



시 정 연
2005-R-23

서울시 공공 재활용선별장 설치 및 운영 개선 방안

2005

연구진

연구책임 유기영 • 도시환경연구부 연구위원
연구원 이소라 • 도시환경연구부 위촉연구원

자문위원 김재영 • 서울대 지구시스템공학부 교수
남궁완 • 건국대 환경공학과 교수
이동훈 • 서울시립대 환경공학부 교수
이인근 • 서울시 환경과 재활용1팀장

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

I. 연구의 개요

1. 연구의 배경

- 시장가치가 낮은 재활용품은 지방자치단체장이 수거해서 처리하며 분리 배출의 정확도가 낮아 지역마다 재활용선별장이 필요함.
- 생산자책임재활용제도(EPR) 도입 이후 플라스틱 용기류, 과자봉지류 등이 재활용품으로 지정됨으로서 선별량이 증가하고 식별도 어려워졌음.
- 기존 재활용선별장들이 노후화되는 상황에서 분리상태, 시장 요구조건 등을 감안하여 새로운 역할과 기능을 수행하는 시설로서의 정비가 필요함.

2. 연구의 목적

- 재활용품의 수거여건과 시장에서 요구하는 재활용품의 품질과 서울의 부지여건, 그리고 공공 재활용선별장의 기술성을 반영하여 공공 선별장의 적절한 역할을 정립함.
- 공공 재활용선별장이 요구하는 건축물의 형태와 기능, 선별에 필요한 인력 및 선별라인의 구조, 선별품의 보관과 가공설비 등과 같은 설치 및 운영 기술을 마련함.
- 향후 서울시 자치구들이 재활용선별장을 신축하거나 개축하고자 하는 경우 필요한 시설용량, 정비 우선순위, 비용과 조달방법 등과 같은 사업추진방안을 제시함.

3. 연구의 내용

- 재활용선별장 관련 규정 및 연구사례 조사 : 국내, 해외
- 자치구 재활용사업체계 분석 : 분리배출, 수거, 처리, 판매, 선별장 확보 등
- 생산자책임재활용제도 도입 이후 재활용체계 변화 : 수거, 선별, 판매 등
- 공공 재활용선별장 구조 및 운영실태 조사 : 7개 시설
- 시설의 운영형태에 따른 비용, 에너지 소요량 분석
- 공공 재활용선별장 설치 및 운영 기준 검토
- 자치구 선별장 정비기준 설정

II. 주요 연구 결과

1. 재활용품 수거실태

- 서울시 25개 자치구 중 종이, 기타 2그룹으로 분리배출을 요구하는 자치구는 2개 구, 5그룹 이상은 4개 구이며, 16개 구는 혼합배출을 요구함.
- 그러나 수거할 때 2그룹 또는 3그룹으로 분리해서 적재하는 구는 각각 1개 구, 4그룹 이상 2개 구이고, 20개 구는 혼합해서 적재하는 등 배출과 수거가 일치하지 않는 경우가 많음.
- 수거는 대부분 주3회, 문전에서 이루어지며, 3개 자치구는 민간업체에 위탁하여 재활용품을 수거함.

2. 공공 재활용선별장 확보 실태

- 관할구역내에 공공 재활용선별장을 확보한 곳은 16개 자치구이며, 이중 6개소는 직접 운영, 10개소에는 민간에게 운영을 위탁함. 9개 자치구는 재활용품을 수거상태로 민간부분에 판매함.
- 시설들의 평균 면적은 1,100평, 시설용량 1톤당 면적은 45평 정도로 1톤당 100평이 넘는 전국 시설들의 부지규모와 큰 차이를 보임.
- 운영위탁시 계약기간은 1~3년이 일반적이며, 위탁운영의 경우 2년, 민간 업체선별의 경우 1년의 계약기간으로 계약한 자치구가 많음.
- 2003년 서울에서 수거한 140만톤의 재활용품 중 90.3%는 민간부분이 수거하고 자치구에서는 9.7%만 수거함. 자치구의 주요 처리품목은 유리병(39.2%)과 플라스틱류(34.3%)임.
- 2003년 각 자치구의 재활용품 매각 수입은 자치구당 1억9,218만원, 1톤당 32,800원 수준임.

3. EPR시행이 자치구 재활용체계에 미치는 영향

- 기존 기피품목이 재활용품으로 추가되면서 자치구들의 수거량이 증가했고, 그 중심에 플라스틱이 있음. 그렇지만 수거인력이나 선별인력의 별도 충원은 없는 것으로 나타남.
- 일부 자치구들이 필름류 포장재, 스티로폼 등에 대응하기 위해 압축기, 감용기를 새롭게 구입하고, 어떤 곳에서는 선별라인을 보강하거나 풍력선별기를 설치하는 등 선별장의 기능을 개선했음.
- 추가품목들의 시장가치가 낮아 재활용품의 판매단가는 EPR 시행이후 감소했으며, 필름류 포장재는 판매처를 확보하지 못해 보관용지 및 처리비용의 문제를 야기시킴.

4. 공공 재활용선별장의 구조 및 운영 실태

- 선별장 내부는 반입장, 선별플랫폼, 폐기품 저장소, 선별품 저장소, 압축 시설 운전공간 등으로 분할됨.
- 부지 전체가 철골구조 건축물로 덮힌 곳이 있는가 하면 선별플랫폼 부분만 경량 건물을 설치하는 곳도 있음.
- 모든 시설들은 지상에서 3m이상 높이의 철골 선별플랫폼을 설치하여 상부 선별컨베이어에서 인력 및 자력으로 재활용품을 선별하며, 재활용품을 공급하기 위해 지상 호퍼와 경사컨베이어를 활용함.
- 경사컨베이어는 12~80°의 다양한 경사를 보이며, 경사가 급할수록 벨트의 길이가 짧아지는 경향이 있고 벨트의 폭은 1~1.2m 정도임.
- 경사컨베이어에 재활용품을 투입하기 위해 대부분 지상돌출형 호퍼를 갖추고 있으며, 재활용품은 개량형 지게차 등의 장비를 이용하여 호퍼에 투입됨.
- 선별대의 높이는 플랫폼 상부로부터 0.7~0.9m이고, 벨트폭은 0.7~1m 범위임. 선별대의 양쪽에 인력을 배치하며, 미국의 벨트폭(1.2m)보다 조금 협소함.
- 선별벨트의 길이는 최대 74m이고, 20m에 불과한 곳도 있음. 벨트운전속도는 최저 6m/분이고, 15m/분 이상도 있음. 미국에서는 9~10m/분을 권장하고 있음.
- 선별인력은 17인에서 41인으로 다양하며, 분리품목도 10종 이상에서 16종 이상으로 상이함. 3개소의 선별장은 금속제품과 철캔을 분리하기 위해 자력선별기를 선별벨트 일부분에 직각으로 배치함.
- 분리하는 품목의 순서가 일치하는 시설은 없으나 전반적인 배치에서 공통점 즉, 비닐류와 필름류를 선별컨베이어의 전단에서 유리병류는 후단에서 분리하는 특성이 있음.

- 트롬멜 스크린이나 풍력선별기를 설치하여 필름류나 잔재물의 불연성을 분리하는 곳도 있음.
- 선별플랫폼 하부공간활용은 선별대의 길이와 밀접한 관련이 있음. 하부공간을 5품목의 선별품 보관에 활용하는 곳은 선별대가 20m에 불과한 반면 9개 품목을 보관하는 곳은 74m에 이르기도 함.
- 선별장에서 사용되는 장비는 압축기, 이송장비, 계량대 등으로 구분되며 플라스틱 및 비닐류 압축기, 스티로폼 감용기는 대부분의 시설이 갖추고 있음.
- 캔압축기를 설치한 곳은 1개소에 불과하고 그나마 활용을 하지 않고 있음. 시장에서 원하지 않거나 양이 적기 때문임.
- 이송장비로 반입장에서 재활용품의 이송을 담당하는 페이로더를 기본적으로 갖추고 있으나 대부분 지게차를 개조한 형태임. 호이스트를 갖추고 재활용품을 선별대에서 지상으로 이송하는 곳도 있음.
- 강제 환기시스템을 갖춘 시설은 2개소에 불과하고, 지붕의 몇 개소에 팬을 가동하거나 유리창을 개폐하는 방식으로 환기하는 수준임.
- 선별장내에 수도시설이 없어 바닥청소에 어려움을 겪는 시설이 있고, 안전모를 착용하는 시설은 1개소, 방진마스크를 착용하는 시설은 1개소도 없는 등 대체로 청소 및 안전대책이 미흡함.

5. 플라스틱 전문선별업체 선별장의 구조 및 운영실태

- 플라스틱 선별 전문업체는 공공 선별장에서 1차 선별된 플라스틱류를 2차 선별하여 파쇄업체에 납품하는 기능을 함.
- 선별종류는 PE(비닐봉투 포함), PP(고추장통, 반찬통, 바구니, 크레파스통, 펄통 등), PS(요구르트병), ABS, 하이백(요플레), PETE, PVC(계란 난좌), 필름류(봉투용 복합재질) 등 임.

- PETE와 혼합플라스틱의 선별라인을 별도로 갖추고 있으며, 선별라인이 있는 곳만 철재기둥 및 지붕형 건물로 되어 있는 전체적으로 열악한 구조임.
- 주요장비로는 선별대 및 이송용 컨베이어, 플라스틱 압축 포장기, 페이로더, 수송장비 등이 있음.

6. 유리병 전문선별업체 선별장의 구조 및 운영실태

- 중간수집상, 병전문수거상으로부터 혼합병과 색상별 분리병을 납품받아 선별·분쇄해서 제병공장에 납품하는 역할을 함.
- 공정은 혼합잡병 선별공정, 녹색병 및 갈색병 분쇄공정, 무색병 분쇄세척 공정으로 구성됨.
- 색상별 순도가 판매가격에 많은 영향을 미치며, 공공 선별장에서 분리를 불신함.

7. 재활용품의 공장요구조건과 공공 선별장의 능력

품목	공장요구조건	공공 선별장 능력
종이류	- 골판지, 갠지, 모조지, 혼합지 등으로 분리하여 일정크기로 압축	- 재질별 식별능력 부족 - 양이 적어 압축기 설치 곤란
플라스틱류	- PETE, PE, PP, PS 등으로 분리해서 분쇄물로 납품 - 스티로폼, 필름류는 별도 분리	- PETE, 스티로폼, 필름류 등은 식별 용이하나 나머지는 식별능력 부족 - 분쇄 및 세척시설 확보 곤란
고철·캔류	- 철캔, 알루미늄캔, 고철로 분리후 차량단위 반입 - 철캔, 알루미늄캔은 압축 반입	- 자력선별기를 설치하면 3종류로 분리 가능 - 양이 적으면 전문업체 경유 필요
유리병	- 공병은 세척, 멸균 후 반입 - 기타병은 3색분리후 분쇄물 반입 - 세라믹 등 혼입 엄금	- 공병은 분리하나 세척·멸균 불가 - 기타병의 색별 분리 가능 - 세라믹 분리, 분쇄 곤란

Ⅲ. 정책건의

1. 공공 재활용선별장의 사회적 기능에 대한 명확한 인식 필요

- 쓰레기종량제의 원활한 이행을 위한 물류기지 역할 담당 : 일반쓰레기의 적환장이 필요하듯 재활용품도 집하선별장이 필요함.
- 민간이 기피하는 영역에 대한 공익적 기능 수행 : 민간이 수거해서 판매하는 경우 재활용품 1톤당 13만원의 손실이 발생하기 때문에 공공부분에서 수거·처리가 필요함.
- 시민과 재활용시장 사이의 완충역할 : 시민들이 완벽하게 분리하지 못한 불순물을 제거하고, 후속 전문시장에서 요구하는 형태로 품목별 선별 기능을 수행함

2. 시장요구조건과 공공 선별장의 능력을 감안한 선별품목 설정

- 종이류 : 재질별 식별능력이 부족함으로 혼합지로 단순 분리
- 플라스틱류 : 식별이 용이한 PETE, 스티로폼, 필름류는 별도 분리하고, 식별이 어려운 품목은 PE·PP, PS·기타로 총 5종류 분리
- 고철류 : 고철, 철캔, 알루미늄캔으로 분리하고 자력선별기의 설치 및 활용 필요
- 유리병 : 공병, 갈색병, 무색병, 녹색병 등 4종류로 분리
- 이상과 같이 분리할 경우 총 13종으로 분리되며, 추가분리여부는 여건에 따라 판단함.

3. 후속처리 및 에너지절약을 감안한 부피조절 실시

- 압축 등 부피조절은 PETE, 스티로폼, 필름류, 철캔, 알루미늄캔에 대해서

만 실시하고, 나머지 품목은 후속처리를 배려하여 그대로 반출함.

- 압축을 하면 품목에 따라 25~84%의 에너지, 37~86%의 수송비용이 절감됨.

품목	부피조절 여부	사유	에너지 절감	수송비 절감
종이류	불필요	압축하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-
PETE	필요	수송비·에너지 절감, 추가선별 용이	76%	80%
스티로폼	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송 가능	33%	86%
필름류	필요	추가선별 불필요, 장기 적체 가능성	84%	85%
기타 플라스틱	불필요	압축하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-
철캔	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송 가능	25%	37%
알루미늄캔	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송 가능	-	-
유리병	불필요	분쇄하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-

4. 필수 설계 요소

- 반입물의 조성 : 자치구별 축적자료를 활용하는 것이 가장 정확하고, 축적자료가 없거나 미흡할 때는 종이류 11.0%, 플라스틱류 32.1%(PETE 13.7, PE·PP 13.7, PS·기타 4.3, 필름류 0.4%), 고철류 2.2%, 캔류 9.3% (철캔 8.2, 알루미늄캔 1.1%), 유리병류 37.3%(갈색 17.9, 무색 13.4, 녹색 6.0%), 기타 8.1%를 대표조성으로 활용 가능함.
- 겉보기 밀도 : 반입상태에서 종이류 64, PETE 27, 필름류 20, 철캔 83, 혼합 유리병 343kg/m³ 등이며, 압축하면 큰 폭으로 증가함. 이 밀도는 저장 및 야적 공간, 선별컨베이어에의 투입두께, 수송차량의 수 등의 산정에 활용함.
- 1인당 선별속도 : 1일 18kg(필름류)에서 2,825kg(갈색병)으로 큰 편차가 있음. 외국의 경우보다 상대적으로 낮는데 양과 취급품목의 차이 때문임. 1인당 선별속도는 선별인력의 산정에 활용함.

5. 시설 설치 기준

- 사전검토사항 : 반입대상물 및 압축 대상물, 부지 여건, 운영주체, 자동화 정도 등이며 시설규모, 공간배치 등에 영향을 미침. 재활용품만 취급할 때 필수공간은 선별동과 사무·휴게동임.
- 반입물의 상태 : 혼합배출된 상태로 반입될 수밖에 없으며 이 방식은 재활용선별장의 규모, 골목길의 청결성, 주민불편 및 수거비용 측면에서 오히려 유리함.
- 시설규모 : 연간평균 배출량, 추가예상량, 주 작업일수, 월변동 등을 고려하여 산정하며, 5단위로 절상함.
- 건축물 : RC조 또는 철골조로 건설하고, 진출입구의 높이는 최소 5m, 선별대와 여타공간 사이를 최소 15m 확보하여 장비의 진출입 및 이동을 원활하게 함.
- 압축품 저장 공간 : 품목별로 5톤 차량 2대분(필름류는 10대분)의 저장공간을 확보하며, 50평 이상이 필요함.
- 투입호퍼 : 반지하형이 유리하고, 불가능할 때는 지상형으로 설치하되 폐이로더 등 투입장비의 확보가 요구됨.
- 선별대 공급컨베이어 : 15° 미만의 경사는 고무벨트에 요철을 주고, 15° 이상의 경사는 철재 유도판을 설치하여 철캔과 유리병의 미끄럼 현상을 방지함.
- 선별컨베이어 : 한국인의 체형을 감안하여 1m의 벨트폭(양쪽선별)이 적정하며, 컨베이어의 길이는 선별인력과 기계선별장치, 장래 추가량, 여유율 등을 감안하여 결정함.
- 품목별 선별 순서 : 이송장애 품목(봉투해체 등), 밀도 낮은 품목(종이 등), 가볍고 원통형(캔류), 무거운 품목(유리병 등)의 순서로 분리하며, 기계선별을 조합할 때도 순서는 동일함. 자력선별(철재 분리), 비중선별

(유리병과 플라스틱 분리, 잔재물의 불연성 및 가연성 분리)을 도입할 경우에도 후속 수(手)선별이 필요하기 때문에 보조컨베이어의 확보가 요구됨.

- 선별플랫폼 : 상부를 선별, 하부를 분리품의 저장 또는 압축공간으로 활용하고 품목당 4m 길이의 저장공간을 확보함. 폭은 최소 7m, 견학통로를 설치할 경우 최소 10m가 요구되며, 선별플랫폼의 길이는 하부 저장공간의 총길이와 선별컨베이어의 길이 중 큰 쪽을 기준을 결정함.
- 이송장비 : 페이로더(또는 개량형 지게차)와 수송차량은 기본장비이고, 톤백, 상용상자도 소량선별품의 일시저장과 내부이송을 위해 필요함. 호이스트를 설치하면 선별플랫폼 상단에서 지상으로의 물품이동에 편리함.
- 안전 및 환경대책 : 악취 발생 공간의 격리, 국소 및 전체 환기, 탈취 및 제진 설비 등이 필요하며, 충분한 조도 확보, 전기배선의 벽면 배치, 동력차단기의 분산 배치 등은 작업자의 안전확보에 중요함.
- 지하시설일 때 고려사항 : 대형폐기물 등의 분쇄 및 스티로폼 잉고트 생산 등 냄새와 분진을 유발하는 공정을 배제함.

6. 시설 운영기준

- 인력관리 : 시설관리자, 반장, 기계관리자, 장비운영자, 선별작업자, 검수, 행정보조 등으로 역할을 명확하게 구분하고, 작업효율을 높이기 위해 적정한 휴식과 9m/분 정도의 벨트 속도를 유지하고, 사고예방과 복구를 위해 비상훈련의 실시와 복구반 편성이 필요함.
- 시설 및 장비관리 : 시설 및 장비 유지관리지침서 작성 활용하고 숙련된 수리인력을 확보함.
- 위탁운영자 관리 : 공개공모를 통해 선발하고 운영실적에 연동하는 정산

체계를 도입해서 적극성을 유도하고 3년 정도의 안정된 계약기간을 보장함.

7. 서울시 공공 재활용선별장 정비방안

- 자치구의 자체 시설 확보 추진 : 수거상태로 재활용품을 판매하면 수송비용 때문에 자체시설을 확보하는 경우(운영은 민간위탁)와 비용면에서 큰 차이가 없고, 에너지소비도 1/5 수준으로 절감됨. 특히 자체확보가 곤란한 자치구는 공동이용 추진(15톤일 때 1톤당 1.2인, 30톤일 때 1.0인)
- 자치구별 시설용량 : 동대문구 등 4개 자치구는 1일 20톤 이상, 송파구와 관악구는 각각 1일 50톤, 55톤 이상의 시설용량이 필요하고, 공동이용의 경우에는 구별용량을 합하여 시설용량을 산정함.
- 시설정비 우선순위 : ①인근 자치구와 공동활용을 합의하고 시설의 증설이나 이전을 추진하는 시설(강북구 등), ②토지이용규제로 현재 확보된 시설의 이전이 필요한 시설을 우선적으로 정비(강남구 등), ③자체시설을 확보하지 못한 채 수거상태로 민간부분에 재활용품을 판매하는 지역 중 자체시설의 확보를 원하는 지역의 시설(종로구, 영등포구 등), ④시설공간이 현저하게 협소하고 간이시설에서 선별작업을 수행하는 자치구의 시설(노원구 등)
- 소요비용 및 예산지원 : 지상시설의 경우 시설용량 1톤당 1억5천만원 정도가 소요될 전망이고, 공동활용을 촉진하기 위해 다음과 같이 시비(수혜 자치구 일부 부담)를 차등지원하며, 법정 계획에 정비계획 및 소요재원을 포함시켜 실효성 확보함.

활용유형	국비(%)	시비(%)	구비(%)
1개구 단독활용	30	35	35
2개구 공동활용	30	45	25
3개구 이상 공동활용	30	60	10

- 부대여건 정비 : 주민의 분리배출 철저, 수거과정에서 배출용 봉투 제거, 필름류의 수거지역 지정, 중소형 가정용품(전화기, 비디오테이프 등)의 전국적 처리망 확보, 시설설치 및 운영지침서 제작 보급과 기존 지침의 보완 등이 요구됨.

8. 공공 재활용선별장 정비를 위한 역할분담 방안

구분	역할
자치구	- 공공 재활용선별장의 정비계획 수립 - 정확한 공사비용의 산정과 국가 및 서울시에 대한 재정 지원 요구 - 재활용선별장의 운영과 조화되는 수거체계 정비 - 배출자에 대한 분리배출 지도 등 잔재물 발생 최소화 - 관련 지침 또는 가이드라인의 활용
서울시	- 시설 설치·운영 가이드라인 제작 보급(법규 사항 추가) - 공동 이용 선별장에 대한 지원확대 추진 및 관련 조례에 반영 - 자치구 선별장 정비 독려 및 성능진단팀 운영 - 정비계획을 법정계획에 반영하여 단계적 추진의 실효성 확보 - 필름류 수거지역 지정에 관해 중앙정부와 협의
정부	- 재활용선별장에 대한 재정지원 - 회수목표량에 대응하는 필름류의 수거지역 지정 - 중소형 가정용품(전화기 등)의 전국적 처리망 구축 - 공공재활용기반시설설치·운영지침을 실효성 있게 보완
시민	- 잔재물 발생의 최소화를 위한 협력 - 중소형 가정용품의 대형폐기물로의 배출 협조
민간전문업체	- 전문성을 배양하여 선별회수율 극대화 - 필름류의 경제적인 활용기술 개발 - 정확한 경영수지에 입각한 공공부분과의 계약체결 및 이행 - 공공 선별장의 정비에 기술적 노하우 적극 제공

9. 향후 연구 과제

- 선별장의 각 프로세스별 물질수지 및 에너지수지를 파악하여 효율적인 공정의 조합을 위한 연구를 수행함. 본 연구에서는 기초자료의 부족으로 재활용선별장의 확보 형태, 압축공정의 채택 여부 등에 대한 상대비교에만 에너지 수요를 평가하였음.
- 환경친화적인 재활용체계가 구축되기 위해서는 분리배출, 수거, 선별, 제품 생산, 잔재물 처리 등 전과정에서의 비용, 에너지, 자원 등의 소비량 파악과 종합적인 평가가 요구됨.
- 필름류, 중소형 가정용품(선풍기, 카세트, 전화기 등)의 분리 및 재활용기술을 개발하여 공공 선별장에 반입된 품목의 회수율을 극대화하는 연구도 필요함.

목차

제 I 장 서론	3
제1절 연구의 필요성	3
제2절 연구의 목적	5
제3절 연구의 방법	5
 제 II 장 재활용품 선별에 관한 규정과 연구사례 등	11
제1절 정부의 관련 규정	11
1. 재활용가능자원의 분리수거 의무	11
2. 공공 재활용선별장의 설치 의무	12
3. 공공 재활용선별장의 설치·운영기준	13
4. EPR과 제품·포장재별 재활용의무를	17
제2절 공공 재활용선별장의 운영실태 조사 사례	18
제3절 수거방법과 재활용품 분리행태	20
제4절 미국 재활용선별장의 운영사례	22
1. 미국 재활용선별장의 설계 관련사항	22
2. 미국의 공공 재활용선별장 운영사례	25
 제 III 장 재활용품 수거 및 처리 실태	33
제1절 수집운반	33
1. 분리배출기준	33
2. 수거지점	34
3. 수거시 분리적재 종류	35
4. 수거회수	35

5. 수거주체	36
제2절 재활용선별장	36
1. 보유실태	36
2. 시설규모	38
3. 민간위탁 등의 계약방법	39
제3절 재활용품 판매	40
1. 자치구별 판매량	40
2. 판매금액	41
제4절 EPR시행 이후 자치구 재활용체계의 변화	42
1. 수거량 변화	42
2. 수거 및 선별인력	43
3. 재활용품 판매단가	44
4. 재활용선별장 운영	45
5. EPR 시행 이후 변화의 종합평가	46
제Ⅳ장 재활용선별장의 구조 및 운영실태 진단	51
제1절 자치구 선별장	51
1. 조사 대상	51
2. 건축 및 공간 활용	51
3. 반입 및 투입 공정	58
4. 선별공정	61
5. 보관시설	65
6. 장비 등	68
7. 환경·안전 설비	71
제2절 전문업체 선별장	72
1. 플라스틱 중간선별업체	72
2. 유리병 선별·분쇄업체	75

제 V 장 재활용선별장의 표준시스템 검토	81
제1절 공공 재활용선별장의 역할 정립	81
1. 사회적 기능	81
2. 기능적 역할	84
제2절 필수 설계 요소	92
1. 반입물의 포장상태	92
2. 반입물 성상	94
3. 반입물·처리물의 겉보기밀도	95
4. 1인당 선별능력	97
5. 시설의 전력사용량	99
제3절 시설 설치 기준	100
1. 사전 검토사항	100
2. 시설 규모	102
3. 건축물의 구조 및 시설물 공간 배치	103
4. 선별 설비 설치기준	108
5. 재활용품 이송장비	115
6. 작업안전 확보 및 환경오염 방지	116
7. 지하시설일 때의 고려사항	118
제4절 시설 운영 기준	119
1. 시설의 운영	119
2. 인력 관리	120
3. 시설 및 장비 관리	122
4. 위탁운영자의 관리	123
 제 VI 장 자치구 공공 재활용선별장 개선방안	 129
제1절 시설 정비 원칙	129
제2절 시설 정비 추진 방안	131

1. 자치구별 시설용량	131
2. 공공 재활용선별장이 갖추어야 할 기능	132
3. 시설 정비 우선순위	133
4. 소요비용 및 예산지원	135
제3절 부대여건 정비 방안	138
1. 수거체계 정비	138
2. 후속처리방법의 정비	139
3. 설치·운영지침서의 작성 및 보급	139
 제Ⅶ장 결론 및 정책건의	143
1. 주요 연구 결과	143
2. 정책건의	148
 참고문헌	155
 부 록	157

표 록 차

〈표 2-1〉 재활용가능자원의 분리수거 등에 관한 지침	11
〈표 2-2〉 공공 재활용선별장에서 취급할 품목	13
〈표 2-3〉 공공재활용기반시설 설치운영지침 중 주요내용	15
〈표 2-4〉 2005년 제품·포장재별 재활용의무율	17
〈표 2-5〉 수선별 및 처리상태에서 재활용품의 겉보기밀도	20
〈표 2-6〉 수거방법 등에 따른 단독주택지역의 재활용품분리율과 주민이 선호방법	21
〈표 2-7〉 상가유형별 재활용품 분리율	22
〈표 2-8〉 재활용선별장의 회수율에 영향을 미치는 요인	25
〈표 3-1〉 자치구의 분리배출 요구 유형	33
〈표 3-2〉 자치구의 재활용품 수거지점	34
〈표 3-3〉 자치구의 수거시 분리적재 종류	35
〈표 3-4〉 자치구의 재활용품 수거회수	36
〈표 3-5〉 자치구 재활용품 수거조직	36
〈표 3-6〉 직영 및 위탁운영 공공선별장의 규모	38
〈표 3-7〉 위탁운영과 민간업체의 계약조건 등	40
〈표 3-8〉 재활용품의 종류별 판매량 현황	41
〈표 3-9〉 재활용품 판매단가 현황	41
〈표 3-10〉 EPR 시행전후(2002, 2004년)의 자치구 재활용품 수거량 변화	43
〈표 3-11〉 EPR 시행 전후(2002, 2004년)의 자치구 재활용품 수거 및 선별인력 변화	44
〈표 3-12〉 EPR 시행 전후(2002, 2004년)의 자치구 재활용품 판매단가 변화	44
〈표 3-13〉 EPR 시행에 대응하기 위한 각 자치구의 선별장 개량사업	46
〈표 4-1〉 조사대상 시설의 개요	51
〈표 4-2〉 각 시설의 반입 및 투입공정	60
〈표 4-3〉 각 시설의 선별공정	62

<표 4-5> 부피조절 및 이송장비 등	68
<표 5-1> 자치구 재활용품 처리비용과 재활용원료 판매수입의 비교	84
<표 5-2> 공공 재활용선별장의 압축기능 및 효과	91
<표 5-3> 서울시 공공 재활용선별장의 반입물 조성	95
<표 5-4> 반입상태 및 처리상태에서 재활용품의 겉보기밀도	97
<표 5-5> 우리나라 공공 재활용선별장의 재활용품 선별속도	99
<표 5-6> 기계선별장치의 성능(예)	102
<표 5-7> 압축품 저장공간 규모	107
<표 5-8> 인력선별 및 자력선별 조건에서 선별인력 산정(예)	111
<표 5-9> 재활용선별장에서 활용할 수 있는 각종 기계선별기	113
<표 5-10> 탈취와 제진 방법	118
<표 5-11> 재활용선별장의 관리영역과 직책별 역할	122
<표 5-12> 민간운영업체를 선정하기 위한 공고 및 제안서 내용	125
<표 6-1> 재활용선별장의 운영형태에 따른 운영수지 및 에너지소비량	130
<표 6-2> 재활용선별장의 시설규모에 따른 선별인력수요(NW시설의 예)	130
<표 6-3> 자치구별 소요 시설 용량	132
<표 6-4> 서울 재활용선별장의 필수기능과 선택기능	133
<표 6-5> 재활용선별장의 건설비 표준화(30톤시설의 예)	137
<표 6-6> 공동활용 재활용선별장의 자원분담방안(예)	138

〈그림 1-1〉 재활용품의 흐름과 공공 재활용품선별장의 위치	5
〈그림 1-2〉 연구 수행 절차	7
〈그림 2-1〉 상가의 유형에 따른 재활용품 분리실태	22
〈그림 2-2〉 재활용품선별장의 구조에 영향을 미치는 요인	23
〈그림 3-1〉 각 자치구의 재활용품 선별업무 수행형태	38
〈그림 3-2〉 EPR 시행에 따른 대상품목의 지정현황	42
〈그림 3-3〉 구로구의 선별용 송풍장치(필름류 투입, 필름류 저장소)	45
〈그림 4-1〉 YC선별장의 공간활용과 건축물 외형	52
〈그림 4-2〉 SD선별장의 공간활용과 건축물 외형	53
〈그림 4-3〉 NW선별장의 공간활용과 건축물 외형	53
〈그림 4-4〉 KN선별장의 공간활용과 건축물 외형	54
〈그림 4-5〉 GA선별장의 공간활용과 건축물 외형	55
〈그림 4-6〉 KB선별장의 공간활용과 건축물 외형	56
〈그림 4-7〉 GM선별장의 공간활용과 건축물 외형	57
〈그림 4-8〉 GM선별장의 선별동 내부	57
〈그림 4-9〉 GM선별장의 종합설비동 내부	58
〈그림 4-10〉 선별플랫폼을 중심으로 한 반입장과 선별공정 모식도	59
〈그림 4-11〉 선별장의 반입 및 투입공정 모습	61
〈그림 4-12〉 각 선별장의 순차적 선별품목과 인력배치	63
〈그림 4-13〉 종량제봉투에 담겨진 대형폐기품	65
〈그림 4-14〉 선별품의 저장용기 형태	67
〈그림 4-15〉 압축장비	69
〈그림 4-16〉 각종 이송장비	70
〈그림 4-17〉 선별장의 작업자 복장과 환기구	72

<그림 4-18> 플라스틱 선별업체의 작업과정	74
<그림 4-19> 유리병 분쇄업체의 작업과정	77
<그림 5-1> 종이류의 재생과정	86
<그림 5-2> 공공 재활용선별장에서의 종이류 처리 기능	86
<그림 5-3> 플라스틱의 재생과정	87
<그림 5-4> 공공 재활용선별장에서의 플라스틱류 처리기능	88
<그림 5-5> 철재류의 재생과정	88
<그림 5-6> 공공 재활용선별장의 금속류 처리기능	89
<그림 5-7> 유리병의 재생과정	90
<그림 5-8> 공공 재활용선별장의 유리병 처리기능	90
<그림 5-9> 공공 재활용선별장의 반입물 포장 상태	94
<그림 5-10> 부지형태에 따른 건축물 및 시설물 배치(예)	105
<그림 5-11> 인력선별 중심의 선별대에서 품목별 선별지점(예)	112
<그림 5-12> 인력선별과 기계선별이 조합된 선별대에서 품목별 선별지점(예)	113
<그림 5-13> 각종 이송장비	116
<그림 5-14> 지하시설물의 평면도(예)	119
<그림 6-1> 재활용선별장 건설비용 분포	136

제 I 장 서론

제1절 연구의 필요성

제2절 연구의 목적

제3절 연구의 방법

제1절 연구의 필요성

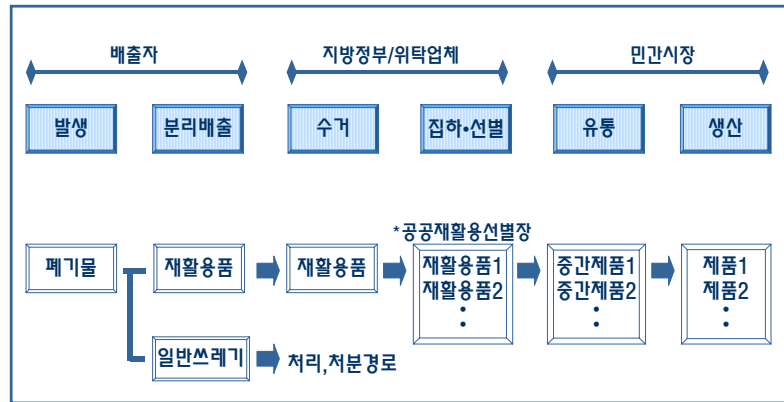
모든 생활폐기물 배출원에서는 일반쓰레기와 재활용품으로 분리하여 폐기물을 배출한다. 근래에는 음식물쓰레기도 별도로 배출하고 있다. 이러한 배출방법은 1995년부터 시행된 쓰레기종량제를 기점으로 정착되었으며, 재활용품 품목이 확대되면서 재활용품으로 분리되는 양은 지속적으로 증가하고 있다. 재활용품 중에는 고철, 종이류와 같이 시장기능에 의해 재활용되는 품목이 있는가 하면 플라스틱용기, 유리잡병 등과 같이 시장 가치가 낮은 품목도 있다. 시장 가치가 낮은 품목은 생활폐기물의 처리권자인 지방자치단체장이 수거해서 처리하며, 각 지역마다 재활용선별장이 필요한 이유이기도 하다. 배출자가 모든 품목을 완벽하게 분리해주는 것은 어려우며, 분리해준다 하여도 품목별로 수거하기에는 많은 장비와 인력이 소요되고, 시장에서 요구하는 조건으로 선별하고 포장해야 판매가 용이하고 수송비용도 줄일 수 있기 때문이다. 이 역할을 공공 재활용선별장이 담당한다.

공공 재활용선별장은 생산자책임재활용제도(이하 EPR이라 한다)의 도입으로 그 필요성이 더욱 강조되고 있다. 재활용품의 품목이 기존의 폐지, 고철, 플라스틱 용기류에서 과자봉지 등(이하 필름류라 한다)으로 확대됨에 따라 식별이나 분리수거가 더 어려워졌기 때문이다. 근래에 자원의절약과재활용촉진에관한법률 제34조에서 공공 재활용선별장을 지방자치단체의 필수시설로 규정하는 것도 이러한 흐름을 반영하고 있다. 서울시 25개 자치구들도 예외없이 공공 재활용선별장을 확보하고 있다. 그렇지만 확보와 운영 그리고 내부기능은 서로 다른 모습을 지니고 있다. 자치구에서 설치 운영하는 시설이 있는 반면, 자체 시설 없이 민간업체에 선별업무 전부를 의존하는 곳도 있다. 시설은 자치구가 소유하고 운영을 위탁하는 중간형태도 있다. 공공 재활용선별장 전체를 철골구조의 건물로 덮은 시설이 있는가 하면 선별공간만 건물내에 있고 반입공간, 비축공간은 외기에 노출된 시설도 많다. 압축설비 등의 장비나 선별인력의 수도 제각각이다. 정부에서 공공재활용기반시설설치·운영

지침(제정 2004.12.30 환경부훈령 제598호)을 마련한 것은 이러한 실태와 무관하지 않다. 그렇지만 이 지침 역시 공공 재활용선별장의 기능과 역할에 대해 거시적인 틀을 제시하고 있을 뿐 실제 지방자치단체들이 설계하고자 할 경우에 구체적으로 활용할 수 있는 지표들은 담고 있지 못하다. 또한 <그림 1-1>과 같이 재활용품이 수거되고 제품으로 거듭나기까지의 과정에서 전후단계와 연계하여 공공 재활용선별장이 어느 정도의 역할을 수행해야 하는지에 대한 접근도 전무하다.

국도가 협소하여 재활용을 중점적으로 추진하는 우리나라의 경우 재활용을 위한 제도적·물리적 기반시설은 대단히 중요하며, 공공 재활용선별장도 그 중의 하나이다. 그렇지만 지금까지는 소각하고 매립하는 폐기물의 물류과정에서 활용되는 쓰레기적환장 이상으로 평가받지는 못했다. 선별장과 적환장의 차이가 있다면 더 많은 부지와 인력 그리고 운영비를 투입하는 정도이다. EPR은 재활용품의 처리에서 생산자의 역할을 강조하기 때문에 지방자치단체와 어떻게 역할을 분담하고 재활용품의 흐름에 변화를 가져올지 관심을 모았다. 또한 EPR 시행 이후 재활용품목의 변화는 자치구 재활용사업에 약간이나마 변화를 요구하고 있다.

이에 앞으로 건설될 공공 재활용선별장은 전체 재활용품의 흐름에서 어떤 역할을 할 것인가, 세부적으로 갖추어야 할 기능과 필수 설비는 무엇인가, 어떤 기준으로 설계할 것인가, 서울시 자치구들의 시설은 앞으로 어떻게 정비할 것인가에 대한 연구가 필요하며, EPR의 시행과 함께 촉발된 사안이기에 EPR의 영향에 대해서도 함께 파악할 필요가 있다. 공공부분의 재활용사업이 본격적으로 시작된 후 10년이 경과했고 EPR이 도입된 지 2년이 경과한 시점이기에 시기적으로도 연구적 가치가 높다.



<그림 1-1> 재활용품의 흐름과 공공 재활용품선별장의 위치

제2절 연구의 목적

첫째, 재활용품의 수거여건과 시장에서 요구하는 재활용품의 품질 그리고 서울의 부지여건과 공공 재활용선별장의 기술성을 반영하여 공공 선별장의 적절한 역할을 정립한다.

둘째, 공공 재활용선별장이 요구하는 건축물의 형태와 기능, 선별에 필요한 인력 및 선별라인의 구조, 선별품의 보관과 가공설비 등과 같은 설치 및 운영 기술을 마련한다.

셋째, 향후 서울시 자치구들이 재활용선별장을 신축하거나 개축하고자 하는 경우 필요한 시설용량, 정비 우선순위, 비용과 조달방법 등과 같은 사업추진방안을 제시한다.

제3절 연구의 방법

연구는 5단계로 수행한다. 대상은 서울시 25개 자치구로 한정하되, 표준시스템을

정할 때는 타 지방자치단체의 모범시설도 참조한다. 이러한 과정을 도식화하면 <그림 1-2>와 같다.

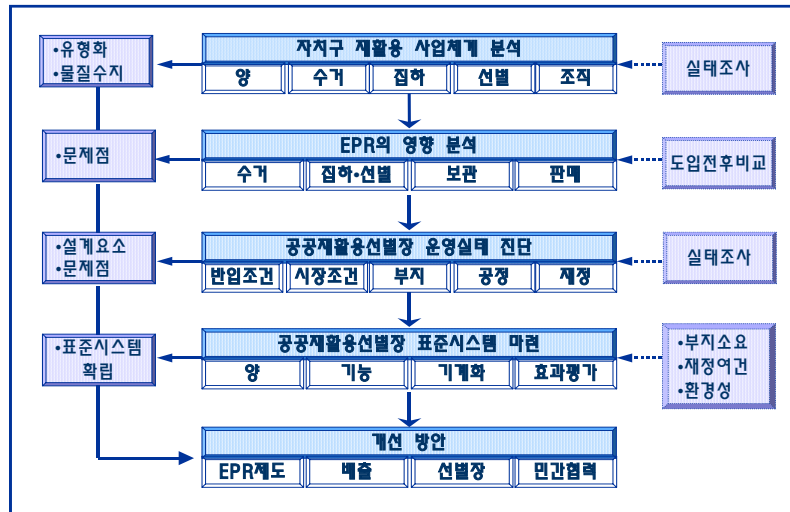
먼저 재활용품 선별에 관한 규정 및 연구사례들을 정리한다. 정부의 규정, 국내 및 외국의 가이드라인, 외국시설들의 운영사례, 선별시설의 문제점 및 지적사례 등을 다룬다.

둘째, 각 자치구들의 재활용품 수거 및 처리실태를 파악한다. 수거량에 관한 사항, 수거방법에 관한 사항, 선별장에 관한 사항, 보관 및 반출에 관한 사항, 사업 이행 조직에 관한 사항, 문제점 진단 등이 포함된다. EPR제도가 자치구 재활용사업에 미치는 영향도 여기에서 분석한다. 수거분야에 미치는 영향, 선별장 운영에 미치는 영향, 재활용품의 판매에 미치는 영향 등으로 구분한다.

