

マダイ仔魚の腸管膨満症に関する細菌学的検討

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	安信, 秀樹 室賀, 清邦 丸山, 敬悟
巻/号	36巻1号
掲載ページ	p. 11-20
発行年月	1988年6月

マダイ仔魚の腸管膨満症に関する細菌学的検討

安 信 秀 樹・室 賀 清 邦・丸 山 敬 悟

(広島大学生物生産学部) (日本栽培漁業協会百島実験地)

A Bacteriological Investigation on the Mass Mortalities of Red Seabream *Pagrus major* Larvae with Intestinal Swelling

Hideki YASUNOBU, Kiyokuni MUROGA and Keigo MARUYAMA

Abstract

At Momoshima Field Station of Japan Sea-Farming Association, plenty of red sea-bream *Pagrus major* juveniles have been raised from newly hatched larvae every year in earthen ponds. Since 1982, a peculiar mass mortality has been noticed in the ponds and mortality rate has become higher year by year. The characteristic symptoms of the diseased fish include remarkably swollen intestine and spleen, the former being full with undigested zoo-planktons and the latter with erythrocytes.

Bacterial examinations on the mass mortalities of the larvae with intestinal swelling were made at the station in 1986. As the result, bacterial number in the intestine of diseased fish proved higher than that of normal fish by one hundred or one thousand times. *Vibrio*, the most predominant group, was found 20% greater in diseased fish as compared with normal fish, however, different *Vibrio* species were isolated as predominant species at each case of mortality.

Seven strains of *Vibrio*, which was predominantly isolated from diseased fish, were tested of their pathogenicity against red seabream larvae by oral administrations. However, neither the disease symptom nor apparent mortality were observed among the tested fish. Although the cause of this disease could not be clarified by this study, an importance of the primary cause(s) leading to digestive disorder was discussed.

種苗生産過程のマダイ (*Pagrus major*) 仔稚魚に発生する疾病の1つとして腹部膨満症がよく知られており、原因菌として *Vibrio alginolyticus*

が報告されている^{1),2)}。またクロダイ (*Acanthopagrus schlegeli*) の腹部膨満症に関しても *V. alginolyticus* の関与が疑われ³⁾、また最近では

受領日：昭和62(1987)年12月29日

索引語：マダイ／魚病／腸管膨満症／細菌叢

連絡先：〒724 東広島市西条町下見 広島大学生物生産学部 室賀清邦

Address: K. MUROGA, Fac. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ., Higashi-Hiroshima, 724

V. alginolyticus および *Alcaligenes cupidus* が関与していると報告されている⁴⁾。更にクロダイに関しては海産渦虫 (*Allostoma* sp.) が腹部膨満症を引き起すとの報告もある⁵⁾。

日本栽培漁業協会百島実験地 (尾道市百島) では塩田跡地を改良した池を利用し、主として天然プランクトンを餌料とする粗放的な種苗生産が行われているが⁶⁾、1982年以降毎年腹部膨満症が発生し、それによる被害は年々大きくなる傾向にある。

本症は魚を池内に放養してからおよそ5~12日後、すなわち孵化後12~20日目の全長6~9mmの仔魚期に発生しやすく、病魚の消化管には未消化のプランクトンを主体とする餌料生物が充満しそれにより腹部が膨満する。またほとんどの病魚に脾臓の肥大が認められるのも本症の特徴であり、そのほか体色黒化や行動の不活発化などもみられる。最近では発症率は50~100%と高く、斃死率も60~95%に及んでいる。

他の事業場における過去の症例からみて本症も細菌感染症ではないかと考え、本研究では病魚の消化管、餌および飼育水の細菌数、および細菌叢を調べるとともに病理組織学的な検討を加えた。更に病魚から優占的に分離された細菌数株についてマダイ仔稚魚に対する病原性を調べた。結果的には本症の原因を明らかにするには至らなかったが、本調査の結果は本症に関する今後の研究に資するところがあると思われるので以下に調査の概要を報告する。

材料および方法

材料魚 1986年に日本栽培漁業協会百島実験地で行われた3回の種苗生産を対象に、5月から7月にかけて計10回 (R-1~R-10, 表1) のサンプリングを行い、マダイ仔稚魚の消化管、飼育水および池中のプランクトンにおける細菌数および細菌叢を調べた。この3回の生産回次のいずれにおいても腹部膨満症が発生し、池に放養してから

Table 1 Intestinal bacterial counts of larvae and juveniles of red seabream reared at Momoshima Field station.

