

## 水産業分野

(成果情報名) 自発摂餌装置を用いた出荷サイズまでのヤイトハタの飼料及び給餌作業時間の削減							
(要約) ヤイトハタを出荷サイズまで自発摂餌で飼育することで、一般的な手まき給餌に比べ、飼料は9.4%、給餌作業時間は概ね99%削減できる。							
(担当機関) 水産海洋技術センター石垣支所					連絡先	0980-88-2255	
部会	水産業	専門	養殖	対象	ヤイトハタ	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

魚類養殖の一般的な給餌方法である手まき給餌は、魚を直接観察できるため、給餌量の調節がしやすい反面、作業に多くの時間を要する。一方、自発摂餌は、飼育対象種の学習を応用することで、飼料や給餌労力の削減効果が期待できる手法であり、ヤイトハタ当歳魚については、手まき給餌に比べ20%以上の飼料削減効果が報告されている。しかし、出荷サイズ（1kg以上）までのヤイトハタについて、自発摂餌における飼料の削減効果や作業時間を比較した例はない。そこで、自発摂餌と手まき給餌について、ヤイトハタを出荷サイズまで飼育した場合における給餌成績と作業時間を比較する。

### [成果の内容・特徴]

1. 水温低下に伴って、魚の摂餌活性が低下するため、手まき給餌の場合、給餌量は減少するが、作業時間は増加する傾向がある（図1）。
2. 体重1kg以上までの自発摂餌による飼育は、手まき給餌による飼育と遜色ない成長と生残を示す（表1、図2）。
3. 手まき給餌に比べ、9.4%の給餌ロスの削減が期待できる（表1）。
4. 手まき給餌の場合、1,000尾あたり平均1,054分（18時間）/月の給餌作業時間を要するが、自発摂餌は平均8分/月で、作業時間の概ね99%を削減できる（表2）。
5. 自発摂餌飼育でも、飼育者が魚の様子を確認しながら行う手まき給餌と同程度の給餌率を示す（図3）。

### [成果の活用面・留意点]

1. 省力かつ低コストな給餌手法として、飼育現場で活用できる。
2. 手まき給餌と同等な給餌成績を示すことから、給餌経験の少ない飼育初心者でも良好な飼育成績が得られる。
3. 飼料保管場所から飼育生簀までの距離によっては、さらなる時間および燃料削減効果が期待できる。
4. 給餌機の性能や設置場所によっては、餌詰まり等の機械トラブルが生じる可能性があることに留意する必要がある。

### [残された問題点]

自発摂餌飼育の養殖現場普及には、自発摂餌システムの製品化が必要である。

[具体的データ]

表 1. 試験終了時の飼育結果

	自発区	手まき区
生残率 (%)	99.0	99.5
平均全長 (mm)	386	383
平均体重 (g)	1,055	1,071
日間給餌率 (%)	0.59	0.66
日間増重率 (%)	0.43	0.47
飼料削減率 (%)	-9.4	0
飼料転換効率 (%)	72.1	70.9
増肉係数	1.39	1.41

※60 kL 水槽に2網張り、200尾ずつ収容し、2019年9月26日から2020年3月18日まで飼育した。  
 ※両区ともマダイ用 EP 飼料を用いた。  
 ※手まき区は週3回の間欠飽食給餌を行った。  
 ※自発区の飼料削減率は、手まき区を0とした時の値とした。

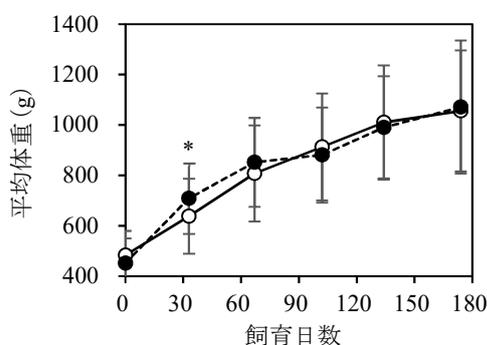


図 2. 両区の成長

※●: 手まき区、○: 自発区を示す。  
 ※毎月50尾ずつ体重を計量した。  
 ※プロット中のバーは標準偏差を示す。  
 ※ウェルチのt検定、\*: p < 0.05

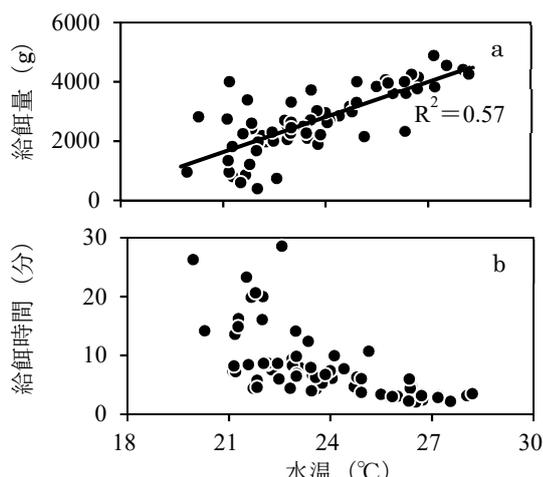


図 1. 手まき給餌と水温の関係

※給餌時間は、飼料1,000gを給餌するのにかかる時間を示した。

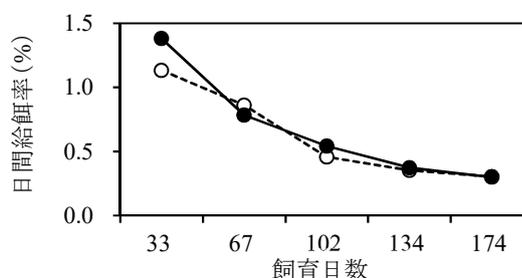


図 3. 日間給餌率の推移

※●: 手まき区、○: 自発区を示す。

表 2. 手まき区と自発区の給餌作業時間

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均
手まき区							
平均体重 (g)	451	709	851	880	990	1,071	
1日給餌時間 (分)		64	90	81	94	110	88
1ヶ月給餌時間 (分)		768	1,080	966	1,134	1,321	<b>1,054</b>
自発区							
平均体重 (g)	483	638	807	912	1,009	1,055	
1ヶ月補充回数		10.5	10.5	6.9	5.5	6.3	7.9
1ヶ月補充時間 (分)		11	11	7	6	6	<b>8</b>
手まきからの削減率 (%)		98.6	99.0	99.3	99.5	99.5	<b>99.2</b>

※給餌作業時間は手まき区を飼料の計量、飽食給餌、余剰飼料の計量までの時間とし、自発区は給餌機への飼料補充回数を1分として計算した。自発区の給餌機は、1回で飼料1袋(20kg)の餌が補充できるものを使用した。  
 ※1ヶ月給餌時間は、ヤイトハタ1,000尾を体重約500gから1,000gまで飼育した場合の推定値を示す。  
 このとき、1ヶ月あたり12回の給餌として、1日の給餌時間から算出した。

[研究情報]

課題 I D : 2015 水 003

研究課題名 : おきなわ産ミーバイ養殖推進事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2019 年度 (2015~2019 年度)

研究担当者 : 鮫島翔太、山内 岬

発表論文等 : なし

## 水産業分野

(成果情報名) 飼料の種類と水温がヤイトハタ当歳魚の消化速度と摂餌量に及ぼす影響							
(要約) ヤイトハタ当歳魚の消化速度は、水温条件に関わらず MP (モイストペレット) や生餌が速く、EP (固形飼料) が遅い。MP の消化速度と摂餌量は 3 種類の飼料の中で最も水温の影響を受けにくく、低水温でも高い。							
(担当機関) 水産海洋技術センター石垣支所					連絡先	0980-88-2255	
部会	水産業	専門	養殖	対象	ヤイトハタ	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

本県の主要養殖魚であるヤイトハタは、種苗配付から出荷までに約2年を要することから、その成長過程において、摂餌特性や適する飼料が変化する可能性がある。現在、ヤイトハタ養殖時に使用される飼料は、固形飼料 (EP)、モイストペレット (MP)、生餌に大別されるが (表1)、飼料の成分や成形過程から、飼料毎の消化性は大きく異なる。また、消化という生理機能自体も水温の影響を受けると予想されるものの、飼育管理や各種成長試験においては、必ずしもこれらの要素が考慮されてこなかった。そこで、ヤイトハタ飼育における成長過程別の摂餌特性や適する飼料に関する基礎知見を得るために、まず当歳魚について異なる水温条件における各飼料の消化速度を検証する (表2)。

