

서울市 一般廢棄物의 統合的 管理體系에 關한 研究

禹世鴻 · 洪相杓

서울保健專門大學 衛生科

A Study on the Integrated Management System of Municipal Solid Waste from Seoul Metropolitan City

Se-Hong Woo and Sang-Pyo Hong

Department of Sanitary Science, Seoul Health Junior College, Sungnam, Korea

ABSTRACT

The integrated solid waste management for Seoul Metropolitan city can be established on the basis of the following hierarchy of priorities :

1. Efforts for source reduction should be propelled by both government and citizens to achieve the effects of resource conservation. The adequate production and consumption which are environmentally amenable and sustainable can be induced by the reasonable imposition of deposit money for waste treatment to one-time use products. To accomplish source reduction effectively, the induction of legal and institutional regulation of producer and consumer participation is requisite.
2. For resource recovery, wastes generated should be recycled as far as practicable. Community residents are responsible to separate discharge, the authorities concerned have responsibility of separate collection, and recycling industry should be assisted through tax reduction and financing. Resource separation facilities can be constructed at Kimpo Metropolitan landfill site for wastes not separately collected due to some unavoidable circumstances.
3. Garbage should be composted. Garbage is uneconomical for incineration, because it has high moisture content and low calorie, thus there is no reason for the incineration of garbage even though garbage is classified into combustibles. Composting facilities can be located at sites which are not densely populated and easily accessible to transportation, for example, Kimpo Metropolitan landfill site. Compost produced can be managed by the authorities for the use of fertilizer to a green tract of suburban land and farms.
4. Nonhazardous combustible wastes not recyclable can be utilized for thermal recovery at the incinerators which are completely equipped with pollution control devices. According to the trend of local autonomy and the equity principle of local autonomous entities, incineration facilities of minimal capacity required can be constructed at each districts of Seoul Metropolitan city which have organized local assembly. In case of Yangcheon district, the economically combustible waste quantity is about 260 tons/day which exceeds 150 tons/day, the incineration capacity of existing facility. But, from now on, waste quantity can be reduced substantially by the intensive efforts of citizens for source reduction and recycling and the institutional support of administrative organizations. Especially, it is indispensable for the government to constitute institutional and technological bases that can recycle paper and plastics form 43% of waste generated. A good time for constructing of incineration facilities for municipal solid waste can be postponed to the time that pollution control technologies of domestic enterprises are fully developed to satisfy the standards of air pollution prevention, because the life expectancy of Kimpo Metropolitan landfill site is about 25 years. Within this period, institutional improvements and technological advancements can be attained, while the air quality of Seoul Metropolitan city can be ameliorated to the level to afford incineration facilities.

5. For final disposal, incombustibles and ash are landfilled sanitarily at Kimpo Metropolitan landfill site.

Keywords : Source reduction, recycling, incineration, landfilling, integrated solid waste management system.

I. 緒 論

現代産業社會는 大量生産-大量消費-大量廢棄物-大量汚染이라는 生態學的으로 바람직하지 못한 文明의 들을 形成하고 있다. 서울시의 境遇에도 過度한 人口集中과 이에 따른 大量的의 쓰레기가 發生되고 있는데, 向後에 이를 適切히 處理 및 處分하지 못할 境遇에 飲食찌꺼기에 依한 衛生害蟲의 發生 그리고 家庭用 殺蟲劑, 瑠璃조각, 녹슬은 金屬 등에 依한 物理的, 化學的 危害로 生活環境 및 自然環境이 毀損되어 서울市民의 衛生水準을 低下시키게 될 것이다.

現在 90% 以上을 埋立에 依存하고 있는 서울시의 쓰레기 管理對策은 狹小한 國土面積, 地方自治制度의 定着化라는 政治社會的 與件의 變化로 埋立地 追加 確保가 困難하고 燒却施設은 大氣汚染物質의 發生으로 新增設 計劃은 該當 地域住民의 反撥로 限界에 直面하고 있다. 따라서 本 研究에서는 서울시의 現在의 쓰레기 處理實態의 問題點을 分析하여 서울시의 諸般特性에 適合한 統合的 쓰레기 管理方案을 摸索해 보고자 한다.

研究方法은 먼저, 서울시 쓰레기 管理實態를 把握하기 위하여 서울시 清掃事業本部에서 發行한 統計資料를 陽川區를 事例地域으로 하여 分析하였고, 先進外國의 쓰레기 管理實態를 把握하기 위하여 各種 資料를 調査分析하여 쓰레기 處理方法別 長短點을 살펴보았다.

이를 바탕으로 서울시에 適合한 統合的 廢棄物 管理方案을 摸索하였다. 減量化 및 再活用次元에서는 生産者 規制 및 消費者 參與 側面에서 檢討하였고, 再活用産業으로서의 堆肥化의 可能性에 대해

分析했으며, 中間處理로서의 燒却과 最終處分으로서의 埋立의 相互補完的 機能에 關係 費用/便益 次元에서 分析하여 가장 合理的인 代案을 摸索하고자 하였다.

