Title	ビブリオ病原因菌の分類学的研究 - : 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; 絵面, 良男; 木村, 喬久
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 36(4), 216-230
Issue Date	1985-12
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23893
Туре	bulletin (article)
File Information	36(4)_P216-230.pdf



Instructions for use

ビブリオ病原因菌の分類学的研究-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 attemped 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 V: 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 V: Three of 219 strains were identified as A-eromonas spp.

緒 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因菌として分離され、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)およびカタチイワシ (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、生物学的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を作製し、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、懸滴標本を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 本宛に穿刺培養,一方は滅菌ワセリン・流動パラフィン (2:1 混合) を重層して嫌気的条件とし,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

						Sou	rces					
Location	rainbow trout (Salmo gairdneri)	coho salmon (Oncorhynchus kisutch)	yamabe (<i>O. masou</i> f. <i>ishikawai</i>)	$amago \ (O.\ rhodurus\ f.\ macrostomus)$	ayu (<i>Plecoglossus altivelis</i>)	eel (Anguilla spp.)	yellowtail (<i>Seriola quinqueradiata</i> , adult)	mojako (Seriola quinqueradiata, fry)	amberjack (<i>Seriola purpurascens</i>)	red sea bream (Chrysophrys major)	anchovy (<i>Engraulis japonica</i>)	To+o1
Hokkaido		5			21							2
Miyagi		7										
Gunma					1							
Tochigi					6							
Tokyo					5							
Nagano	8			1	12							:
Yamanashi	1		4									
Shizuoka	8											
Aichi						1						
Gifu	1				5							
Shiga	3				7							
Mie											13	
Kyoto							1					
Wakayama							1					
Tokushima					70	2	8	19	1			ŀ
Kochi					2		2			1		
Ehime							1					
Hiroshima										1		
Yamaguchi					1							
Total	21	12	4	1	130	3	13	19	1	2	13	2

クロース, 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, 好気的条件下で 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	V. anguillarum	NCMB*1	
V-8	NCMB 828	"	"	
V-9	NCMB 829	"	"	
V-117	NCMB 571	V. piscium var. japonicus	"	
V-116	NCMB 407	V. ichthyodermis	. "	
V-5	TUF	V. piscium var. japonicus	rainbow trout	1957, TUF*2
V-104	NOAA V-775	V. anguillarum 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	$V.\ anguillarum$	coho salmon	1975 U.S.A.
V-195	MSC-275	V. anguillarum biovar II	"	" "
V-254	VA-6	V . anguillarum	rainbow trout	1971 England
V-255	VA-8	"	"	1973 Norway
V-256	VA-15	"	"	1976 Italy
V-257	VA-25	"	Atlantic salmon	•
	HO5	V. parahaemolyticus		•
	T-77-5	"		
	K-5	,,		
	K-7	"		
	V-447	V. alginolyticus		
V-1	IAM 1039	V. metschnikovii	IAM*4	
V-2	IAM 1080	V. tyrogenes	"	
	ATCC 7744	V . fischeri	ATCC*5	
	ATCC 25920	Beneckea campbellii	"	•
	NCMB 391	Photobacterium mandapamensis	NCMB	
	NCMB 1280	Lucibacterium harveyi	"	
	NCMB 1326	Aeromonas proteolytica	"	
	NCMB 86	Aeromonas hydrophila	"	
	NCMB 74	Aeromonas punctata	"	
	Es 1	Escherichia coli		

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

- 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

^{*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.

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 の分解に伴な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、発育に伴な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 ($50~\mu g$) およびノボビオシン ($20~\mu g$) 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 $M\phi$ ller の培地に供試菌を接種後、滅菌流動パラフィンを重層して 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 $V-12\sim V-14$ 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 の件状を示し、VP 反応、0/129 およびノボビ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

