

# 養殖방어에서 分離한 病原性 *Vibrio* 菌의 特性에 대하여

朴 性 佑 · 田 世 圭\*

國立水產振興院 病理科, \*釜山水產大學 養殖學科  
(1986년 1월 20일 수리)

## Characteristics of Pathogenic *Vibrio* sp. Isolated from Cultured Yellowtail *Seriola quinqueradiata*

Sung Woo PARK

National Fisheries Research and Development Agency 2-16, Yongdo-gu,  
Pusan 606, Korea

and

Seh-Kyu CHUN

Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan,  
Nam-gu, Pusan 608, Korea

(Received January 20, 1986)

Vibriosis has caused severe losses among cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) at some cage farms in Korea in recent years.

Major object of this study was to investigate the causative organism of the diseased cultured yellow-tail.

The samples were collected from the aquarium of Fisheries Research & Development Agency during the period from November 1984 to January 1985.

The experimental results are summarized as follows;

Among the isolated bacteria from the diseased yellowtail, *Vibrio* sp. isolated from the kidney was considered to be the causative organism.

Tetracycline, chloramphenicol and gentamycin were observed as bacteriostatic agents to the pathogenic strain, but sulfisomezole and sulfisoxasole were not.

When the isolated strain was injected intramuscularly to yellowtail, red sea-bream, rock-bream and common carp, it had virulence at 25°C to all fish examined but no virulence at 15°C except for yellowtail.

### 緒 論

우리 나라의 海産魚 養殖은 1970년부터 방어와 참돔을 對象으로 한 가두리 養殖이 일부 地域에서 盛行하고 있으며, 방어 養殖은 5月 下旬부터 6月 中旬에 걸쳐 北上하는 稚魚를 採捕하여 飼育하고 있으나, *Heteroxine heterocerca*, *Benedenia seriolae* 등의 寄

生으로 입은 상처 또는 採捕·選別할 때와 망갈이 때 생긴 상처로 因한 細菌性 疾病으로 심한 被害를 입고 있다. 養殖 방어(*Seriola quinqueradiata*)에 流行하는 細菌性 疾病의 하나로 vibrio 病이 알려져 있으며, 그 原因은 *Vibrio anguillarum* 및 그 類似種에 의한 것으로 밝혀졌다(江草, 1978, 1983).

방어의 vibrio 病에 대한 研究는 日本의 植田等

(1963). 窪田等(1963), Kimura (1964, 1968), 楠田 (1965), Jo *et al.* (1979), Yasunaga *et al.* (1977, 1981) 등의 報告가 있지만, 우리 나라는 방어의 疾病에 관한 研究가 거의 없는 實情이다.

1984年 7月부터 慶南 統營郡 鶴林의 방어 養殖場에서 稚魚를 移送하여 國立水產振興院의 飼育室에서 循環濾過式水槽로 飼育中, 10月 5日頃 부터 細菌性 疾病으로 추정되는 疾病이 發生하여 慢性的으로 몇 마리씩 폐사하였으므로 이 疾病의 原因을 밝히기 위하여 病魚에서 分離한 原因菌의 生化學的 性狀, 生物學的 性狀, 藥劑感受性 및 病原性을 檢討하여 *Vibrio* 菌으로 밝혀졌으므로 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

細菌의 分離: 1984年 11月 16日에 體長 19.9 cm (19.0~21 cm), 體重 124 g(120~128 g)의 病魚 5마리를 試料로 하여 病巢, 腎臟, 肝臟 및 脾臟에서 分離하는 동시에 直接 stamp 標本을 만들어서 檢鏡했다. 細菌의 分離는 室賀 等 (1980, 1982)과 Tabata *et*

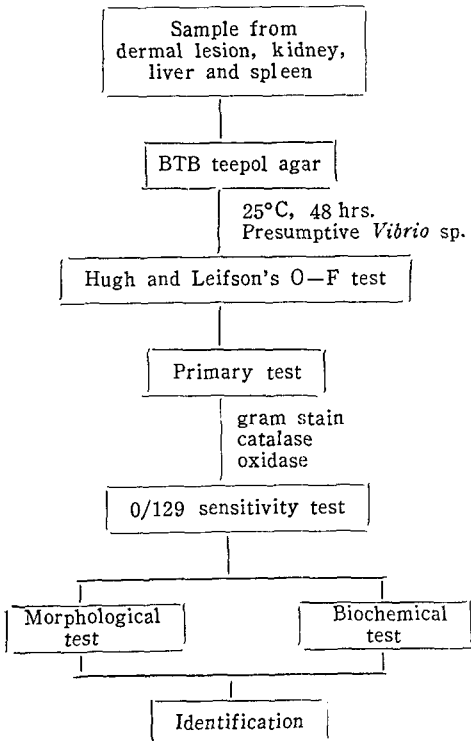


Fig. 1. Scheme for detection of *Vibrio* sp. from diseased yellowtail.

