

報 告

21世紀下水道 技術開發

崔 榮 哲 · 李 在 祐*

I. 論 總

人類는 보다 편리하고 쾌적한 생활을 하기 위해 物質 資源과 에너지 資源을 消費하였고, 그에 의해 발생되는 廢棄物을 무분별하게 자연계에 버렸었다. 결과, 버려진 폐기물에 의한 파괴력은 자연계의 自淨作用을 훨씬 초과하여 오늘날 지구 환경문제가 심각한 문제로 부각되고 있다.

지구규모의 물의 순환 중, 下水道 시스템에 의한 물의 循環은 예전부터 상당히 중요한 역할을 담당하여 왔다. 인간의 활동에 의해 汚水로 되는 물이 公共水域에 있어서 水質의 汚染源이 되지 않도록 淨化시켜 放流하고, 이를 통해 淸淨한 水質을 유지시키는 것은 下水道의 가장 기본적인 役割이라 할 수 있다.

한편, 下水를 處理하는 과정에서 반드시 필요한 것 중의 하나가 에너지(化石燃料)인데, 이때문에 下水道는 에너지 消費者로서의 一面도 있다고 할 수 있다. 下水道에서 汚水를 處理하기 위해서 필요한 과정 중의 하나가 생물 활동에 의한 것인데, 이는 電氣에너지에 의해 촉진되는 것이며, 이 에너지의 根源을 살펴보면 石油 등의 化石燃料의 연소에 의한 것이다. 이는 결국 자연계에 존재하는 有機物의 분해에 의해 지구 온난화 현상을 유발하는 하나의 원인이라고 밖에 볼 수 없다. 즉, 化石燃料의 사용에 의해 온실효과 가스를 방출하고 있는 下水處理 시스템은 地球環境문제에 직접적인 책임의 일면을 지고 있는 것이다.

이에 下水處理技術, 汚泥處理技術의 에너지 절약 측면에서의 발전, 水資源으로서 下水處理

水의 이용 확대, 汚泥의 資源化, 下水處理 過程에서 발생하는 副產物의 에너지원으로서의 활용 등은 반드시 연구되어야 하는 분야로서 충분히 가치가 있다고 할 수 있다.

이상에서 언급한 연구의 배경으로부터, 지구 환경 시대에 부합하는 下水道 공학의 技術開發 테마로는 水質 保全을 목적으로 하는 水處理 技術의 향상을 근간으로 하여 다음과 같은 것들이 있다.

- ① 下水道 시스템이 環境에 미치는 악영향의 감소
- ② 下水道 시스템에 있어서의 이용되지 않은 資源의 有效한 이용
- ③ 下水道 시스템에서 이용되지 않고 있는 에너지의 有效한 이용

下水處理 시스템에는 下水와 汚泥라고 불리는 物質資源이 풍부하게 있으며, 이것을 유효하게 이용하는 것은 제한되어 있는 地球상의 物質資源의 절약에 큰 도움을 주고 있다. 또 下水·汚泥의 處理過程에 있어서 이용 가능한 에너지가 풍부하게 존재하고 이것을 有效하게 이용하는 것은 化石燃料의 소비를 줄이는 것이되어 地球 溫暖化 현상을 방지하는 효과를 가져오기도 한다.

지금부터 下水處理 시스템의 에너지원으로서의 역할에 대해서 살펴보기로 한다. 즉, 物質資源 및 에너지 資源으로서 下水處理의 유효한 이용과 그의 현상에 대해서 下水·汚泥별로 소개한다. 또 下水道 시스템으로부터 발생하는 地球 溫室效果 대책에 대해서도 살펴보기로 한다.

II. 下水處理의 에너지화

下水道 施設은 維持·管理에 비하여 에너지 사용량이 크다. 이렇게 과도한 에너지의 사용을

* 서울大學校 都市工學科 環境 研究室

줄이기 위해서 下水道 利用者는 節水를 생활화하여 下水 負荷量의 削減을 꾀함과 동시에 下水道 管理者는 計劃 및 設計段階에 대한 배려,

에너지절약형 處理 시스템 開發과 機器 등의 效率 改善, 運轉管理의 適正化, 代替 에너지의 이용 도모하는 한편, 이것으로부터 종합적인 대책을 강구해 나갈 필요가 있다. 이 중, 計劃 및 設計段階, 그리고 維持管理段階에 대해 記述 한다.

