

폐형광등 재활용 현황

1. 폐형광등 발생 현황

현재 금호전기를 비롯한 국내의 28개 업체에서 형광등을 생산·수입·판매하고 있으며 폐형광등의 연간 발생량 추이(2000년~2004년)를 보면 표 1. 에 나타난 바와 같다. 일반조명의 대명사로 자리를 잡았던 형광등(직관형·환형)이 콤팩트형으로 전환되고 있는 가운데 전체수요도 다른 조명제품으로 대체되어 점차 감소추세에 있다. 지난 2000년 1억3,600만개에서 2001년에 1억2,400만개로 약 10% 감소되었으며, 2002년도에는 2001년 수준에 머무를 것으로 예상되고 있다. 직관 및 환형의 경우 2000년 1억1,700만개에서 2001년 9,200만개로, 2002년에는 9,000만개로 예상되고 있다. 반면에 안정기 내장형 형광등과 안정기 외장형 형광등이 1990년대 후반부터 등장하기 시작하여 급속하게 증가하고 있는 추세에 있다. 안정기 내장형은 2000년도 785만개에서 2001년도 1,101만3,000개로 1년 동안 40%가 증가하였고 안정기 외장형은 2000년도 1,185만개에서 2001년도 2,133만8,000개로 1년 동안 80%의 획기적인 증가율을 보이고 있다.

표 1. 폐형광등 발생량 및 추이 (단위: 천개)

구 분	2000	2001	2002	2003	2004
직관 및 환형	117,093	91,933	90,000	85,000	80,000
콤팩트형	19,655	32,351	35,000	35,000	35,000
합계	136,748	124,285	125,000	120,000	115,000

형광등 속에는 대략적으로 1개당 10~50mg의 수은이 들어있으며, 1개당 평균 수은함량은 25mg으로 연간 3.3톤의 수은이 사용되는 것으로 추정되고 있다. 형광등의 관은 유리로 되어있기 때문에 깨질 경우 안에 있던 수은가스는 밖으로 나오게 되어 공기 중으로 퍼지게 된다. 대기 중에 있는 수은은 호흡기관으로 섭취될 수 있으며 토양오염에 의한 음식물의 섭취로도 인간의 건강을 위협할 수 있다. 수은에 의한 인간의 피해는 여러 유명한 사례가 있으며 그 중 일본의 미나마타 및 니이가

타에서는 메틸수은이 축적된 어패류를 섭취함으로써 집단 유기수은중독이 발생하여 미나마타병이 생기기도 하였다. 이라크에서는 메틸수은으로 살균한 종자용 곡식을 빵의 원료로 사용하여 6,000여명의 유기수은 중독환자를 발생시켰으며 이 중 450명의 인명피해를 내기도 하였다. 바로 이런 위험성 때문에 폐형광등을 처리할 때는 파손이 되지 않도록 세심한 관리를 해야 하는 것이다.

2. 폐형광등 수거 및 관리 현황

현재 일반가정 및 사무실에서 사용하여 배출되는 폐형광등은 지자체에서 별도의 수거함을 이용하여 회수되고 있다. 정부종합청사와 지하철공사와 같은 대규모 정부기관에서 나오는 형광등은 납품업체에서 회수처리를 조건으로 하는 구매계약을 체결하고 있다.

국내의 폐형광등 회수체계는 배출경로로 대별하여 일반가정배출과 사업장배출로 구분하고 일반가정용 배출분은 각 지자체에서 분리·수거하여 처리장까지 운송하고 있으며 사업장 배출분은 사업자가 자체분리한 후 수거 보관하여 처리장까지 운송하고 있다. 단, 배출물량이 소량일 경우, 지자체나 처리업체에 수거를 위탁하고 있다.

최근에 들어 환경부에서는 폐형광등에 관한 관리를 별도로 지방자치단체 중심으로 실시하고자 여러 방안을 검토하였으며 2004년부터는 확대생산자재활용제도의 품목으로 확정하여 형광등 생산업체를 중심으로 한 한국형광등재활용협회에 의해 폐형광등을 관리하고 있으며 정부종합청사를 비롯한 대형빌딩과 수도권 지역 일부에서 배출되고 있는 폐형광등은 폐형광등재활용공사(주)에서만 처리하고 있는 실정이다. 폐형광등재활용공사(주)에서 사용중인 폐형광등 처리시설은 1대이고, 이 시설은 금호전기에서 스웨덴으로부터 약 100만달러에 수입·설치한 MRT 시스템을 약간 변경하여 국내 실정에 적합하게 하여 사용하고 있다. 이 시스템은 건식방법으로 시간당 약 4,000개의 폐형광등을 파쇄하고 각 종의 소재별로 분리시키며 수은은 증류장치를 이용하여 분리하고 있다.

