

濟州市 地域 三個 河川의 細菌學的 汚染에 관한 研究*

吳 德 鐵

(生物教育科)

A Study on the Bacteriological Water Pollution of the Three Streams in Jeju City

Duck-Chul Oh

(Dept. Biology Education)

Abstract

From June 1980 to February 1981, the degrees of bacterial pollution of the three brooks (streams) which flow through Jeju City, and the fresh water inflow to the sea were investigated.

Studied items were air temperature, water temperature, pH, General Bacteria(GB), Total Coliform(TC), Fecal Coliform(FC) and Fecal Streptococci(FS).

1. Water Temperature: 11-17.5°C(average, 14.3°C) at Sanji Brook, 4-31°C(average, 15.8°C) at Byeongmun Brook and it was 7-28°C(average, 16.9°C) at Han Brook.
2. pH: 6.5-7.1(average, 6.7) at Sanji Brook, 6.6-7.3(average, 6.9) at Byeongmun Brook and 6.5-7.2(average, 6.8) at Han Brook.
3. GB Density: 230,000-14,150,000/ml at Sanji Brook, 350,000-16,600,000/ml at Byeongmun Brook and 400,000-17,850,000/ml at Han Brook.

GB Density was high in summer season(Jul.-Oct.) and low in winter season(Nov.-Feb.).

4. TC Index: $49 \times 10^4 - 16 \times 10^6 / 100\text{ml}$ at Sanji Brook, $23 \times 10^4 - 35 \times 10^5 / 100\text{ml}$ at Byeongmun Brook and $33 \times 10^4 - 35 \times 10^5 / 100\text{ml}$ at Han Brook.

Average value at Sanji Brook was most high and the index of summer season (Jun.-Oct.) was higher than that of winter season.

5. FC Index: The average index at Sanji Brook was $349 \times 10^4 / 100\text{ml}$, at Han Brook was $14 \times 10^5 / 100\text{ml}$ and at Byeongmun Brook was $721 \times 10^3 / 100\text{ml}$. The highest index was $92 \times 10^5 / 100\text{ml}$ in October at Sanji Brook. The lowest one was $13 \times 10^4 / 100\text{ml}$ in February at Byeongmun Brook. Considering these indexes, the possibility of presence of Salmonella is high.
6. FS Density: The average value at Sanji Brook was 11,256/ml, 6,897/ml at Byeongmun Brook and 6,348/ml at Han Brook.

The highest value was 30,250/ml in October at Byeongmun Brook and the lowest one was 850/ml in June at same Brook.

7. The Ratio of FC/TC: 0.32-1(average, 0.62) at Sanji Brook, 0.2-1(average, 0.5) at Byeongmun Brook and 0.37-1(average, 0.76) at Han Brook.

* 本 研究는 1980年度 文教部 學術研究助成費로 이루어 진 것임.

All three brooks revealed severe fecal pollution state.

- The Ratio of FC/FS: 0.34-5.88(average, 3.39) at Sanji Brook, 0.42-5.76(average, 1.83) at Byeongmun Brook and 1.02-7.57(average, 3.33) at Han Brook.

It was revealed that the water of all three brooks was typical domestic sewage which was polluted with human feces.

- Inflow of Fresh Water: Inflow of fresh water through Sanji Brook to the sea was average 854 m³/hr. and 414 m³/hr. through Byeongmun Brook, 62 m³/hr. was through Han Brook.
- Bacterial Inflow: The inflow number of FC through Sanji Brook was 298×10¹¹/hr. and 96.1 ×10¹¹/hr., in case of FS, 29.8×10¹¹/hr. and 28.5×10¹¹/hr. respectively through Byeongmun Brook, also 8.6×10¹¹/hr., 3.9×10¹¹/hr. through Han Brook.

According to the results, a great number of fecal bacteria are inflowing to the sea water through three brooks, so the preventive measure of fecal pollution is needed.

擇하였다.

序 論

濟州市 一圓의 海水 汚染, 特히 糞便性 細菌의 汚染은 吳(1978)와 吳等(1980)에 依해서 相當히 深刻한 것으로 나타나 있고, 이 汚染의 主因은 濟州市를 貫通하는 三個 시내로 부터 流入되는 陸水라고 생각되고 있으나 아직 이들 陸水에 대한 基礎 汚染實態는 전혀 調査된 바가 없다. 이들 시내는 大部分 火山灰土와 玄武岩으로 되어 있는 濟州道 全體의 地質의인 特異性으로 因하여 降雨時의 數時間을 除外하고는 上流쪽은 水流가 끊어지는 乾川이 되고 下流쪽은 都市가 形成된 地域에서 부터 放流된 都市 下水가 水流을 形成하고 있다. 또한 시내邊에는 構成上 廢水發生源이 大部分 一般家庭이기 때문에 結局 시내의 水流는 家庭下水가 된다. 따라서 濟州市 一圓의 海水에 流入되는 陸水는 家庭下水가 되는 셈이다. 이에 筆者는 이들 三個 시내로 부터 海水로 流入되는 陸水의 量을 測定하고 또한 糞便性 汚染의 主要 指標菌으로 널리 알려진 Total Coliform(大腸菌群), Fecal Coriform(糞便性 大腸菌群), Fecal Streptococci(糞便性 腸球菌) 등의 汚染度를, 이를 陸水에서 測定하여 시내의 汚染實態를 밝히고 海水로 流入되는 汚染 細菌의 數를 推定하여 海水 汚染과의 相關關係를 알아보고자 本 實驗을 行하였다.

