

최근의 희토류 분쟁을 둘러싼 주요국 동향과 대응 방안

이 춘근

한국과학기술기획평가원 초빙전문위원

[기획자 註] 트럼프 2기 행정부 출범 이후 미국은 중국을 대상으로 높은 관세를 부과하였고, 중국은 이에 대응하여 고강도 희토류 수출통제 조치로 맞서고 있다. 이러한 상황에서, 본고는 주요국의 대응을 중심으로 이번의 희토류 수출통제 조치가 어느 분야에 집중하고 있는지, 그리고 파급효과가 얼마나 클지를 예측하여 한국의 대응 방안을 살펴보고자 한다 [기획: 강영훈 원장 (yhkang@jpi.or.kr)].

* 이 글에 포함된 의견은 저자 개인의 견해로 제주평화연구원의 공식입장과는 무관합니다.

요약

최근 중국이 미국의 관세 압박에 대응해 강도 높은 희토류 수출규제 조치를 취했다. 이는 고성능 자석을 중심으로, 자국이 보유한 병목 자원을 활용해 외국의 병목 기술과 전략기술을 통제하려는 의도로 보인다. 중국이 거의 독점하고 있는 중희토, 특히 디스프로슘(Dy)과 이의 대체자원에 집중하는 것도 이 때문이다.

그간의 경과를 보면, 미국, 호주와 같이 자원이 있어도 하류 공정이 없거나, 일본과 같이 하류 기술이 탁월해도 자원이 없으면, 자원을 포함한 상하류 전반이 고르게 발전하고 정부의 전폭적인 지원을 받는 중국을 이기기 어렵다. 경희토만 있고 중희토가 없어도 상당히 불리하다. 최근 미국, 호주, 일본이 연합해 상하류를 연결하고, 열심히 중희토를 찾아다니는 것도 이 때문이다.

우리나라는 희토류 관련 상류산업이 거의 전무하고, 하류산업도 중국에서 자석공장을 운영하다 국내 이전을 추진하는 것이 거의 유일하다. 따라서 중국의 희토류 무기화에 대한 대응 차원에서, 대체자원을 확보하고 비축 사업을 내실 있게 추진하며, 관련 기술을 개발하고, 이를 생산하는 기업을 체계적으로 지원할 필요가 있다.

1. 서론

최근 중국이, 미국의 높은 관세 부과에 대응해, 영구자석을 중심으로 하는 고강도 희토류 수출통제 조치를 내놓았다. 사실 중국이 희토류를 국제 분쟁의 해결 수단으로 크게 활용한 것은 2010년의 조어도 사건이라고 할 수 있다. 당시 일본이 조어도(센가쿠 열도)를 침범한 중국 선장을 체포하자 중국이 희토류 수출을 중단하였고, 일본이 바로 굴복하면서 선장을 석방하였다.

그러나 그 이후 벌어진 미중 분쟁에서는 중국이 희토류를 제대로 활용하지 못했다. 2010년 이후 미국, 일본 등이 체계적으로 대응하고 역량을 키워, 희토류 제재의 실효성이 많이 떨어졌기 때문이다. 따라서 주요국의 대응을 중심으로 이번의 희토류 수출통제 조치가 어느 분야에 집중하고 있는지, 파급효과가 얼마나 클지를 예측하고 우리의 대응 방안을 살펴보는 것도 큰 의미가 있을 것이다.

2. 희토류 분쟁의 주요 변수

희토류 분쟁은 상당히 많은 변수의 영향을 받는다. 분쟁 대상에 포함되는 원소의 수가 많고 매장량과 지역 분포, 활용 분야 등도 상당히 다양하다. 따라서 포괄적으로 희토류 한 단어로 모든 것을 설명하려 하면, 자칫 오류를 범하거나 핵심 내용에서 벗어날 수 있다. 본 글에서는 컴퓨터와 전기자동차, 풍력발전기 등에 널리 쓰이는 NdFeB(네오디뮴.철.붕소) 영구자석을 중심으로, 주요 변수를 간단히 정리한다.

희토류에 포함되는 원소는 17개에 달하는데, 이를 원자량의 대소에 따라 경희토와 중희토로 구분한다. 경희토는 중국 외에 미국, 호주, 남아공, 러시아 등에도 많아, 수출 통제의 효용이 크게 줄어들었다. 중희토는 매장량이 적고 채굴 과정이 복잡해 중국이 거의 독점해 왔으나, 근래에 베트남, 미얀마, 호주 등에서도 개발, 생산되고 있다.

