



사례 연구

2023년5월26일

휴대용 XRF를 사용한 LCT 페그마타이트에 대한 리튬 분석

휴대용 XRF를 사용한 LCT 페그마타이트에 대한 리튬 분석

휴대용 형광 X선(pXRF) 분석장치는 리튬이 함유된 광상을 분석하고 연구하는데 유용한 보조 기구입니다. 현재 전 세계적으로 리튬은 1) 리튬이 함유된 페그마타이트, 2) 리튬 염수 또는 플라야의 2가지 주요 퇴적물 유형에서 생산되고 있으며, 전 세계에서 각 원료로부터 대략 50:50 비율로 생산하고 있습니다. 리튬이 함유된 페그마타이트와 Vanta™의 휴대용 XRF 분석기를 이러한 유형의 퇴적물에 적용하는 방법에 대하여 여기서 알아보겠습니다.



그림 1. 왼쪽: 웨스턴오스트레일리아주에 위치한 세계 최고 수준의 Greenbushes Li-Ta-Sn LCT 페그마타이트오른 쪽: 지구 화학 광물 탐사에 사용되는 Vanta™ 휴대용 XRF 분석기

LCT 페그마타이트 탐사

리튬이 함유된 페그마타이트는 비옥한 과알루미늄질의 화강암이 후기 분할과 관입을 통해 형성된 심성암입니다. 이를 주로 리튬-세슘-탄탈륨(LCT: Lithium-Caesium-Tantalum) 페그마타이트라 일컫는데, 이는 리튬, 세슘, 주석, 루비듐, 탄탈륨과 같이 속성이 일치하지 않는 원소가 풍부하기 때문입니다. 그리고 식별에 용이한 원소 모음의 다른 희유 원소 페그마타이트, 즉 니오븀-이트륨-플루오린(NYF: Niobium-Yttrium-Fluorine)과 구분 지을 수 있습니다. 또한, LCT 페그마타이트에는 일반적으로 몰, 플루오린, 인, 붕소와 같은 유동적인 구성 분자가 풍부합니다. 이를 통해 고유한 지구 화학적, 광물학적 기질을 뚜렷하게 보여줍니다.

광물학적으로 LCT 페그마타이트는 석영, 칼리장석, 조장석, 백운모의 집합체가 주를 이룹니다. 내핵 구역과 가장자리 끝부분 안에서 발생하는 리티아 휘석(Li), 레피도라이트(Li), 페탈라이트(Li), 컬럼바이트 탄탈석(Ta-Nb), 석석(Sn), 인회석(P), 녹주석(Be), 전기석(B) 및 석류석과 같이 보통 더욱 진화되고 세분화된 단계로 구분합니다.

LCT 페그마타이트에 대한 실험실 데이터 및 휴대용 XRF 데이터 비교

X선 물리학의 한계로 인해 pXRF를 사용하여 리튬을 직접 분석하는 것은 불가능하지만, 최신 장비를 전체 암석의 주요 집합과 관련 추적 원소를 식별하는데 효과적으로 사용할 수 있습니다. 여기에는 칼륨(K), 칼슘(Ca), 루비듐(Rb), 스트론튬(Sr), 이트륨(Y), 니오븀(Nb), 주석(Sn), 세슘(Cs), 탄탈륨(Ta), 안티몬(Sb), 텅스텐(W), 비스무트(Bi), 비소(As), 갈륨(Ga), 탈륨(Tl) 그리고 희토류원소(REEs)인 란타넘(La)과 세륨(Ce)이 포함됩니다. 이 원소 중 다수는 주기율표의 1족 알칼리 금속 및 고자기장 강도 원소(HFSE: High Field Strength Element)에 속합니다.

Trueman과 Cerny(1982)의 연구는 후기 결정화가 진행되는 동안 운모류와 장석에서 K가 Rb로 대체된 K/Rb 비율의 사용을 포함하여 희귀한 금속이 함유된 페그마타이트와 척박한 페그마타이트를 구별하는데 사용된 다수의 상관 관계에 대해 설명할 수 있습니다. 연구에 따르면, K/Rb 비율이 160을 나타내면 분할이 증가함을 나타내고 비율이 15면 종종 희귀 금속 광물, 특히 Ta, Nb, Be, Cs, Li를 포함하고 고분할된 페그마타이트와 관련 있음을 나타냅니다. 그림 2는 동남아시아의 LCT 페그마타이트 광상에서 수집한 샘플 데이터가 포함되어 있으며 주요 원소에 대한 실험실과 pXRF 데이터 간에 훌륭한 일치를 보여주고 있습니다.

