

국내 범용 비철금속의 2014-2018 년간 수요 공급과 스크랩 리사이클링 현황 조사

§박형규* · 강정신* · 이태혁* · 이진영* · 김영민**

*한국지질자원연구원, **한국재료연구원

A Review on the Demand and Supply of Major Non-Ferrous Metals and their Recycling of Scraps during 2014-2018 in Korea

§Hyungkyu Park*, Jungshin Kang*, Taehyuk Lee*,
Jinyoung Lee* and Youngmin Kim**

*Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

**Korea Institute of Materials Science

요 약

비철금속의 국내 수요 공급과 스크랩들의 리사이클링 현황을 파악하는 것은 자원재활용 관련업계와 연구자들에게 매우 필요한 일이다. 국내에서는 10여 년 전부터 한국자원리사이클링학회지를 통하여 3~5년 주기로 주요 비철금속의 수요와 스크랩 리사이클링 현황을 조사, 발표하고 있는데, 전체 비철금속에 대해서 조사하기에는 분량이 너무 방대하여 사용량이 많은 범용 비철금속과 그 스크랩들에 국한하여 발표하고 있다. 본 조사연구에서는 기존 조사대상인 동, 알루미늄, 아연, 니켈, 마그네슘 6종에 주석을 추가하여 총 7종의 비철금속에 대하여 관세청 수출입 통계와 한국비철금속협회 자료 및 비철산업 관련 정보지들을 통해서 최근 5년(2014~2018년) 간의 국내 수요 현황을 조사하였고 이를 토대로 그 스크랩들의 재활용율을 추정하였다.

주제어 : 범용비철금속, 스크랩, 수요, 공급, 재활용율

Abstract

It is very necessary for the metal recycling industries and the researchers to understand the current status of demand and supply of non-ferrous metals and their scraps. Domestic demand and supply of non-ferrous metals and their scraps have been surveyed and reported on the journal of the Korean Institute of Resources Recycling since ten years before. However, it was confined to six major non-ferrous metals such as copper, aluminum, zinc, lead, nickel and magnesium because there are so many kind of non-ferrous metals. In this article also, demand and supply of these non-ferrous metals in addition tin during recent five years (2014 ~ 2018) in Korean markets were reviewed, and their recycling ratio of scraps were briefly estimated. The statistical data were mainly cited from the data issued by Korea Customs Service (KCS) and Korea Non-Ferrous Metal Association, and some fragmental published review articles from magazines and other technical reports.

Key words : major non-ferrous metals, scraps, demand and supply, recycling ratio, estimation

· Received : April 17, 2019 · 1st Revised : May 27, 2019 · 2nd Revised : June 17, 2019 · Accepted : June 19, 2019

§ Corresponding Author : Hyungkyu Park (E-mail: parkhk@kigam.re.kr)

Convergence Research Center for Development of Mineral Resources (DMR), 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

국내 비철금속 제련산업은 부존 원료광의 부족으로 인하여 대부분의 광석을 수입하여 제련하는 Custom Smelter 형태로 제련소가 운영되고 있는데, 구리, 아연, 납의 경우에는 세계적으로 주요 생산국이며 알루미늄의 경우는 제련을 직접 하진 않지만 수요 측면에서 세계 10위 이내의 규모로 성장하고 있다. 따라서 이들 비철금속의 국내 수요, 공급과 스크랩들의 리사이클링 현황을 파악하는 것은 자원재활용 관련업체와 연구자들에게 매우 중요한 일이다. 그러나, 전체 비철금속의 수요 공급과 재활용 현황을 조사, 발표하기에는 분량이 너무 방대하여 비철금속 스크랩 전반에 대한 공식적 통계자료가 발표되지 않았었는데, 지난 2003년 한국자원리사이클링학회지에 범용 비철금속인 동, 아연, 연, 알루미늄 및 니켈에 관한 국내 수요 및 생산량과 리사이클링 현황이 조사 발표¹⁾된 이래로, 2009년 및 2013, 2015년에 이들 5개 금속과 마그네슘의 리사이클링 현황을 지속적으로 발표하였다^{2,4)}.

본 조사 보고에서는 기존에 발표했던 동, 알루미늄, 아연, 연, 니켈, 마그네슘 6종의 비철금속에 주석을 추가하여 총 7종의 범용 비철금속과 그 스크랩들에 대하여 관세청 수출입 통계와 한국비철금속협회 자료 및 비철산업 관련 정보지들을 통해서 최근 5년(2014~2018년) 간의 국내 수요 공급 현황을 조사하고 이를 근거로 스크랩들의 재활용율을 추정하였다.

