

세계 리튬자원 현황과 수급

김유동¹ · 고진석² · 허철호^{3*} · 김성용³

¹지오리소스(GeoResources), ²조선대학교에너지자원공학과, ³한국지질자원연구원

Demand-Supply and Production of World Lithium Resources

You-Dong Kim¹, Chin-Surk Ko², Chul-Ho Heo^{3*} and Seong-Yong Kim³

¹GeoResources Consulting Company

²Department of Energy & Resources Engineering, Chosun University

³Korea Institute of Geosciences and Mineral Resources

1. 서 론

최근 리튬은 HEV, PHEV, EV 등 주로 자동차용 2차 전지에 많이 쓰이고 있어 이 분야에서의 지속적인 수요 증가가 전망되고 있다. 리튬광물은 145종 이상이 존재하지만 상업적으로 채굴되는 것은 스포듀민(spodumene), 엽장석(petalite), 레피도라이트(lepidolite) 등이다. 세계의 리튬 생산국으로는 호주, 캐나다, 짐바브웨 및 중국 등인데, 현재 조업 중인 광산 매장량은 전체 594.3만 톤(리튬탄산염(LCE) 환산)으로, 국가별로는 콩고 163.3만톤, 중국 264.3만톤, 호주 79.3만톤, 캐나다 73.5만톤이며, 이들 국가가 전체 광석 매장량 중 97.7%를 차지하고 있다. 그러나, 캐나다 마니토바주나 핀란드 란타(Lantta)에서 개발 중인 것을 포함하면, 1,800만톤 이상의 매장량이 추산되고 있다. 또한, 현재 조업 중인 관수 리튬 매장량은 3,500만톤(LCE 환산)으로, 칠레 2350만톤, 중국 530만톤, 아르헨티나 420만톤, 미국 200만톤이다. 그러나, 아르헨티나 린콘(Rincon)염호, 볼리비아 우유니(Uyuni) 염호 등의 관수 매장량을 포함하면 6,700만톤에 이른다. 리튬 수요는 매년 5%의 성장률을 보이고 있는데, 2007년의 리튬 수요는 9.3만톤(LCE 환산)으로, 전지(23%), 유리·세라믹스용(20%), 윤활유·고무 첨가용(13%) 등으로 쓰이고 있다. 지역별 수요는 아시아 53%, 남북아메리카 21%, 유럽 26% 등으로 리튬자원의 지속적인 수요 증가가 전망되는 가운데, 세계 자동차 생산 강국인 우리

나라도 리튬 이온전지 원료인 리튬자원 확보를 위해 정부에서 많은 관심을 보이고 있는 이때에 세계 리튬자원 현황을 조명해 보고자 한다.

2. 본 론

2.1. 리튬 자원과 수요

리튬은 페그마타이트, 염수, 지열수, 유전의 염수, 핵토라이트 토양 등에 함유되는데, 주로 염호나 페그마타이트 광석으로부터 회수된다. 염호나 광석 중 리튬의 총 자원량은 금속 리튬 환산으로 약 2,916만 톤이고 염호와 광석의 자원량 비율은 2:1 정도이다(Fig. 1). 또, 염호 전체의 자원량 1,866만 톤 가운데, 칠레, 볼리비아 및 아르헨티나 등 3국이 80%를 차지하고 있으며, 광석 자원량 1,050만 톤 가운데, 미국이 47%를 차지하고 있어 리튬자원 분포는 지역 편중이 매우 심하다.

2.2. 리튬광물과 용도

세계의 리튬 수요는 화합물 전체로, 2004-2008년간

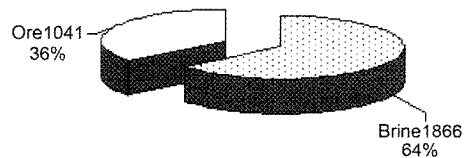


Fig. 1. World Lithium Resources. 10,000 ton.

*Corresponding author: chheo@kigam.re.kr

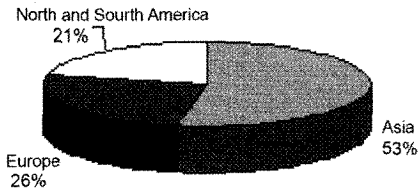


Fig. 2. Lithium Demand by Region (2007).

