

# 1 そうごち網漁業で漁獲されたマダイの蓄養時におけるへい死要因

的場 達人・福澄 賢二<sup>a</sup>・片山 幸恵  
(研究部)

筑前海の主幹漁業である1そうごち網漁業で漁獲されるマダイは、通常、漁獲後翌朝まで蓄養して出荷している。しかし、出荷調整により蓄養が数日間に及んだ場合、蓄養翌日以降網スレ傷が拡大し、大半がへい死するため、出荷時の魚価が下落している。今回、このへい死要因について検討したところ、蓄養数日後のマダイの肝臓中の生菌数が $10^4$ レベルに増加すること、その検体全てから淡黄色でグラム陰性の長桿菌が観察されたこと、抗生物質で薬浴するとへい死しないこと及び今回の供試魚の搬入手法や蓄養環境が要因ではなかったことから、網スレ傷からくる細菌症（滑走細菌症）が大きな要因であると考えられた。

キーワード：マダイ、蓄養、へい死要因、網スレ傷、細菌症

1そうごち網漁業（以後、1ごち網とする）は筑前海の主幹漁業の一つであり、その主対象であるマダイの漁獲量は県全体の約4割を占めている。マダイは幼魚の採捕禁止措置等により、近年、その資源量は安定しているが、養殖魚の増加や不況の影響で、魚価が低迷しておりその対策には強い要望がある。本漁業では網で漁獲後、蓄養し、セリ直前に活け締め（活魚時に延髄を手かぎ等で破壊し即殺すること）出荷するが、活け締め前にへい死したものは半値以下となる。特に高水温期に蓄養中のへい死率が高く、それを改善することで大幅な単価向上が見込まれる。操業当日の生残率の向上については、これまで船上、陸上水槽での冷却飼育や酸素ボンベの利用<sup>1)</sup>等のへい死対策を行っている。しかし、水温20℃の冷却飼育でも漁獲後数日間で生残率が大幅に低下する。今回、そのへい死要因の検討を行ったので報告する。

## 方 法

### 1. 1ごち網で水揚げされたマダイの蓄養中の生残率

1ごち網で水揚げ直後のマダイ（1ごち区）と、対照区として網スレ傷のない養殖マダイ（養殖区）とを同一条件で蓄養し、その生残率等を比較した。

1ごち区は、海面水温が25℃であった2007年7月23日に福岡市漁協姪浜支所の1ごち網で漁獲されたマダイ（体重  $0.7 \pm 0.1$ kg, 6尾）を、0.5klタンク（20℃冷却海水）で当センターまで輸送後、1.4kl循環冷却水槽に収

容して蓄養を開始した。水槽は事前に塩素消毒し、蓄養水温は一部の漁業者が経験的に実施している20℃で一定とし、 $\text{NH}_3$ や $\text{CO}_2$ 等の蓄積によるへい死を防ぐために微換水にして、以後の試験水槽の設定も同様とした。

養殖区は糸島郡志摩町にある糸島漁協船越支所の養殖マダイ（体重 $0.9 \pm 0.1$ kg, 6尾）を同日に同様の手法で輸送、蓄養を行った。毎日、両区のへい死数の記録、網スレ状況の観察、水温の測定を実施した。

### 2. 蓄養前のマダイ肝臓中の生菌調査

1ごち網で水揚げ直後の蓄養前のマダイで、肝臓中の生菌の有無を調査した。

供試魚は海面水温が25℃であった2007年8月1日に1ごち網で漁獲されたマダイ（ $0.5 \pm 0.1$ kg, 4尾）を用い、漁港での水揚げ時に氷締めした後、1時間以内に生菌検査を行った。健全な天然マダイの肝臓中には、通常、生菌は存在しないと考えられたため、簡易なACプレート法で生菌の有無の確認を行った。肝臓には血液等の付着があったため、1000ppm以上の塩素水で10秒以上表面を殺菌した後、表面の膜を除去し、その中から組織1gを2サンプルずつ切除後、ホモジナイズした。その液をリン酸緩衝液で $10^2$ 、 $10^3$ 倍希釈用に調製後、各1mlをペトリフィルム（好気性細菌数測定用）に接種し、25℃で48時間培養後、観察・計数した。

