

40
Young since 1976

고귀한 우리가족

영인 과학
소식지
2016년
여름호

영인 Lab.Highlight

72호

2016년 6월 발행



고객 응용에 맞춘 분석 솔루션 제공과 보다 체계적이고 전문적인 워크숍 진행을 위해 영인과학 실험실과 Workshop Room을 새단장하였습니다.

고객 응용에 맞춘 분석 솔루션 제공

LC-QQQ, LC-QTOF 등 고분해능 질량분석기를 설치하여 고객 응용에 맞춘 시료 분석과 고객 대상 교육 시 활용하고 있습니다.

체계적이고 전문적인 워크숍 진행

영인과학 전담 교육지원팀이 체계적이고 전문적인 워크숍을 진행하고 있습니다. GC, GC/MS, GC-QQQ, LC, LC-QQQ, LC-QTOF 등을 고객이 직접 작동하면서 교육에 참여할 수 있습니다. Operation Workshop, Maintenance Workshop 일정과 교육 내용 및 참가 신청은 영인과학 홈페이지(www.youngin.com)에서 확인하실 수 있습니다.



▲ GC 5대, GC/MS 5대, HPLC 4대 보유(Workshop용)



▲ GC Operation Workshop 실습



▲ 방문 고객이 이용할 수 있는 카페



▲ 노트북 사용 공간

C o n t e n t s

04

초청 칼럼

분석과학자로 걸어 온,
불계공졸(不計工拙)의 길

12

스페셜 칼럼

촉매특성조절 및 2단계 크래킹반응을 이용한
액체연료의 흡열량 향상 연구

16

최신 분석 동향

환경부, 생활화학제품 내
살생물질 전수조사 및 안전성 검증 계획

18

분석 TIP & TRICKS

'기기-대-기기'간 분석법 전환 Tool
: Agilent Intelligent System Emulation
Technology(ISET)

21

식품

계량분석화학_비표적 GC/MS 분석을 통한
캐모마일 품종에 따른 분류

28

환경

환경 중 미량 다이옥신 분석

30

환경

먹는 물 중
Formaldehyde 분석

32

임상

Molecular Diagnostics
Real Time PCR 기술

34

세계 첨단 기업

다양한 진단 검사 장비/시약 개발, 제조
ELITechGroup

36

Product Story

38

스스로 하는 기기 진단

Agilent HPLC Lamp 사용시간 확인 방법

39

영인 계열사 소식

52

영인뉴스

54

독자카드

55

생활의 심포

영인 Lab.Highlight 72호에 게재된 글과 사진의 무단 복제를 금합니다.



Facebook



Twitter



YouTube

분석과학자로 걸어 온, 불계공졸(不計工拙)의 길



글 | 음철현 박사
한국지질자원연구원 분석연구부장
한국지질자원연구원 지질특성분석센터장
한국분석과학회장(2015)
건국대학교 응용화학과 겸임교수(2001~2004)
한남대학교 화학과 객원교수(2006~현재)
미국 아리조나대학교 방문교수(2008~2009)
기술표준원 KS규격 심의위원(2009~현재)

분석화학 전공을 하고 이와 관련된 연구를 진행하면서 그동안 직접 수행하였던 연구활동을 개략적이거나 걸어온 길을 기술하듯 써 나가려니 감회가 새롭다. 1980년 초부터 분석과학과 관련해 무슨 일을 했으며, 과정에서 어떤 애로사항이 있었는지, 어떤 목표를 가지고 했는지를 이야기하면서, 분석과학 분야의 다양성을 통해 후배 연구자들에게 조금이나마 도움이 될 수 있는 글을 쓰려니 갑자기 커다란 무게감이 느껴진다.

서론은 차치하고, 그간 필자가 정부출연연구원 분석센터에 연구원으로서, 연구책임자로서, 그리고 보직자로서, 전공분야를 지속적으로 연구해 오면서 다양한 연구주제를 통해 새로운 응용분야와 접목하여 얻은 결과 중 대표적인 몇 가지를 순차적으로 이론 설명 없이 소개해 보도록 하겠다.

'친구 따라 강남 간다'는 말이 와닿던 대학시절, 친한 친구들이 졸업과 더불어 대학원에 진학해서 나도 유학 계획은 잠시 접고 일단 국내(연세대 대학원)에서 석사과정을 하게 되었다. 어쩌면 지도교수(이대운 교수)님의 인자하신 모습에 반해 분석화학자로의 첫발을 디디게 되었는지도 모르겠다.

석사과정 동안에는 원로 명예교수이셨던 이길상 교수님의 조교로, 그리고 실험실에서 아침부터 매일 초차를 세척하고, 증류수를 제조하는 일로부터 시작했으며, 킬레이트-고분자 흡착제를 이용한 금속이온 분리 및 흡착 실험을 진행하여 학회 발표 및 학술지 게재를 진행하는 등 정신없이 보내게 되었다.

그 중 1980년 겨울부터는 석사과정 연구의 일환으로 Amberlite XAD 수지에 의한 금속이온 분리 및 흡착 연구를 진행하였다. XAD-2, -4, -7, -8 공업용수지를 정제한 뒤, 8HQ 유도체를 유기킬레이트제로 침윤시켜서 킬레이크제-XAD 수지 컬럼을 만들고 여기에 금속이온 혼합액으로 용리시켜 선택적으로 금속이온을 흡착·분리시키는 연구를 성공적으로 진행하게 되었다.

이 당시에 실험을 뱃치법 및 용리법으로 하였는데 추출용액 또는 컬럼에서 용리된 용리액을 보관하기 위하여 그 당시에 매우 귀한 parafilm을 1 cm×1 cm 크기로 아주 작게 잘라 손으로 넓히면서 수십개의 용기를 씌웠던 추억이 지금도 생각나곤 한다.

1981년에는 연세대 분석화학 실험실에 Waters사 HPLC 1대가 설치되었고, C18 컬럼을 처음 사용하여 몇 가지 유기화합물을 분리 시도할 때였다. 몇 번 사용하던 컬럼에 뭔가 오염이 됐는지 압력이 높아져서(지금 보면 웃을 수 있는 일이다.) 그 당시 매뉴얼을 보고 대학원 동료와 컬럼 한쪽을 개방한 다음, 초음파 세척기를 사용하여 한참 자극을 주었다가 충전물이 모두 나오게 만드는 실수를 저지른 적이 있다.

결국 몇 번 사용하지도 않았던 컬럼은 폐기처분을 해야 했고, 컬럼 속 충전물을 본적도 없고 어떻게 조치해야 할지 모르던 시절에 생겨난 실수로, 분리분석을 오늘날까지 연구하면서 남몰래

창피해 하는 잊지 못할 추억 중 하나이다. 그 당시 HPLC용 초순수를 강남에 있었던 한국종합기상사(GINSCO, 지금의 영인과학)에 버스타고 가서 얻어서 썼던 기억이 있다.

석사과정 중에 특별히 많은 격려를 해 주신 황재영 박사님(당시 미국 응용분광학회 회장)께서 졸업 후 연구여건이 부족한 대학보다 분석화학자로서 정부출연연구소 분석센터에서 다양한 경험을 쌓고 한국의 분석화학발전에 기여하는 것도 좋다고 하셨던 말씀을 새기며, 박사과정 중에 KIST 분석센터에서 연구원 생활을 시작하게 되었다.

박사과정 동안 연구한 내용은 GPC(Gel Permeation Chromatography)에서의 폴리스티렌 혼성중합체들의 용리거동에 관한 연구를 수행하였다. 먼저 GPC 장비로 실험을 진행하는 과정에서 연구에 적합한 다양한 형태의 폴리스티렌 혼성중합체 표준물질과 그 분자량 및 분포정보를 알고 있는 시료를 구하기는 데에 어려운 점이 있었다.

그러나 여러 방면으로의 정보 수집 및 도움에 힘입어 겨우 구할 수 있고, 이들과의 물성과의 상관관계를 얻기 위하여 다시 적용하기 쉽지 않았던 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 활용하도록 하여 성공적으로 학위논문을 마칠 수 있었다. 이런 다양한 문제점을 해결하는 과정에서 얻은 경험은 추후 직장에서 자립적으로 연구를 진행하는데 많은 도움이 되었다. 다음의 주제들은 연구원으로 옮긴 후부터 진행된 연구 내용을 시간 순으로 요약한 것이다.

석탄액화물 중 특정 유기물질들의 화합물군별 분리 및 분석법 개발

당시 한국동력자원연구소(현 지질자원연구원과 한국에너지기술연구원으로 분리 독립)에 근무하면서 1989년부터는 대체에너지로서 사용되는 석탄액화물 제조 및 액화물 중 함유된 유해유기물을 제거하는 기초자료를 제공하고자 유기물 분리연구를 수행하였다.

석탄액화물을 적절한 유기용매로 추출한 다음 자체 제작한 prep. scale의 컬럼크로마토그래피를 통해 파라핀유, 올레핀류, 나프텐류, 방향족류 등 4개 화합물군으로 성공적으로 분리할 수 있었다. 또한 각 fraction별 각종 유기물을 GC, GC/MS, HPLC를 이용하여 정성, 정량할 수 있었고, 이에 대한 결과를 한국전력(연)에 제공하도록 하였다.

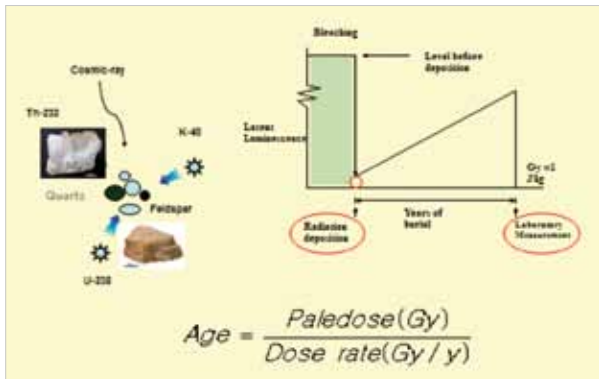
물 및 환경시료 중 VOCs 분석 및 SPME의 새로운 흡착제 연구

1990년 초에 미국 Cincinnati 소재 Supelco 연구소에 물 중의 휘발성 유기물질을 동시에 정성, 정량방법을 개발하기 위하여 영인과학 추천을 통해서 캐나다 Waterloo 대학의 J. Pawliszyn 박사와의 기술협력을 진행하여 새로운 흡착제가 코팅된 SPME 개발에 대한 아이디어를 얻을 수 있었다. 따라서 물 중의 VOCs는 물론 실내 공기 중의 VOCs, 위험 실험환경 내의 VOCs 모니터링을 위한 분석방법을 제시할 수 있었다. SPME를 이용한 물중의 54개 VOCs를 동시 분석할 수 있었고, 고체상 멤브레인 미량추출법을 이용한 폐놀류 분석법 연구 등을 1990년 중반에 발표할 수 있었다.

미8군 각종 환경폐기물 중 유기물 및 중금속 정성 및 정량 분석 용역사업 수행

국내 미8군 육군 공병단 주관으로 국내 미8군 주변 각종 환경폐기물 중의 특정 유해 유기물질 및 중금속에 대한 정성 및 정량분석을 미국 EPA 방법 및 미8군 육군공병단 protocol에 따라 1990년대 중반부터 약 10여년간 업무 책임자로서 프로젝트를 수행을 수행하였다.

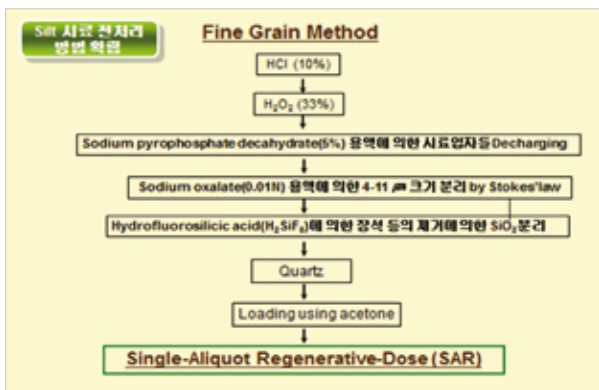
처음 프로젝트 시작단계에서는 미국 EPA 방법에 따라 QA/QC에 대한 실제적인 백업자료가 불충분해서 애로점이 많았으나, 여러 시행착오와 경험을 바탕으로 관련지식이 쌓이면서 자연스럽게 국제수준의 신뢰성있는 분석결과를 제시할 수 있게 되었다. 이를 토대로 환경오염 물질 분석 수준을 한 단계 높이는데 기여하였다고 자부심을 느끼게 해 준 프로젝트였다.



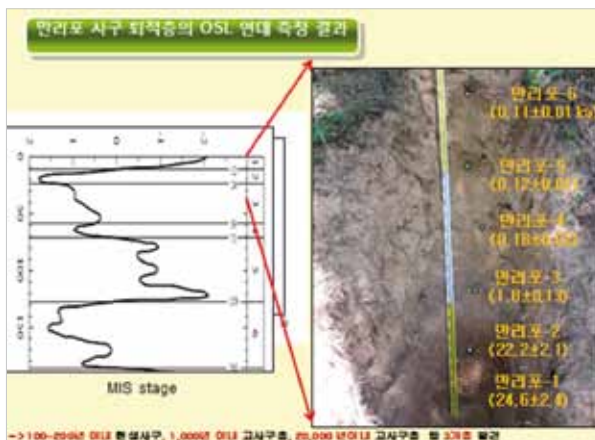
〈그림 1〉 OSL 연대측정 원리



〈그림 3〉 Artificial bleaching system in KIGAM



〈그림 2〉 Pretreatment method of silt samples



〈그림 4〉 만리포 사구 퇴적층의 OSL 연대측정 결과

비록 매년 수탁사업으로 진행된 일이지만, 국내 처음으로 유류오염 토양, 오일, 미지 폐기물, 폐수 등 종합적으로 각종 환경폐기물 중의 극미량 농도 이하의 검출한계까지 결과를 제시할 수 있었다.

OSL(optically stimulated luminescence) 연대측정법에 의한 해안사구 연대측정 및 기후변화 연구

2005년부터 2014년까지 OSL 연대측정법을 이용하여 해안사구의 연대측정과 기후변화를 연구하는 일을 진행하였다. 지질 시료 및 고고학 시료 중에서 sand size 시료를 제외하면 대부분을 차지하는 것이 silt size 시료이다. 대부분이 20 μm 이내

로 이 시료를 진한 불산으로 산처리 하였을 경우에는 대부분이 용해되므로, 순수한 석영을 얻기 위한 OSL 연대측정의 시료 전처리를 위해서는 불산을 사용할 수 없다. 또한 OSL에서는 post-IR technique에 의해 OSL 연대측정 error에 크게 영향을 미치는 장식을 제거해야만 했다.

그러나 이 post IR에 의해서는 장식을 완전히 제거할 수가 없고, 최대 80% 이내까지 제거하여 연대측정을 수행하면 낮게 측정된다고 보고된 바 있었다. 따라서 post-IR이 아닌 silt size 시료(4~11 μm)의 pure 석영 분리를 위한 새로운 시료 전처리 방법을 확립하여야 했고, 이를 위하여 개발한 실험과정은 〈그림 2〉에 나타내었다.

이와 더불어 OSL 시료용 bleaching 시스템을 제작하고 관련 기술을 확립하는 일을 진행하였다. 기존 bleaching 장비 대신에 자체적으로 solar simulator로서 bleaching 장치를 제작하였다(그림 3)).

이 장치는 UV lamp 1개(300 W, base of E27(IEC 7004-21), Osram)와 Halogen lamps (Tungsten, 230 V, 220 W, R7S J 118mm, Phillips) 3개를 chamber 안에 설치하여 각각 on-off control 하게 하였다. 시료 과열을 막기 위해 2개의 fan을 설치하였으며 chamber 크기는 가로 45 cm, 세로 45 cm, 높이 50 cm이었다.

OSL 연대측정법과 AMS(Accelerated Mass Spectrometry) 연대측정 결과를 비교 검증하고자 충남 태안군 천리포 해안 사구 퇴적층 시료에 대하여 적용하였다. OSL의 측정결과는 $9,200 \pm 400$ 년이었으며, AMS (HA전처리)의 연대측정 결과는 약 $7,500 \pm 150$ 에서 $8,500 \pm 200$ 년 정도로 나타남으로써 두 방법 간의 결과 비교가 가능함을 알 수 있었다.

만리포 해안 사구로서 유기 탄소 함유량은 0.18~0.33%(w/w)인 시료로서 이 연구에서 얻은 OSL 연대측정 결과는(그림 4)), 100~200년 이내 현생 사구, 1,000년 이내 고 사구층, 1,000년 이내, 20,000 이내의 고 사구층 등 3개 층으로 구성되었다는 것을 최초로 발견할 수 있었다.

C-14 연대측정 및 I-129 및 안정동위원소를 이용한 환경오염 이동 추적을 위한 연구

물 시료(지하수 중심) 연대측정은 물론 환경시료(토양, plant, sediment) 중 유기물들의 기원 및 확산경로에 관한 연구를 위한 일환으로 세계적으로 AMS 연대측정 분야 최고 연구기관 중의 하나로 알려진 미국 아리조나 대학 내 National Science Foundation 아리조나 AMS(accelerated mass spectrometry) 실험실에서 2008년 4월 1일부터 1년간 연구년 기간을 이용하여 연구를 수행하였다.



〈그림 5〉 물의 DIC(Dissolved Inorganic Carbon) 중 CO₂ 추출장치 및 C-14 CO₂ 분리 진공라인



〈그림 6〉 Graphite Reduction Line

필자가 소속한 지질자원특성분석센터에 새로 도입되어 활용 중인 가속기 질량분석기(AMS)의 활용성을 극대화하고, AMS 및 안정동위원소 및 기타 시스템을 활용한 새로운 연구분야를 개척하고자 연구년 기간 동안 이에 관련된 연구를 진행하게 되었다.

당시 AMS 장비에 대하여 다양한 시료 처리기술의 노하우와 경험이 부족하여, 이에 대한 세부적인 경험과 기술을 습득하고자 하였고, 아울러 우리 연구원과 미국 아리조나 대학의 NSF AMS 실험실(A. J. Timothy Jull 교수가 Director)과는 2007년도에 MOA를 체결한 있어 상호 기술협력, 연구원 방문, 국제 비교실험 및 국제 공동연구 협력 체계 구축, 연구원 주제 심포

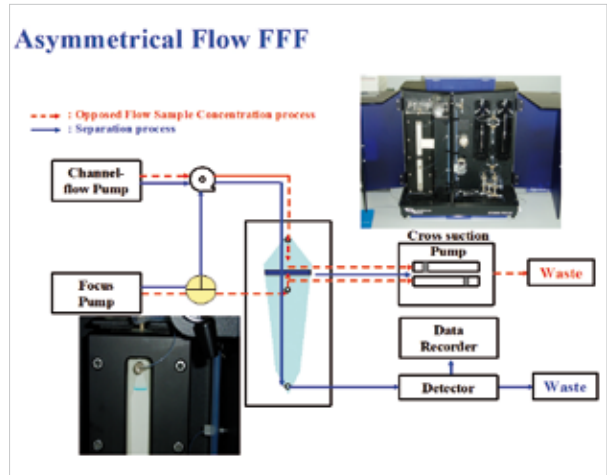
지음 개최를 한 바 있어서 이러한 부분에서 비교적 용이하게 연구할 수 있었다. 기간동안 아리조나 대학 AMS 실험실의 보유 노하우 기술을 배우고 아울러 새로운 연구과제 도출을 목적으로 다음과 같은 세부 연구내용을 연구년 기간 동안 수행하였다.

첫째, C-14 AMS 및 안정동위원소에 의한 물 시료 연대측정 연구로서 물시료 중의 DIC(Dissolved Inorganic Carbon), CO₂ 분리(〈그림 5〉, 〈그림 6〉) 및 C-14 분석 및 연대측정, 물의 DOC(Dissolved Organic Carbon), CO₂ 분리 및 C-14 분석 기술 및 연대측정, 탄소 안정동위원소 질량분석법에 의한 분리된 CO₂ 확인 및 연대측정 보정을 하였다.

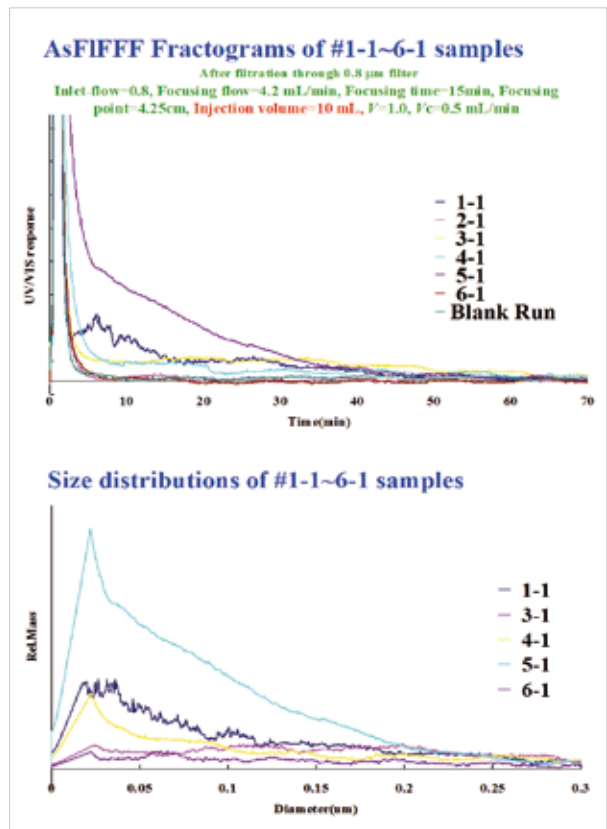
둘째, C-14 AMS 및 안정동위원소에 의한 토양 중 유기물 분리 및 연대측정 연구로서 토양의 ABA(acid-base-acid) 전처리 및 연소실험(combustion), 지역별/깊이별 토양시료의 Water Solubles(WS), Humic Acids(HA), Fulvic Acids(FA), Humins(HM)을 각각 추출분리하여 각 fraction에 대한 CO₂ 분리 및 연대측정 실험 및 결과를 해석하였다.

셋째, 물 시료 중 I-129 분리 및 연대측정 기술 연구를 하고자 지하수 중 I-129 분리 기술 습득, 물 시료 이외 나무, 토양 시료의 I-129 분석을 위한 전처리 방법 연구, 아울러 실제 응용을 위한 공동 연구과제 도출을 C-14 및 I-129 및 안정동위원소를 이용한 환경 오염 이동 추적을 위한 연구를 하고자 하였다.

이 외에도 아리조나 대학 AMS 실험실에서 수행 중인 기체 시료중 C-14 분석, 그리고 고고학 시료인 plaster 및 mortar 등의 시료에 산첨가에 따른 hydrolysis, CO₂ 분리 및 C-14 분석 기술 습득, graphite reduction 시스템, 다양한 각종 진공 라인 실습 및 실험실 전반적인 QA/QC 등을 수행하였다.



〈그림 7〉 OFSE(Opposed Flow Sample Concentration)-Assymetric FFF에 의한 입자들 농축 및 분리시스템



〈그림 8〉 AsFIFF Fractograms of natural water(surface and ground water)

FFF(Field Flow Fractionation)에 의한 자연수, 토양 및 대기 중 미세 입자들의 크기별 분리 및 특성분석 기술 개발

FFF 분리법은 1981년초 분석화학의 세계적 대표 저널인 Anal. Chem 표지에 사진과 함께 소개된 것이 계기가 되어 새로운 분리기술로서 흥미를 느끼게 되었고, 동료들 또는 후배들과 관련 분야에 대한 공부를 시작하면서 접할 수 있는 계기가 되었다.

