

## Application News

No. SSK-GCMS-2004

### GC-MS

Gas Chromatograph Mass Spectrometer

HS-GCMS를 이용한 특수건강진단 항목 5종 동시 분석

(Simultaneously analysis of Special Medical Check-up 5 compounds by Headspace-Gas chromatography Mass spectrometry (HS-GCMS))



그림 1. HS-GCMS System

#### ■ 배경

‘산업안전보건법’<sup>1)</sup>에 따르면 근로자 건강진단은 1 인 이상의 근로자를 고용하는 사업주가 근로자의 일반질병 및 직업성질환을 예방하고, 작업 및 환경으로부터 건강을 보호하고 유지하는데 그 목적이 있다. 이 중 특수건강진단은 ‘산업안전보건법 시행규칙 별표 22’<sup>2)</sup>에서 언급하고 있는 화학적인 자, 금속류 등 총 180 종의 특정 대상 유해인자에 노출되어 업무에 종사하는 근로자에게 요구되는 주기적인 건강진단이다. 이와 관련하여 한국산업 안전보건공단(Korea Occupational Safety and Health Agency, KOSHA)에서는 근로자의 생물학적 노출평가와 관련된 노출지표물질의 분석방법을 제시하고 있으며, 혈액, 소변 등 생체시료로부터 유해물질 노출에 대한 체내 흡수정도를 평가하는 가이드라인을 제공하고 있다.<sup>3)</sup>

이에 본 뉴스레터에서는 ‘건강진단 및 관리지침’에서 개별 분석법으로 제시되어 있으며, 가수분해 전처리를 필요로 하는 특수건강진단 성분인 o-Cresol, Trichloroethylene(이하, TCE), Phenol, Trichloroacetic acid(이하, TCA) 및 2,5-Hexanedione (n-Hexane 및 Methyl-butyl-ketone의 생물학적 노출평가 지표물질) 5종에 대한 Headspace-Gas Chromatography Mass Spectrometry(이하, HS-GCMS) 동시 분석법을 소개하고자 한다.

■ HS-GCMS 장비 구성 및 분석 조건

특수건강진단 항목 5종 분석을 위한 장비는 <그림 1>과 같으며, 세부 분석 조건은 <표 1>과 같다.

표 1. HS-GCMS 분석조건

Headspace system	HS-20
Measurement mode	Loop
Oven temp.	80 °C
Heating time	50 min
Sample line temp.	195 °C
Transfer line temp.	200 °C
Shaking level	Level 5
Injection time	0.5 min
GCMS system	GCMS-QP2020
Column	Rtx-624 (60 m x 0.25 mm x 1.4 µm)
Injection mode	Split (10:1)
Column flow	1.5 mL/min
Purge flow	3 mL/min
GC temp.	100 °C (2 min) - 20 °C/min - 240 °C (3 min)
Ion Source temp.	200 °C
Interface temp.	240 °C
Acquisition mode	SIM

No.	성분명	R.T (min)	Quantitative Ion	Qualitative Ion
1	Trichloroethylene (TCE)	5.5	130	132, 97
2	Trichloroacetic acid (TCA)	7.9	59	117, 119
3	2,5-Hexanedione	8.5	43	99, 71
4	Phenol	9.2	94	66, 65
5	o-Cresol	9.8	108	107, 77

■ 분석 결과

1. 검정곡선

성분별로 농도 1000 mg/L의 표준물질을 준비하여 10 mL 볼륨플라스크에 TCA, 2,5-Hexanedione, Phenol 100 µL, TCE 200 µL, o-Cresol 20 µL 를 넣고 표시선까지 정제수를 채워 TCA, 2,5-Hexanedione, Phenol은 10 mg/L, TCE는 20 mg/L, o-Cresol은 2 mg/L 농도가 되게 혼합 표준용액을 조제하였다. 그리고, 조제한 원액을 단계적으로 희석하여 검량선용 표준용액을 <표 2> 와 같이 준비하였다.

표 2. 특수건강진단 항목 5종의 검정곡선 농도범위

No.	성분명	농도 (mg/L)				
		STD 1	STD 2	STD 3	STD 4	STD 5
1	TCE	1	2	5	10	20
2	TCA	0.5	1	2.5	5	10
3	2,5-Hexanedione	0.5	1	2.5	5	10
4	Phenol	0.5	1	2.5	5	10
5	o-Cresol	0.1	0.2	0.5	1	2

22 mL 헤드스페이스 바이알에 가수분해 시약 황산수소나트륨( $\text{NaHSO}_4$ )을 1 g 넣고, TCA 분석을 위해 유도체화에 필요한 메탄올 50  $\mu\text{L}$  와 농도별로 준비된 혼합표준용액 0.5 mL 를 첨가한 후 HS-GCMS를 이용하여 분석하였다.

특수건강진단 5성분에 대한 혼합표준물질 크로마토그램은 <그림 2>와 같으며, 각 성분에 대한 검정곡선의 직선성은 <그림 3>에서 보는 것과 같이  $R^2=0.997 \sim 0.999$  수준으로 나타났다.