Sampling No.	Date	Days after hatching	T. L. (mm)	W. T. (°C)	Number of fish examined	Healthy or Diseased (Abdominal swelling)	Intestinal bacterial count (CFU/fish)	
							ZoBell	BTB
(1986)								
R-1	Apr. 28	7	2.3	19.3	20×4	H	5.5×10 ²	5.5×10
R-2	May 6	15	5.5	17.4	20×4	H	3.2×10 ³	2.1×10 ²
R-3	May 13	22	6.6	23.0	20×5	D	9.3×10 ⁵	5.7×10 ⁵
R-4	May 20	29	16.6	20.3	10×3	H & D	6.3×10 ⁶	1.0×10 ⁷
					9×1	D	4.3×10 ⁶	1.3×10 ⁷
					10×1	H	1.5×10 ⁶	2.2×10 ⁶
R-5	Jun. 3	10	5.3	24.8	20×3	H	6.5×10	2.5×10
R-6	Jun. 6	13	6.7	24.1	20×4	H	8.6×10 ⁴	3.5×10 ²
R-7	Jun. 9	16	9.4	25.2	20×2	H	1.1×10 ³	3.5×10 ²
					16×1	D	3.5×10 ⁶	1.7×10 ⁶
R-8	Jun. 11	18	9.8	25.3	20×2	H	5.9×10 ⁴	3.2×10 ⁴
					20×2	D	6.3×10 ⁶	5.6×10 ⁶
R-9	Jun. 12	19	—	24.8	20×1	D	7.8×10 ⁶	5.6×10 ⁶
R-10	Jul. 5	14	5.5	24.1	10×2	D	4.8×10 ⁶	3.8×10 ⁶
(1987)								
R-11	Jun. 23	22	9.2	—	20×2	D	3.1×10 ⁶	—

R1~R4 : 1986 Production 1 (Pond 1) R5~R9 : 1986 Production 2 (Pond 2)
 R10 : 1986 Production 3 (Pond 1) R11 : 1987 Production 1 (Pond 2)

20日後における生残率は10%あるいはそれ以下となっていた。なお本症は3回の生産においてそれぞれ孵化後22日, 16日, および14日目を中心に発生した。また1987年にも同実験地において本症発生中に1回(R-11)のサンプリングを行った。各調査時の月日, 材料魚の日令, 全長, 水温, 供試尾数(1グループの尾数×グループ), および外見的にみた健康魚か病魚(腹部膨満症)の区別を表1に示した。

細菌の分離方法および分類 仔稚魚の消化管内細菌の分離方法についてはMUROGA *et al.*⁷⁾の方法に従って行った。分離培地はZoBell's 2216e培地およびBTBティボール寒天培地(栄研)を使用しマダイ1尾当りの細菌数を求めた。またそれぞれの検体から分離された細菌のうち優占的に出現した3~6菌株を性状検査に供し, それらの株の占める割合からそれぞれの検体ごとの細菌叢を求めた。また飼育水中のプランクトンをネット採集(目合45 μ m)し, ろ紙で水気をとった後, 湿重量にして0.1gをガラスホモジナイザーに入れ0.9mlの滅菌生理食塩水を加えて擦りつぶした。以下魚の場合と同じように処理し細菌数および細菌叢を調べた。飼育水は0.1mlをとりこれを原液とし, 以下同様に処理した。また1986年における本症の2回目の発生の際(R-8)に, 病魚が細菌による全身感染を受けているか否かをみるため病魚の脾臓を取り出し2mlの滅菌生理食塩水で2回洗浄した後, ZoBell培地および普通寒天培地(栄研)へ直接拡げた。

なお性状検査および分離菌の分類もMUROGA *et al.*⁷⁾の記載に従って行い, 種の同定ができなかった*Vibrio*属細菌については, アルギニン, リジンの分解能に基づき3つに分けた。すなわちアルギニン・リジンの分解能がそれぞれ(+)(-)のものを*Vibrio* spp.-I, (-)(+)のものを*Vibrio* spp.-II, (-)(-)のものを*Vibrio* spp.-IIIとした。