2. 국내 수급현황

2014년부터 2018년까지 최근 5년간의 주요 비철금속 일차지금(ingot)의 수급동향을 Table 1에 요약 기술하였다. 이 표는 주로 대한민국관세청 수출입통계⁵⁾와 한국비철금속협회의 집계자료⁶⁾에 근거하여 작성한 것으로서, 국내 비철금속 주요 품목별 지금(ingot) 생산능력(producing capacity)은 2018년도에 전기동 705천 톤/년, 아연 1,060천 톤/년, 연 904천 톤/년(전기연: 500천 톤, 재생연: 404천 톤), 니켈 92천 톤/년이며, 마그네슘은 재생금속 약 22천 톤/년 정도로 파악된다. 수요 대비 국내생산량을 나타내는 국내 자급율은 2018년도에 전기동 71.3 %, 아연과 94.2 %, 연과 84.7 %, 니켈 51.2 % 수준이며, 알루미늄과 주석 및 마그네슘 경우에는 국내에서 일차지금을 생산하고 있지 않다. 10인 이상 기업체로서 이들 비철금속 생산에 종사하는 사업체

수는 2016년에 851 개 사이고 종사자수는 약 35,790 명이며, 매출액은 36.7조 원으로 전체 제조업의 약 2.6 %를 점유하는 것으로 보고되었다⁷⁾.

또, Table 2에는 이들 비철금속들의 잉곳트와 가공품을 포함한 국내 수출입 실적⁸⁾을 집계하였고, Table 3에는 이들 비철금속 스크랩의 수출입 실적⁹⁾을 집계하였다.

2.1. 전기동

전기동 잉곳트는 LS-Nikko 동제련(주)이 2018년에 약 64만 톤을 생산하였으며, 이외 고려아연(주)이 아연 제련 부산물에서 약 2만5천 톤을 생산하였다. 전기동 수요는 전선산업이 포화상태에 있고 광섬유산업이 성숙 단계에 진입하고 있는 상황으로서 수요의 80 %는 전선 업계에서 사용되고 있다. 동 가공제품들도 전기·전자 및 반도체 등 수요 산업의 호조로 지속적인 증가가 예상된다.

전기동의 경우 국내 자급도가 약 71.3 % 수준으로 (Table 1의 생산/수요 = 665,000/933,000) 국내생산이 부족하기 때문에 공급은 수요업체와의 장기계약 공급이 주를 이루며 수출은 일부에 한정되어 있다. 참고로, 동 합금관, 동관, 동봉, 동선 등 동가공 제품 수요는 2018년도에 동 및 동합금관 200,700 톤, 동관 128,000 톤, 동봉 204,000 톤, 동선 586,200 톤으로서 총 1,118,900 톤에 달한다.

2.2. 알루미늄

국내에서는 알루미늄 제련을 하지 않기 때문에 알루미늄 일차지금은 전량 수입에 의존하고 있다. 알루미늄 피의 내수는 2014년에 알루미늄 압연업체의 생산증가로 지금 수요가 1,490천 톤에 이르렀는데, 이 수요가 지속적으로 유지되어 2018년도에 일차지금 수요가 1,456,500 톤으로 집계되었다. 또, 알루미늄제품 가공업체에서 수입 알루미늄스크랩을 구입하여 알루미늄피와 함께 용해하여 사용하는데, 2018년도에는 알루미늄스크랩 773,566 톤을 수입하였다⁸⁾. 이 수입 스크랩으로부터 약 70 %의 금속을 회수한다고 하면 재생 지금 또는 합금량이 541.5천 톤으로 추산된다. 이 외에 기존 중소 알루미늄스크랩용해업체에서 생산하는 알루미늄지금도 14만 톤 이상으로 추정되므로, 이들을 합하면 2018년도 국내의 재생 알루미늄 생산량이 681,500 톤 정도로 추정된다. 따라서 국내 알루미늄 수요는 Table 1에 기록한 잉곳 1,456,500 톤과 국내생산 재생지금 681,000 톤을 합하여 약 2,138,000 톤으로 추정된다.

참고로, 알루미늄 판, 박, 압출품 등 알루미늄 가공품 압출샷쉬 347,800 톤으로서 총 1,563,620 톤에 달한다. 수요는 2018년도에 판 1,046,000 톤, 박 169,820 톤,

Table 1. Demand and supply of major commercial non-ferrous metal ingots in Korea (unit: 1,000 ton)

