

## 水處理 技術

이 재 익\* · 김 동 화\*\* · 서 명 포\*\*\* · 김 운 수\*\*\*\*  
\*한국비료 공업(주)기술연구소 · \*\*국립공업시험원 공해시험과  
\*\*\*영남대학교 화학공학과 · \*\*\*\*경희대학교 화학공학과

### The Technology Water Treatment

J. I. Lee\*, D. W. Kim\*\*, M. P. Seo\*\*\*, W. S. Kim\*\*\*\*

\*Korea Fertilizer Co. LT.D R&D

\*\*National Industrial Research Institute pollution Testing Div.

\*\*\*Young Nam Uni Chem. Eng. \*\*\*\*Kyung Hee Uni Chem. Eng.

#### 1. 서 론

近年 科學技術의 눈부신 發展으로 各種 新素材, Electronics等 첨단 技術分野에 있어서 急速히 技術革新이 이루어지므로서, 廣範圍한 分野에서 人間들의 日常生活 역시 직접적으로나 간접적으로 큰 영향을 받고 있는 實情이며 특히 새로운 技術開發의 여파로 水處理 技術開發(燒水等)에서도 새로운 處理 技術開發이 急速히 進行되고 있다는것은 周知하는 바이다.

一般的으로 물(水)은 우리들의 日常生活뿐만 아니라 各種 工業生産活動이라든가 農業生活等 諸般 人間 生活活動에 있어서 없어서는 안되는 物質이다.

모든 人類는 科學文明을 發展시키는 課程에 있어서 물(水)을 보다 값있게 多目的으로 利用하므로서 쾌적한 社會生活을 영위하고 있다고 하여도 지나친말은 아니다.

그러나 各種 工業生産活動으로 因하여 各種 産業에서 排出되는 排水가 不完全하게 處理되어 排出되므로서 各種 汚染物과 有毒物質이 含有된 廢水와 도시의 發展과 生産活動의 急激한 擴大로

起因된 社會活動化가 巨大化되므로서 排出되는 各種 汚染된 生活廢水等으로 因하여 河川, 호수, 海洋 및 토양등에서 自然淨化作用 能力을 초월한 結果 急進적으로 水質 汚染現象이 進行되므로서 直接利用할수 있는 水資源의 不足現象이 惹起되고 있다 하여도 지나친 말은 아니다.

即 經濟社會의 發展으로 起因된 水 消費量이 急激히 增加되고 있으나 새로운 良質의 풍부한 水資源을 確保한다는 것은, 댐 建設 적지의 減少, 工事期間의 長期化 및 建設費用的 增加로 큰 어려움을 겪고 있는 實情이라 하겠다.

이같은 現象은 비록 國內뿐만 아니라 세계적으로 異常氣象의 影響으로 갈수현상이 多發적으로 發生하고 있으므로 制限의 으나나 生活用水뿐만 아니라 工業用水를 供給하므로서 日常生活 向上과 産業經濟 發展에 큰 제약 要因이 되고 있는 등 各種 産業界에 막대한 影響을 미치고 있다.

따라서 各國에서는 各種 水資源을 保護하기 爲하여 水質汚染防止策의 일환으로 環境基準을 보완 設定, 指導관리하고 있으나 現在의 환경기준에서는 不完全하므로 各種 水資源이 점차적으로 惡化되고 있는 問題點을 내포하고 있다.

이러한 實情에서 先進 各國에서는 오래前부터 人間生活의 高度化와 並行하여 限定된 貴重한 水 資源을 保護하기 爲하여 各種 産業에서 排出되는 各種 廢水와 生活汚水를 處理하여 再活用할수 있도록 諸般 水處理技術(用發水)에 關한 研究開發이 活發히 展開되는等 積極적으로 새로운 水處理技術을 開發 適用하므로써 水資汚濁防止 측면에서 뿐만 아니라 各種産業을 發展시키고 人間生活을 보다 쾌적하게 營위할 수 있도록 최선을 경주하고 있는 實情이다.

國內의 경우 정부차원에서 行政 自体가 諸般 水 關係 業務와 技術開發에 對한 業務 亦은 一元化되어 있지 않고 多元化되어 있는 現實에서 모든 産業체에 代한 管理감독이 원만히 行될수 없는 實情일 뿐만 아니라 各種 水處理 技術開發에 對한 概念이 정립 되어 있지 않다고 하여도 지나친 말은 아니다.

勿論 國內에도 수 많은 水處理 關係業체가 난립(?) 되어 있는 實情이나 政府 自体에서도 水管理 業體가 體系化되어 있지 않고 多元化되어 있는 現實에서 關係 業체에서 自体的으로 各種 水處理 技術開發은 生覺하지 않고 오직 各 業체가 保有(?) 하고 있는 單調로운 水處理技術만으로서 諸般 問題를 解決하고자 할뿐 보다 쾌적한 人間生活을 營위하고 經濟發展을 圖謀하기 爲한 諸般水處理 技術開發을 일관성있게 研究開發하고 있는 관련업체는 거의 없다고 하여도 과언이 아니다.

이러한 現象은 비록 日常生活 뿐만아니라 모든 産業體에서 불가결한 水關係技術뿐만아니라 諸般 産業 技術開發에 이르기까지 나타나고 있는 實情으로 1965年以後 國家經濟 發展만을 圖謀하기 爲하여 범국가적인 차원(?)에서 美國, 日本等 先進 國에서 主로 單·品目만을 多量 生産하는 單純한 裝置産業을 爲주로 導入한 結果 國家經濟가 지속 적으로 유지되는등 經濟成長의 動期는 되었을지언정 有能한 技術 人力 養成을 기피하고, 우수한 技術人力을 技能化하여 導入 技術인 生産設備에만 투입 運轉 補修 課程만을 反復하는등 새로운 工程 開發을 기피하는 동시에 새로운 知識을 蔑시하는등

오직 單純 能力만을 우대하는 우월주의자가 팽배 하였으며 國家的으로는 長期的인 側面에서 科學技術 投資보다 短期的인 側面에서의 景氣 부양책과 經濟成長에만 중심한 結果, 經濟部處가 科學技術 部處보다 우위를 點하게 되므로써 國內 産業 역시 長期的으로 技術 投資 成果面에서 보다는 短期的인 面에서, 技術開發보다는 重點的으로 落後된 技術 만을 導入 生産 販賣에만 急급하였을뿐만 아니라 商品開發및 技術開發보다는 不動產 投資等에 全力 하고 技術開發 投資에도 인색한 結果, 國家나 企業側에서는 經濟的으로는 經濟 成長 目標에 成長 的으로 도달하였다고 自負하고 있으나 技術 人力 養成을 度外視하고 技術 開發을 소홀히 하므로써 國際的으로는 技術開發後進國을 免하지 못하고 있는 實情이라는것은 누구나 다 알고 있는 事實이다.

따라서 本 會誌에서는 各種 産業의 根幹이 되는 同時에 모든 生物이 營위하는데 없어서는 안되는 物質인 물(水)의 特質과 機能및 水 再利用 技術로서 重要한 廢水 處理技術에 對하여 簡單히 서술코저 한다.

## 2. 물의 特質과 機能

地球 表面의 總 71%를 차지하고 있는 海水等 물(水)은 모든 動植物의 生命을 維持시키는데 必須 不可欠한 要素로 人間生活을 쾌적하게 營위토록 하는 同時에, 諸般 産業에 있어서는 生産活動의 基本的인 役割을 擔當하고 있는 重要한 資源이며, 期幹物質임은 누구나가 알고 있는 事實이다.

이같이 重要한 資源인 “물(水)”은 우리나라의 경우 三面이 바다로 둘러 쌓인 반도국으로서, 海水를 充分히 活用할수 있다는 利點인 自然的 條件을 갖추고 있는 同時에 世界的으로도 比較的 降雨量이 많고 良質의 水資源, 혜택을 特특히 받고 있음에도 불구하고 特히 一部分에 지나지 않는 水量만을 利用하고 있으며 그나마 國家經濟 發展과 아울러 國家生活의 向上으로 因하여 各種 汚染物과 有毒한 物質이 含有된 各種 廢水가 不完全 處理되거나 處

Table. 1. 地表에서의 循環水 分布狀態

	循環水量		總量 (gr)	比率 (%)
	l/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		
海水	268.45	278.11	1,413 × 10 <sup>21</sup>	98.373
淡水	0.1	0.1	0.51 × 10 <sup>21</sup>	0.036
大陸水	4.5	4.5	22.83 × 10 <sup>21</sup>	1.59
水蒸氣	0.03	0.03	0.015 × 10 <sup>21</sup>	0.001

V. M. Goldschmit

理되지 않고 무단 放流되므로서 水資源이 漸次的으로 汚染되고 있는 實情이라 하겠다.

우리나라의 水資源 부존량을 살펴보면 年 平均 降雨量이 世界 年 平均 降雨量인 860mm/y의 約 1.3배인 1,159mm/y로서 南韓 全體 國土(98,477km<sup>2</sup>)에 흐르고 있는 水量은 무려 1,140億Ton에 達하고 있으나, 이 中 總 降雨量의 42%인 478億Ton은 地下로 침투되거나 蒸發損失 662億Ton만이 河川으로 流出되고 있으며, 그나마 61%인 450億Ton이 洪水等으로 自然 流出되는등 平常時 우리가 活用 할수 있는 水量은 實質的으로 全 河川 流出量의 39%인 約 259億Ton에 불과하다.

### 2.1 물의 特質

물은 水素, (H : 1.008)와 酸素, (O : 16)로 이루어진 化合物로서 H<sub>2</sub>O(분자량 : 18.016)으로 表示되고 있으며, 물 分子는 하나의 分子中에 (+), (-),의 兩極을 갖고 있으므로 여러가지 特性을 갖고 있다.

이같은 “물”은 地球上에서는 自然水로 水圈을 形成하여 存在하고 있으며 大氣圈에서는 水蒸氣 形態로 存在하고 岩石圈에서는 結晶水 形態로 多量 存在하고 있다.

一般的으로 물의 特別한 性質 即 特質은

가. 液体로서의 一般的인 性質

나. “물”만으로서의 特質을 갖고 있다.

#### 2.1.1 液体로서의 一般的인 特質

一般的으로 液体로서의 性質은

가. 完全한 液体로서 壓縮성이 없다.

나. 外力에 對하여 一定한 形을 維持하고 있다.

다. 粘性, 凝集力, 付着力, 表面張力等 分子間 張力이 있다.

라. 流動時 抵抗을 나타낸다.

#### 2.1.2 “물”의 特質

“물”은 가장 보편적인 液体로서 다음과 같은 여러가지 特徵을 갖고 있다는 點에서 特殊한 物質이라 할 수 있다.

가. 地球上에서 가장 많은 量이 存在하고 있는 液体이다.

(상온에서 液体로 存在하는 物質은 大部分이 “물”이라 할 수 있다.

나. 보편적으로 比熱이 가장 크다.

다. 常溫 附近에서 용해, 기화현상이 일어난다.

라. 潛熱이 대단히 크다.

마. 큰 集團으로 取扱할 경우 完全한 液体로 볼 수 있으나 體積에 比하여 境界面이 넓은 경우에는 分子力의 影響을 무시할 수 없다.

### 2.2 물의 機能

一般的으로 “물”은 性質에 따라서는 單一 物質로서는 가장 많은 機能을 갖고 있다.

即, 構造機能

輸送機能

貯藏機能

轉換機能

等 4가지 特殊한 機能을 갖고 있다.

따라서 물의 機能과 特質과의 關係를 살펴보면

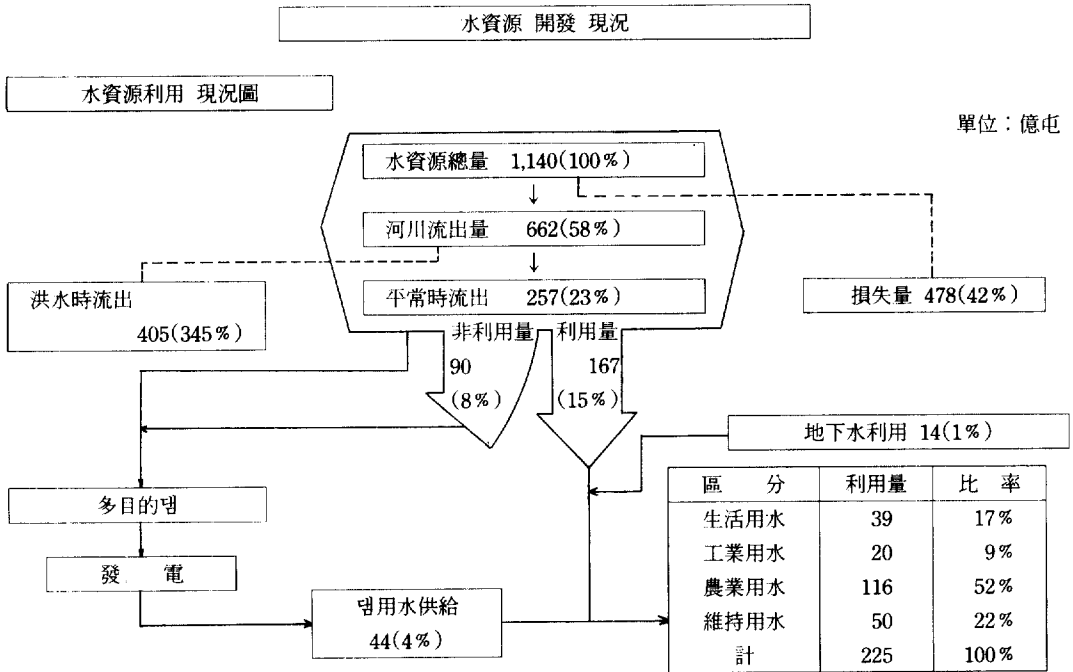


Fig. 1. 水資源 利用現況

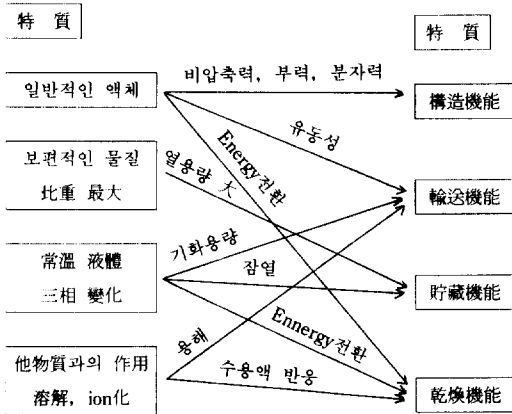


Fig. 10.2 水處理量 위한 水質試驗順序

(그림-2)에 보는바와 같이 물의 機能과 特質이 밀접한 關係가 있음을 알 수 있다.