病魚由来株の病原性実験 1986年に百島マダイ病魚から分離された5菌株, すなわち*Vibrio* sp.-I (R-8-1), *Vibrio* sp.-II (R-10-3), *Vibrio* sp.-III (R-7-1), *V. vulnificus* (R-3-4) および *V. alginolyticus* (R-5-3), 更に

1987年の2分離株 *V. vulnificus* (87-R-1) および *Vibrio* sp.-II (87-R-2) の計7株を用いて1987年に経口感染実験を行った。

ZoBell培地で25 $^{\circ}$ C, 48時間培養したそれぞれの菌株を300mlの海水に10 $^{\circ}$ CFU/mlとなるように懸濁させ, それぞれの菌液に湿重量にして1.5gのシオミズツボワムシ(*Brachionus plicatilis*)を添加した。30分後にプランクトンネットでワムシを回収し, それぞれを20日もしくは23日令のマダイ仔魚約70尾からなる各群に1日1回3日間投与した。なお, 高濃度の細菌懸濁液にワムシを収容すれば, ワムシはその細菌をすみやかに取り込み30分後には懸濁液と同じレベルの菌濃度に達することを著者らは既に報告したが⁹⁾, 今回も念のためそれぞれの菌株について30分浸漬後のワムシ中の菌数を培養法によって測定したところ, 表7に示したように10 $^{\circ}$ ~10 $^{\circ}$ CFU/gの濃度になっていることが確かめられた。

なお, 1987年における本症発生時にはろ過性病原体の介在を検討するため, 病魚全身材料0.5gに9倍量のHanks' BSSを加えホモジナイズした後遠心しその上澄み液を0.45 μ mのメンブレンフィルターでろ過した。そのろ液を海水で1000倍に希釈した液2 ℓ に供試魚70尾(20日令)を30分間浸漬した後海水を注入し20 ℓ とした。

細菌およびろ過性病原体に関するいずれの感染実験においても, 30 ℓ パンライト水槽中で餌料としてワムシを投与し通気を行いながら止水で7日間供試魚を飼育した。その間1日1回およそ半分の海水の交換を行った。

正常魚および病魚の組織標本の作製 百島実験地の病魚と広島県栽培漁業協会のマダイ正常魚(26日令, 全長9.5mm)を24時間ブアン氏液で固定し, その後70%アルコールで保存したものを利用した。常法により5 μ mの連続パラフィン切片を作製し, ヘマトキシリン・エオシン染色およびメイ・ギムザ染色を施し, パルサム封入後検鏡し, 病魚と健康魚各5尾における各組織の形状および細菌の存在状態を比較検討した。

結 果

仔稚魚の細菌数および細菌叢 マダイ 1尾当りの消化管内細菌数を表 1 に示した。同表に見られるように発症後の仔稚魚の消化管内細菌数は ZoBell 菌数および BTB 菌数のいずれにおいても発症前に比べて著しく増加していた。なお、BTB 菌数について比較のために 1985 年に広島県栽培漁業協会 (所在地に因み以下竹原と略す) で調べられた正常魚の細菌数⁷⁾と本調査結果を図 1 に示した。これによると発症前に 10^3 CFU/尾であったものが発症後には 10^6 CFU/尾となっており著しい細菌数の増加がみられる。

次に仔稚魚の細菌叢を表 2 に示し、これらの結果をとりまとめて発症前の魚と病魚とに分け、更に竹原の正常魚の細菌叢を加えて表 3 に示した。それによると *Vibrio* 属細菌の占める割合は竹原の正常魚で 47% であったのが百島の正常魚では 60% となり、更に百島の病魚では 77% と多くなって

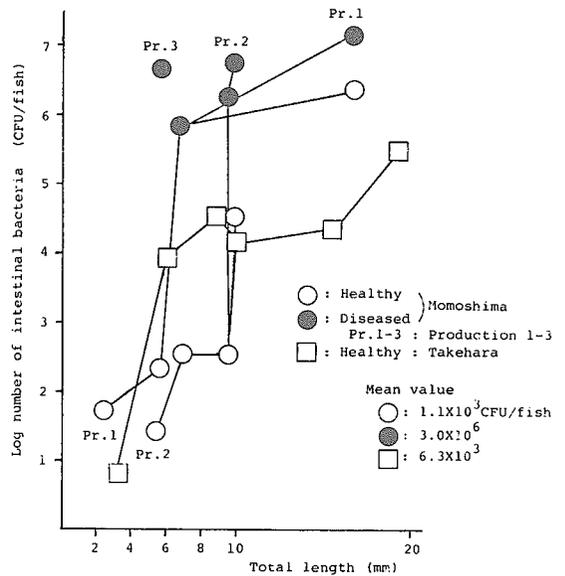


Fig. 1 Comparison in intestinal bacterial counts on BTB teepol agar between diseased and healthy larvae of red seabream.