1. 計劃段階

流入水量, 流入水質을 결정하는 基本 數值의 채용에 따라 處理 施設의 규모를 過大하게 결정할 경우에는 에너지의 낭비를 초래한다. 또, 處理場 用地의 선정에는 건설비를 고려하여 에너지 절감면에서 유리한 自然流下方式을 채용할 수 있는 장소가 좋다. 한편, 都市 쓰레기 燒却 施設에서는 燒却爐에서 발생하는 熱에 의해 剩餘 에너지를 얻기가 쉽다. 따라서, 그 에너지를 이용하기 위해서는 下水汚泥 處理場과 쓰레기 燒却 施設을 인접하는 것이 고려되어야 한다.

2. 設計段階

(1) 水處理 施設

處理方式의 選定에 따라 處理場 규모가 큰 경우에는 處理의 安定性, 經濟性을 고려하여 標準 活性汚泥法을 채택하는 경우가 많다. 이 경우, aeration을 위해 사용한 送風機의 動力이 處理場 전체에서 消費하는 電力의 약 40%를 차지하게 된다. 따라서 散氣裝置의 酸素溶解效率를 높이는 研究, 負荷變動에 대응하는 送風機의 運轉·制御에 대한 研究가 필요하다.

한편, 處理장 規模가 작은 경우에는 發生 汚泥量이 적은 處理方式, 負荷變動에서도 安定한 處理方式 등 다양한 水處理 方式의 選定이 가능하다. 예를 들어, 發生剩餘汚泥量이 적고 汚泥 處理에 필요한 에너지가 적으면, 維持管理가 용이한 嫌氣性 處理를 적용할 수 있게 된다. 다만 이러한 방법에 있어서는 前處理로서 好氣性 處理가 필요하며, 다른 處理法과 비교하여 많은 腐蝕性 가스, 臭氣 가스가 발생하기 때문에 이를 해결해야 할 과제를 가지고 있다.

(2) 汚泥處理施設

汚泥處理의 단위 공정으로는 濃縮, 消化, 脫水, 乾燥, 燒却 등이 있으며 어떠한 處理 방식을 선정하는가는 最終 處分의 방법으로 결정한다. 따라서 에너지 消費量을 줄이기 위해서는 개개의 施設에 대한 에너지 使用量을 검토하기 이전에 시스템 전체에 걸친 에너지 사용량의 最小化 방안을 검토하여야 한다.

3. 維持管理段階

設備의 運轉 및 管理方法에 있어서의 에너지 사용 측면은 적극 검토되어야 할 필요가 있다. 예를 들어, 排水펌프의 운전애 맞추어 펌프장의 水位를 적당히 높게 유지하여 實揚程을 적게 하는 것은 消費 電力量을 削減하도록 해준다. 에어레이션 탱크 내의 DO 濃度는 일반적으로 높게 관리되고 있으며, 이 DO 濃度를 유지하기 위한 送風機의 消費 動力은 앞에서 언급한 바와 같이 상당량이 필요하다. 따라서 消費 動力은 處理에 지장이 없는 정도까지 낮추는 것이 바람직하다.

Ⅲ. 下水의 效率의 利用

1. 에너지 資源으로서의 下水의 이용

下水가 지닌 에너지의 形態로는 位置에너지와 熱에너지가 있다. 이것들의 어떻게 이용되는가를 살펴보면 다음과 같다.

(1) 位置에너지로서 下水의 利用

下水處理場의 放流口와 河川 水面과의 水位差에 의한 發電이 그의 한 예이다. 하지만 有效落差가 작고 使用 水量은 크며, 年間 水量 變動은 작기 때문에 小規模 發電만이 가능한 형편이다.

