

都市河川の細菌學的水質汚染에 관한 研究

—濟州市內 3個 河川을 中心으로—

安 廣 子 · 吳 德 鐵

A Study on the Bacteriological Water Pollution of the Urban Brooks.

— On the Three Brooks in Cheju City—

Ahn Kwang-ja · Oh Duck-chul

Dept. of Biology Education

Graduate School of Education Cheju National University

Abstract

This study was designed to investigate mainly the degrees of bacterial pollution of the three brooks which flow through **Cheju city** from July 1984 to January 1985.

Investigated items were air temperature, water temperature, pH, general bacteria(GB), total coliforms(TC), fecal coliforms(FC), fecal streptococci (FS), staphylococci(SC), FC/TC, FC/FS, hemolysis and coagulase test.

1. GB Density : 250,000-2,800,000/ml at **Byeongmun Brook(B₁)**, 10,000—1,700,000/ml at Byeongmun Brook(B₂), 190,000—1,570,000/ml at Sanji Brook(S₁), 70,000—1,200,000/ml at Sanji Brook(S₂), and 230,000—1,260,000/ml at Han Brook(H).

2. TC Index : $790 \times 10^3 - 11,000 \times 10^3/100\text{ml}$ at Byeongmun Brook(B₁), $330 \times 10^3 - 13,000 \times 10^3/100\text{ml}$ at Byeongmun Brook(B₂), $790 \times 10^3 - 4,900 \times 10^3/100\text{ml}$ at Sanji Brook(S₁), $330 \times 10^3 - 3,300 \times 10^3/100\text{ml}$ at Sanji Brook(S₂), and $490 \times 10^3 - 11,000 \times 10^3/100\text{ml}$ at Han Brook(H).

3. FC Index : $210 \times 10^3 - 7,000 \times 10^3/100\text{ml}$ at Byeongmun Brook(B₁), $170 \times 10^3 - 5,400 \times 10^3/100\text{ml}$ at Byeongmun Brook(B₂), $170 \times 10^3 - 2,400 \times 10^3/100\text{ml}$ at Sanji Brook(S₁), $330 \times 10^3 - 1,300 \times 10^3/100\text{ml}$ at Sanji Brook(S₂), $260 \times 10^3 - 4,900 \times 10^3/100\text{ml}$ at Han Brook(H).

4. FS Density : 760 - 5,760/ml at Byeongmun Brook(B₁), 190 - 6,300 ml at Byeongmun Brook(B₂), 170 - 3,870 /ml at Sanji Brook (S₁), 650 - 3,000 /ml at Sanji Brook (S₂), and 560 - 2,700/ml at Han Brook(H).

5. SC Density : 1,360 - 5,120/ml at Byeongmun Brook(B₁), 570 - 4,510/ml at Byeongmun Brook(B₂), 1,650 - 7,380/ml at Sanji Brook(S₁), 1,130 - 9,540/ml at Sanji Brook(S₂), and 1,320 - 4,860/ml at Han Brook(H).

6. The Ratio of FC/TC : 0.1 - 1.0(Average, 0.43) at Byeongmun Brook(B₁), 0.05 - 1.0(Average, 0.47) at Byeongmun Brook(B₂), 0.05 - 1.0(Average, 0.49) at Sanji Brook(S₁), 0.1 - 1.0(Average, 0.47) at Sanji Brook(S₂), and 0.22 - 1.0(Average, 0.58) at Han Brook(H).

7. The Ratio of FC/FS : 5.07 - 35.9(Average, 11.81) at Byeongmun Brook(B₁), 2.5 - 56.25(Average, 14.65) at Byeongmun Brook(B₂), 2.55 - 14.86(Average, 7.54) at Sanji Brook(S₁), 1.63 - 10.77(Average, 3.78) at Sanji Brook(S₂), and 1.95 - 19.64 (Average, 8.29) at Han Brook(H).

8. Hemolysis and Coagulase Test : FS and SC showed α -reaction and β -hemolysis respectively, and SC formed coagulum.

All the obtained results indicate fecal pollution of three brooks, and an adequate waste water treatment is desirable.

I. 序 論

産業의 發達과 人口의 增加로 因하여 都市를 經由하는 河川은 近來 여러 가지 物理·化學的 汚染이 急增하고 있으며 또한 糞便性 細菌의 汚染도 增加하고 있는 것은 周知의 事實이다.(崔, 1968, 1972 ; 崔 등, 1970 ; 李 등, 1972 ; 吳, 1981).

濟州市를 經由하는 三個 河川은 모두가 住宅에서 流入되는 家庭 下水로 대부분 形成되며 住宅이 없는 上流쪽은 降雨時를 除外하고는 모두 乾川으로 되어 있는 特性이 있다. 이들 三個 河川은 終末 處理場을 거치지 않고 곧바로 濟州市 沿岸으로 流入되기 때문에 沿岸 海水나 魚貝類를 汚染시키는 主要原因이 되고 있는 것으로 간주되어 이들 河川의 細菌 汚染度를 調查하면 沿岸 海水등의 汚染狀態도 짐작할 수 있을 것으로 생각된다.

濟州市를 經由하는 이들 三個 河川과 沿岸 海水의 細菌學的 汚染實態는 吳(1978, 1980), 金 등(1981)에 依해서 이루어진 바 있으나 一般的인 糞便性 衛生指標細菌 調查에 局限되었 으며 또한 표 1 과 같이 近來 濟州市의 人口와 上水 使用量이 많이 增加한 理由로 以前의 實態에서 어떤 變化가 있을 것으로 생각되어 糞便性 衛生指標細菌 外에 病原性 葡萄狀 球菌의 存在도 究明하여 河川 汚染狀態의 改善 與否를 밝히고 河川의 細菌學的 汚染에 대한 基礎 資料로 삼고자 本 研究를 遂行하였다.

Table 1. Annual comparison of the total population and amount of water supplied in Cheju City*

Items \ Years	1980	1981	1984
Total population	167,546	174,895	195,071
House number	39,160	41,487	47,843
Amount of total water supply	12,775,000(ℓ)	13,560,115(ℓ)	16,395,800(ℓ)

* From the report of the department of waterworks, Cheju City

II. 調 查 方 法

1. 採水場所의 概況 : 五個 採水地點은 그림 1 과 같다.

1) S₁ 地點(山地川 上流) : 濟州市의 健入洞과 一徒洞사이를 흐르는 山地川의 上流 地點으로 水流는 雨天時를 除外하고는 주변의 下水源이 대부분 일반 家庭과 市場으로 構成되어 있다.

2) S₂ 地點(山地川 下流) : 上記 山地川의 下流 地點으로 湧泉水가 약간 混入되며 滿潮時에는 海水와 混入되는 汽水域이다.

3) B₁ 地點(屏門川 上流) : 濟州市의 龍潭洞과 三徒洞사이를 흐르는 屏門川의 上流 地點으로 雨天時를 除外하고는 水流가 전부 家庭下水로 構成되어 있다.

4) B₂ 地點(屏門川 下流) : 屏門川의 最下流 地點으로서 滿潮時에는 海水가 混入된다.

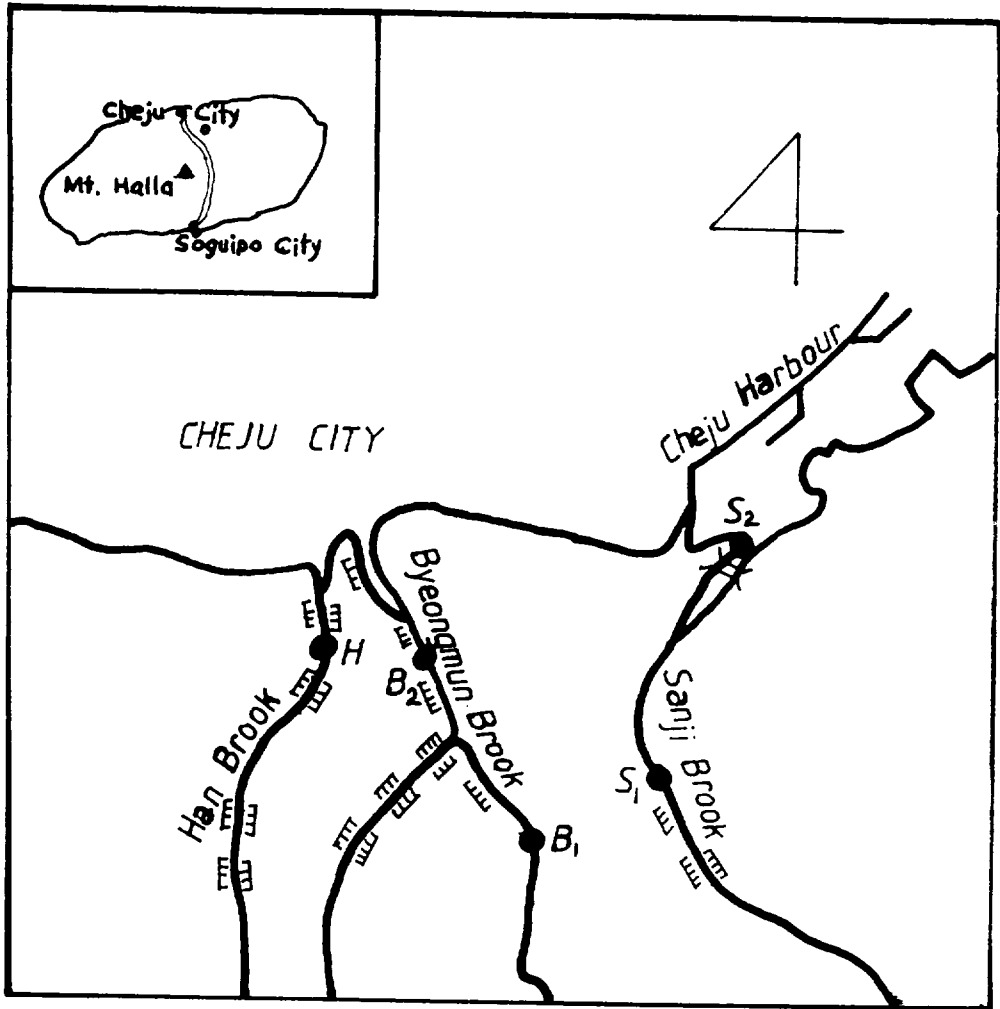
5) H 地點(漢川 下流) : 濟州市의 龍潭洞을 가로지르는 漢川의 下流 地點으로 流域의 家口數는 全 採水地點 中에서 가장 적으며 水量도 가장 적은 곳이다.