Year		2014	2015	2016	2017	2018	Producer's Capacity
Electric Copper	Demand	742.5	724.3	772.8	750.4	703.0	LS-Nikko Copper Co.: 680 Korea Zinc Co.: 25 Sum: 705
	Export	189.5	280.1	251.5	221.9	230.0	
	Sum	932.0	1,004.4	1,024.3	972.3	933.0	
Aluminum	Production	600.3	644.6	644.8	663.3	665.0	Primary Ingot: None
	Import	331.7	359.8	379.5	309	268.0	
	Sum	1,490.5	1,512.3	1,655.3	1,621.4	1,456.5	
Zinc	Demand	1,400.5	1,435.8	1,561.7	1,488.2	1,242.9	Korea Zinc: 700 Youngpoong Inc: 360 Sum: 1,060
	Export	90.0	76.6	93.6	133.2	213.6	
	Sum	1,490.5	1,512.4	1,655.3	1,621.4	1,456.5	
Lead	Demand	506.1	480.5	495.4	491.4	466.0	Korea Zinc: 500 Secondary Lead: 404 (Sangshin 96, Danseok 72, Jungil 48, Whachang 45, Others: 143) Sum: 904
	Export	424.1	528.4	572.8	534.0	596.0	
	Sum	930.2	1,008.9	1,068.2	1,025.4	1,062.0	
Nickel	Production	867.6	940.2	1,009.1	961.9	1,000.0	Korea Nickel Co.: 32 Ener-Teck. : 6 SNNC : 54(Fe-Ni) Sum : 92
	Import	62.6	68.7	59.1	63.5	62.0	
	Sum	930.2	1,008.9	1,068.2	1,025.4	1,062.0	
Tin	Demand	551.0	572.1	565.5	597.2	609.0	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Export	264.7	256.6	380.3	338.9	336.5	
	Sum	815.7	828.7	945.8	936.1	945.5	
Magnesium	Production	634.7	656.5	812.5	806.6	801.0	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Import	181.0	172.2	133.3	129.5	144.5	
	Sum	930.2	1,008.9	1,068.2	1,025.4	1,062.0	
Nickel	Demand	77.5	74.8	90.3	96.0	103.7	Korea Nickel Co.: 32 Ener-Teck. : 6 SNNC : 54(Fe-Ni) Sum : 92
	Export	4.4	9.7	16.0	7.9	6.6	
	Sum	81.9	84.5	106.3	103.9	110.3	
Tin	Demand	14.0	13.4	14.1	12.8	13.7	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Export	1.0	1.0	1.0	0.7	0.8	
	Sum	15.0	14.4	15.1	13.5	14.5	
Magnesium	Demand	25.4	26.1	25.5	25.8	24.4	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Export	-	0.1	0.2	0.2	0.2	
	Sum	25.4	26.2	25.7	26.0	24.6	
Magnesium	Production	13.4	12.2	11.3	11.6	11.8	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Import	12.0	14.0	14.4	14.4	12.8	
	Sum	25.4	26.2	25.7	26.0	24.6	

*Demand는 domestic demand를 나타냄.

*Ni은 Fe-Ni을 포함한 수치임.

*출처: 한국비철금속협회 및 관세청 2018년 자료

2.3. 아연

아연은 2011년 고려아연과 (주)영풍의 설비확장으로 94만 톤/년의 생산용량을 갖춘 이래 생산량이 매년 86만 톤 이상을 꾸준히 유지하고 있으며, 2018년에는 1,000,000 톤을 생산하였다. 이 중 국내 수요는 466,000 톤이고, 나머지는 수출함으로써 국내 비철금속 중에 유일하게 생산량의 절반 이상을 수출하고 있다. 국내에서 아연 수요의 대부분은 도금강판을 비롯한 일반 도금용으로 사용되고 있다.

2.4. 연(鉛)

연은 대부분이 납축전지용으로 사용되고 있다. 2014년 국내 수요는 551,000 톤이었으며 생산이 634,700 톤이었는데, 국내 자동차 산업의 호황으로 인해서 국내 연 수요가 꾸준히 증가하여 2018년도에는 생산량이 801,000 톤에 달하였다. 이와 같은 수요 증가에 따라 전기연은 물론 재생연의 생산능력도 꾸준히 증가하여 2014년도에는 재생연의 경우 전년도에 비해 생산이 70% 가량 늘어난 340,000 톤을 생산하였다. 2018년도 연의 수요는 내수용 609,000 톤, 수출용 336,500 톤을 기록하였으며, 생산 실적으로는 전기연 411,000 톤, 재생연 약 390,000 톤으로 총 801,000 톤을 기록하였다. 향후에도 국내 폐자동차에서 납축전지의 발생량이 늘어날 것으로 예상되므로 재생연의 생산량은 더 늘어날 것

으로 전망된다.

2.5. 니켈

니켈의 경우 중국을 비롯해서 세계적으로 스테인리스 스틸 생산이 증가하여 원자재인 Ni과 Fe-Ni의 공급이 부족하였고 가격 폭등을 겪었으나, 포스코에서 니켈 제련사업을 시작하여 전남 광양에 (주)에스엔에스(SNNC)를 설립하고 Fe-Ni 제조(Ni 20 % 기준) 공장을 가동하여 공급의 안정성을 다소 회복하였으며, 2014년도에 생산설비를 증설하여 연간 5만4천 톤 규모의 생산능력을 갖추었다. 2018년도 니켈 수요는 내수용이 103,730 톤, 수출용이 6,570 톤이었다. 공급은 국내생산 56,500 톤과 수입량 53,800 톤이었는데, 국내생산량은 유틸리티용이 12,000톤, Fe-Ni이 44,500 톤이며, 수입량은 니켈괴가 29,300 톤, Fe-Ni 24,500 톤으로서 2018년도 국내 니켈 수요는 Fe-Ni이 62.5 %를 점유하고 있다.

