosphere* 2013, 90, 2485.
36. Pozzi, R.; Bocchini, P.; Pinelli, F.; Galletti, G. C. *J. Chromatogr. A* 2011, 1218, 1808.
37. Cardador, M. J.; Gallego, M. *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 5783.
38. Zhang, Y. F.; Lee, H. K. *J. Chromatogr. A* 2013, 1273, 12.
39. Manova, E.; von Goetz, N.; Hauri, U.; Bogdal, C.; Hungerbuhler, K. *Int. J. Hyg. Envir. Heal.* 2013, 216, 508.
40. Magi, E.; Scapolla, C.; Di Carro, M.; Rivarolo, P.; Kieu, T. N. *Anal. Method.* 2013, 5, 428.
41. Parolini, M.; Guazzoni, N.; Comolli, R.; Binelli, A.; Tremolada, P. *Sci. Total Environ.* 2013, 452, 253.
42. Munoz-Annaz, J.; Saez, M.; Aguirre, J. I.; Hiraldo, F.; Baos, R.; Pacepavicius, G.; Alae, M.; Jimenez, B. *Environ. Int.* 2011, 37, 572.
43. Kim, M.; Kim, D. G.; Bong, Y. H.; Jang, J. H.; Son, S. W. *Food Chem.* 2013, 138, 1786.
44. Chen, D.; Letcher, R. J.; Martin, P. *J. Environ. Monitor.* 2012, 14, 2870.
45. Janna, H.; Scrimshaw, M. D.; Williams, R. J.; Churchley, J.; Sumpter, J. P. *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 3858.
46. Casado, J.; Rodriguez, I.; Carpinteiro, I.; Ramil, M.; Cela, R. *J. Chromatogr. A* 2013, 1293, 126.
47. Montesdeoca-Esponda, S.; Sosa-Ferrera, Z.; Santana-Rodriguez, J. *J. Anal. Bioanal. Chem.* 2012, 403, 867.
48. Stepien, D. K.; Puttmann, W. *Anal. Bioanal. Chem.* 2013, 405, 1743.
49. Richardson, S. D.; Ternes, T. A. *Anal. Chem.* 2011, 83, 4614.
50. Xu, L.; Shi, Y. L.; Cai, Y. Q. *Water Res.* 2013, 47, 715.
51. Headley, J. V.; Barrow, M. P.; Peru, K. M.; Fahlman, B.; Frank, R. A.; Bickerton, G.; McMaster, M. E.; Parrott, J.; Hewitt, L. M. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2011, 25, 1899.
52. Hindle, R.; Noestheden, M.; Peru, K.; Headley, J. *J. Chromatogr. A* 2013, 1286, 166.
53. Cavalheiro, J.; Prieto, A.; Monperrus, M.; Etxebarria, N.; Zuloaga, O. *Anal. Chim. ACTA* 2013, 773, 68.
54. Sapozhnikova, Y.; Liebert, D.; Wirth, E.; Fulton, M. *Polycyclic Aromat. Compd.* 2010, 30, 298.
55. Subedi, B.; Du, B. W.; Chambliss, C. K.; Koschorreck, J.; Rudel, H.; Quack, M.; Brook, B. W.; Usenko, S. *Environ. Sci. Technol.* 2012, 46, 9047.
56. Botitsi, H. V.; Garbis, S. D.; Economou, A.; Tsiipi, D. *F. Mass Spectrom. Rev.* 2011, 30, 907.
57. Lin, B. X.; Yu, Y.; Hu, X. G.; Deng, D. Y.; Zhu, L. C.; Wang, W. *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 312.
58. Schwarzenberg, A.; Ichou, F.; Cole, R. B.; Machuron-Mandard, X.; Junot, C.; Lesage, D.; Tabet, J. C. *J. Mass Spectrom.* 2013, 48, 576.
59. Masia, A.; Ibanez, M.; Blasco, C.; Sancho, J. V.; Pico, Y.; Hernandez, F. *Anal. Chim. ACTA* 2013, 761, 117.
60. Lin, S. L.; Lo, C. Y.; Fuh, M. R. *J. Chromatogr. A* 2012, 1246, 40.
61. Schier, J. G.; Wolkin, A. F.; Valentin-Blasini, L.; Belson, M. G.; Kieszak, S. M.; Rubin, C. S.; Blount, B. C. *J. Exp. Sci. Environ. Epidemiol.* 2010, 20, 281.
62. Yang, M.; Her, N. *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 7490.
63. Rios, V.; Moreno, I.; Prieto, A. I.; Puerto, M.; Gutierrez-Praena, D.; Soria-Diaz, M. E.; Carman, A. M. *Food Chem. Toxicol.* 2013, 57, 170.
64. Singh, S.; Srivastava, A.; Oh, H. M.; Ahn, C. Y.; Choi, G. G.; Asthana, R. K. *Toxicol.* 2012, 60, 878.

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(2) 캐필러리 유체역학 테크놀로지 (Capillary Flow Technology, CFT)

크로마토그래프와 질량분석기는 화학물질 분석에 있어 오랫동안 실험실의 기본장비로 인식되어 왔다. 기술개발에 있어서도 많은 발전이 진행되어 감도, 안정성, 사용자편리성 등이 초기제품에 비해 매우 향상되었다. 이번 호에서는 생산성 향상을 위한 실험실 기술 혁신 시리즈 중 '캐필러리 유체역학 테크놀로지'에 대한 내용을 살펴보고자 한다.



캐필러리 유체역학 테크놀로지(Capillary Flow Technology, CFT)는 극심한 온도조건을 가지는 GC 오븐에 간단히 구성할 수 있고, 오래 사용하더라도 기체 누출이 없는 모세관 기체제어기술을 제공한다.

Agilent 독점인 화학적 세공과 확산이음공정, 불용부피를 최소화한 비활성 재질의 CFT는 안전하고 간단한 연결을 지원할 뿐 아니라, 필요할 때 언제든지 손쉽게 정밀한 가스 유량 변환을 실현할 수 있다.

간단한 연결 구성만으로 CFT가 실현되는 크로마토그래피 기술

- Backflush
- Flow splitters
- Deans switches
- GC×GC

CFT는 7890B GC의 기능을 더욱 다양하게 하고 그 구성에 따라 아래와 같은 분석 이점으로 SMART LAB을 실현한다.

- 시료전처리, 분석시간 단축
- 감도 향상
- 한번 주입으로 2~3개의 크로마토그램 획득
- 더욱 완벽한 크로마토그래피 분리기술



<그림 1> 화학적 세공과 확산이음공정, 불용부피를 최소화한 비활성 재질의 CFT 단면

LAB Technological Innovation

LAB Technological Innovation 연재시리즈

1. 액체 크로마토그래피
2. 캐필러리 유체역학 테크놀로지
3. Mass Profiler Professional(MPP) 소프트웨어
4. LC/MS/MS 솔루션
5. GC/MS/MS 솔루션

분석시간을 줄이고 실험실 생산성은 극대화 : Backflush, Purged Ultimate Union

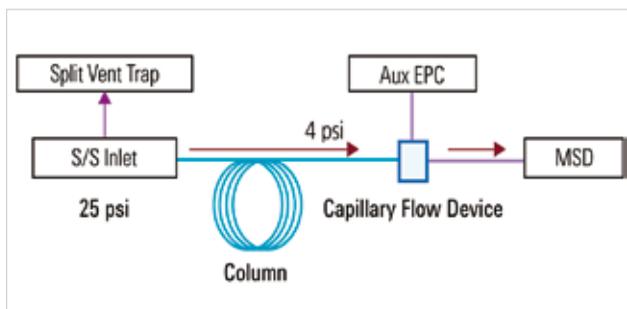
높은 끓는 점을 가지는 복잡한 매트릭스의 시료에 대한 GC와 GC/MSD를 이용한 분석은 일반적으로 오랜 분석시간을 필요로 하며 하드웨어 오염의 주된 원인이 된다. 이때, 하드웨어 오염을 제거하기 위해 유지보수 또는 트러블 슈팅을 진행하는 동안의 시스템 사용 중지는 불가피한 일이 되고 만다.

또한, 복잡한 매트릭스를 가지는 시료 분석에서 정작 검출하고 정량하고자 하는 피크는 대부분 크로마토그램 앞부분에 검출되는데 이때, 긴 머무름시간을 가지는 끓는 점이 높은 시료(이하, high boiler)를 시스템에서 모두 제거하기 위해서는 분석시간이 필요 이상으로 길어질 수 밖에 없다. 이러한 경우, 시스템 오염을 방지하기 위해 일반적으로는 오븐조건 마지막에 bake-out 시간을 추가하여 실행하고 있다.

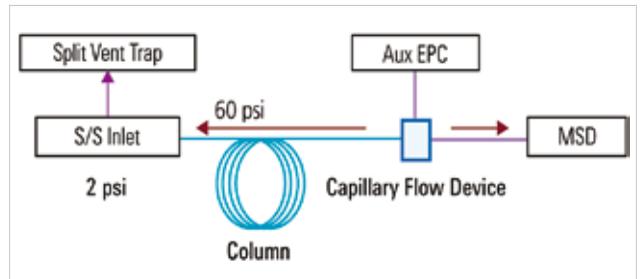
이제, 이러한 번거로움을 간단히 해결할 수 있는 방법으로 CFT를 떠올려보자.

Backflush는 분석하고자 하는 모든 피크가 컬럼에서 모두 분리(용출)되었다면, 컬럼에 잔존하고 있는 high boiler가 검출기에 도달하기 전 모두 제거하기 위해 컬럼에서 주입구로의 역방향 운반 기체를 흘림으로써 high boiler를 주입구의 split vent로 버린다.

분석 피크가 분리되는 동안의 시스템 내부 기체 흐름과 분석 피크 분리 후 backflush를 적용한 시스템 내부 기체 흐름은 각각 <그림 2>, <그림 3>과 같다.



<그림 2> 분석 피크가 컬럼에서 분리되는 동안의 시스템 기체 흐름, 주입구와 컬럼 사이 순방향 기체흐름



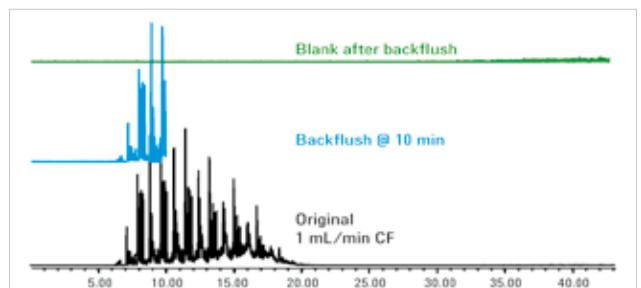
<그림 3> 분석 피크 분리 후 back-flush를 적용한 시스템 기체 흐름, 주입구와 컬럼 사이 역방향 기체흐름으로 high boiler를 Split/Splitless 주입구의 split vent 라인으로 버린다.



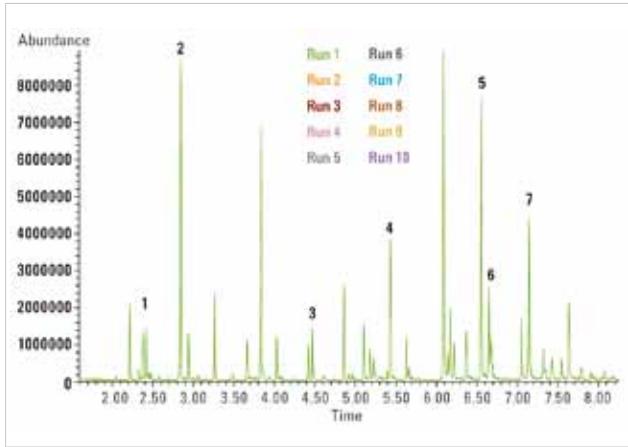
<그림 4> Backflush를 위한 대표적인 CFT tool, Purged Ultimate Union(PUU)

Backflush로 얻을 수 있는 이점을 살펴보자.

- **분석시간 단축** : 분석시간은 물론, 시스템 냉각시간까지 단축함으로써 보다 빠른 크로마토그램 제공으로 실험실 생산성 향상
- **유지보수 감소** : high boiler를 검출기 도입 전 제거하여 컬럼 오염을 줄이고 검출기 유지보수 회수를 줄일 뿐만 아니라, 시스템 환경변화로 인한 재보정(re-calibration) 횟수 또한 줄인다.
- **낮은 운영 비용** : 오븐조건 마지막의 높은 오븐온도조건 설정을 줄여, 고온 노출에 의한 컬럼 손상을 방지하고 high boiler에 의한 시스템 오염을 방지한다.
- **정확한 데이터** : 컬럼브리드(column bleed, 고온의 오븐조건으로 인한 컬럼 고정상 용출현상)를 줄이고 오염으로 인한 고스트피크를 제거한다.



<그림 5> Backflush 적용 크로마토그램(파란색)과 backflush 후 blank run 크로마토그램(초록색); 분석시간이 10분 이상 단축되고 backflush 후 blank run으로 깔끔한 시스템 상태를 확인할 수 있다.



〈그림 6〉 Backflush를 적용한 확장품 알레르기성 향기의 10회 연속분석 크로마토그램 겹쳐 보기: 시스템 오염과 컬럼브리드에 의한 고스트피크가 나타나지 않는다.

같은 시간에 더 많은 정보 얻기
: Flow splitters, Deans switches

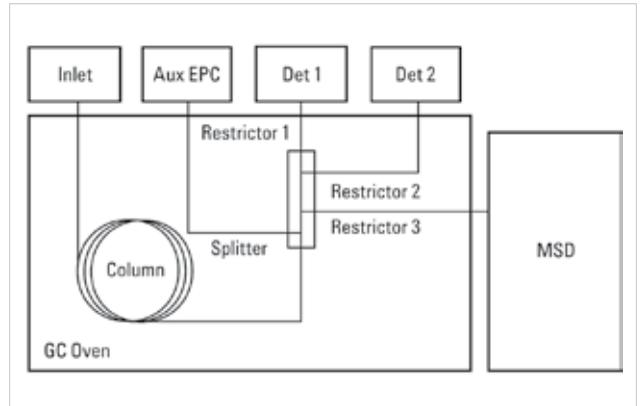
매트릭스가 복잡한 시료를 분석하면서, 분석하고자 하는 화합물에 맞추어 하드웨어의 검출한계를 최적화하고 매트릭스 간섭을 최소화하며 동시에 알지 못하는 피크를 확인하는 똑똑한 분석을 한번에 수행하고 싶은 욕심 많은 분석자라면 여러 종류의 선택적인 GC 검출기를 필요로 하게 된다.

실제, 법의학 분석에서는 범죄현장에서 범주의 흔적으로 활용할 수 있는 가능한 많은 증거의 확보를 위해 동일한 시료를 GC 검출기와 GC/MSD로 확인 분석을 여러 번 진행하고 있다. 이처럼, 보유하고 있는 선택적인 GC 검출기를 모두 활용하여 여러 번 동일한 시료를 확인 분석하는 것은 더 이상 생소한 상황도 아니며 분석자의 욕심도 아니다.

이제, 이러한 번거로움을 간단히 해결할 수 있는 방법으로 CFT를 떠올려보자.

Splitter는 한 대의 GC, 하나 또는 그 이상의 컬럼 유량을 분리하여 둘 또는 세 종류의 검출기로 크로마토그램을 얻을 수 있다. Splitter를 사용하는 것은 아주 오래된 기술이기는 하지만 기존에는 하드웨어 기술의 한계로 사용에 여러 제한(연결의 어려움, 기체 누출, 하드웨어 오염 등)이 있었다.

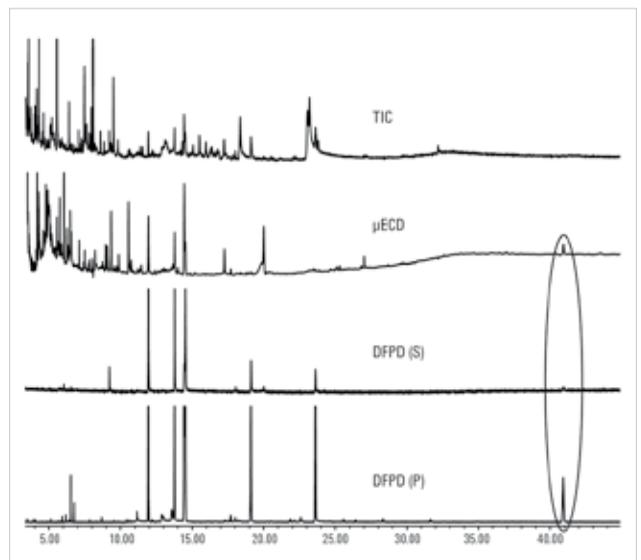
한층 업그레이드된 splitter는 기존 하드웨어 기술의 한계를 극복하고 불용부피를 최소화한 비활성 재질을 채택하여 기체누출 없이 빠르게 큰 폭으로 변화하는 GC 오븐의 온도조건을 견딜 수 있게 되었다.



〈그림 7〉 3-way splitter 설치 예



〈그림 8〉 3-way splitter



〈그림 9〉 3-way splitter를 이용한 딸기 추출물 분석

〈그림 9〉는 3-way splitter를 이용하여 한번 주입으로 동시에 μ ECD, DFPD, MSD의 결과를 얻었다. MSD에서는 검출되지 않았던 피크가 선택적 GC 검출기인 μ ECD와 DFPD에서는 나타난 것을 확인할 수 있다.

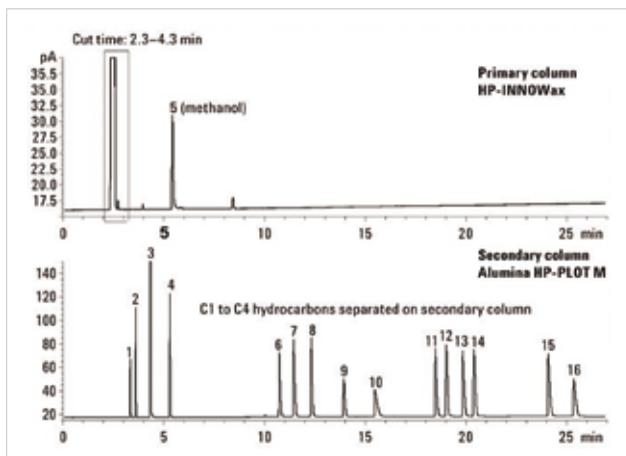
다양한 극성, 비극성 성분들을 동시에 분석해야 하는 시료는 하나의 컬럼에서 모든 성분을 분리하여 검출하기 어려울 수 있다. 이러한 경우, A컬럼에서 분리되지 않는 성분들을 분리하기 위해 분리가 가능한 또 다른 B컬럼으로 한번 더 주입하여 분석해야 할 것이다.

이제, 이러한 번거로움을 간단히 해결할 수 있는 방법으로 CFT를 떠올려보자.

Deans switch는 오븐 안에서 heart-cutting과 다차원 GC (MultiDimensional GC, MDGC)를 수행한다. Heart-cutting은 크로마토그래피 운영 중에 하나의 컬럼(first column)에서 용출된 화합물을 일정한 시간 동안 고정상이 다른 컬럼(second column)으로 도입하여 다시 분리하는 것을 말한다.



