

安心・安全な養殖魚生産技術開発試験－Ⅳ (養殖ブリの抗酸症に関する研究)

平江多績・村瀬拓也

【背景・目的】

近年、西日本の養殖場においてブリ *Seriola quinqueradiata* の抗酸菌症（ミコバクテリア症）による被害が増加傾向にある。ブリの抗酸菌症は 1986 年に高知県宿毛湾で報告された疾病で、本症の外観症状は腹部が著しく膨満し、体色の黄色化が認められる。¹⁾ また、解剖学的には腎・脾臓の肥大や多数の粟粒結節を形成し、各臓器は広範囲に癒着している。¹⁾ 原因細菌は *Mycobacterium marinum* の近縁種と考えられたが、これとは異なる新種の *Mycobacterium* sp. とされた。¹⁾ 本症の治療方法については、本菌に対する薬剤感受性が調べられており、数種類の薬剤で効果が認められている。²⁾ また、人為感染魚への投薬効果についても検討され、数種の薬剤について治療効果が確認されている。³⁾

その後、2004 年に南日本で本症例に類似したブリから分離された細菌は、各種性状試験や 16SrRNA の塩基配列から *M. marinum* に同定され、国内初の養殖ブリの *Mycobacterium marinum* 感染症として記載された。⁴⁾ また、ブリより分離された *M. marinum* に対する薬剤の *in vitro* と *in vivo* における効果が調べられ、*in vitro* でストレプトマイシン (SM) が *M. marinum* の発育を最も抑制し、*in vivo* においても SM を経口投与したブリの死亡率が他の試験区より有意に低い結果を得た。⁵⁾ しかし、SM は水産用医薬品として承認されていないことから養殖現場で本症が発生した場合は対策がないのが現状である。また、2004 年以降は本症の広域的な調査は行われておらず、他魚種での発生動向についても正式な報告はない。これらをふまえて、本症の実態をより詳細に把握するために、2008 年度の本研究においては、養殖ブリの抗酸菌症の発生状況調査、他魚種を含めた菌株の収集と同定及びそれらの薬剤感受性試験を行い、さらに養殖場における定期サンプリングにより養殖ブリと養殖カンパチ *S. dumerili* の *M. marinum* 抗体と菌体検出を行い、感染時期の推定を行った。

【方 法】

1. 実態調査

1) 被害調査

農林水産省消費・安全局が行っている魚病被害・水産用医薬品使用状況調査の鹿児島県における養殖ブリ類の病名・年度別推定被害金額の 2000 ～ 2005 年を集計した。

2) 診断件数

1993 ～ 2008 年度に鹿児島県水産技術開発センターが県内の養殖業者から診断の依頼を受けていたものについて抗酸菌症と診断した件数を集計した。

3) 現地調査及び診断方法

2008 年度に県内 4 カ所をモニタリング地点として 6 月～ 11 月までの発生動向を現地調査した。その他の養殖場は聞き取り調査を行い、発生動向を把握した。今年度の本症が発生した場所 A、B 2 地点については現地に於てサンプリングを行い、鹿児島県水産技術開発センターに死魚または瀕死魚を持ち帰り検査を行った。また、発生業者に対しては個別に過去の発生

状況を含めて聞き取りを行った。

診断方法は、腹部の膨満や体色の黄色化、腹水の貯留、肝臓の発赤、腎臓、脾臓の結節を確認し、結節部や周辺組織をスライドガラスにスタンプし、火炎固定後、迅速抗酸性染色試薬カルボールフクシン液染色 A で 5 分間染色後水道水で洗浄し、さらにメチレンブルー B 液を滴下して 2 分間静置し、水道水でバックグラウンドを洗浄したものを風乾後、生物顕微鏡 1,000 倍下で観察した。顕微鏡で強抗酸性菌性の短桿菌が確認され、その後、腎臓組織を 1 % 小川培地に接種後 25 °C で 2 週間以上培養したものに黄白色のコロニーの発育が確認され、極東製薬の抗酸菌同定キットで *M. marinum* と同定されたものを抗酸菌症と診断した。

2. 菌株収集と同定

1) 菌株収集

本県の菌株は今年サンプリングしたものと過去の魚病検査で分離し保存していたものを用いた。他県の菌株については公共研究機関に文書依頼して入手した。

2) 原因細菌の同定方法

極東製薬製の抗酸菌同定キットを用いて性状を検査した。基本的にキット同封のプロトコールに従ったが、1 % 小川培地による 37 °C・7 日間では発育を確認できなかったため性状試験は培養温度を 25 °C に変更した。性状測定項目は、37 °C・7 日間発育速度試験、コロニーの形状試験、コロニーの光発色試験（暗所、光照射後）、PAS 分解試験、ピクリン酸培地上の発育試験、アリスルファーゼ試験、Tween80 水分解試験、ウレアーゼ試験、硝酸塩還元試験の 10 項目について調べ、キット付属の臨床材料から分離される主な抗酸菌の一般性状表と比較して種を同定した。