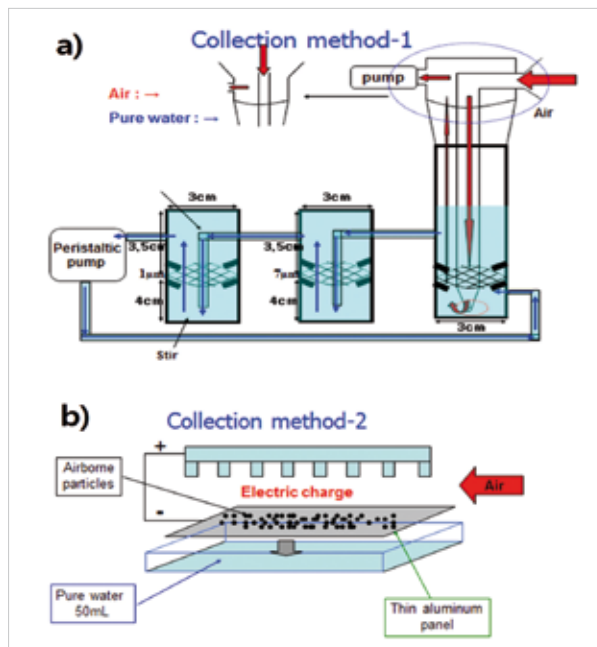
이후 연구실 내 동료 및 후배들이 미국 Utah 대학 화학과 J.C.Giddings 그룹에 유학을 하게 된 배경이 되었다고 생각한다. 필자는 그 이후 특히 FFF를 이용한 환경시료 내 콜로이드 입자 및 미세입자들의 크기별 분리 및 특성분석을 통해 이들 입자들의 환경오염원을 추적하는데 관심을 가지고 계속 연구를 수행하여 입자들 시료채취 장치 개발(특히 3건)은 물론 학회에 매년 발표해 오고 있다.

아울러 대기과 자연수 중에 존재하는 나노 환경입자는 지질학적으로 뿐만 아니라 환경오염의 측면에서도 매우 다양한 역할을 하므로 그들의 정확한 분리 및 분석은 매우 중요하다.

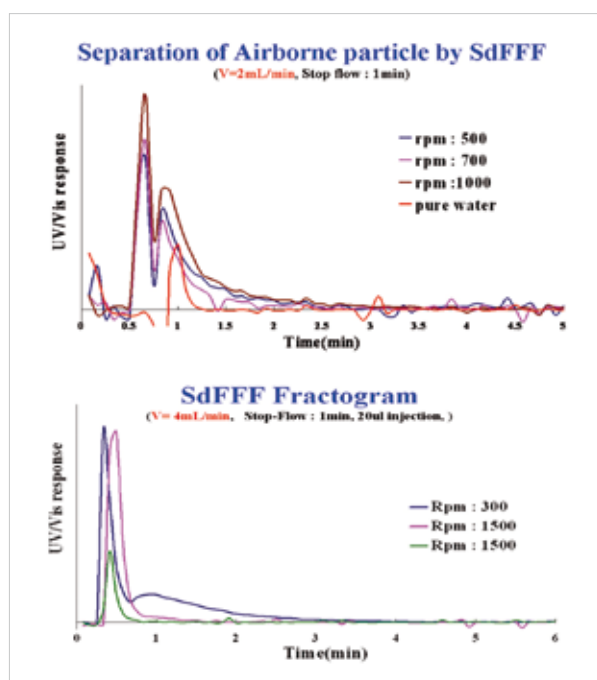
따라서 이러한 대기 및 자연수 내의 나노 환경입자에 관한 연구는 매우 다양한 방법으로 수행되어지는데 그러한 다양한 연구 방법들 중에서도 특히 장 흐름 분획법(Field-Flow Fractionation, FFF)은 관심을 가지게 되는 분리 기술의 하나로 연구 가능성이 매우 크다.

이러한 FFF는 특히 나노미터(nm)에서부터 마이크로(μm) 크기의 환경입자 시료들을 분리하는데 유용한 분리 방법이 될 수 있다.

필자는 특히 대기 및 자연수 중의 나노 환경입자를 FFF에 의하여 분리하고 다양한 분석 방법을 통하여 분석함으로써 현재 환경오염에 관한 여러 가지 분석방법들을 하나의 체계적인 방법에 의한 분석 시스템을 확립함으로써 보다 정확한 방법에 의해 나노 환경입자를 분리하고 분석할 수 있는 방법을 제시하고자 하였다.



(그림 9) 나노 환경입자 시료 채취장치



(그림 10) SdFFFractograms of airborne particle

필자가 새롭게 제안된 대기 중 입자채취를 위한 두 종류의 시료 수집 장치는 <그림 9>의 a)와 b)로 나타내었다.

기존에 널리 사용되고 있는 일반적인 시료 수집 장치와 달리 <그림 9>의 수집 장치는 시료 수집 시 membrane 필터를 대신하여 실린더에 초순수 증류수를 채우고 스테인리스 망을 사용하여 시료를 수집함으로써 시료의 응집과 손실을 최소화하였다. 그리고 FFF의 사용에 적합한 증류수를 용매로 시료를 직접 수집함으로써 더욱 정확한 실험 결과를 기대할 수 있다(<그림 9a>).

또한 <그림 9b>의 시료 수집 장치는 전기적 성질을 이용하여 시료를 수집함으로써 기존의 시료 수집 장치들이 반드시 갖추어야 할 펌프를 대신하여 시료를 수집함으로써 펌프의 압력에 의한 시료의 손실 및 유실을 예방할 수 있다.

향후 실험은 환경적인 오염문제에 대해서 접근하는 다양한 방법을 제시하고 환경 오염원에 대한 예상과 적용연구에 응용함과 동시에 다양한 여러 가지 분석 방법을 조합하여 연구함으로써 좋은 환경 및 지질학적 연구에 있어서 시료의 일차적인 물성과 정보를 정확히 제공하고자 한다.

NH₄HF₂ Digestion 및 ICP-MS를 이용한 암석광물시료 중 휘발성 극미량 성분 및 희토류 분석기술 개발

2010년 초 시료 분해시 휘발 손실되는 특성으로 인해 게르마늄의 시료 분해는 closed vessel digestion 방법이 사용되었다. 더 빠르고 조작성이 간단하며 처리량이 많은 open vessel digestion 방법인 이플루오린화 암모늄 시료 분해법을 이용해 게르마늄의 손실 없이 ICP-MS로 분석가능한 방법을 국내에 처음으로 개발하였다.

이는 closed vessel digestion 방법이 가지고 있는 밀폐된 용기 내 고압발생으로 인한 안전 문제 및 다량의 시료 처리의 어려움 등의 문제를 open vessel digestion 방법을 사용 함으로써 해결하였다.



<그림 11> Heating block에서의 암석광물 시료분해 시스템

또한 미지시료의 전이금속 공존으로 인한 까다로운 수소화물 생성 문제를 불산을 사용하지 않고도 이플루오린화 암모늄 분해법만으로 암석 및 퇴적물을 완전 분해 후 ICP-MS로 분석함으로써 간단하고 정확하게 게르마늄 분석이 가능하였다.

이 방법은 내화성 물질의 함량이 높은 시료의 분해에도 적합하지만 게르마늄의 휘발을 막는 전처리 방법으로도 효과적이었다. 또한 ICP-MS로 측정하는 것이기 때문에 시료만 투명용액으로 만든다면 한번 측정시 여러 원소를 동시에 정량할 수 있다는 장점이 가지고 있다.

게다가 이플루오린화암모늄의 특성상 불산(HF)을 사용하지 않아도 규소의 결합을 깨뜨릴 수 있기 때문에 이 방법은 quartz latite와 같이 시료 내 규소 함량이 많은 반도체 중 semiconductor 등에서의 게르마늄 미량 분석에도 유용하게 이용될 수 있을 것이라고 생각된다.

화학분석기사 제도를 국내 처음으로 필자가 제안, 현재 시행중

2000년대 초에 정부에서 이공학 전공 학생들에게 새로운 기사 자격증을 제안하는 기회가 있었다. 그 당시 이학계 전공자들에게는 기사자격을 취득할 수 있는 제도가 없었던 터라 그동안 실무현장 및 산학연 협력 과정의 경험을 바탕으로 향후 수요 증가가 크게 기대될 것으로 예상되어 화학분석기사 제도를 국내에 처음으로 제안하였다.

공청회를 통해 많은 연구자 및 일반인들의 호응 속에 채택되었고, 2006년부터 매년 1,000~1,200 여명이 응시하여(합격률이 20~30%) 자격증을 취득하고 있고 이를 바탕으로 관련분야에 취업을 하고 있다.

당초 제안했던 것하고는 다소 차이가 있지만 요즘 분석과학 분야에서 화학분석 업무 종사자가 22,000 여명에 달한다고 알려져 있다. 현재 이에 대한 수요요구 상황으로 볼때 국제적으로 상호 인증시스템이 구축되고 있는 상황에서 우리나라 화학분석기술자의 기술수준 제고 및 등급화가 요구되어진다.

향후 산자부 기술표준원에서 주관하고 있는 KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme, 한국 교정·시험기관 인정기구)의 시험인정기관의 품질, 기술책임자, 시험자의 자격요건에 화학분석기사를 고용하도록 제도화하는 노력이 있었으면 하는 바램이다.


맺음말

35년간 분석과학을 전공분야로 하여 다양한 응용분야에 적용하면서 한길로 걸어왔다고 자부한다. 과거 어느 지인의 말씀처럼 “연구하는 사람들은 크게 두 부류로 나눌 수 있는데, 본인의 연구가 국가와 민족을 위해 기여를 할 수 있다는 신념하에 연구하시는 분과 본인이 알고 있는 것만 또는 할 수 있는 것만 하는 연구자가 있다”는 말을 되새겨 보면 나도 뭔가를 남기려고 연구를 하였다고 생각되지만, 세월이 지나고 보니 아쉬움도 많이 남는다.

문득 추사 김정희 선생이 인장에 사용했다는 불계공졸(不計工拙)이 떠오른다. 불계공졸이란 ‘잘 됐는지 못 됐는지 계산이 안 되지만 잘 되고 못 되고를 가리지 않는다.’는 뜻으로, 뒤돌아볼 새 없이 걸어 온 나의 외길 인생 또한 불계공졸에 비유하고 싶다.

분석과학자의 길을 가는 것은 고무적인 일이라 할 수 있다. 과거의 인식과 달리 분석화학을 기본으로 한 분석과학은, 모든 제품

개발에 있어 필수적인 기반학문으로서 새로운 과학기술의 발전을 견인하고, 새로운 분석과학의 연구개발을 통해 기존산업 고도화 및 신산업 창출을 기대할 수 있으며 일자리 창출에 크게 기여할 것이기 때문이다.

과학도 예술이라 했던가? 분석과학자의 길에도 장인 정신이 필요할 때가 아닌가 싶다. 끊임없는 애정과 노력이 필요하다. 따라서 나도 앞으로는 그간의 성과에 연연하기보다 미력이나마 환경오염 원인을 추적할 수 있는 나노 환경입자 분리 및 특성연구에 최선을 다하고자 한다. 

촉매특성조절 및 2단계 크래킹반응을 이용한 액체연료의 흡열량 향상 연구

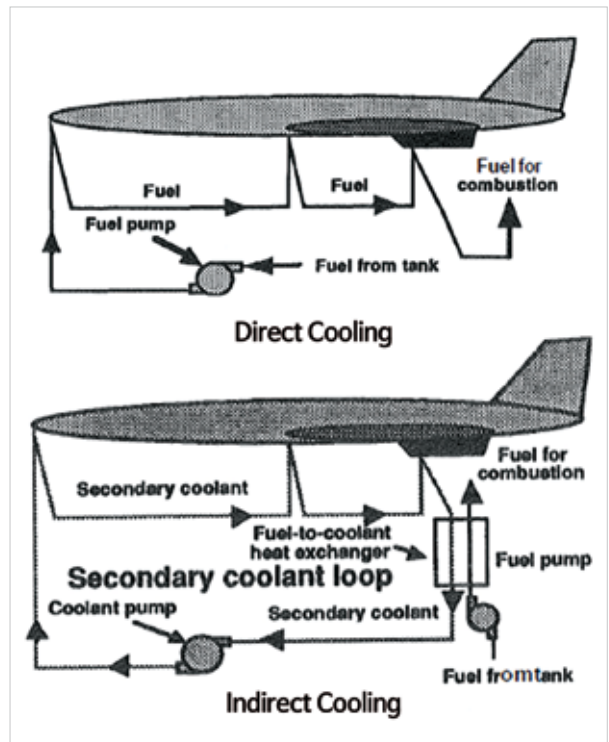
글 | 현동훈 박사(고려대학교 화공생명공학과)

극초음속의 영역에서 비행체는 공기와의 마찰과 엔진에서 발생하는 열로 인해 비행체의 온도가 상승하게 된다. 이러한 경로로 발생한 열은 엔진의 구조 변화와 기능 저하를 일으킨다. 따라서 이를 막고 초음속 비행체의 원활한 운영을 위해서는 열 관리가 중요하다. 고속비행체의 열 관리를 위한 냉각기술로는 공기를 이용한 공냉각식 냉각법과 액체 메탄이나 액체 수소와 같은 극저온 연료 사용법이 있다.

그러나 공냉각식 냉각법은 극초음속 비행에서 공기와의 마찰열을 더 증가시키고, 극저온 연료는 낮은 밀도로 인하여 저장을 위한 거대한 기계장치가 필요하며, 비용이나 안전 등의 문제가 있다.¹ 따라서 최근에는 극초음속 비행체 냉각을 위한 탄화수소형 흡열연료가 대안으로 주목받고 있다. 흡열연료란 극초음속 비행체 냉각을 위해 열분해반응 또는 촉매분해반응을 통해 열을 흡수하면서 분해가 되는 특성을 지닌 연료를 말한다. 흡열연료로부터 얻을 수 있는 흡열량(Heat sink)은 물리적인 흡열과 화학적인 흡열로 나뉜다. 물리적 흡열이란 연료의 온도 상승을 통해 흡수되는 현열(Sensible heat)이고 화학적 흡열은 연료의 화학반응에 의해 흡수되는 반응열(Heat of reaction)이다.²

흡열연료를 이용한 냉각은 <그림 1>에 나타난 것처럼 직접냉각(Direct cooling)과 간접냉각(Indirect cooling) 두 가지 방식으로 나뉜다.¹ 직접냉각은 연료가 연소실에 투입되기 전 노즐벽면 내의 유로를 흐르면서 가열된 시스템을 냉각하는 방식이다. 간접냉각은 흡열연료가 시스템 외부에 설치된 열교환기 내에서 분해반응을 통해 사용된 냉각제를 다시 냉각시켜 이를 이용해

시스템의 열을 흡수하는 방식이다. 물리적 흡열인 현열은 온도와 압력과 같은 시스템의 조건이 결정되면 고정되는 값이다. 따라서 본 연구에서는 시스템의 조건을 고정시키고 화학적 흡열인 반응열을 향상시키기 위해 촉매를 사용한 실험이 진행되었다. 상용 촉매와 기공에 금속을 담지한 촉매를 비교하고 흡열량 향상에 우수한 촉매를 확인하였다.




<그림 1> Cooling System Based on Endothermic Fuels³

실제 극초음속 비행체에 주로 사용되는 탄화수소 연료는 케로신 연료이다. 케로신 연료는 다양한 탄화수소들이 혼합되어 있기 때문에 흡열특성을 해석하기가 복잡하다. 본 연구에서는 케로신 연료와 특성이 비슷하고 실제 소형 로켓 또는 소형 미사일 등에 사용되는 합성 연료인 *exo*-tetrahydrodicyclopentadiene(*exo*-THDCP)를 모델연료로 선정하여 흡열량 측정 연구를 진행하였다. *exo*-THDCP에 대해서 촉매를 이용한 흡열반응은 과거에도 수차례 연구되었으나,^{4, 5} 이들 연구는 반응경로와 생성물 분포에 관해서 주로 다루었고 비행체 냉각을 위한 흡열특성은 고려하지 않았다.

본 연구의 목적은 모델연료를 통해 실제 극초음속 비행체 조건과 유사한 조건에서 흡열반응을 수행하여 촉매별 전환율 분석, 생성물 분석, 흡열량 측정을 통해 실제 비행체에 널리 사용되는 *exo*-THDCP의 흡열량 향상에 기여하는 것이다.

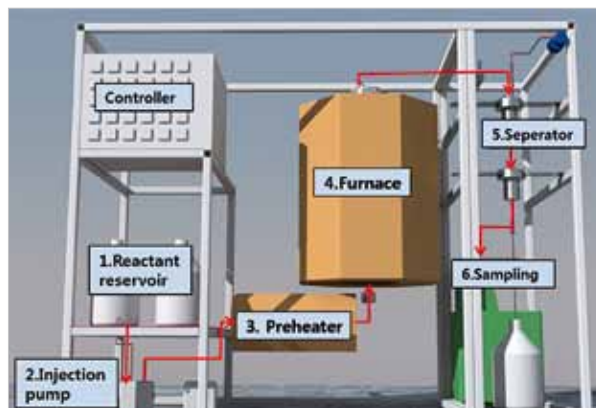
〈표 1〉 Model Endothermic Fuels

Structure	Fuel type	Formula	Critical point
Ring	<i>exo</i> -tetrahydrodicyclopentadiene (<i>exo</i> -THDCP)	$C_{10}H_{16}$ 	428 °C 36.6 bar

〈표 2〉 Physical Properties of Catalysts

	BET surface area (m ² /g)	Mesopore volume (cm ³ /g)	Micropore volume (cm ³ /g)
HZSM-5	429	0.219	0.30
HY	772	0.243	0.22
Catalyst 1	838	0.271	0.25
Catalyst 2	849	0.281	0.24
Catalyst 3	842	0.277	0.24

본 연구에서는 흡열반응 향상을 위한 촉매로 제올라이트 촉매를 사용하였다. 상용촉매는 Zeolyst사로부터 ZSM-5(CBV2314), Y(CBV720)를 확보하여 사용하였다. 구매시에는 양이온의 형태가 암모늄으로 되어 있으므로 550 °C, 6시간 동안 소성하여 HZSM-5, HY로 만들어 활성을 갖게 하였다. 특성 조절은 HY를 대상으로 수행하였으며 기공의 부피와 비표면적의 조절을 수행하였다. 특성 조절을 한 촉매를 각각 Catalyst 1, 2, 3으로 분류하였고 BET 분석을 통해 얻은 결과를 〈표 2〉에 표시하였다.



〈그림 2〉 Flow Reactor for Endothermic Reaction

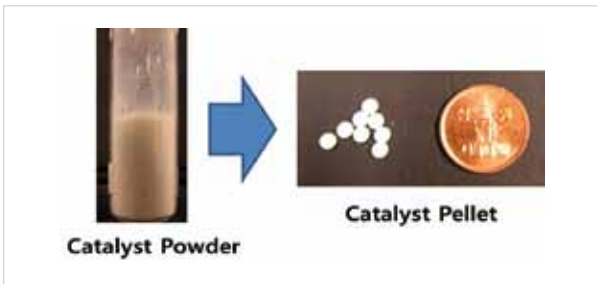
흡열반응실험은 흐름식 반응기(Flow reactor, 〈그림 2〉)에서 수행되었다. 고압펌프를 이용하여 연료를 10 mL/min의 유량으로 공급한다. 공급된 연료는 반응기에 도입되기 전 예열기(preheater)를 통과하는데, 이때의 온도는 연료의 분해가 시작되기 전의 온도(400 °C)이다. 예열기에서 나온 연료는 촉매가 설치된 반응기를 통과한다. 촉매가 설치된 반응기는 노(Furnace)를 통해 실험온도인 550 °C까지 가열된다. 반응기에는 촉매층이 설치되어 있고, 촉매층 중심부에는 Stainless steel 재질로 된 실린더 형태의 막대가 있으며, 내부에 온도센서가 삽입되어 있다. 연료는 촉매층을 통과하면서 흡열반응에 의해 주위로부터 열을 흡수하기 때문에 Stainless steel 재질의 막대는 촉매층 시작부분과 끝부분에서 온도차가 발생한다.

이 온도차를 통해 반응의 흡열량을 계산한다. 반응 후 나온 생성물들은 분리조를 통하여 기상생성물과 액상생성물로 분리되고, 기상은 GC/FID와 GC/TCD, 액상은 GC/MS(〈그림 3〉)를 이용하여 조성분석을 수행한다. 현열 계산은 미국표준기술연구소(NIST)에서 개발한 SUPERTRAPP 프로그램을 이용하여 계산하였다. 총 흡열량은 Stainless Steel의 밀도, 온도변화, 비열을 통해 측정하였다(SUPERTRAPP 프로그램은 다양한 탄화수소들의 열역학적 물성과 물리적 물성 데이터를 온도 및 압력조건에 따라 계산해 주는 프로그램이다. 선진국에서 발표된 흡열연료 연구관련 논문에서도 이 프로그램이 사용되었다.^{1, 6}).

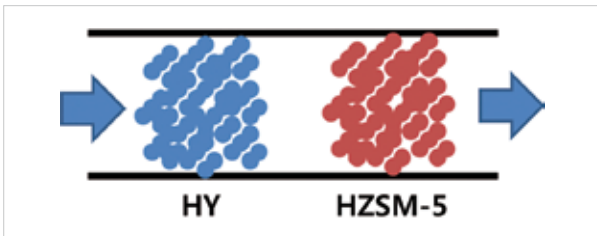
흡열반응에 사용된 촉매는 powder 형태의 제올라이트를 〈그림 4〉와 같이 pellet 형태로 성형하여 사용하였다. 그리고 2단



〈그림 3〉 GC/MS

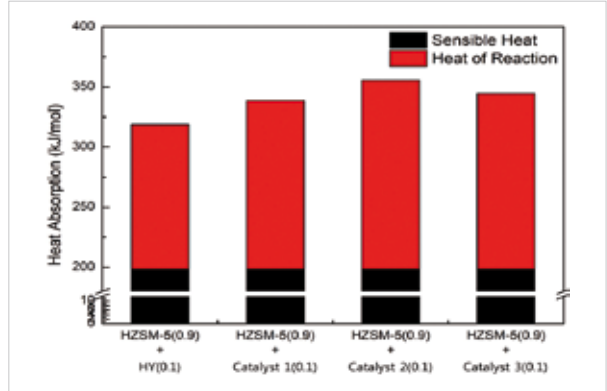


〈그림 4〉 Catalyst Pellet

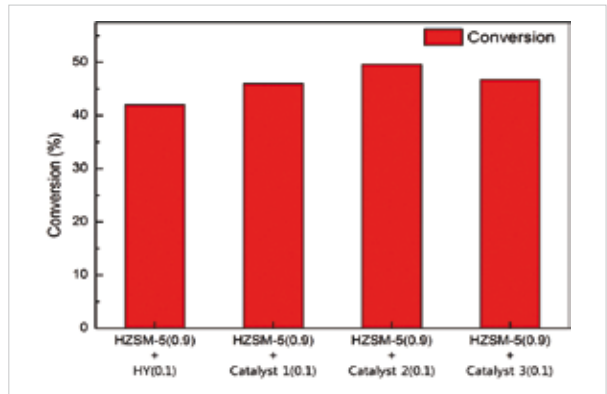


〈그림 5〉 Arrangement of Catalysts

계 반응을 수행하기 위해 반응기에 촉매를 삽입할 때 〈그림 5〉와 같이 두 개의 촉매를 따로 삽입하여 각각 두가지 반응을 일어나게 하였다. exo-THDCP의 흡열반응은 〈그림 2〉와 같은 흐름형 반응기에서 진행되었다. 실험 조건은 550 °C, 50 bar, 55.7 min⁻¹(WHSV)에서 수행되었다. 〈그림 6〉은 각 촉매별 흡열량 측정 결과를 나타낸다. 특성이 조절된 촉매에 의한 흡열반응이 일어난 경우 일반 상용 촉매를 사용하였을 때 보다 흡열량이 증가하는 것이 확인되었기 때문에, 촉매의 특성 조절을 통해 흡열연료를 이용한 비행체 냉각능력 향상을 시킬 수 있을 것으로 예상된다. Catalyst 2는 촉매 중에서 흡열량 향상이 가장 뛰어난 것으로 나타났다.