〈그림 10〉 Deans switch

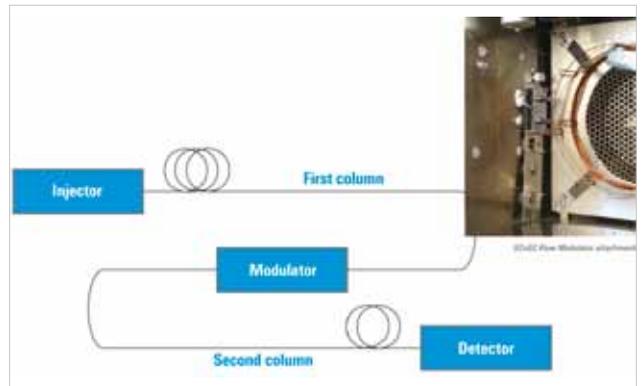


〈그림 11〉 에틸렌의 극미량 탄화수소와 산소첨가제 분석, deans switch를 이용하여 2.3~4.3분에만 두 번째 컬럼(Alumina HP-PLOT M)으로 유료를 변환하여 극미량 탄화수소계 화합물을 분리한다.

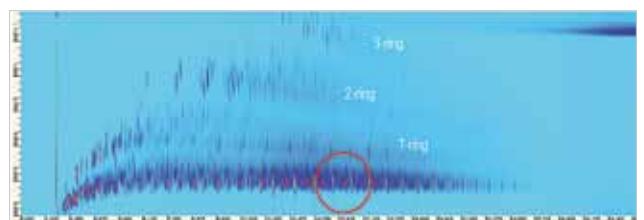
Heart cutting 기술은 성상이 다른 여러 가지 극미량 화합물을 분석하기 위해 사용하며, 하나의 GC를 이용한 한번의 분석에서 두 개의 서로 다른 컬럼으로 시료를 분리함으로써 GC의 분리능을 크게 향상시킨다.

GCXGC는 석유화학공정, 환경, 식품/향기 분석에서와 같이 매우 복잡한 여러 가지 화합물이 포함된 시료 분석에 매우 강력한 분리 기술이다. Flow modulator로 연결된 극성이 서로 다른 컬럼을 이용하여 두 번째 컬럼은 빠른 분리를 위해 첫 번째 컬럼보다 상대적으로 길이가 매우 짧다.

피크너비만큼의 시간조각으로 두 개의 컬럼에서 용출된 화합물의 정보를 얻는 GCXGC는 3차원의 크로마토그램 정보를 제공하며 하나의 컬럼으로 분리한 경우보다 뛰어난 피크 분리능을 제공한다.



〈그림 12〉 Flow modulator 구성과 실제 설치 모습



〈그림 13〉 GCXGC를 이용한 경유분석 데이터

특정수질유해물질 분석솔루션

지난 3월, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률이 타법개정(법률 제 11690호, 시행 2013.3.23)되면서 '특정수질유해물질'이라는 새로운 관리대상이 추가되어 관련업계에 영향을 미치고 있다.

법률 제2조 제8호에 따르면 특정수질유해물질이란, 사람의 건강, 재산이나 동·식물의 생육에 직접 또는 간접으로 위해를 줄 우려가 있는 수질오염 물질 28종을 일컬으며 그 항목과 배출허용기준은 <표 1>과 같다.

특정수질유해물질이 이슈화되는 것은 공공수역(하천, 호소, 항만, 연안해역 등)에 배출수를 방출하는 전국의 크고 작은 모든 사업장이 그 관리대상이 되고, 그 엄격한 기준(먹는물 관리기준 수준)에 따른 모든 관리와 책임이 해당 사업장에 부과되는 데에 있다.

지난 2월, 환경부는 정확한 "특정수질유해물질" 관리 현황을 판단하기 위해 산하 환경청으로 하여금 폐수배출량 2,000톤/일 이상인 330개 사업장을 조사하도록 하고, 그 결과와 조치방향을 발표하였다. 그 결과, 조사대상 318개 사업장 중 절반이 넘는 163개 사업장이 "수질 및 수생태계 보전에 관한 법률"을 위반하였으며, 환경부는 위반한 사업장에 대해 사법적, 행정적 조치를 취할 계획이다. 또한, 환경부는 금년 중 사업장을 더욱 확대하여 조사를 진행할 예정이다.

환경부의 특정수질유해물질 관리 기준은 하천, 호소 등 공공수역 인근 지역에 대해서는 특정수질유해물질 배출시설의 입지를 사전에 금지하여 사고에 따른 유입 등 수계 배출을 방지하고, 해당 지역에는 배출시설설치 자체가 제한(제33조 제5항 배출시설설치 제한 지역제도)되고 있다. 또한 설치가 제한되는 지역 이외의 지역에 대

<표 1> 특정수질유해물질 28종과 배출허용기준

항목	배출허용기준(mg/L)
구리와 그 화합물	1~3
비스와 그 화합물	0.05~0.25
시안화합물	0.2~1
6가크롬 화합물	0.1~0.5
테트라클로로에틸렌	0.02~ 0.1
페놀류	1~5
셀레늄과 그 화합물	0.1~1
시염화탄소	0.004~0.04
1,1-디클로로에틸렌	0.03~0.3
클로로포름	0.08~0.8
디에틸헥실프탈레이트	0.02~0.8
아크릴로니트릴	0.01~1.0
아크릴아미드	미설정
납과 그 화합물	0.1~0.5
수은과 그 화합물	0.001~0.005
유기인 화합물	0.2~1
카드뮴과 그 화합물	0.02~0.1
트리클로로에틸렌	0.06~0.3
폴리클로리네이티드바이페닐	0~0.003
벤젠	0.01~0.1
디클로로메탄	0.02~0.2
1,2-디클로로에탄	0.03~0.3
1,4-다이옥산	0.05~4.0
염화비닐	0.01~1.0
브로모포름	0.03~0.3
나프탈렌	0.05~0.5
폼알데하이드	0.5~5.0
에피클로로하이드린	0.03~0.3

(표 2) 특정수질유해물질 분석솔루션

항목	분석방법
구리와 그 화합물	ICP-OES
비소와 그 화합물	ICP-OES
시안화합물	UV-Vis
6가크롬 화합물	ICP-OES
테트라클로로에틸렌	P&T-GC/MS
페놀류	UV-Vis
셀레늄과 그 화합물	ICP-OES
사염화탄소	P&T-GC/MS
1,1-디클로로에틸렌	P&T-GC/MS
클로로포름	P&T-GC/MS
디에틸헥실프탈레이트	GC/MS
아크릴로니트릴	HSS-GC/MS
아크릴아미드	미설정
납과 그 화합물	ICP-OES
수은과 그 화합물	Hg Analyzer
유기인 화합물	GC/FPD
카드뮴과 그 화합물	ICP-OES
트리클로로에틸렌	P&T-GC/MS
폴리클로리네이티드바이페닐	GC/ECD
벤젠	P&T-GC/MS
디클로로메탄	P&T-GC/MS
1,2-디클로로에탄	P&T-GC/MS
1,4-다이옥산	HSS-GC/MS
염화비닐	HSS-GC/MS
브로모포름	HSS-GC/MS
나프탈렌	P&T-GC/MS
폼알데하이드	HPLC
에피클로로하이드린	P&T-GC/MS

해서는 입지를 허용(인허가 받은 물질에 한하여 배출허용)하되, 배출허용기준을 설정하여 배출을 최소화하도록 관리하고 있다. 이를 위반한 사업장에 대해서는 현재 수질법 위반유형에 상응한 사법적, 행정 조치가 취해지고 있다(3년 이하의 징역 또는 1,500만원 이하 벌금, 허가취소, 6개월 조업정지, 폐쇄명령 등).

특정수질유해물질은 새롭게 나타난 관리 기준은 아니다. 1991년 12종, 1999년 17종, 2006년 19종, 2008년 24종, 2012년 25종, 2013년 28종으로 그 항목과 기준이 점차 확대 지정되고 있으며 그 관리가 점차 강화되고 있다. 현재 환경부의 물환경관리 기본계획

(’06-’15)에 따르면 2015년에는 특정수질유해물질을 35종으로 확대하여 현재 유럽의 기준인 33종 수준의 유해물질 관리강화를 정책 목표로 하고 있다.

보다 강화된 그리고 앞으로 더욱 강화될 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”을 준비하고 대응하기 위한 특정수질유해물질 28종의 분석방법은 <표 2>와 같다.

영인과학은 관련업계의 특정수질유해물질 관리기준에 대한 안전하고 빠른 대응을 지원하기 위해 특정수질유해물질 28종의 분석솔루션을 제공한다.

이 솔루션은 실험실과 분석장비 컨설팅, 구매와 설치는 물론, 분석법 설정 가이드와 장비 사용, 데이터 해석 교육과 맞춤 기술지원까지 수준 높은 ‘특정수질유해물질관리에 대한 토탈 솔루션’을 포함한다. 



공정 모니터링 분야의 혁신 기술



Precisive사는 2007년에 설립된 광학 분석기기 회사이며 본사는 매사추세츠주 보스턴에 있다. Precisive사가 최고로 여기는 가치는 'First, Best, Only'이며 '세계 최초로', '최고의', '유일한' 분석 솔루션을 제공하기 위해 노력하고 있다.

현재 널리 쓰이는 분석기기들은 현장보다는 실험실 환경에 적합한 디자인으로 설계되어 있다. 따라서 정밀 분석용 장비를 실제 현장에 적용하기 어려웠다. 이에 Precisive사는 특정 산업의 현장에 알맞은 응용 프로그램 최적화를 위한 솔루션을 제공하고자 노력하였고 세계 최초로 온라인, 실시간 모니터링이 가능한 Hydrocarbon Gas Analyzer를 개발하였다. 이 혁신적인 장비는 공정 분석 또는 모니터링 응용에 실험실과 같은 수준의 데이터를 얻을 수 있는 기술로 인정받고 있다.

Precisive사의 대표적인 모델인 Precisive 5는 온라인 Hydrocarbon Composition Analyzer이다. Precisive에서 개발한 탄화수소 조성 모니터용 광학 센서는 실시간 분석이 가능하고 기존 GC 장비와 비교하여 대등한 분석 능력을 보여주며 유지 비용이 소

되지 않는 장점이 있다. 광학 센서는 원격 조정이 가능하고, 전자동이며, 장소에 구애받지 않는다.

Precisive사의 특허 기술인 TFS(Tunable Filter Spectrometer)는 약 십 년간의 연구를 거쳤으며, 가스 뿐만 아니라 복잡한 액상 화학 물질 분석과 계량분석화학에 모두 응용될 수 있다. TFS는 기존의 GC나 단일가스 NDIR 분석기를 대체할 수 있는 성능을 가졌으며 더욱 더 경제적이다. 전자동으로, 실시간으로, 비용이 적게, 견고하고, 높은 정확도 및 성능을 요구하는 응용에 알맞으며 가스터빈 튜닝, 바이오 가스 공정과 순도 분석, 연소기 제어, 연속 배출 모니터링(continuous emissions monitoring), 작업 환경 모니터링 등에 적용된다.

주요 기술로는 메탄, 에탄에서 펜탄까지의 알칸계 가스 정량 분석에서부터 BTU(British Thermal Unit, 열량단위) 측정, 천연가스 및 바이오 가스 제품 분석이 가능하며, 선택적으로 개별 화합물을 분리할 수 있는 온라인 기체 크로마토그래피이다.



〈그림 1〉 Precisive사의 Precisive 5 Hydrocarbon Composition Analyzer

Precisive사 Hydrocarbon Gas Analyzer 주요 특징

- ① HIGH PERFORMANCE : 외부 오염원으로부터 영향을 받지 않으며, 기존 방식에 비해 분석 정확도가 10배 향상
- ② NO SAMPLING : 비싸고 느리고 오류가 많았던 수동 시료 처리방식이 아닌 자동 시스템
- ③ CUSTOMIZABLE AND EASY TO INTEGRATE : 다양한 분야의 산업 공정에 응용이 가능

④ **MINIMAL MAINTENANCE** : 추가적인 소모품이 발생하지 않으며, 캘리브레이션이 용이 / 분석용 이동 가스와 캘리브레이션 가스 불필요 / 초기 투자비용과 장기적 유지보수 비용이 경쟁사 모델에 비해 절반 수준임.

⑤ **REDUCE WASTE AND INCREASE EFFICIENCY** : 공정 제어를 강화시키고 적절한 제품 배합을 보장하여 폐기물이나 잔여물 발생을 감소시키고 높은 처리량과 수율을 제공

⑥ **INCREASING REVENUE AND LOWERING COST** : 궁극적으로 우수한 품질의 제품을 생산하고 제품의 질을 더욱 향상시켜 시장에서 유리한 포지션을 얻을 수 있음.

〈표 1〉, 〈표 2〉는 Precise사 제품과 다른 분석장비의 성능 비교 표이며, 〈그림 2〉, 〈그림 3〉은 기존 방식과 Precise의 공정 라인에서의 탄화수소 등의 정성 및 정량 분석 과정을 간단하게 비교한 것과 도출한 C1-C4 그래프이다. 기존 방식(GC 등)으로는 실시간으로 분석 결과를 확인할 수 없지만 Precise사의 TFS(Tunable Filter Spectroscopy) 기술을 이용하면 공정 중에 실시간으로 확인할 수 있다.

Precise사의 특허인 TFS는 즉각적으로, 샘플링 과정 없이, 공정 흐름 상에서 실시간으로 결과를 도출할 수 있다. 〈그림 4〉는 간단한 Precise의 TFS 분석 모식도이다.

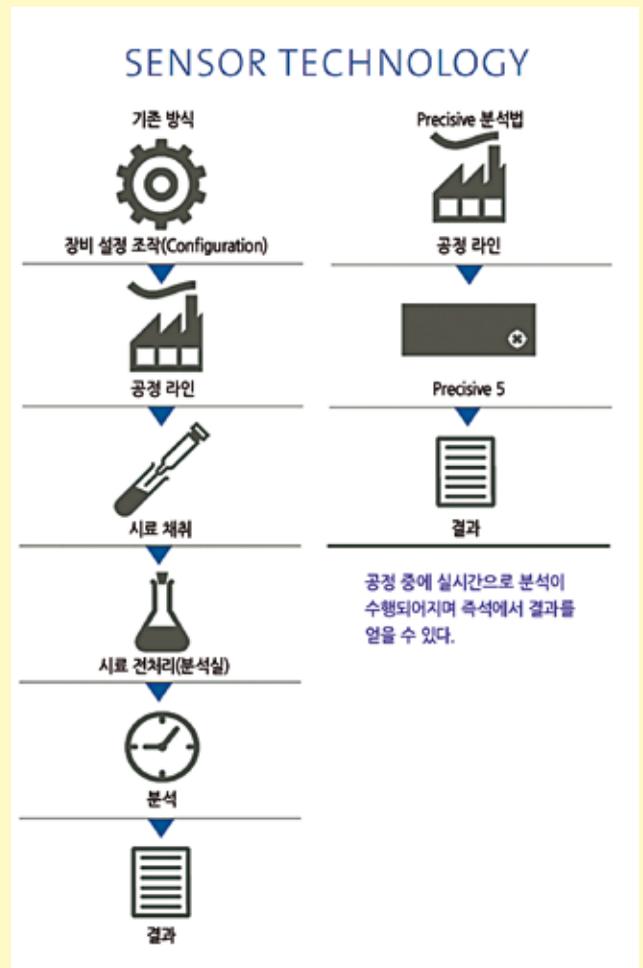
- ① 광원이 스펙트럼에서 생성된다.
- ② 광파(Lightwave)가 시료와 만나 상호작용이 일어난다.
- ③ 화합물이 fingerprint 시그널을 발생시킨다.
- ④ 검출기에서 알고리즘을 계산하여 화합물의 조성 및 정량 분석 데이터를 읽는다.
- ⑤ 외부 모니터 장치로 결과를 내보낸다.

〈표 1〉 BTU Hydrocarbon Composition Monitoring

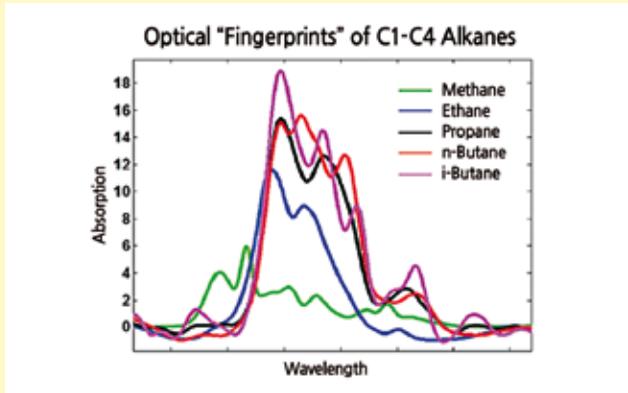
	Precise	GC-TCD	열량계	NDIR
정성 분석	가능	가능	불가능	불가능
정확도	높음	높음	높음	낮음
시료 전처리 필요 유무	불필요	가스 배관 필요	가스 배관 필요	불필요
반응 속도	< 10초	2~5 분	< 10초	< 10초
총 기기설치 비용	낮음	높음	높음	낮음
기타 고려사항	전자동 시스템 이동 가스 불필요 캘리브레이션 가스 불필요	현재 널리 사용되고 있는 대표적인 기존 응용 방식	정성 분석이 불가능함에도 설치 비용 높음	선택성 낮음

〈표 2〉 Environmental, Petrochemical Processing and Continuous

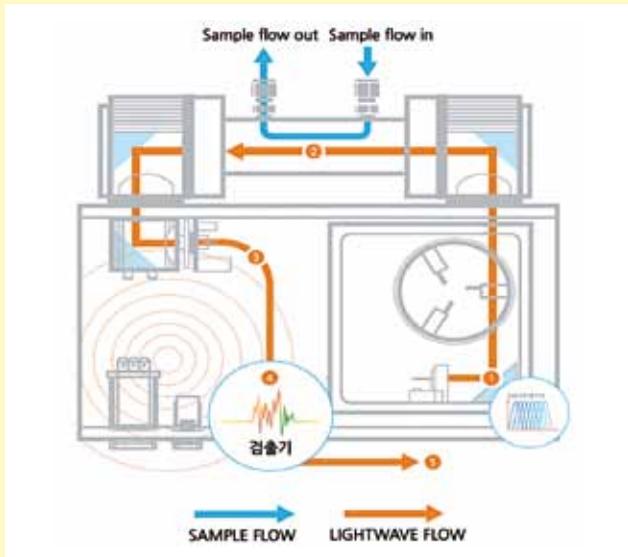
	Precise	FTIR	CRDS (Cavity Ring Down Spectroscopy)	NDIR	TDL
혼합물 분석	최대 6개 화합물	가능	Multiple laser 장착시 가능	단일 화합물용	단일 화합물용
간섭 저항	높음	높음 (소프트웨어 최적화 요구)	높음	낮음	낮음
정확도와 직선성	높음	높음 (소프트웨어 최적화 요구)	높음	낮음	높음
총 설치 비용	낮음	높음	높음	낮음	-
기타 고려 사항	낮은 비용 고성능	현재 널리 사용되고 있는 대표적인 기존 응용 방식	-	낮은 비용 고성능	단일 가스 검출용으로 우수한 성능



〈그림 2〉 기존 방식과 Precise의 분석 과정 비교



<그림 3> C1-C4 실시간 분석 결과



<그림 4> Precise사의 TFS 분석 모식도

Precise사 Hydrocarbon Gas Analyzer 다양한 응용

- BTU 모니터링
- 전력 생산 시설(Power generation, 천연가스를 사용하는 터빈, 연료전지, 연소 엔진 및 보일러)
- 탄화수소 가스 가공 및 정제 플랜트
- 바이오메탄/바이오가스 기화 설비
- 산업용 가스 생산 시설
- 천연가스 공급 관련 시설 (LNG/LPG/BOG, processing, transmission, storage, distribution)
- 반도체 공정에서의 IPA(Isopropyl alcohol) 분석
- 미량 가스 분석(H₂O, CO, CO₂ 등)

현장에서(공정상에서) 점점 분석 데이터의 수준을 실험실 등급으로 요구하게 되고, 공정 모니터링 장치의 신뢰도 요구치가 높아졌다. 이에 따라 Precise사의 시스템은 정밀도가 높고 신뢰할 수 있는 기술을 개발하였다. 다양한 산업 전반에 응용될 수 있는 Precise사의 기술은 궁극적으로 고객 현장의 생산성을 높이고 좀 더 높은 이윤 창조를 지원한다. 

