

국내 범용 비철금속 스크랩의 리사이클링 현황

박형규 · 손호상

한국지질자원연구원, *경북대학교

Current Status on the Recycling of Domestic Major Non-ferrous Metal Scraps

Hyungkyu Park and Hosang Sohn

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources
*Kyungpook National University

요 약

비철금속은 종류가 많아서 비철금속 전반에 걸친 리사이클링 현황을 파악하기에는 분량이 너무 방대하기 때문에 개별 금속에 대해서는 리사이클링 현황이 조사 보고되었지만 비철금속 스크랩 전반에 대해서는 통계자료가 아직 공식적으로 발표되지 않고 있다. 본 고에서는 상용 비철금속인 동, 알루미늄, 아연, 연, 니켈 및 마그네슘에 대하여 최근 몇년(2010-2014년) 간의 국내 수요, 생산량과 스크랩에 대한 리사이클링 현황을 조사하고 이를 토대로 리사이클링율을 추정하였다.

주제어 : 범용비철금속, 수요, 공급, 스크랩, 재활용

Abstract

Since there are many kinds of non-ferrous metal, it is difficult to investigate the current status on the recycling of all the non-ferrous metals. Therefore, the survey is confined to some commercially important non-ferrous metals such as copper, aluminum, zinc, lead, nickel and magnesium in this article. Domestic demand and production of these non-ferrous metals in recent years (2010-2014) and recycling ratio of the scraps are estimated briefly here.

Key words : major non-ferrous metals, demand, production, scraps, recycling ratio

1. 서 론

비철금속은 종류가 많아서 비철금속 전반에 걸친 리사이클링 현황을 모두 파악하기에는 조사할 내용이 너무 방대하기 때문에 많은 어려움이 있으나, 지난 2003년 당 학회지에 상용 비철금속인 동, 아연, 연, 알루미늄

및 니켈에 관한 국내 수요 및 생산량과 리사이클링 현황이 조사 발표¹⁾된 이래로, 2009년 및 2013년에 이들 5개 금속 외에 마그네슘을 추가하여 리사이클링 현황을 추가 발표하였다.^{2,3)} 본 고에서는 이들 6개 범용 비철금속에 대하여 최근 2010-2014년의 국내 수요 및 생산량을 조사하였고, 이들 비철스크랩 수출입 동향을

· Received : September 1, 2015 · Revised : October 1, 2015 · Accepted : October 12, 2015

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

Mineral Resources Research Division, Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources, 124 Gwahang-no, Yuseong-gu, Daejeon, 34143 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.

조사하였다. 이를 통하여 개략적으로나마 국내 범용 비철금속의 스크랩 재활용률 등 재활용 현황과 최근의 재활용 기술동향 등을 보고하고자 한다.

2. 국내 수요

Table 1에 2010년부터 2014년까지 최근 5년간의 주요 비철금속 일차지금의 수급동향을 요약하였다. 이 표는 주로 한국비철금속협회의 통계자료⁴⁾에 근거하여 작성한 것이다. 국내 비철금속 주요 품목별 지금 생산능력은 2014년도에 전기동 705천 톤/년, 아연 940천 톤/년, 연 704천 톤/년(전기연: 300천 톤, 재생연: 404천 톤), 니켈 92천 톤/년이며, 마그네슘은 약 22천 톤/년 정도로 추정된다. 내수 대비 국내생산량을 나타내는 국내 자급율은 2014년도에 전기동 80.8%, 아연과 171.4%, 연과 115.2%, 니켈 42.5% 수준이며, 알루미늄과 마그네슘 경우에는 국내에서 일차지금을 생산하고 있지 않다. 10인 이상 기업체로서 이들 비철금속 생산에 종사하는 사업체수는 약 170여개이며, 종사자수는 약 7,200 명이고 매출액은 21조 원 정도로 보고되었다.³⁾

