

漢江流域의 水中微生物 汚染度 調査

崔 漢 榮 朴 貞 五

서울保健專門大學

Bacteriological Contamination of Water in Han River basin

Han Young, Choi · Chung Oh, Park

Seoul Health Junior College, Seoul, Korea

Abstract

In order to investigate the bacteriological contamination of water in Han river, the survey was carried out in eight reservoirs of Seoul water supply during the period from January to December in 1985.

1. The counts by means of total bacteria in eight reservoirs by standard plate count method were as follows : 7.7×10^2 per ml in Paldang reservoir, 9.6×10^3 per ml in Gueiri, 8.4×10^4 per ml in Doogdo, 1.6×10^5 per ml in Bogwang, 2.5×10^6 per ml in Noryangjin, 2.2×10^6 per ml in Seon yoo, 5.9×10^6 per ml in Yungdeungpo and 1.9×10^7 per ml in Gayang.
2. The average counts of total coliform in eight reservoirs by MPN method were as follows : 2.4×10 per 100 ml in Paldang, 5.6×10^2 per 100 ml in Gueiri, 2.3×10^3 per 100 ml in Doogdo, 5.1×10^4 per 100 ml in Noryang-jin, 1.2×10^5 per 100 ml in Bogwang, 6.2×10^4 per 100 ml in Seonyoo, 1.1×10^5 per 100 ml in Yungdeungpo and 2.8×10^5 per 100 ml Gayang.
3. The counts by means of fecal coliform in eight reservoirs by MPN method were as follows :

- non detection per 100 ml in Paldang, 5.2 per 100 ml in Gueiri, 1.2×10^2 per 100 ml in Doogdo, 1.6×10^3 per 100 ml in Bogwang, 2.0×10^3 per 100 ml in Noryangjin, 6.6×10^2 per 100 ml in Seonyoo, 1.2×10^3 per 100 ml in Yungdeungpo and 2.5×10^3 per 100 ml in Gayang.
4. The counts by means of fecal streptococci in eight reservoirs by MPN method were as follows : non detection per 100 ml in Paldang and Gueiri, 6.9×10 per 100 ml in Doogdo, 3.2×10^2 per 100 ml in Bogwang, 2.9×10^2 per 100 ml in Noryangjin, 3.0×10^2 per 100 ml in Seonyoo, 4.0×10^2 per 100 ml in Yungdeungpo and 1.4×10^3 per 100 ml in Gayang.
5. The counts means of pseudomonas aeruginosa in eight reservoirs by MPN method were as follows ; non detection per 100 ml in Paldang, 2.4 per 100 ml in Gueiri, 1.5×10 per 100 ml in Doogdo, 2.0×10 per 100 ml in Bogwang, 6.2×10 per 100 ml in Noryangjin, 2.1×10 per 100 ml in Seonyoo, 6.4×10 per 100 ml in Yungdeungpo and 7.1×10 per 100 ml in Gaynag.

I. 緒 論

急速한 經濟成長과 産業의 발달은 人口의 都市 集中化 現象을 초래해 왔다. 이에 따라 수도권지역 1300萬 人口의 上水道給水源인 漢江은 公業廢水 및 生活下水의 量的增大 등으로 因하여 汚染을 加重시켜 왔으며, 生活環境의 破壞라는 측면에서 볼 때 큰 社會 문제를 일으키고 있다.¹⁻⁴⁾ 都市의 生活下水, 축산폐수, 산업폐수, 하천변의 영농장 및 유원지 등의 汚染源으로부터 漢江의 微生物 汚染은 해마다 增加되고 있는 실정이다. 특히 漢江의 微生物 汚染의 증가추세는 水因性 전염병 등 病原性微生物의 汚染 가능성을 예측할 수 있어 公衆保健學的인 측면에서도 매우 중요한 의의를 가지고 있다.

微生物 汚染度의 檢査는 직접 병원성균을 檢出하는 것이 가장 좋겠지만 檢査의 量的 문제, 檢査의 복잡성, 세균의 다양성을 고려하여 汚染의 指標 미생물인 大腸細菌(분변

성 대장균군)을 檢査함으로써 水質의 汚染度를 일반적으로 예측하고 있다.

Grunnet 等⁶⁾은 E. Coli는 훌륭한 指標 微生物로서 E. Coli와 Salmonella 菌의 존재 사이에 높은 상관관계를 報告한 바 있고 Geldrich⁷⁾는 溫血動物에 依한 微生物 汚染度를 調查할 때는 Total Coliform 하나만 調查하는 것보다 Fecal Coliform, Fecal Streptococcus의 汚染度를 함께 調查하는 것이 效果的이라고 報告하였다.