천연 가스 공정

BTU 모니터링 / 불순물 & 극미량 오염 물질 모니터링 / 연료 혼합 / 품질관리 / 가스 조성 분석

Distribution

BTU 모니터링

발전

BTU 모니터링 / 시스템 최적화 / 극미량 원소 분석 / 오염 물질 검출 / 가스 터빈 모니터링 & 최적화

연료 전지 분야

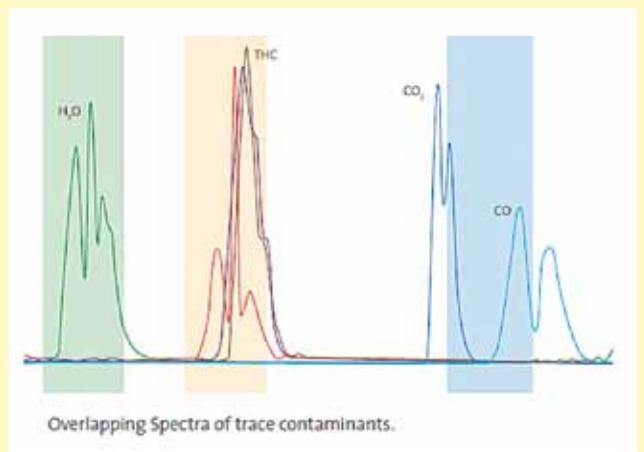
연료 전지는 천연 가스를 이용하여 전기 에너지를 생성

- 탄소 함량 모니터링 : 천연 가스 변환 공정의 최적화 작업 및 연소 방지를 위한 탄소 함량 모니터링
- 황 함량 모니터링 : 연료 전지에 영향을 주는 천연 가스 내의 황 함량 모니터링

미량 가스 모니터링

실시간으로 제품의 품질 관리를 위한 불순물 및 특정 원소 모니터링

CO, CO₂, THC, H₂O 등을 측정, 0~200 ppm 농도를 측정, 10 ppb의 resolution, 업데이트 주기(10초)



ASTM에서 승인한 프탈레이트 정량 분석 (TD-GC/MS법 ; ASTM D7823)



개요

프탈레이트는 고분자 산업에서 유연제 및 섬유 접착제, 경화제 등으로 광범위하게 사용되는 화합물로, 인체에 호르몬 교란을 일으킬 수 있는 치명적인 물질로 잘 알려져 있다.

이에 유럽(Direct 2005/84/EC), 미국(Consumer Product Safety Improvement Act Section 108/2008, 일본(Health, Labor and Welfare Ministry guideline No.336/2010) 뿐만 아니라 국내에서도 공산품 기술표준원고시 제2009-0978호에 의

거하여 “품질경영 및 공산품 안전관리법”에 근거한 ‘자율안전확인 대상 공산품의 안전기준’을 통해 프탈레이트 6종의 사용을 규제하고 있다.

본 자료에서는 규제 대상 프탈레이트 6종 분석방법 중 최근 승인된 TD-GC/MS법을 이용한 PVC 중 규제 대상 프탈레이트 분석법 (ASTM D7823)에 대해 알아보하고자 한다.

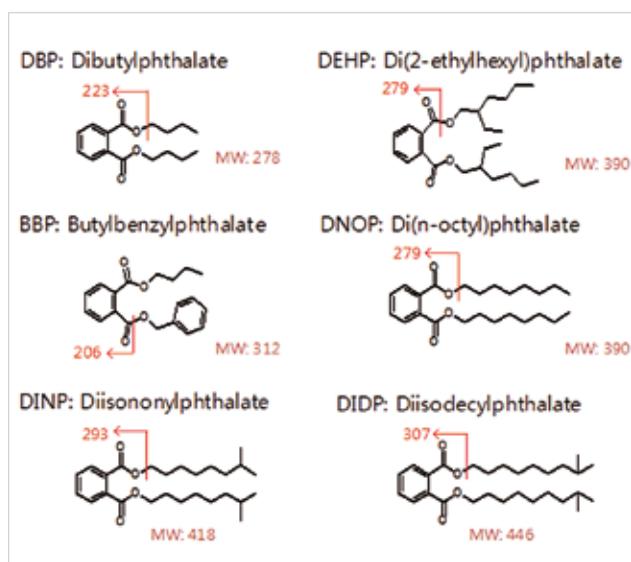
재료 및 실험 장치

1) 용매 : Methylene Chloride 또는 *n*-hexane; 표준시약희석, Tetrahydrofuran(THF); PVC 시료 용해, 프탈레이트 표준시약

2) 장치 :

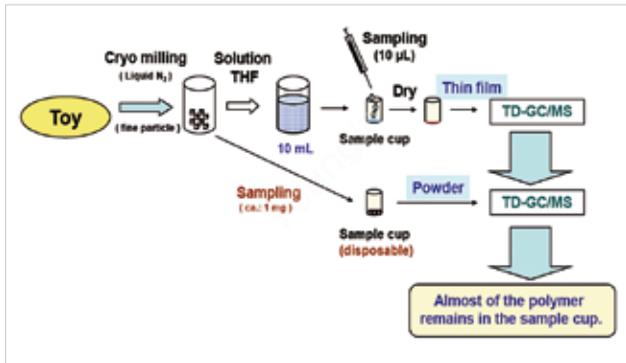
Pyrolyzer	EGA/PY-3030D	Frontier Laboratories Ltd.
GC/MS	7890B/5977A GC/MS	Agilent Technologies

3) 기타 : ± 0.0000001 g이 제어 가능한 분석 저울, UA-5 stainless steel GC capillary column(30 m, 0.25 mm ID, 0.25 μm film thickness)

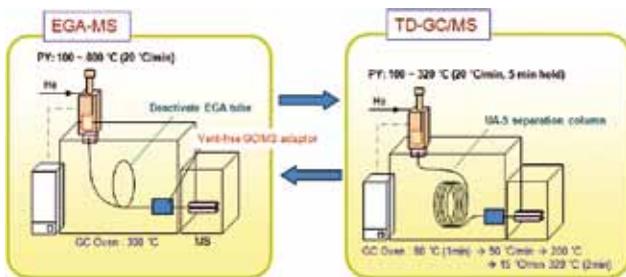


〈그림 1〉 규제 대상 프탈레이트 6종

실험방법



〈그림 2〉 TD-GC/MS법을 위한 시료 전처리 과정



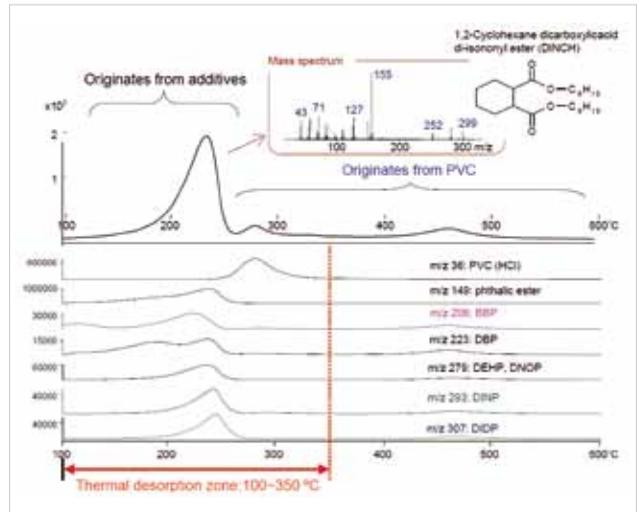
〈그림 3〉 EGA-GC/MS법과 TD-GC/MS법

파우더 형태의 고분자 시료 200 mg을 10 mL THF 용매에 녹인 시료용액 10 µL를 파이플라이저용 시료컵에 넣고 TD-GC/MS법으로 분석한다. 균일성이 확보된 시료는 파우더 시료 1 mg을 시료컵에 넣어 분석할 수도 있다(그림 2).

그러나 이 경우 정확한 질량을 측정해야 하기 때문에 고성능 분석 저울이 필요하다. 이렇게 준비된 시료컵을 파이플라이저에 장착한 후 휘발가스분석(EGA-GC/MS)법과 열탈착분석(TD-GC/MS)법으로 분석한다(그림 3).

프탈레이트의 정성분석은 기체 크로마토그래피 체류시간(RT)과 질량스펙트럼을 이용하고 정량분석은 SIM 또는 full scan mode를 활용할 수 있다. 분석 시 정량은 Standard Addition법을 이용한다.

결과

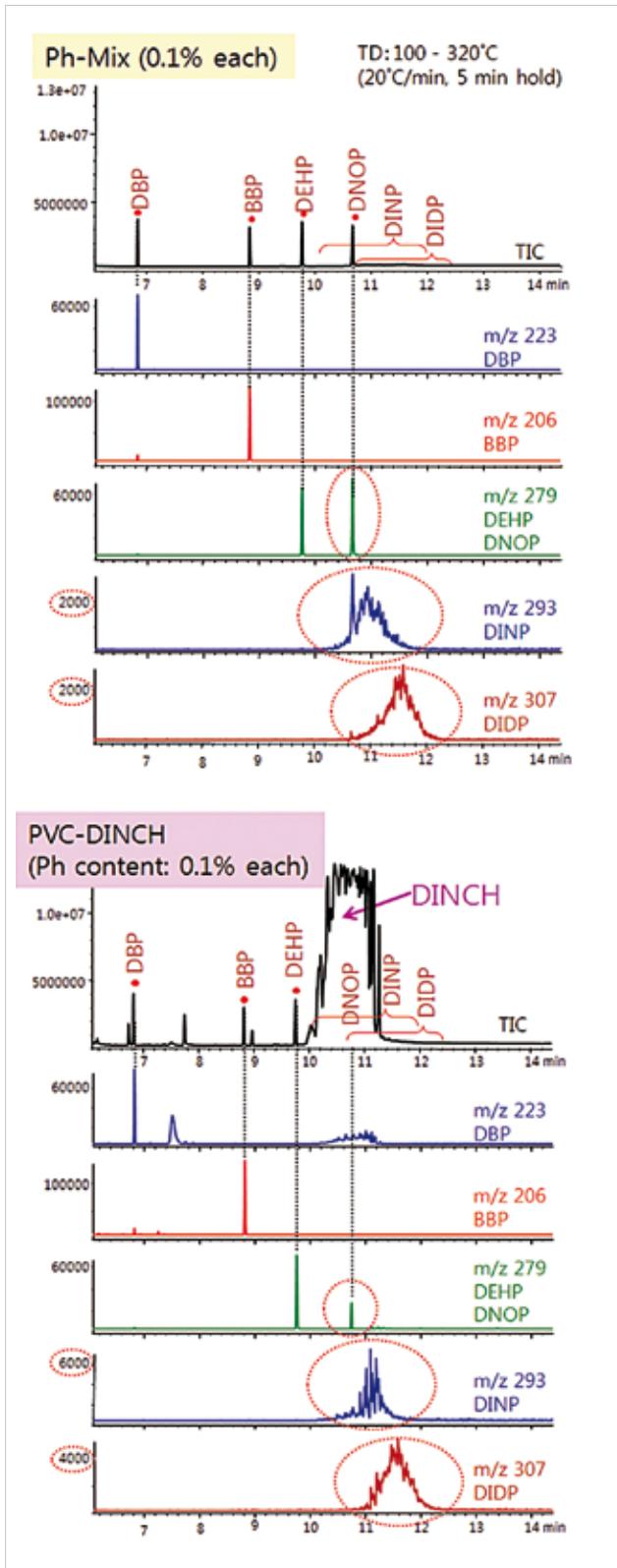


〈그림 4〉 EGA-GC/MS법으로 분석한 결과

〈그림 4〉는 시료를 EGA-GC/MS법으로 분석한 결과로 100~320 °C에서 프탈레이트(m/z: 149)가 열탈착됨을 알 수 있고 동일한 온도 구간에서 DINCH(m/z: 155)와 HCl(m/z: 36)도 함께 휘발됨을 확인할 수 있다. 고분자인 PVC는 300 °C 근처에서 탈염화수소반응이 나타나고 380~520 °C 사이에 폴리엔이 열분해됨을 알 수 있다.

〈그림 5〉는 TD-GC/MS법에 적용한 크로마토그램으로, 간섭물질이 없는 0.1% 프탈레이트 혼합물에 대한 크로마토그램에 비해 간섭물질(DINCH)이 있는 경우 DNOP, DINP, DIDP의 면적 값이 증가하거나 감소하는 양상이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 간섭 효과는 DINCH에 의한 것으로 이를 보정하기 위해 ASTM은 절대 정량법(absolute calibration method)이 아닌 표준시료 첨가법(standard addition method)을 정량방법으로 채택하고 있다.

〈표 1〉은 DINCH가 첨가된 시료의 절대정량곡선과 표준시약첨가 정량곡선을 비교한 것이다. 절대정량의 경우, DINCH에 의한 프탈레이트의 간섭효과를 보정할 수 없기 때문에 실제 농도 값인 0.1%와 상당히 다른 정량 결과값을 나타내는 반면, 표준시약첨가법의 경우에는 이를 보정하여 정량 결과값도 실제 농도값(0.1%)과 아주 근사한 값을 갖는 것을 확인할 수 있다.



(그림 5) TD-GC/MS법으로 분석한 결과

(표 1) 절대정량법과 표준시약첨가법에 의한 정량값 차이 (실제 농도값: 프탈레이트 6종 0.1%씩 첨가된 시료)

	Qualified value (%)	
	Absolute Calibration	Standard Addition
DBP	0.122	0.115
BBP	0.177	0.093
DEHP	0.121	0.096
DNOP	0.029	0.098
DINP	0.126	0.103
DIDP	0.193	0.088

요약

본 자료에서는 최근 ASTM 공식 분석법으로 인정된 프탈레이트 TD-GC/MS 정량법을 Frontier-Lab사의 멀티샷 파이롤라이저와 Agilent사의 GC/MS를 이용하여 확인하였다. 그 결과, 다량의 용매를 사용하고 GC Inlet 오염의 우려가 높은 용매 추출법에 비해 파이롤라이저를 이용한 TD-GC/MS법은 소량의 용매를 사용하면서도 비교적 간단한 전처리로 1.6% 이하의 상대 표준편차를 갖는 우수한 실험결과를 얻을 수 있었다. 또한 DINCH와 같은 프탈레이트 간섭물질이 시료에 존재할 경우, 표준시료첨가법에 의한 정량으로 실제 농도값과 아주 유사한 정량값을 도출해낼 수 있었다.

Multi-Shot Pyrolyzer



Full Automation
with Agilent 7890B GC/5977A MS

유해화학물질 스크리닝 분석

- GC/MS/ECD/FPD -



최근 잇따른 유해화학물질 누출사고가 언론매체를 통해 보도되며 국민의 불안감이 높아지고 있다. 특히 유해화학물질 누출사고는 환경 중에 노출되어 2차 피해로 이어질 수 있어 많은 기업들과 국가에서는 이에 대한 대응책 마련에 많은 노력을 기울이고 있다.

신속하고 효과적인 대응을 위해서는 누출된 유해화학물질의 성분과 농도에 대한 정보가 빠르고 정확하게 분석되어야 한다. 또한 분석기기 측면에서는 유해화학물질이 누출된 진원지 또는 주변오염지점 모두에서 분석이 가능하도록 넓은 직선성을 가져야 한다. 나아가 화재연기 등 시료의 matrix로부터 방해받지 않는 선택성을 가져야 하고, 가능한 많은 성분 및 시료를 처리할 수 있어야 한다. 현실적으로 하나의 기기에서 모든 성분을 검출하고 측정할 수는 없으나, 가장 넓은 범위의 유해화학물질을 확인하고 분석하는 기기로 GC/MS가 널리 활용되고 있다.

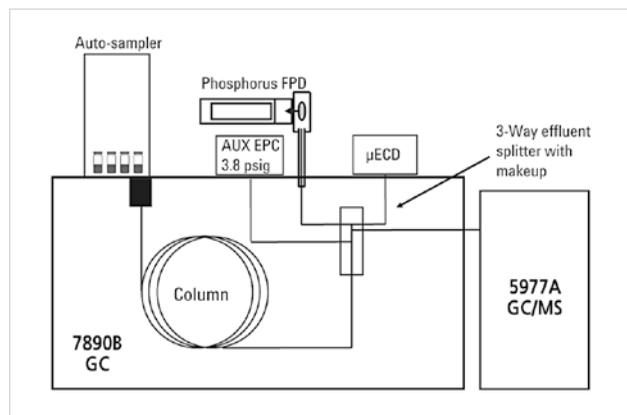


〈그림 1〉 Agilent 7890B GC / 5977A MSD

본 자료에서는 GC/MS/ECD/FPD 시스템과 731종의 유해화학물질이 포함된 DRS 데이터베이스를 활용한 환경 중 유해화학물질의 스크리닝 예를 살펴보고자 한다. 나아가 Agilent만이 제공하는 여러가지 기술들이 빠르고 정확한 분석에 어떤 영향을 미치는지도 함께 서술하였다.

분석시스템 구성 요소

실험에 사용된 GC/MS/ECD/FPD 분석시스템의 모식도는 〈그림 2〉와 같다. GC의 경우 Split/Splitless 주입구를 사용하였고, 분석컬럼으로는 HP-5MS inert(19091S-433i) 컬럼을 활용하였다. MSD는 Atune.U로 설정하였고, 시료는 자동시료주입기의 헤드스페이스법을 활용해 주입하였다. 기타 구성요소는 다음과 같다.



