

## 環境界 및 生物界의 大腸菌群 分布狀況에 對한 調査

李敏熙. 張載弘. 朴在柱

A Study on the Coliform Distribution by IMViC test  
from Environmental and Biological Sources.

Min Hee, Lee. Jai Hong, Jang. Chae Joo, Park.

### ABSTRACT

The results obtained from Coliform bacteria by IMViC test of a number of different kind of samples totaled 3,146 that is 1,346-warm animal feces samples (449-human feces, 177-rabbit feces, 199-rat feces, 158-white mice feces, 187-chicken feces, and 176-Geese feces) 376-soil samples (150-polluted soils, 226-undisturbed soils) 648-insect samples (490-house fly, 158-pine barkbeetles) 343-drinking water samples (205-well water, 138-pump water) 200-water towels and 233-ice cream samples collected in market, during eight monthly period from Aug. 1974. to Mar. 1975, in Seoul, are as follows.

1. In the results from Coliform bacteria by IMViC test of warm animal feces, fecal *E. coli* were detected in 94.2% of human feces, 92.1% of rabbit feces, 92.9% of rat feces, 92.4% of white mouse feces, 91.9% of chicken feces and 91.5% of geese feces samples.
2. Fecal *E. coli* were found in 76.0% of polluted soil and 9.2% of undisturbed soil samples.
3. Fecal *E. coli* were detected in 28.1% of house fly and 9.5% of pinebarkbeetle samples.
4. Fecal *E. coli* were detected in 25.3% of well water and 26.1% of pump water samples.
5. Fecal *E. coli* were detected in 18.5% of water-towel and 10.3% of ice-cream samples.
6. The detection rate non-fecal Coliform were respectively 5.8%, 7.9%, 7.0%, 7.6%, 8.0%, 8.5%, 24.0%, 90.7%, 71.8%, 90.5%, 74.6%, 73.9%, 81.5% and 89.7% in human feces, rabbit feces, rat feces, white mouse feces, geese feces, polluted soil, undisturbed soil, house fly, pine-barkbeetle, well water, pump water, water-towel and ice-cream samples.

# 目 次

- I. 緒論
- II. 實驗部
  - 1. 實驗材料
  - 2. 實驗方法
- III. 實驗成績
- IV. 實驗結果 및 考察
- V. 結論
  - 參考文獻

## I. 緒論

糞便汚染의 指標은 大腸菌群을 檢出하므로써 直接的이거나 間接적으로 糞便에 의한 汚染을 받은 것이 公衆保健面 特히 傳染病 豫防에 重要視되고 있다.

또한 食品衛生面에 있어서 食品의 製造過程이나 取扱過程의 適否判定基準으로 利用하고 있다. 그러므로 大腸菌群은 公衆保健分野에서의 뿐만 아니라 細菌學的인 立場에서도 매우 重要하게 取扱되고 있는 것은 學論할 餘지가 없는 것이다.

이러한 大腸菌群의 歷史를 살펴보면 1880년에 細菌學者 Escherich가 사람의 糞便에서 처음으로 発見하여 Bacillus coli 라고 命名하였으며 그후 1895년에 細菌學者 Migula가 Escherichia coli라고 改命하여 오늘 날까지 이르게 되었다.<sup>1)</sup> 그러나 近來 우리가 大腸菌群이라 稱하는 一群의 細菌에는 大腸菌과 반드시 모든點에 一致하지 않는 異種의 細菌이 포함되고 있음을 알게 되었다. 이러한 異種의 細菌은 사람의 糞便 뿐만 아니라 下水汚物 地表水 土壤 그리고 植物과 같은 많은 環境的인 媒体에서도 発見될 수가 있는 것이다. 그렇기 때문에 이러한 大腸菌群과 大腸菌을 區別하기 위하여서는 生化學的 實驗이나 其他 다른 同定實驗을 하지 않고서는 區別하기가 어렵다.