材料 및 方法

1. 採水日時

採水는 1980年 6月 30日, 7月 27日, 9月 3日, 10月 7日, 11月 7日, 12月 4日, 1981年 1月 10日, 2月 10日의 8次에 걸쳐 行하였고 時間은 採水 場所가 汽水域이 包含되어 있기 때문에 海水가 섞이지 않는 干潮때를

2. 採水場所 및 概況

山地川(1): 濟州市의 東便을 經由하는 시내로서 三個 시내中 水量이 가장 많은 곳이며, 水流는 大部分 家庭下水이나 약간의 湧泉水가 混入되며, 採水地點은 滿潮時에는 海水와 混合되는 汽水域이다.

屏門川(2): 濟州市의 中央을 經由하는 시내로서 降雨時를 除外하고는 水流가 全部 家庭下水로 구성된다. 採水地點은 滿潮時에도 海水가 미치지 않는 곳으로는 最下流 地點이다.

漢川(3): 濟州市의 西便을 經由하는 시내로서 周圍의 住宅數는 三個 시내中 가장 적으며, 普通때의 水流는 海水로 流入되기 150m 前부터 形成된다. 採水地點은 水流幅이 極히 좁아진 곳으로서 河床은 岩盤이며, 이곳에서 絕壁이 形成되어 海水로 流入된다.(Fig. 1)

3. 實驗 方法

流量은 작은 木材浮片을 띄우는 方法과 色素를 흘려 보내는 方法 등을 利用하여 流速을 測定하고 水深 및

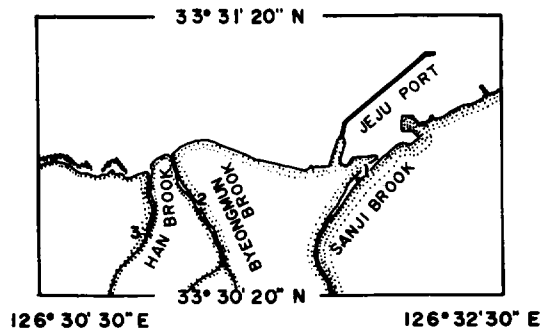


Fig. 1. Map showing the sampling sites.

濟州市 地域 三個 河川의 細菌學的 汚染에 관한 研究

水流幅을 測定하여 算定하였다.

採水는 滅菌 採水瓶으로 하였고 採水한 檢水는 即時 (1時間 半內) 實驗室로 運搬하여 試驗하였다.

氣溫, 水溫은 棒狀 溫度計로, pH는 携帶用 Digital pH meter로 現場에서 測定하였고, 모든 細菌 算定은 Standard Methods(1971)에 準하였는데, Total Coliforms(TC)와 Fecal Coliforms(FC)는 各各 Lactose Broth Medium과 EC Medium을 使用하여 MPN法으로 하였고 General Bacteria(GB)는 Standard Plate Count

Media로, 또 Fecal Streptococci(FS)는 M-Enterococcus Medium을 使用하여 Plate Count 및 Membrane Filter方法을 並用하였다.

檢水의 회석은 滅菌 Phosphate Buffer 溶液으로 하였다.