〈그림 2〉 GC/MS/ECD/FPD 분석시스템 모식도

μECD 및 FPD

μECD 및 FPD 등의 선택형 검출기는 시료의 matrix로부터 방해 받지 않고 유해화학물질을 분석하는데 유리한 특징을 가지고 있다. μECD는 할로겐화합물에 대해 선택성을 가지고 있고, FPD는 황(S) 또는 인(P) 화합물에 대해 선택성을 가지고 있으며, 안정된 바탕값에서 높은 신호대 잡음비를 획득할 수 있다. 특히 FPD의 경우, 인(P)의 양에 따라 정비례적 신호가 획득되어 반정량분석도 가능하다.

RTL(피크머무름시간 고정)

RTL 기능을 통해 피크머무름시간을 고정할 수 있다. RTL은 피크머무름시간의 변동폭을 최소화하여 재현성 높은 분석결과를 획득할 수 있다. 나아가 기기 간 분석결과와 비교 및 라이브러리의 분석결과와의 비교에 있어서도 높은 일치율을 얻을 수 있다.

Microfluidic Splitter

Microfluidic Splitter를 통해 한번의 시료주입으로 MS, ECD, FPD의 신호를 동시에 연속적으로 획득할 수 있다. 선택형 검출기는 시료의 matrix로부터 방해받지 않을 뿐만 아니라 MS에서 검출되지 않는 잠정 유해화학물질까지도 분석할 수 있는 대안으로 활용된다. 또한 back-flushing 기능을 활용해 분석 후 컬럼에 남아 있는 고비점 화합물을 제거할 수 있으며, MS가 켜져있는 상태에서 컬럼교체도 가능하다.

SIM/Scan 동시분석

향상된 MS 신호획득속도로 인해 한번의 시료주입으로 Scan과 SIM 데이터를 동시에 획득할 수 있다. 동시에 얻어진 SIM/Scan 데이터는 소프트웨어에서 SIM, Scan 데이터로 각각 분리되어 나타난다. Scan 데이터는 라이브러리 검색을 통한 정성분석에, SIM 데이터는 미량성분에 대한 정량분석에 활용된다.

DRS(Deconvolution Reporting Software)

MS 질량분석기의 경우 μECD, FPD와 같은 선택형 검출기와 달리 모든 성분들을 검출하는 방식이므로 시료의 matrix가 방해요소로 작용한다. DRS는 NIST에서 제공하는 AMDIS deconvolution 소프트웨어를 이용하여 전체질량스펙트럼으로부터 시료 matrix를 제외한 목적화합물에 대한 질량스펙트럼만을 추출한다. 추출된 질량스펙트럼은 라이브러리 검색에 활용되며, 높은 일치율을 통해 빠르고 정확한 정성분석이 가능하다. 이 모든 프로세스는 자동으로 진행되어 데이터 해석에 필요한 시간을 획기적으로 감소시킬 수 있다.

유해화학물질 데이터베이스

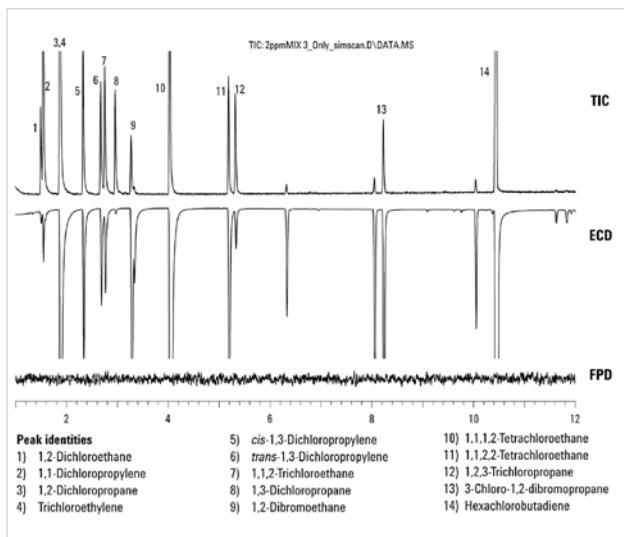
스크리닝 분석에 사용된 유해화학물질 데이터베이스는 총 731종의 개별성분을 포함하고 있다. 주로 환경 및 식품응용에서 규제되는 유해화학물질로 다음과 같이 구성되어 있다.

- 염소계 다이옥신 및 퓨란류(EPA 8280A, 10개 성분)
- 폴리염화비페닐(EPA 8082, 19개 성분)
- 휘발성 유기화합물(EPA 502/524, 60개 성분)
- 중간휘발성 유기화합물(EPA 8270C, 140개 성분)
- 농약류(Agilent RTL 농약 데이터베이스, 567개 성분)

분석결과 - matrix effect가 낮은 경우

유해화학물질에 대한 스크리닝 분석을 시연하기 위해 자동시료주입기의 헤드스페이스법을 활용하였다. 2 mL 바이알에 담겨진 물에 14종의 염소계 휘발성 유기화합물을 2 ppm이 되도록 첨가한 후, 가열하지 않은 상태에서 gastight syringe를 이용해 헤드스페이스 부분의 시료 50 μL를 주입하였다.

분석결과 크로마토그램은 <그림 3>과 같으며, ECD 크로마토그램은 MS의 총이온크로마토그램과 비교하기 위해 거꾸로 표시하였다. 분석물질 중 인(P)을 포함하고 있는 성분은 없어서 FPD에서 는 피크가 검출되지 않았다.



<그림 3> 물에 포함된 휘발성 유기화합물 2 ppm의 헤드스페이스 분석 크로마토그램

MSD Deconvolution Report
 Sample Name: 2 ppmVOA MIX 3 Only
 Data File: C:\msdchem\1\DATA\042205AMHS_SimScan\2ppmMIX 3_Only_simscan.D
 Date/Time: 05:13:03 PM Friday, Dec 9 2005

The NIST library was searched for the components that were found in the AMDIS target library.

R.T.	Cas #	Compound Name	Agilent ChemStation Amount (ng)	AMDIS Match	R.T. Diff sec.	NIST Reverse Match	Hit Num.
1.497	107062	1,2-Dichloroethane	2.27	97	0.6	94	1
1.540	563586	1,1-Dichloropropylene	7.6	100	0.5	96	1
1.667	78975	1,2-Dichloropropane	4.92	95	0.7	90	1
1.871	79016	Trichloroethylene	7.58	99	0.6	91	1
2.330	10061015	cis-1,3-Dichloropropylene	4.39	98	1.0	92	2
2.677	10061026	trans-1,3-Dichloropropylene	3.3	97	1.5	94	1
2.758	79005	1,1,2-Trichloroethane	2.92	99	1.7	92	1
2.961	142289	1,3-Dichloropropane	3.39	98	1.5	92	1
3.273	106934	1,2-Dibromoethane	2.6	91	1.5	76	4
4.032	630206	1,1,1,2-Tetrachloroethane	5.15	100	1.9	94	1
5.187	79345	1,1,2,2-Tetrachloroethane	2.38	99	2.3	89	1
5.322	96184	1,2,3-Trichloropropane	1.89	98	2.5	94	1
5.323	76017	pentachloroethane	0.08	63	2.0	76	1
8.232	96126	3-Chloro-1,2-dibromopropane	1.62	93	1.6	87	1
10.439	87683	hexachlorobutadiene	16.46	94	0.9	95	1

(그림 4) DRS 소프트웨어를 사용해 데이터 분석한 리포트

MS에서 획득한 결과를 DRS 소프트웨어를 사용해 데이터분석한 리포트는 (그림 4)와 같다. 유효한 존재가능성(target ion과 3개의 qualifier ions가 존재하며, 적정비율을 유지함)을 가지고 있는 성분들에 대해 피크머무름시간과 CAS번호, 성분명이 표시되어 있다. Agilent ChemStation Amount 컬럼에 나타난 값은 유해화학물질 데이터베이스 제작시 획득한 신호획득값을 활용해 계산된 것으로 매우 대략적인 농도를 나타낸다. 따라서, 정량분석값으로 사용할 수 없으며, 필요에 따라 검량선 작성범위 설정 등에 참고할 수 있을 것이다.

AMDIS 컬럼에 나타난 값은 AMDIS를 통해 시료 matrix를 제외하고 추출된 질량스펙트럼과 유해화학물질 데이터베이스 중 해당 머무름시간의 질량스펙트럼을 비교하여 일치율과 머무름시간의 차이값을 나타낸 것이다. 일반적으로 일치율은 높을수록, 머무름시간의 차이는 낮을수록 해당성분일 가능성이 높아진다. NIST 컬럼에 나타난 값은 AMDIS를 통해 시료 matrix를 제외하고 추출된 질량스펙트럼과 NIST 데이터베이스 중 동일한 CAS번호를 가지는 질량스펙트럼을 비교하여 일치율과 hit number를 나타낸 것이다. 이는 유해화학물질의 확인에 추가적인 정보를 제공해 준다.

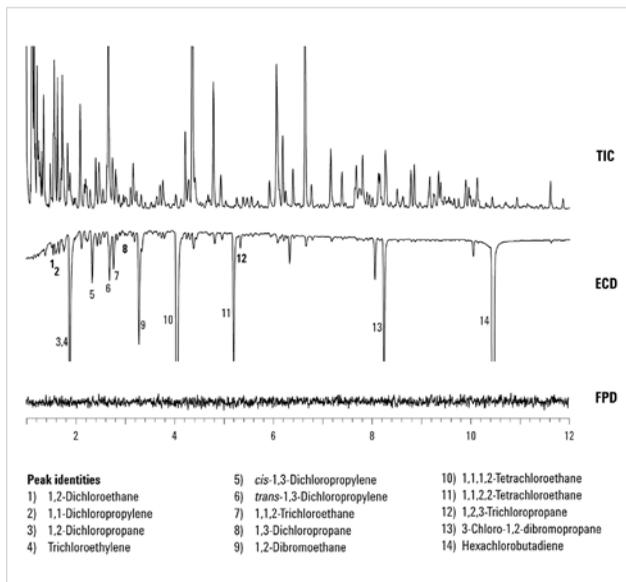
분석결과 - matrix effect가 높은 경우

실제 시료분석에 대한 적합성을 시연하기 위해 추가적인 실험을 진행하였다. 2 ppm, 100 ppb의 휘발성 유기화합물 시료, 100 ppm

의 휘발류에 휘발성 유기화합물을 각각 2 ppm, 100 ppb가 되도록 첨가한 시료 4개를 분석하였다. 그 중 100 ppm의 휘발류에 휘발성 유기화합물이 100 ppb로 존재하는 시료의 분석결과 크로마토그램을 (그림 5)에 나타내었다. 시료 matrix의 영향으로 MS의 총이온크로마토그램은 매우 복잡하게 나타났다. ECD 크로마토그램의 경우 시료 matrix에 의한 피크들이 나타나기는 하였으나, 1, 2, 8, 12번 성분을 제외하면 100 ppb의 낮은 농도에도 불구하고 바탕값 이상의 피크를 획득할 수 있었다.

MS에서 획득한 결과를 DRS 소프트웨어를 사용해 데이터분석한 리포트는 (표 1)과 같다. 100 ppm의 휘발류에 휘발성 유기화합물을 2 ppm이 되도록 첨가한 시료의 분석결과 Quant로 표시된 Agilent ChemStation에서는 2개 성분을 제외한 모든 성분을 검출하였다. 2개 성분은 시료 matrix의 방해작용으로 인해 qualifier ions가 적정비율을 넘어선 것으로 나타났다. 반면 AMDIS의 경우 14개 모든 성분을 검출하였고, ECD 크로마토그램에서도 8번 성분을 제외한 모든 성분에서 바탕값 이상의 피크를 획득하였다.

휘발성 유기화합물을 100 ppb가 되도록 첨가한 시료의 분석결과 quant에서는 14개 성분 중 7개를 검출하였다. Scan 데이터를 활용하는 경우 100 ppb는 매우 낮은 농도로 적정비율의 qualifier ions를 검출하기 어려운 것으로 나타났다. 반면 AMDIS의 경우 11개의 성분을 검출하였고, 3번 피크의 경우 4번 피크와 겹쳐, 9번과 10번 피크의 경우 신호대 잡음비가 너무 낮아 검출하지 못하였다.



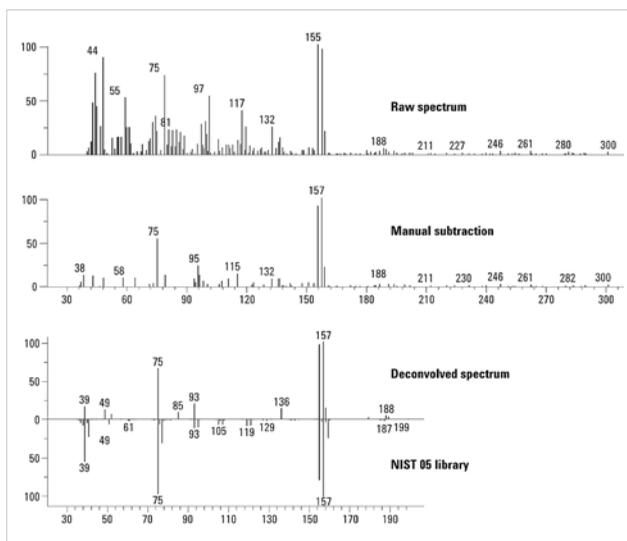
(그림 5) 물에 포함된 휘발성 유기화합물 2 ppm의 헤드스페이스 분석 크로마토그램

(표 1) 시료 matrix 및 농도에 따른 DRS 분석결과

RT (min)	Compound	Peak Number	2 ppm STD only		2 ppm STD with 100 ppm gasoline		100 ppb STD only		100 ppb STD with 100 ppm gasoline	
			Quant (ng)	AMDIS (match)	Quant (ng)	AMDIS (match)	Quant (ng)	AMDIS (match)	Quant (ng)	AMDIS (match)
1.491	1,2-Dichloroethane	1	2.27	97	2.47	93		73		65
1.536	1,1-Dichloropropylene	2	7.60	100	7.34	98	0.37	89		85
1.793	1,2-Dichloropropane	3	4.92	95	5.59	64	0.21	Overlap		Overlap
1.863	Trichloroethylene	4	7.58	99	7.71	97	0.40	90	0.30	82
2.317	cis-1,3-Dichloropropylene	5	4.39	98	4.81	98	0.21	88	0.23	74
2.658	trans-1,3-Dichloropropylene	6	3.30	97		84		53		Overlap
2.735	1,1,2-Trichloroethane	7	2.82	99	3.05	96	0.12	72		Overlap
2.938	1,3-Dichloropropane	8	3.39	98	3.50	97		66	0.22	46
3.250	1,2-Dibromoethane	9	2.60	91		95		S/N		66
4.003	1,1,1,2-Tetrachloroethane	10	5.15	100	5.32	99		89	0.31	88
5.151	1,1,2,2-Tetrachloroethane	11	2.38	99	2.41	98		48	0.19	53
5.283	1,2,3-Trichloropropane	12	1.89	98	1.85	98	0.07	79	0.14	75
8.208	3-Chloro-1,2-dibromopropane	13	1.62	93	2.40	90		S/N		59
10.435	Hexachlorobutadiene	14	16.46	94	3.54	89	0.65	75	0.36	52
	Total Found		14	14	12	14	7	10	7	11

100 ppm의 휘발유에 휘발성 유기화합물을 100 ppb가 되도록 첨가한 시료의 분석결과, quant에서는 14개 성분 중 7개를, AMDIS의 경우 11개의 성분을 검출하였다. 두 가지 경우 모두, 시료 matrix가 없는 경우에도 검출하지 못한 성분을 matrix가 있는 경우에 검출한 것은 헤드스페이스법에서 나타날 수 있는 현상으로 이해할 수 있다(시료 matrix가 salt의 역할을 담당).

AMDIS deconvolution을 활용해 목적화합물의 질량스펙트럼으로부터 시료 matrix에 의한 영향을 제거할 수 있다. <그림 6>의



(그림 6) 13번 성분에 대한 raw, manual subtraction, AMDIS, NIST 질량스펙트럼 간 비교

맨 위 스펙트럼은 100 ppm의 휘발유에 휘발성 유기화합물을 100 ppb가 되도록 첨가한 시료의 분석결과 중 13번 성분에 대한 질량스펙트럼을 나타낸다. 이를 NIST 라이브러리로 검색하면 실제 성분인 3-Chloro-1,2-dibromopropane이 70번째로 표시된다. 수동으로 주변스펙트럼을 제거하면 가운데와 같은 질량스펙트럼을 얻을 수 있으며, NIST 라이브러리 검색결과 2번째로 표시되게 할 수 있다. AMDIS의 경우 이러한 일련의 수작업없이 자동으로 맨 아래와 같은 질량스펙트럼을 제공하며, NIST 검색결과 1번째 성분과 일치하게 된다.

결론

앞서 살펴본 바와 같이 피크머무름시간 고정, Microfluidic Splitter, SIM/Scan 동시분석, DRS, 유해화학물질 데이터베이스 등의 기술은 유해화학물질의 성분과 농도에 대한 빠르고 정확한 분석에 도움을 준다. 특히 DRS의 경우 AMDIS deconvolution을 바탕으로 목적화합물에 대한 질량스펙트럼 추출 및 데이터베이스 라이브러리 검색을 자동으로 수행함으로써 데이터 해석에 필요한 시간을 획기적으로 감소시켜 유해화학물질 누출사고 등에 신속하고 효과적으로 대응할 수 있도록 한다. 

총 유기탄소 측정용 시료 용기 세척



정제수나 주사용수의 총 유기탄소 농도 측정 시 사용되는 분석 장비는 온라인 혹은 오토샘플러를 사용하는 실험실 장비 모두 USP 기준을 지켜야 한다. 실험실에서 분석할 때 사용하는 시료용기(vial)는 시료에 유기물 오염

을 일으키는 가장 큰 원인 중 하나이기 때문에 시료용기는 사용 전 반드시 세척해야 한다.

일반적으로 구매가 가능한 “pre-cleaned” 시료용기는 샘플에 유기물 오염을 유발하지 않아 사용 전 세척 없이 바로 사용할 수 있다. 시료용기는 총 유기탄소 농도가 낮은 DI water로 완전히 세척한 후 사용할 수 있다. 사용 후 유기 오염물을 완벽하게 세척하여 다시 사용할 수도 있다.

USP에서는 시료용기 세척 시 크롬산 혹은 질산을 사용하도록 하고 있다. 이 방법은 유기물 오염 제거에 매우 효과적이지만 인체와 환경에 유해한 산을 사용해야 하며 사용 후 유해 산 폐기를 위해 많은 비용이 필요하다. 따라서 다른 세척 방법을 찾기 위해 몇 종류의 실험을 실시하였다.

물에 1.57 mg의 octoxynol-9을 첨가하여(즉, 55 ppm) 18 mL 시료용기에 담고 시료용기 내 남아있는 물을 증발시키기 위해 열을 가한 후 세척을 실시한다. 브러쉬 등 기계적인 세척 도구는 사용하지 않았으며 각 실험은 5회 반복하였다.