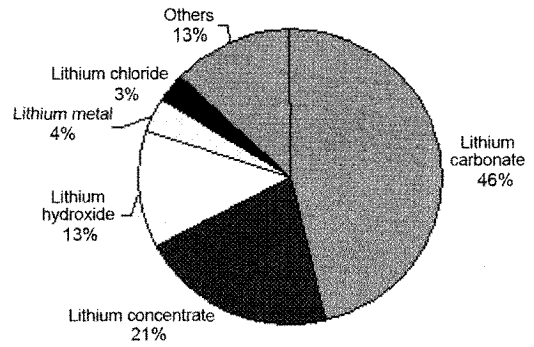


Fig. 3. Lithium Demand by Products (2008).

의 연평균 신장률은 5-7%인데 반해, 2차 전지용 리튬 수요는 20-22%로 현저한 성장을 나타내고 있다. 2008년의 리튬 화합물 전체의 수요는 115-118천 톤(탄산 리튬 환산)이지만, 2007년에 비해 신장률은 1-2%로 낮은 편이다. 이것은 세계적인 경기침체의 영향으로 볼 수 있다. 또, 2007년의 지역별 수요에 대해서는 일본, 중국 등 아시아가 세계의 리튬 수요의 53%를 차지해 최대 시장이 되고 있다(Fig. 2). 리튬의 용도로 탄산 리튬은 리튬이온전지, 내열유리, 도자기 등의 유약, 철강 주조, 탄탈산리튬, 니오비움산 리튬 등으로 쓰이고 있으며, 수산화 리튬은 내열·내압용 윤활유(자동차, 철도, 건설 등)로 쓰이고 있다. 금속 리튬은 리튬이온 일차전지, 음극재, 합성고무 중합 촉매용으로 쓰이고 있고, 염화리튬은 금속 리튬 생산 원료, 경금속 용접용 플럭스, 의약품 등으로 쓰이고 있다(Fig. 3, Table 1).

리튬광물은 드문 편인데, 13개 광물이 잘 알려졌다으며 이중 상업적으로 중요한 광물은 수종밖에 안된다(Table 2). 레피도라이트는 흔하게 산출되는 리튬광물

이지만 산업적인 측면에서는 낮은 리튬 함량으로 인하여 선호도가 스포듀민이나 앰블리고나이트(amblygonite)보다 못하다. 스포듀민은 다른 광물에 비해 안정적인 공급과 상대적으로 리튬의 함량이 높아 산업적으로 주요 리튬 공급원이 되고 있다. 엽장석 역시 많이 산출되는 리튬 광물이지만 리튬 함량이 레피도라이트와 비슷하다. 리튬 광물은 대부분 페그마타이트내에 산출되고 있다.

2.3. 리튬자원 전세계 부존 현황

세계 주요 리튬자원은 칠레, 볼리비아, 아르헨티나의 국경이 접하는 지역에 위치하는 리튬을 함유하는 염호 들인데, 칠레의 아타카마 염호, 아르헨티나의 린콘 염 호 및 볼리비아의 우유니염호가 그 대표적이다(Fig. 4).

Table 1. Lithium use by products

Product	Main usage
Lithium carbonate	Lithium ion battery, enamel for heat-resisting glass and porcelain etc, iron casting, raw material for lithium tantalide and lithium niobic acid
Lithium hydroxide	Lubricant for heat-resisting and resisting pressure (car, rail, construction)
Lithium metal	Lithium ion primary cell, cathode, butyl and lithium raw material for the polymerization of synthetic rubber
Lithium chloride	Raw material for production of metal lithium, flux for welding the light metal, medical treatment etc.

Table 2. Representative chemical formula of lithium-bearing mineral

Minerals	Chemical formula	Remarks
Spodumene	LiAl(SiO ₃) ₂	4-8% lithium-bearing
Amblygonite	LiAl(F,OH)PO ₄	8-10% lithium-bearing
Lepidolite	KLiAl(OH,F) ₂ Al(SiO ₄) ₃ or K ₂ Li ₄ Al ₂ F ₄ Si ₈ O ₂₂	2-4% lithium-bearing
Zinnwaldite	Li ₂ K ₂ Fe ₂ Al ₄ Si ₇ O ₂₄	2-3.5% lithium-bearing
Petalite	LiAl(Si ₂ O ₅) ₂	2-4% lithium-bearing
Triphylite	Li(Fe, Mn)PO ₄	2-6% lithium-bearing
Lithiophilite	Li(Mn, Fe)PO ₄	2-6% lithium-bearing

