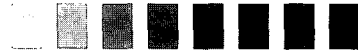


단 보



## 남극의 광물자원

허 순 도

한국해양연구원 부설 극지연구소 극지응용연구부

남극은 해안지역 일부와 높은 산악지대를 제외 한 98%의 지역이 얼음으로 덮여 있다. 일년 내 내 두꺼운 얼음으로 덮여 있는 바다인 빙봉을 포함하면 1,360만km<sup>2</sup>이 넘는 거대한 대륙으로 지구 육지면적의 9.2% 정도를 차지하며, 한반도의 전체면적의 60여배에 달한다. 남극대륙은 본초 자오선을 중심으로 동남극과 서남극으로 나누어 지며, 동남극이 서남극에 비해 면적이 더 넓고 기온이 더 낮으며 얼음의 두께도 더 두껍다.

남극은 연평균기온이 -23℃이고, 지금까지 측정된 최저기온은 러시아 보스톡기지에서 기록된 -89.6℃이다. 또한 남극은 바람이 아주 강한 곳으로 연평균 초속이 20여m에 달하는 곳도 있으며, 해안지방에는 강한 바람에 동반된 눈보라(blizzard)가 불어 혹독한 자연환경을 보여준다.

남극의 기후와 환경이 혹독하다지만 남극에서도 다양한 지질현상이 관찰되며 땅속에도 지하 자원은 존재한다. 남극에 부존하는 지하자원에 대한 관심은 광물의 수요가 많았던 1970년대 후반부터 부쩍 높아져 문명사회에서의 자원고갈에 대한 대안으로 미국, 영국, 구 소련, 오스트레일리아, 칠레, 아르헨티나, 일본, 뉴질랜드 등 여러 나라들에 의해 활발하게 검토되어 왔다.

남극지역에서의 자원 탐사는 남극 대륙의 대부분이 얼음으로 덮여 있어 직접적인 조사가 어려운 실정이다. 그러나 남극대륙의 해안선을 따

라 여름철에는 얼음이 녹아 지표가 나타나는 지대가 있고 누나atak(Nunatak)이라 불리는 지형적으로 높은 곳의 꼭대기 부분은 암석이 노출되어 있어 조사가 가능하다. 또한 남극대륙은 원래 다른 대륙과 하나의 대륙인 곤드와나 거대륙을 형성하고 있었기에 주변 대륙에 분포하는 자원을 검토함으로써 남극에서 부존할 것으로 예상되는 광상을 간접적으로 예측해 볼 수 있다.

남극에 부존하는 지하자원에 대하여는 국내에서도 여러 논문과 책자들에서 이미 소개된 바 있다(김예동과 안인영, 2001; 장순근, 1999, 1998-a, -b, 1986; 황정 외, 1995). 그러므로 여기에서는 남극의 자원분포를 간략히 소개하고 남극에서의 자원개발 가능성에 대하여 북극지역의 예를 통해서 고찰해 보고자 한다.

### 남극의 지질

남극은 도학적으로 본초자오선을 중심으로 동남극과 서남극으로 구분하지만, 지형과 지질에 따라 남극대륙을 길게 가로지르는 남극종단산맥을 따라 동남극과 서남극의 두 대륙지괴로 나누어진다. 동남극은 시생대 초기에 형성되어 원생대 중기에 거의 완성된, 지구상에서 가장 오래된 대륙이라 할 수 있다. 남극종단산맥은 대부분 고생대 조산운동에 의해 생성되었고, 서남극

