

원자재 분석



친환경 광물 토크아보기 3

[풍력과 전기차가 견인하는 희토류]

원자재 담당 황현수

T.02)2004-9985

hwang.hyun-soo@shinyoung.com

친환경 광물 토크아보기 3탄으로, 전기차 & 풍력발전과 같은 친환경 산업에 필수적으로 활용되는 영구자석의 원재료인 희토류에 대해 살펴보고자 함. 희토류는 대체 물질을 찾기가 어렵고 국가적 차원에서 육성되고 있는 광물로 제련 과정이 까다롭고 재활용 비율이 낮아 일부 국가에서는 전략광물(Critical Minerals)로 취급되는 광물

국가별로 살펴보면 중국이 글로벌 수요와 공급의 대부분을 차지하고 있는 것으로 파악됨. 희토류와 관련된 기본적인 수요와 공급에 대해 살펴보고 희토류 산업 자체가 국가적 차원에서 다루고 있는 만큼 희토류 관련 주요국들의 정책들도 정리. 희토류 수요가 빠르게 증가할 것이라고 예상한다면 이에 대한 투자 대안으로 희토류를 직접 생산하는 기업들을 추종하는 ETF(REMX)로의 관심 유효



Content

희토류: 기본적 내용.....	3
희토류 공급: 중국에 집중된 매장량과 생산량	7
희토류 수요: 중국이 최대 희토류 수요국	12
산업 내에서의 주요 용도는 영구자석	
국가별로는 중국이 최대 수요처	
시장 동향과 주요국 희토류 정책.....	15
가격 동향	
주요국 희토류 정책 - 중국	
주요국 희토류 정책 - 미국	
투자 방법 정리.....	20

희토류: 기본적인 내용

중국의 생산 점유율 확대 속,
큰 폭으로 상승한 리튬 가격

2020년 이후 6대 비철금속을 제외한 희소금속 중, 극적인 가격 상승을 보였던 금속을 꼽자면 대부분 전기차 배터리에 활용되는 리튬을 떠올릴 것이다. 리튬 가격은 리튬 화합물을 가장 많이 생산하는 중국의 생산 점유율 확대 및 폭발적인 수요 증가 속에서 꾸준한 상승을 보이고 있다.

리튬과 마찬가지로 중요한
역할을 하는 희소금속 희토류

리튬 가격 대비 덜 상승했으나, 리튬과 마찬가지로 중요한 역할을 하는 희소금속이 있다. 땅에 존재하고 있으나 거의 없는 성분이라고 알려져 있어 희토류(Rare Earth Element, REE)라고도 불리는 금속이다. 전략광물(Critical Minerals)로도 치부되는 희토류는 비교적 다양한 국가에서 채굴 가능한 리튬과 달리 중국의 공급 집중도가 매우 높고 중국 정부의 희토류 생산량 통제 때문에 공급 리스크가 큰 원자재다.

도표 1. 주요 희소금속 가격 추이

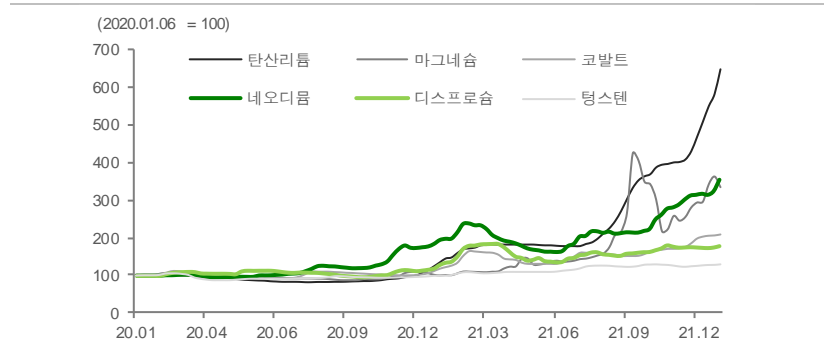
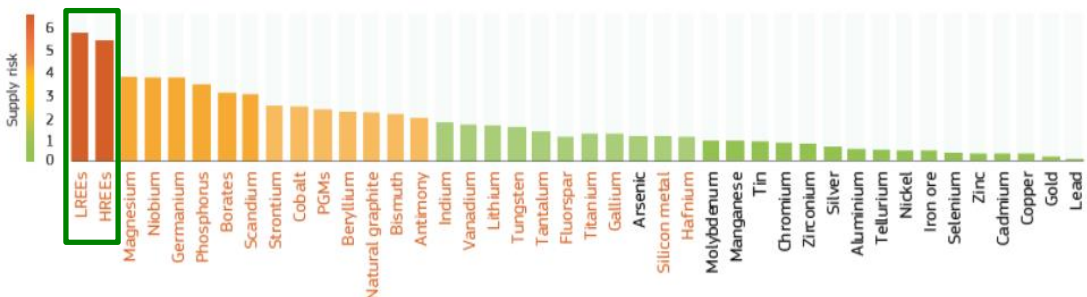


도표 2. 주요 금속별 공급 리스크 (높을수록 High Risk를 의미)



자료 : European Commission(EC) [Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU]

희토류 개요

희토류는 주기율표상 3족인 스칸듐(Sc), 이트륨(Y)을 비롯한 란타넘계(Lanthanide Series) 원소 15종을 포함한 총 17종의 원소들을 총칭한다. 지각에서는 상대적으로 풍부하게 분포되어 있으나 농축된 형태로 거의 산출되지 않기 때문에 광물 평태로는 희귀하다. 물리적 & 화학적 특성에 따라 경희토류(Light REE)와 중희토류(Heavy REE)로 나뉘며 각개의 원소들이 가지고 있는 화학적, 금속적, 전기적 특성으로 인해 다양한 산업에서 활용된다. 최근에는 주로 전기차 구동모터와 풍력발전용 터빈과 같은 친환경 정책 관련 산업 분야에서 영구자석(Permanent magnet)이라는 소재의 원재료로 활용되는 추세다.

도표 3. 원소주기율표(Periodic Table)중 희토류 원소

희토류 원소 (Lanthanide and Actinide series)는 주기율표의 3족에 위치하며, 각각 15종과 15종의 원소로 구성된다. 이트륨(Y)과 스칸듐(Sc)은 이트륨족에 포함된다.

경희토류(Light REE): La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu

중희토류(Heavy REE): Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu

Actinide Series: Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr

Los Alamos NATIONAL LABORATORY CHEMISTRY

element names in blue are liquids at room temperature
element names in red are gases at room temperature
element names in black are solids at room temperature

자료 : USGS [Rare-Earth Elements]

희토류의 고질적인 문제 1. 까다로운 추출과정

전기차와 풍력발전 등에 주로 활용되는 희토류는 고질적인 문제들을 수반하는 원자재이기도 하다. 우선적으로 꼽을 수 있는 문제점은 까다로운 추출과정이다. 희토류는 하나의 광석안에 여러 종류의 희토류 원소가 낮은 농도로 밀집되어 있다. 각 원소별로 화학적 성질이 다르기 때문에 하나의 희토류 광석에서 각기 다른 원소들을 추출하는 과정이 까다로우며, 생산되는 양조차도 적은 편이다. 일례로 영구자석에 활용되는 네오디뮴은 세륨이나 란타넘 대비 광석 내에 내포되어 있는 양이 상대적으로 적다.

희토류의 고질적인 문제 2.
생산 과정에서 환경오염을 초래

희토류 광석에서 각개의 원소들을 추출하고 산화물의 형태로 농축하는 과정은 다양한 화학물질들을 수반한다. 해당 과정에서 대량의 오물, 폐수와 가스, 방사능 물질 등이 유출되어 환경오염을 초래하는데, 이 때문에 희토류는 자국의 환경보존을 중시했던 선진국보다는 중국을 비롯한 일부 신흥국에서 주로 생산되었다는 특징이 있다. 현재 중국이 희토류 생산을 독점하고 이를 전략적으로 활용하고 있는 현상은 이러한 과거 관행에서부터 빚어진 결과물이라고도 볼 수 있다.

