

都市下水 處理에 依한 微生物 汚染의  
除去效果에 關한 調查研究(I)

- 清溪川 下水處理場을 中心으로 -

俞 炳 泰

鄭 勇

서울市 保健環境研究所

\* 延世大學校 保健大學院

An Analysis on Removal Effect of Biological Contaminants in the  
Process of Municipal Sewage Treatment System

- On the Seoul Cheonggye Cheon Sewage Treatment Plant -

Byong Tae. Yu

\* Yong Chung

*Seoul Metropolitan Government Institute  
of Health and Environment*

*Graduate School of Health Science and  
Management, Yonsei University.*

**Abstract**

This investigation was carried out to evaluate the removal effect of biological contaminants for the municipal sewage treatment process at Cheonggye Cheon terminal plant which in the first plant for municipal sewage treatment in Seoul area.

It was conducted in raw influent, primary treatment water and secondary treatment water from September, 1986 to July, 1987.

The results were as follow;

1. The primary treatment could eliminate microbials for 65.38% of total bacteria, 64.35% of total coli-

form, 62.16% of fecal coliform 69.48% of pseudomonas and 64.70% of fecal streptococci in averages for a year respectively.

2. The secondary treatment could eliminate microbials for 97.50% of total bacteria, 97.30% of total coliform, 95.95% of fecal coliform, 97.00% of pseudomonas and 96.53% of fecal streptococci in average for a year respectively.
3. In the detect rate of pathogenic agent, salmonella spp was decreased 12.5% to 4.2% in primary treatment and it was not detected in secondary treatment, shigella spp was detected 4.2% in influent water but it was not detected in primary and secondary treatment.
4. In the seasonal variation of treatment effect, the removal of summer was the highest, and the removal of all item in winter was lower than the other seasons.
5. There was significant correlation between water temperature and microbial all items ( $P < 0.05$ )  $\text{NH}_3\text{-N}$  and Microbial items ( $P < 0.01$ ) at raw water.

## I. 緒 論

人口의 증가와 産業發達は 必然的으로 都市化 現象을 招來하였고, 都市 人口集中 現象은 水質 및 大氣의 汚染과 廢棄物의 增加 등으로 生活環境을 汚染시켜 많은 問題點을 가져오게 되었다.

그 중에서도 生活下水의 急増과 産業場으로 부터 排出되는 廢水는 食水源으로 使用되는 下川의 水質을 크게 汚染시키게 되었다. 下川 水質의 惡化는 景觀을 해치는 것은 물론 上水源을 利用하는 주변 住民들에게 保健上 큰 위험이 아닐 수 없다. 따라서 下川에 流入되는 汚染物質中 自淨能을 초과하는 部分에 대하여는 計劃的으로 處理하여 放流하게 된다.<sup>1,2)</sup> 만일 有害性 物質이 上水源에 放流되는 경우 利用度에 따라서 飲料水에 또는 農耕作水에 때로는 工業用水를 汚染시켜 國民 健康을 크게 위협할 수 있다.

本 研究의 對象인 淸溪川 下水 處理場의 原下水는 家庭下水가 90% 이상을 차지하고

其他 産業場 廢水가 10% 정도를 차지하고 있다.<sup>3)</sup> 都市下水는 有機物質을 多量 含有하고 있어 漢江 原水의 生物化學的 酸素要求量 (BOD), 浮游물질等 水質 指標物質과 大腸菌을 包含한 各種 微生物의 汚染을 加重시키고 있다. 따라서 漢江 汚染을 事前에 豫防하고 水質을 保全하기 위하여는 漢江 本流에 流入되는 各 支川의 下水를 적절히 處理하여야만 한다.

都市下水의 處理方法으로는 一般的으로 處理容量, 費用, 處理方法의 용이성, 處理效率을 고려하여 活性 汚泥法이 가장 보편화 되고 있다.<sup>4)</sup>

活性汚泥法은 1914年 英國에서 Ardern 과 Lockett에 의하여 發展된 方法으로 그 基本 理論은 水中의 有機物質을 好氣性 狀態에서 微生物群에 依하여 酸化를 촉진시켜 水質을 安定시키는 方法이다.<sup>5)</sup>

종래의 一般的 都市下水處理 方法은 微量인 有害物質과 除去보다는 放流下川의 自淨作用 能力과 自然容量을 감안하여 富榮養化

를 防止하기 위한 有機性 物質을 除去하는 것이 一次的 目標라고 볼수 있었다. 그러나 一次的 處理方法으로는 어느정도 有毒性 微量物質 및 病原性 微生物이 제거 또는 不活化 되나<sup>6)</sup> 이들에 대한 것은 고려치 않는다고 볼 수 있다.

外國에서는 都市 下水處理時에 有害性 物質의 汚染度를 감안한 處理 System을 도입하며, 미국 EPA<sup>7)</sup>에서는 美國 全 都市의 下水處理場에 對하여 保健과 관련된 有害物質 除去效率를 調査 分析하고 檢討하여 그 有害 汚染物質에 對한 下川 및 上水源의 汚染 防止에 基礎資料로 活用하고 있는 實情이다.

本 調査研究는 都市下水의 原下水와 處理

水에 있어 微生物 汚染度의 減少量을 分析하여 處理效率를 比較코자 하였다. 이는 기존 處理場의 處理方法의 改善과 장차 건설될 여러 處理場의 合理的 設計, 또한 기존 처리장의 運營에 기초 資料로 제공하고 處理水質의 基準設定에 資料로 利用될 수 있다고 思料되어 本 研究를 착수 하였다.

