

최근 세계 희토류(REE) 광물자원의 생산 동향

Global Trend of Rare Earth Metal Production

오 민 수*

1. 서론

지각내의 한 장소에 농집되어 나타나는 정도가 희소(稀少)한 원소 또는 금속을 총칭하여 희유금속(稀有金屬) 이라고 하며, 산업용으로만 이용되어 온 희유금속은 천연에서의 산출부족으로 뒤늦게 발견되었고, 일반 수요의 결핍, 추출과정의 어려움 등의 이유로 “희유원소”라는 용어는 시대적으로 채택된 하나의 개념으로, 20세기초에 들어와서야 비로소 산업의 필요성이 나타나기 시작하였다.

지구상에서 알려진 희유금속 원소는 43개가 있으며, 그 중에서 란탄족(lanthanide, La~Lu) 15개 원소와 이들과 성질이 유사한 Sc, Y 등 2개 원소를 포함한 17개 원소를 “희토류 원소(REE)” 라고 통칭한다(표-1).

이들의 용도는 금속야금, 기계공업, 석유화학공업, 전자공학, 의학, 농업, 섬유공학, 농업, 국방, TV, Computer 등 다양하여, 현대산업의 필수적인 원료자원이다(표-1). 그래서 본문에서는 21세기간 지구상에서 이들 희토류 금속의 수급전망을 살펴보았다.

2. 희토류 원소의 특성

희토류 원소의 지각 중 평균 함유량은 100ppm 이하로 대단히 낮으며, 제일 높은 원소는 Cerium(Ce)으로 74ppm이고, 다음 Lanthanum(La)이 68ppm, Neodymium(Nd)이 41ppm, Yttrium(Y)이 38ppm, Scandium(Sc)이 14ppm, Praseodymium(Pr)이 11ppm으로, 평균 10ppm 이상인 원소가 6개 원소에 불과하다. 지각 중 평균 함유량이 10ppm 이하인 원소로는 Samarium(Sm)이 7.4ppm, Dysprosium(Dy)이 6.8ppm, Gadolinium(Gd)이 6.6ppm, Erbium(Er)이 3.9ppm, Ytterbium(Yb)이 3.7ppm, Europium(Eu)이 1.6ppm, Holmium(Ho)이 1.5ppm, Terbium(Tb)이 1.1ppm, Lutetium(Lu)이 1.0ppm의 순으로 9개 원소가 있으며, 1ppm 이하인 원소로는 Thulium(Tm)이 0.59 ppm이고, Promethium(Pm)은 지각 중에서는 자연적으로 산출되지 않는 원소로, Andromeda의 항성 HR465의 spectrum으로 확인된 원소이다.

희토류 원소 중 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, 원소를 경희토류 원소(輕稀土類 元素, LREE), Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y, 원소를 중희토류 원소(重稀土類 元素, HREE)로 구분하기도 한다.

희토류 원소는 일반적으로 Bastnaesite $[(Ce,La)CO_3(F,OH)]$, monazite $[(Ce,La,Nd,Th)(PO_4,SiO_4)]$, Xenotime (YPO_4) , Allanite $[(Ce,La,Y)(Al,Fe)_3(SiO_4)_3(OH)]$ 등의 광물 중에 구성 원소로 함유되어 있다.

희토류 원소의 용도는 TV 브라운관, 영구자석, 내열합금, 연마제, 원자로 구조재 등에 이르기까지 다양하다. Laser용으로 Samarium(Sm)과 Thulium(Tm)이 이용되며, Eye-safe laser

주요어 : 희유금속, 희토류 금속, 희토류 광물자원.

