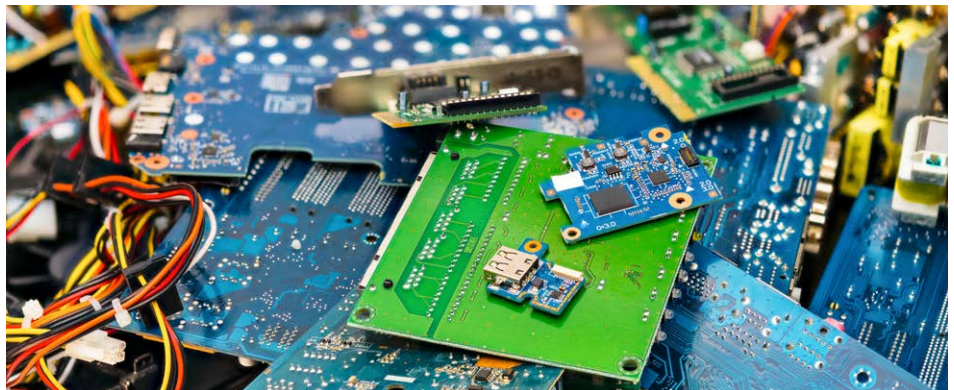


## Agilent 5800 ICP-OES를 사용한 RoHS 규제 준수 테스트의 강화

플라스틱 소재에 함유된 Cd, Cr, Pb, Hg 등 여러 원소의  
정확한 측정



### 저자

Aimie Zou, Shuping Li,  
Agilent Technologies, Inc.

### 소개

전기 및 전자 폐기물(WEEE)의 양은 전 세계적으로 가장 빠르게 증가하고 있는 폐기물 중 하나입니다. 2024년에는 전 세계적으로 6,200만 톤 이상 발생했습니다.<sup>1</sup> 하지만 이러한 폐기물 중 극히 일부만이 적절하게 재활용되어 환경 오염과 귀중한 자원의 손실을 초래하고 있습니다. 이러한 문제를 해결하고 전기 및 전자 장비(EEE)의 안전을 개선하고자, EU는 2003년에 최초로 유해 물질 제한지침(RoHS)을 도입했습니다.<sup>2</sup> RoHS는 납, 수은, 카드뮴, 6가 크롬, 특정 난연제와 같은 특정 유해 물질의 사용을 제한함으로써 소비자 및 환경 모두에게 더 안전한 제품을 보장합니다.<sup>3</sup>

EEE의 설계, 유형 및 생산 방식이 발전함에 따라 제조업체, 수입업체, 유통업체가 RoHS 규제를 준수하는 것이 점점 더 어려워지고 있습니다. 폴리에틸렌(PE), 폴리카보네이트, 폴리스티렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리비닐클로라이드(PVC), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS)과 같은 플라스틱은 고유한 특성과 비용 효율성 때문에 EEE에 자주 사용됩니다.<sup>4</sup> 제조업체는 첨단 분석 기술을 사용하여 이러한 재료를 엄격하게 테스트하여 제한된 물질을 검출 및 정량화함으로써, 지침에 의해 설정된 엄격한 제한을 준수하는지 확인해야 합니다. 이러한 기술 중 유도결합 플라즈마 광 방출 분광기(ICP-OES)는 RoHS 규제에 따라 플라스틱의 원소를 분석하기 위한 가장 효과적인 도구 중 하나입니다.<sup>5</sup>

이 응용 자료에서는 Agilent 5800 Vertical Dual View(VDV) ICP-OES를 사용하여 플라스틱의 다원소 분석을 위한 RoHS 규제 준수 테스트 방법에 대해 설명합니다. 이 방법에는 PE 인증 표준물질(CRM)과 EEE에 사용되는 두 가지 실제 플라스틱 재료의 시료 전처리, 기기 파라미터, 성능 평가에 대한 자세한 절차가 포함되어 있습니다. 비소(As), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 납(Pb), 수은(Hg), 주석(Sn), 안티몬(Sb), 황(S), 아연(Zn)에 대한 정량적 결과가 제시됩니다. 해당 데이터 세트를 통해 여기서 제시하고 있는 분석법의 적합성에 대해 알 수 있습니다. 즉, 이러한 분석법은 제조업체가 높은 수준의 효율성과 정확성을 바탕으로 RoHS 규제 준수를 달성할 수 있도록 지원합니다.