## II. 調査對象 및 方法

### 1. 調査對象

서울特別市 漢江 水系內 淸溪川 下水處理場을 調査對象으로 하였다. Fig.1에서와 같이 淸溪川은 鍾路, 中區, 地域에서 排水되는 支流와 城北區의 貞陵川, 城北川, 月谷川이, 합

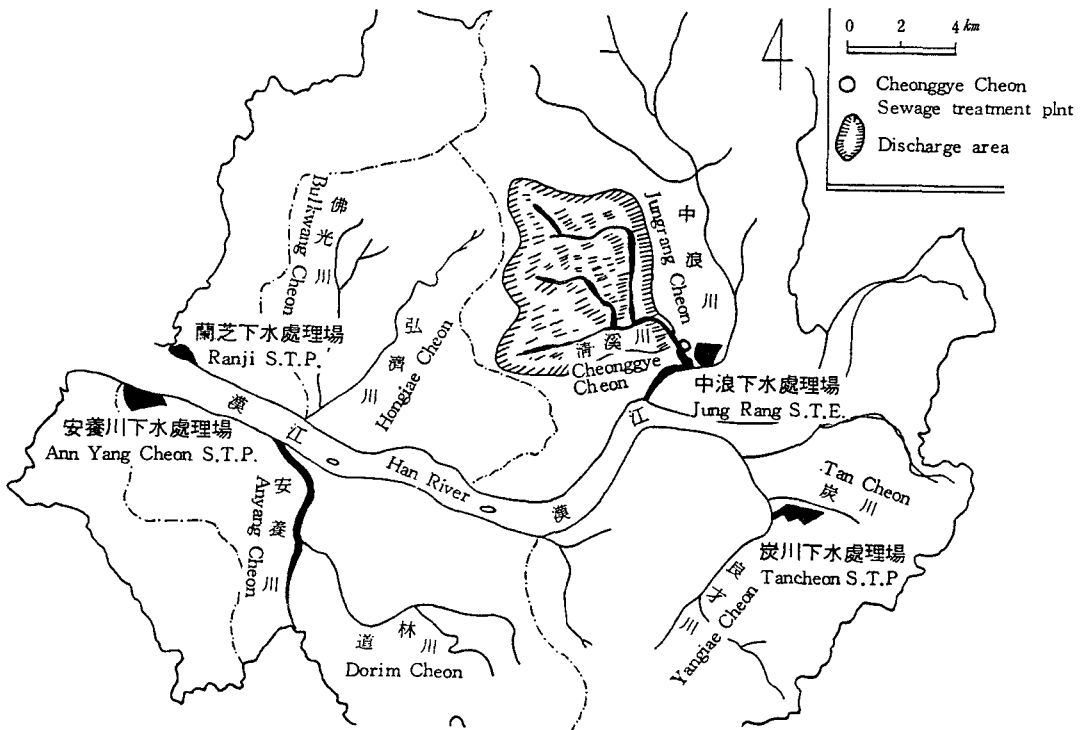


Fig.1. Site of Cheonggye Cheon sewage treatment plant and sewage discharge area in Seoul

처서 이루어지는 都市 下水川으로 유로의 길이는 11.9 km이고 流域의 面積은 56.70 km<sup>2</sup>이다. 下川의 平均 流量은 54 만 m<sup>3</sup>/일이고 이중 1일 15 만 m<sup>3</sup>의 處理 能力을 갖춘 淸溪川 下水 處理場은 1976年 國內에서 最初로 建設된 大都市 下水 處理場으로서 전형적인 活性汚泥法을 利用한 處理場이다.

2. 調查地點

淸溪川 下水處理場의 處理工程은 Fig. 2와 Table 1과 같다. 試料의 採取 地點은 Fig.2에서 ①, ③, ⑤로 表示하였다. ①은 原下水로 生下水 펌프장에서 處理場으로 導入되는 地點이며 ③은 1次 處理水로 Screen 沈砂池 및 1次 沈殿池를 거친 地點이고 ⑤는 2次 處理水로서 汚性汚泥와 最終 沈殿池를 거친 放流地點이다.

3. 調查期間

1986年 9月부터 1987年 8月까지 1年間 實施하였다. 每月 2回씩 採水하여 總 24回 採水 分析하였다.

4. 分析項目 및 方法

1) 總 細菌數 (total bacteria)

Standard method<sup>8)</sup>에 따라 試驗하였으

며 CF $\mu$ /ml (Colony fermentation unit)로 算定하였다.

2) 大腸菌群 (total coliform group), 綠膿菌 (*Pseudomonass* spp), 糞原性 大腸菌 (fecal coliform), 糞原性 連鎖狀 球菌 (fecal streptocococci)

Standard method<sup>8)</sup>에 따라 MPN/100 ml (most probable number)를 산정하였으며 細菌의 分類 系統은 Fig.3과 같다.

3) 살모넬라菌 (*Salmonella* spp), 쉬겔라菌 (*Shigella* spp)

Bergey's manual<sup>9)</sup>과 病原性 微生物 檢査基準과 方法<sup>10)</sup>을 利用하였으며 그 分離 同定은 Fig.4와 같다.

III. 調查成績

淸溪川 下水處理場의 原下水와 處理水의 微生物 汚染度의 處理效果는 Table 2, 3 및 Fig.5와 같다.