3. 分離菌株の薬剤感受性試験

1) 供試菌株

1999 ～ 2008 年に国内の養殖場のブリ、カンパチ、シマアジの腎臓から分離され *M. marinum* に同定された 14 菌株と、鹿児島県水産技術開発センター内で攻撃試験を行ったマダイ筋肉から再分離された 1 菌株の計 15 菌株を用いた。

2) 供試薬剤

水産用医薬品として用いられている、アンピシリン (ABPC)、スルフィソゾールナトリウム (SIZ)、オキシリン酸 (OA)、フロルフエニコール (FF)、塩酸オキシテトラサイクリン (OTC)、エリスロマイシン (EM)、スルファモノメトキシシン (SMMX)、塩酸リンコマイシン (LCM)、及び水産用医薬品外のストレプトマイシン (SM) の合計 9 薬剤を供試薬剤とした。

3) 薬剤感受性試験

薬剤感受性は動物由来細菌に関する抗菌性物質の最小発育阻止濃度 (MIC) 測定法 (動物用抗菌剤研究会 2003 年改定標準法) に基づき、微量液体希釈法にて測定した。感受性測定用培地には Middlebrook OADC Enrichment を添加した 7H9 (DIFCO) を用いた。各薬剤は 1280 μ g/mL の薬剤原液を 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.12, 0.06 μ g/mL となるよう 7H9 で希釈し、薬剤含有感受性測定用液体培地を作製した。この感受性測定用培地を 96 穴マイクロプレートの 1 ウェルあたり 0.1±0.02mL 分注した。Mycobacteria 7H11 Agar (DIFCO) で継代

培養した菌を McFarland 標準液の No.0.5 の濁度に調整した ($1 \sim 2 \times 10^8$ CFU/mL)。さらに、7H9 で 10 倍に希釈し、接種用菌液とした ($1 \sim 2 \times 10^7$ CFU/mL)。マイクロプレートに分注した感受性測定用培地に接種用菌液を 0.005mL 添加し、25℃で 14 日間培養した。接種菌の薬剤含有培地での発育を対照培地での発育と比べ、肉眼的に見て発育が完全に阻止された最小濃度を MIC とした。

4. 感染時期の検討

1) 供試魚

2008 年 6 月から 11 月にかけての半年間、鹿児島県長島町で養殖されているブリの 0 才魚と 1 才魚を毎月 5 尾ずつ、また、鹿児島市竜ヶ水のブリ 0 才魚とカンパチ 0 才魚を毎月 10 尾ずつサンプリングした。

2) ブリ、カンパチ血清中の 抗 *M. marinum* 抗体の検出

ブリ、カンパチ血清中の抗 *M. marinum* 抗体の検出のために酵素抗体法 (ELISA) を用いた。

供試血清は 2008 年 6 ～ 11 月の間、定期サンプリングしたブリ、カンパチの尾柄部より 23G の注射針を付けた 2.5mL 注射筒を用いて約 2.0mL 採血し、室温で 1 時間、4℃で一晩静置した後、遠心分離 (10000rpm, 20 分) して血清を得た。血清は使用するまで -80℃で保存した。

陰性血清に、本症および本症原因細菌に感染歴がない大分県のブリ、宮崎県のカンパチの血清を供試した。ELISA の反応は定法に従い波長 405nm における吸光度を測定した。

ELISA による調査期間中のブリ、カンパチ血清の吸光度の測定値は、全て陰性対照ブリ、カンパチ血清との吸光度の差でそれぞれの吸光度を表し、吸光度 0 以上を陽性とした。また、測定値は平均値 $\pm$ S.D. で表した。