2.1. 전기동

국내 전기동 생산은 LS-Nikko 동계련이 2014년에 약 59만 톤을 생산하였으며, 이외 고려아연이 아연 제련 부산물에서 약 1만3백 톤을 생산하였다. 전기동 수요는 전선산업이 포화상태에 있고 광섬유산업이 성숙단계에 진입하고 있는 상황으로서 수요의 80%는 전선업계에서 사용되고 있다. 동 가공산업도 전기·전자 및 반도체 등 수요산업의 호조로 지속적인 증가가 예상된다. 전기동의 경우 국내 자급도가 약 80% 수준으로(Table 1의 생산/내수 = 600,300/723,500) 국내생산이 부족하기 때문에 공급은 수요업체와의 장기계약 공급이 주를 이루며 수출은 일부에 한정되어 있다.

참고로, 동합금판, 동관, 동봉 등 신동 제품 수요는 2014년도에 동 및 동합금판 215,519 톤, 동관 128,363 톤, 동봉 260,208 톤을 기록하였으며 총 604천 톤 정도이다.

2.2. 알루미늄

알루미늄 일차지금은 전량 수입에 의존하고 있다. 알루미늄 피의 내수는 2012년에 알루미늄 압연업체의 생산증가로 지금 수요가 1,429천 톤에 이르렀는데, 이 수요가 지속적으로 유지되어 2014년도에 일차지금 수요

가 1,490,500 톤으로 집계되었다.

또, 알루미늄제품 가공업체에서 수입 알루미늄스크랩을 구입하여 알루미늄피와 함께 용해하여 사용하는데, 실제 2014년도에는 알루미늄스크랩 수입량이 사상 최대치로서 801,200 톤을 수입하였다.⁵⁾ 이 수입 스크랩으로부터 약 70%의 금속을 회수한다고 하면 재생 지금 또는 합금량이 560.8천 톤으로 추산된다. 이 외에 기존 중소 알루미늄스크랩용해업체에서 생산하는 알루미늄지금도 10만 톤 이상으로 추정되므로, 이들을 합하면 2014년도 국내의 재생 알루미늄 생산량이 660.8천 톤 정도로 추정된다. 따라서 국내 알루미늄 수요는 Table 1에 기록한 인곳 1,490,500 톤과 국내생산 재생지금 660,800 톤을 합하여 약 2,151,300 톤으로 추정된다.

2.3. 아연

아연생산은 2011년 고려아연과 (주)영풍의 설비확장으로 년산 940천 톤의 생산용량을 갖춘 이래 생산량이 매년 80만 톤 이상을 유지하고 있으며, 2014년도에도 867,600 톤을 생산하였다. 이 중 국내 수요는 55만1천 톤이고, 나머지는 수출함으로써 국내 비철금속 중에 유일하게 생산량의 절반 가까이를 수출하고 있다. 아연 국내 수요의 경우 도금강판용 및 일반 도금용으로 사용되는 것이 대부분이다.

2.4. 연 (鉛)

연의 수요는 대부분이 납축전지용으로서, 국내 수요는 2010년도에 479,900 톤이었으며 생산이 321,400 톤이었는데 국내 자동차 산업의 호황으로 인해서 국내 연 수요가 꾸준히 증가하여 2014년도에 815,700 톤에 달하였다.

이러한 수요 증가에 따라 전기연은 물론 재생연의 생산능력이 꾸준히 증가하여 2014년도에는 재생연의 경우 전년도에 비해 생산이 38% 가량 늘어났다. 2014년도 실적으로 전기연 294,700 톤, 재생연 약 340,000 톤으로 총 634,700 톤이 생산되었다. 연의 수요는 내수는 물론 수출에서도 꾸준히 증가하였으며, 향후에도 국내 폐자동차에서 납축전지의 발생량이 늘어날 것으로 예상되므로 재생연의 생산량이 더 늘어날 것으로 전망된다.