1. Alconox Detergent : 1% 용액에 2시간 담근 후 low TOC water로 20회 헹굼.
2. 크롬산 : 10%의 크롬-황산 용액에 2시간 담근 후 수돗물로 10회, low TOC water로 20회 헹굼.
3. 황산 : 5% 용액에 2시간 담근 후 low TOC water로 20회 헹굼.
4. CIP 100 : 1% 용액에 2시간 담근 후 low TOC water로 5회, 10회 헹굼.
5. Furnace : 500 °C로 1시간 열을 가한 후 low TOC water로 5회, 10회, 15회, 20회 헹굼.

위와 같은 방법으로 세척된 시료용기에 총 유기탄소 농도가 낮은 물(low TOC water)을 채운 후 미리 DI water의 flow rate를 설정해 놓은 Sievers 800(오토샘플러 포함) 분석기를 사용해 총 유기탄소 농도를 분석하였다. 대조군으로는 octoxynol-9을 첨가하지 않은 물을 담은 시료용기를 low TOC water로 10회 헹구어 분석하였다.

세척 효과가 가장 떨어지는 방법은 Alconox였다. Low TOC water로 20회 헹구었음에도 불구하고 잔류 총 유기탄소 농도는 평균 36 ppb였다. 용액과 함께 고온을 가해 세척한 경우는 23 ppb로 조금 더 효과가 있었다.

고온의 열을 가하는 방법은 초자에서 유기 잔류물을 제거하는데 효과적이어서 환경분석에서 널리 사용되는 방법이다. 500 °C의 열을 1시간 동안 가하면 대부분의 Octoxynol이 제거되었다.

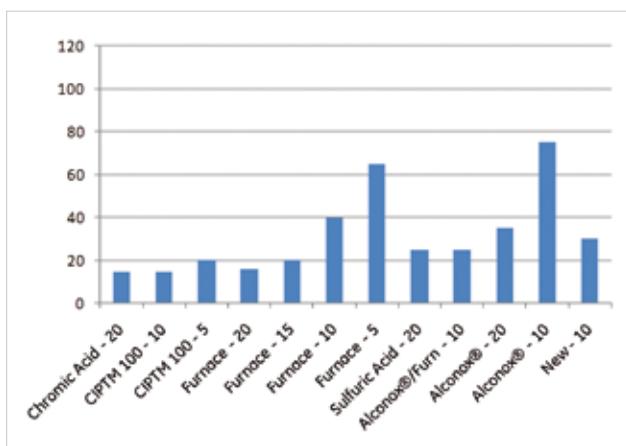


Low TOC water로 행구는 횟수에 따른 잔류물 제거 효과는 <그림 1>에서 확인할 수 있는데, 횟수가 증가할수록 잔류 총 유기탄소 농도가 확연히 줄어드는 것을 볼 수 있다. 5회 행구었을 때와 비교하여 10회 행구었을 때 잔류 총 유기탄소 농도가 37%, 15회는 70%로 감소하였다.

20회 행군 후의 총 유기탄소 농도는 12 ppb로 다른 방법보다 가장 효과적으로 잔류물이 제거되었다.

크롬산, 황산을 이용한 방법은 잔류 총 유기탄소 농도를 20 ppb 이하로 하기 위해 low TOC water로 20회 이상 세척해야 하지만 Octoxynol을 제거하는데는 효과적이었다.

그러나 CIP 100 사용시는 low TOC water로 단 5회 세척시에도 잔류 총 유기탄소 농도가 20 ppb 이하로 나타났다. 또한 10회 세척 시 잔류 총 유기탄소 농도는 15 ppb로 고온+20회 행군보다 단 3 ppb 높게 나타났다.



<그림 1> Low TOC water로 행구는 횟수에 따른 잔류물 제거 효과

통계학적으로 Tukey의 다중비교(99% 신뢰수준) 결과, 위 다섯 가지 실험 방법 모두 세척 후 총 유기탄소 농도가 사용 전보다 낮아져서 효과적으로 세척이 되었음을 알 수 있었다.

위 실험결과로 CIP 100 사용 혹은 고온 가열 방법이 유해 화학물질을 사용하지 않으면서도 크롬산, 황산과 같은 세척효과가 있다는 것을 알 수 있다. 



환경 방사능 오염의 위험



최근, 일본 후쿠시마 원전 이후 방사능에 피폭된 동식물들이 발견되어 계속 화제를 모으고 있다. 발견된 생물들은 후쿠시마 사고 이후 방사선 피폭에 따른 돌연변이로 추정되어 다시 한번 환경 방사능 오염의 위험을 되새기게 하고 있다.

환경 방사선의 척도

환경 방사선의 척도에는 방사선량이 사용되는데, 방사선량은 방사선에 얼마나 많이 피폭되었는지를 나타내는 양으로, 조사선량, 흡수선량, 등가선량, 유효선량 등이 사용된다.

〈표 1〉 환경방사선량의 구분

항목	설명
조사선량	감마선이나 X선이 공기를 투과하면서 이에 의하여 생성된 양이온 또는 전자에너지의 양. 공기 1 kg 당 발생한 총 전하량을 Coulomb/kg로 표기함. 구 단위로는 렌트겐(Roentgen, 1R=2.58x10 ⁻⁴ C/kg) 단위를 사용하였다.
흡수선량	방사선이 물질과 상호작용한 결과로 그 물질의 단위질량에 흡수된 에너지를 말함. 그레이(Gray, Gy)를 사용하며, 매질 1 kg에 1 Joule이 흡수되면 1 Gy가 된다. 구 단위로는 라드(Rad, 1 Gy=100 rad)를 사용하였다.
등가선량	인체에 미치는 방사선 영향을 나타내는 선량. 방사선의 종류와 에너지에 따라 인체에 미치는 방사선 영향이 각각 다르므로 흡수선량에 방사선가중치를 곱하여 구함. 표준단위는 시버트(Sievert, Sv)를 사용하며, 구 단위로는 렘(rem, 1 Sv = 100 rem) 단위를 사용하였다.
유효선량	인체에 미치는 방사선 영향을 나타내는 것으로 신체의 조직 및 장기에 따라 방사선 영향이 각각 다르므로 등가선량에 조직가중치를 고려하게 된다. 단위는 등가선량과 동일하다.

피폭 선량에 따른 신체적 증상

방사선의 피폭 선량에 따른 신체 증상은 〈표 2〉와 같으며, 선량 정도와 단기/장기 피폭 여부에 따라 증상은 차이가 있을 수 도 있다.

〈표 2〉 방사선 피폭에 따른 신체 증상

피폭선량 (Rem)	신체적 증상
0~25	증상 없음.
25~100	백혈구 감소
100~200	방사선 속취 : 피로, 권태감, 식욕부진, 흥반, 탈모
200~600	흥반, 탈모, 구토, 설사
600~1000	심한 내출혈
1000~	신경마비, 혼수상태, 사망(1~2주 내)

〈표 3〉 방사선량 정도와 단기 / 장기 피폭 여부에 따른 신체 증상

확률적 영향 (지발성)	결정적 영향 (급성)
저선량, 장기간 피폭 발생확률 선량, 증상의 비특성 암(약성종양), 백혈병, 수명 단축, 걸음음현상(가령현상), 유전적 결함(돌연변이, 염색체 이상)	고선량(0.5 Sv 이상), 단기간 일시 피폭 발단선량 존재 사고시 피폭, 방사선 치료시 발생 백내장, 불임, 흥반, 탈모, 혈액상 변화

HPIC(High Pressure Ion Chamber)를 이용한 환경 방사선 감시 시스템!

Ion chamber는 전리함에서 생성되는 이온 쌍의 수가 검출기에 흡수된 입사방사선의 에너지에 비례하는 원리로 작동되며 이를 통하여 선량을 측정이 가능하다. 또한 내부가 기체로 채워져 있기 때문에 조사선량 또한 측정이 가능하다.



GE-RS사의 RSS-131 Gamma Monitor는 고압 전리함 형태의 검출기로 현장 방사선 모니터링을 할 수 있는 최적의 방사선 감시 시스템이다. 이 시스템은 전 방위에서의 방사선 측정이 가능하며, 튼튼한 재질로 현장 날씨에 관계없이 시스템을 보호하고, 유지보수가 간편한 무인 시스템으로 활용되고 있다.

RSS-131은 짧은 시간 간격의 측정값을 연속적으로 출력할 수 있어 공간 감마선의 실시간 변동 감시가 가능하다. 따라서 조사선량율의 시간적 변화를 추적할 수 있으며, 연속기록의 해석으로 자연 방사선 및 인공방사선의 구분이 가능하고 원자력 시설에서의 기여분을 추정할 수 있어 방사선 이상 사태를 조기에 발견할 수 있는 최적의 감시 시스템이다.

현재 RSS-131은 국내에서도 국민의 생명과 재산을 보호하고 국토 환경 보전을 위해 국가환경방사선자동감시망(IERNet : Integrated Environmental Radiation Monitoring Network)을 운영하고 있다. 이 시스템은 육지 및 도서지역을 포함한 전국 120여 군데에 설치되어 현장에서 연속적으로 공간 감마선량율을 측정하고 있으며 이 정보는 국가환경방사선 자동감시망 서버를 통하여 중앙 데이터베이스에 저장되고 있어서 누구나 홈페이지를 통하여 확인할 수 있다.

이 시스템은 한국원자력안전기술원(KINS)에서 운영하고 있으며, 한국원자력연구원, 한국수력원자력 등에서도 각 사업소 주변에 RSS-131을 설치하여 주변 환경의 방사선 오염에 대하여 철저히 감시하여 안전에 주의를 기울이고 있다. 🌐

GE-RS 사 RSS-131



- 방식 : High Pressurized Ion Chamber
- 형태 : 구형(ϕ 10"),
- 충전 기체 : Ar(25 atm)
- 측정 범위 : 0~100 R/h(0~1 Sv/hr)
- 정확도 : 5%(at background)
- 데이터 기록 간격 : 1 sec

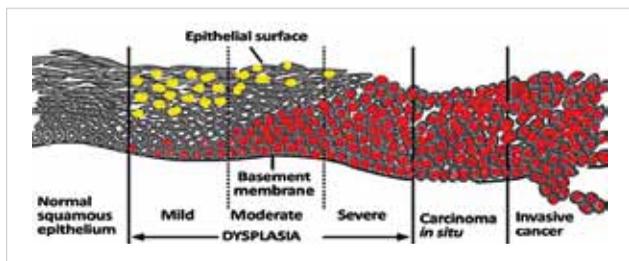
자궁경부암 진단에서 세포병리 검사의 임상적 의의



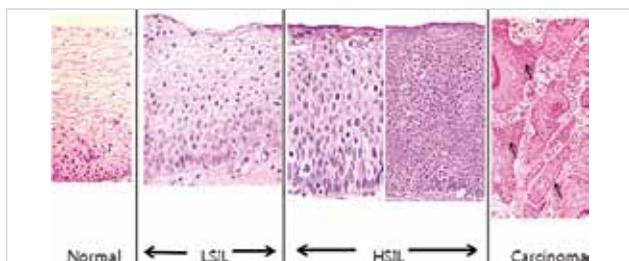
자궁경부암의 이해

자궁경부암은 한국 여성암 중 가장 많이 발생하는 암 중 하나로, 자궁의 구조 중 하부 1/3에 해당하는 자궁경부에서 발생하는 질환이다. 신체의 모든 장기는 여러 종류의 세포로 구성되어 있다. 정상 상태의 이들 세포는 몸이 필요로 하는 만큼만 분열, 증식되도록 통제되고 있다. 세포들이 필요 이상으로 계속 분열하여 지나치게 커진 조직을 종양이라 부르며, 종양에는 다른 조직으로 침범하지 않아 생명을 위협하지 않는 양성 종양과 다른 조직이나 장기까지 전이되고 해가 되는 악성 종양이 있다.

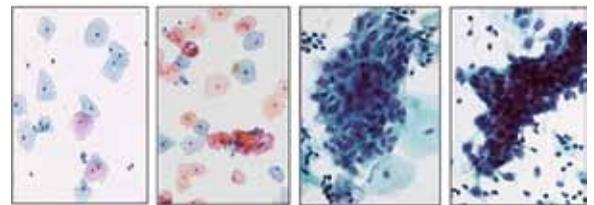
자궁경부암은 Normal squamous epithelium(정상상피세포)에서 시작하여 그 안에서만 현미경학적인 변화가 발생하는 Dyspla-



〈그림 1〉 Morphological steps to invasive carcinoma



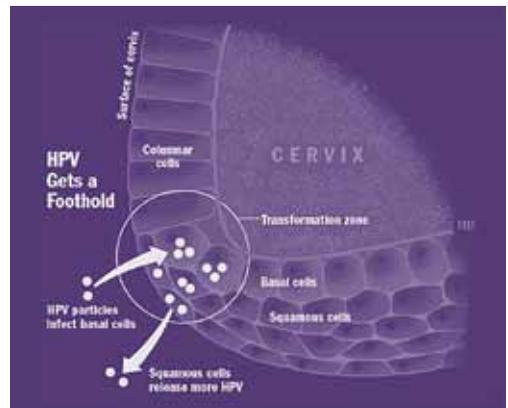
〈그림 2〉 Morphological steps to invasive carcinoma(H&E stain)
※ LSIL : 경증 이형성증, HSIL : 중증 이형성증



〈그림 3〉 Morphological steps to invasive carcinoma(PAP stain-LBC)
※ LSIL : 경증 이형성증, HSIL : 중증 이형성증

sia(이형증), 상피세포진층에 이형증이 존재하는 Carcinoma in situ(자궁경부암 0기)를 거쳐, invasive cancer로 진행되는데, 이 과정은 보통 수 년에 걸쳐 서서히 진행된다.

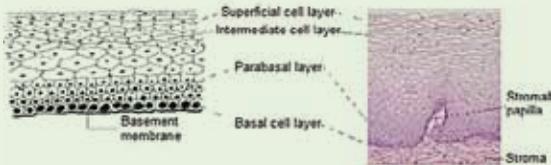
Transformation zone : endocervix의 일부가 eversion 후에 산(acid) 등 여러 인자에 의해 변화된 부위로 exocervix의 squamous cell과 endocervix의 columnar cell이 연결되는 부위이다. 자궁경부암이 발생하는 가장 흔한 부위이며 pap smear sampling과 colposcopic target area이다.



〈그림 4〉 Transformation Zone and HPV infection

※ 중층편평상피 조직과 원주상피 조직

Stratified squamous epithelium(중층편평상피) : 상피세포가 겹쳐서 생기는 상피 가운데 최표층의 세포가 편평한 것을 말한다. 상피세포는 심층으로 향함에 따라 다각화되고 최하층에서는 입방상 내지 원주상을 이룬다. 피부, 구강, 식도, 질 등 기계적 자극을 받기 쉬운 곳에 있다. 표피에서는 표층의 세포가 각화하고 끊임없이 표층에서 벗겨져 떨어지고 있다.



〈그림 5〉 Stratified squamous epithelium

Columnar epithelium(원주상피) : 기저막 위에 높은 원주상의 세포가 일렬로 나란히 배열된 상피. 소장, 대장 등에 존재하며, 자궁, 난관 등의 상피도 원주상피이다.



〈그림 6〉 Columnar epithelium

자궁경부암의 진단 방법

자궁경부 세포병리검사(pap smear)

가장 보편적으로 사용되며, 비교적 간편하고 저렴하게 검사를 진행할 수 있다. 자궁경부의 세포학적인 올바른 평가를 위해서는 검체 채취, 도말, 고정, 염색이 모두 적절히 행하여져야 한다. 고식적으로 자궁경부 세포병리검사의 민감도가 50~60%로 알려져 있으며, 액상 자궁경부 세포병리검사(Liquid based cytology)의 민감도는 65~85%로 알려져 있다. 영인과학에서는 보다 향상된 자궁경부암

세포병리검사를 위한 새로운 solution으로 NOVACYT사의 NPS series를 소개하고 있다.

결과 양식으로는 대부분 1988년 미국 NCI가 주관한 workshop에서 만들어진 Bethesda system을 사용한다. 자궁암의 병적기전에 대해 현재 이해되고 있는 지식에 근거한 확실적인 진단 용어를 제공하여 검사실과 임상 의사의 의사전달 향상, 보고양식에 검체의 적합성 여부를 진단에 포함, 과거 papanicolaou class에서 사용되던 숫자를 사용하지 않는 점 등에서 향상된 장점을 가지고 있다.

질확대경 검사 및 자궁경부촬영술

세포병리 검사에서 이상이 있거나, 바이러스검사 고위험의 경우 사용한다. 자궁경부의 이상조건에 대한 오진을 줄여주며, 이상 세포의 조직검사를 시행할 수 있다.

인두유종바이러스검사(HPV)

자궁경부암의 원인이 되는 HPV 감염을 확인하는 방법으로 스크리닝 방법과 바이러스 아형을 확인하는 방법 등이 있다.

자궁경부암 진단에서 세포병리 검사의 임상적 의의

자궁경부암의 조기 선별 방법으로 인해 자궁경부암의 발생 빈도가 급감할 수 있도록 많은 기여를 해오고 있다. 또한, 유방암, 폐암, 갑상선암 등의 증상이 있는 암 환자의 진단에도 대단히 유용하다. 그리고, 암 환자의 치료 후 추적 관찰 중 세포검사가 정기적으로 시행된다. 세포병리 검사는 조직검사에 비해 morphology가 불분명하고, 채취 가능한 표본의 양이 적어서 진단에 어려움이 있을 수 있으며 확진 검사가 아니다. 그러나 환자의 고통이 적고, 대부분 마취가 불필요하여 검사가 간단하며 신속한 진단이 가능하다. 또한, 민감도와 특이도도 높은 검사 방법으로 알려져 있으며, 생검에 비해 넓은 영역에서 표본의 채취가 가능하다. (N)



(NPS 25)



(NPS 50)

고속 촉매 스크리닝 반응기 [Frontier-Lab] Rapid Catalyst Screening Reactors

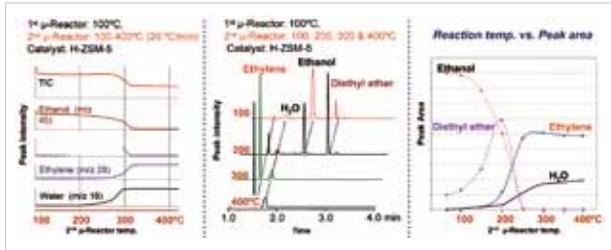
최근 Frontier-Lab사에 의해 두 가지 타입의 빠른 촉매 반응 스크리닝 장비가 개발되었습니다. 본 촉매 반응기는 GC/MS와 함께 사용되는 시스템으로 촉매와 접촉하여 형성된 화학 종에 대한 정성·정량 분석이 가능합니다. 이 반응기를 통해 많은 촉매 관련 연구자 분들이 빠른 시간 안에 촉매 반응에 대한 여러 가지 결과를 얻을 수 있습니다.