*al.* (1982)의 方法을 變更한 Fig.1에 表示한 方法에 따랐다. 즉 病魚의 病巢, 腎臟, 肝臟과 脾臟의 組織切片을 BTB teepol 寒天培地(日水)에 stamp 해서 白金耳로 塗沫하여 25°C에서 48時間 培養後 發育한 colony中 *Vibrio* 菌으로 추정되는 黃色 colony를 選擇하여 Hugh-Leifson's O-F 半流動培地에 接種하여 25°C에서 48時間 培養했다. 이 培地에서 glucose를 醱酵的으로 分解하여 酸은 生成하지만, gas가 生産되지 않는 菌株을 골라 catalase, oxidase 試驗과 TSI 寒天培地(Difco)에 接種하여 *Vibrio*屬 細菌으로 여겨지는 菌株에 대해 vibrio static agent 0/129에 感受性을 表示한 것만 生化學的 性狀을 調查했다.

生化學的 性狀; 모든 生化學的 性狀은 常法에 따라 실시하였다.

培地에서의 發育: 2%食鹽을 添加한 普通寒天培地에서 18~24時間 培養한 新鮮한 培養菌을 滅菌生理食鹽水 5 ml에 懸濁시켜, 이 菌液의 1白金耳씩을 2%食鹽添加한 SS寒天培地(Difco), MacConkey寒天培地(Difco)와 BHI寒天培地(Difco) 및 BTB teepol寒天培地(日水)에 塗沫하여 25°C에서 48時間 培養하여 發育의 有無와 程度를 觀察했다.

鹽分濃度 및 pH: 1% Peptone 水를 基礎培地로 하고, 食鹽濃度를 0~10%로 한 液體培地와 基礎培地에 食鹽을 1%添加하고 pH를 5~10으로 한 液體培地에, 2%食鹽 添加한 普通寒天培地에서 18~24時間 培養한 新鮮한 培養菌 1白金耳를 滅菌生理食鹽水 5 ml에 懸濁시킨 菌液 0.1 ml씩을 接種하여 25°C에서 48시간 培養後, 發育의 有無와 程度를 觀察했다.

藥劑感受性 및 MIC: 2%食鹽添加한 普通寒天培地에서 18~24時間 培養한 菌을; 1白金耳씩 2%食鹽添加한 普通寒天培地에 塗沫하고, Table 3에 表示한 3단계濃度 Disc(營研)를 얹어서 25°C에서 48時間 培養하여 阻止帶의 直徑을 測定하고 感受性이 높은 3藥劑에 대해서 試驗管法으로 MIC를 求했다.

病原性: 방어(119~130 g), 참돔(12~17 g), 돌돔(14~21 g) 및 잉어(14~26 g)各 5마리씩에 2%食鹽添加한 普通寒天培地에서 18~24時間 培養한 新鮮한 培養菌을 滅菌生理食鹽水에 懸濁시켜 魚體重 100 g當 1 mg(菌濕重量)을 등지느러미 밑 筋肉에 注射하고, 對照區는 滅菌生理食鹽水를 1 ml注射하여 7日間 飼育하면서 病原性을 調查했다. 接種魚는 85×42×40 cm의 아크릴水槽에 收容하여 水溫은 15°C 부근과 25°C 부근으로 조절하였다. 잉어는 15°C前後의 水溫에서만 飼育했다. 飼育期間동안 空氣는 注入시

養殖방어에서分離한病原性 *Vibrio* 菌의特性에 대하여

켰으나, 水質惡化를防止하기 위하여 먹이는 주지 않았다. 또한 試料中 죽은 고기에서 接種菌의 再分離를 행했다.

