



# 영인 Lab. Highlight

84호

2019년 6월 발행



Mint :

영인그룹의 희망적인 미래, 청렴성과 진실함



**YOUNG IN**  
**Scientific**

Dark Blue :

영인그룹의 안정성과 신뢰감

Blue :

영인그룹의 이성적, 논리적, 과학적 이미지

## 나눌 분(分), 찢개 석(析). 분석의 본질 영인그룹 CI가 새롭게 변경하였습니다.

안녕하십니까?

지난 43년간 과학기기 산업의 개척자 및 리더로서 거듭 발전해온 영인그룹과 영인과학이  
지난 20년간 사용해온 CI를 새롭게 변경하였습니다.

영인그룹의 새 CI 디자인은 ‘분석(分析)’의 본질과 정의를 시각화하였습니다. 나누고 찢개어  
눈에 보이지 않거나 복잡한 것을 명료하게 한다는 분석의 의미를 쉽고 직관적인 나누기(÷)와  
빼기(-) 기호를 활용하여 도식화하였습니다. 동시에 영인(YoungIn)의 이니셜인 Yi를 형상화한  
것도이기도 합니다.

영인그룹과 영인과학은 하나된 목표를 향해 한 방향으로 전진하며, 앞으로도 고객과 함께  
성장하는 기업이 될 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

감사합니다.

## C o n t e n t s

**04**

### 최신동향

Tandem micro-Reactor-GC/MS를 이용한  
촉매 스크리닝

**08**

### 특별기획

프탈레이트 분석법 연재 시리즈(2)  
프탈레이트를 포함한 유해화학물질 현장 분석법

**12**

### 환경

GERSTEL사 DNPH 모듈이 장착된  
MPS Robotic 오토샘플러

**18**

### 식품

GC용 진공자외선 검출기(GC-VUV)를 이용한  
FAMES 분석법

**20**

### 분석

새로운 패러다임의 분석 솔루션  
‘초분광 카메라’

**22**

### 진단

알고리즘적 data-mining 기술로  
Malaria flag 성능 유효성 검사

**24**

### 전 분야

영인과학 초순수제조장치  
aquapuri 5 series TOC Monitoring system

**26**

### Product Story

**28**

### 영인관계사 소식

**40**

### 영인뉴스

**42**

### 독자카드

영인 Lab.Highlight 84호에 게재된 글과 사진의 무단 복제를 금합니다.



페이스북



트위터



유튜브



플러스 친구

# 폐자원의 재탄생, 친환경 바이오연료 연구를 위한 고효율 촉매 평가

## Tandem micro-Reactor-GC/MS를 이용한 촉매 스크리닝



### 개요

20세기 초 경제적 패러다임의 변화와 함께 태동한 산업혁명은, 석유 동력을 기반으로 한 대량생산으로 현대사회에 물질적 풍요를 가져왔다. 하지만 그로부터 수십여 년이 지난 현재, 석유 고갈과 더불어 각종 환경오염과 지구온난화와 같은 환경 위기에 직면해 있다. 이에 따라 화석 에너지를 대체할 수 있는 새로운 형태의 기술, 즉 재생 가능한 에너지의 요구와 관심이 높아지고 있다.

그 중에서도 생물자원인 바이오매스(Biomass)는 지속적인 생산이 가능하여 고갈될 염려가 없고, 재생 및 재활용이 가능하여 환경친화적이므로 궁극적인 차세대 대체 에너지원으로 각광 받고있다. 바이오매스의 종류로는 곡물과 식물, 폐목재, 해조류(algae), 동물의 분뇨, 음식물 쓰레기, 유기성 폐수 등이 있으며, 이를 열분해 등의 전환 과정을 거쳐 바이오에너지로 얻거나 퇴비 및 사료, 각종 플라스틱과 같은 제품으로 전환하여 사용한다.

바이오매스는 지구 온난화의 주원인인 이산화탄소를 소모하면서, 바이오 디젤이나 바이오 에탄올 같은 친환경 에너지인

바이오연료(Biofuel)를 생산한다. 또한, 화석연료 기반의 인프라에 직접 활용할 수 있어 기존의 인프라들을 그대로 활용하면서 석유연료를 대체할 수 있다. 따라서 가까운 미래에 산업적으로 활용이 가능한 경쟁력 높은 재생에너지를 생산한다는 점에 주목하여 많은 국내외 기관에서 바이오 연료의 연구가 이루어지고 있다.

이 같은 바이오 연료를 전환하는 '촉매(catalyst)'를 개발하는 것이 바이오매스의 주요 연구 과제이다. 촉매는 합성과 반응 실험을 통한 바이오연료 실용화를 가능케 하는 화학반응 물질로, 무엇보다 촉매의 안정성과 그 효율성에 따라 바이오연료의 경제성이 좌우된다. 그러므로 바이오매스에 최적화된 고효율 촉매를 개발하는 것이 고부가 가치 재생에너지의 실용화를 앞당길 수 있다.

이러한 촉매 연구에 있어 기존의 촉매 성능평가 시스템은 안정화 시간이 대략 3~5시간 소요되는 대형 Furnace를 갖춘 대규모 설비를 사용하여, 촉매를 특성화 하는데 분석 시간



과 비용이 많이 소요되었다. 이와 반면에, Frontier Lab사에서 다양한 화학 및 물리적 환경에서 촉매의 신속한 평가를 위해 새롭게 고안한 bench-top 촉매 반응 분석 시스템인 “Tandem micro-Reactor”에 대해 소개한다.

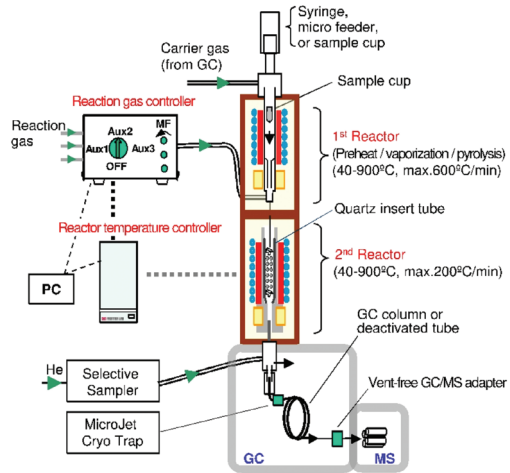
## Tandem $\mu$ -Reactor-GC/MS를 이용한 신속한 촉매 반응 분석

### Tandem micro-Reactor란?

Micro-Furnace 열분해 장치(Pyrolyzer)를 기반으로 촉매 특징을 신속하게 파악할 수 있는 고속 스크리닝 반응기이며, 두 개의 독립적으로 온도가 제어되는 반응기(1st & 2nd Reactor)가 수직으로 쌓아진 형태로 GC/MS에 장착하여 사용하는 장비이다. 기체, 액체 및 고체 시료를 분석할 수 있고, 반응 가스의 종류와 유량 및 반응기의 온도를 선택 또는 제어할 수 있다. 각 반응기의 온도는 보다 신속하고 재현성 있게 가열 및 냉각 될 수 있도록 설계되었다.

### Tandem micro-Reactor의 역할 및 기능

먼저 상단부의 1차 반응기(1st Reactor)는 기체 샘플을 예열하거나, 액체를 증발 시키거나, 고체를 열 분해 하여, 촉매층(Catalyst bed)이 채워진 하단부의 2차 반응기(2nd Reactor)로 도입시킨다. 1차 micro-Reactor로부터 기화된 화합물은 반응 가스를 통해 촉매를 통과하게 되고, 생성된 반응 생성물은 여러가지 분석 모드를 거쳐 GC/MS에서 분리 및 검출되어 상세한 조성 분석이 이뤄진다. 각 반응기에는 등온(Isothermal temp.), 선형(Linear temp.) 및 계단식(Stepwise temp.)의 세 가지 온도제어 모드가 있어 다양한 분석조건에서 신속한 촉매 스크리닝이 가능하다. 또한, 특정 온도 영역에서 형성된 촉매 반응 생성물을 자동으로 온라인 분석할 수 있다.



<그림 1> Tandem  $\mu$ -Reactor-GC/MS의 내부 도면

## Tandem $\mu$ -Reactor-GC/MS를 이용한 분석 사례

### Application 1.

#### 촉매 및 수소화에 의한 셀룰로오스의 유기연료 전환

##### [실험 조건 외]

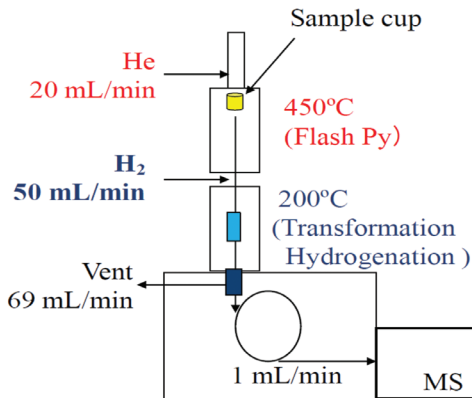
- Sample Amount : 0.1 mg
- Column : Ultra ALLOY-5, 30 m 0.25 mm 1  $\mu$ m
- GC Oven : 40(2 min)~40  $^{\circ}$ C/min~300  $^{\circ}$ C(2 min)

##### [실험 방법]

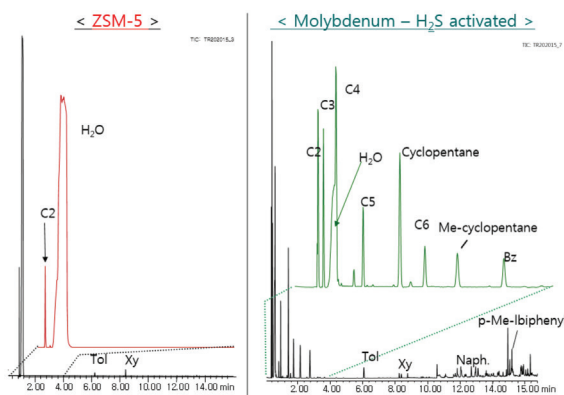
0.1 mg의 셀룰로오스를 시료컵에 넣고, 1차 micro-Reactor에서 450  $^{\circ}$ C (He 조건)에서 열분해시킨다. 2차 micro-Reactor에서는  $H_2$  가스를 통해 수소화를 촉진시킨다. 촉매 변환은 200  $^{\circ}$ C로 가열된 2차 micro-Reactor에서 수행된다.

##### [실험 결과]

ZSM-5와  $MoS_2/AlO_3$ 의 두 가지 촉매가 평가되었으며, 셀룰로오스의 단쇄 탄화수소(Short Chain Hydrocarbons)로의 전환에는 황화수소( $H_2S$ )로 활성화된 몰리브덴(Molybdenum) 촉매를 사용하는 것이 효율이 더 높은 것으로 나타났다.



<그림 2> Tandem  $\mu$ -Reactor의 분석 조건



<그림 3> 촉매 ZSM-5와 Molybdenum의 분석 결과

## Application 2.

### 다양한 온도제어모드에서 에탄올의 에틸렌으로의 촉매 전환

#### (1) 선형(Linear) 온도제어모드에서의 Online-MS 분석

##### (1)-a. 실험 조건

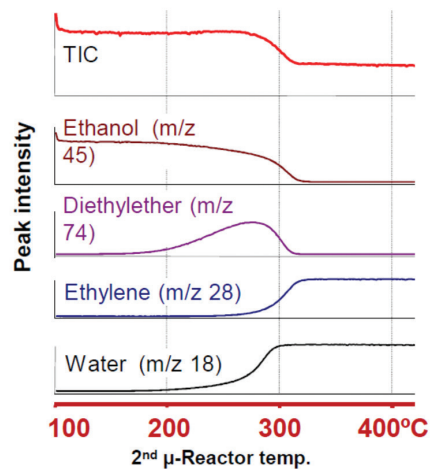
- 1차  $\mu$ -Reactor : 100 °C
- 2차  $\mu$ -Reactor : 100~400 °C (20 °C/min)
- 촉매 : H-ZSM-5

##### (1)-b. 실험 결과

일정한 속도로 반응 온도가 상승함에 따라 촉매 반응 생성물을 모니터링 하였다. 온도가 230 °C에 도달하면 에탄올의 양이 급격히 떨어지면서 디에틸에테르(Diethyl Ether)의 양이 증가했다. 또한, 에틸렌 및 H<sub>2</sub>O

의 생성이 관찰된다.

1<sup>st</sup>  $\mu$ -Reactor: 100°C,  
2<sup>nd</sup>  $\mu$ -Reactor: 100-400°C (20 °C/min)  
Catalyst: H-ZSM-5



<그림 4> 선형 온도조건에서의 Online-MS 분석 결과

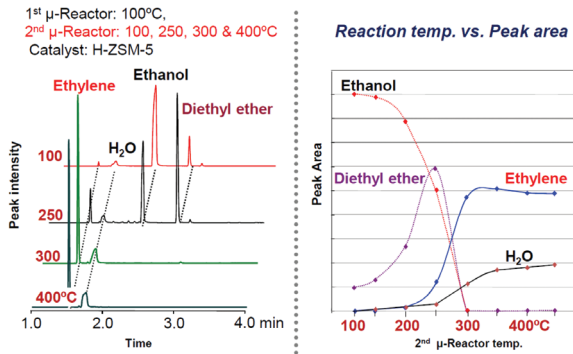
#### (2) 계단식(Stepwise) 온도제어모드에서의 분리분석

##### (2)-a. 실험 조건

- 1차  $\mu$ -Reactor : 100 °C
- 2차  $\mu$ -Reactor : 100 °C, 250 °C, 300 °C, 400 °C (4 단계)
- 촉매 : H-ZSM-5

##### (2)-b. 실험 결과

Online-MS 분석 결과를 바탕으로, 각 온도 구간에서 나온 휘발성 물질을 분리컬럼으로 도입하여 분석 하였다. 반응기 온도가 올라감에 따라 에틸렌과 H<sub>2</sub>O가 형성되는 반면에, 에탄올 생성량은 극적으로 감소했다. <그림 5>의 오른쪽의 데이터는 검출 된 반응기 온도변화에 따른 각 화합물의 피크면적을 나타내며, 에틸렌 전환에 대한 최적 촉매층 온도는 250~300 °C로 나타났다. ㉠



<그림 5> 계단식 온도조건에서의 분리분석 결과



<그림 6> Frontier Lab사, Tandem  $\mu$ -Reactor(Rx-3050TR)

#### <제품 사양>

1st Reactor	
온도조절 범위	40 - 700 °C (by 1 °C steps)
ITF 온도 범위	40 - 400 °C (by 1 °C steps, constant)
반응가스	3 gas lines, Flow rate(Max. 200 ml/min, 1 Mpa)
2nd Reactor	
온도조절 범위	40 - 700 °C (by 1 °C steps)
ITF 온도 범위	40 - 400 °C (by 1 °C steps, constant)
Reaction tube(촉매 튜브)	Catalyst reaction tube(quartz)
분석모드	
온도 제어 방식	등온(Isothermal), 선형(Linear), 계단형(Stepwise)

# 프탈레이트를 포함한 유해화학물질 현장 분석법

## 프탈레이트 분석법 연재 시리즈



### 프탈레이트 분석법 연재 시리즈

1. IEC 62321-8에 따른 PBDEs, 프탈레이트 동시 분석법
2. EPA 8270을 준수한 Semi VOCs, 프탈레이트 현장분석법

### 현장에서 프탈레이트 스크리닝의 필요성

전기전자제품에 특정 유해물질(납, 카드뮴, 수은, 6가크롬, PBBs, PBDEs)의 사용을 금지하는 제품환경규제는 EU에서 2005년에 처음 도입된 이후 현재 우리나라를 비롯해 중국, 일본, 북미, 동남아시아, 중동 등 대부분의 지역에서 시행 중이다. 하지만 오는 2019년 7월부터 유럽 RoHS 2 개정으로 프탈레이트 4종에 대한 규제가 모든 전기전자제품에 적용된다. RoHS 2(Directive 2011/64/EU)는 2013년 1월 3일부터 시행되어 그 대상 제품의 범위를 점진적으로 확대시켜왔다. 규제 대상 물질로는 기존 RoHS 규제 대상이었던 납, 카드뮴, 수은, 6가크롬, PBBs, PBDEs와 새로 추가된 프탈레이트 4종 DEHP(diethylhexyl phthalate), BBP(Benzyl butyl phthalate), DBP(dibutyl phthalate), DIBP(diisobutyl phthalate)가 포함된다.

이중 프탈레이트(Phthalate)는 플라스틱 수지 중의 유연제로 널리 사용되고 있으며, 그 이외에도 소재와 수지 간의 접착제, 경화제, 프린트 등에 폭넓게 사용하고 있다. 하지만, 프탈레이트는 간·신장 등의 손상을 유발하는 환경 호르몬이다. 인체

에 들어가 호르몬의 작용을 방해하거나 혼란 시키는 내분비계장애추정물질(환경호르몬)의 일종으로 유독물질로 분류된다. 이러한 프탈레이트는 약 40여종이 존재한다.

