

# 多摩川水域の環境水および 魚介類の細菌相に関する研究

— Bacterial Flora of the Water and Organisms in the Tama River —

1982年

出口吉昭・杉田治男

日本大学農獣医学部水産学科教授・同，助手

# 目 次

緒 言.....	1
1. 実験方法.....	1
(1) 試料の採取.....	1
(2) 水質検査.....	2
(3) 試料の処理.....	2
(4) 細菌の分離および同定.....	3
2. 実験結果および考察.....	3
(1) 多摩川の水質.....	3
(2) 細菌数.....	4
(3) 分離菌の組成.....	7
(4) 細菌相.....	8
引用 文 献.....	14

## 緒 言

自然界には多種類の微生物が存在し、様々の生活様式を呈している。河川水に流入された有機物の大部分は主に細菌によって利用され無機化される。しかしこのような細菌は単一の種類から構成されるのではなく、常に多くの種類の細菌がある法則性を保ちながら存在し、その結果、それぞれの環境に特有な細菌相 (microflora) を形成するものと考えられる。しかしながらわが国の河川水の細菌相に関する研究は少なく、前田 (1980) および杉田ら (1982) によって報告されているに過ぎない。

本論文は、多摩川水域の河川水、底泥およびそこに生息する水生生物の細菌相を調べることにより、河川の汚濁に伴う細菌相の変動について把握することを目的とした。

なお本研究は、大学院学生大嶋健君ならびに田村正則君の協力を得た。ここに特記して謝意を表する。

## 1. 実験方法

### (1) 試料の採取

調査水域は調布橋と万年橋 (青梅市) の間の St. 1, 拝島橋 (八王子市) 上手の St. 2, および丸子橋 (大田区) 下手の St. 3 であり、その水深はそれぞれ 10~40 cm, 20~40 cm および 100~150 cm であった (Fig. 1)。調査は 1981 年 5 月 29 日、7 月 21 日、9 月 21 日、11 月 30 日、1982 年 1 月 9 日および 3 月 24 日の計 6 回行った。

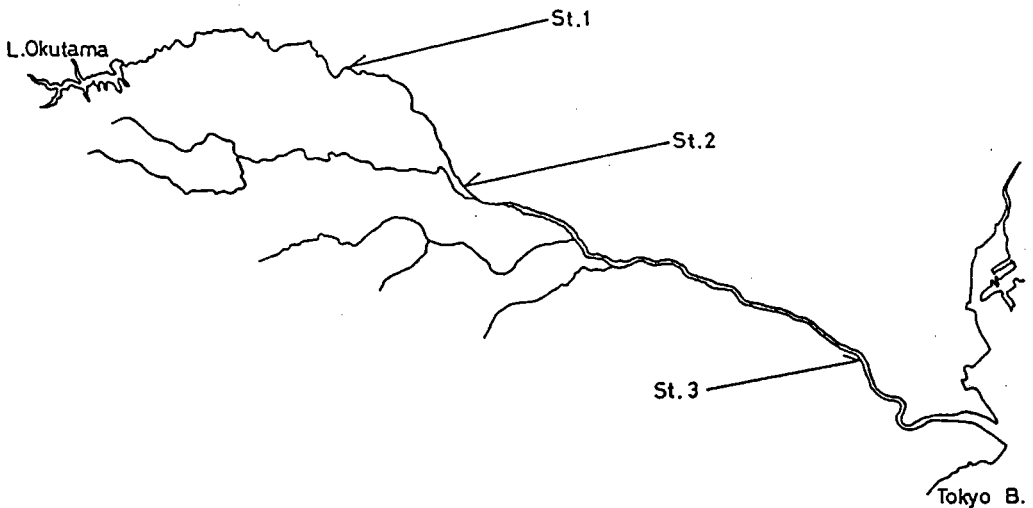


Fig. 1 Location of sampling stations in the Tama River.

表層水は滅菌試験管に直接採取した。底泥は十分洗浄した関式採泥器で採取した。生物試料は釣獲、ピンドウまたは直接素手で採取した。試料はいずれも氷冷して、6時間以内に研究室に持ち帰り実験に供した。

また水質検査のため、表層水をポリバケツで採取した後、1ℓのポリ瓶に移し、氷冷して研究室に持ち帰った。

### (2) 水質検査

現場における水温(WT)は棒状水銀温度計により、溶存酸素量(DO)はWinkler-アジド変法によって測定した。pHはpHメーター(東亜電波, HM-5M)により、化学的酸素要求量(COD)は水質汚濁調査指針(松江, 1961)により、そしてアルカリ度は水質化学分析法(三宅および北野, 1960)によって測定した。懸濁物量(SS)は直径0.45μのメンブランフィルター(Millipore, HA)を用いて測定した。アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>-N)はNimura(1973)の方法、亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)およびリン酸態リン(PO<sub>4</sub>-P)はStrickland and Parsons(1968)の方法に従って測定した。