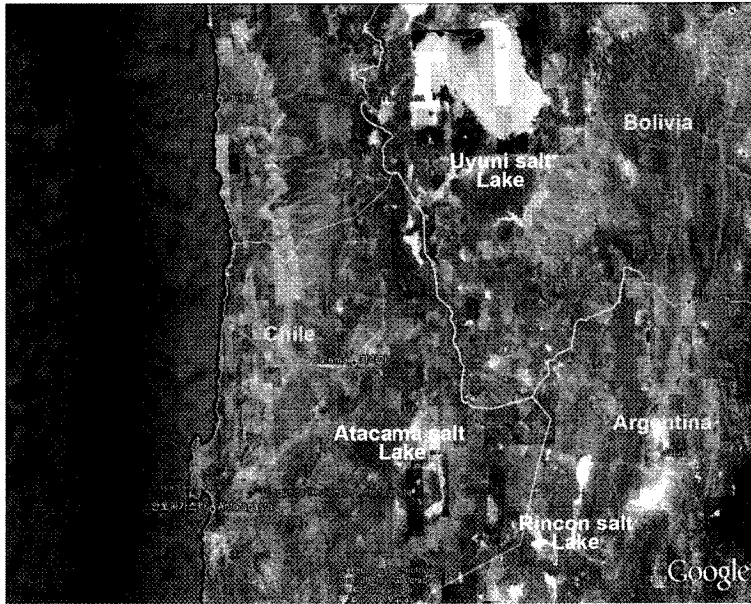


Fig. 4. Location of Atacama, Uyuni, Rincon Brine Lakes.

이 세 염호의 자원량이 세계 리튬 자원량의 약 8할을 차지하는데, 세계 자원량은 순수한 리튬량으로 1,750만 톤이며, 이들 세 염호의 자원량이 1,280만톤에 달해 세계 자원량 대비 78.9%를 차지하고 있다(Table 3).

칠레: 칠레의 아타카마 염호의 호면을 형성하는 암염은 공극률이 24%이며, 관수는 이 암염층의 공극을 채우고 있다. SQM사 및 Chemetall사는 아타카마 염

호에서 리튬 농축 공장을 조업하고 있는데, 이 염호에는 SQM사 소유의 관수를 퍼 올리는 용갱정이 200개소 이상, Chemetall사의 갱정은 20개소에 있다. 아타카마 염호나 염수는 그 수질과 분포 지역이 크며, 세 종류로 나눌 수 있다. 염소를 많이 포함한 염화물이나 염수(MOP: Muriate of potash)를 기본으로 하여, 북동부의 화산대로부터 공급되는 황산을 많이 함유한 유산염이나 물(SOP: Sulfate of potash), 호수 남부에 분포하는 석회암의 영향을 받는 칼슘이나 물이 있다. 이 중 MOP와 SOP의 조성을 Table 4에 나타내었다. SOP는 유산염이 저해물질이 되어 리튬 농축이 곤란하지만, SQM사의 주산물은 비료이며, 리튬은 부산물로서 회수하고 있기 때문에 SOP 분포지역에서도 조업하고 있다. 한편 Chemetall사는 리튬을 주산물로 하고 있기 때문에 처리 기술이 확립되어 있어 자원량이 풍부한 염화물이나 물 부근에서 공장을 세우고 있다. 리튬 농축에 관해서는 Chemetall사의 설비가 증발연못이 크고, 확

Table 3. Resources and reserves of the main brine lakes in the world

Country	Brine lake name	Resources+Reserves(ton)
Chile	Atacama	6,900,000
Argentina	Rincon	1,400,000
Bolivia	Uyuni	5,500,000
Total		13,800,000
Total/World total		78.9%
World total		17,500,000

Table 4. Chemical Composition of Atacama Brine Lake

	Na	K	Li	Ca	Mg	SO ₄	Cl	B	K/Mg	SO ₄ /K
MOP	6.01	2.97	0.30	0.04	1.53	0.88	17.14	0.065	1.94	0.30
SOP	8.10	1.49	0.11	0.02	0.82	2.19	14.20	0.054	1.82	1.47

