

1. 有害赤潮プランクトン等監視調査事業

山砥 稔文・坂口 昌生・水田 浩二
平野 慶二・安元 進

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19年度から当事業として実施している。

詳細は、平成19年度有害赤潮プランクトン等監視調査事業報告書-I、-長崎県下における赤潮の発生状況-、長崎水試登録第644号に記載した。

結 果

研修会 長崎市戸石町において、養殖漁業者等を対象に、赤潮対策等についての研修を行った。

発生件数 平成19年の赤潮発生は40件であった。

発生水域 五島が11件で最も多く、次いで対馬が7件、有明海、九十九島、大村湾が5件、薄香・古江湾が3件、伊万里湾、橘湾、平戸周辺、西彼沿岸が1件であった。北松沿岸、壱岐での発生はなかった。

赤潮構成プランクトン 出現種は17種であり、*Mesodinium rubrum* が11件と最も多く、次いで *Karenia mikimotoi* が6件、*Ceratium furca* が5件、*Heterosigma akashiwo* が4件、*Noctiluca scintillans* が3件、*Prorocentrum triestinum*、*Chattonella antiqua*、*Chattonella marina*、*Prorocentrum sigmoides*、*Cochlodinium polykrikoides* が2件、珪藻類（スケレトネマ主体）、*Skeletonema* sp.、*Scrippsiella* sp.、*Gyrodinium* sp.、*Gyrodinium striatum*、*Dictyocha fibula*、*Akashiwo sanguinea* がそれぞれ1件であった。

漁業被害 発生件数40件のうち、漁業被害を伴ったものは6件であった。①6月14日～7月5日に九十九島海域佐世保市牧ノ島地先で発生した *Karenia mikimotoi* 赤潮により、6月20日に養殖ブリ3,000尾がへい死した。②6月19日～7月9日に九十九島海域佐世保市楠泊地先において発生した *Karenia mikimotoi* 赤潮により、6月22～26日に養殖トラフグ5,000尾、養殖ブリ20尾、養殖ヒラマサ50尾が

へい死し、被害金額は600千円であった。③7月11～23日に薄香・古江湾海域平戸市薄香湾において発生した *Karenia mikimotoi* 赤潮により、7月13日に養殖ブリ31尾、養殖ヒラマサ20尾、養殖マダイが1尾へい死し、被害金額は500千円であった。④8月6～17日に有明海海域において発生した *Chattonella antiqua* 等の赤潮により、8月9日に定置網に入網したコノシロ約50kgがへい死し、被害金額は15千円であった。⑤8月20～30日に有明海海域において発生した *Chattonella antiqua* 等の赤潮により、8月26～29日に養殖ブリ7,904尾、養殖アサリがへい死した。被害金額は養殖ブリで11,454千円であった。⑥9月6～12日に大村湾海域佐世保市針尾地先において発生した *Karenia mikimotoi* 赤潮により、9月8～9日に養殖ブリ1,800尾、養殖ヒラマサ17,000尾がへい死し、被害金額は20,760千円であった。

(担当：坂口)

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19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、-資料集-、長崎水試登録第645号に記載した。

結 果

伊万里湾 調査は6月中旬、8月下旬の2回行った。水温は、表層21.3～30.9℃、底層20.1～27.8℃、塩分は、表層26.06～33.99、底層32.98～34.10の範囲であった。各調査時の全点平均値を例年同月同旬調査の平均値と比べると、水温は6月中旬、8月下旬とも全層でやや高めであった。塩分は6月中旬

が表層でやや高め、5m～底層で平年並みかやや低め、8月下旬が表層で高め、5m層～底層でほぼ平年並みであった。

溶存酸素飽和度は表層92～108%、底層60～91%で、貧酸素水塊はみられなかった。

透明度は2.0～12.0mで、6月中旬、8月下旬に福島白岩鼻地先で2.0～3.0mの低い値がみられた。

栄養塩は、DINが0.47～2.67 $\mu\text{g-at/L}$ (平均1.10 $\mu\text{g-at/L}$)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が0.07～1.29 $\mu\text{g-at/L}$ (平均0.22 $\mu\text{g-at/L}$)であった。

クロロフィル-aは、0.52～3.08 $\mu\text{g/L}$ (平均1.49 $\mu\text{g/L}$)であった。

底質は、硫化物が0.01～0.49 mg-S/gDM [DM: 乾泥] (平均0.13 mg-S/gDM)、CODが19.29～47.22 $\text{mg-O}_2\text{/gDM}$ (平均30.20 $\text{mg-O}_2\text{/gDM}$)、強熱減量11.33～17.23% (平均13.99%)、全炭素3.03～5.54% (平均3.97%)、全窒素0.18～0.30% (平均0.24%)であった。

採水植物プランクトン細胞数は8.5～1685.0 cells/mLであり、優占種はいずれも珪藻類で、6月中旬、8月下旬ともに*Chaetoceros* 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、6月中旬の*Ceratium furca* (最高13.0cells/mL)であった。有害種は6月下旬に*Karenia mikimotoi*、*Heterosigma akashiwo*がそれぞれ最高で0.5cells/mL、8月下旬に*Chattonella antiqua*、*Chattonella maria*、*Cochlodinium polykrikoides*がそれぞれ最高で0.1cells/mL出現した。

赤潮の発生は、*Mesodinium rubrum* (8月22～27日)の1件であった。漁業被害はなかった。

大村湾 調査は7月下旬と10月中旬の2回実施した。水温は表層25.7～31.6 $^{\circ}\text{C}$ 、底層23.1～26.8 $^{\circ}\text{C}$ 、塩分は表層29.40～32.34、底層31.59～32.51の範囲であった。各調査時の全点平均値を例年同月同旬調査の平均値と比べると、水温は7月下旬で表層～5m層がやや高め、10m層～底層が例年並み、9月中旬で全層高めであった。塩分は7月下旬で全層ほぼ例年並み、10月中旬で全層やや高めであった。

溶存酸素飽和度は表層60～120%、底層8～

89%であった。7月下旬に湾北西部で貧酸素水塊がみられた。

透明度は2.0～5.5mで、7月下旬は全層的に3.0～4.5mと低く、10月中旬は多良見、長与～時津地先が3.0以下と低かった。

栄養塩はDINが0.15～6.50 $\mu\text{g-at/L}$ (平均1.43 $\mu\text{g-at/L}$)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が0.06～0.70 $\mu\text{g-at/L}$ (平均0.23 $\mu\text{g-at/L}$)であった。

クロロフィル-aは、0.24～4.88 $\mu\text{g/L}$ (平均1.59 $\mu\text{g/L}$)であった。

底質は、硫化物0.01～1.08 mg-S/gDM (平均0.54 mg-S/gDM)、COD3.83～59.64 $\text{mg-O}_2\text{/gDM}$ (平均46.10 $\text{mg-O}_2\text{/gDM}$)、強熱減量6.06～15.60% (平均13.33%)、全炭素1.23～5.33% (平均3.36%)、全窒素0.12～0.39% (平均0.32%)であった。

採水植物プランクトン細胞数は52.0～878.0cells/mLであり、優占種は、7月下旬が*Chaetoceros* spp.であり、10月中旬が*Thalassionema nitzschioides*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、7月下旬の*Dictyocha fibla* (最高70.0 cells/mL)、*Prorocentrum compressum* (最高11.5 cells/mL)であった。有害種は*Cochlodinium polykrikoides*が9月中旬に最高0.2 cells/mL、*Chattonella antiqua*が最高0.2cells/mL出現した。

赤潮の発生は、*Skeletonema* sp. (8月22～27日)、*Karenia mikimotoi* (8月28日～9月3日)、*K. mikimotoi* (9月6～12日)、*Prorocentrum sigmoides* (9月16～28日、10月3～5日)の5件であった。このうち、*K. mikimotoi* (9月6～12日)の赤潮で養殖ブリ、ヒラマサに漁業被害が発生した。

まとめ

- 1) 平均水温は、伊万里湾では、6月中旬、8月下旬とも全層でやや高めであった。大村湾では、7月下旬で表層～5m層がやや高め、10m層～底層が例年並み、9月中旬で全層高めであった。
- 2) 平均塩分は、伊万里湾では、6月中旬が表層でやや高め、5m～底層で平年並みかやや低め、8月下旬が表層で高め、5m層～底層でほぼ平年並みであった。大村湾では、7月下旬で全層ほぼ

例年並み、10月中旬で全層やや高めであった。

- 3) 伊万里湾では貧酸素水塊はみられなかったが、大村湾では7月下旬に湾北西部で貧酸素水塊がみられた。
- 4) 伊万里湾では赤潮は1件発生したが漁業被害はなかった。大村湾では赤潮は5件発生し、このうち、*K. mikimotoi* (9月6～12日)の赤潮で養殖ブリ、ヒラマサに漁業被害が発生した。

(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19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19年度の対象水域は平成18年度と同様の対馬(浅茅湾辺田島、三浦湾寺島地先)および県南(橘湾南串山地先)とした。

詳細は、同報告書Ⅲ、(貝毒発生監視調査)、長崎水試登録第号646号に記載した。

結 果

貝毒調査 養殖ヒオウギガイの麻痺性貝毒は、辺田島で5月14日に2.0MU/g〔可食部〕検出されたのみであった。下痢性貝毒は、対馬、県南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 麻痺性貝毒原因種は、*Gymnodinium catenatum*が、辺田島で7月に7 cells/L、8月に7 cells/L、11月に54 cells/L、南串山で1月に2 cells/L、*Alexandrium catenella*が、寺島で5月に2 cells/L出現した。下痢性貝毒の原因種は、*Dinophysis fortii*が辺田島で6月に1 cells/L、*D. acuminata*が寺島で1月に1 cells/L、*D. caudata*が辺田島で12月に1 cells/L、南串山で12月に5 cells/L出現した。

(担当：山砥)

Ⅳ. 有害赤潮動向調査

九州西岸を中心に養殖魚類等の大量斃死を引き起こすコクロディニウム等の有害赤潮種について、漁業被害

の軽減・防止を目的として、薄香・古江湾、有明海で出現動向に関する環境調査を実施したので、その概要を報告する。

薄香・古江湾調査 *Cochlodinium polykrikoides* 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に示した薄香・古江湾海域で、平成19年4月12日、5月23日、6月20日、7月17日、8月29日には6定点(Stn. 1～5, 15)で、10月19日、11月13日、12月12日、平成20年1月22日、2月20日、3月4日には9定点(Stn. 1～6, 13～15)で計11回実施した。観測および採水は0.5(表層)、5(中層)、B-1m層(底層)で行った。4～8月は2m層を追加した。調査項目等は以下のとおりである。

海象等 水温、塩分、溶存酸素を現場用多項目水質計

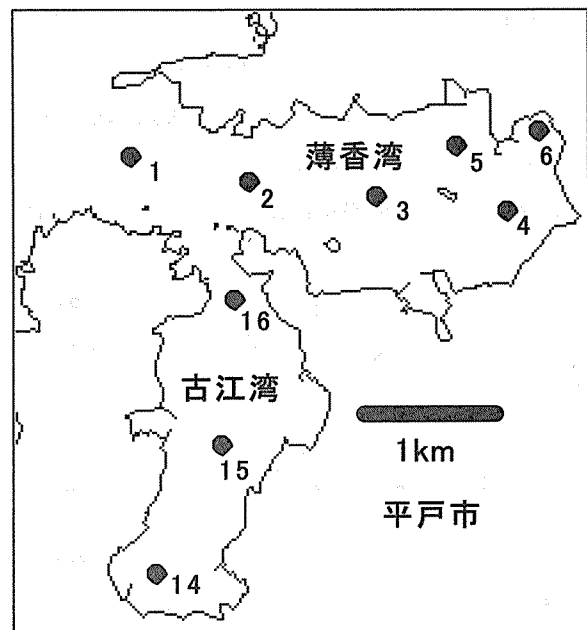


図1 調査定点

(Hydrolab製 Quanta) およびメモリ式多項目水質計(アレック電子製 ASTD687)により測定した。

水質 クロロフィル-a量、無機態窒素(DIN)、リン酸態リン(PO₄-P)を海洋観測指針に準じて分析した。

プランクトン 有害赤潮種 *Cochlodinium polykrikoides*, *Chattonella* 属(*C. antiqua*, *C. marina*, *C. ovata*), *Karenia*

mikimotoi を対象として、常圧濃縮後、計数した。

鉛直観測 平成 20 年 2 月 22 日に古江湾 (Stn.14 ~ 16) の水温、塩分の鉛直分布 (0.5 ~ B-1m) をメモリ式多項目水質計 (アレック電子製 ACL200DK) により測定した。

結 果

海象等 水温、塩分の 4 定点 (Stn. 1, 3, 4, 15) の平均値の推移を図 2 に示した。水温は表層 10.9 ~ 29.3℃, 中層 12.8 ~ 28.3℃, 底層 12.7 ~ 27.3℃ の範囲で推移した。塩分は表層 30.34 ~ 34.70, 中層 32.96 ~ 34.71, 底層 33.03 ~ 34.71 の範囲で推移した。

水 質 4 定点 (Stn. 1, 3, 4, 15) 平均値の推移を図 3 に示した。

クロロフィル - a は表層 0.25 ~ 16.44 μg/L, 中層 0.18 ~ 21.40 μg/L, 底層 0.07 ~ 6.43 μg/L の値で、7 月の中層と 11 月の表層が高めであった。

DIN は表層 0.06 ~ 6.30 μg-at/L, 中層 0.04 ~ 5.22 μg-at/L, 底層 0.05 ~ 5.02 μg-at/L で、8 月の底層と 11 ~ 1 月が高めであった。PO₄-P は表層 0.05 ~ 0.41 μg-at/L, 中層 0.05 ~ 0.37 μg-at/L, 底層 0.06 ~ 0.52 μg-at/L で、8 月の底層と 1 月が高めであった。

有害プランクトンの出現状況 *C. polykrikoides* の出現

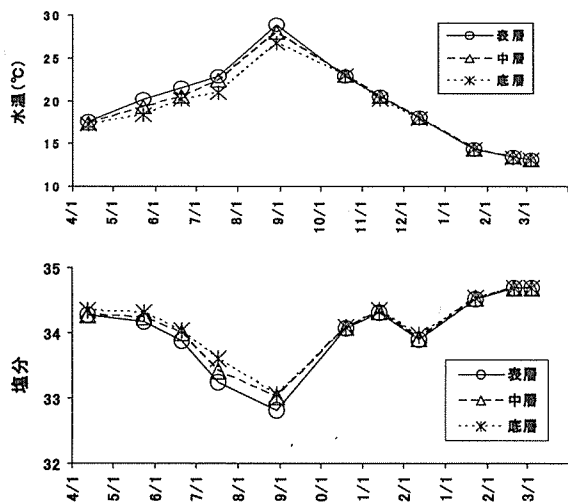


図 2 薄香・古江湾における水温・塩分の推移 (平均値)

は 4 ~ 1 月の間に 8 ~ 9,000 cells/L の範囲で確認された。*C. polykrikoides* 出現時の水温・塩分は 10.9 ~ 29.3℃と 32.62 ~ 34.54 であった。また、10.9℃での出現時の細胞状態は 2 連鎖であった。*Chattonella* 属で

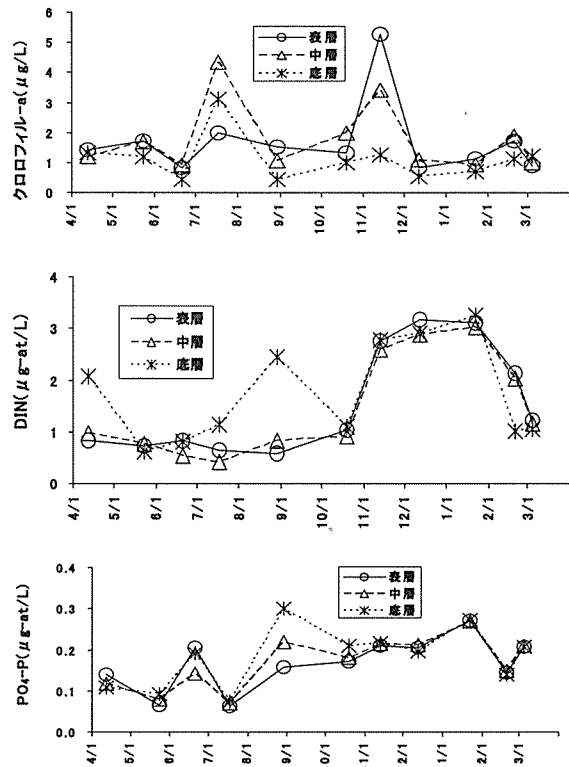


図 3 薄香・古江湾における水質の推移 (平均値)

は、*C. marina* のみが 8 月下旬に 5 ~ 145 cells/L 出現し、出現時の水温・塩分は 26.8 ~ 29.3℃と 32.62 ~ 33.11 であった。*K. mikimotoi* は 6 月下旬と 7 月中旬に 10 ~ 462,000 cells/L 出現し、出現時の水温・塩分は 20.5 ~ 23.0℃と 33.12 ~ 34.00 であった (付表 2-1)。

Cochlodinium 等有害赤潮の発生状況 *C. polykrikoides* 赤潮が 10 月 11 ~ 13 日に 1 件発生 (最高細胞密度 646 cells/mL) したが、漁業被害はなかった。*K. mikimotoi* 赤潮 (*C. polykrikoides* との複合) が 7 月 11 ~ 23 日に 1 件発生し、最高細胞密度は 8,560 (*C. polykrikoides* は 682) cells/mL であった。この赤潮により養殖ブリ、ヒラマサ、マダイがへい死した。

鉛直観測 2 月 20 日古江湾の水温は 13.1 ~ 13.6℃, 塩分は 34.67 ~ 34.71 の範囲にあった。水温の鉛直分布を図 4 に示した。塩分の鉛直分布に変化が小さいことから、湾奥での海面冷却により海水が冷却され、湾口と湾奥に密度勾配が形成されたと考えられた。

有明海調査 *Chattonella antiqua* を中心に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

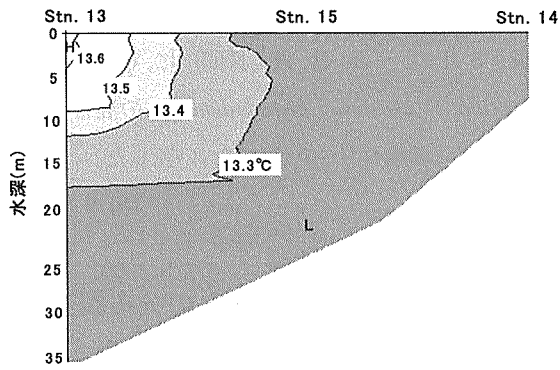


図4 古江湾における水温の鉛直分布 (2月20日)

調査は、図5に示した有明海海域5定点 (Stn. F, B4, B6, B3, 43) で、7月24日, 8月8日, 8月10日, 8月13日, 8月17日, 8月21日, 8月24日, 8月27日, 8月30日の9回実施した。採水は0.5 (表層), 5 (中層), B-1 m層 (底層)で行った。また, *Chattonella* 赤潮発生時には臨時に調査点を追加した。調査項目等は薄香・古江湾調査と同様である。

結果

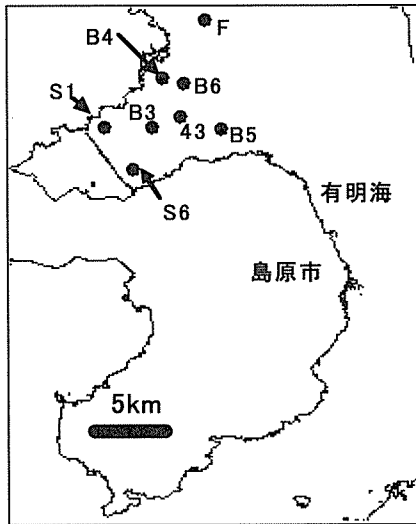


図5 調査定点

海象等 水温, 塩分の全定点平均値の推移を図6に示した。水温は表層 26.1 ~ 31.9°C, 中層 24.1 ~ 28.9°C, 底層 22.7 ~ 27.7°Cの範囲で推移した。塩分は表層 17.01 ~ 29.47, 中層 25.86 ~ 29.80, 底層 26.89 ~ 30.85の範囲で推移した。

水質 平均値の推移を図7に示した。

クロロフィル-aは表層 3.65 ~ 197.13 $\mu\text{g/L}$, 中層 2.16 ~ 82.55 $\mu\text{g/L}$, 底層 2.05 ~ 53.82 $\mu\text{g/L}$

の値で, 8月上旬と8月下旬の前半にピークがあった。DINは表層 0.68 ~ 6.29 $\mu\text{g-at/L}$, 中層 0.66 ~ 18.17 $\mu\text{g-at/L}$, 底層 0.90 ~ 19.99 $\mu\text{g-at/L}$ で, 7月下旬の底層と8月上旬の中・底層が高めであった。

$\text{PO}_4\text{-P}$ は表層 0.05 ~ 1.31 $\mu\text{g-at/L}$, 中層 0.05 ~ 1.44 $\mu\text{g-at/L}$, 底層 0.64 ~ 1.57 $\mu\text{g-at/L}$ で, 8月上旬の中・底層, 8月30日が高めであった。

有害プランクトンの出現状況 *Chattonella* 属では, 調

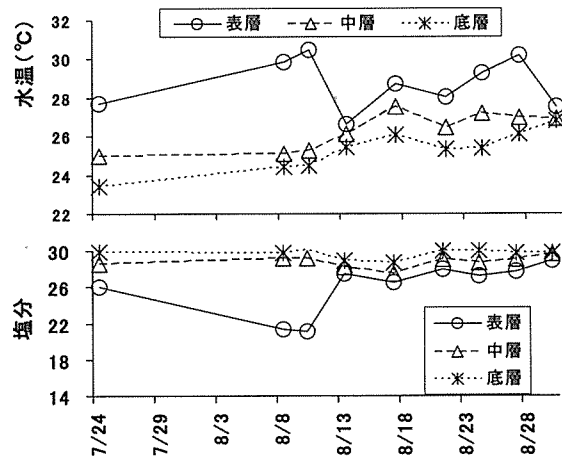


図6 有明海における水温・塩分の推移 (平均値)

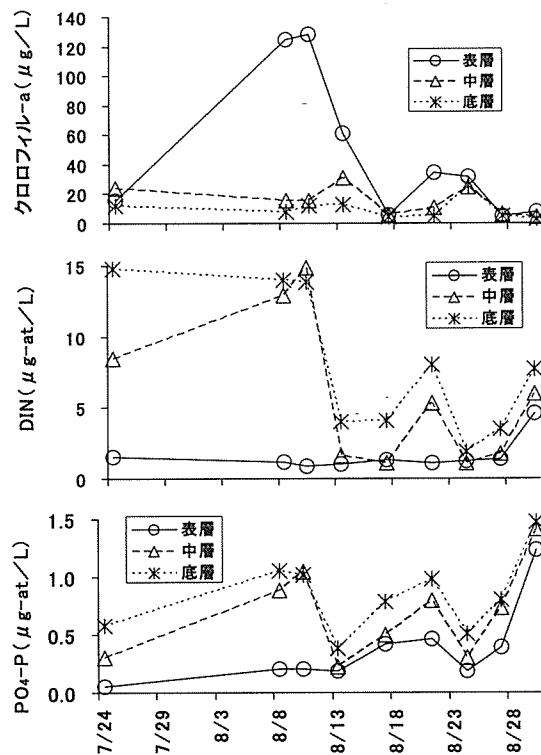


図7 有明海における水質の推移 (平均値)