### (3) 試料の処理

底泥は、0.5gを光岡(1973)の希釈液4.5mlに入れ、1分間サーモミキサーで混合した後、その上澄液を10<sup>-1</sup>試料とした。

魚類は、体表を70%エタノールで殺菌した後、開腹し、無菌的に消化管を摘出した。さらに滅菌ピペットを用いて内容物を取り出し、内容物0.5gを希釈液4.5mlに入れ、十分に攪拌し、その懸濁液を10<sup>-1</sup>試料とした。

水生昆虫および水草は、重量の9倍容量の希釈液と共に滅菌ガラス乳鉢内でホモジナイズし、その懸濁液を10<sup>-1</sup>試料とした。

試水および上記試料はさらに希釈液で10倍ずつに希釈し、適当な希釈段階のものを10種類の寒天平板に塗抹した。本研究に用いた培地は次の通りである：1/20PYBG寒天培地(Table 1)、PY-

Table 1 Composition of 1/20PYBG and PYBG media

Ingredient	1/20 PYBG	PYBG
Trypticase peptone(BBL)	0.5 g	10.0 g
Phytone peptone(BBL)	0.25	5.0
Lab-lemco powder(Oxoid)	0.1	2.4
Yeast extract(Difco)	0.1	2.0
Glucose	0.1	1.0
Agar No. 1(Oxoid)	10.0	10.0
Distilled water	1,000 ml	1,000 ml
pH	7.5	7.5

BG寒天培地 (Table 1)、マッコンキー寒天培地 (栄研)、PEA血液寒天培地 (BBL)、Rimler-Shotts 寒天培地 (Shotts and Rimler, 1973)、BTBティポール寒天培地 (栄研)、EG寒天培地 (光岡, 1973)、AS寒天培地 (杉田ら, 1981a)、BS寒天培地 (杉田ら, 1981a) およびFM-CW血液寒天培地 (栄研) である。

接種した1/20PYBGおよびPYBG培地は好氣的条件下、20℃で5日間培養した。マッコンキー、PEA、Rimler-Shotts およびBTBティポール培地は好氣的条件下、37℃で2日間培養した。EG、AS、BSおよびFM-CW培地は嫌氣的条件下、20℃で5日間培養した。嫌氣的状態は、炭酸ガス気相置換法およびスチールウール法 (東ら, 1962) の併用によって得た。

培養後、出現したコロニーを計数し、各培地における生菌数 (colony forming units) を求めた。

#### (4) 細菌の分離および同定

各平板培地に出現したコロニーを計数した後、コロニー形状に基づいて分類し、各コロニー群から代表的な3コロニーを釣菌し、分離した。

好氣的条件下で培養した培地から分離した計3,590菌株はグラム染色性、細胞形態、孢子形成の有無、色素産生の有無、運動性、嫌氣的条件下での増殖、oxidase, catalase, 糖発酵性などの性状について調べた。グラム陰性菌はShewan *et al.* (1960) の改変同定図式 (杉田ら, 1981b) により、グラム陽性菌はCowan (1974) の同定術式に準拠して属または群レベルまで同定した。

嫌氣的条件下で培養した培地から分離した1,437菌株はグラム染色性、細胞形態、孢子形成の有無、好氣的条件下での増殖などの性状について調べ、分離し、同定した。

## 2. 実験結果および考察

### (1) 多摩川の水質

多摩川の上流、中流および下流を、それぞれSt. 1, St. 2 およびSt. 3と定め、各地点の水質および水、底泥ならびに水生生物の細菌相を調べた。

各地点の表層水の水質の概要はTable 2に示した。調査時の水温は6.5~26.9℃の範囲にあり、St. 1, St. 2, St. 3の順に高くなる傾向がみられた。pHは、7.1~8.4と中性から弱アルカリ性を示した。DOは4.3~14.6 ppmの範囲で、下流に行くほど低下する傾向がみられた。

CODは0.01~0.22 ppm、SSは1.5~22.8 mg/l、アルカリ度は0.62~1.89 meq/lの範囲であった。溶存無機塩類の濃度では、NH<sub>4</sub>-Nが0.00~4.24 ppm、NO<sub>2</sub>-Nが0.00~1.67 ppm、NO<sub>3</sub>-Nが0.01~2.79 ppm、そしてPO<sub>4</sub>-Pが0.29~22.68 ppmの範囲であり、全体的にはSt. 1, St. 2, St. 3の順で水質が悪化する傾向がみられた。しかしPO<sub>4</sub>-Pに関してはSt. 2が最も高く、付近から流入する家庭排水中の合成洗剤の影響が考えられるが、この点に関しては今後の検討が必要であろう。

Table 2 Ranges of environmental factors in the water at stations 1, 2 and 3, the Tama River