### 규제에 대응하여 프탈레이트를 관리하기 위해선 어떻게 해야될까?

프탈레이트는 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 PVC(Poly vinyl chloride)에 가장 많이 함유되어 있다. 이에 기업들은 자체적으로 PVC 대체 물질을 개발해 제품을 양산하고 있다. 하지만, 과연 non-프탈레이트 함유 제품에서 프탈레이트가 전혀 검출되지 않을 수 있을까? 답은 NO이다. 예를 들어 사출 공정에서 프탈레이트 함유 제품을 생산한 후, 해당 공정에서 non-프탈레이트 제품을 생산하게 된다면 처음 생산된 제품들에서 프탈레이트가 검출될 수 있다. 프탈레이트는 대기 중에 전파성이 높으며, 온도에 따라 전파되는 정도가 다르기 때문에 공정에서의 관리가 중요하다.

이러한 프탈레이트를 분석하기 위해 2017년 3월 IEC(7In-

ternational Electrotechnical Commission)에 의해 pyro-lyzer를 이용한 TD-GC-MS 분석법을 RoHs 지침에 규정된 전자기기 내 특정 프탈레이트 분석법으로 공식 채택하였다.\* 하지만 이는 실험실용 분석 장비로 현장에서 제품이 프탈레이트에 오염이 되었는지를 신속히 확인하기란 힘들다. 현장에서 시료를 샘플링을 한 후 분석 장비가 있는 실험실로 이동하여 전처리\*\* 후 시료를 분석하여야 하기 때문이다. 물론 휴대용 성분분석기(XRF)를 이용해 간단히 염소(Cl) 함량을 측정하여 PVC 소재 함유 여부를 대략 추정\*\*\*할 수 있지만 염소의 함량만으로 PVC인지를 가늠하기란 쉽지 않다. 이에 휴대용 PSI-GC/MS를 이용해 현장에서 프탈레이트를 스크리닝할 수 있는 솔루션을 소개하고자 한다.

\* 프탈레이트 공식 분석법에 대한 내용은 Lab Highlight 83호 특별기획 프탈레이트 분석법 연재 시리즈(1)에서 자세히 확인할 수 있다.

\*\* 단, TD-GC-MS 전처리는 GC-MS 분석법 전처리에 비해 매우 간편하다.

\*\*\* 일반적으로 PVC소재는 염소(Cl) 수식만 mg/kg이 검출 된다.

### PSI-Portable GCMS를 이용한 프탈레이트 분석

FLIR사 Griffin G510 휴대용 GC/MS와 PSI-Probe를 이용(이하 PSI-Portable GCMS)하여 플라스틱에서의 프탈레이트를 현장에서 분석 할 수 있는 방법을 소개한다. 먼저, Griffin G510 휴대용 GC/MS는 실험실용 GC/MS와 같은 분석 원리를 가진 장비이다. 가장 큰 특징 중 하나는 고상, 액상, 기상 시료를 현장에서 바로 GC로 주입할 수 있다는 것이다. 이는 Griffin G510만의 다양한 샘플링 도구가 있기 때문에 가능하다.

휴대용 GC/MS는 업계 표준 split/splitless 주입구가 있어 syringe, SPME fiber, Headspace 주입을 수용한다. 가스상 시료의 경우 별도의 전처리 없이 G510 장비와 연결된 가열 샘플 프로브를 통해 바로 포집하여 농축 튜브\*에 농축한 후 GC로 도입한다. 고상의 시료는 PSI-Probe 샘플링 도구를 이용해 시료 주입이 가능하다. 고상의 시료를 inlet 온도로 기화시켜 GC로 도입 시키는 원리로 마약, 폭발물, 의약품 등의 분석이 가능하며, 고상의 프탈레이트는 PSI-Portable GCMS를 이용해 분석할 수 있다.

\* Tenax TA + Carboxen 1017



<그림 1> FLIR사 Griffin G510 휴대용 GC/MS



<그림 2> PSI-Probe 샘플링 도구

### PSI-Portable GCMS를 이용한 프탈레이트 분석

PSI-Probe 샘플링 도구를 이용하여 인증 표준물을 Griffin G510 inlet에 주입하여 분석을 시작한다. 이 과정은 다음과 같은 순서로 진행된다.

- ① PSI-Probe Adaptor를 inlet에 장착한다.
- ② 표준물을 분쇄하여 1mg을 micro vial에 넣는다.
- ③ micro vial을 PSI-Probe에 꽂는다.
- ④ GCMS Inlet에 주입하여 분석을 시작한다.

### 분석 물질

분석 물질은 프탈레이트 분석용 PVC로 상세 정보는 다음과 같다.

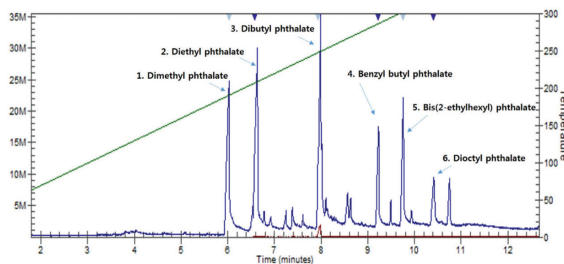
- 1) 표준물질 품명: 프탈레이트 분석용 PVC
- 2) 고유번호(CRM\_NO.): 13-03-006
- 3) 생산기관 : 한국표준과학연구원(KRISS)
- 4) 분석성분
  - Dimethyl phthalate(DMP),
  - Diethyl phthalate(DEF),
  - Dibutyl phthalate(DBP),
  - Benzyl butyl phthalate(BBP),
  - Di(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP),
  - Di-n-octyl phthalate(DNOP)
- 5) 물질 농도

<표 1> 표준물질의 물질 농도

Compound	CAS No.	Cert. Val. (mg/kg)
phthalate(DMP)	131-11-3	955
Diethyl phthalate(DEP)	84-66-2	942
Dibutyl phthalate(DBP)	84-74-2	972
Benzyl butyl phthalate(BBP)	85-68-7	962
Di(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP)	117-81-7	989
Di-n-octyl phthalate(DNOP)	117-84-0	967

## 분석 결과

PSI-Portable GCMS를 이용하여 프탈레이트 표준물을 분석한 결과는 아래 <그림 3>와 같다. NIST 라이브러리 매치를 통해 프탈레이트 6종 모두 분석된 것을 확인할 수 있다. 아래 크로마토그램은 각 물질에 대한 명확한 peak 분리와 높은 intensity를 보여주며, 11분 내로 빠르게 물질 분석이 된 것을 확인할 수 있다.



<그림 3> 플라스틱에서의 프탈레이트 6종 크로마토그램

<표 2> PSI-Portable GCMS를 이용한 프탈레이트 분석 데이터

#	Ret. Time	Compound	Area
1	5.99	Dimethyl phthalate	20.12M
2	6.58	Diethyl Phthalate	20.81M
3	7.94	Dibutyl phthalate	25.72M
4	9.23	Benzyl butyl phthalate	7.918M
5	9.76	Di(2-ethylhexyl) phthalate (=Bis(2-ethylhexyl) phthalate)	10.31M
6	10.41	Dioctyl phthalate	6.83M

※ 2008.1.1 시행, 2014.1.1 개정 (전기전자제품 27개 확대)

## 유해화학물질에 대한 선도 대응이 필요

2017년 3월 여성환경연대와 강원대학교 연구진이 국내 시판

중인 생리대 제품에서 나오는 물질을 실험한 결과, 독성이 함유된 총휘발성유기화합물질(TVOC)이 검출된 10종의 생리대를 발표했다. 당시 해당 기업들은 환경규제 법률을 위반하지는 않았다. 다만, 유해화학물질이 검출됨으로써 그 파문과 공포는 소비자들 사이에서 아직까지 확산되고 있으며, 기업에게는 씻을 수 없는 이미지를 남겼다. 이제 기업은 법규 준수는 물론이고, 소비자가 고려하는 유해화학물질까지도 관리가 필요하다. 이에 앞서 소개해드린 FLIR사 휴대용 GC/MS를 통해 프탈레이트를 포함한 유해화학물질을 현장에서 모니터링함으로써 화학물질 규제를 선도 대응 할 수 있다.

## EPA 8270을 준수한 Semi VOCs, 프탈레이트 현장분석법

Griffin G510 휴대용 GC/MS는 Quadrupole 타입의 질량분석기로 높은 정확성과 감도를 가졌으며, 정확한 정성 분석을 위해 업계 표준 NIST 라이브러리가 내장되어 있다. 분석 가능한 질량 범위는 15~515 m/z로 다양한 유기화합물 분석이 가능하다.

이번 특별 연재 시리즈에서는 프탈레이트류가 포함된 Semi VOCs(반 휘발성 유기화합물)를 EPA 8270 Method\*를 준수한 실험 방법을 소개하고자 한다. Griffin G510은 Syringe, SPME, Probe 주입 방법의 20개 분석 Method가 미리 저장되어 있다. 그 중 이번 실험에서는 하단의 두가지 Method를 이용하여 분석을 진행하였다. 분석 시료는 Supelco사의 SVOCs(2,000 µg/mL in dichloromethane, Method 8270, Supelco, P/N CRM46955)를 메탄올에 5, 25, 50 µg/ml로 희석시켜 준비하였다.

\* EPA Method 8270은 산성, 염기성 및 중성의 준 휘발성 유기화합물 동시 분석에 사용되고 있다.

<표 3> 분석 Method

No.	Method	Intro	GC Temp. Profile	Split
1	Liquid_Confirm_Splitless_Semi_Volatiles	Liquid Injection	40°C ~ 300°C	NA
2	SPME_8270	SPME	40°C ~ 300°C	NA



## 분석 결과

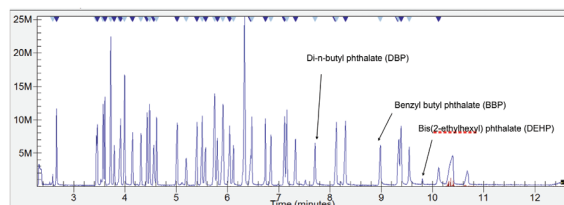
프탈레이트류가 포함된 SVOCs를 Syringe 주입과 SPME 주입으로 분석한 결과는 다음 <표 4>, <그림 4>과 같다. <표 4>는 50ng을 주입하였을 때의 Retention time이며, 화학물질 명상단에 위 첨자는 co-elution 여부를 나타낸 것이다.

<표 4> Retention time

No.	Analyte	Retention Time 50ng Liquid Inject	Retention Time 50ng SPME
1	1,4-Dioxane	2.59	ND
2	N-Nitrosodimethylamine	2.65	ND
3	Pyridine	2.66	ND
4	Aniline	3.44	ND
5	Bis (2-Chloroethyl) ether	3.46	3.3
6	1,3-Dichlorobenzene <sup>2</sup>	3.58	3.43
7	1,4-Dichlorobenzene <sup>2</sup>	3.61	3.47
8	1,2-Dichlorobenzene	3.71	3.61
9	Benzyl alcohol <sup>2</sup>	3.69	3.61
10	Bis (2-Chloroisopropyl) ether	3.79	3.7
11	N-Nitrosodi-n-propylamine	3.89	3.82
12	Hexachloroethane <sup>2</sup>	3.92	3.83
13	Nitrobenzene <sup>2</sup>	3.99	3.91
14	N,N-Dimethylaniline	3.98	3.93
15	Isophorone	4.15	4.1
16	Bis (2-chloroethoxy) methane	4.31	4.28
17	1,2,4-Trichlorobenzene <sup>1,2</sup>	4.43	4.4
18	Naphthalene <sup>1,2</sup>	4.47	4.44
19	4-Chloroaniline <sup>2</sup>	4.56	4.54
20	Hexachlorobutadiene <sup>2</sup>	4.62	4.6
21	2-Methylnaphthalene <sup>1,2</sup>	5.02	5.00
22	2-Chloronaphthalene <sup>1,2</sup>	5.41	5.39
23	Hexachlorocyclopentadiene	5.19	5.18
24	Phenyl ether <sup>1,2</sup>	5.5	5.49
25	2-Nitroaniline <sup>2</sup>	5.57	5.55
26	Dimethyl phthalate <sup>2</sup>	5.73	5.72
27	Acenaphthylene <sup>1,2</sup>	5.75	5.73
28	2,6-Dinitrotoluene <sup>1,2</sup>	5.80	5.77
29	3-Nitroaniline	5.92	6.42
30	Acenaphthene <sup>2</sup>	5.91	5.89
31	Dibenzofuran <sup>1,2</sup>	6.04	6.02
32	2,4-Dinitrotoluene <sup>1,2</sup>	6.12	6.09
33	Diethyl phthalate	6.23	ND
34	Fluorene <sup>1,2</sup>	6.32	6.30
35	4-Chlorophenylphenyl ether	6.74	6.33
36	4-Nitroaniline	6.45	6.43
37	1,2-Diphenylhydrazine	ND	ND
38	4-Bromophenylphenyl ether	6.72	6.72
39	Hexachlorobenzene <sup>1,2</sup>	6.85	6.82
40	Phenanthrene <sup>1,2</sup>	7.12	7.09

No.	Analyte	Retention Time 50ng Liquid Inject	Retention Time 50ng SPME
41	Anthracene <sup>1,2</sup>	7.16	7.13
42	Carbazole <sup>1,2</sup>	7.32	7.31
43	Di-n-butyl phthalate <sup>1,2</sup>	7.70	7.69
44	Fluoranthene <sup>1,2</sup>	8.12	8.10
45	Pyrene <sup>1,2</sup>	8.3	8.27
46	Benzyl butyl phthalate <sup>1,2</sup>	8.98	8.95
47	Benzo (a) anthracene <sup>1,2</sup>	9.34	9.30
48	Chrysene <sup>1,2</sup>	9.38	9.34
49	Bis (2-ethylhexyl) phthalate <sup>1,2</sup>	9.54	9.51
50	Di-n-octyl phthalate	10.12	10.06
51	Benzo (b) Fluoranthene <sup>1,2</sup>	10.29*	10.29*
52	Benzo (k) Fluoranthene <sup>1,2</sup>	10.31*	10.31*
53	Benzo Pyrene <sup>2</sup>	10.32*	10.32*
54	Indeno Pyrene	12.38	ND
55	Benzo(GH)perylene	12.49	ND
56	Dibenzo Anthracene	12.57	ND

\*Co-elute; 1 - Detected in 5ng spike; 2 - Detected in 25ng spike



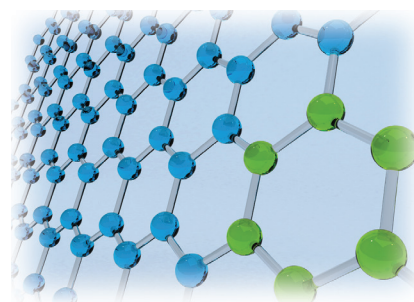
<그림 4> 플라스틱에서의 프탈레이트 6종 크로마토그램

Griffin G510 휴대용 GC/MS는 프탈레이트 분석뿐만 아니라 SVOCs 혼합물 분석까지 가능하다는 것을 <그림 4>를 통해 확인하였다. 기존 실험실용 분석 장비와 달리 Griffin G510 분석법은 15분 안으로 신속하게 대부분의 화학물 분석이 가능하며, 본 실험에서는 12분 내로 모든 분석을 완료하였다. 휴대성, 정확성 그리고 신속성까지 갖춘 Griffin G510은 제품 속 프탈레이트를 포함한 유해물질 관리를 위해 제조공정 및 현장에서 신속하고, 간편한 분석 솔루션을 제공한다. 🚀



# Formaldehyde, Acetaldehyde 관련된 카보닐 화합물의 DNPH 유도체 자동화 시스템

## GERSTEL사 DNPH 모듈이 장착된 MPS Robotic 오토샘플러



### 개요

공기 중 aldehydes와 ketones의 분석은 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH)를 포함한 카트리지를 통해 공기를 통과시킴에 따라 분석물질의 포집이 첫번째로 진행된다. 공기가 카트리지를 통과할 때, 분석물질이 DNPH와 반응하여 카트리지에 고정되는 hydrazone류를 형성시킨다. 그리고 나서 카트리지 내 용매를 흘려주어 빠져나온 DNPH 유도체 성분들은 HPLC-UV로 검출한다.

새로 출시된 DNPH 카트리지에 장착된 GERSTEL MPS Robotic<sup>pro</sup>는 분석물질을 용리시키고 LC-UV로의 주입까지 전 과정을 자동화 시킨다. 전 자동화를 통해 정확도와 재현성에 상당한 향상 뿐만 아니라 잠재적인 인적 오류를 줄일 수 있다. 통합된 저울 옵션은 카트리지 용출 후 무게를 자동으로 수집하여 결과의 정확성을 향상시킬 수 있게 한다. 직관적인 소프트웨어는 시료 처리량을 극대화시키기 위해 이전에 주입된 시료의 피크를 분리하는 동안 다음 시료의 카트리지 용출 과정이 일어나게 한다.