* 한국과학기술정보연구원 기술동향분석실 전문연구위원실, mihnssoo@kisti.re.kr

<표-1> 희토류 원소의 특성과 용도

원소 기호 원자 번호 원소 명	발견 연도 발견자	지각 평균 함유량 (ppm)	발견 장소 /국가	특 성	용 도
Sc 21 Scandium	1878 Nilson	14	Scandia, Scandinavia	- 은백색의 부드러운 경금속, - 공기중 노출되면 황색-분홍색 으로 변함, - 고용용점, - Yttrium(Y)과 유사.	- High-intensity lights, - stadium lighting, - mercury vapor lamps.
Y 39 Yttrium	1794 Gadolin	38	Ytterby Sweden	- Silver-metallic luster, 공기중 에서 비교적 안정하나 세립일 경우 불안정.	- Color TV screens(Y ₂ O ₃ , YVO ₄ red color 착색용으로 이용), - microwave filters, - gemstone(경도 8.5).
La 57 Lanthanum	1839 Mosander	68	?	- 은백색, malleable, ductile, soft하여 칼로 자를 수 있고, - 310℃와 865℃에서 결정구조가 변함.	- Camera lenses (특수광학 유리제조), - motion picture industry, - hydrogen sponge alloys, - Lighter flinters(misch metal).
Ce 58 Cerium	1803 Klaproth, Berzelius Hisinger	74	?	- Iron-gray lustrous metal, malleable, - 습한 실온(室溫)에서 쉽게 산화.	- Lighter flints, 연마제, 석유정제 촉매제.
Pr 59 Praseody- mium	1885 Welsbach	11	?	- Soft, silvery, malleable, ductile, - Monazite와 bastnasite로부터 회수.	- Ceramic coloring, - studio lighting and projection, - motion picture industry, - cigarette lighters(misch metal).
Nd 60 Neodymium	1885 Welsbach	41	?	- Bright silvery metallic luster, - 14개의 방사성 동위원소.	- High strength magnets for disk drives, - coloring glass and enamels.
Pm* 61 Promethium	1914 Moseley	(지각중 자연적 산출없음)	?	- Andromeda의 황성 HR465의 spectrum으로 확인, - soft beta emitter, no gamma rays, - 17개의 방사성 동위원소. - Pm-145(half life 17.7yr) : 940Ci/g.	- Nuclear batteries(Pm-147).
Sm 62 Samarium	1879 Lecoq de Boisbaudran	7.4	?	- Bright silver luster, - 150℃에서 발화, - 21개의 방사성 동위원소.	- Lasers or optical lasers, - carbon-arc lighting for the motion picture industry, - permanent magnet materials (SmCo ₅), - 적외선 흡수 광학렌즈제조.
Eu 63 Europium	1901 Demarcay	1.6	? Europe	- 150~180℃에서 발화, 대기중 에서 쉽게 산화.	- Color TV tubes(red phosphor), - laser materials.
Gd 64 Gadolinium	1880 Marignac	6.6	?	- 은백색 금속광택, malleable, ductile, - 17개의 방사성 동위원소.	- Computer memory, - nuclear control rod material, - microwave applications, - phosphors in color TV sets.
Tb 65 Terbium	1843 Mosander	1.1	Ytterby Sweden	- Silver-gray metal, malleable, ductile, - soft하여 칼로 자를 수 있음, - 21개의 방사성 동위원소. - 산화되면 chocolate or dark maron색.	- Fluorescent lamps, - phosphors in color TV tubes.
Dy 66 Dysprosium	1886 Lecoq de Boisbaudran	6.8	?	- Bright silver metallic luster, - 대기 중 실온에 안정, - soft하여 칼로 자를 수 있음.	- Color TV tubes, - stainless steel의 합금, - cooling nuclear reactor rods, - laser materials.
Ho 67 Holmium	1878 Delafontaine	1.5	? Swiss	- Metallic to bright silver luster, soft, malleable, - 실온의 건조공기 중 안정, 습도 와 온도가 증가하면 갑자기 산화.	- Eye-safe lasers
Er 68 Erbium	1842 Mosander	3.9	Ytterby Sweden	- Soft, malleable, bright silvery metallic luster, - 9개의 방사성 동위원소.	- Coating for sunglasses
Tm 69 Thulium	1879 Cleve	0.59	Thule Scandinavia	- Silvery-gray, soft, malleable, ductile, - 25개의 방사성 동위원소.	- Lasers, - portable X-ray equipment, - ceramic magnetic materials, - microwave equipments.
Yb 70 Ytterbium	1878 Marignac	3.7	Ytterby Sweden	- Soft, malleable, quite ductile, bright silvery luster, - 14개의 방사성 동위원소.	- Dentures(틀이), - 강력 연마제.
Lu 71 Lutetium	1907 Urbain	1.0	Lutetia (파리의엠티명) France	- Silvery white, stable in air,	- Dentures(틀이)

* Promethium(Pm)원소는 지각 중 자연적으로는 산출되지 않으며, Andromeda의 황성 IIR-465의 spectrum으로 확인된 원소임.

