

알루미늄캔의 再活用 技術現況

*林且容 · 姜石峯

韓國機械研究院 材料技術研究部

The Present Status of Recycling Technology of Aluminum Can

*Cha-Yong Lim and Suk-Bong Kang

Dept. of Materials Engineering, Korea Institute of Machinery and
Materials, Changwon, 641-010, Korea

요 약

알루미늄 페캔은 중요한 재활용 자원으로서 알루미늄 캔용 원소재 판매는 물론 알루미늄의 국내소요량을 전량 수입에 의존하고 있는 우리나라로서는 활용 가능한 알루미늄페캔의 재활용율을 높여야 하는 것은 외화절약과 환경보호 측면에서 대단히 중요하다. 사용한 알루미늄 캔을 다시 캔으로 재활용 하는 단계는 페캔의 수집, 파쇄, 선별, 도료제거, 용해 및 2차지금을 제조하는 단계와 이 2차지금을 이용하여 열처리, 열간 및 냉간압연, 중간소둔처리 등을 거쳐 다시 캔을 성형하는 2단계로 나눌수 있다. 본 자료에서는 이러한 알루미늄 캔의 재활용 기술에 대한 우리나라와 선진국들의 현황과 전망을 소개하였다.

주제어 : 알루미늄 페캔, 리사이클링, 재활용기술, 캔성형

ABSTRACT

Used aluminum beverage can (UBC) is an important secondary resource. Domestic recycling rate of UBC should be increased from the standpoint of resource savings and environmental protection. Aluminum can to can recycling is divided into two steps. The first step was composed of the processes such as collection of used beverage cans, shredding, magnetic separation, de-lacquering, melting and casting. The second is remelting and casting, heat treatment, hot and cold rolling, annealing, and can making. With brief discussion about this recycling technology, this article covers aluminum can consumption, the present state of aluminum can recycling in Korea, Japan, USA, and Europe.

Key words: Used aluminum cans, Recycling, Recycling technology, Can making.

1. 서 론

환경문제에 있어서 자원재활용(recycling)은 가시적인 효과를 얻을 수 있는 가장 효율적이고 중요한 분야이다.¹⁾ 자원의 재활용은 유한한 자원을 지속가능하게 사용할 수 있다는 점에서 인류의 생존과 직결되는 과제이다. 선진국에서는 이미 Green round를 통해 환경과 무역을 연계시키기 시작하였고 유럽에서는 앞으로 환경부담성 재료의 수입을 금지하는 등 세계 무역질서에도 구

체적인 변화가 일어나고 있다. 특히 수출주도형의 산업이 대부분을 차지하는 우리나라로서는 이에 적극적으로 대비할 필요가 있으며 시급한 문제라고 할 수 있다. 그리고 공해방지효과, 에너지 소비절감 등 재활용의 간접적인 경제성까지 합치면 그 중요성은 지대하다 하겠다.

알루미늄페캔은 중요한 재활용 자원으로서 알루미늄 원소재 판매는 물론 알루미늄의 국내소요량을 전량 수입에 의존하고 있는 우리나라로서는 활용 가능한 알루미늄페캔의 재활용율을 높여야 하는 것은 외화절약과 환경보호 측면에서 대단히 중요하다. 알루미늄캔의 재활용 촉진 운동은 미국에서부터 활발하게 시작되었다.

* 1999년 12월 15일 접수, 2000년 2월 23일 수리

* E-mail: cylim@kmail.kimm.re.kr

알루미늄 재생지금 생산에 필요한 에너지는 신지금생산에 비하여 약 5~10%로 가능하기 때문에 1차 오일쇼크 이후 재생지금생산에 관심을 기울였던 것이다. 1997년도의 알루미늄캔 재활용율은 미국이 66.5%, 일본이 72.6%로 선진국에서는 상당히 높은 수준이다. 우리나라에서는 1992년에 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률을 제정 시행하고 있으며, 1994년에는 한국금속캔 재활용협회가 창립되어 폐캔의 재활용에 대한 체계적인 사업이 추진되고 있다. 우리나라의 알루미늄캔 재활용율은 1997년 약33% 정도로 추정된다.²⁾

