

고객은 우리가족

영인과학  
소식지  
2015년  
여름호

# 영인 Lab.Highlight

68호

2015년 6월 발행



영인과학

영인과학주식회사는 1976년 창립하여 과학기술 서비스 산업의 개척자로서 우리 나라 과학기술인과 더불어 성장하였습니다.

국내 우수 실험연구실에 첨단 정밀시험 분석기기를 판매, 서비스를 통하여 고객 여러분에게 최적의 시험 분석 기기 선택을 위한 정보를 제공하고 첨단 연구의 품질을 향상시키기 위하여 끊임없이 노력하고 있습니다.

# 첨단 시험 분석기기의 미래를 열어갑니다.



다양한 응용에 대한 One Stop Total Solution을 제공해 드립니다.

## [화학분석]

GC, HPLC, GC/MS(/MS), LC/MS(/MS), 분광광도계, ICP, 시료전처리 장비, 단백질 함량 분석기, 수은 분석기, 수분/고형분/지방 함량 분석기, 열분석기, 다목적시료 주입장치, 시료농축기, 미량원소분석기, NMR, 온라인 탄화수소 분석기, X-선 회절 분석기, 휴대형 극미량 가스 분석기, 순수/초순수 제조장치

## [화학공정]

총유기탄소 분석기, 마이크로웨이브 시료전처리 장비, 펩타이드 합성 장비, 오일검출기, Particle Counter, 온라인 수질 모니터, 다항목 수질 측정기

## [임상의료]

생화학 분석기, 혈액가스 분석기, 혈구계수기, 채혈관 자동 준비 장치, 체액분석기, 미생물 분류 동정 시스템

## [물리전자]

방사선 계측분석 장비, 극저온 냉각 시스템, 오일분석기, 박막 두께 측정기

## 고객컨택센터

기기 사용 및 기술지원 문의/서비스 접수

숙련된 전문 엔지니어가 직접 상담해 드리며 신속, 정확하게 기술지원해 드립니다.

전 화 080-022-7773, 1544-1344  
e-mail youngin@youngin.com

## C o n t e n t s

04

### 초청 칼럼

환경측정분석의 특성과 전망

09

### 스페셜 칼럼

소량의 혈액 시료와 GC/MS/MS를 이용한  
잔류성유기오염물질(POPs)  
최신 분석 기법 개발

12

### 최신 분석 동향

반도체/ Display UPW 시스템의  
TOC, Boron 및 파티클 관리

14

### 세계 첨단 기업

전자동 채혈관 준비 장치 전문 회사  
Techno Medica

16

### 특별 기획

VOCs, SVOCs 시료전처리 솔루션

21

### 식품

시간X시간의 2차원 분리를 활용한  
폴리페놀의 분석

24

### 고분자

Pyrolyzer/GC/MS를 활용한  
폴리머 내 난연재 분석

26

### 화학

화학 이동 상호관계 실험  
COSY(CORrelation Spectroscopy)

28

### 환경

EPA 1664법에 의한 오일 및 그리스의  
n-헥산추출법의 간소화

30

### 임상

혈전증은 이렇게 확인하세요.

32

### Product Story

34

### 분석 TIP & TRICKS

Agilent 1200 Infinity Series  
Method Translator  
and Cost Saving Calculator

36

### 스스로 하는 기기 진단

Agilent GC Liner 교체 방법

37

### 영인 계열사 소식

48

### Young In News

50

### 독자카드

51

### 생활의 싼표

영인 Lab.Highlight 68호에 게재된 글과 사진의 무단 복제를 금합니다.



Facebook



Twitter



YouTube

# 환경측정분석의 특성과 전망



글 | 김삼권(공학박사, 기술사)  
현 광주 과학기술원(GIST) 초빙교수  
전 국립환경과학원 원장  
전 한국환경분석학회 회장

선조 때 대사헌, 예조판서, 이조판서를 역임하고, 사후에 청백리로 녹선(錄選) 되었으며 그 뒤 영의정에 추증(追贈)되었던 이기(李璡, 1522~1600년)는 늙은이가 젊은이와 서로 다른 점으로 '밤에는 즐겨 자지 못하면서 낮잠 자기를 좋아하고, 가까운 것은 능히 볼 수 없으면서도 먼 것은 능히 볼 수 있고, 손주는 유독 사랑하면서도 자기 자식과는 소원한 것(夜不肯寐而喜晝眠, 不能近視而能遠視, 篤愛兒孫而疎其親子)을 꼽았다고 한다.

여기에 필자는 '가까운 일은 잘 기억하지 못하면서, 옛날 일은 잘 기억하는 것(不能近憶而能遠憶)'을 덧붙이고 싶다. 왜냐하면, 나이를 먹을수록 방금 전에 지시한 것은 잘 기억하지 못하

면서도 자기의 지난 날은 그렇게 생생하고 또렷하게 얘기하시던 옛날 상사들이 생각나서 말이다.

얼마 전 영인과학으로부터 '원로 박사들의 젊은 연구원 시절의 회고의 글'에 대한 원고 청탁을 받고 몇 번을 망설였던 것은, 첫째 나는 아직 과거를 반추할 정도의 늙은이 반열이 절대 아니기 때문이며, 둘째는 과거에 선배들이 지난 무용담을 침 튀겨가며 그것도 반복적으로 떠들어 댈 때 나는 별로 관심도 흥미도 없었기 때문이다.

따라서 필자는 요즘 젊은이들이 별로 달가워하지 않는, 상대적으로 나이 먹은 사람의 흘러간 얘기보다는 환경 분야에서 측정분석을 하는 앞길이 창창한 젊은 연구원들에게 이 분야에 대한 조그마한 이해라도 돕기 위하여, 필자가 생각하는 환경측정분석 시 유의했으면 하는 점과 앞으로 환경측정분야에서 필요한 일들에 대한 소고(小考)를 서술할까 한다.

## 환경측정분석 시 유의점

### 1) 환경측정분석은 정확해야 한다.

환경측정분석은 각종 환경매체 중에 잔류하는 오염물질의 농도를 측정/분석하는 잔류농도분석(이하 잔류분석)과 각종 배출원으로부터 배출되는 오염물질의 농도를 측정/분석하는 배출농도분석(이하 배출분석)으로 대별할 수 있다.

정부의 환경정책은 측정분석 결과를 토대로, 적절한 제도적·행정적·기술적 제재 수단을 마련한다. 때때로 정부는 잔류분석 결과를 토대로 현 상황 개선을 위한 막대한 예산을 장기적으로 투자하기도 하고, 배출분석 결과를 토대로 기업에게 막대한 경제적 불이익과 더불어 행정적 강제명령을 내리기도 한다.

이와 같은 매체 및 현장에서의 환경측정분석 결과가 갖는 제재적 특성을 감안해 볼 때, 그 결과는 먼저 정확해야 한다. 정확하

지 못한 측정분석 결과는 종종 소송 등 법적 다툼으로 이어지고, 대국민 불안감 또는 불신감의 조성과 더불어 막대한 행정력의 낭비를 초래하기 때문이다.

따라서 국립환경과학원에서는 매년 숙련도 평가(Proficiency Test) 및 매 3년마다 정도관리 현장평가를 통하여 국가의 측정분석능력 향상을 꾀하고 있다. 그러나, 일부 측정분석업체나 분석자들은 국가로부터 그 권한을 위임 받았음에도 불구하고, 그 책무를 성실하게 수행하지 못하고 있는 것도 사실이다.

또한 이와 같은 매체중심의 잔류분석과 현장중심의 배출분석 특성은 이론 뿐만이 아니라, 상당한 경험과 숙련된 기술을 요한다. 잔류분석의 경우, 같은 측정분석 항목이라도 매체에 따라 시료채취 방법, 방해물질의 종류 및 이에 따른 전처리방법, 매체별 잔류농도 및 이에 따른 기기분석 방법(정밀도 등) 등이 상이하기 때문이다.

배출분석의 경우, 같은 측정분석 항목이라도 업종별 사용하는 원료·부원료, 생산규모, 사용하는 연료, 업종별 공정, 방지시설 등 수 많은 점들이 서로 다르기 때문에, 최종 배출원에서 시료를 채취하여 분석하는 일련의 물리·화학적 여건도 매우 상이하다. 동일한 업종이라 하더라도, 단지 사용하는 대기오염 방지시설의 종류가 한 가지만 달라도 최종 배출가스의 물리·화학적 성상이 매우 상이하다.

예를 들어, 습식세정탑(Wet Scrubber)을 사용하는 경우는 진기집진기나 여과집진장치를 사용하는 경우에 비해 배출가스 중 수분함량이 상대적으로 많아 시료채취에 애를 먹는다. 또한 수용성 염(鹽) 등이 배출가스 중 수분에 녹아 함께 배출되어 측정분석 항목·방법에 따라서는 최종농도에 매우 큰 오차를 유발하여 법정소송으로 번지는 일이 종종 발생한다.

이와 같이 환경분야에서의 잔류분석이나 배출분석의 특성은 환경매체, 산업 업종 및 공정 등의 다양성 등으로 인하여, 교과서에서 모든 것을 설명할 수 없는 이론적으로, 서술적으로

큰 한계가 있어 현장에서의 오랜 경험과 숙련을 필요로 한다는 것이다.

## 2) 측정·분석의 목적 및 원리를 숙지하고 시험해야 한다.

환경분야 측정분석자 중에서 그 목적을 모르고 시험하는 것 중의 하나가 폐기물의 용출시험이다. 오래 전 필자가 실제로 ‘모(某)지역 소각장 건립을 위한 환경영향평가’에 대한 심의를 나갔을 때, 영향평가를 수행한 쪽에서 소각장 굴뚝에서 배출이 예상되는 중금속의 농도를 소각대상 폐기물의 용출시험 결과로 발표하는 것을 보고, 왜 용출시험을 했냐고 물었더니 밝히기 매우 민망한 답변이 돌아왔다.

최근에도 폐자원의 재활용 여부를 용출시험 결과 및 기준으로 판단하고 있는 사람들이 있는가 하면, 폐기물의 중간처리 방법을 결정하기 위한 함량시험 또는 용출시험을 마치 먹는 물 또는 무슨 보약을 분석하듯 하는 사람을 보면, 환경부가 멸종위기종 II급으로 정한 맹꽁이 생각이 난다. 또한 관련 매체법령에서 정한 기준치가 100 ppb인데 방법검출한계(Method Detection Limit, MDL)가 1/10,000 ppb인 측정분석 방법을 개발했다고 자랑하던 모(某) 박사도 같은 생각이 들게 한다.

한편, 측정분석의 원리를 모르고 단순 반복적으로 수행하는 분석자들이 많다. 지금 사용하고 있는 시약을 왜 사용하는지 그 이유를 모르고 사용하는가 하면, 어떤 항목을 먹는 물이나 폐수, 토양, 폐기물 등 모든 환경매체를 불문하고 동일한 방법으로 전처리, 기기분석 등을 수행하기도 한다. 이들의 경우 측정분석 결과가 정확할 리가 없다.

측정분석자가 자기가 수행하고 있는 방법의 원리를 모르고 수행하는 측정분석자 자질에 관한 사항은 본고에서는 더 이상 논하고 싶지 않다. 매체별로 동일한 전처리나 기기분석을 수행하는 것 또한 측정분석자로서 측정분석에 대한 이해가 부족한 것이다. 시료의 전처리가 복잡하고 길면 길수록 회수율이 낮아지고 오차율이 커진다.

현행 환경오염시험기준에도 동일한 항목이라 할지라도 시료의 깨끗한 정도에 따라 전처리 과정의 일부를 생략 또는 간략히 할 수 있도록 규정하고 있으며, 잔류하는 농도 수준을 감안하여 검량선을 작성하는 등의 기기분석을 하도록 되어 있다.

앞에서 서술한 바와 같이, 환경분야 측정분석이 현장에서의 오랜 경험과 숙련을 필요로 하는 특성으로 인하여, 측정분석자들은 자기들만의 비(非)과학적 속설과 노하우로 시료채취 및 측정 분석 등이 이루어져, 동일한 시료나 대상을 놓고도 측정분석 기관마다 서로 다른 결과를 만들어 내기도 한다.

이와 같은 결과는 측정분석자 자신도 자기가 분석한 결과에 대하여 국민과 위정자들을 설득하기 어려워, 서로 매우 궁색한 변명만 늘어놓게 되고, 결국은 측정분석에 대한 불신을 초래하고 있는 것은 부인할 수 없는 현실이다.

### 3) 국가가 정한 환경오염공정시험기준으로 시험하라.

모(某) 박사가 우리나라 규제항목을 미국 시험방법(EPA Method 또는 Standard Method)으로 수행해 놓고, '미국방법이 우리나라 방법보다 더 좋은 방법인데, 왜 결과를 인정해 주지 않느냐?', '미국 방법이 뭐가 어때서 그러느냐?' 등 측정분석에 대한 막연한 학문적 사대주의의 생각에 물들어 있는 경우가 있었다. 필자가 되물었다. '만일 내가 미국에서 우리나라 환경오염공정시험기준으로 측정·분석한다면 그 결과를 미국 정부에서는 인정하겠는가?'

모든 국가는 그 나라 측정분석 방법의 통일과 정확을 기하기 위하여 국가에서 정한 측정분석 방법이 있다. 우리나라에도 환경오염공정시험기준이 있다.

또한 우리나라 환경오염공정시험기준 중 어떤 항목들은 미국 방법(EPA Method)에서 규정하고 있는 방법들보다 더 정밀을 요하는 항목도 있고 더 정확을 요하는 항목도 있다. 폴리염화비페닐화합물(PCBs)이 그렇고 다이옥신류(Dioxins)가 그렇다.

어느 나라나 그 나라 환경오염물질의 종류와 독성, 오염수준 등을 고려하여 그 나라의 환경기준 및 배출허용기준을 정하고, 이들 규제기준의 수준을 감안한 공정시험기준을 만든다. 우리나라의 어떤 항목들은 미국의 배출허용기준보다 엄격하다. 따라서 보다 더 정밀하고 정확한 방법을 시험기준으로 규정하는 까닭이 여기에 있다.

## 앞으로 환경측정분석 분야에서 필요한 것들

### 1) 국내·외 분쟁조정을 위한 환경과학수사기술 개발

국민소득의 향상은 보다 쾌적한 환경에 대한 국민적 요구의 증대로 이어질 것으로 보인다. 최근 『환경오염피해 배상책임 및 구제에 관한 법률』(제정 2014.12.31, 시행 2016.1.1)에 따라 피해의 개연성(蓋然性)만으로도 피해 원인 제공자는 피해 배상을 해야 하기 때문에 국내의 환경분쟁이 많아질 것으로 예상된다.

또한 이웃 국가들의 산업화와 석탄 사용 등으로 인한 미세먼지, 수은 등 국경을 넘어오는 각종 장거리이동 오염물질(Long-range Transfer Pollutants), 사고로 인한 인공방사능물질 등으로 인해 국제적 분쟁도 심화될 것으로 예상된다. 이에 따라 국내·외 환경분쟁 조정을 위한 환경과학수사기술(Environmental Forensic)의 개발이 절대 필요하다.

현재 우리나라의 환경측정분석 수준은 환경매체 중의 오염상태를 밝히는 수준이나, 앞으로의 환경분쟁 조정을 위해서는 오염배출원을 추적하거나 원인을 과학적으로 규명 또는 입증하는 단계까지 발전해야 한다.

전 세계적인 환경과학수사기술의 수준은 환경분야에 법의학적 수사기법(Forensic)을 접목하여 관련기술을 개발하고 있는 단계이며, 이웃 일본도 우리나라와 비슷한 수준의 기술개발 초기 단계이다. 우리나라에서는 국립환경과학원 등 일부 기관에서 안정동위원소비(Stable Isotope Ratio)를 이용한 중금속 분석

방법(MC-ICP/MS : Multi-Collector Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry)이나 유기물질 분석방법(IR/MS : Isotope Ratio/Mass Spectrometry) 등을 개발 중에 있으며, 실제 배출원 규명에 활용하고 있다.

## 2) 환경건강 취약계층 및 취약지역에 대한 위해 물질

국민소득의 향상으로 인해 어린이, 노약자 등 환경오염에 민감한 계층이나 산업단지 및 그 주변 등 환경적으로 취약한 지역의 주민을 위한 환경건강 문제에 대한 관심과 우려가 늘어날 것으로 예상된다.

현재에도 자동차 배출가스로 인한 학교지역(School zone) 유해가스 및 블랙카본(Black Carbon) 문제나 대규모 산업단지, 공장 및 항만 인근주민들의 비산먼지, 악취, 휘발성유기화합물질(VOCs : Volatile Organic Compounds) 등의 문제, 이 밖에도 폐금속광산 및 시멘트공장 인근주민들의 중금속 및 먼지로 인한 만성폐쇄성폐질환(COPD : Chronic Obstructive Pulmonary Disease) 문제 등 취약계층 및 취약지역에 대한 국민들의 역학조사 요구가 꾸준히 제기되고 있는 실정이고, 앞으로도 이들 취약계층이나 취약지역의 환경건강 문제에 대한 국민적 요구와 분쟁은 더욱 심화될 것으로 전망한다.

따라서 과거 의심요인과 결과와의 원인적 연관성을 조사하는 역학조사도 중요하지만, 특정 계층이나 지역을 대상으로 위해도(Risk)를 사전에 평가하여 정책수단을 강구할 수 있는 위해성평가(Risk Assessment)에 관한 연구가 더욱 강화되어야 할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 화학물질의 생체 흡입독성시험을 포함한 급·만성 독성시험 등 현재의 유해성 시험분야의 측정분석기술 수준이 대폭 강화되어야 할 것으로 판단된다.

또한, 인체를 포함한 생체 중에서의 잔존 실태분석 중심에서, 오염물질이 생체에 유입되었을 때 그 오염물질의 대사체(代謝體) 분석을 통하여 생체 노출기간, 오염원 등을 규명할 수 있는 분석기술도 아울러 개발되어야 한다고 본다.

## 3) 각종 환경매체에서의 천연 및 인공 방사능방사능물질

경제규모가 커지면 에너지 소비량도 증가할 수밖에 없는데 우리나라는 2015년부터 온실가스 감축을 위한 배출권거래 제도를 시행하고 있다. 이 제도는 현재의 화력발전의 비율을 낮추고, 풍력, 태양열/광, 원자력 발전 등의 비율을 상대적으로 높일 것으로 전망된다. 풍력이나 태양열/광을 이용하는 발전은 그 용량에 한계가 있어, 결국은 원자력 발전 비율을 높일 수밖에 없을 것으로 예상된다.

또한 우리를 둘러싸고 있는 이웃들의 뜻하지 않은 원전 사고나 핵실험, 국내 원전설비의 노후화 등은 국민들로 하여금 환경매체 중의 천연 방사능물질 뿐만 아니라 인공 방사능물질에 대한 깊은 우려와 관심을 나타내게 할 것으로 전망된다.

현재 우리나라 환경매체 중 천연 방사능물질 모니터링은 지하수 중 우라늄(U), 라듐(Ra), 라돈(Rn) 분석이나 실내환경 중 라돈 분석을 수행하고 있는 정도이며, 인공 방사능물질은 공공수역에서 세슘(Cs-134, Cs-137), 요오드(I-131) 등을 분석하고 있는 정도이다. 앞으로는 건축자재 중의 라돈함량 조사 등 천연 방사능물질 뿐만 아니라, 대기환경을 포함한 환경매체별 인공 방사능물질의 모니터링도 강화될 것으로 예상되어 이에 대한 측정분석 기술의 개발이 필요할 것으로 전망된다.

## 4) 매체별 신규 환경오염물질 측정분석 및 모니터링

국민소득의 향상에 따른 보다 쾌적한 환경에 대한 국민적 요구 증대는 결국 정부로 하여금 현재의 환경 선진국과 유사하게 규제항목을 증가시키고 규제를 강화할 수밖에 없도록 만들 것으로 전망된다.

최근 환경부가 시행하려고 하는 통합환경관리제도는 배출원 뿐만 아니라 생산공정에 대해서도, 기존 오염물질만이 아니라 새로운 오염물질에 대해서도 합리적으로 규제해 나갔다는 정부의 의지로 해석된다. 따라서 국민 건강을 위협하는 기존 또는 신규 환경오염물질에 대한 정부의 모니터링이 한층 강화될 것

으로 전망되어, 관련 기술의 개발 등 이해당사자들의 적극적 준비가 필요하다.

또한, 북서풍을 타고 유입되는 중국 발(發) 미세먼지(PM-10, PM-2.5) 및 중금속 등은 우리나라 취약계층 뿐만이 아니라 전 국민의 건강을 위협하고 있어, 이에 대한 정부의 모니터링도 한층 강화될 것으로 전망된다.

따라서 오늘을 사는 환경분야의 정책 입안자를 포함한 이해당사자들은, 현재 우리나라의 규제항목이나 그 측정분석 방법 뿐만이 아니라 세계보건기구(WHO), 미국, 독일 등 세계 환경문제에 대한 시류(時流)를 주도하고 있는 기관이나 국가의 정책방향, 규제항목, 모니터링 기술 등에 대한 정보를 파악하여 대비해야 할 것이다.

## 맺는말

젊은 선비 한 사람이 당대의 대학자인 안정복(安鼎福)을 찾아와 공부 잘 하는 방법을 물었다. 안정복이 그 젊은 유학자에게 시(詩) 한편을 써 주었는데 그 첫머리 내용이 이렇다. ‘학문은 비록 널리 공부하는 것이나, 요점을 추려 잘 간직해 두어야 한다(學問雖在博 要以約爲守)’. 공부 또는 일하는 요령을 잘 표현한 글이다.