희토류 채굴과 분리는 많은 환경 오염을 유발한다. 경희토인 모나자이트 광물에 토륨이 함유되어 방사선 오염이 발생하고, 중희토는 화학약품을 사용해 채광하면서 광산 지역에서의 오염과 지반 붕괴를 수반한다. 채광 이후의 분리 공정에도 많은 화학약품이 들어간다. 자원이 있는 선진국들이, 자국에서 채광과 분리를 잘 안하는 이유이다.

자석은 희토류 외에도 여러 가지가 있다. NdFeB 외에도, 사마륨-코발트(Sm-Co), 알리코, 페라이트 등의 다양한 영구자석이 있어, 하나를 제재하거나 가격이 크게 상승하면, 일부를 다른 것으로 대체할 수 있다. 실제로 염가의 NdFeB 자석이 나오기 전까지, 고성능 자석은 Sm-Co를 많이 사용한 바 있다. 도시광산의 형식¹⁾으로, 사용 후 폐기된 자석을 수거해 재활용하기도 한다.

1) 폐기된 전자제품 등의 산업 쓰레기에서 희유금속을 추출해 재활용하는 방법

기술의 발전과 특정 자원 보유 여부에 따라 불균형이 발생하기도 한다. NdFeB 자석은 가격 대비 성능이 우수하나 고온에서 불안정하므로, Dy(디스프로슘)을 Nd(네오디뮴)의 10% 정도 첨가한다. 자성 제고를 위해 Tb(테르븀)를 1% 정도 첨가하기도 한다. 다만, Nd는 모나자이트 등의 경희토에 비교적 많이 있는데 비해, Dy와 Tb는 중희토에 존재하고 그 양도 적다.

이에 따라 중희토를 독점하던 중국이, 오랫동안 Dy 등을 핵심 무기로 삼아 왔다. 그 결과 가격도 가장 큰 폭으로 올랐고, 최근 서방 국가들의 대응도 중희토 자원 확보에 집중된다. 이를 절약하는 방법으로 Dy를 표면에만 코팅하거나, 합금 공정에서 Dy를 표면에 집중시키는 기술도 개발되었다. 이런 기술들이 특허로 출원되면서, 새로운 분쟁의 씨앗이 되기도 한다.

상하류 공정²⁾의 연결과 분리도 커다란 변수가 된다. NdFeB 영구자석 생산공정은, 채광, 분리, 합금, 소결(sintering)과 자화(magnetization) 등으로 이어진다. 하류 공정인 합금과 소결 및 자화 공정에서 설비와 기술, 경험 의존성이 크고, 이것이 품질과 가격을 크게 좌우한다. 다만, 중국과 같은 대규모 자원 보유국은, 원료만 파는 것보다 부가가치가 큰 후공정(하류공정)까지 자국 내에서 하려 한다.

광물 특성에 따라 경희토에 일부 포함된 Dy 또는 Pr(프라세오디뮴)을, Nd와 분리하지 않고 같이 추출해, 후공정에 넘기기도 한다. 이러면, 상류와 하류가 연결된 회사가 더 유리할 수 있다. 중국과 같이 커다란 환경 오염을 감수하면서 희토류 분리 공장을 확장하고 전세계 주요 광물의 처리까지 대행하는 국가가 이런 유형의 전후방 연결을 통해 자국 기업들을 지원하기도 한다.

3. 중국의 희토류 정책과 수출통제

중국이 개혁개방을 시작한 지 얼마 안 된 1983년에, 일본의 사가와 박사가 NdFeB 자석의 분말소결법을 발표하였다. 이후 세계 각국의 희토류 자석 업계가 자원이 많은 중국에 대거 진출하였다. 마침 미국의 희토류 광산이 환경규제로 중단되고 자석 설비와 기술이 중국에 흡수되면서, 2000년대에 이르러서는 중국이 전세계 희토류 자원의 90%를 공급하게 되었다.

그러나 이는 자원 수출 위주라서, “금을 소금값으로 판다.”는 불만이 팽배하였다. 이에, 등소평이 “중동에 석유가 있다면, 중국에는 희토류가 있다.”고 천명하고, 국내 산업을 발전시키면서 2005년부터 수출을 통제하기 시작하였다. 2010년에 조어도 사태로 40%를 감축해 큰 충격을 주었지만, 이는 중국 정부가 시행해 오던 정책의 연장으로 볼 수 있다.