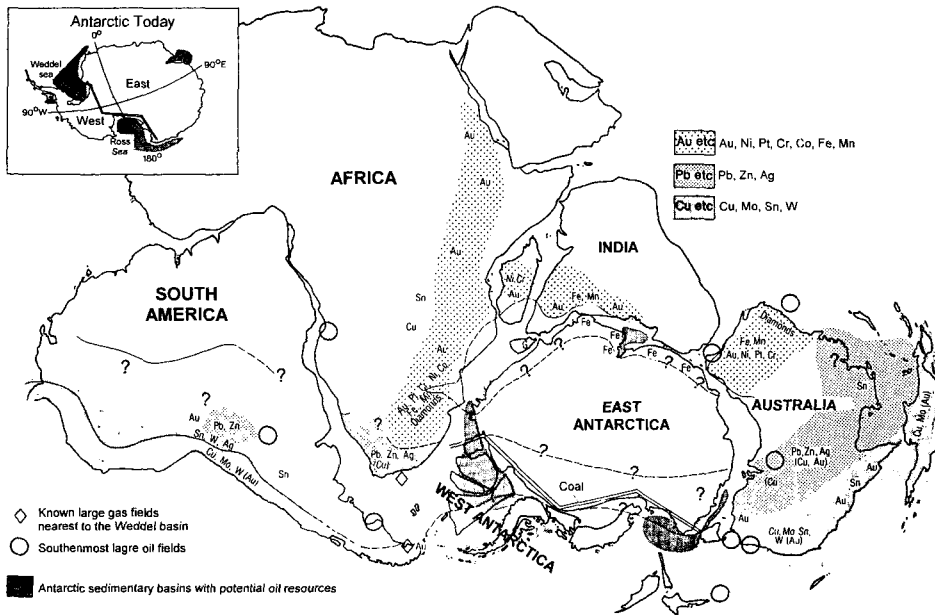


그림 1. 약 180 Ma 이전에 남반구 대륙들이 곤드와나 거대륙으로 이루어져 있을 때의 모습. 남극 주변의 대륙에서 산출되는 다양한 금속자원으로 부터 남극대륙에 부존할 것으로 예상되는 광물자원을 예측할 수 있다. 남극대륙에서 확인된 석탄층도 함께 표시하였다(De Wit, 1985).

은 동남극에 비해 비교적 규모가 작고 수억년 미만의 연령을 갖는 7개의 지괴로 구성된다.

남극대륙은 약 2억년전에 분리되기 시작한 곤도와나 거대륙에서 유래된 것으로 알려져 있다. 곤도와나 거대륙은 고생대 말에서 중생대까지 남반구에 있었을 것으로 생각되는 거대륙으로 현재의 아프리카, 남미, 호주, 인도, 뉴질랜드와 남극 등이 하나로 합쳐져 있던 거대한 대륙이다. 남미대륙과 연결되어 있던 남극반도 지역이 신생대 올리고세에 분리되어 남극대륙이 다른 대륙으로부터 완전히 분리되어 고립되었고, 남극대륙 주변을 휘감아 도는 남극순환 해류가 완성되었다. 이러한 남극순환해류는 저위도 지역에서의 따뜻한 해류가 남극으로 유입되는 것을 차단하였고, 남극은 열적으로 고립되기 시작하여 빙하가 생성되었으며, 이에 따라 현재와 같은 기후가 형성된 것으로 생각된다.

앞서 언급한 바와 같이 남극대륙이 주변 대륙과

연결되어 있던 주라기 이전의 곤드와나 거대륙 상태로 복원하면 현재의 아프리카, 남미, 인도, 오스트레일리아 대륙과 붙어 있었음을 알 수 있다. 이들 대륙에는 세계적인 대규모 광상이 부존하고 있으므로 남극대륙에서도 이와 유사한 광상이 존재할 것이라는 유추가 가능하다(그림 1).

비슷한 성인을 가진 광상들을 묶어 광상구라고 부르는데, 현재까지 남극에서 발견된 광상의 분포를 종합하면 동남극 광상구, 남극중단산맥 광상구, 안데스 광상구로 구분할 수 있다(그림 2). 이를 주변 대륙과 하나의 대륙으로 구성된 당시 곤드와나 거대륙의 광화대와 비교하면 남극의 지하자원에 대한 잠재 가능성을 예측할 수 있다.

## 동남극 광상구

동남극은 대부분이 빙하로 덮여 있어 이 지역에 관한 자료는 부족하지만 해안지역에 노출된

기반암에서 부분적으로 띠모양으로 철을 많이 함유한 지층인 호상철광층(Banded Iron Formation)을 확인할 수 있다.