Table 2 Intestinal flora of larvae and juveniles of red seabream at Momoshima Field station.

Bacterial groups or species	Vibrio spp.-I		Vibrio spp.-II		Vibrio spp.-III		V. vulnificus		V. alginolyticus		Pseudomonas III, IV		Alcaligenes		Moraxella		"Coryneforms"		Others including Unclassified		
	Sampling																				
1986 Production 1																					
R-1 (7) *	(H)**	27.6%	4.9	-	-	-	0.6	56.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	
R-2 (15)	(H)	5.1	38.9	-	-	-	-	54.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	
R-3 (22)	(D)	-	4.8	43.6	51.1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R-4 (29)	(H&D)	-	9.1	-	63.4	0.1	22.4	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	
	(H)	-	-	-	98.7	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	(D)	-	7.2	-	31.4	0.3	17.7	43.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Production 2																					
R-5 (10)	(H)	43.3	-	-	-	-	11.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.6	
R-6 (13)	(H)	1.7	17.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80.9	
R-7 (16)	(H)	8.0	49.0	42.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	
	(D)	1.0	-	99.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R-8 (18)	(H)	14.1	55.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.2	-	-	-	-	-	
	(D)	90.2	9.4	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R-9 (19)	(D)	-	-	-	25.6	-	74.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Production 3																					
R-10 (14)	(D)	-	72.3	-	22.6	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-	-	
1987 Production 1																					
R-11 (22)	(D)	-	8.0	-	57.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.8	

* Days after hatching
 ** Healthy or Diseased

Table 3 Comparison in intestinal bacterial flora between diseased and healthy larvae of red seabream

		<i>Vibrio</i> spp.-I	<i>Vibrio</i> spp.-II	<i>Vibrio</i> spp.-III	<i>V. anguillarum</i>	<i>V. vulnificus</i>	<i>V. alginolyticus</i>	<i>Pseudomonas</i> III, IV	<i>Aeromonas</i>	<i>Azarcobacter</i>	<i>Moraxella</i>	Enterobacteriaceae	Others
Momoshima 1986	Healthy	13.8%	23.7	6.0	0	14.1	2.0	15.9	0	0.2	4.3	0	19.8
		(<i>Vibrio</i> 59.6%)											
Takehara 1985	Diseased	15.2	15.6	23.8	0	21.8	0.5	15.4	0	7.3	0	0	0.6
		(<i>Vibrio</i> 76.9%)											
Takehara 1985	Healthy	18.6	11.8	2.0	11.8	2.9	0.1	29.6	2.4	0.2	0.8	5.0	15.5
		(<i>Vibrio</i> 47.2%)											

Table 4 Bacterial counts and flora of pond water at Momoshima Field station (1986)

Sampling No.	Bacterial count (CFU/ml)		<i>Vibrio</i> spp.-I	<i>Vibrio</i> spp.-II	<i>Vibrio</i> spp.-III	<i>V. alginolyticus</i>	<i>Pseudomonas</i> III, IV	<i>Moraxella</i>	<i>Aeromonas</i>	Others including Unclassified
	ZoBell	BTB								
Production 1										
R-1	1.4X10 ⁴	2.1X10 ³	24.0%	-	-	-	52.0	-	-	24.0
R-2	8.6X10 ³	8.8X10 ²	-	-	-	-	29.0	-	13.0	58.0
R-3	1.1X10 ³	7.5X10 ²	46.0	-	-	-	9.0	-	-	45.0
R-4	1.8X10 ³	3.4X10 ³	17.0	10.0	-	-	-	-	-	73.0
Production 2										
R-5	1.1X10 ⁴	5.3X10 ²	38.0	-	-	1.0	-	-	-	61.0
R-6	5.1X10 ³	3.7X10 ²	-	-	-	-	-	55.0	-	45.0
R-7	4.7X10 ³	5.0X10 ³	-	-	-	-	30.0	-	-	70.0
R-8	1.1X10 ³	7.7X10 ²	16.0	51.0	-	-	-	-	-	33.0
R-9	1.1X10 ³	9.2X10 ²	4.6	-	-	-	-	-	-	95.4

