

폐전지의 재활용 고찰 Recycling of Wasted Batteries

박 영 민 · 조 재 립
경희대학교 산업공학과
Young-Min Park · Jai-Rip Cho
Dept. of Industrial Engineering, Kyung Hee University

Abstract

For the while, food wastes have been mainly gathered in a trash place in outskirts of Seoul to bury under the ground. Recently the residents near the area strongly refused to fetch those food wastes to their area because of the terribly bad smell.

According to the statistic, the food wastes have around 30% portion of total living wastes, which are more than other countries.

Most of the food wastes have been simply buried or incinerated without deep consideration of resource recovery view. Such burying or incineration makes problem to the residents' life condition.

So the first is to reduce as much as possible and the rest should be controlled to reuse as resources.

1. 서론

자원 순환형 사회를 만들어 가는 것은 생존과 복지를 위한 지상과제이다. 도시지역은 점점 심각해지는 사회, 경제, 환경적 문제를 해결하기 위해서는 무엇보다 행동전략 수립을 통해 적극적으로 나서는데가 중요하다. 이러한 측면에서 자원 순환형 사회를 만들기 위해서는 지방 활동에 뿌리를 두고 있는 참여와 협력으로 목표를 충실히 이행한다면 큰 효과를 가져 올 것이다.

자원 순환형 사회를 위해 폐기물을 줄일 수 있는 방안 중 폐전지와 관련된 사항과 그 동향을 고찰하여 보았다.

폐전지의 수거 및 관리에 초점을 맞추고 재활용 처리기술 동향에 관해 고찰하였는데, 폐전지의 종류별로 분류하여 폐 망간전지 및 폐 알칼리 망간전지, 수은전지, 산화은전지, 리튬이차전지, 니켈-카드뮴전지, 니켈-수소(Ni-MH)전지, 리튬이온전지 등 각각

에 대하여 한국을 비롯한 주요 국가별 처리기술 동향을 고찰하였다.

2. 폐전지의 처리기술동향

2.1 국내의 폐전지의 수거 및 관리

(1) 국내의 경우

전지의 관리와 관련한 우리나라의 폐기물 관련 법률로는 예치금 및 부담금 제도가 있다. 예치금제도는 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률(제 18 조)에 의거하여, 사용 후 폐기물이 다량 발생하는 제품 용기 중 회수 재활용이 용이한 제품 용기의 제조업자 또는 수입업자로 하여금 폐기물의 회수 처리에 소요되는 비용을 예치하게 하고 적정한 기준과 방법에 따라 제품 용기를 회수 처리한 경우 납부된 예치금 중에서 회수 처리한 정도에 따라 반환해 주는 폐기물 재활용 촉진제도이다.

폐기물예치금 부과대상 전지는 '92년부터 적용된 산화는 및 수은전지와 2001년부터 새로이 추가된 니켈 카드뮴전지, 리튬전지가 해당되며, 각 품목별 폐기물 예치금 부과액은 <표 2-1>과 같으며 2000년과 2001년의 예치금 부과실적을 나타내고, 전지의 관련법령, 폐기물 예치금 및 반환 예치금의 산출 기준은 <표2-2>에, 을 나타내고 있다. 전지의 사용량이 연간 8 억 개 이상으로 추정되나, 폐전지로서 수거되어 처리되는 양은 예치금 대상인 산화은 전지와 수은전지에 대한자료만 파악되었다.

한편, 폐기물 예치금제도를 생산자책임 재활용제도로 전환하는 방법이 2000년부터 생산자와 정부가 자발적 협약을 체결하여 생산자 스스로 폐기물을 회수 처리하도록 하고 예치금의 부과를 면제하는 제도로 시행되고 있다.

폐기물부담금은 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률(제 19 조)에 의거하여 예치금 부과대상 외에 특정대기유해물질, 특정수질유해물질 또는 유독물을 함유하고 있거나, 재활용이 어렵고 폐기물관리상의 문제를 초래할 가능성이 있는 제품 재료 용기의 제조업자 또는 수입업자로 하여금 당해 폐기물의 처리에 소요되는 비용을 매년 부담하게 하는 제

<표 2-1> 폐기물 예치금 부과액 (단위: 백 만원)

구 분		2001	2000
수은 전지		-	-
산화은 전지		513	392
니켈카드뮴 전지	20 g 까지	77	해당사항 없음
	20 g 초과	105	
리튬 전지	20 g 까지	16	
	20 g 초과	101	
합 계		812	392