Abbreviations: MOP = Muriate of potash, SOP = Sulfate of potash

Data: SQM, Chile

장도 계획적으로 실시되고 있어 부산물로서 리튬을 회수하고 있는 SQM사보다 효율적으로 리튬 농축이 되도록 공장이 설계되고 있다. SQM사와 Chemetall사는 같은 공정으로 리튬을 농축하고 있는데, 관수를 퍼 올린 후 광대한 증발 연못(SQM사: 1,000만 m³)을 이용해 SQM사에서는 8개월, Chemetall사는 12-15개월 걸쳐 리튬을 0.2%로부터 6%까지 농축한다. Chemetall사에 의하면, 효율적으로 연못 전체의 농도 차이가 없게 리튬을 농축하기 위해서는 증발 연못의 형상, 깊이, 안데스 산맥으로부터의 풍향 등을 고려하며, 증발 연못의 수위, 전기 전도도 및 관수 샘플 채취를 매일 실시하고 있다. 6-7월에는 저온의 영향으로 관수 중의 Mg 성분이 침전 하지 않기 때문에 Chemetall사의 공장은 조업을 중지한다. SQM사의 공장도 이 기간 중에는 생산 효율이 60-65%까지 떨어진다. 농축된 물로부터 붕소를 제거할 때 용매추출법이 이용되지만, 아타카마 염호에서는 표고가 높고 기압이 낮아, 유기 추출제의 휘발이 현저하여 이 공정을 효율적으로 실시할 수 없다. 따라서 농축된 물은 아타카마 염호 서방 230 km에 표고가 낮은 안토파가스타 근교에 소재하는 정제 공장까지 트럭으로 운반하여 탄산 리튬을 생산한다(생산 능력 SQM: 4만톤/년, Chemetall: 2.7만톤/년). SQM사에서는 수산화 리튬도 생산하고 있다(생산 능력: 6천톤/년). 정제에는 하루가 필요하며, 최종 제품은 안토파가스타로부터 해외에 수출되고 있다.

미국: 노스캐롤라이나에 위치하고 있는 Lithium Panel사가 보유하고 있는 광상은 연장 48 km 구간에 걸쳐 발달하고 있는 페그마타이트형 광상으로서, 심도가 1,500 m까지 확인된 바 있다. 매장량은 잠재량으로 약 3억 7천만 톤 정도이며 품위는 알려지지 않았다. 기타 소규모 페그마타이트형 광상이 알려져 있다. 염호는 Panel사가 보유하고 있는 광산이 3개로서 네바다주 Silver Peak에 있는 Searles Lake 그리고 유타주에 있는 Great Salt Lake등이다. Searles Lake에서 리튬은 소다회, 탄산칼륨 그리고 붕사 등의 상업적 생산물의 부산물로 회수되고 있다. 리튬은 1978년에 생산 시설 변경에 따른 오염문제로 인하여 중단되었다. 현재로서는 리튬회수가 재개되리라고는 생각하기 어렵다. 1960년대에는 리튬 함량 100 ppm에서 300 ppm에 달하는 염수를 펌핑하여 생산을 했다. 매장량은 리튬 40,000톤으로 알려졌다. Great염호에서는 리튬을 함유하는 총 매장량은 520,000톤에 달하지만 리튬 함량은 다른 염호에서의 함량보다 매우 낮다. 남 캘리포니아에 있는 Salton Sea의 염수는 매우 높은 탄산칼륨,

리튬, 붕소, 아연 그리고 연의 함량을 보이는데, 288 mega watts의 전력을 생산하기도 하였다. 염수로부터 30,000톤 규모의 고품위 아연공장 설립에 대한 실험을 했지만, 기술적인 문제에 직면하게 되었다. 품위는 200 ppm이었으며, 예상 생산량은 약 년 간 16,000톤 이었다. 광산 수명을 20년으로 보고 년 간 생산량을 고려하면 매장량은 320,000톤에 달한다. 인근에 리튬을 많이 함유하는 장소들이 있는 것으로 알려졌다. Mammoth 호수의 지열지대의 더 북쪽에 있는 낮은 함량의 리튬을 보이는 지역에 대하여 Lawrence Livermore Lab에서 실리카의 회수를 목표로 하여 프로젝트를 계획하고 있는데, 이러한 실리카의 회수는 이러한 지역의 염수로부터 리튬을 회수하기 위한 일차 단계이다. 북 Dakota, Wyoming, Oklahoma, 동 Texas 그리고 Arkansas 등지에 지하에 분포하는 Smackover 지층의 1/10에 함유되는 리튬의 매장량은 0.75 백만톤으로 추정된다. 유타주의 Paradox분지 내에도 리튬을 함유하는 염수가 존재하고 있는 것으로 알려졌다. Oregon/Nevada주 경계에 있는 McDermitt 갈데라 구조에서, Western Uranium Corporation사는 7개의 렌즈상의 hectorite clay층을 제조사하고 있는데, 이 지층은 당초 Chevron Resources사가 시추 탐사하였던 지층이다. 대부분 남쪽의 사이트에서 시추중인데 Chevron사는 렌즈상의 지층에 대하여 매장량과 품위를 확인한 것으로 파악된다. 이 렌즈상의 광체는 연장 약 2 km 폭 약 1 km 층후 약 100 m이고 얇은 상부층이 발달하고 있다. 이 광상의 고품위 대는 0.35%(Li) 이상이고 매장량 계산에서 사용된 한계품위는 0.275% Li이다. Chevron사는 총 자원량은 리튬 탄산염으로 239억 파운드이고, 리튬은 2백만톤이다. 회수방법에 대한 시험이 현재 진행 중에 있다. 서부 미국에서 Hectorites는 도처에서 나오지만 매장량에 대한 자료는 없다.