셋째, 재활용집하장의 운영실태를 진단한다. 반입 재활용품의 상태, 부지·건축물과 같은 입지요소, 공정, 기계, 장비·인력과 같은 운영요소, 기계선별장치의 활용 정도, 안전 및 환경을 위한 대책, 전문선별업체의 역할 등을 파악하고 문제점 및 모범 사례를 발굴한다.

넷째, 서울에 적합한 공공 재활용선별장의 표준시스템을 마련한다. 먼저 공공 재활용선별장의 필요성을 검토하기 위해 사회적 역할과 기능적 역할을 정립한다. 다음으로 필수설계요소들을 정리하고 시설의 설치기준 및 운영기준을 마련한다. 비용 분석, 에너지사용량, 시장요구조건, 국내외 기준 및 사례들이 기준마련에 활용된다.

마지막으로 서울시 공공 재활용선별장의 정비방안을 제시한다. 시설규모, 정비추진 우선순위, 소요비용 산정기준, 단계적 추진을 위한 계획수립 방법 등을 다룬다. 더불어 공공 선별장의 원활한 운영을 위해 재활용품의 배출에서 처리에 이르기까지의 과정에서 각 주체들이 해야 할 역할도 제시한다.



〈그림 1-2〉 연구 수행 절차

제 II 장 재활용 선별에 관한 규정과 연구사례 등

제1절 정부의 관련규정

제2절 공공 재활용선별장의 운영실태 조사 사례

제3절 수거방법과 재활용품 분리행태

제4절 미국 재활용선별장의 운영사례

제Ⅱ장 재활용품 선별에 관한 규정과 연구사례 등

제1절 정부의 관련 규정

1. 재활용가능자원의 분리수거 의무

지방자치단체장인 서울시 자치구청장은 재활용가능자원의 보관시설 또는 용기를 설치하는 등 지역실정을 고려하여 분리수거에 필요한 조치를 취하여야 한다. 이는 자원의절약과재활용촉진에관한법률 제13조제3항에서 규정하고 있으며, 구체적인 방법에 대해서는 <표 2-1>과 같은 내용을 재활용가능자원의분리수거등에관한지침에서 정하고 있다.

<표 2-1> 재활용가능자원의 분리수거 등에 관한 지침
(환경부훈령 제2002-545호, 2002.12.24)

구 분	내 용
제1조(목적)	- 제정 목적
제2조(적용범위)	- 별도의 지침(음식물쓰레기 등)이 없는 재활용가능자원
제3조(수거대상재활용가능자원의 종류 및 분리배출요령)	- 지방자치단체장이 수거해야할 재활용가능자원의 종류 및 분리배출 요령 - 기타 분리수거품목(분리배출표시된 포장재 등)
제4조(분리배출의 유형)	- 4종류 이상으로 분리수거 - 선별처리 과정 등의 기계화 자동화
제5조(정기수거일의 지정운영)	- 정기 수거일 또는 요일의 별도 지정 - 불편하지 않도록 적기 수거 고려
제6조(분리수거용기의 설치)	- 분리수거용기의 지속적 확충 - 분리수거용기의 설치기준을 마련하여 용기설치등 결정
제7조(재활용가능자원의수거운반)	- 지역여건에 맞는 수거운반체계 구축 - 수거구역 주기적으로 순회하여 적기 수거
제8조(선별 처리 등)	- 종류별 세부품목별 선별로 잔재물 최소화 - 재활용업자에게 공급시 재활용 가능성 확인후 공급 - 유상판매시 경쟁으로 업체 선정
제9조(분리수거실태 점검)	- 다중이용시설, 다량배출사업장에 대한 의무 이행 연1회 이상 점검
제10조(공공재활용기반시설확충)	- 시설 및 장비 확충과 선별처리과정의 효율화 - 기반시설의 광역화를 통한 시설의 효율적 활동도모

<표 2-1> 계속

구 분	내 용
제11조(재활용센터 및 재활용제품 판매매장 확충)	- 중고품 교환 및 대형폐기물 재활용촉진을 위한 재활용 센터를 1개소 이상 설치 운영 - 민간단체 등에 대한 공유재산 사용료율 인하 등 지원 - 인구 5만명 이상 지자체 상설알뜰매장 설치 운영
제12조(재활용사업자에 대한 자금지원)	- 관할구역내 재활용사업자에 대한 각종 자금지원 강구
제13조(홍보·주민참여 촉진)	- 수거품목, 배출요령에 관한 홍보 및 경제적 유인 강구
제14조(무단투기 단속)	- 재활용가능자원의 무단투기, 혼합배출 단속
제14조(분리수거량의 조사 보고)	- 재활용의무대상 제품·포장재 등 재활용가능자원의 분리수거량을 품목별로 매년 조사하고 환경부에 보고 - 연2회 이상 일반쓰레기로 버려지는 자원량 조사 및 대책 강구

2. 공공 재활용선별장의 설치 의무

자원의절약과재활용촉진에관한법률 제34조제4항에서는 시장·군수·구청장은 못 쓰게 된 냉장고 등 대형폐기물과 대통령령이 정하는 재활용가능자원을 수집·보관·선별·처리할 수 있는 시설을 설치하여야 한다고 규정하고 있다. 이 규정에 따르면 자치구들은 공공 재활용선별장을 설치하고 운영해야 한다. 그렇지만 이러한 시설을 설치하고 운영하기 위해서는 재정과 기술이 필요하므로 이 부분은 시·도지사, 서울시의 경우 서울특별시시장에게 지원과 필요한 권고의무를 주고 있다(동법동조제5항). 한편 지역에 따라서는 양이 적고 시설의 설치가 용이하지 않을 수 있으므로 2개 이상의 지방자치단체가 공동으로 사용하는 시설의 설치 근거도 마련하고 있다(동법동조제6항). 자원의절약과재활용촉진에관한법률 및 시행령에 따라 공공 재활용품선별장에서 다루어야 할 품목은 <표 2-2>와 같다.

〈표 2-2〉 공공 재활용선별장에서 취급할 품목
(자원의절약과재활용촉진에관한법률시행령 제44조)

1. 제품·포장재	시행령 제18조[재활용의무대상 제품·포장재] 1. 다음 각목의 제품의 포장에 사용되는 종이팩(합성수지 또는 알루미늄박이 첩합·도포된 종이팩에 한한다)·유리병·금속캔·합성수지재질의 포장재(용기류, 필름·시트형 포장재 및 트레이를 포함한다) 가. 음료품류(식품위생법 제12조의 규정에 의한 식품 등의 공전상의 식품과 축산물가공처리법 제2조제7호 내지 제9호의 규정에 의한 식육가공품·유가공품·알가공품 및 먹는물관리법 제3조제3호의 규정에 의한 먹는샘물을 말한다) 나. 농·수·축산물(가목의 음료품류를 제외한 1차 생산물에 한한다) 다. 세제류(표준산업분류에 의한 치약, 비누 및 기타세제 제조업의 제조대상이 되는 비누 및 세제를 말한다) 라. 화장품법에 의한 화장품 및 애완동물용 샴푸·린스(유리병을 사용한 제품을 제외한다) 마. 약사법에 의한 의약품 및 의약품(바이알·앰플·PTP포장 제품으로서 내용량이 30밀리리터 또는 30그램 이하인 제품, 병 모양이 아닌 것으로서 내용량이 30밀리리터 또는 30그램 이하인 제품, 체외진단용의약품을 제외한다) 바. 부탄가스제품 사. 살충·살균제(표준산업분류에 의한 가정용 살균 및 살충제 제조업의 제조대상이 되는 살충제·살균제로서 금속캔을 사용한 것에 한하며, 농약관리법 제2조의 규정에 의한 농약을 제외한다) 2. 전자제품의 완충재로 사용되는 발포합성수지 포장재 3. 형광등(수은이 들어 있는 형광등 제조용 반제품인 램프를 포함한다)
2. 폐지	
3. 고철	
4. 그 밖에 환경부장관 또는 시도지사가 정하는 것	

3. 공공 재활용선별장의 설치·운영기준

중앙정부는 우리나라에서는 최초로 「공공재활용기반시설 설치·운영지침」(제정 2004.12.30)을 제정하였다. 이 지침은 크게 일반사항, 설치 지원 기준, 설치 기준, 운영기준 등을 다루며, 한국환경자원공사의 연구용역사업을 토대로 작성되었다(한국환경자원공사, 2004.8).

시설규모는 대규모, 중규모, 소규모 구분되고, 이중 대규모 시설은 인구 40만명

이상 또는 사업장종사자수를 합하여 45만명 이상 지역의 시설로 규정하고 있다. 따라서 서울시 각 자치구의 시설은 대부분 대규모시설로 분류되며 1일 35톤 이상의 선별용량이 기준용량으로 제시되어 있다. 시설규모에 따라 설치할 부대시설과 설비도 다르다. 예를 들어 대규모 시설은 복수의 선별라인을 확보하고 반입·투입설비, 선별설비, 압축설비, 발포합성수지 감용설비, 집진설비, 탈취설비, 계량설비, 보관설비, 관리동을 갖추어야 한다. 파쇄(분쇄)설비, 세차설비 등은 지방자치단체의 여건 및 시설운영의 효율성 제고 여부에 따라 선택적으로 설치할 수 있다. 반면 중규모 시설에서는 선별라인을 1개만 확보할 수 있다. 소규모시설은 관리동, 발포합성수지 감용설비, 집진설비, 탈취설비, 파쇄(분쇄)설비, 세차설비 등을 선택적으로 설치할 수 있다.

공공 재활용선별장에서 선별해야할 최종제품의 품목은 플라스틱류(PETE병, PE, PP, PS, 복합재질 합성수지 등), 발포합성수지, 종이류(신문지, 골판지, 우유, 음료수 팩, 기타), 유리병류(백색, 갈색, 청록색 등), 캔류(철캔, 알루미늄캔), 고철류(철, 비철), 의류(면) 등으로 구분하고 있다. 이 분류기준은 『재활용가능자원의분리수거 등에 관한지침』 제8조에 의한 종류별, 세부품목별 선별기준보다 단순한 형태이다. 만약 『재활용가능자원의분리수거 등에 관한지침』에 의해 분리한다면 형광등, 대형 폐기물, 영농폐기물류를 제외하고도 종이, 고철류, 의류, 1회용 비닐봉투, 종이팩, 유리병, 철캔, 알루미늄캔, PETE, EPS, PSP, PVC, PE·PP·PS, 기타 복합재질 등 14가지 이상의 제품으로 분리하는 선별체계를 갖추어야 한다. 이상의 내용을 포함하여 설치기준, 유지관리방법 등에 대해서는 <표 2-3>와 같다.

그러나 이 지침은 공공 재활용선별장의 실제적인 설치와 운영에 필요한 구체적인 기준보다는 설치원칙의 제시에 초점을 두고 있다. 시설을 정비할 때 국고보조의 기준을 정하고자 마련되었기 때문이다. 설계에 필요한 구체적인 기준들을 확보하기 위해서는 별도의 접근이 필요하다.

<표 2-3> 공공재활용기반시설 설치운영지침 중 주요내용
(제정 2004.12.30. 환경부훈령 제598호)

구분	내 용
시설 규모 및 필요 설비	가. 대도시 및 광역지역(대규모시설) (1) 구역범위 : 인구수 40만명 이상 또는 사업체 종사자수 포함 45만명 이상의 시·군·구 (2) 시설규모 : ①재활용가능자원의 선별용량을 기준으로 35톤/일 이상. ②재활용가능자원의 발생량, 분리수거형태, 반입량, 선별효율 등을 고려하여 복수의 선별라인을 설치하여야 하고, 반입·투입설비, 선별설비, 압축설비, 발포합성수지 감용설비, 집진설비, 탈취설비, 계량설비, 보관설비, 관리동을 포함. ③파쇄(분쇄)설비, 세차설비 등은 지방자치단체의 여건 및 시설운영의 효율성 제고 여부에 따라 설치 나. 중규모 자치단체 및 도농 복합 지역(중규모시설) (1) 구역범위 : 인구수 15만명 이상 또는 사업체 종사자수 포함 20만명 이상 대도시 및 광역지역 미만인 시·군·구, (2) 시설규모 : ①재활용가능자원의 선별용량을 기준으로 15톤/일 이상에서 35톤/일 이하. ②재활용가능자원 발생량, 분리수거형태, 반입량, 선별효율 등을 고려하여 복수로 선별라인을 설치할 수 있으며, 반입투입설비, 선별설비, 압축설비, 발포합성수지 감용설비, 집진설비, 탈취설비, 계량설비, 보관설비, 관리동 포함. ③파쇄(분쇄)설비, 세차설비 등은 지방자치단체의 여건에 따라 설치 다. 소규모 자치단체 및 촌농지역(소규모지역) (1) 구역범위 : 인구수 15만명 이하 또는 사업체 종사자수 포함 20만명 이하인 시·군·구 (2) 시설규모 : ①재활용가능자원의 선별용량을 기준으로 15톤/일 이하. ②선별라인 1라인을 설치하고, 반입투입설비, 선별설비, 압축설비, 계량설비, 보관설비를 반드시 포함. ③관리동, 발포합성수지 감용설비, 집진설비, 탈취설비, 파쇄(분쇄)설비, 세차설비 등은 지방자치단체의 여건에 따라 설치
	가. 선별설비는 인력공정이 포함된 컨베이어 시설을 설치하는 것을 우선 검토하되 관련 신기술 도입을 현장여건에 맞추어 적극 고려 나. 선별은 『재활용가능자원의분리수거 등에 관한지침』 제8조에 의한 종류별, 세부품목별로 선별하는 것으로 하되, 판매수요, 선별량, 지역적 여건 등을 고려하여 다음과 같이 분류 하는 것도 가능 : (1) 플라스틱류(PETE병, PE, PP, PS, 복합재질 합성수지 등) (2) 발포합성수지 (3) 종이류(신문지, 골판지, 우유, 음료수팩, 기타) (4) 유리병류 (백색, 갈색, 청록색 등) (5) 캔류(철캔, 알루미늄캔) (6) 고철류(철, 비철) (7) 의류(면) 등 다. 재활용가능자원의 품목별 선별설비 중 캔류 자동선별설비 등 자동화 선별설비를 우선 검토하되 현장여건을 충분히 고려 라. 선별 후 처리 방안 중 PETE류, 종이류, 캔류 등은 압축하는 방안을 우선 검토하고 판매수요를 감안하되 보관효율증대 및 판매단가 상승을 위하여 병류는 분쇄, 플라스틱류는 압축 또는 파쇄, 캔류는 절단 및 분쇄하는 방안도 검토
	선별 및 처리 기준

〈표 2-3〉 계속

구분	내 용
선별 및 처리 기준	마. 신규 설치 공공 재활용기반시설에서 재활용품을 압축하는 경우에는 운송 및 재활용율을 고려하여 수요처에서 원하는 일정 규격(캔 : 700mm×700mm×700mm, 비중 : 0.8이상)으로 처리하는 것을 원칙으로 함. 다만, 발생하는 양이 적어 일정규격으로 압축이 곤란한 경우에는 원형상태로 분리·보관 후 처리하는 방법을 선택
관리 및 운영 기준	1. 관리운영 가. 수선별 과정이 포함된 기반시설의 경우는 매 시간당 10분 이상의 휴식시간을 두어 작업능률 향상 및 효율적인 운전을 도모 나. 운영인력은 시설용량, 타 지방자치단체의 환경기초시설 인력현황 등을 고려하여 적정하게 산정 다. 민간전문 운영회사 등에 위탁 운영하는 방안을 검토하여 운영효율의 제고를 도모 라. 공공 재활용기반시설의 운영관리를 민간위탁방식으로 수행하는 경우에는 지금까지 운영현황과 이미 민간위탁을 하고 있는 다른 지방자치단체의 처리시설 운영실적을 분석하여 합리적인 인력 운영계획을 수립하여야 하며, 관내 다른 환경기초시설들도 함께 통합위탁 관리할 수 있는 인력운영계획을 수립하는 방안도 적극적으로 검토 마. 기반시설 운영결과는 연간목표 가동일수 또는 연간목표 처리량과 비교, 위탁운영비와 정산하여 가동률을 제고 바. 공공재활용기반시설 설치자 또는 관리자(민간위탁시 수탁받은 민간업자를 포함한다. 이하 ‘관리자등’ 이라 한다)는 해당시설의 선별·처리용량, 선별·처리방법, 반입재활용가능자원의 양 등 지역적 특성을 고려한 유지·관리지침을 작성하고, 이에 따라 유지관리 2. 시설유지보수 가. 공공 재활용기반시설 유지·관리지침은 기본적으로 시공업체로부터 운전기술에 관한 제반사항을 인계받아 이를 토대로 작성하되 다음 사항을 포함 : (1) 선별처리과정별 특성 및 처리성능·운전조건 (2) 주요 설비·장비의 특성과 관리기준 및 요령 (3) 주요 소모성 부품 및 윤활유의 점검요령 및 교체주기 (4) 반입 재활용가능자원의 품목별 양 변화에 대한 대응요령 (5) 운전시 발생 가능한 문제점 및 해결방안 (6) 기타 공공 재활용기반시설의 적절한 운영·관리를 위하여 필요하다고 인정되는 사항 나. 관리자등은 해당시설의 유지관리 실태를 수시로 점검하고 이에 필요한 대책을 강구 다. 관리자등은 공공 재활용기반시설 유지·관리에 대한 책임한계를 명확하게 하기 위해 주요 공정 또는 시설별로 담당자를 지정·관리하여야 하며 담당자는 가능한 한 자격증(환경기사 등) 소지자나 그 분야에 경험이 많은 자를 지정

4. EPR과 제품·포장재별 재활용의무율

대표적인 경제적 유인책중 하나인 예치금제도로 운영되던 생산자책임재활용제도가 2003년부터 양적 목표제로 전환되었으며, 이를 EPR(Expanded Producer Responsibility)라 부르고 있다. 이 제도가 도입되면서 기존에 폐기물부담금이 부과되던 각종 플라스틱 용기, 과자봉지 등 포장재, 1회용 비닐봉투 등도 재활용품으로 지정되었다. 앞으로 프린터, 복사기 등 사무기기도 추가될 예정이다. 그러나 대상품목이고 재활용가능자원이라고 표시되었다고 하여 모두 생산자에게 처리책임이 있는 것은 아니다. <표 2-4>와 같이 공공 재활용선별장에서 많이 취급하는 제품이나 포장재 중에서 생산자가 의무적으로 처리해야할 양은 생산량의 일부이며, 철캔이 70%로 가장 높고 단일재질 폴리스티렌페이퍼는 24.9%에 불과하다. 이러한 현상은 포장재의 재활용 의무대상 업종 및 규모가 연간 매출액 또는 전년도 수입액 등을 기준으로 일정 수준이상의 제조업자나 수입업자만을 대상으로 처리의무를 부여하고 있으며, 특히 플라스틱을 포장재의 경우 영세한 업자들이 많은 등 업종별 구조의 차이에서 발생하고 있다.

<표 2-4> 2005년 제품·포장재별 재활용의무율

품 목			재활용의무율
금 속 캔	철 캔		0.700
	알루미늄캔		0.700
유 리 병			0.672
종 이 팩			0.278
합성수지 포장재	폴리에틸렌 텔레프탈레이트병	단일재질	0.695
		복합재질	0.695
	단일재질 발포폴리스티렌		0.613
	단일재질 폴리스티렌페이퍼		0.249
	단일·복합재질 폴리비닐클로라이드		0.480
	단일재질 용기류 및 트레이		0.502
	기타 합성수지		0.368

출처 : 환경부(2004.12.24)

제2절 공공 재활용선별장의 운영실태 조사 사례

쓰레기문제해결을위한시민운동협의회(2004.11.15 보도자료)는 2004년 9~10월 기간에 전국 5대 광역시의 일부 기초지방자치단체 및 전국 주요 지방자치단체를 포함한 9개 지역의 15개 자치구에서 배출된 생활폐기물중 재활용자원의 선별 후 판매실태를 조사하였다. 그 결과 선별시설의 미비나 선별인력의 부족으로 인해 충분한 선별과 재활용을 위한 압축, 파쇄 등의 작업을 거치지 못한 경우 판매단가가 낮아져 생산성도 낮아지는 악순환이 반복되고 있다고 지적하였다. 주요결과들 중 몇 개를 소개하면 다음과 같다.

첫째, 총 19개 조사대상 시설 중 6~10개 품목으로 선별하는 시설은 10곳, 11~15개 품목으로 선별하는 시설은 6곳, 16개 이상으로 선별하는 곳은 한 곳 뿐이다. 둘째, 종이류를 박스류, 신문지, 우유팩 등으로 세부 선별하는 곳은 4개 시설이고 나머지는 모두 폐지로 혼합하여 선별한다. 고철류는 고철, 비철, 양은, 스테인리스, 철캔, 알루미늄캔 등으로 구별되는데 대부분 고철과 캔류, 2가지 정도로만 선별한다. 가장 세분하여 선별하는 시설 2곳은 각 품목별 판매단가도 타 선별장에 비해 비교적 높다. 알루미늄캔은 따로 선별할 경우 1kg당 800~900원대에 판매되지만 압축하지 않으면 낮은 가격에 판매된다. 유리병을 ‘병류’로만 선별하는 시설이 7곳으로 가장 많고, 4곳은 ‘공병’과 ‘파병’으로만 선별한다. G지역의 시설은 유일하게 색깔별로 선별하며, D지역에서는 공병, 잡병과 함께 박카스류, 화이바류 등으로 세분해서 선별한다. 가격은 1kg당 7원에서 110원까지 천차만별이며, 잡파병의 경우 단가가 가장 낮고 분류가 세분화될수록 단가가 높다. 셋째, 가장 복잡한 플라스틱류는 선별상태에 따라 가격이 다르다. 가격이 현저히 낮은 곳은 대부분 압축하지 않은 채 판매하는 경우이다. 따라서 판매단가가 크게 낮은 선별장에는 압축기나 감용기 등의 보완이 필요하다. 특히 P지역의 판매단가가 타 지역에 비해 현저히 낮았는데 이는 모든 재활용자원을 한 곳의 재활용업체에만 매입하도록 독점계약을 맺었기 때문이다. 넷째, 선별장의 생산성을 향상시키고 잔재쓰레기를 줄이기 위해서는 재활용자원의 수거체계를 개선하고 선별품목을 좀 더 세분화할 필요가 있다. 또한 홍보도 중요하

다. 가령 2004년부터 ‘필름류’가 재활용 품목이므로 분리배출해야 한다고 홍보는 하고 있으나 실제 주민들은 ‘필름류’가 무엇인지 잘 모르고 있다. 이제 각 지자체는 형식적인 홍보가 아니라 좀 더 질을 높이는 재활용품 분리배출 홍보 교육이 필요하다.

정부의 공공 재활용기반시설 설치운영지침을 작성하기 위해 한국환경공사가 기초연구(2004.8)를 수행하였다는 사실을 이미 적시했다. 이 연구보고서에서 다루고 있는 전국 공공 재활용선별장의 운영실태 및 설계와 관련된 주요 자료는 다음과 같다.

2002년을 기준으로 전국에 운영중인 공공 재활용선별장은 173개소(대구, 광주, 제주도 제외)이며, 평균 시설용량은 20톤/일, 반입량은 15.6톤/일(활용율 78%)이다. 서울에는 23개소의 시설에 1일 840톤의 처리능력을 갖추고 있으며, 경기도가 30개 시설, 1일 919톤의 시설용량으로 전국에서 가장 높은 기반을 갖추고 있다. 전국 시설들의 건설비용은 시설당 8억원, 재활용품 처리용량은 1톤당 4천만원수준이다. 서울의 시설들은 시설당 약 20억원, 재활용품 1톤당 5천4백만원이 소요되어 전국 평균 보다 높다. 반면에 서울 시설들의 부지면적은 건설비용과 반대현상을 보인다. 전국 시설들의 평균 면적이 개소당 2,275평, 재활용품 1톤당 113평인인데 반해 서울 시설들은 개소당 1,480평, 재활용품 1톤당 40평이다. 2003년 전국 11개 지방자치단체의 품목별 판매량은 종이류 14.1%, 병류 43.8%, 고철류 1.6%, 캔류 8.6%, 플라스틱류 24.0%, 기타 7.9%이다. 전국 234개 지방자치단체의 재활용품 1kg당 판매단가는 종이류 61.4원, PETE 145원, PE 93.4원, PP 73.6원, 백색병 26.2원, 갈색병 22원, 청·녹색병 18.7원, 철캔 80.4원, 알루미늄캔 460원, 고철 100원, 스티로폼 121.2원이다. 플라스틱류, 캔류, 병류의 수선별 직후의 겉보기밀도와 압축, 분쇄 등 처리 후 겉보기밀도 변화는 <표 2-5>와 같다(한국환경자원공사, 2004.8).

<표 2-5> 수선별 및 처리상태에서 재활용품의 겉보기밀도

(단위 : kg/m³)

		선별 상태		처리 상태		
		범 위	평 균	범 위	평 균	처리 방법
플라스틱류	PETE	26.3~28.0	27.2	130.1~133.8	131.9	압축
	PP	87.5~87.5	87.5	276.4~289.9	283.1	파쇄
	PS	38.5~40.3	39.4	99.1~106.6	102.8	파쇄
	PE	59.5~61.3	60.4	126.4~128.9	127.6	파쇄
캔류	철캔	86.3~87.7	87.0	317.0~345.0	331.0	압축
	알루미늄캔	61.3~59.0	60.2	237.8~243.4	240.6	압축
병류	갈색	463.8~470.8	467.3	1,133~1,146	1,139	분쇄
	무색	397.3~399.0	398.2	1,315~1,355	1,335	분쇄
	청색	350.0~343.0	346.5	1,267~1,341	1,304	분쇄

자료 : 한국환경자원공사(2004.8)

제3절 수거방법과 재활용품 분리행태

유기영(2003)은 "서울시 단독주택 및 상가의 재활용품분리율 제고방안 연구"를 통해 수거방법과 재활용품 분리배출 행태에 관한 관계를 밝혔다. 재활용품분리율 조사는 재활용품의 분리배출 및 수거방법을 고려하여 14개 자치구 15개소 단독주택의 재활용품과 종량제봉투쓰레기를 대상으로 실시하였으며, 동시에 재활용품분리율의 높낮이를 고려해서 선정한 4개 자치구 400개소의 단독주택을 대상으로 설문조사도 실시하였다.

재활용품분리율 조사에서는 단독주택의 경우 60~98%의 분포를 보였으며, 문전 수거보다는 대면수거나 거점수거를 실시할 때(분리율 각각 98%), 재활용품과 종량제봉투쓰레기를 동일한 회수로 수거할 때(96%), 재활용품의 분리품목수를 2그룹 정

도로 유지할 때(96%), 종량제봉투쓰레기를 매립방법으로 처리하기보다 소각방식으로 처리하는 지역에서(94%) 재활용품분리율이 높은 것으로 나타났다.

설문조사에서 나타난 선호하는 재활용품의 수거방법은 종이, 병, 기타 등의 3그룹 분리배출(선호 응답율 48%), 거점배출(50%), 주2회 수거(40%) 등이었다. 72%의 응답자는 재활용품을 쓰레기로 버리는 경험이 가끔 또는 자주 있고, 53%의 응답자가 쓰레기를 재활용품에 섞어 배출하는 경험이 가끔 또는 자주 있다고 응답하여 완벽하지 못한 현재의 분리배출을 잘 인식하고 있었다. 또한 분리배출 또는 수거방법을 바꿀 경우 61~77%의 응답자가 재활용품분리에 보다 적극적으로 참여하겠다고 응답함으로써 수거방법이 바뀌면 재활용품의 분리량도 늘고 질도 좋아질 수 있는 가능성을 보였다(<표 2-6>).

한편 이 연구에서는 상가에 대해서도 조사가 이루어졌는데 <표 2-7>과 <그림 2-1>은 상가의 규모와 형태에 따른 실태를 보여주고 있다.

<표 2-6> 수거방법 등에 따른 단독주택지역의 재활용품분리율과 주민이 선호방법

구 분	영향변수	조사결과	배출자의 참여가 높은 방법
재활용품분리율 조사	분리배출 품목수	60~96%	2그룹으로 분리할 때
	배출지점	83~98%	차량 또는 거점에 배출할 때
	수거회수	60~96%	재활용품과 종량제봉투쓰레기의 회수가 같을 때
	쓰레기처리방법	90~94%	종량제봉투쓰레기를 소각시설에서 처리하는 지역
설문조사	분리배출 품목수	14~48%	3종(종이, 유리병, 기타)으로 분리할 때
	배출지점	5~50%	거점에 배출할 때
	수거회수	14~40%	1주에 2회 수거할 때

1) 재활용품분리율은 재활용품중의 재활용가능품의 비와 종량제봉투쓰레기중의 쓰레기비의 비를 곱하고 백분율로 표시한 값이며, 14개 자치구 15개 단독주택지역의 일정지역을 표본으로 하여 조사함.

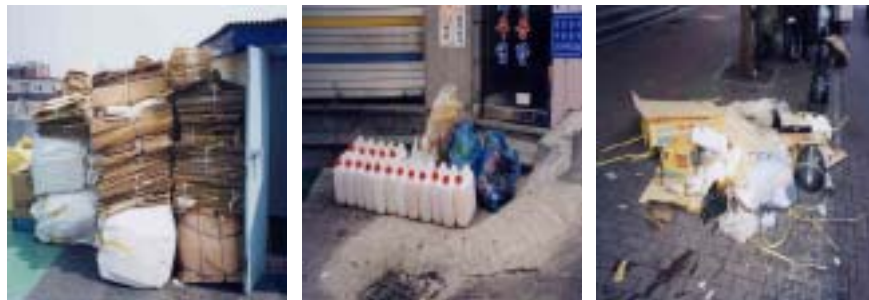
주2) 설문조사는 4개 자치구의 단독주택 전체 400가구를 대상으로 실시함.

자료 : 유기영(2003)

<표 2-7> 상가유형별 재활용품 분리율

구 분	상가유형	조사결과	재활용품 분리배출특성
상가지역 등	대형상가	100%	전문 청소조직이 전담하여 분리배출이 양호하나 스티로폼 등의 처분을 자치구에 의존함에 의해 자치구의 수거 및 처분비용 부담 증가
	분산 단독 상점	73~91%	대체로 양호하나 배출용기를 사용하지 않고 재활용품을 배출하여 가로미관을 해치며 자치구에서는 단독주택과 동일하게 재활용품 수거
	밀집 단독 상점	28%	재활용품과 쓰레기를 분리하지 않은 채 배출하는 경우가 많으며 자치구에서는 가로경관을 고려하여 분리배출을 강요하지 못하고 수거

자료 : 유기영(2003)



[대형상가]

[단독 소형 상점]

[밀집 소형 상점]

<그림 2-1> 상가의 유형에 따른 재활용품 분리실태

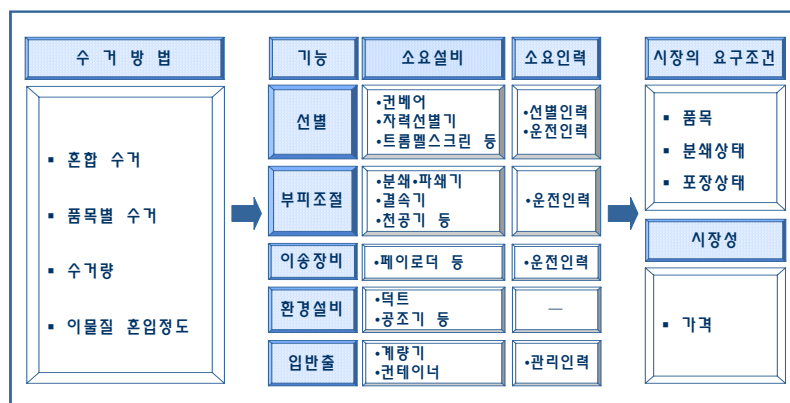
제4절 미국 재활용선별장의 운영사례

1. 미국 재활용선별장의 설계 관련사항

1980년대 초에 Connecticut주 Groton에 처음으로 재활용선별장이 건설되었으나 오늘날의 주요 재활용품인 종이나 플라스틱은 취급하지 않았다. 일반적으로 재활용선별장은 이송설비, 선별설비, 크기조절설비, 환경설비, 부대설비 등을 갖추고 있으

며, 시설의 기계화 정도는 <그림 2-2>와 같이 시장에서의 요구사항, 반입폐기물의 특성, 선별·가공·수송과 관련된 경제성에 의해 영향을 받는다.

고정설비들의 규모를 결정할 때는 회수율, 용량, 효율성, 여유율, 반입물량의 변동, 반입장의 크기, 작업조의 수, 예산적인 제한, 위험요소의 정도를 반영한다. 재정적인 제약이 없다면 1일 최대물량의 1에서 2 사이에서 안전율을 용량결정에 고려한다. 1의 안전율은 그 시설이 충여율을 충분하게 고려하여 설계될 때(각 설비가 침부 부하에 대응할 수 있게 설계), 설비의 성능이 좋을 때(증명된 설비와 시스템), 선별 조가 하나일 때, 상대적으로 반입량이 일정할 때 채택한다. 2의 안전율(복수 설비)은 그 시설이 여유율을 두지 않고 설계되었을 때, 전체 공정라인의 효율성이 낮을 때, 2조로 작업할 때, 반입물량의 변동이 클 때 바람직하다.



<그림 2-2> 재활용선별장의 구조에 영향을 미치는 요인

컨베이어는 MRF에서 가장 보편적으로 사용되는 설비중 하나이고 그 종류를 결정할 때 처리물량, 운동 거리, 상승 높이(Lift), 이송물 특성, 비용 등을 고려한다. 가장 일반적으로 사용되는 컨베이어는 벨트컨베이어, 환상컨베이어, 스크루컨베이어이다. 벨트컨베이어는 다시 홈통형과 평면형으로 분리되며, 선별작업에 많이 사용되는 것은 사람의 접근이 쉬운 평면형이다. 환상컨베이어는 지상에서 선별대플랫폼으로 재활용품을 이송할 때 많이 사용된다. 스크루컨베이어는 철켤과 같이 뭉뚱해서 흘

리내리기 쉬운 제품의 경사이송에 적합하다. 공기이송기는 신문지, 알루미늄캔과 같이 가벼운 물품을 쉽게 이송한다.

기계선별장비에는 자력선별기, 와상전류장치, 디스크스크린, 트롬멜스크린, 진동스크린, 왕복케인커튼, 공기선별기가 있다. 자력선별기는 철캔과 금속의 분리에, 와상전류장치는 알루미늄캔과 같은 비철 금속의 분리에 사용된다. 디스크스크린, 트롬멜스크린, 진동스크린은 체나 틈을 이용하여 크기별로 재활용품을 분리하는 역할을 한다. 왕복케인커튼과 공기선별기는 재활용품의 비중과 마찰력을 이용하여 재질별로 분리해 준다. 중요한 것은 완벽한 분리 성능을 갖춘 선별장비는 없다는 점으로, 설계시에 이러한 점을 인식해야 한다.

선별장의 인력은 동일 품목을 가지고 경쟁하지 않도록 배치한다. 선별라인의 한 쪽에만 작업자를 배치하고 각 작업자가 각자 다른 물품을 선별하는 것도 하나의 해결방법이다. 라인의 양쪽에 작업자를 배치할 때는, 작업자를 갈지자(之)로 배치하여 서로 경쟁하지 않게 한다. 피로를 줄이고 효율이 떨어지지 않도록 하는 선별벨트의 최대폭은 한쪽 선별의 경우 70~110cm, 양쪽 선별의 경우 120~180cm이다. 선별대의 높이는 바닥에서 90~110cm 사이가 좋다. 선별벨트는 벨트의 속도를 0~30m/분로 조절할 수 있도록 만든다. 고속의 벨트 속도는 대부분의 물질을 배타적 분리방식(Negative sort)¹⁾으로 분리할 때 사용한다. 종이와 혼합용기가 섞여있는 반입물의 선별에는 벨트속도 9.1m/분 정도가 적당하다.

이송장비(대부분이 물건을 옮길 때 사용)는 시설에의 투입, 중간 이적, 제품의 반출 등에 적합해야 한다. 적절한 힘, 기동성, 취급하고자 하는 물질의 크기 등을 고려해서 선정한다. 너무 작으면 전체 공정의 운전에 부정적인 영향을 미친다. 너무 크면 기동에 공간에 제약을 받아 작업이 어려울 수 있다. 특히 실내용인가 실외용인가에 대해서는 특별한 주의가 필요한데 연료연소에 따른 폼(Fume)의 발생 때문이다.

1) 배타적분리방식이란 양이 적은 품목을 분리하고 양이 많은 품목은 통과시키는 선별방법이다. 예를 들어 혼합 캔류에서 철캔과 알루미늄캔을 분리하고자 하는 경우 철캔이 알루미늄캔보다 많다면 알루미늄캔을 분리해내고 철캔은 통과시키는 방법이다. 통과된 나머지는 모두 철캔이다.

동일한 구조와 설비를 갖춘 시설이라도 반입량에서 실제로 회수되는 양의 비는 다양한 요인에 의해 영향을 받게 된다. 예를 들어 시장에서 요구조건이 까다롭거나 불순물이 많이 혼입되거나 파손된 유리가 많이 반입되거나 많은 양의 재활용품을 선별하게 하거나 작업환경이 불편하면 회수율이 낮아질 수밖에 없다. <표 2-8>은 이러한 상황을 정리하고 있다.(CalRecovery and PEER Consultant, 1993).

<표 2-8> 재활용선별장의 회수율에 영향을 미치는 요인

요인	내 용
시장 요구조건	시장에서 고순도의 품질을 요구하면 회수율은 낮아진다.
반입폐기물의 불순물	반입된 재활용품에 불순물이 많다면 잔재물량이 증가하고 상대적으로 회수율은 낮아진다.
유리 파손	유리용기와 관련되는 사항으로 배출, 수거, 수송, 분류, 취급방식에 의해 영향을 받는다. 깨지면 분류가 어려워진다.
작업자의 담당량	주어진 기간에 작업자가 분리해야할 재활용품의 양이 많을수록 회수율은 낮아진다. 반대로 작업자가 많아지면 회수율은 높아진다.
설비 설계	취급할 재활용품의 형태와 양에 대응하는 컨베이어 및 선별장비의 적절한 설계는 회수율에 직접적으로 영향을 준다. 예를 들어 컨베이어 위에 혼합용기 층이 과도하게 두꺼우면 수동이든 자동이든 특정물질의 회수율이 낮아진다.
작업 환경	깨끗하고 밝고 즐거운 작업환경을 제공하면서 동시에 훈련, 안전, 건강, 안락을 고려하면 회수율을 높일 수 있다.

2. 미국의 공공 재활용선별장 운영사례

1) Bestway Recycling Company(LA, California)

LA시에 소재하는 5개의 재활용품선별시설(MRF)중 하나이며, 1976년에 설립되었다. 1987년부터 LA시와 함께 재활용사업을 추진하고 있다. 재활용품의 수집은 LA시에서 담당하고, 이 회사는 선별부터 재활용품의 판매 등 그 이후단계에 대한 책임을 진다. 회사는 재활용품 1톤당 \$10.55를 LA시에 지불하며, 재활용품을 직접

반입하는 개인에게도 양에 따라 돈을 지불한다. 시설은 1일 500톤 정도의 재활용품을 처리할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 혼합상태로 반입된 재활용품은 선별라인에서 종이, 플라스틱류, 고철류 등 종류별로 분리되며, 30여명의 인력이 선별작업에 투입된다. 1인당 1일 분리량은 800kg 정도이다. 플라스틱은 PETE용기, LDPE, PS 등으로 분리하며, 종이류는 일반종이, 박스류, 신문지, 혼합지 등으로 분리한다. 분류된 재활용품은 수송이 용이하도록 직육면체형태로 압축포장하고, 컨테이너 차량을 이용해서 수송한다. 재활용품 중 종이류는 중국에 많이 수출한다. 캔과 유리병은 미국에서 공급된다. 페트병은 미국과 중국에서 공급되며, 미국에서는 카페트나 옷을 만드는데 주로 이용된다. 기타 플라스틱용기(LDPE, HDPE)는 미국에서 비닐봉투를 만드는데 활용된다. 불순물은 15%정도 발생하며, 불순물을 매립지까지 운반하고 처리하는 데에 1톤당 \$45 정도 소요된다. 재활용품을 품목별로 분리해서 수거할 때 불순물의 함량이 5% 정도였으나 혼합수거로 전환하면서 불순물이 늘어났다. 그러나 혼합수거 이후 재활용품의 분리량이 3~4배 증가하였기에 혼합수거방법을 유지하고 있다. 선별인력의 인건비는 시간당 \$7~12/인이며, 중남미인들을 주로 고용한다. LA 지역은 강우가 적어 노지작업이 가능하며, 이 때문에 선별비용이 다른 지역보다 적게 소요된다. 시설인근에 주택가, 음식점, 공장 등이 있으나 이 시설에 대한 민원은 없다고 한다. 민간인이 시설에 재활용품을 반입할 때는 종이류의 경우 1파운드당 5센트(차량으로 반입하면 차량당 \$40~50), 알루미늄의 경우 10센트, 플라스틱용기의 경우 45~75센트를 지불한다.

2) Cold Canyon Landfill(San Louis Obispo County, California)

이 시설은 Wasteconnection Industry라는 소규모 폐기물 수거 및 재활용업체들이 합병하여 만든 회사가 운영한다. 이 회사는 미국 전역의 50개 County를 대상으로 70개의 수거회사, 26개소의 매립지, 12개소의 재활용품 선별시설을 운영하고 있으며, 연간 수입은 \$5억 정도라고 한다.

