養殖マアジから分離されたビブリオ菌について*

畑井喜司雄**・安元 進**・安永統男**

(昭和 56 年 6 月 25 日受理)

On *Vibrio* Strains Isolated from Cultured Japanese Horse Mackerel (*Trachurus japonicus*)

Kishio HATAI*, Susumu YASUMOTO* and Norio YASUNAGA*

*Aquaculture Research Laboratory, Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries,
Nomoaki, Nagasaki 851-05, Japan

(Received June 25, 1981)

From June to October in 1980, mortalities occurred among the cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) in Tachibana Bay, Nagasaki Prefecture. The typical external symptom of the diseased fish was corneal opacity and reddening of the eye-ball which finally progressed to evulsion of the orbital contents. A bacterium was isolated from the eye, liver, kidney, etc. of all the diseased fish. By inoculation experiments the bacterium was proved to be pathogenic to Japanese horse mackerel. The bacterium was placed in the genus *Vibrio* from its biological and biochemical characteristics.

Although the biochemical and biological characters of the isolates resembled closely to those of *Vibrio parahaemolyticus*, they could be distinguished from *V. parahaemolyticus* by its lower NaCl and temperature tolerance.

As above mentioned this bacterium may be regarded as a new fish pathogenic vibrio in the future.

1980 年 6 月に長崎県橘湾に面した養殖場で飼育されているマアジ (*Trachurus japonicus*) にへい死を伴う疾病が発生した。罹病魚から細菌の培養を試みたところ、諸臓器から純培養的に起病性を有する *Vibrio* 属の細菌が分離されたことから本症をビブリオ病と断定した。原因菌は魚病菌として著名な *Vibrio anguillarum* とは性状を異にする菌で、*V. parahaemolyticus* に近似する種と考えられた。

マアジ養殖は県内各地で年々さかんになりつつあるが、例年水温の上昇とともに本症と推察される疾病が発生し、被害を及ぼしている。したがって、本病対策は今後のマアジ養殖上重要な課題の一つになるものと思われる。

本報では本症の概要ならびに原因菌の性状などについて述べる。

材料および方法

供試菌株：1980 年 6 月 12 日および 19 日に長崎県南高来部小浜町の一養魚場で飼育されている体重約 100 g のマアジ罹病魚、ならびに 6 月 24 日に南高来郡南串山町の一養魚場で飼育されている体重約 80 g のマアジ罹病魚の腎臓、肝臓、眼などの諸臓器から 3% NaCl 加普通寒天培地（栄研）を用いて細菌の培養を試みた。その結果、諸臓器から純培養的にある種の細菌の発育がみられたため、主として各病魚の腎臓から培養された集落より無作為に釣菌した 6 株を供試菌株とした（表 1）。

生化学的性状試験：各性状試験は表 1 に示した 6 株を用い、各試験用培地に 2% となるように NaCl を加え、約 23°C の培養下で常法にしたがって実施した。

pH・温度・NaCl 耐性試験：各耐性試験は表 1 に示した 6 株について温度勾配培養装置 (Model TN-3, 東洋科学産業) を用い、室温で 24 時間振とう培養後、光電比色計 (Model AE-22, エルマ) を用い 420 mμ で optical density (O. D.) を測定する方法で実施した。

* 本研究の概要は昭和 55 年度日本水産学会秋期大会において発表した。

** 長崎県水産試験場増養殖研究所

Table 1. Source of 6 strains of *Vibrio* sp. isolated from cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) with vibriosis

Strain No.	Date	Source	Site	Location
NG-8001	12, Jun., 1980	Fish No. 1*	Liver	Obama, Nagasaki Pref.
NG-8002	"	1	Kidney	"
NG-8003	19, Jun., 1980	2*	"	"
NG-8004	"	3*	"	"
NG-8005	24, Jun., 1980	4**	"	Minamikushiyama, Nagasaki Pref.
NG-8006	"	5**	"	"

* About 100 g in body weight.