로 Holmium(Ho)이 이용되고 있으며, Color TV tube와 고성능 자석원료로 Europium(Eu)과 Dysprosium(Dy)이 이용되고 있으며, Color TV screen, 브라운관 발광체, 기타 형광체 등에 Yttrium(Y)이 이용되고 있으며, Disk drive의 강력자석의 재료로 Neodymium(Nd)이, Computer memory에 Gadolinium(Gd)이 이용되고 있으며, Denture(틀니)에 Ytterbium(Yb)과 Lutetium(Lu)이 이용되고 있으며, 도자기 채색용(Ceramic coloring)으로 Praseodymium(Pr)이, 색안경의 coating-용으로 Erbium(Er)이 이용되고 있으며, 형광 램프(Fluorescent lamp)에 Terbium(Tb)이, Stadium lighting에 Scandium(Sc)이 이용되고 있으며, Camera lense, 광학렌즈 첨가제로 Lanthanum(La)이, 라이다 돌, 영사용 아크카본, 브라운관 연마제, 광학유리, 화학약품 등에 Cerium(Ce)이, Nuclear battery-용으로Promethium(Pm)이 이용되고 있다(표-1).

3. 세계 희토류 금속 광물자원 매장량(2003)

2002년 말 현재 세계 희유금속 광물자원의 총 확정 매장량(reserve)은 약 8천 8백만 톤이고, 추정 매장량(reserve basis)으로는 약 1억5천 4백만 톤 규모이며(USGS, 2003; 표-2), 주요 10개국(중국, 구 소련, 미국, 호주, 인도, 캐나다, 남아공, 브라질, 말레이시아, 스리랑카)에 전체의 76%인 6천 7백만 톤이 편재되어 분포한다.

<표-2> 세계 희유금속 총 매장량과 연간 생산량(2003)

국 가	생산량(M/T)		매장량(M/T)	
	2001년	2002년	Reserve	Reserve base
China	73,000 (87.4%)	75,000 (87.7%)	27,000,000 (30.76%)	89,000,000 (57.85%)
USA	5,000 (6%)	5,000 (5.9%)	13,000,000 (14.81%)	14,000,000 (9.10%)
India	2,700 (3.2%)	2,700 (3.2%)	1,100,000 (1.25%)	1,300,000 (0.85%)
Former Soviet Union	2,000 (2.4%)	2,000 (2.3%)	19,000,000 (21.64%)	21,000,000 (13.65%)
Malaysia	450 (0.5%)	450 (0.5%)	30,000 (0.03%)	35,000 (0.02%)
Brazil	200 (0.2%)	200 (0.2%)	110,000 (0.13%)	310,000 (0.20%)
Sri Lanka	120 (0.1%)	120 (0.1%)	12,000 (0.01%)	13,000 (0.01%)
Australia	-	-	5,200,000 (5.92%)	5,800,000 (3.77%)
Canada	-	-	940,000 (1.07%)	1,000,000 (0.65%)
South Africa	-	-	390,000 (0.44%)	400,000 (0.26%)
Others	-	-	21,000,000 (23.92%)	21,000,000 (13.65%)
World Total	83,500 (100%)	85,500 (100%)	87,782,000 (100%)	153,858,000 (100%)

* 자료 : Mineral Commodity Summaries, USGS, 2003.

세계 희유금속 광물자원의 총 매장량 중 1% 이상을 확보하고 있는 나라는 중국이 30.76%로 2천 7백만 톤으로 제1위이며, 구 소련이 21.64%로 1천 9백만 톤으로 제2위이고,

제3위 국으로 미국이 14.81%로 1천 3백만 톤, 4위가 호주로 5.92%인 5백 20만 톤, 5위가 인도 1.25%인 1백 10만 톤을 확보하여, 실질적으로는 상위 5개국에 편재하고 있는 실정이다. 중국의 경우 희토류 금속 광물자원의 추정매장량은 세계 총 추정매장량의 57.85%인 8천 9백만 톤으로, 중국 총 확정매장량의 3배가 넘는 양으로 평가되고 있는 점만으로도 희토류 광물자원 보유 거대국임을 짐작할 수 있다.