2. 採水日時 : 採水한 날자는 표 2 와 같이 1984 年 7 月부터 1985 年 1 月까지 每月 2 回씩 行하였으며 家庭下水 以外의 要因을 避하기 위하여 雨天時는 採水 하지 않았으며 採水 時間은 海水의 混入을 避하기 위하여 干潮時를 擇하였다.

Table 2. Sampling date and investigation number

Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Date	'84												'85	
	Jul.	Jul.	Aug.	Aug.	Sep.	Sep.	Oct.	Oct.	Nov.	Nov.	Dec.	Dec.	Jan.	Jan.
	9	23	9	24	6	20	11	23	9	23	9	22	11	26

3. 採水 및 處理方法 : 採水는 滅菌 硝子瓶으로 하였으며 採水 即時 Ice-Box 에 넣어 1 시간 內에 실험실로 옮겨 處理하였다.



4. 氣溫, 水溫, pH 測定 : 溫度는 採水時 棒狀溫度計로 測定하였으며 pH는 실험실로 운반 即時 pH meter (Corning Model: 12)로 測定하였다.

5. 細菌 算定 : 조사대상 細菌은 APHA·AWWA·WPCF (1981)에 따라 培養하고 算定하였으며 檢水를 희석할때는 磷酸緩衝液으로 하였다.

1) 一般細菌 (General Bacteria, GB) : Standard plate count 培地로 $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 48時間 培養後 集落數로 算定하였다.

2) 大腸菌群(Total Coliforms, TC) : Lactose broth 培地로 $35^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 24~48 시간 培養하여 MPN법으로 계산하였다.

3) 糞便性 大腸菌群(Fecal Coliforms, FC) : TC 培養에서 分離된 陽性 시험관으로 부터 EC培地로 옮겨 $44.5^{\circ}\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 에서 24 시간 培養하여 MPN법으로 계산하였다.

4) 糞便性 腸球菌(Fecal Streptococci, FS) : KF-streptococcus agar 培地로 Millipore filter (pore size ; $0.45\ \mu\text{m}$)를 使用하여 48 시간 培養하여 集落數로 계산하였다.

5) 葡萄狀 球菌(Staphylococci, SC) : M-Staphylococcus broth 培地로 Millipore filter 를 使用하여 48 시간 培養하여 集落數로 계산하였다.

6. Hemolysis 와 Coagulase Test : 糞便性 腸球菌과 葡萄狀 球菌의 病原性을 확인하기 위하여 사람의 血液으로 調劑한 Blood agar medium (Difco, 1963)과 사람의 血漿을 가지고 실험하였다. (Gibbs et al., 1978)

7. 溫度 變化에 따른 細菌의 生存率 : 現場에서 採水한 檢水를 200 ml 容量의 멸균 삼각 flask 에 10 ml씩 넣어 솜마개를 한 후 28°C , 20°C , 8°C 의 3개 시험구로 나누어 3日間 저장하면서 각 세균군의 消長을 測定하였다. 上記 溫度는 現場에서 測定된 水溫의 平均치이며 夏·秋·冬季의 水溫으로 보고 行하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 氣溫과 水溫 및 pH

표 3~7과 같이 場所에 따라 약간 차이가 있으며 氣溫은 $3.1^{\circ}\sim 34.8^{\circ}\text{C}$ 로 나타났고, 水溫은 $2^{\circ}\sim 37^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다. pH는 전체적으로 6.00~7.55를 나타내었고 평균 6.96이하로서 대부분의 陸水의 경우와 유사한 것으로 나타났다. (吳, 1981; 曹 등, 1978; 宋 등, 1978).

Table 3. Investigated data of Sanji Brook (Site S₁)

Sampling Date	Air Temp.(°C)	Water Temp.(°C)	pH	TC* Unit: 10 ⁴	FC* Unit: 10 ⁴	FS/ml	SC/ml	GB/ml Unit:10 ⁴
'84								
Jul. 9	30	32.3	7.2	490	170	—	—	—
23	32.0	34.5	7.2	310	17	—	—	23
Aug. 9	34.8	37.0	6.3	170	70	—	—	80
24	30.9	31.0	6.4	79	79	—	1,700	113
Sep. 6	25.2	26.0	6.8	490	240	—	2,540	69
20	26.0	25.3	6.8	330	240	2,600	3,600	23
Oct. 11	21.2	22.0	7.12	130	79	990	3,210	157
23	25.5	22.0	7.2	140	110	740	1,650	71
Nov. 9	19.5	21.0	7.55	130	23	170	2,190	97
23	15.8	15.3	7.0	79	79	840	1,810	44
Dec. 9	14.8	11.0	6.85	110	49	1,166	2,520	41
22	7.4	7.2	6.8	110	33	1,190	3,680	19
'85								
Jan. 11	3.8	5.5	7.2	330	130	3,870	7,380	61
26	9.0	8.0	6.95	460	49	1,920	2,610	80
Average	21.1	21.3	6.96	239.8	97.7	1,498	2,990	67.5

* MPN/100 ml water sample

Table 4. Investigated data of Sanji Brook (Site S₂)

Sampling Date	Air Temp.(°C)	Water Temp.(°C)	pH	TC* Unit: 10 ⁴	FC* Unit: 10 ⁴	FS/ml	SC/ml	GB/ml Unit: 10 ⁴
'84								
Jul. 9	28.1	19.0	6.8	170	130	—	—	—
23	29.5	18.8	6.5	230	49	—	—	120
Aug. 9	31.8	19.2	5.9	79	49	—	—	7
24	29.7	19	6.3	230	130	—	2,000	24
Sep. 6	26.3	17	6.3	230	49	—	1,260	18
20	24.5	17	6.3	130	79	570	1,130	10
Oct. 11	19.0	15.4	6.4	170	34	1,460	2,470	30
23	20.5	15	6.6	33	33	1,560	2,560	58
Nov. 9	17.0	14.9	6.4	330	49	1,610	2,310	28
23	14.9	15.4	6.45	170	70	1,990	3,300	58
Dec. 9	10	12	6.35	490	49	3,000	9,540	77
22	8.0	13	6.6	49	33	1,150	2,950	18
'85								
Jan. 11	4	2	6.05	110	70	650	1,660	12
26	7.5	13	6.03	110	49	1,800	1,530	20
Average	19.3	15.1	6.35	180.7	62.3	1,643	2,791	36.9

* MPN/100 ml water sample

Table 5. Investigated data to Byeongmun Brook(Site B₁)

Sampling Date	Air Temp.(°C)	Water Temp.(°C)	pH	TC* Unit: 10 ⁴	FC* Unit: 10 ⁴	FS/ml	SC/ml	GB/ml Unit: 10 ⁴
'84								
Jul. 9	31.8	29.3	7.0	490	350	—	—	—
23	31.0	27.0	7.35	220	21	—	—	70
Aug. 9	33.0	30.5	5.7	460	48	—	—	36
24	31.2	27	6.5	230	130	—	2,100	34
Sep. 6	27	23.8	6.6	79	49	—	1,360	70
20	28	24.7	6.8	330	79	1,030	1,400	25
Oct. 11	21.6	21	7.05	490	170	1,700	3,350	83
23	24.5	21	6.6	940	700	1,950	3,150	32
Nov. 9	20.5	18.1	7.05	240	240	2,060	2,960	117
23	15.7	17	6.9	490	170	3,350	5,120	240
Dec. 9	13.5	14	7.12	1,100	350	5,760	3,160	280
22	7.2	10.2	6.8	330	110	1,900	3,500	33
'85								
Jan. 11	4.5	9	6.55	240	79	760	2,560	46
26	7.9	9.3	6.55	790	220	1,600	2,090	106
Average	21.2	20.1	6.76	459.2	194	2,234	2,795	90.1

* MPN/100ml water sample

Table 6. Investigated data of Byeongmun Brook(Site B₂)