캐나다: 과거 1950년대에 Quebec의 Barraute인근에 위치한 Sullivan Mining Group이 이전에 소유했던 지하굴진 작업광산에서 스프듀멘 정광을 미국의 Lithium Corporation사에 공급했다. 이 회사는 제한적으로 리튬화합물을 생산하였지만, 계약 가격이 곤두박질치는 바람에 중단하게 되었다. 그 광산은 최근에 Black Pearl Minerals사가 광업권을 취득하였다. 매장량은 약 90,000톤 Li으로 발표되었다. Bernic Lake에 있는 Cabot Corp사의 갱도굴진 광산은 원래 탄탈륨을 채굴하기 위해 개발했지만, 현재는 유리나 유리세라믹 산업에서 직접 사용하기 위하여 연간 20,000톤의 리튬정광을 생산하고 있다. 페그마타이트 광산지대는 세계

에서 가장 큰 폴루사이트(pollucite)자원을 배태하고 있으며, 세습화합물을 생산하고 있다. 현재 매장량은 총 18,600 Li 톤으로 밝히고 있다. 다른 많은 페그마타이트 광상들이 Quebec, Manitoba 그리고 Ontario 등지에서 부분적으로 개발하고 있었는데, 이 중에는 Snow Lake (26,000톤 Li), La Motte (23,000톤 Li), Separation Rapids (56,000톤 Li), Wekusko Lake (28,000톤 Li) 그리고 Sirmac Lake (3,000톤 Li) 등이 포함되며 총 매장량은 147,000톤이다.

짐바브웨: 짐바브웨에 대한 UN의 경제 제재를 언급하기 전에, Bikita Minerals사는 낮은 철분 함량 때문에 유리, 유리세라믹, 에나멜 등에 직접 사용하는 리튬자원을 지배하고 있었다. 광상은 예외적으로 고품위인데, 엽장석, 석영-스포듀민이 공생하고 소량의 유크립타이트(eucryptite)가 산출되는 페그마타이트광상이다. 광화지역에 산출되는 레피도라이트는 미국의 AEC (Atomic Energy Commission)의 리튬산화물 비축의 30%를 차지하고 있다. 주향을 따라 주 페그마타이트 광체와 평행하게 발달하는 스포듀민 페그마타이트 광체는 평가 대상이 되지 못했다. Panel사가 평가한 확정, 추정, 예상자원(품위; 1.4%,Li)은 56,700톤 Li이다. 상당한 가능성이 있는 많은 엽장석을 함유하는 페그마타이트들이 짐바브웨에 분포하고 있다. 짐바브웨의 북서쪽에 위치하는 대규모의 Kamitivi 석-스포듀멘 광상이 있으나 공개된 자료는 없다.

콩고: 대규모의 리튬을 함유하는 페그마타이트 광상들이 Manono 인근에 나타나는 것으로 알려졌다. 개개 광상들은 연장 5,000 m, 폭 약 400 m 정도의 규모로 발달하고 있다. 광화지역에서는 주석과 컬럼바이트를 생산하였다. 페그마타이트 광체는 오직 50 m 깊이 정도에서 2.3백만 톤 Li의 매장량을 보이고 있다.

호주: Greenbushes의 페그마타이트형 광상은 1880년대 후반에 초기에는 주석과 탄탈라이트를 채광하였는데 주로 풍화토 지역에서만 채굴하였다. 1세기가 지난 후 심부에 대한 탐사를 시작하여 심부에 스포듀민이 매장되어 있는 것을 밝히게 되었다. 소유권이 여러 번 바뀌었으며, 현재는 Talison Minerals사가 소유하고 있으며, Talison Minerals사는 세계에서 여러 등급의 철 함량이 적은 스포듀민 정광을 생산하는 기업이다. 적어도 최근까지 정광은 리튬화합물을 생산하는 중국에 수출되고 있는데, 호주는 1970년대 화합물 생산을 시도했으나 실패한 경험이 있다. 페그마타이트 광체는 주향 연장이 3 km에 달하고 아직 탐사를 완료한 단계가 아니다. "Sons Gwalia"의 2003년 연간보고서에는

확정, 추정, 예상 매장량을 223,000톤 Li으로 밝히고 있다. 서호주의 Mount Marion에 있는 광상의 매장량도 19,800톤 Li으로 밝히고 있다. Galaxy Resources사는 현재 Ravensthorpe 인근의 Mount Catlin에서 스포듀민 광상에 대한 평가를 시도하고 있다. 이 회사는 매장량 20,000톤 Li의 광장에서 2010년에 리튬 탄산염을 생산하기를 희망하고 있다. Queensland Gold & Minerals사는 현재 Queensland의 Georgetown에 있는 페그마타이트형 광상을 탐사하고 있는 중이다.