2) 산업 공정에서 상류공정(up-stream)은 자원을 추출, 가공해 원료를 만드는 공정이고, 하류공정(down-stream)은 이로부터 최종 제품을 만들거나 포장 및 배송하는 공정을 말함

중국의 핵심 정책은, (1) 상류의 광산을 모두 국유화하고 대기업으로 통폐합해, 난개발과 과잉생산을 줄이면서 환경을 보호하고 외국을 배제한다. (2) 중간 분리정제 분야에 외국의 개입과 수출을 제한하면서, 중국 내 상하류 연결과 주도권 확보, 수출 통제의 핵심 고리로 삼는다. (3) 하류 분야에서 외국과 교류해, 기술력을 개선한다 등이었다.

[그림 1. 중국 바오터우의 세계 최대 희토광산]



2010년대에 중국은 “전략적 신흥산업”으로 전기자동차와 풍력발전 등을 급속히 발전시켰다. 이에 따라 중국의 희토류 영구자석 시장과 산업, 기술, 경쟁력이 크게 상승하였고, 자원의 고부가가치화와 지속가능 발전의 토대가 형성되었다. 아울러 북경대학과 중국과학원 장춘응용화학연구소, 북경유색금속연구총원 등에 희토류 관련 국가중점실험실과 국가공정연구센터를 설치하고, 바오터우 희토연구원(Baotou Research Institute of Rare Earth)도 집중 육성하였다.

세계 최대의 바오터우 경희토 광산이 철광석과 같이 생산되므로, 철광석 수요가 많을 때는 희토류도 과잉 생산된다. 남방의 중희토는 매장량이 적어 지속 발전이 어렵다. 따라서, 희토류 생산을 적절히 조절하면서, 가격과 자원, 시장, 표준, 특허 등을 총동원해, 외국기업의 경제성을 제한하고 자국 기업들의 경쟁력을 제고하는 정책을 추진하였다.

2010년대 일본의 NdFeB 특허 만료 시점에 해외 수출을 확대하고, 분쟁 시에는 라이선스와 자국 특허, 보유 자원과의 연동을 추진하였다. 외국 희토광(특히 중희토와 대형 경희토) 매입도 적극 추진하였다. 세계 2,3위인 미국 마운틴패스(Mountain Pass)와 호주 마운트웰드(Mount Wells) 광산도 매입하려 했으나, 해당국 정부의 개입으로 실패한 바 있다.

중국은 채광에서 분리, 합금, 가공, 기술과 설비, 시장과 금융 등 전 분야를 제공할 수 있으므로, 개발도상국들의 호응이 제법 있다. 환경 오염이 큰 분리 공정에서, 외국 광물의 중국 내 반입과 처리도 허용하고 있다. 외국의 분리 공장 건설과 상하류 연결을 막고 물류 부담을 가중시켜, 중국의 독점권과 경쟁력을 강화하는 것이다.

[그림 2. 중국 바오터우의 희토연구원]



4. 주요 국가들의 대응

일본은 사가와 박사가 1983년에 NdFeB 영구자석의 분말소결 공법을 발표한 이래, Dy, Tb 첨가를 통한 성능 개선, 코팅에 의한 Dy 절약, 대체 소재 개발 등으로 하류 공정 기술을 선도해왔다. 사가와 박사는 이 공로로 2022년에, 공학계의 노벨상이라고 하는 “엘리자베스 여왕 공학상(Queen Elizabeth Prize for Engineering, QEPrize)”을 수상하였다. 상류 분야를 염가 중국산에 의존하였으나, 2010년 수출규제 이후 일본은 수입선을 다변화하고, Dy 사용량 감축과 대체제 개발, 폐자석 재활용 등을 적극 추진하였다.

미국은 1980년대 중반까지 세계 희토류 공급을 주도했으나, 환경규제와 염가 중국산의 유입으로 1998년에 세계 2위 규모인 마운틴패스 광산(경희토 바스트네사이트 광물)이 생산을 중지하였다. 2010년 중국이 희토류 수출을 대폭 감축하자, Molycorp사가 일본과 공동으로 마운틴패스 광산을 복원했으나, 환경과 제반 여건 미비로, 광석을 중국에 이송해 분리하면서, 하류 공정을 건설하지 못하고 파산하고 말았다.

