

서울市內 支川水에서 分離한 大腸菌群의 藥劑耐性 및 傳達性因자의 分布

林 鳳 澤
機器分析科

Drug Resistance and R-factors in Coliform Organisms Isolated from Some Streams in Seoul Area

Bong Tack Lim

Instrumental Analysis Division

= Abstract =

Some streams were examined for antibiotic-resistant and transferred resistant patterns during the period from May to August 1978 in Seoul area. The mean of the total coliforms in the water was 5.03×10^7 per 1.0ml and 10.38 percent of them were resistant to streptomycin (SM). One hundred and three strains of the SM-resistance were screened for resistant to each of four antibiotics : ampicillin(AP), tetracycline(TC), kanamycin(KM), and sulfadimethoxine(Su). Of these organisms, 28.16 percent were lower resistant to KM, and 96.12 percent were found to be highly resistant to Su. Approximately 98 percent of the SM-resistants were two or more resistant. The most frequent resistant pattern was 37.86 percent to SM, AP, TC and Su, 23.30 percent to SM, AP, TC, KM and 18.45 percent to SM, TC and Su. About 37 percent of resistant strains carried R factors which transferable by conjugation to Escherichia coli ML 1410. R factors conferring resistance to SM, AP, TC, SM, AP, KM, TC, and AP, KM, TC accounted for 18.42, 7.89, and 5.26 percent, respectively, of the total R factor detected.

I. 緒 論

近來 各種産業의 急速한 發達과 함께 人口의 都市集 中現象은 用水수요의 增加를 招來하고 있으며 同時에 生活用水 消費量에 比例하여 排水量도 增加하므로써 下水汚染問題가 深刻化 되어지고 있기 때문에 河川의 水 質은 都市民의 健康과 密接한 關係가 있다. 各種産業 場의 廢水處理나 下水處理施設의 未備는 勿論 糞尿放 流等으로 因하여 都市 河川水로 부터 各種有害物質과 大腸菌群의 檢出率이 높으며 病原性腸內細菌도 分離되 고 있다.¹⁻⁴⁾ 한편 抗生物質의 廣範한 使用으로 人畜에 서 藥劑耐性菌이 顯著히 增加하고 있으며 同時에 이들 藥劑에 對한 傳達性耐性因자를 가진 菌株의 一部는 下 水에 流入하여 河川水에 널리 分布되고 있음을 밝힌바

있다.⁵⁻⁸⁾ 外國에서는 適當한 下水處理施設을 갖추어 상 당한 成果를 거두고 있으나⁹⁻¹⁰⁾ 우리나라에서는 아직까 지 河川水에 있어서 傳達性 耐性因자를 가진 藥劑耐性 菌에 關한 報告는 드물다.

그러므로 著者는 우리나라에서 抗生物質의 自由販賣 에 따른 濫用과 抗生物質을 家畜에 飼料添加劑로 繼續 給與하고 있는 實情으로 보아 耐性菌의 分布가 높을 것으로 생각된다. 따라서 이들의 分布狀態와 耐性傳達 樣相을 調査함은 公衆衛生上 重要한 意義를 지니고 있 어 漢江本流에 流入되는 몇개 支川水를 對象으로 調査 하였던 바 그 結果를 報告코자 하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 供試水 : 서울市內를 貫流하고 있는 漢江에 流入

되는 6個 支川水(淸溪川, 中浪川, 佛光川, 城內川, 舍堂川 및 安養川)에서 1978년 5월부터 8월까지 每月 1회씩 採水하여 供試하였다. (圖 1 參照)

2. 大腸菌群數: 供試水를 生理食鹽水로 측정 가능한 (適當한) 濃度로 稀釋하여 0.1ml를 MacConkey agar 및 streptomycin을 加한 MacConkey agar에 分注하여 37°C에서 48시간 培養한 다음 菌의 集落數를 算出하였다.