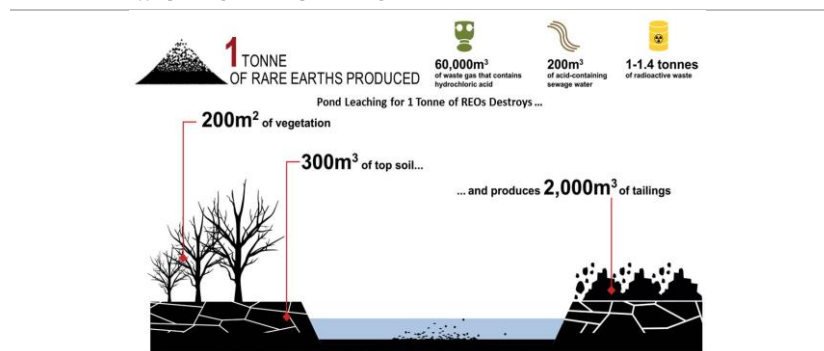
희토류의 고질적인 문제 3.
수급 불균형 문제 심화

희토류는 각 원소별로 따로 생산되지 않고 여러 종류의 희토류 원소들이 함께 생산되기 때문에, 최근과 같이 특정 소재(영구자석)에 대한 수요가 증가하는 시점에서는 각기 다른 희토류 원소에 대한 수급 불균형 문제가 심화될 수 있다.

수급 불균형 예시
영구자석에 활용되는 희토류

예시로 영구자석에 활용되는 희토류들을 살펴보자. 영구자석에는 네오디뮴과 프리세오디뮴, 사마륨, 디스프로슘, 테르븀 등의 희토류 원소들이 활용된다. 이 중, 디스프로슘과 테르븀은 중희토류에 속하는데, 중희토류는 전체 희토류 생산량에서 약 1/10만을 차지하고 있을 정도로 귀하며 중희토류의 최대 매장지는 중국에 있다. 중희토류에 대해 중국의 독점권이 압도적이라는 뜻이다. 영구자석의 활용도가 높아질 것으로 예상되는 시점에서 영구자석에 활용되는 특정 희토류에 대한 수요 증가도 불가피할 것으로 보여 수급 불균형 문제는 더욱 심화될 전망이다.

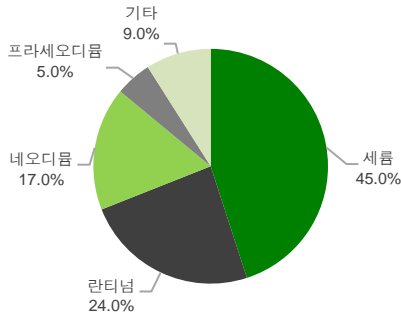
도표 4. 희토류 생산과정에서 발생하는 환경 오염 물질



자료 : China Water Risk Report [Rare Earth: Shades of Grey]

주 : 1톤의 희토류 = 60,000m³의 염산가스, 200m³의 폐수, 1~1.4톤의 방사성 폐기물을 방출

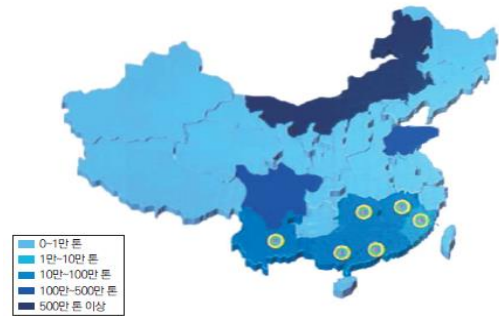
도표 5. 희토류 광석에 포함된 희토류 원소 예시



자료 : Handbook of Mineralogy, Monazite

주 1 : 모나자이트 희토류 광석 중 대표성을 띄는 광물로, 해당 자료에 언급된 모나자이트는 Monazite-(Ce) 계열
주 2 : 기타 항목에 언급되어 있는 희토류는 사마륨, 가돌리늄, 이트륨 등이 있음

도표 6. 중국의 희토류 분포 특징



자료 : 중국희토산업협회, 산업연구원 자료 재인용

주 1 : 노란색 음영은 중희토류가 집중적으로 분포되어 있는 남부의 6개 성을 의미
주 2 : 북부지역에는 주로 경희토류가, 남부지역에는 중희토류가 주로 매장되어 있는 것으로 알려져 있음

도표 7. 글로벌 희토류 생산량과 비중, 주요 용도 정리 (2019년 기준)

구분	희토류 원소	생산량(톤)	비중(%)	주요 용도
경희토류 (LREE)	란타넘(La)	45,469	25.0	합금, 촉매&화학, 세라믹&유리
	세륨(Ce)	76,677	42.1	합금, 촉매&화학, 세라믹&유리
	프라세오디뮴(Pr)	9,757	5.4	자석, 합금, 촉매&화학, 세라믹&유리
	네오디뮴(Nd)	30,687	16.8	자석, 합금, 형광체, 촉매&화학, 세라믹&유리
	사마륨(Sm)	3,041	1.7	자석
	합계	165,631	90.9	-
중희토류 (HREE)	유로퓸(Eu)	364	0.2	형광체
	가돌리늄(Gd)	2,431	1.3	형광체, 세라믹&유리
	테르븀(Tb)	400	0.2	자석, 형광체
	디스프로슘(Dy)	1,397	0.8	자석
	에르븀(Er)	830	0.5	형광체, 세라믹&유리
	이트륨(Y)	10,414	5.7	형광체, 세라믹&유리
	홀뮴(Ho), 톨륨(Tm), 이테르븀(Yb), 루테튬(Lu)	727	2.7	기타(비료, 의료용 물질, 착색제)
	합계	16,563	9.1	-
전체 합계		182,194	100	-

자료 : European Commission(EC) [Study on the EU'S list of Critical Raw Materials 2020], IIT

주 1 : 희토류 금속(REE Metal) 생산량은 산화물(Rare Earth Oxide, REO)과의 환산 비율 0.85를 활용

주 2 : 희토류 원소들 중 굵은 표기 및 연두색 음영은 희토류의 주요 수요처인 영구자석에 활용되는 원소들을 의미

희토류 공급: 중국에 집중된 매장량과 생산량

희토류 광석 종류

1) 희토류 원소들 자체가 광물 내에서 차지하는 비중이 적고 2) 각개의 희토류 원소들 또한 많은 양의 화학물질을 활용해 고순도 제품으로 정련/제련하는 과정을 거치기 때문에 생산이 까다롭고 희귀한 희토류는 주로 지각 내에 모나자이트(Monazite), 제노타임(Xenotime), 바스트네사이트(Bastnaesite)와 같은 광물에 원소 상태로 함유되어 있는 형태를 가진다.

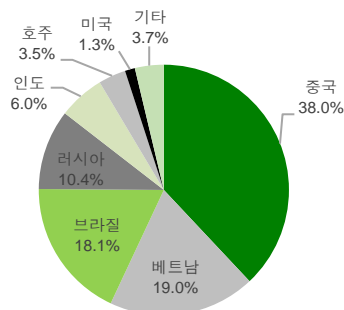
희토류 단위

희토류 원소들은 채광 이후, 제련과 농축 과정을 거쳐 산화물의 형태로 존재하기 때문에, 희토류 단위를 언급할 때 희토류 산화물(Rare Earth Oxide, REO)이라는 단위를 활용하는 것이 일반적이다.