Cold Canyon 매립지(또는 Wasteconnection Industry)는 San Louis Obispo County Integrated Waste Management Authority와 8년 계약을 맺은 상태이며, 장기간의 사업실적과 좋은 시설들을 확보하고 있어서 다른 회사들과 경쟁하지 않고 사업계약이 이루어지고 있다. 매립지에는 교육센터, 재활용선별장, 정원폐기물 퇴비화시설, 타이어 저장시설, 대형생활폐기물 저장시설, 유해폐기물 저장시설 등이 갖추어져 있다.

재활용선별장에는 1일 100톤 정도의 재활용품이 반입되며, 인력으로 선별이 이루어진다. 골판지 등 부피가 큰 종이류는 경사컨베이어 투입하기 전에 분리하고, 선별컨베이어의 앞단에서 골판지, 신문지, 사무용지, 일반종이 등의 종이류를, 후단으로 가면서 캔, 플라스틱 등의 순서로 분리한다. 재활용품목에는 알루미늄포장재(일명 호일)도 포함된다. 컨베이어 하부에는 각 품목별 저장소가 있으며, 종이류, 캔류 등 파손되지 않는 품목은 직접 투입구로 떨어뜨려 저장소로 보내고 병류 등 깨지기 쉬운 품목과 소량 품목은 선별인력의 옆에 비치된 작은 분리함에 담아 별도로 저장소로 보낸다. 전체적인 선별라인은 비교적 간단한 단위공정으로 구성된다. 예를 들어 컨베이어 하단에 설치된 저장소의 재활용품을 압축할 때는 선별플랫폼의 장변 측면을 따라 설치된 하나의 이송컨베이어에 의해 압축시설로 이송된다. 품목별 저장소의 문을 열면 쌓여있던 재활용품이 컨베이어로 쏟아지는데, 저장소의 문여는 시간을 다르게 조작함으로써 하나의 이송컨베이어와 압축기에 의해 여러 종류 재활용품의 연속이 가능하게 된다. 선별라인에는 32명의 인력이 투입되며, 이들의 임금은 시간당 \$11이다. 이외에 중장비 운전인력 4인이 \$19~23의 인건비를 받는다. 재활용품에서 발생된 이물질은 매립지에 처분되며, 그 비용은 1톤당 \$29(일반인이 매립지에 반입할 때는 1톤당 \$47)이다.

3) Rabanco Company(Seattle City, Washington)

시애틀시에는 Washington Waste Hauling and Recycling과 U.S. Disposal II라는

2개의 회사가 재활용품 등을 수거하며, 수거된 모든 재활용품은 RABANCO에서 선별하고 처리한다. RABANCO는 Allied Waste Industries의 소유이며, Allied Waste Industries는 주로 워싱턴주를 주요 사업영역으로 삼는 1929년에 설립된 회사이다. 이 회사의 시설부지에는 재활용품 선별시설과 함께, 혼합쓰레기를 매립지로, 건설폐기물을 개인선별회사로, 정원폐기물을 퇴비화시설로 운반하기 위한 적환시설 등이 함께 있다.

RABANCO시스템은 혼합수거된 재활용품에서 일차적으로 골판지 등 무거운 종이류를 분리하는 공정으로부터 시작된다. 다음으로 신문지, 광고지 등 가벼운 종이류를 선별하는데, 선별품은 진공덕트를 통하여 이송된다. 그 후단에서 금속, 플라스틱 용기를 차례로 분리하며, 모든 재활용품은 소형 이송컨베이어를 통해 저장소로 이송된다. 1일 500톤의 재활용품 처리가 가능하며, 월 14,000톤 정도의 재활용품을 선별하고 있다. 선별라인에는 1개조당 33인으로 구성된 선별팀이 작업에 참여하며, 2개조가 교대로 작업에 참여한다. 8명은 관리인력, 10명은 장비운전인력, 20명은 차량 기사이다. 선별인력의 시간당 임금은 \$12.5이다. 이 시설은 24시간 재활용품의 반입이 가능하며, 선별라인은 1일 18시간 가동된다. 반입된 재활용품에서 불순물로 처리되는 부분은 2% 정도이다. 결국 시애틀시에서 수거된 재활용품의 순도가 매우 높다는 의미이다. 반입되는 재활용품 중 가두수거에 의해 반입된 양은 2001년의 경우 연간 61,681톤이며, 공동주택에서 수거된 양은 13,668톤이다. 선별된 재활용품은 다양한 경로로 흘러간다. 예를 들어 신문지의 75%는 Northwest Mills에 공급되어 신문용지, 전화번호부, 사과상자의 생산에 활용된다. 나머지 신문지는 아시아지역에 수출된다. 대체로 종이류는 10~25%를 수출하고 나머지는 미국 내에서 사용되며, 유리류와 금속류는 전량 미국에서 수급된다. 반면 플라스틱 용기의 40~50%는 아시아지역으로 수출되고 나머지는 미국 내에서 수급한다고 한다. 이 시설은 비교적 많은 부분이 자동화되어 있다. 종이류 중 가벼운 부분은 진공파이프에 의해 이송하고, 캔의 경우도 자력에 의해 철금속과 비철금속을 선별하고 인력이 다시 선별한다. 이러한 공정은 비용을 줄이는 장점이 있으나 소음이 크고, 유가품이 이물질로 분류되는 문제점도 있다. 특히 플라스틱의 경우는 이곳에서 완벽하게 분리하지 못해 다른 회사로 보내

서 재선별이 이루어진다고 한다.(서울특별시 환경관리실, 2002.7)

제Ⅲ장 재활용품 수거 및 처리 실태

제1절 수집운반

제2절 재활용선별장

제3절 재활용품 판매

제4절 EPR시행 이후 자치구 재활용체계의 변화

제1절 수집운반

1. 분리배출기준

공공 재활용선별장에서 선별·처리되는 재활용품은 주로 단독주택과 업무용건물을 포함한 소형상가 등지에서 수거된 것들이다. 물론 아파트에서 배출되는 품목 중 스티로폼, 필름류 등 시장성이 낮은 품목도 일부 공공 재활용선별장으로 반입되고 있다. 그렇지만 전체 처리량 중에서 그 양은 많지 않으므로 단독주택과 상가 등을 중심으로 수집운반 방법을 정리하고자 한다.

25개 자치구중 단독주택지역에 대해 종이, 기타 등 2그룹으로 분리배출을 요구하는 자치구는 2개 구, 종이, 유리병, 기타 등 3그룹으로 배출을 요구하는 경우는 1개 구, 4그룹 2개 구, 5그룹이상 4개 구 등이고, 16개 자치구는 모든 재활용품을 함께 배출하는 혼합배출을 요구하고 있다. 이렇게 혼합배출을 요구하는 자치구가 많은 것은 주민들이 불편해 하고 실제 수거할 때 그룹별로 수거하기가 어렵기 때문이다. 상가 등에 대해서는 2~6그룹으로 분리배출을 요구하는 자치구는 11개 구이고, 나머지는 혼합배출을 요구하고 있다. 이상의 내용은 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 자치구의 분리배출 요구 유형

구분	2그룹	3그룹	4그룹	5그룹이상	혼합배출
단독주택지역	2	1	2	4	10
상가지역 등	1	2	2	6	14

주 : 일반적으로 2그룹은 폐지, 기타로 분리하고, 3그룹은 폐지, 유리병, 기타로 분리함.

2. 수거지점

수거지점은 대면수거²⁾, 문전수거, 거점수거로 구분된다. 대면수거는 주민이 수거 차량까지 재활용품을 직접 들고 나와 환경미화원에게 인계하는 방식으로 시간에 맞추어 배출해야 하는 만큼 주민이 불편하다. 대신 수거인력과 장비를 줄일 수 있다. 거점수거는 일정 지역에 수거용기를 미리 비치하고 그곳에 주민들이 재활용품을 배출하는 방식이다. 이 경우 주민들은 수거용기가 비치된 시간에 아무 때나 재활용품을 배출할 수 있다. 대면수거든 거점수거든 배출자가 일정 장소로 재활용품을 들고 와야 함으로 거점수거와 대비한다면 대면수거는 차량수거라는 표현이 더 적합하다.

서울시 25개 자치구들의 대부분은 문전수거를 시행하고 있으며, 단독주택지역의 경우 23개 구, 상가지역 등의 경우 17개 구가 이러한 방식으로 재활용품을 수거한다. 단독주택지역에 거점수거를 하는 경우는 한군데도 없다. 상가지역의 경우도 17개 구가 문전수거를 실시한다. 그러나 상가지역에 대해서는 6개 구가 거점수거를 실시함으로써 수거에 따른 비용적인 부담을 줄이고 있다. 1개 자치구는 대면수거와 거점수거를 병행하고 있다. 이러한 실태는 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 자치구의 재활용품 수거지점

구분	대면	문전	거점	대면+거점
단독주택지역	1	23	-	1
상가지역 등	1	17	6	1

2) 대면수거는 엄밀히 말해 차량수거와 거점수거의 혼합형태이다. 차량은 진입이 가능한 곳까지만 접근하기 때문에 차량이 진입할 수 없는 거리만큼은 주민들이 직접 재활용품을 운반해야 한다. 차량은 단시간에 일정구역을 통과하기 때문에 주민들에게는 거점수거보다 더 불편한 수거방법일 수 있다.

3. 수거시 분리적재 종류

<표 3-3>은 주민들이 배출한 재활용품을 수거조직이 수거할 때 분리해서 적재하는 재활용품의 종류 또는 그룹을 보여주고 있다. 단독주택의 경우 2그룹 또는 3그룹으로 분리해서 적재하는 구는 각각 1개 구, 4그룹이상 2개 구이며, 대부분인 20개 구는 혼합해서 적재 운반하고 있다.

<표 3-3>의 내용을 <표 3-1>의 내용과 비교하면 분리배출을 요구하는 그룹과 수거시 적재하는 그룹이 상호 일치되지 못함을 알 수 있다. 즉, 단독주택지역의 경우 혼합배출을 요구하는 지역은 10개 구인데 수거시 혼합적재를 하는 지역은 20개 구로 많아졌다. 이러한 현상은 비록 주민들에게 분리배출을 요구하고 있지만 주민들이 정확하게 분리하지 않고, 수거차량이 분리적재에 적합하지 않고 또 그렇게 적재하려면 시간이 많이 소요되고, 재활용선별장도 복합선별라인을 갖추고 있지 않는 등 여러 가지 이유가 중첩되어 나타나고 있다.

<표 3-3> 자치구의 수거시 분리적재 종류

구분	2그룹	3그룹	4그룹이상	혼합	기타
단독주택지역	1	1	2	20	1
상가지역 등	-	2	4	17	2

4. 수거회수

단독주택의 경우 주3회 수거하는 지역이 16개 구, 2~3회 수거하는 지역은 7개 구로 주3회 수거지역이 가장 많다. 2개 자치구는 매일 수거하고 있다. 상가지역의 경우도 단독주택과 크게 차이가 없으나 주1~2회 수거지역이 단독주택지역보다 다소 많다(<표 3-4>). 주민들의 불편을 감안해서 전체적으로 자치구들이 수거회수를 늘리는 경향이다. 반면 수거회수는 수거비용을 늘리는 가장 큰 요인이기 때문에 자치구의 입장에서 수거회수의 증가는 재정적인 부담으로 작용한다.

〈표 3-4〉 자치구의 재활용품 수거회수

구분	주1회	주2회	주3회	주5~6회	기타
단독주택지역	3	4	16	2	-
상가지역 등	4	5	12	2	2

5. 수거주체

자치구의 재활용품의 수거는 전통적으로 직영조직이 담당했다. 재활용사업이 정책적으로 추진되다 보니 공공성이 강하고 위탁수거시 별도 비용 지불이라는 부담이 있기 때문이다. 그러나 근래에는 이러한 흐름이 서서히 바뀌어 재활용품의 수거를 전부 대행업체에 위탁하는 자치구가 3개에 이르고 3개 자치구는 일부지역의 수거를 위탁하고 있다. 그렇지만 여전히 25개 자치구중 19개 구는 자치구의 직영조직을 이용하여 재활용품을 수거하고 있다(〈표 3-5〉).

25개 자치구에서 재활용품의 수거를 위해 투입하는 차량은 465대이다. 이와는 별도로 49대는 일반쓰레기와 재활용품의 수거를 동시에 담당하고 있다. 수거인력은 일반쓰레기 수거업무 등 다른 업무와 중복해서 수행하는 경우가 많아 재활용품 수거인력으로만 분리해서 산출하기가 쉽지 않다.

〈표 3-5〉 자치구 재활용품 수거조직

구분	직영조직	직영·대행조직	대행조직
자치구	19	3	3

제2절 재활용선별장

1. 보유실태

자원의절약과재활용촉진에관한법률 제34조제4항의 규정에 따르면 서울시 모든

자치구는 구마다 또는 구간에 공동으로 사용하는 공공 재활용선별장을 갖추어야 한다. 그러나 서울은 시설설치를 위한 부지확보가 여의치 않은 경우도 있어 다양한 형태로 재활용품의 선별업무를 수행하고 있다.

첫째 유형은 자치구에서 부지, 시설을 소유하고 직접 운영하는 경우이다(이하 직영이라 한다). 직영형태로 재활용품을 선별하는 자치구는 동대문구, 강북구, 노원구, 은평구, 서초구, 강남구 등 6개 자치구이다³⁾.

둘째 유형은 부지와 시설을 자치구가 소유하고 운영은 민간에게 위탁하는 경우이다(이하 위탁운영이라 한다). 위탁운영방식으로 재활용품을 선별하는 자치구는 중구, 성동구, 성북구, 도봉구, 양천구, 강서구, 금천구, 관악구, 송파구, 강동구 등 10개 자치구이다⁴⁾. 서울의 25개 자치구중 이상과 같이 관할구역내에 시설을 확보하고 직영 또는 위탁운영 방식으로 재활용품을 선별하는 자치구는 모두 16개 자치구이다.

그렇지만 나머지 9개 자치구는 관할구역내에서 재활용선별장을 확보하지 못하고 수거된 재활용품을 민간업체에게 직접 판매하고 있다. 이 경우 부지, 시설의 소유자는 민간업체이고 운영도 민간업체가 하게 된다(이하 민간업체라고 한다).

<그림 3-1>은 각 자치구들의 재활용품 선별업무 수행형태를 보여주고 있다.

3) 은평구의 경우는 민간업체와 은평구가 공동으로 운영하는 형태이지만 부지와 시설이 은평구 소유임으로 직영형태로 분류한다.

4) 이중 도봉구와 관악구는 자치구 소유의 부지에 시설을 운영하는 민간업체가 시설을 설치하였다. 그렇지만 일정기간이 경과하면 자치구에 시설을 기부하는 조건의 계약을 체결하고 있기 때문에 민간위탁으로 분류한다.



〈그림 3-1〉 각 자치구의 재활용품 선별업무 수행형태

2. 시설규모

시설규모는 직영 선별장과 위탁운영 선별장 사이에 큰 차이가 없다. 개소당 시설면적에서는 최소 규모의 경우 1,200㎡이고 최대면적은 이 보다 10배 정도 큰 10,440㎡이다. 평균 면적은 3,631㎡(1,100평) 정도이다. 시설용량 1톤당 면적도 최소 13㎡, 최대 456㎡으로 차이가 크다. 평균 면적은 149㎡(45평) 정도이다. 1톤당 100평이 넘는 전국 시설들의 평균치와는 많은 차이를 보인다.

〈표 3-6〉 직영 및 위탁운영 공공선별장의 규모

구분		직영+위탁	직영	위탁운영
시설면적 (㎡/개소)	자료수(개소)	16	6	10
	평균	3,631	3,543	3,684
	최대	10,440	10,440	9,120
	최소	1,176	1,292	1,176
시설면적 (㎡/처리용량)	자료수(개소)	16	6	10
	평균	149	152	147
	최대	456	418	456
	최소	13	13	26

3. 민간위탁 등의 계약방법

업체선정방법은 위탁운영선별이든 민간업체 선별이든 수의계약방식이 많다. 근래에는 행정의 투명성을 확보하고자 적격심사 또는 경쟁입찰방식이 늘어나고 있다. 위탁운영의 경우 10개 자치구중 3개 구, 민간업체의 경우도 9개 자치구 중 3개 구가 후자의 방식에 의해 업체를 선정했다.

계약기간은 1~3년이 일반적이며, 위탁운영의 경우 2년, 민간업체선별의 경우 1년의 기간으로 계약한 사례가 많다. 위탁운영에서는 10년 계약기간을 갖는 경우도 있는데 이 업체는 자치구의 부지에 민간업체가 시설을 설치해서 운영하고 10년이 경과하면 자치구에 해당 시설을 기부하기로 되어 있기 때문이다. 위탁운영선별과 민간업체선별을 비교할 때 대체로 민간업체선별시의 계약기간이 위탁운영의 경우보다 짧은 경향이 있다.

민간업체선별의 경우 비용지불방식은 비교적 간단하다. 대부분의 자치구가 민간업체에게 재활용품을 매각하는 형태를 취하며 그 가격은 1kg당 10원~28원정도이다. 재활용할 수 없는 부분에 대해서는 민간업체가 직접 처리하거나 25%~30%의 수준에서 발생하는 것으로 보고 자치구가 처리해주는 경우가 있는데 4개 자치구가 이런 방식을 취하고 있다. 위탁운영의 경우는 비용지불방식이 다소 복잡하다. 5개 자치구는 위탁비용을 별도로 지불하고 재활용품의 판매대금은 자치구의 수입으로 간주한다. 예를 들어 S자치구는 연간 3억5천만원의 선별위탁비용을 업체에게 지불하고 약 3억원정도의 재활용품 매각비용은 자치구의 수입으로 간주하고 있다. 3개 자치구는 선별비용과 매각비용이 같다고 보고 선별업무와 재활용품의 매각을 위탁업체에게 일임하고 있다. 위탁업체는 매각 실적과 금액만 자치구에 보고하면 된다. 이상의 두 가지 방법과는 다르게 2개 자치구는 보조금 없이 재활용품의 품목별 판매금액 중 일부를 자치구의 수입으로 환수한다. 이 방식은 민간업체선별에서 업체로부터 재활용품 1kg당 일정 금액을 자치구가 받는 경우와 유사하다. 위탁운영의 경우 시설들이 자치구에 위치하기 때문에 대부분의 자치구가 폐기물 또는 이물질의 처리를 도와주고 있다. 이상의 내용은 <표 3-7>과 같다.

<표 3-7> 위탁운영과 민간업체의 계약조건 등

구분	위탁운영선별	민간업체선별
선정 방법	- 수의계약 : 7개 자치구 - 적격심사, 공개경쟁 : 3개 자치구	- 수의계약 : 6개 자치구 - 적격심사, 공개경쟁 : 3개 자치구
계약 기간	- 1년 : 2개 자치구 - 2년 : 4개 자치구 - 3년 : 2개 자치구 - 10년 : 1개 자치구(기부채납 조건)	- 1년 : 4개 자치구 - 2년 : 3개 자치구 - 3년 : 2개 자치구
비용 지불	- 보조금을 지급하고 재활용품 매각대 금은 구 수입으로 간주 : 5개 자치구 - 선별비용과 매각비용 상계처리 : 3개 자치구 - 판매대금 일부 구에 납입 : 2개 자치구	- 10~28원/kg의 매입비를 구에 납부 : 8개 자치구 - 기타 : 1개 자치구
폐기품 처리	- 구 처리 : 9개 자치구 - 위탁업체 처리 : 1개 자치구	- 구 처리 : 4개 자치구 - 기타 : 5개 자치구

제3절 재활용품 판매

1. 자치구별 판매량

2003년의 경우 서울에서는 연간 140만톤 정도의 재활용품이 수집되었다. 그렇지만 이 중 90.3%는 민간부분이 수거하고 자치구 수거조직은 9.7%에 해당하는 연간 15만톤, 1일 401톤을 수거하였다. 이를 다시 자치구별 수거량으로 환산하면 16톤/일 정도에 불과하다. 품목별 비중에서는 유리병과 플라스틱류가 39.2%, 34.3%로 대부분을 차지한다. 민간부분의 수거량 중 종이류의 비중이 58.2%, 고철류 22.5%와 비교하면 매우 대조적이다. 일부 자치구에서는 종이류와 고철의 수집실적이 거의 없는 경우도 있다. 민간부분은 고가품을 담당하고, 공공부분은 저가품을 담당하는 현재의 역할분담 또는 공공부분 재활용사업의 특성이 재활용품의 품목별 취급량에서 그대로 드러나고 있는 것이다(<표 3-8>).

〈표 3-8〉 재활용품의 종류별 판매량 현황

구 분		종이	유리병	플라스틱	고철	캔	의류	기타
수거량 (톤/일)	평균	1.84	6.24	5.36	0.36	1.55	04	0.49
	최대	5.13	11.92	8.22	1.12	3.70	0.24	2.83
	최소	0	2.25	2.08	0	0.28	00	0
비중 (%)	평균	11.6	39.2	34.3	2.5	9.5	0.3	2.6
	최대	35.6	51.6	52.9	10.8	17.2	1.8	16.7
	최소	0	30.2	18.0	0	1.4	0	0

2. 판매금액

2003년 각 자치구의 재활용품 매각 수입을 자료 확보가 가능한 21개 자치구를 대상으로 산정하면 연간 40억원 정도였다. 자치구당 평균 매각수입은 1억9,218만원에 해당된다. 같은 해에 각 자치구의 재활용품 평균 수집량 5,860톤을 이용하여 1톤당 판매비용으로 환산하면 32,800원 수준이다. 〈표 3-9〉는 각 품목별 판매단가의 범위와 평균치를 보여준다.

〈표 3-9〉 재활용품 판매단가 현황

(단위 : 원/kg)

구 분	자 료 수	최 소	최 대	평 균
종이류	13	45	120	60
병류	13	10	40	20
캔류	13	50	150	90
페트병	13	70	430	206
플라스틱용기류	13	40	270	102
스티로폼	13	90	472	219

주 : 스티로폼은 잉고트 상태의 판매가격이며, 수거상태로는 유가 판매가 어려움.

제4절 EPR시행 이후 자치구 재활용체계의 변화

1. 수거량 변화

EPR이 시행되면서 생산자가 의무적으로 재활용해야할 품목이 점차 늘어나고 있다. 시행 첫해인 2003년에는 기존에 폐기물부담금 대상이던 플라스틱 식·음료 용기와 내부가 비닐로 코팅되어 재활용이 기피되었던 종이팩이 의무처리대상으로 지정되었다. 2004년에는 과자봉지와 같이 제품포장용 비닐(이를 필름류라고 부르고 있음)이 추가로 지정되었다. 2005년에는 오디오, 이동단말기, 2006년에는 프린터, 복사기, 모사전송기(팩시밀리) 등이 지정된다(<그림 3-2>). 자치구의 재활용품 수거 및 처리에 가장 영향을 주는 품목은 2003년에 지정된 플라스틱 식·음료 용기와 종이팩, 2004년에 지정된 필름류이다.

2003년	2004년	2005년	2006년
·플라스틱용기트레이 ·종이팩	·플라스틱 필름류	·오디오 ·이동단말기	·프린터, 복사기, ·모사전송기

<그림 3-2> EPR 시행에 따른 대상품목의 지정현황

<표 3-10>에서는 EPR시행 이후의 재활용품 수거량 변화를 파악하기 위해 EPR 시행 직전인 2002년의 수집실적과 시행 2년째인 2004년의 재활용품 수집실적을 비교하였다. 분석대상 품목은 전체 수거량과 함께 양이 많은 플라스틱류 그리고 플라스틱류를 다시 세분하여 필름류 포장재로 하였다. 분석대상 19개 자치구 중 13개 자치구에서 전체 수거량이 증가하고 감소한 자치구는 6개 자치구였다. 증가한 경우 증가폭은 1.6~42.3%이고, 감소폭은 2.0~33.4%였다. 결국 EPR 시행 이후 전체적으로 재활용품의 수거량이 증가하였음을 의미한다. 플라스틱류 수거량은 19개 자치구 중 12개 구에서 증가하고 6개 구에서 감소했다. 감소폭이 0.1~84.6%인 반면 증가폭은 4.0~395%로 매우 컸다. 플라스틱의 수거량 역시 EPR 시행 이후에 수거

량이 증가했음을 보여준다. 2004년에 새롭게 EPR 품목으로 지정된 필름류 포장재가 자치구 수거 재활용품에서 차지하는 양은 0.1~17.0%였다.

<표 3-10> EPR 시행전후(2002, 2004년)의 자치구 재활용품 수거량 변화

구분	분석대상 자치구수	감 소	증 가
전품목	19	- 자치구수 : 6 - 감소범위 : 2.0~33.4%	- 자치구수 : 13 - 증가범위 : 1.6~42.3%
플라스틱	19	- 자치구수 : 7 - 감소범위 : 0.1~84.6%	- 자치구수 : 12 - 증가범위 : 4.0~395%
필름류	11	- 자치구수 : 없음.	- 자치구수 : 11 - 전품목중 비중 : 0.1~17.0%

2. 수거 및 선별인력

<표 3-11>에는 각 자치구별로 자료확보가 가능한 범위에서 수거인력 및 선별인력의 변화를 분석하였다. 수거인력의 경우 분석대상 16개 자치구 중 13개 구는 감소하고, 증가한 경우는 4개 자치구로 많지 않았다. 감소한 자치구들의 감소 폭은 1~52인이고, 증가한 경우는 2~18인의 범위였다. 선별인력에서는 분석대상 6개 자치구 중 감소한 경우와 증가한 경우가 각각 3개 구였다. 감소범위는 9~23인, 증가한 경우의 증가인력은 5~50인이었다. 대폭적인 인력변화는 수거의 경우 직영 환경미화원의 인력감소, 민간위탁 등에서 발생하며, 선별의 경우는 위탁선별에서 직영선별로의 전환, 동수집소의 폐쇄, 공공근로인력의 지원여부 등에 의해 좌우되고 있다. 따라서 이러한 변동들이 EPR 시행에 의해 영향을 받은 것으로 보기는 어렵다.

<표 3-11> EPR 시행 전후(2002, 2004년)의 자치구 재활용품 수거 및 선별인력 변화

구분	분석대상 자치구수	감 소	증 가
수거인력	16	- 자치구수 : 13 - 감소범위 : 1~52인	- 자치구수 : 4 - 증가범위 : 2~18인
선별인력	6	- 자치구수 : 3 - 감소범위 : 9~23인	- 자치구수 : 3 - 증가범위 : 5~50인

3. 재활용품 판매단가

<표 3-12>는 2002년(EPR 시행 직전)과 2004년(EPR 시행 2년)의 자치구들의 재활용품 판매단가를 보여주고 있다. 분석이 가능한 14개 자치구 중 10개 자치구는 판매단가가 감소했고, 4개 자치구는 상승했다. 감소 자치구들의 평균 단가 감소폭은 40.5%이고, 단가 상승 자치구의 평균 상승폭은 93.5%였다. <표 3-10>에 정리했듯이 EPR 시행 이후 자치구 재활용품 수거량은 증가한 경향이고 그 중심 역할은 플라스틱 용기류와 필름류가 하고 있다. 그렇지만 컵라면 용기, 필름류 등을 제외하고는 이전부터 재활용품으로 수거되었다. 여기에 컵라면 용기, 필름류 등이 가세하면서 전체 수거량은 증가했지만 그들의 시장성이 낮아 자치구의 판매단가를 오히려 낮추는 현상을 초래하고 있다⁵⁾.

<표 3-12> EPR 시행 전후(2002, 2004년)의 자치구 재활용품 판매단가 변화

분석대상 자치구수	감 소	증 가
14	- 자치구수 : 10 - 2002 평균 단가 : 33,795원/톤 - 2004 평균 단가 : 20,204원/톤 - 2002 대비 단가변화 : -40.5% - 감소범위 : 0.7~60%	- 자치구수 : 4 - 2002 평균 단가 : 48,212원/톤 - 2004 평균 단가 : 93,286원/톤 - 2002 대비 단가변화 : 93.5% - 감소범위 : 22.4~122%

5) 상승된 자치구에 대해서는 판매품목의 변화, 계약방식의 변경 등 상승원인에 대한 상세조사가 필요하나 본 연구에서는 이를 밝히지 못했다.

4. 재활용선별장 운영

EPR 시행 이후 재활용품 품목 확대에 대응하기 위해 각 자치구가 추진한 선별장 성능 개량사업의 내용은 <표 3-13>과 같다. 중구, 중랑구는 필름류 압축기를 구입했다. 필름류 선별을 위해 선별컨베이어를 증설하거나 신설한 곳은 동대문구, 구로구, 강동구이다. 특히 구로구는 선별용 송풍장치를 설치함으로써 기존인력을 4명에서 2명(파봉 및 파이프 투입 1명, 톤백 1명)으로 감소시켰다(<그림 3-3>).



<그림 3-3> 구로구의 선별용 송풍장치(필름류 투입, 필름류 저장소)

노원구는 스티로폼 감용기를 설치했다. 이렇듯 일부 자치구들은 EPR 시행에 대응하고자 나름대로 장비를 구입하거나 설비를 개선했으며, 주로 필름류 포장재와 스티로폼의 원활한 처리에 목적을 두고 있다.

<표 3-13> EPR 시행에 대응하기 위한 각 자치구의 선별장 개량사업

구 분	개 량 사 업
중구	- 필름류 압축기 설치(2004년)
동대문구	- 필름류포장재 선별을 위해 컨베이어 25m 증설(2003, 2004년) - 압축기 1대, 지게차 2대 확보(2003년)
종로구	- 필름류 압축기 1대(2003년)
노원구	- 스티로폼 감응기 1대(2002년)
구로구	- 필름류 선별용 송풍장치 2대 설치(2004년) - 선별컨베이어 10m 증설(2004년)
강동구	- 필름류 컨베이어 라인 설치(2004년)

그러나 2004년에 EPR 품목으로 지정된 필름류, 스티로폼 컵라면 용기, 계란난좌 등은 재활용선별장의 운영을 어렵게 하고 있다. 특히 필름류는 수요처가 확보되지 못한 상태이고, 시장성도 낮고, <표 2-4>와 같이 생산자의무회수량이 25%에 미치지 못하고 있어 수거해도 처분할 곳이 없다⁶⁾. 더욱이 배출자들은 상업용 일반봉투와 EPR 대상 필름류를 정확하게 인식하고 분리 배출하지 않아 생산자의 의무회수량을 빠르게 잠식하는 현상을 초래하고 있다. 각 자치구 선별장에서는 지금도 분리수거된 필름류가 결속상태로 좁은 선별장의 한 구석에 쌓여 있다. 2004년에 이러한 현상이 발생하여 많은 자치구들이 결국은 폐기하거나 자신들의 차량으로 운반하여 민간업체에게 무상으로 양도하는 일들이 벌어졌다. 2005년에도 이러한 상황은 개선되지 않고 있다.

5. EPR 시행 이후 변화의 종합평가

EPR 시행 이후 기존에 기피되던 품목들이 재활용품으로 추가되면서 자치구들의 수거량이 증가하고 있고, 그 중심에 플라스틱이 있음을 확인했다. 수거량이 늘었다

6) 필름류는 시장가치가 낮아 생산자단체에서 필름류의 처리비용(RDF생산, 유화 등)과 자치구 수송비용의 일부를 지원하고 있다. 생산자단체는 생산자들로부터 매해 고시되는 법정 의무량 만큼을 처리할 수 있는 비용을 징수하여 재원을 확보하고 있다. 따라서 의무량을 초과하여 필름류가 수거되면 그 부분에 대해서는 지원할 재원을 확보할 수가 없고, 초과량은 자치구의 재활용선별장에 적체되게 된다.

고 하여 수거인력이나 선별인력의 수요를 늘리는 현상은 발견되지 않았다. 그러나 영향은 전체적으로 선별장의 운영에서 나타났다. 일부 자치구들이 필름류 포장재, 스티로폼 등에 대응하기 위해 압축기, 감용기를 새롭게 구입하고, 어떤 곳에서는 선별라인을 보강하거나 풍력선별기를 설치하는 등 선별장의 기능을 개선해야 했다. 이렇게 양과 기능이 부가되었음에도 재활용품의 판매단가는 EPR 시행 이후 감소하여 자치구들의 재정적 부담으로 작용하고 있다. 더 큰 문제는 2004년에 새롭게 추가된 필름류 포장재의 판매처를 확보하지 못하여 선별장 저장공간을 압박하거나 지정폐기물로 별도로 처리하는 등 문제를 야기시키고 있다. 전체적으로 EPR 시행 이후 자치구의 재활용품 수거체계 등에 큰 변화는 없다. 그러나 선별 이후의 단계에서 재정적으로 부담을 받고 선별장의 원활한 운영에 지장을 받고 있다.

제Ⅳ장 재활용선별장의 구조 및 운영실태 진단

제1절 자치구 선별장

제2절 전문업체 선별장

제Ⅳ장 재활용선별장의 구조 및 운영실태 진단

제1절 자치구 선별장

1. 조사 대상

7개 공공 재활용선별장에 대해 구조 및 운영실태를 조사하였다(<표 4-1>). 이들 시설의 1일 작업량은 작업일을 기준으로 16~50톤이다. 건축면적은 42~1,667평이며, 4개 선별장은 위탁방식으로 민간업체가 운영하고, 3개 시설은 자치구에서 직접 운영한다.

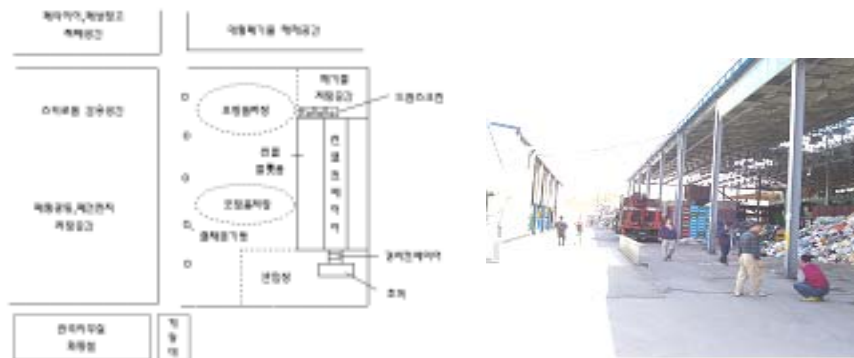
<표 4-1> 조사대상 시설의 개요

구분	작업량(톤/일)	부지면적(평)	운영형태
YC선별장	37	- 총부지 : 2,000 - 건축 : 400	위탁운영
SD선별장	19	- 총부지 : - 건축 : 570	위탁운영
NW선별장	20	- 총부지 : 391 - 건축 : 42	직영
KN선별장	35	- 총부지 : 605 - 건축 : 100	직영
GA선별장	45	- 건축 : 605 - 실외보관소 : 300	위탁운영
KB선별장	16	- 총부지 : 500 - 건축 : 298	직영
GM선별장(경기)	50	- 총부지 : 8,700 - 건축 : 1,667	위탁운영

2. 건축 및 공간 활용

YC선별장은 자치구에서 운영하는 대형폐기물 해체작업장, 스티로폼 감용장, 폐형광등·폐건전지 저장소, 폐냉장고 등의 저장소와 같은 부지에 입지하고 있다. 선별

장은 철골구조의 건축물로 건설되었다. 작업차량과 장비가 이동하는 내측벽체 2면은 모두 개방되어 있고, 외부로 향하는 2면은 벽체로 밀폐되어 있다. 선별장 내부는 반입장, 선별플랫폼, 폐기품저장소, 선별제품저장소, 압축시설로 분할된다. 전체 건축물 400평 중 반입장으로 70평, 선별플랫폼으로 85평 정도가 활용된다. 계량대와 관리사무실은 건물 외부에 설치되어 있다(<그림 4-1>). 선별플랫폼은 높이 5m, 폭 9m, 길이 30m이며, 그 하부는 선별품의 저장에 활용된다.



<그림 4-1> YC선별장의 공간활용과 건축물 외형

SD선별장은 계량대를 제외한 모든 설비와 공간이 철골구조의 건축물 안에 있으며, 2개의 출입문을 이용하여 재활용품, 차량, 인력이 건물 내외부로 이동한다. 건물의 내부는 반입장, 선별플랫폼, 요구르트병 저장소, 스티로폼 잉고트 시설 등으로 분할되어 있다. 모든 시설과 설비들이 일렬로 배치되어 나머지 공간은 선별품 저장 및 장비 이동에 용이하다. 선별플랫폼 하부도 선별품의 저장공간으로 활용된다. 건물 내부 면적 570평 중 반입장으로 활용되는 공간은 74평이다. 선별플랫폼은 높이 4m, 폭 7m, 길이 35m이다. 계량대는 반입장과 가까운 건물 외측 차량동선에 설치되어 있다(<그림 4-2>).



<그림 4-2> SD선별장의 공간활용과 건축물 외형

NW선별장은 조사 대상 선별장 중 가장 열악한 작업환경을 갖추고 있다. 선별 플랫폼 구역만 경량골조구조의 건축물로 밀폐되어 있고, 반입장 공간은 외부에 노출되어 있다. 스티로폼 잉고트 설비와 비닐류 압축기 공간은 철재골격의 천막시설에 설치되어 있다. 나머지 공간은 휴게 및 사무실, 화장실, 유리류 및 선별품저장소, 차량보관소 등으로 활용된다. NW선별장의 총부지는 391평이며, 이중 42평이 선별 플랫폼 건물로 활용된다. 바닥에서 선별플랫폼까지의 높이는 3m이고, 폭 7m, 길이 20m이다(<그림 4-3>).



<그림 4-3> NW선별장의 공간활용과 건축물 외형



[선별플랫폼 건물]



[재활용품 반입장]

<그림 4-3> 계속

KN선별장은 총면적 605평이고 철골에 합성수지 천막으로 외부를 감싸고 있는, NW선별장 만큼이나 여건이 열악한 시설이다. 반입장도 건물의 외부에 있어 눈비가 내릴 경우 재활용품이 젖을 수밖에 없다. 전체공간은 외부의 반입장과 계량대, 건물 내부의 선별플랫폼과 유리선별플랫폼 그리고 스티로폼 감용기 공간으로 구분된다. 그 외 건물 내외부 공간은 선별품 또는 압축물의 저장에 활용된다(<그림 4-4>).



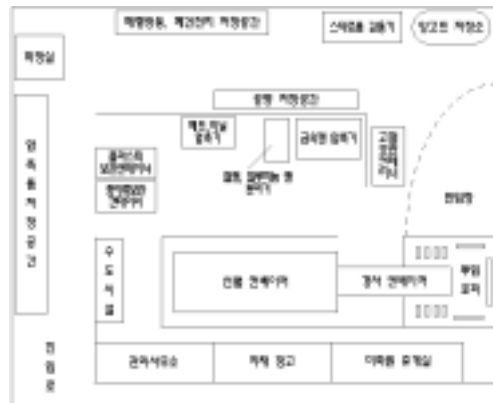
<그림 4-4> KN선별장의 공간활용과 건축물 외형

GA선별장은 건축물과 선별품 야외저장소로 구분되며, 대부분의 작업은 605평의 철골철재 건축물 속에서 이루어진다. 건축물 내부는 반입장, 선별플랫폼, 폐기품저장소, 사무실, 휴게실 공간 등으로 활용되며, 반입장과 인접한 좁은 장소에는 스티로폼 감용기가 설치되어 있다. 선별플랫폼의 하단은 선별품의 저장소 및 압축기 공간으로 활용된다. 반입장의 면적은 65평, 선별플랫폼의 면적은 200평 정도이다. 선별플랫폼의 규모는 높이 4m, 폭 9m, 길이 75m 정도이다. 선별품 야외 저장소는 300평 정도의 공간이며, 주로 판매가 잘 되지 않는 적재품목의 저장에 활용된다(<그림 4-5>).



<그림 4-5> GA선별장의 공간활용과 건축물 외형

KB선별장은 직영으로 운영되며, 선별 및 반입공간, 금속캔 및 PETE·비닐 압축 공간, 스티로폼 감용장, 폐형광등·폐건전지 저장소가 입지한다. 선별장은 철골에 합성수지 천막으로 외부를 감싸고 있는 형태이며, 진입로 및 수거차량 이동로를 제외한 대부분의 작업공간이 밀폐된 상태이다. 총부지 500평중 건축물이 약 300평으로 진입로와 야적장의 공간이 협소하며, 반입장이 진입로의 반대편에 위치하고 있어 공간활용에 어려움이 있다(<그림 4-6>). 계량대와 대형폐기물 처리공간은 갖추지 않고 있다. 선별플랫폼은 높이 5m, 폭 5m, 길이 30m이며, 전체가 합성수지 천막으로 쌓여있다. 선별플랫폼 하부는 작은 슈트와 마대자루를 이용한 선별품의 반출에 활용된다.