いた。しかしいずれの発症時にも共通するような特定の優占種は認められなかった。なお発症に関係なく百島の魚からは竹原の魚と比べて *V. vulnificus* の出現率が高くなっている傾向が見られたが、*V. alginolyticus* は竹原の場合と同様極く僅かしか出現しなかった。

また病魚の脾臓からはほとんど細菌が分離されず、時に雑多な菌が分離されることもあったがこれは脾臓を摘出する時に腸管内の細菌の汚染を受けたためと考えられた。

飼育水とプランクトンの細菌数および細菌叢
飼育水の細菌数および細菌叢を表4に、池中のプランクトンの細菌数および細菌叢を表5にそれぞれ示した。それによると、飼育水およびプランクトンの細菌数は ZoBell 菌数および BTB 菌数のい

ずれにおいても発症前と発症後の間に大きな差はなかった。それらの細菌叢を本症の発生前と発症後に分け、更に竹原の正常魚の飼育水と投与されていた生物餌料（ワムシおよびブラインシュリンプ）の細菌叢を加えて表6に示した。それによると飼育水およびプランクトンのいずれにおいても百島の方が竹原より *Vibrio* 属細菌の占める割合が多く、その割合は本症発症後において顕著であった。

病魚由来株の病原性実験 病魚由来株を取り込ませたワムシを20日令もしくは23日令のマダイ仔魚に投与することにより病原性実験を行った（表7）が、実験区の死亡率は対照区のそれとほぼ同じレベルにあり、死亡魚にも腸管に餌が充満することによる腹部膨満あるいは脾臓の肥大などの症

Table 5 Bacterial counts and flora of plankton at Momoshima Field station (1986)

Sampling No.	Bacterial count (CFU/g)		<i>Vibrio</i> spp.-I	<i>Vibrio</i> spp.-II	<i>Vibrio</i> spp.-III	<i>V. parvulus</i>	<i>V. alginolyticus</i>	<i>Pseudomonas</i> III, IV	<i>Cytophaga</i>	Others including Unclassified
	ZoBell	BTB								
Production 1										
R-1	2.4X10 ⁹	9.6X10 ⁷	71.0%	-	-	-	-	7.0	-	22.0
R-2	1.6X10 ⁷	7.0X10 ⁶	-	-	-	-	-	55.5	-	44.5
R-3	1.7X10 ⁶	1.5X10 ⁶	46.0	20.0	-	28.0	1.0	-	-	5.0
R-4	6.7X10 ⁷	4.7X10 ⁷	1.0	99.0	-	-	-	-	-	-
Production 2										
R-5	3.6X10 ⁷	1.7X10 ⁶	6.0	-	-	-	-	-	81.0	13.0
R-6	1.2X10 ⁷	3.3X10 ⁶	-	28.0	-	-	-	-	29.0	43.0
R-7	5.0X10 ⁵	5.0X10 ⁵	-	-	60.0	-	-	-	-	40.0
R-9	5.0X10 ⁷	8.3X10 ⁵	-	-	-	-	-	-	-	100.0

Plankton sample of R-8 was not examined.

Table 6 Comparison in bacterial flora of pond water and diet (plankton) before and after the disease outbreak

		<i>Vibrio</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Moraxella</i>	<i>Cytophaga</i>	Others	
Pond Water	Momoshima 1986	Before outbreak	15.8%	20.3	13.8	0	50.3
		After outbreak	28.8	7.8	0	0	63.4
	Takehara 1985		6.8	22.3	28.9	3.8	38.1
Diets (plankton)	Momoshima 1986	Before outbreak	26.3	15.6	0	27.5	30.8
		After outbreak	63.8	0	0	0	36.2
	Takehara 1985 (Live diets)		11.4	48.3	8.1	10.2	22.0

