養殖アユから分離された *Vibriostatic agent* O/129 感受性 *Aeromonas* の性状ならびにアユに対する病原性

高橋 幸則, 梶 脇 利彦, 伊 丹 利 明

(1986 年 3 月 19 日受理)

Characteristics of Vibriostatic Agent-Sensitive *Aeromonas hydrophila* Isolated from Ayu *Plecoglossus altivelis* and Its Pathogenicity

Yukinori Takahashi,* Toshihiko Kajiwaki,* and Toshiaki Itami*

From September to October in 1984, an epizootic occurred among cultured ayu *Plecoglossus altivelis* in Yamaguchi prefecture. The typical symptoms of the diseased ayu were congestion and swelling of anus, congestion of pectoral fin-base, subcutaneous hemorrhage of caudal peduncle. A bacterium was isolated from the kidney of all the diseased ayu. By infectivity trials the bacterium was proved to be pathogenic to ayu. The LD₅₀-value of an isolate to ayu was revealed 1.4×10^4 cells/g (b.w.) by intraperitoneal injection. These organisms were gram-negative, non-sporing rods with a single polar flagellum, and usually 0.7 to 0.8 by 0.8 to 3.0 μm in size. On nutrient agar colonies developed within 24 hours at 25°C. The organisms grew at temperatures between 15 and 37°C. But no growth occurred 5°C or 42°C. Growth occurred on SS agar, MacConkey agar and Aronson agar. The organisms gave positive oxidase and catalase reaction, utilized glucose, salicin and some carbohydrates fermentatively in Hugh-Leifson's medium and produce gas from many carbohydrates. IMViC reactions were {+(3/4), -, +, -}. Hydrogen sulfide, 2, 3-butandiol dehydrase, elastase were produced. As a sole carbon source, L-arginine, L-histidine, L-glutamic acid, L-serine, saccharose, gluconate were utilized. The G+C content of the DNA was 62.0 mol% for a selected strain.

From the above-mentioned properties, the isolates should be identified as *Aeromonas hydrophila*, although the organisms are sensitive to the vibriostatic agent O/129.

1984 年 9 月から 10 月にかけて、山口県下のアユ養殖場において肛門の発赤と拡張、胸鰭基部の発赤などを特徴とする疾病が発生した。病魚について細菌学的検査を行ったところ、すべての個体から純培養状に細菌が分離されたので、分離菌のアユに対する病原性と症状の再現性を確認したのち本菌の形態学的性状、生物学的性状、生化学的性状および DNA の G+C 含量を測定し、分類学的位置を検討した。その結果、分離菌はアユに対して比較的強い病原性を有すること、また vibriostatic agent O/129 に対して感受性を有するものの、*Aeromonas* 属細菌に同定すべき細菌であることが明らかになったので、その概要を報告する。

材料および方法

供試病魚 1984 年 9 月から 10 月に、山口県下のアユ養殖場において発病した群のうち瀕死状態にある病魚 4 尾 (平均体重 80 g) を供試した。病魚は外観的に、

肛門の発赤と拡張が認められた (Fig. 1)。解剖学的には、肝臓のうっ血、腹壁の出血および腹水の貯溜などの症状が観察された (Fig. 2)。

細菌の分離および供試菌株 病魚の腎臓から、BHI 寒天培地 (日水) を用いて分離したコロニーの中から 4 株を選び性状検査に供した。また、対照菌株には *Aeromonas hydrophila* SC-1 株、*Vibrio anguillarum* NCMB 6 株など 6 株を用いて、分離菌と同一条件下で性状検査を行った。供試菌株の由来を Table 1 に示した。

分離菌の病原性ならびに症状の再現性確認試験 分離菌を普通寒天培地 (日水) 上で 25°C, 24 時間培養したのち滅菌生理食塩水に懸濁し、平均体重 80 g のアユの腹腔内に体重 g あたりの生菌数にして 4.5×10^3 , 4.5×10^4 , 4.5×10^5 細胞の 4 段階となるように接種した。そして症状および斃死の有無を 10 日間観察して、Bherens=Kärber の法¹⁾に基づきアユに対する分

* 水産大学校増殖学科 (Department of Aquaculture and Biology, Shimane University of Fisheries, Shimane 759-65, Japan).