<표 2-2> 전지의 관련법령, 폐기물 예치금 및 반환 예치금의 산출기준

전지명	관련법령	관리방법	관리내용
이산화망간 전지	품질경영 및 공산품 안전관리법(산자부)	전지안전검사(96)	Hg 1ppm, Cd 10ppm 이하
알카리·망간전지	품질경영 및 공산품 안전관리법(산자부)	전지안전검사(96)	Hg 1ppm, Cd 10ppm 이하
산화은 전지	자원의절약과 재활 용촉진에 관한 법률	예치금(02)	g당 35.5원
수은(산화수은)전지	자원의절약과 재활 용촉진에 관한 법률	예치금(02)	g당 39.6원
니켈·카드뮴전지	자원의절약과 재활 용촉진에 관한 법률	예치금(02)	g당 0.78원
리튬전지(1차)	자원의절약과 재활 용촉진에 관한 법률	예치금(02)	g당 39.6원
납축전지	-	조합 자율관리	-

도이다. 폐기물부담금 부과대상 품목은 2001년부터 예치금 부과대상 품목으로 추가된 니켈 카드뮴전지, 리튬전지를 제외하여 리튬전지 중 이산화망간 리튬전지와 플루오화 탄소리튬전지가 해당된다.

또한 시행령 15 조제 2 호에는 제품의 내장품 또는 부품인 전지류를 포함하고 있으며, 해당전지는 예치금 및 부과금 품목인 수은전지, 산화은전지, 니켈 카드뮴전지, 리튬전지이다.

내장품 혹은 부품인 전지류를 포함하는 제품으로 는 시행령 제 15 조 2 호와 관련하여 계산기 및 전자수첩, 면도기, 이발기, 및 모발 제거기, 휴대용 전 등, 유선전화용 또는 유선전신용 기기, 무선전화 또는 무선전신용 기기, 카메라, 시계, 어린이용 완구, 유희용구 또는 실내 게임용구를 규정하고 있다.

예치금을 반환 받을 수 있는 폐기물의 회수 처리 기준 및 방법으로는 예치금납부자가 회수하여 재활용하거나 예치금 납부자 또는 예치금 납부자로부터 회수 처리를 위탁받은 자가 지정폐기물 공공처리기술에서의 처리하는 경우와 재활용을 영업목적으로 하는 폐기물 중간처리 업 허가를 받은 자에 의한 처리를 규정하고 있다.

(2) 외국의 경우

우리나라와 유사하게 독일에도 폐전지를 반환하지 않으면 예치금을 징수한다. 일본과 미국에는 예치금 제도는 없고 그 대신 요구사항을 불이행시 벌금을 부과 한다.

우리나라는 폐전지 수거 시범사업으로 서울 소재

전체 25 개 구 (수거주체), 광주와 인천의 일부를 대상으로 시행한 바 있다.

일본은 소형전지 생산자뿐만 아니라 소형 2차 전지 기기 생산자도 수거를 담당한다.

EU 국가에서는 전국적인 체인 스토어 및 관련제품 판매상들이 초록색 폐전지 수거 상자를 비치, 수거한다. 미국에서는 최종 사용자가 최종관리 당국에 의해 수집을 목적으로 설치한 수집소에서 분배자(distributor, 최종 사용자에게 전지를 판매하는 자)에게 폐전지를 반환할 의무가 있다. 폐전지의 회수와 리사이클링 주체가 나라별로 차이가 있다.

우리나라는 재활용제품을 제조하는 업종과 재활용가능자원을 수집 운반하거나 압축 파쇄 용융 등 중간 가공하여 재활용하는 자에게 공급하는 사업에 해당하는 업종이면 된다.

일본의 경우 전지 생산자를 중심으로 해왔으나 지금부터는 소형 2차 전지 사용기기 생산자와 협력하여 일정한 역할을 맡아 실시한다.

독일에서는 최종 사용자에게 전지를 판매한 분배자의 역할을 한 자는 판매소에서 최종 사용자로부터 무료로 전지를 반환 받을 의무가 있다.

미국의 경우 Battery Act 에 의해 포함된 전지의 수집, 저장, 유통을 위해 50 개 주에서 일제히 유효한 공통폐기물 규정 (United Waste Rule)을 제정했다.

각국마다 주로 환경문제 경감을 염두에 두고 폐전지의 재활용의 목표를 정했다.

우리나라는 폐전지로부터 유가금속을 재활용하면 지속적인 자원 확보는 물론 외화를 줄일 수 있는

수입대체효과를 기대하고 있다.

