

資源需給의 世界的인 趨勢와 우리나라의 動向
- 國內資源의 有效利用을 위한 處理 및 回收技術 動向調査(1) -[†]

吳在賢 · 金美星 · 趙晟佰**

韓國資源리사이클링學會 名譽會長, 延世大學校 名譽教授
*에너지管理工團, **韓國地質資源研究院

Worldwide Trend and Korean Recent Status in the
Supply-Demand for Resources

- The Current Situation of Recycling Technology for Waste Resources in Korea(1) -[†]

Jae-Hyun Oh, Mi-Sung Kim and Sung-Baek Cho**

The Korean Institute of Resources Recycling, Professor Emeritus of Yonsei University,

**Korea Energy Management Corp.,*

***Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources*

요 약

본 연구에서는 우리나라 미이용 자원의 유효이용 즉, 리사이클링의 동향을 조사하기에 앞서 다양한 자원의 전체현황을 파악하려고 노력하였다. 그러기 위해서 자원수급의 세계적인 추세를 논하였고, 우리나라와 비교 검토하기 위해서 일본의 주요금속의 머티리얼 흐름을 조사하였다. 끝으로 우리나라 금속자원, 에너지자원 및 광물자원의 수급동향을 탐색, 고찰하였다.

주제어 : 세계광물자원, 수급, 일본, 한국, 주요금속

Abstract

Sustainable supply of minerals and energy is global problem. Metals and energy consumption in the world has increased with economic growth. Currently more than 40 metals are systematically extracted and used in many different fields in civilized society. Recycling and reuse have become very important because recycling contributes to supplying the materials and protecting the environment of society. It is not realistic that all waste materials are capable of being recycled, because recycling metals have fundamentally been competing with primary production. In this point of view, prior to discuss on current recycling technology of waste resources in Korea, world wide trend and Korean recent activity in the supply-demand for minerals and energy resources are reviewed.

Key words : World Mineral Resources, Supply and Demand, Japan, Korea, Basic Metals

1. 머리말

본 연구는 다분히 자원리사이클링의 내용이 함축되어 있다. 당연한 일이지만 리사이클링기업도 이윤을 창출

하는 것이 원칙으로 되어있다. 환경보전이라든가 건강 관리가 문제되기도 하지만, 기본적으로는 금속의 시장 가격이 중요한 요소이고 리사이클의 기준으로 되어있다. 즉 재생자원이 시장에서 경쟁력을 갖고 있을 때 폐기물은 경제 가치를 갖고, 자연적으로 리사이클된다. 자원의 고갈은 중요한 문제이다. 그리고 리사이클링의 자

[†] 2006년 4월 20일 접수, 2006년 5월 16일 수리

*E-mail: kirr@kirr.or.kr

원 고갈에 대한 공헌이 강조되고 있다. 그러나 자원의 고갈이 리사이클링에 직접 연계시키는 것은 매우 추상적이며 구체적인 기여사태가 혼하지 않다.

본 연구에서는 이와 같은 관점에서 우리나라 자원의 유효이용 즉, 리사이클링의 동향을 조사하기에 앞서, 다종다양한 자원의 전체상을 파악하려고 노력하였다. 그러기 위해서 자원수급의 세계적인 추세를 논하였고, 우리나라와 비교검토하기 위해서 일본의 주요금속의 머티리얼 프로(material flow)를 조사하였다. 끝으로 우리나라 금속자원, 에너지자원 및 광물자원의 수급동향을 탐색, 고찰하였다.

2. 자원수급의 세계적인 추세

2.1. 금속자원

Table 1에 35개 금속종의 생산과 매장량을 표시하였다. 주지한 바와 같이 자연계에 존재하는 모든 원소가 여러 가지 형태로서 활용되고 있지만 사용방법은 각각 달라지고 있다. 기초재료로서 다량으로 사용하고 있는 것부터, 촉매로서 극히 소량 사용하고 있는 원소까지 폭이 넓다. 한편 가격 면에 있어서는 톤 단위로 매매되고 있는가하면, 캐럿(200 mg) 단위로 거래되고 있는 것도 있다.

이와 같이 다종다양한 자원의 전체상을 보기위해서 니시야마타카시(西山孝)교수¹⁾는 지속가능한 사회에 있어서 자원공급을 논하였으며, Table 1과 Fig. 1을 제시한 바 있다. Table 1은 미국의 지질조사소와 UN등에서 발표한 통계를 기본으로 하여 종합한 것이다. 이 니시야마교수의 논설을 소개하면 다음과 같다.

Fig. 1(a)는, 대수준금을 사용해서 생산량이 많은 순으로 금속을 나열한 것이다. 대상으로 한 35종의 금속 중 가장 생산량이 많은 것은 철(조강)의 11억 톤이고, 가장 적은 것은 레늄의 33톤으로 되어있다. 전통적인 양산금속으로서는, 조강보다 한 자리수 낮은 1,000만 톤 급에 알루미늄과 동이 있고, 두 자리수 낮은 100만 톤 급에 아연, 납, 니켈이 있다. 그 이외에 망간(Mn), 크롬(Cr) 등이 1000만톤 혹은 100만톤 생산되고 있지만 이것들은 제련 및 유리공업 등의 원료로서 태반이 사용되고 있으며, 금속까지 가공되는 경우는 극히 일부에 지나지 않는다. 기타의 금속 생산량은, 모두 100만톤 이하, 조강의 1/1000 이하의 생산량이다.

Fig. 1(b)는, 금속의 가격을 도시한 것이다. 금속의 가격에도 폭이 넓어 대수준금을 사용하지 않으면 한 그

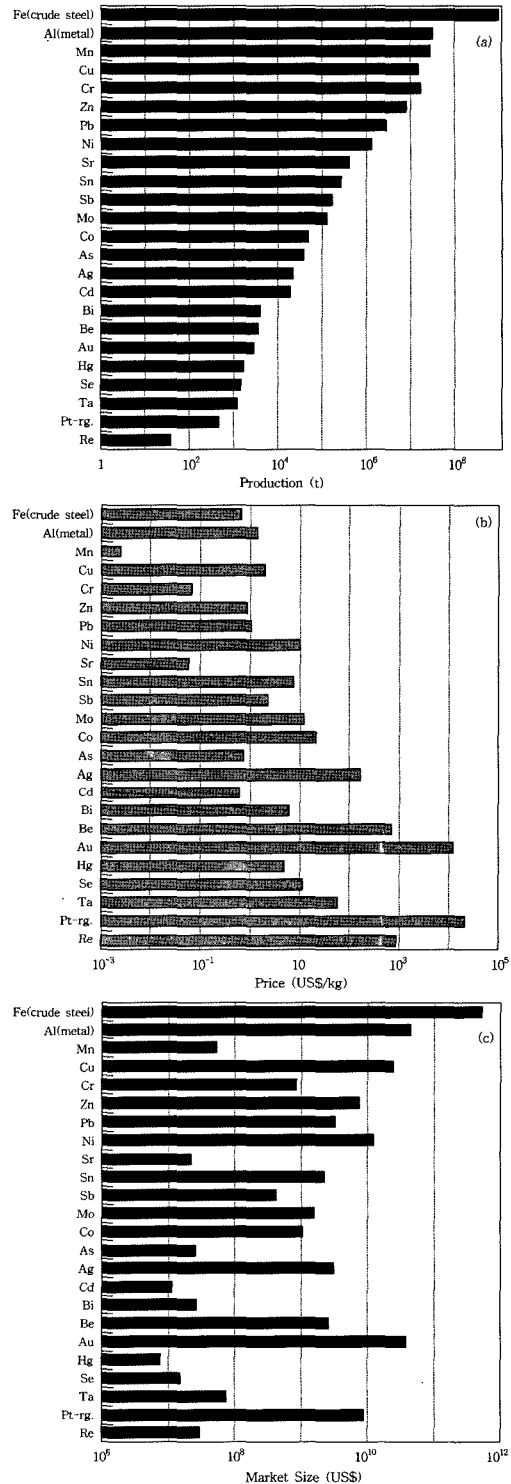


Fig. 1. Production, price and market of metal in the world

Table 1. Production and reserves of 35 metals.

