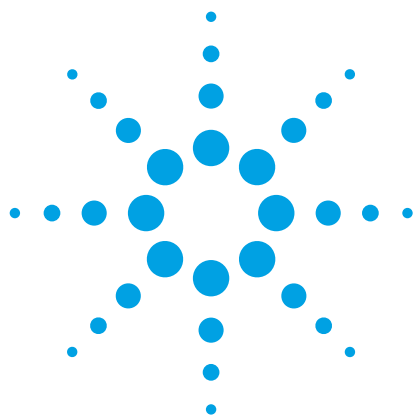




Agilent 490 Micro GC 천연 가스 분석기를 이용한 천연 가스의 빠른 분석

응용 자료

마이크로 가스 크로마토그래피, 탄화수소 공정,
천연 가스 분석

저자

Remko van Loon,
Agilent Technologies,
Middelburg, the Netherlands



개요

천연 가스의 생산 및 유통 과정에서, 천연 가스는 에너지 함량에 따라 매매되어 그 조성과 열량 측정이 매우 중요합니다. 본 응용 자료는 천연 가스 분석 및 발열량 계산을 위한 Agilent 490 Micro GC 천연 가스 분석기의 사용을 설명합니다. 애질런트는 490 Micro GC를 이용하여 실험실, 온라인 및 현장에서의 이상적인 솔루션을 제공합니다.



Agilent Technologies

서론

천연 가스는 주로 methane과 다양한 농도의 다른 탄화수소 및 oxygen, nitrogen, carbon dioxide와 같은 영구 가스로 구성됩니다. 천연 가스 공급원이 달라지면, 일반적으로 조성은 유사하나 농도가 달라집니다.

천연 가스는 에너지 함량에 따라 거래되므로, 화학 조성 및 열량 분석은 모든 이해 관계자에게 매우 중요합니다. 이러한 면에서, 490 Micro GC 기반의 천연 가스 분석기가 중요한 역할을 수행할 수 있습니다.

490 Micro GC 천연 가스 분석기는 토탈 솔루션으로 납품됩니다. 분석기는 최적의 분리를 위한 공장 조정과 최종 시험 데이터, 완전한 분석법, 사용자 매뉴얼 및 확인용 시료와 함께 제공됩니다. 사용하기 쉬운 소프트웨어로 발열량 및 웨버 (Wobbe) 지수와 같은 모든 필요한 물리적 특성을 계산하며, ASTM, GPA 및 ISO의 공식 분석법을 준수합니다.

천연 가스 분석기 구성

490 Micro GC를 기반으로, 천연 가스 조성 및 관심 화합물에 따라 네 종류의 천연 가스 분석기를 사용할 수 있습니다. 모든 분석기의 구성 및 분석 특징은 표 1과 같습니다. 구성에 관한 추가 정보는 천연 가스 분석기 데이터 시트를 참조하시기 바랍니다[1].

모든 냉각점 제거, 가능한 수분 응결 방지와 전체 시료 유동 경로의 시료 무결성 유지 보장을 위해 천연 가스 분석기에 가열 주입기 및 시료 라인을 장착하며 분석기 분석법은 모두 110°C로 설정하였습니다.

표 1은 다중 컬럼 채널에, 배출 옵션을 위한 백플러시가 장착되었음을 보여줍니다. CP-MolSieve 5A의 고정상 보호와 molecular sieve 컬럼의 분리 효율 유지를 위해, carbon dioxide, 수분 및 고급 탄화수소의 백플러시는 필수입니다. 수분과 carbon dioxide는 molecular sieve 고정상에 빠르게 흡수되어 크로마토그래피 특성을 변하게 합니다. 이것은 머무를 이동 및 분리 손실의 원인이 될 수 있습니다. 고급 탄화수소는 결국 용리되지만, 검출기 노이즈 수준은 높아지고 감도는 저하됩니다; MolSieve 5A 컬럼 채널의 배출 기능을 위한 백플러시로 이를 방지합니다. PoraPLOT U와 HayeSep A 채널에서, C4 이상의 고급 탄화수소는 백플러시되어 배출됩니다. 이렇게 하면, 마지막에 용리하는 성분이 다음 분석을 방해하지 않습니다.

