

# 活性汚泥工法에 있어서 水溫이 處理效率에 미치는 影響에 關한 分析

— 淸溪川 下水終末處理場에 對하여 —

李 垠 炅

서울대학교 保健大學院

## Analysis of Temperature Effect on Activated Sludge Process at Cheong-Gye Cheon Sewage Treatment Plant

Eun Kyung Lee

*School of Public Health, Seoul National University*

### Abstract

This study was performed to determine the relationship between temperature and overall removals of BOD, SS and to demonstrate the effect of temperature on treatment performance.

These data for a period from February 1, 1977 to January 31, 1980 were obtained from the Cheong-Gye Cheon Sewage Treatment plant.

The results of correlation and stepwise multiple regression analysis were as follows.

1) Secondary effluent BOD and SS showed negative relationship with water temperature, with correlation coefficient of  $-0.1710$ , and  $-0.1654$  respectively.

2) Correlation coefficient of BOD, SS removal rate and water temperature were  $0.1823$  and  $0.0429$  respectively.

3) Regression equation for estimate of BOD removal rate was as follows;

$\hat{Y}_1$  (BOD removal rate) =  $63.9994 + 0.5442X$  (water temperature). And BOD removal rate showed non significant change according to the water temperature.

4) Regression equation for estimate of SS removal rate was as follows;

$\hat{Y}_2$  (SS removal rate) =  $61.6881 + 0.1514X$  (Water temperature). And SS removal rate showed non significant change according to the water temperature.

5) According to the Stepwise Multiple Regression analysis, water temperature ranked second order in the BOD removal rate estimation and the equation was as follows;

$\hat{Y}_1$  (BOD removal rate) =  $69.7398 + 0.2665 X_1$  (Primary effluent BOD) +  $0.3562 X_2$  (Water temperature) -  $0.0122 X_3$  (Flow) +  $4413.271 X_4$  (Organic Loading).

And multiple correlation coefficient  $R^2$  was 23.73%.

6) According to the Stepwise Multiple Regression analysis, water temperature ranked fourth order in the SS removal rate estimation and the equation was as follows;

$$\hat{Y}_2 \text{ (SS removal rate)} = 50.1597 + 0.1192 X_1 \text{ (Primary effluent SS)} + 0.0414 X_2 \text{ (Raw wastewater BOD)} - 0.0353 X_3 \text{ (Raw waste water SS)} + 0.2906 X_4 \text{ (Water temperature)} - 2058.464 X_5 \text{ (F/M)} + 0.0395 X_6 \text{ (Primary effluent BOD)}.$$

And multiple correlation coefficient  $R^2$  was 11.24%.

As a result of correlation and stepwise multiple regression analysis, it was found that water temperature effects on the overall removals of BOD and SS were relatively significant.

But correlation coefficient and coefficient of multiple determination were very low. The reason seems that temperature effect was masked by many natural and man-made factors.

So, in order to elevate the treatment performance, the consideration of water temperature seems to be negligible.

## 緒 論

都市下水의 主汚染源은 有機物로서 이들 有機物을 除去하기 爲한 最適의 方法은 微生物에 의해서 分解 가능한 有機物을 安定化시키는 活性汚泥法이다<sup>1)</sup>. 이때 有機物 除去效率은 微生物自體의 特性인 繁殖係數, 內生呼吸率, 糞分除去率, 슬러지容積指數 등과 外部의 特性인 溫度, 水理學的 滯留時間, 微生物 滯留時間 등에 의해서 決定된다<sup>2)</sup>. 本 研究에서는 이들 微生物의 特性中에서 水溫이 下水處理效率에 미치는 影響에 對하여 살펴 보았다.

下水處理의 核心的 役割을 하는 微生物의 活動 및 그것의 成長速度에 對해 水溫이 미치는 影響에 關하여 Mckinney 등은<sup>3)~5)</sup> 대체로 約 5~35°C의 溫度範圍內에서는 10°C增加함에 따라 微生物의 成長速度는 約 2 배로 增加된다고 하였다.

그런데 實際로 下水處理場의 경우 System內의 複雜한 여러 過程을 經由하는 동안 自然的 或은 人爲的인 많은 要因의 作用으로 因하여 處理效率에 미치는 水溫의 影響은 下水處理場의 性格에 따라 달라지며<sup>6)</sup> 現在 널리 알려져 있는 수정된 Arrhenius式<sup>(1)</sup>을 一般적으로 따르지 않고 있는 實情이다<sup>7)9)</sup>.

한편 지금까지 水溫과 處理效率의 關係에 對하여 發表된 研究結果는 다음과 같이 區分된다.

첫째, 全般的인 處理過程에 있어서 溫度는 거의 無關하다<sup>9)10)</sup>.

둘째, 處理效率에 있어서 水溫은 他 水質項目에 比하여 相對的으로 重要하나 그 效果는 無視할 수 있는

程度이다<sup>(11)12)</sup>.

셋째, 全般的인 處理過程에 있어서 그 效率은 溫度에 依存的이다<sup>3)6)13)14)</sup>.

이에 著者는 淸溪川下水終末處理場의 處理過程에 對하여 다음의 目的으로 本研究을 進行하였다.

첫째, 資料의 分析으로 處理效率에 關係되는 여러 水質項目中 水溫의 相對的인 重要度를 設定하기 위함이다.

둘째, 資料의 分析으로부터 水溫이 處理過程에 미치는 效果 및 外部要因의 作用程度를 糾明하기 위함이다.