### [成果の内容・特徴]

1. 摂餌湿重量 (SCI) は、高水温区で生餌 > MP > EP になるが、低水温区で MP > 生餌 > EP となる。摂餌乾重量 (SCI) は、いずれの水温区でも EP が最も多く、生餌が最も少ない (図1)。
2. EP は摂餌後、胃内で水分吸収し、物量が著しく増加する。そのため、摂餌から1日経過しても高水温区で約 50%、低水温区で約 80% が胃内に残る (図2)。
3. いずれの水温区でも消化速度は MP ≧ 生餌 > EP の順になるが、いずれの飼料も水温低下に伴い、特に給餌から 24 時間以内の消化速度は遅くなる (図2)。
4. 当歳魚のうち、連日飽食給餌することが多い。その場合、特に低水温期に MP の摂餌量が多くなると推定される (表3)。

### [成果の活用面・留意点]

1. 養殖場及び二次飼育現場における給餌量や給餌間隔の参考資料として、また、飼料別成長試験における成長差要因の根拠資料として活用できる。
2. EP は、摂餌後胃内で増大し、長時間滞留することから、特に低水温期の連続・連日給餌は、過食や過給餌を引き起こす可能性があり、注意が必要である。
3. 各飼料のサイズは、同程度になるように調整したため、極端にサイズが異なる餌を用いた場合は、結果が異なる可能性がある。
4. 本試験で使用した生餌は鰭、鰓蓋、背骨等の硬い箇所を取り除き、給餌した。
5. 本成果は、摂餌量や消化速度に焦点を当てており、飼料全体の特性として MP が EP より優れることを示しているわけではない。

### [残された問題点]

飼料をより詳細に比較するには、消化速度の他に、タンパク質や脂質の吸収量を調べる必要がある。

[具体的データ]

表 1. 飼料の成分

	水分	粗蛋白質	粗脂質	粗繊維	粗灰分
EP	10.5	45.5	11.8	0.9	13.4
MP	46.5	33.4	8.5	0.6	7.1
生餌	72.7	25.0	0.7	0.1>	2.0

※飼料はEP（市販マダイ用）、MP（県産魚粉とキハダの1:1混合）、生餌（冷凍キハダ）を用いた。  
 ※飼料成分の分析は、日本食品分析センターに依頼した。

表 2. 試験の設定条件

	馴致期間	実施日	日齢	平均体長 (mm)	平均体重 (g)	平均水温 (°C)
高水温区	2月6~18日	2月19日	282	208.6	155.4	28.1 (27.5~29.0)
低水温区						23.9 (23.1~24.3)

※ 1 kL 角型水槽をカゴで仕切り、約 20 尾/カゴとなるように収容した。約 2 週間、表 1 の飼料と水温に馴致させた。  
 ※高水温区は、ヒーターで水温調節し、低水温区は無調節とした。  
 ※試験前に 60 時間の餌止を行い、各飼料を飽食給餌した後、6、12、24、36、48 時間後に 4 尾ずつ、体重と胃内容物重量を計量し、胃内要物重量指数 (SCI: stomach contents index) : 胃内容物重量×100 / (体重-胃内容物重量) を算出した。SCI は、胃内要物の湿重量と乾重量でそれぞれ算出した。

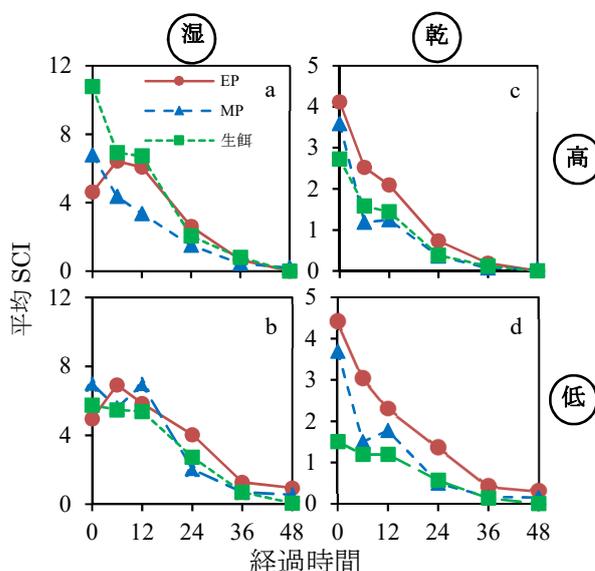


図 1. 給餌後の胃内容物の経時変化

※a, c: 高水温区、b, d: 低水温区、a, b: 湿重量、c, d: 乾重量を示す。  
 ※経過時間 0 の値は、給餌量、平均体重、収容尾数から算出した。  
 ※乾重量は、常圧加熱乾燥法で求めた。

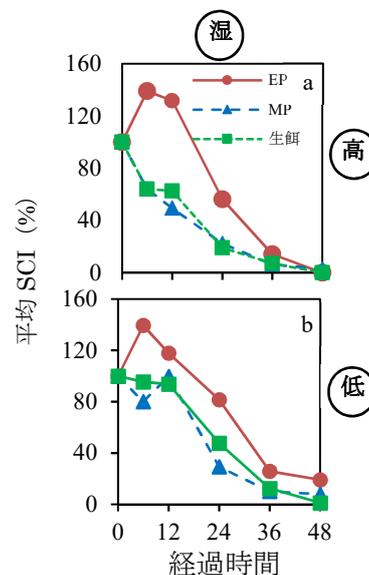


図 2. 摂餌量に対する胃内容物湿重量比

※高水温区 (a) と低水温区 (b) の摂餌湿重量 (100%) に対する SCI を示す。

表 3. 連日飽食給餌した場合の摂餌量の推定値

	高水温区			低水温区		
	湿重量 (kg)	乾重量 (kg)	蛋白質量 (kg)	湿重量 (kg)	乾重量 (kg)	蛋白質量 (kg)
EP	3.0	2.7	1.7	1.4	1.3	0.8
MP	7.8	4.2	2.8	7.5	4.0	2.7
生餌	13.1	3.6	3.2	4.3	1.2	1.1

※図 2 の 24 時間後の胃内に占める内容物をもとに、飽食給餌から 24 時間後に、再度飽食給餌した場合の摂餌量の推定値を算出した。  
 ※1,000 尾あたりの値を示す。

[研究情報]

課題 I D : 2015 水 003

研究課題名 : おきなわ産ミーバイ養殖推進事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2018 年度 (2015~2019 年度)

研究担当者 : 鮫島翔太、中村勇次、山内 岬

発表論文等 : なし

(成果情報名) 自発摂餌飼育下におけるヤイトハタ若齢魚の“なわばり”形成の検証							
(要約) ヤイトハタ若齢魚は、自発摂餌飼育下で、約 70%の個体がスイッチ起動に関わり、現行の飼育密度下では摂餌の“なわばり”は形成しない。一方、体サイズ差が大きい集団では、小型個体の摂餌機会が減少する。							
(担当機関) 水産海洋技術センター石垣支所					連絡先	0980-88-2255	
部会	水産業	専門	養殖	対象	ヤイトハタ	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

自発摂餌は、飼育対象種の学習能力を応用し、給餌のタイミングや摂餌量を選択させる手法であり、飼料や給餌労力の削減効果が期待できる。しかし、餌の吐出を制御するスイッチが水槽内に存在する特殊な飼育条件であることから、マス類では自発摂餌飼育下における摂餌“なわばり”が確認されており、スイッチ起動回数と成長量に強い相関がみられるという。特定個体が“なわばり”を形成した場合、給餌成績の悪化に繋がる恐れがある。ヤイトハタを自発摂餌飼育した場合、排他的行動等は観察されないが、実際に個体識別し、その詳細を検証した例はない。そこで、自発摂餌飼育下（図1）におけるヤイトハタ若齢魚の“なわばり”形成の有無を検証する（表1）。

[成果の内容・特徴]

1. ヤイトハタ若齢魚においては、起動回数に差はあるものの、飼育魚の約 70%がスイッチ起動を行い、特定個体のみが成長することはない（図2、表2）。
2. 2回目の試験のように、体サイズ差が大きく開いた場合、小型魚はスイッチ起動に参加せず、増重率が小さくなる（図2、表2）。
3. 大型魚を水槽から除き、成長の悪い小型個体のみで継続飼育しても、すぐにはスイッチ起動を行わないが、学習補助7日目で自らスイッチを起動し、学習後は増重率が增大する（図3、表3）。

[成果の活用面・留意点]

1. 自発摂餌飼育による飼育管理に必要な基礎情報として活用する。
2. 体サイズ差が大きく開いた場合、小型魚の摂餌機会が減ることから、サイズ幅をそろえた飼育管理が必要である。
3. 一般的に飼育密度が低いほど“なわばり”は形成されやすいことから、本成果より飼育密度の高い養殖および二次飼育環境でも“なわばり”形成しないと考えられる。
4. ヤイトハタでは、自発摂餌飼育3日以内に学習成立するが、本成果の小型魚は、学習補助が必要であったことから、飼育魚間の成長差が生じる要因のひとつとして、学習能力や性格が関係している可能性がある。

[残された問題点]