II. 綜合的 廢棄物 管理

廢棄物 管理體系는 發生된 廢棄物을 生活環境의 保全과 公衆衛生의 維持向上을 위하여 保管, 收去, 運搬, 中間處理 및 最終處分하는 것이다. 그러나 廢棄物 管理에는 公衆衛生의 確保, 最小費用, 環境의 受容性, 資源의 回收 및 保全이라는 制約條件이 따른다. 이러한 制約條件에 따라 綜合的 廢棄物管理의 基本原則은 다음의 Table 1과 같아야 한다.

위의 같은 쓰레기 管理의 優先順位에 따라 綜合的인 廢棄物 管理計劃(Integrated Municipal Solid Waste Management Planning)을 세워야 한다. 都市의 下部構造로서의 廢棄物處理施設은 收去에서 最終處分까지를 一貫된 흐름체계에서 보고 排出, 收去, 運搬, 中間處理, 最終處분이 有機的으로 相互 聯關되어 있기 때문에 Fig. 1과 같은 綜合的인 計劃을 樹立해야 된다. 특히 社會福祉施設, 餘暇善用施設과 連繫시켜 嫌惡施設과의 相殺效果를 考慮하여 綜合的 계획을 세워야 한다.

廢棄物의 發生은 그 社會의 生活文化, 産業構造, 經濟水準 등에 의해 特徵지워진다. 廢棄物 收去 및 處理費의 現實化, 過剩包裝類의 發生抑制을 試圖하면 쓰레기 發生量의 減少는 물론이고 天然資源의 消費抑制 效果를 얻을 수 있다. 廢棄物의 發生抑制을 위해서는 각 家庭 및 事業場의 理解와 協力이 필요하다. 消費者 次元에서는 生活樣式, 生産者 次元

Table 1. Basic principles of integrated municipal solid waste management

Stage	Contents
1st (reduction)	Source reduction in process of production, distribution and consumption
2nd (recycling)	Recycling of paper, plastics, metals and bottles
3rd (treatment)	Stabilization and volume reduction of wastes by incineration and composting
4th (disposal)	Sanitary landfilling of incombustible wastes not recycled and bottom ash from incinerators

III. 減量化 및 再活用

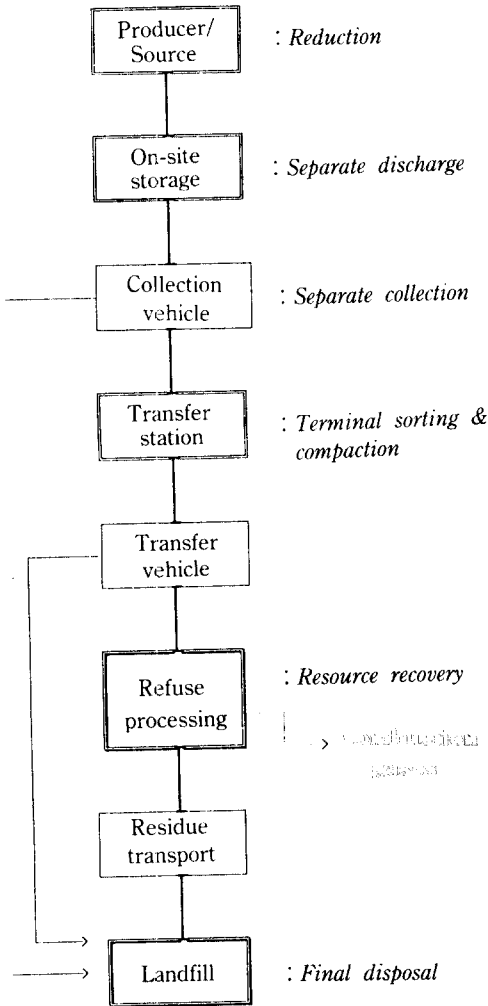


fig. 1. Integral elements of a solid waste management system.

에서는 製造工程 등의 變動을 摸索해야 한다. 發生源에서 될수 있는 한 異物質이 섞이지 않도록 分離輩출을 하여 分離收去를 할 수 있게 해주면 再活用이 용이해져 廢棄物 管理對策은 한결 負擔이 줄어들 것이다. 그리고 商品의 市場價格은 資源枯渴 및 環境汚染을 反映하지 못하기 때문에 적절한 稅金 및 金融支援으로 再活用品을 育成할 수 있는 經濟的 誘引策을 제공해야 한다. 廢棄物의 綜合的 管理는 恰當 地域社會의 社會經濟的 特性, 쓰레기 排出 特長, 自然環境의 特性에 符合되게 綜合的 쓰레기 管理體系內에서 檢討되어야 한다.

1. 意義

物資가 귀하고 相對的으로 勞動力이 豊富했던 過去에는 상당한 정도로 物資를 再活用하였다. 飲食物 찌꺼기는 家畜의 飼料로 活用하였고, 包裝容器는 再利用하였으며, 연장은 대체로 修理하여 사용하였다. 반면에 現代産業社會는 資源을 쓰레기로 만드는데 에너지를 消耗하고 있는 것과도 같다.