3) 抗 *M. marinum* ウサギ血清の作成

抗 *M. marinum* ウサギ血清は鹿児島大学水産学部が作成したものを使用した。詳細は社団法人日本水産資源保護協会監修の報告書に記載した。

4) ブリ、カンパチ体内における *M. marinum* 菌体の存在

菌体の確認には間接蛍光抗体法 (IFAT) を用い、次のとおり行った。2008 年 6 月から各供試魚の鰓および腎臓の一部をリングマーク付き蛍光顕微鏡用スライドガラスのリングマーク (直径 9mm) 内に塗抹し、風乾後、アセトンで 20 分固定した。さらに、風乾後、PBS で 100 倍に希釈した抗 *M. marinum* ウサギ血清を塗抹部分に重ね、30℃で 30 分反応させた。その後 PBS で 3 回洗浄し、PBS で 5000 倍に希釈した抗ウサギ IgG-FITC ヤギ血清 (和光純薬工業) を塗抹部分に重ね、30℃で 30 分反応させた。PBS で 3 回洗浄し、落射蛍光顕微鏡 (ECLIPSE E600, Nikon) を用いて観察した。リングマーク内のすべての視野を検鏡し、10 菌体以上観察されたものを +、1 ～ 9 菌体観察されたものを $\pm$ 、確認されなかったものを - とした。IFAT による原因菌の観察結果は月ごとの +、 $\pm$ 、- の割合を百分率によって表した。

【結 果】

1. 実態調査

1) 被害調査

図 1 に鹿児島県の養殖ブリ類の病名・年度別推定被害金額を示した。

2000 年の全魚病被害額は 20 億円強で、大半はレンサ球菌症であったが、その後レンサ球菌症の被害は 2002 年までに激減した。しかし、2003 年からはノカルジア症や細菌性溶血性黄疸症、2004 年からは当該疾病である抗酸菌症の被害が目立った。なお、2004 ～ 2005 年の抗酸菌症の推定被害金額は 3 億円程度で全体の 15 % ～ 20 % を占めた。

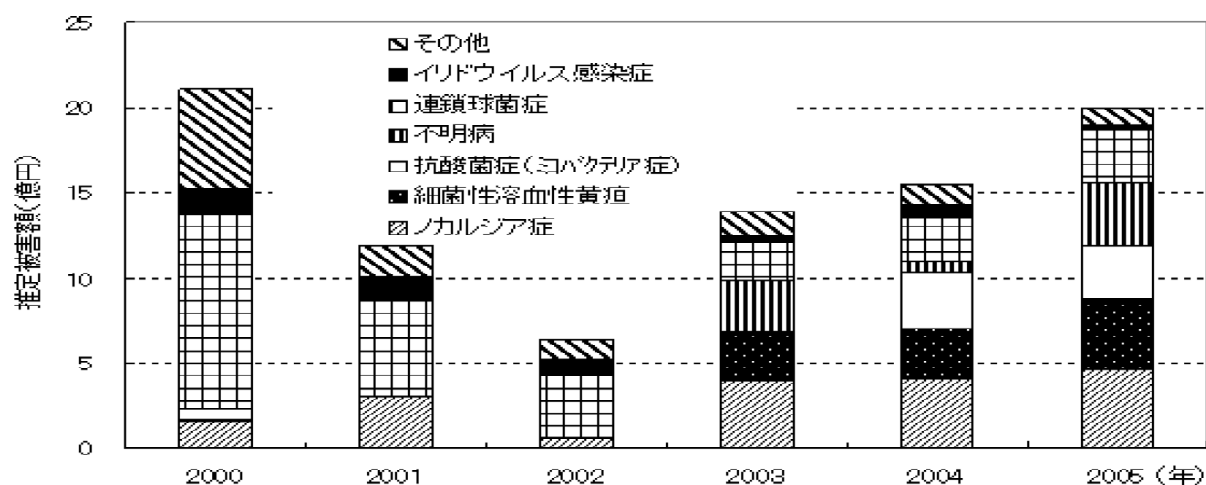


図 1 鹿児島県の養殖ブリ類の病名・年度別推定被害金額

2) 診断件数

図 2 と図 3 に鹿児島県水産技術開発センターにおける抗酸菌症の診断件数を示した。

ブリ類では 1993 年当時はカンパチの診断件数が多かったが、2004 年以降はカンパチと比べてブリの診断割合が高くなった。また、図 3 のブリの月別魚齢別の診断件数では 9、10 月に多く、0 才魚よりも 1 才魚以上に多いことがわかった。

