

# 1. シャットネラ赤潮予察調査事業

山砥 稔文・北原 茂・平野 慶二  
宮崎 隆徳・岩永 俊介・矢田 武義

養殖ブリに多大な被害を与える有害赤潮種シャットネラについて、発生初期の早期把握、漁業被害の軽減・防止を目的として、平成3年度から平成10年度まで、橘湾において水産庁委託事業の九州西岸域シャットネラ赤潮広域共同調査を実施してきた。

平成11年度からは、県単独事業により、水産庁委託事業の調査で得られた知見を元に、橘湾、有明海において、シャットネラ等有害種の赤潮発生予察手法を確立するための調査を実施している。本年度も引き続き調査を実施した。



図1 調査定点  
結果

## I. 橘湾・有明海調査

*Chattonella*属等有害種の遊泳細胞の出現状況と環境との関連を把握するための調査を実施した。

### 方 法

調査は、図1に示した橘湾海域11定点で、7月11日、7月25日、8月9日、8月30日の4回、有明海海域9定点で、7月9日、7月24日、8月8日、8月29日の4回実施した。調査項目等は以下のとおりである。

**水温・塩分** 全調査点の0.5～B-1m層 (0.5, 2, 5, 10, 20, …, B-5, B-3, B-2, B-1m) を、塩分水温計 (ESL製MC5型) により測定した。

**溶存酸素** 精密調査点の0.5～B-1m層 (0.5, 2, 5, 10, 20, …, B-5, B-3, B-2, B-1m) の飽和度を、溶存酸素計 (長島商事製ND-10型) により測定した。

**水 質** 精密調査点の0.5m, 10m, B-1m層について、クロロフィル-a量、無機態窒素 (DIN), リン酸態リン (DIP) を海洋観測指針に準じて分析した。

**プランクトン** 全調査点の0.5m, 10m, B-1m層について、有害赤潮種である *Chattonella*属 (*C. antiqua*, *C. marina*, *C. spp.*), *Cochlodinium porykrikoides*, *Gymnodinium mikimotoi*を対象として計数した。

なお、精密調査点は、橘湾海域ではStn.1, 4, 7の3定点、有明海海域ではStn.33, 39, 43の3定点とした。

## (1) 橘湾

**海象等** 水温、塩分の平均値の推移を図2に示した。

水温は表層22.5～30.9℃、中層 (10m) 22.5～26.3℃、底層21.9～25.7℃の範囲で推移し、7月中旬には底層は既に *Chattonella*属のシスト発芽水温 (20～22℃) の範囲にあった。

塩分は表層 29.70～32.88、中層32.04～32.90、底層32.36～35.52の範囲で推移した。

**水 質** 平均値の推移を図3に示した。

クロロフィル-aは表層0.36～4.46 μg/L、中層0.44～4.16 μg/L、底層0.39～2.80 μg/Lの値で、水域、時期による大きな差はなかった。

DINは表層0.17～0.75 (平均0.35) μg-at/L、中層0.21～2.31 (平均0.62) μg-at/L、底層1.72～6.39 (平均3.81) μg-at/Lで、水域、時期による大きな差はなかった。

DIPは表層0.00～0.06 (平均0.02) μg-at/L、中層0.01～0.16 (平均0.05) μg-at/L、底層0.18～0.70 (平均0.34) μg-at/Lで、DIN同様、水域、時期による大きな差はなかった。

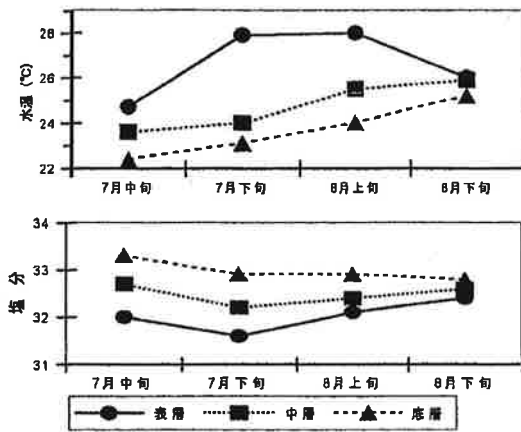


図2 橘湾における水温・塩分の推移 (平均値)

有害プランクトンの出現状況 *Chattonella*属, *Gymnodinium mikimotoi*は, 調査期間を通じてみられなかった。他の有害種では, *Cochlodinium porykrikoides*が各調査時に0.67~9.0cells/mlの範囲で出現した。

*Chattonella*赤潮の発生状況 赤潮の発生はなかった。

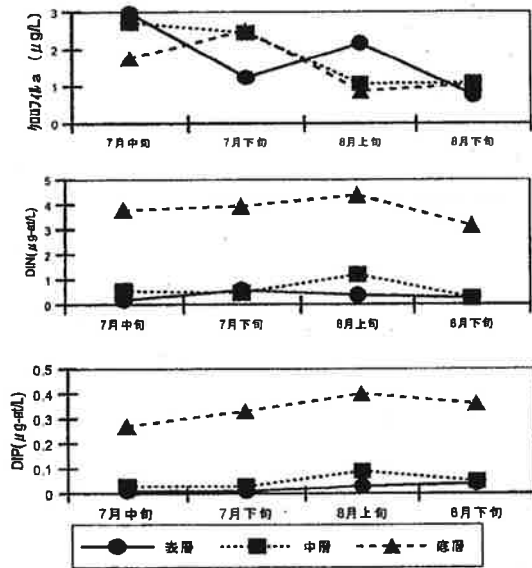


図3 橘湾における水質の推移 (平均値)

## (2) 有明海

海象等 水温, 塩分の平均値の推移を図4に示した。

水温は表層23.6~28.0°C, 中層(10m) 22.5~27.2°C, 底層22.2~27.2°Cの範囲で推移し, 橘湾同様, 7月上旬には底層は既に*Chattonella*属のシスト発芽水温の範囲にあった。

塩分は表層15.80~32.50, 中層29.40~32.50, 底層28.80~33.18の範囲で推移した。

水質 平均値の推移を図5に示した。

クロロフィル-aは表層1.41~82.4µg/L, 中層1.21~15.2µg/L, 底層0.82~5.75µg/Lの値で, 水域では, 湾口部が低め, 湾中部から湾奥部が高めであり, 時期的には7月上旬が高めであった。

DINは表層0.18~6.80(平均1.28)µg-at/L, 中層0.17~12.57(平均3.84)µg-at/L, 底層0.21~40.16(平均6.50)µg-at/Lで, 水域別では湾奥部(諫早湾)が高めであり, 時期的には7月下旬が高めであった。

DIPは表層0.06~0.39(平均0.20)µg-at/L, 中層0.09~0.80(平均0.28)µg-at/L, 底層0.06~1.22(平均0.38)µg-at/Lで, 水域別ではDIN同様, 湾奥部(諫早湾)が高めであり, 時期的には7月下旬が高めであった。

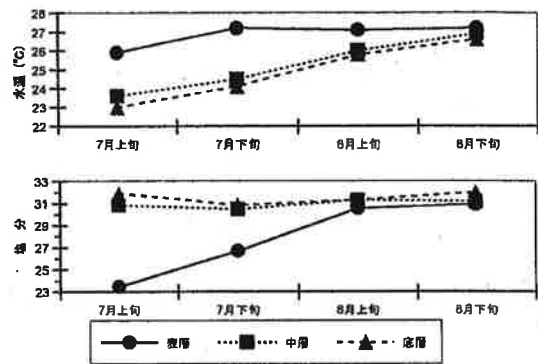


図4 有明海における水温・塩分の推移 (平均値)

有害プランクトンの出現状況 *Chattonella*属では, *C. antiqua*が8月下旬に0.33~5.0cells/mlの範囲で出現し, 出現時の水温は26.3~27.2°C, 塩分は30.40~33.18の範囲であった。*C. marina*は8月下旬にStn.12を除く10定点で, 0.33~4.0cells/mlの範囲で出現した。

*Chattonella* sp. (球形細胞)は, 8月上旬にStn.42で0.33cells/ml, 8月下旬にStn.33,43を除く7定点で0.33~1.0cells/ml出現した。

他の有害種では, *Cochlodinium porykrikoides*が8月上旬, 下旬に0.33~6.0cells/mlの範囲で出現した。

また, *Gymnodinium mikimotoi*が8月上旬にStn.43で, 0.33cells/ml出現した。

**Chattonella赤潮の発生状況** 赤潮は、8月27～29日(3日間)に、小長井港で*Heterosigma akashiwo*との混合赤潮として1件発生した。最高細胞数は8月27日の表層の178cells/mlであった。その他、小長井港沖では同日の表層で7.0cells/mlの出現が確認された。なお、この赤潮による漁業被害はなかった。

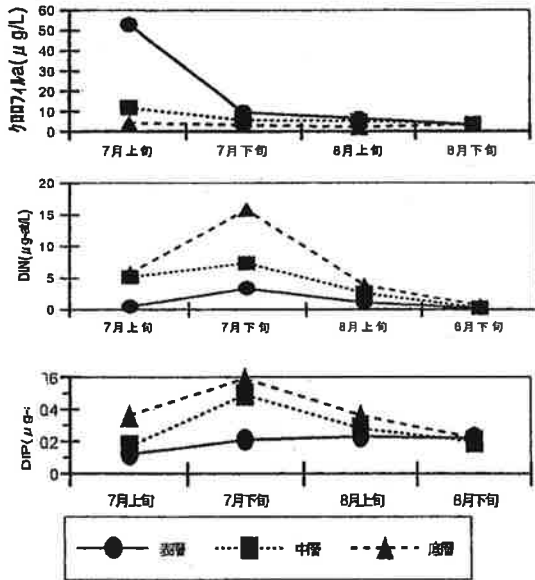


図5 有明海における水質の推移(平均値)

まとめ

- 1) 有明海・橘湾において、夏季のシャットネラ属等の遊泳細胞の出現状況と環境との関連を把握するための調査を実施した。
- 2) 調査時の表層水温は、橘湾では22.5～30.9℃、有明海では23.6～28.0℃の範囲であった。
- 3) *C. antiqua*の遊泳細胞は、有明海では8月下旬に0.33～5.0cells/mlの範囲で出現し、最高細胞数は5.0cells/mlであった。橘湾では出現しなかった。
- 4) *C. antiqua*の赤潮は、有明海では、8月27～29日(3日間)に、小長井港で*Heterosigma akashiwo*との混合赤潮として1件発生(最高細胞数は178cells/ml)したが、漁業被害はなかった。橘湾での*C. antiqua*赤潮の発生はなかった。

II. シャットネラシストの分布調査

*Chattonella*属について、冬季のシストと、夏季の遊泳細胞の出現状況との関連を把握するため、シストの分布調査を行った。

方法

シストの分布調査は、平成14年4月に図1に示した調査定点(橘湾9定点：4月30日、有明海9定点：4月18日、計18定点)で行った。

シストの査定・計数は、終点希釈法(赤潮生物研究指針、日本水産資源保護協会、1987)によった。

結果

*Chattonella*属シストの出現状況を表1に示した。橘湾では、*C. antiqua*のシストは湾奥～東部の6調査定点(Stn.1, 3, 4, 7, 8, 9)で2.0～7.8cysts/湿泥g、*C. marina*のシストが湾西部のStn.5で4.5cysts/湿泥g確認された。

有明海では、*C. antiqua*のシストは諫早湾のStn.42, 44でそれぞれ2.0cysts/湿泥g、口之津港内のStn.12で6.8cysts/湿泥g確認された。*C. marina*のシストは確認されなかった。

*C. antiqua*の前年度冬季(平成13年1月)のシストと本年度夏季の遊泳細胞の出現状況についてみると、橘湾では、冬季のシスト、夏季の遊泳細胞ともみられなかった。有明海では、シストが冬季に7定点で2.0～13.0cysts/湿泥g、夏季に遊泳細胞が8月下旬に9定点で0.33～5.0cells/mlの範囲でみられた。

表1 *Chattonella*属シストの出現状況

海域	調査定点	シスト数(cysts/湿泥g)	
		<i>C. antiqua</i>	<i>C. marina</i>
橘湾	1	2.0	
	3	7.8	
	4	7.8	
	5		4.5
	7	7.8	
	8	2.0	
有明海	9	2.0	
	12	6.8	
	42	2.0	
	44	2.0	

## ま と め

- 1) 有明海・橘湾において、冬季のシャットネラ属シストの分布調査を実施した。
- 2) *C. antiqua*のシストは、橘湾6定点で2.0~7.8cysts/湿泥 g, 有明海の3定点で2.0~6.8cysts/湿泥 g 確認された。
- 3) *C. marina*のシストは、橘湾の1定点で4.5cysts/湿泥g確認されたが、有明海では確認されなかった。
- 4) *C. antiqua*の前年度冬季のシストと本年度夏季の遊泳細胞の出現状況は、橘湾では、冬季のシスト、夏季の遊泳細胞ともみられなかったが、有明海では、シストが冬季に7定点で2.0~13.0cysts/湿泥 g, 夏季に遊泳細胞が8月下旬に9定点で0.33~5.0cells/mlの範囲でみられた。

(担当：山砥)

## 2. 赤潮プランクトン等監視調査事業

平野 慶二・山砥 稔文・北原 茂  
宮崎 隆徳・岩永 俊介・矢田 武義

### I. 長崎県下における赤潮の発生状況

九州沿岸域の水産関係機関相互において、赤潮による漁業被害を未然に防止する一助として、昭和53年度から赤潮情報交換事業（水産庁補助事業）として開始し、種々改称継続して、平成12年度から当事業として実施している。

詳細は、平成13年度赤潮プランクトン等監視調査事業報告書-I、一長崎県下における赤潮の発生状況一、長崎水試登録第624号に記載した。

#### 結 果

研修会 南松浦郡岐宿町、奈留町および南高来郡小浜町において、養殖漁業者等を対象に、赤潮プランクトン観察、赤潮発生状況、赤潮発生時の対応・対策等についての研修を行った。

発生件数 平成13年は43件発生し、そのうち漁業被害を伴ったものは6件であった。

発生時期は6月が8件（延べ数）と最も多く、次いで4、5、7月が7件であった。

発生水域 九十九島が10件で最も多く、次いで有明海が9件、大村湾、五島、対馬が5件、伊万里湾周辺が4件、西彼沿岸が3件、壱岐が2件、薄香・古江湾が1件であった。橘湾、平戸周辺、北松沿岸での発生はなかった。

赤潮構成プランクトン 最優占種となったプランクトンは14種であり、*Noctiluca scintillans*が11件で最も多く、*Mesodinium rubrum*が7件、*Cochlodinium polykrikoides*が5件、*Gymnodinium mikimotoi*と*Heterosigma akashiwo*が4件、*Prorocentrum sigmoides*が3件、クリプト藻類と珪藻類（*Chaetoceros*主体）が2件と続き、織毛虫（*Tontonia* sp.）、*Alexandrium catenella*、*Prorocentrum minimum*、*Chattonella antiqua*、*Gymnodinium sanguineum*、珪藻類（*Skeletonema*主体）がそれぞれ1件であった。漁業被害 発生件数43件のうち、漁業被害を伴ったものは6件であった。

①5月12日に佐世保市佐世保港において*Gymnodinium*

*mikimotoi*により養殖ブリ180尾、養殖マダイ130尾、養殖アジ100尾、5月21日にヒラメ、アナゴ等（漁業種類、数量不明）がへい死した。被害金額は1,020,000円であった。

②5月31日に野母崎町野母港において*Heterosigma akashiwo*により蓄養マアジ50尾がへい死した。被害金額は30,000円であった。

③6月17日～6月18日に小佐々町楠泊地先において*Gymnodinium mikimotoi*により養殖ブリ572尾、養殖ヒラマサ426尾、養殖マダイ20尾がへい死した。被害金額は1,972,200円であった。

④8月16日～8月18日に小佐々町楠泊地先において*Cochlodinium polykrikoides*により養殖ブリ500尾、養殖トラフグ150尾がへい死した。被害金額は66,500円であった。

⑤8月21日～8月26日に鹿町町歌ヶ浦地先において*Cochlodinium polykrikoides*により養殖シマアジ660尾、養殖トラフグ5,170尾がへい死した。被害金額は4,290,000円であった。

⑥10月30日に佐世保市針尾北町大崎地先において*Cochlodinium polykrikoides*により養殖ヒラマサ1,517尾がへい死した。被害金額は3,809,500円であった。

（担当：北原）

### II. 赤潮発生監視調査

本調査は、前項と同様に昭和53年度から赤潮予察調査事業（水産庁補助事業）として開始し、種々改称継続して、平成12年度から当事業として、伊万里湾と大村湾をモニタリング水域として、夏季を中心に、両湾の海況・水質・底質・プランクトン動向調査を実施している。

詳細は、同報告-II、一資料集一、長崎水試登録第622号に記載した。

## 結 果

伊万里湾 調査は6月中旬, 7月中旬, 9月上旬, 10月中旬の4回行った。水温は, 表層20.2~27.8°C, 底層19.1~25.0°C, 塩分は, 表層15.90~34.80, 底層32.90~35.00の範囲で推移した。各調査時の平均値を例年と比べると, 水温は6月中旬の底層がやや高め, 7月中旬と10月中旬では全層で高めであった。塩分は6月中旬と7月中旬では全層で低めであったが, 9月上旬と10月中旬では全層で高めであった。

溶存酸素飽和度は表層85~115%, 底層28~103%で, 底層では7月中旬は全湾的に低く, 平均67%であり, 9月上旬は福島の鯛之鼻地先(コージボ瀬戸)で30%以下の貧酸素水塊がみられた。

透明度は0.5~15.0mで, 7月中旬は湾中東部で10m以上を示すなど高めであったが, 福島南部では6月下旬に1.0m以下と低い値の水域がみられた。

栄養塩は, DINが0.20~6.09  $\mu\text{g-at/L}$  (平均1.86  $\mu\text{g-at/L}$ ), DIPが0.03~0.49  $\mu\text{g-at/L}$  (平均0.13  $\mu\text{g-at/L}$ )で, 平均値は前年に比べ, DINが0.49  $\mu\text{g-at/L}$ 高め, DIPが0.03  $\mu\text{g-at/L}$ 低めであった。クロロフィル-aは, 0.19~4.51  $\mu\text{g/L}$  (平均1.15  $\mu\text{g/L}$ ), CODは0.06~0.87ppm (平均0.28ppm)で, クロロフィル-aは10月中旬が高めであった。

底質(表層泥)は, 全硫化物0.028~0.253mgS/g乾泥(平均0.163mgS/g乾泥), COD13.65~36.03mgO<sub>2</sub>/g乾泥(平均26.17mgO<sub>2</sub>/g乾泥), 強熱減量14.22~23.21% (平均16.66%), 全炭素2.06~5.71% (平均3.83%), 全窒素0.12~0.33% (平均0.22%)であった。

採水プランクトン細胞数は13.5~2,627.5cells/mL, 優占種はいずれも珪藻類で, 6月中旬, 9月上旬, 10月中旬は*Skeletonema costatum*, 7月中下旬は*Nitzschia* spp.であった。珪藻類以外の赤潮原因種で10cells/mL以上出現したのは1種類のみで, *Ebria tripartita*が7月中旬と10月中旬にそれぞれ12.5cells/mL出現した。有害種では, *Gymnodinium mikimotoi*が6月中旬, 7月中旬, 9月上旬, 10月中旬に0.5~5.0cells/mL, *Gymnodinium* sp. (伊万里型)が6月中旬, 7月中旬にそれぞれ0.5cells/mL, *Cochlodinium polykrikoides*が7月中旬, 9月上旬,

10月中旬に0.5~4.0cells/mL, *Heterosigma akashiwo*が7月中旬, 9月上旬, 10月中旬にそれぞれ0.5cells/mL, *Heterocapsa circularisquama*が9月上旬に0.5~1.5cells/mL出現した。

赤潮の発生は, *Noctiluca scintillans* (4月10~13日), *Tontonia* sp. (5月30~31日), *Mesodinium rubrum* (6月20~26日), *G. mikimotoi* (6月28~7月8日)の4件であったが, 漁業被害はなかった。

大村湾 調査は6月下旬と9月中旬の2回実施した。水温は表層22.9~27.7°C, 底層20.2~27.1°C, 塩分は表層29.50~32.97, 底層31.90~33.29で推移した。各調査時の平均値を例年と比べると, 水温は6月下旬, 9月中旬とも全層でやや高めであった。塩分は6月下旬, 9月中旬とも全層で高めであった。

溶存酸素飽和度は表層83~106%, 底層25~105%で, 6月下旬は湾の南東から西部で50%以下, 9月中旬は湾の北部で30%以下の貧酸素水塊がみられた。

透明度は3.5~7.5mで, 6月下旬は西彼町地先で低め, 9月中旬は西彼町, 東彼杵町地先で低めであった。

栄養塩は, DINが0.14~1.81  $\mu\text{g-at/L}$  (平均0.40  $\mu\text{g-at/L}$ ), DIPが0.01~0.17  $\mu\text{g-at/L}$  (平均0.04  $\mu\text{g-at/L}$ )で, 平均値は前年に比べ, DINが1.41  $\mu\text{g-at/L}$ 低め, DIPが0.12  $\mu\text{g-at/L}$ 低めであった。

クロロフィル-aは, 0.58~4.08  $\mu\text{g/L}$  (平均1.88  $\mu\text{g/L}$ ), CODは0.14~0.51ppm (平均0.32ppm)であった。

底質(表層泥)は, 全硫化物0.069~0.341mgS/g乾泥(平均0.193mgS/g乾泥), COD5.37~48.10mgO<sub>2</sub>/g乾泥(平均36.44mgO<sub>2</sub>/g乾泥), 強熱減量8.20~20.01% (平均16.34%), 全炭素1.65~5.31% (平均3.61%), 全窒素0.15~0.27% (平均0.23%)であった。

採水プランクトン細胞数は33~1,275cells/mL, 優占種はいずれも珪藻類で, 6月下旬は*Chaetocers* spp., 9月中旬は*Bacteriastrum* spp.であった。珪藻類以外の赤潮原因種で10cells/mL以上出現したのは2種類で, *Ceratium fusus*は6月下旬に最高80cells/mL, *H. akashiwo*は6月下旬, 9月中旬に0.5~55cells/mL出現した。その他, 有害種では*G. mikimotoi*が6月下旬, 9月中旬に

それぞれ0.5cells/ml, *H. circularisquama*, *Chattonella antiqua*, *Chattonella marina*が9月中旬にそれぞれ0.5 cells/ml出現した。

赤潮の発生は, *Prorocentrum sigmoides*3件(10月1~2日, 10月31日~11月2日:形上湾, 11月8~9日:大村市東浦地先), *G. mikimotoi*(5月12日~6月7日)と *C. polykrikoides*(10月30日~11月8日)がそれぞれ1件の計5件であった。このうち, 漁業被害を伴ったものは2件であり, 5月12日~6月7日の佐世保港における *G. mikimotoi*赤潮では, 蓄養ブリ180尾, 蓄養マダイ130尾等がへい死し, 被害金額は1,020,000円であった。また, 10月30日~11月8日の佐世保市針尾柿ノ浦地先における *C. polykrikoides*赤潮では, 養殖ヒラマサ1,517尾がへい死し, 被害金額は3,809,500円であった。