状はみられなかった。結果は示さなかったが、1986年に1.5~3 gのマダイ稚魚に対し1987年の場合とほぼ同じ分離株を用いて腹腔内接種 (10⁵~10⁶ CFU/尾) および配合餌料に混入させての経口投与を試みたが、供試魚には全く異常が認められなかった。

病魚ホモジネートのろ液に浸漬した魚においても特に異常は見られなかった。

病魚の病理組織 図2に示したように病魚の腹腔内は膨満した腸管によって占められており、病魚の腸内にはコペポダの甲殻と思われる未消化

物が多く存在しており、その周囲に桿菌を主体とする細菌が密集していた。また腸の絨毛組織のひだは伸びきり上皮細胞は扁平になり一層の上皮層をなしていた。さらに上皮細胞の微絨毛が欠落していたが、上皮細胞そのものの崩壊は見られず、細菌の侵入も認められなかった。また消化管の最後部には未消化餌料はほとんど見られず、肛門が閉塞しているといった像は認められなかった。また病魚において脾臓が正常魚の約30倍(切片での面積では約10倍)にも肥大しており赤血球が充満していたが細菌の増殖は全く認められなかった。

Table 7 The pathogenicity of isolates from diseased fish to red seabream larvae. Each group of 70 fish was administered with 1.5 g rotifer containing each bacterium for 3 consecutive days.

Method	Strain	Count of tested bacteria in rotifer (CFU/g)	Fish age, size and W. T.	Mortality (%)
Oral administration	1986			
	<i>Vibrio</i> sp.-I (R-8-1)	9.1×10^8		7.1
	<i>Vibrio</i> sp.-II (R-10-3)	9.9×10^8	23day-old	7.1
	<i>Vibrio</i> sp.-III (R-7-1)	1.1×10^9	6.9mm (T. L.)	12.9
	<i>V. vulnificus</i> (R-3-4)	4.8×10^8	22.1~24.0°C	5.7
	<i>V. alginolyticus</i> (R-5-3)	5.0×10^8		7.1
	Control	—		7.1
	1987			
	<i>Vibrio</i> sp.-II (87-R-2)	1.9×10^9	20day-old	6.3
	<i>V. vulnificus</i> (87-R-1)	5.5×10^9	6.8mm (T. L.)	9.5
	Control	—	21.6~24.2°C	2.9

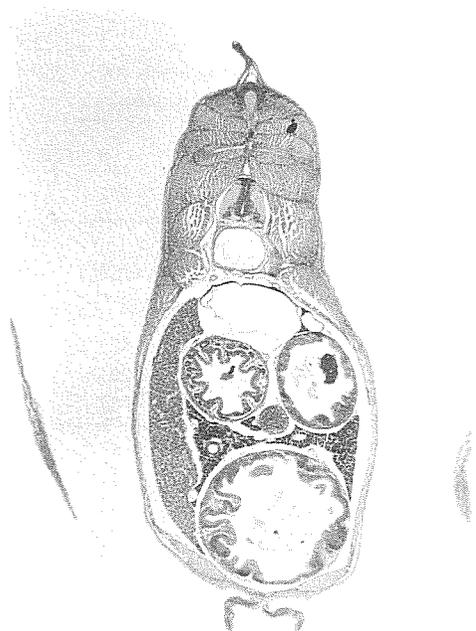


Fig. 2-A Intestine and spleen of a normal larva of red seabream (26day-old) HE stain (Takehara)

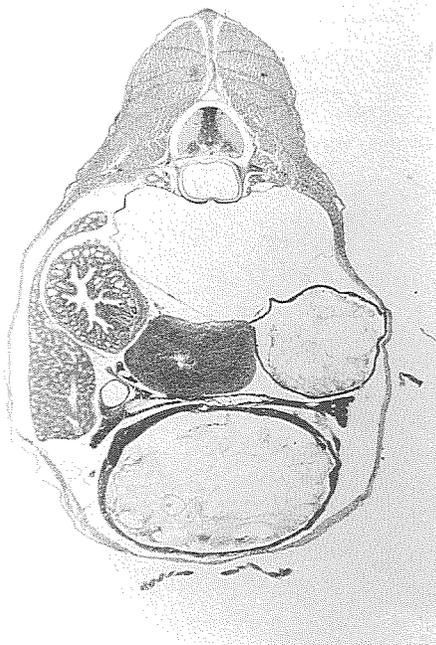


Fig. 2-B Intestine and spleen of a diseased larva of red seabream (19day-old) HE stain (Momoshima)

