

## TEM을 이용한 고대철 슬래그의 석출상 규명

김수철, 최주(\*)

한국과학기술연구원 특성분석센터, \* 금속연구부

고대 제철연구에 있어서 가장 많은 정보를 간직하고 있는 것은 철유물에 포함되어 있는 슬래그이다. 그 이유는 철 유물은 오랜 시간이 지남에 따라서 부식이 심하여 원래의 모습을 간직하고 있는 경우가 많지 않기 때문이다. 따라서, 슬래그의 화학조성과 분포 그리고 석출상을 정확하게 분석하는 것은 고대 제철과정을 판단할 수 있는 가장 중요한 요소이며, 이에 대한 연구가 관심을 끌고 있다. 현재까지 슬래그의 분석은 X-선 회절(XRD), EPMA(electron probe micro-analysis) 등을 통하여 분석되었고 슬래그에 석출된 상에 대한 추정을 해 오고 있다. 그러나, 슬래그로부터 TEM 관찰용 시료를 제작하는 것이 쉽지 않아서, 철 유물에 대한 정확한 구조 등에 대하여는 아직 잘 밝혀져 있지 않다.

본 연구에서는 국내 제철 유적지에서 발굴된 고고학 철 유물의 TEM 시편을 이온 밀링법으로 제작하여 제한시야회절(SAD ; selected area diffraction)과 수렴성 빔 전자회절(CBED ; convergent beam electron diffraction) 분석법으로 슬래그 내에 존재하는 상들의 결정구조를 분석하였다. 이 연구를 통하여, 슬래그 내에는 기존에 알려진 Wuestite, Fayalite, Magnetite와 Ulvospinel 등의 존재를 명확하게 확인하였고, Olivine structure(Calcium iron silicate)의 존재를 처음으로 관찰하였다. 이번 조사연구로 TEM의 CBED 법으로 고대제철 기술 연구에서 새로운 사실들을 밝힐 수 있었다.



그림 1. 슬래그 A에 존재하는 석출상으로 M : magnetite, W : wuestite, G : fayalite와 G : glass의 형상과 분포



그림 2. 슬래그 B에 존재하는 석출상으로 U : ulvospinel, W : wustite,