



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ビブリオ病原菌の分類学的研究－I : Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th ed. (1974)による分類上の位置の検討
Author(s)	田島, 研一; TAJIMA, Kenichi; 絵面, 良男 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 36(4), 216-230
Issue Date	1985-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23893
Type	departmental bulletin paper
File Information	36(4)_P216-230.pdf



ビブリオ病原菌の分類学的研究-I
Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th ed. (1974)
による分類上の位置の検討

田島研一*・絵面良男*・木村喬久*

Studies on the Taxonomy of Causative Organisms of Fish Vibriosis-I
Identification of the isolates according to Bergey's Manual
of Determinative Bacteriology 8th ed. (1974)

Kenichi TAJIMA*, Yoshio EZURA* and Takahisa KIMURA*

Abstract

Taxonomic studies were performed on two hundred nineteen bacterial isolates from eleven species of fish affected by vibriosis reared in fresh water or sea water in various parts of Japan. First, we attempted to identify these strains according to Bergey's manual 8th ed. (1974). One hundred seventy strains, identified as *V. anguillarum*, were isolated from various species of fish reared in fresh water or sea water. Twenty-five strains were identified as *Vibrio* sp. which are similar to *V. anguillarum* and were all isolated from rainbow trout (*Salmo gairdneri*), yamabe (*Oncorhynchus masou f. ishikawai*) and amago (*O. rhodurus f. macrostomus*). All of these salmonids were reared in fresh water. Twenty-one of 219 strains isolated primarily from fish reared in sea water could not be identified as any known species in the genus *Vibrio*. Three of 219 strains were identified as *Aeromonas* spp.

結 言

ビブリオ病は魚類細菌性疾病の中で古くから知られている代表的疾病の一つで、淡水・海水両域の多くの魚種に広く流行し、*V. anguillarum*をはじめ、*V. parahaemolyticus* およびその類縁菌である *V. alginolyticus* (赤沢 1966, 畑井 1975, 1981, 楠田ら 1979) 他数種の *Vibrio* 属細菌 (米・平野 1971, McCarthy 1976, Harrell ら 1976, Schiewe ら 1977, 大西・室賀 1976, 1977, 安永ら 1977, Muroga ら 1979, Elston and Leibovitz 1980, Egidius ら 1981, Love ら 1981, Jeffries 1982, Tison ら 1982, 高橋ら 1985) が原因菌として報告されている。

V. anguillarum の分類に関しては、現在 Hendrie ら (1971) の *V. anguillarum*, *V. ichthyodermis* および *V. piscium* var. *japonicus* の 3 種を同一種とみなすとする提案に基づき Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th ed. (1974) では *V. anguillarum* として統一して記載されている。

しかしビブリオ病原菌として分離され、*V. anguillarum* と同定されたものの中にも個々の性状についてみるといくつかの重要な項目で異なり必ずしも一致しておらず、非運動性 (若林ら 1975) あるいは vibriostatic agent (0/129) 非感受性 (室賀ら 1979) のものも分離されている。また

* 北海道大学水産学部微生物学講座
(Laboratory of Microbiology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University Hokodate, 041, Japan.)

V. anguillarum 以外の *Vibrio* 属細菌によるビブリオ病についても前記のように、これまでに多数報告されているが、それらの多くは未だ分類学的位置が整理されず、未解決の問題として残されている。

このような見地から本報では国内各地においてビブリオ病罹病魚から原因菌として分離された菌株を多数収集し、これらについて総合的な分類学的検討を加えることを目的に、国内外のビブリオ病魚由来対照菌およびそれ以外の対照菌をも合せ供試し、常法に従って各種性状検査を行い、その検査結果を基に、現在細菌同定の指針として広く活用されている *Bergey's manual 8th ed.* に従って供試菌の同定を行なうと共に、同版記載の *V. anguillarum* をはじめ近縁細菌の記載性状との比較を行ない分類学的検討を行なった。

実験方法

供試菌株

供試菌株は1969年から1978年の9年間にわたり北海道をはじめ計19の都道府県水産研究機関において、ニジマス (*Salmo gairdneri*)、ギンマス (*Oncorhynchus kisutch*)、ヤマベ (*O. masou f. ishikawai*)、アマゴ (*O. rhodurus f. macrostomus*)、アユ (*Plecoglossus altivelis*)、ウナギ (*Anguilla* spp.)、ハマチ (*Seriola quinqueradiata*, adult)、モジャコ (*Seriola quinqueradiata*, fry)、カンパチ (*Seriola purpurascens*)、マダイ (*Chrysophrys major*) およびカタチイワン (*Engraulis japonica*) 等、淡水産および海産の計11魚種のビブリオ病罹病魚から原因菌として分離された合計219株、これに加えて *V. anguillarum* 標準株およびビブリオ病魚由来対照株、計14株、さらにビブリオ病魚由来以外の対照株、計15株、総計248株を本実験に供試した。なお国内分離株219株の魚種別の由来をTable 1に、標準株および対照菌株をTable 2に示した。

供試菌株は海水培地(ポリペプトン0.5%、酵母エキス0.1%、肉エキス0.1%、プロテオースペプトンNo. 3 0.1%、寒天1.5%、pH 7.4)の75%人工海水を1.0% NaClに替えた培地を用いて継代保存した。