“なわばり”を含む行動特性は、成長や成熟にともない、変化する可能性があるため、養殖出荷サイズまでの検証が別途必要である。

## [具体的データ]

表 1. 試験条件の設定

試験	飼育期間	個体数	平均体重±SD (g)		飼育密度 (kg/kL)	リーダー記録時間 (h)	報酬量
			開始時	終了時			
1回目	2018年6月25日～10月3日	28	180±39	413±97	5.4～11.6	107	0.55～0.80
2回目	2019年4月10日～9月2日	30	108±30	349±148	3.2～10.5	188	0.54～0.71
小型魚のみ	2019年9月4日～12月12日	6	134±43	306±93	0.9～1.8	-	0.69～1.25

※魚体背部に PIT タグを埋め込み、タグリーダーで個体識別できるようにした。

※報酬量は、1回の摂餌要求で吐出される飼料重量 (g) とした。

※1回目の試験後、魚体サイズを小さくして2回目の試験を行った。2回目の試験では、大きな成長差が見られ、体サイズ差が摂餌機会に関係していると予想し、図2の枠線で囲ったスイッチ起動に参加せず、成長の悪い小型魚7尾を継続飼育した。

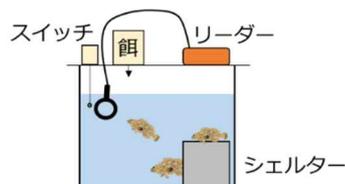


図 1. 水槽の模式図

※1 kL 水槽に自発摂餌装置一式とタグリーダーを設置し、スイッチを引っ張った個体が記録される仕組みとした。

※起動回数はイベントロガーで、起動個体はタグリーダーで識別し、約80%の起動について、個体を推定できた。

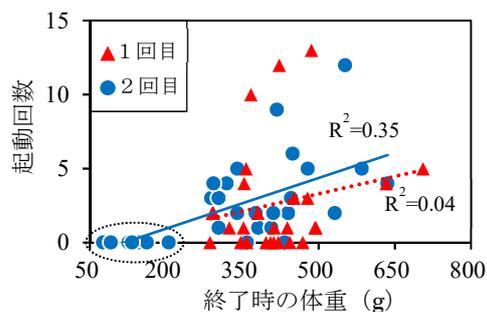


図 2. 起動回数と終了時の体重

表 2. 起動回数と増重率

1回目			2回目		
起動回数	個体数	平均増重率	起動回数	個体数	平均増重率
10回以上	3 (10.7)	0.71	6回以上	3 (10.0)	0.76
3～4回	6 (21.4)	0.79	3～5回	10 (33.3)	0.75
1～2回	10 (35.7)	0.78	1～2回	8 (26.6)	0.78
0回	9 (32.1)	0.75	0回	9 (30.0)	<b>0.45</b>

※括弧内の数字は全体に占める割合を表す。

※起動回数は、リーダー記録時間中の総回数とした。

表 3. 継続飼育した小型魚の成長量

個体	開始時	学習前		学習後	
	肥満度	肥満度	増重率	肥満度	増重率
A	15.4	14.9	0.25	17.4	1.85
B	14.7	17.0	0.63	18.6	1.91
C	15.8	17.0	0.28	19.5	2.11
D	16.3	14.7	0.30	18.7	2.31
E	16.9	16.9	0.36	19.7	2.06
F	13.7	14.5	0.36	17.0	1.79
平均	15.5	15.8	0.36	18.5	2.00

※試験開始から自発起動するまでを学習前、自発起動から試験終了までを学習後とした。

※1尾水槽外へ飛び出し死亡した。

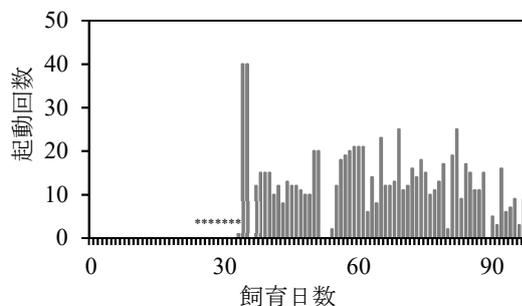


図 3. 継続飼育した小型魚の起動回数

※小型魚のみにしても、スイッチ起動がみられなかったため、\*で示した日に、毎朝1回学習補助（スイッチ起動を筆者が行い、魚にスイッチと餌の関係を見せる）を行った。

## [研究情報]

課題 I D : 2015 水 003

研究課題名 : おきなわ産ミーバイ養殖推進事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2018、2019 年度 (2015～2019 年度)

研究担当者 : 鮫島翔太、山内 岬

発表論文等 : なし

(成果情報名) 過去 10 年間における県内疾病発生状況と PAV に関する環境生物調査							
(要約) 過去 10 年間における県内での疾病発生状況は、魚類は減少傾向に、クルマエビ養殖では増加傾向にある。クルマエビの急性ウイルス血症 (PAV) については、養殖場外ではフトミゾエビ等の甲殻類で、場内ではヨコエビ類で原因ウイルスの保有が確認され、PAV のモニタリング等に際して、これらを指標動物として扱うことができる。							
(担当機関) 水産海洋技術センター・海洋資源・養殖班					連絡先	098-852-4530	
部会	水産業	専門	水産病理	対象	養殖対象種全般	分類	試験・分析及び調査

[背景・ねらい]

県内魚介藻類における疾病発生に伴う経営的損失を軽減し養殖振興を図ることを目的として、2009 年度から 2019 年度にかけての県内での疾病発生状況とその傾向を調べた。また、2011 年度まで発生が抑えられていたクルマエビ養殖での急性ウイルス血症 (PAV) について、2012 年度から再発生し、特定地域では現在に至るまで連続発生していることをうけ、2017 年度に本島・離島各養殖場外の甲殻類、2019 年度には特定養殖場内の環境生物における原因ウイルスの保有状況調査を行い、継続発生の原因を探った。

[成果の内容・特徴]

1. 2009 年度から 2019 年度までの疾病発生件数は全体的に減少傾向にある。種別でみると、魚類は全体と同様減少傾向にあるが、クルマエビ養殖では増加傾向にある (図 1、図 2)。
2. 魚類の中でも疾病発生数が多いヤイトハタ、マダイでの発生疾病は、エラムシ、ハダムシなどの単性虫寄生、マダイイリドウイルス、ビブリオ感染症等が多く見られる。
3. クルマエビでの発生疾病はビブリオ感染症が最も多く、フザリウム症はここ数年増加傾向にある。
4. クルマエビ養殖における PAV 再発生の原因として、養殖場外の甲殻類だけでなく、養殖場内の環境生物であるヨコエビ類も原因ウイルスを保有しており、原因のひとつとなっている可能性が高いと考えられる (表 1、2)。

[成果の活用面・留意点]

1. 魚類については、単性虫寄生が原因による擦れからビブリオ細菌に感染する二次感染が割合的に多く、従来通り早期からの淡水浴や定期的な網替えなどの対応が重要である。
2. クルマエビに関しては使用可能な水産用医薬品が無い場合、ビタミン配合の餌料を与える、飼育環境の改善等を行うことが重要である。
3. 今後 PAV 再発生防止に向けた対応を検討する際、養殖場内の環境生物を指標とすることができる。
4. 養殖場外環境に PAV 原因ウイルスが拡散している地域においては、取水等を介して再発生の原因になっている可能性があるため、外環境におけるウイルス量や汚染度の変化等に関するモニタリングが重要である。
5. 養殖場内の陽性ヨコエビ類は、養殖池の化学消毒後に採取されたものであるため、一般的とされている化学消毒は、養殖池の構造等により効果が限定的であると考えられる。

[残された問題点]

1. 養殖場内外の PAV 原因ウイルスのモニタリング体制の確立が必要である。
2. クルマエビ養殖場における PAV 再発生防止を目的とした、養殖池管理方法の更なる検討が必要である。

[具体的データ]

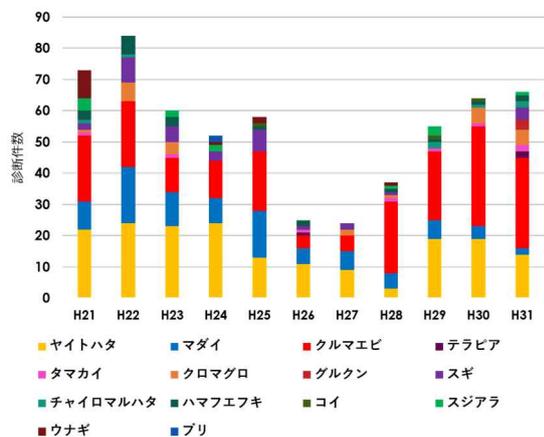


図 1. 10 年間における魚病診断依頼数の推移

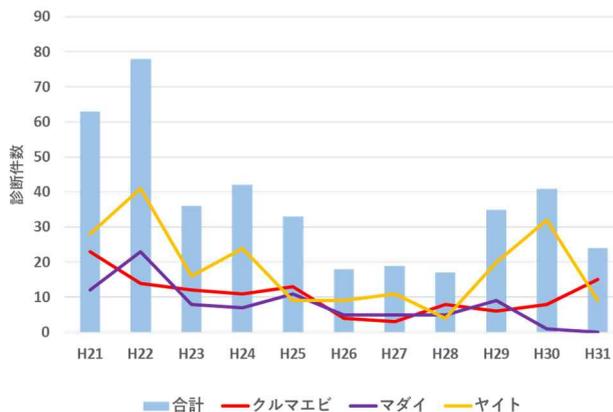


図 2. 魚病発生数上位 3 種の発生傾向

表 1. 特定養殖場内環境中の生物調査結果

場所	種類	採取数	陽性数(PCR)	陽性数(リアルタイムPCR)
クルマエビ養殖場内	カニ類	46	3	0
	エビ類	7	2	0
	ヨコエビ(端脚類)	92	3	1
	ゴカイ	11	3	0
	フジツボ	84	1	0
	フナムシ	10	0	0
	ヤゴ	1	0	0
	合計	251	12	1