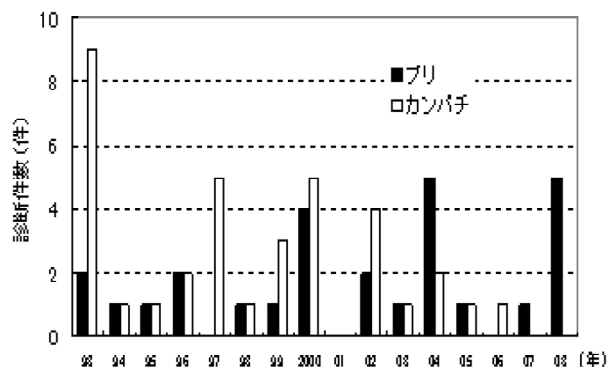


図 2 ブリ類の抗酸菌症の年度別診断件数

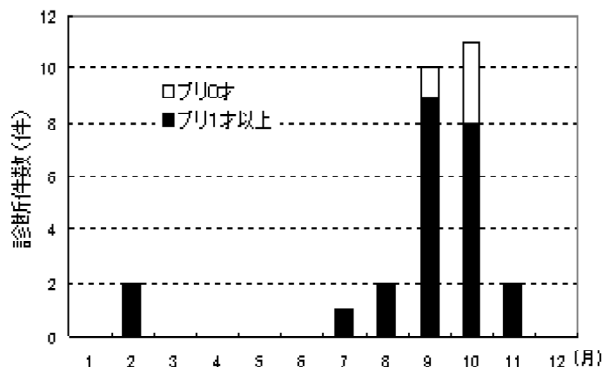


図 3 ブリの抗酸菌症月別魚齢別検査件数

3) 現地調査

2008 年度に本県養殖場の A,B の 2 地点で発生を確認した。A 地点では 2008 年 9 月上旬～11 月上旬（水温 27 ～ 20 ℃）に 3kg 前後のブリ 1 才魚において本疾病が発生し、累積死亡率は 5 % であった。B 地点では 2008 年 8 月下旬～12 月下旬（水温 28 ～ 18 ℃）に 3kg 前後のブリ 1 才魚と 4.5kg 前後の 2 才魚において本疾病が発生し、累積死亡率は 14 % であった。発生 2 地点は水深が 30 m 前後と浅く、北または西に開口部をもつ閉鎖性の強い静穏な内湾であった。発生当初に確認したブリ病魚は A 地点が BW3kg, FL60 cm の 1 才魚、B 地点が BW4.5kg, FL65 cm の 2 才魚で、どちらも腹部の膨満や体表の黄色化がみられた。解剖すると血液混じりの大

量の腹水や肝臓の出血がみられ、腎臓と脾臓の結節及びその周辺からは強い抗酸性を示す短桿菌を確認でき、分離菌株は *M. marinum* に同定されたため抗酸菌症と診断した。なお、2008 年度は他のモニタリング地点においては発生を確認することはできなかった。

4) 聞き取り調査

発生業者からの聞き取り調査では以下の知見が得られた。

抗酸菌症は 2004 年頃からブリで増えており、過去最大の累積死亡率は 20 % を超えた。ブリでは 0 才魚の発生は少なく 1 才魚で 3kg 以上の魚で多発する傾向がみられ、ノカルジア症の発生時期と前後して本症が発生した。一度発生した漁場ではその後定着したが、定着漁場でも他漁場から中間魚（1 才魚 2kg 前後）で導入したブリでは発病しなかった。定着漁場でも中間魚から飼育することで被害が軽減された地区があった。

2. 菌株収集と同定

1) 供試菌株

表 1 に示すとおり 1999 年から 2008 年に病魚の腎臓から分離された 26 菌株を収集した。表の No1 ～ No15 は図 4 に示した場所での分離細菌で、その他は南日本の他県から分離されたものである。

分離場所は鹿児島県内の離島を含む 7 カ及び他県 3 カ所の海面養殖場計 10 カ所で、ブリ 0 才、1 才、2 才、カンパチ 0 才、1 才、シマアジ 1 才、ヒラマサ 1 才から分離された。なお KGM0701 と KGM0702 は 2004 年に本県ブリ 1 才魚から分離したものを人為感染試験でマダイに接種し、6 ヶ月後に患部の筋肉から再分離したもので、国内初の養殖ブリの *Mycobacterium marinum* 感染症⁴⁾の原因細菌として記載された NJB0419 株と同一由来の菌株である。

表 1 分離菌株の由来

No	菌株名	分離年	魚種	魚齢 (才)	体重
1	KGM0401	2004	ブリ	0	479
2	KGM0406	2005	カンパチ	0	813
3	KGM0501	2005	ブリ	1	3,041
4	KGM0502	2005	ブリ	1	3,864
5	KGM0503	2005	シマアジ	0	331
6	KGM0504	2005	カンパチ	0	248
7	KGM0602	2006	カンパチ	1	1,152
8	KGM0603	2006	カンパチ	1	1,360
9	KGM0701	2007	ブリ	1	2,855
10	KGM0702	2007	ブリ	1	2,855
11	KGM0704	2007	ブリ	2	4,151
12	KGM0705	2007	ブリ	2	4,700
13	KGM0804	2008	ブリ	1	3,133
14	KGM0805	2008	ブリ	1	3,271
15	KGM0807	2008	ブリ	1	2,285
16	①-2	2006	カンパチ	0	不明
17	①-3	2006	カンパチ	0	不明
18	①-4	2006	カンパチ	0	不明
19	①-5	2006	カンパチ	0	不明
20	①-6	2006	カンパチ	0	不明
21	92391	1999	シマアジ	1	1,079
22	93062	1999	シマアジ	1	901
23	SMY01 071 97	2001	ブリ	0	944
24	13663	2001	ブリ	1	2,200
25	13763	2001	ブリ	1	3,000
26	Myco071952	2007	ヒラマサ	1	1,545