일본은 환경적 측면과 자원의 재활용이라는 체계를 구축하는 것이 보다 장기적이면서 효율적인 대책이라고 판단하고 있다. 소형 2차 전지에 함유한 금속 또는 회수 가능 물에 구성비를 감안:

- 1) 특히 카드뮴과 납 : 확실하게 회수 및 리사이클할 것,
- 2) 밀폐형 니켈 카드뮴전지에 대하여서는 60%이상,
- 3) 밀폐형 니켈 수소전지 :55%이상,
- 4) 리튬 2차 전지 :30%이상,
- 5) 소형 밀폐형(seal) 납축전지 : 50%이상의 금속을 리사이클링하는 것을 목표로 하고 있다 .

미국은 금속 함유량 (percentage)이 다음 숫자를 초과하면 유해한 전지로 취급하여 재활용한다 :

- 1) 0.0005wt%이상의 납을 함유한 전지,
- 2) 알칼리 망간전지를 제외하고 전지 당 25mg 이상의 수은을 함유한 전지,
- 3) 0.025%이상의 수은을 함유한 알칼리 망간전지,
- 4) 0.025wt%이상의 카드뮴을 함유한 전지,
- 5) 0.4wt%이상의 납을 함유한 전지.

공공 교육과 참여는 여하한 재활용 프로그램의 성공의 열쇠이다. 공공 교육 프로그램은 재활용 프로그램의 인식을 고취하고 더 많은 사람과 사업을 증가시킬 수 있다. 이 법령은 EPA로 하여금 공공 교육 프로그램 제정을 목표로, 예 Ni-Cd 전지와 일부 소형 밀폐형 납 (SSLA, Small Sealed Lead Acid)축전지의 재활용, 적절한 취급과 처분에 관하여 재충전전지 생산자, 재충전 소비자용 상품 생산자 및 소비자들과 상의할 것을 요구하고 있다 .

2.2 폐전지의 처리 및 유가금속 회수

(1) 개론

휴대전화, 노트북 컴퓨터, 비디오, 카메라 등과 같이 휴대전자기기의 수요가 급증함에 따라 그 동력원인 전지의 수요가 동시에 증가되고 있다. 현재 전 세계 전지의 수요 신장율은 연 20%에 이르고 있다. 특히 최근에 와서 휴대전화 수요의 폭발적인 증가로 리튬이차전지의 사용량이 급격히 증가하고 있다.

전지는 종류 및 제조사에 따라 다르기는 하지만 일반적으로 니켈, 망간, 리튬, 카드뮴, 수은, 은, 코발트 등의 금속재료 등이 전극재료로 사용되고 있다. 천연자원이 부족한 우리나라의 경우, 전지에 함유된 유가금속은 새로운 2차 자원 (secondary resources) 으로서 중요하며, 전지에 함유되어 있는 유해물질은 환경오염의 원인이 되므로 단순매립에 의존하기보다는 유가금속의 회수 및 무해화 처리를 해야 하는 폐기물이다.

대표적인 1차 전지(Primary battery)에는 망간전지와 알칼리망간전지가 있는데 이들은 전체 전지 사용량의 80%이상 차지하고 있으나 현재 재활용되지 못하고 일반폐기물로 폐기되고 있다. 망간전지와 알칼리망간전지의 구성성분은 망간, 철, 아연, 등이며 폐 망간전지 및 폐 알칼리망간 전지 10,000 톤을 재활용하는 경우 망간 1,700 톤과 아연 2,000 톤을 회수할 수 있어, 현재 전량 수입되는 망간과 국

내자급도가 2.7%인 아연의 수입대체를 기대할 수 있다. 시계 등의 전원으로 사용되고 있는 산화은전지는 귀금속인 은이 포함되어 있어 귀금속 처리업체에서 은을 회수하고 있으나 유해성분인 수은을 처리해야 하는 문제가 있어 고도의 처리기술이 필요하다. 연간 6 톤의 폐 산화은전지가 배출되고 있으며 일차적으로 수은의 분리, 회수에 이어 습식처리방법으로 은을 회수하는 공정을 사용하는 것이 일반적이다.

