

淡水浴と低塩分水浴がマハタ若齢魚 *Epinephelus septemfasciatus* の生残および寄生虫 *Benedenia epinepheli* と *Neobenedeniagirellae* の駆虫に及ぼす影響*

羽生和弘・栗山 功・田中真二

Effects of Immersion into Fresh and Low Salinity Waters on Survival of Young Sevenband Grouper *Epinephelus septemfasciatus* and Removal of Monogenean Parasites *Benedenia epinepheli* and *Neobenedeniagirellae*

Kazuhiro HANYU, Isao KURIYAMA, and Shinji TANAKA

キーワード：マハタ，ハダムシ，淡水浴，低塩分水浴

Effects of immersion into fresh and low salinity waters on survival of young sevenband grouper *Epinephelus septemfasciatus* and removal of monogenean parasites *Benedenia epinepheli* and *Neobenedeniagirellae* were examined at 12 and/or 23°C. The immersion times that killed 50% of groupers (LT₅₀) into salinities of 0 and 1 ‰ at 23°C were estimated at 1.4 and 9.6 minutes, respectively, while the LT₅₀ of groupers in salinities of 0 and 1 ‰ at 12°C were estimated at 37.3 and 58.4 minutes, respectively. *B. epinepheli* could be completely removed from the groupers kept in salinities of less than and equal to 5 ‰ for 3 minutes at 12 and 23°C, likewise *N. girellae* could be detached from the groupers in salinities of less than and equal to 5 ‰ for 3 minutes at 23°C (not tested at 12°C). In the removal experiments no groupers died in the salinity of 5 ‰. These results suggest that the immersion into the salinity of 5 ‰ for 3 minutes is an effective way to exterminate *B. epinepheli* and *N. girellae* from cultured sevenband groupers.

マハタ (*Epinephelus septemfasciatus*) は、琉球列島を除く北海道以南の沿岸や東シナ海に分布する(瀬能 2000)。本種は、高級魚として取り引きされるため、新たな養殖対象魚として注目されており(水産庁他 1994)、その種苗生産量は近年増加傾向にある(Table 1)。しかし、種苗生産時の初期減耗や形態異常が原因で、種苗の安定生産は今もって困難であり(辻他 2006, 2007; 中島他 2006, 2007)、本邦における当該種苗の生産量は年間数十万尾にすぎない(Table 1)。また、海面養殖時の魚病対策技術が十分確立されていないことも、マハタ養殖の拡大を妨げる一因となっている(尾鷲市水産課 1999)。

養殖マハタで発生する疾病のうち、最も死亡率の高いものはウイルス性神経壊死症(Viral nervous necrosis)であるが(Fukuda *et al.* 1996; 尾鷲市水産課 1999; 藤田・山下 2003)、時に死亡率が10%以上となるハダムシ症(Benedeniosis, Neobenedeniosis)も大きな問題と

なっている(井上他 2001; 藤田・山下 2005; 瀬古他 2007)。マハタのハダムシ症とは、単生類の *Benedenia epinepheli* や *Neobenedenia girellae* がマハタの体表、眼球および鰭に寄生し、寄生部位の出血や、マハタが網地に体表を擦りつけることによる潰瘍を引き起こす疾病である(Fig. 1)。マハタにおける本症の疫学調査はほとんど行われていないが、養殖地域での症例報告(井上他 2001; 藤田・山下 2005; 瀬古他 2007)によれば、本症によるマハタの死亡は若齢魚(おおむね200g以下)で多い。

マハタに寄生した *B. epinepheli* と *N. girellae* の駆虫方法は十分検討されていないが、淡水浴が有効であったとの報告がある(滝井他 1998; 藤田・山下 2003)。また、*N. girellae* については、トラフグ、ホシガレイおよびマサバにおいて、駆虫薬(プラジクアンテル製剤)の経口投与(以下、投薬と略す)や薬浴(過酸化水素製剤)の有効性が明らかにされていることから(高見他 2002、

*本研究の一部は平成18年度日本水産学会で口頭発表済み。



Fig. 1 Body surface hemorrhage and ulcer of sevenband grouper infected by *N. girellae*.

Hirazawa *et al.* 2004; 山本他 2006), マハタにおいても投薬や薬浴が有効である可能性が高い。いずれの方法も一長一短があり、淡水浴や薬浴は、十分な駆虫効果が期待できるものの、再寄生が起こりやすい漁場では、10日に1回もの頻度で駆虫を繰り返す必要がある(山本他 2006), その場合は、魚の取り上げが作業者の大きな負担となる。投薬は、駆虫のために魚を取り上げる必要がない点や、再寄生の予防も期待できる点で優れているが、摂餌不良の魚を処理することは困難である。

本県のマハタ養殖では、1経営体当たりのマハタ収容尾数が数百尾と少なく、若齢魚にハダムシ症の発生に限られることや、短期間に複数回の駆虫が必要なほど本症が蔓延していないため淡水浴にかかる労力はさほど大きくないことから、淡水浴による駆虫が一般的に行われている。しかし、漁業者からの聞き取りや筆者らの経験によれば、適切な浸漬時間が不明であるために、出血や潰瘍を伴わないマハタでさえ、淡水浴直後に死亡する事例

Table 1 Numbers of sevenband grouper juveniles produced in hatcheries of the leading seven prefectures in Japan from 1992 to 2006.