1. 微生物 汚染度의 處理效率

가. 總 細菌數 (total bacteria)

原下水에서는  $1.8 \times 10^5 \sim 5.2 \times 10^8$  CF $\mu$ /ml의 범위에서 檢出되었고 年平均은  $1.8 \times 10^6$  CF $\mu$ /ml였다. 1차 處理後에는  $1.2 \times 10^5$

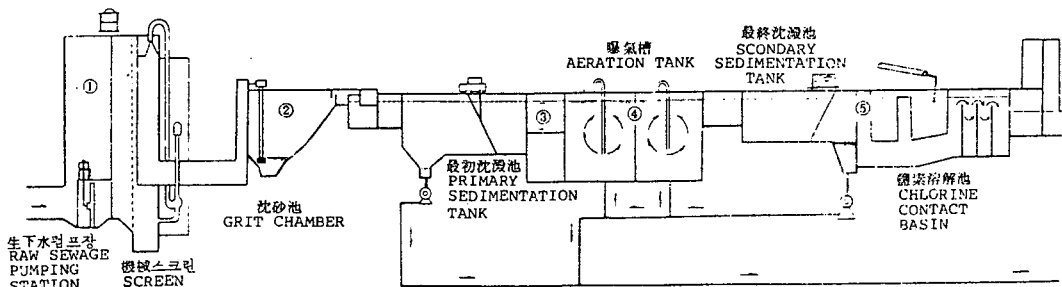


Fig.2. Systematic scheme of the sewage treatment plant at Cheonggye Cheon.(O): Sampling site

Table 1. Facilities and structure of the sewage treatment plant at Cheonggye Cheon

Facilities	Structure and Function
1. Inlet pumping station*	( $\phi$ 600 mm, 65.5m <sup>3</sup> /min, 200Hp)×6 pumps maximum daily pumping capacity: 560,000m <sup>3</sup>
2. Grit removal facilities	3×(6.47m×7.72m×3.71m of grit chamber) 2×(mechanical grit wash collector) 7×comminutors
3. Primary sedimentation* tanks	4×(24.6m×46m×3.05m of tank) 4×(sludge collector) Retention time: 2.2 hrs Remove 65% of SS and 25% of BOD
4. Aeration tanks	9×(15.25m×100m×4.5m of aeration chamber) Slotted dome diffuser, bottam installed Retention time: 6 hrs Keeps micro-organisms to grow in suspen- sion in order to remove organic matters.
5. Final sedimention* tanks	6×(19.5m×50m×3.6m of tank) 6×sludge collector Retention time: 3.4 hrs Clarities biosolids by settling and produces cleaner effluent.

~ $8.6 \times 10^7$  CF $\mu$ /ml의 범위에서 年 平均은  $1.8 \times 10^6$  CF $\mu$ /ml로 減少되어 處理効率は 65.38 %였다. 2차 處理後에는  $1.8 \times 10^7 \sim 4.1 \times 10^6$  CF $\mu$ /ml의 범위에서 年 平均은  $3.7 \times 10^4$  CF $\mu$ /ml로 總 處理効率は 97.5 %였다. total bacteria는 全體 檢査項目中에서 가장 높은 汚染度를 보였고 處理効률에서도 가장 높았다. 1次 處理効률이 全體 處理効률에 미치는 기여율은 67.07 %였다.

나. 大腸菌群 (total coliform group)  
原下水의 汚染度는  $1.4 \times 10^5 \sim 6.2 \times 10^7$  MPN/100 ml의 범위에서 檢出되었고 年 平均은  $2.3 \times 10^6$  MPN/100 ml였다. 1次 處理水の 年 平均 汚染度는  $8.2 \times 10^5$  MPN/100ml로 64.35 %가 감소되었다. 2次 處理後의 年 平均 汚染度는  $6.2 \times 10^4$  MPN/100 ml로 감소되어 總 處理効률은 97.30 %였다. 1次 處理의 總 處理効률에 對한 기여율은 66.14%

