

海面養殖開始初期のヤイトハタに寄生する単生類とその害作用について (県産魚介類の安定供給に向けた生産性高度化事業)

山内 岬*1, 木村基文*2, 岸本和雄*1, 知名真智子*3, 仲盛 淳*4

Infection with Monogenea of Cultured Malabar Grouper *Epinephelus malabaricus*

Misaki YAMAUCHI*1, Motofumi KIMURA*2, Kazuo KISHIMOTO*1
Machiko CHINA*3 and Jun NAKAMORI*4

単生類を原因とするヤイトハタの寄生虫防除策の検討に向けた基礎的知見を収集するため、八重山地域の魚類養殖場における配付種苗の被害状況と単生類寄生の発生状況を調査し、比較的簡易な防除策として、通常配付サイズ（全長 70～100 mm）よりも大型化した種苗（平均全長 142 mm）を用いた海面養殖試験を実施した。被害状況調査の結果、2012 年度に配付した小型種苗（平均全長 58～98 mm）の生残率が、配付 130～177 日後で平均 42.8 %（1.1～71.5 %）に低下すること、平均全長 161 mm で配付した大型種苗の生残率が、配付 136～140 日後で平均 72.8 %（62.3～89.3 %）に低下することが明らかとなった。また、海面養殖試験開始 8 日目までに、単生類 2 種（Diplectanidae sp. Benedeniinae sp.）の寄生が確認され、54 日目までに全ての試験区の生残率が 30 %以下になったことから、種苗サイズの大型化と短時間の淡水浸漬による駆虫処理だけを用いた飼育管理では、本寄生虫症を耐過することができないことがわかった。

1997 年に国内で初めて人工種苗の量産技術が開発されたヤイトハタ *Epinephelus malabaricus* は、本県の主要な養殖対象種として、八重山地域を中心に生産されている。主に熱帯地域の沿岸に分布する本種は、国内唯一の亜熱帯地域に属する本県の地理的特性を活かした養殖生産が可能であり新たなおきなわブランドのひとつとして、生産性の向上と拠点産地の形成が期待されている。本種の養殖は、主に海面に設置された小割生簀で行われており、生産者の多くは、全長 70～100 mm 程度で購入した種苗を、約 2 年間で体重 1.5～2.0 kg に養成して出荷する生産スケジュールを採用している。しかし、その歩留りは低く、特に種苗導入直後から数カ月間における養殖開始初期の生残率が低い。その原因のひとつとして、収容した種苗の鰓弁と体表に寄生する単生類による害作用が指摘されており（知名, 2012）、有効な寄生虫防除策の実施が求められている。

そこで、本研究では、単生類を原因とする寄生虫防除策の検討に向けた基礎的知見を収集するため、八重山地域の魚類養殖場における配付種苗の生残数等を調査し、本寄生虫症の被害状況を把握した。また、比較的簡易な防除策の候補として、通常配付サイズよりも大型化した種苗を用いた海面養殖試験を実施し、体サイズの大型化によって本寄生虫症の耐過が可能かどうかを検討した。

材料と方法

寄生虫被害状況と飼育管理状況の調査

八重山地域で特定区画漁業権が取得されている登野城漁港東側地先の魚類養殖場におけるヤイトハタの寄生虫被害状況を調査するため、各経営体が養殖する 2012 年 5～7 月配付の小型種苗と 9 月配付の大型種苗の生残数および体サイズを計測した。調査は、2012 年 11 月 20～22 日（1 回次）と 2013 年 2 月 4～7 日（2 回次）に分けて行い、同養殖場でヤイトハタ養殖を営む 13 経営体のうち、調査への協力が得られた 8 経営体で実施した。生残数の計数は、各生簀網に収容された飼育魚を、10 尾以下で取揚げ、目視で数えた後、結果を手動カウンターに記録して行った。体サイズの測定は、1 回次の調査のみ実施し、各生簀網から無作為に抽出した 10 個体の種苗を 100 ppm に海水希釈した魚類・甲殻類用麻酔剤（FA100）で麻酔し、全長を 1 mm 単位、体重を 1 g 単位で記録した。生残数および体サイズの計測時は、各個体の鰓弁を目視観察し、単生虫寄生の有無を確認した。

体サイズ測定で得られた全長（*TL*）と体重（*BW*）の結果を基に、以下の式から肥満度（*CF*）を算出し、各経営体が養殖する飼育魚の栄養状態を示す指標として用いた。

$$CF = BW \text{ (g)} / TL \text{ (mm)}^3 \times 10^6$$

また、各経営体における配付種苗の飼育管理状況を把握するため、給餌条件や生簀網仕様（容量、材質、漁網用防汚剤使用の有無）、単生類の駆虫処理方法等に関する聞き取り調査を可能な限り実施した。

*1Email : ymuchimi@pref.okinawa.lg.jp, 石垣支所

*2 沖縄県栽培漁業センター, *3 沖縄県八重山農林水産振興センター, *4 沖縄県水産海洋技術センター

大型種苗を用いた海面養殖試験

2012年10月10日から12月3日にかけて、八重山地域の魚類養殖場に設置した試験用海面生簀を使用して日齢144の大型種苗(平均全長142 mm, 平均体重46 g)を用いた養殖試験を実施した。同養殖場で実施された過去の飼育試験の結果から、飼育管理条件の違いが本寄生虫症の経過に影響を及ぼすことが示唆されていることから(知名, 2012)1日あたりの給餌頻度と、単生虫による寄生虫症の防除方法として一般的に広く行われている短時間の淡水浸漬による駆虫処理(以下、淡水浴)頻度別に8試験区を設定し、各2,100尾の供試魚を収容した(表1)。