2.5. 니켈

니켈은 포스코는 물론 중국을 위시하여 세계적인 스테인리스 스틸 생산증가로 인하여 원자재인 Ni피와 Fe-

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

Ingot Year		2010	2011	2012	2013	2014	Producer's Capacity
Electric Copper	Demand	827.6	755.3	723.5	719.4	742.5	LS-Nikko Copper Co.: 680 Korea Zinc Co.: 25 Sum: 705
	Export	113.4	156.2	168.8	176.6	189.5	
	Sum	941.0	911.5	892.3	896.0	932.0	
Aluminum	Production	561.6	595.4	609.7	611.4	600.3	Primary Ingot: None Secondary Al: ab. 240
	Import	379.4	316.1	282.6	284.6	331.7	
	Sum	1,318.2	1,318.1	1,429.1	1,429.2	1,490.5	
Zinc	Demand	1,280.8	1,286.5	1,372.2	1,347.8	1,400.5	Korea Zinc: 580 Youngpoong Inc: 360 Sum: 940
	Export	37.4	31.6	56.9	81.4	90.0	
	Sum	1,318.2	1,318.1	1,429.1	1,429.2	1,490.5	
Lead	Production	-	-	-	-	-	Korea Zinc: 300 Secondary Lead: 404 (Sangshin 96, Danseok 72, Jungil 48, Whachang 45, Others: 143) Sum: 704
	Import	1,318.2	1,318.1	1,429.1	1,429.2	1,490.5	
	Sum	479.9	573.9	582.2	643	815.7	
Nickel	Demand	376.8	413.2	398.7	448	551.0	Korea Nickel Co.: 32 Ener-Teck. : 6 SNNC : 54 Sum : 92
	Export	103.1	160.7	183.5	195	264.7	
	Sum	79.6	85.5	84.4	93.7	81.9	
Magnesium	Production	68.5	80.4	79.4	79.2	77.5	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Ni Import	11.1	5.1	5.0	14.5	4.4	
	Fe-Ni Imp.	24.3	24.4	17.1	18.9	19.1	
Magnesium	Demand	26.1	30.5	36.4	44.0	35.4	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Export	1.1	1.2	1.3	4.3	3.5	
	Sum	27.2	31.7	37.7	48.3	38.9	
Magnesium	Production	8.8	10.7	14.9	21.1	13.4	Primary Ingot: None Secondary Mg: 22
	Import	18.4	21.0	22.8	27.2	25.5	
	Sum	27.2	31.7	37.7	48.3	38.9	

*Demand는 domestic demand를 나타냄.

*Fe-Ni은 Ni 24%, 42% 두가지가 주이므로 Ni함량을 33%로 평균한 Ni 환산치임.

*출처: KOTIS 및 한국비철금속협회(www.nonferrous.or.kr) 2014년 자료

Ni의 공급이 부족하여 가격 폭등을 겪었으나, 포스코에서 니켈 제련사업을 시작하여 전남 광양에 (주)에스엔엔시(SNNC)를 설립하고 연간 3만톤 규모의 Fe-Ni(Ni 20%) 제조 공장을 설립하여 공급의 안정성을 다소 회복하였으며, 2013년도에 생산설비를 증설하여 연간 5만 4천 톤 규모의 생산능력을 갖추고 약 5만 톤의 Fe-Ni을 생산하였다. 2013년도에 니켈 수요가 9만3천7백 톤

이었으나, 2014년도에는 수요가 8만1천9백 톤으로 감소하였으며 이 중 32,900 톤을 생산하였다.

2.6. 마그네슘

국내에서는 마그네슘 일차지금을 생산하지 않고 전량 수입에 의존하고 있으며, 마그네슘 성형품 가공 시에 발생하는 스크랩을 재활용하여 재생지금을 생산하고 있다.

2012년도에 포스코에서 일차지금을 시험 생산하였는데 환경부담 문제로 인하여 현재는 제련 조업을 중단하였다. 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 2013년 48,300 톤을 기록하였는데, 2014년도에는 수요가 감소하여 38,900 톤으로 줄어들었으며 재생 지금의 생산량 감소를 초래하였다. 향후 자동차 부품산업분야에서 수요 증대가 요망된다.