지구상 희토류 금속 광물자원 확정매장량 1백만 톤 미만을 확보하고 있는 국가로는 Canada가 세계 총 확정매장량의 1.07%인 94만 톤, South Africa가 0.44%인 39만 톤, Brazil이 0.13%인 11만 톤, Malaysia가 0.03%인 3만 톤, Sri Lanka가 0.01%인 1만 2천 톤 등이고, 기타 국가들이 23.92%인 2천 1백만 톤을 확보하고 있다(표-2).

4. 세계 희토류 금속 광물자원 생산동향

최근 세계 희유금속 광물자원의 생산은 중국(7만 5천톤)을 비롯하여, 미국(5천톤), 인도(2천7백톤), 구 소련(2천톤), 말레이시아(450톤), 브라질(200톤), 스리랑카(120톤) 등 7개국에서만 생산을 하여, 2001년도 세계 총 생산량은 8만 3천 5백 톤 규모이고, 2002년도 말에는 전년대비 약 2.4% 증가한 8만 5천 5백톤 규모이다(표-2).

세계 희토류 금속 총 생산량 중 1%이상을 생산하는 국가는 중국(87.7%), 미국(5.9%), 인도(3.2%), 및 구 소련(2.3%) 등 4개국이 전체의 99.2%를 생산하고 있으며(2002년도 말 현재), 1%이하를 생산하는 국가로는 말레이시아(0.5%), 브라질(0.2%), 스리랑카(0.1%) 등 3개국으로 전체의 0.8%에 불과하다.

1995년 이후 최근까지 세계 희토류 금속 광물자원의 생산량 추이를 보면 중국이 독주하고 있으며, 여기에 미국, 인도, 및 구 소련 등 3개국이 1998년이래 전체의 10% 내외를 생산하고 있으므로, 앞으로 이와 같은 현상은 계속될 것으로 보인다.

그러므로 세계 희유금속 시장은 중국이 총 매장량의 30.76%인 2천7백만 톤을 확보하고 있을 뿐만 아니라, 생산은 세계 총 생산의 87.7%인 7만 5천 톤을 생산하고 있으므로, 세계 희유금속 광물자원에 관한 한 중국을 제외하고는 생각할 수 없는 것이 현재 실정이다. 2001년 중국 내몽고자치주의 Baotou광산 단독으로 희유금속 광물자원 생산량은 46,600톤으로 세계 총 생산량의 51%나 되었다.

2002년 말 세계 희유금속 생산량을 기준으로 할 때 앞으로 1천여 년간 가행 가능한 수학적 계산이 나오므로, 지역적인 편재성은 있지만 전 지구적으로는 21세기 동안 지구상에서 희유금속 광물자원의 부족 현상은 없을 것이다.

5. 최근 희토류 금속의 국제가격 현황(2002. 11.)

세계 희유금속 제품의 순도는 대체로 96%에서 99.999%의 범위를 생산하고 있으며, 금속의 순도는 가격과 직결된다. Dysprosium oxide(Dy)의 경우 순도 99%는 54\$/kg 이지만, 순도 99.99%가 되면 120\$/kg으로 2배 이상 상승하여 고가가 된다. Neodymium oxide(Nd)의 경우 순도 96%일 때 18\$/kg 이지만, 순도가 99.99%가 되면 120\$/kg로 약 7배 이상 가격이 상승한다. Cerium oxide(Ce)의 경우 순도 98%일 때 12\$/kg 이지만, 순도 99.999%가 되면 33\$/kg으로 약 3배정도 상승한다. Cerium carbonate(Ce)의 경우 순도 99%일 때 8\$/kg 이지만, 순도 99.9%가 되면 15\$/kg으로 약 2배정도 상승한다. Lanthanum oxide(La)는 순도 차이(99%~99.999%)에 따른 가격(13\$/kg~14\$/kg) 변동이 별로 없는 것이 특징이다. 이와 같은 현상은 Yttrium oxide(Y)나 Praseodymium oxide(Pr)의 경우도 순도 차이에 의한 가격 변화가 그리 크지 않다.

