



칠레 아타카마 염호의 리튬자원

이 길 재

한국지질자원연구원 광물자원연구본부

아타카마 (Atacama) 염호 지역은 고온 (섭씨 30도 이상)과 건조기후 조건에서 대량의 리튬 (Li)이 자연적으로 농집 된다는 사실이 확인되었다. 어떻게 아타카마 지역에 대량의 리튬이 축적되었는지는 자연적인 운명의 장난이다. 이는 고온, 바람, 적은 강수량과 같은 최적의 증발 조건의 절묘한 조화에 의해 가능하다.

은 Li 추출작업은 새로운 도전이 되고 있다. SQM사는 염수로부터 연간 42,000 톤의 탄산리튬(Li_2CO_3)과 6,000 톤의 수산화리튬(LiOH)을 생산하고 있으며, 반면 Chemetall사는 연간 탄산리튬 20,000 톤 이상을 생산할 수 있는 능력을 보유하고 있으며, 실제적으로 연간 탄산리튬 27,000 톤을 생산한다.



그림 1. 칠레 아타카마 염호에서 SQM사의 공정 중 리튬농도가 6%에 이르면 염수는 밝은 녹색으로 바뀐다.

또한 안데스 산맥으로부터 흐르는 자연적인 지표 밑의 물의 흐름은 중요한 작용을 하는 광물들을 포함하는 염수를 보충한다. 그러나 칠레의 개발사들 (SQM SA사 및 Chemetall GmbH사)

아타카마 염호

아타카마 염호는 칠레 안토파가스타에서 200km 동쪽에 위치한다. 염호의 면적은 3,000 km^2 이상이며 길이는 85km이며 폭은 50km이다. 고도는 2,300m이며 암염핵의 크기는 1,400에서 1,700 km^2 이다. 배수분지 (drainage basin)은; 면적은 11,800 km^2 이다. 토지 소유권은 SQM사와 Chemetall사가 소유하고 있다. SQM사와 Chemetall사 소유지 사이의 100 km^2 지역과, SQM사 소유지 북부를 포함한 비소유지 면적의 리튬의 광량은 약 400,000 톤으로 알려져 있다. 염호 전체의 매장량은 6.9 백만톤이다. 평균 리튬 농도는 1,500 ppm이고 농도 범위는 1,000~4,000 ppm이고 Li과 Mg 비는 1:6이다.

염수추출

0.5-1 m 두께의 아타카마 염호 아래에는 스펀지와 같은 암염(halite)체가 분포하고 있다. 엘타티오(El Tatio) 부근 간헐천은 염호와 관련된 리튬(Li), 붕소(B), 칼륨(K)의 근원지로서 관심을 끌어들였다.

염수는 리튬, 붕소, 마그네슘(Mg)과 다른 광물들이 높게 농집된 층에 개설된 60m 보다 얇은 우물들로부터 추출될 수 있다. 우물이 개설되면 압력차에 의해 놀라울 정도로 간단한 과정으로부터 깨끗한 결정의 염수는 공동내로 흘러들어온다.

펌프를 설치하면 염수는 지표의 플라스틱으로 만들어진 증발 연못으로 끌려 올려온다. 증발연못은 앞쪽 끝에 위치하는 기중기에 의해 만들어진다.

연속적으로 밝은 푸른색의 연못들은 6%의 Li 농집에 도달하면 액체는 밝은 노란색으로 변한다. 이것은 SQM사와 Chemetall사 모두가 사용하는 잘 숙련된 공정이다. 염수의 평균 Li 농도는 1,500ppm이지만, 염호 전체적으로 봤을 때 큰 차이를 보인다. 예를 들어 염호의 한부분은 2,000~940ppm의 다소 넓은 농도 범위를 보이고 130ppm 까지 작은 농도를 보이기도 한다.

Chemetall사 리튬 생산현황

Foote Mineral사와 칠레 광업발전공사인 CORFO합작사는 리튬과 칼륨의 생산을 1984년부터 아타카마에서 시작했다. CORFO의 지분은 Foote에 팔렸고, Chemetall사가 1988년에 인수하였다. Chemetall사는 현재 40개 이상의 증발연못을 운영하고 있다.