** About 80 g in body weight.

各培地への接種菌量は 2% NaCl 加 1% ペプトン水で 23°C, 24 時間培養した菌の 100 倍希釈液の 0.1 ml とした。ペプトンはポリペプトン (大五) を用いた。

pH 耐性試験は 2% NaCl 加 1% ペプトン水を各段階の pH 値に調整後滅菌し, 1 日経過後に再度測定した 4.4~10.0 の pH 範囲内で実施した。

温度耐性試験は pH 7.3 に調整した 2% NaCl 加 1% ペプトン水を用い, 9.1~42.2°C の温度範囲で実施し, 24 時間後に発育の認められなかった温度についてはさらに 23°C で 3 日間培養を行ない菌の発育の有無により生存性を確認した。

NaCl 耐性試験は pH 7.3 に調整した 1% ペプトン水に 0~8% の範囲で NaCl を加えた培地を作成して実施した。

薬剤感受性試験: 最小発育阻止濃度 (MIC) は 2% NaCl 加トリプトソーヤブイヨン (ニッスイ) で 23°C, 24 時間培養した供試菌の 1 白金耳を, 各抗菌剤の各量を含む 2% NaCl 加ハートインフュージョン寒天培地 (栄研) に塗抹した後, 室温で 18 時間培養後の菌の発育の有無を肉眼的に判定する方法で求めた。

供試菌は表 1 に示した 6 株を用い, 供試抗菌剤は塩酸オキシテトラサイクリン (OTC), 塩酸テトラサイクリン (TC), 塩酸クロルテトラサイクリン (CTC), クロラムフェニコール (CP), チアンフェニコール (TP), オキシリン酸 (OX) およびニフルスチレン酸ソーダ (NF·Na) の 7 剤を用いた。

マアジに対する病原性: 1% NaCl 加普通寒天培地 (栄研) での 20°C, 24 時間培養菌を用い, 体重 100 g 宛湿菌量として 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001 mg の各量を 0.2 ml の生理食塩水に懸濁させて背部筋肉内に接種する方法によった。供試魚の体重は 4.0~5.5 g で, 各接種群について 2~4 尾用いた。試験期間中の平均水温は 22.6°C であった。供試菌は NG-8001, NG-8002, NG-8004 の

3 株である。

結果および考察

本症の発生概要: 長崎県内における マアジ 養殖は昭和 51, 52, 53 および 54 年の当初の放養尾数* が各々 1,087,200, 1,151,250, 1,676,900 および 2,202,560 尾で, また各年のへい死尾数が 59,850, 78,000, 212,460 および 257,402 尾であり, 養殖尾数の増加に伴い年々へい死尾数も増加している (図 1)。これをへい死亡率に換算すると昭和 51 年は 5.5%, 昭和 52 年は 6.8%, 昭和 53 年は 12.7%, 昭和 54 年は 11.7% となる。ただし, マアジはいわゆる雑魚として養殖されることが多く, 実際の養

Fig. 1. Annual changes in number of Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) stocked and died in Nagasaki Prefecture.

* 長崎県かん水魚実態調査による。

Table 2. Characteristics of *Vibrio* sp. isolated from cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*)

Characteristics	<i>Vibrio</i> sp.					
	NG-8001	NG-8002	NG-8003	NG-8004	NG-8005	NG-8006
Form						
Flagella						
Swarming						
Motility	+	+	+	+	+	+
Gram stain	—	—	—	—	—	—
O-F test	F	F	F	F	F	F
Gas from glucose	—	—	—	—	—	—
Cytochrome oxidase	+	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+	+
Indole	+	+	+	+	+	+
VP reaction	—	—	—	—	—	—
MR test	+	+	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	+	+	+	+	+
H ₂ S (SIM)	—	—	—	—	—	—
Casein digestion	+	+	+	+	+	+
Cholera red	+	+	+	+	+	+
Citrate (Simmons)	+	+	+	+	+	+
Malonate	+	+	+	+	+	+
Tartrate (Jordan)	+	+	+	+	+	+
P. P. A. test	—	—	—	—	—	—
Urease	+	+	+	+	+	+
Methylene blue reduction	+	+	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	+	+
Arginine hydrolysis	—	—	—	—	—	—
Starch hydrolysis	+	+	+	+	+	+
Arginine decarboxylase	—	—	—	—	—	—
Ornithine decarboxylase	+	+	+	+	+	+
Lysine decarboxylase	+	+	+	+	+	+
2,3-butanediol	+	+	+	+	+	+
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+	+	+
Novobiocin	+	+	+	+	+	+
Penicillin	—	—	—	—	—	—
NaCl 0 %	—	—	—	—	—	—
0.5	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+
8	—	—	—	—	—	—
Temperature 15.9°C	—	—	—	—	—	—
18.7	+	+	+	+	+	+
36.5	+	+	+	+	+	+
39.2	—	—	—	—	—	—
pH 4.4	—	—	—	—	—	—
4.8	+	+	+	+	+	+
9.4	+	+	+	+	+	+
10.0	—	—	—	—	—	—