호주는 세계적인 철광석 대국이고, 부산물로 경희토 자원이 풍부하며, 근래에는 중희토 자원도 개발하고 있다. 먼저 경희토를 개발하고 일본의 투자도 받아, 말레이시아 콰탄 지역에서의 분리공정을 거쳐 산화물과 합금을 수출하였다. 그러나 환경오염으로 지역 주민들의 반발이 심해지면서, 말레이시아 분리공장의 정상 가동이 난항을 겪었다.

[그림 3. 미국의 마운틴패스 희토광산]



최근의 미중 패권경쟁 속에서 희토류 자원의 중요성이 크게 부각되자, 자원 안보 차원에서의 국가간 협력과 공동대응이 확대되고 있다. 미국은 트럼프와 바이든이 연속으로 행정명령을 내려, 희토류를 안정적으로 확보토록 지시하였다. MP Materials사가 설립되어 마운틴패스 광산을 재건하고, 생산량을 급속히 확대하였다. 국제협력으로 미국 본토와 캐나다, 그린랜드 등의 희토류 탐사와 개발을 추진하고, 호주와 협력해 분리공장도 건설하였다. 호주는 말레이시아의 협력을 받아 콰탄 분리공장 가동을 정상화하고, 제품 상당량을 일본에 공급하였다. 환경 문제를 개선하기 위해, 국내 광산에서의 전처리로 토륨(Th) 등의 방사성 물질을 제거한 후, 말레이시아로 이송한다. 아울러 공동으로 베트남, 미얀마 등에 진출해 부족한 중희토 자원을 확보하고, 이를 공동으로 분리, 가공하는 방안도 추진하고 있다. 중국도 각국의 희토류 자원 탐사와 개발에 적극적이고 상당한 기반도 있으므로, 곳곳에서 보이지 않는 경쟁과 마찰이 전개되었다.

5. 북한의 도전과 좌절

북한의 철산에도 희토류 광산이 있다. 철산이라는 지명에서 보듯이, 철광석과 섞인 경희토 모나자이트(monazite) 광물이다. 1950년대에 소련에 광물을 수출하다 방치했던 것을, 80년대에 재일동포 합영으로 본격 개발한 바 있다. 필자도 북한을 연구하면서 이에 주목하고, 일본의 재일동포 관련자 인터뷰도 여러 번 수행하고 이를 당시의 광물자원공사 등 국내 관련회사를 소개하기도 하였다.

북한이 1985년에 합영법을 제정하고 이듬해에 김일성 교시가 나오면서, 재일동포 중심의 합영사업이 본격화되었다. 이 때, 재일동포 기업인 “국제트레이딩”과 북한의 조선룡약산무역총회사의 합영으로, 1,600만 달러를 투자해 국제화학합영회사를 설립하였다. 1989년 4월에 부지 6.5만m², 건평 2만m² 규모의 함흥화학합영공장을 착공해 1년 8개월만에 시범생산을 시작하였고, 1991년 4월에 조업식을 개최하였다.

재일동포 기업의 합영 사유는, (1) 북한에 모나자이트 광석이 풍부하고, (2) 연간 150만 달러가 소요되는, 산과 알카리 등 부원료의 현지조달이 가능하며, (3) 고부가가치 제품을 연 1,000만 달러씩 일본에 수출할 수 있다는 것 등이었다. 희토류 분리공정의 기술 수준이 높으므로 재일동포 과학자들이 기술적인 지원을 하였고, 설비 상당수는 중국에서 들여왔다.

생산공정을 보면, 평안북도 철산에서 채광해, 희토류 65%까지 자력 선광한 후 연간 1,000톤을 함흥으로 이송한다는 계획이었다. 이후 함흥공장에서의 가성소다 전처리로, 인산소다 연 900톤과 토륨 90톤, 우라늄 2톤을 부산물로 얻는다. 이어서 길이 100m의 분리 공장에서 유기용매로 추출해 희토류 산화물을 만들고, 이중 일부를 금속으로 만든다.

생산 목표는 희토류 산화물 연 300톤, 세륨 연마제 20톤, 희토류 관련 제품 1,350톤 등이었다. 제강에 필요한 미슈메탈과 희토류 미량원소 비료도 생산하였다. 다만, 하류 산업의 중추인 영구자석 생산은 하지 못했다. 이는 일본의 기술 수준이 높고 관련 설비도 풍부하므로, 희토류 산화물 형태로 일본에 가져와 자석으로 가공하려 했기 때문이다.