폐형광등으로부터 유가물질을 분리 및 회수하는 방법은 폐기물에 의해 발생하는 환경오염을 근원적으로 차단하는 측면과 폐기물의 자원을 재활용한다는 측면에서 환경오염을 방지하는 동시에 자원의 재활용을 활성화하는 가장 적극적인 방법

중 하나로 평가되고 있다. 특히, 형광등에는 유해물질인 수은이 포함되어 있어 형광등을 파쇄할 경우 대기오염을 유발시킬 가능성이 크며 생활폐기물과 같이 매립 처분할 경우 매립지에서 발생하는 침출수에 포함되어 지하수 및 토양오염을 유발할 수 있으므로 유럽과 미국을 비롯한 선진국에서는 폐형광등에 대한 관리를 별도로 추진하고 있으며 폐형광등으로부터 유가물질을 회수하고 있는 실정이다.

3. 선진국의 폐형광등 관리 및 재활용 기술 현황

선진국의 경우 근래에 들어서야 비로소 폐형광등을 비롯한 수은함유폐기물의 처리기술이 개발되어 실용화되고 있는 실정이다. 현재 수은회수시설의 실용화 단계로서 분리, 회수 및 처리를 위해 실시하고 있는 나라는 독일, 스웨덴, 미국을 비롯하여 몇몇 국가들이 있으나 이 중 폐형광등으로부터 재활용품을 분리 및 회수하는 나라는 독일, 스웨덴 그리고 미국이 대표적인 국가들로 되어 있다.

미국의 경우 폐건전지, 온도계 등의 생활계 유해폐기물을 universal waste로 규정하고 있으며 현재 폐형광등을 universal waste에 포함시켜 폐형광등을 별도로 처리하고 있다. 폐형광등 회수 및 재활용은 14개 주에서 적용하고 있고 20개 주에서는 수은에 대한 규정을 법제화하고 있다. 조명과 수은 재활용업체 협회(Association of Lighting and Mercury Recycler)에 따르면 2002년도 25%의 회수율을 나타내고 약 75 개소의 재활용업체가 활동하고 있는 것으로 나타났다.

스웨덴은 1979년 조명 기기 제조업체인 Lumalampan회사에 의해 함수은 폐기물을 처리하는 MRT시스템이 개발되었으며 이 방법은 End-Cutting 장치로 이루어진 파쇄기와 sieving unit를 사용하여 비철금속부분과 유리를 분리하고 형광등 내부의 분말을 증류 처리하여 수은을 분리, 회수하는 공정으로 이루어져 있다. 이 MRT 시스템은 최근에 금호전기에서 약 100만달러에 수입, 설치하여 국내에 널리 알려지게 되었다.

독일에서는 LVG, Herborn, Werek를 비롯한 몇 개의 폐형광등 재활용 회사에서 폐형광 재활용시설을 제작하고 있으며 이 시설에 의해 분리된 물질은 제조회사로 돌려보내 재사용할 수 있도록 하고 폐유리는 유리공장으로 돌려보내 재생하며 비철금속은 별도의 공정처리를 위해 공장으로 보내지고 있다.

스위스에서의 수은함유 폐기물 처리기술은 재활용을 기초로 한 RECYTEC

Process에 의해 이루어지고 있으며 이는 스위스의 RECYMET A.B.에 의해 개발된 수은함유폐기물 처리시설로서 현재 스위스의 Aclens에 설치(용량: 250톤, 1톤/batch)되어 운영되고 있다. 이 시설의 처리대상 폐기물은 가정용폐전지, 폐형광등, Discharge Lamp, 기타 중금속 함유 폐기물이고 이 process는 파쇄, 자석분류 등의 공정으로 구성되어 있다.