(2) 熱에너지로서 下水의 利用

熱에너지로서 下水의 利用에는, 열에너지로서 이를 직접 이용하는 방법과 季節別로 下水가 大氣溫度와 차이가 나는 性質을 이용하는 방법이 있다. 下水는 大氣 溫度에 비해 여름에 차갑고, 겨울에 따뜻하기 때문에 이러한 이용이 가능하다. 前者의 예로는, 눈이 많이 내리는 지역에서 이를 除雪의 한 方法으로 이용하는 경우가 있는데, 이는 적은 에너지 密度에도 불구하고 熱量이 높기 때문에 가능하다. 下水와 동일한 溫

도로 가열한 수도물을貯留槽에 저장한 다음, 그 열을 heat pipe 또는, heat channel로 운반하여 除雪 實驗을 한 결과, 일반 가정의 경우, 下水 使用量만으로 택지 내에 除雪 에너지를 제공할 수 있음이 밝혀졌다. 後者는 heat pump의 放熱源으로서 下水를 이용하는 것을 말한다. 利用 形態로는 處理水와 生下水의 두가지 경우가 있다. 이전에는 處理水가 사용되어왔지만, 生下水로도 이용 가능한 것이 입증되어 下水가 熱에너지원으로서 널리 인식되고 있다.

小規模의 個別 施設에 의한 하수의 heat pump 에로의 이용은 현재까지 20%의 維持管理 비용을 削減하는 등, 그 效果가 있다고 한다. 최근에는 大規模 地域 冷暖房에도 下水가 이용되기 시작하고 있으며, 전체적인 效率면에서도 空氣 熱源에 비해 여름철에 15%, 겨울철에 약 40%의 에너지가 節約되고 있다. 이 밖에 하수의 溫室에의 이용, 溫泉 排水를 이용한 road-heating과 냉난방을 동시에 하는 것도 고려되고 있다.

下水를 이용하는 경우 발생할 수 있는 問題點으로서 熱交換器와 配管類의 부식과 scaling 있지만 脫酸銅, 나일론코팅 銅管의 이용, auto 스트레이너의 설치, 材質과 裝置의 선택에 따라 이러한 문제점은 쉽게 해결될 수 있다고 알려져 있다.

이처럼 下水의 에너지 資源으로서의 活用은 급속히 확대되는 추세에 있으며, 이의 長點을 고려하면 이 후의 實用化 可能性은 현재에 비해 대단히 높다고 할 수 있다.

2. 處理水の 再利用

大都市에서의 水資源不足 현상은 해마다 심각한 문제로 떠오르고 있다. 이의 對應 方案으로 최근 下水處理水를 水資源으로서 評價하여 有效하게 活用하겠다는 움직임이 일고 있다.

(1) 中水道에의 利用

下水道는 食水로서 上原水의 조건에 따라 供給되고 있다. 그러나 실제적으로 이용되는 물의 대부분은 그 정도로 높은 水質이 요구되지는 않는다. 그렇기 때문에 下水處理과 대규모 건물 등에서는 中水道로서 雨水와 下水處理를 이용하는 個別循環 이용이 행해져왔다. 최근 들어 이 方

式에서 더욱 일보전진 하여 下水處理場에서 高度處理한 處理水를 넓은 지역에 供給하는 廣域循環方式이 實用化되고 있다.

下水處理場에서 高度處理된 處理水는 recycle system 利用地區 내의 recycle center에 送水되어 여기에 貯留, 滅菌된 후 中水道로서 供給된다. 사용된 물은 통상 下水管의 route를 經由하여 再處理場에 보내진다.

廣域循環을 利用할 경우에 배려해야 할 사항으로는 물의 수요가 變動하는 중에서 항상 安定 供給을 확보하는 것과 요구되는 水質 基準을 만족시키는 것이 추가된다. 이 밖에 system 전체 補修의 專門化, 遠隔制御, 상수도와의 이중 배관에 따르는 接合缺陷의 방지 대책 등도 고려되어야 한다.

(2) 造景用水에의 利用

주민의 요구가 量에서부터 質로, 物質的인 滿足에서부터 精神的·文化的 充足으로 변화된 요즘에는 푸른 숲과 물이 있는 자연의 空間을 回復하기 위해서 都市水路와 下水處理水를 적극적으로 活用하려는 시도가 각지에서 행해지기 시작하고 있다.

造景用水에의 下水處理水의 이용은 下水道の 측면에서 다음의 2가지 방법이 현재 시행되고 있다. 하나는 기존의 水路와 中小 河川의 造景事業에 處理水를 供給하는 방법이며, 다른 하나는 下水道事業 중에서 都市下水路 등의 정비와 일반적인 造景事業을 병행해 가는 방법이다.

