

모잠비크 광물자원 부존현황

Mineral Resources of Mozambique

이길재 · 고상모

한국지질자원연구원 광물자원연구본부

현재 모잠비크의 많은 석탄매장량과 높은 잠재성으로 세계 광업에서 가장 성장세가 높은 국가 중 하나이다. 모잠비크는 중국과 인도의 대량 수요에 힘입어 2017년까지 석탄 10대 수출국으로 성장할 것으로 예측하기도 한다(BMI, 2013). 모잠비크는 알루미늄, 티탄철광, 탄탈륨, 지르콘 생산에 있어 아주 중요한 국가이기도 하다. 2012년 전 세계 생산량 중 탄탈륨 34%, 티탄철광 6%, 지르콘 3%, 알루미늄 1%가 모잠비크에서 생산됐다(USGS, 2013). 2009년 모잠비크 국내총생산 중 제조업 분야가 11% 채굴 및 채석분야가 1.4%를 차지했다. 최소 60,000명의 전문 광업자들이 금 생산을 위해 고용되었다. 2011년 모잠비크 전체 수출량 중 알루미늄이 48.9%, 티탄철광, 금홍석, 지르콘이 6.3%, 천연가스가 5.8%, 석탄이 0.8%를 차지했다. 대부분의 모잠비크의 채굴 및 광물 처리 운영장은 개인 소유이며, 주요 시설은 시멘트 플랜트, 석탄 광산, 마로피노(Marropino) 탄탈륨 광산, 모마(Moma) 규사 광산, 모잘(Mozal) 알루미늄 제련소, 테마네(Temane) 가스 처리 플랜트가 있다.

● 지질

모잠비크 국토의 절반가량은 선캠브리아기의 암석이 기반암으로 구성되며, 북쪽과 북서

부에 주로 분포한다. 선캠브리아기의 암석은 세 개의 주요 구조대로 분류되며 1) 시생대 화강암-그린스톤 지괴(terrane), 2) 중기원생대의 루리오(Lurio) 벨트(Kibaran Orogeny), 3) 신기원생대 모잠비크 벨트이다. 대부분의 선캠브리아기 암석들은 신기원생대-후기 캄브리아기에 재변성(Pan-African thermo-tectonic event)을 받았다(Bigioggero et al. 1989; Pinna et al. 1993).

고생대 석탄기에서 중생대 쥐라기의 암석은 북부와 북서부에 소규모로 분포하는 카루(Karoo) 퇴적암류와 남서부의 남아공 국경에 레봄보(Lebombo) 산맥을 형성하는 카루 화산암류로 구성된다.

중생대 백악기에서 신생대의 퇴적암은 모잠비크 남부와 중부의 기반암을 이룬다. 그리고 모잠비크를 관통하는 동아프리카 열곡대를 따라 국부적으로 카보나타이트 복합체 분포한다. 이 카보나타이트 복합체는 전기 쥐라기에서 전기 백악기의 연령을 보여주고 있다.