形態学的、生物学および生化学的性状検査

特記しない限り各種検査のための基礎培地として前記の改変海水寒天培地を、また培地の食塩濃度は1.0%とし、培養温度は25℃とした。なお性状検査は主として培地学各論(1)(坂崎1967)を参照して次の様に実施した。

- 1) グラム染色 Huckerの変法により染色し、グラム染色性および菌形の観察を行なった。
- 2) 鞭毛染色 培養菌体を50 mM 硫酸マグネシウム液に懸濁して塗抹標本作製し、西沢・菅原の法によって染色し、鞭毛数およびその付着部位の観察を行なった。
- 3) 運動性 培養菌体を生理的食塩水に懸濁し、懸滴標本作製して常法により観察した。
- 4) 発育温度 1/6濃度人工海水(Herbst, 微生物学ハンドブック1957)に前培養菌体を懸濁し、その1白金耳を基礎培地平板に画線し、5℃、37℃ および42℃ で培養し、発育の有無を観察した。
- 5) 食塩耐性 ペプトン水(ポリペプトン1%、pH 7.4)に0%、7% および10%の割合に食塩を加えた培地で7日間培養後、発育の有無を観察した。
- 6) グルコースの酸化・発酵試験 グルコースを1%の割合に添加したOF培地(Difco)各2本宛に穿孔培養、一方は滅菌ワセリン・流動パラフィン(2:1混合)を重ねて嫌気的条件下とし、他方はそのままの好気的条件下で7日間培養し、酸およびガス産生の有無を観察した。
- 7) 炭水化物からの酸産生 上記OF培地のグルコースの代わりにアラビノース、マンノース、シュ

Table 1. Sources of strains isolated from fish vibriosis in Japan

Location	Sources											Total
	rainbow trout (<i>Salmo gairdneri</i>)	coho salmon (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	yamabe (<i>O. masou</i> f. <i>ishikawai</i>)	amago (<i>O. rhodurus</i> f. <i>macrostomus</i>)	ayu (<i>Plecoglossus altivelis</i>)	eel (<i>Anguilla</i> spp.)	yellowtail (<i>Seriola quinqueradiata</i> , adult)	mojako (<i>Seriola quinqueradiata</i> , fry)	amberjack (<i>Seriola purpurascens</i>)	red sea bream (<i>Chrysophrys major</i>)	anchovy (<i>Engraulis japonica</i>)	
Hokkaido		5			21							26
Miyagi		7										7
Gunma					1							1
Tochigi					6							6
Tokyo					5							5
Nagano	8			1	12							21
Yamanashi	1		4									5
Shizuoka	8											8
Aichi						1						1
Gifu	1				5							6
Shiga	3				7							10
Mie											13	13
Kyoto							1					1
Wakayama							1					1
Tokushima					70	2	8	19	1			100
Kochi					2		2			1		5
Ehime							1					1
Hiroshima										1		1
Yamaguchi					1							1
Total	21	12	4	1	130	3	13	19	1	2	13	219

クロス、マニトール、イノシトールおよびサリシンをそれぞれ0.5%宛添加し、前培養菌体を穿刺後、好氣的条件下で10日間培養し、酸産生の有無を観察した。

8) MR (Methyl-Red) 試験 ブドウ糖リン酸ペプトン水に4日間培養後、0.02%メチルレッド溶液を滴下して酸産生の判定を行なった。

9) VP (Voges-Proskauer) 反応 MR 試験と同一の培地を用い、4日間培養後、Barrit 法によりアセトイン産生の有無を観察した。

10) デンプンの水解 可溶性デンプンを0.5%の割合に添加した基礎培地平板に4日間培養後、ルゴール液を注加して集落周囲のデンプン分解の有無を観察した。

11) カゼインの水解 別に滅菌した10%スキムミルク液を最終濃度が1%になるように添加した基礎培地平板で4日間培養後、集落周囲の透明帯の有無により判定した。

Table 2. Reference strains used

Strain No.	Species name	Source
V-7 NCMB 6	<i>V. anguillarum</i>	NCMB*1
V-8 NCMB 828	"	"
V-9 NCMB 829	"	"
V-117 NCMB 571	<i>V. piscium</i> var. <i>japonicus</i>	"
V-116 NCMB 407	<i>V. ichthyodermis</i>	"
V-5 TUF	<i>V. piscium</i> var. <i>japonicus</i>	rainbow trout 1957, TUF*2
V-104 NOAA V-775	<i>V. anguillarum</i> biovar I	coho salmon 1973 U.S.A. NOAA*3
V-105 NOAA V-1669	" biovar II (<i>V. ordalii</i> sp. nov.)	" 1975 " "
V-194 LS-174	<i>V. anguillarum</i>	coho salmon 1975 U.S.A.
V-195 MSC-275	<i>V. anguillarum</i> biovar II	" " "
V-254 VA-6	<i>V. anguillarum</i>	rainbow trout 1971 England
V-255 VA-8	"	" 1973 Norway
V-256 VA-15	"	" 1976 Italy
V-257 VA-25	"	Atlantic salmon 1975 Norway
HO5	<i>V. parahaemolyticus</i>	
T-77-5	"	
K-5	"	
K-7	"	
V-447	<i>V. alginolyticus</i>	
V-1 IAM 1039	<i>V. metschnikovii</i>	IAM*4
V-2 IAM 1080	<i>V. tyrogenes</i>	"
ATCC 7744	<i>V. fischeri</i>	ATCC*5
ATCC 25920	<i>Beneckea campbellii</i>	"
NCMB 391	<i>Photobacterium mandapamensis</i>	NCMB
NCMB 1280	<i>Lucibacterium harveyi</i>	"
NCMB 1326	<i>Aeromonas proteolytica</i>	"
NCMB 86	<i>Aeromonas hydrophila</i>	"
NCMB 74	<i>Aeromonas punctata</i>	"
Es 1	<i>Escherichia coli</i>	

*1: National Collection of Marine Bacteria, Aberdeen, Scotland.