6. 국가별 희토류 광물자원 현황

최근 미국의 희토류 금속 광물자원의 생산은 California에 위치한 Mountain Pass광산에 서만 1차 산물로 rare-earth fluocarbonate 광물인 bastnaesite 5천 톤을 생산하였을 뿐이다. 이를 금액으로 환산하면 2천8백만\$이 된다. 미국은 과거 한때 세계에서 희토류 금속의 생산, 정련, 수출 및 소비를 주도하던 나라였었다. 그러나 미국은 1991년~1997년 기간 희토류 광물자원의 연 생산량이 16,500 톤~22,200 톤 규모를 생산한 실적도 있으나, 1998년 이래 2002년까지 연 생산량이 5,000 톤 규모로 감소하고 있다.

2002년도 미국의 연간 희토류 금속 사용량은 금액으로 환산하여 10억\$ 이상으로 추정되며(USGS, 2003), 미국 내 소비량은 국내 생산량의 약 35배로 그 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 미국의 경우 1998~2001년 기간에 희토류 금속의 수입상황은 중국에서 66%, 불란서에서 27%, 일본에서 3%, 에스토니아에서 2%, 기타 2%의 순으로 대부분을 중국과 불란서에서 수입을 하고 있다. 미국의 희토류 금속의 연도별 수입현황은 RE metal & alloys, Cerium compounds, mixed REOs, RE chlorides, RE oxides & compounds, ferrocerium & alloys 등 6종류를 수입하고 있다. Rare-earth metal과 alloy는 1997년 529톤, 1998년 953톤, 1999년 1,780톤으로 수입량이 증가하여, 2000년에는 2,470톤으로 증가하였고, 2001년에는 1,420톤, 2002년에는 1,520톤으로 수입량이 다소 감소 추세에 있다. Cerium compound는 1997년 1,810톤, 1998~2001년 기간에는 3,850~4,940톤 규모를 수입하다가 2002년에는 2,660톤으로 수입량이 감소하고 있다. Mixed REOs(혼합 산화 희토류 금속)은 1997년 974톤, 1998~2001년 기간에는 2,000톤 이상을, 특히 1999년에는 예년에 비하여 2배 이상인 5,980톤을 수입하였으나, 2002년에는 1,130톤으로 감소하였다. RE chloride는 1997~2002년 기간에 연간 1,500톤 내외를 수입하였으나, 2001년에는 2,590톤을 수입하기도 하였다. RE oxide와 compound는 연간 7,000톤 이상 1만 1천톤 규모를 수입하였으나, 1998년에는 3,720톤을 수입하기도 하였다. Ferrocerium과 alloy는 1997~2002년 기간에 100~120톤 규모를 연간 수입하고 있다. 2001년도 말 미국의 희토류 금속 소비 pattern은 유리 연마제와 도자기(glass polishing and ceramics)에 34%, 석유 정제 촉매제로 16%, 자동차 부품(automotive catalytic converters) 15%, 금속 합금 및 첨가제로 14%, 형광체, TV, computer monitors, radar, X-ray film 등 9%, 영구자석 제조에 8%, 및 기타 4%의 순이다.

미국의 희토류 금속의 수출은 rare-earth metal & alloy, cerium compound, other RE compound, ferrocerium & alloy 등 4종류를 수출하고 있다. Rare-earth metal과 alloy는 연도별 수출물량이 다양하여 1998년 724톤에서 2000년 1,650톤, 2002년에는 1,160톤을 수출하고 있다. Cerium compound는 1997년 5,890톤을 수출한 후, 매년 감소하는 추세로 2002년에는 2,980톤을 수출하였다. 기타 희토류 혼합물은 1997~2001년 기간에 1,600톤 규모를 수출하였으나, 2002년에는 1,300톤으로 감소하였다. Ferrocerium과 alloy는 1997년 3,830톤을 수출한 이래, 1998년부터 2002년 기간에는 2,250~2,950톤 규모를 수출하고 있으며, 최근 3년간 수출량이 증가 추세를 보이고 있다.

