

미얀마의 주석 광업

이원종 · 허철호*

한국지질자원연구원 광물자원연구본부 자원탐사개발연구센터
과학기술연합대학원대학교(UST) 광물·지하수자원학과

* 교신저자 : chheo@kigam.re.kr

● 서론

미얀마는 2009~2014년 기간 동안 약 4,900%의 주석생산 증가로 인해 2014년 세계 세 번째 주요 주석생산국이 되었다(그림 1 및 표 1). 지난 10년간 전 세계적으로 주석가격이 하락했으나 최근에 그동안 비교적 간과되었던 주석 부존지로부터 신규 공급이 발생하게 되었다. 비록 미얀마가 제2차 세계대전 전에 주석 및 텅스텐의 주요 생산국이었지만 1960년대 이래로 대부분의 광업이 본질적으로 영세규모였기 때문에, 미얀마의 광업은 2013년 기준 GDP의 0.1% 이하에 불과했다(Gardiner

et al., 2014). 미얀마의 이러한 신규 주석공급이 전 세계적인 주석 생산관점에서는 잠재적인 “흑색백조(Black Swan)” 사건으로 고려되고 있을 정도로 많은 영향을 미친 것으로 관측된다(Taleb, 2008). 전통적인 주석 생산국들의 감소와 더불어, 미얀마 주석광업의 갑작스러운 상승은 향후 10년에 걸쳐 예상되는 전 세계적인 주석생산을 재조명하는 의미를 지니고 있는 것으로 사료된다. 미얀마는 제2차 세계대전 전에 주석과 텅스텐의 주요 생산국이었으나, 광업은 지난 60년 동안 국내 정치적 상황 때문에 상당히 규모가 축소되었다.

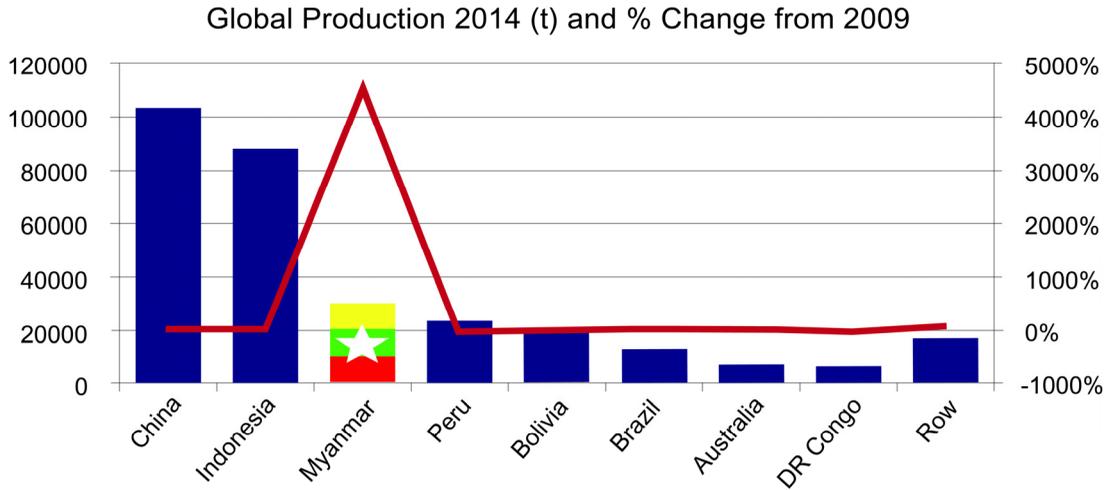


그림 1. 주요 주석 생산국; 2014년 주석광산생산량; 적색선은 2009-2014년 %변화를 지시. Kettle *et al.*(2014b, 2015b)의 그림을 인용.

표 1. 2009-2014 전 세계 주석 생산(Mt) Source: ITRI

country	2009	2010	2011	2012	2013	2014	% change
China	86,700	95,600	102,000	89,800	96,600	103,400	19.26
Indonesia	102,900	99,700	104,800	92,200	94,200	86,300	-16.13
Myanmar	600	1400	4700	4800	17,000	30,000	4,900.00
Peru	37,500	33,800	29,000	26,100	23,700	23,100	-38.40
Bolivia	19,600	20,200	20,400	19,700	19,300	19,800	1.02
Brazil	10,400	7,400	8,800	10,600	11,600	12,100	16.35
Australia	5,900	6,400	5,100	5,900	6,200	6,900	16.95
DR Congo	13,100	10,600	6,000	5,100	5,100	5,000	-61.83
Other Africa	3,300	3,200	5,100	5,700	6,200	6,700	103.03
Malaysia	2,400	2,700	3,300	3,700	3,700	3,600	50.00
Other Asia	3,400	4,200	4,000	5,800	5,900	6,400	88.24
Russia	300	500	300	400	600	400	33.33
World total	286,100	285,700	293,500	269,800	290,100	303,700	6.15%

본 기술동향에서는 미얀마의 주석광업을 생산현황과 부존잠재성 측면에서 연구한 최신 결과들을 종합적으로 정리하여 국내 자원관련 기업이 미얀마의 주석개발 진출시 도움이 될 수 있는 정보를 제시하는데 목적이 있다.