호상철광층의 형성시기는 주로 시생대와 원생대이며 일부는 현생의 것도 있다. 동남극의 호상철광층은 윌크스랜드(Wilkes Land)에서 퀸모드랜드(Queen Maud Land)에 걸쳐 부분적으로 나타나며 이들 광상들 중 엔더비랜드(Enderby Land)의 것은 인도의 호상철광층과 윌크스랜드의 것은 호주 서부의 호상철광층과 대비된다.

특히 호주 서부의 호상철광층에는 철 이외에도 백금, 크롬, 니켈 등의 광상과 퇴적기원의 금광상이 부존하고 있어 이들 광물의 부존도 기대된다.

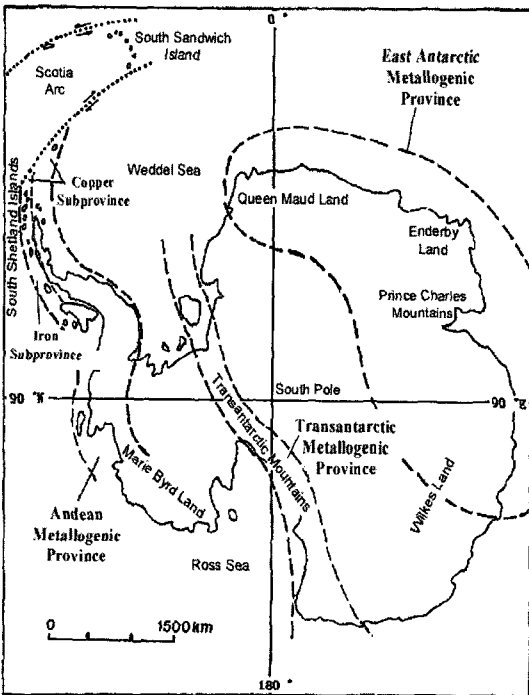


그림 2. 남극의 광상구. 남극에서 산출되는 금속 광물자원은 광층과 분포지역에 따라 동남극 광상구, 남극종단산맥 광상구와 안데스 광상구로 구분할 수 있다(De Wit, 1985).

동남극 프린스 찰스 산맥(Prince Charles Mountains) 지역의 호상철광층은 두께가 400m에 달하며, 항공 자력 탐사 결과 폭이 약 5km와 10km인 두 광체가 평행하게 발달되어 있고 그 연장이 각각 120km와 180km에 달하는 것으로 보고되었다.

### 남극 종단산맥 광상구

이 광상구는 남극종단산맥에서 유래된 것으로 고생대 초기와 중생대 중기에 형성된 광상들로 구성되어 있고, 이들은 다시 로스(Ross)광상구와 페라(Ferra)광상구로 세분된다.

로스광상구는 고생대에 있었던 변형작용과 화성활동과 관련이 있는 광화대로서 주로 고생대에 관입한 화강암체의 연변부에서 구리, 비스무스나 리튬광물들이 산출된다. 호주의 타스만 대(Tasman Belt)에는 고생대의 화성작용과 관련된 금, 구리, 은, 비소, 연, 아연, 몰리브덴, 비스무스, 석, 텅스텐과 안티모니 광상이 분포하고 있어 이들 광상의 부존이 예상된다.

페라 광상구는 중생대 중기에 형성된 페라 층군으로 명명된 층상의 염기성 복합암체(실리카 함량이 적은 여러 종류의 화성암으로 이루어진 암체)와 관련된 광화대이다. 특히 펜사코라(Pensacola) 산맥의 듀펙 관입암체(Dufek intrusion)는 경체성이 높은 백금, 티탄, 바나듐, 크롬 등이 산출되는 남아프리카의 부시벨드 복합암체(Bushveld Complex) 다음으로 큰 규모의 염기성 복합암체로서 철-티탄 산화광물, 철-구리 황화광물과 코발트, 크롬, 바나듐, 백금 등을 함유한 광물들이 보고되어 있다. 현재 듀펙 관입암체는 최상부 일부만 노출되어 있지만 전체 암체의 두께가 7km에 달할 것으로 추정되므로 하부에는 크롬, 니켈, 백금, 코발트, 바나듐, 철 등이 농집되어 있을 것으로 생각된다.