특징

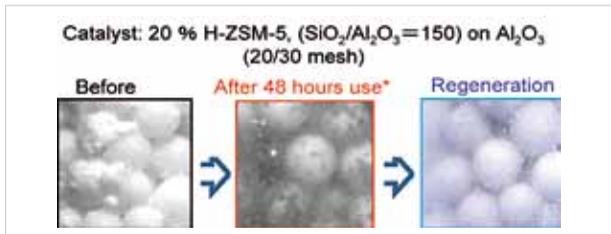
- ① 석영 Tube 방식을 사용함으로써 촉매의 빠른 교체가 가능
- ② 최대 3종의 반응 가스를 촉매부에 투입 가능
- ③ 촉매부의 온도는 등온/비등온 조작 가능
- ④ Tandem μ -Reactor는 고분자 촉매 열분해 가능

분석 예

- ① Online-MS Analysis와 Separation Analysis를 통한 촉매 성능 평가



- ② 촉매 Regeneration에 대한 연구



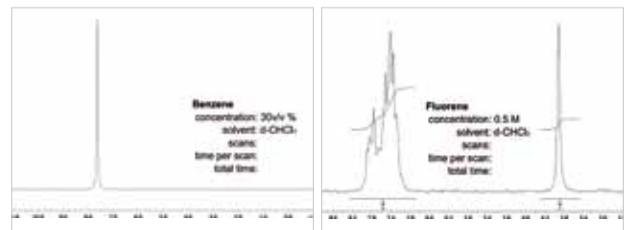
왼쪽 : Tandem μ -Reactor
오른쪽 : Single μ -Reactor

전세계 유일의 bench-top 60 MHz NMR Spectrometer [Nanalysis] NMReady™

캐나다 Nanalysis사의 NMReady™는 전세계 유일의 bench-top 60 MHz NMR spectrometer로서 50 ppb의 높은 해상도를 나타냅니다. 터치스크린이 탑재되어 사용자의 편의성을 도모하며, 비전문가도 쉽게 작동시킬 수 있습니다. 또한 LAN선을 이용한 데이터 공유가 가능하며, 결과 데이터를 빠르고 간단하게 도출할 수 있습니다. NMReady는 전세계 유명 대학교에서 교육용으로 활용되고 있으며, 연구용, 산업 품질관리용으로 폭넓게 사용되고 있습니다.

특징

- 뛰어난 성능 : 높은 resolution과 피크 분리 능력을 가진 세계 최초 휴대용 60 MHz NMR spectrometer입니다.
- 콤팩트 & 포터블 : 작은 실험실에서 사용이 가능하며 후드, 글로브박스 내에서 사용할 수 있습니다.
- 호환성 : USB 드라이브, LAN선, 프린터 등 외부 연결 기기와의 호환성이 좋아 언제 어디서든 데이터를 전송할 수 있습니다.
- Quick & Easy to use : 감도와 resolution이 높기 때문에 분석이 빠릅니다. 터치스크린을 이용하여 신속하고 간편하게 데이터 처리를 수행할 수 있습니다.
- Low Maintenance : NMReady의 자기장은 영구적으로 발생되며, Cryogen 같은 냉매가 필요없고, 유지 보수 비용이 적게 소요됩니다.

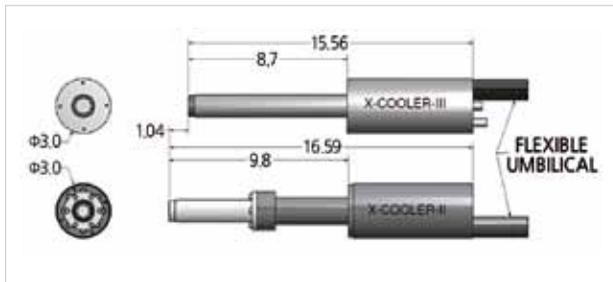


왼쪽 : Benzene 데이터 / 오른쪽 : Fluorene 데이터



LN2가 필요없는 전기, 기계적 냉각 시스템 [AMETEK ORTEC] X-Cooler-III

AMETEK ORTEC사에서 LN2가 필요없는 전기, 기계적 냉각 시스템, X-Cooler 시리즈의 3th generation 모델 X-Cooler-III를 출시하였습니다. 이전 버전에 비해 진공 port가 없어서 길이가 짧아지고, 주기적으로 필요했던 진공 복구에 대한 유지 보수가 필요없기 때문에 유지 보수 비용을 절감할 수 있게 되었습니다.



(X-Cooler-II와 X-Cooler-III의 비교)

특징

- LN2에 비해 비용 및 노동력 절감
- Flexible umbilical과 분리된 cooler와 compressor로 기존 shield에 쉽게 설치 가능
- New Design, Maintenance Free
- 2년의 Warranty(옵션으로 3년, 4년 선택 가능)
- Pop-Top flexibility : 모든 ORTEC사의 Pop-Top HPG에 호환 가능
- 기존의 X-Cooler I, II와 100% 호환 교체 가능
- 작은 소음(1 m 거리에 60 dB 이하의 noise)
- 저 전력 소비(400 W 이하로 작동)



POCT 검사실의 맞춤형 혈액가스 분석기 [Radiometer] ABL90 FLEX Analyzer

ABL90 FLEX는 65 μ L의 소량 혈액을 이용하여 35초 만에 결과를 도출해 내기 때문에 촌각을 다투는 POCT 검사실에 이상적인 혈액가스분석기입니다. 초소형 크기와 사용하기 간편하다는 장점과 더불어 환자들의 혈액가스와 전해질, 대사물질, 혈액소 농도를 의료진에게 제공하고 있습니다.

측정 항목(17 parameters)

pH, pCO₂, pO₂, cCl⁻, cCa²⁺, cK⁺, cNa⁺, cGlu, cLac, tHb, sO₂, O₂Hb, COHb, MethHb, HHb, HbF, ctBil

특장점

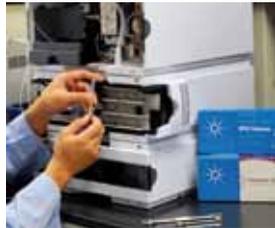
- 1) 단 65 μ L의 전혈로 14개의 parameter를 측정할 수 있고, 검사실 환경에 맞는 센서카세트 선택이 가능(BG/LYT, BG/LYT/OXI, BG/LYT/MET/OXI)
- 2) 단 35초 만에 검사 결과를 제공하며, 60초 후에 다음 검사 실시 가능
- 3) 별도의 어댑터 없이 직접 실린지와 모세관, 튜브 내 검체를 흡입 가능하며 검체 흡입관은 매 검사 후 자동 청소
- 4) 전원 외에 내부 배터리가 있어, 전원이 없어도 1시간 동안 정상 작동 가능
- 5) 단 두 가지 소모품인 센서 카세트와 솔루션 팩만 교체하면 되고 필요 시에만 tube 및 Inlet gasket을 교체하면 됨
- 6) 환자 리포트, 정도관리 데이터, 시스템 이벤트 등 모든 기록을 USB에 무제한으로 저장 가능
- 7) 3 level의 built-in 전용 QC 용액을 이용한 QC 과정과 실시간으로 analyzer system check 진행



영인과학만의 특별한 워크숍 WORKSHOP

워크숍이란 무엇인가요?

영인과학으로부터 분석 기기를 구매하신 고객님의 분석기를 원활하게 운용할 수 있도록 하드웨어/소프트웨어 사용법 소개와 실습에 초점을 맞춘 사용자 교육 프로그램입니다.



워크숍 날짜 확인 및 참가 신청 방법은?

영인과학 홈페이지(www.youngin.com)로 들어오시면 **고객지원** ⇒ **워크숍 안내 및 신청** ⇒ **워크숍 참가신청**에서 2013년 워크숍 일정 보기를 클릭하여 워크숍 종류별 연간 일정 확인이 가능하고, 현황 신청 상태인 워크숍을 클릭하여 해당기간의 워크숍을 신청할 수 있습니다.(반드시 로그인 상태에서 신청 가능).



- * 워크숍은 참석 고객 본인이 직접 영인과학 홈페이지 가입 후 로그인 상태에서 신청해 주시기 바랍니다.
- * 워크숍은 홈페이지에서 온라인으로만 신청 접수받고 있으며, 워크숍 개설은 매월 1일에 다음 달 워크숍 전과정이 개설됩니다.
- * 워크숍과 관련한 자세한 문의는 ☎ 1544-1344, 080-022-7773 워크숍 문의 (3번)를 선택하시면 친절히 상담해 드리겠습니다.

워크숍의 종류 및 대상 분석기기는?

Operation Workshop

- **내용** : 분석기기를 처음 사용하시는 고객을 대상으로 기본적인 원리와 기기구성에 대한 기초 이론, 하드웨어/소프트웨어 사용 방법을 소개하고, 시료 분석 실습과 유지보수 실습을 직접 해 볼 수 있도록 구성되어 있습니다.
- **대상 분석기기** : Agilent Technologies사 GC, GC/MSD, HPLC, LC/MS(QQQ)
- **비용** : 22만원(부가세 포함, 1인) 또는 쿠폰 사용
- **교육 기간** : 3일(단, GC/MSD는 2일)
- **교육 장소** : 영인과학 본사 4층 Workshop Room

Maintenance Workshop

- **내용** : 일정 기간 분석기기를 사용한 경험이 있는 고객을 대상으로 기기의 하드웨어 구성 이해와 증상별 원인 및 해결 방법을 Q&A식으로 소개함으로써 사용자가 직접 소모품 교체 등 간단한 유지 보수와 원활한 장비 유지 관리가 가능하도록 합니다.
- **대상 분석기기** : Agilent Technologies사 GC, GC/MSD, HPLC
- **비용** : 무료
- **교육 기간** : 1일
- **교육 장소** : 영인과학 본사 4층 Workshop Room

ChemStation Workshop

- **내용** : 일정 기간 분석기기를 사용한 경험이 있는 고객을 대상으로 ChemStation 소프트웨어의 Data analysis(Integration, Calibration) 및 Report 기능에 대한 다양한 활용이 가능하도록 교육합니다. 분석기기의 실습 없이 노트북에서 소프트웨어 실습만 진행합니다.
- **대상 분석기기** : Agilent Technologies사 GC, GC/MSD, HPLC
- **비용** : 11만원(부가세 포함, 1인) 또는 쿠폰 사용
- **교육 기간** : 1일
- **교육 장소** : 영인과학 본사 4층 Workshop Room

Maintaining the Split/Splitless Inlet

[증상] GC 또는 GC/MS의 Split/Splitless capillary inlet에서 Inlet pressure 또는 flow가 설정한 값에 이르지 못하고, 일정 시간 후 'inlet pressure shutdown' 메시지가 뜨면서 시스템이 shutdown됨.

- [원 인]**
1. Main gas supply로부터의 유량이 충분하지 못할 때
 - ① Main gas supply의 outlet pressure가 낮음.
 - ② Main gas supply의 잔량 부족
 2. Leak가 있을 때
 - ① Inlet septum의 노후화로 인한 leak
 - ② Liner와 O-ring 부위의 leak
 - ③ 컬럼 연결 부위의 leak
 3. HW 손상

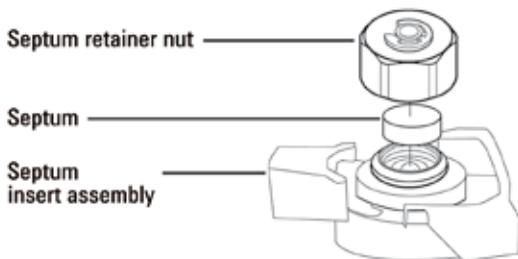
- [조 치]**
1. Main gas supply의 outlet pressure 확인 : 60 psi~90 psi 유지
 2. Main gas supply 가스 잔량 부족 시, 새 것으로 교체
 3. Split mode를 사용하는 경우, split ratio를 증가시켜 설정 값에 실제 유량이 도달하는지 확인
 4. Inlet septum, Liner, Liner O-ring 교체
 5. 컬럼 해체 후, 재설치

Septum, Liner, Liner O-ring 교체 방법

※ 주의: 오븐과 Inlet이 뜨거울 수 있으므로 반드시 Inlet의 온도를 낮추고, 화상에 주의하십시오.

1. Septum 교체 방법

- ① Septum retainer nut를 풀어낸다.
- ② 핀셋으로 septum을 제거한 후 새로운 septum으로 교체한다. (이 때, Inlet이 굽히지 않도록 조심한다.)



2. Liner 및 Liner O-ring 교체 방법

- ① 옆의 그림과 같이 septum insert assembly 고정탭을 반시계 방향으로 돌려서 분리한다. 이때 liner가 깨지지 않도록 septum insert assembly를 수직으로 들어올린다.
- ② 핀셋으로 O-ring을 inlet 표면에서 떼어낸다.
- ③ 핀셋으로 liner를 잡고, 위로 들어올려 liner를 꺼낸다.
- ④ Gold plate seal 오염 여부를 육안으로 확인하고, 오염되었을 경우 교체한다.
- ⑤ 새로운 liner에 O-ring을 끼우고, liner를 gold plate seal에 닿을 때까지 밀어 넣는다.
- ⑥ Septum insert assembly 가운데 부분을 liner에 조심스럽게 맞춘 후, septum insert assembly 고정탭을 시계 방향으로 밀어서 고정시킨다.



아직도 수동적정 하세요?
 자동적정으로 시료분석의 퀄리티를 높여보세요.

METTLER TOLEDO EasyPlus™ Titrator



적정법은 중량법과 더불어 가장 오래된 분석방법 중 하나이다. 다양한 분석법의 개발과 발전에도 불구하고, 분석의 주요한 물리학적 방법인 적정법은 현재까지도 정량적인 분석의 표준방법으로 사용되고 있다.

일반 매뉴얼 적정의 경우 보통 1% 이하의 재현성을 보이지만, 자동전위차적정기는 0.1% 이상의 정밀한 적정값을 가지고 표준편차 내 정밀도가 유지되기 때문에 정확한 실험결과를 얻을 수 있다.



〈그림 1〉 EasyPlus™ 자동적정기

적정 분석은 쉽게 양팔 저울로 비유할 수 있다. 측정할 물체를 저울의 한 쪽에 올려놓고 다른 한쪽에는 적정액의 형태로 저울이 수평을 이룰 때까지 계속 주입하는 것과 같다. 저울의 양팔 비율은 적정 반응의 화학량을 나타낸다. 즉, 적정에서 물질의 총량은 보정된 표준물질과 반응함으로써 정량적으로 결정된다.

기존에는 뷰렛 이용한 매뉴얼 타입의 적정법을 주로 사용해 왔지만, 주입된 적정액의 정밀한 양을 파악하거나 시료와 적정액의 변색반응을 육안으로 확인해야 하는 단점들을 해소하기 위해 최근에는 자동적정시스템으로 대체되고 있는 추세이다.

Mettler Toledo사의 EasyPlus™ Titrator는 매뉴얼 적정을 수행하는 실험자도 손쉽게 자동적정을 다룰 수 있도록 일상 어플리케이션용으로 맞춤 설계된 자동적정기이다.



〈그림 2〉 적정 종말점 Indication



〈그림 3〉 자동분주의 안전성과 데이터 출력, 관리의 편리성

소프트웨어는 스마트폰의 앱 형태로 편리하고 간단하게 사용할 수 있는 인터페이스를 제공하며, 전 모델의 한국어 지원으로 장비의 설치 및 설정 과정을 손쉽게 진행할 수 있다.

또한, 적정제의 자동분주로 위험한 시약을 직접 다루지 않아도 되며, 프린터 및 소프트웨어를 통한 데이터의 출력 및 관리가 용이하여 이에 따른 실험시간이 단축된다.

EasyPlus™ Titrator는 응용별로 5가지 모델이 출시되었다. 산염기 적정을 위한 Easy pH, 식품 내 염분측정 등을 위한 침전적정용 Easy Cl, 와인 및 주스 등의 산화환원 적정을 위한 Easy Ox가 있으며, Easy pH, Easy Cl, Easy Ox 세가지 기능이 한번에 가능한 Easy Pro 모델이 있다. 또한, 쉽고 빠른 수분적정을 위해 100 ppm부터 100% 범위의 수분함량분석이 가능한 Easy KFV 모델까지 다양한 분야에서 자동적정을 활용할 수 있게 되었다.



〈그림 4〉 스마트폰 앱 형태의 인터페이스

각 모델에 맞춤 설계된 전극을 통해 빠른 반응, 정확한 측정으로 실험 퀄리티를 업그레이드할 수 있을 것이다.

실험실 환경 개선을 위한 실험실 리모델링



현재 운영되고 있는 실험실의 전체적인 리모델링을 계획하고 있다면 실험실 컨설팅을 통하여 전문적인 리모델링을 진행할 수 있다.

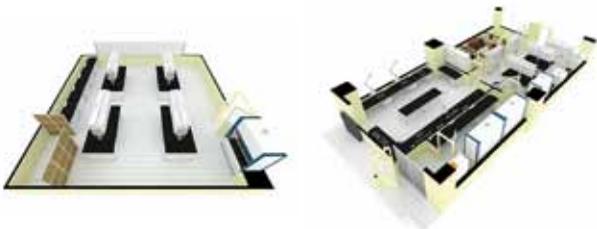


진행되고 있는 연구과제 변경으로 인한 실험장비 교체 및 실험동선 변경이 필요한 경우, 실무자의 이해를 돕도록 3D 도면을 제공한다. 와이에스엔에서는 다양한 메이커의 실험가구를 취급하기 때문에 기존 실험가구와 조화로운 리모델링을 제공할 수 있다.



와이에스엔 실험실 리모델링은 기존 실험실 철거공사를 시작으로 실험실 내부 인테리어(벽체 및 페인트 바닥공사)와 가스, 가스저장 공간 설치공사, 급수 및 배수, 배관공사, 배기 덕트 공사, 실험실 가구 설치 및 주변장비, 소모품 구축 등 One Step Total Solution 을 제공하고 있다.

※ 실험실 구축, 설계, 리모델링 관련 컨설팅
: 와이에스엔 LCB 담당자(031-460-9391)



또한, 실험실 전문공사 업체를 통해 배기덕트, 가스, 급수 및 배수 배관 공사 제공도 가능하다.



Compact한 디자인과 성능, expression CMS Mass Spectrometer for Liquid Sample



MS(Mass Spectrometer)란?

복잡한 기체나 액체 유기물질과 화학 혼합물 등을 기화시킨 후, 전자류 등의 큰 에너지를 가해 생성된 이온들을 mass/charge(m/z)의 비의 크기 순으로 분리시키는 장치이다. 분자이온의 질량수로부터 분자량을 얻을 수 있으며 fragment 이온이 생기는 형태로부터 분자구조에 관한 중요한 정보가 얻어진다.

expression CMS(Compact Mass Spectrometer)

Advion은 북미에서 지난 20여 년간 이온화 방식 개발에 몰두하여 LC/MS 분야의 선두주자로 입지를 굳힌 세계적인 기업이다. 영린기기는 Advion사와 국내 독점 계약을 체결하여 expression CMS를 공급하게 되었다.

