

Agilent 990 Micro GC 천연가스 분석기를 이용한 천연가스의 신속한 분석

저자

Jie Zhang
Agilent Technologies, Inc.

서론

천연가스는 자연 발생하는 탄화수소 기체 혼합물로서 주로 methane으로 구성되지만, 일반적으로 ethane, propane, butane, isobutane, pentane 및 isopentane과 같은 기타 탄화수소를 다양한 양으로 포함합니다. 때로, 적은 % 농도의 carbon dioxide(CO₂), nitrogen, hydrogen sulfide(H₂S) 또는 helium이 탄화수소에 존재할 수도 있습니다.

천연가스는 에너지원으로 난방, 요리 및 발전에 널리 사용됩니다. 또한, 플라스틱 및 기타 중요한 화학물질을 제조하기 위한 화학 공급 원료와 자동차 연료로도 사용될 수 있습니다.

전세계 대부분의 지역에서, 천연가스는 에너지 함량으로 거래됩니다. 천연가스 조성에 대한 정확한 정보는 올바른 단위 열량 산출에 도움을 줄 수 있으며, 이는 천연가스 거래에 중요합니다. 천연가스 분석에 대한 전통적인 접근법은 주로 복잡한 다중 컬럼 및 다중 밸브 구성을 갖춘 일반적인 실험실 GC에 기초합니다. 그것은 분석을 완료하는데 보통 6~20분이 소요됩니다(구성 및 분석할 관심 화합물에 따라 다름). 전통적인 GC 플랫폼과 비교했을 때, Agilent 990 Micro GC는 크기가 훨씬 작고, 훨씬 더 적은 양의 운반 가스 및 전력을 사용합니다. 더 중요한 것은, 그것은 보다 빠른 천연가스 분석을 제공할 수 있다는 것입니다. 복잡한 가스 시료에 대한 990 Micro GC의 분석 접근법은 서로 다른 채널에서 시료의 일부를 분석하고, 각기 다른 채널의 결과를 조합하고 정규화하여 전체 시료에 대한 완전한 정보를 제공하는 것입니다. 각 채널은 시료의 부분 집합에만 집중하므로, 분리능 저하 없이 보다 빠른 속도로 쉽게 최적화할 수 있습니다.

본 연구에서는 990 Micro GC 플랫폼에 기반한 천연가스 분석기(NGA) 4종류에 대해 다룹니다. 분석기의 각 분석 채널은 특정 분석 요건에 따라 천연가스 성분의 일부를 다루기 위해 선택하였습니다. 분석기에 로딩한 분석법은 공장에서 최적화되며, 모의 천연가스 표준물질로 검증하였습니다. 분석법의 유효성을 확인하기 위해, 모든 시험 결과는 고객 현장에서 재현합니다.

실험

표 1. NGA 분석기 4종류의 채널 구성

채널 번호	NGA 분석기 A	확장된 NGA 분석기 A	NGA 분석기 B	확장된 NGA 분석기 B
채널 1	40cm HayeSep A 채널, 일자형	40cm HayeSep A 채널, 백플러시	10m CP-PoraPLOT U, 백플러시	10m CP-Molesieve 5Å, 백플러시, 머무름 시간 안정성 옵션(RTS)
채널 2	6m CP-Sil 5CB, 일자형	4m CP-Sil 5CB, 백플러시	6m CP-Sil 5CB, 일자형	10m CP-PoraPLOT U, 백플러시
채널 3		8m CP-Sil 5CB, 일자형		6m CP-Sil 5CB, 일자형
분석	공기, CO_2 탄화수소 $\text{C}_1 \sim \text{C}_9$	공기, CO_2 탄화수소 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{12}$	공기, CO_2 탄화수소 $\text{C}_1 \sim \text{C}_9$ H_2S	공기, CO_2 탄화수소 $\text{C}_1 \sim \text{C}_9$ H_2S 영구 가스($\text{O}_2, \text{N}_2, \text{He}, \text{H}_2$)

표 2. 분석기 시험에 사용한 가스 표준물질 조성

화합물	농도
모의 천연가스	
Nitrogen	1.01%
Oxygen	0.02%
Carbon dioxide	0.50%
Methane	Balance
Ethane	4%
Propane	0.50%
Isobutane	0.05%
Butane	0.05%
2,2-Dimethylpropane	0.01%
Isopentane	0.03%
Pentane	0.03%
2,2-dimethylbutane	0.01%
Hexane	0.005%
Heptane	0.005%
Octane	0.005%
Nonane	0.005%

화합물	농도
헬륨 내 $\text{C}_6 \sim \text{C}_{10}$ 탄화수소 혼합물	
Hexane	0.005%
Heptane	0.005%
Octane	0.005%
Nonane	0.005%
Decane	0.005%

화합물	농도
Methane 내 $\text{He}/\text{Ne}/\text{H}_2/\text{O}_2/\text{N}_2$	
Helium	0.10%
Neon	0.05%
Hydrogen	0.10%
Oxygen	0.05%
Nitrogen	0.10%
Methane	Balance

표 3. 시료 분석을 위한 각 채널의 조건

채널 종류	컬럼 온도(°C)	컬럼 압력(kPa)	백플러시 시간(s)	운반 가스
HayeSep A, 40cm, 일자형	60	260	NA	Helium
6m, CP-Sil 5CB, 일자형	70	175	NA	Helium
HayeSep A, 40cm, 백플러시	90	340	150	Helium
4m, CP-Sil 5CB, 백플러시	60	150	11	Helium
8m, CP-Sil 5CB, 일자형	150	200	NA	Helium
10M, CP-PoraPLOT U, 백플러시	80	200	12	Helium
10m, CP-Molesieve 5Å, 백플러시(RTS)	80	200	8	Helium/Argon

NGA 분석기

2채널 NGA 분석기(그림 1A)

시료 주입구는 기기 전면부에 있어 액세스가 용이합니다. 운반 가스와 컬럼/시료 배출구의 연결은 GC 뒤쪽에 있습니다.