Table 1. Aeromonad isolates used in this study

Strain	Date isolated	Location
FG-1	Sep. 17, 1984	YAMAGUCHI
FG-2	Oct. 4, 1984	YAMAGUCHI
FG-3	Oct. 9, 1984	YAMAGUCHI
FG-4	Oct. 9, 1984	YAMAGUCHI

分離菌の LD_{50} 値を求めた。

細菌学的性状検査 分離菌の各種性状は、普通寒天培地（日水）上で 25°C 、20～24 時間培養した菌を用い、常法にしたがって検査した。vibriostatic agent O/129 およびノボビオンに対する感受性試験は、感性ディスク用培地（日水）で検査した。炭水化物の分解性は、糖分解試験用半合成基礎培地（日水）に 1% の炭水化物を添加して検査した。炭水化物の発酵的分解性は、Hugh-Leifson の基礎培地に 1% の炭水化物を添加し、菌接種後に流動パラフィンを重ねて検査した。また有機化合物の唯一の炭素源としての利用性試験は、Simmons のアンモニウム寒天培地に各種の有機化合物を 0.05～0.5% の割合に加えて検査した。

G+C 含量の測定 供試菌 FG-1 株の DNA は Marmur の方法²⁾によって抽出、精製した。また G+C 含量の測定には、Tamaoka and Komagata の方法³⁾を用いた。

分類学的検討 検査した 137 項目の性状をもとにして、Sokal and Michener の式⁴⁾により全菌株間の S 値を求め、類似度に基づいて陰影マトリックスを作製した。また各種性状を Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol. 1⁵⁾ および Cowan and Steel's Manual, 2th ed.⁶⁾などの記載と比較した。

結 果

分離菌の病原性ならびに症状の再現性 分離菌の *Ayu* に対する病原性試験の結果を Table 2 に示した。 4.5×10^5 （細胞/g 体重、以下略す）の分離菌を接種した区においては、2 日以内に全個体が斃死し、 4.5×10^4 を接種した区は 80%、 4.5×10^3 を接種した区では 20% が

斃死した。これらの結果より、分離菌の *Ayu* に対する LD_{50} 値は 1.4×10^4 となった。また、斃死魚は自然感染魚とはほぼ同様の肛門の発赤と拡張、胸鰭基部の発赤などの症状が認められ、斃死魚からは例外なく接種菌と同一性状を示す細菌が再分離できた。

分離菌の形態学的性状ならびに培養性状 分離菌はいずれもグラム陰性、無芽胞、非抗酸性で端在性の単鞭毛を有し（Fig. 3）、活発に運動した。大きさおよび形態は、通常 $0.7 \sim 0.8 \times 0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ の短桿菌であるが、まれに $0.8 \times 10 \mu\text{m}$ を越える長桿状のものもみられる。普通寒天培地上で 25°C 、24 時間培養した分離菌は円形、周縁円滑で表面が隆起した光沢のある白色コロニーを形成する。

分離菌の生物学的性状 分離菌株の生物学的性状検査の結果を Table 3 に示した。なお、特記しない限り培地の培養温度は 25°C とした。分離菌は、いずれも SS 寒天、MacConkey 寒天、Aronson 寒天およびブリアント寒天培地上で発育し、NaCl 無添加ペプトン水で旺盛な発育を示した。普通寒天培地上での発育と温度の関係については、 $15 \sim 37^{\circ}\text{C}$ で発育し、 5°C および 42°C では発育しない。塩分濃度は 0～4% で発育するが 4% での発育はやや悪い。本菌は pH 5～10 の範囲内で発育し、vibriostatic agent O/129 ならびにノボビオンに感受性を有する（Fig. 4）。