중국은 세계에서 희토류 금속 광물자원 제1위 보유국이면서 또한 제1위 생산국으로, 생산량으로는 세계 전체의 90%에 달할 정도로 독점을 하고 있는 국가이다. 중국의 경우 희토류 금속 광물자원의 추정매장량은 세계 총 추정매장량의 57.85%인 8천 9백만 톤으로, 중국 총 확정매장량 2천 7백만 톤(2002년도 말)의 3배가 넘는 양으로 평가되고 있는 점만으로도 희토류 광물자원 잠재 가능성을 짐작할 수 있다. 세계 희유금속 광물자원 총 확정 매장량의 54%를 중국 내몽고 자치주에 위치하는 세계적인 Baotou광산이 차지하고 있을 정도로 중국

은 희토류 금속 광물자원 보유 거대국가이다(China Xin Network Media, 2003). 중국의 희토류 금속 광물자원의 최근의 연도별 생산량은 1995년 4만 8천 톤, 1996년 5만 톤, 1997년 5만 3천 3백 톤, 1998년 6만 5천 톤, 1999년 7만 톤, 2000년 7만 3천 톤, 2001년 7만 3천 톤, 2002년 7만 5천 톤으로 매년 생산량이 증가하여, 2002년도에는 세계 총 생산량의 87.7%를 차지하고 있으므로, 앞으로 지구상에서는 희토류 금속 광물자원에 관한 문제는 중국을 제외하고는 생각할 수 없게 되었다.

구 소련의 경우 희토류 금속 광물자원의 매장량은 세계 총 확정매장량의 21.6%인 1천 9백만 톤 규모이고, 추정매장량은 2천 1백만 톤으로 세계 전체의 13.65%로 세계 제2위 보유국을 차지하고 있다. 구 소련의 경우 희토류 금속 광물자원의 생산은 1997년도까지는 연산 6천 톤 규모이던 것이, 경제사정의 악화로 인하여 1998년도부터는 과거 생산량의 1/3 수준인 연산 2천톤 규모로 축소되어, 최근까지 계속되고 있으며, 세계 총 생산량의 2.3%인 2천 톤(2002년도 말)을 유지하고 있을 뿐이다.

중국, 미국, 구 소련 외에 인도(India)는 희토류 금속 생산량으로는 세계 제3위 국가로서, 1990년대 이후 계속해서 연산 2천 7백 톤 규모의 생산량을 유지하고 있으며, 확정매장량은 1백 10만 톤으로 세계 전체의 1.25%를 차지하고 있는 국가이다.

국내에서는 희토류 금속 광물자원전반에 걸쳐서 종합적이고 체계적인 광상탐사가 이루어진 적이 없으며, 최근 철광상 부존지를 대상으로 부분적인 조사가 이루어지고 있는 실정이다.

7. 세계 희토류 금속 광물자원의 현황과 전망

2002년 말 현재 세계 희토류 금속 광물자원의 총 확정 매장량(reserve)은 약 8천 8백만 톤이고, 추정 매장량(reserve basis)으로는 약 1억5천 4백만 톤 규모이다. 세계 희토류 금속 광물자원은 주요 10개국(중국, 구 소련, 미국, 호주, 인도, 캐나다, 남아공, 브라질, 말레이시아, 스리랑카)에 전체의 76%인 6천 7백만 톤이 편재되어 분포하고 있으므로, 앞으로 국가간의 자원의 분쟁은 피할 수가 없을 것이다. 세계 희토류 금속 광물자원의 총 매장량 중 1% 이상을 확보하고 있는 나라는 중국이 30.76%로 2천 7백만 톤으로 제1위이며, 구 소련이 21.64%로 1천 9백만 톤으로 제2위이고, 제3위 국으로 미국이 14.81%로 1천 3백만 톤, 4위가 호주로 5.92%인 5백 20만 톤, 5위가 인도로 1.25%인 1백 10만 톤을 확보하여, 실질적으로는 상위 5개국에 세계 전체의 74.4%인 6천 5백 30만 톤이 편재되어 부존 발달하고 있는 실정이다.