### 안데스 광상구

남극반도에는 중생대와 신생대의 화성활동과 관련된 광상들이 분포하는데, 이 광상들은 남미 안데스 광상구의 남측 연장부라는 의미에서 안데스 광상구라 명명되었다.

남미 안데스 지역은 세계적인 광물산지로서 특히 반암동광상(Porphyry Copper Deposit)으로 불리는 대규모의 구리광상과 이에 수반되는 몰리브덴, 금, 석, 텅스텐, 연, 아연 광상이 부존한다. 남극의 안데스 광상구는 남미 안데스 광상구와 지질학적, 판구조적 환경이 유사하여 이와 같은 광상이 부존할 것으로 예상된다.

안데스 광상구는 우세한 광종에 따라 구리 광상

구와 철 광상구로 분류할 수 있다(그림2와 3).

구리 광상구는 세종기지가 위치한 남체틀랜드 군도와 남극반도의 화성활동대를 따라 발달하고 있다. 특히 세종기지 주변에는 화강암체를 중심으로 구리를 다량 함유한 변질대가 존재하여 남미 안데스형 반암동광상의 부존이 예상되고, 인근 리빙스톤 섬 일대에도 열수광맥에 수반된 구리, 연, 아연 광상이 배태되어 있다.

철 광상구에서 산출되는 철광물로서는 자철석, 적철석, 갈철석이 있으며 대표적인 산출지는 염기성 용암층 내에 철 광체가 배태된 브라반트(Brabant) 섬과 층상 반력암내에 철 광물이 배태된 아르젠틴(Argentine) 섬이다.

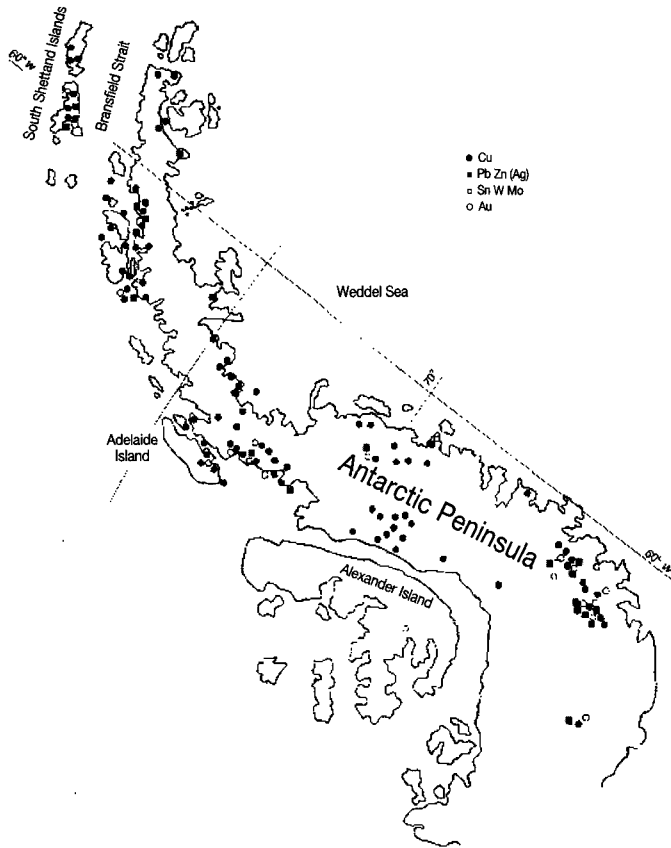


그림 3. 남극반도에서 확인된 금속 광물자원의 분포(Splettstoesser and Dreschhoff, 1990; De Wit, 1985).