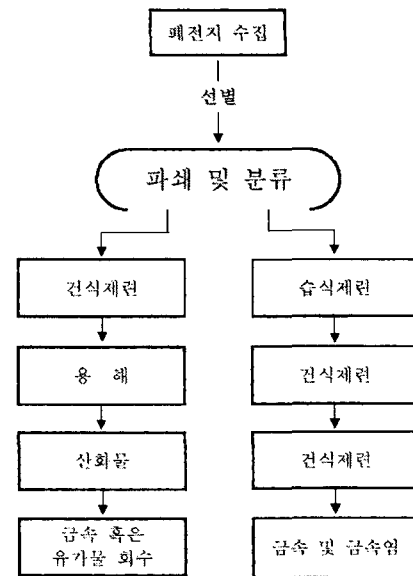
최근 발생량이 급증하고 있는 니켈-수소(Ni-MH)전지나 리튬전지의 경우, 회수체계 및 처리기술 미비로 재활용이 이루어지지 않고 있다.

앞으로 소형 휴대 장비의 보급률 증가와 함께 더 많은 폐기물이 발생할 것으로 예상되는 리튬 2 차 전지의 경우 유가금속의 회수 및 환경오염 방지를 위하여 재활용 기술의 개발과 함께 효율적인 수거체계가 확립되어야 한다.

납축전지와 산업용으로 사용되는 니켈-카드뮴 전지의 경우는 현재 거의 재활용이 이루어지고 있는데 그 이유는 수집이 용이하고 또한 이들로부터 회수되는 납 또는 니켈과 카드뮴 가격이 고가이기 때문이다.

한편 은의 고부가가치 때문에 산화은 전지로부터 은의 회수도 상용화되어 있으나 이 경우에는 전지 중에 함유되어 있는 수은의 분리, 제거가 선결되어야 한다.

현재 생산량이 가장 많은 알칼리 및 망간전지의 경우 여러 가지 재활용 공정들이 제시되고 있으나 경제성 때문에 아직까지 본격적인 상용화에는 이르지 못하고 있다.



<그림 2-1> 폐전지 처리 공정도

폐전지의 일반적인 처리공정은 <그림 2-1>에서 보는 바와 같이 일차적으로 혼합 수집된 폐전지를 수작업으로 불순물이나 큰 전지를 분리하고 크기, 형상, 무게 등의 차이를 이용하여 물리적인 방법으로 전지 종류별로 선별, 분리한다. 이후 파 분쇄단

계를 거쳐 건식 혹은 습식 제련 방법에 의하여 필요한 금속들을 회수하게 된다. 현재 상용화되었거나 개발 중인 폐전지의 주요처리 기술은 <표 2-3>과 같으며 처리방법에 따라 나름대로의 장단점이 있으므로 이들을 잘 검토하여 처리기술을 선정하여야 한다.

하여 입단별로 분리한 다음 자력선별을 통하여 철 성분과 아연, 망간이 농축된 비 자성 물질로 분리되면 망간, 및 아연 화합물을 제조하기 위한 침출 공정에 투입되어 원료의 품질이 높아지고 처리설비의 용량이 줄어드는 효과를 기대할 수 있다.

<표 2-3> 상용 또는 개발 중인 폐전지 자원화기술의 장단점

구분	기술	공정	장점	단점
건식 분리 기술	합수온 폐전지 처리기술(이토부카 공정, 스웨덴 MRT 공정, 스위스 RECYMET법)	감압배소로에서 600 - 800℃로 가열하여 전지내 수은을 증발, 응축시켜 회수, 기타 성분은 자력 선별 등의 물리적 방법으로 분리하여 재활용	파쇄와 같은 전처리가 필요없음. 수은의 낮은 비중을 이용하여 분리가 간단함.	배가스내 수은을 회수하는 처리시설 필요, 대기오염을 유발
	폐망간전지 처리기술(스미토모 공정)	1000℃로 환원 배소후 휘발아연을 응축회수하고 전지를 페로망간으로 회수	처리공정이 단순하고 대량처리가 가능	아연순도가 낮고 저급 페로망간이 회수됨
	페니켈-카드뮴 전지 처리기술(한일금속재생 공정)	감압배소로에서 1200℃ 처리하여 카드뮴을 회수한 뒤 잔사는 페로니켈로 활용	비점 차이로 카드뮴만을 분리	전력소모 큼, 잔사의 고부가가치화를 위해 추가처리가 요구됨
습식 분리 기술	폐산화은전지 처리기술	전산으로 침출한 뒤 침전법, 흡착법으로 은과 수은을 회수	처리공정이 단순, 수은을 습식으로 회수	침출시 배가스 문제, 조업속도가 느림
	폐망간전지 처리기술	황산침출로 철, 아연 및 망간을 단계별 침출한 뒤 침전시켜 연질페라이트 제조	고부가가치 산물의 제조	난용성 망간산화물의 침출 곤란, 페라이트산업의 시장개척
	페리튬전지 처리기술	염산침출로 리튬과 코발트 침출후 용매추출로 코발트 분리, 리튬염 회수	대기오염 문제가 없음	뇌쇄시 리튬의 폭발 위험

특히 금속의 회수 후 배출되어지는 폐수, 가스 및 매립물 등의 환경오염방지법 상의 한계허용치와 이들의 처리비용이 기술 확보의 큰 비중을 차지한다.