유럽: 오스트리아의 Wolfsburg 북서쪽 20 km에 위치하는 Korlpa광상은 심부 450 m까지 탐사를 실시하였으며, 매장량이 약 100,000톤 Li에 달하고 있다. 핀란드에서 Larritta광상은 연간 6,000톤 규모로 15년간 생산이 가능한 광석을 확보하고 있다. 매장량은 대략 14,000톤 Li으로 알려졌다. 소유권은 Keliber Resources사가 소유하고 있으나 Nordic Resources사가 지분 60%를 보유하고 있다.

러시아: 러시아에서 대부분의 페그마타이트형 광상은 탄탈라이트를 함유하고 있으며, 대규모 광상으로는 Kolmozerskoe광상을 들 수 있으며 현재 가동되지 않고 있다.

브라질: 리튬을 함유하는 페그마타이트형 광상이 Gerais와 Ceara 광산지역에 나타난다. 매장량은 보통 정도의 규모로서 85,000톤 Li 정도로 파악되고 있다.

볼리비아: 볼리비아의 3,650 m 고도의 유우니 염호는 면적이 9,000 Km²에 달하는 거대한 염호이다. 칠레나 아르헨티나의 리튬을 함유하는 염호와 달리 연간 강수량으로 인하여 완전히 평평한 수면을 형성하고 있다. 염호의 리튬 함량은 0.035% Li이고 칼륨은 0.72% K인 것으로 파악되고 있으며, 품위가 가장 높은 지역은 염호의 남동쪽으로 알려졌다. 리튬의 총 매장량은 5,500,000톤이다. 마그네슘/리튬 비는 22/1 이상이다. 다른 염호들이 플라이스토세 민친호(Minchin Lake)로부터 증발에 의한 수축결과 발달하고 있는데, 이러한 종류의 염호로는 Emprexa나 Coiposa호 등이 그 예이며, 이들 호수의 Li 함량은 각각 370 ppm, 580 ppm이다.

아르헨티나: 1995년 FMC는 볼리비아 정부와의 유우니 염호 개발에 관한 협상이 실패로 끝난 후 아르헨티나의 Hombre Muerto염호에 대한 권리를 협상했다. 이 염호는 4000 m 고도에 위치하지만 면적 280 km²에 달하고 있다. 리튬함량은 다소 낮지만, 불순물 함량이 매우 낮고 Mg/Li (1.37/1) 비율이 매우 낮은 특징을 보여주고 있다. FMC사는 현장 염수로부터 선택적

으로 흡수하는 특수한 회수기술을 적용하였다. 자본과 운영비용이 과도하게 지출되었고 염화물 생산은 지속되었지만 탄산물 생산은 2000년대 초에 중단되게 되었다. 그 회사는 칠레의 SQM사에 대하여 신뢰하기 시작하였고 그 계약은 2007년에 종결되게 되었다. 염수의 품위는 Li 함량 0.062%이고 70 m 수준까지의 확정 및 추정 매장량이 총 850,000톤에 달하고 있다. 호주 회사가 2008년부터 린콘(Rincon) 염호로부터 탄산물, 염화물, 수산화물 등을 생산하는 계획을 세우고 있다. 또한, 그 회사는 연간 약 60,000톤 정도의 가성 칼리를 생산할 계획이다. 염호는 고도 3,740 m에 위치하고 있으며, 염호는 면적이 280 km²에 달하며, 염수의 Li 함량은 0.033%이고 K 함량은 0.624%이다. Mg/Li 비는 약 8.6/1이다. 확정 및 추정 매장량은 리튬 1,860,000톤이다. 아르헨티나에는 기타 염호들이 많이 존재하고 있다.