〈그림 6〉 Heat Absorption of exo-THDCP



〈그림 7〉 Conversion of exo-THDCP

〈표 3〉 Product Distribution Classified by Number of Carbons

Composition (%)	below C10		C10	above C10
	C1-C4	C5-C9		
Commercial	19.3	15.0	6.2	4.9
Catalyst 1	24.3	18.6	6.3	5.9
Catalyst 2	30.5	22.1	7.5	8.0
Catalyst 3	27.7	21.1	6.4	6.9

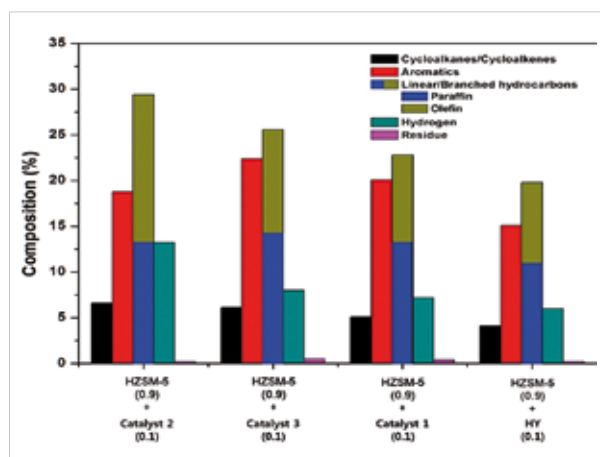
현열은 온도와 압력 조건이 결정되어 있기 때문에 모든 실험조건에서 동일하다. 하지만 반응열의 크기는 흡열반응의 전환율과 생성물 분포에 따라 결정된다.

〈그림 7〉에 각 촉매별 흡열반응 전환율 결과를 나타내었다. 전환율은 촉매 특성을 조절하였을 경우 모두 증가하는 것으로 확인됐다. 또한 촉매별 전환율의 크기는 흡열량의 크기와 같은 경향을 가지는 것으로 나타났다. 반응열의 크기는 생성물분포에도 영향을 받는다. 〈표 3〉은 반응을 통해 나온 생성물을 탄소수별

로 분류한 표이다. 대체적으로 흡열반응 생성물에서 저분자 탄화수소의 비율이 높으면 반응열이 증가하는 것으로 나타난다.⁷ <표 3>에서도 같은 경향을 확인할 수 있다. C1-C4의 저분자 탄화수소 생성량이 가장 많은 Catalyst 2가 높은 흡열량을 나타냈다. Catalyst 1과 Catalyst 3은 전환율이 거의 같지만 흡열량에서 일정 수준 차이가 나타난 것을 통해서 저분자 탄화수소의 생성이 흡열량 향상에 기여하는 바가 크다는 것을 알 수 있다. 촉매를 사용하지 않은 경우에는 exo-THDCP와 같은 탄소수를 가지는 C10 탄화수소가 주요 생성물로 나타났다.

<그림 8>은 반응 생성물을 분자구조별로 분류하여 나타낸 것이다. 모든 반응에 exo-THDCP의 이성질체 구조를 가지는 방향족 탄화수소가 주로 생성되었다. 특성 조절 촉매를 사용함에 따라 선형 탄화수소에서 불포화 탄화수소(Olefin)의 비율이 상대적으로 증가하였다. 또한 흡열량이 증가함에 따라 선형 불포화 탄화수소의 비율도 증가하였다. 따라서 촉매에 의한 흡열반응에서는 exo-THDCP의 고리구조가 해리되는 반응이 많이 발생하여 저분자 탄화수소의 생성이 주요 반응으로 일어난다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 비행체 냉각에 이용되는 흡열연료로 exo-THDCP를 선정하고 흡열량 측정 연구를 수행하였다. 또한 흡열량 및 냉각능력 향상을 위해 촉매를 적용하였다. 흡열량을 측정하며 연료의 전환율과 생성물의 분포를 분석하여 촉매 특성에 따라 달라지는 흡열특성을 파악하였다. 2단계 반응을 수행할 때 1단



<그림 8> Product Distribution Classified by Molecular Structure

계 촉매는 중기공이 클수록 반응물의 전환율과 생성물 중 C1-C4 저분자 탄화수소와 불포화 탄화수소의 비율이 높아 흡열량이 높게 나타났다. 이는 중기공이 크면 1차 크래킹 반응이 유리하기 때문으로 해석된다. 이 결과는 실제 비행체에 많이 이용되는 exo-THDCP를 흡열연료로 사용하는 경우에 그 기초자료로 활용될 가치가 있다. 🌐

[참고문헌]

- Sobel, D.R. and Spadaccini, L.J., "Hydrocarbon Fuel Cooling Technologies for Advanced Propulsion," Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 119, No. 2, pp. 344-351, 1997.
- Hyeon, D.H., Kim, J., Chun, B.H., Kim, S.H., Jeong, B.H. and Han, J.S., "Improvement of Heat of Reaction of Jet Fuel Using Pore Structure Controlled Zeolite Catalyst," Journal of the Korean Society of Propulsion Engineers, Vol. 18, No. 5, pp. 95-100, 2014.
- Petley, D., Jones, S. and Dziedzic, W., "Analysis of Cooling Systems for Hypersonic Aircraft, AIAA-91-5063, 1991.
- Wang, Y., Shah, N. and Huffman, G.P., "Pure Hydrogen Production by Partial Dehydrogenation of Cyclohexane and Methylcyclohexane over Nanotube -Supported Pt and Pd Catalysts," Energy & Fuels, Vol. 18, No. 5, pp. 1429-1433, 2004.
- Shukla, A.A., Gosavi, P.V., Pande, J.V., Kumar, V.P., Chary, K.V.R. and Biniwale, R.B., "Efficient Hydrogen Supply through Catalytic Dehydrogenation of Methyl -cyclohexane over Pt/metal Oxide Catalysts," International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 35, No. 9, pp. 4020-4026, 2010.
- Huang, H., Spadaccini, L.J. and Sobel, D.R., "Fuel-Cooled Thermal Management for Advanced Aeroengines," Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 126, No. 2, pp. 284-293, 2004.
- Kim, J., Park, S.H., Chun, B.H., Jeong, B.H., Han, J.S. and Kim, S.H., "Improvement of the Heats of Reaction in endothermic Reactions of Methylcyclohexane with Zeolites," Catalysis Today, Vol. 185, No. 1, pp. 47-53, 2012.



환경부, 생활화학제품 내 살생물질 전수조사 및 안전성 검증 계획

최근 가슴기 살균제 사고 이후 방향제, 탈취제 등 생활화학제품에 대한 안전성 논란이 확산되어, 환경부는 2016년 5월 25일 국민의 건강을 보호하고 소비자 불안감을 해소하기 위해 생활화학제품⁽¹⁾에 함유된 살생물질⁽²⁾ 전수조사와 안전성 검증을 추진한다고 발표했다.

〈표 1〉 위해우려제품의 종류(15종)

세제류	코팅·접착제류	방향제류	염료·염색류	살생물제류
세정제	코팅제	방향제	물체 탈·염색제	소독제
합성세제	방청제	탈취제	문신용 염료	방충제
표백제	김서림 방지제			방부제
섬유유연제	접착제			

전수조사 및 안전성 검증 추진계획	
2016년	1) 생활 속에 밀접하게 사용되면서도 위해우려가 높은 제품을 우선 조사 - 상반기 : • 15종의 위해우려제품 ⁽³⁾ 을 제조·수입하는 8천여개 기업에게 제품 내 함유된 살생물질 종류 등을 제출받을 계획 • 제출된 살생물질을 목록화하고 여러 제품에 사용되거나 위해 우려가 높은 물질은 시급성에 따라 우선순위를 결정 - 하반기 : 단계적으로 위해성 평가 ⁽⁴⁾ 추진 2) 위해성 문제가 제기되고 있는 스프레이형 방향제, 탈취제 등의 위해우려제품에 대해서 주요 제조·수입기업과 안전관리 협약을 체결하여 하반기 중 유·위해성 자료를 제출받아 위해성을 평가하고 그 결과를 공개
2017년	1) 위해우려제품으로 관리되지 않는 생활화학제품, 살생물질을 함유하고 있는 공산품과 전기용품, 사업장에서 이용되는 살생물제품으로 조사를 확대 - 에어컨·공기청정기 항균필터 - 제품의 용기, 포장 2) 조사 결과에 따라 제품의 사용빈도나 노출 경로 등을 고려하여 단계적으로 위해성 평가 3) 살생물질 전수조사는 2017년 말까지 완료할 예정 4) 조사하는 과정에서 중대한 위해성이 의심되는 경우에는 위해성 평가를 병행하여 위해우려제품에 포함하거나 안전관리기준을 설정

제2015-231호 <별표 3>에 상세히 설명되어 있다(〈표 3>에 요약). 다만, 부득이하게 표준시험절차에 수록되지 않은 시험법을 사용하고자 할 경우 환경부의 사전검토를 거친 후 활용할 수 있다. 위해우려제품에 품목별 안전기준에 따른 함유 기준치의 최대값을 초과하는 유해화학물질이 함유되어서는 안되며 사용 제한 물질이 함유되어서는 안된다.

위해우려제품 지정 및 안전표시기준

[시행 2015.12.18.] [환경부고시 제2015-231호, 2015.12.18., 일부개정]

위해우려제품의 품목별 안전기준

〈표 1〉의 위해우려제품 15종에 대한 유해물질의 함유 기준치, 사용제한물질, 별도 표시사항 물질 등이 환경부고시 제2015-231호 <별표 2>에 상세히 명시되어 있고, 살생물질류의 경우 유효성분⁽⁵⁾도 함께 명시되어 있다(〈표 2>에 요약).

위해우려제품의 물질별 안전기준에 대한 시험방법

위해우려제품의 물질별 안전기준에 대한 시험방법은 '위해우려제품 함유 화학물질에 대한 표준시험절차'로 하며 환경부고시

전문 용어 설명

- 생활화학제품** : 일상 생활에서 사용하는 화학제품으로서, 생물체를 죽이는 기능이 있는 살생물제품과 그 외 일반생활화학제품으로 분류
- 살생물질** : 제품에 함유되어 내재된 작용에 의해 사람과 동물을 제외한 모든 유해한 생물을 죽이거나 생물의 활동을 방해·저해하여 살균·항균·소독·방부 등의 기능을 직접 또는 간접적으로 발휘하거나 발휘할 것으로 기대되는 성분
- 위해우려제품** : 생활화학제품 중 국민의 건강이나 환경에 위해성이 우려되는 제품으로 화평법에 따라 환경부장관이 고시한 품목에 해당되는 제품
- 위해성 평가** : 제품에 함유가능한 물질에 대한 신뢰성 있는 독성정보를 기초로 제품을 실제 사용할 때 유해물질이 인체에 노출되는 경로, 비중과 빈도 등을 고려하여 안전성을 평가하는 방법
- 유효성분** : 살생물제품의 함유 성분 중 실제로 소독·방충 등 살생물 기능을 발휘하는 성분

※ 참고자료

- 환경부 홈페이지(www.me.go.kr) 내 알림/홍보-뉴스·공지-보도·해명자료 "환경부, 생활화학제품 살생물질 안전성 검증 착수" 기사물(2016.05.25) 및 보도자료
- 환경부고시 제2015-231호, 위해우려제품 지정 및 안전표시기준(2015.12.18)

(표 2) 위해우려제품별 함유 기준 적용 물질과 사용제한 물질

		함유 기준 적용 물질	사용제한물질
세제류	세정제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 염산, 황산, 수산화나트륨, 수산화칼륨	구아디닌계 고분자화합물, 휘발성유기화합물, 금속의 2성분
	합성세제	휘발성유기화합물	구아디닌계 고분자화합물의 2성분
	표백제	수산화나트륨, 전인산염	구아디닌계 고분자화합물의 2성분
	섬유유연제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 파라벤류, 페녹시에탄올, 트리클로산, 방부제류, 염화벤잘코늄, 벤조산, 벤질알콜, 금속류	구아디닌계 고분자화합물의 7성분
코팅, 접착제류	코팅제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 금속류	구아디닌계 고분자화합물의 4성분
	방청제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 비스(2-에틸헥실)프탈레이트	구아디닌계 고분자화합물, 휘발성유기화합물, 금속의 1성분
	김서림방지제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 비스(2-에틸헥실)프탈레이트	구아디닌계 고분자화합물의 1성분
	접착제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 금속류	구아디닌계 고분자화합물의 7성분
방향제류	방향제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 메탄올	구아디닌계 고분자화합물의 2성분
	탈취제	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 메탄올, 금속류, 이산화염소, 3-요오드-2-프로필일 뷰틸 카바민산	구아디닌계 고분자화합물의 2성분
염료, 염색류	물체 탈·염색제	휘발성유기화합물	구아디닌계 고분자화합물의 2성분
	문신용 염료	알데하이드류, 휘발성유기화합물, 파라벤류, 다환방향족탄화수소, 금속류	휘발성유기화합물, 디(2-에틸헥실)프탈레이트, 착색료 등 64성분
살생물제류	소독제	알데하이드류, 휘발성유기화합물	구아디닌계 고분자화합물의 2성분
	방충제	알데하이드류, 휘발성유기화합물	구아디닌계 고분자화합물의 1성분
	방부제	휘발성유기화합물	구아디닌계 고분자화합물의 4성분

(표 3) 위해우려제품 함유 화학물질에 대한 표준시험절차 항목

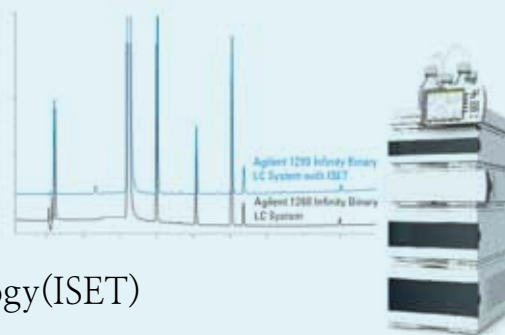
	HPLC	LC/MS	GC/MS	Headspace -GC/MS	Headspace -GC	GC	MALDI -TOF MS	ICP-AES, ICP-MS, LC-ICP-MS, AAS	UV-Vis	적정법	유리전극법
알데하이드류											
나프탈렌											
휘발성유기화합물											
비스(2-에틸헥실)프탈레이트											
다환방향족탄화수소											
메탄올											
방부제(MIT, CMIT, BIT)											
벤질알콜, 페녹시에탄올, 벤조산											
파라벤류											
3-요오드-2-프로필일 뷰틸 카바민산											
트리클로산											
염화벤잘코늄											
노닐페놀류											
구아디닌계 고분자화합물 (PHMG, PHMB, PGH)											
금속류											
수산화나트륨 및 수산화칼륨											
염산 및 황산											
이산화염소											
전인산염											
수소이온농도(pH)											
세제류											

■ 시험절차에 수록된 시험법

■ 시험절차에 수록되지 않은 시험법 중 사용 가능한 분석법(사용하고자 할 경우, 환경부의 사전검토를 거친 후 활용 가능)

‘기기-대-기기’간 분석법 전환 Tool

: Agilent Intelligent System Emulation Technology(ISET)



Agilent Intelligent System Emulation Technology(ISET)이란?

Agilent 1100 series HPLC와 같은 conventional LC 시스템의 method를 Agilent 1290 infinity LC 시스템과 같은 UHPLC 시스템에 적용 가능한 method로 전환시켜 주는 프로그램이다.

액체 크로마토그래피 시스템의 기술 동향은 뛰어난 속도, 분리능, 감도를 제공하는 UHPLC 시스템으로의 전환이 이루어지고 있으나 즉각적인 분석법 전환이 어려운 경우 또는 UHPLC 분석이 어려운 경우 등 모든 LC 분석이 UHPLC 시스템으로 적용되지는 못하고 있다.

〈표 1〉 실험 장비

The Agilent 1290 Infinity LC System
<ul style="list-style-type: none"> Agilent 1290 Infinity Binary Pump(G4220A) Agilent 1290 Infinity Autosampler with Thermostat (G4226A, G1330B) Agilent 1290 Infinity Thermostatted Column Compartment(G1316C) Agilent 1260 Infinity Diode Array Detector(G4212A)
The Agilent 1260 Infinity Binary LC System
<ul style="list-style-type: none"> Agilent 1260 Infinity Binary Pump(G1312A) Agilent 1260 Infinity Autosampler with Thermostat (G1329B, G1330B) Agilent 1260 Infinity Thermostatted Column Compartment(G1316C) Agilent 1260 Infinity Diode Array Detector(G4212B)

〈표 2〉 분석 조건

The Agilent 1260 Infinity Binary LC System
<ul style="list-style-type: none"> Column : Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18, 100×4.6 mm, 3.5 μm Mobile phase : Water+0.1% TFA, Acetonitrile+0.09% TFA Flow rate : 1.2 mL/min Gradient : 5% ACN at 0 min, 5% ACN at 0.5 min, 90% ACN at 10 min Stop time : 10 min Post-time : 5 min Injection volume : 5 μL(with needle wash for 6 s) Column temp. : 30 °C Detection : 220, 254, 270, 310/10 nm, Ref. 400/60 nm, 10 Hz, slit 4 nm

〈표 3〉 분석 성분

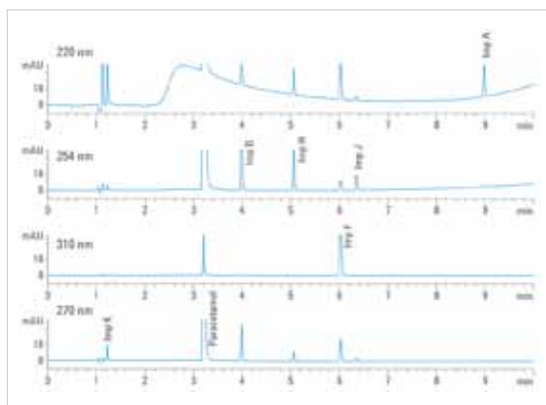
Sample	Compound Name
Main	Paracetamol
Impurity A	2-Acetamidophenol
Impurity B	N-(4-Hydroxyphenyl) propamide
Impurity F	Nitrophenol
Impurity H	4-(Acetylamino) phenyl Acetate
Impurity J	4-Chloroacetanilide
Impurity K	4-Aminophenol

실험실 간 기기는 다르나 기기 간 분석결과의 일치가 요구되는 경우 또는 이미 수립되어 validation이 끝난 분석법을 그대로 다른 기기로 이전하고 싶은 경우에 “기기-대-기기” 간 분석법 전환이 필요하다. 하지만, LC 시스템 간에는 시스템

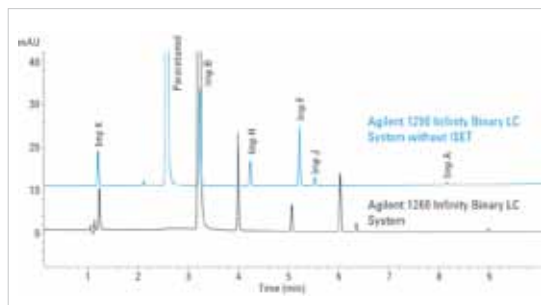
지연 부피(delay volume), 컬럼 및 확산 부피, 용매 혼합 패턴 등이 다르기 때문에 conventional 시스템의 method를 그대로 UHPLC 시스템으로 적용하는 데에는 한계가 있다. 특히 retention time과 resolution 같은 중요한 파라미터가 변경될 수 있다. 따라서 “기기-대-기기” 간 분석법 전환이 필요한 경우에는 하드웨어를 교체하거나, 지연 부피를 계산하고, 분석 조건을 다시 개발, validation 해야 한다.

하지만, ISET software를 활용하면 하드웨어 교체 없이 서로 다른 기기에서 retention time과 resolution같은 중요한 파라미터가 변경되지 않은 동일한 크로마토그램을 얻을 수 있다. 예를 들어, Agilent 1260 Infinity 시스템의 conventional method를 Agilent 1290 Infinity 시스템에 적용할 수 있다. 본 자료에서는 Agilent 1260 Infinity 시스템을 이용하여 Paracetamol과 6종의 불순물을 분석한 method를 Agilent 1290 Infinity 시스템으로 전환, 적용하였다.

Agilent 1260 Infinity 시스템을 이용하여 paracetamol과 6종의 불순물을 분석한 method에서는 모든 성분이 최대 흡광도를 가질 수 있도록 서로 다른 wavelength를 설정해야 한다(그림 1)). 또한 분석 초기에는 impurity K의 적절한 capacity factor를 유지하기 위해 유기 용매의 비율을 적게 유지한 isocratic 조건이 적용되어야 하며, Impurity A의 최적화된 용리를 위해 10분 내에 유기 용매의 비율을 90%까지 올려야 한다.



〈그림 1〉 서로 다른 파장에서 분석한 결과



〈그림 2〉 Agilent 1260 Infinity 시스템과 Agilent 1290 Infinity 시스템 (ISET 활용 전)을 이용하여 270 nm에서 얻은 크로마토그램 겹쳐보기

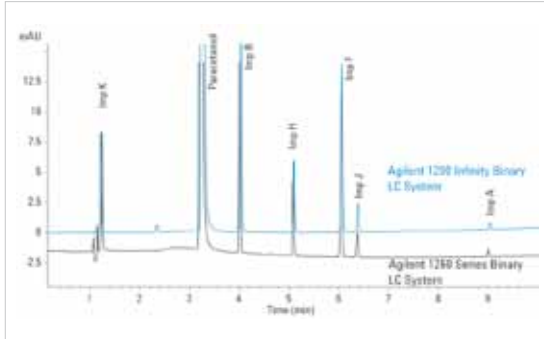


〈그림 3〉 ISET 기능의 캡처 화면

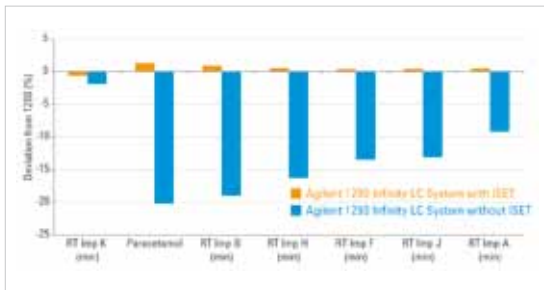
Agilent 1260 Infinity 시스템의 분석 조건을 아무 변경없이 Agilent 1290 Infinity 시스템에 적용해 보았다. 예상했던 대로 Agilent 1290 Infinity 시스템의 낮은 delay volume과 용매 혼합 패턴의 차이 때문에 피크들이 좀 더 빨리 용리되었다. 이번에는 ISET 기능을 활용하였다.

Pump 분석 조건 설정 창에서 초기 분석법으로 사용된 Agilent 1260 Infinity pump와 autosampler를 설정한다. 이 외 detector, column thermostat, autosampler의 다른 조건은 모두 그대로 사용하였다. 생성된 method를 새로운 이름으로 저장하고 분석을 실행한다.

