

## 여름철 活魚槽海水의 細菌學的인 研究

許盛皓, 金榮萬, 李東瑾

東義工業專門大學 食品工學科

(1983년 1월 10일 접수)

### Study on the Sanitary Indicative Bacteria of Sea Water in Fish Preservatory Tanks during the Mid Summer

Seong Ho Heo, Young Man Kim and Dong Gun Lee

Department of Food Technology, Dongeui Technical Junior College

(Received January 10, 1983)

#### Abstract

The purpose of the present study is to obtain some fundamental data for hygienic control of sanitary indicative bacteria of sea water in fish preservatory tanks at popular swimming beaches in Busan including Songdo, Kwanganri, Haeundae and Songjeong from July to August in 1982.

The geometric mean values of coliform group and fecal coliform MPN (most probable number) of sea water of Kwanganri were 27,300/100ml and 8,700/100ml respectively, which showed the highest population of the study regions.

MPN's of the sea water of beaches and fish preservatory tanks showed 21,000/100ml and 8,800/100ml respectively at Kwanganri, which were also the highest numbers.

The degree of the hygienic bacteriological populations of both the seawater and that of the fish tanks at a same region showed similar trend.

The pollution caused by coliform group generally increased as viable cell counts increased.

The types of coliform organisms isolated from seawater in fish preservatory tanks by IMViC reaction were 42% *Escherichia coli* group, 2% *Citrobacter freundii* group, 44% *Klebsiella aerogenes* group and 12% others.

#### 序 論

都市 주변의 産業基地 開發과 工團地域 조성 및 人口의 都市集中 現象으로 인하여 각종 公害物質과 廢水 그리고 都市下水의 沿岸 流入으로 沿岸海水의 有機物質 濃度가 증가되고 있는 실정이다.

釜山은 天然의 海水浴場과 海岸 부근에 많은 生鮮膾 전문 食品점이 산재해 있으며 사람이 가장 많이 찾아드는 季節에 海水浴場 海水의 有機物 汚染은 크게 증가될 가능성이 높다. 그리고 이러한 海水를 生鮮膾 전문 食品점이 活魚蓄養槽에 利用하고 있는 것은 여름철 食中毒事件이 發生할 직접적인 要因이 될 수 있다.

Beaty<sup>1)</sup>는 水産食品의 汚染原因 中에는 작업자의 손이나 저장용기 얼음 등이 重要的 要因이라고 하였다. 따라서 우리가 즐겨 먹고 있는 生鮮膾는 熟處理를 하지 않고 生食하므로 食品점의 저장조건이나 그 處理過程에서 細菌의 增殖과 汚染의 기회가 많으며 특히 活魚槽에 對한 衛生管理가 重要하다고 본다.

Horie<sup>2)</sup>는 鮮魚表皮에서 分離된 菌株中 94%가 gram 陰性이라고 보고하였으며, 사람과 哺乳動物의 腸內細菌으로 食品이 糞便汚染指標菌으로 採擇되고 있다.<sup>3,2)</sup>

또 大腸菌群數의 變化는 糞便汚染狀態와 比較하고 汚染指標菌으로서는 大腸菌群 보다는 糞便系大

腸菌이 적합하다고 Geldreich<sup>11</sup>가 보고하였다.

釜山沿岸의 海水水質에 관한 微生物學的인 研究<sup>3-7)</sup>는 그리 많지 않으며, 피서철에 있어서 海水浴場 주변에 있는 活魚槽의 細菌學的인 調査는 거의 찾아 볼 수 없으므로 피서철 活魚槽의 衛生管理와 食中毒 방지대책을 확립하고 나아가서는 釜山市民과 釜山을 찾는 여러 관광객의 保健安全에 必要한 參考資料를 얻고자 1982年 7月과 8月에 걸쳐 松島, 廣安里, 海雲臺, 松亭 4個地域의 海水浴場 海水와 12개 生鮮膾 전문음식점의 活魚槽海水를 採水하여 각각의 大腸菌群 糞便系大腸菌과 一般 生菌數

를 檢出하여 汚染狀態를 把握하고 IMViC 반응에 의한 大腸菌群의 組成을 試驗한 結果를 보고한다.

### 材料 및 方法

#### 1. 試料

試料의 採水地域은 Fig. 1에 圖示한 바와 같이 松島, 廣安里, 海雲臺, 松亭이며, 각 海水浴場의 海水와 生鮮膾 전문음식점의 活魚槽海水를 滅菌大口試料瓶에 採水하여 實驗하였다.