이와같이 여러가지 機能을 갖고 있는 “물”은 自然的 環境을 形成하고 있으므로 利用 價値面에서

人間生活에 莫大한 影響을 미치고 있는 基礎的인 資源임을 알 수 있다.

一般的으로 液体인 물은 氣體的 경우에는 水蒸氣 狀態로, 固体로서는 岩石의 結晶水로, 地球上的 모든 物理的 環境을 構成하고 있는 素材로서 太陽 Energy의 輸送 媒体로도 되며, Energy를 變化시 키는等 諸般 地理的 環境을 調節 또는 變化시킨다.

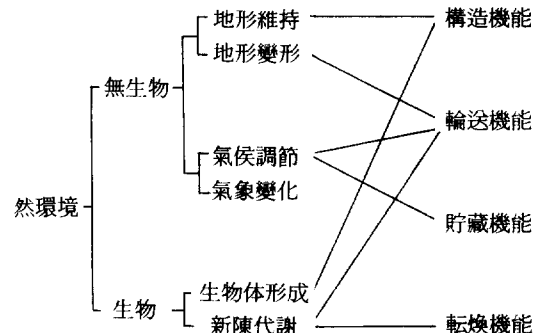


Fig. 3. 自然環境形成과 물의 機能과의 關係

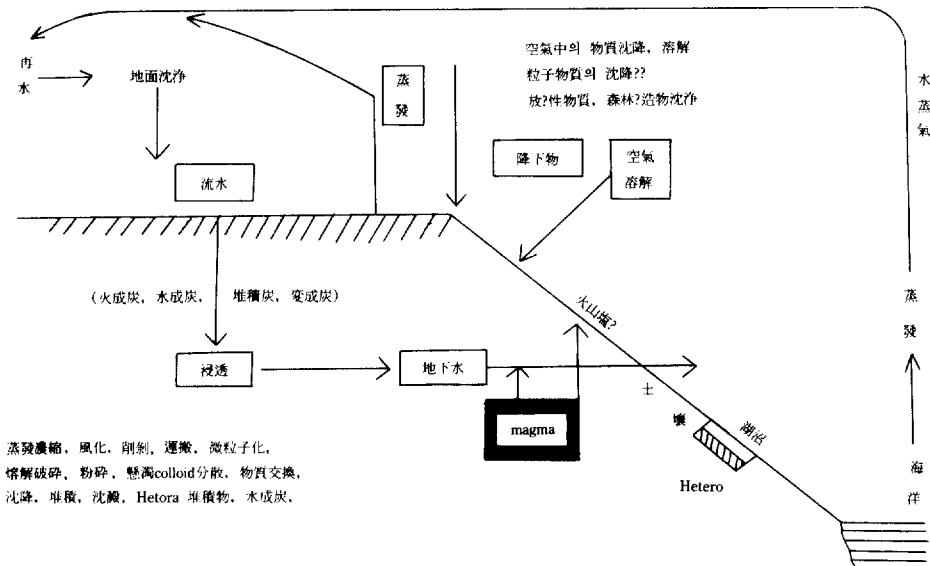


Fig. 4.1. 自然界에 있어서 물의 循環過程

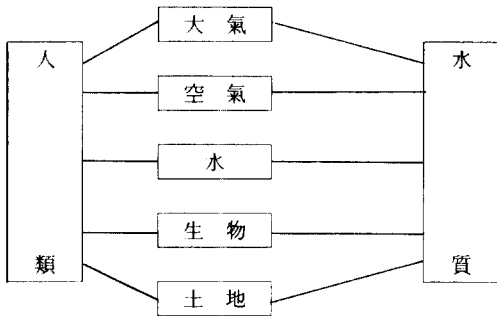


Fig. 4. 人類生活活動 水質影響에 미치는 經路 (汚染의 導入經路)

〈그림-3〉에서 보는 바와 같이 環境에 生存하고 있는 모든 生物界에 있어서 물은 原形質의 主要成分으로 生物體를 構成하고 있으며，新陳代謝의 媒体로서 人間生活에 利用되고 있는 形態는 〈그림-5〉에서 보는 바와 같이 多方面으로 利用되고 있으며 生活樣式에 따라 利用度가 增減되는 同時에 生活水準과 經濟活動에 따라 活用度가 左右된다.

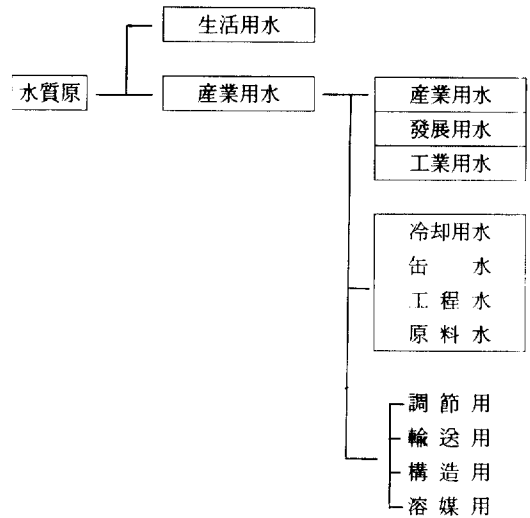


Fig. 5. 用水 利用

### 3. 水 處理技術

從前的 水處理技術은 地表水라든가 地下水等에서 生活用水와 工業用水等이 供給되었으으며，生活用水와 工業用水에 適合한 用水處理技術과 生活污水와

Table. 2. 물의 불순물의 분류

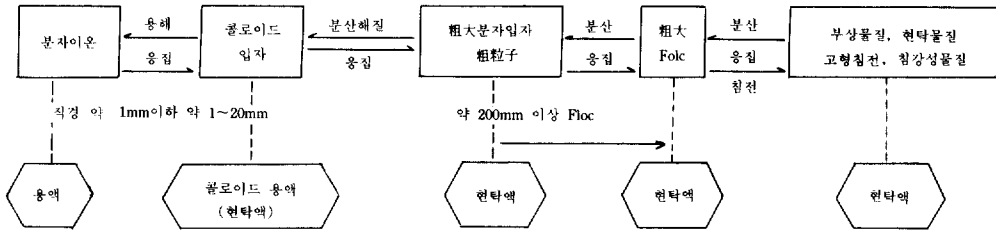
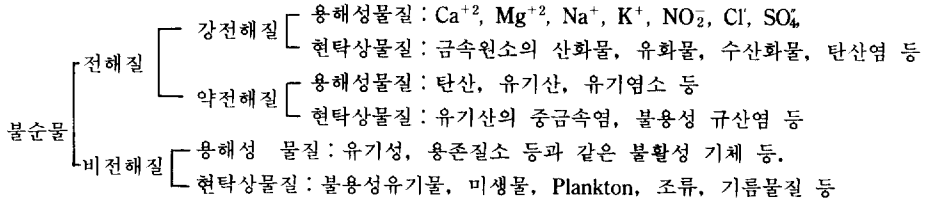


Fig. 6. 수중에서의 물질의 존재상태

Table. 3. 오염물질분류

현 탁 물	용 존 물
1. 무기성 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 규산염등 광물(점토류, 광석)</li> <li>· 점토류</li> <li>· 산화금속(석영, 산화철, 안료)</li> <li>· 수산화금속</li> <li>· 탄산염류</li> <li>· 기 타</li> </ul>	1. 무기성 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 유해금속이온(Cu, Zn, Fe, Cr, Ni)</li> <li>· 비소화합물, 수은화합물</li> <li>· 시안염, 유화물, 황산염</li> <li>· 인산염 방사선물질</li> <li>· 기타 살충제, 소독제</li> <li>· 용존기체</li> </ul>
1. 유기성 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 동물체, 변질체</li> <li>· 식물체, 변질체</li> <li>· 조류, 균류</li> <li>· 섬 유</li> <li>· 유 류</li> <li>· Lignin sulfonate</li> <li>· Fumic acid 염</li> <li>· 기 타</li> </ul>	1. 유기성 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 유 류</li> <li>· BOD성분</li> <li>· 합성세제</li> <li>· Phenol 류</li> <li>· 대장균</li> <li>· 착색물질</li> <li>· 기타 당류, 단백질, 살균제, 소독제, 알콜</li> </ul>
1. 처리법 <ul style="list-style-type: none"> <li>· Slurry 침전, 부유, 부상</li> <li>· Sludge 탈수</li> </ul>	1. 처리법 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 응집, 응결, 침전, 흡착, 추출, 산화</li> <li>· 포말, 환원, 증발, 폭기, 기타 등등</li> </ul>

各種 産業廢水에 依한 環境 汚染을 防止하기 爲한 廢水處理技術로 区分되었으나 各種 廢水로 因한 水 資源 汚染現象이 急進展되므로서 用水處理技術은 廢水處理技術과 別다른 差異點이 없게되었다.

다시말해서 水 資源의 극심한 汚染現象으로 因하여 生活用水나 工業用水處理施設로서 異臭味物質이라든가 發泡性物質(ABS)을 除去하기 爲하여 活性炭 吸着處理라든가 Ozone處理, 膜處理等과 같은 高度의 水處理技術을 적용하고 있으며, 水 資源 不足으로 因한 各種 産業用水를 補充하기 爲하여 生活污水 및 産業廢水를 高度 處理하여 再利用하고 있는 경우가 許多한 實情으로 最近 外國에서는 用水處理技術과 廢水處理技術을 区分하지 않는다.

即 各種 用水와 廢水의 原水中에 含有되어 있는 物質이 복잡다양하기 때문에 高度의 水處理 技術을 必要로 하고있다.

### 3.1 水 處理 目的

自然界에 存在하는 “물”은 純水한 물로서 存在하는 것이 아니라 各種 汚染物을 含有하고 있으므로, 이러한 狀態의 물은 生活用水나 工業用水로 그대로 使用할 수 없으므로 使用 目的에 따라 水 處理를 實施한後 使用하고 있으며, 各種 産業의 發展으로 起因되고 있는 生活污水와 産業廢水를 淨化, 處理하므로서 水資源을 保護하고, 廢水를 淨化處理하여 再利用하는等 쾌적한 國民生活을 向上시키는 同時에 國家經濟 發展을 圖謀하기 爲함 이라 하여도 過言은 아니다.

### 3.2 水處理技術의 現狀과 課題

#### 3.2.1 過去 水處理技術

過去 水處理技術은 <표-4>에서 보는 바와 같이 處理原理와 處理目的에 따라 分類하고 있다.

即 處理原理에 따라서는

- 가. 化學的 處理技術
- 나. 物理的 處理技術
- 다. 生物學的 處理技術

와 같이 分類하였으며 主要 處理目的物質에 따라서는

- 가. 懸濁無機物質 除去技術(固體分離技術)
- 나. 溶存有機物質 除去技術
- 다. 溶存有機物質 除去技術
- 라. 殺菌處理技術

等과 같이 分類하였으나 最近에는 水處理技術의 發展과 除去 對象 物質의 複雜 多樣化로 뚜렷이 區分할 수 없다.