셋째, 보다 效率的인 淸溪川下水終末處理場의 運營을 爲하여 水溫의 有用性 與否를 考察하기 위함이다.

## 分析資料 및 方法

### 1. 分析資料

淸溪川下水處理場에서 1977年 2月부터 1980年 1月까지 3年間 測定한 日別資料인 總 712日分中에서 處理場內의 非正常的인 狀態時의 資料를<sup>(2)</sup> 뺀 나머지인 655日分을 利用하였으며 資料의 性格은 다음과 같다.

淸溪川下水終末處理場에 流入되는 下水는 公共下水道를 통한 家庭下水와 工場廢水이며 合流式으로 雨水와 함께 自然流下되며 中鶴川合流地點에서 第2淸溪橋地點까지 복개된 狀態로 流入됨으로 外部의 溫度影響을 比較的 적게 받는다<sup>17)</sup>.

淸溪川下水處理系統을 圖示하면 그림 1과 같다<sup>18)19)</sup>.

活性汚泥裝置는 機能上 4段階로 되어 있는데,

1) 沈降性的 有機物과 無機性固形物質 등을 除去하

(1)  $K_T = K_{20} \theta^{(T-20)}$ ;  $K_T = T^\circ\text{C}$ 의 反應율,  $K_{20} = 20^\circ\text{C}$ 의 反應율.  $\theta$  = 온도활성계수

(2) BOD 및 SS除去率에 있어서 曝雨等으로 因하여 逆除去率을 보이는 資料

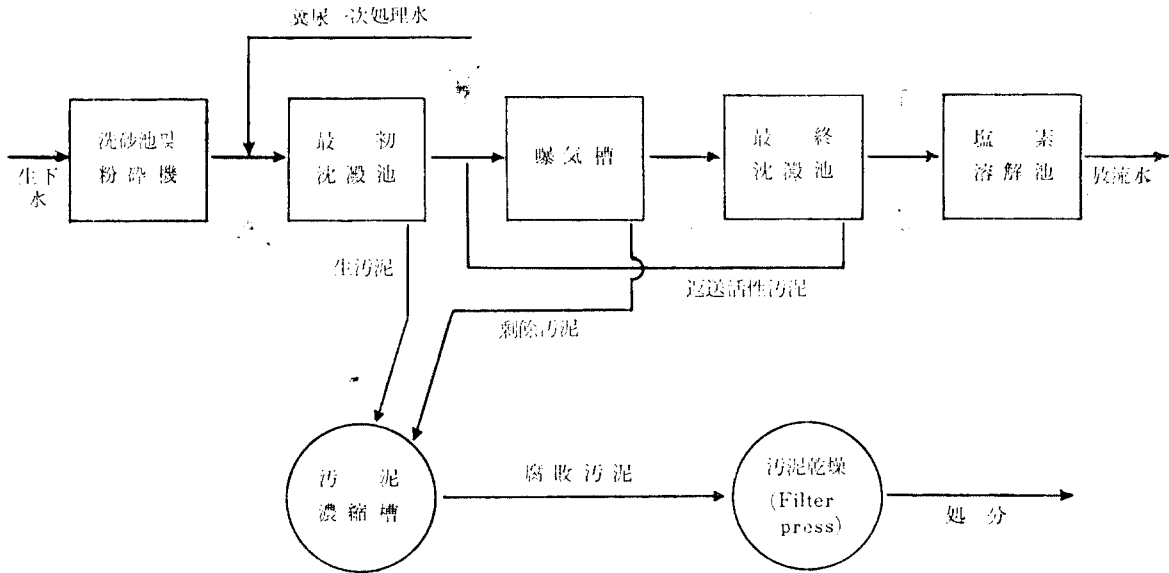


Fig. 1. 下水處理系統圖

기 위한 最初沈澱

- 2) 廢水와 活性污泥 混合液의 曝氣
- 3) 處理液과 活性污泥와의 沈澱分離
- 4) 沈澱한 活性污泥를 返送하여 混合하는 段階 等이다.<sup>18)</sup>

그리고 外國의 下水處理場과 比較해 볼때 淸溪川下水處理場의 特性은 糞尿가 水洗式便所로 부터 나온 것은 家庭下水에 섞이어 生下水로 流入되지만 收去式便所의 경우는 收去後 1次的으로 處理하여 그 處理水를 最初沈澱池에 投入시키는 點이다. 그리고 曝氣槽는 여러 曝氣方式中 曝氣槽內에 散氣管을 설치하여 槽內의 水中으로 空氣를 噴出시키는 散氣式(Diffused Aeration Method)<sup>19)</sup>을 채택하였다.

## 2. 分析項目

生物學的 處理過程에서 處理水準을 表現하는 代表的인 指標로서 BOD와 SS가 適用된다.<sup>15)16)</sup> 이들 두 指標를 中心으로 한 相關分析 및 段階의 多變數 回歸分析에 利用된 水質項目은 다음과 같다.

1) BOD(Biochemical Oxygen Demand, 生物學的 酸素要求量, mg/l) : 下川의 有機物을 微生物에 依해서 好氣性狀態에서 分離安定시키는 데 要求되는 酸素量이며, 生下水, 最初沈澱池, 最終沈澱池의 세 地點資料를 利用하였다.

2) SS (Suspended Solid, 浮遊物質, mg/l) : 無機質

과 有機質을 含有하는 固形物質로서 生下水, 最初沈澱池, 最終沈澱池의 세 地點資料를 利用하였다.