a 現所属：水産振興課

### 3. 蓄養後（数日間）のマダイの生菌調査

#### (1) 低水温期での生菌調査

供試魚は海面水温が18℃であった2003年5月19日に1ごち網で水揚げされたマダイ（0.6±0.1kg, 10尾）を用い、1.4kl 循環冷却水槽（20℃、微換水）で蓄養を開始した。生菌数検査は多数へい死がみられた4日後に、2尾を氷締めにし、その肝臓から約0.100～0.800gを2サンプルずつ採取計量し、10倍に希釈攪拌後、 $10^1 \sim 10^4$  計数培地に希釈液をつくり、それぞれ0.05mlをZobell 2216培地に接種後、恒温器（25℃）で培養し、菌数が安定した時点で計数を実施した。

また、菌の性状観察のため、体表、肝臓、腎臓、脾臓中から1白金耳分をZobell 2216培地に接種し培養した。

#### (2) 高水温期での生菌調査

供試魚は海面水温が25℃であった2003年10月9日に1ごち網で水揚げされたマダイ（0.7±0.2kg, 7尾）を用い、1.4kl 循環冷却水槽（20℃、微換水）で蓄養を開始した。生菌数検査はへい死が始まる前の蓄養1日後とへい死が多数みられた5日後に2尾ずつを氷締めにし、上記と同様の手法で実施した。また菌の性状観察も同様に実施した。

### 4. 細菌症確認のための薬浴試験

へい死要因が細菌症であることを確認するため、抗生物質であるニフレスチレン酸ナトリウム（以後、試薬名であるエルバージュとする）による薬浴試験を、2回実施した。

試験1回目は海面水温が25℃であった2005年9月12日の17:30頃帰港した1ごち網漁船の漁槽（約23℃）からセンターまで、マダイ（0.6±0.1kg, 12尾）を活魚タンク（水温20℃）で輸送し、18:00頃、2基の1.4kl 循環冷却水槽（20℃、微換水）に6尾ずつ収容し蓄養試験を開始した。薬浴区はマダイを収容した翌朝に、飼育水にエルバージュ100gを溶解して2時間の薬浴を実施した後、換水した。薬浴は、1～4日及び6日目の計5回、同様の手法で行った。対照区は薬浴を行わずに、同様の手法で蓄養し、生残率や網スレ状況の比較を行った。

2回目の試験は海面水温が26℃であった2008年7月24日に水揚げされたマダイ（0.6±0.1kg, 12尾）を使用し、1回目と同様の手法で2水槽に6尾ずつ収容して試験を開始した。薬浴も1回目と同様の手法で実施した。

## 結果

#### 1. 1ごち網で水揚げされたマダイの蓄養中の生残率

1ごち区では3日目に2尾、4日目に2尾とへい死が連続し、7日目には生残率が17%に減少したが、養殖区では生残率は18日目まで100%であった。両区でほぼへい死が収まった7日目までの生残数をFisherの正確確立検定法を用いて検定すると、1%未満で（ $p=0.0087$ ）有意な差がみられた。（図1）

このように1ごち網のマダイではへい死が連続したが、対照区では同様の飼育手法でもへい死しなかったことから、その要因が水質や密度等の蓄養条件や輸送手法ではないことが明らかになった。

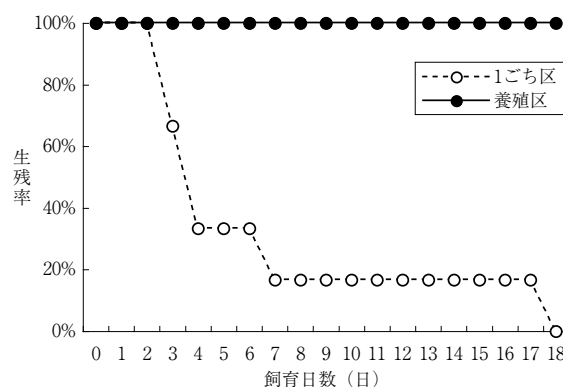


図1 1ごちマダイと養殖マダイの蓄養中の生残率

#### 2. 蓄養前のマダイ肝臓中の生菌調査

漁獲直後の天然マダイ4尾の肝臓中からは生菌は検出されなかった。この結果から蓄養前の天然マダイの肝臓中には生菌は存在しないものと考えられた。

#### 3. 蓄養後（数日間）のマダイ部位別の生菌調査

##### (1) 低水温期の生菌調査

水温18℃期の蓄養4日後におけるマダイ2尾については、いづれも背びれからは1gあたり $10^5$ レベル、肝臓からは $10^4$ レベルの生菌が検出された。（表1）