[KB선별장의 공간활용]



[건축물 외형]



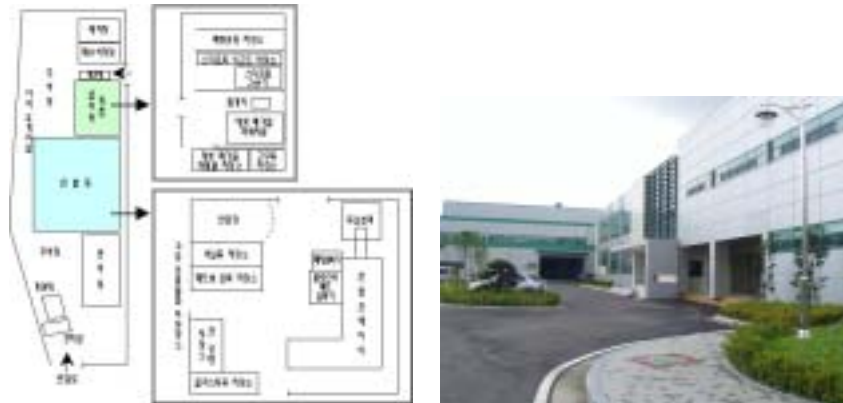
[재활용품 반입장]

<그림 4-6> KB선별장의 공간활용과 건축물 외형

GM선별장(경기)은 2005년 6월 본격가동된 최신시설로써, 8,700평 규모에 건축면적 1,667평이다. 건축물은 모두 철골 철재구조로 크게 경비실, 관리동, 선별동, 종합설비동, 세차장, 폐수처리장으로 되어 있다(<그림 4-7>). 관리동은 지하1층, 지상 2층에 사무실, 식당, 작업자 샤워실과 탈의실이 위치하고 있다. 선별동은 지상 2층 구조의 연면적 1,253평이며, 선별플랫폼은 높이 5.5m, 폭 8m, 길이 52m로 ㄱ자 형태로 굽어 있다(<그림 4-8>). 선별된 재활용품은 집게차⁷⁾를 이용해 반출한다. 선별동의 입구 및 출구가 재활용품을 많이 적재하면 차량 통과가 어려운 것이 GM선별

7) 일반 화물차량의 적재함에 집계를 장착한 차량이며, 집계는 재활용품의 상차와 하차에 사용된다.

장의 문제점 중 하나이다. 스티로폼감용시설과 폐형광등 및 대형폐기물 해체작업장은 종합설비동에 위치하고 있다(<그림 4-9>).



<그림 4-7> GM선별장의 공간활용과 건축물 외형



<그림 4-8> GM선별장의 선별동 내부



[대형폐기물 파쇄시설]



[차량정비동]



[스티로폼 감응시설]



[스티로폼감응 탈취시설]

<그림 4-9> GM선별장의 종합설비동 내부

3. 반입 및 투입 공정

<그림 4-10>은 선별플랫폼을 중심으로 하여 반입장과 선별공정과의 관계를 보여주고 있다. 조사대상 시설들은 모두 이와 같은 방법으로 재활용품을 선별한다. 반입 및 투입공정은 지상부에 위치한 선별플랫폼 위의 선별컨베이어에 재활용품을 공급하는 단계이다. 이동설비로는 페이로더 또는 스키더로더, 고정설비로는 투입호퍼와 경사컨베이어가 있다.



〈그림 4-10〉 선별플랫폼을 중심으로 한 반입장과 선별공정 모식도

장치구조나 투입작업의 방식은 각 선별장마다 공통점과 차이점이 있다. 투입호퍼는 5곳이 지상에 설치되어 있고 두 곳은 호퍼가 없거나 지하에 설치되어 있다. 지하에 설치하여 재활용품을 장비로 밀어 넣고 컨베이어의 이동에 의해 경사컨베이어로 이송되는 것이 외국의 일반적인 구조이나 국내 시설들은 그러한 구조를 갖추지 못한 경우가 많다. 이러한 구조적 문제에 의해 집게차나 인력에 의해 재활용품을 호퍼에 투입하는 2중 작업이 이루어지고 있다. 경사컨베이어의 길이는 시설마다 다르며 경사가 완만할수록 길어지고 급할수록 짧아지는 경향이다. 예를 들어 30°인 KN선별장의 경사컨베이어 길이는 10m인 반면에 70°이상인 GA선별장의 컨베이어 길이는 5m에 불과하다. 급한 경사에서는 재활용품의 미끄럼 현상이 발생하고 이러한 현상을 방지하고자 5곳의 시설에서 경사컨베이어에 철재 유도판을 가로방향으로 부착하고 있다⁸⁾. 12° 정도의 완만한 경사에서는 유도판을 두지 않고 고무벨트의 요철만으로도 미끄럼 현상을 방지할 수 있다. <표 4-2>에 각 선별장별 반입 및 투입공정의 특징을, <그림 4-11>은 현장에서 이루어지는 반입 및 투입공정의 작업광경과 시설의 모습을 보여주고 있다.

8) 컨베이어의 경사가 일정수준 이상이 되면 재활용품의 미끄럼 현상이 발생한다. 캔, 유리병 등 둥근 모양의 재활용품에서 미끄럼 현상이 두드러지며 겨울철에 더 심해진다.

<표 4-2> 각 시설의 반입 및 투입과정

구분	투입호퍼	경사컨베이어
YC선별장	- 페이로더로 수평이동, 집게차로 호퍼에 투입 - 지상 돌출	- 60° 의 경사, 폭 1.2m, 길이 4m - 재활용품의 미끄럼을 방지하기 위해 철재 유도판 부착 - 중간에 수평방호대를 두어 과량 투입을 제어
SD선별장	- 스키더로더로 수평이동 및 투입 - 공간 좁아 장비에 의해 유리 파손 - 지상 돌출	- 45° 의 경사, 폭 1m, 길이 9m - 미끄럼 방지를 위해 철재 유도판을 50cm 간격 설치 - 1차 1m, 2차 0.7m의 낙차로 유리 파손 - 1인이 봉투 등 해체
NW선별장	- 페이로더로 수평이동, 인력이 투입 - 지상 돌출	- 35-40° 경사, 폭 0.7m, 길이 9m - 미끄럼 방지를 위해 철재 유도판을 1m 간격 설치 - 1회 50cm의 낙차로 병 파손 방지 - 4인의 인력이 봉투해체와 비닐봉지(필름류 포함) 선별
KN선별장	- 페이로더와 인력으로 수평 이동, 인력으로 투입 - 반입장과 컨베이어 사이의 표고차이로 경사컨베이어에 투입	- 30° 경사, 폭 1.3m, 총연장 10m - 경사가 낮아 고무벨트의 요철모양만으로 재활용품의 미끄럼 방지 - 4인이 봉투해체와 기타 재활용품 분리
GA선별장	- 페이로더로 수평이동, 집게차로 호퍼에 투입 - 지하호퍼	- 70-80° 의 경사, 폭 1.2m, 길이 5m - 급경사를 극복하기 위해 철재 유도판 부착
KB선별장	- 페이로더로 수평이동, 인력으로 투입 - 지상 돌출	- 12° 경사, 폭 0.9m, 총연장 12m - 경사가 낮아 고무벨트의 요철모양만으로 재활용품의 미끄럼 방지 - 3인의 인력이 봉투해체와 4인이 비닐봉지(필름류 포함) 선별
GM선별장	- 페이로더로 수평이동 및 투입 - 지상 돌출	- 45° 경사, 폭 1m, 총연장 52m - 재활용품의 미끄럼을 방지하기 위해 철재 유도판 부착 - 4인이 봉투해체



[경사컨베이어 전경]



[장비에 의한 호퍼 투입]



[집게차를 이용한 호퍼 투입]



[인력에 의한 호퍼 투입]

<그림 4-11> 선별장의 반입 및 투입공정 모습

4. 선별공정

모든 시설에서 선별대의 높이는 플랫폼 상부로부터 0.7~0.9m로 비슷하다. 벨트 폭도 0.7~1m로 크게 다르지 않다. 모든 시설이 선별대의 양쪽에 인력을 배치하여 선별을 한다. 그렇지만 나머지 부분에서는 선별장에 따라 큰 차이를 보인다. 선별벨트의 길이는 GA선별장의 경우 74m에 이른다. 반대로 NW선별장의 길이는 20m에 불과하다. 벨트 운전속도는 GA선별장의 경우 6m/분이고, YC 및 NW선별장은 15m/분 이상이다. 미국의 경우 9m/분 정도가 적합하다고 하니 두 시설은 과도하게 빠른 벨트속도를 설정하고 있는 것 같다. 선별인력의 편차도 커서 SD선별장이 17인을 배치하는 반면 GA선별장은 41인의 인력을 배치하고 있다. NW 및 GA선별장의

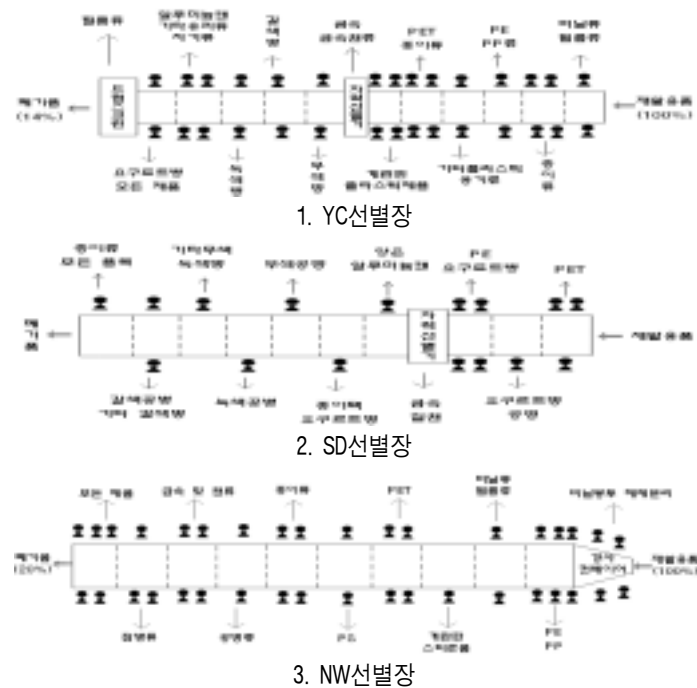
선별인력이 많은 것은 지역사회의 저소득층에게 일자리 제공하기 위한 프로그램에 의해 많은 보조인력이 투입되고 있기 때문이다. 선별품의 종류는 KB선별장이 8종 이상으로 잡병의 색선별을 하지 않으며, NW선별장의 경우 10종 이상, GA선별장에서는 16종 이상으로 분리한다. 4곳의 선별장에서 금속제품과 철캔을 분리하기 위해 자력선별기를 선별벨트 일부분 상부에 직각으로 배치하고 있으며, NW, KB 및 KN 선별장은 자력선별기가 없어서 인력으로 분리한다. 대신 KB선별장에서는 인력으로 선별된 캔을 철캔과 알루미늄캔으로 분리하는 분리기를 두고 별도로 선별·압축작업을 하고 있다. 벨트연장이 가장 긴 GA선별장은 두 곳에 자력선별기를 두고 있다. YC선별장은 다른 선별장에는 없는 트롬멜스크린을 말단에 두고 비닐류 및 비닐봉투를 분리하고 있다. 이상의 사항은 <표 4-3>과 같다.

<표 4-3> 각 시설의 선별공정

구분	YC선별장	SD선별장	NW선별장	KN선별장	GA선별장	KB선별장	GM선별장
선별대 높이(m)	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8
벨트길이(m)	30	32	20	40	74	18	52
벨트폭(m)	0.8	1	0.7	0.7	1	0.9	1
벨트속도(m/분)	16	-	15	-	6	-	-
인력배치	양쪽	양쪽	양쪽	양쪽	양쪽	양쪽	양쪽
선별인력(인)	30	17	38	35	41	34	40
선별품 종류	14종 이상	15종 이상	10종 이상	11종 이상	16종 이상	8종이상	13종이상
자력선별기	1대	1대	-	-	2대	-	1대
기타	트롬멜 스크린	-	-	-	-	-	트롬멜 스크린

<그림 4-12>는 선별대 길이에 따른 선별품의 종류와 인력 그리고 자력선별기의 배치현황을 보여주고 있다. 어느 곳도 분리하는 품목의 순서가 일치하는 곳은 없다. 그러나 전반적인 배치에서 몇 가지의 공통점이 발견된다. 먼저 대부분의 선별장이 가장 먼저 비닐류와 필름류를 전단에서 분리한다. 재활용품을 담고 있는 비닐봉투를 해체하는 작업이 가장 우선적으로 필요하고 이와 겹쳐서 필름류도 분리하고 있는 것이다. NW, KB, KN선별장은 이 작업을 경사컨베이어에서 하고 있다. 종이

류도 대체로 전단에서 선별이 이루어지고 후단에서 보완적으로 다시 분리되기도 한다. 유리병은 많은 시설들이 후단에서 분리하고 플라스틱용기 등 부피가 큰 재활용품은 유리병의 분리 전에 분리를 한다. 유리병은 타 품목에 의해 시야를 방해받지 않는 조건에서 색별, 종류별 분리가 용이하기 때문이다. KN선별장에서는 일차적으로 주선별대에서 모든 유리류를 분리하고 색별 분리는 별도의 선별대에서 실시한다.



<그림 4-12> 각 선별장의 순차적 선별품목과 인력배치



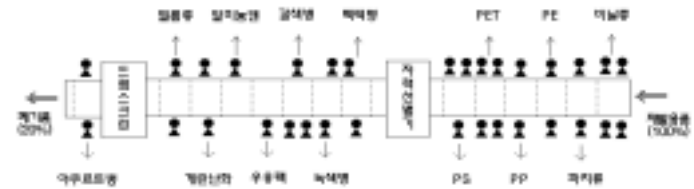
4. KN선별장



5. GA선별장



6. KB선별장



7. GM선별장

<그림 4-12> 계속

KB선별장에서는 플라스틱류를 두 번에 걸쳐 분리하고, 잡병의 경우 색구분없이 박스에 담아 경사슈트(미끄럼틀 모양)를 통하여 지상으로 운반한다. 폐기품도 3명의 보조인력을 두어서 20리터 종량제 봉투에 담아 경사슈트를 이용해 이송한다(<그림 4-13>).



〈그림 4-13〉 종량제봉투에 담겨진 대형폐기품

5. 보관시설

재활용품이 혼합상태로 수거됨으로 반입장을 품목별로 분할하여 운영하는 시설은 없다. 그렇지만 선별품에 대해서는 각 품목별로 별도의 보관공간이 필요하다. 보관공간의 분할정도는 해당 선별장의 분리품목과 관계가 있으며 전체 보관공간의 면적은 분리되는 양과 반출빈도에 의해 영향을 받는다. 시설 전체의 공간활용 측면에서 보관공간은 크게 두 가지, 즉 선별플랫폼의 하부를 이용하는 경우와 주변공간을 이용하는 경우가 있다. 선별플랫폼의 하부를 이용할 경우는 선별대의 슈트를 통하여 분리품을 직접 낙하시켜 저장하며, 대부분 양이 많은 품목들이다. 주변공간에는 분리품을 압축한 포장물 또는 양이 적어 선별대에서 별도 용기에 담아 배출한 품목들을 저장한다. 이러한 상황에 대하여 <표 4-4>과 같다.

선별플랫폼 하부의 공간활용은 선별대의 길이와 밀접한 관련이 있다. NW선별장의 경우 하부공간은 5품목의 선별품 보관에 활용되고 선별대에서 슈트를 통해 직접 압물박스로 낙하된다. 이 시설의 선별대의 길이는 20m에 불과하다. 반면에 GA선별장은 9개 품목의 보관을 위해 선별플랫폼의 하부공간을 분할하고 있으며 전체 선별대의 길이는 74m에 이른다. 특기할 시설은 KN선별장이다. 이 시설은 선별플랫폼의 하부공간을 특별하게 분할하지 않고 저장공간으로도 적합하지 않다. 그 공간에 분리

품의 이송컨베이어가 설치되어있기 때문이다. 이러한 여건 때문에 색별분리 후 컨테이너에 바로 넣어 보관할 필요가 있는 유리병은 주선별대에서 1차 분리후 세부선별라인에서 다시 분리하고 있다. 선별대에서의 분리품들은 일명 “톤백”이라고 불리는 큰 봉투에 직접 담아 보관한다. 이상과 같은 현장상황은 <그림 4-14>에서 보여준다. KB선별장에서는 하부공간이 협소해서 4개 품목(플라스틱은 두 번 선별)에 대해 2개의 슈트를 마련하여 마대자루에서 담아 일시 저장한 후 압출박스에 적재하거나 압출하여 야외저장소에 보관한다. GM선별장은 플라스틱류를 재질별로 선별하고, 잡병도 색선별하기 때문에 하부 저장공간이 15개에 이른다⁹⁾. PETE은 밀폐된 컨테이너에 일시 저장하고 일정량이 되면 압축기로 압축하여 야적장에 보관한다.

<표 4-4> 각 시설의 선별플랫폼 하부 공간 활용

구 분	YC선별장	SD선별장	NW선별장	KN선별장	GA선별장	KB선별장	GM선별장
벨트 길이(m)	30	32	20	50 (유리포함)	74	18	52
이송 슈트(개)	8	8	5	9	9	10	30
하부 공간(개)	8	8	5	톤백 설치	9	마대자루	15
하부공간 저장품목	종이류 PP PETE PVC 철캔·금속 무색병 갈색병 녹색병	PETE 요구르트병 PE·PP 철캔·금속 무색 녹색 갈색 폐기품	PE·PP PETE 종이류 금속·캔류 폐기품	PETE PE·PP 금속·캔류 유리병 PS 종이 갈색병 무색병 녹색병	종이류 비닐봉투 PE PP 금속·캔류 무색병 녹색병 갈색병 PS	플라스틱 PETE 종이 금속·캔 플라스틱	비닐 종이류 PE PP PETE 고철·철캔 백색병 녹색병 갈색병 우유팩 알루미늄캔 미세폐기품 거친폐기품

9) GM선별장은 재활용분야에 다년간 경험을 가진 민간업자가 운영한다. 플라스틱의 세부선별과 함께 각 품목별 시장도 자체적으로 개척하고 있다.



[PETE 압축전 일시보관하는 컨테이너]



[수거차량에 직접 적재되는 압록박스]



[흙빠 형태]



[마대자루]



[분리품의 톤백 투입]



[톤백의 야외 저장]

<그림 4-14> 선별품의 저장용기 형태

6. 장비 등

선별장에서 사용되는 장비는 압축기, 이송장비, 계량대 등으로 구분되며 조사대상 시설들의 현황은 <표 4-5>와 같다. 플라스틱 및 비닐류 압축기, 스티로폼 감용기는 대부분의 시설에서 갖추고 있다. 단, KN선별장은 비닐류 압축만을 갖추고 있으며, NW선별장에는 스티로폼 감용기 대신에 압축기가 있다. 캔압축기를 갖춘 곳은 3개소이나 2개소는 시장에서 원하는 규격과 다르기 때문에 활용을 하지 않고 있다. 압축물의 특성을 보면 시설마다 조금씩 다른 형식의 기계를 갖추고 있다. 이송장비로는 반입장에서 재활용품의 이송을 담당할 지게차¹⁰⁾를 기본적으로 갖추고 있는데, 일반적인 페이로더는 덩치가 커서 좁은 공간에서의 작업이 용이하지 못하기 때문이라고 한다. KN시설과 GM시설만이 페이로더를 1대 갖추고 있고, 무거운 물품의 상차에 주로 사용한다. GA선별장에는 선별플랫폼에 호이스트가 있다. 하부로 투하해서는 곤란한 공병 등 무거운 선별품의 이송에 사용하고 있다.

<그림 4-15>는 압축 장비를, <그림 4-16>은 이송장비를 정리했다.

<표 4-5> 부피조절 및 이송장비 등

구분	YC선별장	SD선별장	NW선별장	KN선별장
압축기(대)	- 플라스틱:1 - 비닐류:1 - 스티로폼감용:1	- 비닐류:1 - 페트병:1 - 캔압축:1(중단) - 스티로폼감용:1	- 페트병:1 - 비닐류:1 - 스티로폼압축:1	- 비닐류:1
압축물 특성	- 모두:1.8x1x1m	-PETE:1x0.7x0.7m -비닐:1.5x1.1x1.1m	- PETE:1.6x1x1m - 비닐:동일 - 스티로폼:동일	-
이송장비(대)	- 지게차:1 - 집게차량:3	- 지게차:1 - 쓰레기수송:1	- 지게차:1 - 집게차량:3	- 페이로더:1 - 지게차:1 - 쓰레기수송:1
계량대(식)	1	1	-	1

10) 지게차를 개량하여 페이로더 대응으로 사용하고 있다. 버킷을 별도로 제작하여 혼합 재활용품이나 분리품을 이송할 때 사용하고 압축물과 같은 포장물을 이송할 때는 버킷을 제거한다.

<표 4-5> 계속

구분	GA선별장	KB선별장	GM선별장
압축기(대)	- 펌프병:1 - 플라스틱(비닐검용):1 - 스티로폼감용:1	- 펌프병:1 - 캔압축:1 (철캔·알루미늄분리기 있음) - 스티로폼 감용:1	- 펌프병:1 - 플라스틱:1 - 비닐류:1 - 스티로폼 감용:1 - 캔압축:1(중단)
압축물 특성	- 플라스틱:1.7x1x1m - 비닐:1.7x1.2x1.2m	- PETE:1.1x0.9x0.9m	- PETE:1x2.1x0.9m - 비닐:동일 - 플라스틱:동일
이송장비(대)	- 지게차:1 - 호이스트:1 - 집게차량:2	- 지게차:1 - 쓰레기수송:1	- 페이로더:1 - 지게차:1 - 쓰레기수송:1 - 집게차량:1
계량대(식)	1	-	2



[플라스틱 압축기]



[스티로폼 감용기]

<그림 4-15> 압축장비



[개량형 지게차]



[페이로더]



[지게차]



[집게차량]



[호이스트]

<그림 4-16> 각종 이송장비

7. 환경·안전 설비

재활용선별장에서 많은 환경문제를 유발할 수 있는 주요인은 분진과 냄새다. 이 문제를 해결하려면 적절한 환기와 공기정화가 필요하다. 바닥을 정기적으로 청소하기 위해 급수설비도 갖추어야 하며 근로자들은 스스로를 분진과 냄새로부터 보호하기 위해 방진마스크를 착용해야 한다. 대부분의 시설이 철재 구조물이고 선별 플랫폼의 상부에서 작업을 하고 하부를 들락거리므로 추락과 낙하물로부터 자신을 보호할 수 있도록 안전모도 착용해야 한다.

그러나 현장의 모습은 이러한 조건과 큰 차이가 있다. 강제 환기시스템을 갖춘 시설은 YC선별장, SD선별장 등 몇 개소에 불과하다. 국소환기시설을 갖춘 곳은 1개소에 불과하고 지붕의 몇 개소에 환기팬을 갖춘 경우도 양호한 시설에 해당된다. 나머지 시설들은 유리창을 개폐하는 방식으로 환기를 하는 수준이다. 더 큰 문제는 작업자들의 안전의식으로 안전모를 착용하는 시설은 한 군데에 불과하고, 그 곳 역시 방진마스크는 작업자들이 불편하다는 이유로 착용하지 않고 있으며 관리자 또한 방진마스크의 착용을 강요하지 않는 실정이다. 작업 후 샤워를 할 수 있는 공간을 갖춘 곳도 극소수이다(<그림 4-17>).

선별장내 수도시설이 없어 바닥 청소시 외부에서 물을 끌어와야 하는 곳도 있으며, 이러한 경우 잦은 청소가 어렵고 분진은 바닥에 계속 누적된다. KB선별장에는 수도시설이 설치되어 선별플랫폼 내 물청소를 매일 실시하고 있으며 주1회 탈취약품을 이용해 선별플랫폼 및 야적장에 소독을 하고 있다. 혹시 있을 민원발생을 막기 위해서이다. GM선별장에서는 좀더 체계적인 소독 및 청소가 시행되고 있었다. 업무 종료 후 매일 30분간 선별컨베이어를 물걸레로 닦고 1시간 정도 바닥청소를 실시한다. 자체소독은 월5~6회 실시하며, 주1회는 사설업체에 소독을 위탁한다. 소독방법은 분무식(싸이퍼 퍼머그린, K-OBEN, 하이크린-S, 나가줄(야적장))과 독먹이법(맥스포스겔, 크린베이트(사무실)), 구서작업(알파란에이(취약))등으로 구분된다.



[외국 선별대 작업자]



[국내 선별대 작업자]



[최신시설의 작업복장과 환기시스템]



[환기촉진형 지붕 구조]



[선별장의 창문]

<그림 4-17> 선별장의 작업자 복장과 환기구

제2절 전문업체 선별장

1. 플라스틱 중간선별업체

플라스틱 중간선별업체는 자치구 공공선별장에서 1차 선별된 플라스틱류를 2차 선별하여 파쇄업체에 납품하는 기능을 한다. 나머지 품목에 대해서는 자치구로부터 매입하여 선별없이 다음 단계로 매각하는 중간상 역할을 한다. 예를 들어 종이류는 제지회사로, 고철은 양이 많지 않으므로 중간업체에게, 유리병은 파쇄업체에게, 금속 캔은 제강공장에 납품한다.

플라스틱류는 공공선별장에서의 분리가 미흡하기 때문에 다시 선별한다. 그 중

류는 PE(비닐봉투 포함), PP(고추장통, 반찬통, 바구니, 크레파스통, 필통 등), PS(요구르트병), ABS, 하이백(요플레), PETE, PVC(계란 난좌), 필름류(봉투용 복합재질) 등이다.

선별장은 PETE와 혼합플라스틱의 선별라인을 별도로 갖추고 있으며, 선별라인이 있는 곳만 지붕형 건물로 되어 있다. 부지는 전체 700평이고, 선별라인 150평, 혼합플라스틱 반입장 300평, 기타 저장, 계량, 장비 이동통로 등으로 250평이 활용되고 있다. 주요 장비로는 선별대 및 이송용 컨베이어, 플라스틱 압축 포장기, 페이로더, 수송장비 등이 있다.

선별장의 처리물량은 혼합플라스틱을 기준으로 1일 20톤이다. 공정은 “반입장 ⇒ 투입호퍼 ⇒ 경사컨베이어(투입용) ⇒ 수평컨베이어(선별용) ⇒ 결속 ⇒ 야적 ⇒ 반출” 순으로 진행된다. 경사컨베이어는 물결무늬로 요철된 고무벨트에 20~30° 정도의 경사를 유지하고 있다. 선별컨베이어는 고무벨트를 사용하며, 높이가 0.8m, 벨트폭은 1.0m(양쪽 선별)이다. 한쪽 선별에는 0.8m, 벨트가 짧을 경우에는 1.5m 이상이 되어야 한다고 한다. 혼합플라스틱 선별라인에는 선별인력 12인, 투입 및 반출 지원인력 3인이 배치된다. 선별인력간의 간격은 1.5~2m 정도이다(<그림 4-18>).

자치구로부터 반입된 혼합플라스틱 중 25%는 폐기되는데, 주로 장난감, 전화기, 청소기, 휴대폰 충전기 등이다. 그 이유를 비디오테이프의 경우를 들면 몸체 ABS, 롤러 PP, 필름 등으로 구성되어 재질별로 선별하려면 인건비가 많이 든다. 이러한 이유에서 자치구에서 재활용품을 매입할 때는 종이와 고철은 그 중량을 그대로 인정하되, 유리병 5~10%(내용물, 이물질), 순수비닐 10%(타품목), 캔 10%(내용물), 혼합플라스틱(PETE, PVC, 필름류 등 제외) 25%(내용물, 이물질), 기타 플라스틱(PETE, PVC, 필름류 등) 10~15%(내용물, 이물질)의 감량율을 적용한다.

분리품을 압축포장 할 때는 두가지 크기가 사용된다. 주로 사용되는 압축물의 크기는 1.5×0.9×0.9m이다. 이 크기에서 종이류는 1톤, PETE 및 PS는 500kg, 필름 및 비닐류는 1톤, 기타 플라스틱은 700kg 정도의 중량을 유지한다. 또 다른 크기는 1.0×0.8×0.8m이며, 주로 철캔에 적용된다. 그 중량은 대략 1톤이다. 압축물의 크기는

적재장비와 차량의 적재높이를 감안하여 결정되며, 주로 3단 적재를 한다.

중간선별업체로서 자치구 공공선별장에 기대하는 제품의 기준은 다음과 같다. 첫째, 이물질은 가능한 한 배제해야 한다. 특히 금속류에 플라스틱 혼입이나 플라스틱에 금속류의 혼입은 치명적이다. 둘째, 종이류는 압축, 결속 후에 반출하면 시장성이 더 좋다. 셋째, 고철은 Bulky 상태로 반출해도 좋다. 넷째, 병은 3색 분리(투명, 녹색, 갈색)가 반드시 필요하다. 다섯째, 플라스틱은 PETE와 기타로만 분리한다. PETE병은 압축결속하고 나머지는 Bulky상태로 인계하는 것이 선별에 도움이 된다. 전문성이 부족하여 자치구에서 재질별로 정확하게 분리하는 것은 한계가 있기 때문이다. 여섯째, 스티로폼은 수송비용을 낮추기 위해 감용처리가 필요하다.



[혼합플라스틱 반입물]



[플라스틱 선별컨베이어]

<그림 4-18> 플라스틱 선별업체의 작업광경



[PETE 압축품]



[계란난좌 압축품]



[PP 압축품]

<그림 4-18> 계속

2. 유리병 선별·분쇄업체

이 업체는 중간수집상과 병전문수거상으로부터 혼합병과 분리병을 납품받아 선별·분쇄해서 제병공장에 납품하는 역할을 한다. 대지가 3,680평(100%)이며, 공장동 152평(4.1%), 야적장 3,300평(89.7%), 기타 사무실, 휴게실, 화장실, 계량대 등 228평(6.2%)으로 나뉘어 사용된다. 공정은 혼합잡병 선별공정, 녹색병 및 갈색병 분쇄공정, 무색병 분쇄세척공정으로 나뉜다. 1일 처리능력은 갈색병 및 녹색병 100~120톤, 무색병 70톤, 혼합잡병 선별 20톤이다. 잡병선별라인에 9인, 분쇄라인에 17인의 선별 인력이 투입되고 관리직은 6인이다. 이송장비로는 지게차 2대(1회 7톤의 유리를 운반할 수 있고 타용도로 사용함에 따라 수명이 2년에 불과)가 있다. 폐이로더를 사용하지 않는 이유는 덩치가 크고 공기타이어의 잦은 펑크로 유지관리가 어렵기 때문이다. 분쇄기는 10~15마력으로 소음진동규제법, 대기환경보전법의 규제를 받지 않는다.

혼합잡병 선별공장에는 지자체에서 반입한 병들을 처리한다. 이송컨베이어는 반입장보다 약간 낮은 높이에 수평으로 설치(폭 1.2m)되어 있으며, 1인의 인력이 투입을 담당한다. 이송컨베이어에서 여자 1인이 자기류, 불연물 등을 선별한다. 왕복 바

스크린은 이물질 및 파병조각을 제거하는데, 바의 두께는 1cm, 바 간격은 1.5cm이다. 폭 0.9m의 선별컨베이어에서 녹색병 및 무색병(1인), 무색병(1인), 이물질 및 100ml 갈색병(1인)을 분리하고, 기타 갈색병은 그냥 통과시켜 저장소로 이송된다. 선별된 병들은 소형컨베이어를 타고 외부 저장소로 이동한다. 선별라인에서는 재사용 가능한 병들도 별도 분리하며, 분리된 공병은 외부 2인이 재분류하고 포장한다.

지자체 등에서 색별 분리가 되어 반입된 유리병은 직접 분쇄공정으로 투입된다. 이 시설에서는 녹색병과 갈색병의 경우 분쇄해서 반출하고, 무색병은 추가로 물세척을 한다. 어느 경우든 병들은 두가지 등급으로 구분하여 별도의 반입장에 보관한 후에 분쇄공정에 투입된다. 예를 들어 소주병이 대부분이면 AA등급이고, 맥주병에 화장품병 등이 섞여있으면 AB등급이다.

녹색병과 갈색병 분쇄공정은 2계열이고, 계열당 1일 50톤 정도를 처리한다. 지상 투입호퍼로의 병투입은 지게차가 담당한다. 분쇄기로의 운반은 이송컨베이어가 담당한다. 분쇄기에서는 1~40mm 사이로 입자화한다. 분쇄물은 자력선별기를 통과하면서 병뚜껑, 링 등이 제거된다. 다음은 2단 격자망으로 구성된 트롬멜스크린을 통과한다. 전단은 13mm이하를, 후단은 13~24mm 입자를 분리시킨다. 스크린을 지나치는 물질중 가벼운 이물질은 진공흡입기에 의해 외부로 제거되고 나머지는 다시 분쇄기로 반송된다. 스크린에서 분리된 물질은 경사 진동식 feeder(1대) 위를 통과하고 feeder 위에는 진공흡입기 3대가 직렬로 설치되어 있다. 이들의 역할은 가벼운 이물질 제거다. 후단 흡입기일수록 흡입력이 크고 진동은 분쇄물들을 펼쳐주는 역할을 한다. feeder 위 분쇄물의 두께는 평시 2cm이하, 최대 2.5cm이하이어야 한다. 다음 단계는 선별컨베이어이다. 입자크기별로 2인, 3인 등 총 5인이 배치되어 이물질 및 다른 색의 유리를 제거한다. 이 단계를 끝으로 분쇄유리는 야외저장소에 저장된다. AA등급을 처리할 때는 선별라인에 5명을 투입하고 AB등급을 처리할 때는 17명을 투입하여 AA등급으로 생산한다.

무색병 처리공정은 유색병과 동일하나 중간에 세척공정이 추가된다. 선별라인에는 12인의 인력이 투입되고 외측 작업보조에 3인이 투입된다. 세척공정 때문에 폐수처리시설이 설치되어 있다.

유리병의 선별에서 가장 중요한 배제품목은 식기류, 냄비뚜껑 등과 같은 강화유리이다. 1,200℃에서 녹지 않아 이들이 혼입된 상태로 제작된 병은 불량품이 된다. 분쇄유리를 제병공장에 납품할 때 등급을 AA, AB, C등급으로 분류한다. 제품이 반입되면 컨테이너당 3톤을 채취하여 1~2시간에 걸쳐 선별해서 알루미늄, 돌, 자기류, 플라스틱의 함량을 조사한다. AA등급이 되기 위해서는 알루미늄 10ppm이하, 돌 10ppm이하, 자기류 15ppm이하여야 한다. 자기류를 예로 들면 16~25ppm은 AB등급, 26ppm 이상은 C등급으로 판정받는다. AB등급은 감량 처리되지만, C등급은 단가가 낮아진다. 일반적으로 녹색과 갈색은 타색의 혼입이 어느 정도 용인되지만 무색에는 타색의 혼입이 용인되지 않는다. 온전한 병은 겉보기밀도가 0.44, 반파병은 0.7정도이다. 색별분리가 완벽하다면 반파상태가 오히려 수송에 경제적이다. 분쇄상태의 겉보기밀도는 1.17정도이다.

유리병 분쇄업체는 지자체에서 유리병을 분쇄하는 것을 원하지 않는다. 온전한 상태에서는 색별 분리가 용이하지만 분쇄상태에서는 불가능하기 때문이다.



[혼합유리병 반입물]

[유리병 분쇄기]

[처리가 끝난 분쇄유리]

<그림 4-19> 유리병 분쇄업체의 작업광경

제V장 재활용선별장의 표준시스템 검토

제1절 공공 재활용선별장의 역할 정립

제2절 필수 설계 요소

제3절 시설 설치 기준

제4절 시설 운영 기준

제1절 공공 재활용선별장의 역할 정립

1. 사회적 기능

공공 재활용선별장에서 취급하는 재활용품의 양은 서울에서 수거되는 재활용품 양의 10%에도 미치지 못한다. 2003년의 총수거량 1,508,651톤 중에서 자치구 수거량은 146,499톤(9.7%)이라는 서울시의 집계결과는 공공 선별장의 제한적인 역할을 잘 보여준다. 3장에서 이미 언급하였지만 취급하는 품목에서도 차이가 있다. 민간부분에서 수거하는 품목의 81%는 시장가치가 높은 종이류와 고철이고, 공공부분에서 수거하는 재활용품의 74%는 가치가 낮은 유리병과 플라스틱용기들이다. 근래에는 시장가치가 전혀 없는 필름류까지 취급하는 것이 공공 선별장의 현실이다. 이러한 현상은 공공 선별장의 수익성에 직접적으로 영향을 미친다. 공공 선별장에서 재활용품을 판매하여 얻는 수입은 수거비용은 고사하고 선별비용에도 미치지 못한 경우가 많다. 그나마 선별과정에서 발생된 잔재물 처리비를 지불하고 나면 오히려 손실이 발생한다. 이러한 수익여건 때문에 공공 재활용선별장을 직접 건설해서 운영하는 자치구의 재활용사업에 대해 회의적인 의견들이 제기되고 있다. 실제로 서울시의 25개 자치구 중 10개 자치구가 재활용품을 수거상태로 판매하고 있는데, 이러한 현상은 공공 선별장의 부지를 확보하기 어려운 지역여건과 함께 부담스러운 비용 지출을 줄이기 위한 정책적 판단에서 비롯되고 있다. 그렇지만 각 자치구의 청소담당자들은 자체적인 시설의 확보를 원하고 있다. 수익을 추구하는 민간시장의 속성 때문에 시장가치가 낮은 품목들의 분리를 기피하여 많은 부분이 잔재물로 처리¹¹⁾되고 필름류와 같이 판매가 곤란한 품목들의 취급을 꺼려서 자치구가 일부 품목만을 위해 별도의 저장공간을 확보해야할 상황이 발생하고 있기 때문이다. 계약기간이 만료되면 자치구는 높은 가격에 판매를 원하고 민간업자는 낮은 가격에 매입을 원할

11) 15~30%가 잔재물로 발생하며, 민간시설에서 발생한 자치구 재활용품의 잔재물도 자치구의 재원을 투입하여 처리하고 있다.

수밖에 없으며, 특히 타 자치구의 판매가격보다 낮지 않게 계약을 성사시켜야 하는 주기적인 부담감도 자치구 재활용담당자에게는 자체시설의 확보가 매력으로 작용하는 요인이 된다.

현실이 그렇다고 하여 공공 재활용선별장이 부지여건이 여유롭고 재활용업무를 쉽게 수행하기를 원하는 자치구들의 전유물만으로 치부해서는 곤란하다. 오히려 그보다 더 중요한 기능을 수행하는 시설이라는 점을 다음의 3가지의 측면으로 정리했다.

첫째, 공공 재활용선별장은 쓰레기종량제의 원활한 이행에 필요한 물류기지의 역할을 담당한다. 1995년에 쓰레기종량제가 시행되면서 정부는 국민들에게 하나의 약속을 하였다. 재활용품으로 분리한 부분에 대해서는 수수료를 받지 않겠다는 것이었다. 상대적으로 부피가 큰 재활용품에 대한 수수료의 면제는 폐기물처리수수료를 줄이고자 하는 국민들의 이해와 일치하여 재활용품의 분리배출 정착에 큰 기여를 하였다¹²⁾. 수수료 면제는 분리된 재활용품의 수거를 전제로 한다. 무료로 수거하는 만큼 효과적인 체계를 갖추어야 비용부담이 줄어든다. 대형차량이나 자동적재차량의 활용이 어려운 서울의 여건에서 수거된 재활용품은 대형차량으로 옮겨 실을 수 있는 공간이 필요하다. 부피를 줄일 수 있는 압축기능을 갖추고 있다면 더 효과적이다. 일반쓰레기를 수도권매립지를 운반할 때 사용되는 적환장과 같은 곳이 재활용품의 수거에도 필요하다고 보면 된다. 공공 재활용선별장이 바로 그 기능을 담당한다. 서울에서 수거되는 재활용품 중 90%를 민간업체들이 수거한다고 언급하였는데 다행스러운 현상이다. 나머지 10%에 대응할 수 있는 크기의 시설만 확보하면 되기 때문이다. 결국 공공 재활용선별장은 쓰레기종량제의 도입과 관련하여 정부가 국민에게 제시한 재활용품의 무료수거라는 약속을 지키기 위해 필요한 시설이라 할 수 있다.

12) 유기영(1998)의 연구에 따르면 서울에서 발생하는 재활용가능품의 70% 이상이 재활용품으로 분리되고 있다고 하며, 이후 지속적인 증가추세를 볼 때 더 많은 재활용품이 분리되는 것으로 보인다.

둘째, 공공 재활용선별장은 민간업체들이 기피하는 영역을 공공부분에서 수행하는데 필요한 공익시설에 해당된다. 재활용품이라고 하여 모든 품목의 가치가 동일하지 않으며 수거가 쉬운 지역이 있는가 하면 어려운 지역도 있다. 민간부분의 주요사업품목은 종이류, 고철류와 같은 시장가치가 높은 것들이고, 주요수거대상은 관공서, 학교, 업무용건물, 공동주택 등 수거가 용이한 지역이다. 물론 단독주택이나 소형건물과 같이 수거가 어려운 지역이라도 종이류, 고철류는 민간부분의 수거대상이 된다. 결과적으로 이들이 수거하고 난 후에는 유리병, 플라스틱용기와 같은 저가품만 남고 특히 단독주택지역에서 그런 현상이 두드러지게 나타난다. 소위 돈 되는 것은 민간업체들이 수거하고 돈이 안되는 것만 공공부분에서 수거하는 역할분담이 자치구의 시각에서는 심각한 현상으로 비춰질 수 있다. 그렇지만 이러한 역할분담은 자연스러운 현상이라는 것을 <표 5-1>은 보여준다. 자치구에서 단독주택을 중심으로 재활용품을 수거해서 선별하는 데에는 재활용품 1톤당 약 31만원의 비용이 소요된다. 공공 재활용선별장을 떠난 재활용품은 민간업체에서 추가선별이나 분쇄와 같은 원료가공과정을 거쳐 제품을 생산하는 공장으로 납품되는데 공장에 납품해서 얻는 수입은 재활용품 1톤당 17만원 수준이다. 다시 말해 민간업체가 재활용품을 수거하고 선별하고 가공해서 공장에 납품하면 수거한 재활용품 1톤마다 약 14만원 정도의 손실이 발생하고 많이 수거할수록 그 폭이 커진다는 것이다. 그렇다고 수익성만을 고려해서 공공부분까지 수거를 기피한다면 기초자치단체의 책무인 청소를 소홀히 하게 되고 이미 언급한 시민과의 약속도 파기하는 상황을 초래할 수밖에 없다. 결국 수거가 어려운 단독주택 등지에서 배출된 시장가치가 낮은 재활용품은 공공부분에서 수거해야 하며, 수거된 재활용품은 공공 재활용선별장을 거치면서 재활용품으로서의 가치가 향상되게 된다.