본 자료에서는 각종 포장폐기물(금속캔, 유리병, PET 병, 종이팩 등)중에서 가치가 높은 알루미늄캔의 재활용과 관련된 국내의 관련 기술현황에대하여 검토하고 문제점을 분석해 봄으로써 사용한 알루미늄 캔의 재활용 효율을 향상하는데 도움을 주고자 한다. 알루미늄은 가볍고, 내식성이 우수하며, 인체에 해가 없어 맥주 및 음료용 캔으로 많이 사용된다. 지금은 어려운 경제여건으로 알루미늄캔의 수요가 위축되고 있으나, 앞으로 경제가 좋아지고 건강에 대한 관심이 증대될수록 선진국 처럼 인체친화적인 알루미늄캔의 수요가 증가될 것으로 판단된다. 특히, 우리나라도 알루미늄캔용 판재가 국산화되기 시작하는 단계이고, 1997년에는 알루미늄 폐캔을 전문으로 처리하여 재생지금용 소재를 제조하는 중소기업체도 생겼기 때문에, 알루미늄캔의 재활용에 대한 궁극적 목표인 캔에서 캔으로(Can to Can)의 제조 공정 및 재활용 시스템(Recycling System)구축에 대한 제반 기술적인 사항들을 검토하는 것은 시기적으로도 적절하다고 하겠다.

2. 국내 알루미늄캔 재활용 현황

2.1. 서 론

사용한 알루미늄캔은 폐음료캔(Used Beverage Can : UBC)의 일종으로, 수집된 전량 경제성 있게 재활용이 가능하고 매립을 피할 수 있어 환경보전에 기여함은 물론, 유한한 자원의 절약 및 새로운 고용효과 창출 등 국가경제면에서 큰 도움을 준다. 우리나라는 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률(1992년 12월 8일 법률 제4538호)을 제정, 시행함으로써 범국가적인 차원에서 재활용 촉진을 시행하고 있다.³⁾ 이 법률은 산업 및 소비활동에 의한 폐기물 발생이 급증함에 따라 폐기물 감량화 및 재활용 촉진을 위하여 음식용기, 타이어, 가전제품 등 5종 11개 품목에 대하여 제조, 수입자가 폐기

물에치금을 사전에 납부하고 회수, 처리실적에 따라 예치금을 환불해주는 폐기물에치금제도이다. 한편 금속캔 재활용을 위하여 소기업계(포항종합제철 등), 제관업체(두산제관, 한일제관 등) 및 식·음료업체(맥주 및 음료수 회사 등)가 주축이되어 설립금(22억원)을 모아서 1994년 5월 "한국금속캔재활용협회"를 창립하였다.³⁾ 본 협회는 1997년도에 9900만개(Steel캔 9520만개, 알루미늄캔 380만개)의 폐캔을 회수 처리하였다. 또한 (사)한국금속캔재활용협회, (사)한국폐유리재활용협회, (사)한국플라스틱재활용협회, (사)한국발포스틸캔재활용협회, 한국PET용기협회, 한국우유팩재활용협의회 등의 식·음료 재활용협회가 연합회의(한국포장용기재활용단체협의회)를 구성하여 포장용기류 종합재활용센터 설립 및 운영을 준비하고 있다. 한국포장용기재활용단체 협의회의 사업범위는 조사 및 연구사업 공동추진, 교육 및 홍보사업, 재활용 촉진기금 확보 및 관리, 재활용 폐기물의 공동수집, 운반, 재활용사업 등이다.

Table 1 은 1994년부터 1997년까지의 국내 금속캔의 판매량을 나타낸 표이다.²⁾

1996년의 알루미늄캔 판매실적은 13억개(23 천톤)정도이고 알루미늄캔회율은 약20%선이다. 1997년에는 경제불황으로 금속캔의 소비가 약 7% 감하였다.

Table 2 에는 1994년부터 1997년까지의 국내 금속캔

Table 1. Beverage can consumption in Korea

Year	Unit : million can Parenthesis means weight, thousand ton			Al can ratio (%)
	Steel can	Al can	Sum	
1994	4,319 (302)	1,182 (17)	5,501 (319)	21.5 -
1995	4,840 (339)	1,211 (18)	6,051 (357)	20.0 -
1996	5,324 (375)	1,329 (23)	6,653 (398)	20.0 -
1997	4,951 (349)	1,236 (21)	6,187 (370)	20.0 -

Table 2. Recycling status of beverage can of Korea

Year	Steel can		Al can	
	Weight (thousand ton)	Recycling rate(%)	Weight (thousand ton)	Recycling rate(%)
1994	35.2	11.7	6.6	38.8
1995	60.0	17.7	3.5	19.4
1996	110.0	29.3	4.6	20.0
1997	145.9	35.6	7.3	33.2