Factor	St. 1	St. 2	St. 3
WT(°)	6.5 - 15.4	8.1 - 24.9	9.0 - 26.9
pH	7.5 - 8.4	7.3 - 7.9	7.1 - 7.4
DO(ppm)	10.4-12.7	8.5 - 14.6	4.3 - 7.7
COD(ppm)	0.01-0.03	0.04-0.14	0.08-0.22
SS(mg/l)	1.5 - 5.0	3.5 - 17.0	3.8 - 22.8
NH <sub>4</sub> -N(ppm)	0.00-0.14	0.06-3.62	0.15-4.24
NO <sub>2</sub> -N(ppm)	0.00-0.34	0.07-0.62	0.14-1.67
NO <sub>3</sub> -N(ppm)	0.01-0.41	0.07-2.57	0.12-2.79
PO <sub>4</sub> -P(ppm)	0.29-0.68	1.66-22.68	1.09-21.37
Alkalinity(meq/l)	0.69-0.81	0.62-1.24	0.57-1.89

(2) 細菌数

水、底泥および水生生物を10種類の選択培地および非選択培地に接種して培養したときの生菌数を

Table 3、Table 4 およびTable 5 に示した。

各試料の生菌数は接種した培地の種類によって著しく異なった。好氣的条件下で各試料を培養すると、非選択培地の1/20 PYBGおよびPYBG培地が生菌数の高い値を示した。河川水および底泥では特に易分解性有機物濃度の低い培地(1/20 PYBG)の方が高い値を示す傾向が得られたが、水生生物では一定の傾向は得られなかった。嫌氣的条件下で培養した試料ではEG培地が最も高い値を示した。河川水および底泥を嫌氣的条件下で培養して得られた生菌数は好氣的条件下での生菌数より低い、水生生物では両者の間に顕著な差は認められなかった。

採取地点間の比較では、河川水では下流に行くほど生菌数が高まる傾向がみられたが、底泥および水生生物では一定の傾向はみられなかった。また各試料共に、季節的変動は認められなかった。

Table 3 Colony counts(log No. ml<sup>-1</sup>) of the water in the Tama River incubated aerobically and anaerobically using different agar media

Location	Date	1/20 PYBG	PYBG	Mac	PEA	RS	BTB	EG	AS	BS	CW
St. 1	May 29	3.7	3.4	2.1	1.3	1.3	1.6	2.7	<1.3	<1.3	<1.3
	Sep 21	3.4	3.0	2.1	1.8	1.3	1.3	2.6	<1.3	<1.3	<1.3
	Nov 30	4.4	2.9	1.9	2.3	1.6	<1.3	2.4	<1.3	<1.3	<1.3
	Jan 9	3.7	3.4	2.6	<1.3	1.3	1.8	2.5	<1.3	<1.3	<1.3
	Mar 24	3.9	3.4	2.1	2.1	1.3	1.3	2.8	1.3	1.3	1.6
St. 2	May 29	4.0	3.9	2.0	<1.3	<1.3	<1.3	2.3	<1.3	<1.3	<1.3
	Jul 21	4.4	4.3	3.8	2.0	2.5	2.9	3.6	<1.3	<1.3	1.6
	Sep 21	4.4	4.2	2.1	3.9	1.9	2.0	3.9	1.6	1.3	2.0
	Nov 30	5.0	3.7	2.3	1.8	1.8	<1.3	2.7	<1.3	1.6	<1.3
	Jan 9	4.5	4.2	3.0	2.2	2.7	1.6	3.2	1.6	<1.3	1.8
Mar 24	5.3	4.6	2.7	2.3	2.3	<1.3	3.6	1.8	2.1	2.8	
St. 3	May 29	5.5	5.3	4.4	3.4	3.4	3.8	4.4	3.5	2.8	3.9
	Jul 21	5.1	5.0	4.4	2.9	3.2	3.7	4.3	2.1	2.1	2.3
	Sep 21	5.5	4.8	4.3	4.4	3.0	3.5	4.2	3.0	2.1	3.7
	Nov 30	4.9	3.7	3.4	2.6	2.7	2.7	3.6	<1.3	2.3	3.1
	Jan 9	5.4	4.9	4.1	2.4	3.5	2.8	4.4	2.8	<1.3	4.0
Mar 24	5.1	5.0	3.5	2.8	3.5	3.0	4.4	3.2	3.0	3.8	

Table 4 Colony counts(log No. g<sup>-1</sup>) of the sediments in the Tama River incubated aerobically and anaerobically using agar media