#### ま と め

- 1) 平均水温は, 伊万里湾では7月中旬と10月中旬が, 大村湾では6月下旬と9月中旬が例年より高めであった。
- 2) 平均塩分は, 例年に比べ, 伊万里湾では6月中旬と7月中旬が低め, 9月上旬と10月中旬が高め, 大村湾では6月下旬と9月中旬が高めであった。
- 3) 貧酸素水塊は, 伊万里湾では9月上旬の福島鯛之鼻地先で, 大村湾では9月中旬に湾北部でみられ, それぞれ30%以下であった。
- 4) 赤潮は, 伊万里湾で4件, 大村湾で5件発生した。漁業被害は, 伊万里湾ではなかったが, 大村湾では5月の *G. mikimotoi*赤潮によって養殖ブリ等が, 10~11月の *C. polykrikoides*赤潮によって養殖ヒラマサがへい死し, 被害額はそれぞれ1,020,000円, 3,809,500円であった。(担当:山砥)

### Ⅲ. 貝毒発生監視調査

この調査は, 本県の養殖ヒオウギガイの毒化対策の一助とするため, 昭和57年度重要貝類毒化点検調査事業(水産庁委託事業)として開始し, 種々改称継続して, 平成12年度から当事業として, 養殖ヒオウギガイの毒性値・海況・プランクトン動向調査を実施している。平成13年度の対象水域は対馬(浅茅湾, 三浦湾)および県南(南串山)とした。

詳細は, 同報告書一Ⅲ, (貝毒発生監視調査), 長崎水試登録第623号に記載した。

#### 結 果

貝毒調査 麻ひ性貝毒, 下痢性貝毒とも全ての調査定点で検出されなかった。

プランクトン調査 *Alexandrium*属(麻ひ性貝毒原因種)については, *A. catenella*が対馬の三浦湾で1月に32.0cells/L, 2月に8.0cells/L, 浅茅湾で1月に1.0 cells/L出現したが, 全て麻ひ性貝毒は検出されず, プランクトンと貝毒の関係は明らかではなかった。

また, *A. tamarense*は全ての調査定点で出現しなかった。

*Gymnodinium catenatum*(麻ひ性貝毒原因種)は, 対馬の浅茅湾で1月に228.0cells/L出現したが, 麻ひ性貝毒は検出されなかった。

*Dinophysis*属(下痢性貝毒原因種)については, *D. acuminata*が対馬の浅茅湾で2月に2.0cells/L, 県南の南串山で9月に1.0cells/L出現したが, いずれも下痢性貝毒は検出されず, プランクトンと貝毒の関係は明らかではなかった。また, *D. fortii*はすべての調査定点で出現しなかった。

(担当:平野)

### 3. 冬季ケイ藻赤潮緊急対策事業

平野 慶二・山砥 稔文・北原 茂  
宮崎 隆徳・岩永 俊介・矢田 武義

養殖ノリに色落ちなどの被害をもたらす冬季のケイ藻赤潮について、発生状況を早期に把握する手法の確立を目的として、平成13年度、水産庁委託事業により、有明海において冬季ケイ藻のモニタリング調査を実施した。

#### 方 法

平成14年1月7日から3月18日の間に、3～7日に1回の割合で、計12回の調査を行った。有明海長崎県海域におけるノリ養殖漁場に設けた6定点で実施した。(図1)



図1 調査定点

上記調査点における表層の水温，塩分，ケイ藻プランクトン種と細胞数，栄養塩(無機態窒素，リン酸態リン)，ノリの色落ち発生状況を調べた。以下の数値は6定点の平均値で示す。

#### 結 果

水温は9.2～13.0℃，塩分は30.46～31.50の範囲で推移した。栄養塩は無機態窒素が8.0～64.0 μg/L，リン酸態リンが2.0～9.7 μg/Lの範囲で推移し，無機態窒素は調査期間を通じて，水産用水基準値(70～100 μg/L)を越えることなく，リン酸態リンは1月7日に8.7 μg/L，1月21日に9.7 μg/Lと水産用水基準値(7～14 μg/L)と同程度であったが，その他の時期は基準値

以下で推移した。ケイ藻類は480～7,794cells/mlの範囲で出現し，1月10日に最高細胞数(7,794cells/ml)となった他は，480～2,961cells/mlと比較的低水準で推移した。ノリの色落ちの発生は1月7日，2月4～25日，3月11～18日に確認され，栄養塩との関係は明確でなかったが，1月10日の色落ちはケイ藻細胞数の最高値と，2月と3月の色落ちは大型ケイ藻 (*Eucampia zodiacus*) の出現数が多い時期とよく一致した。また，ケイ藻類の出現割合の推移をみると，*Skeletonema costatum* が優占している場合には，他の赤潮原因種の増殖が抑制され，逆に*S. costatum* が少ない場合には他種が増殖する傾向がみられた。今回の調査では，ノリ色落ちはケイ藻類の細胞数の多少と大型ケイ藻 (*E. zodiacus*) の動向が，ケイ藻類の種遷移は*S. costatum* の増減が関与している可能性が唆された。(図2)

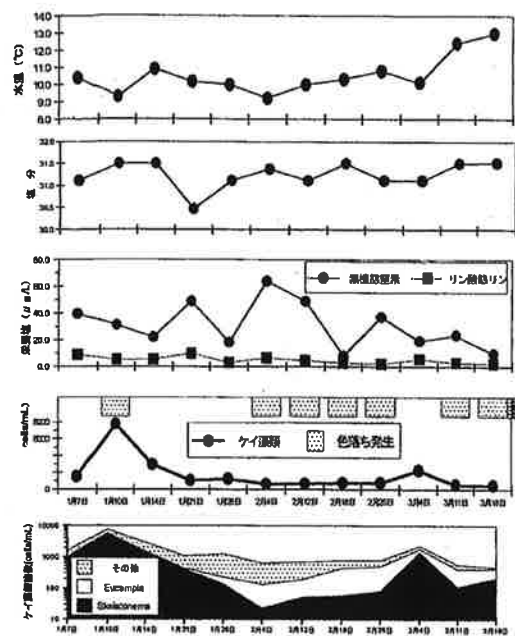


図2 平成14年冬季の有明海における水温，塩分，栄養塩(無機態窒素，リン酸態リン)，ケイ藻の細胞数と出現割合，色落ちの発生状況の推移

(担当：山砥)



## 4. 環境にやさしい養殖技術開発

平野 慶二・山砥 稔文・宮崎 隆徳  
北原 茂・岩永 俊介

多くの魚類養殖漁場では、長年の漁場行使による漁場老化により、生産性の低下をきたしている。

このような状況を改善し、魚類養殖業の永続的発展を図るため、効率的な養殖技術、漁場への汚染負荷軽減技術等を開発する。

### I. 餌の無駄が少ない養殖技術の開発

ブリ養殖における、時期別適正給餌量等を把握し、効率的な給餌法を開発する。

今年度は低水温期に脂質含量の異なる飼料（EP）を給餌し、成長、生残、環境への負荷量の比較検討を行った。

### 方 法

飼育試験は2回に分けて実施し、第1期（以下1期とする）は平成13年3月27日～5月25日、第2期（以下2期とする）は平成14年2月7日～4月10日に実施した。  
供試魚 平成12年6月中旬に、長崎県五島列島周辺海域で採捕し、その後、配合飼料を給餌して飼育したブリ1才魚を用いた。

試験区 試験区の設定内容は表I-1のとおりであり、飼料中の脂質含有率、給餌回数、収容尾数を変えて設定した。

表I-1 試験区設定の条件

期	試験区	飼料中の脂質含有率(%)	給餌回数	収容尾数
1期	1区	20.9	週5日	160
	2区	20.0	週5日	160
	3区	22.5	週5日	160
	4区	22.5	週2日	160
	5区	20.9	週5日	320
2期	1区	20.8	週3日	85
	2区	17.2	週3日	85
	3区	21.8	週3日	85

※ 各区、各期とも3m角生簀を使用

※ 各区、各期とも給餌日に1回/日給餌量を給餌した

魚体測定 試験開始時および終了時に、各区の全魚体重、30尾の尾叉長の測定を行った。

成分分析 環境への窒素、リン負荷量を推定するため、使用した配合飼料、試験開始時および終了時の魚体について、全窒素、全リンの分析を常法により行った。

### 結 果

#### 1期の飼育結果

飼育期間中の表層水温は15.2～20.3（平均17.1）℃であり、飼育結果は表I-2に示した。

飼育条件が飼料中の脂質含有率の違い以外は同じである1～3区を比較すると、平均魚体重は試験開始時に1区が359.4g、2および3区が353.1gであったものが、試験終了時には1区が609.2g、2区が611.5g、3区が598.7gとなった。日間成長率では1および3区が0.87%、2区が0.91%と2区がやや良好で、餌料効率は1区が69.95%、2区が69.77%、3区が66.22%で、3区が1、2区に比べやや劣った。生残率についてはいずれの試験区も100%であった。

今回の試験では脂質含有率の低い2区（20.0%）の成績がやや良好であり、脂質含有率の高い3区（22.5%）の成績がやや劣った。

給餌回数が週2回と少ない4区（脂質含有率22.5%）は、平均魚体重が試験開始時に353.5g、試験終了時に517.7gであった。日間成長率は0.64%、餌料効率は61.56%と、成長、餌料効率とも同じ飼料を給餌した3区を含む週5回給餌の1～3区と比べ著しく劣り、非効率的な給餌頻度であると考えられた。生残率は100%であった。

収容密度が他の区の2倍の5区（収容尾数320尾、脂質含有率20.9%）は、平均魚体重が試験開始時に357.4g、試験終了時には601.4gであった。日間成長率は0.86%、餌料効率は69.08%と、成長、餌料効率とも同じ飼料を給餌した1区に比べやや劣るが、ほぼ同等であった。生残率は100%であった。飼育期間中の収容密度が7kg/m<sup>3</sup>以下（5区の開始時4.24kg/m<sup>3</sup>、終了時7.10kg/m<sup>3</sup>）であれば、成長や餌料効率に与える密度の影響はほとんどないものと考えられる。

#### 1期の窒素、リンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時および終了時の魚体

の全窒素、全リンから推定した環境への負荷量等を表 I-3 に示した。

飼育条件が飼料中の脂質含有率の違い以外は同じである 1~3 区を比較すると、1尾当たりの負荷量は、窒素量が 1 区(脂質含有率 20.9%)で 16.29 g, 2 区(脂質含有率 20.0%)で 17.02 g, 3 区(脂質含有率 22.5%)で 16.12 g であり、リン量は 1 区で 4.48 g, 2 区で 3.86 g, 3 区で 3.48 であった。窒素量では「飼料中の脂質含有率が低く日間成長率が良好であった 2 区」が 1, 3 区と比較してやや多く、リン量では「脂質含有率が高く、餌料効率のやや劣る 3 区」で少なく、「日間給餌率が低い 1 区」が多かった。

また、増重 1kg 当たりでは、窒素量が 1 区で 65.22 g, 2 区で 65.86 g, 3 区で 65.63 g であり、リン量は 1 区で 17.92 g, 2 区で 14.92 g, 3 区で 14.22 g であった。窒素量では 1~3 区でほとんど差がみられなかった。リン量では「日間給餌率が低い 1 区」が多かった。

給餌回数が週 2 回と少ない 4 区(脂質含有率 22.5%)は、1尾当たりの負荷量は、窒素量が 11.99 g, リン量は 2.62 g であり、給餌量が少ない分負荷量も少ない結果となった。増重 1kg 当たりでは、窒素量が 73.01 g, リン量が 15.95 g と同じ飼料を給餌した 3 区と比べ窒素量、負荷量とも著しく多く、環境面からも非効率な給餌頻度と考えられた。

収容密度が他の区の 2 倍の 5 区(収容尾数 320 尾、脂質含有率 20.9%)は、1尾当たりの負荷量は、窒素量が 16.78 g, リン量は 4.15 g であり、同じ飼料を給餌した 1 区と比べて明確な差はみられなかった。増重 1kg 当たりでは、窒素量が 68.78 g, リン量が 17.02 g と同じ飼料を給餌した 1 区と比べ窒素量ではやや多いものの、リン量は逆にやや少なく、環境への負荷としてはほぼ等しいと考えられた。

#### 1 期のまとめ

水温 15~21°C の時期には、配合飼料中の脂質含有率が 20.0~22.5% の範囲では脂質含有率が 20.0% の区が成長面や餌料効率面でやや良好であったが、環境への負荷と脂質含有率との関係は明確ではなかった。

また、成長が悪く、餌料効率も低い給餌頻度では環境への負荷量が多くなることが示唆された。

収容密度による差は、密度が 7kg/m<sup>2</sup> 以下ではほとんどないことがわかった。

#### 2 期の飼育結果

飼育期間中の表層水温は 12.2~17.1 (平均 14.7) °C であり、飼育結果は表 I-4 に示した。

平均魚体重は試験開始時に 1 区(脂質含有率 20.8%)が 1,465 g, 2 区(脂質含有率 17.2%)が 1,490 g, 3 区(脂質含有率 21.8%)が 1,515 g であったものが、試験終了時には 1 区が 1,852 g, 2 区が 1,923 g, 3 区が 1,970 g となった。日間成長率では 1 区が 0.29%, 2 区が 0.31%, 3 区が 0.32% と 1 区が 2, 3 区に比べやや劣り、餌料効率は 1 区が 38.60%, 2 区が 37.91%, 3 区が 38.96% で、2 区が 1, 3 区に比べやや劣った。生残率についてはいずれの試験区も 100% であった。今回の試験では成長面で 1 区がやや劣ったが、これは日間給餌率が 0.75% と 2, 3 区より低かったことと関連があると考えられる。また、脂質含有率の高い 3 区の成績が良好であった。

#### 2 期の窒素、リンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時および終了時の魚体の全窒素、全リンから推定した環境への負荷量等を表 I-5 に示した。

1尾当たりの負荷量は、窒素量が 1 区(脂質含有率 20.8%)で 56.53 g, 2 区(脂質含有率 17.2%)で 62.15 g, 3 区(脂質含有率 21.8%)で 58.39 g であり、リン量は 1 区で 13.37 g, 2 区で 14.37 g, 3 区では 15.44 g であった。窒素量では「飼料中の脂質含有率が低く餌料効率がやや劣る 2 区」が 1, 3 区と比較して多く、リン量では「脂質含有率が高く、日間成長率がやや良好な 3 区」が多かった。「日間給餌率、日間成長率が低い 1 区」は窒素量、リン量とも 2, 3 区に比較して少なかった。

また、増重 1kg 当たりでは、窒素量が 1 区で 146.06 g, 2 区で 143.54 g, 3 区で 128.32 g であり、リン量は 1 区で 34.54 g, 2 区で 33.19 g, 3 区で 33.93 g であった。窒素量では 3 区が少なく、リン量では 2 区がやや少なかった。

#### 2 期のまとめ

水温 12~17°C の時期には、配合飼料中の脂質含有率

が17.2～21.8%の範囲では含有率の高い3区が成長、餌料効率、増重量1kg当たりの負荷量で最も良好な成績であったが、1、2区の結果と考え合わせると、脂質含有率と成長や餌料効率、環境への負荷との関係は必ずしも明確ではなかった。

なお、環境への負荷量は、給餌した窒素、リン量から魚体中に取り込まれた窒素、リン量を差し引いて求めたので、残餌および排泄物が含まれている。

### まとめ

- 1) 低水温期に脂質含有率の異なる飼料 (EP) を給餌し成長、生残、環境への負荷量を比較検討するため、水温15.2～20.3℃の時期 (1期) と水温12.2～17.1℃の時期 (2期) にブリ1才魚で飼育試験を行った。
- 2) 1期では成長や餌料効率面では脂質含有率20.0%の区が20.9%および22.5%の区よりやや良好であった。環境への負荷面ではリン量について22.5%の区が少なく、20.9%の区が多かったが、含有率と成長

や餌料効率、環境への負荷との関係は必ずしも明確ではなかった。

また、成長が悪く、餌料効率も低い給餌頻度では環境への負荷量が多くなることが示唆された。

さらに収容密度7kg/m<sup>3</sup>以下では、密度による差はほとんどないことがわかった。

- 3) 2期では成長や餌料効率および環境への負荷面では脂質含有率21.8%の区が20.8%および17.2%の区より良好であったが、含有率と成長や餌料効率、環境への負荷との関係は必ずしも明確ではなかった。
- 4) 低水温期にブリ1才魚を飼育する場合、魚体のサイズに合った市販のブリ育成用配合飼料 (EP) を使用するのであれば、その飼料中の脂質含有率の高低 (20%前後) は成長や餌料効率、環境への負荷の面から考えてさほど問題にはならないと考えられた。

(担当:宮崎)

表 I-2 ブリ1才魚の飼育結果概要 (1期:平成13年3月27日～平成13年5月25日)

項目	試験区				
	1区	2区	3区	4区	5区
開始時平均魚体重(g)	359.4	353.1	353.1	353.5	357.4
終了時平均魚体重(g)	609.2	611.5	598.7	517.7	601.4
開始時平均尾叉長(mm)	285.8	284.5	282.4	283.3	283.8
終了時平均尾叉長(mm)	329.8	329.8	331.8	325.0	332.5
開始時尾数	160	160	160	160	320
終了時尾数	160	160	160	159	319
へい死尾数	0	0	0	0	0
へい死魚体重(g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
飼育日数	59	59	59	59	59
給餌量(g)	57,139	59,261	59,340	42,434	112,817
日間成長率(%)	0.87	0.91	0.87	0.64	0.86
日間給餌率(%)	1.25	1.30	1.32	1.04	1.25
餌料効率(%)	69.95	69.77	66.22	61.56	69.08
生残率(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

※ 4、5区は飼育期間中に1尾ずつ逃亡

※ 飼育期間中の表層水温:15.2～20.3(平均17.1)℃

表 I-3 環境への窒素、リンの負荷量 (1期)

項目	試験区				
	1区	2区	3区	4区	5区
開始時平均魚体重(g)	359.4	353.1	353.1	353.5	357.4
終了時平均魚体重(g)	609.2	611.5	598.7	517.7	601.4
給餌量/尾(g)	357.1	370.4	370.9	266.0	353.1
給餌窒素量(g)	23.86	24.47	23.68	16.98	23.57
リン量(g)	5.61	5.22	4.81	3.45	5.55
開始時魚体窒素量(g)	10.71	10.52	10.52	10.53	10.65
リン量(g)	0.99	0.97	0.97	0.97	0.98
終了時魚体窒素量(g)	18.28	17.98	18.08	15.53	17.44
リン量(g)	2.12	2.34	2.29	1.80	2.38
1尾当たりの負荷窒素量(g)	16.29	17.02	16.12	11.99	16.78
リン量(g)	4.48	3.86	3.49	2.62	4.15
増重1kg当たりの負荷窒素量(g)	65.22	65.86	65.63	73.01	68.78
リン量(g)	17.92	14.92	14.22	15.95	17.02

表 I-4 ブリ2才魚の飼育結果概要 (2期:平成14年2月7日~平成14年4月30日)

項目	試験区		
	1区	2区	3区
開始時平均魚体重(g)	1,465	1,490	1,515
終了時平均魚体重(g)	1,852	1,923	1,970
開始時平均尾叉長(mm)	431	434	433
終了時平均尾叉長(mm)	448	456	460
開始時尾数	85	85	85
終了時尾数	85	85	85
へい死尾数	0	0	0
へい死魚体重(g)	0	0	0
飼育日数	81	81	81
給餌量(g)	85,231	97,088	99,269
日間成長率(%)	0.29	0.31	0.32
日間給餌率(%)	0.75	0.83	0.83
餌料効率(%)	38.60	37.91	38.96
生残率(%)	100.0	100.0	100.0

※ 飼育期間中の表層水温:12.2~17.1(平均14.7)°C

表 I-5 環境への窒素、リンの負荷量 (2期)

項目	試験区		
	1区	2区	3区
開始時平均魚体重(g)	1,465	1,490	1,515
終了時平均魚体重(g)	1,852	1,923	1,970
給餌量/尾(g)	1,002.7	1,142.2	1,167.9
給餌窒素量(g)	69.31	77.49	73.25
給餌リン量(g)	15.76	15.98	15.95
開始時魚体窒素量(g)	42.78	43.51	44.24
開始時魚体リン量(g)	6.70	6.82	6.93
終了時魚体窒素量(g)	55.56	58.84	59.10
終了時魚体リン量(g)	9.10	8.42	7.44
1尾当たりの負荷窒素量(g)	56.53	62.15	58.39
1尾当たりの負荷リン量(g)	13.37	14.37	15.44
増重1kg当たりの負荷窒素量(g)	146.06	143.54	128.32
増重1kg当たりの負荷リン量(g)	34.54	33.19	33.93

## II. 底質改良剤散布効果追跡調査

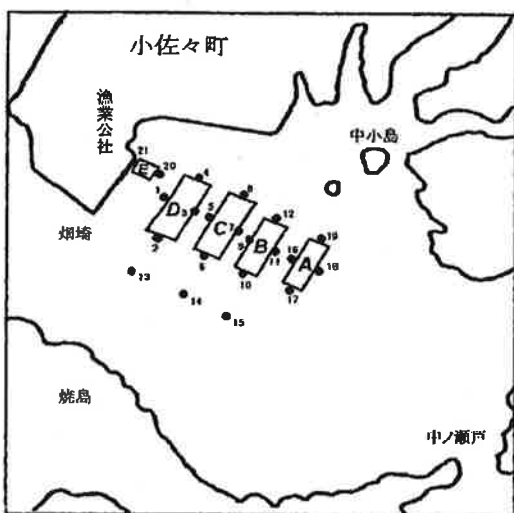
漁場利用者自らが石灰系底質改良剤（生石灰、過酸化カルシウム製剤等）を平成2年度から散布している北松浦郡小佐々町長崎県漁業公社楠泊漁場において前年度に引き続き漁場環境調査を行い底質の改善状況について検討を行った。また、今年度から矢岳漁場においても同様の調査を行った。

### 方 法

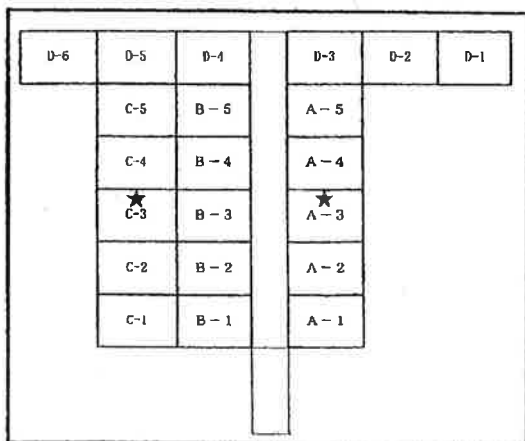
#### 調査場所および調査点

調査場所および調査点を図II-1に示す。

楠泊漁場 (Ku-1~21)



矢岳漁場 (A-3, C-3)



図II-1 調査場所および調査点

底質環境の改善状況の検討には、楠泊漁場、矢岳漁場ともに、評価の基準値として水産用水基準の全硫化物0.2mgS/g乾泥以下、COD20mgO<sub>2</sub>/g乾泥以下を用いて行った。

#### 調査回数

夏季を中心に以下の6回の調査を行った。

- 1) 通常調査 (7点: A-3, C-3, Ku-2, 5, 9, 14, 16)  
5月22日, 7月30日, 8月24日, 11月27日, 2月26日
- 2) 精密調査 (23点: A-3, C-3, Ku-1~21)  
9月18日