모(某) 대학 수학과를 졸업하고 환경분야 기업체를 운영하는 지인이 ‘대한민국을 망치는 3대 그룹은 교수, 박사, 공무원이다.’라고 하던 말이 생각난다. 필자의 생각에 이들 그룹의 공통점은 ‘자기 최면적(催眠的) 성향’이 강해 남의 말에 귀를 잘 기울이지 않는 사람들이 많다는 점이다. 또한, 모른다는 얘기를 하지 않는 사람들이 많다는 점도 또 다른 공통점이라 할 수 있다.

논어(論語) 위정(爲政) 편에는 ‘아는 것을 안다고 하고, 모르는 것을 모른다고 하는 것, 이것이 아는 것(知之爲知 不知爲不知

是知也)’이라 하였다. 오늘을 사는 식자(識者)들이 반드시 명심해야 할 말이다.

국가는 한 사람의 전문가를 만들어 내기 위해 얼마나 많은 투자를 직·간접적으로 하였겠는가? 이것이 오늘을 사는 전문가들이 나라를 위해 더욱 봉사해야 할 이유라 생각한다.

끝으로, 젊은 연구원들을 대상으로 글을 써 달라고 요청받은 원고의 성격이나 분량의 제한으로, 본 고의 내용이 다소 소소(疎疎)한 감이 있음을 필자도 시인하는 바이다. 이 글을 여기까지 인쇄심을 가지고 끝까지 읽어 주신 모든 분들께 감사드리며, 항상 건강하시고 좋은 일들이 함께 하길 기원한다. 

# 소량의 혈액 시료와 GC/MS/MS를 이용한 잔류성유기오염물질(POPs) 최신 분석 기법 개발

글 | 문효방 교수(한양대학교 해양융합과학과)



잔류성유기오염물질(Persistent organic pollutants, POPs)은 환경 중 오랫동안 잔류하며(Persistence), 생물축적·확대(Bioaccumulation/biomagnification)되고, 강한 독성(Toxicity)을 가지며, 장거리로 이동(Long-range transport)하는 특성을 가진 유기오염물질의 총칭이다.

특히 POPs의 장거리 이동 특성은 이들 물질의 생산과 사용에 따른 오염이 국가적/지역적 문제가 아닌 전지구적 환경문제라는 인식을 가져왔으며, 그 결과 2001년 유엔환경계획(United National Environment Programme, UNEP)에 의해 POPs에 관한 국제협약인 '스톡홀름 협약(Stockholm Convention)'이 제정되게 되었다.

2001년 일명 dirty-dozen으로 불리던 다이옥신류를 포함한 12종의 POPs 물질의 수가 그 이후 11종이 추가되어, 2015년 현재 23종의 유기오염물질이 스톡홀름 협약에 의해 규제를 받고 있다. 우리나라도 환경부가 주관이 되어 2007년에 본 국제협약에 가입하였으며 POPs의 발생원 목록화(Inventory), 환경과 인체에 대한 잔류실태 조사 및 저감 방안을 위한 연구가 지속적으로 수행되고 있다.

실험동물을 이용한 잔류성유기오염물질(POPs)에 대한 독성학 연구와 야생동물에 대한 생태독성학적 연구는 오래 전부터 수행되어 왔지만, 이들 POPs 물질의 노출에 따른 인체 영향에 관한 연구는 최근에서야 분석기법의 발전과 함께 활발해지고 있다. 특히 신규 POPs로 등재된 물질들은 생활환경으로부터 인체에 직접적으로 노출되는 특성을 가지고 있으며, 이들 물질이 다양한 인구집단에 대해 당뇨병(Diabetes), 주의력결핍 과다행동장애(ADHD), 자폐증(Autism)과 같은 질병과 관련되어 있다는 역학적인 연구 결과가 보고되고 있다.

이러한 POPs 노출에 따른 인체 독성 영향의 결과는 바이오모니터링(Biomonitoring) 프로그램이 잘 구축된 미국, 독일, 캐나다와 같은 국가로부터의 보고가 집중되고 있으며, 대상 인구집단으로부터 혈액이나 지방조직 중 잔류성유기오염물질(POPs)을 추출, 정제 과정을 거친 후 고분해능 질량분석기(High resolution mass spectrometry, HRMS)를 이용하여 분석하는 방법을 제시하고 있다.

국가에서 수행하는 인구집단에 대한 바이오모니터링 프로그램이나 역학조사의 대상 물질로서 잔류성유기오염물질(POPs)을

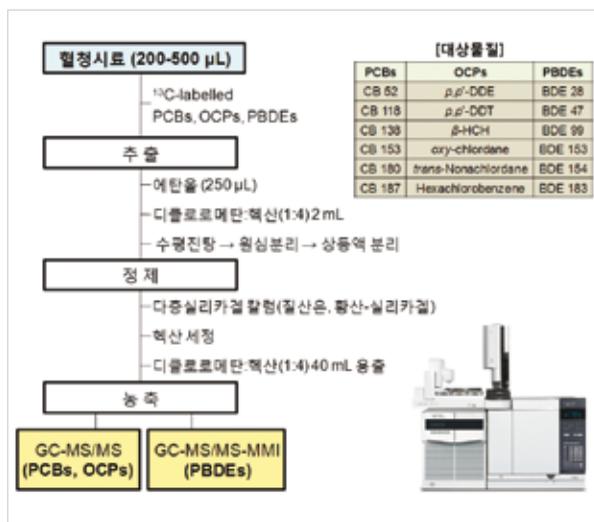
포함하는 것은 쉽지 않은 결정이다. 물에 잘 녹는 성질을 가진 오염물질 혹은 대사체 물질 분석을 위해 사용되는 뇨(Urine) 시료와 달리 POPs 분석을 위해 사용되는 혈액 시료는 채취 과정 자체가 파괴적(Invasive)인 방법으로 많은 어려움을 가지고 있다.

잔류성유기오염물질(POPs) 분석을 위해 필요한 혈청(Serum)의 양은 1~2 mL 정도인데 이는 전혈(Whole blood) 5 mL에 해당되는 양이다. 바이오모니터링이나 역학 연구를 위해 필요한 기초 조사 항목의 분석을 위해 필요한 시료의 양이 전혈 3~5 mL인 것을 고려하면 적어도 10 mL의 혈액이 잔류성유기오염물질(POPs) 연구에 필요한 최소 시료량이라고 할 수 있다. 그러나 최근 역학연구에서는 POPs를 포함한 다른 오염물질을 함께 분석하는 것을 제안하고 있어 10 mL보다 더욱 많은 시료량이 요구됨에 따라, 상대적으로 잔류성유기오염물질(POPs)은 대상 분석물질의 우선순위에서 밀리는 경향이 있다.

실제로 우리나라 대표 바이오모니터링 프로그램인 ‘국민환경보건기초조사’에도 잔류성유기오염물질(POPs)은 분석대상 물질로 포함되어 있지 않다. 특히 신생아나 유아의 경우 혈액 시료 채취 자체가 어렵거나, 시료량에 많은 제한을 받기 때문에 소량의 시료를 활용하여 잔류성유기오염물질(POPs)을 분석하는 방법은 역학 연구의 확장성이나 바이오모니터링 기법에서 매우 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다.

최근 미국 캘리포니아 EPA, 핀란드 국가 바이오모니터링 연구팀에서 소량의 혈청 시료와 GC/MS/MS를 이용하여 대표적인 잔류성유기오염물질(POPs)인 PCBs, 유기염소계농약류(OCPs), 브롬화난연제인 PBDEs에 대한 분석 결과를 보고하였다. 본 연구팀에서도 기존 분석방법인 mL 단위 혈청 시료와 고분해능 질량분석기(HRMS)를 이용한 방법보다 분석대상의 물질 수를 줄이고, PCBs, OCPs, PBDEs 중 높은 검출율을 보이는 물질을 분석 대상으로 선정하여, GC/MS/MS를 이용하는 분석방법을 개발하였다(그림 1).

분석 대상 물질은 PCBs, OCPs, PBDEs 물질 그룹별로 각 6종을 선정하였으며 PCBs, OCPs보다 혈청 잔류농도가 낮은 PBDEs의 경우 대용량주입법(Large volume injection)인



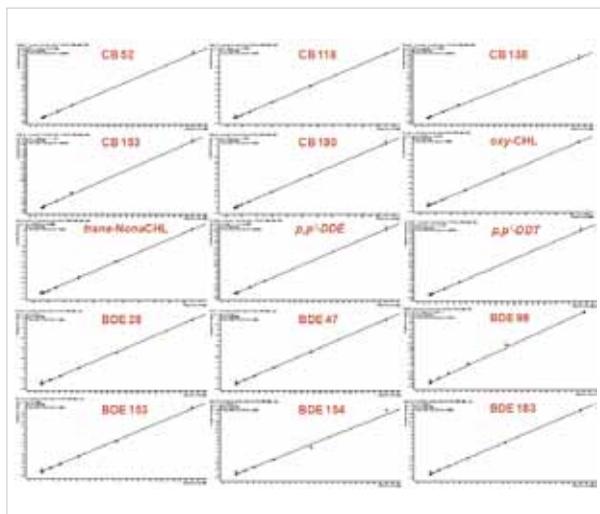
〈그림 1〉 GC/MS/MS를 이용한 소량의 혈청 시료 중 잔류성유기오염물질(PCBs, OCPs, PBDEs)의 분석 절차도

〈표 1〉 소량의 혈청 시료 중 잔류성유기오염물질(PCBs, OCPs, PBDEs) 분석을 위한 GC/MS/MS 조건

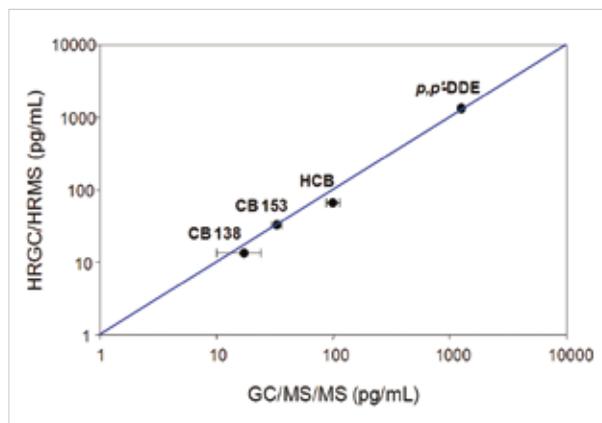
기체 크로마토그래피(GC) 조건		
	PCBs, OCPs	PBDEs
칼럼	DB-5MS (30 m length, 0.25 mm inner diameter, 0.25 µm film thickness)	
칼럼 온도	70 °C (2 min) → 190 °C (60 °C/min) → 260 °C (10 °C/min) → 300 °C (60 °C/min, 5 min)	
주입구 온도	270 °C	
운반가스	1.5 mL/min (He)	
주입모드	Splitless	Multimode inlet (MMI)
주입량	1 µL	5~7 µL
질량분석기(MS/MS) 조건		
이온화 방법	전자증격이온화(EI)법	
이온화 전압	70 eV	
이온화 전류	1,000 ~ 1,850 µA	
이온원 온도	280 °C	
캐리어 가스	헬륨 (25 psi)	
반응 가스	헬륨 (2.25 mL/min), 질소 (1.5 mL/min)	

Multimode inlet(MMI)을 이용하여 기기 분석을 수행하였다. 구체적인 기기분석조건은 〈표 1〉에 정리하였다.

본 연구팀은 고분해능 질량분석기(HRMS)를 이용하여 혈청 중 잔류성유기오염물질(POPs)을 분석한 많은 경험을 가지고 있다. 이러한 경험을 바탕으로 상대적으로 고용량의 혈청시료/고분해능 질량분석기(HRMS)를 이용한 분석 결과와 본 연구팀에서 개발된 소량의 혈청시료와 GC/MS/MS를 이용한 방법으로부터 획득된 POPs 분석결과를 비교할 때, 통계적으로 활용 가능한 대상 물질의 수는 거의 차이가 없는 것으로 판단되었다. 이



(그림 2) GC/MS/MS를 이용한 잔류성유기오염물질(PCBs, OCPs, PBDEs) 대상 물질의 검량선(농도범위 : 0.25~100 ng/mL)



(그림 3) 혈청 시료 중 잔류성유기오염물질(PCBs, OCPs, PBDEs) 분석 결과의 비교 (GC/MS/MS vs. HRGC/HRMS)

는 고용량(1~2 mL) 혈청 시료/고분해능 질량분석기(HRMS)를 사용하는 방법은 분석 대상 물질의 농도는 높지만, 방해물질(Interferences) 농도도 함께 높다는 단점을 가지고 있어, 전처리 기술이 잔류성유기오염물질(POPs) 분석에 매우 필수적인 기술이라고 할 수 있다.

하지만 소량의 시료와 GC/MS/MS를 이용할 경우 질량분석기의 사중극자(Quadrupole)를 2번 통과하면서 대상물질의 농도는 선택적으로 높은 감도를 유지하면서, 방해물질의 농도는 제거하는 효과를 가지는 장점이 있다. 또한 PBDEs와 같은 낮은

농도의 대상물질은 대용량주입기(MMI)를 이용하여 감도를 높이는 방법을 적용할 수도 있다.

뿐만 아니라 상대적으로 고용량 혈청 시료/고분해능 질량분석기(HRMS)를 사용하는 것보다 소량 혈청 시료/GC/MS/MS를 사용하면 보다 신속하고, 쉽고, 안전하게, 저비용으로 전처리 및 분석을 수행할 수 있는 장점도 가지고 있어 개념적으로는 QuEChERS 기법이 적용된다고 할 수 있다.

본 연구팀에서 개발한 소량의 혈청 시료와 GC/MS/MS를 이용한 잔류성유기오염물질(POPs)의 표준품에 대한 검량선(Calibration curve)을 <그림 2>에 나타내었다. 또한 개발된 방법의 검증을 위하여 동일 혈청 시료를 이용하여 기존 분석방법인 혈청 1 mL와 고분해능 질량분석기(HRMS)의 분석결과와 비교하였으며, 바이오모니터링 프로그램이나 역학 연구를 위해 충분히 제안 가능한 분석방법인 것으로 판단할 수 있었다(<그림 3>).

특히 신생아와 같이 혈액 채취의 어려움이 있는 인구집단의 경우, 여지(Filter)를 이용한 blood spot을 대상 시료로 사용하여 본 연구팀이 개발한 방법을 적용할 수 있을 것으로 생각된다. 이는 잔류성유기오염물질(POPs)의 사각지대로 분류되는 신생아 POPs 노출과 질병 관련성 연구에 새로운 전기를 마련할 수 있을 것으로 생각된다.

특히 대규모 역학 연구에 전통적인 방법으로 잔류성유기오염물질(POPs)을 분석할 경우 고용량, 장시간, 고가의 분석비용 등의 문제로 인하여 제한된 시료수를 대상으로 연구가 진행된다. 따라서 통계적으로 유의한 결과나 과학적으로 검증할 수 있는 방법론적 한계를 극복하는 방법으로 본 연구팀에서 개발한 방법을 제안하고자 한다.

마지막으로 향후 본 분석방법이 소량의 시료를 얻을 수 밖에 없는 개인연구를 포함하여 우리나라 대표 바이오모니터링 프로그램인 '국민환경보건기초조사' 및 대규모 코호트 및 역학 연구 등에 활용되기를 기대해 본다. 

# 반도체/Display UPW 시스템의 TOC, Boron 및 파티클 관리



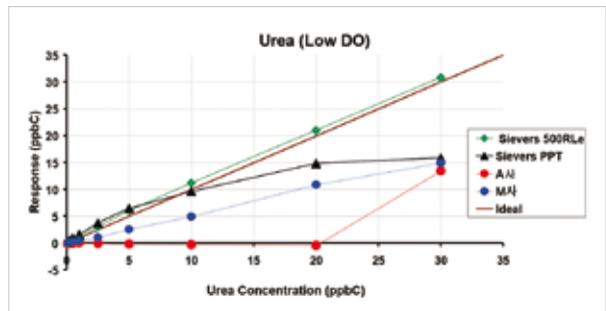
반도체/Display 생산에 사용되는 물인 UPW(Ultra-Pure Water, 초순수)를 만드는 수처리 시스템은 여러 가지 단계를 거쳐서 일반적인 물에서 모든 이온, 유기물, 무기물, 미생물, 파티클 등 불순물이 제거된 상태의 UPW를 만들어낸다.

UPW 시스템에서 생산한 초순수는 POU(Point of Use)의 요구사항에 적합한 수질을 유지해야 하는데 적절한 수준의 UPW가 만들어지고 있는지, 또 만들어졌는지 확인을 하기 위해 몇 단계마다 수질을 확인하는 지표가 되는 여러 가지 항목을 측정하게 된다.

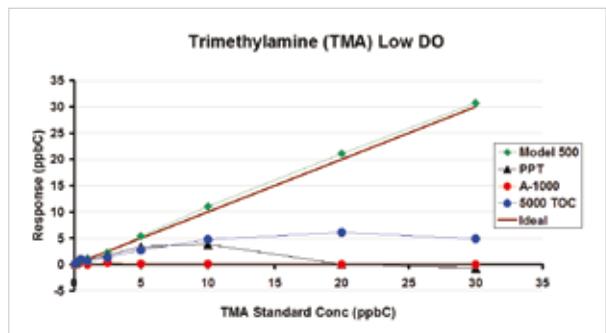
특히 유기물을 확인하기 위한 TOC 분석과 파티클 확인을 위한 파티클 카운터 그리고 수처리 시스템의 MB(Mixed Bed), MBP(Mixed Bed Polisher) 용출을 확인할 수 있는 지표인 Boron 분석은 매우 중요한 측정항목이다.

## Immersion Photolithography 공정에서의 유기질소 화합물 및 유기산 관리 ⇒ TOC 분석

Immersion Photolithography(이하 IPL) 공정은 최근 고밀도 반도체 생산의 표준 공정으로 자리잡았다. 그리고 이 IPL 공정은 물 속 염기성 유기질소 화합물이나 유기산으로 인한 pH 변화에 매우 민감하게 반응하는 화학증폭형(Chemically Amplified, 이하 CA) 포토 레지스트를 사용하기 때문에 IPL 공정에 투입되는 초순수의 염기성 유기질소 화합물이나 유기산 관리가 매우 중요하며 이들을 정확하게 측정해야 한다.



(그림 1) TOC 분석기의 Urea Test. Sievers 500RLe를 제외한 다른 TOC 분석기는 Urea를 제대로 검출하지 못한다.

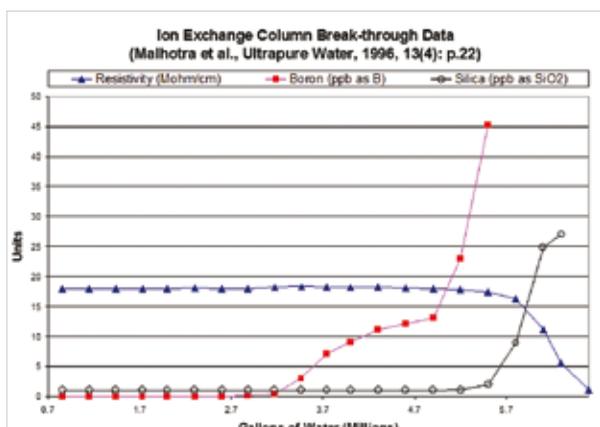


(그림 2) TOC 분석기의 TMA Test. Sievers 500RLe를 제외한 다른 TOC 분석기는 Urea와 마찬가지로 TMA도 제대로 검출하지 못한다.

요소(Urea)나 TMA(Trimethylamine) 등은 IPL 공정 과정에서 염기성 물질로 작용하여 공정에 악영향을 미치게 된다. 특히 유기화합물은 TOC 분석으로 컨트롤이 가능하지만 질소가 포함된 유기화합물의 경우 난분해성 물질로 대부분의 초순수용 TOC 분석기는 질소화합물을 제대로 검출하지 못한다.

### Boron 분석

UPW는 처리과정 중 이온제거를 목적으로 MB와 MBP를 거치게 된다. MB, MBP의 경우 처리 한계에 도달하게 되면 (saturated) 더 이상 이온을 제거하지 못하고 그대로 내보낸다. MB나 MBP가 saturated 상태일 때 가장 먼저 용출되는 물질이 바로 Boron이기 때문에 MB, MBP 출구의 Boron을 컨트롤 하면 Fab(반도체 제조공정) 오염을 방어할 수 있다.



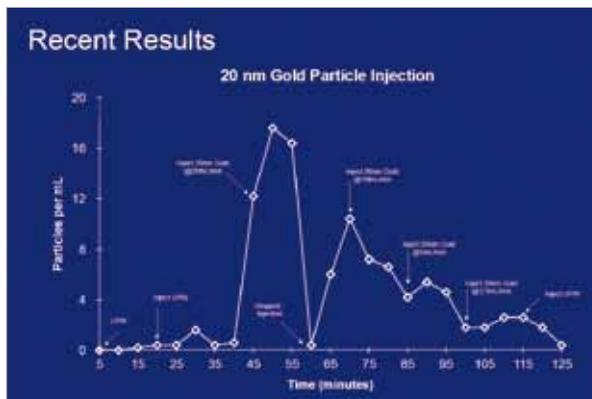
〈그림 3〉 비저항이 떨어지거나 실리카가 용출되기 전에 Boron이 먼저 용출되는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 4〉 Boron 분석기가 EDI 시스템의 파워 공급량 세팅의 최적화에 있어 매우 유용한 방법임을 보여주고 있다.

### 파티클 분석

초순수에 존재하는 파티클 또한 공정에 악영향을 미치는 요인 중 하나이다. 앞서 언급했듯이 반도체의 geometry가 극히 미세해지고 있기 때문에 기존의 100 nm, 50 nm 파티클 관리에



〈그림 5〉 금 입자에 대한 파티클 측정 결과(음파방식)

서 이제는 20 nm 이하 수준까지 관리되고 있다. 이런 파티클을 측정하는 파티클 카운터는 일반적으로 레이저 방식으로 파티클에 충돌한 레이저 신호를 전압으로 검출하여 파티클을 확인하게 된다.