● 미얀마의 주석광업활동

미얀마는 귀금속, 천금속, 보석과 천연가스 와 같은 다양한 천연자원이 부존되어 있는 것으로 알려져있다(Chhibber, 1934; Soe Win and Marlar Myo Myint, 1998; United Nations, 1996). 미얀마는 동남아시아에서 가장 다양한 천연자원을 보유하고 있으며 적어도 3개 광산은 매장량 관점에서 전 세계적으로 유명하다. 예를 들면, 보드윈(Bawdwin) 연-아연-은, 모니와(Monywa) 동, 마우치(Mawchi) 주석-텅스텐 광산이다. 1930년대말까지, 미얀마는 연, 은, 주석 및 텅스텐의 주요한 세계 생산국이었다. 광업시설의 대부분이 세계 제2차대전과 그 후 20년 동안 파괴되었다. 미얀마 내 광산의 탐사 및 개발관련 활동이 미약하게 있었지만, 부존 천연자원의 관점에서 미얀마의 광산은 저개발되어 있는 상태라는 의견이 지배적이다(Cox *et al.*, 1981; Moores and Fairbidge, 1997).

지질배경

함주석 화강암은 전 세계적으로 주석의 주요광상을 배태하고 있으며 또한 텅스텐, 우라늄, 리튬 및 인듐, 탄탈륨-니오븀과 희토류와 같은 critical metal도 함유하고 있다. 그러나, 이러한 주석광상들은 전 세계적으로 볼 때 비

교적 흔하지는 않으며 지질연대와 지체구조 관점에서 특정한 지역에서 형성되는 경향이 있다. 전 세계적으로 볼 때, 역사적으로 95% 이상의 주석은 3개 주요 광화대에서 유래된 것으로 알려져 있다. 3개 주요 광화대는 동남아시아, 볼리비아 안데스 및 영국 남서부, 독일과 체코를 포함한 유럽이다(Lehmann, 1990). 세계적인 주석광상에 대한 품위-톤의 상관 관계도를 보면, 대부분의 채굴된 산출물들은 전형적으로 주석 1 wt% 이하 품위-금속량 10,000 톤 이하이다(그림 2). 가장 흔한 광상은 맥상 및 그라이젠(greisen) 유형으로 전형적으로 다른 주석광상 유형에 비해 소규모이지만 고품위여서 소규모의 선택적 채광작업에 적합한 것으로 사료된다. 그리고, 볼리비아 주석 광화대의 전형적인 반암형 주석광상 유형은 전 세계적으로 볼 때 많지 않고 일반적으로 저품위이나, 주석의 금속량으로 100,000~1,000,000 톤의 주석자원을 포함하는 것으로 알려져 있다. 페루의 산 라파엘(San Rafael) 주석-동 광상은 고품위와 규모로 유명하다. 현재 미얀마에서는 역사적으로 유명한 텅스텐 생산광산이기도 했던 마우치(Mawchi) 광산이 재조명을 받고 있으며, 2 wt% 가까운 주석품위를 지닌 맥상형 주석광상에 해당한다.

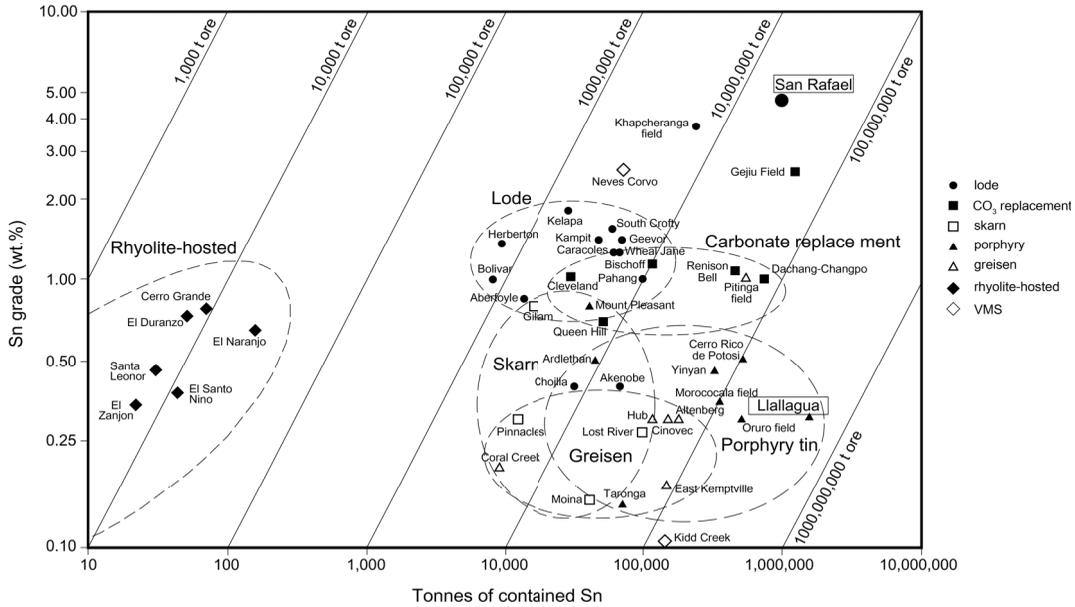


그림 2. 광상별 전 세계 주요 주석광상의 품위-톤 도시. Mlynarczyk *et al.*(2003)의 그림 인용.