結果 및 考察

Table 1에서와 같이 氣溫은 場所에 따라 多少間 差

Table 1. Investigated Results

Brook	Date	Air Temp. (°C)	Water Temp. (°C)	pH	Flux (m ³ /hr.)	TC Index/100ml (Unit:10 ³)	FC Index/100ml (Unit:10 ³)	FS/ml
Sanji Brook	'80							
	Jun. 30	22	17	7.1	870	5,400	3,500	5,950
	Jul. 27	25	17.5	6.5	840	9,200	5,400	10,100
	Sep. 3	25.5	16	6.5	780	9,200	5,400	14,200
	Oct. 7	19	15	6.8	642	16,000	9,200	17,500
	Nec. 7	14	13	6.8	800	2,800	940	27,000
	Dec. 4	7	13	6.8	854	2,400	790	4,500
	'81							
	Jan. 10	4	12	6.7	931	2,200	2,200	5,700
	Feb. 10	7	11	6.8	1,112	490	490	5,100
Average		15.4	14.3	6.7	854	5,961	3,490	11,256
Byeogmun Brook	'80							
	Jun. 30	23	25	6.75	381	2,200	490	850
	Jul. 27	26	31	6.6	370	2,400	2,400	5,300
	Sep. 3	27	20	7.0	681	1,100	220	3,090
	Oct. 7	20	19	7.05	435	3,500	1,300	30,250
	Nov. 7	18	13	6.95	378	470	210	4,950
	Dec. 4	7	8	7.3	319	790	790	6,450
	'81							
	Jan. 10	2.5	4	7.1	279	310	230	2,300
	Feb. 10	3	7	6.9	470	230	130	1,990
Average		15.8	15.8	6.95	414	1,375	721	6,897
Han Brook	'80							
	Jun. 30	23	25	6.85	56	1,300	790	1,050
	Jul. 27	27	28	6.65	72	1,300	790	7,300
	Sep. 3	27	21	6.7	61	3,500	1,300	3,050
	Oct. 7	19.5	18.5	7.0	53	2,400	2,400	23,500
	Nov. 7	18	13	6.5	56	3,500	3,500	7,150
	Dec. 4	7	11	7.2	67	2,400	1,300	4,300
	'81							
	Jan. 10	3	7	6.7	59	790	790	2,900
	Feb. 10	3	12	6.9	72	330	330	1,540
Average		15.9	16.9	6.81	62	1,940	1,400	6,348

異가 있기는 하나 9월이 가장 높게 나타나고 있으며, 그 중 屏門川과 漢川이 27°C로 가장 높다. 가장 낮을 때는 1월로 2.5°C를 나타내고 있다.

水溫의 變化를 보면 제일 높은 곳이 7월의 병문천으로 31°C였으며, 가장 낮은 곳도 1월의 병문천으로 4°C였다. 變化의 정도는 산지천이 가장 완만하여 높은 때가 7월의 17.5°C이고 낮은 때가 2월의 11°C로서 6.5°C의 差異 밖에 나타나지 않고 있는데 이의 理由는 比較的 氣溫의 影響은 적게 받는 湧泉水가 混入되기 때문인 것으로 보인다.

pH는 全般的으로 7.3~6.5의 分布를 나타내며 平均 6.95 以下로서, 이는 大部分의 陸水의 경우와 類似한 것을 나타낸 것이며(曹等 1978, 송·고 1978), 海水나 海水가 混合된 汽水域의 pH 보다는 뚜렷하게 낮게 나타나고 있다(吳 1978, 李 등 1972, 吳·金 1980, 安 등 1977). 湖水에서는 水溫과의 相關性이 나타나는 경우도 報告되고 있으나(曹 등 1978)) 여기에서는 分明하지 않다.

海水로 流入되는 三個 시내의 水量은 Table 1과 같이 가장 많을 때는 2월의 산지천으로 1,112m³/hr. 였고, 가장 적을 때는 10월의 한천으로 53m³/hr. 였다.

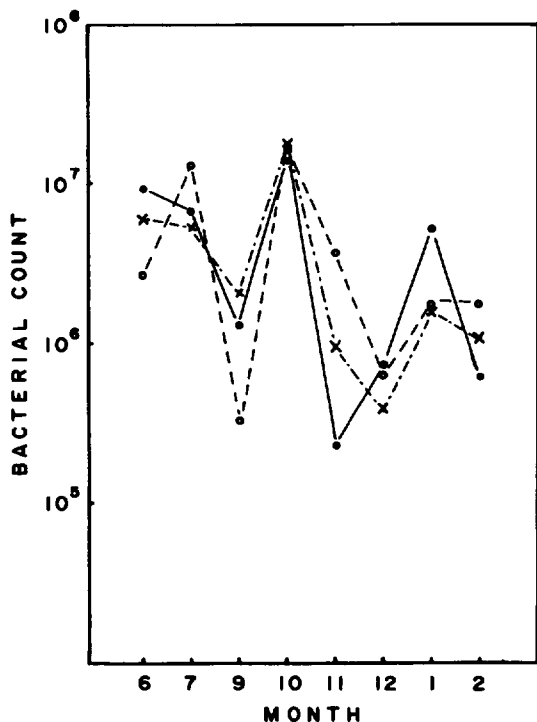


Fig. 2. Distribution of General Bacteria(/ml). (●- - - Sanji Brook, ○- - - Byeongmun Brook, ×- - - Han Brook)