2.6. 주석

주석은 철도금 재료로 사용되는 양이 제일 많고(약 40 % 추정), 납땜재료, 청동, 베어링합금재료 등으로 사용된다. 국내는 주석 생산량은 없으며 수요를 전량 수입에 의존하고 있는데, 국내 수요가 연간 14,000톤 내외로 일정하며 2018년도 수요는 약 14,500 톤이었다.

Table 2. Exports and imports of major non-ferrous metals in Korea (unit: 1,000 ton)

Scraps	Year	2014	2015	2016	2017	2018
Copper	Export	652.7	709.4	686.6	695.5	692.4
	Import	883.3	908.9	987.3	909.0	855.6
Aluminum	Export	776.3	817.0	801.4	882.5	1,022.6
	Import	2,620.9	2,674.9	2,710.3	2,860.0	2,829.8
Zinc	Export	450.3	550.4	589.9	551.9	610.8
	Import	72.3	79.6	71.3	73.9	69.6
Lead	Export	267.3	260.4	385.2	343.9	357.7
	Import	202.4	196.7	153.7	154.4	167.2
Nickel	Export	13.9	16.2	23.1	16.6	12.4
	Import	45.6	45.0	62.0	55.4	56.6
Tin	Export	2.2	2.1	2.2	1.9	2.0
	Import	16.2	15.7	16.8	15.3	15.8
Magnesium	Export	3.3	2.9	3.1	4.0	3.9
	Import	25.5	26.1	25.6	25.8	24.6

2.7. 마그네슘

마그네슘도 알루미늄과 같이 국내에서 제련을 하지 않으므로 국내 마그네슘 일차지금은 전량 수입에 의존하고 있으며, 마그네슘 성형품 가공 공정에서 발생하는 상당량(약 50%)의 스크랩을 재활용하여 재생지금을 일부 생산하고 있다. 마그네슘은 핸드폰이나 노트북 PC 케이스용으로 수요가 증가하였으며, 최근에는 자동차 경량화 소재로 주목을 받고 스티어링휠, 폴리 등 부품으로 용도 개발되면서 수요 증가가 예상되었는데 아직까지는 자동차 부품에서의 수요가 기대에 미치지 못하고 있는 실정이다. 국내 수요는 전자부품 수요가 꾸준히 증가하여 2014년 25,400 톤을 생산하였으며, 최근 5년간은 큰 변동없이 2만6천 톤 내외로 일정하게 유지되고 있다. 마그네슘 잉곳트의 공급은 수입 잉곳트가 약 1만4천 톤이고, 마그네슘 제품 생산공장에서 발생한 스크랩을 재활용한 재생지금이 1만2천톤 정도이다. 2018년에는 수입 잉곳트가 12,800 톤이고 재생지금은 약 11,800 톤 정도로서 전년도에 비해 다소 감소하였는데, 이는 자동차 부품업계에서의 수요가 줄어든 데 기인하는 것으로 보인다.

3. 스크랩 리사이클링 현황

한국무역협회 자료에 근거하여 한국비철금속협회에서

집계한 최근 5년간 주요 비철금속 스크랩의 수출입 동향을 Table 3에 요약 정리하였다⁸⁾. 이 표를 보면 알루미늄, 동 및 연 스크랩은 상당량을 수입에 의존하고 있으며, 아연과 주석 스크랩은 수입량이 미미하고, 니켈과 마그네슘 경우에는 1, 2천 톤 규모의 소량을 수입하고 있음을 알 수 있다. 알루미늄스크랩은 주로 재생지금 제조에 사용하고, 동스크랩은 주로 신동제품 제조에 쓰이며, 연스크랩은 재생 연괴 제조에 사용된다.

국내 비철금속의 리사이클링은 금속과 제조공정 및 금속제품 가공단계에서 발생하는 스크랩 등을 원료로 사용하여 재생지금을 생산하는 리사이클링과 폐기물부터 비철금속을 회수하는 리사이클링이 있다. 여기서는 두 가지를 모두 고려하여 리사이클링 현황을 검토하였으며, Table 1의 수급통계와 Table 3의 스크랩 수출입 통계를 참조하여 리사이클링율(Recycling Ratio: R.R.)을 국내수요량 대비 재생지금생산량으로 추정 계산하였다(R.R. ≡ 재생지금생산량/국내수요량 × 100%).

3.1. 동 스크랩

동 스크랩과 동합금 스크랩은 사용이 끝난 폐전선이나 신동품으로부터 회수되는 것이 대부분이다. 동 스크랩은 재용해와 정련과정을 거쳐서 주로 신동품 제조에 재활용되거나 동제련 공정에서 냉각재로 사용되고 있다. 동합금 스크랩은 재용해하여 신동품이나 주물제품으로

Table 3. Domestic exports and imports of major non-ferrous metal scraps (unit: ton)

Scraps	Year	2014	2015	2016	2017	2018
Copper	Export	85,669	71,322	82,297	96,775	77,824
	Import	298,547	289,657	273,627	331,027	338,651
Aluminum	Export	10,977	14,624	22,240	17,187	13,432
	Import	801,210	745,958	715,173	797,173	773,566
Zinc	Export	3,695	2,242	1,215	564	264
	Import	10	127	163	360	473
Lead	Export	-	-	-	-	21
	Import	10,237	13,620	5,270	5,209	6,776
Nickel	Export	7,489	8,429	7,102	7,294	7,619
	Import	676	1,358	1,048	1,389	2,123
Tin	Export	35	68	241	246	182
	Import	30	32	85	85	115
Magnesium	Export	1,752	772	473	308	1,018
	Import	73	17	530	1,243	1,856

사용된다.