그러나 레이저 방식은 PSL(Polystyrene latex spheres)에 대한 산란광량으로 교정을 하고 이에 대비한 검출 파티클의 크기를 계산하게 되는 등 실제의 정확한 파티클에 대한 정보를 주지 못한다.

반면에 음파 방식의 파티클 카운터는 파티클 주변에 버블을 생성시키고 여기서 발생하는 강한 에코를 통해 파티클에 대한 정보를 확인하게 된다. 따라서 파티클 뿐만 아니라 버블에 대한 정보도 정확하게 알 수 있으며 이는 초순수 뿐 아니라 케미칼에도 적용이 가능하다. 

# 전자동 채혈관 준비 장치 전문 회사 Techno Medica



## TMC Techno Medica

1987년 설립된 Techno Medica사(일본)는 '전자동 채혈관 준비 장치'의 전문 회사로 이미 국내 대학병원에 약 30여대가 설치/운영되고 있다. 전자동 채혈관 준비 장치는 채혈자에 의해 발생될 수 있는 오류들을 사전에 차단하여 검사의 효율성을 높여주며 환자의 대기시간을 줄여 만족도를 높일 수 있다.

### Techno Medica사의 역사

- 1987 설립(일본/요코하마)
- 1988 혈액가스 검사기기 'GASTA-1' 출시
- 1991 채혈관 자동 준비장치 'BC·ROBO-520' 출시
- 1995 채혈관 자동 준비장치 'BC·ROBO-550' 출시
- 1998 채혈관 자동 준비장치 특허 등록
- 2003 채혈관 자동 준비장치 'BC·ROBO-600/700 series' 출시
- 2003 JASDAQ 상장
- 2014 현재, 전세계 약 2,300대 운용 중

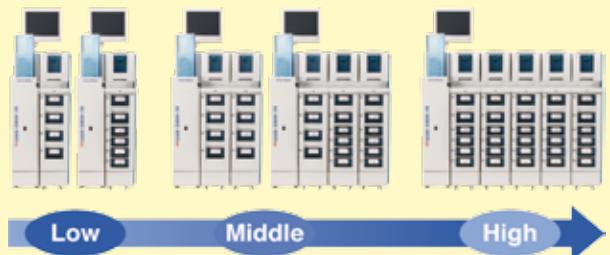
### 전자동 채혈관 준비장치의 제품군

#### BC·ROBO®-8000RFID

각각의 모듈은 독립적으로 운용되므로 검사 건수의 많고 적음에 따라 <그림 2>와 같이 선택하여 운용할 수 있다. 환자 한 명이 필요로 하는 채혈관들이 한 개의 Tray에 담겨져 불출된다. Tray에는 바코드가 부착된 채혈관, 여분의 바코드라벨 및 작업리스트가 동봉되어 장치로부터 불출된다.



<그림 1> 키트 구성품  
•트레이(플라스틱 케이스)  
•바코드가 부착된 튜브  
•여분의 라벨  
•작업리스트



<그림 2> 검사실 상황에 따라 모듈 단위로 다양한 종류의 시스템을 구성할 수 있다.

#### BC·ROBO®-8000RFID ABCT

<그림 3>과 같이 ABCT(Automatic Blood Collecting Table)을 연결할 수 있다. Table 내부에 설치된 컨베이어를 통해서 각 채혈자의 자리로 Tray가 자동으로 운송된다. 일반적으로 병원에서 가장 많이 사용되는 구성이다.



〈그림 3〉 BC•ROBO®-8000RFID ABCT

### Bag Insert Unit

BC•ROBO®-8000RFID 장치에 〈그림 4〉와 같이 모듈을 추가하면, 채혈관이 Tray가 아닌 비닐 백에 담겨져 분출된다. Tray에 비하여 부피가 작고 이동이 편리하여 입원환자용으로 적합한 모델이다.



〈그림 4〉 Bag Insert Unit

### BC•ROBO® 6

입원환자의 각 병동, VIP Room, 응급실 및 검사건수가 적은 병원 에서 사용하기 적합한 모델이다. 크기가 작아서 어느 공간에서도 설치가 가능하며 BC•ROBO®-8000RFID의 대부분 기능을 구현할 수 있다.



〈그림 5〉 BC•ROBO® 6

## 전자동 채혈관 준비장치 장점

### Random Access Tube Drawer

채혈관의 종류를 자동으로 인식한다. 또한 잘못된 채혈관이 장착될 경우에는 경고음을 통하여 알려준다.

### Triple 3×Back Up Capability

독립적인 모듈 타입이다. 기계적인 오류가 발생하여도 다른 모듈로 자동으로 대체하여 원활한 작업이 진행될 수 있다.

### Automatic Loading Printer

프린터에 라벨 용지만 내려놓으면 자동으로 사용가능 상태로 셋팅된다.

### Two Tray Output

수평과 수직의 두 방향 tray 출력구가 있다. 외래환자용 및 입원환자용 채혈관을 동시에 준비할 수 있다.

### Pre-Label Detection

채혈관에 부착되어 있던 라벨의 위치를 자동으로 인식하여 동일한 자리에 바코드 라벨을 덧붙이므로 혈액의 양과 상태를 육안으로 쉽게 확인할 수 있다.

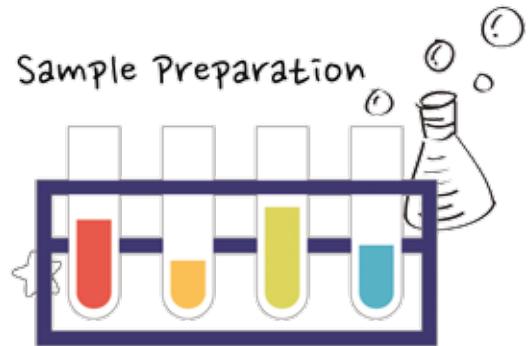
### Reject Unit

비정상적인 tray는 시스템 내에서 자동으로 걸러낼 수 있도록 디자인되어 있으므로 채혈자의 오류를 사전에 방지할 수 있다.

### Tray Stacker

최대 20개의 tray를 적재할 수 있으므로 채혈관 준비시간을 단축시켜 환자의 대기시간을 줄일 수 있다. 

# 시료전처리 솔루션(3) VOCs, SVOCs 시료전처리 솔루션



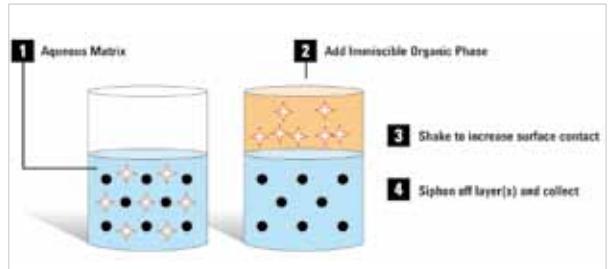
지난 호에서는 시료 중에 존재하는 휘발성 유기화합물의 분석에 필요한 전처리 장비에 대해 알아보았다. 휘발성 유기화합물은 시료에 온도를 가해주거나 비활성 가스의 퍼징을 통해 시료에서 휘발성 유기화합물을 분리하여 GC에 주입한 후 분석한다.

중간 휘발성 유기화합물(Semi-Volatile Organic Compounds, 이하 SVOCs)은 휘발성은 가지고 있으나 휘발성 유기화합물에 비해 높은 끓는점으로 낮은 휘발도를 가지는 유기화합물을 말한다. 따라서 SVOCs는 휘발성 유기화합물의 전처리 방법인 온도를 가해주거나 비활성가스의 퍼징 등을 통해 시료로부터 분리하기 어려운 특성을 가지고 있다.

이번 시간에는 시료 중에 존재하는 VOCs, SVOCs 분리에 사용되는 전처리 방법에 대해 알아 보도록 하겠다.

## 액-액 추출(Liquid-Liquid Extraction, LLE)

액-액 추출(LLE)은 2개의 혼합되지 않는 액상시료 사이의 분배 비에 의해 간섭물질로부터 분석물질을 분리하기 위해 사용된다(그림 1).



<그림 1> 전형적인 액-액 추출법 : 위의 과정은 일반적으로 분석 물질들이 유기용매 쪽으로 이동한다는 가정 하에 그림으로 보여지는 것이고, 만일 분석 물질들이 친수성이 강해 물에 남아 있다면 반대로 적용됨.

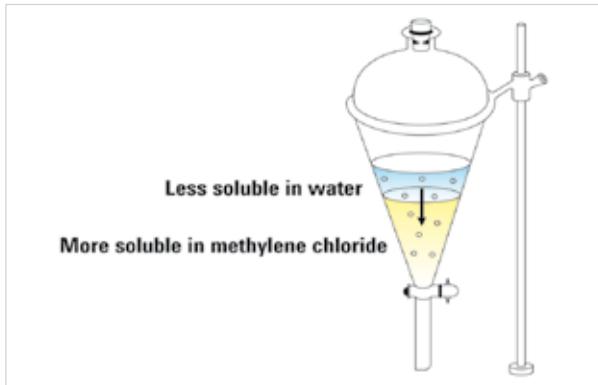
## Sample Preparation Solution

### 시료전처리 솔루션 연재 시리즈

1. 시료전처리 선택 가이드
2. VOCs 시료전처리 솔루션
3. SVOCs 시료전처리 솔루션
4. 열탈착시스템을 이용한 시료전처리 솔루션
5. 고분자 시료전처리 솔루션
6. 무기 시료전처리 솔루션

액-액 추출(LLE)의 하나의 상(phase)은 일반적으로 물이 사용되며, 다른 상(phase)은 유기용매가 사용된다. 친수성(hydrophilic)인 화합물들은 극성인 물 층에 남아 있게 되는 반면, 보다 더 소수성(hydrophobic)인 화합물들은 주로 유기용매 층으로 이동한다.

유기용매 층으로 이동한 분석 물질들은 용매를 증발 및 추출하여 GC로 분석하고, 물 층으로 이동하여 추출된 분석 물질들은 HPLC 역상 컬럼으로 주입하여 분석하게 된다. 이 경우 물을 함유하고 있는 층은 크로마토그래피 시스템으로 도입이 가능한 용매로 전환시키는 과정을 거쳐야 한다.



(그림 2) 분별 깔대기를 이용한 액-액 추출

액-액 추출에 일반적으로 가장 많이 사용되는 방법은 분별 깔대기를 이용하는 것이다(그림 2). 분별 깔대기에 두 개의 다른 물(시료), 유기용매를 넣고 시료와 유기용매가 잘 섞이도록 일정 시간 동안 흔들여 준다. 그런 후 일정 시간 동안 정지시켜 시료와 유기용매의 층이 분리되도록 한다. 만일 유기 용매가 물보다 밀도가 높다면(예, dichloromethane) 아래 층에 존재하게 된다. 액-액 추출에 사용하는 용매를 선택할 경우 아래 사항을 고려하도록 한다.

- 물에 대한 낮은 용해도(10% 이하)
- 추출 후 쉽게 제거와 농축이 가능한 휘발도
- HPLC 또는 GC로 주입이 가능해야 함.
- 유기용매에 존재하는 목적성분들의 회수율을 향상시키는 극성, 수소결합 함유
- 시료 오염을 최소화하기 위한 고순도

액-액 추출법은 별도의 전처리 장비를 필요하지 않고, 비교적 저렴한 비용으로 시료 전처리가 가능한 장점이 있어 SVOCs를 추출하는 전처리 방법으로 널리 활용되고 있다.

하지만 분석자의 많은 노동을 필요로 하고, 층 분리에 많은 시간을 요하는 등 소모적인 부분이 많아 시료 처리량이 많은 실험실에는 적합하지 않다. 특히 실험자의 추출과정에 대한 숙련도에 따라 회수율 및 분석결과의 재현성에 많은 영향을 받아 정밀한 분석 결과를 요하는 분석에 사용하기 어려운 단점을 가지고 있다.

## 고체상 추출법(Solid Phase Extraction, SPE)

고체상 추출법(SPE)은 액상 시료 또는 용해와 추출에 의해 액체 형태로 전환되는 고체 시료에 널리 사용되는 전처리 방법 중 하나이다. 고체상 추출은 액-액 추출(LLE)과 유사한 방식으로 사용되지만 액-액 추출에 비해 소량의 유기용매를 사용하여 추출을 진행하므로 농축 효과를 높일 수 있다. 또한 분석에서 간섭 물질을 효율적으로 분리하며 입자들도 제거하면서 더 쉽게 자동화 할 수 있는 전처리 방법이다.

고체상 추출에 사용되는 일반적인 형태는 0.1~10.0 g의 고정상이 채워진 일회용 카트리지가 타입이고 이러한 카트리지 타입의 SPE를 사용하여 방해 간섭 물질을 제거함으로써 baseline을 안정화시키고 미량의 목적성분을 농축함으로써 감도향상을 제공한다. 고체상 추출의 일반적인 과정은 아래와 같다(그림 3).

- Conditioning : 용매로 SPE 카트리지 고정상 활성화
- Sample loading : SPE 카트리지에 시료 주입
- Washing : SPE에 추출된 목적성분을 제외한 다른 방해간섭 물질을 제거하기 위해 용매를 흘려줌.
- Elution : SPE 카트리지 충전물에 용매를 흘려주어 목적성분 추출
- Concentration : 추출에 사용된 용매를 증발시켜 목적성분 농축



(그림 3) 고체상 추출(SPE) 전처리 과정

하지만 매뉴얼 타입의 SPE는 유량에 따른 재현성과 회수율의 차이가 크고 많은 전처리 시간이 소모되는 단점이 있어 자동화된 on-line SPE(그림 4) 시스템에 대한 필요성이 증가하고 있다.



〈그림 4〉 GERSTEL사 SPE 자동화 시스템

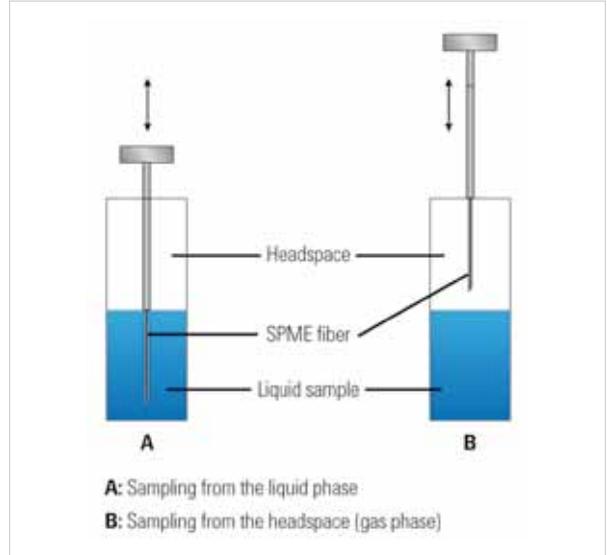
GERSTEL사 SPE 시스템은 오토샘플러 전용 표준 카트리지를 사용하여 기존의 매뉴얼 SPE 과정인 컨디셔닝, 시료주입, 간섭물질 제거, 용출, 유도체화 시료 주입, 농축 과정 및 시료 주입까지 자동화가 가능하다.

또한 LC, LC/MS, GC/MSD로 분석이 진행되는 동안 SPE 시료 전처리가 함께 진행되어 시료 처리량이 늘어날 뿐만 아니라 실린지를 사용하여 일정한 유량으로 용매와 시료를 주입하여 높은 회수율과 재현성있는 결과를 얻을 수 있다.

### 고체상 미량추출법(Solid Phase MicroExtraction, SPME)

고체상 미량추출법(SPME)은 90년대 개발되어 흡착제를 fiber에 코팅하여 시료 중의 VOCs, SVOCs를 추출하는 전처리 방법이다.

추출방법은 SPME fiber를 액상 시료에 담그거나(A) 바이얼의 헤드스페이스 부분에 노출시키는 방법(B)으로 나뉜다(〈그림 5〉). 이때 바이얼에 담긴 시료에 직접 SPME fiber를 담가 추출하는 법을 직접주입법(Immersion)(A), 바이얼의 헤드스페이스 부분에 SPME fiber를 노출시켜 목적성분들 추출하는 것을 헤드스페이스법(B)이라고 한다.



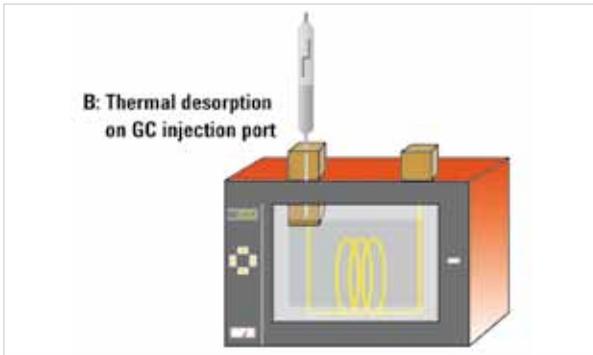
〈그림 5〉 SPME 추출 방법

〈표 1〉 SPME fiber의 종류 및 적용 가능한 시료

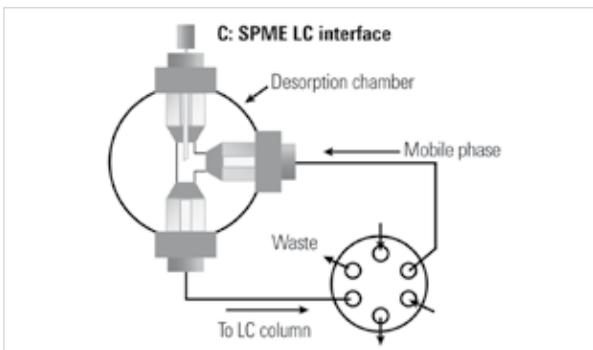
시료	Fiber
저분자 및 휘발성 유기화합물(VOCs)	100 μm polydimethylsiloxane(PDMS)
고분자 및 중간 휘발성 유기화합물(SVOCs)	30 μm PDMS fiber or 7 μm PDMS fiber
극성 화합물	85 μm polyacrylate
알코올 및 아민류와 같은 극성 휘발성 화합물	65 μm polydimethylsiloxane/divinylbenzene(PDMS/DVB)
극미량의 휘발성 화합물	75 μm PDMS/Carboxen
C3~C20	50/30 divinylbenzene/carboxen on PDMS

일정시간 동안 시료를 가열하여 상평형에 도달하게 하거나 교반을 시켜(30분 또는 그 이상) fiber에 추출한 후 GC 주입구의 온도를 높여 열탈착시켜 GC를 이용하여 분석하고(〈그림 6〉), LC를 이용한 분석은 이동상 용매에 녹아 주입된다(〈그림 7〉).

SPME 전처리방법은 액-액 추출법, 고체상 추출법과 비교하여 추출과 농축을 동시에 하면서 사용법이 간단하고 GC에 사용할 경우 용매가 불필요하며 추출 후 바로 GC로 주입하여 분석할 수 있다는 장점을 가지고 있다.



〈그림 6〉 SPME-GC 분석법



〈그림 7〉 SPME-LC 분석법



〈그림 8〉 SPME fiber를 자동으로 교체하여 분석법 개발 시간을 단축시켜 주는 GERSTEL사 MFX(Multi Fiber Exchange) 시스템

또한 이러한 SPME 전처리 방법도 시료 자동화시스템(MPS)을 이용하여 자동화할 수 있으며, 최근에는 미지 시료의 분석법 개발에 활용할 수 있도록 분석 중간에 fiber를 자동으로 교체하여 분석하는 시스템(Multi Fiber Exchanger, MFX, 〈그림 8〉)의 활용도가 점차 높아지고 있다.

### 교반막대 흡착추출법(Stir Bar Sorptive Extraction, SBSE)

교반막대 추출법(SBSE)은 교반막대에 흡착제를 코팅하여 시료 중의 VOCs, SVOCs를 추출하는 전처리 방법이다.

SBSE는 물 중에 존재하는 PCBs 분석을 위해 교반막대를 이용하여 SPME fiber로 추출하던 중 교반막대에서 80% 이상의 PCBs가 검출되면서 교반막대에 SPME fiber의 흡착제인 PDMS(polydimethylsiloxane)를 코팅하여 사용한 것을 시작으로 개발된 전처리 방법이다.



〈그림 9〉 GERSTEL사 Twister™

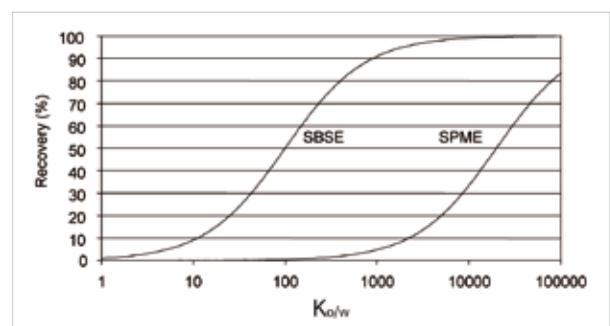


〈그림 10〉 SBSE를 활용한 전처리법

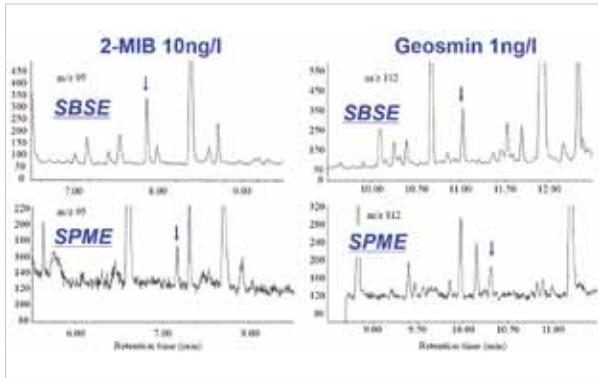
이 PDMS 흡착제를 코팅하여 상용화한 것이 GERSTEL사 Twister™(〈그림 9〉)이고 이를 이용한 전처리방법이 바로 SBSE이다.