글로벌 희토류 매장량과 광석 생산량 현황

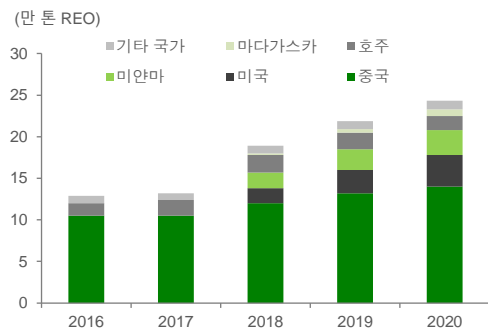
USGS는 2020년 기준, 글로벌 희토류 매장량은 약 1억 2천만 톤이며 중국의 매장량 비중이 약 38%인 것으로 추정했다. 동 기간 글로벌 희토류 광석 생산량은 약 24만 톤으로 중국(약 57.5%), 미국(15.6%), 미얀마, 호주 등의 순서로 생산량이 가장 많다. 과거에는 중국의 생산량이 압도적이었으나 최근에는 미국과 미얀마, 호주 등에서도 점진적으로 희토류 광산 생산량 점유율을 늘려가는 추세다.

도표 8. 글로벌 주요국 희토류 매장량 (2020년 기준)



자료 : USGS [Mineral Commodity Summaries, 2021]

도표 9. 최근 5개년간의 희토류 광산 생산량 추이



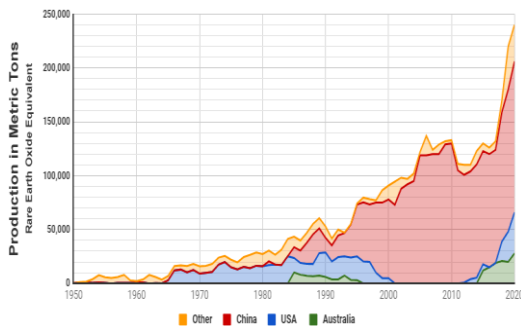
자료 : USGS [Mineral Commodity Summaries]

주 : 총량은 희토류 산화물(Rare Earth Oxide) 기준

희토류에 한해서는
중국의 의존도가
높은 것이 현실

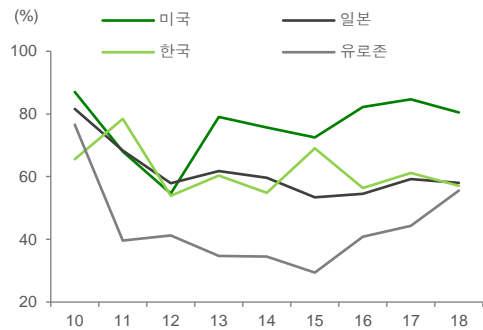
미국을 비롯한 타 국가들이 희토류 광산 생산량을 늘리며 중국을 추적하려는 움직임을 보이고 있지만, 1) 압도적인 희토류 매장량과 2) 가격경쟁력 측면에서의 우위, 3) 1990년대 이후 희토류 산업에 대한 투자를 지속해왔던 중국을 따라잡기는 당분간 어려울 전망이다. 미국은 글로벌 희토류 광산 생산량 2위를 기록하고 있음에도 불구하고, 타 지역(유로존, 일본, 한국) 대비 중국산 희토류 의존도가 매우 높다. 적어도 희토류에 한해서는 중국의 의존도가 높다는 사실을 인지해야 함을 시사하는 부분이다.

도표 10. 1950~2020년까지의 희토류 산화물 생산량 추이



자료 : Geology.com [REE-Rare Earth Elements and their Uses]

도표 11. 국가별 중국산 희토류 수입 의존도 추이



자료 : CSIS China Power Project

희토류 광석 & 제품 생산
쿼터를 늘리며 대응하는 중국

중국 정부는 정책적인 조율을 통해 자국의 희토류 생산량을 통제한다. 2021년 10월, 중국공업정보화부는 희토류 광석제품과 희토류 제련제품에 대한 생산 쿼터를 전년대비 20% 상향조정한 바 있다. 생산 쿼터 설정 범위를 조정한 이유로 중국 제조업체들의 희토류 공급 부족 문제를 완화하기 위한 조치라고 설명한 바 있으나, 실질적으로는 최근 미국의 희토류 광산 생산량 증가와 같은 타 국가들의 희토류 산업에 대한 투자 행위를 인식한 조치일 수 있다는 판단이다.

중국 내에서 희토류 산업이
발전한 성들

중국에서 희토류 산업이 가장 발전한 지역은 크게 세계 최대의 경희토류 매장지인 네이명구 자치구와 중희토류 생산기지가 밀집되어 있는 남부 지역의 성(장시, 관동, 광시, 푸젠, 후난, 윈난, 저장성)들을 꼽을 수 있다. 대부분의 성들은 생산능력 대비해서 적은 규모의 희토류를 생산하고 있으나 통제가 되지 않은 소형 광산들에 의한 비공식적인 생산량이 상존하고 있어 실제 생산량은 더욱 많을 것이다.

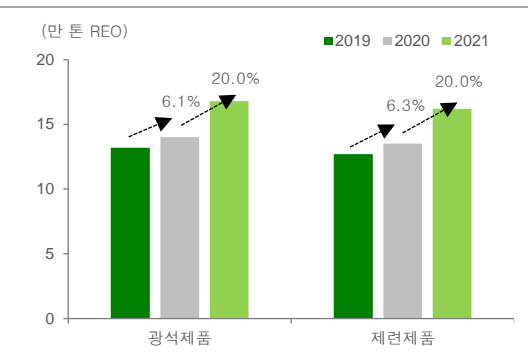
도표 12. 중국 희토류 총량생산계획(생산 쿼터) (2021년 기준)

중국 6대 희토류 그룹		2020년			2021년		
		광석제품(REO, 톤)		제련제품 (REO, 톤)	광석제품(REO, 톤)		제련제품 (REO, 톤)
		암석형 희토류 (경희토류)	이온형 희토류 (중희토류)		암석형 희토류 (경희토류)	이온형 희토류 (중희토류)	
1	중국희유희토주식유한공사 (중국강철연구과기그룹유한공사)	14,550	2,500	23,879	14,550	2,500	23,879
		4,300	-	1,700	4,300	-	1,700
2	오광희토그룹유한공사	-	2,010	5,658	-	2,010	5,658
3	중국북방희토(그룹)주식유한공사	73,550	-	63,784	100,350	-	89,634
4	하문팅스텐주식유한공사	-	3,440	3,963	-	3,440	3,963
5	중국남방희토그룹유한공사 (사천강동희토주식회사)	32,750	8,500	27,122	33,950	8,500	28,262
		32,750	-	19,520	33,950	-	20,670
6	광동성희토산업그룹유한공사 (중국유색금속건설주식유한공사)	-	2,700	10,604	-	2,700	10,604
		-	-	3,610	-	-	3,610
합계		120,850	19,150	135,000	148,850	19,150	162,000
총계			140,000	135,000		168,000	162,000

자료 : 중국공업정보화부, Reuter, 산업연구원 자료 재인용

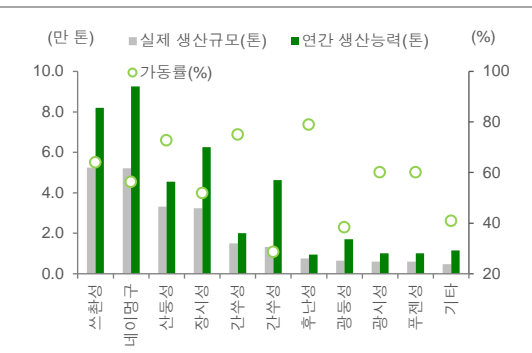
주 : 1, 5, 6의 점선 = 괄호표기로 되어 있는 아래쪽 기업들은 위쪽 기업들의 산하 기관임을 의미

도표 13. 최근 3년간의 중국 희토류 광석/제련제품 생산 쿼터



자료 : 중국공업정보화부

도표 14. 중국 지역별 희토류 생산능력/실제 생산규모/가동률



자료 : 산업연구원, 대외정책경제연구원 자료 재인용

주 : 2019년 기준

중국은 희토류 광석 최대 생산국임에도 타 국가에서 희토류 광석을 수입

중국의 희토류 수출입 흐름을 살펴보면 글로벌 희토류 산업 밸류체인에서 우위를 굳건히 유지하려 하는 중국의 속내를 엿볼 수 있다. 중국은 최대의 희토류 광산 생산국임에도 불구하고 희토류 광물들을 따로 수출하지 않는다. 오히려 미얀마, 말레이시아, 베트남과 같은 국가에서 지속적으로 희토류 광석들을 수입하고 있는 모습이 확인된다. 이렇게 해서 얻어진 희토류 광물들은 제련 과정을 통해 희토류 산화물로 만들어내며, 이렇게 만들어진 화합물들은 대부분 자국의 수요를 충당하기 위해 활용된다.