3) 水溫(Water Temperature, °C) : 生物學的 處理에 있어서 큰 役割을 하는 曝氣槽로 流入되기 前인 最初沈澱池의 水溫을 利用하였다.

4) MLSS(Mixed Liquor Suspended Solid, 混合液 浮遊固形物, mg/l) : 曝氣槽內에 있는 混合液의 活性污泥를 말한다.

5) 流量(Flow, m<sup>3</sup>/day) : 하루 流入되는 下水量을 나타낸다.

6) BOD除去率(Overall BOD Removal Rate, %) : 處理過程에서 BOD가 除去되는 程度를 나타내며 糞尿一次處理水의 投入으로 BOD 濃度가 가장 높은 最初沈澱池와 最終沈澱池사이의 除去率로 나타냈으며, [(最初沈澱池 BOD—最終沈澱池 BOD)/(最初沈澱池 BOD)] × 100으로 求해진다.

7) SS除去率(Overall SS Removal Rate, %) : 處理過程에서 SS가 除去되는 程度를 나타내며, 糞尿一次處理水의 投入으로 SS濃度가 가장 높은 最初沈澱池와 最終沈澱池사이의 除去率로 나타냈으며, [(最初沈澱池 SS—最終沈澱池 SS)/(最初沈澱池 SS)] × 100으로 求해진다.

8) DTAT(Detention Time in Aeration Tank, 曝氣槽內의 滯留時間, h) : 曝氣槽內의 滯留時間을 말하

며 除去된 BOD量으로 부터 合成에 依해 生産된 生物性固形物質을 酸化하는데 要하는 時間에 依하여 決定되며,  $(24 \times \text{曝氣槽容積} / \text{流量})$ 으로 求해진다.

9) DTFC(Detention Time in Final Clarifier, 最終沈澱池의 滯留時間, h) : 最終沈澱池의 滯留時間으로 沈澱池의 分離效果에 影響을 미치며,  $(24 \times \text{最終沈澱池容積} / \text{流量})$ 으로 求해진다.

10) F/M(Food to Microorganism Ratio, 먹이와 微生物과의 比, 1/day) : 養分の 供給과 曝氣槽內의 微生物量사이의 平衡을 나타내는 것으로 1日當 曝氣槽內의 混合液(廢水 + 返送汚泥)中の MLSS에 對한 BOD 負荷量을 말하며, (最初沈澱池 BOD  $\times$  流量 / 曝氣槽容積 / 曝氣槽의 MLSS)로 求해진다.

11) F'(Organic Loading, kg/day/m<sup>3</sup>) : 有機負荷量이라 하며 處理設備의 處理效率를 나타내기 위한 曝氣槽 1m<sup>3</sup>에 對하여 1日流入하는 廢水の BOD量을 重量單位로 表示한 것으로, (最初沈澱池 BOD  $\times$  流量 / 槽氣槽容積  $\times$  1000)으로 求해진다.

### 3. 分析方法

諸水質項目은 同一한 物質의 여러가지 性質에 對하여 多角度로 觀察한 結果이므로 이들 項目間에는 相關性이 存在하리라고 推測된다. 이러한 相關性의 與否와 그 程度를 考察하기 爲하여 段階的 多變數 回歸分析을 다음과 같은 方法으로 適用하였다.

7가지 河川汚染의 指標(BOD, DO, COD, SS, pH, 대장균군, 特殊有害物質)<sup>29)</sup> 中에서 活性汚泥에 依한 生物學的 下水處理效率에 重要한 指標인 BOD, SS<sup>30)</sup>를

中心으로 11項目(生下水의 BOD 및 SS, 最初沈澱池의 BOD, SS 및 水溫, 曝氣槽의 MLSS, 最終沈澱池의 BOD 및 SS, BOD除去率, SS除去率, 大氣溫度)의 相關性을 살펴보기 爲하여 水溫과 各項目사이의 相關係數를 求하고 이에 對하여 t檢定하여 有意性을 檢定하였다.

그리고 段階的 多變數 回歸分析時 獨立變數인 11個項目(生下水의 BOD, SS, 最初沈澱池의 BOD, SS 및 水溫, 曝氣槽의 MLSS, DTAT, DTFC, F', F/M, 流量)에 對한 從屬變數를 BOD除去率과 SS除去率로 하여 t檢定으로 回歸係數에 對한 有意性을 檢定하고 F檢定으로 回歸方程式의 添加項目을 決定하여 各段階마다 決定係數R<sup>2</sup>을 計算하여 그 增加量을 檢討하였다.

## 結果 및 考察

諸水質項目에 對하여 平均 및 變動을 살펴본 結果表 1과 같았다.

生下水의 BOD와 SS濃度는 86.00, 92.82(mg/l)로 이는 Metcalf等<sup>12)</sup>이 報告한 美國都市廢水數值에 準據하면 弱한 廢水에 屬한다. 그러나 美國의 都市廢水는 水洗式便所의 使用으로 人糞과 混合된 研磨로 生下水가 流入되지만 우리나라의 境遇는 水洗式과 在來式便所의 混用으로 一部는 生下水에 混合되어 流入되고 一部는 收去하여 一次的으로 處理한 後 그 處理水를 最初沈澱池에 投入시켜 處理하기 때문에 流入狀態가 다른 外國의 處理場과 生下水의 濃度 및 除去率 等を 比較하는 것은 어려운 일이라고 생각된다.