이 응용자료에서는, 온라인 용출, 용리된 시료의 분석 시스템으로의 도입과 대기 중 aldehyde류와 ketone류의 DNPH

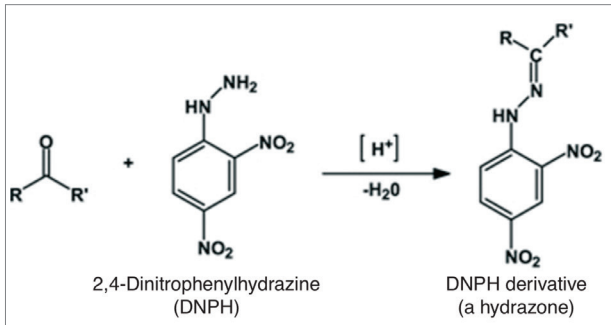
유도체 성분들 분석의 전 자동화를 보여준다. 다양한 aldehyde-와 ketone-DNPH 유도체 성분들의 성능 평가와 보정이 소개되어있다.

마지막으로, 시료 매트릭스로부터 DNPH 카트리지로 샘플링되어진 분석물질들은 용리되고 온라인으로 진행되며 그에 따른 정밀도 데이터가 나타난다.

### 서론

aldehydes와 ketones는 화학산업에서 중요한 성분이다. Formaldehyde는 접착목재와 합성 수지 생산에 사용되고 아세트알데하이드 뿐만 아니라 aldehydes와 ketone은 많은 산업에서 다양한 상품의 생산과정에 유기용매 또는 중간산물로 사용된다.

다양한 표준법 (ASTM D5197, EPA법 IP-6A 또는 ISO 16000-03)은 화합물의 확인을 위해 실내 또는 실외 공기의 대기 샘플링을 요구한다. 그 방법들은 주로 <그림 1>과 같이 2,4-dinitrophenylhydrazine으로 유도체화 하여 2,4-dinitrophenylhydrazone 을 얻기위해 사용된다.



<그림 1> 2,4-dinitrophenylhydrazine을 이용한 유도체화 과정

대기 시료는 Waters사 Sep-Pak DNPH-Silica Short Plus 또는 Supelco사 LpDNPH S10L 카트리지를 휴대용 대기 샘플링 펌프의 주입구에 연결하여 쉽게 포집할 수 있다. 사용자가 설정한 시간 동안 대기시료는 일정유량으로 샘플링 되어 분석물질의 DNPH 유도체가 카트리지에 고정될 수 있게 한다. 카트리지에 모아진 DNPH 유도체 성분들의 탈착/용리 자동화와 LC-UV 또는 LC-MS에 의한 다음 분석은 대기 시료의 높은 처리량 분석을 제공한다.

## 실험 재료

<표 1>에 나열된 DNPH 유도체화 성분들은 Cerilliant에 서 구매했다. 사용된 다른 시약 및 용매는 시약등급이었다. 보정 표준물질과 QC 시료는 acetonitrile을 이용하여 고농도를 적절하게 희석하여 준비했다. 각 DNPH 유도체의 500, 100, 50.0, 20.0, 10.0, 5.00, 2.00, 1.00, 0.500, 0.200과 0.100ng/mL를 포함한 표준물질 농도는 각 DNPH 유도체화의 75.0, 15.0과 7.50ng/mL를 포함한 QC 시료 농도와 함께 분석되었다.

GERSTEL DNPH 옵션에 사용된 DNPH 카트리지는 모델은 Waters사 Sep-Pak DNPH-Silica Plus Short cartridges, 350mg (Waters p/n: WAT #097500)이었다. 탈착 이전에, 카트리지에 용매를 적절하게 흘려주기 위한 마개로 트랜스포트 아답터는 카트리지의 상단에 연결되었다. (GERSTEL part#: 015575-103-00) 그리고 13mm, 0.2 um, nylon 실린지 필터 (Sigma-Aldrich part#: Z254492-1PAK)는 HPLC로 도입되기 전에 파타를 제거를 위해 하단에 장착시켰다.

## 시스템

DNPH 유도체와 자동화는 DNPH 옵션이 장착되어있는 GERSTEL사 MPS Robotic pro(pro는 위첨자) 샘플러로 수행되었다(<그림2>). 모든 분석은 Agilent사 1290 Binary Pump와 1260 VWD로 진행되었다. Agilent사 6470 Triple quadrupole mass spectrometer 역시 DNPH 유도체화 성분들의 추가 확인을 위해 구축되었다. LC시스템으로 시료 도입은 Fast Wash Station이 장착된 GERSTEL사 MPS Robotic pro Autosampler로 자동화가 가능하다.



<그림 2> GERSTEL DNPH 옵션이 장착된 GERSTEL사 MPS Robotic pro(위첨자) 샘플러

## 액상 탈착

트랜스포트 아답터는 DNPH 카트리지를 상단에 부착되었고, 실린지 니들이 끼워진 실린지 필터는 카트리지 하단에 부착되어 DNPH 유도체화 용리액은 밀봉된 바이알로 직접 옮겨질 수 있다. 그리고 나서 조립된 DNPH 카트리지의 DNPH 옵션 트레이로 위치시킨다. 용출 자동화 과정은 MAESTRO 소프트웨어를 이용하여 제어되고 다음의 과정을 포함한다.

1. 용출액 수집용 바이알 무게 측정
2. 2.5 mL SPE 실린지를 이용하여 카트리지로 100% ACN (Acetonitrile) 5mL를 첨가
3. 카트리지 내 남아있는 용매를 뽑아내기 위해 1mL air를 카트리지에 불어넣기
4. 모아진 용출액의 정확한 무게를 확인하기 위해 수집용 바이알 무게 측정
5. LC-MS등급의 물 500uL에 용출액 500uL을 혼합

6. 혼합물의 10 $\mu$ L를 HPLC 주입밸브로 주입

## LC 분석조건

<b>Pump</b>	gradient (600 bar), flow rate = 1.2 mL/min
<b>Mobile Phase</b>	A – 100 % water B – 100 % acetonitrile
<b>Gradient</b>	Initial 45 % B 15 min 60 % B 15.1 min 45 % B 17.5 min 45 % B
<b>Run time</b>	20 minutes
<b>Injection volume</b>	10 $\mu$ L (loop over-fill technique)
<b>Column temperature</b>	30°C
<b>UV wavelength</b>	365 nm

MS2 SIM mass spectrometer 조건은 아래와 같다. (필수는 아님; 정성 보조로만 활용)

## MS 분석조건

<b>Operation</b>	electrospray negative mode
<b>Gas temperature</b>	350°C
<b>Gas flow (N2)</b>	5 L/min
<b>Nebulizer pressure</b>	35 psi
<b>Sheath gas heater</b>	250°C
<b>Sheath gas flow (N2)</b>	11 L/min
<b>Capillary voltage</b>	- 4000 V
<b>delta EMV</b>	+ 500 V

## 결과 및 토의

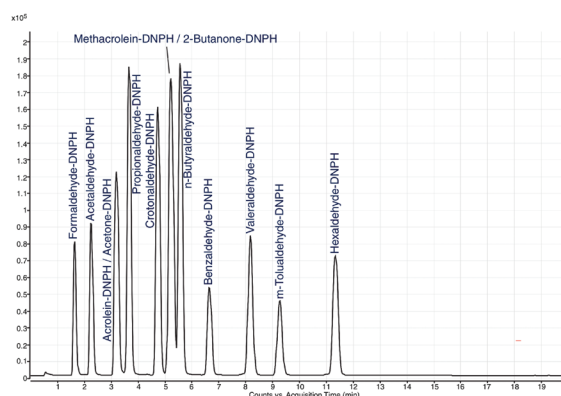
<표 1>은 분석에 사용된 aldehyde와 ketone DNPH 유도체 화 성분들과 SIM 모드에서 모니터링된 m/z 정보가 나열되어 있다.

<표 1> DNPH 유도체화 성분 분석을 위한 LC-MS 파라미터

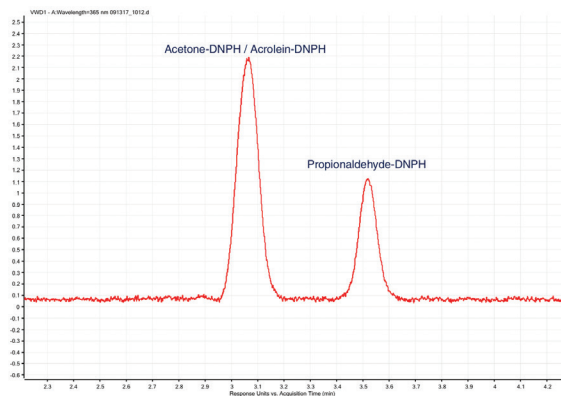
Compound	Mass Ion [m/z]	Dwell [ms]	Fragm. Voltage [V]	Cell Acc [V]	Polarity
m-Tolualdehyde-DNPH	299	100	50	7	Negative
Benzaldehyde-DNPH	285	100	50	7	Negative
Hexaldehyde-DNPH	279	100	50	7	Negative
Valeraldehyde-DNPH	265	100	50	7	Negative

Compound	Mass Ion [m/z]	Dwell [ms]	Fragm. Voltage [V]	Cell Acc [V]	Polarity
n-Butyraldehyde-DNPH	251	100	50	7	Negative
2-Butanone(MEK)-DNPH	251	100	50	7	Negative
Methacrolein-DNPH	249	100	50	7	Negative
Crotonaldehyde-DNPH	249	100	50	7	Negative
Propionaldehyde-DNPH	237	100	50	7	Negative
Acetone-DNPH	237	100	50	7	Negative
Acrolein-DNPH	235	100	50	7	Negative
Acetaldehyde-DNPH	223	100	50	7	Negative
Formaldehyde-DNPH	209	100	50	7	Negative

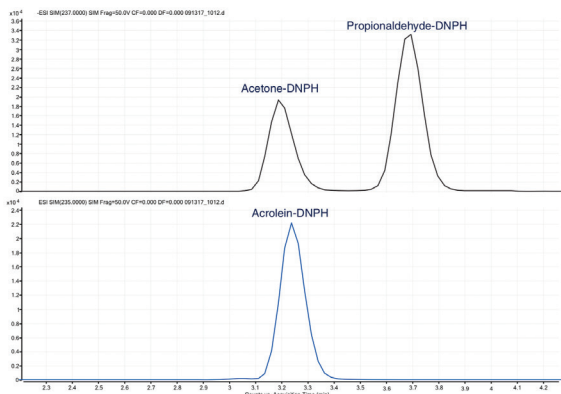
<그림 3>은 DNPH 유도체화로 라벨링되어있는 고농도의 표준물질의 분석을 통해 나타난 매스 크로마토그램을 보여준다. 보는 것과 같이 acetone-과 acrolein-DNPH 유도체화는 현재 크로마토그래피 조건에서 co-elution 되어있음을 확인할 수 있다. LC-MS를 사용하여 DNPH 유도체화성분을 분석하는데 있어서 한가지 장점은 그들의 상응하는 m/z 비율에 의해 co-eluting 피크들을 분리할 수 있는 능력이 있다는 것이다. <그림 4>에서 보여주는 LC-UV 크로마토그램과 <그림 5>의 매스 크로마토그램의 결과를 비교하면, LC-MS를 사용했을 때만 acetone-과 acrolein-DNPH 성분을 분리하여 볼 수 있었다. LC-MS를 사용한 co-eluting 피크들의 유사한 분리는 methacrolein과 2-butanone (MEK)-DNPH 유도체화에서도 관찰되었다.



<그림 3> DNPH-유도체화 표준물질의 매스 크로마토그램



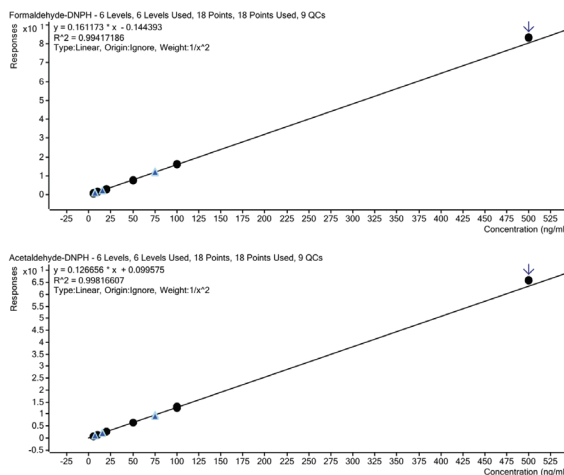
<그림 4> acetone-DNPH와 acrolein-DNPH의 LC-UV 크로마토그램



<그림 5> acetone-DNPH와 acrolein-DNPH의 겹쳐진 LC-MS 맵스 크로마토그램

Formaldehyde-DNPH와 acetaldehyde-DNPH의 LC-UV 분석의 대표적인 표준곡선은 <그림 6>에서 볼 수 있다. 모든 분석물질에 대해 회귀 분석은  $R^2$ 가 0.99 또는 그 이상으로 나타났다. QC표준물질에 대한 결과는 또한 훌륭하게 일치하였다. LC-UV분석의 선형 범위는 DNPH 유도체에 대해 5.00ng/mL에서부터 500ng/mL였다 는 것에 주목해야 한다. LC-MS 분석의 경우, 선형 범위는 0.100ng/mL에서부터 100ng/mL였다. LC-MS 분석 할 수 있는 최고농도가 LC-VV보다 더 낮은 이유는 검출기의 포화때문이었다.

DNPH 분석의 목적에 따라, 적절한 검출기 소스를 선택하기 위해 실험자는 두개 검출기의 선형 범위와 정량한계를 알고 있어야 한다.



<그림 6> DNPH-유도체 표준물질들을 기반으로 formaldehyde-DNPH(위 크로마토그램)와 acetaldehyde-DNPH (아래 크로마토그램)에 대한 LC-UV 표준곡선

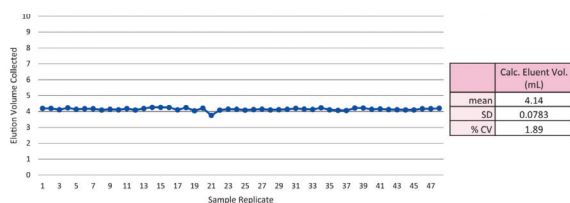
낮은 MS표준물질 (0.100ng/mL)은 모든 분석물질에 대해 베이스라인보다 명확하게 보여지고 formaldehyde의 전반적인 방법검출한계 (MDL;method detection limit)는 샘플링된 1L 공기와 5mL의 용출 부피를 사용하여 0.5ng/L (0.5ug/m<sup>3</sup>) 이하로 계산되어졌다.

하지만 일반적인 분석에서 formaldehyde에 대한 방법검출한계(MDL)는 샘플링에 대한 이슈와 DNPH 카트리지 내 존재하는 비교적 높은 formaldehyde 백그라운드 때문에 부정적인 영향받을 수 있다고 보고되었다. 결과적으로, MS검출기를 사용할 때, formaldehyde에 대한 MDL결과는 UV검출기로 얻어진 결과보다 현저히 좋지않다. 하지만 다른 carbonyl 유도체들에 대해 일반적으로 감도와 MDL에서 향상된 결과를 제공한다.

선택성과 정확도와 같이 다른 관점에서, DNPH 유도체의 분석은 MS를 검출기로 사용했을 때 상당한 장점을 준다. 또한 용출과 주입을 위해 로봇을 사용할 때 정확도, 생산성 및 실험실 처리량에 도움을 준다.

이 연구에서 총 48개의 DNPH 카트리지가 용출되었고 각각 무게 데이터가 반복적으로 수집되었다. <그림 7>의 그래프는 각각 48개 카트리지로부터 용출된 acetonitrile의 계산된 부피를 보여준다. 모든 48개의 반복분석에 대한 정확성 데이터

(%CV)는 평균 1.89%이었다. 이러한 재현성 있는 결과는 로 보틱 샘플러를 사용할 때 기대되어 질 수 있다. 수집된 용출액의 평균 부피는 4.14mL로 확인되었다. 적용된 acetonitrile (5mL)의 전체부피와 다른이유는 실린지 필터 내 또는 카트리리지 그 자체 내 잡혀있기 때문에 발생할 수 있다. 어떤 경우이든, 수집된 acetonitrile의 정확한 부피를 아는 것은 실험자에게 DNPH카트리지에서 수집된 aldehyde의 최종 농도를 더 정확하게 보고할 수 있도록 한다.



<그림 7> 48개 DNPH 카트리지에서 자동으로 용리된 시료 부피의 정확성 데이터. 부피는 기록된 용리액 무게를 기반으로 계산된다.

## 결론

본 연구로 얻어진 결론은 아래와 같다.

- 용리 자동화 및 추후 LC-UV와 LC-MS 분석은 GERS-TEL 듀얼 헤드 Robotic<sup>PRO</sup> autosampler를 이용하여 성공적으로 수행되었다.
- $R^2$ 값이 0.99 또는 그 이상을 나타낸 선형 표준곡선은 표준물질의 주입에 기반하여 얻어졌다.
- 몇몇 경우에는, MS검출은 UV검출로 불가능한 중첩된 분석 피크의 분리를 가능하게 한다.
- 48개 각각의 DNPH 카트리지에서 자동으로 용리된 시료의 정확성 데이터는 1.89% CV로 확인되었다.
- 용리액 무게를 계산한 후 용리액 부피는 정확하게 계산되었다. 🔄



# 수질, 대기 어느 하나도 놓치고 싶지 않다면

## GERSTEL

솔루션입니다.