#### 調査項目および測定方法

海況・水質

透明度: 30cmセッキ板

水温・塩分: ESL社製塩分水温計

溶存酸素飽和度: 長島商事製ND10型溶存酸素計

底質

採泥: エクマンバージ型採泥器

COD: 水質汚濁調査指針

硫化物: 蒸留法

### 結 果

平成13年3月~平成14年2月の間に散布された底質改良剤はすべて生石灰であった。散布実績を表II-1に示す。

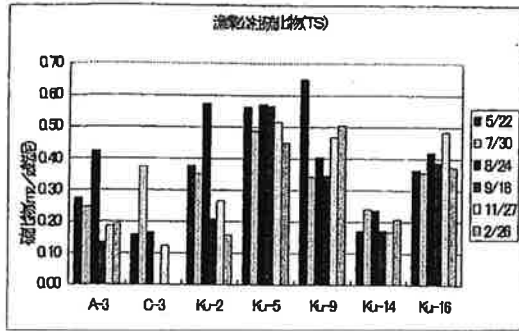
(楠泊漁場)		
場所	散布月	散布量(kg)
A (4000m <sup>2</sup> )	3月	1,600
	11月	1,000
	12月	600
B (4000m <sup>2</sup> )	3月	1,600
	11月	1,000
	12月	600
C (5000m <sup>2</sup> )	3月	2,000
	11月	2,000
D (5000m <sup>2</sup> )	3月	2,200
	10月	2,200
E (2500m <sup>2</sup> )	3月	1,000
	11月	1,000
(矢岳漁場)		
場所	散布月	散布量(kg)
矢岳 (5300m <sup>2</sup> )	3月	2,120
	12月	2,120

表II-1 底質改良剤散布実績

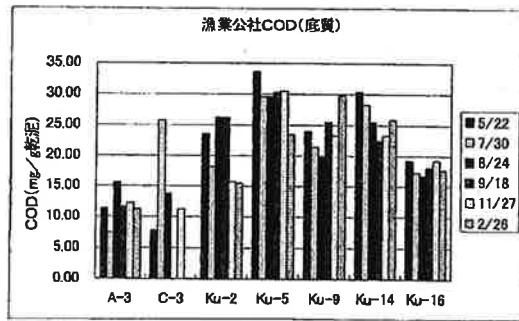
海況、水質の調査結果を付表I-1に示す。

7月30日に一部の調査点で若干の水温成層、塩分成層が形成されていたが、底層の溶存酸素飽和度はすべての調査日、調査点において65%~111%であり貧酸素は観測されなかった。

通常調査における調査日別の硫化物（TS）を図Ⅱ-2、CODを図Ⅱ-3に示す。



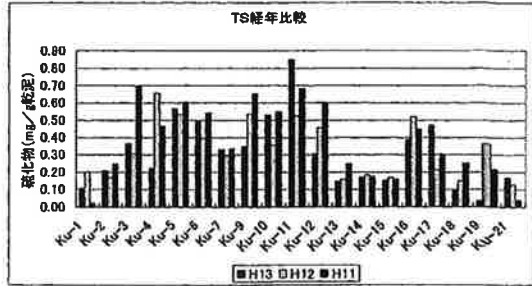
図Ⅱ-2 調査日別硫化物（TS）



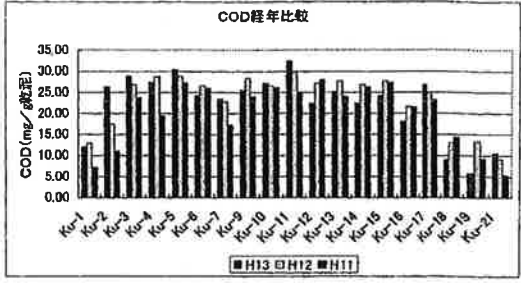
図Ⅱ-3 調査日別COD（底質）

TSについてはKu-5, 9, 16の3点、CODについてはKu-5, 14の2点で恒常的に水産用水基準値（TS：0.2mgS/g乾泥、COD：20mgO<sub>2</sub>/g乾泥）を上回っていた。

楠泊漁場における精密調査時のTSの経年比較を図Ⅱ-4にCODの経年比較を図Ⅱ-5に示す。



図Ⅱ-4 楠泊漁場TS経年比較



図Ⅱ-5 楠泊漁場COD経年比較

TSについては調査点19点中12点が基準値以上であった。さらに、基準値以上の12点のうち8点は前年値より悪化していた。

CODについては調査点19点中14点が基準値以上であった。さらに、基準値以上の14点のうち7点は前年値より悪化していた。

精密調査時におけるTSとCODの関係を表Ⅱ-2に示す。

表Ⅱ-2 精密調査時におけるTSとCODの関係

調査点	底質	色調	臭気	TS	COD
A-3	砂泥	灰褐色	-	0.13	11.55
Ku-1	砂泥	灰褐色	-	0.11	12.00
Ku-2	砂泥	灰褐色	+	0.21	25.23
Ku-3	砂泥	灰褐色	-	0.36	28.90
Ku-4	砂泥	灰褐色	-	0.22	27.38
Ku-5	砂泥	灰褐色	+	0.67	30.35
Ku-6	砂泥	黒灰	++	0.60	24.23
Ku-7	砂泥	灰褐色	+	0.33	23.37
Ku-9	砂泥	灰褐色	+	0.34	23.48
Ku-10	砂泥	黒灰	++	0.53	27.18
Ku-11	砂泥	黒灰	+	0.88	32.40
Ku-12	砂泥	灰褐色	-	0.39	22.41
Ku-13	砂泥	褐色	-	0.15	23.19
Ku-14	砂泥	褐色	-	0.17	22.40
Ku-15	泥	褐色	-	0.15	24.25
Ku-16	砂泥	灰褐色	+	0.30	18.10
Ku-17	砂泥	灰褐色	+	0.47	25.84
Ku-18	砂泥	灰褐色	-	0.09	9.01
Ku-19	砂泥	褐色	-	0.03	5.72
Ku-21	砂泥	灰褐色	-	0.17	10.58

調査点20点中Ku-2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 17の11点でTS、CODともに基準値以上であった。

まとめ

- 1) 毎年底質改良剤を散布している長崎県漁業公社楠泊漁場、矢岳漁場において漁場環境調査を行い、底質の改善状況について検討を行った。
- 2) 楠泊漁場では、TS、CODともに恒常的に水産用水基準の基準値（TS 0.2mgS/g乾泥、COD 20 mgO<sub>2</sub>/g乾泥）を超えている調査点があり、精密調査時にはTS、CODともに基準値以上の調査点が多く見られた。今後も底質改良剤の散布を継続するとともに、なお一層の負荷削減が必要であると考えられた。

### Ⅲ. 総合水産試験場棧橋筏環境調査

平成9年4月から総合水産試験場が供用開始され4年が経過した。当試験場では棧橋筏および沖筏において魚類、貝類の飼育が行われているが、特に棧橋筏は海水交換が悪い場所に設置されているため漁場環境の悪化が懸念される。平成12年7月には*Gymnodinium mikimotoi*による赤潮が発生し、一部飼育魚に斃死が発生した。

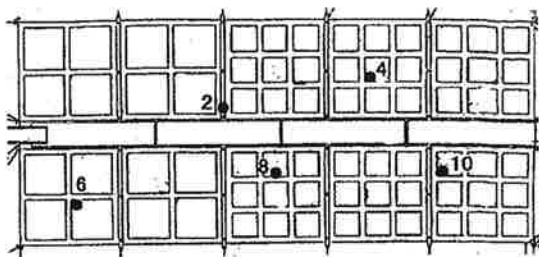
そこで今年度は棧橋筏の漁場環境の現状を把握するために、夏季の底質を中心とした漁場環境調査を行った。

#### 方 法

底質環境の評価の基準値として水産用水基準の全硫化物0.2mgS/g乾泥以下、COD $20\text{mgO}_2/\text{g}$ 乾泥以下を用いた。

#### 調査点

調査点を図Ⅲ-1に示す。



図Ⅲ-1 調査点 (左：岸壁側, 右：沖側)

#### 調査回数

春季～夏季に以下の5回の調査を行った。

4月25日, 5月29日, 7月31日, 8月22日, 9月19日

#### 調査項目および測定方法

##### 海況・水質

透明度：30cmセッキーマター

水温・塩分：ESL社製塩分水温計

溶存酸素飽和度：長島商事製ND10型溶存酸素計

##### 底質

採泥：エクマンバージ型採泥器

COD：水質汚濁調査指針

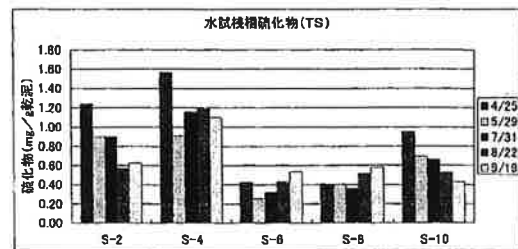
硫化物：蒸留法

### 結 果

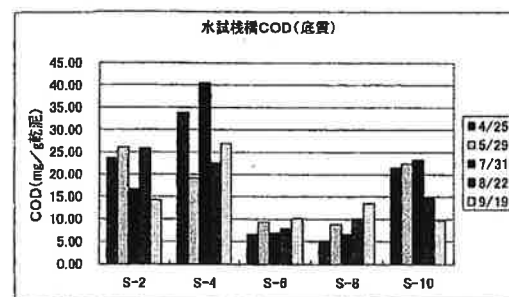
海況、水質の調査結果を付表I-2に示す。

7月31日に若干の水温成層が形成されたが、底層の溶存酸素飽和度はすべての調査日、調査点において59%～96%であり貧酸素は観測されなかった。

調査日別の全硫化物(TS)を図Ⅲ-2, CODを図Ⅲ-3示す。



図Ⅲ-2 調査日別硫化物 (TS)



図Ⅲ-3 調査日別COD (底質)

TSはS-2で0.57～1.24mgS/g乾泥, S-4で0.91～1.57mgS/g乾泥, S-6で0.26～0.53mgS/g乾泥, S-8で0.36～0.58mgS/g乾泥, S-10で0.43～0.95mgS/g乾泥であり、すべての調査点で基準値を超えており、特にS-4は著しく悪い環境であった。

CODはS-2で14.25～26.12mgO<sub>2</sub>/g乾泥, S-4で19.14～40.51mgO<sub>2</sub>/g乾泥, S-6で6.67～10.14mgO<sub>2</sub>/g乾泥, S-8で5.16～13.57mgO<sub>2</sub>/g乾泥, S-10で9.74～23.23mgO<sub>2</sub>/g乾泥であり、S-2, S-4, S-10で基準値を超える調査日があった。

#### ま と め

- 1) 総合水産試験場の棧橋筏において、漁場環境の現状を把握するために、夏季の底質を中心とする漁場環境調査を行った。
- 2) 棧橋筏の漁場環境は、底質で見える限り悪化していた。特にTSについてはすべて水産用水基準を超えており、早急に環境改善策を講じる必要があると判断された。(担当：北原)

## 5. 第2期養殖魚種多様化試験

平野 慶二・宮崎 隆徳・岩永 俊介  
山砥 稔文・北原 茂

ハマチ、マダイに偏重している魚類養殖から脱却し、養殖魚種の多様化を図るため、種苗生産技術が確立しつつある魚種について、海面養殖技術の開発を行う。

### 1. カサゴの海面養殖試験

カサゴの海面養殖技術を確立するため、平成12年度に引き続き、カサゴの海面養殖における適正放養密度についての検討を行った。

#### 方 法

##### 1. 飼育密度の検討

試験は、総合水産試験場棧橋筏で、平成11年1月14日に開始した飼育を継続した。

供試魚 平成10年に総合水産試験場で生産した人工種苗を用いた。

試験区 飼育試験には角生簀(3×3×3m)を用い、1生簀に719尾(1区)を基準として、536尾(2区)、1,073尾(3区)、1,445尾(4区)の4試験区(平成12年度の残存尾数)を収容した。

給 餌 餌には市販の海産魚用配合飼料(DP)を用い、魚体測定、網替え等の前後日を除き、原則として月、水、金曜日の週3日、それぞれ1日1回飽食量を給餌した。

魚体測定 1ヶ月毎を目途に、各区50尾の魚体重、全長を測定した。

##### 2. 生簀網素材の違いによる成長の比較試験

試験は、飼育密度の検討と並行して行った。

供試魚 平成10年に総合水産試験場で生産し、飼育されてきたものを用いた。

試験区 通常生簀網の素材として使用されるハイゼックスと高強度素材であるケブラーを比較した。それぞれの素材の角生簀(3×3×3m)を用い、ハイゼックス網にはカサゴ719尾(密度試験の1区)、ケブラー網に715尾を収容した。

給 餌 餌には市販の海産魚用配合飼料(DP)を用

い、魚体測定、網替え等の前後日を除き、原則として月、水、金曜日の週3日、それぞれ1日1回飽食量を給餌した。

魚体測定 1ヶ月毎に、各区50尾の魚体重、全長を測定した。

#### 結 果

##### 1. 飼育密度の検討

飼育結果を表I-1に示した。

平成13年1月29日から平成14年3月20日までの415日間の飼育期間中、水温は12.0~30.2℃で、飼育開始時に154.7~168.4gであった魚体重は、224.0~258.0gになり、日間給餌率0.28~0.30%、日間成長率0.09~0.10%、餌料効率29.03~37.58%であった。

飼育密度の違いについてみると、成長、餌料効率は密度が低いほど良好であったが、生残率では一定の関係はみられなかった。

表I-1 カサゴの飼育結果(飼育密度の検討)

試 験 区	1 区	2 区	3 区	4 区
(11年1月時の収容尾数)	(800)	(600)	(1200)	(1600)
開始時魚体重(g)	165.7	168.4	157.2	154.7
終了時魚体重(g)	258.0	258.0	229.0	224.0
飼育日数	415	415	415	415
開始時尾数(H13.1.29)	719	536	1,073	1,445
終了時尾数(H14.3.20)	604	425	933	1,139
給餌量(g)	161,621	126,228	240,924	301,449
日間給餌率(%)	0.28	0.30	0.30	0.30
日間成長率(%)	0.10	0.10	0.09	0.09
餌料効率(%)	37.58	33.84	29.91	29.03
増肉係数	2.66	2.96	3.34	3.44
生残率(%)	85.8	83.5	89.4	81.5

※ 生残率はへい死確認個体数で計算

##### 2. 生簀網素材の違いによる成長の比較試験

飼育結果を表I-2に示した。

飼育開始時にハイゼックス網使用区(1区)で165.7g、ケブラー網使用区(5区)で169.0gであった魚体重は、それぞれ258.0g、226.0gになり、日間給餌率は両区とも0.28%、日間成長率は1区で0.10%、5区で0.07%、餌料効率は1区で37.58%、5区で24.83



%であった。生残率は1区が86.8%，5区が90.0%であった。

昨年度までは両区の日間成長率や生残率にほとんど差が認められなかったが、今年度は生残率に関しては1区より5区がやや良好であるものの、成長に関しては1区の方が5区より良好であった。この差が生簀網の素材の違いに起因するものかどうかは明確ではないが、一般の養殖現場でカサゴの養殖を行う場合、あえて高強度で、網吹かれの少ない高価なケブラー網を用いる必要性はないと考えられた。

表I-2 カサゴの飼育結果(生簀網素材の検討)

試験区 (網の素材)	1区 (ハイゼックス)	5区 (ケブラー)
開始時魚体重(g)	165.7	169.0
終了時魚体重(g)	258.0	226.0
飼育日数	415	415
開始時尾数	719	715
終了時尾数	598	623
給餌量(g)	161,621	154,138
日間給餌率(%)	0.28	0.28
日間成長率(%)	0.10	0.07
餌料効率(%)	37.58	24.83
増肉係数	2.66	4.03
生残率	86.8	90.0

※ 生残率はへい死確認個体数から生残数を推定して計算

## まとめ

- 1) カサゴの人工種苗を用い、海面飼育試験を行った。
- 2) 飼育密度をかえた飼育では、密度の低い区で成長、餌料効率が良好であった。
- 3) ハイゼックス網での飼育のほうが、ケブラー網での飼育より成長が良好であり、カサゴの養殖に高強度で、網吹かれの少ないケブラー網を用いる必要性はないと考えられた。

(担当：宮崎)

## II. マダイとカサゴの混合養殖試験

生簀空間の有効利用と、残餌の削減を図るため、同一配合飼料で飼育でき、生け簀内の生息層が異なるマダイとカサゴの混合比率をかえた飼育試験を行った。

### 方法

試験は、総合水産試験場棧橋筏で平成13年2月1日から平成13年9月21日までの232日間実施した。

供試魚 マダイは長崎市水産センターで平成12年に、カサゴは総合水産試験場で平成11年12月に、それぞ

れ生産されたものを用いた。

試験区 飼育試験には角生簀(3×3×3m)を用い、1区にカサゴ600尾、2区にカサゴ450尾とマダイ150尾、3区にカサゴ400尾とマダイ200尾、4区にカサゴ300尾とマダイ300尾、5区にマダイ600尾を収容した。

給餌 餌には市販の海産魚用配合飼料(DP)を用い、魚体測定、網替え等の前後日を除き、原則として月、水、金曜日の週3日、1日1回飽食量を給餌した。

魚体測定 1ヶ月毎に、各区、各魚種30~50尾の魚体重、尾叉長または全長を測定した。

## 結果

飼育期間中、水温は12.7~30.2℃であった。

飼育結果を表IIに示した。

マダイの成長では、飼育開始時に167.7gであった魚体重は604.4~682.7gになり、日間給餌率0.76~0.79%、日間成長率0.49~0.52%、餌料効率62.2~68.4%で、マダイ自体の収容尾数が少ない、低密度の区ほど成長が良好であった。

カサゴの成長では、飼育開始時に29.5gであった魚体重は59.6~74.3gになり、日間給餌率0.79~0.81%、日間成長率0.29~0.37%、餌料効率は36.8~46.1%で、混養しているマダイの尾数が多い区ほど成長が良好であった。

今回の試験で、カサゴは単独飼育よりもマダイとの混合飼育の方が成長が良く、また混合しているマダイの比率が高い方がより成長が良好なことが明らかとなった。

このことからカサゴを養殖する場合、既存のマダイ養殖生簀へカサゴ種苗を添加する方法が、成長や餌料効率の面からも効果的であると考えられる。

今後、現場での一般的な飼育密度の養殖マダイ生簀へのカサゴの添加可能量を検討する。

## まとめ

- 1) マダイとカサゴの混合比率をかえた飼育試験を行った。
- 2) マダイについては、マダイ自体の収容尾数が少ない、低密度の区ほど成長が良好であった。
- 3) カサゴについては、単独飼育よりもマダイとの混

表Ⅱ マダイとカサゴの混合養殖飼育結果

試験区 魚種	1区		2区		3区		4区		5区
	カサゴ	カサゴ	マダイ	カサゴ	マダイ	カサゴ	マダイ	カサゴ	マダイ
開始時尾数	600	450	150	400	200	300	300	600	600
終了時尾数	588	444	140	379	187	288	277	550	550
開始時魚体重(g)	29.5	29.5	167.7	29.5	167.7	29.5	167.7	167.7	167.7
終了時魚体重(g)	59.6	66.8	682.7	67.8	680.7	74.3	662.2	604.4	604.4
飼育日数	232	232	232	232	232	232	232	232	232
給餌量	48,237	141,099		172,862		235,267		404,689	
日間給餌率(%)	0.79	0.81	0.77	0.81	0.76	0.81	0.77	0.79	
日間成長率(%)	0.29	0.33	0.52	0.34	0.52	0.37	0.51	0.49	
餌料効率(%)	36.8	41.2	67.6	42.2	68.4	46.1	66.2	62.2	
増肉係数	2.72	2.43	1.48	2.37	1.46	2.17	1.51	1.61	
生残率(%)	99.3	99.6	97.9	96.9	95.9	98.0	98.2	97.3	

※ 2~4区の日間給餌率, 餌料効率, 増肉係数は推定値

合飼育の方が成長が良く, 混合しているマダイの比率が高い方がより成長が良好なことが明らかとなった。

(担当: 宮崎)

### Ⅲ. マゴチ陸上養殖試験

総合水産試験場で種苗生産したマゴチの, 陸上養殖における適性の検討を12年度より継続した。

#### 方 法

供試魚 平成12年6月に種苗生産したマゴチ種苗を用い, 平成12年9月14日より開始した飼育試験を継続した。

飼育水槽 陸上15トン循環水槽を使用した。

給 餌 餌には市販の配合飼料(DP)を用い, 自動給餌機で, 原則として4~5日/週, 2~4回/日給餌した。給餌量は, 残餌が確認される量(飽食量以上)とした。

#### 結 果

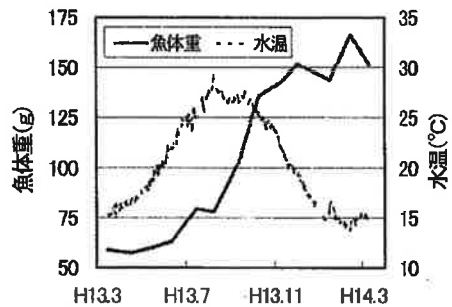
飼育結果を表Ⅲ, 成長(体重変化)を図Ⅲに示した。

試験期間中の水温は13.8~29.2℃であった。今年度の開始時に59.0gであった平均魚体重は, 試験終了時には150.8gとなった。また, 生残率は83.0%であった。

水温20℃以下ではほとんど成長がみられず, ふ化後約21ヶ月で平均150gサイズにとどまり, 他の魚種に比較して成長が遅く, 養殖の技術化は難しいと考えられた。

表Ⅲ マゴチの飼育結果

飼育期間	H13.3.16-H14.3.11
飼育水槽	陸上15t循環水槽
開始時魚体重(g)	59.0
終了時魚体重(g)	150.8
飼育日数	360
開始時尾数	565
終了時尾数	406
給餌量(g)	83,470
日間給餌率(%)	0.46
日間成長率(%)	0.24
餌料効率(%)	47.3
増肉係数	2.1
生残率(%)	83.0



図Ⅲ 平成12年産マゴチの成長と水温

#### ま と め

- 1) 平成12年6月に種苗生産したマゴチ種苗を用い, 平成12年9月14日より開始した陸上循環水槽での飼育試験を継続した。
- 2) 今年度の試験開始時に59.0gだった平均魚体重は, 終了時には150.8gとなった。
- 3) 水温20℃以下ではほとんど成長がみられず, 他の魚種に比較して成長が遅く, 養殖の技術化は難しいと考えられた。

(担当: 宮崎)

## 6. 真珠母貝養殖技術開発試験

岩永 俊介・矢田 武義・平野 慶二  
山砥 稔文・宮崎 隆徳・北原 茂

平成8年から県内の真珠養殖漁場でもみられるようになった、閉殻筋の赤変化を特徴とするアコヤガイの大量へい死は、毎年発生しており、真珠業界にとって深刻な問題となっている。そこで、大量へい死を軽減することを目的として、閉殻筋が赤変しにくい耐病性のある母貝の作出を試みるとともに、飼育方法等の検討を行った。