따라서 저자들은 漢江원수의 微生物 汚染度를 계절별로 調查함으로써 衛生學的인 기초자료를 제공하고자 한강원수 8개 지점에 對하여 總細菌數(Total bacteria), 大腸菌群(Total Coliform), 糞原性 大腸菌群(Fecal Coliform), 糞原性 連鎖狀球菌(Fecal Streptococcus), 綠膿菌(Pseudomonas Aeruginosa)의 汚染度를 調查하였다.

II. 材料 및 方法

1. 調査期間

1985年 1월부터 12월까지 漢江원수를 一定한 曜日을 擇하여 各々 採水하였다.

2. 試料採水

漢江의 上流인 팔당으로부터 구의, 뚝도, 보광, 노량진, 선유, 영등포 및 가양 등 8個 수원지의 各 取水塔 부근을 대상으로 하여 採水하였다.

3. 試驗方法

APHA[®]의 Standard method for the examination water & wastewater의 方法中 세균 검사법을 擇하였으며 總細菌數는 plate count agar method를, Total Coliform(T.C), Fecal Coliform(F.C), Fecal Streptococcus(F.S), Pseudomonas Aeruginosa(P.A)는 表 1의 培養器를 利用한 MPN method로 試驗하였다.

III. 結果 및 考察

1. 總生菌數

總生菌數의 結果는 表 2와 같았다. 팔당원수에서는 연평균치가 ml 당 7.7×10^2 였으며, 구의는 ml 당 9.6×10^3 , 뚝도는 ml 당 8.4×10^4 이었다. 보광에서는 ml 당 1.6×10^6 였으며, 노량진에서는 ml 당 2.5×10^6 , 선유는 2.2×10^6 , 영등포원수는 ml 당 5.9×10^6 였으며 가양원수는 ml 당 1.9×10^7 으로 8개 지점중 가장 높은 수치를 나타내었다.

계절별로 보면 겨울이 가장 낮게 나타났으며, 그 다음이 봄이며, 여름철이 가장 높은 汚染度를 보이고 있으며 下流에서는 가을이 상당히 높은 汚染度를 나타내고 있다. 이 結果는 崔 等⁵⁾이 보고한 결과와 비슷한 것이며 여름철과 가을이 비교적 높은 오염도를 보인 것은 微生物發育에 適當한 溫度等 生活條件이 알맞아 증식에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 한강 하류인 보광동,

Table 1. Media used in experiment of indicator microorganisms

	Presumptive test	Confirmed test	Complete test
Coliform group	Lactose Broth	BGLB	EMB Agar
Fecal Coliform	Lactose Broth	EC medium	
Fecal Streptococcus	Azide Dextrose Broth	Ethyl Violet Azide Broth	
Total Bacteria	Plate Count Agar (Nutrient Agar)		
Pseudomonas aeruginosa	Asparagine Broth (Long wave ultraviolet) Acetamide Broth		

Table 2. Distribution of total bacteria in reservoirs

	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
Pal.	1.2×10^2 *	1.6×10^3	6.0×10^3	3.0×10^2	7.7×10^2
Gue.	3.0×10^3	2.0×10^4	1.1×10^4	1.3×10^4	9.6×10^3
Doog.	2.3×10^4	4.3×10^4	7.9×10^4	6.4×10^5	8.4×10^4
Bogw.	2.4×10^5	6.2×10^5	2.1×10^6	2.3×10^7	1.6×10^6
Nor.	5.8×10^5	9.2×10^5	4.9×10^6	1.4×10^7	2.5×10^6
Seon.	4.5×10^5	5.8×10^6	7.2×10^6	1.3×10^6	2.2×10^6
Yung.	5.2×10^5	4.9×10^6	9.5×10^6	4.9×10^7	5.9×10^6
Gaya.	2.8×10^6	3.7×10^7	2.1×10^7	6.2×10^7	1.9×10^7

* : Geometric Mean(based on monthly average)

Table 3. Saprobien system

	Polysaprobe		α -mesosaprobe	β -mesoprobe	Oligosaprobe	
	α	β			α	β
BOD	50	10~50	5~10	2.5~5	1.0~2.5	1.0
Bacteria	Above	1,000,000/ml	Above 100,000/ml	Below 100,000/ml	Below 100/ml	

노량진, 선유, 영등포, 가양의 원수는 연평균 오염도에서나 계절별 汚染度에서도 거의 비슷한 汚染分布를 나타내고 있다.