국내 동 스크랩 발생량은 대략 120,000 톤으로 추정된다. 종류별로는 스크랩 발생원과 육안 선별로 등급을 구분하는데, 상급동 30,000 톤, 중급동 30,000 톤, 저급동 30,000 톤, 기타 30,000 톤 정도로 추정된다³⁾. 또, 동스크랩을 수입하여 재생지금을 생산하는데, 스크랩 수입량은 2013년까지는 연간 200,000 톤 수준이었으나 지난 2014년부터 수입량이 증가하기 시작하여 2014년도에 298,547 톤을 기록하였으며, 2018년도에는 338,651 톤을 수입하였다. 스크랩 수집업체는 약 1,000 개사 정도가 있으며, 이중 규모가 다소 큰 대상(도매상)은 약 100개 사로서 성진리사이클링 22,000 톤, 비에이치산업 22,000 톤 등이 있다. 수요업체로는 LS-Nikko 동계련이 약 50,000 톤을 소비하고 있는데 계련시 PS 전로의 냉각제로 사용하고 있으며, 동가공업체로는 풍산, 대창공업, 일진, 능원금속 등 공업용 파이프나 동박 제조업체와 봉(rod) 생산업체인 선진금속 및 중소 전선업체 등이 있다. 일부 잡피선과 저품위 합금 스크랩을 중국 등으로 수출하기도 한다.

Table 1의 전기동 수급자료와 Table 3의 스크랩 수입량을 기준으로 2018년 국내 동스크랩 리사이클링율을 추정 산출해보면, 국내 발생 동스크랩량 120,000 톤/년이고 수입스크랩이 338,651 톤인데 이 중 금속회수율을 80 %로 가정하면 재생 동 생산량이 366,920 톤이 된다. 그리고, 국내 동 수요는 전기동 933,000 톤이고, 전선용을 제외한(새 전선용은 대부분 전기동을 사용하므로 제외시켰음) 신동품 수요가 532,700 톤이므로 총 수요는 1,465,700 톤이다. 따라서, 리사이클링율은 25.0 % (366,920톤/1,465,700톤 = 0.250) 정도로 추산된다.

3.2. 알루미늄

알루미늄은 1차 지금 제조에 소요되는 에너지의 약 10 % 미만으로 2차 지금을 생산할 수 있기 때문에 재활용이 용이한 금속 중 하나이다. 알루미늄스크랩은 재활용하여 재생 알루미늄괴를 생산하거나 펠릿 형태의 제강용 탈산제를 제조하는 데 사용하고 있다. 재생 알루미늄 및 합금괴는 새시(sash)나 각종 기계부품, 주물용 등으로 재활용되고 있다. 알루미늄 폐캔과 같은 경우에는 EPR 대상품목이기 때문에 한국환경공단에서 리사이클링에 관한 통계를 작성함으로써 비교적 정확한 통계를 알 수가 있지만, 일반 스크랩의 경우에는 규모가 큰 20여개의 재생알루미늄 제조업체 외에 140여개

사에 이르는 중소 재생업체의 생산량을 일일이 파악하기가 어려운 점이 있다. 발생하는 형태가 뚜렷한 알루미늄스크랩의 경우 수거만 되면 재활용에는 별 문제가 없다. 규모가 큰 재생업체에서는 주로 반사로를 사용하여 스크랩을 용해하고 소규모업체에서는 도가니로를 사용하는 곳도 많다.

Table 3에 나타낸 바와 같이 2018년도 알루미늄스크랩 수입량은 773,566 톤이다. 이 스크랩들로부터 약 70 %의 금속을 회수한다고 추정하면 재생 지금 또는 합금 양이 541,496 톤으로 계산된다. 여기에 기존 중소 알루미늄스크랩용해업체에서 생산되는 약 100,000 톤을 합하면 2018년도 국내의 재생 알루미늄량은 641,496 톤으로 추산된다. 이 양을 Table 1에 기록한 잉곳 수입량 1,456,500 톤과 합산하면 국내 알루미늄 잉곳 총 수요는 2,097,996 톤으로 계산된다. 따라서, 국내수요 대비 리사이클링율은 약 30.6 % (641,496/2,097,996 = 0.306)으로 추정된다.

