

국내 희유금속 원재료 교역구조 변화 분석 연구

§이화석 · 김유정

한국지질자원연구원

Analysis of Changes in Trade Structure of the Raw Materials of Rare Metals in Korea

§Hwa Suk Lee and Yu Jeong Kim

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

요 약

첨단산업의 원재료로 사용되는 희유금속은 국내 산업구조변화와 기술변화에 따라 수요구조와 공급망이 변화하며, 가격 변동성이 높아 주기적으로 수요구조 변화분석을 시행하는 것이 필요하다. 국내에서는 대부분의 희유금속 수요를 수입에 의존하고 있어 교역구조 변화를 분석하는 것을 통해 국내 수요변화를 확인할 수 있다. 본 연구에서는 희유금속 35종을 대상으로 광석(정광), 금속, 합금, 화합물, 스크랩 등 5개 유형별로 2000년부터 2022년까지 교역규모, 교역증가율, 교역순위, 교역국가 등의 변화를 분석하였다. 우리나라 희유금속 원재료 교역은 '09년과 '16년의 큰 폭의 하락을 제외하고는 2000년대 이후 전반적으로 증가하는 추세로, 수출과 수입을 모두 포함하는 총교역규모는 '01년 대비 '22년 10배가량 증가하였다. 2010년대 중반까지는 규소, 니켈, 크롬, 몰리브덴, 망간 등 철강산업 원료 위주로 교역이 이루어졌으나 그 이후에는 팔라듐, 로튬, 백금 등의 백금족과 리튬, 코발트 등의 이차전지 원료의 교역이 증가하였다. 특히 '22년에는 리튬의 수요증가와 가격급등으로 인해 리튬이 가장 큰 교역 비중을 차지하였다.

주제어 : 희유금속, 원재료, 교역, 수요, 공급망

Abstract

The rare metals used as raw materials in high-tech industries undergo changes in demand structures and supply chains following domestic industrial structural shifts and technological advancements, exhibiting high price volatility. Therefore, it is necessary to periodically analyze changes in the demand structures of rare metals. Since domestic demand for most rare metals relies on imports in Korea, the changes in domestic demand for rare metals can be identified by analyzing changes in their trade structure. In the present study, we analyze the changes in trade volume, trade growth rate, trade rankings, and trading countries from 2000 to 2022 for 35 rare metals, categorized into five types—ores, metals, alloys, compounds, and scrap. The trade of the raw materials of rare metals in Korea has generally increased since the 2000s, except for a significant decline in 2009 and 2016. The total trade volume, encompassing both exports and imports, has increased by approximately tenfold in 2022 compared to 2001. Until the mid-2010s, the trade of the raw materials of rare metals was primarily focused on those used in steel-manufacturing such as silicon, nickel, chrome, molybdenum, manganese, and others. However, after that period, there has been an increase in the trade of platinum group metals like palladium, rhodium, platinum, and the raw materials of rare metals for secondary battery-manufacturing such as lithium and cobalt. Particularly in 2022, lithium has become the largest share in trade of the raw materials of rare metals in Korea, due to the price surge and increase in demand.

Key words : Rare metal, raw material, trade, demand, supply chain

· Received : December 11, 2023 · Revised : December 21, 2023 · Accepted : December 21, 2023

§ Corresponding Author : Hwa Suk Lee (E-mail : lhs@kigam.re.kr)

Future Geo-Strategy Research Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 124, Gwahak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34132, Korea

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

희유금속(Rare metal)이란 1954년 미국에서 발간된 “Rare Metal Handbook”에서 처음 정의된 것으로 1) 지구 상에 부존량이 적거나, 2) 부존량은 많으나 그 금속을 생산하는데 경제성이 있는 품위의 광석이 적거나, 3) 부존량은 많으나 생산 및 추출이 어렵거나, 4) 추출한 금속을 이용할만한 용도가 없고, 특성이 뚜렷하지 않기 때문에 미개발로 있는 경우 등 위 4가지 사항 중 어느 하나의 조건만 만족시키더라도 희유금속(Rare Metal)에 속하는 것으로 정의하고 있다¹⁾.

우리나라는 학술적으로 ‘희유금속’이라는 용어를 사용해 오다가 1984년 한국동력자원연구소(현 한국지질자원연구원)에서 발간한 “희유금속과 첨단기술”에서 본격적으로 용어를 정립하고 분류하여 ‘드물다’의 개념으로 ‘희유(稀有)’ 금속이라는 용어를 사용되었다. 중국도 우리나라와 같이 희유금속(稀有金屬)이라 명명하고 있다. 중국 포털사이트 ‘바이두’의 용어사전에서 Rare-metal을 검색한 결과 희유금속(稀有金屬)으로 표기하고 있다. 한편 일본에서는 희소금속(稀少金屬)이라 명명하고 있다. Rare metal이라고 해서 부존량이 적은 것이 아님에도 불구하고 희소(稀少)라는 용어에는 ‘드물다’에 ‘적다’라는 개념이 더해져 마치 부존량이 적은 것으로 오해를 불러일으킬 수 있는 문제점이 있다²⁾.

희유금속은 소량 사용되거나 기능첨가제로 사용되어 다양한 고기능성 재료 및 부품 개발로 인하여 전기, 전자, 정보통신산업을 비롯한 IT 산업과 생체, 군사, 우주항공 및 NT분야 등 산업 전반에 걸쳐 각광을 받고 있다³⁾. 특히 최근 들어 탄소중립 패러다임과 공급망 이슈와 연계되어 리튬, 코발트, 희토류 등 이슈가 되고 있는 광종들은 대부분이 희유금속이다. 첨단기술 생애주기가 점차 단축되어 원재료인 희유금속 수요 변동 주기 역시 단축됨에 따라 공급의 변동성 또한 확대되고 있다. 따라서, 기술변화와 국내 산업구조 변화에 따른 희유금속 수급구조에 대한 주기적인 모니터링은 국내 사업의 안정적 공급망 확보와 국가 자원안보를 위한 전략(희유금속 비축, 자원개발, 기술개발 전략등)을 수립하는데 필수적인 것이다.

이러한 시장전망 및 수급분석을 위해서는 필수적인 시계열 정보화 된 통계가 필요한데, 한국지질자원연구원에서는 희유금속 기술전문가와 시장전문가들의 심도 있는

분석을 통해, 2011년 희유금속의 유형별 정의와 범주를 표준화⁴⁾하여 연구결과를 공개하였다. 그 이후 2015년 통계청 국가통계개발사업을 통해 2016년 통계청으로부터 통계의 필요성, 작성체계의 적정성, 활용성, 지속성 등을 평가받아 ‘희유금속 원재료⁵⁾ 교역통계’라는 명칭으로 국가승인통계(제428001호)를 지속 구축하고 있다²⁾.

본 연구에서는 ‘희유금속 원재료 교역통계’를 이용하여 국내 희유금속 원재료의 수요 형태별 5개의 유형(정광, 금속, 합금, 화합물, 스크랩)에 대해 2000년 이후의 장기 교역추이 뿐만 아니라 2012년부터 2022년 간의 교역규모, 교역순위, 교역유형, 교역국가, 교역 증가율 등의 교역구조 변화를 심층 분석하였다.