Sampling Date	Air Temp.(°C)	Water Temp.(°C)	pH	TC* Unit: 10 ⁴	FC* Unit: 10 ⁴	FS/ml	SC/ml	GB/ml Unit: 10 ⁴
'84								
Jul. 9	30.9	31.3	7.2	330	17	—	—	—
23	29.4	28.9	7.4	460	110	—	—	10
Aug. 9	32.0	32.3	5.9	220	220	—	—	140
24	31	30	6.0	79	23	—	840	50
Sep. 6	29.2	25.5	6.7	170	110	—	1,340	63
20	26	21	7.0	1,300	350	6,300	1,900	39
Oct. 11	21	19.9	7.05	1,100	540	960	3,580	118
23	24.5	19.5	6.9	240	240	1,020	2,960	58
Nov. 9	19.1	18.1	7.32	460	79	950	1,890	170
23	16	15.2	6.85	490	170	2,060	4,510	74
Dec. 9	15	13	6.75	220	70	2,800	1,500	79
22	7.2	8.8	6.8	240	130	1,900	3,650	28
'85								
Jan. 11	3.1	5.5	6.44	33	17	200	610	86
26	8	8.5	6.45	33	23	190	570	10
Average	20.9	19.8	6.77	383.9	149.9	1,820	2,122	71.1

* MPN/100ml water sample

Table 7. Investigated data of Han Brook(Site H)

Sampling Date	Air Temp.(°C)	water Temp.(°C)	pH	TC* Unit: 10 ⁴	FC* Unit: 10 ⁴	FS/ml	SC/ml	GB/ml Unit: 10 ⁴
'84								
Jul. 9	32.5	31.8	7.2	110	26	—	—	—
23	34.1	29.0	6.6	790	170	—	—	110
Aug. 9	34.8	33.0	6.1	540	490	—	—	126
24	32.0	30.8	6.2	220	140	—	2,400	68
Sep. 6	28.0	26.3	6.7	790	240	—	1,320	110
20	27.8	25.2	6.6	330	170	1,580	1,900	24
Oct. 11	21.5	19.8	6.75	240	130	1,500	3,400	80
23	25.7	20	6.02	220	110	560	2,360	117
Nov. 9	18.3	19	6.82	1,100	240	2,700	4,860	110
23	16.3	17.0	6.5	130	130	2,380	4,600	43
Dec. 9	13.5	16.0	6.4	49	49	2,510	2,320	58
22	7.5	9.8	6.7	70	33	1,330	4,300	26
'85								
Jan. 11	4	7	6.23	79	79	760	1,870	23
26	8.3	11	6.35	130	70	1,100	2,690	80
Average	21.7	21.1	6.51	342.7	148.3	1,602	2,910	75

* MPN/100 ml water sample

2. 一般細菌數

檢水 1 ml 당 細菌의 數는 가장 많을 때가 12월 9일의 屏門川 上流(B₁)로서 2,800,000 개였고, 가장 적을 때는 8월 9일의 山地川 下流(S₂)로서 70,000 개였다.(그림 2) 평균치로는 山地川 下流(S₂)가 가장 적은 369,000 개였으며 가장 많은 곳은 屏門川 上流(B₁)로서 901,000 개였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 대체적으로 9~12월 初에 많고 12월 하순부터 2월에 걸쳐 적게 나타났다. 이 結果는 吳(1981)의 結果와는 숫자적으로 많은 차이를 보이거나 9월에 다섯 場所 모두 감소한 현상은 일치하였다.

3. 大腸菌群數

大腸菌群數는 그림 3에서 보는 바와 같이 檢水 1 ml 당 가장 많은 곳은 屏門川 下流(B₂)로서 9월 20일의 130,000 개였고 가장 적은 곳은 10월 23일의 山地川 下流(S₂)로서 3,300 개였다. 평균치로는 가장 적은 곳이 山地川 下流(S₂)로서 18,070 개였고 가장 많은 곳은 屏門川 上流(S₁)로서 45,920 개였다. 이들 수치는 吳(1981)의 結果와 비슷하다.

Washington 州의 陸水에 대한 Coliform의 規準量과 目標量은 檢水 100 ml 당 각 240

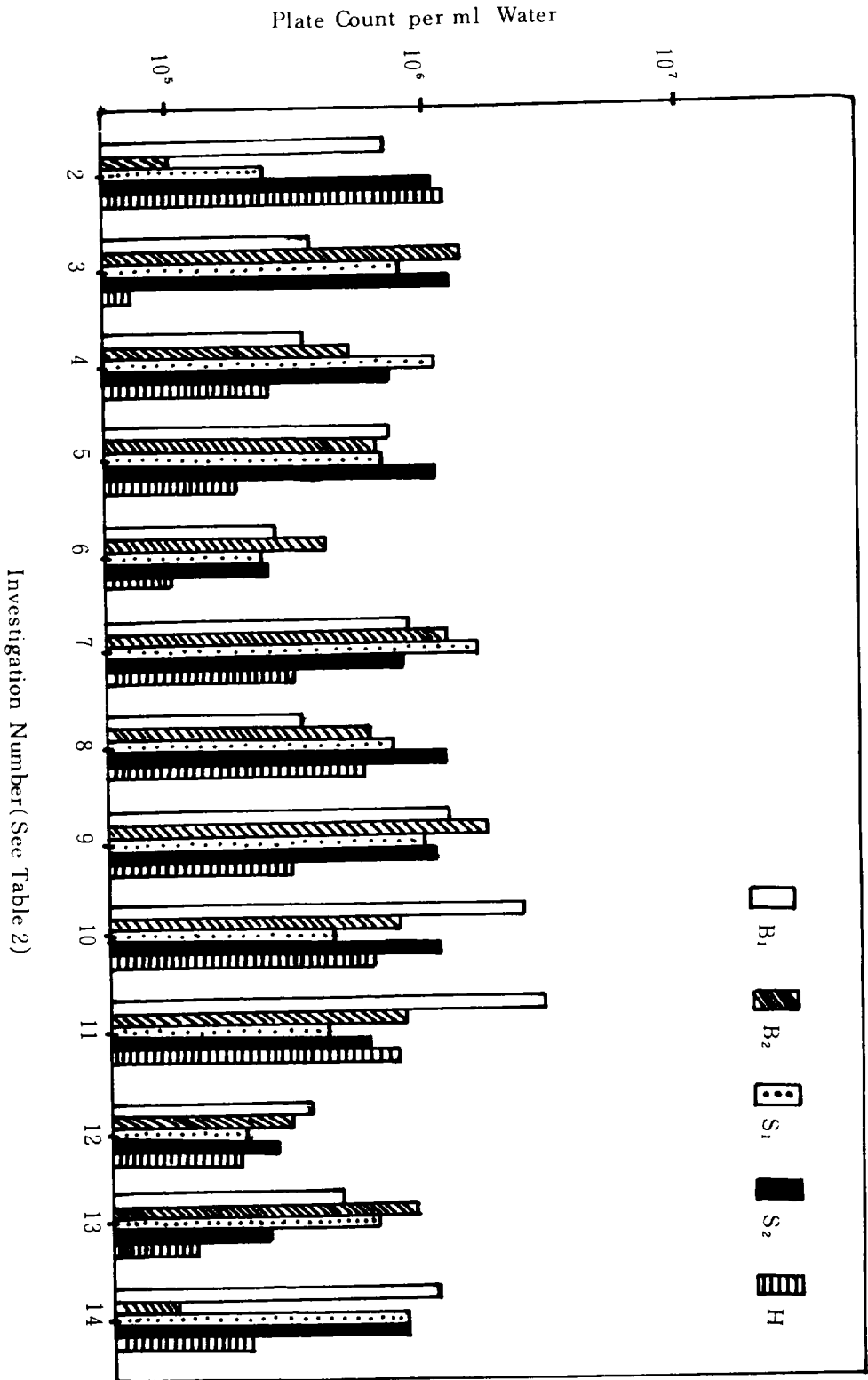


Fig. 2. Distribution of general bacteria (Data from Table 3-7)