희토류 제품들의
고부가가치를 추구하는 중국

중국의 직접 생산하고 수출하는 희토류 품목들은 주로 영구자석, 희토류 화합물과 같이 고부가가치를 가지고 있는 품목들이다. 반면, NbFeB 자석 분말이나 기타 품목들의 수입량은 증가하고 있는 추세다. 이러한 현상은 중국 내부적으로 해당 품목들을 수입해 영구자석 상품들을 만드는 과정을 통해 희토류 산업의 고부가가치화를 진행하고 있는 것으로 해석된다.

글로벌 희토류 제품
생산량 1위도 중국

모든 종류의 희토류 원소(17개)들을 생산할 수 있는 중국은 희토류의 채광과 분리, 추출, 고순도 완제품 제조 등과 같은 밸류체인을 형성한 국가로 희토류 광석 생산에 이어 희토류 제품 생산에서도 1위를 차지한다. 글로벌 공급망에서 중국이 차지하는 비중이 상당히 높은 수준인 만큼, 중국의 희토류 글로벌 공급망 지배력은 점진적으로 더욱 강화될 전망이다.

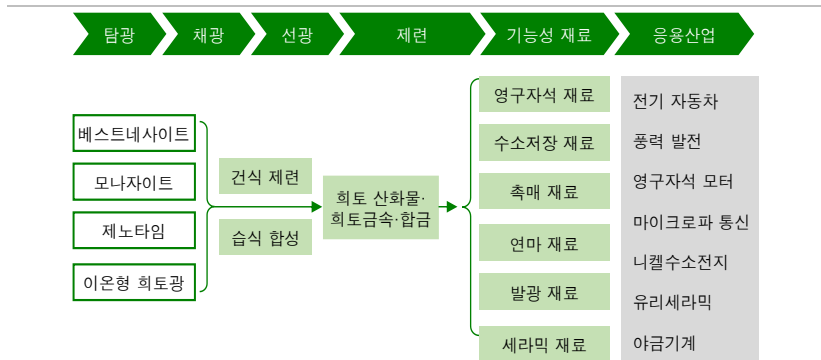
도표 15. 중국의 희토류 광석과 제품 수출입 (2019년 기준)

항목	수출			수입		
	2018	2019	변화율 (%, YoY)	2018	2019	변화율 (%, YoY)
희토류 광석	-	-	-	28,918	46,700	61.5
희토류 화합물	45,646	39,480	-13.5	69,486	41,042	-40.9
희토류 금속	7,385	6,850	-7.2	6	26	333.3
희토류 영구자석	32,696	35,366	8.2	2,321	1,921	-17.2
NdFeB 자석분말	5,622	4,982	-11.4	195	386	97.9
기타	3,907	3,532	-9.6	367	487	32.7
합계	95,256	90,210	-5.3	101,293	90,562	-10.6

자료 : 중국희토산업협회

주 : 기타 품목 = NdFeB 합금, 급속응고 영구자석, 희토류 함량이 10% 이상인 기타 희토철합금

도표 16. 희토류 산업 밸류체인 예시



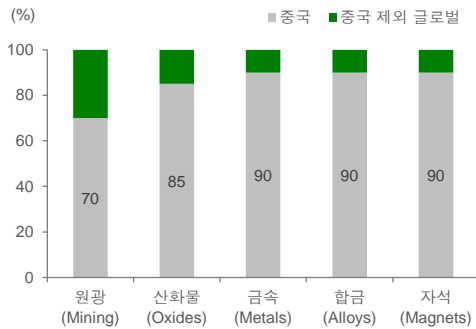
자료 : 중국희토류자원상황 및 국제지위 연구 보고서, 산업연구원 자료 재인용

도표 17. 중국의 희토류 기능성 소재 생산량 (2019년 기준)

소재	제품	생산량(톤)
영구자석 재료	소결 NdFeB 자석	170,000
	점결 NdFeB 자석	7,900
	SmCo 자석	2,400
촉매 재료		208,000
수소저장 재료		8,650
연마 재료		32,170
발광(LED) 재료	LED 형광체	480
	3색 형광체	1,200
	긴 잔광성 형광체	5,800
합금 재료	희소규소철합금	26,702

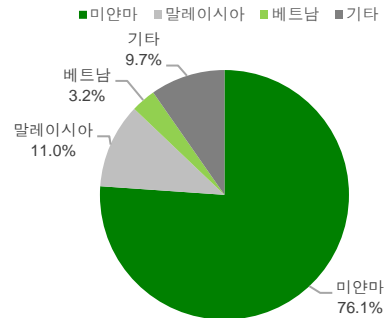
자료 : 중국희토산업협회

도표 18. 글로벌 희토류 밸류체인 중, 중국이 차지하는 비중



자료 : Adamas Intelligence(2019), IIT

도표 19. 중국 주요 희토류 광석 수입 국가 (2020년 기준)



자료 : 중국희토산업협회, IIT

희토류 수요: 중국이 최대 희토류 수요국

산업 내 주요 용도는 영구자석

희토류의 활용도가 가장 높은 영구자석 개요

희토류를 중량적으로나 금액적으로 따져볼 때 그 쓰임새가 가장 높은 분야는 영구자석이다. 영구자석은 자성(Magnetism)을 영구적으로 가지고 있는 자석을 뜻하며, 강력한 자력을 기반으로 전기적 에너지와 기계적 에너지를 상호 변환시키는데 산업적으로 응용될 수 있는 소재다. 영구자석의 강력한 자력을 동력으로 사용하는 모터들은 크기가 작고 순간적으로 작동하는 파워가 강하기 때문에 전기차 구동모터나 풍력발전용 터빈의 소형화와 경량화를 가능하게끔 만든다.

영구자석 활용 예시

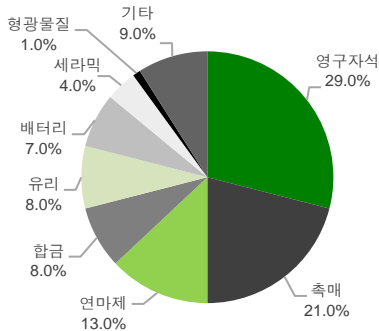
전기차 구동 시스템을 예를 들어 보자. 전기차 구동 시스템은 크게 1) 전력제어장치, 2) 구동모터, 3) 감속기로 나뉘게 된다. 여기서 구동모터는 자동차의 엔진 역할을 하는데, 2차대전지에서부터 전달받은 전력을 회전 에너지(구동력)로 전환시키고 감속기를 거쳐 바퀴까지 에너지를 전달한다. 이 과정에서 전기차 구동모터에 활용되는 영구 자석의 자력이 강하면 강할수록 더욱 강력한 에너지를 얻을 수 있다.