## 실험

### 기기

플라스틱의 원소 분석에는 Agilent 5800 VDV ICP-OES가 사용되었습니다. 이 기기에는 SeaSpray glass concentric nebulizer, 더블 패스 사이클론 스프레이 챔버, 1.8mm 내경 석영 인젝터가 딸린 Easy-fit 반 분리형 토치가 장착되어 있습니다. 시료 주입은 Agilent SPS 4 자동 시료 주입기로 진행했습니다. 분석 데이터를 처리하기 위해서 사용되기도 하는 Agilent ICP Expert 소프트웨어 버전 7.7(Pro 버전)을 사용하여, 기기와 분석법을 제어 및 최적화했습니다.

복잡한 시료 매트릭스를 장시간 분석하기 위해서는 견고성 및 안정성을 갖춘 플라즈마가 필요합니다. 일반적인 분석에서 높은 수준의 성능을 구현하기 위해, 5800 VDV ICP-OES는 수직 플라즈마 구성과 함께 27MHz에서 작동하는 고체상 무선 주파수(SSRF) 발생기 및 Cooled Cone Interface(CCI)를 사용했습니다. CCI는 플라즈마의 차가운 꼬리 부분을 굴절시켜 이 영역에서 일반적으로 발생하는 간섭을 방지하면서, 축 방향 보기 모드에서 미량 원소를 측정할 수 있게 합니다.

기기의 작동 조건은 표 1에 나열된 대로 최적화되었습니다. 한 시료에 대한 전체 분석 시간은 Intelligent Rinse 소프트웨어를 사용하여 적용한 3-60초의 린스 시간에 따라 68-125초 사이로 다양했습니다. 플라즈마의 방출 신호에 대한 이온화 억제 또는 강화를 보정하기 위해, 내부 표준물질(IS) 용액을 온라인으로 추가했습니다.

표 1. Agilent 5800 VDV ICP-OES instrument and method parameters.

Parameter	Setting
Nebulizer Gas(L/min)	0.65
Pump Speed(rpm)	12
Read Time(s)	10
Uptake Time(s)	15
Stabilization Time(s)	10
Rinse Time(s)	3 - 60
Replicates	3
RF Power(kW)	1.3
Aux Flow(L/min)	1.0
Plasma Flow(L/min)	12
Sample Pump Tubing	White/white
Waste Pump Tubing	Blue/blue
내부 표준물질 펌프 튜브(Internal Standard Pump Tubing)	Orange/green
Intelligent Rinse(지능형 린스)	Quick

### 시약 및 표준물질

고순도 농축 질산(HNO<sub>3</sub>, 69%) 및 염산(HCl, 30%)은 일본 Kanto Chemical에서 구입했습니다. 탈이온수(DI)는 Milli-Q 정제 시스템(Merck Millipore, Germany)을 통해 생산했습니다. 검량 표준물질은 Agilent에서 준비되었습니다. As, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn를 포함하는 다원소 표준물질 2A와 S, Sn, Sb를 포함하는 단일 원소 표준물질 용액을 사용했습니다. 표 2에는 각 분석 대상에 사용된 검량 농도 범위가 나열되어 있습니다.

표 2. 각 분석물질에 대한 검량 표준물질의 농도 범위.

분석물질	검량 농도(mg/L)
As, Cd, Pb, Cr, Sb	0, 0.05, 0.1, 0.5, 1
Hg	0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1
Zn	0, 1, 5, 10, 50, 100
S, Sn	0, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5

기기의 안정성을 모니터링하기 위해 검량 수준 3에 해당하는 연속 검량 검증(CCV) 용액을 별도로 준비하여 10개 시료마다 분석을 수행했습니다. 5mg/L의 Y를 함유한 IS 용액을 Agilent 1000ppm 원액으로부터 제조하여 시스템에 온라인으로 도입했습니다.

## CRM, 시료, 시료 전처리

European Reference Material, ERM-EC681에 해당하는 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)은 기준 물질 및 측정 연구소(IRMM)에서 구입한 것으로, ICP-OES 분석법의 성능을 검증하기 위해 사용되었습니다. 실제 전자 소비자 제품(시료 A)과 전기 자동차(시료 B)용으로 제작된 두 개의 테스트 시료가 당사 실험실에 제공되었습니다. 테스트 샘플에서 모든 금속 부분을 제거한 후, 분해에 적합한 작은 조각으로 잘랐습니다.