### 고감도 이취미 물질(2-MIB, Geosmin) 분석

GERSTEL Twister(Stir Bar Sorptive Extraction)

- SPME(Solid Phase Micro Extraction) 대비 약 100 배의 감도 향상
- ppt 농도 수준의 이취미물질(2-MIB, Geosmin) 분석 자동화 가능
- 수질 중 중간휘발성 유기화합물에 대한 고감도 분석
- PDMS 및 PDMS/EG(Ethylene Glycol)의 고정상 제공
- TDU/TDS 유닛과 MAESTRO 소프트웨어에 의한 완전 자동화

GERSTEL  
*Twister*™



### 실내공기질, 특정대기유해물질

GERSTEL TDS(Thermal Desorption System)

- 샘플링 장치에서 표준물 제조까지 토탈솔루션 제공
- GC와의 일체형 설계로 시료 이동경로에 의한 시료손실 최소화
- 다양한 길이와 충전물의 흡착튜브를 사용한 대기 중 휘발성 유기화합물의 편리한 포집 및 농축



GERSTEL TC  
튜브 컨디셔너



GERSTEL GS  
자동시료포집



GERSTEL TE  
가열추출시료포집



GERSTEL TSPS  
STD tube 제조

# 지방산분석을 단 30분 안에! 이성질체까지 간단하게 분리하는 방법

## GC용 진공자외선 검출기(GC-VUV)를 이용한 FAMES 분석법



### 개요

가스 크로마토그래피(Gas Chromatography)는 복잡한 유기 화학 혼합물의 성분을 분리하고 정량화하기 위해 주로 사용되는 분석기술 방법으로, 질량분석 검출기(GC/MSD)를 통한 화합물의 식별까지 분석범위가 확장되었다. 반면에 흡수 분광학(Absorption spectroscopy)은 액체 크로마토그래피(Liquid Chromatography)에서 UV 검출기로 널리 사용되긴 하지만, 전자기 스펙트럼의 기존 영역 내에서 기체상 대부분의 분석 물질에 대한 흡수 파장 범위가 상대적으로 좁았기 때문에 가스 크로마토그래피에서는 상용화되지 못했다. 그리하여 VUV analytics사는 대부분의 가스상 화합물이 강한 흡수 특성을 보이는 매우 짧은 파장 영역대(120 nm~240 nm)를 활용한 새로운 GC용 진공자외선(Vacuum Ultraviolet) 검출기를 개발하여 최근 상용화 시켰다.

본 자료에서는 37개의 포화 및 불포화 지방산 메틸 에스테르(FAMES)의 Test Mixture를 확인하고, 정량을 위해 진공자외선(VUV) 단파장 영역을 기반으로 한 GC 검출기를 사용하였다. VUV 검출기는 최대 100 Hz의 샘플링 속도(Max. acquisition rate)에서 전체 스펙트럼 범위의 데이터를 산출한다. 그리고 관심있는 화합물에 대한 특이성을 높이기 위해 스펙트럼데이터를 추가적으로 적용 할 수 있어, 정성의 모호함을 줄일 수 있다. 또한, 유사한 구조의 화합물의 경우에는 유사한 스펙트럼 모양과 특징을 나타내므로, 추출 흡광 크로마토그램(Extracted Absorbance Chromatogram, EAC)을 통해 화합물의 특정 그룹 별 불포화 또는 포화 지방산을

선택적으로 분별 할 수 있다.

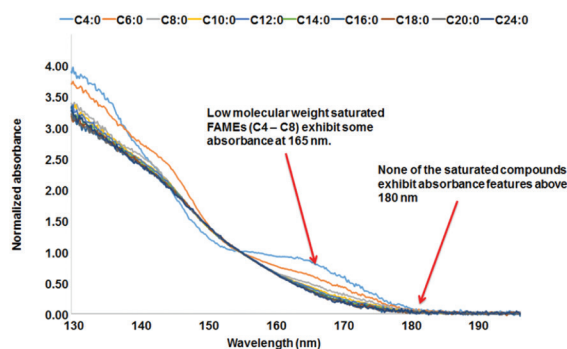
### GC-VUV(진공자외선 검출기)를 이용한 FAMES 분석

#### <분석 기기>

Detector	VUV Analytics VGA-100
Column	60m x 0.25mm x 0.25µm – Part No. SLB-IL111
Test Mixture	37 component FAME Mix – 20 unsaturates (9 mono + 11 poly), 17 saturates – Part No. Supelco CRM47885

#### <분석 결과>

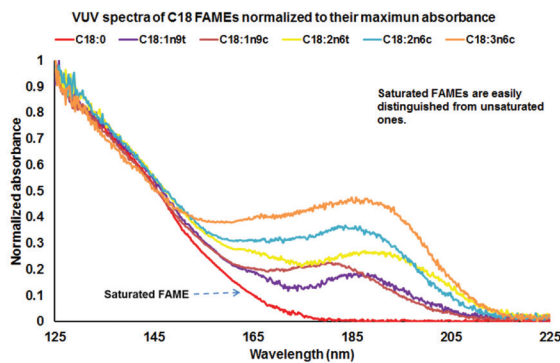
진공자외선 검출기와 GC를 이용한 Fatty Acid Methyl Esters(FAMES) 분석을 진행하였다. <그림 1>과 같이 포화 지방산의 흡수 스펙트럼은 180 nm보다 긴 파장에서 거의 흡광도를 보이지 않았다.



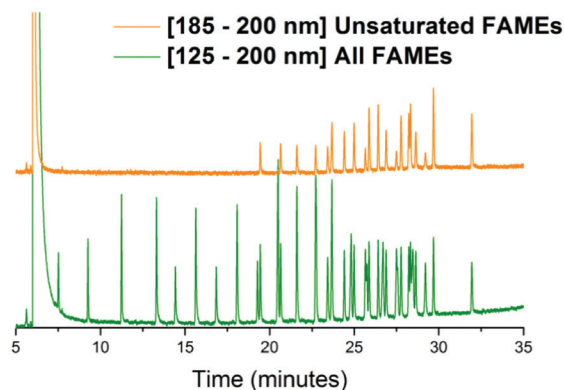
<그림 1> 포화 FAMES의 VUV 스펙트럼



반면에 불포화 지방산은 <그림 2>와 같이 180 nm 이상에서 강한 흡광도 특성을 나타냈다. 또한 170~200 nm 파장 범위에서는 이중 결합 수에 따라 스펙트럼 높이가 증가하는 양상을 보이므로, 미지 지방산의 이중 결합 수를 예측할 수 있다. VUV 검출기는 trans 이성질체인 단일 및 다중 불포화 지방산으로부터 별도의 cis 이성질체를 구별할 수 있다. 즉 <그림 3>에서 보는 것처럼, 포화 화합물과 불포화 화합물의 각 스펙트럼 차이를 통해, 불포화 물질을 혼합물에서 추출할 수 있는 것이다. 이 같은 스펙트럼 및 추출 흡광 크로마토그램(Extracted Absorbance Chromatogram, EAC)으로 모든 화합물의 완전한 크로마토그래피적 분리없이 정확한 정량을 가능하게 한다. 또한, Co-eluting된 포화 및 불포화 성분도 성공적으로 분리되었다.



<그림 2> C18 지방산에 대한 VUV 스펙트럼 비교



<그림 3> 불포화 FAMES(녹색)을 분광학적으로 분별하기 위한 VUV 선택성

정량적 기능 외에도 VUV는 강력한 정성 기능을 제공한다. 화합물들은 이러한 VUV 파장인 진공 자외선 영역 내에서 고유한 스펙트럼을 나타

내므로, 알려진 순수한 화합물(VUV library에서 서칭 가능한)의 스펙트럼을 분석대상 물질의 스펙트럼과 비교하여 대부분의 미지 화합물의 확인이 가능하다. 따라서 VGA-100을 이용한 포화, 단일 불포화 또는 다중 불포화 형태의 FAMES 분류가 모두 가능하다.

## 결과 및 토의

최근 상용화된 새로운 VUV(진공 자외선) 검출기를 이용하여 FAMES 혼합물의 분리 및 분석에 적용해 보았다. VUV 검출기를 통해 기존 GC에서 제공하는 시간(RT) 데이터 외에 추가로 파장 스펙트럼 흡광도를 기반으로, 포화 또는 불포화 물질을 구별하는 정밀 분석이 가능했다.

## 제품 주요 특징

- 파장 범위 별 모델 선택 가능  
120~240 nm(VGA-100), 120~430 nm(VGA-101)
- 선택성이 우수한 범용(Universal) 검출기  
모든 유기 화합물에 대한 정성 및 정량 분석 가능
- MSD보다 뛰어난 식별(Identification) 능력  
혼합물 내의 Isomer(이성질체) 식별 및 Co-elution peak의 deconvolution 가능
- First-principal 정량 분석 기술  
Beer's Law( $A=\epsilon bc$ ), 1차식에 감응하여 보다 간편한 정량값 도출
- 비파괴 분석법  
MSD 및 다른 검출기에 추가 장착 가능



<그림 4> VUV Analytics사, VGA-100

# 이제는 스마트 농업의 시대

## 새로운 패러다임의 분석 솔루션 '초분광 카메라'



### 이제는 스마트 농업의 시대

4차산업의 한 부분인 빅데이터는 다양한 방면에서 사용되는데, 이는 농업 분야에서도 적용된다. 빅데이터는 디지털 환경에서 생성되는 데이터로 수치 데이터뿐만 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터를 말한다. 빅데이터의 규모는 매우 방대하며, 생성 주기가 짧다는 것이 특징이다. 빅데이터 환경은 과거에 비해 데이터의 양이 폭증했다는 점과 함께 데이터의 종류도 다양해져 스마트농업은 물론 위치 정보와 식생 정보를 통해 현재 작물의 상태와 수확량까지 분석하고 예측할 수 있다.

현재 국내 농업은 첨단 기술과 융합된 '스마트 농업'으로 전환되어 가는 중이다. 농업 인구 고령화, 농업 인력과 농경지 감소, 생산 비중 감소 등의 어려움에 봉착해 있기 때문이다. 농림축산식품부의 집계에 따르면 국내 농경지는 2000년 전 국토의 19.0%에서 2013년 17.1%로 지속적으로 감소하고 있으며, 농림어업 종사자 비중도 전체 취업자의 10.6%에서 5.7%로 급격히 줄고 있다. 더욱이 국내 총생산 중 농림어업이 차지하는 비중도 2000년 4.4%에서 2013년 2.3%로 급락했다. 국내 농업을 활성화하기 위한 대책을 마련하는 것이 시급한 상황이다.

최근 농업은 정보통신기술(ICT), 바이오기술(BT), 녹색기술(GT) 등 첨단 기술이 융합된 형태로 진화하고 있다. 특히, ICT를 접목한 스마트 농업이 생산물의 품질과 생산 효율을 높이는 데 기여할 수 있어 노동인구 및 농지 감소, 기후변화에 따른 기상이변 등의 문제를 해결할 수 있는 방안으로 떠오르고 있다.

2014년 미래창조과학부는 2년 내에 신제품 서비스를 개발하고 창업을 지원하는 '신산업 창조 프로젝트'의 일환으로 사물인터넷(IoT)과 농업의 융합 프로젝트를 선정했다. 즉, 사물인터넷을 기반으로 농작물의 최적 생육환경을 제어하기 위한 개방형 IoF(Internet of Farm)의 핵심 플랫폼을 개발하는 사업을 추진하는 것이다.

스마트 농업과 관련된 생산 영역의 주요 산업 기술은 스마트 팜, 식물공장, 지능형 농작업기 등이다. 이중 스마트 팜(smart farm)은 센서와 네트워크 기반의 스마트 농업생산 시스템이다. 각종 센서 기술을 이용해 농축산물의 생장, 생육 단계부터 온도, 습도, CO2 등의 정보 관리에 기초해 최적의 환경을 조성하고 병충해 등의 피해를 막기 위한 시스템 기술로서 최근 네트워크, 분석 소프트웨어, 스마트기기와의 연계를 강화하는 추세다.

많은 센서 장비 중에 초분광카메라는 농축산물의 생장, 생육 단계 등의 정보관리를 하는 센서이다. 영인과학은 초분광카메라의 선두에 서있는 Headwall사와 독점 대리점 계약을 맺어 새로운 패러다임의 분석 솔루션을 제공한다.

### Headwall사 초분광 카메라

Headwall사 초분광 카메라는 응용에 따라 Ground, Lab 초분광 카메라와 드론에 장착할 수 있는 Airborne 초분광 카메라로 나뉘며, 각 용도에 다양한 파장대의 장비가 있다. 본 응용자료에서는 Lab용 초분광 카메라 VNIR E Series를 소개한다.

## Headwall Lab용 초분광 카메라 VNIR E Series

Headwall사 Micro - VNIR 카메라는 400 nm~1000 nm을 보는 모델로 스마트 농업에 최적화된 장비이다. Rotation Kit 및 UAV에 장착하여 농산물의 생장 생육 단계를 확인할 수 있고, 월별 생장 특징을 알 수 있으며 빠른 시간 내에 수분부족 및 병충해 여부를 파악할 수 있다.



### 특징

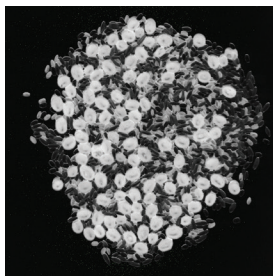
Headwall Micro VNIR 카메라는 HDR, Tiff, JPEG 등 다양한 포맷으로 변환이 가능하며 촬영한 데이터에 GPS 좌표가 입력되어 정확한 위치 파악이 가능하다. 카메라 내 하드디스크가 내장되어 있어 안전하게 데이터를 촬영 하며 보관할 수 있다. 소프트웨어의 경우 사용자 인터페이스(GUI) 기반으로 간단하면서 손쉬운 Calibration 및 촬영이 가능하다. 또한, Ground, UAV(무인항공기) 등 다양한 방식으로 데이터를 취득할 수 있으며, 실험실의 경우 별도의 Scanning Kit가 있어 간단하게 장착이 된다. 주요 응용 분야는 스마트 농업/스마트팜으로 농업, 산림업에 적용 가능하다.

- VNIR(400~1000 nm) 초분광 센서
- 월등한 밴드 수(369 spectral 밴드, 1600 spatial 밴드)
- 최대 프레임 250 Hz
- 자체 소프트웨어 포함
- 센서 내 HDD 포함(Airborne 패키지의 경우)
- GPS/IMU 센서 포함
- Lab, Ground, UAV 등 다양한 레퍼런스 보류
- Full CameraLink 적용으로 인한 프레임 저하 없음
- 초경량화(1.1kg)

### 분석 자료

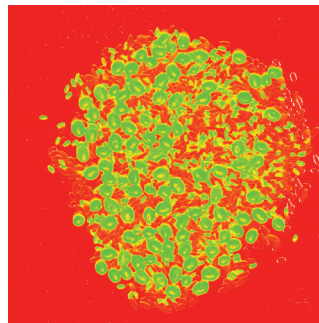


<그림 1> 콩, 쌀, 현미 초분광 이미지



<그림 2> 파장대역 분류에 따른 초분광 이미지

<그림 1>은 콩, 쌀, 현미 등을 Headwall사 초분광 카메라로 찍은 사진이다. 일반 정미소에서 쌀을 선별하거나 혹은 농경지에서 작물을 재배할 때 직접 눈으로 확인하여 불순물 및 잡초를 제거하게 된다. 하지만, 초분광 센서를 사용할 경우 <그림 1>의 사진을 <그림 2>와 같이 작물별로 파장대역을 다르게 표시할 수 있어 대량의 쌀을 선별할 때 매우 유용하다. 그렇기 때문에 잡초 및 병충해가 걸린 작물 그리고 수분이 부족한 작물들을 바로 찾아낼 수 있다. 또한, 같이 재배하는 작물중에서도 좋은 품질과 나쁜 품질의 작물을 바로 구분 및 확인할 수 있다.