大腸菌은 사람에 대하여 病原性을 가지는 菌 즉 病原大腸菌을 포함하는 正常腸內菌의 一部로써 宿主間의 生理學的 및 病理學的 關係를 가지는 細菌의 一群으로써 細菌學에서 말하는 Escherichia coli를 指稱하며 이를 포함한 사람이나 動物에 常存하여 있는 모든 大腸菌群은 Gram陰性的의 運動性 또는 非運動性 無芽胞性 桿菌으로 好氣性 또는 通性嫌氣性이며 35°C에서 48

Table. 1 Kinds of Sample

Item	Specimen	NO. of Samples	Subtotal
Warm Animal	Human Feces	449	1,346
	Rabbit Feces	177	
	Rat Feces	199	
	White Mouse Feces	158	
	Chicken Feces	187	
	Geese Fece	176	
Soil	Polluted Soil	150	376
	Undisturbed Soil	226	
Insect	House-Fly	490	648
	Pine-Barkbettle	158	
Drinking Water	Well Water	205	343
	Pump Water	138	
Water-Towel		200	200
Ice-cream		233	233
		Total	3,146

時間 以內에 乳糖을 分解하여 酸과 Gas를 生成하는 細菌이라고 Breed & Norton 이 定義하였다.<sup>2)</sup> 이와같이 E. coli, A. aerogenes 및 中間型을 포함한 乳糖 分解菌을 가지고 大腸菌으로 보기 때문에 糞便에 緣由된 細菌 以外에 乳糖分解菌도 포함되는 結果가 되어 우리들은 本 實驗을 通하여 自然界에 分布된 大腸菌群을 IMViC 反應에 依한 糞便系大腸菌과 非糞便系大腸菌과의 相関性을 實驗調査하여 그 成績을 報告하고자 하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 實驗方法

### 1. 實驗材料

實驗材料는 Table 1. 에 서와 같이 人糞을 포함한 實驗用 飼育 動物의 糞 1,346件 土壤 376件, 昆蟲類 648件, 서울市内 全域에서 取去한 飲料水 343件, 물수건 200件 그리고 氷菓類 233件等 總 3,146件을 實驗材料로 하였다.

### 2. 實驗方法

實驗은 食品等의 規格 및 基準 微生物試驗法에<sup>4)</sup> 記載

된 BGLB法에 準하였으며 (Table 2 參照), 大腸菌과 大腸菌群의 分類는 Standard Methods for Water and Wastewater 에<sup>5)6)</sup> 記載된 IMViC 反應 (Table 3 參照)을 擇하여 實驗하였다.

Table 2 Method of Examination

Specimen
↓
Lactose Broth (37°C, 48±3hrs)
↓
B. G. L. B. Broth (37°C, 48±3hrs)
↓
E. M. B. Agar (37°C, 24hrs)
↓
T. S. I. Slant Agar (37°C, 24hrs)
↓
Gram's Stain
IMViC Test (37°C, 48±3hrs)

Table 3

Classification of IMViC Reaction

Organism	Indole	Methyl Red	Voges-Proskauer	Citrate
E. coli Variety I	+	+	-	-
Variety II	-	+	-	-
E. freundii (Intermediate)				
Variety I	-	+	-	±
Variety II	+	+	-	+
A. aerogenes				
Variety I	-	-	+	±
Variety II	±	-	+	+

Table 4

Coliform Distribution by IMViC Types Test from Human and Rabbit Feces.

	IMViC Type	Human Faces		Rabbit Faces	
		No. Strains	(%) of Total	No. Strains	(%) of Total
E. coli Variety I	++--	390	86.9	141	79.9
	-+--	33	7.3	22	12.4
	Subtotal	423	94.2	163	92.1
E. freundii Variety I	-+-+	4	0.9	4	2.3
	+-+-	2	0.4	3	1.7
	Subtotal	6	1.3	7	3.9
A. aerogenes Variety I	--++	8	1.8	2	1.1
	+---	3	0.7	0	0
	Subtotal	11	2.5	2	1.1
Others		9	2.0	5	2.8
Total		449	100	177	100

### III. 實驗成績

人糞을 포함한 實驗用 飼育動物의 糞(Rabbit, Rat, White-mouse, Chicken, Goose)에서의 實驗結果는 Table 4,5,6 에서와 같이 糞便系 大腸菌의 陽性率은 人糞 94.2%, 家免糞92.1%, 흰쥐糞 92.9%, 白쥐糞 92.4%, 鷄糞 91.9%, 거위糞 91.5%의 陽性率을 나타

내고 있어 溫血動物의 糞에서는 平均 92.5%의 높은 陽性率이었다. 이는 역시 糞便에서는 거의 大部分이 糞便系 大腸菌이 많아 糞便汚染에 의하여 腸管系病原菌이 食物물에 汚染시킬 可能性이 있는 食品은 正確하게 排除키 위한 指標로써 行하여져야 한다는 大腸菌檢出의 意義는 더욱 確實한 周知의 事實이 되는 것이다.