表 2. 養殖場外環境中の生物調査結果

場所	種類	採取数	陽性数	
本島北部	フトミゾエビ	14	0	
	ジャンメガザミ	3	0	
	キンセンガニ	2	0	
	タイワンガザミ	1	0	
	カニ sp.	1	0	
	本島中部	フトミゾエビ	152	11
タイワンガザミ		3	0	
石垣島		フトミゾエビ	315	18
		ミナミクルマエビ	55	0
		エビ sp.	50	2
		カニ sp.	4	0
	テッポウエビ	9	0	
	クルマエビ sp.	15	0	
テラオクルマエビ	20	0		
宮古島	フトミゾエビ	53	0	
	ミナミクルマエビ	2	0	
合計		699	31	

[研究情報]

課題 I D : 2017 水 002  
 研究課題名 : 水産魚介藻類等疾病対策  
 予算区分 : 県単  
 研究期間 (事業全体の期間) : 2017~2019 年度  
 研究担当者 : 大嶺理紗子 中田祐二  
 発表論文等 : なし

## 水産業分野

(成果情報名) モズク養殖における漁期前半の海水温がオキナワモズクの生長に与える影響							
(要約) モズク養殖において、漁期前半にあたる 11 月から翌年 2 月の海水温の低下に遅れが生じ、特に 11～12 月に 26℃を超える日が続くと、オキナワモズクの生長が抑制される。							
(担当機関) 水産海洋研究センター・海洋資源・養殖班					連絡先	098-852-4530	
部会	水産業	専門	養殖	対象	オキナワモズク	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

本県における近年のモズク養殖生産量は、過去 5 年間で 14,000～21,000 トンと安定しておらず、漁場環境要素との関連等、その原因解明が求められている。そこで、生産量 2 万トンを超えた 2017 年と、漁期前半に生育不良の生じた 2018 年について、沖縄島南部のモズク養殖場において、水温、塩分、水中光量子、濁度、流速のデータを計測し、オキナワモズクの生長と合わせて解析する。また、室内試験で水温等のオキナワモズクの生長に与える影響を検証することで、モズク養殖生産不調に関与する環境要因を特定する。

### [成果の内容・特徴]

1. 2017 年のモズク生産量は 2 万トンを超えたが、2018 年は、対前年比 25% 減の 1.5 万トンにとどまった。2018 年の内訳は、漁期前半の 12 月～翌年 3 月で対前年比 48% と著しく減少し、漁期後半は前年並みの生産量であった (図 1)。
2. 2018 年漁期前半では、主に苗床での生長不良 (芽出しはするが生長しない) が生じていた。
3. モズク養殖の漁期前半にあたる 11～2 月の海水温は、2017 年は 26.9～15.9℃ の範囲で推移したが、2018 年は 27.5～19.7℃ と対前年比 2～3℃ 程度高く推移した。特に、11 月中旬は 26℃ 超える日が複数回発生した。漁期後半 (翌年 3～6 月) の水温は、2017 年、2018 年共に似通った変動であった (図 2)。
4. ランダムフォレスト法により漁場環境要素の影響を解析したところ、オキナワモズクの生長に対する養殖場の苗床での水温の重要度が高いことが示された (図 3)。
5. 初期藻体 (盤状体から立ち上がった直後の孢子体) を用いた、室内での水温別生長比較試験の結果、藻体の湿重量は 22℃ > 26℃ > 30℃ の順で水温が高いほど増加せず、側枝数も 22℃ > 26℃ > 30℃ の順で水温が高いほど少なかった (Tukey の多重比較  $p < 0.05$ ) (図 4、5)。水温が高いほどオキナワモズクの初期生長が抑制された。
6. モズク養殖生産不調の一要因として、漁期前半の海水温の低下の遅れが影響することがわかった。

### [成果の活用面・留意点]

1. 養殖漁場内の水温情報は、苗床への網出し時期の決定等、モズク養殖の作業計画樹立に有益な情報となり、生長不良が起こりそうな場合には、追加で予備網に種付けを行うなど、沖出し時期の見直しにつなげることができる。
2. 本成果では、沖縄島南部モズク養殖場での生産量が県内生産量の約 2 割に相当し、また、調査期間において県全体と類似した生産動向であったことから、本地域の水温データ等を代表値として採用した。

### [残された問題点]

1. 地球規模の海水温上昇が指摘され、モズク養殖への中長期的な影響が懸念される。その対策として高水温耐性を有するモズク株を作出に取り組む必要がある。
2. 水温以外にも、他の漁場環境要素の複合的な関与によるオキナワモズクの生長への影響が考えられるため、継続的な漁場環境のモニタリングと室内試験による実証が必要である。

[具体的データ]

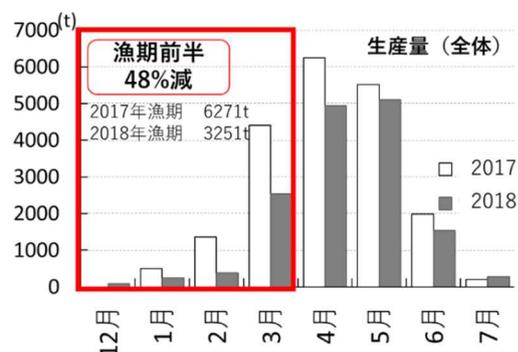


図1. 2017年及び2018年漁期の月別生産量

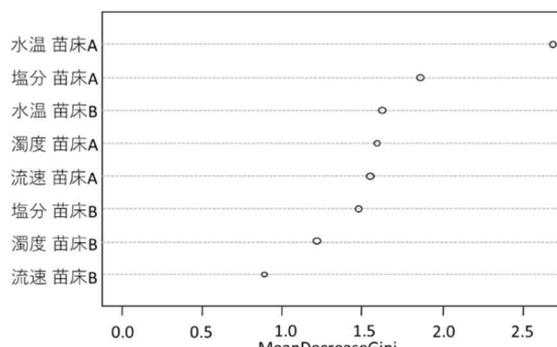


図3. ランダムフォレスト法による各環境要素の重要度  
※苗床Aは満潮時に水深10mの漁場であり、苗床Bは水深4mの漁場である。

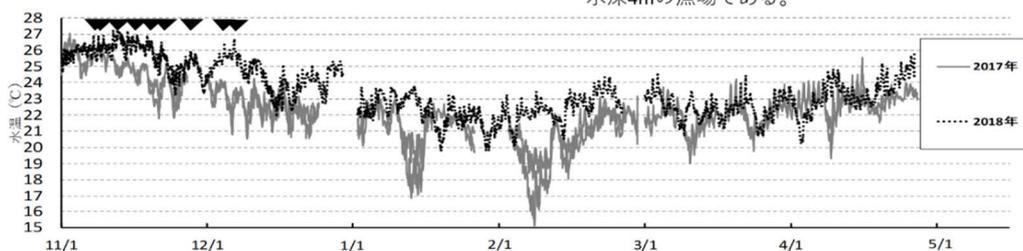


図2. 2017年及び2018年沖縄島南部モズク養殖場における水温の推移 ※▼は26°Cを超えた値を示す。

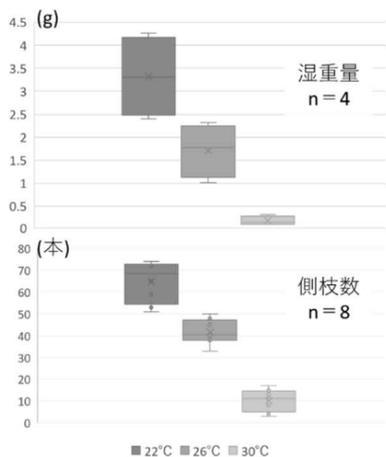


図4. モズクの水温別の藻体の湿重量 (上図) と側枝数 (下図) (Tukeyの多重比較p<0.05)