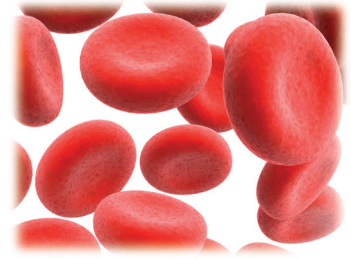
<그림 3> 정규식생지수 분류의 영상처리

정규식생지수\*는 하나의 영상 처리 기술로서 식생의 유·무를 강조하는 데 사용되는 기술이다. 이것은 근적외선과 적색광 밴드 사이의 값의 차이를 두 밴드를 합한 값으로 나누어서 계산한다. 이 값의 단위가 없으며 -1에서 +1의 범위로 +1에 가까울수록 식생의 분포량과 활동성이 크다는 것을 의미한다. 또한, 2019년에 강화되는 농약 PLS 제도를 통해 잔류 농약의 허용기준이 강화된다. 관련 제도에 대응하기 위해 농약을 살포한 농작물과 그렇지 않은 농작물을 구별하는 작업이 필요하다. 이 또한 초분광카메라를 이용한다면 신속하고, 정확하게 농약 사용 유무에 따른 작물 구별이 가능할 것이다. ☎

\* 정규식생지수(NDVI, Normalised Difference Vegetation Index)

# 여름철 감염병, 말라리아의 조기진단

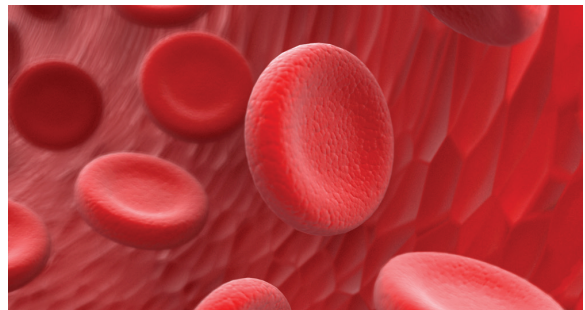
## 알고리즘적 data-mining 기술로 Malaria flag 성능 유효성 검사



### 서론

말라리아는 열대지방 전역의 사람들에게 영향을 미치는 흔한 감염성 질병 중 하나이다. 말라리아는 암컷 Anopheles(학질) 모기에 물린 사람들이 전염성 기생충에 의해 생명을 위협받는 질병이다. 세계인구의 절반, 약 32억명의 사람들이 말라리아 위험군에 속한다. 말라리아는 아프리카에서 가장 흔한 질병으로, 세계보건기구(WHO)에서 2012년 전 세계적으로 발생환자수가 2억 700만명, 사망자수는 627만명으로 추산된 공중보건 문제이다.

여러 혈액분석장치에서 다양한 parameter를 이용하여 말라리아 감염의 여부를 확인하는 제품이 출시되고 있다. Abbott는 빛의 탈분극(light depolarization)과 핵산 형광 염료(nucleic acid fluorescent dye)를, Beckman Coulter는 세포의 위치 또는 크기 parameter로부터 개발된 오프라인 알고리즘을, 비슷하게 Sysmex도 백혈구 기질의 세포 크기와 망상적혈구 기질의 malaria flag 또는 적혈구의 형광변화(fluorescence) 원리의 장비를 출시하였다. Flag 검사 자동 실행, 사용자의 산포도 패턴 분석을 포함한 모든 말라리아 감염으로 인한 혈액의 변화를 분석하는 방법에서 사용되는 parameter는 4개 미만이다.



HORIBA Medical은 MicrosemiCRP, Pentra XL(PXL), Pentra XLR(PXLR) 장비에서 생성된 모든 parameter들을 조사하여 정상인과 말라리아 감염 환자를 선별하기 위해 가장 유용하면서 자동화된 malaria suspect flag 개발을 결정하였다.

HORIBA Medical 최신 장비에서 말라리아 양성과 정상인, 말라리아와 동일한 징후와 증상을 보이는 맹기열 환자군의 500개 이상 검체분석으로 누적된 노하우를 적용하였다. 이에 대한 결과로 PXL 및 PXLR 장비의 CBC+Diff 모드의 25,994개 중 412개 parameter, PXLR 장비의 modified Retic 모드에서 26,395개 중 402개 parame-

ter, MicrosemiCRP 장비의 886개 중 59개의 parameter가 말라리아에 대해 분별력이 있는 것으로 확인되었다. 이러한 유용한 parameter들로부터 flagging 알고리즘이 개발되었으며, 검증 연구(validation study)로 활용된다.

## 분석 요약

### 1) 소개

말라리아 질환을 혈구계산기로 검사한 지 20년 이상이 지났다. 다양한 방법론과 연구 설계로 효율성이 보고되었다. 일부 제조업체는 민감도와 특이도가 80%이상이라고 주장하며 high range(고범위) malaria flag를 소개한다. 그러나 실질적으로 말라리아가 빈번하게 발생하는 지역에서는 low와 medium 범위의 장비를 사용한다. HORIBA Medical은 현대 컴퓨터 machine-learning(슈퍼컴퓨터) 기술을 Horiba medical 중소형 혈구계산기에 적용하여 말라리아 탐지 flagging 알고리즘을 개발하였다. 해당 검증(validation) 테스트에서는 말라리아와 임상학적 증상이 비슷한 뎅기열환자들도 포함되어 있다.



[Pentra XL]

### 2) 분석방법

290개의 검체를 다음과 같은 장비와 검사 모드로 연속적으로 분석하였다:

- MicrosemiCRP (CBC 3 part diff + CRP modes)
- Pentra XLR (5 part Diff or fluorescent reticulocyte analysis modes-형광 망상적혈구 분석 모드)



[Pentra XLR]

검체는 정상(건강), 말라리아 양성, 뎅기열 양성 3가지 진단 범주로 나뉜다.

말라리아 확진 환자는 P. vivax-삼일열 말라리아 원충(N=103)과 P. falciparum-열대열 말라리아 원충(N=29)이었고, 현미경학적으로 두드러진 진행 단계(링 또는 아메바형태의 schizonts -말라리아 기생충)를 보였다.

정상(N=70)과 뎅기열(N=87)은 민감도, 특이도, 음성과 양성 예측값, 분류정확도, 음성과 양성에 대한 우도 비를 고려하여 말라리아 음성이라 판정하였다

Datamining 기술로 550개의 유형 (말라리아 양성 232개)에서 정상상태와 상당한 차이를 보이는 말라리아 질환 parameter를 선별하여 개발된 flagging 알고리즘은 분별력을 더 높이기 위해 가중치를 반영하였다.

Datamining과 machine-learning 기술을 사용한 malaria suspect flag 검사에서 장비별로 다양한 parameter가 선택되었다. (MicrosemiCRP - 886개 중 59개 ; PXL DIFF - 25,994개 중 412개; PXL Retic - 26,395개 중 402개)

검체는 malaria suspect flag 통합소프트웨어 장비로 분석하고, 확진 검사 결과와 비교하였다.

### 3) 분석결과

Method	Sensitivity	Specificity	Correct Class	NPV	PPV	NLR	PLR
RXLR DIFF	0.871	0.803	83.33%	0.782	0.884	0.16	4.41
PLXR Retic	0.816	0.822	81.93%	0.846	0.789	0.22	4.58
MicrosemiCRP	0.853	0.77	80.93%	0.865	0.756	0.19	3.76
MicrosemiDiff	0.428	0.815	63.64%	0.624	0.665	0.7	2.31

관련장비 허가사항 :

- 모델명 : Pentra XL80, Pentra XLR

- 품목허가번호 : 서울 02-2829호

자세한 사양은 Product story에서 확인 가능합니다. ⓘ



# 초순수제조장치에서 TOC(Total Organic Carbon) 모니터링은 왜 중요할까?



## 영인과학 초순수제조장치 aquapuri 5 series TOC Monitoring system

TOC는 Total Organic Carbon의 약자로 사용되며 BOD, COD와 더불어 대표적인 물 환경에서의 유기물 오염지표항목으로 사용되고 있다.

BOD(Biochemical Oxygen Demand)는 물 환경에 존재하고 있는 유기물을 미생물이 분해할 때 소모되는 산소량으로 유기물의 양을 나타내는 지표이며, COD(Chemical Oxygen Demand)는 유기물 분해에 소모된 산화제의 양으로 유기물의 양을 나타낸다. BOD는 미생물에 의해 분해되는 유기물만을 대상으로 하며, COD는 미생물에 의해 분해되지 않는 유기물 중 산화제로 분해되는 유기물을 포함하기 때문에 이론적으로는 COD가 높은 게 일반적이다. 유기물에 대한 정의는 화학적인 구조에서 탄소가 포함된 구조의 물질을 의미하며 TOC는 바로 탄소를 직접 측정한다는 점에서 대표 항목으로서 적합하다고 할 수 있다.

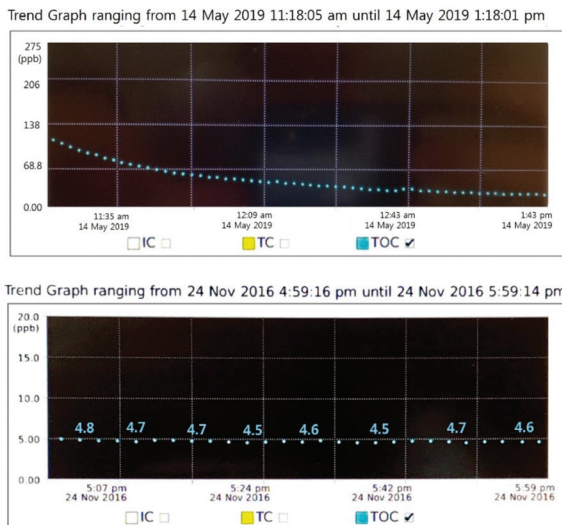
일반적으로 유기물질을 고온에서 태우면 탄소 등이 발생되는데 이렇게 발생된 탄소를 계측기기를 통해 측정한다. TOC는 크게 4가지 형태로 구분하여 측정이 가능하다. 크게는 입자성 탄소(POC)와 용존성 탄소(DOC)로 구분되며 이를 다시

분해 가능한 탄소(LPOC, LDOC)와 난분해성 탄소(RPOC, RDOC)로 구분하게 된다. 이를 바탕으로 전문가들은 고도화된 유기물질 분석 방법으로 총 유기탄소(TOC)라는 측정법을 제안했다. TOC는 유기물질을 태운 뒤 잔류한 탄소를 직접 측정하는 방식으로 난 분해성 물질을 포함한 전체 유기물질의 양 측정에 가장 효과 높은 방법이다. 유기물질은 화학 작용으로 탄소와 결합된 형태로 되어 있어 탄소량을 측정하면 더욱 정확한 유기물질의 양을 측정할 수 있다. COD는 전체 유기물질의 30~60%를 분석할 수 있는 데 반해 TOC는 거의 모든 유기물질을 분석할 수 있다. 때문에 유기물질함량의 정도를 파악하기 위해서라도 TOC 농도 확인은 필수적이라 할 수 있으며 특히, 시료 및 용매 제조용 초순수의 사용에서 TOC 농도확인인 분석결과에 영향을 줄 수 있기 때문에 꼭 필요한 작업이라 할 수 있다.

초순수 중의 유기물 측정에는 장치에 포함시킬 수 있는 자외선 산화와 전기전도도 변화를 이용해 TOC수치를 측정할 수 있는 방식이 주로 이용되고 있다. 자외선 파장(185~254 nm)을 이용해 초순수 중의 유기물을 산화, 분해하고 이 때 생성되는 이산화탄소가 중탄산이온으로 수중에 녹아서 일어나는 전도율의 변화로 TOC값을 측정하는 원리이다. 영인과학의

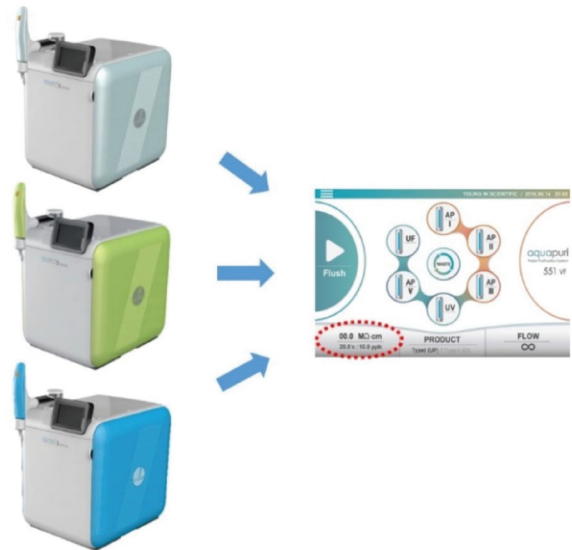
aquapuri 5 series 제품에도 TOC수치를 실시간으로 확인할 수 있는 TOC센서가 설치되어 있다.

초순수제조장치의 경우 매일 사용하기 보다는 대부분 필요할 때만 사용하는 것이 보편적이다. 이렇게 장시간 사용하지 않은 초순수제조장치는 높은 TOC의 값으로 인해 안정화 작업이 필요하다. 기기마다 차이가 있지만 그 시간은 짧게는 1시간에서 길게는 수시간이 소비될 수 있다. <그림 1>



<그림 1> 안정화 과정의 TOC값(위)의 변화와 안정화가 끝난 TOC 변화(아래)

이렇듯 초순수제조기에서 TOC값의 안정화 작업은 매우 중요하다. 하지만 TOC센서가 장비되어 있지 않으면 이런 상황을 파악할 수 없다. TOC센서가 없는 제품을 사용하여 HPLC 등의 유기물 분석에 사용한 경우 당연히 만족할 만한 결과를 얻을 수 없을 것이다. TOC를 모니터링하는 기능이 있으면 장치의 순환기능을 이용하여 유기물 농도를 줄일 수 있으며 분석결과에 미치는 영향도 미연에 방지 할 수 있다. 영인과학의 aquapuri 5 series의 532, 541, 551 제품의 UV 모델과 VF모델은 TOC센서가 탑재되어 TOC농도를 실시간 확인할 수 있다. <그림 2>



<그림 2> LCD모니터로 확인이 가능한 실시간 TOC 농도 (aquapuri 5 series)

미국재료시험협회(ASTM) 규격의 수질을 자랑하는 aquapuri의 초순수는 TOC 5ppb 이하의 농도를 자랑하며 안정적인 유·무기분석 결과값을 얻을 수 있어 HPLC, GC/MS 사용 시 이동상 용매로 사용 가능하다. 또한 Ultra filter가 추가된 VF모델은 DNA제조합 연구 및 PCR 작업 등 분자생물학 실험용으로 사용할 수 있고 DNase, RNase 등 Nuclease 간섭에 민감한 세포배양용 용매로 사용이 가능하다. 🧪

#### [출처]

- 1) 심인근 외., '부유물질양에 따른 총유기탄소와 BOC, COD 관계에 대한 연구', 대한상하수도학회/한국물환경학회 2010 공동 추계학술 발표회 논문요약집, 621-622(2010).
- 2) 서희정 외., '하천수와 하수처리장 방류수의 유기물 분포 및 분해 특성', Analytical science & Technology, 23(1), 36-44(2010)
- 3) 국립환경과학원, 담수중의 총유기탄소 분석법 연구(2005).



## 라지볼륨 헤드스페이스 시스템 [ENTECH] 7650HS-CTS

Entech사 7650HS-CTS는 매우 가벼운 성분에서부터 무거운 성분까지 정확하게 분석하기 위해 헤드스페이스의 평형 “스냅샷”을 취하여 소비자 경험을 정량화 할 수 있는 유일한 상업적으로 이용할 수 있는 솔루션이다. 7650HS-CTS는 헤드스페이스 사전 농축을 목적으로 실제 캐필러리 컬럼의 여러 단계를 사용하는 유일한 시스템이다. 이러한 특허 기술은 SPME와 같은 샘플링을 구현하면서 반응 손실과 carryover 영향 없이 매우 가벼운 성분에서부터 무거운 헤드스페이스 성분들의 완벽한 회수율을 얻을 수 있는 전처리 방법이다.

### 특징

- 직접적인 캐필러리 컬럼 트랩핑 : 캐필러리 컬럼은 시료의 농축을 수행하여 정량적인 정확도를 향상시킨다.
- 시료 바이알 크기의 다양화 (20~1000 cc) : 적합한 감도와 통계적 정확성
- Micro-QT Septumless 시료 인터페이스 : 전체 진공을 위한 gas-tight 밀봉
- 열적으로 불안정한 성분들의 회수가능 : 황, 인, 질소를 포함한 성분들 분석 가능
- 매우 낮은 carryover 영향 : 캐필러리 컬럼 트랩은 packed 트랩에 비해 상대적으로 낮은 carryover를 갖는다.
- 모든 밸런스 가스 조성을 지원 : Air, nitrogen, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, He, methane, mixture
- 높은 에탄올 매트릭스를 쉽게 처리가능
- 상온에서부터 100 °C 까지 시료 열처리 가능
- LN<sub>2</sub>를 이용한 냉각 농축 : 50°C 이하의 끓는점을 가진 화합물의 분리과 해상도를 향상시킨다.
- 진보된 수분 처리 : 캐필러리 컬럼 트랩은 수분 보유력은 실제로 0에 가깝다.

### 주요 응용

- 식품&향미 - 식품/ 향미/음료 분석
- 향기 분석 - 식물학, 추출물, 제품
- 포장재 테스트 - 향상된 통계적 정확도
- 제품 테스트 - 방출 가스 검사
- 법의학 - 촉진제
- 이취미 분석 - 소비재



## 알루미늄 합금 분석을 위한 강력한 성분분석기 [SciAps] 휴대용 XRF X-250

SciAps사의 휴대용 XRF는 가장 최신형 원소 분석기로서 스테인리스, 높은 온도, 선삭(turnings)에서도 신속한 분석 솔루션을 제공한다. 특히, X-250 모델은 스크랩산업에 최적화된 장비이다. X-250은 알루미늄 합금의 90%를 단 2초 만에 분류할 수 있으며, 0.2% 또는 0.3% 까지 적은 함량의 마그네슘도 2초 안에 측정 가능하다. 이로 인해 Mg 분석에 사용되는 다른 휴대용 XRF보다 뛰어난 성능을 가지며, 알루미늄 합금 분류에 중요한 기능을 제공한다. 또한, 자동으로 더 높은 전압의 2차 빔을 2초 동안 추가로 발사하여 기존 XRF에서 혼동하기 쉬웠던 6063과 1100 그리고 356과 357 강종도 신속하게 정확한 분류가 가능하다.