마이크로웨이브 분해는 플라스틱과 같은 복잡한 재료를 완전히 분해할 수 있는 가장 높은 확률을 제공하는 유연하면서도 강력한 도구입니다. 이 연구에서는 MARS 6 마이크로웨이브 분해 시스템(CEM Corporation, 미국)을 사용했습니다. 먼저, 250 ± 0.1mg의 시료 또는 CRM을 iPrep 용기(CEM)에 계량하여 넣었습니다. 그런 다음 고체를 10mL의 왕수(7.5mL의 HCl + 2.5mL의 HNO<sub>3</sub>)와 혼합하고 단일 단계의 가열 프로그램을 적용했습니다(표 3). 분해물은 50mL의 탈이온수로 희석하여 깨끗하며 입자가 존재하지 않는 용액을 얻었습니다.

표 3. MARS 6 시스템을 이용한 마이크로웨이브 분해 과정.

Stage	Temperature (°C)	Ramp Time (min)	Hold Time (min)	Pressure (psi)	Power (W)
1	250	25	35	800	900 - 1,050

## 결과 및 토론

### Intelligent Rinse(지능형 린스)

5800 ICP-OES의 Intelligent Rinse(지능형 린스) 기능을 통해 실험실에서 시료 측정의 효율성과 정확성을 모두 향상시킬 수 있습니다.<sup>6</sup> 분석을 수행하는 작업자를 위한 Intelligent Rinse(지능형 린스)의 이점은 다음과 같습니다:

- 적응형 린스 시간: Intelligent Rinse(지능형 린스)는 시료에서 각 분석물질을 행귀내는 데 필요한 실제 시간에 따라 린스 시간을 조정합니다. 즉, 농도가 낮은 분석물질이 포함된 시료는 린스 시간을 단축하고, 농도가 높은 분석물질이 포함된 시료는 린스 시간을 연장합니다.
- 강도 모니터링: 소프트웨어가 린스 시간 동안 지정된 분석물질이 나타내는 파장의 강도를 지속적으로 모니터링합니다. 이러한 강도가 사용자가 지정한 임계값에 도달하면 린스를 자동으로 종료하여, 과도한 린스 없이 철저한 세척을 보장합니다.

- 처리량 증가: Intelligent Rinse(지능형 린스)는 불필요한 린스 시간을 최소화함으로써 시료 처리량을 크게 증가시키며, 따라서 더 짧은 시간에 더 많은 시료를 처리할 수 있습니다.
- 분석법 설정의 간소화: 필요한 린스 시간을 예측할 필요가 없습니다. 시스템이 자동으로 린스 주기를 조정하여, 설정 과정을 더 쉽고 효율적으로 만들어 줍니다.
- 운영 비용 절감: 린스 시간이 짧으면 시약과 아르곤의 소모가 줄어들어, 시간이 지남에 따라 운영 비용이 낮아집니다.

ICP Expert 소프트웨어는 Intelligent Rinse(지능형 린스)에 세 가지 세척 임계값을 정의하며, 여기에는 Quick(빠름), Moderate(중간), Thorough(철저함)가 포함됩니다. 검량 전 세척의 10 × 1초 판독값의 표준 편차(SD)에 50, 25, 5를 곱한 값이 각각 소프트웨어의 세 가지 설정에 대한 임계값으로 사용되었습니다. 그런 다음 소프트웨어는 선택된 분석물질의 파장에 대한 강도를 모니터링하며, 이러한 강도가 사용자가 지정한 임계값에 도달하면 자동으로 린스를 종료합니다. 즉, 이 연구에서 린스 시간은 바탕 시료의 경우 3초, 시료 A 및 B의 경우 60초까지 다양하게 나타났습니다. 이러한 접근 방식은 7시간에 걸친 장기적 안정성 시험에서 20-30%의 시간을 절약할 수 있을 뿐 아니라, 분석 중 사용되는 가스 및 소모품의 소비 또한 줄였습니다. 적응형 린스 방법은 각 시료의 특정 요구 사항에 맞춰 효과적이고 효율적이며 정확한 린스를 보장합니다.

### 분석법 직선성

선택된 파장에서의 각 분석물질의 검량 직선성 및 분석법 감도 성능은 표 4에 요약되어 있습니다. 상관 계수(R) 값이 1에 가까우므로, 모든 분석물질이 각각의 작업 범위 내에서 우수한 직선성을 달성했음을 보여줍니다. 그림 1에는 주요 RoHS 원소인 Cd, Cr, Pb, Hg에 대한 대표적인 검량선이 나와 있습니다.