各試験区の生簀網は、容量18 kLのナイロンモジ網(1辺3 m×丈2 m, 6.25 mm 目合)を使用し、鳥類による食害を防ぐため、天井網(1辺3 m, 30 mm 目合)を設置した。また、供試魚に与える環境ストレスの軽減を目的として、生簀網の上を遮光ネット(1辺5 m, 遮光率95%)で覆い、網内には垂下式のシェルター(容積0.5 m³, トリカルネット製)を設置した。飼育期間中の給餌は、全て手撒きで行い、1日あたり1回給餌区で午後3～5時、2回給餌区で午前9～11時と午後3～5時に粒径約6 mmのマダイ育成用EP飼料(マーキュリー, 日本配合飼料社製)を毎日飽食量与えた。斃死魚が発生した場合は、午前の給餌作業後に回収し、数を記録した。淡水浴は、容量150 Lの角型タンク(ポリエチレン製)に100 Lの水道水を貯め、浄化槽用ブロウ(LA-40E, メドー産業社製)を用いて毎分20 L以上の通気を行いながら供試魚の密度が約0.2 kg/Lとなるように収容して実施した。浸漬処理は3分間連続して行い、処理後の供試魚は速やかに新しく設置した生簀網へ収容した。供試魚が分泌する粘液や吐出物によって処理水に懸濁が生じ、溶存酸素の低下や水質悪化が認められた場合は、随時新しい水道水に置換した。

飼育試験中の水質は、生簀枠から垂下したデータロガー(HOBO U22 Water Temp Pro v2, Onset 社製)を用いて水面下5 mの水温を12時間毎に測定し、多項目水質計(WQC-24型, 東亜 DKK 社製)を用いて、水面下1 mのpH, 溶存酸素量(DO), 塩分(PSU)を7日毎に測定した。疾病等を原因とした斃死魚の発生により、生残率が30%以下となった試験区は飼育を中止した。

ヤイトハタに寄生する単生類の発生状況調査

上記養殖試験中の各試験区より、5～10日毎に5～10個体の供試魚を採集し、体表と鰓弁に寄生する単生虫の形態観察と寄生個体数の計数を行った。採集した供試魚は、約500 mLの淡水を満たしたポリプロピレン製容器(PP パック, 瑞穂化成工業社製)に1尾ずつ収容した状態で研究室に持ち帰り、体表から脱落した単生虫(以下、ハダムシ類)を5%ホルマリン液で固定した。鰓弁に寄生する単生虫(以下、エラムシ類)は、左体側の第1鰓葉ごと摘出し、10%海水ホルマリン液で固定した。形態観察は、全て光学顕微鏡下(ECLIPSE 90i, Nikon 社製)で行い、ハダムシ類は、5%ホルマリン液で固定後の個体、エラムシ類は、95%エタノールを希釈した海水中で鰓弁から脱落させた個体を観察した。

また、供試魚1尾あたりの寄生個体数を把握するため、ハダムシ類は5%ホルマリン液で固定した個体を万能投影機(V-12A, Nikon 社製)下で全て計数し、エラムシ類は、10%海水ホルマリン液で固定した第1鰓葉の外側と内側に固着する成熟個体(卵黄腺が黒色変性した個体)を実体顕微鏡(M10, Leica 社製)下で全て計数した。

結 果

寄生虫症の被害状況と配付種苗の飼育管理状況

各経営体の被害状況調査で得られた2012年度種苗の生残数を表2と3に示す。2012年3月に生産され、全長58～98 mmで配付された小型種苗の生残率は、配付130～177日後(1回次)で平均42.8%(範囲: 11.1～71.5%)であった。一方、2012年4月に生産され、全長161 mmで配付された大型種苗の生残率は、配付60～64日後(1回次)で平均76.2%(57.2～90.8%), 配付136～140日後(2回次)で平均72.8%(62.3～89.3%)であった。また、各経営体の飼育魚の鰓弁を目視観察した結果、調査を実施した全ての経営体において、単生虫寄生が確認された。

1回次の調査で実施した体サイズ測定の結果、6経営体より合計120個体の測定データが得られ、小型種苗の全長は 189.1 ± 28.9 mm(平均±標準偏差)、大型種苗の全長は 172.0 ± 14.7 mmであった。小型種苗の全長は、大型種苗と比較すると経営体ごとのばらつきが大きく(図1)、平均値は有意に異なった(One-way ANOVA, $p < 0.05$)。

表1 大型種苗を用いた養殖試験における各試験区の飼育管理条件(試験期間: 2012年10月10日～12月3日)。

試験区	収容尾数	総重量 (kg)	収容密度 (kg/kL)	給餌方法	給餌頻度 (回/日)	処理水	浸漬処理方法		浸漬 網換え頻度 (日毎)
							時間 (分)	収容密度 (kg/L)	
1	2,100	91.9	5.1	手撒き飽食	1	淡水	3	0.2	7
2	2,100	94.0	5.2	手撒き飽食	1	淡水	3	0.2	14
3	2,100	93.4	5.2	手撒き飽食	1	淡水	3	0.2	21
4	2,100	93.9	5.2	手撒き飽食	1	淡水	3	0.2	28
5	2,100	96.6	5.4	手撒き飽食	2	淡水	3	0.2	7
6	2,100	93.3	5.2	手撒き飽食	2	淡水	3	0.2	14
7	2,100	90.4	5.0	手撒き飽食	2	淡水	3	0.2	21
8	2,100	99.0	5.5	手撒き飽食	2	淡水	3	0.2	28

また、肥満度の平均値は、小型と大型でそれぞれ 17.2 ± 1.2 と 16.0 ± 1.5 であった。大型種苗の肥満度は、経営体ごとに大きくばらついており（図2）、経営体Aと経営体B、D、G間、経営体Cと経営体D、G間に有意な差が認められた（Tukey's HSD post-hoc test, $p < 0.05$ ）。聞き取り調査の結果、ナイロンモジ網を使用していた1経営体を除いて調査を行った全ての経営体がポリエチレン製の生簀網を主に使用していることがわかった（表4）。生簀網の目合は5～17 mm 容量は15.6～125 kLと経営体によって様々であり、漁網用防汚剤はどの経営体も使用していなかった。給餌頻度は、全ての経営体が1日あたり1回給餌で、作業は主に夕方15～17時頃に行われていた。餌は、配合飼料（マダイ用EP飼料）と生餌（主にカツオ・マグロ類の残渣）が使用されており

小型種苗では1回次の調査時に既に生餌を併用している経営体がみられた。大型種苗では、2回次の調査で2経営体が併用給餌から生餌のみの給餌に切り替えていた。1経営体を除き全ての経営体が、生餌および配合飼料の使用に関係なくビタミン製剤含有の飼料添加物を使用していた。各経営体における単生類の駆虫処理は、主に淡水浴が用いられており飼育魚の摂餌や斃死の状況、異常遊泳行動の有無等を観察しながら、経営体単位で適時行われていた。各経営体の淡水浸漬時間は、全て3～5分間とほぼ同様の処理条件を採用していたが、1回次の調査における処理頻度は3～21日毎、2回次の調査時は7～31日毎に実施されており、経営体や飼育時期によって処理頻度は様々であった。