再活用の 必要性은 小規模의 孤立된 體系일수록 明白해진다. 예를 들어 有人宇 宙船에서는 燃料電池에 쓰인 水素와 化學反應에서 나온 무를 飲用水로 재活用 한다. 廣闊한 宇宙속에서는 小規模 宇宙船 같은 “地球號”를 생각할 때인 것이다.

資源을 保存하는 方法의 하나는 이미 採鑛된 金屬 및 鑛物을 再利用 또는 재活用하는 것이다. 經濟的 誘引策(incentive)이 充分하면 모든 物資는 再活用될 수 있다. 現在의 經濟性 評價는 商品 生産에 따른 “社會的 費用(social cost)” 즉, 外部 不經濟(external diseconomy)을 考慮치 않고 있는 것이다. 社會的 費用으로는 環境汚染, 景觀의 損傷같은 休養施設의 損傷, 資源의 枯渴 및 에너지 消耗 등을 포함해야 한다. 天然資源을 處理加工하면 熱生成 및 放散, 原料의 稀釋 및 混合, 生態界 破壞로 인한 遺傳子 情報의 損失 등에 의해 無秩序度(entropy)가 增加하게 되는 것이다. 따라서 再活用 보다는 天然資源을 계속 開發하여 이용하는 것은 熱力學的 次元에서도 바람 직하지 않고 有限한 資源의 枯渴을 招來한다는 点 에서도 問題가 있다.^{1,2)} 熱力學的 次元에서 볼 때에 廢棄物 再活用은 바람직한 에너지 및 資源保存 方法인 것이다.

利用可能한 熱力學的 潛在力(thermodynamic potential)의 總量은 化學的 형태로 地球에 보존되어 있는 것과 太陽으로부터 流入되는 것을 합친 것이다. 熱力學的 潛在力을 保存하는 한가지 方法은 熱力學的 潛在力이 비교적 높을 때에 物資를 廢棄處分하지 말고 再活用하는 것이다.³⁾

2. 生産者 規制 및 消費者 參與

廢棄物 減量化 및 再活用の 關鍵은 消費者인 一般家庭과 生産者인 企業體의 理解와 協助를 이끌어 내도록 政府 및 環境團體에서 法的 規制의 次元, 그리고 物質的 價值보다는 精神的 價值를 追求하게 하는 道德的 呼訴 및 消費節約이라는 市民運動 次元에서 相互補完的으로 접근해 가는데 있다고 볼 수

있다.

1992년 12월 8일에 제정된 “資源의節約과 再活用促進에 관한 法律”을 통해 비로소 우리나라에서도 廢棄物 減量化 및 再活용을 促進하기 위한 法的 根據가 마련되었다. “資源節約과 再活用促進에 관한 法律”은 資源의 效率的인 이용과 廢棄物의 發生抑制, 資源의節約 및 再活用 促進을 통하여 環境을 保全하고 持續的인 經濟發展과 國民福祉 向上을 目的으로 하고 있다.

同法에서 生産者 規制 및 消費者 參與에 該當되는 法條文을 各各 檢討해 보면 다음과 같다.

(1) 生産者 規制

年間 종이를 1만톤 이상 생산하는 종이제조業, 연간 유리용기를 2만톤 이상 생산하는 유리용기製造業, 연간 粗鋼 및 銑鐵을 10만톤 이상 생산하는 製鐵 및 製鋼業, 年間 合成樹脂容器를 1천톤 이상 생산하는 플라스틱제품 製造業 같은 資源 再活용業種에 從事하는 사업자는 再活용可能 資源의 利用目標率을 達成하기 위한 利用計劃을 作成하고, 그 實績을 記錄 維持하여야 하며 輸入되는 再活용可能資源은 國內에서 발생된 再活용可能 資源으로 代替使用하도록 노력해야 한다고 규정되어 있다(同法 제9조 및 同法 施行令 제8조).

包裝廢棄物 등의 發生抑制를 위해서는 客室이 30실 이상인 宿泊業, 160㎡ 이상인 集團給食所, 大型店, 도매센터 및 쇼핑센터는 包裝方法 및 包裝材質 등에 관한 基準의 遵守, 1회用品의 使用自制, 1회用品의 無償提供抑制, 再活용製品의 交換, 판매매장의 설치운영을 해야 한다(同法 제15조 및 施行令 제12조). 그리고 廢棄物의 回收處理費用의 預置(同法 제18조 및 施行令 제15조), 廢棄物의 發生抑制 등을 위한 費用의 負擔(同法 제19조 및 施行令 제17조) 등에 관해서 規定해 놓고 있다.