의 재활용 실적 및 재활용율을 나타내었다.²⁾

국내의 금속캔 재활용율은 상당히 낮은 수준이며, 영세 재생회사들이 많아서 아직 정확한 통계자료도 나와 있지 않은 실정이다. 사용한 알루미늄 캔을 다시 캔으로 재활용 하는 단계는 폐캔의 수집, 파쇄, 선별, 도료 제거, 용해 및 2차지금을 제조하는 제1단계와 이 2차지금을 이용하여 열처리, 열간 및 냉간압연, 중간소둔처리 등을 거쳐 다시 캔을 성형하는 제2단계로 나눌수 있다. 제1단계는 한국자원연구소와 알루미늄 폐캔 전문재활용 업체인 (주)석진에서 공동확립하여 상용화 된 상태이고,⁴⁾ 대성금재(주)에서도 일본에서 기술을 도입하여 2차지금이 아닌 압축캔 형태로 제조하고 있다. 알루미늄 캔 재활용의 제2단계 연구는 한국기계연구원에서 진행되고 있다.⁵⁾ 다음절에서는 한국기계연구원에서 수행하고 있는 관련연구내용과 한국자원연구소에서 1992 부터 1993년까지 2년간 연구한 결과를 요약하였다.

2.2. 한국자원연구소의 연구내용⁴⁾

한국자원연구소는 1992~1993년에 걸쳐 폐 알루미늄 캔의 재활용 방안에 대하여 연구를 수행한 바 있다. 지금은 보편화되어있는 알루미늄폐캔을 세편(shredding), 도료 및 내부락제거 등의 예비처리를 하여 재생지금의 금속회수율을 높이는 실험을 하였다. 용해시에는 금속회수율을 높이기 위하여 용탕에 염(salt)을 첨가하여 용해하였고, 재생알루미늄의 부가가치를 높이고 제품으로서 용도개발을 위하여 알루미늄캔 소재합금을 제조하였다. 그리고, 음료용 2-piece 스틸폐캔의 예비처리방법으로서 알루미늄 마개를 스틸폼체로부터 분리하는 방법에대해서도 실험적으로 연구하였다.

2.3. 한국기계연구원의 연구내용⁵⁾

한국기계연구원에서는 1997년 1월부터 알루미늄캔의 캔으로의 재활용 기술에 대한 연구를 시작하였으며, Can to Can의 재활용 시스템 구축에 따른 제반 문제점에 대하여 연구 및 해결책을 제시하고 있다. 폐알루미늄캔의 처리기술 및 용해기술과 폐캔을 다시 알루미늄캔 소재로 제조하는 기술에 대한 연구가 진행중이며, 재활용 압축캔과 순알루미늄 및 미량 합금원소를 첨가하여 캔소재용 알루미늄 합금을 제조하고, 정출물 및 석출물의 크기 및 분포가 기계적 성질 및 성형성에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 가공 및 재결정 집합조직의 체적분율을 조절함으로써 귀율(earing rate)을 최소화시키는 공정을 개발한 바 있다.

알루미늄캔 소재는 고강도와 낮은 귀율이 요구되는데,⁶⁾ 고강도는 냉간압하율을 높임으로써 얻을 수 있지만 냉간압하율을 높게할 경우 재결정 집합조직이 약하게 발달하기 때문에 딥드로잉시 귀(earing)가 생성되어 캔재의 손실 및 생산비의 증가를 초래하게 된다. 이러한 귀생성은 소재의 집합조직과 밀접한 관계가 있기 때문에 고품질의 알루미늄캔을 제조하기 위해서는 집합조직의 제어가 절대적으로 필요하다. 면심입방구조를 갖는 알루미늄 합금은 가공집합조직 및 재결정 집합조직을 조절하기가 매우 어렵기 때문에 귀발달을 억제하기 위해서 집합조직을 조절하는 연구가 많이 진행되어 왔다. 일반적으로 3000계 알루미늄 합금은 5000계 알루미늄합금과 더불어 비열처리형 합금으로서 캔제조시 컵핑하기 이전에 최종열처리를 행하지 않는다. 따라서 캔재로 사용하는 소재는 가공조직이 잘 발달하기 때문에 최종 냉간압연전에 45° 귀를 생성하는 집합조직의 발달을 억제시켜야만 한다.