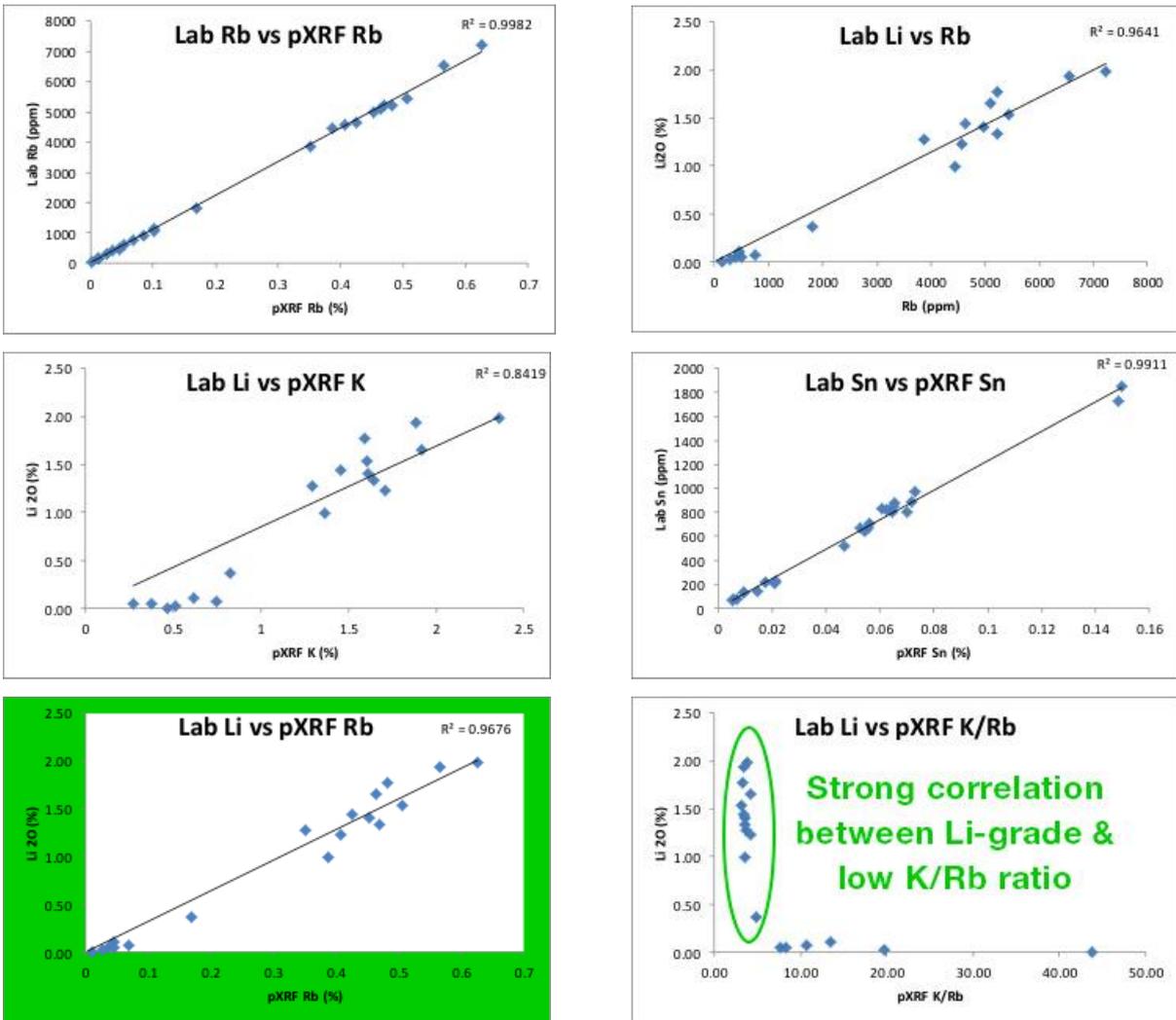


그림 2.LCT 페그마타이트 광상에 대한 실험실 광액의 실험실과 pXRF 데이터는 (a) 실험실 Rb 대 pXRF Rb, (b) 실험실 Sn 대 pXRF Sn, (c) 실험실 Li 대 Rb, (d) 실험실 Li 대 pXRF Rb, (e) 실험실 Li 대 pXRF K, (f) 실험실 Li 대 pXRF K/Rb 간의 최적의 일치율을 나타냅니다. 데이터 제공: Argo Metals Group, 동남아시아의 LCT 페그마타이트 프로젝트.

페그마타이트의 고도의 조립질 성질로 인해, 신뢰성 있는 결과를 얻으려면 샘플 준비와 프레젠테이션이 철저해야 한다는 점 또한 유념해야 합니다. 이를 염두해두고, pXRF를 다음과 같이 사용할 수 있습니다.

- LCT 페그마타이트의 수용 잠재력과 관련한 화강암의 모암 비옥도를 확인하고 평가합니다. 비옥한 화강암은 높은 Rb, Cs, Sn, Ta가 함유되어 있고 일반 화강암보다 더 낮은 K/Rb 비율을 나타냅니다.
- 화강암질 조성의 더욱 일반적인 페그마타이트인 척박한 페그마타이트에서 희금속이 포함된 페그마타이트를 구분할 수 있고, LCT 페그마타이트를 NYF 페그마타이트와 구분할 수 있습니다.
- 추적 원소(특히 Rb)와 밀접한 상관 관계가 있고, 충분히 높은 품질의 분석 자료(그림 2 참조)와 자세한 배향 조사로 판별된 리튬 등급에 대한 대응물 역할을 합니다.
- 노두, 토양 샘플 표면, 드릴링 커팅을 직접 분석합니다. 특히, Li, Cs, K, Rb이 결집 및/또는 감소된 표면 변체를 찾아내기 위해 Sn, Sb, As를 효과적으로 사용할 수 있습니다.
- 퇴적 층위, 변형, 페그마타이트 분포를 밝히기 위해 지질화학에 대한 부동 미량 원소(예: Ti, Zr)와 전체 암석 화학 성분(Mg, Al, Si, K, Ca, Fe)을 분석할 수 있습니다.

Related Product



광업 및 지구 화학용 Vanta

광업 및 지구 화학용 Vanta 휴대용 XRF 분석기는 지구 화학 탐사, 광업 등급 관리, 광석 처리 및 교정을 위한 즉각적인 현장 원소 분석을 제공합니다.

더 알아보기 ▶ <https://www.olympus-ims.com/vanta-for-mining-geochemistry/>