結果 및 考察

病魚의 病巢와 腎臟의 stamp 標本에서는 양끝이 약간 만곡된 gram 陰性的 短桿菌이 觀察되었으며 腎臟으로부터 原因菌으로 추정되는 細菌이 分離되어졌다.

Table 1 에는 本實驗의 分離菌과 방어에서 分離되어진 *Vibrio* 屬 細菌 및 Bergey's Manual 第8版(1974)에 記載되어있는 *Vibrio anguillarum* 의 性狀을 정리해서 비교했다. 分離菌의 主要한 生化學的 性狀은 運動性이 있는 gram 陰性的 桿菌으로 oxidase 와 catalase 를 生産하며, glucose 를 醱酵的으로 分解해서 酸을 生成하지만 gas 는 生産되지 않았다.

窒酸鹽의 還元, gelatin 液化, indole, methyl red, citrate 利用性試驗은 陽性이었지만, acetoin 과 H<sub>2</sub>S 는 生産되지 않았다. argine 分解, lysine 과 ornithine 脫炭酸試驗에서는 陰性이었고, vibrio static agent 0/129 에서는 感受性을 갖고 있었다.

炭水化物的 分解性은 試驗한 19 種의 炭水化物中에서 dextrin, glucose, maltose, mannose, starch, sucrose, trehalose, mannitol 및 galactose 는 分解하여 酸을 生成하지만, 그 外의 炭水化物로부터는 酸이 生成되지 않았다. 이러한 性狀은 Bergey's Manual 第8版(1974)의 *Vibrio* 屬의 定義를 滿足하고 있지만, 몇 가지 性狀에서 차이가 있다.

魚病細菌中에서 *Vibrio* 屬 細菌은 分類學的인 面에서 問題가 남아있지만, 大部分이 *Vibrio anguillarum* 과 그 類似種으로 同定되고 있다. 江草(1969)와 窒賀等(1973)은 淡水 및 海產魚에서 分離된 *Vibrio* 屬 細菌

Table 1-1. Comparison of characteristics of present strain isolated from diseased yellow-tail with reference to *Vibrio* spp.

Character	<i>Vibrio anguillarum</i>					<i>Vibrio</i> spp.
	Present strain (1985)	Muroga (1975)	Jo et al. (1979)	Bergey's Manual (8th ed. 1974)	Yasunaga et al. (1981)	Yasunaga et al. (1981)
Polar flagellum	+	+	+	+	+	+
Motility	+	+	+	+	+	+
Gram stain	-	-	-	-	-	-
Swarming	-	-	-	-	-	-
Fermentation of glucose	F	F	F	F	F	F
Gas from glucose	-	-	-	-	-	-
Oxidase	+	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+	+
Sensitivity to 0/129	+	+	+	+	+	+
Litmus milk	+	+	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	+	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+	+	+	+
Indole production	+	+(57)	-(80)	+	+	+
Voges-Proskauer test	-	+	+	±	+	-
2,3-butanediol	+	+	+	+	+	+
Methyl red test	+	-(93)	-	±	+	+
Hydrogen sulphide	-	-	-	-	-	±w
Arginine decomposition	-	+	+	+	+	-
Lysine decarboxylation	-	-	-	-	-	±
Ornithine decarboxylation	-	-	-	-	-	±
Phenylalanine deamination	-	-	-	-	-	-
Urease	-	-	-	-	-	-
Cholera red test	-	-(97)	-	-	+w	±
Citrate utilization	+	+(98)	+	-	+	+
Starch hydrolysis	+	+	+	+	+	+

Numbers in parentheses indicate %.

+w: weakly positive

Table 1-2. Comparison of carbohydrates utilization of present strain isolated from diseased yellowtail with reference *Vibrio* spp.

Carbohydrate	<i>Vibrio anguillarum</i>					<i>Vibrio</i> spp.
	Present strain (1985)	Muroga (1975)	Jo <i>et al.</i> (1979)	Bergey's Manual (8th ed. 1974)	Ysunaga <i>et al.</i> (1981)	Yasunaga <i>et al.</i> (1981)
Dextrin	+	+	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+		
Maltose	+	+	+		+	+
Mannose	+	+	+	+	+	+
Starch	+	+	+		+	+
Sucrose	+	+	+	+	+	+
Adonitol	-	-	-		-	-
Dulcitol	-	-	-		-	-
Lactose	-	-	-	-	-	-
Xylose	-	+	-	-	-	-
Trehalose	+	-(97)*	-(94)		-	+
Rhamnose	-	-(97)	-		-	-
Inulin	-	-(95)	-	-	-	-
Salicin	-	-(95)	-	-	-	-
Mannitol	+	+(92)	+	+	+	+
Raffinose	-	-(72)	-		-	-
Arabinose	-	-(58)	-	+	-	-
Galactose	+	+(56)	+		+	+
Inositol	-	-(90)	-	-	-	-