3. 일본의 알루미늄캔 재활용 현황⁷⁾

3.1. 서 론

일본에서 알루미늄 캔을 처음으로 제조 판매한 것은 1971년부터이다. 알루미늄 캔의 판매량은 계속 증가하여 1997년에는 165억6000만캔(일본1인당 131캔)이었고, 2000년의 판매량은 약 200억캔(1인당 160캔)에 달할 것으로 예측된다. 한편 오래전부터 에너지절약, 환경보전에 첨가하여 최근에는 쓰레기의 감량화, 지구환경보전을 요구하는 여론이 커지고 있다.⁸⁾ 특히 일본에서는 포장용기의 리사이클법이 1997년 4월부터 시행되어 알루미늄캔 등의 알루미늄 포장용기의 분별수집이 촉진되고 있다.

3.2. 알루미늄캔의 판매

일본에서 과거 12년간의 알루미늄캔의 판매량의 추이를 Table 3에 나타내었다. 과거12년간(1986-1997)에 있어서 판매캔수는 4.7배, 판매중량은 3.9배 증가하였다. 판매중량의 증가가 판매캔수의 증가를 밀도는 것은 알루미늄캔의 경량화가 추진되었기 때문이다.

전 음료캔에서 알루미늄캔의 비율 추이를 Table 4에 나타내었다. 알루미늄캔의 비율은 매년 높아지고 있다.

일본의 맥주(발포주 포함) 시장은 성숙되어 있어 금후의 맥주출하량 증가는 작을 것으로 예측된다. 그러나 맥주의 알루미늄캔화율은 앞으로도 착실히 증가할 것

Table 3. Aluminum can consumption in Japan

Year	Al can		weight per can(g)
	Unit : million can	Weight (ton)	
1986	3,500	69,986	20.0
1987	5,482	109,644	20.0
1988	7,452	149,035	20.0
1989	8,057	147,560	18.3
1990	9,145	161,185	17.6
1991	10,240	180,256	17.6
1992	11,230	197,824	17.6
1993	11,780	201,086	17.1
1994	14,850	247,815	16.7
1995	15,920	264,655	16.6
1996	16,390	271,298	16.6
1997	16,560	274,660	16.6

로 예측된다. 맥주 이외에도 알루미늄캔은 탄산음료용으로도 사용되고 있다. 알루미늄캔이 탄산가스의 내압에 의한 유통시의 변형이 적다. 1980 년대에 질소충진기술(탄산가스대신에 소량의 액체질소를 주입)이 보급되어, 알루미늄캔은 탄산음료 이외의 음료에도 사용되게 되었다. 특히 레토르트(화학실험용구의 일종, 아가리가 굽은 증류용 프라스크) 살균기술이 확립되어 알루미늄캔은 차(茶)계음료 및 커피등에도 사용되게 되었다. 이상과 같이 알루미늄캔의 수요는 급후에도 증가가 예상된다. 2000 년도의 음료용 알루미늄캔의 판매량은 200 억캔(1인당 160 캔)에 달할 것으로 예측된다. 이것은 알루미늄캔 리사이클 협회사무국이 회원사를 상대로 조사한 결과이다.

3.3. 알루미늄캔의 재자원화

3.3.1. 알루미늄캔 재자원화량 및 재자원화를 추이

일본에서 과거 10 년간에 있어서 알루미늄캔의 재자원화와 재자원화율의 추이를 Table 5 에 나타내었다. 1992 년 이후에 재자원화율의 향상이 현저하다.

3.3.2. 알루미늄캔의 재자원화 경로

일본 후생성이 실시한 용기포장폐기물에 관한 지방자치단체의 분별수집 의향조사의 결과에 의하면 1995 년

Table 5. Recycling amount and rate of Al can in Japan

Year	Amount(ton)	Rate(%)
1986	28,848	41.2
1987	45,498	41.5
1988	62,150	41.7
1989	62,766	42.5
1990	68,612	42.6
1991	77,723	43.1
1992	106,488	53.8
1993	116,258	57.8
1994	151,453	61.1
1995	173,802	65.7
1996	190,391	70.2
1997	199,460	72.6

9 월 현재 알루미늄캔의 분리수집을 실시하고 있는 자치단체는 약 64.8%로서 대상인구비율은 약 59.7%이다. 또한 학교, 노인회, 봉사단체 등에서의 집단회수도 이루어지고 있다. 그리고 알루미늄 회사를 중심으로 중점회수가 활발하게 이루어 지고 있다. 이러한 예로는 슈퍼나 각종 점포앞에 회수기를 설치하는 경우가 늘어나고, 최근에는 유상회수도 늘어나고 있다. 그외에 지하철, 야구장 등의 레저시설, 오피스 빌딩 등에서도 분리 수집이 이루어 지고 있다.