採水 지점별로 보면 겨울철 팔당원수가 ml 당 1.2×10^2 으로 가장 낮았고 가을철 가양원수에서 ml 당 6.2×10^7 으로 가장 높은 오염도를 보였다.

Tsuda^{9,10}는 위생적인 면에서 水質의 등급을 BOD와 총생균수에 따라서 表 3과 같이 구분하였다. 한강의 上流인 팔당, 구의, 뚝도는 β -mesosaprobe(β -中腐水性)였으며, 보광, 노량진, 선유, 영등포는 α -mesosaprobe(α -中腐水性)였고, 가양원수는 polysaprobe(強腐水

性)으로 나타났다.

總生菌數와 BOD 및 DO와의 관계는 表 4 및 그림 1과 같았다. 本表의 BOD와 DO의 數値는 同一試料를 現代學的으로 試驗한 結果를 인용한 것으로서 팔당원수에서는 DO가 9.4mg/l, BOD가 1.66mg/l, 총생균수가 ml 당 7.7×10^2 이었고, 가양원수는 DO가 3.8 mg/l, BOD 17mg/l, 총생균수가 ml 당 1.9×10^7 으로 나타났다. 汚染指標와 총생균수와의 관계를 上流로부터 下流까지 表示한 바는 그림 1에서와 같이 DO 농도는 上流에서 하류로 갈수록 감소하였고, BOD 농도는 上流에서 下流로 갈수록 증가하여 총생

Table 4. Distribution of Total Bacteria, Total Coliform, DO and BOD by 8 Reservoirs in the Han river.

	Bacteria count/ml	Coliform/MPN	DO(mg/l)	BOD(mg/l)
Pal.	7.7×10^2 *	2.4×10^4 *	9.4	1.66
Gue.	9.6×10^3	5.6×10^2	8.17	2.14
Doog.	8.4×10^4	2.3×10^3	7.93	2.4
Bogw.	1.6×10^6	1.2×10^5	6.95	4.38
Nor.	2.5×10^6	5.1×10^4	6.53	5.9
Seon.	2.2×10^6	6.2×10^4	5.5	6.5
Yung.	5.9×10^6	1.1×10^5	4.9	8.9
Gaya.	1.9×10^7	2.8×10^5	3.8	17

* : Geometric Mean

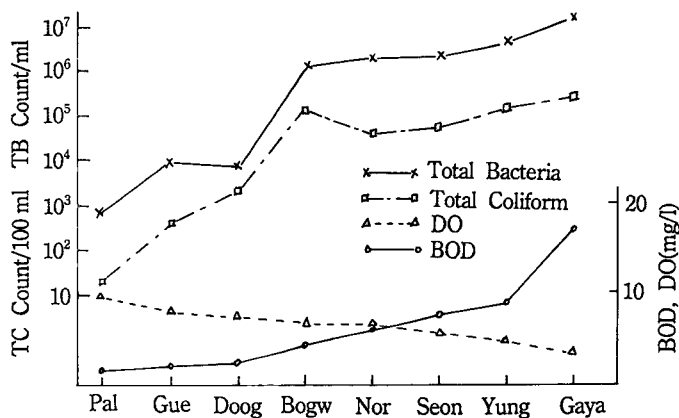


Fig. 1. Changes of Total Bacteria, Total Coliform, DO and BOD by 8 Reservoirs in the Han River.

균수와는 반비례였으며 BOD와는 비례적 관계가 나타났다.

崔等¹¹⁾은 生活下水와 같은 미생물의 汚染源이 있는 水域에서는 지표미생물의 오염도가 높으며 유기물질의 汚染과 아울러 총생균수도 높게 나타난다고 報告한 바 있다. 본 調査結果에서도 漢江의 上流보다는 生活

下水의 量的增大가 이루어지는 下流에서 總生菌數의 汚染度가 높게 나타났다.

2. 大腸菌群

MPN method에 의한 大腸菌群의 地域別 季節別 檢査結果는 表 5와 같았다.

팔당원수에서는 연평균치가 100 ml 당 2.4

×10 이었으며, 구의는 100 ml 당 5.6×10^2 이었고, 똑도는 100 ml 당 2.3×10^3 이었다. 보광에서는 100 ml 당 1.2×10^5 이었으며, 노량진은 5.1×10^4 이었고, 선유는 6.2×10^4 이었으며, 영등포에서는 100 ml 당 1.1×10^5 이었으며, 가양원수는 100 ml 당 2.8×10^5 으로 8 個地域中에서 가장 높은 汚染度를 보였다.