3. 供試菌: Streptomycin을 加한 MacConkey agar에서 乳糖分解集落을 3~5個씩 任意로 鈎菌하여 semi-solid agar에 各各 穿刺培養해서 保存한 것을 供試하였으며 被傳達菌으로서 Escherichia coli ML 1410 NA를 使用하였다.

4. 供試藥劑: 抗生物質은 streptomycin (SM), ampicillin (AP), tetracycline (TC), kanamycin (KM), sulfadimethoxine (Su) 및 nalidixic acid (NA)로서 이들을 MacLowry 等¹¹⁾의 方法에 依하여 各各 適合한 溶媒에 溶解시켜 使用하였다.

5. 耐性試驗: 平板稀釋法에 따라 各 抗生物質이 6.25, 12.5, 25, 50, 100, 200, 200 및 400 $\mu\text{g/ml}$ 含有된 平板培地를 使用하였다. 供試菌을 nutrient broth에

서 18시간 培養시킨 다음 生理食鹽水로 100배 稀釋한 菌液을 Steer 等의 方法¹²⁾에 依하여 Multiple inoculator로 抗生物質이 含有된 培地에 接種하고 37°C에서 24시간 培養하여 集落形成 有無로서 供試菌의 抗生物質에 對한 最低 發育抑制濃度를 調查하고 抗生物質이 12.5 $\mu\text{g/ml}$ 以上 含有된 培地에서 集落을 形成한 菌株에 對하여 耐性菌株로 擇하였다.

6. 藥劑耐性傳達試驗: 供試菌과 被傳達菌을 各各 50ml의 Brain heart infusion broth에 接種하여 수시로 振盪 시키면서 37°C에서 3~4시간 培養시킨 다음 供試菌과 被傳達菌을 1:4의 比率로 混合하여 37°C에서 18時間 培養한 菌液을 NA(25 $\mu\text{g/ml}$)와 SM, TC, KM 및 AP(12.5 $\mu\text{g/ml}$)를 含有한 培地에 接種하여 37°C에서 24時間 培養시킨 다음 集落形成 有無로서 耐性傳達를 判定하였다. 集落中 任意로 10個를 選擇하여 MacConkey agar에서 分離한 後 生化學的 實驗으로 被傳達菌 E. coli를 同定하였고 NA 25 $\mu\text{g/ml}$ 培地에서 供試菌의 發育抑制로서 被傳達菌임을 確認하였다.

7. 汚染度調査: 支川水의 pH, 生物學的 酸素要求量 (BOD), 化學的 酸素要求量 (COD) 및 溶存酸素 (DO)의 測定은 APHA의 標準方法¹³⁾에 依하였다.