미국의 경우에 소비자 상품의 包裝에 유리의 75%, 종이의 40%, 플라스틱의 29%, 알루미늄의 14%, 철의 8%를 消耗하고 있으며, 都市固形廢棄物의 30~40%가 廢棄된 包裝材라고 한다.¹⁾

그러나 이러한 바람직한 立法 趣旨 및 法條項과는 달리 “資源節約과 再活用 促進에 관한 法律施行令”의 “〈별표 1〉 預置金 및 返還預置金の 算出基準” 및 “〈별표 2〉 負擔金の 算出基準”이 全般的으로 너무나 낮아서 그 實效性이 不確實하다. 예를 들어, 一般家庭에서 흔히 排出될 수 있는 品目인 종이팩의 預置금이 불과 20전(250ml 이하), 또는 40전(250ml 이상)에 지나지 않고, 1회용 기저귀의 負擔金은 개당 1원이고, 合成樹脂는 販賣價의 0.35~0.75%를 負擔

金으로 내게 되어 있어 環境汚染이라는 社會的 費用을 商品價格에 제대로 內在化(internalization)시키지 못하는 것 같다.

企業體는 廢棄物의 源泉의 減量化를 위해 生産工程 자체가 廢棄物을 적게 排出시키는 淸淨技術(clean technology) 및 耐久性²⁾이 우수한 제품의 研究開發에 最善을 다해야 되고, 政府는 이러한 企業에 대해 金融稅制上의 支援과 아울러 環境마크의 賦與 등을 통해 積極 育成해 주어야 할 것이다.

(2) 消費者 參與

減量化 및 再活용은 一般市民의 自發的인 參與가 절대로 필요한 領域이라 할 수 있다. 消費者인 一般市民이 分離排出를 徹底히 따라준다면 再活용이 圓滑히 되어 이는 자동적으로 廢棄物 減量化로 이어지게 되는 것이다. 그러나 一般市民의 道德性에 호소하는 自發的 參與는 어느 정도 限界를 가질 것으로 보이기 때문에 쓰레기 收去料를 從量制로 바꾸고 그 料率도 收去, 運搬, 處理 및 環境費用을 包括할 수 있게 現實化하여 制度的으로도 그 參與를 誘導해야 된다고 본다. 그리고 再活用品의 販賣收益金을 그 地域住民에게 어느 程度는 還元시켜 分離排出에 經濟的인 incentive를 줄 필요가 있다.

“資源의節約과 再活用 促進에 관한 法律” 중에서 消費者 參與에 關聯이 되는 몇 가지 條項을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 제4조에서는 國家는 資源 再活용을 促進하기 위한 施策을 講究해야 하고, 地方自治團體는 管轄區域의 特性을 考慮하여 國家의 施策에 따라 該當 地域안의 資源再活용을 促進할 責務가 있는 것으로 규정되어 있다. 제6조에서는 國民은 再活용製品의 優先購買, 1회用品의 사용자제 등으로 資源再活용을 촉진하기 위하여 노력하는 동시에 國家, 地方自治團體 및 事業者가 이 法의 目的을 達成하기 위하여 취하는 措置에 協力하도록 規定하고 있다.

제8조에서는 政府는 生産者 또는 消費者가 資源을 節約하도록 勸告하거나 指導할 수 있게 되어있고, 제16조에서는 各층의 바닥면적이 1000㎡ 이상인 建物の 所有者, 占有者 또는 管理者는 그 建物에서 排出되는 一般廢棄物 중 再活용할 수 있는 廢棄物을 再活용하거나 種類, 性狀別로 分離保管하여 再活용될 수 있도록 하여야 하는 것으로 규정되어 있다.

(3) 再活용産業 및 技術育成

再活용工程은 대부분의 경우에 원래의 工程보다는 汚染物質을 적게 排出한다. 목재펄프를 종리를 제조할 때나 鑛石에서 金屬을 製鍊할 때는 상당한 양의 오염물질이 배출된다. 따라서 再活용製品이 현재는

Table 2. Value of recycled materials

Material	Range (\$/ton)
Paper	-25~50
Ferrous metal	0~60
Aluminum	600~1400
Plastic	
PET	160~180
HDPE	60~200
Glass	10~100

Source : Recycling times, Aug. 15, 1989.

市場性이 부족할지라도 天然資源을 原料로 이용함에 따라 派生되는 환경오염과 資源枯渴이라는 外部不經濟을 감안할 때 再活用産業은 世代間 衡平性이라는 차원에서 育成되어야 한다.⁶⁾

廢紙는 천연펄프와 섞어 새 종이를 만드는데 쓰일 뿐만 아니라 roofing felt, 絶緣材, 壁板, 鷄卵싸개 등에 이용될 수 있다. 플라스틱 중에서 polyethylene terephthalate(PET)는 人造纖維의 속감, 不飽和 polyester, 운동장 및 공원의 시설물 같은 壓出成形物 등으로 再活用되고 있고 high-density polyethylene (HDPE)은 화분, 장난감, 플라스틱 자재 및 自動車部品 등에 再活用되고 있다.⁷⁾

再活用の 經濟性은 回避費用(avoided cost), 재활용된 物資의 가치, 政府 補助金 그리고 再活用 費用이라는 4가지 요인에 의해 결정된다. 回避費用은 再活用时에 매립이나 燒却時에 所要되는 運搬 및 處理費用이 들지 않는 것을 의미하는 것이며 埋立地 및 소각시설을 嫌惡施設로 간주함에 따라 그 費用이 上昇趨勢에 있다. 再活用된 物資의 價値는 알루미늄과 플라스틱을 제외한 다른 再活用品目은 다음의 圖表과 같이 限界的이다.