그러나 조업 이후의 경과는 상당히 열악하였다. 장비 부족 등으로 건설이 지연되어 금리 부담이 가중되었고, 투자비용이 계획을 초과하였다. 당시 일본의 경기 침체와 염가 중국제품 유입으로, 희토류 가격이 폭락하고 채산성도 크게 악화되었다. 여기에 1994년부터 북한이 “고난의 행군”에 들어가면서, 원료 수송과 부자재 공급에 큰 타격을 입었다. 결국 공장 가동이 거의 중단되었다. 합영 당사자인 국제트레이딩에서는 생산량 확대를 난관을 타개하려 했으나, 결국 중단하고 말았다.

북한에서의 희토류 사업은 다음의 5가지를 고려할 필요가 있다. (1) 광물이 대부분 경희토이고, 고급 NdFeB 자석에 필요한 Dy와 Tb 등이 거의 없다. (2) 경희토는 방사성 토륨이 포함되어 환경 부담이 크고, 핵무기 관련 위험부담도 있다. 철산 광석은 거의 고갈되었다고 한다. 여타 지역의 광물 발견 소식도 있으나, 개발 비용이 엄청나 노천광산인 중국이나 기타 국가 대비

경쟁력이 부족하다. (3) 철도 사정이 워낙 열악하고 중량 레일이 적어, 장거리 수송이 어렵다. 철도의 90% 이상이 전기철도이므로, 전력사정이 수송에 절대적인 영향을 미친다. (4) 전력공급이 부족하고 정전이 잦으며, 전압과 주파수 변동이 커, 전력 수요가 큰 공장의 항시 정상가동이 어렵다. (5) 산, 알카리 등의 원부자재 현지 조달이 어려울 때가 많다. 북한에서 염산과 가성소다는 소금물을 전기분해해 생산하고, 여기에 상당히 많은 전력이 필요하다.

6. 최근의 희토류 분쟁 재발과 파급효과

최근에 벌어진 중국의 희토류 수출규제 조치는, 고성능 자석을 중심으로, 자국이 보유한 병목자원을 활용해 외국의 병목기술, 전략기술을 통제하려는 의도로 보인다. 통제 품목이 NdFeB 자석의 성능 개선에 집중되어 있고, 핵심 보유 자원을 지적재산권처럼 활용해 해외 활동까지 통제하려 하기 때문이다.

먼저 중국은 자국이 거의 독점하고 있는 중희토, 특히 디스프로슘(Dy)과 이의 대체자원에 집중하고 있다. Dy는 NdFeB 자석의 열안정성을 향상시키는 핵심 자원이고 미국, 호주 등의 경희토에는 거의 없는 자원이다. 이 자석에 철(Fe)이 포함되므로, 디스프로슘-철 합금까지 통제하였다. Dy를 대체하는 원소에 가돌리늄(Gd), 테르븀(Tb) 등이 있는데, 역시 중희토이고 이번에 중국은 이것들도 통제 대상에 포함시켰다. 빈틈이 없다.

[표 1. 주요국의 희토광물 성분(% , REO)]

국가	중국					미국	러시아	호주			
	혼합광 /바오터우	베스트네사이 트/사천	이온흡착형 희토광						베스트네사이 트	로파라이트	모나자이트
			A형	B형	C형						
LazO ₃	25.00	29.81	38.00	27.56	2.81	32.00	25.00	23.90			
CeO ₂	50.07	51.11	3.50	3.23	<1.09	49.00	50.00	46.30			
Pr ₆ O ₁₁	5.10	4.26	7.41	5.62	1.08	4.40	5.00	5.05			
Nd ₂ O ₃	16.60	12.78	30.18	17.55	3.47	13.50	15.00	17.38			
Sm ₂ O ₃	1.20	1.09	5.32	4.54	2.37	0.50	0.70	2.53			
Eu ₂ O ₃	0.18	0.17	0.51	0.93	<0.37	0.10	0.09	0.05			
Gd ₂ O ₃	0.70	0.45	4.21	5.96	5.69	0.30	0.60	1.49			
Tb ₄ O ₇	<0.1	0.05	0.46	0.68	1.13	0.01	-	0.04			
Dy ₂ O ₃	<0.1	0.06	1.77	3.71	7.48	0.03	0.60	0.69			
Ho ₂ O ₃	<0.1	<0.05	0.27	-	-	-	-	-			
Er ₂ O ₃	<0.1	0.034	0.88	2.48	4.26	0.01	0.80	0.21			
Tm ₂ O ₃	<0.1	-	0.13	0.27	0.60	0.02	0.10	0.01			
Yb ₂ O ₃	<0.1	0.018	0.62	1.13	3.34	0.01	0.20	0.12			
Lu ₂ O ₃	<0.1	-	0.13	0.21	0.47	0.01	0.15	0.04			
Y ₂ O ₃	0.43	0.23	10.07	24.26	64.97	0.10	1.30	2.41			

자료: 黄小衛, 中國稀土資源高效清潔提取與循環利用, 《科學前沿與未來》(2009-2011), 98-119.