Element	Unit	P roduction (P)2	Reserves (R)	Lifetime (R/P)	Price (U.S.\$/kg)	Major countries of reserves			Remarks
						중국(32%)	호주(19%)	자메이카(9%)	
Al(bauxite)	1000t	154,166	23,000,000	149	***				
Al(metal)	1000t	28,005	-	-	1.48				
Sb	t	154,537	1,800,000	12	2.43	중국(44%)	러시아(19%)	볼리비아(17%)	As ₂ O ₃ metal price 1.918\$/kg
As	1000t	35.1	702-1,053	20-30	0.74				Beryl Price(USA, Metal, Vacuum-cast Ingot)
Be	t	3,300	-	-	745				
Bi	t	3,810	330,000	87	6.39	중국(73%)	페루(3%)		
B	1000t	4,350	170,000	39	0.4-0.425	터키(35%)	미국(24%)	러시아(24%)	Production(All forms), Reserves(B ₂ O ₃), Price(\$/Na ₂ B ₄ O ₇ ·5H ₂ O/kg)
Cd	t	16,873	600,000	36	0.66	호주(18%)	중국(15%)	미국(15%)	
Cr	1000t	13,500	810,000	60	0.063	카자흐스탄(36%)	남아프리카(21%)	인도(3%)	Chromite price(South African in 2000), Turkish price is 0.141\$/kg in 2000
Co	t	47,600	7,000,000	147	20.7	콩고(32%)	호주(21%)	쿠바(14%)	
Cu	1000t	13,670	470,000	34	1.72	칠레(32%)	미국(7%)	인도네시아(7%)	
Au	kg	2,550,000	43,000,000	17	12,346	남아프리카(19%)	미국(13%)	호주(12%)	
In	t	N.A.	2,500	-	175	캐나다(38%)	미국(12%)	중국(11%)	
Fe(ore)	1000t	1,120,000	70,000,000	63	0.0250	러시아(20%)	호주(16%)	우크라이나(13%)	
Fe(crude steel)	1000t	900,000	-	-	0.563				Steel price
Pb	1000t	2,851	67,000	23	0.970	호주(23%)	중국(17%)	미국(12%)	
Li	t	N.A.	4,100,000	-	N.A.	칠레(73%)	중국(13%)	브라질(5%)	
Mn	1000t	21,900	300,000	14	0.00235	우크라이나(47%)	중국(13%)	호주(11%)	Price(46% to 48% Mn Metallurgical Ore)
Hg	t	1,530	120,000	78	4.93	스페인(63%)	키르기스스탄(6%)		
Mo	1000t	128	8,600	67	11.6	중국(38%)	미국(31%)	칠레(13%)	
Ni	1000t	1,286	62,000	48	9.45	호주(36%)	러시아(11%)	쿠바(9%)	
Nb	t	32,800	4,400,000	134	14.5	브라질(98%)			Concentrate production
Pt-gr.	kg	453,000	71,000,000	157	18,970	남아프리카(89%)	러시아(9%)	미국(1%)	
REE	t	95,000	88,000,000	926	-	중국(31%)	러시아(22%)	미국(15%)	REO
Re	kg	33,000	2,400,000	73	840.0	칠레(54%)	미국(16%)	러시아(13%)	
Se	t	1,430	82,000	57	11.0	칠레(19%)	미국(12%)	캐나다(8%)	
Si	1000t	4,000	N.A.	-	1.35				Price(metal Silicon)
Ag	t	18,243	270,000	15	150	폴란드(19%)	멕시코(14%)	페루(13%)	
Sr	t	370,000	6,800,000	18	0.1	N.A.			
Ta	t	1,210	43,000	36	60.6	호주(93%)			
Th	t	5,650	1,200,000	212	107	호주(25%)	인도(24%)	노르웨이(14%)	Monazite concentrate production, Price and reserves (Thorium oxide, ThO ₂)
Sn	1000t	255	6,100	24	7.87	중국(28%)	말레이시아(16%)	인도네시아(13%)	
Ti	1000t	4,950	420,000	85	6.50	호주(48%)	남아프리카(15%)	노르웨이(10%)	Concentrates Production(Ilmenite(TiO ₂), Leucocoxene), Reserves(Ilmenite), Price(Sponge Titanium)
W	t	59,100	2,900,000	49	50.0	중국(62%)	캐나다(9%)	러시아(9%)	Price(Concentrate, (dollars per mtu WO ₃ (7.93kg-W))
V	t	60,000	13,000,000	217	3.31	중국(38%)	러시아(38%)	남아프리카(23%)	Price(Vanadium Pentoxide, V ₂ O ₅)
Zn	1000t	9,184	220,000	24	0.86	호주(15%)	중국(15%)	미국(14%)	
Zr	1000t	864	38,000	44	20-31	남아프리카(37%)	호주(24%)	우크라이나(11%)	Concentrate production, Reserves(ZrO ₂)

a) Production figures are based on most recent data(2002 or 2003) N.A.:not available.

South Africa : Republic of South Africa (source : WBMS, Mineral Commodity Summaries, Minerals Yearbook)

림에 표시할 수 없다. 단위 중량당 고가인 것은 금(Au) 및 백금(Pt)으로서, 싼 것은 망간과 철과 같은 양산금속이다. 일반적으로 생산량이 많은 금속은 채굴·유통체제가 확립되어 있기 때문에 가격이 낮게 되지만 생산량이 적은 금속은 가격이 높다.

Fig. 1(c)는 생산량과 가격을 곱한 것으로 시장규모를 나타낸다. 이것도 광범위하다. 생산량은 적지만 귀금속의 시장규모는 크다. 가령 동의 생산량에 있어서 금의 54,000배이지만 시장 규모는 거의 같다. 그리고 자원의 지리적 분포가, 매우 편재하고 있음은 잘 알려져 있다. 가령 니오븀(Nb) 매장량의 98%가 브라질에, 탄탈륨의 93%가 오스트레일리아에, 백금의 89%가 남아프리카에 집중되고 있다. 편재하고 있는 희유금속이 폭동 및 돌발적 지역분쟁이 일어나기 쉬운 아프리카 혹은 남아메리카 및 구 공산권 나라에 많이 부존하고 있음이 공급 불안의 한 원인이기도 하다. 이와 같이 편재성이 현저

한 자원이 공급안정성이 불확실해지고 가끔 가격의 심한 등락을 초래하며, 혹은 분쟁의 원인이 되기도 한다.

Table 2²⁾에 희유금속의 가격추이를 표시하였다. 전술한 바와 같이 희유금속의 지역편재성과, IT, 환경관련 및 항공우주분야 등 첨단산업의 수요가 증가함으로써 최근 가격의 급등을 볼 수 있다.

2.2. 에너지자원³⁾

Table 3은 석유, 석탄 및 가스의 부존량을 점유 국별로 표시한 것이다. 그리고 Table 4는 주요국별 석유소비 및 수입현황을, Table 5는 소비실적 및 전망을 표시한 것이다.

Table 3에서 알 수 있는 바와 같이, 국별 에너지자원 부존량에 있어서 석유는 1위가 사우디, 2위가 이란으로 되어있고, 부존량 합계는 11,880억 배럴이며, 가채 년수는 41년으로 되어있다. 석탄은 미국이 1위이고, 2위

Table 2. Price trend of rare metals

광종	규격(가격)	'97	'99	'01	'02(A)	'03	'04	'05(B)	비교(B/A)
니켈	99.8%(US/kg)	6.9	6.0	5.9	6.8	9.6	13.8	14.7	216%
페로크롬	60%(US/lb)	0.81	0.53	0.50	0.62	0.59	0.99	0.99	160%
페로몰리브덴	60%(US/kg)	-	6.7	6.3	8.4	12.0	36.1	76.5	911%
몰리브덴광(MoO ₃)	57%(US/lb)	4.5	2.8	2.4	4.1	5.5	15.3	32.7	798%
금속망간	99.7%(US/t)	1278.0	1038.1	1163.3	823.9	1225.1	1610.3	1579.5	192%
페로바나듐	70-80%(US/lb)	8.9	5.2	4.0	4.2	5.4	12.4	34.9	831%
페로니오븀	65%(US/lb)	6.88	6.88	6.88	6.60	6.58	6.58	-	-
안티모니괴	99.65%(US/t)	2046.2	1272.5	1286.8	1935.0	2357.9	2841.2	3472.1	179%
페로텅스텐	75%(US/kg)	5.8	5.7	6.8	6.0	8.7	9.7	29.8	497%
코발트	99.8%(US/lb)	23.1	16.8	10.7	7.1	11.0	24.3	15.8	223%
페로티타늄	70%(US/kg)	-	3.0	3.8	4.0	4.9	10.5	21.7	543%
인듐	99.97%(US/kg)	275.6	204.3	113.2	87.1	202.1	641.5	959.9	1102%
셀레늄	99.5%(US/lb)	2.6	2.3	3.5	3.75	6.1	20.5	47.5	1267%

주1) 가격은 연평균 가격임('05년은 8월 월평균 가격임), 2) LME. Metal Bulletin

Table 3. Reserves of energy resources

구분	매장량						계	가채년수
	1위	2위	3위	4위	5위	기타		
석유(10억배럴)	사우디(263)	이란(133)	이라크(115)	쿠웨이트(99)	UAE(97)	481	1,188	41
석탄(10억톤)	미국(247)	러시아(157)	중국(114)	인도(92)	호주(79)	220	909	164
가스(조cf)*	러시아(1,694)	이란(971)	카타르(910)	사우디(238)	UAE(214)	2,310	6,337	67

자료: BP 「Statistical Review of World Energy(2005. 6)」, *10,000억 ft³

Table 4. Consumption and import status of oil in major countries. (단위 : 천배럴/일)

국가	2004년 석유소비량	2004 1차에너지소비량 (단위 : 백만TOE)	2003 석유 순수입량
미국	20,517	2,331.6	11,973
중국	6,684	1,386.2	1,837
일본	5,288	514.6	4,922
독일	2,625	332.2	3,548
러시아	2,574	668.6	-
인도	2,555	375.8	1,432
한국	2,280	217.2	2,063
캐나다	2,206	307.5	-
프랑스	1,975	262.9	2,141
멕시코	1,896	145.3	-
이탈리아	1,871	183.6	1,824
브라질	1,830	187.7	526
영국	1,756	226.9	-
스페인	1,593	145.5	1,552

자료 : BP 「Statistical Review of World Energy(2005. 6)」

Table 5. Consumption and prospect of energy. (단위 : 백만TOE)

구분		2005년	2010년	2020년	연평균 성장률 (%)
전세계 (IEA 발표)	석유	3,785	4,431	5,036	1.4
	가스	2,244	2,660	3,338	2.1
	석탄	2,582	2,860	3,301	1.4
	원자력	687	779	778	0.4
	기타	281	385	495	1.5
한국 (석유공사 자료)	석유	101.6	125.4	139.6	1.8
	가스	30.0	33.2	48.0	4.5
	석탄	54.8	60.2	62.6	3.3
	원자력	36.7	43	52	1.7
	기타	6.2	7	10	2.3

는 러시아이다. 그리고 부존량 합계는 9,090억 톤이고, 가채 년 수는 164년으로 되어있다. Table 4에서 주요국 별 석유 소비현황을 보면, 미국이 단연코 1위이며 20,517천 배럴/일로서 2위인 중국의 약 3배를 기록하고 있다.