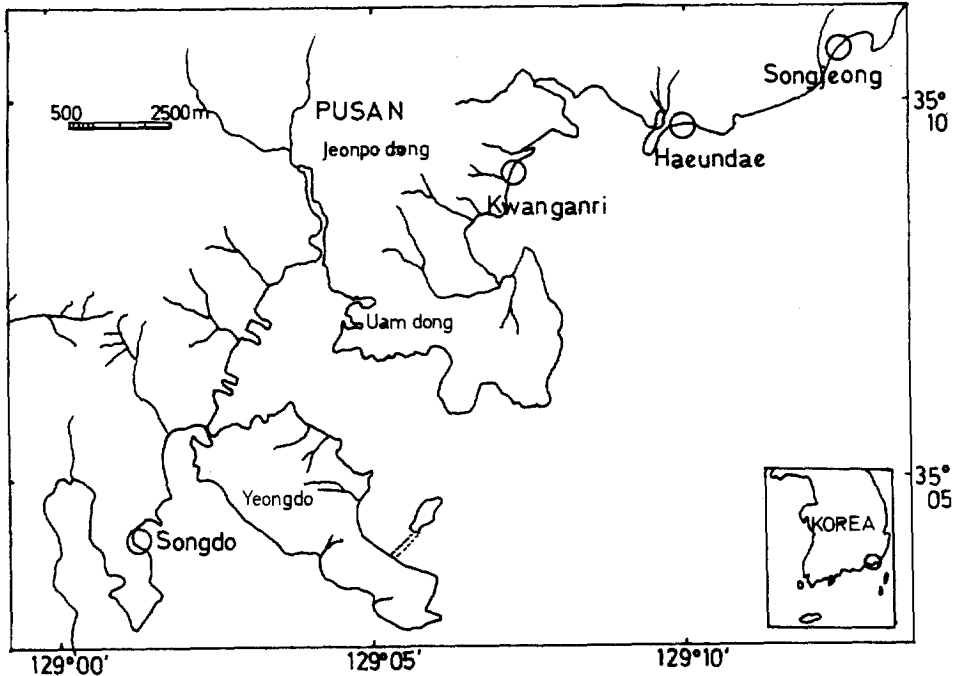


Fig.1 Location of sampling stations in swimming beaches.

#### 2. 方 法

##### 1) 衛生指標 細菌

大腸菌의 實驗은 APHA 方法<sup>8-9)</sup>에 準하였으며, 試水를 10진법에 따라 단계별로 稀積하여 3個 試管法으로 실시하였다. (Fig. 2)

大腸菌群 推定試驗에는 lactose broth를, 確定試驗에는 BGLB(brilliant green lactose bile) broth를 使用하여 35±0.5℃로 調節된 incubator에서 24~48時間 培養하였다.

糞便系大腸菌의 確定試驗은 E C medium을 使用하여 44.5±0.2℃로 調節된 water bath incubator에서 24時間 培養하였다. 大腸菌 및 糞便系大腸菌의 數는 100ml 당 最確數(most probable number, MPN)로 나타내었다.

##### 2) 生菌數 測定

細菌을 분리하기에 편리한 濃度까지 滅菌 生理食塩水로 단계적으로 稀積하고 標準寒天平板 培地를 使用하여 pour plate method<sup>3,10)</sup>에 準하였다. 35℃에서 48±3時間 培養後 나타난 colony를 計數하여 ml 당으로 환산하였다.

##### 3) 大腸菌의 分離 및 同定

大腸菌群 確定試驗用인 BGLB 培地에서 gas 陽性인 培養液을 EMB (eosin methylene blue) agar plate에 streak culture<sup>3,10)</sup>하고 特徵있는 獨立된 集落을 nutrient agar slant와 lactose broth에 각각 移植하였다. 그리고 lactose broth에서 gas 陽性인 菌株에 대하여 IMViC 試驗과 E C 試驗으로 大腸菌群을 同定하였다. (Fig. 2)