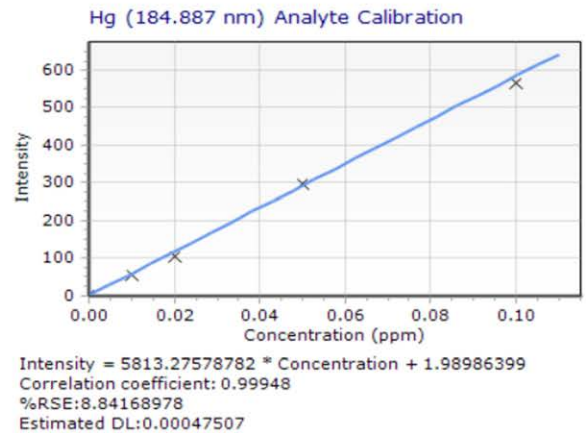
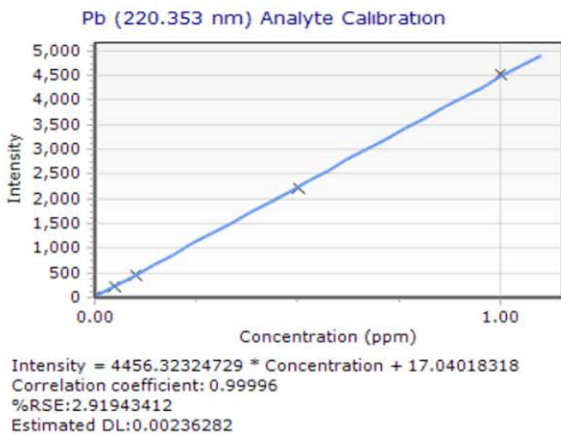
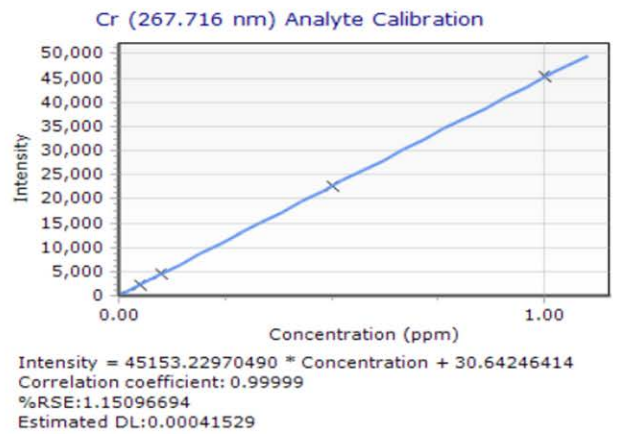
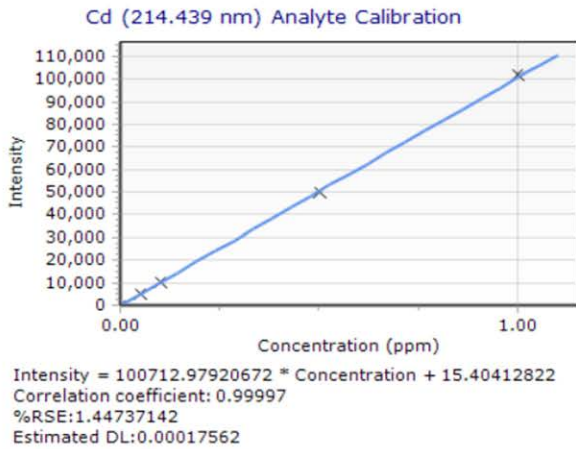


그림 1. Cd, Cr, Pb, Hg의 대표적인 검량선입니다.

### 분석법 감도

이 분석법의 감도는 표 4에 요약된 대로 LOD, LOQ, MDL을 사용하여 평가되었습니다. LOD와 LOQ는 각각 11번 반복측정(replicate)된 blank의 3시그마(3σ)와 10시그마(10σ)를 기준으로 계산되었습니다. RoHS 규제 대상인 4가지 주요 원소(Cd, Cr, Pb, Hg)에 대해, 5800 ICP-OES는 각각 0.19, 0.30, 3.30, 1.23μg/L(ppb)의 LOD를 달성하여 기기의 감도를 입증했습니다.

희석배수를 포함한 전체 시료 전처리 과정을 고려하는 MDL은 분석법의 감도를 평가하는 또 다른 중요한 지표입니다. MDL은 시료 전처리 절차 및 희석배수에 따라 달라질 수 있습니다.

이 연구에서 MDL은 LOQ(10σ)에 희석배수 200을 곱하여 도출되었습니다. 모든 분석물질에 대해 우수한 MDL이 달성되어, RoHS 3(EU 2015/863)의 필수 요건인 RoHS 임계값의 1/100에서도 기준을 쉽게 충족할 수 있었습니다.<sup>7</sup>

표 4. 검량 직선성 및 분석법 감도 요약.