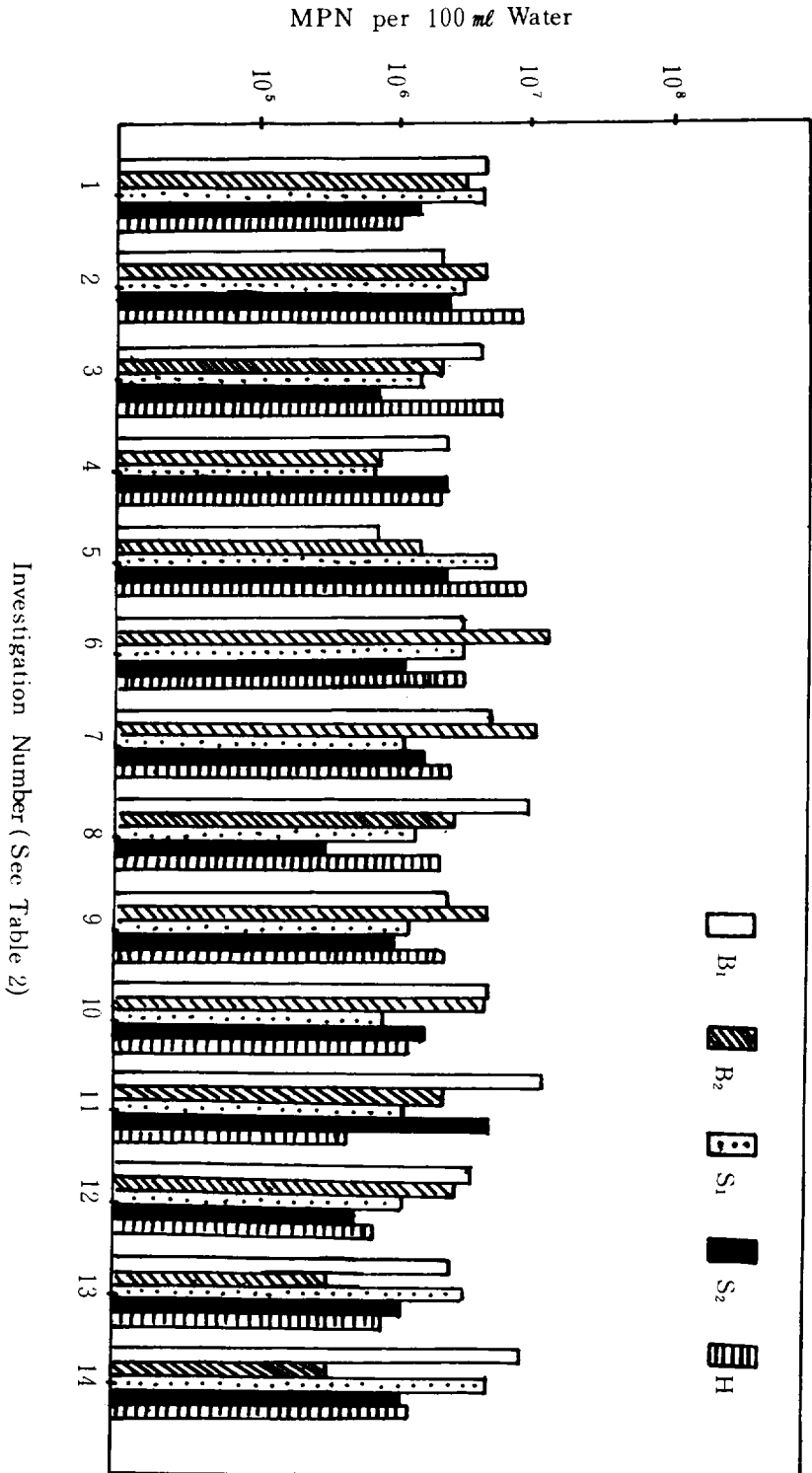


Fig. 3. Distribution of total coliforms (Data from Table 3-7)

개와 50 개로 나타나 있는 바(Rambow et al., 1967) 本 研究의 結果는 이보다 1,000 배 이상에 達하고 있다.

4. 糞便性 大腸菌群數

糞便性 大腸菌群數는 그림 4에서와 같이 檢水 1ml 당 가장 많은 곳은 屏門川 上流(B₁)로서 10월 23일의 70,000 개였고 가장 적은 곳은 屏門川 下流(B₂)로서 7월 9일과 1월 11일의 1,700 개로 나타났다.

평균치로는 가장 적은 곳이 山地川 下流(S₂)로서 6,230 개였고 가장 많은 곳은 屏門川 上流(B₁)로서 19,400 개로 나타났다. 屏門川의 경우 한 달 간격으로 增加하고 減少하는 폭이 다른 곳보다 뚜렷한 것은 특이하며 吳(1981)의 結果와 일치하였다.

糞便性 大腸菌群의 存在는 溫血動物로 부터의 汚染을 생각할 수 있고(Barbaro et al., 1969; Geldreich, 1970) 사람의 糞便에는 1g 당 E.coli가 10³~10⁸ 개 정도 들어있다는 報告(Hartely et al., 1977)와 van Donsel 과 Geldreich(1971)의 報告를 綜合해 볼 때 本 研究에서 算出된 糞便性 大腸菌群數는 평균 1ml 당 6,230 개~19,400 개로 나타난 것으로 미루어 調査對象 河川水에는 Salmonella가 存在할 可能性이 극히 높다고 하겠다.

5. 糞便性 腸球菌數

檢水 1ml 당 糞便性 腸球菌數는 그림 5에서와 같이 가장 많은 곳이 9월 20일의 屏門川 下流(B₂)로서 6,300 개였고 가장 적은 곳은 11월 9일의 山地川 上流(S₁)로서 170 개였다. 평균치로는 가장 적은 곳이 山地川 上流(S₁)로서 1,498 개였고 가장 많은 곳은 屏門川 上流(B₁)로서 2,234 개였다. 이들 수치는 吳(1981)의 結果와 비교했을 때 훨씬 減少한 수치이다.

6. 葡萄狀球菌數

葡萄狀球菌數는 그림 6에서와 같이 가장 많은 곳이 12월 9일의 山地川 下流(S₂)로서 檢水 1ml 당 9,540 개였고 가장 적은 곳은 1월 26일의 屏門川 下流(B₂)이며 570 개였다. 평균치로 보면 가장 적은 곳이 屏門川 下流(B₂)로서 2,122 개였고 가장 많은 곳은 山地川 上流(S₁)로서 2,990 개였다. 이 結果는 調査對象 河川水가 심하게 葡萄狀球菌으로 汚染되어 있음을 나타내는 것으로 생각되며 Dimitracopoulos et al.(1977)와 Gibbs et al.(1978)의 報告에 따르면 가축의 糞便에서도 상당량의 葡萄狀球菌이 分離된다는 것으로 미루어 이들 河川水에서 分離되는 葡萄狀球菌은 사람뿐만 아니라 가축

의 糞便이 汚染原이 될 수도 있을 것으로 생각된다.

7. 糞便性 大腸菌群 對 大腸菌群의 比率

糞便性 大腸菌群 對 大腸菌群의 比率는 그림 7 과 같다. 屏門川 上流(B_1)가 0.1~1.0 이고 屏門川 下流(B_2)가 0.05~1.0 이며 山地川 上流(S_1)가 0.05~1.0, 山地川 下流(S_2)는 0.1~1.0 으로 나타났고 漢川(H)은 0.22~1.0 으로 나타났다. 屏門川 上流(B_1)와 山地川 下流(S_2)의 수치가 같고 屏門川 下流(B_2)와 山地川 上流가 같으며 漢川(H)이 가장 높게 나타났다. 糞便性 大腸菌群 對 大腸菌群의 比率이 높을수록 糞便性 汚染이 높다는 것을 지적하고 있는 데 (ORSANCO Water Users Committee, 1971; Presnell & Miescier, 1971; Geldreich et al., 1962, 1964, 1966, 1968) 本 研究에서 얻어진 結果는 吳(1981)의 結果와 비교할 때 最下値는 減少했으나 평균적으로 볼 때는 유사한 것으로 나타났으며 漢川(H)은 다른 곳보다 비교적 糞便性 汚染이 높은 것으로 分析된다.

8. 糞便性 大腸菌群 對 糞便性 腸球菌의 比率

糞便性 大腸菌群 對 糞便性 腸球菌의 比率는 그림 8에서와 같이 屏門川 上流(B_1)가 5.07~35.90(평균 11.81)이며 屏門川 下流(B_2)는 2.5~56.25(평균 14.65), 山地川 上流(S_1)와 下流(S_2)는 各各 2.55~14.86(평균 7.54)와 1.63~10.77(평균 3.78)로 나타났으며 漢川(H)에서는 1.95~19.64(평균 8.29)이었다.

糞便性 大腸菌群 對 糞便性 腸球菌의 比率는 汚染된 糞便의 種類를 구별하는데 利用되며 (Geldreich, 1967; Geldreich & Kenner, 1969) van Donsel 과 Geldreich (1971)에 의하면 대체적으로 4이상이면 사람의 糞便이, 0.7~4.0이면 사람과 動物의 混合糞便이, 0.7이하이면 대개 가축·가금등의 動物糞便이 汚染되어 있는 것으로 說明되는바 本 研究에서 얻어진 糞便性 大腸菌群 對 糞便性 腸球菌의 比率는 吳(1981)의 結果에 비해 월등히 높은 수치였고 사람의 糞便이 심하게 汚染되어 있음을 나타내는 것으로 해석되며 미국 가정 하수의 FC 對 FS의 比率(Geldreich & Kenner, 1969)과도 유사한 것으로 나타났다.