염호의 남쪽 시설에서는 일련 공정의 증발 연못을 운영하고 있으며 2,000ppm에 가까운 리

튬(Li) 농도로 농집시킨다. 이 공장의 농집 시설은 세 가지 공정으로 이루어진다. 첫 번째 연못에서 0.6%, 두 번째 연못에서 3%, 세 번째 연못에서 6%의 리튬농도로 농집된다. 세 번째 연못에 도착하는 염수는 리튬의 높은 농도때와 붕소(B)의 높은 농도 때문에 밝은 노란색과 녹색이 섞인 색을 띤다. 이때 마그네슘과 리튬의 비율은 1:6이 된다. 그 다음 이 농축된 액체는 270km 떨어져 있는 안토파가스타(Antofagasta)근처로 다음 공정을 위해 운반트럭에 이동된다. Chemetall사는 100,000 tpa의 염화칼륨(KCl) 가용량이자 비축량을 보유하고 있다.

SQM사 리튬 생산현황

SQM사는 1995년 Coya Sur 지역에서 질산칼륨 비료로 이용하기 위해서 아타카마에서 연간 300,000 톤의 염화칼륨(KCl) 생산을 시작하였다. 그 이후 비료생산에 주력하던 이 회사는 이년 동안 황산칼륨(K₂SO₄) 연간 250,000 톤과 붕산 연간 16,500 톤으로 생산량을 늘리게 되었다. 1997년 SQM사는 염수에서 탄산리튬의 추출을 시작했으며, 뒤이어 요업, 유리와의약품시장과 배터리 산업에 소개하게 되었다. 또한 수요가 보다 작은 배터리시장에 그들의 존재를 알리게 된다. 이로 인해 약 5년 동안 연간 30,000 톤으로 생산량을 늘리게 되었다. 2008년 5월 SQM사는 연간 40,000~42,000 톤 생산 가용량에 도달하게 되었지만, 현재 가동율은 약 75%이다. 염수 추출 공정은 Chemetall사의 공정과 비슷하며, 40~50m 깊이의 수백 개의 우물을 보유하고 있다. 리튬 농도 6%로 농집된 염수는 트럭에 실려 탄산리튬, 수산화리튬, 붕산(연간 65,000 톤 생산)으로 제조하기 위하여 다음공정 시설로 운반된다.

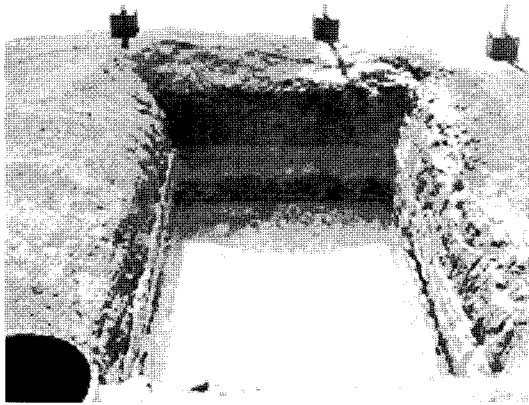


그림 2. 아타카마 SQM사 염수추출 우물.

리튬 공정

염수에서 탄산리튬 추출을 포함하는 최종상품을 정제하는 SQM사와 Chemetal사의 시설물은 아타카마에서 270km 떨어진 칠레 북부의 항구도시인 안토파가스타(Antofagasta)에 위치한다.

SQM사

카르멘(Carmen)에 위치하는 SQM사 염수가 공장에서 1997년에 탄산리튬의 생산을 시작하였고, 2005년에 수산화리튬의 생산을 시작하였다. 6%의 리튬을 포함하는 염수를 플랜트에서 공급받아 붕소와 마그네슘을 제거하기 위해 화학처리 한다. 소다회(soda ash)는 탄산물 상태로 리튬을 침전시키기 위해 첨가되고, 석회(lime)는 pH를 낮추기 위해 첨가하게 된다. 마그네시아(magnesia)는 두 단계의 정제과정을 통해 제거된다. 다음으로 탈수기를 거쳐 건조로

세계 주요 염호에서의 평균 리튬염수 농도(ppm)

세계 주요 염호에서의 리튬의 평균 농도는 그림 3과 같으며 아르헨티나의 Olaroz 염호가 1,800 ppm으로서 가장 높다.