일본에서는 1974년 노무라코산 주식회사가 이토무카 광업소에 대한 일체의 기술, 설비 등을 매입하여 함수는 폐기물의 처리를 중심으로 폐기물처리 업무를 개시하게 되었으며, 1985년 9월에는 국고보조사업으로 Clean Japan Center(재)와 공동으로 이토무카 광업소 내에 수은함유 폐기물 재자원화 실증플랜트를 건설하였다. 폐형광등의 처리기술로는 고품화법에 의해 주로 처리되고 있는 실정이다. 형광등은 부서지기 쉬운데 이는 운반비용이 많이 든다는 것을 의미하고 형광등의 주성분인 유리는 재사용하기 어려우며 금속 비율이 낮기 때문에 처리시 경제성이 매우 낮으므로 고품화를 하고 있다.

4. 폐형광등 기술 현황 및 향후 전망

폐형광등은 유해폐기물인 관계로 정부나 지방자치단체의 관리가 필수적이며 개인 및 업체들이 개별적으로 처리하는 것을 방지할 방안이 필요하다. 최근에 들어 폐형광등에 대한 관리체계 구축에 대한 방안이 생산자책임재활용제도(EPR)에 의하여 산업체를 중심으로 이루어지고 있으며 한국형광등재활용협회를 설립하여 2001년부터 폐형광등의 일부를 시범적으로 재활용하여 왔으나 2004년부터는 EPR 품목으로 지정되어 전국적으로 폐형광등의 재활용이 이루어지고 있다.

그러나 이러한 폐형광등 재활용은 외국에서 모든 기술과 시설을 도입하여 실시하고 있는 상황이고 국내 기술에 의해 재활용이 이루어지지 않고 있다. 폐형광등에서 발생하는 수은의 처리에 관한 국내 연구는 지금까지 한두 번 진행된 것이 전부이고 폐형광등의 재활용에 대한 국내연구는 최근 들어 청정생산기술사업으로서 경기대학교에서 이루어진 것이 최초이고 이 사업에서 폐형광등 재활용에 대한 Pilot Plant가 처음 설치하였다. 이 외에 폐형광등 재활용에 대한 연구가 학계를 중심으로 조금씩 지속적으로 이루어지고 있는 실정이다.

폐형광등을 효율적으로 관리하기 방향으로 우선적으로 폐형광등의 수거체계가

확립되어야 할 것이다. 폐형광등의 수거방법은 형광등이 파손되지 않고 원형 그대로 회수할 수 있도록 별도의 수거방법이 필요하다. 현재의 형광등 수거함을 이용한 방법과 더불어 사용이 완료된 폐형광등을 판매경로의 역순으로 회수하는 방식인 역회수 수거방식(Reverse Route System)을 이용하여 형광등의 수거율을 향상시킬 필요가 있다.

그리고 향후 폐형광등의 선진화된 처리시설을 개발하여야 할 것이다. 수은의 유해성 및 유리, 금속 성분의 재활용차원에서의 처리시설을 개발하여 회수된 폐형광등을 안정적으로 처리할 수 있도록 하여야 할 것이다. 정부에서는 이러한 재활용시설에 대한 구축방안을 표 2. 에 나타낸 바와 같이 수도권, 영남권, 호남권으로 권역을 분리하였으며 이 시설의 설치와 운영은 한국형광등재활용협회를 통하여 추진하고 있다.

표 2. 폐형광등 처리사업장 구축방안

구분	설치 장소	연간 처리능력
수도권	화성공장 (경기도 화성시 봉담읍 덕우리 162-3)	2,400만개 (직관형 및 기타형, HID램프)
영남권	칠곡공장 (경북 칠곡군 가산면 천평리 1-4)	960만개 (직관형 및 기타형)
호남권	호남지역의 중심인 광주근교 (나주, 장성, 담양 등)	960만개 (직관형 및 기타형)

현재 국내에서 사용 중인 폐형광등의 분리수거기와 향후 설치되는 폐형광등 재활용시설은 처리하는 양이 한정적이고, 이 시설의 가격은 매우 높기 때문에 폐형광등이 안전하고 친환경적으로 처리될 수 있도록 폐형광등에 포함된 물질분리 및 회수에 대한 시설과 재활용 시스템 개발이 국내에서 절대적으로 필요한 시점에 있다.