원래 河川의 물을 도입하는 것이 이상적이지만 大都市에 있어서는 새로운 水資源을 河川에서 구하는 것은 극히 곤란했었다. 이 때문에 大都市의 새로운 水資源으로서 下水道の 高度處理水의 活用이 제안되고 있다.

이러한 清流 復活事業은 물을 포함한 環境에 대한 住民意識의 高揚에도 크게 기여하고 있다. 清流 復活事業의 결과, 下流에서의 水質에 대해서는 일부에서 예외는 있지만, 處理水의 水質에 의존하는 경향이 강하고, 현저한 自淨作用과 汚濁의 流入 등은 보이지 않는다. 水生 生物에 대해서는 일반적으로 汚濁이 진행되는 河川에서 優占種으로 되고 있는 것이 많이 보여졌다. 이

事業에 있어서의 이 후 해결해야 할 문제로서는 處理水を 放流하는 河川과의 水量配分, 水質水準의 향상, virus 등의 안전 대책, 財源의 상태도 포함한 法 제도의 정비 등이 있다.

이상과 같은 水路의 造景 자체는 下水道事業 이외의 分野에서 행해지는 것이다. 이하에 소개하는 것은 下水道 사업 가운데에서 水路의 정비도 행하는 것이다.

이 밖에, 소위 造景用水로의 이용과는 다르지만 高度處理에 의해 處理場內에 水族館을 만든 예도 있다. 지금까지 下水道施設 중에서의 이용은 있었지만 새로이 친근한 下水道를 만들기 위한 흥미있는 시도라고 할 수 있다.

이처럼 여러 형태로의 處理水の 有效한 이용이 진행되고 있지만 최근에는 都市內의 새로운 資源으로서 處理水가 지금 이상으로 注目될 것으로 여겨지고 있다. 그러나 이러한 事業 중에서는 從來의 下水道事業의 범위를 초과하는 것도 많고 費用에도 문제가 있으므로 각종 制度의 시급한 整備가 요구되고 있다. 또 處理水の 용도가 다양해짐에 따라 보다 고도한 處理技術의 개발도 필요하다고 할 수 있다.

IV. 下水 汚泥의 效率的인 利用

1. 下水汚泥의 農地에로의 還元

下水汚泥의 農地에의 이용은 自然物質循環에 적합하며, 이상적인 下水汚泥處分 형태이다. 農地還元の 대부분은 堆肥 형태로 행해졌다. 下水汚泥를 堆肥化하는 것은 汚泥를 그대로 農地에 이용하였을 경우, 易分解性有機物の 급격한 分解에 의한 식물의 成長沮害와 病原菌의 존재 등의 문제가 발생하므로, 이러한 汚泥의 堆肥化에 의해 그러한 문제가 해결되고 있음이 보고되고 있다. 下水의 農地還元の 비율이 낮은 원인은 다음과 같다.

① 汚泥가 含有하고 있는 重金屬을 除去 또는 削減

② 流通機構의 確立 (化學肥料 등의 競合資材, 植物性 養分 含有量의 不均衡, 「汚泥」에 의한 더러운 인상 등의 障礙)

앞으로 小規模의 下水處理場이 증가가 예상되는데, 그로부터 발생하는 水分을 含有한 汚泥는 重金屬의 제거가 쉽고, 農地에 還元하기 쉬운 것이라야 한다. 農地還元을 추진하기 위해서는 위 ①, ②의 문제를 해결하는 방법을 확립함과 동시에 自然에너지 循環을 고려하여 經濟的으로 堆肥를 생산할 수 있는 技術의 개발이 필요하다.