### I. 種苗生産試験

県内の種苗生産業者と水産試験場（水試）が生産したアコヤガイから、比較的赤変の度合いが低い系統を親貝として用い、種苗生産を行った。

#### 方 法

**親貝の系統** 親貝の系統は、前歴を基に系統として考え、上五島、水試と対馬1, 2とした。

親貝の前歴は次のとおりである。

上五島：種苗生産業者が平成11年3月に選抜飼育貝を用いて採苗し、上五島で約2年間飼育。

水 試：種苗生産業者が生産した選抜飼育貝を用い、平成10年5月に水試で採苗し、水試筏で約3年間飼育。

対馬1, 2:種苗生産業者が平成10~11年に選抜飼育貝を用いて採苗し、対馬で2~3年間飼育。

**親貝養成** 親貝は平成13年2~4月に入手し、採卵のための養成飼育開始時まで、水試前の棧橋筏に垂下した。親貝は雌雄を選別後、各系統で雌雄それぞれ15~45個体をポケット式垂下ネットに入れて、500L水槽に収容し飼育した。飼育水温は、飼育水槽収容時に16℃に設定し、その後、1日に約1℃昇温させて、約21℃にした。親貝の飼育水槽は、採卵日までの21~38日間毎日交換した。餌には *Pavlova lutheri* および *Chaetoceros gracilis* を用い、親貝1個体当たり、1日に4~12×10<sup>8</sup> cellsを3~5回に分けて与えた。

**採 卵** 採卵は、平成13年3月29日と5月17日に

切開法で行った。まず、養成した親貝を開殻し、閉殻筋が赤色を呈しておらず、生殖巣の成熟度が良好なものを各系統で雌雄それぞれ11~39個体選別し、それらの内臓部を摘出した。摘出した内臓部は、海水中で磨り潰し卵と精子を収集した。卵は20μmのネットに受けて軽く洗い、20Lに定容した。その後、28%アンモニアを0.6ml加え、数分後に15μmのネットで濾して1Lに定容した精子液を100~200ml加えて受精させた。約10分後、受精を確認し、20μmのネットで受精卵を受けて洗い、再び水槽に収容して約25℃に保った。

**浮遊幼生の飼育** 受精から約5時間後に受精率を調べ、各系統500万個の受精卵を、500L水槽に収容して、飼育を開始した。浮遊幼生は2~3日毎に40~150μmのネットで受けて選別した。浮遊幼生の飼育水槽は、幼生の選別時に交換し、水温を約25℃に保持した。

**付着幼生の飼育** 浮遊幼生を付着させるため、採卵から15日目に採苗器（遮光幕を20cm×55cmに切って上下に重りを付けたもの）を飼育水槽に10基垂下した。採苗器に付着せず水槽壁に付着した幼生はそのまま飼育し、沖出し時に剥離した。付着幼生期の飼育海水は、1~2日毎に約1時間、調温海水を注入して全換水した。海面筏への沖出しは、採卵から36~46日目に、袋型に加工した750μm目合のネットを用いて行った。

**浮遊および付着幼生期の給餌** 餌には *Pavlova lutheri* を用い、採卵翌日から浮遊幼生1個体1日当たり、300 cells から与え始め、沖出し前の付着幼生には2~4×10<sup>4</sup> cellsを3~5回に分けて与えた。

#### 結 果

種苗生産の結果は、表I-1に示した。比較的赤変の度合いが低い4系統のアコヤガイを親貝として、平成13年3月29日と5月17日に採卵を行い、受精率が90.3~97.3%の5系統の受精卵を632万~4,785万個得た。

飼育は各系統の受精卵 500 万個を 500L 水槽に収容して行った。採卵から 36~46 日目の、海面筏への沖出し時には、殻長が  $1.09 \pm 0.12 \sim 1.94 \pm 0.45 \text{mm}$  の付着幼生を各系統で 4.5~18 万個得た。

(担当：岩永)

表 I-1 種苗生産結果

系統	採卵日	受精率 (%)	飼育日数 (日)	沖出し時 幼生数 (万個)	殻長 (mm)
上五島	3月29日	97.3	46	18	$1.76 \pm 0.44$
水試	3月29日	90.3	46	10	$1.85 \pm 0.60$
交雑	3月29日	95.7	46	12	$1.94 \pm 0.45$
対馬1	5月17日	95.3	36	8.5	$1.15 \pm 0.12$
対馬2	5月17日	98.7	36	4.5	$1.09 \pm 0.12$

\*交雑=上五島 $\times$ 水試 $\phi$

\*殻長=平均値 $\pm$ 標準偏差, n=30

## II. 冬季に低水温飼育したアコヤガイの飼育試験

赤変化とへい死の軽減に対する低水温飼育の有効性を検討するため、冬季に  $13^\circ\text{C}$  以下になる漁場で飼育したアコヤガイについて、飼育試験を行った。

### 1. 漁場別試験

低水温飼育後の飼育漁場による有効性の差異を検討するため、平成 12 年度に、水試で生産した 1 系統のアコヤガイについて、冬季に  $13^\circ\text{C}$  以下の低水温になる漁場で飼育した後、3 漁場による飼育試験を行い、生残率、閉殻筋のグリコーゲン含量および a\* 値等を調査した。

### 方 法

**試験漁場** 試験は、南松浦郡玉之浦町玉之浦地先（玉之浦）、南松浦郡上五島町青木浦地先（上五島）および水試前の棧橋筏（水試）で実施した。

**供試貝** 赤変化とへい死が比較的少なかったアコヤガイを親貝として、平成 12 年に水試で採苗し、水試前の棧橋筏で飼育したアコヤガイ（系統：玉之浦、前歴は平成 12 年度長崎県総合水産試験場事業報告に記載）を用いた。

**試験区** 試験区の飼育貝数は、各区 500 貝（測定・分析用に 350 貝、生残率用に 150 貝）とした。冬季の飼育は、低水温試験区では、水温が  $13^\circ\text{C}$  以下になる西彼杵郡西海町瀬川地先で飼育し、対照区として水試筏でそのまま飼育した。低水温飼育は  $13^\circ\text{C}$  以下（原則として午前 10 時の水温）の積算水温が  $50^\circ\text{C}$  ( $(\sum t_i (13 - T_i) = 50)$ : 2 区),  $100^\circ\text{C}$  (1 区) 時点で、それぞれ

水試に輸送した。低水温飼育の 2 区は上五島にのみ設定した。その後、平成 13 年 6 月上旬に上五島と玉之浦に移動して、平成 14 年 4 月まで飼育管理し、毎月 1 回、各区 30 貝について、全重量、閉殻筋 a\* 値等を測定するために採取した。また、採取時には各区の生残率用供試貝について、へい死数を確認した。

**測定方法** 供試貝は殻長を測定した後、開殻し、殻と軟体部の重量を測定した。なお、全重量は殻と軟体部重量の和とした。

**分析方法** 閉殻筋は軟体部の重量測定後に取り出し、色測計（ミノルタ製 CR-13）を用いて赤色度の指標となる a\* 値を測定後、グリコーゲン含量を分析するまで  $-80^\circ\text{C}$  で保存した。グリコーゲン含量は、アンスロン硫酸法により測定した。

**検定方法** 各測定項目の試験区間の有意差は Student の t 検定を用い、有意水準は  $P \leq 0.05$  とした。

### 結 果

殻長と全重量の変化を図 II-1, 2 にそれぞれ示した。殻長と全重量は冬季の飼育終了時には対照区がやや大きめであったが、4 月には、各試験漁場とも低水温試験区が対照区に比べて、有意差はなかったものの、やや大きい傾向を示した。

閉殻筋 a\* 値の変化を図 II-3 に示した。6~8 月まで、各試験漁場とも試験区による差はなく、ほぼ一定であったが、9 月以降上昇し始め、漁場による差がみられるようになった。上五島では、12 月時点で対照区が 9.27、2 区が 9.03 となったが、1 区は 7.13 と他の試験区に比べて低かった。2 月以降、各試験区は低下し、4 月時点で、対照区が 3.06、1 区が 3.37、2 区が 2.63 となった。水試では、対照区が 12 月に 9.54 までなり、4 月には 5.59 まで低下したのに対し、1 区は 10 月に 5.78 まで上昇後、ほぼ一定で、11~4 月まで対照区に比べて低かった。玉之浦では、9 月に対照区が 9.92、1 区が 7.13 まで上昇し、2 月まで大きな変化を示さなかった。その後、各試験区は 4 月に低下したが、9 月以降、1 区が対照区に比べて低かった。

生残率の推移を図 II-4 に示した。冬季の飼育終了時に低水温試験区と対照区でへい死はみられなかった。

その後、各試験漁場では、低水温試験区が対照区に比べて、水試で11月以降、上五島と玉之浦では2月以降にへい死が少なく、終了時に5.3~16.0%高かった。上五島の低水温試験区の生残率については、1区が92.0%、2区が88.7%と1区がやや高かった。

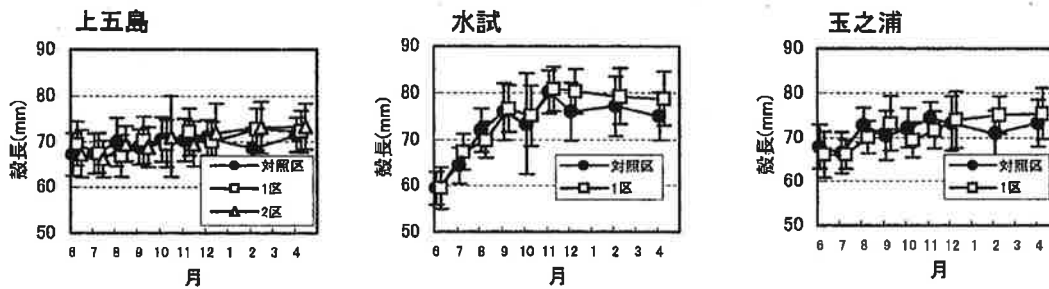
閉殻筋グリコーゲン含量の変化を図II-5に示した。各試験漁場で6月から7月まで増加し、8月から10月に低下した後は、大きな変化はみられなかった。また、各試験漁場とも、1区が他の試験区に比べて、有意差はなかったもののやや高い傾向がみられた。

以上の飼育結果から、冬季に13℃以下になる漁場でアコヤガイを飼育したことにより、成長には影響はみられず、10月以降、閉殻筋a\*値の上昇が抑えられ、閉殻筋グリコーゲン含量はやや高く、終了時の生残率5.3~16.0%高かった。各試験漁場のへい死軽減の程度については、漁場環境の違いから、対照区と低水温

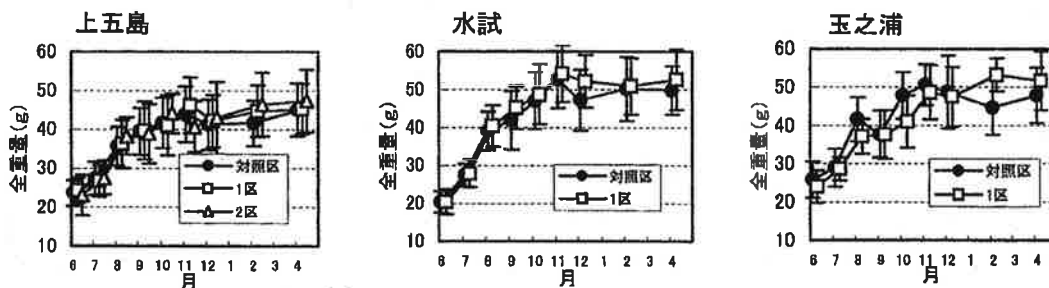
試験区の閉殻筋a\*値の差によることも大きく関係していると考えられた。低水温試験区についてみると、上五島の試験漁場で1区が2区に比べて、生残率はやや高く、閉殻筋a\*値では10~12月まで低かったことから、100℃の方が有効であると考えられた。

### まとめ

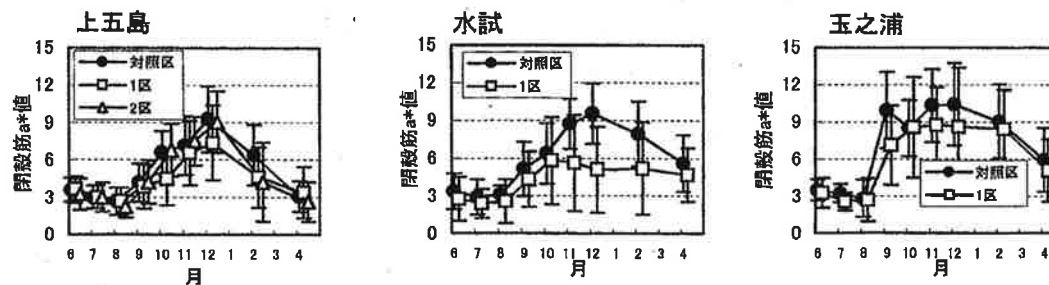
- 1) 漁場別におけるアコヤガイの赤変化とへい死軽減に対する冬季の低水温飼育の有効性を検討するため、平成12年度に水試で生産した1系統のアコヤガイ(系統:玉之浦)について、冬季に13℃以下の低水温になる漁場で飼育した後、上五島、玉之浦および水試で飼育試験を行い、飼育期間中における閉殻筋a\*値、生残率等を平成13年6月から平成14年4月まで調査した。
- 2) 冬季に13℃以下になる漁場で飼育した低水温試験区は、各試験漁場で対照区に比べて、10月以降、



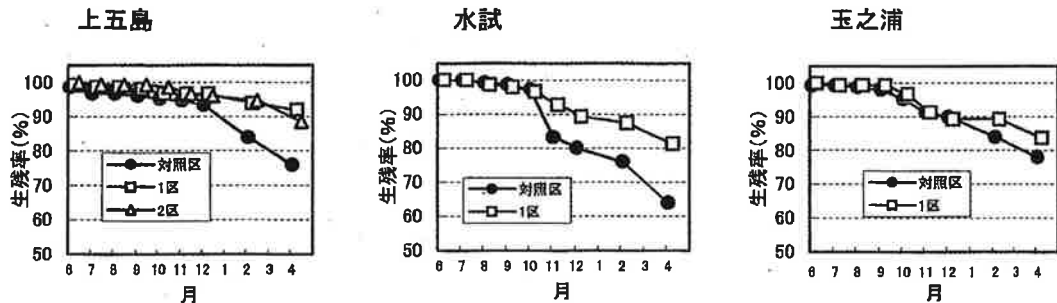
図II-1 各試験漁場における殻長の変化



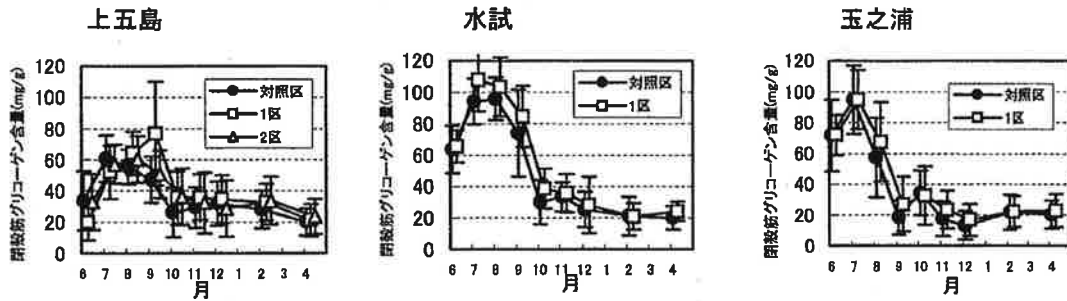
図II-2 各試験漁場における全重量の変化



図II-3 各試験漁場における閉殻筋a\*値の変化



図Ⅱ-4 各試験漁場における生存率の推移



図Ⅱ-5 各試験漁場における閉殻筋グリコーゲン含量の変化

閉殻筋  $a^*$ 値の上昇が抑えられ、閉殻筋グリコーゲン含量と生存率が高かった。

3) 13°C以下の積算水温（低水温飼育の期間）について、上五島では、100°C(1区)が50°C(2区)に比べて、生存率はやや高く、閉殻筋  $a^*$ 値では10~12月まで低かったことから、100°Cの方が有効であると考えられた。

## 2. 系統別試験

系統による低水温飼育の有効性の差異を検討するため、平成12年度に、水試で生産した3系統のアコヤガイについて、冬季に13°C以下の低水温になる漁場で飼育した後、系統別による飼育試験を行い、生存率、閉殻筋の  $a^*$ 値等を調査した。

## 方 法

**試験漁場** 試験は、水試前の棧橋筏で実施した。

**供試貝** 赤変化とへい死が比較的少なかったアコヤガイを親貝として、平成12年に水試で採苗し、水試前の棧橋筏で飼育した3系統のアコヤガイ（系統：対馬、宿毛、玉之浦、前歴は平成12年度長崎県総合水産試験場事業報告に記載）を用いた。

**試験区** 前項の漁場別試験と同様である。

**測定および検定方法** 前項の漁場別試験と同様である。

## 結 果

殻長と全重量の変化を図Ⅱ-6、7にそれぞれ示した。3系統について、殻長と全重量は9月まで対照区がやや大きかったが、4月には、1区が対照区に比べて有意差はみられないものの、やや大きい傾向を示した。閉殻筋  $a^*$ 値の変化を図Ⅱ-8に示した。3系統とも6~8月まで試験区による差はなく、低下傾向を示した。9月以降、3系統の各試験区とも上昇したが、対照区では11月に対馬が7.84、12月に宿毛と玉之浦がそれぞれ8.83と9.54まで上昇したのに対して、1区では10月に玉之浦が5.79、2月に対馬と宿毛がそれぞれ6.58と7.49までの上昇であった。その後、3系統の各試験区で2~4月に低下傾向を示し、4月に4.66~6.25になったが、10~4月までの間、1区は対照区に比べて低かった。

生存率の推移を図Ⅱ-9に示した。冬季の飼育終了時に3系統の各試験区でへい死はみられなかった。その後、3系統とも1区では11月以降のへい死が少なく、終了時の生存率が81.3~87.3%と対照区に比べて11.4~17.3%高かった。

以上のように、冬季に13°C以下になる漁場で飼育した3系統のアコヤガイについて比較した結果、各測

定項目はほぼ同様な経時変化を示し、対照区に比べて、10月以降、閉殻筋 a\*値の上昇が抑えられ、終了時の生残率が高く、冬季低水温飼育の効果には系統による差はみられなかった。

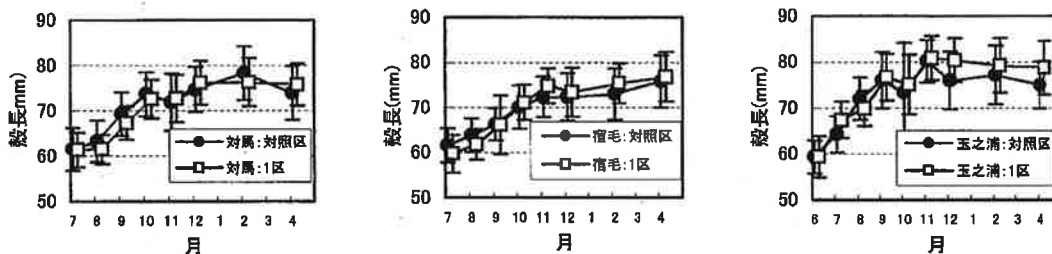
### まとめ

1) 系統別におけるアコヤガイの赤変化とへい死軽減に対する冬季の低水温飼育の有効性を検討するため、平成12年度に水試で生産した3系統のアコヤガイ(系統:対馬, 宿毛, 玉之浦)について、冬季に13℃以下の低水温になる漁場で飼育した後、水試で飼

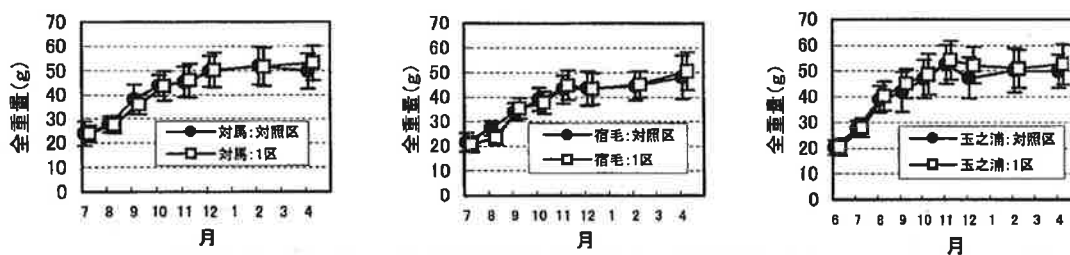
育試験を行い、飼育期間中における閉殻筋 a\*値、生残率等を平成13年7月から平成14年4月まで調査した。

2) 冬季に13℃以下になる漁場で飼育した3系統のアコヤガイは、すべての測定項目でほぼ同様な経時変化を示し、対照区に比べて、10月以降、閉殻筋 a\*値の上昇が抑えられ、終了時の生残率が高かった。

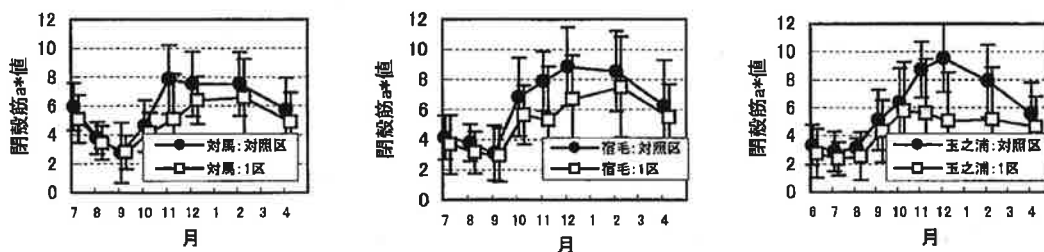
3) 冬季低水温飼育の効果について、系統による差はみられなかった。



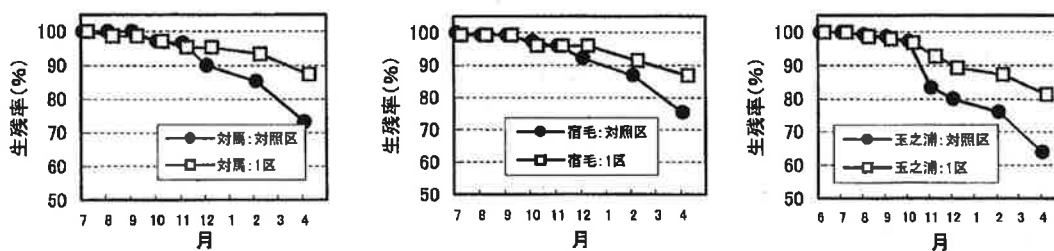
図II-6 各系統における殻長の変化



図II-7 各系統における全重量の変化



図II-8 各系統における閉殻筋 a\*値の変化



図II-9 各系統における生残率の推移

### 3. 挿核貝（当年物）飼育試験

挿核貝（当年物）の赤変化とへい死軽減に対する冬季の低水温飼育の有効性について検討するため、真珠業者が約2年間飼育したアコヤガイを抑制し、冬季に13℃以下の低水温になる漁場で飼育した後、挿核して、飼育試験を行い、生残率、閉殻筋のグリコーゲン含量およびa\*値等を調査した。

#### 方 法

**試験漁場** 試験は、南松浦群上五島町青木浦地先（上五島）で実施した。

**供試貝** 県内の種苗生産業者が採苗し、上五島で飼育し、平成12年11月から挿核前の抑制飼育を行っているアコヤガイを用いた。

**試験区** 飼育試験は、各区700貝（測定・分析用に400貝、生残率用に300貝）を1試験区として、低水温2区と対照区の計3試験区を設けた。冬季の飼育は、低水温試験区では、水温が13℃以下になる西彼杵郡西海町瀬川地先で飼育し、残りの試験区は対照区として、上五島でそのまま飼育した。低水温飼育は13℃以下（原則として午前10時の水温）の積算水温が50℃