대표적인 영구자석은 네오디뮴 영구자석

전기차 구동모터나 풍력발전용 터빈에 활용되는 영구자석은 희토류 원소 중 가장 강력한 자력을 가진 네오디뮴-철-붕소의 조합으로 만든 네오디뮴 영구자석(NdFeB)이다. 네오디뮴 영구자석은 지금까지 발견된 영구자석 중 강력한 자력을 가졌으나, 열에 약하며 습도나 염수에 의해 부식될 수 있다는 단점도 있다. 영구자석이 열을 받게 되면 감자(Demagnetization, 자력을 잃는 성질)현상이 발생하게 되어 영구자석 모터의 성능이 저하되기 때문이다.

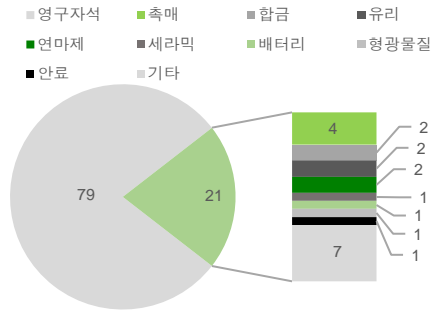
이러한 현상을 줄이고자 최근에는 내열성이 뛰어난 열에 강한 희토류로 알려진 디스프로슘과 테르븀과 같은 원소들을 네오디뮴 영구자석에 표면 처리하여 해당 소재가 가진 단점을 보완할 수 있게끔 만드는 추세다.

도표 20. 용도별 희토류 수요 (중량기준, 2019년)



자료 : EC [Study on the EU'S list of Critical Raw Materials 2020]

도표 21. 용도별 희토류 수요 (금액기준, 2019년)



자료 : EC [Study on the EU'S list of Critical Raw Materials 2020]

도표 22. 대중적으로 활용되고 있는 영구자석의 종류와 주요 특징

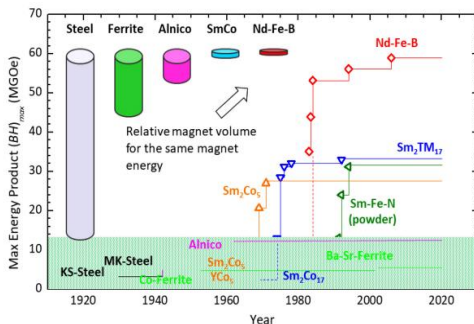
종류	가우스력(G)	특징
네오디뮴 (NdFeB)	2,500 ~ 5,000G	- 희토류 원소로 제작, 영구자석 중 가장 월등한 보자력을 가짐 - 철(62.5%), 네오디뮴(31%), 디스프로슘(4.5%), 코발트(2%), 붕소(1%) - 소형으로도 강한 자력을 발휘. 사용 빈도가 높으며 공업용, 의료용, 산업용 등의 목적에 활용
사마륨코발트 (SmCo)	2,500 ~ 3,500G	- 사마륨과 코발트, 기타 희토류 원소의 합금 - 네오디뮴 영구자석 다음으로 강력한 자력을 가지고 있는 자석 - 센서, 엔진, 정밀기기 등에 활용됨
페라이트 (Ferrite)	1,000 ~ 1,800G	- 니켈 등의 산화물과 철로 제작되었으며 안정성이 특징적 - 높은 온도에서도 자력의 감소 없이 사용이 가능하며 주로 전자 공업 등에 널리 활용됨
알니코 (AlNiCo)	500 ~ 800G	- 철, 니켈, 알루미늄, 코발트 합금으로 만들어지며 자석 밀도와 내구성 우수 - 온도에 대해 안정성이 가장 뛰어난 자석으로 알려짐. 스피커, DC모터, 전자기, 발전기 등에 활용

자료 : 한국생산기술연구원

주 1: 가우스력 = 자석의 밀도를 측정하는 단위로 보통 자석의 자력을 측정하는 단위. 높을수록 자석의 자력이 강함을 의미

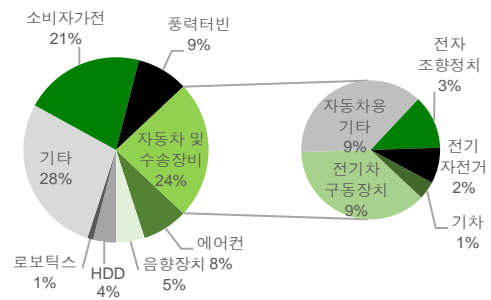
주 2: 보자력(Coercive Force) = 잔류 자성(자성체에 자력을 가해 자화력을 얻고 이를 제거하여도 해당 자성체가 어느 정도의 자력을 가지고 있는 현상)을 없애기 위해 역으로 가하는 힘

도표 23. 과거 영구자석의 개발 시기와 종류별 자력 강도



자료 : 한국재료연구원 분말재료연구본부 [대한금속 & 재료학회지, '영구자석 재료의 개발 현황 및 향후 발전 전망']

도표 24. 네오디뮴 영구자석 활용(중량기준, 2019년)



자료 : EC [Study on the EU'S list of Critical Raw Materials 2020]

국가별로는 중국이 최대 수요처

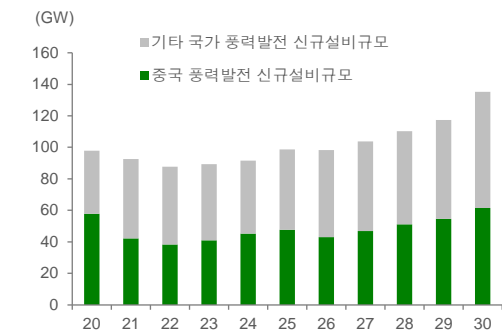
중국의 희토류 산업 내에서
우위를 가질 수 있는 이유
압도적인 수요처가 되었기 때문

중국의 희토류 산업이 번창할 수 있었던 원인은 세계 최대의 희토류 매장량과 더불어 가격경쟁력 측면에서의 우위도 있었으나, 결국 중국 내에서의 희토류 수요가 가장 컸기 때문이다. 현재 중국은 세계 최대의 태양광과 풍력 발전을 추진하고 전기차 보급국으로 부상하고 있다.

전기차 판매량과 풍력 발전
신규설비규모 고려 시,
희토류 수요 증가세도 유요

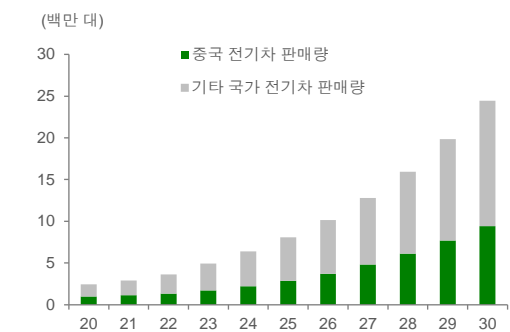
BNEF는 향후 전기차 시장과 풍력 발전의 핵심 국가가 중국이 될 것으로 설명한다. 전망치를 살펴보면 단연 중국의 전기차 판매량과 풍력 발전의 신규설비 비중이 돋보인다. 이러한 추세는 친환경 기조가 강조되는 흐름 하에서 지속적으로 유효할 전망이다. 네오디뮴 영구자석의 수요, 즉 희토류에 대한 수요 또한 꾸준히 증가할 전망이다. 다만, 공급량 자체가 적은 만큼 수급 불균형에 대한 문제는 더욱 심화될 수 있다는 판단이다.