*2: Tokyo University of Fisheries, Tokyo, Japan.

*3: Northwest and Alaska Fisheries Center, NOAA, Washington, U.S.A.

*4: Institute of Applied Microbiology, University of Tokyo, Tokyo, Japan.

*5: American Type Culture Collection, Maryland, U.S.A.

12) ゼラチンの液化性 基礎液体培地にゼラチンを30%の割合に加えた高層培地に前培養菌体を穿刺し、14日間培養し、液化の有無を観察した。

13) インドールの産生 トリプトファンを0.1%の割合に添加したペプトン水で4日間培養後、Kovacsの試薬を加えてインドール産生の有無を判定した。

14) 硫化水素の産生 SIM培地(日水)に前培養菌体を穿刺し、4日間培養後、培地の黒変の有無から硫化水素産生の有無を観察した。

15) オキシダーゼ(Kovas法) 1% tetramethyl-*p*-phenylenediamine dihydrochloride 水溶液を

- 濾紙に吸収させ、これに前培養菌体を白金線で塗抹し、紫色の発色を以って陽性と判定した。
- 16) ツィーン 80 の分解 ツィーン 80 を 1% の割合に加えた基礎培地平板に 4 日間培養し、その間ツィーン 80 の分解に伴う集落周囲の不溶性 oleate の沈着の有無により判定した。
- 17) クエン酸塩の利用試験 Simmons の培地で 7 日間培養し、発育に伴う培地の青変によりクエン酸塩利用陽性と判定した。
- 18) 抗菌性物質感受性試験 基礎平板培地上に 1/6 濃度人工海水に懸濁した培養菌体を塗抹し、0/129 (50 μ g) およびノボピオシン (20 μ g) ディスクをおき、48 時間培養後、ディスク周囲の発育阻止帯の有無により感受性を判定した。
- 19) アルギニン、リジンおよびオルニチンの脱炭酸 アルギニン、リジンおよびオルニチンそれぞれ 1% の割合に含む Møller の培地に供試菌を接種後、滅菌流動パラフィンを重ねて 4 日間培養し、その間脱炭酸による培地のアルカリ化を観察した。
- 20) 溶血性 ウマ脱繊維素血液加基礎平板培地に培養後、集落周囲の溶血環の形成の有無を観察した。
- 21) 発光性 基礎斜面培地上における新鮮培養菌体 (24~48 時間培養) の発光性の有無を観察した。

結果および考察

Bergey's manual 8th ed. によると *Vibrio* 属細菌を以下のように定義している「極毛による運動性を有するグラム陰性の短桿菌でオキシダーゼ試験陽性、グルコースを発酵的に分解するが、ガスは産生せず vibriostatic agent (0/129) に感受性である」これらの性状を基に国内分離株 219 株を整理すると、0/129 非感受性株が 32 株存在したが、大部分は *Vibrio* 属の細菌に同定し得るものと考えられた。

1. Bergey's manual 8th ed. 記載の *V. anguillarum* に基づいた分離菌の整理

Table 3 に示したごとく、117 株が *V. anguillarum* に、53 株が *V. anguillarum* 類似菌に、さらにこれらとはいくつかの性状で異なるものの近似の菌種と考えられるもの 25 株、残り 24 株の *V. anguillarum* とは明らかに異なる菌群とに整理された。この 24 株は少数の菌株でいくつかのグループを形成し、特にアユ由来の V-12~V-14 の 3 株は性状がよく一致し、一つのグループをなし、同じくアユ由来の V-15 株もこのグループに近似の性状を示した。またカツオ釣漁業の生餌用として蓄養されていたカタクチイワシ由来の 13 株は 7 株、4 株、2 株で 3 つのグループを形成した。残り 7 株はグループを形成するには至らなかった。なお V-25, V-74 および V-75 の 3 株は類似の性状を示し、VP 反応、0/129 およびノボピオシンに対する感受性、0% NaCl での発育等の性状で他の菌株とは明らかに異なり、むしろ *Aeromonas* 属に包含されるものと考えられる。なお *V. anguillarum* と同定された 117 株の検査性状中クエン酸塩の利用および 0% NaCl での発育能については、Bergey's manual 8th ed. の記載と本報における標準株の検査性状とは異なっていたが、本菌種のこの性状は疑問視されており(室賀, 江草 1973, 江草 1978, 楠田ら 1979), 特に 0% NaCl での発育については、その検査方法あるいは培養条件により影響を受ける可能性があるのではないかと考えられる。なお最近出版された Bergey's Manual of Systematic Bacteriology vol. 1 (1984) では、その発育には Na⁺が必要であると改められている。また 0/129 感受性は *Vibrio* 属決定の重要な key とみなされている。*V. anguillarum* 類似菌と同定された菌株に 0/129 非感受性菌株が 53 株中 33 株存在したが、室賀ら (1979) はビブリオ罹病中のアユから分離した *V. anguillarum* の中に 0/129 非感受性の株が少なからず存在することをすでに報告している。その原因として、これ