3. 리사이클링을 추정

Table 2는 한국비철금속협회 자료와 생산업체의 자료에 근거하여 최근 5년간 주요 비철금속 스크랩의 수출입 동향을 요약 정리한 것이다.⁵⁾ 이 표를 보면 알루미늄, 동 및 연은 상당량을 수입하고 있으며, 아연과 니켈, 마그네슘 경우에는 수입량이 미미함을 알 수 있다. 알루미늄스크랩은 주로 재생지금 제조에 사용하고, 동스크랩은 주로 신동제품 제조에 쓰이며, 연스크랩은 재생연괴 제조에 사용된다.

비철제련업계에서의 리사이클링은 금속 괴 제조공정 및 금속제품 가공단계에서 발생하는 스크랩 등을 원료로 해서 재생지금을 생산하는 리사이클링과 폐기물부터

비철금속을 회수하는 리사이클링이 있다. 여기서는 두 가지를 모두 고려하여 리사이클링 현황을 검토하였으며, Table 1의 수급통계와 Table 2의 스크랩 수출입 통계를 참조하여 리사이클링율(recycling ratio: R.R.)을 국내수요량 분의 재생지금생산량으로 계산하였다.

3.1. 동 스크랩

국내 동 스크랩 발생량은 대략 120,000 톤으로 추정된다. 종류별로는 상급동 30,000 톤, 중급동 30,000 톤, 저급동 30,000 톤, 기타 30,000 톤 정도로 추정된다.³⁾ 또, 동스크랩을 수입하여 재생지금을 생산하는데, 스크랩 수입량은 종래에 연간 200,000 톤 수준이었으나 지난 2011년부터 수입량이 증가하기 시작하여 2014년도에는 298,547 톤에 달하였다. 스크랩 수집업체는 약 1,000개사 정도가 있으며, 이중 규모가 다소 큰 대상(도매상)은 약 100개 사로서 성진리사이클링 22,000 톤, 비에이치산업 22,000 톤 등이 있다. 수요업체로는 LS-Nikko동제련이 약 50,000 톤을 소비하고 있는데 제련시 PS전로의 냉각제로 사용하고 있으며, 동가공업체로는 풍산, 대창공업, 일진, 능원금속 등 공업용 파이프나 동박 제조업체와 봉(rod) 생산업체인 선진금속 및 중소전선업체 등이 있다. 일부 잡피선과 저품위 합금 스크랩을 중국 등으로 수출하기도 한다.

전기동 수급자료와 스크랩 수입량을 기준으로 2014년 국내 동스크랩 리사이클링율을 추정 산출해보면, 국내 발생 동스크랩량 120,000 톤/년이고 수입스크랩이

Table 2. Domestic exports and imports of major non-ferrous metal scraps. (unit: ton)

Scraps	Year	2010	2011	2012	2013	2014
Copper	Export	100,090	84,608	119,105	95,692	85,669
	Import	202,898	263,182	300,708	291,164	298,547
Aluminum	Export	6,414	21,372	12,949	11,023	10,977
	Import	545,692	566,953	641,800	712,110	801,210
Zinc	Export	306	338	526	1,673	3,695
	Import	2,243	2,044	422	174	10
Lead	Export	24	23	115	0	0
	Import	4,426	5,132	15,735	10,351	10,237
Nickel	Export	17,459	6,043	4,440	4,457	7,489
	Import	433	573	374	313	676
Magnesium	Export				1,753	1,752
	Import				14	73

298,547 톤인데 이 중 금속회수율을 80%로 가정하면 재생 동 생산량이 334,800 톤이 된다. 그리고, 국내 동 수요는 전기동 93만2천 톤이고, 신동품 수요가 60만4천 톤이므로 총 수요는 153만6천 톤이다. 따라서, 리사이클링율은 21.8% (334,800톤/1,536,000톤 = 0.218) 정도로 추산된다.

