

# 廢棄物의 資源化 現狀과 今後의 方向

……資源을 求하기가 점점 어려워지고 있다. 資源을 節約하여 使用하는 한편, 일단 使用되었던 資源도 再活用할 수 없을까 하는 研究가 우리에게도 時急히 이루어져야 할 것으로 안다……

京都大學教授 平岡正勝

## 1. 序 言

廢棄物의 再資源化, 資源리사이클의 시스템에 對해서 여러 가지의 技術開發, 리사이클 運動, 提言 등이 나오고 있다. 그중에는 廢棄物이 全然 없는 社會다든가, 廢棄物 問題는 資源化만 한다면 處理된다는 등의 議論도 있으며, 廢棄物의 資源化 및 處理에 關한 議論은 상당히 混亂되어 있는 것같이 生覺된다. 따라서 무엇보다도 資源化 問題의 前提를 整理해 보고자 한다.

(1) 廢棄物이란 所有者가 附加價値가 없다고 하여 所有權을 放棄한 것이므로, 再利用되기 爲해서는 어떤 形態로든 附加價値를 높여줄 必要가 있다.

(2) 廢棄物의 附加價値를 높여줄 要因을 생각해 보면, ① 하나하나 흐트러진 채로 보면 廢棄物에 不過하나 大量으로 收集되면 資源으로 된다. ② 適當히 處理하면 處理코스트가 매우 높아지므로 有效하게 利用하는 것이 經濟的이다. ③ 天然資源의 減少를 豫想하여, 어떠한 理念下에 廢棄物의 附加價値를 높이는 誘導政策

을 쓰는 등 여러가지를 들 수 있다.

(3) 資源化하는 데 있어서 이와 같은 要因을 具體化하기 爲해서는 ① 社會시스템내에서 이루어질 것, ② 資源化의 技術이 適用될 것, ③ 法的 調整에 따를 것 등이다.

이와 같은 前提下에서 廢棄物의 處理 및 資源化의 諸問題에 對해서 論하고자 한다.

## 2. 社會시스템으로서의 資源 리사이클

廢紙, 空瓶, 鐵부스러기 등의 回收 같은 것은 옛社會에서부터 있었던 것이며, 最近에는 各種 消費運動이나 혹은 行政과의 協力運動의 形式으로 여러 가지로 試圖되고 있다.

예컨대, 廢紙에 對해서 살펴보면, 日本에서의 回收率은 1965年頃부터 37~39%로서 거의 일정하며 石油波動時인 1974年의 最高일 때에도 41% 정도였다. 74年 日本에 廢紙再生 促進 센터가 設立되어 廢紙의 備蓄作業이 開始되었으므로 回收率은 계속 上昇될 것으로 期待된다 물론 종이의 供給量은 1975년에는 74年의 約 2

배로 되어 있으므로 廢紙의 回收量도 거의 2배로 增加되고 있으나, 回收率로 보면 역시 거의 일정한 상태이다. 즉, 社會시스템, 특히 流通機構의 剛期的인 改革도 아닌 이상 現在 日本 社會의 組織에서는 回收率에도 限度가 있어 廢紙는 상당히 上限線까지 오지 않았나 생각한다.

最近에는 行政指導에 의해 家庭쓰레기를 分別 收集하는 都市도 많으나, 家庭主婦들의 努力에 對해서 어느 정도 社會코스트가 低減될 것인가 하는 것이다. 이러한 問題에 있어서는 역시 社會科學的인 解析이 바람직하지 않을까 한다.

### 3. 處理·資源化 技術의 開發

處理·資源化 技術의 適用은 元來 社會시스템에서 限界를 補強하는 것이다.

#### ① 物質回收型 技術

1954년에 日本에 清掃法이 制定된 以後 都市 쓰레기의 處理와 再資源化를 併行하는 手段으로서, 쓰레기의 急速堆肥化(Composting)가 試圖되었다. 急速堆肥化는 쓰레기를 好氣性으로 發酵시켜 病原菌, 寄生蟲 등을 死滅시키고 衛生的으로 安定化시켜서 肥料나 혹은 土壤改良劑로서 利用하려고 하는 프로세스이므로, 基本的인 思考方式으로는 極히 合理的이라고 할 수 있다.