## 석유와 석탄

남극에서의 석유 부존 가능성에 대해서는 주로 서남극의 웨델해와 로스해를 중심으로 지구 물리적 탐사를 통해 활발히 이루어지고 있다. 아직까지는 매장량에 대한 정확한 수치는 알려져 있지 않지만 상당한 양의 석유가 이들 지역에 매장되어 있을 것으로 추정되며, 로스해에는 유기물의 고화작용에 의해 형성된 메탄 및 에탄 가스 등의 탄화수소가 대량 부존하고 있어 이의 개발 가능성이 높다.

남극횡단산맥과 동남극의 고생대 및 중생대 지층에는 두꺼운 석탄층이 부존되어 있다.

남극에서 산출되는 석탄층 중 가장 광범위하게 분포하고 품질이 좋은 것은 남극횡단산맥에서 산출되는 것으로 최대 두께 10.7m에 최대 폭 1~3km에 달하는 석탄을 함유한 지층이 나타난다(그림 2). 남극횡단산맥 지역에서 예상되는 석탄의 매장량은 1,500억 톤에 이를 것으로 생각된다.

## 남극에서의 지하자원 개발 가능성

지하자원이 인간생활에 사용되기 위해서는 유용광물이 한 곳에 집적되어 채광의 대상이 되는 광상을 형성하여야 한다.

유용광물은 금, 은과 같이 선사시대 이래로 꾸준히 중요성을 가지는 광물이 있는 반면, 희유 원소처럼 고도의 산업화에 따라 새로이 중요성을 갖는 광물도 있다. 그러므로 광상의 중요성은 시대적으로 인간 생활의 필요에 따라 변할 수 있다. 또한 우리의 관심이 될 수 있는 광상은 경제성과 밀접한 관계를 갖고 있어 어떤 특정 광물이나 원소의 가치가 올라가면 개발의 관심이 되지 않았던 저품위의 광상이 개발되기도 하고, 활발히 개발되던 광상도 경제성이 없으면 문을 닫기도 한다.

남극에서의 지하자원 개발은 광상의 규모와 품위이외에도 여러 가지 경제적 위험요소를 더 많이 안고 있다. 자연환경적으로 혹독한 기후로 인하여 많은 제약을 받고 있으며, 문명세계와도 멀리 떨어져 있어 교통이 불편하고 운송비도 많이 소비된다.

채광을 위해 필요한 에너지의 공급도 아직은 해결하기 힘든 문제이다. 또한 현재 급격히 대두되고 있는 환경보호를 위한 움직임에서 보더라도 광상의 개발은 필연적으로 주변 환경에 피해를 줄 수 있으므로 환경피해를 최소화할 수 있는 노력이 필요하다.

현재 남극의 지하자원 개발은 국제적으로 남극환경의정서에 의거하여 지난 98년을 기점으로 50년간 개발이 유보된 상태이며, 오직 과학적인 연구만이 허용되고 있다.

그러나 지구상에 존재하는 자원은 유한하고 산업화가 진행됨에 따라 필요한 광물의 수요는 계속 증가하고 있으므로 언젠가는 남극의 지하자원도 개발해야 할 필요성이 있는 시점이 도래할 수 있다. 현재 캐나다 북부, 알래스카, 시베리아 지역의 북극권에서는 활발한 자원 탐사가 이루어지고 있고, 일부 광상에 대해서는 개발이 진행중이다.

다음에 소개할 두 개의 북극권 광산개발 사례를 통해 남극에서의 광산개발 가능성을 간접적으로 살펴보고자 한다.

## ‘Black angel’ 연-아연 광산

극지방에서 최초의 현대적인 광산으로 알려져 있으며, 북극권 경계에서 500km 북쪽인 북위 71도에 위치한다.

광체는 그린란드 빙원 끝의 피요르드 절벽 사면의 700m 높이에 발달되어 있고, Black angel 이란 이름도 대리석으로 이루어진 절벽 사면에 나타난 연-아연 광체가 검은색의 천사

모양을 하고 있어 유래된 것이다.