Table 3. Main characteristics of isolates

Characteristics	Strain															
	Bergey's manual 8th ed.	<i>V. anguillarum</i>	<i>V. anguillarum</i> like	<i>Vibrio</i> sp.	V-12, 13, 14	V-15	V-129, 132, 133, 134, 135, 136, 137	V-130, 131, 144, 145	V-140, 141	V-224	V-228	V-232	V-233	V-25	V-74	V-75
No. of strains	117	53	25	3	1	7	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Single polar flagellum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Indole production	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MR test	d	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-
		(79)	(53)	(52)			(86)									
VP reaction	d	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		(89)	(66)	(88)	(63)											
Simmons' citrate	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
			(77)				(86)									
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
novobiocin	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
			(98)				(57)	(50)								
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
			(98)	(76)												
Casein hydrolysis	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-
			(96)													
Tween 80 hydrolysis	d	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
		(85)	(94)													
Hydrogen sulfide	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
								(50)	(50)							
Acid from arabinose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mannose	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
				(84)												
sucrose	+	+	+	+	+	+			-	-	-	-	+	+	+	+
			(98)	(92)												
mannitol	+	+	+	+	+	+			+	-	+	+	+	+	+	+
inositol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		(95)	(87)													
salicin	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-
				(72)												
Starch hydrolysis	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
			(98)													
Growth in 0% NaCl	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
7% "	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		(92)	(98)													
Growth at 10% "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5°C	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
			(98)	(68)												
37°C	d	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
		(83)	(51)				(86)	(75)								
42°C	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
		(99)														
Arginine decarboxylase	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
			(51)				(86)									
Lysine decarboxylase	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+
Ornithine decarboxylase	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+
			(98)													
Hemolysis of horse blood	d	+	+	-	+	+		+	+	-	-	-	-	-	-	-
			(96)					(50)								
Luminescence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(): percentage of positive or negative strains.

ら菌株が本病の治療薬として使用されていたトリメトプリム，スルファドキシシン合剤に対し耐性化した場合，0/129 に対する感受性を喪失するものではないかと推論している。上記の 0/129 非感受性株も同様の機構によるものではないかと思われる。

2. *V. anguillarum* 標準株およびヒブリオ病魚由来対照株との性状の比較

Table 4 に示すごとくで，まず *V. anguillarum* と同定された 117 株と *V. anguillarum* 標準株 NCMB 6, 828 および 829 と比較すると，NCMB 6 とは 37°C での発育性が異なるのみで，NCMB 828 および 829 とはまったく一致した性状を示した。*V. piscium* var. *japonicus* NCMB 571 や *V. ichthyodermis* NCMB 407 とは若干の性状が異なった。対照株の米国で分離された LS-174 株およびノルウェーで分離された VA-15 株ともほぼ一致した性状を示した。

一方，*V. anguillarum* 類似菌とした 53 株は，標準株の NCMB 571 および NCMB 407 とは 0/129 の感受性，アルギニンのアルカリ化反応等の性状で異なる菌株があるものの他の性状は Bergey's manual 8th ed. の *V. anguillarum* の記載および標準株に一致した菌株群であり，病魚由来の対照菌 TUF, VA-6, VA-8 および VA-28 株などともほぼ一致した性状を示した。以上のことからこの 53 株は *V. anguillarum* に包含して差しつかえないものと考えられる。

3. *V. anguillarum* およびその類似菌と同定された菌株と既報の *V. anguillarum* 記載性状との比較

Table 5 に示すごとく，*V. anguillarum* と同定された 117 株および類似菌とした 53 株は Evelyn (1971) が Pacific salmon から分離した *V. anguillarum* とはクエン酸塩の利用性で，Levin ら (1972) が winter flounder から分離したものは，VP 反応およびシュクロースの分解等の性状で，室賀ら (1974) の A 分離株とはインドールの産生能および MR 試験で，さらに楠田ら (1979) が group I としている *V. anguillarum* とは 0% NaCl での発育性で相違がみられる程度で，これら 4 者とほぼ一致した性状を示した。

4. *Vibrio* sp. と同定された菌株と既報の *Vibrio* 属細菌との性状の比較

Table 6 に示すごとく，*Vibrio* sp. とした 25 株は Bergey's manual 8th ed. 記載の *V. anguillarum* とはインドールの産生，サリシン・デンプンの分解，アルギニンのアルカリ化反応および溶血性等の性状で明らかに異なり，病魚由来の対照菌 NOAA V-1669 株および MSC-275 株とほぼ一致する性状を示した *Vibrio* sp. の 25 株は，大西ら (1976) がニジマスから分離した *Vibrio* sp., Schiewe ら (1981) の *V. ordalii* (*V. anguillarum* biotype 2) とは 1, 2 の性状を除きよく一致した性状を示した。しかし室賀ら (1976) がウナギから分離し，最近 Tison ら (1982) により *V. vulnificus* biogroup 2 として報告された菌株とは多くの性状で異なっていた。