요즘 동북아시아에서는 계절을 가리지 않고 에너지 확보 전쟁이 뜨겁게 벌어지고 있다. 중국은 지난 2003년에 일본을 제치고 세계 제2위의 석유소비국으로 부상했다. 우리나라는 세계 제7위로서 하루 2,280천 배럴(2004년)을 소비하고 있으며, 아시아에서는 중국, 일본, 인도 다음의 소비국이다.

Table 5는 에너지 소비실적(2005년)과 전망을 나타낸다. 전 세계에 있어서 연평균 신장률은 석유가 1.4%,

가스가 2.1%, 석탄이 1.4%, 원자력 0.4%, 기타가 1.5%로 되어있다. 한편 우리나라의 연평균 성장률은 세계의 그것보다 높아 가스, 석탄 및 원자력은 세계 성장률의 2배 이상을 기록하고 있다. 2005년도 우리나라의 에너지 해외 의존도는 96.5%이고, 총 에너지수입액은 665억\$에 달한다.

세계는 지금 자원 확보 전쟁 중이고, 자원 확보가 21세기 국가경쟁력의 원천이라는 인식 확산 등의 오기는 말들이 실감난다.

에너지자원으로서 석탄은 ① 자원량이 풍부하고, 지역 편재성이 적음으로서 타의 화석연료와 비교해서 가격이 비교적 안정적이라는 이점을 가지고 있는 한편, ② 탄소, 유황, 회분 등의 함유량이 많기 때문에 연소에 수반해서 환경부하가 크다는 과제를 지니고 있다. 그리고 ③ 분상의 고체이기 때문에 수송, 보관 등의 문제점을 가지고 있는 반면 ④ 유출 및 인화·폭발의 위험이 적다는 이점도 있다.

이와 같은 특징을 갖는 석탄의 에너지자원 정책상의 포텐셜은, 타 에너지원과 비교한 상대적 이점의 크기 및 상대적 문제점의 크기로서 결정된다. 그러므로 이점의 유지·강화를 도모하면서, 문제점 극복에 노력한다는 것이 중요하다. 현실에 있어서, 석탄은 공급 안정성이 높다는 이점을 가지고 있으면서, 단위 발열량당 CO₂ 배출량이 많다는 것이 최대의 문제점으로 되고 있다. 이러한 이유 때문에 석탄은 여러 가지 에너지 공급구성을 추구하는 선택의 대상으로서 논의되고 있다. 만일에 급후 석탄 가스화에 의한 고효율 연소기술이라든가, CO₂ 고정화기술 등의 혁신적인 기술개발이 성취된다면, CO₂ 프리(free)의 에너지원으로서 균형이 잡힌 에너지 공급구성을 추구하는 중에서 유력한 선택 대상이 될 것으로 기대된다.

2.3. 경제발전과 자원·에너지 소비의 패턴⁴⁾

에너지·자원의 소비는, 기술혁신과 대응하면서 증대되고 경제발전을 촉진시켜 왔다. 그러나 일반적으로 기술혁신으로 취급되는 내용에는 두 케이스로 나누어서 생각해야 할 필요가 있다. 선진국의 기술혁신과 발전도상국의 기술혁신이다. 주지되어 있는 바와 같이, 기술문명의 진전은 농업사회로부터 경공업사회, 중공업사회, 정보사회로 이행되고 있다. 이행에 필요한 기간은 나라에 따라 다르지만, 이 순서는 많은 선진국이 걸어온 공통된 순서이고, 이 순서는 오늘날 발전도상국이 걷고 있는 방향이기도 하다.

이 경제발전과 기술문명의 이전에 있어서, 날로 경신되는 과학기술과, 이미 실적이 있는 기술의 이전에 있어서는 기본적으로 내용을 달리하고 있다. 당연한 일이지만, 에너지·자원의 소비형태는, 이 경제발전단계 혹은 기술문명의 이행에 의해서 큰 영향을 받고 있지만, 그것이 어떠한 것인가를 이해하려면 일본의 경우를 참고로 하는 것이 매우 적절하다.

Fig. 2는 일본에서 많이 소비되고 있는 5종의 금속과 1차 에너지소비량 및 국내총생산(GDP)의 실적치를 취하여 정리한 것이다. 기간을 1945-2003년으로 하고, 기준년을 1983년을 취하여 상대량으로서 비교한 것이다. 얼핏 보아도 각각의 금속·에너지의 소비추이가 시대와 더불어 복잡한 패턴을 그리면서 증가되고 있는 것을 알 수 있다. 이들 움직임의 시간적 변화에 주목하면, 1945-1964년, 1965-1972년, 1973-1982년, 1983-2001년의 4단계의 시기로 나눌 수 있다.

제1기(1945-64)의 특징은, 금속, 에너지, GDP 다같이 유사한 거동을 보이면서 착실히 증가하고 있는 것이다. 다음 제2기(1965-72)가 되면 모든 자원이 급속한 증가로 이행한다. 그 중에서도 철을 위시한 금속의 증가율이 에너지 및 GDP 보다 현저히 크게 되고 있다. 제3기(1973-82)는, 2회의 오일쇼크가 일어난 시기로, 그 영향으로 금속과 에너지의 소비가 크게 위축되고 커브의 고저가 반복되고 있다. 전체로서 본다면 오일쇼크의 영향은 금속소비에 많은 영향을 미치고 있으며, 증가를 이룬 금속소비량에 정체를 초래한데 반하여 에너지소비는 약간의 증가세를, 그리고 GDP는 변함없이 증가하고 있음을 알 수 있다. 제4기의 특징은, 에너지소비 및

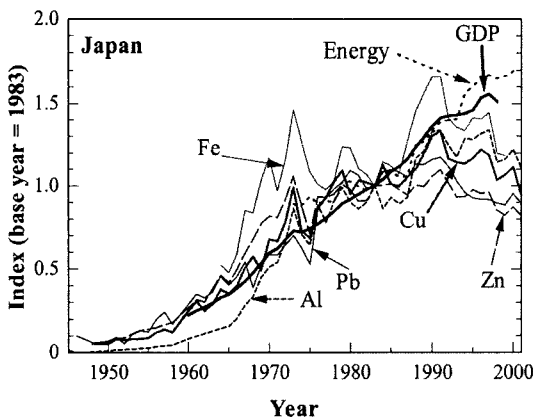


Fig. 2. Consumption trends(1983=1) for base metals and energy in Japan.(source : IEA, OECD, WBMS)

GDP의 성장이 금속소비량의 증가보다 크며, 각 금속자원의 소비에 큰 차가 나타나기 시작하는데 있다.

위의 일본을 참조하여 발전단계를 달리하는 한국, 중국 및 인도에 관해서 생각해보자. 즉 1950년부터 2000년 기간까지의 경제발전(GDP)과 주요금속(Fe, Al, Cu, Pb, Zn) 및 에너지의 소비동향을 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있다. 각국의 특징을 종합하면 다음과 같다.

- 한국 : 신흥공업국의 대표라 할 수 있는 한국은, 1980년대 전반까지 주요금속, 에너지, GDP 다같이 안정된 낮은 성장을 볼 수 있다. 그러나 1980년 후반부터 성장이 급속하게 가속되어, 특히 금속의 증가율은 GDP의 성장

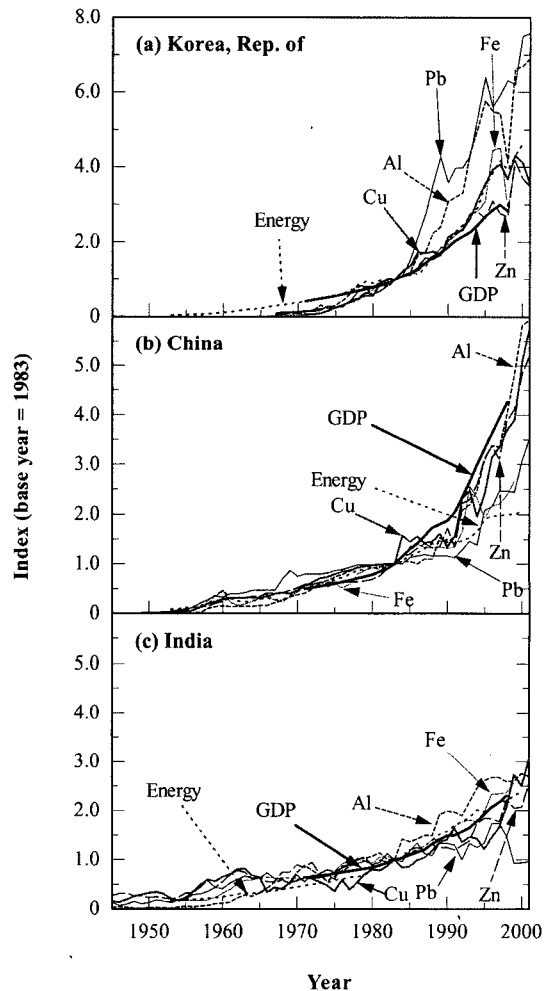


Fig. 3. Consumption trends (1983=1) for base metals and energy in Korea (a), China (b) and India (c) (source : IEA, OECD, WBMS).