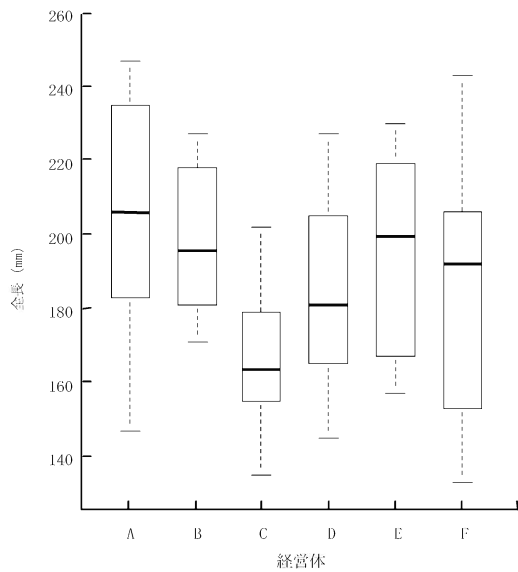


図1 2012年11月20～22日における八重山地域の2012年配付小型種苗の経営体別体サイズ組成（6経営体より各10尾を測定）。箱ひげは四分位数と最大値、最小値を示す。

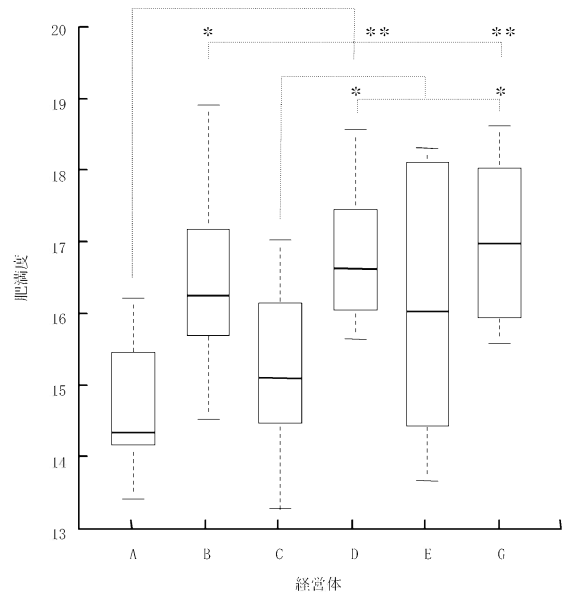


図2 2012年11月20～22日における八重山地域の2012年配付大型種苗の経営体別肥満度組成（6経営体より各10尾を測定）。箱ひげは四分位数と最大値、最小値を示す（Tukey's HSD post-hoc test, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ ）。

表2 2012年11月20～22日における八重山地域の2012年配付小型種苗の生残状況

経営体	種苗 輸送日	配付数 (尾)	配付種苗 全長 (mm)	2012年11月20～22日 (1回次)		
				生残数 (尾)	生残率 (%)	飼育日数
A	5/29	5,000	58	556	11.1	177
B	5/29	2,500	82	1,736	69.4	177
C	6/9・7/14	8,500	75・82	2,324	27.3	165・130 *
D	6/14	5,000	81	3,577	71.5	161
E	6/27	5,000	98	1,423	28.5	147
F	6/26	5,000	95	2,422	48.8	149
平均		5,167	81.6	2,006	42.8	138

* 経営体Cは2サイズを混養して管理

表3 2012年11月20～22日と2013年2月4～7日における八重山地域の2012年配付大型種苗の生残状況

経営体	種苗 輸送日	配付数 (尾)	配付種苗 全長 (mm)	2012年11月20～22日 (1回次)			2013年2月4～7日 (2回次)		
				生残数 (尾)	生残率 (%)	飼育日数	生残数 (尾)	生残率 (%)	飼育日数
A	9/21	2,000	161	1,449	75.0	62	1,285	64.3	137
B	9/19	2,000	161	1,402	70.1	64	1,323	66.2	139
C	9/22	2,000	161	1,669	83.5	60	1,343	67.2	136
D	9/21	2,000	161	1,815	90.8	62	1,785	89.3	136
E	9/22	2,000	161	1,355	67.8	60	1,245	62.3	138
F	9/20	2,000	161	1,774	88.7	63	1,726	86.3	140
G	9/20	2,000	161	1,143	57.2	61	—	—	—
H	9/21	2,000	161	—	—	—	1,481	74.1	138
平均		2,000	161	1,515	76.2	62	1,455	72.8	138

表4 2012年11月20~22日と2013年2月4~7日における八重山地域の2012年配付種苗飼育管理状況

経営体	材質	網仕様		漁網 防汚剤	種類	給餌条件		淡水浴	
		容量 (kL)	目合 (mm)			頻度 (回／日)	飼料 添加物	頻度 (日毎)	浸漬時間 (分)
小型種苗：2012年11月20～22日（1回次）									
A	ナイロン網	18.8	5	×	配合，生餌	1	○	7～10	3
B	ポリエチレン網	100	15	×	配合，生餌	1	○	8	3
C	ポリエチレン網	75	10	×	配合	1	○	13～21	5
D	ポリエチレン網	75	17	×	配合，生餌	1	○	8	3
E	ポリエチレン網	100	15, 17	×	配合	1	○	3～5	3
F	ポリエチレン網	125	10	×	配合	1	○	10～14	4
G	ポリエチレン網	50	10	×	配合，生餌	1	○	3～7	5
大型種苗：2012年11月20～22日（1回次）									
A	ポリエチレン網	18.8	10	×	配合	1	○	7～11	3
B	ポリエチレン網	—	—	×	配合	1	○	8	3
C	ポリエチレン網	18.8	10, 15	×	配合	1	○	13～21	5
D	ポリエチレン網	15.6	7	×	配合	1	○	5～7	3
E	ポリエチレン網	100	15, 17	×	配合	1	×	3～5	3
F	ポリエチレン網	75	10	×	配合	1	○	10～14	4
G	ポリエチレン網	50	10	×	配合	1	○	3～7	5
大型種苗：2013年2月4～7日（2回次）									
A	ポリエチレン網	18.8	10	×	配合	1	○	31	3
B	ポリエチレン網	—	—	×	生餌	1	○	31	3
C	ポリエチレン網	18.8	10, 15	×	配合	1	○	14	5
D	ポリエチレン網	15.6	7	×	生餌	1	○	7	3
E	ポリエチレン網	100	15, 17	×	配合	1	×	—	—
F	ポリエチレン網	75	15	×	配合	1	○	21	5
I	ポリエチレン網	31.3	—	—	—	—	—	—	—