고성능 대체 자석도 통제한다. 사마륨(Sm)과 이의 코발트(Co) 합금을 넣었는데, 이는 Sm-Co 자석이 고가이지만 내열성이 우수해, Dy 함유 NdFeB 자석을 대체할 수 있기 때문이다. 실제로 염가의 NdFeB 자석이 나오기 전까지는 Sm-Co 자석이 주로 사용되었다. Sm은 경희토에 속해 서방세계도 보유하고 있지만, 환경오염과 분리공정 문제로 중국이 주도한다. 코발트도 아프리카 콩고가 최대 생산지이지만, 중국 자본이 진출해 많은 양을 수입, 국내 가공하므로, 역시 주도권을 행사한다.

해외 생산시에도 중국의 희토류가 들어가면 통제하는데, 자원도 특허와 같은 지적재산권의 범주로 다루는 것이다. NdFeB나 Sm-Co 자석처럼 물질특허가 있는(있었던) 품목을 통제하지 않고, 이들의 고성능화에 필요한 핵심 병목자원인 Dy와 Co, 기타 대체자원을 통제한다. 이는 지적재산권과 얽히지 않으면서 통제권을 행사하려는 전략적 조치라 볼 수 있다.

이런 자원은 중국만 보유한 게 아니다. Dy를 포함한 중희토는 소량이지만 베트남과 미얀마, 말레이시아, 호주 등에도 존재한다. 다만, 호주 외에는 중국의 정책에 찬성할 듯하니 문제가 된다. 아마도 중국이 수출 통제 정책 발표 전에 이들 국가와 사전 조율을 했는지도 모르겠다. 보유 자원 비율이 적어도 대규모 보유국이 자원을 통제하면, 가격과 몸값이 커지는 것이다.

중국의 이번 조치가 미국을 향하고 있지만, 일본에도 불똥이 튀었다. NdFeB 자석은 1983년대에 일본의 사가와 박사가 이의 분말소결법을 발표하면서 세상에 나왔다. 이 자석에 Dy를 첨가해 내열성을 높이는 방법도 80년대에 일본 “스미토모 특수금속”에서 개발하였다. 2010년경에 물질특허 효력이 종료되었지만, 아직도 그 영향력이 지대하다.

Dy를 절약하거나 대체하는 기술도 일본이 선도하였다. Dy를 표면에 코팅하거나 합금 과정에서 표면에 집중토록 해서 이를 절약하는 기술, 내열성 고분자를 코팅하는 기술, 도시광산 형식으로 폐품에서 자원을 회수하는 기술 등이 그것이다. 따라서 지적재산권 측면에서는 일본이 중국의 조치에 할 말이 많을 것이다. 일본이 개발한 기술로 막대한 이익을 보는 것이니, 수혜를 입는 중국이 해서는 안될 행동을 하는 것이라 할 수도 있다. 그런데 자원 보유국이 팔지 않겠다고 하므로 달리 방법이 없다.

특정 국가가 부존량이 극히 적은 전략자원을 독점하게 되면, 이런 상황이 벌어질 수 있다. 자원 보유가 기술, 특허를 압도하는 것이다. 따라서 중국의 이번 조치는 과거와 달리 상당히 구체적이면서 고도로 전략적이라 할 수 있다. 과거처럼 거칠게 도끼를 휘두르지 않고, 날카로운 칼로 급소를 찌르는 것이다. 상당히 오랫동안 치밀하게 준비한 듯하다.

그러나 이런 조치는 지금까지 보지 못한 형태이고, 전 세계에서 중국만이 하는 것 같다. 관세를 동원하여 외국을 압박하는 미국이 잘못이라면, 중국의 이번 조치도 비난받을 만하다. 그러면 어찌할 것인가? 역시 기술개발과 대체자원 확보가 답이다. NdFeB 자석을 개발하고 후속 기술개발을 선도해 온 일본이 이런 조치에 상당한 내성을 가지고 잘 대처해 나가는 것을 보면 알 수 있다.