계절별 汚染度는 겨울철이 가장 낮았고, 다음이 봄철이었으며, 여름철이 가장 높은

汚染度를 보여 주었다. 採水 지점별로는 겨울철 팔당원수에서 100 ml 당 1.5×10^2 으로 가장 낮았으며, 여름철 가양원수에서 3.0×10^6 으로 가장 높은 汚染度를 보였다. 大腸菌群도 總生菌數와 같이 生活下水의 流入이 많은 下流로 갈수록 높은 汚染度를 보였으며, 이는 崔 等⁵⁾이 보고한 결과와 비슷한 수치였다.

糞原性大腸菌群(Fecal Coliform)의 계절별,

Table 5. Distribution of Coliform in 8 Reservoirs

	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
Pal.	$1.5 \times 10^*$	4.9×10	2.0×10	2.1×10	2.4×10
Gue.	9.2×10	2.8×10^2	2.3×10^4	1.6×10^2	5.6×10^2
Doog.	4.0×10^2	1.8×10^3	1.0×10^4	4.0×10^3	2.3×10^3
Bogw.	9.5×10^3	1.2×10^5	5.8×10^5	3.6×10^5	1.2×10^5
Nor.	4.9×10^3	2.5×10^4	1.4×10^5	3.8×10^5	5.1×10^4
Seon.	1.2×10^4	3.4×10^4	1.2×10^6	3.0×10^4	6.2×10^4
Yung.	2.2×10^4	2.7×10^4	2.1×10^6	1.2×10^5	1.1×10^5
Gaya.	4.5×10^4	4.9×10^4	3.0×10^6	9.2×10^5	2.8×10^5

* : Geometric Mean(based on monthly average)

Table 6. Distribution of Fecal Coliform in Reservoirs

	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
Pal.	—	—	—	—	—
Gue.	—	9.2	1.3×10	6.2	5.2
Doog.	6.4^*	2.3×10^2	8.5×10^2	1.5×10^2	1.2×10^2
Bogw.	5.8×10^2	3.0×10^2	9.2×10^3	4.3×10^3	1.6×10^3
Nor.	2.1×10^2	1.0×10^3	9.5×10^3	7.9×10^3	2.0×10^3
Seon.	2.0×10^2	4.5×10	1.0×10^4	2.1×10^3	6.6×10^2
Yung.	1.8×10^2	4.9×10^2	2.3×10^4	1.5×10^4	1.2×10^3
Gaya.	7.8×10^2	1.0×10^2	1.8×10^4	2.6×10^4	2.5×10^3

* : Geometric Mean(based on monthly average)

— : non detected

지역별 검사결과는 表 6 과 같았다. 팔당원수에서는 연중 FC가 검출되지 않았으며, 구의원수는 겨울철에는 검출되지 않았고, 연평균치가 100 ml 당 5.2였으며, 뚝도원수에서는 100 ml 당 1.2×10^2 으로 나타났다. 보광동원수에서는 100 ml 당 1.6×10^3 였으며, 노량진원수는 100 ml 당 2.0×10^3 , 선유원수는 100 ml 당 6.6×10^2 이었다. 영등포원수에서는 100 ml 당 1.2×10^3 이었으며, 가양동원수는 100 ml 당 2.5×10^3 으로 가장 높은 오염도를 나타냈다. TC와 FC의 관계를 보면 表 7 과 같았다. 팔당원수에서는 100 ml 당 TC가 2.4×10^4 이고 FC는 검출되지 않았으며, 구의원수에서는 TC가 100 ml 당 5.6×10^2 에서 FC는 1.2×10^2 의 汚染度를 나타내었으며, 한강하류인 영등포원수에서는 100 ml 당 TC가 1.1×10^5 이고 FC는 1.2×10^3 이었으며, 가양동원수는 TC가 100 ml 당 2.8×10^5 일 때 FC는 2.5×10^3 으로 나타났다. 이는 TC가 높은 汚染度를 보일 때 FC도 역시 높은 汚染度를 보여줌을 알 수 있었다. Colorado Department of Health¹²⁾에서는 FC의 오염도에 따라서 水質利用 基準을 설정하고 있다. 100 ml 당 200 이하의 FC는 Primary Contact recreation, 200/100 ml의 FC는 Secondary Contact recreation으로 가정 용수로 이용할 수 있으며, National academy of science에서는 1,000/100 ml의 FC는 Irrigation criteria로 利用할 수 있다고 報告하였다. 또한 US-PHS¹³⁾에서는 Ohio River의 水泳場水의 위생학적 기준을 TC는 2,300~2,400/ml² FC는 400/100 ml 이하에서 위생적 효과를 기대할 수 있다고 報告한 바 있다.