이 지역은 원래 1920년에서부터 2차 세계대전이 시작되기 전까지 고품질의 대리석을 채석하던 곳으로 1930년대에 대리석 채석 중에 유화광체가 발견되었고, 1930년대와 40년대에 덴마크 지질학자들에 의해 광산 탐사가 실시되었다. 다이아몬드 굴착을 포함한 상업적인 조사는 1960년대에 캐나다 광산회사에 의해 실시되었고, 1971년에는 덴마크 광산회사에서 25년간의 채굴권을 확보한다.

광상은 고생대의 탄산염암 지층을 모암으로 하며 발달한 층상 유화 광상으로 10개의 층상 광체로 구성되어 있고, 주 광체는 해저면 600-700m에서 나타난다. 광체는 심하게 구조 운동을 받았고, 변성되어 있어 광상의 기원은 불확실하지만, 후기 미시시피 벨리 형 광상으로 생각되고 있다.

'Black angel' 연-아연 광상의 총 매장량은 13.6백만 톤에 이르고 품위는 Zn 12.3%, Pb 4.0%, Ag 29ppm. 1973년에서 1990년 사이에 11.2백만 톤을 채광하였고, 2.4백만 톤의 채광 불가능한 광체를 남기고 1990년에 문을 닫았다.

이 지역의 최고 기온은 25℃이고 최저 기온은 -35℃이며, 채광 대상인 절벽 사면의 평균 온도는 -10℃로 10개의 광체 중 최하부의 광체를 제외하고는 모두 영구동토층 내에 위치하고 있다. 오히려 영구동토층 내의 광체는 광산의 안정성과 회수율에서 유리한 점이 있는 반면 영구동토층 아래에서는 파쇄대를 통해 물이 흘러들어 채광에 어려움을 준다.

실제로 최하부 광체를 개발중이던 1984년에는 유입되는 물이 너무 많아 1년 정도 채광이 중단되었고, 방수 및 채수시설 설치한 후에 개발이 계속되었다.

채광은 지하 갱도를 통해 이루어졌으며, 주로 'room and pillar' 방식으로 이루어졌고, 소규모

모의 급경사 광체에 대해서는 cut and fill 방식이 사용되었다. 지하 갱도내에서 파쇄된 광석은 두 개의 케이블카를 이용하여 사면 맞은 편의 체분시설로 옮겨졌다.

모든 전기는 디젤 발전기를 통해 공급되며, 식수는 피요르드의 해수를 담수화 장치를 통해 공급하고, 담수화장치에서 나오는 높은 염농도의 해수는 굴착 작업시 냉각수 및 윤활수로 사용하여 여는점 내림을 통한 동결방지에 이용되었다.

다행스러운 점은 혹독한 기후 조건에 비하여 바다는 난류의 영향으로 6월에서 11월까지 배가 운행할 수 있어 농집된 광석은 배를 통해서 유럽의 제련소를 보내졌다.

광산개발 준비 단계에 환경오염에 대한 검토가 이루어졌지만, 첫 몇 해 동안의 채광후에는 환경오염의 문제는 예상된 것보다 훨씬 심각하여 피요르드의 물이 연, 아연과 카드뮴에 의한 전반적으로 오염된 것으로 관측되었다. 이에 따라 주 정부에서는 광산회사에 환경개선을 요구하였고 특히 광미에 의한 오염과 처리 문제가 개선되었다.

광미는 파이프라인을 통해 주변의 피요르드에 적재하였고, 광미에 포함된 중금속 함량을 낮춤으로서 1978년과 1985년에 측정된 광미의 중금속 농도는 납이 0.44%에서 0.15%, 아연이 1.1%에서 0.23%, 카드뮴이 57에서 14ppm으로 줄었다. 광산이 폐쇄된 후에는 광미의 대부분은 치워졌고 일부는 피요르드 하부나 이전의 광석 보관소에 보관되었다. 폐쇄된 후 2005년까지 계속 이 지역의 중금속 환경 모니터링을 실시할 계획이며, 그 동안의 모니터링 결과에 의하면 중금속 농도가 급속하게 줄어들고 있음을 보여준다.