2. 본 론

2.1. 교역추이

’09년과 ’16년의 큰 폭의 하락을 제외하고는 2000년대 이후 국내 희유금속 원재료 교역액은 전반적으로는 증가하는 추세로, 수입과 수출을 모두 포함하는 총교역 규모는 ’01년 대비 ’22년 10배 가량 증가하였으며 특히, 수출이 ’01년 243백만불에서 ’22년 4,856백만불로 20배 가량, 수입은 ’01년 2,148백만불에서 ’22년 18,183백만불로 8배 가량 증가하였다. Fig. 1은 ’01년~’22년 기간의 국내 희유금속 원재료 교역추이를 보여준다. ’22년에는 교역량 증가와 전반적인 자원가격 상승의 영향으로 희유금속 원재료 교역규모가 전년대비 큰 폭으로 증가하였다. ’22년 희유금속 원재료 총교역규모는 23,039백만불로 ’21년 교역액 18,331백만불 대비 26% 증가하였는데 특히, ’22년 수입은 18,183백만불로 ’21년 13,672백만불 대비 33%, 수출은 ’22년 4,856백만불로 ’21년 4,659백만불 대비 4% 증가하였다. 희유금속 광종 중 상당 수 광종의 수입액 및 수출액이 ’21년에 비해 증가하였으며 수입에서는 니켈, 구소, 몰리브덴, 크롬 등의 철강 원료와 리튬, 코발트 등의

가) 한국지질자원연구원에서는 희유금속 유형을 수요 형태별로 정광, 금속, 합금, 화합물, 스크랩, 소재부품 6개 유형으로 분류하였다.

나) 한국지질자원연구원 희유금속 원재료 교역통계에서는, 원재료를 소재 및 부품에 투입되는 원료물질로 정제된 단계에서 가공되는 물질로 정의하고 정광, 금속, 합금, 화합물, 스크랩 등의 5개 유형으로 범주화하였으며 소재 및 부품류는 이에 해당하지 않는다.³⁾ 본 연구에서는 희유금속 원재료 범주를 대상으로 분석을 수행하였다.

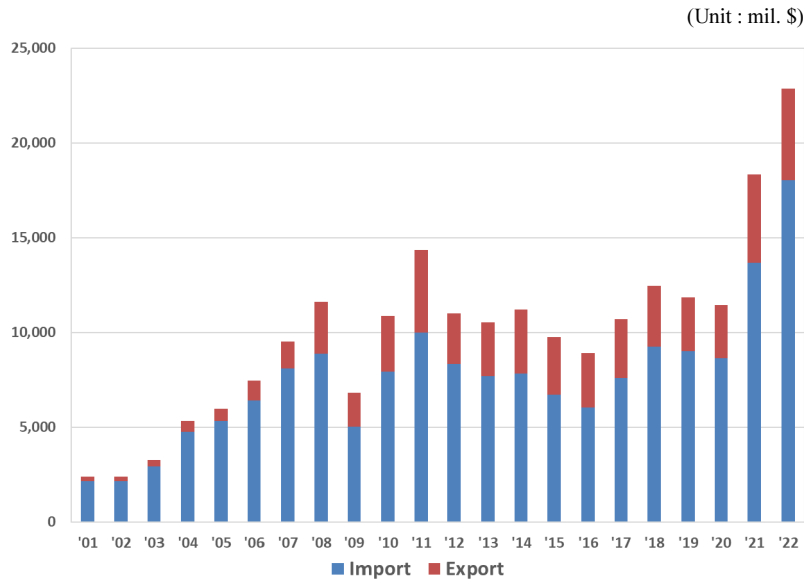


Fig. 1. Annual trends in trade of the raw materials of rare metals in Korea (2001~2022).

Table 1. Trends in total trade of the raw materials of rare metals in Korea (Unit : mil. \$)

	2002	2007	2012	2017	2021	2022
Import	2,154	8,085	8,014	7,563	13,672	18,024
Export	231	1,446	2,702	3,139	4,659	4,816
Total Trade	2,385	9,531	10,716	10,702	18,331	23,309

2차 전지 원료, 팔라듐, 백금, 로듐 등의 백금족이 강세를 띠고 있으며 특히, 리튬 수입액이 '21년 1,051백만불에서 '22년 5,417백만불로 가장 크게 증가하였다. 수출은 니켈, 몰리브덴 등 철강 원료와 백금, 팔라듐 등 백금족 및 리튬 등이 수출이 강세를 띠고 있으며 특히, 리튬 수출액이 '21년 54백만불에서 '22년 437백만불로 가장 크게 증가하였다.²⁾

2.2. 교역규모

희유금속 공급구조는 기술변화 및 산업구조 변화에 따라 매우 민감하게 반응하여 단기적으로 수요가 변동되기 때문에 장기적인 교역추이 뿐만 아니라 5년 단위의 단기적인 교역규모 및 구조를 비교하여 분석하는 것은 의미가 있다.

Table 1은 '02년~'22년 기간의 국내 희유금속 원재료 교역규모 변화를 5년 단위로 보여준다. '12년 희유금속 원재료 총교역규모는 10,716백만불, '17년 10,702백만불,

'22년 23,039백만불로 '10년(10,866백만불) 이후 '20년까지는 100억불 안팎의 총교역 규모를 유지하였으나 '21년 이후 교역량 증가 및 전반적인 자원가격 상승의 영향으로 '22년 국내 희유금속 총 교역규모는 '17년 대비 2배 이상 증가하였다.

Table 2는 '12년~'22년 기간의 국내 희유금속 원재료 광종별 총교역규모(수입+수출) 순위의 변화를 5년 단위로 보여준다. '19년까지는 국내 희유금속 원재료 교역 중 규소가 가장 큰 비중을 차지하였으나, 국내 폴리실리콘 생산 업체의 생산 감축 등의 영향 등으로 '20년 이후에는 니켈이 희유금속 교역의 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 '22년에는 리튬 가격 급등 및 교역물량 증가의 영향으로 리튬이 희유금속 교역의 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

'12년 희유금속 원재료 교역규모는 수입 8,014백만불, 수출 2,702백만불로 희유금속 광종 중 규소의 수입(1,508백만불) 및 수출(1,061백만불)이 가장 큰 규모로 이루어졌으며 규소의 교역규모(수입+수출)는 희유금속 총교역

Table 2. Total trade ranking of the raw materials of rare metals in Korea (2012, 2017, 2021, 2022)