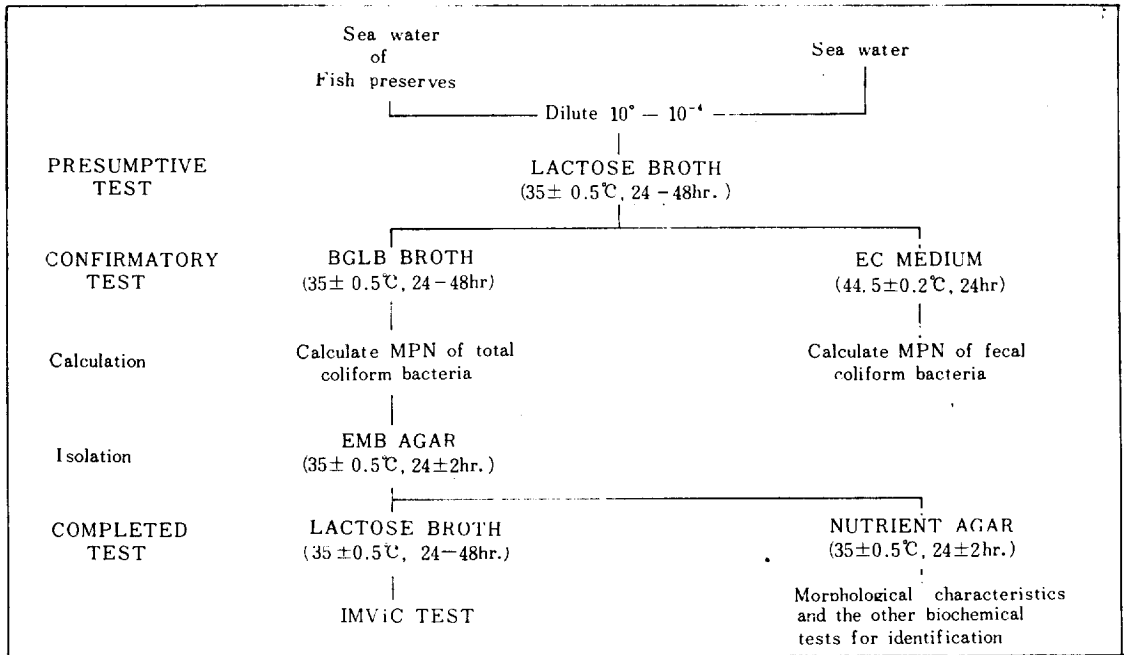


Fig. 2. Methods for isolation of the coliform group.

結果 및 考察

1. 衛生指標細菌

1) 海水浴場 海水

4 개 海水浴場 海水에 대한 衛生指標 細菌의 實驗結果는 Table 1 과 같다.

각 海水浴場別 大腸菌群 最確數의 分布範圍는 松島가 2,400~11,000/100ml, 廣安里는 11,000~46,000/100ml, 海雲臺는 930~110,000/100ml 그리고 松亭이 2,400~4,600/100ml이었으며 海雲臺의 分布範圍가 다른 海水浴場에 비하여 큰 차이를 보였다.

大腸菌群最確數의 幾何平均값은 3,300~27,300

Table 1. Bacteriological examination results of sea water at swimming beaches in Busan(1982)

Areas	Sampling date	MPN / 100 ml						FC / TC (%)	Viable cell count / ml	
		Total coliform		Fecal coliform		Range	Mean*		Range	Mean*
		Range	Mean*	Mean**	Range					
Songdo	Jul. 26 - Aug. 19	2,400 - 11,000	5,100	4,100	90 - 2,400	700	300	7	160 - 5,100	1,500
Kwanganri	Jul. 26 - Aug. 19	11,000 - 46,000	31,800	27,300	2,300 - 24,000	11,600	8,700	32	1,400 - 60,000	19,000
Haeundae	Jul. 26 - Aug. 19	930 - 110,000	39,500	8,100	90 - 46,000	14,100	2,400	30	120 - 9,200	2,500
Songjeong	Jul. 26 - Aug. 19	2,400 - 4,600	3,500	3,300	930 - 4,600	2,500	2,200	66	260 - 1,400	950

\* Arithmetic mean value      \*\* Geometric mean value

/100ml의 分布範圍를 나타내었으며 海水浴場別 汚染度는 廣安里가 27,300/100ml으로 제일 높게 나타났다. 海雲臺, 松島, 松亭의 順으로 汚染도가 낮

아졌다. 糞便系大腸菌最確數의 分布範圍는 90~46,000 / 100ml이었다.

여기서 大腸菌群 및 糞便系大腸菌의 中央値와 分

布範圍가 제일 크게 나타나는 海雲臺의 水質은 生活下水와 汚染된 河川의 流入에 의한 것 보다는 避暑客의 增減에 따라 水質汚染度의 차이가 크게 나타난다고 사료된다.

糞便系大腸菌 最確數의 幾何平均値는 300~8,700 / 100ml의 範圍였으며 海水浴場別 汚染度는 廣安里가 8,700 / 100ml로 높게 나타났고 海雲臺는 2,400 / 100ml, 松亭이 2,200 / 100ml, 그리고 松島가 300 / 100ml로서 비교적 적게 검출되었다. 廣安里가 松島에 比하여 거의 30배에 달하는 심각한 汚染狀態를 보였는데 이것은 生活下水 및 汚染된 수영장 물의 流入과 海水浴場에 피서객이 붐비면서 海水의 有機物濃度<sup>11)</sup>가 增加되었다고 推定할 수 있다.