なお上記 NOAA V-1669 株は Harrell ら (1976) および Shiewe ら (1977) が *V. anguillarum* とは性状が異なるが，関連性の深い菌株であるとし，Shiewe ら (1977) は *V. anguillarum* を *V. anguillarum* biotype 1 と称するのに対し，これら菌群を *V. anguillarum* biotype 2 とした。さらに Shiewe ら (1981) はこれら菌群に対し *V. ordalii* なる名称を与え新種として提案したが，新種とするにはさらに詳細な検討が必要であると考え，ここでは上記 25 株を *Vibrio* sp. にとどめておいた。なお Bergey's Manual of Systematic Bacteriology vol. 1 (1984) では *V. anguillarum* biotype 1 は *V. anguillarum* biovar I, *V. anguillarum* biotype 2 は *V. anguillarum* biovar II として記載されている。

Table 4. Main characteristics of isolates classified as *V. anguillarum*, related strains and reference strains

Characteristics	Strain												
	Bergey's manual 8th ed. <i>V. anguillarum</i>	NCMB 6	NCMB 828, 829	NCMB 571	NCMB 407	LS-174	VA-15	<i>V. anguillarum</i> like	TUF	NOAA V-775	VA-6	VA-8	VA-28
No. of strains	117	1	2	1	1	1	1	53	1	1	1	1	1
Single polar flagellum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Indole production	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MR test	d	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-
	(55)							(53)					
VP reaction	d	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+
	(89)							(66)					
Simmons' citrate	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+
								(77)					
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
novobiocin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								(98)					
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								(98)					
Casein hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								(96)					
Tween 80 hydrolysis	d	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
	(85)							(94)					
Hydrogen sulfide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acid from arabinose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mannose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
sucrose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								(98)					
mannitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
inositol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(95)							(87)					
salicin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Starch hydrolysis	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
								(98)					
Growth in 0% NaCl	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
7% "	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	(92)							(98)					
Growth at 10% "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5°C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								(98)					
37°C	d	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
	(83)							(51)					
42°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(99)												
Arginine decarboxylase	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
								(51)					
Lysine decarboxylase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								(98)					
Ornithine decarboxylase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								(98)					
Hemolysis of horse blood	d	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Luminescence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(): percentage of positive or negative strains.
d : different reaction given by different strain.

Table 5. Comparison of main characteristics of isolates classified as *V. anguillarum* with *V. anguillarum* strains reported by other workers

Characteristics	Strain					
	<i>V. anguillarum</i>	<i>V. anguillarum</i> like	<i>V. anguillarum</i> (Evelyn, 1971)	<i>V. anguillarum</i> (Levin et al., 1972)	<i>V. anguillarum</i> (Muroga et al., 1974)	<i>V. anguillarum</i> group I (Kusuda et al., 1979)
No. of strains	117	53				
Single polar flagellum	+	+	+		+	+
Indole production	+	+	+	+	-	+
MR test	(55)	(53)	-	+	(94)	(61)
VP reaction	(89)	(66)		-	+	+
Simmons' citrate	+	(77)	-	+	+	(94)
Sensitivity to 0/129	+	(62)	+	(91)	+	+
nolobiocin	+	(98)		+	+	
Gelatin liquefaction	+	(98)	+	+	+	+
Casein hydrolysis	+	(96)				+
Tween 80 hydrolysis	(85)	(94)				
Hydrogen sulfide	-	-	-	(91)	-	-
Acid from arabinose	-	-	-		-	(97)
mannose	+	+	+		+	
sucrose	+	(98)	+	(58)	+	+
mannitol	+	+	+	+	+	+
inositol	(95)	(87)	+		-	-
salicin	-	-	-	-		-
Starch hydrolysis	+	(98)			+	+
Growth in 0% NaCl	-	-	-	(91)	(83)	(58)
7% "	(92)	(98)			-	(97)
10% "	-	-		-		
Growth at 5°C	+	(98)	+	+		+
37°C	(83)	(51)	-	-		(84)
42°C	(99)	-				-
Arginine decarboxylase	+	(51)	+	+	+	(94)
Lysine decarboxylase	-	(98)	-	-	-	-
Ornithine decarboxylase	-	(98)	-	-	-	-
Hemolysis of horse blood	(99)	+		+	+	+
Luminescence	-	-				

(): percentage of positive or negative strains.

Table 6. Comparison of main characteristics of isolates classified as *Vibrio* sp. with strains belonging to genus *Vibrio* reported by other workers