Ranking	2012		2017		2021		2022	
	Rare Metal	Total Trade	Rare Metal	Total Trade	Rare Metal	Total Trade	Rare Metal	Total Trade
1	Si	2,569,124	Si	2,768,524	Ni	2,523,121	Li	5,854,019
2	Ni	1,915,913	Ni	1,353,584	Pd	2,109,807	Ni	3,271,307
3	Cr	778,886	Cr	885,672	Pt	2,063,104	Pd	1,957,543
4	Ti	771,311	Mo	695,539	Rh	1,764,094	Si	1,775,655
5	Mn	736,337	Mn	676,197	Si	1,754,739	Mo	1,660,724
6	Mo	650,132	Pt	563,183	Mo	1,583,622	Pt	1,635,735
7	Sn	561,168	Pd	473,267	Li	1,105,347	Rh	1,175,099
8	W	450,687	Sn	454,431	Cr	912,174	Cr	959,982
9	Pt	445,092	Ti	420,809	Mn	786,054	Mn	806,292
10	Pd	443,741	Li	410,473	Sn	726,871	Sn	786,260
11	Mg	234,207	W	402,479	Ti	557,891	W	510,741
12	Nb	196,913	Co	319,325	W	491,622	Ti	507,351
13	V	160,952	Mg	229,297	Mg	304,016	Mg	319,564
14	Co	155,667	V	206,644	Co	272,524	Co	315,514
15	Sb	126,384	Nb	171,509	V	269,055	V	261,341
16	In	123,093	Ba	105,025	Nb	214,269	Nb	209,502
17	B	120,861	Ta	95,277	Ba	197,319	Ta	141,489
18	Ba	113,045	Sb	94,230	Ree	126,164	Ree	126,876
19	Ree	103,691	B	85,922	Ta	117,133	Ba	123,574
20	Zr	102,713	Zr	75,295	Sb	112,085	Sb	114,303
21	Ta	87,839	In	73,749	In	100,306	Ir	107,567
22	Li	80,986	Ree	64,681	Zr	96,471	In	106,273
23	Rh	51,562	Rh	32,590	Ir	92,646	B	105,198
24	Se	46,347	P	25,188	B	89,940	P	102,251
25	Ir	18,344	Ir	20,564	P	44,715	Zr	101,913

규모(10,716백만불)의 24%를 차지하였다. 교역규모가 5억불 이상인 것은 규소, 니켈, 크롬, 망간, 티탄 등 주로 철강원료자원으로 활용되는 물질들이다⁴⁾. '17년 희유금속 원재료 교역규모는 수입 7,563백만불, 수출 3,139백만불로 희유금속 광종 중 여전히, 규소의 수입(1,363백만불) 및 수출(1,405백만불)이 가장 큰 규모로 이루어졌으며 규소의 교역규모는 희유금속 총교역규모(10,702백만불)의 26%를 차지하였다. 여전히 규소, 니켈, 크롬, 몰리브덴, 망간 등 주로 철강원료자원들의 교역규모가 5억불 이상으로 2012년 교역구조와 유사하다⁵⁾. '21년 희유금속 원재료 교역규모는 수입 13,672백만불, 수출 4,659백만불로 희유금속 광종 중 수입은 니켈(2,030백만불), 수출은

몰리브덴(663백만불)이 가장 큰 규모로 이루어지고 있으며 니켈의 총교역이 2,523백만불로 가장 큰 규모로 이루어져 희유금속 총 교역규모(18,331백만불)의 14%를 차지하였다. 특히, 팔라듐, 로듐, 백금 등 백금족 가격 상승의 영향으로 백금족의 교역규모가 크게 증가하였으며 '18년까지 20%가량의 최대 교역규모를 차지하던 규소의 교역규모는 중국 폴리실리콘 제조업체의 저가 공세에 따른 재산성 악화로 OCI와 한화솔루션 등 국내 태양광 기업들이 폴리실리콘 생산 및 수출을 감축함에 따라 '19년 이후 점차 감소하여 '21년 10% 수준에 불과하였다. 교역규모가 5억불 이상인 것은 니켈, 팔라듐, 백금, 로듐, 규소, 몰리브덴, 리튬, 크롬, 망간 등 철강원료와 자동차 제조원료,

Table 3. Trade ranking of the raw materials of rare metals by year in Korea

Year \ Ranking	Import					Export					Total Trade				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1990	Ni	Si	Cr	Mn	Sn	W	Ti	Ni	Si	Pt	Ni	Si	Cr	Mn	Ti
1995	Ni	Si	Cr	Mn	Sn	Si	Ni	W	Ti	Pt	Ni	Si	Cr	Ti	Sn
2000	Ni	Si	Pd	Cr	Sn	Si	Ti	Sn	Pd	W	Ni	Si	Pd	Cr	Ti
2005	Ni	Mo	Cr	Si	Ti	Si	Mo	Ti	Pt	Ni	Ni	Mo	Si	Cr	Ti
2010	Ni	Si	Cr	Mo	Mn	Si	Ni	Mn	Mo	Ti	Si	Ni	Mo	Cr	Mn
2015	Si	Ni	Cr	Pd	Pt	Si	Mn	Pt	Mo	Ni	Si	Ni	Cr	Pt	Pd
2020	Ni	Pd	Pt	Si	Li	Pt	Ni	Mo	Si	Ti	Ni	Pt	Pd	Si	Mo
2021	Ni	Pd	Si	Pt	Rh	Mo	Pt	Rh	Pd	Ni	Ni	Pd	Pt	Rh	Si
2022	Li	Ni	Si	Pd	Pt	Mo	Ni	Pt	Pd	Li	Li	Ni	Pd	Si	Mo

2차 전지 원료 등으로 '17년에 비하여 희유금속 교역이 증가하는 한편 교역 구조도 보다 다변화 되었다⁶⁾. '22년 희유금속 원재료 교역규모는 수입 18,183백만불, 수출 4,816백만불로 희유금속 광종 중 수입은 리튬(5,417백만 불), 수출은 몰리브덴(721백만불)이 가장 큰 규모로 이루어지고 있으며 특히, 리튬 가격 급등 및 교역 물량 증가의 영향으로 리튬의 교역규모가 5,854백만불로 크게 증가하여 희유금속 총 교역규모(23,039백만불)의 25%를 차지하고 있다. 교역규모가 5억불 이상인 것은 리튬, 니켈, 팔라듐, 규소, 몰리브덴, 백금, 로듐, 크롬, 망간 등 철강원료와 자동차 제조원료, 2차 전지 원료들로 '21년과 비슷한 교역구조를 보이고 있으며 텅스텐, 티탄, 크롬 등은 수출 규모가 2억불 이하로 수입에 치중된 교역구조를 보여주고 있다. 한편, 인듐, 희토류, 붕소 등 전자공업 및 화학공업 원료자원으로 활용되는 물질들은 총교역규모 1억불 이하의 작은 규모로 교역이 이루어지고 있다²⁾.

Table 3은 '90년~'22년 기간의 국내 희유금속 원재료 교역 상위 5개 광종의 순위 변화를 5년 단위로 보여준다. '22년 수입 상위 5개 광종은 리튬, 니켈, 규소, 팔라듐, 백금 등이며 수출 상위 5개 광종은 몰리브덴, 니켈, 백금, 팔라듐, 리튬 등이다. 국내 희유금속 원재료 수입은 규소, 니켈, 크롬 등 철강원료 중심으로 이루어지고 있으나 '20년 이후 백금족 가격 상승에 따른 수입액 증가로 팔라듐, 백금 등 백금족의 수입이 상위 순위를 차지하고 있다. 또한 '22년에는 리튬 가격의 급격한 상승 및 수산화리튬 수입 물량 증가로 인해 리튬이 수입 순위 1위를 차지하였다. 수출 역시 몰리브덴, 니켈 등 철강원료 중심으로 이루어지

고 있으며 90년대 중반까지는 텅스텐의 수출 비중이 매우 높았으나 90년대 후반이후 점차 텅스텐의 비중이 감소하고 규소, 몰리브덴, 백금의 수출비중이 증가하였다²⁾. '19년 이후에는 OCI, 한화솔루션 등 국내 태양광 기업들의 폴리실리콘 국내생산 중단 및 포스코 페로실리콘 생산공장 매각 등으로 인해 규소 수출이 감소하여 '21년, '22년 규소 수출 순위는 5위권 밖이며, '20년 이후에는 백금족 가격 상승에 따른 수출액 증가로 백금, 팔라듐 등 백금족이 수출 상위 순위를 차지하고 있다. 또한, '22년에는 리튬 가격의 급등 및 탄산리튬의 수출물량 증가로 리튬이 수출 순위 5위권 내로 편입되었다.