〈그림 4〉는 Agilent 1260 Infinity 시스템을 이용하여 얻은 크로마토그램과 ISET을 활용하여 전환한 method를 Agilent 1290 Infinity 시스템에 적용하여 얻은 크로마토그램을 비교하였다. ISET을 활용하여 얻은 크로마토그램의 resolution이 Agilent 1260 Infinity 시스템을 이용하여 얻은 초기 크로마토그램에 비해 훨씬 좋아진 것을 확인할 수 있다.



〈그림 4〉 Agilent 1260 Infinity 시스템과 Agilent 1290 Infinity 시스템 (ISET 활용 후)을 이용하여 270 nm에서 얻은 크로마토그램 겹쳐보기



〈그림 5〉 Agilent 1290 Infinity 시스템을 이용하여 얻은 성분별 RT 차이 비교 (ISET 활용 전/후)



〈그림 6〉 Agilent 1290 Infinity 시스템을 이용하여 얻은 성분별 resolution 차이 비교 (ISET 활용 전/후)

〈그림 5〉는 Agilent 1290 Infinity 시스템을 이용하여 ISET 활용 전/후에 얻은 성분별 RT 차이를 비교하였다. ISET 활용 전의 RT는 약 -20% 정도 차이가 있었으나, ISET 활용 후에는 약 1.3% 밖에 차이가 나지 않았다.

〈그림 6〉에서는 성분별 resolution의 결과를 나타내었다. ISET 활용 전에는 -65%까지 차이가 났으나, ISET 활용 후에는 2.3%이하의 차이만 보였다.

Agilent Intelligent System Emulation Technology(ISET)를 활용하면 Agilent 1220/1260 시스템 뿐만 아니라 Agilent 1100/1200 Series 시스템의 method를 Agilent 1290 Infinity 시스템의 method로 쉽게 전환할 수 있다.

ISET에서는 서로 다른 시스템의 delay volume 뿐만 아니라 서로 다른 용매 혼합 패턴에 대해서도 보정하여 서로 다른 기기에서 거의 유사한 retention time과 resolution을 얻을 수 있다. 또한 기존의 분석 결과를 그대로 얻을 수 있는 method로 전환할 수도 있고, 좀 더 빠르게 혹은 좀 더 높은 분리능의 UHPLC method로도 빠르고 쉽게 전환할 수 있다.



계량분석화학 비표적 GC/MS 분석을 통한 캐모마일 품종에 따른 분류

전세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 약용식물 중 하나인 캐모마일은 수면장애, 설사, 배앓이, 상처, 점막염, 습진 등에 효능이 있다고 알려져 있다. 또한 항알레르기, 항균, 소염, 또는 경련을 막는 속성을 가지고 있지만 동시에 알레르기 반응, 피부발진, 목구멍 부기, 숨가쁨, 과민증과 같은 부작용에 대해서도 간혹 보고되고 있다.

국화과인 캐모마일은 독일 캐모마일(German Chamomile: *Matricaria chamomilla*)과 로마 캐모마일(Roman Chamomile: *Chamaemelum nobile*), 보데골드 캐모마일(Bodegold Chamomile), 다이어스 캐모마일(Dyer's Chamomile) 등이 있는데, 상품에 가장 많이 사용되고 있는 것은 독일 캐모마일, 로마 캐모마일, 국화(*Chrysanthemum morifolium ramat*)이다. 그러나 이들 캐모마일의 품종에 따른 분류가 제대로 되어 있지 않은 것이 현실이다. 결국 캐모마일 관련 상품에 사용된 캐모마일의 종류가 분류되지 못함에 따라 해당 상품의 품질, 안전성, 효능 등을 제대로 관리할 수가 없다.

본 연구에서 GC/MS를 이용하여 육안으로 품종 확인이 가능한 캐모마일, 관련 상품(차, 건강보조식품 등), 에센셜 오일 중의 휘발성, 비극성 화합물 분석법을 개발하고, 이들 데이터를 다변량 해석을 통하여 캐모마일 관련 상품에 사용된 캐모마일의 종류를 분류하였다.

실험방법

샘플

27개의 캐모마일은 미시시피 대학 약학대 국립천연물질연구센터를 통해 그 품종을 확인하였고, 35개의 고체형태 상품(생약, 캡슐, 티백, 파우더, 추출물 등) 및 11개의 에센셜 오일은 여러 나라(미국, 중국 등)의 슈퍼마켓, 약국, 또는 온라인을 통하여 구매하였다.

결과

고체상 샘플은 균일한 매트릭스를 확보하기 위해 빵고 균질화하였다. 이들 미세분말 샘플을 정확히 1 g 취하여 4 mL의 n-헥산에 넣고 1시간 동안 초음파 추출을 실시하였다. 상층액을 Millex GV(0.22 μm) 필터로 여과한 뒤 GC/MS로 분석하였다. 에센셜 오일은 10 μL 취하여 1 mL n-헥산으로 희석하였다. 내부표준 물질로는 트리데칸($n-C_{13}H_{28}$)을 모든 샘플 용액에 90 μg/mL 농도로 주입하였다.

GC/MS 분석

Agilent 7890A GC/5975C MSD를 이용하여 분석하였다(〈표 1〉).



(표 1) 비표적 GC/MS 분석 조건

GC conditions	
Precolumn	None
Analytical column	Agilent J&W HP-5MS 30 m × 0.25 mm, 0.25 μm 5% phenyl methyl silicone (p/n 19091S-133)
Injection temperature	250 °C
Injection mode	Split ratio set to 25:1
Oven program	2 minutes at 45 °C 1.5 °C/min to 100 °C 2 °C/min to 200 °C
Column flow	1 mL/min constant flow
Carrier gas	Helium
Transfer line temperature	280 °C
GC run time	90 minutes
MS conditions	
Ionization mode	Electron impact at 70 eV
Ion source temperature	230 °C
Solvent delay time	5 minutes
Acquisition mode	Scan (40–550 amu)

데이터 해석

Agilent MSD Productivity ChemStation 소프트웨어 (E.02.02)를 이용하여 데이터를 획득하였다. NIST의 AMDIS (Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification Software)를 이용하여 GC/MS 데이터를 추출하였다. AMDIS를 통해 생성된 ELU 파일을 MPP(Mass Profiler Professional, 질량분석데이터 전용 다변량 해석 프로그램) 소프트웨어에 적용하였다.

전체 크로마토그램에서 5~90분 내의 피크 중 최소 5,000 counts 이상의 피크에 대하여 인식하도록 설정하였다. 전체 데이터에서 나타나는 피크의 종류를 분류하고, 각각의 데이터에서 검출된 피크를 동일한 종류의 피크로 인식하기 위한 조건으로 머무름 시간의 허용오차 0.15분, 질량 스펙트럼의 유사도를 적용하였다(동일한 것으로 분류된 피크의 종류를 MPP에서는 엔티티(Entities)라고 한다). 또한 각각의 샘플마다 나타나는 엔티티의 절대적 크기가 다르기 때문에 내부표준물질을 기준으로 피크 강도에 대한 표준화를 실시하였다.

매개 변수의 값(MPP의 Filter by flags를 이용하여 설정), 발생 빈도(MPP의 Filter by frequency를 이용하여 설정), 그룹 내 엔티티의 크기(MPP의 Filter by sample variability를 이

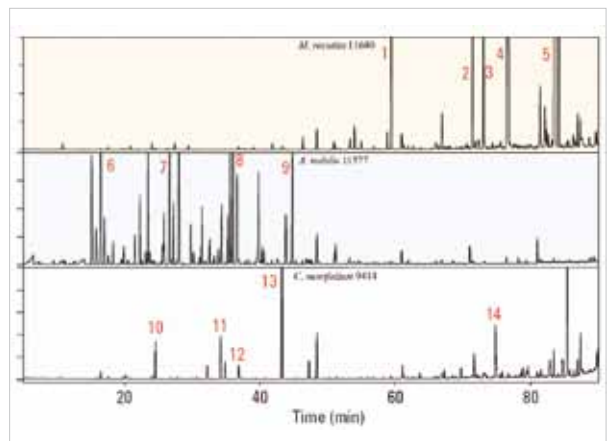
용하여 설정), 그리고 일원분산분석(one-way ANOVA)을 통하여 순차적으로 엔티티의 차원수를 줄였다. 또한 주성분분석(PCA)을 통해 샘플 데이터의 QC를 진행, 최종적으로는 부분최소자승판별분석(PLS-DA)을 통하여 샘플 분류 예측 모델을 생성하였다.

마지막으로 이들 모델을 검증하기 위해 그 분류가 확실한 12개의 캐모마일 샘플 및 캐모마일의 종류를 명시하고 있는 관련상품 샘플을 이용하여 교차검증을 실시하였다.

결과

GC/MS 분석 데이터

캐모마일의 종류별 성분분포의 특성을 확인할 수 있는 분석이 이전에 이루어져 있지 않았기 때문에 최대한 많은 정보를 수집하기 위해서 스캔모드 분석을 통한 비표적 분석을 실시하였다. n-헥산으로 추출한 캐모마일 샘플의 GC/MS 분석을 통해 수많은 성분들을 검출할 수 있었다. 동일한 종류의 캐모마일의 데이터에서 약간의 농도 차이는 보였지만, 크로마토그래프 패턴은 일정하였다. 그러나 다른 종류의 캐모마일 데이터들 간에는 그 화학성분의 프로파일에 확연한 차이를 나타내었다(〈그림 1〉).



(그림 1) 캐모마일 종류별 전형적인 크로마토그램(상단-독일, 가운데-로마, 하단-국화) 캐모마일의 종류별 주요 성분: (1) Farnesene; (2) Bisabolol oxide B; (3) α-Bisabolol; (4) Bisabolol oxide A; (5) cis-Enyne-dicycloether; (6) α-Pinene; (7) 2-Butenoic acid, 3-methyl-, butyl ester; (8) 2-Butenoic acid, 3-methyl-, 3-methylbutyl ester; (9) 2-Butenoic acid, 3-methyl-, hexadecyl ester; (10) Eucalyptol; (11) Trimethylcyclohexane aldehyde; (12) Borneol; (13) Pinene acetate; (14) Lanceol

원래 캐모마일의 전체 질량분석 데이터 중 90분 이후에는 지방산, 아마린과 같은 친유성 화합물 및 왁스 계열이 용출되어 나타나는 것으로 관찰되었다. 그러나 90분 이후에 나타나는 크로마토그램 패턴은 <그림 1>에서 보여지는 바와는 다르게 캐모마일의 종류에 따른 차이도를 가지지 못하였다. 즉 모든 캐모마일에서 공통적으로 나타남에 따라 품종별 분류에 전혀 기여를 하지 못하기 때문에 90분 이후의 데이터는 획득하지 않도록 처리하였다. 다만 이들 고분자량 화합물들이 시스템 내에 잔류하여 다른 데이터의 품질을 저하시키는 현상을 막기 위하여 컬럼 Backflush 기술을 사용하여 효과적으로 제거할 수 있었다.

데이터 마이닝

데이터 마이닝은 대용량의 데이터 속에서 유용한 정보를 발견하는 과정이며, 기대했던 정보 뿐만 아니라 기대하지 못했던 정보를 찾을 수 있는 기술을 의미한다.

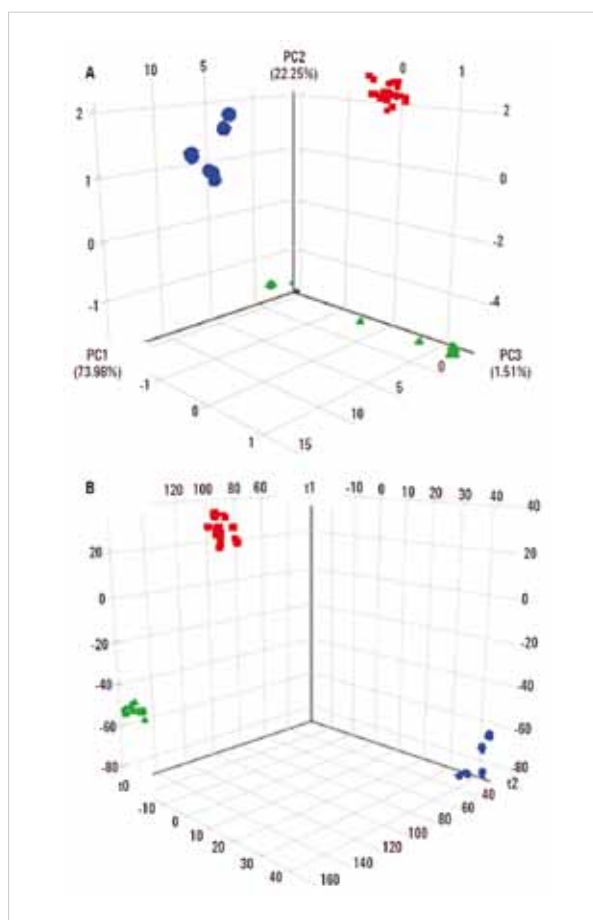
MPP 소프트웨어에서 5,000 counts 피크 강도 임계값을 적용하여 총 2,560개의 엔티티를 획득하였다. 또한 PCA(주성분 분석), PLS-DA(부분최소자승판별분석)를 수행하기에 앞서 데이터의 차원수를 줄이고 각기 다른 캐모마일의 종류를 대표하는 특징적인 마커 화합물을 확인하기 위하여 순차적인 필터링 알고리즘을 수행하였다. 첫 번째 단계는 'Filter by flags'이다. 플래그는 하나의 샘플 데이터 내의 엔티티의 속성을 나타낸다. 즉 엔티티가 해당 샘플에서 검출되었는지 아닌지를 나타내며, 모든 샘플에서 공통적으로 존재하는 엔티티는 이후의 데이터 해석에서는 제외하였으며, 특정 샘플 그룹에서 특징적으로 나타나는 엔티티만 남겨두었다.

두 번째 필터인 'Filter by frequency' 단계에서는 최소 하나의 샘플 그룹 내에서(예를 들면 로마 캐모마일 샘플 전체에서) 100% 검출된 엔티티만 남겨두었다. 세 번째 필터인 'Filter by sample variability'를 통해 피크 크기의 변동계수(CV, Coefficient of Variation)가 25% 이하인 엔티티만 남겨두었다. 마지막 단계에서는 일원분산분석을 통해 각각의 엔티티에 대하여 계산된 p-값에 의거하여 재현성있는 데이터만 남겨두었다. 즉, p-값을 0.05로 설정하여 각각의 품종마다 95% 통계적 유의성을 지니는 엔티티만 남겨두었다.

처음에는 2,560개의 엔티티를 도출하였지만 여러 단계의 필터링 과정을 거치면서 최종적으로 50개로 축소할 수 있었다. 이들 필터링 과정으로 말미암아 가장 판별력있는 엔티티만을 활용하여 예측모델을 구성할 수 있게 되었다.

계량화학적 접근

PCA(주성분 분석)는 데이터의 식별력은 유지하면서 데이터의 차원을 축소할 수 있는 수학적 방법이다. 즉 유/무의미한 수많은 데이터들 중 유의미한 데이터만으로 샘플 그룹별로 분류되는 경향을 시각적으로 확인할 수 있다. 샘플들 간의 차이를 찾아내기 위해, 연관 그룹을 결정하기 위해, 그리고 화합물이 그룹을 분류하는데 영향을 미치는 상대적 기여도를 가늠하기 위해 비감독 접근법이 사용된다.



<그림 2> 독일 캐모마일(■), 로마 캐모마일(●), 국화(▲)의 스코어 플랏 (A)PCA, (B)PLS-DA

PCA를 통해 제 1 주성분(PC1, Principal Component 1)이 약 74% 기여도를 나타내며, 로마, 독일, 국화 타입의 캐모마일을 모두 잘 분류하는 것을 알 수 있었다. 제2주성분(PC2)은 22%의 기여도를 통해 독일과 국화 캐모마일을 잘 분류하는 것을 확인하였다. 그리고 제3주성분(PC3)은 넓은 영역을 거쳐 국화가 분포하는 양상을 띄고 있지만 그 기여도가 1.5%에 지나지 않는다는 점을 감안하면 제3주성분은 큰 의미 없는 것으로 판단할 수 있다(그림 2).

이와 같이 PCA를 통해 각 데이터가 어떻게 그룹화 되는지 시각화할 수 있고, 이상점을 확인할 수 있다. 이렇게 여러 단계의 필터링 과정과 PCA를 통해 QC를 거친 데이터들은 최종적으로 샘플예측모델에 활용하게 된다.

분류예측모델

샘플예측모델을 구성하기 위해 다양한 기법이 개발되어있다. 그 중 MPP에서 제공하는 예측모델 알고리즘은 5개이다: PLS-DA(부분 최소 자승 판별 분석), Support Vector Macines(SVM, 서포트 벡터머신), Naïve Bayes(NB, 나이브 베이즈), Decision Tree(DT, 의사결정나무), Neural Network(NN, 신경망). 이 중 PLS-DA는 집단 간의 차이를 의미있게 설명해 줄 수 있는 독립변수를 찾아내고, 이들의 선형 결합을 통해 판별식을 만들어 내어 분류하고자 하는 대상들이 속하는 집단을 찾아내는 분석방법으로, 질량분석데이터와 같이 측정된 변수보다 샘플의 수가 더 적은 상황에 잘 적용할 수 있는 회귀 기반의 방법이다.

〈표 2〉 캐모마일 분류 모델의 실습 및 검증 결과

	German	Roman	Juhua	Accuracy (%)
Model training				
German	15	0	0	100.0
Roman	0	4	0	100.0
Juhua	0	0	8	100.0
Recognition ability (%)	-	-	-	100.0
Model validation				
German	4	0	0	100.0
Roman	0	4	0	100.0
Juhua	0	0	4	100.0
Prediction ability (%)	-	-	-	100.0

주로 관찰되는 그룹 간의 분류를 더욱 명확하고 최대화하기 위해 사용된다. 본 연구에서 역시 PLS-DA가 캐모마일 분류하고 그 차이를 찾아내기 위한 통계 모델로 가장 적합한 것으로 확인되었다. 먼저 독일 캐모마일 15개, 국화 8개, 로마 캐모마일 4개의 샘플에 대한 스펙트럼 데이터를 이용하여 예측모델을 구축하고 실습하였다. 그리고 모델링에 사용된 6개의 캐모마일과 사용되지 않은 6개의 관련 상품 샘플을 이용하여 구축된 예측모델에 적용함으로써 검증과정을 실시하였다(〈표 2〉). 구축된 예측모델에 동일한 샘플을 이용하여 실습한 결과 및 모델링에 사용되지 않은 다른 샘플을 이용하여 검증한 결과 모두 정확하게 각각의 캐모마일 품종별로 잘 분류되는 것을 확인할 수 있었다.

〈그림 2〉에서 보여지는 두 개의 도표는 비슷해 보이지만 큰 차이가 있다. 사실 PCA 스코어 플랏(〈그림 2A〉)은 그룹별 분류가 잘 되었는지 확인(=데이터 구조를 확인)하는 것(비감독적 접근법)에 그치지만, PLS-DA t-스코어 플랏(〈그림 2B〉)은 그룹별 분류가 제대로 되었는지 확인하는 것 자체가 분류모델이 데이터에 얼마나 잘 적용되는지 평가된다(감독적 접근법)는 뜻이다. 〈그림 2B〉에서 나타나는 바와 같이 캐모마일 3개 품종에 대해 매우 잘 분류되었고, A와는 달리 국화 역시 넓은 영역에 분산되지 않고 조밀하게 한 곳에 잘 모여있는 모습을 띄고 있다. 이러한 실습결과 및 검증결과를 종합적으로 미루어 볼 때 본 연구에서 구축된 분류모델은 각 세 가지 품종의 캐모마일을 잘 예측할 수 있을 것으로 판단되었다.

캐모마일 품종 분류

35개의 캐모마일 관련 고체상 상품 및 11개의 에센셜 오일은 앞서 검증된 PLS-DA 모델을 통해 분류하였다. 고체형태의 상품은 캐모마일 꽃, 추출물, 차, 꽃과 잎, 캐모마일이 함유된 식이보조제, 그리고 과실차를 포함한다. 품종 분류에 대한 예측 결과



과는 〈표 3〉의 'Confidence measure(신뢰도 측정)'의 수치로 확인할 수 있다. 신뢰도 측정 수치가 0.7보다 크면 해당 샘플의 예측 품종의 정확도가 높은 수준으로 이해할 수 있다. 그리고 0.5~0.7은 문제가 있을 수 있는 분류, 0.5 미만은 오분류되었거나, 섞음질된 샘플일 가능성이 있다고 판단할 수 있다.

(표 3) 케모마일 관련 상품 및 에센션 오일의 PLS-DA 샘플 분류 예측 모델의 품종 분류 결과

No.	NCPR accession code	Product information from the label	Predicted	Confidence measure
Commercial samples in solid form purchased from food markets, retail pharmacies and online				
1	2061	Roman chamomile	German	0.47
2	3670	Chamomile flower	German	0.92
3	3998	Chamomile extracts	German	0.53
4	4903	Chamomile powder	German	0.90
5	5770	Chamomile powder	German	0.93
6	7359	Chamomile powder	German	0.81
7	9357	Chamomile flowers	German	0.82
8	9359	Chamomile flowers	German	0.84
9	9361	Chamomile Flower and Leaf Dietary Supplement	German	0.76
10	9362	Chamomile flowers	German	0.84
11	9364	Chamomile flowers	German	0.92
12	9365	Bulk Chamomile Flowers, German	German	0.65
13	9367	Chamomile Flowers, Herbal Dietary Supplement	German	0.68
14	9382	Chamomile Organic Tea (Leaves and flowers)	German	0.94
15	9383	Herbal Chamomile & Fruit Tea (Rosehips, chamomile, orange peel, lemon peel & lemon myrtle)	German	0.72
16	9384	Chamomile Herb Tea	German	0.58
17	9385	Organic Tea	German	0.81
18	9386	Chamomile Tea	German	0.75
19	9387	Chamomile Herbal Tea	German	0.91
20	9388	Chamomile Herb Dietary Supplement	German	0.89
21	9389	Chamomile Herbal Tea	German	0.61
22	9390	Chamomile Herbal Tea	German	0.92
23	9391	Chamomile Herbal Tea	German	0.77
24	9393	Whole German Chamomile Flowers	German	0.87
25	9422	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.80
26	9423	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.83
27	9424	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.84
28	9425	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.60
29	9426	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.86
30	9427	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.78
31	9428	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.82
32	9429	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.81
33	9430	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.77
34	9431	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.72
35	9432	Chamomile Herbal Dietary Supplement	Juhua	0.99
Chamomile essential oils obtained by steam distillation from plant samples or purchased from difference commercial sources				
1	9254E	Chamomile Oil (<i>Anthemis nobilis</i>), Steam Distillation from Plant (9254)	Roman	0.72
2	9359E	Chamomile Oil (<i>Matricaria recutita</i>), Steam Distillation from Plant (9359)	German	0.76
3	9362E	Chamomile Oil (<i>Matricaria recutita</i>), Steam Distillation from Plant (9362)	German	0.71
4	11577E	Chamomile Oil (<i>Anthemis nobilis</i>), Steam Distillation from Plant (11577)	Roman	0.70
5	11680E	Chamomile Oil (<i>Matricaria recutita</i>), Steam Distillation from Plant (11680)	German	0.77
6	11681E	Chamomile Oil (<i>Matricaria recutita</i>), Steam Distillation from Plant (11681)	German	0.89
7	9368	Chamomile Essential Oil (<i>Anthemis nobilis</i>)	Roman	0.70
8	9369	Chamomile Oil, German	German	0.91
9	9370	Chamomile Essential Oil (<i>Anthemis nobilis</i>)	Roman	0.76
10	9380	Chamomile Essential Oil (<i>Chamaemelum nobilis</i>)	Roman	0.69
11	9381	Roman Chamomile Essential Oil	Roman	0.73

(표 4) 분류예측 분석을 통해 확인된 캐모마일 품종별 주요 마커 화합물의 잠정적 성분 정보

Entities	m/z	t _R (min)	Tentative compound identification *	Molecular weight	CAS number
Roman chamomile					
1	71.0	15.10	Isobutyric acid, isobutyl ester ^a	144	97-85-8
2	93.0	16.43	1R- α -Pinene ^{a,b}	136	7785-70-8
3	71.0	23.42	Isobutyric acid, 2-methylbutyl ester ^a	158	2445-69-4
4	55.0, 83.0	26.64	2-Butenoic acid, 3-methyl-, butyl ester ^a	156	54056-51-8
5	70.0	34.33	Trans-(-)-Pinocarveol ^a	152	547-61-5
6	55.0, 83.0, 100.0	36.01	2-Butenoic acid, 3-methyl-, 3-methylbutyl ester ^a	170	56922-73-7
7	81.0	36.58	Pinocarvone	150	30460-92-5
8	83.0	39.75	3-Methyl-2-butenoic acid, 3-methylbut-2-enyl ester	168	299309
9	100.0	44.75	2-Butenoic acid, 3-methyl-, hexadecyl ester ^a	324	60129-26-2
German chamomile					
1	205.0	66.94	Spathuleno ^{a,b}	220	77171-55-2
2	143.0	71.43	α -Bisabolol oxide B ^{a,b}	238	26184-88-3
3	93.0, 141.0	73.04	α -Bisabolol ^{a,b}	222	515-69-5
4	176.0	75.07	Coumarin, 7-methoxy-	176	531-59-9
5	143.0	76.07	Bisabolol oxide A ^{a,b}	238	22567-36-8
6	143.0	81.36	α -Bisabolol oxide A derivative ^c		
7	143.0	82.30	α -Bisabolol oxide A derivative ^c		
8	128.0	83.70	E-1,6-Dioxaspiro[4.4]non-3-ene, 2-(2,4-hexadiynylidene)- ^b	200	50257-98-2
9	200.0	84.10	Z-1,6-Dioxaspiro[4.4]non-3-ene, 2-(2,4-hexadiynylidene)- ^b	200	4575-53-5
Juhua					
1	95.0	36.82	Borneol ^b	154	10385-78-1
2	132.0	61.06	α -Curcumene ^a	202	644-30-4
3	91.0	67.27	Caryophyllene oxide ^a	220	1139-30-6
4	105.0, 121.0	69.75	Alloaromadendrene oxide ^a	220	156128
5	204.0	71.69	Eudesm-7(11)-en-4-ol ^a	222	473-04-1
6	69.0	79.61	Isoaromadendrene epoxide	220	159366
7	109.0	85.38	Cyclopropanemethanol, α ,2-dimethyl-2-(4-methyl-3-pentenyl)-, [1 α (R'),2 α]- ^c	182	121959-70-4

* Identified by data base search.