재생업체는 크게 알루미늄 합금괴 생산업체와 제강용 탈산제업체로 구분된다. 주요 재생 알루미늄합금괴 생산업체로는 삼보산업, 우신금속, 아진금속 등이다. 제강용 탈산제업체로는 알텍스, (주)포스코엠텍과(생산능력 각각 70,000 톤, 50,000 톤 규모) 몇몇 중소기업가 있다.

3.3. 아연

아연은 주로 강판, 강봉 등에 도금하여 사용하는 용도가 제일 많고, 다음으로 동합금인 황동(Zn 30 ~ 40 %)에 사용되기 때문에 아연 스크랩 단독으로 발생하는 양이 거의 없어서 구체적인 리사이클링 통계치를 파악하기가 어렵다. 산화아연 제조 시에 아연 드로스를 포함한 아연 스크랩을 사용하여 증류아연을 생산하고 있는데 정확한 통계는 보고되지 않고 있다. 국내 아연 스크랩 수입량은 Table 3에서 보듯이 2018년에 473 톤이었는데, Table 1의 동년 국내 아연 잉곳 생산량 1,000 천톤을 고려하면 아연 스크랩 단독의 재활용 양은 미미한 수준이다.

국내에서는 아연의 50 % 이상이 아연도금강판과 일반 도금용으로 사용되기 때문에 철스크랩을 주원료로 사용하는 제강용 전기로에서는 상당량의 아연을 함유하는 분진(EAF Dust)이 발생된다. 전기로 제강분진 중에는 아연을 포함하여 Fe, Ca, Mn, Pb 등이 함유되어 있으며 건식 및 습식법으로 처리하여 아연을 회수하고 있다. 건식법으로는 킬른을 사용하는 Waelz법⁴⁾이 널리

보급되어 있으며, 습식법으로는 제강분진을 황산이나 염산으로 침출하여 철 및 불순물을 제거한 후 조산화 아연으로 회수하고 있다. 아연 제련소에서는 TSL로 (AUSMELT)를 이용하여 침출잔사 중에 함유되어 있는 아연을 산화아연의 형태로 회수하여 침출공정에서 사용하고 있다.

연간 40만 톤 이상 발생되고 있는 제강분진(Zn 품위 약 28 %)으로부터 연간 10만 톤 이상의 조산화아연(ZnO 품위: 60~67 %)을 생산할 수 있기 때문에 2013년부터 (주)베페사징크코리아(Befesa Zinc Korea Co.)에서 Waelz Kiln Process에 기초한 HKZ Process를 개발하고 이를 사업화하였다¹⁰⁾. 또, 2014년부터는 영국의 Zinc Co. (Inc.)가 한국철강협회 보통강 제강사들로부터 10년간 제강분진을 공급받는 조건으로 국내에 (주)징콧코리아(Zincox Korea Co. (Inc.))를 설립하여 이 두 회사에서 전기로 제강분진으로부터 조산화아연을 제조하는 사업을 시작하였다¹¹⁾. 이 두 회사 모두 경상북도 경주시 천북일반산업단지에 위치해 있는데 현재 (주)베페사징크코리아에서 연간 45,000 톤, (주)징콧코리아에서 연 60,000 톤 규모의 생산 설비를 갖추고 있다고 한다. 그리고 2017년도에는 멕시코 자본이 공동출자한 (주)글로벌스틸더스트코리아(GDSK) 사에서도 연간 30,000톤 규모의 조산화아연 생산을 목표로 제강분진처리 공장을 착공하였다고 보도되었다¹²⁾. 아직까지 이들 업체들의 생산실적이 구체적으로 발표되지 않고 있으나 향후 제강분진의 리사이클링은 활발히 진행될 것으로 기대된다. 현재는 제강더스트 원료 확보가 문제점으로 대두되고 있다.

3.4. 연

연의 용도가 대부분 납축전지이고, 그 외에도 관이나 판 등으로서 다른 금속 성분이 적은 납스크랩은 수거되는 전량을 재활용하고 있다. 수집된 폐 납축전지는 파쇄·분리·세척 공정을 거쳐서 큐폴라 등으로 용융한 후 정련을 하거나 합금화하여 순연이나 합금연으로 재활용하고 있다.

연 스크랩 국내 수입량은 Table 3에서 보듯이 2018년에 7,619 톤이었는데, Table 1의 동년 국내 연 잉곳트 생산량 801,000 톤을 고려하면 연 스크랩 재활용 양은 미미한 수준이다.

국내 재생연업체는 자동차 산업의 발달에 힘입어서 최근 4~5년 사이에 생산능력을 크게 증가하여 2014년부터 생산용량이 약 404,000 톤에 이르렀다. 업체별로

는 상신금속 96,000 톤, 단석산업 72,000 톤, 중일 48,000 톤, (주)화창 45,000 톤과 기타업체 143,000 톤 등으로 파악된다.