미얀마의 주요 주석 광화대

미얀마, 말레이시아 및 태국의 주석광상들은 동남아시아의 대부분을 가로지르는 폭 약 100 km의 남북방향 화강암대의 관입과 직접 관련이 있다. 전체적으로, 이들 화강암대는 전 세계 주석의 약 54%를 생산하고 있으며(Schwartz *et al.*, 1995), 이들을 세계의 주요 주석생산 지역으로 만들고 있다. 말레이시아와 태국에서는, 주석생산은 대개 산업 규모로 하천 및 충적성 광상의 해안준설을 통해 이루어진다. 그러나, 미얀마에서는 모암 풍화작용의 산물을 수반한 광역적인 초생 광상으로 부존하고 있다.

미얀마의 주석생산은 메익(Myeik) 제도를 따라 남쪽으로 연장되는 양곤의 동쪽 화강암대에 집중되어 있는데, 특히 다웨이(타보이)의 항구도시를 주변으로, 많은 초생 광상이 부존

되어 있고 훨씬 남쪽으로 메르구이(Mergui)까지 연장되어 있다. 메르구이의 광상은 충적 및 용탈성(원지성)인 경향이 있다. 이 지역에서, 100개 이상의 초생 주석광상이 부존했던 것으로 인지되었다(United Nations, 1996). 그러나, 상당수의 주석광화작용은 한때 주석만큼이나 텅스텐의 가장 큰 세계적 생산광산중 하나였던 카렌주 마우치(Mawchi) 광산을 포함하여 미얀마 서부 다른 지역에도 발견된다. 주석광상은 동쪽의 산(Shan) 주 내에도 보고되고 있다.

비록 미얀마에 많은 초생 주석광상들이 존재할지라도, 미얀마는 역시 대규모의 사광상을 보유하고 있으며, 모암 또는 광화작용을 받은 화강암의 풍화산물이다. 열대성 기후의 미얀마에서는 풍화작용으로 인해 최대심도 20 m의 라테라이트 층을 생성하며, 원지성 용탈형

광상 또는 하천과 강자갈에 석석(cassiterite)이 층적 농집된 형태를 가지는 것으로 보고되고 있다. 이러한 층적성 광상은 영세 채굴업자에게는 개발하기가 특히 유리하다. 파쇄할 초생 광석은 없으며, 쉽게 삽같은 도구 또는 단순한 증력분리원리를 활용하여 채굴할수 있기 때문이다.

- 다웨이 주석 광화대

미얀마 남쪽에는, 주석생산이 Hermyingyi, Heinda, Pagaye, Pachaung 및 Kalonta의 유명 광산을 포함하여 50개 이상의 광산이 기록되어 있는 다웨이 항구도시 주변에 집중되어 있다(Chhibber, 1934). 그림 3은 주요 주석광산이 표기된 다웨이 지역의 지도를 보여주며, 이들 중 대부분은 20세기 초반 광업붐이 일 때 영국에 의해 주로 개발되었다. 다웨이 주석 광화대에는 대규모의 중요한 주석-텅스텐 맥상광산이 부존되어 있으며, 그중 Hermyingyi 광산이 전형적이다. 그러나, 대규모 층적성 광상도 역시 개발되고 있다. 다웨이 북동쪽 25 km 떨어진 곳에 있는 Heinda 광산은 100년 이상 계속해서 가행되어왔던 주요 노천채굴 주석사광산이며, 오늘날도 생산하고 있다. 1999년부터 Heinda는 태국회사인 미얀마 풍피파트 회사에 의해 운영되고 있다.

