

단 보

탄탈륨 광물의 국내외 수급현황과 기술개발 동향

김 대 형

한국지질자원연구원

서 언

탄탈륨은 최근 IT산업용 소재로 수요가 급증하며 산업적 관심이 크게 확대되고 있는 소재 자원이다. 특히 2000~2001년 휴대 전화기용 SAW필터 및 탄탈륨 콘덴서의 수요 확대로 빚어진 국제적인 탄탈륨의 공급 부족과 가격 폭등으로, 세계적인 IT제품 생산국인 우리나라도 탄탈륨 물량 확보에 어려움을 겪었다. 이렇듯 국제 시장여건의 변화가 발생하자 국내 기업인 성남전자(주)는 북한에 위치한 압동 탄탈륨광산 개발 투자를 통한 공급 안정화 방안을 모색하기도 하였다.

본 보고는 최근 들어 관심의 대상이 되고 있는 탄탈륨의 시장 구조적 특징과 안정공급 및 부가가치의 제고를 위한 기술개발 방향의 제시를 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 우선 탄탈륨의 물리·화학적 특성과 용도를 서술하였고, 국제 시장 구조적 특징, 수급구조 및 가격동향을 분석하였다. 또한 탄탈륨 제품별 국내 유통현황 및 문제점 분석과 아울러 부가가치 제고를 위한 기술개발 대책에 대해 서술해 보았다.

탄탈륨의 특성과 용도

탄탈륨의 물리·화학적 특성

탄탈륨은 주기율표의 V족 A에 속하는 원자번호 73, 원자량 180.95, 비중 16.6의 원소로 화학적 안정성이 백금과 유사할 정도로 내식성이 좋고, 용점도 2,997°C로 매우 높으며 내열성도 뛰어나다. 게다가 탄탈륨은 다른 고용점 금속에 비해 가공이 상온에서 용이한 장점을 지니고 있어 6 μ m 정도의 두께까지도 압연이 가능하다. 또한 모든 금속 중에서 가장 안정된 양극 산화피막을 가지며 그 피막의 유전율이 알미늄의 2.7배

표 1. 탄탈륨 광물의 물리화학적 특성.

구 분	물리적 성질
원자번호	73
원자량	180.95
결정구조	체심입방격자
용융점(°C)	2,997
비등점(°C)	5,430
용해열(Cal/md)	7,500
밀도(g/cm ³)	16.6
경도(Hv)	65~100 (20°C)
열전도도(Cal/cm ² /C/cm/sec)	0.13 (20°C)
전기비저항($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	13.5 (20°C)
비열(Cal/deg · g)	0.033 (20°C)
선팽창계수(/°C)	6.6 $\times 10^{-6}$ (상온)

나 될 정도로 매우 높아 축전지 재료에 아주 적합한 물적 특성을 갖고 있다. 선팅창 계수는 강철의 약 1/2, 동(銅)의 약 2/5 정도로 작지만 열 및 전기전도가 뛰어나며, 산화물을 광학렌즈에 투입하면 굴절률이 높아지며 탄화물을 초경합금에 섞으면 성능이 크게 개선된다.

탄탈륨 광물의 용도

광석 및 주석스래그에서 생산되는 탄탈륨 화합물과 금속은 그림 1과 같이 다양한 분야에 사용되고 있다. 이중 가장 많은 수요를 보이고 있는 분야는 IT산업으로서 주로 탄탈륨 콘덴서와 'SAW filter' 제조용 소재로 소비되고 있으며, 탄화물의 형태로 초경합금 제조용 소재로도 많

은 소비가 이루어지고 있다. 탄탈륨 분말의 형태는 거의 전량이 탄탈륨 콘덴서용으로 사용되고, 화학제품의 대부분은 'SAW filter' 제조용으로 쓰인다. 금속제품은 대부분 화학처리용 장비의 다양한 부위에 사용되지만, 상당량은 콘덴서용 리드선 제조에 투입되고 있다.

'TIC' (Tantalum-Niobium International Study Center)의 자료에 따르면 탄탈륨은 2000년 기준 전자공업용으로 약 70%, 공구 등 기계공업용으로 15%, 기타용(광학, 내식, 내열용등)으로 15%의 비율로 사용된 것으로 나타났는데, 이는 80년대 초의 전자공업용 55%, 초경공구용 30%, 기타용 15%와 비교시, 전자공업용 수요가 급증하고 공구용은 감소하는 양상을 나타내는 것이다.

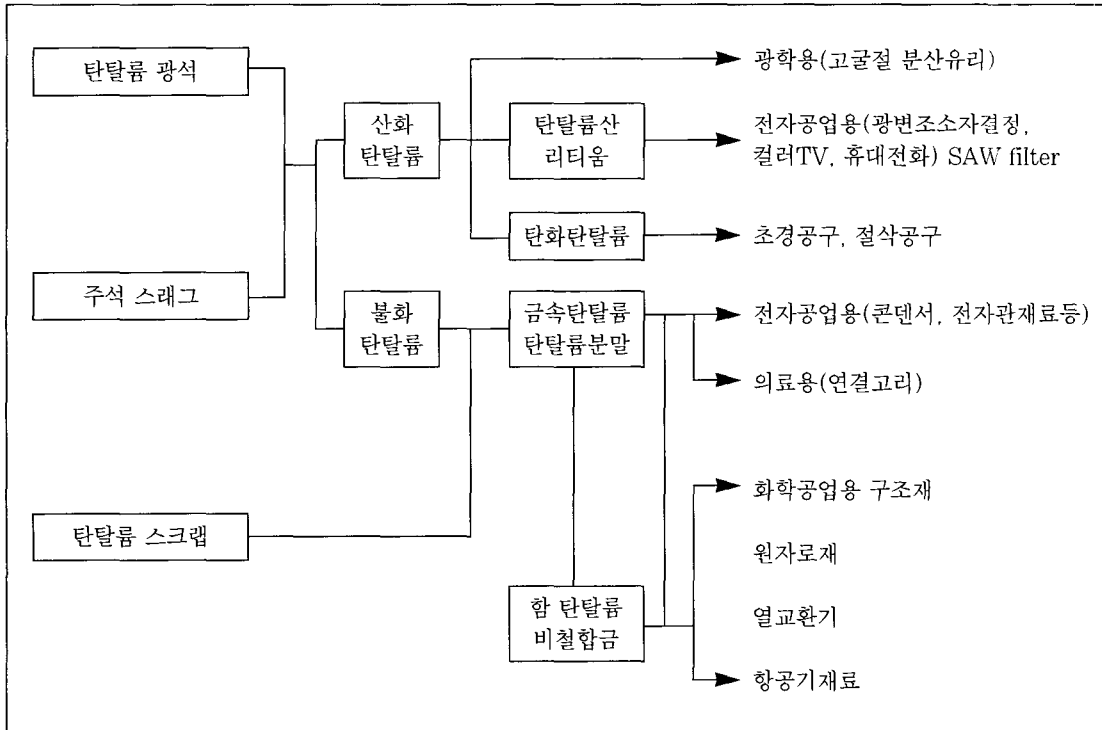


그림 1. 탄탈륨 광물의 제품별 용도.