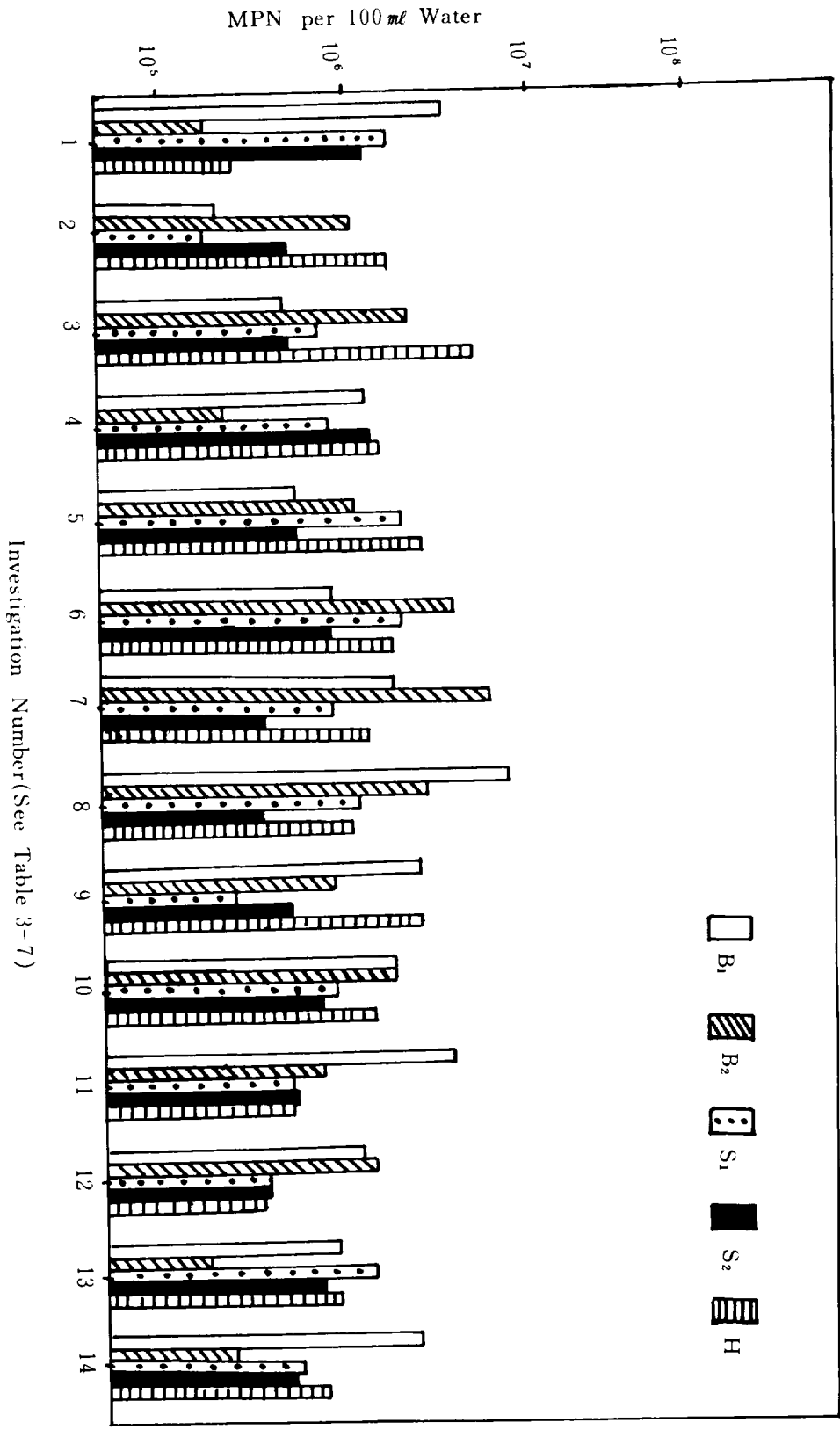


Fig. 4. Distribution of fecal coliforms (Data from Table 3-7)

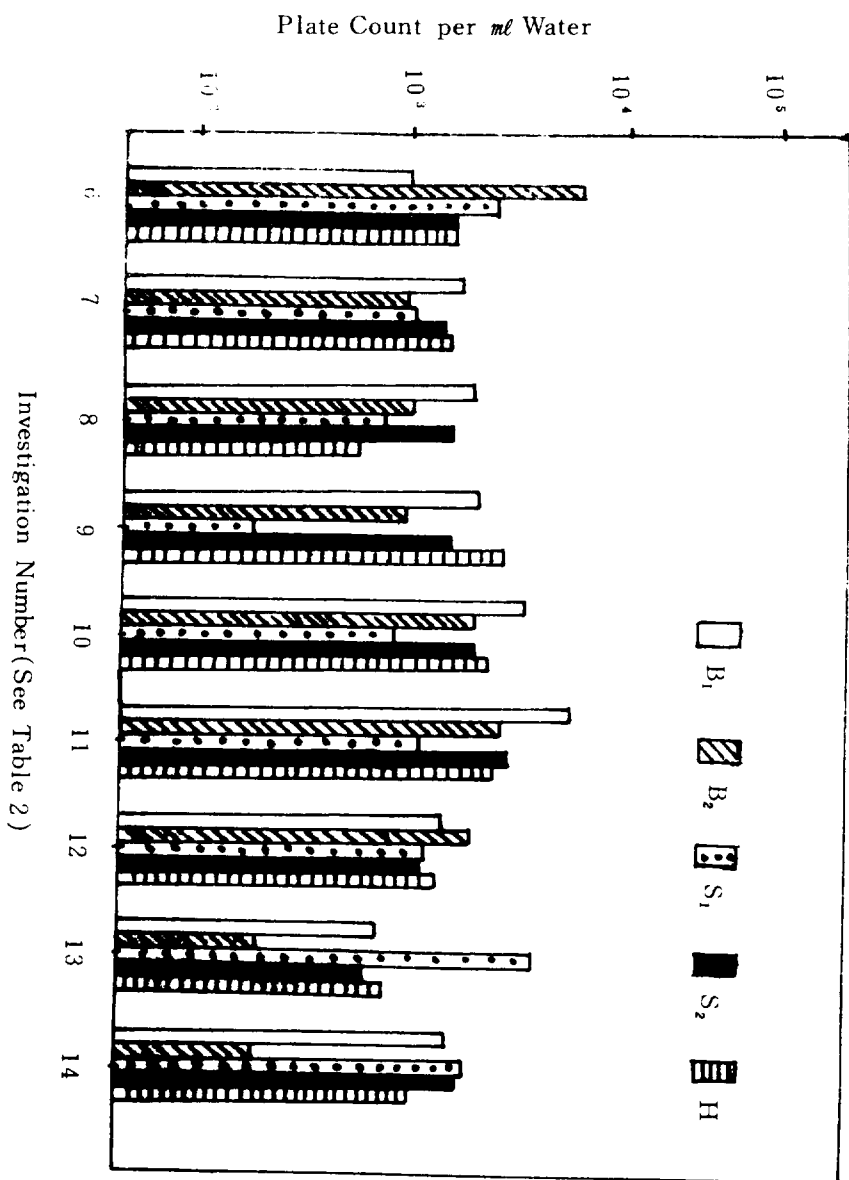


Fig. 5. Distribution of fecal streptococci (Data from Table 3-7)