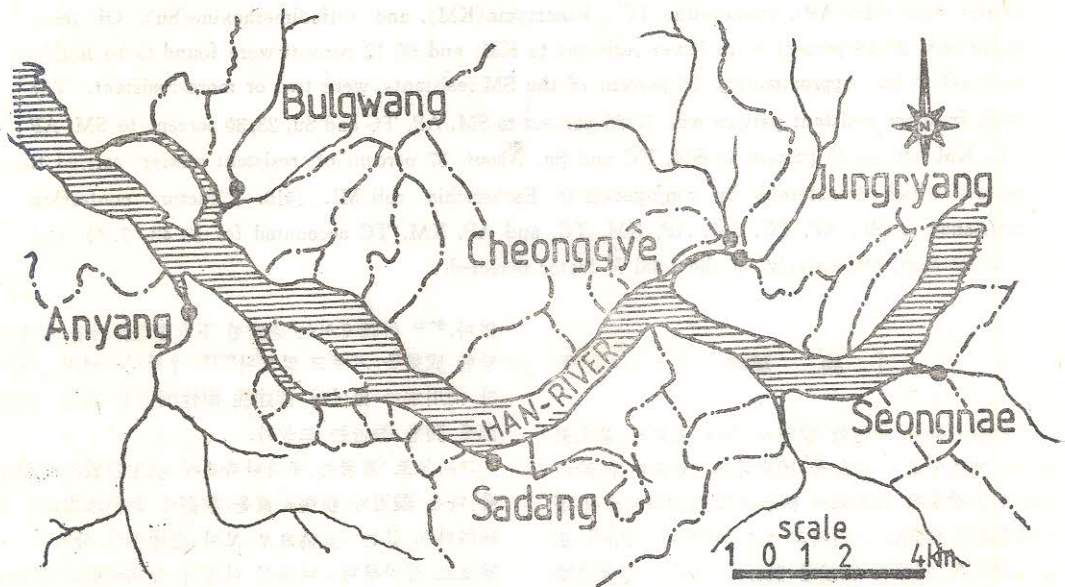


Fig. 1. Map of section of the sewage streams in the Han-river showing sampling sites.

Ⅲ. 調査成績 및 考察

供試된 支川水의 採水時 條件은 表 1과 같이 水溫은 平均 22.50°C에서 27.25°C의 範圍內에 있었으며 中浪

川과 淸溪川이 比較的 높은 便이었다. pH는 平均 7.25에서 7.55의 範圍로서 中性을 나타냈으며 支川水間에는 差異가 크지 않았다. 그러나 BOD, COD 및 DO는 支川水間에 큰 差異를 보였고 特히 安養川에서는 BOD와 COD가 供試된 支川水中 가장 높은 反面 DO는 zero로

서 汚染度가 가장 甚한 便이었다. 이는 吳等³⁾이 調査한 年平均値보다 水溫은 높았고 BOD, COD 그리고 DO는 낮았는데, 試驗時期의 差異에서 나타난 것으로 생각되며 pH는 差異를 認定할 수 없었다. (表 1參照)

大腸菌群의 汚染度는 表 2에서와 같이 平均 $5.0 \times 10^7/ml$ 이였으며 支川別로는 中浪川($4.7 \times 10^8 \sim 2.8 \times 10^6/ml$)이 가장 높았고 安養川은 $5.9 \times 10^6 \sim 4.4 \times 10^5/ml$ 로 가장 낮아 이들 支川水間에는 큰 差異를 보였다.

孔⁴⁾은 下水에서 E. coli, Salmonella 및 Shigella 등이 增殖할 수 있다고 하였으며, 本試驗에서는 平均 水溫이

22~27°C이고 採水地點이 下流인 點을 미루어 볼 때 大腸菌群의 分布가 높은 것은 家庭下水의 增加와 아울러 流水中에서도 多少 菌이 增殖한 것으로 생각된다. 그리고 1977年 同期間의 이들 支川水中에 大腸菌群汚染度²⁾보다는 減少하였고 大邱 新川의 境遇 大腸菌群 36.1/ml 보다는 상당히 높았는데 이는 汚染源의 流入量等에 따른 差異인 것으로 해석된다.

總大腸菌群에 對한 SM耐性菌의 出現率은 平均 10.38%로서 支川水에 따라 相異하였는데 BOD가 높은 中浪川과 安養川에서 各各 9.89% 및 9.97%였으며

Table 1. Water Condisions during the Experimental Periods

Stream	Temperature (C)	pH	BOD(ppm)	COD(ppm)	DO(ppm)
Jungryang	27.3±1.2	7.3±1.2	135.2±12.3	76.5±25.2	0.3±0.3
Cheonggye	26.5±1.9	7.4±0.1	87.3±18.1	118.8±60.3	0.3±.05
Bulgwang	24.8±1.4	7.4±0.1	97.5±22.3	87.0± 8.0	0.7±0.3
Seongnae	23.0±2.7	7.3±0.1	86.3±36.9	106.3±35.6	2.0±0.7
Sadang	22.5±1.0	7.6±0.1	97.0±28.1	106.0±17.8	0.9±0.1
Anyang	25.3±1.3	7.3±0.1	179.5±32.3	199.0±40.5	0.0±0