3.2. 알루미늄

알루미늄 폐쇄과 같은 경우에는 EPR 대상품목이기 때문에 한국환경공단⁶⁾에서 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.

전술한 바와 같이 2014년도 알루미늄스크랩 수입량 801,210 톤으로부터 약 70%의 금속을 회수한다고 추정하면 재생 지금 또는 합금양이 560,800 톤으로 계산된다. 여기에 기존 중소 알루미늄스크랩용해업체에서 생산되는 약 100,000 톤을 합하면 2014년도 국내의 재생 알루미늄 양은 660,800 톤 정도로 추정된다. 따라서 국내 알루미늄 수요는 Table 1에 기록한 인곳 1,490,500 톤과 국내생산 재생지금 660,800 톤을 합하여 2,151,300 톤으로 추산된다. 따라서, 국내수요 대비 리사이클링율은 약 30.7% (660,800/2,151,300 = 0.307) 으로 추정된다.

재생업체는 크게 알루미늄 합금과 생산업체와 제강용 탈산제업체로 구분된다. 주요 재생 알루미늄합금과 생산업체로는 삼보산업, 우신금속, 아진금속 등이다. 제강용 탈산제업체로는 알텍스, (주)포스코엘텍과(생산능력 각각 70,000 톤, 50,000 톤 규모) 몇몇 중소기업체가 있다.

3.3. 아연

아연은 주로 강판, 강봉 등에 도금하여 사용하는 용도가 제일 많기 때문에 아연 스크랩 단독으로 발생하는 양이 거의 없어서 구체적인 리사이클링 통계치를 추정하기가 어렵다. 연간 60,000 톤 정도 생산되는 산화아연 제조 시에 아연 드로스를 포함한 아연 스크랩을 사용하여 증류아연을 생산하고 있는 것으로 추정되는데 정확한 통계는 아직 보고되지 않고 있다.

한편, 연간 40만 톤 이상 발생되고 있는 제강분진(Zn 품위 약 28%)으로부터 연간 10만 톤 정도의 조산화아연(ZnO 품위: 60-67%)을 생산할 수 있기 때문에 2013년부터 (주)베페사징크코리아(Befesa Zinc Korea Co.(InC.)), 구명 (주)한국R&M 에서 Waelz Kiln

Process에 기초한 HKZ Process를 개발하고 이를 사업화하였다.⁷⁾

3.4. 연

국내 재생연업체는 자동차 산업의 발달에 힘입어서 최근 4-5년 사이에 생산능력을 크게 증가하여 2014년에 생산용량이 약 404,000 톤에 이르렀다. 업체별로는 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 따로따로 집계하여 발표함으로써 재활용 통계를 가장 정확히 산정할 수 있는 품목이다. 2014년도 연 생산은 815,700 톤이었으며, 국내 생산량은 고려아연의 전기연이 약 294,700 톤이고 재생연 생산이 약 340,000 톤으로서 총 634,700 톤이었다. 따라서, 국내수요를 기준한 리사이클링율 산정치는 41.7%이다(340,000/815,700 = 41.7).

3.5. 니켈

니켈은 대부분 스테인리스 스틸 제조시 합금원소로 사용되고 이 외에 화학 플랜트 탱크용기 등으로 사용되기 때문에 니켈 덩어리로서의 스크랩 발생은 별로 없을 뿐만 아니라 재생 니켈과 자체를 생산하기가 어렵다. 또한, 아직 국내에서 니켈만을 재생하는 업체가 없기 때문에 재활용 통계를 파악하기가 어렵다.

그러나, 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. 이 중 Ni-Cd 폐전지 경우에는 Ni 함량이 약 55% 되는데 Ni를 Fe-Ni로 회수하여 재활용하는 기술이 개발되었다.