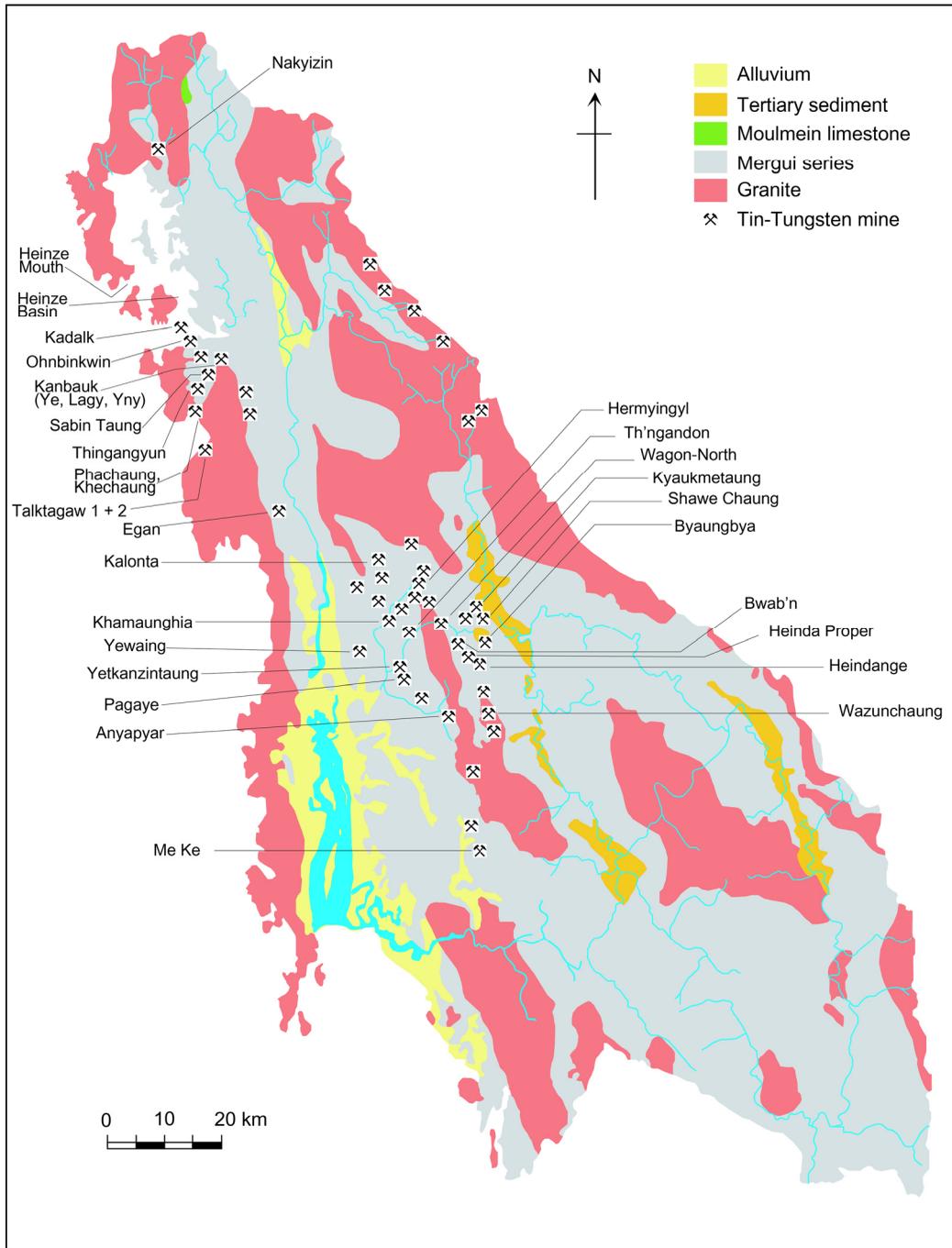


그림 3. 다웨이 지역 주요 주석-텅스텐 광상 위치도. Gardiner *et al.*(2015)의 그림 인용.

- 산주 주석 광화대

미얀마 동부의 산 주 내에서, 합주석 화강암이 보고되었다. 산 주의 주요 생산지역은 산주 북부의 만마우(Man Maw), 남칸(Namkhan) 및 무세(Mu Se)를 포함한다. Than Htun 등(2014)은 2011년 몽톤(Mong Ton)과 몽사트(Mong Hsat) 가까이 위치한 신규 주석광상 발견을 보고했는데, 태국국경과 가까운 산주 남부의 비교적 개발이 안된 지역이다. 산주는 남부의 주요 주석광화대에 비해 정치적으로 지리적으로 더욱 멀고, 따라서 산주 주석광화대의 가행에 대한 정보가 없는 편이다. 그리고, 중국과 지리적으로 가깝다는 것은 훨씬 많은 주석생산물에 국경을 거쳐 직접 수출되기도 한다는 것을 의미한다.

● 미얀마의 주석광업활동: 향후 전망

세계 도처에 수많은 주석 광업 프로젝트가 있지만 대부분은 지질광상학적, 기술적, 정치적 또는 복합적인 영향을 받고 있다(그림 2). 그래서, 일부 광종수급예측 시나리오에 의하면, 미약한 광산 공급과 연동되는 높은 주석가격은 중기 내지 장기적 관점에서 지속될수 있다는 예측이 있다(Kettle *et al.*, 2014b). 그러나, 중국, 동남아시아, 러시아, 남미 및 아프리카의 많은 중요 광업지역의 주석생산은 상세한 경제성 분석과 연동되지 않고 불투명하기 때문에, 주석시장을 다시 균형을 맞추기 위해서는 이들 지역들중 한 곳으로부터 제공되는 상당한 양의 신규 공급에 대한 필요성이 항상 존

재해왔다(Sykes, 2013).