再活用に 대한 政府의 補助金은 埋立이나 燒却되는 廢棄物에서 徵收한 稅金으로 充當할 수 있다. 미국의 Illinois주는 埋立되는 1입방 yard당 \$1.05를 부과하고 있다.⁸⁾ 再活用の 經濟的 成敗는 住民이 적극적으로 參與하여 分離收去 車輛이 효과적 비용으로 運行되어 收去費用을 減縮시킬 수 있는가에 달려 있다. 수거 및 처리의 回避費用이 클수록 재활용의 費用-效果性은 상당히 향상될 수 있다.

우리나라에서도 “資源의 節約과 再活用 促進에 關한 法律”에 依據하여 1993년 6월 24일에 공포된 “자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률시행령” 제 36조에서 再活用可能資源은 ①廢金屬類(폐금속 캔류를 보관한다) ②廢종이 ③廢瑠璃 ④廢플라스틱 ⑤ 기타 환경치장관 또는 시·도지사가 정하는 것

등으로 規定하고 있다.

再活用産業을 育成하기 위한 조치로서 제 26조에서는 再活用事業者에게 필요한 設備資金, 研究技術開發資金을 工業發展法에 의한 工業發展基金, 中小企業의 經營安定 및 構造調整促進에 關한 特別措置法에 의한 中小企業構造調整基金, 에너지 利用 合理化法에 의한 에너지이용 合理化基金에서 補助하거나 融資할 수 있도록 규정하였고, 제 28조에서는 再活用事業者에 대하여 國有財産을 有償으로 貸付할 수 있도록 하였고, 제 29조에서는 政府는 資源再活用品을 效率적으로 實施하기 위하여 연구 및 技術關聯事業을 실시하여야 하는 것으로 규정되어 있으며, 제 32조에서는 再活用事業者의 事業敷地 提供 등을 위하여 再活用團地를 造成할 수 있도록 규정하고 있다.

Table 3에 根據하면 연탄재를 除外할 경우에 종이가 31.48%, 廚芥類 24.09%로서 종이를 再活用紙로 만들고 廚芥類를 堆肥化 또는 飼料化하 55.57%가 減量化되는 效果외에도 資源節約 效果를 기대할 수 있게 된다. 堆肥化는 好氣性 微生物을 이용하여 有機性廢棄物을 分解시켜 土壤改良劑 또는 營養素를 補強해 肥料로 쓰는 것이다.

특히 堆肥化/飼料化는 네덜란드, 이탈리아의 로마, 스위스의 취리히, 독일의 괴팅겐, 캐나다의 토론토, 미국의 코네티컷 같은 都市에서 活潑히 進行되고 있는 상황이다.^{9),10)} 일본에서도 化學肥料의 과도한 사용에 따른 農耕地의 損傷을 解決하고, 有機農法을 통해 안전한 農作物을 生産한다는 면에서 크게 評價받고 있다.

廚芥類를 燒却하려면 水分含量이 높기 때문에 乾燥時에 多量의 補助燃料이 소요되는 문제점이 있다. 일본의 경우에 前處理된 廢棄物 1톤의 燒却爐 建設費用이 4,000만엔에 이르고 있으며, 그 결과로 쓰레기 1톤의 燒却費用은 10,000엔 정도이다.¹¹⁾ 그러나 퇴비화는 60℃ 정도의 낮은 온도로 運行되어 運營費用이 低廉하며 一酸化炭素, 窒素酸化物 및 粉塵도 배출하지 않으며 發熱反應이기 때문에 補助熱源이 필요가 없다.

好氣性 分解를 이용한 飼料化는 250리터 2조(100가구 아파트용)에 設置費用이 950만원, 電力料金이 135 kwh/일 정도가 소요되며 이의 전력요금은 1개월에 162,000원 수준이다.¹²⁾ 堆肥化/飼料化를 통한 再活用 방안은 惡臭문제가 關鍵이 된다. 惡臭의 主成分은 암모니아인데, 이를 際去하기 위해서는 化學的 惡臭際去法인 酸性溶液과 알칼리용액 이용법과 生物學的 脫臭法인 土壤脫臭法을 결합해야 한다.

Table 3. Municipal solid waste from Seoul city ('92) & recycling goals

Classification		Quantity (ton/D)	Ratio (%)	Goals (%)	
				1991	2001
Combustible	Paper	3,982	24.62 (31.48)	43	53
	Rubber, plastic	1,443	8.92 (11.41)		
	Textile, leather	755	4.67 (5.97)		
	Garbage	3,045	18.82 (24.09)		
	Timber etc.	1,128	6.97 (8.92)		
Sub-total		10,353	64.00 (81.87)	9.1	40
Incombustible	Briquet ash	3,531	21.83 (18.13)		
	Glass, metal, etc.	2,293	14.17 (18.13)		
	Sub-total	5,824	36.00		

Source : 1) Seoul city, "Basic Planning for the Treatment of Municipal Solid Waste ('93. 1)", p. 13.