Table 1. Mean and Variation of data during the period from Feb. 1, 1977 to Jan. 31, 1981 at Cheong-gye Cheon Sewage Treatment Plant

Variables	Minima	Maxima	$\bar{X}$	S	CV(%)
Raw Wastewater BOD(mg/l)	14	540	86.00	68.27	79.38
Primary Effluent BOD(mg/l)	20	847	119.71	75.77	63.29
Secondary Effluent BOD(mg/l)	4	99	25.12	14.76	57.75
Raw Wastewater SS(mg/l)	8	676	97.82	80.23	82.01
Primary Effluent SS(mg/l)	6	790	60.96	58.51	95.97
Secondary Effluent SS(mg/l)	2	82	17.49	13.02	74.44
Water Temperature(°C)	0.5	29	16.09	7.42	46.09
MLSS(mg/l)	163	5775	2188.36	731.84	33.44
Flow(m <sup>3</sup> /d)	26,100	312,000	142081.80	431.38	0.30
Overall Removal of BOD(%)	-76.667	98.084	72.76	22.14	30.43
Overall Removal of SS(%)	-85.385	99.494	64.12	26.16	40.79

Note: n=712  
X: Mean

S: Standard Deviation  
CV: Coefficient of Variation(=S/ $\bar{X}$   $\times$  100)

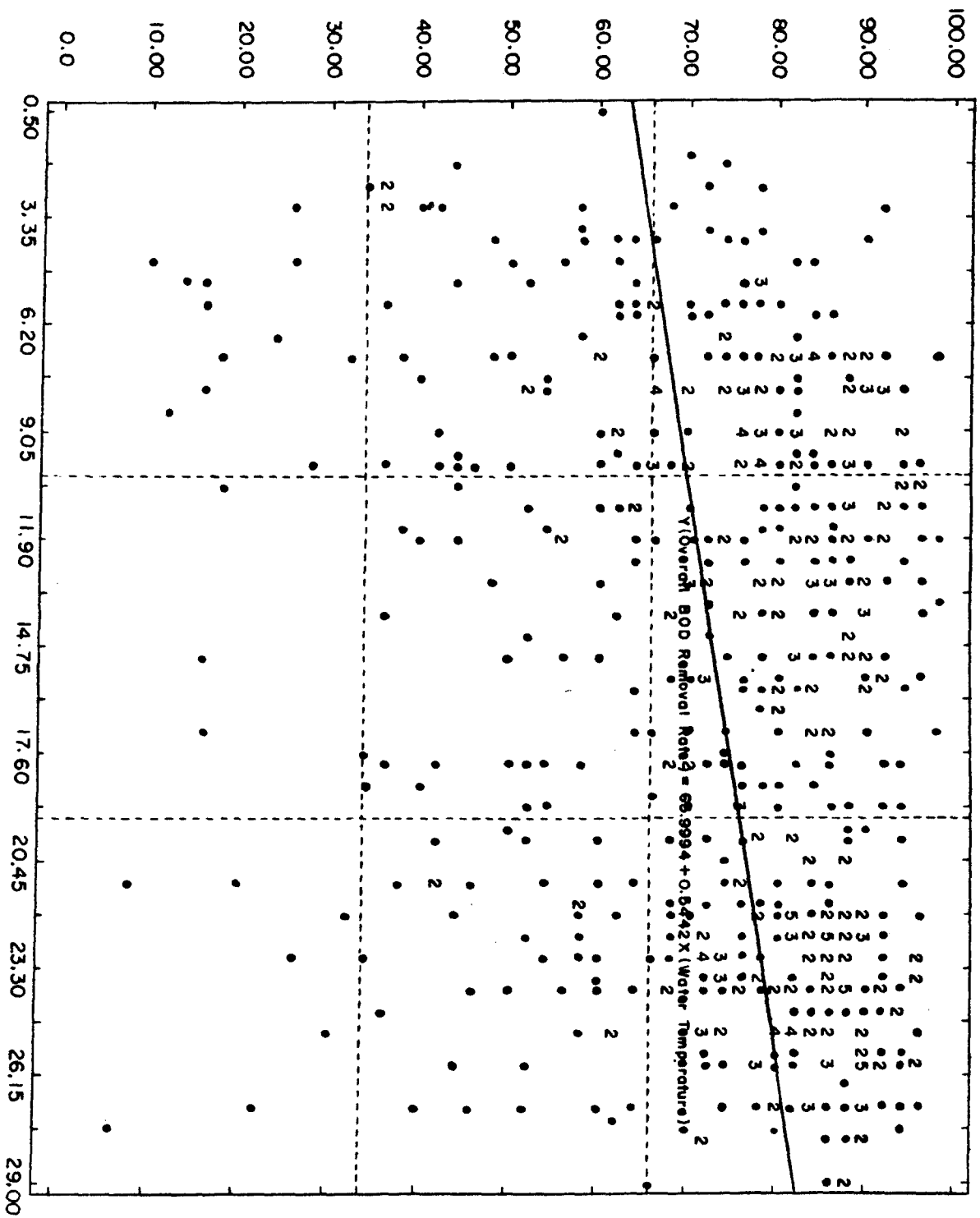


Fig. 2. Relationship between Water Temperature and Overall BOD Removal Rate at Cheong-Gye Cheon Sewage Treatment Plant.