이 같은 상황에서 小規模 下水處理場을 대상으로 畜産 및 糞尿處理에서 실적이 있고 運轉經費가 廉價인 簡易 堆肥化 시설에서 汚泥의 堆肥化 실험이 행해졌다. 탈수 cake(高分子係·含水率 84.4%)를 초기 투입 후 약 2개월후에 堆積層 全層에서 發酵溫度는 65°C 이상에 달하였다. 堆肥는 含水率 34%, C/N 比 8.7이며, 重金屬의 含有濃度는 특수 堆肥의 기준치 이하이며, 형상은 입상이었다. cake 2t/日의 OD형 간이 堆肥化 施設의 建設費는 보통 機械式 堆肥施設의 1/3이며, 發酵槽 表面積 327m², 發酵日數 약 148일이 필요되고 있다. 流域下水道에서는 汚泥處分을 民間業者에 위탁하여 전량을 醱酵處理 한 다음, 家畜排泄物과 혼합하여 有機堆肥로서 農協 등을 통하여 販賣하고 이 堆肥는 農地에 使用하며 또한, 토양 改良劑의 原料로서 有償으로 全量 인도하고, 나머지 75%는 埋立·處分하고 있다. 堆肥의 生産은 惡臭의 발생이기 때문에 立地條件부터 제한되고 있지만, 堆肥는 에너지가 적고 廉價로 가치있는 물건을 생산할 수 있으며, 汚泥處理로서 적합하다.

家庭 쓰레기 處理場과 下水處理場이 일체로 統合된 곳도 있다. 여기에는 統合의 목적의 하나인 環境保護 차원에서의 下水汚泥 處分の 해결을 위해 下水汚泥(50t/일)와 家庭 쓰레기의 有機物(250t/일)을 混合하는 쓰레기 燒却發電의 發熱을 이용하여 퇴비를 생산하고, 農地에 還元하는 것을 목적으로, 年間 31,000t의 퇴비를 생산할 것을 계획하고 있다.

2. 建設資材로서 下水汚泥의 利用

下水汚泥의 建設資材로서의 이용은 燒却灰와 鎔融 slag 등을 block과 타일 등에 이용하는 것이며, 下水道事業 등의 공공사업에의 이용이 예

상되는 부분 중에서 유망한 이용법이다. 최근에는 實用化가 진행되고 있다. 下水汚泥의 農地還元과 熱利用이 下水汚泥 중의 有機物質을 주로 이용하는 것에 비해 建設資材 이용에서는 주로 無機成分을 이용 대상으로 하고 있다. 加工하지 않은 상태 그대로 사용하는 경우와 加工하여 製品化하는 경우와, 汚泥 成分이 수 %밖에 混入되지 않은 製品 등이 있다.

鎔融 slag의 경우, 오니 鎔融爐는 가동하지 않는 것이 많고 일정한 품질을 유지하는 slag의 製造技術의 확립이 시급한 課題이다. 建設資材로는 현재 매방재와 노반재로의 이용으로 된다. 建設資材는 아니지만, 森林資源保護의 관점에서 slag의 有用한 이용으로써 「종이」의 제조도 주목된다.

燒却灰만을 100% 이용한 제품도 품질이 시판품과 비교해서 손색이 없고, 포장재와 벽재로서 충분히 이용이 가능하다. 다만, 原料의 성분 따라 色調가 약간 다르고 最適燒成溫度의 범위가 좁기 때문에 冷却速度도 동시에 精밀한 溫度制御로 유의할 필요가 있다.

下水汚泥를 燒却 또는, 鎔融하는 방법은 汚泥의 減量化, 安定化에 있어서 우수한 특성을 나타낸다. 그러나 한편으로, 이 방식은 에너지 소비의 면에서 문제를 갖고 있는 것도 사실이다.

3. 下水汚泥의 에너지化

(1) 消化가스를 利用한 發電

1973년에 일어났던 石油波動은 燃料 및 電力費用을 급격히 상승시켜 下水處理時 發生하는 消化가스를 새로운 에너지원으로서 인식하게 하였다. 지금까지는 보일러와 內燃機關에 이러한 에너지를 이용하는 것이 일반적이었다. 가스터빈에 이용하고 있는 예가 있기는 하지만 그 자체가 복잡한 경우가 있고, 處理되지 않은 消化가스는 腐蝕性이 있기 때문에 下水處理場의 이용 예는 드물다. 費用對 效果比를 최고로 하는 이용시스템의 選定은 規模가스 造成 및 변동, 處理場에 있는 既存 에너지源의 상황, 排가스 대책과 騒音 대책의 필요성의 有無를 고려하여 결정하여야 한다.

이전의 단순한 消化탱크의 가온 熱源과 오니

燒却爐의 補助燃料로 사용할 수 있는 消化가스를 보다 效果의으로 이용하는 消化가스 發電 시스템이 있다. 이러한 시스템에 의해 發生되는 熱量의 약 30%가 電氣에너지로 되고, 消化가스 1Nm³당 약 2kWh의 電力이 얻어진다. 더우기, 燃燒 廢熱과 엔진 冷却水로부터 약 40%의 熱이 回收 가능하기 때문에 탱크의 加溫에 이용할 수 있다.