### 제품 특징

- 최대 3배 이상의 파워를 제공하는 업계 최고의 X선관
  - 튜브 최대 성능 -50kV, 500uA (For alloy testing, 6-40kV, 200uA Rh anode. For aluminum beam, 500 uA at 10 kV. For other Apps 6-50kV, 200uA Au anode)
- 알루미늄 분석 전용 APP 포함
  - 높은 처리량과 고정밀 알루미늄 합금 선별을 위해 설계된 독점적인 분석법(특허 출원 중)
  - 6061 강종과 같은 Cr의 낮은 농도(0.04%)도 신속히 측정
  - 0.25% Mg, 0.1% Si를 2초 안에 분석
- 검출기 : 20mm<sup>2</sup> silicon drift detector
- 분해능 : 135 eV



자료번호 84-08

자료번호 84-09

## 생산수 별 선택지가 다양한 통합형 aquapuri 5 series [영인과학] aquapuri 5 series

aquapuri 5 series 순수와 초순수를 탱크없이 시간당 60L를 생산하는 직수시스템으로 이런 우려를 미연에 방지한다. 또한, 일반적인 분석기기용 용매 제조 및 완충용액 제조 뿐 아니라 TOC <5ppb( $\mu\text{g/L}$ )의 수질을 자랑하여 극미량 무기 및 유기분석용으로 사용할 수 있고 HPLC, GC/MS 등 분석기기의 이동상 용매로도 사용 가능하다. 통합형의 Ultra filter를 탑재한 UF모델, UV Filter와 UF Filter를 탑재한 VF 모델은 Bacteria <0.01cfu/mL, Particles <1 particles/mL의 성능을 자랑하며 DNA재조합 연구 및 PCR 작업 등 분자생물학 실험용으로 사용할 수 있고 Dnase, Rnase 등 Nuclease 간섭에 민감한 세포배양용 용매로 사용이 가능하다.

### 특징

- 생산량: 60L/h
- Product Type
  - 541 series : Type 1 / Type 3
  - 551 series : Type 2 / Type 3
- 쉽고 간편한 사용방법
  - Full color LCD Touch screen 장착
  - 실시간 수질 데이터 모니터링
  - 사용자 맞춤 생산량 설정(100mL~)
- 손쉬운 유지보수
  - 공구가 필요없는 3 sides 마그네틱 도어
  - Insert Type 필터로 간편한 교체



## 혈구계산기

### [HORIBA Medical] Pentra XL80 / Pentra XLR

- \* 혈액검사는 적혈구, 백혈구, 혈소판 등과 같은 혈액 내 세포의 종류와 수에 대해 중요한 정보를 제공하며, 질환의 진단·치료 및 추적 관찰에 이르는 임상적응증에 대해 가장 기본적으로 행해지는 검사입니다.
- \* 혈구계산기: 혈액 내 백혈구, 적혈구, 혈소판 등을 계수하는 기구.

HORIBA Medical은 혈액학 분야의 세계적인 선도 기업으로 30년 이상 IVD(체외진단의료기기) 시장을 개발하여 전세계 110개국 이상에 공급하고 있습니다. 일본, 중국, 프랑스, 브라질 4개의 제조원이 있으며, 2015년 프랑스의 몽펠리에와 일본의 교토에 연구개발 센터도 설립하였습니다.

혈액학 분야에 전문성이 있으며 혈액학, 혈액응고, 임상화학, 현장검사(Point of Care), 및 실험환경분석 분야의 제품을 출시하였고, 약 3만 개의 검사실에 공급했습니다. HORIBA Medical의 체외 진단검사의학의 전문적 기술은 현재 혈액학 분야에 대해 세계적인 기여와 미래를 생각하고 있습니다.

### 특징



Pentra XL80	Pentra XLR
Up to 80 samples/hour	Up to 80 samples/hour
26 parameters	36 parameters
Large capacity autoloader(100 tubes)	Large capacity autoloader (100 tubes)
Stat sampling on Open or Close tube	Stat sampling on Open or Close tube
Customized Dilution Ratio(CDR)	Customized Dilution Ratio(CDR)
Integrated Validation Station	Integrated Validation Station
CBC / 5 Diff	CBC / 5 Diff / Full reticulocyte parameters
Integrated Workstation, Color Touch Screen	Micro-sampling from whole blood

# 더 쉽고 간편해진 BOD 측정 시스템 WTW사 OxiTop®



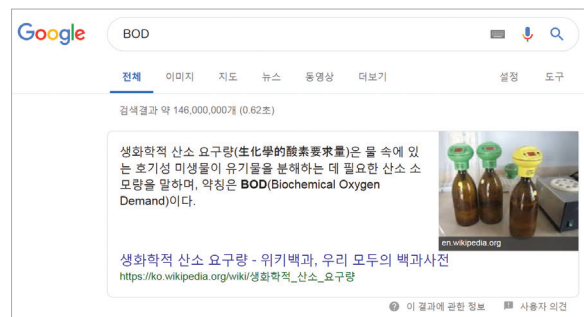
과학 기술이 발전하면서 항상 환경문제 이슈가 함께 대두되고 있다. 특히 화학물질에 대한 관리 및 규제가 강화되고 있고, 화학물질을 제조·수입하기 위해서는 이에 관한 유해성 평가가 이루어져야 한다. 우리나라가 규제하고 있는 “화학물질의 시험 방법에 관한 규정”을 살펴보면 BOD<sub>5</sub>을 이용한 생분해성 측정이 평가 항목 중 하나로 자리잡고 있다.

시험 항목	세부 시험 방법	OECD TG
생분해성	용존유기탄소 감소량 측정 시험	301A
	이산화탄소 발생량 측정 시험	301B
	산소 흡수량 측정 시험(Modified MITI Test I)	301C
	밀폐시험병을 이용한 용존산소 소모량 측정 시험	301D
	개정된 OECD 스크리닝 시험	301E
	압력계를 이용한 호흡 측정 시험	301F
	밀폐용기 내 CO <sub>2</sub> 측정 시험(Headspace test)	310
	개정된 SCAS 시험	302A
Inherent	Zahn-Wellens/EMPA 시험	302B
	개정된 MITI 시험(II)	302C
가수분해	pH 조절에 따른 가수분해 시험	111

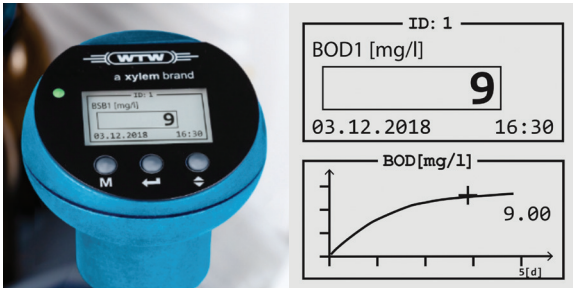
WTW사의 OxiTop® 제품은 시료 내 존재하는 미생물의 호흡에 따라 발생하는 CO<sub>2</sub>를 흡수제로 제거하여, 측정 용기 내에 발생하는 감압 정도를 헤드(head) 내부의 압력 센서로 정밀하게 측정하는 방식이다. 이 방법은 OECD 301F에 부합하는 방

법이며, OECD 301F는 국립환경과학원에서 생분해성 측정 방법으로 권장하고 있다.

OxiTop®은 세계에서 가장 유명한 BOD 측정 장비로, 검색 엔진 Google에서 BOD를 검색하면 OxiTop® 제품이 함께 검색된다. OxiTop®의 가장 중요한 부품인 헤드(head)는 출시 후 25년 동안 20만 개가 넘게 판매되었고 OxiTop®과 관련된 논문은 3,700건이 넘는다(google 학술검색 기준).



2019년 4월 WTW사에서는 제품의 측정 원리와 정확성은 유지하고 기능은 향상시킨 신제품을 출시하였다. 사용자가 보다 쉽고 편리하게 실험할 수 있도록 개선된 부분은 크게 헤드와 컨트롤러 부분으로 나뉜다.



기존 제품의 경우 BOD 값과 그래프를 확인하기 위해서는 별도의 컨트롤러가 반드시 필요했다. 새로 나온 OxiTop®은 모델에 상관없이 헤드 액정을 통해 현재의 BOD 값과 그래프를 확인할 수 있을 뿐 아니라 지난 데이터도 확인이 가능한 기능이 추가되었다.

모든 모델이 별도의 컨트롤러 없이 최대 7일 동안의 BOD를 측정하는 BOD<sub>7</sub> 실험이 가능하며, 이를 응용하여 플라스틱 분해와 같은 간단한 생분해성 실험도 할 수 있다.<sup>1)</sup>

또한 컨트롤러의 경우 휴대용 멀티미터와 기능을 통합하여 BOD 데이터를 관리하고, 동시에 센서를 연결하여 pH/D/O/Cond 등의 측정이 가능하다. 컨트롤러는 2채널/3채널 휴대용 멀티미터 제품으로 나뉘며 용도에 따라 최대 3개 항목을 동시에 측정할 수 있다. 컨트롤러를 이용한다면 최대 180일 동안 360개의 데이터 저장이 가능하다.



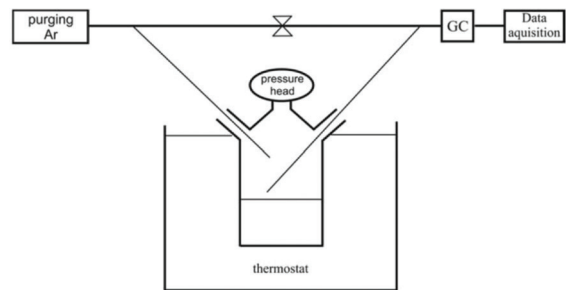
모델에 따라 토양 호흡률을 측정하거나 메탄과 같은 바이오가스를 분석하는 연구에도 활용할 수 있는 장점이 있다. Katri 등은 연구 결과 OxiTop® -IDS B6M 모델이 토양 호흡률 측정이 매우 적합하다는 결론을 냈으며<sup>2)</sup>, Elizabeta Tratar Pirc 등은 OxiTop® AN 제품을 GC에 연결하여 발생하는 가스를 분석하는 연구를 진행하였다.<sup>3)</sup>



OxiTop® -IDS B6M



OxiTop® -IDS AN

Elizabeta Tratar Pirc 등, OxiTop® -IDS AN 제품의 응용<sup>3)</sup>

다양하게 활용이 가능한 OxiTop® 제품의 어플리케이션을 이용하여 더 편리하고 정확한 오염도 관리를 할 수 있기를 기대한다.

- 1) The bio degradation of plastics using biolan pikakompostori 220 composter and by OxiTop BOD<sub>7</sub> measurements, Asikainen Samu
- 2) Studies of biodegradability of certain oils in forest soil as determined by the respirometric BOD OxiTop method, Katri 등
- 3) Comparison of GC and OxiTop analysis of biogas composition produced by anaerobic digestion of glucose in cyanide inhibited systems, Elizabeta Tratar Pirc 등

제품 문의: 영인랩플러스 정밀분석팀 (02-2140-5445)

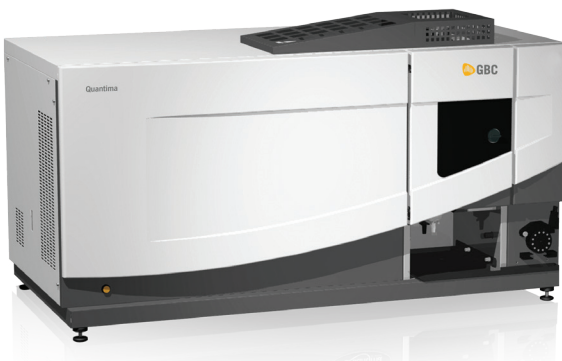
# ICP-OES 분석, 가성비 끝판왕 Quantima 모델과 함께



## 영인크로매스 GBC사 Quantima ICP-OES 장비 소개

ICP-OES는 다양한 시료 매트릭스에서 무기 원소를 측정하는 강력한 분석방법이다. 이 방법은 RF 전류 및 비활성 기체(Ar)를 이용하여, 고온의 플라즈마로 들뜬 상태의(Excited) 원자로부터 방출되는 광자 에너지를 측정하고 방출된 광자의 파장으로 원소를 확인하는데 사용된다.

Quantima ICP-OES 장비는 GBC사의 4세대 제품으로써 다음의 특징을 갖고 있다.



<그림 1> Quantima ICP-OES

## 제품 주요 특징

### 고감도의 Sequential Detection

ICP-OES는 높은 감도로 여러 원소를 순차적으로 분석하는 Sequential ICP-OES 방식과 동시에 모든 원소를 측정하는 Simultaneous ICP-OES 방식으로 분류할 수 있다. Simultaneous ICP-OES 방식은 많은 시료의 다양한 원소를 스캔하는 목적으로 CCD 등의 검출기를 사용하고, Sequential ICP-OES의 경우 고감도 분석을 위해 PMT (Photo Multiplier Tube)를 장착하여 분석한다.

### 적은 Argon gas 소비: < 11L/min

분석에 필요한 Argon gas의 양이 적기 때문에 장비 운용에 필요한 유지보수 비용이 적다.

높은 Resolution: 0.006 nm (Option: 0.004nm)

GBC사의 Quantima ICP-OES는 높은 Resolution을 제공하므로, 분석하기에 까다롭고 복잡한 매트릭스의 시료를 쉽고 간단하게 분석할 수 있다.



### 넓은 Linear Dynamic Range: 8 orders

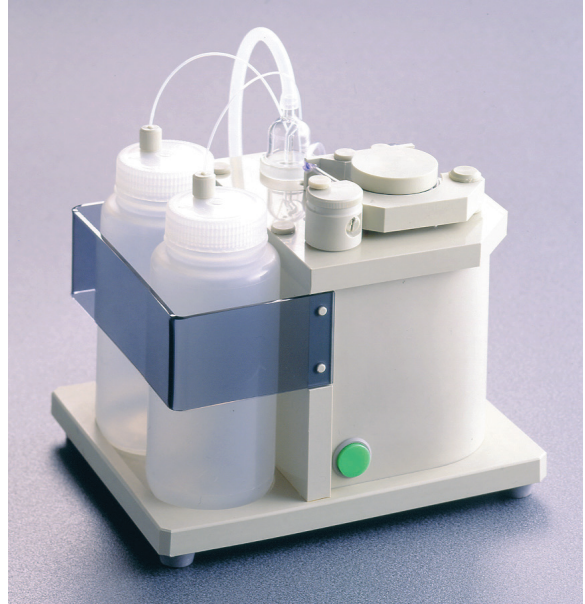
두 개의 PMT 검출기를 사용하여 넓은 직선성을 제공하고, % 레벨의 고농도 시료부터 ppb 수준의 저농도 시료까지 분석할 수 있어서 별도의 희석 과정이 필요 없다.

### 높은 신뢰성, 고효율의 플라즈마 모듈

탁월하고 견고한 성능인 40.68 MHz 1,500 Watt의 RF generator를 사용하여 향상된 감도를 제공하고 안정된 플라즈마 형성과 고효율의 에너지 전달이 가능하다.

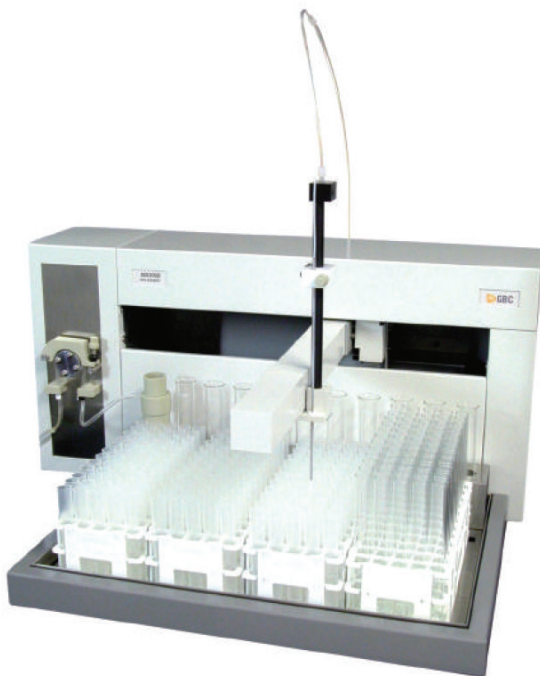
### 다양한 주변기기 제공

무인자동화 분석을 위한 X-Y-Z형태의 자동 시료 주입기, 수소화물을 생성하여 분석이 어려운 원소의 측정을 돕는 Hydride Generator를 제공하고 있다. 또한 Water Chiller의 경우 장비에 내장되어 냉각 장비의 별도 구성이 필요 없다. 뿐만 아니라 다양한 주변기기 또한 함께 선택적으로 제공하여 보다 편리하게 분석을 지원한다.