査期間を通じて、*C. antiqua* が 0.1 ~ 3,550 cells/mL 出現し、出現時の水温・塩分は 22.7 ~ 31.9℃と 17.01 ~ 30.85 であった。*C. marina* も調査期間を通じて出現し、0.1 ~ 3,633 cells/mL 出現した。他の有害種では、*Cochlodinium polykrikoides* が 8 月中下旬に 1 ~ 14 cells/mL、*Heterosigma akashiwo* が 8/21 ~ 24 に 4 ~ 6,600 cells/mL 出現した（付表 2-1）。

Chattonella 赤潮の発生状況 *Chattonella* 赤潮の発生は 8 月 6 ~ 17 日（12 日間）に、*C. antiqua* と *C. marina* との混合赤潮として 1 件発生した。最高細胞密度は *C. antiqua* が 3,550 cells/mL、*C. marina* が 20,983 cells/mL であった。この赤潮により、定置網に入網したコノシロ約 50kg がへい死した。また、8 月 20 ~ 30 日（11 日間）に、*C. antiqua*、*C. marina*、*H. akashiwo*、*Gyrodinium spp.* の混合赤潮として 1 件発生した。最高細胞密度は *C. antiqua* が 7,500 cells/mL、*C. marina* が 900 cells/mL、*H. akashiwo* が 6,600 cells/mL、*Gyrodinium spp.* が 2,250 cells/mL であった。この赤潮により、養殖ブリ 7,904 尾、養殖アサリがへい死した。

ま と め

- 1) 薄香湾・有明海において、有害赤潮プランクトンのコクロディニウム、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) 薄香・古江湾では *C. polykrikoides* 遊泳細胞は 8 ~ 9,000 cells/L の範囲で出現し、出現時の水温・塩分は 10.9 ~ 29.3℃と 32.62 ~ 34.54 であった。*C. polykrikoides* 赤潮は 10 月 11 ~ 13 日（3 日間）に 1 件発生（最高細胞密度 646 cells/mL）したが、漁業被害はなかった。*K. mikimotoi* は赤潮（*C. polykrikoides* との複合）は 7 月 11~23 日に 1 件みられ、最高細胞密度は 8,560 (*C. polykrikoides* は 682) cells/mL であった。この赤潮により養殖ブリ、ヒラマサ、マダイがへい死した。
- 3) 有明海では、*C. antiqua* 遊泳細胞は 0.1 ~ 3,550 cells/mL 出現し、出現時の水温・塩分は 22.7 ~ 31.9℃と 17.01 ~ 30.85 であった。*Chattonella* 赤潮の発生は 8 月 6 ~ 17 日（12 日間）に、*C. antiqua* と *C. marina* との混合赤潮が発生

し、定置網に入網したコノシロがへい死した。また、8 月 20 ~ 30 日（11 日間）に、*C. antiqua*、*C. marina*、*H. akashiwo*、*Gyrodinium spp.* の混合赤潮が発生し、養殖ブリ、アサリがへい死した。

（担当：山砥）

V. 有害プランクトンシストの分布調査

Chattonella 属等について、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、薄香・古江湾では平成 19 年 4 月 12 日、6 月 20 日、8 月 29 日、11 月 13 日に、図 1 に示した調査定点（Stn. 4, 15）で 4 回実施した。有明海では平成 19 年 3 月 12 日に図 5 に示す調査定点（全定点）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

有害プランクトンの出現状況を表 1 に示した。

薄香湾では、有害種のシストは確認されなかった。有明海では、*Chattonella* 属では、*C. antiqua* のシストが Stn. F, S6, B3 で 2 ~ 7.8 cysts/ 湿泥 g、*C. marina* のシストが Stn. F, S6, B3 で 4.5 ~ 23 cysts/ 湿泥 g 確認された。また、*Heterosigma akashiwo* のシストが Stn. B4 で 2 cysts/ 湿泥 g 確認された。

C. antiqua のシストが平成 18 年 3 月の調査時に比べ、諫早湾で高かったのは、前述の 8 月に発生した *Chattonella* 赤潮の発生があったため、シストの底泥への供給が多かったものと考えられる。

ま と め

表 1 有害プランクトンシストの出現状況

海 域	調査定点	調査時期	シスト数 (cysts/湿泥g)		
			<i>Chattonella antiqua</i>	<i>Chattonella marina</i>	<i>Heterosigma akashiwo</i>
有明海	F	3/12	2	4.5	
	B3		7.8	23	
	B4				2
	B5				
	B6				
	S6		4.5	4.5	
	43				
薄香湾	4	4/12			
		6/20			
		8/29			
		11/13			
古江湾	15	4/12			
		6/20			
		8/29			
		11/13			

*空欄は未検出

- 1) 薄香湾・有明海において、冬季の有害プランクトンのシストの分布調査を実施した。
- 2) *Chattonella* 属のシストが諫早湾で2～23 cysts/湿泥g確認された。
- 3) 諫早湾における本年度と昨年度の *Chattonella* 属のシストの密度差は、*Chattonella* 赤潮が平成19年8月に発生したため、底泥への供給があったためと考えられた。

(担当：山砥)

VI. 形上湾調査

内湾の短期的な海洋環境変動の把握、および鞭毛藻の赤潮形成と珪藻優先種の変遷との関連を把握するために大村湾の枝湾である形上湾をモデル海域として調査を実施した。

方 法

調査は、図8に示した形上湾内の5点で、平成19年4月24日から8月20日まで、大潮及び小潮の満潮前後1時間内に、計18回調査を実施した。調査項目は以下のとおりである。

海象等 水温、塩分、溶存酸素 (DO)、クロロフィ

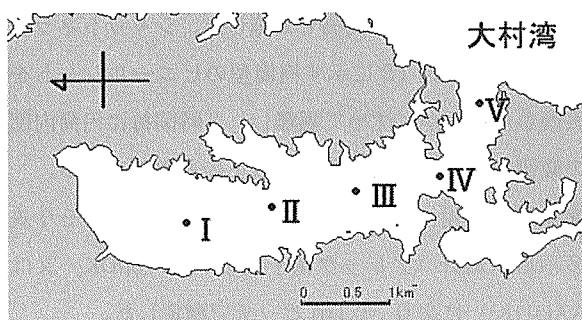


図8 調査定点

ル蛍光をメモリ式多項目水質計（アレック電子社製AAQ1183）により測定した。DOの測定値については、Stn. IIにおける6層の海水をウインクラー法で分析した値を用いて補正した。

水質 Stn. I～Vの5定点において、0.5m、2m、4m、6m、(Stn. IIは8mを追加。各定点の水深により10m、15mを追加)、B-1mの各層で採水した。Stn. I、III、IV、Vの4点の0.5m～6mは、直流モーター式小型液体ポンプと内径5mmシリコンチューブを用いて、Stn. IIの全層とその他4点の

下層はニスキン採水器を用いて採水した。海洋観測指針に準じて、無機態溶存窒素 (DIN) リン酸態リン (PO₄-P)、ケイ酸態ケイ素 (SiO₂-Si) を分析した。

植物プランクトン Stn. IIの全層における植物プランクトンは、0.5mlを1回検鏡して計数した。有害赤潮種である *Chattonella* 属、*Cochlodinium polykrikoides*、*Heterosigma akashiwo*、*Karenia mikimotoi* が出現した場合は0.5mlを3回検鏡して計数した。

結 果

海象等 水温は15.4～30.5℃の範囲で、塩分は18.61～33.48の範囲で推移した。クロロフィル蛍光は、0.39～8.04の範囲で、DOは1.24～10.56mg/Lの範囲で推移した。各項目の表層及び底層の5定点平均値の推移を図9に示す。

7月9日に降雨による塩分低下と同時に表層のクロロフィル蛍光が上昇した。本年度は、塩分による顕著な成層は7月のみで、調査期間中の成層は、主に水温によるものであった。

水質 DINは0.13～10.57μmol/L、PO₄-Pは0.00～1.12μmol/L、SiO₂-Siは0.52～47.78μmol/Lで推移した。Stn. IIの全層のDIN、PO₄-P、SiO₂-Siの平均値の推移を図10に示す。

本年度の調査期間中は、DIN、PO₄-P、SiO₂-Siは低位に推移した。7月上旬の降雨により、栄養塩の上昇が見られたが短期間であった。

植物プランクトン Stn. IIにおける植物プランクトンの6層平均値を図11に示す。

調査期間中、優占珪藻は *Leptocylindrus* 属 (最高2,406cells/ml)、*Nitzschia* 属 (最高5,582cells/ml) *Chaetoceros* 属 (最高2,940cells/ml) の順に変化した。5月16日 (大潮)、6月16日 (大潮)、7月9日 (長潮) に珪藻数が減少するとともに、優占種も変化した。

有害種の出現は、*Karenia mikimotoi* が最高32cells/ml、*Cochlodinium polykrikoides* が最高8cells/ml、*Chattonella marina* が最高0.6cells/ml出現したが、赤潮の形成はなかった。その他の鞭毛藻では、*Ceratium fusus* が254cells/ml、*Dictyocha fibula* が128cells/ml出現した。

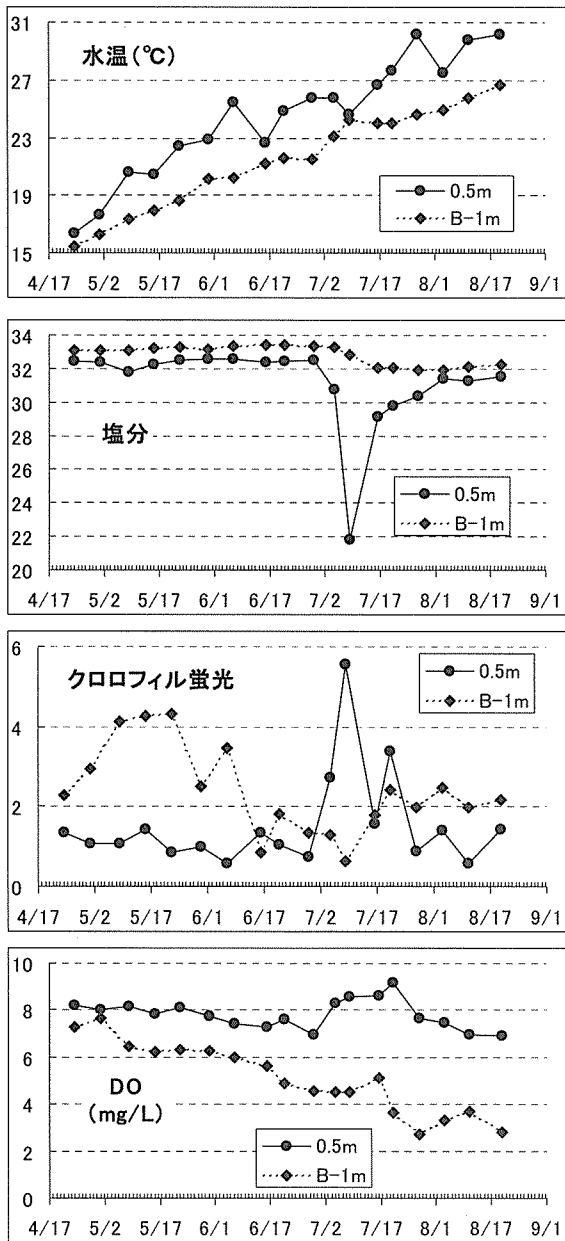


図9 水温及び塩分，クロロフィル蛍光，DOの推移

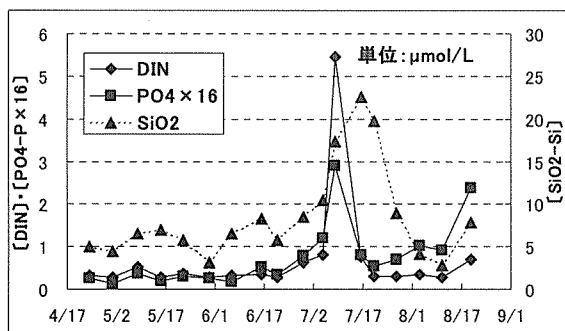


図10 Stn. IIのDIN, PO₄-P, SiO₂-Siの推移

まとめ

- 1) 内湾のモデル海域として形上湾において，短期的な海洋環境変動の把握するための調査を実施した。
- 2) 水温は 15.4 ~ 30.5℃ の範囲で，塩分は 18.61 ~ 33.48 の範囲で推移した。クロロフィル蛍光は，0.39 ~ 8.04 の範囲で，DO は 1.24 ~ 10.56mg/L の範囲で推移した。塩分による顕著な成層は 7 月のみで，成層形成は主に水温によるものであった。
- 3) DIN, PO₄-P, SiO₂-Si は低位に推移した。7 月上旬の降雨により増加したが，短期間であった。
- 4) 調査期間中，優占珪藻は *Leptocylindrus* 属，*Nitzschia* 属，*Chaetoceros* 属の順に変化した。有害種の赤潮形成は確認されなかった。

(担当：坂口)

VII. シャットネラ赤潮夜間連続調査

現場におけるシャットネラ赤潮水塊の挙動と環境変化を把握するために，有明海小長井港において，夜間連続調査を実施した。

方法

調査は 8 月 8 日～9 日と 8 月 23 日～24 日の小潮時に，小長井港の浮棧橋で実施した。シャットネラ赤潮の水塊を，図 12 に示す円筒型のビニールシートを表層から緩やかに沈めて隔離し，3 時間毎に円筒内部の観測を行った。調査項目は以下のとおりである。

海象等 水温，塩分，クロロフィル蛍光をメモリ式多項目水質計（アレック電子社製 ACL-200DK，又は AAQ1183）により，0.1m ピッチで測定した。

水質 海象観測時に，20mL シリンジで自作した安藤式採水器を用いて 0.5m，2m（又は 2.5m），B-1m の 3 層で採水した。海洋観測指針に準じて，無機態溶存窒素（DIN）リン酸態リン（PO₄-P）を分析した。
シャットネラ細胞数 採水した 3 層の 1 mL 中の出現細胞数を計数した。

結果

海象等 8 月 8 日～9 日の小長井港内（円筒装置の外部）の水温は 25.0 ~ 31.8℃ の範囲で，塩分は 11.26 ~ 29.65， σ_t は 3.6 ~ 19.32 の範囲であった。円筒装置内部の水温は 24.9 ~ 31.3℃ の範囲で，塩分は

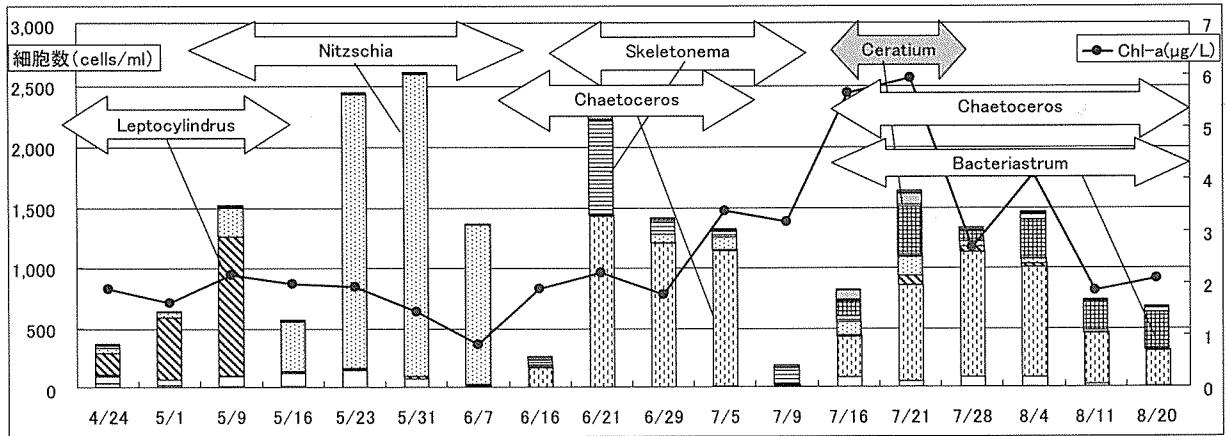


図 11 植物プランクトンの推移

18.77 ~ 29.59, σ_t は9.28 ~ 19.27の範囲であった。円筒装置の外部と内部の σ_t の時系列変化を図12及び図13に示す。

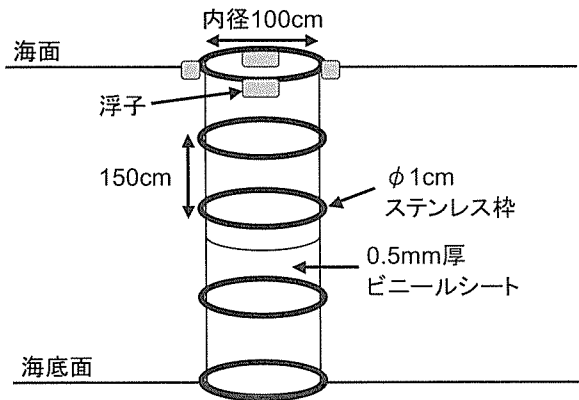


図 12 観測装置

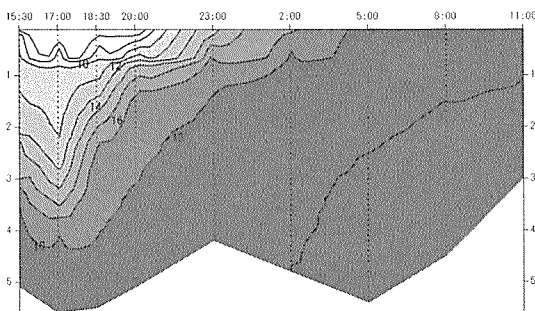


図 12 小長井港内の σ_t の推移 (8月8日)

円筒装置の外側では、表層の低塩分水塊が、日没後の潮汐により港外へ移流したが、円筒装置内部では、水温、塩分、 σ_t は比較的安定していた。

円筒装置内のクロロフィル蛍光は、8月8日~9日の調査では、2~191の範囲で、8月23日~24日では3~47の範囲であった。

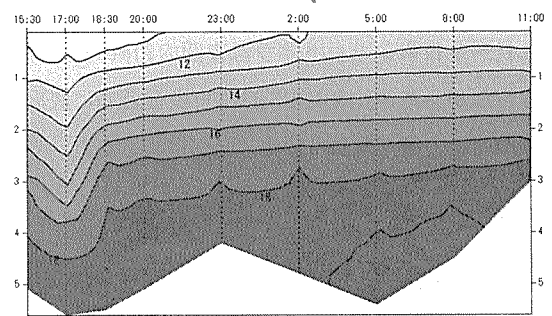


図 13 装置内の σ_t の推移 (8月8日)

水質 8月8日~9日の円筒装置内部のDINは0.75 ~ 42.22 $\mu\text{mol/L}$ の範囲で、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は0.10 ~ 3.68 $\mu\text{mol/L}$ の範囲であった。クロロフィル蛍光とDIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の時系列変化をそれぞれ図14及び図15に示す。DIN及び $\text{PO}_4\text{-P}$ は、表層と底層が高濃度で、中層は低濃度であった。

8月23日~24日の円筒装置内部のDINは0.34 ~ 6.36 $\mu\text{mol/L}$ の範囲で、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は0.44 ~ 2.93 $\mu\text{mol/L}$ の範囲であった。クロロフィル蛍光とDIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の時系列変化を図14及び図15に示す。

8月23日のDIN及び $\text{PO}_4\text{-P}$ は、表層と中層が低濃度で、底層が高濃度であった。

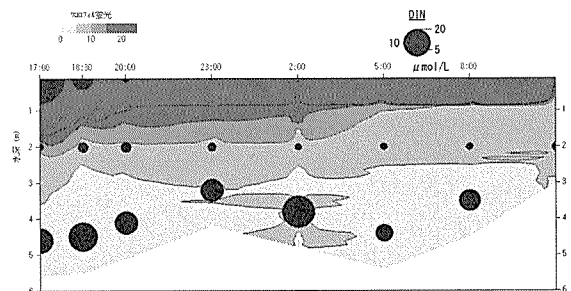


図 14 クロロフィル蛍光とDINの推移 (8月8日)

まとめ

- 1) 現場におけるシャットネラ赤潮水塊の挙動と環境変化を把握するために、夜間連続調査を実施した。
- 2) 装置内部では、水温、塩分、 σ_t は比較的安定していた。8月8日～9日の調査では、水温が24.9～31.3℃、塩分が18.77～29.59、 σ_t が9.28～19.27、クロロフィル蛍光が2～191の範囲であった。
- 3) 8月8日～9日のDIN及び PO_4 -Pは、表層と底層が高濃度で、中層は低濃度であった。8月23日～24日のDIN及び PO_4 -Pは、表層と中層が低濃度で、底層が高濃度であった。
- 4) 8月8日～9日のシャットネラは夜間の鉛直的な移動はみられなかったが、8月23日は日没とともに底層へ、日の出前に表層へ向かう鉛直移動が確認された。

(担当：坂口)

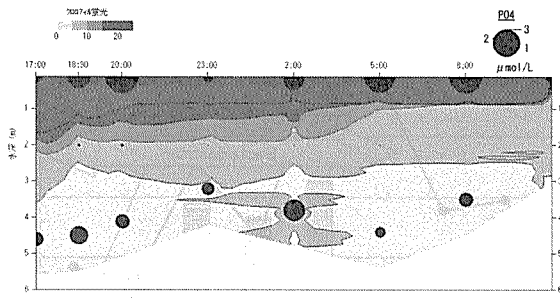


図 15 クロロフィル蛍光と PO_4 -Pの推移（8月8日）

シャットネラ細胞数 8月8日～9日のシャットネラ細胞数は、13～52,900cells/mL、8月23日～24日は31～17,900 cells/mLであった。クロロフィル蛍光の時系列変化と採水3層の細胞密度の変化から、8月8日～9日のシャットネラは夜間の鉛直的な移動はみられなかったが、8月23日は日没とともに底層へ、日の出前に表層へ向かう鉛直移動が確認された。