Saris¹⁴⁾는 FC와 Salmonella와의 관계에서 FC의 汚染度가 200/100 ml 이하에서는 27.6%의 Salmonella를 분리하였고 200~2,000/100 ml에서는 85.2%의 분리율을 報告한 바 있다.

本 調査結果에서 上流인 팔당, 구의, 뚝도의 원수는 FC의 평균 오염도가 150/100 ml 이하로서 비교적 위생적인 원수라 할 수 있으며, 下流인 보광, 노량진, 선유, 영등포, 가양원수 등은 2,000/100 ml 이상으로 위생적인 효과를 기대할 수 없으며, 병원성 세균의 검출 가능성도 높은 것으로 생각된다.

오염원의 糞原性 여부를 규명하는 방법으로 FC:TC의 비율을 많이 이용하고 있다. Orsanco¹²⁾에 依하면 FC:TC의 비가 높을 경우는 下水處理의 不適定이 주요인이며, 낮은 비율은 A. Aerogens의 後增殖에 依한다고 報告하였다. 한강원수 8개지역의 FC:TC의 비율은 表 7에서와 같이 평균 0.009~0.05로 나타났으며 이는 崔 等⁵⁾이 보고한 수치보다 약간 높게 나타났다.

3. 糞原性連鎖狀球菌

MPN method에 의한 분원성연쇄상구균의 지역별 계절별 오염도 檢査 결과는 表 8 과 같았다. 팔당과 구의원수에서는 연중 分離되지 않았으며 뚝도에서 연평균치가 100 ml 당 3.2×10^2 이었다. 보광동원수에서는 2.9×10^2 이었으며, 노량진원수는 100 ml 당 2.9×10^2 이었고, 선유원수는 100 ml 당 3.0×10^2 이었다. 영등포원수는 연평균치가 100 ml 당 4.0×10^2 이었으며, 가양원수는 100 ml 당 1.4×10^3 으로 8개지역중 가장 높은 오염도를

Table 7. Fecal Coliform : Total Coliform Ratio

		Total Coliform	Fecal Coliform	FC : TC
Pal.	Max.	6.0×10	—	—
	Avg.	$2.4 \times 10^*$	—	—
	Min.	1.0×10	—	—
Gue.	Max.	6.5×10^4	1.2×10	0.0002
	Avg.	5.6×10^2	5.2	0.009
	Min.	7.2×10	4.2	0.06
Doog.	Max.	6.2×10^4	3.7×10^3	0.06
	Avg.	2.3×10^3	1.2×10^2	0.05
	Min.	2.5×10^2	3.2×10	0.13
Bogw.	Max.	1.4×10^7	1.7×10^4	0.001
	Avg.	1.2×10^5	1.6×10^3	0.01
	Min.	3.9×10^3	4.1×10	0.01
Nor.	Max.	1.5×10^6	2.9×10^4	0.02
	Avg.	5.1×10^4	2.0×10^3	0.04
	Min.	2.3×10^3	1.3×10^2	0.06
Seon.	Max.	4.4×10^6	3.2×10^4	0.007
	Avg.	6.2×10^4	6.6×10^2	0.01
	Min.	1.6×10^3	1.2×10	0.007
Yung.	Max.	2.5×10^7	3.4×10^4	0.001
	Avg.	1.1×10^5	2.3×10^3	0.02
	Min.	4.6×10^3	1.2×10^2	0.03
Gaya.	Max.	2.8×10^7	4.7×10^4	0.002
	Avg.	2.8×10^5	2.5×10^3	0.009
	Min.	4.3×10^3	7.2×10^2	0.02

* : Geometric Mean(based on monthly average)

— : non detected

보였다.

계절별 특이성은 없었으며, 보광동에서 가양까지의 하류에서는 지역간 계절간의 구별없이 비슷한 오염도를 보였으며 이는 崔等⁵⁾이 보고한 결과와 비슷한 수치였다. Hartman 等¹⁵⁾은 Coliform 보다 Fecal Streptococcus가 낮은 온도에서도 분리율이 높으며,

온도변화에 따르는 생존율을 調査한 바 거의 변화가 없다고 하였다. 본 조사에서도 겨울철과 여름철이 비슷한 분리율을 보여 온도에 대한 저항성이 큰 것으로 나타났다.