3.6. 마그네슘

마그네슘 경우도 대부분 마그네슘 합금으로 사용되고, 또 알루미늄합금의 첨가제로 사용되는 것이 대부분이기 때문에 폐마그네슘 단일 스크랩으로의 발생량이 별로 없고, 이에 따라 폐마그네슘 제품으로부터 마그네슘을 회수하여 재활용한 통계는 집계되지 않았다. 그렇지만 다이캐스팅업체 등에서 공정 중에 발생하는 스크랩을 재활용하여 재생 마그네슘을 상당량 생산하고 있다. 재생마그네슘 생산업체는 (주)HMK, (주)신화, (주)CMT,

KMI, (주)한국LMTech 등 5개 업체로서, 이들 재생업체의 생산능력은 약 22,000 톤 정도이다. 2013년에 21,100 톤의 재생마그네슘을 생산하였으나, 2014년도에는 모바일 폰 부품업체에서의 수요가 기대에 미치지 못하여 국내수요가 전년도에 비해서 줄었고 그에 따라 재생마그네슘 생산이 13,400 톤으로 감소하였다. 따라서, 국내수요 대비 재생마그네슘 비율은 약 34.4% ($13,400/38,900 = 34.4$) 정도로 추산된다.

4. 리사이클링 기술 현황

4.1. 동

동 스크랩과 동합금 스크랩은 사용이 끝난 폐전선이나 신동품으로부터 회수되는 것이 대부분이다. 동 스크랩은 재용해와 정련과정을 거쳐서 신동품이나 전선제조에 재활용되거나 동제련 공정에서 냉각재로 사용되고 있다. 동합금 스크랩은 주로 재용해하여 신동품이나 주물제품의 원료로 사용된다. 시중에서 모아진 동 및 동합금 스크랩에는 철, 니켈, 연, 주석, 아연 등의 여러 가지 원소가 불가피하게 혼입되기 때문에 이러한 불순물 원소를 효율 좋게 제거하는 방법의 개발이 필요하다. 특히 동합금 스크랩으로부터 불순물을 제거하기 위해 불활성 가스를 취입하여 불순물을 기체상으로 분리하려는 연구들이 진행되고 있으나 아직 실용화에는 이르지 못하고 있다.⁸⁾ 철, 연, 아연 등의 경우 산소취입에 의한 산화제거가 유력한 방법이 될 수 있으나 적절한 플럭스의 사용이 필요하다. 용융 황동이나 청동 중의 Pb를 Ca계 화합물로 만들어 부상 분리하는 방법도 보고되었다.⁹⁾ 한편 국내 (주)GRM에서는 전자, 전선, 반도체, 석유화학, 자동차 산업 등에서 발생하는 동스크랩류의 순환자원을 AUSMELT TSL 로에 투입하여 동, 금, 은 등의 유가금속을 회수하고 있다.

4.2. 알루미늄

알루미늄의 경우 1차 지금 제조에 소요되는 에너지의 약 10% 미만으로 2차 지금을 생산할 수 있기 때문에 재활용이 매우 중요한 금속 중의 하나이다. 알루미늄 스크랩은 재용해하여 재생 알루미늄괴를 생산하거나 펠릿 형태의 제강용 탈산제를 제조하는 데 재활용되고 있다. 재생 알루미늄 및 합금괴는 새시(sash)나 각종 기계부품, 주물용 등으로 재활용되고 있다. 발생하는 형태가 뚜렷한 알루미늄스크랩의 경우에는 수거만 되면 재활용에 별 문제가 없다. 규모가 큰 재생업체에서는 주로 반사

로를 사용하여 스크랩을 용해하고 소규모업체에서는 도가니로를 사용하는 곳도 많다. 알루미늄 폐캔 재활용 경우는 1997년에 국내에서 자체 개발되어 폐캔 세편, 스크리닝에 의한 이물질 제거와 자력선별 등을 거쳐 재생 지금으로 용해되고 있으며, 2012년 경우 56,539톤의 알루미늄폐캔이 발생되었고 그중 46,293톤이 재활용된 것으로 집계되었다.¹⁰⁾

알루미늄 재활용에서 기술개발이 필요한 사안 중 하나는 포장용 및 간이용으로 사용되는 알루미늄 박(foil)의 재활용이 전혀 이루어지지 못하는 점이다. 현재는 수거가 원활하지 못하여 대부분 매립되거나 소각으로 소실되고 있는 실정이다.