(2) 流動床爐의 廢熱利用

流動床爐로부터 排出되는 燃燒가스는 일반적으로 750~800°C의 고온이기 때문에 熱經濟性을 얻기 위해서는 적극적으로 廢熱을 回收할 필요가 있다. 이 排가스가 가지는 熱量을 回收하기 위해서는 空氣 豫熱機에서 爐에로의 燃燒空氣를 가온하는 이외에 廢熱보일러에 의해 蒸氣를 發生시켜서 그것에 의한 蒸氣를 汚泥의 間接乾燥와 排氣 fan 驅動用 터빈에 직접 이용하는 방법이 고려되고 있다. 또, 熱回收에서 發生한 蒸氣를 터빈에 직접 이용하는 경우에는 터빈이 流動床爐에서의 蒸氣를 이용하여 復水할 수 있어야 한다.

이 流動床爐에서의 蒸氣를 이용하여 地域 溫水供給事業을 행하는 例가 있다. 汚泥燒却 後의 灰와 排가스가 廢熱 보일러 및 空氣豫熱機를 통과할 때의 熱을 回收하고, 汚泥乾燥機에 있는 汚泥의 水分蒸發과 白煙방지에 이용하는 등 補助燃料의 절감을 도모함과 동시에 汚泥의 燒却에 따르는 排가스 處理와 溫排水(7.4Gcal/h, 50~60°C)를 이용하여 3,800호를 대상으로 온수를 공급한다. 급탕온도는 겨울에 28°C, 여름에 52°C로 되어 있고, 급탕용 에너지의 67.5%를 廢熱로 공급하고, 연간 약 10,000 Gcal 상당의 燃料절감 효과가 있다.

(3) 汚泥의 燃料化

下水汚泥의 固形物에는 6~8割의 有機物이 포함되어 있으므로, 水分을 效率의으로 제거하면 燃料로써 충분한 가치가 있다. 적은 에너지로 탈수하는 방법의 한가지는 일정량의 熱源蒸氣로 수차례 蒸發을 시키는 「多重效用蒸發法」이다. 이것은 汚泥를 流動化시키기 위하여 重油를 첨가하여 균일하게 혼합시킨 후, 低壓蒸氣에 의해

4회의 연속된 蒸發을 실시하여 水分을 제거하는 시스템이다. 생성된 乾燥 slurry는 탈유기에서 乾燥 cake와 重油로 분리되고, 重油는 循環 使用한다. 乾燥 cake는 보일러에서 燃燒시키며, 이 蒸氣를 증발tower의 열원으로 발전에 사용하기 때문에 출력 1,700kW의 발전이 현재 실시되고 있다.

한편, 이 施設의 특징은 輕油의 回收를 遠心 脫水 및 加熱蒸溜에 의해 행하기 때문에 cake의 油分을 약 1%까지 낮추는 것이 가능하며, 補充流量과 排氣가스량의 삭감이 가능하다는 것이다.

(4) 그 외의 利用

1) 埋立地에서 발생하는 가스의 有效 利用

이전에 언급한 廣域下水道組合 埋立處分地에는 가스 포집관을 埋立하여 발생하는 가스를 回收하고 有效하게 이용하려는 시도가 있다. 그 처분지에는 下水汚泥를 포함하여 6,700m³/週의 廢棄物이 버려지고 있고, 그로부터 메탄 濃度 37~48%, 28,000Nm³/h의 가스를 회수하고, 蒸氣터빈 발전기에 의해 43.5MW의 발전도 실시되고 있다. 또, 發電設備에 저공기비 運轉 등에 의해 NO_x 등의 대기 오염물질을 억제하도록 설계되고 있다.

2) 消化가스의 自動車 燃料에의 利用

下水處理場에 消化가스를 脫硫黃 후, 加壓하여 판매하고 脫黃, 脫炭酸處理 후, 市의 公共 自動車を 중심으로 구체적인 利用方法이 검토되고 있다.