폐전지를 파쇄하지 않고 곧바로 수직형 샤프트 위에 투입하며 700℃에서 수은은 먼저 기화, 응축시켜 분리한 후 1,500℃의 용융로에서 아연을 기화, 응축시켜 아연금속으로 회수하고 망간은 페로망간으로 회수하는 공정으로 구성되어 있다.

(2) 망간전지 및 알칼리 망간 전지

국내에 대표적인 망간전지와 알칼리망간전지는 1차 전지로서 전체 전지 사용량의 80% 이상을 차지한다. 폐전지는 금속과 비금속이 혼합되어 있고 금속류는 자성체와 비자성체가 함께 존재하므로 유가금속의 자원화를 위해서는 물리적 선별공정을 통하여 유가금속을 성분별로 분리, 농축하는 것이 필요하다. 회수된 폐 망간 및 폐 알칼리망간 전지를 파쇄

지금까지 개발된 망간 및 알칼리 망간전지의 재활용 기술은 유해 중금속인 수은의 분리, 회수가 주목적이었으며 수거된 폐전지는 600℃-800℃에서 회전식 배소로에서 수은을 기화시키고 응축기에서 응축시켜 회수한 후 재증류를 통하여 고 순도 수은을 얻는다. 또한 수은이 제거된 배소재는 재 분쇄를 행한 후 자력 선별기에서 철, 망간성분과 비자성체인 '아연드로스'로 분리가 된다. 폐전지를 파쇄하지 않고 곧바로 수직형 샤프트 위에 투입하며 700℃에서 수은은 먼저 기화, 응축시켜 분리한 후 1500℃의 용융로에서 아연을 기화, 응축시켜 아연금속으로 회수하고 망간은 페로망간으로 회수하는 공정으로 구성되어 있다. 기존의 고온열처리 기술을 이용하여 수은을 회수하고 페로망간 원료로 공급하는 공정은 전지의 회수, 수송비용에 비하여 판매 산물의 가격이 낮아 경제성에 문제가 되고 있는 실정으로 이를 개선하기 위하여 제조 산물의 고부가가치화에 대한

연구가 진행 중이다.

(3) 수은전지

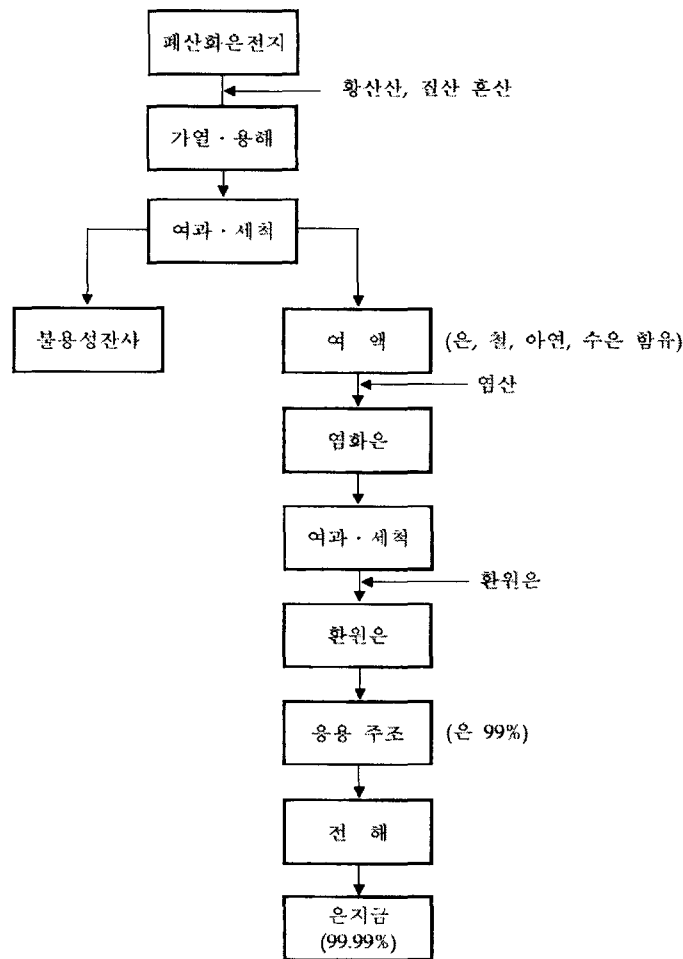
수은전지는 원통형과 단추형이 있으며, 수은 함유율이 개당 30%에 이르는 수은을 회수하기 위하여 개발된 장치로 스웨덴의 MRT System 과 미국의 Bethlehem Mercury System이 있다. 본 공정은 회수된 수은전지를 진공로에 투입한 후 진공도, 온도, 반응시간 등을 조절하여 수은을 기화시켜 이를 응축기에서 회수한다.