Table 5 Coliform Distribution by IMViC Types Test from Rat and white-Mouse Feces.

	IMViC Type	Rat Feces		White Mouse Feces		
		No. Strains	(%) of Total	No. Strains	(%) of Total	
E. coli	Variety I	++--	165	82.9	132	83.5
	Variety II	---+	20	10.1	14	8.9
	Subtotal		185	92.9	146	92.4
E. freundii	Variety I	-+-+	2	1.0	1	0.6
	Variety II	++-+	4	2.0	1	0.6
	Subtotal		6	3.0	2	1.3
A. aerogenes	Variety I	---++	0	0	0	0
	Variety II	++-++	0	0	0	0
	Subtotal		0	0	0	0
Others			8	4.0	10	6.3
Total			199	100	158	100

Table 6 Coliform Distribution by IMViC Types Test from Chicken and Geese Feces.

	IMViC Type	Chicken Feces		Geese Feces		
		No. Strains	(%) of Total	No. Strains	(%) of Total	
E. coli	Variety I	++--	158	84.5	140	79.5
	Variety II	---+	14	7.5	21	11.9
	Subtotal		172	91.9	161	91.5
E. freundii	Variety I	-+-+	6	3.2	9	5.1
	Variety II	++-+	5	2.7	4	2.3
	Subtotal		11	5.9	13	7.4
A. aerogenes	Variety I	---++	3	1.6	1	0.6
	Variety II	++-++	0	0	1	0.6
	Subtotal		3	1.6	2	1.1
Others			1	0.5	0	0
Total			187	100	176	100

土壤은 Table 7에서와 같이 汚染이 되었다고 認知할 수 있는 菜소밭의 흙과 거의 汚染이 없었다고 認知되는 서울의 南山의 흙을 採取하여 實驗하였던 바 糞便系大腸菌의 陽性率은 汚染된 土壤 76.0%, 汚染받지 않은 土壤 9.2%로 나타나 汚染된 土壤이 汚染받지 않은 土壤에 約 8배의 높은 陽性率을 보이고 있다.

昆蟲類에서는 Table 8에서와 같이 汚物이 많은곳을 찾아 다니는 집파리와 소나무에 寄生하여 솔잎을 먹고 사는 송충이를 對象으로 하였던바 糞便系大腸菌의 陽性率은 집파리 28.1%, 송충이 9.5%로 나타나 집파리가 송충이보다 約 3배의 높은 陽性率을 보이고 있다.

Table 7 Coliform Distribution by IMViC Types Test from Polluted Soil & Undisturbed Soil

		IMViC Type	Polluted Soil		Undisturbed Soil	
			No. Strains	(%) of Total	No. Strains	(%) of Total
E. Coli	Variety I	++--	86	57.3	14	6.2
	Variety II	-+--	28	18.7	7	3.1
	Subtotal		114	76.0	21	9.2
E. freundii	Variety I	---+	3	2.0	98	43.4
	Variety II	++-+	5	3.3	8	3.5
	Subtotal		8	5.3	106	47.0
A. aerogenes	Variety I	---+	8	5.3	53	23.5
	Variety II	++-+	0	0	6	2.7
	Subtotal		8	5.3	59	26.1
Others			20	13.3	40	17.7
Total			150	100	226	100

Table 8 Coliform Distribution by IMViC Types Test from House Fly and Pine-barkbeetle.