\*refer to the comment in Table 1-1

Table 2. Growth of *Vibrio anguillarum* and related *Vibrio* sp. isolated from diseased yellowtail on various media

Author	BTB teepol agar	SS agar	MacConkey agar	BHI agar	Nutrient agar
Present strain(1985)	+	-	-	+	+
Muroga <i>et al.</i> (1967)	+	-	-	+	
Muroga <i>et al.</i> *(1981)	+	-	-	+	+

\* : isolated from ayu

菌의 性狀에 대하여 상세한 考察을 하고 있지만, *Vibrio* 屬 細菌중에서 魚病細菌으로는 *Vibrio anguillarum* 을 비롯하여 *Vibrio* sp. (楠田, 1965), *Vibrio* sp. RT Group (Ohnishi *et al.*, 1976) 등이 報告되어 있다. 방어에서 分離된 *Vibrio* 屬으로는 Muroga (1975), Jo *et al.* (1979), Yasunaga *et al.* (1981)이 *Vibrio anguillarum* 을 Muroga *et al.* (1964), 楠田 (1965), 木村 (1968), Yasunaga *et al.* (1981)이 *Vibrio* sp. 를 分離한 報告가 있지만, *Vibrio* sp. RT Group 의 報告는 없다.

分離菌과 *Vibrio anguillarum* 과는 大部分의 性狀에서 일치하나 V-P試驗과 arginine 分解, 炭水化物中 trehalose 의 分解에서 차이가 나지만, Yasunaga *et al.* (1981)의 分離菌과는 거의 모든 性狀에서 일치하고 있으므로 *Vibrio* sp. 로 同定하는 것이 타당하다고

생각한다.

低水溫期에 分離되는 *Vibrio* sp. 는 *Vibrio* 屬의 魚病細菌中에서 Kusuda *et al.* (1979)이 group III에 속하는 것으로 分類한, 주로 低水溫期에 分離되며, group I (*Vibrio anguillarum*) 과 group II (高水溫期의 *Vibrio* sp.) 와 비교하면 분리시기와 發育溫度로 미루어 보아 低溫性病原菌으로 *Vibrio ichthyodermis* 와 關聯성이 높은 菌으로 報告한 種이다.

培地에서의 發育은 Table 2 에 表示한 것처럼 SS 寒天 및 MacConkey 寒天에서는 전혀 자라나지 않은 반면, BTB teepol 寒天, BHI 寒天和 普通寒天에서는 잘 자랐다.

普通寒天培地에서의 發育形態는 1~1.2 mm 前後의 正圓形, 周邊圓滑, 無色透明의 光澤이 있는 中心部가 약간 隆起한 集落을 形成하였으며, 色素의 生

産과 swarming 은 없었다.

*Vibrio* 菌은 病魚에서 分離한 直後는 普通寒天培地에서 發育이 느리지만 계대배양하면 잘 자라고(江草, 1969), *Vibrio anguillarum* 은 BTB teepol 寒天培地에서는 잘 자라지만, 3% NaCl 을 添加한 SS 寒天, McConkey 寒天에서는 자라지 않는다, (Muroga *et al.* 1967) 또 室賀 等(1982)은 BTB teepol 寒天, *Vibrio* 寒天, TCBS 寒天, SS 寒天, Endo 寒天의 6 種類의 培地를 使用한 結果 BTB teepol 寒天에서 發育이 가장 좋다고 했다.

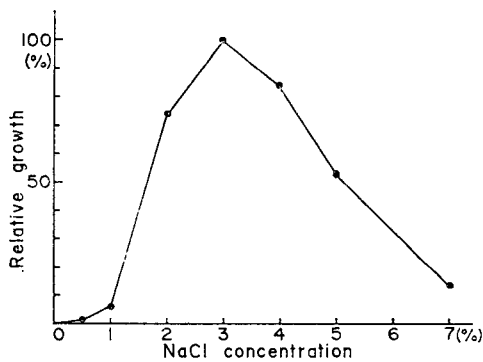


Fig. 2. Effect of NaCl concentration on the growth of the isolate. (Medium: 1% peptone water, Incubation: 24 hrs. stationary culture, Temperature: 25°C).