<그림 3> HG3000PII Hydride Generator

제품 문의: 영인크로매스 마케팅팀 (031-428-8741)



<그림 2> SDS 3000 Autosampler

# ITCONCEPTS의 새로운 비디오 내시경 카메라

## 더 새로워진 고성능 산업용 내시경 THE NEW PRO SERIES!



### 산업용 내시경 카메라

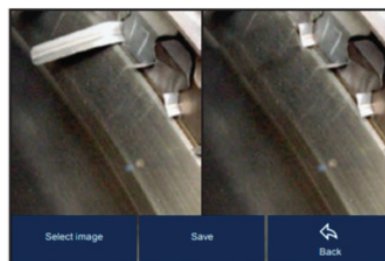
기계, 부품, 배관 등과 같이 사람이 육안으로 확인하기 어려운 협소한 공간에 튜브로 연결된 카메라를 삽입하여 내부의 파손, 부식, 마모 상태를 확인할 수 있는 검사장비를 의미합니다. 산업용 내시경 카메라의 장점은 측정하는 대상을 파손하거나 분해하지 않고 내부 상태를 확인할 수 있다는 점에 있습니다. 이를 통해 분해할 경우 수반되는 손상으로 인한 수리비, 인건비 등의 각종 비용과 시간을 절감할 수 있어 많은 산업 현장에서 유용하게 사용되고 있습니다.

### THE NEW PRO SERIES

ITCONCEPTS의 THE NEW PRO SERIES는 기존 DVR SERIES 대비 더 업그레이드 된 산업용 내시경 카메라입니다. THE NEW PRO SERIES는 최소 2.4mm에서 최대 8.0mm의 직경 사이즈와 1.0~7.5m의 서로 다른 길이의 프로브는 용도에 맞게 교체 가능합니다. 사용자의 용도에 맞게 프로브의 길이와 렌즈의 직경을 선택할 수 있는 PRO SERIES의 장점은 다양한 산업 분야에서 육안 검사를 가능하게 합니다.

### EIOS THE ENDOSCOPE SOFTWARE

THE NEW PRO SERIES의 소프트웨어 EIOS는 사용에 편리한 인터페이스를 제공하며 다양한 기능을 한 눈에 볼 수 있는 전제화면 모드로 터치스크린 형식의 7인치 화면을 통해 사용자에게 많은 정보를 제공합니다.



SMART INSPECTOR (왼쪽 이미지) 기능은 내시경 카메라에 저장된 이미지와 실시간으로 촬영되어 지고있는 이미지를 동시에 확인이 가능합니다. 이 기능을 통해 사용자는 촬영과 동시에 이 두 이미지 자료를 비교 분석하여 검사 효율성을 높일 수 있습니다.

### 1. 일체형



- 모니터와 프로브가 일체형으로 구성
- 다양한 현장에서 이동식 검사에 유리
- 해당 모델: iRIS7 PRO / iRIS X PRO

### 2. 모듈형





- 모니터와 프로브가 분리된 형태로 구성
- 주로 반복되는 검사가 이루어지는 특정 현장에서 유리
- 해당 모델: iLED PRO / XLED PRO

## 특징

### 1. 프로브 내구성

일반적으로 산업 현장에서 사용되는 산업용 내시경은 고온, 고압 그리고 충격을 이길 수 있도록 설계되어 있습니다. 산업용 내시경에서 프로브는 이 모든 충격을 최대한 흡수할 수 있는 재질로 구성되는 것이 매우 중요하며 ITCONCEPTS에서는 텅스텐과 강화 폴리우레탄을 사용하고 있습니다. 특히, 프로브의 겉면을 텅스텐 재질을 사용하는 이유는 금속 중 녹는 점이 높아 열에 강하며 다이아몬드 다음으로 강도가 강해 내구성을 더욱 높여줍니다.



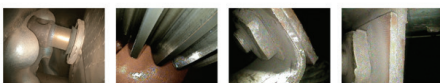
### 2. 프로브 조작 범위

THE NEW PRO SERIES는 2개의 레버를 이용하여 정교한 조작이 가능하며 4방향과 최대 160°까지 만곡각을 조절할 수 있습니다.

모델명		iLED PRO / iRIS 7 PRO			XLED PRO / iRIS X PRO			
센서		High Resolution Super HAD CCD Image Sensor			AIT Advanced Image Sensor			
프로브	직경	4.0	6.0	8.0	2.4	3.0	4.0	6.0
	길이 (m)	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 7.5	1.0 ~ 7.5	1.0 ~ 3.0	1.0 ~ 1.5	1.0 ~ 3.0	1.0 ~ 7.5
	굴절	4-way	4-way	4-way	2-way	2-way	4-way	4-way
	렌즈 교환 가능	-	•	•	-	-	-	-
	조명	Fiberoptic LED						LED
	온도 범위	-25 °C to +80 °C (140 °C, 5분 이내)						

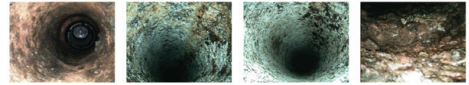
## 응용

### 1. 자동차



자동차 엔진 시스템, 구동장치, 배기 장치 등의 제조 및 품질, 정비 과정에서 사용

### 2. 건물



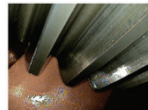
건물 외관, 엘리베이터 시스템 점검, 배관 파이프, 보일러 점검 등 건물의 유지 및 보수가 필요한 경우 사용

### 3. 항공 우주



엔진 정비 작업 (팬 블레이드, 노즐, 터빈 블레이드 등)

### 4. 발전소



터빈이나 발전기, 파이프라인 등의 크랙 및 부식, 폐색 검사

## 결론

ITCONCEPTS의 THE NEW PRO SERIES는 뛰어난 해상도 및 성능 대비 합리적인 가격으로 많은 관심을 받고 있습니다. 단 산업용 내시경 카메라 구매 전에 사용환경과 용도에 따라 내시경 프로브와 직경, 내시경 영상 화질, 프로브의 만곡 여부 및 각도 그리고 내구성 등의 사항을 면밀히 검토해야 합니다.

제품 문의 : 에이티프린터재료분석팀 (031-460-9309)

# 완벽한 연구실 구축을 위한 선택

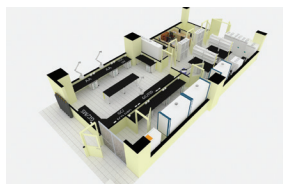
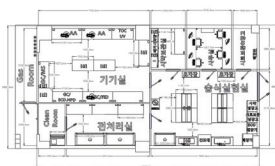
## Total Laboratory Consulting



최근 연구실은 '산업안전보건법' 또는 '연구실 안전환경에 관한 법률'을 기초로 구축하고 있다. 국가에서는 연구 환경 조성에 있어 안전을 최우선 과제로 정하고 관련 법규를 재정하고 있다. 연구실은 단순히 연구를 진행하는 공간이 아니라 연구원의 안전과 연구의 효율성을 갖춘 공간이어야 된다.

### 1) 레이아웃 (Lay-out)

좋은 연구실의 레이아웃은 가구와 기자재의 단순 배치로 만들어 지지 않는다. 연구방법, 사용하는 장비, 연구인원 등 실제 운영을 고려하여 배치하여야 더욱 효율적인 레이아웃이 된다. 연구원의 동선뿐만 아니라 출입구의 위치, 사고 발생시 대피동선, 안전 설비까지의 거리, 사무공간과의 분리, 휴게공간의 유무 등을 고려한 연구실 배치가 필수적이다.

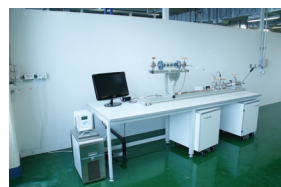


### 2) 가구선정

연구실 가구는 국내의 규격에 맞게 제작된 가구를 선택하는 것이 좋다. 또한 사용목적에 맞춰 유틸리티를 접목 할 수 있는 가구를 설치하는 것이 좋으며, 연구의 성격이나 방식이 자

주 변화하는 연구실의 경우 이동, 설치가 간편한 가구를 선택해야 한다.

사용하는 시약에 따라 실험대의 상판이나 프레임을 선택해야 하며, 시약장의 사양도 달라져야 함으로 전문가와 상담하여 선택하는 것이 좋다.



### 3) 유틸리티 (Utility)

연구실은 일반공간과 다르게 다양한 유틸리티가 필요한 공간이다.

가장 대표적인 유틸리티는 가스설비이다. 연구실에서 사용하는 가스는 고압인 경우가 많고, 폭발성, 질식성인 경우도 있어 가스 저장소를 옥외에 설치하고 관리하는 것을 권장하고 있다. 사용하는 가스 양과 종류에 따라 배관의 재질과 굵기를 선택해야만 원활한 기기 운영을 할 수 있다. 또한 가스 누출 감지

기, 가스 차단장치, 역화 방지기, 알람 시스템 등의 안전 장치를 적절히 사용해야 사고로부터 벗어날 수 있다. 유지보수 시스템을 통한 전문업체의 지속적인 관리를 통해 노후에 따른 사고도 예방할 수 있다.



연구실의 기본적인 컨설팅과 함께 전체적인 안전 컨설팅을 제 안함으로써 효율적이고 안전한 연구실을 만드는 영인에스엔과 상담하시길 바란다.

유해가스가 발생하는 연구실에서는 강제 배기 시설시공이 필수적이다. 유해가스가 발생하는 위치에 사면이 막힌 흡후드를 설치하거나 발생하는 부위가 작을 경우 압후드, 캐노피후드 등을 설치하기도 한다. 흡의 발생빈도가 낮을 경우 이동형 국소배기장치가 효율적일 수 있다. 배기기 및 배기시설 사양은 유해가스의 종류에 따라 결정된다.



#### 4) 안전용품 (Safety)

연구실의 안전관련 법규들이 권고사항에서 필수사항으로 적용되고 있다. 연구실 구성에 있어서 안전은 빼놓을 수 없는 부분이기 때문이다. 다양한 안전 설비를 연구실에 맞춰 시공하는 것이 매우 중요하다. 연구실에 어떠한 안전시설을 시공해야 하는지는 상담을 통해 확인 할 수 있다.

# Cleaning Validation을 위한 총 유기탄소 분석의 장점(2부)



## 총 유기탄소(Total Organic Carbon, TOC) 분석 이론

모든 TOC 분석은 두 가지의 기능을 가지고 있다. 하나는 물 속의 유기탄소를 산화시켜 이산화탄소로 만드는 기능이고, 나머지 하나는 그 이산화탄소를 검출하는 기능이다. TOC는 적당히 세척되지 않은 생산 장비에 남아있는 불순물 및 잔류물을 확인하고, APIs(Active Pharmaceutical Ingredients, 유효약리 성분), 세척제, 단백질, 중간 물질 등 탄소를 포함한 모든 화합물을 측정하는 지표로 사용된다. TOC를 측정하기 위한 기술은 샘플 내 유기분자들을 이산화탄소로 완벽하게 산화시키고, 산화된 이산화탄소의 양을 측정하고, 이 결과를 탄소 농도로 나타낼 수 있어야 한다. 그리고 물에 용해된 이산화탄소나 중탄산염과 같은 무기탄소와 유기분자가 산화되어 생성된 이산화탄소를 정확하게 구분하여 측정할 수 있어야 한다. TOC는 측정된 총 탄소(Total Carbon, TC)-무기탄소(Inorganic Carbon, IC)로 산출된다. 여기서 총 탄소는 <무기탄소+유기탄소>를 의미한다.

TOC 분석기는 유기물을 산화시키는 방식과 산화된 이산화탄소를 검출하는 방식에 따라 구분된다. 검출 방식에 따라 분석 결과가 달라질 수 있기 때문에, 검출 방식은 Cleaning Validation 과정에 큰 영향을 미칠 수 있다.

## 총 유기탄소 분석기의 산화 방식

시중에 출시 되어있는 TOC 분석기는 유기 화합물을 이산화탄

소로 산화시키기 위해 연소 방식 또는 자외선 산화제(과황산암모늄) 산화 방식 중 한 가지를 사용하고 있다.

연소 산화 방식은 질소, 산소, 공기를 사용하여 600℃의 고온에서 샘플을 산화시킨다. 산화 과정에서 산화구리, 백금, 산화코발트 등의 촉매제를 필수적으로 사용한다. 자외선+산화제 산화 방식에서는 자외선을 이용하고 물에 용해되어있는 유기물을 이산화탄소로 산화시킨다. 샘플은 분석기 안에 있는 수은 증기 램프에서 발생하는 자외선에 노출되면서 유기물이 이산화탄소로 산화된다. 농도가 1ppm 이상인 샘플의 경우, 산화제인 과황산암모늄을 첨가하여 수산화라디칼을 많이 생성시켜 완벽한 산화를 돕게된다. 과황산암모늄은 자외선을 많이 받아 황산염과 수산화라디칼로 분해되며, 이 때 분해된 수산화라디칼이 완벽하게 유기물을 산화시키게 된다.

## 총 유기탄소 검출 방식

이산화탄소의 농도를 측정하기 위해서는 샘플에 있는 다른 분자들과 이산화탄소 분자를 구별할 수 있는 검출 방식을 사용해야 한다. 방식은 비 분산 적외선 (Non-Dispersive Infrared, NDIR) 방식과 전도도 측정 방식의 두 가지가 현재 주로 사용되고 있는 검출 방식이다. NDIR 방식은 각 기체 상태의 물질을 적외선 영역에서의 흡광도를 이용하여 측정한다. NDIR 검출 방식을 사용하는 TOC 분석기에는 보통 두 개의 적외선 경로가 있다. 하나는 적외선을 흡수하지 않는 질소와 같은 기체

로 채워진 대조 경로(Reference Cell)이고, 다른 하나는 실제 샘플을 측정하는 경로이다. 전도도 측정 방식은 전도도 센서로 전도도를 측정 후, 이산화탄소 농도를 계산한다. 샘플은 두 개의 전도도 센서를 지나게 되며, 각각 총 탄소와 무기탄소를 측정하며 <총 탄소-무기탄소>로 이산화탄소 농도를 계산하게 된다. NDIR 검출 방식은 탄소 농도 0,004~50,000ppm까지 측정이 가능하며, 전도도 방식은 수 ppb까지 측정할 수 있다. 보통의 경우에는 NDIR이나 전도도 검출 방식 모두 낮은 농도의 탄소도 검출할 수 있지만, 이온에 의한 방해 영향을 받는다. 이온에 의한 영향은 이산화탄소만 선택적으로 투과하는 반투과성 막을 이용해 완화시킬 수 있다.

### 차별화된 Sievers 총 유기탄소 분석기

Sievers TOC 분석기는 기존 연소 산화 방식 및 NDIR 검출 방식을 사용하는 분석기와는 차별화된 자외선+산화제 산화 방식과 이산화탄소만 선택적으로 투과하는 반투과막을 이용한 기술이 적용되었다. 때문에 항상 정확한 분석 결과를 도출해낸다. Sievers의 막 전도도(Membrane Conductivity) 방식은 이산화탄소만 선택적으로 투과시키는 막을 사용한다. 이 막은 이산화탄소는 투과시키는 반면, 방해 이온과 산화 부산물 등은 투과시키지 않아 Background Interference를 제거하고, 정확하게 분석할 수 있도록 한다. 다음에 소개하는 Sievers TOC 분석기의 자외선/산화제 산화방식+막 전도도 검출 방식 기술과 분석 편의성을 위한 기능은 그 누구도 따라올 수 없는 성능을 가능하게 한다.

### 자동 시약주입 기능을 통한 완벽한 산화

Sievers 분석기에서는 Autoreagent, 자동 시약 주입 기능이 있다. Cleaning Validation 샘플을 분석 할 때, 산 및 산화제의 주입량을 최적화하여 샘플의 완벽한 산화를 실현한다.

### 촉매+연소 산화 방식이 아니다

촉매를 사용하는 연소 산화 방식은 분석자가 첨가할 촉매의 양을 직접 결정해야 한다. 그러나 필요한 촉매의 양은 샘플의 탄소 농도에 따라 달라지기 때문에 정확한 양의 결정이 어렵

고, 필연적으로 오차가 발생하게 된다. 연소 산화 방식의 분석기는 샘플 내에 있던 염화물에 의해 발생하는 유해 가스를 제대로 처리하지 못하는 경우도 있다.

### NDIR 검출기를 사용하지 않는다.

NDIR 검출기는 분석 전 30~45분 정도의 준비 시간 (Warm Up)이 필요하기 때문에 Downtime이 발생하게 되고, 분석 업무가 밀리게 된다. 분석 샘플의 농도에 따라 매 시간 혹은 매일 캘리브레이션을 진행해야 한다. 또한 캘리브레이션이 틀어지는 현상도 자주 나타나기 때문에, 분석기 운영 시간의 6~10%를 캘리브레이션에 할애해야 한다.

### 운반 가스(Carrier Gas)를 사용하지 않는다.

NDIR 검출 방식은 운반 가스가 불필요하기 때문에, 많은 비용이 든다. 또한 가스가 새거나 오염될 경우, TOC Background가 높아지고, 캘리브레이션 안정성을 보장할 수 없어 정확한 분석이 불가능하게 된다.