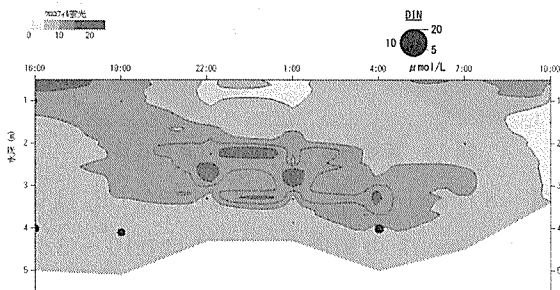


図 16 8月23日装置内のクロロフィル蛍光とDINの推移

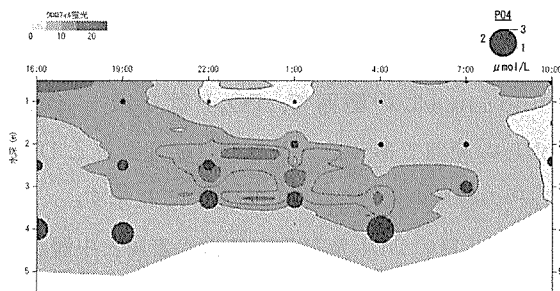


図 17 円筒装置内のクロロフィル蛍光と PO_4 -Pの推移

2. 内湾漁場環境評価・改善手法開発事業

平野 慶二・水田 浩二・山砥 稔文
坂口 昌生・安元 進

近年、海域の浄化の面から、藻場・干潟や内湾域の漁業生産が担っている機能が注目されているが、本県においても、藻場・干潟は減少し、漁場環境は悪化してきており、内湾域で貧酸素水塊が発生するなどして、漁獲の減少を引き起こしている。そこで、これらの内湾域の漁場環境を調査（評価）するとともに、漁場改善手法を開発していくことで、減少した漁業生産を回復させるとともに、併せて海域の浄化能力を高めていくため、諫早湾に面した諫早市小長井町地先で環境調査を実施した。

I. 浅場・干潟の環境調査

(1) 夏季連続水質調査

諫早市小長井町地先の干潟には、アサリが養殖されているが、毎年夏季にへい死が生じ、年によっては大量へい死が起こり、大きな問題となっている。平成16年8月の大量へい死に関しては、シャットネラ赤潮発生中の、小潮時に生じる、高水温下（30℃以上）における無酸素であることが特定されている。そこで干潟域の貧酸素化の予測のため、干潟底面付近の水質モニターを実施した。調査箇所は釜地区と長戸地区の2ヶ所である。調査期間は7月～9月である。

方 法

調査海域は図1に示すとおり釜地区と長戸地区の2ヶ所で、アサリ養殖場となっている干潟上の最も沖合域（DL+60cm）である。観測水深は、アサリの生息する場をモニターするため、海底上5cmとした。測定項目は水温、塩分、溶存酸素で、観測間隔は30分である。植物色素量と濁度については、別の測器で10分毎に観測を行った。

結 果

結果としては、干潟域に貧酸素化が生じる8月を示す。図2、図3に推移を示す。

水温 [釜地区] 8月上旬が23.75～34.33（平均26.73）℃、中旬が25.25～34.07（27.90）℃、

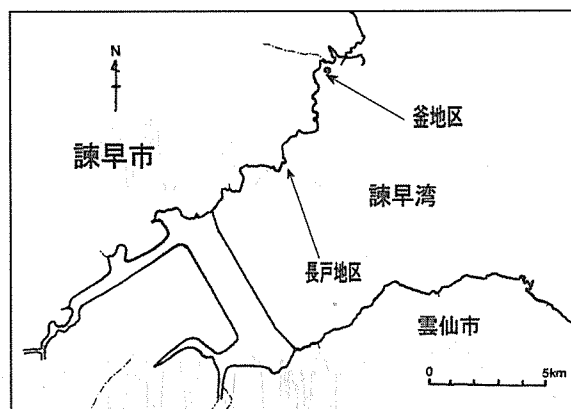


図1 小長井地先の調査定点

下旬が25.72～33.65（28.15）℃であった。[長戸地区] 8月上旬が24.70～33.06（26.08）℃、中旬が25.17～31.62（27.26）℃、下旬が25.71～32.00（27.53）℃であった。

塩分 [釜地区] 8月上旬が19.6～29.27（平均26.41）、中旬が21.7～29.64（平均26.58）、下旬が25.19～29.75（平均28.40）であった。[長戸地区] 8月上旬が17.74～29.6（平均27.38）、中旬が21.65～29.77（平均27.49）、下旬が26.79～29.98（平均28.82）であった。

溶存酸素 [釜地区] 8月上旬が27.4～293.1（平均98.8）、中旬が14.5～222.5（平均71.0）、下旬が0.4～219.4（平均64.1）であった。[長戸地区] 8月上旬が17.8～217.1（平均70.0）、中旬が5.2～215.6（平均51.7）、下旬が0.9～269.2（平均44.9）であった。

10%以下となる強い貧酸素状態が、釜地区では8月23日から27日にかけて計16時間、長戸地区では8月18日から31日にかけて計84時間あった。

植物色素量 シャットネラ赤潮が発生した8月6日～17日、8月20日～30日の間、高く推移した。前半が釜地区で0.7～169.2（平均5.9）、長戸地区で1.2～338.0（平均14.9）であった。後半が釜地区で1.3～419.0（平均13.7）、長戸地区で1.4～160.6（平均12.4）であった。

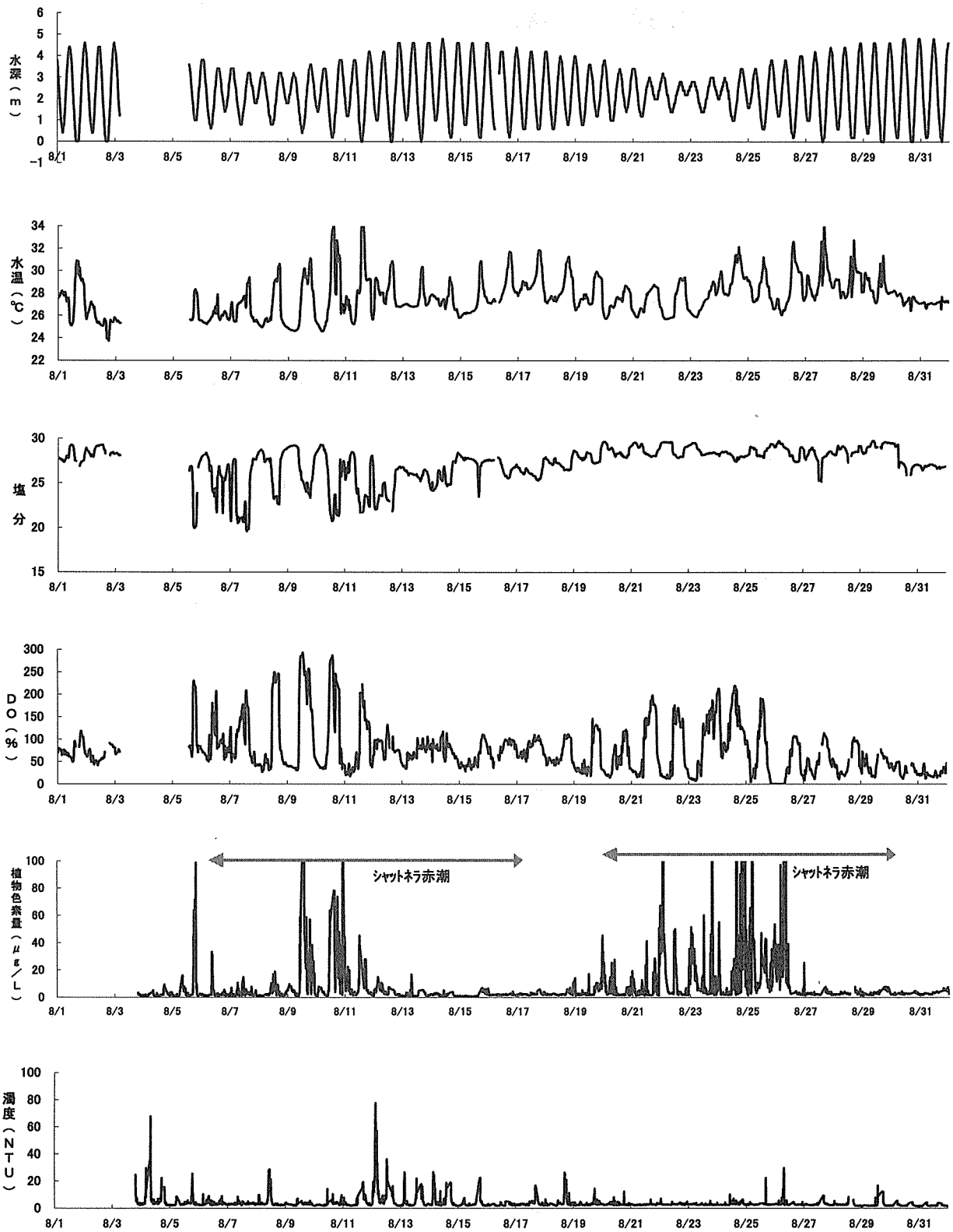


図2 釜地区干潟の海底付近の水深、水温、塩分、DO、植物色素量、濁度の推移

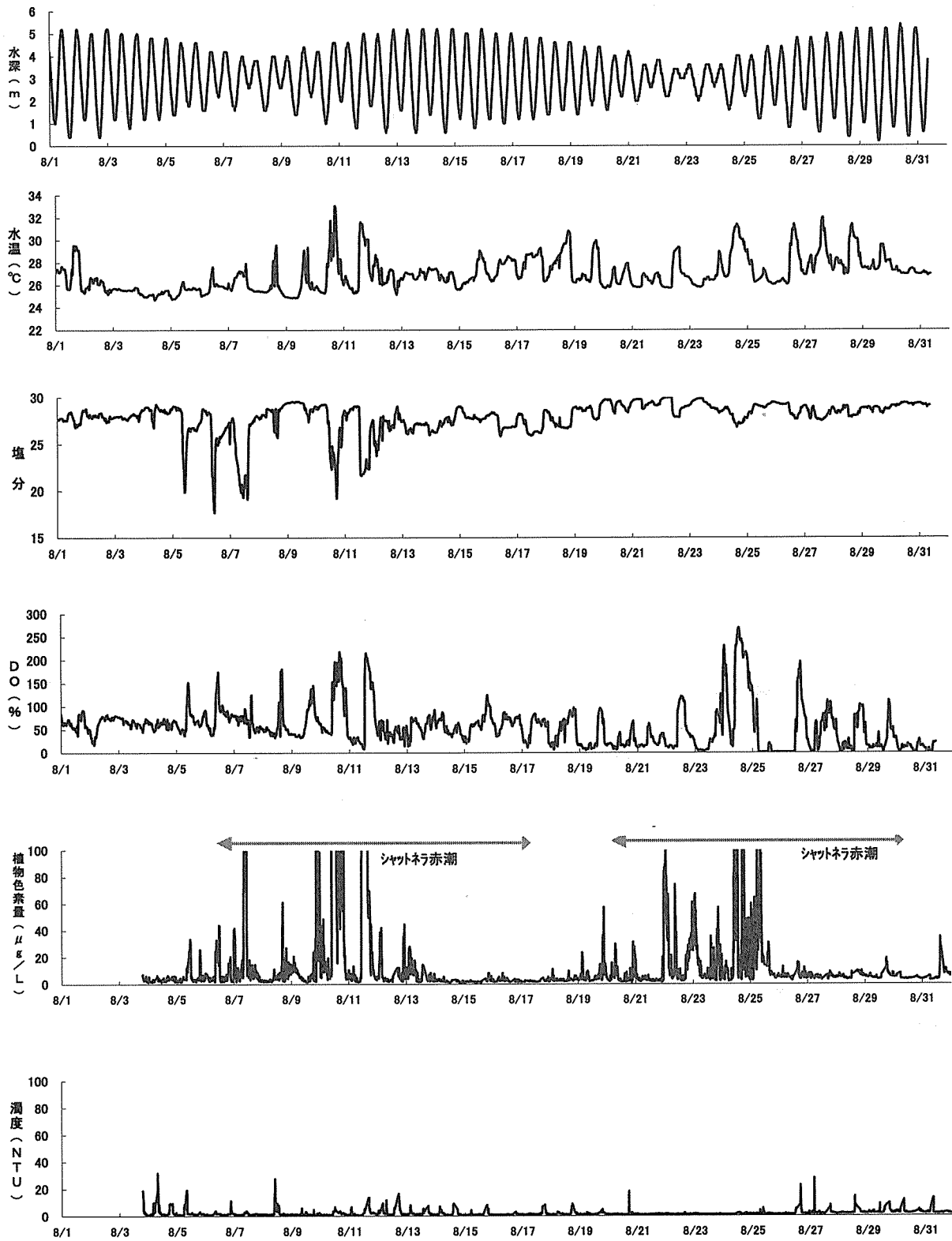


図3 長戸地区干潟の海底付近の水深、水温、塩分、DO、植物色素量、濁度の推移

濁度 釜地区は8月4日と8月12日が高かった。長戸地区は低く推移した。

(2) 冬季の餌料環境（1月下旬～3月）

諫早市小長井地先東部の釜地区の餌料環境について、設置型測器で測定を行った。調査海域は図1に示

した釜地区。測定結果は図4に示す。2月8日から高くなり始め、10日にピークとなり（10.3 $\mu\text{g/L}$ ）、2月12日まで続いた。次に3月13日から高くなり始め、3月20日にピークとなり（18.5 $\mu\text{g/L}$ ）、3月27日まで続いた。

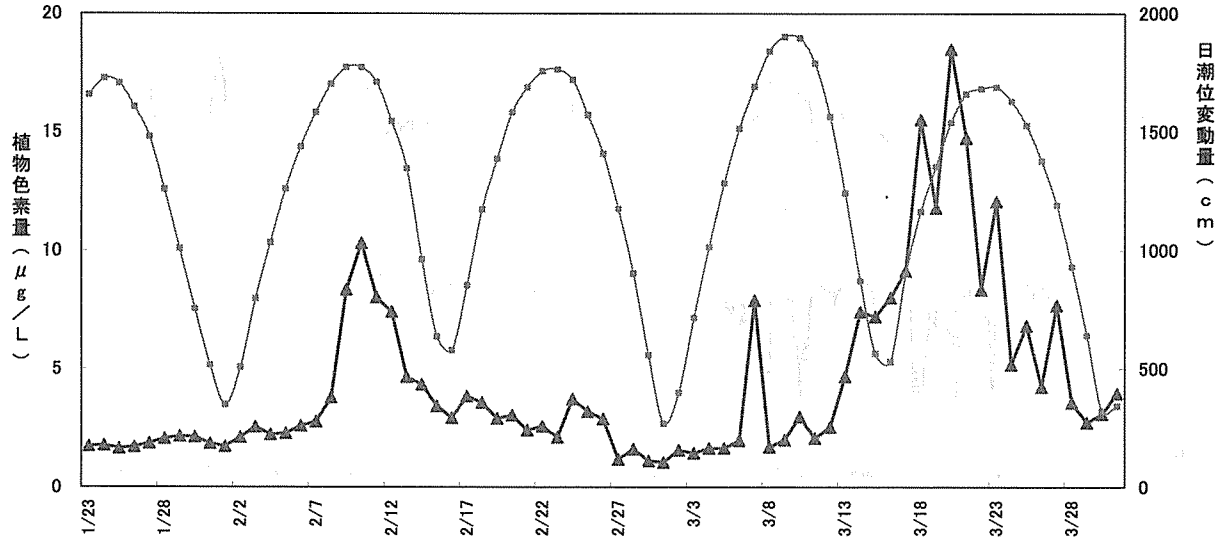


図4 諫早湾の干潟における植物色素量の推移（1月～3月上旬）

II. アサリカゴ試験（夏季の生残率）

夏季連続水質調査を行った釜地区と長戸地区の2ヶ所で、アサリの夏季へい死状況を見るためカゴ試験を実施した。

方法

調査海域は図1に示すとおり。6月29日に釜地区で採取したアサリをそれぞれ75個体ずつ野菜カゴに収容して干潟に設置した。

結果

累積へい死率の推移を図5に示す。長戸地区では8月18日～28日の間で、釜地区では8月28日～9月17日の間で大量へい死が生じた。6月29日か

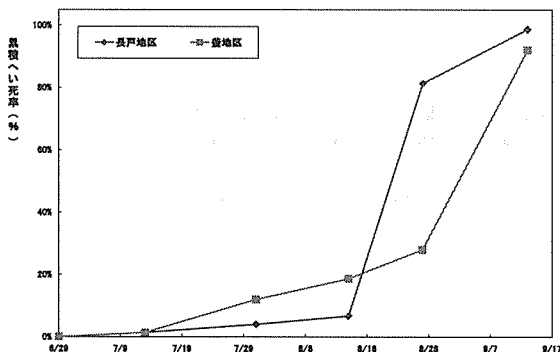


図5 アサリの累積へい死率の推移

ら9月13日までの累積のへい死率は、長戸地区で99%、釜地区で92%であった。

まとめ

1) 小長井町釜地区と長戸地区の干潟において底面付近の水質について、7月～9月の間調査した。

10%以下となる強い貧酸素状態が、釜地区では8月23日から27日にかけて計16時間、長戸地区では8月18日から31日にかけて計84時間あった。

併せて行ったアサリのカゴ試験によれば、6月29日から9月13日までの累積のへい死率は、長戸地区で99%、釜地区で92%であった。長戸地区では8月18日～28日の間で、釜地区では8月28日～9月17日の間で大量へい死が生じた。

2) 諫早市小長井地先東部の釜地区の餌料環境について、設置型測器で測定を行った。2月8日から高くなり始め、10日にピークとなり（10.3 $\mu\text{g/L}$ ）、2月12日まで続いた。次に3月13日から高くなり始め、3月20日にピークとなり（18.5 $\mu\text{g/L}$ ）、3月27日まで続いた。

(担当：平野)

3. 諫早湾における貝類の持続的な生産に向けた技術開発研究（アサリ）

水田 浩二・平野 慶二
山砥 稔文・坂口 昌生

I. アサリ稚貝生息量調査

方法

調査は、諫早湾に面した3つの漁場で実施した（図1）。調査定点は釜代表漁場では10定点（岸から沖に向けて5定点を2ライン）、金崎代表漁場では4定点、そして長里造成漁場（平成14年7月造成）では4定点で実施した。調査期間は平成19年4月～平成20年3月、調査頻度は月に1～2回とした。

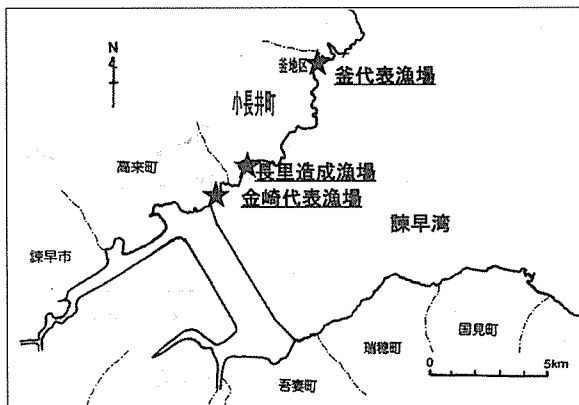


図1. 調査位置図

サンプリングは、干出後にステンレス製コードラート（5cm×5cm）を用いて、表面から深さ3cmまでの砂泥を採取することで実施した。採集回数は1定点当たり4回とした。採集物は1mmメッシュのフルイで篩った後、10%中性ホルマリン・0.1%ローズベンガル溶液で固定・染色した後、アサリの計数と殻長測定

を行った。各漁場の生息密度（個/m²）は、調査定点別の生息密度（個/m²）の平均値から算出した。なお、殻長20mm以上の個体は成貝として検討除外とした。漁場への稚貝の着底状況を検討するに当たり、本調査で検討可能な最小サイズは、殻長2mm前後からである。殻長1～3mmの稚貝の出現時期と生息密度（個/m²）を検討した。

結果

稚貝の生息密度は、釜代表漁場では450～2,100（個体/m²）、金崎代表漁場では75～2,775（個体/m²）、そして長里造成漁場では50～5,300（個体/m²）であった（図2）。生息密度の最高値は、釜代表漁場では4月、金崎代表漁場と長里造成漁場では3月であった。

殻長1～3mmの稚貝が1,000（個体/m²）以上出現した月は、金崎代表漁場では6～7月と2～3月、長里造成漁場では2～3月であった。しかし、釜代表漁場では出現月はなかった（図3）。

II. 底質環境調査

方法

採泥は、干出後にステンレス製コードラート（5cm×5cm）を用いて、表面から深さ3cmまでで実施した。得られた試料は分析するまでの期間凍結保存した。試料は解凍後、混合均一化して分析に供した。

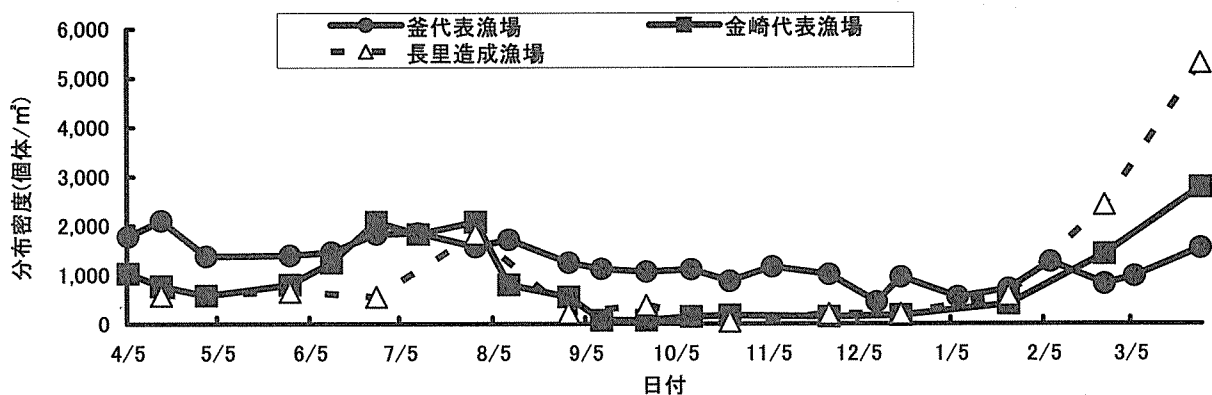


図2 各漁場におけるアサリ稚貝（1～20mm）の分布状況

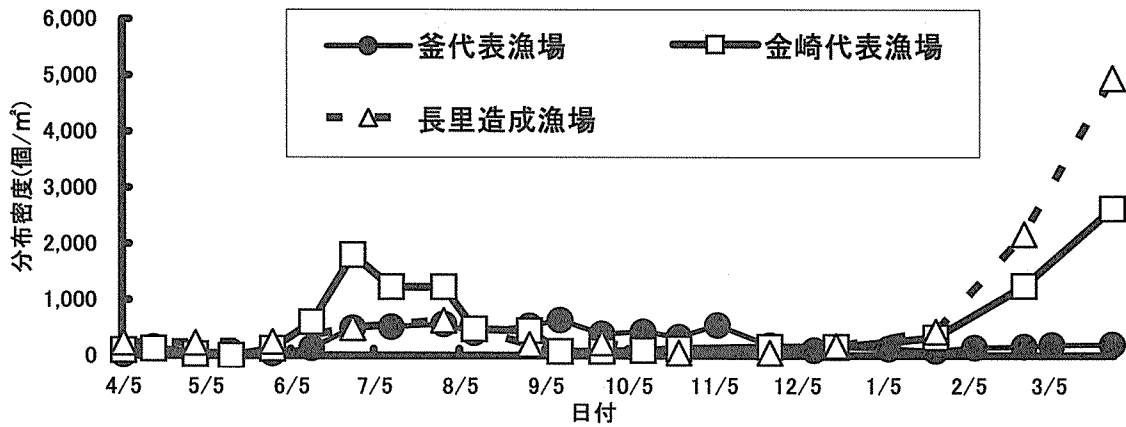


図3 アサリ殻長1～3mmの出現個数の推移

底質調査の分析項目は全硫化物 (TS) と強熱減量 (IL) とした。TSは検知管法で測定し、ILは550℃、6時間マッフル炉強熱で測定した。調査定点・調査期間・調査頻度は上記 (I) に同じ。