지난 2년 동안, 미얀마가 단기적으로는 이 새로운 세계 주석 공급원의 하나가 되었다는 것은 명백해졌다(표 1). 그러나, 미얀마의 부상하는 주석광업 산업의 장기간 잠재력은 명백하지 않으며, 어느 정도는 미얀마 자체의 내부 환경에 달려있다(Kettle *et al.*, 2015b).

미얀마 주석산업의 잠재력

한때는 동남아시아의 부국들중 하나였던 미얀마는 장기간의 정치적이고 경제적인 고립후에 지금은 최빈국인 상태이다. 미얀마의 광업은 현재 국가 전체 경제규모 5백3십억 불의 0.1% 이하로 평가되고 있으며, 2010년에는 6천2백만 불로 평가되었다(ICMM, 2012). 천연 자원에 있어서 미얀마의 굉장한 잠재력이 판명된다면, 현재 크게 저평가된 광업이 성장하고 부각될 것이다.

미얀마에서는, 일반적으로 광업, 특히 주석 광업은 경제재건과 성장에 물질적으로 기여할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 만모(Man Maw)광산 가행만으로도 최근 활동은 미얀마의 광업시장에 연간 4억5천만 불을 증액하는 역량을 지니고 있다. 이것은 광업의 규모에 있어 7배 증가를 의미하지만, 전체적으로 광물산업은 아직도 미얀마 GDP의 1% 이하이다. 만모(Man Maw) 주석광산의 광물자원은 제한되어있고 빠르게 채굴되고 있으며 현재 속도로 생산하면 단지 수년만 지속될 것이라 예측된다. 그러나, 아직 개발되지 않은 주석자원이 미얀마 내 부존하는 것으로 알려져 있다. 게다가, 지난 60년동안 미얀마 내 제한된 탐사활동

때문에, 주석자원에 대한 부존잠재성은 체계적으로 규명된 상태가 아닌 것으로 사료된다. 그리고, 이들 중 만모(Man Maw) 주석광산은 명백히 최근의 탐사활동 및 재평가로 발견된 광산이다. 그래서, 알려진 광산의 재평가 외에도, 미얀마는 다양한 다른 광종외에 주석에 대한 전체적인 신규 탐사를 수행해야한다. 특별한 관심을 끄는 것은 지금 Critical metal로 고려되는 텅스텐이 미얀마에 풍부하다는 것이다 (BGS, 2012). 그래서, 2016년 4월 아웅산 수치의 민족민주동맹(National League for Democracy, NLD) 정권이 들어서고 높은 정치적 위험도가 감소되는 것처럼 보이면서 미얀마의 주석산업에 있어서 상당한 미래 잠재성이 있을 것으로 사료된다.

미얀마의 주석광업을 통해 본 경제개발

신규로 개발된 주석광산으로부터 창출된 소량의 가치는 광업을 통해 경제를 발전시키면서 또한 “자원의 저주(자원이 풍부한 국가일수록 경제성장이 둔해지는 현상)”를 약화시킨다는 문제를 강조하고 있다. 그래서, “조심스러운 개발”이라고 하는 것은 더욱 지속가능하고 가치있는 자산(특히, 인적자원과 물리적 인프라)과 고갈될 수 있는 지하자원을 대체한다는 궁극적인 목적과 장기적이고 긍정적인 성장 잠재력을 결합시키려는 것이다. Collier(2010)는 한 국가가 국가의 광물자산을 경제적인 재산으로 바꾸는 4단계 과정을 제안했다.

첫 번째로, 천연자산을 발견했다는 것은 국가의 재생불가능한 자원자산을 가능한한 많이 확보하기 위해 탐사가 수행되었다는 것을 의

미하며, 정부가 지하자원의 가치를 더 잘 평가하게 해준다. 이러한 발견은 외국의 투자를 증진시키며 개발도상국이 약삭빠른 외국 투자자와 협상할 때 겪게 되는 지식의 비대칭성을 재조정하는데 도움을 준다. 천연자원의 발견에는 적절하게 훈련되고 역량을 갖춘 지질광상 조사가 요구된다. 미얀마에서는 국가에 최신의 탐사지식과 기술을 지닌 적절하게 훈련된 지질학자들이 상당히 부족한 실정이다. 잘 훈련 받은 미얀마 지질학자들은 대개 외국에서 교육을 받았고 가끔 해외에 체류한다.

정부가 천연자원 경제임대료를 받으려면 재생가능하지 않은 자원에 대한 세금을 공정하게 받을수 있도록 적절한 세제를 갖추고 시스템을 지원하는 것이 필요하다. 여기서, 투명성이 우선이다. 중앙정부의 통화를 둘러싼 이슈, 미얀마가 소수민족 연방과 싸우고 있는 문제 등은 명백히 중앙세입에 영향을 미치고 있다.

재생불가능한 자원관련 세금(광업세)은 국부를 창출하기 위해서 소비하는 것보다 축적되어야한다. 노르웨이가 이 경우 전 세계적인 사례로 꼽힌다.