과거 사례를 보면, (1) 미국, 호주와 같이, 자원이 있어도 하류 공정이 없거나, (2) 일본과 같이, 하류공정 기술이 탁월해도 자원이 없으면, (3) 자원을 포함한 상하류 전반이 고르게 발전하고, 정부의 전폭적인 지원을 받는 중국을 이기기 어렵다. 경희토만 있고 중희토가 없어도 상당히 불리하다. 미국, 호주, 일본이 연합해 상하류를 연결하고, 열심히 중희토를 찾아다니는 것도 이 때문이다.

미국, 호주, 일본의 상하류 연결은 아직 진행형이고 완성되지 않았다. 이것도 정부 지원에 많이 의존하고 있고, 기업의 자생력은 중국보다 취약하다. 결국, 서구 국가들의 경희토 상하류 연결과 중희토 자원 확보, 새로운 기술 발전과 대체재 개발 등에 따라, 중국의 희토류 지배력과 분쟁 재발 정도가 달라질 것이다.

7. 우리의 대응방안

우리나라가 ICT 강국이라고 하지만, 관련 자원 보유 현황을 보면, 자생력과 지속발전 능력이 그리 높지 않다. 위기 때마다 대책 수립에 몰두하지만, 장기적으로 성공한 사례도 많지 않다. 다만, 희토류 자석과 관련해서는 어느 정도의 지속적인 노력이 있었다.

2010년대 중일간 희토류 분쟁이 발생하면서, 국내 각계에서 대책 수립에 몰두하였다. 주 무대는 역시 중국이었다. 당시의 광물자원공사는 시안에 페라이트 자석공장을 운영하면서 본격적인 희토류 비축과 영구자석 생산을 추진하였다. 포스코와 함께 중국측 파트너를 찾아, 바오투우에 NdFeB 영구자석 생산기업(영신희토)을 세운 것도 이 때였다.

포스코는 호주 철광석 광산에서 부산물로 나오는 경희토를 말레이시아에서 분리해, 국내 자석 수요를 충당하려 하였다. 산하 포항산업과학연구원에서 희토류 자석을 연구하면서, 영신희토를 지원하기도 하였다. 다만, 분리 공장이 말레이시아의 환경문제 제기로 중단되면서, 자원의 중국 의존이 여전하게 되었다. 국내에 분리공장을 건설하려 했으나, 이 역시 환경문제로 중단되었다.

2010년 6월, 필자도 과학기술부 산하의 한중과학기술협력센터 센터장으로 부임하면서, 희토류 협력에 몰두하게 되었다. 먼저, 중국의 희토정책과 산업동향을 연구해, 보고서를 편찬, 배포하였다. 바오투우 희토연구원을 방문해 한중희토협력에 합의하고, MOU를 체결하였다. 이 과정에서 한국 전문가들을 초청해 바오투우 희토광산과 분리, 합금, 자석공장 등을 두루 방문하고, 세부 동향을 파악하였다. 이듬해부터는, 남방 중희토 기업들도 방문, 관찰하였다.

한편으로, 중국 북방 희토의 총본산인 바오투우철강 당서기와 희토광산장(후에 희토연구원장), 희토연구원 부원장과 연구부장을 일주일간 한국에 초청해, 포스코(영구자석, 환경)와 지질지원연구원(분리공정), 재료연구소(합금), KIST 등을 방문하고 협력방안을 모색하였다. 이를 토대로 희토연구원과의 정례세미나를 만들어, 양국 관련 전문가들의 토론과 협력을 지원하였다. 광산 환경오염 문제와 관련해, 한국광해관리공단을 소개하기도 하였다.

중국 현지에 진출한 한국기업들도 지원하였다. 중국 희토연구원과 포스코의 희토협력 MOU 체결과 공동연구, 제품 검사 등도 지원하였다. 바오토우 영신희토에 고가 합금기계가 있었으나 중국측의 외국 배제 정책으로 활용을 못하고 있었다. 이에 희토연구원 산하기업과의 합작을 성사시켜, 합금 기계를 살리기도 하였다. 역시 희토에 관심이 지대했던 삼성과 SK 등에 대한 자문도 했다.