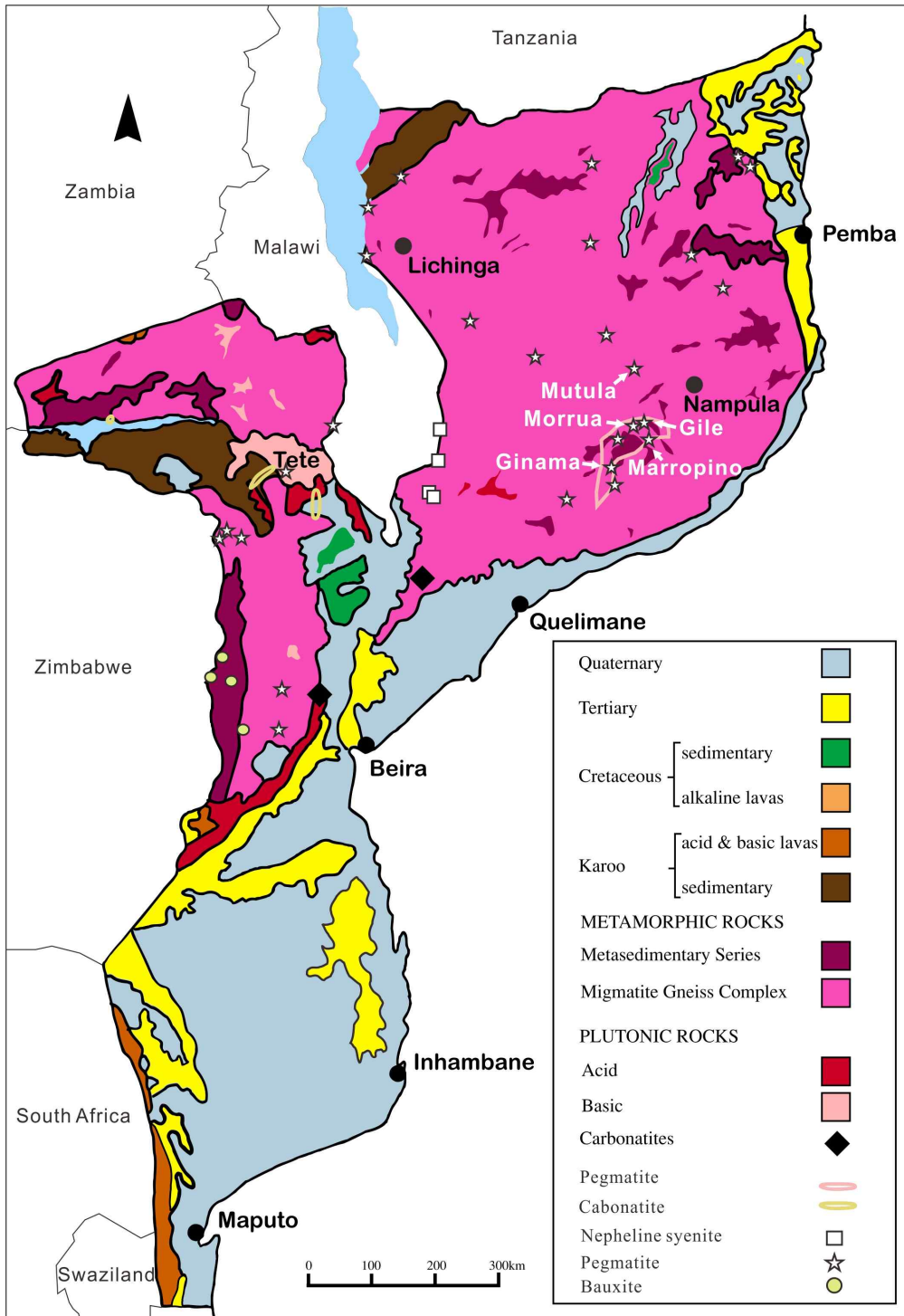


그림 1. 모잠비크 지질도 및 광상 분포도.

● 주요 광물자원

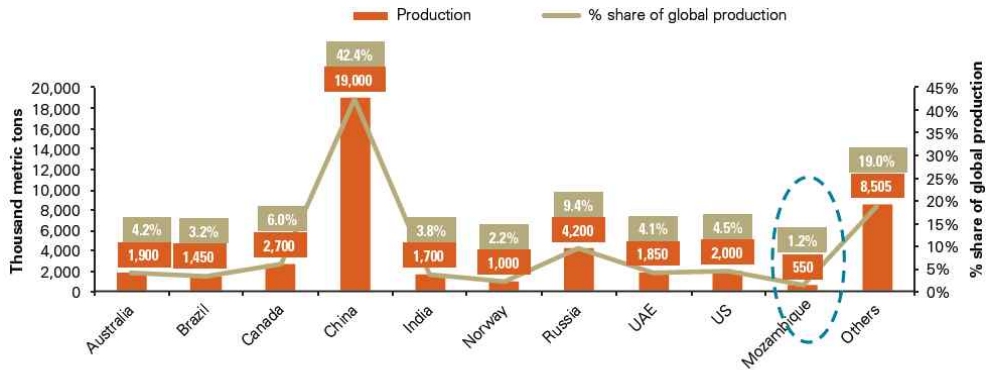
알루미늄

알루미늄 생산은 모잠비크 정부의 가장 중요한 재정수익 중 하나이다. BHP Billiton사에 의해 운용되는 모잘(Mozal) 알루미늄 제련소는 아프리카에서 가장 큰 제련소 중 하나이다. 현재 모잠비크는 외부자본의 투자 유치를 적극 추진 중이다. 모잘(Mozal) 알루미늄 제련소는 모잠비크 내에서 유일한 제련소이다. 모잠비크의 알루미늄 생산은 2012년에 562,000톤이고 2013년 예상 생산량 560,000톤으로 2004년 이후 매년 평균 555,600톤을 생산하였다(표 1).