<표 5-1> 자치구 재활용품 처리비용과 재활용원료 판매수입의 비교

구분	세부내역
자치구 재활용비용	◦ 수집운반비 : 200,000원/수거량 1톤(서울특별시, 2001.1) ◦ 자치구 선별 인건비 : 73,059원/수거량 1톤(동대문구 사례, 일용직) ◦ 잔재물 처리비 : 36,530원/수거량 1톤(동대문구 사례) ◦ 계 : 309,589원/수거량 1톤(민간시장에서의 원료가공비는 별도)
재활용원료 공장판매 수입	◦ 재활용품 1톤당 품목별 판매수입 -종이류 : 1톤x11.6%(2003년 구 평균)x100원/kg=11,587원 -유리병 : 1톤x39.2%(2003년 구 평균)x50원/kg=19,588원 -플라스틱류 : 1톤x34.3%(2003년 구 평균)x350원/kg=120,133원 -고철·캔류 : 1톤x12.0%(2003년 구 평균)x175원/kg=16,667원 ◦ 계 : 172,285원/톤
비용·수입 비교	◦ 자치구 재활용 비용 : 309,589원/톤 ◦ 재활용원료 공장판매 수입 : 172,285원/톤 ◦ 편차 : 137,304원/톤(손실)

셋째, 공공 재활용선별장은 시민과 재활용시장 사이에서 질적 완충지대의 역할을 담당한다. 시민들이 분리해준 재활용품은 질적으로 완벽하지 않다. 서울의 자치구들이 수거한 재활용품 중 적게는 15%, 많게는 30% 정도가 폐기물로 처리되는 이유가 여기에 있다. 모범적 재활용도시로 널리 알려진 미국 시애틀시의 재활용품도 5% 정도는 재활용할 수 없는 것이고, 로스엔젤레스시는 15% 정도에 이른다. 공공 선별장은 시민들이 분리해준 재활용품으로부터 폐기물을 제거하는 역할을 수행한다. 또 종이, 플라스틱용기, 유리병 등은 전문업체를 통해 종류별로 세분류되고 분쇄물이나 파쇄물 형태로 공장에 납품된다. 재활용품이 전문업체로 흘러가기 위해서 종류별 분리가 필요하다는 것이다. 이 역할 역시 공공 재활용선별장이 담당하게 된다. 시민들의 불편과 수거효율을 고려해 대부분의 자치구가 혼합배출 또는 혼합수거를 채택하고 있기 때문이다.

2. 기능적 역할

자치구 선별장의 운영실태 진단에 나타나 있듯이 자치구 공공 재활용선별장은

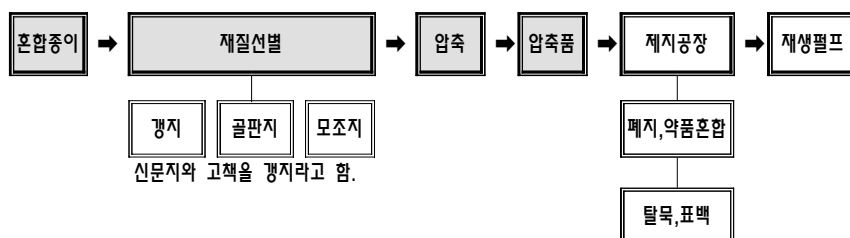
기본적으로 이물질 제거하고 혼합상태로 반입된 재활용품을 일정한 그룹으로 분리하는 역할을 수행한다. 시설별 차이는 재활용품을 몇 개의 그룹으로 분리하는가, 분리된 재활용품을 압축하는가, 기계식 선별장치를 도입하고 있는가 등이다. 예를 들어 KB선별장은 8그룹으로 재활용품을 분리하는 반면 GA선별장에서 16그룹 이상으로 분리한다. KN선별장은 필름류만 압축하고 나머지는 톤백을 이용하여 반출하는 반면에 SD선별장은 필름류, 페트병, 스티로폼은 압축이나 감용해서 반출한다. 이러한 차이는 공공 재활용선별장의 기능에 대해 명확한 기준이 마련되지 않은 데서 비롯되고 있다. 공공 재활용선별장의 사회적 기능 중 하나는 시민과 재활용시장 사이의 완충역할이라고 정의했다. 결국 시장에서 요구하는 형태로 분리와 압축 등의 처리가 이루어져야 하며, 기술적으로 시장의 요구조건에 맞추기 어렵다면 전문시장에 그 역할을 위임해야 한다. 공공 선별장이 갖추어야 할 또 하나의 기능은 수송효율을 높이는 압축 등의 기능이다. 그렇지만 이 기능 역시 후속시장이나 제조공장에서 요구하는 조건에 부합되어야 한다. 본 연구에서는 공공 선별장에서 기본적으로 분리해야 할 재활용품의 종류를 종이, PETE, PE·PP, PS·기타, 필름류, 스티로폼(이상 플라스틱류), 철캔, 알루미늄캔, 고철(이상 고철류), 공병, 녹색병, 무색병, 녹색병(이상 유리병류) 등 13종으로 제안하고자 한다. 이 분리품목은 혼합수거를 전제로 하고 중간처리과정, 시장요구조건, 공공 선별장의 기술능력 등을 감안하여 선정되었다¹³⁾. 이하에서는 종이류, 플라스틱류, 고철·캔류, 유리병으로 구분하여 공공 재활용선별장에서 담당해야 할 역할과 분리품의 부피조절 작업, 작업장으로서의 안전과 휴식 등의 기능에 대해 살펴본다.

1) 종이류 선별

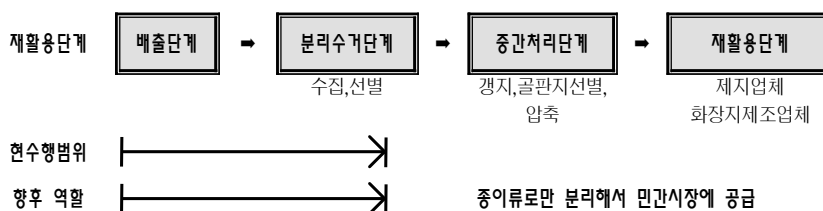
제지공장에서 요구하는 종이의 형태는 <그림 5-1>과 같이 갱지, 골판지, 모조지 등의 재질별로 선별된 상태이고, 재활용품으로 수거된 종이는 최종적으로 골판지, 신문용지, 화장지 등의 원료로 사용된다. 재질별로 분리되면 1톤당 9만원에서 상품

13) 재활용품의 품목별 중간처리과정, 시장요구조건, 이상의 조건을 감안한 공공 선별장의 기술능력 그리고 공공 선별장의 역할은 <부록>에 정리했다.

의 경우 28만원까지 거래된다. 현재 대부분의 공공선별장에서는 혼합상태의 재활용품에서 재질별 구분없이 종이류로만 분리하고 전문선별업체에 인계하고 있다. 종이류에 관한한 공공 재활용선별장의 기능은 향후에도 현재의 수준으로 유지되어야 한다(<그림 5-2>). 종이의 재질을 구분할 수 있는 전문인력을 갖추고 있지 못하고, 공공 선별장으로 반입되는 종이류들이 광고전단, 학용품 등과 같이 시장가치가 낮은 것들로 구성되어 있기 때문이다.



<그림 5-1> 종이의 재생과정

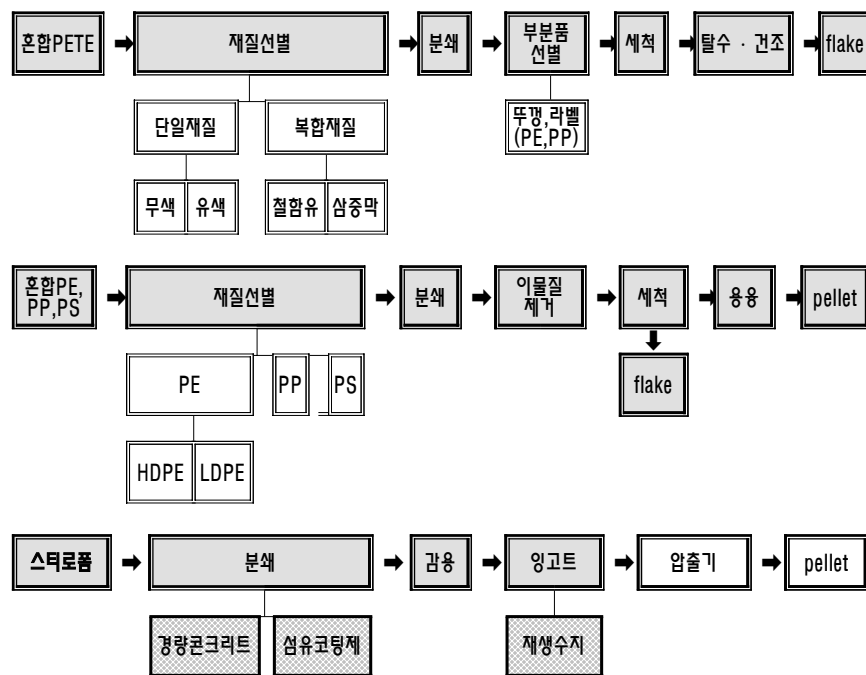


<그림 5-2> 공공 재활용선별장에서의 종이류 처리 기능

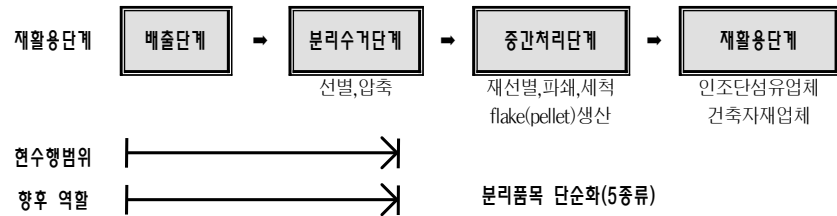
2) 플라스틱류 선별

재활용품으로 분리된 플라스틱류가 인조단섬유, 건축자재, 액자틀 등의 생산원료로 사용되기 위해서는 펠렛이나 플레이크 형태의 원료로 먼저 가공되어야 하고, 이 과정에서 분쇄시설 및 세척시설이 필요하다(<그림 5-3>). 플라스틱류는 PETE, PE, PP, PS 등으로 종류가 다양하고 PETE, 스티로폼을 제외하고는 전문가 수준에 도달하지 않으면 정확한 재질을 파악하기 어렵다. 복합재질의 플라스틱제품도 다수

있다. 현재 많은 공공 선별장에서는 플라스틱류의 재활용품을 PETE, PE, PP, PS, 스티로폼, 필름류 등으로 분리해서 시장에 반출하고 있다. 그렇지만 공공 선별장에서 플라스틱류를 매입한 중간업체들은 다시 선별작업을 하고 있다. 공공 선별장에서의 분리가 부정확하기 때문이다. 가장 문제가 되는 부분이 PE, PP, PS라고 한다. 분쇄물을 생산하려면 많은 부지와 수처리시설이 필요하여 부지확보가 어려운 선별장에서는 이러한 공정을 도입하기 어렵다. 이러한 후속여건을 감안할 때 공공 재활용선별장에서는 플라스틱류는 PETE, PE·PP, PS·기타, 필름류, 스티로폼 등 5가지로만 분리하는 것이 적절하다(<그림 5-4>). 이 경우 현재보다 분리품목이 단순해진다.



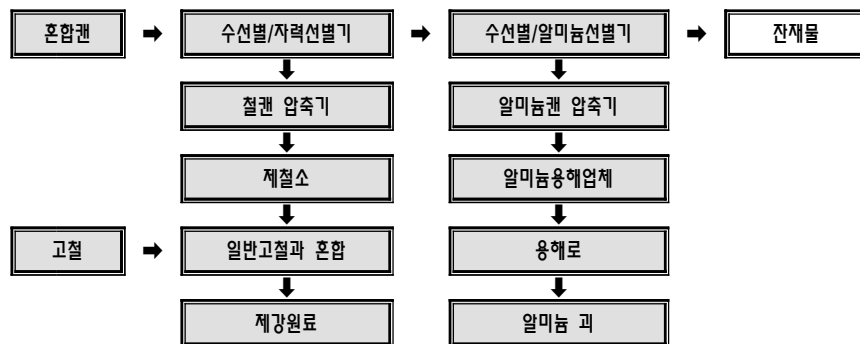
<그림 5-3> 플라스틱의 재생과정



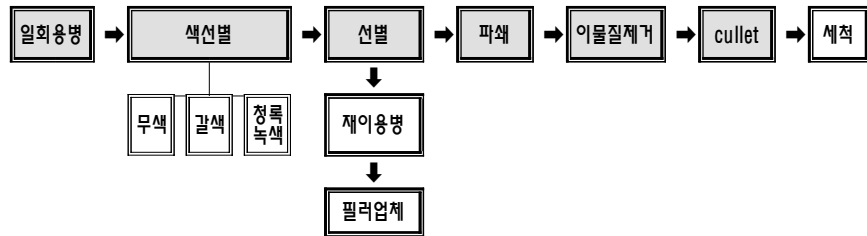
〈그림 5-4〉 공공 재활용선별장에서의 플라스틱류 처리기능

3) 고철 및 캔류 선별

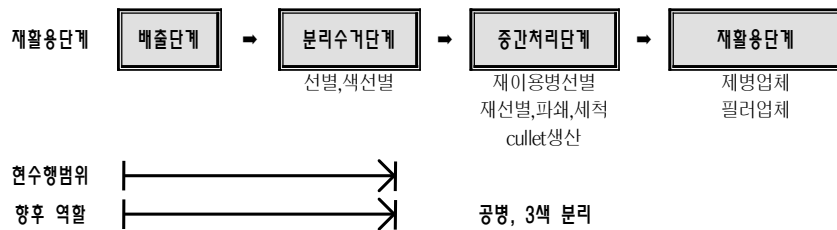
고철과 철캔은 제강원료로 활용되고 알루미늄캔은 알루미늄 단괴의 생산에 활용된다(〈그림 5-5〉). 재질별 분리만 보장되면 분리품의 판매는 어렵지 않다. 현재 공공 재활용선별장은 고철, 캔으로 금속류를 분리하며, 자력선별기가 설치된 시설에서는 캔을 철캔과 알루미늄캔으로 다시 분리하여 3종 분리가 이루어지고 있다. 캔을 재질별로 분리하지 않을 때는 전문업체에서 다시 선별하는 과정을 거치게 된다. 자력선별기만 확보되면 캔의 재질별 분리는 어렵지 않다. 향후에도 금속류는 3종 분리를 원칙으로 하고 자력선별기 등 필요설비를 갖추도록 한다(〈그림 5-6〉).



〈그림 5-5〉 철재류의 재생과정



<그림 5-7> 유리병의 재생과정



<그림 5-8> 공공 재활용선별장의 유리병 처리기능

5) 부피조절 기능

재활용품의 품목별 분리이외에 공공 재활용선별장이 갖추어야 할 기능은 분리된 재활용품을 적절하게 압축하여 수송효율을 높이는 것이다. 압축은 다양한 측면에서 효과적인 공정이다. 선별된 재활용품을 압축하게 되면 반출하기까지의 보관장소를 줄일 수 있다. 예를 들어 1m³당 27kg인 PETE용기를 압축하여 387kg의 압축단을 만들면 14m³의 부피가 1m³로 줄어든다. 그만큼의 저장공간을 절약할 수 있다는 것이다. 압축을 하면 일시에 많은 양을 적재하여 수송할 수 있기 때문에 <표 5-2>와 같이 수송비도 37~86%의 범위에서 절감할 수 있다. 수송비만이 아니고 수송용 연료의 사용량도 수송비만큼 절감된다. 온실가스의 감축이 지구적 관심사로 부각하는 상황에서 공공 재활용선별장은 그 자체가 폐자원을 회수하는 기능을 갖지만 압축기능을 갖추므로 인해 지구적 환경문제의 완화에도 기여하는 것이다. 물론 품목에 따라 에너지 절감효과는 차이가 있다. 필름류의 압축은 84%의 절감효과가 있는 반면 철캔의 압축효과는 25%에 불과하고 스티로폼도 대체로 낮다. 이러한 현상은 압축과

정에서 에너지 사용이 많기 때문이며, 그럼에도 전체적으로는 에너지 절감효과가 분명하게 나타난다. 그러나 압축이 효과적이지만 모든 품목을 압축할 수는 없다. 공공 선별장이 갖는 사회적 기능, 즉 재활용품의 배출자인 시민과 재활용시장 사이에는 완충역할을 하는 시설이기 때문이다. 압축이 후속시장의 작업을 방해한다면 그 품목은 압축을 해서는 안되며, 종이류, 기타 플라스틱류, 유리병이 그러한 품목들이다. 이 품목들은 전문업체들의 정밀한 추가 선별을 필요로 한다. 결국 공공 재활용 선별장에서 압축을 요하는 품목은 PETE, 스티로폼, 필름류, 캔류에 한정된다.

<표 5-2> 공공 재활용선별장의 압축기능 및 효과

품목	부피조절 여부	사유	에너지 절감	수송비 절감
종이류	불필요	압축하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-
PETE	필요	수송비·에너지 절감, 추가선별 용이	76%	80%
스티로폼	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송가능	33%	86%
필름류	필요	추가선별 불필요, 장기 적체 가능성	84%	85%
기타 플라스틱	불필요	압축하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-
철캔	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송가능	25%	37%
알루미늄캔	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송가능	-	-
유리병	불필요	분쇄하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-

주) 에너지에는 수송용 차량의 연료와 압축에 사용된 전기를 포함하고 있음. 수송차량의 적재능력은 5톤(적재함 38㎡)이고, 왕복거리 90km에 대해 분석하였음. 수송비는 에너지 사용량과 동일한 크기로 변환한다고 보고 산출한 것임. 경유 1리터는 3.86×10^7 Joule, 전기 1Kwh는 3.6×10^6 Joule의 조건에서 에너지 소비량을 환산했음.

6) 안전한 작업장으로서의 역할

재활용선별장은 많은 기계장치와 인력이 혼재하는 상황에서 작업이 이루어진다. 다루는 대상이 재활용품이라고 하지만 이 역시 폐기물의 일종으로서 시설이 입지하는 곳은 사회적으로 대우받지 못하는 경우가 많다. 작업자들도 자신의 역할에 대해 크게 자부심을 갖지 못하는 것이 사실이다. 공공 재활용선별장은 그러한 인식과 의식을 개선하는 역할을 담당해야 한다. 작업자의 안전에 만전을 기해야 한다. 이동식

기계장비와 작업자의 동선은 분리되도록 설계되어야 한다. 작업자는 스스로의 안전을 위해 방진마스크와 안전모를 착용해야 한다. 화장실, 휴게실, 샤워장 등의 편의시설을 갖추어 작업자들이 편안하게 이용할 수 있게 해야 한다. 공조설비와 환기설비를 갖추어 신선한 공기를 호흡하여 작업에 임할 수 있게 해야 한다. 전기설비는 벽면을 따라 설치하여 감전사고 등이 발생하지 않도록 하고 화재발생에 대비한 장비들도 충분하게 갖추어야 한다. 인근 주민들에게 피해를 주지 않도록 일체형 건물을 갖추어 작업모습이 외부에 노출되지 않도록 하고 탈취설비, 수도시설(시설내부 청소용)을 갖추어 냄새가 외부로 발산되지 않도록 해야 한다.

작업자에게 자신의 업무에 대해 자긍심을 갖도록 하는 가장 효과적인 방법은 시설을 환경교육장으로 활용하는 것이다. 작업광경에 대한 방문자들의 시선은 작업자들로 하여금 자신들이 사회적으로 가치가 있는 일을 하고 있다는 생각을 심어줄 것이다. 시설이 외부인에게 개방된다는 것은 시설을 현대적으로 갖추고 깨끗하게 유지되게 하는 촉진제 역할도 하게 된다.

제2절 필수 설계 요소

1. 반입물의 포장상태

지역에서 수거되는 재활용품이 어떤 형태(품목별 분류 또는 배출용기의 사용여부)로 공공 재활용선별장에 반입되는가는 선별라인의 배치, 작업일정 조정, 배출용기의 사전제거를 위한 선별공간 마련 등 선별장의 설계에 영향을 미치게 된다. 만약 품목별, 예를 들어 유리병, 기타 2종류로 사전에 분리되어 선별장에 반입된다면 선별장의 선별대는 유리병과 기타의 2라인으로 설계되어야 하며, 선별라인에 투입하기 위한 반입공간도 별도로 확보되어야 한다. 종이류, 플라스틱류, 유리류, 고철류가 지정 요일별로 수거된다면 하나의 선별라인과 반입공간을 이용하되 작업일정이 그에 맞도록 조정되어야 한다. 주민들이 재활용품을 배출할 때 비닐봉투 등 자신들에게 편리한 용기를 사용하여 담아 배출하고 수거조직이 그 상태로 수거해서

선별장에 반입한다면 본격적인 선별작업 전에 그 용기들을 해체할 수 있는 인력의 작업공간이 투입컨베이어 또는 선별컨베이어 전단에 마련되어야 한다.

공공 재활용선별장에서 처리할 재활용품은 수거여건이 상대적으로 열악한 단독 주택 및 소형건물에서 배출된 것 들이다. 이들 배출원에는 공동주택과 같은 품목별 분리배출함을 설치하기 어렵다¹⁴⁾. 이러한 여건은 배출자의 분리에 의존한 품목별 수거를 어렵게 한다. 결국 품목별로 수거하려면 품목별로 요일을 지정해 수거하거나 수거과정에서 환경미화원이 품목별로 적재하는 방법을 도입해야 한다. 그렇지만 이 방법 역시 여의치 않다. 먼저 요일별 수거는 재활용품이 매일 문전에 배출되어야 함을 뜻한다. 주민들에게 많은 불편을 주고 골목길의 청결을 저해하는 방법이다. 수거과정에서의 분리 역시 자치구에서 선택하기는 어렵다. 너무 많은 인력이 소요되기 때문이다. 실제로 서울 SB자치구는 수거과정에서 재활용품을 품목별로 분리하는 작업방식을 채택하고 있다. 이 방식은 공공 재활용선별장에서 분리하는 방식보다 40% 정도의 수거인력이 추가로 소요되고 있다¹⁵⁾. 공공 재활용선별장에 반입되는 재활용품은 주민의 불편, 가로 청결, 수거효율 등을 감안할 때 혼합상태로 반입되는 것이 합리적이고, 이러한 반입형태에 맞게 선별장이 설계될 필요가 있다. 재활용품이 플라스틱봉투 등 배출용기에 담긴 채 선별장으로 반입되느냐, 배출용기 없이 반입되느냐는 장단점이 있기 때문에 어느 하나의 방식이 더 좋다고 단언하기는 곤란하다(<그림 5-9>). 배출용 봉투를 사용하면 수거 및 이송과정에서 유리병 등의 파손을 억제할 수 있지만, 반대로 이를 시설에서 제거하려면 선별인력이 추가로 필요하기 때문이다. 배출용기를 사용하지 않으면 반대현상이 발생한다.

전체적으로 공공 재활용선별장은 품목별로 분리된 재활용품이 반입되지 않고 혼합상태의 재활용품이 반입된다는 전제하에 설계될 필요가 있다. 하나의 선별라인을

14) 일부 자치구에서 거점을 정해 분리배출을 유도한 적 있으나 거점주변의 주민들이 원하지 않아 지금은 대부분의 자치구가 문전수거로 전환한 상태이다. 주민들이 차량까지 재활용품을 가져오는 차량수거방식(일명 대면수거)도 주민들의 불편을 고려해 점진적으로 사라지고 있는 추세이다.

15) SB자치구는 공공선별장의 확보가 어려운 지역이다. 이러한 여건을 감안하여 수거단계에서 대분류로 재활용품을 분리한 후에 추가선별이 필요한 품목은 소형 공공 선별장에 운반하여 처리하고 있다. 수거과정에서 분리를 하지 않을 때 재활용품과 대형폐기물의 수거에 145인이 소요되었지만 분리과정이 포함되면 203인의 수거인력이 필요한 것으로 분석되었다(서울특별시 성북구, 2003.11)

이용하여 선별작업이 가능하다는 것이다. 배출용 플라스틱용기를 수거하면서 제거하느냐, 선별장에서 제거하느냐는 소요인력, 제품의 파손 등을 종합적으로 고려하여 결정할 필요가 있다.



[플라스틱봉투를 사용하지 않는 반입물]



[플라스틱봉투를 많이 사용한 반입물]

<그림 5-9> 공공 재활용선별장의 반입물 포장 상태

2. 반입물 성상

반입물의 조성은 겉보기밀도와 함께 반입공간의 규모, 선별라인의 규모와 공급 속도, 분리된 재활용품의 저장공간의 설계에 필요하다. <표 5-3>은 서울시 각 자치구들의 반입물의 조성을 기준으로 정리한 것이며, 반입량을 기준으로 15~30%에 이르는 잔재물은 고려하지 않은 수치이다. 각 품목별 범위가 보여주듯 시설마다 반입되는 재활용품의 조성은 변동이 매우 크다. 1995년부터 시행되는 쓰레기종량제의 도입을 기점으로 각 자치구들이 독자적인 공공 재활용선별장을 운영하고 있기 때문에 각 자치구별 반입 재활용품의 조성은 각 자치구가 더 정확하게 파악하고 있다. 결국 각 자치구별로 시설을 설계할 때 자체자료를 이용한 것이 바람직하다. 자체자

료가 부정확할 때는 <표 5-3>의 대표치를 이용할 수 있다. 특히 플라스틱류, 캔류, 유리병의 세부조성에 대해서 파악하지 못한 자치구들이 의외로 많다. 그 경우에는 <표 5-3>의 세부조성이 유익하다.

<표 5-3> 서울시 공공 재활용선별장의 반입물 조성

(단위 : %)

구분	범위	대표치	세부조성	
			품목	대표치
종이류	0~35.6	11.0	-	
플라스틱류	18.0~52.9	32.1	PETE	13.7
			PE · PP	13.7
			PS · 기타	4.3
			필름류	0.4
고철류	0~10.8	2.2	-	
캔류	1.4~17.2	9.3	철캔	8.2
			알루미늄캔	1.0
유리병류	30.2~51.6	37.3	갈색	17.9
			무색	13.4
			녹색	6.0
의류	0~1.8	0.3	-	
기타	0~16.7	7.8	-	

자료 : 서울시 내부자료(2004) 및 각 시설별 현황을 토대로 작성된 것이며, 15~30%에 이르는 잔재물은 제외된 상태임.

3. 반입물 · 처리물의 겉보기밀도

반입상태에서 재활용품의 밀도(kg/m³)는 반입공간의 규모, 선별라인의 규모와 공급 속도, 분리된 재활용품의 저장공간 설계에 필요하다. 종이류는 30~101, 플라스틱류는 18~88, 철캔류는 38~87, 유리병류는 296~467kg/m³의 밀도를 가지며, 유리

병류가 높고, 플라스틱 및 철캔류는 낮은 밀도를 보이고 있다. 반입된 재활용품의 밀도는 각 품목별 조성을 이용하여 계산할 수 있고, 반대로 적재할 재활용품의 높이와 1일 처리량이 결정되면 필요한 각각의 저장에 필요한 면적이 산출된다.

압축, 분쇄된 분리품의 밀도는 저장공간의 규모 및 반출주기의 결정에 필요하다. 공공 재활용선별장에서 선별된 재활용품을 압축 등의 과정을 거쳐 결속한 상태나 이송용기에 저장한 상태에서의 밀도는 종이류 401~820, 플라스틱류 103~823, 캔류 144~962kg/m³로 그 폭이 매우 크다. 시설에 따라 압축기의 성능, 후속시장에서의 요구조건 등이 상이하기 때문이다. 제품을 생산하는 재생공장에 직접 공급하고자 할 경우에는 <표 5-4>와 같은 공장에서의 요구조건을 수용해서 압축작업 등이 이루어져야 한다. 한편 종이류, PE·PP, PS·기타 플라스틱, 유리병류 등은 전문선별업체의 추가선별이나 가공이 필요하다. 이러한 품목에 대해서는 반입상태의 밀도를 활용해서 소요되는 저장공간 등을 산정해야 한다.

시설의 부지가 충분하게 넓다면 저장공간은 밀도와 처리량만으로 산정이 가능하다. 그러나 부지가 충분하지 못하면 저장공간은 각 품목별 재활용품의 시장반출주기를 고려해서 산정해야 한다. 예를 들어 1일 처리량의 저장공간이 100m³이지만 50m³ 정도의 공간만 확보 가능할 때는 1일 2회의 시장반출이 필요하다. 한편 밀도는 선별컨베이어에의 재활용품 공급두께의 결정에도 활용된다. 일반적으로 10~20cm의 두께가 정확한 선별작업에서 요구되는 적정한 두께라고 한다. 이러한 조건으로 재활용품을 적재하는 공급컨베이어, 이송장비, 선별컨베이어 등의 규모와 속도가 바로 밀도를 이용하여 산출된다.

<표 5-4> 반입상태 및 처리상태에서 재활용품의 겉보기밀도

(단위 : kg/m³)

품목	반입상태	처리상태	
		압축 등 처리	시장요구조건
종이류	30~101(64)	401~820(580)	444~555(500)
플라스틱류	39	353~576(448)	-
PETE	27	132~513(387)	612~1,020(816)
PE · PP · PS	39~88(62)	103~283(231)	250~300(275)
필름류	20	209~823(433)	-
스티로폼	18	150(압축)/630(잉고트)	-
캔류	-	-	-
철캔	79~87(83)	331~962(568)	640~782(711)
알루미늄캔	38~60(46)	144~737(321)	213~261(237)
고철	-	-	401(스크랩)
유리병	-	-	-
혼합	296~440(343)	-	1,139~1,367(1,263, 분쇄) 700(반파)
색별분리	347~467(404)		
이물질	89	223(압축차량)	-

자료 : 한국환경자원공사(2004.8), CalRecovery and PEER Consultant(1993), 이동훈·남궁원(1998), 환경전문업체 홈페이지등

4. 1인당 선별능력

혼합상태로 반입된 재활용품을 종류별로 선별하는 데에 소요되는 인력의 수는 품목별 반입량과 1인당 선별능력을 결합하여 산출된다. 물론 기계선별과 인력선별을 어느 정도 조합하는가에 따라 인력규모는 달라지겠으나 혼합상태의 재활용품에 기계장치를 접목하는 선별방식은 극히 제한된다. 지금까지 성능이 검증되고 범용되는 기계식 선별방법은 자력을 이용한 금속류의 분리이다. 이 경우에도 철캔과 일반 금속은 재차 선별이 필요하고, 알루미늄캔은 그대로 남게 되거나 반발력을 이용한 분리를 설치하여 분리한다. 그렇지만 알루미늄의 기계식 분리는 전력이 너무 많이 소요되어 흔히 사용하지 않는다. 또 다른 기계식 분리는 비중차이를 이용하는 방식으로 주로 유리류와 플라스틱류의 분리에 주로 사용된다. 세부품목별 분리에는 당연히 인력선별을 수반하게 된다. 외국의 자료에 따르면 유리병, 플라스틱용기, 캔

류 등을 분리할 때 1인이 1분에 분리하는 양은 30~60개의 범위에 한정된다고 한다 (CalRecovery and PEER Consultant, 1993). 결국 용기당 무게에 의해 1분당 분리하는 분리량은 차이가 있을 수 있으나 전단계에서 기계에 의해 예비선별을 한다 하여도 후단에 인력선별이 가미되는 한 전체 소요인력의 규모는 크게 차이를 보이지 않는다는 것이다.

<표 5-5>는 7개소의 공공 재활용선별장 조사결과의 대표치를 외국의 사례와 비교한 것이다. 전체적으로 우리나라의 경우 1인이 1일에 1,049kg 정도의 재활용품의 분리가 가능하고, 종이류는 1,300kg, 플라스틱류는 750kg, 유리병류는 1,892kg 정도를 분리할 수 있는 것으로 나타났다. 고철의 경우에는 자력선별과 인력을 조합하는 경우 1일 2,975kg의 분리가 가능하지만 인력으로 선별할 때는 371~742kg으로 많은 차이를 보인다. 외국의 사례와 비교하면 낮은 사례범위 또는 사례보다 낮은 선별속도를 보이고 있다. 예를 들어 유리병류의 경우 외국에서는 1,400~5,600kg을 분리하나 우리나라에서는 1,591~2,825kg의 범위에서 분리한다. 플라스틱류도 유사한 경향이다. 이러한 차이는 시설의 규모, 우리나라의 복잡하고 다양한 재활용품의 품목 등에 기인할 것이다. 특히 외국에서 4,700kg 이상을 분리하는 종이류의 국내 분리량은 1,300kg 정도에 불과하다. 이는 재활용품의 대부분이 공공 선별장으로 유입되는 외국의 특성과 비교할 때 우리나라는 골판지, 신문지 등 다량 또는 중량품을 민간부분에서 수거하고 공공 재활용선별장에는 광고전단, 학용품 등 소형 단품이 많이 반입되기 때문이다.

공공 재활용선별장의 설계에 있어 소요인력의 산정은 중요하다. 1인당 작업공간을 고려해주면 선별라인의 길이 및 선별을 위한 공간규모를 파악할 수 있기 때문이다. 철재류를 자력으로 선별할 때 선별능력에는 약 3배의 차이가 있다는 점도 1인당 선별속도를 활용함으로서 드러난다. 자력선별기를 선별라인에 도입할 것인지, 도입한다면 어느 지점에 배치할 것인지, 배치할 지점에는 어느 정도의 길이나 면적을 배정할 것인지도 1인당 선별능력을 활용함으로서 판단이 가능하게 된다.

<표 5-5> 우리나라 공공 재활용선별장의 재활용품 선별속도

(단위 : kg/일)

품목	대표치	외국사례
전체	1,049	800~7,576 (낮은 구역은 쓰레기에서 재활용품을 분리하는 경우)
종이류	1,273	4,767~31,773
플라스틱류	741	952~1,904
필름류	18	-
PETE	1,265	700~2,800
PE · PP	1,534	700~2,800
PS · 기타	594	-
금속류	2,975(자력+인력)	-
인력선별(전체)	742	-
알루미늄캔	371	315~385
유리병류	1,892	-
갈색	2,825	1,400~5,600(색별 분리)
무색	2,607	
녹색	1,591	

자료 : 7개 시설의 조사결과이며, 1일 순작업시간 7시간에서의 선별량

5. 시설의 전력사용량

재활용선별장에는 다양한 시설과 장비가 운용된다. 먼저 선별과 관련하여 투입 컨베이어, 선별컨베이어, 선별품을 이동시키는 보조컨베이어가 있고, 선별품의 부피를 조절하기 위한 PETE 및 필름류 압축기, 스티로폼 감용기, 캔압축기 등이 있다. 선별품을 운반하기 위한 지게차, 스kid로우더, 수송차량 등도 필요하다. 환경설비로는 환기시설, 탈취시설 등이 필요하다. 이송장비를 제외한 선별설비, 부피조절장치, 환경설비는 대부분 전력을 동력으로 하여 작동된다. 따라서 재활용선별장을 건설할 때 충분한 전력 및 관련설비를 확보하지 못하면 운영과정에서 많은 난관에 봉착하게 된다.

부피조절장치와 환경설비는 관련설비의 채택여부 및 처리용량에 따라 전기소요

량이 큰 폭으로 변동하기 때문에 설계당시에 실제 채택여부와 용량에 따라 전기소요량을 파악하여 전체소요량을 평가하면 된다. 반면에 선별 및 이송용 컨베이어는 그 규모에 따라 어느 정도 정형화가 가능하다. 즉, 벨트폭, 벨트길이, 이송높이, 이송물 밀도를 파악하면 다음과 같은 산출식에 의해 개략적으로 전기소요량을 파악할 수 있다.

$$\text{전력소요량(kw)} = 2.3 + 0.0007 \times \text{벨트폭(m)} \times \text{벨트길이(m)} \times \text{이송높이(m)} \times \text{이송물 밀도(kg/m}^3\text{)}$$

여기에서 이송높이 : 수평이송일 때는 1적용
 결정계수 : 0.64(자료수 12)
 적용제한 : 고무벨트에만 적용 가능하고 철재벨트에서는 적용 불가

이 방법 이외에 George Tchobanoglous 등(1993)이 정리한 전력사용량 산정방식도 있다. 그러나 이 방식에 따를 경우 전력사용량이 대체로 낮게 평가되는 경향이 있으므로 적절한 안전율의 적용이 필요할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{전력소요량(HP)} &= \text{무부하소요전력} + \text{수평이송전력} + \text{경사이송전력} \\ \text{무부하소요전력} &= (A + BL)/100 \\ \text{수평이송전력} &= M \times (0.48 + 0.00302L)/100 \\ \text{경사이송전력} &= 1.105HM/100 \end{aligned}$$

여기에서 A : 경험상수이며, 벨트폭 14~60인치에서 0.20~1.05로 변화
 B : 경험상수이며, 벨트폭 14~60인치에서 0.00140~0.00765로 변화
 L : 벨트길이(ft), M : 최대부하(톤/시간), H : 이송높이(ft)
 HP : 0.75kw, ft : 0.305m

제3절 시설 설치 기준

1. 사전 검토사항

공공 재활용선별장의 설치를 검토할 때는 사전에 다음의 사항들이 고려되어야 한다.

첫째, 시설이 갖출 기능이다. 여기에는 처리대상물, 처리기능, 부대기능이 있다. 처리대상물은 재활용품, 대형폐기물, 폐형광등 등이다. 처리기능은 단순선별과 파쇄, 분쇄 등 부피조절기능이 해당된다. 부대기능으로는 주차, 휴게, 견학 등이 있다. 어느 경우든 확보해야 할 시설부지에 영향을 미치게 된다. 특히 대형폐기물의 파쇄 기능까지 갖추고자 한다면 별도의 건물과 기계장치 그리고 분진제거설비가 요구된다. 기능의 다양화는 부지확보가 용이할 때 검토할 사항이다.

둘째, 예정부지의 여건이다. 예정부지가 제한된다면 처리대상물의 종류는 물론이고 각종 시설의 공간배치에 신중을 기해야 한다. 주차, 편의시설 등도 제한적으로 마련하거나 마련하지 못할 수도 있다. 특히 지하시설로 건설해야 한다면 분쇄장치나 스티로폼 감용설비의 설치도 가능하면 피해야 한다. 외국에서는 이송장비에서 배출되는 품(Fume)을 줄이기 위해 연료에도 신경을 쓰는 상황이다.

셋째, 운영주체에 대한 고려가 필요하다. 시설이 설치된 후 공공조직에 의해 운영할 것인가, 민간 전문가에게 위탁하여 운영할 것인가는 분리품목에서 차이를 유발할 수 있다. 예를 들어 전문적인 민간업자가 시설을 운영한다면 공공 부분에서 운영하는 경우보다 더 세분된 품목으로 분리를 수행할 수 있고 이 경우 선별라인의 길이나 부피조절설비가 추가될 수 있다. 결국 민간업자에게 운영을 위탁하고자 한다면 전문업자의 자문을 들어 시설설계에 반영할 필요가 있다.

넷째, 시설의 자동화 정도이다. 이는 선별라인 전반에 영향을 미치게 된다. 기계적인 선별이 많이 도입이 되면 하나의 간선라인에 금속, 유리병, 플라스틱 등의 추가선별을 위한 보조라인이 추가될 수 있다. 현재까지 혼합상태로 반입된 재활용품 전부를 기계장치만을 이용하여 선별하는 시설은 세계적으로 사례를 찾기 어렵다. 혼합 금속류에서 고철, 철캔, 알루미늄캔, 혼합 유리병에서 크기 및 색별분리, 혼합 플라스틱용기에서 재질별 용기 등을 선별하는 수준이다. 이 역시 완벽하지 못해 후단에 인력을 투입하여 추가선별을 하는 시설이 많다. <표 5-6>은 이러한 상황을 보여주고 있다. 중요한 점은 기계선별장치를 도입하는 경우 부속선별라인이 필요하고, 1계열 간선라인에 보조라인을 갖출 수 있도록 선별라인을 설계해야 한다는 것이다.

<표 5-6> 기계선별장치의 성능(예)

설 비	대표적 회수율(%)
자력선별기(금속)	60~90
와상전류장치(알루미늄)	60~90
디스크 스크린	50~90
트롬멜 스크린	80~90
진동 스크린	60~90
왕복 체인 커튼	60~90
공기 선별기	60~90

자료 : CalRecovery and PEER Consultant(1993)

2. 시설 규모

공공 재활용선별장의 시설규모는 현재의 처리량이 근간이 되어야 한다. 불필요하게 과대한 시설을 설치하는 경우가 많기 때문이다. 그러면서도 예측가능한 상황의 변화는 반영해서 시설용량이 부족하지 않게 건설하는 것 역시 중요하다.