세계 탄탈륨 광물 시장구조 및 수급 동향

탄탈륨 광물 세계 생산

표 2. 세계 탄탈륨 정광 생산 추이.

(단위: 톤)

국명	1997	1998	1999	2000	2001
호주	302	330	350	485	660
브라질	125	310	320	340	340
브룬디	11	7	10	5	7
캐나다	49	57	54	57	77
콩고	NA	NA	NA	130	60
에디오피아	12	24	29	38	47
나이지리아	3	3	4	4	3
르완다	60	60	90	160	95
짐바브웨	NA	NA	NA	NA	9
합계	562	791	857	1220	1300

자료: Minerals Yearbook(2002), USGS

탄탈륨은 과거 탄탈라이트 광석과 주석스래그를 주원료로 하여 제조되었으나 주석 가격의 하락으로 주석스래그에서의 생산은 거의 중단되었고, 대신 스크랩에서의 재처리를 통한 생산이 증가하는 추세를 보이고 있다. 탄탈륨 생산통계는 미국 지질조사소(USGS) 'TIC', 영국의 'ROSKILL Co.' 등에서 생산량의 추계치를 발표하고 있는데 그 값은 각 기관 마다 차이를 나타내고 있다. 이 중 미국 USGS의 'Minerals Yearbook'에서 추정된 탄탈륨 정광의 생산추이는 표 2와 같다. 즉, 세계 탄탈륨 생산은 금속 환산량 기준으로, 1997년 562톤에서 매년 증가하여 2001년

1300톤으로 4년간 무려 2.3배 증가하였다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 IT산업의 성장으로 콘텐서 및 전자부품 제조 소재로서의 수요가 급등한 점과 2000-2001년 가격 상승으로 가수요가 발생, 생산을 자극하였기 때문으로 해석된다. 국별 생산량은 호주가 세계 생산의 약 절반인 660톤을 생산하였으며(2001년 기준), 브라질이 340톤을, 르완다가 95톤을 생산하였으며, 이들 3개국이 전체 생산의 85%를 점유하고 있다.

한편, 폐탄탈륨으로부터의 재처리 공정을 통한 탄탈륨 생산은 공정 도중에 발생한 각종 스크랩, 외부 스크랩 및 탄탈륨 함유 잔재물을 대상으로 이루어지게 된다. 먼저 정광 잔재물에 2-5% 포함된 탄탈륨은 주석스래그와 함께 처리해 탄탈륨을 재회수하게 하며, 금속 연삭과정에서 발생하는 스크랩은 전자 빔으로 재용융 시켜 사용된다. 외부 스크랩은 주로 전자부품과 공구강 부문에서 발생되나 이외에 'superalloy' 분야에서도 다소 발생되는 것으로 알려져 있다. 자원 시장조사 전문기관인 'Roskill' 사는 1997년에 외부 스크랩 연간 발생량 규모를 전자부품 135-140톤, 공구강 115톤, 'superalloy' 25톤 및 기타 분야 25~30톤으로 모두 300~310톤 정도로 추정하고 있다.

탄탈륨은 광산에서 채광된 후 제련과정을 거치게 된다. 대체로 광석 생산국은 자국 내 제련시설을 갖추고 있지만 소규모광산 형태로 가행되는 곳은 제련소가 없어 채광된 원광석을 수집상이 모아서 제련소로 판매하는 형태를 취한다. 주로 아프리카지역에서 생산되는 광석이 수집상을

표 3. 탄탈륨 광물의 생산 형태별 소요 비용 순위.

저비용순위	1	2	3	4	5	6	7
방법	스크랩 재회수	기타 2차 회수	Columbite /struverite	주석 스크래그	alluvial tantalite	합성정광	hard rock tantalite

자료: Roskill, The Economics of Tantalum(1999)

통해 수집된 후 유럽에서 제련 공정을 거치게 된다. 일반적으로 탄탈륨의 생산 공정별 소요되는 비용은 다음 표 3과 같다.

탄탈륨 광물 세계 소비 구조

'Mining Annual Review' (2002)에서 나타난 탄탈륨의 제품별 판매량 구성비는 그림 2에서와 같이 절반 이상이 분말(Powder)형태로 구성되어 있으며, 전량 탄탈륨 콘덴서 제조 원료로 사용되고 있다. 탄탈륨의 수요량은 95/96년을 기점으로 증가하기 시작했는데, 그 이유는 전 세계적으로 IT산업의 활동이 본격적으로 확대되기 시작했다는 것과, 높은 축전용량을 갖는 탄탈륨의 물성특성을 이용한 콘덴서 제조기술이 상용화되었기 때문이다.

탄탈륨 콘덴서가 가장 많이 사용되는 휴대전화기 중 'GSM' 방식을 이용하는 전화기의 경우 1대에 평균 사용되는 탄탈륨 콘덴서의 수효는 점차 감소하여 97년 13개에서 2001년에는 11개가 사용되고 있는 것으로 나타났다. 'Roskill'사는 총 캐패시터 생산량과 사용된 탄탈륨 분말간의 연도별 추이를 통해 연간 6% 수준의 사용 탄탈륨의 원단위 감소가 있을 것으로 전망하였으며, 2000년도 콘덴서 1개당 평균 탄탈륨 분말 사용량이 0.029g 이 될 것으로 추계한 바 있다.