Zobell<sup>12)</sup>은 外海에서 大腸菌群의 生存不能은 有機物의 缺乏과 plankton의 섭취 때문이라고 하였으며 Presnell 등<sup>13)</sup>은 降雨에 의한 土質細菌이 沿岸海水를 汚染시킨다고 하였다.

Fig. 3.에서 海水의 大腸菌群과 糞便系大腸菌의 關係를 보면, 大腸菌群數가 높은 海水에서 糞便系大腸菌도 높게 檢出되는 傾向을 보였다. 大腸菌群에 대한 糞便系大腸菌의 比는 7~66%이었고 平均値는 34%이었으며 松島가 낮고 松亭이 높은 比率를 나타내었다.

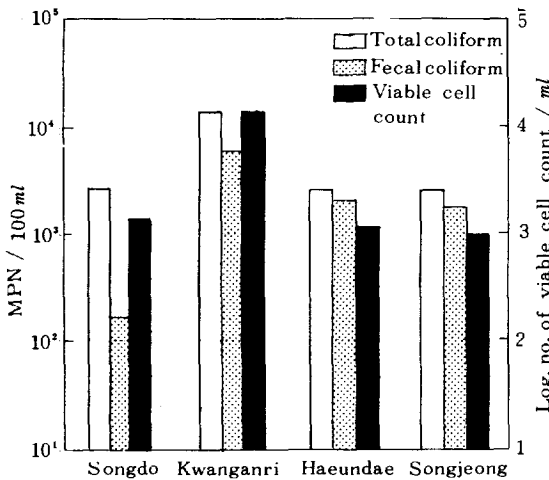


Fig. 3. Comparison of total coliform, fecal coliform bacteria and viable cell counts of sea water at each swimming beaches in Busan (Jul. and Aug.).

2) 活魚槽 海水

活魚를 蓄養하고 있는 活魚槽 海水에 對한 衛生指標細菌의 實驗結果는 Table 2와 같다.

大腸菌群最確數의 分布範圍는 30~110,000/100ml

으로서 地域에 따라 큰 차이를 보였고 地域別汚染度는 廣安里가 21,000/100ml으로 제일 높았으며 松島, 海雲臺, 松亭의 順으로 낮아졌다. 여기서 廣安里地域의 大腸菌群汚染度가 松亭에 比하여 거의 30배에 達하였다. 이러한 사실은 廣安里地域의 活魚槽海水에 대한 여름철 衛生管理에 많은 문제점이 있음을 지적할 수 있으며 衛生管理가 不安定한 活魚槽의 효과적인 소독방법을 確立할 필요가 있다고 본다.

大腸菌群은 有機物이 缺乏된 外海에서는 生育이 不可能하여 검출이 되지 않았으며<sup>14)</sup> 汚染된 물속에서 유영한 魚類의 大腸菌群은 정상적인 腸內細菌이 아니라고 Griffiths<sup>11)</sup>가 보고하였다. 그리고 鮮魚의 근육은 無菌狀態<sup>15)</sup>이나 저장 및 처리과정에서 魚類의 표피세균이 汚染되므로 活魚槽 海水의 細菌이 조리기구를 汚染시키고 나아가서는 生鮮膾를 汚染시키므로 活魚槽의 衛生管理는 重要하다고 본다.

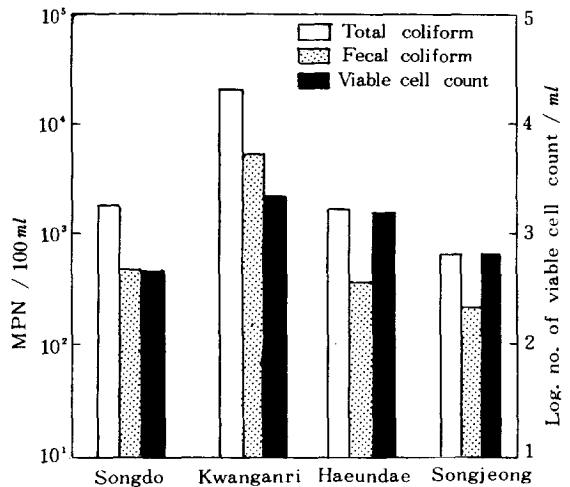


Fig. 4 Comparison of total coliform, fecal coliform bacteria and viable cell counts of sea water in fish preservative tanks by sampling areas (Jul. and Aug.)