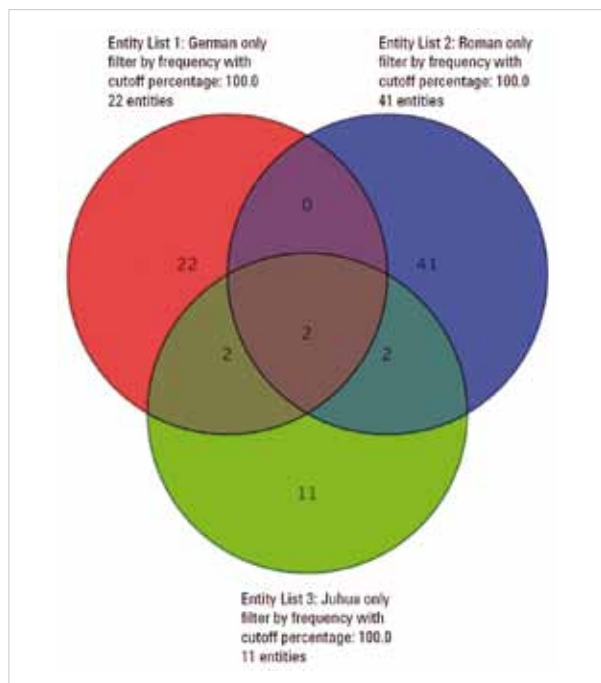
^a Identified by comparison of relative retention index to literature.^b Identified by reference standards.^c Identified with low database match probability.

0.6 미만의 정확도를 나타낸 샘플은 추가적인 조사를 실시하였다. 절반가량의 에센셜 오일이 로마 캐모마일로 분류되었지만, 고체상 샘플들 중에서는 로마 캐모마일로 분류된 샘플이 전혀 없다는 것이 흥미롭다.

또한 4개의 이상치를 나타내는 샘플 2061, 3998, 9384, 9425를 제외한 모든 샘플들의 모델예측결과는 샘플의 라벨에 표시된 사항과 일치하는 것으로 나타났다. 그리고 라벨에 표시되어 있지 않은 상품의 품종분류 결과가 모두 독일 캐모마일로 예측됨에 따라 미국에서 유통되는 캐모마일 관련 상품의 대부분은 독일 캐모마일임을 알 수 있었다. 반대로 중국에서 유통되는 상

품들은 국화 캐모마일이 주로 사용됨을 알 수 있었다. 에센셜 오일은 증기 증류를 통해 추출하였고, 고체상 샘플은 헥산 추출하여 샘플을 얻었지만, PLS-DA 모델에 잘 적용되어 좋은 결과를 도출할 수 있었다.

(그림 3)의 벤 다이어그램은 각각의 캐모마일 품종에서 100% 출현(품종별 모든 샘플에서 검출)하고 그 성분이 확인된 엔티티를 나타낸다. 독일 캐모마일에서 22개, 로마 캐모마일에서 41개, 국화에서 11개 확인되었다. Agilent MPP의 Class Prediction Analysis(분류 예측 분석)에는 샘플의 분류 기능 뿐만 아니라 샘플을 분류할 때 사용된 엔티티(주이온의 m/z, RT로 표현)들



〈그림 3〉 캐모마일 샘플의 벤 다이어그램

의 성분 확인을 자동으로 할 수 있는 기능이 있다. 이들 엔티티들 중 샘플 분류예측모델에 주요하게 작용한 엔티티(마커 화합물) 리스트를 〈표 4〉에 정리하였다.

〈그림 3〉의 벤 다이어그램을 통해 확인된 화합물 리스트와 〈표 4〉의 PLS-DA를 통해 확인된 품종별 마커 화합물이 일치함을 확인할 수 있었다. 즉, PLS-DA 모델이 벤 다이어그램을 통해 비의도적으로 추가적인 QC를 할 수 있었다고 해석할 수 있다. 그리고 PLS-DA를 통해 확인된 품종별 마커 화합물의 엔티티 정보를 이용하여 향후 GC/MS SIM모드 분석조건으로 분석을 진행하면 보다 깔끔하게 정돈된 질량분석데이터만으로도 쉽게 PLS-DA 적용하여 미지 샘플의 그룹 분류를 수행할 수 있게 된다.

결론

이상과 같이 세 가지 품종의 캐모마일 샘플을 비표적 GC/MS 분석을 통하여 상당한 정보들을 얻을 수 있었고, 이들 방대한 질량분석데이터를 통하여 캐모마일의 품종별 분류가 가능하였

다. 또한 질량분석데이터 전용 다변량 해석 소프트웨어를 통하여 데이터 마이닝 및 처리 과정을 자동화하여 2,000 종류 이상의 피크들 중 가장 특징적으로 나타나는 마커 화합물들을 찾아낼 수 있었다.

그리고 육안으로 품종확인이 가능한 캐모마일 샘플 데이터 중 이들 마커 화합물들을 이용하여 정확도가 높은 분류모델을 구성하였으며 이를 이용하여 캐모마일 관련 상품(고체상 상품, 에센셜 오일 등)에 사용된 캐모마일의 품종을 잘 분류할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이들 연구결과로 미루어 볼 때, 향후 GC/MS 질량분석 데이터의 다변량 해석 방법을 적용함으로써 캐모마일 관련 상품의 품질, 안전성, 효능에 대한 관리뿐만 아니라 섞음질한 상품 및 대체품 사용에 대한 검출에 대해서까지 확인할 수 있음을 시사한다. 🌱



환경 중 미량 다이옥신 분석

환경 중 폴리 염화 디벤조-p-다이옥신(PCDD) 및 폴리 염화 디벤조 퓨란(PCDF) 이성질체를 분석하는 것은 굉장히 복잡하다. 따라서 이에 걸맞은 고감도 및 고선택성을 갖춘 시스템이 필요하며, 현재 기체 크로마토그래프/고해상도 질량분석기(GC/HRMS)를 표준방법으로 사용하고 있다(US EPA method 1613 등). 또는 EPA 8280 분석법의 경우 저해상도 질량분석기를 활용하고 있지만 이는 토양, 비산재, 슬러지 또는 이와 비슷한 시료 중에 존재하는 ppb 수준의 PCDD/Fs를 분석할 뿐만 아니라 환경시료에서 요구되는 ppt 수준에 미치지 못한다.

최근에는 식품 및 사료 중 다이옥신 분석을 GC/MS/MS와 GC/HRMS로 분석할 수 있게 되었고, 이는 환경 시료에의 잠재적 사용가능성을 시사한다. 본 연구에서는 GC/MS/MS의 환경 시료분석 적용 가능성을 평가하기 위해 저농도 환경시료를 GC/MS/MS와 GC/HRMS로 분석하여 비교해 보았다.

GC/HRMS 대 삼중 사중극자 GC/MS/MS

10~30 g의 토양 시료 22개를 EPA Method 1613에 따라 건조 \Rightarrow $^{13}\text{C}_{12}$ 치환 2,3,7,8-PCDD/F 대리표준물질 주입 \Rightarrow 유기용제로 추출 \Rightarrow 정제하였다. 또한 5개의 굴뚝 시료를 유럽 공기정화 방법인 EN 1948에 따라 전처리 하였다. 이들 시료는 Agilent 7890 GC/7000C QQQ 및 GC/HRMS를 이용하여 분석하였다.

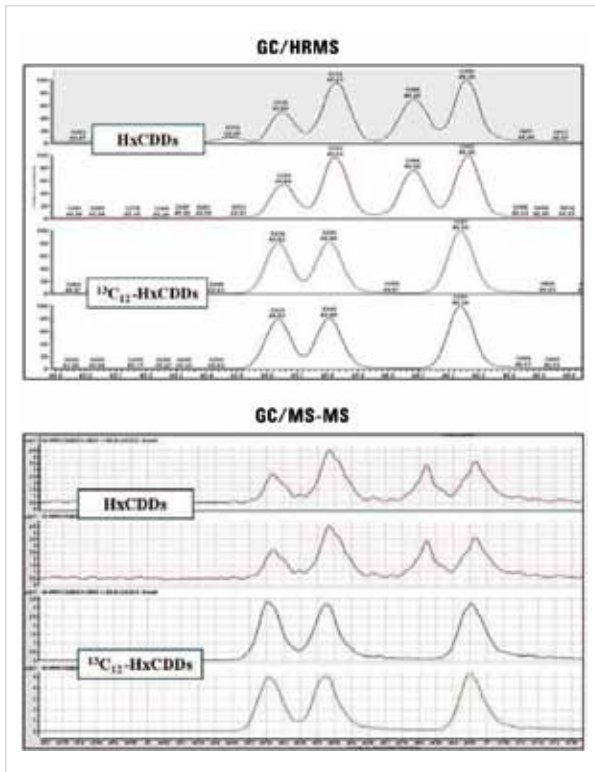
분석 데이터의 정량은 동위원소 희석법을 적용하였다. 검출한계는 각각의 시료에서 신호 대 잡음비 3:1에 기초하여 개별적으로 계산하였다. 농도는 기기 분석을 통하여 산출된 수치에 독성 등가계수(TEFs)를 곱하여 pg-TEQ/g 단위의 독성등가환산농도(TEQs)로 표시하였다. 또한 TEQ 계산을 위해 LOD 이하의 농도는 LOD의 절반 수준으로 간주하였다(중계해법, middle bound method).

선택성 비교

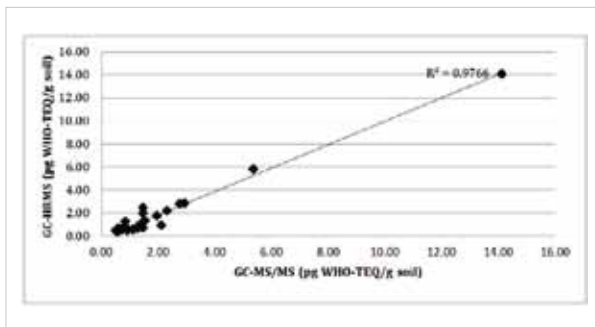
GC/MS/MS 기법의 선택성은 고해상도 분석기법과 비교할만한 수준이었다. <그림 1>은 GC/MS/MS와 GC/HRMS를 이용한 도시 공기 시료 중 6염화 다이옥신 동족체의 질량 크로마토그램이다. 이 시료의 농도는 46 fg-TEQ/m³로 일반적인 도심 대기 환경의 수준으로 볼 때 낮거나 중간 정도의 수준으로 볼 수 있다. 두 가지 기법을 통한 분석결과에서 모두 동일한 동족체의 피크가 비슷한 상대 강도 수준으로 명확히 검출되었고, 또한 환경대기 시료 분석에서 볼 수 있는 일반적인 피크 패턴을 반영한다.

<그림 2>는 GC/MS/MS와 GC/HRMS로 분석한 토양 시료의 PCDD/F 농도 (WHO-TEQ로 표시) 상관관계를 보여준다. 농도 수준이 낮음에도 불구하고 GC/MS/MS와 GC/HRMS로 분석한 농도 값이 서로 비슷하게 도출됨에 따라 R² 상관도가 0.97 정도로 상당히 높게 나타난다.

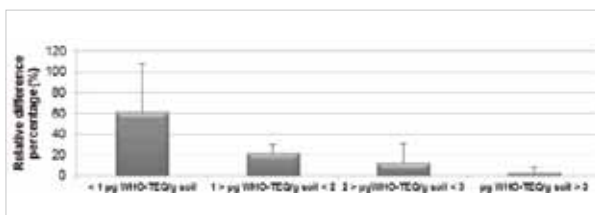
이들 상관관계는 농도의존적이다(<그림 3>). $\pm 4\%$ 로 표시된 상대오차는 1 pg WHO-TEQ/g 미만에서 61%였다(1 pg WHO-TEQ/g는 전세계 여러 나라에서 토양, 대기 중 다이옥신 잔류기준으로 설정하고 있는 수준에 비하면 10배 이상 낮은 농도 수



(그림 1) GC/HRMS와 GC/MS/MS를 이용한 저농도 도심 대기 시료(46 fg-TEQ/m³ 농도)의 6염화 다이옥신 동족체 질량 크로마토그램



(그림 2) GC/MS/MS와 GC/HRMS로 분석한 토양 중 PCDD/F 농도 상관관계



(그림 3) PCDD/Fs의 각기 다른 농도범위에서 GC/MS/MS와 GC/HRMS의 상대오차 퍼센트(%)

준으로 이해할 수 있다). 1 pg WHO-TEQ/g 초과 PCDD/F 농도에서는 평균 상대오차가 4% 수준으로 나타나는 것으로 미루어 볼 때 환경 토양 중 PCDD/F의 정량분석에 Agilent 7000 GC-QQQ를 활용할 수 있다고 판단된다. 그리고 전형적인 GC/HRMS 분석법에 대한 실질적인 대안적 방법으로써 GC/MS/MS를 적어도 스크리닝법으로 접근할 수 있을 것이다.

결과

본 연구를 통해 토양 또는 도시 고형 폐기물 조각로의 배출 가스 중의 다이옥신을 적어도 1 pg WHO-TEQ/g까지 GC/MS/MS로 분석할 수 있음을 확인하였다. 이미 유럽에서는 일정 농도 수준 이상에 대해 GC-QQQ를 이용한 다이옥신 분석이 가능함을 확인하고 2014년부터 식품 및 사료 중의 다이옥신 및 PCBs 분석법으로 GC/MS/MS를 활용하고 있다. 또한 본 연구 결과를 바탕으로 대기 배출가스 및 환경 시료 중 PCDD 및 PCDF 스크리닝 분석을 GC-QQQ로 할 수 있을 것으로 사료된다. 🌐



먹는 물 중 Formaldehyde 분석

서론

환경부의 수질오염 공정시험기준이 개정됨에 따라 formaldehyde를 기준에 제1법(고성능 액체 크로마토그래피, HPLC)과 제2법(기체 크로마토그래피, GC)으로 분석하다가 헤드스페이스와 기체 크로마토그래피-질량분석법(GC-MSD)으로 분석하도록 제3법 기준이 추가되었다. Formaldehyde는 수질오염 공정시험기준에 따라 헤드스페이스와 기체 크로마토그래피/질량 분석법으로 분석하고 최소검출한계(Minimum Quantitation Limit, MQL)는 10 ppb 이하로 설정되어 있다. 또한 검량곡선은 상관계수(R^2)가 0.98 이상이거나 감응계수(RF)의 상대표준 편차가 25% 이하여야 한다. 본 자료에서는 Teledyne Tekmar사의 HT3 headspace sampler와 Agilent사 GC/MSD를 이용하여 먹는 물 중 formaldehyde를 분석하였다.

실험조건

실험재료

- 내부표준용액 : 10 ppm p-bromofluorobenzene Internal Standard
- Formaldehyde 표준용액 : 5 ppm formaldehyde stock standard
- 유도체화 시약 : PFBHA solution
 - ※ 제조방법 : 증류수 1 mL에 1 mg의 O-(2,3,4,5,6-pentafluorobenzyl)hydroxylamine hydrochloride(PFBHA))를 녹인다.

검량선과 최소검출한계 작성

Formaldehyde는 매우 반응성이 큰 화합물로 분석기기에 도입되기 이전 안정화시키기 위해 O-(2,3,4,5,6-pentafluorobenzyl) hydroxylamine(PFBHA)로 유도체화시킨 후 안정한 상태의 pentafluorobenzyl oximes 형태로 만든다. Formaldehyde에 10 ppm 내부표준물질(p-bromofluorobenzene)을 20 μ L로 스파이킹 한 후 유도체화 시약인 PFBHA 용액을 1 mL 첨가한다. 그리고 각 바이알에 3 g 염화나트륨과 10 mL 증류수를 넣는다.

본 응용에 사용되는 Teledyne Tekmar사 HT3 headspace sampler는 보다 시료가 균일하게 섞일 수 있도록 삼각형모양의 헤드로 이루어진 sample loader/mixer를 추가 장착하였다. 검량선 작성과 최소검출한계를 결정하기 위해 formaldehyde의 농도는 <표 1>에 따라 제조되었다. 최소검출한계는 동일한 5 ppb 농도의 formaldehyde 표준물질 7개를 준비하여 동일한 HT3-GC/MSD 조건에서 분석하였다.

<표 1> 검량선과 최소검출한계 농도

최종 표준물질농도(ppb)	표준물질 부피(μ L)	시료부피(mL)
0	0	10
5	10	10
10	20	10
20	40	10
50	100	10
100	200	10

기기 분석조건

<표 2> HT3 headspace sampler 조건 (Static: 루프방식의 헤드스페이스)

Variable	Value	Variable	Value
Constant Heat Time	Off	Mixing Time	20.00 min
G.C. Cycle Time	NA	Mixing Level	Level 10
Valve Oven Temp	140 $^{\circ}$ C	Mixer Stabilization Time	3.00 min
Transfer Line Temp	180 $^{\circ}$ C	Pressurize	14 psig
Standby Flow Rate	50 mL/min	Pressurize Time	1.00 min
Platen/Sample Temp	80 $^{\circ}$ C	Pressurize Equil Time	0.20 min
Platen Temp Equil Time	0.10 min	Loop Fill Pressure	10 psig
Sample Equil Time	2.00 min	Loop Fill Time	1.00 min
Mixer	On	Inject Time	1.00 min

※ Dynamic(트랩방식) 헤드스페이스의 경우, 더 낮은 검출한계를 제공할 수 있지만 formaldehyde는 여러 용매(특히 메탄올)에 녹아있기 때문에 이는 검출한계에 영향을 받을 수 있다.

〈표 3〉 Agilent 7890B GC/ 5977 MSD 조건

Variable	Value
Column	Agilent DB-624UI, 20 m, 0.18 mm ID, 1 μm; Constant Flow 0.9 mL/min; Average Velocity 42.02 cm/sec
Oven Program	40 °C for 2 min; 10 °C/min to 210 °C, hold for 5 min
Inlet	Temp 200 °C; Helium Carrier Gas; Septum Purge Flow 0.5 mL/min, 1 mm IP Deact. Liner / Split Ratio - 15:1
MS	Source Temp 230 °C; Quad Temp 150 °C ; Solvent Delay 0.50 min; Atune; Transfer Line 225 °C ;Scan Mode: Trace Ion Detection On
Scan Mode	Scan-35.0 m/z to 270.0 m/z, Threshold 10, Sampling Rate N=3

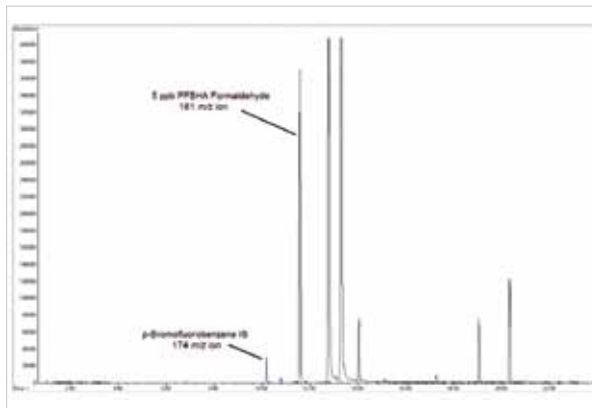
시료를 위의 농도로 준비한 후 〈표 2〉, 〈표 3〉에 따라 Teledyne Tekmar사 HT3 headspace sampler와 Agilent사 GC/MSD를 조건에 맞게 설정하여 분석한다.

결과 및 고찰

Teledyne Tekmar사 HT3와 Agilent GC/MSD로 분석한 formaldehyde의 결과 크로마토그램은 Agilent ChemStation 소프트웨어를 통해 쉽게 확인할 수 있다. 〈그림 1〉은 5 ppb의 formaldehyde 표준물질을 HT3의 static headspace 모드로 분석한 크로마토그램이다. Formaldehyde의 감응계수(RF)는 내부표준물질인 p-bromofluorobenzene와 비교하여 계산된다. 내부표준물질 계산에 사용된 정량이온 값은 〈그림 1〉과 〈표 5〉에 나와있는 174 m/z이다.

6개 농도별 표준물질로 상대감응계수(Relative RF, RRF)의 표준편차와 직선성 역시 계산되었다. 이 방법은 메탄올 내 존재하는 formaldehyde가 유도체화된 formaldehyde의 상당한 백그라운드 피크를 가지기 때문에 이에 따른 영향으로 RRF의 상대표준편차는 공정시험법에서 허용하는 범위인 25%을 넘게 된다. 따라서 RRF는 백그라운드 피크를 포함한 이전/이후로 나눠 계산되었다.

검출한계농도는 RRF와 백그라운드 피크의 면적을 제외한 RRF 검량곡선에 의해 계산되는데 그 검출한계시료 농도의 상대표준편차에 10을 곱하여 최종으로 계산된다. 〈표 4〉는 RRF와 백그라운드를 제외하여 계산된 RRF의 표준편차와 검출한계농도를 보여준다. 〈표 5〉는 상관계수(R^2)와 그것을 바탕으로 산출된 검출한계농도를 나타낸다.