를, 에너지의 증가율을 넘어서고 있다.

- 중국 : 발전도상국 중에서, 가장 높은 경제성장률을 나타내는 중국은 1990년경부터 급격한 성장을 볼 수 있다. 특히 1995년 이후에 GDP, 알루미늄, 동, 납의 소비가 현저히 증가하고 있다.
- 인도 : 인도는 중국과 같이 많은 인구가 있으며 세계경제에 큰 영향을 미칠 것이다. 그러나 중국과 비교하면, 경제발전은 다소 늦고, 주요 금속소비, 에너지소비, GDP 다 같이 완만한 성장이 계속되고 있다.

당연한 일이지만, 이 현저한 경제발전을 유지하기 위해서는, 새로운 다량의 자원·에너지가 소비된다. 가령 중국의 동 소비는 20년 전의 통계에서는 세계 6위였지만 2003년에는 세계 1위로 상승하였다. 마찬가지로, 1980년대부터 본격화된 석유수입은, 2001년에는 8위였으나, 현재로서 미국 다음으로 제2위의 석유소비국이다. 이와 같은 아시아 국가들의 급속한 경제성장은 당분간 계속될 것으로 전망된다.

3. 일본의 주요금속 머티리얼 프로(material flow)⁵⁾

전술한 바와 같이 일본의 주요금속의 소비 및 에너지 소비의 증가와 GDP 성장은 제4기(1983-2001)를 넘어서고 있다. 이 4기의 특징은, 에너지소비 및 GDP의 성장이 금속소비량의 증가보다 크며, 각 금속소비에 큰 차이가 나타나기 시작하는데 있다고 할 수 있다. 그러므로 본 절에서는 일본에서 최근 이 주요금속(Cu, Pb, Zn, Al, Fe)이 어떻게 소비되고, 그 양이 얼마나 되는가를 알아보았다. 한편 이 머티리얼 프로는 리사이클링의 개념을 도입하고 있어, 본 연구의 제2편에서의 “우리나라 미이용/순환자원의 유효이용을 위한 처리 및 회수기술 동향조사”에 도움이 된다.

3.1. 동

Fig. 4에 일본의 동 머티리얼 프로를 도시하였다. 일본의 동지금(전기동)의 공급은 자국의 동제련소에서 생산되는 것이 대부분이고, 2003년의 전기동 생산량은 1,430천 톤이었다. 전기동의 국내 생산능력이 내수를 상회하고 있으므로, 수입품은 일부에 그치고 있어, 2003년의 전기동 수입은 79천 톤이었다. 전기동의 국내 생산에 관해서 주요 원료가 되는 광석은 해외(칠레 및 인

도네시아 등)에서의 수입에 의존하고 있다. 해외부터의 수입 동광석은 선광된 동품위 30% 정도의 정광이다. 광석 이외는, 동설(copper scrap), 동합금설 등의 스크랩과 제련공정에서의 부산물 등이 원료로 사용된다. 유럽, 미국 및 중국 등에서는 동설을 주원료로 하는 2차 지금 제조도 하고 있지만, 일본에서는 이와 같은 동2차 지금의 생산은 행해지고 있지 않다. 회수된 동설, 동합금설은 종류별, 품위 및 형태에 의해서 제련소 혹은 전선 및 신동품의 공장으로 돌아가, 재용해되어 원료로서 사용된다. 동합금에 있어서는, 주물원료로 재용해된 2차 합금 잉곳트가 제조되고 있지만 양은 적다.

2003년에 있어서의 시장 및 가공공장부터의 배출 동설의 양은 「철강·비철금속·금속제품 통계」에 의하면, 동설 및 동고설이 470천톤, 동합금설 및 동합금고설 404천 톤(동량, 품위는 가상)이다. 일부분은 수출되는 한편, 소량이지만 수입설도 있다. 이들 설(屑)은, 제련소에 들어가 다시 지금의 원료로 이용되기도 하고, 신동품 및 전선공장 등에서 직접 재 용해되어 리사이클이 행하여지고 있다. 단 상기의 통계치에는 저 품위의 동설 등은 집계되지 않았으나, 실제로 제련소에서는 통계에 포함되지 않은 저 품위 동설도 처리하고 있다.

3.2. 납

환경대책에 의한 납 무해화의 진전은 있어도, 축전지의 대체품 개발이 당분간 나타날 조짐이 없다. 그러므로 일정량의 생산이 확보되고 있어, 그 공급규모는 260천 톤이고, 수입은 10천 톤이다(Fig. 5 참조). 원료에서는 리사이클의 진전에 의해 스크랩이 증가하고 있다. Table 6에 2003년의 용도별 소비량을 원료별로 표시하였다. 납축전지는 자동차용 배터리가 중심이며, 리사이클시스템이 확립되어 있고, 회수율도 95% 이상이다. 리사이클시스템의 과제는, 납지금의 시중가격이 재생 납 가격보다 낮게 됨으로서(납 시중가격에 상관없이, 적정화 가격으로 회수 납을 구입하는 제도 때문에) 일본 전지제조사의 부담과, 수입 축전지의 회수도 일본 전지메이커가 비용 부담을 하고 있는 것 등이다. 2003년의 시장부터 배출 납 스크랩의 납량은 통계에 의하면 84천 톤이다. 이것은 Fig. 5의 머티리얼 프로에 나타난 바와 같이, 제련소 및 재생공장에 공급되는 것과 최종제품으로 리사이클되는 것이 있다.

3.3. 아연

Fig. 6은 아연의 머티리얼 프로를 나타낸 것이다. 아

2003년 기준, 단위: 천톤 (동량)

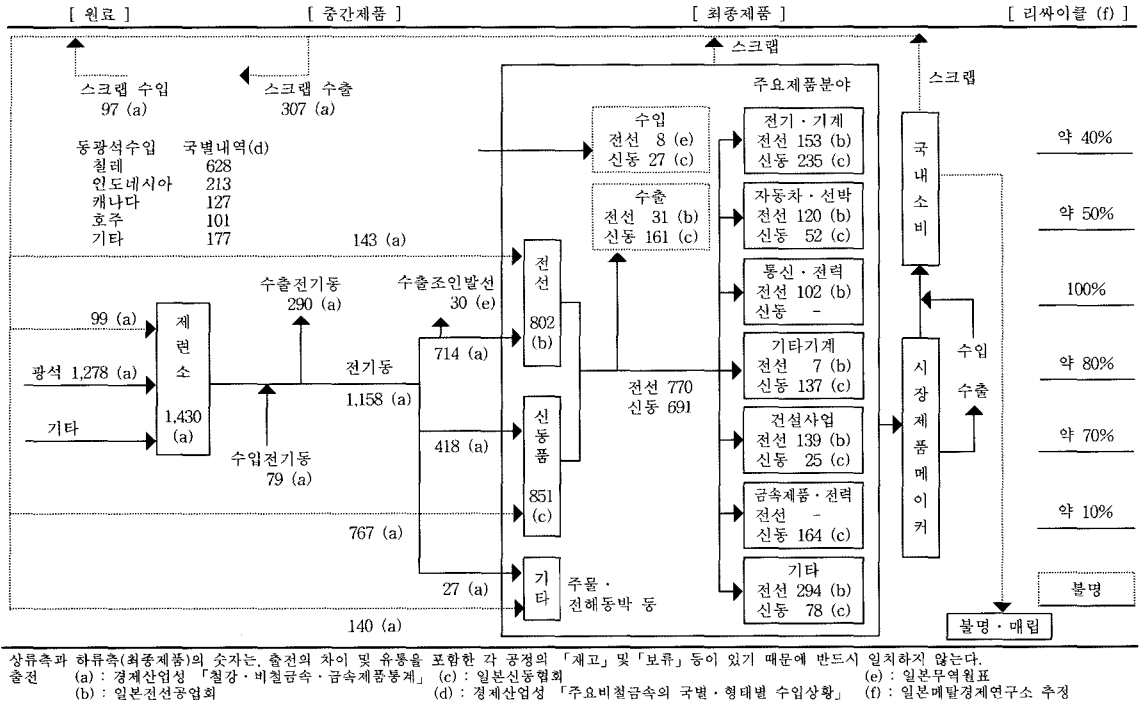
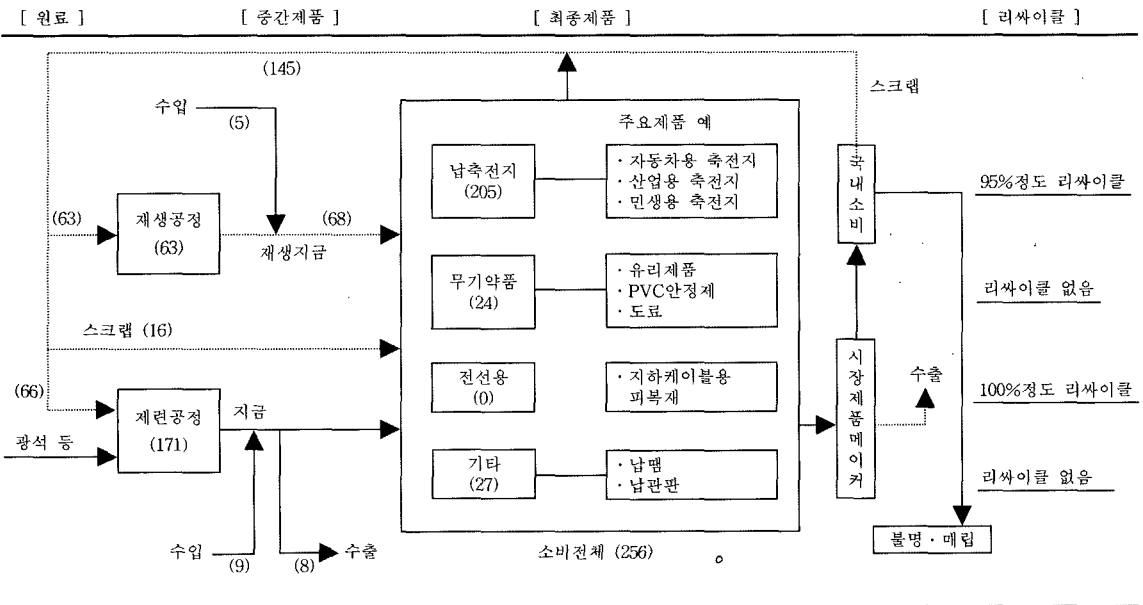