Characteristics	Strain					
	NOAA V-1669	MSC-275	<i>Vibrio</i> sp.	<i>Vibrio</i> sp. (Ohrishi et al., 1976)	<i>V. anguillarum</i> biotype 2 (<i>V. ordalii</i> , Schiewe et al. 1981)	<i>V. vulnificus</i> biogroup 2 (Tison et al., 1982)
No. of strains	1	1	25			
Single polar flagellum	+	+	+	+	+	+
Indole production	-	-	-	-	-	-
MR test	-	-	+	-	-	+
			(52)			
VP reaction	-	-	-	-	-	-
			(88)			
Simmons' citrate	-	-	-	-	-	+
Sensitivity to O/129	+	+	+	+	+	+
novobiocin	+	+	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	+	+
			(76)			
Casein hydrolysis	+	+	+	-	-	+
Tween 80 hydrolysis	-	-	-	-	-	+
Hydrogen sulfide	-	-	-	-	-	-
Acid from arabinose	-	-	-	-	-	-
mannose	+	-	+	-	-	+
			(84)			
sucrose	+	+	+	+	+	-
			(92)			
mannitol	+	+	+	-	+	-
inositol	-	-	-	-	-	-
salicin	+	+	+	-	-	+
			(72)	(95)		
Starch hydrolysis	-	-	-	-	-	+
				(91)		
Growth in 0% NaCl	-	-	-	-	-	-
7% "	-	-	-	-	-	-
10% "	-	-	-	-	-	-
Growth at 5°C	+	+	+	-	-	-
			(68)			
37°C	-	-	-	-	-	+
42°C	-	-	-	-	-	-
Arginine decarboxylase	-	-	-	-	-	-
Lysine decarboxylase	-	-	-	-	-	+
Ornithine decarboxylase	-	-	-	-	-	-
Hemolysis of horse blood	-	-	-	-	-	-
			(96)			
Luminescence	-	-	-	-	-	-

(): percentage of positive or negative strains.

5. その他の *Vibrio* 属供試菌と *Vibrio* 属あるいはその近縁属対照菌との性状の比較

Table 7 に示すごとく、上記 *V. anguillarum* と同定された 170 株、*Vibrio* sp. とした 25 株を除く 21 株の *Vibrio* 属供試菌の中、V-129 および V-132~V-137 の 7 株およびこれらとほぼ近似の性状を示す V-224 株は若干の性状が異なるものの *V. parahaemolyticus* にかなり近似の性状を示した。その他の 13 菌株はいずれの対照菌とも一致あるいは近似の性状を示すものはみられなかった。次にその他の *Vibrio* 属供試菌と既報の *Vibrio* 属細菌との性状の比較を Table 8 に示した。アユ由来の V-12~V-14 の 3 株およびこれらと近似の性状を示した V-15 は Muroga ら (1979) が同じくアユから分離した non-cholera vibrio とよく一致した性状を示した。前述の *V. parahaemolyticus* と近似の性状を示したカタクチイワシ由来の V-129 および V-132~V-137 の 7 株とモジャコ由来の V-244 は、畑井 (1975) が養殖ハマチから分離した広義の *V. parahaemolyticus* とした菌株と類似の性状を示した。カタクチイワシ由来の V-130, V-131, V-144, V-145 の 4 株、V-140, V-141 の 2 株およびマダイ由来の V-232 株は楠田ら (1979) の報告において group III (冬期マダイ分離菌群) としている *Vibrio* sp. に、さらにハマチ由来の V-228 株およびマダイ由来の V-233 株の 2 株は同じく楠田ら (1979) の group II (海産魚の潰瘍病原菌を含む菌群) の *Vibrio* sp. および安永ら (1977) がマダイから分離した *Vibrio* sp. に類似の性状を示した。なお、Love ら (1981) が damselfish から分離した *V. damsela* および前述の Tison ら (1982) の *V. vulnificus* bio-group 2 とは類似の性状を示す供試菌株はなかった。

6. Bergey's manual 8th ed. により同定した国内分離株 219 株の由来魚種

Table 9 に示すごとく、*V. anguillarum* あるいはその類似菌と同定された 170 株は、ギンマス、アユ、ウナギ、モジャコおよびカンパチ等、淡水産・海産の多くの魚種にわたっていた。一方、対照菌 NOAA V-1669 株 (*V. anguillarum* biotype 2) に近似の性状を示した *Vibrio* sp. 25 株は、ニジマス、ヤマベおよびアマゴなどすべて淡水飼育のサケ科魚類由来株であった。その他の *Vibrio* spp. 21 株のうち Muroga ら (1979) の non-cholera vibrio 近似の性状を示した 4 株はアユ由来、他の 17 株はカタクチイワシの 13 株をはじめハマチ、モジャコおよびマダイ等海産魚由来株であった。

要 約

国内各地においてビブリオ病罹病魚から原因菌として分離された 219 株と対照株を加えた 248 株について Bergey's manual 8th ed. に基づき同定を試み、以下の結果を得た。

1. 国内分離株 219 株は、一応 *V. anguillarum* と同定されるもの 170 株、これらとはいくつかの性状で異なるが近似の菌種と考えられるもの 25 株、*Vibrio* 属のいずれの種とも同定し得なかったもの 21 株および *Aeromonas* 属 3 株であった。
2. *V. anguillarum* と同定された 170 株の由来は淡水産・海産の多くの魚種にわたっていた。*V. anguillarum* 近似と考えられた *Vibrio* sp. 25 株はいずれも淡水飼育のサケ科魚類由来のもので、Harrell ら (1976) や Schiewe ら (1977) の *V. anguillarum* biotype 2 と性状が一致する菌群であった。*Vibrio* 属に包含されるもののいずれの種とも同定されなかった 21 株の中、カタクチイワシ、モジャコ由来の 8 株が *V. parahaemolyticus* に近似し、アユ由来の 4 株は Muroga ら (1979) がアユから分離した non-cholera vibrio とほぼ一致し、カタクチイワシ、ハマチ、マダイ由来の 9 株は楠田ら (1979) がマダイから分離した *Vibrio* group II および III 等に近似の性状を示した。

Table 7. Comparison of main characteristics of isolates classified as *Vibrio* spp. with reference strains