各漁場の TS と IL は、調査定点別に測定値を平均して算出した。

結果

TSの最高値は、釜代表漁場では9月に0.09mg/g乾泥、金崎代表漁場では8月に0.17mg/g乾泥そして長里造成漁場では8月に0.16mg/g乾泥であった (図4)。

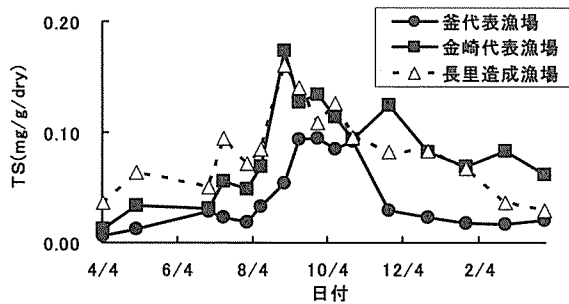


図4 各漁場における TS の推移

ILは、釜代表漁場では2.5～4.5 (%), 金崎代表漁場では2.7～4.2 (%), そして長里造成漁場では3.0～4.0 (%) であった (図5)。

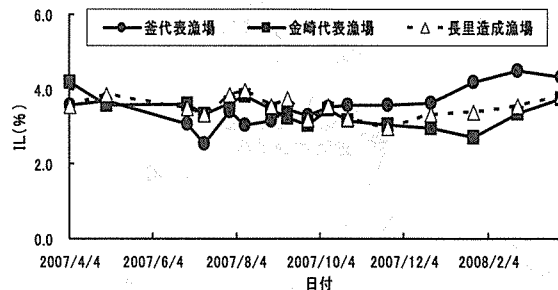


図5 各漁場における IL の推移

まとめ

- 1) アサリ稚貝 (殻長1～20 mm) の生息量調査と底質環境分析を諫早湾に面した3つの漁場で実施した。アサリ稚貝の生息量は総体的には2～3月に多かった。
- 2) TSは、各漁場とも8月下旬～10月下旬に高い値を示した。

(担当：水田)

4. 養殖安定化技術開発試験

宮原 治郎・松田 正彦

本県養殖漁家の経営は、ブリ・マダイ・トラフグに偏重しているが、魚価の低迷等により極めて厳しい状況が続いている。

市場価値が高い新魚種を導入して魚種の多様化を図るとともに、養殖支出に占める割合が高い餌料について、主要な魚種における効率的な給餌方法を明らかにし、持続的・安定的な経営に資するための技術開発を行なった。

I. マハタの海面養殖試験

当場で種苗生産したマハタの養殖適性を把握するため、当場棧橋筏において海面養殖試験を実施した。

(1) マハタ海面養殖試験－I

方 法

供試魚 平成15年に種苗生産したマハタ人工種苗を平成16年7月13日に、500尾収容（1区）、1,000尾収容（2区）、1,500尾収容（3区）の3試験区（各区3m角生簀）を設定し、実施していた試験を平成19年9月18日まで引き続き行った。

給餌 餌には市販の配合飼料（表3の低脂肪EP飼料）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ヶ月毎を目途に、原則として30尾の体重、全長、体長を測定した。

結 果

試験－Iの結果を表1と図1に示した。

飼育開始時に236.4～259.8gであった体重は966.0～1,031.4gになり、日間給餌率0.25～0.28%、日間成長率0.10%、餌料効率26.66～29.88%、生残率46.7～57.3%であった。

成長は各区とも日間成長率0.10%と差がなかった。3区は収容密度35 kg/m³を超えた平成19年2月以降成長が停滞した。1区、2区も6月、7月以降成長

表1 マハタ海面養殖試験－Iの結果

試 験 区 (飼育尾数)	1 区 (500尾)	2 区 (1,000尾)	3 区 (1,500尾)
開始時体重 (g)	259.8	253.8	236.4
終了時体重 (g)	1,025.9	1,031.4	966.0
飼育日数	1,162	1,162	1,162
開始時尾数	500	1,000	1,500
終了時尾数	229	434	813
給餌量 (g)	712,187	1,298,270	2,317,496
日間給餌率 (%)	0.27	0.25	0.28
日間成長率 (%)	0.10	0.10	0.10
餌料効率 (%)	26.66	29.88	29.15
増肉係数	3.75	3.35	3.43
生残率 (%)	48.6	46.7	57.3
開始時収容密度 (kg/m ³)	4.81	9.40	13.13
終了時収容密度 (kg/m ³)	8.70	16.58	29.09

※ 生残率はサンプリング個体数等を除き、へい死確認個体数で計算

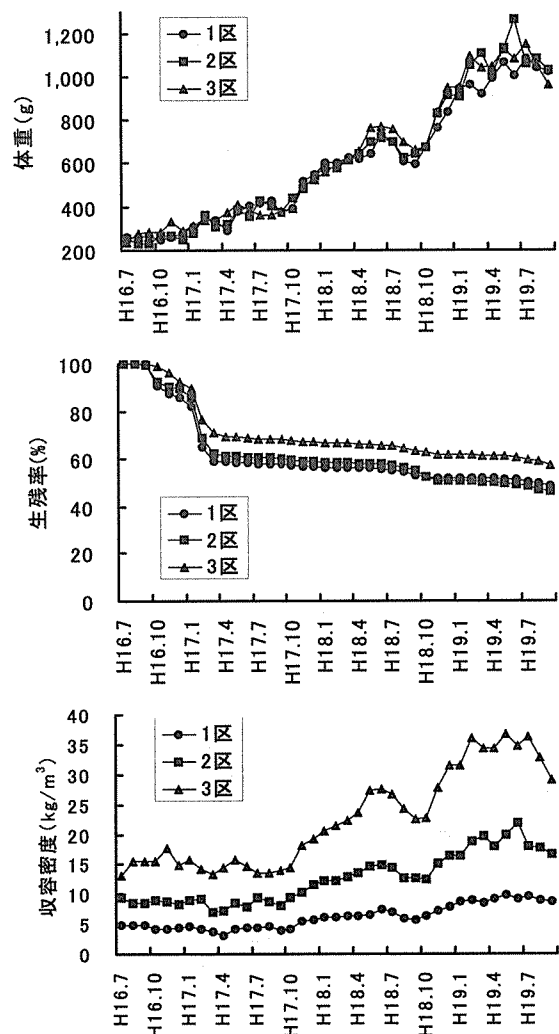


図1 試験Iのマハタの成長と生残率

が停滞し、高水温期の8～9月に給餌制限等を行わなかったが各区とも体重が減少した。

35kg/m³以上の収容密度では春季から成長停滞し、海面養殖の収容密度の限界と考えられた。

生残率は3区が57.3%と最も良い値を示し、1区48.6%、2区46.7%と続いた。

餌料効率は1区が26.66%と2区29.88%、3区29.15%と比べ劣っていたが、2区と3区はほぼ同等であった。

これらの結果から、マハタは成長停滞しなかった30 kg/m³程度の比較的高い収容密度で飼育できる可能性がある。

(2) マハタ海面養殖試験-II

方 法

供試魚 平成16年に種苗生産したマハタ人工種苗およびマダイを用いて、平成17年度(平成17年5月6日各区1,000尾収容で試験開始)から実施していた試験を平成18年4月13日に3m角生簀に各区500尾(混養区はマハタとマダイを各250尾)収容に調整し直して、平成20年1月18日まで引き続き行った。

給餌 試験区は市販の低脂肪EP飼料を給餌する区(1区)、高脂肪EP飼料を給餌する区(2区)、DP飼料を給餌する区(3区)、低脂肪EP飼料を週5日給餌する区(4区)、マハタとマダイを1:1の割合で混養し、低脂肪EP飼料を給餌する区(5区)、マダイに低脂肪EP飼料を給餌する区(6区)とし、給餌は、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(4区を除く)。4区は原則として、通年、月～金曜日の週5日給餌とした。

魚体測定 1ヶ月毎に、原則として30尾の体重、全長、体長を測定した。

結 果

試験-IIの結果を表2と図2に示した。

マハタの日間成長率は3区が0.14%(平成17年5月6日からの通算0.14%)、4区が0.12%(通算0.15%)、1区が0.10%(通算0.15%)、2区が0.10%(通算0.14%)、5区については0.09%(通算0.15%)となり、通算では0.14～0.15%と各区差がなかった。

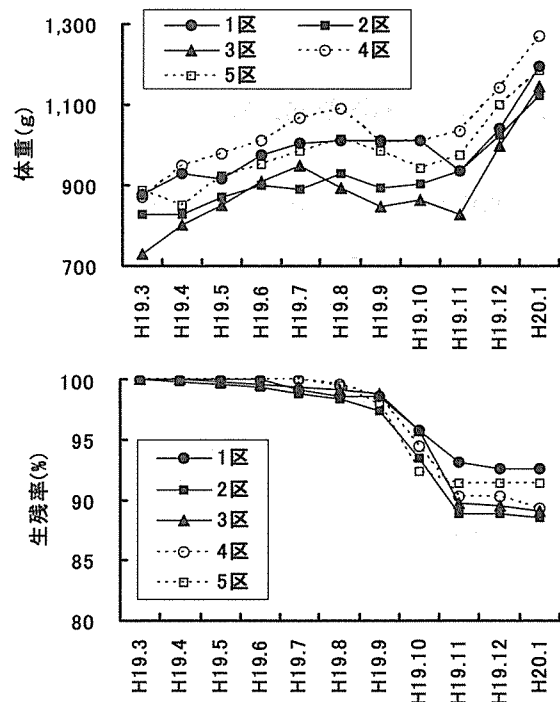


図2 試験IIのマハタの成長と生残率

表2 マハタ海面養殖試験-IIの結果

試 験 区	1 区 (マハタ)	2 区 (マハタ)	3 区 (マハタ)	4 区 (マハタ)	5 区 (マハタ)	6 区 (マダイ)
開始時体重(g)	876.2	826.9	729.7	871.0	885.8	1,766.8
終了時体重(g)	1195.6	1124.1	1146.9	1270.4	1186.2	2,493.7
飼育日数	319	319	319	319	319	319
開始時尾数	442	437	444	436	206	494
終了時尾数	389	364	373	366	179	410
給餌量(g)	490,378	388,453	522,127	490,775	977,104	1,457,427
日間給餌率(%)	0.34	0.29	0.41	0.34	0.42	0.45
日間成長率(%)	0.10	0.10	0.14	0.12	0.09	0.11
餌料効率(%)	25.27	27.40	29.87	29.67	19.89	20.10
増肉係数	3.96	3.65	3.35	3.37	5.03	4.97
生残率(%)	92.6	88.6	89.0	89.3	91.3	86.7

※ 生残率はサンプリング個体数等を除き、へい死確認個体数で計算。5区の給餌量等はマダイと合わせた値

マハタの生残率は1区が92.6% (通算 59.9%), 2区が88.6% (通算 46.7%), 3区が89.0% (通算 55.9%), 4区が89.3% (通算 48.6%), 5区が91.3% (通算 54.9%) と19年度の飼育結果では、全体として目立ったへい死は観察されなかった。

平成17年度の試験結果から0~1才魚は、餌の質、給餌頻度の違いで、VNNによるへい死により生残に差があったが、2~3才魚となった平成19年度は平成18年度同様、餌の質や給餌頻度の違いによる生残の差はほとんどなかった。

なお、使用した配合飼料の一般分析結果を表3に示す。

表3 配合飼料の一般分析結果

	低脂肪EP飼料	高脂肪EP飼料	DP飼料
熱量(kcal/100g)	357	382	373
水分(g/100g)	5.5	5.3	8.1
粗蛋白質(g/100g)	45.9	48.2	42.8
粗脂肪(g/100g)	8.4	12.5	10.3
粗繊維(g/100g)	1.8	0.8	1.0
粗灰分(g/100g)	13.9	14.1	10.5
可溶無窒素物(g/100g)	24.5	19.1	27.3

(3) マハタ海面養殖試験Ⅲ

方 法

供試魚 平成17年に種苗生産したマハタ人工種苗を用いて、平成18年5月24日に、1区(通年週3日給餌)、2区(週3日給餌、水温が25℃以上の期間のみ週1日給餌に制限)、3区(週3日給餌、水温が27℃以上の期間のみ週1日給餌に制限)、4区(通年週5日給餌)の4試験区(各区3m角生簀)を設定し、各区に500尾収容して実施していた試験を平成20年1月26日まで引き続き行った。

試験を行った。

給餌 餌には市販の配合飼料(表3の低脂肪EP飼料)を用い、魚体測定、網替え等の前後日を除き、原則として1区~3区は月、水、金曜日の週3日、4区は月~金曜日の週5日間給餌した。2区と3区は水温25℃および27℃以上の期間は週1日に給餌を制限した。

魚体測定 1ヶ月毎に、原則として30尾の体重、全長、体長を測定した。

結 果

試験Ⅲの結果を表4と図3に示した。

日間成長率は4区が0.20% (平成18年5月24日からの通算0.20%)、2区が0.20% (通算0.19%)、3

区が0.19% (通算0.19%)、1区が0.17% (通算0.19%)、日間給餌率は1区が0.45% (通算0.43%)、3区が0.44% (通算0.41%)、2区が0.44% (通算0.40%)、4区が0.42% (通算0.41%) と日間成長率は日間給餌率の高低と対応しなかった。

一方、生残率は1区が91.2% (通算78.4%)、2区が87.9% (通算71.3%)、3区が85.4% (通算71.4%)、4区が84.7% (通算66.1%) と通年週3日給餌した1区が最も優れたが、夏季に給餌制限した2区、3区および通年週5日給餌した4区は大きな差がなかった。

へい死の主因は平成19年度夏季に漁場で発生したハダムシや高水温の影響と考えられ、平成18年度同様に高水温時の給餌制限のVNNに対する効果は25℃以上および27℃以上の期間とも確認できなかった。

表4 マハタ海面養殖試験Ⅲの結果

試験区	1区 (週3日給餌)	2区 (25℃制限給餌)	3区 (27℃制限給餌)	4区 (週5日給餌)
開始時体重(g)	469.5	437.6	446.7	479.3
終了時体重(g)	796.3	824.7	825.5	895.9
飼育日数	308	308	308	308
開始時尾数	388	365	370	355
終了時尾数	342	311	299	277
給餌量(g)	330,809	297,276	299,669	296,685
日間給餌率(%)	0.45	0.44	0.44	0.42
日間成長率(%)	0.17	0.20	0.19	0.20
餌料効率(%)	34.07	40.29	38.72	40.03
増肉係数	2.94	2.48	2.58	2.50
生残率(%)	91.2	87.9	85.4	84.7

※ 生残率はサンプリング個体数等を除き、へい死確認個体数で計算

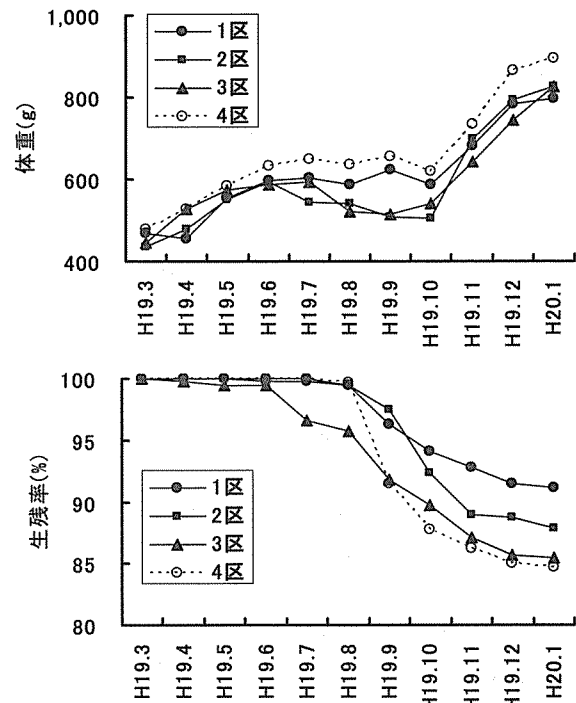


図3 試験Ⅲのマハタの成長と生残率

(4) マハタ海面養殖試験－Ⅳ

方 法

供試魚 平成18年に総合水産試験場および長崎県漁業公社で生産したマハタ人工種苗を用いて、平成19年6月1日から平成20年1月11日に試験を行った。試験区は3区設け、1区は総合水産試験場で中間育成中にVNNに罹病し、耐過魚となった種苗（VNN耐過魚）、2区と3区は長崎県漁業公社で生産し、育成中VNNに罹病しなかった種苗（VNNフリー魚）を用い、1区と2区は水温が27℃以上の期間のみ週1日給餌に制限を行った。各区3m生簀に1区は254尾（試験期間中の平成19年8月6日に54尾を別の試験に使用するため取り上げ）、2区と3区は250尾収容して試験を行った。

給餌 餌には市販の配合飼料（表3の低脂肪EP飼料）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日給餌した。1区と2区は水温27℃以上の期間は週1日に給餌を制限した。

魚体測定 1ヶ月毎に、原則として30尾の体重、全長、体長を測定した。

結 果

試験－Ⅳの結果を表5と図4に示した。

日間成長率（日間給餌率）は2区が0.32%（0.57%）、3区が0.31%（0.60%）、1区が0.18%（0.50%）と2区と3区がほぼ同様の結果、1区が日間成長率、日間給餌率とも小さかった。

一方、生残率は1区が72.5%、2区が71.2%、3区が68.0%と大きな差がなかった。へい死の主因は前述の養殖試験－Ⅲと同様漁場で発生したハダムシや高水温の影響と考えられ、VNN耐過魚と未耐過魚および、夏季給餌制限の有無によるVNNのへい死低減効果は確認できなかった。

表5 マハタ海面養殖試験－Ⅳの結果

試験区	1区 (VNN耐過制限給餌)	2区 (VNNフリー制限給餌)	3区 (VNNフリー週3日給餌)
開始時体重 (g)	169.6	200.9	200.9
終了時体重 (g)	258.0	422.4	419.4
飼育日数	224	224	224
開始時尾数	254	250	250
終了時尾数	145	178	170
給餌量 (g)	56,684	90,659	95,174
日間給餌率 (%)	0.50	0.57	0.60
日間成長率 (%)	0.18	0.32	0.31
餌料効率 (%)	27.17	44.73	42.52
増肉係数	3.68	2.24	2.35
生残率 (%)	72.5	71.2	68.0

※ 生残率はサンプリング個体数等を除き、へい死確認個体数で計算

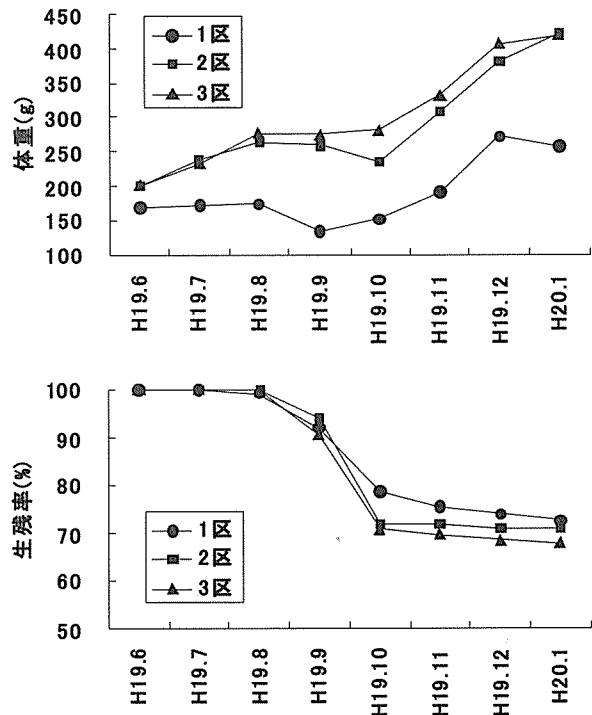


図4 試験Ⅳのマハタの成長と生残率

ま と め

- 1) マハタは海面生簀で30 kg/m³程度の比較的高い収容密度で飼育できる可能性がある。
- 2) 成17年度の結果から0～1才魚は、餌の質、給餌頻度の違いで、VNNによるへい死により生残に差があったが、1～3才魚となった平成18～19年度は餌の質や給餌頻度の違いによる生残の差はほとんどなかった。
- 3) 夏季給餌制限期間およびVNN耐過魚を用いた飼育試験を行ったが、ハダムシ症や高水温の影響と考えるへい死の影響でVNNによるへい死の低減効果は確認できなかった。

(担当：松田)

II. 餌の無駄が少ない養殖技術の開発

ブリとマハタ養殖における時期別給餌量等を把握し、効率的な給餌方法を開発する。

1) ブリ当歳魚の高水温期（8～11月）

方 法

飼育試験は、平成19年8月8日～11月29日（16週間）で実施した。

供試魚 プリ当歳魚は、平成19年5月下旬から6月上旬に天然種苗を採捕し、市販の配合飼料（EP）で予備飼育したものを用いた。

試験区 試験区は、1週間当たりの給餌日数を6日（月～土曜日）・5日（月～金曜日）・4日（月・火・木・金曜日）・3日（月・水・金曜日）にかえて設定し、3×3×3m生簀に約200尾収容した。給餌は、市販のEPを給餌日に1回、ほぼ飽食量与えた。

魚体測定 試験開始時から試験終了時までの4週間毎、試験区毎に総体重を測定した。

血液性状検査 試験開始時から試験終了時までの4週間毎に各区5尾、尾柄部より採血し、Ht値、Hb量、RBC（赤血球数）、TCHO、TG、GOT、GPT、TP、ALB、ALP、AMYL、BUN、CRE、GLU、TBIL、UAを測定した。

成分分析 環境への窒素とリンの負荷量を推定するため、使用した配合飼料、試験開始時と試験終了時の魚体について、全窒素・全リン・脂質・水分の分析を常法により行った。

結 果

飼育結果

飼育期間中の2m層水温は、19.6～30.2（平均25.6）℃であった。飼育結果は表I-1に示した。

生残率は、ノカルジア症や単生虫（ベネデニア、ネオベネデニア）寄生による斃死がかなりみられ、週6日区が58.2%、週5日区が76.7%、週4日区が54.7%、週3日区が41.4%で、週5日区が高く、週3日区が低かった。