Analyte and Wavelength (nm)	Correlation Coefficient (R)	LOD (µg/L)	LOQ (µg/L)	MDL (mg/kg)	RoHS 요구 사항 <sup>7</sup> (mg/L)
As 188.980	0.99992	2.37	7.92	1.58	-
Cd 214.439	0.99997	0.19	0.65	0.13	100
Cr 267.716	0.99999	0.30	1.01	0.20	1000*
Hg 184.887	0.99948	1.23	4.09	0.82	1000
Pb 220.353	0.99996	3.30	11.00	2.20	1000
S 181.972	0.99993	9.43	31.40	3.82	-
Sb 217.582	0.99985	4.70	15.70	6.28	-
Sn 189.925	0.99999	1.38	4.61	0.92	-
Zn 213.857	0.99994	0.26	0.87	0.17	-

\*hexavalent chromium 기준

### CRM 분석법 - 분석법 정확도

동일한 과정을 통해 준비된 CRM(ERM-EC 681 폴리에틸렌)의 분해물을 준비 및 분석했습니다. 각 분석물질에 대해 계산된 평균 농도와 회수율은 표 5에 요약되어 있습니다. ERM-EC 681에서 인증된 모든 분석물질의 측정 농도는 허용 범위 내에 있었고, 인증된 각 원소에 대해 97-106%로 우수한 회수율을 보였습니다.

이러한 결과는 EEE 생산에 일반적으로 사용되는 CRM 플라스틱 소재에 포함된, Cd, Cr, Pb, Hg 등 중금속을 비롯한 여러 원소를 분석할 수 있는 5800 VDV ICP-OES 분석법에 대해, 뛰어난 정확성을 확인시켜 줍니다.

표 5. Agilent 5800 VDV ICP-OES를 사용하여 CRM(ERM-EC 681 폴리에틸렌)을 측정된 분석 결과입니다.

Analyte and Wavelength(nm)	CRM(ERM-EC 681, polyethylene)			
	Certified Value(mg/kg)	Acceptable Range(mg/kg)	Mean Measured Value(mg/kg)	Recovery(%)
As 188.980	17	15.8-18.2	17.1	101
Cd 214.439	146	141-151	150	103
Cr 267.716	45.1	43.2-47.0	45.9	102
Hg 184.887	9.9	9.1-10.7	10.5	106
Pb 220.353	69.7	67.2-72.2	68.4	98
S 181.972	640	540-740	627	98
Sb 217.582	86	79-93	91.4	106
Sn 189.925	99	93-105	103	104
Zn 213.857	1170	1130-1210	1134	97

### 시료 분석 - 스파이크 회수율 및 정확도

시료 매트릭스에서의 스파이크 회수율 테스트는 시료 전처리 및/또는 분석법의 신뢰성을 평가할 수 있는 효과적인 방법으로 특히 적절한 CRM이 존재하지 않는 경우에는 더욱 중요해집니다. 본 연구에서는 CRM 분석 외에도 두 개의 실제 시료(A와 B)에 대해 5800 VDV ICP-OES를 사용하여 분석을 수행했습니다. 측정된 분석물질의 농도와 스파이크 회수율 결과는 표 6에 나와 있습니다. 시료 A의 Sn을 제외한 모든 분석물질에 대한 스파이크 회수율은 94-108%를 보였으며, Sn의 스파이크 회수율은 88%로 나타났습니다. 회수율이 낮은 것은 시료 A에서 측정된 Sn 농도가 높기 때문일 수 있습니다. 그러나 CRM에서 Sn의 회수율은

104%를 보여, 이러한 분석법의 정확성을 보증했습니다. 스파이크 회수율 측정값의 %RSD(n=3)를 통해 이 분석법의 정확도를 평가했습니다. 표 6에서 볼 수 있듯이, 시료 A와 B 모두에서 9가지 분석물질 모두에 대해 스파이크 회수율 RSD는 ≤2.3%를 나타냈습니다. 분석법에 대한 이러한 검증 데이터는 이들 물질에 대해 마이크로웨이브 분해를 바탕으로 한 시료 전처리 절차의 효과를 확인시켜 줍니다. 또한, 이 결과는 복잡한 플라스틱 매트릭스를 분석하는 데 5800 VDV ICP-OES 분석법의 재현성과 신뢰성이 우수하다는 것을 보여줍니다.