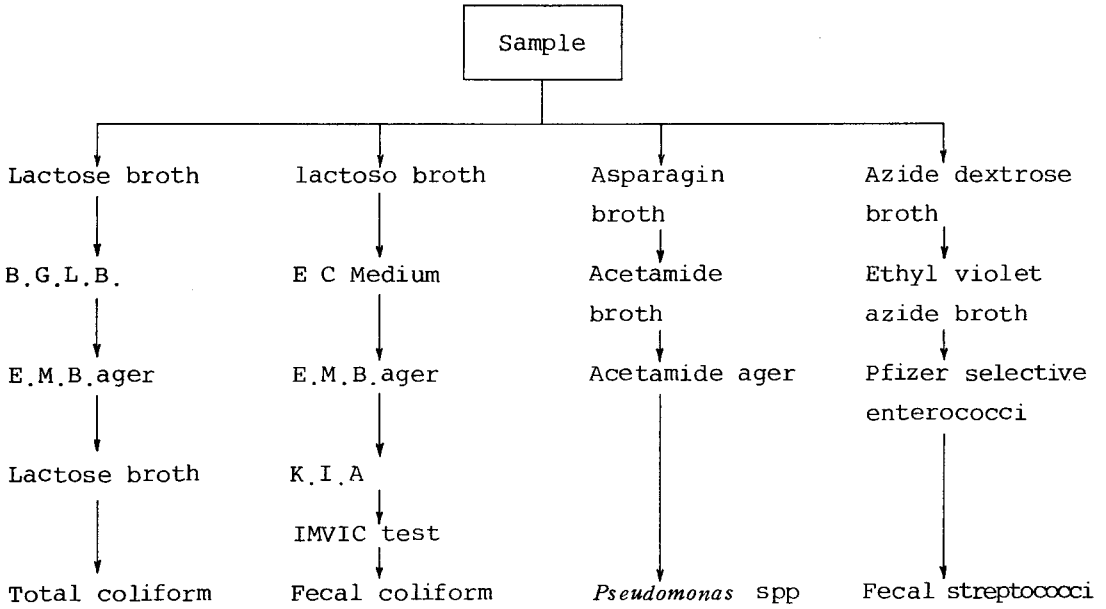


Fig.3. Schematic outline for identification of indicator bacteria

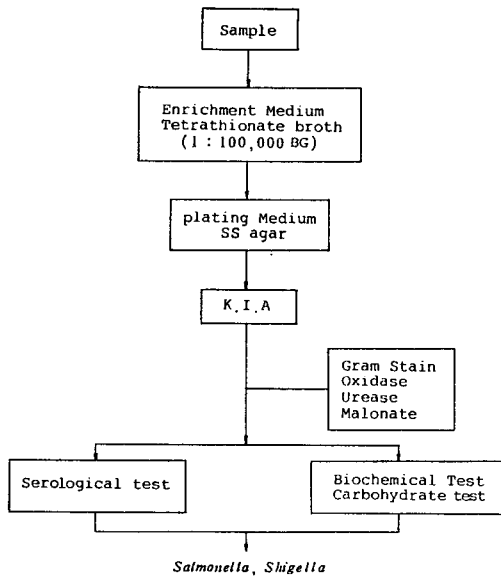


Fig.4. Schematic outline for identification of Salmonella and Shigella spp.

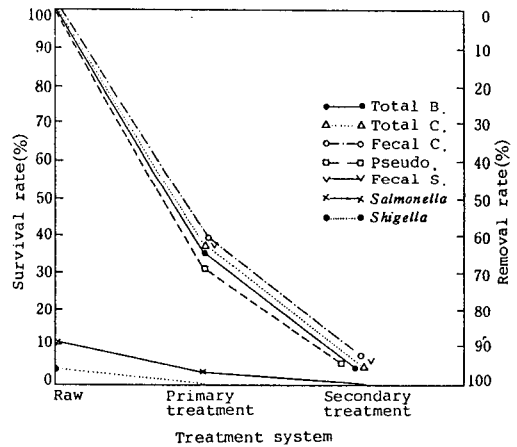


Fig.5 Removal of biological contaminant by sewage treatment of the Cheonggye Cheon plant.

Table 2. Analysis of biological contaminant by sewage treatment at the Cheonggye Cheon plant.

Contaminant	Raw Wastewater		primary treatment		Secondary treatment	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Total Bacteria (CFU/ml)	$1.8 \times 10^5 \sim 5.2 \times 10^8$	$5.2 \times 10^6$ *	$1.2 \times 10^5 \sim 8.6 \times 10^7$	$1.8 \times 10^6$ (65.38)	$1.8 \times 10^3 \sim 4.1 \times 10^6$	$3.7 \times 10^4$ (97.50)
Total coliform (MPN/100ml)	$1.4 \times 10^5 \sim 6.2 \times 10^7$	$2.3 \times 10^6$	$2.8 \times 10^4 \sim 1.4 \times 10^7$	$8.2 \times 10^5$ (64.35)	$2.4 \times 10^3 \sim 7.4 \times 10^5$	$6.2 \times 10^4$ (97.30)
Fecal coliform	$2.4 \times 10^3 \sim 2.6 \times 10^7$	$7.4 \times 10^4$	$1.2 \times 10^3 \sim 2.6 \times 10^6$	$2.8 \times 10^4$ (62.16)	$2.8 \times 10^2 \sim 6.2 \times 10^4$	$3.0 \times 10^3$ (95.95)
<i>Pseudomonas</i> spp. (MPN/100ml)	$1.4 \times 10^4 \sim 1.7 \times 10^6$	$1.1 \times 10^5$	$1.4 \times 10^4 \sim 1.4 \times 10^6$	$3.7 \times 10^4$ (69.48)	$1.2 \times 10^2 \sim 6.6 \times 10^4$	$2.3 \times 10^3$ (97.00)
Fecal streptococci (MPN/100ml)	$3.3 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^6$	$3.4 \times 10^4$	$4.0 \times 10^2 \sim 3.5 \times 10^5$	$1.2 \times 10^4$ (64.70)	$1.0 \times 10^2 \sim 4.2 \times 10^4$	$9.2 \times 10^2$ (96.53)
<i>Salomonella</i> spp. (detect)	ND-3	3/24** (12.5)	ND-1	1/24 (4.2)	ND	MD (-)
<i>Shigella</i> spp.. (detect)	ND-1	1/24 (4.2)	ND	ND (-)	ND	MD (-)

\* Geometric mean (n = 24). ( ): Removal percent (%)

\*\* Detected rate

Primary treatment: Screening, grit chamber treatment and primary sedimentation.

Secondary treatment: Aeration, activated sludge treatment and secondary sedimentation.

었다.