2.3. 유형별 교역구조

Fig. 2는 '02년~'22년 기간의 국내 희유금속 원재료 유형별 수입액 변화를 5년 단위로 보여준다. '22년에는 유형별 수입액은 화합물, 금속, 합금, 정광, 스크랩 순으로 많이 이루어지고 있다. 화합물 수입비중은 39%, 금속은 34%, 합금은 13%, 정광은 10%, 스크랩은 5% 비중을 차지하고 있다. 전년대비 유형별 수입액은 화합물은 179%, 합금은 8%, 정광은 3% 증가하였으며 금속은 전년과 유사, 스크랩은 28% 감소하였다. 특히, 수산화리튬, 탄산리튬 등 리튬 화합물 수입의 증가로 전년대비 화합물의 수입이 크게 증가하였으며 유형별로는 니켈 광, 니켈 금속, 니켈 합금, 리튬 화합물, 마그네슘 스크랩 수입이 가장 크게 증가하였다²⁾. 정광 수입 비중은 '02년 이후 10% 내외 수준을 유지하고 있으며 '22년 정광 수입액은 1,738 백만불로 '12년 대비 61%, '17년 대비 55% 증가하였다. 금속 수

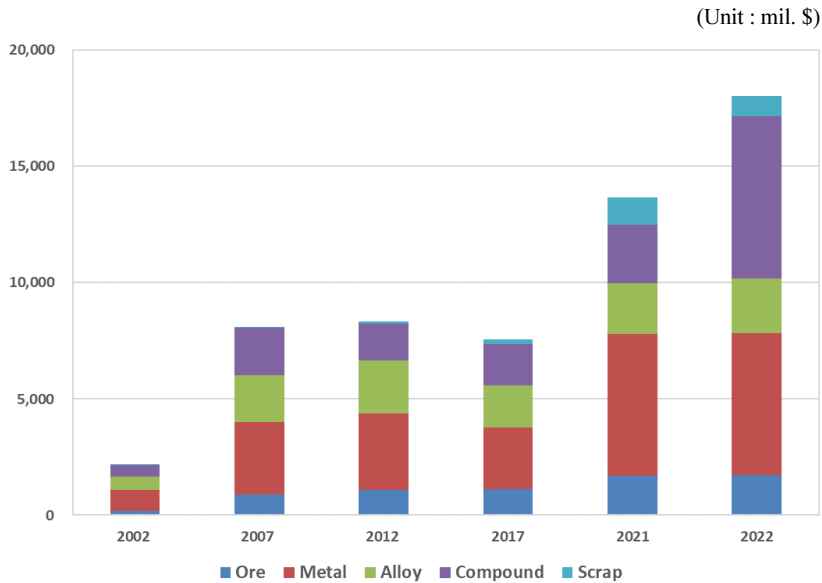


Fig. 2. Trends in imports of the raw materials of rare metals by type in Korea.

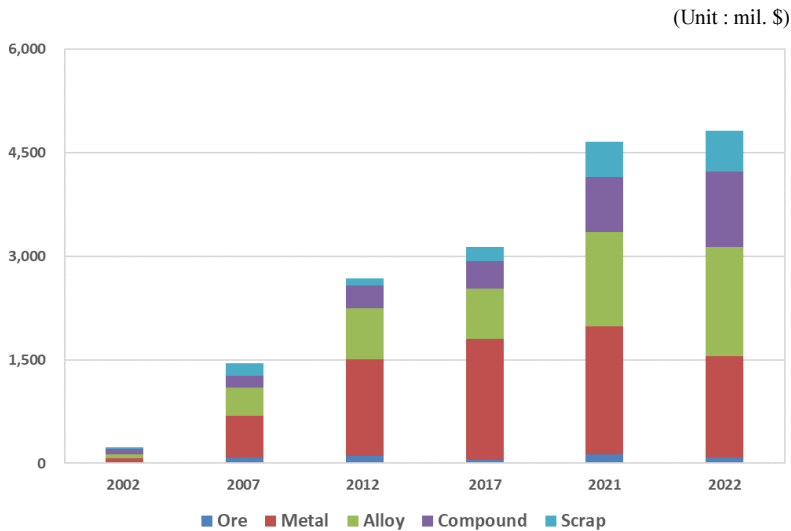


Fig. 3. Trends in exports of the raw materials of rare metals by type in Korea.

입 비중은 40% 내외 수준을 유지하다 '22년 34% 수준으로 하락하였으며 '22년 금속 수입액은 6,087백만불로 '12년 대비 84%, '17년 대비 130% 증가하였다. 합금 수입 비중은 25% 내외 수준을 유지하였으나 '22년에는 13% 수준으로 하락하였으며 '22년 합금 수입액은 2,632백만불로 '12년 대비 4%, '17년 대비 30% 증가하였다. 화합물 수입 비중은 20% 내외 수준을 유지하다 '22년 39%로 증

가하였으며 '22년 화합물 수입액은 6,971백만불로 '12년 대비 336%, 17년 대비 291% 증가하였다. 스크랩 수입 비중은 5% 내외 수준을 유지하고 있으며 '22년 스크랩 수입액은 865백만불로 '12년 대비 935%, '17년 대비 345% 증가하였다.

Fig. 3은 '02년~'22년 기간의 국내 희유금속 원재료 유형별 수출액 변화를 5년 단위로 보여준다. '22년 희유금

(Unit : mil. \$)

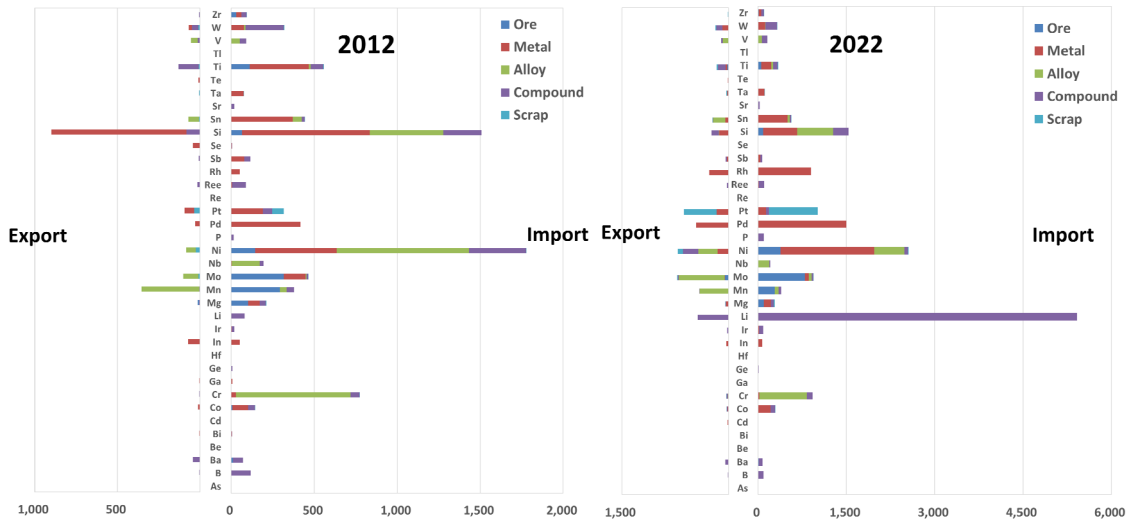


Fig. 4. Trade structure of the raw materials of rare metals by type in Korea (2012,2022)^{3,2)}.