표 6. Agilent 5800 VDV ICP-OES를 사용하여 두 가지 플라스틱 소재에 대한 얻은 실제 시료 분석 결과.

Analyte and Wavelength (nm)	Spike Conc (mg/kg)	Sample A				Sample B			
		Measured Conc (mg/kg)	Measured Conc in Spiked Sample A (mg/kg)	Spike Recovery (%)	RSD of Spike Recovery (%)	Measured Conc (mg/kg)	Measured Conc in Spiked Sample B (mg/kg)	Spike Recovery (%)	RSD of Spike Recovery (%)
As 188.980	40	<MDL	43.2	108	2.2	<MDL	42	105	1.4
Cd 214.439	40	<MDL	42	105	1.3	<MDL	40	100	0.8
Cr 267.716	40	4	46	105	1.7	4	44	100	0.6
Hg 184.887	7	<MDL	6.52	93	2.3	<MDL	6.89	98	1.4
Pb 220.353	40	8	50	105	1.2	12	50	95	0.4
S 181.972	40	24	66	105	0.4	74	116	105	1.0
Sb 217.582	40	<MDL	40	100	0.7	<MDL	42	105	1.6
Sn 189.925	200	582	758	88	1.4	60	262	101	0.4
Zn 206.200*	2.5	5.3	7.66	94	2.2	5.36	7.8	98	2.1

\*Zn의 농도 단위는 %입니다.

### 장기적 안정성 평가

5800 VDV ICP-OES에 대한 장기적 안정성은 CCV와 IS의 회수율을 기준으로 평가되었습니다. CCV는 7시간 동안 10개의 스파이크되지 않은 시료(테스트 시료 A 및 B 포함)마다 측정되었으며 재검량은 수행하지 않았습니다. 16번의 CCV 측정값에 대한 모든 분석물질의 회수율과 회수율의 정확도(%RSD)를 계산하여 안정성에 대한 플롯으로 표시했습니다. 그림 2에서 표시된 바와 같이, 각 분석물질에 대해 100±10%의 회수율을 얻을 수 있었으며, 모든 파장의 %RSD가 1.4% 미만이었습니다. 이러한 결과는 7시간 이상의 연속적인 매트릭스 분석 시퀀스에서 기기의 안정성을 보여줍니다.

또한, 5800 VDV ICP-OES의 장기적 안정성을 평가하기 위해 IS의 회수율을 모니터링했습니다. 5mg/L의 이트륨을 지속적으로 기기에 주입하였고, 그 회수율은 ICP Expert 소프트웨어에 의해 자동으로 측정되었습니다. 그림 3은 CRM 및 실제 시료의 배치 분석에서 100 ±7%에 해당하는 IS 회수율을 나타냅니다. 이는 일반적으로 허용되는 IS 회수율의 범위인 100 ±20% 내에 속합니다. 이러한 결과는 기기의 뛰어난 견고성과 매트릭스 내성 덕분입니다.

이러한 안정성 테스트는 일반적인 테스트 실험실에서 흔히 볼 수 있는 복잡한 시료 매트릭스의 장시간 분석 실행에 여기서 제시하는 분석법이 적합함을 확인시켜 줍니다.

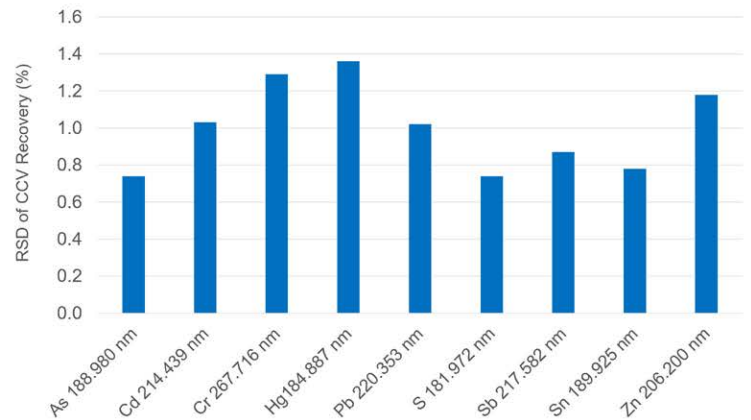
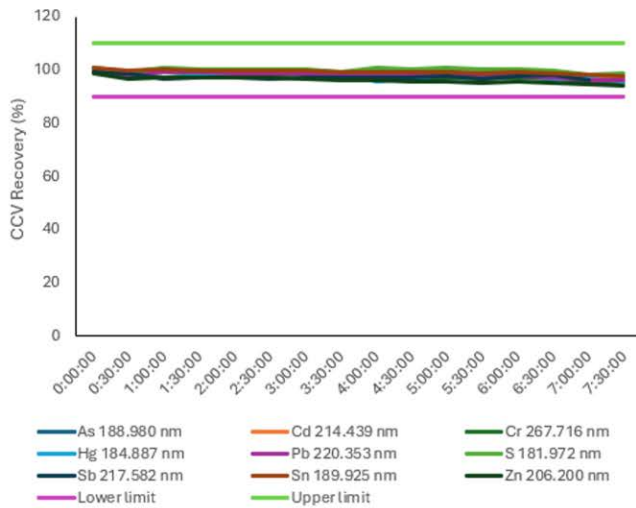