周知하는 바와 같이 日本 厚生省이 補助金の 對象으로 1965年頃까지 全國의 數個都市에 普及하였으나, 實際로 쓰레기 處理를 하는 都市 側과 堆肥를 받아 들이는 農村과의 사이에 輸送, 施肥, 코스트 등에 罅(gap)이 있었으므로, 化學肥料의 生産, 販賣体制의 確立과 함께 急速堆肥化 處理는 急速히 衰退하여 75年度에는 쓰레기 全量의 1.6%에 不過하였다.

그러나, 最近에는 有機質肥料가 좋아짐에 따

라 再次 堆肥化技術이 盛行하게 되었다. 當時와 技術的으로 다른 點은 破碎, 選別의 技術이 현저히 發達된 것이다.

一般的으로 쓰레기의 全量을 破碎하여 不燃分을 選別除去한 후 廚芥物, 紙類 등의 有機物을 堆肥化하는 프로세스를 쓰고 있다. 그러나 때로는 破碎段階에서 乾電池 등의 重金屬 污染源이 되기 쉬운 것도 破碎되어 쓰레기속에 혹 分散되므로 混合肥料 속에는 水銀, 砒素, 카드뮴 등의 含有量이 農林省에서 定한 暫定基準值을 超過할 念慮가 많다. 그러므로 堆肥化 過程에 있어서 破碎前에 手選別 등으로 污染源을 除去하거나, 또는 破碎되지 않게 污染源을 機械的으로 選別하는 시스템으로 할 必要가 있다.

工業技術院이 開發한 半濕式 選擇破碎 分別裝置는 回轉드럼 속에서 緩速回轉하는 날개로 써 廚芥物, 紙類, 其他의 3 그룹으로 選別하는 것으로, 乾電池 등의 重金屬 污染源은 破碎되지 않고 選別되므로 堆肥속의 重金屬은 全然 問題될 것 없다.

그러나 化學肥料의 지나친 使用의 反省으로 인한 有機質肥料의 潜在的 需要는 많으나 이것은 거의 局所的이며 또 季節的으로도 變動하므로 1955~1965年頃에 있었던 都市와 農村間의 社會的인 시스템의 罅가 없어졌다고는 볼 수 없다.

앞으로는 農業政策을 根拠로 쓰레기, 尿尿, 下水汚泥, 畜産廢棄物 등 有機性廢棄物의 肥料化 理念을 確立하여 推進하는 長期的 誘導政策이 必要할 것이다.

#### ② 熱回收型技術

##### (1) 쓰레기 燒却 시스템

1955年代에 쓰레기의 堆肥化 試圖가 한번 不實狀態로 끝난 후, 1963년부터 日本 厚生省의 第1次 5個年計劃이 始作되어, 쓰레기는 原則的으로 燒却處理로써 減量化, 安定化 한 後, 埋立處分하기로 方針을 세워 現在에 이르기까지

繼續되고 있다. 1976年度の 實績으로는 燒却率 이 60.6%, 埋立 26.9%, 堆肥化處理 1.4%로 되어 있다.

燒却技術의 開發은 유럽의 技術導入에 依한 것도 많으나, 關係者의 努力에 依해 燒却爐의 技術 및 建設技術은 世界에서도 가장 上位水準에 達하고 있다. 특히, 燒却處理에 따른 二次汚染防止의 技術과 規制의 嚴格性은 世界에서 第1 높은 水準에 있다. 現在의 燒却處理技術은 지금의 쓰레기質의 變化에 對해서 充分히 對處할 수 있다고 본다. 그러나, 都市의 環境 시스템으로서 쓰레기 燒却시스템을 보면 剩餘 에너지가 있음에도 不拘하고 유럽諸國과 같은 熱回收利用은 거의 없었다.