Fig. 4. Material flow of copper in Japan.

2003년 기준



단위: 천톤, 출전: 일본철강·비철금속제품통계연보 2003년

Fig. 5. Material flow of lead in Japan.

2003년 기준

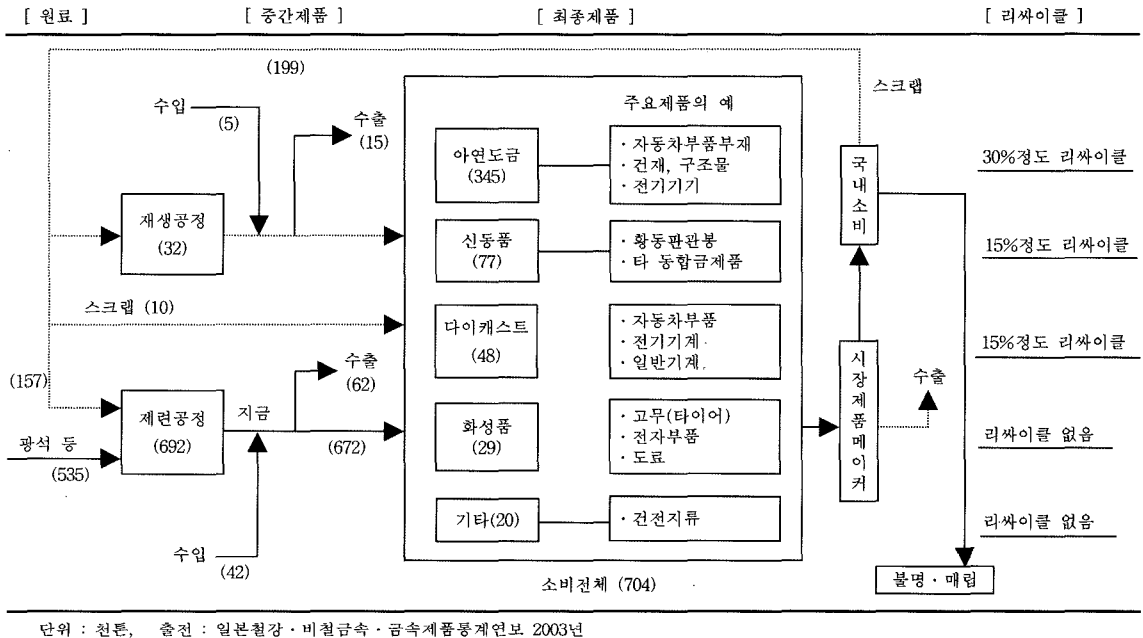


Fig. 6. Material flow of Zinc in Japan.

2003년 기준, 단위 : 천톤

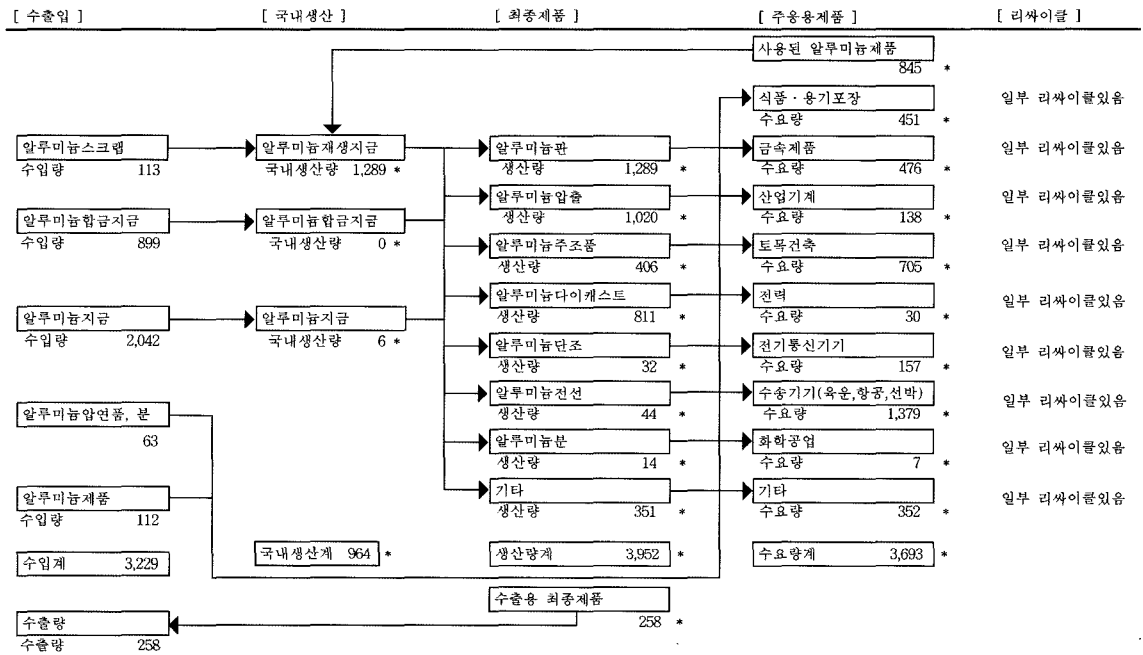


Fig. 7. Material flow of aluminum in Japan.

연지금의 공급규모는 780천 톤이고 수입은 40천 톤이다. 아연의 용도는 도금 등, 철의 방식용이 53%를 차지하고 있다. Table 7에 2003년도의 용도별 소비량을 원료별로 표시하였다. 아연도금강관의 일본 소비(2003년)는, 자동차용과 건재용이 각각 약 25%, 가정용이 약 10%로 되어있다. 신동품은 그 태반이 브라스용(Cu : Zn = 60 : 40)이고, 전자기기의 판재, 플랜트용 판재 및 각종 부품에 사용된다. 다이캐스트는 자동차부품이 50%를

점하고, 기타 모형과 장난감 등에 사용된다. 다이캐스트는 자동차부품의 일부가 슈레더 경유로 15% 정도 리사이클되고 있다. 화학약품들은 리사이클링하기 어렵다.

3.4. 알루미늄

Fig. 7에 알루미늄의 머티리얼 프로를 나타내었다. 알

Table 6. Lead consumption by usages in Japan(2003)
(단위 : 톤)

구분	전기연	재생연	연설·고설
연축전지	166,028	28,685	10,426
무기약품	20,588		2,980
전선			
제련			174,189
재생	218		75,874
기타	20,874	12,036	2,411
계	207,708	40,721	265,880

(출전 : 일본철강·비철금속·금속제품통계년보 2003년)

Table 7. Zinc consumption by usages in Japan(2003)
(단위 : 톤)

구분	전기아연 및 증류아연	재생아연	연설·고설
아연도금강관	247,202	5,740	308
기타도금	83,342	8,259	661
신동품	64,641	12,652	2,561
다이캐스트품	46,216	2,097	1,062
화성품	23,892	4,507	16,491
아연판	2,640	13	1,182
제련	-	-	390
기타	17,099	1,180	37,320
계	485,032	34,448	59,975

(출전 : 일본철강·비철금속·금속제품통계년보 2003년)