시료 주입구로 시료는 유입되거나(펌프 모드) 시료 루프로 밀려들어갑니다(연속 흐름 모드). 주입구 포트와 각 채널의 연결 투빙은 비활성화 되었습니다. 이는 H_2S 와 같은 저농도 활성 성분 분석에 유용합니다. 주입구 포트는 시료 응결 방지를 위해 최고 110°C까지 가열할 수 있습니다.

시료를 퍼지하고 주입기의 시료 루프를 채우면, 주입 밸브가 켜지며, 분석을 위해 분석 컬럼 또는 프리 컬럼(precolumn, 백플러시 채널)으로 시료를 주입합니다. 주입 시료 양은 주입 시간에 의해 제어됩니다. 일반적으로, 시료 농도에 따라 20~100ms의 주입 시간이 사용됩니다. 주입 시간이 길어질수록, TCD 반응이 높아집니다. 각 채널은 표적 화합물을 분리하고 크로마토그램을 생성합니다. 각 피크의 머무름 시간(RT)은 화합물 식별에 사용합니다. 각 채널에서 생성한 ESTD 곡선에 기초한 농도 계산에 피크 반응을 사용합니다. 전체 시료의 각 성분에 대한 최종 농도는 모든 정량 성분의 농도 정규화로 계산합니다.

NGA 분석기 확장 버전(그림 1B)

분석기 확장 버전은 천연가스 분석을 위해 3개의 채널을 장착할 수 있습니다. 기본 캐비닛과 채널 확장 캐비닛의 조합으로, 하나의 메인 보드로 제어되는 최대 4개의 채널을 장착할 수 있습니다.

보다 나은 사용 편의성을 위해 풀컬러 터치 스크린을 제공합니다. 시스템 구성을 보여주고, 각 채널의 압력과 온도의 실제 및 설정 값을 표시합니다. 사용자는 펌웨어 버전, 기기 라이센스, IP 주소 및 기타 네트워크 설정을 쉽게 읽을 수 있습니다. 정보는 두 가지 언어로 표시할 수 있습니다: 영어, 중국어 터치 스크린으로 언어를 쉽게 변경할 수 있습니다. 터치 스크린 하단에는 다양한 색상을 표시하는 상태 표시줄이 있어 기기의 상태를 알려줍니다. 또한, 상단 우측에는 기기 상태를 나타내는 LED 조명이 있습니다. 그것은 교통 신호처럼 작동합니다.

- 녹색: 설정 값으로 시스템 준비 완료
- 노란색: 준비 안됨
- 빨간색: 오류 발생
- 녹색 점멸: 실행

각 분석기의 채널 구성은 천연가스의 조성 또는 관심 화합물에 따라 달라집니다.

Molecular sieve 유형 채널은 영구 가스, methane 및 carbon monoxide 분석에 사용합니다. CP-PoraPLOT U 유형은 H_2S 및 $C_1 \sim C_3$ 화합물 분석에 사용합니다. CP-Sil 5CB 채널은 C_2 보다 무거운 탄화수소 분석에 사용합니다.

백플러시 옵션은 분석 컬럼 보호를 위해 사용합니다. 예를 들어, CO_2 및 수분은 Molesieve 5Å 컬럼에 쉽게 흡착하여, 머무름 시간(RT)이 이동할 수 있습니다. 컨디셔닝과 컬럼 성능 회복에 오랜 시간이 소요됩니다. 다른 탄화수소가 molecular sieve 채널에 도입되면, 그것은 오랜 시간 후에 용리됩니다. 이는 분석 시간을 연장할 뿐만 아니라, 베이스라인 노이즈를 높입니다. Molesieve 5Å 분석 컬럼의 보호를 위해 백플러시 옵션으로 수분, CO_2 및 탄화수소 ($>C_1$)를 트랩하고 플러시하는 데 도움을 줄 수 있습니다. PoraPLOT U와 HayeSep A 컬럼에도 백플러시 옵션이 있어, 이는 C_3 보다 무거운 탄화수소가 분석 컬럼으로 도입되는 것을 방지하여, 두 채널의 분석 시간을 단축하고 다음 분석에서 무거운 성분의 간섭을 제거하기 위해 사용합니다.



그림 1A. 2채널 NGA 분석기. 빨간색 원은 시료 주입구를 나타냅니다.



그림 1B. 3채널 NGA 분석기. 빨간색 원은 시료 주입구를 나타냅니다.

NGA 분석기 A

채널 1: 공기, methane, CO_2 , ethane 및 propane 분석을 위한 40cm, HayeSep A, 일자형 채널.

그림 2A와 2B는 이 채널에서의 화합물 5종에 대한 크로마토그램입니다. 표적 성분 5종은 잘 분리되었습니다. 2분 이내에 분석을 완료하였습니다.

채널 2: Propane~nonane 탄화수소 분석을 위한 6m, CP-Sil 5CB, 일자형 채널.