〈그림 1〉 5 ppb formaldehyde 표준물질의 static headspace 분석결과 크로마토그램


〈표 4〉 HT3 headspace sampler와 GC/MSD(scan mode) 상대표준편차와 최소검출한계 결과데이터

성분	정량 이온	RRF Calculation			RRF Calculation Less background				
		% RSD	MLQ (ppb)	Calc recovery	% Theory	% RSD	MLQ (ppb)	Calc recovery	% Theory
p-Bromofluorobenzene IS	174	3.7	NA	NA	NA	3.7	NA	NA	NA
PFBHA Formaldehyde	181	27.9	11.7	7.8	156	16.0	9.8	5.2	105

〈표 5〉 HT3 headspace sampler와 GC/MSD(scan mode) 직선성과 최소검출한계 결과데이터

성분	정량 이온	Linear Calculation			
		R^2	MLQ(ppb)	Calc recovery	% Theory
p-Bromofluorobenzene IS	174	NA	NA	NA	NA
PFBHA Formaldehyde	181	0.9968	9.3	5.9	118

결론

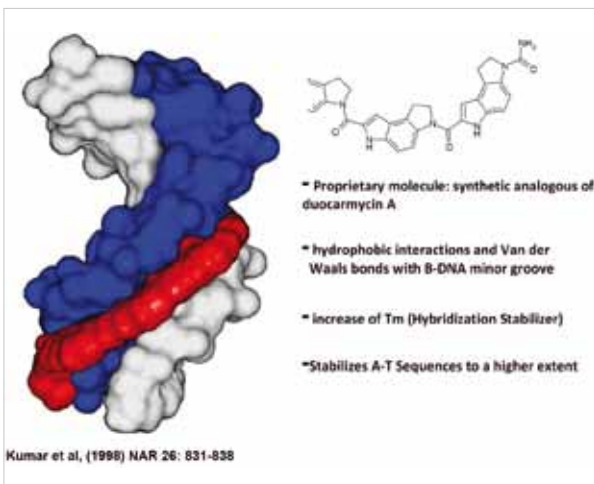
Teledyne Tekmar사 HT3 headspace sampler는 PFBHA로 유도체화시킨 formaldehyde를 검출하는데 있어 환경부의 수질오염공정 시험기준에서 요구하는 상관계수(R^2)와 최소검출한계 조건을 만족한다. 특히 PFBHA formaldehyde 백그라운드의 영향으로 상관계수(R^2)를 바탕으로 계산된 검출한계농도가 더 나은 결과값을 제공한다는 것 역시 확인하였다. 



Molecular Diagnostics Real Time PCR 기술

ELITech사의 MGB 기술

ELITe MGB™ kits는 ELITech Molecular Diagnostics Real Time PCR 기술에 기반한 ELITe MGB™ Probes를 사용한다. ELITe MGB™ Probe는 Superbases, Dark Quencher 기술을 갖춘 MGB를 사용하여, 낮은 background 형광 수준, 증가된 특이도, 민감도를 나타낸다. MGB는 이중 나선 DNA의 minor groove에 결합하는 분자이다. 이 결합은 probe와 증폭

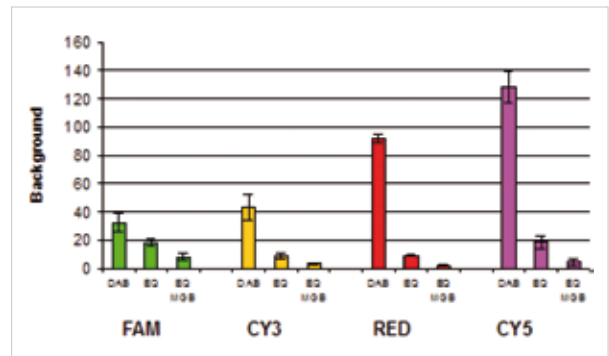


〈그림 1〉 DNA 구조와 MGB 구조

된 타겟 DNA 사이에 발생하는 혼성화의 안정도를 증가시킨다. 증가된 DNA-DNA 혼성 안정도는 더 높은 특이도를 갖는 더 짧은 detection probe 디자인을 가능하게 한다.

Superbases는 잘 알려진 자연 bases(A, T, G, C)에 대한 특별한 특성을 추가하기 위하여 화학적으로 고안된 nitrogenous bases이다. 이 특성은 높은 특이도를 갖는 probe 디자인을 최적화하거나 더 신뢰할만한 유전자 증폭 키트를 제공하도록 해준다. Dark quencher는 특정 형광단에 의해 방출되는 빛을 흡수(Quenching)할 수 있는 분자이다. ELITe MGB™ Probe에 사용된 Eclipse® Dark Quencher는 그 quenching 특성을 증가시키는 MGB 분자와 결합하여 noise 없이 넓은 범위의 형광단으로부터 유래한 방출 형광을 막을 수 있다.

Eclipse® Dark Quencher와 MGB의 시너지 효과



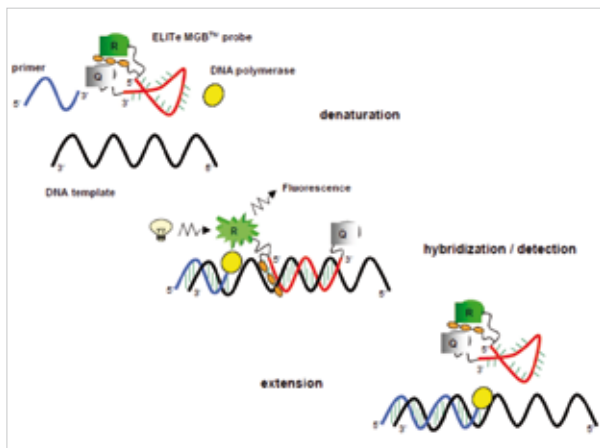
〈그림 2〉 다른 dyes/quencher 조합에 대한 잠존 background와 quenching effect 에서 MGB 효과 비교(DAB=DABCYL Quencher, EQ=Eclipse® Dark Quencher, EQ MGB=Eclipse® Dark Quencher plus MGB)

- 다른 Dye에 대한 효과적인 quenching
- MGB 결합은 quenching 효과를 증가시킴.
- 매우 낮은 background signal

ELITe MGB™ Probe 유전자증폭 사이클

ELITe MGB™ Probe는 3단계의 유전자증폭 사이클을 거친다.

STEP 1. Denaturation : Probe가 꼬여있는 상태로 용액 속에 떠다니며 형광을 내지 않는다.



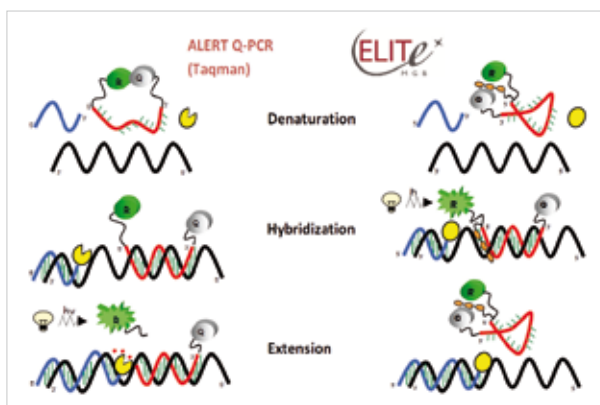
<그림 3> ELITE MGB™ Probe 유전자증폭 사이클

STEP 2. Hybridization : Probe는 DNA에 결합하면, reporter dye와 quencher가 분리되어 형광이 방출된다.

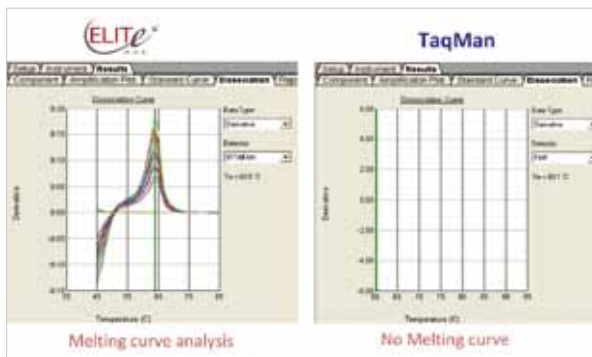
STEP 3. Extension : DNA 중합화 동안, probe는 중합효소로부터 제거된다. 용액에서 다시 꼬인 상태로 존재하게 되어 형광을 방출하지 않는다.

Alert Q-PCR과 ELITE MGB 기술 비교

DNA 증폭 동안, ELITE MGB™ Probe는 가수분해(TagMan probe와 동일)되어 증폭단계의 마지막에 해리곡선 분석을 수행할 수 있도록 해준다. 해리곡선 분석은 타겟 서열에 대한 probe의 pairing specificity를 평가하고 돌연변이 된 타겟 서열 바이러스를 확인하도록 하기 위한 유용한 도구이다.



<그림 4> ELITE MGB™ Probe 유전자증폭 사이클

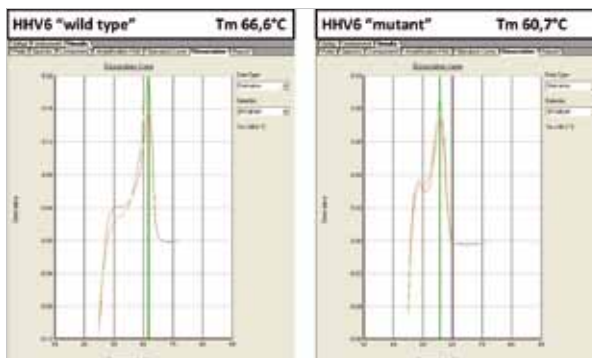


<그림 5> ELITE MGB™와 TaqMan의 해리곡선 비교

- ELITE probe는 반응 동안 가수분해 되지 않는다.
- 반응 마지막에 해리곡선 분석을 수행할 수 있다.
- 해리곡선 분석은 모든 probe/amplicon hybrid의 특정 Tm 값을 정하도록 해준다.

해리곡선 분석의 사용

유전자 증폭의 마지막에 각 샘플에 대한 해리 온도를 분석함으로써, 정량 분석의 정확도가 평가될 수 있다. <그림 6>의 HHV6 돌연변이 종의 경우, Taqman-based kit에서와 달리 MGB kit는 Real time PCR에서 돌연변이 종이 약 1 Log 적게 측정되었다. 이처럼, MGB kit는 Real Time PCR 반응의 정량 감지에 서 나타난 효과로 돌연변이 존재 유무를 감지할 수 있다.



<그림 6> 돌연변이 존재 유무에 따른 Tm 값 변화

CMV, EBV, BKV 항목의 경우 정량적 cut-off가 치료의 근거가 되기에 임상적 샘플의 결과에서 바이러스의 양이 적게 측정되었는지 확인이 필요하다.

다양한 진단 검사 장비/시약 개발, 제조



ELITechGroup은 프랑스에 본사를 두고 1997년에 설립된 회사로 전세계적으로 높은 인지도와 수준 높은 기술력을 바탕으로 다양한 진단검사 장비 및 시약을 개발 및 제조하는 회사이다.

ELITechGroup은 Clinical Chemistry, Microbiology, Molecular Diagnostics 및 Biomedical system 등의 다양한 분야에서 진단검사의학과와 환자에게 high-value diagnostics solution을 제공하고 있다.

ELITech Group은 1997년에 설립된 이후로 현재까지 Microbio, Wescor, Vital Scientific, InoDiag, Nanogen, SERFIB 및 Vital Diagnostics 등 많은 체외진단회사를 인수합병하면서 규모를 키워왔다. 현재는 오스트레일리아, 베네수엘라, 브라질, 프랑스, 이탈리아, 중동, 아프리카, 뉴질랜드, 세르비아, 스위스, 네덜란드, 영국 및 미국에 지사를 두고 있는 글로벌 체외진단 기업이다.

History of ELITechGroup

- 1997년 ELITechGroup 설립
- 2007년 Wescor 및 Vital Scientific 인수합병

- 2009년 Nanogen 인수합병
- 2012년 Vital diagnostics holding 인수합병
- 2013년 일본 PSS사와 공동으로 Real-time PCR full automation system 개발(모델명 : ELITe InGenius)

2016년 1월, 영인과학은 ELITechGroup의 사업부 중에서 Molecular Diagnostics 사업부와 국내 독점 계약을 맺고 신제품인 ELITe InGenius라는 제품을 국내에 출시하기 위해 현재 인허가를 진행하고 있다. ELITechGroup의 Molecular Diagnostic는 2009년에 인수합병한 Nanogen에 그 모태를 두고 있으며 현재는 이탈리아 토리노와 밀라노에 분자진단사업부가 위치하고 있으며, 미국 시애틀 근처의 Bothell이라는 곳에 R&D center가 있다.

ELITechGroup의 Molecular Diagnostic 제품은 크게 장비와 PCR Kit 두 가지로 나눌 수 있는데 장비는 Full Automation Real-time PCR 장비인 ELITE InGenius이며 PCR kit는 ELITE MGB Kit이다.

ELITE InGenius

ELITE InGenius system은 'sample-to-result'라는 컨셉을 가지고 있는 Full Automation Real-time PCR 장비이다.



Full Automation

- DNA/RNA 추출부터 real-time PCR로 정량분석까지 한번에
- 검사자의 hands-on-time을 최소화(약 5분)
- 결과분석의 자동화

High Flexibility

- 전처리된 하나의 검체로 최대 5가지 parameter를 검사할 수 있는 multiple PCR capability
- 하나의 extract kit로 DNA 또는 RNA 추출 가능
- Whole blood, plasma, CSF, nasal swab, stool, sputum 등 다양한 타입의 검체 적용 가능
- 추가검사를 위한 추출된 nucleic acid의 저장 가능

Unique menu

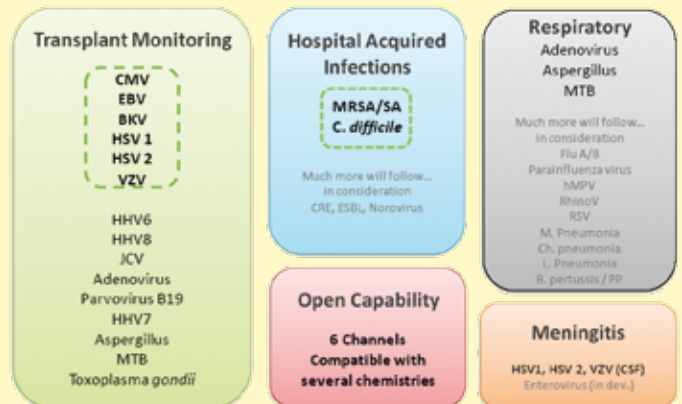
- Transplant Monitoring(이식환자 모니터링 검사) 및 HAI(Hospital Acquired Infection, 원내감염) 검사를 위한 완벽한 검사항목
- 각 검사실에 적합하게 검사항목 panel 적용 가능
- Viral 및 Bacterial application을 위한 universal extraction protocol

ELITE MGB kit

ELITE MGB kit은 ELITech Molecular Diagnostics Real Time PCR technology의 기초가 되는 ELITE MGB Probe를 사용하고 있다. ELITE MGB Probe는 백그라운드의 fluorescence(형광) level을 낮추고 sensitivity와 specificity를 높이기 위해 proprietary MGB, superbases 및 Dark Quencher 기술을 사용하고 있다.



ELITE MGB kit은 transplant monitoring 검사를 위한 다양한 항목을 검사할 수 있다. 



시험검사장비기록관리 소프트웨어 [Agilent] OpenLAB CDS version 2.0

새로운 세대의 OpenLAB CDS version 2.0은 시험검사장비별 다양한 운영 소프트웨어에 대한 습득과정과 그로 인한 다운타임을 제거하기 위해 OpenLAB CDS 하나의 소프트웨어로 크로마토그래프와 질량분석기 그리고 타 회사의 분석장비 제어와 데이터 처리가 가능한 전후 데이터 시스템입니다.

단순 메뉴 선택 또는 간단한 클릭만으로 사용하는 새로운 구성의 소프트웨어는 분석, 데이터 해석, 리포트까지의 모든 분석업무흐름을 보다 쉽고 빠르게 지원하며 중요한 정보는 먼저 확인하고, 빠른 문제해결을 위한 문제식별도구를 지원합니다. 또한, 기본 제공되는 감사추적기능은 데이터 무결성과 관련된 국내/외 규제를 모두 만족합니다.

특징

- Agilent GC, LC, GC/MS, LC/MS와 타사 장비까지 동일한 사용자 인터페이스, 하나의 소프트웨어로 운영/데이터 분석지원
- 필요한 도구와 정보만을 디스플레이 할 수 있는 새로운 사용자 인터페이스
- 자동연산으로 데이터 전환에 의한 에러제거
- 빠르고 쉬운 리포트 만들기 지원
- Peak Explorer로 중요한 정보는 먼저 확인, 빠른 문제해결을 위한 문제식별지원
- 실험실 효율 증대를 위한 데이터중앙관리지원
- 데이터 보안, 접근제한, 규제만족을 위한 기술제어기능 지원
- 감사추적, 전자서명지원
- 소프트웨어 운영의 빠른 습득을 위한 사용자 교육 비디오, 도구 지원
- OpenLAB CDS ChemStation, OpenLAB CDS EZChrom의 Method, Data, Report 등 호환



Every Day in Every Way! [Agilent] 1260 Infinity II LC

2016년 5월 10일, 독일 뮌헨에서 진행된 Analytica 2016에서 Agilent Technologies사는 2016년도 HPLC 신제품인 'Agilent 1260 Infinity II LC'을 전세계에 공개했습니다.

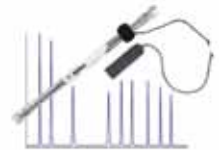
기존 Agilent 1200 Infinity series LC 중 1260 Infinity LC는 범용적인 장비로 다양한 응용분야에 끊임없이 운영되고 있는 가장 많은 사랑을 받고 있는 장비인데, 이 장비가 'Agilent 1260 Infinity II LC'로 탈바꿈을 했습니다.

Agilent 1260 Infinity II LC는 유럽의 RoHS(유해물질사용제한) 규제에 만족하는 친환경적인 분석기기이며 인체공학적으로 설계되어 더 안전하고 편하게 LC를 운영 및 유지보수 관리할 수 있게 되었습니다.

또한 모든 방면에서 매일같이 사용하면서 신뢰 높은 결과를 얻을 수 있도록 성능이 향상되었을 뿐만 아니라, 1290 Infinity II LC만이 가지고 있었던 획기적인 기술을 1260 Infinity II LC에도 도입하여 보다 향상된 분석 효율, 기기 효율, 실험실 효율을 매일 누릴 수 있습니다.

매일 경험하는 분석 효율

최신 HPLC 컬럼 기술 및 HPLC 관련 공급품과 함께하는 믿음직한 시스템으로 매일 한결같은 분리과 검출 성능이 보장되어 신뢰 높은 결과 획득



매일 획득하는 기기 효율

쉬운 컬럼 핸들링 및 우수한 시료 운영으로 시료 제출에서부터 분석까지 빠른 회전 시간 및 최대 기기 활용 보장



매일 실현되는 실험실 효율

현재 사용하는 장비와 새로운 장비간의 분석법 적용이바로 가능하며 업그레이드도 순차적으로 가능하기 때문에 제한된 예산안에 최고 성능 시스템으로의 변화 가능



자료번호 72-07

자료번호 72-08

수분 제거가 탁월한 퍼지엔트랩 [Teledyne Tekmar] Lumin Purge and Trap Concentrator

Teledyne Tekmar사 Lumin은 이전 퍼지엔트랩 모델인 StratUm보다 업그레이드된 버전으로 시료내 수분을 제거하는데 있어 기존 모델보다 향상되었다는 큰 특징을 가진다.

또한 사용자가 유지보수하기 쉽도록 solenoid valve를 하나의 manifold로 통합시켜 효율성을 극대화되도록 설계되었다. 따라서 Lumin은 기존 퍼지엔트랩이 가지고 있던 한계점을 보완한 최적의 퍼지엔트랩이라고 할 수 있다.

특징

- Trap의 신속한 cooling을 위한 별도의 fan 장착(시료 처리량 증대 효과)
- 사용자의 손쉬운 유지보수를 위해 하나로 통합된 solenoid valve manifold 제작
- 이전 StratUm PTC모델보다 향상된 수분 제거 효율
- 컴퓨터 통신을 RS 232 cable로 하지 않고 USB로 통신 가능

응용

- 먹는 물, 폐수 중 극미량의 휘발성 유기화합물 (volatile organic compounds, VOCs) 분석



Real-time PCR 분석까지 한번에 [ELITechGroup] ELITE InGenius

ELITE InGenius는 cassette-based 방식으로 DNA/RNA를 추출하여 real-time PCR 분석까지 한번에 전자동으로 진행하여 "sample-to-result solution"을 제공하는 full automation 장비입니다.

Full AUTOMATION

- Touch screen interface를 사용하여 nucleic acid extraction, real-time PCR amplification 및 result analysis 등 분자진단검사의 모든 단계를 하나의 platform에서 해결
- Primary tube의 직접 장착 가능, 검사자의 hands-on-time 최소화

Efficient PERFORMANCE

- Sonication, thermal 및 chemical에 의한 검체 전처리와 함께 magnetic beads technology를 사용하여 low volume sample에서 high yield의 extraction 가능
- MGB technology를 사용하여 정량 및 정성 application을 위한 CE-IVD real-time PCR menu
- 일원화된 cassette-based format을 채택하여 결과의 높은 정확도와 시약 소모의 최소화

Unrivaled FLEXIBILITY

- 다양한 sample matrices로 한번에 12개 검체까지 검사 가능
- 검사실의 환경 및 각 환자에 맞춰 추출된 한 개의 nucleic acid로 다양한 항목 검사가 가능한 multiple PCR 가능
- 추가적인 검사 및 재검사를 위한 추출된 nucleic acid의 저장 가능
- 다양한 operation mode 가능 : extraction only, amplification only 및 extraction & amplification

Unlimited MENU

- 이식 환자를 위한 완벽한 transplant monitoring menu
- Laboratory developed assay도 적용 가능



Agilent HPLC Lamp 사용시간 확인 방법

- **증상** Noise 증가, Intensity 저하
- **원인** Lamp 사용시간 초과 외
- **조치** Lamp 사용시간이 초과되었을 경우 Lamp를 교체하여 사용한다.



① 바탕화면에서 온라인 아이콘을 클릭합니다.



② 우측 중앙 ON 버튼을 클릭하여 시스템 전체를 ON 합니다.



③ 각 모듈의 상태표시등이 녹색이 되기를 기다립니다.



④ 램프 TAG로 마우스 커서를 이동합니다.(OpenLAB CDS ChemStation 버전에 따라 상이할 수 있습니다.)



⑤ 버닝타임(램프 사용시간)과 미니멈 라이프타임(램프의 수명시간)을 확인합니다. 버닝타임이 미니멈 라이프타임을 초과하는 경우 새 램프로 교체합니다.

※ 램프의 수명은 사용 환경에 따라 변할 수 있습니다.

* 유튜브(YouTube)에서 '영인과학'을 검색하시면 동영상으로 자세한 내용을 확인하실 수 있습니다.

실험실안전을 고려한 유틸리티 설비, 실험실 가스라인 컨설팅



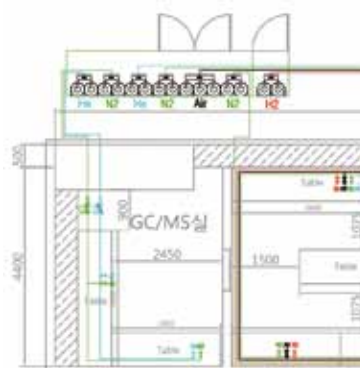
실험실 내 유틸리티 공사는 사용하는 장비와 실험방식에 따라 다양하게 진행된다. 특히, 장비와 연결되는 유틸리티는 실험결과와 연구원의 안전과 직결되는 부분이기 때문에 전문적인 시공을 진행해야 한다.