殖尾数などは上述の数値を大幅に上回るものと思われる。

これまで養殖マアジのへい死因に関する詳細な調査は

実施されていないが、養殖漁業者の話によると水温の高い夏期にへい死する例が多いという。今後、これらのへい死因は徐々に解明されていくものと思われる。

1980 年 6~10 月の間に小浜町および南串山町の養魚場でマアジにみられた疾病はいずれも以下のような同一症状を呈した。すなわち、病魚は群からはなれて遊泳しており、外観的には褪色しているため、生簀の上からも容易に異常魚と判断された。衰弱魚を生簀から取揚げると、眼球が発赤または白濁していることが多く、さらに病状の進行した個体では眼球の突出が生じ、重篤魚では脱落がみられた。また、鰓蓋裏側が充血を呈する個体もみられた。しかしながら、外観的に眼球以外の部位には異常がみられず、内部所見でも肉眼的にはとくに異常がみられなかった。

小浜町の症例は 5×5×5 m の小割生簀 10 台に約 6,000 尾ずつ収容されている群 (平均体重約 100 g) に発生したもので、6~7 月のピーク時には各生簀とも日に 20~

30 尾のへい死魚がみられた。本症は OTC 製剤 (水産用テラマイシン散) を 3~5 日間投与するといったん治まるが、10 日位すると再びへい死魚がみられるようになるとのことで、最終的には放養尾数の 30% 程度がへい死したものと推定される。

南串山町の症例は 7×7×7 m の小割生簀に約 7,000 尾収容されている群 (平均体重約 80 g) に発生したもので、被害程度は小浜町の場合とほぼ同程度であったと推察される。

生化学的性状試験: 表 2 と表 3 に示すとおりである。供試したマアジ由来 6 株はグラム陰性の桿菌で、運動性 (+), チトクロームオキシダーゼ (+), OF 試験 (F), ブドウ糖からのガス産生 (-), カタラーゼ (+), 0/129 感受性 (+), VP (-), MR (+) などの性状を示したこ

Table 3. Carbohydrate utilization of *Vibrio* sp. isolated from cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*)

Carbohydrate	<i>Vibrio</i> sp.					
	NG-8001	NG-8002	NG-8003	NG-8004	NG-8005	NG-8006
Acid from						
Glucose	+	+	+	+	+	+
Arabinose	-	-	-	-	-	-
Xylose	-	-	-	-	-	-
Rhamnose	-	-	-	-	-	-
Laevulose	+	+	+	+	+	+
Mannose	+	+	+	+	+	+
Galactose	+	+	+	+	+	+
Sorbose	+	+	+	+	+	+
Sucrose	+	+	+	+	+	+
Lactose	-	-	-	-	-	-
Maltose	+	+	+	+	+	+
Cellobiose	+	+	+	+	+	+
Raffinose	-	-	-	-	-	-
Starch	+	+	+	+	+	+
Trehalose	+	+	+	+	+	+
Dextrin	+	+	+	+	+	+
Glycogen	+	+	+	+	+	+
Inulin	-	-	-	-	-	-
Erythritol	-	-	-	-	-	-
Adonitol	-	-	-	-	-	-
Mannitol	+	+	+	+	+	+
Dulcitol	-	-	-	-	-	-
Sorbitol	+	+	+	+	+	+
Salicin	(+)*	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Esculin	-	-	-	-	-	-
Inositol	-	-	-	-	-	-
Melibiose	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)
Melezitose	+	+	+	+	+	+

*(+): Delayed positive.