우리나라에서는 매우 많은 품목을 재활용품으로 지정하고 있기 때문에 앞으로 추가적으로 지정되는 품목이 있다하여도 전체 수거량 또는 반입량에는 크게 영향을 미치지 않을 것으로 보인다. 그렇지만 현재 분리배출 및 수거가 완벽하지 못한 필름류가 제대로 분리되어 반입된다면 처리량은 증가할 수밖에 없다. 시설용량에 영향을 미칠 수 있는 또 다른 사회적 변화는 주5일 근무제의 정착이다. 연간 수거량이 변화하는 것은 아니지만 공공 선별장의 실제 운영시간의 단축을 초래함으로써 이러한 흐름도 시설의 용량 결정에 반영되어야 한다. 또하나의 영향요인은 계절적인 수거량의 변동이다. 시설용량의 결정에서는 이러한 부분도 반영하는 것이 원칙이다.

공공 재활용선별장의 시설용량을 결정할 때는 다음과 같은 산출방식에 따르는 것이 합리적이다.

시설용량(톤/일) = (연간일평균배출량 + 추가예상량) x 주작업일수/7일 x 월최대변동계수
 여기에서 시설용량 : 기계용량 및 면적산출에 활용
 월최대변동계수 : 월간수거량의 평균대비 월별 수거량중 가장 큰 값(무차원)
 선별인력산정 : 위 식에서 월최대변동계수를 1로 처리
 단위절상 : 26일 경우 30톤으로 시설용량 결정

3. 건축물의 구조 및 시설물 공간 배치

1) 건축물 구조

공공 선별장의 건축물은 작업과정 및 오염물질의 외부노출 억제, 천기(天氣)로부터 작업자·시설·재활용품의 보호, 내부 오염물질로부터 작업자의 보호, 이질적 작업 공간의 분리 등의 역할을 담당한다. 또한 주변과 조화를 이룬다면 지역환경의 보전 기능도 갖게 된다. 지하시설로 건설될 경우에는 지형조건에 따라 많은 차이가 있으므로 본 보고서에서는 지상시설일 경우의 구조에 대해서만 다루고자 한다.

공간이 충분하다면 시설물에는 많은 건축물과 부대공간을 배정할 수 있으나 대도시에서는 충분한 부지를 확보하기 어렵고 음식물쓰레기 처리시설, 일반쓰레기 적환장 등 타 폐기물의 처리시설의 공간으로 활용하라는 요구가 클 것이다. 따라서 필수 건축물만을 고려하면 독립된 선별동과 사무·휴게동이다. 이 경우 스티로폼 감용작업은 선별동에서 수행하되, 격벽 공간에 배치하여 선별공간으로의 냄새확산을 막는다. 대형폐기물과 폐형광등도 취급하고자 할 때는 대형폐기물동을 별도로 두고 이곳에서 대형폐기물동에서는 폐형광 등의 보관과 스티로폼 감용작업을 수행한다.

선별동이 갖추어야할 기본기능은 자연환기와 채광이다. 이는 환기와 조명에 소요되는 과도한 비용과 에너지 소비를 줄이는 역할을 한다. 차량 및 장비 등이 원활하게 건축물을 들고 날 수 있는 충분한 통로를 갖추는 것도 건축물의 기능에서 중요한 부분이다. 기존에 건설된 많은 시설들이 진출입로의 높이가 충분하지 못하여 크레인을 갖춘 차량 등의 진출입에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제는 최소 5m의 높이가 확보되어야 해결될 수 있다.

부지면적이 충분할 때는 세차시설 및 관련 폐수처리장도 갖추 수 있다. 환경교육장을 갖춘다면 공공 선별장의 위상제고와 시설의 이미지제고에도 기여할 것이다. 작업자들의 사기양양을 위해 체력단련실의 설치도 고려할 수 있다.

- 건축물의 종류(최소기준)
 - 취급물질(재활용품) : 선별동(스티로폼 감응시설 격벽 분리), 사무·휴게동
 - 취급물질(재활용품, 대형폐기물, 폐형광등) : 선별동, 대형폐기물동(폐형광등, 스티로폼 처리시설), 사무·휴게동
- 선택공간 : 세차시설(폐수처리시설 필요), 견학 및 환경교육실, 체력단련실 등
- 선별동의 기본기능 : 5m이상 높이 진출입로, 채광창, 자연환기구 등
- 건축물의 재질 : 경량철골구조 또는 RC구조

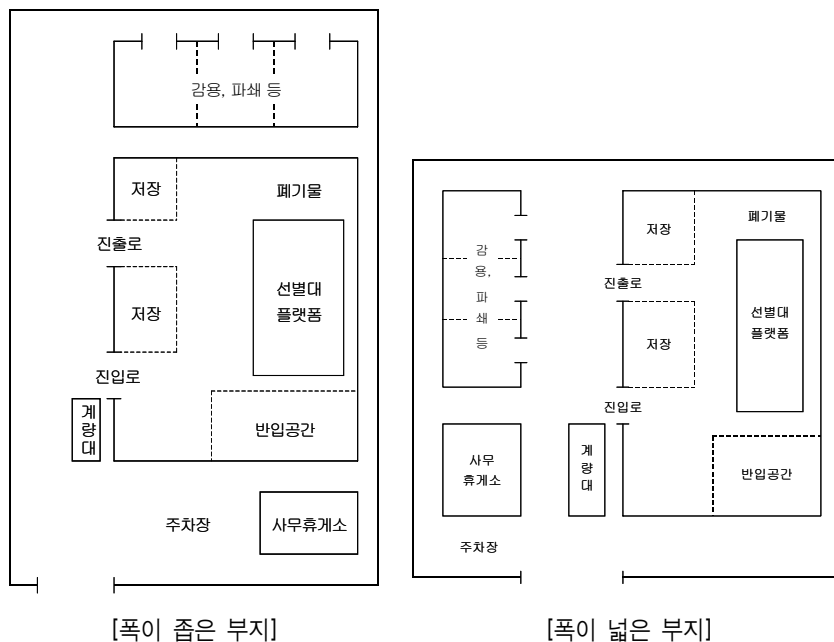
2) 시설물 공간 배치

폭이 좁은 부지에는 선별동, 대형폐기물동, 사무·휴게동을 직렬로 배치하고, 폭이 넓은 부지에는 선별동과 나머지 건축물을 병렬로 배치한다. 이 경우에도 대형폐기물동과 사무·휴게동은 직렬로 배치하는 것이 동선축소와 계량대의 활용측면에서 효과적이다.

선별동 내부의 공간배치도 재활용품 이동동선의 최소화에 초점을 둔다. 계량대는 선별동의 진입로 가까이에 설치하며 재활용품의 반입장도 진입로에 인접하게 한다. 반입장과 투입컨베이어, 선별대는 직렬로 배치하고 분리된 재활용품은 선별대 맞은편에 배치시켜 이송거리를 줄인다. 분리물의 저장공간과 선별대 사이는 장비와 재활용품의 이동공간으로 활용한다(<그림 5-10>).

도시의 협소한 부지여건을 감안하여 선별대 하부는 분리품의 저장공간으로 활용한다. 종이류 등 압축을 해서는 안되는 품목은 이곳에서 직접 민간시장으로 반출되고 PETE 등 압축이 필요한 품목은 선별대 하부를 일시 저장공간으로 활용한다. 일

정량이 쌓이면 압축기로 이송하여 압축하고 선별대 맞은편의 압축물 저장공간에 보관한다. 선별대의 하부공간을 충분히 높게 하며 플랫폼형태로 만들면 압축기의 배치도 가능하다. 이 경우 하부가 압축공간으로 활용되어, 압축기 등의 작업을 위한 별도의 공간확보가 불필요하게 된다. 선별대의 하부를 분리품의 저장 및 직접 반출 또는 압축공간으로 활용하고자 할 때는 맞은편 압축물 야적공간과의 사이를 15m 이상으로 이격시켜 수송 장비 및 이송 장비의 이동에 방해가 되지 않게 한다.



<그림 5-10> 부지형태에 따른 건축물 및 시설물 배치(예)

3) 반입장 규모

반입장의 규모는 시설용량, 반입물의 밀도, 평균야적 높이를 이용하여 산정한다. 기본적으로 시설용량(1일분) 만큼의 반입장 규모를 갖추어야 하며, 여기에 여유율을

감안한다. 여유율은 선별라인의 고장, 연휴 후의 재활용품 수거량 증가 등에 대비하여 필요하다. 시설용량이 30톤일 경우 109평 정도의 반입장이 필요하다.

반입장 면적 : 시설용량 ÷ 반입물밀도 ÷ 평균높이(2m) x 여유율(1.5)
 여기에서 시설용량 : 산정된 시설용량
 반입물밀도 : 각 자치구마다 다름. 자치구 평균 62.5kg/m³
 예) 자치구 평균 : 30톤 ÷ 62.5kg/m³ ÷ 2m x 1.5 = 360m²(109평)

4) 압축품 저장공간 규모

수송효율을 높이기 위해 압축이 필요한 품목은 PETE, 필름류, 스티로폼, 철캔, 알루미늄캔이다. 압축품의 보관면적은 반출주기에 의해 영향을 받으며, 차량 2대분을 보관할 수 있는 면적의 확보가 필요하다. 단, 필름류는 여전히 시장상황이 개선되지 않고 있으므로 10대분 정도의 보관장소를 확보할 필요가 있다. 차량은 일반적으로 5톤 적재용량이 많이 사용된다. 5톤 차량 2대분(필름류는 10대분), 압축물의 하단크기, 3단 적재(캔류는 부피가 작으므로 5단 적재), 여유율 2의 조건에서 압축물의 저장에 필요한 공간을 산정하면 <표 5-7>과 같이 전체 162m², 50평 정도의 공간이 요구된다. 압축물의 종류가 변할 때는 그에 따라 별도로 가감한다.

<표 5-7> 압축품 저장공간 규모

구분	PETE	필름류	스티로폼 감용물	철캔	알루미늄캔
이송차량	5톤	5톤	5톤	5톤	5톤
압축물 무게	300kg	400kg	10kg	300kg	100kg
압축물하단 크기	100 x 70 cm	100 x 70 cm	50 x 25 cm	75 x 75 cm	75 x 75 cm
1대적재 압축물	16개	12개	500개	16개	50개
보관물량	2대 분량	2대 분량	10대 분량	2대 분량	2대 분량
야적단수	3단	3단	5단	3단	3단
필수면적	8㎡	28㎡	25㎡	6㎡	14㎡
여유율	2	2	2	2	2
소요면적	16㎡	56㎡	50㎡	12㎡	28㎡

5) 부피조절장치 작업공간의 규모

수송효율을 높이기 위해 압축이 필요한 품목은 PETE, 필름류, 스티로폼, 철캔, 알루미늄캔이고, PETE와 필름류 그리고 철캔과 알루미늄캔은 동일한 압축기를 사용할 수 있다. 결국 3대 또는 3종류의 압축기가 필요하다. 이 장치들의 작업공간을 확보하기 위해서는 실제면적, 소요대수 그리고 압축 대상물의 이송과 반출을 위한 공간이 필요하다. 각각에 소요되는 면적은 다음과 같은 방법으로 산출한다. 만약 선별플랫폼의 하부공간을 압축기 작업공간으로 활용할 때는 별도의 공간을 확보할 필요가 없는데 철캔과 알루미늄캔 압축기가 이러한 형태로 배치에 용이하다.

부피조절장치 소요면적 산출방법

- PETE, 필름류 압축기 : $(6 \times 4\text{m})/\text{대} \times \text{소요대수} \times \text{여유율}(3)$
- 스티로폼 감용기 : $(4 \times 2\text{m})/\text{대} \times \text{소요대수} \times \text{여유율}(3)$
- 캔 압축기 : $(4 \times 2\text{m})/\text{대} \times \text{소요대수} \times \text{여유율}(3)$

4. 선별 설비 설치기준

1) 선별라인 공급용 투입호퍼

투입호퍼는 선별컨베이어에 10~20cm 정도의 두께로 재활용품을 정량적으로 공급할 수 있는 능력을 기본적으로 갖추어야 한다. 에너지 소비량을 줄이면서 효과적으로 재활용품을 공급할 수 있는 방법은 반지하형으로 호퍼를 설치해서 투입용 경사컨베이어로 직접 연결하거나 수평이송컨베이어를 설치하여 경사컨베이어까지 재활용품을 이송하는 방법이다. 그렇지만 지하에 구조물이 설치되어 반지하형 호퍼를 설치할 수 없을 때는 지상 돌출형 호퍼와 수평이송 컨베이어를 설치하고 재활용품을 호퍼에 투입하는 이송장비가 상비 가동되어야 한다. 호퍼와 경사컨베이어를 연결하는 수평이송 컨베이어는 일시에 많은 하중에 노출되는 시설이기 때문에 첼레벨트로 제작할 필요가 있다.

- 반지하형이 유리하고, 불가할 때는 돌출형으로 설치하되 투입용 이송장비 상비 필요
- 선별컨베이어에 10~20cm 두께의 재활용품 공급능력 필요
- 수평이송컨베이어는 첼레로 제작하여 과다 부하 및 마모에 대응

2) 공급컨베이어

공급컨베이어도 호퍼와 동일하게 정량공급능력(선별컨베이어에 10~20cm 두께의 재활용품)이 중요하다. 선별동의 길이가 짧을수록 공급컨베이어는 급한 경사를 갖게 되는데 15° 이상의 경사에서는 유리병, 캔 등이 흘러내리기 때문에 유도판을 설치할 필요가 있다. 유도판을 높이 10cm, 50~100cm 간격으로 설치하면 급경사에서도 재활용품을 선별컨베이어에 정량적으로 공급할 수 있다. 선별컨베이어와의 연결부는 일반적으로 낙차가 발생하는데 낙차가 크면 유리병 등이 파손되기 쉽고 선별컨베이어의 표면에 손상을 가함으로 낙차를 50cm이하로 최소화한다. 낙차부위에 방호커튼(고무판)을 설치하여 일반작업자나 컨베이어 외부로 재활용품이 튕겨나가지 않도록 하는 배려도 요구된다. 컨베이어의 운영에서 가장 많은 문제가 발생하는

곳은 측면가드와 고무벨트 사이의 틈새 형성이다. 이 틈새로 작은 이물들이 침투하면 구동부위에 부하를 야기하며, 실제로 이들을 제거하기 위해 운전을 정지해야 하는 경우가 많다. 밀폐구조로 제작할 수 있도록 각별한 유의가 필요하다.

- 선별컨베이어에 10~20cm 두께의 재활용품 공급능력 확보
- 15° 이상의 경사에서는 유도판을 설치하여 유리병 등의 미끄럼현상 방지
- 선별컨베이어와의 연결부는 낙차 최소화(50cm이하), 방호커튼 설치(고무판)로 재활용품의 파손 및 이탈 방지
- 측면가드와 벨트 사이의 밀폐로 구동부위에 이물질 침투 최소화

3) 선별컨베이어

선별컨베이어는 선별장의 핵심시설로 작업의 효율성과 안전성 등을 고려하여 엄격한 기준을 적용하여야 한다. 선별대의 길이, 폭, 높이는 작업자가 효율적으로 선별작업에 임할 수 있는 구조를 갖추어야 한다. 서울의 어려운 부지확보여건을 고려할 때 선별인력은 벨트의 양쪽에 배치하여 선별컨베이어의 총길이를 줄인다. 선별벨트의 구동장치는 작업물량에 능동적으로 대처할 수 있도록 변속기능을 갖추어야 한다. 고철, 철캔과 같이 기계적 선별의 효율성이 입증된 장치는 선별인력과 조화를 이루도록 배치되어야 한다. 선별컨베이어의 기본제원은 다음과 같다.

- 벨트 폭 : 1m(양면선별일 경우, 단면일 때는 60cm)
- 선별대 높이 : 0.8m
- 벨트 구동 모터 : 1분당 32m내에서 변속 가능한 능력
- 벨트 길이 : $[(\text{선별인력} \times 2\text{m} \div \text{선별면의 수}) + (\text{기계선별기의 수} \times 4\text{m})] \times 1.25(\text{여유율})$
 여기서 선별인력 : 1인당 선별속도를 이용하여 계산 가능(<표 5-5>)
 이 경우 재활용품의 양은 시설용량이 아닌 작업일수 기준 연평균량을 토대로 산정,
 선별면의 수는 양면일 때 2, 단면일 때 1
- 측면가드의 높이 : 15cm 이상
- 측면가드와 고무벨트 사이에 이물이 끼지 않도록 설계
- 고철과 철캔의 분리 : 자력선별기 적극 채용
- 선별대의 길이가 과도하고 부지의 폭이 여유가 있을 경우 2라인 이상으로 선별대를 분리

선별벨트의 길이 산정에 필요한 선별인력의 수는 <표 5-5>의 1인당 선별속도를 이용하여 계산할 수 있다. <표 5-8>은 1일 27톤의 반입량일 때 선별인력의 산정예를 보여주고 있다. 품목별 반입량을 품목별 1인당 선별속도로 나누어 소수점 이하를 절상하면 25인의 인력이 산출된다. 그런데 전단에서 완벽하게 분리하지 못하고 지나친 품목이 있다면 확인선별이 필요하며, 그 양을 10%라고 하면 3명의 인력이 추가적으로 소요되어 전체 28인의 인력이 필요하다. 양면선별에서 선별인력에 필요한 벨트의 길이는 14m, 자력선별기 4m에 장래 품목증가를 대비한 1.25의 여유 공간을 적용하면 필요한 전체 벨트의 길이는 40m정도이다.

<표 5-8> 인력선별 및 자력선별 조건에서 선별인력 산정(예)

품목	반입량(톤/일)	선별량(kg/인/일)	계산인력(인)	실소요인력(인)
전체	27	-	-	-
파봉	-	임의 설정	2	2
종이류	3.24	1,273	2.5	3
플라스틱류	9.42	-	-	-
필름류	0.05	18	2.7	3
PETE	3.42	1,265	2.7	3
PE·PP	4.54	1,534	3.0	3
PS·기타	1.41	594	2.4	3
금속류	3.38	-	-	-
철캔, 고철	3.08	자력선별	-	-
알루미늄캔	0.03	371	0.8	1
유리병류	10.96	-	-	-
공병	-	임의 설정	1	1
갈색	5.26	2,825	1.9	2
무색	3.95	2,607	1.5	2
녹색	1.75	1,591	1.1	2
소계	-	-	-	25
확인 선별	-	선별율 90%	-	3
총인력	-	-	-	28

주 : 50톤이상일 때는 파봉인력을 4인, 공병분리인력을 2인 배치

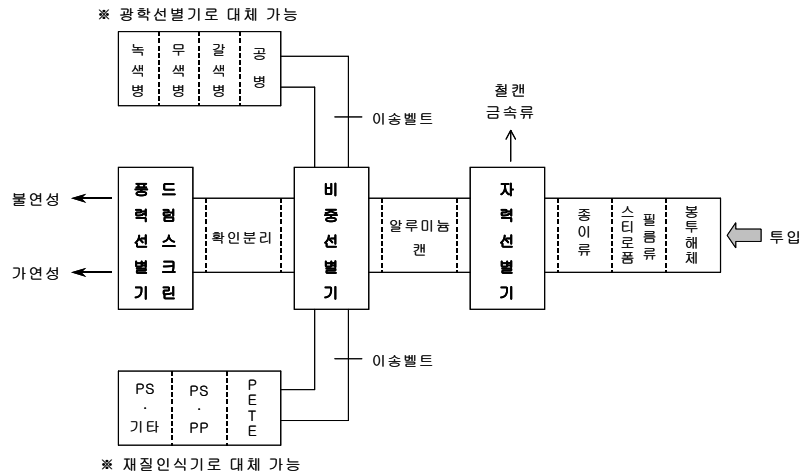
재활용품 선별대에서 품목별 선별지점의 결정에는 몇 가지 원칙이 적용되어야 한다. 첫째, 선별컨베이어에서의 이송과 선별작업을 방해하는 요인을 우선적으로 제거한다. 대표적인 것이 재활용품이 담겨있는 플라스틱봉투로 최전단에서 해체가 필요하다. 외국에서는 포장용 골판지도 이 단계에서 제거되는데 경사컨베이어를 통한 재활용품의 이송을 방해하기 때문이다. 둘째, 가볍고 면이 넓어 후속분리를 방해하는 품목을 분리한다. 필름류, 소형 스티로폼, 종이류 등이 여기에 해당된다. 셋째, 가볍고 동그란 형태에 양이 많은 품목을 분리한다. PETE, PE, PP, PS·기타 등의 플라스틱용기가 그러한 특성을 가지고 있다. 넷째, 가볍고 동그란 형태의 양이 적은

품목을 분리한다. 캔류가 대표적이며, 고철류도 이 지점에서 함께 분리한다. 이 지점에서 자력선별기를 사용한다면 고철과 철캔을 효과적으로 분리할 수 있으며, 다음 지점에서 알루미늄캔을 인력으로 분리하면 용이하다. 마지막 단계에서는 무거운 품목을 분리한다. 바로 유리병이다. 먼저 공병을 분리하고 색별 분리는 적절한 순서로 배치한다. 최종적으로 확인선별을 실시한다. 전단에서 분리하지 못하고 놓친 품목이나 제품을 이곳에서 추가 선별한다. <그림 5-11>은 인력선별(고철과 철캔만 자력선별기로 분리) 중심의 선별대에서 품목별 선별지점의 예를 보여주고 있다.



<그림 5-11> 인력선별 중심의 선별대에서 품목별 선별지점(예)

<그림 5-12>는 인력선별과 기계선별을 조합한 선별대에서 기계장치의 위치 및 품목별 인력선별의 위치를 예시하고 있다. 기본적으로 전체적인 선별지점은 인력선별의 경우와 크게 다르지 않다. 차이는 플라스틱 용기와 금속류의 선별지점이 바뀔 따름이며, 잔재물을 불연성과 가연성으로 분리하는 장치를 추가하고 있다는 것이다. 잔재물의 상세 분리는 공공 소각시설에서 처리할 때 고려할 사항이다. 그림에서 알루미늄캔을 와전류선별기로, 비중선별기에서 분리된 혼합유리병을 광학선별기로, 비중선별기에서 분리된 혼합플라스틱을 재질인식선별기로 대체한다면 더 많은 품목을 기계적으로 선별하는 선별장이 된다. 그렇지만 현재까지는 기술적으로 완전하지 못해 기계선별 이후에 인력선별이 뒤따르고 있으며, 이러한 이유에서 최근에 설치된 현대식 시설들도 전적으로 기계선별에만 의존하도록 설계하지는 않는다. <표 5-9>에는 재활용선별장에서 활용할 수 있는 각종 기계선별기들을 정리하였다.



<그림 5-12> 인력선별과 기계선별이 조합된 선별대에서 품목별 선별지점(예)

<표 5-9> 재활용선별장에서 활용할 수 있는 각종 기계선별기

구분	방법 및 적용
풍력선별	- 입자의 표면적과 밀도차를 이용하여 강한 공기바람에 의해 주로 연소성 물질과 불연성 무기물을 분리하는 방법 - 크게 수직형, 경사식 등으로 구분
자력선별	- 풍력분리 후 분리 물질들을 다시 금속과 비금속류로 분리 - 벨트자석, 드럼자석 등이 있음
관성선별	- 폐기물을 관성력과 탄성력 차이에 의해 분리하는 방법 - Ballistic Separation, Inclined Conveyor Separator로 분류 - 퇴비의 최종선별장치로 주로 사용
체선별	- 원판식 스크린, 진동식 스크린, 회전식 스크린 등으로 구분 - RDF(Refuse Derived Fuel)의 생산시 열량을 높이는 데 사용
중력선별	- Stoner와 진동 : 부상식 분별기, 고밀도매체에 의한 침전, 부상등으로 구분 - 스크린 상부에서의 투입중 가벼운 부분은 부상되어 분리되고, 무거운 물질 중 작은 입자는 스크린을 통해 제거되며 큰 입자는 스크린의 진동력에 의해 배출
와전류선별	- 코일에 의해 유발되는 자장으로 전도체와 비전도체를 분별해 내는 방식 - 알루미늄, 동, 아연 등의 비극성 전도체를 분리하는데 사용
광학선별	- 색유리와 보통유리를 분류하는 데에 주로 사용 - 색유리 입자에 의한 반사특성과 기준색상간의 편차가 감지되면 압축공기가 분사되어 색유리를 분리

4) 선별플랫폼

선별플랫폼의 상부는 선별컨베이어, 선별기계 등과 같은 기계와 선별인력 및 선별품의 일시보관을 위한 공간을 제공하고, 하부는 상부에서 선별된 재활용품을 품목별로 저장하거나 부피조절설비의 작업공간으로 활용한다.

하부를 저장공간 또는 기계작업공간으로 활용하지 않을 때에는 플랫폼의 길이가 선별컨베이어의 길이에 의해 영향을 받지만 하부를 저장공간 또는 작업공간으로 이용될 때는 그 공간들의 길이와 선별컨베이어의 길이중 더 긴 쪽의 길이에 의해 영향을 받는다. 플랫폼 하부를 분리된 재활용품의 저장공간으로 활용할 때는 품목당 4m정도(3~5m)의 폭이 요구된다. 일반적으로 저장공간이 필요한 품목은 10품목(종이류, 필름류, PETE, PE·PP, PS·기타, 철캔, 알루미늄캔, 갈색병, 무색병, 녹색병이고, 스티로폼, 공병, 고철은 별도 보관)이고, 따라서 10품목을 저장하려면 40m 정도의 길이가 필요하다.

하부를 저장공간으로 활용할 때 플랫폼은 컨테이너의 탈부착이 가능한 높이를 확보해야 한다. 지상 시설물일 때는 5m 이상의 높이가 확보될 필요가 있고, 지하에 선별장을 건설할 경우에도 3m 이상의 높이를 확보해야 안전한 작업을 보장받을 수 있다. 선별대의 폭은 클수록 작업에 용이하다. 선별대의 상부가 소량 품목의 일시 저장공간으로 활용되며, 경우에 따라 견학자들의 이동경로가 될 수가 있기 때문이다. 이러한 여건을 감안해 최소 7m 이상이어야 하며, 견학코스로 활용할 때는 10m 이상의 충분한 폭이 요구된다.

상부에서 선별된 재활용품을 하부로 이송할 때는 파손가능품과 비파손품에 대한 별도의 배려가 필요하다. 종이류, 캔류 등 비파손품을 플랫폼의 상부에서 하부로 이송할 때는 수직슈트를 사용하여도 무리가 없다. 반면에 유리병과 같은 파손가능품을 동일한 방식으로 이송한다면 많은 부분이 파손될 수 있다. 이 경우에는 슈트를 나선형으로 제작하여 속도를 늦추거나 이송컨베이어를 설치하는 것이 안전하다. 특히 공병과 같이 파손이 되면 제품의 가치가 소멸되는 제품의 안전한 지상운반을 위해 플랫폼 상단에 호이스트를 설치할 수도 있다. 호이스트는 고장부품이나 기계의

교체에도 유용하게 활용된다.

- 플랫폼의 길이 : 상부 선별컨베이어의 길이와 하부 저장공간을 고려하여 결정
- 플랫폼의 높이 : 지상시설 5m 이상, 지하시설 3m 이상
- 플랫폼 폭 : 7m 이상. 견학통로를 두고자 하면 10m 이상
- 물품 이송 방법 : 파손가능품은 나선형 슈트나 경사컨베이어 이용, 비파손품은 수직슈트 가능, 호이스트를 구비하면 중량물의 지상이동에 편리
- 접근로 : 플랫폼의 시단과 종단에 기계구동부위와 근접하지 않는 곳에 설치

5. 재활용품 이송장비

재활용품의 이송장비로는 지게차(Forklift), 전면상차기(Front end loader), 수송차량(컨테이너 차량 포함), 호이스트와 같은 기계 장비와 함께 톤백, 함, 상자와 같이 일시보관과 운반에 사용되는 비품도 있다.

지게차의 주요용도는 압축된 재활용품 덩이를 차량에 적재하거나 야적하는 것이다. 그렇지만 국내 재활용선별장에서는 지게차가 전면상차기의 기능을 대신하고 있다. 즉, 지게부분을 개조하여 반입된 재활용품을 운반하고 분리된 재활용품을 운반하거나 상차하는데 많이 사용된다. 전면상차기에 비해 몸체가 작고 바퀴부분에 고장에 적기 때문이다. 전면상차기는 반입된 재활용품을 선별용 호퍼에 투입하거나 선별품을 압축기나 이송차량에 적재하는 것이 주된 용도이다. 우리나라 재활용선별장에서는 개조된 지게차를 많이 사용하지만 일부 선별장에서는 유리병이나 잔재물의 차량적재에 사용되고 있다. 일반적으로 수송차량은 컨테이너형이 많이 사용된다. 그렇지만 박스형 차량도 재활용품의 수송에 많이 사용되는데, 재활용업체들은 차체에 크레인을 설치하여 재활용품의 상하차에 활용하고 있다. 일부 재활용선별장에서는 반입 재활용품의 선별용 호퍼투입에도 이러한 차량을 사용하고 있다. 호이스트는 플랫폼의 상단에서 지면으로, 지면에서 상단으로 중량물을 이송하는데 사용된다.

톤백 또는 벌크백은 분리된 재활용품의 보관과 운반이 용이하도록 사용된다. 크기는 88리터에서 150리터로 매우 다양하며, 장당 가격도 4,000원에서 7,000원 이내로

차이가 있다. 일반적으로 압축공정을 갖추지 못하고 분리된 재활용품의 저장공간이 협소한 시설에서 주로 사용한다. 톤백을 사용하면 수송과정에서 흘날림과 내용물의 외부노출을 막는 장점이 있다. 선별장 내부에서 사용되는 함이나 상자는 소량 분리품의 일시 저장과 장내 운반에 사용된다. 특별한 구조를 가지고 있지 않으며 시중에서 일반적으로 사용되는 형태의 제품이다.



[지게차]



[전면상차기]



[크레인 부착 수송차량]



[호이스트]

<그림 5-13> 각종 이송장비

6. 작업안전 확보 및 환경오염 방지

작업안전이 확보되기 위해서는 쾌적한 작업공간을 만들고, 기계 등 사고설비로부터 작업자를 보호하고, 작업자 스스로가 사고로부터 자신을 보호하는 시스템을 갖추어야 한다. 쾌적한 작업공간을 만들기 위해 스티로폼 감용 등 악취를 발생시키

는 작업공간을 재활용품의 선별공간으로부터 분리시키고, 작업자 가까이에 국소배기구를 설치하여 분진의 배제와 신선한 공기의 유입을 유도한다. 조도 200 이상의 조명설비도 작업환경의 구성에 반드시 필요하다. 기계로 인한 사고를 예방하기 위해서는 기계장비의 동선과 구동장치 부위는 작업자의 동선과 분리해야 한다. 전기 배선도 측벽의 적절한 높이에 배치함으로써 이송장비 등이 이동하면서 손상시켜 단전사고나 감전사고로 이어지지 않도록 해야 한다. 재활용품이 낙하되는 지점에는 파편이 작업자에게 튀지 않도록 방호막도 설치하도록 한다. 작업자 스스로가 사고에 대응체계를 갖추는 것도 필요하다. 안전모, 방진마스크는 반드시 착용해야 하며, 연속적으로 기동하는 선별컨베이어는 여러 곳에 동력조절판을 설치하여 사고가 발생할 때 신속하게 동력을 차단하도록 배려해야 한다.

내부 작업자의 안전도 중요하지만 내부에서 발생된 환경오염물질을 가능한 정화해서 배출하여 인근 생활환경의 보호에도 주의를 기울여야 한다. 세차설비를 구비할 때는 수처리 설비도 함께 갖추도록 하며 스티로폼 감용과 같이 악취가스를 발생시키는 공정에는 탈취기가 구비되어야 한다. 환기시설에서 배출되는 공기는 가능한 집진설비를 통과하도록 하며, 특히 대형폐기물의 파쇄, 기타 재활용품의 분쇄와 같은 공정을 갖출 때는 반드시 분진제거설비를 갖추어야 한다. <표 5-10>는 탈취와 제진방법을 보여주고 있다.

<표 5-10> 탈취와 제진 방법

기능	방법	내용
탈취	세정	- 물, 산, 알칼리 용액을 이용하여 냄새물질을 포집하는 방법 - 수세법과 액체세정법(산, 알칼리)이 있음
	생물탈취	- 미생물을 이용하여 냄새물질을 제거하는 방법 - 이탄, 콤포스트, 토양 등이 매체로 사용됨
	흡착	- 악취물질을 흡착시키는 방법 - 활성탄, 실리카겔, 이온교환수지 등이 사용됨
	연소산화	- 악취물질을 연소시키거나 촉매에 의해 산화시키는 방법 - 직접연소법과 촉매연소법(저온에서 촉매 산화)이 있음
분진제거	여과	- 여과포를 이용하여 분진을 포집 - 미세먼지도 제거가능하나 부대설비가 큼
	원심력	- 원심력을 이용하여 큰 입자를 제거 - 유지비용이 적게 소요되나 효율이 낮음
	습식세정	- 액적에 분진을 포집 - 부대설비가 복잡하고 폐수처리시설 필요

7. 지하시설일 때의 고려사항

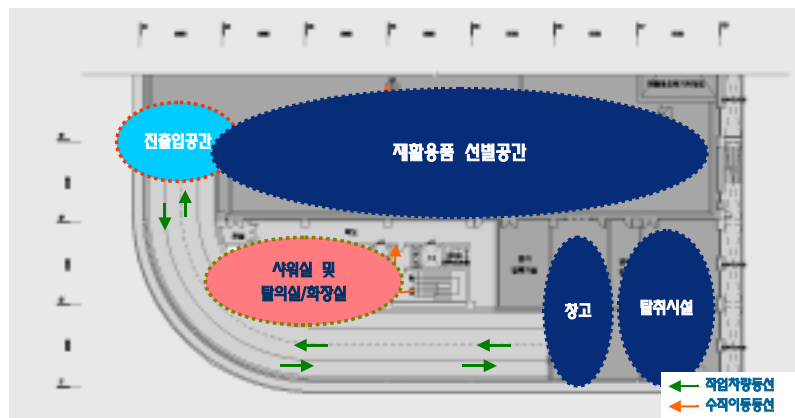
재활용선별장을 지하에 건설할 때 반드시 고려해야할 사항은 기계장비의 설치나 교체 그리고 대형차량의 작업 및 이동에 무리가 없는 층고의 확보, 악취나 분진을 발생시키는 공정의 배제 등이다.

사용하다 보면 기계장치들은 교체가 필요할 수 있다. 이 경우 층고가 낮다면 크레인 등의 장비를 이용하여 기계장치를 교체할 수가 없다. 대형크레인이 아니고 수송차량에 부착된 크레인도 진출입문의 높이가 낮아 출입할 수 없는 경우가 지상시설에서도 가끔 발생한다. 지하시설은 일단 건설되면 다시 토목공사를 추진하기 어렵고 막대한 비용이 소요된다. 따라서 지하시설물을 건설할 때 가장 주의를 기울여야 할 부분이다.

지하시설물은 자연환기를 기대하기 어렵다. 결국 강제적인 환기방법에 의존해야 하고 쾌적한 조건을 유지하려면 막대한 비용이 소요된다. 반대로 환기가 부실하면 내부환경이 급속하게 악화된다. 이러한 시설에 파쇄공정이나 스티로폼 감용(잉고트

생산)과 같은 분진과 악취가 나는 공정을 배치해서는 곤란하다. 스티로폼을 처리해야 한다면 잉고트 생산이 아닌 단순압축 정도를 선택해야 한다.

<그림 5-14>는 지하시설물의 평면도를 예로 보여주고 있다.



<그림 5-14> 지하시설물의 평면도(예)

제4절 시설 운영 기준

1. 시설의 운영

시설은 인력관리, 기계관리, 재활용품의 반출입관리, 외부인력의 출입관리로 구분하여 운영한다. 시설의 운전시간은 재활용품의 수거시간, 시설로의 반입시간, 재활용품의 반입량, 반입량의 계절·요일별 변화를 감안하여 결정하되 당일의 반입물량은 당일에 처리할 수 있도록 시간계획을 수립하고 가능하면 법정근로시간인 1일 8시간이내에 작업이 이루어지도록 한다. 행정인력, 기계조작인력, 장비운전인력, 선별인력 등 다양한 기능의 인력들의 잦은 이직으로 인해 시설의 운영에 지장을 받지 않도록 분야별 핵심 인력을 선발하여 정예화함으로 일부 인력에 공백이 발생하여도 무리없이 작업이 수행될 수 있도록 한다. 또한 경직되기 쉬운 공공인력을 활용하기

보다 선별장의 운영을 민간에게 위탁함으로써 효율성을 기한다. 이미 운영중인 시설에서 새로운 방법을 도입하고자 개량하거나 기준 또는 규격을 변경하고자 할 경우에는 기존에 설정된 모든 운영 또는 적용되는 기준에 부합되도록 한다. 시설의 내외부 공간은 체계적이고 청결하게 관리되어야 하며, 안전한 사업장, 쾌적한 사업장이 되도록 노력한다.

어느 경우든 선별장의 운영목표는 경제적인 운영과 에너지 및 물자 절약과 같은 자원절약이다. 『연간운영계획서』 및 『연간안전관리계획』과 같은 체계적인 계획 수립과 선별장의 『유지관리지침서』와 같은 표준화된 관리방법이 이를 뒷받침할 것이다. 연간운영계획서에 연간, 월간, 주간의 작업계획과 그에 수반된 인력동원, 자재투입, 작업운행을 포함시키면 예산낭비와 예산집행상의 차질을 줄일 수 있다. 계획의 주기적 평가를 통해 그 결과를 다음 해의 계획에 반영하도록 하는 노력도 필요하다.

2. 인력 관리

시설의 운영책임자는 재활용선별장이 원활하게 유지될 수 있도록 적정인력을 확보한다¹⁶⁾. 시설의 운영책임자는 유지관리에 대한 책임의 한계를 명확히 하기 위해 모든 시설에 대해 관리자들의 업무영역과 직책별 역할을 명확하게 구분한다. 관리자들과의 업무영역은 행정, 기술, 운전으로 구분하고, 직책별 역할은 시설관리자, 반장, 기계관리자, 장비운전자, 선별작업자, 품질검사자, 행정보조로 구분하여 체계화한다. <표 5-11>에는 관리영역과 직책별 역할을 정리했다.

수선별과정이 포함된 시설은 매시간 10분 이상의 휴식시간을 두어 작업능력의 향상과 효율적인 운전을 도모한다. 선별컨베이어의 벨트속도는 9m/분 전후를 유지하고 조도 200럭스 이상의 조명이나 채광을 확보하여 선별효율을 높이고 피로를 줄인다. 벨트속도를 15m/분 이상으로 운전해야할 경우에는 추가인력의 투입을 검토한

16) 미국에서 운영되는 재활용선별장의 경우 선별작업자는 전체 인력 70% 정도이고 나머지 30%는 총괄관리자, 반장, 시설운영자, 장비운영자, 행정조원 등으로 구성된다.

다. 선별벨트의 양쪽에 선별인력을 배치할 경우에는 동일품목을 놓고 상호 경쟁하지 않도록 교차형(之형)으로 배치한다. 재활용선별장을 환경교육장으로 활용하게 되면 작업자 스스로가 사회적으로 어려운 임무를 수행하고 있다는 자긍심이 일어 능동적으로 업무를 수행하는 분위기를 조성할 수 있다.

사고로부터 인명과 재산의 피해를 줄이기 위해 안전교육 및 비상훈련을 실시한다. 비상훈련은 분기별로 1회 이상 실시하며 화재, 정전, 홍수 등이 발생할 경우를 가상하여 집중적으로 실시한다. 방재장비와 비상복구장비를 갖춘다. 사고가 발생할 경우에도 신속한 복구가 가능하도록 긴급복구반을 편성해 둔다. 모든 작업자는 방진마스크와 안전모를 착용하여 호흡에 의한 분진섭취와 상부로부터 중량물의 낙하에 따른 두뇌부분의 직접적 충격을 피하도록 한다. 기타 작업자를 사고로부터 보호하기 위해서는 다음과 같은 노력이 필요하다. 첫째, 작업자가 기계를 감시할 수 있도록 전체적으로 시스템을 구성한다. 둘째, 기계가 작업자를 보호하는 장치도 갖춘다. 만약 의도하지 않게 작업자가 행동하면 기계가 경고하거나 멈추도록 한다. 셋째, 작업자가 기계와 경합하면서 작업을 진행하지 않도록 전체적인 속도를 고려한다. 넷째, 구부리기, 펼치기, 들어올리기, 순간이동 등 육체적으로 결렬한 활동이 발생하지 않도록 작업공간을 꾸민다. 다섯째, 기계들의 조정이 단순하고 동일하도록 컨트롤 패널을 갖춘다.