Hexane은 50초 내에, octane은 약 3분 내에 용리되었습니다. Nonane은 약 5분만에 검출되었습니다. 그림 3A 및 3B는 $\text{C}_3\sim\text{C}_9$ 성분의 크로마토그램입니다. Propane은 브리지(bridge) 성분으로 두 채널 모두에서 분석할 수 있습니다.

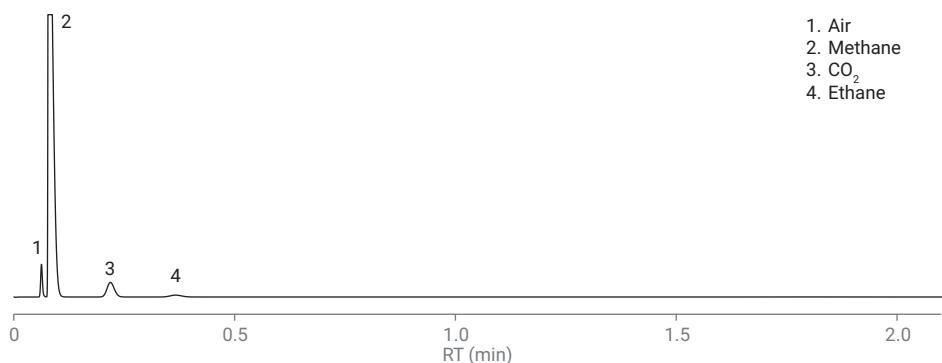


그림 2A. HayeSep A 일자형 채널의 공기, CO_2 , $\text{C}_1\sim\text{C}_3$ 분석

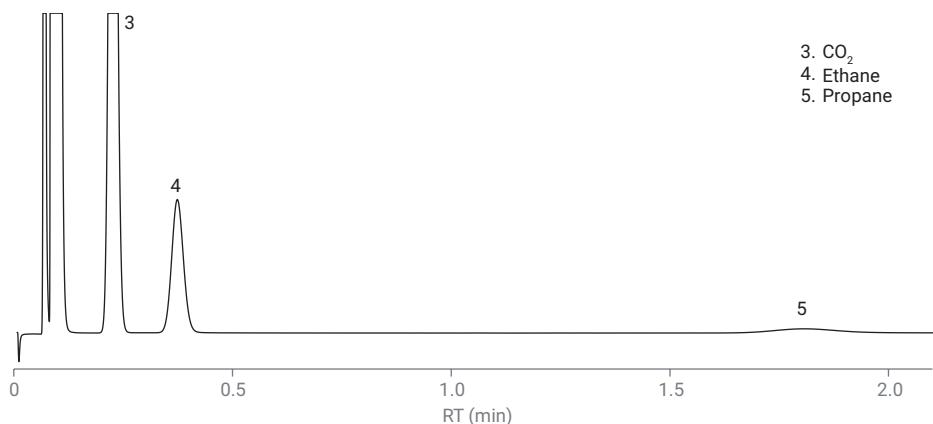


그림 2B. HayeSep A 일자형 채널의 propane 크로마토그램 확대

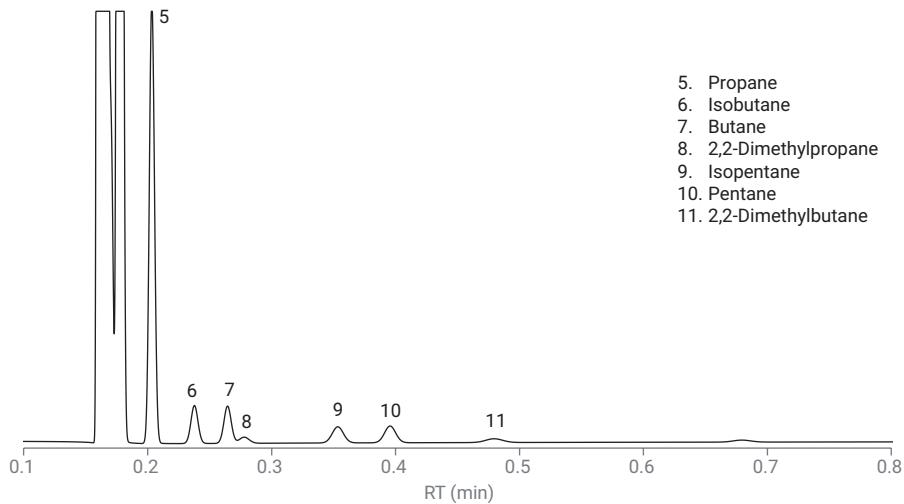


그림 3A. 6m, CP-Sil 5CB 채널의 $\text{C}_3\sim\text{C}_5$.

확장된 NGA 분석기 A

채널 1: 공기, methane, CO_2 , ethane 및 propane 분석을 위한 40cm, HayeSep A, 백플러시 채널.

분석 채널 도입 전에 무거운 성분($>\text{C}_3$)을 백플러시하여, 늦은 용리를 기다릴 필요 없이 보다 짧은 시간 내에 분석을 완료할 수 있도록 합니다. 이것은 또한 다음 분석에서 무거운 성분의 간섭을 제거하는 데 도움이 됩니다. 백플러시 옵션의 HayeSep A 컬럼 연결은 일자형 옵션과 다르므로, 백플러시와 일자형 옵션의 최적화된 분석 조건 또한 서로 상이합니다. HayeSep 백플러시 옵션을 이용한 빠른 분리를 위해 더 높은 압력과 컬럼 온도를 사용합니다. 그림 4A와 4B는 40cm, HayeSep A, 백플러시 채널의 NGA 크로마토그램입니다.