Mean±SE

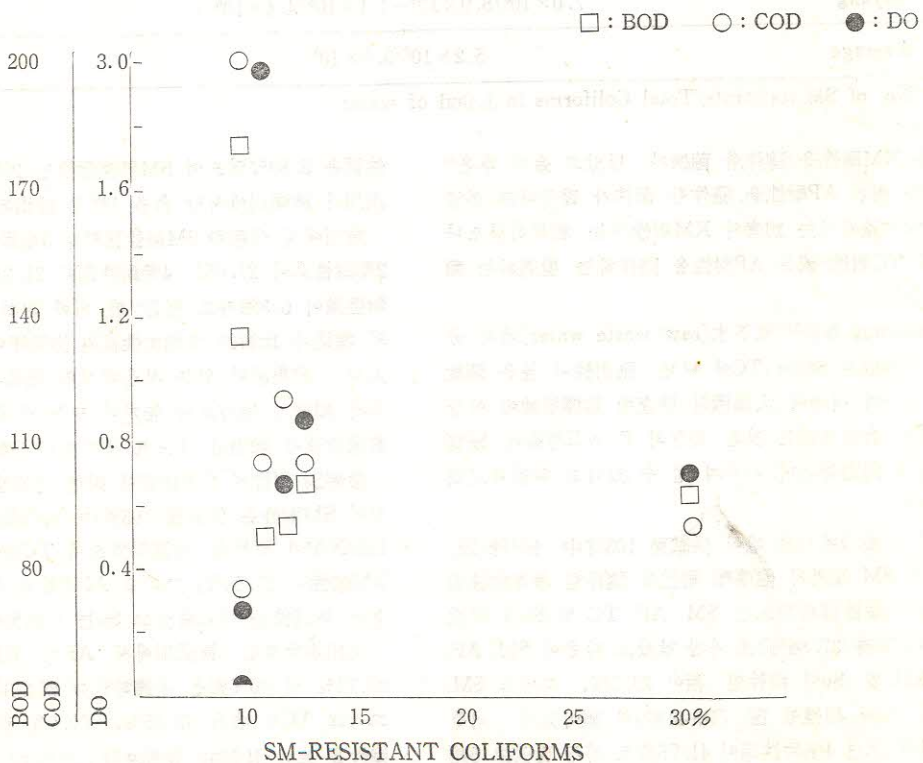


Fig. 2. Relationship between SM-resistant coliforms (%) and water pollution indices.

BOD가 97.5ppm인 佛光川에서 31.59%로 가장 높았음은 앞으로 追求되어야 할 문제라고 본다. 그 외의 淸溪川, 城內川 및 舍堂川에서는 各各 11.86%, 10.80% 및 13.11%를 나타내어 물의 汚染指標에 따른 SM 耐性菌의 出現率은 一定하지 않았다. (圖2 參照)

Grabow等¹⁴⁾은 Apies江에서 Streptomycin耐性菌의 出現率이 25.2%, Feary等¹⁵⁾은 Warriertambigbee江에서 採水地點에 따라 0~50%의 範圍, 金과 卓⁸⁾은 新川에서 39.2%, 그리고 朴¹⁶⁾ 등은 漢江의 上流에서 11.36%, 中流에서 7.32% 그리고 下流에서는 36.99%로서 平均 12.55%라고 報告한 바 있다. 이와 같이 藥劑耐性菌이 물에 널리 分布되어 있음은 抗生物質의 영향이 自然界 全般에 미치고 있음을 反映하고 있는 것으로서

이는 各 支川에 流入되는 家庭下水 및 各 產業場의 廢水流入量에 따라 多少 差異가 있을 것으로 생각된다. (表2 參照)

SM耐性菌을 供試하여 他藥劑(AP,TC,KM 및 Su)에 對한 耐性試驗을 한바 表 3에서와 같이 供試菌 103株中 KM에서 29株(28.16%)가 耐性을 보여 가장 낮은 耐性을 나타냈으며, AP와 TC에서는 各各 72.82% 및 83.49%가 耐性菌이었고 Su에서는 96.12%의 強한 耐性을 보여 이들 藥劑에 對한 耐性菌의 出現率이 極히 높았다. 그리고 支川水間에는 大同小異한 樣相을 보였으나 中浪川과 淸溪川을 除外하고는 Su에 있어서 供試菌의 全部가 耐性을 나타내었다.