Year	No. of fish in each pref. (1,000 fish)							Total
	Mie	Wakayama	Hiroshima	Kagawa	Ehime	Nagasaki	Oita	
1992						4		4
1993						1		1
1994								0
1995		6			7			13
1996					1	4		5
1997								0
1998								0
1999	36					22		58
2000	34			19	96	38		187
2001	131			5	13	1		150
2002	3		1	98				102
2003	73			1		70	57	201
2004	102			50	7	63		222
2005	36			150	9	53	14	262
2006	208	1		150	27	104	31	521

Data from Fisheries Agency and Japan Sea-Farming Association (1994-2003), Fisheries Agency and Fisheries Research Agency (2004) and Fishery Agency *et al.* (2005-2008)

が少なくない。この問題の解決には、淡水浴でマハタが死亡しない浸漬時間を明らかにする必要がある。一方で、*N. girellae* の成虫は塩分 8% の低塩分水に浸漬することで死亡（体色が白濁）するという報告（Umeda and Hirazawa 2004）があり、淡水浴の代替手法として低塩分水浴が有効である可能性が高い。すなわち、マハタを死亡させずハダムシを確実に駆虫できる浸漬条件は、浸漬時間の他に塩分についても検討する価値があると考えられる。なお、三重県水産研究所の魚病診断記録によれば、ハダムシ症によるマハタの被害は 10, 11, 12 および 1 月に報告されており（Table 2）、各症例の発症水温は記録されていないが、1999 - 2006 年の各月の平均水温は、本県の代表的な魚類養殖漁場の 1 つである尾鷲湾大曾根漁場において、それぞれ 24, 21, 18 および 16℃ であった

ことから（未発表資料）、本症の主な発症水温はこの範囲にあると考えられる。また、*N. girellae* の寄生は奄美大島の養殖カンパチで少なくとも 19 - 29℃ の水温範囲で確認されており（Kinami *et al.* 2005）、*B. epinepheli* の寄生は尾鷲湾の養殖マハタで 11 - 27℃ の範囲で確認されている（未発表資料）。マハタ養殖が行われている本県南部の沿岸水温（水深 2m）はおおむね 11 - 29℃ の範囲で推移することから（関根・大久保 2000；平川他 2006）、淡水浴と低塩分水浴の浸漬条件はこの水温範囲について明らかにされていることが望ましい。

以上のように、マハタの安定養殖のためにはハダムシ症対策が不可欠であり、マハタに寄生したハダムシは本県では淡水浴で駆虫されているものの、その浸漬条件として、浸漬時間、塩分および水温について知る必要がある

Table 2 Cumulative numbers of cultured sevenband groupers diagnosed with each disease through examinations at the Mie Prefecture Fisheries Research Institute each month from 1999 to 2006.

Disease name	Fish age	Month												Total
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
Viral nervous necrosis	0					3	4	11	11	1				30
	1		1	1		3	4	2	3	1			15	
	2				1								1	
	3						2		1				3	
Lymphocystis disease	1				1								1	
Vibriosis	1					1							1	
Scuitcociliatidosis	0											1	1	
	1					1							1	
White spot disease	1					1							1	
Brain myxosporean disease	1			1	2	1				1			5	
	2	1		1									2	
	3			1	1								2	
Trichodinosis	0											1	1	
Benedeniosis	0								1				1	
	1									1	1		2	
Neobenedeniosis	0							1					1	
	1									2			2	
Unknown	0				1					1		1	3	

Data from Tanaka *et al.* (2000-2007)

る。本研究では、ハダムシの自然寄生を受けたマハタが入手できた飼育水温23℃と12℃において、マハタを死亡させずハダムシを確実に駆虫できる浸漬時間と塩分を明らかにした。

方 法

1. 水温23℃における淡水浴, 低塩分水浴

1) マハタの生残に及ぼす影響

供試魚 2005年6月に、尾鷲湾大曾根漁場の海面生簀で飼育されていたマハタ人工種苗1歳魚45尾平均体重241g (122 - 364g, n = 45) を、実験までの3 - 7日間、砂ろ過海水(塩分*34%)を1時間当たり500ℓで注水したポリエチレン製青色1,000ℓ水槽(以下、1,000ℓ水槽と略す)に収容した。収容後は市販のEP餌料(マルハ製ノヴァ)を1日当たり給餌率0.5%で隔日給餌し、実験前日と当日は無給餌とした。収容期間中の水温は22 - 24℃であった。

死亡率 淡水(水道水)20ℓ、または、海水と淡水で調整した塩分1%の低塩分水20ℓをポリカーボネイト製30ℓ水槽(以下、30ℓ水槽と略す)に入れ、それぞれを淡水浴、または、低塩分水浴に用いた。いずれかの処理水に前述の供試魚を1尾ずつ、1.0、1.5、2.0、3.0、5.0、7.0または9.0分間浸漬した。その後直ちに供試魚をタモ網で取り上げ、海水20ℓを入れた30ℓ水槽に移し、当該供試魚の生死を2時間観察した。一連の処理水と海水は、供試魚毎に新しいものに交換し、水温23℃に調整した上で使用した。また、処理水と海水には、使用前と使用中に適量の通気を施した。供試魚の死亡は、鰓蓋の呼吸運動が停止し、タモ網で軽く突いても全く動かない状態と定義した。各条件の供試尾数は0 - 6尾とした。