한편 탄탈륨 콘덴서는 처리속도를 더 빨리 하고 소형화를 지향하면서도 장시간 사용이 가능하게 하는 기술개발이 꾸준히 진행되고 있는데, 최근 60,000CV/g를 초과하는 축전율을 보유하는 탄탈륨 분말에 대한 수요가 증가하고 있다. 이 정도면 콘덴서가 4와 6볼트 포트에서 1000mfd를 증가시킬 수 있게 만들 수 있다. 또한 양극 크기는 더 작아져서 휴대폰에 가장 흔히 사용되는 'P-case'인 경우 단지 1mg의 분말을 함유하고 있을 정도로 소형화되고 있다. 대형 양극 칩은 유기 반도체 전해질 시스템에 사용된다.

한편 합금첨가제용 탄탈륨 수요량은 현재 연간 30만 파운드에 불과하나 1993~2000 기간의 연평균 수요증가율은 30%를 초과하는 빠른 수요 신장이 이루어지고 있다. 주로 발전용 터빈 제작 소재에 사용되는데 총 투입 금속량의 2-12%범위에서 첨가된다. 비행기엔진 합금용 탄탈륨 수요는 7~32만 파운드로 항공 산업의 경기 변동에 따라 탄탈륨의 수요량 또한 변동하는 양상을 나타낸다.

탄탈륨 화합물의 경우 연간 약 30만 파운드 정도의 수요규모를 유지하고 있으며, 연평균 7.6%의 증가율로 수요가 신장되고 있다. 대부분 탄탈륨산 리튬의 형태로 휴대전화기 음성필터인 SAW필터용으로 이용되며, 산화물은 전자, 의료, 광학렌즈 및 스퍼터링 필름용으로 사용된다. 탄탈륨산 이트륨은 X선 필름에 투입되어 방사선 노출을 감소시키게 되며, 광학렌즈의 예는 굴절률을 높이기 위해 탄탈륨산화물이 사용된다. 2000년도 소비량은 32.4만 파운드로 1999년보다 7.6만 파운드가 증가했으나, IT산업의 불황 여파로 가장 중요한 화합물인 탄탈륨산 리

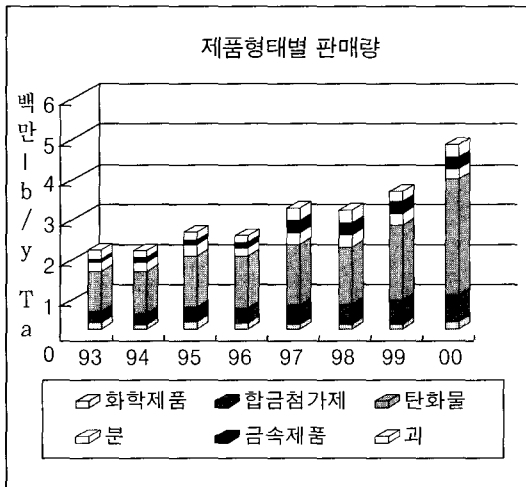


그림 2. 연도별 탄탈륨 광물 제품 판매량 추이.

톱의 경우 2001년 하반기 이후 수요량이 감소되는 것으로 나타났다.

다음으로 공구강 제조시 이용되는 탄탈륨 탄화물은 2000년 39만 파운드의 소비규모를 나타내었으며, 년 평균 소비증가율은 3%정도에 그치고 있다. 또한 콘덴서 양극에 사용되는 세션 및 용광로의 열차폐장치용으로도 사용되는 탄탈륨 금속의 수요량은 1993년도 38만 파운드에서, 2000년 73만파운드로 크게 증가했지만 IT산업의 불황과 경기침체로 50만 파운드 규모 까지 수요량이 감소할 것으로 예측되고 있다.

국내 탄탈륨 광물 시장 구조 및 수급 동향

현재 국내에서 사용하는 탄탈륨 관련 가공제품의 종류는 ① 탄탈륨 분말, ② 탄탈륨선, ③ 탄탈륨 산화물, ④ 탄탈륨 탄화물 등이 주종을 이루고 있으며, 기타 기계장비의 부품으로 탄탈륨 합금 제품이 수입되고 있다. 국내에서 사용되는 탄탈륨 관련 제품은 전량 수입에 공급을 의존하고 있으며 정광의 수입은 이루어지고 있지 않다. 이들 수입 제품 중 가장 중요한 탄탈륨 제품은 탄탈륨 분말로서 전체 수요의 절반 이상을 차지하는 것으로 나타났으며, 다음으로 탄탈륨 탄화물, 탄탈륨선 및 탄탈륨 관련 기타 제품 등으로 구성된다. 이들 각각의 제품별 교역 및 국내 소비 구조를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