다. 糞原性 大腸菌 (fecal coliform)

原下水에서 糞原性 大腸菌은  $2.4 \times 10^3 \sim 2.6 \times 10^7$  MPN/100ml의 범위에서 檢出되었고 年平均 汚染度는  $7.4 \times 10^4$  MPN/100 ml였다. 1次 處理水에서 年平均 汚染度는  $2.8 \times 10^4$  MPN/100ml로 감소되어 62.16 %가 처리되었다. 2차 處理後에는 年平均 汚染도가  $3.0 \times 10^3$  MPN/100ml로 總 處理 効率は 95.95%였다. 1次 處理効률이 總 處理 効률에 미치는 기여율은 64.78%로 微生物 項目中 가장 낮았다.

라. 綠膿菌 (*Pseudomonas* spp)

原下水의 汚染濃度는  $1.4 \times 10^4 \sim 1.7 \times 10^6$  MPN/100ml의 범위에서 檢出되었으며 年平均은  $1.1 \times 10^5$  MPN/100ml였다. 1次 處理水에서는 年平均 汚染도가  $3.7 \times 10^4$  MPN/100ml로 감소되어 處理効率は 69.48%였다. 2次 處理水에서는  $1.2 \times 10^2 \sim 6.6 \times 10^4$  MPN/100ml의 범위에서  $2.3 \times 10^3$  MPN/100ml의 平均 濃도로 總 處理 効率は 97.00%였다. 綠膿菌의 1次 處理 기여율은 71.62%로서 微生物 項目中에서 가장 높은 기여율을 보였다.

Table 3. Analysis of contaminants municipal sewage treatment at the Cheonggye Cheon plant.

Parameters	Raw Wastewater		Primary Treatment		Secondary Treatment	
	Range (mg/l)	Mean (mg/l)	Range (mg/l)	Mean (mg/l)	Range (mg/l)	Mean (mg/l)
pH	6.8 ~ 7.3	6.99 ± 0.07*	6.7 ~ 7.2	6.90 ± 0.09 (0.01)	6.6 ~ 7.0	6.84 ± 0.09 (0.02)
DO	1.2 ~ 8.2	4.78 ± 2.06	1.0 ~ 7.2	3.82 ± 1.87 (20.08)	0.8 ~ 3.2	1.73 ± 0.62 (63.81)
BOD	38.0 ~ 164.2	115.58 ± 16.42	17.6 ~ 108.6	72.20 ± 15.10 (37.53)	4.2 ~ 18.2	10.88 ± 2.29 (90.64)
COD	21.4 ~ 94.6	73.14 ± 6.83	12.0 ~ 78.2	39.52 ± 13.00 (45.97)	4.1 ~ 12.4	8.17 ± 0.76 (88.83)
SS	36.2 ~ 141.0	104.83 ± 18.74	20.8 ~ 84.6	57.46 ± 8.22 (45.18)	6.4 ~ 14.1	9.91 ± 1.38 (90.55)
NH <sub>3</sub> - N	8.62 ~ 18.74	11.70 ± 2.22	4.25 ~ 16.82	8.99 ± 2.82 (23.15)	3.48 ~ 13.8	6.47 ± 2.72 (44.69)
NO <sub>2</sub> - N	0.024 ~ 0.108	0.061 ± 0.014	0.018 ~ 0.091	0.053 ± 0.014 (13.11)	0.010 ~ 0.074	0.036 ± 0.011 (40.98)
NO <sub>3</sub> - N	0.089 ~ 3.49	1.32 ± 0.22	0.58 ~ 2.82	1.11 ± 0.24 (15.90)	0.88 ~ 3.94	1.54 ± 0.40 (-9.10)
PO <sub>4</sub> - P	0.86 ~ 4.64	2.25 ± 0.66	0.72 ~ 3.98	1.68 ± 0.48 (25.33)	0.42 ~ 3.60	1.18 ± 0.51 (47.55)
MBAS	0.16 ~ 2.62	1.03 ± 0.69	0.12 ~ 1.86	0.73 ± 0.50 (29.11)	0.04 ~ 1.04	0.24 ± 0.22 (71.74)

\* : Mean ± SD (n=24) ( ) : Removal percent (%)

Primary treatment: Screening, grit chamber treatment and primary sedimentation  
Secondary treatment: Aeration, activated sludge treatment and secondary sedimentation.

마. 糞原性 連鎖狀球菌 (fecal streptococci)

原下水의 fecal streptococci는  $3.3 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^6$  MPN/100ml였다. 1次 處理水에서는 年平均 汚染度가  $1.2 \times 10^4$  MPN/100ml로 64.70% 감소되었으며 2次 處理水는 汚染度가  $9.2 \times 10^2$  MPN/100ml로서 總處理効率は 96.53%였다. 1차 처리가 總處理効률에 미치는 기여율은 64.70%였다.

사. 病原性 微生物

*Salmonella* spp은 原下水에서는 24回 檢査中 3回에서 검출되어 12.5%의 檢出率

을 나타냈고 봄철에 2回, 가을철에 1回 檢出되었다. 이들의 Serological type은 *Salmonella* group B가 2건, *Salmonella* group C가 1件이었다. 1次 處理後에는 가을철에 1回 檢出되어 檢出率は 4.2%였고 Serological type은 *Salmonella* group B였다. 2次 處理後에는 年中 檢出되지 않았다.

*Shigella* spp은 原下水에서 24回 檢査하는 동안 봄철에 1回 檢出되어 檢出率は 4.2%였다. Serological type은 *Shigella* group B였다. 1次 處理水 및 2次



處理水에서는 年中 檢出되지 않았다. 病原性 微生物은 定量的인 調査를 하지 못하여 處理 效率를 比較하지 못하고 檢出率을 比較하였다.