		IMViC Type	House Fly		Pine-barkbeetle	
			No. Strains	(%) of Total	No. Strains	(%) of Total
E. coli	Variety I	++--	131	26.7	5	3.2
	Variety II	-+--	7	1.4	10	6.3
	Subtotal		138	28.1	15	9.5
E. freundii	Variety I	---+	79	16.1	15	9.5
	Variety II	++-+	34	6.9	6	3.8
	Subtotal		113	23.1	21	13.3
A. aerogenes	Variety I	---+	111	22.7	54	34.2
	Variety II	++-+	48	9.8	23	14.6
	Subtotal		159	32.4	77	48.7
Others			80	16.3	45	28.5
Total			490	100	158	100

飲料水에서는 Table 9에서와 같이 糞便系 大腸菌의 陽性率이 井戸水 25.3%, 甕水 21.6%로 나타나 서로 비슷한 陽性率을 보여 이는 井戸水나 甕水가 地下 深層에서의 어떤 汚染源에 의하여 계속적으로 汚染을 받고 있음을 알수가 있겠다.

물수건과 氷菓類에서는 Table 10에서와 같이 糞便系 大腸菌의 陽性率은 물수건 18.5%, 氷菓類 10.9%로 나타나고 있어 製造過程에서의 좀 더 철저한 洗滌이나 滅菌過程이 要望되고 있다.

Table 9 Coliform Distribution by IMViC Types Test from Well and Pump Water.

		IMViC Type	Well Water		Pump Water	
			No. Strains	(%) of Total	No. Strains	(%) of Total
E. coli	Variety I	++--	32	15.6	21	15.2
	Variety II	-+--	20	9.8	15	10.8
	Subtotal		52	25.3	36	26.1
E. freundii	Variety I	---+	28	13.7	27	19.6
	Variety II	++-+	20	9.8	14	10.1
	Subtotal		48	23.4	41	29.7
A. aerogenes	Variety I	---+	28	13.7	35	25.4
	Variety II	++-+	11	5.4	2	1.5
	Subtotal		39	19.0	37	26.8
Others			66	32.2	24	17.4
Total			95	100	138	100

Table 10 Coliform Distribution by IMViC Type Test from Water-Towel and Ice-Cream.

		IMViC Type	Water-Towel		Ice-Cream	
			No. Strains	(%) of Total	No. Strains	(%) of Total
E. coli	Variety I	++--	25	12.5	19	8.2
	Variety II	--++	12	6.0	5	2.2
	Subtotal		37	18.5	24	10.3
E. freundii	Variety I	-+++	28	14.0	31	13.3
	Variety II	++--	19	9.5	12	5.2
	Subtotal		47	23.5	43	18.5
A. aerogenes	Variety I	--++	26	13.0	89	38.2
	Variety II	++--	21	10.5	5	2.2
	Subtotal		47	23.5	94	40.3
Others			69	34.5	72	30.9
Total			200	100	233	100

本 實驗에서 얻은 糞便系大腸菌과 非糞便系大腸菌과  
의 陽性率에 對한 全般的인 比較는 Table II 에서와  
같이 (Fig 1 參照)

Table 11 Classification of Fecal and Non-Fecal Types by IMViC Test Types.

	Total strains	Fecal Type		Non-Fecal Type	
		No. strains	(%) of Total	No. strains	(%) of Total
Human Feces	449	423	94.2	26	5.8
Rabbit Feces	177	163	92.1	14	7.9
Rat Feces	199	185	92.9	14	7.0
White Mouse Feces	158	146	92.4	12	7.6
Chicken Feces	187	172	91.9	15	8.0
Goose Feces	176	161	91.5	15	8.5
Polluted Soil	150	114	76.0	36	24.0
Undisturbed Soil	226	21	9.2	205	90.7
House Fly	490	138	28.1	352	71.8
Pine-Barpabettle	158	15	9.5	143	90.5
Well Water	205	52	25.3	153	74.6
pump Water	138	36	26.1	102	73.9
Water-Towel	200	37	18.5	163	81.5
Ice-Cream	233	24	10.3	209	89.7

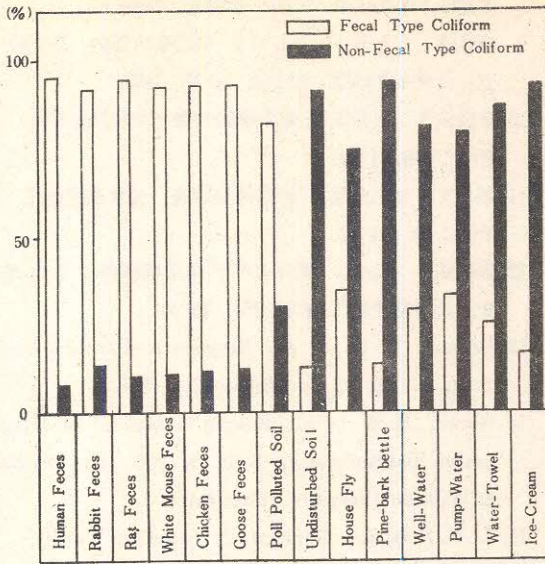


Fig 1. Classification of Fecal and Non-Fecal Coliform by IMVIC test.