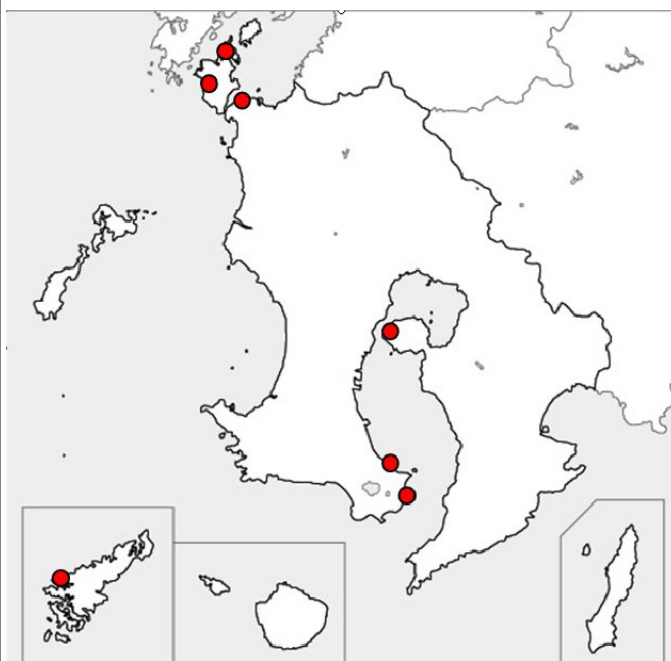


図 4 菌分離場所

2) 同定結果

表 2 に菌株の性状を示した。キット同封の *M. marinum* 性状表と比較した結果、供試菌株は

すべて、*M. marinum* に同定された。

表 2 分離菌株の性状一覧表

	菌株名	発育 37℃/7日	集菌(S-R)	糖色(糖所)	糖色(光照射後)	FAS分解	ピクリン酸	アリスルファーズ	Tween80溶解	カレアーズ	糖酸塩還元
*	例: <i>M. marinum</i>	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
1	KGM0401	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
2	KGM0406	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
3	KGM0501	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
4	KGM0502	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
5	KGM0503	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
6	KGM0504	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
7	KGM0602	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
8	KGM0603	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
9	KGM0701	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
10	KGM0702	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
11	KGM0704	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
12	KGM0705	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
13	KGM0804	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
14	KGM0805	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
15	KGM0807	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
16	①-2	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
17	①-3	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
18	①-4	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
19	①-5	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
20	①-6	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
21	92391	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
22	93062	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
23	SMY0107197	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
24	13663	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
25	13763	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
26	Myc0071952	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—

3. 分離菌株の薬剤感受性試験

表 2 で *M. marinum* と同定された菌株のうち KGM0401, KGM0406, KGM0501, KGM0503, KGM0504, KGM0602, KGM0702, KGM0705, KGM0801, KGM0805, KGM0807, ①-2, 92391, SMY0107197, 13663 の 15 菌株について MIC を測定した。

表 3 に 1999 年～2008 年に海面養殖魚から分離された *M. marinum* に対する各薬剤の MIC の分布を示した。MIC 値はほとんどが 1～32 μ g/mL の範囲であったが、OA のようにすべてが 128 μ g/mL 以上で全く感受性がないものや、SM のようにすべてが 0.12 μ g/mL 以下の薬剤もみられた。

供試菌株の MIC 値は値の低い順に、SM が < 0.06 μ g/mL, LCM, ABPC, SMMX が 8 μ g/mL, FF が 16 μ g/mL, SIZ が 8 μ g/mL～32 μ g/mL, OTC が 16～32 μ g/mL, EM が 16～64 μ g/mL, OA が > 128 μ g/mL であった。

表 3 海面養殖魚から分離された *Mycobacterium marinum* の薬剤感受性 n=15

薬剤名	最小発育阻止濃度(μg/ml)														
	<0.06	0.06	0.12	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	128<	
ABPC		1				1	1	1	8	3					
SIZ						1	3	2	2	3	2		2		
OA														15	
FF							3	3	2	6	1				
OTC						1	1		3	5	5				
LCM								4	10	1					
EM		1		1				2		4	3	4			
SM	10	4	1												
SMMX							1	2	7	1	1	2	1		