Fig. 3 과 4에서 海水浴場 海水와 活魚槽 海水의 衛生指標細菌에 對한 汚染度를 考察하면, 海水의 大腸菌群 및 糞便系大腸菌의 最確數가 높게 檢出된 地域은 活魚槽 海水에서도 대체로 높은 汚染度를 보였고, 海水의 菌數가 낮게 檢出된 地域은 活魚槽에서 역시 낮은 汚染度를 보였으나 반드시 比례하는 傾向은 아니었다. 廣安里와 海雲臺에 있는 活魚槽 海水의 大腸菌群과 糞便系大腸菌의 汚染度를 比較하기 위하여 Velz 方法<sup>23)</sup>에 의하여 圖示한 것이 Fig. 5 이다.

廣安里地域의 大腸菌群 및 糞便系大腸菌 最確數의 50 percentile 값은 각각 20,000, 7,000이며 海雲臺는 각각 1,650, 380으로 廣安里地域에 比하여 약 15倍정도 높은 汚染度를 나타내고 있었다. 그리고 Fig. 6 은 같은 방법에 의하여 松島와 松亭地域의 活魚槽 海水에 對한 細菌學的인 汚染度를 比較한 것으로 50 percentile 값을 보면 松島가 松亭보다 약 5倍 程度의 높은 汚染度를 보였다. 活魚槽 海水에 있어서 大腸菌群에 對한 糞便系大腸菌의 比는

14~42% 이었고 平均値는 27% 이었으며 廣安里가 높고 松亭이 낮은 比率을 나타내었다.

우리나라 環境保全法에는 水産用水나 工業用水로 利用하는 海水의 大腸菌群 最確數가 1,000 / 100ml 以下라고 基準하고 있다. 海水浴場 海水의 細菌學的인 水質汚染度는 廣安里가 基準値의 27倍였으며, 그외 地域은 平均 5倍 程度의 數値를 보였다. 그리고 活魚槽 海水는 廣安里가 基準値의 21倍, 松島와 海雲臺가 2倍 였으며, 松亭地域의 活魚槽만이 基準値이하를 나타내었다. 이것은 海水水質의 細菌學的인 汚染狀態가 活魚槽海水에 미치는 영향이 크며 松亭地域의 여름철 活魚槽 관리상태가 細菌學的인 側面에서 볼때 대체로 良好하다는 것을 알 수 있다.

掘江등<sup>17)</sup>은 水産食品에서 汚染指標細菌으로 하는 大腸菌의 檢出이 環境衛生管理에 있어 適當하다고 하였으나, 물과 食品에서 大腸菌群中 *Escherichia coli* group 이외의 大腸菌檢出은 반드시 糞便汚染을 의미하는 것은 아니므로 大腸菌群을 汚染指標로 하고 있는 것은 문제가 있다고 본다. 그리고 糞便系大腸菌은 外界에서의 生存力이 약하므로 糞便에 존재할 可能性이 있는 消化器系病原菌보다 빨리 消失될 수가 있으며,<sup>18)</sup> 이러한 경우에 있어서는 汚染指標菌으로서의 價値가 低下된다고 볼 수 있다.

食品의 衛生管理는 직접 또는 간접적인 食中毒의 發生要因을 파악하고 특히 細菌學的인 清潔度를 重示해야 된다고 본다.

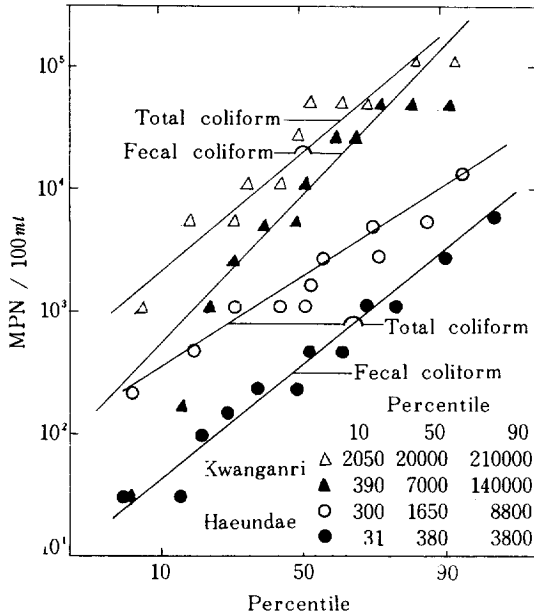


Fig. 5 Coliform MPN's of sea water in fish preservatory tanks collected at Kwanganri and Haeundae swimming beaches (Jul. and Aug.)

2. 生菌數

海水浴場海水와 活魚槽海水에서 檢出된 生菌數의 結果를 정리한 것이 Table 1과 2이다.