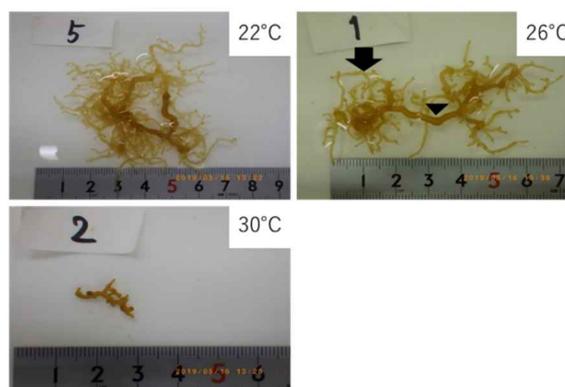


図5. 室内試験終了後のモズク藻体写真  
※濃褐色の主枝 (▼) から伸長する淡褐色の側枝 (↓)。

[研究情報]

課題 I D : 2017 水 005

研究課題名 : オキナワモズク生産底上げ技術開発事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2017~2019 年度 (2017~2022 年度)

研究担当者 : 與那城由尚、近藤忍

発表論文等 : なし

## 水産業分野

(成果情報名) ナミハタ資源回復のための産卵保護区の設置効果							
(要約) ナミハタ産卵保護区の設置後における親魚の 100 m <sup>2</sup> 当たりの最大密度は 33.4~158 尾で、保護区設置前の 2008 年の 11.4 尾に比べ、2.9~13.8 倍の高い密度で保護されている。現在の保護期間 40 日間は、個体密度の回復に寄与するものと期待できる。							
(担当機関) 水産海洋技術センター石垣支所					連絡先	0980-88-2255	
部会	水産業	専門	資源管理	対象	ナミハタ	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

八重山海域における電灯潜り漁業の主要魚種であるナミハタ（さっこーみーばい）の漁獲量は、1989年から2013年の25年間に5分の1まで減少しており、その一因として旧暦3~4月に形成される親魚の産卵集団を集中して漁獲したことが挙げられる。それらのナミハタ親魚を守り将来的な資源回復を目指すため、県では2007年から生態的研究に着手し、その後2010年には八重山漁業協同組合（以下、八重山漁協）に所属する電灯潜り研究会の自主管理により、主要海域であるヨナラ水道に産卵保護区が設置された（図1）。しかし、自主管理による運営は規制範囲が限定的となることから、八重山漁協からは海区漁業調整委員会指示等による保護区の公的ルール化が要望されている。これらのルール化を進める上では、ナミハタ親魚密度に及ぼす保護区の設置効果を検証することが不可欠である。そこで本研究では、保護区内に設定した調査定線において、電灯潜り研究会と共同で約10年間にわたり親魚密度を調査した結果を基にその保護効果を検証する。

### [成果の内容・特徴]

1. 保護区設置前（2008年）におけるナミハタ親魚の最大密度は11.4尾/100m<sup>2</sup>であったのに対し、設置後は最大が158.3尾/100m<sup>2</sup>（2010年）、最小が33.4尾/100m<sup>2</sup>（2015年）であり、設置前に比べて2.9~13.8倍の高い値で保護できている（図2）。
2. 直近2年間の2018年と2019年における最大密度は、各々58尾/100m<sup>2</sup>と70尾/100m<sup>2</sup>であり、保護区設置後の最低値であった2015年よりも高い値を示している（図2）。
3. 2010年から2015年までの親魚密度の減少は、禁漁期間が短く効果を十分に発揮できていなかったと考えられる。一方、2016年以降は禁漁期間を40日間に拡大したことで保護効果が高まったと推察され、親魚の個体密度の回復に寄与することが期待できる。

### [成果の活用面・留意点]

1. これらの成果は、八重山漁協及び沖縄海区漁業調整委員会等と共有し、今後の保護区運営方法を検討するための情報として活用する。
2. 本成果から産卵保護区における禁漁期間は40日以上が望ましいと判断される。
3. これらの成果や残された問題点をもとに、八重山漁協内においては、保護区の持続的な運営管理が不可欠であると判断され、禁漁期間を40日間から2か月間に延長した上で、八重山漁協の資源管理規定に盛り込まれ、さらに公的ルール化を目指す予定である。

### [残された問題点]

保護区設置後の親魚密度の増減動向を確認するためには、産卵集団の継続的な保護とモニタリングが必要である。

[具体的データ]



図1 ヨナラ水道のナミハタ産卵保護区  
 ※ 黄色の枠は保護区境界線を示す  
 ※ 保護区エリアは2019年時点のもの

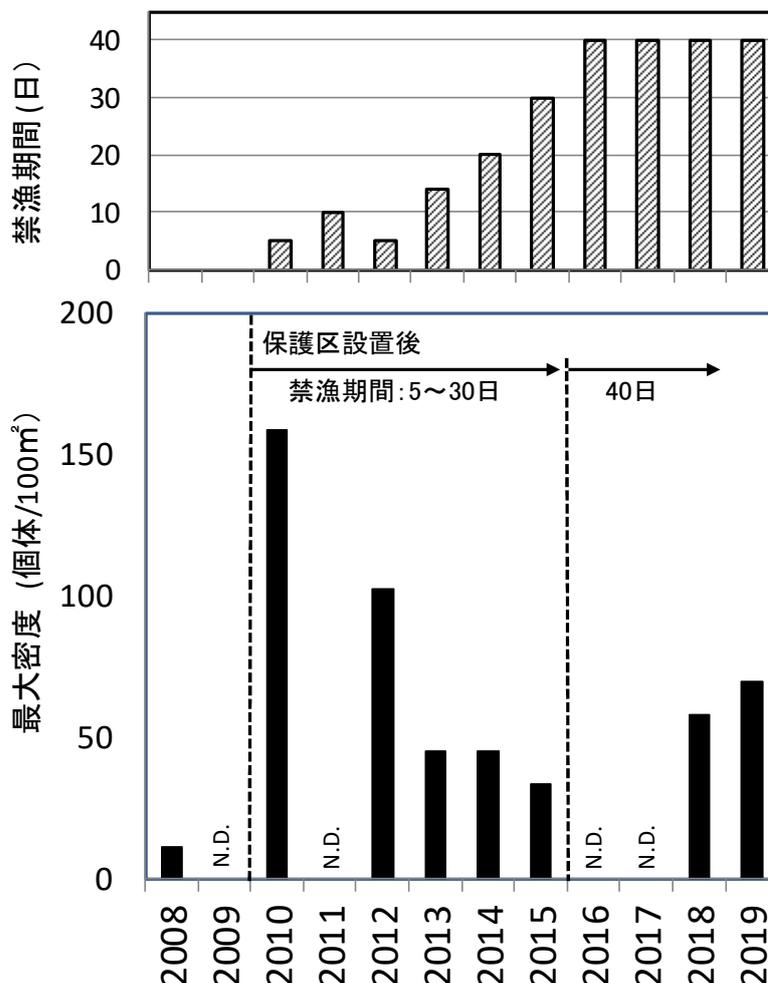


図2 ナミハタ産卵保護区における禁漁日数の推移（上）と調査定線上で観察された個体の最大密度の推移（下）  
 ※ 最大密度は、産卵集群増集ピーク日における数値  
 ※ 最大密度の算出方法は、秋田(2013)に基づき実施  
 ※ N.D.は、台風通過や予測日ズレにおけるピーク日のデータ欠損  
 ※ 2008年と2010年は、西海区水産研究所亜熱帯研究センター名波氏との共同調査によるデータ

[研究情報]

課題ID：2017水006

研究課題名：海洋保護区における持続的な漁業推進事業

予算区分：沖縄振興特別推進交付金

研究期間（事業全体の期間）：2017～2019年度（2017～2022年度）

研究担当者：須藤裕介、秋田雄一、太田格

発表論文等：未定

## 水産業分野

(成果情報名) 八重山海域におけるナミハタ資源量の解析							
(要約) ナミハタの推定資源尾数は、2003年から2016年にかけて4歳魚以上の減少が続いたのに対し、0～3歳魚は約33%増加した。0～3歳の増加は、2010年に設置された産卵保護区による新規加入の増大に起因するものと推察される。							
(担当機関) 水産海洋技術センター石垣支所					連絡先	0980-88-2255	
部会	水産業	専門	資源管理	対象	ナミハタ	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

八重山海域における電灯潜り漁業の主要魚種であるナミハタ（さっこーみーばい）の2009年時点における資源状態は、太田ら（2013）の仮想個体群解析（以下、VPA）により低位・減少傾向にあることが示されている。本種の資源回復を目指し、八重山漁業協同組合（以下、八重山漁協）に所属する電灯潜り研究会（以下、研究会）は2010年より、その主要産卵海域であるヨナラ水道に研究会の自主管理による産卵保護区を設定してきた（表1）。しかし、自主管理による運営は規制範囲が限定的であることから、八重山漁協からは保護区の運営体制強化のため、海区漁業調整委員会指示等に基づく保護区の公的ルール化が要望されている。これらのルール化を進める上では、保護区設定による資源量推移の検証が不可欠となる。そこで、本研究では保護区設定後における漁獲動向の分析と漁獲物の体長組成データに基づくVPAを実施し、ナミハタの資源状態を評価する。