3.3.3. 폐기물처리 · 재자원화 가이드라인

1996 년 3월 6일 통상산업성 산업구조심의회의 폐기물처리·재자원화부회가 개최되어 새로운 가이드라인(알루미늄캔의 재자원화율을 2000 년도에는 70% 까지 높이는 것과 이중에서 알루미늄캔으로(Can to Can)의 사용비율을 60%로 높이는 것)을 발표하였고, 이러한 목표는 1997년에 이미 달성되었다. 1998년 6월에는 가이드라인을 수정하여 "2002년까지는 재자원화율을 80%로 하고, 캔재제의 사용비율을 80%로 하는것"으로 정하였다.

Table 4. Aluminum can ratio of all beverage can of Japan (Unit : 100 million, parenthesis means increasing rate)

	1991	1992	1993	1994	1995
Al can	102.4(112)	112.3(110)	117.8(105)	148.5(126)	159.2(107)
Steel can	206.5(104)	204.4(99)	200.4(98)	222.4(111)	217.9(98)
Sum	308.9(107)	316.7(103)	318.2(100)	370.9(117)	377.1(102)
Al can ratio	33.1%	35.5%	37.0%	40.0%	42.2%

4. 미국의 알루미늄캔 재활용 현황^{9,10)}

미국의 음료용 알루미늄캔의 소요는 Table 6 과 같다. 전음료캔에서 알루미늄캔이 차지하는 비율은 1996 년 이후로 100% 이다. 1997 년에 있어서 미국의 음료용 알루미늄캔의 수요는 일본의 약 6 배이다.

미국의 알루미늄캔협회가 발표한 1995 년도의 미국의 음료용 알루미늄캔 재활용율은 62.2% 였고, 1997 년에는 66.5% 를 유지하고 있다. 이 협회는 알루미늄캔 재활용율 75% 달성을 위해 1400 만달러의 광고비가 드는 캠페인을 시작했다. 또한 이 협회는 홍보차원에서 국제적인 자선단체와 공동으로 리사이클링 네트워크를 구성할 예정이다.

5. 유럽의 알루미늄캔 재활용 현황^{11,12)}

알루미늄 관련업체인 Alcan, Alcoa, Reynolds, Pechiney, VAW사 등으로 구성된 Aluminum Can Recycling Europe(ACRE)에 따르면 유럽의 연간 캔소비량은 296 억7천만개(96)이며 알루미늄캔은 149 억개 정도로 알루미늄캔화율은 50% 정도이다. Table 7 에는 유럽의 나라별 인구, 금속캔 총소비량, 알루미늄캔 소비량, 알루미늄캔화율 및 재활용율을 나타내었다. 1995년의 알루미늄캔화율은 55% 였으나, 일부 캔생산업체들이 알루미늄캔 생산라인을 석도강관을 사용하는 철강캔 생산라인으로 교체하여 '96 년에는 50% 로 줄어든 것이다. 서유럽을 중심으로 96 년 철강재에게 빼앗긴 시장을 되찾자는 목소리가 일고 있다. 낮아진 국제 알루미늄가격과 알루

미늄캔 회수율을 기반으로 동유럽 특히 폴란드를 중심으로 유럽투자자들이 리사이클링 시스템을 구축하는 등 여러 노력들이 전개되고 있다.

일본의 알루미늄캔 리사이클협회는 지난해말(1997) 유럽에 조사단을 파견하여 음료용 알루미늄캔 리사이클 현황을 조사한 보고서를 발표했다. 협회 조사단이 프랑스, 스위스, 독일, 영국, 스웨덴 등 유럽의 5개국을 방문해 조사한 "유럽의 알루미늄캔 리사이클 현황 보고서"에 따르면 유럽의 1인당 알루미늄캔 소비량은 서구 전체에서 29캔으로 낮은 수준이다. 유럽의 캔소비량이 그리 많지 않기 때문에 알루미늄캔의 회수율도 96 년도 기준 37% 에 그치고 있는 것으로 나타났다. 그러나 알루미늄 업계에서는 2000 년까지 최소한 50% 수준으로 끌어 올릴 계획이다.

유럽의 캔 리사이클 조직을 보면 독일에서는 일반 쓰레기의 수집이 유료이며 요금도 재료별로 상세하게 규정되어 있다. 그러나 알루미늄 전문 분별수집은 행해지지 않기 때문에 회수비용은 kg 당 1200원 정도로 상당히 비싼 것으로 나타났다. 프랑스도 캔 회수율은 14% 의 낮은 수준을 보이고 있다. 한편 스웨덴은 국책으로 91% 를 회수하고 있다.