2) *B. epinepheli* の駆虫率に及ぼす影響

供試魚 2005年7月に、尾鷲湾大曾根漁場の海面生簀で飼育され、*B. epinepheli*が寄生したマハタ人工種苗1歳魚36尾平均体重311g (165 - 448g, n = 35) を、実験までの3 - 7日間、砂ろ過海水(塩分34%)を1時間当たり500ℓで注水した1,000ℓ水槽に収容した。収容後は市販のEP餌料(マルハ製ノヴァ)を1日当たり給餌率0.5%で隔日給餌し、実験前日と当日は無給餌とした。収容期間中の水温は23 - 24℃であった。

駆虫率 淡水20ℓ、海水と淡水で調整した塩分1、5、10、15%の低塩分水20ℓ、または海水(塩分34%)20ℓ

を30ℓ水槽に入れ、いずれかの処理水に前述の供試魚を1尾ずつ、3.0または6.0分間浸漬した。その後直ちに供試魚をタモ網で取り上げ、海水20ℓを入れた30ℓ水槽に移し、当該供試魚を2時間観察した。供試魚の取り上げ後、これらの処理水と海水を網目0.5mmのタモ網でろ過し、残渣物を回収した。次に、処理に用いた水槽内にて淡水でタモ網を洗浄して残渣物を水槽内へ洗い流し、そのまま淡水を水槽に満たして15分間静置した。また、2時間の観察に用いた水槽にも淡水を満たし、15分間静置した。これらの水槽内で白濁したハダムシを目視で計数し、合計値を駆虫体数と定義した。また、取り上げた供試魚を淡水20ℓに15分間浸漬し、この処理で水槽内と供試魚の体表で白濁したハダムシを目視で計数し、その値を未駆虫体数と定義した。駆虫体数と未駆虫体数の合計を寄生虫体数とし、駆虫体数を寄生虫体数で割った値を駆虫率と定義した。また、駆虫体数と未駆虫体数の計数時に、それぞれ1尾当たり最大5虫体をピンセットで無作為に回収し、合計250虫体について顕微鏡下で種を同定した。なお、一連の処理水と海水は、供試魚毎に新しいものに交換し、水温23℃に調整した上で使用した。また、処理水と海水には、使用前と使用中に適量の通気を施した。各条件の供試尾数は3尾とした。

3) *N. girellae* の駆虫率に及ぼす影響

供試魚 2005年12月の実験日まで電気分解殺菌海水(塩分34%)を1時間当たり1,000ℓで注水したFRP製青色5,000ℓ水槽(水温22 - 23℃)で加温飼育されていたマハタ人工種苗当歳魚12尾平均体重82g (41 - 117g, n = 12) を使用した。この群には*N. girellae*が寄生していることを予備調査で確認した。実験前日と当日は無給餌とした。

駆虫率 淡水20ℓ、海水と淡水で調整した塩分5%の低塩分水20ℓ、または海水20ℓを30ℓ水槽に入れ、いずれかの処理水に前述の供試魚を1尾ずつ、3.0または6.0分間浸漬した。その後、2)と同様に処理し、駆虫率を明らかにした。また、駆虫体数と未駆虫体数の計数時に、それぞれ1尾当たり最大5虫体をピンセットで無作為に回収し、合計58虫体について顕微鏡下で種を同定した。各条件の供試尾数は3尾とした。

4) 野外での最適浸漬条件の有効性確認

供試魚 2005年7月の実験日まで尾鷲湾大曾根漁場の

*本研究では、塩分の測定には海水濃度屈折計(アタゴ製IS/Mill E)を使用し、単位には%を用いた。

海面生簀で飼育されていたマハタ人工種苗1歳魚56尾平均体重396g (247 - 543g, n = 12) を使用した。この群には *B. epinepheli* が寄生していることを予備調査で確認した。また、実験前々日から当日までは無給餌とした。実験直前1週間の水温は水深2mで24 - 25℃であった。

駆虫処理 室内実験で明らかとなった低塩分水浴の最適浸漬条件(塩分5%, 浸漬時間3.0分間)の有効性を野外で確認するため、野外で通常行われている淡水浴の手法に準じて供試魚を低塩分水浴し、その駆虫効果と供試魚の生残を確認した。すなわち、防水シート(縦2.5m, 横1.7m, 厚さ0.5mm)を養殖筏直上に水平に張り、現場海水(水温26℃)と淡水で調整した塩分5%低塩分水50ℓ(水温24℃)をシート上に溜め、低塩分水の中へ供試魚56尾のうち50尾を海面生簀からタモ網で投入した。投入して30分後、シートから流し込むように海面生簀(縦3m, 横3m, 深さ3m)へ供試魚44尾を収容し、その後2時間、供試魚の生死と遊泳状況を観察した。なお、低塩分水浴直前のマハタでの寄生虫体数を明らかにするため、供試魚の残り6尾は、現場海水50ℓが入ったポリプロピレン製青色75ℓ水槽(以下、75ℓ水槽と略す)に収容して、実験室内に持ち帰った。また、低塩分水浴で処理した50尾のうち6尾については、低塩分水浴直後のマハタでの寄生虫体数を明らかにするため、低塩分水浴後、海面生簀に収容せず、現場海水50ℓが入った75ℓ水槽に収容して、実験室内に持ち帰った。持ち帰った供試魚(処理前6尾と処理後6尾)は、淡水20ℓが入った30ℓ水槽に1尾ずつ15分間浸漬し、水槽内と供試魚の体表で白濁していたハダムシを目視で計数した。また、計数時に1尾当たり最大5虫体をピンセットで無作為に回収し、合計30虫体について顕微鏡下で種を同定した。