### [成果の内容・特徴]

1. ナミハタの漁獲量は2003年に17.4トンであったのに対し、その後減少が続き、2017～2019年は3.5～4.1トンと低い水準で推移している（図1）。
2. 1日1隻当たりの漁獲量（通年）は、2003年の3.2kg/隻・日から漸減し、2016年には1.98kg/隻・日まで減少したのに対し、2019年は2.4kg/隻・日と増加している（図1）。
3. VPAによるナミハタの推定資源尾数は、2003年に59万9千尾であったのに対し、2016年までに20万3千尾に減少した（図2）。年齢別に見ると、4歳以上の漁獲対象サイズで減少が続いている。しかし、0～3歳の資源量は2012年の10万9千尾を下限に2016年は14万4千尾と約33%増加している。
4. 2012年から2016年にかけて見られる若齢魚（0～3歳）の増加傾向は、2010年に設置された産卵保護区による新規加入の増大によるものと推察される

### [成果の活用面・留意点]

1. これらの成果は、八重山漁協及び沖縄海区漁業調整委員会等と共有し、今後の保護区運営方法を検討するための情報として活用する。
2. これらの成果や残された問題点をもとに、八重山漁協内においては、保護区の持続的な運営管理が不可欠であると判断され、保護期間を40日間から2か月間に延長した上で、八重山漁協の資源管理規定に盛り込まれ、さらに公的ルール化を目指す予定である。

### [残された問題点]

若齢魚の加入が今後の漁獲に反映されることを確認するためには、産卵集群の継続的な保護と漁獲物データの長期的な調査が必要である。

[具体的データ]

表 ナミハタの産卵保護区における禁漁日数と面積の推移

年	禁漁日数	面積(km <sup>2</sup> )
2009	0	0
2010	5	3.7
2011	10	3.7
2012	5	3.7
2013	14	3.7
2014	20	3.7
2015	30	5.3
2016	40	5.3
2017	40	5.3
2018	40	5.3
2019	40	5.3

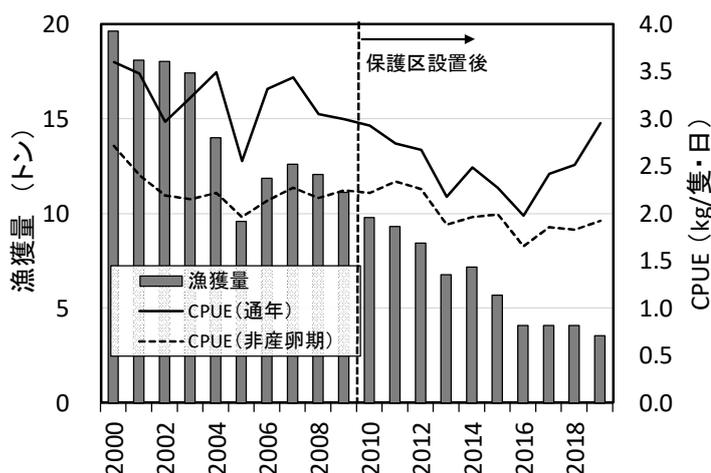


図1 ナミハタ漁獲量と一日一隻当たりの漁獲量 (CPUE) の推移  
 ※実線は通年における CPUE、破線は通年から産卵期を差し引いた非産卵期の CPUE

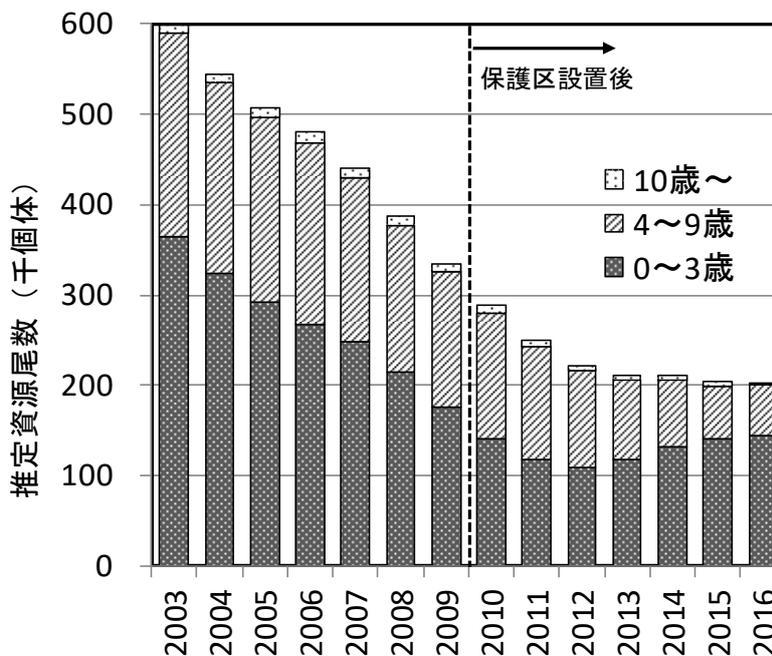


図2 VPAによる八重山海域のナミハタ推定資源尾数の推移  
 ※解析に用いた成長式、ターミナルF等の計算式は、太田ら(2013)に基づき実施  
 ※直近3年間(2017-2019)の推定値は、VPAの特性上、信頼度が低くなるため、グラフから除外

[研究情報]

課題ID: 2017水006

研究課題名: 海洋保護区における持続的な漁業推進事業

予算区分: 沖縄振興特別推進交付金

研究期間(事業全体の期間): 2017~2019年度(2017~2022年度)

研究担当者: 須藤裕介、秋田雄一、太田格

発表論文等: 未定

(成果情報名) 温度管理による養殖クルマエビの夏季出荷技術							
(要約) 市場価格の高くなる夏季に、断熱材と適量の保冷剤を同封し、断熱シートで覆って温度管理を行いながら養殖クルマエビを輸送することで、高品質・高価格のクルマエビを県外へ出荷できる。							
(担当機関) 海洋深層水研究所					連絡先	098-896-8655	
部会	水産業	専門	養殖	対象	クルマエビ	分類	基礎研究

## [背景・ねらい]

活クルマエビの市場価格は、生産量の多い沖縄からの出荷が減る夏季（6～8月）に、それ以外の月よりも約40%高くなる。沖縄では夏季は高水温となるため、出荷サイズのエビの飼育・出荷が困難なことがその一因となっている。そこで、久米島漁業協同組合と共同で、夏季に輸送時の温度管理を行いながらクルマエビを出荷する技術を開発する。

なお、通常、養殖クルマエビは、冷海水で沈静化させた状態で吸水シートやおがくずとともにダンボール箱に収容して出荷する（図1）。市場では、箱の一部を開けて検品が行われ、この際の死亡エビの数が価格に強く影響する。

## [成果の内容・特徴]

1. 輸送時の温度管理には、保冷剤、発泡断熱材及び断熱アルミシートを用いる。
2. 保冷剤は、クルマエビを直接収容する1kg箱内に75gサイズを1つ、6kg・8kg輸送用の外箱内には200gサイズを上下に2つずつ入れる。10kg輸送用の外箱には中段に200gサイズを1つ追加する。
3. 外箱の上下に厚さ15mmの発泡断熱板を入れる（図2）。さらに、外箱を厚さ2mmの断熱アルミシート（図3）で包む。
4. 温度管理の有無による輸送箱内の温度変化の事例を図4、5に示す。上記1、2の温度管理により、1kg箱内の温度が長時間20℃を超えないようにする。
5. 全11回の輸送試験の結果、温度管理を行って輸送した場合の死亡率は平均7%、平均価格は5,833円/kgと、未実施時より死亡率（平均22%）と平均価格（3,944円/kg）が大きく改善し（表）、高品質な状態で出荷できる。
6. 輸送経費について、8kg輸送時の場合、温度管理の実施により約800円のコスト増となるが、エビの単価が100円/kg上がれば、これをカバーできる。

## [成果の活用面・留意点]

1. 輸送用のクルマエビは、水温を20～22℃に調整した水槽で畜養し、その活力をあげてから出荷に用いたほうがよい。また輸送前に、12℃に冷却した海水で沈静化させてから梱包する。
2. 想定外の外気温の上昇が懸念される場合、1kg箱内の温度を20℃以下に保つためには保冷剤の量を微調整する必要がある。その場合、1kg箱内の75gサイズ保冷剤を追加すると冷やしすぎによりエビが死亡するため、外箱内の保冷剤の追加で対応すること。