실험실 유틸리티 공사 중 가스라인 설비는 일반 가스라인 설비와 달리 가스와 장비를 직접 연결하여 사용하지 않는다. 중간 조절기를 통해 가스의 압력 및 사용량을 맞추어 유입량이 변하지 않도록 공급하는 것은 실험결과가 변하지 않도록 하는 것에 매우 중요하다.

또한 분석에 이용되는 가스 중 소량 누출에도 인체에 유해한 가스가 존재하며, 최근 발생한 가스 누출사고와 같이 대량 누출시 실험자의 안전 뿐 아니라, 주변 환경과 사람들을 위협할 수 있기 때문에 각별히 신경써야한다.

와이에스엔의 실험실 가스 설비 컨설팅은 다양한 분야의 가스 설비 노하우와 안전규정에 맞추어 컨설팅을 진행하여 연구원의 안전 및 효율성을 높여 준다.

가스 전문 도면 제공



실제 가스 설비 시공 사례



Translocation과 세포이동(Cell Migration) 등 Live cell 관찰을 위한 Live Cell Imager



세포이동(Cell Migration)이란?

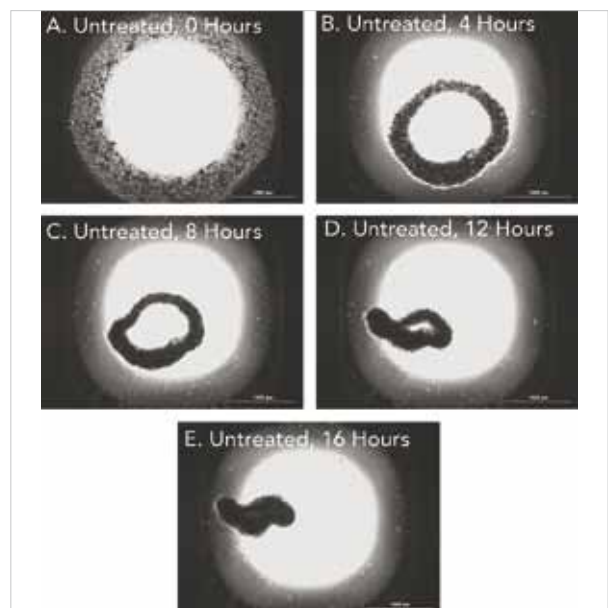
세포이동(Cell migration)은 생물학적 또는 환경적인 신호에 의하여 세포가 이동하는 것을 말하며, 동물의 성장 및 생리활동을 위해 필수적인 과정이다. 세포이동은 배아의 발생, 상처치료, 면역반응, 암의 전이 등 여러 생명현상에서 매우 중요한 역할을 한다.

세포이동 측정 방법

세포이동을 연구하는 실험 방법에는 여러 가지가 있다. 그 중 in-vitro 실험에서 자주 쓰이는 방법은 scratch assay 방법이다. 이 방법은 단층으로 배양한 세포의 일부분을 기계적인 방법(긁어내기) 등으로 제거한 후 재배양하여 시간에 따라 제거된 영역으로 주변세포가 이동해 가는 모습을 관찰하는 방법이다. 세포의 종류에 따라 이동속도 및 배양의 차이가 있지만, 보통 이와 같은 실험은 수 일이 소요되므로 장기적인 관찰이 필요하다.

Lionheart™ FX Automated Live Cell Imager

BioTek에서 새롭게 출시된 Lionheart™ FX Automated Live Cell Imager는 live cell imaging 장비로, 살아있는 세포를 실시간으로 확인할 수 있다. 또한 brightfield, color brightfield,



〈그림 1〉 Untreated(0 μM cytochalasin) primary fibroblasts and keratinocytes. 2x brightfield images captured from individual wells of untreated co-culture incubated for (A) 0 hours: (B) 4 hours: (C) 8 hours: (D) 12 hours: (E) 16 hours

phase contrast(위상차), 형광 채널에서 최대 100x 배율 렌즈 사용과 오일 이멀전 확대가 가능하여 kinetic live cell imaging에 최적화된 자동 디지털 현미경이다.



All Inclusive Microscopy System

Lionheart FX는 일반적인 현미경의 기능을 뛰어 넘은 자동화된 디지털 이미징 시스템이다. 기존의 수동 방식 현미경은 살아 있는 세포의 이미지를 측정하기 위하여 복잡하고 다양한 모듈을 이용해야 했다. 그러나 Lionheart FX는 기품있는 디자인과 더불어 모든 중요한 구성 요소를 이용하기 쉽게 통합하여 작은 사이즈로 제작되었다.

Automated Kinetic Live Cell Assay

6-에서 1,536-well microplates, 세포 배양 접시, 플라스크, 챔버 슬라이드, 카운팅 챔버 등의 다양한 포맷을 지원한다. 모든 측정 모드에서 1.25x 부터 100x 배율 렌즈를 최대 6개 장착할 수 있고, 오일 이멀전 전용 렌즈도 있다. 최대 40 °C 온도 조절 기능과 CO₂/O₂ 조절을 통하여 장시간의 세포 배양과 이미징이 가능하다. 보다 최적화된 live cell imaging을 위하여 항온·항습기와 시약 분주 기능을 추가할 수도 있으며, 커버를 이용해 장비 내부에 들어오는 빛을 완전히 차단할 수 있다.

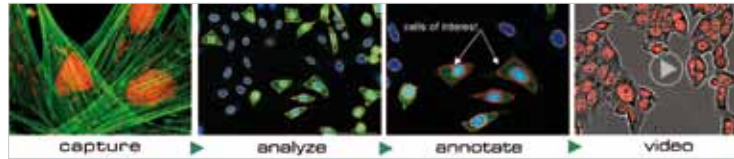


New Gen5™ 3.0 Software

새로운 Gen5™ 3.0 소프트웨어는 완벽한 온도, 가스, 습도 조절은 물론 end point, montage, kinetic 이미지 캡처를 빠르고 간편하게 할 수 있도록 업그레이드 되었다. 주석달기 기능은 실시간으로 측정된 이미지의 마크업에 도움을 준다. 기초부터 상급까지의 분석 기능도 매우 쉽게 이용할 수 있어 강도 높은 소프트웨어 교육을 받을 필요가 없다.

Wide Range of Imaging Applications

이미지 기반 및 레이저 오토포커스(autofocus)를 사용한 brightfield, color brightfield, phase contrast, fluorescence의 다양한 이미지 측정 모드로 폭넓은 이미징 어플리케이션을 이용할 수 있다.



〈그림 2〉 세포 이동 측정 방법

제품문의 및 카탈로그 신청은 영화과학 생명과학 마케팅팀(02-2140-5472)으로 연락주시기 바랍니다.

원심분리시 사고 예방과 안전한 사용을 위한 지침서

Thermo Scientific사 Sorvall 원심분리기

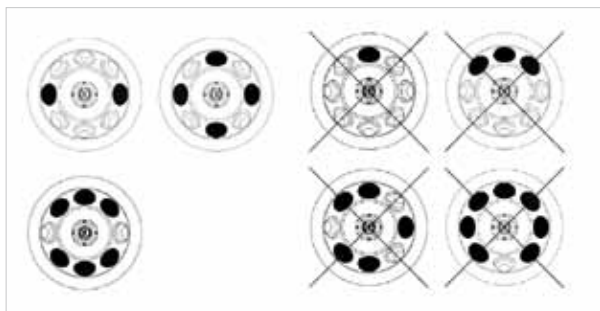


원심력은 우리 생활 속 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 회전하는 물체의 중심에서 바깥쪽으로 작용한다. 실험실에서 사용하는 기초장비인 원심분리기도 마찬가지로 큰 원심력을 이용하여 빠르게 혼합물을 분리, 정제, 농축하는 장비이다. 원심력의 크기는 [질량×반지름×각속도]의 제곱이므로 각속도를 조절하면 원심력의 크기를 조절할 수 있게 된다. 하지만 원심분리기는 원심력을 이용하는 장비이니만큼 잘못 사용할 경우, 큰 사고로 이어질 수 있다. 한국에서도 원심분리기 오 사용으로 로터가 챔버를 뚫고 실험실 천장까지 튀어올라 천장이 무너졌던 매우 위험한 사례가 있으므로 안전한 사용법을 잘 숙지하고 있어야 한다.

원심분리기 사고 예방을 위한 주의사항

원심분리기의 사고는 로터로 인해 발생하는 경우가 대부분이므로 각별히 주의하여 다뤄야 한다. 그렇다면 로터의 사고를 발생시키는 주요 요인은 무엇이 있으며 어떻게 하면 안전하게 사용할 수 있을까?

샘플의 불균형 로딩(Imbalance sample loading)



〈그림 1〉 로터안 샘플탑재의 바른 예와 나쁜 예

로터에 튜브를 탑재 시, 튜브 안 샘플의 양을 동일하게 맞추고 로터에 대칭으로 탑재하여야 한다. 불균형 상태로 로터가 회전하게 되면 축이 기울고, 최악의 경우는 로터가 축 밖으로 이탈하게 된다. 최근에는 원심분리기 자체 기능으로 양쪽 평형을 자동으로 감지하여 Error 코드가 뜨거나 어느 정도의 불균형(20g~120g까지, 제조사별 상이)은 자동 보정해 주는 안전장치가 있다. 하지만 깔끔한 샘플 면을 얻기 위해서는 균형을 정확히 맞추어 주어야 하고, 특히나 자동보정이 없는 오래된 원심분리기에서는 샘플 균형을 꼭 맞추어야 사고를 예방할 수 있다.

로터의 물리적 부식(Stress corrosion from cracks)



〈그림 2〉 수명이 다한 로터 원심분리 시, 로터의 균열발생 과정

다음으로는 로터의 권장 수명을 지키고 사용 전 외관 상태를 항상 확인해야 한다. 로터는 원심분리기 안에서 높은 G-force에 계속해서 노출되면서 조금씩 변형이 일어나므로 일정사용기간 후에는 교체해 주어야 안전하게 사용할 수 있다. 메탈 로터의 경우 보통 권장하는 사용 기간은 약 7년~10년이며 카본 로터는 15년 이상이다. 메탈 로터는 수명이 다하면 까맣게 변하며 이는 언제든 금이 갈 수 있는 상태이니 꼭 사용기간을 지켜서 사용하여야 한다.

로터 표면의 화학적 부식(Surface corrosion by chemicals)

마지막으로 로터가 화학약품에 노출되어 메탈 로터가 부식되는

것을 주의하여야 한다. 산이나 염기성 시료를 원심분리하는 과정에서 튜브 안 샘플이 누수 되어 로터에 접촉하게 되면 메탈 로터는 매우 쉽게 부식된다. 반면 카본 로터의 경우, 소재 특성상 화학약품에 매우 강하여 부식이 되지 않기 때문에 보다 안전하게 오랜 기간 동안 사용할 수 있으니 가급적 카본소재의 로터 사용을 추천한다. Thermo Scientific사 Sorvall은 원심분리기의 안전한 사용을 위해 카본소재로 로터를 제조하여 안전한 원심분리기를 제안하고 있다.

기존 메탈 로터 VS 신소재 카본 로터

탄소 섬유는 당기거나 구부리는 힘에 매우 강하며(높은 인장 강도), 가벼운 무게, 낮은 열팽창률 등의 특성으로 인해 항공우주 산업, 토목건축, 자동차, 스포츠분야 및 최근에는 과학기기의 소재로도 각광받고 있다.



〈그림 3〉 카본소재의 다양한 활용의 예(왼쪽 시계방향으로 카본소재 전기자동차, 카본소재 자전거, Thermo Scientific사 Sorvall 카본 로터)

〈표 1〉 메탈과 카본의 차이점

	메탈(알루미늄)	메탈(티타늄)	카본소재
Chemical 호환성	산, 염기에 매우 민감	산, 염기에 민감	산, 염기에 매우 강함 (부식 없음)
강도	균열 발생	수축 현상	매우 강함 (균열 및 수축현상 없음)
무게 및 기타 특성	무거움, 회전시 고에너지 필요	가벼움, 회전시 고에너지 필요	가벼움, 에너지절약, 환경친화적 소재, 샘플 온도 보존

〈표 1〉은 카본과 메탈의 차이점을 비교해 보여주고 있다. 카본 로터는 메탈인 알루미늄 로터에 비해 가볍고 부식에 강한 성질

을 가지기 때문에 현존하는 로터 중 가장 오랫동안 안전하게 사용할 수 있다.

Thermo Scientific사 Sorvall 신소재 카본 로터 특성

보통 로터는 메탈로 만들어져 있는데, 알루미늄과 같은 금속은 특성상 매우 높은 운동에너지를 갖고 있다. 그 예로 1g의 메탈이 10,000 xg의 원심력을 받으면 10,000 g(=10 kg)의 힘을 갖게 되어 원심분리기 챔버를 뚫을 수 있고, 10 kg의 로터는 10만 kg의 힘을 갖게 되어 벽까지 뚫을 수 있는 매우 위험한 무기가 된다. 그러나, Thermo Scientific Sorvall 만의 특허 제품인 카본 로터는 탄성이 적고, 운동에너지가 알루미늄보다 훨씬 낮기 때문에 혹시 사고가 발생하여도 위험성을 최소화할 수 있다(〈표 2〉).

〈표 2〉 카본과 알루미늄의 탄성/운동에너지 값 비교표

I_p (polar moment of inertia)	Max Kinetic Energy (E_k) at Rated Speed	Material
3.0 L ROTOR CATEGORY		
1.18	53,926	Carbon Fiber
2.094	95,680	Forged Aluminum
2.148	98,147	Forged Aluminum
1.5 L ROTOR CATEGORY		
0.530	47,473	Carbon Fiber
0.910	81,497	Forged Aluminum
0.940	84,197	Forged Aluminum
0.980	87,780	Forged Aluminum



〈그림 4〉 로터 이탈로 망가진 챔버

원심분리기는 쉽고 간편한 장비이지만 가장 위험한 장비이기도 하다. 로터의 특성을 잘 알고 사용하면 본체의 수명도 증가하고 실험실 안전도 지킬 수 있다.

Thermo Scientific사 Sorvall 원심분리기에 대한 문의는 영인프런티어 마케팅1팀(02-2140-3347, gypark@younginfrontier.com)으로 연락주시기 바랍니다.

자동차 산업에서의 휴대용 성분 분석기 활용



자동차 산업에서 자재 검수의 중요성

자동차 산업에 종사하는 엔지니어들에게 정확한 자재의 사용이란 잘못된 자재의 사용을 예방한다는 면에서 매우 중요하다. 자동차 산업에서는 각기 다른 자재가 같은 부품이나 제조 중인 차량 등에 사용되는 일이 종종 있으며 가끔 자재가 섞이기도 한다.

제조업체들은 원자재를 고정적으로 공급하는 공급자들에게 모든 원자재의 타이트한 관리를 지시하여 엄격한 품질 공정(예컨대 PPAP: 자동차 제조 공정 과정에서의 제품 승인 절차)을 유지하고 있다. 공급자가 승인 받지 않은 강종이나 다른 자재를 보낼 경우 그 공급자의 신용과 수익 면에서 불이익이 갈 수도 있다. 간혹 제조업체 측에서 PPAP 승인을 받지 못한 공급자가 있을 경우 생산 라인을 정지시키거나 그로 인해 발생한 손해에 대해 공급자에게 청구하기도 하는데 대부분의 공급업체들은 최선을 다해 규정을 지키고 있다.

자동차 제조업체들은 원자재를 수입하면서 반드시 품질 보증이나 품질 관리 등의 테스트를 한다. 자동차 산업에서 다른 자재가 같은 파트나 제품에 사용되었을 때 원자재에 대한 테스트를 진행하며, 특히 누가 봐도 다른 자재인 것처럼 보일 때는 더욱이 그렇다. 금속 성분 분석기(XRF 분석기) 델타는 대상을 파괴하지 않고 여러 강종이나 금속의 성분을 확인하는 것이 가능하기 때문에 품질 관리에 있어서 매우 중요한 도구로 사용된다.

QC와 PMI를 위한 Olympus 델타 성분 분석기

성분분석기 델타는 자동차 산업에서 강종의 정확한 규격을 빠르고 알맞게 확인할 수 있는데 모든 분석은 완벽한 비파괴 분석으로 이루어진다. 델타는 수초 이내에 강종 이름과 강종의 화학적 구성(30개 이상의 원소를 일제히 보여줌)을 분석하여 보여줌으로써 사용자가 기술적인 강종 규격의 분석 결과를 매우 쉽게 비교하여 규격에서 벗어난 성분이나 불순물 성분을 빠르게 확인할 수 있도록 한다.

분석 결과는 분석기에 자동 보관되거나 컴퓨터에 파일로 보관할 수 있다. 델타의 PC 소프트웨어는 분석 결과를 간단한 보고서 형태로 만들어 주며 분석 결과를 블루투스 프린터로 즉시 전송하여 출력할 수 있다. 델타 분석기가 자동차 산업에서 유용하게 쓰일 수 몇가지 기능들은 아래와 같다.

- 포괄적인 강종 규격 : 500개 이상의 국제 표준 규격 정보가 입력되어 있다. 불순물, 산업 표준 등 손쉽게 강종을 매칭할 수 있으며 사용자가 규격 정보를 수정하거나 만들어 나만의 규격을 사용할 수도 있다.
- 신속 정확한 경원소 분석 : 안정된 X-ray 튜브와 SDD 디텍터, 최적화된 전자공학적인 디자인의 결합으로 PMI 분석에서 필요로 하는 최상의 성능을 보여준다.
- 스마트한 자료 처리 능력 : 오래 전에 분석한 분석 데이터는 자동으로 지워준다.

- 캘리메이터 기능 : 캘리메이터 기능으로 사용자가 매우 작은 크기의 특정 부위를 분석할 때 그 특정 부위만 분석할 수 있다.
- 카메라 기능 : 분석 표면을 카메라로 촬영하여 저장하거나 기록할 수 있다.

적용 사례

델타 분석기는 캘리브레이션을 통해 입력된 기본 데이터와 규격 정보, 알고리즘을 통해 PMI 응용분야에서 주로 사용되는 원소들을 더욱 빠르고 낮은 검출 한계로 분석 가능하다. 자동차 산업의 자재검수 작업을 위한 델타의 능력으로 아래 3가지 예시에 대해 데모를 진행하였다.

- 1) 합금강 중 4140과 4340 합금은 크랭크축, 기어, 스플라인, 차축과 같이 고강도 합금이 필요한 부분에 주로 사용되는 강종이다. 아래 사진은 델타를 이용하여 두 강종을 분석한 결과 화면이다. 이 두 가지 강종은 크롬과 몰리브덴 함량이 비슷하여 자칫 혼동될 가능성이 있는데 델타 분석기는 4340의 니켈 함량을 쉽게 파악할 수 있기 때문에 두 강종의 차이를 명확하게 구분할 수 있다.

Element	%	+/-	Spec (4140)
Si	0.3	Nom.	[0.15-0.35]
Cr	1.07	0.02	[0.80-1.10]
Mn	0.91	0.03	[0.75-1.00]
Fe	97.59	0.04	[97.23-98.30]
Mo	0.189	0.005	[0.15-0.25]
Not Detected			

Element	%	+/-	Spec (4340)
Si	0.2	Nom.	[0.15-0.30]
Cr	0.85	0.04	[0.70-0.90]
Mn	0.82	0.06	[0.60-0.80]
Fe	95.87	0.12	[95.63-96.85]
Ni	1.73	0.09	[1.65-2.00]
Cu	0.20	0.04	Tramp[0.36]
Mo	0.31	0.01	[0.20-0.30]

- 2) 스테인레스강인 304와 303은 고온이나 내부식성이 필요한 곳 또는 파스너에 주로 사용된다. 이 두 강종 사이의 규격 차이는 매우 미세하여 대부분의 원소 규격이 겹치는데 다만 딱 하나, 303에 황 성분이 있다는 것이 다르다. 바로 이 점을 델타가 정확하게 검출할 수 있기 때문에 구분이 가능하다.

Element	%	+/-	Spec (304)
Si	0.35	0.03	[0.00-1.00]
S	0.11	0.01	Tramp[0.15]
Cr	18.06	0.10	[18.00-20.00]
Mn	1.74	0.06	[0.00-2.00]
Fe	70.74	0.14	[65.03-74.00]
Ni	8.38	0.10	[8.00-10.50]

Element	%	+/-	Spec (303)
Si	0.34	0.03	[0.00-1.00]
S	0.50	0.02	[0.15-0.75]
V	0.11	0.01	Tramp[0.15]
Cr	18.22	0.10	[17.00-19.00]
Mn	1.92	0.06	[0.00-2.00]
Fe	68.73	0.14	[65.83-75.00]
Ni	9.64	0.11	[8.00-10.00]

- 3) 매우 비슷한 두 개의 알루미늄 강종이 전혀 다른 부분에 사용되기도 하는데 6061은 구조물이나 고강도가 요구되는 분야에 사용되는 반면 6063은 장식물이나 바다 패널에 사용된다. 델타는 두 강종 사이의 차이점을 6061의 구리 함량으로 구분할 수 있다.

Element	%	+/-	Spec (6061)
Ti	0.11	0.03	[0.00-0.15]
Cr	0.25	0.02	[0.04-0.35]
Mn	0.042	0.008	[0.00-0.15]
Fe	0.34	0.01	[0.00-0.70]
Ni	0.052	0.004	Tramp[0.07]
Cu	0.285	0.008	[0.15-0.40]
Zn	0.079	0.003	[0.00-0.25]

Element	%	+/-	Spec (6063)
Mg	0.73	0.19	[0.45-0.90]
Al	98.38	0.19	[97.75-99.35]
Si	0.51	0.02	[0.20-0.60]
Fe	0.25	0.01	[0.00-0.35]
Ni	0.015	0.003	Tramp[0.05]
Cu	0.062	0.004	[0.00-0.10]

이렇게 휴대용 성분 분석기의 기술은 모든 자동차 산업 분야에서 강종을 취급할 때 빠르고 정확한 자재 검수용으로 사용될 수 있다. 자동차의 각종 부품이나 구조물 제작에 있어 정확한 품질 관리에 많은 도움을 주며 작업장 어디든 사용이 가능하다.

똑! 소리 나는 저울 선택 및 사용 Tip



무게를 측정하는 일은 실험실 뿐만 아니라 일상 생활에서도 다양하고 기초적으로 행해지는 일이다. 그로 인해 무게의 단위도 국제단위(SI)인 kg 뿐만 아니라 근, 톤, 파운드 등 여러 가지 단위가 상용되고 있다. 여러 분야에서 광범위하게 사용되는 만큼 무게 측정에 사용되는 저울의 종류 역시 용도에 따라 다양한데, 특히 실험실에서 사용되고 있는 정밀저울의 경우, 나노과학의 발달로 인해 ppm, ppt 단위의 미량시료를 측정해야 하기 때문에 정확, 정밀성 및 재현성이 저울 선택의 중요한 조건 중 하나가 되었다.

올바른 저울의 사용방법

- 기본 중의 기본! 저울 내부에 위치한 로드 셀의 수평 정도에 따라 측정값이 달라지므로, 저울의 수평은 계량 전에 맞춰야 한다.
- 저울을 설치하고 최소 30분 이상 워밍업을 통해 환경에 적응시키는 것이 좋다.
- 저울의 전원을 껐다, 켜다 하는 것 보다는 전류가 계속 흐르는 스탠바이(stand-by) 상태로 유지해야 안정화된 측정값을 얻을 수 있다.
- 용기와 분동은 지문이나 손의 온도에 의해 오차를 야기할 수 있으므로 손으로 만지지 않는다.
- 계량 값이 표시된 후 3초 이상 변화가 없으면 결과치를 읽는다.
- 샘플을 담은 용기는 가능한 작을수록 좋다.