即 自然沈降이라든가 모래濾過等과 같은 物理的 處理技術의 경우에도 化學的作用과 生物學的作用이 일어나고 있으며, 活性污泥處理法와 같은 生化

Table. 4. 過去 大量的인 水處理技術 單位造作懸濁가. 代量的인 水處理 技術

主處理 處理原理	懸濁物質除去	溶存無機 物質除去	溶存有機除去 物質除去	殺菌
物理的 處理	Screen	曝氣	曝氣	限外 濾過
	自然沈殿 (沈砂)	電氣分解	活性炭吸着	
	自然浮上 (油水 분리)	電氣透析		
化學的 處理	粒狀物濾過 限外濾過 磁氣濾過	逆浸透		塩素 添加 弗素 添加 O <sub>3</sub> 添加
	凝集凝殿	pH調節 (中和)	濕式酸化	
	凝集浮上	ion交換	ozone酸化	
生物學的 處理		Chelate 吸着	鹽素酸化	Lagoon
		藥品還元 ion浮選	燒却	
	Lagoon	生物硝化 · 脫窒		
生物學的 處理	活性污泥 散水濾過床		活性污泥 散水濾床	接觸酸化 回轉円板 嫌氣性消化
	接觸酸化		接觸酸化	
	回轉円板 嫌氣性消化		回轉円板 嫌氣性消化	

나. 單位操作-裝置, 藥劑, 기타

裝 置		藥 劑·其 他	
Mesh	Ion 交換裝置	脫水 Screen	中 和 劑 Ion 交換掖
清澄 screen	脫 塩 裝 置	脫水濾過裝置	p H 調 節 劑 半 透 膜
浮 揚 裝 置	硬水軟化裝置	遠 心 分 離 機	沈 澱 劑 酸 化 劑
浮 遊 裝 置	抽 出 裝 置	脫水 Tank	凝 結 劑 還 元 劑
凝 集 裝 置	精 密 濾 過 裝 置	乾 燥 裝 置	凝 集 劑 抽 出 劑
沈 降 裝 置	電 氣 透 析 裝 置	燃 燒 裝 置	凝 集 補 助 劑 好 氣 性 劑
清 澄 裝 置	限 外 濾 過 裝 置	噴 霧 燃 燒 裝 置	浮 遊 劑 嫌 氣 性 劑
脫 氣 裝 置	逆 浸 透 裝 置	濕 式 高 溫 空 氣 酸 化 裝 置	泡 沫 發 生 劑 殺 藻 劑
通 氣 裝 置	酸 化 裝 置	滅 菌 裝 置	吸 着 劑 殺 菌 劑
沈 澱 裝 置	還 元 裝 置	冷 却 裝 置	濾 劑 消 泡 劑
中 和 裝 置	蒸 發 裝 置	冷 凍 裝 置	濾 過 助 劑 防 食 劑
泡 沫 分 解 裝 置	濃 縮 裝 置	其 他	濾 過 膜 防 鏽 劑
吸 着 裝 置	好 氣 性 生 物 處 理 裝 置		Ion 交 換 樹 脂 其 他
電 解 裝 置	嫌 氣 性 生 物 處 理 裝 置		Ion 交 換 膜

學的 處理技術의 경우에도 詳細히 관찰하면 物理的 作用과 化學的 作用이 일어나고 있다.

다시말해서 大部分의 水處理 技術은 物理的 作用이라든가 化學的 作用 및 生物學的 作用이 最少 두가지 以上의 作用이 複合的으로 구비하고 있으므로 單純하게 物理的, 化學的 혹은 生物學的 處理技術로만 分類할 수 없다.

따라서 過去 物理的 處理技術의 경우에는는 化學的, 生物學的 作用과 영향을 同時에 檢討하여야 하며, 化學的 處理技術의 경우에는는 物理的, 生物學的 作用과 영향을, 生物學的 處理技術의 경우에는는 化學的, 物理的 作用과 영향을 充分히 檢討하는것이 重要하다.

한편 懸濁物質 除去技術과 溶存物質 除去技術 亦是 最近에는 區分하지 않고 있다.

即 凝集處理技術의 경우 過去에는 懸濁物質 除去를 主 目的으로 하였으나 最近에는 磷酸Ion과 같은 溶存物質 除去를 主 目的으로 하고 있으며, 懸濁物質과 溶存物質을 同時에 除去하는 生化學的 處理技術은 過去에는 有機物質 除去만을 主 目的으로 하였으나 最近에는 窒素 除去等 無機物質 除去를 主 目的으로 하고 있다.

다시말해서 이러한 處理技術은 最近 극심한 水質 汚染現像으로 處理 對象인 “물(水)”의 組成이 複雜 多樣하므로 高度의 處理를 實施하지 않으면 안된다.

따라서 最近에는 豫備處理(即 前處理)뿐만 아니라 本 處理時에도 使用目的에 따라 個別的인 水處理 技術 特性을 正確히 把握하여 有機的인 處理工程을 選定 綜合하지 않으면 안된다

一般的으로 水處理 技術을 選定하고 組合하기 爲해서는 處理를 願하는 “물(水)”의 組成을 正確히 把握하여 一次的으로 實驗室의 方法으로 處理實驗을 實施한 後 二次的으로 Pilot Test를 實施함으로써 가장 經濟的이고 技術的인 處理工程을 選定 組合 하여야만 卓越한 效果를 發揮할 수 있으나 處理工程과 組合方法을 잘못 選定할 경우에는는 經濟的으로 나 技術的으로 莫大한 損失을 招來한다.

3.2.2 水處理技術 課題

一般的으로 水處理의 基本的인 評價方法은 가. 除去率이 良好할 것

나. 經濟的일 것

다. 安定된 處理水(技術的일 것)

라. 維持管理가 容易할 것



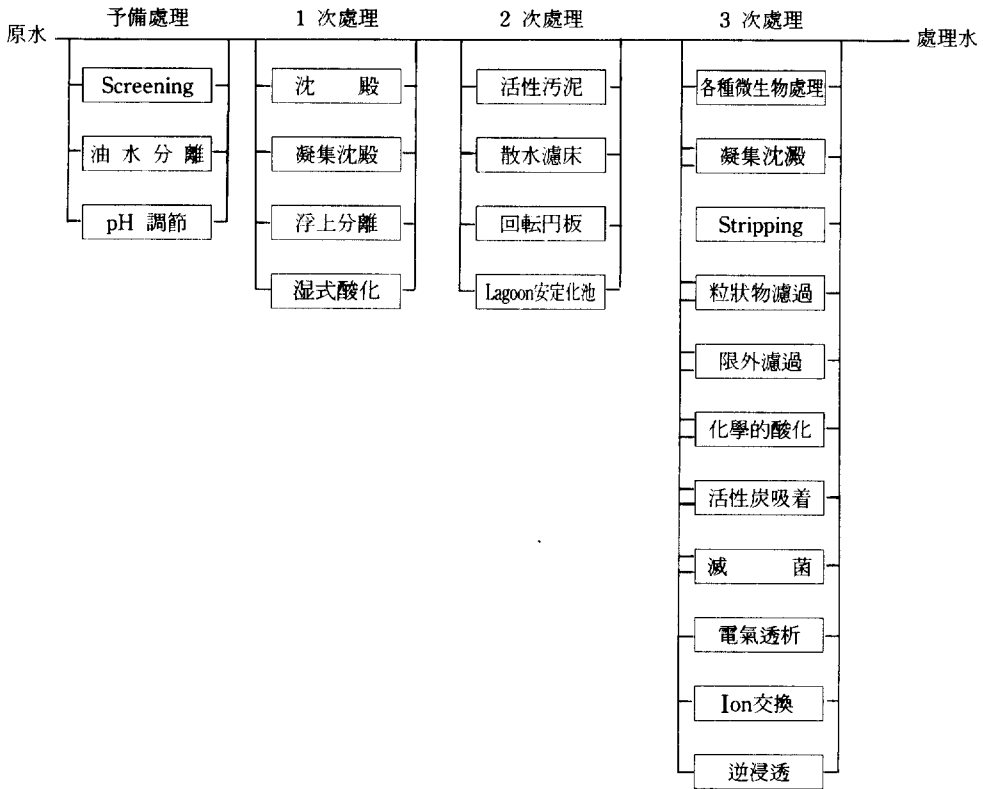


Fig. 7. 過去 水處理技術 組合方法

다. 操作이 容易할 것

바. 2次 公害源이 없을 것

等으로 最于先의으로 어떠한 物質이 어떠한 機構로 除去되며, 어떠한 機構로 除去가 방해되는가를 明確히 把握하는 것이 가장 重要하다.

<表-4> 및 <그림-7>에서와 같은 各種 水處理 技術中에서 本 處理에 어떠한 技術을, 어느 程度의 技術을 어떠한 범위로 水處理 技術을 選定하고 組合하여야 經濟的으로나 技術的으로 가장 效果를 發揮할 수 있는가를 事前에 充分히 檢討하지 않으면 안된다.

最近 外國에서의 關心있는 水處理 技術로서는 回轉円版法과 限外濾過, 逆浸透法 및 電氣透折法 이라든가 擴散透析法과 같은 膜(Membrane)을 利用한 水處理 技術이 있으나 現在까지는 어느程度

實用性은 실증되었으나 아직까지 問題點을 내포하고 있고, 現在까지도 實用되고 있는 水處理 技術일 경우에도 아직까지 基本的인 問題點이 있으며 解明되지 않고 있다.

따라서 水處理 技術을 開發하기 爲해서는 모든 水處理 技術에 對하여 個別的인 技術에 對한 汚濁 物質 除去機構 및 除去妨害機構 뿐만아니라 使用 材料의 劣化原因等을 充分히 檢討하므로써 最適의 水處理 技術을 選定하는 同時에 組合하고 最適條件을 設定함과 아울러 제어할 수 있도록 水處理 技術에 對한 評價方法과 評價基準을 設定하여 水處理 技術을 發展시키도록 各種 水處理 技術의 基本原理라든지 處理條件을 充分히 把握하여야 한다.

### 3.3 最近의 水處理技術 傾向

#### 3.3.1 水處理工程의 選定과 評價方法

水處理工程에서는 廢水의 水質이라든가 水質의 變動 범위가 광범위하므로 變動原因을 조절할 수 없는 경우가 許多하다.

即 工場 廢水의 경우 單一品目만을 多量 生産하는 單純한 裝置産業일 경우에는 廢水 造成과 廢水量은 거의 一定하다고 하여도 過言은 아니나, 多品種 少量 生産하고 있는 染料, 顔料, 界面活性劑 및 의약, 農藥과 같은 精密化學工場의 경우와 各種 섬유, 방직공장과 염색공장에서서의 경우 廢水 組成과 廢水量이 數時로 變動되고 있으며 多成分의 汚濁物質을 多量 含有하고 있으므로 mg/l單位까지 除去한後 放流하지 않으면 않된다.

一般의으로 水處理技術을 販賣 供給할 경우 많은 實績을 要求하고 있으므로 실적이 미미한 새로운

水處理技術은 그다지 普及되지 않고 있는 實情이며 비록 實驗室的으로 水處理技術이 整立되었음에도 불구하고 실제적으로 利用하지 못하고 있는 技術이 대단히 많다.

이러한 理由는 基本的인 問題點이 充分히 解明되지 않았으며 最適 處理工程의 選定, 最適 裝置設計, 最適操作條件의 選定과 제어 및 處理效果의 예측 2次公害 豫防등에 關한 檢討가 充分하지 않기 때문에 할수없이 實績 即 經驗에만 依存하지 않으면 評價하기가 어려운 實情이다.

그러나 將來에는 새로운 水處理 技術을 開發 普及하여야 하는 경우라든가 過去의 水處理 技術을 改良하였을 경우 亦是 水處理 技術의 本質에 따라 汚濁物 除去機構 및 除去 妨害機構를 解明하여 效率의인 設計라든지 維持管理가 원만히 이루어지도록 水處理 設備과 주변지역 및 生産工程과의 調和를

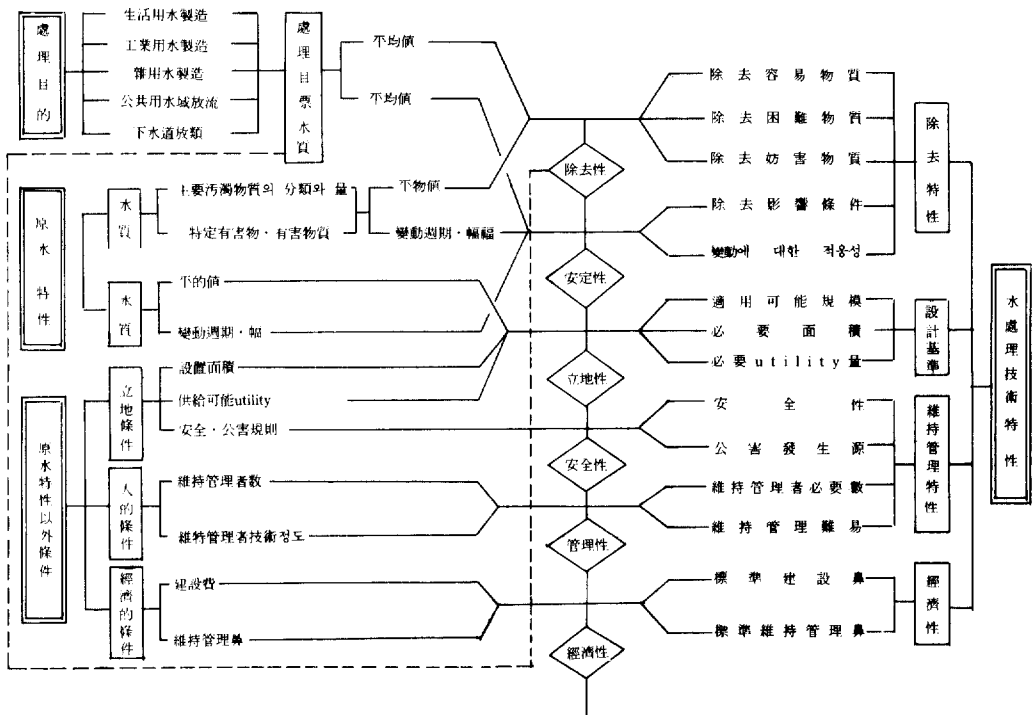


Fig. 8. 水處理 工程選定 및 設置方法

圖謀할 必要가 있으므로 水處理 技術의 評價方法과 評價基準을 반드시 水處理 技術者들이 確立하지 않으면 不된다.