유럽에서의 알루미늄캔 회수처리는 Acan 및 Alcoa 등 대형 알루미늄메이커에 의해 주도적으로 이루어지고 있으며, 회수차를 수퍼의 주차장에 배치해 두거나 유상으로 매입하고 있다. 특히 Alcan은 영국에 연산 65,000 톤 규모의 캔 재생공장을 가동시켜 재생 알루미늄피를 생산하고 있어, 유럽연합으로부터의 알루미늄피 수입(관세 6%)을 최소화하고 있다. 환경교육과 관련 독

Table 6. Beverage can consumption and recycling rate in USA

(unit: 100 million can, parenthesis means increasing rate)

Year		1993	1994	1995	1996	1997
Beer	Al can	371.3	367.9(99.1)	354.9(96.5)	346.1(97.5)	342.2(98.9)
	Steel can	4.0	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
	Sum	375.3	367.9(98.0)	354.9(96.5)	346.1(97.5)	342.2(98.9)
Soft Drink	Al can	579.8	661.7(114.1)	626.2(94.6)	645.3(103.1)	664.7(103.0)
	Steel can	20.9	1.6(7.7)	0.004(0.3)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
	Sum	600.7	663.3(110.4)	626.2(94.4)	645.3(103.1)	664.7(103.0)
Sum	Al can	951.1	1,029.6(108.3)	981.1(95.3)	991.4(101.0)	1,006.9(101.6)
	Steel can	24.9	1.6(6.4)	0.004(0.3)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
Total		976.0	1,031.2(105.7)	981.1(95.1)	991.4(101.0)	1,006.9(101.6)
Recycling rate(%)		63.1	65.4	62.2	63.5	66.5

Table 7. Aluminum can consumption and recycling rate in Europe (1996)

Nation	Population (million)	Total can (million)	Al can (million)	Al can ratio (%)	Al can recycling rate (%)
Great Britain	58	7,760	4,890	63	31
France	58	2,000	660	33	14
Germany	81	6,290	629	10	81
Italy	57	1,710	1,351	79	37
Austria	8	370	278	75	50
Belgium	10	750	165	22	25
Denmark	5	0	0	-	-
Greece	10	890	890	100	35
Netherlands	15	880	194	22	25
Norway	5	40	40	100	80
Switzerland	7	120	120	100	87
Portugal	10	320	192	60	17
Spain	39	3,200	1,440	45	17
Sweden	9	835	835	100	91
Finland	5	70	70	100	80
Ireland	4	280	210	75	20
Turkey	61	1,170	819	70	40
East Europe	-	2,985	2,050	69	-
Total	-	29,670	14,833	50	37

일은 분별 쓰레기 수집을 교육하고 있으며, 영국에서도 1 만개 이상의 학교가 정기적으로 알루미늄캔을 회수하고 있다.

6. Can to Can 재활용

폐 알루미늄캔을 재활용하여 지금까지는 자동차용 주조품(다이캐스트 포함)이나 철강업의 탈산제로 많이 사용되고 있다. 그러나 알루미늄캔의 재활용 효율을 극대화하기 위해서는 이러한 cascade식 재활용(저급품으로의 재활용) 대신에 다시 캔으로 재활용 하는 기술(can to can 재활용)을 개발해야 한다. Fig. 1 은 일반적인 알루미늄캔 재생공정을 보여주고 있다.

회수된 알루미늄캔(캔프레스 형태가 대부분임)은 임펠러 브레이크로 분쇄하고 이물질 제거가 이루어진다. 스틸캔은 자석으로 제거되고 플라스틱은 수작업으로 제거된다. 그후 슈레더에 투입되어 알루미늄 조각(통상 한 조각의 크기는 10~40 mm)으로 된다. 알루미늄 조각은

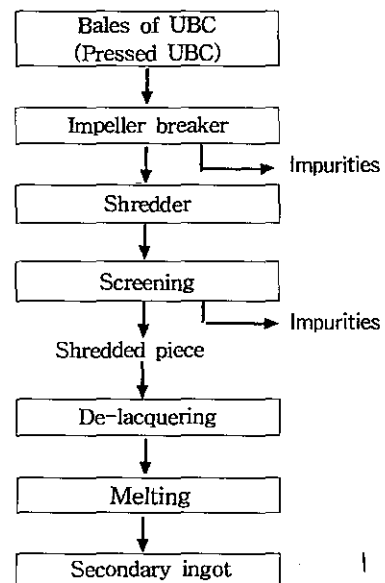


Fig. 1. Flowsheet for general recycling of aluminum can.