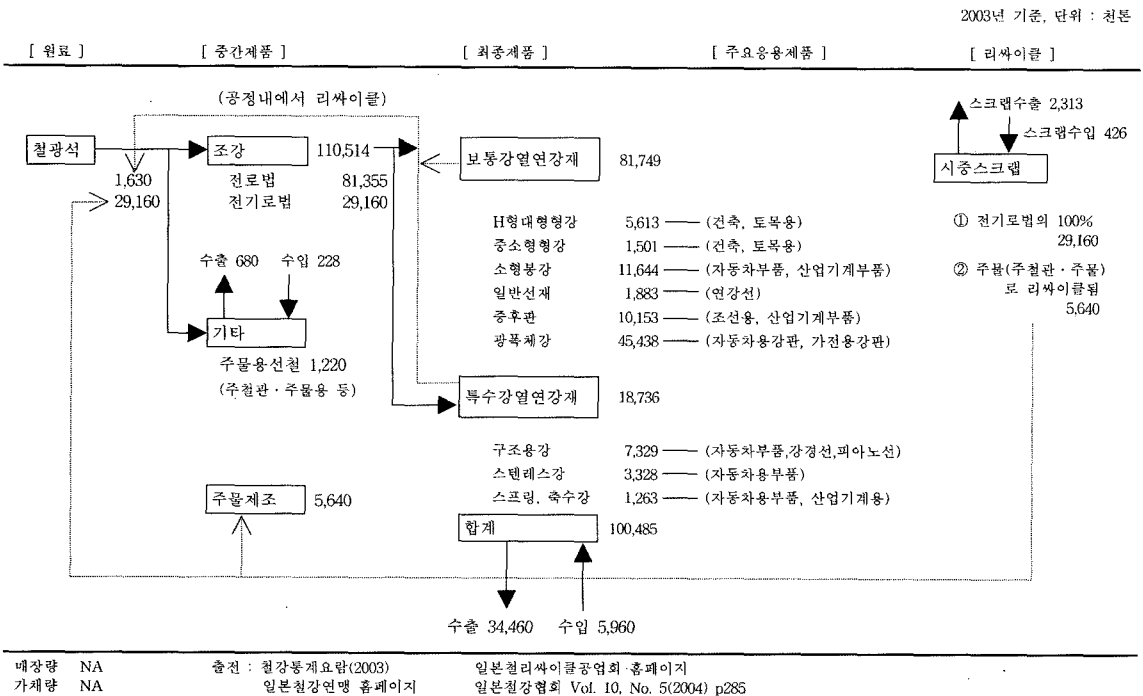


Fig. 8. Material flow of iron in Japan.

루미늄의 원료인 보오크사이트(Bauxite)의 세계 매장량은, 약 23,000,000천 톤으로 알려져 있다. 알루미늄(Al_2O_3)의 세계 생산량은 연간 약 53,000천 톤이고, 주 생산지는 미국과 오스트레일리아가 각각 16,000천톤, 유럽이 6,000천톤, 구 공산권이 11,000천톤, 기타(아시아, 아프리카) 10,000천 톤으로 되어있다. 일본 국내에서는, 알루미늄지급의 전해제련에 요하는 전력코스트가 높기 때문에, 일부 예외를 빼고는 산업으로서 성립되지 않아, 알루미늄 지금은 수입에 의존하고 있다. 각종 리사이클링법의 정비라든가, 알루미늄 스크랩의 시장가격이 높기 때문에 폐알루미늄 제품의 리사이클은 비교적 활성화되어 있다.

음료캔 이외의 수요분야의 리사이클실태는, 알루미늄 캔 만큼 자세하게 알 수 없다. 그러나 알루미늄 스크랩의 원료로서의 시장가격이 높으므로, 알루미늄의 리사이클율은 비교적 높다. 일본 국내 알루미늄 재생지급의 생산이 958천 톤(2002년도)이고, 알루미늄 스크랩의 수입이 113천 톤이므로 그 차는 845천 톤이다. 이 845천 톤부터 알루미늄캔과 다이캐스트·주물로 재생된 192천

톤을 뺀 653천톤이 일본 국내에서 리사이클된 것으로 볼 수 있다. 알루미늄 음료캔을 포함시키면, 일본 국내 수요량 3,693천톤 중 약 23%가 리사이클된 것으로 생각된다. 알루미늄 음료캔은 249천 톤이 리사이클되고, 리사이클율이 82%이다.

3.5. 철

최근 10년간의 조강 생산 추이를 보면, 전 세계적으로 1995년의 7.5억톤/년에서 2004년에는 10억여톤/년으로 33%의 증대를 보이고 있다. 이것은 중국 등의 성장에 의한 것이다. Table 8에 6년간의 조강 생산량을 표시하였고 Fig. 8에 철의 머티리얼 프로를 도시하였다. 전기로법의 원료는 100% 시중 스크랩이다. 2003년에는 2,916만 톤이 전기로에서 사용되었다. 제품은 소형봉강 및 연강의 선재가 대부분이다. 시중 스크랩으로서는 자동차(연간 400만대의 배출), 건축·토목용 재료, 조선 및 산업기기 부품 등 다수가 있다. 시중 스크랩은 수출입이 있고, 수출은 230만톤, 수입은 40만 톤강이다. 그리고 시중 스크랩의 약 560만톤이 주철관(수도관 등) 및

Table 8. Production of crude steel in the world.

(단위 : 천톤)

	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년
일본	94,192	106,444	102,866	107,745	110,511	112,716
EU	155,209	163,358	158,497	158,686	160,550	168,299
CIS	85,657	98,489	99,619	101,089	107,480	113,102
중국	123,954	127,236	150,866	181,682	220,115	272,455
미국	97,427	101,824	90,103	91,588	93,677	96,946
한국	41,042	43,107	43,852	45,390	46,310	47,521
기타	191,519	207,542	204,197	216,820	229,357	243,261
합계	789,000	848,000	850,000	903,000	968,000	1,054,300

(한국철강협회 : 철강통계연보(2005년))

Table 9. Supply and demand of electric copper in Korea.

(단위 : 톤, %)

구 분	2003		2004		2005(E)		2006(F)		생산능력(천톤)	
		증가율		증가율		증가율		증가율		
수요	내수	890,144	-1.0	901,099	1.2	841,600	-6.6	854,000	1.5	• LS-Nikko : 570 - 온산 : 510 - 장항 : 60 • 고려아연 : 20 계 590
	수출	39,765	174.1	46,145	16.0	81,000	75.5	100,000	23.5	
	계	929,909	1.7	947,244	1.9	922,600	-2.6	954,000	3.4	
공급	판매	518,664	4.9	492,054	-5.1	517,000	5.1	554,000	7.2	
	수입	411,245	-2.0	455,190	10.7	405,600	-10.9	400,000	-1.4	

Table 10. Supply and demand of lead ingot in Korea.

(단위 : 톤, %)

구분	2003		2004		2005(E)		2006(F)		생산능력(천톤)		
		증가율		증가율		증가율		증가율			
수요	내수	349,086	4.0	367,529	5.3	360,900	-1.8	383,000	6.1	• 고려아연 : 200(전기연) • 중일 : 25(재생연) • 상신금속 : 20(재생연) • 기타 : 41(재생연) 계 : 268	
	수출	37,225	-25.4	34,969	-6.1	48,300	38.1	37,000	-23.4		
	계	386,311	0.2	402,498	4.2	409,200	1.7	420,000	2.6		
공급	판매	전기연	167,575	-6.2	168,994	0.8	177,000	4.7	180,000		1.7
		재생연	60,000	-6.1	71,000	18.3	73,000	2.8	80,000		9.6
		소계	227,575	-6.2	239,994	5.5	250,000	4.2	260,000		4.0
	수입	158,736	11.0	162,504	2.4	159,200	-2.0	160,000	0.5		

Table 11. Supply and demand of zinc ingot in Korea.

(단위 : 톤, %)

구분	2003		2004		2005(E)		2006(F)		생산능력(천톤)	
		증가율		증가율		증가율		증가율		
수요	내수	435,76	-4.2	391,430	-10.2	430,000	9.9	450,000	4.7	• 고려아연 : 430 • 영풍 : 280 계 : 710
	수출	363,983	24.0	374,579	2.9	310,000	-17.2	350,000	12.9	
	계	799,747	6.9	766,009	-4.2	740,000	-3.4	800,000	8.1	
공급	판매	652,378	7.3	656,437	0.6	650,000	-1.0	700,000	7.7	
	수입	147,369	5.1	109,572	-25.6	90,000	-17.9	100,000	11.1	

Table 12. Supply and demand of aluminum ingot in Korea.

(단위 : 톤, %)

구분	2003		2004		2005(E)		2006(F)		생산능력(천톤)		
		증가율		증가율		증가율		증가율			
수요	내수	순괴	828,572	6.4	930,900	12.3	982,400	5.5	1,020,000	3.8	• 대한알루미늄 : 17.5 ('91.1 이후 생산중단)
		합금괴	201,722	19.3	210,111	4.2	203,600	-3.1	205,000	0.7	
		소계	1,303,294	8.7	1,141,011	10.7	1,186,000	3.9	1,225,000	3.3	
	수출	순괴	15,500	157.1	12,513	-19.3	7,100	-43.3	10,000	40.8	
		합금괴	34,410	88.3	43,538	26.5	44,700	2.7	45,000	0.7	
		소계	49,910	105.4	56,051	12.3	51,800	-7.6	55,000	6.2	
계	1,080,204	11.1	1,197,062	10.8	1,237,800	3.4	1,280,000	3.4			
공급	수입	순괴	844,072	7.5	943,413	11.8	989,500	4.9	1,030,000	4.1	
		합금괴	236,132	26.1	253,649	7.4	248,300	-2.1	250,000	0.7	
		소계	1,080,204	11.1	1,197,062	10.8	1,237,800	3.4	1,280,000	3.4	

*국내생산(판매) 없음

주물(주철·주강) 제조에 사용된다.