채널 2: $\text{C}_3\sim\text{C}_5$ 탄화수소 분석을 위한 4m, CP-Sil 5CB, 백플러시 채널.

C_5 보다 무거운 성분은 프리 컬럼을 통해 배출 포트로 백플러시됩니다. 30초 이내에 분석을 완료하였습니다. 그림 5는 크로마토그램입니다.

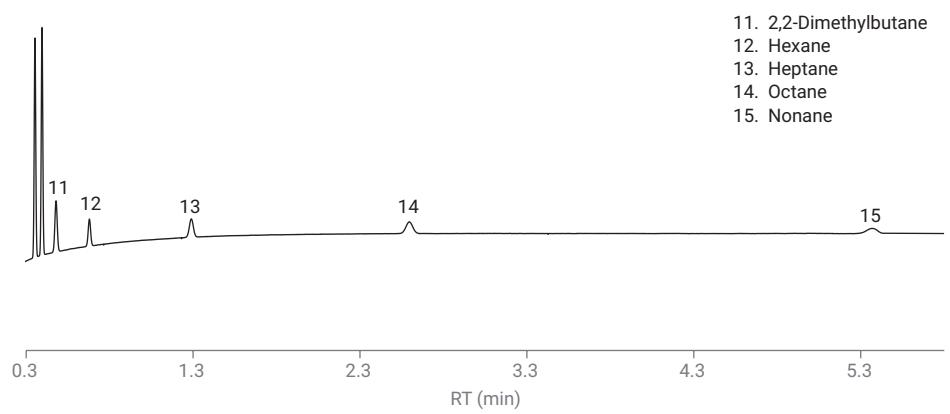


그림 3B. 6m, CP-Sil 5CB 채널의 $\text{C}_6\sim\text{C}_9$

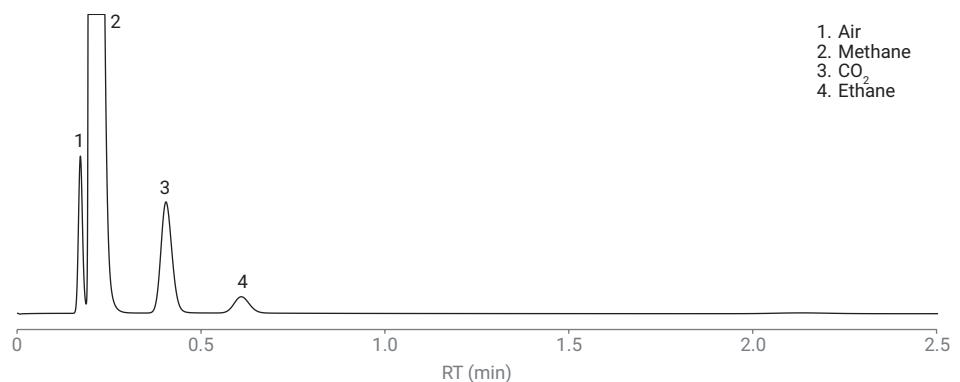


그림 4A. HayeSep A 백플러시 채널의 공기, CO_2 , $\text{C}_1\sim\text{C}_3$

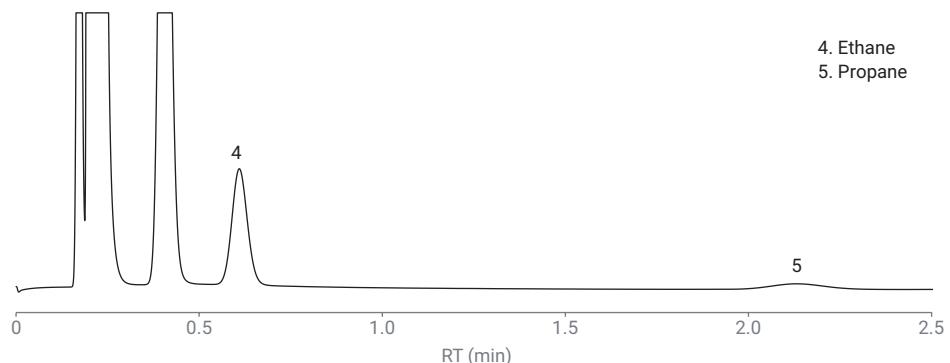


그림 4B. HayeSep A, 백플러시 채널의 propane

채널 3: C_6 및 C_6 -plus 성분 분석을 위한 8m, CP-Sil 5CB, 일자형 채널.

그림 6은 8m, 5CB, 일자형 채널의 $C_6 \sim C_{10}$ 성분에 대한 크로마토그램입니다.

확장된 분석기 A의 채널 2 및 3은 분석기 A의 채널 2에 대한 기능을 수행할 뿐 아니라, 속도 저하 없이 분석 범위를 최대 C_{12} 탄화수소까지 확장하였습니다. 4m CP-Sil 5CB 채널의 백플러시 기능은 무거운 성분의 간섭 없이 30초 이내에 $C_3 \sim C_5$ 탄화수소를 분석할 수 있습니다. 채널 3의 고온 150°C는 C_6/C_6 -plus 성분의 용리를 가속화하였습니다. 높은 컬럼 온도에서 hexane과 pentane을 잘 분리하기 위해 8m CP-Sil 5CB 컬럼을 사용합니다. 크로마토그램(그림 6)은 decane이 최적화된 조건에서 약 100초 만에 용리된 것을 보여줍니다. 이 결과는 Agilent 490 NGA 분석기로 수행한 이전 연구 결과와 동일합니다¹.