Table 4. Comparison of characteristics between the present strains of *Vibrio* sp. isolated from Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) and *Vibrio* sp. reported by several workers

Characteristics	Present strains (6)	<i>Vibrio</i> sp. (group II) (KUSUDA et al., 1979)	<i>Vibrio</i> sp. V-30 (KUSUDA et al., 1979)	<i>Vibrio</i> sp. V-5 (KUSUDA et al., 1979)	<i>Vibrio</i> sp. V-27 (KUSUDA et al., 1979)	<i>Vibrio</i> sp. (HATAI et al., 1975)
Arginine hydrolysis	—	—	—	—	—	—
Ornithine decarboxylase	+	d*	+	+	+	+
Lysine decarboxylase	+	+	+	+	+	+
VP reaction	—	—	+	—	—	—
MR test	+	+	+	+	+	+
Growth at 5°C	—	—	+ _w **	—	—	—
37	+	+	+	+	+	+
42	—	—	+	—	—	—
Growth in NaCl 0 %	—	—	—	—	—	—
0.5 %	+	+	+	+	+	+
7	+	—	+	—	—	d
8	—	—	—	—	—	—
H ₂ S	—	d	—	—	—	—
Swarming	— or +	—	+	+	+	+
Urease	+	d	—	—	—	—
Acid from Sucrose	+	—	+	+	—	+
Melibiose	+	+	—	—	—	—
Salicin	(+)	+	+ _w	+	+	+ _w
Arabinose	—	d	—	+	—	—
Sorbitol	+	d	+	+	+	+

* d: Diverse.

** +_w: Weak or delayed positive.

とからすべて *Vibrio* 属に同定された (BUCHANAN and GIBBONS, 1974)。

なお, swarming は同一平板上に出現した集落間でも (—) と (+) を示す現象がみられたことから — or + で示した。また, ウレアーゼ産生性は NG-8006 株のみが (—) で, ほかの 5 株は (+) であり, メリビオースからの酸産生性は 5 株で遅れて (+) を示したが, NG-8004 株は (—) であった。ほかの性状試験は 6 株ともすべて同一成績を示した。

マアジ由来株の性状を既知の魚病菌の性状と比較すると, *Vibrio anguillarum* とは swarming, VP-MR 反応, アルギニンの加水分解性, リジンおよびオルニチンの脱炭酸性などの同定の鍵とされる性状において異なっており (室賀, 1975; 楠田ら, 1979), 別種であることは明らかである。

また, 楠田ら (1979) の迅速鑑別図式に従うと, マアジ由来株はアルギニン加水分解 (—), リジン脱炭酸 (+) である性状を有することから I および III 群には分類されない。また, マアジ由来株は swarming (— or +),

サッカロースからの酸産生 (+), さらに後述の如く 7% NaCl 加培地での発育 (+) などの性状を有する点, II 群とも異なる (表 4)。したがって, 楠田らの迅速鑑別図式にしたがえばマアジ由来株は *V. parahaemolyticus* and allied organisms という菌群に包含されることになる。しかしながら, この菌群に属するとされる楠田らの V-30, V-5 および V-27 株とマアジ由来株とを比較すると, V-30 株とは VP 反応, 5 および 42°C での発育性 (後述) が, また V-5 および V-27 株とは NaCl 7% 加培地での発育性が, さらに V-5 株とはアラビノースからの酸産生性が, また V-27 株とはサッカロースからの酸産生性が異なっている (表 4)。いっぽう, 畑井ら (1975) により広義の腸炎ビブリオの範ちゅうに入るとされる菌がブリ病魚から分離され, *V. parahaemolyticus* ハマチ沼津型 1974 と仮称されて報告されている。マアジ由来株と畑井らの菌とを比較すると, 両者は菌株による若干の相違はあるものの一致した性状を示している (表 4)。したがって, マアジ由来株は畑井らにより報告された株と同種とみなされる。

Table 5. Effect of temperature on growth of *Vibrio* sp. NG-8003 and *Vibrio* sp. NG-8005 isolated from cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) with vibriosis

Temperature* (°C)	NG-8003		NG-8005	
	O. D.**	Survival***	O. D.**	Survival***
9.1	0	+	0	+
12.9	0	+	0	+
15.9	0	+	0	+
18.7	0.025		0.046	
21.6	0.208		0.230	
24.1	0.338		0.368	
26.6	0.455		0.482	
28.8	0.580		0.605	
31.4	0.660		0.640	
34.0	0.660		0.645	
36.5	0.450		0.440	
39.2	0	—	0	—
42.2	0	—	0	—

* Temperature-gradient incubator, Model TN-3 (Toyo Kagaku Sangyo Company Ltd.).