2. 水温12℃における淡水浴、低塩分水浴

1) マハタの生残に及ぼす影響

供試魚 2006年2月に、尾鷲湾大曾根漁場の海面生簀で飼育されていたマハタ人工種苗当歳魚36尾平均体重124g (63 - 182g, n = 36) と1歳魚36尾平均体重536g (372 - 752g, n = 36) を、供試までの3 - 20日間、砂ろ過海水(塩分34‰)を1時間当たり500ℓで注水した1,000ℓ水槽2槽それぞれに収容した。収容後は市販のEP餌料(マルハ製ノヴァ)を1日当たり給餌率0.5%で隔日給餌し、実験前日と当日は無給餌とした。収容期間中の水温は11 - 13℃であった。

死亡率 淡水浴と塩分1‰の低塩分水浴の処理水を水温23℃の実験と同様に準備し、この処理水に前述の供試

魚を1尾ずつ、1.0, 3.0, 9.0または27.0分間浸漬した。その後直ちに供試魚を取り上げ、海水を20ℓ入れた30ℓ水槽に移し、当該供試魚の生死を2時間観察した。各条件の供試尾数は6 - 12尾とした。

2) 野外での最適浸漬条件の有効性確認

供試魚 2006年2月の実験日まで尾鷲湾大曾根漁場の海面生簀で飼育されていたマハタ人工種苗1歳魚56尾平均体重523g (424 - 644g, n = 12) を使用した。この群には *B. epinepheli* が寄生していることを予備調査で確認した。また、実験前々日から当日までは無給餌とした。実験日直前1週間の水温は水深2mで12 - 13℃であった。

駆虫処理 水温23℃の最適浸漬条件(塩分5%, 浸漬時間3.0分間)の有効性を水温12℃についても野外で確認した。手法は水温23℃の野外実験に従い、低塩分水浴直前の6尾と直後の6尾について寄生虫体数を明らかにし、駆虫効果と供試魚の生死を確認した。また、計数時に、1尾当たり最大5虫体をピンセットで無作為に回収し、合計30虫体について顕微鏡下で種を同定した。

3. データ解析

水温条件間で供試魚群を無作為に割り付けなかったため、全てのデータは水温別に解析した。マハタの死亡率は、説明変数を浸漬時間と塩分としたロジスティック回帰(SAS製JMP7.0J)で解析し、回帰式にもとづいて各塩分での半数致死時間(LT50)を推定した。なお、マハタの死亡率の各実験内における供試魚の体重は個体差が3 - 10倍あったが、死亡率に対する体重の影響はロジスティック回帰で検出されず、他の説明変数の有意性にも影響は認められなかったため、説明変数から体重を除外して回帰式を推定した。ハダムシに関する実験では、種同定したハダムシに種類の混在は認められなかったため、各実験の虫体数は単一種の値とみなした。ハダムシの駆虫率は、逆正弦変換した駆虫率を浸漬時間と塩分に関する2元配置分散分析で解析し、Tukey Kramer HSD検定で多重比較した。野外実験における低塩分水浴前後の寄生虫体数の差は、中央値検定で解析した。全ての検定の有意水準は5%とした。

結 果

1. 水温23℃における淡水浴、低塩分水浴

1) マハタの生残に及ぼす影響

マハタの死亡は1.0分間以上の淡水浴と7.0分間以上の低塩分水浴(塩分1‰)で認められた(Table 3)。死亡

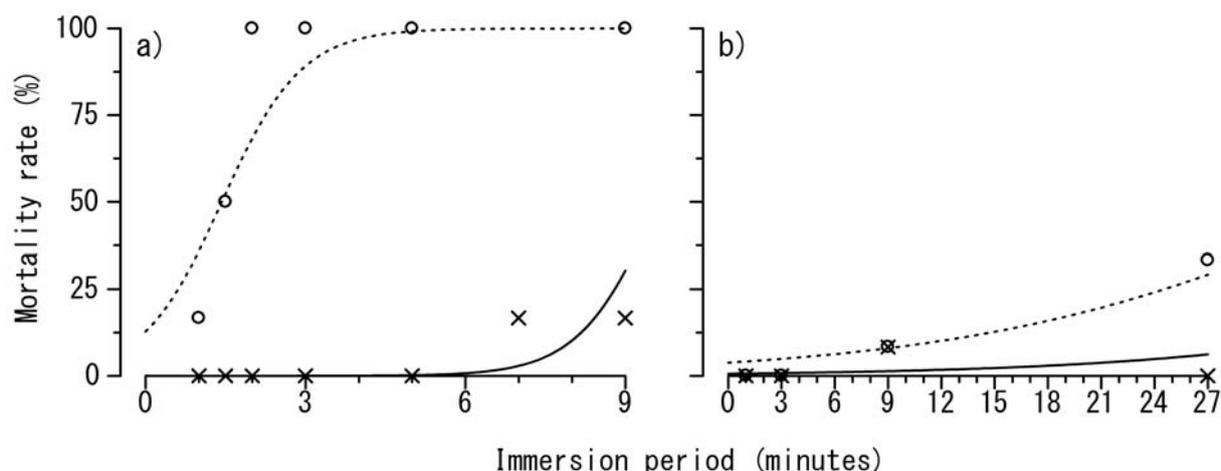


Fig. 2 Mortality rates of groupers in salinities of 0 and 1 ‰ at 23 °C (a) and 12 °C (b). Circles and crosses represent the mortalities in salinities of 0 and 1 ‰, respectively. Dotted and solid curves show the regressions ones by the logistic regression analysis.