表I-1 プリ当歳魚の高水温期における飼育結果

項目	試験区			
	週6日区	週5日区	週4日区	週3日区
開始時平均体重(g)	114.0	112.9	112.5	112.4
4週目平均体重(g)	240.7	223.7	199.6	172.9
8週目平均体重(g)	412.1	373.8	331.2	269.4
12週目平均体重(g)	633.2	581.1	520.8	430.9
終了時平均体重(g)	819.7	737.5	697.6	594.1
開始時尾数	198	202	202	198
終了時尾数	104	142	99	72
斃死・放流尾数	79	45	88	111
斃死・放流合計体重(g)	24,352	13,624	23,369	22,387
サンプル尾数	15	15	15	15
サンプル合計体重(g)	6,452	5,976	5,494	4,410
飼育日数	112	112	112	112
給餌量(g)	187,176	191,951	141,423	91,968
生残率(%)	58.2	76.7	54.7	41.4
日間成長率(%)	1.35	1.31	1.29	1.22
日間給餌率(%)	2.41	2.33	2.09	1.79
飼料効率(%)	49.94	52.88	53.17	51.45

※放流尾数は、週4日区が1尾。

平均体重は、試験開始時が週6日区114.0g、週5日区112.9g、週4日区112.5g、週3日区112.4g、試験終了時が週6日区819.7g、週5日区737.5g、週4日区697.6g、週3日区594.1gであった。

日間成長率は、週6日区が1.35%、週5日区が1.31%、週4日区が1.29%、週3日区が1.22%であり、給餌頻度が高いほど高かった。

日間給餌率は、週6日区が2.41%、週5日区が2.33%、週4日区が2.09%、週3日区が1.79%であり、給餌頻度が高いほど高かった。

飼料効率は、週6日区が49.94%、週5日区が52.88%、週4日区が53.17%、週3日区が51.45%であり、週4日区と週5日区が高く、週6日区がやや低かった。

血液性状結果

血液性状結果を表I-2-1および表I-2-1に示した。

Ht値は、試験開始時の40.18%から試験終了時に

表I-2-1 プリ当歳魚の高水温期における血液分析結果

項目	試験区				
	週6日区	週5日区	週4日区	週3日区	
Ht値(%)	開始時	40.18	40.18	40.18	40.18
	4週目	48.97	50.87	48.22	47.80
	8週目	48.94	49.73	48.38	46.91
	12週目	55.99	51.45	54.20	54.21
	終了時	56.64	58.57	57.60	52.93
Hb量(g/dl)	開始時	11.69	11.69	11.69	11.69
	4週目	14.52	14.46	13.30	13.28
	8週目	14.20	14.14	14.08	13.26
	12週目	16.45	15.80	15.64	15.30
	終了時	16.52	17.06	16.64	16.04
RBC(10 ⁶ cells/mm ³)	開始時	3.255	3.255	3.255	3.255
	4週目	3.874	3.830	3.600	3.929
	8週目	3.629	3.756	3.909	3.826
	12週目	4.137	3.910	4.064	4.058
	終了時	3.902	4.220	3.818	3.786
TCHO(mg/dl)	開始時	231.0	231.0	231.0	231.0
	4週目	258.8	291.0	275.4	266.6
	8週目	257.8	286.6	309.0	379.6
	12週目	343.6	346.8	348.0	368.8
	終了時	306.4	316.8	345.6	331.4
TG(mg/dl)	開始時	179.0	179.0	179.0	179.0
	4週目	136.0	129.2	124.2	133.6
	8週目	207.4	214.4	181.4	117.8
	12週目	131.2	104.6	102.2	93.8
	終了時	93.4	98.6	93.8	102.0
GOT(IU/l)	開始時	29.7	29.7	29.7	29.7
	4週目	45.2	40.4	32.8	32.8
	8週目	32.0	38.6	30.2	24.0
	12週目	58.0	50.0	40.3	48.8
	終了時	17.0	31.8	22.3	22.7
GPT(IU/l)	開始時	5.8	5.8	5.8	5.8
	4週目	4.6	6.8	4.8	6.2
	8週目	5.2	8.4	8.0	7.0
	12週目	7.8	8.2	7.8	12.8
	終了時	7.4	7.8	7.4	8.8
TP(g/dl)	開始時	3.78	3.78	3.78	3.78
	4週目	4.24	4.54	4.32	4.26
	8週目	4.62	4.50	4.86	5.60
	12週目	5.22	4.56	4.86	4.86
	終了時	4.64	4.54	4.58	4.28

表 I-2-2 プリ当歳魚の高水温期における血液分析結果

項目	試験区				
	週6日区	週5日区	週4日区	週3日区	
ALB(g/dl)	開始時	0.75	0.75	0.75	0.75
	4週目	1.14	1.24	1.06	1.14
	8週目	1.18	1.14	1.32	1.50
	12週目	1.54	1.26	1.20	1.26
	終了時	1.20	1.28	1.24	1.22
ALP(IU/l)	開始時	182.2	182.2	182.2	182.2
	4週目	147.8	190.6	152.2	146.4
	8週目	137.4	157.8	194.2	240.2
	12週目	153.4	131.0	116.6	120.0
	終了時	113.6	109.6	113.2	120.6
AMYL(IU/l)	開始時	379.0	379.0	379.0	379.0
	4週目	766.6	744.6	635.0	673.8
	8週目	723.0	606.2	628.4	1,276.6
	12週目	795.4	359.8	383.0	300.8
	終了時	284.8	312.6	291.8	331.0
BUN(mg/dl)	開始時	13.24	13.24	13.24	13.24
	4週目	11.20	12.94	11.52	12.72
	8週目	15.68	14.10	14.24	12.26
	12週目	27.73	22.06	19.26	18.02
	終了時	13.92	14.74	15.24	12.60
CRE(mg/dl)	開始時	0.31	0.31	0.31	0.31
	4週目	0.40	0.56	0.44	0.86
	8週目	0.28	0.42	0.24	0.48
	12週目	0.24	0.20	0.28	0.24
	終了時	0.28	0.22	0.24	0.36
GLU(mg/dl)	開始時	196.4	196.4	196.4	196.4
	4週目	232.6	219.0	175.8	214.8
	8週目	208.0	218.8	193.2	216.6
	12週目	177.4	268.4	162.4	203.0
	終了時	163.2	198.8	151.4	219.2
TBIL(mg/dl)	開始時	0.20	0.20	0.20	0.20
	4週目	0.18	0.16	0.14	0.10
	8週目	0.18	0.20	0.14	0.16
	12週目	0.20	0.24	0.20	0.22
	終了時	0.34	0.34	0.32	0.26
UA(mg/dl)	開始時	1.07	1.07	1.07	1.07
	4週目	1.04	1.24	0.72	1.16
	8週目	1.00	1.28	1.10	1.74
	12週目	1.28	2.10	0.64	1.24
	終了時	0.60	1.10	0.58	1.26

は 52.93 ~ 58.57% と各区とも高くなったが、週 3 日区がやや低い傾向であった。

Hb 量は、試験開始時の 11.69g/dl から試験終了時には 16.04 ~ 17.06 g/dl と各区とも高くなったが、週 3 日区がやや低く推移した。

RBC は、試験開始時の 3.255×10^6 cells/mm³ から試験終了時には $3.786 \sim 4.220 \times 10^6$ cells/mm³ と各区とも高くなった。

TCHO は、231.0 ~ 379.6 mg/dl で推移し、週 3 日区がやや高い傾向であり、週 6 日区がやや低かった。

TG は、試験開始時の 179.0mg/dl に対し、93.4 ~ 214.4 mg/dl で推移し、8 週目の週 4 ~ 6 日区が高いことを除けば、低くなる傾向であった。

GOT は、17.0 ~ 58.0 IU/l で推移した。

GPT は、4.6 ~ 12.8 IU/l で推移した。

TP は、試験開始時の 3.78g/dl に対し、4.24 ~ 5.60g/dl と高く推移し、8 週目の週 3 日区が高かった。

ALB は、試験開始時の 0.75g/dl に対し、1.06 ~ 1.54g/dl と高く推移し、8 週目の週 3 日区と 12 週目

の週 6 日区が高かったが、概ね 1.2g/dl 前後であった。

ALP は、109.6 ~ 240.2IU/l で推移し、8 週目の週 3 日区が高く、各区とも試験終了時が低かった。

AMYL は、284.8 ~ 1,276.6IU/l で推移し、8 週目の週 3 日区が高く、各区とも試験終了時が低かった。

BUN は、11.20 ~ 27.73mg/dl で推移し、12 週目に高くなったが、試験終了時に低くなった。

CRE は、0.20 ~ 0.86mg/dl で推移し、4 週目に高くなったが、その後低くなった。

GLU は、151.4 ~ 268.4mg/dl で推移し、週 4 日区がやや低かった。

TBIL は、0.10 ~ 0.34mg/dl で推移し、試験終了時に若干高くなった。

UA は、0.58 ~ 2.10 mg/dl で推移し、週 4 日区がやや低い傾向であった。

環境への窒素とリンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時と試験終了時の魚体の分析結果を表 I-3・4 に、分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表 I-5 に示した。

魚体 100g 当たりの全窒素は、試験開始時および試験終了時の週 6・5 日区が 3.0g、試験終了時の週 4・3 日区が 3.3g であり、試験開始時より週 4・3 日区は増加した。

表 I-3 配合飼料分析結果

項目	5mmサイズ	6mmサイズ
たんぱく質(g/100g)	50.1	50.9
全リン(mg/100g)	1,256	1,193
脂質(g/100g)	10.6	11.4
水分(g/100g)	7.0	5.9

表 I-4 プリ分析結果

項目	試験区				
	週6日区	週5日区	週4日区	週3日区	
全窒素(g/100g)	開始時	3.0	3.0	3.0	3.0
	終了時	3.0	3.0	3.3	3.3
全リン(mg/100g)	開始時	566	566	566	566
	終了時	360	378	380	406
脂質(g/100g)	開始時	4.7	4.7	4.7	4.7
	終了時	15.2	13.9	10.8	12.3
水分(g/100g)	開始時	73.7	73.7	73.7	73.7
	終了時	59.7	61.3	66.3	66.0

表 I-5 プリ当歳魚の高水温期における環境への窒素とリンの負荷量

項目	試験区			
	週6日区	週5日区	週4日区	週3日区
開始時総体重(g)	22,574	22,814	22,734	22,253
通算終了総体重(g)	116,051	124,325	97,922	69,575
給餌				
窒素量(g)	15,171.32	15,568.77	11,466.97	7,452.34
リン量(g)	2,268.59	2,321.34	1,712.04	1,115.65
開始時魚体				
窒素量(g)	677.22	684.42	682.02	667.60
リン量(g)	127.77	129.13	128.67	125.95
終了時魚体				
窒素量(g)	2,557.41	3,141.75	2,278.93	1,411.67
リン量(g)	306.89	395.86	262.42	173.68
増重1kg当たりの負荷(総重量換算)				
窒素量(g)	142.19	129.16	131.27	141.76
リン量(g)	22.35	20.24	20.99	22.57

魚体 100g 当たりの全リンは、試験開始時では 566mg、試験終了時では週 6 日区が 360mg、週 5 日区が 378mg、週 4 日区が 380mg、週 3 日区が 406mg であり、試験開始時より全区とも低下し、給餌頻度が高いほど低かった。

魚体 100g 当たりの脂質は、試験開始時では 4.7g、試験終了時では週 6 日区が 15.2g、週 5 日区が 13.9g、週 4 日区が 10.8g、週 3 日区が 12.3g であり、試験開始時より全区とも高くなり、給餌頻度が高いほど高い傾向であった。

増重 1 kg 当たりの環境への負荷量(総重量換算)は、窒素量では、週 6 日区が 142.19g、週 5 日区が 129.16g、週 4 日区が 131.27g、週 3 日区が 141.76g であり、リン量では、週 6 日区が 22.35g、週 5 日区が 20.24g、週 4 日区が 20.99g、週 3 日区が 22.57g であった。窒素量およびリン量ともに、週 5 日区が低く、週 6・3 日区が高かった。

まとめ

- 1) プリ当歳魚の高水温期における適正給餌頻度等を把握するため、飼育試験を実施した。
- 2) 成長は、給餌頻度が高いほど良好であったが、飼料効率では週 4 日区や週 5 日区の給餌が良く、週 6 日区の給餌がやや劣った。生残率は、ノカルジア症や単生虫寄生の影響でかなり斃死したが、週 5 日区の給餌が良く、週 3 日区の給餌がかなり劣った。血液性状は、Ht 値と Hb 量では週 3 日区の給餌がやや低かった。増重 1kg 当たりの環境への負荷は、窒素量およびリン量ともに、週 5 日区の給餌が最も低く、週 6・3 日区の給餌が高かった。
- 3) これらのことから、プリ当歳魚の高水温期における適正給餌頻度は、週 5 日区の給餌と考えられた。

2) プリ当歳魚の低水温期(11~3月)

方法

飼育試験は、平成 19 年 11 月 21 日~平成 20 年 3 月 13 日(16 週間)で実施した。

供試魚 プリ当歳魚は、I-1)と同じ種苗を市販の配合飼料(EP)で予備飼育したものをを用いた。

試験区 試験区は、1 週間当たりの給餌日数を 5 日(月~金曜日)・4 日(月・火・木・金曜日)・3 日(月・水・金曜日)・2 日(月・木曜日)にかえて設定し、3×3×3 m 生簀に約 200 尾収容した。給餌は、市販の EP を給餌日に 1 回、ほぼ飽食量与えた。

魚体測定 I-1)と同じ。

血液性状検査 I-1)と同じ。

成分分析 I-1)と同じ。

結果

飼育結果

飼育期間中の 2 m 層水温は、11.4~19.9(平均 15.8)℃であった。飼育結果は表 II-1 に示した。

生残率は、ノカルジア症による影響で、週 5 日区が 95.9%、週 4 日区が 98.5%、週 3 日区が 96.3%、週 2 日区が 96.8%であった。

平均体重は、試験開始時が週 5 日区 630.1g、週 4 日区 629.0g、週 3 日区 617.3g、週 2 日区 611.3g、試験終了時が週 5 日区 835.0g、週 4 日区 834.4g、週 3 日区 803.6g、週 2 日区 771.3g であった。

日間成長率は、週 5 日区が 0.25%、週 4 日区が 0.25%、週 3 日区が 0.23%、週 2 日区が 0.21%であり、週 5・4 日区が高く、週 2 日区がやや低かった。

表 II-1 プリ当歳魚の低水温期における飼育結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	630.1	629.0	617.3	611.3
4週目平均体重(g)	725.3	717.2	688.5	670.6
8週目平均体重(g)	768.5	769.8	745.0	723.1
12週目平均体重(g)	790.3	795.0	766.1	733.5
終了時平均体重(g)	835.0	834.4	803.6	771.3
開始時尾数	200	200	199	200
終了時尾数	177	181	177	175
斃死・放流尾数	8	4	7	10
斃死・放流合計体重(g)	4,890	2,394	4,001	6,571
サンプル尾数	15	15	15	15
サンプル合計体重(g)	11,938	11,847	11,601	10,438
飼育日数	112	112	112	112
給餌量(g)	135,886	135,576	129,441	114,238
生残率(%)	95.9	98.5	96.3	96.8
日間成長率(%)	0.25	0.25	0.23	0.21
日間給餌率(%)	0.83	0.83	0.82	0.74
飼料効率(%)	28.40	29.10	27.04	26.04

※放流尾数は、週 4 日区が 1 尾、週 2 日区が 4 尾。

表Ⅱ-2-1 ブリ当歳魚の低水温期における血液分析結果

項目	試験区				
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
Ht値(%)	開始時	49.43	49.43	49.43	49.43
	4週目	51.53	49.04	47.56	48.61
	8週目	53.36	55.56	51.79	46.72
	12週目	46.93	47.92	52.96	50.79
	終了時	56.51	54.74	58.30	55.39
	Hb量(g/dl)	開始時	14.76	14.76	14.76
4週目		14.46	14.32	13.20	13.74
8週目		15.04	15.48	14.30	13.40
12週目		13.12	13.88	14.34	14.20
終了時		15.64	15.70	16.08	15.66
RBC(10^6 cells/mm ³)		開始時	3.538	3.538	3.538
	4週目	3.469	3.472	3.156	3.418
	8週目	3.891	3.911	3.613	3.520
	12週目	3.398	3.493	3.604	3.503
	終了時	3.831	3.900	4.135	3.801
	TCHO(mg/dl)	開始時	259.4	259.4	259.4
4週目		315.2	283.6	307.6	244.6
8週目		308.6	356.2	313.2	292.0
12週目		268.2	270.8	285.8	277.8
終了時		418.2	380.0	374.8	358.0
TG(mg/dl)		開始時	294.2	294.2	294.2
	4週目	544.8	412.4	353.2	411.2
	8週目	366.0	216.8	261.2	252.6
	12週目	318.4	342.0	295.6	259.0
	終了時	165.0	179.0	208.4	209.4
	GOT(IU/l)	開始時	30.5	30.5	30.5
4週目		42.8	47.4	39.8	49.4
8週目		68.5	69.6	73.0	26.0
12週目		29.3	64.8	40.8	21.0
終了時		36.7	40.3	59.8	30.5
GPT(IU/l)		開始時	6.3	6.3	6.3
	4週目	6.3	7.6	8.2	6.6
	8週目	6.5	7.8	8.6	5.6
	12週目	7.0	8.0	6.2	8.0
	終了時	9.0	7.3	8.0	8.4
	TP(g/dl)	開始時	3.98	3.98	3.98
4週目		4.40	4.22	4.46	4.00
8週目		4.26	4.40	4.18	4.02
12週目		4.02	4.10	4.22	4.08
終了時		5.00	4.60	4.98	5.16

表Ⅱ-2-2 ブリ当歳魚の低水温期における血液分析結果

項目	試験区				
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
ALB(g/dl)	開始時	1.00	1.00	1.00	1.00
	4週目	1.12	1.08	1.10	1.00
	8週目	1.00	1.12	1.02	0.96
	12週目	0.90	0.96	0.96	0.88
	終了時	1.16	1.10	1.18	1.20
	ALP(IU/l)	開始時	138.6	138.6	138.6
4週目		148.4	159.0	164.2	139.8
8週目		135.0	162.4	143.0	141.8
12週目		169.4	185.8	167.6	147.6
終了時		228.2	193.0	175.6	191.0
AMYL(IU/l)		開始時	328.0	328.0	328.0
	4週目	439.6	436.4	443.4	415.4
	8週目	329.2	344.4	402.2	319.2
	12週目	370.0	353.6	378.4	419.2
	終了時	380.4	349.4	395.8	505.8
	BUN(mg/dl)	開始時	17.76	17.76	17.76
4週目		7.56	6.34	6.74	7.18
8週目		3.18	2.82	2.42	3.88
12週目		3.58	3.74	2.78	2.22
終了時		0.76	0.72	0.48	0.32
CRE(mg/dl)		開始時	0.28	0.28	0.28
	4週目	0.10	0.10	0.26	0.28
	8週目	0.10	0.10	0.44	0.42
	12週目	0.12	0.20	0.10	0.40
	終了時	0.40	0.16	0.30	0.34
	GLU(mg/dl)	開始時	141.0	141.0	141.0
4週目		122.2	162.4	131.4	141.4
8週目		121.8	139.2	120.2	135.2
12週目		105.4	128.8	99.4	107.0
終了時		134.6	144.0	146.0	138.2
TBIL(mg/dl)		開始時	0.24	0.24	0.24
	4週目	0.16	0.14	0.12	0.12
	8週目	0.10	0.10	0.10	0.10
	12週目	0.10	0.12	0.10	0.14
	終了時	0.14	0.14	0.12	0.14
	UA(mg/dl)	開始時	0.42	0.42	0.42
4週目		0.46	0.70	0.50	0.50
8週目		0.20	0.42	0.18	0.24
12週目		0.20	0.30	0.14	0.12
終了時		0.22	0.38	0.32	0.44

日間給餌率は、週5日区が0.83%、週4日区が0.83%、週3日区が0.82%、週2日区が0.74%であり、週2日区がやや低かった。

飼料効率は、週5日区が28.40%、週4日区が29.10%、週3日区が27.04%、週2日区が26.04%であり、週4日区が若干高く、週2日区がやや低かった。

血液性状結果

血液性状結果を表Ⅱ-2-1および表Ⅱ-2-2に示した。

Ht値は、46.72～58.30%で推移し、8週目までは週4・5日区が週3・2日区より高かったが、12週目には逆に週3・2日区が週4・5日区より高くなったものの、試験終了時には各区とも試験開始時より高くなり週3日区がやや高かった。

Hb量は、13.12～16.08g/dlで推移し、Ht値と同様の傾向であった。

RBCは、 $3.156 \sim 4.135 \times 10^6$ cells/mm³で推移し、Ht値と同様の傾向であった。

TCHOは、244.6～418.2mg/dlで推移し、試験開始時から8週目にかけて増加傾向を示し、12週目に低下したが、試験終了時にかなり高くなった。

TGは、165.0～544.8mg/dlで推移し、4週目に最も高かったが、それ以降は減少傾向となり、試験終了時に最も低くなった。週5日区が8週目までは高かった。

GOTは、21.0～73.0IU/lで推移し、週2日区が8週目以降で低かった。

GPTは、5.6～9.0IU/lで推移した。

TPは、3.98～5.16g/dlで推移し、試験開始時から12週目にかけてはあまり増加しなかったが、試験終了時にかなり高くなった。週2日区が8週目までは低かった。

ALBは、0.88～1.20g/dlで推移し、12週目に最も低くなり、試験終了時にかなり高くなった。

ALPは、135.0～228.2IU/lで推移し、試験開始時から試験終了時にかけて増加傾向であった。週4日区が高く、週2日区が低い傾向であった。

AMYLは、319.2～505.8IU/lで推移し、12週目以降は週2日区が少し高かった。

BUN は、0.32 ～ 17.76mg/dl で推移し、試験開始時から試験終了時にかけてかなり減少し、試験区間の差はみられなかった。

CRE は、0.10 ～ 0.44mg/dl で推移し、週 2 日区が高く、週 4 日区が低い傾向であった。

GLU は、99.4 ～ 162.4mg/dl で推移し、試験開始時から 12 週目にかけて低下したが、試験終了時には少し高くなった。週 4 日区がやや高かった。

TBIL は、0.10 ～ 0.24mg/dl で推移した。

UA は、0.12 ～ 0.70mg/dl で推移し、4 週目に最も高くなり、12 週目にかけて低下したが、試験終了時に少し高くなった。週 4 日区がやや高かった。

環境への窒素とリンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時と試験終了時の魚体の分析結果を表Ⅱ-3・4に、分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表Ⅱ-5に示した。

表Ⅱ-3 配合飼料分析結果

項目	8mmサイズ
たんぱく質(g/100g)	42.5
全リン(mg/100g)	1,446
脂質(g/100g)	19.6
水分(g/100g)	4.9

表Ⅱ-4 プリ分析結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
全窒素(g/100g)				
開始時	3.0	3.0	3.0	3.0
終了時	2.9	2.6	3.4	3.3
全リン(mg/100g)				
開始時	577	577	577	577
終了時	395	418	398	299
脂質(g/100g)				
開始時	12.4	12.4	12.4	12.4
終了時	12.4	12.3	11.9	10.8
水分(g/100g)				
開始時	63.2	63.2	63.2	63.2
終了時	63.8	62.1	63.9	65.1