탄탈륨 분말

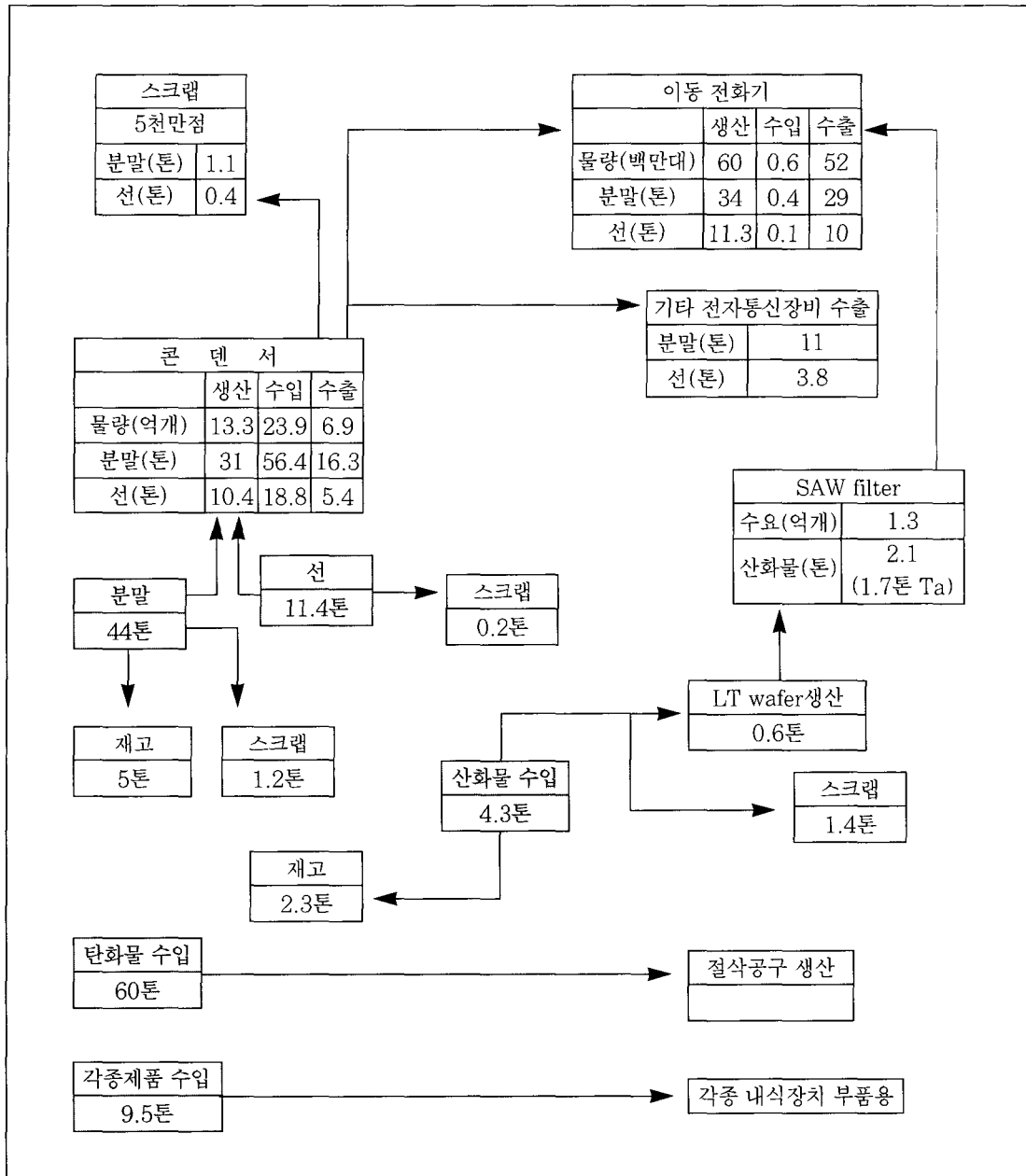
먼저 탄탈륨 분말은 국내 IT산업이 본격적으로

활성화되는 1995년을 기점으로 이용이 확대되기 시작하였다. 수입량은 2000년 국내 탄탈륨 캐패시터의 제조능력이 급증하며 44,207 kg까지 이르렀으며, 2001년에는 공급부족과 가격폭등에 따른 물량확보의 어려움과 2001년 하반기부터 본격화된 세계 정보통신산업의 퇴조에 따른 수요 감소가 복합적으로 작용하며, 수입량이 20,928kg을 기록하였다. 이들 탄탈륨 분말은 주로 실수요자가 직접 구입하거나 계열사를 통해 구입하는 경우가 일반적이데 그만큼 원료의 안정적인 확보가 중요하기 때문이다.

특히 가격이 상승하고 공급량의 여유가 부족한 시기에는 안정 확보가 최우선 과제로 대두된다. 최근 국내기업인 성남전자가 북한에서 탄탈륨 광산 개발사업을 추진하기로 합의한 것도 안정 확보를 위한 방법으로 해석해야 할 것이다. 삼성물산, 파츠닉 및 대신테크가 중심이 되어 수입을 행하고 있으며 75% 정도의 물량이 중국에서 나머지는 일본에서 도입되고 미국에서의 수입은 매우 적은 편이다.

표 4. 국별 탄탈륨분말 수입 규모.

국명	2000		2001	
	물량(kg)	금액(천불)	물량(kg)	금액(천불)
중국	31,740	13,524	20,928	16,573
일본	12,321	6,247	11,756	9,900
미국	148	70	-	139
필리핀	-	-	136	-
독일	-	-	1	-
합계	44,209	19,841	20,928	16,573



- 주: ① 스크랩 발생의 경우 콘덴서 제품 5%, 분말 4%, 선 2%로 가정함.
 ② 기타 전자통신장비의 경우 개개 품목으로 합산하지 않은 추정치임.
 ③ 각종제품에서 탄탈륨 금속량은 합금의 종류가 다양함으로 알 수 없음.
 ④ 탄화물은 평균적인 탄화물 수입 추정치임.

그림 3. 탄탈륨 광물의 국내 유통 흐름도(2000년도).

탄탈륨선

탄탈륨선의 경우는 따로 독립되어 수입물량이 집계되지 않고 있으며, 탄탈륨선, 'Rod', 'Tube' 등이 포함된 기타 탄탈륨 제품으로 분류되어 통계가 집계되고 있다. 선은 주로 콘덴서 제조에 사용하기 위해 수입이 되며 'rod' 나 'tube'는 고온진공로의 'heating element' 나 'radiator'에 사용하는 부품용으로 수입된다. 삼성물산, 파츠닉은 콘덴서용 선을 주로 수입하며 수입금액에서 상위를 점하고 있고, 이외에 풍성교역, 일진다이아몬드, 노벨러스코리아, 삼성전자, 프렉스에어 서피스테크놀로지스(주) 등이 주요수입업체가 되고 있다. 1996년도부터 수입물량이 증가하기 시작해 2000년도에는 96년도 물량의 약 3배에 달하였다. 수입 금액은 98년까지 300만불 이하였으나 2000년에는 630만불로 약 2배 가량 증가한 바 있다.

이들 중 탄탈륨 콘덴서용으로 사용되는 리드선의 물량이 어느 정도 인지는 집계?발표된 자료가 없으나 지질자원연의 2001년 연구보고서에 의하면 탄탈륨선의 수입량은 11.4톤에 금액은 540만불 정도가 될 것으로 추정하고 있다.

표 5. 기타 탄탈륨 제품의 수입 추이.