SPME fiber는 흡착제의 코팅량이 최대 0.5  $\mu\text{L}$ 인 반면 SBSE에 사용되는 교반막대 Twister™는 PDMS의 경우 24  $\mu\text{L}$ ~126  $\mu\text{L}$ 로 표면적이 훨씬 넓어 더 많은 양의 VOCs, SVOCs를 흡착/추출할 수 있다. 이와 같은 특징으로 동일한 옥탄-물 분배계수( $K_{o/w}$ )값을 가지는 화합물에 대해 SBSE 전처리법이 더 높은 회수율을 얻을 수 있게 된다(〈그림 11〉).

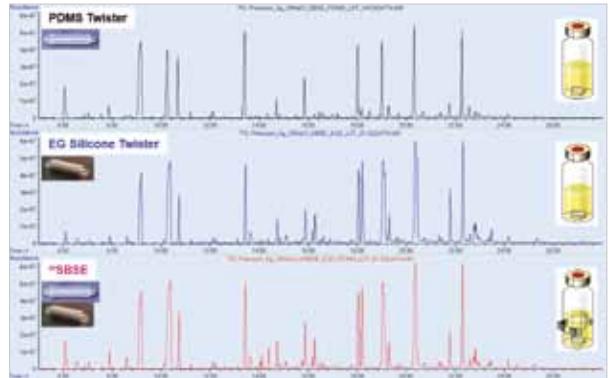
하지만 PDMS가 코팅된 Twister™를 사용할 때  $K_{o/w}$ 값이 낮을수록, 즉 극성인 화합물의 경우 비극성 재질인 PDMS Twister™를 사용하면 회수율이 낮게 나타난다.



〈그림 11〉  $K_{o/w}$ 에 따른 SBSE와 SPME 회수율 비교



〈그림 12〉 SPME와 Twister를 이용한 SBSE 전처리법을 이용한 먹는 물 중 2-MIB, Geosmin 분석 : SBSE(위)와 SPME(아래) 비교(시료량 10 mL, 45분간 추출)



〈그림 15〉 PDMS, EG-silicone Twister 동시 추출을 이용한 맥주 중 aroma compounds 분석

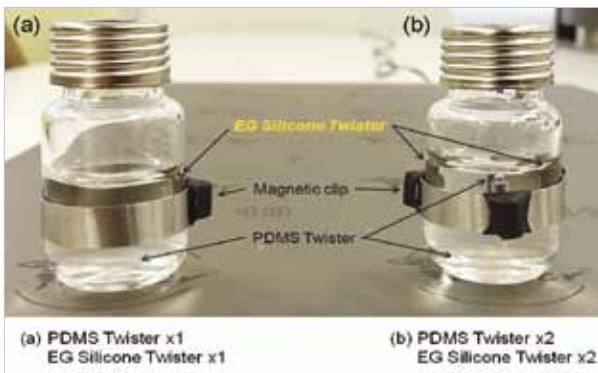
따라서 기존에는 이러한 극성 화합물의 추출 효율을 높이기 위해 염(NaCl)을 첨가하여 회수율을 높이고자 했으나, 이러한 염(NaCl)을 첨가하는 방법은 모든 극성 화합물에 적용하기 힘들기 때문에 극성 물질을 코팅한 EG-Silicone Twister™(그림 13)가 개발되었다. 따라서 시료 중에 존재하는 극성 화합물과 비극성 화합물을 동시에 추출 가능하게 되었다.



〈그림 13〉 GESTEL사 EG-Silicone Twister™



〈그림 16〉 GERSTEL사 MPS-TDU-CIS 시스템



〈그림 14〉 PDMS, EG-Silicone Twister™를 동시에 이용하여 추출하는 전처리 방법

이렇게 시료 중에 존재하는 극성 및 비극성 화합물을 추출한 후에는 Twister™에 묻어 있는 시료를 증류수로 닦아 낸 후 물기를 제거하고, GC의 경우 열탈착시스템(Thermal Desorption Unit, TDU)을 통해 열탈착한 후 냉각응축시스템(Cooled Injection System, CIS)을 통해 컬럼으로 주입하여 GC/MSD로(그림 16) 분석하게 된다.

앞서 살펴본 바와 같이 휘발성 및 중간휘발성 유기화합물의 전처리 방법에는 액-액 추출법(LLE), 고체상 추출법(SPE), 고체상 미량추출법(SPME), Twister™를 이용한 교반막대 흡착추출법(SBSE) 등이 사용되고 있다.

각각의 전처리 방법은 모두 장단점을 가지고 있으며, 시료처리량, 최소검출한계, 재현성, 분석법 개발 등의 조건에 따라 적합한 시료 전처리 방법을 선택, 사용하는 것이 실험실 생산성을 높일 수 있는 방법이라 판단된다.

다음 시간에는 열탈착 시스템을 이용한 전처리 방법에 대해 알아보도록 하겠다. ●



## 시간×시간의 2차원 분리를 활용한 폴리페놀의 분석

폴리페놀은 식물 대사물질 화합물로 항산화, 항암, 노화방지 등의 효과가 알려지면서 관심이 높아지고 있다. 폴리페놀은 과일 주스, 맥주, 와인과 같은 음료와 포도, 허브류 등에 포함된 것으로 알려져 있다. 수천가지가 넘는 종류가 있으며, 녹차에 든 카테킨, 포도주의 레스베라트롤, 사과, 양파의 퀘세틴 등이 폴리페놀류의 일종이다.

식물 대사물질인 폴리페놀은 일반적으로 매트릭스가 복잡한 시료특성과 그 종류의 다양성으로 인해 2D-LC와 같은 고도의 분리분석 기술이 필요하다. 농도가 높은 경우 UV 흡광도를 이용해 검출할 수 있으나, 플라보노이드류와 유사한 UV 스펙트럼을 나타낸다는 문제가 있다.

따라서, 소수점 이하의 정확한 질량분석은 폴리페놀류의 분자 구조를 알아내는데 매우 유리하다. 본 자료에서는 2D-LC/Q-TOF 시스템을 활용한 폴리페놀류의 분석결과를 살펴보기로 하겠다.

### LC×LC 분리 분석결과

22가지 폴리페놀 화합물 표준물질이 2D-LC로 분리되었다. 첫 번째 LC 분리컬럼으로는 C18 컬럼이 사용되었고, 두 번째 LC 분리컬럼으로는 phenyl-hexyl 컬럼이 사용되었다.

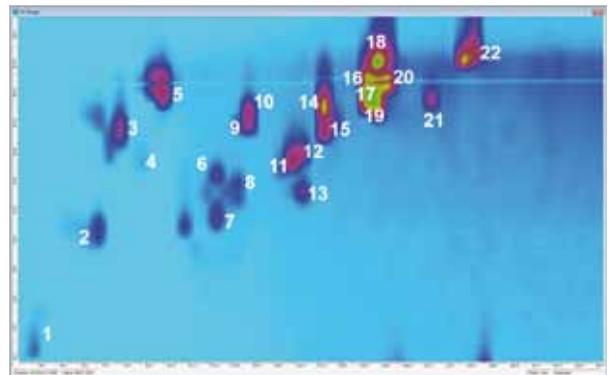
두 컬럼은 서로 다른 선택성을 가지고 있다. 첫 번째 컬럼에서 분리된 성분들은 루프에 채워져 있다가 30초마다 두 번째 컬럼으로 보내진다.

맨 처음 용출된 성분은 Gallic acid(1)로 Hydroxyl benzoic acid로부터 파생된 화합물이다. 몇 성분은 첫 번째 LC 컬럼에서 분리되지 않았지만, 두 번째 LC 컬럼에서는 분리되었다.

Luteolin(14)과 Quercetin(15)은 그 예로 오직 하나의 수산화기만 다른 구조를 가지고 있다. 일부 성분들(16~20)은 구조 유사성으로 인해 첫 번째 LC 컬럼에서 유사한 머무름시간을 가진다. 이들은 수산화기의 개수나 위치에서만 차이를 가지고 있다.

Apigenin(16)과 Naringenin(17)의 경우, 하나의 탄소고리가 단일결합인지 이중결합인지의 차이만 가지고 있다.

이러한 폴리페놀류의 분자구조 유사성으로 하나의 LC 컬럼에서는 완벽한 분리가 어렵기 때문에, 서로 다른 선택성을 가지는 2개의 컬럼을 이용한 2D-LC가 필요하게 된다. 2D-LC를 활용한 분석결과를 <그림 1>과 <표 1>에 나타내었다.



<그림 1> 2D-LC/Q-TOF 시스템을 활용한 22가지 폴리페놀 화합물의 분리 크로마토그램

〈표 1〉 2D-LC/Q-TOF 시스템을 활용한 22가지 폴리페놀 화합물의 분석 결과

No.	Compound	Formula	MW	[M-H] <sup>-</sup>	RT I(min)	RT II(sec)	m/z	ppm
1	Gallic acid	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>	170.0215	169.0142	3.53	2.51	169.0142	0.28
2	3,4-Hydroxyl benzoic acid	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	154.0266	153.0193	6.53	10.73	153.0195	1.10
3	Esculin	C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O <sub>9</sub>	340.0794	339.0722	7.53	17.78	339.0714	2.23
4	Hydroxyl benzoic acid	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	138.0317	137.0244	8.53	15.56	137.0245	0.60
5	6,7-Hydroxyl coumarin	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	178.0266	177.0193	9.53	20.48	177.0197	2.08
6	Rutin	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>	610.1534	609.1461	12.03	14.59	609.1467	0.97
7	Coumaric acid	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	164.0473	163.0401	12.03	11.69	163.0399	1.03
8	Ferulic acid	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	194.0579	193.0506	13.03	14.01	193.0511	2.42
9	Naringin	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>14</sub>	580.1792	579.1719	13.53	17.78	579.1726	1.16
10	Hesperidin	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>15</sub>	610.1898	609.1825	13.53	18.84	609.1822	0.48
11	Salicylic acid	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	138.0317	137.0244	15.53	15.30	137.0243	0.86
12	Morin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	302.0427	301.0354	16.03	16.14	301.0360	2.07
13	Reservatrol	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	228.0786	227.0714	16.03	13.43	227.0711	1.18
14	Luteolin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	286.0477	285.0405	17.03	19.23	285.0404	0.22
15	Quercetin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	302.0427	301.0354	17.03	17.59	301.0358	1.41
16	Apigenin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	270.0528	269.0455	19.03	21.26	269.0450	2.03
17	Naringenin	C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>	272.0685	271.0612	19.03	19.52	271.0607	1.83
18	7-Hydroxyl flavone	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	238.0630	237.0557	19.53	22.42	237.0559	0.77
19	Kaempferol	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	286.0477	285.0405	19.53	19.04	285.0412	2.59
20	Hesperetin	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	302.0790	301.0718	20.03	20.67	301.0720	0.79
21	Pinosylvin	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	212.0837	211.0765	22.03	19.71	211.0768	1.64
22	Chrysin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	254.0579	253.0506	23.53	22.42	253.0511	1.85

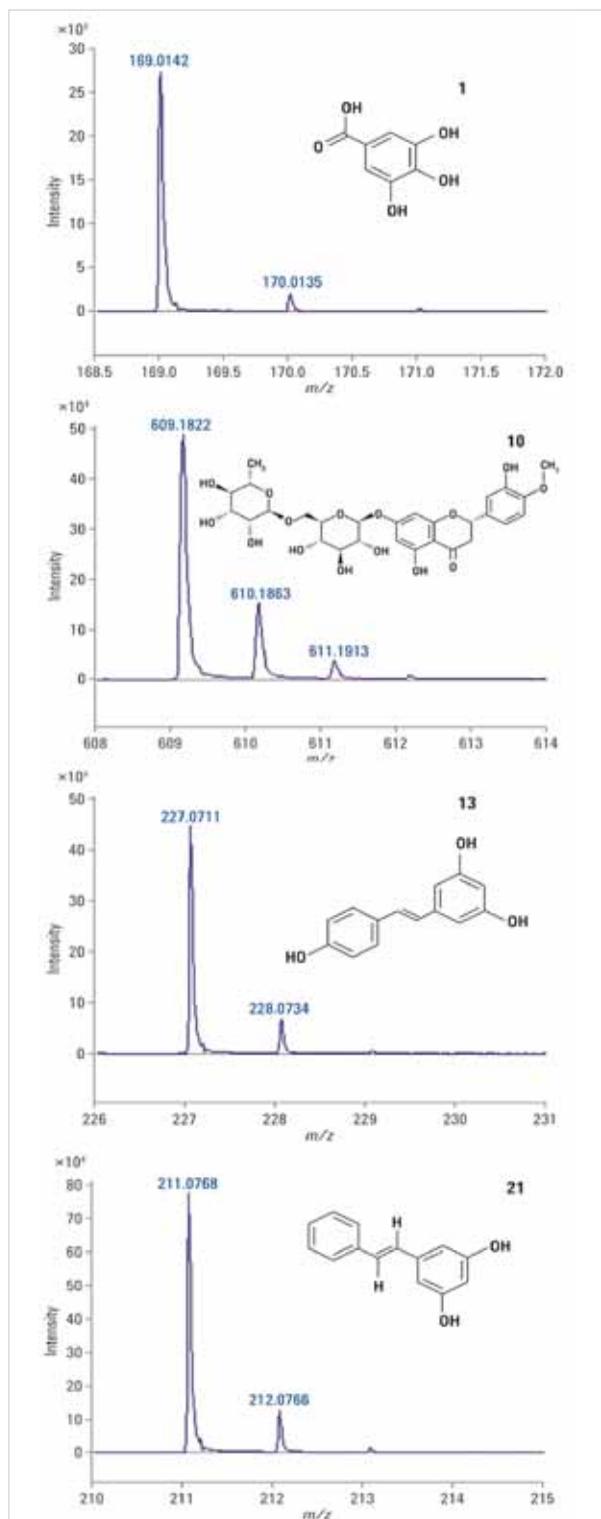
### 고분해능 질량분석기 분석결과

두 번째 LC 컬럼은 고분해능 비행시간형 질량분석기에 연결되었으며, 연결부위로 t-splitter가 사용되었다. 이를 통해 적절한 유량이 질량분석기의 이온화원으로 도입되도록 하였다.

2D-LC/Q-TOF 시스템을 통해 정확한 질량값을 가지는 질량 스펙트럼을 얻을 수 있었으며, 질량정확도는 〈표 1〉과 같이 계산되었다. 〈그림 2〉는 Gallic acid(1), Hesperidin(10), Resveratrol(13), Pinosylvin(21) 등 4가지 성분들에 대한 고분해능 질량스펙트럼을 나타낸 것이다.

질량정확도를 살펴보면 계산된 [M-H]<sup>-</sup> 이온의 질량값은 169.0142, 609.1825, 227.0714, 211.0765이고, 측정된 질량값(m/z)은 169.0142, 609.1822, 227.0711, 211.0768로 각 성분들의 질량정확도는 0.28, 0.48, 1.18, 1.64 ppm으로 계산되었다.

첫 번째 LC 컬럼에서의 머무름시간은 3.53~23.35분이었으며, 두 번째 LC 컬럼에서는 2.51~22.42초의 머무름시간을 가졌다. 질량정확도는 전반적으로 2 ppm 이하로 나타났다.



(그림 2) 4가지 성분들에 대한 고분해능 질량스펙트럼 및 분자구조식

## 결론

본 자료에서는 Agilent 1290 Infinity 2D-LC와 Agilent 6530 Q-TOF LC/MS를 활용하여 22가지 폴리페놀 화합물을 분석한 결과를 살펴보았다.



(그림 3) Agilent 1290 Infinity 2D-LC / 6530 Accurate-Mass Quadrupole Time-of-Flight LC/MS

LC와 Q-TOF LC/MS는 t-splitter로 연결되었으며, capillary restriction의 길이 조절을 통해 질량분석기로 도입되는 유량을 조절하였다.

2D-LC의 분석결과는 LC $\times$ LC Imaging 소프트웨어(HRS MS version)를 통해 plotting 되었고, 이를 통해 고분해능 질량스펙트럼도 바로 얻을 수 있었다. 각 폴리페놀 화합물은 모두 분리분석되었고, 고분해능 질량분석기를 통한 정확한 질량 분석으로 신뢰도 높은 정성 분석결과를 획득할 수 있었다. 



# Pyrolyzer/GC/MS를 활용한 폴리머 내 난연재 분석

## 개요

화재에 대한 저항력을 높이기 위해 폴리머에 첨가하는 브롬계 난연제는 인체와 환경에 미치는 유해성으로 인해 최근 RoHS (Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipments)에 의해 수출입 대상물질 중 PBDEs(polybrominated diphenyl ethers)의 함량을 100 ppm으로 제한하고 있다.

그 동안 HPLC-UV/MS, GPC-HPLC-UV, GC/ECD, GC-ICP-MS 등을 이용한 분석법들이 소개되어 왔으나 시료전처리



Frontier Lab사  
Pyrolyzer

에 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 분석대상 물질의 추출에 사용되는 과량의 독성용매로 인한 인체 유해성이 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 열탈착법으로 폴리머 중 목적성분을 추출하는 Pyrolyzer/GC/MS 분석법은 별도의 용매추출을 하지 않고 빠른 시간 안에 PBDE, 성분을 분석할 수 있기 때문에 최근 그 수요가 증가하고 있다.

본 자료에서는 폴리스티렌(Polystyrene, PS)에 함유되어 있는 DeBDE(Decabromodiphenyl Ether) 분석을 위한 EGA 및 TD-GC/MS 분석법을 소개하고자 한다.

## 실험

### (표준물질 제조)

Dichloromethane/xylene(90/10) 용매에 PS와 DeBDE를 200 ppm ~1,000 ppm 농도로 희석하여 표준물질을 제조한다.

### (시료)

DeBDE 함량이 317 ppm으로 함유된 PS

### (Direct EGA-MS 분석 조건)

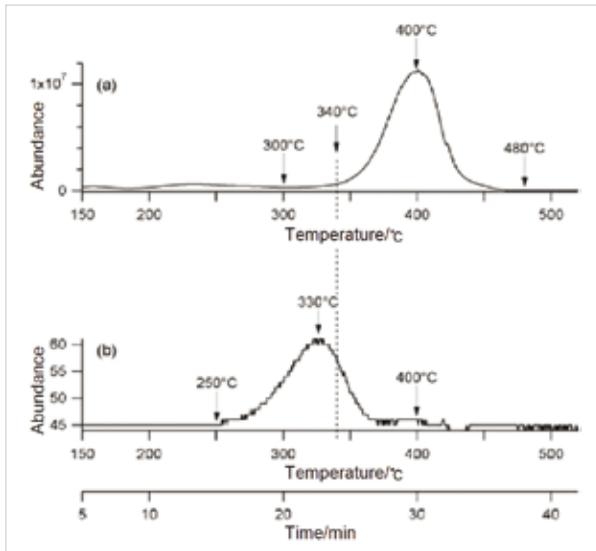
System	Agilnet 7890 GC, 5977 MSD Frontier Lab. Double Shot Pyrolyzer 2020iD
Column	UA-DTM (2.5 m, 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m)
Carrier gas	He, flow rate : 1 mL/min
Pyrolyzer Temp.	100~600 $^{\circ}$ C (10 $^{\circ}$ C/min)
GC Oven Temp.	300 $^{\circ}$ C
MSD	Scan Mode : 29~810(1,000) amu

### (TD-GC/MS 분석 조건)

Column	UA-PBDE(15 m, 0.25 mm, 0.05 $\mu$ m, immobilized-polydimethylsiloxane)
Pyrolyzer Temp.	200~340 $^{\circ}$ C (10 $^{\circ}$ C/min)
Oven	80~320 $^{\circ}$ C (20 $^{\circ}$ C/min)
Carrier gas	He, flow rate : 1 mL/min

## 결과 및 고찰

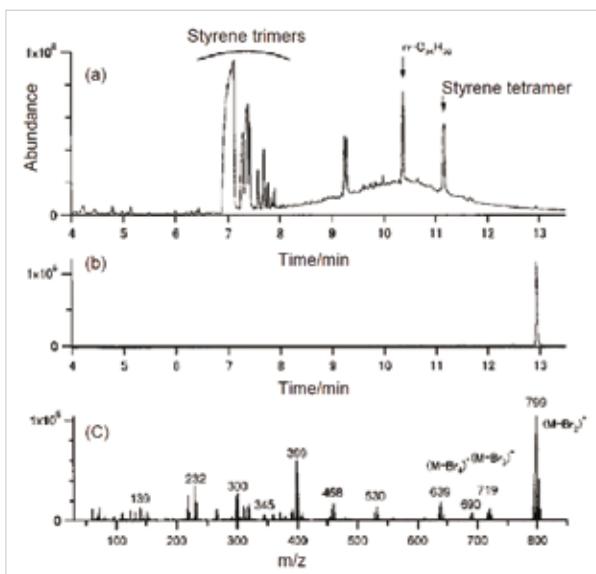
<그림 1-(a)>에서 보는 것과 같이 PS 성분은 300  $^{\circ}$ C에서 열분해되기 시작하여 400  $^{\circ}$ C에서 최고 분해속도를 가지며 480  $^{\circ}$ C에서 열분해 반응이 종결됨을 알 수 있다. 반면 SIM 모드로 분석한 결과, DeBDE는 250  $^{\circ}$ C에서 휘발되기 시작하여 330  $^{\circ}$ C에서



〈그림 1〉 317 ppm DeBDE를 함유하고 있는 PS의 EGA-GC/MS 결과

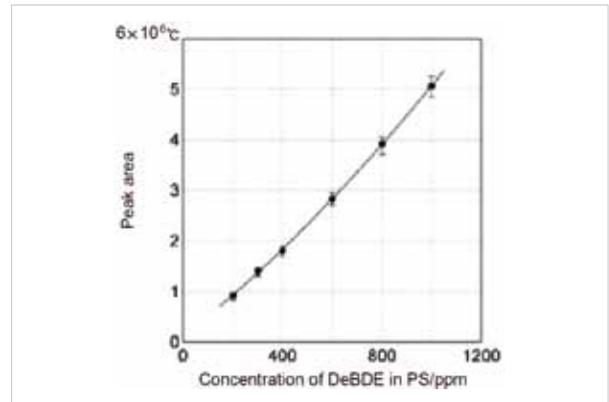
가장 많은 양의 DeBDE가 형성되며 420 °C 정도에 휘발이 종결됨을 알 수 있다(그림 1-(b)).