最近에 와서 겨우 燒却工場內的 冷暖房, 自家發電이 이루어지고, 札幌市 厚別清掃工場의 地域暖房과 같은 쓰레기 燒却工場에서 상당한 에너지 回收시스템이 이루어지게 되었다.

그러나 ① 電力供給事業은, 市区 單位로 이루어지고 있는 清掃事業과는 行政적으로 全然 系統이 다르므로, 같은 시스템으로 步調를 取하기는 매우 困難하다. ② 電力이 發生하여도 電力會社 以外로는 팔기가 곤란하다. ③ 熱을 利用하는 시스템이 쓰레기 燒却爐 近處에는 없다는 것 등의 問題點이 있으므로 地域적으로 適合한 시스템의 計劃이 必要하다.

## (2) 熱分解技術

燒却處理에 따른 二次汚染의 問題가 顯在化하기 시작 한 때와, 石油波動時期와, 또 工業技術院이 쓰레기의 資源化 技術을 開發하기 시작한 時期가 중복된 적도 있으며, 1973年頃 부터는 쓰레기의 資源化 技術의 開發에 官界, 學界, 民間에서 매우 熱을 올리기 시작하였다. 즉 한 例로서는 前述한 前端시스템이라고도 할 수 있는 破碎와 選別技術 등이며; 또다른 한 例로는 後端시스템이라고 할 수 있는 堆肥化나 혹은 熱

分解技術 등이다.

熱分解技術은 어떤 새로운 技術이 아니라, 石炭 乾留에 사용된 技術을 美國에서 오일, 가스 와 같은 貯留性燃料를 回收할 目的으로 쓰레기 에 適用 試圖한 것으로 日本에서도 많은 프로세스가 開發되고 있다. 日本에서는 쓰레기 處理技術의 하나인 燒却技術은 거의 完成 段階에 있으므로 熱分解技術은 燒却技術과 對比하여 評價되지 않으면 안 된다.

燒却處理技術이 完成段階라고 한 것은 약간의 誤解가 있을지 모르므로 확실히 해두고자 한다. 즉, 앞으로의 燒却處理시스템은 燒却爐 밖에 廢塵除去用 集塵裝置는 물론, 塩化水素除去裝置, 重金屬이 含有된 廢水의 處理 시스템, 또는 EP灰의 固化處理, 燒却殘余熱灼減量の 再低下 등이 要求되는 것인데, 一部는 作動되고 있고, 또 코스트만 許容된다면 이에 對應할 수 있는 모든 技術을 갖추고 있다고 본다.

한편 熱分解는 燒却處理에 비해 ① 排가스량이 적다. ② 硫黃分, 重金屬類가 灰中에 固定될 率이 크다. ③ 還元性 雰圍氣가 保存되므로 3價의 크롬이 6價크롬으로 變化되는 일이 없다. ④ NO<sub>x</sub>의 發生量이 적다— 등의 特徵을 살려서 燒却處理에 代替할 수 있는 프로세스 시스템의 開發이 期待되고 있다.

現在, 熔融處理 프로세스, 二塔流動熱分解프로세스가 實用化 段階에 이르고 있으며, 實際로 都市에는 適用되기 시작하고 있다. 그러나 이 熱分解技術의 評價는, 燒却處理와의 低公害性의 比較, 回收에너지와 消費에너지의 比較, 특히 埋立處分の 코스트를 어떻게 評價하느냐에 따라 다를 것이다.

## (3) 都市쓰레기와 下水汚泥의 綜合處理

### 시스템의 開發

今後 廢棄物 問題 중에서 생각하지 않으면 안 될 것은, 産業廢棄物로서 分類되고 있는 下

水汚泥의 處理이다. 日本에서 下水道의 普及率은 1976年度에 總人口의 約 25%이며 發生汚泥의 量은 75年度 統計에서 無水固形物로서 約 105萬톤, 85% 水分含有分이 約 700萬톤이다.

下水道가 整備됨에 따라 莫大한 量의 汚泥가 發生하고 있는 것은 廢棄物問題로서 充分히 고려해 두지 않으면 안 된다.