1ai	ole 3.	Maii	т спа	racu	erisu		t isola	ives								
Strain Characteristics	Bergey's manual 8th ed.	$V.\ anguillarum$	V. anguillarum like	Vibrio 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	
No. of strains		117	53	25	3	1	7	4	2	1	1	1	1	1		1
Single polar flagellum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+ -	<u>-</u>
Indole production	+	+	+	_	+	+	+	+	+	+	+	+	+	_	+ -	_
MR test	d	_	+	+	+	+		_	_	+	+	_	+	_	<u>.</u>	_
	_	(79)	(53)	(52)			(86)									
VP reaction	d	+ (89)	+ (66)	_ (00)	+	+	_	-	_	_	-	_	_	+	+ -	+
Simmons' citrate	l _	+	+	(88)	(63) +	_	_	_	_	_	_	_	_	_		+
		'	(77)				(86)			'	,			Т		
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+	+	+	` <u> </u>	· ·	+	+	+	+	+	_		_
.			(62)				(86)	(75)								
novobiocin	+	+	+ (98)	+	+	+	(57)	+ (50)	+	+	+	+	+	_		_
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	+	+	+	+	+	_	+	+	+	+	+ -	_
	١.		(98)	(76)												
Casein hydrolysis	+	+	+ (96)	+	+	_	+	+	_	+	+	_	+	+		-
Tween 80 hydrolysis	d	+	+	_	+	+	+	+	+	+	_	+	_	+	+ -	_
Hydrogen sulfide	_	(85)	(94)							1	+					
Hydrogen surface	_		_	.—			+	+ (50)	+ (50)	+	+	+	+	_	_	Т
Acid from arabinose	_		_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_		_
mannose	+	+	+	+	_	_	+	+	_	+	+	+	+	+	+ -	+
				(84)												
sucrose	+	+	+ (98)	+ (92)	+	+				_	_	_	_	+	+ -	+
mannitol	+	+	+	+	+	+				+	_	+	+	+	+ -	+
inositol	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	+		_
31. 1		(95)	(87)													
salicin	_	_	_	+ (72)	_	-	_	_	_	_	+	_	+	+	+ -	-
Starch hydrolysis	+	+	+	(12) —	+	_	+	+	+	+	4	+	+	_	+ -	_
• •	'		(98)		•		•	,	•	•		'	'		,	
Growth in 0% NaCl	+	_	_	_	+	+		_	_	_	_	_	_	+	+ -	+
7% "	d	-		_	_	_				_	_	_	_	+		-
10% "	_	(92)	(98)	_	_	_				_	_			_	_	
Growth at 5°C	+	+	+	+	_		_	_	_	_	+	_	_	_	+ -	_
	'	,	(98)	(68)						'	'		'	'	'	1
37 °C	d	+	+	_	+	+	+	-	_	+	-	_	_	+	+ -	+
42°C	ŀ	(83)	(51)				(86)	(75)								
42 0	. –	(99)	_	_	+	+				_	_	_	_	+		+
Arginine decarboxylase	+	+		_	_	_	_	_	_	_	+	_	_	_	+ -	_
Lysine decarboxylase	_	_	(51)	_			(86) +	_	,L		_	_			_	_
Ornithine decarboxylase		_	_	_	+	_	+	_	+	+	_	_	+	_		r L
Ollivilli accarbozylase			(98)				Г		Г	I.		_	Г	_		1
Hemolysis of horse blood	d	+	+	_	+	+			+	+	_	_		_		_
Luminescence				(96)					(50)							
Lummescence										_	_		_	_		_

^{():} 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 標準株およびビ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℃ 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 から分離したものとは、VP 反応およびシュクロースの分解等の性状で,室質ら (1974) のアコ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・デンブンの分解、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。しかし室質ら (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 bitoype 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

reference strains														
Strain	Bergey's manual 8th ed.	V. anguillarum	NCMB 6	NCMB 828, 829	NCMB 571	NCMB 407	LS-174	VA-15	V. anguillarum 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	+	+	+	_	_	+	+	+	_	+	_	+	_
Simmons' citrate	_	(89) +	+	+	_	_	+	+	(66) + (77)		+	+	+	+
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+	+	+	+	+	+ (62)	+	+	+	+	+
novobiocin	+	+	+	+	+	+	+	+	+ (98)	+	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	+	+	+	+	+ (98)	+	+	+	+	+
Casein hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	+	+ (96)	+	+	+	+	+
Tween 80 hydrolysis	d	+ (85)	+	+	+	+	_	_	+ (94)	+	+	_	_	_
Hydrogen sulfide Acid from arabinose	_ _	_ _ _	_	_	_	_	_	_	- -	_	_	_	_	_ _
mannose sucrose	+	+	+	+	+	+	+	+	+ + (20)	+	+	+	+	+
mannitol inositol	+	+	+	+	+	+	+	+	(98) +	+	+	+	+	+
mostor		(95)	_	_		_		_	(87)	_			_	_
salicin Starch hydrolysis	+	_ +	+	+	+	_	+	+	+	_ +	+	+	+	_ +
Growth in 0% NaCl 7% "	+ d	_	_	_	_	_	_	_	(98) — —	_	_	+	++	+
10% "	_	(92) —	_		_	_	_		(98)	_	_	_	_	_
Growth at 5°C	+	+	+	+	+	+	+	+	+ (98)	+	+	+	+	+
37°C	d	+ (83)	-	+	+	_	+	+	+ (51)	+	+	+	+	+
42°C	-	(99)	-	-	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arginine decarboxylase	+	+	+	+	+	+	+	+	- (51)	+	+	-	+	+
Lysine decarboxylase	-	_	-	-	-	_		-	(98)	_	-	_	-	-
Ornithine decarboxylase	-	-	_	_	_		_	_	(98)		_	_	_	-
Hemolysis of horse blood Luminescence	d —	+	+	+	+	+	+	+	`+ 	+	_	+	+	+