大型種苗を用いた海面養殖試験

飼育試験中の水質測定結果を図3に示す。水面下5mの水温は、平均 24.8 ± 0.9 °C ($22.6 \sim 26.4$ °C) で推移し、水面下1mのpHは平均 8.11 ± 0.01 、塩分は平均 34.1 ± 0.4 PSU、溶存酸素量は平均 5.9 ± 0.8 mg/Lであった。

養殖試験開始後、各試験区の日間給餌率は3日目に平均2.2% (1.7~3.1%) に達し、活発に摂餌するようになった(図4)。しかし、飼育開始9日目には平均1.0% (0.5~2.1%) に給餌率が低下し、全ての試験区で摂餌が不活発になった。飼育開始10日目には、7日毎の淡水浴を行ったNo.1と5の試験区以外で異常遊泳魚が発生した(図5)。異常遊泳を行うほとんどの個体の鰓は褪色し、大量の単生虫寄生が観察されたことから、吸血による貧血症状に起因する行動であることが推測された。その後、No.2と6の試験区で、それぞれ1日あたり1,639尾と1,075尾の大量死が生じた。

飼育開始9日目以降にみられた摂餌不良の傾向がその後も改善せず、異常遊泳魚の増加も著しかったことから、14日以上頻度で淡水浴を実施する予定だったNo.3, 4, 7, 8の試験区は、試験作業を中断し、過酸化水素を有効成分とする単生虫用薬浴剤(マリンサワーSP45, 片山化学工業研究所製)を用いた駆虫処理を、試験開始12日目以降に実施した。農林水産省消費・安全局が発行する「水産用医薬品の使用について」に記載されているスズキ目魚類のハダムシ類(*Benedenia seriolae*)とエラムシ類(*Bivagina tai*)における用法用量および製造元が発行する使用基準を参考に、2分間の浸漬処理を7日毎に計3回実施したが、摂餌不良と異常遊泳行動に改善はみられず、処理を行った全ての試験区で徐々に生残率が低下した(図4)。

試験開始9日目に異常遊泳魚が発生していなかったNo.1と5の試験区においても、19日目から異常遊泳魚が発生し

No.1では25日目以降、No.5では27日目以降に1日あたり数百尾の斃死が続いた(図4)。試験開始34日目までに、No.1以外の全ての試験区で生残率が30%以下となり、試験開始54日目にはNo.1の試験区も30%を下回ったことから、全ての養殖試験を中止した。

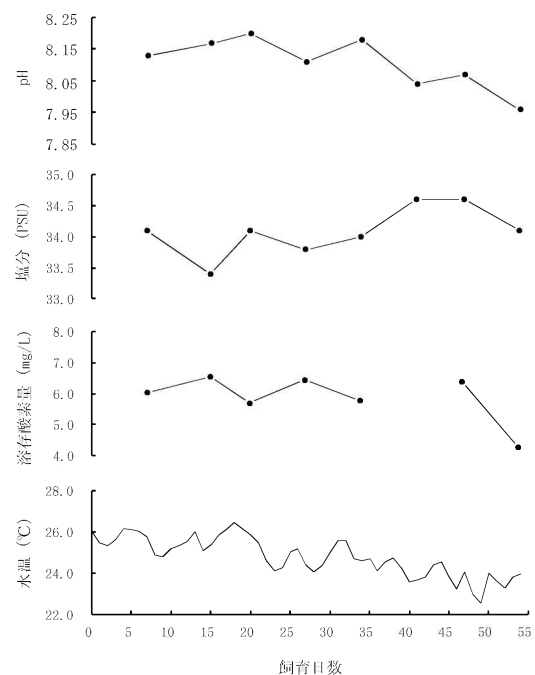


図3 大型種苗を用いた海面養殖試験中の水質測定結果(水温は水面下5m, その他の項目は水面下1mの測定結果を示す)。

ヤイトハタに寄生する単生類とその寄生状況

海面養殖試験開始7日目に各試験区から採集した供試魚の鰓弁と体表には、既に単生虫が寄生しており(図6)、網地には単生類のものと推測される多量の虫卵が観察された

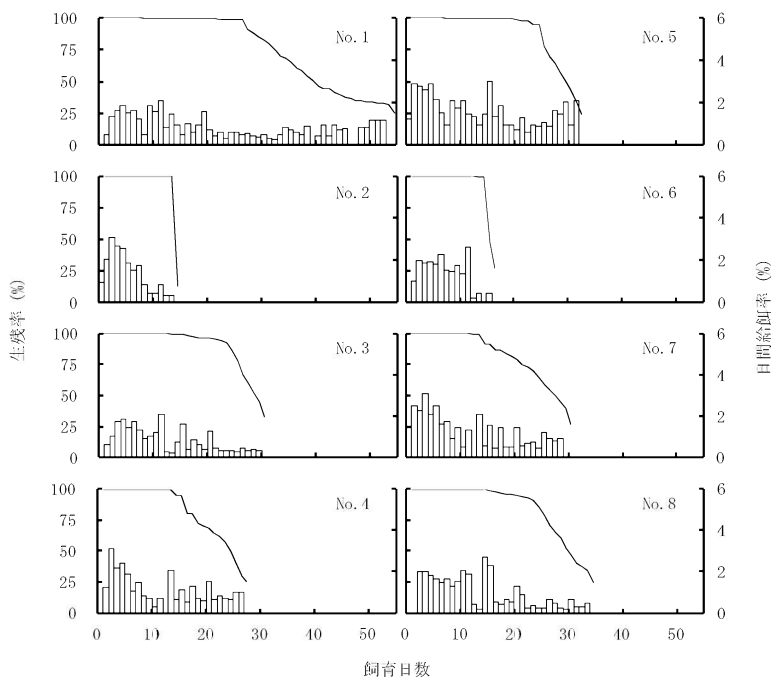


図4 大型種苗を用いた海面養殖試験における生残率と日間給餌率. 折れ線は各試験日の生残率, 棒グラフは日間給餌率を示す.