Geldrich¹⁶⁾는 오염원이 Human Source 인지 Animal Source 인지를 구별하는 방법으로 FC : FS 比를 많이 利用한다고 하였다. FC :

Table 8. Distribution of Fecal Streptococcus in Reservoirs

	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
Pal.	—	—	—	—	—
Gue.	—	—	—	—	—
Doog.	1.8*	1.7×10 ²	9.2×10	8.0×10	6.9×10
Bogw.	2.0×10 ²	3.0×10 ²	3.2×10 ²	5.8×10 ²	3.2×10 ²
Nor.	1.6×10 ²	6.0×10 ²	2.7×10 ²	2.6×10 ²	2.9×10 ²
Seon.	3.2×10 ²	3.0×10 ²	5.7×10 ²	1.4×10 ²	3.0×10 ²
Yung.	2.5×10 ²	4.3×10 ²	6.0×10 ²	4.0×10 ²	4.0×10 ²
Gaya.	4.0×10 ²	2.4×10 ³	2.5×10 ³	1.8×10 ³	1.4×10 ³

* : Geometric Mean(based on monthly average)

— : non detected

FS의 비가 4 이상인 경우는 주된 오염원이 생활下水이며, 0.7 이하인 경우는 축산폐수가 主汚染源으로 생각할 수 있다고 하였다. 한강원수 8개지역의 FC:TS의 비를 조사한 결과는 表 9와 같았다. 팔당과 구의 등의 한강上流는 FC나 FS의 오염도가 극히 낮았으며 보광동 이하의 下流에서는 FC:FS의 비가 40 이상인 것으로 나타났으며, 이는 漢江의 主된 汚染源이 人口增加에 따른 生活下水의 流入에 依한 것으로 생각된다.

4. 綠膿菌

MPN method에 依한 녹농균의 오염도를 調査한 바 表 10과 같았다. 팔당원수에서는 연중 分離되지 않았으며, 구의원수는 연평균치가 100 ml 당 2.4였고, 뚝도원수는 100 ml 당 1.5×10으로 나타났다. 보광동원수는 연평균치가 100 ml 당 2.0×10, 노량진원수는 100 ml 당 6.2×10이었으며, 선유원수는 100

ml 당 2.1×10의 오염도를 보였다. 영등포원수는 연평균치가 100 ml 당 6.4×10이었으며, 가양원수는 연평균치가 100 ml 당 7.1×10으로 8개지역중 가장 높은 수치를 나타냈다. 계절별 변화를 보면 팔당원수를 제외하고는 뚜렷한 변화는 없었고 하류지역에서도 지역간의 特異性은 없었다.

Hoadley 등^{17,18)}은 *Pseudomonas Aeruginosa*는 동물의 糞便에서 보다 人間의 糞便에서 더 높은 오염을 나타내며 糞原性 汚染 指標인 Coliform보다 더 좋은 指標가 된다고 報告한 바 있다. 또한 Butterfilld 등¹⁹⁾은 *Pseudomonas Aeruginosa*는 Coliform보다 높은 生存力을 나타냈다고 報告하였다. 오염의 糞原性 여부를 파악하기 위하여 PA:FC의 비를 調査한 結果는 表 11과 같았다.

팔당원수에서는 PA나 FC가 모두 분리되지 않았으며 구의원수에서는 PA:FC의 비가 46.1로 나타났고, 뚝도원수에서는 12.5였

Table 9. Fecal Coliform : Fecal Streptococci Ratio

		Fetal Coliform	Fecal Streptococci	FC : FS
Pal.	Max.	—	—	—
	Avg.	—	—	—
	Min.	—	—	—
Gue.	Max.	1.2×10	—	—
	Avg.	5.2*	—	—
	Min.	4.1	—	—
Doog.	Max.	3.7×10^3	4.9×10^2	7.5
	Avg.	1.2×10^2	6.9×10	1.735
	Min.	3.2×10	7.2	4.4
Bogw.	Max.	1.7×10^4	2.9×10^2	5.9
	Avg.	1.6×10^3	3.2×10^2	5.0
	Min.	4.1×10	5.2×10	0.79
Nor.	Max.	2.9×10^4	4.7×10^3	6.2
	Avg.	2.0×10^3	2.9×10^2	6.9
	Min.	1.3×10^2	2.3×10	5.6
Seon.	Max.	3.2×10^4	3.5×10^3	9.1
	Avg.	6.6×10^2	3.0×10^2	2.2
	Min.	1.2×10	1.5×10^2	0.08
Yung.	Max.	3.4×10^4	1.5×10^3	22.7
	Avg.	2.3×10^3	4.0×10^2	5.7
	Min.	1.2×10^2	1.3×10^2	0.92
Gaya.	Max.	4.7×10^4	9.2×10^3	5.2
	Avg.	2.5×10^3	1.4×10^3	1.8
	Min.	7.2×10	2.3×10^2	0.31