日本 橫濱國立大學 工學部 安全工學科助教授인 浦野紘平博士는 水處理 技術의 選定과 評價에 對하여 <그림-8>에서 보는바와 같이 基本的인 順序를 고려하여 評價와 判斷하기 爲한 基準을 檢討하였다.

即 우선적으로 水處理 目的을 設定하고 水處理 目的에 適合한 目標水 處理水質을 定한 後 原水의 平均水質과 水量 및 變動期間等의 特性을 充分히 調查하여야하며 어떠한 水處理 技術을 適切히 經濟的으로 組合하므로써 水處理 工程에서의 除去可能한 物質과 除去가 困難한 物質 및 除去 妨害物質 處理와 影響을 檢討하는 同時에 水質과 水量 變動에 따른 적용성, 적용수량 범위, 표준설계 기준, 표준 필요면적 電力과 물 燃料등과 같은 物質의 必要量, 安定성과 2次 公害防止對策의 必要性, 표준건설비 표준유지관리비등과 같은 特性을 미리 決定하여야 하며 除去特性和 原水 水質 및 目標水質을 연관시켜 除去性和 安定性을 判定하여 適用

可能한 水處理工程을 한 다음 豫定 設置 面積, 供給可能한 全力, 水量等과 安全, 公害規制等과 같은 立地條件을 Check하여야 하고 維持管理者數와 技術程度 習慣性등을 고려하여 가장 經濟的이고 技術的인 工程을 選定토록 한다.

萬一 이러한 方法으로 選定할만한 水處理工程이 없을 경우에는 目標水質과 人的, 經濟的 條件等과 같은 選定, 評價條件을 全面 再檢討하여 選定하는 것이 最善의 方案이다.

實質的으로 基本的인 水處理工程을 選定하여 評價를 적절히 行하기 爲하여는

가. 處理目的과 目標水質과의 關係를 明確히 하여야 한다.

나. 原水의 水質 特性을 正確히 把握하여야 한다.

다. 水處理工程에서의 除去特性 표준設計 基準을 明確히 하여야 한다.

라. 安定性, 公害性, 維持管理의 難易度 維持管理者의 技術程度 等を 定量化하므로써 어려운 問題를 解決토록 하고 判定基準을 明確하게 하도록 하지 않으면 不된다.

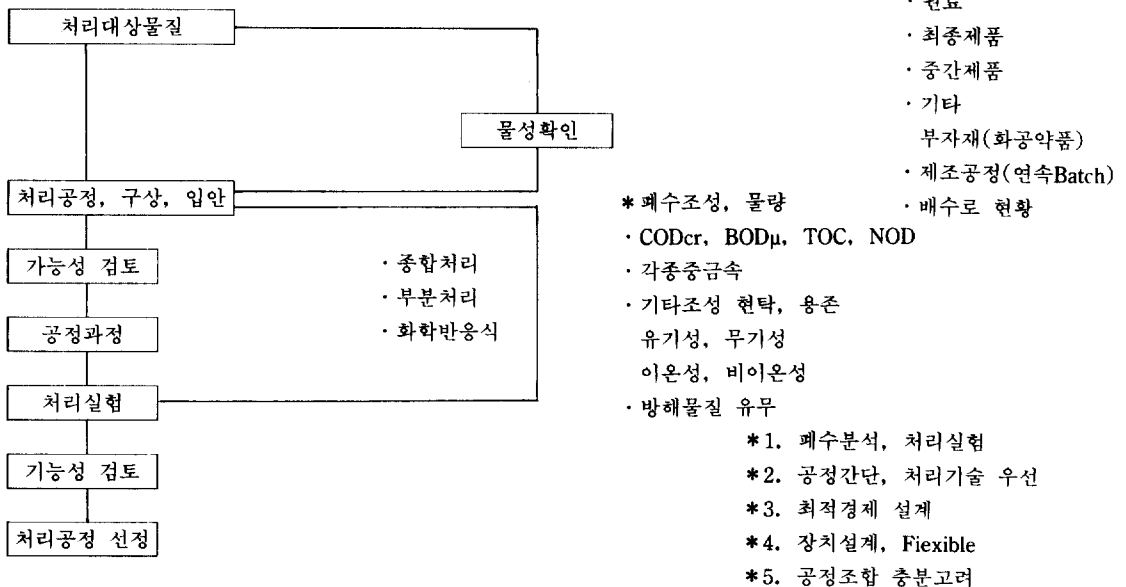


Fig. 9. 처리공정 선정 순서

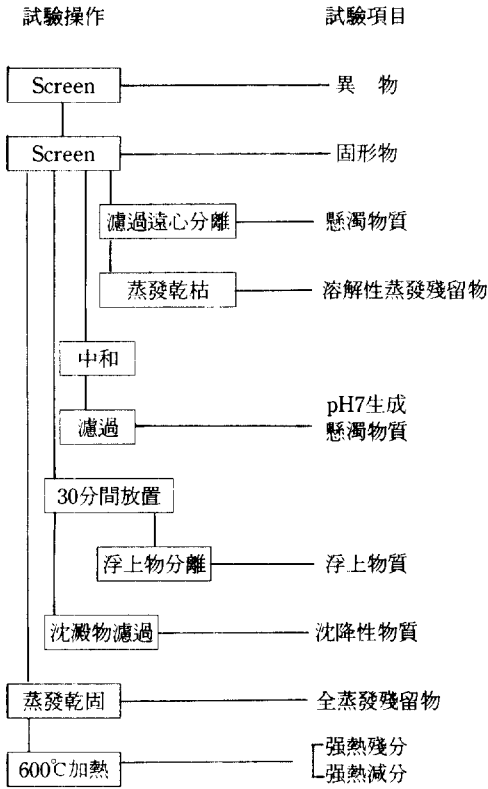


Fig. 10.1 性狀別水質試驗項目

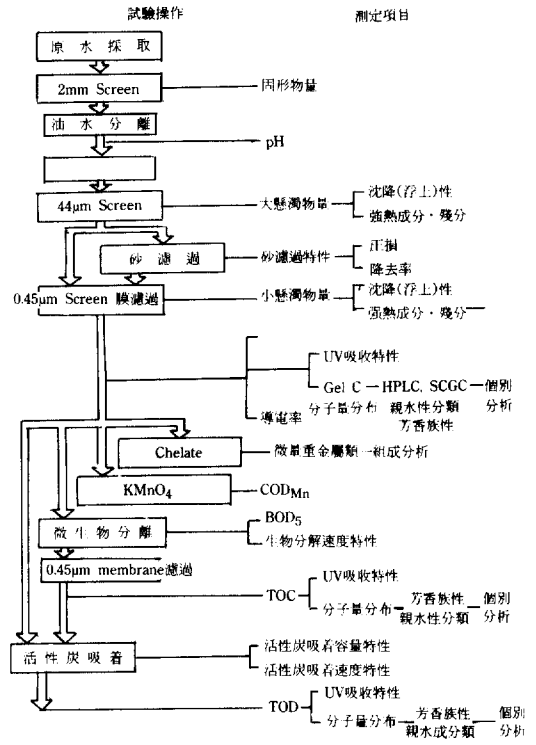


Fig. 10.2 水處理을 위한 水質試驗順序

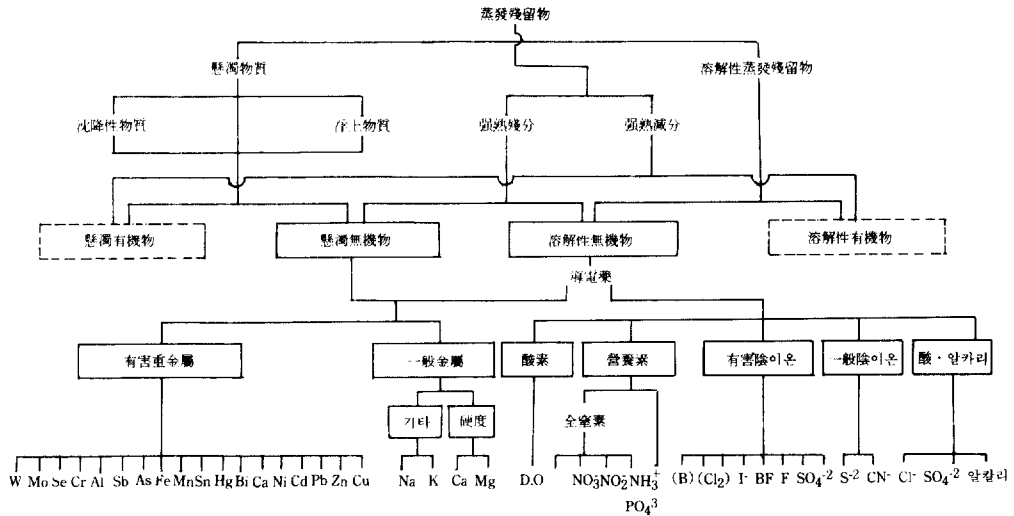
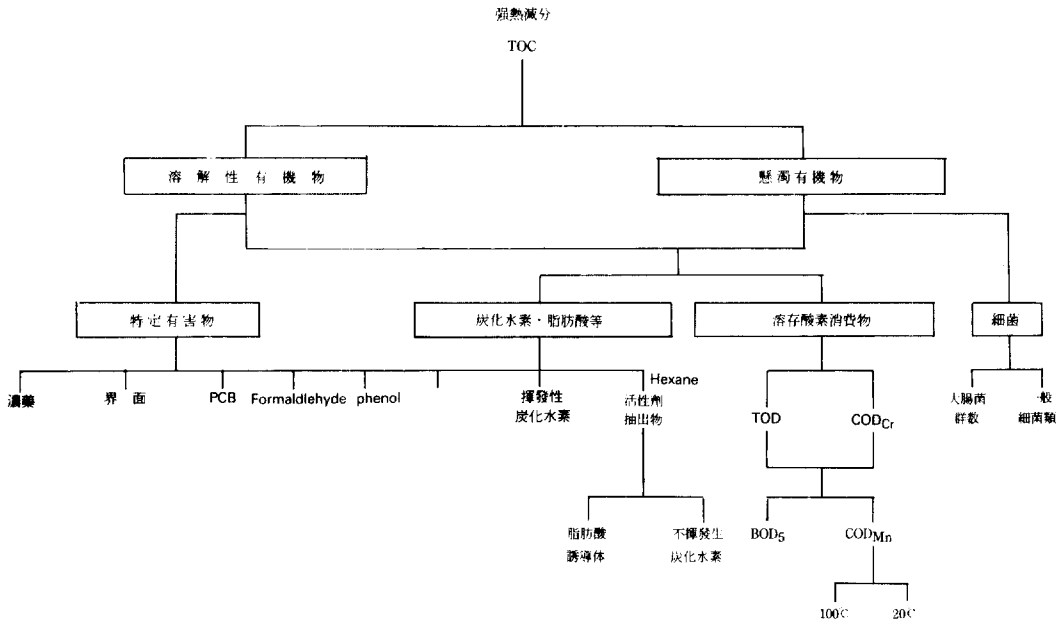


Fig. 11. 過去無機物質에 관한 水質試驗項目



3.3.2 水處理을 爲한 水質試驗方法.

一般的으로 水質試驗 項目은  
 가. 感覺的 項目  
 나. 性狀別 項目  
 다. 無機汚濁物質을 中心으로 한 項目  
 라. 有機汚濁物質을 中心으로 한 項目  
 등과 같이 大別되며 <그림-10>~<그림-12>과 같이 整理된다.

感覺的 項目에는 溫度, 外觀, 냄새, 色度, 濁度 및 透視度 등이 있으며, 性狀別項目으로서는 固形物, 懸濁物質, 蒸發殘留物質, 強熱殘分等이며 無機物質에 關한 試驗項目에는 도전율과 같이 總括的 試驗項目과 鹽素ion等 및 各 個別ion과 元素量을 試驗項目으로 하며 有機物質에 關한 試驗項目으로는 全有機性窒素量(TOC)全酸素要求量(TOD)와 같은 全量的 試驗方法을 充分히 確立하여야 하며 生物學的 酸素要求量(BOD<sub>5</sub>), 化學的 酸素要求量(COD<sub>MN</sub>)等 特定條件에서의 酸化分解率을 試驗할 수 있는 項目과 n-Hexane 抽出物質 등의 炭化水素, 油分量을 側定하는 項目뿐만아니라 界面活性劑, Phenol類, 農藥, PCB等 小數의 特定 有害物質을

試驗하는 項目을 포함한다.

그러나 最近에는 過去의 水質試驗方法以外에 水中에 含有되어 있는 汚濁物質을 水處理 工場에서 分離할 경우

粒子狀物質에 對해서는

- i) 크기와 分子
- i) 比重
- iii) 無機性과 有機性
- iv) 凝集性, 透過性, 膜透過性과 같이 分類하고 있으며, 溶存物質에 대해서는 無機性과 有機性으로 分類되고 無機物質에 對해서는 過去 水質試驗方法以外 一般ion과 有害重金屬ion 등으로 分類되며 有機物質에 對해서는
- i) 물과의 親和性(溶解度)
- ii) 分子量 分布
- iii) 芳香族性
- iv) 主要 活性基와 같이 分離되고 있다.

一般的으로 水質試驗方法과 水處理技術의 關係를 <그림-13>과 같이 나타낼 수 있다.