연도	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
물량(kg)	3,413	5,202	5,673	8,443	9,913	15,502	7,359
금액(천불)	2,281	2,970	2,527	3,185	4,012	6,341	5,918

자료 : 무역통계연보

탄탈륨 산화물

탄탈륨산화물의 경우도 따로 교역 통계가 집계되지 않은 채 기타 금속산화물로 분류되어 있다. 그러나 본 제품을 사용하는 실수요자인 일진다이아몬드(주)의 수입규모를 추정한 결과 2000

년 약4.3톤(175만\$)의 탄탈륨산화물 수입이 있었던 것으로 나타났다. 탄탈륨산화물의 용도는 휴대전화기 'SAW Filter' 제조를 위해 전량 투입되고 있다. 'SAW' 필터는 이동통신기기를 비롯해 고주파가 발생하는 모든 전자 제품에 사용되는 필수적인 전자부품의 하나이다. 'SAW Filter'란 잡음이 섞인 전파를 깨끗이 걸러서 필요한 전기신호만을 뽑아내는 작용을 하는 것으로, 응용소자는 무선통신의 RF/IF단에 거의 필수적으로 사용하여야 하며, 공진기, 비교기, 발진기등으로 설계되어 'TV', 'VCR', 'RADAR', 휴대폰, 각종 측정기기 등에 사용된다.

탄탈륨 탄화물

탄탈륨 탄화물의 경우 전량 초경절삭공구 제조용으로 투입되고 있다. 초경공구 재료로서 탄탈륨을 사용하는 이유는 초경재료의 주소재인 'WC'계 합금의 경우 단단하다는 장점이 있는 대신 취성이 약하다는 결점이 있어 이를 보완키 위해 'WC-TiC-TaC' 3원 고체분말을 사용한 다원탄화물 합금 개발을 통해 기능을 보완하고 있다.

우리나라에서 초경합금공구를 제조하는 업체는 180개소에 이를 정도로 많고 이들 업체에서 초경합금을 제조하기 위해 사용하는 각종 카바이드제품의 수입 물량은 2000년도에 모두 399톤에 금액은 457만불이었으나, 2001년에는 탄탈륨 가격의 폭등으로 물량은 74톤으로 크게 감소한 반면 금액은 8,319천불로 전년대비 약 2배 증가하는 예외적 사항이 발생되었다. 본 통계에는 'TaC', 'TaNbC', 'NbTiC'가 망라된 것이라 'TaC'만은 얼마라고 분류가 어렵지만 2001년의 수입물량 감소는 예외의 경우로 볼 수 있으며, 전체적인 수입 규모는 매년 증가되는 추이를 보일 것으로 예상된다.

표 6. 탄화물 제품의 수입 추이.

구분	1998	1999	2000	2001
물량(톤)	225	284	399	74
금액(천불)	2,662	3,544	4,569	8,319

자료 : 무역통계연보

기타 탄탈륨관련 제품

기타 탄탈륨 관련 제품으로는 다양한 분야에 소량씩 사용되는 금속제품과 화합물 제품이 포함된다. 이들은 사용되는 양이 불규칙하고 소량이 제품의 부품 형태로 사용되는 경우가 대부분이기 때문에 유통구조를 확실히 파악한다는 것은 매우 어렵다. 주로 내식장치나 내열재를 중심으로 사용되고 있다. 앞의 그림 3에서 탄탈륨 제품의 2000년도 수입을 9.5톤(384만불) 규모로 추정할 바 있다. 이를 기준으로 한 평균 수입단가는 kg당 404불에 불과해 순수한 탄탈륨 금속 제품의 가격이 분말 가격보다 비싼 점을 감안하면, 분류된 제품의 경우 순수한 탄탈륨 금속제품이 아니고 합금류가 대부분일 것으로 판단된다.

폐탄탈륨의 재처리 현황

국내 탄탈륨 폐자원의 재처리(Recycling)를 통한 탄탈륨의 회수는 이론적으로는 탄탈륨 캐패시터, 초경합금(탄탈륨 탄화물), 탄탈륨 산화물 등이 가능하나 경제적 측면에 있어 수익모델 창출이 가능한 것은 탄탈륨 캐패시터의 재처리를 통한 탄탈륨의 회수이다.

현재 전문적으로 탄탈륨 캐패시터를 수집하는 시스템은 마련되어 있지 않으며, 가전제품의 기판을 수거해 이들 기판에서 유가금속을 회수하는 과정의 하나로 탄탈륨 캐패시터도 분류가 되

고 있다. 과거 IBM사 제품에는 M형 캐패시터가 많이 사용되었었지만 근래에 들어와서는 거의 다 chip type으로 바뀌었기 때문에 캐패시터 unit당 탄탈륨 사용량은 지극히 적다. 따라서 수거업체에서는 금과 같은 고가의 유가 금속 회수를 목표로 하고 있으며, 캐패시터는 관심을 크게 갖지 않고 있는 것이 현실이다. 과거에는 기판에서 수작업으로 일일이 분리수거를 했지만 chip형이 채택되며 기판에 열을 가한 후 진동을 가함으로써 점점을 제거해 분리시키는 방식이 채택되고 있다. 그러나 사용 후 제품에서의 재회수량은 지극히 적어 회수량이 3개월에 7-80kg 정도에 불과한 수준이다.

2000년도 국제적인 탄탈륨 공급부족으로 원료 부족 현상이 심화되자 일차로 제품이 생산된 후 발생된 불량품을 대상으로 이를 수집한 후, 수집된 물량을 일본으로 수출한 바 있다. 수출되는 양은 연간 5톤 규모일 것으로 업계에서는 추정을 하고 있다. 또 탄탈륨 리드선은 이를 국내에서 분리한 다음 재사용하기에는 국내 인건비가 높아 채산성이 없지만 중국 등 저개발국의 경우는 인건비가 낮아 수익창출이 가능한 바, 현재 상당량의 폐전자제품이 중국으로 수출되고 있는 것으로 업계는 추정하고 있다. 업체별로 수출을 대행하는 제조업체가 거의 지정되어 있어, 삼성전기의 경우는 영진자원이 담당하고 한국전자와 광전자에서 발생하는 스크랩의 상당량은 전술한 바와 같이 일본으로 수출되고 있다.

또한 캐패시터 제조시 각 공정을 거치면서 공정별로 폐탄탈륨이 발생하나, 폐탄탈륨 발생 시 이들을 전량 공급사인 중국의 'Ningxia'사로 재수출하도록 계약이 되어 있기 때문에 국내에서 원료의 리사이클링은 당분간 기대하기 힘든 것이 현실이다.