연의 경우에는 한국비철금속협회에서 1차지금과 재생연 지금 생산을 구분하여 집계함으로써 재활용 통계를 가장 정확히 산정할 수 있는 품목이다. 2018년도 연 생산은 801,000 톤이었으며, 국내 생산량은 고려아연의 전기연이 약 411,000 톤이고 재생연 생산이 약 390,000 톤으로 집계되었다. 따라서, Table 1에 나타난 국내 총 수요를 기준한 재생연의 리사이클링률 추산치는 41.2%이다 ($390,000/945,500 = 41.2$).

3.5. 니켈

니켈은 대부분 스테인리스 스틸 제조시 합금원소로 사용되며 이 외에 화학 플랜트 탱크용기 등으로 사용되기 때문에 니켈 덩어리로서의 스크랩 발생량이 별로 없을 뿐만 아니라 순수한 니켈괴로 직접 재생하기가 어렵다. 또한, 아직 국내에서 니켈만을 재생하는 업체가 없기 때문에 재활용 통계를 파악하기가 어렵다. 다만, 수입 스크랩을 재활용한 것으로 추정하여 리사이클링율을 추정해 볼 수 있는데, 니켈 스크랩의 국내 수입량은 Table 3에서 보듯이 2018년에 2,123 톤으로서 Table 1에 나타난 페로니켈을 포함한 니켈 잉곳트 국내수요 대비하여 리사이클링율이 약 1.9% ($2,123/110,300 = 0.019$)으로 추정된다.

한편, 니켈 함유 폐기물로부터 니켈을 회수하기 위한 기술개발과 노력이 꾸준히 진행되고 있다. 주요 니켈 함유 폐자원으로는 석유탈황 폐촉매와 Ni-Cd 폐전지 및 스테인리스 스틸 산세 폐액이나 도금폐수 처리오니 등이 있다. 니켈-카드뮴 폐전지 경우에는 니켈 55%, 코발트 1.82%, 카드뮴 486 ppm 정도 되는데, 이를 건식, 습식법을 혼합하여 황산니켈로 회수하고, 다시 니켈 금속으로 분리·회수 할 수도 있지만 건식처리를 위주로 하여 Fe-Ni로 제조하기도 한다.

3.6. 주석

주석은 주로 철강 표면의 도금재료와 납땀재료 등 합금재료로 사용되고 있기 때문에 주석 단독으로 발생하는 스크랩이 거의 없어서 재생 주석으로 재활용되는 양이 적고, 재활용 통계 또한 파악하기가 어렵다. 주석 스크랩의 국내 수입량 또한 Table 3에서 보듯이 2018년에 115 톤으로서 동년의 국내 주석 수요 14,500 톤에 비하여 재활용 양이 미미한 수준이다.

3.7. 마그네슘

마그네슘은 알루미늄과 합금으로 사용되는 양이 제일 많고, 또 알루미늄합금의 첨가제로 사용되는 것이 대부분이기 때문에 폐마그네슘 단일 스크랩으로의 발생량이 별로 없다. 이에 따라 폐마그네슘 제품으로부터 마그네슘을 회수하여 재활용한 통계는 집계되지 않고 있다.

마그네슘 스크랩의 수입량은 2018년 1,856 톤으로서 동년 국내 잉곳트 생산량 11,800 톤 중 약 15.7 %를 차지하고 있다. 또, 국내 다이캐스팅업체 등에서 공정 중에 발생하는 마그네슘 스크랩을 재활용하여 재생마그네슘을 상당량 생산하고 있다. 재생마그네슘 생산업체는 (주)HMK, (주)신화, (주)CMT, KMI, (주)한국 LMTech 등 5개 업체로서, 이들 재생업체의 생산능력은 약 22,000 톤 정도이다. 2014년에 13,400 톤의 재생마그네슘을 생산하였으나, 최근에 자동차 부품업체에서 마그네슘의 수요가 기대에 미치지 못하였고 그에 따라 재생마그네슘 생산도 11,800 톤으로 감소하였다. 따라서, Table 1에 나타난 2018년 국내수요 대비 재생마그네슘 비율은 약 48.0 % ($11,800/24,600 = 48.0$) 정도로 추산된다.

한편, 마그네슘 합금 스크랩에는 10 % 전후의 알루미늄과 기타원소로 아연, 망간 등이 함유되어 있는데, 이러한 합금스크랩으로부터 용융하여 감압증류법으로 순 마그네슘을 얻는 기술보기도 있다¹³⁾. 마그네슘은 용융점이 650 °C 정도로 비교적 낮기 때문에 용해가 잘 되고 재활용이 용이한 편이나, 산화성이 강하기 때문에 용해 및 주조 시 발화되지 않도록 주의해야 한다. 따라서 용해 및 주조 시 마그네슘 용탕 표면의 산화를 방지하기 위하여 염화물 또는 불화물 플럭스를 사용하거나 SF₆, CO₂ 등의 보호가스를 용탕 표면에 불어주어 공기와의 접촉을 방지시킨다.