표 1. Agilent 490 Micro GC 천연 가스 분석기 개요

분석기 특성	천연 가스 분석기 A	확장된 천연 가스 분석기 A	천연 가스 분석기 B	확장된 천연 가스 분석기 B
Micro GC 캐비닛	듀얼, 2채널	쿼드, 3채널	듀얼, 2채널	쿼드, 3채널
컬럼 채널 설치	HayeSep A 40cm, 백플러시 없음	HayeSep A 40cm, 백플러시 있음	PoraPLOT U 10m, 백플러시 있음	CP-MolSieve 5A 10m, 백플러시 및 머무를 시간 안정성 옵션 있음
	CP-Sil 5 CB 6m, 백플러시 없음	CP-Sil 5 CB 4m, 백플러시 있음	CP-Sil 5 CB 6m, 백플러시 없음	PoraPLOT U 10m, 백플러시 있음
		CP-Sil 5 CB 8m, 백플러시 없음		CP-Sil 5 CB 6m, 백플러시 없음
분석	탄화수소 C1-C9 Carbon dioxide, 공기	탄화수소 C1-C12 Carbon dioxide, 공기	탄화수소 C1-C9 Carbon dioxide, 공기, Hydrogen sulfide	탄화수소 C1-C9 Carbon dioxide, 공기, Hydrogen sulfide 영구 가스(N ₂ , O ₂ , He, H ₂)

CP-Molsieve 5A는 머무름 시간 안정성(RTS) 옵션을 갖추고 있습니다. RTS 옵션은 전자적 가스 제어와 컬럼 모듈 사이에 인라인 필터가 추가 구성되어, 수분 및 carbon dioxide가 없는 운반 가스를 보장합니다. RTS 옵션의 사용으로 carbon dioxide의 보다 효율적인 백플러시가 가능합니다. 이것으로 컬럼 수명은 연장되며, 더 중요한 것은 보다 안정적인 머무름 시간이 보장된다는 것입니다.

천연 가스 시료는 내부 샘플링 펌프 이용한 테들러 샘플링 백의 가압(최대 한계 1bar) 또는 연속 유량 샘플링 모드를 이용하여 490 Micro GC에 도입할 수 있습니다. 단일 분석기로 여러 스트림 분석 또는 자동 검량을 위해 다수의 검량 시료를 연결하고자 한다면, 스트림 선택 밸브(stream selector valve)의 사용을 권장합니다.

액화 석유 가스(LPG) 및 액화 천연 가스(LNG)로 시료 범위의 확장을 위해, 가스 크로마토그래피 주입기의 시료 도입 전에 Micro-Gasifier는 제어된 기화를 제공합니다. 또한, 고압 가스 시료는 냉각점 생성 없이도 감소될 수 있어, 시료 차이 식별을 방지합니다.

천연 가스 분석기 A를 이용한 빠른 천연 가스 분석

천연 가스 분석기 A의 첫 번째 채널에는 복합 공기 피크(nitrogen 및 oxygen)에서 methane을 분리하기 위한 HaySep A 컬럼이 장착되어 있습니다. Carbon dioxide, ethane 및 propane도 이 컬럼 채널에서 분석됩니다. 그림 1은 이러한 화합물의 크로마토그램 예시입니다.

Propane에서 n-nonane의 탄화수소 분석을 위해 6m CP-Sil 5 CB 컬럼을 갖춘 두 번째 컬럼 채널을 사용합니다. 그림 2a는 n-octane까지 분리한 6m CP-Sil 5 CB의 크로마토그램입니다; n-hexane은 60초 이내, n-octane은 3분을 조금 넘어 용리됩니다. Propane은 HaySep A 및 CP-Sil 5 CB 컬럼 모두에서 분석되어, 브리지(bridge) 성분으로 propane을 사용할 수 있습니다. 그림 2b에 표시한, 6m CP-Sil 5 CB 컬럼으로 얻은 크로마토그램의 확장 영역은 n-nonane까지의 탄화수소 분석을 보여줍니다.