分離菌の生化学的性状 分離菌株の生化学的性状検査の結果を Table 4 に示した。分離菌は、オキシダーゼ、カタラーゼを産生しブドウ糖を発酵的に分解してガスを産生する。IMViC 反応は {+ (3/4), -, +, -}, 2,3-ブタンジオール脱水素酵素、硫化水素およびエラスターゼを産生する。アルギニンの脱炭酸性、アルギニンおよびでん粉の加水分解性、ゼラチンの液化性、カゼインおよびトリブチリンの消化性は陽性であるが、オルニチンの脱炭酸性、ウレアーゼ産生性はいずれも陰性である。生化学的性状検査のうち、炭水化物の分解性およびガス産生試験の結果を Table 5 に示した。分離菌は、果糖、マンノース、白糖、麦芽糖、トレハロース、でん粉、デキストリン、グリコーゲン、マンニトを分解し

Table 2. Pathogenicity of the isolates to ayu *Plecoglossus altivelis*

Group	Inoculated number of viable cells/g (b.w.)	Number of ayu challenged	Number of death	Mortality (%)
1	4.5×10^5	10	10	100
2	4.5×10^4	10	8	80
3	4.5×10^3	10	2	20
4	4.5×10^2	10	0	0
5	Non-infected control*	10	0	0

* Injected with sterile physiological salt solution only.

Fig. 1. The typical external symptoms of diseased ayu, showing the congestion and swelling of anus.

Fig. 2. The anatomical symptoms of diseased ayu, showing the congestion in liver, hemorrhage and ascitic accumulations in the abdomen.

Fig. 3. Light microscopic photograph of isolated organism, $\times 3,300$.

Fig. 4. Vibriostatic agent O/129 inhibited growth of isolate on the sensitivity disc agar.

Table 3. Biological characteristics of the isolates

Characteristics	Isolates*			
	1	2	3	4
Pellicle on broth	+	+	+	+
Swarming	—	—	—	—
Growth; on inhibitory media:				
SS Agar	+	+	+	+
MacConkey Agar	+	+	+	+
Aronson Agar	+	+	+	+
BTB Teepol Agar	(+)	(+)	(+)	—
Brilliant Agar	(+)	(+)	(+)	(+)
in peptone water without NaCl:	+	+	+	+
Temperature for growth:				
5°C	—	—	—	—
15°C	+	+	+	+
20–25°C	+	+	+	+
30°C	+	+	+	+
37°C	+	+	+	+
42°C	—	—	—	—
NaCl tolerance:				
0 %	+	+	+	+
0.5%	+	+	+	+
2.0%	+	+	+	+
3.0%	+	+	+	+
4.0%	(+)	(+)	(+)	(+)
5.0%	—	—	—	—
pH for growth:				
5.0	+	+	+	+
6.0–9.0	+	+	+	+
10.0	+	+	+	+
Sensitivity to:				
0/129	+	+	+	+
Novobiosin	+	+	+	+

* 1: FG-1, 2: FG-2, 3: FG-3, 4: FG-4.

(+: Weakly or delayed positive.

てガスを産生するが、ラムノース、メリビオース、アドニットは分解しない。なお、アラビノース、ガラクトース、セロビオース、ラフィノース、グリセロール、ズルシット、ソルビット、サリシン、エスクリン、イノシットの分解性およびガス産生性には、分離菌株によって差異がみられた。炭水化物の発酵的分解性ならびに唯一の炭素源としての有機化合物の利用性試験の結果を Table 6 に示した。分離菌は、ガラクトース、白糖、麦芽糖、トレハロース、グリセロール、ソルビット、マンニット、サリシン、マンノースを発酵的に分解するが、ラムノース、乳糖、ラフィノース、メリビオース、ズルシット、アドニット、イノシットは分解しない。また、すべての分離菌は唯一の炭素源として、L-ヒスチジン、L-グルタミン酸、L-セリン、白糖、グルコン酸を利用するが、L-アスパラギン酸は利用しない。