도표 25. 글로벌 풍력발전 신규설비규모 전망



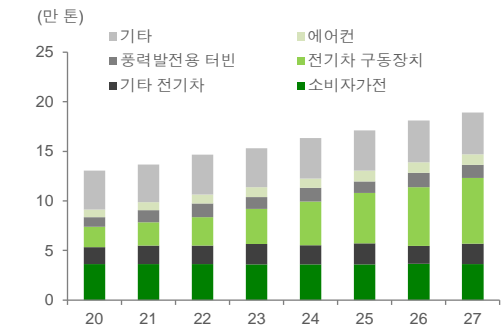
자료 : BNEF

도표 26. 글로벌 전기차 판매량 전망



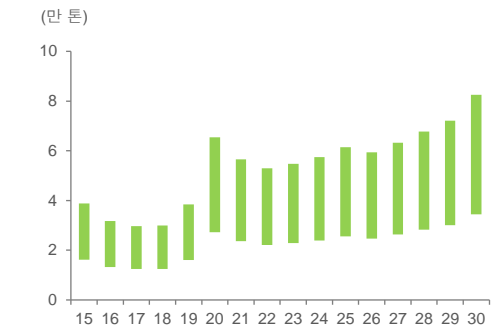
자료 : BNEF

도표 27. 용도별 네오디뮴 영구자석 수요 전망



자료 : Roskill

도표 28. 풍력발전 설비 구현을 위해 필요한 네오디뮴 규모



자료 : Study on the EU'S list of Critical Raw Materials, BNEF

주 : 1MW당 필요한 네오디뮴 영구자석 총량은 700~1,200kg이며 이를 위해 필요한 네오디뮴 규모는 약 175~420kg

시장 동향과 주요국 희토류 정책

가격 추이

영구자석에 활용되는
희토류 원소 가격 추이

국제적으로 표준화된 희토류 가격은 없지만, 희토류 산업에 있어 국제적인 위치를 확보한 중국의 희토류 가격이 일반적으로 통용된다. 다양한 종류의 희토류 산화물의 가격이 존재하지만 영구자석에 활용되는 희토류 원소들의 가격만 살펴봤다.

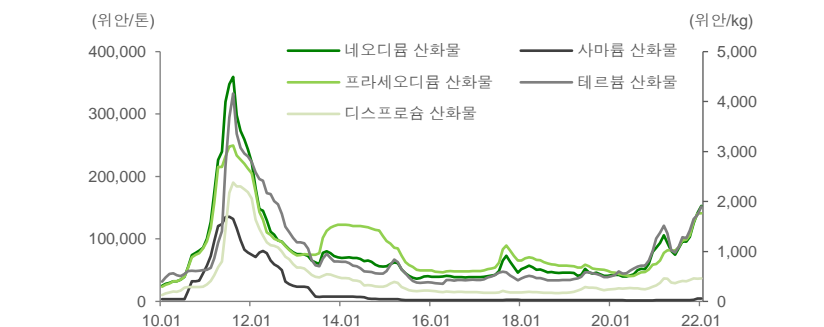
2010년 센카쿠열도 분쟁
중국 희토류 무기화의 서막

가격 추이를 살펴보면 2010년 말부터 2011년 부근의 상승세가 두드러진다. 당시에는 중국과 일본의 센카쿠열도 분쟁(일본 오키나와, 대만 중간지점(동중국해)에 위치한 열도에서의 중국 어선과 일본 해상보안청 순시선 간의 충돌로 중국과 일본의 갈등 확대로 연계) 직후, 중국이 일본에 대한 희토류 수출규제를 강화한 영향에 희토류 산화물 가격들이 큰 폭으로 상승했다. 처음으로 중국의 희토류 무기화 가능성에 대한 우려가 부각되었던 시점이라고 볼 수 있겠다.

2020년 코로나 이후 점진적인
상승세를 보이는 희토류 가격

이후에는 뚜렷한 흐름이 부재했던 가운데, 2020년 코로나 사태 이후부터 지금까지 희토류 가격의 상승세가 재차 부각되는 모습이다. 1) 트럼프 행정부때부터 이어져오고 있는 미국과 중국의 무역갈등, 2) 친환경 정책을 수행하기 위한 투자 강화, 3) 14차 5개년 계획 이후(2021년) 중국의 희토류 산업 육성 계획 등이 이러한 흐름을 견인하고 있는 것으로 파악된다.

도표 29. 영구자석에 활용되는 희토류 원소 가격 추이



자료 : 코리아IPDS

주 : 각 희토류 산화물들은 99.9%이며 가격은 중국 FOB 현물 가격(월간) 기준

희토류는 주요 생산국들에
대한 정책 모니터링이 특히
중요할 것으로 전망

과거부터 희토류의 중요성을
인지하고 있는 중국

2021년 12월, 글로벌 최대
규모의 희토류 국영기업
중국희토그룹유한공사 설립

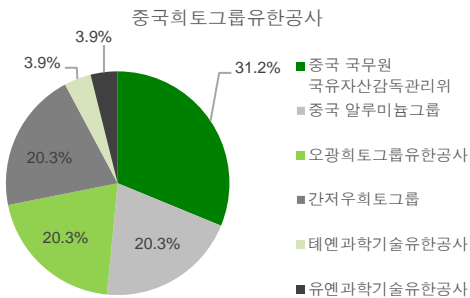
주요국 희토류 정책 - 중국

전략광물로도 치부되는 희토류는 생산하는 국가도 많지 않을뿐더러 희토류 광석에서의 원소 분리 과정과 정제 등이 가능한 국가 또한 소수에 불과하다. 이에 희토류는 주요 생산국들의 국가 정책에 대한 변화들이 향후 희토류 산화물들의 방향성을 좌지우지할 수 있을 전망이다.

희토류에 있어 압도적인 독점력을 과시하고 있는 중국은 희토류의 중요성을 인지하고 2010년 이후부터 희토류 산업 관련 정책을 지속적으로 강화하고 있는 국가다. 트럼프 전 대통령 행정부와 무역 분쟁이 격해지는 시점에서(2019년 5월) 희토류 생산시설을 방문한 시진핑 주석은 희토류의 중요성을 공식적으로 언급하기도 하였다.

특히 주목할 것은 지난 2021년 12월, 중국 내 국유 희토류 기업들을 합병해 글로벌 최대 규모의 희토류 국영기업인 중국희토그룹유한공사를 설립했다는 점이다. 해당 유한공사의 최대주주는 중국 국무원 산하의 국유자산감독관리위이며, 중국의 6대 희토류 국유기업 중, 3대 희토류 생산 기업들과 2곳의 연구개발형 기업들을 통폐합했다. 2021년 기준의 희토류 생산 쿼터를 고려해볼 경우, 특히 최근 수요가 크게 증가하고 있는 중희토류 생산 점유율이 두드러지는 것으로 파악된다. 중국의 국유 희토류 기업 설립으로 희토류에 있어 더욱 강력한 가격 결정권과 지배력을 굳건히 다지려고 하는 속내를 엿볼 수 있다.

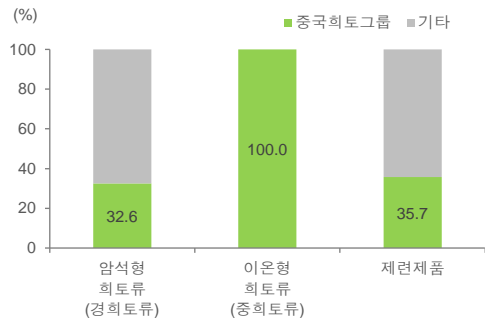
도표 30. 중국희토그룹유한공사 지배구조



자료 : KITA 무역뉴스

- 주 1: 알루미늄그룹 산하에 중국희유희토주식유한공사 존재
주 2: 간저우희토그룹 산하에 중국남방희토그룹유한공사 존재
주 3: 테엔/유엔 과학기술유한공사는 연구개발형 기업

도표 31. 중국희토그룹유한공사 생산품목 추정



자료 : 중국공업정보화부, 당사 추정

- 주 1: 중국공업정보화부에서 제시한 2021년 생산 쿼터 기준 추정
주 2: 경희토류 기타 = 중국북방희토 공사 & 제련제품 기타 = 중국 북방희토 공사, 하문텅스텐 공사, 광동성희토산업 공사를 의미