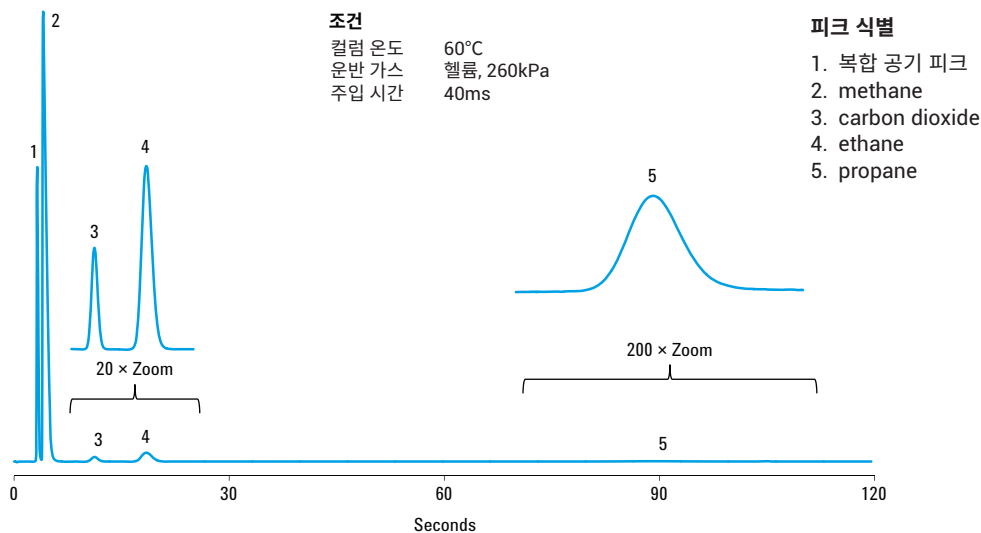


그림 1. HaySep A 컬럼의 nitrogen, carbon dioxide 및 C1 - C3 탄화수소 크로마토그램

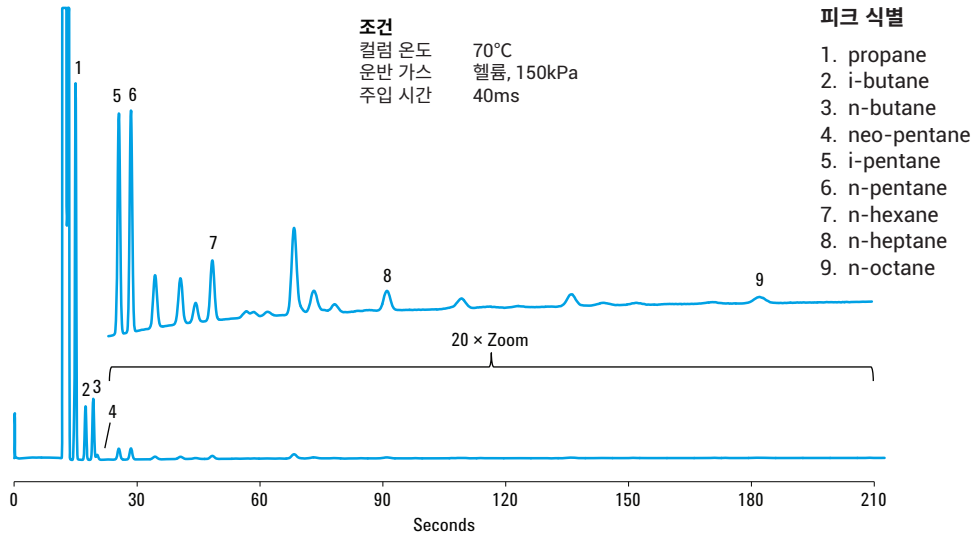


그림 2a. 6m CP-Sil 5 CB 컬럼의 C3 - C8 탄화수소 크로마토그램

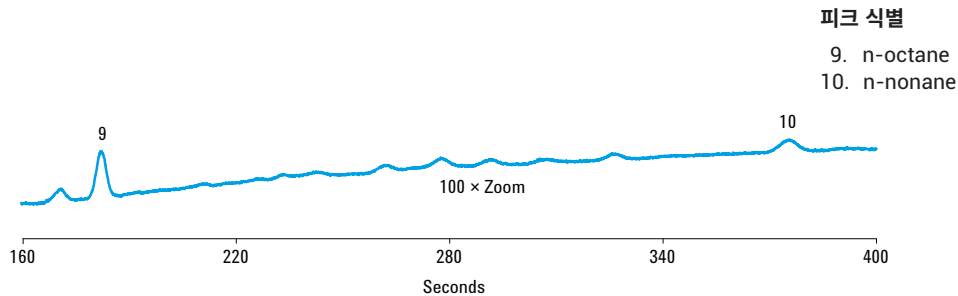


그림 2b. 6m CP-Sil 5 CB 컬럼의 C8 - C9 탄화수소 크로마토그램

확장된 천연 가스 분석기 A를 이용한 n-dodecane까지 분석

천연 가스 분석기 A의 확장 버전은 n-dodecane까지 천연 가스 분석에 사용됩니다. 이 확장 분석기는 세 개의 컬럼 채널을 갖추고 있습니다. 