$((\sum t(13-T_i))=50)$  : 2区) と、100℃ (1区) 時点まで、それぞれ上五島に輸送した。その後、平成13年5月に挿核・養生して、平成13年6月から平成14年1月まで飼育管理し、毎月1回、各区30貝について測定・分析用に採取した。また、採取時には各区の生残率用供試貝について、へい死数を確認した。

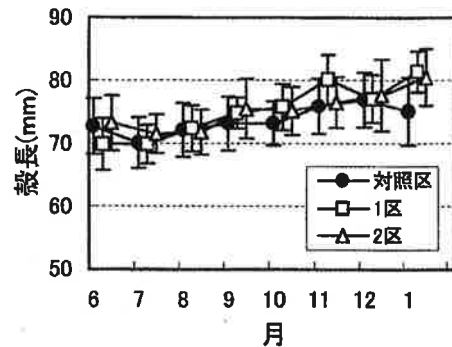
**測定および検定方法** 前項の漁場別試験と同様である。

#### 結 果

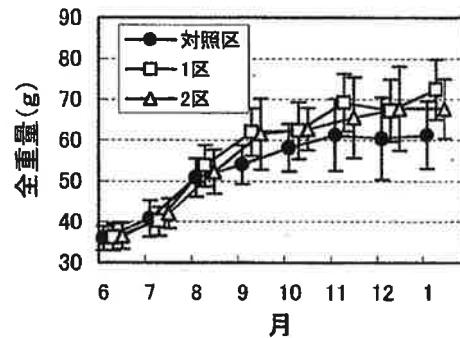
殻長と全重量の変化を図II-10、11にそれぞれ示した。殻長について1区が6月に他の2試験区に比べて小さかった以外、殻長と全重量について試験区による差は8月まではみられなかったが、9月以降、低水温試験区間の差はみられないものの、低水温試験区が対照区に比べて大きくなった。

閉殻筋a\*値の変化を図II-12に示した。6～8月まで試験区による差はなく低下した。9月以降、すべての試験区で上昇し、10月には対照区が8.00、1区が4.98、2区が7.17までになったが、その後、大きな変化はなく、低水温試験区が対照区に比べて低かった。

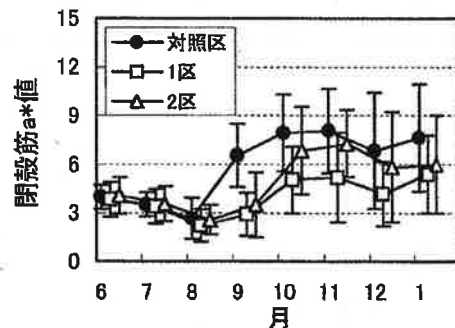
生残率の推移を図II-13に示した。対照区が低水温試験区に比べて、飼育期間中にへい死が多く、終了時の生残率は低水温試験区が84.2～88.3%、対照区が75.0%と、低水温試験区が対照区に比べて高かった。



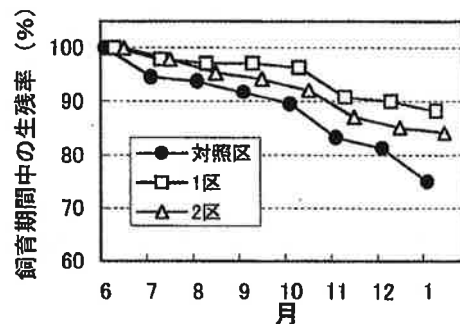
図II-10 各試験区の殻長の変化



図II-11 各試験区の全重量の変化



図II-12 各試験区の閉殻筋a\*値の変化

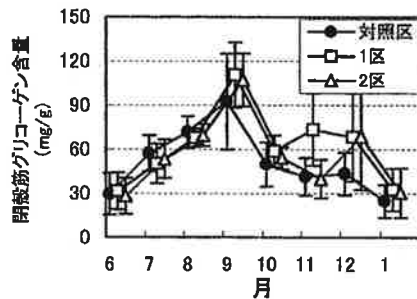


図II-13 各試験区の生存率の推移

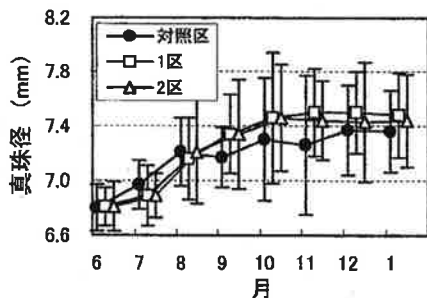


閉殻筋グリコーゲン含量の変化を図II-14に示した。試験区による差はなく6~9月まで増加して10月から低下したが、11~12月に低水温試験区が対照区に比べて高かった。

真珠径の推移を図II-15に示した。6~8月まで試験区による差はなかった。9月以降、低水温試験区が対照区に比べて、やや大きい傾向を示したが、有意差はみられなかった。また、1月の終了時に、各試験区の100貝について、真珠の商品率を調べた。その結果、商品率は、対照区で68%、1区で79%、2区で76%であった。



図II-14 各試験区の閉殻筋グリコーゲン含量の変化



図II-15 各試験区の真珠径の推移

以上の結果から、冬季に13℃以下になる漁場で飼育したアコヤガイに挿核し、飼育管理することは、対照区に比べて、9月以降、閉殻筋a\*値の上昇も抑えられ、成長、生残率、閉殻筋グリコーゲン含量、真珠径および真珠の商品率も高い傾向にあった。また、低水温飼育の期間については、1区が2区に比べて、成長には差はみられないものの、生残率および真珠の商品率では高く、真珠径が大きい傾向を示したが、今後、商品真珠の品質も含めて検討する必要があると考えられる。

## まとめ

- 1) 挿核貝(当年物)の赤変化とへい死軽減に対する冬季の低水温飼育の有効性について検討するため、冬季に13℃以下の低水温になる漁場で飼育した抑制アコヤガイについて、挿核し、上五島で飼育試験を行い、飼育期間中における閉殻筋a\*値、生残率等を平成13年6月から平成14年1月まで調査した。
- 2) 冬季に13℃以下になる漁場で飼育したアコヤガイに挿核した低水温試験区は、対照区に比べて、9月以降、閉殻筋a\*値の上昇が抑えられ、成長、生残率、閉殻筋のグリコーゲン含量および真珠の商品率が高く、真珠径も大きい傾向にあった。
- 3) 13℃以下の積算水温(低水温飼育の期間)については、挿核貝では、100℃(1区)が50℃(2区)に比べて、成長には差はみられないものの、閉殻筋a\*値の上昇度が低く、生残率および真珠の商品率が高く、真珠径が大きい傾向を示した。

(担当:岩永)

## III. 高水温域生息貝の飼育試験

高水温域に生息する貝の赤変化に対する耐病性を検討するため、奄美の大島海峡で採取した奄美天然貝(外見的な特徴からベニコチョウガイと考えられる)から生産した貝を用いて、飼育試験を行い、県内で飼育したアコヤガイから生産した貝と成長、閉殻筋a\*値、生残率等を比較した。

## 方法

**試験漁場** 試験は、水試前の棧橋筏(水試)で実施した。

**供試貝** 平成12年に水試で、奄美天然採取貝を親貝として採苗し、水試前の棧橋筏で飼育した貝(系統:奄美)を用いた。また、対照として前項の漁場・系統別試験の水試で飼育試験したアコヤガイ3系統(系統:玉之浦, 対馬, 宿毛, 以下では県産人工貝とする)を用いた。

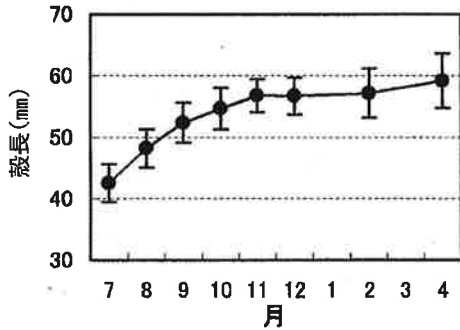
**試験区** 試験区の飼育貝数は、各区500貝(測定用に350貝, 生残率用に150貝)とした。平成13年7月から平成14年4月まで飼育管理し、毎月1回、各区30貝について全重量、閉殻筋a\*値を測定するために

採取した。また、採取時には生残率用供試貝について、へい死数を確認した。

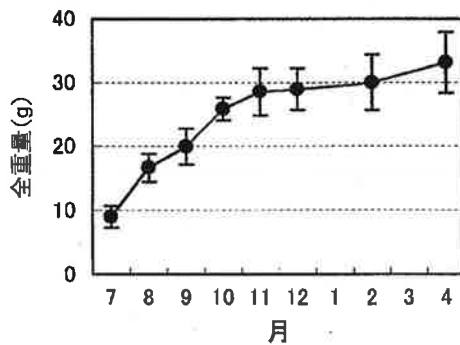
測定方法 前項の漁場別試験と同様である。

### 結 果

奄美天然貝の殻長と全重量の変化は図Ⅲ-1, 2にそれぞれ示したとおり、飼育期間中、順調に成長した。しかし、水試で同時期に県産人工貝から生産した貝は、約2年後には殻長と全重量がそれぞれ70.7mmと44.1gまで成長したのに対して、奄美天然貝はそれぞれ59.2mmと33.1gと成長がやや遅かった。



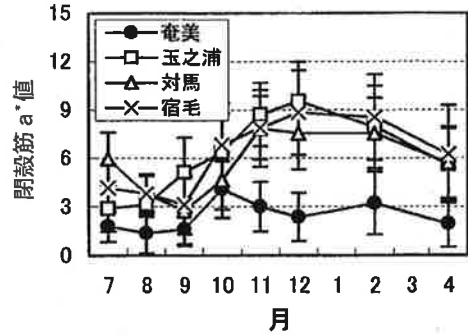
図Ⅲ-1 奄美天然貝の殻長の変化



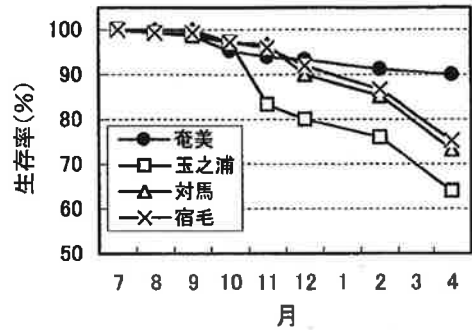
図Ⅲ-2 奄美天然貝の全重量の変化

閉殻筋 a\*値の変化を図Ⅲ-3に示した。奄美天然貝は、7~9月まで1.35~1.78の範囲で推移し、10月に県産人工貝と同様に4.07まで上昇した。その後、県産人工貝は11~12月に7.84~9.54まで上昇したのに対して、奄美天然貝は上昇せずほぼ一定で、飼育期間中、県産人工貝に比べて低かった。

生残率の推移を図Ⅲ-4に示した。県産人工貝が11月以降、へい死が多く、終了時の生残率が64.0~75.3%であったのに対して、奄美天然貝は、飼育期間中、月平均1.1%のへい死しかみられず、終了時の生残率は90.0%と高かった。



図Ⅲ-3 閉殻筋 a\*値の変化



図Ⅲ-4 生残率の推移

以上の結果から、高水温域に生息する奄美天然貝は、県産人工貝に比べ、秋季の閉殻筋 a\*値の上昇が低く、へい死も比較的少なかったことから、赤変化に対する耐病性については、比較的良好であると考えられた。今後は、奄美天然貝の生理・生化学的な特性を検討し、種苗生産における親貝選抜の指標とすることも必要と考えられる。

### ま と め

- 1) 高水温域生息する貝の赤変化に対する耐病性を検討するため、平成12年度に奄美天然採取貝を親貝として水試で生産した貝を、県内で飼育したアコヤガイを親貝にして同年水試で生産したアコヤガイ3系統(県産人工貝)と飼育試験を行い、飼育期間中における閉殻筋 a\*値、生残率等を平成13年7月から平成14年4月まで調査した。
- 2) 奄美天然貝は、県産人工貝に比べて、秋季の閉殻筋 a\*値の上昇が低く、へい死も比較的少なかったことから、赤変化に対する耐病性については、比較的良好であると考えられ、生理・生化学的な特性を検討する必要があると考えられた。

(担当: 岩永)

## 7. 大村湾真珠漁場調査事業

北原 茂・山砥 稔文・平野 慶二  
宮崎 隆徳・岩永 俊介・矢田 武義

二枚貝等を特異的にへい死させ、真珠養殖などの貝類養殖に多大な被害を与える有害赤潮種 *Heterocapsa circularisquama* による漁業被害の軽減・防止を目的として、平成11年度から水産庁委託事業（ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業）により、大村湾において、発生初期の早期把握、赤潮の形成・消滅過程等を把握するための調査を実施している。本年度も引き続き調査を実施したのでその概要を報告する。

### 方 法

通常調査として全湾7～9定点の調査を5月下旬から9月下旬の間に11回、通常調査を補完する形上湾3定点の調査を5月中旬、10月下旬、11月中旬、2月中旬、3月中旬の5回、冬季調査として全湾5定点の調査を12月上旬、1月上旬の2回、計18回の調査を行った。

### 結 果

#### ① *Heterocapsa circularisquama* 出現状況

調査期間を通じて、*Heterocapsa circularisquama* の出現は低レベルであった。6月28日に湾南部長与沖（B-1m）において0.67cells/mlの初期出現を確認し、最高細胞数は8月17日に湾中央（10m）において23.67cells/ml出現するにとどまった。

冬季調査、形上湾調査においても、*Heterocapsa circularisquama* の出現は確認されなかった。

#### ② *Gymnodinium mikimotoi* 出現状況

通常調査期間11回のうち2回（8月27日、9月20日）を除いて散見されたが、最高細胞数は8月3日に湾北部川棚沖（10m）において9.67cells/mlの出現にとどまり、全体に低レベルの出現状況であった。

#### ③ その他調査対象種出現状況

*Chattonella antiqua* は9月7日に湾北部針尾沖（0.5m）、湾中央部（0.5, 5m）、湾南部琴海沖（0.5m）において0.33 cells/ml、*Chattonella marina* は8月27日に湾北部針尾沖（10m）、9月7日に湾南部琴海沖（5m）、9月13日に湾北部針尾沖（B-1m）および形上湾（0.5m）におい

て0.33cells/ml、その他 *Chattonella* 属（球形等）は5月24日に津水湾（5m）において1.00cells/ml、津水湾（10m）および湾南部琴海沖（5, B-1m）において0.33 cells/ml出現した。*Gymnodinium* sp.伊万里型の出現はなかった。

#### ④ 珪藻類出現状況

調査点3点（湾中央・津水湾・形上湾）において同じような傾向を示し、6月下旬～7月初旬にかけて増加し、8月初旬～下旬にかけて減少、その後9月中旬にかけて増加傾向であった。

#### ⑤ 水温、塩分、溶存酸素、栄養塩量の推移

通常調査期間中の全定点での水温は、表層で18.91～32.21℃（平均26.14℃）、5m層で18.94～30.73℃（平均25.33℃）、10m層で16.72～28.68℃（平均24.26℃）、底層（B-1m）で15.89～27.78℃（平均23.58℃）の範囲で推移した。

塩分（PSU）は、表層で29.19～33.54（平均31.93）、5m層で30.89～33.58（平均32.31）、10m層で31.72～33.58（平均32.61）、底層（B-1m）で31.91～33.57（平均32.71）の範囲で推移した。

溶存酸素は、調査点3点（湾中央・津水湾・形上湾）において、表層で83～124%（平均103%）、5m層で75～121%（平均97%）、10m層で17～102%（平均72%）、底層（B-1m）で15～85%（平均51%）の範囲で推移した。8月末には底層の貧酸素化が顕著であった。

栄養塩量のうち無機三態窒素（DIN）は、調査点3点（湾中央・津水湾・形上湾）において、底層の貧酸素化が進んだ時に底層で高い値を示した。リン酸態リン（ $PO_4\text{-P}$ ）も同様の傾向であった。

（担当：北原）

## 8. 干潟活用環境改善方策調査研究事業

矢田 武義・平野 慶二・山砥 稔文  
宮崎 隆徳・北原 茂・岩永 俊介

近年、海域の富栄養化が進むなか、干潟の浄化機能が注目されるようになってきている。

本県においても、沿岸域の良好な環境を維持するため干潟の浄化機能を活用した環境改善策の研究に取り組むこととした。

### I. 干潟活用環境改善方策調査研究協議会

専門家からの助言・指導を受けるため、大学、国の水産研究所、他県水試、本県公設試験場等の計7機関の8名で構成される協議会を設置した。

協議会は10月22日に開催し、全体計画及び13年度計画について、第2回を3月26日に開催し、13年度の調査結果と14年度計画についてそれぞれ指導・助言を受けた。

### II. 浅場における実験ふく砂漁場の造成及び有用二枚貝の移植

干潟の沖に広がる浅場（干潟の沖の潮下帯で水深1～2mの海域）の浄化機能を高める試験のため、小長井町釜地区のアサリ養殖場沖700mの海底が泥質の海域（50m×50m）に約50cmの高さのふく砂を行った（11月13日～12月8日）。その後、アサリ約1トン（4gサイズを26万個）を10mの幅に移植した（2月15日）。同じく小長井町地先の干潟で採取したタイラギ1,498個を3月30日と4月10日に移植した（平均殻長166.2mm、平均重量84.0g）。

### III. 干潟及び浅場の環境調査

小長井町釜地区の干潟及び浅場においてはアサリやカキが養殖されており、餌料を中心とした水質環境面の調査を実施した。

#### 方 法

調査海域は図1および図2に示すとおりで、干潟上（アサリ養殖場）に2定点、浅場に3定点を設け、月1回の調査を11月から行った。調査は、満潮時と中

間時（干潮と満潮の間）の2回実施した。



図1 小長井町釜地区の調査海域

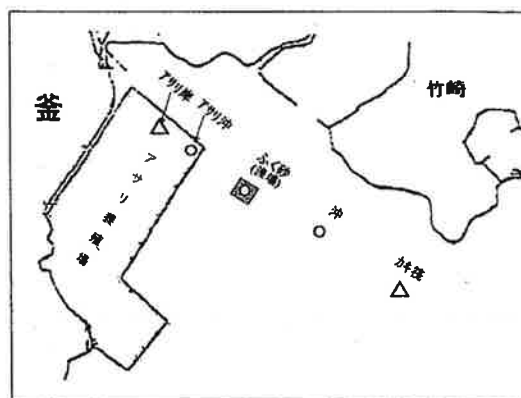


図2 小長井町釜地区の調査定点図（図1の拡大）

測定項目及び方法を表-1に示した。

表-1 測定項目及び方法

測定項目	方法	アサリ養殖		ふく砂		沖	カキ
		岸側	沖側	浅場	沖		
水温	アレック電子(社) クロロテック	○	○	○	○	○	○
塩分		10cm毎の鉛直データ					
クロロフィルa (蛍光強度)	ハイドロラボ(社) クオンタ	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
濁度		B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1
DO	採水後、 定法により分析 又は検鏡		B-1	○	B-1		
栄養塩			B-1	B-1	B-1		
クロロフィルa	採水後、 定法により分析 又は検鏡		B-1	○	B-1		
フェオフィチン			B-1	B-1	B-1		
プランクトン			B-1	B-1	B-1		

※表中の○とは0m、2とは2m、B-1とは海底上1mの層を示す

#### 結 果

水温・塩分 調査が11月以降で海水の循環期にあたるため鉛直差があまりなく、表-2の範囲であった。

表-2 水温, 塩分の月別最小・最高値

月	水温(°C)	塩分(PSU)
11	16.6 ~ 18.4	29.1 ~ 29.5
12	11.8 ~ 12.8	30.3 ~ 30.7
1	9.9 ~ 10.9	30.8 ~ 31.4
2	9.0 ~ 10.4	30.1 ~ 31.4
3	11.9 ~ 14.2	29.0 ~ 31.2

調査定点の中央に当たるふく砂試験区(浅場)における水温, 塩分の鉛直分布は図3, 図4に示すとおりで, 水温は9.1~18.4°Cで, 塩分は29.0~31.3であった。

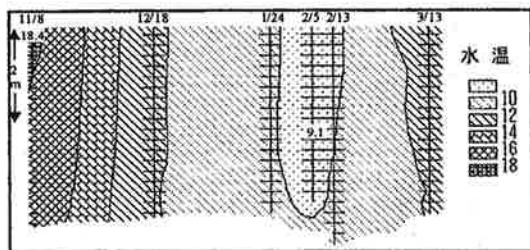


図3 ふく砂試験区における水温の鉛直分布

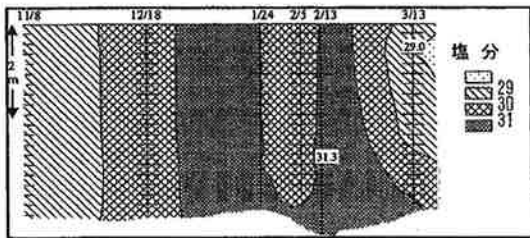


図4 ふく砂試験区における塩分の鉛直分布

クロロフィルa 有用二枚貝類の餌料量を反映すると考えられるクロロフィルa量について, 調査日毎の鉛直分布図を図5に示した(満潮時の結果)。

これを見るとふく砂試験区の方がアサリ漁場よりもクロロフィルaが高く, また底層の方が表層よりも高い傾向がうかがえた。

調査は1日2回実施しており, 上げ潮時の調査(中間の潮に1回目, 満潮に2回目)と下げ潮時の調査(満潮時に1回目, 中間の潮に2回目)に区分できる。2回目の調査と1回目の調査の差(2回目-1回目)の鉛直分布の代表例を図6に示す(12月18日と2月5日)。上げ潮に伴って, クロロフィルaの増加が見られ,

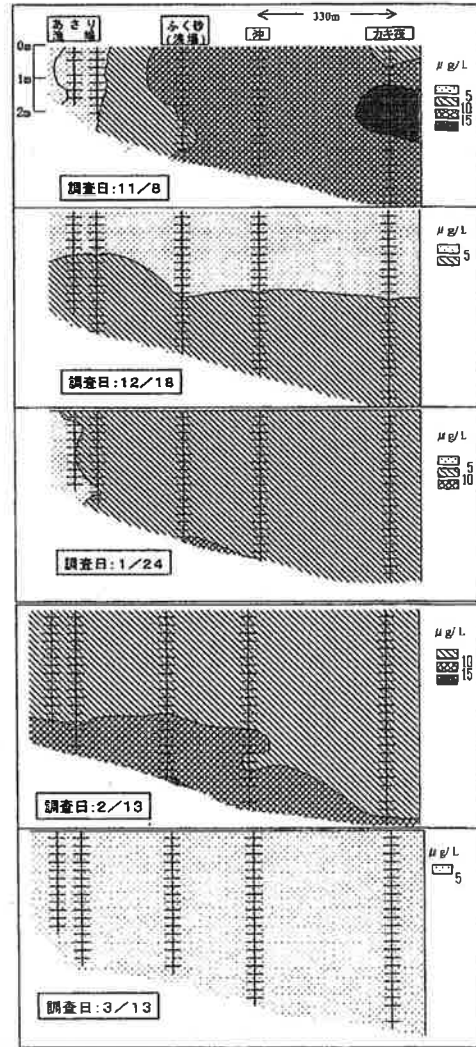


表5 調査毎のクロロフィルaの鉛直分布

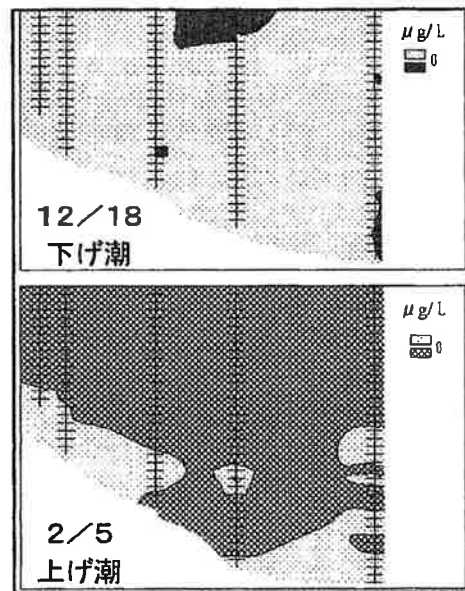


表6 クロロフィルの差の鉛直分布

底層の方がその値が高いことから(図5), 底泥の巻き上げによりクロロフィルaが増えたものと考えられる。なお, 他の月の調査においても同様の傾向が見られた。

栄養塩 アサリ養殖場, ふく砂試験区, 沖の3調査点における満潮時と中間時の無機三態窒素(DIN)の推移を図7, リン酸態リン( $PO_4-P$ )の推移を図8に示す。