그림 2. Agilent 5800 VDV ICP-OES를 사용하여 실제 EEE 테스트 시료 A와 B를 7시간 이상 연속 측정했을 때의 CCV 회수율(왼쪽)과 회수율 %RSD(오른쪽).

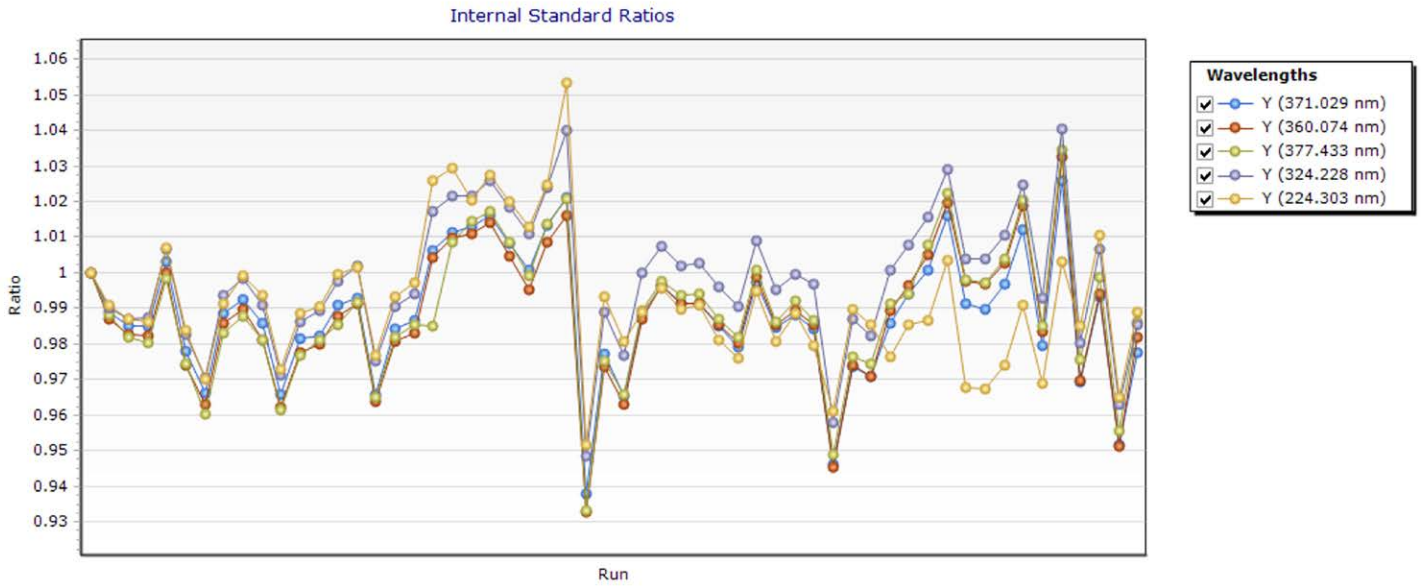


그림 3. Agilent 5800 VDV ICP-OES를 사용한 CRM 및 실제 EEE 시료의 배치 분석 전체에 걸친 IS 안정성.

## 결론

Agilent 5800 VDV ICP-OES를 사용하여 RoHS 지정 원소를 포함한 Cd, Cr, Pb, Hg 등 9가지 원소의 정량 분석을 수행했습니다. 이러한 원소는 전기 및 전자 장비(EEE)에 사용되는 플라스틱에 일반적으로 함유되어 있습니다. 시료에는 플라스틱 기반 CRM(ERM-EC 681, 폴리에틸렌)과 가전제품 및 전기 자동차에 사용되는 두 가지의 실제 플라스틱 매트릭스가 포함되었습니다. 단일 단계의 마이크로웨이브 분해를 이용한 시료 전처리 절차를 통해 견고한 열가소성 소재가 완전히 분해되어 ICP-OES를 통한 정확한 분석이 가능해졌습니다.