중국: 중국은 같은 광상에 대해서도 이름과 소유자가 바뀌는 등 매장량 평가 자료에 대해 신뢰성이 많이 떨어진다. 중국의 리튬 자원에 대하여 개략적으로 보면 다음과 같다. 주요 알려진 페그마타이트는 Jijika광상인데 현재는 Sichuan Mineral Industry (480,000톤 Li)사가 소유하고 있고, Maerkang (Li 매장량은 80,000톤 또는 225,000톤으로 발표)광상은 Sichuan Ni-Co사가 보유하고 있다. Daoxian (125,000톤) 및 Lushi (9,000톤) 광상은 Sterling Group Ventures사가 소유하고 있으며 Sichuan Dexin사는 Jumehuan광상(50,000톤)을 가지고 있다. 그 외 Ningdu, Kokotay 광상 등이 있으나 매장량은 알려지지 않았다. 중국의 페그마타이트형 광상 매장량은 어렵잡아 750,000톤 정도이며, 화학제품 생산의 원료로 대부분 공급되고 있다. 중국 청해성에 위치하는 자달목(柴木)분지에는 약 33개의 염호가 발달하고 있다. 첫 번째 개발된 염호는 Chaeran호로서, 9개의 복합 염호 중 하나인데, 현재는 중국에서 탄산칼륨의 주 생산지이다. Qinghai Salt Lake Potash사는 최근에 탄산칼륨 생산으로부터 리튬을 회수할 계획을 발표하였다. 염수의 품위와 매장량은 알려지지 않았다. 그 지역에서 다른 염호로부터 리튬 생산은 Mg/Li의 비율이 40/1, 60/1로 높은 기술적인 문제로 연기되었다. 하지만 CITIC는 리튬 매장량 940,000톤인 Tajjanier염호에서 다시 개발 생산을 추진하고 있다. 전체적으로 자달목(柴木)분지의 리튬 매장량은 3.3백만 톤으로 인용되고 있으나 확실한 매장량 자료 출처는 없다. 많은 수의 염호들이 티베트고원에 발달하고 있다. Zhabuye (Chabyer로도 알려졌음)에

서 염호 생산은 2005년부터 시작되었는데, 염수의 리튬 품위는 0.12%이다. 회사 광구의 리튬 매장량은 1.53백만톤(탄산염 8.3 백만톤) 이지만 매장량은 매우 적다고 하기도 한다. Sterling Group Ventures는 최근 리튬 매장량 170,000톤의 Dangxio ngscuo (DXC)염호를 개발할 예정이다. 중국 정부는 총 염수의 매장량을 2.6백만톤으로 추정하고 있지만 이러한 매장량은 더 늘어날 것으로 예상된다.

2.4. 주요 리튬 수급 현황

2008년 염호나 광석으로부터 생산한 리튬은 총 약 12만 톤(탄산 리튬 환산)이며, 그 생산 비율은 60:40이다(칠레 SQM사 추산). 염호나 염수로부터의 리튬은 SQM사(칠레 Santiago), Chemetal사(독일 Frankfurt), FMC사(미국 노스캐롤라이나주 Charlotte)등과 중국에서 생산하고 있으며, 그 비율은 각각 29%, 28%, 16%, 27%이다(2007년 FMC사). Talison Minerals사(본사: 호주 Perth)는 호주의 Perth 남동쪽 250 km에 위치하는 세계 최대의 Greenbushes광산을 보유하고 있으며, 이곳에서 산출되는 리튬광물은 주로 스포듀민이다. 이 광산의 자원량은 35.5백만 톤이며, 리튬 품위는 Li₂O 함량 3.31%로 세계 리튬 광석 생산의 약 70%를 채굴하고 있으며, 리튬 정광의 2/3(약 10만 톤)는 중국에 수출되고 있으며, 중국의 신강 위구르 자치구, 사천성 및 강서성 등에서 탄산 리튬으로 생산되고 있다.

중국의 리튬 광석 생산은 1950년대 중반 Kokotay광산에서 러시아로 정광을 수출한 것이 최초였으며, 그 후 1970년대 후반까지 20개의 리튬 화합물 공장이 조업하였다. 1980년대부터 염호를 탐사하여, 1990년대에는 Qinghai(청해)에서 염화 리튬을 생산하기 시작하였다. 현재는 수입한 스포듀민(대부분 호주 Talison사의 것)으로부터 리튬 화합물을 생산하고 있는 것 외에 2004년 및 2007년에 티베트 자치구 및 청해에서 리튬 생산을 하고 있다. 리튬 광석은 Sichuan Ni & Co사의 6개사에 의해서 채굴되어 전체 약 17만 톤의 생산능력을 보유하고 있지만, 실제의 채굴량은 5만 톤에 머문다. 중국의 광석은 품위가 낮고(Li₂O 품위 3-4% 이하), 자동차용 탄산리튬에는 부적합하여 자동차용 탄산 리튬 원료의 대부분은 호주 Talison (Li₂O 품위 6%)에 의존하고 있다. 자국 광석 및 호주로부터 수입하는 광석의 처리는 신강 위구르 자치구, 사천성 및 강서성 등에서 하고 있다. 리튬 화합물은 Sichuan Ni & Co Guoruns사 외 7개사에서 생산되며 전체 생산 능력 4.15만 톤(LCE 환산)이나, 실재는 1.55만 톤(LCE 환

산)을 생산하고 있다.