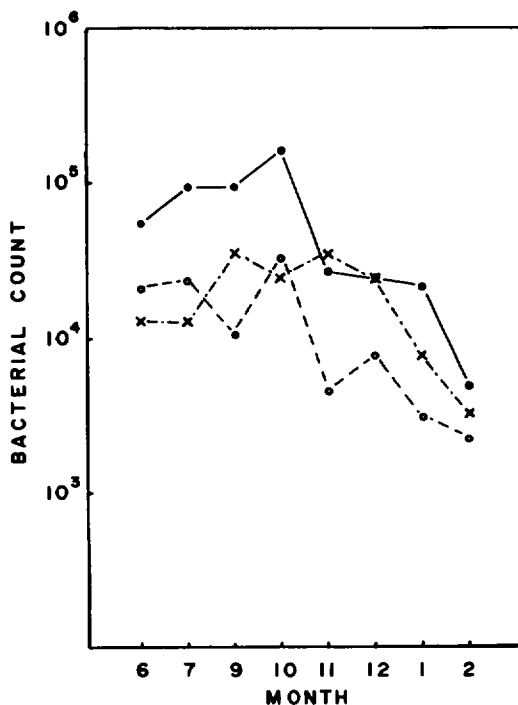


Fig. 3. Distribution of Total Coliforms(/ml). (●- - - Sanji Brook, ○- - - Byeongmun Brook, ×- - - Han Brook)

平均値로 볼 때 산지천은 854m³/hr. 로서 가장 많고 다음이 병문천으로 414m³/hr. 이며 한천이 가장 적은 62m³/hr. 였다. 단지 이 結果는 降雨時를 除外한 平常時의 것이다.

一般細菌數(GB)는 가장 많을 때가 10월의 한천으로서 1ml當 17,850,000個體였고, 가장 적을 때는 11월의 산지천으로 1ml當 230,000個 였다. 平均値로는 병문천이 가장 많은 ml當 5,157,000個며, 다음이 산지천으로 4,871,000個, 가장 적은 곳이 한천으로 4,425,000個 였다. 季節的인 傾向성은 分明하지는 않으나 Fig. 2. 에서와 같이 大體的으로 6~10월이 많고 11~2월이 적게 나타나는데, 多少間 水溫의 影響이 고려되나(李·洪 1975) 氣溫이 높은 9월에 세곳 모두 減少한 것은 特異한 現象이다.

大腸菌群(TC)은 Fig. 3. 에서 보는 바와 같이 全般的으로 6~10월이 많고 11~2월이 적게 나타나고 있다. 季節的으로는 6월부터 增加하여 10월에 頂點을 나타내고 漸次 減少하는 傾向인데, 이는 崔·金(1971), 崔(1972)의 結果와 類似性을 보이는 것이며, 이 傾向은 水溫 등의 複合影響에 依한 것으로 思料된다(村瀨 등 1977, 上野 1977). 제일 많을 때는 10월의 산지천으로

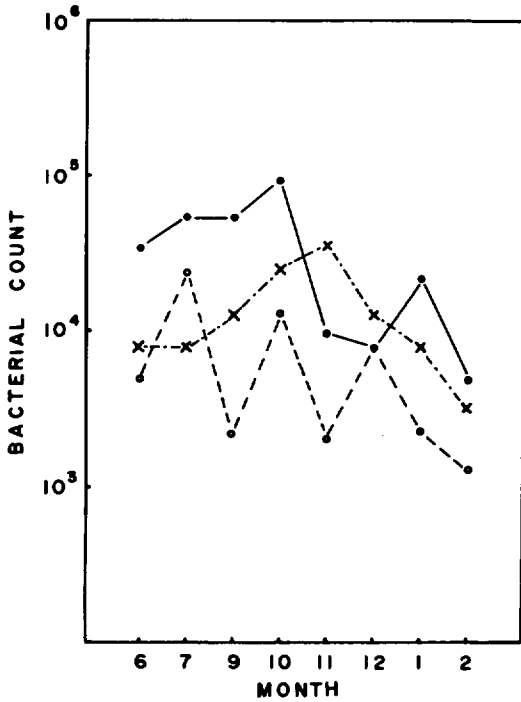


Fig. 4. Distribution of Fecal Coliforms(/ml).
(●-○-○ Sanji Brook, ○-○-○ Byeongmun Brook, ×-×-× Han Brook)

로 160,000個/ml였고, 가장 적을 때는 2月の 병문천으로 2,300個/ml였다. 平均値로는 산지천이 59,610個/ml, 병문천이 13,750個/ml, 한천이 19,400個/ml로서 산지천이 가장 많이 나타나고 있다. 이들 數値는 12月 漢江 汚染의 322~74倍에 達하는 것이며(崔 1972), 최고치인 경우는 夏季京畿湖의 것과 類似한 것이다(李 등 1972). 또한 1,100個/ml까지 나타나는 美國 河川의 경우 (ORSANCO Water Users Committee 1971) 보다도 越等히 높은 數値인데 이는 比較的 汚染이 되지 않은 上流의 清水가 混合된 一般 河川보다, 主로 汚染된 都市 下水가 水流를 形成한 때문인 것으로 解析된다.