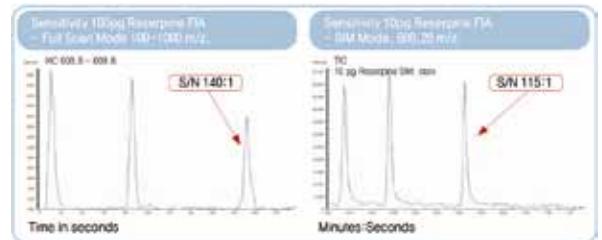
expression CMS는 액상시료를 도입하여 대기압 하에서 기화와 이온화를 동시에 시키는 이온화 방법으로 물질의 질량을 쉽고 빠르게 측정하는 질량분석기이다.



기기 특징

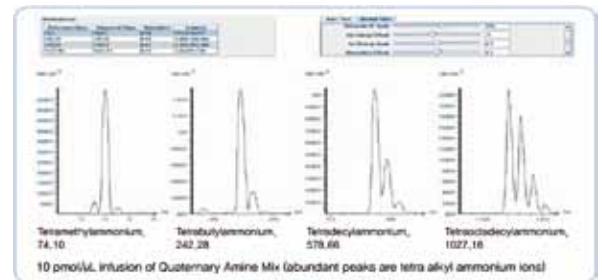
1. 고성능 Single Quadrupole을 채택하여 감도 및 재현성 향상

- UV 검출기로 분석이 불가능한 저농도의 물질도 문제없이 분석 가능
- Scan, SIM 모드 모두 높은 감도를 자랑하며, 보다 저렴한 가격으로 고성능 질량분석이 가능



2. (+) positive / (-) negative ion 모두 측정 가능 : Auto tune

- Positive ion과 Negative ion의 tuning mix가 내부에 내장되어 있어 번거롭게 교체할 필요 없음.
- Tune 결과를 한 눈에 확인할 수 있으며 Manual tune으로도 조절이 가능



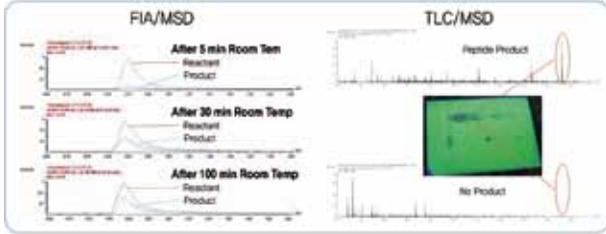
3. ESI / APCI(선택) 이온화법 모두 지원

4. 안정화 시간 단축! 안정화 30분 후면 분석 가능

5. 이온 소스 교체도 쉽게 똑딱!

6. 슬림한 사이즈로 공간 활용도 최고! 후드 안에도 쏙!

7. 다양한 분석 응용이 가능 : 뛰어난 호환성으로 어떠한 응용이라도 분석 결과를 손쉽게 확인할 수 있습니다.



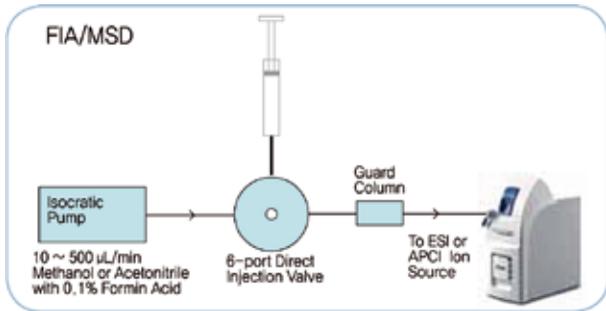
Software

1. 심플한 디자인, 빠른 처리 속도, 다양한 정보를 한눈에 : Mass Express™, Data Express™
2. YL-Clarity를 사용하면, MS Expression 추가로 LC와 MSD를 한번에 컨트롤!

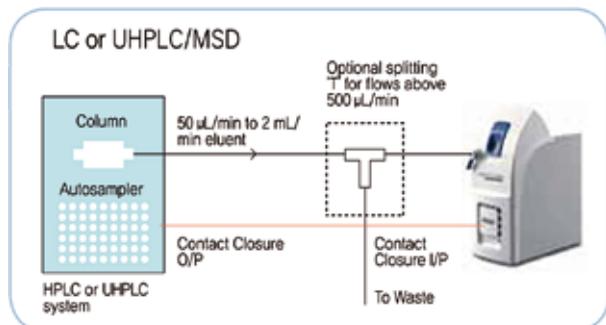
다양한 응용

어느 장비와도 호환 가능한 다재다능 멀티 플레이어 expression CMS

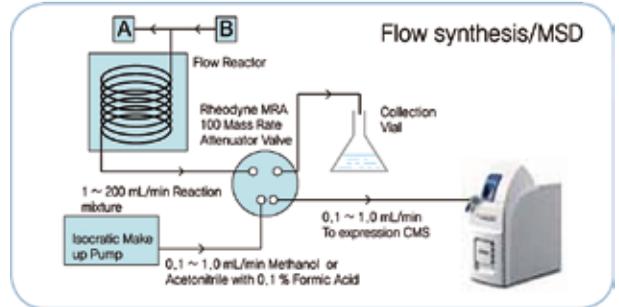
1. Flow Injection Analysis(Direct Injection) : 후드 내부나 반응기 옆과 같이 시험하는 공간 가까이에서 빠른 시간 내에 질량분석 가능



2. LC or UHPLC/MSD : 액체 크로마토그래피를 연결하여 시료의 자동 주입 및 분리된 물질의 질량분석 가능

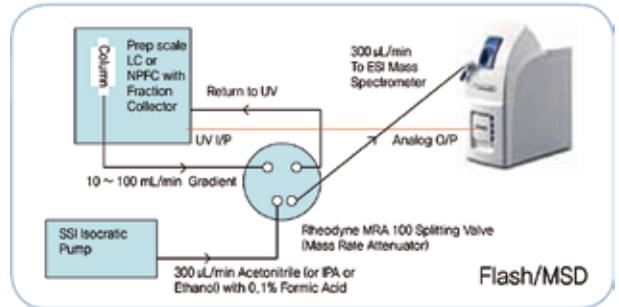


3. Flow Synthesis/MSD : 실시간으로 반응물을 모니터 가능

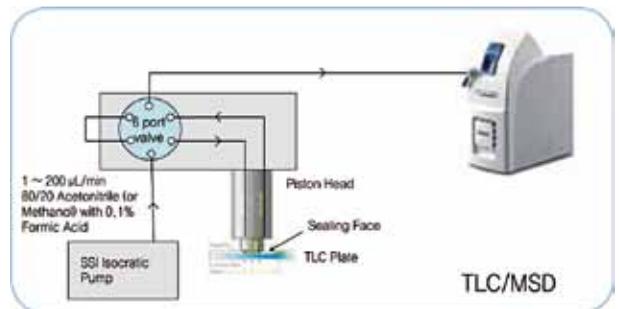


4. Flash/MSD : 질량분석 결과로 시료를 분취하고자 할 때

- Prep Scale LC
- Normal Phase Flash Chromatography
- Supercritical Fluid Chromatography



5. TLC/MSD : TLC-MS Interface(CAMAG)를 연결하여 TLC 결과를 UV로 확인한 후 정확한 판단을 위해 MSD로 재확인하거나 분리된 물질을 얻고자 할 때



실험은 간편하게! 결과는 정확하게! Liquid Handling의 Best Optimizer “Versette”



Thermo Fisher Scientific사의 Versette은 96 혹은 384 head 를 이용하여 다량의 샘플을 동시에 정확한 양으로 pipetting할 수 있는 다용도 소형 분주 자동 장비(Liquid Handler)이다. 일반 Research 뿐만 아니라 제약, 제약 개발, cell-based, genomics & proteomics를 포함한 생명과학 분야에 일반적으로 사용되고 있다. 최대 6개 plate를 동시 장착할 수 있어서 처리량이 많을 경우 (High-throughput)에 가장 적합한 제품이다.

특징

1 Interchangeable pipetting heads

- : 사용자가 직접 별도의 tool 없이 pipetting head 교체 용이
- ⇒ 총 3 종류의 air displacement pipetting head 사용 가능
- 96-channel : Volume 0.5~30 μ L / Volume 5~300 μ L
- 384-channel : Volume 1~100 μ L

2. User-friendly programming

- : Touchscreen과 전용 소프트웨어로 간편하게 프로그래밍 가능



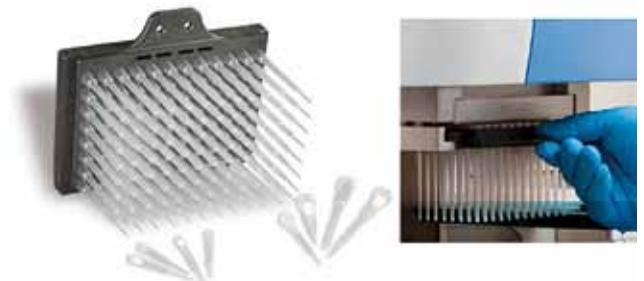
본체 내 장착된 Touchscreen(위) / Versette ControlMate PC software(아래)

3. Optimized consumables(Disposable Automation Research Tips)

: 전용 D.A.R.T Tip 사용으로 정확한 설정량 흡입/분주 보장

※ 제공 가능 Tip 종류

Pipetting head	Compatible DARTs Tip	Description
96-channel 0.5-30 μ l	5586 (non-sterile) / 5587 (sterile) / 5588 (sterile filtered)	30 μ l
	5506-11 (non-sterile) / 5507 (sterile) / 5508 (sterile filtered)	30 μ l extended length
96-channel 5-300 μ l	5516-11 (non-sterile) / 5517-11 (sterile) / 5518-11 (sterile filtered)	300 μ l
	5536 (non-sterile) / 5537 (sterile) / 5538 (sterile filtered)	300 μ l extended length
	5546 (non-sterile) / 5547 (sterile) / 5548 (sterile filtered)	300 μ l extended length, wide bore
	5326 (non-sterile) / 5327 (sterile) / 5328 (sterile filtered)	100 μ l



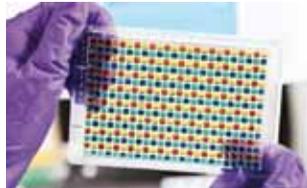
4. Compact & Safety



- 68(W)×55(D)×68(H) cm의 콤팩트한 디자인으로 테이블 위에 장착 가능
- Closed type으로 외부로부터의 오염을 최소화하고 실험자의 안전도 보호
- Door open시 기기 작동 멈춤 기능(기기 작동 후 놓친 조건이 확인되었을 경우, 기기 문을 열어 작동을 멈출 수 있음.)

5. Wide range of applications

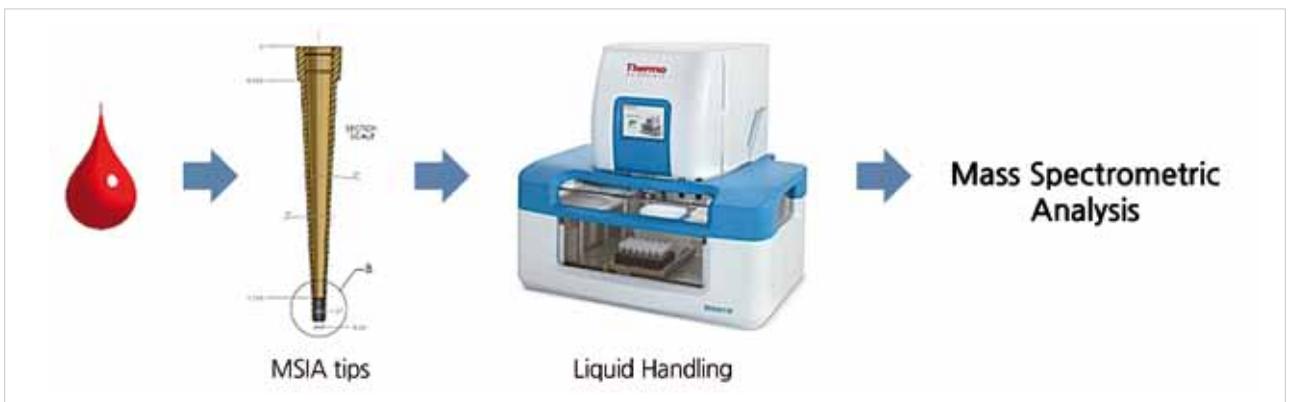
- Plate filling
- Plate replication
- Plate reformatting
- Serial dilutions
: rows or columns
- Sample preparation with MSIA™ Tip



4units of 96 platse ⇒ 384 plate

- ※ MSIA(Mass Spectrometric Immunoassay)™ Tip 이란?
: Immuno-affinity pipette tip 기술(Streptavidin, Protein A/G, etc)로 특정 질병(예. 당뇨병, EPO) 혹은 도핑 test 등의 target 물질을 Immuno-affinity를 이용하여 높은 순도의 시료를 단시간에 취득할 수 있는 전처리용 silica base Tip이다.

[MSIA Workflow]



주요 사양

Volume range	0.5–300 µl (depending on the pipetting head)	
Pipetting resolution	Increments of 0.1 µl	
Compatible labware	96- and 384-well plates, racked storage tubes	
Pipetting accuracy	96-channel 0.5–30 µl	± 2.0% or 0.15 µl
	96-channel 5–300 µl	± 2.0% or 1.00 µl
	384-channel 1.0–100 µl	± 2.0% or 0.50 µl
Pipetting precision	96-channel 0.5–30 µl	± 1.5% or 0.10 µl
	96-channel 5–300 µl	± 1.5% or 0.75 µl
	384-channel 1.0–100 µl	± 1.5% or 0.25 µl
Dimensions (H x W x D)	680 x 680 x 559 mm (27 x 27 x 22 in.)	
Weight	69 kg (152 lbs.) (no pipetting head included)	
Operating system	Windows XP SP3, Windows 7 (32- and 64-bit)	
Interface	RS232	
Power requirements	100–240 V, 50/60 Hz	

정확한 중금속 오염물질 검출

Trace Metal Monitoring

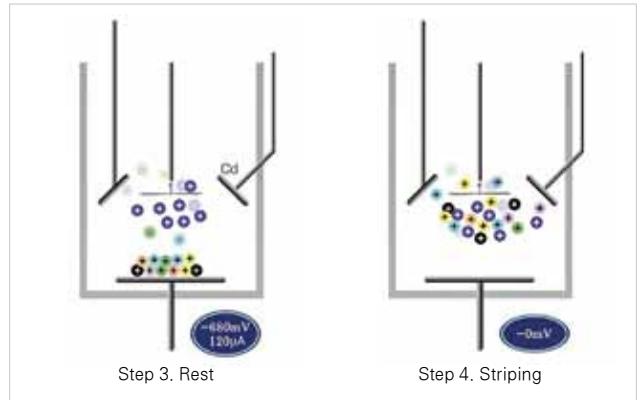
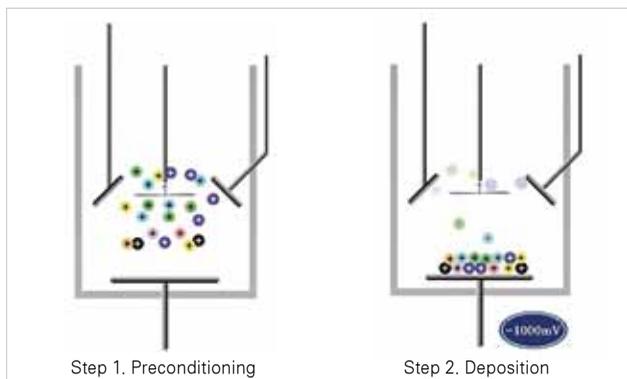
소개

중금속 이온들에 의해 생성된 독성 물질들은 자연 생태계에 배출된 후 분해되지 않은 상태로 축적되어 장기간 존재하게 된다. 이들 중 일부가 미생물에 의해 흡수되면 생분해성 오염원들과는 달리 연속적인 먹이사슬에 의해 인간을 비롯한 고등 생물들에게 전달되어 치명적인 영향을 미치게 된다. Modern Water사의 PDV6000plus 모델은 중금속 오염 물질이 방출되는 현장이나 실험실에서 직접 수분 내에 정확한 측정을 하여 중금속 오염 물질의 검출 여부를 확인할 수 있는 제품이다.



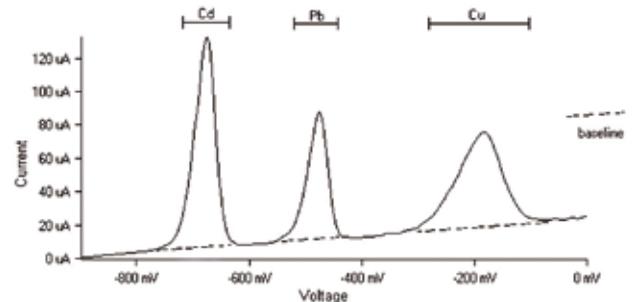
측정원리

전기화학적 중금속 이온을 측정하는 전압전류법 중 하나인 양극 벗김 전압전류법(Anodic Stripping Voltammetry)을 이용하며 <그림 1>과 같은 4 단계로 전기화학 반응이 일어난다.



<그림 1> 양극 벗김 전압전류법(4단계 전기화학 반응)

- **Step 1. Preconditioning** : 시료를 주입하고 금속 이온들이 용기 내에 균질하게 분포하도록 교반
- **Step 2. Deposition** : 작업전극에 음전압을 가하여 양전하의 금속이온이 환원되어 작업전극 표면에 석출
- **Step 3. Rest** : 농축이 끝나면 교반을 멈추고 석출된 금속이온이 평형을 이루도록 휴지기를 둬.
- **Step 4. Stripping** : 양의 전압 방향으로 전압을 주사하여 금속이온이 산화되어 나오면서 전류 변화 측정



PDV6000plus의 특징점

- 중금속 이온의 동시 분석 가능(Pb, Cd, Zn, Cu)
- 수질오염공정시험기준과 동일한 시험법
- 휴대가 용이(소형, 경량)
- 충전 시스템이 포함되어 있어 현장 측정 가능
- 소량의 시료로 분석 가능(8 mL 이하)
- 5분 이내 분석
- 저렴한 유지 보수 비용

(표 1) 수질오염공정시험기준 및 검출한계

측정 금속	양극법 전압전류법	검출한계($\mu\text{g/L}$)
4402 납	4402.5	0.5
4406 비소	4406.5	0.5
4408 수은	4408.3	0.1
4409 아연	4409.5	0.5

(표 2) 분석 가능 원소

Group IVB	Group VB	Group VIB	Group VIIB	Group VIIIB	Group IB	Group IIB	Group IIIA	Group IVA	Group VA	Group VIA		
Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Si	P	S
Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Ga	Ge	As	Se
Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	In	Sn	Sb	Te
												Po

Applications available from Modern Water Monitoring
 Methods available in literature

PDV6000plus 응용

- 각 광역시 수질연구소, 정수장 및 하수처리장, 대학교 환경연구기관, 기업체 환경관리팀, 환경관련 정부 연구기관 및 투자기관 등
- 산업폐수, 의학적 분석(뇨), 광물 및 토양 오염도 조사, 식품 분석(캔, 음료수, 채소, 과일) 등

PDV6000plus 제품 구성



초음파를 이용한 가장 진보적인 녹조 제거 시스템



조류/시아노박테리아의 발생 원인 및 문제점

조류는 엽록소를 지니고 광합성을 하는 식물로, 단순 분열을 하고 종류도 매우 다양하다. 또한 광범위한 서식처를 가지고 있으며, 전 세계적으로 발생하고 있다.