図5 大型種苗を用いた海面養殖試験で確認された異常遊泳魚の様子. シェルターから離散した供試魚の大半は, 網の角に集まり, 水面近くで頭部を上にした状態で遊泳していた. 異常遊泳魚の多くは照度変化に対する反応が緩慢になり, 一部狂奔遊泳する個体も観察された.

(図7). 鰓への寄生が確認された単生虫は, 鰓弁上にも観察され, 多数の虫体が寄生した個体においては, 1次鰓弁の基部から末端にかけて大小様々なサイズの虫体が鰓葉全体に広く固着していた(図8). また, 寄生レベルの高い個体の鰓孔からは, 粘液に取り囲まれた多数の虫卵が糸状に付着している状態も観察された. 虫体サイズは, 全長1mm程度と小型で扁平な体をしており, 前端近くに2対の眼点, 後端近くの背面と腹面には鱗片状の固着盤を有していた. 後端には支持棒に支えられた2対の鉤および複数対の周縁小鉤からなる把握器が備わっていた.

体表への寄生が確認された単生虫は, 体表全体に寄生しており, 寄生レベルの高い個体においては, 上皮組織の摂食によるものと推測される患部の損傷や鰭の欠損がみられた(図8). 虫体サイズは, 全長5mm程度で扁平な小半円の体をしており, 前端部に1対の口前吸盤と2対の眼点, 中央部に1対の精巢, 後端には2対の鉤と1対の付属片および複数対の周縁小鉤に囲まれた隔壁のない固着盤を有していた.

各試験区から採集した供試魚の単生虫寄生状況の結果を表5に示す. 試験開始7, 8日目におけるエラムシ類の1種の寄生率は, 平均25% (0~80%) であったが, 14, 15日目には全ての試験区で100%に達した. 試験開始15日目までの寄生個体数は, 全ての試験区で飼育日数に比例した増

傾向を示し, 最も長い期間試験を実施したNo.1の試験区では, 試験開始40日目まで増加し続けた. 1鰓葉あたりの平均寄生個体数は最大785.3個体 (No.5・26日目) に達し寄生レベルの高い個体では, 最大1,273個体 (No.1・47日目) が観察された. 一方, 1日あたり1,000尾以上の大量死が生じたNo.2と6の試験区における試験終了時 (14, 15日目) の平均寄生個体数は, それぞれ143.6と101.5個体であった.

ハダムシ類の1種の寄生率は, 試験開始7, 8日目から全ての試験区で既に100%に達しており, 寄生個体数は試験開始27日目まで全ての試験区で増加傾向を示した. 1尾あたりの寄生個体数は, 最大745個体 (No.7・26日目) に達しNo.2と6の試験区における試験終了時 (14, 15日目) の平均寄生個体数は, それぞれ315.2と211.0個体であった. エラムシ類の1種と比較すると, ハダムシ類の1種は, 1尾あたりに寄生する虫体数のばらつきが大きく, 試験期間を通して比較的寄生レベルの低い供試魚がどの試験区でも出現した. 1尾あたり200以上の平均寄生個体数が確認されたのはNo.2と6のみであり, 他の試験区ではこれ以下の個体数であった. 特に, 7日毎の淡水浴と1日あたり1回給餌を実施したNo.1は, 飼育期間を通して平均寄生個体数が低く, 採集した35個体の供試魚全てが1尾あたり100以下の寄生個体数であった.

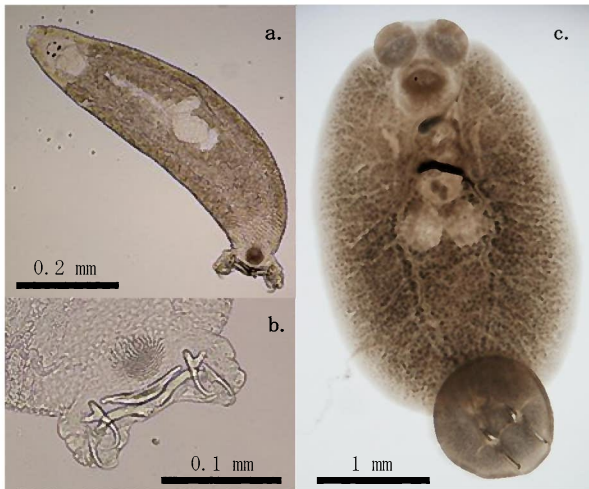


図6 大型種苗を用いた海面養殖試験で確認されたヤイトハタに寄生する単生虫の顕微鏡写真。aとbは鰓弁への寄生が確認されたエラムシ類の1種。cは体表への寄生が確認されたハダムシ類の1種を示す。

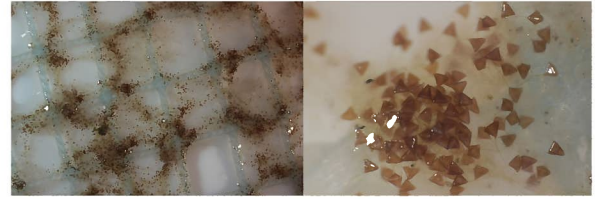


図7 大型種苗を用いた海面養殖試験で確認された網地に付着する単生類の虫卵。

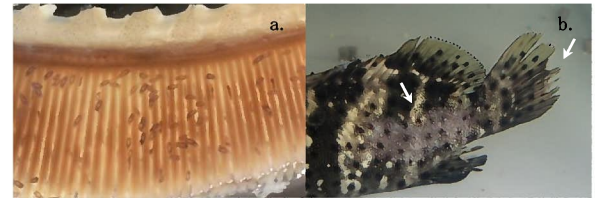


図8 大型種苗を用いた海面養殖試験で確認された単生虫の寄生患部。aはエラムシ類の1種が寄生する個体の鰓葉、bはハダムシ類の1種が寄生する個体の体表と鰭の損傷状態を示す。