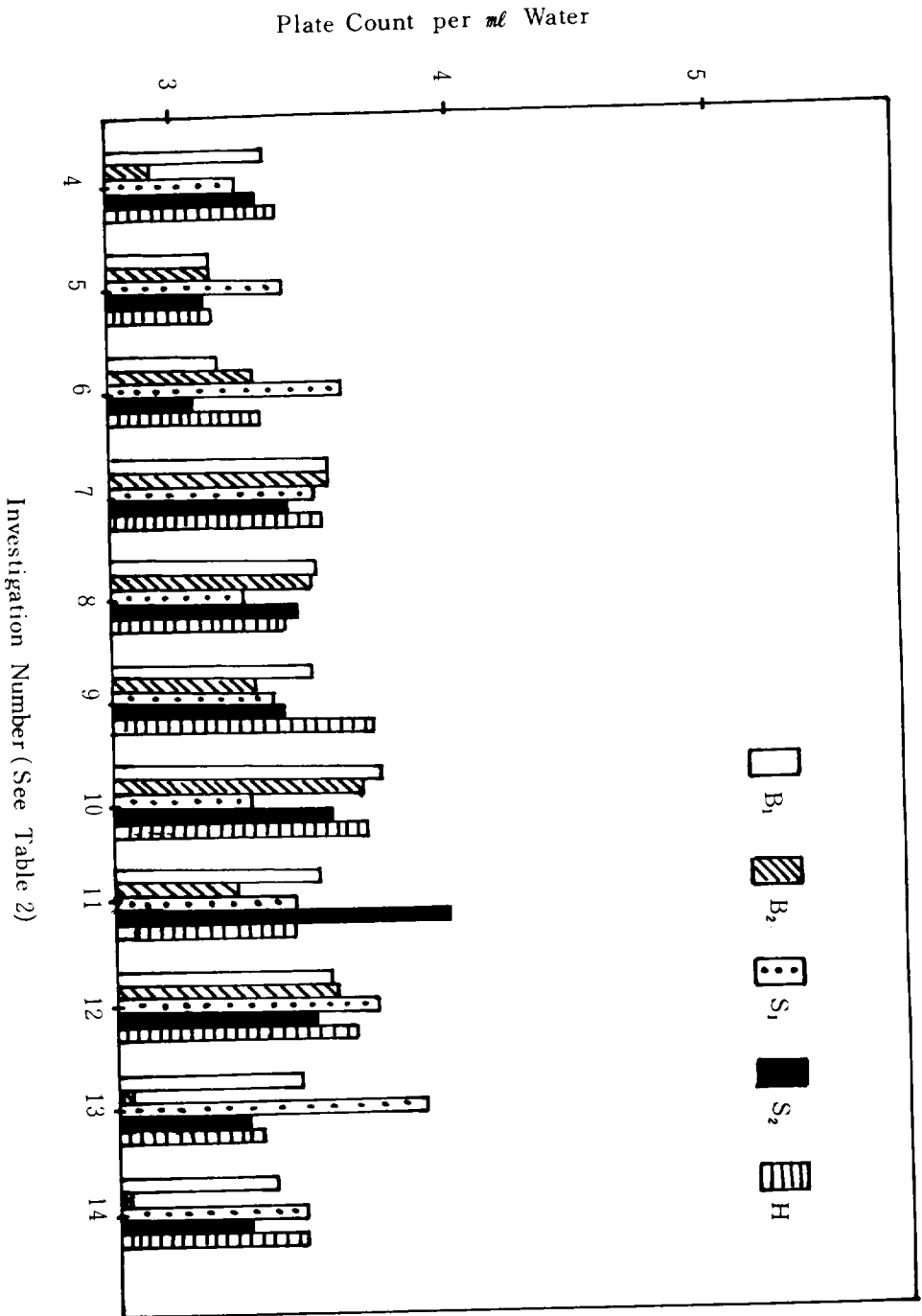
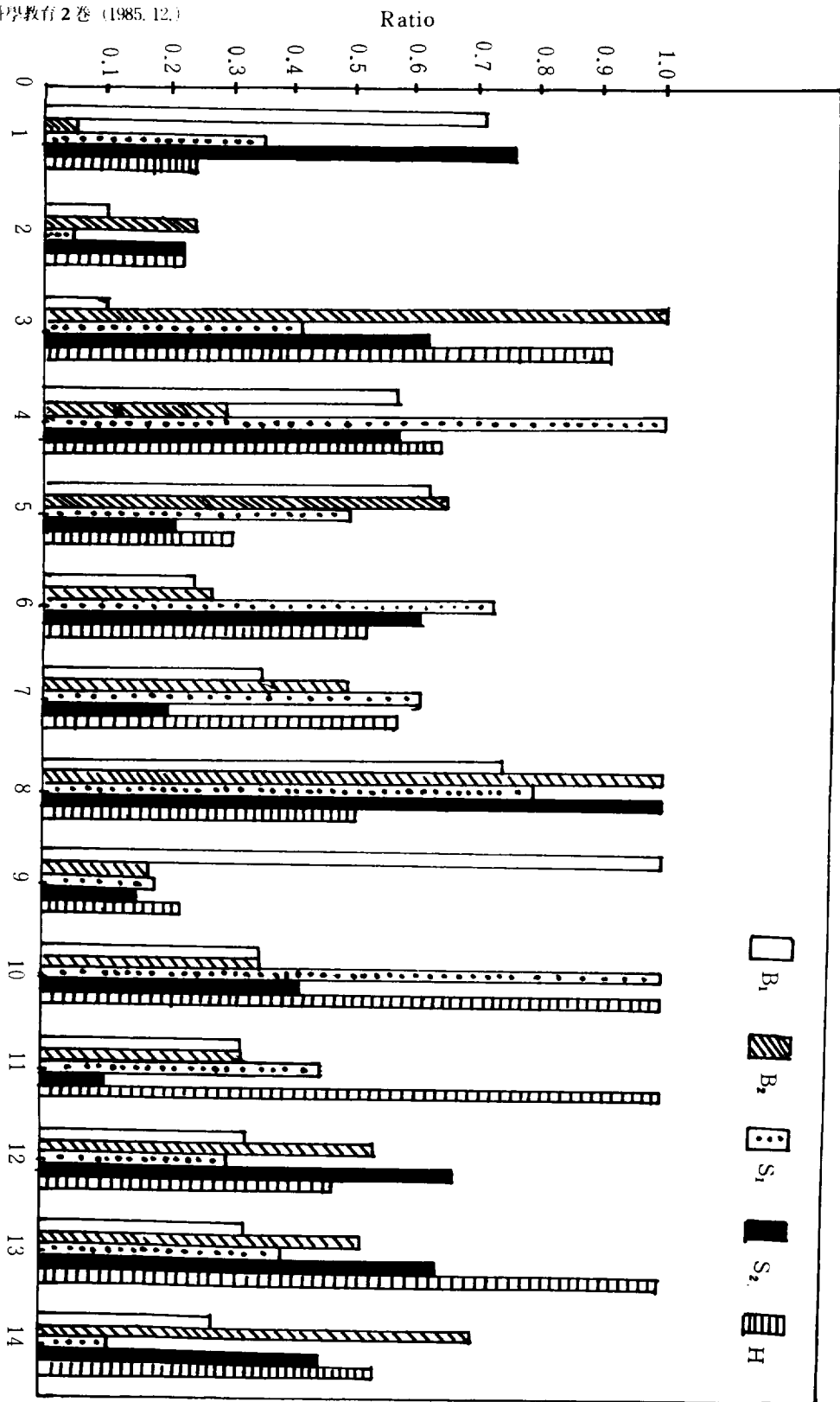


Fig. 6. Distribution of staphylococci (Data from Table 3-7)



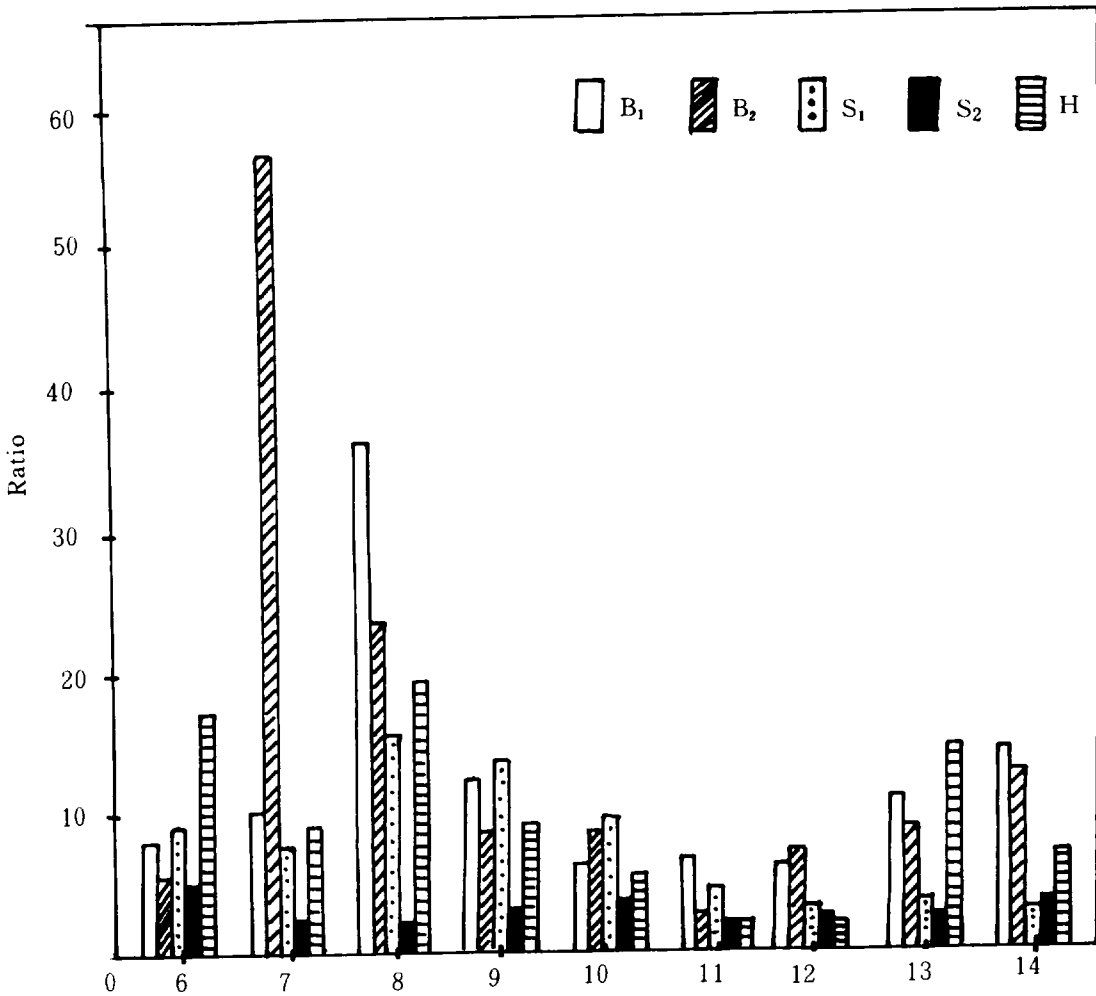
Investigation Number(See Table 2)
 Fig. 7. The ratio of FC and TC.

9. Hemolysis 와 Coagulase Test

표 8 과 같이 葡萄狀 球菌은 β - Hemolysis 로서 集落周邊이 透明하게 되었고 糞便性

Table 8. The results of hemolysis and coagulase test of fecal streptococcus and staphylococcus

Bacteria	Items	Hemolysis Test	Coagulase Test
Fecal Streptococcus		- Reaction	not tested
Staphylococcus		- Hemolysis	+



Investigation Number(See Table 2)

Fig. 8. The ratio of FC and FS.

腸球菌은 集落周邊이 녹색으로 되는 α -反應을 하였다. 또한, 葡萄狀 球菌은 coagulase test에서 1~3 시간내에 응고물을 형성하였는 바 Gibbs et al.(1978)에 따르면 病原性이 있는 것으로 판명된다.

10. 溫度變化에 따른 細菌의 生存率

結果는 그림 9~13과 같다. 그림 9에서 보는 一般細菌의 生存菌數는 처음의 菌數보다 월등히 增加했다가 점차 減少하는 傾向을 보였으며 8℃의 경우 減少率이 완만하게 나타났다. 그림 10의 大腸菌群은 1일 후에 6.5~11 배 까지 增加했다가 점차 감소하기 시작하였는데 이것은 Slanetz(1965)의 結果와 유사하다. 그림 11에서 보는 糞便性 大腸菌群의 경우도 大腸菌群과 유사하며 8℃일때 減少率이 더 높았다. 그림 12에서 보는 糞便性 腸球菌의 경우는 계속 감소하는 추세를 보였는데 이것은 Cornelli et al.(1981)의 結果와 유사하다. 그림 13에서 보는 葡萄狀 球菌은 20℃와 8℃에서는 처음 菌數보다 계속 減少하는 추세를 보였으나 28℃에서는 多少 增加했다가 감소하는 것으로 나타났다.