속 원재료 수출액은 합금, 금속, 화합물, 스크랩, 정광 순으로 수출이 이루어지고 있다. 합금 수출액 비중은 33%, 금속은 30%, 화합물은 23%, 스크랩은 12%, 정광은 2%를 차지하고 있다. 전년대비 유형별 수출액은 화합물 36%, 합금 17%, 스크랩은 15% 증가하였으며, 정광은 35%, 금속 21% 감소하였다. 유형별로는 백금 광, 니켈 금속, 니켈 합금, 리튬 화합물, 백금 스크랩 수출이 가장 크게 증가하였다²⁾. 정광 수출 비중은 '02년 이후 3% 내외 수준을 유지하고 있으며 '22년 정광 수출액은 88백만불로 '12년 대비 20% 하락, '17년 대비 87% 증가하였다. 금속 수출 비중은 40% 내외 수준을 유지하다 '22년 30% 수준으로 하락하였으며 '22년 금속 수출액은 1,461백만불로 '12년 대비 5% 증가, '17년 대비 17% 하락하였다. 합금 수출 비중은 30% 내외 수준을 유지하고 있으며 '22년 합금 수출액은 1,584백만불로 '12년 대비 114%, '17년 대비 115% 증가하였다. 화합물 수출 비중은 15% 내외 수준을 유지하다 '22년 23%로 증가하였으며 '22년 화합물 수출액은 1,095백만불로 '12년 대비 227%, '17년 대비 118% 증가하였다. 스크랩 수출 비중은 5% 내외 수준을 유지하다 '22년 12%로 증가하였으며 '22년 스크랩 수입액은 865백만불로 '12년 대비 463%, '17년 대비 180% 증가하였다.

Fig. 4는 '12년과 '22년의 국내 희유금속 원재료 광종

별 교역구조 변화를 보여준다. 광종별 순수입은 '21년까지는 꾸준히 니켈이 가장 큰 규모로 이루어졌으나, '22년에는 리튬 가격급등 및 수입물량 증가로 리튬의 순수입이 가장 큰 규모로 이루어졌다.

'12년 광종별 순수입은 니켈(1,310백만불)이 가장 큰 규모로 이루어졌으며 크롬, 규소, 팔라듐, 티탄, 주석, 몰리브덴, 니오븀, 마그네슘, 백금, 텅스텐, 코발트, 안티몬 등도 1억불 이상으로 이루어졌다. 유형별 순수입 규모는 정광의 경우 망간(293백만불), 금속은 니켈(1,143백만불), 화합물은 텅스텐(170백만불), 스크랩은 백금(34백만불)이 가장 크다⁴⁾. '17년 광종별 순수입도 니켈(1,055백만불)이 가장 큰 규모로 이루어졌으며 크롬, 팔라듐, 리튬, 코발트, 주석, 몰리브덴, 마그네슘, 백금, 니오븀, 텅스텐 등도 1억불 이상으로 이루어졌다. 유형별 순수입 규모는 정광의 경우 망간(214백만불), 금속은 팔라듐(452백만불), 합금은 크롬(799백만불), 화합물은 리튬(349백만불), 스크랩은 백금(38백만불)이 가장 크다⁵⁾. '21년 광종별 순수입 역시 니켈(1,538백만불)이 가장 큰 규모로 이루어졌으며 팔라듐, 리튬, 규소, 크롬, 로듐, 백금, 주석, 마그네슘, 니오븀, 몰리브덴, 코발트, 티탄 등도 1억불 이상으로 이루어졌다. 유형별 순수입 규모는 정광의 경우 몰리브덴(689백만불), 금속은 팔라듐(1,132백만불), 합금은 크롬(775백만불), 화합물은 리튬(997백만불), 스크랩은

Table 4. Trade ranking of the raw materials of rare metals by type in Korea (2002, 2012, 2022)

Ranking	2002					2012					2022				
	Ore	Metal	Alloy	Comp	Scrap	Ore	Metal	Alloy	Comp.	Scrap	Ore	Metal	Alloy	Comp.	Scrap
Import															
1	Mn	Ni	Ni	Si	Ni	Mo	Si	Ni	Ni	Pt	Mo	Ni	Cr	Li	Pt
2	Mg	Si	Cr,	Ree	Mg	Mn	Ni	Cr	W	Ti	Ni	Pd	Si	Si	Ni
3	Si	Cr	Si	Ti	Zr	Ni	Pd	Si	Si	Mg	Mn	Rh	Ni	W	Ti
4	Mo	Pd	Mo	B	Pt	Ti	Sn	Nb	B	W	Mg	Si	Nb	P	Mg
5	Ti	Pt	Mn	Cr	Ti	Mg	Ti	Sn	Ree	Ni	Si	Sn	V	Cr	W
Export															
1	Mo	Sn	Sn	Ti	Pt	Mo	Si	Mn	Ti	Pt	Mo	Pd	Mo	Li	Pt
2	Mg	Pt	Ni	Si	Ni	Ti	Pt	Mo	Si	Ni	Ti	Rh	Mn	Ni	Ni
3	Ti	Si	Mn	W	Mg	Mg	In	Ni	W	Mo	Si	Pt	Ni	Ti	Ti
4	Si	Ni	Si	Ba	W	Si	W	Si	Ba	W	V	Ni	Sn	Si	Ta
5	Sn	W	Mo	Sr	Ti	Ta	Ti	Sn	Ree	Ti	Pt	Si	V	W	W

백금(730백만불)이 가장 크다⁶⁾. '22년 광종별 순수입은 리튬(4,980백만불)이 가장 큰 규모로 이루어졌으며 니켈, 규소, 팔라듐, 크롬, 로듐, 백금, 주석, 코발트, 마그네슘, 몰리브덴, 니오븀, 티탄, 텅스텐 등도 1억불 이상으로 이루어졌다. 유형별 순수입 규모는 정광의 경우 몰리브덴(751백만불)이, 금속은 니켈(1,434백만불), 합금은 크롬(799백만불), 화합물은 리튬(4,980백만불), 스크랩은 백금(364백만불)이 가장 크다²⁾.

Table 4는 '02년~'22년 기간의 국내 희유금속 원재료 유형별 교역 상위 5개 광종의 순위 변화를 10년 단위로 보여준다. 유형별 수출입 광종 순위는 정광, 스크랩은 품목 및 순위가 20년간 큰 변화가 없었으나 금속, 합금, 화합물은 단기적으로 품목 및 순위가 변동하는 모습을 보이고 있으며 특히, 수출에서 더 큰 변동을 보이고 있다.