첫 번째로 HayeSep A 컬럼 채널은 복합 공기 피크를 methane, carbon dioxide, ethane 및 propane에서 분리하기 위해 사용합니다. 이 채널은 butane 및 이후에 용리하는 탄화수소가 백플러시로 배출되도록 밸플러시 기능을 갖추고 있습니다. 그림 3은 HayeSep A 채널의 예시이며, propane은 2분 이내에 용리되었습니다.

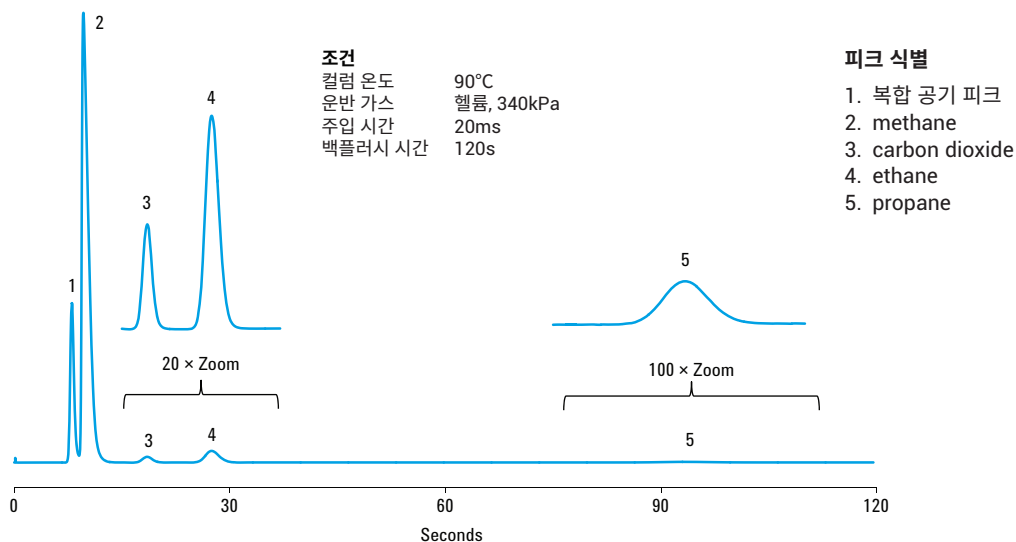


그림 3. HayeSep A 컬럼(백플러시 있음)의 크로마토그램

두 번째 채널에는 백플러시 기능을 갖춘 4m CP-Sil 5 CB 컬럼을 설치하여, C3~C5 탄화수소 분석에 사용합니다. 크로마토그램은 그림 4와 같습니다. N-hexane 및 고급 탄화수소는 백플러시로 배출합니다.