^{():} 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

anguittatum strams re	Portou of t					
Strain	u	m like	<i>w</i> (-	m 1972)	m ,, 1974)	V. anguillarum group I (Kusuda et al., 1979)
	anguillarum	anguillarum like	V. anguillarum (Evelyn, 1971)	V. anguillarum (Levin et al., 1972)	V. anguillarum (Muroga et al., 1974)	<i>guillaru</i> Ida et al
Characteristics	V. an	V. an	V. an (Evel	V. <i>an</i> (Levi	V. <i>an</i> (Murc	V. an (Kusu
No. of strains	117	53		 		
Single polar flagellum	+	+	+		+	+
Indole production	+	+	+	+	_	+ (90)
MR test	+ (55)	+ (53)	_	+	— (94)	+ (61)
VP reaction	(89)	+ (66)		- .	+	+
Simmons' citrate	+	+ (77)	_	+	+	+ (94)
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+ (91)	+	+
nolobiocin	+	(62) +		+ (91)	+	
Gelatin liquefaction	+	(98) +	+	+	+	+
Casein hydrolysis	+	(98) +				. +
Tween 80 hydrolysis	+	(96) +				
Hydrogen sulfide	(85)	(94) —	_		·	_
Acid from arabinose	_	_	_	(91)	_	
mannose	+	+	+		+	(97)
sucrose	+	+	+	+	+	+
• •		(98)		(58)		
mannitol	+	+	+	+	+	+
inositol	(95)	(87)	+		_	_
salicin	_	_	_	_		-
Starch hydrolysis	+	+ (98)			+	+
Growth in 0% NaCl	-	` _ ´	_	(91)	(83)	+ (58)
7% "		_		, ,		-
100/	(92)	(98)				(97)
10% " Growth at $5^{\circ}\mathrm{C}$	+	+ .	+	+		+
37°C	+	(98) +	_	_		+
42°C	(83)	(51)				(84)
	(99)	_	1	1	1	
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

belonging to genus Vi	ono report	ea by otner	workers			
Strain	NOAA V-1669	MSC-275	Vibrio sp.	Vibrio sp. (Ohnishi et al., 1976)	V. anguillarum biotype 2 (V. ordalii, Schiewe et al. 1981)	V. vulnificus 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	l _	_	_	_	_	. +
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+	+	+
novobiocin	+	+	+	+	•	+
Gelatin liquefaction	+	+	+ (76)	+	+	+
Casein hydrolysis	+	+	+			+
Tween 80 hydrolysis		<u>.</u>	<u>.</u>			+
Hydrogen sulfide		_	_	_	_	<u>.</u>
Acid from arabinose	_	_			_	_
mannose	+	_	+	_		+
	'		(84)			
sucrose	+	+	+ (92)	+	+	_
mannitol	+	+	+	_	+	_
inositol	_	~	_	_	_	_
salicin	+	+	+ (72)	— (95)	_	+
Starch hydrolysis	_	-	<u>-</u>	(91)	_	+
Growth in 0% NaCl	_	-	_		_	_
7% "	-	_	_	_	_	_
10% "	_		_	_	_	_
Growth at 5°C	+	+	+ (68)			-
37°C 42°C					_	+
Arginine decarboxylase	_	_	_		_	
Lysine decarboxylase	_	_				_1
Ornithine decarboxylase	_	_	_	_	_	+
Hemolysis of horse blood	_	_	_	_	_	_
nemotysts of norse 61000	_		(96)			
Luminescence	_					_
	I					