### 감도와 회수율의 향상

Sievers TOC 분석기의 전도도 셀은 고순도 석영으로 만들어져 안정성이 매우 좋고, 낮은 농도(0.03ppb)도 검출할 수 있다. <그림 1>과 <표 1>은 연소 산화 방식+NDIR 검출 방식의 분석기와 Sievers 분석기로 소 혈청 알부민을 비교 및 분석한 결과이다.

### Cleaning Validation을 위해 Sievers TOC 분석기를 선택해야 할 때!

HPLC 분석은 분석 시간이 오래 걸리고, 그 만큼 다음 샘플의 분석이 지연된다. 적게는 몇 시간에서 많게는 며칠의 Downtime을 유발할 수 있다. 또한 많은 비용의 발생과 제품 생산량을 초래한다. Downtime에 대한 비용이 백만 달러를 초과하는 경우도 있다. <촉매를 이용하는 연소 산화 방식+NDIR 검출 방식>, <일반 연소 산화 방식+NDIR 검출 방식> 그리고 Sievers의 <자외선/산화제 검출 방식+막 전도도 검출 방식> 분석기의 월간 운영 비용을 포함한 각 항목은 <표2>에 나타내



었다. TOC 분석을 통해 낮은 농도의 유기 화합물을 빠르고 간편하게 확인할 수 있고, HPLC로 분석할 수 없는 부분도 충분히 검출 할 수 있다. TOC 분석으로 Downtime과 Method 검증 시간이 기존에 비해 75% 이상 감소하였다.

실제 농도	결과 및 회수율	
	Sievers* 900	연소/NDIR 방식
100ppb	74.7ppb=75%	339.7 ppb = 340%
250ppb	264.7 ppb=105%	173.0 ppb = 70%
500ppb	564.3 ppb=113%	402.1 ppb = 80%
750ppb	751.2 ppb=100%	556.3 ppb = 74%
1,000ppb	968.7=97%	556.3 ppb = 56%
5,000ppb	4646.7 ppb = 93%	1508 ppb = 30%
10,000ppb	9390 ppb = 94%	3285 ppb = 33%
25,000ppb	23266.7 ppb = 93%	7182 ppb = 29%
50,000ppb	46000 ppb = 92%	23025 ppb = 46%

<표 1> 소 혈청 알부민의 TOC 분석 회수율 비교 데이터

위 비교 실험은 완벽하게 캘리브레이션된 분석기를 사용하였으며, 각 장비는 분석 전 시스템 적합성 검사를 통해 적합 판정을 받았다. 두 장비 모두 동일한 소 혈청 알부민을 사용하였다. 어떤 편차도 발생하지 않는 완벽하게 컨트롤 된 상태에서 실험을 진행하였다.

	자외선+산화제	연소+촉매	연소
	막 전도도 검출 (Sievers*900)	NDIR 검출	NDIR 검출
산화 방식	자외선+산화제	680~1000℃ 연소+촉매	680℃
검출 방식	막 전도도	NDIR	NDIR
측정 범위	0.03ppb~50ppm(C)	TC(0~25000ppm) / IC(0~30,000ppm)	TOC(4ppb~25,000ppm) TC-IC(4ppb~4,000ppm)
검출 한계	0.03ppb	4ppb	4ppb
정확도	±2%	CV±1.5%	-
정밀도	1% RSD	-	-
측정 항목	TOC, TC, IC	TC, IC, TOC, NPOC	TOC(NPOC), TO-IC, TC, IC

	자외선+산화제	연소+촉매	연소
	막 전도도 검출 (Sievers*900)	NDIR 검출	NDIR 검출
샘플 부피	0.5μl/min	10~2000μl	<2ml
분석 시간	4min	TC, IC 각각 3min 이상	9~12min
캘리브레이션	매년	매시간 매일/매주	매시간 매일/매주
캘리브레이션 시간	Single Point :1.5h Multi Point : 5.5h	3h	5h
연간 캘리브레이션 시간	Single Point :1.5h Multi Point : 5.5h	150h	250h
이동 기체	불필요함	High-purity air 1,440L/mo. (in case of 8H/D x 5D/W)	High-purity air (>99.98%) or High-purity dry N2
시약	산, 산화제	염산 및 무기탄소 시약	염산
온라인 측정	가능	불가능	불가능
오프라인 측정	가능	가능	가능
이동성	이동 가능	이동 불가	이동 불가
소모품	산, 산화제, UV램프, DI resin bed, 펌프 튜빙	백금촉매, 산, 이동가스, 무기탄소 시약, 기타 등	이동 가스, 산, 기타 등
운영 비용 (월간)	\$175	\$530	\$540

<표 2> TOC 분석법 비교

## 참고 자료

1)1 USP <643> Total Organic Carbon

2 Andrew W.Walsh contributed to the content of this application note

제품 문의: 영인에스티 환경기술사업부 (02-6190-9893)

이제,  
초순수 제조장치도 직수로 바꾸세요!

# aquapuri 5 series

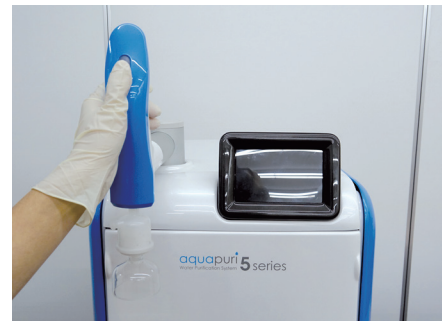
Water Purification System



## 물탱크 없는 직수형 초순수 제조장치 aquapuri 5

물탱크에 고여있는 정제수를 사용하지 않고, 신선한 수돗물을 바로 초순수로 정수하므로 생산수의 2차 오염 노출 걱정없이! 고품질의 초순수를 안심하고 사용하실 수 있습니다.

“정제수의 물탱크 저장까지 기다리는 시간 낭비 없이,  
Tap water를 즉시! 최대 1 L/min로 생산합니다.”



## 한 눈에 보는 aquapuri 5 특징점

### ① 수돗물 직수 초순수 생산

- 업/계/최/초/물탱크 없는 직수형 시스템
- 파워풀한 생산량: 60 L/h
- 컴팩트한 디자인, 높은 공간 활용도

### ② 쉽고 간편한 사용 방법

- 전 모델 풀컬러 LCD 터치스크린 장착
- 실시간 수질 데이터 모니터링
- 사용자 맞춤 생산량 설정 (100 mL ~)

### ③ Super quality UPW 생산

- 물탱크의 고인물을 사용하지 않고 tap water 에서 즉시 고품질 초순수 생산
- 유기탄소 제거에 특화된 TOC 전용 필터 구성
- Inorganic trace analysis 응용 적합

### ④ 손쉬운 유지 보수

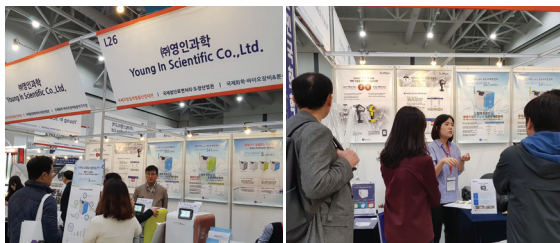
- 공구가 필요 없는 3 sides 마그네틱 도어
- Insert 타입의 카트리지로 간편한 필터 교체
- 장비 일체형 디스펜서 기본 장착

Hot Issue  
최신뉴스2019 Chem Lab Korea(제1회  
국제화학 바이오장비&분석기기전)  
전시 참가

영인과학은 2019년 3월 27일부터 29일까지 3일간 송도컨벤시아에서 진행된 제1회 국제화학·바이오장비&분석기기전에 참석하였다.

바이오분야 산업체 및 연구소는 물론 공동활용장비를 보유한 대학, 정부출연연구소, 전문생산기술연구소, 테크노파크, 지역 특화 센터, 협회, 조합과 송도에 위치한 바이오 단지 소재 기업들이 바이어로 참가하는 이번 전시회에서 영인과학은 aquapuri 541, aquapuri 363 및 FLIR사의 휴대용 GC/MS를 전시, 소개하였다. 영인과학 부스를 방문한 고객들은 aquapuri의 Tank가 없는 직수 시스템과 디자인, 유지보수의 간편함, 합리적인 관리비용 등에 관심을 보였다. 또한, FLIR사 Griffin GC/MS의 경우 휴대성과 고상 시료 샘플링 솔루션에 대한 많은 관심과 질문을 받았다. 전시회에 출품하지는 않았지만, 포스터 및 브로셔로 홍보하였던 휴대용 LIBS와 XRF에 대한 관심도 컸다.

앞으로도 영인과학은 제품은 물론, 최상의 서비스를 제공해 고객 만족을 실현할 수 있도록 노력하겠다.

Exhibition  
전시영인그룹, KOREA LAB 2019  
전시회 참가

영인그룹(영인과학 외 5개 관계사\*)은 4월 16일(화)~19일(금), 일산 KINTEX에서 개최된 KOREA LAB 2019(제13회 국제연구·실험 및 첨단분석장비전)에 참가했다. KOREA LAB 2019는

BT(바이오, 제약, 식품) / CT(화학, 바이오화학) / NT(나노, 신소재) 분야의 여러 실험 및 연구분석 분야의 신기술, 분석 장비 시장의 새로운 트렌드를 한 자리에서 살펴볼 수 있는 국내 대표 전문 전시회다.

\* 영인랩플러스, 영인프린터, 영인에스티, 영인크로매스, 영인에스엔

영인과학은 이번 전시회에서 자체 개발 및 생산하는 장비인 초순수/순수제조장치 aquapuri 제품과 FLIR사 Griffin G510 휴대용 GC/MS를 전시하여 홍보하였다. 현장에서 aquapuri 통합형 541 모델 시연을 통해 탱크가 없는 직수시스템의 강점을 바로 보여주어 고객들의 관심을 사로 잡았다. 휴대용 GC/MS 생산 공정 모니터링 응용으로 많은 질문과 관심을 받았으며, 데모도 요청하여 만족스러운 성과를 거두었다.

특히, 전시회 기간 aquapuri, 휴대용 GC/MS, GC용 VUV검출기에 대한 3개의 세미나와 1개의 워크숍을 진행하였다. 새롭고 낮은 원리의 장비임에도 불구하고 다수의 고객들이 참여하여 많은 관심과 질문을 받았다. 이번 Korea Lab 2019 참가를 통해 영인과학의 첨단 분석 장비를 널리 알림과 동시에 고객들에게 뜻 깊은 시간을 제공할 수 있어 감사한 자리였다.



## 2019 대한금속·재료학회 학술대회 참가

영인과학은 2019년 4월 24일(수)부터 26일(금)까지 창원컨벤션센터에서 진행된 2019 대한금속·재료학회 학술대회에 참가하여 SciAps사 휴대용(Handheld) XRF 및 LIBS를 홍보하였다. 대한금속·재료학회는 금속 및 재료 관련 국내 최고의 학술대회로 대학교, 공공기관, 민간 기업의 금속 분야에 종사하는 전문가들을 만날 수 있는 귀중한 자리였다.

본 학회에서 영인과학은 휴대용(Handheld) XRF 및 LIBS를 집중 홍보 및 시연하여 관련 분야의 전문가로부터 많은 관심과 질문을 받았다. 특히, '휴대용 탄소 분석기(LIBS)'에 대한 많은 질문을 받았으며, 현장에서 분석 시연을 통해 궁금증을 해결해 드렸다. 앞으로 영인과학에서는 SciAps사 XRF/LIBS 인지도 향상 및 신규 시장 개척을 위해 더 많은 관련 전시회를 참가하며 홍보 및 시연을 진행할 계획이다.



## 2019 대한공중보건검사학회 참가



영인과학은 2019년 4월 29일(토) 백범김구기념관에서 진행된 대한공중보건검사학회학술대회 전시에 참가하였다. “국민보건 향상을 위한 급·만성 감염병 관리”를 주제로 HIV/AIDS 확진단체계, 심전도 검사, 수질 검사 등에 관한 세미나가 진행되었다. HORIBA Medical사 혈구계산기 Pentra XLR 장비를 전시하였으며, 해당 장비의 신규 Malaria Flag 기능에 대해 홍보하였다. 우리나라는 OECD 국가 중 말라리아 발생률이 1위로 보건소와 지방의료원, 공공 의료기관에서 근무하는 임상병리사 선생님들의 많은 주목을 받았다.

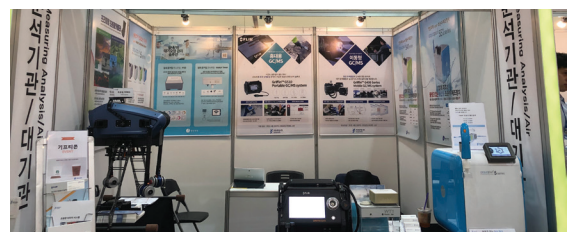
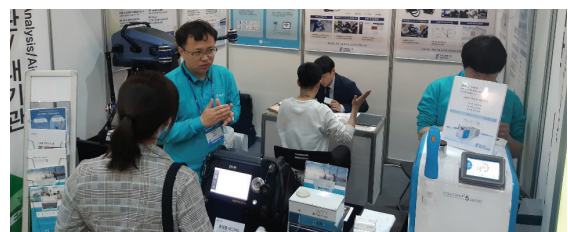
## 제41회 국제환경산업기술&그린에너지전 (ENVEX 2019) 참가

영인과학은 5월 15일(수)부터 17일(금)까지 3일간 코엑스에서 개최된 '제41회 국제환경산업기술&그린에너지전(ENVEX 2019)'에 참가하여 각 사의 장비를 전시 및 홍보하였다. 매년 코엑스에서 개최되는 ENVEX 전시회는 국내에서 열리는 환경 전시회 중 가장 큰 규모를 자랑하는 행사이다.

영인과학은 이번 ENVEX 전시회에서 수질/대기 환경 모니터링 장비에 집중 홍보하고자 Headwall사 초분광카메라, FLIR사 휴대용 GC/MS, Rubix사 실내/외 공기 질 모니터링 장비, 영인과학의 초순수/순수제조장치 총 4가지 품목을 전시하였다. 금번 전시회는 초분광카메라와 공기 질 모니터링 시스템을 고객에게 처음 선보인 자리이기도 했다.

Headwall사 초분광카메라는 수변 구역 생태, 적/녹조 모니터링 응용으로 드론과 함께 소개해 관람객들의 이목을 집중시켰다. IoT 기반 Rubix사 실내/외 공기 질 모니터링 시스템은 올해 최악의 미세먼지가 한반도에 기승을 부린 만큼 많은 관심과 질문이 오갔다. 더불어 Headwall, Rubix, FLIR사 장비에 적용 가능한 환경 분야 '드론 솔루션'을 함께 제안하였다.

초순수제조장치 aquapuri는 시·도보건 등 공공기관과 수처리업체의 연구원들이 많은 관심을 보였다. 직수 타입의 편리한 제품 사용과 필터 교체 등 사용자가 직접 관리하기 쉬운 시스템은 방문고객들과 더불어 해외무역업체관계자들의 눈길을 끌어 해외진출에 가능성을 다시 한 번 확인할 수 있는 뜻 깊은 자리였다.





# • 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
주 소	

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 84호 내용 중 필요하신 자료가 있으시면 체크해 주십시오.

우편이나 e-mail로 신속하게 자료를 보내드리겠습니다.

- ☐ 자료번호 84-1 GERSTEL사 DNP 모듈이 장착된 MPS Robotic 오토샘플러
- ☐ 자료번호 84-2 GC용 진공자외선 검출기(GC-VUV)를 이용한 FAMES 분석법
- ☐ 자료번호 84-3 새로운 패러다임의 분석 솔루션 '초분광 카메라'
- ☐ 자료번호 84-4 알고리즘적 data-mining 기술로 Malaria flag 성능 유효성 검사
- ☐ 자료번호 84-5 영인과학 초순수제조장치 aquapuri 5 series TOC Monitoring system
- ☐ 자료번호 84-6 라지볼륨 헤드스페이스 시스템 [ENTECH] 7650HS-CTS
- ☐ 자료번호 84-7 알루미늄 합금 분석을 위한 강력한 성분분석기 [SciAps] 휴대용 XRF X-250
- ☐ 자료번호 84-8 생산수 별 선택지가 다양한 통합형 aquapuri 5 series [영인과학] aquapuri 5 series
- ☐ 자료번호 84-9 혈구계산기 [HORIBA Medical] Pentra XL80 / Pentra XLR
- ☐ 자료번호 84-10 더 쉽고 간편해진 BOD 측정 시스템 WTW사 OxiTop®
- ☐ 자료번호 84-11 ICP-OES 분석, 가성비 끝판왕 Quantima 모델과 함께
- ☐ 자료번호 84-12 ITCONCEPTS의 새로운 비디오 내시경 카메라 더 새로워진 고성능 산업용 내시경 THE NEW PRO SERIES!
- ☐ 자료번호 84-13 완벽한 연구실 구축을 위한 선택 Total Laboratory Consulting!
- ☐ 자료번호 84-14 Cleaning Validation을 위한 총 유기탄소 분석의 장점(2부)

\* 독자카드를 보내주시는 분들 중 의견이 채택된 분께는 소정의 기념품을 보내드립니다.