광산개발은 지역경제에 많은 영향을 미쳤으며, 고립된 상황에서의 근로조건에 대한 여러 대안점이 제시되었다. 전체 350명의 직원 중 45% 정도는 그린란드 현지인을 채용하였으며

나머지는 덴마크와 스웨덴인이 고용되었다. 종업원들은 1일 10시간, 2교대로 주 6일을 일하고 4개월을 광산에서 일하면 1개월간의 휴가를 주어 고립된 생활에서 발생하는 스트레스를 해소하도록 하였다.

광산이 폐쇄된 이후 1997년에는 캐나다 광산 회사에서 재개발 가능성 타진하였으며, 이때 갱도 등이 잘 보존되어 있고, 분쇄기 등의 장비들도 상태가 좋은 것으로 확인되었다. 그러나 1998년 초에 아연 값이 폭락함으로 인해 채광권 반납하게 되었다.

## 'Polaris' Zn-Pb 광산

'Polaris' 광산은 캐나다 북부 'Little Cornwallis' 섬에 있으며, 지구상에서 가장 고위도(북위 75도)에 위치한 광산으로 북극점과는 1,400km 떨어져 있다.

아연-연 광체는 1960년에 처음 발견되었고 1970년에는 중력탐사를 통해 대규모 이상대를 발견하였으며, 1973년에는 시험 굴착을 통해 총 매장량 25만톤에 품위는 아연 14%, 납 4%의 광체를 확인하였다.

'Polaris' 광상은 미시시피 벨리 형 광상으로 아연과 납은 각각 섬아연석과 방연석으로 산출되고 주변 모암은 돌로마이트와 방해석이다.

광체는 균질한 품위로 지표면 아래 80m와 300m 아래에서 나타난다. 부광대는 공극률이 높고(2-4%) 영구동토층 내에 위치하고 있어 공극수는 모두 얼어 있다.

이 얼어붙은 공극수는 채광에서 아주 중요하며, 만약 이들이 녹으면 지반을 약화시키거나 부서지게 만든다.

갱도는 항상 -12℃를 유지하도록 외부 환기 시스템을 설치 운영하였다. 1983년 여름에는 이상고온으로 영구동토층이 녹음으로 인해 한동안 채광이 중단되었고 그 후 냉방시스템을 설치

하여 이러한 사태에 대비하였다.

광체 접근은 경사로를 통해 이루어졌고 채광은 'bulk mining' 방법으로 이루어졌고, 굴착은 동토 조건을 유지하기 위해 건조 굴착 기술을 사용하였다.

지하에서 파쇄된 광석은 컨베이어 시스템을 이용하여 재분기로 보내졌다. 농집된 광체는 바다가 녹는 9에서 12주간의 여름철 동안에 유럽의 제철소로 보내졌다.

이 광산은 캐나다에서 가장 컴팩트한 광산으로 전체 사용하는 땅 면적은 170헥타르이고, 220명의 사람이 거주할 수 있는 시설이 되어 있었다. 극지방에서의 시설물 건설에 따른 막대한 비용과 소요기간을 줄이기 위해 새로운 공법이 시도되었다.

대부분의 시설물들은 사전에 제작하여 바지에 싣고 가서 짧은 시간 내에 시설물을 완성하는 것으로, 바지 자체를 저장 및 편의 시설로 사용하였다. 이러한 공법을 통해 광산개발 준비기간을 10주 이상 단축하여 약 1년만에 광산개발을 시작할 수 있었다.

광산에서 발생하는 광미는 주변에 있는 호수에 처리되었다. 이 호수는 영구적인 열적 및 화학적으로 구분되는 3개의 층을 가지고 있으며, 이 중 최하부층은 고염도의 무산소 지역으로 해양생물체가 살지 않으며, 화학적으로 폐쇄계를 이루고 있어 광미를 처분할 수 있는 적합한 곳이었다.

광산의 운영은 캐나다 북부에 거주하는 에스키모들에게 일자리 창출의 좋은 기회가 되었으며, 작업 종류와 숙련도에 따라 다양한 근무 시간제를 운영하였고 가족 임시 고용제와 장기 근속자에 대한 장기 무급휴가제 등을 이용하여 고립된 노동조건에 따른 문제점을 해소하였다.