糞便性 大腸菌群(FC)은 Fig. 4와 같은데 가장 많은 때는 10月の 산지천으로서 92,000個/ml이며, 가장 적은 때는 2月の 병문천으로 1,300個/ml였다. 산지천의 경우 6월부터 漸次 增加하여 10月이 가장 많고 11월부터 急激히 減少하고 있다. 단지 1月に 다시 上昇하는 것이 特異하게 보인다. 한천인 경우 6월부터 增加하여 11月이 가장 많고 다시 漸次 減少하는 경향을 보이고 있다. 병문천의 경우 7月이 가장 많으며, 한달이 적으면 그 다음 달이 많아지는 다른 두 곳과는 判異한, 獨特한 變化를 보이고 있는데, 이의 理由는 分明치 않

다. 平均적으로 볼 때 산지천이 가장 많은 34,900個/ml, 다음이 한천으로 14,000個/ml이며 병문천이 가장 적은 7,200個/ml였다. 이들 平均値는 衣岩岬 下流의 122個/100ml(崔·金 1970), 衣岩湖의 45個/100ml(崔·金 1971), 漢江의 1,000個/ml(崔 1972)와 730個/ml(金 1972), 또 京畿湖의 最高値 20,000個/ml(李 등 1972)등과 比較하면 越等히 많은 것인데 이 事實도 大腸菌群의 경우와 同一한 理由로 생각된다. 그러나 美國의 경우에 住居地域의 家庭下水에는 172,000個/ml(Geldreich, 1967), 490,000個/ml(Geldreich & Kenner, 1969)까지도 나타나고 있어 一般적으로 都市의 家庭下水에는 많은 數의 糞便性 大腸菌群이 나타나고 있음을 알 수 있다. ORSANCO Water Users Committee(1971), Geldreich(1967, 1970)는 FC가 1,000個/100ml以上이면, Van Donsel & Geldreich(1971)는 200個/100ml 以上일 때, 또 Geldreich 등(1968)은 100個/100ml의 경우에도 Salmonella가 檢出된다고 報告한 것을 고려할 때, 本實驗의 3個 시내에는 반드시 Selmonella 등 病原性 細菌이 存在하리라 豫想된다.

染便性 腸球菌(FS)의 경우는 Fig. 5에서와 같이 가장 많은 때는 10月の 병문천으로 30,250個/ml였고, 가

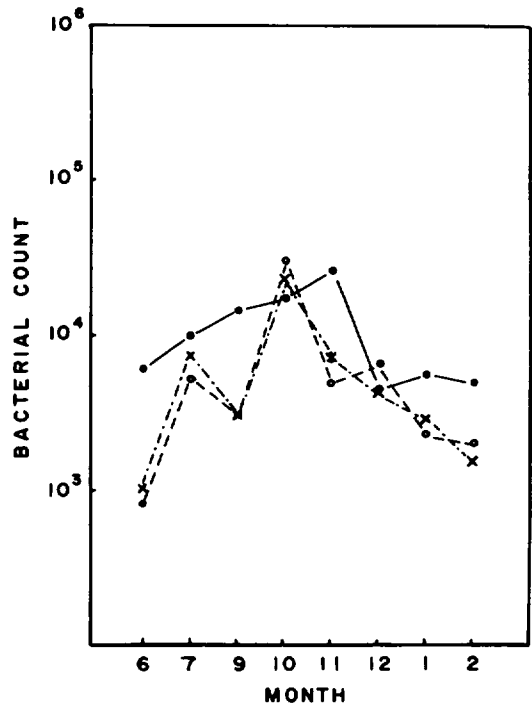


Fig. 5. Distribution of Fecal Streptococci(/ml).
(●-○-○ Sanji Brook, ○-○-○ Byeongmun Brook, ×-×-× Han Brook)

장 적을 때는 6월의 병문천으로 850個/ml였다, 산지천에서의 變化 경향은 6월부터 완만하게 增加하여 11월에 最高值인 27,000個/ml를 나타내고 12월부터 急激히 減少하고 있으며, 병문천과 한천은 變化 경향이 아주 類似하여 6월이 가장 적고, 7월이 많이 增加한 反面, 다시 9월이 減少하고 10월에 가장 많이 나타났다가 11월부터 減少하는 獨特한 現象을 나타내고 있다. 平均値는 산지천이 11,256個/ml로서 가장 많고, 병문천이 6,897個/ml이며, 한천이 6,348個/ml로서 가장 적었다. 이들 FS 密度 역시 衣岩岾 下流 水域(崔·金 1970), 漢江(崔 1972)등 比較的 맑은 물의 경우보다는 越等히 많으나 640~45,000個/ml의 密度가 나타나는 美國의 家庭下水와는 아주 類似한 結果이다 (Geldreich & Kenner, 1969). 이들 FS 密度는 同一場所의 FC 密度와 對比해서 解析한다면 亦是 Salmonella의 存在를 充分히 예상할 수 있다(FC의 경우와 同一文獻에 근거).