調査を開始した11月はDIN,  $PO_4-P$ ともに高レベルであったが, 12月以降減少し, 特にDINは1月以降低レベルで推移した。

出現プランクトン 調査期間を通じて優占種はいずれも珪藻類であった。アサリ養殖場, ふく砂試験区, 沖の3調査点における満潮時と中間時の珪藻類細胞数の推移を図9, 構成種と細胞数を付表1~2に示す。

満潮時の珪藻類細胞数は, アサリ養殖場は283~6,294cells/ml, ふく砂試験区は280~8,470cells/ml, 沖は203~5,060cells/mlで推移した。中間時の珪藻類細胞数は, アサリ養殖場は100~3,442cells/ml, ふく砂試験区は161~4,241cells/ml, 沖は100~3,083cells/mlで推移した。

1,000cells/mlを超えて出現した珪藻種は, アサリ養殖場では *Chaetoceros* 属, *Asterionella* 属, *Eucampia* 属, ふく砂試験区では *Chaetoceros* 属, *Asterionella* 属, *Eucampia* 属, *Skeletonema* 属, *Thalassiosira* 属, 沖では *Chaetoceros* 属, *Eucampia* 属であった。

#### まとめ

- 1) 大学や研究機関の専門家からの助言や指導を受けるため設置した干潟活用環境改善方策調査研究協議会を2回開催し, 研究計画について指導・助言を受けた。
- 2) 小長井町釜地区のアサリ養殖場沖700mの浅場にふく砂(50m×50m)を行いアサリ1トン, タイラギ1,498個を移植し, 浅場の浄化機能を高める試験を開始した。
- 3) 小長井町釜地区の干潟及び浅場において餌料を中心とした水質環境面の調査を実施した。
- 4) クロロフィルaについてはふく砂試験区の方がアサリ養殖場よりも高く, 底層の方が表層よりも高い傾向があった。

また, 上げ潮に伴って, 底泥の巻き上げが起こりクロロフィルaが増える傾向があった。

- 5) 栄養塩については, DINおよび $PO_4-P$ はともに11月は高レベルであったが, 以降, 減少し続けた。岸寄りが沖よりも高い傾向があった。
- 6) 出現植物プランクトンは, 優占種はいずれも珪藻で, ふく砂試験区の方がアサリ養殖場よりも高い傾向があった。

(担当: 平野・北原)

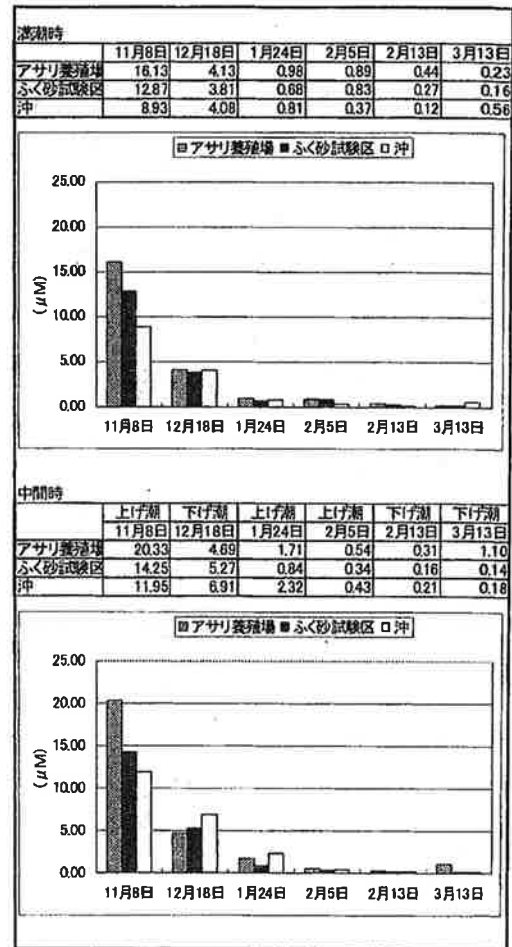


表7 満潮時および中間時のDINの推移

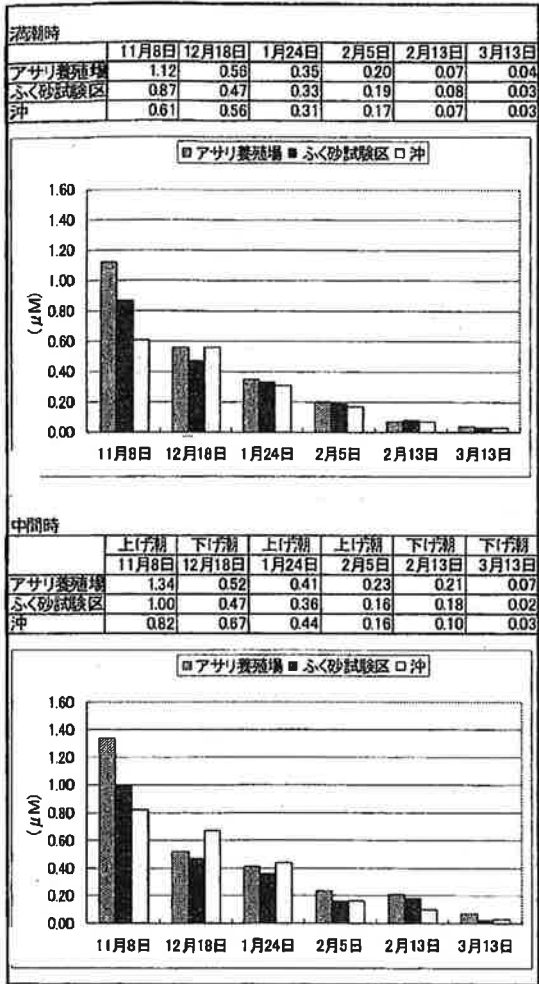


図8 満潮時および中間時のPO<sub>4</sub>-Pの推移

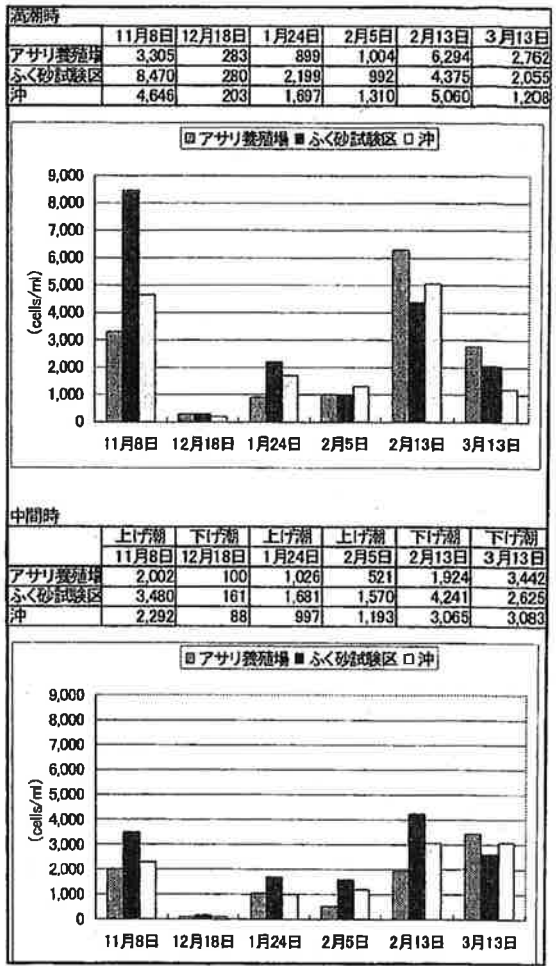


図9 満潮時および中間時の珪藻細胞数の推移

## 9. 魚病被害抑制対策技術開発研究

高見 生雄・杉原 志貴・塚原淳一郎

### I. アコヤガイ斃死対策試験

近年、全国的に養殖アコヤガイの赤変を伴う異常斃死がみられており、県内の生産地域においても深刻な問題となっている。斃死の原因は感染症とされているが、病原体の特定には至っていない。しかしながら、斃死の対策が急がれることから、被害軽減を目的に、対策手法に関する試験を行った。今年度は、赤変化に対する養殖時の垂下水深および低塩分処理による差異について検討した。

#### 方 法

水試で平成 12 年度に生産された人工種苗を用い、表 1 に示した試験区の条件で、平成 13 年 6 月 22 日より試験を開始した。垂下水深は当初通常飼育の 2 m と 3, 5, 7 m に垂下し、一部の区は 5 m に垂下後 2 m に垂下するようにした。低塩分処理する区は、容量比で 5 分の 4 になるように希釈した海水に、通気状態で 24 時間浸漬する方法で、処理を 7 月 12 日、8 月 9 日、9 月 10 日、10 月 9 日に実施した。各試験区について成長、生残、赤変度の経過を調べた。生残率調査は各試験区 50 個を対象として比較検討し、赤変度は、ミノルタ製の測色計 CR-13 を用いて、閉殻筋断面の a\* 値を測定した。

表 1 各試験区の飼育条件

試験区	垂下水深	低塩分処理の実施
1	2m	無し
2	3m	"
3	5m	"
4	7m	"
5	5m(7/1~10/14) 2m(10/15~3/31)	"
6	5m(7/1~12/3) 2m(10/15~3/31)	"
7	5m(7/1~1/16) 2m(1/17~3/31)	"
8	2m	有り

\* ( ) 内は水深を変えた場合の垂下期間

### 結 果

垂下水深の検討 全重量、軟体部の重量比(%), 閉殻筋の a\* 値の各平均値および生残個数の推移を、それぞれ図 1, 2, 3 および 4 に示した。成長において比較すると、全重量では 1 区が全期間を通じて高い傾向が認められたが、軟体部の重量比において中間的な数値を示しながら推移し、高い傾向は認められなかった。閉殻筋の a\* 値においては、水深別の試験設定での区の中では、全般的に低値で推移した。また、2 区も 10 月時点では 1 区より低い値を示し、1 区より高めで推移しているが、低い傾向にあった。a\* 値で最も高い値で推移した区は 4 区であり、10 月以降各測定時で最も高い値を示した。生残においては、2, 3 区が最も高い生残であり、以下 1・5 区、4, 6 区の順であった。今年度の結果は、疾病の特徴である閉殻筋の赤変化は 2 m および 3 m に垂下した区が最も低値で推移し、12 年度の試験で得られた、2 m が最も a\* 値が高く、5 m, 以下の水深では低い結果と相反した結果となった。その差異について推察すると、12 年度は 2 m の試験区では肉眼観察的にも衰弱状態であったことに対し、今年度は衰弱の状況は特に見られず、健康状況も良好であったことから、水深の違いによる餌料環境的な要因による可能性が高いと思われ、今後検討する必要がある。

低塩分処理 1 回目の低塩分処理以降は斃死が多く、低塩分の海水に浸漬したことにより斃死したものと考えられ、対策の手段としては不適と判断された。

#### ま と め

- 1) アコヤガイの斃死対策の試験として、水深別の飼育の比較検討、低塩分処理の試験を実施した。
- 2) 2, 3, 5, 7 m の各水深別試験の結果、今年度は 2 m での飼育水深で、最も赤変化が抑制され、昨年度とは異なる結果であり、各年における餌料環境的な要因の変動が影響していると推察された。



3) 4/5 海水に1日間浸漬する処理を7~10月に、月に1回行ったが、処理そのものよると考えられる斃死が多く、対策手法としては不適と判断された。

(担当：塚原)

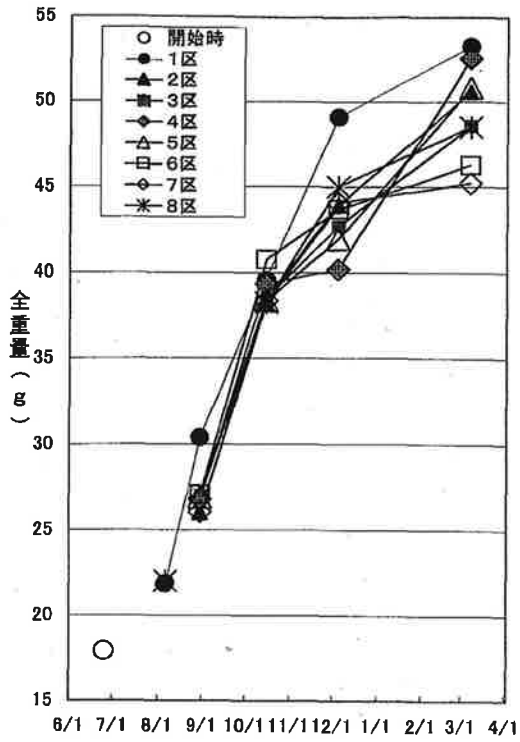


図1 平均全重量の推移

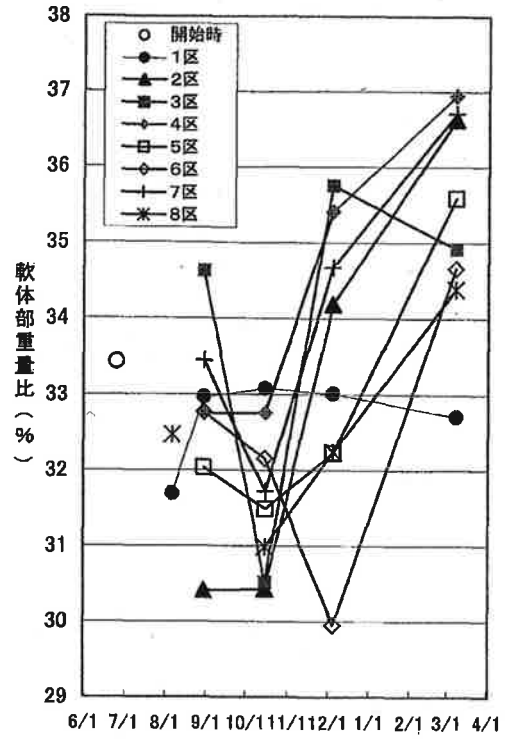


図2 軟体部重量比の推移

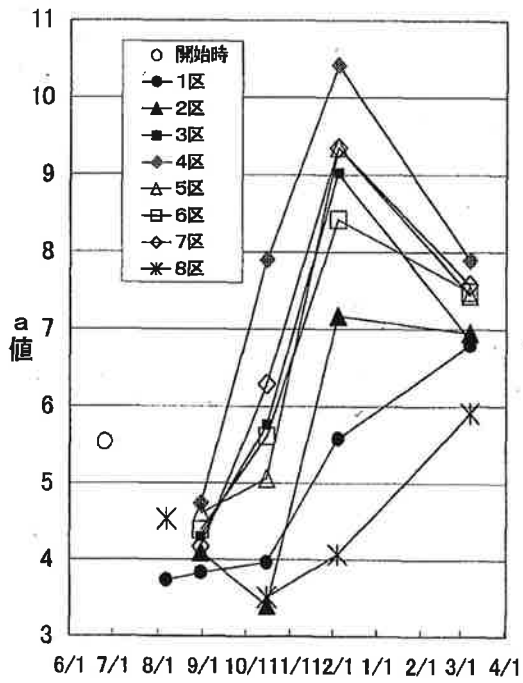


図3 a\*値の推移

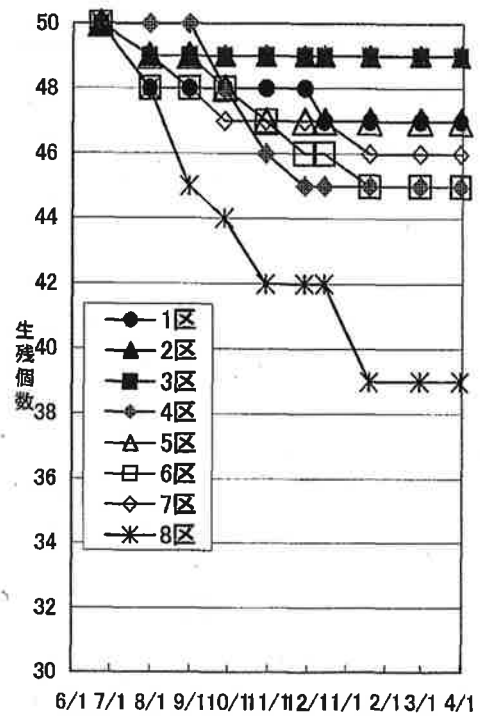


図4 生残個数の推移

## II. クルマエビのウイルス病対策試験

### 1. PCR による PRDV 検出方法の改良試験

従来、当水試ではコンプレッサー冷却式の遺伝子増幅装置を使用していたが、今年度新たに電子冷却素子式の遺伝子増幅装置を導入したため、新機種を用いた PRDV の検出方法の確立を目的とした従来機種との検出感度の比較を行い、次に PRDV の検出感度の向上を目的とした PCR の反応条件の改良について検討を行った。

#### 1) 新機種の遺伝子増幅装置における PRDV の検出感度の検討

従来使用していたコンプレッサー冷却式遺伝子増幅装置は、電気ヒーターとコンプレッサー冷却で温度制御を行っていたが、新機種の電子冷却素子式は、加熱にはフィルムヒーターを用い、冷却にはペルチェ素子を用いているため、加熱・冷却の速度が速くなる。

PCR では、遺伝子増幅装置の温度制御機構の違いにより検出感度に差が生じる場合があるため、新機種の遺伝子増幅装置における PRDV の検出感度を検討することを目的として、従来使用していた遺伝子増幅装置との PRDV 検出限界の比較を行った。

#### 方 法

遺伝子増幅装置は、新機種 PC808 と従来機種 PC800 (いずれもアステック社製) を用い、サンプル液は、QIAamp DNA Blood Mini Kit(QIAGEN)で抽出した PRDV 鋳型 DNA を段階希釈して使用した。希釈段階は 10 倍希釈を 1 段階として 7 段階まで希釈し、PCR の反応条件は、平成 12 年度の改良法 (表 2 の PAV2000) を用いた。両機 (PC808, PC800) 同時に PCR を 3 回行い、機種別の検出限界は、3 回の検出限界の希釈濃度を平均した値とした。

#### 結 果

PRDV 検出限界の希釈濃度の平均は、PC800 が  $10^{-4.7}$ 、PC808 が  $10^{-5}$  となり、検出感度は PC808 が若干高い可能性が示された (表 1)。

#### 2) 反応条件の改良

平成 12 年度の試験で、アニーリング温度、サイクル数、プレヒート温度等の調整により、従来法と比べ

表 1 遺伝子増幅装置の違いによる鋳型 DNA の検出限界

鋳型DNAの 希釈濃度	PC800			PC808		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
$10^0$	+	+	+	+	+	+
$10^{-1}$	+	+	+	+	+	+
$10^{-2}$	+	+	+	+	+	+
$10^{-3}$	+	+	+	+	+	+
$10^{-4}$	+	+	+	+	+	+
$10^{-5}$	-	+	+	+	+	+
$10^{-6}$	-	-	-	-	-	-
$10^{-7}$	-	-	-	-	-	-
陰性コントロール	-	-	-	-	-	-
機種別の検出 限界の平均	$10^{-4.7}$			$10^{-5}$		

て特異的増幅産物のバンドが明瞭になり検出感度も 1 オーダー上がるという結果を得た。

しかし、検出感度は計算上では 3~4 サイクルで 1 オーダー上がると考えられるが、この時は 10 サイクルの増加で 1 オーダーしか上がっていない。このことから、更に感度を上昇させる可能性が考えられたため、検出感度の向上を目的に、PCR の反応条件を検討した。

#### 方 法

PCR の反応条件は表 2 に示した。新たな反応条件のプログラムとして、12 年度の改良法 (PAV2000) のプレヒート温度を  $2^{\circ}\text{C}$  上げ (初期段階の酵素活性量を上げる)、アニーリング温度を  $1^{\circ}\text{C}$  下げた (感度を上げる) PAV2001 を設定し、平成 12 年度の改良法 (PAV2000) および従来法 (PAV98) との PRDV 検出限界の希釈濃度の比較を行った。サンプル液は、新機種の遺伝子増幅装置における PRDV の検出限界の検討で用いたものと同じ PRDV 鋳型 DNA の段階希釈系列を使用し、遺伝子増幅装置は、新機種の PC808 を使用した。試験は、それぞれの反応条件で PCR を 3 回ずつ行い、反応条件別の検出限界は、3 回の検出限界の希釈濃度を平均した値とした。

表 2 PCR の反応条件

プログラム	PAV98	PAV2000	PAV2001
プレヒート	$95^{\circ}\text{C}$ 10分	$93^{\circ}\text{C}$ 5分	$95^{\circ}\text{C}$ 5分
融氷性	$95^{\circ}\text{C}$ 30秒	$95^{\circ}\text{C}$ 30秒	$95^{\circ}\text{C}$ 30秒
アニーリング	$57^{\circ}\text{C}$ 1分	40サイクル $59^{\circ}\text{C}$ 30秒	50サイクル $58^{\circ}\text{C}$ 30秒
伸長反応	$72^{\circ}\text{C}$ 1分	$72^{\circ}\text{C}$ 30秒	$72^{\circ}\text{C}$ 30秒
後処理	$72^{\circ}\text{C}$ 5分	$72^{\circ}\text{C}$ 5分	$72^{\circ}\text{C}$ 5分

#### 結 果

試験結果を表 3 に示した。検出限界の希釈濃度の平均は、PAV2001 が  $10^{-5.3}$ 、PAV2000 が  $10^{-5}$ 、PAV98 が  $10^{-4.3}$  となり、検出感度は PAV 2001, PAV 2000, PAV98 の順に高いことが示された。以上より、現在のところ PRDV の検出方法は、遺伝子増幅装置 PC

808 を使い、プログラム PAV2001 の反応条件を用いた PCR 検査が最も検出感度が高いという結果が得られた。しかし、プログラムには未だ改良の余地があり、更なる検討が必要である。

表 3 反応条件の違いによる鋳型 DNA の検出限界

鋳型 DNA の 希釈濃度	PAV98			PAV2000			PAV2001		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
10 <sup>0</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 <sup>-1</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 <sup>-2</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 <sup>-3</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 <sup>-4</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 <sup>-5</sup>	-	+	-	+	+	+	+	+	+
10 <sup>-6</sup>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
10 <sup>-7</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
陰性コントロール	-	-	-	-	-	-	-	-	-
反応条件別の 検出限界の平均	10 <sup>-4.3</sup>			10 <sup>-5</sup>			10 <sup>-5.3</sup>		