さらに病魚の心臓中に認められる赤血球は正常魚の場合に比べやや少なく、また赤血球の細胞質が変形萎縮しているのが確認された。なお鰓、食道、胃、肝臓、脾臓、および腎臓には異常は認められなかった。

考 察

本症が突発的に発生しかつ短期間のうちに多数の魚が死亡することや魚体内の細菌数が正常魚に比べ著しく増加していることなどから、本症の原因としてまず細菌感染症が疑われた。しかし、体内の細菌数が発症前に徐々に増加していくといった傾向がみられないことや、病魚の細菌叢の中で常に優占しているような特定の菌種が見当たらないこと、さらに、これらの病魚から分離された優占菌株のいずれもがマダイ仔魚には病原性を示さなかったことから、本症は少なくとも特定の細菌による感染症ではないと判断された。なお、本調査

結果も含め百島の過去4年間における本症発生時の優占種を表8にまとめたが、今述べたように病魚の消化管からは常に *Vibrio* 属細菌が優占的に分離されているが種のレベルでみれば発生の度毎に違った細菌が出現していることがわかる。また病魚ホモジネートのろ液を用いて感染実験を試みたが、ろ過性病原体が関与することを示すような結果は得られなかった。なお前述の如くクロダイの腹部膨満症の原因として渦虫が疑われている例があることから、著者らも一応注意して観察したが1987年の一部の魚を除けばそれらしきものは百島の病魚の消化管内にはほとんど認められなかった。

以上の如く、今回の調査では本症の原因を明らかにすることはできなかったわけであるが以下に本症の発原因に関する著者らの推論を述べてみたい。

百島実験地のマダイ仔魚においてまず何等かの

Table 8 Bacterial counts and dominant flora in alimentary tract of red seabream with abdominal swelling at Momoshima Field station.

Date	Intestinal bacterial count (ZoBell, CFU/fish)	Dominant species or Species constitution
1984 May 23 (Pond 1)	—	<i>Vibrio</i> spp.-II
1985 May 17 (Pond 1)	4.1×10^6	<i>V. alginolyticus</i> (22%)
Jun. 21 (Pond 2)	5.6×10^7	<i>Vibrio</i> spp.-II (47) <i>Vibrio</i> spp.-III (29) <i>V. alginolyticus</i> (6)
1986 May 13 (Pond 1)	9.5×10^5	<i>V. vulnificus</i> (51) <i>Vibrio</i> spp.-III (44) <i>Vibrio</i> spp.-II (5)
Jun. 9 (Pond 2)	3.5×10^6	<i>Vibrio</i> spp.-III (99) <i>Vibrio</i> spp.-I (1)
Jul. 5 (Pond 1)	4.8×10^6	<i>Vibrio</i> spp.-II (72) <i>V. vulnificus</i> (23)
1987 Jun. 23 (Pond 2)	3.1×10^6	<i>V. vulnificus</i> (57) <i>Vibrio</i> spp.-II (8)

原因により消化機能が正常に働かなくなり消化管に餌料(天然プランクトンおよびベントス)が充満し、その結果それらの餌料に含まれていた細菌のうち特に *Vibrio* 属細菌が増殖するものと推測される。なお1986年の第2回目の生産時における2号池のプランクトンとしては橈脚類の *Acartia tsuensis* および *Pseudodiaptomus marinus*, 十脚類のスナモグリ幼生 (*Anomuran larvae*)⁹⁾, またベントスとしては Harpacticoida および多毛類などが比較的多かったことが観察されている。病魚の腸内で著しく増加した細菌が魚にどのような影響を与えていたかは明らかではないが、腸の上皮細胞の微絨毛を欠落させるなど宿主に悪影響を与え魚を更に弱らせる役割を果たしていたものと推定される。ただし、これらの細菌は腸壁を越えて体内に侵入することはなく、あくまでも腸管内でのみ増殖していることから、おそらくこれらの産生する代謝産物が何等かの悪影響を与えているものと判断される。