表1 低水温期の蓄養マダイ（4日）肝臓中の生菌数

供試魚番号	①				②			
	背びれ		肝臓		背びれ		肝臓	
希釈原液	100倍		10倍		100倍		10倍	
塗布量	0.05ml		0.05ml		0.05ml		0.05ml	
$10^1$ 計数培地	41	32	26	34	35	17	26	29
$10^2$ 〃	9	4	3	2	7	5	2	0
$10^3$ 〃	2	1	1	0	0	1	1	0
$10^4$ 〃	1	0	0	0	0	0	0	0
原液0.05ml中生菌数	365		300		260		275	
1gあたり生菌数	$7.3 \times 10^5$		$6.0 \times 10^4$		$5.2 \times 10^5$		$5.5 \times 10^4$	

部位別の菌観察では、体表や肝臓中から淡黄色でグラム陰性の長桿菌が観察された。その他、脾臓から黄色の菌が観察された。(表2)

表2 低水温期の蓄養マダイ(4日)部位別の菌観察結果

部位	①			②		
	淡黄47	白15	黄25	淡黄44	白9	黄13
体表						
肝臓	0			淡黄5		
腎臓	0			0		
脾臓	黄1			黄20		

(単位 : 個/1白金耳)

## (2) 高水温期の生菌検査

水温25℃期の蓄養1日後のマダイでは、背鰭から $10^{5-6}$ レベルの生菌が検出された。肝臓中からは、検体①では0個/gであったが、検体②では、わずかであるが、 $10^3$ レベルの生菌が確認された。(表3)

マダイ部位別の菌の性状観察では、検体①、②とも体表に数個の淡黄色の菌がみられたが、肝臓のサンプルでは生菌はみられなかった。しかし、検体②の腎臓からは淡黄色の菌が4個と黄、橙の菌が1個づつが観察された。(表4)

次に、水温25℃期の蓄養5日後のマダイ2尾の肝臓中からは、いずれも $10^4$ レベルの生菌が検出された。(表5)

部位別の菌の性状観察では、検体③の体表で116個、肝臓で14個、腎臓で200個、脾臓28個といずれの部位でも多数の淡黄色の菌が確認された。検体④でも数は少ないが体表から16個、肝臓から3個の淡黄色の菌が確認された。(表6)

表3 高水温期の蓄養マダイ(1日)肝臓中の生菌数

供試魚番号	①				②			
	背びれ		肝臓		背びれ		肝臓	
希釈原液	100倍		10倍		100倍		10倍	
塗布量	0.05ml		0.05ml		0.05ml		0.05ml	
$10^1$ 計数培地	132	108	0	0	計数不能	計数不能	4	1
$10^2$ ヶ	17	24	1	0	95	128	0	0
$10^3$ ヶ	0	10	0	0	32	31	0	0
$10^4$ ヶ	1	1	0	0	2	2	0	0
原液0.05ml中生菌数	1200		0		11150		25	
1gあたり生菌数	$2.4 \times 10^5$		0		$2.2 \times 10^6$		$5.0 \times 10^3$	

表4 高水温期の蓄養マダイ(4日)部位別の菌観察結果

部位	①			②		
	淡黄7	白2		淡黄8	黄2	
体表						
肝臓	0			0		
腎臓	0			淡黄4	黄1	橙1
脾臓	0			0		

(単位 : 個/1白金耳)

表5 高水温期の蓄養マダイ(5日)肝臓中の生菌数

供試魚番号	③				④			
	背びれ		肝臓		背びれ		肝臓	
希釈原液	10倍		10倍		10倍		10倍	
塗布量	0.05ml		0.05ml		0.05ml		0.05ml	
$10^1$ 計数培地	46	61	31	27	31	32	計数不能	計数不能
$10^2$ ヶ	10	10	2	4	2	5	計数不能	計数不能
$10^3$ ヶ	0	6	1	0	0	1	36	44
$10^4$ ヶ	1	0	0	0	0	0	0	12
原液0.05ml中生菌数	535		290		315		400	
1gあたり生菌数	$1.1 \times 10^6$		$5.8 \times 10^4$		$6.3 \times 10^5$		$8.0 \times 10^4$	