日本 建設省에서는 下水汚泥를 農地로 還元하기 위해 堆肥化 혹은 乾燥시켜 肥料化하는 研究에 着手하고 있으나, 쓰레기와 달라서 水分이 많고 自燃할만한 發熱量이 없어서, 處理를 하거나 또는 資源化하기에는 방대한 熱에너지가 必要하다는 것을 잊어서는 안 된다.

쓰레기 處理 시스템이나 下水處理시스템은 다같이 代表的인 都市 環境시스템이다. 現在는 行政의으로도 收集 혹은 集水區域으로서 相互 關聯성이 적은 시스템으로서 建設되고 있다. 그러나 쓰레기 燒却시스템은 어떤 一定規格 以上으로 되면 시스템內의 消費에너지를 없애도 餘剩에너지를 發生하나, 下水處理시스템은 價格上 多量의 에너지消費시스템이다.

筆者는 어떤 大都市에 있어서 廢棄物處理, 下水處理 시스템의 綜合的인 에너지 收支를 詳細히 計算해본 結果, 쓰레기 收集과 下水 收集의 시스템 境界가 같으며, 쓰레기의 發熱量을 有效하게 電力이나 水蒸氣의 형태로 下水處理시스템으로 供給하게 된다면 쓰레기의 發熱量으로 充分히 下水處理, 汚泥處理의 에너지를 供給할 수 있다는 것을 알았다.

日本 京都市에서는 今般 새로 建設되는 쓰레기 燒却場과 下水處理場이 隣接되어 있으므로, 쓰레기 燒却 플랜트의 發電으로 下水處理場에 電力을 供給하며, 또 燒却爐의 蒸氣供給으로 下水汚泥의 脱水, 乾燥, 造粒을 하며, 汚泥는 쓰레기 燒却 플랜트에서 쓰레기와 混燒시킬 計劃을 세워, 筆者를 中心으로 한 研究會에서 清

掃 및 下水擔當技術者들과 最適結合方法에 對해서 共同研究을 하고 있다.

또 大坂市에서는 筆者를 中心으로 한 研究會에서 쓰레기, 汚泥, 産業廢棄物의 綜合處理 시스템의 概念設計에 關해서 研究中에 있다. 定量的인 評價는 研究結果를 보지 않고서는 알 수 있으나 이와같은 都市 쓰레기와 下水汚泥의 結合處理시스템은, 앞으로의 都市環境整備에 필요한 社會코스트를 低減시키기 위해서는 都市의 省에너지 시스템으로서 極히 有效한 시스템이라고 確信하고 있다.

이와 같은 廢棄物에너지의 相互利用시스템은 立地條件의 制約도 있으나 産業廢棄物에 對해서도 有效하다.

예컨대, 「Clean Japan Center」에서 推進되고 있는, 타이어의 熱分解油나 또는 熱分解가스를 시멘트 燃料로 利用하는 것이다. 즉, 시멘트 工場에 廢타이어의 熱分解플랜트를 設置하여, 廢타이어의 處理費는 排出者가 支拂하고 熱分解로써 얻는 오일이나 가스는 시멘트의 燃料로 直結시켜 利用하려는 시스템이다. 現在 處分困難한 廢타이어의 處理와 資源화를 兼한 프로세스 시스템으로서 높이 評價되고 있으며 그 成功이 크게 期待되고 있는 바이다.

今後로는, 廢棄物은 Compost, 廢紙와 같은 物質로서 回收하는 價値와 에너지源으로서의 價値가 地域社會의 特性에 따라 다르므로, 地域社會의 特性에 따른 長期的인 展望에서 본 資源化 시스템이 이루어지지 않으면 안 된다.

#### 4. 法的 整備의 問題

廢棄物의 處理 및 清掃에 關한 法律은 廢棄物의 不適正한 處理 處분에 의한 環境汚染防止 혹은 環境사이클의 阻害를 制御할 目的으로 整備된 것이다. 따라서 廢棄物의 資源화를 促進

하기 위한 廢棄物 再資源化法의 必要性을 많은 사람들이 인정하고 있으며, 또 日本의 通産省當局에서도 努力하고 있으나 아직 그 制定에 進展을 보지 못하고 있다.