<표 5-11> 재활용선별장의 관리영역과 직책별 역할

구분	영역 및 직책	내용
관리영역	총무	- 일반사무 및 물품 반출입 관리감독 - 자산 및 인력 관리 - 복리후생 - 시설내외부 인력 출입관리 및 경비 - 경리 및 회계
	기술	- 시설의 보수점검 및 정비 - 시설의 유지 및 시설관리 계획 수립 - 차량의 장비의 유지관리 - 처리공정의 분석 및 효과 평가
	운전	- 시설 및 장비의 운전 - 시설 및 장비의 운전기록 작성 - 처리실적 작성
직책별 역할	총괄관리자	- 재활용품의 처리와 관련된 모든 활동의 감독 조정 - 연간 생산, 비용, 품질 등 운영 및 개선계획 수립 - 재활용품의 시장상황을 조사하고 판로 개척
	반장	- 품질, 양 등 제품의 생산에 관한 책임 - 소속팀의 업무시작과 종료, 팀원 관리 - 시설내부 정리정돈 및 팀원 안전장구 착용 관리
	기계관리자	- 모든 기계 및 전기설비의 수리 유지 - 일정표, 유지관리프로그램 등의 개발 및 실행
	기계운전자	- 재활용품의 이동 및 이송 업무 담당 - 처리물의 품질상태 점검 및 바른 야적과 차량 적재 - 타 기계에 대한 기술습득으로 결원에 대비
	선별작업자	- 재활용품의 품목별 분리작업 담당 - 세라믹 등 이물질질을 식별할 수 있는 능력 배양 - 폭발성 등 위험물질 발견시 반장에게 보고
	품질검사자	- 혼합재활용품의 반입상태 조사 - 위험물질의 사전 제거
	행정보조원	- 전화받기, 내방객 응대 - 반출과 관련된 모든 물품의 목록 작성 - 인력카드 관리 등

3. 시설 및 장비 관리

재활용선별장에서 사용되는 각종 시설 및 장비가 원활하게 가동되기 위해서는 건설단계에서 적합한 기종과 부품이 선정되어야 한다. 풍부한 기록과 사용실적의

수집은 검증된 장비의 선정에 반드시 필요하다. 동일한 실적을 갖춘 장비들이 다수 있을 때는 부하변동에 대한 적응력이 강한 장비를 고른다. 기계 및 설비의 투입부, 전달부, 배출부에서는 언제나 폐색이 발생할 수 있으므로 완화하고 신속하게 제거할 수 있는 구조로 시스템을 구성한다. 시설 및 장비에 사용하는 부품은 가능한 한 표준화된 부품을 사용하여 고장 발생시 쉽게 획득할 수 있게 한다. 벨트, 모터, 기계와 전기부품 등이 특히 그러하다. 핵심장비이면서도 잦은 고장을 피할 수 없는 부분은 보조장비를 갖추고 운용할 필요가 있다.

운영과정에서 고장과 마모가 잦은 부품은 비축하였다가 신속하게 교체할 수 있게 한다. 설비의 단점을 충분히 이해할 수 있는 훈련된 인력을 활용하는 것, 고장의 원인을 쉽게 파악할 수 있는 훈련된 수리인력을 확보하는 것도 중요하다. 무엇보다 예방적 관리프로그램이 중요하다. 이를 뒷받침하는 것이 시설·장비유지관리지침서다. 이는 시설물의 설치자로부터 인계받아 활용하고 운영과정에서 불합리한 부분은 지속적으로 보완하고 수정한다. 시설·장비유지관리지침서에 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.

- 선별처리공정의 특성과 처리성능 및 운전조건
- 주요 장비 및 장치의 특성과 관리기준 및 운전요령
- 주요부품의 종류와 문제발생 요소 및 점검 시기
- 주요부품의 교체시기
- 반입량의 변화에 따른 대응 요령
- 운전시 발생가능한 문제점 및 해결방안
- 기타 필요 사항

4. 위탁운영자의 관리

2004년 현재 서울의 각 자치구에서 확보하고 있는 16개의 공공 재활용선별장중 10개소는 민간에게 위탁하여 운영하고 있다. 향후에는 이러한 형태로 운영하는 시설들이 더 늘어날 전망이다. 민간업자가 처음부터 시설을 설치하고 10년의 운영을

보장받은 KA와 같은 시설도 있다. 이러한 형태의 운영은 공공부분의 자본능력과 민간부분의 융통성과 효율성을 결합하자는데 그 취지가 있다. 특히 민간부분은 수익성을 추구하기 때문에 시장의 개척능력이 공공부분보다 뛰어나다.

그러나 시간이 경과하면서 위탁운영을 하는 자치구들은 민간부분에 대해 불만을 갖는 경우가 많다. 시장가치가 낮은 품목의 분리를 기피하여 잔재물이 많이 발생하고 잔재물 처리비용의 상승으로 이어지기 때문이다. 또한 일정기간 단가계약을 맺었음에도 시장상황이 나빠지면 계약조건의 변경을 요구하거나 불만을 제기하여 안정된 처리여건에 불안감을 주기 때문이다. 그럼에도 민간부분이 운영하면 전체적인 운영비용은 적게 소요됨을 부정하지는 못한다¹⁷⁾. 따라서 시설의 운영을 위탁하고자 하는 경우에 신중한 계약과 관리가 필요하다. 먼저 공모에 의해 희망업체를 선정한다. 공모내용에는 일반정보, 사업내용, 기술적 조건, 요구조건 및 준비사항, 평가사항 등을 포함되어야 한다. 민간업체는 사업제안서를 작성 제출하며, 여기에는 제안자의 능력, 운전계획, 유지계획, 그리고 희망계약조건이 포함되어야 한다. 적정업체는 운영실적, 인력의 경력, 신용등급, 수입 및 비용조건 등을 종합적으로 평가해서 결정한다. 둘째, 안정된 운영기간을 보장한다. 공공에서 시설을 설치하고 운영만 위탁하기 때문에 외국과 같이 5년 이상의 장기간 계약은 불필요할 수 있다. 그렇지만 국내에서 많이 채택하고 있는 1년 또는 2년의 기간은 너무 짧다. 시설을 효율적으로 개선하고 능력있는 인력을 확보하기에는 충분한 시간이라 보기 어렵기 때문이다. 이러한 측면에서 3년 정도의 계약기간이 적정하다고 본다. 마지막으로 과도하게 이윤을 추구하려고 하는 민간업체의 속성을 적절하게 통제하는 보상장치가 강구되어야 한다. 기본적인 수익을 반영한 기본적인 운영비용은 보장하면서 초과로 발생시키는 수익에 대해서는 일정부분 인센티브 형태로 제공하도록 한다. 반대로 연간 목표처리량, 연간목표 가동일수에 미치지 못하거나 잔재물 발생량이 일정량을 초과할 경우에는 위탁금액에서 차감하는 시스템도 함께 갖추어 놓아야 한다. 민간업체가 사전에 수익과 비용을 면밀하게 산출하지 않고 우선 사업을 수입하고 나서 운영과

17) 6장에서 공공부분이 직접 운영하는 경우, 시설운영을 민간에게 위탁하는 경우, 시장에 매각하는 경우에 대해 비용을 비교하고 있다.

정에서 계약조건을 변경하고자 하는 의도를 미연에 방지하기 위해서이다.

<표 5-12> 민간운영업체를 선정하기 위한 공고 및 제안서 내용

사업계획서(자치구)	사업제안서(민간업체)
1. 일반정보(계획 절차 등) 2. 사업소개(재활용계획, 양과 질 정보 등) 3. 기술적 조건(자격, 시설, 운전, 환경 등) 4. 요구조건과 준비사항 5. 계획서 요구조건 및 평가 방법 -재활용선별시설 운영실적 -인력들의 자격 및 경력 -안전과 환경 대책 -신용등급과 재정적 안정성 -해당 사업의 수입과 비용 조건	1. 제안자 능력 2. 시설 운전 계획 3. 유지관리 계획 4. 인력 확보 및 관리 계획 5. 공정도 6. 물질수지 7. 사업수지 분석 8. 운영비 등 계약조건 9. 기타 시설 변경 제안

제Ⅵ장 자치구 공공 재활용선별장 개선방안

제1절 시설 정비 원칙

제2절 시설 정비 추진 방안

제3절 부대여건 정비 방안

제Ⅶ장 자치구 공공 재활용선별장 개선방안

제1절 시설 정비 원칙

민간부분에서 수거하는 재활용품의 양과 비교할 때 공공부분에서 수거하여 공공 재활용선별장에서 처리하는 양은 매우 적다. 공공 재활용선별장이 왜 존립해야 하는지, 무슨 가치를 가지고 있는지에 대하여 제Ⅴ장 제1절에서 기술했다. 그럼에도 대도시에서 공공 재활용선별장을 직접 확보하고 운영하는 것에 대해 회의적인 시각들은 상존한다. 대도시 토지의 기회비용을 생각하면 재활용선별장으로 활용하기에는 아깝고, 민원발생의 가능성도 높다는 것이 가장 큰 이유로 든다. 비용적인 측면에서도 재활용선별장을 소유하거나 직접 운영하는 것은 불리한 것으로 알려지고 있다. <표 6-1>은 서울시 재활용 소관부서에서 재활용선별장의 운영형태에 따른 운영수지를 분석한 것이다. 공공부분에서 직접 시설을 소유하고 운영하는 경우에는 재활용품 1톤당 5만5천원~15만3천원의 적자가 발생하고 있다. 운영을 민간에게 위탁하는 경우에도 적자폭은 감소(1톤당 1만4천원~4만천원)하지만 흑자로 반전되지는 않는다. 반면에 재활용품을 수거상태로 민간부분에 판매하는 경우에는 1톤당 1천2백원~1만6천원의 흑자를 보이고 있다. 이 결과만으로 보면 공공 선별장을 운영하지 않는 것이 바람직한 것으로 비춰진다. 그러나 이 분석에서는 수거된 재활용품을 민간시설까지 운송하는데 소요되는 비용을 고려하지 않았다. 서울에서 수도권매립지까지 일반쓰레기를 압축상태(밀도 210kg/톤 이상)로 수송하는데도 1톤당 1만5천원정도의 비용이 소요된다(서울특별시, 2001.1). 재활용품은 압축하지 않을 경우 <표 5-4>와 같이 수송단계의 일반쓰레기 보다 밀도가 매우 낮아 결국 운송비용까지 고려했다면 민간에 직접 판매하는 경우에도 흑자를 기대하기는 어렵다¹⁸⁾. 더욱이 미래에는 온실가스를 줄이기 위한 노력이 본격화될 전망이다(환경부, 2005.7). 재활용품의 분리, 압축, 수송은 모두 에너지를 필요로 하며, 그 규모는 <표 6-1>과

18) <표 5-4>와 <표 5-5>를 이용하여 수거상태 재활용품의 밀도를 계산하면 164kg/m³이다. 수송단계에서 일반쓰레기의 밀도는 210kg/m³(근래에 음식물쓰레기의 분리로 밀도 저하)이다. 일반쓰레기의 수송비용이 1만5천원이라면 동일조건에서 재활용품의 운송비용은 19,207원(=15,000원 x 210 / 164)이다. 결국 재활용품을 직접 판매하는 경우도 적자상황이 발생한다.

같이 재활용품을 민간업체에게 직접 판매하는 경우가 공공 재활용선별장을 운영하는 경우보다 5배정도 더 소요된다. 재활용품을 민간시장에 직접 판매하는 것이 공공 재활용선별장을 확보하는 것보다 재정측면에서 매우 유리하다고 판단하는 경향이 있다. 그러나 본 연구의 분석결과에 의하면 오히려 에너지소비와 그와 수반된 온실가스 저감측면에서는 공공 선별장을 확보하는 것이 바람직하다. 따라서 각 자치구마다 공공 재활용선별장을 확보하도록 노력하고, 단 재정적인 적자를 최소화하기 위해 운영은 민간부분에 위탁하는 것을 적극 고려해야 한다.

<표 6-1> 재활용선별장의 운영형태에 따른 운영수지 및 에너지소비량

구분	운영수지(원/톤)	소요에너지(10^8 Joule)
직영운영시설	-54,795~-152,968	1.2
대행운영시설	-13,699~-41,096	1.2
민간직접판매	+1,191~+16,116	6.1
비고	서울시 해당부서에서 분석(2005년) 운송비용을 제외한 결과	본 연구 분석결과 선별장의 압축 및 운송 에너지

공공 재활용선별장을 확보하려 해도 자치구의 부지 여건상 확보가 어려운 자치구들도 있다. 이러한 자치구들은 수거상태로 재활용품을 민간시장에 판매할 수밖에 없을 것이다. 그렇지만 이 경우에도 인근 자치구와 시설의 공동 건설 또는 활용을 먼저 검토해야 한다. 운송거리가 상대적으로 짧아 운반비용과 에너지소비를 줄일 수 있고(佐佐木努 등, 2003.10), <표 6-2>와 같이 시설의 규모가 커지면서 선별인력의 수요도 줄어들기 때문이다.

<표 6-2> 재활용선별장의 시설규모에 따른 선별인력수요(NW시설의 예)

구분	15톤/일	30톤/일	60톤/일	120톤/일
선별인력(인)	18	30	54	97
단위인력(인/톤)	1.2	1.0	0.9	0.8

이미 공공 재활용선별장을 확보하고 있는 자치구들도 시설이 노후된 경우에는

새로운 기능의 시설로 개량을 추진해야 한다. 많은 시설들이 2000년 이후에 건설되었지만 일부는 이미 10년을 경과하여 각종 설비들이 작동하지 않고 있다. 일체형 건물을 확보하지 못한 시설들도 개량의 대상이 되어야 한다. 그러나 자치구 단독으로 개량을 추진하기에는 비용 확보가 부담스러울 수밖에 없다. 정부와 서울시가 재정정보조제도를 두고 있지만 다수 시설들의 개량사업이 특정시기에 편중된다면 정부나 서울시에게도 재정지원은 부담이다. 따라서 모든 시설들의 여건과 성능을 감안하여 단계적으로 추진되어야 한다.

다시 정리하면 자치구별로 공공 선별장의 확보는 필요하며, 여의치 않을 경우에는 인근 자치구와 공동활용을 추진하고, 신규확보 또는 기존시설의 정비시에 중앙정부와 서울시로부터 원활한 재정지원을 받을 수 있도록 서울시 전체적으로 시차를 두고 단계적으로 정비사업을 추진할 필요가 있다는 것이다.

제2절 시설 정비 추진 방안

1. 자치구별 시설용량

시설용량은 과소하면 자치구 재활용업무를 원활하게 추진할 수 없는 치명적인 문제를 야기하므로 적절한 규모의 시설 확보가 필요하다. 각 자치구는 1995년부터 시작된 쓰레기종량제 실시 이후 공공 재활용사업을 지속적으로 추진하고 있다. 시민들도 이제는 재활용가능품의 대부분을 분리해주고 있다. 따라서 현재 수거 또는 처리하고 있는 재활용품의 양이 향후 시설에 용량결정에 가장 확실한 토대가 된다. 단 주5일 근무 등 작업일수의 변화 등 예측가능한 변화는 현재의 처리량에 반영되어야 한다. 이러한 여건변화를 반영할 경우 동대문구 등 4개 자치구는 1일 20톤 이상, 송파구와 관악구는 각각 1일 50톤, 55톤 이상의 시설용량을 확보할 필요가 있다(<표 6-3>). 그렇지만 과대한 용량도 건설비 및 운영비 측면에서 바람직하지 못하다. 향후 추가로 분리된 재활용품의 양과 품목을 감안할 경우에도 과도한 용량이 산정되지 않도록 주의를 기울여야 한다. <표 6-3>의 타 자치구들의 시설용량도 자

신들의 시설용량 결정에 참고가 될 것이다.

한편 자치구간에 시설의 공동활용을 추진하는 자치구들이 있을 수 있다. 공동으로 활용하는 시설의 시설용량은 <표 6-3>의 해당자치구들의 시설용량을 합산하여 결정하면 된다.

<표 6-3> 자치구별 소요 시설 용량

시설용량	해당 자치구
20톤/일이상	동대문구, 성북구, 도봉구, 노원구
25톤/일이상	중구, 용산구, 광진구, 중랑구, 강북구, 금천구, 서초구
30톤/일이상	종로구, 은평구, 서대문구, 양천구, 강서구, 영등포구, 동작구
35톤/일이상	마포구, 구로구, 강남구, 강동구
50톤/일이상	송파구
55톤/일이상	관악구

2. 공공 재활용선별장이 갖추어야 할 기능

공공 재활용선별장은 취급할 품목과 양, 기계선별기의 활용 정도, 분리물의 처리 정도, 세차 등 환경설비의 도입, 견학 등 홍보기능의 보유 여부에 의해 선별장의 규모와 건축물의 구조 등이 많은 영향을 받게 된다.

과거 또는 현존하는 시설들은 주로 재활용품의 분리, 보관, 반출기능을 주요인자로 삼고 설계되었으며, 부지여건이 허락할 경우 대형폐기물의 파쇄 또는 보관, 폐형광등의 보관, 수거차량 보관소의 기능도 부가되는 상황이었다. 앞으로 건설될 재활용선별장도 이러한 기능에서 크게 벗어나지 않을 전망이다. 대부분의 자치구가 종합타운화, 예를 들어 음식물처리시설, 차고지 등도 함께 입주시키는 복합기능의 시설을 지향하지만 이 역시 부지여건이 성사여부를 결정하게 될 것이다.

재활용선별장의 기능에 한정해서 본다면 서울에 소재하는 재활용선별장이 갖추어야 할 필수기능은 재활용품의 선별, 스티로폼 처리, 철금속의 기계선별, 페트·캔

류·스티로폼 압축, 배출오염물질의 제거, 휴식, 주차, 견학기능 등이다. 특히 견학기능은 환경교육장으로서의 역할 이외에 작업자의 자긍심 고취 그리고 시설의 현대화 및 청결유지에 매우 중요한 역할을 담당할 수 있다. 서울의 시설들이 부지에 많은 제약을 받지만 이상의 기능은 필수적으로 갖출 필요가 있다. 대형폐기물의 파쇄 또는 보관, 폐형광등의 보관, 철금속류를 제외한 타품목의 추가적인 기계선별, 세차설비 등은 부지여건이 허락하고 기술적 안정성이 보장되는 범위에서 선택적으로 도입하도록 한다(<표 6-4>).

<표 6-4> 서울 재활용선별장의 필수기능과 선택기능

구분	내용	선택여부	
		필수	선택
처리기능	재활용품의 선별, 압축 등	●	
	스티로폼 감용 압축 등	●	
	대형폐기물 파쇄, 보관 등		●
	폐형광등의 보관 등		●
	선별 기계화(철선별기)	●	
	선별 기계화(비중선별기 등)		●
기계장비	페트, 캔류, 스티로폼 등 압축	●	
	스키드로더 등 이송장비	●	
환경보호	환기, 분진, 악취제거 등의 시설	●	
	세차 및 폐수처리		●
부대기능	행정, 휴식, 샤워 등 공간	●	
	주차	●	
	견학 등 홍보기능	●	

3. 시설 정비 우선순위

쓰레기종량제의 시행에 맞추어 건설된 재활용선별장은 현재의 시점에서 새로운 시설로 정비가 이루어지고 있고¹⁹⁾, 2000년대에 들어서 건설된 재활용선별장도 향후 10년 이내에 대부분 개량이 필요할 전망이다. 그렇지만 신설이든 개량이든 많은 재원이 필요하기 때문에 중앙정부와 서울시의 재정보조가 필요하며, 원활하게 정비사

19) 1995년에 건설된 강동구 재활용선별장은 최근에 다시 건설하였고, 가건물에서 선별업무를 수행하던 강북구 선별장은 현대화된 지하시설물로 설계하여 공사 중에 있다.

업이 추진되기 위해서는 우선순위를 정해 사업을 추진해야 소요비용의 확보가 가능하게 된다. 따라서 다음과 같이 우선순위를 설정해서 정비를 추진하는 것이 바람직하다.

첫째, 인근 자치구와 공동활용을 합의하고 시설의 증설이나 이전을 추진하는 시설이다(1순위). 서울의 어려운 부지여건을 감안할 때 자치구간의 공동활용은 서울시의 입장에서 정책적으로 권장할만한 사업모델이다. 서울시가 공동으로 활용하는 자원회수시설(소각 및 열회수 병합시설)의 주변지역에 주민지원을 확대하고 공동활용 음식물쓰레기 처리시설에 더 많은 재정을 지원하는 것도 동일한 정책적 배려를 담고 있다. 현재 건설중인 강북구의 재활용선별장²⁰⁾은 대표적인 예이다.

둘째, 토지이용규제로 현재 확보된 시설의 이전이 불가피한 시설을 우선적으로 정비한다(2순위). 청소시설을 확보하면서 부지확보가 어려운 자치구들은 하천부지를 활용하는 경우가 많았다. 이러한 시설들이 현재 이전압력을 받고 있다. 대표적인 시설이 강남시설이다.

셋째, 자체시설을 확보하지 못한 채 수거상태로 민간부분에 재활용품을 판매하는 지역 중 자체시설의 확보를 원하는 지역의 시설이다(3순위). 물론 시설부지는 자치구가 마련해야 한다. 대표적인 지역이 종로구와 영등포구 등이다.

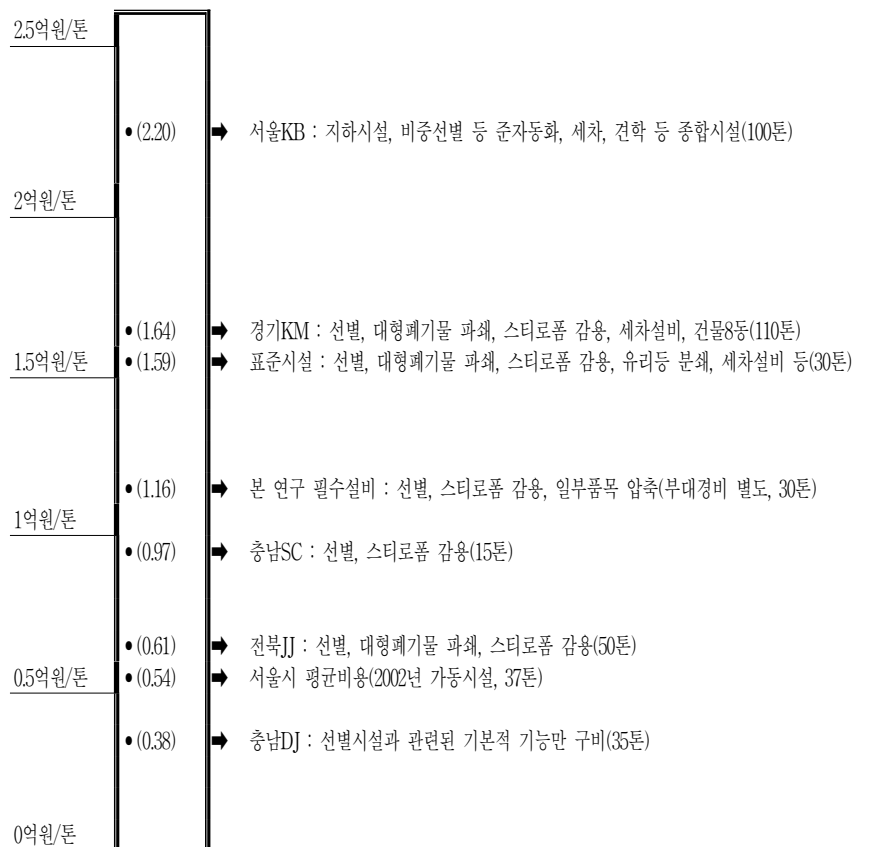
넷째, 시설공간이 현저하게 협소하고 간이시설에서 선별작업을 수행하는 자치구의 시설이다(4순위). 이러한 유형은 노원구의 시설에서 찾을 수 있으며, 일체형 건물을 확보하지 못하여 재활용품의 반입 및 야적공간이 강우, 강설에 노출되며 미관상으로 주변지역과 조화를 이루지 못하고 있다.

순차적인 정비계획을 수립함에 있어 바람직한 방법은 자치구들이 자신들의 시설 정비계획을 수립하는 것이다. 그러나 재정여건이 여의치 않아 사업자체를 추진할 가능성도 타진하지 못하는 경우가 있으므로 서울시에서 시설성능진단팀을 구성하여 각 시설에 대해 평가를 실시하고 이를 정비계획의 기본자료로 활용하는 방안도 강구할 필요가 있다.

20) 강북구, 도봉구, 노원구가 공동으로 활용하는 것으로 전제로 재원을 지원한 시설이다.

4. 소요비용 및 예산지원

재활용선별장의 기능과 그에 따른 소요면적, 지하시설일 때의 토목공사비용 등에 의해 재활용선별장의 건설비용은 다양한 사례가 있음에도 표준화시키기 어렵다. 표준화된 건설비용이 없는 상황에서 책정된 예산에 맞추어 공사를 추진하는 관행은 소요비용의 표준화를 더욱 어렵게 한다. <그림 6-1>은 전국의 재활용선별장 건설비용과 본 연구에서 추정한 건설비(<표 6-5>)를 종합하여 정리한 것으로, 시설용량 1톤당 3천8백만원에서 2억2천만원으로 격차가 매우 큼을 알 수 있다. 충남DJ시설과 같이 재활용품 선별기능만 갖춘 시설은 시설용량 1톤당 3천8백만원에서 건설한 사례가 있고, 2002년까지 운영되던 서울시의 시설들도 평균 건설비용은 1톤당 5천4백만원 수준이었다. 그러나 근래에 건설된 경기KM시설은 1톤당 1억6천4백만원이 소요되었다. 이 시설은 8개동의 건물에 대형폐기물 파쇄, 세차 기능까지 갖춘 종합타운의 형태로 건설되었다. 가장 많은 비용이 소요되는 시설은 서울의 KB시설로 2억2천만원이다. 재활용품 선별기능만 수행하지만 체력단련장, 환경교육장, 세차설비 등 다양한 부대설비를 갖추고 있고 모든 시설을 지하에 건설하는 구조이다.



<그림 6-1> 재활용선별장 건설비용 분포

<표 6-5>는 최근에 건설된 재활용선별장의 건설비 내역과 한국환경자원공사(2004.8)의 건설비 추정치를 이용하여 시설용량 30톤에 대하여 공종별로 건설비용을 표준화시킨 예이다. 지하시설로 건설할 경우의 토목공사비용은 고려하지 않았다. 여기에서 분석된 1톤당 건설비는 1억1천6백만원이 소요되는 것으로 나타났다. 부가가치세, 예비비 등 25%를 추가로 감안하면 1톤당 건설비는 1억5천만원 수준이다. 현재 소각시설의 건설비는 1톤당 3억원을 초과하고 있다. 재활용선별장도 과거와 다르게 일체형 건물, 조경시설, 휴게시설에, 앞으로는 견학시설의 확보도 필요할 전망이다. 단위비용과 현재 사례들을 감안할 때 지상시설의 경우에도 시설용량 1톤당 1

억5천만원 정도를 투입할 때 현대적 기능의 재활용선별장을 확보할 수 있을 것으로 보인다.

<표 6-5> 재활용선별장의 건설비 표준화(30톤시설의 예)

구분	비용 (백만원)	내역
건축비[1]	1,476	- 건축면적 : 선별동 2,060㎡, 관리휴게동 400㎡ - 단위비용 : 0.6백만원(사례조사결과)
기계장비[2]	1,143	- 기계장비 : 선별대, 철선별기, 캔·페트·필름류압축, 스티로폼감용 - 단위비용 : 35백만원/톤 - 이송장비 : 지게차, 로우더, 수송차량 각 1대, 이송박스 2대 - 전체비용 : 93백만원
전기공사[3]	300	- 단위비용 : 10백만원/톤(전북 JJ시설)
토목공사[4]	500	- 출처 : 한국환경자원공사(2004.8)
조경공사[5]	60	- 출처 : 한국환경자원공사(2004.8)
계	3,479	- 1톤당 비용 116백만원(세금 등 부대경비 별도)

주 : 지하시설일 때의 토목공사비용은 별도

한편 현재의 재정지원기준에 따르면 재활용선별장을 건설하고자 하는 자치구는 중앙정부로부터 건설비의 30%, 서울시로부터 35%를 지원받을 수 있다. 서울시는 자원회수시설의 경우 공동 활용을 전제로 서울시에서 건설비의 전액을 부담해왔다. 이러한 원칙은 공동 활용을 추진하는 재활용선별장의 건설에도 어느 정도 적용될 필요가 있다. 그렇다고 지방자치가 확대 정착되는 상황에서 해당 자치구가 전혀 부담을 하지 않을 수는 없다. 수혜자치구도 일부를 부담해야 하며, 그 부분은 서울시의 지원부분에 포함시키는 것이 바람직하다. <표 6-6>은 단독이용과 공동활용의 체계에서 재활용선별장의 채원분담방안을 예시하였다. 시설정비에 많은 비용이 소요됨으로 단계적으로 정비를 추진한다고 보면 서울시 폐기물처리기본계획, 서울시 환경보전계획 등에 재활용선별장의 단계적 정비계획과 소요예산을 미리 반영함으로써 추후 사업집행의 실효성을 높일 수 있을 것이다.

<표 6-6> 공동활용 재활용선별장의 자원분담방안(예)

활용유형	국비(%)	시비(%)	구비(%)
1개구 단독활용	30	35	35
2개구 공동활용	30	45	25
3개구 이상 공동활용	30	60	10

제3절 부대여건 정비 방안

1. 수거체계 정비

현재 공공 재활용선별장에서 가장 부담이 되는 부분은 잔재물의 처리에 소요되는 비용이다. 자치구마다 차이는 있지만 잔재물의 처리비용이 재활용품의 판매비용과 맞먹거나 오히려 초과하는 경우도 있다. 이 부분은 배출자의 협력이 없는 한 개선이 불가능하다. 단독주택 주민들을 대상으로 정확한 분리배출을 유도하는 홍보와 교육이 지속적으로 이루어져야 한다.

본 연구에서는 공공 재활용선별장에 반입되는 재활용품이 혼합상태로 수거된다는 전제 하에서 설계와 운영방안을 제시하고 있다. 혼합배출상태의 재활용품을 수거과정에서 일정 그룹으로 분리하여 적재하는 것은 쉽지 않다. 그룹별로 재활용품의 분리배출을 요구하는 것도 주민들을 불편하게 하고 골목길의 청결성을 저하시킨다. 어느 경우든 수거비용의 지출 확대를 필요로 한다. 그렇지만 수거하는 과정에서 주민들이 배출용기로 사용하는 플라스틱봉투 등은 제거할 수 있다. 수거용봉투가 제거되면 재활용선별장에서 해체하는 부담이 줄어들고 혹시 있을지도 모를 위험물질의 사전제거에 유리하다.

소위 필름류라고 하는 제품포장용 비닐봉투에 대한 광역적인 조정도 필요하다. 자치구 재활용선별장의 한 구석에는 어김없이 필름류 봉투들이 포장된 채 쌓여있는데, 이는 판로를 개척하지 못했거나 처리비를 지원받지 못하고 있기 때문이다. 관련

협회는 의무량보다 많은 양이 수거되어 처리할 비용을 확보할 수 없어 발생하는 현상이라고 한다. 이것이 사실이라면 모든 자치구들이 동일하게 필름류를 수거해서는 안된다. 서울에서 수거하는 자치구를 별도로 지정하고 연차적인 회수 목표량에 맞추어 수거지역을 확대하는 것이 합리적이다. 이러한 조정을 위해 정부, 관련단체, 서울시의 협력이 필요하다.

2. 후속처리방법의 정비

주민들이 재활용품으로 분리한 것에는 전화기, 우산, 액자, 진공청소기, 이동통신용 단말기, 비디오테이프 등 다양한 품목이 혼재되어 있다. 일부는 대형폐기물로 수거되지만 많은 양이 재활용품으로 혼입된다. 재질별로 세분하면 재활용이 가능하나 그러한 작업을 수행하기에는 전문성이 부족하고 소요비용도 막대하다. 현재 가전제품은 생산자들이 마련한 전국 36개소의 지역망을 통해 원활하게 처리되고 있다. 중소형 가정용품도 가전제품의 전국 처리망을 활용하거나 별도의 전국적인 처리망을 갖추는 것이 필요하다. 이러한 부분의 정비를 위해 중앙정부가 나서 주어야 한다.

3. 설치·운영지침서의 작성 및 보급

본 연구에서는 수도 서울에 적합한 공공 재활용선별장의 역할과 운영방안에 대해 정리했다. 각 자치구들은 본 연구의 결과보고서를 활용하여 자신들의 시설정비에 활용할 수 있겠으나 가능하면 지침서 형태로 작성하여 보급하는 것이 내용의 명료한 파악에 유리하다. 이 역할은 서울시에서 담당해 주어야 한다.

그렇다고 본 연구의 결과가 서울의 시설에만 한정되는 것은 아니다. 정비방안을 제외하고는 전국 어느 곳의 시설정비에도 참조할 수 있다. 정부는 최근에 공공재활용기반시설설치운영지침(환경부훈령제598호, 제정 2004.12.30)을 제정해서 배포한 바 있다. 공공 재활용선별장에 대한 공식적, 비공식적 가이드라인이 전혀 없었기 때문에 지방정부들의 시설정비에 많은 도움이 되고 있다. 그렇지만 그 지침은 재정지원

기준을 마련하는데 초점을 맞추고 있어서 지방자치단체들이 원하는 구체적인 시설의 설치와 운영에 대한 가이드라인으로서는 미흡한 부분이 많다. 이미 작성된 지침에 본 연구에서 제시하는 설치 및 운영 방안, 비용정보 등을 추가한다면 더 구체적인 지침으로 변모할 것이다. 지침의 수정은 당연히 중앙정부의 몫이다.

제Ⅶ장 결론 및 정책건의

공공 재활용선별장은 재활용촉진법에서 규정하는 지방자치단체의 필수시설이다. 생산자책임재활용제도의 도입 이후 시장가치가 낮은 품목들이 재활용품으로 지정되면서 그 중요성 더 부각되고 있다. 그러나 자체시설을 확보하지 못한 자치구가 있고, 시설의 성능과 외관도 제각각이다. 이에 본 연구는 첫째, 재활용품의 수거여건과 시장에서 요구하는 재활용품의 품질 그리고 서울의 부지여건과 공공 재활용선별장의 기술성을 반영하여 공공 선별장의 적절한 역할을 정립하고, 둘째, 공공 재활용선별장이 요구하는 건축물의 형태와 기능, 선별에 필요한 인력 및 선별라인의 구조, 선별품의 보관과 가공설비 등과 같은 설치 및 운영 기술을 마련하고, 셋째, 향후 서울시 자치구들이 재활용선별장을 신축하거나 개축하고자 하는 경우 필요한 시설용량, 정비 우선순위, 비용과 조달방법 등과 같은 사업추진방안을 제시하고자 수행하였다. 연구수행을 위해 자치구 시설들에 대한 표본 조사, 비용 및 에너지 소비량 분석, 해외 기준 조사 등의 방법을 활용하였다.

주요연구결과와 이를 통한 정책건의사항은 다음과 같다.

1. 주요 연구 결과

1) 재활용품 수거실태

- 서울시 25개 자치구 중 종이, 기타의 2그룹으로 분리배출을 요구하는 자치구는 2개 구, 5그룹 이상은 4개 구이고, 16개 구는 혼합배출을 요구함.
- 그러나 수거할 때 2그룹 또는 3그룹으로 분리해서 적재하는 구는 각각 1개 구, 4그룹 이상 2개 구이고, 20개 구는 혼합해서 적재하는 등 배출과 수거가 일치하지 않는 경우가 많음.

- 수거는 대부분 문전에서 이루어지고 주3회 수거하는 경우가 가장 많으며, 3개 자치구는 민간업체에게 위탁하여 재활용품을 수거함.

2) 공공 재활용선별장 확보 실태

- 관할구역내에 공공 재활용선별장을 확보한 곳은 16개 자치구이고, 이중 6개소는 직접 운영, 10개소에는 민간에게 운영을 위탁함. 9개 자치구는 재활용품을 수거상태로 민간부분에 판매함.
- 시설들의 평균 면적은 1,100평, 시설용량 1톤당 면적은 45평 정도로 1톤당 100평이 넘는 전국 시설들의 부지규모와 큰 차이를 보임.
- 운영위탁시 계약기간은 1~3년이 일반적이며, 위탁운영의 경우 2년, 민간업체선별의 경우 1년의 계약기간으로 계약한 자치구가 많음.
- 2003년 서울에서 수거한 140만톤의 재활용품 중 90.3%는 민간부분이 수거하고 자치구에서는 9.7%만 수거함. 자치구의 주요 처리품목은 유리병(39.2%)과 플라스틱류(34.3%)임.
- 2003년 각 자치구의 재활용품 매각 수입은 자치구당 1억9,218만원, 1톤당 32,800원 수준임.

3) EPR시행이 자치구 재활용체계에 미치는 영향

- 기존 기피품목이 재활용품으로 추가되면서 자치구들의 수거량이 증가했고, 그 중심에 플라스틱이 있음. 그렇지만 수거인력이나 선별인력의 별도 충원은 없는 것으로 나타남.
- 일부 자치구들이 필름류 포장재, 스티로폼 등에 대응하기 위해 압축기, 감용기를 새롭게 구입하고, 어떤 곳에서는 선별라인을 보강하거나 풍력선별기를 설치하는 등 선별장의 기능을 개선했음.

- 추가품목들의 시장가치가 낮아 재활용품의 판매단가는 EPR 시행이후 감소했으며, 필름류 포장재는 판매처를 확보하지 못해 보관용지 및 처리비용의 문제를 야기시킴.

4) 공공 재활용선별장의 구조 및 운영 실태

- 선별장 내부는 반입장, 선별플랫폼, 폐기품 저장소, 선별품 저장소, 압축시설 운전공간 등으로 분할됨.
- 부지 전체가 철골구조 건축물로 덮힌 곳이 있는가 하면 선별플랫폼 부분만 경량 건물을 설치하는 곳도 있음.
- 모든 시설들은 지상에서 3m이상 높이의 철골 선별플랫폼을 설치하여 상부 선별컨베이어에서 인력 및 자력으로 재활용품을 선별하며, 재활용품을 공급하기 위해 지상 호퍼와 경사컨베이어를 활용함.
- 경사컨베이어는 12~80°의 다양한 경사를 보이며, 경사가 급할수록 벨트의 길이가 짧아지는 경향이 있고 벨트의 폭은 1~1.2m 정도임.
- 경사컨베이어에 재활용품을 투입하기 위해 대부분 지상돌출형 호퍼를 갖추고 있으며, 재활용품은 개량형 지게차 등의 장비를 이용하여 호퍼에 투입됨.
- 선별대의 높이는 플랫폼 상부로부터 0.7~0.9m이고, 벨트폭은 0.7~1m 범위임. 선별대의 양쪽에 인력을 배치하며, 미국의 벨트폭(1.2m)보다 조금 협소함.
- 선별벨트의 길이는 최대 74m이고, 20m에 불과한 곳도 있음. 벨트 운전속도는 최저 6m/분이고, 15m/분 이상도 있음. 미국에서는 9~10m/분을 권장하고 있음.
- 선별인력은 17인에서 41인으로 다양하며, 분리품목도 10종 이상에서 16종 이상으로 상이함. 3개소의 선별장은 금속제품과 철캔을 분리하기 위해 자력선별기를 선별벨트 일부분에 직각으로 배치함.

- 분리하는 품목의 순서가 일치하는 시설은 없으나 전반적인 배치에서 공통점은 비닐류와 필름류는 선별컨베이어의 전단에서, 유리병류는 후단에서 분리하는 특성이 있음.
- 트롬멜 스크린이나 풍력선별기를 설치하여 필름류나 잔재물의 불연성을 분리하는 곳도 있음.
- 선별플랫폼 하부공간활용은 선별대의 길이와 밀접한 관련이 있음. 하부공간을 5품목의 선별품 보관에 활용하는 곳은 선별대가 20m에 불과한 반면 9개 품목을 보관하는 곳은 74m에 이르기도 함.
- 선별장에서 사용되는 장비는 압축기, 이송장비, 계량대 등으로 구분되며 플라스틱 및 비닐류 압축기, 스티로폼 감용기는 대부분의 시설이 갖추고 있음.
- 캔압축기를 설치한 곳은 1개소에 불과하고 그나마 활용을 하지 않고 있음. 시장에서 원하지 않거나 양이 적기 때문임.
- 이송장비로 반입장에서 재활용품의 이송을 담당하는 페이로더를 기본적으로 갖추고 있으나 대부분 지게차를 개조한 형태임. 호이스트를 갖추고 재활용품을 선별대에서 지상으로 이송하는 곳도 있음.
- 강제 환기시스템을 갖춘 시설은 2개소에 불과하고, 지붕의 몇 개소에 팬을 가동하거나 유리창을 개폐하는 방식으로 환기하는 수준임.
- 선별장내에 수도시설이 없어 바닥청소에 어려움을 겪는 시설이 있고, 안전모를 착용하는 시설은 1 개소, 방진마스크를 착용하는 시설은 1 개소도 없는 등 대체로 청소 및 안전대책이 미흡함.

5) 플라스틱 전문선별업체 선별장의 구조 및 운영실태

- 플라스틱 선별 전문업체는 공공 선별장에서 1차 선별된 플라스틱류를 2차 선별하여 파쇄업체에 납품하는 기능을 함.
- 선별종류는 PE(비닐봉투 포함), PP(고추장통, 반찬통, 바구니, 크레파스통, 필통 등), PS(요구르트병), ABS, 하이백(요플레), PETE, PVC(계란 난좌), 필름류(봉투용 복합재질) 등 임.
- PETE와 혼합플라스틱의 선별라인을 별도로 갖추고 있으며, 선별라인이 있는 곳만 철제기둥 및 지붕형 건물로 되어 있는 전체적으로 열악한 구조임.
- 주요장비로는 선별대 및 이송용 컨베이어, 플라스틱 압축 포장기, 페이로더, 수송장비 등이 있음.

6) 유리병 전문선별업체 선별장의 구조 및 운영실태

- 중간수집상, 병전문수거상으로부터 혼합병과 색상별 분리병을 납품받아 선별·분쇄해서 제병공장에 납품하는 역할을 함.
- 공정은 혼합잡병 선별공정, 녹색병 및 갈색병 분쇄공정, 무색병 분쇄세척공정으로 구성됨.
- 색상별 순도가 판매가격에 많은 영향을 미치며, 공공 선별장에서의 분리를 불신함.