Location	Date	1/20 PYBG	PYBG	Mac	PEA	RS	BTB	EG	AS	BS	CW
St. 1	May 29	5.5	4.9	4.1	3.6	3.1	3.5	4.0	<2.3	<2.3	3.0
	Sep 21	5.5	5.0	4.4	3.9	3.6	4.2	4.6	2.6	<2.3	2.8
	Nov 30	5.4	3.9	3.3	2.3	3.1	2.8	3.4	<2.3	<2.3	2.3
	Jan 9	4.8	4.7	3.4	3.2	2.3	2.3	3.9	<2.3	<2.3	2.3
	Mar 24	5.6	5.1	5.0	3.3	1.3	3.1	4.0	3.1	2.3	3.1
St. 2	May 29	6.3	6.1	5.0	4.7	4.2	4.6	5.1	3.2	3.9	4.3
	Jul 21	5.2	5.3	4.5	3.9	3.3	4.1	4.5	2.3	3.5	3.7
	Sep 21	5.6	4.9	3.5	3.8	3.2	4.0	4.3	<2.3	3.1	3.3
	Nov 30	5.9	5.4	4.3	4.4	3.7	3.9	5.0	2.6	3.0	4.1
	Jan 9	5.8	5.6	4.3	4.1	2.8	3.7	3.9	<2.3	2.3	3.8
Mar 24	6.0	5.3	3.4	3.5	2.3	<2.3	2.6	<2.3	<2.3	<2.3	
St. 3	May 29	6.5	6.3	5.4	4.5	4.4	4.7	5.6	4.0	4.0	5.0
	Jul 21	5.7	5.8	5.4	4.5	4.2	5.1	5.5	3.9	4.0	4.3
	Sep 21	6.7	5.3	4.8	4.0	3.3	3.0	4.0	<2.3	3.1	3.9
	Nov 30	6.0	5.9	3.7	4.3	3.7	4.1	5.2	2.3	4.9	3.9
	Jan 9	6.7	6.6	6.3	4.1	4.7	6.3	6.4	3.2	3.3	4.5
Mar 24	5.9	5.9	4.7	4.4	4.4	3.6	5.1	3.6	3.3	4.0	

Table 5 Colony counts( $\log \text{No. g}^{-1}$ ) of organisms in the Tama River incubated aerobically and anaerobically using different agar media

Location	Date	Specimen	1/20 PYBG	PYBG	Mac	PEA	RS	BTB	EG	AS	BS	CW	
St. 1	May 29	Dace(I)	7.0	7.0	5.9	7.3	<4.3	4.9	7.3	<4.3	<4.3	7.0	
		Dace(II)	5.3	5.4	4.9	<4.3	4.6	4.3	4.9	<4.3	<4.3	<4.3	
	Sep 21	Aquatic insect	5.6	4.3	2.8	2.8	<2.3	<2.3	5.1	<2.3	<2.3	<2.3	
		Nov 30	Aquatic insect	6.1	7.4	4.5	3.8	3.6	3.6	7.5	3.3	3.6	<3.3
	Jan 9	Aquatic insect	6.8	6.7	4.1	3.1	3.8	4.3	5.9	<2.3	<2.3	<2.3	
		Mar 24	Aquatic insect	7.0	7.0	4.9	2.6	4.3	4.5	6.3	3.6	3.5	4.4
	St. 2		May 29	Field gudgeon(I)	6.6	6.4	6.4	5.5	6.0	5.3	6.5	<4.3	<4.3
		Field gudgeon(II)		8.3	8.3	8.1	6.1	6.7	7.9	8.4	5.6	<4.3	6.3
Jul 21		Hydrophyte	6.9	6.6	6.2	5.3	5.3	5.6	6.0	3.7	3.1	3.6	
		Aquatic insect	4.9	5.1	4.3	4.2	<3.3	3.3	5.1	<3.3	<3.3	<3.3	
Sep 21		Common minnow	7.7	7.8	7.9	6.0	6.3	7.5	8.1	7.1	4.3	6.4	
		Field gudgeon(I)	6.5	6.5	6.2	5.0	5.6	5.6	6.6	<4.3	6.1	5.5	
Nov 30		Field gudgeon(II)	6.0	5.8	6.1	4.3	<4.3	5.8	6.3	<4.3	<4.3	<4.3	
		Aquatic insect	6.0	6.0	4.3	4.1	3.5	3.9	6.8	3.1	2.9	6.4	
Jan 9		Aquatic insect	6.4	7.0	3.8	3.7	2.9	3.8	7.0	<2.3	<2.3	5.0	
		Mar 24	Aquatic insect	6.9	6.9	4.5	3.5	5.0	3.8	5.9	3.4	4.0	4.6
Stone moroko			4.6	4.9	<4.3	<4.3	4.9	<4.3	<4.3	<4.3	<4.3	<4.3	
Hydrophyte			5.9	5.6	4.7	4.1	4.2	3.8	5.4	3.2	4.5	4.3	
St. 3		May 29	Stone moroko(I)	6.9	6.9	6.6	5.9	5.3	6.5	6.7	4.3	<4.3	4.8
			Stone moroko(II)	6.9	6.5	6.5	5.4	5.7	6.2	6.5	<4.3	<4.3	4.3
		Jul 21	Carp(Fore)	7.5	7.5	7.7	4.6	6.1	6.4	7.4	<4.3	<4.3	4.6
	Carp(Post)		7.6	7.6	7.6	5.6	6.1	6.9	7.8	5.5	<4.3	5.1	
	Sep 21	Carp	7.2	7.0	7.1	4.0	6.0	6.8	7.1	4.6	5.3	7.1	
		Brackish goby	6.5	6.3	6.7	6.0	4.8	5.6	6.5	<4.3	<4.3	<4.3	
	Nov 30	Carp	6.6	6.6	6.4	5.6	5.6	6.0	6.7	<4.3	5.4	5.2	
	Jan 9	Crucian carp	7.5	8.5	8.1	6.4	6.4	7.7	8.5	6.5	<4.3	6.6	
		Stone moroko	8.4	8.1	7.9	5.2	6.2	7.5	8.1	5.9	<4.3	6.4	
	Mar 24	Carp(I)	8.3	6.7	7.9	6.8	8.1	6.6	8.7	6.7	5.7	7.3	
		Carp(II)	8.3	7.6	8.4	<4.3	7.2	7.3	8.3	6.7	4.6	7.3	