各 시냇물에서 얻어진 FC對 TC의 比率은 Fig. 6에서와 같은데 산지천이 0.32~1이고 병문천이 0.22~1, 한천이 0.37~1 이었다. 이들 數値는 三箇 시냇가 流入된 곳의 海水의 것과도 매우 近接한 것으로 나타났다 (吳1978). FC對 TC의 比率은 地域이나 材料, 그리고

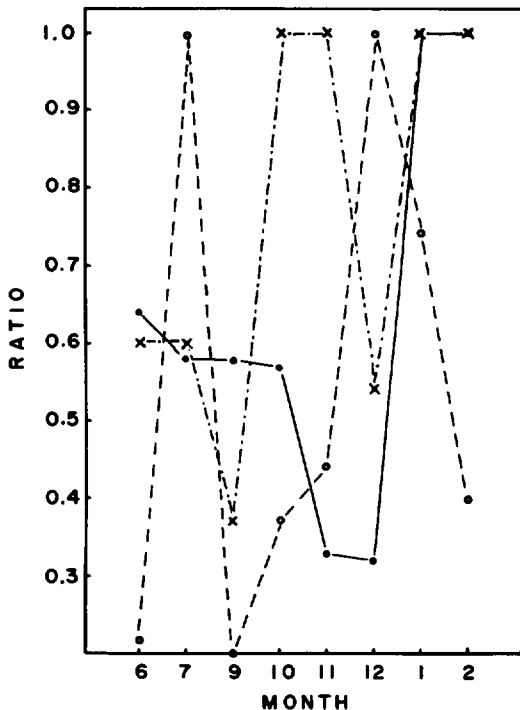


Fig. 6. The Ratio of FC/TC.
(●—● Sanji Brook, ○---○ Byeongmun Brook, ×—× Han Brook)

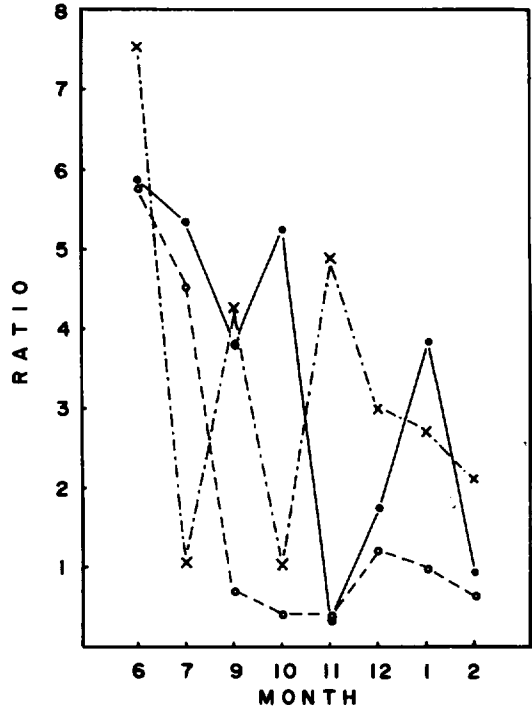


Fig. 7. The Ratio of FC/FS
(●—● Sanji Brook, ○---○ Byeongmun Brook, ×—× Han Brook)

汚染源에 따라 獨特한 數値를 나타낸다고 報告되고 있는데(ORSANCO Water Users Committee 1971, Presnell & Miescier 1971, Geldreich 등 1962, 1964, 1968, Geldreich & Clarke 1966), 大體的으로 그 比率이 높을수록 糞便性 汚染이 높다는 것을 지적하는 바, 本 實驗에서 얻어진 結果는 모든 시냇가 糞便性 汚染을 甚히 받고 있다는 것을 나타내는 것이다.

FC對 FS의 比率은 Fig. 7과 같이 산지천과 한천은 대부분 3 이상이고 병문천이 多少 낮게 나타나고 있다. 가장 높은 때는 6월의 병문천으로 7.52이며, 가장 낮은 때는 11월의 산지천으로 0.34였다. 平均的으로는 산지천이 3.39, 병문천이 1.83, 한천이 3.33 이었다. FC對 FS의 比率은 汚染된 糞便의 種類를 區別하는데 重要한 것으로 Geldreich(1967), Geldreich & Kenner (1969), 그리고 Van Donsel & Geldreich(1971) 등에 依하면 大體的으로 4 이상이면 사람의 糞便이 0.7~4.0이면 사람과 動物의 混合 糞便이, 그리고 0.7 이하이면 大개 家畜·家禽 등의 動物糞便이 汚染되어 있다고 한다. 따라서 本 실험의 三箇 시냇는 美國 家庭下水의 FC : FS比 4.0~27.9(Geldreich & Kenner 1969)에 거의 類似한 典型의 人糞汚染性 下水로 생각

Table 2. Average Bacterial Inflow per hour through each Brook

Brook	General Bacteria (Unit:10 ¹⁴)	Total Coliforms (Unit:10 ¹²)	Fecal Coliforms (Unit:10 ¹¹)	Fecal Streptococci (Unit:10 ¹¹)
Sanji Brook	41.5	50.9	298.0	96.1
Byeongmun Brook	21.3	5.7	29.8	28.5
Han Brook	2.7	1.2	8.6	3.9

된다.