Table 4. Biochemical characteristics of the isolates

Characteristics	Isolates*			
	1	2	3	4
Catalase	+	+	+	+
Cytochrome oxidase	+	+	+	+
O-F test	F	F	F	F
VP reaction	+	+	+	+
MR test	—	—	—	—
Indole:				
SIM medium	+	+	+	—
1% peptone water	+	+	+	—
Gas from glucose	+	+	+	+
Gas from glycerol	—	—	+	+
Hydrogen sulfide (SIM)	(+)	(+)	(+)	(+)
Hydrogen sulfide (TSI)	—	—	—	—
KCN test	—	—	—	—
2,3-butandiol	+	+	+	+
Gluconate oxidation	+	+	+	+
Simmons' citrate	—	—	—	—
KP-citrate	+	+	+	+
Lysine decarboxylase	+	+	+	+
Arginine decarboxylase	+	+	+	+
Ornithine decarboxylase	—	—	—	—
Arginine hydrolysis	+	+	+	+
Esculin hydrolysis	+	+	+	+
Starch hydrolysis	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+	+
Elastase	+	+	+	+
Casein digestion	+	+	+	+
Tyrosine dissolution	+	+	+	+
Xantine dissolution	—	—	—	—
Hide powderlysis	+	+	+	+
Chitin decomposition	+	+	+	—
Tributyrin digestion	+	+	+	+
Haemolysis	+	+	+	+
β -galactosidase	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	+	+	+
MB reduction	+	+	+	+
Chorela red test	—	—	—	—
P. P. A. test	—	—	—	—
Tryptophan deaminase	—	—	—	—
Malonate	—	—	—	—
Urease	—	—	—	—

* 1: FG-1, 2: FG-2, 3: FG-3, 4: FG-4.

(+: Weakly or delayed positive.

G+C 含量の測定 分離菌 FG-1 株のもつ DNA の G+C 含量は、62.0% であった。

数値分類 分離菌と対照菌株合計 10 株の性状をもとに、全菌株間の S 値を求め陰影マトリックスにして Fig. 5 に示した。分離菌株間の S 値は 91.0% 以上を示し、いずれも高い類似性が認められた。一方、対照菌株と比較すると *Aeromonas hydrophila* SC-1 株との類似性が最も高く、S 値は 81.0% であった。他の *Vibrio* 属細菌との S 値は、すべて 75.0% 以下であった。

Table 5. Utilization of carbohydrates of the isolates

Characteristics	Isolates*			
	1	2	3	4
Arabinose	+	+	g	g
Rhamnose	—	—	—	—
Glucose	g	g	g	g
Fructose	g	g	g	g
Mannose	g	g	g	g
Galactose	+	+	g	+
Saccharose	g	g	g	g
Lactose	(+)	(+)	(+)	(+)
Maltose	g	g	g	g
Trehalose	g	g	g	g
Cellobiose	—	—	(+)	(+)
Melibiose	—	—	—	—
Raffinose	—	—	(+)	—
Starch	g	g	g	g
Dextrin	g	g	g	g
Glycogen	g	g	g	g
Glycerol	+	+	g	g
Adonitol	—	—	—	—
Mannitol	g	g	g	g
Dulcitol	—	—	(+)	—
Sorbitol	(+)	(+)	g	(+)
Salicin	+	+	g	+
Esculin	—	—	—	+
Inositol	—	—	(+)	—

* 1: FG-1, 2: FG-2, 3: FG-3, 4: FG-4.

(+) : Weakly or delayed positive.

g : Gas production.