티베트 자치구 및 칭하이성에서 채취한 염수는 감속성, 강서성 및 중국 연안의 복주시(약 3,300 km 수송)에서 처리된다. 관수로부터의 리튬 생산 능력은 2008년에 1.3만 톤(LCE 환산)이었지만, 실제로는 5천톤(LCE 환산)을 생산하고 있는데, 이 생산 능력은 2011년까지 8.5만톤까지 끌어 올릴 전망이다. 중국에서는 2000년에는 450톤의 리튬 수급부족이 2008년에는 2,750톤으로 확대되었다. 이 수급 부족은 2013년에는 생산 능력 증강 등으로 해소될 전망이다.

세계 전체 리튬 소비(화합물, 광석 포함)의 30%는 중국이고, 유리·주물용이 26%, 2차 전지용 16%, 윤활유용 12%이다. 2008년의 전 세계 리튬 이온 배터리 생산 가운데, 중국은 일본(39%)에 이어 제 2위인 36%의 생산(약 10억셀)을 차지하였다. 이것은 2000년대비 52% 증가한 양이다. 중국은 자국 소비를 만족시킬 수 있는 리튬 자원이 있지만, 2010년 중반까지는 호주산 리튬 광석이나 칠레, 아르헨티나로부터의 리튬 화합물 수입에 의존 하지 않을 수 없다.

3. 결 론

칠레 SQM사가 향후 10년간(2009-2018) 전망하는 리튬 화성품 수요는 하이브리드/전기 자동차(HEV/PHEV/EV)용을 제외하고 3-5%성장, 2020년의 하이브리드/전기 자동차용 수요에서는 최소 20-30천톤, 최대 55-65천톤(탄산 리튬 환산)으로 추정하고 있다. 독일 Chemetall사에서도 2020년 시점에서 하이브리드/전기 자동차용 리튬 수요를 최소 예측량 30천톤, 많게는 60천톤(탄산 리튬 환산)으로 추정하고 있다. HEV/EV 1대당 5 kg의 탄산 리튬(환산량)이 필요하다면, 250만대가 생산시 탄산 리튬 환산으로 약 12,500톤이 필요하게 된다. 500만대를 생산시 25,000톤이 필요하게 된다. 따라서 현재의 생산량이나 시설, 그리고 매장량 등

을 볼 때, 가까운 장래에 리튬 자원의 파동을 예상하기는 어렵다고 보여 진다. 세계 자동차 생산 5대 강국인 우리나라는 리튬자원이 부족하여 해외로부터 리튬자원을 전량 수입하고 있으며, 정부는 리튬 확보에 총력을 기울이고 있다. 그러나 자원 보유국들의 자원보호주의와 맞물려 리튬자원 확보에 어려움을 겪고 있다. 또한, 광석이나 염수로부터 리튬 회수 기술이 확보되지 않아 큰 문제점을 안고 있다. 정부는 리튬 자원 확보를 위해 남미나 몽골, 중앙아시아의 유휴 염호에 대한 자원 탐사에 선행 투자를 하고, 새로운 리튬 광석자원에 대한 합작사업도 검토할 필요가 있다. 아울러 염수나 광석으로부터 리튬 회수 기술 연구에도 우선적으로 지원을 아끼지 말아야 할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원이 수행하고 있는 지식경제부 부처임무형 사업인 “해외광물자원탐사 및 부존잠재성 평가(10-1121)” 과제에서 지원되었습니다.

참고문헌

http://chinamining.com.cn
 http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium
 http://lithiumabundance.blogspot.com
 http://minerals.usgs.gov/minerals/
 http://www.chemetall.com
 http://www.fmc.com
 http://www.nordicmining.com
 http://www.riotinto.com
 http://www.sqm.com
 http://www.talison.com.au
 Korea Institute of Energy and Resources (KIER), 1984.
 Rare Metals and Advanced Technology, p.135-141 (in Korean)
 Vlasov, K.A. (1966) Geochemistry of Rare Elements, v.1, p.14-43.

2010년 3월 30일 원고접수, 2010년 6월 18일 게재승인