表Ⅱ-5 プリ当歳魚の低水温期における環境への窒素とリンの負荷量

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時総体重(g)	126.023	125.808	122.839	122.251
通算終了総体重(g)	164.615	165.265	157.842	151.994
給餌				
窒素量(g)	9,240.25	9,219.17	8,801.99	7,768.18
リン量(g)	1,964.91	1,960.43	1,871.72	1,651.88
開始時魚体				
窒素量(g)	3,780.69	3,774.24	3,685.16	3,667.53
リン量(g)	727.15	725.91	708.78	705.39
終了時魚体				
窒素量(g)	4,773.84	4,296.89	5,366.63	5,015.80
リン量(g)	650.23	690.81	628.21	454.46
増重1kg当たりの負荷(総重量換算)				
窒素量(g)	213.70	220.40	203.42	215.85
リン量(g)	52.91	50.57	55.77	63.97

魚体 100g 当たりの全窒素は、試験開始時では 3.0g、試験終了時では週 5 日区が 2.9g、週 4 日区が 2.6g、週 3 日区が 3.4g、週 2 日区が 3.3g であり、給餌頻度が低いほうが高い傾向であった。

魚体 100g 当たりの全リンは、試験開始時では 577mg、試験終了時では週 5 日区が 395mg、週 4 日区が 418mg、週 3 日区が 398mg、週 2 日区が 299mg であり、週 2 日区が低かった。

魚体 100g 当たりの脂質は、試験開始時では 12.4g、試験終了時では週 5 日区が 12.4g、週 4 日区が 12.3g、週 3 日区が 11.9g、週 2 日区が 10.8g であり、給餌頻度が高いほど高かった。

増重 1 kg 当たりの環境への負荷量(総重量換算)は、窒素量では、週 5 日区が 213.70g、週 4 日区が 220.40g、週 3 日区が 203.42g、週 2 日区が 215.85g であり、週 3 日区が低く、週 4 日区が高かった。リン量では、週 5 日区が 52.91g、週 4 日区が 50.57g、週 3 日区が 55.77g、週 2 日区が 63.97g であり、週 4 日区が低く、週 2 日区が高かった。

まとめ

- 1) プリ当歳魚の低水温期における適正給餌頻度等を把握するため、飼育試験を実施した。
- 2) 成長と飼料効率は、週 4 日の給餌が若干良好で、週 2 日の給餌がやや劣り、週 5 日の給餌では若干過食の傾向が伺われた。生残率は、ノカルジア症の影響でやや斃死がみられたが、概ね良好であった。血液性状は、8 週目までは Ht 値などで週 4 日の給餌が概ね高く、週 2 日の給餌が低かったが、試験終了時には給餌頻度による差はなくなった。増重 1 kg 当たりの環境への負荷は、窒素量では週 3 日の給餌が低く、週 4 日の給餌が高かった。リン量では週 4 日の給餌が低く、週 2 日の給餌が高かった。
- 3) これらのことから、プリ当歳魚の低水温期における適正給餌頻度は、窒素量の負荷がやや多かったが、成長面などがやや良かった週 4 日の給餌と考えられた。

3) プリ1歳魚の昇温期(4~8月)

方 法

飼育試験は、平成19年4月11日~8月2日(16週間)で実施した。

供 試 魚 プリ当歳魚は、平成18年5月下旬から6月上旬に天然種苗を採捕し、市販の配合飼料(EP)で予備飼育したものをを用いた。

試 験 区 試験区は、1週間当たりの給餌日数を5日(月~金曜日)・4日(月・火・木・金曜日)・3日(月・水・金曜日)・2日(月・木曜日)にかえて設定し、3×3×3m生簀に100尾収容した。給餌は、市販のEPを給餌日に1回、ほぼ飽食量与えた。

魚体測定 I-1)と同じ。

血液性状検査 I-1)と同じ。

成分分析 I-1)と同じ。

結 果

飼育結果

飼育期間中の2m層水温は、18.1~27.2(平均22.1)℃であった。飼育結果は表Ⅲ-1に示した。

生残率は、ノカルジア症で週4日区が1尾斃死した98.8%以外は、100%であった。

平均体重は、試験開始時が週5日区1,163.4g、週4日区1,169.1g、週3日区1,169.7g、週2日区1,180.8g、試験終了時が週5日区1,796.4g、週4日区1,727.3g、週3日区1,613.8g、週2日区1,551.1gであった。

日間成長率は、週5日区が0.38%、週4日区が0.34%、週3日区が0.28%、週2日区が0.24%であり、

表Ⅲ-1 プリ1歳魚の昇温期における飼育結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	1,163.4	1,169.1	1,169.7	1,180.8
4週目平均体重(g)	1,256.0	1,256.0	1,258.6	1,240.4
8週目平均体重(g)	1,444.3	1,438.6	1,382.5	1,334.8
12週目平均体重(g)	1,629.5	1,579.0	1,490.0	1,470.6
終了時平均体重(g)	1,796.4	1,727.3	1,613.8	1,551.1
開始時尾数	100	100	100	100
終了時尾数	85	84	85	85
斃死尾数	0	1	0	0
斃死体重(g)	0	1,248	0	0
サンプル尾数	15	15	15	15
サンプル合計体重(g)	22,066	21,505	21,541	19,768
飼育日数	112	112	112	112
給餌量(g)	204,369	188,515	165,316	144,554
生残率(%)	100	98.8	100	100
日間成長率(%)	0.38	0.34	0.28	0.24
日間給餌率(%)	1.25	1.18	1.07	0.96
飼料効率(%)	28.59	27.02	26.72	23.20

給餌頻度が高いほど高かった。

日間給餌率は、週5日区が1.25%、週4日区が1.18%、週3日区が1.07%、週2日区が0.96%であり、給餌頻度が高いほど高かった。

飼料効率は、週5日区が28.59%、週4日区が27.02%、週3日区が26.72%、週2日区が23.20%であり、給餌頻度が高いほど高かった。

血液性状結果

血液性状結果を表Ⅲ-2-1および表Ⅲ-2-2に示した。

Ht値は、試験開始時の56.22%に対し、47.82~55.66%と低く推移した。週2日区が低い傾向であり、試験終了時では週3・2日区が低かった。

Hb量は、13.86~16.36g/dlで推移し、週2日区が低かったが、試験終了時では週3日区も低かった。

RBCは、 $3.065 \sim 3.806 \times 10^6 \text{ cells/mm}^3$ で推移し、週2・3日区が低い傾向であった。

TCHOは、313.2~438.8mg/dlで推移し、週2日区が低い傾向であった。

表Ⅲ-2-1 プリ1歳魚の昇温期における血液分析結果

項目	試験区				
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
Ht値(%)	開始時	56.22	56.22	56.22	56.22
	4週目	54.43	53.82	53.10	52.52
	8週目	53.34	55.66	53.49	54.91
	12週目	52.12	51.87	52.03	47.82
	終了時	52.41	53.65	49.17	49.21
Hb量(g/dl)	開始時	16.13	16.13	16.13	16.13
	4週目	16.36	16.02	16.02	15.66
	8週目	16.08	16.30	16.08	15.90
	12週目	14.92	15.12	15.04	14.10
	終了時	14.88	14.80	13.86	13.98
RBC(10^6 cells/mm^3)	開始時	3.798	3.798	3.798	3.798
	4週目	3.724	3.585	3.495	3.395
	8週目	3.557	3.806	3.543	3.677
	12週目	3.392	3.410	3.334	3.065
	終了時	3.353	3.414	3.265	3.339
TCHO(mg/dl)	開始時	394.8	394.8	394.8	394.8
	4週目	438.8	411.0	382.0	383.4
	8週目	378.0	406.4	405.6	386.0
	12週目	382.2	387.2	367.0	362.0
	終了時	345.8	346.4	342.6	313.2
TG(mg/dl)	開始時	217.5	217.5	217.5	217.5
	4週目	268.8	214.8	259.4	246.0
	8週目	202.6	216.6	192.6	199.4
	12週目	155.6	169.6	146.0	175.2
	終了時	181.4	156.6	208.6	182.0
GOT(IU/l)	開始時	38.0	38.0	38.0	38.0
	4週目	42.0	37.2	53.0	49.0
	8週目	32.0	36.6	52.0	45.4
	12週目	27.2	25.8	30.4	27.2
	終了時	33.8	37.5	29.8	39.2
GPT(IU/l)	開始時	8.7	8.7	8.7	8.7
	4週目	8.2	5.4	5.8	6.8
	8週目	4.6	4.8	4.7	4.0
	12週目	6.0	5.8	7.0	5.6
	終了時	6.4	8.6	6.6	7.8
TP(g/dl)	開始時	5.02	5.02	5.02	5.02
	4週目	5.54	5.30	5.28	5.28
	8週目	5.08	5.38	5.14	5.20
	12週目	4.92	4.56	4.82	4.92
	終了時	4.82	5.02	4.78	4.60

TG は、146.0 ~ 268.8mg/dl で推移した。

GOT は、25.8 ~ 53.0IU/l で推移した。

GPT は、4.0 ~ 8.7IU/l で推移した。

TP は、4.56 ~ 5.54g/dl で推移し、8 週目以降では低下する傾向であった。

ALB は、1.02 ~ 1.24g/dl で推移した。

ALP は、試験開始時の 193.2IU/l から試験終了時には 123.2 ~ 134.4 IU/l と各区とも低くなった。

AMYL は、試験開始時の 386.4 IU/l に対し、343.6 ~ 735.4IU/l で推移し、試験開始時より高くなる傾向であった。

BUN は、9.34 ~ 24.76mg/dl で推移し、試験開始時から 12 週目にかけて高くなり、試験終了時には低下した。

CRE は、0.26 ~ 1.68mg/dl で推移し、12 週目の週 2 日区がやや高かった。

GLU は、109.4 ~ 210.0mg/dl で推移し、週 3 日区が低い傾向であった。

TBIL は、0.10 ~ 0.20mg/dl で推移した。

表Ⅲ-2-2 プリ 1 歳魚の昇温期における血液分析結果

項目		試験区			
		週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
ALB(g/dl)	開始時	1.02	1.02	1.02	1.02
	4週目	1.18	1.08	1.12	1.20
	8週目	1.10	1.22	1.18	1.20
	12週目	1.22	1.06	1.08	1.16
	終了時	1.18	1.24	1.10	1.08
ALP(IU/l)	開始時	193.2	193.2	193.2	193.2
	4週目	187.4	180.6	169.6	183.8
	8週目	146.0	157.4	150.6	143.6
	12週目	162.4	149.0	128.2	150.0
	終了時	126.0	129.2	123.2	134.4
AMYL(IU/l)	開始時	386.4	386.4	386.4	386.4
	4週目	343.6	425.6	390.0	459.2
	8週目	427.8	463.6	487.2	413.0
	12週目	397.8	483.8	606.4	735.4
	終了時	598.0	586.4	654.6	633.0
BUN(mg/dl)	開始時	10.57	10.57	10.57	10.57
	4週目	16.08	14.60	16.86	13.04
	8週目	17.58	17.40	17.70	17.20
	12週目	24.76	22.36	20.62	17.50
	終了時	9.66	10.66	9.34	9.98
CRE(mg/dl)	開始時	0.62	0.62	0.62	0.62
	4週目	0.30	0.32	0.26	0.34
	8週目	0.30	0.28	0.36	0.36
	12週目	0.52	0.74	0.90	1.68
	終了時	0.60	0.80	1.06	0.96
GLU(mg/dl)	開始時	182.7	182.7	182.7	182.7
	4週目	147.4	125.8	124.4	117.4
	8週目	130.4	129.8	109.4	116.0
	12週目	162.4	210.0	119.6	173.6
	終了時	180.4	192.4	155.2	199.0
TBIL(mg/dl)	開始時	0.11	0.11	0.11	0.11
	4週目	0.10	0.10	0.12	0.12
	8週目	0.14	0.14	0.14	0.20
	12週目	0.18	0.20	0.20	0.12
	終了時	0.12	0.14	0.10	0.20
UA(mg/dl)	開始時	0.83	0.83	0.83	0.83
	4週目	0.48	0.40	0.40	0.42
	8週目	0.44	0.42	0.46	0.42
	12週目	0.58	0.92	0.56	0.92
	終了時	0.72	1.22	0.68	1.36

UA は、0.40 ~ 1.36mg/dl で推移し、8 週目以降では週 2・4 日区がやや高かった。

環境への窒素とリンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時と試験終了時の魚体の分析結果を表Ⅲ-3・4に、分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表Ⅲ-5に示した。

魚体 100g 当たりの全窒素は、試験開始時では 3.1g、試験終了時では週 5 日区が 3.3g、週 4 日区が 3.0g、週 3 日区が 3.2g、週 2 日区が 3.1g であった。

魚体 100g 当たりの全リンは、試験開始時では 348mg、試験終了時では週 5 日区が 354mg、週 4 日区が 361mg、週 3 日区が 418mg、週 2 日区が 494mg であり、給餌頻度が低いほど高かった。

魚体 100g 当たりの脂質は、試験開始時では 9.4g、試験終了時では週 5 日区が 9.4g、週 4 日区が 9.6g、週 3 日区が 7.5g、週 2 日区が 8.1g であり、週 3・2 日区がやや低かった。

表Ⅲ-3 配合飼料分析結果

項目	10mmサイズ
たんぱく質(g/100g)	40.4
全リン(mg/100g)	1,176
脂質(g/100g)	20.4
水分(g/100g)	6.9

表Ⅲ-4 プリ分析結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
全窒素(g/100g)				
開始時	3.1	3.1	3.1	3.1
終了時	3.3	3.0	3.2	3.1
全リン(mg/100g)				
開始時	348	348	348	348
終了時	354	361	418	494
脂質(g/100g)				
開始時	9.4	9.4	9.4	9.4
終了時	9.4	9.6	7.5	8.1
水分(g/100g)				
開始時	61.7	61.7	61.7	61.7
終了時	67.4	68.0	63.6	66.2

表Ⅲ-5 プリ 1 歳魚の昇温期における環境への窒素とリンの負荷量

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時総体重(g)	116,341	116,911	115,800	118,081
通算終了総体重(g)	174,763	167,844	159,975	151,611
給餌				
窒素量(g)	13,210.41	12,185.61	10,686.03	9,343.97
リン量(g)	2,403.38	2,216.94	1,944.12	1,699.96
開始時魚体				
窒素量(g)	3,606.57	3,624.24	3,626.06	3,660.51
リン量(g)	404.87	406.85	407.05	410.92
終了時魚体				
窒素量(g)	5,039.00	4,352.73	4,389.50	4,087.13
リン量(g)	540.55	523.78	573.38	651.30
増重1kg当たりの負荷(総重量換算)				
窒素量(g)	201.60	224.94	222.88	265.95
リン量(g)	38.82	41.23	40.03	43.53

増重 1 kg 当たりの環境への負荷量（総重量換算）は、窒素量では、週 5 日区が 201.60g, 週 4 日区が 224.94g, 週 3 日区が 222.88g, 週 2 日区が 265.95g, リン量では、週 5 日区が 38.82g, 週 4 日区が 41.23g, 週 3 日区が 40.03g, 週 2 日区が 43.53g といずれも週 5 日区が低く、週 2 日区が高かった。

ま と め

- 1) ブリ 1 歳魚の昇温期における適正給餌頻度等を把握するため、飼育試験を実施した。
- 2) 成長と飼料効率は、給餌頻度が高い順に良く、週 5 日の給餌がやや優れていた。生残率は、ほぼ 100% と良好であった。血液性状は、Ht 値・Hb 量・RBC で週 2・3 日の給餌がやや低い傾向であった。増重 1kg 当たりの環境への負荷は、窒素量およびリン量ともに、週 5 日の給餌が低かった。
- 3) これらのことから、ブリ 1 歳魚の昇温期における適正給餌頻度は、週 5 日の給餌と考えられた。

4) マハタ 0 歳魚から 1 歳魚

方 法

飼育試験は、平成 19 年 4 月 3 日～平成 20 年 3 月 6 日（48 週間）で実施した。

供 試 魚 マハタ 1 歳魚は、当場で平成 18 年 5 月下旬に採卵して種苗生産し、陸上水槽で VNN に感染して生き残った魚（VNN 耐過魚）を平成 19 年 1 月下旬に沖出し後、市販の配合飼料（EP）で予備飼育したものをを用いた。

試 験 区 試験区は、1 週間当たりの給餌日数を 5 日（月～金曜日）・4 日（月・火・木・金曜日）・3 日（月・水・金曜日）・2 日（月・木曜日）にかえて設定し、3×3×3m 生簀に 300 尾収容した。給餌は、市販の EP を給餌日に 1 回、ほぼ飽食量与えた。

魚体測定 I-1) と同じ。

血液性状検査 I-1) と同じ。

成分分析 I-1) と同じであるが、魚体は試験開始時から試験終了時までの 16 週間毎に分析した。

結 果

(1) 0 歳魚から 1 歳魚の昇温期（4～7 月）

飼育結果

飼育期間中の 2 m 層水温は、18.1～26.1（平均 21.6）℃であった。飼育結果は表 IV-1 に示した。

生残率は、各区とも 99% 以上と良好であった。

平均体重は、試験開始時が週 5 日区 116.0g, 週 4 日区 126.6g, 週 3 日区 133.7g, 週 2 日区 137.8g, 16 週目が週 5 日区 233.8g, 週 4 日区 241.0g, 週 3

表 IV-1 マハタ 0 歳魚から 1 歳魚の昇温期における飼育結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	116.0	126.6	133.7	137.8
4週目平均体重(g)	132.9	142.7	148.0	148.7
8週目平均体重(g)	178.2	190.5	190.7	195.8
12週目平均体重(g)	207.7	217.9	221.1	220.4
16週目平均体重(g)	233.8	241.0	237.7	227.8
開始時尾数	300	300	300	300
16週目尾数	284	284	284	285
斃死尾数	1	1	1	0
斃死合計体重(g)	212	139	127	0
サンプル尾数	15	15	15	15
サンプル合計体重(g)	2,781	3,051	3,044	2,809
飼育日数	112	112	112	112
給餌量(g)	51,079	51,696	50,950	47,104
生残率(%)	99.6	99.7	99.7	100
日間成長率(%)	0.60	0.56	0.50	0.44
日間給餌率(%)	0.88	0.84	0.82	0.77
飼料効率(%)	67.73	65.12	60.00	55.98

※16週目の麻酔事故は、週5日区が3尾、週4日区が2尾。

日区 237.7g, 週 2 日区 227.8g であった。

日間成長率は、週 5 日区が 0.60%, 週 4 日区が 0.56%, 週 3 日区が 0.50%, 週 2 日区が 0.44% であり、給餌頻度が高いほど高かった。

日間給餌率は、週 5 日区が 0.88%, 週 4 日区が 0.84%, 週 3 日区が 0.82%, 週 2 日区が 0.77% であり、給餌頻度が高いほど高かった。

飼料効率は、週 5 日区が 67.73%, 週 4 日区が 65.12%, 週 3 日区が 60.00%, 週 2 日区が 55.98% であり、給餌頻度が高いほど高かった。

血液性状結果

血液性状結果を表 IV-2-1～4 に示した。

Ht 値は、30.48～36.39% で推移し、12 週目の週 4 日区、16 週目の週 4・2 日区が少し低かった。

Hb 量は、8.08～9.96g/dl で推移し、試験開始時から 4 週目にかけて低下したが、その後高くなった。12 週目の週 4 日区、16 週目の週 4・2 日区が少し低かった。

RBC は、 $1.440 \sim 1.961 \times 10^6$ cells/mm³ で推移し、週 5 日区が 8 週目までは低かったが、16 週目には最も高くなった。

TCHO は、131.6～267.4mg/dl で推移し、試験開

表IV-2-1 マハタ0歳魚から1歳魚における血液分析結果

項目	試験区					
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区		
Ht値(%)	開始時	35.72	35.72	35.72	35.72	
	4週目	31.49	33.76	32.29	33.31	
	8週目	31.20	32.14	31.75	32.37	
	12週目	36.39	30.48	34.21	35.00	
	16週目	34.69	31.25	35.22	31.54	
	20週目	35.27	34.49	37.97	33.72	
	24週目	35.40	35.25	41.14	34.19	
	28週目	29.65	31.78	34.00	27.74	
	32週目	31.25	27.58	34.56	28.46	
	36週目	38.45	35.98	40.89	35.03	
	40週目	39.83	38.87	40.53	39.06	
	44週目	35.07	36.44	40.22	36.84	
	終了時	35.85	37.70	40.03	39.78	
	Hb量(g/dl)	開始時	9.02	9.02	9.02	9.02
		4週目	8.10	8.44	8.08	8.40
		8週目	8.54	8.66	8.90	8.64
12週目		9.20	8.52	9.46	9.38	
16週目		9.96	8.92	9.96	9.34	
20週目		9.54	9.80	9.60	9.28	
24週目		9.64	10.06	10.34	9.20	
28週目		8.32	8.86	9.44	7.80	
32週目		8.20	8.04	8.28	7.68	
36週目		9.40	9.48	10.00	9.34	
40週目		9.86	10.06	9.96	10.04	
44週目		8.92	9.46	9.92	9.24	
終了時		8.72	9.62	9.84	9.98	
RBC(10^6 cells/mm ³)		開始時	1.507	1.507	1.507	1.507
		4週目	1.478	1.638	1.535	1.527
		8週目	1.440	1.589	1.639	1.574
	12週目	1.677	1.578	1.750	1.729	
	16週目	1.961	1.671	1.747	1.713	
	20週目	1.877	1.908	1.895	1.868	
	24週目	1.959	2.154	2.071	1.924	
	28週目	1.700	1.829	2.032	1.525	
	32週目	1.756	1.713	1.806	1.717	
	36週目	1.769	1.868	1.950	1.794	
	40週目	1.956	2.009	1.834	1.975	
	44週目	1.796	1.807	1.933	1.792	
	終了時	1.627	1.814	1.874	1.898	
	TCHO(mg/dl)	開始時	200.4	200.4	200.4	200.4
		4週目	131.6	148.6	161.6	154.4
		8週目	166.2	173.0	174.4	185.2
12週目		218.4	197.6	227.4	242.2	
16週目		251.4	216.6	267.4	233.2	
20週目		252.4	246.8	271.0	236.6	
24週目		209.2	242.0	248.6	223.2	
28週目		160.6	170.6	216.8	116.4	
32週目		165.4	156.8	206.0	161.8	
36週目		256.4	242.2	284.2	245.8	
40週目		320.4	323.8	312.6	311.8	
44週目		304.6	290.4	330.0	318.4	
終了時		322.2	338.0	367.2	336.2	