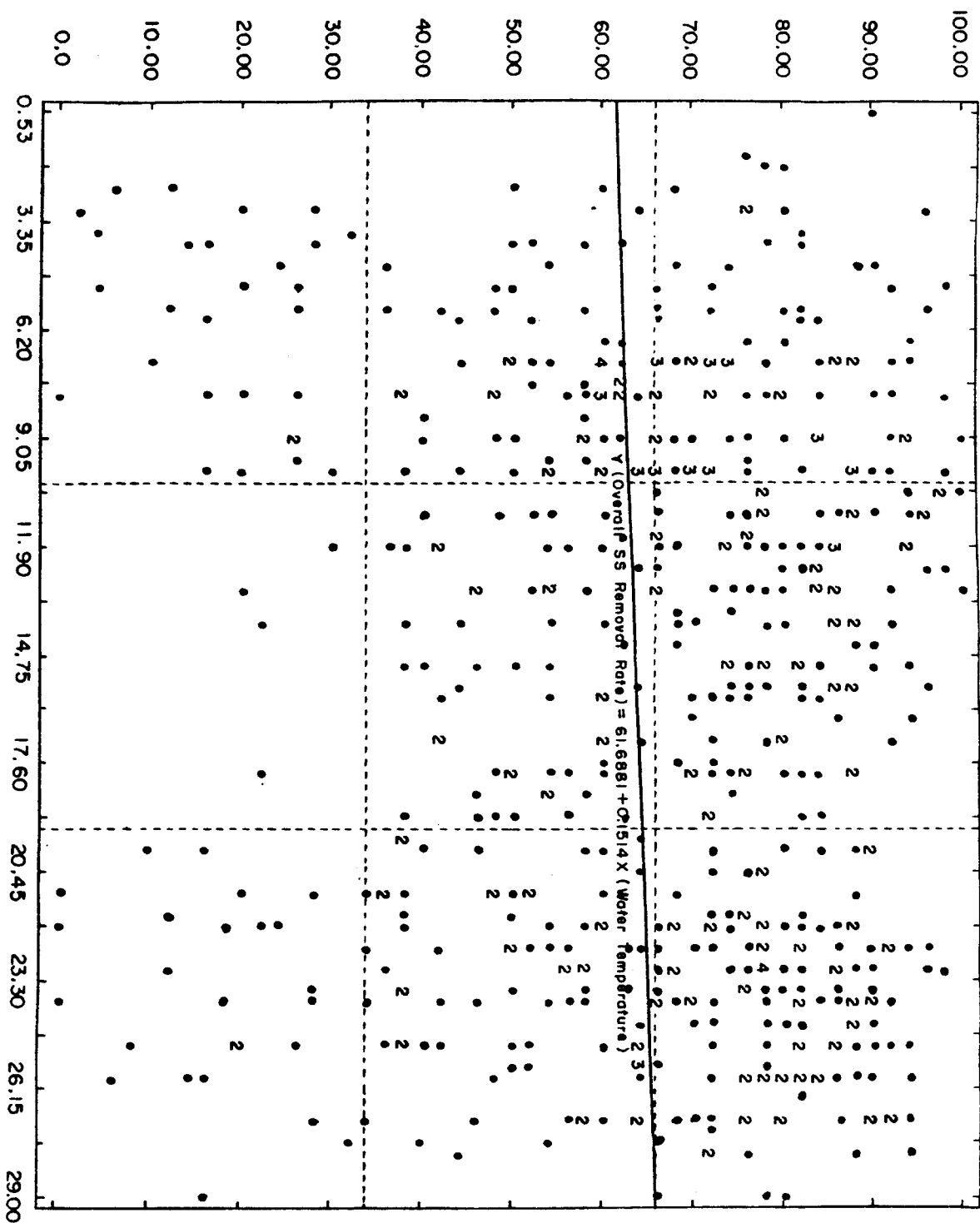


Fig. 3. Relationship between Water Temperature and Overall SS Removal Rate at Cheong-Gye Cheon Sewage Treatment Plant.

그리고 SS除去率에 큰 影響을 미치는 最初沈澱池를 生下水와 糞尿一次處理水의 混合液이 經由한 後의 BOD와 SS濃度는 119.71, 60.96(mg/l)으로 나타났는데 이는 Eckenfelder 等<sup>4)</sup>의 最初沈澱過程에서 除去되는 BOD와 SS의 比率이 대체로 20~40%, 50~70%로 된다는 報告에 準據하여 볼때 매우 意味있는 結果였다.

BOD 및 SS의 除去率은 72.76%, 64.12%이었으며 最大值와 最少值의 範圍는 -77~98(%), -85~99(% )으로 그 最少值에서 모두 逆除去率을 보이는데 이는 暴雨 等으로 因하여 System內에서 下水가 上下로 轉倒되어 下層에 沈澱되어 있던 汚泥等 여러 物質이 處理水와 함께 流出되어 最終沈澱池의 BOD 및 SS의 濃度가 높아졌기 때문이라고 推定된다. 따라서 이러한 非正常的인 資料는 다음의 分析過程에서 除外시켰다.

### 1. 諸水質項目間的 相關關係

諸水質項目에 對한 相關係數 및 有意性은 表 2와 같았다.

가장 높은 相關性을 보인 것은 水溫과 氣溫間的 相關係數로  $r=0.92$ 였으며, 全體의으로 볼때 相關係數의 有意性은 매우 높았다.

BOD除去率에 가장 큰 相關性을 가진것은 最終沈澱池의 BOD로  $r=-0.5572$ 이었으며 이때 水溫은  $r=0.1823$ 의 相關을 보였다.