率に対する浸漬時間と塩分の影響は有意であり，ロジスティック回帰式は次のとおりであった。

$$\text{死亡率} = \frac{1}{1 + \exp \{-(-1.921 - 11.005 \text{ 塩分} + 1.344 \text{ 浸漬時間})\}}$$

この式で推定したLT₅₀は，淡水浴が1.4分間，低塩分水浴が9.6分間であった (Fig. 2)。

2) *B. epinepheli* の駆虫率に及ぼす影響

1尾当たりの寄生虫体数は平均60虫体(16 - 208虫体, n = 36)であった。塩分1‰と5‰の低塩分水浴での駆虫率は浸漬時間3.0分間と6.0分間のいずれも淡水浴と同じくほぼ100%であった (Fig. 3)。一方，塩分10‰と15‰の低塩分水浴での駆虫率は浸漬時間3.0分間と6.0分間のいずれも86%以下で，淡水浴よりも有意に低かった (Fig. 3)。浸漬時間の影響は塩分10‰と15‰の低塩分水浴で認められ，この塩分での低塩分水浴における浸漬時間3.0分間と6.0分間との間の駆虫率の差はいずれも32%であった (Fig. 3)。

Table 3 Numbers of dead and alive groupers after the 1 to 27 mins immersions into salinities of 0 and 1 ‰.

Immersion period (min)	Dead/alive			
	23°C		12°C	
	0 ‰	1 ‰	0 ‰	1 ‰
1.0	1/5	0/2	0/6	0/6
1.5	3/3			
2.0	3/0	0/3		
3.0	3/0	0/3	0/6	0/6
5.0	3/0	0/3		
7.0		1/5		
9.0	1/0	1/5	1/11	1/11
27.0			4/8	0/12

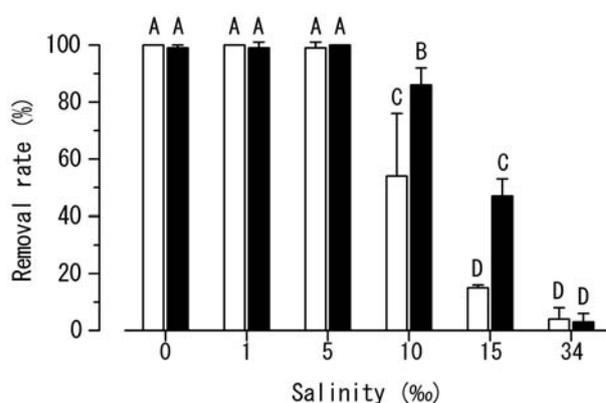


Fig. 3 Removal rates of *B. epinepheli* when the groupers were immersed into salinities from 0 to 34 ‰ at 23 °C. Open and solid bars represent mean removal rates for the immersion times of 3 and 6 mins, respectively, in each salinity (n=3, vertical lines: SD). Different alphabets indicate significant differences in the mean removal rates.

3) *N. girellae* の駆虫率に及ぼす影響

1尾当たりの寄生虫体数は平均 29 虫体 (3 - 72 虫体, n = 12)であった。塩分 5%の低塩分水浴での駆虫率は浸漬時間 3.0 分間と 6.0 分間のいずれも淡水浴と同じくほぼ 100%であった (Fig. 4)。

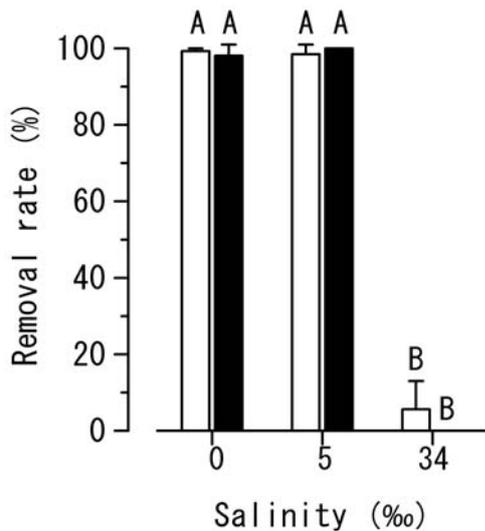


Fig. 4 Removal rates of *N. girellae* when the groupers were immersed into salinities of 0, 5 and 34 ‰ at 23°C. Open and solid bars represent mean removal rates for the immersion times of 3 and 6 mins, respectively, in each salinity (n=3, vertical lines: SD). Different alphabets indicate significant differences in the mean removal rates.