2) Ministry of Environment, "Promotion Planning for Waste Reduction and Recycling ('92. 7)".

* () means the ratio in case of excluding briquet ash.

IV. 中間處理 및 最終處分

1. 中間處理-燒却

再生過程에서 에너지 消費가 과도하거나 廢水발생 등으로 또 다른 환경오염문제를 일으켜 재생이 불가능한 일반쓰레기는 태워서 열에너지를 回收하는 것이 바람직하다. 燒却은 쥐, 파리 및 病院菌 같은 疾病 媒介體를 死滅시키고 雑積을 감소시키는 장점이 있으나 설치, 유지 및 運營費用이 埋立에 비해서 비싼 편이다. 燒却은 埋立處分의 代案이라기 보다는 最終處分인 埋立의 보완적 기능으로서 埋立量을 감소시켜 埋立地의 壽命을 연장시키는 효과가 있다.

우리나라는 狹小한 國土面積과 과도한 人口密度 때문에 적정한 埋立地의 확보가 지극히 곤란한 상황이다. 그리고 埋立方式도 과거의 露天投棄式 埋立에서 每日 覆土와 浸出水的 處理라는 衛生埋立方式으로 轉換되고 있어 埋立費用이 치솟고 있다. 따라서 燒却을 통한 열에너지의 回收 및 廢棄物의 體積減少는 大氣汚染이라는 惡影響이 없을 경우에 埋立地 확보가 곤란한 서울시 같은 大都市에서는 廢棄物處理對策으로서 긍정적으로 평가받을 수 있다.

프랑스, 덴마크, 네덜란드, 스위스 및 스웨덴 등의 유럽國家는 쓰레기 燒却을 통해 열에너지를 回收하는데 적극적이다. 그러나 캐나다의 온타리오주는 1991년 固形廢棄物 燒却爐의 新規建設을 禁止하기로 하고 燒却處理는 廢棄物을 일소할 수 있다는 환상을 낳는 환경대책의 陷穽이라고¹³⁾ 발표했듯이 再活用 政策에 抵觸이 되고 大氣汚染問題를 심각하게 惹起시킬 수 있다.

燒却時에 發生하는 大氣汚染物質中에 특히 유독한 것은 플라스틱에서 발생하는 HCl, HF 등의 酸性가스 및 dioxin, furan, cadmium, 乾電池 및 플라스틱 添加劑에서 발생하는 cadmium, 皮革, 고무 및 金屬에서 발생하는 chromium, 電子部品の 납땜에서 발생하는 납이다.¹⁴⁾

大氣環境保全法 제 2조 8항에 규정된 사람의 保健, 財産이나 動·植物의 生育에 直·간접으로 危害를 줄 憂慮가 있는 大氣汚染物質인 "特定大氣有害物質"로는 카드뮴 및 그 化合物, 시안화수소, 납 및 그 化合物, PCB, 크롬화합물, 砒素 및 그 化合物, 수은 및 그 化合物, 구리 및 化合物, 鹽素 및 鹽化水素, 弗素化合物, 石棉, 니켈 및 그 化合物, 염화비닐, 다이옥신, 케놀 및 그 化合物, 베릴륨 및 그 化合物로서 총 16종이 規定되어 있다.

그러나 "大氣環境保全法 시행규칙" <별표 7>의 排出許容基準에는 發癌성이 높은 PCB, 石棉, 염화비닐(PVC), 다이옥신, 베릴륨 및 그 化合物은 빠져 있어서 이러한 有毒性 물질에 대해서는 아무런 規制도 할 수 없게 되어있는 실정이다.

자원재활용을 촉진시킬 수 있는 資源回收施設에서는 대개의 경우 固形廢棄物을 粉碎 및 分類를 하고 금속을 회수하며 可燃性은 非可燃性과 分類를 하는 것이다. 可燃成分은 보조연료와 함께 發電用으로 燒却시키는 것이다.

미국의 資源回收用 燒却爐의 固定費用은 Table 4와 같다. 현재 資源回收用 燒却爐의 固定費用은 \$ 200,000/ton/일 수준이며, 固定費用의 減價償却에 운영유지 비용이 \$30/톤 정도이고, 처리비용도 \$40

Table 4. Capital cost of waste-to-energy facilities

Mass burn (158 plants)	Capital cost*	Capacity (tons/day)	\$1000
			Capacity (tons/day)
Total	14,485	131,684	
Mean	92	833	110
Range	2~445	36~4800	29~219

Source : Waste Age, Nov. 1986, p. 27.

*Capital costs are 1990 dollars.

/문 수준이나 된다. 따라서 燒却爐의 經濟性은 熱販賣 收益金에 달려 있다.¹⁵⁾

燒却爐 增設로 인한 交通混雜, 쓰레기車輛 주행으로 인한 각종 환경손상에 대해서는 住民과 施行當局의 合意下에 철저히 事前防止를 하되 어느 정도被害가 불가피한 경우에는 被害影響圈別로 便益施設의 제공 또는 暖房費의 인하 등의 被害報償을 고려해 볼 수 있다. 쓰레기의 燒却은 양천구에서 발생한 것에 限定시켜 다른 區의 廢棄物 處理方法에도 影響力을 미칠 수 있게 해야 한다.