そこで、消化管に未消化の餌料が充満する要因、つまり一次要因が何かということが最も重要なポイントとなる。孵化後12~20日の6~9 mmの仔魚期に本症が集中的に発生しているわけであるが、特にこの時期に水温の変化があるとか、あるいは水質や池中のプランクトン相が著しく変化したというようなことはなく、原因を単純に飼育条件に求めることは難しいようである。全長6~9 mmの頃に発症することからむしろ魚の発達に伴う生理的な要因が関与しているように思われる。例えば百島の魚は20~25℃といった比較的高水温下で、しかも水槽飼育の場合に比べればはるかに低密度で飼育されていることからその成長は他の事業場における水槽飼育に比べかなり早くなっている。つまり成長に伴い口径も大きくなり、池中に豊富に存在する大型の餌をも摂餌することが可能になるが、消化機能の発達が伴わないため消化されず蓄積することが考えられる。BARAGI and LOVELL¹⁰⁾はストライプトバスの成長に伴う消化酵素活性の変化について検討している。それによるとペプシンを除くほとんどの酵素は摂餌開始時にはすでに存在しているが、孵化後16日目頃にトリプシンやキモトリプシンなどの酵素活性が一時

的に急激に低下する現象がみられている。これは仔魚期から稚魚期への移行に伴って生ずる機能変化と考えられる。最近マダイ仔稚魚におけるキチナーゼ活性の発達について調べられており¹¹⁾, そこにはストライプトバスにおいて見られたような酵素活性の一時的な低下はみられていないが、マダイ仔稚魚における消化能力の発達についての詳細な研究が必要であろう。

最後に本症の病名について触れておきたい。本症は一般に腹部膨満症と呼ばれていることから本論文においても一応それに従ってきたが、少なくともこの百島で見られる病魚においては腸管に未消化の餌が充満したために外見的に腹部膨満症を呈している。従って正確には未消化餌料充満型腸管膨満症と呼ぶべきかと思うが、今後はとりあえず腸管膨満症として扱いたい。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、御助力いただいた日本栽培漁業協会百島実験地の津村誠一技術員、感染実験の材料魚を提供していただいた広島県栽培漁業協会の職員各位、池中のプランクトン組成について御教示いただいた広島大学生物生産学部の今林博道助教授、ならびにいくつかの実験に御協力いただいた広島県水産試験場の増村和彦技師に深く感謝します。なお、本研究は魚病対策技術開発研究の一部としてなされたものであり、御援助いただいた日本水産資源保護協会および水産庁に謝意を表します。

文 献

- 1) 岩田一夫・石橋 制・北尾忠利・青木 宙(1977): マダイ種苗生産時に発生した大量斃死について-I. 昭和50年度宮崎水試事業報告, 267-273.
- 2) 岩田一夫・矢野原良民・石橋 制(1978): マダイ種苗生産における斃死要因に関する研究. 魚病研究, 13, 97-102.
- 3) 松本紀男(1983): クロダイの種苗生産過程における魚病問題(日本魚病学会ワークショップ). 魚病研究, 17, 225-226.
- 4) 楠田理一・横山 淳・川合研児(1986): クロダイ仔稚魚のいわゆる腹部膨満症に関する細菌学的研究. 日水誌, 52, 1745-1751.
- 5) 山口光明(1987): クロダイの腹部膨満症. 昭和61

- 年度日本魚病学会シンポジウム講演要旨, 魚病研究, 22, 58-59.
- 6) 丸山敬悟・河原省吾・森岡泰三 (1984): 栽培漁業と新養成技術, 廃止塩田を利用したマダイ種苗の粗放的生産試験. 水産の研究, 3(2), 64-68.
- 7) MUROGA, K., M. HIGASHI and H. KETOKU (1987): The isolation of intestinal microflora of farmed red seabream (*Pagrus major*) and black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*) at larval and juvenile stages. *Aquaculture*, 65, 79-88.
- 8) MUROGA, K., and H. YASUNOBU (1987): Uptake of bacteria by rotifer. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53, 2091.
- 9) 今林博道 (私信)
- 10) BARAGI, V. and R. T. LOVELL (1986): Digestive enzyme activity in striped bass from first feeding through larval development. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 115, 478-484.
- 11) KONO, M., K. FURUKAWA, H. SATOH T. MATSUI and C. SHIMZU (1987): Changes in the chitinase activity at different stages of red sea bream *Pagrus major* egg, larva, and juvenile. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53, 1289-1293.