Characteristics	Strain	<i>V. metschnikovii</i> IAM 1039	<i>V. tyrogens</i> IAM 1080	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>V. alginolyticus</i> V-447	<i>V. fischeri</i> ATCC 7744	<i>B. campbellii</i> ATCC 25920	<i>P. mandapamensis</i> NCMB 391	<i>L. harveyi</i> NCMB 1280	<i>A. proteolytica</i> NCMB 1326	<i>A. hydrophila</i> NCMB 86	<i>A. punctata</i> NCMB 74	<i>Escherichia coli</i>	V-12, 13, 14	V-15	V-129, 132, 133, 134, 135	136, 137	V-130, 131, 144, 145	V-140, 141	V-224	V-228	V-232	V-233
No. of strains		1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	7	4	2	1	1	1	1	
Single polar flagellum		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Indole production		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
MR test		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
VP reaction		+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Simmons' citrate		-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	
Sensitivity to 0/129		+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	
novobiocin		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Gelatin liquefaction		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Casein hydrolysis		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Tween 80 hydrolysis		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Hydrogen sulfide		-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	
Acid from arabinose		+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
mannose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	
sucrose		+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
mannitol		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
inositol		+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
salicin		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	
Starch hydrolysis		+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Growth in 0% NaCl		-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
7% "		-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10% "		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Growth at 5°C		-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
37°C		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
42°C		+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
Arginine decarboxylase		+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
Lysine decarboxylase		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	
Ornithine decarboxylase		-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	
Hemolysis of horse blood		-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Luminescence		-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

(): percentage of positive or negative strains

Table 8. Comparison of main characteristics of isolates classified as *Vibrio* spp. with causative organisms of fish vibriosis reported by other workers

Characteristics	Strain															
	V-12, 13, 14	V-15	non-cholera vibrio (Muroga et al., 1979)	V-129, 132, 133, 134, 135, 136, 137	V-224	<i>Vibrio</i> sp. (Hatai, 1975)	V-130, 131, 144, 145	V-140, 141	V-232 (V-14)	<i>Vibrio</i> sp. (group III) (Kusuda, 1979)	V-228 (Km-37)	V-233 (V-19)	<i>Vibrio</i> sp. (group II) (Kusuda, 1979)	<i>Vibrio</i> sp. (Yasunaga, 1972)	<i>V. damsela</i> (Love et al., 1981)	<i>V. vulnificus</i> biogroup 2 (Tison et al., 1982)
No. of strains	3	1	7	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Single polar flagellum	+	+	d	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Indole production	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MR test	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
VP reaction	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Simmons' citrate	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+
Sensitivity to 0/129	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
novobiocin	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Casein hydrolysis	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
Tween 80 hydrolysis	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
Hydrogen sulfide	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
Acid from arabinose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
mannose	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+
sucrose	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mannitol	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-
inositol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
salicin	-	-	-	-	-	+	w	-	-	-	-	+	+	+	-	+
Starch hydrolysis	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Growth in 0% NaCl	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7% "	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Growth at 5°C	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
37°C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
42°C	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arginine decarboxylase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Lysine decarboxylase	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+
Ornithine decarboxylase	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Hemolysis of horse blood	+	+	-	+	+	w	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-
Luminescence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(): percentage of positive or negative strains.
w : week reaction.

Table 9. Sources of isolates classified as *V. anguillarum*, *Vibrio* sp., *Vibrio* spp. and *Aeromonas* spp.

	Nc. of strains	rainbow trout	coho salmon	yamabe	amago	ayu	eel	yellowtail	mojako	amberjack	red sea bream	anchovy
<i>V. anguillarum</i>	170		12			124	3	12	18	1		
<i>Vibrio</i> sp.	25	20		4	1							
<i>Vibrio</i> spp.	21					4		1	1		2	13
<i>Aeromonas</i> spp.	3	1				2						