考 察

1984 年秋に、山口県下のアユ養殖場で発病した魚から分離された細菌は、いずれも同一症状の病魚から得られた上にはほとんど同じ性質を示したこと、また健康なアユに対して比較強い病原性と症状の再現性を有し、再現個体からは接種菌と同一性状を示す細菌が再分離されたことなどから、今回養殖アユに致死をもたらした疾病の原因菌と考えてさしつかえないと思われる。

次に、分離菌の形態学的性状、生物学的性状、生化学的性状ならびに細菌のもつ DNA の G+C 含量を *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Vol. 1⁵⁾ および *Cowan and Steel's Manual*, 2th ed.⁶⁾ などの記載および供試菌株間の数値分類の結果をもとに、分離菌の属を検討すると *Aeromonas* 属あるいは *Vibrio* 属のいずれかに該当するものと考えられる。すなわち、*Bergey's Manual*⁵⁾ では *Aeromonas* 属を次のように定義している。グラム陰性の先端が丸い桿菌で、通常端在性の単鞭毛をもち運動性を有するが、運動性のないものもある。ブドウ糖を発酵的に分解する。オキシダーゼ、

Table 6. Fermentation of carbohydrates and utilization of organic compounds by the isolates

Characteristics	Isolates*			
	1	2	3	4
Fermentation of:				
Rhamnose	—	—	—	—
Glucose	+	+	+	+
Galactose	+	+	+	+
Saccharose	+	+	+	+
Lactose	—	—	—	—
Maltose	+	+	+	+
Trehalose	+	+	+	+
Raffinose	—	—	—	—
Melibiose	—	—	—	—
Glycerol	+	+	+	+
Dulcitol	—	—	—	—
Sorbitol	+	+	+	+
Adonitol	—	—	—	—
Inositol	—	—	—	—
Mannitol	+	+	+	+
Salicin	+	+	+	+
Mannose	+	+	+	+
Utilization of:				
L-Arginine	+	+	+	+
L-Asparagine	—	—	—	—
L-Histidine	+	+	+	+
L-Glutamic acid	+	+	+	+
L-Serine	+	+	+	+
L-Arabinose	+	+	—	+
Saccharose	+	+	+	+
Gluconate	+	+	+	+

* 1: FG-1, 2: FG-2, 3: FG-3, 4: FG-4.

カタラーゼ陽性、硝酸塩を亜硝酸塩に還元する。炭水化物を分解し酸または酸とガスを産生する。vibriostatic agent O/129 には感受性がない。DNA の G+C 含量は、57~63% の範囲である。

一方、*Vibrio* 属は次のように定義されている。グラム陰性の桿菌で端在性の単鞭毛をもち運動性を有する。ブドウ糖を発酵的に分解するがほとんどのものがガスは産生せず、唯一の炭素源としてブドウ糖、果糖、麦芽糖を利用する。また大部分がオキシダーゼ、カタラーゼ陽性で vibriostatic agent O/129 に感受性を有する。DNA の G+C 含量は、38~51% の範囲である。

このように、*Aeromonas* 属細菌のうち運動性 *Aeromonas* 菌群と *Vibrio* 属細菌は、主要性状がよく一致しているとともに本分離菌の性状とも類似点が多い。*Aeromonas* 属または *Vibrio* 属の性状と分離菌のそのの最も大きな相違点は、前者とは vibriostatic agent O/129 に対する感受性であり、後者とはブドウ糖からのガス産生性であるが、*Vibrio* 属の中にもブドウ糖から

Fig. 5. Shaded S-value matrix of 10 strains studied.

*: Supplied by Dr. R. Kusuda of Kochi University.

**: Supplied by Dr. K. Muroga of Hiroshima University.

Table 7. Characteristics of the isolate from diseased ayu in comparison with those of motile *Aeromonas* species described in Bergey's manual of systematic bacteriology

Characteristics	Isolates	<i>A. hydrophila</i>	<i>A. caviae</i>	<i>A. sobria</i>
Esculin hydrolysis	+	+	+	—
Growth in KCN broth (Møller technique)	—	+	+	—
L-Histidine and L-arginine utilization	+	+	+	—
Fermentation of salicin	+	+	+	—
Acetoin from glucose (VP reaction)	+	+	—	d
Gas from glucose	+	+	—	+
% G+C contents of DNA	62	58-62	61-63	58-60

d Differs among strains.