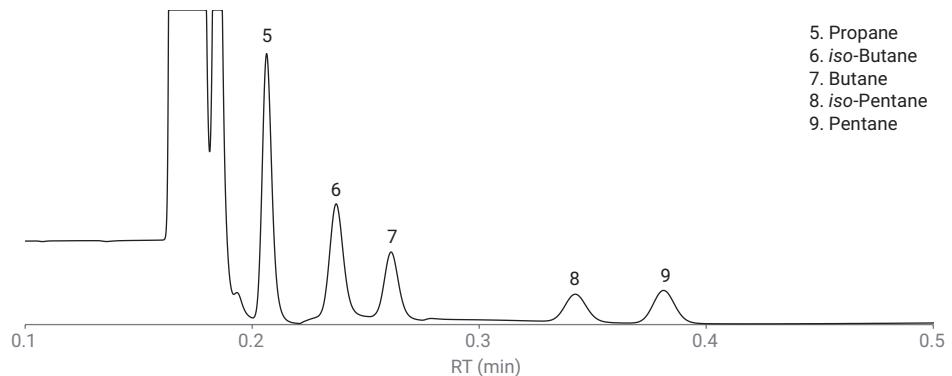


그림 5. 4m, CP-Sil 5CB 백플러시 채널의 $C_3 \sim C_5$

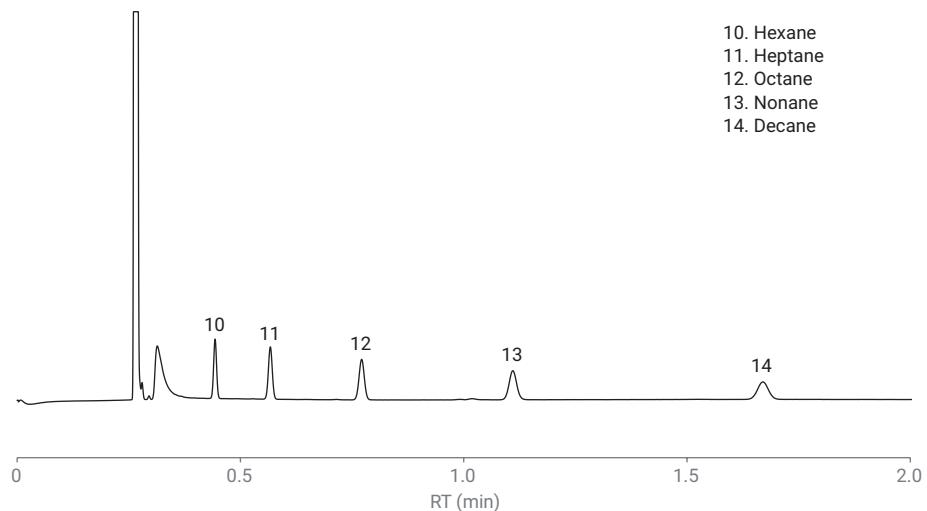


그림 6. 8m, CP-Sil 5CB 채널의 $C_6 \sim C_{10}$ 혼합물

NGA 분석기 B

채널 1: 공기, methane, H_2S , ethane 및 propane 분석을 위한 10m, CP-PoraPLOT U, 백플러시 채널.

H_2S 의 측정은 가스 품질 사양, 수송관 재료에 대한 H_2S 의 부식성, 사용 설비에 대한 H_2S 의 영향 때문에 중요합니다. CP-PoraPLOT U(PPU) 컬럼은 H_2S 분석에 적합합니다. 990 Micro GC는 시료 유동 경로에 독점인 비활성 기술을 적용하여, 활성 화합물의 흡착을 줄이고 피크 모양을 개선하여, 활성 성분에 대한 우수한 검출 달성을 돋습니다. 그림 7B는 PPU 컬럼에서 H_2S 의 우수한 피크 모양을 보여줍니다. H_2S , methane 및 공기는 이 채널에서 잘 분리되었습니다. 이 채널에서 분석한 가장 무거운 화합물은 propane입니다. PPU 채널에서 C_4 와 무거운 탄화수소를 분석한다면, 적용한 컬럼 온도에서는 테일링 피크와 함께 매우 늦게 용리될 것입니다. 이것이 CP-Sil 5CB 채널로 분석해야 하는 이유입니다.

채널 2: Propane~nonane 분석을 위한 6m, CP-Sil 5CB, 일자형 채널.

이 채널은 NGA 분석기 A가 사용하는 채널과 동일합니다. 크로마토그램은 그림 3A 및 3B를 참조하십시오.