4) 野外での最適浸漬条件の有効性確認

室内実験の結果に基づけば、ハダムシ駆虫のための最適浸漬条件は次のようにまとめることができる。

淡水浴の最適浸漬条件は、最短浸漬時間の 1.0 分間でマハタの死亡が認められたため、見出すことができなかった。一方、低塩分水浴では、塩分 1‰、浸漬時間 5.0 分間以下の低塩分水浴でマハタの死亡が認められず、塩分 5‰以下、浸漬時間 3.0 分間以上の低塩分水浴でハダムシを確実に駆虫できた。すなわち、本研究では塩分 5‰の低塩分水浴でのマハタの死亡率を明らかにしていないが、塩分が海水に近いほどマハタの死亡率は低いと考えられるので、低塩分水浴の最適浸漬条件は、塩分 5‰、浸漬時間 3.0 分間と判断した。

野外でこの最適浸漬条件の有効性を確認したところ、低塩分水浴直前のマハタ 1 尾当たりの寄生虫体数は平均 29 虫体 (12 - 52 虫体, n = 6)、低塩分水浴直後の寄生

虫体数は全ての供試魚において 0 虫体 (n = 6) となり、駆虫効果は有意であった。また、低塩分水浴後 2 時間以内のマハタの死亡は確認されなかった。

2. 水温 12°C における淡水浴、低塩分水浴

1) マハタの生残に及ぼす影響

マハタの死亡は、淡水浴と塩分 1‰の低塩分水浴のいずれにおいても、浸漬時間 9.0 分間以上の浸漬で認められた (Table 3)。死亡率は浸漬時間が長いほど有意に高く、塩分の影響は有意ではなかったものの (p = 0.059)、低塩分水浴よりも淡水浴の方が死亡率が高い傾向があり、ロジスティック回帰式は次のとおりであった。

$$\text{死亡率} = \frac{1}{1 + \exp \{ -(-3.225 - 1.828 \text{ 塩分} + 0.086 \text{ 浸漬時間}) \}}$$

この式で推定した LT50 は、淡水浴が 37.3 分間、低塩分水浴が 58.4 分間であった (Fig. 2)。

2) 野外での最適浸漬条件の有効性確認

塩分 5‰、浸漬時間 3.0 分間の浸漬条件でマハタを低塩分水浴した結果、低塩分水浴直前のマハタ 1 尾当たりの寄生虫体数は平均 28 虫体 (21 - 35 虫体, n = 6)、低塩分水浴直後の寄生虫体数は全ての供試魚において 0 虫体 (n = 6) となり、駆虫効果は有意であった。また、低塩分水浴後 2 時間以内のマハタの死亡は確認されなかった。

考 察

本研究で行った水温 23°C の淡水浴では、浸漬時間 1.0 分間の浸漬で 5 尾のうち 1 尾のマハタが死亡し、2.0 分間以上の浸漬では全てのマハタが死亡した。この結果は、冒頭で述べた漁業者や筆者らの経験則と合致しており、マハタ若齢魚の場合、ハダムシの駆虫方法として淡水浴は避けるべきであることが明らかとなった。もっとも、水温 12°C の淡水浴では、数分間 (3.0 - 6.0 分間) の浸漬でマハタが死亡する割合は回帰式で 5% 程度と推定されたことから、水温によっては、マハタをほとんど死亡させない淡水浴が可能と考えられる。しかし、本研究では、水温条件間で供試魚群が異なるため、水温によるマハタの淡水耐性の違いを厳密には評価できないこと、および淡水浴でマハタが死亡しない水温範囲が十分検討されていないことから、どのような水温であれ、マハタに対する淡水浴の安全性は担保されていないことに留意する必要がある。一方、塩分 1‰の低塩分水浴では、水温 23°C と 12°C のいずれにおいても、数分間の浸漬でマハタが死

亡する割合はほぼ0%と推定された。淡水浴と同様に、本研究では水温によるマハタの低塩分水耐性の違いを厳密には評価できないが、本研究で検討した12 - 23℃の水温範囲については、マハタを死亡させない低塩分水浴が可能と考えられる。

本研究では、水温23℃の条件下で、*B. epinepheli*は塩分10%の低塩分水浴で3.0分間に54%、6.0分間で86%の虫体が死亡（白濁）することを確認した。一方、Umeda and Hirazawa (2004)は、水温23℃に近い条件（水温25℃）下で、*N. girellae*の成虫が塩分8%の低塩分水浴で1時間以内に死亡することや、孵化幼生は塩分8%の低塩分水浴で15分間に50%程度、30分間に70%程度が運動性を失うことを報告している。二つの実験条件は異なるものの、両種の致死時間を比較すると、*B. epinepheli*の実験条件よりも塩分が低い低塩分水浴での*N. girellae*の致死時間が*B. epinepheli*のそれよりも長いことから、*N. girellae*の低塩分水耐性は*B. epinepheli*よりも高い可能性が考えられる。しかし、本研究で両種共に検討した水温23℃での塩分5%の低塩分水浴では、種間で駆虫率に差がなく、3.0分間の浸漬で100%の虫体が死亡した。すなわち、*B. epinepheli*と*N. girellae*との間に低塩分水耐性の違いがあるとしても、この水温・浸漬条件の低塩分水浴であれば、その違いが駆虫率に影響することはないと考えられる。また、水温12℃の条件下でも、塩分5%、浸漬時間3.0分間の低塩分水浴の有効性を*B. epinepheli*の駆虫について確認した。この水温での*N. girellae*の駆虫については、前述浸漬条件の低塩分水浴の有効性を確認していないが、マサバでは水温24℃以下で本種の寄生虫体数が激減したとの報告があることや（山本他 2006）、一般に西日本沿岸では冬季に本種の寄生虫体数が激減すると考えられていることから（Bondad Reantaso *et al.* 1995）、実際には、この水温で*N. girellae*の駆虫が必要となる場面は養殖現場ではほとんどないと考えられる。すなわち、水温12 - 23℃の条件下でマハタに寄生したハダムシの駆虫には、塩分5%、浸漬時間3.0分間の低塩分水浴が有効であり、今後、養殖現場では、淡水浴に代わる駆虫方法としてこの浸漬条件の低塩分水浴を実施すべきであろう。一方、水温23℃より高水温の条件下では、*B. epinepheli*と*N. girellae*のいずれもマハタに寄生する可能性があるが（未発表資料；Kinami *et al.* 2005）、この水温でのマハタの淡水と低塩分水に対する耐性は不明であり、マハタに寄生した*B. epinepheli*と*N. girellae*の淡水と低塩分水に対する耐性も不明である。水温25℃でブリ類やマサバに寄生した*N. girellae*は淡水浴で駆虫可