(3) 分離菌の組成

河川水、底泥および水生生物を6種類の培地に接種し、好気的条件下で培養した後、分離した3,590菌株の属組成をTable 6に示した。全菌株は14群に分類され、*Vibrio-Aeromonas* (27%)、*Enterobacteriaceae* (25%)、*Pseudomonas* (12%)、*Bacillus* (9%)および*Flavobacterium* (7%)が多数を占めた。

同様に、4種類の培地を用いて嫌気的条件下で分離した1,437株の組成をTable 7に示した。全菌株は12群に分類され、全体的には好気性グラム陰性桿菌が56%を占めた。嫌気性細菌としては、*Clostridium* (15%)、*Bacteroidaceae* (6%)、*Bacteroides* A型菌 (Sakata et al., 1981) (4%)および*Bacteroides* B型菌 (Sakata et al., 1981) (2%)が多数を占めた。

Table 6 Generic composition of isolates from the water, sediment and organisms in the Tama River incubated aerobically

Genus	Water	Sediment	Organisms	Total
<i>Enterobacteriaceae</i>	229*	180	480	889
<i>Vibrio-Aeromonas</i>	150	207	629	986
<i>Acinetobacter</i>	84	57	40	181
<i>Moraxella</i>	40	36	37	113
<i>Flavobacterium</i>	123	87	49	259
<i>Pseudomonas</i>	150	148	117	415
<i>Chromobacterium</i>	1	3	0	4
Coryneforms	12	52	38	102
<i>Bacillus</i>	48	189	94	331
<i>Staphylococcus</i>	9	9	34	52
<i>Micrococcus</i>	41	21	55	117
<i>Streptococcus</i>	8	0	13	21
Yeasts	1	2	3	6
The others	51	33	30	114
Total	947	1,024	1,619	3,590

\* Number of strain.

Table 7 Composition of isolates from the water, sediment and organisms in the Tama River incubated anaerobically

Genus	Water	Sediment	Organisms	Total
<b>Anaerobes</b>				
<i>Clostridium</i>	41*	126	53	220
<i>Bacteroides</i> type A	5	11	35	51
<i>Bacteroides</i> type B	5	3	21	29
Other Bacteroidaceae	47	35	10	92
Gram-negative cocci	1	0	0	1
Gram-positive cocci	1	0	0	1
<b>Aerobes</b>				
Gram-negative rods	229	221	361	811
Coryneforms	30	96	47	173
<i>Bacillus</i>	2	4	13	19
Streptococci	1	4	8	13
Gram-positive cocci	7	3	14	24
Yeasts	1	0	2	3
<b>Total</b>	<b>370</b>	<b>503</b>	<b>564</b>	<b>1,437</b>

\* Number of strain.

#### (4) 細菌相

多摩川の河川水、底泥および水生生物から種々の培養条件で得たコロニーを同定、分類し、各菌種ごとの生菌種の最大値をTable 8、Table 9、Table 10 およびTable 11 に示した。

河川水では、Enterobacteriaceae *Vibrio*-*Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Flavobacterium* および *Pseudomonas* のような好気性グラム陰性菌が、各地点のいずれの季節にもほとんど優占種であり、好気性グラム陽性菌や嫌気性細菌は非常に少なかった。またSt. 1、St. 2 および St. 3 の細菌相を比較すると、各菌種共、下流に行くに伴って生菌数が増加しており、特定種が顕著に変動するという現象はみられなかった。

底泥では、河川水の優占種である好気性グラム陰性菌に加えて、Coryneforms, *Bacillus* および *Micrococcus* のようなグラム陽性菌、および嫌気性細菌である *Clostridium* が優勢となることが判明した。しかし、採取地点および時期による差異はほとんどみられなかった。以上の結果は杉田ら

(1982)が江戸川河口域において行った調査結果と、ほぼ一致した。

本実験では魚類試料としてコイ (*Cyprinus carpio*)、オイカワ (*Zacco platypus*)、ウグイ (*Tribolodon hakonensis*)、タモロコ (*Gnathopogon elongatus elongatus*)、フナ (*Carassius carassius*)、モツゴ (*Pseudorasbora parva*) および マハゼ (*Acanthogobius flavimanns*) を用いた。これらの魚類の消化管内細菌相では全体的に、*Enterobacteriaceae*, *Vibrio-Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* および *Clostridium* が比較的多く、養殖したコイやティラピア (*Tilapia nilotica* および *T. mossambica*) の最優占菌である *Bacteroides* A型菌および B型菌はそれほど多くはなかった (杉田ら, 1981; Sugita et al., 1982)。また養殖魚と比べて *Bacillus*, *Clostridium*, *Staphylococcus* および *Micrococcus* が多数出現することは、多摩川の生息環境が人為的環境の養魚池よりも多様性に富み、それに伴い食性が多様化していることに起因するものと思われる。Geldrich and Clarke (1966) は淡水魚の腸管内の coliform および *Streptococcus* が水域の汚濁の指標になることを報告したが、上記の結果から本研究でも魚類腸内細菌相がよい指標になりうることを示唆する結果が得られた。