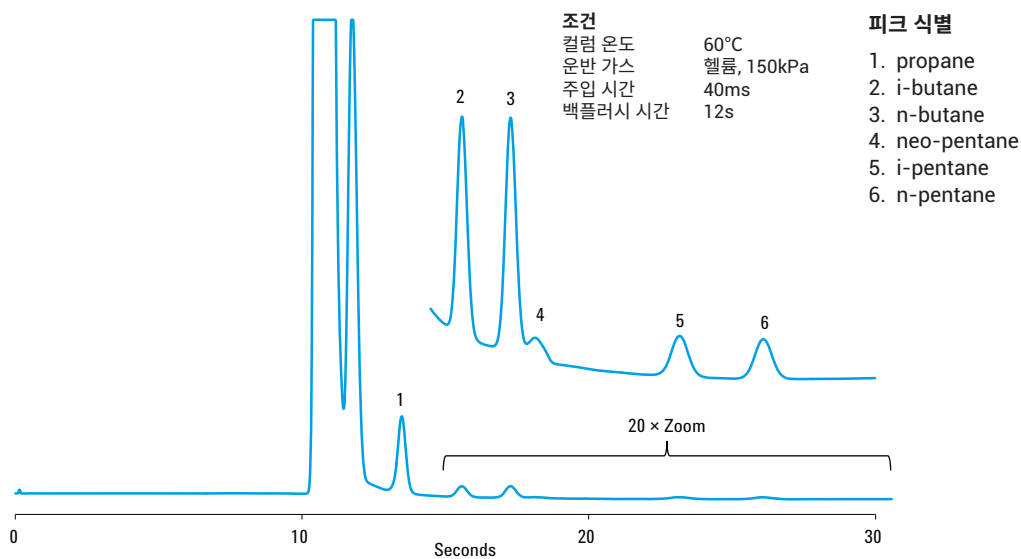


그림 4. 4m CP-Sil 5 CB의 C3~C5 탄화수소 크로마토그램

세 번째 컬럼 채널에는 8m CP-Sil 5 CB 컬럼을 장착하여, n-hexane에서 dodecane까지의 고급 탄화수소 분석에 사용합니다. N-dodecane은 약 240초에 용리됩니다. 그림 5a에서 확인할 수 있듯이, n-decane까지의 천연 가스 시료를 2분 이내에 분석합니다. 그림 5b는 n-hexane에서 n-dodecane까지의 탄화수소 가스 혼합물이며, 일반적인 분석 시간은 240초입니다.

천연 가스 분석기 B를 이용한 hydrogen sulfide 포함 천연 가스 분석

천연 가스 분석에 hydrogen sulfide를 포함한다면, 490 Micro GC 천연 가스 분석기 B가 적합한 선택입니다. 이 분석기는 복합 공기 피크(nitrogen 및 oxygen)에서 methane을 분리하기 위해 PoraPLOT U 컬럼 채널을 사용합니다. 이 컬럼은 또한, carbon dioxide, ethane 및 propane 분석에도 사용됩니다. 그림 6의 크로마토그램은 PoraPLOT U 컬럼의 천연 가스 예시입니다. 총 분석은 약 60초내에 완료하였습니다. Hydrogen sulfide 분석을 위해

PoraPLOT U 채널의 스테인리스 강 튜브 및 Micro GC 시료 주입구의 UltiMetal 비활성 표면은 비활성 시료 유동 경로와 탁월한 피크 모양으로 ppm 수준 Hydrogen sulfide의 정확한 분석을 보장합니다.

천연 가스 분석기 B의 propane에서 n-nonane까지의 탄화수소 분석은 6m CP-Sil 5 CB를 갖춘 두 번째 채널에서 수행됩니다. 이 컬럼은 천연 가스 분석기 A와 동일합니다. 이 채널의 크로마토그램은 그림 2a 및 2b에 제시되어 있습니다.