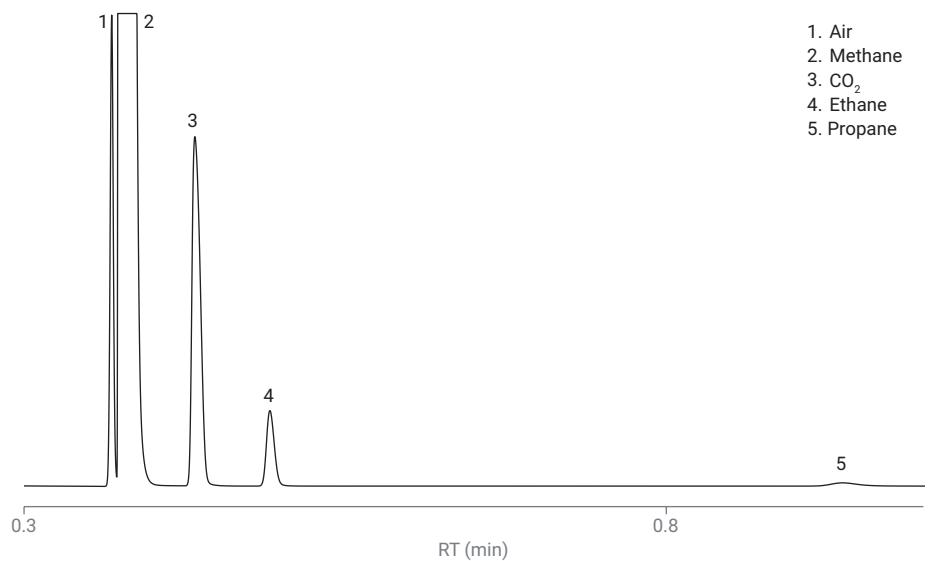


그림 7A. 10m CP-PoraPLOT U 백플러시 채널의 공기, CO_2 , $\text{C}_1\sim\text{C}_3$ 탄화수소

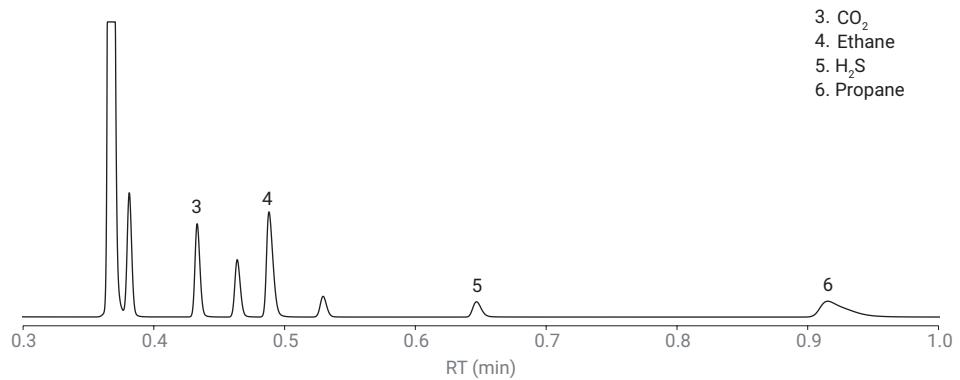


그림 7B. 10m CP-PoraPLOT U, 백플러시 채널의 hydrogen sulfide

확장된 NGA 분석기 B

채널 1: 10m, CP-MoleSieve 5Å, 백플러시 채널.

Helium, neon, hydrogen, oxygen, nitrogen 및 methane을 포함한 천연가스의 영구 가스는 일반적으로 molecular sieve 고정상 컬럼으로 분석합니다. 다른 종류의 고정상에 비해, Molesieve 5Å는 고가의 냉각제 없이도 실온 또는 그 이상의 온도에서 영구 가스의 베이스라인 분리를 달성합니다.

Argon과 helium은 모두 운반 가스로 사용할 수 있습니다. Helium은 보통 nitrogen과 oxygen 분석에 사용되며 검출기 반응이 우수합니다. 저농도 helium과 전 범위 hydrogen 분석은 argon을 운반 가스로 사용할 수 있습니다. 일부 사용자는 천연가스의 hydrogen에 대한 백분율 농도를 검출합니다. 이 경우, argon과 helium은 모두 운반 가스로 사용할 수 있습니다.

Molecular sieve은 수분과 CO₂에 민감합니다. 그렇기 때문에 다이나믹 전자적 가스 제어(DEGC) 모듈과 분석 컬럼 사이에 머무름 시간 안정성 옵션(HTS)이 위치하게 됩니다. 인라인 필터로 작동하는 HTS는 molecular sieve 컬럼에 운반 가스가 도입되기 전에 수분과 CO₂를 트랩하여, 이 채널의 장기적인 머무름 시간 안정성을 보장하는데 도움이 됩니다.

그림 8A와 8B는 helium과 argon을 운반 가스로 사용한 Molesieve 5Å 채널의 영구 가스 크로마토그램입니다. 시험한 농도 수준 (500~1,000ppm)에서는 argon을 운반 가스로 사용하여 helium과 hydrogen의 검출이 쉬워졌습니다.

채널 2: CO₂, H₂S, ethane 및 propane 분석을 위한 10m, CP-PoraPLOT U, 백플러시 채널.

채널 3: Propane~nonane 분석을 위한 6m, CP-Sil 5CB, 일자형 채널.

확장된 분석기 B의 채널 2와 3은 분석기 B에서 사용한 두 채널과 동일합니다. 크로마토그램은 그림 7B, 3A 및 3B를 참고하십시오.