마지막으로, 장기간의 비광물관련 성장에 초점을 맞춘 투자가 시행되면 세금은 경제가 건설되고 성장할수 있는 지속가능한 자산(예를 들면, 인적자원과 물리적 인프라를 개발하는 것과 같은)에 소비되는 적절한 메카니즘이 요구된다.

의심할 여지없이, 주석 또는 다른 광물자원의 부존여부가 아직도 미얀마에서는 밝혀지지 않았으며 그리하여 미얀마는 국내 지질과 금속부존 잠재성을 더 잘 이해하기위한 도움이

필요하다. 미얀마 내 진행되어온 지질광상조사는 이 지식을 개선하는데 도움을 주어왔다. 그러나, 더 많은 광물자원의 발견이 이루어진다면, 미얀마는 높은 정치적 위험을 받을 수도 있으며, 이로 인해 광종 단가와 발견된 자원의 경제적 규모도 감소할 것으로 보고 있다. 이러한 위험을 완화시키기 위하여, 미얀마는 수많은 이유 때문에 광업으로부터 더 많은 세금을 걷어야 한다는 것이 해결책일 것 같다. 이러한 활동은 외국투자자들이 자본을 투자한 광업분야의 신뢰를 증진시킨다. 그리고, 광업분야를 효과적으로 규제하는 정부의 역량을 개발시킨다. 그리고, 더 많은 세금을 내는데 기여하여, 미얀마의 경제개발에도 기여할 수 있다.

미얀마에서 훨씬 더 큰 광업섹터를 조성하는 입장에서, 주석은 좋은 시작점이 된다. 주석광은 개발하는데 자본도 적게 들고 빠르며, 주석은 일반적으로 제련적으로 처리하기도 간단하고 미얀마는 지리적으로 태국, 말레이시아 및 중국에 있는 세계의 거대 주석제련소와 가깝게 위치하고 있으며, 비싼 국내 하류 시설의 건설이 아직 요구되지 않는다는 것을 의미한다. 주석광상에 대한 더 짧은 개발 시간프레임은 자본이 1차 광업에서 보통 기대되는 시간프레임(수년 또는 수십년)과 비교해서 빠르게 회수된다는 것을 의미한다. 이 모든 것은 높은 정치적 위험에 장기간 노출되는 것을 경감시켜주며 정부에 시기적절하게 세금을 제공하게 된다.

미얀마의 경암 주석자원을 개발하는 다음 단계는 다른 광종의 경암 자원과 비교할 때 역시 비교적 단순하며, 심지어 대규모 초생 주석

광산도 다른 광종에 비해 비교적 규모가 작은 편이다. 세계에서 가장 큰 주석광인 산 라파엘은 연간 광석 백만톤만 처리할 수 있는 반면에 세계에서 가장 큰 지하 동광산인 엘 페니엔페는 산라파엘의 약 50배를 처리할 수 있다. 유사하게, 산화물 형태로 주석을 처리 및 제련하는 기술은 대부분의 광상에서 비교적 간단하다.

그러나, 궁극적으로, 주석광업은 한 나라의 비교적 큰 광산들 또는 충분한 수의 광산들을 지원할 수 없기 때문에 경제를 건설하는데 충분한 세금을 제공할 수는 없다. 산라파엘과 같은 대규모 주석광산조차도 연간 수억달러의 세금만 낼 수 있으며, 대부분은 가행 및 자본비용으로 흡수되고, 세금으로 조금만 남게 된다(표 2A와 B). 대규모 광종 및 친금속 광산은 연간 수십억불을 세금으로 낸다. 그래서, 미얀마는 광업의 경제를 구축하기 위해서는 친금속 및 대형광종같은 대규모 광종관련 광산을 개발할 필요가 있다(표 2A와 B).

그리하여, 주석광산의 규모는 국가가 주석산업만으로 발전될 수 없다는 것을 제시하는 반면, 주석광업의 단순성은 주석산업이 대규모이고 더 다양한 광업의 개발을 촉진할 수 있고, 국가경제 개선에도 이익이 된다는 것을 의미한다.

표 2A. 연간 총세수에 근거한 광종별 대형 광산

Commodity	Commodity Price - 2013 (US\$/t)	Largest Mine	2013 Annual Production (Kt)	2013 Share of Global Production (%)	2013 Estimated Gross Revenues (US\$B)	Source
Copper	7326	Escondida, Chile, BHP Billiton + others	1200	7	8.8	Brininstool, 2015; CRU
Iron Ore	7326	Yandi, Australia, BHP Billiton	71000	2	7.4	Tuck, 2015; CRU
Gold	45493241	Muruntau, Uzbekistan, Navoi MMC (estimate)	0.075	3	3.4	George, 2015; CRU
Nickel	16863	Polar Division, Russia, Norilsk Nickel	123	5	2.1	Kuck, 2015; Norilsk Nickel, 2014; CRU
Zinc	1909	Rampura Agucha, India, Vedanta Resources (Hindustan Zinc)	730	5	1.4	Tolcin, 2015; CRU
Bauxite	27	Weipa, Australia, Rio Tinto	26300	9	0.7	Bray, 2015; CRU
Lead	2143	Cannington, Australia, BHP Billiton (now South32)	220	4	0.5	Tolcin, 2015; CRU
Tin	22090	San Rafael, Peru, Minsur	23.7	8	0.5	Anderson, 2015; ITRI