최근 세계 희토류 금속 광물자원의 생산은 중국(7만 5천 톤)을 비롯하여, 미국(5천 톤), 인도(2천7백 톤), 구 소련(2천 톤), 말레이시아(450톤), 브라질(200 톤), 스리랑카(120 톤) 등 7개국만이 생산을 하고 있으며, 2001년도 세계 총 생산량은 8만 3천 5백 톤 규모이고, 2002년도 말에는 전년 대비 약 2.4% 증가한 8만 5천 5백톤 규모를 생산하였다. 세계 희토류 금속 총 생산량 중 1% 이상을 생산하는 국가는 중국(87.7%), 미국(5.9%), 인도(3.2%), 및 구 소련(2.3%) 등 4개국이 전체의 99.2%로 그 대부분을 생산하고 있으며(2002년도 말 현재), 1%이하를 생산하는 국가로는 말레이시아(0.5%), 브라질(0.2%), 스리랑카(0.1%) 등 3개국으로 세계 전체의 0.8%에 불과하므로 주 생산국에 비하면 대단히 미미한 양을 생산하고 있다. 1995년 이후 최근까지 세계 희토류 금속 광물자원의 생산량 추이를 보면 중국이 독주하고 있으며, 여기에 미국, 인도, 및 구 소련 등 3개국이 1998년 이래 전체의 10% 내외를 생산하고 있으므로, 앞으로 이와 같은 현상은 계속될 것으로 보인다.

그러므로 세계 희토류 금속 시장은 중국이 총 매장량의 30.76%인 2천7백만 톤을 확보하고 있을 뿐만 아니라, 생산은 세계 총 년 생산량의 87.7%인 7만 5천 톤을 생산하고 있으므로, 세계 희토류 금속 광물자원에 관한 한 중국을 제외하고는 생각할 수 없는 것이 현재 실정이며, 이와 같은 현상은 21세기에는 계속될 것으로 보인다. 2002년 말 세계 희토류 금속 생산량을 기준으로 할 때 앞으로 1천여 년간 가행 가능한 수학적 계산이 나오므로, 지역적인 편재성은 있지만 전 지구적으로는 21세기 동안 지구상에서 희토류 금속 광물자원의 부족 현상은 없을 것이다.

2001년도 말 미국의 희토류 금속의 소비 pattern은 유리 연마제와 도자기(glass polishing and ceramics)에 34%, 석유 정제 촉매제로 16%, 자동차 부품(automotive catalytic converters) 15%, 금속 합금 및 첨가제로 14%, 형광체, TV, computer monitors, radar, X-ray film 등 9%, 영구자석 제조에 8%, 및 기타 4%의 순으로 그 용도가 다양한 점으로 미루어, 앞으로 희토류 금속의 수요는 계속 증가할 것이다.

중국은 세계에서 희토류 금속 광물자원 제1위 보유국이면서 또한 제1위 생산국으로, 생산량으로는 세계 전체의 90%에 달할 정도로 독점을 하고 있는 국가이므로 21세기에는 이와 같은 현상이 지속될 것으로 보인다. 중국의 경우 희토류 금속 광물자원의 추정매장량은 세계 총 추정매장량의 57.85%인 8천 9백만 톤으로, 중국 총 확정매장량 2천 7백만 톤(2002년도 말)의 3배가 넘는 양으로 평가되고 있는 점만으로도 희토류 광물자원 잠재 가능성을 짐작할 수 있는 국가이다.

최근 세계 희토류 금속 광물자원의 수급 방향은 2000년 2/4분기 중, Canada Toronto시에 근거를 두고 있는 Canadian Venture Exchange의 상장사인 “Inter-Citic Mineral Technologies Inc.” 사는 상해 북서방 240km에 위치한 희토류 금속을 생산하는 Yangzhong Zhonghai TechMat(주)라는 중국 광업회사의 주식을 80%나 확보하였다. 그후 cerium, neodymium, lanthanum, praseodymium compounds 등의 희토류 금속 생산물의 판매가 증가하고 있으며, 그 대부분을 중국 내 소비자에게 공급하고 있다. 2002년에는 미국 Connecticut에 상주하는 Inter-Citic Mineral Technologies Inc.사의 판매사무소를 통하여 북미주의 소비 가능처를 넓히면서, 한편으로는 중국내의 선광장 시설을 확장하였다. 농축 희토류 금속은 내몽고자치주의 Baotou지역 희토류 금속 광물자원 산지로부터 공급을 받아 용액 추출법이나 염화희토류 금속의 화학적 추출법으로 생산을 계속하고 있다. China Xin Network Media에 의하면 세계 희토류 금속 총 확정매장량의 54%를 Baotou가 차지하고 있다. 2001년 Baotou에서 희토류 금속 생산량은 46,600 ton으로 세계 총 생산량의 51%나 되었다. 2002년 최대의 관심사는 저품위 염화 cerium, lanthanum, neodymium화합물로부터 고순도의 희토류 금속을 생산할 수 있는 주 선광장의 확장이었고, 새로운 생산라인이 2002년 초에 가동되었고, 북미주의 소비자들에게 공급할 수 있는 cerium carbonate가 생산되고 있다. 선광능력을 계속해서 upgrade 시켜서 앞으로는 고순도의 cerium oxide가 생산될 것이며, 최근 기술진은 계속해서 고순도의 대량생산을 목표로 노력하고 있다. 2001년 희토류 금속 판매량 중 54%를 수출하였으며, 앞으로 2003년에는 총 매출량의 65%까지 증대시키려 하고 있다. 그러나 2001~2002년에는 세계 전자산업의 경기하향으로 어려움을 겪고 있다.