飯島等⁷⁾에 依하면 東京의 河川水에서 分離된 SM耐

Table 2. Distribution of Total Coliforms and SM-resistant Coliforms Isolated from Streams in Seoul Area

Stream	Range	Resistant coliform (%)
Jungryang	$8.2 \times 10^7 / 4.7 \times 10^8 - 3.4 \times 10^5 / 2.8 \times 10^6$	9.89
Cheonggye	$7.0 \times 10^6 / 3.2 \times 10^7 - 1.8 \times 10^4 / 5.8 \times 10^5$	11.86
Bulgwang	$6.7 \times 10^5 / 2.0 \times 10^6 - 6.5 \times 10^4 / 4.0 \times 10^5$	31.59
Seongnae	$6.2 \times 10^5 / 4.7 \times 10^6 - 3.1 \times 10^4 / 1.6 \times 10^6$	10.80
Sadang	$6.8 \times 10^6 / 5.2 \times 10^7 - 6.8 \times 10^5 / 4.3 \times 10^6$	13.11
Anyang	$7.0 \times 10^5 / 5.9 \times 10^6 - 1.1 \times 10^5 / 4.4 \times 10^5$	9.97
Average	$5.2 \times 10^6 / 5.0 \times 10^7$	10.38

No. of SM-resistants/Total Coliforms in 1.0ml of water.

性菌은 KM耐性을 隨伴한 菌株가 많았고 金과 卓은⁸⁾ TC耐性 或은 AP耐性을 隨伴한 菌株가 많았다고 하였는데 本試驗에서는 前者의 KM耐性과는 相異하였으나 後者の TC耐性 或은 AP耐性을 隨伴하는 境遇와는 類似하였다.

Sturtevant 等은⁵⁾ 原下水(raw waste water)에서 分離된 大腸群은 SM과 TC에 대한 兩耐性이 높은 頻度로 나타나기 때문에 大腸菌의 檢査用 選擇培地에 이들 抗生劑를 含有시키는 것은 하천의 E. coli汚染이 家庭下水임을 同定하는데 이바지 할 수 있다고 하였다. (表 3 參照)

그리고 表 4에서와 같이 供試菌 103株中 101株(98.06%)가 SM 以外的 他藥劑 耐性을 隨伴한 多劑耐性菌이었으며 耐性樣相別로는 SM, AP, TC 및 Su에 耐性인 菌이 39株(37.86%)로 가장 많았고 다음이 SM, AP, TC, KM 및 Su에 耐性인 菌이 23.3%, 그리고 SM, TC 및 Su에 耐性인 菌 (18.45%)의 順이었다. 이를 綜合하여 보면 4劑耐性菌이 41.75%로 가장 많았고 5劑耐性菌은 23.30%, 3劑耐性菌은 29.13%, 그리고 2劑耐

性菌은 3.88%였으며 SM單劑耐性인 2株(1.94%)는 中浪川과 淸溪川에서만 各各 1株씩 檢出되었다.

新川에서 分離한 SM耐性菌株中 3劑耐性菌이 31.4%, 2劑耐性菌이 27.6%, 4劑耐性菌이 21.3%, 그리고 5劑耐性菌이 6.3%라고 報告⁸⁾한 바에 의하면 本試驗에서의 境遇가 比較的 多劑耐性菌의 出現率이 높았다. 이는 人口가 密集되어 있는 서울에서의 藥劑의 使用量과 濫用의 頻度가 地方보다 높거나 또는 수세식변소에 의한 糞尿放流에 緣由인 것으로 생각된다. (表4 參照)

藥劑別 耐性的 被傳達菌에 對한 傳達性은 表 5에서와 같이 SM耐性은 供試菌 103株中 13.59%가 E. coli ML 1410NA^r에 耐性을 傳達하였으며 TC耐性은 22.09%, KM耐性은 27.59%, 그리고 AP耐性은 41.33%로 가장 높은 傳達性을 나타내었고 Su는 1.01%에 不達하였다.