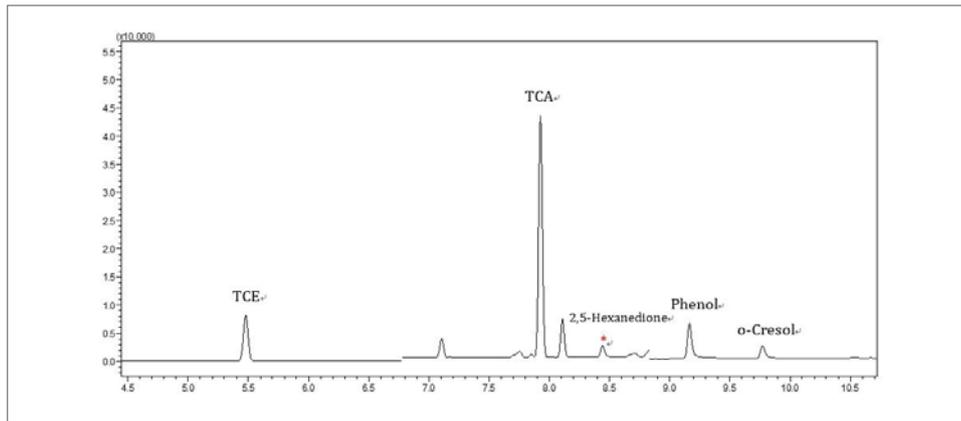


그림 2. 특수건강진단 항목 5종의 크로마토그램 (STD 1)

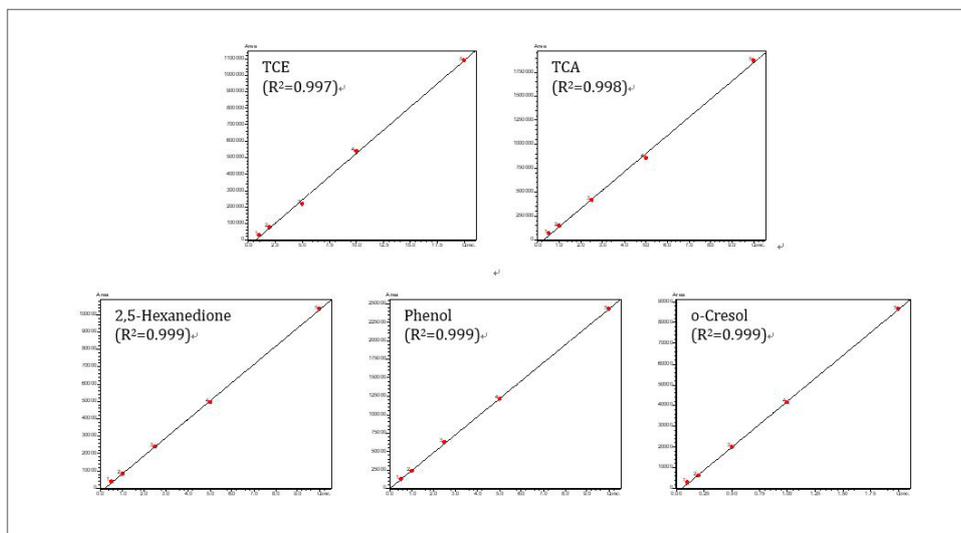


그림 3. 특수건강진단 항목 5종의 검량선

## 2. 정확도 및 정밀도

성분별 정확도 및 정밀도는 검정곡선에서 가장 낮은 농도 (STD1 ; TCE 1 mg/L, TCA, 2,5-Hexanedione, Phenol 0.5 mg/L, o-Cresol 0.1 mg/L)를 7 회 반복 측정하여 확인하였으며, 그 결과는 <표 3>에서 보는 바와 같이 정확도는 (80.3 ~ 112.3) %, 정밀도는 (3.0 ~ 5.1) % 수준으로 나타났다.

표 3. 정확도 및 정밀도 측정 결과 (STD1, n=7,)

성분명	TCE	TCA	2,5-Hexanedione	Phenol	o-Cresol
STD1 Conc. (mg/L)	1.0	0.5	0.5	0.5	0.1
1	0.87	0.57	0.51	0.42	0.11
2	0.87	0.57	0.52	0.40	0.11
3	0.85	0.56	0.55	0.41	0.11
4	0.79	0.55	0.54	0.40	0.11
5	0.82	0.54	0.53	0.40	0.10
6	0.81	0.59	0.49	0.40	0.10
7	0.79	0.55	0.52	0.38	0.10
평균 (mg/L)	0.83	0.56	0.52	0.40	0.11
정확도 (%)	82.9	112.3	104.6	80.3	105.7
정밀도 (% RSD)	4.2	3.0	3.8	3.0	5.1

## ■ 결론

본 뉴스레터는 가수분해 전처리를 필요로 하는 특수건강진단 항목 5종 (TCE, TCA, 2,5-Hexanedione, Phenol, o-Cresol)에 대해서 HS-GCMS를 이용한 동시 분석법을 검토한 것으로, 유도체화가 필요한 TCA를 포함하여 모든 성분에서 동시분석이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

## ■ 참고 문헌

- 1) 산업안전보건법 (법률 제17187호) <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=216365&efYd=20200331#0000>
- 2) 작업환경측정 및 측정측정기관 평가 등에 관한 고시(고용노동부고시 제-39호) [http://www.moel.go.kr/info/lawinfo/instruction/view.do?bbs\\_seq=1471308238013](http://www.moel.go.kr/info/lawinfo/instruction/view.do?bbs_seq=1471308238013)
- 3) 한국산업안전보건공단 안전보건기술지침(GUIDE) 중 건강진단 및 관리지침(H) <http://www.kosha.or.kr/kosha/data/guidanceH.do>