저울의 오차를 일으키는 요인

온도	오차 발생의 주요 요인 중 하나로, 온도가 변하면 계량 셀 내부 부품의 각각 다른 열팽창계수로 인해 오차가 발생한다. 온도에 민감한 계량 셀을 일체형 합금 셀인 "모노리틱 셀"을 사용하면 열팽창계수 차이에 따른 오차를 줄일 수 있다. 4시간 동안 온도 변화 1~2 ℃ 이내로 유지하고 직사광선은 피해야 한다.
진동	계량실은 진동으로부터 보호되어야 정확한 값을 측정할 수 있으므로, 지상 1층이나 지하가 계량실의 위치로 적합하며 한쪽 구석에 위치하는 것이 좋다.
바람	심한 공기흐름을 조성할 수 있는 에어컨이나 팬 근처는 값이 흔들릴 수 있으므로 피하자.
습도	공기 중의 습도는 45~60%일때가 이상적이며, 35% 이하의 낮은 습도는 정전기를 유발할 가능성이 크다.
정전기	정전기 힘은 무게측정과 반복되는 계량 과정에서 계량 값에 대한 재현성을 떨어뜨려 오차를 가져온다. 정전기 방지용 스프레이나 이온발생용 송풍기로 정전기를 약화시킬 수 있다.
자기장	일반적으로 저울의 내부에는 전자석이 들어있으므로, 자기장의 영향으로 저울의 오작동이 발생할 수 있다.

알고 고르자! 실험실 저울 선택 요령

실험실에서 주로 사용되는 전자저울은 최소 눈금에 따라 나눌 수 있으며, 실험의 응용에 맞게 선택해야 한다(〈표 1〉). 실험에 맞는 저울을 고르기 위한 선택 사항은 〈표 2〉와 같다.

〈표 1〉 최소 눈금에 따라 분류한 전자저울의 종류

최소눈금	Balance type
0.1 g~1 mg	Top loading Balance
0.1 mg	Analytical Balance
0.01 mg	Semi-micro Balance
0.001 mg	Micro Balance

〈표 2〉 실험에 맞는 저울을 고르기 위한 선택사항

Q. 소수점 몇 째 자리까지 나타낼 수 있는가? - Readability(가독성)
Q. 최대 측정용량은 얼마인가? - Weighing Capacity
Q. 내부분동인가 외부분동인가?
Q. 안정화 시간은 얼마나 걸리는가? - Response Time
Q. 재현성 및 정확도 허용가능 오차범위는 어느 정도인가? - Repeatability, Linearity
Q. 저울 사용시 필요한 약세서리(프린터, PC 등)가 있는가?


질량을 측정하는 기능 이외에 다양한 편의기능을 수행할 수 있는 저울이 각광받고 있다. 게다가 이제는 디스플레이 화면, 저울의 최대용량 및 소수점 자리수, 저울의 팬, 챔버, 가격 등의 조건을 실험에 맞게 조합할 수 있는 조합형 저울의 활용으로 폭 넓은 모델을 분석자 용도에 맞게끔 효율적으로 선택할 수 있는 시대가 되었다.

싸토리우스사의 Hot & New Balance

Cubis®

- 사용자의 용도에 맞게 모듈을 선택할 수 있는 조합형 디자인
- 싸토리우스 고유의 특허 셀인 일체형 합금(모노리틱셀)을 채택하여 온도변화에 따른 오차율 감소
- 단 한번의 키버튼 누름으로 자동 수평 조절 가능
- 디스플레이 타입, 계량모듈(최대용량, 정밀도), 방풍챔버, 수평조절장치 자동유무 등 선택 가능

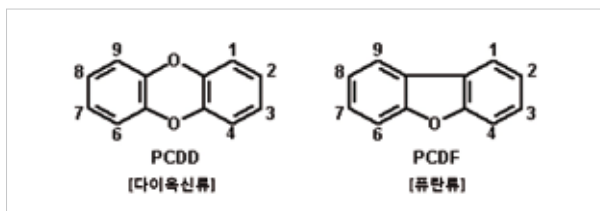


엄격한 규제에 맞춘 Secura®	표준형 저울 Quintix®	실속형 저울 Practum®	보급형 저울 Entris®
 <ul style="list-style-type: none"> - 제약회사와 같이 엄격한 규제 하의 실험실 - GMP 규정에 적합한 출력 지원 - 자동 보정 기능 내장 	 <ul style="list-style-type: none"> - 작업흐름을 효율적이고 쉽게 하는 표준형 저울 - 내장된 애플리케이션으로 복잡한 기능을 간단하게 처리 - 자동 보정 기능 내장 	 <ul style="list-style-type: none"> - 저울의 신뢰에 경제성을 겸비한 실속형 저울 - 경제적 모델임에도 터치스크린 장착 	 <ul style="list-style-type: none"> - 고선명 디스플레이 - 매뉴얼이 필요없는 손쉬운 작동 - 응답시간 감소로 작업시간 절약 - 개발 및 제조 : 독일



다이옥신 최상위 포식자... 내가?

다이옥신의 정의



다이옥신은 인류 중 어느 누구도 의도적으로 생산해 낸 물질이 아닌 화학물질의 합성과정이나 폐기물 등의 연소과정에서 비의도적으로 발생한 물질로서 그 발생원은 굉장히 다양하다. 지난 1999년 세계 전체를 불안에 휩싸이게 한 벨기에의 다이옥신 사료 유출 사건을 비롯하여, 독일, 미국, 칠레, 네덜란드 등 전 세계 각국에서 식료품이나 고기 또는 사료첨가제에서 다이옥신 누출 및 오염사건이 수 차례 발생되었고 현재도 지속되고 있다.

지난 사건의 영향을 볼 때 ‘다이옥신이란 인간이 만든 화학물질 중 최악의 독극물’이라는 표현이 아깝지 않은 사건들로, 생체에 미치는 영향은 그 동안의 기술로는 감당하기 어려운 상황에 직면하게 되었다. 그렇게 때문에 지금껏 소각시설과 산업시설에서 배출되는 다이옥신의 관리와 제어 기술만이 최선의 방어라는 인식이 바뀌고 있으며 더 나아가 다양한 분야의 방어가 필요한 상황이다.

또한 국제암연구센터에서는 다이옥신을 1급 발암성 물질로 관리하고 있으며, 생식독성, 면역독성, 간 독성 등의 가능성이 동물실험을 통해 현실화되고 있다. 다이옥신은 독성이 강하고 난분해성 물질이며, 일단 생성이 되면 환경(대기, 수질, 토양 등) 중에 오랫동안 잔류하기 때문에 이에 의한 환경오염도 커다란 사회적 문제가 되고 있다.

다이옥신의 화학적 성질은 상온(25 °C)에서 무색의 결정성 고체이며, 물에 잘 녹지 않고 열화학적으로 안정하여, 생물체 안에 들어온 다이옥신은 소변이나 땀으로 배설, 배출되지 않고 생물체의 지방 조직에 축적되는 성질을 가지고 있는 물질이다. 특히 먹이 사슬의 가장 상위 단계인 동물과 사람에게서 높은 농도로 발견되고 있다.

그렇기 때문에 민간 최초 다이옥신 측정, 분석 기관인 랩프런티어는 지금까지 알려진 부분과 아직까지도 밝혀지지 않은 부분, 현 상황에서 취할 수 있는 최선의 방법을 모색하고, 우선순위를 정하여 올바른 기초조사를 진행하고 있다.

랩프런티어 다이옥신 분석서비스

Why, 랩프런티어 분석 서비스인가?

- 국내 최초 다이옥신 측정 · 분석전문기관(2003년)**
 국민방의 다이옥신을 분석하기 위해서는 시료채취부터 분석, 결과검증 및 해석까지 숙련된 기술력이 필요합니다. 랩프런티어는 2003년 환경부로부터 국내 최초로 인정받은 다이옥신 측정 · 분석전문기관으로 **숙련된 서비스와 경험치로 차별화된 서비스**를 제공합니다.
- 국제공인시험기관(KOLAS, 2000년)**
 랩프런티어는 국제적으로 공인받은 분석기관으로 최고의 분석장비와 전문 분석인력, **엄격한 품질시스템 운영을 통해 최고의 분석서비스**를 제공합니다.
- 다양한 종류의 시료 분석서비스 제공**
 법적대상 시설(산업시설, 소각시설, 주변대기 영향조사 등) 이외에도 **의약품 및 화장품 원료, 수출용 사료 · 수산물 · 식품 등(다이옥신 영문, KOLAS 성적서 가능)** 다양한 종류의 시료에 대한 분석서비스를 제공합니다.

랩프런티어 분석서비스 절차



다이옥신 분석 서비스 의뢰 및 문의는 랩프런티어 환경사업팀 (031-460-9065)으로 연락주시기 바랍니다.

다이옥신 분석이 필요한 분야

분류	대상 시료	비고
식품	수출용 식품 · 수산물 · 축산물	다량어, 어묵, 계란 · 계육, 돈육, 식용유, 구운 소금
의약품	의약품 원료	Fish oil, 오메가-3, 스쿠알렌 등 의약품 원료, 탄산칼슘, 천연물 의약품 원료(고삼 파우더), 생리대
사료	동물사료 및 사료영양제	동물사료, 축우용 간기능 개선제, (발효)생균제, 오징어간장농축
열이용 시설, 재생에너지	재생에너지 및 전력생산 관련시설 / 난방 등 열 이용 장비 등	(폐열)보일러, 열교환기 시설, 바닥재, 건조시설, 활성탄, 재활용 셀룰로스, 건설 폐목재, 휴지, 비산재
제지, 피혁	제지 생산시설, 도장, 인쇄시설	
산업시설	철강 및 비철금속 제조시설 / 시멘트, 석유화학계 물질 제조시설	법적의무측정 : 잔류성유기오염물질관리법 제19조 및 제14조, 동법 시행규칙 제14조 및 제7조
소각시설, 폐수 · 폐기물	소각시설, 폐수, 폐기물, 토양	법적의무측정 : 잔류성유기오염물질관리법 제19조, 시행규칙 제15조, 시행령 제21조
주변환경 영향조사	주변지역의 환경오염에 현저한 영향을 미치는 배출시설 조사	

분취/분획/회수의 Total Solution!

영린기기 분취전용분석시스템



분취전용분석시스템이란?

분석 후 시료의 회수와 분취를 원하는 약제학, 재료학, 천연물, 제약, 펩타이드 등 여러 연구분야에 활용이 가능한 시스템이다. 영린기기의 YL9100S Semi-prep HPLC와 Fraction Collector를 통해 미량의 μL 부터 mL 스케일까지 분석목적에 따라 분취하는 용량을 자유로이 조절하고, 보다 정확하게 성분별·구간별 분취 및 회수가 가능하다.

또한, 간편한 소프트웨어 제어로 원하는 용량별, 원하는 피크별로 자유로이 분취 및 회수를 지원한다. 해당 시스템은 기기분석 뿐만 아니라 Gravity Chromatography, 반응물 분획 등 고객의 응용에 따라 다양하고 효과적인 분획과 분취를 위해 사용할 수 있다.

특징

- 소프트웨어 및 키패드 장착으로 편리하게 제어 가능
- 데이터 실시간 확인 및 구간별 조절 가능
- Analytical Scale
 - Sample Loop : 20 μL ~200 μL
 - Flow rate : 1~10 mL/min
- Semi-Prep Scale
 - Sample Loop : 2.5~10 mL
 - Sample Volume : 10~50 mL/min

Semi-Prep HPLC?

추출 및 합성을 통한 일반적인 분석의 흐름은 <그림 1>와 같이 진행된다고 볼 수 있다.



<그림 1> 일반분석의 흐름도

	Analytical HPLC	Preparative HPLC
목적	시료의 정량 및 정성 : 미량	시료의 분획(isolation) 및 정제 : 대량
요구사항	정밀도	회수
	정확도	정제
	감도	
	재현성	



<그림 2> Analytical vs Prep

일반 Analytical 분석은 최종의 정량/정성을 목적으로 두지만 Prep/Semi-prep scale의 분석은 회수와 농축을 통한 정제 목적을 둔다고 할 수 있다. 이 때 효과적인 정제를 위해서는 Prep HPLC 시스템 내 다량의 주입시료에 대한 분획과 회수가

중요한 과정인데 이 때 효과적으로 사용할 수 있는 시스템이 바로 Fraction Collector이다.

Semi-Prep 컬럼 선택 가이드

Column Size		Flow rate (mL/min)	Injection Volume(μL)
내경(mm)	길이(mm)		
4.6	150	1	20
7.8	150	2.5~3	50~60
	250		100
10	150	4.5~5	100
	250		150~200
19	150	16~18	300~350
	250		600
30	150	40~45	800~1000
	250		1,400~1,500

YL Fraction Collector - FOXY

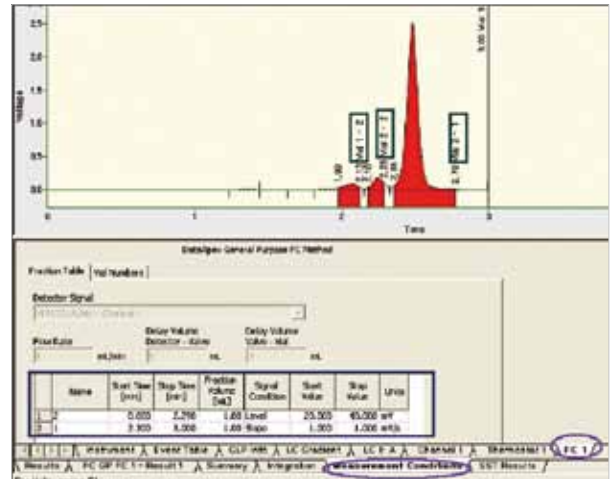
Fraction collector는 고객의 응용에 따라 원하는 용량별, 크로마토그램 내 원하는 구간별, 시간별로 다양하게 분취 및 회수가 가능한 시스템이다. 영린의 CDS인 YL-Clarity를 통해 손쉽게 제어가 가능하고 도출된 데이터를 추후 간편하게 실험실 계할 수 있다. 또한, 터치패널을 통한 수동제어가 가능하여 반응물 분획 및 Gravity Chromatography 등 여러 응용에 다양하게 사용이 가능하다.



〈그림 3〉 YL Fraction Collector-FOXY

YL 전용분석시스템

20년 국내 개발/제조사인 영린기기 기술력의 집합체인 전용분석시스템은 고객의 손쉬운 분석을 위하여 다양한 전용분석시스템을 지속적으로 개발하고 있다. 이는 단순 장비가 아닌 하나의 응용을 구매함으로써 시스템부터 완벽한 분석지원까지 포함된 분석 토탈 솔루션이다.



〈그림 4〉 YL-Clarity를 이용한 분획 크로마토그램

Hot Issue
최신 뉴스

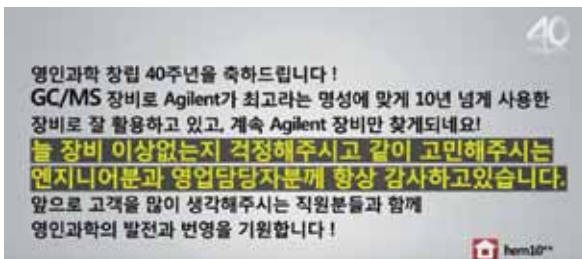
창립 40주년 기념식 개최



지난 4월 6일, 영인과학은 신라호텔에서 영인 계열사 및 거점법인 임직원과 퇴임 임직원이 참석한 가운데 창립 40주년 기념식을 진행하였습니다. 창립 40주년을 축하하고 새로운 도약을 다짐하기 위해 마련된 이번 행사에서는 장기근속 시상, 비전과 윤리경영 선포식, 사사 봉정식 및 신입사원과 임원 특별 공연 등의 내용으로 진행되었습니다. 또한 행운권 추첨을 통해 총 16명의 직원들이 유령여행권, TV, 김치냉장고, 노트북 등을 받는 행운도 얻었습니다. 영인과학은 창립 40주년을 맞이하여 앞으로도 고객만족을 위해 더욱 노력하겠습니다.

영인과학 창립 40주년 축하 댓글 달기 이벤트 진행

4월 한 달간 SNS와 홈페이지에서 진행된 “영인과학 창립 40주년 축하 댓글 달기” 이벤트에 150 여명의 고객들이 다양한 축하 메시지를 보내주셨습니다. “대한민국 과학 발전을 위하여 한결같이 달려온 40년!! 다시 한번 축하드립니다. 변화하는 환경에 발 빠르게 잘 대응하여 역사에 남는 멋진 기업이 되길 기원합니다.” 등 가슴 뭉클한 감동을 전해준 내용들이 많았습니다. 영인과학 창립 40주년 축하 메시지를 보내주신 고객분들께 진심으로 감사드립니다.



CSR
영인사랑나눔

제16회 영인사랑나눔, 인천 강서중학교에서 실시



지난 5월 13일, 인천 강화군에 위치한 강서중학교에서 제16회 영인사랑나눔이 진행되었습니다. 16명의 영인 계열사 직원들과 미래 과학자인 아이들이 함께 한 이번 행사에서는 실험 기자재 증정과 함께 용존산소 측정, pH 미터 실험, 열화상 카메라 체험 등의 다양한 과학교실로 꾸며졌습니다.

Exhibition
전시

Korea Lab 2016 참가

지난 4월 26일~29일까지 일산 킨텍스에서 개최된 Korea Lab에 영인 계열사가 함께 참가하여 다양한 첨단 연구 장비를 선보였습니다. 영인과학에서는 Owlstone사의 초소형 휴대형 가스분석기, Gerstel사 시료전처리 자동화 시스템, Precisive사 탄화수소 분석기를 전시하여 방문 고객분들의 많은 관심을 얻었습니다.



Seminar
세미나

생화학분석기 User seminar 실시



Beckman Coulter사의 대형 생화학분석기인 AU5800 모델을 사용하는 고객분들 중 11개 병원의 실무자분들을 초청하여 지난 4월 12일, 세미나를 진행하였습니다. 생화학분석기 외에도 검사실 인증과 진단방법의 최신 동향 등 유용한 정보들을 제공하여 고객분들로부터 많은 호응을 받았습니다.

Agilent 크로마토그래피 세미나 '함께' 개최



영인과학과 Agilent가 함께 오랜 시간 눈부신 연구업무를 수행해 오신 고객님들께 감사드리고 영인의 40주년을 축하하기 위하여 지난 4월 6일, Agilent 크로마토그래피 세미나 '함께'를 서울 삼성동 코엑스에서 진행하였습니다.

본 세미나는 전세계적으로 가장 많이 사용된 그리고 출시된 지 수십 년이 지난 오늘날까지도 많은 고객님께서 애용하시는 6890 GC와 1100 HPLC 사용자를 대상으로 기획되었습니다. 그 동안 혁신적으로 발전한 Agilent 크로마토그래피 솔루션이 고객님께

서 원하시는 '효율적이고 생산적인 스마트 랩을 실현하게 한다.'는 메시지를 전달하고자 하였습니다.

또한, 크로마토그래피 솔루션의 하드웨어 혁신은 물론 소프트웨어의 보다 새롭고 완전해진 기능을 소개함으로써 최신의 Agilent 크로마토그래피 솔루션을 갖추었음을 전달할 수 있었습니다. 또한 직접적으로 체험할 수 있도록 금전적, 시간적, 인적 자산관리에 대한 이득을 수치화한 데이터를 공유하고 더불어 실험실 효율과 생산성 관리에 대한 국제적인 선진 사례와 그 동향을 소개함으로써 실험실 효율과 생산성을 고민하시는 실험실 관리자들이 그들의 현재를 이해하고 내일의 실험실 관리 방향성을 찾는 데 도움을 드리고자 하였습니다.

New
Product
신제품

Agilent 1260 Infinity II LC 출시

2016년 5월 10일, 독일 뮌헨에서 진행된 Analytica 2016에서 Agilent Technologies사는 2016년도 HPLC 신제품인 'Agilent 1260 Infinity II LC'을 전세계에 공개했습니다. Agilent 1260 Infinity II LC는 유럽의 RoHS(유해물질사용제한) 규제를 만족하는 친환경적인 분석기기이며 인체공학적으로 설계되어 더 안전하고 편하게 LC를 운영 및 유지보수 관리할 수 있게 되었습니다. 또한 모든 방면에서 매일같이 사용하면서 신뢰 높은 결과를 얻을 수 있도록 성능이 향상되었을 뿐만 아니라, 1290 Infinity II LC만이 가지고 있었던 획기적인 기술을 1260 Infinity II LC에도 도입하여 보다 향상된 분석 효율, 기기 효율, 실험실 효율을 매일 누릴 수 있습니다.



● 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 72호 내용 중 필요하신 자료가 있으시면 체크해 주십시오.

우편이나 e-mail로 신속하게 자료를 보내드리겠습니다.

- 자료번호 72-01 계량분석화학_비표적 GC/MS 분석을 통한 캐모마일 품종에 따른 분류
- 자료번호 72-02 환경 중 미량 다이옥신 분석
- 자료번호 72-03 먹는 물 중 Formaldehyde 분석
- 자료번호 72-04 Molecular Diagnostics Real Time PCR 기술
- 자료번호 72-05 시험검사장비기록관리 소프트웨어, Agilent사 OpenLAB CDS version 2.0
- 자료번호 72-06 Every Day in Every Way, Agilent사 1260 Infinity II LC
- 자료번호 72-07 수분 제거가 탁월한 퍼지엔트랩, Teledyne Tekmar사 Lumin Purge and Trap Concentrator
- 자료번호 72-08 Real-time PCR 분석까지 한번에, ELITechGroup사 ELITe InGenius
- 자료번호 72-09 실험실안전을 고려한 유틸리티 설비, 실험실 가스라인 컨설팅
- 자료번호 72-10 Translation과 세포이동(Cell Migration) 등 Live cell 관찰을 위한 Live Cell Imager
- 자료번호 72-11 원심분리시 사고 예방과 안전한 사용을 위한 지침서, Thermo Scientific사 Sorvall 원심분리기
- 자료번호 72-12 자동차 산업에서의 휴대용 성분 분석기 활용
- 자료번호 72-13 똑! 소리 나는 저울 선택 및 사용 Tip
- 자료번호 72-14 다이옥신 최상위 포식자... 내가?, 랩프린티어 다이옥신 분석 서비스
- 자료번호 72-15 분취/분획/회수의 Total Solution! 영린기기 분취전용분석시스템

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

행복 모으는 방법

삶에서 '행복'도 모아둔 돈을 쓰는 것처럼
점점 없어지는 것 같다는 생각이 들곤 합니다.

그렇다면, 행복을 저축하거나 계속 벌어야 한다는 건데,
행복을 모으는 방법에는 어떤 것이 있을까요?

기준을 낮춰 보세요.
친구에게도 가족에게도 기대하고 바라는 수준을
조금은 내리면 좋을 것 같습니다.

많이 웃으세요.
사소한 것에도 기쁘게 웃고
호들갑스럽게 소리내어 웃어 보세요.

하고 싶은 일 한 가지쯤은 가져보세요.
몰두하고 있으면 기분 좋은 일, 즐거운 일
하나쯤은 마음껏 할 수 있도록
나에게 시간을 주는 건 어떨까요?

편집자





영인과학

06030 서울시 강남구 압구정로 28길 22 구정빌딩 6층 | 전화 : 1544-1344 | 팩스 : 02-519-7400 | www.youngin.com | youngin@youngin.com