탄탈륨 정광 및 관련제품 가격 추이

2000년 2월 까지 \$ 33~35LB로 안정적인 추이를 보이던 탄탈륨 광석 가격은 1999년 하반기부터 상승하기 시작하여 2000년 말 \$145~175까지 수개월 사이에 5배 이상 가격이 폭등하는 상황이 발생되었다. 그러나 이러한 가격폭등은 2001년 5월을 고비로 하락세로 반전하였으며, 최근 가격 급등 이전 수준인 \$ 25~35로 복귀되었다. 이와 같이 가격이 하락한 이유는, 미국 경기의 침체가 시작되며 반도체산업을 중심으로 한 IT관련 산업이 세계적으로 급속히 냉각됨에 따라 통신시장의 활황으로 급신장하던 탄탈륨 분말에 대한 제조업체들의 수요가 급감하게 되었던 점과, 공급부족에 대비했던 가수요 물량이 재고 물량화 됨에 따라 단기적인 공급과잉이 발생했기 때문이다.

그러나 탄탈륨 광석상태로의 교역 및 거래량은 극히 제한적이기 때문에 이러한 가격을 적용받는 거래량은 실제적으로 극히 일부에 그치고 있다. 실제 대부분의 광석은 장기공급 형태로 수요자와 공급자가 계약을 체결하여 거래되고 있고 소량에 대한 거래가 현물가격으로 나타나는 것이기 때문에, 조사시점과 조사기관에 따라 가격 편차가 많은 특성을 지니고 있다.

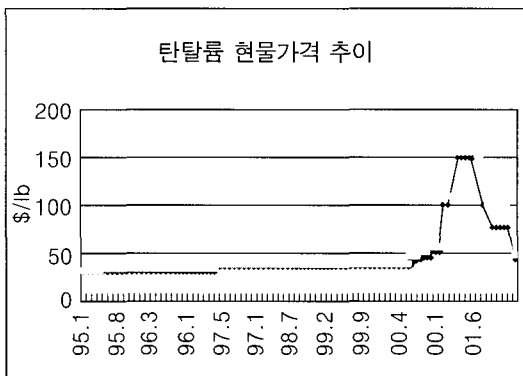


그림 4. 탄탈륨 광석 현물가격 추이.

또한 품질에 따른 가격 차이도 매우 높은 것으로 알려져 있으나 이에 대한 구체적 자료는 발표되고 있지 않다. 예를 들면 산화물의 경우 99.9%와 99.99%의 경우 2000년도에 kg당 150불가 지도 공급제안 가격에 차이가 난 바도 있다. 통상 산화물 구입가격의 경우 장래의 시장 여건을 고려하여 일정한 예측 가격을 기준으로 거래가격을 결정하여 왔으나, 가격이 폭등한 2000년의 경우는 3개월 전에 미리 주문 예약을 하는 사례도 발생하였다. 국내에서 탄탈륨 콘덴서를 제조하기 위해 사용되는 분말과 탄탈선의 등급별 가격구조는 표 11과 같이 현재는 5만 CV를 기준으로 하고 있으나 기술 및 시장여건 변화 시 그 기준 지표도 변화가 예상되며, 시장여건에 민감하게 반응하여 등급별 가격 비율이 변화하는 경향을 보이고 있다. 사용 점유율을 기준으로 볼 때 2001년 말 기준 수입되는 분말의 평균가격은 기준등급 가격의 약 94%로 대략 75만원~85만원 수준이고, 최고가 108만원, 최저가 67만원 수준에서 수입되는 것으로 조사되었다.

표 7. 탄탈륨 분말의 등급별 가격.

등급	사용 점유율(%)	가격 비율(%)	비고
20K CV	2	84~85	
18K CV	5	84~86	
23K CV	20	85~87	
30K CV	30	87~90	
40K CV	8	90~92	
50K CV	20	100	현재80~90만원/KG
70K CV	8	110~113	
80K CV	5	115~118	
100K CV	2	120~125	
탄탈선(φ)	0.20, 0.24, 0.29	107~110	

자료: 파츠닉(주)

탄탈륨 관련 주요 기술로는 탄탈륨 정광으로부터 금속탄탈륨을 추출하는 정·제련 기술과 고 CV 출력이 가능한 탄탈륨 분말 제조기술로 구분할 수 있다. 먼저 정제련 관련 기술을 설명하면 원광석을 불산으로 분해 시킨 다음 이를 용매로 추출하는 용매추출법이 가장 많이 이용되고 있다. 각각의 생산 공정을 상술하면, 먼저 원료 광석에 70% 농도의 불화수소산을 넣어 용해시킨 다음 황산으로 농도조절을 한 후 잔사를 여과시킨 다음 그 용액을 MIBK로 용매 추출해 니오비움과 탄탈륨을 유기상으로 보내면, 철, 망간, 규석 등은 수상으로 남게 된다. 이 유기상을 묶은 황산으로 역추출해 니오비움을 수상으로 보내 분리한 다음 다시 유기상을 물로 역추출하면 탄탈륨도 수상으로 가게 된다. 이러한 과정을 반복 시행해 정제시킨 다음 수상에 암모니아를 첨가해 니오비움과 탄탈륨을 수산화물로 만들어 침전시키고 이를 여과 건조한 다음 하소하면 이들의 산화물이 생성된다. 한편 앞서 말한 수상에 불화 칼륨을 가하면 침전물이 생성되는데 이를 여과, 건조시키면 불화 탄탈륨 칼륨 결정을 얻을 수 있다. 탄화 탄탈륨은 산화 탄탈륨과 카본블랙을 분쇄, 혼합하여 탄화로에서 가열시켜 제조한다. 탄탈륨 분말은 불화 탄탈륨 칼륨을 Na환원한 후 진공열처리를 해 얻지만 고순도품은 이를 'electron beam' 용융으로 정제해 제조한다.

주석 스테그에서 탄탈륨을 얻는 경우에는 고품위일 경우는 통상 용매추출법을 적용하지만, 저품위(1~6%)일 경우에는 우선 'electron arc' 용해로 고품위화 시켜 합성 정광으로 만든 다음 이를 용매추출법으로 처리해 얻는다. 'electron arc' 용융으로 생성된 Nb-Ta합유 'Ferroalloy' 일부는 염소화시켜 염화물 분별

증류법으로 분리 생성하면 고품위 산화물을 얻을 수 있다.