## [残された問題点]

1. 市場に届いてからの外気温は重要なので、豊洲以外に出荷する際は外箱外の温度を測定する。
2. 1kg箱間の温度差が依然として大きいので、これを小さくする方法を検討する（200gサイズ保冷剤を小さくして分散させる等）。
3. 冷やしすぎたときのデータが少ないので、知見を蓄積する。

[具体的データ]



図1 1kgの箱にクルマエビを収容

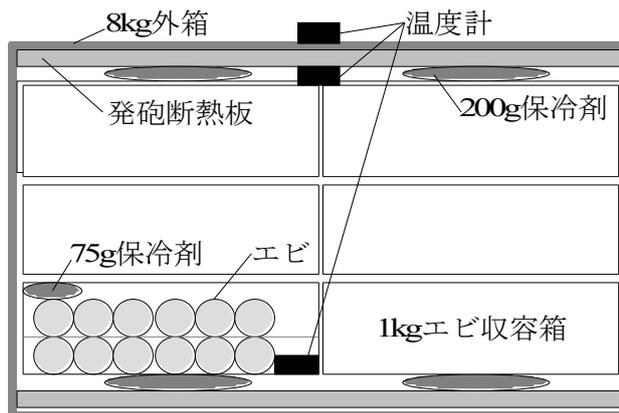


図2 保冷剤・断熱材・温度計配置模式図



図3 断熱アルミシート（上の箱）

表 出荷試験の概要

試験期間	平成28～令和1年度(4年間)	
試験回数	11回(外箱15、エビ収容箱67)	
断熱材	有10外箱	無5外箱
温度管理	ほぼ成功*	ほぼ失敗
死亡率	7%(0-21%)	22%(3-38%)
平均価格	5,838円/kg	3,944円/kg

\*温度管理の成功は箱内が概ね20℃以内

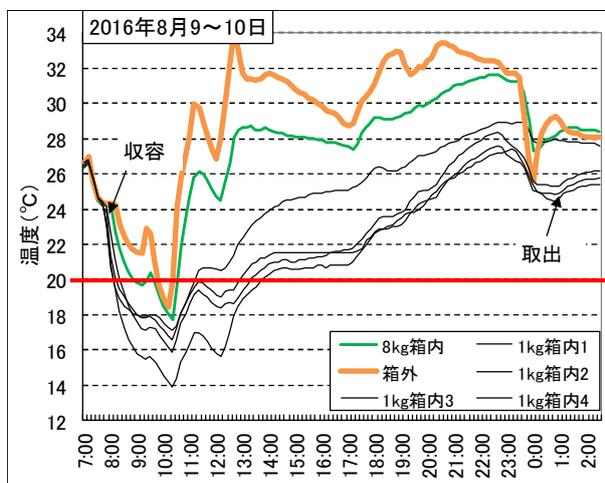


図4 輸送時箱内温度の推移(温度管理未実施)  
細い線が1kg箱内の温度。エビの死亡率50%

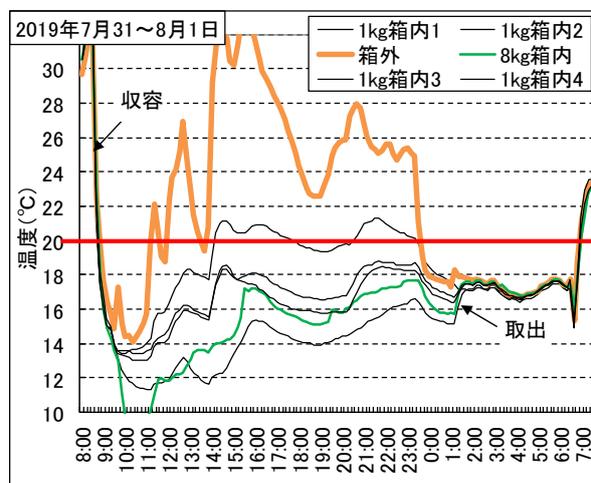


図5 輸送時箱内温度の推移(温度管理実施)  
細い線が1kg箱内の温度。エビの死亡率2%

[成果情報]

課題ID: 2017深001

研究課題名: 県産クルマエビの種苗生産・養殖技術高度化試験

予算区分: 県単

研究期間(事業全体の期間): 2017～2019年度

研究担当者: 鹿熊信一郎・荒井政年・石川貴宣

発表論文等: 鹿熊信一郎ら(2020) 沖縄深層水研報、No. 20 (投稿準備中)

(成果情報名) 養殖ゴカイの高精度ウイルススクリーニング技術							
(要約) <u>ゴカイ</u> は、クルマエビの種苗生産を行う上で、必要な産卵催熟餌料であるが、クルマエビの大量斃死を引き起こす急性ウイルス血症 (PAV) の媒介者である。ゴカイからPAVウイルスを検査する手法の開発を行い、 <u>ウイルスフリーゴカイ</u> の生産を可能とする。							
(担当機関) 海洋深層水研究所					連絡先	098-896-8655	
部会	水産業	専門	養殖	対象	イソゴカイ	分類	試験・分析及び調査

[背景・ねらい]

ゴカイは、クルマエビの種苗生産を行う上で、産卵催熟餌料として必要である。しかし、これまで国内の種苗生産機関で利用されてきた国内外産のゴカイは、クルマエビの大量斃死を引き起こす急性ウイルス血症 (PAV) の媒介者 (ベクター) として知られている。このため、ウイルスフリーゴカイの作出が必要とされているが、国内では専門の研究者がおらず、検査手法すら確立されていなかった。クルマエビの PAV 検査手法および海外で行われている手法を参考にして、ゴカイから PAV 感染可能性がある個体を高精度に検出する手法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 人工授精を行った親ゴカイのペアを1検体として DNA 抽出を行う (図1)。本研究では、第一世代を生んだ親 36 ペア、ウイルスフリー第一世代 (第二世代を生んだ親) 2 ペアの検査を実施した。
2. PCR の条件は、クルマエビの PAV 検査において偽陽性が生じることがわかっているため、3 種類の Nested-PCR 条件により検査を行う (表1)。以下の現実的に有効と考えられる検査手法 3 種類を選定し、検査を行った。①国際獣疫事務局 (OIE) および国立研究開発法人水産研究・教育機構が推奨している方法 (以下、OIE 法)、②OIE 法を改良したシャトル PCR 法、③インドネシアのウシエビ養殖場のゴカイから検査した方法 (以下、Desrina 法)。
3. 第一世代 36 ペア中1ペアにおいて、OIE 法の条件によりウイルスの存在を疑わせる PCR 産物の増幅が確認された (表2)。
4. 第一世代で PCR 産物の増幅が確認されなかったゴカイを親として生育し、第二世代を生産したゴカイ (2ペア) を検査したところ、PCR 産物の増幅は確認されなかった (表2)。これにより、ウイルスフリーゴカイの作出に成功したと考えられる。

[成果の活用面・留意点]

1. クルマエビの種苗生産において、ウイルスフリーのゴカイを用いることにより、ゴカイを媒介者とした PAV 感染を抑制することが可能となる。
2. 養殖現場において中国産および日本本土産のゴカイは、疾病等を持ち込むリスクが高いため、スクリーニングを行ったゴカイのみを県内に持ち込むような体制整備を推奨したい。

[残された問題点]

PCR 法よりも迅速な診断が可能となるリアルタイム PCR 法や LAMP 法を用いた検査手法の導入が必要である。

## [具体的データ]



図1. イソゴカイから DNA 抽出用の肉片を切り出している様子。

表1. 検査に用いたプライマーリスト

方法名	プライマー名	塩基配列	ステップ数	参考論文等
①OIE法	146F1	ACTACTAACTTCAGCCTATCTAG	1 回目	OIE, 2017
	146R1	TAATGCGGGTGAATGTTCTTACGA	1 回目	OIE, 2017
	146F2	GTAAGTGCCTTCCATCTCCA	2 回目	OIE, 2017
	146R2	TACGGCAGCTGCTGCACCTTGT	2 回目	OIE, 2017
②シャトルPCR法	P1	ATCATGGCTGCTTCACAGAC	1 回目	Kimura et al 1996
	P2	GGCTGGAGAGGACAAGACAT	1 回目	Kimura et al 1996
	P3	TCTTCATCAGATGCTACTGC	2 回目	Kimura et al 1996
	P4	TAACGCTATCCAGTATCACG	2 回目	Kimura et al 1996
③Desrina法	VP28-F1	CACAACACTGTGACCAAG	1 回目	Desrina et al., 2012
	VP28-R1	TTTACTCGGTCTCAGTGCCAG	1 回目	Desrina et al., 2012
	VP28-F1 nested	CATTCTGTGACTGCTGAGG	2 回目	Desrina et al., 2012
	VP28-R1 nested	CCACACACAAAGGTGCCAAC	2 回目	Desrina et al., 2012