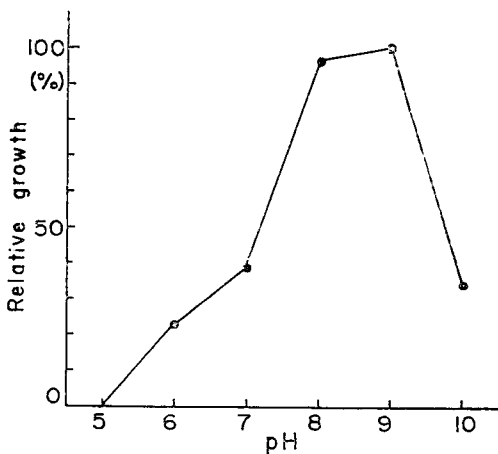


Fig. 3. Effect of pH on the growth of the isolate. (Medium: 1% peptone water, Incubation: 24 hrs. stationary culture, Temperature: 25°C).

위의 報告와 本 實驗의 結果를 종합하면 *Vibrio* 菌은 BTB teepol 寒天에서 가장 잘 자라며, 本 實驗에서 選擇培地로 使用한 것이 菌의 分離에 容易했다고 생각된다.

發育에 미치는 鹽分濃度와 pH의 影響은 Fig. 2와 Fig. 3 에 表示했다.

3%前後의 食鹽濃度에서 最適의 發育을 나타냈고 0~1%와 7~10%에서는 發育이 나빴다. 또 pH는 9에서 最良의 發育을 나타냈고, pH 6, 7에서는 發育이 最高때의 各各 22%, 46% 정도에 그쳤으며, pH 5에서는 증식하지 않았다.

江草(1969)는 海水나 기수역에서 分離한 菌株는 食鹽을 添加하지 않으면 자라나지 않으며, 發育可能 上限線은 菌株에 따라 다르다고 報告했고, Tabata *et al.* (1982)는 食鹽에 따르는 發育은 分離時期와 그때의 환경에 따라서 다르다고 했다.

食鹽濃度와 방어에서 分離한 *Vibrio* 屬 細菌과의 關係는 Table 3에 表示한 것처럼 Muroga *et al.* (1967)의 分離菌과는 일치하지만 Yasunaga *et al.* (1977)이 겨울에 養殖참돔에서 分離한 것과는 0%에서 차이를 보이고 있다. 따라서 本 實驗의 分離菌은 0%에서는 자라지 않고 7%에서 자라는 好鹽性菌이라 생각된다.

*Vibrio* 菌은 높은 pH에서 잘 자란다고 알려져 있지만, 江草(1969)는 pH와 *Vibrio* 菌의 發育關係는 食鹽濃度와 培養溫度에 따라서 差異가 있다고 報告하였는데, 本 實驗의 分離菌은 Yasunaga *et al.* (1977)과 榎田(1965)의 菌株와는 일치하지만 Muroga (1975) 菌株보다는 높은 pH에서는 잘 자라는 菌株라 생각된다.

Disc 法으로 測定한 藥劑感受性의 結果는 Table 4에 表示한 것처럼 tetracycline, chloramphenicol, gentamycin 에는 感受性이 있었지만 Sulfisomezole 과 sulfisoxazole 에는 耐性을 表示했다.

또 感受性이 높은 3藥劑(tetracycline, chloramphenicol, gentamycin)의 MIC는 tetracycline, chloramphenicol 이 各各 6.25 $\mu$ g/ml, gentamycin 이 3.15 $\mu$ g/ml 였다. 이러한 藥劑感受性은 Jo *et al.* (1979)이 分離한 菌株가 sulfa 劑에 感受性을 表示한 것과는 명백한 차이가 있다. 따라서 本 分離菌은 日本의 것에 비해 항생제의 感受性은 비슷하지만 sulfa 劑에는 耐性이 강한 것으로 판단되며 이것은 飼育中 sulfa 劑의 使用에 의한 耐性 획득이 아닌가 여겨진다.