V. 가스의 地球溫室效果에 대한 對策

1. 發生量の 豫測

自然界 및 人間活動의 결과, 발생하는 地球溫室效果 가스 중에서, 地球溫暖化에의 기여가 크다고 할 수 있는 것은 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 일산화이질소(아산화질소, N₂O), 그리고 chlorofluoro-carbon(CFCs)이다. 이들 가스의 이후 100년간의 氣候變化를 고려한 경우의 寄與率을 표에 나타내었다. 이들중, 下水汚泥를 포함한 廢棄物, 康水와 관계를 가지는 것은 메탄

과 일산화이질소 및 이산화탄소이다.

廢棄物의 埋立地에서 발생하는 메탄가스는 이산화탄소에 비하여 溫室效果가 매우 높으므로, 溫暖化에 미치는 影響이 크다. 쓰레기는 化學組成도 균일하지 않으며, 水分 含有量도 많기 때문에 重量으로부터 메탄가스의 발생량을 환산하는 것이 곤란하다. 그러나 쓰레기의 發熱量으로부터 대강의 메탄 발생량을 推定하는 것은 가능하다. 이것에 의하면 可燃 쓰레기 1g으로부터의 메탄발생량은 0.09g 또는, 0.13L이다.

廢水로부터의 메탄 生成은 自然界의 汚染으로부터 기인하는 경우와, 廢水處理過程으로부터 기인하는 경우가 있다. 일산화이질소는 消化, 脫窒에 관계되는 窒素의 酸化-還元 process로부터 발생한다. 현재, 이들의 가스 發生量을 대해서는 조사가 시작되고 있다. 下水處理場에의 流入 下水 1m³당의 溫暖化가스 발생량은 표-3에 따라 豫測한다. 이에 의하면, 메탄은 aeration tank 및 汚泥 濃縮 tank로부터 방출되지만, 일산화이질소의 발생에 관해서도 研究되고 있으며, 이 외에도 ①有機炭素原이 부족한 것, ②汚泥의 滯留時間이 짧은 것, ③ 特定の 生物種이 존재하는 것 등이 發生의 原因이 되고 있는 것으로 알려져 있다.

2. 發生의 抑制, 回收

廢液으로부터 발생하는 溫暖化가스 중에서 현재로서 CO₂는 回收가 不可能하지만, 藻類에 吸收시키는 등의 방법이 시도되고 있다. 일산화이질소에 대해서는 그 발생이 적도록 窒酸化, 脫窒 process의 運轉技術을 개발할 필요가 있다. 自然水界의 汚染으로 발생하는 메탄은 回收가 불가능하며, 汚濁負荷의 削減과 好氣의 狀態의 유지에 의해 發生을 미연에 막는 것이 중요하다. 그러나 廢液의 嫌氣性 處理 process는 회수가 가능하고, 燃燒 배열 이용 등을 통하여 地球溫暖化에의 영향을 緩和할 수 있다. 꽃과 나무는 排水處理에 의해 발생되는 메탄을 (a) 그대로 대기 중에 방출하는 경우, (b) 燃燒시켜 CO₂로 변환시켜 방출하는 경우, (c) 가스 發電에 사용하는 경우, 溫室效果에 미치는 效果를 비교했다. 그림-6에 의하면 燃燒에 의한 溫室效果의 削減이

87%로 대단히 크고, 가스발전까지 행한다면 메탄의 연소 후에 대기중으로 방출가능함을 알 수 있다.

THM 등의 CFCs는 廢水處理施設에서 발생하는 것은 아니지만, 下水 등에 혼입되어 流入될 염려가 있다. 그러므로 이러한 事故를 미연에 방지하고, 사용된 CFCs의 回收率을 늘이는 것이 중요하다고 하겠다.

VI. 結 論

下水道の 技術開發이는 下水道 시스템 중의 이

용되지 않은 資源의 回收가 環境의 改善에 기여하는 役割이 중요한 반면, 下水道 시스템 중의 物質 資源을 有效한 형태로 回收하기 위해서는 경우에 따라 막대한 에너지를 사용하고, 化石燃料을 연소시켜 溫室效果 가스를 分散시키는 일들이 필요되어진다. 下水道에 있어서, 環境對策은 필수불가결한 것이고, 地球環境의 保全에 공헌하기 위해서도 앞으로의 技術開發이 요망되는 바이다.