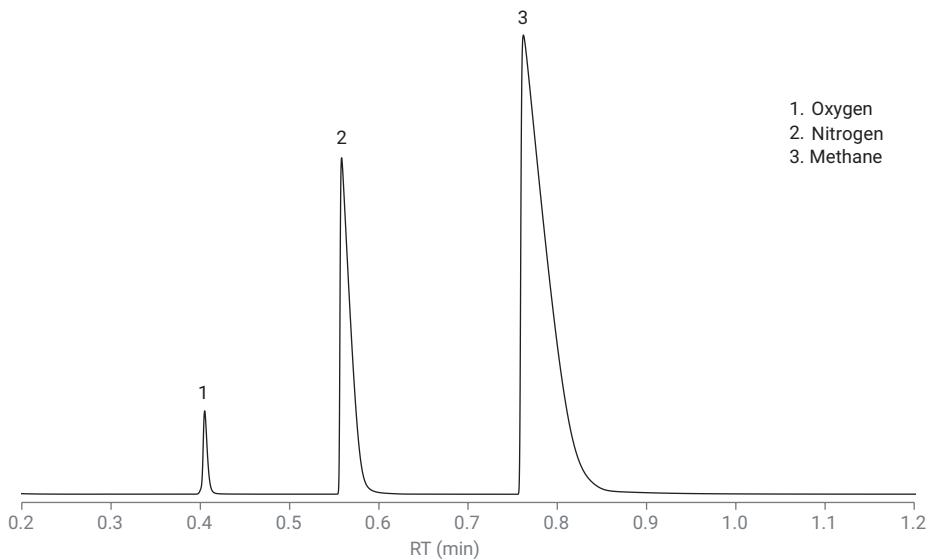


그림 8A. Helium 운반 가스를 사용한 CP-Molesieve 5Å, 백플러시 채널의 oxygen, nitrogen 및 methane

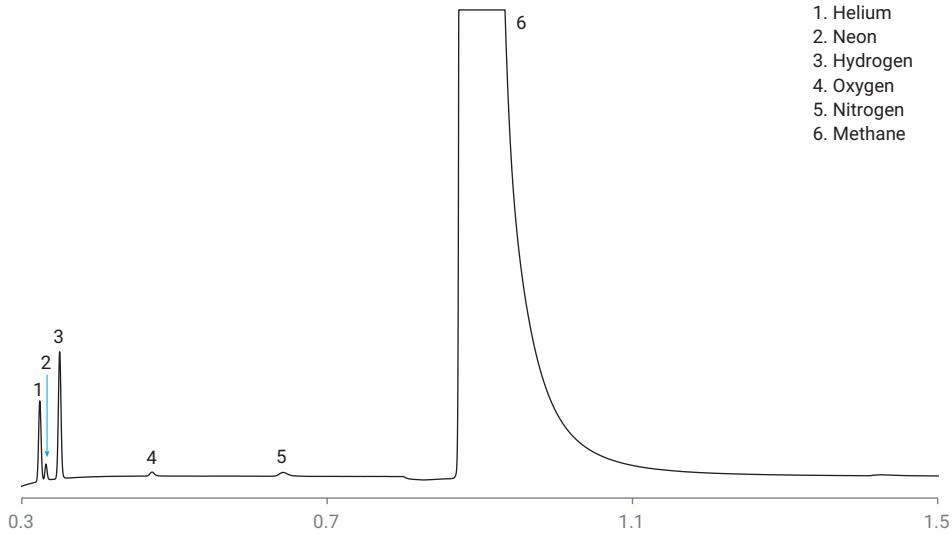


그림 8B. Argon 운반 가스를 사용한 CP-Molesieve 5Å, 백플러시 채널의 helium, neon, hydrogen, oxygen, nitrogen 및 methane

분석기 RT 및 반응 반복성

올바른 정성 및 정확한 정량을 위해서는, 기기 반복성이 중요합니다. 표 4A와 4B는 10회 주입에 대한 분석기 A, 분석기 B 및 확장된 B의 기기 RT와 반응 면적 반복성입니다. 분석기 B와 확장된 B의 경우, 10m CP-PoraPLOT U 및 molecular sieve에서의 RT 및 면적 RSD%가 표시되어 있습니다. 6m CP-Sil 5CB 채널의 $C_4 \sim C_9$ 탄화수소에 대한 반복성 결과는 표 4A와 같이 분석기 A 채널 2와 동일했습니다. 3종류 분석기에서의 RT 반복성은 0.1% 미만이며, 면적 반복성은 0.1~2% 범위입니다. 매우 정밀한 기체 공학과 열 제어 및 안정적인 고감도 TCD 검출로 우수한 반복성을 얻을 수 있었습니다.

표 4A. 분석기 A의 RT 및 면적 반복성

화합물	RT/분	RT RSD%	면적(mv×s)	면적 RSD%
Nitrogen	0.063	0.081	10.73	0.09
Methane	0.079	0.074	426.69	0.04
Carbon Dioxide	0.219	0.022	19.89	0.02
Ethane	0.366	0.014	4.12	0.05
Propane	0.203	0.004	6.685	0.02
Isobutane	0.238	0.002	0.787	0.03
Butane	0.264	0.003	0.813	0.03
2,2-Dimethyl-Propane	0.278	0.005	0.169	0.12
Isopentane	0.353	0.002	0.538	0.22
Pentane	0.396	0.002	0.555	0.11
2,2-Dimethyl-Butane	0.480	0.002	0.191	0.33
Hexane	0.679	0.003	0.106	1.0
Heptane	1.290	0.007	0.118	1.1
Octane	2.596	0.017	0.129	1.00
Nonane	5.382	0.002	0.137	1.90

표 4B. 분석기 B/CP-PoraPLOT U 채널과 확장된 분석기 B/CP-Molesieve 5Å 채널의 RT 및 면적 반복성

화합물	RT/분	RT RSD%	면적(mv×s)	면적 RSD%
10m, CP-PoraPLOT U, 백플러시				
Nitrogen	0.368	0.005	6.898	0.09
Methane	0.374	0.001	550.976	0.21
Carbon dioxide	0.414	0.004	4.189	1.00
Ethane	0.487	0.002	36.332	0.05
Propane	0.932	0.004	5.271	0.13
10m, CP-Molesieve 5Å, 백플러시				
Helium	0.308	0.006	1.28	0.04
Neon	0.316	0.006	0.231	0.22
Hydrogen	0.333	0.006	2.137	0.06

천연가스의 물리적 특성 계산

천연가스의 경제적 가치는 열량, 압축성 및 웨버 지수 등을 포함한 여러 주요 물리적 특성으로 결정합니다. 국제 표준에 따라, 이러한 특성은 천연가스에서 식별한 각각의 화합물에 대한 농도와 그 특정 물리화학적 파라미터를 이용하여 계산됩니다.

