

Application News

No. 01-00833-ENK

Gas Chromatograph Nexis™GC-2030

Jetanizer™를 이용한 메탄올 용액 내 포름산의 고감도 분석

High-Sensitivity Analysis of Formic Acid in Methanol Solution Using Jetanizer™

사용자 활용 포인트

- ◆ GC-FID에 Jetanizer를 장착하여 메탄올 내의 포름산을 정확하게 분석할 수 있다.
- ◆ Jetanizer는 노즐형 메탄화 장치로 간단하게 설치하여 분석할 수 있어 간편하고 저렴하다.

■ 서론

Green Transformation(GX) 정책은 화석 연료기반에서 재생 에너지 중심으로의 전환을 목표로 하는 정책으로 단순히 온실가스 감축에 그치지 않고 산업, 에너지, 교통, 농업, 소비 구조 전체를 친환경적으로 전환하는 것을 지향한다.

특히 주목되는 기술 중 하나가 인공 광합성으로 햇빛을 이용해 물과 이산화탄소로부터 수소와 메탄올, 포름산 등과 같은 유기화합물을 생산하는 기술이다. 이는 탄소 순환, 청정연료 생산, 에너지 전환 기술 등 다양한 친환경적 기술 개발에 활용된다.

인공광합성 기반 메탄올 생산 공정에서는 목적 물질인 메탄올 뿐 아니라 다양한 화학 성분과 불순물이 생성된다. 특히, 중간 산물로 나타나는 포름산은 과도하게 형성될 경우 메탄올의 최종 수율 저하로 이어진다. 이에 따라 메탄올 내 포름산 함량을 정확히 분석하는 것은 공정 제어와 품질 관리에 필수적이다.

포름산은 휘발성이 강한 물질로 가스 크로마토그래프를 이용해 분석할 수 있다. 가장 보편적인 검출기인 불꽃이온화검출기(FID)는 비교적 고농도의 포름산만 검출할 수 있어 저농도 분석에는 한계가 있다. 하지만 기존 FID용 노즐 대신 촉매가 내장된 Jetanizer 노즐로 교체하면, ppm 수준의 포름산도 고감도로 분석할 수 있다. 본 뉴스레터에서는 Jetanizer가 장착된 GC-FID를 이용해 메탄올 용액 내 부산물 포름산을 고감도로 분석한 사례를 소개한다.

■ Jetanizer

Jetanizer는 촉매가 내장된 FID 노즐형 메탄화 장치로 기존 FID 노즐을 Jetanizer 노즐로 교체하면 기존 FID 노즐에서 분석이 어려웠던 포름산(HCOOH) 및 이산화탄소(CO₂) 등을 메탄(CH₄)으로 전환하여 고감도 분석이 가능해진다.

또한 기존 메탄화 장치인 Methanizer를 사용할 때는 설치 시 가열 장치, 센서, 추가적인 수소 가스 공급 라인 등이 필요한 반면, Jetanizer는 이러한 부가 설비 없이 일반적인 FID와 동일한 방식으로 설치 및 운용이 가능하여 보다 간편하고 효율적으로 분석할 수 있는 장점이 있다.

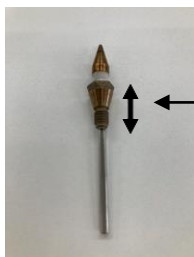


그림 1. Jetanizer™

← 촉매가 채워진 내부

■ 컬럼과 라이너 인산 전처리

포름산은 주입구와 컬럼 표면에 흡착되는 특성이 있어 양호한 피크 검출이 어렵지만, 분석 전 주입구의 유리 라이너와 GC 분석 컬럼에 인산 처리를 수행함으로써 이를 방지할 수 있다. 그림 2와 3에 유리 라이너 및 GC 분석 컬럼에 인산 처리 방법을 확인할 수 있다. 본 뉴스레터에서는 기기 분석 전 해당 과정을 진행 한 뒤, 메탄올 내 포름산 분석을 진행하였다.

- (1) 라이너를 준비한다.
- (2) 인산 0.3 %가 포함된 아세톤 용액을 준비한다.
- (3) 준비한 라이너를 (2)번 용액에 1분간 방치한다.
- (4) 50 °C 에서 1시간 건조한다.

그림 2. 유리 라이너의 인산 처리 절차



- (1) 인산 100 ppm이 포함된 메탄올 용액을 준비한다.
- (2) 위 용액을 표 1의 분석조건으로 4 반복 측정한다.
- (3) 측정 후, 분석 컬럼 내부 안정화를 위해 메탄올 용매를 표 1에 있는 조건 중 컬럼 온도만 150 °C로 변경하여 10회 분석한다.

그림 3. 분석 컬럼의 인산 처리 절차

■ 분석 조건

분석 시, 사용된 기기 분석조건은 표 1과 같다.