탄탈륨

2010년 영국회사인 노벤탐타(Noventa Ltd.)사에서 2009년 폐광했던 마로피노(Marropino) Nb-Ta 광산을 재가동하여 탄탈륨을 2011년에 260톤으로 전세계 생산량의 33.9%까지 생산하였다(표 2). 하지만 설비의 노후와 전력난, 숙련공 부족, 물 부족으로 73,300 kg의 목표량에 못 미쳤다. 하지만 2013년 고질적인 높은 방사능 수치와 운송문제로 마로피토 광산을 휴광하였다. 이에 2012년 이후 생산량은 급감하여 2013년 예상 생산량은 40톤이다(표 2).

노벤탐타(Noventa Ltd)사는 연간 270,000kg (Ta₂O₅)의 설비를 2012년에 완공 예정이고



Source: US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, Aluminium 2013

그림 2. 2012년 세계 알루미늄 제련소 생산량 (USGS, 2013).

표 1. 모잠비크 연도별 알루미늄 제련소 생산량 추이 (USGS, 각년도)

year	World (thousand metric tons)	Mozambique (thousand metric tons)	Percentage share of global production
2001	24,300	266	1.09
2002	26,100	283	1.05
2003	28,000	407	1.45
2004	29,900	549	1.84
2005	31,900	555	1.74
2006	33,900	564	1.66
2007	38,000	564	1.48
2008	39,000	536	1.35
2009	36,000	545	1.48
2010	40,800	557	1.37
2011	44,400	562	1.27
2012	45,900	564	1.23
2013e	47,300	560	1.18

Morrua 광산(3,600톤 Ta₂O₅)을 2013년, Mutala 광산(1,600톤 Ta₂O₅)을 2016년에 재개발 예정이다.

티타늄

아일랜드 회사인 켄마레 리소스(Kenmare Resources plc.)사는 모마(Moma) 광산에서 티탄 철석, 루틸과 저어콘을 생산, 매장량은 869 Mt @3%티탄철석, 0.21%저어콘, 0.063%루틸이다. 바오밥 리소스(Baobab resources)사의 테테(Tete) 프로젝트는 현재 경제성 평가 중이며 2016년에 티탄철석 생산할 예정이다. 앞으로 티탄철석의 생산은 증가할 것으로 예상된다.

베릴륨

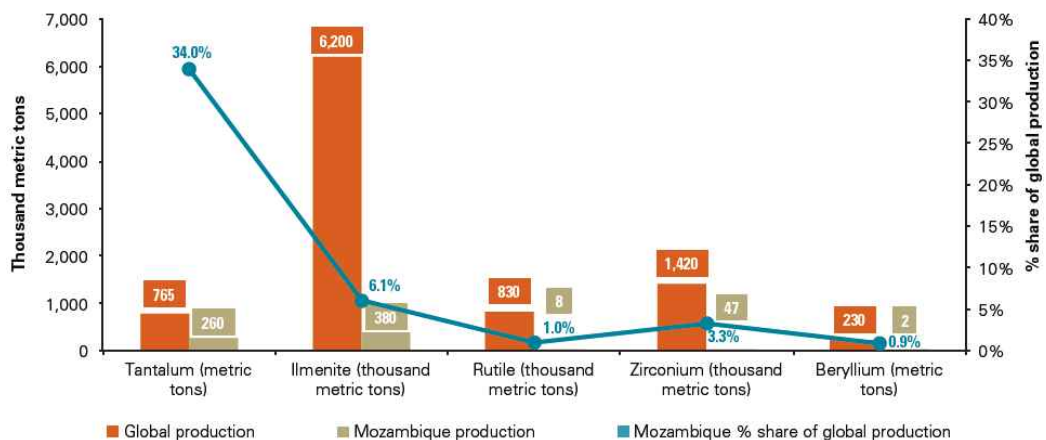
2012년 세계 생산량은 3위이나 비율은 0.9%로 미약하다. 세계 생산량의 98%를 미국(225톤; 90%)과 중국(20톤; 8%)에서 생산하고 있다 (USGS, 2014; 그림 3).

금

모잠비크의 금 생산량은 현저히 늘어날 것으로 예상된다. 이러한 예측은 아우로취 미네랄스(Auroch minerals)사의 마니카(Manica) 금 프로젝트에서 기인한다. 석탄에 가려 빛을 보진 못하고 있지만, 금은 모잠비크의 광업과 경제를 견인할 것으로 기대되는 주요 광물자원 중 하나로 주목 받고 있다. 2017년까지 모잠비

표 2. 모잠비크 연도별 탄탈륨 생산량 추이 (USGS, 각년도)

year	World (thousand metric tons)	Mozambique (thousand metric tons)	Percentage share of global production
2009	665	113	17.0
2010	681	120	17.6
2011	767	260	33.9
2012	670	39	5.8
2013e	590	40	6.8



Source: US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2013

그림 3. 2012년 모잠비크 탄탈륨, 티탄철석, 금홍석, 지르코늄, 베릴륨 생산량과 세계 생산량 비교 (USGS, 2013).