Agilent OpenLab CDS, OpenLab Ezchrom 및 OpenLab ChemStation은 데이터 수집, NGA 성분 식별 및 정량을 위한 NGQ 분석기의 선택 가능한 크로마토그래피 데이터 시스템입니다. 정량 결과를 EZReporter 소프트웨어(그림 9)로 전달하고 주요 물리적 특성을 계산합니다. EZReport 4.0은 천연가스 분석 관련 계산을 위해 ASTM D3588, ASTM D2598, GPA 2172, GPA 2177, ISO 6976 및 ISO 8973을 따릅니다. 계산 결과는 EZReport에서 보고(reporting), 모니터링, 추세 플로팅 및 내보내기 등에 사용할 수 있습니다.

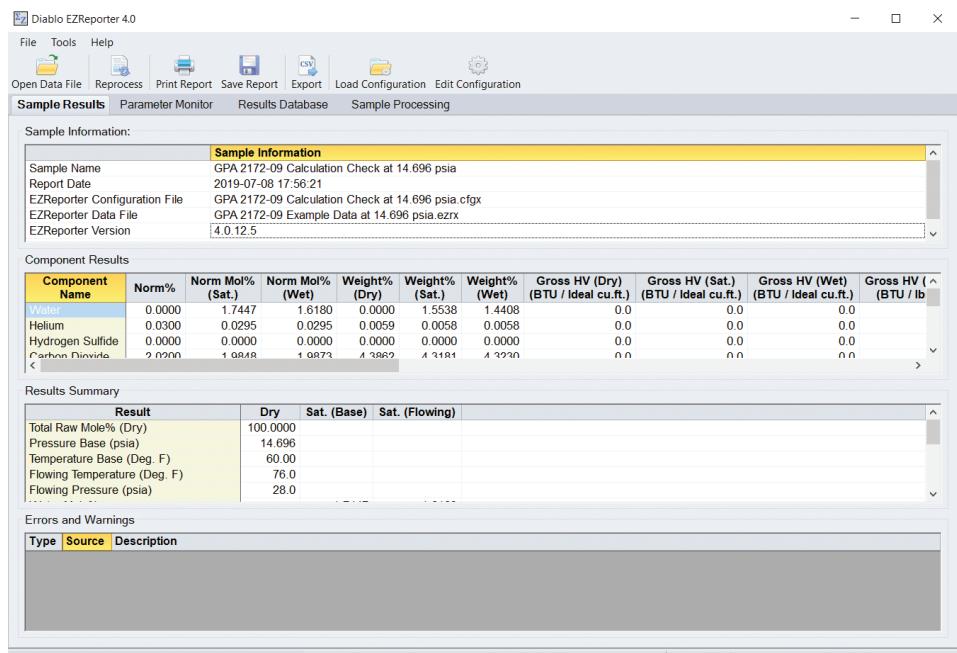


그림 9. Diablo EZReport 4.0을 이용하고 GPA 2172-09에 근거한 계산

결론

본 연구는 990 Micro GC 플랫폼에 기반한 NGA 분석기 4종류에 대해 다룹니다. 각 분석기의 구성은 표적 천연가스 스트림의 조성에 따라 결정됩니다. NGA 분석기 A는 공기, methane, carbon dioxide, C₂~C₆ 탄화수소를 2분 이내에 분리합니다. 최대 C₉의 무거운 화합물에 대한 분석은 약 5분만에 완료합니다. 최대 C₁₂의 무거운 탄화수소를 포함한 천연가스에 대한 신속하고 일반적인 분석을 위해, 3개의 채널을 장착한 확장된 NGA 분석기 A를 사용합니다. NGA 분석기 B는 NGA 분석기 A가 분석한 것과 유사한 조성의 시료를 분석하며, 추가로 H₂S 또한 분석 가능합니다.

확장된 NGA 분석기 B는 영구 가스, H₂S 및 천연가스의 기타 일반 성분(최대 C₉의 탄화수소)을 분석할 수 있습니다. 백플러시 옵션은 분석 컬럼을 무거운 오염 물질로부터 보호하고, 각 분석의 이전 분석에서 늦게 용리된 화합물에 의한 간섭을 제거하는 데에 사용합니다.

RT 및 면적 반복성에서 우수한 기기 성능을 확인하였으며, 이는 높은 신뢰성을 가진 정성 및 정량 분석 결과를 보장합니다.

NGA 분석기는 실험실, 온라인, 공정 및 현장에서 모두 사용할 수 있습니다. NGA 분석을 위한 빠르고, 휴대 가능하며, 에너지 효율적인 솔루션입니다.

참고 문헌

1. Fast Analysis of Natural Gas using the Agilent 490 Micro GC Natural Gas Analyzer, *Agilent Technologies Application Note*, publication number 5991-0275EN, **2011**.

www.agilent.com/chem

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
2019년 8월 7일, 한국에서 인쇄
5994-1040KO

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