海産魚인 방어, 참돔, 돌돔과 淡水魚인 잉어에 대하여 25°C와 15°C 前後의 水溫에서 病原性을 調査한 結果는 Table 5에 表示한 것처럼 25°C에서는 방어,

**Table 3. Growth of *Vibrio anguillarum* and related *Vibrio* sp. isolated from diseased yellowtail in various concentrations of NaCl in peptone media**

Worker	Concentration of NaCl (%)								
	0	0.5	1	2	3	4	5	6	7
Present isolate(1985)	—	+	+	+	+	+	+	+	+
Kusuda <i>et al.</i> (1963)	—	—	+	+	+	+	+	+	—
Muroga <i>et al.</i> (1967)	—	+	+	+	+	+	+	+	+
Kimura(1868)		—		+			+		—
Muroga(1975)	—		+	—	+		+		—
Yasunaga <i>et al.</i> (1977)*	+	+	+	+	+	+	+	+	±
Jo <i>et al.</i> (1979)	—	+	+		+		+		—
Yasunaga <i>et al.</i> (1981)		+							—

\*: isolated from red sea bream

**Table 4. Drug sensitivities and MIC of the strain isolated from diseased yellowtail (The numbers indicate zone diameter of growth inhibition in mm.)**

Drug	Concentration ( $\mu\text{g/ml}$ )								MIC( $\mu\text{g/ml}$ )
	300	150	50	15	10	5	2	0.5	
Tetracycline				13	10	9			6.25
Chloramphenicol				15	13	11			6.25
Erythromycin						4	0	0	
Kanamycin				11	7	5			
Olendomycin				0		0	0		
Gentamycin					10	9	5		3.12
Sulfisomezole	0	0				0			
Sulfisoxazole	0	0				0			
Sulpenicillin	9	9		9					

**Table 5. Pathogenicity *Vibrio* sp. to yellowtail, red sea-bream, rock-bream and common carp when inoculated intramuscularly at two temperatures**

Species	Body weight (g)	Experiment I			Experiment II		
		Dose (mg/100 g B. W.)	No. of fish died/tested	Mean time to death (day)	Dose (mg/100 g B. W.)	No. of fish died/tested	Time to death (day)
Yellowtail	119—130	1	5/5	1.5	1	1/5	5.5
		0	0/5		0	0/5	—
Red sea-bream	12—17	1	4/5	3.0	1	0/5	—
		0	0/5		0	0/5	—
Rock-bream	14—21	1	5/5	1.5	1	0/5	—
		0	0/5	—	0	0/5	—
Common carp	14—26	—	—	—	1	0/5	—
					0	0/5	—

Experiment I : Water temperature of aquarium ranged 24.1~25°C.

Experiment II : Water temperature of aquarium ranged 14.5~16.1°C.

참돔, 돌돔에 病原性을 나타냈지만 15°C에서는 방어만 폐사하였다. 25°C에서 폐사되기까지의 平均日數는 방어와 돌돔은 같은 1.5일이었고, 참돔은 3일로서 방어와 돌돔에 病原性이 강했다. 또 接種後 죽

은 病魚에서 接種菌은 再分離하는 것이 가능했다. *Vibrio* 菌은 海水環境中에서 常存하면서 魚體에 대한 感受性이 높아졌을 때 魚體에 侵入하여 疾病을 일으키는 條件病原菌(facultative bacteria)에 屬하는

## 養殖방어에서 分離한 病原性 *Vibrio* 菌의 特性에 대하여

細菌으로 魚種에 따라서 發病과 症狀에 큰 차이가 나타난다(室賀等, 1973). 또 病原性은 연령, 크기 및 건강상태에 따라 다르므로 本 實驗에서 Table 5에 나타난 것처럼 방어에 높은 病原性을 表示했지만 참돔에 대한 病原性이 낮은 것은 이러한 경향을 반영하고 있다고 생각된다.

또 發病과 水溫과의 關係를 생각하면 vibrio 病의 發病은 高水溫期인 25°C 때와 低水溫期인 15°C 附近에 걸쳐, 그 차례의 流行時期가 있으나, 25°C가 15°C 보다 높은 毒力을 나타내고 있으므로 여름철에도 流行할 것으로 추정되지만 檢討할 必要가 있을 것이다.

## 要 約

養殖방어(*Seriola quinqueradiata*)에 vibrio 病이 發生하여 상당한 被害를 입고 있다.

