

Application

News

No.X276K

X선 분석
X-ray Analysis

EDX-8100을 이용한 보석 분석

- 천연석 / 합성석 판별, 천연석의 원산지 판별 -

보석을 감별하기 위해서는 실체현미경 등 일반 보석감별기 뿐만 아니라, 다양한 분석장치가 이용되고 있습니다.¹⁾

예를 들어 푸리에변환적외분광광도계(FTIR)는 가열처리나 수지함 침처리를 했는지 안 했는지, 자외가시근적외분광광도계(UV-VIS)로는 착색처리의 유무 등을 확인합니다.

또한 에너지분산형 형광X선분석장치(EDXRF)도 조성분석을 비파괴로 신속하게 할 수 있어 필수 꼭 필요한 장치입니다. 예를 들어 납 유리 함침처리를 하면 납이 확실하게 검출됩니다.

여기서는 EDX-8100을 이용해서 일반적으로 흔히 볼 수 있고, 많은 사람들에게 사랑받고 있는 루비, 에메랄드, 파라이바 투어멀린의 조성을 분석하여, 천연석/합성석의 판별, 천연석의 산지 판별에 유효한 결과를 얻었습니다.

T. Nakao, H. Nakamura

■ 시료

이하의 보석(천연석, 합성보석) 및 원석을 이용했습니다.



그림1 가 중 보석과 원석

■ 원소

11Na - 92U

■ 시료 전처리

시료는 X선이 직접 조사되도록 설치하여 측정했습니다.

■ 루비

1. 측정 결과

천연석 (탄자니아산)과 합성석의 정성정량분석 결과를 그림2에 나타냈습니다.

2. 천연석과 합성석의 차이

합성석은 미량의 카드뮴이 검출되지 않았습니다. 또한 천연석(탄자니아산)과 비교해서 크롬이 많이 함유되어 있었습니다. 한 예로서 천연석/합성석은 이와 같은 차이로 판별되는데, 합성석에서는 측매에 기인하는 원소가 검출되는 경우도 있습니다.

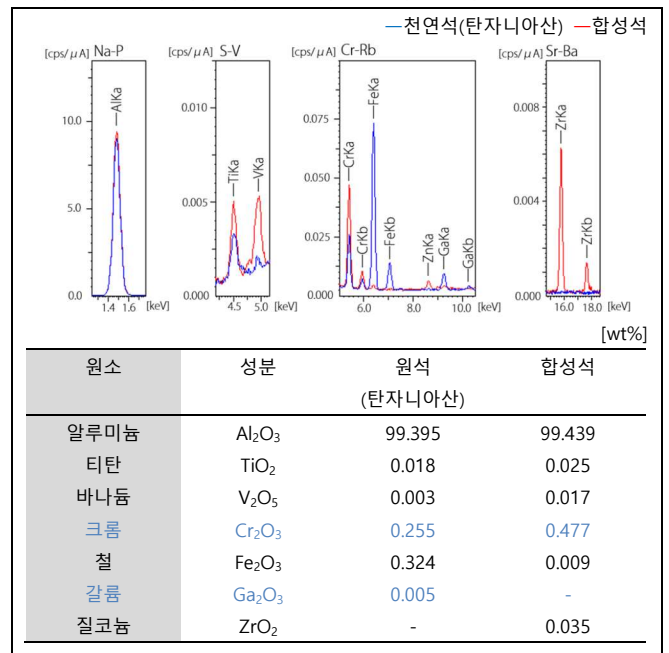


그림2 루비 정성정량분석 결과

■ 에메랄드

1. 측정결과

천연석 2종(콜롬비아 산, 잠비아 산)과 합성석의 정성정량분석 결과를 그림3에 나타냈습니다.