## 2. 季節別 處理效果

微生物 汚染度의 季節別 處理效果는 Fig. 6 과 같다.

總 細菌의 季節別 處理效率는 여름철이 99.46 %로 가장 높았고 다음이 봄철의 98.61 %였으며 겨울철의 效率이 94.20 %로 가장 낮았다. 大腸菌의 處理效率는 봄, 여름, 가을이 각각 98.46 %, 98.28 %, 98.30 %로 비슷하였고 겨울철의 處理效率이 93.90 %로 다른 季節에 비해 낮았다.

糞原性 大腸菌의 處理效率는 여름철이 99.42 %로 가장 높았고 다음이 가을철의 96.93 %였으며, 겨울철은 92.56 %로 비교적 낮았다.

綠膿菌의 處理效率는 봄, 여름, 가을이 각

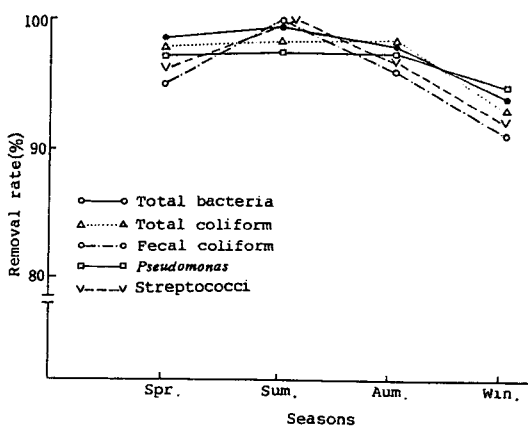


Fig. 6. Seasonal variation of the removal rate of biological contaminant in the finished treatment water of the sewage treatment plant

各, 97.83 %, 97.68 %, 97.21 % 였으며 겨울철이 가장 낮아 95.20 %였다.

糞原性 連鎖狀 球菌의 效率는 여름철이 가장 높아 99.43 %였고 겨울철이 93.55 %로 가장 낮았다.

## IV. 考 察

淸溪川 原下水의 水質은 90 % 以上이 家庭下水로 年中 下水의 水質變化폭은 크지 않았다.

微生物의 汚染度는 BOD 나 SS 등과 같이 水質汚染의 指標로도 큰 의의를 갖는다. 細菌中에서 指標 細菌으로는 total coliform (TC) fecal coliform(FC) fecal streptococci(FC) 및 *pseudomonas aebugino-sa*(pseudo) 등을 들 수 있다.

調査된 指標 微生物들의 處理效率는 全體의 95 % 以上이었으며 1次 處理가 全體 效率에 기여하는 率은 60 % 정도이므로 1次 處理로서도 큰 效果를 기대할 수 있다.

Hunter<sup>11)</sup>가 施行한 活性 汚泥法에 依한 微生物 汚染度 處理 效率 報告와 比較해 볼 때 處理效率이 90 % 以上인 점은 같았으나 微生物 項目間의 處理效率 범위가 넓게 報告되어 직접적인 比較는 어려웠다.

Bryan<sup>12)</sup>는 1次 處理에서 *Salmonella* spp는 50 % 이상 FS는 50 % 以下, *Mycobacterium*은 48 ~ 57 %로 報告하여 본 調査 成績보다 낮은 結果를 보였다.

病原性 微生物은 處理效率보다 檢出率을 比較하였다. 이는 定量的으로 調査하지 못했고 다만 檢出여부만 調査하였으므로 效率를 직접 계산하지 못하였다. 그러나 2次 處理 水에서 *Salmonella* spp 및 *Shigella*

spp가 年中 檢出되지 않은 것으로보아 다른 微生物과 같이 높은 處理效率을 기대할 수 있을 것으로 思料된다.

*Salmonella* spp의 調査에서 石<sup>13)</sup> 이 春川市 下水中에서 調査한 成績과 比較해볼 때 分離率에 큰 차이가 있었으나 계절적으로 봄철과 가을철에 높은 分離率을 보인 점은 一致하였다. 金<sup>14)</sup> 등이 서울市內 침수지역 下水에서 分離한 檢出率 6.2%와 비교할 때 原下水와 分離率은 本 調査에서 다소 높았다.

Psaris<sup>15)</sup> 는 FC와 *Salmonella* 와의 關係에서 FC의 汚染度가 200MPN/100ml 이하에서 27.6%, 200~2,000MPN/100에서는 85.2%의 分離率을 보였으나, 本 調査에서는 이와같은 結果를 얻지 못하였다.

Geldreich<sup>16)</sup> 는 水質 汚染源의 Source

를 파악하기 위하여 FC:FS比를 사용하고 있다. 比의 factor가 4 이상인 경우는 Human Source이고 0.7以下는 家畜이나 기타에 依한 汚染이라고 하였다. 윤<sup>17)</sup> 은 中浪川에서 2.2로 報告하였으며 Kenner<sup>18)</sup> 는 Cincinnati Ohio 下水에서 4.4로 報告하였다. 本 調査에서는 Table 4에서와 같이 3.3으로 淸溪川의 主 汚染源은 家庭下水에 依한 汚染이라고 할 수 있겠다.