三箇 시내를 통해서 海水로 流入되는 水量과 平均 細菌數를 同한 時間當 平均 細菌 流入量은 Table 2. 에서와 같이 모든 種類에서 산지천이 越等히 많고, 그 中間이 병문천이며 한천의 경우 相對的으로 다른 두 곳에 比하면 아주 적은 量이다. 이들 시내가 流入되는 곳의 海水의 細菌數와를 比較한 때 上記 結果는 全 一致가 된다(吳 1978, 吳·金 1980).

以上の 모든 結果를 綜合해 볼 때 Salmonella, Virus등 위험한 病原性 微生物들이 포함되어 있다고 생각되는 많은 量의 汚染된 下水가 海水로 流入되고 있고, 이들 海水는 또 市民衛生과 直結되어 있어 모든 下水는 終末處理場 등에서 一端 淨化를 한 후에 海水로 放流시킬 必要가 있다고 생각된다.

摘 要

1980年 6月부터 1981年 2月까지 8次에 걸쳐 濟州市를 貫通하는 三箇 시내의 細菌汚染 狀態와 海水로 流入되는 水量을 測定하였다.

調査된 項目은 氣溫, 水溫, pH, 一般細菌(GB), 大腸菌群(TC), 糞便性 大腸菌群(FC), 糞便性 腸球菌(FS) 數등이다.

1. 水溫 : 산지천이 11~17.5°C(平均 14.3°C), 병문천이 4~31°C(平均 15.8°C), 그리고 한천이 7~28°C(平均 16.9°C)였다.

2. pH : 산지천이 6.5~7.1(平均 6.7), 병문천이 6.6~7.3(平均 6.9)이었고 한천이 6.5~7.2(平均 6.8)로서 平均値로는 병문천이 가장 높았다.

3. GB : 산지천이 230,000~14,150,000個/ml(平均 4,871,000個/ml), 병문천이 350,000~16,600,000個/ml(平均 5,157,000個/ml), 한천이 400,000~17,850,000個/ml(平均 4,425,000個/ml)로서 平均値로는 병문천이 가장 많았고 季節別로는 6~10月이 많았으며 相對的으로 11~2月이 적게 나타났다.

4. TC : 산지천은 49 × 10⁴~16 × 10⁶個/100ml(平均 5961 × 10³個/100ml), 병문천은 23 × 10⁴~35 × 10⁵個/100ml(平均 1375 × 10³個/100ml)였으며, 한천은 33 × 10⁴~35 × 10⁵個/100ml(平均 194 × 10⁴個/100ml)였고, 平均的으로 산지천이 가장 많았다. 季節別로는 6~10月의 夏季가 많았다.

5. FC : 산지천이 세 곳 중 가장 많아서 平均 349 × 10⁴個/100ml였고, 다음이 한천으로 14 × 10⁵個/100ml, 제일 적은 병문천은 721 × 10³個/100ml였다. 가장 많을 때는 10月의 산지천으로 92 × 10⁵個/100ml였고, 제일 적은 때는 2月의 병문천으로 13 × 10⁴個/100ml였다. 이 數値를 比하여 보아 Salmonella 등 病原性 細菌의 存在가 分明한 것 같다.

6. FS : 산지천은 平均 11,256個/ml로 가장 많고, 병문천은 6,897個/ml, 한천이 제일 적은 6,348個/ml였다. 최고치는 10月의 병문천으로 30,250個/ml, 최소치는 6月의 같은 병문천으로 850個/ml였다.

7. FC對 TC比 : 산지천은 0.32~1(平均 0.62), 병문천은 0.2~1(平均 0.5)였고, 한천은 0.37~1(平均 0.76)로서 세 곳 모두 糞便性 汚染이 甚하게 나타났다.

8. FC對 FS比 : 산지천은 0.34~5.88(平均 3.39), 병문천은 0.42~5.76(平均 1.83)이었고, 한천은 1.02~7.52(平均 3.33)로서 세 곳 모두 주로 人糞이 汚染된 典型的인 家庭下水임을 나타내었다.