始時から4週目にかけて低下したが、その後高くなった。

TGは、試験開始時の261.4mg/dlから16週目には124.2～161.0mg/dlと低くなった。

GOTは、58.8～207.0IU/lで推移し、12週目に週3日区以外は最も高くなり、各区とも16週目に低下した。

GPTは、945.0～2,537.0IU/lで推移した。

TPは、4.74～5.40g/dlで推移し、12週目の週4日区、16週目の週4・2日区が少し低かった。

ALBは、1.00～1.50g/dlで推移し、12・16週目の週4日区が少し低かった。

ALPは、192.8～389.8IU/lで推移し、試験開始時から各区とも4週目に低くなったが、その後高くなった。

AMYLは、289.2～654.8IU/lで推移し、12週目の週3・5日区と16週目の週3日区が少し高かった。

表IV-2-2 マハタ0歳魚から1歳魚における血液分析結果

項目	試験区					
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区		
TG(mg/dl)	開始時	261.4	261.4	261.4	261.4	
	4週目	191.8	197.2	195.6	245.0	
	8週目	211.6	142.6	200.2	197.0	
	12週目	212.6	209.0	153.4	182.6	
	16週目	127.0	161.0	124.2	136.0	
	20週目	130.4	187.2	167.4	187.2	
	24週目	121.8	138.8	131.6	180.4	
	28週目	199.6	143.8	170.2	181.4	
	32週目	226.4	204.8	152.8	192.8	
	36週目	190.0	155.0	210.6	224.4	
	40週目	205.8	235.6	260.4	245.6	
	44週目	252.4	233.6	304.6	419.0	
	終了時	220.8	282.8	248.6	401.6	
	GOT(IU/l)	開始時	85.8	85.8	85.8	85.8
		4週目	58.8	67.0	85.8	92.5
		8週目	114.4	81.2	100.0	123.0
12週目		160.6	207.0	92.0	136.8	
16週目		120.8	104.0	89.2	115.6	
20週目		67.3	82.3	91.8	92.6	
24週目		104.0	57.8	84.0	73.6	
28週目		61.0	67.0	81.8	61.8	
32週目		81.8	54.2	89.4	60.2	
36週目		97.2	77.2	81.2	92.6	
40週目		88.6	63.5	66.4	62.0	
44週目		59.0	40.6	36.8	60.4	
終了時		71.0	35.0	45.8	48.8	
GPT(IU/l)		開始時	1,678.6	1,678.6	1,678.6	1,678.6
		4週目	945.0	1,987.0	2,436.0	2,167.0
		8週目	2,249.0	1,775.0	1,806.0	2,537.0
	12週目	1,821.0	2,330.0	948.0	1,687.0	
	16週目	1,462.0	2,391.0	1,218.0	1,445.0	
	20週目	1,442.0	1,901.0	2,194.0	2,317.0	
	24週目	1,122.0	632.0	1,530.0	1,748.0	
	28週目	822.0	1,349.0	1,690.0	850.0	
	32週目	1,929.0	1,099.0	2,289.0	799.0	
	36週目	1,797.2	1,569.2	1,704.2	2,441.6	
	40週目	2,241.4	1,502.4	983.0	1,378.2	
	44週目	1,442.0	1,066.6	1,069.8	560.6	
	終了時	1,495.4	937.2	839.0	627.4	
	TP(g/dl)	開始時	5.14	5.14	5.14	5.14
		4週目	4.98	4.92	4.90	4.94
		8週目	5.16	5.16	5.24	5.18
12週目		5.30	5.06	5.32	5.40	
16週目		5.14	4.74	5.38	4.92	
20週目		5.30	5.28	5.18	5.10	
24週目		5.18	5.40	5.28	4.98	
28週目		4.00	4.46	4.94	4.36	
32週目		4.48	4.74	4.94	4.70	
36週目		4.80	5.00	5.20	4.64	
40週目		5.08	5.28	5.46	5.44	
44週目		4.90	4.82	4.96	5.04	
終了時		4.80	4.80	5.14	5.38	

BUNは、4.76～7.02mg/dlで推移し、8週目の週5日区と12・16週目の週2日区がやや低かった。

CREは、試験開始時の0.28mg/dlから16週目には0.64～0.80mg/dlと各区とも高くなった。

GLUは、45.8～100.4mg/dlで推移し、4・12週目の週2日区が少し高く、16週目の週3日区が少し低かった。

TBILは、0.18～0.34mg/dlで推移し、12週目に週3日区以外は最も高くなったが、16週目は低下した。

UAは、0.24～0.86mg/dlで推移し、各区とも8週目から12週目にかけて最も高くなり、16週目に低下した。試験区では、週2日区が高かった。

環境への窒素とリンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時から試験終了時までの魚体の分析結果を表IV-3・4に、分析結果から推定

表IV-2-3 マハタ0歳魚から1歳魚における血液分析結果

項目	試験区					
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区		
ALB(g/dl)	開始時	1.24	1.24	1.24	1.24	
	4週目	1.00	1.00	1.04	1.06	
	8週目	1.08	1.20	1.18	1.22	
	12週目	1.30	1.12	1.42	1.50	
	16週目	1.24	1.00	1.32	1.20	
	20週目	1.30	1.18	1.14	1.20	
	24週目	1.56	1.74	1.56	1.26	
	28週目	0.82	1.08	1.24	0.96	
	32週目	1.12	1.18	1.32	1.32	
	36週目	1.60	1.84	1.98	1.46	
	40週目	1.76	2.00	2.00	2.02	
	44週目	1.66	1.84	1.98	1.96	
	終了時	1.86	1.82	2.04	2.12	
	ALP(IU/l)	開始時	219.8	219.8	219.8	219.8
		4週目	192.8	195.4	202.0	216.0
8週目		244.8	263.2	266.2	267.2	
12週目		289.6	290.4	319.2	349.8	
16週目		356.4	349.4	389.8	366.6	
20週目		474.4	364.6	390.8	379.8	
24週目		528.2	530.0	510.8	407.4	
28週目		287.6	342.0	367.2	485.6	
32週目		213.6	242.6	244.0	281.2	
36週目		206.0	223.0	236.8	217.6	
40週目		203.6	205.4	196.0	206.2	
44週目		164.0	173.6	177.8	190.2	
終了時		180.6	177.2	211.8	200.6	
AMYL(IU/l)		開始時	355.8	355.8	355.8	355.8
		4週目	346.8	289.2	358.4	324.2
	8週目	398.2	400.2	422.6	461.8	
	12週目	596.0	521.0	621.6	470.4	
	16週目	551.6	520.6	654.8	526.0	
	20週目	502.4	704.4	601.2	652.8	
	24週目	555.4	622.4	744.4	612.2	
	28週目	452.6	347.0	533.4	252.8	
	32週目	295.6	286.6	394.6	372.0	
	36週目	482.6	400.8	594.2	468.6	
	40週目	553.2	555.8	507.8	488.4	
	44週目	484.4	464.8	516.6	416.0	
	終了時	388.2	487.8	485.6	352.8	
	BUN(mg/dl)	開始時	6.84	6.84	6.84	6.84
		4週目	5.78	5.24	6.00	5.20
8週目		4.76	5.74	6.28	6.10	
12週目		7.02	6.22	6.72	5.52	
16週目		5.76	6.04	6.58	5.20	
20週目		5.92	6.04	5.74	5.04	
24週目		5.04	4.86	5.82	4.20	
28週目		3.74	3.22	3.42	3.72	
32週目		2.14	3.44	2.56	2.16	
36週目		1.10	1.44	1.76	1.34	
40週目		1.48	1.34	1.64	1.18	
44週目		1.58	0.98	1.50	1.26	
終了時		0.82	0.80	1.14	0.90	

した環境への窒素とリンの負荷量を表IV-5に示した。

魚体100g当たりの全窒素は、試験開始時では2.8g、16週目では週5・3・2日区が3.0g、週4日区が2.9gであった。

魚体100g当たりの全リンは、試験開始時では398mg、16週目では週5日区が641mg、週4日区が658mg、週3日区が648mg、週2日区が666mgであり、給餌頻度が低いほど高い傾向であった。

魚体100g当たりの脂質は、試験開始時では13.4g、16週目では週5日区が9.1g、週4日区が9.7g、

表IV-3 配合飼料分析結果

項目	7mmサイズ
たんぱく質(g/100g)	48.4
全リン(mg/100g)	1,281
脂質(g/100g)	8.9
水分(g/100g)	9.5

表IV-2-4 マハタ0歳魚から1歳魚における血液分析結果

項目	試験区					
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区		
CRE(mg/dl)	開始時	0.28	0.28	0.28	0.28	
	4週目	0.34	0.34	0.34	0.34	
	8週目	0.42	0.38	0.34	0.36	
	12週目	0.38	0.36	0.48	0.46	
	16週目	0.72	0.68	0.80	0.64	
	20週目	0.80	0.84	1.18	0.88	
	24週目	0.76	0.76	0.86	0.84	
	28週目	0.48	0.56	0.72	0.40	
	32週目	0.60	0.46	0.58	0.54	
	36週目	0.48	0.48	0.56	0.42	
	40週目	0.30	0.24	0.38	0.18	
	44週目	0.16	0.20	0.20	0.16	
	終了時	0.10	0.10	0.10	0.10	
	GLU(mg/dl)	開始時	48.4	48.4	48.4	48.4
		4週目	46.8	62.6	45.8	98.2
8週目		91.8	67.8	84.4	55.6	
12週目		80.2	87.8	72.4	104.4	
16週目		100.4	92.0	70.2	96.2	
20週目		105.8	110.4	92.0	89.0	
24週目		83.8	95.0	99.4	97.0	
28週目		66.8	83.8	61.8	52.6	
32週目		50.8	48.8	51.4	43.6	
36週目		50.2	41.6	39.2	62.8	
40週目		45.0	33.2	33.0	37.4	
44週目		35.4	36.8	37.4	75.2	
終了時		44.0	34.4	36.6	50.2	
TBIL(mg/dl)		開始時	0.22	0.22	0.22	0.22
		4週目	0.18	0.20	0.20	0.20
	8週目	0.24	0.18	0.28	0.28	
	12週目	0.34	0.32	0.24	0.30	
	16週目	0.24	0.26	0.22	0.20	
	20週目	0.24	0.30	0.28	0.28	
	24週目	0.26	0.22	0.22	0.24	
	28週目	0.16	0.20	0.22	0.16	
	32週目	0.20	0.18	0.22	0.18	
	36週目	0.26	0.24	0.28	0.28	
	40週目	0.22	0.24	0.24	0.20	
	44週目	0.22	0.20	0.20	0.22	
	終了時	0.28	0.24	0.20	0.26	
	UA(mg/dl)	開始時	0.24	0.24	0.24	0.24
		4週目	0.24	0.36	0.26	0.46
8週目		0.48	0.44	0.50	0.58	
12週目		0.46	0.46	0.36	0.86	
16週目		0.32	0.34	0.36	0.44	
20週目		0.40	0.36	0.44	0.42	
24週目		0.34	0.30	0.42	0.32	
28週目		0.20	0.28	0.34	0.26	
32週目		0.30	0.22	0.32	0.28	
36週目		0.28	0.22	0.26	0.22	
40週目		0.14	0.12	0.16	0.14	
44週目		0.14	0.12	0.10	0.12	
終了時		0.12	0.10	0.10	0.16	

表IV-4 マハタ分析結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
全窒素(g/100g)				
開始時	2.8	2.8	2.8	2.8
16週目	3.0	2.9	3.0	3.0
32週目	2.9	2.7	2.7	2.9
終了時	3.0	3.0	2.9	2.7
全リン(mg/100g)				
開始時	398	398	398	398
16週目	641	658	648	666
32週目	628	628	614	462
終了時	682	649	573	613
脂質(g/100g)				
開始時	13.4	13.4	13.4	13.4
16週目	9.1	9.7	8.1	6.2
32週目	7.6	6.5	5.5	5.4
終了時	5.8	6.6	6.5	6.9
水分(g/100g)				
開始時	68.6	68.6	68.6	68.6
16週目	66.9	67.0	68.4	69.4
32週目	66.8	67.9	71.4	73.1
終了時	69.9	70.2	68.8	70.5

表IV-5 マハタ0歳魚から1歳魚の昇温期における環境への窒素とリンの負荷量

項目	試験区				
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
開始時総体重(g)	34,796	37,982	40,100	41,354	
通算終了総体重(g)	69,392	71,645	70,670	67,724	
給餌	窒素量(g)	3,955.56	4,003.34	3,945.57	3,647.73
	リン量(g)	654.32	662.23	652.67	603.40
開始時魚体	窒素量(g)	974.29	1,063.50	1,122.80	1,157.91
	リン量(g)	138.49	151.17	159.60	164.59
終了時魚体	窒素量(g)	1,991.97	1,985.20	2,024.97	1,947.45
	リン量(g)	425.62	450.43	437.39	432.33
増重1kg当たりの負荷 (総重量換算)	窒素量(g)	84.92	91.54	99.56	108.39
	リン量(g)	10.61	10.78	12.26	12.73

週3日区が8.1g, 週2日区が6.2gであり, 試験開始時より各区とも低くなり, 給餌頻度が低いほど低い傾向であった。

増重1kg当たりの環境への負荷量(総重量換算)は, 窒素量では, 週5日区が84.92g, 週4日区が91.54g, 週3日区が99.56g, 週2日区が108.39g, リン量では, 週5日区が10.61g, 週4日区が10.78g, 週3日区が12.26g, 週2日区が12.73gといずれも給餌頻度が高いほど低かった。

まとめ

- 1) マハタ0歳魚から1歳魚の昇温期における適正給餌頻度等を把握するため, 飼育試験を実施した。
- 2) 成長と飼料効率, 給餌頻度が高い順に良く, 週5日の給餌がやや優れていた。生残率は, 99%以上と良好であった。血液性状は, Ht値・Hb量・TPで週4・2日の給餌がやや低い傾向であった。増重1kg当たりの環境への負荷は, 窒素量およびリン量ともに, 週5日の給餌が低かった。
- 3) これらのことから, マハタ当歳魚から1歳魚の昇温期における適正給餌頻度は, 週5日の給餌と考えられた。

(2) 1歳魚の高水温期(7~11月)

飼育結果

飼育期間中の2m層水温は, 20.6~30.2(平均26.4)℃であった。飼育結果は表IV-6に示した。

生残率は, 9月上旬より斃死がみられ, 83~86%とやや悪かった。9月上旬の斃死個体からは, NNVがみられず, VNN耐過魚であることから, 斃死の主因はネオベネデニア症と判断した。

平均体重は, 32週目が週5日区293.3g, 週4日区292.3g, 週3日区283.1g, 週2日区271.8gで

表IV-6 マハタ1歳魚の高水温期における飼育結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	233.8	241.0	237.7	227.8
20週目平均体重(g)	244.5	248.2	244.4	227.9
24週目平均体重(g)	243.0	247.1	235.3	219.8
28週目平均体重(g)	241.7	242.7	232.1	218.0
32週目平均体重(g)	293.3	292.3	283.1	271.8
開始時尾数	276	277	279	280
32週目尾数	216	221	216	226
斃死・麻酔事故尾数	45	41	48	39
斃死・事故合計体重(g)	8,756	8,362	9,141	6,608
サンプル尾数	15	15	15	15
サンプル合計体重(g)	3,300	3,574	3,603	3,221
飼育日数	112	112	112	112
給餌量(g)	45,136	46,656	42,255	42,792
生残率(%)	84.4	85.9	83.5	86.4
日間成長率(%)	0.20	0.17	0.16	0.16
日間給餌率(%)	0.58	0.58	0.54	0.57
飼料効率(%)	24.20	20.61	17.89	17.84

※20週目の麻酔事故は, 週5・4・3日区が2尾, 週2日区が1尾。
*32週目の測定後ハネは, 週5・3日区が2尾, 週2日区が4尾。

あったが, 各区とも20週目から28週目にかけては, 28℃以上の高水温期間(8月下旬~9月上旬)が続いたことやネオベネデニア症の影響で低下した。

日間成長率は, 週5日区が0.20%, 週4日区が0.17%, 週3日区が0.16%, 週2日区が0.16%であり, 給餌頻度が高いほど高かった。

日間給餌率は, 週5・4日区が0.58%, 週3日区が0.54%, 週2日区が0.57%であり, 週3日区がやや低かった。

飼料効率は, 週5日区が24.20%, 週4日区が20.61%, 週3日区が17.89%, 週2日区が17.84%であり, 給餌頻度が高いほど高かった。

血液性状結果

血液性状結果を表IV-2-1~4に示した。

Ht値は, 27.58~41.14%で推移し, 24週目に最も高かったが, 28週目にかなり低下し, 週4日区以外は32週目にやや高くなった。試験区では, 週3日区が少し高く, 週2日区がやや低かった。

Hb量は, 7.68~10.34g/dlで推移し, 週2日区以外は24週目に最も高く, 各区とも32週目にかけてかなり低下した。試験区では, 週3日区がやや高い傾向であり, 週2日区がやや低かった。

RBCは, $1.525 \sim 2.154 \times 10^6$ cells/mm³で推移し, 24週目に最も高く, 32週目にかけてかなり低下した。試験区では, 週3日区がやや高く, 週2日区がやや低い傾向であった。

TCHOは, 116.4~271.0mg/dlで推移し, 20週

目に最も高かったが、28週目から32週目にかけて最も低くなった。試験区では、週3日区がやや高く、週2日区がやや低い傾向であった。

TGは、121.8～226.4mg/dlで推移した。

GOTは、54.2～120.8IU/lで推移し、16週目から32週目にかけて低下する傾向であった。

GPTは、632.0～2,391.0IU/lで推移した。

TPは、4.00～5.40g/dlで推移し、20週目から24週目にかけて最も高くなり、28週目にかなり低下し、32週目に少し高くなった。試験区では、週3日区がやや高い傾向であった。

ALBは、0.82～1.74g/dlで推移し、24週目に最も高かったが、28週目にかなり低下し、32週目に少し高くなった。

ALPは、213.6～530.0IU/lで推移し、週2日区以外は24週目に、週2日区は28週目に最も高くなり、その後かなり低下した。

AMYLは、252.8～744.4IU/lで推移し、20週目から24週目にかけて最も高くなり、その後かなり低下した。試験区では、週3日区がやや高い傾向であった。

BUNは、16週目の5.20～6.58mg/dlから32週目には2.14～3.44mg/dlに低下し、試験区では週2日区がやや低い傾向であった。

CREは、0.40～1.18mg/dlで推移し、20週目に最も高くなり、その後低下した。試験区では、週3日区がやや高い傾向であった。

GLUは、43.6～110.4mg/dlで推移し、20週目から24週目にかけて最も高くなり、その後少し低下した。試験区では、週4日区がやや高い傾向であった。

TBILは、0.16～0.30mg/dlで推移した。

UAは、0.20～0.44mg/dlで推移し、16週目から32週目にかけて低下する傾向であった。試験区では、週3日区がやや高い傾向であった。

環境への窒素とリンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時から試験終了時までの魚体の分析結果を表IV-3・4に、分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表IV-7に示した。

魚体100g当たりの全窒素は、32週目では週5日区が2.9g、週4・3日区が2.7g、週2日区が2.9gであった。

魚体100g当たりの全リンは、32週目では週5・4日区が628mg、週3日区が614mg、週2日区が462mgであり、給餌頻度が高いほど高かった。

魚体100g当たりの脂質は、32週目では週5日区が7.6g、週4日区が6.5g、週3日区が5.5g、週2日区が5.4gであり、給餌頻度が高いほど高かった。

増重1kg当たりの環境への負荷量(総重量換算)は、窒素量では、週5日区が328.91g、週4日区が396.17g、週3日区が477.80g、週2日区が450.63g、リン量では、週5日区が54.35g、週4日区が65.76g、週3日区が78.81g、週2日区が90.11gといずれも給餌頻度が高いほど低い傾向であった。

まとめ

- 1) マハタ1歳魚の高水温期における適正給餌頻度を把握するため、飼育試験を実施した。
- 2) 成長と飼料効率は、20週目から28週目にかけて28℃以上の高水温期間が約5週間継続したこと並びにネオベネデニア症による影響で体重が減少したため、低くなったが、給餌頻度が高い順に良く、週5日の給餌がやや優れていた。生残率は、83～86%とやや悪く、斃死の主因はネオベネデニア症であった。血液性状は、Ht値・Hb量・RBC・TCHO・BUNで週2日の給餌がやや低い傾向、Ht値・Hb量・RBC・TCHO・TP・AMYL・CRE・UAで週3日の給餌がやや高い傾向であった。増重1kg当たりの環境への負荷は、窒素量およびリン量ともに、週5日の給餌が低かった。
- 3) これらのことから、マハタ1歳魚の高水温期における適正給餌頻度は、週5日の給餌と考えられた。

表IV-7 マハタ1歳魚の高水温期における環境への窒素とリンの負荷量

項目	試験区				
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
開始時総体重(g)	64,489	66,921	66,325	63,625	
通算終了総体重(g)	75,412	76,537	73,883	71,261	
給餌	窒素量(g)	3,495.33	3,613.04	3,272.23	3,313.81
	リン量(g)	578.19	597.66	541.29	548.17
開始時魚体	窒素量(g)	1,934.67	1,940.71	1,989.75	1,908.75
	リン量(g)	413.37	440.34	429.79	423.74
終了時魚体	窒素量(g)	1,837.32	1,744.23	1,650.75	1,781.53
	リン量(g)	397.88	405.69	375.39	283.82
増重1kg当たりの負荷(総重量換算)	窒素量(g)	328.91	396.17	477.80	450.63
	リン量(g)	54.35	65.76	78.81	90.11

(3) 1歳魚の低水温期（11～3月）

飼育結果

飼育期間中の2m層水温は、11.2～20.7（平均16.2）℃であった。飼育結果は表IV-8に示した。

生残率は、ネオベネデニア症による斃死が若干みられ、95～98%であった。

平均体重は、試験終了時が週5日区369.6g、週4日区378.1g、週3日区357.9g、週2日区356.3gであり、給餌頻度が高いほど高い傾向であった。

日間成長率は、週5日区が0.21%、週4日区が0.23%、週3日区が0.21%、週2日区が0.24%であり、週2日区がやや高かった。

日間給餌率は、週5日区が0.36%、週4日区が0.38%、週3日区が0.37%、週2日区が0.41%であり、週2日区がやや高かった。

飼料効率は、週5日区が55.08%、週4日区が55.21%、週3日区が53.23%、週2日区が53.16%であり、給餌頻度が高いほうが若干高かった。

表IV-8 マハタ1歳魚の低水温期における飼育結果

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	293.3	292.3	283.1	271.8
36週目平均体重(g)	338.7	339.2	329.8	316.5
40週目平均体重(g)	361.2	364.3	349.3	339.6
44週目平均体重(g)	370.2	378.7	360.3	356.4
終了時平均体重(g)	369.6	378.1	357.9	356.3
開始時尾数	209	216	209	217
終了時尾数	190	192	189	194
斃死・放流尾数	4	9	5	8
斃死・放流合計体重(g)	891	1,660	990	1,448
サンプル尾数	15	15	15	15
サンプル合計体重(g)	6,106	5,545	5,798	5,581
飼育日数	112	112	112	112
給餌量(g)	28,290	30,133	28,109	30,948
生残率(%)	98.1	95.8	97.6	96.8
日間成長率(%)	0.21	0.23	0.21	0.24
日間給餌率(%)	0.36	0.38	0.37	0.41
飼料効率(%)	55.08	55.21	53.23	53.16