수입의 경우, 정광은 '02년도에는 망간이 가장 큰 규모로 이루어졌으나 '12년, '22년에는 몰리브덴이 가장 큰 규모로 수입되고 있다. 금속은 '02년도에는 니켈이 가장 큰 규모로 수입되고 있었으나 '12년에는 규소가, '22년도에는 다시 니켈이 가장 큰 규모로 수입되었다. 합금은 '02년, '12년에는 니켈이 가장 큰 규모로 수입되었으나 '22년에는 크롬이 가장 큰 규모로 수입되고 있으며 화합물은 '02년, '12년에는 니켈이 가장 큰 규모로 수입되었으나 '22년에는 리튬이 가장 큰 규모로 수입되고 있다. 스크랩은 '02년에는 니켈이 가장 큰 규모로 수입되었으나 '12년, '22년

에는 백금이 가장 큰 규모로 수입되고 있다.

수출의 경우, 정광은 20여년간 꾸준히 몰리브덴이 가장 큰 규모로 이루어지고 있으며, 금속은 '02년에는 주석, '12년에는 규소, '22년에는 팔라듐이 가장 큰 규모로 이루어져 단기적으로 순위가 변동하는 모습을 보이고 있다. 합금은 '07년에는 바나듐, '12년에는 망간, 22년에는 몰리브덴이 가장 큰 규모로 수출되어 역시 순위가 단기적으로 변동하고 있으며 화합물은 '02년, '12년에는 티탄이 가장 큰 규모로 수출되었으나 '22년에는 리튬이 가장 큰 규모로 수출되고 있다. 스크랩은 20여년간 꾸준히 백금 스크랩이 가장 큰 규모로 수출되고 있다.

광종별 희유금속 원재료 수입과 수출은 수요의 특성에 따라 다양한 양상을 보여주고 있다. Table 5는 '12년과 '22년의 국내 희유금속 원재료 광종별 주요 교역형태 변화를 보여준다. 10년간 광종별 수요 형태는 큰 변화는 없다. 수입유형은 몰리브덴, 망간 등은 정광, 팔라듐, 로듐, 니켈 등은 금속, 크롬, 니오븀은 합금 중심으로 수입이 이루어졌으며 리튬, 희토류, 텅스텐 등은 화합물 중심으로 수입이 이루어졌다. 한편, 백금은 '12년에는 미가공 분과 같은 금속형태 중심으로 수입되었으나 '22년에는 스크랩 중심으로 수입이 이루어지고 있으며 마그네슘은 '12년에는 정광 중심으로 수입되었으나 '22년에는 마그네슘 괴와 같은 금속 위주로 수입되고 있다. 바나듐은 '12년에는 페로바나듐과 같은 합금형태 중심으로 수입되었으나 '22년

Table 5. The main trade type of the raw materials of rare metals in Korea (2012, 2022)

	Type	2012	2022
Import	Ore	Mn, Mo, Mg	Mo, Mn
	Metal	Cd, Ga, Hf, In, Pd, Re, Rh, Se, Te, Tl, Be, Bi, As, Ta, Sn, Co, Ti, Si, Sb, Pt	Cd, Ga, Hf, In, Pd, Re, Rh, Se, Te, Tl, Be, Bi, As, Ta, Sn, Co, Ti, Si, Sb, Mg, Ni,
	Alloy	Cr, Nb, V, Ni	Cr, Nb
	Compound	Li, P, Sr, B, Re, Ba, Ir, Ge, W, Zr,	Li, P, Sr, B, Re, Ba, Ir, Ge, W, V, Zr,
	Scrap		Pt
Export	Ore	Mg	
	Metal	Bi, Cd, Ga, In, Pd, Re, Rh, Se, Te, Be, Co, Ta, Sb, Si, W, Tl, Sn, Ge, Pt	Bi, Cd, Ga, Hf, In, Pd, Re, Rh, Se, Te, Be, As, Mg, Co, Ta, Sb, Si, W
	Alloy	Mn, Mo, V, Ni	Mn, Mo, Sn, V, Ni, Nb
	Compound	Li, P, Sr, B, Ba, Re, Re, Cr, Ir, Ti, Zr, Te, Nb, Sb	Li, P, Sr, B, Ba, Re, Ge, Re, Cr, Ir, Ti, Zr
	Scrap	Ta	Pt

에는 오산화바나듐과 같은 화합물 형태 중심으로 수입되고 있으며, 니켈은 '12년에는 페로니켈과 같은 합금형태로 주로 수입되었으나 '22년에는 니켈 과, 분, 제련 중간생산물과 같은 금속형태 중심으로 수입되고 있다. 수출유형은 팔라듐, 로듐, 규소 등은 금속 중심으로 망간, 몰리브덴, 바나듐, 니켈 등은 합금 중심으로 수출이 이루어지고 있다. 또한 리튬, 희토류, 크롬 등은 화합물 중심으로 수출이 이루어지고 있다. 한편, 백금은 '12년에는 미가공 분과 같은 금속 형태 중심으로 수출되었으나 '22년에는 스크랩 중심으로 수출이 이루어지고 있으며 주석은 '12년에는 주석 분, 미합금 주석과 같은 금속형태 위주로 수출되었으나 '22년에는 연-주석 합금 및 동-주석 합금 등 합금형태 중심으로 수출되고 있다. 게르마늄은 '12년에는 게르마늄 과, 분과 같은 금속형태로 주로 수출되었으나 '22년에는 산화게르마늄과 같은 화합물 형태로 주로 수출되고 있으며 니오븀은 '12년에는 탄화물과 같은 화합물 위주로 수출이 이루어졌으나 '22년에는 페로니오븀과 같은 합금 위주로 수출이 이루어지고 있다.

2.4. 주요 광종별 교역추이

Table 6은 '00년~'22년 기간, 국내 희유금속 원재료 주요 광종의 교역규모 변화를 5년 단위로 보여준다. 이차전지용 원재료인 리튬은 수요 증가와 리튬가격 상승의 영향으로 '22년에는 수입량과 수입액이 각각 119,439톤, 5,417백만불로 '21년 수입 94,910톤, 1,051백만불 대비 모두

증가하였다. 탄산리튬 수입량은 '22년 48,532톤으로 '21년 41,165톤 대비 18%, 수산화리튬 수입량은 '22년 70,871톤으로 '21년 53,674톤 대비 32% 증가하여 전체적인 리튬 수입량은 전년대비 26%가량 증가하였으나 리튬가격 급등으로 탄산리튬 수입액은 '22년 1,741백만불로 '21년 384백만불 대비 353%, 수산화리튬 수입액은 '22년 3,661백만불로 '21년 663백만불 대비 452% 증가하여 전체적인 리튬 수입액은 전년대비 415%가량 크게 증가하였다. '22년 수산화리튬 수입액 3,661백만불 중 중국으로부터의 수입액이 3,216백만불로 88%, 탄산리튬 수입액 1,741백만불 중 칠레로부터의 수입액이 1,366백만불로 78%를 차지하여 리튬 수입은 중국 및 칠레에 집중되어 있다. 특히, 수산화리튬은 고성능 전기차 배터리의 핵심소재로 사용되며 SK 이노베이션과 LG 화학이 각각 중국 리튬 생산업체 텐치리튬의 자회사 텐치리튬쿠파나(TLK), 캐나다 네마스카리튬 등과 장기공급망을 확보하고 배터리 양산 기반을 다짐에 따라 향후 수산화리튬에 대한 국내 수입은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 또 다른 이차전지용 원재료인 황산코발트 수입은 코발트 가격 안정화 및 제품내 코발트 원단위 감소로 인해 '22년 수입량 및 수입액은 각각 861톤, 13백만불로 '21년 3,724톤, 41백만불 대비 모두 감소하였다. 배터리 원가절감을 통한 가격경쟁력 확보를 위해 Tesla는 중국 배터리 업체 CATL로부터 코발트를 사용하지 않는 리튬인산철(LFP)배터리를 공급받아 자사의 모델에 탑재하고 있으며 삼성 SDI, LG화