도표 32. 중국의 희토류 관련 주요 정책 Timeline & 주요 내용 정리

발표 시기	부처 및 정책	주요 내용
2011.07	국무원, 희토산업 지속 건강발전에 관한 의견	- 대기업 주도형 산업구조 형성 - 전략적 비축제도 구축 계획 최초 언급
2011.08	공업정보화부, 전국 희토생산 점건에 대한 통지	- 희토산업 정비 및 불법 개발/생산 단속
2012.07	공업정보화부, 희토류 지시형 생산계획관리 집행방법	- 희토류 개발/생산/수출에 대한 총량지표관리제도 강화 - 정부로부터 할당량 배분받은 기업만 관련 업무 종사
2015.04	국무원 관세세칙위, 일부 상품 수출관세 조정 관한 통지	- 5월 1일부, 희토류/텅스텐/몰리브덴/알루미늄 등에 대한 수출관세 철폐 - 6대 국유 희토기업 통폐합
2018.06	희토류 산업에 대한 환경잔속 실시	- 산업정비 및 친환경 생산 현황 점검
2019.06	공업정보화부, 희토제품 포장/표식/운송/저장 표준	- 희토류 시장 정비
2020.01	자연자원부, 광산자원관리계획에 대한 의견	- 희토류 자원개발 엄격 통제
2020.12	수출통제법	- 전략적 자원인 희토류 제품에 대한 수출통제 강화
2021.01	희토류 관리조례 초안	- 희토류 산업 전반 산업 밸류체인에 대한 통제 강화

희토류 관리조례 초안	
구분	주요 내용
프로젝트 심사	- 희토류 광석/개발/제련 프로젝트 투자 사전에 정부 허가 취득을 의무화
총량 지표 관리	- 희토산업 발전 계획/광산자원계획 및 산업정책에 의거 환경보호 및 자원절약 기조를 충분히 반영한 시장 수요 및 기술 수준에 따른 개발/제련/생산지표 책정
유통 관리	- 기업/개인/단체의 희토류 제품 불법 개발/제련/생산/구입 금지 - 제품정보 추적 시스템 구축, 유통 전반에 대한 관리 강화 - 희토류 수출입 기업에 대외무역, 수출통제 등 관련법 준수 강조
비축 관리	- 희토자원 및 관련 제품의 전략적 비축 제도 구축 - 비축물량 역시 총량지표에 반영해 사용 엄격 통제
법적 처벌	- 불법 개발/생산자에 대해 불법소득 1~5배 수준 혹은 10만~100만 위안의 벌금 부과, 영업집조 등록 말소 처분 등 엄벌 조치

자료 : KOTRA(베이징 무역관), 산업통상자원부 자료 재인용

주요국 희토류 정책 - 미국

희토류 광산 생산량
국가 2위 미국의 주요 정책

2020년을 기준 글로벌 희토류 광산 생산량 2위를 차지한 미국은 1952년 캘리포니아주에 위치한 Mountain Pass 광산에서의 희토류 채굴을 시작으로 1960년대 중반부터 80년대까지 세계 최대의 희토류 생산국이었다.

그러나 중국의 가격경쟁력에 밀려 2002년 부근에 희토류 채굴을 중단했으며, 이후 생산 과정에서 파생되는 환경오염 문제가 부각되며 간헐적으로 생산을 중단하기도 했다(2003~2011년 & 2016~2017년). 2017년에는 MP Material 기업이 Mountain Pass 광산을 인수하며 생산을 재개했으며, 2018년 이후에는 트럼프 전 대통령과 지금의 바이든 행정부에 이르기까지 희토류의 중요성을 인지하고 우호적인 정책을 추진 중에 있다.

미국의 공급망 검토
보고서 중 희토류 관련 내용

가장 최근의 희토류 관련 정책으로는 2021년 6월, 미국 상무부, 에너지부, 국방부, 보건부 등의 4개 부처가 합동으로 작성한 공급망 검토 보고서를 꼽을 수 있다. 미국이 상대적으로 취약한 4대 핵심 품목(반도체, 배터리, 의약품, 희토류)의 공급망 상의 취약점을 정리한 보고서로, 희토류와 관련되어서는 국방부가 검토한 것으로 알려졌다.

타 국가와의 협업이
절실한 미국

해당 보고서에서는 현재 희토류의 수요가 가장 많은 네오디뮴 영구자석의 공급망을 각 국가별로 생산가능한 분야로 나누어 살펴본다. 특징적인 사항은 중국은 모든 종류의 희토류 가공이 가능한 반면, 미국은 희토류 가공 능력이 없거나 시설 가동을 준비 중인 단계에 머물러 있다. 이에 미국은 지난 2021년 3월, 쿼드(Quad, 미국, 일본, 인도, 호주 4국가들의 안보 협의체) 정상회의에서 중국의 희토류 독점에 대한 대응이 필요한 시점임을 강조한 바 있다. 과거 글로벌 희토류 생산량 1위 국가라는 타이틀을 회복하기 위한 미국과 각 국가간의 협업이 중요해질 전망이다.

미국 희토류 기업
MP Materials

희토류 관련 미국 기업들의 입지도 앞으로 더욱 중요해질 전망이다. 미국의 최대 희토류 광산인 Mountain Pass 광산을 소유한 MP Materials은 2022년까지 자체적으로 희토류 원소들을 농축하고 분리할 시설을 갖추고 2025년 이후에는 영구자석 생산을 계획 중에 있다. 미국 내에서 희토류 광석과 관련 제품들을 지속적으로 생산해 중국의 희토류 의존도를 점진적으로 낮추는 것에 목적을 두고 있다.

도표 33. 미국의 희토류 관련 주요 정책 Timeline

발표 시기	부처 및 정책	주요 내용
2018.05	에너지부, 경제 및 국가안보 연계 전략광물 지정	- 전체 전략광물 35종 지정, 희토류 대다수 포함
2019.06	상무부, 주요광물 안정적 공급 확보를 위한 미국 연방정부 전략 (A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals)	- 6대 행동강령 / 24대 목표 / 61대 권고안 포괄 - ① 필수광물 R&D 확대, ② 대체재 개발, ③ 기술개발을 통한 자원사용량 감축 및 자원 재활용, ④ 필수자원 공급망 다변화 모색, ⑤ 자원교역 활성화 및 국가 간 협력 강화, ⑥ 미국 필수자원 공급망 분석, ⑦ 행정규제 개선, ⑧ 인력 육성 등을 강조
2020.01	에너지부, 공급망 다변화/필수광물 대체재 개발/자원 재활용 등 필수 광물질 관련 미국 내 R&D 현황 및 동향 보고서 (Critical Minerals and Materials)	- 석탄 및 석탄 부산물에서의 희토류 추출 기술 - 새로운 자석합금(magnet alloys), 인광물질(phosphor materials) 등의 개발을 통한 자원 사용량 감축 사례를 소개
2021.06	상무부, 에너지부, 국방부, 보건부 4대 부처 합동 보고서 작성	- 바이든 대통령의 행정명령에 의거, 4대 핵심 품목인 반도체, 배터리, 의약품, 희토류의 공급망 상의 취약점을 정리한 보고서 작성

자료 : 100-Day Review under Executive Order 14017 (June 2021), KOTRA(워싱턴 무역관), KITA 보도자료 재인용

도표 34. 네오디뮴 영구자석 공급망의 각 단계별 생산가능 국가 현황

국가명	채굴	혼합물	광석 → 산화물 분리		금속화	자석합금	소결 & 자석생산
			경희토류 (LREE)	중희토류 (HREE)			
중국	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
호주	✓	시험단계					
인도	✓	✓	✓				
일본				✓	✓	✓	✓
미국	✓	**	**	**	미가동	미가동	**

자료 : 100-Day Review under Executive Order 14017 (June 2021)