4.3. 아연

아연의 50% 이상은 아연도금강판과 일반 도금용으로 사용되기 때문에 폐기물로 배출되는 아연이 농축된 형태로 발생하지 않으며, 철스크랩을 주원료로 사용하는 제강용 전기로에서 분진으로 발생된다. 이러한 제강분진 중에는 아연을 포함하여 Fe, Ca, Mn, Pb 등이 함유되어 있으며 건식 및 습식법으로 처리하여 아연을 회수하고 있다. 건식법으로는 Wales법이 널리 보급되어 있으며, 이외 전기로법, 플라스마법 등 많은 연구가 이루어지고 있다. 습식법으로는 제강분진을 황산이나 염산으로 침출하여 철 및 다른 불순물을 제거한 후 조산화 아연으로 회수하고 있다. 아연 제련소에서는 TSL로 (AUSMELT)를 이용하여 침출잔사 중에 함유되어 있는 아연을 산화아연의 형태로 회수하여 침출공정에서 사용하고 있다.

근년의 아연 재활용 기술개발로서 2013년부터 (주)베페사징크코리아에서 Wales Kiln Process을 응용한 HKZ Process를 개발하여 상업생산을 시작한 것을 들 수 있는데, 2014년부터는 영국의 Zinc Co.(Inc.)가 한국철강협회 보통강 제강사들로부터 10년간 제강분진을 공급받는 조건으로 국내에 (주)징콥코리아(Zincox Korea Co.(Inc.))를 설립하여 이 두 회사에서 전기로 제강분진으로부터 조산화아연을 제조하는 사업을 시작하였다.¹¹⁾ 이 두 회사 모두 경상북도 경주시 천북일반 산업단지에 위치해 있는데 현재 (주)베페사징크코리아에서 연간 45,000 톤, (주)징콥코리아에서 연 60,000 톤 규모의 생산 설비를 갖추고 있다고 한다.¹²⁾ 아직까지는 구체적인 생산실적이 발표되지 않고 있으나 향후 제강분진의 리사이클링이 활발히 진행될 것으로 기대된다.

이 외에도 (주)베페사징크코리아에서 2기 플랜트 증설

을 준비 중에 있고, (주)향조에서 연 8만톤 처리 규모의 제강분진 재활용사업을 준비하고 있으며, 멕시코 자본이 공동출자한 (주)글로벌스틸더스트코리아(GDSK) 사에서도 동 사업을 위한 공장을 착공하였다고 보도되었다.¹³⁾ 현재는 과잉투자가 되지 않을까 우려되며 향후 제강더스트 원료 확보가 심각한 문제로 대두될 수도 있다.

4.4. 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 큐플라 등으로 용융한 후 정련을 하거나 합금화하여 순연이나 합금연으로 재활용하고 있다. 리사이클링시 문제점으로 재생연 제조 공정의 2차 부산물에 대한 안정적이고 경제적인 처리기술이 미흡한 점이 있다. 향후 제련로의 납분진 처리문제, 배연가스의 청정 처리문제, 폐황산의 리사이클링 문제 그리고 소규모의 폐납축전지 청정 해체공정기술 등의 개발이 필요할 것이다. 한편 폐납축전지를 부적절하게 재활용하거나 폐기하면 건강 및 환경에 악영향을 끼칠 수 있기 때문에 안전한 재활용을 장려하기 위하여 ASTM에서 국제표준을 개발하려는 동향이 있다.