표 2B. 총시장규모에 근거한 주목할만한 금속광종 시장

Commodity	Commodity Price - 2013 (US\$/t)	Global Annual Production - 2013 (Mt)	Myanmar 2012 Production (Mt)	Gross Market Size - 2013 (US\$B)	Myanmar Market Value (US\$M)	Source
Iron Ore	104.9	3220	-	337.8	-	Tuck, 2015; Fong-Sam, 2014
Copper	7324	18.3	0.019	134	140	Brininstool, 2015; Fong-Sam, 2014
Gold	45493306	0.0028	0.0000001	127.4	4.6	George, 2015; Fong-Sam, 2014
Nickel	16863	2.63	0.005	44.4	84.4	Kuck, 2015; Fong-Sam, 2014
Zinc	2172	13.4	0.01	29.1	19	Tolcin, 2015; Fong-Sam, 2014
Lead	2143	5.49	0.0098	11.8	21	Guberman, 2015
Bauxite	27	283	-	7.6	-	Bray, 2015; Fong-Sam, 2014
Tin	22090	0.294	0.011	6.5	221	Anderson, 2015; Fong-Sam, 2014
Tungsten	45145	0.0814	0.00014	3.7	6.3	Shedd, 2015; Fong-Sam, 2014

주석을 포함한 미얀마 광업의 잠재력

미얀마는 개발되지 않고 발견되지 않은 다양한 광종의 자원을 보유하고 있다. 수많은 광종들이 광상학적으로 주석과 연결되어 있으며, 가장 중요한 것은 텅스텐이다. 미얀마에서는 다른 채굴된 광종의 다양성을 고려했을 때 잠재력이 크며, 예를 들어 금, 동, 연-아연 및 은이 있다.

● 요약 및 결론

2000년대 초반부터 전자용접으로 인한 주석의 수요가 빠르게 상승한 이래로, 주석광업산업은 이 수요를 충족하기 위해서 적절한 공급선을 제공하기 위해 노력하여왔으며, 폭등한 주석 가격 시기를 맞게 되었다. 현재의 광산 공급에 초점을 맞춘 시장분석, 미약한 프로젝트 현황과 그린필드 탐사의 부족으로 이 상황이 앞으로 계속될 것으로 예측된다.

그러나, 다른 주요 광종시장과 비교하여 주석산업은 독특하게 정보가 부족하며, 이들 예측을 둘러싼 많은 불확실성이 내재되고 있다. 이들 불확실성들 중에는 미얀마 주석산업의 미지의 잠재력과 미얀마가 2012년 개방되면서 정치상황이 포함되어 있다. 그래서 미얀마가 2014년에 세계의 3번째 주석 생산국이 되었을 때 예측하지도 못했으나 놀랄만한 것도 아니었다. 이러한 확률도 낮고, 시장충격도 강하며, 뒤늦게 알려진 사건은 전 세계 주석시장에 반향을 주고 있다.

미얀마생산 증가는 대개 신규 주석광업지역으로부터 오는데, 중국 국경지대에 위치한 만

모(Man Maw) 광산으로 말미암은 것이다. 전 세계 주석 생산라인은 전통적인 생산지역의 감소와 최근 탐사의 부족을 겪고 있었는데 2014년 미얀마의 출현으로 주석의 주요 광물 자원 부존지역으로 미얀마가 자리매김 할 수 있는 잠재력을 보여주었다고 할 수 있다.

현재 예측은 미얀마 주석 산업의 부활은 만모(Man Maw) 광상이 고갈되기 때문에 단기적일 것이라고 제안한다. 그러나, 주석광업 잠재성은 미얀마 내 존재하며, 탐사투자를 포함한 신산업에 대한 지지와 신중한 규제환경이 제안되면 대규모의 더욱 지속가능한 산업이 될 수 있을 것으로 사료된다. 비록 미얀마의 경제가 주석산업으로 재건될 수 없고, 실제로 주석산업은 전 세계 규모로 볼 때는 너무 작을지라도, 미얀마의 대규모 다양화된 광업을 활성화시킬수 있으며, 이에 근거하여 자원지향적인 경제가 건설될 수 있다.

미얀마가 대규모의 지속가능한 주석산업을 개발시켜 주석관련 부를 창출시킬수 있는가하는 문제는 주석산업의 미래 시장균형에 중요한 결정요인이 될 것이다. 미얀마가 주석산업을 재건하는데 성공하면, 주석산업의 장기 공급부족건을 해결하기위해 주요 신규 주석 생산지역은 재설정될 것이다. 미얀마가 지속가능한 주석산업을 건설하는데 실패하고 즉각 구할 수 있는 주석 자원이 고갈되면, 주석산업은 주석가격이 상승함과 더불어 공급 불확실성과 부족의 시기로 회귀할 것이다.