유기물질은 연소기에서 연소시킨다. 우리나라에서는 '21C 프론티어 연구 개발사업'의 '산업폐기물 재활용 기술개발 사업'에서 '폐 산화은 전지 및 수은 전지로부터 중금속 및 유가금속회수기술'을 상용화하여 폐수은전지를 처리하고 있다.

해한 후 염소화합물을 가하여 은을 염화은으로 침전, 분리 하는 방법이다. 염화은은 환원제를 첨가하여 순도 99%의 환원 은으로 만든 후, 건식로에서 용융시켜 은 양극을 주조한 뒤, 전해법에 의해 순도 99.99%의 은을 제조하는데 <그림 2-2>와 같이한다. 폐 산화은 전지로부터 수은을 제거하고 은을 자원화 하는 공정은 대부분의 국가에서 상용화되어 있다.

(5) 리튬 (1차)전지

리튬일차전지에 포함되어 있는 리튬 금속은 습기가 있는 공기와 만나면 격렬히 반응하며 수소가스의 발생에 따른 폭발 위험성이 있다. 안전한 페리튬 전지의 파쇄를 위하여 미국의 공정은 액체 아르곤 내에서 페리튬 전지를 -195℃까지 냉동시킨 뒤



<그림 2-2> 폐 산화은 전지의 금속회수 공정도

(4) 산화은 전지

산화은 전지의 활용은 건식법과 습식법으로 나누어진다. 건식법에서는 산화은 전지를 동제련의 전로 또는 연속로 중에 동 스크랩과 같이 투입하여 용해시킨 후 조동으로 만들고 이를 동 양극판으로 주조한 후, 전해법으로 동을 정련하는 과정에서 양극 슬라임이 발생하는데 이 양극 슬라임으로부터 은을 회수 한다. 습식법은 산화은전지를 질산 등으로 용

NaOH 나 Na2CO3 수용액에 넣은 뒤 전지케이스를 부순다. 그러면 리튬조각들이 용액위로 떠오르며 발열반응이 일어나고 수소가 발생되는데 이 때 발생하는 수소가스를 배출시켜 격렬한 폭발을 방지하고, 리튬은 리튬수산화물, 리튬황화물, 리튬탄화물 등의 형태로 존재하게 된다. 한편 페리튬전지 공정은 파쇄된 페리튬전지를 물에서 용해시키면 수용성의 리튬염과 구리, 알루미늄, 코발트 등의 불순물들

이 수 ppm 에서 수백ppm 까지 공존하게 되며 이들은 이온교환 멤브레인을 통하여 분리되어 음극실에 수산화 리튬만이 농축되며, 이 리튬수산화물 수용액으로부터 고순도 탄산리튬을 침전물로 회수한다.