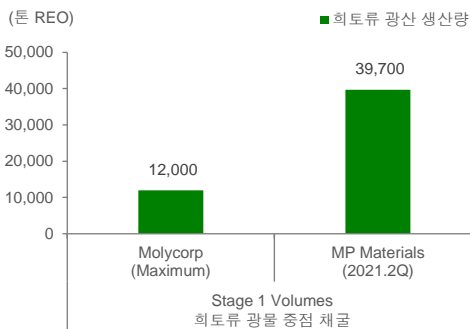
주 : ** = 미국이 현재 자국에서 구축을 진행 중인 단계를 의미

도표 35. MP Materials 기업 개요



자료 : MP Materials

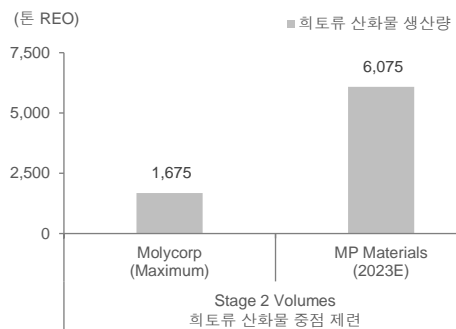
도표 36. MP Materials의 희토류 광산 생산능력



자료 : MP Materials

주 : Molycorp는 미국에서 희토류 생산을 전문으로 하는 비상장기업.
Peer 비교를 위해 MP Materials가 활용

도표 37. MP Materials의 희토류 산화물 생산능력 전망



자료 : MP Materials

주 : Molycorp는 미국에서 희토류 생산을 전문으로 하는 비상장기업.
Peer 비교를 위해 MP Materials가 활용

투자 방법 정리

내용 요약

앞서 살펴본 내용들을 정리하자면 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 희토류는 1) 활용도가 높으며(친환경 정책) 2) 매장량 편중성이 상당하고, 3) 각종 희토류 산화물들을 제련하는 과정에서 수반되는 환경오염, 4) 가격경쟁력에서의 우위 등으로 중국의 독점력이 상당하며, 글로벌 희토류 시장에 큰 영향력을 행사할 수 있음.
2. 현 시점에서 희토류가 가장 많이 쓰이는 분야는 영구자석 분야. 주로 네오디뮴 영구자석에 활용되는 네오디뮴과 중희토류로 분류되는 디스프로슘과 테르븀의 활용도가 증가하는 추세. 해당 광물들은 대부분 중국에 매장되어 있어 중국의 희토류 독점권이 강화될 수 있는 요인.
3. 미국을 비롯한 타 지역에서 중국의 희토류 독점력에 대응하고자 여러 정책들과 국가 간의 협업, 기타 방안들을 제시하고 있지만 아직까지는 중국의 희토류 의존도가 높은 것이 현실.
4. 최근 중국의 희토류 관련 정책들을 점검해보면 중국의 희토류 독점권은 앞으로 더욱 강화될 여지가 있으며, 이러한 흐름 자체는 희토류 가격의 상승 요인으로 자리매김할 수 있을 전망이다.
5. 미국과 중국의 희토류 패권싸움이 지속될 것으로 예상되는 가운데, 친환경 정책이 희토류 수요를 견인할 것으로 예상되는 만큼 희토류 가격의 상승세는 앞으로도 두드러질 것이라는 판단

희토류 ETF
광산기업을 추종하는
REMX

투자 관점에서는 희토류와 전략금속 생산 기업들을 추정하는 해외 ETF인 REMX(VanEck Rare Earth/Strategic Metals)가 유효하다는 판단이다. 해당 지수에 편입되어 있는 기업들은 1) 글로벌 희토류 및 희소광물들을 채굴하고 가공하는 기업들이며 2) 매출 50% 이상이 희토류 혹은 전략자원에서 발생해야만 편입될 수 있으며, 3) 희토류 채굴에 있어 글로벌 1위인 중국과 2위인 미국보다도 호주의 광산기업 비중이 더욱 큰 것으로 파악되는 만큼 국가간 헤지 효과도 볼 수 있다는 판단이다. REMX의 기초지수가 추종하는 기업들은 희토류 광석 및 화합물 이외에도 리튬과 탄탈륨, 티타늄 등과 같은 다양한 희소금속 분야에서 광산업을 이행하고 있어 희토류 이외의 분야에서도 추가적인 수익을 기대할 수 있는 기업들이다.

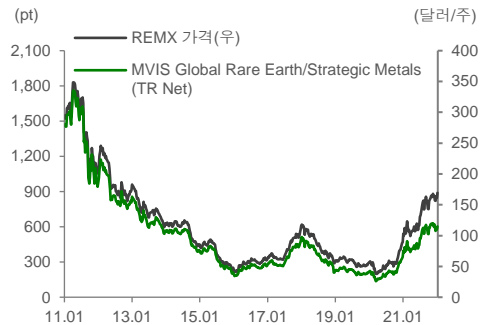
도표 38. REMX 기본적 사항

이름	VanEck Vectors Rare Earth/Strategic Metals ETF
상장일	2010년 10월 27일
추종 지수	MVIS Global Rare Earth/Strategic Metals Index
운용사	VanEck
운용 자산(AUM)	\$1,053.4M
운용 수수료	0.59%
구성 종목 수	20

자료 : etf.db

주 : 2022년 1월 14일 기준

도표 39. REMX 가격과 벤치마크 흐름 추이



자료 : Bloomberg

주 : 2022년 1월 14일 기준

도표 40. REMX 편입종목 비중

기업명	코드	비중	주력 산업
Pilbara Minerals Limited	PLS AU (호주)	9.29	리튬, 탄탈륨 채굴
Lynas Rare Earths Limited	LYC AU (호주)	6.76	세륨, 네오디움, 희토류 탐사/채굴
Zhejiang Huayou Cobalt Company Ltd	603799 CH (중국)	6.40	코발트 생산 기업
Alkem Limited	AKE AU (호주)	6.04	리튬 생산 기업
AVZ Minerals Limited	AVZ AU (호주)	6.17	리튬, 주석, 탄탈륨 탐사/채굴
China Northern Rare Earth (Group) Co., Ltd	600111 CH (중국)	6.29	희토류 광산 채굴, 희토류 산화물 제련
Ganfeng Lithium Co Ltd	1772 HK (홍콩)	5.71	리튬 및 리튬 화합물 생산
Iluka Resources Limited	ILU AU (호주)	5.40	티타늄 채굴/농축
AMG Advanced Metallurgical Group N.V.	AMG NA (네덜란드)	4.94	알루미늄 합금, 티타늄 생산
Liontown Resources Ltd.	LTR AU (호주)	4.86	기초 금속 탐사 및 채굴(리튬 Base)
MP Materials Corp	MP US (미국)	4.47	미국 희토류 채굴 1위 기업
Tronox Holdings PLC	TROX US (미국)	4.50	화학제품 생산
Shenghe Resources Holding Co., Ltd	600392 CH (중국)	4.51	희토류 제품 제조업체
ioneer Ltd	INR AU (호주)	4.34	리튬 생산 기업
Xiamen Tungsten Co., Ltd.	600549 CH (중국)	3.81	텅스텐 제련/가공
Livent Corporation	LTHM US (미국)	3.62	리튬 화합물 생산
Lithium Americas Corp.	LAC CN (캐나다)	3.64	리튬 채굴/생산/공급
Standard Lithium Ltd.	SLI CN (캐나다)	3.24	천연자원 채굴 서비스 제공
Eramet	ERA FP (프랑스)	3.20	니켈, 망간, 특수 강철 정련 및 생산
Australian Strategic Materials Ltd	ASM AU (호주)	2.66	전략광물 제련 및 생산

자료 : Bloomberg

주 : 2022년 1월 14일 기준

Compliance Notice

이 조시자료는 고객의 투자에 참고가 될 수 있는 각종 정보제공을 목적으로 제작되었습니다. 이 조시자료는 당시의 리서치센터가 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻어진 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목 선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 이 조시자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다. 이 조시자료의 지적재산권은 당사에 있으므로 당시의 허락없이 무단 복제 및 배포할 수 없습니다.