汚濁物質分類		試驗操作	測定項目(細部)	主要水處理技術과의 關連	
懸濁物質	大 SS	2mmScreen 油水分離 中和	pH	pH 調整	
	小 SS	2mm44µmScreen 砂濾過	大懸濁物質 砂濾過特性	自然沈殿 自然存土 砂狀物(砂)濾過	
溶解物質	SS	0.45µm濾過	小懸濁物質	濾過存上 (重金屬沈殿分離)	
	高分子物		濃透濁數量變化特性	限外濾過	
	分子重約1方		TOC	逆浸透	
	分子重約5百		導電率	電氣透析 ion交換	
	無機物質	一般無機物質		微量重金屬類	Chelate吸着 ion浮選
		重金屬	Chelate		
	有機物質	親水性(-SO <sub>3</sub> H)	KMnO <sub>4</sub>	COD <sub>Mn</sub>	厭式酸化 ozon 酸化
		中水性(OH, -NH <sub>2</sub> , -COOH)			
		疎水性(C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> , -NO <sub>2</sub> , Cl)	微生物分解	BOD <sub>5</sub>	活性汚泥 散水濾床
		醣 Amino酸	活性炭吸着	生物分解速度特性 活性炭吸着容量特性 活性炭吸着速度特性	接觸酸化 回轉円板 活性炭吸着
非芳香族	親水性(OH, -SO <sub>3</sub> H)				
	中水性(-COOH, -NH <sub>2</sub> , -CHO, =CO)				
疎水性(O)					

Fig. 13. 水質試驗方法과 水處理技術과의 關連

Table. 5. 각종 폐수 처리 기술

처리기술 오탁물질	생물산화	흡착(활성탄)	화학산화(O <sub>3</sub> )	응집침전
분자크기	<10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>4</sup>	고분자(>10 <sup>4</sup> ) →저분자<10 <sup>3</sup> )	>10 <sup>3</sup> ~10 <sup>4</sup>
물과 친화성	친수성 적합 소수성 부적합	친수성 부적합 소수성 적합	친수성 적합 소수성 적합	친수성 부적합 소수성 부적합
COD 성분제거	· 생물처리후 COD제거한계 (20PPM) · 20PPM이하 COD 구성물질 (난 분해성물질) · 부 적합	70~80% COD구성 유기물질 제거가능 적합	BOD, COD증가 부 적합	적합
BOD 성분제거	적합	극성→높은 저분자 화합물 흡착곤란 부적합	부 적합 생물 난분해성 →분해용이 →물질변화	부 적합

### 3.4 最近的 廢水處理技術 同向

본래부터 廢水處理技術은 다른 分野에 比하여 극히 發展이 지연되었으나 近年에 이르러 첨단산업의 급격한 發展으로 여러가지 수 많은 機能素子の 開發과 아울러 첨단산업에서 배출되는 各種 廢水를 處理하기 爲한 對備策의 일환으로 生物處理技術과 같은 여러가지 水處理技術이 發展되었을 뿐만 아니라 여러가지 水處理技術을 複合化하므로서 보다 높은 機能을 保有한 水處理技術이 開發되었다.

예를들면 여러가지의 膜分離技術이라든가 Bioscencer의 利用으로 效率적인 生物處理裝置 등이 그러한 경우로서 compact한 裝置로 良好한 處理水를 손쉽게 보다 값싸게 求할 수 있는 기대되는 水處理技術이라 할 수 있다.

따라서 本節에서는 生物處理와 膜分離技術 및 活性炭에 依한 水處理等 物理化學 水處理技術에 對하여 간단히 서술토록 하고 追後 個別的인 各種 水處理技術에 對하여 詳細히 서술코저 한다.

#### 3.4.1 生物處理

〈그림-14〉 및 〈그림-15〉에서 보는 바와 같이 生物處理方法에는 好氣性生物處理法과 嫌氣性生物處理法으로 크게 分類하고 있는 同時에 여러가지 生物處理技術로 細分되고 있으며 現在 여러가지 水處理技術中 生物處理法이 中心이 되고 있으며 廢水處理工程의 根幹이 되고 있는 生物處理法은 活性污泥法에 依한 處理技術로서 水處理技術에서 確固한 位置를 차지하고 있다 하여도 過言은 아니다.

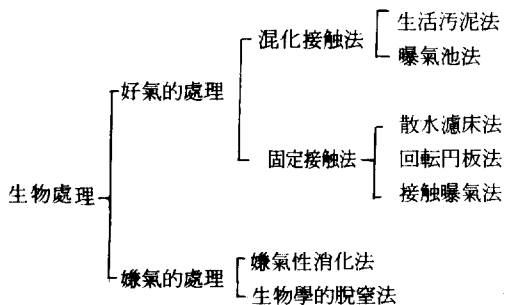


Fig. 14. 生物處理法

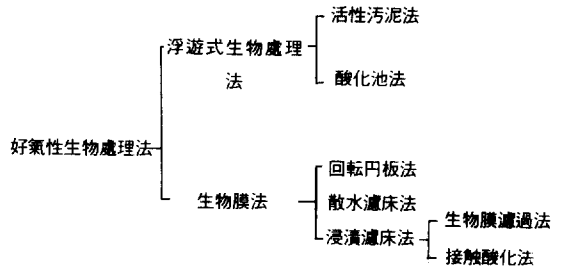


Fig. 15. 好氣性生物處理法 分類

이러한 點은 處理對象汚濁物質이 主로 有機成分으로 構成되어 있는 경우가 많으므로 다른 處理方法에 比하여 가장 經濟적인 處理方法이라 할 수 있다.

一般的으로 生物處理技術은 有機物을 보다 效率적으로 分解시키는 水處理技術의 一種으로 過去에는 主로 一般的인 廢水處理에 適用하였으나 最近에는 異臭味物質 및 各種 有機物質 뿐만아니라 암모니아性 질소 등과 같은 物質을 除去하기 爲하여 廢水處理時 뿐만아니라 上水處理時에도 廣範圍하게 適用하고 있는 實情이다.

특히 過去에는 生物處理技術의 경우 解決되지 않고 있는 多少의 問題點을 갖고 있었으나 最近에는 꾸준한 研究開發結果로 보다 效率적이고 Compact한 生物處理技術이 開發 實用化되고 있다.

過去 生物處理技術의 問題點으로서는 1次的으로 好氣性生物處理時의 경우 微生物 活動을 원활하게 하기 爲하여는 多量의 酸素를 供給하여야 하였으므로 相當量의 Energy를 必要로 하였다는 點과 2次的인 問題點으로서는 비록 好氣性物質處理에만 限定된 것이 아니고 嫌氣性生物處理技術의 경우에도 處理系内の 微生物을 어느 程度 以上의 濃度를 維持하고 處理水와 손쉽게 分離하여야 하나, 處理 System에서의 微生物 floc와 水處理를 分離할 경우 沈澱 또는 機械等에 依하여 強制的인 分離法을 適用 分離함으로서 Bulking 現象이 誘發되므로서 微生物 floc의 性狀變化가 惹起되어 分離 性能에 莫大한

영향을 미치고 處理技術의 安定성과 處理效率에 問題가 되고 있는 경우가 많다.

한편 好氣性生物處理의 경우에는 多量の 잉여오니가 發生하므로써 잉여오니의 처리 및 처분에 對한 問題點이 부수적으로 誘發되고 있으므로 外國 各國에서는 好氣性生物處理에 있어서 酸素 供給을 爲한 Energy cost를 節減시키기 爲하여 酸素 供給量을 調節하고 原水나 微生物側의 條件 變化로 因한 酸素 移動을 促進시키는 方法의 일환으로 特定한 媒体를 利用하여 微生物을 高濃度로 維持시키고 酸素 供給을 원활히 하므로써 酸素移動을 促進시킬 수 있는 流動相方式과 固定相方式에 依한 生物處理技術을 研究開發한 結果 好氣性生物處理의 代表的인 處理技術인 固定相方式의 生物濾過法과 같은 處理技術이 開發實用化되고 있으며, 또한 微生物을 高濃度로 維持하는 同時에 固液分離를 원활히 解決하기 爲하여 研究開發한 結果 生物處理法과 膜分離法을 組合하므로써 處理效率을 向上시키는 同時에 微生物을 Reactor內에 高濃度로 安定하게 維持시키고 濾液을 원활하게 分離시킬 수 있는 處理技術인 Bio-Reactor가 開發 實用 단계에 있다.

특히 好氣性生物處理時에 發生하는 多量の 잉여오니 處理는 가장 重要한 問題點인 反面 好氣性生物處理時 分解된 有機물이 잉여汚泥로서 어느 程度의 量이內에 殘留하여야 하는가도 問題點이나, 嫌氣性生物處理時에는 有機물이 最終적으로  $CH_4$ 으로 分解되는 等 Gas化되므로써 發生되는 汚泥量에 對한 問題點과 酸素 供給量이 그다지 必要하지 않으므로 省Energy를 圖謀할 수 있는 反面  $CH_4$ Gas를 回收 再利用할 수 있다는 利點이 있는것이 好氣性生物處理技術과 다른點이라 하겠다.

一般的으로 活性汚泥法等과 같은 生物處理法에 依하여 分解될 수 있는 有機물은 分子量이 400程度 以下の 溶解性이며,  $1\mu$ 以下の Colloide이어야 한다.

反面 生物分解가 困難한 有機물은 疎水性的 芳香族 炭化水素라든지 不飽和結合 有機物과 imino基, nitro基, 및 Halogen基와 結合되어 있는

有機물은 難分解性的 有害한 物質일 可能性이 많다.

### 3.4.2 膜處理

下水 및 廢水等 各種 水處理 分野에 있어서 工場 廢水處理時 部分的으로 適用되었던 膜濾過處理技術은 過去에는 原廢水處理에 直接 處理하여 高度 處理 設備나 또는 2次處理後의 高度處理의 일환으로서만 膜濾過處理技術을 適用한 結果 限界點에 到達하였으나 最近에는 活性汚泥法과 같은 生物處理나 또 다른 處理技術을 組合 適用하는 等 膜濾過處理技術의 活用範圍가 漸次的으로 擴散되고 있는 실정이다.

一般的으로 膜濾過에 依하여 被濾過水는 濾過水(또는 處理水)와 殘留水(濃縮水)로 分離되는 等 濃縮과 透過의 두가지 機能을 具備하고 있는 水處理技術로서 各種 水處理에 適用할 경우 濃縮水和 透過水의 서로 다른 system을 構成하고 있으므로 보다 効率的으로 水處理가 可能할 것으로 判斷된다.

#### 3.4.2.1 膜濾過法과 그 特徵

〈表-6〉에서 보는바와 같이 壓力差에 依한 分離法으로 分類되고 있으며 이러한 膜濾過技術은 첫째로 驅動力이 機械的인 壓力에 依한 것이며, 둘째로는 分離對象物質이 各種 無機塩에서 부터 各種 懸濁物質에 이르기까지 광범위하다는 點과 세째로는 透過水和 濃縮水가 連續으로 生成되므로써 膜을 通過하지 못하는 物質은 濃縮水側에 蓄積된다는 點으로서 이러한 現象을 充分히 考慮하여 設計, 造作이, 必要하다는 點에서 ion交換法이라든지 吸着法等과 같이 어느 特定한 一部分에서만이 對象物質이 吸着, 交換된 後 飽和狀態에 到達하면 再生操作으로 活性化시켜야만 吸着, 交換能力을 發揮하는 非連續的인 操作과는 根本的으로 다른 水處理技術이다.

#### 3.4.2.2 膜分離膜의 膜種類와 處理工程

一般的으로 〈表-6〉에서 보는 바와 같이 壓力差에 依하여 分離되고 있는 分離膜은 〈表-7〉에서 보는 바와 같이 水處理 目的에 따라 使用되는 膜의



Table. 6. 壓力差에 의한 分離法

名稱	分離媒休, 膜	分離粒徑, 分子量	操作壓力(單位10 <sup>5</sup> Pa)
濾過(filtration)	濾紙, 濾布, 濾過助劑	~ $\mu\text{m}$	減壓~2
精密透過 (microfiltration)	各種精密透過膜 (Membrane Filter)	0.01~10 $\mu\text{m}$	減壓~2
限外濾過 (ultrafiltration)	限外濾過膜 cellulose 系, 各種合成 高分子, 高分子電解質等	分子量 1,000~300,000 (Colloide, 高分子溶液)	減壓~10
逆浸透法 (reverse osmosis) 및 超濾過 (hyperfiltration)	逆浸透法 非對稱性膜, 酢酸 Cellulose 芳香族polyamid等	無機鹽類~실糖 (分子量350)	10~100 操作壓力은 原液의 浸透의 壓에 依함
浸透氣化法 (Pervaporation)	PV膜 PVA	水/Ethanol 水/有機塩素化物	減壓

Table. 7. 水處理와 高分子膜

下水處理	精密濾過膜, 限外濾過膜 曝氣用膜(多孔質中空系膜, Silicon 膜 등)
工業排水處理	(對象, 目的에 의한 膜種類 相異 再利用의 경우 逆浸透)
下水再利用	精密濾過膜, 限外濾過膜, 逆浸透膜 低壓逆浸透膜, 逆浸透膜
海水淡水化	精密濾過膜(前處理用), 逆浸透膜
純水·超純水	精密濾過膜, 限外濾過膜, 逆浸透膜

種類가 相異하며, 膜에 依한 水處理技術은 <표-8>에서 보는바와 같이 分類하고 있는 同時에 膜 種類에 따른 分離方法과 分離 可能한 物質의 分離特性도 <그림-16>에서 보는바와 같이 膜의 種類에 따라 相異함을 알 수 있다.