스크랩을 리사이클함에 있어서 큰 과제는, 정련에서 제거하기 어려운 혼입 원소(금속)의 대책을 들 수 있다. 특히 동은 강제품의 품질에 악영향을 미치므로 스크랩

의 리사이클을 저해하게 된다. 철스크랩 중에 있는 동은, 자동차의 모터 및 허네스(harness)에 많이 함유되고 있는 것으로, 정련하여도 제거하기 어려운 순환성원소이다. 동이 철강 재료 중에 혼입하면, 열간 가공성의 저

Table 13. Supply and demand of nickel ingot in Korea.

(단위 : 톤, %)

구분	2003		2004		2005(E)		2006(F)		생산능력(천톤)		
		증가율		증가율		증가율		증가율			
수요	내수	115,886	23.3	120,757	4.2	116,000	-3.9	106,000	-8.6	• 코리아니켈 : 32 (제품 : 유틸리티 니켈 (최대생산능력 : 48))	
	수출	996	233.1	2,355	136.4	1,500	-36.3	1,000	-33.3		
	계	116,882	24.0	123,112	5.3	117,500	-4.6	107,000	-8.9		
공급	판매	32,200	8.3	28,110	-12.7	27,300	-2.9	23,000	-15.8		
	수입	니켈괴	38,826	50.0	44,117	13.6	43,000	-2.5	38,000		-11.6
		페로니켈	45,856	18.6	50,885	11.0	47,200	-7.2	46,000		-2.5
	소계	84,682	31.2	95,002	12.2	90,200	-5.1	84,000	-6.9		

*페로니켈은 니켈합량 38%로 환산

해 및 용접부 고온개집의 원인이 된다. 악영향이 미치지 않은 농도는 대략 0.3% 이하이다. 향후는 모터류 등 비교적 동이 많이 함유된 스크랩이 증가할 것이므로, 이 함량을 희석하는데 사용되는 양질 스크랩이 대량 필요하게 될 것이다.

4. 우리나라 자원수급의 동향

4.1. 금속자원의 수급

우리나라 비철금속산업의 현황은(2003년⁷⁾, 제련·정련 및 합금, 압연·압출 및 연신제품 그리고 주조업을

합하여 총매출액은 12.4조원이다. 이 금액은 제조업 전체의 1.8%에 해당된다. 업체 수는 864개사이고, 종업원 수는 28,123명, 부가가치는 2.9조원으로 제조업 전체의 1.1%에 해당된다. 이상은 통계청(www.nso.go.kr)의 발표에 의한 것이다. Table 9-13은 한국비철공업협회⁶⁾가 발표한 주요비철금속의 현황과 수급전망이고, Table 14는 한국철강협회⁷⁾가 발표한 철광석의 수급을 표시한 것이다.

4.1.1. 전기동

2005년도 경기부진 및 전기동 가격 급등으로 최대

Table 14. Supply and demand of iron ore in Korea.

(단위 : 톤, %)

	국내구입 Home purchase	수입(A) Imports	합계 Total	소비(B) Consumption	수입의존율 Ratio of Import (A/B)
2001	129,644	39,518,078	39,647,722	39,549,890	99.9
2002	188,054	40,546,426	40,734,480	40,328,233	99.5
2003	188,480	41,252,256	41,440,736	41,706,005	98.9
2004	232,221	42,302,497	42,534,718	42,363,557	99.9

Table 15. Purchase of domestic iron ore

(단위 : 톤)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
연천	90,171	109,551	93,386	79,863	66,303	-
연평도	653	35,433	15,801	-	-	-
양양	-	-	-	-	-	-
울산	-	-	-	-	-	-
신예미	180,020	154,978	31,143	188,054	183,746	212,992
합계	270,844	299,962	140,330	267,917	250,049	212,992

Table 16. Coal consumption and fly ash recycling in the power plant(2004)

발전소		석탄소 비량(톤)	비산회 발생량(톤)	비산회 발생율(%)	리사이클링 량(톤)	리사이클링 율(%)	리사이클링 분야
무연탄	영동	560,151	224,000	40.0	218,000	97.3	시멘트재료주조
	서천	730,595	259,000	35.5	164,000	63.3	건설골재 레미콘첨가물
	군산	-					골재
	동해	1,124,236	520,000	46.3	401,000	77.1	시멘트재료
	계	2,414,982	1,003,000	41.5	783,000	78.1	
역청탄	삼천포	9,638,185	760,000	7.9	520,000	68.4	레미콘 첨가물
	보령	9,081,175	965,000	10.6	554,000	57.4	레미콘 첨가물
	태안	8,981,576	823,000	9.2	619,000	75.2	레미콘 첨가물
	하동	8,684,997	984,000	11.3	602,000	61.2	레미콘 첨가물
	당진	5,865,799	708,000	12.1	425,000	60.0	레미콘 첨가물
	영동	1,573,471	141,000	9.0	18,000	12.8	
	호남	1,669,058	137,000	8.2	83,000	60.6	
	계	45,494,261	4,518,000	9.9	2,821,000	62.4	
총계		47,909,243	5,521,000	11.5	3,604,000	65.3	
총계(2002)		41,547,800	5,005,260	12.0	3,729,688	74.5	
총계(2001)		39,411,749	4,775,679	12.1	3,108,697	65.1	
총계(2000)		34,829,842	4,310,544	12.4	2,420,218	56.1	
총계(1999)		29,911,995	3,874,874	13.0	1,676,808	43.3	

Table 17. Status of coal consumption in POSCO

(단위 : 천톤)

구분	'04년 실적			'06년 실적			'06년 실적			
	포항	광양	계	포항	광양	계	포항	광양	계	
코크스 용	강점탄	3,230	4,040	7,270	3,738	4,796	8,534	3,809	4,642	8,451
	일반탄	3,233	3,847	7,080	2,507	2,941	5,448	2,030	3,337	5,367
	계	6,464	7,887	14,351	6,245	7,737	13,982	5,839	7,979	13,818
PCI용		1,441	2,457	3,898	1,513	2,827	4,340	1,607	2,957	4,564
Finex용		650	-	650	484	-	484	366	-	366
소결용 무연탄		377	684	1,062	323	662	984	406	730	1,136
계		8,932	11,028	19,960	8,565	11,226	19,790	8,218	11,712	19,930

수요처인 전선업체 및 동 가공업체의 수요위축으로 내수가 전년대비 6.6% 감소하였다. LS-니꼬 온산공장의 생산능력확장(450천톤 → 510천톤) 및 가동중단을 고려한 장항공장 전기동이 LME가격상승에 따라 가동연장하여 생산이 증가되었다. 2004년도 동 스크랩의 수출은 167,175톤이었고, 수입은 205,427톤이었다.

4.1.2. 연괴

2005년도 국내 경기침체로 내수가 소폭 감소하였다. 그러나 인도의 배터리 수요증가 등으로 수출에 있어서는 전년 대비 38.1% 증가하였다. 환경문제로 서구에서는 년 생산이 감소되고 있으나, 중국의 자동차 생산 급증추세로 자동차용 수요가 크게 증가하였다. (주)중일 등 재생 연 업계에서 유해물 감축을 위한 환경설비 개

Table 18. Supply and demand of minerals resources in Korea
(단위 : 백만톤, 2004년도 기준)

구분	소비	국내생산	수입	수입의존도
금속	5,296	40	7,563	99.3%
비금속	1,325	988	384	25.4%
소계	6,621	1,028	7,947	84.5%
유연탄	4,478	206	4,226	95.4%
계	11,114	1,234	12,173	88.9%

선 작업이 진행 중이며, 아시아 최초로 전 처리 설비 신축 및 Cupola를 회전로로 교체하였다.

4.1.3. 아연과

2005년도 상반기 건설용 강관수요 증가와 북한 및 중국산 수입 감소에 따른 국내산 구매전환으로 내수가 9.9% 증가하였다.

4.1.4. 알루미늄과

2005년도 알루미늄 합금괴의 내수는 감소내지 둔화

되었으나, 압연업체 수요증가로 내수가 3.9% 증가하였다.

4.1.5. 니켈과

2005년 초 LME 니켈가격의 폭등 및 국내외의 스테인레스업체 수요 감소로 니켈시장이 부진하였다. 특히 주 수요처인 포스코 등 스테인레스업체의 감산과 수요 감소로 판매량이 2.9% 감소하였다. 포스코는 뉴칼레도니아 SMSP사와 니켈광산·제련법인을 설립한다는 2006년 1월 19일의 포스코신문기사⁸⁾가 있어 주목된다.

4.1.6. 철광석

Table 14는 최근 4년간의 철광석 수급을 표시 한 것이다. 2004년도 국내생산은 232,221톤이고, 수입은 42,302,497톤이며, 수입의존율은 99.9%이다. 최근 6년간의 국내 철광석 구입처는 Table 15와 같다.

4.2. 에너지자원의 수급⁹⁾

우리나라 에너지소비현황(2005년도)은 에너지소비성

Table 19. Direct development trend of strategic minerals.