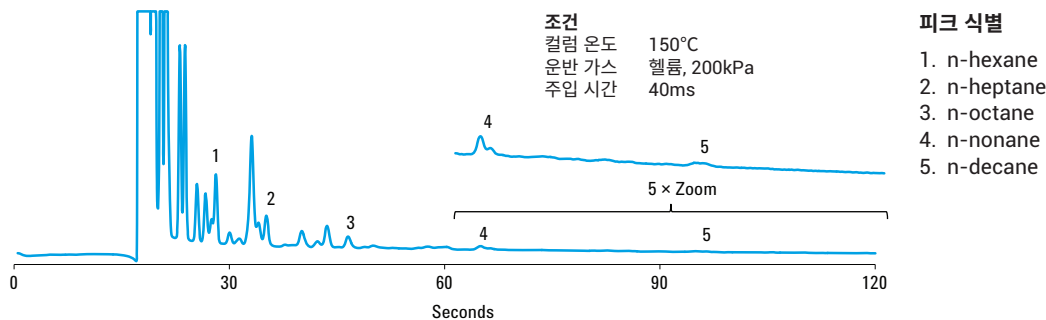


그림 5a. 8m CP-Sil 5 CB에서의 천연 가스 분석



그림 5b. 8m CP-Sil 5 CB에서의 C7 - C12 탄화수소 혼합물 분석

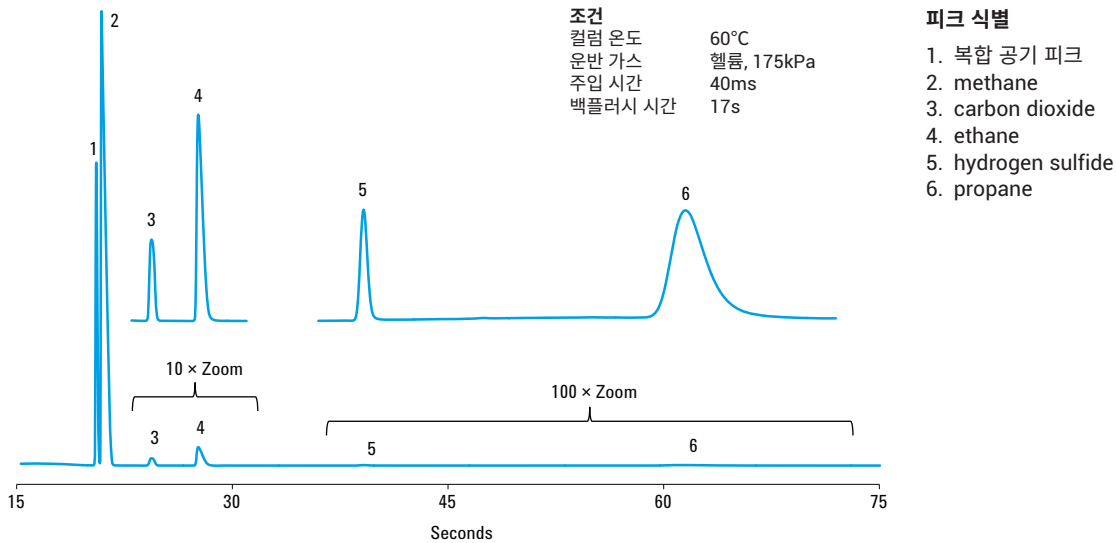


그림 6. PoraPLOT U 컬럼 채널의 천연 가스 크로마토그램

확장된 천연 가스 분석기 B를 이용한 영구 가스 분석

490 Micro GC 천연 가스 분석기 B의 확장 버전은 천연 가스 시료의 영구 가스 분석을 위한 CP-MolSieve 5A 컬럼 채널을 추가로 갖추고 있습니다. 이 채널의 helium 운반 가스는 oxygen과 nitrogen의 분리 및 정량을 가능하게 하며, 그 예시는 그림 7과 같습니다(상단).

Helium, neon 또는 hydrogen 분석이 필요한 경우, 운반 가스를 helium 대신 argon으로 사용해야 합니다. 그림 7의 하단은 운반 가스로 argon을 사용한 molecular sieve 컬럼의 크로마토그램입니다. Molecular sieve 컬럼 전용 운반 가스를 아르곤으로 변경할 수 있는 유연성을 갖추기 위해, 이 채널은 micro GC 후면에 있는 별도의 운반 가스 주입구에 연결됩니다.