* : Geometric Mean(based on monthly average)

Table 10. Distribution of Pseudomonas Aeruginosa in Reserviors

	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
Pal.	—	—	—	—	—
Gue.	—	3.1	3.4	3.0	2.4
Doog.	3.3	3.3×10	4.8×10	1.2×10	1.5×10
Bogw.	1.8×10	2.0×10	2.1×10	2.4×10	2.0×10
Nor.	6.2×10	6.4×10	6.5×10	6.1×10	6.2×10
Seon.	2.0×10	2.1×10	2.3×10	2.2×10	2.1×10
Yung.	3.0×10	2.1×10	2.3×10^2	1.2×10^2	6.4×10
Gaya.	2.0×10	7.9×10	2.4×10^2	6.8×10	7.1×10

Table 11. Pseudomonas Aeruginosa : Fecal Coliform Ratio

	PS	FC	PS : FC (PA : FC×100)
Pal.	—	—	—
Gue.	2.4	5.2	46.1
Doog.	1.5×10	1.2×10 ²	12.5
Bogw.	2.0×10	1.6×10 ³	1.25
Nor.	6.2×10	2.0×10 ³	3.1
Seon.	2.1×10	6.6×10 ²	3.18
Yung.	6.4×10	2.3×10 ³	2.78
Gaya.	7.1×10	2.5×10 ³	2.84

으며, 하류인 가양원수는 2.84 로 낮은 비율을 보였고 보광동원수가 1.25 로 가장 낮은 비율을 나타냈다. Cabell 等²⁰⁾에 의하면 PA : FC 의 비율이 20 이하인 경우는 Fecal Coliform 의 오염원이 糞便에 의한 가능성을 보고한 바 있고, Hoadley 等¹⁸⁾은 Fecal Coliform 의 오염도가 1,000/100 ml 이상이거나 Pseudomonas Aeruginosa 의 오염도가 1/100 ml 이하인 경우는 인간의 糞便보다는 동물의 糞便에 의한 汚染 가능성을 보고하였다. 본 調査결과에서 팔당원수와 구의원수의 PA : FC 의 비는 20 이상으로 나타났으며 보광원수 이하의 下流에서는 PA : FC 의 비가 20 보다 낮은 수치를 보여 糞便 등이 포함된 生活下水에 의한 汚染의 가능성을 높여주고 있다. 또한 Fecal Coliform 의 오염도가 1,000 원수 이상의 上流에서는 연평균 오염도가 1,000/100 ml 이하였고, P. Aeruginosa 의 오염도도 낮았으나 보광동 이하의 下流에서는 Fecal Coliform 汚染도가 1,000/100 ml 이상이

었으며 P. Aeruginosa 의 汚染도도 1/100 ml 보다 높게 나타났음은 미생물의 오염원이 都市集中 현상에 의한 生活下水의 多量流入이 主要因으로 생각되어진다.

이같은 漢江의 汚染을 막고 上水源으로서 水質을 保護하기 위하여는 各 支流川에 終末處理 시설이 설치운영되어야 하겠고, 都市의 개인주택 및 건축물 등의 淨化槽시설도 제기능을 다하여야 하겠다. 또한 산업장의 폐수도 철저히 管理하여야 하며, 가축사육의 增加로 인한 축산폐기물의 河川放流도 철저한 管理체계가 요망되며, 漢江에 인접한 농장 및 유원지 등에 대한 계몽도 필요하다고 생각된다.

IV. 結 論

1985年 1月부터 12月까지 漢江유역의 상수원인 8개 지역에 대한 總生菌數, 糞原性大腸菌群, 糞原性連鎖狀球群, 綠膿菌에 對한 汚染도를 調査하였던 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 總生菌數는 上流인 팔당은 연평균 ml 당 7.7×10^2 이었고, 下流인 가양은 ml 당 1.9×10^7 이었다.

2. Total Coliform 은 上流인 팔당에서 연평균 100 ml 당 2.4×10^2 이었으며, 하류인 가양에서는 100 ml 당 2.8×10^5 으로 가장 높았으며, Fecal Coliform 은 팔당에서 연중 검출되지 않았으며, 하류인 가양에서 연평균 100 ml 2.5×10^3 으로 나타났다.