4. 感染時期の検討

1) ブリ, カンパチ血清中の 抗 *M. marinum* 抗体の検出

図 5～8 に ELISA に供試魚の *M. marinum* に対する抗体吸光度の推移を示した。

図 5 の長島町ブリ 0 才魚は 6 月以降全ての魚が陽性で、6 月以降の抗体価は 7 月をのぞき 11 月にかけて右肩上がりで推移した。図 6 の長島町ブリ 1 才魚は 6 月以降全ての魚が陽性で、抗体価は 6 月に一番高い値を示し、以後 10 月にかけて右肩下がりに推移し、図 5 の同地区 0 才魚と逆の推移を示した。なお、長島町ブリ 1 才魚サンプリング群では 9 月～11 月にかけて抗酸菌症の発生を確認した。

図 7 の竜ヶ水ブリ 0 才魚の 6 月には全ての魚が陽性で、抗体価は以後 8 月をのぞき 11 月にかけて右肩上がりで推移し、長島町 0 才魚と同様の推移を示したが、長島町に比べ若干低い値であった。図 8 の竜ヶ水カンパチ 0 才魚は 6 月で全ての魚が陰性であったが、7 月以降すべての魚が陽性となり、以後 11 月にかけて右肩上がりに推移した。

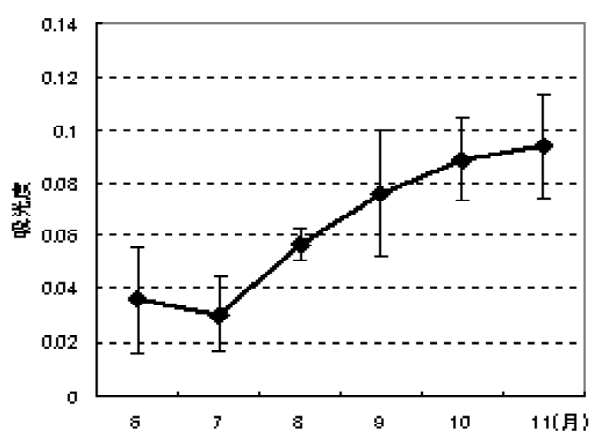


図 5 長島町ブリ 0 才魚

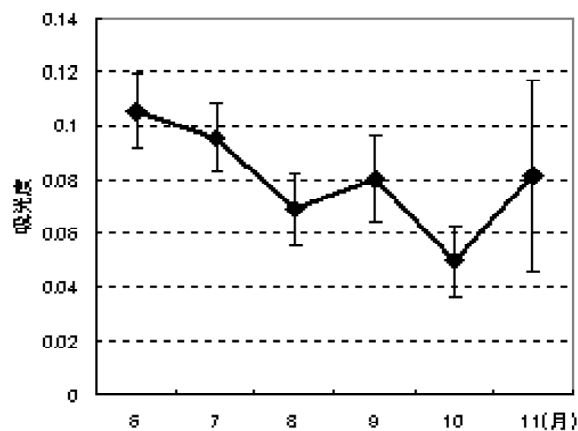


図 6 長島町ブリ 1 才魚

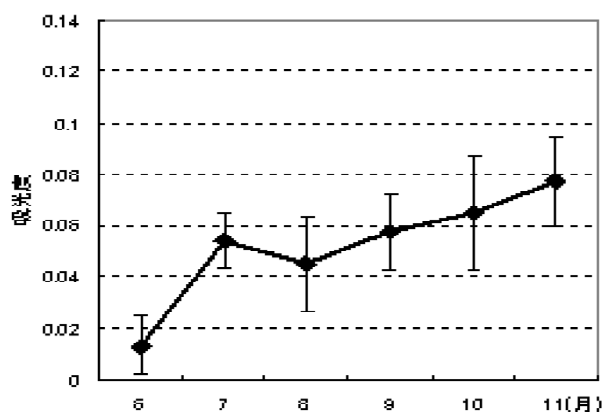


図 7 竜ヶ水ブリ 0 才魚

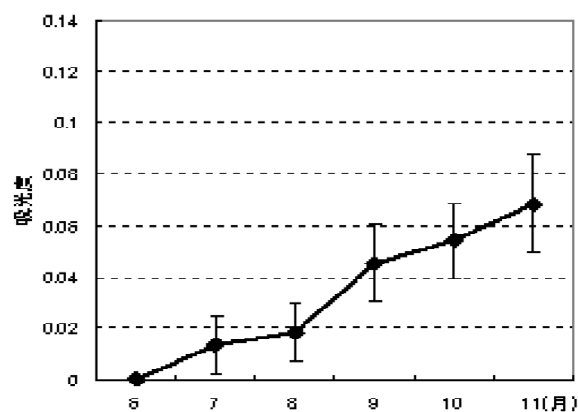


図 8 竜ヶ水カンパチ 0 才魚

図 5～8 *M. marinum* に対する抗体価の推移

2) 鰓および腎臓における菌体の検出