SS除去率에 가장 큰 相關性을 가진 것은 最終沈澱池의 SS로  $r=-0.6394$ 이었으며 이때 水溫은  $r=0.0429$ 의 相關을 보였다.

BOD와 SS間的 相關程度를 살펴본 結果, 生下水에서는  $r=0.6107$ 이었으며 最初沈澱池에서는  $r=0.3119$ 이었고 最終沈澱池에서는  $r=0.4528$ 이었는데 他水質項目에 比하여 볼 때 두項目間的 相關性은 매우 높았다. 이에 對하여 朴<sup>27)</sup>은 2個月間 서울부근의 漢江全域에서 測定한 12個 標本에서 BOD와 蒸發殘留物(Total Solid)間的 相關係數를  $r=0.671$ 로 報告하였다.

最終沈澱池의 BOD와 SS는 水溫에 對한 相關係數가  $r=-0.1710$ ,  $r=-0.1654$ 로 逆相關을 보였는데 이는 溫度가 높을수록 最終沈澱池의 BOD와 SS濃度가 낮아지는 것을 意味하는 것으로 Keefer<sup>15)</sup>가 報告한 54°F에서 76°F로 水溫이 오를 때 BOD除去率이 89.5%에서 91.5%로 增加되어 最終沈澱池의 BOD濃度가 낮아진다는 것과 비슷하였다. 그리고 權<sup>23)</sup> 等은 各水質項目에 對하여 13個月間 下流에서 調査하여 BOD와 水溫間的 相關性을  $r=-0.08$ 로 報告하였다.

### 2. 水溫과 BOD 및 SS除去率間的 單純相關分析

清溪川下水에 있어서 水溫과 BOD除去率間的 散布圖 및 回歸線은 그림 2와 같으며 이때의 回歸方程式은 다

음과 같았다.

$$\hat{Y}_1(\text{除去率}) = 63.9994 + 0.5442X(\text{水溫})$$

BOD除去率은 水溫의 高下에 거의 影響을 받지않고 대부분 70~90%의 높은 除去率을 보였다.

다음으로 水溫과 SS除去率間的 散布圖 및 回歸線은 그림 3과 같으며 이 때의 回歸方程式은 다음과 같았다.

$$\hat{Y}_2(\text{SS除去率}) = 61.6881 + 0.1514X(\text{水溫})$$

SS除去率도 역시 水溫의 高下에 거의 影響을 받지 않고 대부분 60~90%의 除去率을 보였다.

### 3. BOD 및 SS除去率에 關한 段階의 多變數 回歸分析

BOD除去率에 關하여 段階의 多變數 回歸分析을 한 結果(表 3, 表 4參照) 11個의 獨立變數中 DTAT를 除外한 10個項目이 F檢定에 依한 添加項目으로 有意하였으며 이들 回歸係數에 對한 t檢定 結果 第四段階까지 有意하였고, 各段階는 最初沈澱池의 BOD, 水溫, 流量, 有機負荷量 順位였다.

그리고 그 關係式은 다음과 같았다.

$$\hat{Y}_1(\text{BOD除去率}) = 69.7398 + 0.2665X_1(\text{最初沈澱池}$$

BOD)

$$+ 0.3652X_2(\text{水溫}) - 0.0122X_3(\text{流量}) + 4413.271X_4(\text{有機負荷量})$$

이때 決定係數 $R^2$ 은 23.73%이었으며 殘餘分 76.27%는 外部要因의 影響인 것으로 推定된다. 그리고 水質項目의 添加에 따른 標準誤差는 19.82, 19.61, 19.57, 19.40으로 점차 減少하였다.

SS除去率에 關하여 段階의 多變數 回歸分析을 한 結果(表 5, 表 6參照) BOD除去率의 경우와 같이 DTAT를 除外한 10個項目이 F檢定에 依한 添加項目으로 有意하였다. 이는 Heink 等<sup>4)</sup>이 獨立變數 10個項目(生下水의 BOD 및 SS, 最初沈澱池의 BOD 및 水溫, 流量, 曝氣槽의 MLSS, DTAT, DTFC, F/M, F')에 對한 從屬變數인 BOD 및 SS除去率 各各의 段階의 多變數 回歸分析에서 DTAT가 9順位 및 10順位를 보인 것과 비슷하였다.

위의 10項目의 各 回歸係數에 對하여 t檢定한 結果 第六段階까지 有意하였으며 各段階는 最初沈澱池의 SS, 生下水의 BOD, 生下水의 SS, 水溫, F/M, 最初沈澱池의 BOD順位이었다.

그리고 그 關係式은 다음과 같았다.

$$\hat{Y}_2(\text{SS除去率}) = 50.1597 + 0.1192X_1(\text{最初沈澱池 SS}) + 0.0414X_2(\text{生下水 BOD}) - 0.0353X_3(\text{生下水 SS}) + 0.2906X_4(\text{水溫}) - 2058.464X_5(\text{F/M}) + 0.0395X_6(\text{最初沈澱池 BOD})$$

이때 決定係數  $R^2$ 은 11.24%이었으며 殘餘分 88.76%는 外部要因의 影響인 것으로 推定된다. 그리고 項目







**Table 5. Coefficient and Intercept in Stepwise Multiple Regression for Overall SS Removal Rate at Cheong-Gye Cheon Sewage Treatment Plant**