水生昆虫および水生植物についても調査を行ったが、これらの生物の構成細菌は採取地点および時期によってかなり変動し、共通種はほとんど見出せなかった。この原因としては環境中の細菌相の影響が考えられる。その意味では魚の腸内細菌相と同様により環境指標になりうることを示唆されるが、今後、さらに詳細な研究を要す。

従来の細菌相に関する研究では、単一の培地を単一の条件下で培養することによって、菌株を分離し細菌相を決定する方法が大部分であった。しかし、全ての培地は何らかの選択性を有するため、単一の培養条件下で求めた細菌相は実際の細菌相を反映したことはない。そこで著者らはこれらの欠点を補うために、10種類の培地を組合せて細菌相を測定した。そのため従来の方法との直接の比較はできなかったが、今後このような調査を続けることで水質汚濁のよりよい指標を見出すことができると思われる。

Table 8 Colony counts(log No. ml<sup>-1</sup>) of the bacteria belonging to different genera in the water at stations 1, 2 and 3, the Tama River

Location	Date	Enterobacteriaceae	Vibrio-Aeromonas	Acinetobacter	Moraxella	Flavobacterium	Pseudomonas	Chromobacterium	Coryneforms	Bacillus	Staphylococcus	Micrococcus	Streptococcus	Clostridium	Bacteroides type A	Bacteroides type B	Bacteroidaceae	Anaerobic Gram(-) cocci	Anaerobic Gram(+) cocci	The others	Yeasts
St. 1	May 29	2.9	2.8	2.1	2.8	2.9	2.8	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sep 21	2.1	1.3	2.9	3.0	3.2	-	-	2.3	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nov 30	1.3	-	3.3	1.6	2.8	4.3	-	-	2.6	1.3	2.3	-	-	-	-	1.8	-	-	2.5	-
	Jan 9	2.8	2.3	2.3	-	3.2	3.3	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
	Mar 24	2.9	2.6	3.7	2.6	3.3	2.8	1.3	-	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St. 2	May 29	2.6	1.9	1.9	3.6	4.7	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3
	Jul 21	3.1	4.3	4.4	1.3	1.8	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-	-
	Sep 21	2.0	3.3	3.4	4.2	3.8	2.3	-	2.1	1.3	1.3	4.1	-	-	1.3	-	2.0	-	-	-	-
	Nov 30	-	2.6	3.3	-	4.3	4.8	-	1.3	3.4	1.3	1.3	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-
	Jan 9	3.2	2.6	3.3	-	4.0	4.1	-	2.3	3.3	-	3.8	-	1.6	-	1.6	-	-	-	3.8	-
	Mar 24	3.3	-	5.0	3.8	4.6	4.3	-	-	-	2.1	4.2	-	-	-	-	3.0	-	-	2.1	-
St. 3	May 29	4.1	4.3	4.6	3.3	3.8	5.1	-	-	-	-	-	-	3.9	-	-	3.5	-	-	-	-
	Jul 21	3.6	4.3	4.0	4.5	3.9	4.3	-	1.9	-	-	-	-	1.9	1.6	1.3	1.9	-	-	-	-
	Sep 21	3.3	4.7	4.5	4.9	5.0	4.9	-	2.6	3.3	-	4.3	-	2.5	-	-	3.3	-	-	-	-
	Nov 30	4.4	3.6	3.2	2.3	4.3	4.3	-	-	2.4	2.0	4.1	-	-	-	-	3.4	-	-	3.3	-
	Jan 9	4.9	4.3	3.3	-	3.3	5.2	-	-	2.4	1.3	4.4	-	-	-	-	3.9	-	-	-	-
Mar 24	3.6	3.8	4.9	4.4	4.2	4.2	-	-	-	-	4.5	2.8	2.3	2.9	2.9	3.8	2.0	2.0	-	-	-

\* Not detected.

Table 9 Colony counts( $\log \text{No. g}^{-1}$ ) of the bacteria belonging to different genera in the sediment at stations 1, 2 and 3, the Tama River