2. 천연석의 산지 판별, 합성석과의 판별

크롬, 철, 바나듐이 에메랄드 색을 띠게 하는 원소로, 그 색상은 각각의 원소의 함유량으로 변화합니다. 그림3의 결과에서는 잠비아산은 콜롬비아산에 비해서 크롬, 철의 함유량이 높고, 바나듐은 낮은 것을 알 수 있습니다. 또 잠비아산에는 나트륨, 마그네슘, 칼륨 등이 비교적 많으며, 미량의 루비듐, 세슘도 검출되어 콜롬비아산과 식별할 수 있는 하나의 지표가 됩니다. 에메랄드의 가치는 투명도, 색상, 색 농도 등으로 결정되는데 산지도 가치를 결정하는 요인입니다. 산지별 특징으로는 선명한 녹색을 나타내는 콜롬비아산, 투명도 높은 잠비아산이라고 일컬어지고 있으며, 일반적으로는 콜롬비아산의 가치가 높습니다. 진한 녹색의 잠비아산은 콜롬비아산과 구별하기 어렵고, 산지판별 수단으로 원소분석이 사용됩니다. 또한 합성석은 측매에 기인하는 것으로 추정되는 크롬이 검출되었고, 나트륨, 마그네슘 등이 검출되지 않는 것으로부터 판별됩니다.

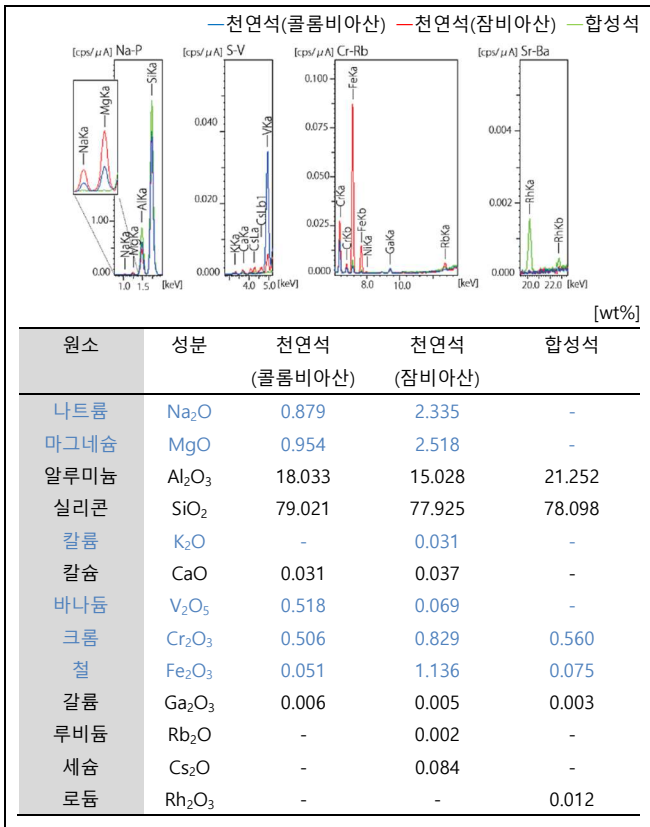


그림3 에메랄드 정성정량분석 결과

■ 파라이바 투어머린

1. 측정결과

원석과 가공석(브라질산)의 정성정량분석 결과를 그림4에 나타냈습니다.

2. 산지

그림3의 결과에서 알루미늄과 실리콘 산화물이 주성분으로, 망간과 동이 함유되어 있는 것으로부터, 모두 천연 파라이바 투어머린인 것을 알 수 있습니다. 산지는 브라질, 나이지리아, 모잠비크 3곳이 있는데, 동이 0.6%이상인 것으로부터 브라질산으로 추정됩니다. 정밀한 판별에는 LA-ICP-MS도 이용되고 있습니다.²⁾

3. 색상

그림4의 결과로에서 망간은 원석0.5%인데 비해 가공석은 4%로 높아졌습니다. 일반적으로 망간 양이 많아지면 돌의 색상은 녹색이 강해지지만, 육안으로는 모두 같은 색상(네온블루)으로 보입니다. 여기서 3D측정 레이저현미경(OLS5000)으로 관찰한 결과(그림6), 내부에 녹색 부분이 있고, 이것이 망간 함유량이 높게 나온 원인으로 생각됩니다.