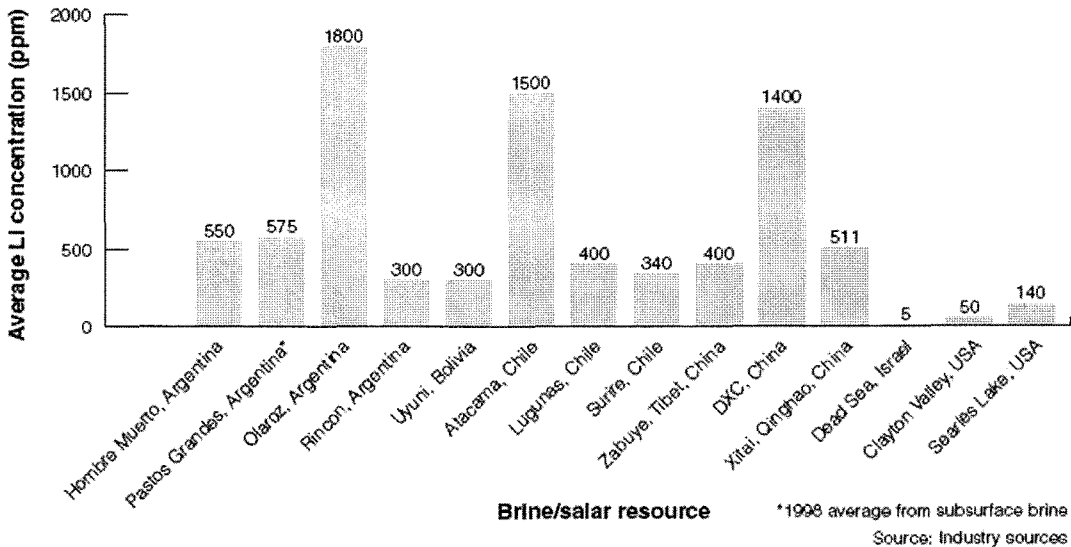


그림 3. 세계 주요 염호에서의 평균 리튬 농도.

표 1. Chemstall사 미래 확장 계획

	현재	2010	2015	2020
탄산리튬	>27,000 톤	>33,000 톤	>40,000 톤	>50,000 톤
수산화리튬	>4,000 톤	>5,000 톤	>10,000 톤	>15,000 톤

에서 건조된다. 건조된 최종산물인 탄산리튬은 특정한 입도로 스크린되어 40kg과 400kg bag 으로 포장되어 창고에 저장되고 안토파가스타 항구에서 선적된다. SQM사는 이 생산시설에서 연간 40~42,000 톤의 탄산리튬과 6,000 톤의 수산화 리튬 생산능력을 가진다. 주요 수출국은 남미(33%), 북미(24%), 유럽(20%), 아프리카(8%) 및 아시아(15%)이다.

Chemetall사

Chemetall사 Negra 가공공장은 안토파가스타에서 20km 떨어져 있으며, Foote Minerals Co.의 기술을 제공받아 1984년 중반에 최초로 칠레에서 탄산리튬 생산을 시작하였다. 이 시설에서는 120명이 교대로 일 년 내내 작업하여 연간 27,000 톤 생산 가용량을 가진다. Chemetall사 공정의 기본은 SQM 공정과 매우 유사하다. 이 회사 시설에서는 평균적으로 리튬 1톤에 소다회 약 2톤이 사용되며, 이는 생산비에서 상당한 비율을 차지함으로써 소다회의 소비량을 줄이기 위해 부단히 노력한다.

최종제품인 탄산리튬은 현장에서 컨테이너에 적재되고 짧은 거리는 트럭을 이용하여 안토파가스타 항으로 운반되며, 플라스틱으로 안감 처리해 마른상태를 유지한다. 이는 수산화리튬,

리튬금속, 부틸리튬, 리튬 특수 상품과 같은 탄산리튬을 기반으로 하는 다양한 종류의 리튬화학제품과 리튬 금속의 생산에 주로 활용된다.

Chemmetall사는 안토파가스타에서의 생산 외에 미국 네바다 실버피크(Silver Peak) 염수추출시설과 독일, 타이완 및 미국 가공처리 공장을 보유하고 있다.

Chemstall사의 미래 확장 계획은 표 1과 같다.

결 언

SQM과 Chemetall사는 칠레 아타카마 염호로부터 리튬을 생산하는 세계적인 회사이다. 현재 약 65%의 염호원 염수는 리튬 생산을 위해 사용되고 있으며 현지주민과 두 회사 노동인력도 이 물을 사용하고 있다. 아타카마 염수의 평균 리튬 농도는 1,500 ppm이고 농도 범위는 1,000~4,000 ppm이고 Li과 Mg 비는 1:6이다. 염호 전체의 매장량은 6.9 백만 톤으로 알려져 있는 리튬 자원의 보고로써 리튬 오아시스라고 불린다.

(‘Industrial minerals’ 2009년 5월호를 요약 정리한 것임)