〈그림 1〉의 EGA 분석 결과에서 알 수 있듯이 DeBDE 전처리법으로 열탈착법(Pyrolyzer-GC/MS)을 사용할 경우, 적정 탈착 온도를 200 °C~340 °C로 조정하여 TD-GC/MS 분석을 진행한 결과 〈그림 2〉와 같은 크로마토그램을 얻을 수 있었다.



〈그림 2〉 DeBDE(317 ppm)을 함유한 PS의 TD-GC/MS 크로마토그램

〈그림 2〉의 (a)와 (b)의 Chromatogram과 (c)의 Mass Spectrum을 비교한 결과, 약 13분 정도에 DeBDE가 검출됨을 확인할 수 있다.



〈그림 3〉 PS에 함유된 DeBDE 검량선

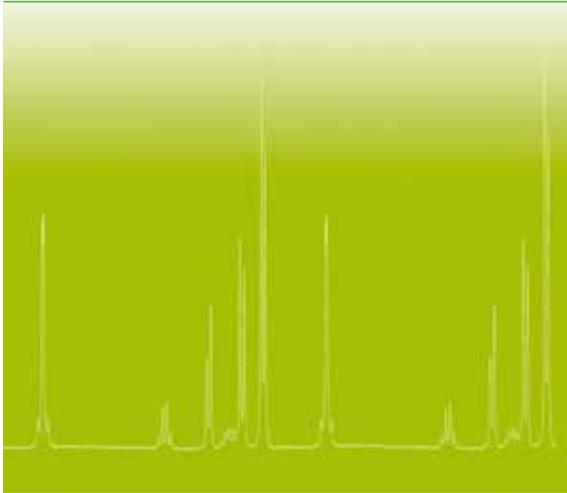
〈표 1〉 각각의 농도에 대한 재현성(RSD) 결과

DeBDE(ppm)	RSD(%)	DeBDE(ppm)	RSD(%)
200	6.68	600	4.19
300	5.47	800	3.37
400	4.74	1000	3.49

DeBDE의 정량분석을 위해 200 ppm~1,000 ppm 농도 범위의 표준시료를 TD-GC/MS법을 이용하여 각 농도별로 5번씩 재현성을 테스트한 결과, 농도별 RSD가 7% 이내(〈표 1〉)로 좋은 직선성을 가지는 검량선을 얻을 수 있었다(〈그림 3〉). 이 검량선을 이용하여 DeBDE를 분석, 정량한 결과 실제시료는 346 ppm(실제농도 317 ppm)의 농도를 가지는 것으로 계산되었다.

### 결론

DeBDE의 시료 전처리를 열탈착법으로 분석해 본 결과, 뛰어난 감도, 재현성, 직선성을 얻을 수 있었다. 이로 인해 과량의 유해성 용매 사용과 오랜 전처리 시간이 문제점으로 지적되고 있는 용매 추출법에 비해 EGA-GC/MS, TD-GS/MS법은 빠른 시간 안에 별도의 전처리 없이 시료 매트릭스에서 DeBDE 성분을 분리해 낼 수 있는 전처리 방법임을 알 수 있었다. 🌐



## 화학 이동 상호관계 실험 COSY (COrrelation SpectroscopY)

지난 2014년 11월, bench-top NMR 전문 회사인 Nanalysis사에서 성능이 강화된 NMReady-60Pro와 NMReady-60e 신제품을 출시하였다. 신제품의 가장 큰 특징은 2D experiment를 위한 COSY(CORrelation SpectroscopY) 기술 접목이다.

COSY(CORrelation SpectroscopY)는 가장 일반적인 2차원 데이터 분석법 중 하나이다. 대부분의 2D 실험은 복잡한 데이터를 처리해야 한다. COSY는 1D 공명 스펙트럼을 할당하는데 유용하다.

1D NMR은 펄스 다음 바로 FID(시간에 따른 전기적 신호변화)를 얻지만 2D NMR은 펄스와 FID를 얻는 중간에 어떤 일

정한 시간을 준 다음 다시 또 다른 펄스를 주고 FID를 얻는 것이다.

서로 다른  $t_1$ (전개 시간)의 변화에 따라 크기가 변하는 피크들의 정점을 연결하면 어떤 파(wave)를 나타낼 수 있다. 즉 이것들은 1D NMR에서 얻는 FID와 유사하다.

1D NMR에서 FID는  $t_2$ (pulse sequence 획득 시간)에 대한 파를 FT(Fourier Transformation) 수행해서 chemical shift를 얻었으므로 또 다른 시간  $t_1$ 에 대하여 종속 관계가 있는 파도 FT를 수행한다면 어떤 함수 관계를 가진다. 이것이 2D NMR의 기본 원리이다.

2D NMR은 대부분 다음과 같은 목적을 위하여 사용된다.

- 화학 이동 상호 관계 실험  
(Chemical Shift Correlation Spectroscopy)
- J-분별 실험(J-Resolved Spectroscopy)
- Multiple Quantum Spectroscopy

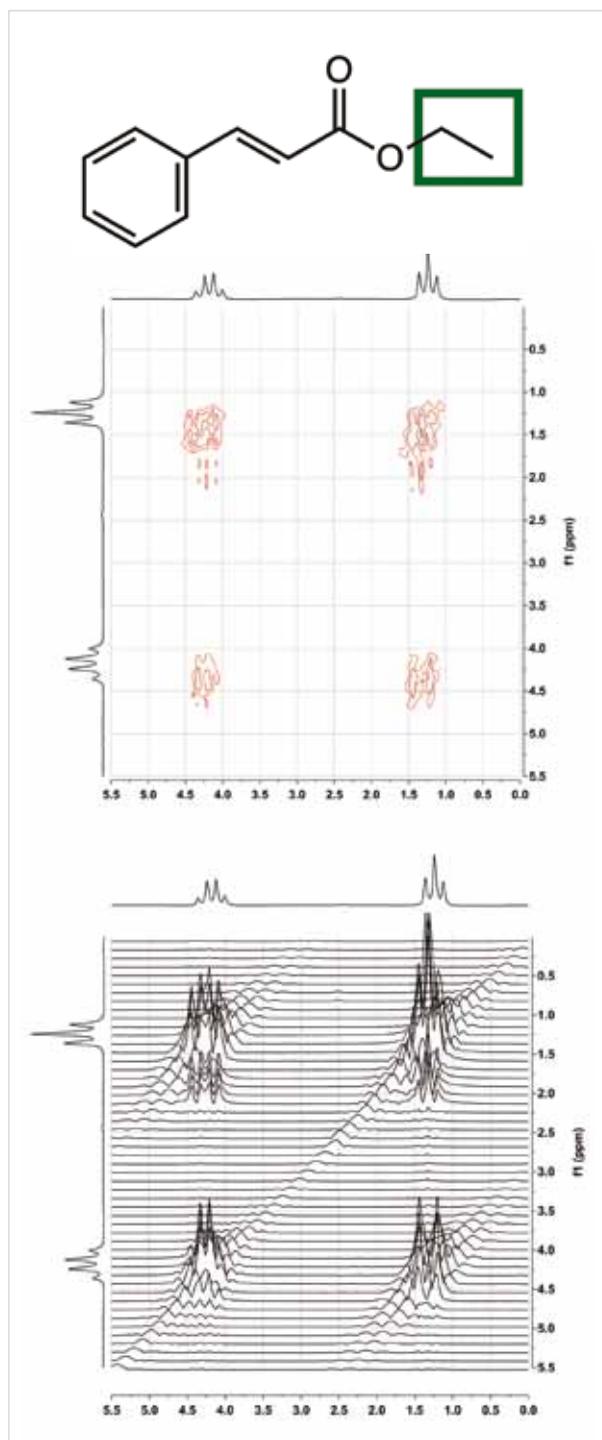
이 실험들은 1D 스펙트럼과는 다르게 3차원으로 그려진다.

동핵종 상호관계 실험 방법으로 가장 많이 사용되며 기본이 되는 COSY는 스핀들이 평형 상태로 돌아오기 위해서 걸리는 시간인 delay, 즉 preparation이라고 불리는 시간 후 90도의 펄스가 주어지고, 변화 시간이  $t_1$ 이며 이어서 두 번째의 90도 펄스가 주어진 후  $t_2$ 시간 동안 FID를 얻게 된다.

이때 두 번째 펄스는 45도 펄스가 많이 쓰인다. 이 때문에 두 번째의 펄스가 90도일 때는 COSY-90, 그리고 45도일 때는 COSY-45라고 부른다.

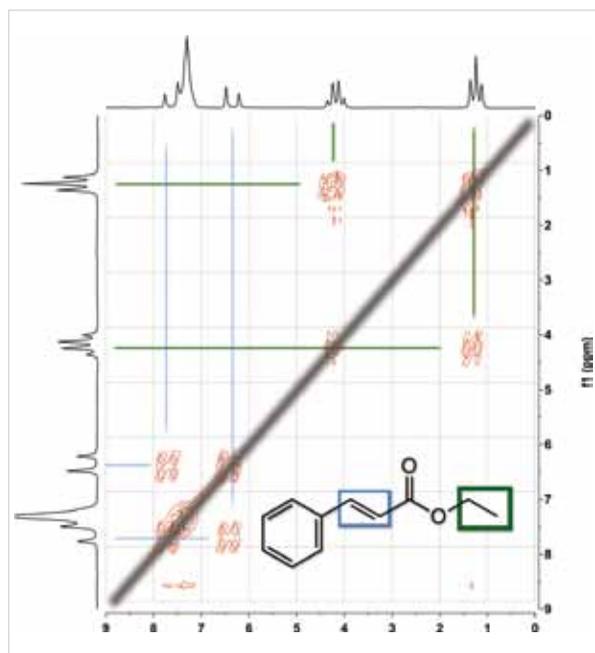
두 개의 축, 즉 X축( $t_2$ )과 Y축( $t_1$ )에 화학 이동(Chemical shift) 값을 나타내는 이 실험은 두 축에 같은 핵의 화학 이동이 나타나는지 또는 서로 다른 핵들의 화학 이동이 나타나는지에 따라서 homonuclear correlation과 heteronuclear correlation으로 분류한다.

〈그림 1〉은 ethylcinnamate의 ethyl group을 확대한 것이다.



〈그림 1〉 Ethylcinnamate의 ethyl group 확대

4개의 피크를 확인할 수 있으며, 데이터 해석을 단순화하기 위하여 대각선 또는 비 대각선으로 피크를 나눌 수 있다. 따라서 〈그림 2〉와 같은 데이터를 얻을 수 있다. 



〈그림 2〉 Ethylcinnamate의 full COSY 스펙트럼



## EPA 1664법에 의한 오일 및 그리스의 n-헥산추출법의 간소화

수처리에서, 공정 과정 중 윤활유나 가공유 또는 계면활성제 등에 의해 물 중에 오일 또는 그리스가 유입될 위험이 있는데, 이는 EPA 1664법에 의거한 n-헥산추출법을 통해 시료 내 유입된 오일의 함량을 분석할 수 있다.

실험실에서 이루어지는 EPA 1664 n-헥산추출법은 일정한 양의 시료에 유기용제인 n-헥산을 넣고 흔들어 수용액이나 현탁액으로부터 추출되어 나오는 유지성분을 물과 오일의 층으로 분리한다.

이후 유지성분이 녹아있는 헥산을 증발시켜 남은 유지의 무게를 측정하여 물 중에 유입된 오일 또는 그리스의 농도를 분석한다.

이와 같이 실험실에서 이루어지는 n-헥산추출법은 용제를 증발시키는 과정까지 매우 번거롭게 진행되는데, TDHI사의 오일 분석기를 통하여 이러한 측정과정에 소요되는 시간을 대폭 줄일 수 있다.

### EPA 1664 n-헥산 추출법 절차 - 실험실법

1. Water sample에 산을 추가하여 pH를 조절한다. (pH 4 이하)
2. n-헥산을 첨가해 water sample 중 오일을 추출한다.
3. n-헥산을 증발시킨다.
4. 남아 있는 오일의 무게를 잰다. (mg)
5. 오일의 무게를 Water Sample의 양으로 나누어서 계산한다. (mg/L)

### TDHI사의 오일농도분석기를 통한 분석법



TDHI사의 오일농도분석기는 n-헥산으로 물 중의 유지류를 녹인 뒤 헥산을 다시 증발시키는 번거로운 과정을 생략하고, 유지류가 녹아있는 헥산 일부를 바로 추출하여 셀에 담아 측정함으로써 실험에 소요되는 분석시간을 현저히 줄일 수 있다.

EPA 1664법은 추출 후 용제를 증발시키는데 약 4시간이 소요되지만 TDHI사의 오일분석기의 경우에는 추출 후 약 1분 정도가 소요된다.

TDHI사의 오일분석기는 UV 형광기술을 이용하여 오일(Hydrocarbon)의 농도를 측정하고 있다.

#### UV 형광법이란?

물 중에 UV 광원을 통과시키면 오일 분자가 특정한 파장의 광원을 흡수하여 보다 긴 파장의 빛을 재방출(형광)하게 되는데, 이 형광의 Intensity를 통해 물 중의 오일 농도를 분석하는 기술이다.

물 중에 함유된 물질 중 특정 파장을 흡수하여 형광을 재방출하는 물질은 정해져 있기 때문에, 정확한 측정결과와 방해 요소인 탁도나 그 외 물질에 의한 영향을 받지 않는다.

실험실법은 핵산을 증발시킨 후 유지의 무게로 측정하기 때문에 오일의 함량이 낮은 시료의 경우, 이를 정확히 측정하기 위하여 매우 정밀한 저울을 사용하거나, 다량의 시료를 사용하여야만 정확한 오일의 함량 분석이 가능하다.

하지만 TDHI사의 오일분석기의 경우, 오일의 함량이 낮은 시료라 할지라도 소량의 시료만으로도 정확한 분석이 가능하다.

이와 같이 TDHI사의 TD-500D 및 TD-3100 모델은 EPA1664법의 대체 방법으로 활용이 가능함을 실험적으로 입증받았다. 따라서 EPA 1664법을 대체하여 오일 농도 측정에 많이 활용할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 

### 〈TD-500D 현장용 오일분석기〉

#### 특징

- 듀얼 채널 : 채널 A: Gas Condensate, Refined Hydrocarbon  
채널 B: Crude Oil(1000 ppm 이상, 시료 희석 없이)
- 한번의 버튼 조작으로 신속한 분석
- 대부분의 추출 용매와 호환 가능
- "No Solvent Method" 법으로 시료 분석 가능
- 쉬운 교정 및 높은 정확도, 재현성

#### 응용분야

Crude Oil and Condensates /  
Diesel / Lube Oil /  
Hydraulic Oil / Fuel Oil



### 〈TD-3100 실험실용 오일분석기〉

#### 특징

- 대부분 추출 용매와 호환 가능
- 설치가 간단하며 교정이 용이
- 시료 분석에 대해 적은 비용
- 10초 내 짧은 시료 분석 시간
- 정량분석에 대한 교정법
- 표준법에 상응하는 신뢰성있는 결과 값
- 여러가지 응용에 따른 광학 부품 교체 가능
- 응용에 따라 ppb~ppm까지 넓은 검출 한계



#### 응용분야

Crude Oil / BTEX / Phenol / Styrene / Gasoline / Diesel /  
Hydraulic Oils / Jet Fuel / Fuel Oil / Kerosene /  
Heat Transfer Fluids / Transformer Oils / Lube Oils



## 혈전증은 이렇게 확인하세요.

### 출혈에 대처하는 인체의 반응

인체는 여러 가지 이유를 막론하고 일단 피가 나면 즉시 아물 수 있도록 손상된 혈관을 수축시키는 동시에 지혈 과정을 활성화시킨다.

일차적으로 혈액 속에 있는 고체 세포 성분 가운데 가장 작은 세포인 혈소판은 손상된 혈관에 부착해 여러 가지 물질을 생성시켜 혈소판 응집을 유발, 손상된 혈관 내벽에 둘러붙어 혈소판 마개를 형성한다.

이와 동시에 이차 지혈 과정으로 다양한 혈액응고 인자가 활성화되어 트롬빈을 생성하면, 이 트롬빈이 단단한 섬유소를 형성하여 혈전(피떡)을 만들어 출혈을 완전히 중단시킨다.

그리고 시간이 지나 손상된 혈관이 회복하면 지혈과정에서 생성된 섬유소가 녹아 혈액은 다시 정상적으로 흐르게 된다.

그러나 인체는 언제나 외부로 피를 흘리지 않는다. 질병이나 외부 충격 등과 같이 다양한 이유로 몸 안에서 출혈이 발생하는 경우가 적지 않다(내출혈). 따라서 인체는 항상 몸 안에서 혈전이 생기지 않도록 혈전 생성을 철저히 통제해 평형을 유지한다. 그러나 이 평형은 <그림 1>처럼 매우 불안정하다.



<그림 1> 인체는 혈전 생성 유발 기능과 혈전 제거 기능이 균형을 이루고 있음.

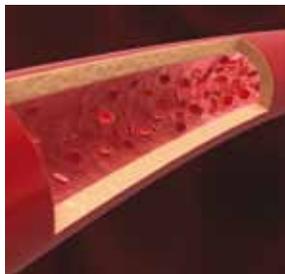
몸 안에서 출혈이 약하게 발생하면 인체는 출혈을 중지시키기 위해 혈전을 소량 생성한다. 이 과정은 24시간 내내 발생하며, 이는 지극히 정상적인 신체 반응이다. 혈전이 만들어지는 동안에는 혈액응고 덩어리(clot)도 부서진다. 따라서 혈전 생성과 파괴는 동시에 일어나게 된다.

### 혈전증이 발생하는 이유와 파급 효과

<그림 1>과 같이 인체는 혈전 생성을 유발하는 기능과 혈전 생성을 억제하거나 이미 생성된 혈전을 제거하려는 기능이 서로 균형을 이루고 있다.

그러나 이러한 지혈-혈전계의 균형이 깨지면 출혈 혹은 혈전을 일으키는 병적인 상태가 되어버린다. 이 가운데 혈전 생성을 유발하는 요소로는 혈액응고 기능 증진과 혈액 흐름, 특히 정맥혈 흐름 정체, 혈관벽 손상 등이 있다.

이와 같이 혈전을 비정상적으로 과다하게 생성하는 증상을 혈전증이라 부른다. 혈전증의 위험을 높이는 경우가 여러 가지가 있는데 선천적인 질환 외에 후천적인 이유로 정형외과나 혈관 수술 및 외상, 급성 심근 경색증이나 급성 감염 등과 같은 급성



질환이 있다. 다리 정맥의 경우 아래에서 위로 역류하기 때문에 혈액 흐름이 동맥보다 느린 편이라 혈전증이 잘 생기는 부위이다. 이 경우 다리에 통증을 느끼거나 염증 등이 생겨 부풀어 오르게 된다.

또한 혈전증은 더 큰 문제를 야기하는데 그 중 하나가 바로 색전증이다. 즉, 혈전이 혈관을 타고 온 몸을 돌아다니다가 혈관이 말초 기관으로 갈수록 점점 직경이 줄어들어 혈전이 혈관을 막아버리게 된다.

가장 위험한 부위 중 하나는 폐로서, 혈전이 폐세포 속에서 외부 공기와 산소와 이산화탄소 교환을 하는 모세혈관을 막아버리면 폐색전증을 유발한다. 따라서 폐색전증으로 진행하지 않도록 혈전증을 빨리 치료해야 한다.

### 혈전증 진단

D-dimer는 출혈이 멎은 후, 생성된 혈전의 섬유소가 분해되면서 생기는 최종 산물이다. 혈전은 몸집을 불리기 위해 정상적인 섬유소 용해 과정에서 빠져나오기도 한다.

따라서 D-dimer가 섬유소 응집 덩어리 분해에 특이적인 표지자이며 섬유소 생성의 간접 인자인 만큼, D-dimer 값은 혈전 생성과 억제 기능의 불균형을 반영할 수 있다.

뿐만 아니라, D-dimer 값은 혈전이 생성된 지 1시간 후에 증가하며, 반감기는 4~6시간에 이르기 때문에 혈액 속 D-dimer의 존재는 심부정맥혈전증(Deep Vein Thrombosis)나 폐색전증, 관상동맥질환 등에 대한 민감한 조기 경보로 활용할 수 있다.

그러나 D-dimer 농도는 염증, 수술, 암 환자에서도 상승한다는 한계가 같이 있다. 따라서 D-dimer 값은 혈전증 의심 여부를 판단내리는데 주로 사용한다.

### 현장 검사용 정량 혈액응고 표지자 분석기

Radiometer사는 현장 검사용 정량 혈액응고 표지자 분석기, AQT90 FLEX를 출시해 응급실 등에서 신속하고 정확하게 혈전증 및 폐색전증을 진단할 수 있도록 지원한다.