能であったとの報告があるが（長倉他 2006；山本他 2006）、本研究においてマハタの死亡が水温12、23℃での淡水浴で確認されたことに加え、水温23℃より高水温での淡水浴がマハタにとって安全であるとの知見もない。今後は、この水温条件について、マハタの淡水と低塩分水に対する耐性を明らかにするとともに、本研究で明らかにした塩分5%、浸漬時間3.0分間の低塩分水浴の有効性を確認する必要がある。

要 約

淡水浴（塩分0%）と低塩分水浴がマハタ若齢魚*Epinephelus septemfasciatus*の生残およびマハタの寄生虫*Benedenia epinepheli*と*Neobenedenia girellae*の駆虫に及ぼす影響を水温12と23℃の条件下で検討した。その結果、次のことが明らかとなった。浸漬時間と塩分はマハタの死亡率に対して有意に影響した。また、水温23℃の条件下で淡水と塩分1%の低塩分水に浸漬したマハタのLT₅₀は、それぞれ1.4と9.6分間であった。水温12℃で淡水と塩分1%の低塩分水に浸漬したマハタのLT₅₀は、それぞれ37.3と58.4分間であった。水温23℃の条件下で、マハタに寄生した*B. epinepheli*と*N. girellae*は塩分5%以下の低塩分水に3.0分間浸漬することで完全に駆虫できた。水温12℃では、マハタに寄生した*B. epinepheli*は塩分5%以下の低塩分水に3.0分間浸漬することで完全に駆虫できた（*N. girellae*の駆虫については検討していない）。これらのことから、マハタに寄生した*B. epinepheli*は、水温12 - 23℃で塩分5%の低塩分水に3.0分間浸漬することで駆虫可能であり、マハタに寄生した*N. girellae*は、水温23℃で塩分5%の低塩分水に3.0分間浸漬することで駆虫可能と考えられる。また、この浸漬条件であればマハタが死亡することはないと考えられる。ハダムシを駆虫するための浸漬では、淡水の代わりに塩分5%の低塩分水を使用すべきであろう。

文 献

- Bondad Reantaso, M. G., Ogawa, K., Fukudome, M., and Wakabayashi, H. (1995) : Reproduction and growth of *Neobenedenia girellae* (Monogenea: Capsalidae), a skin parasite of cultured marine fishes of Japan. *Fish Pathology*. 30 (3), 227-231.
- Fukuda Y., Nguyen, H. D., Furuhashi, M., and Nakai, T. (1996) : Mass mortality of cultured sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus* associated with viral nervous necrosis. *Fish Pathology*. 31 (3), 165-170.