即 膜分離法과 分離物質의 粒子(粒徑)크기에 따른 膜處理方法을 <그림-17> 및 <그림-18>과 같이 表示할 수 있는 同時에 膜 處理操作은 <그림-19>와 같이 Dead End filtration System과 Cross Flow Filtration System으로 分類되고 膜濾過 機構와 膜

Table. 8. 膜分離工程의 種類와 特色

工程	膜의 種類	作用 驅動力	特色	對象 溶質
電氣透析	ion交換膜	膜의 ion 選擇透過性 과電位差	電解質의 脫塩. 濃縮	無機ion
拡散透析	透析膜	膜의 選擇透過性과濃縮 差	無機酸과 塩類, 低分子와高分子의 分離	無機酸, 알가 리, 無機塩
精密濾過	微細孔高 分子膜	膜의 孔徑와 溶質分子徑 에 의한 Mesh분리 (~ kg/cm <sup>2</sup> )	懸濁質 Collid 粒子, Bacteria 의 除去	懸濁質, Collid 粒子, 超高分子
限外濾過	限外濾過 膜	莫孔徑에 의한分子 Size, mesh분리 壓力差(1~10kg/cm <sup>2</sup> )	溶質分子의 크기 에 의한 分画, 分別, 精製	高分子 및 中 分子(分子量 30 万~500)
逆浸透	逆浸透膜	水의 選擇의 膜透過壓力 差(20~100kg/cm <sup>2</sup> )	水의 透過와 溶質 의 濃縮	低分子 및 無 機ion

孔徑 Size	10 <sup>-8</sup> cm		10 <sup>-7</sup> cm			10 <sup>-6</sup> cm		10 <sup>-5</sup> cm		10 <sup>-4</sup> cm		10 <sup>-3</sup> cm				
	1Å	2	5	10Å	20	50	100Å	200	500	1000Å	2000	5000	1µm	2	5	10µm
分離對象 Separation Objectives	H <sub>2</sub> (2, 3) O <sub>2</sub> (2, 9) CO(3, 1) H <sub>2</sub> O(3, 4)		Cl <sup>-</sup> OH <sup>-</sup> H <sup>+</sup> Na <sup>+</sup> Ca <sup>2+</sup>	sucrose egg albumin			viruses		colloidal silica		oily emulsion		latex	colon bacillus	staphylococcus	
膜分離法 Ranges of Separation Membranes	氣體分離·液体分離      逆浸透(RO)      限外濾過(UF)      精密濾過(MF)															
分離膜 種別 Membrane Type	Pervaporation		透析膜 EO			限外濾過膜 UF		精密濾過膜 MF		Precoat Filter		一般濾過				
	氣本分離膜		逆浸透膜 RO			ion交換膜 IEM										

Fig. 16. 分離方法과 分離可能Size

分類	溶解成分				懸濁成分		
	ion 領域	分子 領域	高分子 領域	微粒子 領域	組粒子 領域		
µm	0.001 (1nm)	0.01 0.1	1	10	100	1000 (1µm)	
除去對象物質	Ion 溶解鹽類 T T H H M M 前驅物質		細菌	大腸菌 藻類 原生動物 Silt		粘土 砂粒子	
分離膜			MF膜	UF膜	RO膜	Loose RO膜	洗穀 濾過

MF: 精密濾過 UF: 限外濾過 RO: 逆浸透  
RO: 低圧逆浸透 THM: Trihalomethane  
Fig. 17. 物質의 크기와 分離膜

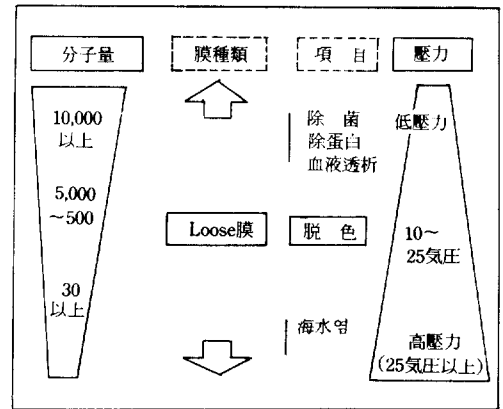
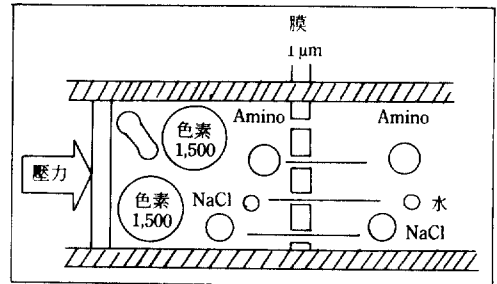


Fig. 18.2 膜脫色 原理

分離方法	精密濾過		限外濾過		逆浸透		凝集·濾過	
粒子 크기	Virus		Bacteria		溶解鹽類		大腸菌 Plankton	
	範圍		高分子範圍		粒子			
	0.0001	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1,000µm

Fig. 18.1

分離膜의 構造概念을 高찰하면 <그림-20>과 <그림-21>과 같으며 膜의 micro構造는 <그림-22>에서 보는바와 같이 表示할 수 있다.

一般的으로 廢水處理法에 있어서 COD除去만을 目的으로 膜分離法을 採用할 경우 膜分離裝置가

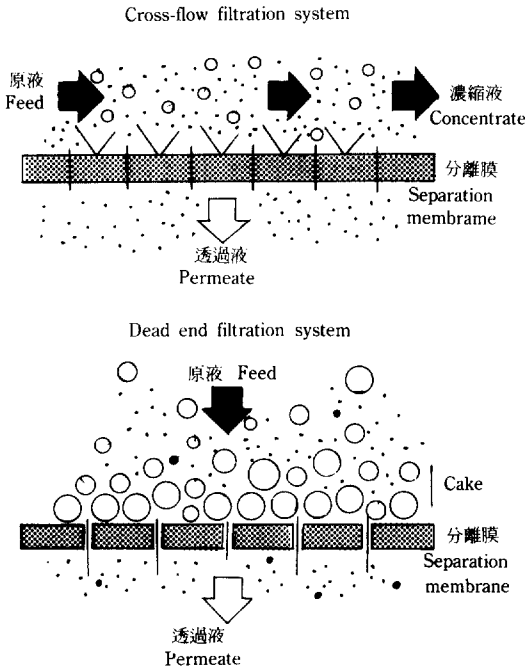


Fig. 19. 膜分離操作

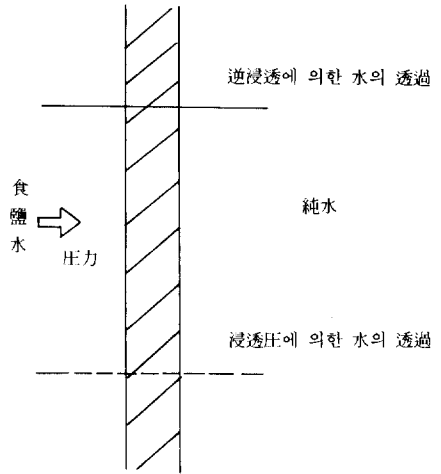


Fig. 21. 逆浸透의 概念

高價인 反面 莫大한 運轉費가 所要되므로 다음과 같은 特殊한 경우에만 特用되고 있다.

即 COD成分이 높고 BOD成分이 극히 낮기 때문에 活性汚泥法과 같은 方法을 利用할 수 없고, 膜分離法 以外의 有效한 處理技術이 없을 경우와 COD成分을 回收하여 再利用하거나 新製品으로서 利用價値가 있을 경우에 限하여 採用되고있는 實情이다.

結局 高COD水溶液을 膜分離法으로 處理하면 반드시 低 COD의 透過水와 COD농도가 대단히 높은 濃縮水(Brain이라고도 한다)로 分離 流出되므로, Brain을 어떻게 處理하여야 하는가(?)가 膜分離法 適用에 才... 큰 影響을 미치고 있으므로 膜分離法

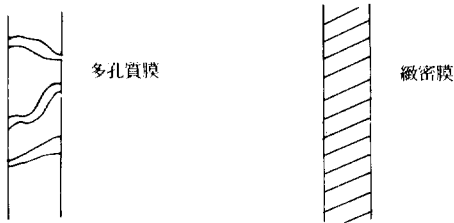


Fig. 20. 分離膜構造의 概念

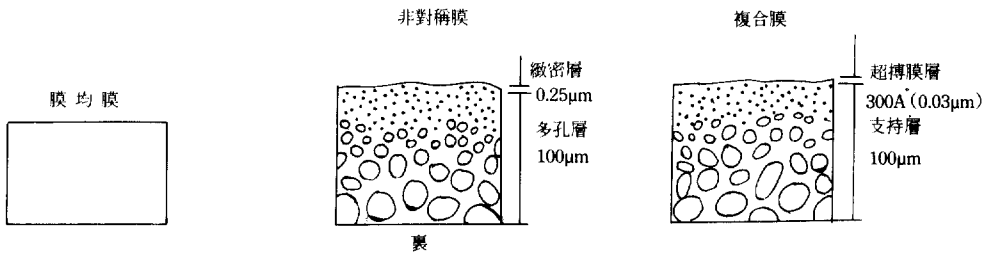


Fig. 22. 膜의 micro構造

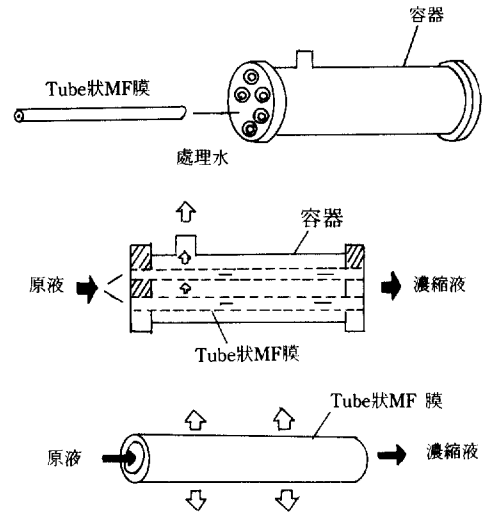
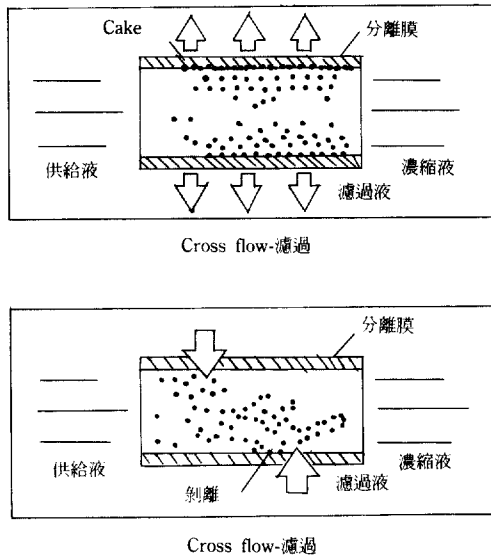


Fig. 23. MF 膜의 透過機構

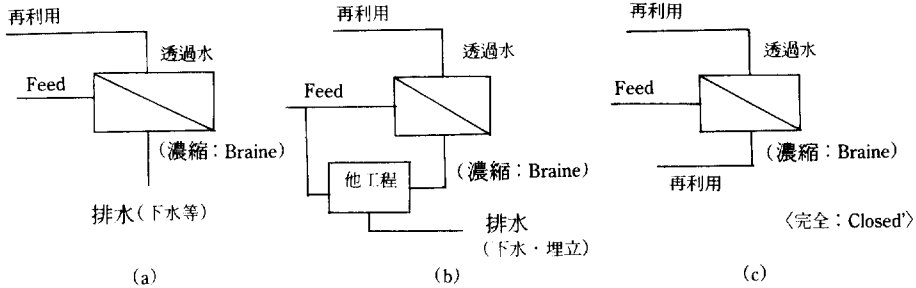


Fig. 24. 膜分離法の COD除去 工程

採用에 앞서 前處理工程 有無뿐만 아니라 濃縮水 處理方法에 對하여 詳細히 檢討하지 않으면 안된다.

大體의으로 濃縮水 處理方法으로서는 <그림-24> 에서와 같이 3가지로 생각할 수 있다.

即 (a)方法의 경우에는 透過水를 再利用한다는 目的만으로 處理하는 工程으로 濃縮水는 大部分 處理하지 않고 放流, 폐기하는 경우로서 總量規制 對策으로서는 實効性이 없으며 (b)方法의 경우에는 透過水를 再利用하는 同時에 濃縮水는 別途의 方法으로 處理한 後 放流 또는 폐기시키는 單純한

方法으로 이러한 경우 COD를 分離할 수는 있으나 濃縮되지 않는 COD成分은 回收 再利用할 수 있는 別途의 處理方法으로 處理하여야 한다.

(C)方法의 경우에는 透過水는 全量 再利用하는 反面, 濃縮水는 그 自体 또는 別途의 方法으로 再 處理한 後 主工程으로 返送할 경우라든지 혹은 다른 製品 原料로 供給할 수 있는 方法으로서 完全한 Closed system이 成立되므로 各種産業에 있어서 COD總量規制策으로서는 가장 適合한 方法이라 할 수 있다.