시아노박테리아는 남조류(blue green algae)라고도 하며 원핵생물인 원시 조류의 일종이다. 광합성을 하여 산소를 생성하기 때문에 원시 지구 대기의 산소공급에도 밀접하게 관련되었던 것으로 추정하고 있다. 이러한 조류 및 시아노박테리아는 식수원, 저수지, 연못, 수영장, 냉각탑 등 주로 고여 있는 물에서 많이 발생하여 우리의 생활에 중대한 영향을 끼치고 있다.



조류로 인한 문제를 살펴보면, 연못 등에서 질소, 인 등의 영양물 축적으로 인한 부영양화가 조류를 발생시키는 원인이 되고, 조류의 급격한 증가는 햇빛을 차단하여 수생식물에 영향을 주거나 수중 산소를 고갈

시켜 어류(물고기)에 영향을 주기도 한다. 결국 수질오염을 야기시켜 생태환경을 파괴하고 자연 정화능력을 상실하게 한다.

다른 사례를 살펴보면, 팔당호 등 취수원에는 하절기 강수량(강우량)이 부족한 시기가 되면 남조류(Cyanobacteria, blue-green algae)의 생장이 급격히 증가하면서 지오스민, 2-메틸이소보르네



올(2-MIB) 등의 부산물을 생성하게 되는데, 이는 수돗물 이취미(異臭味)의 원인이 되어 민원발생을 야기시키기도 한다.

최근 4대강의 녹조발생 사례를 통해 알 수 있듯이, 고도정수처리를 통해 물의 냄새와 맛의 변화를 어느 정도 억제할 수는 있지만, 시아노박테리아와 생물막 및 사상성 박테리아의 성장을 막을 수 있는 선제적인 방법이 아니기 때문에 독소와 지오스민 및 2-MIB를 감소시키는 데에는 한계가 있다.

이러한 유해조류를 제어하기 위해서는 조류방지 펜스를 이용하여 유입을 차단하거나, 활성탄 흡착 또는 모래 및 미세스크린 여과방법, 오존 및 염소산화 처리, 생석회나 황산동 또는 황토 살포방법, 그리고 어류/수생식물/동물성플라크톤을 이용한 생물제어방법 등이 사용된다. 그러나 위 방법들은 환경적인 측면에서 또 다른 문제를 야기할 수 있고 조류퇴치를 위해 적시에 효과를 얻지 못할 수도 있는 문제를 안고 있다.

이에 반해 초음파를 활용한 방법은 조류 세포 내 기포(기낭, 액포)를 파괴시키는 복합형태의 특이초음파를 이용함으로써 오직 조류와 일부 곰팡이에만 작용하도록 한다.

이 방법은 인체와 동물, 식물 및 동물성 플랑크톤, 물고기 및 다른 수중생물에는 완전히 무해하므로 친환경적인 조류 제거 방법이면서 또한 적시에 효과를 얻을 수 있고, 특별한 관리 인력없이 지속적인 인 조류 제어 효과를 볼 수 있다는 장점이 있다.

초음파를 이용한 녹조 제거기의 작동원리



〈그림 1〉 설치 사례

남조류는 기포(gas vesicle)를 보유하고 있어 물기둥을 따라 수직으로 이동(상승)할 수 있는데, 초음파 녹조 제거기에서 발생한 초음파가 이 기포를 파괴하여 조류가 수면 위로 상승해 광합성을 하지 못하게 한다. 또한 초음파가 물의 표층에 소리장벽을 형성하여 물과 다른 밀도를 지닌 물체를 반사시킴으로써 조류의 부력에 영향을 미쳐 수면 위로 떠오르지 못하게 한다. 결국 빛의 부족으로 광합성을 하지 못하게 되어 사멸시키는 작동원리이다.

또한 초음파의 영향으로 녹조류의 액포(tonoplast)는 파괴되거나 세포막과 세포벽의 결합도 파괴되어 조류가 사멸된다.

LG SONIC사 E-line과 MPC-Buoy 소개

(1) E-line

① **다중송신기** : 장비의 종류에 따라서 초음파가 미치는 조류 제거 범위는 초음파 발생기(Transducer) 당 **10~185 m**이며, 1시스템당 최대 4개의 발생기를 송신기를 통해 다수의 연못이나 대규모 호수 또는 수중보에 설치할 수 있다. 이때 수질의 지표에 따라 서로 다른 초음파 프로그램을 적용하여 조류를 제어할 수도 있어 조류 제거 처리시간 단축 및 효율적인 조류 제어가 가능하다. 즉, 저항이 강한 조류의 성장 억제와 물의 상태 및 조류의 형태, 그리고 응용범위에 따라 초음파 프로그램을 바꾸어 적용할 수 있다(카멜레온 기술).



〈그림 2〉 다중송신기

② **내후성 제어박스** : 알루미늄 소재의 제어기 박스는 전자 기판(PCB)을 기후 변화로부터 잘 보호할 수 있도록 제작/설계되어 있어서 내부 발생열의 냉각기능과 방수기능을 가지고 있다.

③ **통합 자동 와이퍼** : 방해석 침전물 및 기타 부착물을 주기적으로 자동 제거할 수 있는 자동세척 시스템(자동 와이퍼)을 장착할 수 있다. 따라서, 초음파 발생기의 지속적인 성능을 확보하기 위해 현장에 접근하여 초음파 발생기 표면을 세척하는 등의 별도의 유지관리 작업이 불필요하며, 위험한 현장 운영관리작업으로 안전성을 확보할 수 있다.



〈그림 3〉 자동와이퍼

(2) MPC-Buoy(부표)

MPC(Monitor water quality, Predict algae blooms, Control algae)-부표는 On-line 수질감시와 원격 측정 및 초음파 기술을 결합하여 댐, 저수지, 수중보, 호수, 대형연못의 조류와 시아노박테리아를 효과적으로 제어한다.



〈그림 4〉 MPC-Buoy(부표)

① **반경 500 m 안의 조류 제어** : 강력한 초음파와 세 개의 송신기를 통해 500 m 반경 360° 전체를 제어할 수 있으며, 조류의 형태에 따라 초음파 프로그램을 변경하여 제어할 수 있다.

② **효율적인 태양 전지 시스템과 지능형 전력관리** : 상시 전력공급이 가능한 태양 전지 시스템을 적용하여 설치 위치에 구애받지 않고 운용 가능하며, 배터리 전압이 낮으면 초음파 송신기를 자동으로 끄거나 과충전을 조절하여 기기를 보호한다.

③ **센서 패키지와 통신/원격 측정** : 현장 센서(In-situ sensor)로 엠크소 a(녹조류), 피토시아닌(녹조류), pH, 혼탁도, 용존산소량, 수온 등 지표를 10분마다 수집하여 수질 상황 데이터를 실시간으로 전송/제공한다. 또한 인터넷 기반의 MPC-View 전용 소프트웨어를 통하여 현장의 실시간 수질상태와 조류발생여부 확인 및 예측이 가능하며, 기기의 상태도 시각적으로 확인 가능하다.

응용사례

(1) 상수원 및 댐, 정수장

식수를 공급하는 상수도원에 시아노박테리아가 번식하게 되면 물의 맛과 냄새에 문제가 발생한다. 즉, 녹조류는 지오스민을 생성하여 물에서 “흙맛”이 나게 하는데, 물 속에 존재하는 유기물을 화학약품으로 처리할 때, 소독제로 사용되는 염소나 브롬과 반응하여 발암물질인 트리할로메탄(trihalomethane)이 생성되기도 한다.

MPC-부표는 새로운 조류의 성장을 제어하여 조류가 물 표면으로 떠올라 광합성을 하는 것을 차단하므로, 상수도원의 독성물질 및 지오스민 발생을 친환경적으로 억제시킬 수 있다. 또한 정수처리 시 짧은 체류시간의 탱크에 설치하여 운영할 수도 있으며, 응집조에도 설치하여 시약과 반응물질의 상호 작용을 개선할 수도 있다.



조류를 제어할 수 있다. 기타 수경재배(민물과 바다 양식장)에서도 물고기와 새우 등을 위한 수질 지표는 개선하면서 시아노박테리아에 의한 독성을 감소시킬 수 있다.

랩프런티어는 LG Sonic사의 초음파 녹조 제거 솔루션을 국내에 공급하여 조류로 야기되는 환경적인 문제를 개선함과 동시에 그동안 먹는 물, 생활용수, 농업용수 등 수질분석 서비스와 함께 수질 개선을 위한 차별화된 서비스를 지속적으로 개발하여 공급할 예정이다.

※ 초음파 녹조 제거 관련 문의 : 031-460-9069, 9125

(2) 골프장, 연못, 자연호수 및 호수공원, 수영장



조경용 연못과 골프장의 water hazard에서의 조류 발생과 악취를 잡아주고 연못의 가치를 높여준다. 초음파 녹조 제거기는 인체와 동물, 플랑크톤, 수생식물 등에 완

전히 무해하므로 화학적 처리법을 사용할 수 없는 곳에 사용할 수 있는 친환경적인 최적의 솔루션이다. 골프장 등에서는 초음파 녹조 제거기의 control box 설치 시 인공암벽 구조물을 이용하여 효과적으로 미관을 개선할 수도 있다.

(3) 폐수처리장

화학약품을 이용하여 침전지, 모래여과 및 여과지 등 폐수처리장의 각 단계에서 이용되는 유익한 박테리아는 없애지 않고 부유성 조류와 사상성



HOT ISSUE
최신 뉴스

신규 대리점 계약, Precise사 On-line Hydrocarbon Gas Analyzer 판매 시작



2013년 7월부터 영인과학은 Precise사와 대리점 계약을 체결하고 On-line Hydrocarbon Gas Analyzer 판매를 시작하였습니다. Precise사는 2007년 설립

된 회사로 '실시간(Realtime)', '온라인(Online)', '전시간(All-the-time)' 분석이 가능한 혁신적인 Hydrocarbon Gas Analyzer를 개발 및 생산하는 회사입니다. 최근 3년 간 Precise사의 Hydrocarbon Gas Analyzer는 전세계에 약 1,500 여대가 판매되었으며 다양한 응용의 가스 분석에 활용되고 있습니다. 대표적인 제품은 Precise 5 Hydrocarbon Composition Analyzer와 OXS-3100 IPA(Isopropyl Alcohol) in Water Analyzer입니다. GC의 온라인/실시간 분석이 요구되는 분야에 적용될 수 있을 것으로 기대합니다.

휴대용 60 MHz NMR 공급, Nanalysis사와 계약 체결



2013년 8월, 영인과학은 캐나다에 위치한 Nanalysis사의 NMReady™를 국내에 공급하게 되었습니다. 2009년 설립

된 Nanalysis사는 휴대용 NMR Spectrometer를 전문적으로 개발 및 생산하고 있는 회사입니다. NMReady™는 전세계 유일의 bench-top 60 MHz NMR Spectrometer로서 50 ppb의 높은 해상도를 나타내며, 전세계 유수 대학교, 연구소, 산업체에서 폭넓게 사용되고 있습니다. 영인과학은 Nanalysis사와 대리점 계약을 맺음으로써 사용이 간편하고 빠른 데이터 도출이 가능한 NMR을 국내에 선보이게 되었습니다.

영인 와이즈클럽 가입, 상품권 증정



영인그룹은 고객 리워드 통합 멤버십 서비스인 "영인 와이즈클럽"을 운영하고 있습니다. 영인그룹 제품/서비스 구매시 마일리지 혜택을

제공 받으시고, 적합한 마일리지로 도서, 영화, 공연 등을 구입하실 수 있습니다. 지금, 영인 와이즈클럽(www.yi-wiseclub.com) 회원으로 가입하시면 예스24 상품권 1만원권을 신청하실 수 있습니다.

Exhibition
전시회

대한세포병리사회 연수교육 전시 참가



지난 6월 29일, 서울 세종대학교 광개토관 컨벤션홀에서 열린 대한세포병리학회 세포병리사회 제 17차 세포연수교육에 영인과학이 전시 참가를 했습니다. 200여명의 대한세포병리학회 회원들이 참석한 연수교육에서 영인과학은 NOVACYT사의 NPS50 processor를 전시하였습니다. Processing 완전 자동화, 사용자 안전성, 친환경 소재 등 우수성을 갖춘 'NPS series'에 대한 참석자들의 호응도가 높았습니다.

Workshop
워크숍

TOC(총유기탄소) 분석기 워크숍 실시

지난 7월 19일, GE AI사 TOC 분석기 사용자를 위한 유지보수 워크숍을 진행하였습니다. TOC 유지보수 워크숍은 TOC 분석이론 및 Sievers TOC 분석기의 분석 원리에 대해 설명하고, 실제 분석기 사용시 빈번하게 발생하는 문제에 대한 내용과 간단한 소모품 교체 방법을 실습해 보는 시간으로 진행되었습니다. 그 외에도 Q&A 시간을 마련하여 고객분들이 사전에 참가 신청을 통해 문의해 주셨던 내용들을 점검해 보는 시간을 가졌습니다. 특히, 이번 워크숍에서는 데모 장비 2대를 확보하여 실습을 진행함으로써 고객분들의 이해력을 높일 수 있었습니다. 10월, 11월에도 TOC 분석기 워크숍은 지속적으로 진행될 예정입니다.



● 독자카드

영인 Lab. Highlight는 모든 연구, 실험에 종사하는 분들에게 도움을 드릴 수 있는 소식지가 되기 위해 독자 여러분의 의견을 듣고자 합니다.

보내주시는 의견은 영인 Lab. Highlight의 발전을 위한 소중한 자료로 활용하겠습니다.

이름	회사/부서명
전화번호	e-mail
주소	

① 이번 호에 가장 유익했던 기사는 어떤 것입니까 ?

② 다음 호에 다루었으면 하는 내용이나 영인 Lab. Highlight에 바라는 점이 있다면 적어 주십시오.

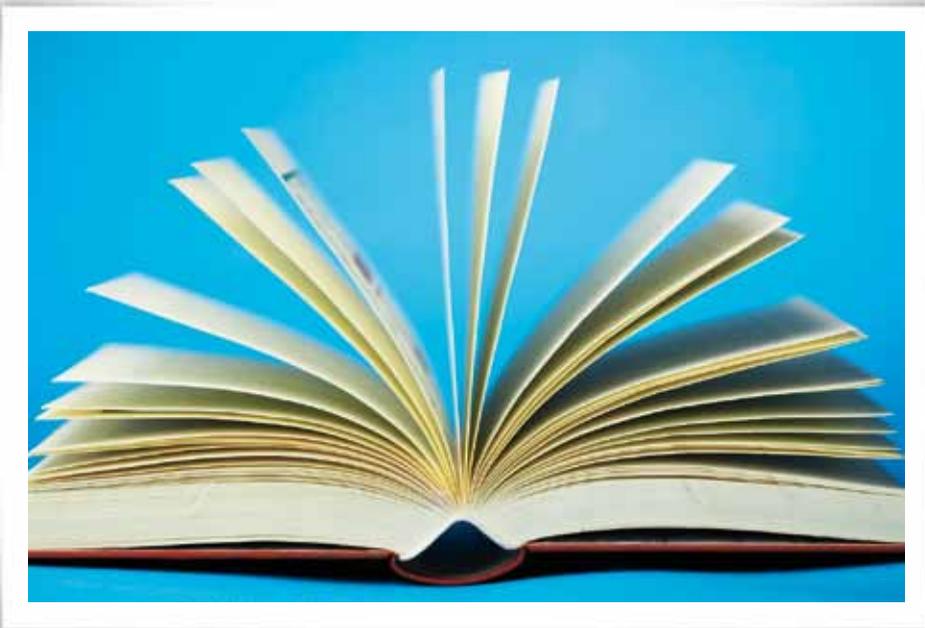
③ 필요하신 제품 정보 및 응용자료가 있으시면 적어주십시오. 신속하게 보내드리겠습니다.

④ 영인 Lab. Highlight 61호 내용 중 필요하신 자료가 있으시면 체크해 주십시오.

우편이나 e-mail로 신속하게 자료를 보내드리겠습니다.

- 자료번호 61-01 ASTM에서 승인한 프탈레이트 정량 분석
- 자료번호 61-02 유해화학물질 스크리닝 분석
- 자료번호 61-03 총 유기탄소 측정용 시료 용기 세척
- 자료번호 61-04 환경 방사능 오염의 위험
- 자료번호 61-05 자궁경부암 진단에서 세포병리 검사의 임상적 의의
- 자료번호 61-06 고속 촉매 스크리닝 반응기, Frontier Lab사 Rapid Catalyst Screening Reactors
- 자료번호 61-07 전세계 유일의 bench-top 60 MHz NMR Spectrometer, Nanalysis사 NMReady
- 자료번호 61-08 LN2가 필요없는 전기, 기계적 냉각 시스템, AMETEK ORTEC사 X-Cooler-III
- 자료번호 61-09 POCT 검사실의 맞춤형 혈액가스 분석기, Radiometer사 ABL90 FLEX Analyzer
- 자료번호 61-10 자동 적정기, METTLER TOLEDO사 EasyPlus Titrator
- 자료번호 61-11 실험실 환경 개선을 위한 실험실 리모델링
- 자료번호 61-12 Mass Spectrometer for Liquid Sample, Advion사 expression CMS
- 자료번호 61-13 Liquid Handling의 Best Optimizer, Thermo Fisher Scientific사 Versette
- 자료번호 61-14 정확한 중금속 오염물질 검출
- 자료번호 61-15 초음파를 이용한 가장 진보적인 녹조 제거 시스템

※ 독자카드를 보내주시는 분들 중 의견이 채택된 분께는 소정의 기념품을 보내드립니다.



“부족함”을 인정하고
“배우기”를 즐겨보세요.

우리는 간혹 자신이 가진 지식에 대해 자랑하고

잘난 척 하는 사람들을 만나게 됩니다.

하지만 꼭 채워진 지식이란 있을 수 없습니다.

물을 한 가득 담아 둔 장독대의 물도 가만히 두면 썩을 수 있는 것처럼
새로운 지식들을 다시 채워 넣어야 합니다.

회사 업무에서나 개인 활동에 있어서도

부족함을 인정하고 끊임없이 배우기를 즐기다 보면

조금씩 발전하고 있는 나를 발견하겠지요.

2013년 가을,

무언가 배우는 시간으로 채우면 좋을 것 같습니다.

지식쌓기에 시간을 투자하다 보면

가을이 끝나갈 무렵, 충분한 결실을 이룰 수 있을 것이라고 확신합니다.

행복하세요.

편집자.