3. Fecal Streptococcus 는 상류인 팔당과 구의원수는 연중 검출되지 않았으며, 하류

인 가양원수에서는 100 ml 당 1.4×10^3 이었다.

4. *Pseudomonas Aeruginosa* 는 上流인 팔당에서는 검출되지 않았으며 구의에서는 연평균 100 ml 당 2.4 이었고, 하류인 가양에서는 100 ml 당 7.1×10 으로 나타났다.

5. FC : TC 의 比는 0.009~0.06 이었고, FC : FS 의 比는 1.8~6.9 이었으며, PA : FC 의 比는 1.3~46.1 로서 미생물 오염의 主要因이 生活下水의 流入이었음을 알 수 있었다.

6. 총생균수, 대장균군(분원성 대장균군), 분원성연쇄상구균, 녹농균 등의 오염도는 共히 上流에서 下流로 내려갈수록 높은 汚染度를 나타내었다.

參 考 文 獻

1. 龍萬重, 林鳳澤, 趙南俊, 崔秉玄, 朴基, 申明德 : 1978年 漢江原水 및 主要支川의 微生物學的 汚染度調查 : 서울시 보건연구소보, 14 : 129(1978)
2. 龍萬重, 林鳳澤, 趙南俊, 崔秉玄, 申明德 : 1979年 漢江原水 및 主要支川水의 微生物學的 汚染度調查 : 서울시 보건연구소보 15 : 69(1979)
3. 趙南俊, 崔秉玄, 李靜子, 申明德, 金時和 : 漢江原水 및 主要支川水의 微生物學的 汚染度調查 : 서울특별시 보건연구소보 16 : 130(1980)
4. 趙南俊, 崔秉玄, 申明德, 金時和, 李靜子 : 1981年 漢江原水의 微生物學的 汚染度調查 : 서울특별시 종합기술시험연구소보 17 : 310(1981)
5. 崔秉玄, 崔漢榮, 裴清鎬, 李靜子 : 漢江流域의 水質微生物汚染度調查 : 서울특별시 종합기술시험연구소보 18 : 88(1982)
6. Grunnet K : Salmonella in Sewage and Receiving water : Assessment of Health hazards due to microbiology polluted waters, Villandsen and Christen Sen, ISBN 87-7437-497-4 : 149 Copenhagen(1975)
7. Geldreich, E.E. : Fecal coliform Concepts in Stream pollution water & sew works 114 : R98(1967)
8. APHA : Standard method for the examination of water & wastewater 12th ed, New York p. 644(1965)
9. 津田松苗 : 生物による水質調査法 : 川海堂 東京(1974)
10. 孫準鏞, 李明遠, 李英姬, 吳敬洙, 閔昌泓 : 生物의 肉眼的 동정에 依한 수질판정에 關한 研究(제 1보) 국립보건연구원보 17 : 223(1980)
11. 崔義昭, 鄭勇, 李燦基, 申敏雄 : 수질汚染度 정밀調查를 위한 方法論的 研究 : 유역의 水質微生物學的 汚染度調查(III) : 국립보건연구원보 2 : 151(1980)
12. ORSANCO water users Committe : Total Coliform : fecal coliform ratio for evaluation of Raw water Bacterial Quality : J. of wpcf 43 : 630(1971)
13. "Recommended water Quality Standard for Surface water in the pittsburgh Area of the Ohio River basin." Div San, Eng, San, water Board, Harisburg Pa(1968)

14. Saris P.J. Henblriccks DW : Fecal Coliform densities in a western water SWed : Water, Air & Soil Pollution 17 : 253(1982)
15. Hartman, P.A. Enterococcus : Coliform Ratios in frozen chicken pie Appl, Microbiol 8 : 114(1960)
16. Geldreich, E.E. : Fecal coliform and Fecal Streptococcus density relationships in waste discharge and receiving water & CRC, Critical Review in Environmental Control 10 : 349(1976)
17. Hoadley A.W. : "On the significance of Pseudomonas Aeruginosa in Surface waters" J of New Eng. water works Assn, 83-99(1968)
18. Hoadley, A.W. et al : "Investigations concerning Pseudomonas Aeruginosa in Surface water, Sources, Arch, Ilyg : Bakt 15 : 328(1968)
19. Butterfield, C.T. : "Influence of pH and Temperature on the Survival of Coliforms and enteric pathogens when exposed to free Chlorine," Pub, Health Pepts, 58 : 1837(1943)
20. Victor J. Cabell, Morris A. Levin : Pseudomonas Aeruginosa-fecal Coliform relationships in estuarine and fresh recreational waters J. of WPCF 48 : 2 Feb(1976)