人糞 94.2%와 5.8%, 家免糞 92.1%와 7.9%, 흰쥐糞 92.9%와 7.0%, 白쥐糞 92.4%와 7.6%, 鷄糞 91.9%와 8.0%, 거위糞 91.5%와 8.5%로 나타나고 있어 대부분의 동물糞에서는 糞便系大腸菌의 陽性率在 平均 92.5% 以上이며 非糞便系大腸菌의 陽性率は 平均 7.5%로 나타나고 있다.

汚染된 土壤 76.0%와 24.0%, 汚染받지 않은 土壤 9.2%와 90.7%, 집파리 28.1%와 71.8%, 송충이 9.5%와 90.5%의 陽性率로 對照的인 陽性率을 나타내고 있으며, 井戶水 25.3%와 74.6%, 펌푸水 26.1%와 73.9%의 陽性率로 거의 비슷하며, 물수건 18.5%와 81.5%, 水菓類 10.3%와 89.7%의 陽性率을 나타내고 있어 非糞便系大腸菌이 糞便系大腸菌보다 陽性率在 높음을 나타내고 있다.

#### IV. 實驗結果 및 考察

大腸菌群의 檢査는 腸管系病原菌에 汚染된 食品을 排除하고 食品汚染의 預防對策과 個人衛生을 위해 一般的으로 實施하고 있는데 이 檢査를 推定 또는 確定試驗段階에서 判定하는 경우가 많으므로 이 試驗만으로는 腸管系細菌만이 汚染되었다고 생각할 수가 없다. 왜냐하면 大腸菌群의 自然界의 分布를 보면 植物 土壤 및 地表水 등의 自然環境에 아주 알맞게 棲息하고 있기 때문이다. 그 예를 들면 美國人 Bernstein 등은 糞便

系大腸菌이 人糞 96.4%, 家畜糞 98.7%, 家禽類糞 93.0%, 植物 14.1%, 昆蟲類 14.9%, 汚染받지 않은 土壤 9.2%, 汚染된 土壤 82.9%의 陽性率을 檢出 하었다고 報告하였고, Papavasillion<sup>7)</sup> 등은 希臘國內 各地에 生育하고 있는 各種 植物의 잎과 꽃 204例를 採取하여 大腸菌群의 檢出을 試驗한 結果 大腸菌 Type I을 포함한 大腸菌群을 12.2%나 檢出하였으며 現在까지 사람이 살지 않았던 地域에서 採取한 植物에서도 大腸菌群을 檢出하였다고 報告하였다. 또한 本 實驗成績, 渡邊<sup>3)</sup>, 沈<sup>8)</sup>, 李<sup>9)</sup>, 趙<sup>10)</sup>, 張<sup>11)</sup>, 張<sup>12)</sup> 등의 成績을 綜合考察하여 볼 때 大腸菌群이 広範圍하게 分布되어 棲息하고 있음을 如實이 보여주고 있다. 그렇기 때문에 大腸菌群 만을 糞便汚染의 指標로만 보는 것은 옳지 않은 것이다. 食品 또는 飲料水에 直接 혹은 間接的인 糞便汚染의 指標로서 腸管系病原菌과 性質이 類似한 大腸菌群이 큰 意義가 있다고는 생각되나 眞實한 糞便汚染을 追求하는 意味로서는 糞便系大腸菌을 汚染指標菌으로 使用하는 것이 糞便汚染預防에 더욱 效果의이라고 생각되며 檢査方法에 重點을 두어 于先 大腸菌檢査를 위한 選擇培地를 使用하여 容易하고 高率로 直接 檢出할 수 있는 檢査方法을 擇하여 糞便系指標菌만이 檢出에 適合한 培養法으로 檢査하는 것이 바람직 하다고 생각한다.