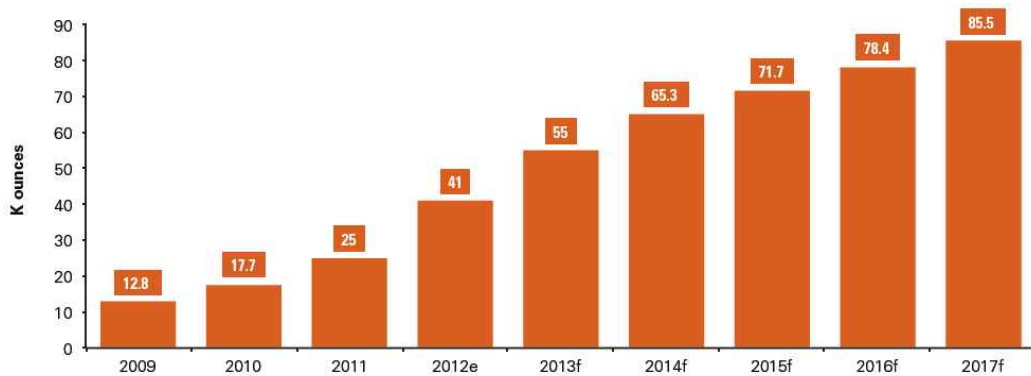
크의 금 생산량은 85,500 온스로 증가할 것으로 예상되며, 이는 2011년 25,000 온스에 비해 340% 증가한 생산량이다(그림 4).

석탄

석탄 광업은 모잠비크에서 가장 빨리 성장하고 있는 산업이다(Frost & Sullivan, 2013). 테테 지역(Tete province)과 잠베지 지역(Zambezi area)에서 많은 양의 점결탄(coking coal) 매장

량이 발견되었고, 이는 주요 광업회사들의 이목을 집중시켰다. 주요 광업회사는 베일 마이닝(Vale Mining)사와 리오틴토(Rio Tinto)사로서 모잠비크의 광업을 발전시키는 주도적 역할을 하고 있고, 광물자원의 수출을 촉진시키는 주요 기반시설의 건설을 꾀하고 있다.

베일 마이닝(Vale mining)사는 2011년 7월부터 석탄생산을 시작하였다. 베일 마이닝사에서 개발하는 모아티제 (Moatize)광산과 수출을 위



Source: Business Monitor International Q2 2013 report

그림 4. 2012년 이후 모잠비크 금생산 예상량(KMPG, 2013).



그림 5. 모아티제(Moatize) 석탄광산의 주요 운송로.

한 항만을 연결하는 두 개의 철로 건설사업 (Sena railroad project와 Nacala corridor project)에 투자하였다. 세나(Sena) 철로는 575 km 길이로, 이미 건설되어 모아티제 광산과 베이라(Beira) 항구를 연결하고 있다. 세나 철로는 연간 6백만톤의 석탄을 운송할 수 있다. 나칼라(Nacala) 철로는 건설중에 있고 모아티제 광산과 나칼라 항구를 연결할 것이다. 이는 총 912 km 연장이고 연간 18백만톤의 석탄을 운송할 것으로 예상된다(그림 5). 현재 모아티제 광산은 단계 2의 광산 운용을 준비하고 있고, 이는 현재의 11백만 연간 생산능력을 두 배로 끌어올릴 것이다. 이 단계 2는 나칼라 철로 건설과 동시에 진행 될 것이다.

리오틴토 (Rio Tinto)는 모잠비크 테테지역의 모아티제(Moatize) 분지에 채광권과 탐사권을 가지고 있다. 리오틴토는 잠베제(Zambeze) 프로젝트, 테테 동부 프로젝트와 벤가(Benga) 광산을 운영한다. 리오틴토는 벤가 석탄광산의 바지선 운송이 2012년 환경문제로 모잠비크정부로부터 거절당하고 광산운영의 지분을 일부 또는 전부 매각하는 것을 고려하고 있다. 벤가 석탄광산은 2012년 5월 생산을 시작해 2012년 6월에 첫 수출을 시작하였지만, 세나 철로를 이용한 운송이 레나모(Renamo; 전 내전

게릴라 조직)의 협박에 의해 중단되었다. 세나 철로는 베이라 항으로 연결되는 유일한 운송 수단인데 막히자 차선책으로 선택한 바지선 운송이 정부에 의해 거절되고, 결과적으로 운송로가 모두 막히게 되었다.