7) 재활용품의 공장요구조건과 공공 선별장의 능력

품목	공장요구조건	공공 선별장 능력
종이류	- 골판지, 갠지, 모조지, 혼합지 등으로 분리하여 일정크기로 압축	- 재질별 식별능력 부족 - 양이 적어 압축기 설치 곤란
플라스틱류	- PETE, PE, PP, PS 등으로 분리해서 분쇄물로 납품 - 스티로폼, 필름류는 별도 분리	- PETE, 스티로폼, 필름류 등은 식별 용이하나 나머지는 식별능력 부족 - 분쇄 및 세척시설 확보 곤란
고철·캔류	- 철캔, 알루미늄캔, 고철로 분리후 차량단위 반입 - 철캔, 알루미늄캔은 압축 반입	- 자력선별기를 설치하면 3종류로 분리 가능 - 양이 적으면 전문업체 경유 필요
유리병	- 공병은 세척, 멸균 후 반입 - 기타병은 3색분리 후 분쇄물 반입 - 세라믹 등 혼입 엄금	- 공병은 분리하나 세척·멸균 불가 - 기타병의 색별 분리 가능 - 세라믹 분리, 분쇄 곤란

2. 정책건의

1) 공공 재활용선별장의 사회적 기능에 대한 명확한 인식 필요

- 쓰레기종량제의 원활한 이행을 위한 물류기지 역할 담당 : 일반쓰레기의 적환장이 필요하듯 재활용품도 집하선별장이 필요함.
- 민간이 기피하는 영역에 대한 공익적 기능 수행 : 민간이 수거해서 판매하는 경우 재활용품 1톤당 13만원의 손실이 발생하기 때문에 공공부분에서 수거·처리가 필요함.
- 시민과 재활용시장 사이의 완충역할 : 시민들이 완벽하게 분리하지 못한 불순물을 제거하고, 후속 전문시장에서 요구하는 형태로 품목별 선별 기능을 수행함

2) 시장요구조건과 공공 선별장의 능력을 감안한 선별품목 설정

- 종이류 : 재질별 식별능력이 부족함으로 혼합지로 단순 분리
- 플라스틱류 : 식별이 용이한 PETE, 스티로폼, 필름류는 별도 분리하고, 식별이 어려운 품목은 PE·PP, PS·기타로 총 5종류 분리

- 고철류 : 고철, 철캔, 알루미늄캔으로 분리하고 자력선별기의 설치 및 활용 필요
- 유리병 : 공병, 갈색병, 무색병, 녹색병 등 4종류로 분리
- 이상과 같이 분리할 경우 총 13종으로 분리되며, 추가분리여부는 여건에 따라 판단함.

3) 후속처리 및 에너지절약을 감안한 부피조절 실시

- 압축 등 부피조절은 PETE, 스티로폼, 필름류, 철캔, 알루미늄캔에 대해서만 실시하고, 나머지 품목은 후속처리를 배려하여 그대로 반출함.
- 압축을 하면 품목에 따라 25~84%의 에너지, 37~86%의 수송비용이 절감됨.

품목	부피조절 여부	사유	에너지 절감	수송비 절감
종이류	불필요	압축하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-
PETE	필요	수송비·에너지 절감, 추가선별 용이	76%	80%
스티로폼	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송 가능	33%	86%
필름류	필요	추가선별 불필요, 장기 적체 가능성	84%	85%
기타 플라스틱	불필요	압축하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-
철캔	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송 가능	25%	37%
알루미늄캔	필요	수송비·에너지 절감, 공장 직송 가능	-	-
유리병	불필요	분쇄하면 전문업체 추가 선별 방해	-	-

4) 필수 설계 요소

- 반입물의 조성 : 자치구별 축적자료를 활용하는 것이 가장 정확하고, 축적자료가 없거나 미흡할 때는 종이류 11.0%, 플라스틱류 32.1%(PETE 13.7, PE·PP 13.7, PS·기타 4.3, 필름류 0.4%), 고철류 2.2%, 캔류 9.3%(철캔 8.2, 알루미늄캔 1.1%), 유리병류 37.3%(갈색 17.9, 무색 13.4, 녹색 6.0%), 기타 8.1%를 대표조성으로 활용 가능함.

- 겉보기 밀도 : 반입상태에서 종이류 64, PETE 27, 필름류 20, 철캔 83, 혼합 유리병 343kg/m³ 등이며, 압축하면 큰폭으로 증가함. 이 밀도는 저장 및 야적 공간, 선별컨베이어에의 투입두께, 수송차량의 수 등의 산정에 활용함.
- 1인당 선별속도 : 1일 18kg(필름류)에서 2,825kg(갈색병)으로 큰 편차가 있음. 외국의 경우보다 상대적으로 낮는데 양과 취급품목의 차이 때문임. 1인당 선별속도는 선별인력의 산정에 활용함.

5) 시설 설치 기준

- 사전검토사항 : 반입대상물 및 압축 대상물, 부지 여건, 운영주체, 자동화 정도 등이며 시설규모, 공간배치 등에 영향을 미침. 재활용품만 취급할 때 필수공간은 선별동과 사무·휴게동임.
- 반입물의 상태 : 혼합배출된 상태로 반입될 수밖에 없으며 이 방식은 재활용선별장의 규모, 골목길의 청결성, 주민불편 및 수거비용 측면에서 오히려 유리함.
- 시설규모 : 연간평균 배출량, 추가예상량, 주 작업일수, 월변동 등을 고려하여 산정하며, 5단위로 절상함.
- 건축물 : RC조 또는 철골조로 건설하고, 진출입구의 높이는 최소 5m, 선별대와 여타공간 사이를 최소 15m 확보하여 장비의 진출입 및 이동을 원활하게 함.
- 압축품 저장공간 : 품목별로 5톤 차량 2대분(필름류는 10대분)의 저장공간을 확보하며, 50평 이상이 필요함.
- 투입호퍼 : 반지하형이 유리하고, 불가능할 때는 지상형으로 설치하되 페이로더 등 투입장비의 확보가 요구됨.
- 선별대 공급컨베이어 : 15°미만의 경사는 고무벨트에 요철을 주고, 15°이상

의 경사는 철재 유도판을 설치하여 철칸과 유리병의 미끄럼 현상을 방지함.

- 선별컨베이어 : 한국인의 체형을 감안하여 1m의 벨트폭(양쪽선별)이 적정하며, 컨베이어의 길이는 선별인력과 기계선별장치, 장래 추가량, 여유율 등을 감안하여 결정함.
- 품목별 선별 순서 : 이송장애 품목(봉투해체 등), 밀도 낮은 품목(종이 등), 가볍고 원통형(캔류), 무거운 품목(유리병 등)의 순서로 분리하며, 기계선별을 조합할 때도 순서는 동일함. 자력선별(철재 분리), 비중선별(유리병과 플라스틱 분리, 잔재물의 불연성 및 가연성 분리)을 도입할 경우에도 후속 수(手) 선별이 필요하기 때문에 보조컨베이어의 확보가 요구됨.
- 선별플랫폼 : 상부를 선별, 하부를 분리품의 저장 또는 압축공간으로 활용하고 품목당 4m 길이의 저장공간을 확보함. 폭은 최소 7m, 견학통로를 설치할 경우 최소 10m가 요구되며, 선별플랫폼의 길이는 하부 저장공간의 총길이와 선별컨베이어의 길이 중 큰 쪽을 기준을 결정함.
- 이송장비 : 페이로더(또는 개량형 지게차)와 수송차량은 기본장비이고, 톤백, 상용상자도 소량선별품의 일시저장과 내부이송을 위해 필요함. 호이스트를 설치하면 선별플랫폼 상단에서 지상으로의 물품이동에 편리함.
- 안전 및 환경대책 : 악취 발생 공간의 격리, 국소 및 전체 환기, 탈취 및 제진 설비 등이 필요하며, 충분한 조도 확보, 전기배선의 벽면 배치, 동력차단기의 분산 배치 등은 작업자의 안전확보에 중요함.
- 지하시설일 때 고려사항 : 대형폐기물 등의 분쇄 및 스티로폼 잉고트 생산 등 냄새와 분진을 유발하는 공정을 배제함.

6) 시설 운영기준

- 인력관리 : 시설관리자, 반장, 기계관리자, 장비운영자, 선별작업자, 검수, 행

정보조 등으로 역할을 명확하게 구분하고, 작업효율을 높이기 위해 적정한 휴식과 9m/분 정도의 벨트 속도를 유지하고, 사고예방과 복구를 위해 비상 훈련의 실시와 복구반 편성이 필요함.

- 시설 및 장비관리 : 시설 및 장비 유지관리지침서 작성 활용하고 숙련된 수리인력을 확보함.
- 위탁운영자 관리 : 공개공모를 통해 선발하고 운영실적에 연동하는 정산체계를 도입해서 적극성을 유도하고 3년 정도의 안정된 계약기간을 보장함.

7) 서울시 공공 재활용선별장 정비방안

- 자치구의 자체 시설 확보 추진 : 수거상태로 재활용품을 판매하면 수송비용 때문에 자체시설을 확보하는 경우(운영은 민간위탁)와 비용면에서 큰 차이가 없고, 에너지소비도 1/5 수준으로 절감됨. 특히 자체확보가 곤란한 자치구는 공동이용 추진(선별인력의 절감 효과 발생)
- 자치구별 시설용량 : 동대문구 등 4개 자치구는 1일 20톤 이상, 송파구와 관악구는 각각 1일 50톤, 55톤 이상의 시설용량이 필요하고, 공동이용의 경우에는 구별용량을 합하여 시설용량을 산정함.
- 시설정비 우선순위 : ①인근 자치구와 공동활용을 합의하고 시설의 증설이나 이전을 추진하는 시설(강북구 등), ②토지이용규제로 현재 확보된 시설의 이전이 필요한 시설을 우선적으로 정비(강남구 등), ③자체시설을 확보하지 못한 채 수거상태로 민간부분에 재활용품을 판매하는 지역 중 자체시설의 확보를 원하는 지역의 시설(종로구, 영등포구 등), ④시설공간이 현저하게 협소하고 간이시설에서 선별작업을 수행하는 자치구의 시설(노원구 등)
- 소요비용 및 예산지원 : 지상시설의 경우 시설용량 1톤당 1억5천만원정도가 소요될 전망이고, 공동활용을 촉진하기 위해 다음과 같이 시비(수혜자치구

일부 부담)를 차등지원하며, 법정 계획에 정비계획 및 소요재원을 포함시켜
실효성 확보함.

활용유형	국비(%)	시비(%)	구비(%)
1개구 단독활용	30	35	35
2개구 공동활용	30	45	25
3개구 이상 공동활용	30	60	10

- 부대여건 정비 : 주민의 분리배출 철저, 수거과정에서 배출용 봉투 제거, 필
름류의 수거지역 지정, 중소형 가정용품(전화기, 비디오테이프 등)의 전국적
처리망 확보, 시설설치 및 운영지침서 제작 보급과 기존 지침의 보완 등이
요구됨.

8) 공공 재활용선별장 정비를 위한 역할분담 방안

구분	역할
자치구	- 공공 재활용선별장의 정비계획 수립 - 정확한 공사비용의 산정과 국가 및 서울시에 대한 재정 지원 요구 - 재활용선별장의 운영과 조화되는 수거체계 정비 - 배출자에 대한 분리배출 지도 등 잔재물 발생 최소화 - 관련 지침 또는 가이드라인의 활용
서울시	- 시설 설치·운영 가이드라인 제작 보급(법규 사항 추가) - 공동 이용 선별장에 대한 지원확대 추진 및 관련 조례에 반영 - 자치구 선별장 정비 독려 및 성능진단팀 운영 - 정비계획을 법정계획에 반영하여 단계적 추진의 실효성 확보 - 필름류 수거지역 지정에 관해 중앙정부와 협의
정부	- 재활용선별장에 대한 재정지원 - 회수목표량에 대응하는 필름류의 수거지역 지정 - 중소형 가정용품(전화기 등)의 전국적 처리망 구축 - 공공재활용기반시설설치·운영지침을 실효성 있게 보완
시민	- 잔재물 발생의 최소화를 위한 협력 - 중소형 가정용품의 대형폐기물로의 배출 협조
민간전문업체	- 전문성을 배양하여 선별회수율 극대화 - 필름류의 경제적인 활용기술 개발 - 정확한 경영수지에 입각한 공공부분과의 계약체결 및 이행 - 공공 선별장의 정비에 기술적 노하우 적극 제공

9) 향후 연구 과제

- 선별장의 각 프로세스별 물질수지 및 에너지수지를 파악하여 효율적인 공정의 조합을 위한 연구를 수행함. 본 연구에서는 기초자료의 부족으로 재활용 선별장의 확보 형태, 압축공정의 채택 여부 등에 대한 상대비교에만 에너지 수요를 평가하였음.
- 환경친화적인 재활용체계가 구축되기 위해서는 분리배출, 수거, 선별, 제품 생산, 잔재물 처리 등 전과정에서의 비용, 에너지, 자원 등의 소비량 파악과 종합적인 평가가 요구됨.
- 필름류, 중소형 가정용품(선풍기, 카세트, 전화기 등)의 분리 및 재활용기술을 개발하여 공공 선별장에 반입된 품목의 회수율을 극대화하는 연구도 필요함.

1. 문헌 및 보고서

서울특별시 성북구, 성북구 환경미화원 인력진단 연구, 2003.11

서울특별시 환경관리실, 공무국의출장보고서 : Zero Waste 지향을 위한 쓰레기 감량 및 폐기물 재활용 실태조사, 2002.7

서울특별시, 서울시 생활폐기물 청소원가 분석연구, 2001.1

쓰레기문제해결을위한시민운동협의회, 전국 9개 지역 15개 지자체 18개 선별장 재활용자원 판매실태(보도자료), 2004.11.15

유기영, 단독주택 및 상가의 재활용품분리율 제고방안 연구, 서울시정개발연구원, 2003

유기영, 서울시 생활폐기물 발생 및 처리경로 분석연구, 서울시정개발연구원, 1998

이동훈·남궁완 역, 폐기물처리공학, 동화기술, 1998

한국환경자원공사, 공공재활용 기반시설의 최적 설치·운영 방안 연구보고서, 서울시립대학교 도시과학대학원, 2004.8

환경부, 2005년도 제품포장재별 재활용의무율, 환경부고시 제2004-196호, 2004. 12. 24

환경부, 공공재활용기반시설 설치운영 지침, 환경부훈령 제598호, 제정 2004.12.30

환경부, 국가환경종합계획(안), 2005.7

환경부, 재활용가능 자원의 분리수거 등에 관한 지침, 환경부훈령 제2002-545호, 제정 2002.12.24

佐佐木努・藤原健史・松岡讓(2003.10), 環境負荷と費用からみた廃棄物処理廣域化の規模
に関する研究, 環境システム研究, Vol.31, pp.277~285.

CalRecovery and PEER Consultant, Material Recovery Facility Design Manual,
C.K.SMOLEY, 1993

GOERGE TCHOBANOGLOUS・HILARY THEISEN・SAMUEL A. VIGIL, INTEGRATED
SOLID WASTE MANAGEMENT : ENGINEERING PRINCIPLES AND
MANAGEMENT ISSUES, MCGRAW HILL, 1993

2. 참고시설

서울시 강남구

서울시 양천구

서울시 강북구

서울시 성동구

서울시 관악구

서울시 노원구

경기도 광명시

전라북도 전주시

충청남도 당진군

충청남도 서천군

주식회사 성일 : 유리병 전문선별업체

강동자원 : 플라스틱 전문선별업체

부 록

1. 재활용품의 반출실태 및 처리과정
2. 최종시장에서의 요구조건
3. 공공 재활용선별장의 기술능력과 역할

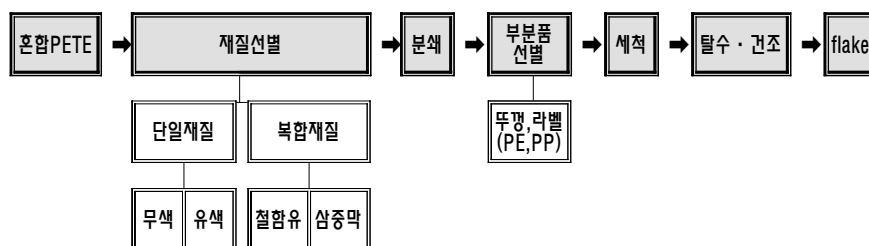
1. 재활용품의 반출실태 및 처리과정

1) 플라스틱류

차치구선별장으로부터 선별·압축된 PETE는 중간처리업체에서 다시 재질별로 선별된다(<그림 1>). 탄산음료병으로 사용되는 단일재질의 PETE도 순도의 차이 때문에 무색과 유색(녹색 및 기타)으로 선별하며, 대용량 맥주병과 같이 산소투과를 막기 위해 철을 섞은 PETE 용기는 당연히 별도로 선별한다. 재선별이 필요하다면 PETE의 경우 압축물을 다시 해체해야하는 번거로움이 있다. 따라서 식별이 가능한 재질은 공공 선별장에서도 쉽게 수행할 수 있다.

계란받침용기는 과거에 PVC가 함유되었다는 이유로 재활용이 되지 않았으나 최근에는 PETE재질로 대체되었기 때문에 선별, 파쇄, 세척, 용융 과정을 거쳐 pellet으로 재생되고 있으며, 섬유나 공예품의 재생원료로도 사용된다. 실제로 각 선별장에서는 계란받침용기를 선별·압축하여 중간처리업체에 납품한다.

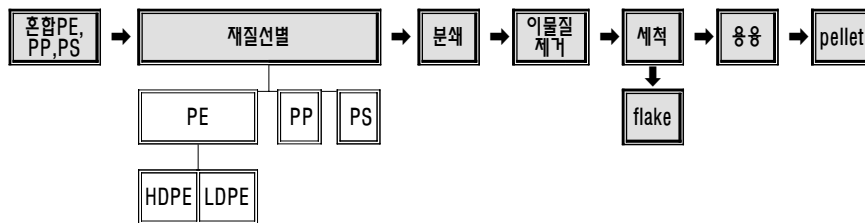
중간처리업체를 거치면서 PETE 재질의 제품은 flake형태로 만들어지고, 이중 90%는 인조단섬유의 제조에 사용되어 솜으로 재생된다. 자동차 시트, 깔판 등의 재생에도 사용된다.



<그림 1> 재활용선별장 이후 PETE의 중간처리과정

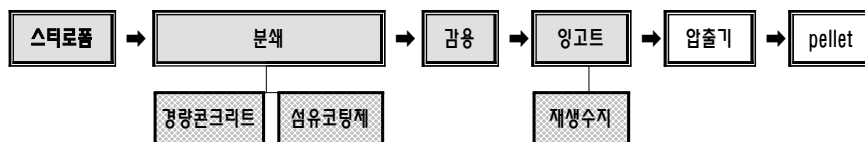
PETE를 제외한 나머지 플라스틱류는 선별인력의 훈련과 경험이 없는 한 쉽게 구분하기 어렵다. PS재질인 요쿠르트병이나 발효유병은 쉽게 식별할 수 있기 때문에 선별장에서 선별하기도 한다. HDPE재질인 샴푸용기 및 일부 세제용기도 단일재

질에다 고가여서 간단한 교육으로 선별하는 경우가 많다. 이 용기들은 중간처리업체에서 다시 분리되어 pellet으로 만들어진 후 다른 원료와 섞어서 건축자재나 파이프를 제조하는데 쓰이고 있다(<그림 2>).



<그림 2> 재활용선별장 이후 혼합 PE ,PP ,PS의 중간처리과정

스티로폼은 대형전자제품이나 냉장·냉동식품 포장용기로 사용되기 때문에 대부분 다량배출처를 통해 배출된다. 농수산물도매시장(가락동, 노량진 등), 전자대리점(물류센터), 백화점 등이 대표적인 다량배출처에 해당되며, 모아진 페스티로폼은 스티로폼 감용기를 이용하여 자체 압축되거나 불순물을 제거한 후 묶어 스티로폼 재생업체에 위탁하여 처리한다. 대형전자제품의 스티로폼 완충재는 판매자 등이 직접 회수하지만 기타 중소형 전자제품이나 과일, 수산물 포장용기는 가정으로부터 배출되어 자치구 선별장에서 감용처리하여 부피가 50분의 1로 축소된다. 생산된 잉고트는 재생업체에게 판매된다. 수산양식용 폐부자, 음식물 등 이물질이 많이 묻어 있거나 타물질로 코팅된 페스티로폼은 재생이 불가능하며 pellet 생산시 기계고장을 유발한다. 자치구 선별장에서는 생산된 잉고트는 가전제품사에서 나오는 것보다 품질이 떨어져 낮은 가격으로 판매된다(<그림 3>).

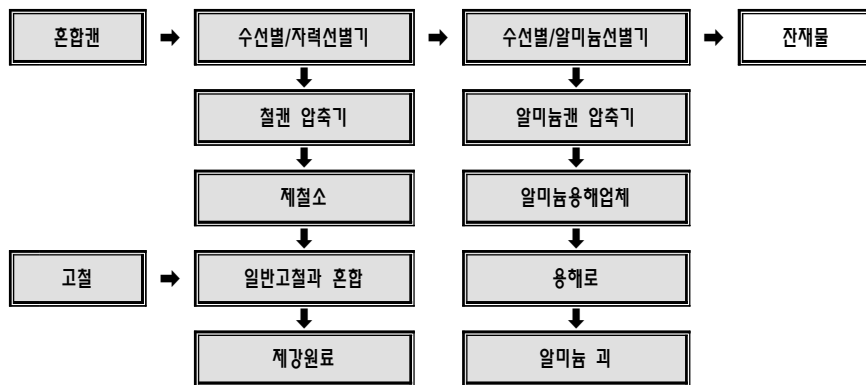


<그림 3> 재활용선별장 이후 스티로폼의 중간처리과정

필름류는 복합재질로써 EPR 대상 품목 중에서도 수거 및 재활용에 가장 어려움을 겪고 있는 품목이다. 현재로써는 고체연료인 RDF, 액체연료 그리고 pellet화 하여 물질재활용하는 기술이 개발되어 있다. 일부 선별장에서는 선별후 압축품 형태로 납품하고 있으나 아직은 유가품으로써 거래되고 있지 않으며, 판매되더라도 단일재질만큼 가격을 받지 못하는 한계가 있다. 유통업소에서 사용하는 비닐봉투는 EPR 대상이 아니므로 따로 수거하여 관리해야 하나 대부분 필름류와 섞여 분리되고 있다. 일반 봉투와 필름류의 혼합배출은 EPR 제도하에서 생산자에게 할당된 회수목표를 빠르게 잠식시켜 처리를 어렵게 하고 있다. 필름류를 처리할 때 처리비용이 처리업자에게 지불되는데 혼합된 일반봉투도 처리량에 포함되기 때문이다.

2) 금속류

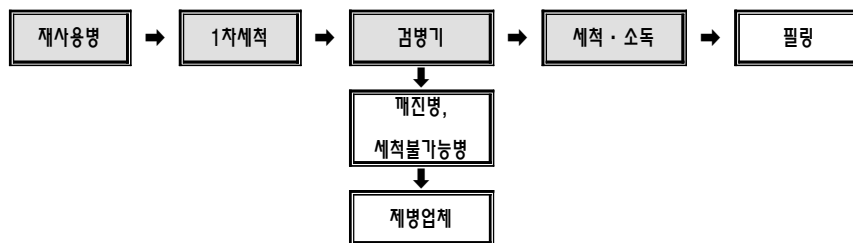
EPR 대상품목에 해당하는 금속류 중 생활폐기물 형태로 주로 배출되는 품목은 금속캔이며, 식품, 음료, 부탄가스, 화장품, 살균·살충제, 의약품, 세제류 등의 용기이다. 반면 페인트, 오일, 윤활유, 펜시제품 등의 금속캔은 EPR 대상 품목에 해당되지 않아 재활용의무가 없다. 선별장에서는 자력선별기로 철캔과 고철류를 분류하거나 또는 수선별을 통해 금속캔을 분류해내고 있다. 그러나 일단 선별되어 압축된 것은 다시 해체하기 어렵기 때문에 좀더 세심한 선별이 요구된다. 최근에는 알루미늄캔의 사용이 줄어 이 캔은 대부분 사람으로 손으로 선별한다. 물론 철캔과 알루미늄캔을 선별기를 사용하여 선별하는 곳도 있다. 고철의 경우 철근과 같은 중철은 건축폐기물로 처리되고, 선별장으로 반입되는 경량고철은 옷걸이 등으로 따로 분류되어 처리된다. 금속류의 최종납품처는 큰 규모의 제철소나 철강회사이며, 다른 품목에 비해 중간처리과정이 특별히 요구되지 않는다. 도료와 주석이 섞인 캔류와 고철(중철, 경철)로 분류하는 것만으로도 자치구선별장의 역할은 충분하다고 보여진다(<그림 4>).



<그림 4> 재활용선별장 이후 금속류의 중간처리과정

3) 유리병

선별장에 반입되는 유리병은 크게 1회용병(재활용병)과 반복사용병(소위 공병)으로 나뉜다. 재사용병중 맥주병과 소주병은 선별라인에 투입되기 전에 1차적으로 분류되고 선별라인에서 휘미리쥬스병과 함께 2차적으로 분류되어 박스에 보관된다. 수거된 공병들은 도매상·공병상을 통해 중간처리업체에 보내지고 세척, 멸균 과정을 거친 후 주류 및 식음료 회사로 납품된다(<그림 5>).



<그림 5> 재활용선별장 이후 재사용병의 중간처리과정

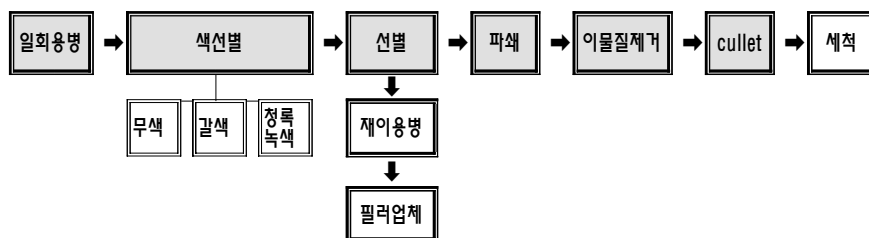
1회용병은 자치구 선별장에서 색별로 선별되고 중간처리업체에서 일정한 크기로 분쇄한다. 분쇄물은 제병사로 보내지거나 타용도로 사용된다. 색상은 크게 무색병

(Flint), 갈색병(Amber), 녹색병(Emerald green)의 3가지로 구분된다. 몇몇 선별장에서는 선별지점에서 하부 저장공간으로 선별된 병을 낙하시킨다. 이러한 방식에 의해 많은 병이 파손되는데, 분리만 완벽하다면 오히려 많은 양의 적재가 가능하여 유리한 면도 있다. 그렇지만 분리가 부정확하면 품질이 낮아지게 된다.

중간처리업체에서는 색선별후 10~30mm정도로 파쇄하는데, 적절한 크기는 20~25mm정도이다. 파쇄 이후에도 수작업으로 다른 색의 분쇄물이 제거된다. 무색 파유리에 도자기류나 내열유리가 섞이면 일반유리와 용융온도가 달라 생산된 병이 불량품이 되기 쉽다. 이러한 이유 때문에 다른 색의 혼입보다 세라믹계통의 혼입을 엄하게 관리하고 있다.

현재 폐유리병의 색선별은 손으로 이루어지고 있으나 광센서를 이용한 자동화 시설도 고려해 볼 수 있다(<그림 6>).

최종납품업체에서는 구입선에 따라 자체파유리와 매입파유리로 구별되는데, 자체파유리는 자사 제품과 거의 같은 유리물성을 갖게 되므로 사용상에 전혀 어려움이 없다. 그러나 매입파유리의 경우에는 타사의 제품이므로 그 물성에 대한 점검이 필요하며, 이물질의 제거, 세척, 선별 및 피상(파편형)으로의 파쇄(10mm내외) 등 전처리 공정이 필요하다(<그림 7>).



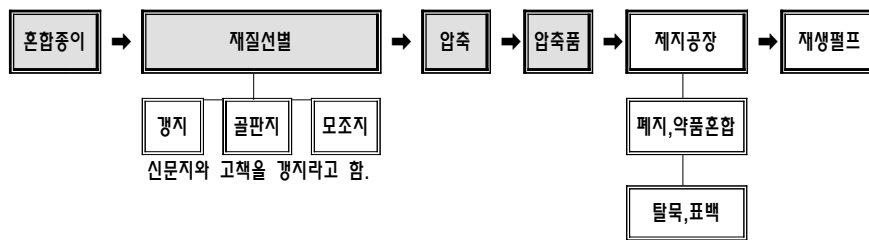
<그림 6> 재활용선별장 이후 일회용병의 중간처리과정



〈그림 7〉 재활용선별장 이후 파유리의 중간처리과정

4) 폐종이

재활용품목 중 가장 역사가 긴 품목으로, 신문지(30%), 공책(20%), 골판지(40%), 우유팩·음료수팩·종이컵·노트(10%) 등으로 구성된다. 종이쇼핑백·달력·포장지(아트지)는 재활용이 안된다. 가정 또는 사업장 등에서 분리수거한 종이는 중간 폐지수집상을 거쳐 재질 선별후 제지공장으로 옮겨지게 되거나 중간처리업체에서 여러 잡종이를 섞어 재생원료를 만들기도 한다(〈그림 8〉).



〈그림 8〉 재활용선별장 이후 폐종이의 중간처리과정

2. 최종시장에서의 요구조건

최종시장에서 재활용품의 구매조건은 재활용선별장의 기능결정에 중요한 역할을 한다. 그러한 상태로 가공하기까지의 과정이 복잡한 기술, 넓은 부지, 많은 비용을 요구하면 자치구 선별장에서는 모든 공정을 수행하기 어렵게 된다. 각 품목별로 최종시장에서의 요구조건은 <표 1>~<표 4>와 같다.

<표 1> 플라스틱류의 최종시장 요구조건

구 분	PETE	PP, PE	PS	스티로폼
압축사이즈 (cm)	100×70×70	200×100×100		감용되어 나옴.
겉보기비중	300~500kg/개	500~600kg/개		-
포장	- 압축품:bending - 최종제품:500kg톤백	- 압축품:bending - 최종제품:500kg톤백 또는 25kg포×40개(1톤)		- 노출형태에 따라 적 절히 적재하여 5~10 톤 트럭으로 수송
감량	- 본체,뚜껑,라벨:70% - 이물질:25% - 내용물:5%	- 본체,뚜껑,라벨:70% - 이물질:25% - 내용물:5%		- 잉고트의 색상을 보고 품질을 평가함 - 가전물류센터 등에서 들어오는 스티로폼은 상급임 - 기타 스티로폼은 이 물질로 인하여 pellet 생산시 screen을 막 아 고장발생
납품가격	- 압축품:350~450원/kg - 무색단일:700~800원/kg - 유색복합:600~700원/kg	- 압축품:250원/kg - flake:400원/kg - pellet:600원/kg		- 잉고트:200~400원/kg - pellet:400~600원/kg
최종 납품업체	인조섬유제조업체 등	파이프, 파렛트	-액자물딩 (EPS)과 혼합 -건축자재, 시트(책상, 싱크대 문짝 등)	액자물딩제조업체
최종 제품형태	flake(pellet)	flake(pellet)		잉고트(pellet)

<표 2> 캔류의 최종시장 요구조건

구 분	철 캔	알루미늄캔	비 고
압축사이즈 (cm)	750×750×750 (±10)	750×750×750 (±10)	- 알루미늄캔의 경우 용해업체에서는 작은 사이즈 (600×600×300cm)를 선호함, 알루미늄의 수거량이 작아 선별업체에서 따로 알루미늄캔 선별기를 두고 있는 않음
겉보기 비중	300kg 내외	100kg 내외	-
포장	응결이 잘되어 따로 bending하지 않음	응결이 잘되어 따로 bending 하지 않음	-
감량	- 포스코-감량없음, 품질검사후 미달시에는 반송 - INI, 동국제강-30톤 납품시 0.5~1톤 감량 (80~90개 중 4~5개를 절단하여 육안검사)	기준없음	- 고철의 경우 중철, 경량 고철로 나누는 기준은 제철소마다 다름
납품가격	제철소-100원/kg(고철) 포스코-250원/kg	1000원/kg	- 제철소에서는 도료 및 주석이 혼합된 철캔을 선호하지 않음
최종납품업체	제철소, 철강회사	알루미늄 용해 업체	-
최종제품	- 일반고철과 혼합하여 철근, 빔 등 건축자재 생산	- 알루미늄 합금 괴-2cm 가량의 작은 알루미늄 괴부터 길이 70cm, 폭 10cm의 제품까지 다양함 - 제철소에서의 녹슨 고철의 탈산제로 사용	-

<표 3> 유리병의 최종시장 요구조건

구 분	재사용병	일회용병	비 고
포장 및 이송	플라스틱 주류박스 음료박스	골재⇒덤프트럭⇒호퍼	-
겉보기 비중	-	-	-
감량 및 등급	-	- A급, AB급, C급으로 나누기도 하며, 품질 미달일 경우 반송하기도 함	- 공병가격은 50원/병이나 파쇄될 경우 가치가 9~10원/병으로 떨어지므로 최대한 선별하는 것이 중요함
납품가격	공병보증금	- 무색: 50~100원/kg - 갈색: 45~50원/kg - 청록색: 40~45원/kg - 혼합파쇄품: 10원/kg	- 무색파유리는 50원대이나 소량만 쓰는 제병사가 포장을 요구하는 경우 100원까지도 거래됨 - 이색(異色)유리를 선별라인에서 재선별하여 A급으로 만들어 납품하기도 함
최종납품업체	필링업체	제병사	
최종제품	재사용병	cullet(10~30mm)	

<표 4> 종이류의 최종시장 요구조건

구분	골판지 (라이너,골심지)	갱지(신문지,고책)	모조지
압축사이즈 (가로×세로×높이cm)	150×100×120	150×100×120	150×100×120
겉보기 비중	800~850kg	950~1000kg	950~1000kg
포장	bending	bending	bending
등급	특판 보통	- 잉여신문/헌신문 - 새책/헌책	- 상(화이트레자): 인쇄가 안된 종이 - 중,하(묵발): 인쇄된 종이
납품가격	- 특판: 9~10만원/톤 - 보통: 9만원/톤	- 신문지: 등급구별 없이 13만원/톤 - 헌책: 9만원/톤 - 새책: 10만원/톤	- 상: 28만원 - 중: 25만원 - 하: 23만원
최종납품업체	박스원지제조업체	신문지원지제조업체 (대한제지,세풍,한라)	화장지제조업체
최종제품	압축품	압축품	압축품

3. 공공 재활용선별장의 기술능력과 역할

1) 종이류

공장 요구 조건	공공 선별장 기술능력 등	공공 선별장 역할
- 제지회사 : 골판지, 갱지, 모조지, 혼합지 등으로 분리	- 광고전단, 책자 등이 주류 - 종류별 분리 곤란	- 혼합지로 배출하고 전문업체에 후속선별 위임

2) 플라스틱류

공장 요구 조건	공공 선별장 기술능력 등	공공 선별장 역할
- PETE : 플레이크 또는 패렛형태로 공급	- 식별 용이 - 뚜껑, 라벨, 이물 제거 곤란	- PETE병 형태로 분리하고 전문업체 원료가공 위임 - 장기적으로 복합재질(갈색) 별도 분리
- PE, PP : 플레이크 또는 패렛형태로 공급	- 식별 비교적 용이하나 일부 곤란 - 뚜껑, 라벨, 이물 제거 곤란	- 용기형태로 분리하고 전문업체 추가분리 및 원료 가공 위임
- PS 등 기타 용기	- 식별 곤란 - 뚜껑, 라벨, 이물 제거 곤란	- 기타 품목으로 혼합분리하고 전문업체 상세분리 및 원료가공 위임
- 스티로폼	- 식별 용이 - 잉고트 또는 몰딩	- 별도 분리
- 필름류 : 타품목 혼입 기피	- 식별용이	- 분리

3) 고철 및 캔류

공장 요구 조건	공공 선별장 기술능력 등	공공 선별장 역할
- 철캔 : 압축하여 차량단위 반입, 지정업체만 가능 다수업체 주석캔 혼입물 기피 - 고철 : 차량단위 반입 지정업체만 가능	- 자력선별기를 설치하면 철캔과 고철 동시 분리 가능 - 음료용 별도 분리하면 주석캔 배제 가능	- 자력선별기를 설치하여 고철, 철캔으로 각각 분리 - 스테인레스, 양은 별도 분리 - 공장반입은 전문업체에 양도
- 알루미늄캔 : 압축하여 차량단위 반입, 지정업체만 가능	- 자력선별기 설치하면 분리 가능하고 인력으로는 분리 곤란	- 자력선별기를 설치하여 분리 - 공장반입은 전문업체에 양도

4) 유리병

공장 요구 조건	공공 선별장 기술능력 등	공공 선별장 역할
- 공병 : 종류별 분리하고 지정업체로부터 매입	- 식별 가능	- 공병은 별도 회수하고 공장매각은 전문업체에 위임
- 기타 : 갈색, 무색, 녹색으로 분리, 분쇄후 차량단위 반입. 철저한 품질 조사, 세라믹류 혼입 엄금	- 색별 분리 가능하나 완벽한 분리에 한계 - 세라믹류 혼입 등 배제 곤란	- 색별분리후 후속공정은 전문업체에 위임

A Strategy to Upgrade the Design and Operation of Material Recovery Facilities in Seoul

<u>Project Number</u>	<u>SDI 05-R-23</u>
<u>Research Staff</u>	<u>Kee-Young Yoo (in Charge)</u> <u>So-Rha Lee</u>

Public forces owned by Autonomous districts are in charge of collecting some recyclables that are out of concern in recycling markets. These recyclables are carried to Material Recovery Facilities (MRFs) for further sorting to sub-items or eliminating undesirable materials. The introduction of Expanded Producer Responsibility, a new recycling program in Korea, has resulted in increasing the quantities of low value recyclables, which is apt to make MRFs more inevitable. A lot of MRFs in Seoul are, however, out of date and some districts do not have their own facilities. To overcome such circumstance and upgrade MRFs from the viewpoints of configuration and operation, this study aimed to define the role of MRFs, to prepare a guideline of design and operation, and to propose an improvement plan.

With surveying the 7 MRFs as sample facilities, it is revealed that the most of facilities have different features in construction, characteristics of recyclables, fixed or rolling equipments, sort items, cleaning and health concern, etc. Generally features such as concern and implementation of environment and safety are unsatisfactory. MRF design and operation manual documented by government in 2004 was not satisfactory in managing MRFs. Due to deficiency of technique, space and budget, it was actually difficult to anticipate that MRF produce the high quality recyclables asked by producers of recycling products. During this study, we developed typical design indices, such as composition of commingled recyclables, bulky and compaction density, manual sorting rates, etc. With combination of design indices drawn from this study and foreign countries' manuals, it was possible to prepare the more practical MRF design and operation considerations. Furthermore, economic and energy consumption analysis showed why MRF is necessary in the field of solid waste management.

Key policy recommendations are as follows :

MRFs should be, especially in Korea, recognized as a transferstation of mixed recyclables under Pay-As-You-Throw fee system, an infrastructure to compensate the business field not well working in market mechanism and a buffer zone to link between waste generators and recycling markets. It is effective to sort commingled recyclables into up to 13 items, such as old papers, PETE, ferrous can, glass bottles by colors, as well as to transform 4 type of bulk items into bailed materials. Compaction process is estimated to cut down the energy consumption and transportation cost by 25-84% and 37-86% respectively.

In designing efficient MRFs, those parameters, such as design capacity, space allocation, feed hopper, feed and sort conveyor, sorting station and rolling equipments are important factors. Especially those design considerations are documented in this study. For example, mixed recyclables conveyed on sorting station are convenient to pick up waste plastic used for packing recyclables firstly, and light-flat items, low-density-cylindrical items, high-density items, successively. If a facility inevitable to construct under ground, the facility are refrained from introduction of processes, like as plastic crushing and melting Expanded Styrofoam products emitting dust and odor. Most of operation and maintenance are closely related with personnel, fixed and rolling equipments, and contract-out operation force. It is noted that contract-out forces are apt to do their best in the condition of paying a fee according to their achievements and stable contact periods.

Projects to improve the 25 MRFs in Seoul will require not a little of time and budget, which naturally demand a step-by-step improvement plan. The plan should include the priority order and budget according to the timetable. Modernized MRF, additionally having room for environmental education, is expected to cost up to around 150 million won. More budget support by Seoul Metropolitan Government for facilities, intended to use together among adjacent districts, is also reasonable to reduce cost and help districts that are not easy to construct their own facilities.

Table of Contents

Summary and Policy Recommendations

Chapter 1 Introduction

1. Background
2. Purpose
3. Procedure

Chapter 2 Regulation and Previous Studies

1. Regulation
2. Previous studies on Material Recovery Facilities (MRFs)
3. Recyclables discharge and collection
4. Operation of MRFs in USA

Chapter 3 Recyclables Collection and Processing in Seoul

1. Collection
2. MRFs
3. Purchasing
4. Effect of Expanded Producer Responsibility on Recycling System

Chapter 4 Structure and Operation of Existing MRFs

1. Public MRFs
2. Private MRFs

Chapter 5 Design and Operation Guideline of MRFs

1. Social roles of MRFs
2. Key design parameters
3. Design guideline
4. Operation guideline

Chapter 6 Strategy to Improve Public MRFs

1. General rule of improvement
2. Improvement plan
3. Arrangement of surroundings

Major Results and Policy Recommendations

1. Major results

2. Policy recommendations

References

Appendices

시정연 2005-R-23

서울시 공공 재활용선별장 설치 및
운영 개선 방안

발 행 인 강 만 수

발 행 일 2005년 10월 31일

발 행 처 서울시정개발연구원

137-071 서울시 서초구 서초동 391번지

전화 (02)2149-1157 팩스 (02)2149-1199

값 8000원 ISBN 89-8052-424-2-93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.