支川水別로는 淸溪川에서 AP와 KM耐性은 各各 85.71% 및 50.0%를 傳達하였고 佛光川에서 AP, KM 그리고 TC는 各各 45.45%, 50.0% 및 55.56%의 傳達性을 보여 比較的 높았으며, 그리고 Su는 佛光川에서만 14株中 1株가 傳達性을 나타내었다. 그외에 城內

Table 3. Resistance to Antimicrobil Drugs of SM-resistant Coliforms Isolated

Resistant to	Resistant strains isolated from						
	Jungryang (19)*	Cheonggye (21)	Bulgwang (14)	Anyang (25)	Seongnae (10)	Sadang (14)	Total (103)
AP	14 ^a 73.68 ^b	14 66.67	11 78.57	20 80.00	6 60.00	10 71.43	75 72.82
TC	16 84.21	17 80.95	9 64.29	23 92.00	9 60.00	12 85.71	86 83.49
KM	5 26.32	4 19.05	4 28.57	8 32.00	4 40.00	4 28.57	29 28.16
Su	18 94.74	18 85.71	14 100.0	25 100.0	10 100.0	14 100.0	99 96.12

*, Number in parentheses indicate number of SM-resistant strains,
a, Out of SM-resistant strains, number of drug resistant strains.
b, Percentage per SM-resistant strains tested.

Table 4. Restance Patterns of SM-resistant Coliforms Insolated

Resistance pattern	No. of strain						Total	
	Jr	Cg	Bg	Ay	Sn	Sd	No.	%
SM AP TC KM Su	5	2	3	8	3	3	24	23.30
SM AP TC KM	—	1	—	—	—	—	1	0.97
SM AP TC Su	7	9	4	11	3	5	39	37.86
SM AP KM Su	—	—	1	—	—	—	1	0.97
SM TC KM Su	—	—	—	—	1	1	2	1.94
SM KM Su	—	1	—	—	—	—	1	0.97
SM AP Su	2	1	3	1	—	2	9	8.74
SM TC Su	4	4	2	4	2	3	19	18.45
SM AP TC	—	1	—	—	—	—	1	0.97
SM Su	—	1	1	1	1	—	4	3.88
SM	1	1	—	—	—	—	2	1.94
Total	19	21	14	25	10	14	103	100.0

Jr, Jungryang; Cg, Cheonggye; Bg, Bulgwang; Ay, Anyang; Sn, Seongnae; Sd, Sa dang stream.

川에서는 AP耐性단 16.67%를 보여 支川水間에서 AP耐性傳達의 分布가 全部 높은 反面 他藥劑耐性에 對한 傳達性은 支川水에 따라 一定치 않았다. 이는 新川에서 AP耐性이 58.3%의 傳達率을 보여 가장 높다고한 境遇와는 一致되고 있으나 其外의 藥劑耐性傳達率에 있어서 是 差異가 있었다.

耐性樣相에 따른 耐性傳達樣相(表6 參照)에 있어서 是 供試菌 103株中 38株(36.89%)가 R因子를 가지고 있으며 이중 單劑傳達性耐性을 가진 菌이 20株(52.63%)로서 가장 많았으며 AP耐性傳達이 14株, TC와 SM耐性傳達이 各各 3株이었다. 그리고 2劑以上의 多劑傳達性耐性을 가진 菌은 18株로서 47.37%, 2劑耐性 5株中에서 AP, KM과 AP, TC耐性傳達이 各各 2株, SM, TC耐性傳達이 1株였고 3劑傳達性耐性을 가진 菌 9株中 SM, AP 및 TC 耐性傳達이 7株, AP, KM 및 TC