(6) 니켈-카드뮴 전지

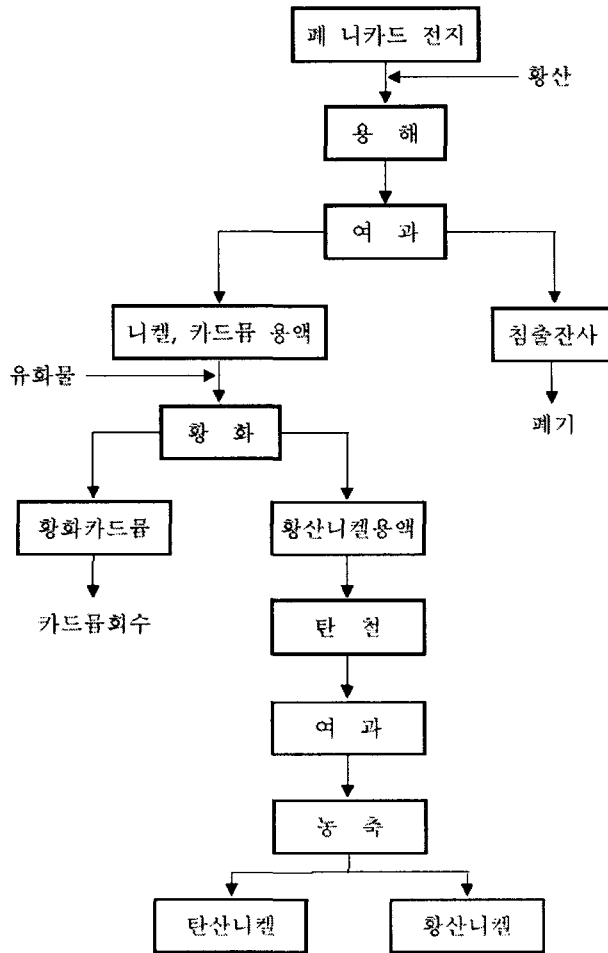
니켈-카드뮴전지에서는 고가인 니켈과 카드뮴이 회수된다. 외국에서 폐기된 전지를 수입하여 카드뮴을 회수하는데, 공정은 폐전지를 파쇄하고 약 90 0℃에서 증류하여 카드뮴을 증발 응축시켜 카드뮴 피로 회수하고 증류 잔사인 니켈-철 성분은 페로니켈의 원료로 외국에 수출하고 있다 .

한편, 고온으로 카드뮴을 증발, 응축시켜 회수하고 잔사를 페로니켈 원료로 판매하는 상기의 건식 방법과 달리 카드뮴을 습식으로 회수하는 공정이 개발중에 있다. 물리적 파쇄, 선별공정을 거쳐 황산에 의한 세척공정으로 유가금속을 침출시킨 후, 카드뮴과 철을 TBP 추출제를 사용하여 일차 용매추출법으로 분리, 회수하고 여액으로부터 Cyanex 272 추출제를 사용하여 코발트를 분리하여 코발트와 니켈을 각각 회수하는 습식 공정 방식이다. 그 내용은 <그림 2-3>과 같다.

(7) 니켈-수소 (Ni-MH)전지

이 전지는 니켈-카드뮴 축전지의 상위 개념인 전지로서 그 내부 구조도 유사하다. +극에 니켈, -극에 수소 전해액에는 니켈 카드뮴 전지와 같은 수산화칼륨 등의 강알칼리를 사용한다. 수소는 그 자체를 전극으로 사용할 수 없으므로 메탈 하이드라이드 (MH)라는 금속에 흡장시킨 것을 사용하지만, 어떤 금속을 사용하느냐에 따라서 수소 흡장량이 달라지며 그것에 의해 전지의 성능이 좌우 된다.

이 전지의 기전력은 공칭 1.2V 이지만 용량이 대단히 크다는 것이 특징이다. 동일 용적의 니켈카드뮴 축전지에 비해 약 2 배의 방전용량을 가지고 있다. 니켈수소 2차전지로부터 유효금속을 회수하는 방법으로 니켈수소 2차 전지를 파쇄하고 알칼리분, 유기물질, 철분을 분리한 후, 소성하는 공정, 무기산에 용해 후, 희토류 금속이온 및 니켈이온을 침전, 여과, 소성하는 공정, 무기산에 용해 후 희토류 금속이온을 플루오르화물로서 침전, 여과, 소성하여 플루오르화 희토류 금속을 얻고 한편 잔액으로부터 니켈 이온을 침전, 여과, 소성하여 산화니켈을 얻는 공정이다 .



<그림 2-3> 습식법에 의한 폐 니켈-카드뮴 전지로부터 금속회수정도

8) 리튬이온전지

폐 리튬이온전지의 재활용은 우선적으로 양극활물질에 함유되어 있는 코발트를 회수하는 것이 경제성을 좌우하는 중요한 요인이 되고 Li, Ni, Cu, Fe 등의 다른 유가금속의 회수와 플라스틱의 처리 비용도 고려하여야 한다.

폐 리튬이온전지로부터 유가금속을 회수하는 요소기술은 선별기술, 농축기술 및 제련기술로 대별되며, 회수하고자하는 금속의 종류에 따라 처리방법이 달라진다. 선별공정은 폐전지를 선별, 해체, 절단, 분쇄 시키는 단계이고, 농축공정은 분쇄된 스크랩에서 금속과 비금속을 분리 및 농축시키는 단계이며, 제련공정은 금속 농축물로부터 금속을 회수하는 단계이다.