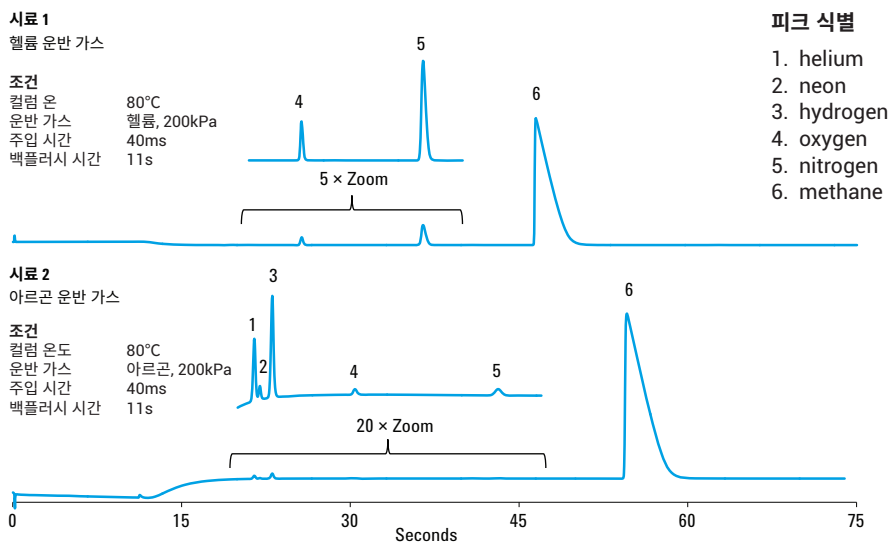


그림 7. CP-MolSieve 5A 컬럼 채널의 영구 가스 분석 크로마토그램

천연 가스의 물리적 특성에 대한 보고 도구

모든 개별 성분의 결과는 선택한 크로마토그래피 데이터 소프트웨어(EZChrom Elite, OpenLAB EZChrom, 또는 OpenLAB Chemstation)에서 옵션인 EZReporter 소프트웨어로 전달되어 열량, 상대 밀도, 압축성 및 웨버 지수와 같은 다양한 물리적 특성을 계산합니다. 그림 8(왼쪽)을 참조하십시오. 이러한 주요 파라미터는 천연 가스의 상업적 가치를 결정하는 데 중요합니다. EZReporter는 공식적인 분석법인 ASTM D3588, ISO 6976 및 GPA 2172에 따른 보고를 지원합니다. 보고서는 로컬로 인쇄하거나 실험실 정보 관리 시스템(LIMS)에서의 추가 사용을 위해 파일로 내보낼 수 있습니다.

소프트웨어는 모니터링 및 기록(historical) 추세 분석을 위한 원래 분석 값과 계산된 주요 파라미터를 선택할 수 있는 기능을 포함합니다. 이러한 모니터 파라미터에 상한 및 하한 경고 한계를 부여하여 천연 가스 스트림의 결과를 보다 가시화할 수 있습니다. 몇 가지 예시는 그림 8과 같습니다(중간 및 오른쪽).

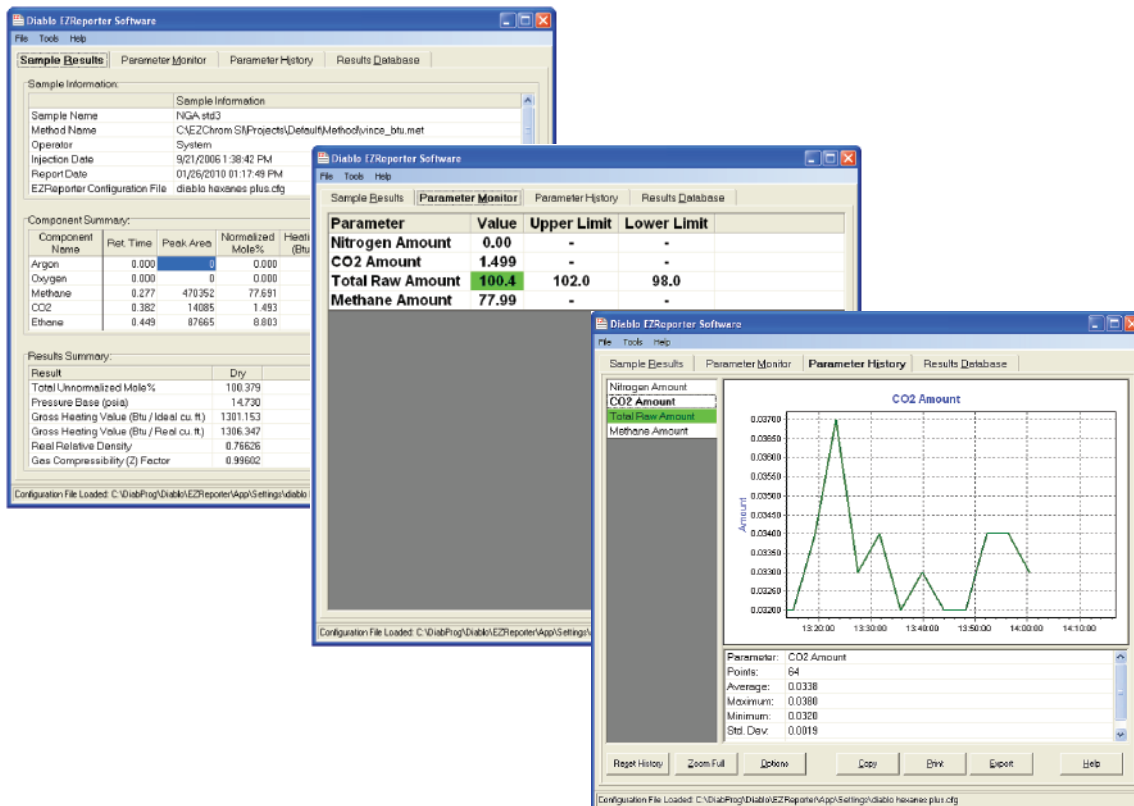


그림 8. EZReporter, 계산된 물리적 특성(왼쪽), 파라미터 모니터링(중간) 및 추세 분석(오른쪽)의 시료 결과

결론

Micro GC 천연 가스 분석기는 천연 가스 스트림 분석을 위한 진정한 솔루션입니다. 실험실, 온라인/공정 또는 현장에서 “어디에서나 측정”하는 Micro GC는 단 몇 초 만에 천연 가스 분석을 제공합니다.