이상에서 살펴본 結果 濟州市內 河川이 심히 糞便性 細菌에 汚染되어 있으며 上流쪽이 下流쪽보다 汚染度가 높은 것으로 나타난 것은 下流로 갈수록 汚染되지 않은 湧泉水 등이 混入되어 희석효과를 나타낸 것으로 보인다. 汚染細菌의 數를 4年前(吳, 1981)의 結果와 비교할 때 평균적으로 유사하여 環境衛生面에서 改善되지 않은 것으로 생각된다.

汚染細菌들은 自然의 自淨作用에 依하여 점차 死滅되는 것으로 알려져 있으나(崔·金, 1970 ; Wuhrman, 1972 ; Kinney et al., 1978) 濟州市內 河川은 폭이 좁고 짧아서 自然的인 自淨作用이 일어나리라 기대하기 어렵기 때문에 인위적인 살균처리나 종말 처리장에 의한 下水 처리가 반드시 이루어져야 한다고 본다.

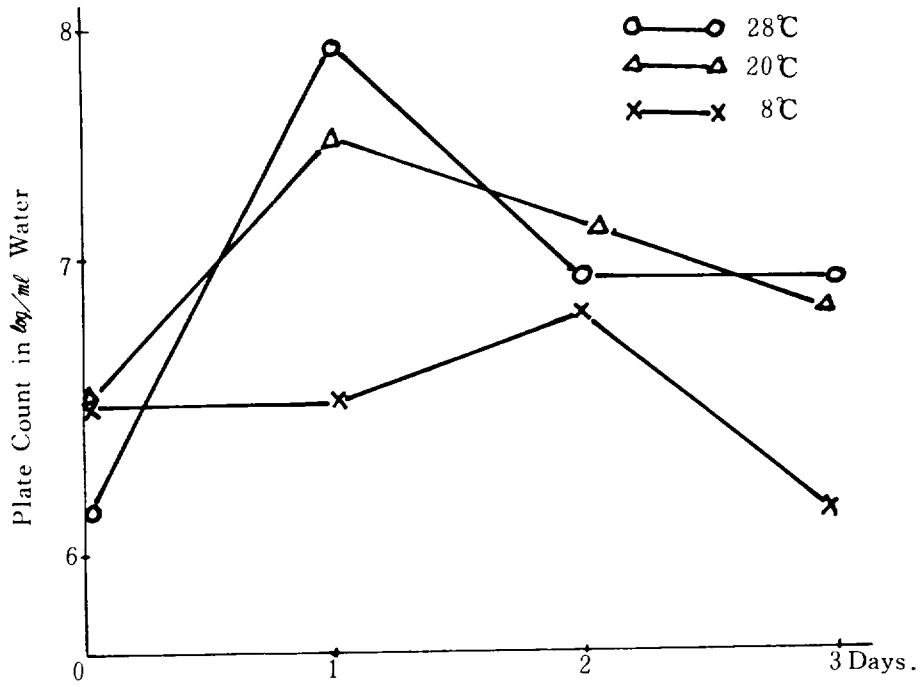


Fig. 9. Survival curves for GB in fresh water.

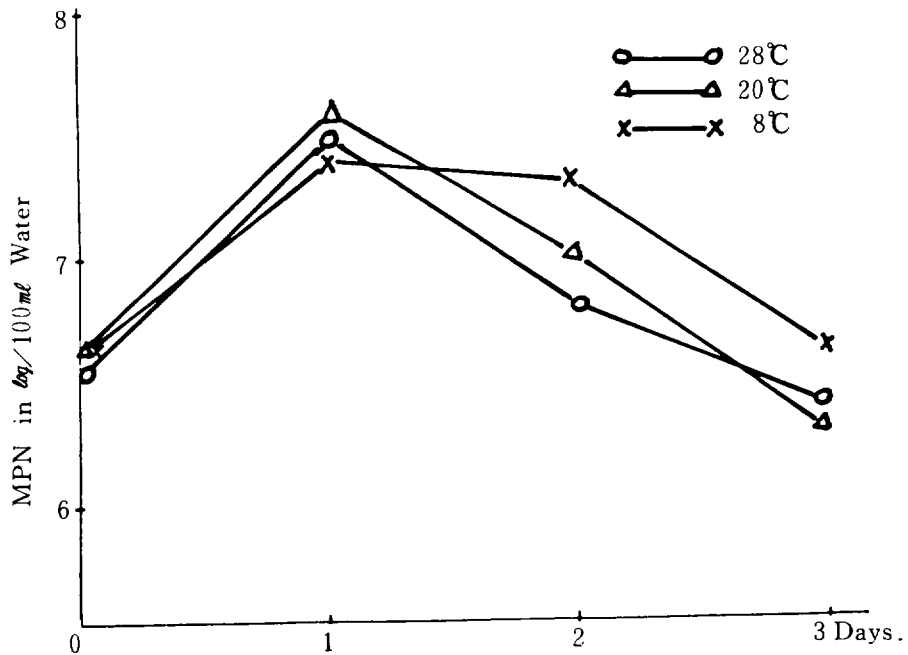


Fig. 10. Survival curves for TC in fresh water.

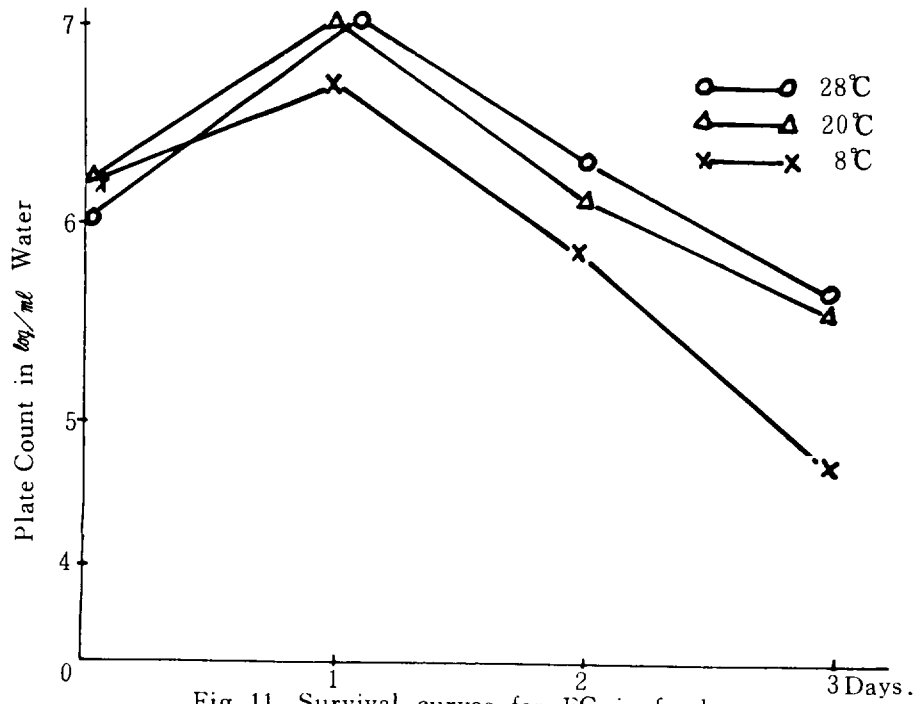


Fig. 11. Survival curves for FC in fresh water.

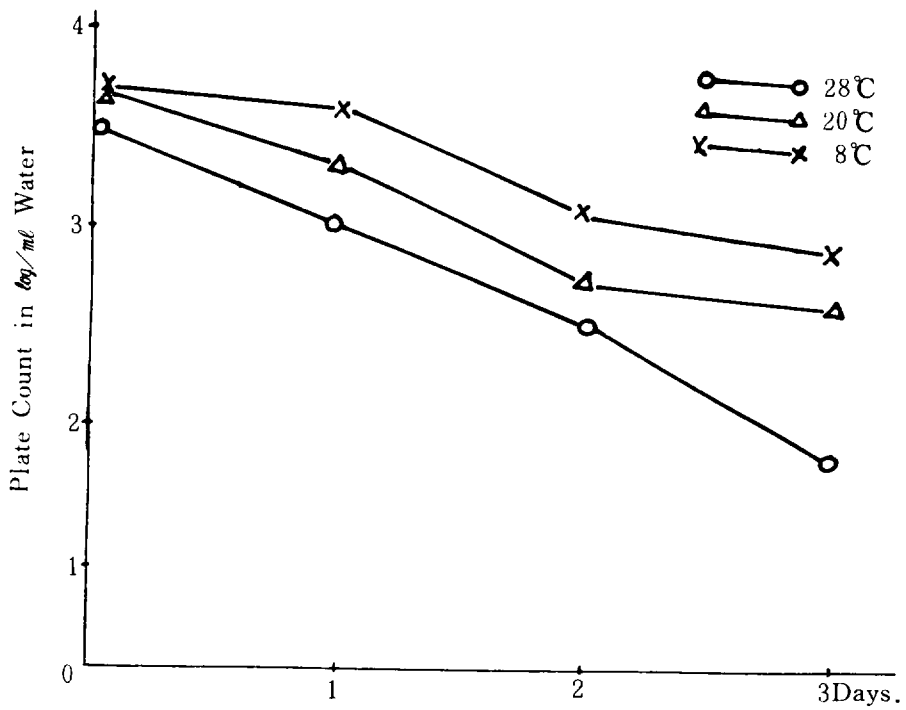


Fig. 12. Survival curves for FS in fresh water.