表6 高水温期の蓄養マダイ(5日)部位別の菌観察結果

部位	③			④		
	淡黄116			淡黄16		
体表						
肝臓	淡黄14			淡黄3		
腎臓	淡黄200			橙1		
脾臓	淡黄28			0		

(単位 : 個/1白金耳)

上記に記した18℃期の蓄養4日後と25℃期の5日後の4検体での肝臓中生菌数をまとめると、平均で $6.3 \times 10^4$ 個となり、全個体で $10^4$ レベルの生菌数が検出された。

これらのことから、肝臓等での細菌増殖は漁獲後から始まり、20℃一定で蓄養すると数日で $10^4$ レベルまで増殖すること、特に淡黄色でグラム陰性の長桿菌が、いずれの個体でも検出されていることが明らかになった。

## 4. 細菌症確認のための薬浴試験

1回目の試験で、薬浴区の生残率は4日目に83%に低下したものの、その後のへい死はなかった。それに対して、対照区では3日目、6、8日目とへい死が連続し、8日目には33%、14日目には17%に低下した。(図2)

2回目の試験で、薬浴区では3日目に水温が6℃上昇してしまい、その際に生残率が83%に低下したが、その後のへい死はなかった。対照区では3、4、5日目にへい死が連続し、生残率が50%まで減少したが、その後はへい死はなかった。(図3、4)

両試験で薬浴区と対照区のほぼへい死が収まった8日目における生残数をFisherの正確確率検定法を用いて検定したところ、1%未満( $p=0.009 < 0.01$ )で有意な差が得られた。

また、4日目で対照区が生残個体は、各鰭が糜爛し、体表、眼球もスレ傷が拡大し、体表に潰瘍や腹部に発赤がみられたのに対して、薬浴区ではそのような症状はみられなかった。8日目の生残魚における眼球異常率(白化や突出等)は対照区で100%、薬浴区で0%であった。(図5)

滑走細菌症に効果のある抗生物質（エルバージュ）での2回の薬浴試験で、薬浴区と未処理区で蓄養後の生残率に有意な差がみられ、生残魚の外見上にも差があったことから、細菌症が蓄養中のへい死要因であると考えられた。