大氣汚染防止設備의 監視體系는 一般住民이 쉽게 把握할 수 있는 방법으로 고안되어야 하고 주민과 합의된 汚染物質別 排出基準에 초과되는 경우에는 이에 相應하는 措置를 하도록 文書化하는 것이 바람직하다.

그리고 “자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률시행령” 제 36조에서 “大統領令이 정하는 再活用 可能資源”을 폐금속류, 폐종이, 폐유리, 폐플라스틱으로 明文化하고 있듯이 燒却施設의 主要熱源이 되는 可燃性 쓰레기인 폐종이, 폐플라스틱은 燒却되기도 보다는 再活用되어야 함을 알 수 있다.

대한통계협회의 1990년 人口住宅 總調查 報告書에 의하면 양천구의 인구수는 490,500명, 가구수 128,777(연탄 41.6%, 기름가스 중앙난방 58.4%)으로 조사되었으며, 양천구의 쓰레기 발생량은 연탄재 및 再活用되는 양을 제외할 경우에 1일 450톤¹⁶⁾ 정도가 된다.

서울특별시, “一般廢棄物處理 基本計劃(93. 1)”에 根據해 작성된 “Table 3 서울시 생활쓰레기 발생량(92년) 및 재활용 목표”에 근거하면 可燃性 成分 中에서 “자원절약 및 재활용 촉진에 관한 법률”에 의해 재활용가능 資源으로 분류된 폐종이, 폐플라스틱의 함량이 연탄재를 제외했을 경우에 40% 정도를 차지한다. 그러면 水分含量이 높고 發熱量이 낮아 燒却의 經濟性이 떨어지는 음식물류를 소각대상에서

Table 5. Cost analysis of landfill and incineration for the treatment of municipal solid waste from Seoul metropolitan city

Classification	Cost (won/ton)	Breakdown (won/ton)
Landfill	7,673	Tipping fee : 5,100 Transportation cost : 2,573
Incineration	10,650	Tipping fee : 20,550 Electricity sales : 3,800 Steam sales : 6,100

제외한다면 燒却可能한 쓰레기의 양은 종이 31.48%, 플라스틱 11.41%, 섬유 및 가죽 5.97%, 목재 및 기타 8.92%로서 전체 쓰레기의 57.78%에 달하여 양천구의 소각가능 쓰레기는 1일 260톤 정도로 推定된다.

그런데 생활쓰레기의 발생량은 '91년부터 본격적으로 시작된 쓰레기 줄이기운동과 재활용품 分離收去 활동의 持續的 推進의 영향으로 서울시의 경우에 可燃性 쓰레기의 발생량은 1993년의 9,649 톤/일 정도가 될 것으로 推定되고 있다.¹⁷⁾ 따라서 서울특별시의 일부분인 양천구의 경우에도 이러한 趨勢에 따를 것으로 보여 燒却對象 可燃性 쓰레기의 양은 현수준에서 큰 변화가 없을 것으로 보인다.

2. 最終處分-埋立

單純投棄를 埋立方法으로 생각했던 과거에는 埋立이 쓰레기 처리방법으로서는 가장 低廉한 방법이었으나 粉塵, 惡臭, 衛生害蟲 및 浸出水에 의한 地表水 및 地下水汚染 問題를 해결하기 위한 衛生埋立 방법이 법률로 규정되면서 埋立費用이 급격히 上昇하고 있는 추세이다. 그러나 埋立地는 使用完了後에는 公園, 運動場, 駐車場, 野積場 및 輕飛行機 滑走路 등으로 土地利用이 가능하게 된다.

우리나라는 人口過密로 적정한 埋立地의 確保가 매우 곤란한 처지이다. 따라서 김포의 首都圈埋立地에는 再活用이 곤란한 不燃性 쓰레기 위주로 매립을 하여 埋立地의 土地效用을 최대한 높여야 할 것으로 보인다. 참고로 埋立과 燒却을 서울특별시 清掃事業本部에서 經濟性 分析結果를 한 것을 보면 다음 Table 5와 같다.

V. 結論-綜合的 廢棄物 管理方案

서울特別市の 쓰레기 處理는 “統合的 廢棄物 管理

(Integrated Municipal Solid Waste Management)"라는次元에서 양친구를 포함한 서울시의 廢棄物管理는 다음과 같은 優先順位の 位階(hierarchy)의 틀 속에서 정해져야 될 것으로 보인다.

첫째, 쓰레기 發生을 最大限 抑制하여 資源節約 效果를 거둔다. 즉, 包裝容器를 비롯한 各種 1회用 商品에 廢棄物處理預置金을 效果의으로 課稅하여 環境親和的인 持續可能한 開發이라는 틀속에서의 適切한 生産 및 消費를 誘導한다. 減量化를 效果의으로 達成하기 위해서는 法的, 制度的으로는 生産者 規制를 中心으로 하면서 消費者 參與를 誘導해 나가야 한다.