耐性傳達이 2株였으며, 4劑傳達性耐性을 가진 菌 4株中 SM, AP, KM 및 TC耐性傳達이 3株 그리고 AP, KM, TC 및 Su耐性傳達이 1株이었다. 이中 單劑인 AP傳達性耐性菌이 14株(36.58%)이었고 多劑에서는 SM, AP 및 TC傳達性耐性菌이 6株(15.79%)로서 가장 많이 檢出되었다. 이를 英國 下水에서의 48.0%의 R因子中 SM, TC, SM, AP 및 TC, AP 또는 AP, TC에 耐性이 있는 R因子는 各各 23.2% 및 15.0%와 新川에서의 87.5%에 比하면 R因子에 感染된 菌의 分離率은 낮았으며 特히 AP에 耐性이 있는 R因子는 높았고, SM, AP 및 TC의 境遇는 약간 낮은 分離率이었다.

本試驗과 同期間에 朴等¹⁶⁾은 漢江原水中에서 SM耐性菌의 18.8%가 R因子를 가지고 있다고 하였다. 그러므로 調査된 支川水 以外에 많은 河川과 暗渠를 通하여 서울市民의 食水源인 漢江으로 流入된 汚染源이 上流의

Table 5. Transfer of Drug Resistance of Coliforms to Drug-sensitive E. coli

Resistant to	No. of transferred strains isolated from						
	Jungryang	Cheonggŏe	Bulgwang	Anyang	Seongnae	Sadang	Total
SM	0/19 ^a (-) ^b	2/21 (9.52)	4/14 (28.57)	7/25 (28.00)	0/10 (-)	1/14 (7.14)	14/103 (13.59)
AP	4/14 (28.57)	12/14 (85.71)	5/11 (45.45)	8/20 (40.00)	1/6 (16.67)	1/10 (10.00)	31/75 (41.33)
TC	1/16 (6.25)	4/17 (23.53)	5/9 (55.56)	9/23 (39.13)	0/9 (-)	0/12 (-)	19/86 (22.09)
KM	1/5 (20.00)	2/4 (50.00)	2/4 (50.00)	3/8 (37.50)	0/4 (-)	0/4 (-)	8/29 (27.59)
Su	0/18 (-)	0/18 (-)	1/14 (7.14)	0/25 (-)	0/10 (-)	0/14 (-)	1/99 (1.01)

a, Number of transferred strains/number of drug resistant strains.

b, Number of strains(%).

Table 6. Original and Transferred Resistant Patterns of Multiply Resistant Coliforms Tested

Resistant patterns	No. of strains	Transferred resistant patterns	No. of transferred strains
SM AP TC KM Su	24	SM AP KM TC	3
		AP KM TC Su	1
		SM AP TC	1
		AP KM TC	2
		AP KM	2
		AP	3
SM AP TC KM	1	AP	1
SM AP TC Su	39	SM AP TC	6
		AP TC	2
		AP	7
		TC	1
SM AP KM Su	1		
SM TC KM Su	2		
SM KM Su	1		
SM AP Su	9	AP	2
SM TC Su	19	SM TC	1
		SM	2
		TC	2
SM AP TC	1	AP	1
SM Su	4	SM	1
SM	2		

原水와 많이 稀釋된다고 할 수 있으나 한두개 以上の 抗菌劑耐性이 있는 R因子는 廢水 淨化過程에 依하여 約 50%가 減少하는데 이는 主로 biofiltration과 sand-

filtration에 依한다는 報告¹⁰⁾에 依하면 우리나라에서도 終末下水處理場의 擴充이 時急하며 또한 家庭汚染源인 下水에 糞尿放流를 根絶하고 淨化槽施設의 徹底가 于先

이루어 저야만 될 것으로 생각된다.