ORSANCO<sup>19)</sup> 는 FC:TC의 比率이 높은 경우에는 下水 處理의 不適定한 處理狀態를 의미한다고 報告하였다. 이때 factor는 0.18이라고 하였다. South Pittsburgh에서는 0.07였고 Portsmouth Ohio에서는 0.12로 報告되어 本 調査 成績보다 높았다. 이 결과로 보아 淸溪川 下水處理場의 微生物 處理狀態는 良好한 것으로 생각할 수

Table 4. FC/TC and FC/FS of various step in the sewage treatment system

Water Source		Count/100 ml			Ratio	
		T.C	F.C	F.S	FC/TC	FC/FS
Raw Waste Water	Spr.	$9.6 \times 10^5$	$6.6 \times 10^4$	$2.7 \times 10^4$	0.07	2.4
	Sum.	$1.9 \times 10^7$	$2.8 \times 10^6$	$8.4 \times 10^5$	0.15	3.3
	Aut.	$7.9 \times 10^5$	$1.0 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$	0.01	-
	Win.	$3.8 \times 10^6$	$1.6 \times 10^4$	$6.2 \times 10^3$	0.004	2.6
	Ave.	$2.3 \times 10^6$	$7.4 \times 10^4$	$3.4 \times 10^4$	0.03	2.2
Primary Treatment Water	Spr.	$3.7 \times 10^5$	$1.9 \times 10^4$	$1.4 \times 10^4$	0.05	1.4
	Sum.	$2.5 \times 10^6$	$8.9 \times 10^5$	$2.0 \times 10^5$	0.36	4.4
	Aut.	$2.5 \times 10^5$	$4.7 \times 10^3$	$3.8 \times 10^3$	0.01	1.2
	Win.	$2.0 \times 10^6$	$7.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	0.004	2.7
	Ave.	$8.2 \times 10^5$	$2.8 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$	0.03	2.3
Secondary Treatment Water	Spr.	$1.5 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$	$1.0 \times 10^3$	0.21	3.2
	Sum.	$3.3 \times 10^5$	$1.6 \times 10^4$	$4.8 \times 10^3$	0.05	3.3
	Aut.	$1.3 \times 10^4$	$1.3 \times 10^3$	$3.9 \times 10^2$	0.10	3.4
	Win.	$2.3 \times 10^5$	$1.2 \times 10^3$	$4.0 \times 10^2$	0.005	3.0
	Ave.	$6.2 \times 10^4$	$3.0 \times 10^3$	$9.2 \times 10^2$	0.05	3.3

있겠다.

季節的 處理効率에 있어 겨울철의 効率が 다른 季節에 비하여 全 項目에서 낮았다. 活性汚泥의 優占種인 *Vorticella*나 *Aspidisca*와 같은 原生動物이나 細菌은 成長에 온도의 영향을 많이 받는다. 따라서 處理効率は 活性汚泥의 숙성에 영향을 받을 것이며 이는 水溫과 매우 밀접한 關係를 가지고 있다고 할 수 있다.

Benefield<sup>20)</sup>는 最適 溫度를 15~25℃로 報告하였으며 石田耕一<sup>21)</sup>도 15℃가 最適의 溫度條件으로 報告하여 겨울철의 水溫은 오히려 숙성에 다소 不利한 조건이므로 處理効率에 영향을 받게 될 것으로 생각되며 겨울철 水溫管理가 處理効率의 제고에 한 방법이라고 생똥할 수 있겠다.

汚染物質間의 相關性 關係는 Table 5 및 6과 같다.

Table 5. Correlation coefficient(r) between biological contaminants in raw sewage

	Water Temp.		T. B	T. C	F. C	<i>Pseud</i>	F. S
Water Temp	1.000						
NH <sub>3</sub> -N	0.353	1.000					
T. B	0.390	0.608**	1.000				
T. C	0.428*	0.697**	0.422*	1.000			
F. C	0.411*	0.609**	0.918**	0.446*	1.000		
<i>Pseud</i>	0.444*	0.586**	0.379	0.438*	0.376	1.000	
F. S	0.394	0.612**	0.542**	0.464*	0.926*	0.366	1.000

\*p<0.05, \*\*p<0.01

Table 6. Correlation coefficient(r) between biological contaminants in secondary treatment water

	Water Temp	NH <sub>3</sub> -N	T. B	T. C	F. C	<i>Pseud</i>	F. S
Water Temp	1.000						
NH <sub>3</sub> -N	0.466*	1.000					
T. B	0.396	0.517**	1.000				
T. C	0.594**	0.519**	0.378	1.000			
F. C	0.480*	0.239	0.086	0.646**	1.000		
<i>Pseud</i>	0.415*	0.259	0.086	0.646**	0.821**	1.000	
F. S	0.422*	0.219	0.070	0.754**	0.787**	0.518**	1.000

\*P<0.05, \*\*p<0.01

水溫과 TC( $P<0.05$ ) FC( $P<0.05$ ) Pseudo( $P<0.05$ ) 및 FS( $P<0.05$ ) 간에는 原下水 및 2次 處理水에서 상관성이 인정되었다. 이 결과는 微生物의 汚染도는 水溫의 영향을 많이 받는다는 것을 잘 說明해 주고 있다. 韓<sup>22</sup>) 등이 보고한 TC와 水溫과는 相關性이 높다는 結果와도 一致하였다.