ガスを産生する2種の細菌, すなわち *V. fluvialis* II と *V. gazogenes* が存在する。⁵⁾ しかし, 分離菌と *V. fluvialis* II とは食塩耐性, VP 反応, リジン脱炭酸性, エスキリンの加水分解性などに, また *V. gazogenes* とはオキシダーゼ, VP 反応, 硝酸塩の還元性, アルギニンの加水分解性など多くの性状に差異が認められた。そのほか, Bergey's Manual¹²⁾ に記載されていない新しい *Vibrio* 属細菌の性状とも異なった点が多かった。⁷⁻⁹⁾ また, 分離菌のもつ DNA の G+C 含量ならびに数値分類による S 値は *Vibrio* 属よりも *Aeromonas* 属に近似の値を示したことから, 分離菌は vibriostatic agent O/129 に感受性を有するものの, *Aeromonas* 属に同定するのが最も妥当であると思われる。

Aeromonas 属細菌の種の分類については Popoff and

Véron¹⁰⁾ が *A. hydrophila* および *A. punctata* グループについて数値分類を行い, 運動性 *Aeromonas* を L-ヒスチジン, L-アラビノース, L-アルギニンおよびサリシンの発酵的分解性ならびに DNA の G+C 含量などによって *A. hydrophila* と *A. sobria* に分けた。Popoff らの数値分類の結果は Bergey's Manual の一部に生かされている。すなわち, Bergey's Manual では *Aeromonas* 属を好冷性の非運動性菌群 (*A. salmonicida*) と中温性の運動性菌群に分け, さらに後者を Table 7 に示した主要性状によって *A. hydrophila*, *A. caviae* および *A. sobria* に分類している。分離菌とこれら三種の細菌の性質を比較すると, KCN 培地での発育性を除くすべての主要性状が *A. hydrophila* と一致し, *A. caviae* とは KCN 培地での発育性, ブドウ糖からのアセトイン

ならびにガス産生性に差異がみられ、*A. sobria* とはエスクリンの加水分解性、L-ヒスチジン、L-アルギニンの利用性、サリシンの発酵的分解性など多くの性状を異にした。さらに分離菌の DNA の G+C 含量は、62.0% であったのに対して *A. hydrophila*, *A. caviae* および *A. sobria* の G+C 含量はそれぞれ 58~62, 61~63, 58~60% であり、分離菌の G+C 含量は *A. hydrophila* あるいは *A. caviae* がもつそれに極めて近かった。

一方、城・大西¹¹⁾は養殖アユの病魚から *A. hydrophila* subsp. *hydrophila* に同定できる細菌を分離している。本菌と著者らの分離菌の性状を比較すると、vibriostatic agent O/129 に対する感受性、KCN 培地での発育性およびリジンの脱炭酸性などには差異がみられるものの、SS 寒天・マッコンキー 寒天培地での発育性、塩分耐性、ブドウ糖からのガスおよびアセトイン産生性、MR テスト、ブタンジオール脱水素酵素産生性、アルギニンの加水分解性ならびに脱炭酸性、ガラクトース・サリシンの分解性など多くの主要性状が一致した。

また、城・大西は上記のアユのエロモナス感染症について、1 日に 2~5 尾の斃死に始まり約 10 日間で 1 割程度の被害であったとし、病気の進行が比較的緩慢であったことを示唆するとともに、症状としては眼球の突出、背部と尾柄後端部の皮下出血、肛門の発赤と拡張を特徴とすることを明らかにしている。今回、養殖アユに発生した疾病は、1 カ月間の累積死亡率が 10% 程度であり比較的緩慢な経過で斃死する傾向がみられた。また、症状としては肛門の発赤と拡張、胸鰭基部の発赤および尾柄部の皮下出血が特徴的であるなど、病気の進行状況や症状が城・大西の報告によるエロモナス感染症のそれに一致したところが多い。そのほか、これらの疾病と比較的類似の症状を呈するものにビブリオ病がある。しかし、アユのビブリオ病は、まず体表に斑紋状あるいは縦縞状の白変部が生じたのち、そこに出血が起り、やがてその皮膚が崩壊して潰瘍化する。¹²⁻¹⁵⁾ さらに、初期症状が現われてから斃死までの経過時間は極めて短く 2~3 日¹³⁾あるいは 3~5 日で致死し、^{12,14,15)} しかも大量斃死することが多い。