図 9～12 に鰓および腎臓からの *M. marinum* 菌体の検出率を示した。

図 9, 10 から長島町ブリ 0 才魚, 1 才魚ともに 9 月と 10 月に検出率が高く、明瞭なピークが確認できた。図 11 の竜ヶ水ブリ 0 才魚および図 12 のカンパチ 0 才魚では 8 月以降に検出

率が高かったが長島町のブリと比較すると総じて低く明瞭なピークもみられなかった。

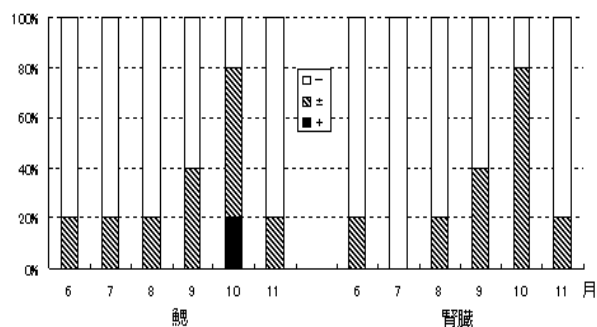


図 9 長島町ブリ 0 才魚

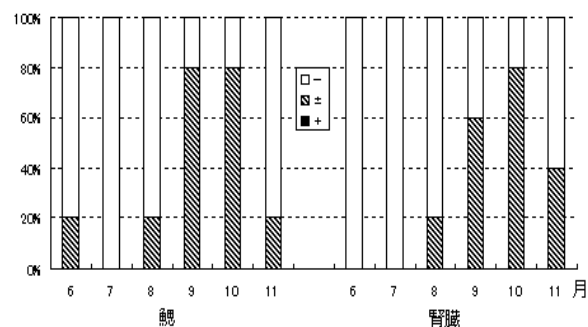


図 10 長島町ブリ 1 才魚

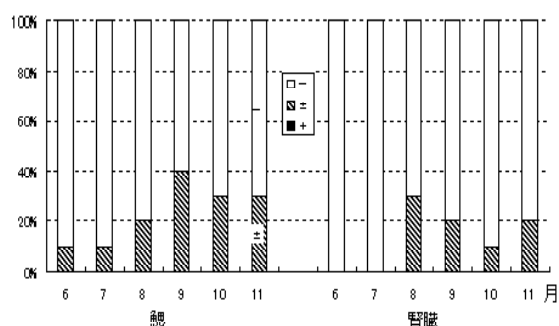


図 11 竜ヶ水ブリ 0 才魚

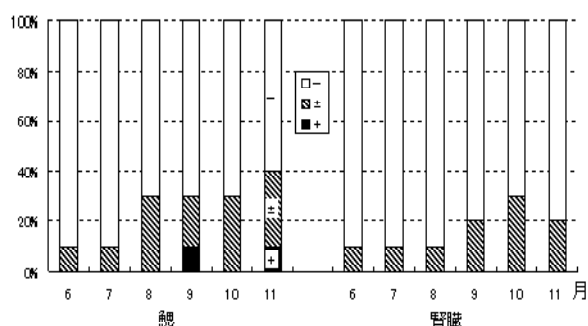


図 12 竜ヶ水カンパチ 0 才魚

図 9～12 鰓および腎臓からの *M. marinum* 菌体の検出率

考察

1. 実態調査

被害調査と魚病検査件数から、本県の抗酸菌症は 2004 年頃から増加傾向にあり産業的な被害も大きいことを再認識した。逆に、2000 年頃まで魚病被害の大半を占めていたレンサ球菌症はワクチンの普及⁶⁾により減少していることから、今後は抗酸菌症への対策に重点を置くべきである。本疾病はブリにおいては 0 才魚より 1 才魚以上で発生が多いことが分かった。また、発生場所は閉鎖的な内湾で水深の浅い海域で多く、逆に開放的で水深の深い海域では発生が少ないことから、地形的な背景が本疾病の定着に関わっていると思われる。つまり、水深が浅い場所では海底に存在すると思われる原因細菌が魚へ供給されやすく、水深の深い場所よりも感染のリスクが高いと思われる。