- 藤田慶之・山下浩史 (2003) : 養殖業総合対策事業 (養殖魚種の多様化). 愛媛県水産試験場事業報告. 平成 14 年度, 89-93.
- 藤田慶之・山下浩史 (2005) : 養殖水産物ブランド・ニッポン推進対策事業 養殖魚種の多様化. 愛媛県水産試験場事業報告. 平成 16 年度, 82-87.
- Hirazawa, N., Mitsuboshi, T., Hirata, T., and Shirasu, K. (2004) : Susceptibility of spotted halibut *Verasper variegatus* (Pleuronectidae) to infection by the monogenean *Neobenedenia girellae* (Capsalidae) and oral therapy trials using praziquantel. *Aquaculture*. 238, 83-95.
- 平川和正・坂見知子・阿保勝之・高柳和史・谷村 篤 (2006) : 五ヶ所湾マダイおよびアコヤガイ養殖場におけるプランクトン群集構造の季節遷移. 水産総合研究センター研究報告. 17, 37-55.
- 井上美佐・栗山 功・田中真二・西村昭史 (2001) : クエ・マハタ種苗量産技術確立事業 - III 養殖技術開発. 三重県科学技術振興センター水産技術センター事業報告. 平成 12 年度, 117-118.
- Kinami, R., Miyamoto, J., Yoshinaga, T., Ogawa, K., and Nagakura, Y. (2005) : A practical method to distinguish between *Neobenedenia girellae* and *Benedenia seriola*. *Fish Pathology*. 40 (2), 63-66.
- 長倉義智・中野昌次・虫明敬一・大原恵理子・岡本信明・小川和夫 (2006) : ブリ, ヒラマサおよびそれらの交雑種の *Benedenia seriola* に対する感受性の違い. 水産増殖. 54 (3), 335-340.
- 中島兼太郎・伊藤冬樹・八木秀志・山下浩史・水野かおり (2007) : 培養関係 種苗生産放流事業費Ⅳ マハタ. 愛媛県水産試験場事業報告. 平成 18 年度, 87-88.
- 中島兼太郎・水野かおり・山下浩史 (2006) : 種苗生産技術開発研究Ⅰ マハタ種苗生産試験. 愛媛県水産試験場事業報告. 平成 18 年度, 43-46.
- 尾鷲市水産課 (1999) : マハタ養殖の手引き. 尾鷲市水産課, 三重, 31pp.
- 関根義彦・大久保孝之 (2000) : 尾鷲湾における海況変動の観測. 沿岸海洋研究. 38 (1), 55-62.
- 瀬古慶子・岩崎剛久・庄司祈生 (2007) : マハタ海面飼育. 三重県栽培漁業センター三重県尾鷲栽培漁業センター事業報告書. 平成 18 年度, 48.
- 瀬能 宏 (2000) : ハタ科. 日本産魚類検索 全種の同定 第 2 版. 東海大学出版会, 東京, 690-731.
- 水産庁・社団法人全国かん水養魚協会・鹿児島県 (1994) : ハタ類の養殖マニュアル. 水産庁振興課, 東京.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (1994) : 種苗生産実績 (種類別, 県別, 機関区分別, 用途別) (1) 魚類. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 4 年度, 23-37.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (1995) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 5 年度, 46-77.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (1996) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 6 年度, 46-77.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (1997) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 7 年度, 48-81.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (1998) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 8 年度, 48-81.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (1999) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 9 年度, 48-81.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (2000) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 10 年度, 48-81.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (2001) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 11 年度, 48-81.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (2002) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 12 年度, 46-75.
- 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (2003) : 都府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 13 年度, 48-79.
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター (2004) : 都道府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 14 年度, 48-83.
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・社団法人全国豊かな海づくり推進協会 (2005) : 都道府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 15 年度, 48-79.
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・社団法人全国豊かな海づくり推進協会 (2006) : 都道府県支庁別・機関区分別集計結果 - 種苗生産. 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 平成 16 年度, 46-77.

- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・社団法人
全国豊かな海づくり推進協会（2007）：都道府県支庁
別・機関区分別集計結果－種苗生産。栽培漁業種苗生
産，入手・放流実績（全国）。平成 17 年度，46 77。
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・社団法人
全国豊かな海づくり推進協会（2008）：都道府県支庁
別・機関区分別集計結果－種苗生産。栽培漁業種苗生
産，入手・放流実績（全国）。平成 18 年度，46 77。
- 高見生雄・杉原志貴・塚原淳一郎（2002）：魚病被害抑制
対策技術開発研究。長崎県総合水産試験場事業報告。
平成 13 年度，164 174。
- 滝井健二・黒宮香美・中村元二・熊井英水・栗藤和治
（1998）：餌料タンパク質含量がマハタの飼育成績，蓄
積率および筋肉カテプシン活性に及ぼす影響。水産増
殖。46（4），529 534。
- 田中真二・古野 優・宮本敦史・井上美佐・栗山 功
（2004）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 15 年度，15 16。
- 田中真二・古野 優・中西尚文・栗山 功・羽生和弘
（2005）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 16 年度，18 19。
- 田中真二・古野 優・中西尚文・栗山 功・羽生和弘
（2006）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 17 年度，25 26。
- 田中真二・中西尚文・羽生和弘・栗山 功・西川久代
（2007）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 18 年度，17 18。
- 田中真二・小畑晴美・宮本敦史・井上美佐・栗山 功
（2000）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 11 年度，103 105。
- 田中真二・小畑晴美・宮本敦史・井上美佐・栗山 功
（2001）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 12 年度，68 69。
- 田中真二・小畑晴美・宮本敦史・井上美佐・栗山 功
（2002）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 13 年度，24 25。
- 田中真二・小畑晴美・宮本敦史・井上美佐・栗山 功
（2003）：魚病診断結果。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 14 年度，27 28。
- 辻 将治・栗山 功・羽生和弘・津本欣吾・岡田一宏・
糟谷 亨（2006）：「三重のマハタ」高品質・早期安定
種苗生産技術開発事業－I 種苗生産技術開発。三重
県科学技術振興センター水産研究部事業報告。平成
17 年度，120 122。
- 辻 将治・栗山 功・西川久代・津本欣吾・岡田一宏・
糟谷 亨（2007）：「三重のマハタ」高品質・早期安定
種苗生産技術開発事業。三重県科学技術振興センター
水産研究部事業報告。平成 18 年度，124 126。
- Umeda, N., and Hirazawa, N. (2004) : Response of the
monogenean *Neobenedenia girellae* to low salinities.
Fish Pathology. 39 (2), 105 107.
- 山本眞司・米島久司・高井清美・和泉健一・家戸敬太郎・
宮下 盛・村田 修（2006）：養成マサバのベネデニア
寄生について。近畿大学水産研究所報告。10，27 34。