このように、今回著者らがアユの病魚から分離した細菌は、vibriostatic agent O/129 に対して感受性を有するものの、その生物学的性状、生化学的性状、DNA の G+C 含量および数値分類による S 値などから考えて *Aeromonas* 属に同定するのが妥当と思われる。さらに、*Aeromonas* 属の中でも *A. hydrophila* に同定すべきではないかと考えられる。しかし、本実験は供試菌株が少ないことから、今後出来るだけ多くの分離菌について性

状検査ならびに DNA の G+C 含量を調べ、亜種の論議をも含めてさらに詳細な検討を試みる必要があると思われる。

また各地の養殖場において、アユのエロモナス感染症またはビブリオ病に類似の症状を呈する疾病が発生した場合には、病魚から分離した細菌の vibriostatic agent O/129 に対する感受性試験の結果が上記両疾病の診断上の決め手には必ずしもなりえないと考えられるので、今後は少なくともブドウ糖からのガス産生性およびエスクリンの加水分解性試験を平行して実施することが望ましい。

終りに、本研究を行うにあたり、DNA の G+C 含量を測定していただいた東京大学応用微生物研究所教授駒形和男博士ならびに京都大学農学部助教授内田有恆博士に深謝の意を表する。また、貴重な菌株を御分与いただいた高知大学農学部教授楠田理一博士ならびに広島大学生物生産学部教授室賀清邦博士に衷心から感謝申し上げる。

文 献

- 1) 医科学研究所学友会編：細菌学実習提要，改訂 5 版，丸善，東京，1976，pp. 564-566.
- 2) J. Marmur: *J. Mol. Biol.*, **3**, 208-218 (1961).
- 3) J. Tamaoka and K. Komagata: *FEMS Microbiol. Lett.*, **25**, 125-128 (1984).
- 4) R. R. Sokal and C. D. Michener: *Univ. Kansas Sci. Bull.*, **38**, 1409-1438 (1958).
- 5) N. R. Krieg and J. G. Holt: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 1, Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1984, pp. 516-548.
- 6) S. T. Cowan: 医学細菌同定の手引き (坂崎利一訳)，近代出版，東京，1974，pp. 105-138.
- 7) M. Love, D. Teebken-Fisher, J. E. Hose, J. J. Farmer III, F. W. Hickman, and G. R. Fanning: *Science*, **214**, 1139-1140 (1981).
- 8) D. L. Tison, M. Nishibuchi, J. D. Greenwood, and R. J. Seidler: *Appl. Environment. Microbiol.*, **44**, 640-646 (1982).
- 9) M. H. Shiewe, T. J. Trust, and J. H. Crosa: *Current Microbiol.*, **6**, 343-348 (1981).
- 10) M. Popoff and M. Véron: *J. Gen. Microbiol.*, **94**, 11-22 (1976).
- 11) 城 泰彦，大西圭二：魚病研究，**15**，85-89 (1980).
- 12) 江草周三：魚の感染症，恒星社厚生閣，東京，1978，pp. 111-112.
- 13) 楠田理一：京都水試業績，**25**，1-116 (1965).
- 14) 舟橋紀男，宮崎照男，小寺和郎，窪田三朗：魚病研究，**8**，136-143 (1974).
- 15) 室賀清邦：広島大学水産学部紀要，**14**，101-215 (1975).