表2. 検査結果

PCR条件	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AP9	AP10	AP11	AP12	AP13	AP14	AP15	AP16	AP17	AP18	AP19	AP20	AP21
①OIE法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
②シャトルPCR法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③Desrina法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCR条件	AP22	AP23	AP24	AP25	AP26	AP27	AP28	AP29	AP30	AP31	AP32	AP33	AP34	AP35	AP36	AP37	AP38	AP201	AP202
①OIE法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
②シャトルPCR法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③Desrina法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

AP3～38 は第一世代を生んだ親の雌雄ペア。AP201 と 202 は第二世代を生んだ親の雌雄ペア。- は、PCR 産物の増幅が確認されず、+は増幅が確認されたことを表す。

## [研究情報]

課題 I D : 2017 深 001

研究課題名 : 県産クルマエビの種苗生産・養殖技術高度化試験

予算区分 : 県単

研究期間 (事業全体の期間) : 2017～2018 年度 (2017～2019 年度)

研究担当者 : 照屋清之介、荒井政年、石川貴宣

発表論文等 : 照屋清之介ら (2019) 沖縄深層水研報、No. 19 (投稿準備中)

## 水産業分野

(成果情報名) 海洋深層水の低温性活用によるゴカイの完全養殖							
(要約) 海洋深層水の低温性を活用し、ゴカイ（標準和名イソゴカイ）の養殖技術開発を行った。ゴカイの第一世代、第二世代を生産し、完全養殖に成功した。種苗は標準的な養殖密度に匹敵する平均 5,600 個体/m <sup>2</sup> で育成できた。							
(担当機関) 海洋深層水研究所					連絡先	098-896-8655	
部会	水産業	専門	養殖	対象	イソゴカイ	分類	基礎研究

### [背景・ねらい]

本県のクルマエビ養殖は、産出額が国内 1 位で、県内養殖業でも産出額 2 位である（平成 28 年）。そのクルマエビの種苗生産を行うためには、イソゴカイ（以下ゴカイとする）が必要不可欠であり、代替する他の餌料は見つかっていない。ゴカイを県外から入手してきたが、輸送時の斃死等で安定供給に課題がある他、養殖池中のクルマエビを全滅させてしまう急性ウイルス血症の媒介者（ベクター）としても知られており、県内での安定した生産体制の確立が望まれている。そこで海洋深層水の低温性を活用し、安定かつ実用的な種苗生産・養殖技術を開発する。

### [成果の内容・特徴]

1. ゴカイの陸上養殖水槽を 100L 水槽 12 基（I 区）、200L 水槽 10 基（II 区）、1000L 水槽 4 基（III 区）を設置した（図 1）。
2. 飼育水槽は二重底とし、底を目の細かいメッシュで覆い、細砂を深さ約 15cm 入れた。表層水と深層水は、自動灌水タイマーで 9 時間給水、3 時間止水することにより潮汐を自動化した（図 2）。餌は、クルマエビ種苗生産用配合飼料 3 号（ヒガシマル社製）を 1 日 1 回、水深約 5 mm のタイミングで前日の残餌を確認しながら 2~4 g/m<sup>2</sup>与えた。
3. 産卵虫をシャーレ内で人工ペアリングして放卵放精させ、トロコフォア幼生、ネクトキータ幼生を経て、成虫まで飼育した（図 3）。
4. 人工ペアリングを 30 回行い、そのうち 24 回は正常に発生が進み、1 回あたりの平均幼生数は約 18,000 個体、合計で約 43 万個体の幼生を飼育水槽に収容した。
5. 最適飼育水温を調べるために、17、20、23、24.5℃に海洋深層水で調整し、約 4 ヶ月間の飼育試験を行った。その結果、生残率は 23℃区が最も高く約 40%（図 4）、成長は 1 個体あたりの平均湿重量の増加で見た場合、同じく 23℃区が 0.39g から 0.91g に増加し、最も良かった（図 5）。
6. 成虫となった陸上養殖第一世代を親として、第二世代の生産も行い、完全養殖に成功した。
7. 成虫種苗の養殖密度は水槽サンプル測定から平均 5,600 個体/m<sup>2</sup>と推定され、これは既往知見での標準的な養殖密度（4,000 個体/m<sup>2</sup>以上）に匹敵する。

### [成果の活用面・留意点]

本県クルマエビ種苗の約 90%を生産している種苗供給センターを普及対象とし、ゴカイの自家生産体制を構築するため、今後も海洋深層水研究所との技術的連携を継続する必要がある。

### [残された問題点]

効率的な養殖を行うためには、水槽あたりの最適密度や、成長段階における最適給餌量等の条件を明らかにする必要がある。

[具体的データ]



図1. 養殖試験水槽 (奥がI区、手前側がII区)

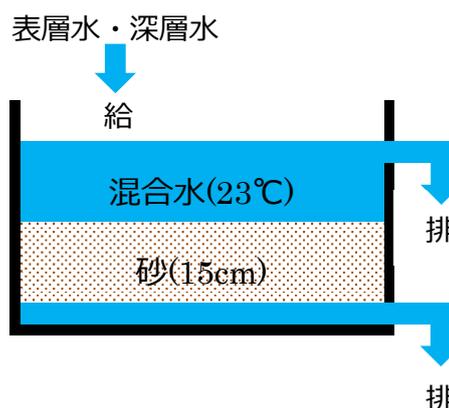


図2. 養殖水槽模式図

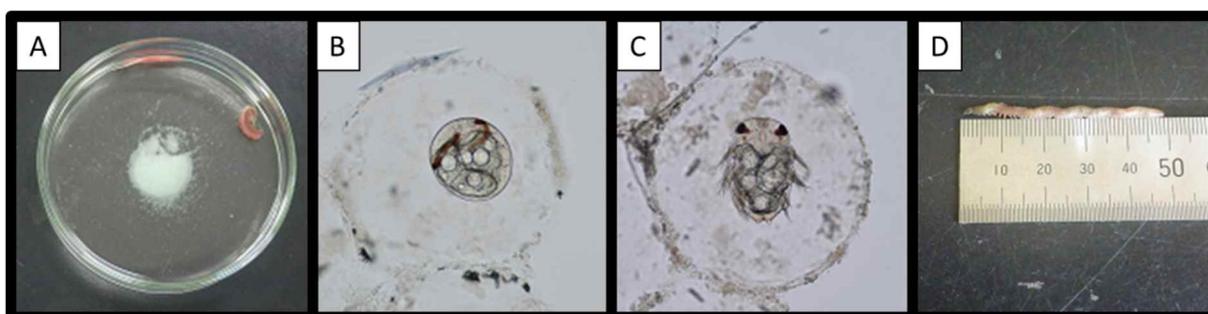


図3. ゴカイの放精放卵から成虫までの成長の様子 (A: 放精放卵直後、B: トロコフォア幼生 (48時間後)、C: ネクトキータ幼生 (96時間後)、D: 飼育3ヶ月後の成虫)

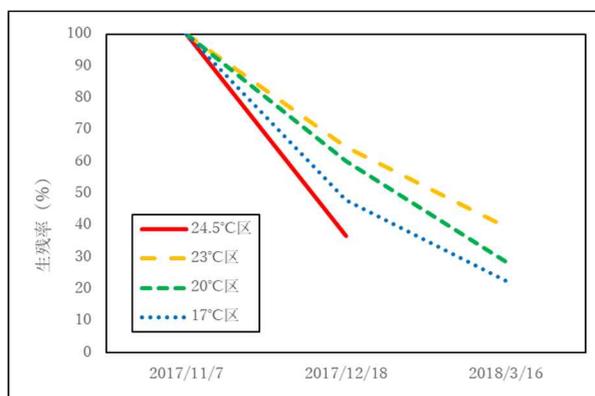


図4. 海水温別ゴカイの生残率比較

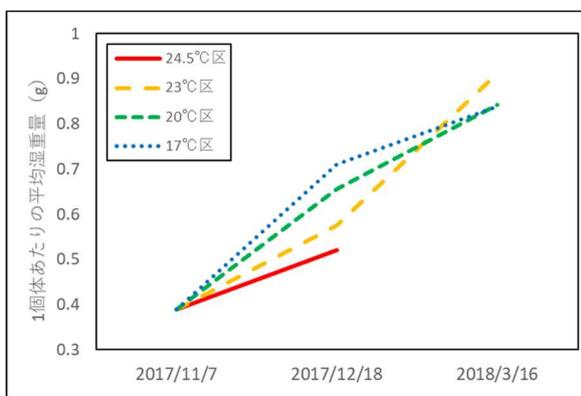


図5. 海水温別ゴカイの成長比較

[研究情報]

課題ID: 2017深001

研究課題名: クルマエビ種苗生産・養殖技術高度化試験

予算区分: 県単

研究期間 (事業全体の期間): 2017~2018年度 (2017~2019年度)

研究担当者: 荒井政年、石川貴宣

発表論文等: 鹿熊信一郎ら (2019) 沖縄深層水研報、No. 17・18: 20-23