5800 ICP-OES는 뛰어난 감도, 정확도, 안정성을 입증하여 RoHS 또는 이와 동등한 테스트 표준을 준수해야 하는 EEE 제조업체에게 있어 신뢰할 수 있는 솔루션으로 자리 잡았습니다. Agilent ICP Expert Pro의 Intelligent Rinse(지능형 린스) 소프트웨어 기능은 사용자가 정의한 임계값에 따라 린스 시간을 자동으로 조정하여 작업을 간소화하고, 시간과 자원을 절약하며, 분석 비용을 전반적으로 낮춥니다. 이 연구에서는 5800 ICP-OES 기기가 갖춘 정확하고 일관된 결과를 제공하는 능력을 강조하며, 엄격하고 신뢰할 수 있는 RoHS 규제 준수 테스트에 대한 업계의 요구를 뒷받침합니다.

## 참고 자료

1. Baldé, C.P., et al. International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), *Global E-waste Monitor 2024*, Geneva/Bonn. [api.globalewaste.org/publications/file/297/Global-E-waste-Monitor-2024.pdf#page=2.34](https://api.globalewaste.org/publications/file/297/Global-E-waste-Monitor-2024.pdf#page=2.34)
2. Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast), <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f573bd1a-c206-11ef-91ed-01aa75ed71a1>(2025년 3월에 접속)
3. Commission Delegated Directive (EU) 2023/1437 of 4 May 2023 amending, for the purposes of adapting to scientific and technical progress, Annex IV to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards an exemption for mercury in melt pressure transducers for capillary rheometers under certain conditions, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5fef0cbd-1f84-11ee-ab23-01aa75ed71a1/language-en>(2025년 3월에 접속)
4. Ramona M. G., Madalina E. G., et al. Waste Electrical and Electronic Equipment: A Review on the Identification Methods for Polymeric Materials, *Recycling*, **2019**, 4, 32
5. Nham, T.T. Monitoring Heavy Metals by ICP-OES for Compliance with RoHS and WEEE Directives, Agilent Publication, [IO-040](https://www.agilent.com/publications/IO-040), November 1, 2010
6. Intelligent Rinse for ICP-OES, Agilent Publication, [5991-8456EN](https://www.agilent.com/publications/5991-8456EN)
7. RoHS 3 (EU Directive 2015/863), <https://www.rohsguide.com/rohs3.htm>(2025년 3월에 접속)

## 애질런트 부품 번호

<a href="#">G8020-68005</a>	Agilent 5000 시리즈 ICP-OES용 1.8mm 석영 인젝터가 장착된 Easy-fit 완전 분리형 토치
<a href="#">G8010-60256</a>	더블 패스 스프레이 챔버, 볼 조인트 소켓 및 UniFit 배수구가 있는 유리 사이클론 디자인, Agilent 5000 시리즈 ICP-OES용
<a href="#">G8010-60255</a>	Agilent 5000 시리즈 ICP-OES용 SeaSpray concentric glass nebulizer
<a href="#">3710034400</a>	연동 펌프 튜빙, PVC, 흰색/흰색, 12/pk
<a href="#">3710034600</a>	연동 펌프 튜빙, PVC, 파란색/파란색, 12/pk
<a href="#">3710068300</a>	연동 펌프 튜빙, PVC, 주황색/녹색, 12/pk
<a href="#">1610132400</a>	내부 표준물질/이온화 완충액의 온라인 추가를 위한 Y-피스 커넥터
<a href="#">8500-6940</a>	다원소 검량 표준물질 -2A
<a href="#">5190-8530</a>	Agilent 1000ppm 단일 원소 원액, S
<a href="#">5190-8243</a>	Sn용 Agilent 1000ppm 단일 원소 원액
<a href="#">5190-8245</a>	Sb용 Agilent 1000ppm 단일 원소 원액
<a href="#">5190-8256</a>	Y용 Agilent 1000ppm 단일 원소 원액

[www.agilent.com/chem/5800icpoes](http://www.agilent.com/chem/5800icpoes)

DE-005076

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2025  
2025년 3월 18일, 한국에서 발행  
5994-8252KO

한국애질런트테크놀로지스(주)  
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,  
DF타워 9층, 06621  
전화: 82-80-004-5090(고객지원센터)  
팩스: 82-2-3452-2451  
이메일: [korea-inquiry\\_lsca@agilent.com](mailto:korea-inquiry_lsca@agilent.com)