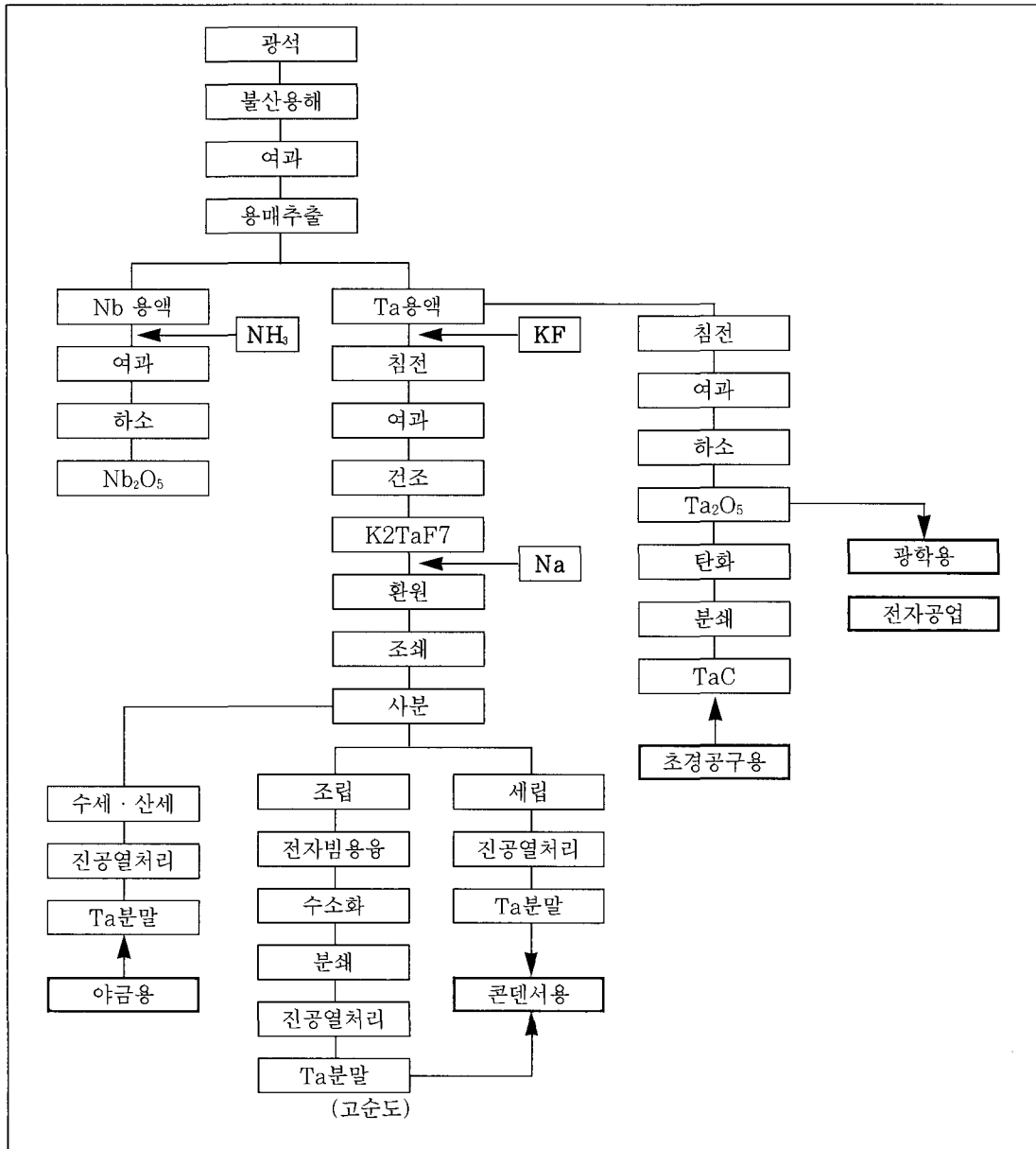
고CV 출력 분말제조 기술

콘덴서에 사용되는 탄탈륨 분말은 제조과정에서 만들어지기 때문에 높은 CV치를 얻기 위해서는 높은 수준의 종합적인 기술력이 요구된다. 특히 CV치를 높이기 위해서는 분말이 보다 세립질이면서도 섬세한 응결 기술 및 산소제거 기술이 있어야 하며 높은 표면적을 유지시키기 위한 'doping agent' 사용 외에 신터링 온도를 낮추면서 시간도 짧게 해야만 신터링하는 과정에서의 온도 저하를 막을 수 있다. 즉 양극의 산화층 품질은 하부 대상 금속의 순도에 달린 것이기 때문에 사용된 분말의 순도도 높아져야만 한다.

'90년대 초까지만 해도 4만 CV/g 정도도 한계 기술로 인식되었으나, 최근 들어서는 6만 CV/g의 수요가 보편적이고 8만 CV/g도 시작품으로 'H.C.Stark' 사가 97년도에 개발한 바 있지만 일본에서는 이를 양산화시킬 계획임을 2001년 초에 밝히고 있으며, 아울러 'Showa Cabot' 사는 15-10만 CV/g 연구 개발을 위한 장비 증강도 할 것이라고 발표한 바 있다. 'Cabot' 사는 입자 형상을 편이나 국수 모양으로 제어 제작하는 방식으로 작은 면적에 높은 전기적 기능이 집적되는 '노트북' 컴퓨터 같은 제품에 사용토록 특수 형태의 분말도 제조하고 있다. 이와 같이 시간이 지나며 기술개발의 초점은 높은 CV치를 양산시키는 데 맞추어져 있다. 즉 같은 크기의 입자라도 입자의 모양을 단순한 구형에서 산호 모양과 같이 굴곡을 많이 생기게 만들면 CV치는 높아지기 때문이다.

탄탈륨 관련 기술현황 및 기술개발 동향

정제련방식



자료: 희소금속 Data Book(일본금속광업사업단)

그림 5. 탄탈륨 광물 관련제품의 제조 공정 흐름도.

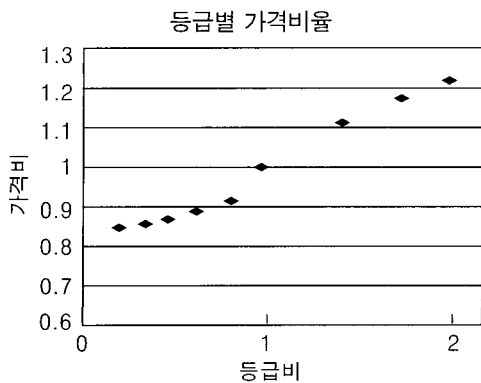


그림 6. CV 등급별 가격 비율.