특히, AQT90 FLEX는 기존의 D-dimer 측정 장비와 달리 혈액을 채혈한 튜브를 회석하지 않고 바로 장비에 장착, 검사를 실시하므로 검사자도 빠르고 안전하게 검사할 수 있다.

또한 AQT90 FLEX는 중앙 검사실의 대형 혈액응고 표지자 분석기와 동일한 측정 기술로 혈액을 정량 분석하므로 결과의 정확도와 신뢰도가 중앙 검사실 장비와 비슷하다. 

## 액체 크로마토그래프/텐덤질량분석기 [Agilent] 6470 TRIPLE QUADRUPOLE LC/MS/MS

2015년 5월 31일부터 6월 4일까지 진행된 미국질량분석학회(ASMS)에서 Agilent 6470 QQQ LC/MS가 처음으로 소개되었습니다. Agilent 6470 QQQ LC/MS는 보다 확신있고 최적화된 정량분석을 하실 수 있도록 향상된 감도, 정밀도 및 스캔속도 성능과 더불어 매우 견고하며 안정적인 하드웨어를 제공합니다.

### 특징

- 기존 모델(6420, 6460 QQQ LC/MS)보다 30% 작은 사이즈
- Jet Stream technology 이온화원으로 일반 ESI 이온화원보다 5배 향상된 감도 제공
- 최적화된 프리필터로 설계되어 강화된 Q1 Ion Optics는 이온 전송을 높이고 오염을 감소시킴.
- Curved & tapered hexapole collision cell을 통해 효과적인 조각 이온 수집 및 전달 가능
- 새로운 고 에너지 변환 다이오드 및 저 노이즈 특징을 갖춘 이온 검출부를 통해 더욱 효율적인 양이온 및 음이온 검출과 넓은 질량 범위에서의 정량분석을 구현
- iFunnel technology 추가로 가장 고감도 시스템인 6495 QQQ LC/MS로 업그레이드 가능
- 응용분야 : 식품 테스트, 환경, 제약, 임상 등 고감도 정량분석



## 어쿠스틱(음파) 방식의 나노 파티클 카운터 [Uncopiers] PS20

반도체용 초순수나 케미칼 속에 들어있는 미세 입자를 검출하는 나노 파티클 카운터. 반도체의 geometry가 더욱 미세해지면서 생산 공정에 사용되는 초순수나 케미칼에 포함된 아주 미세한 파티클에도 영향을 받게 되기 때문에 파티클 검출은 매우 중요합니다.

지금까지의 파티클 카운터는 레이저 방식으로 파티클을 측정했습니다. 파티클에 레이저를 조사해서 산란되는 빛을 이용해 파티클을 검출하지만 PSL(Polystyrene latex spheres)에 대한 산란광량으로 캘리브레이션을 하고 PSL 당량으로 크기를 측정하기 때문에 정확한 크기 측정이 불가능했습니다.

그러나 Uncopiers사에서 개발한 어쿠스틱(음파) 방식은 파티클 주변에 빈 공간 즉, 버블을 생성한 다음 버블에서 산란되는 음파를 이용해 파티클을 검출합니다. 따라서 입자의 정확한 크기를 알 수 있으며 20 nm는 물론이고 이보다 더 작은 파티클도 검출이 가능합니다. 또한 레이저 방식에서 측정이 불가능한 유색 케미칼도 측정할 수 있습니다.

### 특징

- 어쿠스틱(음파) 방식으로 파티클 주변에 버블을 생성시켜 측정
- 파티클의 표면, 형태 구조, 성질에 영향 없이 측정
- 실시간 검출
- 실제 UPW(Ultra-Pure Water) 공정에서 3년 이상 사용 중
- 측정범위 : 100개 / mL
- 유량 : 1 L/min 이하
- 익숙한 윈도우 기반의 소프트웨어
- Modbus TCP/OP 및 4~20 mA 통신



## 현미경 장착용 박막두께 측정 시스템 [FILMETRICS] F40

### 특징

- 현미경을 이용한 미세 영역 박막 두께 측정 시스템
- 매우 작은 시편도 측정 가능
- C-mount adapter에 쉽게 부착 가능하며, color video camera를 통해 spot 측정을 정확하게 모니터링
- 측정하고자 하는 샘플의 두께와 상태에 가장 적합한 파장대의 모델을 선택하여 사용자의 응용에 적합한 최적의 데이터 솔루션을 제공

### 기기사양

	F40	F40-NIR	F40-EXR
Thickness Only	20 nm~20 $\mu$ m	40 nm~40 $\mu$ m	20 nm~40 $\mu$ m
Thickness with n and k	50 nm~5 $\mu$ m	100 nm~10 $\mu$ m	50 nm~10 $\mu$ m
Wavelength range	400~850 nm	950~1700 nm	400~1700 nm
Accuracy	The greater of 0.4% or 1 nm		
Precision	0.032 nm		0.2 nm
Stability	0.07 nm		0.12 nm
Repeatability	0.07 nm		
Performance			
<b>Thickness Measurement Range-F40</b>	<b>Thickness Measurement Range-F40-NIR/EXR</b>		
- 5 $\times$ objective : 20 nm to 20 $\mu$ m	- 5 $\times$ objective : 40nm to 40 $\mu$ m		
- 10 $\times$ objective : 20 nm to 15 $\mu$ m	- 10 $\times$ objective : 40nm to 30 $\mu$ m		
- 50 $\times$ objective : 20 nm to 2 $\mu$ m	- 50 $\times$ objective : 40nm to 4 $\mu$ m		
<b>Spot Size-Standard 500 <math>\mu</math>m Aperture</b>	<b>Spot Size-Standard 250 <math>\mu</math>m Aperture</b>		
- 5 $\times$ objective : 100 $\mu$ m	- 5 $\times$ objective : 50 $\mu$ m		
- 10 $\times$ objective : 50 $\mu$ m	- 10 $\times$ objective : 25 $\mu$ m		
- 50 $\times$ objective : 10 $\mu$ m	- 50 $\times$ objective : 5 $\mu$ m		
- 100 $\times$ objective : 5 $\mu$ m	- 100 $\times$ objective : 2.5 $\mu$ m		

### 응용 분야

- 반도체 제조 공정 : Photoresist, Oxides/Nitrides, Si and Semiconductor films
- LCD 제조 공정 : Cell Gaps, Polyimide, ITO
- Biomedical : Polymer/Parylene Layers, Membrane/Balloon Wall Thickness
- MEMS : Photoresist, Silicon Membranes, AlN/ZnO thin film filters



## 생화학 분석기의 절대 강자 [Beckman Coulter] AU5800

Beckman Coulter사의 AU5800은 기존 AU5400 제품의 장점을 그대로 계승하고 성능을 더욱 발전시킨 High-end급 생화학 분석기기입니다. AU5800은 사용자 위주의 편리한 기능, 높은 정확도, 빠른 검사 속도 등 고객의 다양한 요구에 유연히 대응할 수 있습니다.

### 특징

- **More faster, more stable**
  - Unit 당 2,000 tests/hr의 속도로 기본형 모델인 AU5810(2,000 tests/hr)에 최대 네 개의 검사 unit과 두 개의 ISE module을 더하여 시간당 최대 9,800 테스트(8,000 tests/hr, without ISE) 검사를 수행할 수 있습니다.
  - 동시에 57~120 항목의 검사가 가능합니다.
- **Easy & Low Maintenance**
  - 특별한 공구나 위치보정이 필요 없이, 쉽고 빠른 유지보수가 가능합니다.
  - Permanent Hard Glass Cuvette 채용으로 주기적인 cuvette 교체가 필요 없습니다.
  - Shielded Water Bath 채용으로 cuvette과 항온액의 직접 접촉을 막아 오염을 방지합니다.
- **Reliability**
  - Sampling needle에 "Crash / Bubble / Clot detection" 기능이 포함되어 더욱 안정적이고 정확한 검사가 가능합니다.
- **Flexibility & Economic**
  - Ultra-micro dispensing의 실현으로 기존 장비 대비 시약 사용량이 30% 감소되었으며, 환경에 따라 다양한 size의 시약을 장착할 수 있습니다 (15, 30, 60, 120 mL).
  - 1 종류의 세척제 사용으로 경제성과 동시에 사용자의 번거로움이 최소화 됩니다.
- **Standardization**
  - 시약, CAL, QC는 물론, 모든 AU series 생화학 분석기기에 사용되는 검사용 rack, ISE electrode 그리고 software 디자인까지 같은 플랫폼을 공유합니다.



# Agilent 1200 Infinity Series Method Translator and Cost Saving Calculator



## Method Translator and Cost Saving Calculator란?

현재 분석법과 새로 이용하고자 하는 컬럼의 정보를 입력하면 새로운 컬럼을 이용한 분석법으로 자동 전환/디스플레이 해 주는 프로그램으로서, 일반적인 분석법을 UHPLC 컬럼을 이용한 분석법으로 전환하고자 할 때 매우 유용한 가이드 소프트웨어이다.

정해진 시간에 좀 더 많은 시료를 분석하기 위해, 액체 크로마토그래피 실험실에서는 빠른 유속, 짧은 컬럼, 작은 내경을 가진 컬럼을 이용하여 분리, 분석 속도를 향상시킬 수 있다. 최근 UHPLC 컬럼은 좀 더 빠른 유속을 사용하기 위해 작은 사이즈의 particle로 충전된 짧은 컬럼, 또는 poroshell(superficially porous particle) 컬럼을 사용하고 있다.

그러나 빠른 분석이 필요하다더라도 분석법을 개선하기 위해 많은 시간을 투자해야 하거나 기존 분석 결과와 비교하였을 때 성분들의 용리 순서가 바뀌는 것은 또 하나의 생산성 저하 요소가 될 수 있다.

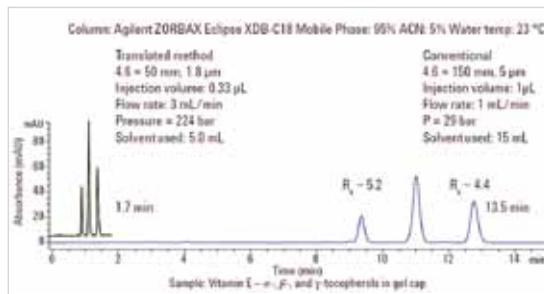
이를 해소하기 위한 분석법 전환은 Method Translator 소프트웨어를 이용하여 간단하게 처리할 수 있다. Method Translator 소프트웨어에서는 particle size, column 길이, 내경, 유속, retention factor, 주입량, 시료 농도, 컬럼 back pressure 등을 고려하여 새로운 분석법이 설정된다.

## 간단한 Isocratic 분석법 전환

일반적인 400 bar LC 시스템(UV 검출기)을 이용하여 vitamin E  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -tocopherols의 isocratic 분리를 위한 분석 조건 및 분석 결과 크로마토그램을 <표 1>과 <그림 1>에 나타내었다. 이 때, 5  $\mu$ m, 4.6 $\times$ 150 mm 컬럼을 1 mL/min 유속으로 사용하였다. 3종 성분의 분리는 정량에 적합하도록 이루어졌으나 분리 시간이 14분으로 간단한 분리에 비해 분석 시간이 너무 긴 편이다. 유사한 고정상의 2  $\mu$ m 이하의 particle

<표 1> Tocopherols 분석을 위한 조건

Instrument	Agilent 1100 Quaternary System, tubing 0.17 mm id injector to column/column to detector
Autosampler	Standard autosampler
Temperature control	Standard 1100, column temperature: 23 °C
Detector	1100 diode array; max. data rate: 20 Hz; typical setting: peak width (PW): 0.05 min
Flow cell	13- $\mu$ L, 10-mm pathlength
Flow rate	1.0 mL/min
Pressure	37 bar
Column	Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C18 4.6 $\times$ 150 mm, 5.0 $\mu$ m (Agilent Technologies, Santa Clara, California)
Mobile phase	95:5 (v/v) acetonitrile-water; viscosity at 23 °C is 0.43 cP



<그림 1> 일반 분석법과 전환된 분석법 비교

로 충전된 짧은 컬럼을 좀 더 높은 유속에서 사용하면 분리를 유지하면서도 획기적으로 빠른 분리가 가능하다. 더불어 유기 용매의 사용량도 줄일 수 있다. 위 분석법을 2  $\mu$ m 이하의 particle로 충전된 짧은 컬럼을 사용하여 좀 더 빠른 분석법으로 전환해 보자.

<그림 2>는 method translator 소프트웨어에서 isocratic 분석법을 전환하는 화면이다. 왼쪽은 현재의 LC 분석법과 몇 개의 추가적인 파라미터들을 보여준다. 예를 들어, 일반 LC 시스템에서 system dispersion은 connecting tubing의 volume(0.17 mm tubing 사용 시 21.6  $\mu$ L)과 UV flow cell의 volume(13  $\mu$ L)을 더한 35  $\mu$ L이다. 95% acetonitrile-5% water의 점도는 0.43 cP이다.



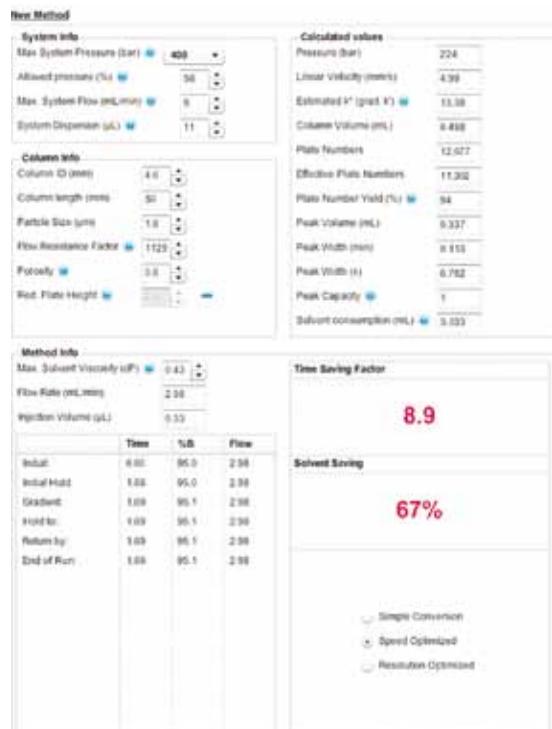
〈그림 2〉 Tocopherols 분리를 위한 분석법 전환 화면

새로운 분석법은 〈그림 2〉의 오른쪽에 나타나 있다. 동일 내경에서 컬럼 길이를 1/3로 줄이면 time saving factor는 3(유량은 1 mL/min), solvent saving은 67%이다. 컬럼 volume이 줄었기 때문에 주입량은 0.33  $\mu$ L를 추천한다. 기존 시스템에서 다른 어떤 것도 변경하지 않았을 때, system dispersion(35  $\mu$ L)에 의해 effective plate numbers가 떨어진 것을 볼 수 있다(12,077에서 9,849로).

짧은 컬럼에서 좀 더 나은 분리를 얻기 위해 system dispersion volume을 조절하였다. 이를 위해 사용하던 0.17 mm tubing을 0.12 mm tubing으로 교체하였고, 13  $\mu$ L flow cell을 5  $\mu$ L semi-micro flow cell로 교체하였다. 그 결과, system dispersion을 11  $\mu$ L로 감소시켜 effective plate numbers를 11,300으로 향상시킬 수 있었다. 분석 속도를 좀 더 빠르게 하기 위해 “Speed Optimized”를 클릭하면 유량이 3 mL/min로 증가되고, 다른 조건들도 자동으로 최적화된다(그림 3).

Method translation 소프트웨어에서 추천한 분석법으로 분석 시간을 1.7 분으로 줄일 수 있었고(기존 분석법보다 약 8.9 배 빠르게) 한 분석당 약 10 mL의 유기 용매 사용량을 줄일 수 있었다. 〈표 2〉는 새로 설정된 분석법이다. 크로마토그램은 〈그림 1〉의 왼쪽에 나타나 있다. 여전히 훌륭한 피크 모양과 좋은 분리를 확인할 수 있다. 시스템의 압력은 224 bar로 증가하였지만, 일반적인 HPLC 시스템에서 충분히 사용 가능한 압력이므로 현 시스템에 분석법을 적용하는데 아무 문제가 없다.

본 예는 method translator 소프트웨어를 어떻게 활용하는



〈그림 3〉 ‘Speed-Optimized’로 전환된 새로운 분석법

〈표 2〉 Tocopherols 분석을 위한 전환된 분석법

Instrument	Agilent 1100 Quaternary System, tubing 0.12 mm id injector to column/column to detector
Autosampler	Standard autosampler
Temperature control	Standard 1100, column temperature: 23 °C
Detector	1100 diode array; max. data rate: 20 Hz; typical setting: peak width (PW): 0.05 min
Flow cell	5- $\mu$ L, 6-mm pathlength
Flow rate	3.0 mL/min
Pressure	224 bar
Column	Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C18 4.6 × 50 mm, 1.8- $\mu$ m
Mobile phase	95:5 (v/v) acetonitrile–water; viscosity at 23 °C is 0.43 cP

지를 보여준다. 새로운 컬럼과 시스템의 구성을 입력하면 분석 조건들이 자동으로 전환된다. 또한 2  $\mu$ m 이하의 ultrahigh pressure liquid chromatography(UHPLC) 컬럼을 사용하였을 때 system dispersion volume이 efficiency에 미치는 영향에 대해서도 확인하였다.

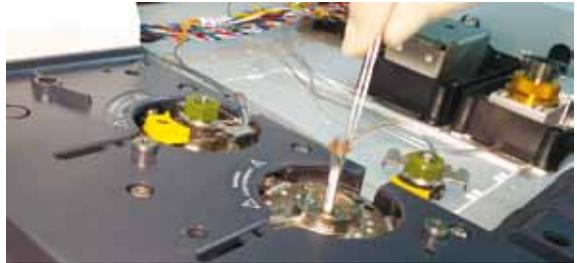
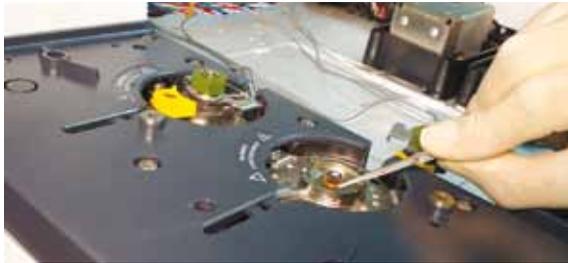
Method translator 소프트웨어는 gradient 분석 조건에도 쉽게 적용할 수 있으며, gradient 분석 조건에 적용한 예는 다음 시간에 소개하고자 한다.

# Agilent GC Liner 교체 방법

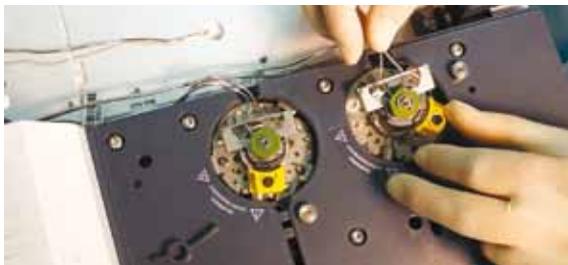
- 원인 ① 장시간 사용으로 인한 Liner의 오염 ② 시료 분석으로 인한 Liner의 오염
- 조치 ① Liner 및 O-ring의 주기적인 점검과 교체 ② Liner 교체 시 O-ring도 같이 교체 권장
- ※ 주의 Inlet(Top Insert Assembly)이 뜨거울 수 있으므로 반드시 Inlet의 온도를 낮추고 화상에 주의하십시오.



① 우선 GC 시료주입구(Inlet)의 온도가 떨어졌는지 확인한 후, Top Insert Assembly를 손이나 랜치로 열어줍니다.



② 기존에 사용하였던 Liner를 제거합니다. Liner 및 O-ring이 쉽게 제거되지 않을 경우, 핀셋을 이용하여 분리합니다. 새 O-ring을 Liner에 끼워 장착합니다.



③ 손이나 랜치를 이용하여 조립합니다.

\* 유튜브(Youtube)에서 "영인과학"을 검색하시면 동영상으로 자세한 내용을 확인하실 수 있습니다.

# 전동식 높이 조절 테이블 LC, LC/MS 전용 테이블 EUDT 시리즈

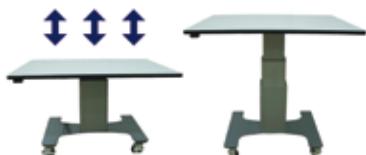


## 분석장비 전용 테이블이란?

분석장비를 설치하는 테이블은 분석 결과 재현성 및 연구원의 안전성 확보가 매우 중요하다. 분석장비 전용테이블을 통하여 LC 사용시 일반 실험 테이블에 설치하여 발생하는 문제점을 최소화하고, 효율성 및 안전성 향상을 책임진다.

## 손쉬운 높이조절

LC 사용시 손쉬운 높이 조절로 인하여 용매의 교환이 용이하며, 사용자의 편의를 최적화하여 안전성을 강화



## 내화학성이 강화된 상판

전동식 높이 조절 테이블은 내화학성, 내약품성 물성을 강화시킨 Wilsonart사 Chemsulf의 상판을 사용하여 분석장비 사용시 안전성 강화



- Size : 900×750×550 ·· 950 mm	
- Capacity : 150 kg	
- Frame : gray	
- Surface : Chemsulf(Wilsonart)	
- Single column, two buttons type	
- Warranty : 2 years	

## 손쉬운 사용법

누구나 쉽게 높이 조절이 가능하며, 장비별, 사용자별 최대 3개의 높이를 저장하여 간편하게 설정을 변경(EUDT-1900모델에 한함.)