다시말해서 膜分離에 依한 水處理技術은 水處理

Table. 9. Cellulose 系膜과 高分子系膜의 基本性能 比較

	Cellulose	高分子系膜
耐Bacteria	小	大
滅菌劑의 使用	可	不可
耐有機物汚染	小	大
使用pH 範圍	4~7.5	4~11
耐熱溫度(℃)	35	50
塩類除去率(%)	93~97	95~98

\* 滅菌劑: 沈亞塩素酸나트륨

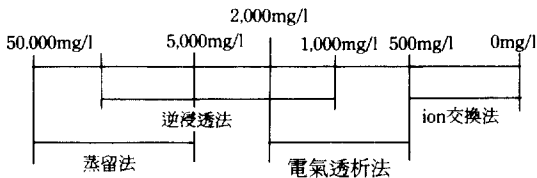


Fig. 25. 鹽類濃度와 各處理法의 經濟的範圍

原理에 입각할 때 水中에 溶解되어 있거나 浮遊되어 있는 各種 不純物을 除去하기 爲하여 原水를 直接 膜分離法으로 處理하는것은 論理的으로는 可能하고, 實際的으로도 溶解性的 高分子有機物 뿐만 아니라 無機塩 除去에 卓越한 效果를 發揮하나 Alcohol과 같이 親水性的 低分子化合物은 除去하기 困難한 點이 큰 短點이라 하겠으며, 膜의 分離效率을 向上시키기 爲하여는 膜分離에 依한 水處理 時 事前에 水中에 含有되어 있는 colloid粒자를 除去할 수 있는 前處理設備를 必要로 한다.

비록 性能이 卓越하다고 하여도 膜分離法만으로는 COD成分을 100%除去한다는 것이 不可能하므로 다른 處理法과 組合하여 Total system으로서의 最大의 除去效率을 最大로 向上시키는 同時에 가장 經濟的이고 技術的인 方法을 選定 適用하여야 한다.

또한 膜分離法에서의 경우 <表-10> <表-11>에

Table. 10. 膜의 劣化와 Fouling

分類	定義	內 容	
劣化	膜自身の 變質에 의해 生成된 不可逆的인 膜性能의 低下	物理的劣化	長期的인 壓力負荷에 의한 膜構造의 精密化(Creep 變形)
		壓密化 損傷 乾燥	原液中の 固形物, 振動에 의한 膜面의 傷, 磨耗, 破壞 乾燥, 收縮에 의한 膜構造의 不可逆的인 變化
		化學的劣化 加水分解 酸化	膜이 pH, 溫度등의 作用으로 인한 分解 酸化劑에 의한 膜材質物性變化的 分解
	生物的劣化	微生物에 의한 膜材質을 資化 혹 分泌物的 作用에 의한 變化	
Fouling	膜自身이 變質 되지않고 外的因子에 의해生成된 膜性能의 低下로서 原因에 따라 洗淨하여 性能을 回復한다	付着層	Cake 層 供給液中の 懸濁物質이 膜面上에 蓄積되어 形成된 層
		付着層	Gel 層 濃縮에 의한 溶解性 高分子 等の 膜表面 濃도가 上昇하여 膜面에 形成된 Gel狀의 非流動性 層
		付着層	Scale 層 濃縮에 의한 難溶性物質이 溶解度을 超過하고 膜面上에 析出된 層
		付着層	吸着層 供給掖中에 含有된 膜에 對한 吸着性이 큰 性質이 膜面上엔 吸着되어 形成된 層
		閉塞	固体: 膜의 多孔質部에 吸着, 析出, 補足등으로 閉塞 氣體: 疎水性膜의 多孔質部가 氣體로 置換(乾燥)
	流路閉塞	Module의 原類流路 또는 透過掖流路가 固形物로 閉塞되어 液의 흐름이 정지되는 것	

서 보는 바와 같이 物理的, 化學的, 生物的, 劣化와 Fouling과 같은 여러가지 Trouble이 發生되고 있으므로 運轉管理에 充分한 注意를 要하나 最近에는 microsenser을 組合한 Plant가 實用化되어 이러한 問題點은 어느程度 解決되었다할 수 있다.

R.O法에 使用하고 있는 膜은 <表-9>에서 보는 바와 같은 基本性能을 갖고 있으므로 R.O法을 廢水等 水處理에 利用할 경우 特別히 留意하여야 할 것은 첫째로 R.O法은 運轉中 언제나 濃縮水가 流出된다는 點이 ion交換法과 다르므로 濃縮液側에 CaSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>등과 같은 鹽類의 析出 可能性을 事前에 予測하므로써

i) 金屬表面과 같은 모양인 膜의 表面은 Anion으로 Charge되어 있기 때문에 Cation等 inhibitor라든가 界面活性劑 또는 高分子 凝集劑等を 吸着하는 性質을 갖고 있다.

ii) 複合膜일 경우에는 Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 같은 酸化 性物質에 對하여 耐性이 없다.

iii) 一般的으로 Cellulose系 膜은 Cl<sub>2</sub>에 강한 反面 Bacteria에 對하여는 耐性이 없다.

iv) 膜의 洗淨을 고려하여 設計하여야 한다.

等과 같은 對策을 수립한 後 設計한다면 R.O膜도 廢水處理等に 利用 可能할 뿐만아니라 濃縮水의 再利用도 可能하다.

둘째로는 定全한 Closed-System에서는 세정수, 처리수等を 反復 循環使用하게 되므로 Bacteria라든가 各種 鹽類가 蓄積, 析出, 結晶化되므로써 <表-10> 및 <표-11>에서 보는바와 같은 各種 Trouble이 發生될 우려가 있으므로 系內使用水中의 水質과 鹽類濃度を 一定한 濃度로 維持하도록 하여야 하며 膜에 對한 處理方法과 적정 염류농도와의 경제적인 범위를 表尤하면 <그림-25>와 같다.

3.4.3 活性炭吸着處理

最近 各種 産業의 急激한 發展으로 各種 産業에서는 自然系에서 安定한 化合物의 使用量 增加로 産業廢水의 性狀이 多樣化되는 同時에 生物處理와 같은 廢水處理技術을 單獨의으로 處理할 경우 生物處理時 難生物分解性物質 뿐만아니라 毒性 및

Table 11. 劣化, Fouling에 의한 膜性能의 變化

劣化	原因	膜透過 流束	阻止率	특히 問題로 되는 膜
化學的 劣化	加水分解	↑	↓	各種 Cellulose膜
	酸化	↑	↓	各種合成 高分子膜
物理的劣 化	圧密化	↓	↑	逆浸透膜
	乾燥	↓	↑	逆浸透, 限外濾過膜
生物的 劣化	資化	↑	↓	醋酸Cel- lulose 膜

Fouling	原因	膜透過 流束	阻止率	특히 問題로 되는 膜分離法
付	Cake層	↓	↓	精密濾過, 限外濾過 逆浸透法
	Gel 層	↓	↑	精密濾過, 限外濾過 逆浸透法
差 層	Scale	↓	↓	逆浸透法
	吸着層	↓	?	限外濾過法
閉 塞	立体的	↓	↑	限外濾過法
	吸着	↓	↑	限外濾過法
	析出	↓	↑	限外濾過法

處理妨害物質을 多量 含有된 廢水가 充分히 處理되지 못한 狀態로 排出되므로써 水質汚染現象이 날로 增加되고 있는 實情이다.

一般的으로 生物處理法에 있어서 難生物分解性 物質은 單純히 COD負荷만을 增加시키는 것이 아니고 生物處理를 妨害 또는 變化시키므로 生物處理技術 뿐만 아니라 諸般 水處理技術을 適用할 경우 廢水의 性狀을 正確히 把握하여 難生物分解性物質이라든가 各種 有機性物質 및 反應(處理)妨害物質을 事前에 充分히 除去하므로써 除去(處理)效率을 向上시킬 수 있다.

이러한 觀點에서 생각할 때 活性炭에 依한 水處理技術은 비록 上水處理技術로서 뿐만아니라 産業廢水處理에 있어서도 前處理 또는 2次的인 高度處

理의 水處理技術로서 實用化되고 있다.

即 鹽類, 濃藥, 사진, 醫藥製造等 各種 精密化學工業에서 排出되고 있는 廢水 뿐만아니라 染色加工로 및 각종 섬유공업에서 배출되고 있는 廢水에는 活性炭에 吸着성이 강한 有毒物質과 難生物分解性物質이 多量 含有되어 있으므로 活性炭處理에 依한 水處理技術을 다른 水處理技術과 混用할 경우 各種 有毒性物質의 除去效果가 卓越할 뿐만아니라 半導體工業 및 自動車工業에서 使用되고 있는 主原料가 Amine類의 有機窒素化合物인 여러 가지 種類의 洗淨劑라든가 定着劑 含有 廢水경우에도 活性炭泥法과 같은 生物處理技術로서는 CO-D<sub>Mn</sub>과 有機性窒素가 存在하므로 處理가 困難하나 活性炭處理를 병용하므로서 이러한 有機性窒素化合物의 處理時도 卓越한 除去효과를 發揮한다.

一般적으로 活性炭에 依한 水處理方法은 水中에 雜多한 溶存 有機汚濁物質을 除去하기 爲한 方法이나, 有機汚濁物質을 除去할 수 있는 有機汚濁物質 含有 廢水處理는 微生物處理法으로서 處理하여

야 하나 微生物處理法에서는 處理時間이 長時間 所要되며 설치면적이 광범위하고 水質 및 水量 變動에 따른 適應速度가 낮은 反面 有毒物質이 混入되었을 경우 處理效率이 低下 또는 妨害되는 등 最適條件으로 恒常 運轉한다는 것이 困難하며, 處理水의 水質에 限界가 있고 多量의 잉여汚泥가 發生하는 등 많은 問題點을 갖고 있다.

한편 活性炭吸着法에 依한 水處理는 적용범위가 광범위 하고 水質 및 水量變動에 따른 影響이 거의 없을 뿐만아니라 良質의 處理水를 보다 安定하게 얻을 수 있는 同時에 設置面積이 淸소하고 運轉管理가 容易하며 汚泥 發生量이 대단히 少量인 것이 큰 利點이라 하겠다.

그러나 여러가지 方面으로 널리 活用되고 있는 活性炭處理에 依한 廢水處理의 경우 活性炭의 製操方法과 形態 및 水中에 溶存하는 各種 有機汚濁物質의 分子量 또는 化學構造 및 溶解性(親水性) 등에 따라 活性炭의 吸着 特性이 相異하므로 活性炭處理法을 採用하기 앞서 活性炭 自體의 吸着 特

Table. 12. Fouling 防止法

		Cake層	Gel層	Scale層	吸着層	備 註
原 液 의 前 處 理	pH調節		△	○	○	
	軟化, ion交換 Scale inhibitor			○		
膜選	凝集, 濾過	○				○
	微粒子添加	○	○	△		
M o d u l e  定	膜材質		○	○	○	
	膜(塩除去率, 分画, 孔徑)	○	○	△		○
	Module 종류	○	○			
	Module 構造		○			○
操 作 條 件	膜面의 前處理		○		○	
	線速	○	○			
	回收率 溫度	○	○	○	△	○

Table. 13. 前處理·膜洗淨

	對 象 成 分	處 理 技 術
前	微生物(Bacteria·藻) 溶解性有機物 溶解性無機物 Fe(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mn(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> →CaCO <sub>3</sub> Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> →MgCO <sub>3</sub> 難溶解性塩 CaSO <sub>4</sub> , MgSO <sub>4</sub>	殺菌劑(Cl <sub>2</sub> , NaClO, 塩素水)  酸化劑(Cl <sub>2</sub> , NaClO, O <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> , KMnO <sub>4</sub> ) 酸(HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )  alkali<Ca(OH) <sub>2</sub> , NaOH, 石灰Soda  Ingibitor Polyphosphate, Sodium Polyacrylate Sodium Hexameta Phosphate
	處 SS(濁度, 有機物, 藻類 및 化學藥品 添加에 의한 生成된 金屬塩, 水酸化 物등 沈澱物 포함) 溶解性有機物 Colloid 物質	凝集沈殿<Ca(OH) <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , AlCl <sub>3</sub> , FeCl <sub>3</sub> , 高分子電解質>  砂濾過(單層, 複層, 上·下向流) 活性炭透過吸着 Catridge Filter (Ceramic, 纖維層, Membrane Filter, 1~25 µm以下)
理	可溶性無機物 H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> Fe(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mn(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 微生物	규조 土濾過 凝集濾過(高分子Aluminium등) Ion交換(軟化) 吸着劑, Mangan Zeorite Filtler 脫氣(O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , 真空, 放散)
膜 洗 淨	有機物SS Soft Scale Al(OH) <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> , Mn(OH) <sub>3</sub>	水洗(空氣-水混相流 Flushing) 酸化>HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 구연酸, 水酸) Alkal洗(NaOH, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )
	Hard Scale CaSO <sub>4</sub> , MgSO <sub>4</sub> , CaF <sub>2</sub> BaSO <sub>4</sub> , CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub> 微生物	化學藥品(EDTA, 界面活性劑, NaBO <sub>2</sub> 등) 酸素洗劑(BIZ) 機械的洗淨(Sponge Ball)

性과 廢水組成과 性狀을 詳細히 檢討하여야 한다.  
 一般的으로 活性炭吸着處理時 水中 溶存 有機性  
 汚濁物質의 分子量이 100~10,000程度의 範圍 物  
 質인 경우 吸着能力이 良好하나 親水性이 강한 物  
 質인 Methyl alcohle과 같이 極性이 높은 低分子Al-  
 cohle이라든가 低分子脂肪酸類 및 低分子 Sulfon  
 酸類와 無機ion等은 吸着이 困難하여 分子量이 10,  
 000以上인 Fumic aud와 같은 高分子化合物의 경우  
 吸着이 困難하므로 活性炭 吸着에 依한 水處理時  
 에는 最于先의으로 廢水中的 汚濁物質 性狀과 造  
 成을 正確히 把握하지 않으면 안된다.