9. 陸水流入量 : 산지천을 통한 陸水의 流入量은 平均 854m³/hr.였고, 병문천으로는 414m³/hr. 한천으로는 62m³/hr.였다.

10. 細菌流入量 : 산지천을 통한 FC의 流入量은 298 × 10¹¹個/hr.였고, FS는 96.1 × 10¹¹個/hr.였으며, 병문천의 경우 FC는 29.8 × 10¹¹個/hr., FS는 28.5 × 10¹¹個/hr.였고, 한천의 경우 FC는 8.6 × 10¹¹個/hr., FS는 3.9 × 10¹¹個/hr.였다. 以上의 結果를 綜合해 보면 三箇 시내를 통해서 海水로 流入되고 있어 汚染防止對策이 要求된다.

參 考 文 獻

- 안영근·주홍규·서화중(1977): 가막만 수질의 이화학적 연구. 한육지, 10(3-4), 11~18.
- 曹圭松·曹東鉉·尹景民(1978): 春川市 都市下水에 의한 衣岩湖의 水質汚染에 관한 生物學的 查調 및 淨化方案에 관한 研究. 한육지, 11(3-4), 7~24.
- Choe, Sang(1972): Han River Pollution Studies. J. Oceanological Soc., 7(1), 24~45.
- Choe, Sang·Geon Chee Kim(1970): Occurrence of Fecal Pollution Bacteria in the Water of Lake Eui-Am. J. Oceanological Soc., 5(2), 59~64.
- Choe, Sang·Geon Chee Kim(1971): Bacteriological Water Quality of Lake Eui-Am. J. Oceanological Soc., 6(2), 78~84.
- Geldreich, E. E. (1967). Fecal Coliform Concepts in Stream Pollution. Water and Sewage Works, 114, R-98.
- Geldreich, E. E. and Bernard A. Kenner(1969): Concepts of Fecal Streptococci in Stream Pollution. J. WPCF., 41(8) Part 2, R336~352.
- Geldreich, E. E. (1970): Applying Bacteriological Parameters to Recreational Water Quality. J. AWWA., 62(2), 113~120.
- Geldreich, E. E., B. A. Kenner and P. W. Kahler (1964): Occurrence of Coliforms, Fecal Coliforms, and Streptococci on Vegetation and Insects. Applied Microbiology, 12(1), 63~69.
- Geldreich, E. E., C. B. Huff, R. H. Bordner, P. W. Kahler and H. F. Clark(1962): The Faecal Coli-Aerogenes Flora of Soils from Various Geographical Areas. J. Appl. Bact., 25(1), 87~93.
- Geldreich, E. E., L. C. Best, B. A. Kenner, and D. J. Van Donsel(1968): The Bacteriological Aspects of Stormwater Pollution. J. WPCF., 40(11) part 1, 1861~1872.
- Geldreich, E. E. and Norman A. Clarke(1966): Bacterial Pollution Indicators in the Intestinal Tract of Fresh water Fish. Applied Microbiology, 14(3), 429~437.
- 金亨錫(1972): 漢江에 있어서 Fecal Coliform과 Fecal Streptococci의 菌生學的 考察, 한육지, 5(1-2), 43~45.
- 李海金·洪思漢(1975): 衣岩湖의 理化學的 水質變動에 關한 陸水學的 研究, 한육지, 8(1-2), 37~49.
- 이민재·홍순우·하영철(1972): 하계 경기만의 수질오염과 생산력에 관한 연구(1), 미학지, 10(3), 97-104.
- 村瀬秀也·加藤邦夫·下川洪平(1977): 河川水中의 大腸菌群について·用水と 廢水(産業用水 調査會), 19(5), 45~52.
- 吳德鐵(1978): 濟州市 一團 四個所 海水의 糞便性 汚染細菌의 分布. 한육지, 11(3-4), 81~86.
- 吳德鐵·金在河(1980): 冬季 濟州港의 微生物學的 水質 汚染에 關한 研究. 濟州大海資研報, 4, 15~21.
- ORSANCO Water Users Committee(1971): Total Coliform: Fecal Coliform ratio for evaluation of raw water Bacterial Quality. J. WPCF., 43(4), 630~640.
- Prosnell, M. W. and John J. Miescier(1971): Coliforms and Fecal Coliforms in an Oyster-Growing Area. J. WPCF., 43(3), part 1, 407~416.
- 송승달·고재기(1978): 대구 신천수역의 육수학적 연구. 한육지, 11(3-4), 41~48.
- "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water" 13th Ed. APHA, AWWA, WPCF(1971).
- Van Donsel, D. J. and E. E. Geldreich(1971): Relationships of Salmonellae to Fecal Coliforms in Bottom Sediments. Water Reserch (Pergamon Press), 5, 1079~1087.
- 上野英世(1977): 大腸菌群의 周邊, 用水と 廢水(産業用水 調査會), 19(5), 33~44.