IV. 總括 및 結論

서울市內 6個支川水를 對象으로 하여 1978年 5月부터 8月까지 每月 1回씩 採水하여 大腸菌群의 汚染度, 藥劑耐性菌의 出現度 및 耐性菌의 耐性傳達樣相을 調査한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 支川水中의 總大腸群은 平均 $5.0 \times 10^7/ml$ 이었고 SM耐性菌은 10.38%이었다.
2. SM耐性菌 103株中 他藥劑耐性은 KM에서 28.16%로 가장 낮았고 Su에서 96.12%로 가장 높았다.
3. 供試菌의 約 98.0%가 多劑耐性菌으로서 主로 AP耐性 및 TC耐性を 隨伴하였으며, 耐性樣相은 SM, AP, TC 및 Su耐性, SM, AP, TC, KM 및 Su耐性和 SM, TC 및 Su耐성이 많았다.
4. 耐性菌의 36.89%는 R因子에 依한 傳達性耐성을 가진 菌이었으며 이중 SM, AP, KM, TC와 SM, AP, TC, 그리고 AP, KM, TC 傳達性耐性菌이 各各 18.42.7.89 및 5.28%이었다.

參 考 文 獻

1. 權肅杓, 沈吉淳, 安載熙, 安成勳: 서울市 漢江周邊 河川汚染에 關한 衛生學的 調査研究. 最新醫學. 11:155, (1968).
2. 龍萬重, 林鳳澤, 趙南俊, 崔秉玄, 朴基, 申明德: 1977年 漢江原水 및 支川水의 細菌學的汚染度, 서울特別市保健研究所報. 13:219, (1977).
3. 吳英根, 李圭男, 申正植, 金德仁, 全亨一, 柳邦烈, 申蓮姬, 朴在柱: 漢江原水 및 支川水의 汚染度, 서울特別市保健研究所報. 13:175, (1977).
4. 孔仁貴: 下水中の 몇가지 腸內病原菌의 生存狀態에 關한 研究. 淑明女子大學校大學院, 碩士論文. (1973).
5. Sturtevant, A.B., Cassell, G.H., and Feary, T. W.: Incidence of infectious drug resistance among fecal coliforms isolated from raw sewage. Appl. Microbiol., 21:487, (1971).
6. Sturtevant, A.B.: Incidence of infectious drug resistance among lactose fermenting bacteria isolated from raw and treated sewage. Appl. Microbiol., 18:918(1969).
7. 飯島肇, 新井俊彦, 青木宙: 東京都の河川から分離された藥劑耐性菌及び因子の研究. 日本細菌學會. 第47次學術大會報告. (1974).
8. 金基錫, 卓鍊斌: 大邱新川으로부터 分離된 藥劑耐性 大腸菌群의 傳達性耐性에 關하여. 大韓獸醫學會誌. 17:73, (1977).
9. Smith, H.W.: Incidence in river water of *Escherichia coli* containing R factors. Nature 228:1286, (1970).
10. Grabow, W.O.K., and van Zyl, M.: Behaviour in conventional sewage purification process of coliform bacteria with transferable drug resistance. Water Res., 10:717, (1976).
11. MacLowry, D., Jaqua, M.J., and Selepak, S.T.: Detailed methodology and implementation of a semi-automated serial dilution microtechnique for antimicrobial susceptibility testing. Appl. Microbiol., 20:46, (1970).
12. Steers, E., Flotz, E.L., and Graves, B.S.: An in ocula replicating apparatus for routine testing of bacterial susceptibility to antibiotics. Antibiot. Chemother., 2:307, (1959).
13. APHA: Standard for the Examination of water and wastewater. American Public Health Association, 12th. Ed., New York.(1965).
14. Grabow, W.O.K., Prozesky, O. W., and Burger, J.S.: Behaviour in a river and dam of coliform bacteria with transferable and non-transferable drug resistance. Water Res., 9:777, (1975).
15. Feary, T.W., Sturtevant, A.B., and Lankford.: Antibiotic-resistant coliforms in fresh and salt water. Arch. Environ. Health, 25:215, (1972)
16. 朴錫基, 趙南俊, 龍萬重: 漢江水에서 分離된 大腸菌群의 藥劑耐性 및 傳達性因子의 分布, 서울特別市保健研究所報. 14:57, (1978).