本 研究는 養殖방어에 發生한 vibrio 病의 原因菌에 대한 生化學的 性狀, 生物學的 性狀, 藥劑感受性 및 病原性을 檢討한 것으로 結果는 아래와 같다.

1. 病魚의 腎臟에서 原因菌을 分離하였으며 生化學的 性狀, 生物學的 性狀을 調査하여 *Vibrio* sp. 로 同定하였다.

2. 分離菌이 發育할 수 있는 NaCl 濃度는 0.5~7% (最適濃度; 3%), pH의 경우는 6~10(最適; 9)였다.

3. 分離菌은 tetracycline, chloramphenicol, gentamycin 에 感受性을 나타내었으나, sulfisomezole, sulfisoxazole 이는 感受性이 없었다.

4. 水溫에 따르는 病原性은 25°C에서는 모든 接種魚에 病原性을 나타냈으나, 15°C에서는 방어만 病原性을 나타냈다.

## 文 獻

江草周三. 1969. 魚病菌 *Vibrio anguillarum*에 對하여 (統說). 魚病研究 4(1), 31-44.

江草周三. 1978. 魚의 感染症. 恒星社 厚生閣, pp. 101-127.

江草周三. 1983. 魚病學(感染症. 寄生虫病篇). 恒星社 厚生閣, pp. 62-72.

植田理一·赤澤一三. 1963. 細菌による 海産養魚類의 傳染性疾患에 對하여. 水産増殖 臨時號 3, 31-64.

植田理一. 1965. 海産魚의 潰瘍病에 對하여. 京都府 水産試驗場業績 25, 1-116.

Kusuda, R., H. Sako, and K. Kawai. 1979. Classi-

fication of vibrios isolated from diseased fish-I. On the morphological, biological and biochemical properties. Fish Pathology 13(3), 123-137.

Jo, Y., K. Ohnishi, and K. Muroga. 1979. *Vibrio anguillarum* isolated from cultured yellowtail. Fish Pathology 14(1), 43-47.

Kimura, M. 1964. Studies on diseases of fish under cultured- II. On a bacterial diseases of the yellowtail *Seriola quinqueradiata* T et. S. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 40(2), 114-121.

木村正雄. 1968. 海産養殖魚とくにブリ의 疾病에 對する 基礎的 研究. 宮崎大學農學部 研究時報 15(2), 81-175.

窪田三郎·高桑三三. 1963. 海産養殖魚의 疾病에 對する 研究-I. 三重縣下에 發生している 魚病의 概要와 豫備的 考察. 三重縣大 水産學部 紀要 6, 107-124.

Muroga, K. and S. Egusa. 1967. *Vibrio anguillarum* from an endemic disease of ayu in Lake Hamana. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 33, 630-640.

室賀清邦·江草周三. 1973. *Vibrio anguillarum*의 性狀에 對する 考察. 魚病研究 8(1), 10-24.

Muroga, K. 1975. Studies on *Vibrio anguillarum* and *Vibrio anguillarum* infection. J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ. 14, 101-215.

室賀清邦·高橋哲. 1980. 養殖用 아ユ 種苗의 *Vibrio anguillarum*의 保菌狀態에 對する 研究. 昭和 54年度 魚病對策技術開發 研究報告書, 1-12.

室賀清邦·花田淳·里井晋一. 1982. 養殖用 아ユ 種苗의 *Vibrio anguillarum*의 保菌狀態에 對する 研究. 昭和 56年度 魚病對策技術開發 研究報告書, 1-11.

Ohnishi, K. and K. Muroga. 1976. *Vibrio* sp. as a cause of disease in rainbow trout cultured in Japan-I. Biochemical characteristics. Fish Pathology 11(3), 159-165.

Tabata, K., S. Karata, and Ruiz Sacristan. 1982. Studies on the naturally occurring disease during the production of ayu (*Plecoglossus altivelis*) in sea water- II. Dynamics of *Vibrio*

- anguillarum*. Fish Pathology 17(3), 205—212.
- Yasunaga, N. and N. Yamamoto. 1977. Characteristics of bacterial strains isolated from so-called vibriosis of cultured red sea bream in the winter. Fish Pathology 12(3), 209—214.
- Yasunaga, N., S. Ogawa, and K. Hatai. 1981. The causative organisms of vibriosis in cultured young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. Bull. Nagasaki Pref. Inst. Fish. No. 7, 47—55.