また、聞き取り調査では定着したと考えられる漁場でも中間魚から飼育すれば 1 才魚以上での発病が少なくなった漁場があることから、本疾病を回避するにはモジャコ時期での感染を避けることが重要であると考えられる。このことは後に述べる感染時期の検討結果からも推察できる。

2. 菌株収集と同定

これまでに、養殖ブリにおける *Mycobacterium marinum* 感染症は正式に報告されているが⁴⁾、本研究では、複数箇所の南日本海域において抗酸菌症が発生し、カンパチ、シマアジ、ヒラマサからも原因細菌が分離され、全て *M. marinum* に同定された。このことから、*M. marinum*

を原因細菌とする抗酸菌症は国内の広域に複数魚種で発生していることが示唆された。今後は *M. marinum* 標準株との性状比較を行い、遺伝多型解析を用いて魚種や分離地域による違いを検討したい。

3. 分離菌株の薬剤感受性試験

各薬剤の MIC 値は ABPC と EM の 1 ～ 2 株を除いてその他は安定していた。また、魚種や採取地域による差を見出すことはできなかったことから、今後、菌株数を増やして傾向を見ることが重要と思われる。SM の MIC 値が全て 0.12 μ g/ml 以下であることから有効性が示唆され、これまでの知見に合致しているが、SM は現在水産用医薬品として承認されていないことが治療効果を検証する上でネックになる。

4. 感染時期の検討

抗体価と菌体の検出率の推移から、ブリは 0 才魚の種苗導入直後には *M. marinum* に感染し、翌年までの長い感染期間を経て 1 才魚で発病することが推測される。このことは養殖場での発生状況も示唆している。また、長島町のブリ 1 才魚は 10 月前後に抗酸菌症を確認しているが、この群の抗体価は発生時の 10 月前後よりそれ以前の未発生時である 6,7 月の方が高い。つまり、発病の 4 ヶ月前までに既に強い感染を受け続けていたことが推測される。なお、抗酸菌症と類似のノカルジア症におけるブリ血清中の抗 *Nocardia seriolae* 抗体価の推移について報告⁷⁾⁸⁾⁹⁾があり、3 報ともノカルジア症の発生が多い 10 月前後より 2 ～ 3 ヶ月前の 7 ～ 8 月の抗体価が高いことを示している。これらの結果は本研究で得られた *M. marinum* に対する抗体価の推移と共通していることは興味深い。

謝 辞

本研究を行うにあたり、サンプリングや分析についてご指導、ご協力をいただきました、鹿児島大学水産学部の山本淳教授、服部陽子氏、今岡慶明氏に謹んで感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 1) 楠田理一，川上宏一，川合研児．養殖ブリから分離された魚類病原性 *Mycobacterium* sp.について．日水誌 1987;53:1797-1804.
- 2) 川上宏一，楠田理一．ブリのミコバクテリウム症原因菌に対する各種化学療法剤の試験管内抗菌作用．日水誌 1989;55:2111-2114.
- 3) 川上宏一，楠田理一．ブリ実験感染ミコバクテリウム症に対するリファンピシン，ストレプトマイシンならびにエリスロマイシンの有効性．日水誌 1990;56:51-53
- 4) SompothWeerakhun, NaoAoki, OsamuKurata, KishioHatai, HarunaoNibe, TatsumuHirae. *Mycobacterium marinum* Infection in Cultured Yellowtail *Seriola quinqueradiata* in Japan.魚病研究,2007;42 (2):79-84
- 5) SompothWeerakhun, KishioHatai, TakuyaMurae, TatsumuHirae .*In Vitro* and *In Vivo* Activities of Drugs against *Mycobacterium marinum* in Yellowtail *Seriola quinqueradiata* .魚病研究,2008;43 (3) :106-111
- 6) 平江多績．養殖カンパチの新興感染症（仮称：新型レンサ球菌症）に関する研究．平成 18 年

度養殖衛生管理技術開発研究成果報告書，2005;121-132

- 7)板野 公一，川上秀昌．養殖ブリの再興感染症に関する研究．平成 14 年度魚病対策技術開発
研究報告書，2001;45-61
- 8)板野公一，川上秀昌，河野智也，酒井正博．血清抗体価測定による養殖ブリの *Nocardia seriolae*
感染時期の推定，魚病研究 2008;43 (2):86-88
- 9)山本淳，養殖ブリの再興感染症（ノカルジア症）に関する研究．平成 16 年度養殖衛生管理技
術開発研究成果報告書，2003;131-146

なお，本研究の結果は，別途「平成 2 0 年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書」
として，社団法人日本水産資源保護協会へ提出した。