Step	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Variable entered	Primary Effluent SS	Raw Wastewater BOD	Raw Wastewater SS	Water Temperature	F/M	Primary Effluent BOD	MLSS	Flow	F'	DTFC
$b_1$	0.1282	0.1252	0.1264	0.1308	0.1329	0.1192	0.1197	0.1189	0.1186	0.1181
$b_2$		0.0317	0.0536	0.0536	0.0532	0.0414	0.0439	0.0436	0.0434	0.0435
$b_3$			-0.0307	-0.0374	-0.0365	-0.0353	-0.0365	-0.0363	-0.0362	-0.0361
$b_4$				0.2843	0.3122	0.2906	0.2629	0.2838	0.2850	0.2860
$b_5$					-1132.823	-2058.464	-2408.462	-2677.45	-2747.327	-2736.083
$b_6$						0.0395	0.0435	0.0499	0.0431	-0.0368
$b_7$							-0.0012	0.0014	-0.0014	0.0014
$b_8$								0.0019	0.0013	0.0020
$b_9$									362.1063	634.8187
$b_{10}$										0.0035
Intercepts(a)	56.3086	53.7686	54.8072	50.6199	51.5428	50.1597	53.0315	50.0914	51.0392	48.8722
t-test										

$P < 0.05^{**}$ ,  $b_1 \sim b_5$

$P > 0.05$ ,  $b_7 \sim b_{10}$

**Table 6. Results of Stepwise Multiple Regression Equation of Overall SS Removal Rate at Cheong-Gye Cheon Sewage Treatment Plant**

Step	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Variable entered	Primary Effluent SS	Raw Wastewater BOD	Raw Wastewater SS	Water Temperature	F/M	Primary Effluent BOD	MLSS	Flow	F'	DTFC
Multiple R	0.28676	0.29834	0.30749	0.31711	0.32260	0.33532	0.33634	0.33741	0.33751	0.33772
Cum.R <sup>2</sup> SS	0.08223	0.08901	0.09455	0.10056	0.10407	0.11244	0.11312	0.11385	0.11385	0.11405
R <sup>2</sup> SS difference	0.08223	0.00678	0.00554	0.00601	0.00351	0.00837	0.00068	0.00072	0.00072	0.00014
Std. error	25.07767	25.00404	24.94698	24.88317	24.85371	24.75640	24.76050	24.77054	24.79334	24.81062
Simple R	0.28676	0.10564	0.01363	0.04293	-0.03091	0.16718	0.07387	-0.06531	0.12500	0.08875
Degrees of freedom	653	652	651	650	649	648	647	646	645	644
F-test										

$P < 0.001^{**}$  in all steps.

- Note: 1) Multiple R : Coefficient of Multiple Correlation.  
 2) Cum.R<sup>2</sup>SS : Cumulative Coefficient of determination Sum of Squares due to Regression.  
 3) R<sup>2</sup>SS difference : Coefficient of determination for Sum of Squares due to Regression.  
 4) Std.error : Standard error of Estimates.  
 5) Simple R : Coefficient of Simple Correlation.  
 6) F-test : Analysis of Variance.

의 添加에 따른 標準誤差는 25.08, 25.00, 24.95, 24.88, 24.85, 24.77으로 점차 減少함을 보였다.

## 結 論

1977年 2月부터 1980年 1月까지 淸溪川下水終末處理場에서 測定한 655日分の 資料로부터 水溫이 BOD 및 SS處理效率에 미치는 影響에 關하여 相關性分析 및 段階의 多變數 回歸分析을 한바, 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 水溫과 最終沈澱池의 BOD 및 SS間的 相關係數는  $\gamma = -0.1710$ ,  $\gamma = -0.1654$ 로 逆相關을 보였으며 水溫과 BOD 및 SS의 除去率間的 相關係數는  $\gamma = 0.1823$ ,  $\gamma = 0.0429$ 이었다.

2) 水溫과 BOD除去率間的 回歸式은 다음과 같았으며,

$$\hat{Y}_1(\text{BOD除去率}) = 63.9994 + 0.5442X(\text{水溫})$$

水溫에 따른 BOD除去率의 變化는 거의 나타나지 않았다.

3) 水溫과 SS除去率間的 回歸式은 다음과 같았으며,

$$\hat{Y}_2(\text{SS除去率}) = 61.6881 + 0.1514X(\text{水溫})$$

水溫에 따른 SS除去率의 變化는 거의 나타나지 않았다.

4) 段階의 多變數 回歸分析의 結果, 水溫은 BOD除去率에 대하여 第二順位를 보였으며 그 回歸式은 다음과 같았다.

$$\hat{Y}_1(\text{BOD除去率}) = 69.7398 + 0.2665X_1(\text{最初沈澱池 BOD}) + 0.3562X_2(\text{水溫}) - 0.0122X_3(\text{流量}) + 4413.271X_4(\text{有機負荷量})$$

이때 決定係數  $R^2$ 은 23.73%으로 殘餘分 76.27%는 外部要因의 影響인 것으로 推定된다.

5) 段階의 多變數 回歸分析의 結果, 水溫은 SS除去率에 對하여 第四順位를 보였으며 그 回歸式은 다음과 같았다.

$$\hat{Y}_2(\text{SS除去率}) = 50.1597 + 0.1192X_1(\text{最初沈澱池SS}) + 0.0414X_2(\text{生下水 BOD}) - 0.0353X_3(\text{生下水 SS}) + 0.2906X_4(\text{水溫}) - 2058.464X_5(\text{F/M}) + 0.0395X_6(\text{最初沈澱池 BOD})$$

이때 決定係數  $R^2$ 은 11.24%로 殘餘分 88.76%는 外部要因의 影響인 것으로 推定된다.