Table 2. Bacteriological examination results of sea water in fish preservatory tanks at swimming beaches in Busan(1982)

Areas	Sampling date	MPN / 100 ml						FC / TC (%)	Viable cell count/ml	
		Total coliform		Fecal coliform		Range	Mean			
		Range	Mean*	Mean**	Range				Mean*	Mean**
Songdo	Jul. 26 - Avg. 19	230 - 11,000	3,000	2,400	430 - 2,400	1,100	8,800	29	78 - 980	500
Kwanganri	Jul. 26 - Aug. 19	930 - 110,000	38,000	21,000	30 - 46,000	7,300	8,800	42	340 - 11,000	2,600
Haeundae	Jul. 26 - Aug. 19	230 - 11,000	2,500	1,700	30 - 4,600	800	400	23	140 - 5,900	1,500
Songjeong	Jul. 26 - Aug. 19	20 - 11,000	2,000	700	30 - 930	200	100	14	30 - 1,900	520

\* Arithmetic mean value      \*\* Geometric mean value

海水浴場海水的 生菌數 分布範圍는 試水 1ml 當 120~60,000 이었고, 海水浴場別 生菌數 中央値는 廣安里가 19,000/ml 으로 제일 높았으며, 海雲臺가 2,500 ml, 松島가 1,500/ml. 그리고 松亭이 950/ml 의 順으로 낮게 나타났다. (Fig. 3)

活魚槽海水的 生菌數는 試水 1ml 當 30~11,000 의 分布를 보였으며 採水地域別 生菌數 中央値는 廣安里가 2,600/ml 로 제일 높게 檢出되었고, 海雲臺가 1,500ml, 松亭이 520/ml 그리고 松島地域이 500/ml 의 順으로 낮게 나타났다. (Fig. 4)

여기서 檢出된 生菌數는 普通寒天培地를 利用하여 35℃ 에서 48時間 이내 培養하였을때 肉眠的으로 관찰할 수 있는 集落을 形成하는 細菌群 이므로 모든 水中細菌을 나타내는 것은 아니다.

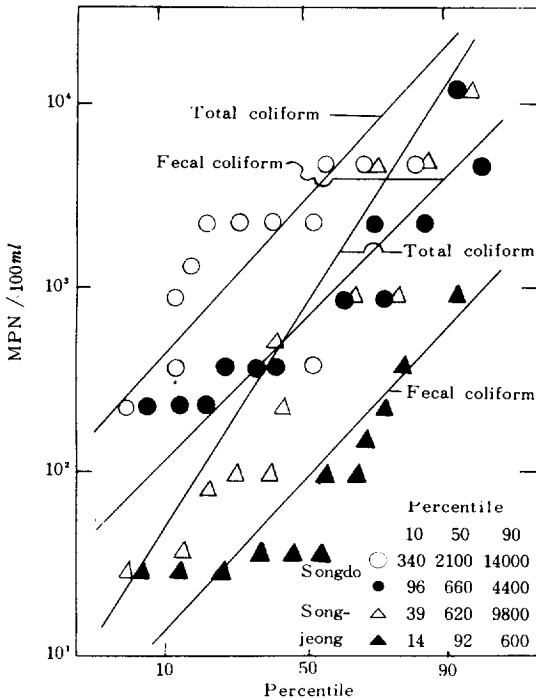


Fig.6 Coliform MPN's of sea water in fish preservatory tanks collected at Songdo and Songjeong swimming beaches (Jul. and Aug.)

芳倉 등<sup>18)</sup>은 汚染된 河川水의 有機物濃度가 增加됨에 따라 水中의 一般細菌群이 增加한다고 하였고 海水水質에 관한 研究<sup>7)</sup>에서 海水의 細菌學的인 汚染度가 높은 것은 水温上昇과 잦은 降雨에 의하여 陸地로 부터 많은 有機物이 沿岸海水로 搬入되어 細菌增殖의 좋은 條件을 이루었다고 보고하였다.

이와같이 一般細菌數는 有機物濃度에 대한 生物指標<sup>18)</sup>로 하는 것이 타당하다고 사료되며 今後의 水質汚染 測定에는 細菌汚染도와 더불어 BOD,

COD, DO, SS 등의 理化學的 試驗이 병행해야 될 것으로 본다.

Fig. 7은 活魚槽海水에 있어서 大腸菌群과 生菌數의 關係를 표시한 것이다. 廣安里地域은 大腸菌群과 生菌數가 비례하는 경향으로 나타났으며 海雲臺와 松島는 비교적 비례하였으나 松亭은 무질서한 分布를 보였다. 이와 같이 廣安里地域에서는 유의할만한 結果를 얻었으나 나머지 地域의 活魚槽海水에서는 大腸菌群과 生菌數사이의 상관關係는 반드시 비례하지는 않았으며 이는 水産食品의 細菌學的인 研究報告<sup>19-21)</sup>와는 다소 다른 경향을 考察할 수 있었다.