## ま と め

- 1) 新機種(電子冷却素子式)の遺伝子増幅装置導入に伴い、従来機種(コンプレッサー冷却式)との PRDV 検出感度の比較と、感度向上を目的とした PCR の反応条件の検討を行った。
  - 2) 遺伝子増幅装置の比較では新機種の方が若干検出感度が高い可能性が示された。
  - 3) PRDV の検出は、遺伝子増幅装置 PC808 を使用し、プログラム PAV2001 の反応条件を用いた PCR 検査が最も検出感度が高いという結果が得られたが、プログラムには未だ改良の余地があり、更なる検討が必要である。
- ### 2. 天然海域におけるクルマエビの PRDV 保有調査

県内外において、天然クルマエビにおける PRDV の保有が確認されている。このため、防疫対策の一環として実態を把握することを目的に、有明海で採捕されたクルマエビの PRDV 保有状況を調査した。

## 方 法

有明海で 10 月 2 日及び 4 日に採捕されたクルマエビ 54 個体(体重 26.9~79.4 g)を供試エビとし、尾肢カット標識を手掛かりに天然エビ(30 個体)と放流エビ(24 個体)に分けて、各エビの胃、血リンパ、生殖器を採材して、PCR 法による個体別、部位別の計 162 検体における PRDV の検出を試みた。検出には遺伝子増幅装置 PC808 を使い、反応条件は表 2 のプログラム「PAV2001」に従って行った。

## 結 果

162 検体全て(個体, 部位)において PRDV は検出されず、今回の調査では有明海のクルマエビが PRDV を保有している可能性は認められなかった。

(担当: 杉原・高見)

## III. 魚類の寄生虫対策試験

### 1. カサゴの寄生虫に対するプラジクアンテル製剤を用いた薬浴による駆除試験

種苗生産(産仔)直前のカサゴ親魚にハダムシ(未同定)とエラムシ(*Microcotyle sebastisci*)が大量に寄生したため、種苗生産にできるだけ悪影響を与えない寄生虫の駆除方法として、スズキ目魚類のハダムシ駆除用経口薬として市販されているプラジクアンテル製剤を用いた薬浴について検討した。

## 方 法

供試魚には、親魚養成中のカサゴ成魚 21 尾(全長 17.0~23.5 cm)を用いた。薬浴液の調整は、プラジクアンテル製剤をエチルアルコールに溶解し海水に加え、プラジクアンテルの濃度が 20 ppm になるようにした。

薬浴時間は 20 分間とし、薬浴前区、薬浴直後区、薬浴 3 日後区に分けて各区から 7 個体ずつを採取して、各個体ごとに 10%ホルマリン(水道水で希釈)で固定した後に冷蔵庫で一時保存した。後日、魚体および固定液中の寄生虫をプランクトンネットで採取したものを合計して寄生虫数とした。寄生虫数を基に、次の式を用いて駆除率を算出した。

すなわち、駆除率(%) = (薬浴前区の平均寄生虫数 - 薬浴直後区(または薬浴 3 日後区)の平均寄生虫数) / 薬浴前区の平均寄生虫数 × 100

また、プラジクアンテル製剤を用いた薬浴の有効性の判定には、あらかじめ「薬浴前区と薬浴直後区(または薬浴 3 日後区)の寄生虫数の分布の位置は等しく、薬剤の効果は無い」とする帰無仮説立て、計数された個体別の寄生虫数を基に Mann-Whitney の U-検定法を用いて、薬浴前区と薬浴直後区(または薬浴 3 日後区)との比較を行なった。

## 結 果

薬浴前から薬浴中、薬浴直後、薬浴3日後を通じて供試魚の斃死はなく、異常行動も認められなかった。表1にハダムシ及びエラムシの平均寄生虫数と駆除率を示した。ハダムシの駆除率は、薬浴直後が83.6%で薬浴3日間後が95.0%であった。エラムシの駆除率は、薬浴直後が74.6%で薬浴3日間後が77.8%であった。

なお、Mann-WhitneyのU-検定の結果(表2)から、寄生虫数はハダムシもエラムシも薬浴直前区に対して薬浴直後区および薬浴3日間後区ともに通常の有意水準0.05より明らかに小さく、寄生虫の分布の位置は異なるため帰無仮説は否定された。従って、プラジクアンテル製剤を用いた薬浴はカサゴのハダムシとエラムシの駆除に有効であると判定された。

表1 ハダムシおよびエラムシの寄生虫数と駆除率

試験区	検体番号	ハダムシ			エラムシ		
		個体数	平均	駆除率	個体数	平均	駆除率
薬浴前区	1	72	152.6	—	178	145.7	—
	2	326			323		
	3	61			104		
	4	404			154		
	5	85			85		
	6	43			57		
	7	77			119		
薬浴直後区	8	23	25.1	83.50%	43	37	74.60%
	9	7			7		
	10	41			73		
	11	11			47		
	12	23			35		
	13	26			32		
	14	45			22		
薬浴3日後区	15	7	7.6	95.00%	24	32.3	77.80%
	16	8			33		
	17	9			59		
	18	11			11		
	19	6			40		
	20	10			6		
	21	2			53		

表2 Mann-WhitneyのU-検定の検定結果

試験区分	ハダムシ	エラムシ
薬浴直後区	P=0.001	P=0.001
薬浴3日後区	P=0.000	P=0.001

## ま と め

1) 苗生産のために親魚養成中のカサゴに寄生したハダムシとエラムシの駆除方法としてズキ目魚類のハダムシ駆除用経口薬として市販されているプラジクアンテル製剤を用いた薬浴試験を実施した。

2) 薬浴3日後の駆除率はハダムシで95.0%、エラムシで77.8%と高く、プラジクアンテルは薬浴剤として用いても有効であることが確認された。

(担当：杉原・高見)

## 2. トラフグの外部寄生虫に対する過酸化水素製剤による対策試験

本研究は、全漁連海面魚類養殖業対策協議会に設置された全漁連海産魚寄生虫対策研究会の活動の一環として実施したのでその概要を報告する。

### 1) 過酸化水素製剤のトラフグ外部寄生虫に対する薬理試験

過酸化水素製剤「マリンサワー SP30」は、トラフグに対してはヘテロボツリウムの駆除のために本剤濃度0.2%で20から30分間の薬浴をするようになっている。トラフグについては、ハダムシ等のヘテロボツリウム以外の寄生虫も認められているが、これらの駆除には、ブリのハダムシ駆除の例から本剤濃度0.1%でも効果が期待された。そこで、本試験では養殖されているトラフグについて、ヘテロボツリウム以外の外部寄生虫の寄生状況を調査するとともに、寄生が認められた外部寄生虫に対して、本剤濃度0.1%の薬浴による駆除効果を養殖漁場で養殖中のトラフグを用いて検討した。

## 方 法

供試魚は平成13年10月17日に長崎県内の養殖業者の養殖生簀より採取した平均体長17.2cm(範囲13.4~20.3cm)、平均体重158.9g(範囲77.2~249.5g)のトラフグ0才魚100個体であった。試験区は、表1に示す供試薬濃度と薬浴時間の組み合わせで5区設定し、1試験区あたり供試魚数20個体とした。

薬浴操作は、薬浴を実施する試験区用として薬浴用水槽3個(200Lのポリカーボネイト水槽)に本剤濃度が0.1%になるように調整した薬浴液を100Lずつ

表1 各試験区の薬濃度と薬浴時間

試験区	対照	操作対照	薬浴10分	薬浴20分	薬浴40分
濃度	0%	0%	0.1%	0.1%	0.1%
時間	0分間	40分間	10分間	20分間	40分間

※操作対照：薬剤を使用せずに薬浴と同じ作業を行ったもの

分注し、操作対照区用として薬浴用水槽 1 個に海水を 100 L 入れた。次いで、試験区毎に 20 個体ずつの供試魚を水温 23.3~23.5°C、溶存酸素量 5.32~7.10 mg/L の条件下で薬浴し、薬浴後は直ちに飼育水槽 (500 L のポリカーボネイト水槽) に移して流水で飼育した。対照区は薬浴操作をせず、はじめから飼育水槽で飼育した。薬浴所定時間経過後および薬浴から 1 日後に供試魚をとりあげ、個体別にポリエチレン袋に収容し、以下の観察に供した。供試魚は解剖観察の後、左鰓の最も外側の第一鰓弓と左胸鰭を基部から切り取り 5%ホルマリン海水に保存し、外部寄生虫の観察に供した。この供試魚をポリエチレン袋に戻し、染色剤ローズベンガルを 0.02% 添加した淡水を入れて供試魚を 5 分間以上浸漬し、供試魚体表面に寄生する外部寄生虫を染色、脱落させた。供試魚浸漬淡水および魚体表面を丁寧に洗浄した洗浄水をプランクトンネットで濾過し、外部寄生虫を含む残渣を濾別・回収し、外部寄生虫の観察に供した。外部寄生虫は、ネオベネデニア、シュードカリグス、白点虫、ギロダクチルス、スクーチカ、ヘテロボツリウムについて種類ごとに計数し、駆除率は次式により求めた。

駆除率 (%) = (対照区の平均寄生虫数 - 試験区の平均寄生虫数) / 対照区の平均寄生虫数

個体別の寄生虫数をもとに、Mann-Whitney の U-検定法を用いて試験区間の比較を行い、有意な寄生虫数の減少が認められた場合を有効と判定した。

## 結 果

行動観察の結果を表 2 にまとめた。薬浴 1 日後の薬浴を実施した試験区の遊泳は、対照区、操作対照区と比較して活発であったことから副作用はないと判断された。外部観察、解剖観察の結果、鰭の出血は対照区に 11 個体、操作対照区に 13 個体に認められたが、薬浴を実施した試験区には何れも認められなかった。

外部寄生虫の観察の結果、ネオベネデニア、シュードカリグス、白点虫およびヘテロボツリウムの寄生が認められた。ギロダクチルス、スクーチカの寄生は認められなかった。ネオベネデニア、シュードカリグス、白点虫(鰓)、ヘテロボツリウム未成熟虫の平均寄生虫数より求めた駆除率を表 3 にまとめた。ネオベネデニ

表 2 試験区の寄生虫別駆除率

試験区	観察時点		
	薬浴前	薬浴中	薬浴1日後
対照	異常なし	異常なし	19個体観視1個体着底
操作対照	異常なし	1個体着底	10個体観視2個体着底 体表を擦り付ける個体あり
薬浴10分	異常なし	異常なし	1個体着底
薬浴20分	異常なし	異常なし	異常なし
薬浴40分	異常なし	1個体横転の後回復	異常なし

表 3 試験区の寄生虫別駆除率

試験区	寄生虫別駆除率			
	ネオベネデニア	シュードカリグス	白点虫	ヘテロボツリウム
操作対照	-19.6%	14.0%	54.0%	10.1%
薬浴10分	81.0%	74.6%	10.8%	12.4%
薬浴20分	88.7%	78.3%	35.1%	-85.4%
薬浴40分	99.7%	79.1%	-18.9%	-17.0%

アに対しては 81.0~99.7%、シュードカリグスに対しては 74.6~79.1% の高い駆除率を示したが、白点虫とヘテロボツリウムの未成熟虫に対しては高い駆除率は得られなかった。Mann-Whitney の U-検定の結果を表 4 にまとめた。ネオベネデニアについては、対照区と薬浴した試験区、操作対照区と薬浴した試験区、薬浴 10 分区分と薬浴 20 分区分・薬浴 40 分区分の間の駆除率に有意な差が認められた。シュードカリグスについては、対象区と薬浴した試験区、操作対照区と薬浴した試験区との間の駆除率に有意な差が認められたが、薬浴 10 分区分と薬浴 20 分区分・薬浴 40 分区分の間の駆除率に有意な差は認められなかった。白点虫、ヘテロボツリウムの駆除率では、いずれの場合も有意な差が認められなかった。

以上の結果から、本剤を用いた薬浴で、ネオベネデニアとシュードカリグスを駆除できることがわかった。従って、本剤のネオベネデニアとシュードカリグスの駆除における用法・用量は、濃度 0.1%、薬浴時間 10~20 分間が妥当だと判断した。また、本剤の薬浴後、供試魚の遊泳状況は改善し、副作用を示す行動等は認められなかったこと、さらに、本試験での本剤の薬浴濃度 0.1% は、従来のトラフグのヘテロボツリウムの未成熟虫の駆除に承認されている濃度 0.2% の 2 分の 1 であることから、魚体に対する安全性および残留性においても問題はないと考えられたため、臨床試験を実施することとした。

表4 Mann-Whitney の U-検定の結果

試験区	検定対象区	寄生虫別検定結果			
		ネオベネデニア	シュードカリグス	白点虫	ヘテロボツリウム
対照	操作対照	有意差なし	有意差なし	有意差なし	有意差なし
	薬浴10分	P<0.01	P<0.01	有意差なし	有意差なし
	薬浴20分	P<0.01	P<0.01	有意差なし	有意差なし
	薬浴40分	P<0.01	P<0.01	有意差なし	有意差なし
操作対照	薬浴10分	P<0.01	P<0.01	有意差なし	有意差なし
	薬浴20分	P<0.01	P<0.01	有意差なし	有意差なし
	薬浴40分	P<0.01	P<0.01	有意差なし	有意差なし
薬浴10分	薬浴20分	P<0.01	有意差なし	有意差なし	有意差なし
	薬浴40分	P<0.01	有意差なし	有意差なし	有意差なし
薬浴20分	薬浴40分	有意差なし	有意差なし	有意差なし	有意差なし

ま と め

- 1) 過酸化水素製剤「マリンサワー SP30」の濃度 0.1% の薬浴での外部寄生虫の駆除効果を検討した。
- 2) 本剤は薬剤濃度 0.1% で 10~20 分間の薬浴でネオベネデニアとシュードカリグスに対して駆除効果があることがわかった。

(担当：高見・杉原)

2. 過酸化水素製剤のトラフグ外部寄生虫に対する臨床試験

トラフグに寄生する外部寄生虫に対する過酸化水素製剤「マリンサワー SP30」の薬理試験の結果から、トラフグに対する安全性と寄生虫に対する薬浴効果について、養殖使用規模での試験を実施した。

方 法

北松浦郡鹿町町の養殖業者が飼育していたトラフグ 1 歳魚約 5,000 個体(平均体重：202.5g, 平均体長：18.5 cm, 以下臨床例 1 とする)と北松浦郡小佐々町の養殖業者が飼育していたトラフグ 1 歳魚約 4,500 個体(平均体重：141.9g, 平均体長：16.4cm, 以下臨床例 2 とする)を供試魚とした。供試魚には平成 13 年 10 月 19 日に薬浴を実施し,平成 13 年 10 月 12~26 日までの 15 日間飼育状況調査を実施した。

薬浴は,キャンパス水槽を網生簀の内側に張って薬浴槽とし,槽内で薬剤濃度を調製し,魚を網生簀から薬浴槽に追い込み,20 分間薬浴を実施した後に薬浴槽を開放して魚を速やかに網生簀に戻した。網生簀の大きさは両症例とも 10×10×8m で,薬浴槽の大きさは症例 1 が 10×5×2m で症例 2 が 10×5×5m であった。

両症例とも薬浴前, 薬浴 1 日後に現場で供試魚 20 個体を個別別にポリエチレン袋に収容した後, クーラー

に入れ氷冷して実験室に持ち帰り, 魚体重と体長を測定し, 外部観察と解剖観察を行った。なお, このとき供試魚の左胸鰭および左鰓第 1 鰓弓を切断・採材し, 5%ホルマリンで固定して寄生虫の観察に用いた。ネオベネデニアとシュードカリグスは, 解剖観察時に採材した供試魚の左胸鰭に寄生する虫体を生物顕微鏡下で観察・計数した。次いで, 供試魚を染色剤ローズベンガル 0.02% 添加淡水に 5 分間以上浸漬し, 体表面に寄生している虫体を染色, 脱落させ, さらに流水(淡水)で魚体表面を洗浄し虫体を全て脱落させた。これらをプランクトンネットで濾過し, 虫体を濾別し, 実体顕微鏡下で観察・計数した。これらの計数結果を合計して個体別寄生虫数とした。白点虫, ギロダクテルスは, 解剖観察時に採材した供試魚の左鰓第 1 鰓弓および左胸鰭に寄生する虫体を生物顕微鏡下倍率 100 倍で観察・計数した。ヘテロボツリウムは, 解剖観察時に採材した供試魚の左鰓第 1 鰓弓を, 生物顕微鏡下 100 倍で観察し, 未成熟虫を観察・計数した。また, 鰓腔壁に寄生した成虫についても観察・計数した。駆除率は薬理試験同様の方法で求め, 臨床的な有用性の判定は, 寄生虫数の変化についての判定結果と臨床症状などの改善状況を総合して行った。寄生虫数の変化については, 供試魚の個体別の寄生虫数をもとに Mann-Whitney の U-検定法を用いて薬浴前と薬浴後との比較を行い, 薬浴後に有意な寄生虫数の減少が認められた場合を有効と判定した。

臨床症状などの改善状況については, 薬浴前後の 1 週間の摂餌, 遊泳, 死亡の状況より評価した。ただし, 養殖現場では摂餌, 遊泳に基づき効果判定されるので, その点を評価に反映させた。

## 結 果

### (1) 臨床例 1

薬浴中の水温は 22.8～22.9℃で、溶存酸素量は 7.07～7.40mg/L、塩分は 3.26%であった。供試魚群のへい死は、薬浴前の 1 週間は 1 日 5 個体程度であったが、薬浴後は 1 日 2 個体に減少した。摂餌は、薬浴 2 日前から摂餌量が減少して 1 日 30kg だったが、薬浴後 2 日目から 1 日 56kg に増加した。遊泳状況は、薬浴当日は魚群は回遊行動をしなかったが、薬浴後 2 日目から回遊行動をするようになった。以上のとおり、へい死、摂餌状況、回遊状況ともに、薬浴前よりも薬浴後に改善されており、本剤による薬浴は有効と判定した。外部観察の結果、供試魚すべてに共通して過酸化水素製剤がトラフグに与える悪影響の症状と考えられる眼球の白濁やメトヘモグロビン血症等の症状は認められなかった。解剖観察では、鰓に軽度貧血や貧血を呈する個体が認められた。鰓腔壁にはヘテロボツリウムが多数寄生していることが認められたため、鰓に認められた貧血はヘテロボツリウム寄生による影響であると判断した。

薬浴前後の各寄生虫の駆除率は、ネオベネデニア 97.9%、シュードカリグス 80.8%と高い駆除率を示した。白点虫、ヘテロボツリウムの駆除率はともに 17.4%であった。薬浴前後の各供試魚個別寄生虫数をもとに、寄生虫数の変化から有効性の判定を行った結果を表 1 にまとめた。ネオベネデニアとシュードカリグスについては薬浴後の寄生虫数に有意な減少が認められたので有効と判定し、白点虫、ヘテロボツリウムについては薬浴前後で有意な差が認められず無効と判定した。

表 1 有効性の判定 (寄生虫数の変化)

寄生虫名	U値	P値	有効性
ネオベネデニア	13	P<0.01	有効
シュードカリグス	14.5	P<0.01	有効
白点虫	191.5	有意差なし	無効
ヘテロボツリウム	156.5	有意差なし	無効

有意水準5%

### (2) 臨床例 2

薬浴中の水温は 23.2～23.3℃、溶存酸素量は 5.82～7.21mg/L、塩分は 3.27～3.28%であった。供試魚群のへい死は、薬浴前の 1 週間は 1 日平均 5 個体程度であっ

たが、薬浴後 1 週間は 1 日平均 21 個体と薬浴前より多くなった。ただし、薬浴直前に瀕死状態の個体が 200 個体程度観察されており、ヘテロボツリウムの寄生数が多かったことから、ヘテロボツリウムによるへい死と思われる、判定には利用できなかった。給餌量は、養殖業者のスケジュールによって薬浴前の 20kg から薬浴後 7～10kg に減少させたが、摂餌行動は薬浴前後で大きな変化は認められなかった。遊泳状況は、薬浴前に比べ薬浴後は遊泳速度が速くなった。摂餌行動は大きな変化が無く、回遊状況は薬浴前よりも薬浴後に若干の改善が認められたことから安全性では支障ないものと判断した。外部観察の結果、供試魚すべてに共通して過酸化水素製剤がトラフグに与える悪影響の症状と考えられる眼球の白濁やメトヘモグロビン血症等の症状は認められなかった。解剖観察では、ほとんどの供試魚で鰓に軽度貧血や貧血が認められ、鰓腔壁にはヘテロボツリウムが多数寄生していた。また、数個体に肝臓の貧血と軽度黄疸、腎臓に軽度の肥大が認められたが、これらの原因は何れもヘテロボツリウムの寄生による影響であると診断した。

薬浴前後の各寄生虫の駆除率は、白点虫 100%、ネオベネデニア 98.3%と高い駆除率を示した。シュードカリグスは 56.4%であった。ヘテロボツリウムは、薬浴前の寄生虫数よりも薬浴後の方が多かったために 35.2%となった。

薬浴前後の各供試魚個別寄生虫数をもとに、寄生虫数の変化から有効性の判定を行った結果を表 2 にまとめた。ネオベネデニアとシュードカリグスについては薬浴後の寄生虫数に有意な減少が認められたので有効と判定した。白点虫、ヘテロボツリウムについては薬浴前後で有意な差が認められず無効と判定した。

表 2 有効性の判定 (寄生虫数の変化)

寄生虫名	U値	P値	有効性
ネオベネデニア	1.0	P<0.01	有効
シュードカリグス	67.0	P<0.01	有効
白点虫	180.0	有意差なし	無効
ヘテロボツリウム	160.0	有意差なし	無効

有意水準5%

## ま と め

1) トラフグの外部寄生虫に対する過酸化水素製剤

「マリンサワー SP30」の駆除効果および魚体に対する安全性を養殖使用規模で検討した。

2) 薬浴後のへい死・遊泳・摂餌の状況と外部・内部の観察結果から濃度0.1%,20分間薬浴はトラフグに対して安全であることが認められた。

3) 寄生虫に対する本剤の駆除率と寄生虫数の検定結果から濃度0.1%,20分間薬浴はネオベネデニアとシュードカリグスの駆除に有効と判断された。白点虫,ヘテロボツリウム未成熟虫に対しては,本剤濃度0.1%,20分間薬浴で効果は認められなかった。

(担当:高見・杉原)

#### IV. ブリのノカルジア症に対する薬剤投与効果の検討

近年,ブリ類の細菌性疾病であるノカルジア症が多発するようになってきているが,本疾病は対策が確立しておらず,養殖現場では大きな問題となりつつある。

今年度は,本疾病についての対策を今後進めていくための基礎試験として,抗菌剤投与の効果の可能性について検討することを目的とした。

#### 方 法

水産試験場の海面筏で飼育していたブリ1才魚においてノカルジア症が発生していた1群を供試魚とした。各試験区は,フロルフェニコール製剤を投与する区(A区),スルファモノメトキシシン製剤投与区(B区),無投与区(対照区)の3区とした。投与期間は,9月25~29日および10月9~13日で,各5日間連続投与を2回に分けて投与した。各区とも10月31日まで斃死状況を記録して,投与後の効果について検討した。投与開始時における各区の供試尾数は,A区:320尾,

B区:316尾,対照区:334尾であった。

#### 結 果

試験期間における生存率の推移は図1に示したとおりであり,投薬開始後の累積斃死数はA区:140尾,B区:61尾,対照区:117尾であった。B区では両投与期間内において斃死数の減少がみられ,投与後においては,斃死は続いたものの,対照区に比較して斃死数が少ない状況であった。A区では投与開始後の低減傾向はみられなかった。