다만, 희토류 분쟁이 줄어들면서, 이런 노력이 지속적으로 추진되지 못했다. 바오토우 영신희토는 중국측 파트너와의 협력에 문제가 있었고, 상류인 희토 자원 및 합금과의 연계도 부족하였다. 결국 적자 누적으로 이 사업에서 철수하였다. 광물자원공사는 해외자원 사업으로 큰 타격을 받아 적자가 누적되고, 결국 광해관리공단과 합병해 광해광업공단이 되었다.

우리나라는 희토류 관련 상류산업이 거의 전무하고, 하류는 성림첨단산업(주)이 중국에서 NdFeB 자석공장을 운영하다 국내 이전을 추진하는 것이 거의 유일하다. 자석 수요가 많은 국내 대기업이 이를 간접 지원한다고 전해진다. 상류는 해외 협력과 대기업 참여가 필요하고 하류는 중소기업 집단과 체인 형성이 필요한데, 연결이 잘 안되고 있는 것이다.

이를 총결해서 몇 가지 대응방안을 도출하면 다음과 같다. 먼저 대체자원을 확보해야 한다. 중국의 대안으로 미국, 호주 등이 연합해 자원을 개발하면서 우리나라를 포함한 대형 수요처를 찾고 있다. 여기에 투자해 일정 지분과 기술을 획득하고, 이를 지속적으로 확대해야 한다. 비축사업도 내실 있게 추진해야 한다. 국내 수요의 30~40%만 공급할 수 있어도, 해외 파동이나 압력에 어느 정도 대응할 수 있다.

북한과 협력한다면, 함흥에 있는 분리공장을 살려, 호주 등에서 채광한 광물을 처리할 수는 있겠다. 이 때도 산, 알카리 등의 부재료와 전력공급 문제를 사전에 해결하고, 환경관련 분쟁 해소 대책도 세밀히 수립해야 한다. 관련 기술도 적극적으로 개발해야 한다. 희토류 분리공정 연구는 지질자원연구원이 거의 유일하고, 금속과 자석은 몇 개 연구원들이 수행하고 있다. 국가 차원에서 연합사업단을 만들어, 희토류를 포함한 전략자원 연구를 강화했으면 한다.

중소기업이 자원 환고와 분리, 합금, 가공 등의 다양한 수요에 모두 대처하기 어려우므로 이를 지원할 필요가 있다. 대형 수요처인 대기업은 자원안보와 미래 대비 차원에서, 그리고 정부도 상하류 연결과 ICT 종합경쟁력 향상 차원에서 중소기업을 다각도로 지원할 필요가 있다. 사실상, 미국, 호주, 일본도 마찬가지로, 개별 기업 혼자로는 상하류 연결이 잘 되면서 막대한 정부지원을 받는 중국 기업을 이길 수 없다. 수요가 더 큰 배터리도 어렵기는 마찬가지이지만, 대기업 참여가 많아서 어느 정도 대처하는 것을 보면 알 수 있다.

참고문헌

- 1) 한중과학기술협력센터(2012), “중국의 희토류 개발정책과 산업 동향”
- 2) 재일본조선인과학기술협회(1988), “희토류원소자원과 제련기술에 관한 기초자료”
- 3) 최계영, 『차가운 평화의 시대』 (인문공간, 2022).

저자소개: 이춘근

서울대학교 섬유고분자공학과에서 공학박사 학위를, 중국 북경사범대학 국제 및 비교교육연구소에서 교육학박사 학위를 받았고, 중국과학원 과기정책연구소와 북경대학 과학사회학연구센터, 미국 스탠포드대학 아시아태평양연구센터에서 연구하였다. 2000년부터 2019년까지 과학기술정책연구원 선임연구위원으로 재직하면서 북한, 중국을 포함한 주요 사회주의국가들의 과학기술정책과 이들과의 협력, 국방과학 등을 연구하였다.

오랫동안 통일부와 국방부, 합동참모본부 등의 자문위원으로 활동하였고, 중국 연변과학기술대학 부총장, 통일준비위원회 전문위원, 남북교류협력추진협의회 민간위원, 민주평화통일자문위원회 상임위원 등을 역임하였다. 주요 저서에 “북한의 핵패권(인문공간)”, “중국의 우주굴기(지성사)”, “과학기술로 읽는 북한 핵(생각의 나무)”, “북한의 과학기술(한올아카데미)” 등이 있다.

2025년 11월

저작권자 © 제주평화연구원, 무단 전재 및 재배포 금지