^{():} 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 コ由来の 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 (海産魚の潰瘍病原因菌を含む菌群) 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 biogroup 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,アコ由来の 4 株は Muroga ら (1979) がアコから分離した 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 V1 および V1 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

Svidilis														_							
Strain	. metschnikovii IAM 1039	. tyrogenes IAM 1080	. parahaemolyticus	. alginolyticus V-447	. fischeri ATCC 7744	. campbellii ATCC 25920	. mandapamensis NCMB 391	. harveyi NCMB 1280	. proteolytica NCMB 1326		. punctata NCMB 74	Escherichia coli	V-12, 13, 14	V-15	V-129, 132, 133, 134, 135	LOO, LOI V-130 131 144 145	, 1	V-294	V-228	2-7 2-239	V-233
	4	<u>~</u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	B.	4	ŗ	Ä	Ą.	Ä.			>		3 ⊳			· >		<u> ></u>
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	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	_	_	+	+	-	+
7775															(14)						
VP reaction	+		_	+	_	_	_		+	+	_	_	+	+	_	_	_	-	-	_	_
G:													(63)								
Simmons' citrate	-		+	_	_	+	_	+	+	+	_	_	+	_		_	-	+	+	-	_
Consitiuity to 0/100	١.														(68)						
Sensitivity to 0/129	+	+	+		+	+	+	_	+	_	_	_	+	+	(00)		+	+	+	+	+
novobiocin	١.														(86)						
HOVODIOCIN	+	+	+ (75)	+	+	+	+	+	+	_	_	+	+	+	(57)	+	+	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	L	+	+	_	_				.1	L	1			ı	+	+	' 1			ı	
Casein hydrolysis	LT	T .	T	T	T		_	T	T	T	Ŧ	_	T	т		T	Т	_	T	T	T
Tween 80 hydrolysis	+	+	_	+	+	+	+	+	+	+	+	_	+	_	+	+	_	+	+	_	+
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	_	+	+	+	+	+	+	_	+	_
Hydrogen sulfide	_	_	+	+	_	+	_	+	_	+	+	_	_	_	+	+	+	+	+	+	+
Acid from arabinose	١,			1												(ĐU)	(50)				
mannose	🕇	_		+	_	_	_	_	_			_	_	_	+	_	_	_	_	_	_
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	_	_	+	+	_	+	+	+	+
sucrose	+	+	_	+	+	_	_	+	_	+	_	+	+	+				_	_	_	_
mannitol	+	+	+	+	+	+	_	+	+	+	+	+	+	+				+	_	+	+
inositol	+	+	_	_	_	_	-	_	_	-	_	-	_	_	_	-	-	-	-	_	_
salicin	-			_	_	+	_	_	_	_	+	+	_	_	_	_	_	_	+	-	+
Starch hydrolysis	+	+	+	+	+	+	_	+	+	+	+	+	+	_	+	+	+	+	+	+	+
Growth in 0% NaCl	-	_	_	_	_	_	+	+	+	+	+	+	+	+	_	_	_		_	_	_
70/															(86)						
7% "	-	_	+ /75\	+	+	+	_	_	+	_	_	+		_				_	_	-	_
100/ "			(75)																		
10% " Growth at 5°C	-	_		_	_	_	_	_	+	_	_	_	_	_				_	-	-	_
	_	+	_	+	+	_		_		+	+	_	_	_	_	_	_	+	+	_	+
$37^{\circ}\mathrm{C}$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	_		+	_		_
42°C	١.														(86)	(79)					
	+	+	+	+	_	_	_	_	+	+	+	+	+	+				_	-	_	_
Arginine decarboxylase	+	+	_	_	_	_	+	_	+	+	+	_	_	_	(86)	_	_	_	+	_	_
Lysine decarboxylase	1		٦.	_لـ		_L	_L	_L			_		+		(00)	_	,	ر	_	_	_
Ornithine decarboxylase	+			7	_	_			_	_	_		т	_		_	_		_	_	T .
Hemolysis of horse blood	_	_	+	+	_	_	_	+	_	_	_	+	_	-	+	_	-	+	+	-	+
remotysis of horse blood	-	_	_	_	_	+	_	_	+	+	+	_	+	+			+ (50)	+	_	_	
Luminescence	_	_	_	_	_	_	+	+	_	_	_	_	_	_	_		(_	_	_	_
							Г	Г													