Table 8. JIS specification of typical aluminum can alloy

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
Can body (3004)	<0.30	<0.7	<0.25	1.0~1.5	0.8~1.3	-	<0.25	-	bal
Can end (5182)	<0.20	<0.35	<0.15	0.20~0.50	4.0~5.0	0.10	<0.25	<0.10	bal

전동체에 투입되어 모래나 흙등의 제거 및 자석에 의한 철분제거가 행해지고 슈레드(shred)품이 된다. 슈레드는 로타리 킬른(rotary klin)방식의 디락커(delacquer)에 투입되어 캔 내외면의 도료 및 수분이 제거된다. 그후 용해로에 투입되어 용해된다.

로타리 킬른은 밀폐되어 있고 분위기온도는 약 500°C(도료가 연소하고 알루미늄이 산화되기 어려운 온도)이며, 용해로내의 알루미늄 용탕온도는 720°C(알루미늄의 용융온도 660°C 보다 60°C 정도 높은 온도)이다. 최근 Can to Can 프로세서 신규장비를 설치하는 회사가 많아졌으며, 구체적인 기술공정은 공표되지 않고 있다. 대표적인 알루미늄캔재의 합금성분을 Table 8에 나타내었다.

알루미늄캔 관련업계에서는 알루미늄캔 몸체재의 Ti 함유율을 0.05% 이하로 정하고 있다. 알루미늄캔은 합금성분, 치수등을 엄격히 제어해야 하기 때문에 불순물이 혼입되면 Can to Can 리사이클은 불가능하다. 집단 회수는 품질이 양호하나 분별수집은 품질의 차이가 크다. 또한 주민이 캔을 컨테이너에 배출하는 경우는 품질이 우수하나, 쓰레기 봉투 등 반투명포장지에 넣어서 버리는 캔은 품질이 나쁜 경우가 많다.

알루미늄캔의 중량은 현재 350 ml의 경우 body 가 12.1g, end 가 4.1g 으로 합계 16.2g 이다. 회수한 알루미늄캔의 Mg 성분은 다음과 같다.

$$A : \text{end에서의 Mg량} = 4.1 \text{ g/can} \times 5\% = 0.205 \text{ g/can}$$

$$B : \text{body에서의 Mg량} = 12.1 \text{ g/can} \times 1.3\% = 0.157 \text{ g/can}$$

$$A+B = 0.362 \text{ g/can}$$

$$0.362 \text{ g} / 16.2 \text{ g} = 2.24\% \text{ Mg}$$

알루미늄 재생메이커에서는 재생공정에서 Mg이 약 40% 제거되고, 또한 재생지금에 신지금을 조합하여 Mg 함량을 조절하고 있다. 그러나 알루미늄캔의 재자원화율과 캔재의 사용율이 상승하면 조합하는 신지금의 양이 적어지기 때문에 Mg함량 문제가 일어날 수 있다. 미국에서는 Mg문제의 대책으로서 몸체와 end재의 알루미늄 합금을 동일(unialloy)하게 하는 것을 연구하고 있는 재생메이커가 있으나 일본에서는 아직 이러한 대책은 보고되지 않았다.

Mg이외에도 Ti의 문제가 발생할 염려가 있다. 알루미늄캔의 외면에 티타나이트(TiO₂)를 함유하는 도료로 도장하고 그위에 인쇄한 캔(base-coat 캔이라 칭함)이 있으며, 이러한 도장은 통상의 재생공정에서 제거되지 않는다. 이에대한 대책이 필요하다.

7. 결 론

현재 전세계에서 1년에 소비되는 음료캔은 약 2000억 개 정도이고, 알루미늄캔은 1600억 개 정도로 약 80%를 차지하고 있다. 1000억 개 정도는 미국에서 소비되고 있으며, 전술한 바와같이 미국은 100% 알루미늄캔이다. 그리고 선진국일수록 음료캔 소비 추세는 생체친화적인 알루미늄캔의 비중이 점점 증가하고 있다. 국내의 1996년 알루미늄캔 판매실적은 13억 개(23천톤) 정도이고 알루미늄캔화율은 약 20% 선이나 1997년부터는 국내경기불황으로 감소추세를 보이고 있다.