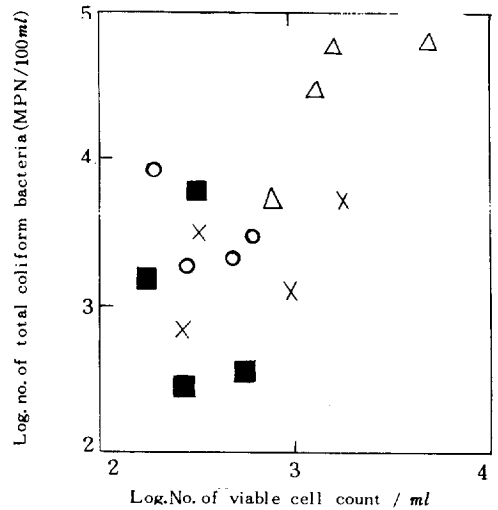


Fig.7 Viable cell counts versus total coliform bacteria of sea water in fish preservatory tanks at swimming beaches in Busan. (Jul. and Aug.) (○); Songdo, (△); Kwanganri, (×); Haeundae, (■); Songjeong

海水浴場海水의 細菌汚染度가 活魚槽海水에 미치는 영향을 비교해 보면 大腸菌群과 生菌數에 있어서는 海水浴場海水의 汚染度가 높을수록 活魚槽海水의 汚染이 比較的 높았으나 糞便系大腸菌인 경우는 그 상관 關係를 찾아볼 수 없었다.

微生物의 增殖은 여러가지 環境條件에 지배를 받고 있으므로 採水時의 水温과 pH를 測定하였다. 海水浴場海水의 pH範圍는 7.2~8.0 이었고 活魚槽海水의 pH範圍는 7.2~7.8 이었다. 따라서 우리나라 環境保全法은 水産用水로 利用하는 海水의 pH7.0~8.3의 範圍로 基準하고 있으므로 이러한 環境基準에 미달되는 海水는 없었다. 그리고 水温은 氣象狀態나 採水條件에 따라 다르겠지만 一般的인 海水浴場 水温의 範圍는 19~24.5℃ 이었고, 活魚槽海水의 水温은 19.5~26℃ 의 範圍였다.

3. 大腸菌群의 同定

大腸菌群 確定試驗에서 BGLB broth에서 gas 陽性인 培養液을 EMB agar plate에 streak culture

하여 特徵的인 集落을 形成하는 것을 IMViC 과 EC 시험으로 同定하였다. (Fig. 2)

APHA의 方法<sup>8)</sup>에 따라 活魚槽海水에서 分離한 菌株의 同定結果를 Table 3에 표시하였다.

Table 3. Coliform classification by IMViC reaction and ECtest in seawater of fish preservatory tanks

Areas Number Types	Song do		Kwanganri		Haeundae		Songjoeng		Total		
	No. of Strain	%	No. of Strain	%	No. of Strain	%	No. of Strain	%	No. of Strain	%	
Escherichia	I	3	16	15	46	6	40	1	4	25	28
	II	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	III	0	-	5	15	0	-	0	-	5	6
	IV	0	-	2	6	2	13	3	13	7	8
Subtotal	3	16	22	67	8	53	4	17	37	42	
Citrobacter freundii	I	0	-	1	3	0	-	1	4	2	2
	II	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Subtotal	0	-	1	3	0	-	1	4	2	2	
Klebsiella aerogenes	I	6	32	3	9	5	33	9	39	23	25
	II	0	-	0	-	1	7	0	-	1	1
	III	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	IV	6	32	5	15	1	7	4	18	16	18
Subtotal	12	64	8	24	7	47	13	57	40	44	
Untyped	4	21	2	6	0	-	5	22	11	12	
Total	19	100	33	100	15	100	23	100	90	100	

大腸菌群으로 同定된 90菌株中에서 *Escherichia coli* group이 37菌株로 42%, *Citrobacter freundii* group이 2菌株로 2%, *Klebsiella aerogenes* group이 제일 많은 40菌株로 44%를 차지하였으며 分離안된 것은 11%에 相當하였다.

人蓄의 糞便에서 제일 많이 分離되고 있는 典型的인 糞便系細菌으로서는 *Escherichia coli* I이며 比較的 적은 數이지만 하나 *Klebsiella*屬과 *Citrobacter*屬의 細菌도 分布하고 있다고 한다.<sup>22)</sup>

그러나 自然果에서는 糞便의 경우와는 반대로 *Escherichia coli*의 分布가 매우 적다고 하였다.<sup>16)</sup>

本實驗에서 分離된 *Escherichia coli* I은 25菌株로 28%를 차지하였으며 活魚槽海水가 직접 또는 간접으로 糞便에 의해 汚染되었음을 알 수 있었다. 그리고 이 菌은 外界에서의 生存力이 매우 약하므로 糞便에 의한 汚染이 오래되지 않았음을 추측할 수 있었다.