表5 大型種苗を用いた海面養殖試験における各試験区の単生類寄生個体数の計数結果（エラムシ類の1種は左体側から摘出した第1鰓葉の寄生個体数、ハダムシ類の1種は1尾あたりの寄生個体数を示す）。

試験区	採集日	飼育 日数	採集 尾数	全長範囲 (mm)	体重範囲 (g)	エラムシ類の1種		ハダムシ類の1種	
						寄生率 (%)	平均寄生個体数 (範囲)	寄生率 (%)	平均寄生個体数 (範囲)
No.1	10/18	8	5	126.7–148.2	38.9–65.5	40	0.4 (0–1)	100	12.9 (11–16)
	10/25	15	5	128.0–149.3	35.5–65.7	100	86.1 (64–127)	100	28.8 (20–47)
	10/31	21	5	145.8–158.1	50.0–65.1	100	172.8 (119–231)	100	47.1 (32–65)
	11/6	27	5	130.6–163.3	32.8–67.5	100	263.9 (142–490)	100	20.8 (17–24)
	11/12	33	5	127.2–156.7	34.6–54.2	100	620.3 (328–849)	100	51.4 (14–97)
	11/19	40	5	142.6–160.2	40.7–57.3	100	682.8 (387–1,083)	100	18.7 (3–31)
	11/26	47	5	135.0–155.0	41.0–49.5	100	349.5 (7–1,273)	—	—
No.2	10/17	7	5	128.5–165.2	41.1–91.1	40	0.4 (0–1)	100	19.8 (9–29)
	10/24	14	10	114.4–148.2	20.8–50.6	100	143.6 (61–219)	100	315.2 (172–430)
No.3	10/18	8	5	128.1–142.9	40.6–53.7	20	0.2 (0–1)	100	18.5 (12–26)
	10/23	13	6	122.2–168.5	30.1–79.5	100	115.6 (73–150)	100	122.1 (7–277)
	10/29	19	6	112.5–149.2	23.8–53.2	100	214.9 (91–442)	100	159.4 (3–726)
No.4	11/5	26	6	144.2–149.6	41.8–53.8	100	448.9 (375–579)	100	79.4 (3–258)
	10/17	7	5	135.0–148.8	45.6–61.9	0	0.0	100	15.2 (3–33)
	10/22	12	6	139.8–161.7	44.8–78.5	100	108.2 (81–144)	100	111.2 (9–257)
No.5	10/29	19	6	128.5–151.9	35.2–61.9	100	281.4 (182–466)	100	155.1 (6–368)
	10/17	7	5	130.5–157.6	38.6–73.3	80	1.0 (0–2)	100	38.1 (21–55)
	10/24	14	5	140.0–154.1	47.0–66.2	100	164.4 (123–229)	100	122.3 (60–199)
No.6	10/30	20	5	129.1–152.4	37.2–57.1	100	220.4 (174–287)	100	122.1 (82–218)
	11/5	26	5	131.3–152.3	32.0–55.0	100	523.2 (217–782)	100	112.1 (90–157)
	11/12	33	5	137.3–155.1	37.6–57.4	100	785.3 (330–1,198)	100	49.1 (30–86)
No.7	10/18	8	5	130.8–147.9	41.3–70.0	0	0.0	100	35.5 (24–49)
	10/25	15	5	120.2–155.7	26.4–60.5	100	101.5 (58–149)	100	211.0 (120–279)
No.8	10/17	7	5	132.6–160.3	44.1–73.2	20	0.2 (0–1)	100	14.5 (7–21)
	10/22	12	6	145.0–154.8	47.6–71.3	100	105.9 (67–151)	100	151.8 (6–345)
	10/29	19	6	137.3–162.7	35.4–75.6	100	189.4 (132–234)	100	134.4 (4–361)
No.9	11/5	26	6	109.1–155.7	20.1–52.0	100	492.7 (251–779)	100	160.3 (15–745)
	10/18	8	5	136.6–152.6	44.0–64.0	0	0.0	100	31.8 (12–60)
	10/23	13	6	127.3–158.0	43.3–72.8	100	109.8 (85–131)	100	120.4 (20–262)
No.10	10/29	19	6	136.1–159.9	41.0–71.5	100	162.8 (81–239)	100	61.6 (16–145)
	11/5	26	6	139.1–150.1	36.1–51.4	100	616.7 (166–986)	100	98.3 (19–224)

考 察

単生類による寄生虫症の被害状況と歩留り改善に向けて取り組むべき課題

ヤイトハタ養殖において発生する疾病は、養殖用種苗の配付が開始されて以来、沖縄県水産海洋技術センターが実施する各種魚病検査によって診断されており、毎年その発生状況が報告されている。比較的致死率が高く、深刻な魚病被害を

与えるおそれがある疾病として、これまでにウイルス性神経壊死症やマダイイリドウイルス症といったウイルス病が目され、重点的な検査対象となっているが、本種を宿主とする寄生虫に関する詳細な検査報告は少ない。特に、生活環が単純で中間宿主を必要としないことから、養殖場に定着しやすい外部寄生性の単生類については、本種の養殖が開始された直後からその存在と防除策の必要性が認識されていたに

もかわらず (多和田, 1999; 杉山・蔵下, 2000), これまで被害状況に関する定量的な調査はどの養殖場においても実施されていない。その原因として, 魚病検体の多くが, 氷蔵や冷凍状態で研究室に運ばれるため, 外部寄生虫の検査や種同定に不適であったこと, 病害性による重大な影響が虫体の大量発生時にしか現れないこと, 淡水浴や飼育管理条件 (網換え頻度, 漁網用防汚剤の使用, 低密度飼育等) の工夫によってある程度防除可能であると考えられていることがあげられる。また, 単生虫のふ化幼生は浮遊性であることから, 内湾度の低い (潮通しの良い) 養殖場では, ふ化直後に幼生が流されてしまうため, 寄生生活に移行することができず, 大量寄生による影響が現れにくい。各養殖場の飼育管理方法や物理的環境条件によって寄生状況が異なる場合, 大量寄生による被害の現れにくい養殖場においては, その防除策の必要性や害作用の深刻さが認識されにくいことも, 本寄生虫症の被害状況の把握が遅れている原因のひとつと考えられる。