今回は臨床例の基礎試験であり,ノカルジア症に対する投薬効果を今回の結果だけで判断はできないが,スルファモノメトキシシンの経口投与では,斃死数の低減効果の可能性はあるものと考えられた。ただし,疾病を終息させていないことから,感染初期における投与がより効果的と推測された。

本症は長期発生の疾病であることから,薬剤治療の検討とともに,感染の早期発見のための検査法や免疫学的な予防手段についても検討していく必要がある。

#### ま と め

1) ノカルジア症に対する薬剤の効果検討のため,自然発病したブリ1才魚を用い,2種の薬剤を2期間投与して無投薬区と比較した。

2) スルファモノメトキシシンの投与区では,対照区に比べ斃死が低減したが,完治させるには至らなかった。フロルフェニコールの投与区では対照区と比較して,低減的な結果は得られなかった。

3) 今後は,薬剤による効果の検討とともに,本疾病の早期発見等に関する検査法や免疫学的予防手段の検討が重要と考えられた。

(担当:塚原)

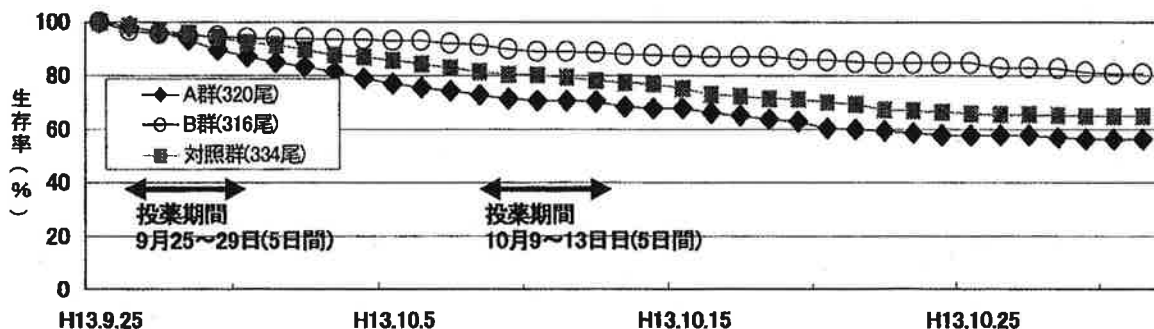


図1 試験期間の生存率の推移



## V. ヒラメのVHS（ウイルス性出血性敗血症）

### の発生事例と昇温治療試験

魚病検査に持ち込まれたヒラメから、持続的養殖生産確保法上の新疾病とされているヒラメのVHSの原因ウイルスが検出されたため、ヒラメ養殖場において実態を調査した後、昇温治療試験を実施した。

#### 1. 発生の確認および実態調査

平成14年2月20日に魚病検査を実施し、VHSウイルスが検出されたヒラメの養殖業場において平成14年2月25日に現地調査を行った。

#### 方 法

魚病の検査には、持ち込まれたヒラメ5個体について蛍光抗体法とPCR法を用いた。蛍光抗体法は腎臓スタンプを個体別に、PCR法は5個体分の腎臓と心臓を混ぜて1検体としてRT-PCR法により実施した。現地調査は聞き取り調査方法で行い、調査項目は、飼育施設、飼育温度、飼育個体数、日間死亡個体数などであった。

#### 結 果

魚病検査時のヒラメは、平均全長93.2mm、平均体重9.1gであり、主な症状は、腹部の膨満、胸鰭・尾鰭の出血、腹水、鰓の貧血、肝臓の点状出血であった。蛍光抗体法による検査の結果は5個体全てに陽性反応が認められ、PCR法による検査でも陽性反応が認められたため、検査魚はVHSウイルスに感染していたと判断した。

現地調査の結果、種苗は平成14年2月1日に陸上水槽に導入され、VHSの発症によると考えられる死亡が始まった2月18日までは15℃～18℃の飼育水温で飼育されていた(図1)。2月18日の時点で、死亡原因をエドワジエラ症と推測した養殖業者が水温を15℃まで下げたところ、2月19日から20日の2日間で日間死亡率が増大したため、魚病検査に持ち込まれたものであった。

#### ま と め

平成14年2月20日に魚病検査に持ち込まれたヒラメは、従来終息するとされていた18℃以上の飼育水温で発病したことが確認された。

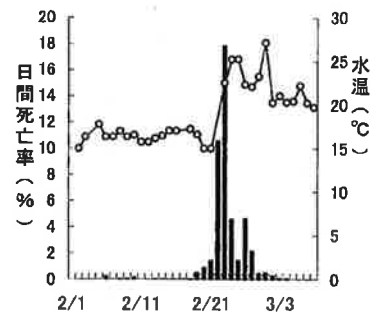


図1 日間死亡率と水温

#### 2. 昇温治療試験

ヒラメのVHSは水温が15℃以下で発症し、18℃以上になると終息するとされているが、今回の事例では飼育水温が18℃以上の条件で発症していた。従って、本試験では発症水温よりも3℃以上昇温し、21℃以上の水温での治療試験を行った。

#### 方 法

飼育水槽の水温を21℃以上に上げて、日間死亡率を調べた。すなわち、平成14年2月22日から水温を上昇させ始めて23日には22℃になり、1週間後の3月1日まで22℃以上を保持し、2週間後の3月8日まで20℃以上を維持した。また、へい死が終息してから3週間後に、162個体を採集して心臓を個体別にRT-PCR法で検査した。

#### 結 果

日間死亡率は、2月23日に最高の17.85%となった後、急激に減少して水温が22℃以上になってから10日間後の3月4日には0%となった。へい死が終息した3週間後の3月27日に採集した個体からはVHSウイルスは検出されなかった。

#### ま と め

18℃以上の飼育水温でヒラメのVHSを発病したヒラメを発病水温よりも3℃以上昇温した条件で飼育すると昇温後10日間でへい死が終息し、3週間後にはVHSウイルスが検出されなくなった。

(担当：高見・杉原)

## VI. カンパチのマダイイリドウイルス病自然発病群における疫学調査

マダイイリドウイルス病が発生した後に終息した魚群は、群として見た場合にウイルスのキャリアーとな

るのか否かを確認しておくことは、養殖漁場における防疫対策を考える上で重要である。そこで、カンパチのマダイイリドウイルス病自然発病魚群について、マダイイリドウイルス病の原因ウイルスであるRSIVの検出率の季節変化を調べた。

### 方 法

供試魚群には長崎県総合水産試験場で2000年6月上旬に採卵され、7月下旬に沖出しされた後、8月上旬からマダイイリドウイルス病を発病し、11月に終息するまでに約4割がへい死した群を用いた。

供試魚群は9月以降に棧橋に隣接した筏で飼育する棧橋群（約1,000尾）と沖の筏で飼育する沖筏群（約2,000尾）の2群に分け、棧橋群では平成12年9月から13年2月まで、沖筏群では12年11月から13年8月まで、毎月1回を目処に各群とも30個体以上から脾臓を採取した。採取した脾臓は、個体別にマイクロチューブに入れて-80℃で保存し、後日まとめてnested-PCR法でRSIVの有無を確認した。

### 結 果

棧橋筏群では11月を除く9月から2月のすべての月でRSIVが検出された。沖筏群では3月、4月、7月にRSIVが検出されなかったが11月、12月、1月、5月、6月、8月に検出された。（図1） 棧橋群の検出率では9月と10月が26%以上と高く、11月に一旦は0%となったものの、12月に約6%、1月と2月は15%以上と再び上昇した。沖筏群では全体に低く、最高でも6月の6.7%であった。

これらのことから、発病魚群においては斃死が終息し

ても長期にRSIVを保有している可能性が示唆された。

RSIVの検出率が一旦0%になった後で再度上昇した原因は次の2つが考えられる。

すなわち、群の中でRSIVを保有している個体数が検出できないくらい少なくなったか、魚体内でRSIVが検出できないくらい少なくなってしまったかである。前者であれば、群の中で水平感染していることになり、マダイイリドウイルス病が発生した群は終息した後も感染源となることを示す。後者であれば、個体の中でRSIVが容易に増殖することになりマダイイリドウイルス病のワクチンが成り立たないことを示す。マダイイリドウイルス病のワクチンは、既に水産用医薬品として製造されており、ワクチンは成り立っている。従って、マダイイリドウイルス病が発生した群は終息した後も感染源となり得る可能性が示された。

### ま と め

- 1) マダイイリドウイルス病が発病し、終息したカンパチの飼育群を発病以降約1年間PCR法によりウイルスの保有状況を調べた。
- 2) 発病した群は終息した後も感染源となり得る可能性が示された。

（担当：高見）

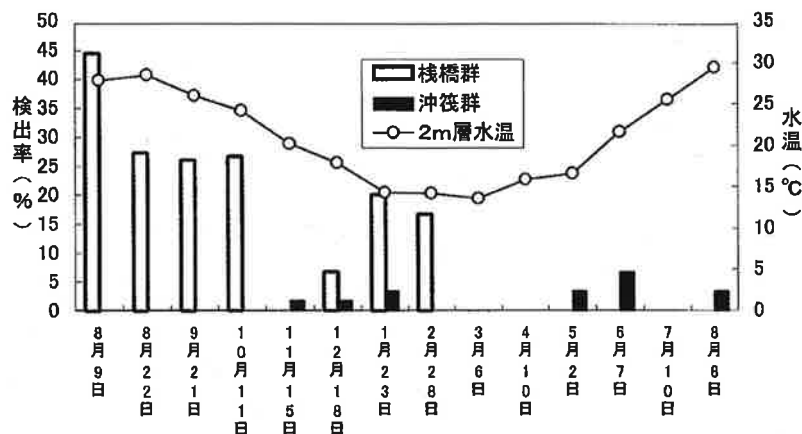


図1 RSIVの検出率の推移

## 10. 魚類防疫体制推進整備事業

杉原 志貴・高見 生雄・塚原淳一郎

本事業は、近年大規模化、複雑化の傾向が見られる魚病に対し、より効率的な防疫対策を行うとともに県内および関係各県との緊密な情報連絡体制を整えることにより、魚病被害の軽減を図るとともに水産用医薬品の適正使用指導、水産用ワクチンの使用体制の整備を図ることにより、養殖経営の安定に資することを目的として実施した（水産庁補助事業）。

### I. 魚類防疫推進事業

#### 1. 疾病検査

水産業普及指導センターと連携し、県内で発生した239件の魚病について別表1のとおり診断および被害調査等を実施した。

なお、ヒラメのウイルス性出血性敗血症（VHS）およびブリのウイルス性腹水症についてはPCR法を用いて検査できる体制が整った。

#### 2. 水産動物防疫会議

魚類防疫に関する情報収集、関係機関との情報交換および防疫対策技術の普及等を目的とし、中央防疫対策会議への出席（表1）、県内防疫対策会議の開催（表2）、地域合同検討会への出席（表3）、および魚類防疫に関する講習（表4）を行った。

表1 中央防疫対策会議

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
13年11月16日	東京都	水産庁 （独）水産総合研究センター （社）日本水産資源保護協会 各都道府県魚病担当者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成14年度関係予算要求状況について</li> <li>・水研センターの魚病対策関連研究について</li> <li>・平成13年度魚病対策センター事業について</li> <li>・魚病発生状況について</li> <li>・種苗輸入状況について</li> <li>・狂牛病関係情報について</li> <li>・総合質疑</li> </ul>
14年 3月15日	東京都	水産庁 （独）水産総合研究センター （社）日本水産資源保護協会 各都道府県魚病担当者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国の魚病対策関連事業に関して</li> <li>・水産総合研究センターの魚病対策関連研究に関して</li> <li>・魚病対策センター事業に関して</li> <li>・魚類防疫対策に関して</li> <li>・話題提供</li> </ul>

表2 県内防疫対策会議

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
13年7月 2日～ 3日	長崎市	水産試験場 水産業普及指導センター 漁政課 栽培漁業課 県漁連 漁協	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚病関連事業について</li> <li>・魚病発生状況について</li> <li>・情報連絡</li> <li>・ワクチンの指導体制について</li> <li>・魚病の発生状況の把握について</li> <li>・総合討議</li> </ul>

表3 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
13年11月1日	沖縄県	九州・山口各県水産試験場	・各県魚病発生状況及び研究結果 ・症例検討、話題提供 ・全体討議等
14年 2月 6～7日	徳島県	瀬戸内海沿岸・四国各県水産試験場	・各県魚病発生状況及び研究結果 ・症例検討、話題提供 ・総合討議

表4 魚類防疫講習会

開催時期	開催場所	対象者(人数)	内容	担当機関
14年 3月29日	長崎市	県内各漁協組合長 漁協職員 漁業者 (計33名)	・県内の主要養殖魚種と魚病種類 ・魚病発生近年の傾向	養殖技術開発指導センター

## II. 養殖生産物安全対策

### 1. 医薬品適正使用指導

医薬品等の使用の適正化を図るため、表5のとおり県内説明会を開催した。

ものについて簡易検査法により医薬品残留検査を行った。ブリ 20 検体、マダイ 20 検体を検査した結果、全ての検体から薬品は検出されなかった。

### 2. 薬品適正使用実態調査

養殖業者に対し医薬品使用状況の調査を行うとともに、医薬品等の使用歴のある養殖魚のうち、出荷前の

### 3. ワクチン使用推進

水産用ワクチンの適正使用を図るため、表6の県内技術指導を行った。

(担当：杉原)

表5 県内説明会

開催時期	開催場所	対象者(人数)	内容	担当機関
14年 3月26日	小佐々町 鹿町町	養殖漁業者 漁協 (計38名)	・マリンサワーSP30のトラフグ外部寄生虫に対する薬理試験 ・海産魚の白点虫症	養殖技術開発指導センター

表6 県内技術指導

指導時期	主な指導地域	主な構成員	主な議題
13年 6月21日	上五島	県内種苗生産業者 県内魚類養殖業者 漁協職員 水産業普及指導センター (計26名)	・水産用ワクチンについて ・水産用注射ワクチンについて ・ワクチン注射実習
13年 6月25日	県北	同上 (計98名)	同上
13年 7月 6日	県央、対馬	同上 (計25名)	同上
13年 7月 9日	五島	同上 (計20名)	同上
13年 7月10日	県南	同上 (計25名)	同上

別表1 平成13年度魚種別魚病診断件数

魚種	魚齢	病名	合計	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
ブリ	0	α溶血性連鎖球菌症	19					3	5	7	2			1		1	
		α溶血性連鎖球菌症、ペコ病	1						1								
		類結節症	2							1	1						
		ノカルジア症	1								1						
		ノカルジア症、α溶血性連鎖球菌症	1								1						
		ピブリオ病	1			1											
		マダイイリドウイルス病、α溶血性連鎖球菌症	1							1							
		ウイルス性腹水症	4		1	3											
		ウイルス性腹水症、ピブリオ病	1			1											
		ウイルス性腹水症、ペコ病	1			1											
		ペコ病	2			2											
		吸虫性旋回病	2					2									
		不明	2					1									1
	小計		38		1	8	3	3	8	10	2			1		2	
	1	α溶血性連鎖球菌症	8		1		1	4		2							
		α溶血性連鎖球菌症、不明(細菌性疾患)	1					1									
		ノカルジア症	1							1							
		ノカルジア症、α溶血性連鎖球菌症	1							1							
		上清症	1					1									
		不明	1				1										
		小計		13		1	2	6	2	2							
		2	α溶血性連鎖球菌症	1					1								
	ノカルジア症、α溶血性連鎖球菌症		1									1					
	ノカルジア症、ベネデニア症		1					1									
	吸虫性旋回病		1				1										
	ベネデニア症		1								1						
	不明		1				1										
	小計			6			2	2		1	1						
	3	細菌性感染症(未同定)	1					1									
		ノカルジア症	1									1					
		不明	1										1				
		小計		3				1				1	1				
	不明	α溶血性連鎖球菌症	9			1	1		4	2		1					
		スレによる衰弱	1		1												
		不明	3							1	2						
		小計		13		1	1	1		4	3	2	1				
	ブリ計			73		3	9	8	12	14	16	6	2	1		2	
	マダイ	0	マダイイリドウイルス病	1					1								
			ビバギナ症	2		1											1
			ビバギナ症、エビテリオシステス	1				1									
			ウイルスチェック	1		1											
			不明	3		1	1						1				
			小計		8	1	3	1		1			1				1
		1	エドワジエラ症	1								1					
			小計		2			1				1					
		2	生理障害	1					1								
			小計		1				1								
		3	ロンギコラム症	1			1										
			小計		1		1										
不明		マダイイリドウイルス病	1							1							
		ビバギナ症	1								1						
		白点病	1			1											
		寄生虫寄生	1								1						
		不明	1									1					
		小計		5			1				1	3					
マダイ計			17	1	4	3	1	1	1	4	1				1		
トラフグ		0	ヘテロボツリウム症、マダイイリドウイルス病	1					1								
			ヘテロボツリウム症、ヤセ病	2				1			1						
			ヘテロボツリウム症、高水温	1					1								
			白点病	1				1									
			ハダムシ症	2								1		1			

魚種	魚齢	病名	合計	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
(トラフグ続き)		ハダムシ症、エラムシ症、エピテリオシステス病	1									1				
		ヤセ病	2				1				1					
		滑走細菌症	1											1		
		餌料性疾病	1	1												
		事故(鳥?)	1			1										
		ウイルスチェック	3			2					1					
		不明	5								3			1	1	
	小計	21	1		3	3	2			6	1	2	2	1		
	1	ヘテロボツリウム症	2			2										
		エラムシ症	2								1		1			
		カリグス症(推定診断)	1									1				
		ギロダクテルス症	1	1												
		不明	4				1		2			1				
	小計	10	1		2	1		2	1	2	1					
	不明	ヘテロボツリウム症	1	1												
		ヤセ病	1							1						
		不明	1		1											
		小計	3	1	1					1						
	トラフグ計			34	3	1	5	4	2	3	7	3	3	2	1	
	ヒラメ	0	エドワジェラ症	8			1	1	2		2			1	1	
			ノカルジア症	2				1	1							
滑走細菌症			2				1	1								
β溶血性連鎖球菌症			2							2						
β溶血性連鎖球菌症、滑走細菌症			1				1									
VNN			3										1	2		
VHS			2	1											1	
ウイルスチェック			2								1				1	
真菌検査			1								1					
不明			13		1		3		1		3	1	1	1	3	
小計		38	1	1	1	7	4	3	4	3	2	4	3	3		
1		ノカルジア症	2				2									
		スレ(?)	1				1									
		不明	1			1										
		小計	4			1	3									
2		不明	1			1										
		小計	1			1										
不明		エドワジェラ症	1			1										
		β溶血性連鎖球菌症	1					1								
		ノカルジア症	2				1	1								
		ノカルジア症、エドワジェラ症	1								1					
		不明	1		1	1										
小計		6		1	2	1	2			1						
ヒラメ計			47	1	2	5	11	6	3	5	3	2	4	3	3	
ヒラマサ		0	β溶血性連鎖球菌症	1				1								
			寄生虫症	1									1			
			小計	2				1					1			
	1	α溶血性連鎖球菌症	3				2				1					
		エラムシ症、ハダムシ症、β溶血性連鎖球菌症	1				1									
		不明	1			1										
	小計	5			1	3				1						
	2	不明	1		1											
		小計	1		1											
	3	α溶血性連鎖球菌症、カリグス症	1							1						
		エラムシ症、ハダムシ症	1			1										
		不明	1										1			
		小計	3			1				1			1			
	不明	α溶血性連鎖球菌症	1				1									
		スレ	1							1						
		餌料性疾病	1						1							
		不明	1									1				
		小計	4				1	1	1		1					
	ヒラマサ計			15		1	2	5	1	2	1	1	2			
	カンパチ	0	ハダムシ症	1							1					

魚種	魚齢	病名	合計	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(カンパチ続き)		ベコ病	1					1							
		不明	1					1							
		小計	3					2		1					
	1	不明	2	1										1	
		小計	2	1										1	
	2	エラムシ症	1												1
		小計	1												1
	カンパチ計		6	1				2		1			1		1
イシダイ	0	マダイイリドウイルス病	5						1	2	2				
		吸虫性旋回病	1					1							
		ハダムシ症	1							1					
		小計	7					1	1	3	2				
	1	マダイイリドウイルス病	1							1					
		小計	1							1					
	不明	ハダムシ症	1			1									
	小計	1			1										
	イシダイ計		9			1		1	1	4	2				
イシガキダイ	0	マダイイリドウイルス病	1									1			
		小計	1									1			
	不明	不明	1								1				
		小計	1								1				
	イシガキダイ計		2							1	1				
スズキ	0	エラムシ症	1				1								
		不明	2						1	1					
		小計	3				1		1	1					
	3	脳粘液胞子虫症	1			1									
		小計	1			1									
	スズキ計		4			1	1		1	1					
マサバ	不明	α溶血性連鎖球菌症	1									1			
		ハダムシ症	1							1					
		アニサキス寄生	1	1											
		環境性疾病(高水温)	1					1							
		不明	1					1							
		小計	5	1				2	1	1					
	マサバ計		5	1				2	1	1					
オニオコゼ	0	真菌症、糸状菌症、滑走細菌症	1										1		
		小計	1										1		
	1	ウイルスチェック	1					1							
		不明	1			1									
		小計	2			1		1							
	オニオコゼ計		3												
ホシガレイ	0	スレによる敗血症	1						1						
		真菌検査	1								1				
		小計	2								1	1			
	2~5	不明	1						1						
		小計	1						1						
	ホシガレイ計		3						2	1					
クロマグロ	0	ディディモソイド寄生	1												1
		不明	1										1		
		小計	2										1		
	不明	血管内吸虫症	1												1
		不明	1											1	
	小計	2											1	1	
	クロマグロ計		4									1	1		2
マハタ	1~4	VNN	1					1							
		小計	1					1							
		マハタ計		1				1							
タマカイ	不明	ウイルスチェック	1	1											
		小計	1	1											
		タマカイ計		1	1										
マルコバン	不明	ウイルスチェック	1	1											
		小計	1	1											
		マルコバン計		1	1										

魚種	魚齢	病名	合計	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
カサゴ	0	不明	1												1	
		小計	1												1	
	不明	$\beta$ 溶血性連鎖球菌症	1								1					
		小計	1								1					
カサゴ計			2							1				1		
クロダイ	0	不明	1				1									
		小計	1				1									
	クロダイ計			1			1									
イサキ	不明	白点病	1			1										
		小計	1			1										
	イサキ計			1			1									
マアジ	1	$\alpha$ 溶血性連鎖球菌症	1				1									
		小計	1				1									
	マアジ計			1			1									
マゴチ	1	スレ	1			1										
		小計	1			1										
	マゴチ計			1			1									
ウマヅラハギ	不明	ハダムシ症	1			1										
		小計	1			1										
	ウマヅラハギ計			1			1									
ハコフグ	不明	不明	1									1				
		小計	1									1				
	ハコフグ計			1								1				
クルマエビ	0	ウイルスチェック	1								1					
		不明	1					1								
		小計	2					1			1					
	クルマエビ計			2				1			1					
メガイアワビ	不明	不明	2							1				1		
		小計	2							1				1		
	メガイアワビ計			2						1				1		
クロアワビ	不明	不明	1											1		
		小計	1											1		
	クロアワビ計			1										1		
スッポン	不明	体力低下時の薬浴による斃死	1								1					
		小計	1								1					
	スッポン計			1							1					
総計			239	9	11	29	32	29	28	44	19	11	11	6	8	