** Bacterial growth was estimated by determining optical density at 420 m μ in a colorimeter.

*** Viability of inoculated cells was checked by re-incubation of the culture at 23°C for more 3 days.

Fig. 2. Effect of pH on growth of *Vibrio* sp. isolated from cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) with vibriosis.

Fig. 3. Effect of NaCl concentration on growth of *Vibrio* sp. isolated from cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) with vibriosis.

なお、楠田ら (1979) は *V. parahaemolyticus* ハマチ沼津型 1974 が 42°C では発育不能であることから腸炎ビブリオとすることには問題があると指摘している。

42°C での発育はマアジ由来株においても不能であり、かつマアジ由来株およびハマチ沼津型株も発育塩分濃度域は 7% までである。いっぽう、楠田らの V-5 ならば

に V-27 株も 42°C では発育できず、かつ発育塩分濃度域は 5% までである。したがって、発育温度および塩分濃度の点からみるとマアジ由来株、ハマチ沼津型株、V-5 ならびに V-27 株は極めて類縁性が高いといえる。したがって、これら魚病菌は今後さらに十分な検討を加えたうえで腸炎ビブリオとは異なる菌群として取扱うことが必要ではないかと思われる。

pH・温度・NaCl 耐性試験： pH 耐性試験の結果 (表 2)、供試 6 株は pH 4.8~9.4 の範囲内で発育を示し、pH 4.4 および 10 では発育が認められなかった。また、供試 6 株中無作為に選択した 3 株の発育度 (図 2) から、至適 pH 域は pH 6~9 の間と判定された。

温度耐性試験の結果 (表 2)、供試 6 株は 18.7~36.5°C の範囲内で発育がみられ、15.9°C 以下および 39.2°C 以

上の温度では発育が認められなかった。供試 6 株中無作為に選択した 2 株の発育度 (表 5) から、至適温度域は 28.8~34.0°C の間と判定された。また、発育の認められなかった温度における接種菌の生存性を確認した結果、低温域ではすべて生存性が確認されたが、高温域では発育がみられずすべて死滅したものと判断された。

NaCl 耐性試験の結果 (表 2)、 供試 6 株は 0.5~7% NaCl 加培地中で発育がみられ、0 および 8% NaCl 加培地では発育が認められなかった。供試 6 株中無作為に選択した 3 株の発育度 (図 3) から、至適 NaCl 濃度は 1~3% の間と判定された。

薬剤感受性試験： 表 6 に示すとおりで、MIC 値は菌株により若干異なったが、それらの値は OTC および TC では 1.6 µg/ml (NG-8006 株のみ 3.1 µg/ml)、CTC

Table 6. Minimum inhibitory concentration (MIC: µg/ml) of 7 chemotherapeutic agents for *Vibrio* sp. isolated from cultured Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*).

Strains	OTC	TC	CTC	CP	TP	OX	NF-Na
<i>Vibrio</i> sp. NG-8001	1.6	1.6	1.6	0.8	3.1	0.4	0.4
NG-8002	1.6	1.6	0.8	1.6	3.1	0.4	0.4
NG-8003	1.6	1.6	0.8	1.6	3.1	0.4	0.4
NG-8004	1.6	1.6	1.6	0.8	3.1	0.4	0.4
NG-8005	1.6	1.6	0.8	1.6	3.1	0.4	0.4
NG-8006	3.1	3.1	0.8	1.6	3.1	0.8	0.8

Abbreviations. OTC: Oxytetracycline. TC: Tetracycline hydrochloride. CTC: Chlortetracycline-HCl
CP: Chloramphenicol. TP: Thiamphenicol. OX: Oxolinic acid. NF-Na: Sodium nifurstyrenate.