## 넓은 작업 공간과 이동성

수입 전동식 테이블보다 넓은 작업공간을 제공함으로써 분석장비 외의 샘플 전처리, PC 배치가 가능하고, 이동이 쉬우며 사용시 고정 장치로 안전하게 고정



- Size : 1900×900×560 ·· 860 mm
- Capacity : 200 kg
- Speed : Maximum 18.3 mm/s
- IP Grade : IP42, IP54 or IP66
- Noise : 48 db
- Frame : gray
- Surface : Chemsulf(Wilsonart)
- Dual column, Three memory function
- Digital display type
- Warranty : 2 years

# 반복되는 실험실 사고... 안전 불감증 심각!



## 『연구실 안전환경 조성에 관한 법률 (이하 연구실 안전법)』을 개정 추진한다.

미래창조부는 2006년 연구실 안전법 시행 이후 안전한 연구 환경 기반이 조성되고 있으나 연구실 사고는 매년 100 여건 이상 지속 발생하고 있어 제재 조항 강화 등 법령 정비를 추진하는 배경을 밝혔다. 이에 따라 연구실 정기점검 항목 및 개선 방법 매뉴얼을 개정하고 안전 규정을 강화하였다.

(2014.9.3 미래창조과학부)

## 연구실 정기점검 항목 및 개선방법 매뉴얼에 따르면...

### Part 2. 화공안전

#### 7. 유기 시약병 바닥 보관

보행 시 시약병이 발에 걸려 깨질 우려가 있으므로 전용 시약장에 보관하여야 한다.



#### 15. 폐액 용기 밀폐 여부

폐액 용기는 산, 유기 등 성상별로 보관하여야 하며 폐액 유출이나 악취가 발생하지 않도록 밀폐하여 보관하여야 한다.



#### 16. 폐액 전용 용기 미사용

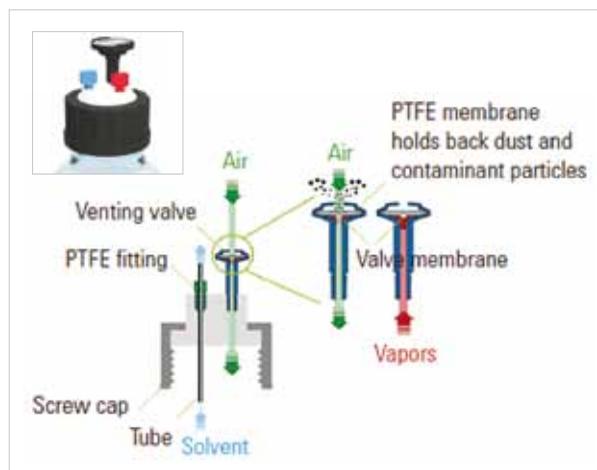
폐액은 성상 별로 분리 및 수집하여 처리하지 않을 경우, 화학약품 간 반응으로 인하여 폐액 전 용기가 폭발하는 등의 사고가 발생할 수 있다.



〈미래창조부 연구실 정기점검 항목 및 개선방법 매뉴얼에서 발췌〉

## 강화된 연구실 안전을 대비하기 위한 제품은?

Agilent A-Line Safe Cap이 정답!

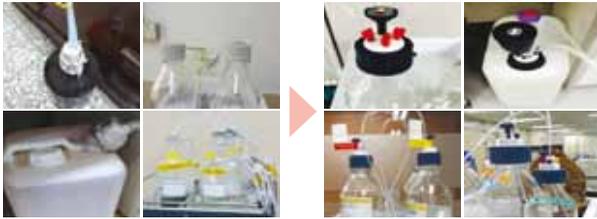


〈그림 1〉 Agilent A-Line Safe Cap

Safe Cap은 Venting valve가 함께 포함된 제품으로 기화하는 유기용매를 venting valve(filter)에서 걸러주고, 외부에서 들어오는 먼지를 막아주기 때문에 안전한 실험실 환경을 조성할 수 있다.

## 일반적인 실험실의 용매 관리와 Safe Cap을 설치한 실험실의 용매 관리

대부분의 실험실은 3-hole cap이나 호일로 용매병을 보관하는 경우가 많다. 이러한 용매병 보관은 자칫 잘못하다가 큰 사고를 초래할 수 있다. 하지만 Safe Cap 설치를 통해 보다 안전한 실험실을 유지할 수 있다.



(그림 2) (왼쪽) 일반적인 실험실의 용매 관리  
(오른쪽) Safe Cap을 설치한 실험실의 용매 관리

## Safe Cap 안전만을 위한 제품인가?

안전은 물론! 재현성있는 크로마토그램과 용매의 비용 절감 가능!

### 1. 실험 Cap

Bottle A	Bottle B
	
Safe Cap 사용	3홀, 3 mm 구멍이 있는 Cap 사용

### 2. 실험방법

- ① 물/메탄올(20/80, v/v)용매를 각각 bottle에 준비한다.
- ② Bottle A, B 용매를 사용하여 PAHs(Naphthalene, Pyrene, Chrysene)를 분석한다.
- ③ 실험 후, 모든 bottle을 실온에서 31일 동안 둔다.
- ④ 실험한 크로마토그램을 비교한다.

### 3. 실험결과

#### 1) 용매 손실 비교 결과

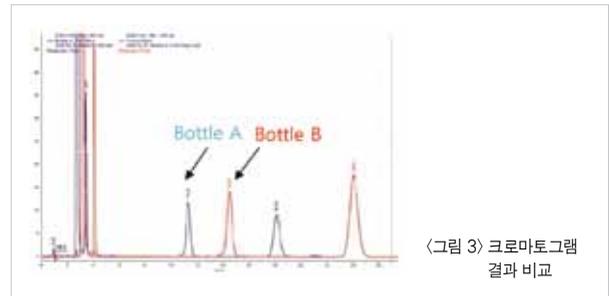
Safe Cap을 설치한 용매병과 일반 Cap을 설치한 용매병을 사용한 실험의 용매 손실량을 비교한 결과, Safe Cap을 설치한 용매병의 용매 손실이 적게 나타남을 확인할 수 있다.

(표 1) 용매 손실 비교 결과(31일 동안의 용매 손실 무게 비교)

	Bottle A	Bottle B
시작일(2월 16일)	457.45	715.08
종료일(3월 19일)	457.43	687.36
Loss(g)	0.02	27.72
Loss(%)	0.004	3.876
Loss per day(g)	0.001	0.894

#### 2) 크로마토그램 결과 비교

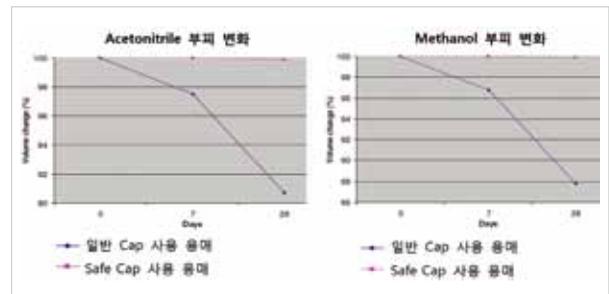
Safe Cap을 설치한 용매병과 일반 Cap을 설치한 용매병을 사용한 실험의 RT를 비교한 결과, 일반 Cap을 설치한 용매병을 사용하여 평균 한달 동안 RT가 6.06분의 변화가 있음을 확인할 수 있다.



(그림 3) 크로마토그램 결과 비교

(표 2) RT 변화 비교 결과

	Naphtaline (RT)	Pyrene (RT)	Chrysene (RT)
시작일(2월 16일)	3.53	11.33	18.15
종료일(3월 16일)	4.49	17.55	30.12
변화시간(min)	0.96	6.22	11.97
하루동안 변한 시간(min)	0.031	0.201	0.386



(그림 4) 용매 부피 비교 결과

Safe Cap을 설치한 용매병과 일반 Cap을 설치한 용매병을 사용한 실험의 용매 부피를 비교한 결과, 일반 Cap을 설치한 용매병을 사용한 경우, 28일 후 Acetonitrile 10% 손실, Methanol 12.2% 손실을 확인할 수 있다.



# 흡광, 형광, 발광을 한 장비에서 측정 가능 Multimode Microplate reader, Varioskan LUX

## Varioskan LUX 장비는?

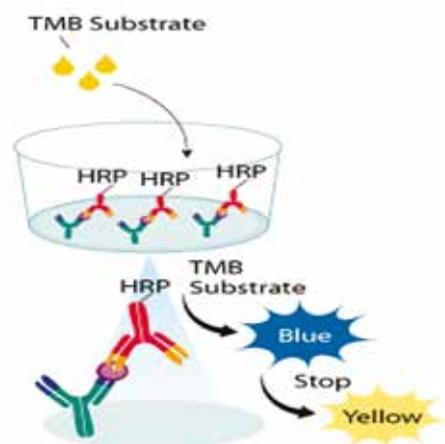
마이크로 플레이트를 이용하여 샘플의 정량적인 측정을 하는 장비로 샘플에 최적화된 감도에 따라 형광, 흡광, 발광의 검출방법을 선택하여 측정 가능하다.

확장 활용범위로는 분석법 개발에서 2차 스크리닝에 이르기까지 제약, 생명공학 전 분야에서 응용이 가능한 연구분석 시스템이다.



## 흡광(Photometry)을 이용한 주요 응용 분야 : ELISA(Enzyme linked Immunosorbent assay)

항체에 효소를 결합시켜 항원-항체 반응을 발색반응산물의 정량적인 수치로 확인하는 방법이다.



### 응용분야

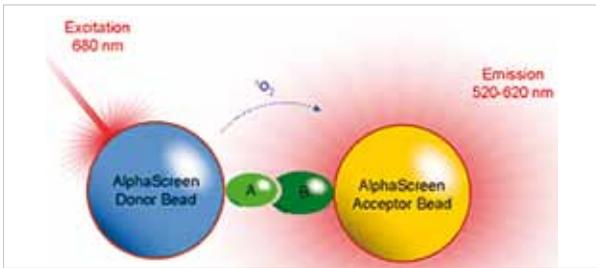
- 1) Virus 유무 테스트 : 혈청 내 HIV, West Nile virus
- 2) 식품 산업 내 알러지 테스트 : 우유, 계란, 과일, 아몬드, 땅콩 등
- 3) 약물 독성도 테스트

**Vario LUX에 새롭게 추가된 분석 Technology :  
Alpha Assay**

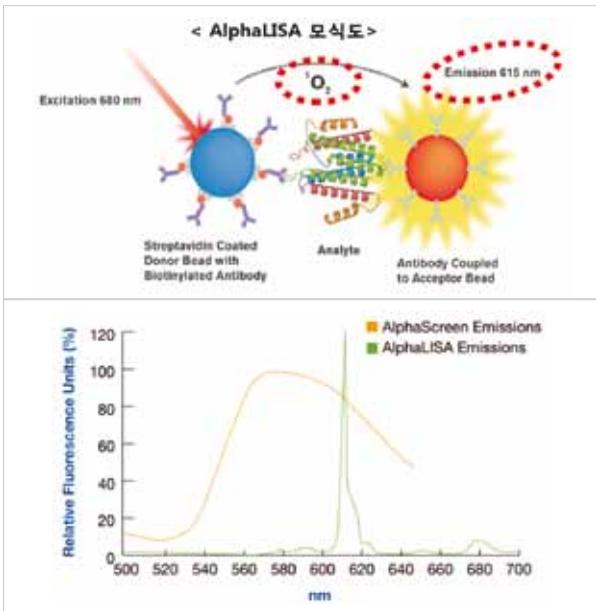
**원리**

① Alpha(Amplified Luminescent Proximity Homogeneous Assay)

- 두 가지의 bead type : Donor bead, Acceptor bead
- Energy Transfer : 두 bead 사이의 energy transfer (O<sub>2</sub>의 형태) 일어남.
- 200 nm 거리까지 전달 가능 : 큰 사이즈 샘플의 binding 측정 가능



② Alpha assay의 두 가지 종류(AlphaScreen vs AlphaLISA)



AlphaLISA가 좀더 좁고 밝은 emission 파장대를 나타냄.  
⇒ 혼합샘플 assay에 적합(예. serum, plasma)

- 같은 종류의 donor bead 사용, but acceptor bead 타입에 차이가 있음.
- AlphaScreen 520~620 nm emission  
AlphaLISA : 607~623 nm emission
- AlphaScreen에 비해 AlphaLISA는 간섭물질에 의한 방해에 덜 민감함.

**응용 분야**

- Protein-protein interactions
- DNA : protein / RNA : protein / Lipid : protein interactions
- Nuclear receptor assays
- GPCRs
- Kinases
- ELISA 실험량이 많은 실험실(HTS; High Throughput Screening)

**특징**

- Monochromator 방식의 자유로운 파장 선택(Spectral scanning)
- Kinetic reaction을 구현할 수 있는 분주기(Dispenser) 2개까지 장착 가능
- 일반 분석에서 스크리닝까지 다양한 플레이트 선택 가능
- High Performance의 배양기(Incubator), 교반기(Shaker) 내장
- Cellular assay에 적합한 Bottom reading 기능이 추가된 본체 선택 가능

**사양**

측정기술	흡광, 형광, 발광, TRF, ALPHA Screen
파장선택	Double monochromators
파장범위	200~1,000 nm
플레이트 타입	6~1,536 well plates
진탕(shaking) 방식	orbital
온도조절	~45 °C
업그레이드	가스모듈/ 자동화
크기(D×W×H)	58×53×51 cm (23×21×20 in)

※ 마이크로플레이트 측정기에 관련한 문의는  
영인프런티어 마케팅2팀(02-2140-3363)으로 연락주시기 바랍니다.

# 고객맞춤 솔루션, 영린기기 가스전용분석 시스템



## GAS 분석?

기체는 낮은 밀도와 큰 부피를 가지며 물질을 구성하는 세가지 상(Phase) 중 하나의 범주에 속한다.

과거에는 기체가 영원히 기체상태로 존재하는 것으로 여겨졌으나 현재는 임계온도가 상온 이하인 영구 기체(Permanent gas), 화학적으로 반응성이 낮아서 다른 화합물을 만들기 어려운 비활성 기체(Inert gas), 탄소와 수소로만 구성되어 있는 탄화수소 중에서 탄소원자 개수가 C<sub>5</sub> 이하의 탄화수소류 등과 같이 그 종류가 다양하다.

또한, 고객마다 분석하려는 가스의 종류도, 목적도 다르며 수소부터 시작하여 C<sub>5</sub> 이하의 탄화수소까지 한번에 분리할 수 있는 컬럼도 없다. 먼저 분석하는 가스의 종류에 따라 컬럼을 각각 선택하여야 하며, 검출기 역시, 모든 가스 성분을 하나의 검출기로 측정하기는 어려우므로, 시료의 가스 성분에 따라 1~3개까지 검출기를 동시에 사용하는 경우도 있다.

이렇게 가스 분석은 한번에 모든 고객의 요구조건을 충족하기에는 어려움이 있고 여러 응용을 필요로 하는 시스템이다. 따라서, 고객이 분석하고자 하는 가스를 정확히 알아야 하고, 분석하고자 하는 가스와 함께 존재하는 다른 가스의 종류와 농도도 명확히 알 때, GC를 이용한 전 자동 가스분석시스템은 구성될 수 있다.

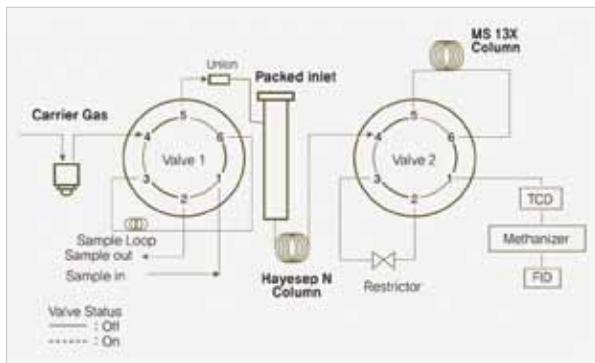
## 영린기기 가스전용분석 시스템

### 시스템 1

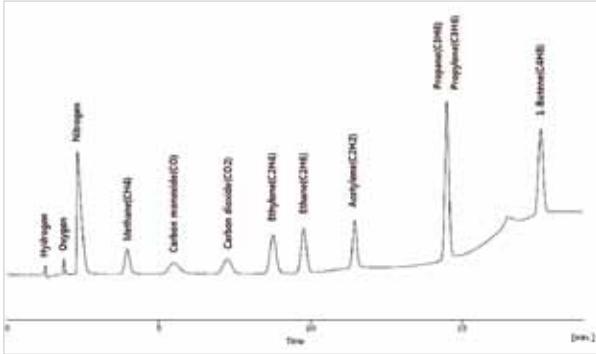
가스전용분석 시스템은 고객의 다양한 응용과 분석목적에 따라 구성이 달라진다. <그림 1>의 구성은 일반적인 비활성 기체와 가벼운 C<sub>3</sub>까지의 탄화수소류를 보기에 적합한 시스템이다.

Transformer Oil Gas Analyzer(TOGA) 시스템으로도 명명된 영린기기 가스전용분석 시스템 1의 구성은 변압기 오일 내 발생하는 가스와 해당 가스의 양에 따라 오일의 질 및 교체 시기를 판단하고자 할 때 사용하는 시스템이다. 이 시스템은 수소부터 부탄가스까지 폭 넓고도 기본적인 가스분석을 위해 구성되었기에 다른 기본 가스분석시스템의 초안이 되는 구성이다.

- GC 장비의 구성 : Packed inlet / FID / TCD / Valve×2
- 분석컬럼의 구성 : Molecular sieve 13X(3ft) / Hayesep N(18ft)



<그림 1> 영린기기 가스전용분석 시스템 1



〈그림 2〉 영린기기 가스전용분석 시스템 1을 이용한 가스분석 크로마토그램

〈Step 1 : V1 Off, V2 Off〉

Sample Loading : Sample loop에 분석할 가스 시료가 채워지는 단계

〈Step 2 : V1 On, V2 Off〉

Sample Injection : Loop에 채워진 시료가 GC로 도입되는 단계

⇒ Hayesep N 컬럼에는 CO<sub>2</sub>~C<sub>4</sub>까지 상대적으로 무거운 탄화수소류 가스가 머무름.

⇒ MS 13X 컬럼으로 가벼운 H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO가 도입되어 분리됨.

〈Step 3 : V1 On, V2 On〉

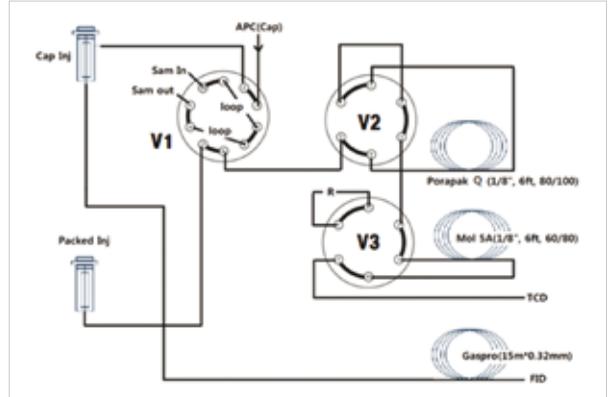
Hayesep N에 머물러 있던 CO<sub>2</sub>가 MS 13X로 도입되기 직전, Valve2의 유로를 변경하여 Restrictor를 거쳐 바로 TCD로 도입되도록 함.

※ 한 크로마토그램으로 모든 데이터를 출력하기 위한 신호변환 기능

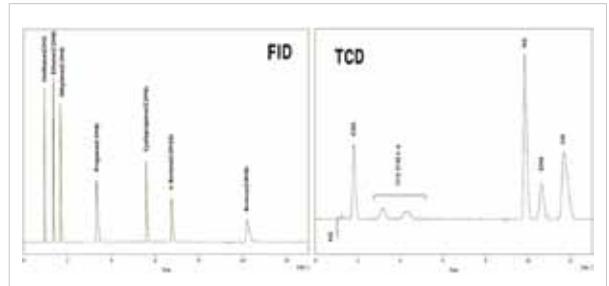
- 1) H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>는 TCD에서 피크 확인
- 2) 기타 탄화수소 CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>는 FID에서 측정
- 3) CO와 CO<sub>2</sub>는 메타나이저를 통과하여 CH<sub>4</sub>로 변환 후 FID로 검출. 즉, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>만 TCD에서 측정하며, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>~C<sub>4</sub>는 FID에서 측정하는 방법

시스템 2

'시스템 1'은 충전용(packed) 컬럼을 사용하므로 상대적으로 분리능이 떨어져 탄화수소류의 이성질체 가스가 분리되지 않는 문제점이 있다. 이럴 때 '시스템 2'와 같이 분리능이 좋은 모세관(Capillary) 컬럼을 사용하여 〈그림 3〉과 같이 2번째 시스템으로 구성하면 분석효율이 높아진다.



〈그림 3〉 영린기기 가스전용분석 시스템 2 - Capillary와 Packed column 조합



〈그림 4〉 영린기기 가스전용분석 시스템 2를 이용한 크로마토그램

영린기기 가스전용분석 시스템은 대기 상태에서 기상으로 존재하는 물질 중 H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>와 같은 영구 기체(Permanent gas)와 함께 주로 C<sub>10</sub> 이하의 탄화수소 계열 분석에 적합하다. 이러한 가스 성분들은 끓는점이 낮고, 쉽게 기화가 되므로 GC 내 자동밸브시스템을 통해 빠르고 간편하게 분석이 가능하다. 또한, 가스시료의 종류에 따른 적합한 컬럼을 선정하고, 가스 성분들의 검출농도에 따라 최적의 검출기를 공급하는 고객 맞춤형 솔루션을 제공한다.

영린기기 가스전용분석 시스템은 2006년에 출시된 이후, 매년 30세트 이상 판매되고 있다. 또한 영린기기 가스전용분석 시스템은 많은 요소들을 고려해야 하는 가스 분석의 특성상, 분석자의 응용 추가 분석 물질이 필요할 경우 국내 생산, 국내 개발이라는 강점을 통해 빠른 장비 구성 변경이 용이하다.