4. 결 론

수량 면에서 많이 사용되고 산업적으로도 중요한 동, 알루미늄, 아연, 연, 니켈, 주석 및 마그네슘과 같은 7종의 범용 비철금속에 대하여 국내의 수급현황을 조사하고 스크랩들의 재활용율을 추정 산출하여 보았다. 조사 결과 2018년 이들 비철금속의 재활용율이 동 25.0 %, 알루미늄 30.6 %, 연 41.2 %, 니켈 1.9 %, 마그네슘 48 % 로 산출되었다. 다만, 아연과 주석의 경우는 단일 스크랩으로 발생하는 경우가 거의 없어서 재활용율을 추산하기가 어려운 문제점이 있었다.

그간 비철 금속 리사이클링에 종사하는 업체들 간에 기술교류와 정보교환이 다소 부족하여 리사이클링에 관한 통계를 작성하는 데 매우 큰 어려움이 있었으나, 십수 년 전부터 한국비철금속협회에서 상용 비철금속들의 국내 수급 현황을 조사, 발표하고 있으며, 한국자원리사이클링학회에서 국내 주요 범용 비철금속에 대하여 3 ~ 5년 단위로 재활용율을 추정 발표하는 등 관련 단체의 노력이 있었다. 국내 비철금속의 수요는 향후에도 증가할 것으로 전망되고 이에 따라 스크랩의 발생량도 증가할 것이다. 비철금속의 리사이클링을 향상시키기 위해 서로라도 이러한 조사 연구가 꾸준히 지속되기를 바라며, 본 조사 연구가 국내 비철금속 관련 산학연 관계자 분들께 조금이나마 도움이 되기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 2018년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 융합연구단 사업(No. CRC-15-06-KIGAM)의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 심심한 사의를 표합니다. 아울러, 국내 범용 비철금속의 수급통계 정리 등 자료 이용에 편의를 제공해 주신 한국비철금속협회에도 깊은 감사를 드립니다.

References

1. Jae-Hyun Oh, Mi-Sung Kim, and Hee-Duck Shin, 2003 : Recycling of Non-Ferrous Metals, Journal of the Korean Institute of Resources Recycling, **12**(4), pp.3-19.
2. Hyungkyu Park and Heeduck Shin, 2009 : Current Status on the Recycling of Domestic Non-Ferrous Metal Scraps, Journal of the Korean Institute of Resources Recycling, **18**(1), pp.52-57.
3. Hyungkyu Park, 2013 : Survey on the Recycling of Domestic Commercial Non-Ferrous Metal Scraps, Journal of the Korean Institute of Resources Recycling, **22**(6), pp.81-86.
4. Hyungkyu Park and Hosang Sohn, 2015 : Current Status on the Recycling of Domestic Major Non-Ferrous Metal Scraps, Journal of the Korean Institute of Resources Recycling, **24**(5), pp.72-79.
5. Korea Customs Service, 2018 : Trade Statistics for Export/Imports, www.customs.go.kr
6. Korea Nonferrous Metal Association (KONMA), 2018: Demand and Supply of Non-Ferrous Metal Ingots of Korean Markets in recent years (2014-2018), www.nonferrous.or.kr

7. KONMA, 2018 : Prospection on the Demand and Supply of Non-Ferrous Metals of Korean Markets in 2019, www.nonferrous.or.kr
8. KONMA, 2018 : Domestic Exports and Imports of Non-Ferrous Metals (2014-2018), www.nonferrous.or.kr
9. KONMA, 2018 : Domestic Exports and Imports of Non-Ferrous Metal Scraps (2014-2018), www.nonferrous.or.kr
10. Jae-Hong Yoon, 2013 : Design/Construction and Production Special Quality Evaluation of Waelz Kiln Plant for Recycling of Electric Arc Furnace Dust, Digest of the 2013 Fall Meeting and 41th Conference of the Korean Institute of Resources Recycling, Kintex, Ilsan, Sep. 5-6, 2013, pp.3-4.
11. Korean Institute of Resources Recycling, 2014 : 2014 Korean Recycling Fact, pp.298-301.
12. Korea Metal Journal 2017 : Metal World (in Korean), Aug. 2017, pp.24-25.
13. Chang-Hyun Wi, Seong-Hun Hong, and Byung-Don You, 2010 : A Study on the Evaporation of Magnesium Alloy (AM50) Scrap Melt under Reduced Pressure, Kor. J. Met. Mater. **48**(3), pp.241-247.

박 형 규

- 한국지질자원연구원 DMR융합연구단 책임연구원
 - 당 학회지 제15권 2호 참조
-

강 정 신

- 한국지질자원연구원 선임연구원
 - 당 학회지 제26권 3호 참조
-

이 태 혁



- 충남대학교 신소재공학과 공학박사 취득 (2016년)
 - 현재 한국지질자원연구원 선임연구원
-

이 진 영

- 한국지질자원연구원 책임연구원
 - 당 학회지 제22권 1호 참조
-

김 영 민

- 포항공대 신소재공학과 공학박사 취득(2005년)
 - 한국재료연구소 책임연구원
 - 현재 한국지질자원연구원 DMR융합연구단 파견근무중
-