#### V. 結論

1974年 8월부터 1975年 3월까지 8個月 동안에 서울市內에서 溫血動物의 糞 1,346件(人糞 449件, 家免糞 177件, 흰쥐糞 199件, 白쥐糞 158件, 鷄糞 187件, 거위糞 176件) 土壤 376件(汚染된 土壤 150件, 汚染받지 않은 土壤 226件), 昆蟲類 648件(집파리 490件, 송충이 158件), 飲料水 343件(井戶水 205件, 펌푸水 138件), 물수건 200件, 水菓類 233件, 總 3,146件에 對한 糞便系大腸菌과 非糞便系大腸菌을 調查하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 溫血動物의 糞便에서는 糞便系大腸菌의 陽性率在 人糞 94.2%, 家免糞 92.1%, 흰쥐糞 92.9%, 白쥐糞 92.4%, 鷄糞 91.9%, 거위糞 91.5%이었다.
2. 土壤에서는 糞便系大腸菌의 陽性率在 汚染된 土壤 76.0%, 汚染받지 않은 土壤 9.2% 이었다.
3. 昆蟲類에서는 糞便系大腸菌의 陽性率在 집파리 28.1%, 송충이 9.5%이었다.
4. 飲料水에서는 糞便系大腸菌의 陽性率在 井戶水 25.3%, 펌푸水 26.1%이었다.

5. 물수건과 水菓類에서는 糞便系大腸菌의 陽性率이 各各 18.5%와 10.3%이었다.

6. 非糞便系大腸菌의 陽性率은 人糞 5.8%, 家免糞 7.9%, 禽糞 7.0%, 白鷄糞 7.6%, 鷄糞 8.0%, 거위糞 8.5%, 汚染받은 土壤 24.0%, 汚染받지않은 土壤 90.7%, 집파리 71.8%, 송충이 90.5%, 井戶水 74.6%, 펌푸水 73.9%, 물수건 81.5% 그리고 水菓類 89.7%이었다.

#### REFERENCES

1. Bernstein, I. et al: Current Practics in Water Microbiology. p 1 - 4. 1966.
2. Modern Media, 6 Vol. 16: 1 - 5, 10 - 11. Co. 1970.
3. 渡邊昭宣外: 食品및 食肉等에 大腸菌과 大腸菌群에 대하여 Modern Media, 6: 16, 9. 20. 1970.
4. 朴奉相: 食品衛生法解説, 第3版. 藥事研究社. PP. 127 - 135. 1972.
5. A. P. H. A.: Recommended Methods for the Microbiological Examination of Foods p. 138. 1958.
6. A. P. H. A.: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 13th, p. 635. 1971.
7. Papavasillion, J. et al: J. of appl. Bact. 30. 219. 1967.
8. 沈吉淳: 衛生化學, P 51, 東明社. 1958
9. 金弘外: 서울市 井戶에 대한 環境衛生學的 調査研究, 公衆保健雜誌. 10: 1. P 27. 1973
10. 李盛鎬外: 水菓類의 衛生學的 考察, 公衆保健雜誌, P(2): 318. 1972.
11. 趙在天: 加工食品의 細菌汚染調査, 公衆保健雜誌 8(1): 40. 1971.
12. 張載弘外: 食品및 飲料水의 汚染指標細菌에 對한 調査. 公衆保健雜誌10(2): 265. 1973.
13. Schaub, I. G. et al: Diagnostic Bacteriology, 5 th, p. 34, C. V. Mosby Co. 1958.
14. Breed, R. S. et al: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 8 th. p. 293, The Williams & Wilkins Company, Baltimore.
15. J. S. P. H. S.: Current Practice in Water Microbiology, p. 15, 1966.
16. A. P. H. A.: Standard Methods for the Examination of Dairy Products, 12th, p. 54, 1967.
17. 金原元: 腸內細菌, P. 2, 醫學書院, 1956.
18. Dack, G. M.; Food Poisoning, p. 195, The Univ. of Chicago Press, 1956.
19. 朴在柱: 食品分析. p. 253. 梨花文化社. 1973.