유가금속을 회수하기 위한 공정은 유가금속의 농축공정에 따라 기계적 처리와 고온처리로 나눌 수 있으며, 그 다음, 화학적 처리에 의하여 농축된 스크랩으로부터 유가금속을 회수할 수 있다.

기계적 처리공정은 크게 폐 리튬전지로부터 전극활물질을 선별함으로써 Co를 농축하는 방법으로 수선(手選)-열처리-절단-비중선별-분급-자력선별 등의 일련의 공정으로 이루어진다. 코발트가 함유되어 있는 전극물질은 다른 물질과 다르게 분말상으로 존재하기 때문에 기계적 처리에 의하여 분말상과 피상을 분리함으로써 코발트 등의 유가금속을 분말로 분리 농축할 수 있다.

분리 농축된 전극물질은 침출-분리정제-회수에 의하여 코발트 등을 회수할 수 있다. 분리정제 기술은 일반적으로 중화, 침전, 용매추출, 화학침전, cementation, 이온교환법, 전해채취 등을 들 수 있으며, 용액 중으로부터 유가금속을 직접 환원하여 금속 또는 불용성 침전법으로 화합물 형태로 회수하는 회수공정으로 이루어져 있다.

4. 결 론

전지에 관한 국내의 생산 및 수출입 통계자료에서 전지의 종류에 대한 구분과 단위가 일관되지 않아 국내의 폐전지 발생량을 추정하기 어렵다. 따라서 보다 상세한 자료를 바탕으로 전지 종류의 구분과 조사 단위를 통일시킬 필요성이 있다.

또한 제품에 포함되어 수출입 되는 수량에 대한 신뢰성 있는 조사연구가 필요하며, 축전지의 경우 구입에서 폐기되기까지의 사용기간을 평가할 필요가 있다.

미국, 유럽 등 서방 선진국을 중심으로 합수는 알칼리 망간전지와 망간전지의 경우 판매를 금지하고 있으며 또한, 수은전지는 전량 판매를 금지시켰을 뿐만 아니라 미국의 일부 주에서는 산화납의 매립을 금지시켰고, 니켈-카드뮴전지는 분류수거를 의무화하기도 하여 폐전지의 중금속에 의한 환경오염에 대한 규제가 점차적으로 심화되어 가고 있다.

그러나 폐전지에는 수은, 은, 리튬, 망간, 니켈, 카드뮴 및 아연 등의 금속이 함유되어 있어 폐전지의 재활용을 통하여 중금속으로 인한 환경오염의 방지와 유가금속의 회수에 의한 자원의 효율적 이용을

기대할 수 있다.

대표적인 2차 전지인 납축전지는 회수 및 처리체계가 확립되어 있으나 최근 발생량이 급증하고 있는 Ni-수소(MH)전지나 리튬전지의 경우, 회수 체계 및 처리기술의 미비로 재활용이 이루어지지 않고 있다.

소형 휴대 장비의 보급률 증가와 함께 더 많은 폐기물이 발생할 것으로 예상되는 리튬이온전지의 경우, 효율적인 수거체계와 함께 유가금속의 회수 및 환경오염 방지를 위하여 재활용 기술의 상용화가 급선무이다.

참고문헌

- [1] 손정수, 이철경, 양동효, "폐전지로부터 유가자원의 회수," 제 5 회 폐기물처리 및 재활용 워크샵, 한국지질자원연구원, 2001.6.1.pp76-91.
- [2] 김규연, 오길중, "전지의 사용과 재활용에 관한 기초조사," 국립환경연구원, 2002.
- [3] 이철경, 김태현, "폐리튬이온전지로부터 분리한 양극활물질의 침출," 한국자원리사이클링 학회지, 9(4), pp37-43, 2000.
- [4] 이화영, 조병원, "폐전지의 리사이클링 처리기술 현황," 공업화학 전망, 한국공업화학회, 3(2), pp20-31, 2000.
- [5] 유효신, "폐전지의 회수와 관리에 대한 정책동향," 한국과학기술정보연구원 정책보고서, 2002.
- [6] www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/recycle/battery.pdf, "Implementation of the Mercury-Containing and Rechargeable Battery Management Act," 미국 환경청 (EPA)
- [7] 과제토론회, "폐전지재활용사업 활성화를 위한 EPR(Extended Producer Responsibility) 수행방안", 한국환경정책 평가연구원, 2002.