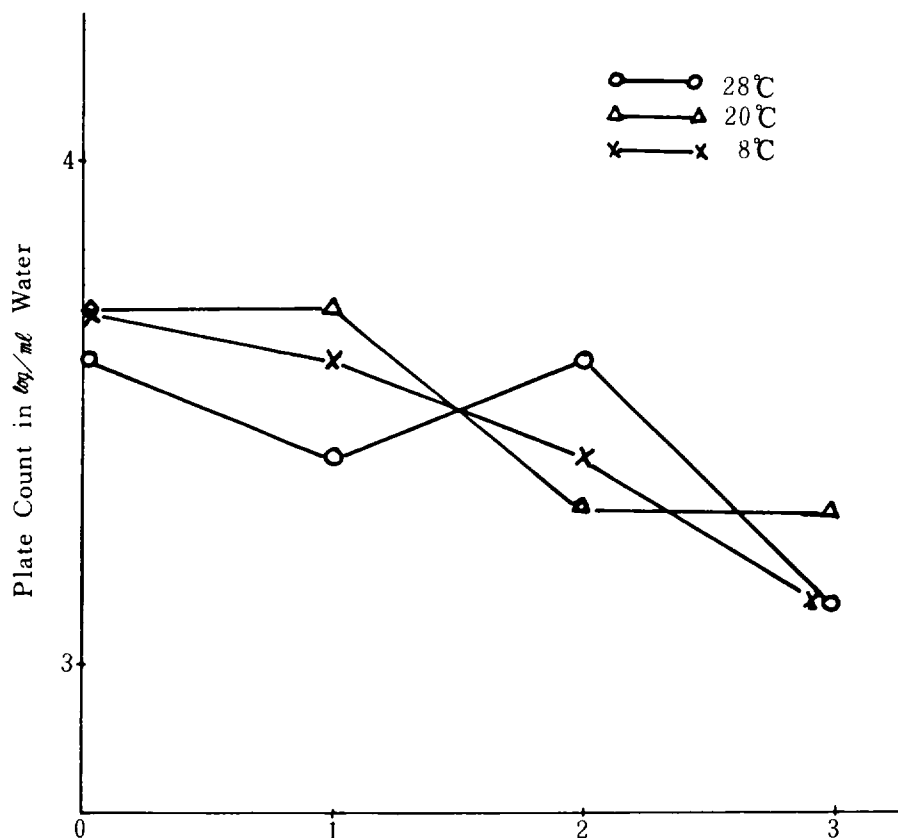


Fig.13. Survival curves for SC in fresh water.

IV. 摘 要

1984年 7月부터 1985年 1월까지 14차례에 걸쳐 濟州市內 三個 河川에 대한 細菌學的 汚染度를 測定하였다.

調査된 項目은 氣溫, 水溫, pH, 一般細菌數(GB), 大腸菌群數(TC), 糞便性 大腸菌群數(FC), 糞便性 腸球菌數(FS), 葡萄狀球菌數(SC), 糞便性 大腸菌群 對 大腸菌群的 比率, 糞便性 大腸菌群 對 糞便性 腸球菌의 比率, 그리고 Hemolysis 와 Coagulase test 및 各 細菌의 水溫變化에 대한 生存率이며, 調査結果 三個 河川은 糞便性 細菌에 依해 심히 汚染되어 있음이 나타났고 또한 病原性 葡萄狀球菌의 汚染도 심하게 나타났다.

參 考 文 獻

- Barbaro, R.D., B.T. Carrol, L.B. Tebo, and L.C. Walters, 1960. Bacteriological water quality of several recreational areas in the ross reservoir. *J. WCPF*, 41(7); 1330 - 1339.
- 조규송, 조동현, 윤경민, 1978. 춘천시 도시하수에 의한 의암호의 수질오염에 관한 생물학적 조사 및 정화방안에 관한 연구. *한육지* 11(3-4); 7-24.
- 최 상, 1972. 한강의 오염도. *한국해양학회지* 7(1); 24-45.
- 최 상, 1968. 한강의 수질과 수질기준에 관한 고찰. *한국해양학회지* 3(2); 47-54.
- 최 상, 김건치, 1970. 의암댐 하류 수역의 분변성 오염세균류의 분포. *한국해양학회지* 5(2); 59-64.
- 최 상, 김건치, 1970. 분변성 오염 세균류의 담수 및 해수에 대한 저항성. *한국해양학회지* 5(2); 65-72.
- Cornellius, G., and R.E. Sjogren, 1981. In situ and laboratory studies of bacteria survival using a microporous membrane sandwich. *Appl. Environ. Microbiol.* 41(1); 190 - 195.
- Difco Manual, 1963. 9th Ed., Difco Laboratories Inc., Detroit, Mich.
- Dimitracopoulos, G., H. Kalkani - Boussiaku, and J. Papavassiliou, 1977. Animal fecal carriership and biotypes of *Staphylococcus aureus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 34(5); 461 - 464.
- Geldreich, E.E., 1967. Fecal coliform concepts in stream pollution. *Water and Sewage Works*. 114; R 98.
- Geldreich, E.E., 1970. Applying bacteriological parameters to recreational water quality. *J. AWWA*. 62(2); 113-120.
- Geldreich, E.E., L.C. Best, B.A. Kenner, and D.J. van Donsel, 1968. The Bacteriological aspects of stomwater pollution. *J. WPCF*. 40(11); 1861 - 1872.
- Geldreich, E.E., H.F. Clark, and C.B. Huff, 1964. A study of pollution indicators in a waste stabilization pond. *J. WPCF*. 36(11); 1372-1379.
- Geldreich, E.E., and N.A. Clake, 1966. Bacterial pollution indicators in the

- intestinal tract of freshwater fish. *Appl. Microbiol.*, 14(3); 429-436.
- Geldreich, E.E., C.B.Huff, R.H. Bordner, P.W. Kahler, and H.F. Clark, 1962. The fecal coliaerogenes flora of soils from various geographical areas. *J. Appl. Bact.* 25(1); 87-93.
- Geldreich, E.E., and B.A. Kenner, 1969. Concepts of fecal streptococci in stream pollution. *J. WPCF.* 41(8); R336 - R 352.
- Gibbs, P.A., J.T. Patterson, and J. Harvey, 1978. Biochemical characteristics and enterotoxigenicity of *Staphylococcus aureus* strains isolated from poultry. *J. Appl. Bacteriol.* 44; 57-74.
- Hartley, C.L., H.M. Clements, and K.B. Linton, 1977. *Escherichia coli* in the fecal flora of man. *J. Appl. Bacteriol.* 43; 261-269.
- 김재하, 박길순, 강영주, 1981. 제주도 연안 해수의 화학적 및 미생물학적 수질현황에 관한 연구. 제주대 해양자원연구보고서 5; 17-81.
- 김치경, 정만희, 김근식, 1984. 하천수의 오염정도와 *Escherichia coli*의 생존율과의 상관성에 관한 원위치 실험 연구. 한육지 17(1-2); 23-32.
- Kinney, E.C., D.W. Drummond, and N.B. Hanes, 1978. Effects of chlorination on differentiated coliform groups. *J. WPCF.* 50; 2307-2312
- 이현순, 오덕철, 1972. 한강수계의 미생물학적 수질에 관한 연구. 과학기술처 연구보고서 R-72-81; 41-46.
- 오덕철, 1978. 제주도 일원 4개소 해수의 분변성 오염세균의 분포. 한육지 11(3-4); 81-86.
- 오덕철, 1981. 제주도 지역 3개 하천의 세균학적 오염에 관한 연구. 제주대 해양자원 연구보고서 5; 33-40.
- 오덕철, 김재하, 1980. 동계 제주항의 미생물학적 수질오염에 관한 연구. 제주대 해양 자원연구보고서 5; 33-40.
- ORSANCO Water Users Committee, 1971. Total coliform: Fecal coliform ratio for evaluation of raw water bacterial quality. 43(4); 630-640.
- Presnell, M.W., and J.J. Miescier, 1971. Coliforms and fecal coliforms in an Oyster-growing area. *J. WPCF.* 43(3); 407~416.
- Rambow, C.A., and R.O. Sylvester, 1967. Methodology in establishing water

- quality standards. *J. WPCF*. 39(7) ; 1155 - 1163.
- Slanetz, L.W., and C.H. Bartley, 1971. Survival of fecal streptococci in sea water. *Health Laboratory Science*. 2(3) ; 142.
- 송승달, 고재기, 1978. 대구 신천수역의 육수학적 연구. *한육지* 11(3-4) ; 41-48.
- APHA, AWWA, WPCF, 1981. Standard Methods for the examination of water and waste water. 15th Ed.
- van Donsel, D.J., and E.E. Geldreich, 1971. Relationship of salmonellae to fecal coliform in bottom sediments. *Water Research Pergamon Press*. 5 ; 1079-1087.
- Wuhrman, K., 1972. Streams purification. PP. 119-151. IN R. Mitchell(ed) ., *Water Pollution Microbiology*. Wiley - Interscience, New York.