이 광산은 2002년 9월에 향후 21년 후에 광체가 고갈된다는 예측에 따라 폐쇄를 결정하였고, 2004년 9월까지 2년간의 5천 3백만불 규

모의 복구 사업이 이루어 졌으며, 2009년까지 장기적인 환경 모니터링을 실시하고 있다.

이상에서 살펴본 북극권의 두 광산은 가혹한 기후환경을 새로운 공법 등을 통하여 성공적으로 개발된 사례로 고부가 가치의 희유금속이 아닌 기본유화광물을 대상으로 극지방에서 광산개발을 한 드문 사례이다. 이들 광산들은 지리적으로 해안가에 있어 바다를 통한 수송이 가능하였고, 개발 기술면에서도 영구동토를 활용함으로써 높은 회수율을 보여주었다.

북극지역에서의 성공사례를 남극지역에 직접 적용할 수는 없다. 남극과 북극은 근본적으로 두 가지 차이점을 보이고 있다.

첫 번째로 자연환경의 확연한 차이로서 북극은 지중해의 여섯 배에 이르는 깊은 바다로 이루어져 있고 그 바다 주변을 육지가 둘러싸고 있다. 반면, 남극은 깊은 바다로 둘러싸인 아주 큰 대륙이다.

두 번째 차이는 인문적인 차이로서 북극지역은 거주민에 의한 인간활동이 있고 대부분의 지역이 한 국가의 영토에 속해 있다. 반면, 남극에는 탐험대 이외에는 거주하는 사람이 없으며, 어떤 정치적인 지배도 없다. 이러한 차이점을 광산개발 측면에서 고찰하면 장점과 단점을 함께 보여 준다. 즉, 자연환경의 차이는 남극이 북극보다 더 가혹한 기후환경을 보여 개발에 더 많은 어려움을 주기도 하지만 배를 통해 접근할 수 있는 지역이 넓다는 장점도 있다.

거주민이 없다는 사실은 인력 수급과 근무환경이 열악해질 수 있지만, 어떤 정치적인 지배가 없음으로써 보다 쉽게 광업권의 획득이 가능할 수도 있다.

현재 남극은 훼손되지 않은 유일한 대륙으로서 지구 환경변화 연구를 위하여 모든 상업적인 개발이 금지되어 있다. 그러나 지구상에 존재하는 자원은 유한하고 광물의 수요는 계속 증가하고 있으며, 이에 따라 광물자원의 가격이 계속

오른다면 남극에서의 광물자원 개발도 보다 적극적으로 검토될 것으로 보인다. 또한 북극지역에서의 광산개발 예에서와 같이 새로운 기술 개발을 통하여 환경을 최대한 보존한 상태에서 광산개발이 가능할 것으로 보이므로 앞으로 미래의 자원보고로서의 남극에 대한 관심을 늦추지 말아야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김예동, 안인영, 2001, 남극과 지구환경. 한국 해양연구원, 139p.
- 장순근, 1999, 남극의 광물자원(3). 광업진흥, v.77, 대한광업진흥공사
- 장순근, 1998-b, 남극의 광물자원(2). 광업진흥, v.76, 대한광업진흥공사
- 장순근, 1998-a, 남극의 광물자원(1). 광업진흥, v.75, 대한광업진흥공사
- 황정, 이종익, 김예동, 1995, 남극대륙의 메탈로제니와 금속광화작용에 대한 고찰. 한국극지연구, v.6, 79-90.
- De Wit, M.J., 1985, Minerals and Mining in Antarctica. Oxford University Press, New York, 1985, 127p.
- Rowley, P.D., A.B. Ford, P.L. Williams, D.E. Pride, 1983, Metallogenic Provinces of Antarctica. Proceeding of the Fourth International Symposium on Antarctic Earth Sciences, 414-418.
- Spletstoeser, J.F., G.A.M. Dreschhoff, 1990, Mineral Resources Potential of Antarctica. Antarctic Research Series, 51, American Geophysical Union,