4.5. 니켈

니켈은 대부분 스테인리스강 제조 시 합금원소로 사용되고 그 외에 화학 플랜트 탱크 용기 등으로 사용되기 때문에 니켈괴로서의 스크랩 발생은 별로 없어서 스크랩으로부터 직접 니켈을 회수하기가 어렵고, 오히려 Fe-Ni를 제조하는 것이 더 용이하다.

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 직접 제조하기도 한다. 그리고 하이브리드 자동차의 경우 니켈수소전지가 주류를 이루고 있으며, 기존에는 용융하여 스테인리스강의 원료로 사용되어 왔으나 향후 순수 니켈의 회수기술 개발에 의해 부가가치를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

4.6. 마그네슘

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 방지한다. 국내에서도 이 두 가지 방법을 모두 사용하고 있다. 용해로는 단순 도가니로, 또는 2-Pot 용해로, 격막 플럭스로 등 제조업체별로 명명된 용해로를 사용하고 있으며, 일반적 제조 방법은 플럭스와 스크랩을 투입 용해후 정련 플럭스 또는 차폐가스 투입, 교반에 의한 용탕 균일화와 부유물 제거, 가스 버블링을 통한 탈가스처리, 합금원소 첨가, 주조 순이다.

마그네슘 합금 스크랩에는 10% 전후의 알루미늄과 기타원소로 아연, 망간 등이 함유되어 있다. 이러한 합금스크랩으로부터 용융하여 감압증류법으로 순 마그네슘을 얻는 기술보고도 있다.¹⁴⁾

5. 결 론

국내 비철금속의 수요는 향후에도 증가할 것으로 전망되고 이에 따라 스크랩의 발생량도 증가할 것이다. 그 간 비철 금속 리사이클링에 종사하는 업체들 간에 기술 교류와 정보교환이 다소 부족하여 리사이클링에 관한 통계를 작성하는 데 매우 큰 어려움이 있었으나, 10여 년 전부터 한국비철금속협회에서 상용 비철금속들의 국내 수급 현황을 조사, 발표하고 있으며, 한국자원리사이클링학회에서 국내 6대 범용 비철금속에 대하여 3-5년 단위로 재활용율을 추정 발표하는 등 관련 단체의 노력이 있었다. 비철금속의 리사이클링을 향상시키기 위해서라도 이러한 조사 연구가 꾸준히 지속되기를 바라며, 동, 연, 아연, 알루미늄 등 품목별로도 관련단체 또는 협의 기구의 정보교환과 자료 제공이 충분히 이루어지기를 바란다.

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. Korea Non-Ferrous Metal Association, 2014: *Demand and Supply of Non-Ferrous Metals in 2010 and Prospection in 2014 in Korean Markets*, www.nonferrous.or.kr
 5. Korea Non-Ferrous Metal Association, 2014: *Domestic exports and imports of major commercial non-ferrous metal scraps*, www.nonferrous.or.kr
 6. Korea Environment Corporation(www.keco.or.kr), 2014: www.iepr.or.kr
 7. 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.
 8. Woo-Guang Jung and Ho-Sang Sohn, 2005: *Interpretation of Evaporation Behavior of Lead from Molten Copper by the Mass-Transfer Model in Fluid Flow*, Metals and Materials Inter. **11**(3), pp. 223-240.
 9. A. Nakano et al., 2005: *Removal of Lead from Scrap Bronze*, J. Japan Inst. Metals **69**(8), pp. 699-702
 10. Hyungkyu Park and Shunmyung Shin, 2014: *Current Status of Domestic Recycling of Used Metallic Can*, Journal of the Korean Institute of Resources Recycling, **23**(5), pp. 62-67.
 11. Korean Institute of Resources Recycling, 2014: *2014 Korean Recycling Fact*, pp. 298-301
 12. Korea Metal Journal 2014: Metal World (in Korean), Aug. 2014, p. 13
 13. Korea Metal Journal 2014: Metal World (in Korean), Sep. 2014, pp. 10-11
 14. 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

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

손 호 상

- 경북대학교 신소재공학부 교수
 - 당 학회지 제11권 6호 참조
-