$NH_3-N$ 와 微生物 汚染度간에는 原下水에서 全 項目에서 높은 相關性을 보였다. ( $P<0.01$ ). 모든 微生物은 窒素源인  $NH_3-N$ 의 汚染源인 糞便 등 有機性 物質의 流入이 微生物 汚染度에 큰 영향을 미치는 것으로 생각한다. total bacteria와 TC( $P<0.05$ ), FC( $P<0.01$ ), FS( $P<0.01$ )간에는 原下水에서는 유의성이 인정되었으나 2次 處理後에는 유의성이 없었다. 이는 原下水에서는 汚染源에 依한 직접적인 汚染상태를 반영하며 2次 처리수에서는 活性 汚泥를 통해 微生物 狀態가 매우 安定된 것으로 생각된다.

Total coliform과 fecal coliform 및 fecal streptococci간에는 原下水와 2차 處理水 모두에서 높은 相關性이 있었다.

## V. 結 論

淸溪川 下水 處理場에 流入되는 原下水와 1次 처리수(침사 및 1차 침전단계) 및 2次 處理水(폭기, 汚泥집축, 2차 침전단계)에 對하여 微生物 汚染度の 處理效率에 對하여 1986年 9月부터 1987年 8月까지 24회에 걸쳐 調查分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 微生物 汚染物質中 1次 處理에 依하여(綠膿菌 Pseudo)은 69.48%, 總 細菌은 65.38%, 糞原性 連鎖狀球菌은 64.70%, 大

腸菌群은 64.35% 糞原性 大腸菌은 62.16% 處理되었다.

2. 2次 處理에 依하여 總 細菌은 97.50%, 大腸菌群은 97.30% 綠膿菌은 97.0%, 糞原性 連鎖狀球菌은 96.53%, 糞原性 大腸菌群은 95.95% 處理되었다.

3. 病原性 微生物中 *Salmonella* spp의 檢出率은 1次 處理後 12.5%에서 4.2%로 감소되었고 2次 處理後에는 檢出되지 않았으며, *Shigella* spp는 원수에서 4.2% 檢出되었고 1, 2차 처리수에서는 檢出되지 않았다.

4. 여름철의 處理效率이 가장 높았고 全 項目에서 겨울철의 處理效率이 낮았다.

5. 水溫과 微生物 汚染度 全 項目間에는 原下水와 處理水에서 水溫이 높을수록 微生物의 汚染도가 높은 상관성이 있었으며 ( $P<0.05$ ) 原下水에서는  $NH_3-N$ 과 微生物 項目間에는 높은 유의성이 있었다. ( $P<0.01$ ) 大腸菌群과 糞原性 大腸菌, 綠膿菌, 糞原性 連鎖狀球菌間에는 原水, 處理水 모두에서 높은 상관성이 있었다. ( $P<0.01$ )

## VI. 參考文獻

1. 鄭 勇, 辛昌男, 鄭坪林: 環境生態學, 開文社, p.330(1984)
2. 權肅杓: 環境對策과 自然保護, 延世大環境公學研究所 (1985)
3. 朴聖培: 우리나라 上水道 現況, 한국 환경위생학회 심포지움 초록집 (1987)
4. 吳英敏, 金鍾濟: 現場 實務者를 위한 活性 슬러지法, 東和技術, p.12(1985)
5. Ardern E. Lockett WT: Experiments on the oxidation of sewage wit-

- hout the aid of filters Jr.of  
society of Chem, Ind 33 : 525  
(1914)
6. Mitchell FK:Comparison of Primary and secondary treatment, southern california coastal water research project, Annual Report El segundo, California June 163~165(1974)
  7. E.P.A:Health effects associated with wastewater treatment and disposal systems state of the Art-Review 1:85(1979)
  8. APHA:Standard method for the examination of water and wastewater, 15th ed washing D.C p.774-840(1983)
  9. Krieg R.N, Holt, J.G:Bergey's manual of systematic Bacteriology williams & wilkins Baltimore, London(1984).
  10. 국립보건원 : 병원성 微生物 檢査基準 p.101~127 (1985)
  11. Hunter Jv; Kotalik T.A:Chemical and biological quality of sewage effluents in Conference on recycling treated municipal wastewater through forest and cropland, Pennsylvania State University, Institute for research on land and water resources. 19:149-154(1983)
  12. Bryan, FL:Disease transmitted by food contaminated by wastewater In:wastewater use in the production of food and fiber -proceeding.U.S.EPA Cincinnati Ohio, office of Research and Development, 16-40(1974)
  13. 石元錫 : 春川市下水에 分布하는 *Salmonella* 균속에 관한 調査研究 江原大 大學院 碩士論文 (1987)
  14. 김성희 등 : 서울시내 침수지역 하수에 대한 腸內細菌 分離상태, 中央醫學 26(5) :534-538(1974)
  15. Psaris, PJ, Hendricks DW:Fecal coliform density in a western watershed water, air and soil pollution, 17:253-262(1982)
  16. Geldreich EE:Fecal Coliform and fecal streptococci density relationships in waste discharges and receiving water, critical reviews in Environmental control , p.349-367(1976)
  17. 윤원용 : 하천水質에 미치는 糞尿汚染에 관한 研究, 성균관大學校 大學院 박사논문, (1987)
  18. Kenner BA:Concepts of fecal streptococci in stream pollution, Jr of water pollution, Control Fed.41(8):336-352(1969)
  19. ORSANCO:Total coliform fecal coliform ratio for evaluation of raw water bacterial quality. Jr of wpCF. 42(4):631-637(1971)
  20. Benefield LD, Randall CW:Biological process design for wastewater Areatment, prentice-Hall Inc, (1980)