Location	Date	Enterobacteriaceae	Vibrio-Aeromonas	Actinobacter	Moraxella	Flavobacterium	Pseudomonas	Chromobacterium	Coryneforms	Bacillus	Staphylococcus	Micrococcus	Clostridium	Bacteroides type A	Bacteroides type B	Bacteroidaceae	The others	Yeasts
St 1	May 29	3.9	4.1	3.1	4.6	4.0	3.8	*	3.0	3.3	-	4.4	1.6	-	-	-	3.4	-
	Sep 21	5.0	4.9	4.6	-	5.0	5.0	-	4.3	3.6	-	3.1	2.3	2.6	-	2.3	-	-
	Nov 30	4.3	-	3.3	3.3	-	4.3	-	3.3	3.8	-	4.1	-	-	-	-	5.2	-
	Jan 9	4.0	4.0	3.3	-	4.5	4.1	-	3.8	4.4	-	3.6	4.8	-	2.9	-	3.3	3.3
Mar 24	2.6	4.6	4.9	5.3	5.5	4.8	-	4.1	4.9	2.3	-	2.9	-	-	-	-	-	-
St 2	May 29	5.6	4.9	5.8	4.3	4.9	5.9	-	4.2	4.5	-	-	4.0	-	-	3.3	2.3	-
	Jul 21	4.1	4.4	4.5	3.3	3.5	3.9	-	3.6	3.8	-	2.3	3.6	-	-	2.3	-	-
	Sep 21	4.6	4.0	4.3	3.6	4.6	5.1	-	2.3	4.2	5.4	-	3.6	-	-	-	-	-
	Nov 30	5.2	4.3	4.6	4.6	-	5.5	-	4.3	5.5	-	4.3	4.8	-	-	-	-	-
	Jan 9	2.8	3.7	-	-	5.3	5.5	-	4.9	-	-	2.3	4.8	-	-	-	5.3	4.3
Mar 24	2.8	2.6	5.6	4.6	5.1	5.5	2.3	4.3	3.3	-	4.3	-	-	-	-	-	-	
St. 3	May 29	4.6	5.9	5.3	-	4.9	4.6	4.6	4.3	2.8	2.8	2.3	5.1	-	-	3.9	-	-
	Jul 21	5.2	5.5	3.8	-	4.3	5.5	-	-	4.8	-	-	3.9	3.5	-	3.9	-	-
	Sep 21	3.6	5.1	5.1	6.0	6.4	4.8	-	3.6	3.3	3.1	3.3	3.6	-	-	-	-	-
	Nov 30	-	-	3.8	4.3	5.7	-	-	3.6	5.8	-	-	4.8	-	-	-	5.7	-
Jan 9	6.4	6.1	4.3	-	-	6.6	-	4.9	-	4.9	-	4.8	-	2.9	-	-	-	
Mar 24	5.3	4.8	5.7	5.0	5.3	5.0	4.3	4.9	4.3	2.3	4.3	3.3	-	-	4.3	-	-	

\* Not detected.

1991/8 Colony counts( $\log \text{No. g}^{-1}$ ) of the bacteria belonging to different genera in the

Table 10 Colony counts (log No. g<sup>-1</sup>) of the bacteria belonging to different genera in the intestinal contents of fish at stations 1, 2 and 3, the Tama River

Location	Date	Specimen	Enterobacteriaceae	Vibrio-Aeromonas	Actinobacter	Moraxella	Flavobacterium	Pseudomonas	Coryneforms	Bacillus	Staphylococcus	Mycrococcus	Streptococcus	Clostridium	Bacteroides type A	Bacteroides type B	Bacteroidaceae	The others	Yeasts
St. 1	May 29	Dace (I)	7.3	5.8	7.1	6.0	4.3	5.7	-*	4.3	6.3	6.6	5.8	-	-	-	-	-	-
		Dace (II)	4.6	5.1	4.3	4.3	-	4.6	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St. 2	May 29	Field gudgeon (I)	6.2	6.9	4.6	-	5.6	5.9	-	5.0	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-
		Field gudgeon (II)	7.8	8.3	-	7.8	-	7.8	-	6.3	-	-	-	5.6	-	-	-	-	-
	Jul 21	Common minnow	6.8	7.9	-	-	-	-	5.6	-	5.1	-	-	-	7.6	6.1	-	-	-
	Sep 21	Field gudgeon (I)	6.2	6.4	-	-	4.6	5.3	4.8	4.9	-	4.6	5.6	5.5	-	-	-	-	-
St. 3	Mar 24	Field gudgeon (II)	4.6	6.1	5.0	-	4.3	4.8	4.3	4.6	-	4.6	-	-	-	-	-	-	-
		Stone moroko	4.6	4.3	-	-	-	-	4.3	-	-	4.6	-	-	-	-	-	-	-
St. 3	May 29	Stone moroko (I)	6.7	6.6	-	5.8	5.3	6.4	-	5.5	4.9	-	-	4.8	-	-	-	-	-
		Stone moroko (II)	5.7	6.6	-	6.4	-	-	5.3	4.9	5.0	4.3	4.8	-	-	4.3	-	-	6.1
	Jul 21	Carp (Fore-int.)	6.1	7.3	-	-	-	5.3	-	-	-	-	-	4.6	-	-	-	-	-
		Carp (Post-int.)	7.6	7.6	-	5.3	-	5.3	-	-	5.3	5.6	-	-	5.5	4.3	-	-	-
	Sep 21	Carp	6.5	7.1	-	5.3	-	6.1	-	4.6	-	5.3	-	-	-	-	-	-	-
		Brackish goby	5.6	6.7	-	-	-	4.3	5.5	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nov 30	Carp	3.6	6.5	-	-	-	5.8	-	-	-	5.3	-	4.3	-	5.4	-	-	5.8
	Jan 9	Crucian carp	5.4	8.5	7.4	-	5.3	7.9	-	5.1	4.8	-	4.6	-	6.3	-	-	-	-
St. 3	Mar 24	Stone moroko	8.1	7.9	6.6	-	6.8	-	7.7	4.3	6.3	-	4.3	-	5.1	-	-	-	-
		Carp (I)	8.0	8.1	-	4.6	-	5.1	6.6	-	4.3	6.3	6.0	6.3	7.0	-	-	-	-
	Carp (II)	8.0	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	-	-	-	

\* Not detected.