Table 6. Trade of the raw materials of main rare metals in Korea (Unit : thou. \$, %)

Rare Metal		Co	Li	Mo	Ni	Si	Co	Li	Mo	Ni	Si
		Amount					Quantity				
Import	2000	60,513	5,539	41,114	804,426	312,655	1,701	1,366	8,727	167,110	1,453,793
	2005	139,823	9,410	680,892	1,756,381	539,956	4,212	2,777	14,858	217,977	1,807,173
	2010	109,189	46,483	587,619	2,033,283	1,489,812	3,211	8,587	24,410	1,614,443	1,847,574
	2015	125,988	119,074	365,255	1,074,208	1,415,117	9,803	19,420	31,760	2,929,031	1,843,566
	2020	137,326	753,287	478,597	1,366,052	916,845	13,365	67,412	41,771	3,069,355	1,540,840
	2021(A)	238,356	1,051,412	920,691	2,030,561	1,486,084	17,441	94,910	48,259	3,342,419	1,461,403
	2022(B)	290,335	5,416,918	939,647	2,556,046	1,536,429	14,335	119,439	39,954	2,819,309	1,581,397
	Year on Year Growth Rate (B/A)-1	21.81	415.20	2.06	25.88	3.39	-17.81	25.84	-17.21	-15.65	8.21
Export	2000	1,552	8	4,915	13,735	69,697	286	5	1,613	4,259	878,017
	2005	4,999	23	75,185	70,456	81,418	1,577	46	3,282	11,449	63,754
	2010	13,832	2,798	245,767	319,590	1,529,761	872	543	13,769	34,170	138,075
	2015	8,969	1,527	191,645	171,546	1,375,376	1,249	248	17,828	41,588	160,934
	2020	34,575	20,315	334,926	347,229	269,071	9,019	1,625	32,752	108,297	117,301
	2021(A)	34,168	53,935	662,931	492,560	268,655	3,994	4,979	35,128	109,185	108,636
	2022(B)	25,179	437,101	721,077	715,261	239,226	2,816	6,985	28,785	126,298	85,561
	Year on Year Growth Rate (B/A)-1	-26.31	710.42	8.77	45.21	-10.95	-29.49	40.29	-18.06	15.67	-21.24

학, SK이노베이션 등 국내 이차전지 제조업체에서도 배터리내 코발트 비중 축소를 위한 기술개발을 추진하고 있다. 향후 이러한 추세가 지속될 경우 제품내 코발트 원단위 감소로 코발트 수입량은 지속적으로 정체될 것으로 예상된다²⁾.

니켈은 니켈 피, 페로니켈, 니켈 분 등을 주로 수입하여 수입 물량 대부분을 국내에서 수요하고 있으며 '22년 수입액은 2,556백만불로 니켈 피('21년 637백만불 → '22년 878백만불), 페로니켈('21년 262백만불 → '22년 322백만불) 등의 수입 증가로 '21년 수입 2,031백만불 대비 26% 증가하였다. 수출액은 715백만불로 수입액의 28%('22년 기준) 수준으로 페로니켈, 황산니켈 등을 중심으로 중국, 미국, 일본 등으로 수출하고 있다. 규소는 중국으로부터 미가공 금속 및 페로실리콘 등을 주로 수입하여 왔으며, 주로 고순도 미가공 금속(규소함량 99.99% 이상)으로 가공하여 대부분을 중국으로 수출하였다. '19년 이후 규소의 수입액 및 수출액은 모두 감소하고 있으며, 특히 중국 정부 지원하에 저렴한 전기 요금을 기반으로 한 중국

폴리실리콘 제조업체의 저가 공세로 인한 사업성 악화로 OCI와 한화솔루션 등 국내 태양광 기업들이 폴리실리콘 생산을 감축·중단함에 따라 수출의 대부분을 차지하던 태양전지 제조용 99.99% 미가공 금속의 수출이 '17년 1,033백만불에서 '22년 62백만불 수준으로 크게 감소하는 추세에 있다. 몰리브덴은 주로 정광을 수입하여 페로몰리브덴으로 가공하여 네델란드, 브라질, 중국 등으로 수출하고 있으며 망간의 경우에도 주로 정광을 수입하여 페로망간으로 가공하여 미국, 인도, 일본 등으로 수출하고 있다. '22년 페로몰리브덴과 페로망간의 수출액은 각각 643백만불, 406백만불 수준이다²⁾.

2.5. 주요 교역국가

Fig. 5는 '12년과 '22년의 국내 희유금속 원재료 주요 교역 국가 변화를 보여준다. 희유금속 원재료 수입 및 수출 모두 중국과 일본의 비중이 30% 이상으로, 국내 희유금속 원재료 교역은 중국과 일본에 집중되어 왔다. 중국으로부터의 수입 비중은 '12년 19%에서 '22년 32%로

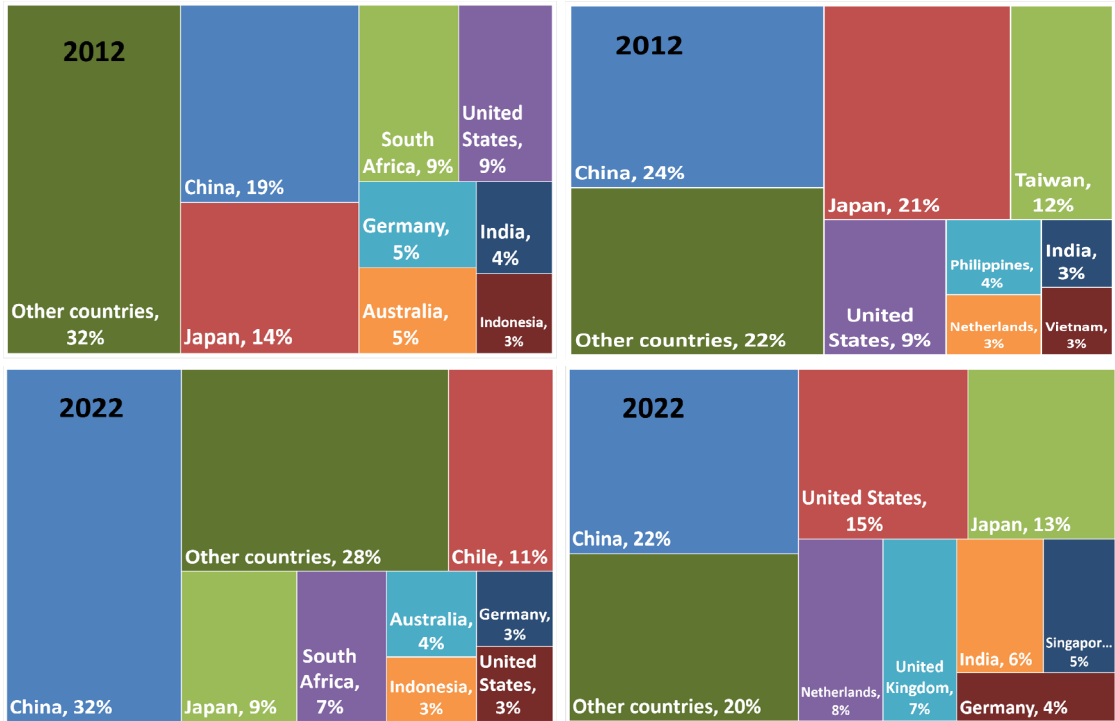


Fig. 5. Import(left) and export(right) share of the raw materials of rare metals by country in Korea (2012, 2022).