活性炭 吸着에 依한 水處理方法은 粉末炭에 依한  
 方法과 粒狀炭에 依한 方法으로 分類하고 <그림-  
 26>에서 보는 바와 같이 여러가지 種類의 活性炭  
 吸着裝置가 있으며 處理效率을 向上시키기 爲해서  
 <그림-27> 및 <그림-28>에서 보는 바와 같이  
 活性炭 吸着處理를 單獨의으로 處理하는 경우는  
 거의 없으며 凝集沈殿法이라든지 生物處理, Ozon  
 處理等 두가지 以上の 處理方法을 組合處理하고  
 있다.

3.4.4. Ozon酸化處理

水中에 溶存하고 있는 汚濁成分中에는 酸化에



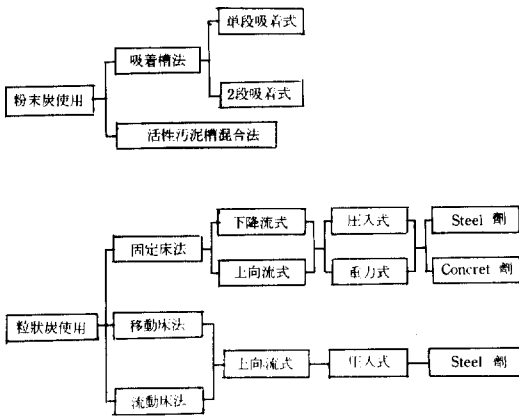


Fig. 26. 活性炭吸着裝置의 種類

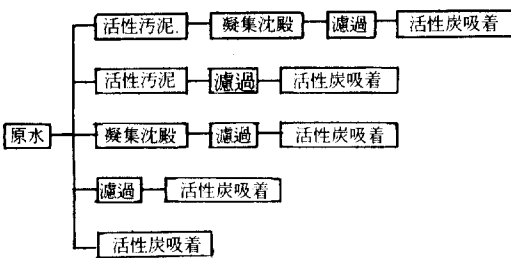


Fig. 27. 活性炭處理 利用綜組合法 (粒狀炭使用)

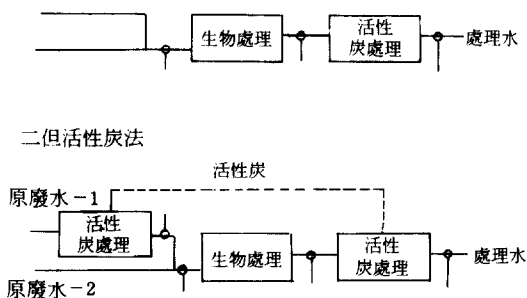


Fig. 28. Ozon 처리 system

依하여 除去되기도 하고 無害化되기도 하는 物質이 多量含有되어 있다. 過去 産業廢水의 酸化處理法으로는 여러가지 方法이 고안되어 使用되었으며 原理의으로는 好氣性微生物의 接觸酸化作用을 利

用하는 方法과 化學反應을 利用하는 方法으로 크게 分類하였으며 Ozone에 依한 酸化處理法은 化學反應에 依한 酸化處理 方法이다.

Ozon處理는 다른 酸化處理에 比하여 다음과 같은 독특한 特徵을 갖고 있다.

가. 強力한 酸化力을 利用한 處理法이다.

나. 別途의 藥品을 處理하지 않고, 過剩添加하여도 2次的인 公害發生 우려가 없다.

다. 原料가 空氣 또는 酸素로서 電力만 있으면 隨時로 언제나 必要한 量의 Ozone을 生産할 수 있으며 別途의 水층 貯藏이 必要없다.

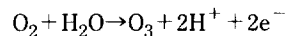
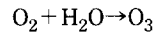
라. 自動管理이 손쉽고 省力化가 容易하다.

마. 設備費가 高價이다

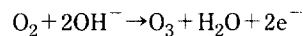
以上과 같은 特徵을 갖고 있다.

즉

i) Ozone은 水中에서의 酸化還元電位는

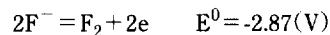


$$E^0 = -2.07(V)$$

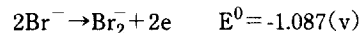


$$(알카리성 E^0 = -1.24(V))$$

로서, 天然 元素中 가장 높은 電位를 갖고 있는 弗素는



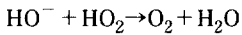
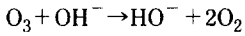
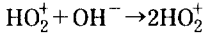
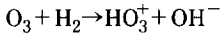
이며 其他 Halogen 元素는



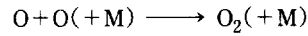
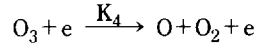
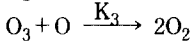
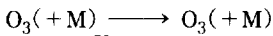
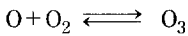
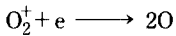
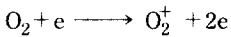
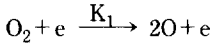
로 Ozone은 一般的으로 광범위하게 酸化劑로 使用하고 있는 酸素보다는 強力한 酸化力을 갖고 있으며 弗素다음의 강한 酸化劑임을 알 수 있다.

따라서 이와같은 強力한 酸化力을 利用하여 水中에 溶存되어 있는 各種 汚濁成分을 酸化分解시키고 無害化시키는 것이 Ozone處理의 큰 特徵의 하나이다.

ii) Ozone은 아래와 같이 水中에서 比較的 短時間內에 自動分解되어 酸素로 變하며, 常溫 附近에서의 半減期가 20~30分程度로 과잉 添加로 因한 殘留效果가 없다.



iii) Ozon은 發生裝置만 具備되면 아래와 같은 生成機構로 空氣를 原料로 하여 隨時로 必要한 量의 Ozon을 生成시킬 수 있으므로 酸素와 같이 수송 저장 및 보관등이 不必要하다.



iv) Ozone發生量은 原料 氣體의 流量 溫度 및 壓力이 一定하면 印加電壓과 印加電壓周波數에 依在하므로 處理에 必要한 Ozone必要量을 自由自在로 調節할 수 있다.

V) Ozon酸化處理法의 最大의 短點으로서 裝置 設備量가 比較의 高度인 點이라 할 수 있다.

一般的으로 産業廢水에 含有되어 있는 汚濁成分中 Ozon에 依하여 酸化分解되는 物質에 對한 基礎反應式은 다음과 같다.

i) 無機成分과의 反應

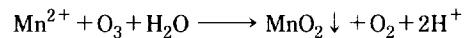
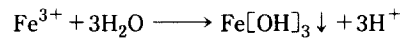


Table. 14. Ozon處理의 機能과 利用目的

機能	目的	利用分野
無機物酸化	金屬 ion 除去 除鐵, 除 망간 有機金屬化合物分解 有害物質除去 시안 NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> 亞硝酸等 酸化分解	淨水處理, 工業用水處理  工場廢水處理, 排煙處理, 尿排水處理
有機物改質	脫色  臭味改善 有機物除去 前處理 活性炭吸着性向上 生物活性向上 生物除去 殺菌 Virus 不活化 Slime除去 有機物合成 抗生物質製造 一般藥品製造	染色工場排水處理, 浮上處理, 下水, 尿排水處理, pulp 工業 淨水處理, 下水, 尿處理場排氣處理 淨水處理, 廢水再利用  淨水處理, 下水, 尿處理, 冷却水路管保全 一般水路管保全  製藥工業
有機物完全酸化	有機物除去	排水再利用 超純水製造 半導體製造工業

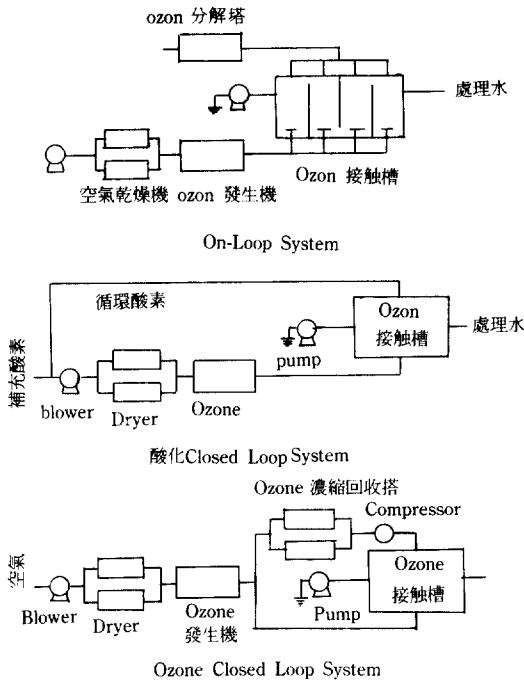
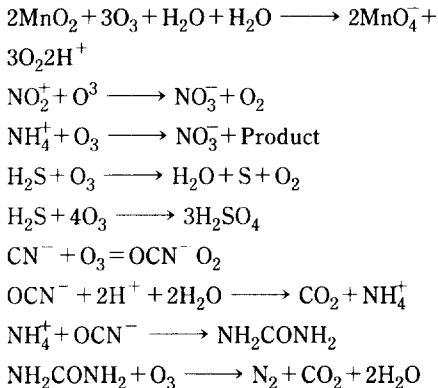


Fig. 28. Ozon 처리 system



ii) 有機化合物的 Ozon分解

無機化合物에 比하여 有機化合物의 種類가 多樣하고 公害因子가 많다.

一般的으로 Ozon은 有機化合物中の 二重結合 또는 三重結合 部分에 선택적으로 作用하여 절단 또는 포화시키며, -CHO, -NH<sub>2</sub>, -NO<sub>2</sub>, -OH, -SH<sup>-</sup> 등과 같은 Radical에 作用하여 酸化시킨다. 이와같은 結合基라든지 官能基를 갖고 있는 有機

和化合物은 有色, 有臭, 有味, 有害한 것이 많으므로 Ozon이 이러한 成分에 선택적으로 作用하는 것이 제일 큰 特徵이라 하겠다. 따라서 이러한 化合物은 ozone의 酸化反應으로 -CO, -COH, -COOR, -NO, -NO<sub>2</sub> 등 극성이 있는 化合物을 손쉽게 生成한다.

一般的으로 汚濁水에 對한 Ozon酸化處理 效果는

- ① 難生物分解性物質을 易生物分解性物質로 轉換시키므로서 生物處理 效果를 上昇시키는 同時에
- ② 高分子化合物을 低分子化合物로 轉換시키므로서 活性炭吸着處理 效果를 上昇시키며
- ③ 凝集沈殿 效果를 上昇시키므로서 凝集劑 注入量을 減少시키고 發生 汚濁量을 減少시킨다.

大體的으로 Ozon에 依하여 酸化되는 物質을 整理하면 다음과 같이 要約할 수 있다.

① 不飽和結合을 갖고 있는 Olefine系 및 acetylene系

- ② 芳香族環 및 縮合環化合物
- ③ 炭素-窒素 二重結合 化合物
- ④ Amine, 硫化物質 求棧類 和化合物
- ⑤ Alcohol, Ether, Aldehyde 등 酸素 含有 化合物

等과 化合物이 Ozon酸化로 因하여

- ① -CO
- ② -COH
- ③ -COO<sup>-</sup>
- ④ -NO
- ⑤ -NO<sub>2</sub>

等の 極性 化合物을 손쉽게 生成하므로서 活性炭吸着 또는 生物處理 效率를 向上시킨다.

#### 4. 끝맺음

一般的으로 各種 有機 및 無機汚濁成分을 多量 含有하고 있는 産業廢水處理方法으로서는 好氣性 및 嫌氣性 微生物에 對한 生物處理와 中和, 凝集, 沈殿, 吸着浮上 및 酸化 還元反應을 利用한 物理

化學處理方法으로 大別할 수 있다.

生物處理의 機能을 살펴보면 好氣性 微生物에 依하여는 酸化作用, 吸着作用과 같은 作用으로 處理되며 嫌氣性微生物에 依하여는 酸生成反應等과 같은 還元反應으로 起因되고 있으며 物理化學處理 機能은 첫째로 特定한 物質을 直接 分解 또는 除去하는 것이며 둘째로는 主 處理工程의 前 處理工程으로 어느 特定한 物質을 處理하기 손쉬운 物質로 變換시키는 것이라 할 수 있다.

이러한 産業廢水 處理 單位造作은 各各 特徵을 갖고 있으므로 産業廢水의 性狀과 種類에 따라 적

절히 單位操作을 1가지 以上 組合하므로서 處理效率을 向上시키고 있는 實情이다.

따라서 現場 技術者들은 各種 産業廢水의 性狀과 組成을 正確히 把握한 後 가장 經濟的이고 技術的인 處理工程을 選定하여야만 最大의 效果를 發揮할 수 있다.

紙面關係上 各 單位處理操作에 對하여 詳細히 序述하지 못한點 諒解바라며 追後 인용문헌과 아울러 各 單位處理操作에 對하여 詳細히 記載토록 하겠다.