要 約

釜山市內 4個海水浴場(松島, 廣安里, 海雲臺, 松亭)과 그곳 活魚槽의 海水에 對한 細菌學的인 水質 汚染狀態를 조사하고자 1982年 7月과 8月 사이에 採水한 海水에서 大腸菌群 糞便系大腸菌, 一般生菌數의 分布와 IMViC 시험에 의한 大腸菌群의 同定 試驗 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 海水浴場海水의 大腸菌群, 糞便系大腸菌 MPN은 廣安里地域이 各各 27,300/100ml, 8,700/100ml로 汚染度가 높았으며, 그의 지역은 海雲臺, 松島, 松亭의 順으로 汚染度가 낮게 나타났다.

2. 活魚槽海水의 大腸菌群, 糞便系 便系大腸菌 MPN은 21,000/100ml, 8,800/100ml으로 廣安里地域의 水質汚染度가 역시 높게 나타났다.

3. 海水浴場海水와 活魚槽海水의 細菌 汚染度를 比較하면 海水浴場海水의 細菌汚染度가 높을수록 活魚槽海水의 汚染度도 比較的 높게 나타났으나 완전히 일치하는 것은 아니었다.

4. 一般生菌數의 汚染程度에 따라 大腸菌群의 汚染度가 대체로 비례하는 경향이였다.

5. IMViC 試驗에 의한 大腸菌群의 分類는 *Escherichia coli* 42%, *Citrobacter* 2%, *Klebsiella* 44%, 기타 12%로 나타났다.

文 獻

1. Beaty, S. A.: *Canadian Fisherman*, XXII (6), 34 (1945)
2. Horie, S.: *Modern Media* 19(5), 9 (1973)
3. Stanier, R. Y., Adelberg, E. A., and Ingraham, J. L.: *The Microbial World* (4th. ed., Prentice-Hall Inc., U. S. A.) 21(1976)
4. Geldreich, E. E.: *J. A. W. W. A.*, 62(2), 113 (1970)

5. 李原在, 崔滑卿: 韓國水産学会誌, **6** (1, 2), 20 (1973)
6. 金榮萬, 張東錫: 釜山水大研報, **17** (1,2), 45 (1977)
7. 金龍瑄, 張東錫: 韓國水産学会誌, **14**(3), 148 (1981)
8. A. P. H. A. : *Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Sea Water and Shellfish* (3rd. ed., Am. Pub. Health Assoc. Inc., U. S. A.) **1** (1962)
9. A. P. H. A. : *Standard Methods for the Examination of Dairy Products* (14th. ed., Am. Pub. Health Assoc. Inc., U. S. A.) **77** (1978)
10. Harrigan, W. F. and McCance, M. E. : *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology* (Academic Press Inc., U. S. A.) **17** (1976)
11. Geldreich, E. E., Bordner, R. H., Huff, C. B., Clark, H. F. and Kabler, P. W. : *J. W. P. C. F.*, **34**, 295 (1962)
12. Zobell, C. E. : *J. bacteriol.*, **42**, 284 (1941)
13. Presnell, M. W. and Miescier, J. J. : *J. W. P. C. F.*, **43** (3), 407, (1971)
14. Griffiths, F. P. : *Food Research*, **2**, 121 (1937)
15. Frazier, W. C. and Westhoff, D. C. : *Food Microbiology* (McGraw-Hill Book Co., U. S. A.) **97** (1978)
16. 堀江進: 日本水産学会誌, **35**(8), 818 (1969)
17. 堀江進, 荒木敏明, 佐伯和昭: 日本食品衛生誌, **13**, 405 (1972)
18. 芳倉太郎, 小田国雄, 飯田才一: 日本水産学会誌, **46**(2), 231 (1980)
19. Horie, S., Yamagata, M., Inoue, H. and Izumi T. : *J. Food Hyg. Soc.* **15**(2), 110 (1974)
20. 張東錫, 崔滑卿: 韓國水産学会誌, **6**, 92 (1973)
21. 金榮萬, 許盛浩, 孫明植: 東義工專大論文集, **5**, 259 (1979)
22. 河端俊治, 辻薦: 食品工場における微生物制御 (建帛社, 日本) **74** (1975)
23. Velz, C. J. : *Graphical Approach to Statics, water and Sewage Works Magazine.* **99**(4), 15 (1952)