本研究で単生虫寄生による被害状況調査を実施した八重山地域の魚類養殖場は, 漁港施設に隣接する海域を掘り込み, 周囲を消波堤で取り囲むことで人工的に造成した養殖場である。消波堤の下部には, 潮通しのための通水口が整備されていることから, 養殖場内外の海水交換は比較的良好であり, 2010 年に実施された漁場環境調査においても, 過去の調査と比較して特別に悪化した項目は報告されていない (牧野, 2011)。しかし, 近年, 単生類による寄生虫症の被害が多発しており, 本研究における生残数の調査結果も不良であった。特に, 平均全長 58~98 mm で配付された小型種苗については, 配付後約 6 カ月間で生残率が平均 4 割程度にまで減少しており, わずか 1 割程度しか生残していない経営体も確認されたことから, 早急に生残率改善に向けた対策と被害が多発している原因究明を行う必要がある。

一方, 平均全長 161 mm で配付された大型種苗については, 配付 4 カ月半が経過しても生残率は平均 7 割程度を維持したことから, より大型の種苗を配付することによってある程度の歩留り改善が期待される。ただし, 同時期に実施した平均全長 142 mm の大型種苗を用いた養殖試験では, 単生虫寄生による大量死が生じたことから, 種苗サイズの大規模化と 7 日毎程度の淡水浴による飼育管理だけでは必ずしも十分な改善策ではない。また, 配付種苗の大規模化を目指す場合には不適切な中間育成管理による疾病の発生や健苗性の低下, および種苗生産コストの増大に留意する必要がある。今後, 本養殖場におけるヤイトハタの歩留り改善を実現するためには, 健苗性を維持しながら最大限大型化することが可能な低コスト型の中間育成技術だけでなく, 有効な寄生虫防除技術の開発にも取り組む必要がある。さらに, 今回の調査で明らかとなった各経営体の体サイズや肥満度のばらつきは, それぞれの飼育管理努力や給餌条件の違いから生じている可能性があり, 適正な飼育管理条件と給餌条件の検討によって, このような成長と栄養状態のばらつきをなくすことも, 歩留

り改善に向けた解決すべき課題の一つである。

ヤイトハタに寄生する単生虫

大型種苗を用いた海面養殖試験において鰓弁への寄生が確認されたエラムシ類の 1 種は, 把握器の形態的特徴から多後吸盤類の *Diplectanidae* に属する種であると考えられる。Domingues and Boeger (2008) の分類体系に基づく, 本科には 4 亜科 28 属が含まれ, 交接器や前立腺囊, 固着盤等の形態的特徴によって分類される。これらの分類形質の観察には, 各種染色法や計測作業が必要不可欠であることからより下位の分類群への同定は専門家による観察が必要である。一般的に, エラムシ類の多くは種特異性が高く, 1 魚種あたりに寄生する種数も少ないことから (小川, 2004), 種までの同定を行うためには既にヤイトハタへの寄生が報告されているものと比較することが望ましい。本種に寄生する多後吸盤類としては, 既に 8 種が報告されており, それらは全て *Diplectanum* 属または *Pseudorhabdosynochus* 属であることから (Justine and Sigura, 2007), 本研究で確認されたエラムシ類の 1 種もこれらのどちらかに属する可能性が極めて高いと考えられる。

また, 体表への寄生が確認されたハダムシ類の 1 種は, 隔壁のない固着盤と体中央部に並列した 2 個の精巣を有することから, 単後吸盤類に含まれる *Benedeniinae* に属すると考えられる (Whittington, 2004)。本亜科には, 魚病被害を与える寄生虫として有名な *Benedenia* 属と *Neobenedenia* 属が含まれており, ヤイトハタでは既に *Neobenedenia girellae* の寄生が報告されている (Ogawa et al., 1995)。*Neobenedenia* 属ハダムシは, *Benedenia* 属ハダムシより小型で高水温に適応していると考えられており (Bondad-Reantaso et al., 1995), 本県の位置する亜熱帯地域では冬季低水温期においても寄生が成立し得る。本研究で確認されたハダムシ類の 1 種は全て全長 10 mm 以下と小型であったことから, *Neobenedenia* 属ハダムシである可能性が示唆されるものの, より下位の分類群への同定は, エラムシ類の 1 種と同様に, 専門家による形態学的観察が必要不可欠である。さらに, より確実な同定結果を得るためにはこれらと合わせて遺伝子解析による種判別も実施する必要があるとともに, 本寄生虫症の季節的消長や複数の原因種が出現する可能性も含めて, 養殖場における寄生虫発生状況を引き続き調査する必要がある。

単生虫寄生の害作用と治療方法について

本研究で実施した海面養殖試験の結果, わずか 2 週間程度の試験期間で 1 日あたり 1,000 尾以上の大量死が 2 つの試験区で生じ, 試験開始 54 日目までに全ての試験区の生残率が 30 % 以下となった。大量死が生じた試験区の瀕死魚を魚病検査した結果, 病害性のある細菌やウイルス等は分離されず内臓の損傷等も観察されなかったこと (仲盛, 未発表), 試験中に確認された異常遊泳行動以外に疾病を原因とする試験魚の異常等が観察されなかったことから, 斃死原因が単生

虫寄生であることはほぼ間違いない。

大量死が発生した 2 試験区においては、エラムシ類だけでなくハダムシ類の寄生レベルも極めて高く、14 日間隔の淡水浴では治療不可能な状態にまで害作用が生じることが明らかとなった。ただし、7 日毎の淡水浴を実施し、ハダムシ類の大量発生を抑えた No.1 の試験区においても、エラムシ類の寄生レベルを減少させることは困難であったことから、淡水浴よりも駆虫効果の高い処理技術を早急に検討する必要がある。