이와같이, 段階의 多變數 回歸分析에서 水溫이 BOD 및 SS의 除去率에 높은 順位로 影響을 주는 것과 相關分析時 逆相關으로 水溫이 높을수록 最終沈澱池의 BOD와 SS濃도가 낮게 나타나는 것은 水溫이 BOD 및 SS除去率에 높은 相關을 갖기 때문이라고 思料된다.

그러나 資料의 相關係數 및 決定係數  $R^2$ 이 매우 낮

은 點과 水溫에 따른 BOD 및 SS除去率의 變化가 거의 없게 나타난 點은 實際로 處理過程에 있어서 水溫보다는 다른 外部의 要因의 影響을 支配的으로 받고 있음으로 推定된다.

따라서 淸溪川下水終末處理場에 있어서 處理效率에 미치는 水溫의 影響은 거의 無視할 수 있는 程度라고 思料된다.

## 參 考 文 獻

- 1) Metcalf & Eddy, Inc., Wastewater Engineering, McGraw-Hill Book Co., 1959.
- 2) Stainer, R.Y., M.Doudoroff, & E.A.Adelberg: The Microbial World, 3rd. ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1970.
- 3) McKinney, R.E.: Microbiology for Sanitary Engineers, McGraw-Hill, Co. Inc., New York, pp. 121-122, p.262, 1962.
- 4) Eckenfelder, W.W., Jr., & O'connor, D.J.: Biological Waste Treatment, Pergamon Press, 1961.
- 5) Sawyer, C.N.: Biological Treatment of Sewage and Industrial Wastes, Vol.I, (Ed. by McCabe, B.J. and Eckenfelder, W.W.)
- 6) Kwan-Chow Lin, and Gary W.Heinke: Plant Data Analysis of Temperature Significance in the Activated Sludge Process, Jour. Water Poll. Control Fed., Vol.49, No.2, pp.286-295, 1977.
- 7) Novak, J.T.: Temperature-Substrate Interaction in Biological Treatment, Jour. Water Poll. Control Fed., Vol. 46, pp.1984-1994, 1974.
- 8) Friedman, A.A., & Schroeder, E.D.: Temperature Effects on Growth and Yield of Activated Sludge, Jour. Water Poll. Control Fed., Vol. 44, p.1433, 1972.
- 9) Grube, G.A., & Murphy, R.S.: Oxidation Ditch works Well in Sub-Arctic Climate, Water & Sew. Works, Vol. 116, p.267, 1969.
- 10) Okun, D.A.: System of Bioprecipitation of organic Matter from Sewage, Jour. Sew. Works, 21, p.763, 1949.
- 11) Englaude, A.J., Jr., & Eckenfelder, W.W., Jr.: Temperature Effects on Biological Waste Treatment Processes, Paper presented at the Fairbanks Conference, 1971.
- 12) Ludzack, F.J., et al.: Temperature and Feed as

- Variables in Activated Sludge Performance, Jour. Water Poll. Control Fed., Vol. 33, p. 141, 1961.
- 13) Keefer, C.E.: Temperature & Efficiency of the Activated Sludge Process, Jour. Water Poll. Control Fed., Vol. 34, p. 1186, 1962.
  - 14) Bloodgood, D.E.: The Effect of Temperature & Organic Loading upon Activated Sludge Plant Operation, Jour. Sew. Works, Vol. 16, p. 913, 1944.
  - 15) 崔義昭, 趙光明: 環境工學, 清文閣, p. 66, pp. 170~193, pp. 236~241, 1980.
  - 16) 金東致, 金秀生: 廢水處理, 產業公害研究所, pp. 78~91, pp. 209~247, 1979.
  - 17) 韓國科學技術研究所: 清溪川, 旭川の下水가스 및 水質調査, Nov. 1971.
  - 18) 서울特別市西部衛生處理場: 污水處理에 따른 試驗方法과 生物學的處理, 永豐印刷公社, pp. 89~131, 1975.
  - 19) 鄭文植, 具聖會: 環境衛生學, 新光出版社, 1979.
  - 20) 車喆煥: 公害와 疾病管理, 保健學公開講座保健學概論, pp. 190~201, 1976.
  - 21) 李東宇: 醫學研究에 있어 段階의 多變數 回歸方程式 設定에 依한 分析方法의 利用, 韓國保健統計學會報, pp. 117~136, 1975.
  - 22) 鄭英鎭: 實用現代統計學, 先進文化社, 서울, pp. 67~75, pp. 242~246, 1979.
  - 23) 孟錫在: 河川水質變化의 相關性 研究, 서울大學校保健大學院, 1978.
  - 24) 任寅宰: 統計方法, 博英社, 서울, pp. 272~283, pp. 494~521, 1978.
  - 25) Olive J. Dunn: Basic Statistics-A Primer for the Biomedical Sciences, John Wiley & Sons, Inc., pp. 139~159, 1964.
  - 26) Draper, N.R. & Smith, H.: Applied Regression Analysis, John Wiley & Sons, Inc., 1966.
  - 27) 朴大成: 河川水(漢江)의 汚染度 및 그 實測值 相互間의 相關性에 關한 研究, 서울大學校 論文集(C), Vol. 19, pp. 129~142, 1968.
  - 28) 權肅杓·鄭 勇·劉鎮洙·申敏雄·金眞泰: 漢江下流水質에 對한 因子分析 및 重回歸分析, 韓國上水道協會誌, Vol. 2: 別刷, 1974.