둘째, 發生된 쓰레기라도 最大限 再活用하여 資源回收을 한다. 즉, 地域住民은 分離排出, 서울시는 分離收去를 定着化하며, 再活用業體를 稅制金融上으로 支援해 주어야 한다. 不可避하게 分離收去가 안된 쓰레기의 資源選別回收施設은 쓰레기 積換場 또는 金浦埋立地에의 設置를 考慮해 볼 수 있다.

셋째, 飲食物 찌꺼기는 可能한 限 飼料化 또는 堆肥화한다. 飲食物 찌꺼기는 水分含量이 높고 發熱量이 낮아 燒却의 經濟性이 없기 때문에 可燃性 쓰레기로 分類되더라고 燒却할 理由가 없다. 堆肥化/飼料化 施設은 가까운 距離內에 人口密度가 比較的 낮고 交通 接近性이 좋은 場所(예: 金浦 埋立地 또는 蘭芝島)에 設置하고 再活用된 飼料 및 堆肥는 國家에서 管理하여 都市周邊의 綠地에 利用하거나 農家에 低廉한 價格으로 供給할 수 있다.

넷째, 그래도 남은 無毒性 可燃性 쓰레기는 大氣 汚染防止設備를 完備하게 갖춘 燒却爐에서 熱回收用으로 使用한다. 燒却施設은 地方自治化의 趨勢에 따라 地域別 衡平性 次元에서 地方議會가 構成된 서울시의 各區別로 適正한 場所를 物色하여 必要한 最小限의 容量으로 設置해야 된다고 본다. 再活用을 前提로 할때, 最小限의 容量은 可燃性 쓰레기인 종이 31.48%, 플라스틱 11.41%, 纖維 및 가죽 5.97%, 木材 및 其他 8.92%로서 全體 發生쓰레기(煉炭재 및 再活用品 除外)의 57.78% 水準으로 推定된다. 따라서 陽川區의 境遇는 經濟性있게 燒却할 수 있는 쓰레기의 發生量은 1일 260톤 水準으로 既存 燒却爐 150톤/일 容量을 超過하고 있으나, 向後 積極的인 住民의 減量化 및 再活用 實踐化 程度와 行政當局의 制度的 뒷받침에 의해 相當量 減少될 수 있을 것이다. 특히, 發生量의 43% 程度를 차지하는 종이 및 플라스틱을 어느 程度 再活用할 수 있게 政府에서

制度的, 技術的 基盤을 形成해 줄 수 있는가를 重要한 關鍵이 될 것으로 보인다.

그리고 生活쓰레기 燒却施設의 向後 設置時期는 金浦埋立地의 壽命이 向後 20年 程度로 豫想되므로 減量化 및 再活用 制度 및 技術을 開發하면서 서울市の 大氣質이 向上되고 國內企業의 大氣汚染防止技術이 一定 水準以上으로 開發될 때까지 猶豫하는 方案으로 檢討되어야 한다.

다섯째, 不燃性 쓰레기와 燒却재는 金浦埋立地에 衛生埋立을 하여 最終處分을 한다.

參考文獻

- 1) Henstock, M. E. : The Economic Potential of Recycling, University of Nottingham, 1975.
- 2) Boyd, James : A National Policy Toward Recycling, *Environmental Science and Technology*, 10(5), 1976.
- 3) Moore, John W. and Moore, Elizabeth, A. : Environmental Chemistry, Academic Press, 1976.
- 4) Josep M. Moran and Michael D. Morgan : "Introduction to Environmental Science", p. 395.
- 5) Thomas, Christine, Material Gains : Reclamation, Recycling and Reuse, Friends of Earth Ltd., London, 1974.
- 6) Allan, F. M. Barton : Resource Recovery and Recycling, John Wiley and Sons, pp. 241-249, 1979.
- 7) John T. Pfeffer : Solid Waste Management Engineering, Prentice Hall, pp. 79-80, 1992.
- 8) *Ibid.*, pp. 80-83.
- 9) 고재영, 구자공 : "외국의 폐기물 관리현황", 삼한건설기술공사, 1989.
- 10) 한국 유기성폐기물 자원화협의회, "유기성폐기물 자원화기술 심포지엄 (1993. 4. 16)", p. 160.
- 11) 前掲書, p. 78.
- 12) 김남천, "고속발효에 의한 생활쓰레기의 재활용에 관한 연구", 서울보건전문대학 논문집, 1993.
- 13) 뉴스신聞, 93年 1月 8日.
- 14) Czuzwa, J. M. : *Environmental Science and Technology*, 20(2), 1986.
- 15) John T. Pfeffer : Solid Waste Management Engineering, Prentice Hall, pp. 80-83, 1992.
- 16) 서울특별시 청소사업본부 : "資源回收施設 建設計劃", p. 27, 1936.
- 17) 서울특별시 : 일반폐기물처리 특별계획(93. 1), p. 23.