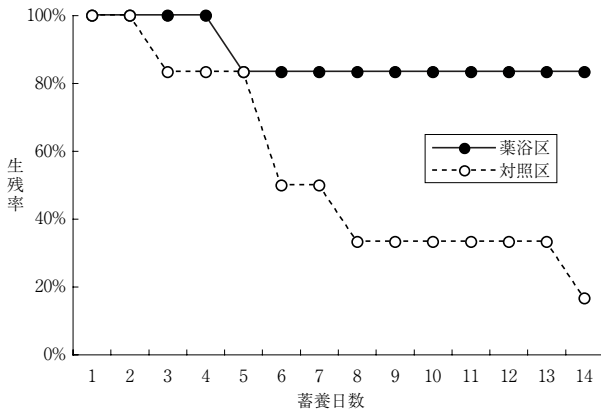


図2 エルバージュ薬浴試験の生残率（1回目）

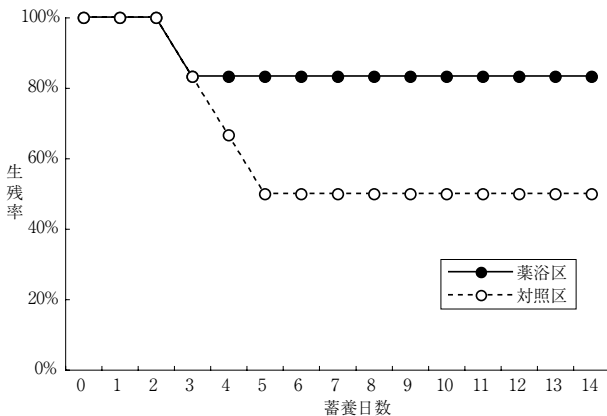


図3 エルバージュ薬浴試験の生残率（2回目）

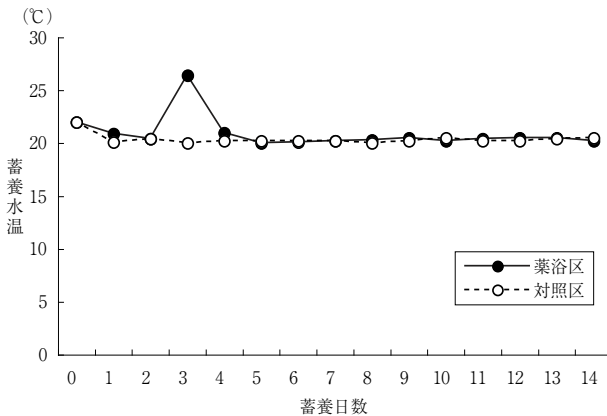


図4 エルバージュ薬浴試験（2回目）の水温



図5 対照区における蓄養4日後のマダイ

## 考 察

今回、1ごち網で漁獲直後の天然マダイを用いて、20℃での飼育試験を計3回実施したが、いずれも3日目からへい死が連続し、へい死が収まった8日目での平均生残率は32%まで低下した。養殖マダイで同条件での蓄養試験を実施したが、18日目でも生残率は100%となったため、蓄養条件がへい死要因ではないと考えられた。

米・平野<sup>2)</sup>は、健全なマダイ幼魚を1日間密閉収容後、流水飼育した際に起こるへい死について、薬浴試験とへい死魚の肝臓中の生菌調査を実施し細菌症であることを明らかにした。

今回は、1ごち網で漁獲直後のマダイを用い、水温を20℃に冷却、1%以下の重量密度、微換水の蓄養条件下で、薬浴試験及び蓄養前後における生残魚について肝臓の生菌数検査やその他の部位での菌の性状観察を実施し、そのへい死要因が細菌症であることを明らかにした。また、確定診断はしていないが、罹病魚の外部所見やZobell培地上での生菌の性状、網スレ等の外的要因からも、滑走細菌症<sup>3)</sup>である可能性が高いものと考えられた。これらのことから、1ごち網のマダイは漁獲当日にはわずかな網スレ傷がなく外見上はきれいでも、蓄養すると細菌が急激に増殖し、網スレ傷が拡大、菌が内臓にまで達してへい死に至るものと考えられた。

へい死対策としては漁獲後、速やかに網スレ傷を消毒・殺菌すること、また細菌の増殖を抑制するため低温での

飼育が有効と考えられた。特に滑走細菌症は15～34℃<sup>3)</sup>で棲息し、30℃付近の高水温域を好むとされており、養殖マダイの活魚輸送<sup>4)</sup>では、高水温期でも1時間に1.5℃程の水温降下率であれば、15℃での蓄養が有効とされているため、1ごち網で水揚げされたマダイでも同様の効果が得られるのではと考えられた。

しかし、現在の所、魚病薬マリンサワー（過酸化水素水0.3%、3分間）や塩素海水（0.4ppm）で薬浴後のUV海水での蓄養や、段階的に16℃に冷却しての蓄養も、漁獲直後のストレスのあるマダイに対しては、逆に生残率を下げる結果となっており、有効な対策は得られなかった。

一方で抗生物質による薬浴の効果は非常に高く、体表や鱗・眼球等もきれいなままでの蓄養が可能であった。

しかし、現在、薬事法では抗生物質による薬浴は認められておらず、経口投与は可能であるが、漁獲直後の天然マダイは餌を食べないため、それも困難だと考えられた。

今後は、へい死対策として、上記より低濃度での薬浴試験や、新技術として紹介され殺菌効果のあるナノバブル（微細な気泡）やオゾン水の利用、また漁獲直後における抗生物質の経口投与方法の開発等の検討が必要であると考えられた。

## 謝 辞

本研究における供試マダイ（活魚）の入手については、福岡市漁協姪浜支所、糸島漁協船越支所、宗像漁協福岡支所および1そごち網協議会の皆様に多大な協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 的場達人：純酸素供給によるマダイの活魚率の向上，福岡水技研報，16，143-148（2006）
- 2) 米康夫・平野克己：輸送中あるいは輸送後飼育中に起きる魚のへい死に関する細菌学的研究Ⅰ．へい死の一要因について，日本水産学会誌，37，140-144（1971）.
- 3) 江草周三・若林久嗣・室賀清邦：魚介類の感染症・寄生虫病，恒星社厚生閣，214-220（2006）.
- 4) 中部電力（株）電気利用技術研究所：活魚の低温高密度輸送技術，養殖，401，72-75（1995）