現在、単生類による寄生虫症において使用可能な水産用医薬品は、スズキ目魚類のハダムシ類 (*B.seriolae*) の経口薬であるハダクリーン (バイエル薬品社製) と薬浴剤であるマリンサワー-SP45 があり、後者はスズキ目魚類のエラムシ類である *B.tai* やフグ目魚類のハダムシ類として *N.girellae* *Pseudocaligus fugu* にも使用可能である。また、フグ目魚類のエラムシ類 (*Heterobothrium okamotoi*) の経口薬として 2004 年よりマリンバンテル (Meiji Seika ファルマ社製) が認可されている。本研究で試験的に実施した過酸化水素製剤による薬浴法は、かつて日本各地の養殖場で実施されていたホルマリンを使用した薬浴の代替法として注目され、様々な寄生虫症の駆虫剤として開発が進められてきた実績がありスズキ目魚類の *B. tai* だけでなく他のエラムシ類の駆虫も可能であることが報告されている (Isshiki et al., 2007)。ヤイトハタで発生しているエラムシ類においてもその有効性が期待されたが、今回の試験結果からは効果的な駆虫が可能であるという結論は得られなかった。その原因として、供試魚の寄生レベルが高くすでに治療困難な状況に陥っていた可能性や高水温環境での過酸化水素製剤による浸漬処理の有害性 (阿部・桃山, 2005) 等が考えられ、養殖用種苗の配付が主に夏季高水温期に実施されるヤイトハタにおいては使用にともなう斃死リスクの高さが、過酸化水素製剤を主成分とする薬浴法の技術開発において大きな障害となることが予想される。従って、現在のところヤイトハタで発生する単生類の効果的駆虫が可能な治療方法は存在せず、頻繁な淡水浴によってハダムシ類の寄生レベルを抑えることしかできない。

寄生虫症防除技術の開発と総合的寄生虫管理の必要性

今回の養殖試験に用いたナイロンモジ網は、6.25 mm 目合であり、網地には多くの虫卵が付着していることが確認された。単生虫の虫卵は、長いフィラメント状の付属物を有しており、それらが絡まり合うことで網地やシェルターなどに容易に付着することができる。従って、目合の細かい網ほど虫卵が付着しやすく、ポリエチレン網と比較して繊維の細かいナイロンモジ網は、表面の凹凸によって付着基質となる表面積が大きくなっていることから、単生類の大量寄生を助長した可能性がある。本寄生虫症の防除の観点から養殖用生簀網を選定する場合、可能な限り表面積が小さい素材からなる目合の大きな網を使用し、虫卵の付着を最小限に抑えることが

求められるとともに、環境負荷の少ない安全な漁網用防汚剤等を使用することで付着生物や虫卵による潮通しの悪化を防ぐことが望ましい。このような飼育管理条件の工夫によって、寄生レベルを可能な限り低く抑えることが本寄生虫症の防除技術の開発に向けた第 1 歩であり、有効な駆虫処理技術と併用することで歩留り改善効果の高い飼育管理方法が確立できると考えられる。

細菌やウイルス病と異なり、寄生虫病は宿主と同じ代謝系を持つ真核生物が原因であることから、多くの場合、駆虫薬やワクチンの開発は容易ではない。そのため、利用可能な全ての方策を組み合わせる寄生虫病の発生を経済的に許容できる範囲に抑える総合的寄生虫管理 (IPM: Integrated Parasite Management) という考え方が、近年一般的になりつつある (良永, 2012)。八重山地域において早急に実施可能な IPM としては、現在、経営体単位でそれぞれ実施している淡水浴による駆虫作業を、各経営体が一斉に行うことで養殖場全体の虫体数を同時に減らす方法が最も現実的であり、各経営体への普及指導が必要である。また、このような IPM の実施にあたっては、対象となる寄生虫や養殖魚だけでなく、漁場環境によっても管理方法が大きく変わるため、それらについての知見を幅広く集積しつつ、それぞれの養殖場に適合した IPM を構築することが必要であり、魚類養殖に携わる各関係機関が協力して各種情報の取得に努めるべきである。

参考文献

- 阿部謙, 桃山和夫, 2005: 過酸化水素製剤と稀釈海水の海産稚魚 6 種に対する有害性. 山口県水産研究センター研究報告 3: 119 - 123.
- Bondad-Reantaso M. G., Ogawa K., Fukudome M., Wakabayashi H., 1995: Reproduction and growth of *Neobenedenia girellae* (Monogenea: Capsalidae), a skin parasite of cultured marine fishes of Japan. Fish Pathology 30: 227 - 231.
- 知名真智子, 2012: ヤイトハタ小型種苗の寄生虫対策試験. 平成 23 年度水産業改良普及事業活動実績報告書: 95-96.
- Domingues M. V., Boeger W. A., 2008: Phylogeny and revision of Diplectanidae *Monticelli*, 1903 (Platyhelminthes: Monogeneidae). Zootaxa 1698: 1 - 40.
- Isshiki T., Nagano T., Miki K., 2007: Occurrence of a Monogenean gill parasite *Psuedorhabdosynochus epinepheli* on Red spotted grouper *Epinephelus akaara* and its experimental treatment by hydrogen peroxide bathing. Fish Pathology 42: 71 - 74.
- Justine J.L., Sigura A., 2007: Monogeneans of the malabar grouper *Epinephelus malabaricus* (Perciformes, Serranidae) off New Caledonia, with a description of six new species of *Pseudorhabdosynochus* (Monogenea: Diplectanidae). Zootaxa 1543: 1 - 44.

- 牧野清人, 2012: 魚類養殖場における環境モニタリングならびに環境保全対策事業. 平成 23 年度水産業改良普及事業活動実績報告書: 33 - 36.
- Ogawa K., Bondad - Reantaso M. G., Fukudome M., Wakabayashi H., 1995: *Neobenedenia girellae* (Hargis, 1955) Yamaguti, 1963 (Monogenea: Capsalidae) from cultured marine fishes of Japan. Journal of Parasitology 81: 223 - 227.
- 小川和夫, 2004: 第Ⅶ章 単生虫病. 魚介類の感染症・寄生虫症. 若林久嗣・室賀清邦 (編). 東京, 恒星社厚生閣 353 - 379.
- 杉山昭博, 蔵下環, 2000: 魚類等防疫対策試験 平成 10 年度沖縄県水産試験場事業報告書 122.
- 多和田真周, 1999: 魚類養殖指導 ヤイトハタ. 平成 10 年度沖縄県水産業改良普及活動実績報告書 37 - 38.
- Whittington I. D., 2004: The capsalidae (Monogenea: Monopisthocotylea): a review of diversity, classification and phylogeny with a note about species complexes. Folia Parasitologica 51: 109 - 122.
- 良永知義, 2012: 魚介類の寄生虫病への対策確立を目指して. 日本水産学会誌 78: 384 - 387.