^{():} percentage of positive or negative strains

 ${\it Table 8.} \quad {\it Comparison of main characteristics of isolates classified as \it \it Vibrio \it spp. with \it causative organisms of fish vibriosis reported by other workers$

organisms of fish vi	01108	SIS F	eporte	a by	otne	r wo	rker	s —–								
Strain Characteristics	19 14	ĵ	non-cholera vibrio (Muroga et al., 1979)	V-129, 132, 133, 134, 135 136, 137	24	rio sp. tai, 1975)	30, 131, 144, 145	V-140, 141	V-232 (V-14)	Vibrio sp. (group III) (Kusuda, 1979)	V-228 (Km-37)	V-233 (V-19)	Vibrio sp. (group II) (Kusuda, 1979)	Vibrio sp. (Yasunaga, 1972)	damsela ve et al., 1981)	vulnificus biogroup 2 ison et al., 1982)
	V-19					Vibrio (Hatai,				Vibrio (Kusuc			Vib	Vibr (Ya	V. da (Love	7. 1 (Tis
No. of strains				7	1		4	2	1		1	1				
Single polar flagellum	-] ⊣			+	+	+	+	+	_	+	+	+	+	+		+
Indole production	-	+ +	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	_	_
MR test	-	+ +	+	+	+	+		-	_	(67) +	+	+	+	+	+	+
VP reaction	16	⊢ + 3)	+	(14) —	_	_	_	-	-	(92) —	-	_	-	-	+	_
Simmons' citrate	-		+	— (86)	+	+	_	-	_	+	+	_	+	+	_	+
Sensitivity to 0/129	-	+ +	+	(86)	+	_	— (75)	+	+	+ (75)	+	+	+	+	+	+
novobiocin	+	+ +	+	_ (57)	+	+	+ (50)	+	+		+	+				+
Gelatin liquefaction	-	+ +	+	+	_	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Casein hydrolysis]-	⊦ –		+	+		+	-	_	+	+	+	+			+
Tween 80 hydrolysis	- 1	+		+	+		+	+	+		_	_				+
Hydrogen sulfide	-			+	+	_	+	+	+	_	+	+	_	_	_	_
Acid from arabinose	-		_	_	_	_	(50)	(50) —	_	_	_	_	+		_	_
										(92)						
mannose sucrose	-	 + +	+	+	+	+	+	_	+	_	+	+	_	_	+	+
mannitol	-	+ +	+		+	+			+	(67) + (67)	_	+	+ (50)		_	_
inositol				_	_	_	_	_	_	_	_	_	-	_	_	_
salicin	_			_	_	$+\mathbf{w}$	_	_	_	_	+	+	+		_	+
Starch hydrolysis	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
Growth in 0% NaCl	-	- +		_	_	+		_	_	_	_	_	_		_	_
7% "	-			(86)	_	+			_	_	_	_		_		_
10% "					_	(67)			_		_	_			_	
Growth at 5°C	-				+		_	-	-	+ (68)	+	+	_			-
37°C	-	+ +	+	+ (86)	+	+	 (75)	_	_	_	_	-	+		+	+
42°C		+ +	+	. ,	_		. ,		_	_	_	_	_			
Arginine decarboxolase	-		-	_		_	_	_	_	_	+	_	_		+	_
Lysine decarboxolase	-			(86)												
Ornithine decarboxolase	-	+ -	+	+	+	+	_	+	_	_	_	+	+	+	_	+
Hemolysis of horse blood		 + +	. ~	+	+	+ + w	_	+	_	_	+	+	+		_	_
Luminescence			-	_	_	-, w	_	(50) —	_	т	_	_	т		_	_

^{():} 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.

	No. of strains	rainbow trout	coho salmon	yamabe	amago	ayu	eel	yellowtail	mojako	amberjack	red sea bream	anchovy
$V.\ anguillarum$	170		12			124	3	12	18	1		
Vibrio sp.	25	20		4.	1							
Vibrio spp.	21					4		1	1		2	13
Aeromonas 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薬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, 杉山瑛之, 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, 西渕光昭 (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サオ病の一原因菌-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 oridalii 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.