Table 11 Colony counts (log No. g<sup>-1</sup>) of the bacteria belonging to different genera in the aquatic insects and hydrophytes at stations 1 and 2, the Tama River

Specimen	Location	Date	Enterobacteriaceae	Vibrio-Aeromonas	Acinetobacter	Moraxella	Flavobacterium	Pseudomonas	Coryneforms	Bacillus	Staphylococcus	Micrococcus	Streptococcus	Clostridium	Bacteroides type A	Bacteroidaceae	
Aquatic insects	St. 1	Sep 21	* 5.2	4.3	5.4	3.9	-	-	-	3.6	-	2.8	-	-	-	-	
		Nov 30	-	7.1	-	-	5.6	7.2	-	-	-	-	4.3	-	6.9	-	-
		Jan 9	4.6	6.7	3.3	-	5.3	6.7	-	3.3	-	4.3	-	-	-	-	-
		Mar 24	6.9	6.3	5.1	4.4	6.8	-	2.6	4.3	-	-	-	-	3.3	-	-
Hydrophyte	St. 2	Jul 21	3.3	4.9	-	-	-	-	3.3	2.3	3.9	-	-	-	-	-	
		Nov 30	5.3	-	-	-	5.9	-	2.9	4.9	-	-	-	3.1	-	-	-
		Jan 9	6.6	6.4	4.6	-	4.9	5.7	5.4	6.4	-	4.3	-	-	-	-	-
		Mar 24	6.9	6.9	5.1	4.3	5.1	4.8	4.6	4.3	4.3	4.9	-	4.1	-	4.4	-
Hydrophyte	St. 2	Jul 21	6.3	5.9	6.5	5.5	4.6	6.4	3.6	4.9	4.3	-	4.9	3.6	3.3	-	
		Mar 24	4.8	4.7	5.4	4.8	5.0	5.7	4.3	3.4	-	3.3	-	4.1	-	-	-

\* Not detected.

## 引用文献

- 東 量三・扇元敬司・須藤恆二 (1962) : Steel wool を用いる嫌気性培養法 . 日本細菌学雑誌、  
17, 802-805 .
- Cowan, S. T. (1974) : Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical  
Bacteria, 2nd ed. Cambridge Univ. Press.
- Geldreich, E. E. and N. A. Clarke (1966) : Bacterial pollution indicators in the intestinal  
tract of freshwater fish. Appl. Microbiol., 14, 429-437.
- 前田秋一 (1980) : 相模川の好気性従属栄養細菌フローラ . 陸水雑, 41, 163-171.
- 松江吉行 (編) (1961) : 公共用水域の保全のための水質汚濁調査指針 . 恒星社厚生閣, p. 384.
- 光岡知足 (1973) : 感染モデルの組み方 . 近代出版, pp. 165-192.
- 三宅泰雄・北野 康 (1960) : 水質化学分析法 . 地人書館, p. 200.
- Nimura, Y (1973) : A direct estimation of microgram amounts of ammonia in water without  
salt-error. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 39, 1315-1324 .
- Sakata, T., H. Sugita, T. Mitsuoka, D. Kakimoto and H. Kadota (1981) : Characteristics of  
obligate anaerobic bacteria in the intestines of freshwater fish. Bull. Japan. Soc. Sci.  
Fish., 47, 421-427.
- Shewan, J. M., G. Hobbs and W. Hodgkiss (1960) : A determinative scheme for the identifi-  
cation of certain genera of gram-negative bacteria, with special reference to the Pseudo-  
monadaceae, J. appl. Bacteriol., 23, 379-390 .
- Shotts, Jr., E. B., and R. Rimler (1973) : Medium for the isolation of *Aeromonas hydro-*  
*phila* . Appl. Microbiol., 26, 550-553.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons (1968) : A practical handbook of seawater analy-  
sis. Fish. Res. Bd. Canada Bull., 167, pp. 311.
- 杉田治男・坂田泰造・石田祐三郎・出口吉昭・門田 元 (1981a) : 淡水魚類消化管内細菌の総生菌数  
の測定 . 日水誌、47, 555.
- 杉田治男・店網秀男・小橋二夫・出口吉昭 (1981b) : 沿岸二枚貝の細菌相 . 日水誌、47, 655-661.
- 杉田治男・店網秀男・小橋二夫・出口吉昭 (1982) : 江戸川河口汽水域の水および底泥の細菌相 . 陸水  
雑、43, 27-34.
- Sugita, H., A. Enomoto and Y. Deguchi (1982) : Intestinal microflora in the fry of *Tilapia*  
*mossambica* . Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 48, 875.