알루미늄캔의 재활용 분야에서도 미국 및 일본에서는 상당히 높은 재활용율을 기록하고 있으며 이를 더욱 높이기 위한 투자가 계속되고 있다. 그러나 국내의 현황은 효율이 좋은 재활용이 이루어지고 있다고는 말하기 어렵다. 국내에서는 발생하는 폐캔이 효과적으로 회수되고 있지도 않으며, 아직 정확한 통계자료도 나와있지 않은 형편이다. 또한 회수된 폐캔의 재활용도 사용전 상태의 제품으로 재활용되고 있는 것이 아니라 보다 저급한 주조품 등으로 사용되고 있는 것이 대부분이다. 즉 회수된 알루미늄캔이 모두 알루미늄캔으로 재사용되고 있는 것은 아니다. 앞으로의 과제로서는 can to can 혹은 product to product 라고도 할 수 있는 완전 재활용 시스템을 지향하지 않으면 안된다. 그러기 위해서는 재료개발, 설계단계로부터 재활용성을 고려하고, 사용후의 회수·해체에 관해서도 그 이후의 공정에서 완전 재활용이 가능한 방법을 지향하지 않으면 안된다. 또, 기술적으로는 환경조화형 재료개발의 추진 및 효율적인 불순물 제거 공정의 개발이 필요하다 하겠다.

참고문헌

1. K. Shibata and Y. Waseda : "New model for assessment of metal production and recycling systems", JOM, 61(6), 494-501 (1997).
2. (사)한국금속재활용협회, 금속캔 연도별 재활용 자료, (1998).
3. 오재현 : "한국에 있어서의 자원 리사이클링 사회의 구축과 전망", 한·일 자원리사이클링 공동 워크샵, 한국자원리사이클링학회, 101 (1996).
4. 한국자원연구소, "알루미늄 폐캔으로부터 재생 알루미늄 합금 제조", 연구보고서, (1993)
5. 한국기계연구원, "알루미늄 캔 재활용 기술개발", 연구보고서, (1998)
6. W.B. Steverson : "Can sheet performance as a function of UBC quality", Proc. of Aluminum Alloys for packaging III, Minerals, Metals and Materials Society/AIME, 151-179, San Antonio, Texas, USA, 16-19 Feb. (1998).
7. Kazuya Yano : "Aluminum can recycling", 日本輕金屬學會 第51回 シンポジウム심포지엄, '리사이클- 環境保全, 經濟性への材料技術からの取組み', 22-30 (1997).
8. Y. Tashiro and K. Ohnishi : "Aluminum can recycling and its environmental effect in Japan", Proc. of the Second International Conference on EcoBalance, 300-304, Tsukuba, Japan, 18-20 Nov., (1996).
9. J.C. Kenney, J.S. Chen, F. Higgins, S. Smigiel, and J. Vinch : "Design and construction of a small-scale used beverage can recycling unit", Proc. of Light Metals 1997, Minerals, Metals and Materials Society/AIME, 1101-1104, Orlando, Florida, USA, 9-13 Feb. (1997).
10. S. Apotheker : "A knockout year for aluminum can recycling", Resource Recycling 14(6), 27-34 (1995).
11. M. Aballe : "A case study: aluminum can recycling in the EU and spain", Proc. of the Recycling of Metals, ASM International Europe, 119-128, Barcelona, Spain, 11-13 June (1997).
12. H. Rossel, I. Ollenschager, R. Pietruck : "Recycling of post-consumer aluminum packaging", Proc. of the Recycling of Metals, ASM International Europe, 93-108, Barcelona, Spain, 11-13 June (1997).



林 且 容

- 1986년 연세대학교 금속공학과 학사
- 1988년 한국과학기술원 재료공학과 석사
- 1991년 한국과학기술원 재료공학과 박사
- 현재 한국기계연구원 재료기술연구부 선임연구원



姜 石 峯

- 1972년 서울대학교 금속공학과 학사
- 1981년 한국과학기술원 재료공학과 석사
- 1986년 한국과학기술원 재료공학과 박사
- 현재 한국기계연구원 재료기술연구부 책임연구원

《 廣 告 》 本 學 會 發 行 刊 的 資 料 均 有 發 售 如 有 購 買 請 向 本 會 辦 事 處 洽 詢 為 荷

- * 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 價 格 : 40,000원, 50,000원(비회원)
(I : 통권 제1호~제10호, II : 통권 제11호~제20호, III : 통권 제21호~제30호)
- * 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
- * 리사이클링백서(자원재활용백서) 440쪽 價 格 : 15,000원 "