# 산업용 내시경

## IT Concepts사 iRis DVR Series



내시경이란 공간이 협소하여 사람의 손이나 시야가 닿지 않는 곳을 파괴하지 않고 관찰하기 위해 고안된 기계장치를 말한다. 최초로 의료용 내시경이 개발되었으며 프로브, 튜브, 조작키, 본체 등으로 구성되어 있다. 산업용 내시경은 이를 산업 현장에 적합하도록 재구성한 장비로서 의료용 내시경에 비해 충격에 강하도록 설계되었으며 휴대할 수 있도록 소형화되었다.

산업용 내시경은 주로 설비, 기계부품, 배관 등 공간이 협소한 곳의 내부를 관찰하기 위해 사용되며 튜브에 장착된 카메라를 삽입하여 대상의 파손, 부식, 마모, 동작 상태 등을 검사하는 용도로 사용된다. 이러한 방법을 사용하면 대상을 파괴, 분해하지 않고도 내부 상태를 점검할 수 있기 때문에 분해 시 수반되는 제품 손상, 인건비, 시간 등을 절감할 수 있다.

산업용 내시경은 정밀 검사 및 정비 분야에 광범위하게 사용되고 있는데 이를 비파괴 육안검사(Non-destructive Visual Test)라고 한다. 이는 비파괴 검사 분야(NDT)의 한 분야로서 UT, ET, MT, RT, PT, PMI 등과 함께 NDT 산업의 한 축을 이루고 있다.

독일의 IT Concepts사에서 개발한 산업용 내시경 iRis DVR Series는 영상 전달 매체에 따라 분류할 때 비디오 내시경으로 구분된다. DVR Series는 광학센서(CCD)에 의해 영상을 전달

하며 이 영상을 보여주는 디스플레이 장치를 포함하고 있다. 산업용 비디오 내시경은 모두 휴대가 용이하도록 구성되어 있으며 특히 DVR Series는 Handgrip 형태이다.

DVR Series는 대부분의 산업분야에 사용될 수 있는데 그 중에서도 특히 자동차 산업, 항공 정비 산업, 발전업 분야 등에 많이 활용된다. 이들 산업에 내시경이 사용되는 공통적인 이유는 해당 부품을 점검하여 고장이나 사고를 미연에 방지하고자 함이며 덧붙여 자동차 산업의 경우, 부품 생산 과정에서 품질 관리를 위해 사용된다.



자동차에서 내시경으로 정밀 검사하는 부분은 크게 엔진, 구동장치, 배기장치, 기타장치 4부분으로 나누어진다. 이 중에서도 엔진과 구동장치 부분이

가장 많은 비중을 차지하는데 엔진이나 구동장치에 들어가는 부품 대다수가 주물 공정을 통해 만들어지기 때문이다. 대표적으로 엔진에 들어가는 실린더, 매니폴드, 워터재킷, 터보차저와 구동 장치에 들어가는 트랜스미션, 디퍼렌셜 기어가 있다.

워터재킷(냉각수 수로)의 경우 엔진 생산 과정에서 정밀 검사를 많이 진행하는 부분 중 하나로 주물 공정을 거쳐 복잡한 형

태의 엔진 본체 모양이 만들어진다. 그러나 이 주물 공정에서 대부분의 문제가 발생하는데, 마지막 주물 공정에 모래가 섞여 들어가 주물 모양이 깨끗하지 않거나, 주물 공정에서 공동이 발생하거나, 고온의 제품을 급속히 냉각시켜 크랙이 발생하는 경우가 그것이다.

이 문제점들의 공통점은 잘 안 보이는 내부 깊숙한 곳에서 발생한다는 점인데 단순히 눈으로만 검사할 경우 보지 못하고 지나치기 쉽다. 특히 워터재킷을 검사할 때 입구가 좁은 반면 내부는 넓어지는 구조로 되어 있기 때문에 유연하면서 4방향 굴절이 가능한 산업용 내시경이 내부를 검사하기에 가장 적합하다. 워터재킷의 입구는 제품에 따라 다르나 대부분 매우 좁기 때문에 직경 2.4 mm에서 6 mm짜리 내시경이 주로 사용된다.

내시경이 사용되는 분야를 두 분야로 구분한다면 생산 단계와 정비 단계로 나눌 수 있는데 항공 산업이나 발전 산업은 정비 단계에 해당한다. 이 두 산업의 공통점은 엔진에 사용되는 터빈 블레이드를 점검한다는 점인데, 항공 산업의 경우 엔진 상태의 점검은 승객의 안전과 직결되는 매우 중요한 문제이기 때문에 각 항공사마다 정비 본부를 따로 운영하고 있다.

항공 정비분야에서는 내시경이 반드시 필요할 뿐만 아니라 내시경을 이용한 검사 작업을 따로 구분해 놓고 있다. 이를 BSI(Bore Scope Inspection)라고 하며 내시경을 이용한 제트 엔진 검사 작업을 말한다. 우리가 알고 있는 일반 여객기의 경우 크게 제트 엔진과 랜딩 기어 두 부분을 정밀 검사한다. 보통의 여객기는 터보 팬 엔진을 갖추고 있으며 엔진마다 크기는 다르지만 모두 터빈 블레이드, 컴프레셔 블레이드, 연소실, 저압 터빈, 노즐 부분의 크랙, 부식 상태를 검사한다.



제트 엔진이 가동하게 되면 매우 빠른 속도로 터빈이 회전하게 되는데 이때 발생하는 고열로 인해 터빈 블레이드에 고압

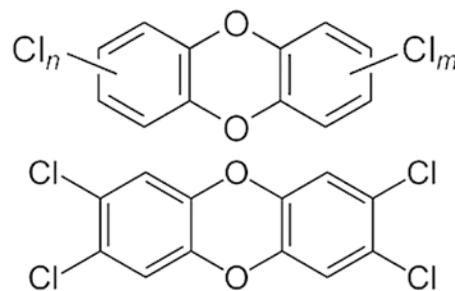
과 고열이 가해지게 되고 각 블레이드에 미세한 균열과 부식이 발생한다. 따라서 대부분 엔진 정비 시 내시경을 이용하여 터빈 블레이드나 컴프레셔 블레이드 표면에 발생한 크랙을 검사하게 된다.

IT Concepts사의 iRis DVR Series는 위 분야에서 요구하는 조건을 모두 충족시킬만한 성능을 가지고 있다. 특히 Olympus사와 GE사와 같이 시장을 선점하고 있는 장비와 비교해도 뒤지지 않는 이미지 품질을 구현해 냄과 동시에 경제적인 가격을 갖추고 있다.

640×480 픽셀에 5인치 대화면을 가지고 있으며 특히, DVR 5 모델은 고해상도 Super HAD CCD 센서를 이용하여 현미경에 가까운 해상도를 보여준다. DVR Series는 직경 4 mm, 6 mm, 8 mm 세 종류의 튜브를 선택할 수 있으며 길이는 1.5 m에서 최대 7.5 m까지 지원한다. 프로브는 4방향 굴절이 가능하며 상하좌우 약 160° 정도 휘어진다.



# 다이옥신 자동 전처리 장비



최근의 분석동향은 최소한의 시간과 비용으로 재현성있는 결과를 도출하고, 시험자에 대한 유해물질 노출을 최소화하는데 있다. 랩프런티어에서는 다이옥신을 분석하는데 있어서 극미량 분석 시 발생할 수 있는 교차오염을 방지하고, 독성용매의 사용을 최소화함으로써 시험자를 보호하고, 폐기물 발생량을 최소화할 수 있는 자동화된 전처리장비를 소개하고자 한다.

- 다중 시료의 처리(장비 당 6개의 시료 동시 전처리 가능)
- 장비 당 1일 최대 18~24개 시료 정제 가능
- 용매 사용량의 획기적 절감(시료 당 약 10배 이상 절감 가능)  
⇒ 인체 노출 최소화
- 분석절차, 소요시간 단축과 높은 정확도 및 재현성 확보
- GC 컬럼의 노후화 방지(높은 정제 효율)
- 교차 오염 감소 및 전력 소모량 감소

## 다이옥신 자동 전처리 장비의 구성

- 장비 본체와 packaged column set로 구성
- 본체에 packaged column을 이용하여 최대 6개 동시 처리 가능



(그림 1) 다이옥신 자동 전처리 장비의 구성

## 주요 특징

- 1.5시간 내에 신속하고 완벽하게 정제 가능
- 바이알 내 다이옥신류와 DL-PCBs 동시 회수 가능

## 다이옥신 전처리 시간 및 컬럼 구성



(그림 2) 다이옥신 시료전처리 시간 및 컬럼 구성

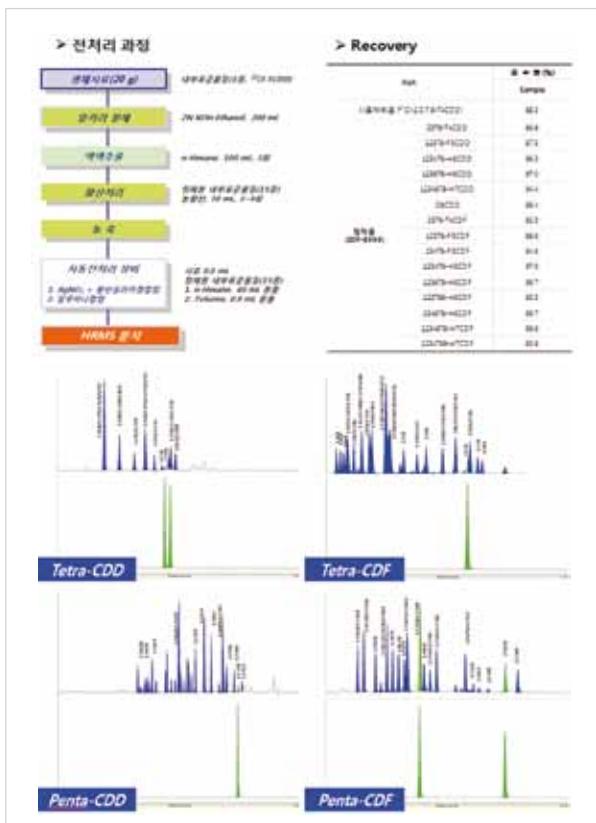
- 기존방법 사용시 추출, 농축 등의 반복과정을 통해 약 3일의 시간이 소요
- 자동전처리 장비를 사용할 경우 약 4시간 정도면 전처리 작업 완료 가능
- 시료 전처리부터 기기분석까지 총 8시간이면 완료 가능

### 기존방법과 자동 전처리장비 활용의 차이점

- 농축과정까지는 동일한 방법으로 진행되지만 농축 이후 용매 사용량이 크게 감소
- 시험자의 독성용매 노출시간 감소 및 분석 시 소요되는 비용 절감

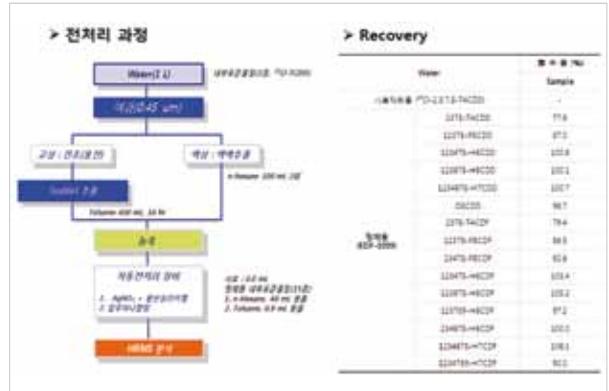
### 다이옥신 자동 전처리장비 활용 사례

- 어류 중 다이옥신 분석



(그림 3) 어류 중 다이옥신 전처리 과정 및 분석 결과

- 폐수 중 다이옥신



(그림 4) 폐수 중 다이옥신 전처리 과정과 회수율

위의 사례 이외에도 배기가스, 비산재, 토양, 주변대기 등 다양한 매트릭스를 대상으로 전처리 시간, 비용, 재현성 측면에서의 효과가 탁월함을 확인하였다.

다이옥신 자동 전처리 장비 관련 문의는 랩프런티어 프로젝트팀(031-460-9192)으로 연락주시기 바랍니다.

New Product  
신제품

## Agilent 6470 Triple Quadrupole LC/MS 출시



2015년 5월 31일부터 6월 4일 까지 진행된 미국질량분석학회 (ASMS)에서 Agilent 6470 QQQ LC/MS가 처음으로 소개되었습니다.

이미 기술력이 증명된 Jet Stream technology 이온화원, curved & tapered hexapole collision cell, 강화된 Q1 Ion Optics, 이온 검출부가 적용되어 기존 6420 및 6460 QQQ LC/MS 시스템보다 사이즈는 30% 축소되고 감도, 정밀도 및 스캔 속도 성능은 향상되었습니다. 또한 매우 견고하며 안정적인 하드웨어를 제공합니다.

추후 iFunnel technology를 추가함으로써 적은 예산으로 가장 고감도 시스템인 6495 QQQ LC/MS로의 업그레이드가 가능합니다.

Seminar  
세미나

## 식품분야, Agilent 시험·검사장비 기록관리솔루션 세미나 실시



지난 5월 12일, 식품·의약품분야 시험·검사기관 평가에 관한 규정(식품의약품안전처 고시 제2015-28호)이 일부개정고시 되었습니다. 이에 따라 5월 19일, 코엑스에서 영인과학과 한국애질런트 테크놀로지스가 함께 '식품분야, Agilent 시험·검사장비 기록관리솔루션' 세미나를 진행하였습니다.

이번 세미나에서는 분석데이터 무결성(Integrity, 無缺性)의 의미와 식품산업 국제 동향 및 Agilent 시험·검사 기록관리솔루션을 소개하고 시험·검사 기록관리시스템 도입에 대한 고객분들의 궁금증 해소와 그에 대한 Agilent 솔루션을 명확하게 제시하였습니다.

총 75분의 고객 분들이 참석해 주신 이번 세미나에서는 Agilent 사의 Mr. Loren Smith가 내한하여 소프트웨어 규제준수에 대한 국제 규제 동향과 그에 적합한 Agilent 시험·검사 기록관리솔루션을 소개하였습니다. 또한 식품의약품안전처의 국내 규제에 맞추어 그에 준하여 모의 시연을 함으로써 고객 분들이 많은 관심을 가져주셨습니다.

## 2015 Agilent MS Technology Seminar



오는 7월 14일, 서울 The K-Hotel에서 영인과학은 한국애질런트와 함께 '2015 Agilent MS Technology Seminar'를 진행합니다. Mass Spectrometry 연구자 분들을 모시고 Agilent 질량분석기 라인의 신제품인 6470 QQQ LC/MS, 7010 QQQ GC/MS 및 7800 ICP-MS를 소개하고 관련 분석응용의 최신 지견을 나누는 자리를 가질 예정입니다.

고객 분들의 다양한 응용분야에 특화된 솔루션을 제공하기 위해 오후에 열리는 분석 응용 최신 지견 소개 세션은 크게 2분야 - "환경, 독성, 법의학, 식품, 소재분야"와 "생명과학 및 제약분야" - 로 나누어 진행하여 보다 세분화된 주제를 가지고 연구자분들과 의견을 교환하는 자리를 가지고자 합니다.

Mass Spectrometry 분야의 저명한 연구자들의 강의도 준비되어 있는 이번 세미나에 꼭 참석하셔서 그 동안 연구현장에서 만나셨던 다양한 경험과 최신 지견을 공유해 보시기 바랍니다.

## Exhibition 전시

### 대한화학회 및 Korea Lab 기기 전시



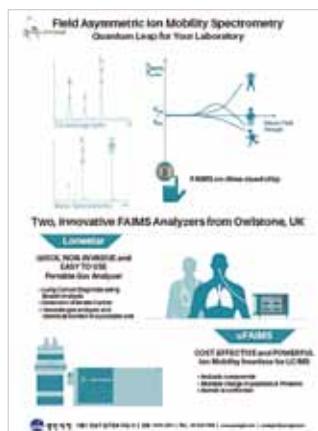
지난 4월, 영인과학에서는 일산 킨텍스에서 개최된 두 번의 전시회에 참가하였습니다. 우선 4월 16일~17일, 제155회 대한화학회 춘계 기기전시회가 있었고, 4월 21일~24일, 2015 Korea Lab 전시회가 열렸습니다.

대한화학회에서는 Nanalysis사의 bench-top NMR(NMReady)과 CEM사 마이크로웨이브 유기합성장치(Discover SP)를 많은 고객분들께 직접 소개할 수 있었고, Korea Lab에서는 6개 영인 계열사가 참가하여 각 사의 대표 장비를 전시하였습니다.

특히 대한화학회에서는 대형 TV와 중형 모니터를 부스 양쪽에 설치하여 Nanalysis사 NMR과 STOE사 X-선 회절분석기, CEM사 마이크로웨이브 합성 장비를 동영상으로 소개하였고 이는 고객분들의 많은 관심을 얻었습니다.

### ASIATOX 2015 국제대회 참가

ASIATOX는 1997년 일본 요코하마를 시작으로 매 3년마다 아시아지역 회원국을 순회 개최하고 있는 독성학 관련 국제 학회입니다. 이번 'ASIATOX 2015'는 한국독성학회와 아시아독성학회가 공동으로 주최하는 제7차 국제대회로서 지난 6월 23일(화)부터 26일(금)까지 제주 국제컨벤션센터에서 진행되었습니다.



영인과학에서는 2014년 말 신규 독점대리점 계약을 체결한 Owlstone사의 이온이동도분석 LC/MS 인터페이스(Ultra-FAIMS)와 휴대용 가스분석기(Lonestar) 및 Agilent 관련 최신 질량분석 시스템을 전시 부스와 프로그램북 광고를 통해 홍보하였습니다.

특히 Lonestar의 경우는 사람의 호흡을 통해 암을 진단하는 데 활용될 수 있다는 내용에 대하여 학회 참석자 분들의 흥미를 이끌어낼 수 있었습니다.

부스에 방문해 주셨던 독성학 관련 Biomarker 탐색 연구자 정보들을 바탕으로 이온이동도 및 고분해능 질량분석기와 같은 최신의 혁신 기술 관련 세미나를 지속적으로 진행할 예정입니다.

### 공중보건검사학회 춘계학술대회 전시 참가



이번 공중보건검사학회는 '국민보건 향상을 위한 최신 감염관리'라는 주제로 4월 17일(금)~18일(토) 양일간 진행되었으며, 영인과학에서는 Beckman Coulter사의 생화학분석기기인 AU480 장비를 전시하였습니다.

이번 전시회에서는 서울 권역의 보건소 점유율 1위인 Beckman Coulter사 생화학분석기기를 직접 설치하고 특장점을 설명함으로써 Beckman Coulter사 생화학 분석기에 대한 고객분들의 관심도가 매우 높았습니다.

# ● 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 68호 내용 중 필요하신 자료가 있으시면 체크해 주십시오.

우편이나 e-mail로 신속하게 자료를 보내드리겠습니다.

- 자료번호 68-01 시간X시간의 2차원 분리를 활용한 폴리페놀의 분석
- 자료번호 68-02 Pyrolyzer/GC/MS를 활용한 폴리머 내 난연재 분석
- 자료번호 68-03 화학 이동 상호관계 실험 COSY(Correlation Spectroscopy)
- 자료번호 68-04 EPA 1664법에 의한 오일 및 그리스의 n-헥산추출법의 간소화
- 자료번호 68-05 혈전증은 이렇게 확인하세요.
- 자료번호 68-06 액체 크로마토그래프/텐덤질량분석기, Agilent사 6470 QQQ LC/MS
- 자료번호 68-07 어쿠스틱(음파) 방식의 나노 파티클 카운터, Uncopiers사 PS20
- 자료번호 68-08 현미경 장착용 박막두께 측정 시스템, Filmetrics사 F40
- 자료번호 68-09 생화학 분석기의 절대 강자, Beckman Coulter사 AU5800
- 자료번호 68-10 전동식 높이 조절 테이블(LC, LC/MS 전용 테이블), EUDT 시리즈
- 자료번호 68-11 반복되는 실험실 사고로부터 안전하게, Agilent A-Line Safe Cap
- 자료번호 68-12 흡광, 형광, 발광을 한 장비에서 측정 가능, Multimode microplate reader, Varioskan LUX
- 자료번호 68-13 고객맞춤 솔루션, 영린기기 가스전용분석 시스템
- 자료번호 68-14 산업용 내시경, IT Concept사 iRis DVR Series
- 자료번호 68-15 다이옥신 자동 전처리 장비

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

# ‘소소한 행복찾기’ 시작해 볼까요?

살아가면서 가장 많이 언급되는 화두는  
“행복”인 것 같습니다.

서점이나 도서관의 책 제목에서도  
“행복”이란 단어는 쉽게 볼 수 있는데요.

행복은 마음의 무게와 반비례 합니다.  
마음이 무거우면 행복의 무게는 가벼울 수 밖에 없거든요.

마음을 가볍게 만들 수 있는 소소한 행복 찾기,  
지금부터 시작해 보면 어떨까요?

출근길에 만나게 되는 꽃과 나무를 보며 싱긋 웃어보세요.  
점심시간의 눈부신 햇살과 파란 하늘에 감탄해 보시구요.  
퇴근길에 우연히 보게 되는 붉은 노을에  
‘와~’ 하고 작은 외침도 해 보세요.

그리고 너무 행복에 집착하지 마세요.  
인생이 온통 행복만으로 가득할 수 없다는 것,  
우린 잘 알잖아요.  
그래도 소소한 행복은 만들기 나름이니까  
계속 찾아보면 좋을 것 같아요.

더위가 한창인 요즘,  
지치지 마시고 활기차게 보내시기 바랍니다.

편집자