謝 辞

本実験を遂行するにあたり、菌株の分与を頂いた各都道府県水産関係機関の各位に謝意を表すると共に、菌株の収集に御助力頂いた第一製菓井上進一氏に深く感謝します。

なお本研究の一部は文部省科学研究費補助金ならびに日本学術振興会の日米科学協力共同研究によってなされたことを付記し謝意を表する。

文 献

- 赤沢一三, 一浦与一, 伊吹彦三 (1966): 腸炎ビブリオと魚病との関連について, 京都府衛生研究所パンフレット, 19 pp.
- 微生物学ハンドブック編集委員会 (1975): 微生物学ハンドブック 621, 東京, 技報堂.
- Buchanan, R.E. & N.E. Gibbons (1974): *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* 8th ed. Williams & Wilkins Co. Baltimore.
- Egidius, E., K. Andersen, E. Clausen and J. Raa (1981): Cold-water vibriosis or 'Hira disease' in Norwegian salmonid farming. *J. Fish Dis.*, **4**, 353-354.
- 江草周三 (1978): 「魚の感染症」 pp. 101-128. 恒星社厚生閣, 東京.
- Elston, P. and L. Leibovitz (1980): Pathogenesis of experimental vibriosis in larval american oyster, *Crassostrea virginica*, *Can. J. Fish. Aquat.*, **37**, 964-978.
- Evelyn, T.P.T. (1971): First records of vibriosis in Pacific salmon cultured in Canada, and taxonomic status of the responsible bacterium, *Vibrio anguillarum*. *J. Fish. Res. Board. Can.*, **28**, 517-525.
- Harrell, L.W., A.J. Novotny, M.H. Schiewe and H.O. Hodgins (1976): Isolation and description of two vibrios pathogenic to Pacific salmon in Puget Sound, Washington, *Fish Bull.* (U.S.), **74**, 447-449.
- 畑井喜司雄, 岩橋義人, 江草周三 (1975): 養殖ハマチ病魚より分離した腸炎ビブリオについて, 魚病研究, **10**, 31-37.
- 畑井喜司雄, 安元 進, 安永統男 (1981): 養殖マアジから分離されたビブリオ菌について, 魚病研究, **16**, 111-118.
- Hendrie, M.S., W. Hodgkiss, and J.M. Shewan (1971): Proposal that the species *Vibrio anguillarum* Bergman 1909, *Vibrio piscium* David 1927, and *Vibrio ichthyodermis* (Wells and ZoBell) Shewan, Hobbs, and Hodgkiss 1960 be combined as a single species, *Vibrio anguillarum*. *Int. J. Syst. Bact.*, **21**, 64-68.
- Jeffries, V.E. (1982): Three *Vibrio* strains pathogenic to larvae of *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis*. *Aquaculture*, **29**, 201-226.

- 楠田理一, 佐古 浩, 川合研児 (1979): 病魚から分離された *Vibrio* 属細菌の分類学的研究-I. 形態学的, 生物学的ならびに生化学的性状による検討, 魚病研究, **13**, 123-137.
- 楠田理一, 川合研児, 沼本和子 (1979): 海水養殖ウナギから分離された *Vibrio parahaemolyticus* について. 昭和 54 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, p. 100.
- Krieg, N.R. and J.G. Holt (1984): *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* volume 1. Williams and Wilkins Co. Baltimore/London.
- Levin, M.A., R.E. Volke and V.J. Cabelli (1972): *Vibrio anguillarum* as a cause of disease in winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*). *Can. J. Microbiol.*, **18**, 1585-1592.
- Love, M., D. Teebken-Fisher, J.E. Hose, J.J. Farmer III, F.W. Hickman and G.R. Fanning (1981): *Vibrio damsela*, a marine bacterium, causes skin ulcers on the damselfish *Chromis punctipinnis*. *Science*, **214**, 1139-1140.
- McCarthy, D.H. (1976): Vibriosis in eels. *J. Fish. Biol.*, **8**, 317-320.
- 室賀清邦, 江草周三 (1973): *Vibrio anguillarum* の性状に関する考察, 魚病研究, **8**, 10-24.
- 室賀清邦, 属 博夫, 杉山英之, 田原恒男, 城 泰彦 (1974): 1973 年春から夏にかけて徳島および岡山県下に流行したアユのビブリオ病の原因菌について, 魚病研究, **8**, 147-151.
- 室賀清邦, 城 泰彦, 西洩光昭 (1976): 養殖ウナギから分離された病原性 *Vibrio*-I. 性状と分類学的位置, 魚病研究, **11**, 141-145.
- 室賀清邦, 米山 昇, 城 泰彦 (1979): アユから分離された vibriostatic agent 非感受性の *Vibrio anguillarum*. 魚病研究, **13**, 159-162.
- Muroga, K., S. Takahashi, H. Yamanoi and M. Nishibuchi (1979): Non-cholera vibrio isolated from diseased ayu. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 829-834.
- 大西圭二, 室賀清邦 (1976): 養殖ニジマスのビブリオ病の一原因菌-I. 生化学的性状, 魚病研究, **11**, 159-165.
- 大西圭二, 室賀清邦 (1977): 養殖ニジマスのビブリオ病の一原因菌-II. 生理学的性状および病原性, 魚病研究, **12**, 51-56.
- 坂崎利一 (1967): 培地学各論 (1), 232 p. 納谷書店, 東京.
- Schiewe M.H., J.H. Crosa and E.J. Ordal (1977): Deoxyribonucleic acid relationships among marine vibrios pathogenic to fish. *Can. J. Microbiol.*, **23**, 954-958.
- Schiewe, M.H., T.J. Trust and J.H. Crosa (1981): *Vibrio ordalii* sp. nov.: A causative agent of vibriosis in fish. *Current. Microbiol.*, **6**, 343-348.
- 高橋幸則, 下山泰正, 桃山和夫 (1985): 養殖クルマエビから分離された *Vibrio* 属細菌の病原性ならびに性状. 日水誌, **51**(5), 721-730.
- Tison, D.L., M. Nishibuchi, J.D. Greenwood and R.J. Seidler (1982): *Vibrio vulnificus* biogroup 2: New biogroup pathogenic for eel. *Appl. Environ. Microbiol.*, **44**, 640-646.
- 若林久嗣, 塩瀬淳也, 江草周三, 富永正雄 (1975): アユに発生した非運動性ビブリオ菌による流行病について. 魚病研究, **9**, 199-203.
- 安永統男, 山元宣征 (1977): 1977 年冬期養殖マダイのいわゆるビブリオ病から分離された菌株の性状. 魚病研究, **12**, 209-214.
- 米 康夫, 平野克巳 (1971): 輸送中あるいは輸送後飼育中に起きる魚の斃死に関する細菌学的研究-I. 斃死の一原因について, 日水誌, **37**, 140-144.