구 분		'01	'02	'03	'04	'05
유연탄 (백만톤)	수 입 량	61.8	64.6	65.3	72.1	69.3
	자주개발량	15.0	15.6	17.5	17.5	15.4
	자주개발률	24.2%	24.2%	26.8%	24.2%	22.2%
우라늄 (톤)	수 입 량	2,884	2,381	3,506	2,747	3,776
	자주개발량	-	-	-	-	-
	자주개발률	0%	0%	0%	0%	0%
철 (백만톤)	수 입 량	45.9	43.3	43.1	44.2	43.5
	자주개발량	-	-	0.4	2.5	4.5
	자주개발률	0%	0%	0.8%	5.6%	10.4%
동 (천톤)	수 입 량	830	938	933	976	925
	자주개발량	175	186	114	67	1.2
	자주개발률	21.1%	19.8%	12.2%	6.9%	0.1%
아연 (천톤)	수 입 량	688	759	786	761	766
	자주개발량	199	188	285	279	244
	자주개발률	28.9%	24.8%	36.3%	36.7%	31.5%
희토류 (톤)	수 입 량	4,174	4,942	4,981	6,981	7,398
	자주개발량	-	-	-	282	415
	자주개발률	0%	0%	0%	4.0%	5.6%

장율이 경제성장률보다 앞서 있다. 그리고 에너지 해외 의존도는 96.5%이며, 총 에너지수입액이 667억\$을 나타내고 있다. 에너지 소비구조에 있어서 석유가 44.3%, 석탄이 23.9%, 원자력이 16%, 기타 1.6% 그리고 수력이 0.6%를 차지하고 있다. 2005년도 석유·가스의 총 수입량은 10.4억 배럴이고, 유연탄의 총수입량이 69.5백만 톤이다. 무연탄(국내탄)수요¹³⁾(2006년도)는 민수용이 1,985천톤, 발전용 2,356천톤, 산업용 147천톤으로 총 수요가 4,488천톤이 될 전망이다. Table 16¹⁰⁾은 화력발전소에서의 석탄소비량과 비산회 리사이클링(2004년)을 표시한 것이며, Table 17¹¹⁾은 포스코의 석탄 사용현황을 표시한 것이다. 이 두기업의 석탄사용량 합계는 67,869,243톤(2004년)이므로, 우리나라 유연탄의 수입량은 대부분이 발전소용과 제철의 원료용이라고 할 수 있다. 한편 발전소에서의 비산회 발생량은 5,521,000톤(2004년)으로, 이것은 석탄소비량의 11.5%에 해당된다. 이 비산회는 대부분 레미콘첨가물로 이용된다.

4.3. 광물자원의 수급¹²⁾

Table 18은 2004년도 기준 우리나라 광물자원의 수급현황을 금액으로 표시한 것이다. 금속광물의 수입에 75.63억불이 소요되었고, 유연탄 수입에는 42.26억불이 소요되었다. 그리고 비금속 광물자원을 합한 수입총액은 121.73억불로 수입의존도는 88.9%이다. 우리나라 주요 광물자원, 즉 석탄(유연탄), 철광, 동광, 아연광이 계속 수요 증가추세이며, 연광은 2002년도부터 완만한 증가를 보이고 있다. Table 19는 연도별 전략 광종의 자주개발 추이를 표시한 것이다. 2005년도 유연탄이 22.2%, 아연이 31.5%의 비교적 높은 자주 개발율을 나타내고 있다. 이것은 (주)삼탄이 인도네시아 파시르(pasir) 유연탄광 개발과 고려아연의 호주 타운스빌 연·아연광산(연간 164천톤 생산) 개발이 활발히 진척되고 있는 결과로 볼 수 있다. 그러나 일반적으로 저조한 자주개발 추이를 보여주고 있다.

5. 요약

국내 자원의 유효이용을 위한 처리 및 회수기술 동향을 조사함에 있어서, 먼저 자원수급의 세계적인 추세와 일본 및 우리나라의 동향을 조사하였다. 자원의 전체현황을 보고, 우리나라가 처해있는 위치로부터 앞으로 자원수급을 전망하기 위해서이다. 세계적으로 40종 이상의 금속이 유통되고 있으며, 생산량에 있어서 철강(조

강)이 11억톤으로 가장 많고, 레늄이 33톤으로 가장 적다. 그리고 가장 고가의 금속은 금과 백금으로 되어 있다. 에너지자원 부존량은 석유에 있어서는 사우디가 제 1위이고, 석탄은 미국, 가스는 러시아가 1위이다. 석유의 소비에 있어서는 우리나라가 제 7위를 차지하고 있다. 국내의 경제발전과 자원·에너지소비의 패턴을 보면, 개발도상국의 위치를 지나 경제발전이 현저한 시기에는 에너지 소비 증가율과 GDP 성장률 보다 금속소비의 증가율이 앞서 있음을 알 수 있다. 일본의 특징은, 에너지 소비 증가율 및 GDP의 성장률이 금속 소비량의 증가보다 크며, 각 금속 소비에 큰 차이가 나타나기 시작하는데 있다고 할 수 있다.

우리나라 주요 광물자원의 수요는 증가 추세에 있고, 2004년도의 통계에 의하면 석탄이 80,000천톤, 철광석이 48,000천톤, 동과 아연 정광이 각 1,300천톤으로 되어 있다. 그리고 수입의존도는 88.9%이며, 수입에 121.73억불이 소요되었다. 우리나라 에너지자원의 소비는 석유가 44.3%를 차지하고 있고, 에너지 해외의존도는 96.5%이며, 총 에너지 수입액이 667억불을 차지하고 있다. 우리나라의 자주개발은 유연탄과 아연광이 활발하나, 전체적으로 높여야만 할 것이다.

사 사

본 연구조사는 에너지관리공단의 재정적 지원으로 이루어졌으며, 지원해주신 에너지관리공단에 감사를 드립니다.

참고문헌

- 1.西山孝, 2005: 持續可能な社會における資源供給 -多様な資源をとりまく複雑な動き-, 資源と素材, 121(10), pp. 474-483.
- 2.윤철현 2006: 회유금속 중심 전략적 비축사업에 관하여, 해외 에너지·광물자원 개발과 비축 특별심포지엄, pp 415-162, 한국지구시스템공학회, 한국지질자원연구원, 2006. 4. 14.
- 3.김중현 2006: 석유비축의 현황과 주요기술, 해외 에너지·광물자원 개발과 비축 특별심포지엄, pp 103-122, 한국지구시스템공학회, 한국지질자원연구원, 2006. 4. 14.
- 4.西山孝·安達毅, 2006: 持續可能な社會における資源供給 -アジアの經濟發展と資源の枯渇, 資源と素材, 122(2), pp. 47-55.
- 5.石油天然ガス·金屬礦物資源機構, 2005: 鑛物資源マテリアル·フロ-2004, JOGMEC.

6. 한국비철공업협회의 내부자료.
7. 한국철강협회, 2005 : 철강통계연보, pp. 106-109.
8. 포스코신문 제597호, 2006. 1. 19.
9. IBID 3.
10. 박현중 2006: 한국의 석탄산업 현황, CFE 정책 및 기술 포럼, 에너지관리공단, pp. 64-76, 2006. 4. 6.
11. 한국전력(주) 내부자료
12. 포스코 내부자료
13. 이길수, 2006: 해외자원 개발 투자, 해외 에너지·광물자원 개발과 비축 특별심포지엄, pp 21-40, 한국지구시스템 공학회, 한국지질자원연구원, 2006. 4. 14.

吳 在 賢

- 현재 연세대학교 명예교수
- 현재 한국자원리사이클링학회 명예회장
- 당 학회지 제10권 5호 참조

金 美 星

- 현재 에너지관리공단 연구개발관리실 부장

趙 晟 伯

- 1995 일본 경도대 공학박사
- 현재 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부
- 당 학회지 제12권 3호 참조

〈광 고〉 본 學會에서 發刊한 자료를 판매하오니 學會사무실로 문의 바랍니다.

- * EARTH '93 Proceeding(1993) 457쪽, 價格 : 20,000원
(International Symposium on East Asian Recycling Technology)
- * 자원리사이클링의 실제(1994) 400쪽, 價格 : 15,000원
- * 학회지 합본집 I, II, III, IV 價格 : 40,000원, 50,000원(비회원)
(I: 통권 제1호~제10호, II: 통권 제11호~제20호, III: 통권 제21호~제30호, IV: 통권 제31~제40호)
- * 한·일자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 483쪽, 價格 : 30,000원
- * 한·미자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 174쪽, 價格 : 15,000원
- * 자원리사이클링 총서I(1997년 1월) 311쪽, 價格 : 18,000원
- * 日本의 리사이클링 産業(1998년 1월)395쪽, 價格 : 22,000원, 발행처-文知社
- * EARTH 2001 Proceeding (2001) 788쪽, 價格 : 100,000원
(The 6th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology)
- * 오재현의 자동차 리사이클링기행(2003년 2월) 312쪽, 價格 : 20,000원, 발행처-MJ미디어
- * 리사이클링백서(자원재활용백서, 1999년) 440쪽, 價格 : 15,000원, 발행처-文知社
- * 리사이클링백서(자원재활용백서, 2004년), 578쪽, 價格 : 27,000원, 발행처-淸文閣