고 CV 출력 여부에 따른 탄탈륨분말의 가격구조를 그래프로 나타내면 그림6과 같이 5만 CV를 중심으로 가격비율에서 큰 폭의 변화를 보이고 있음을 알 수 있다. 한편 CV 비율이 2배로 높아지면 가격은 최대 25% 상승하나 1/2로 감소하면 14% 하락에 그쳐 그만큼 초기 생산비용을 감안할 경우 CV치를 높일수록 수익성은 커질 것으로 예상된다.

향후 전망

탄탈륨의 수요는 IT산업과 직결되어 있기 때문에 IT산업이 회복되지 않는 한 수요부진을 면치 못할 가능성이 크다. IT산업의 전망에 대해서는

엇갈리는 발표가 있기 때문에 확신을 할 수는 없지만 그래도 수년 안에 다시 높은 성장세를 나타낼 것으로 내다보는 견해가 많다.

그러나 탄탈륨의 수요가 증가해도 2000년도의 급속한 수요 증가를 충족시키지 못해 빚어진 가격 급등현상은 재발될 가능성이 높지 않다고 보는 것이 국제 탄탈륨 전문기관의 공통된 견해이다. 그 이유는 2000년 발생한 가격 폭등에 의해 발생된 많은 신규 탄탈륨 광산 개발 및 생산시설의 확장 프로젝트가 진행되었기 때문에 수요 확대 시 이를 공급한 충분한 공급여력이 이미 확보되었기 때문이다.

국내 시장의 경우 탄탈륨 관련 원료소재의 2000년도 실제 시장규모는 분말 44톤, 산화물 4.3톤, 탄화물 52톤, 탄탈륨 제품 15.5톤 정도로 금액은 분말 19.8백만불, 산화물 175만불, 탄화물 390만불, 탄탈륨제품 630만불로 모두 3,183만불로 추정되었지만, 2001년 말부터 발생한 IT산업의 불황으로 2002년까지 탄탈륨 수요는 당분간 침체를 벗어나기 어려울 것으로 예상된다. 따라서 2002년도의 탄탈륨 국내 수요는 물량 증가에도 불구하고 국제가격하락으로 수입 규모는 2000년의 약 절반 수준에 그칠 것으로 업계는 예상하고 있다. 그러나 IT산업이 본격적으로 회복될 것으로 예상되는 향후 2~3년 이후 탄탈륨 수요는 탄탈륨콘덴서의 연간 수요증가율

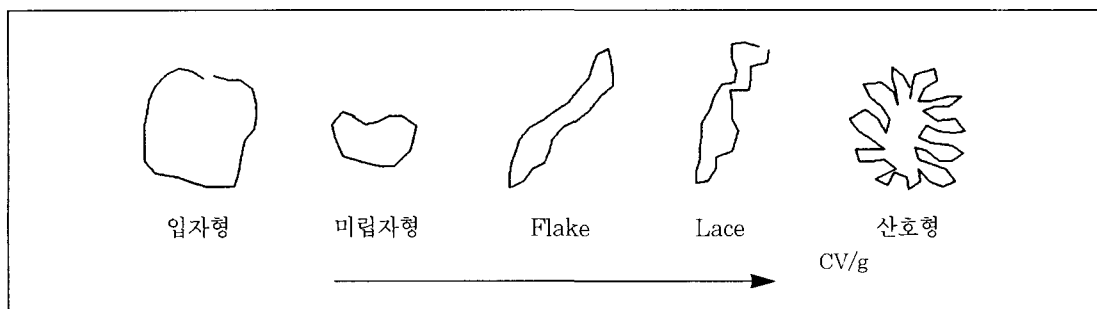


그림 7. 입자 형태와 CV 치 관계.

15~30%에 비례하여 매우 빠른 속도로 증가될 것으로 전망되고 있어, 국제적인 IT산업 규모를 갖추고 있는 우리나라의 경우 자원 확보와 탄탈륨 소재 관련 기술개발에 체계적인 노력을 기울여야 할 것이다.

결 언

최근 들어 탄탈륨 및 관련제품의 국내외 시장은 급격한 변동을 겪고 있다. 90년대 중반 이후 전자통신 산업의 팽창이 본격화되며, 콘덴서 및 휴대전화기의 'SAW' 필터 제조 시 핵심소재로 이용되는 탄탈륨 관련제품의 수요 또한 급증하게 되었다. 이러한 수요급등은 2000년 하반기 이후 탄탈륨 공급부족을 야기 시켜 2000년 2월까지 \$33~35kg로 안정적이던 탄탈륨 정광가격이 2000년 말 \$145~175kg까지 폭등하는 등 IT산업계는 탄탈륨 확보에 커다란 어려움을 겪었다. 그러나 2001년 하반기 이후 IT사업의 불황과 가격상승에 자극 받은 신규 광산개발에 따른 공급여력의 확대, 그리고 가격차익을 노린 투기 수요가 퇴조하며 2002년 최근 가격은 \$25~35kg로 하락하였으며, 소비물량 또한 정상화되는 양상을 보이고 있다. IT산업이 국가 핵심 산업인 우리나라의 경우 탄탈륨의 안정 확보를 위한 노력과 함께, 탄탈륨제품 생산 공정의

자립화 및 탄탈륨콘덴서 원료인 분말의 입도 제어 기술의 개발이 필요하다.

참고 문헌

핵심소재자원 유통분석과 지질자원법제화연구, 한국지질자원연구원, 2002.

하몽렬, 이동통신부품 산업동향, 한국전자산업진흥회, 2001. 5.

자원총람, 한국지질자원연구원, 2000.

무역통계연보, 관세연구소, 각 년호.

희유금속 수급 및 정책개발연구(I), 한국동력자원연구소, 1988.

The Economics of Tantalum, Roskill Information Services, 1999.

Tantalum & Niobium: A Review of Industry Statistics, TIC Bulletin No 104, 2000. 12.

Tantalum, Mining Annual Review, Mining Journal Ltd., 2002.

Minerals Year Book 2002, US Geological Survey.

工業レアメタル, アルム 出版社, No.117, 2002.

レアメタル ニュース, アルム出版社, 각 년호.