표 1. 분석 조건

Model	: Nexis GC-2030
Column	: SH-PolarWax (30 m x 0.32 mm I.D., d.f.=1.0 µm)
Inj. Volume	: 1 µL
Inj. Mode	: Split 1:2
Carrier Gas	: He, constant linear Velocity (35 cm/sec)
Purge	: 3 mL/min
Column Temp.	: 80 °C → 5 °C/min → 130 °C → 15 °C/min → 230 °C (Total 19.67 min)
Detector	: Flame Ionization Detector FID (Jetanizer)
FID Temp.	: 400 °C (Detector Insertion Length: 45 mm)
Makeup Gas	: N ₂ , 24 mL/min
H ₂ Flow	: 32 mL/min
Air Flow	: 250 mL/min

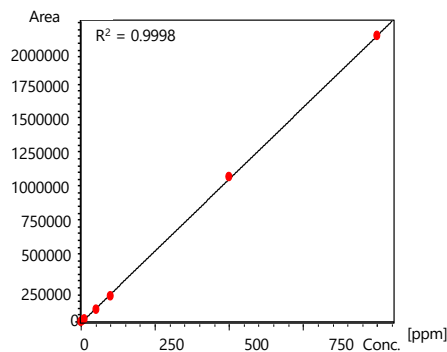


그림 4. 포름산의 검량곡선

■ 메탄올 내 포름산 분석

메탄올 용매에 포름산 표준물질을 녹여 각각 1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000 ppm 농도의 표준용액을 만들었다. 해당 7개의 표준용액을 각각 5 반복 분석하였고 이 결과를 바탕으로 검량곡선을 작성하였다(그림 4). 검량곡선의 직선성은 우수한 것으로 확인되었으며, 이 때 각 농도별 대표 크로마토그램을 그림 5에서 확인 할 수 있다.

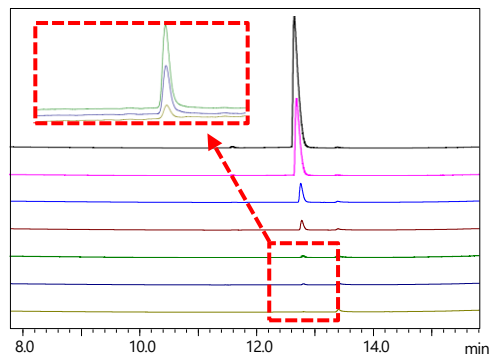


그림 5. 포름산의 각 농도별 대표 크로마토그램 (1~1000 ppm)

표 2에서와 같이 각 농도별 5 반복 분석한 피크 면적의 %RSD는 모두 3 이하로 확인되어 우수한 재현성을 확인할 수 있었다. 또한 그림 6에서 포름산 표준용액 10 ppm의 5 반복 크로마토그램을 확인할 수 있다.

표 2. 각 농도별 포름산 피크 면적의 재현성

Concentration (ppm)	Area %RSD (n = 5)
1	2.27 %
5	2.15 %
10	0.62 %
50	1.97 %
100	1.14 %
500	1.29 %
1000	1.16 %

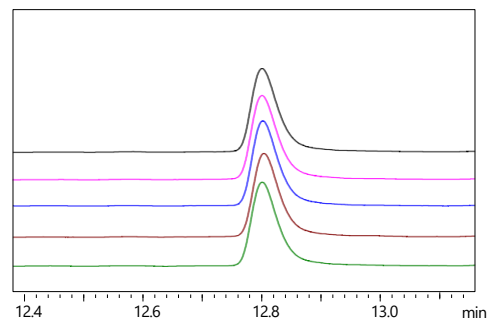


그림 6. 포름산 표준 용액 10 ppm의 분석 크로마토그램 (n=5)

■ 결론

메탄올 내 포름산의 고감도 분석은 인공 광합성 기반의 메탄올 생산 공정에서 공정 최적화 및 품질 관리를 위해 필수적인 항목이다.

본 연구에서는 주입구의 유리 라이너와 분석 컬럼에 인산 전처리를 수행하고, Jetanizer가 장착된 GC-FID 시스템을 적용해 메탄올 용액 내 포름산을 고감도로 분석할 수 있는 방법을 제시했다.

■ 관련 자료

1. Assessment of Jetanizer™ and Quantitative Analysis of CO₂ and CH₄ in the Atmosphere
[Application News No. 01-00599-en](#)
2. Analysis of Trace Carbon Monoxide (CO) in Hydrogen Fuel™ Using Jetanizer
[Application News No. 01-00638-en](#)

Nexis와 Jetanizer는 일본 및 기타 국가에서 Shimadzu Corporation 또는 그 계열사의 등록 상표입니다.

01-00833-ENK



Shimadzu Corporation
www.shimadzu.com/an/
 Shimadzu Scientific Korea
www.shimadzu.co.kr

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures. Not available in the USA, Canada, and China.

This publication may contain references to products that are not available in your country. Please contact us to check the availability of these products in your country.

The content of this publication shall not be reproduced, altered or sold for any commercial purpose without the written approval of Shimadzu. Company names, products/service names and logos used in this publication are trademarks and trade names of Shimadzu Corporation, its subsidiaries or its affiliates, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®".

Third-party trademarks and trade names may be used in this publication to refer to either the entities or their products/services, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®". Shimadzu disclaims any proprietary interest in trademarks and trade names other than its own.

The information contained herein is provided to you "as is" without warranty of any kind including without limitation warranties as to its accuracy or completeness. Shimadzu does not assume any responsibility or liability for any damage, whether direct or indirect, relating to the use of this publication. This publication is based upon the information available to Shimadzu on or before the date of publication, and subject to change without notice.

Copyright © 2025 SHIMADZU group. All rights reserved.