그런데, 廢棄物問題는 處理와 資源化를 適正히 한다면, 現行 日本 法律, 즉 電力 事業法이나 가스事業法 등의 法律에 橫斷的으로 抵触되는 것이 많다. 그러므로 筆者는 먼저 省에너지를 包含한 廢棄物對策基本法과 같은 것을 만들어 原則을 明確히 세워둘 必要가 있지 않을까 한다. 그 原則은 다음과 같은 것이다.

〔原則 1〕: 廢棄物은 環境汚染防止를 第1義로 排出者의 責任下에 處理되어야 한다.

〔原則 2〕: 廢棄物은 될수있는 限 物質로서, 熱로서 相互利用함으로써 再資源化, 再利用하여 減量化를 圖謀하여야 한다.

〔原則 3〕: 廢棄物 處理·處分의 費用은 排出者가 公平하게 負擔하여야 한다.

〔原則 4〕: 廢棄物이 資源으로서 再利用되거든 어떠한 形態로든, 附加價値가 주어지지 않으면 안 된다.

〔原則 5〕: 廢棄物은 最終的으로 生活環境으로부터 分離되어 處分되지 않으면 안 된다. 이와같은 原則에 따라, 廢棄物處理, 資源化시스템의 社會的 靜脈시스템으로서의 位置를 明確히 하여 基本法에 따르는 形式으로 廢棄物再資源化法은 리사이클 시스템을 形成하기 위한 誘導政策을 基本으로 하여 制定하고, 廢棄物處理法은 環境사이클을 保全하기 爲한 規制를 基本으로 再編하여, 環境保全과 資源化를 長期展望으로 세워서 積極 推進해 가야만 될줄로 생각한다.

## 新生 產油國으로 浮上하는 멕시코에도 어두운 아스피린 時代가 있었다

### 海外 TOPIC

멕시코石油은 앞으로 세계의石油供給面에서 중요한 역할이 부과되어 있는 非OPEC石油의 스타로서 국제적으로 주목되고 있다. 그러나 이것은 어디까지나 멕시코石油의 輸出量 增加를 前提로 한다.

멕시코는 產油國으로서 새롭지도 젊지도 않다. 오랜 歷史를 가진 老產油國이다. 지금으로부터 近 60년 전에는 美國 다음의 세계 제 2의 產油國이었고 세계 제 1의 石油輸出國이었다. 이른바

名門產油國의 하나였다. 그것이 1970년대에 들어오면서부터 不死鳥와도 같이 되살아나 74년에는 南部의 油田地帶에서 大油田을 발견하는 등 그 후에도 大小油田의 발견이 잇달고 있다.

그런데 1978년 9월 異例的으로 로페스 포르티요대통령은 對議會 敎書中에 炭化水素 資源의 매장량을 다음과 같이 밝히고 있다. 確認埋藏量 2백억배럴(原油類 65%, 天然가스 35%), 推定 매장량 3백70억배럴, 潛在 매장량은 2천억배럴이라고 밝혔다. 그로부터 약 2개월 후 11월 13일에는 멕시코灣에 면한 中部의 탄피코 부근

에서 潛在 매장량 1천억 배럴이라는 大油田을 발견하여 지금 바야흐로 세계의 이목을 집중시키고 있다.

그런데 現在 멕시코의 石油探鑛, 油田의 개발, 생산은 페멕스(멕시코石油公社)에 의한 6개년 개발 계획(1977~82년)으로 이루어지고 있다. 이 계획에 의하면 전면적으로 探查가 進行되고 있고, 특히 중요한 지역은 北部의 美國 국경에 가까운 코어워터, 누에브레온의 兩州, 中部의 탄피코 지역, 南東部の 타바스코, 티아파스 지역, 칸페체灣, 太平洋沿岸의 바하 켈리포니아州 등으로 計劃