TechMat사는 앞으로도 중국의 몇몇 대량 생산자들의 공급증가로 인한 가격하락을 감수하여야 할 것이다. 특히 Cerium Market을 보면, 생산 회사들은 cerium carbonate $[Ce_2(CO_3)_3]$ 와 Cerium oxide(CeO_2) 생산에 초점을 맞추고 있다. 이 두 화합물의 용도는 특수 유리의 세립 연마제, 회로판, technical ceramic components,

automotive catalytic converters, TV의 UV선 방지용 유리 제조 등 넓은 범위를 가지고 있다. 또한 가격의 변동은 희토류 금속의 순도와 특수 화합물을 어느 순간에 갑자기 다량 필요로 할 경우에 따라서 변동할 것이다. 최근에는 Rhodia Electronics and Catalysis, AMR Technologies Inc., Pacific Industrial Development Corp(PIDC) 등 중국회사의 지분을 가지고 있는 서방세계 회사들의 공급량에 따라서도 달라질 것이다. Inter-Citic사는 앞으로 중간 정도의 공급자가 되기를 바라며, 또한 지분만큼 중국이 참여하기를 강조하고 있다. 회사는 중국 정부가 이를 잘 조정해 줄 것을 기대하고 있다. 국내에서는 희토류 금속 광물자원 전반에 걸쳐서 종합적이고 체계적인 광상탐사가 이루어진 적이 없으며, 최근 철광상 부존지를 대상으로 부분적인 조사가 이루어지고 있는 실정이다.

참고문헌

1. High Tech Materials, 2002. 11.
2. International Drift, Asia-Pacific, December, 2002, p.48.
3. Turekian, Karl K., 1972, Chemistry of the Earth. Holt, Rinehart and Winston, Inc., 131pp.
4. Vlasov, K.A. et al., 1966, The Geochemistry, Mineralogy, and Genetic Types of Rare-Element Deposits. v. 3, 202-256.
5. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2003/mcs2003pdf>
(USGS, 2003, Mineral Commodity Summaries, 134-135.)
6. [http://pearl1.lanl.gov/periodic/\(1 of 3\)](http://pearl1.lanl.gov/periodic/(1%20of%203)) [5/17/2001 4:06:20 pm]
(A Periodic Table of the Elements at Los Alamos National Laboratory)
7. 김유동, 장세원, 이평구, 1989, 광석 및 휴폐자원내의 희유금속 부존 특성연구 - 국내 철광상내 희유금속 부존 특성연구 - . 한국동력자원연구소, 연구보고서, KR-88-8A, 413-508.
8. 김종봉, 2002, Rare Earths(稀土), 도서출판 대경, 103pp.
9. 박맹언, 김근수, 1995, 충주지역 희토류광상의 성인. 자원환경지질, 28-6, 599-612.
10. 박맹언, 김근수, 최인식, 1996, 충주지역 희유원소광상에서 산출되는 갈륨석의 지구화학적 특성. 자원환경지질, 29-5, 545-559.
11. 오민수 외, 1998, 한국의 광상. 박희인교수 정년퇴임기념집, 서울대학교, 124p.
12. 오민수, 서정률, 구성분, 최종호, 1989, 희유금속광물자원 조사연구 - 충청북도 중원군 어래산지역 갈륨석자원의 지질광상연구 -, 한국동력자원연구소, 연구보고서, KR-88-8A, 3-112.