점차 증가하였으며 주요 수입 품목은 '12년에는 규소 미가공 금속과 페로실리콘에서 '22년에는 수산화리튬과 페로실리콘으로 변화하였다. 일본으로부터의 수입 비중은 10% 내외 수준을 유지하고 있으며 '12년에는 페로니켈과 고순도 규소 미가공 금속을, '22년에는 팔라듐 금속, 로듐 분, 백금 스크랩 등 백금족 금속류를 주로 수입하고 있다. 중국으로의 수출 비중은 '12년 24%에서 '17년 44%까지 증가하였으나 '22년은 22% 수준으로 '12년에는 고순도 규소 미가공 금속을 주로 수출하였으나 '22년에는 탄산리튬이 가장 큰 규모로 수출되고 있다. 일본으로의 수출 비중은 '12년 21%에서 '22년 13% 수준으로 다소 감소하였으며 '12년에는 고순도 규소 미가공 금속과 페로망간을 주로 수출하였으나 '22년에는 황산니켈과 로듐, 백금 스크랩 등을 수출하고 있다. 한편, '22년에는 리튬 수입 증가로 칠레가 일본에 앞서 2순위 수입국으로 부상하였으며, 수출에서도 팔라듐, 로듐 등 백금족 금속류 수입 증가로 미국이 일본에 앞서 2순위 수출국으로 부상하였다.

3. 요약 및 결론

본 연구 결과, 우리나라 희유금속 원재료 교역 규모는 점차 확대되어 '09년과 '16년의 큰 폭의 하락을 제외하고는 2000년대 이후 국내 희유금속 원재료 교역액은 전반적으로는 증가하는 추세로, 수입과 수출을 모두 포함하는 총교역 규모는 '01년 대비 '22년 10배 가량 증가하였다. '22년 희유금속 원재료 총교역규모는 230억불 수준으로 '21년 교역액 183억불 대비 26% 증가하였다. 이차전지용 원재료인 리튬 수요증가와 리튬 가격 상승의 영향으로 '22년 리튬의 수입량 및 수입액은 각각 119,439톤, 5,417백만불로 '21년 수입 94,910톤, 1,051백만불 대비 크게 증가하여 희유금속 광종 중 수입은 리튬(5,417백만불), 수출은 몰리브덴(721백만불)이 가장 큰 규모로 이루어지고 있다. 리튬의 교역규모(수출+수입)는 5,854백만불로 희유금속 총 교역규모(23,039백만불)의 25%를 차지하고 있으며 '18년까지 20%가량의 최대 교역규모를 차지하던 규소의 교역규모는 OCI, 한화솔루션 등 국내 폴리실리콘 생산 업체의 생산 감축 및 포스코의 페로실리콘 생산공장

매각 등의 영향으로 '19년 이후 감소하여 '22년 6% 수준이다²⁾.

2010년대 중반까지는 희유금속 원재료는 규소, 니켈, 크롬, 몰리브덴, 망간 등 철강원료자원 위주로 교역이 이루어졌으나 그 이후에는 철강원료자원과 더불어 팔라듐, 로듐, 백금 등 백금족의 교역이 증가하였다. 또한, 전기 자동차 및 2차전지 산업의 발전과 더불어 리튬과 같은 2차전지 원료의 교역이 증가하여 '22년에는 리튬이 가장 큰 교역 비중을 차지하는 등 산업구조 변화에 따라 희유금속 원재료에 대한 수요는 보다 다양해지고 변동성 또한 확대되고 있다.

최근 원자재 가격 급등락을 겪었고, 인플레이션 감축법, 신배터리 규제 등과 같은 원재료와 관련된 미국과 유럽의 무역규제에 직면하고 있으며 이러한 추세는 더욱 강화될 것으로 보인다. 이에 우리나라는 자국내 공급망을 구축하기 위해 이차전지 및 반도체 특화산업단지, 소재부품 산업단지 등을 적극적으로 조성하고 있으며 국제 협력을 통해 원료 확보를 강화하고 있다. 소재산업을 발달을 위해서는 소재산업의 원재료의 확보가 필수적이며, 이를 위해서는 희유금속의 교역구조에 대한 분석에서 더 나아가, 주기적으로 희유금속별로 산업별 수요 변화를 분석할 수 있어야 할 것이다. 향후 희유금속 세부 품목별 수요산업을 분석하고, 수입량의 흐름과 순금속량을 분석하고 이 또한 통계화하여 구조변화 분석과 전망 분석을 수행할 수 있어야 할 것이다.

이 화 석

- 서울대학교 경제학부 경제학 박사
 - 현재 한국지질자원연구원 미래전략연구센터 선임연구원
-

감사의 글

본 연구는 한국지질자원연구원 “기본사업 GP2020-005” 과제의 지원을 받아 수행하였습니다.

References

1. Hampel, C. A., 1954 : Rare Metals Handbook, 657p, 1st Edition. Reinhold, New York.
2. Kim. Y.J., Lee. H. S., Lee. H. B., 2023 : Analysis of Trade Structure on the Raw Materials of Rare Metals in Korea 2023, pp.3-25, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon.
3. Kim. Y. J., Lee. H. S., 2014 : Analysis of Structure in the Domestic Supply & Demand of the Raw Materials of Rare Metals, Resources Recycling, 23(3), pp.51-60
4. Kim, Y. J., Lee, H. S., Kim, Y. J., et al., 2013 : Analysis of Trade Structure on the Raw Materials of Rare Metals in Korea 2013, pp.6-22, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon.
5. Kim. Y. J., Lee. H. S., Kim, D. H., et al., 2018 : Analysis of Trade Structure on the Raw Materials of Rare Metals in Korea 2018, pp.10-23, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon.
6. Kim. Y.J., Lee. H. S., Lee. H. B., 2022 : Analysis of Trade Structure on the Raw Materials of Rare Metals in Korea 2022, pp.14-25, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon.
7. Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, KIGAM Minerals Commodity Information, <https://www.kigam.re.kr/mici/>, December 7, 2023.

김 유 정

- 서울대학교 자원경제학 박사
 - 현재 과학기술연합대학원대학교 교수
 - 현재 한국지질자원연구원 미래전략연구센터 책임연구원
-