천연 가스 분석기 A는 HayeSep A 및 6m CP-Sil 5 CB 컬럼 채널과의 조합으로 천연 가스 분석에 사용됩니다. 이 분석기는 공기에서 methane을 분리하고 n-nonane까지 분석할 수 있습니다. 이산화탄소도 분석합니다. 총 분석 시간은 시료의 탄화수소에 따라 달라집니다. N-haptane까지는 약 90초 만에 수행되며, n-nonane은 약 400 초 만에 용리됩니다.

천연 가스의 n-dodecane까지 분석한다면, 천연 가스 분석기 A 확장 버전이 필요합니다. 6-m CP-Sil 5 CB 컬럼 채널은 두 개의 다른 CP-Sil 5 CB 채널로 대체됩니다. 짧은 CP-Sil 5 CB(4m)는 propane에서 pentane까지 분석합니다; hexane 이상은 백플러시되어 배출됩니다. 8-m 컬럼이 장착된 두 번째 CP-Sil 5 CB 채널은 hexane에서 n-dodecane까지 분석에 사용됩니다.

PoraPLOT U 및 6m CP-Sil 5 CB 컬럼 채널이 장착된 천연 가스 분석기 B는 공기와 methane, carbon dioxide와 n-nonane의 탄화수소를 분리하는 천연 가스의 빠른 분석을 제공합니다. 이 분석기 구성은 hydrogen sulfide 분석을 위해 설계되었습니다. 시스템의 스테인리스 강 시료 주입구는 UltiMetal 처리로 비활성화되어 hydrogen sulfide의 우수한 피크 모양을 제공합니다.

천연 가스 시료의 영구 가스에 대한 보다 상세한 분석이 필요하다면, 천연 가스 분석기 B의 확장 버전을 선택해야 합니다. 이 분석기는 운반 가스로 helium을 사용하며, oxygen과 nitrogen을 분리할 수 있는 CP-MolSieve 5A 컬럼이 추가 장착되어 있습니다. 이 분석기는 운반 가스로 argon을 사용하면, helium 및 hydrogen도 검출할 수 있습니다.

490 Micro GC 천연 가스 분석기는 백플러시 시간에 대한 적절한 설정을 포함하여 공장에서 조정됩니다. Agilent 천연 가스 분석기는 최종 시험 데이터, 최적화된 분석법, 천연 가스 분석기 사용자 설명서 및 확인용 시료 키트를 함께 제공하며 설치 시 모든 정보를 사용할 수 있습니다.

분석기 하드웨어는 선택한 크로마토그래피 데이터 시스템 (CDS)과 함께 사용이 쉽고 강력한 시스템을 제공합니다. EZReporter 소프트웨어는 Agilent CDS와 연결되어, ASTM D3588(American Society of Testing and Materials), GPA 2172(Gas Processors Association), ISO 6976(International Standards Organization)에 따른 자동 열량/BTU 계산 및 보고서를 생성합니다.

490 micro GC 천연 가스 분석기 또는 기타 Micro GC 솔루션에 대한 자세한 정보는 애질런트 웹사이트 www.agilent.com/chem/microgc를 방문하십시오.

참고 문헌

1. 5991-0301EN; Agilent 490 Micro GC Natural Gas Analyzers; Data Sheet; April 2012.

자세한 정보

이러한 데이터는 일반적인 결과를 나타냅니다. 애질런트 제품과 서비스에 대한 자세한 정보는 애질런트 웹사이트 www.agilent.com/chem을 방문하십시오.

www.agilent.com/chem/microgc

애질런트는 이 문서에 포함된 오류나 이 문서의 제공, 이행 또는 사용과 관련하여 발생한 부수적인 또는 결과적인 손해에 대해 책임을 지지 않습니다.

이 발행물의 정보, 설명 및 사양은 사전 공지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc., 2012

한국에서 인쇄

2012년 4월 16일

5991-0275KO

서울시 용산구 한남대로 98, 일신빌딩 4층 우)04418
한국애질런트테크놀로지스(주) 생명과학/화학분석 사업부
고객지원센터 080-004-5090 www.agilent.co.kr



Agilent Technologies