표1 측정조건

장비	: EDX-8100 (EDX-8000)
원소	: Na-U
분석그룹	: 정성정량
검출기	: SDD
X-ray tube	: Rh 타겟
전압 / 전류	: 15[kV] (Na-V), 50[kV] (Cr-U) / Auto[uA]
트리메이터	: 3[mmφ]
1차 필터, 태널	: Non[Na-P], #1[Sr-Ba], #2[S-V], #4[Cr-Rb]
분위기	: 진공
적분시간,	: 50[초] X 4Ch
Dead Time	: 최대 30[%]

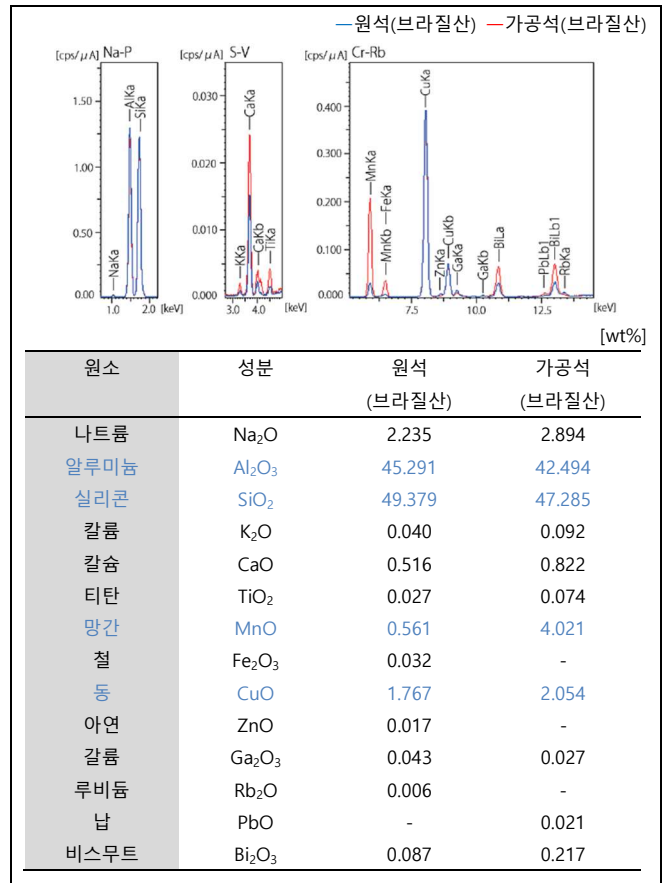


그림4 파라이바 투어머린 정성정량분석 결과

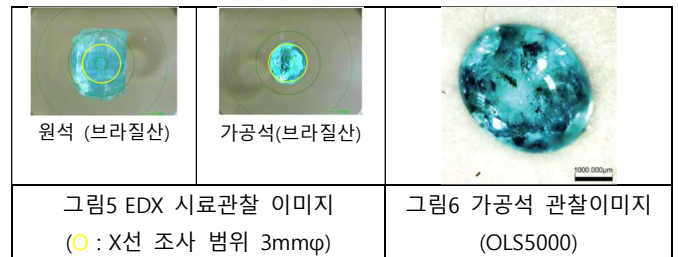


그림5 EDX 시료관찰 이미지 (○ : X선 조사 범위 3mmφ) 그림6 가공석 관찰이미지 (OLS5000)

■ 결론

이상의 결과로부터, 천연석/함유석의 판별, 천연석의 산지 판별을 원소의 종류, 함유량의 차이, 미량 검출로 대략적으로 추측할 수 있다는 것을 알았습니다. EDX를 통한 측정 뿐 아니라 다른 분석장치 (FT-IR 이나 uv-VIS 등)와 함께 감별함으로써 그 정확도가 높아질 것이 기대됩니다.)

<참고문헌>

- Ahmadjam 박사 보석학
(저자 : Ahmadjam Abduriyim, 발행 : 주식회사 아크출판)
- "PARAIBA"-TYPE COPPER-BEARING TOURMALINE FROM BRAZIL, NIGERIA, AND MOZAMBIQUE : CHEMICAL FINGERPRINTING BY LA-ICP-MS (Ahmadjam Abduriyim, Hiroshi Kitawaki, Masashi Furuya, and Dietmar Schwarz)
- APPLICATIONS OF LASER ABLATION-INDUCTIVELY COUPLED PLASMA-MASS SPECTROMETRY (LA-ICP-MS) TO GEMOLOGY (Ahmadjam Abduriyim, Hiroshi Kitawaki)