● 사사

본 논문은 한국지질자원연구원이 수행하고 있는 주요사업인 “해외/북극권 광물자원탐사 및 부존잠재성 평가(16-3217)”과제에서 지원되었다. 귀중한 자료를 제공해주신 미얀마 천연자원환경부 지질조사광물탐사국의 조린아웅 박사님께 감사의 말씀을 전한다.

● 참고문헌

- Anderson, C.S. (2015) Mineral Commodity Summaries: Tin. United States Geological Survey(USGS), January
- Bray, E.L. (2015) Mineral Commodity Summaries: Bauxite and Alumina. United States Geological Survey(USGS), January
- Brininstool, M. (2015) Mineral Commodity Summaries: Copper, United States Geological Survey(USGS), January
- British Geological Survey (2012) Risk List: an Update to the supply Risk Index for Elements or Element Groups that are of Economic Value
- Chhibber, H.L. (1934) The Mineral Resources of Burma. MacMillan and Co., London
- Collier, P. (2010) The Plundered Planer: How to reconcile prosperity with Nature. Penguin Group, London.
- Cox, R., Gaskell, J., Thomas, C. (1981) Burma: a country with major unexplored mineral potential. Institution of Mining and Metallurgy, London, pp. 34-45, Asian Mining '81
- Fong-Sam, Y. (2014) 2012 Minerals Yearbook: Burma[Advance Release]. United States Geological Survey(USGS), November
- Gardiner, N.J., Robb, L.J. and Searle, M.P. (2014) The metallogenic province of Myanmar. Appl. Earth. Sci.(Trans. Inst. Min. Metall., B) 123(1), 25-38
- George, M.W. (2015) Mineral Commodity Summaries: Gold, United States Geological Survey(USGS), January
- Guberman, D.E. (2015) Mineral Commodity Summaries: Lead, United States Geological Survey (USGS), January
- ICMM, 2012, Mining's contribution to sustainable development: The role of mining in national economies. International Council on Mining & Metals, October 2012
- Kettle, P., Pearce, J., Lin, C., Sykes, J.P.(2014b) Tin industry review: Managing the Next tin crisis, ITRI Ltd., St. Albans
- Kettle, P., Lin, C., Tianhua, R., Mulqueen, T., Davidson, V.(2015b) CRUMonitor Tin: Tin Marker Lacking Direction As Tading Slows. CRU Group Ltd in association with ITRI Ltd., St. Albans, 11 June
- Kuck, P.H. (2015) Mineral Commodity Summaries: Nickel. United States Geological Survey (USGS), United States
- Lehmann, B. (1990) The metallogeny of tin. Springer-Verlag, Berlin, p. 211.

- Mlynarczyk, M.S.J., Sherlock, R.L., Andrew-Williams, A.E. (2003) San Rafael, Peru: geology and structure of the World's richest tin lode. *Miner. Deposita* 38, 555-567.
- Moores, E. and Fairbridge, R. (1997) *Encyclopedia of European and Asian Regional geology*. Chapman and Hall.
- Norilsk Nickel (2014) Press Release: MMC Norilsk Nickel Announces Preliminary Consolidated Production Results for 4th Quarter and Full Year 2013 and Production Outlook for 2014. Moscow, Russia, 31 January.
- Schwartz, M.O., Rajah, S.S., Askury, A.K., Putthapiban, P., Djaswa, S.(1995) The southeast Asian Tin belt. *Earth. Sci. Rev.*, 38, 95-293.
- Shedd, K.B. (2015) Mineral Commodity Summaries: Tungsten. United States Geological Survey(USGS), January
- Soe Win and Marlar Myo Myint (1998) Mineral potential of Myanmar. *Resource Geology* 48, 209-218
- Sykes, J.P. (2013) Structural changes in mine supply: case studies in tin and tantalum. In: *Metal Pages Electronic & Specilaty Metals Conference*, Shanghai, China, 11 September
- Taleb, N.N. (2008) *The Black Swan: The impact of the Highly Improbable*. Penguin, London, Reissue Edition
- Than Htun, Somboon, K., Manaka, T. (2014) Preliminary investigation of new tin deposits in Mong Ton-Mong Hsat area, Shan state (East), Myanmar. In: Win Swe, Soe Thura Tun, Myo Thant, Khin Zaw (Eds), *Thirteenth Regional Congress on Geology, Mineral and Energy Resources of Southeast Asia GEOSEA 2014*
- Tolcin, A. C. (2015) Mineral Commodity Summaries: Zinc. United States Geological Survey (USGS), January
- Tuck, C.A. (2015) Mineral Commodity Summaries: Iron Ore. United States Geological Survey (USGS), January
- United Nations (1996) *Geology and Mineral Resources of Myanmar. Atlas of the mineral regions of the ESCAP region*, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific v. 12