Table 7. Mortality of Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*) intramuscularly inoculated with 3 strains isolated from cultured Japanese horse mackerel

Strain No.	Injection size per 100 g B.W.	No. of fish inoculated	Number of fish died				Total	Mortality (%)
			Hours after inoculation					
			18	24	48	72		
NG-8001	0.1 mg	2	2				2	100
	0.01	4	4				4	100
	0.001	4		1	1		2	50
	0.0001	4					0	0
NG-8002	0.1	2	2				2	100
	0.01	4	4				4	100
	0.001	4		2			2	50
	0.0001	4					0	0
NG-8004	0.1	2	2				2	100
	0.01	2	1	1			2	100
	0.001	2					0	0

The body weight of fish used was 4.0 to 5.5 g.

The water temperature was 22.0 to 23.2°C (average 22.6°C) during the course of experiment.

および CP では $0.8 \sim 1.6 \mu\text{g/ml}$, TP では $3.1 \mu\text{g/ml}$, OX および NF-Na では $0.4 \mu\text{g/ml}$ (NG-8006 株のみ $0.8 \mu\text{g/ml}$) であった。したがって、マアジ由来株はすべての供試抗菌剤に感受性を有すると判断され、養殖現場での治療にもこれらの薬剤は期待がもてると判断された。

マアジに対する病原性: マアジに対する病原性試験の結果は表 7 に示すとおりである。NG-8001 および NG-8002 の 2 株は 0.0001 mg を接種した場合には致死性がみられず、 0.001 mg 以上接種した場合にのみ致死性を示した。また、NG-8004 株は 0.001 mg 接種した場合には致死性がみられず、 0.01 mg 以上接種した場合に致死性を示し、いずれの場合も 24~48 時間以内に供試魚を致死させた。へい死魚の外観症状は接種部位の腫脹および発赤で、個体によっては眼球部に出血を呈した。また、瀕死魚の腎臓からは接種菌が回収された。以上述べたことから、本菌をマアジ疾病の原因菌と断定した。

なお、NG-8001 株を供試してインダイ (平均体重 48 g) およびブリ稚魚 (平均体重 3.5 g) に対する致死性を試験した結果、 0.01 mg 以上の菌量で 24~48 時間以内に供試魚を致死させた。したがって、これらの魚種は本菌に対する感受性を有すると言えるので、今後養殖場における発症には十分留意する必要があると思われる。

稿を終るに当たり、本論文の御校閲を賜った日本獣医畜産大学の江草周三教授に、また投稿を御許可下さった長崎県水産試験場の藤田矢郎場長に深謝の意を表する。

要 約

1. 1980 年 6~10 月に長崎県橘湾に面した養殖場で、飼育されているマアジにへい死を伴う疾病が発生したため、その原因を調査した。
2. 病魚は眼球が発赤 または 白濁していることが多く、さらに症状の進行した個体では突出が生じ、重篤魚では脱落がみられた。
3. 罹病魚の諸臓器からは起病性を有する一種の *Vibrio* 細菌が純培養的に分離されたことから、本病をビブリオ病と断定した。
4. 分離菌は広義の腸炎ビブリオに近似したが、8% NaCl 加培地および 42°C では発育不能であるため、腸炎ビブリオに包含するには問題があると判断された。
5. 本菌の至適 pH は $6 \sim 9$, 至適温度は $28.8 \sim 34.0^\circ\text{C}$ および至適 NaCl 濃度は $1 \sim 3\%$ であった。
6. 本菌は供試した 7 種類の抗菌剤 (OTC·TC·CTC·CP·TP·OX·NF-Na) のすべてに感受性を示した。

文 献

- BUCHANAN, R. E. and N. E. GIBBONS (1974): *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 8th ed., Williams and Wilkins, Baltimore, 1246 pp.
- 畑井喜司雄・岩崎義人・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 (1), 31-37.
- 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 (3), 123-137.
- 室賀清邦 (1975): *Vibrio anguillarum* およびその感染症に関する研究. 広島大学水畜産学部紀要, 14, 101-215.