모잠비크는 전 세계 석탄생산의 주요국으로 성장할 것이다. 2011년 6.3백만톤에서 2017년 41.8백만톤에 달하는 생산량이 예상된다 (Business Monitor International Q2 2013 보고서). 하지만 2017년의 41.8백만톤은 전 세계 생산량의 1% 미만으로 예상된다. 석탄의 생산량은 대부분 중국과 인도로 수출될 것이며 이는 모잠비크를 10대 석탄 수출국으로 만들어 줄 것이다(그림 6).

● 맺음말

모잠비크의 광물자원은 현재 팔목할 만한 생산실적을 보이지는 않고 있다. 하지만 석탄은 많은 주목을 받고 있고 2017년에는 세계 10대 수출국으로 발돋움 할 수 있는 잠재성을 지니고 있다. 이 밖의 광물자원으로는 알루미늄, 티탄철광, 탄탈륨, 지르콘 등이 있다. 알루미늄은 아프리카에서 가장 큰 제련소 중 하나인 모잘 제련소에서 꾸준히 5십만톤 이상 생산하고 있다. 탄탈륨은 마로피노 탄탈륨 광산을 재개

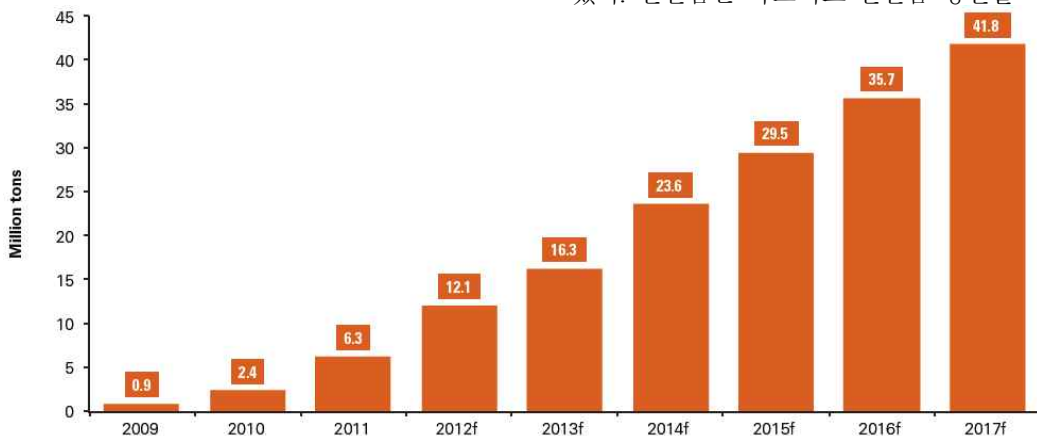


그림 6. 모잠비크 석탄 생산량과 예측 (KPMG, 2013).

발하여 생산하다가 높은 방사능 수치와 운송 문제로 2013년 휴광하여 생산량이 급감하였다. 모마 광산에서 티탄철석, 루틸과 저어콘을 생산하고 있으며, 테테 프로젝트에서 2016년 이후 티탄철석을 생산할 예정이다. 베릴륨은 세계 3위의 생산순위이지만 세계 생산량의 0.9%로 미미한 수준이다.

◎ 사 사

본 연구는 한국지질자원연구원에서 수행하고 있는 "해외 희유금속 탐사 및 부존잠재성 평가 (GP2012-002)"사업에서 지원되었습니다.

◎ 참고문헌

- BMI, 2013, Business Monitor International Q2 2013 report.
- Frost & Sullivan, 2013, Production and Investment Forecast in Southern Africa's Coal Mining Industry, M8C9-10.
- KPMG, 2013, Mining Mozambique Country mining guide. 25p.
- USGS, 2014, Mineral Commodity Summaries 2014.
- USGS, 2013, Mineral Commodity Summaries 2013.
- USGS, 2012, Mineral Commodity Summaries 2012.
- USGS, 2011, Mineral Commodity Summaries 2011.
- USGS, 2010, Mineral Commodity Summaries 2010.
- USGS, 2009, Mineral Commodity Summaries 2009.
- USGS, 2008, Mineral Commodity Summaries 2008.
- USGS, 2007, Mineral Commodity Summaries 2007.
- USGS, 2006, Mineral Commodity Summaries 2006.
- USGS, 2005, Mineral Commodity Summaries 2005.
- USGS, 2004, Mineral Commodity Summaries 2004.
- USGS, 2003, Mineral Commodity Summaries 2003.