※放流尾数は、週5日区が2尾・週3日区が1尾。

血液性状結果

血液性状結果を表IV-2-1～4に示した。

Ht値は、27.58～40.89%で推移し、32週目から40週目にかけて高くなり、その後やや低下した。試験区では、週3日区が高かった。

Hb量は、7.68～10.06g/dlで推移し、Ht値と同様の傾向であった。

RBCは、 $1.627 \sim 2.009 \times 10^6$ cells/mm³で推移し、32週目から40週目にかけて高くなり、その後やや

低下する傾向であった。

TCHOは、156.8～367.2mg/dlで推移し、32週目から試験終了時にかけて高くなる傾向であった。試験区では、週3日区が高かった。

TGは、152.8～419.0mg/dlで推移し、32週目から試験終了時にかけて高くなる傾向であった。試験区では、週2日区が高かった。

GOTは、35.0～97.2IU/lで推移し、32週目から試験終了時にかけて低くなる傾向であった。

GPTは、560.6～2,441.6IU/lで推移した。

TPは、4.48～5.46g/dlで推移し、32週目から40週目にかけて高くなり、その後やや低下する傾向であった。試験区では、週3日区が高く、週5日区が低い傾向であった。

ALBは、1.12～2.12g/dlで推移し、32週目から試験終了時にかけて高くなる傾向であった。試験区では、週5日区が低い傾向であった。

ALPは、164.0～281.2IU/lで推移し、32週目から44週目にかけて低くなった。

AMYLは、286.6～594.2IU/lで推移し、32週目から40週目にかけて高くなり、その後低下する傾向であった。

BUNは、0.80～3.44mg/dlで推移し、32週目から試験終了時にかけて低くなる傾向であった。

CREは、0.10～0.60mg/dlで推移し、32週目から試験終了時にかけて低くなった。

GLUは、33.0～75.2mg/dlで推移し、32週目から40週目にかけて低くなる傾向であった。試験区では、週2日区が36週目と44週目で高かった。

TBILは、0.18～0.28mg/dlで推移した。

UAは、0.10～0.32mg/dlで推移し、32週目から試験終了時にかけて低くなった。

環境への窒素とリンの負荷量

使用した配合飼料、試験開始時から試験終了時までの魚体の分析結果を表IV-3・4に、分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表IV-9に示した。

魚体100g当たりの全窒素は、試験終了時では週5・4日区が3.0g、週3日区が2.9g、週2日区が2.7g

表IV-9 マハタ1歳魚の低水温期における環境への窒素とリンの負荷量

項目	試験区			
	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時総体重(g)	61,637	63,162	59,469	59,696
通算終了総体重(g)	77,218	79,799	74,431	76,147
給餌	窒素量(g) 2,190.78	2,333.50	2,176.76	2,396.61
	リン量(g) 362.39	386.00	360.08	396.44
開始時魚体	窒素量(g) 1,787.47	1,705.37	1,605.66	1,731.18
	リン量(g) 387.08	396.66	365.14	275.80
終了時魚体	窒素量(g) 2,106.63	2,177.82	1,961.65	1,866.19
	リン量(g) 478.91	471.14	387.59	423.69
増重1kg当たりの負荷 (総重量換算)	窒素量(g) 120.12	111.86	121.69	137.48
	リン量(g) 17.37	18.72	22.57	15.11

であった。給餌頻度が高いほど高かった。

魚体 100g 当たりの全リンは、試験終了時では週 5 日区が 682mg, 週 4 日区が 649mg, 週 3 日区が 573mg, 週 2 日区が 613mg であり、給餌頻度が高いほど高い傾向であった。

魚体 100g 当たりの脂質は、試験終了時では週 5 日区が 5.8g, 週 4 日区が 6.6g, 週 3 日区が 6.5g, 週 2 日区が 6.9g であり、週 5 日区がやや低かった。

増重 1 kg 当たりの環境への負荷量 (総重量換算) は、窒素量では、週 5 日区が 120.12g, 週 4 日区が 111.86g, 週 3 日区が 121.69g, 週 2 日区が 137.48g であり、週 4 日区が低く、週 2 日区が高かった。リン量では、週 5 日区が 17.37g, 週 4 日区が 18.72g, 週 3 日区が 22.57g, 週 2 日区が 15.11g であり、週 2 日区が低く、週 3 日区が高かった。

ま と め

- 1) マハタ 1 歳魚の低水温期における適正給餌頻度等を把握するため、飼育試験を実施した。
- 2) 成長と飼料効率は、若干の差であるが、週 4 日や週 2 日の給餌が優れていた。生残率は、ネオベネデニア症が主因とみられる斃死があり 95 ~ 98% であった。血液性状は、Ht 値・Hb 量・TCHO・TP・ALB で週 3 日の給餌がやや高い傾向であった。増重 1 kg 当たりの環境への負荷は、窒素量では週 4 日の給餌が低く、週 2 日の給餌が高く、リン量では週 2 日の給餌が低く、週 3 日の給餌が高かった。
- 3) これらのことから、マハタ 1 歳魚の低水温期における適正給餌頻度は、わずかな差であるが週 4 日の給餌と考えられた。

(担当：宮原)

5. 養殖魚疾病総合対策事業

高見 生雄・横山 文彦

この事業の目的は、県内の養殖業者に対して最も被害を及ぼしている魚病や他県で蔓延して大きな被害を与えているような魚病などの診断・治療・防疫技術の開発を行い、その技術を迅速に普及し、魚病に関する情報の交換をスムーズに行う体制を充実強化するものである。

I. 総合推進対策

養殖衛生に関する情報収集、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、全国会議への出席（表1）、地域合同検討会への出席（表2）、および県内防疫対策会議の開催（表3）を実施した。

表1 全国会議

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
平成 19年10月31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"> ・ コイヘルペスウイルス病に関して ・ 水産防疫対策について ・ 平成20年度予算要求について ・ 養殖衛生対策関連事業について ・ その他 ・ 魚類防疫関連情報 ・ 総合質疑
19年11月26 ～27日	三重県	(独)水産総合研究センター 各都道府県魚病担当者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 病気の診断法について考える ・ 症例検討・話題提供 ・ その他 ・ 総合質疑
19年12月6 ～7日	東京都	水族館関係者 各都道府県水産試験場研究員 東京大学の学生	東京大学海洋研究所 共同利用シンポジウム 日本動物園水族館協会 後援 <ul style="list-style-type: none"> ・ 環境問題と水族館 その現状、課題、そして将来展望
20年 3月6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"> ・ コイヘルペスウイルス病への対応について ・ 水産防疫対策について ・ 平成20年度予算要求について ・ アユのエドワジエラ・イクタルリ感染症について ・ 養殖衛生対策関連事業について ・ その他 ・ 総合質疑

表2 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
平成19年11月1 ～2日	大分県	九州・山口各県水産試験場	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各県魚病発生状況 ・ 症例検討、話題提供 ・ その他
19年10月 25 ～26日	大阪府	瀬戸内海・四国各県水産試験場	同上
20年 2月14 ～15日	宮崎県	南中九州・西四国各県水産試験場 関係大学	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各県魚病発生状況 ・ 症例検討、話題提供 ・ 抗酸菌症について ・ その他

表3 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
平成 19年11月14 ～15日	長崎市	水産試験場 水産業普及指導センター 県水産振興課 県漁業協同組合連合会	<ul style="list-style-type: none"> 魚病関連会議等の情報について 養殖技術科の取り組み事業について H19年度の地域における魚病発生状況および魚類養殖指導上の問題点当 話題提供、事例紹介 その他 総合討議
20年 3月11日	長崎市	水産試験場 水産業普及指導センター 県水産振興課 県漁業協同組合連合会	<ul style="list-style-type: none"> 水産用ワクチンの適正使用について 水産用ワクチンの指導体制について 新たに承認されるワクチンについて ワクチンの有効性が低かった事例について その他

II. 養殖衛生管理指導

1. 医薬品の適正使用指導

医薬品等の使用の適正化を図るため、随時指導を行った。

2. 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導

適正な養殖管理、防疫対策と水産用ワクチンの適正使用を図るため、養殖衛生講習会（表4）を開催した。

また、診断技術向上のため、魚病診断技術講習会（表5）を開催した。

III. 養殖場の調査・監視

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 10 検体、トラフグ 10 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。

IV. 疾病対策

水産業普及指導センターと連携し、県内で発生した 217 件の魚病について表6 のとおり診断および被害調査等を実施した。

表4 養殖衛生講習会

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容	担当機関
平成 19年 10月16日	長崎市	水産業普及員 (計7名)	養殖技術に関する話題、問題点	環境養殖技術開発センター
19年 10月19日	諫早市	動物医薬品販売員 (計20名)	魚類養殖の現状と水産用医薬品について	長崎県動物薬品器材協会
19年 11月6日	小佐々町	養殖業者、漁協職員、 水産業普及員 (計24名)	トラフグの粘液胞子虫性やせ病対策	環境養殖技術開発センター
19年 11月22日	福井県	日本水産学会中部支部 (計60名)	長崎県におけるトラフグ養殖の現状と課題	同上
19年 12月17日	上五島町	養殖業者、漁協職員 (計7名)	ベコ病研究の途中報告	上五島水産業普及指導センター
20年 2月8日	小佐々町	長崎県漁業公社職員 (計13名)	マハタのVNN感染耐過魚の免疫獲得に関する実験結果について	長崎県漁業公社
20年 3月12日	雲仙市	養殖業者、市職員 (計8名)	最近の魚病の傾向、新しい魚病対策	県南水産業普及指導センター

表5 魚病診断技術講習会

開催時期	開催場所	対象者 (人数)	内容	担当機関
平成19年5月1日	総合水試	長崎県漁業公社職員 (計1名)	PCR技術研修	環境養殖技術開発センター
20年 1月11 ~17日	総合水試	長崎市水産センター (計4名)	PCR技術研修	環境養殖技術開発センター

表6-1 平成19年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	
ブリ	0	ウイルス性腹水症			1											1
		ウイルス性腹水症+エラムシ症			1											1
		連鎖球菌症 (α)					5									5
		連鎖球菌症 (α) + ハダムシ症 (ベネデニア)					1									1
		ノカルジア症								1						1
		エラムシ症 (ヘテラアキシネ)											1			1
		ビタミンB1欠乏症											1			1
		食害 (鳥?)				1										1
		不明						1								1
		小計				3		7		1		1	1			13
	1	脳の粘液胞子虫症 (セ'レムア'ス)					1									1
		黄疸 (餌料性)											1			1
		不明												1		1
		小計					1						1	1		3
	2	ミコバクテリウム症								1						1
		ビタミンB1欠乏症												1		1
		不明				1		1								2
		小計				1		1		1				1		4
	不明	連鎖球菌症 (α)											1			1
		小計											1			1
	ブリ計				4	1	8			2		2	2	2		21
マダイ	0	マダイリドウイルス病					1								1	
		エドワジェラ症+エラムシ症							1							1
		エビテリオシスチス病		2	2	1					1					6
		エビテリオシスチス病+エラムシ症			1											1
		連鎖球菌症 (S. parauberis)					1									1
		緑肝+ラメロディスカス								1						1
		エラムシ症+ラメロディスカス									1	1				2
		不明						1					1			2
		小計		2	3	1	3		2	2	1	1				15
		1	エドワジェラ症								2					
	不明									1						1
	小計									3						3
	2	エドワジェラ症	1						2	1				2		6
		不明													1	1
		小計	1						2	1				2	1	7
	マダイ計		1	2	3	1	3	2	6	2	1	1	1	2	1	25

表6-2 平成19年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計		
トラフグ	0	ビブリオ病					1								1		
		ビブリオ病+ハダムシ症 (かがス)				1										1	
		滑走細菌症								1	1		1			3	
		エラムシ症 (ヘテロボツリウム)		1			1				1	2			1	6	
		粘液胞子虫性やせ病			2	1						2			1	6	
		エラムシ症 (ヘテロボツリウム) + 粘液胞子虫性やせ病											2			2	
		吸虫性旋回病						3								3	
		ハダムシ症 (シュードカリグス)				1										1	
		ハダムシ症 (ネオベネデニア) + 白点病									1					1	
		ハダムシ症 (シュードカリグス) + 滑走細菌症						1								1	
		ギロダクテルス症													1	1	
		心臓クドア症									1					1	
		嗜み合い						1								1	
		不明						1		1	1					3	
		肝臓障害+エラムシ症														1	1
		小計			1	3	2	8			4	5	4	1	1	3	32
	1	口白症				1										1	
		滑走細菌症+ビブリオ病				1										1	
		滑走細菌症+エラムシ症			1											1	
		エラムシ症 (ヘテロボツリウム)												1	1	2	
		エラムシ症 (ヘテロボツリウム) + 滑走細菌症	1						2							3	
		エラムシ症 (ヘテロボツリウム) + 心臓クドア					1									1	
		エラムシ症 (ヘテロボツリウム) + 頭部のハゲ					1									1	
		粘液胞子虫性やせ病								1						1	
		粘液胞子虫性やせ病+エラムシ症					1	1						1		3	
		トリコジナ症				1										1	
		スクーチカ症	1						2							3	
		ギロダクテルス寄生+滑走細菌+ビブリオ病					1									1	
		寄生虫 (ナガクビムシ) 寄生+エラムシ症		1												1	
		脳の粘液胞子虫 (セブテムカプスラ) + トリコジナ症						1								1	
		肝臓肥大 (真菌症)											1			1	
		不明				1		2								3	
不明 (貧血)													1		1		
不明 (頭部のハゲ)					1										1		
不明+エラムシ症													1		1		
小計			2	1	3	7	4	4	1				3	2	1	28	
トラフグ計			2	2	6	9	12	4	5	5	4	4	3	4	60		
ヒラメ	0	ウイルス性出血性敗血症 (VHS)										1			1		
		滑走細菌症+スクーチカ+VHS+エドワジェラ症			1											1	
		スクーチカ症		1								1	1			3	
		スクーチカ症+滑走細菌症				1										1	
		スクーチカ症+トリコジナ症		1												1	
		不明	1						2			1				4	
	小計	1	2	1	1			2			3	1			11		
	1	エドワジェラ症			1	1										2	
		VHS+連鎖球菌症 (パラウベリス)													1	1	
		小計			1	1									1	3	
ヒラメ計			1	2	2	2		2			3	1		1	14		
ヒラマサ	0	エラムシ症		1			1								2		
		小計		1			1								2		
	1	レンサ球菌症 (α)			1		1									2	
		小計			1		2									3	
	2	レンサ球菌症 (α)								1						1	
		ハダムシ (ベネデニア) + エラムシ症 + 血管内吸虫					1				1	2				4	
		小計					1				1	2				5	
	ヒラマサ計				1			2		1	1	2			7		

表6-3 平成19年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	
カンパチ	0	ノカルジア症							1						1	
		小計							1						1	
	1	連鎖球菌症(α)				1										1
		ハダムシ(ベネデニア)								1						1
		ハダムシ(ベネデニア) + エラムシ症 + ビブリオ病					1									1
		不明				1										1
小計				2	1			1						4		
カンパチ計						2	1		2						5	
クロマグロ	0	マダイイリドウイルス病					1		2						3	
		血管内吸虫症		1											1	
		骨折	1						2					2	5	
		不明				1							1		2	
		小計	1	1		1	1	2	2					3	11	
	1	不明(環境要因の可能性大)		2											2	
小計		2												2		
クロマグロ計			1	3		1	1	2	2				3		13	
マハタ	0	ウイルス性神経壊死症(VNN)					1								1	
		不明		1											1	
		小計		1											2	
	1	ウイルス性神経壊死症(VNN)					1			1	1					3
		アミルウージニウム症	1						2							3
		不明											1		1	
		小計	1				1	2	1	1			1		7	
	2	ウイルス性神経壊死症(VNN)				1					1					2
		ハダムシ症(ネオベネデニア)					1								1	
		不明	1						2						3	
		小計				1	1	2		1					5	
	3	不明		1						1					2	
		脳の粘液胞子虫(セブテムカプスラ)			1										1	
小計			1	1					1					3		
マハタ計			1	2	1	1	3	4	2	2		1		17		
ホシガレイ	0	エドワジェラ症			1						1				2	
		滑走細菌症		1											1	
		ビブリオ病										2	1		3	
		白点病		1											1	
		ペコ病				1									1	
		ペコ病 + ビブリオ病					1								1	
		嗜み合い				1									1	
		不明			1		1		1						3	
	小計		2	2	2	2		1	1	2	1			13		
	ホシガレイ計				2	2	2	2		1	1	2	1		13	
	マサバ	1	連鎖球菌症(α)				1									1
細菌性疾(日和見感染?)						1									1	
不明			1					2							3	
小計			1			2		2							5	
不明		不明(細菌性疾)			1										1	
		不明	1	1				1							3	
小計	1	1	1			1							4			
マサバ計			2	1	1	2		3						9		
スズキ	1	不明				1									1	
		脳の粘液胞子虫症(セブテムカプスラ)				1									1	
		小計				2									2	
スズキ計						2								2		
タイリクスズキ	不明	環境悪化			1										1	
		小計			1										1	
タイリクスズキ計					1									1		
カサゴ	0	連鎖球菌症(β)					2								2	
		不明							1			1	1	3		
		小計					2		1			1	1	5		
	カサゴ計						2		1			1	1	5		

表 6 - 4 平成 19 年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
メジナ	1	滑走細菌症+エラムシ症 (ビバギナ様)			1										1
		小計			1										1
	3	連鎖球菌症 (パラウベリス)		1											1
		小計		1											1
メジナ計				1	1										2
カワハギ	0	滑走細菌症+ビブリオ病								1					1
		不明								1					1
		小計								2					2
	不明	滑走細菌症									1				1
		小計									1				1
カワハギ計									3					3	
ウマツラハギ	不明	連鎖球菌症 (β)	1					2							3
		不明 (細菌感染症)													
		小計	1					2							3
ウマツラハギ計			1				2							3	
イシダイ	不明	マダイイリドウイルス病							1						1
		白点病					1		1						2
		不明	1	1	1	1	1	1							5
		小計	1	1	1	1	1	1	2						8
イシダイ計			1	1	1	1	1	1	2					8	
アカアマダイ	0	不明								1					1
		小計								1					1
アカアマダイ計									1					1	
コイ	不明	コイヘルペスウイルス病			8										8
		小計			8										8
	コイ計			8											8
総計			10	17	30	24	35	20	24	15	14	11	11	6	217

V. ウイルス性疾病の対策検討

ハタ類のウイルス性神経壊死症 (VNN) の防除対策

1. 種苗生産時の RGNNV の保有検査

本症の感染経路を遮断する目的で、平成 18 年度に引き続き、種苗生産時に RGNNV の保有検査を行った。

方 法

種苗生産に使用するマハタとクエの親魚由来の精子、卵母細胞、卵の RGNNV 保有検査を行った。

なお、検査は RT-PCR と Nested-PCR により RGNNV の遺伝子の有無を確認する方法で行った。

結 果

表 7 に RGNNV の保有検査の結果をまとめた。

卵母細胞が Nested-PCR で陽性となった親魚については採卵をせず、卵および精子が陽性となった場合には、種苗生産に使用しなかった。

2. 感染耐過魚に対する VNN 攻撃試験

感染耐過したマハタが VNN に対して免疫を獲得している可能性を見極めることを目的として、RGNNV による攻撃試験を行った。

表 7 検体別ウイルス検査結果

検体名	検体数	ウイルス検査陽性検体数	
		RT-PCR	Nested-PCR
マハタ精子	15	0	5
マハタ卵母細胞	33	0	9
マハタ卵	7	0	0
クエ精子	11	0	1
クエ卵母細胞	15	0	0
クエ卵	10	0	0
合計	91	0	15

方 法

供試魚および試験区

供試魚には、平成 19 年度に長崎県漁業公社で種苗生産されたマハタを使用した。陸上水槽で紫外線照射海水で飼育されたマハタを対照区とし、海面イケスに移動した後に VNN を発症して生残率が 17.2% の群を耐過 1 区とし、生残率がほぼ 100% の群を耐過 2 区として、試験区を 3 試験区設定した。

飼育

1 t キャンバス水槽に紫外線照射海水を 4 回転/日

の割合で給水し、この中に直径 55cm のカゴを 3 個入れて、それぞれに 54 尾の供試魚を入れて、投げ込み式チタンヒーターで加温して、4 週間飼育した。飼育期間中は 1 週間に一度の割合で EP を適量投与した。

攻撃

NS05RG-01 と NS06RG-01 を 1:1 に混ぜて、0.1ml / 尾接種し、死亡した個体の脳を磨碎して、ろ過したものを攻撃用のウイルス液とし、HBSS で 1,000 倍希釈して 1 尾当たり 0.1ml を接種したマハタ 4 尾を飼育水槽で同居させる方法で攻撃した。なお、飼育期間中の水温と死亡尾数を記録した。また、死亡魚は -30℃ で保存した。

評価

死亡率から χ 二乗検定により、有意差を求めたうえで、死亡数と生残数により有効率を求めた。

結 果

試験期間中の水温と各試験区の死亡状況を図 1 に示した。攻撃後、4 日目から耐過 1 区に死亡が認められるようになり、6 日後には対照区に、7 日後には耐過 2 区に死亡が認められるようになった。

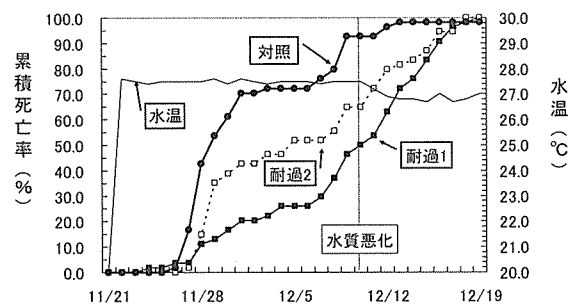


図 1 水温と各試験区の累積死亡率

試験終了時の各試験区の累積死亡率は表 8 のようになり、対照区に対する耐過 1 区および耐過 2 区については、死亡率に有意差は無く、免疫獲得率は耐過 1 区、耐過 2 区共にマイナスとなり、耐過魚が免疫を獲得した結果にはならなかった。

しかし、試験開始から 1 週間後と 2 週間後の累積死亡率に注目すると対照区に比べて明らかに耐過 1 区の累積死亡率が低く、耐過魚が VNN に対する抵抗性を得たことがわかる。この実験では、攻撃 19 日後にエアレーションの故障により水質が悪化し、その後、耐過魚の死亡が急激に増加した。この結果から、耐過魚

表 8 累積死亡率と有効率

試験区	累積死亡率 (%)				有効率	危険率 5%
	1週間後	2週間後	3週間後	4週間後		
耐過1区	11.1	25.9	63.0	100.0	-2%	有意差なし
耐過2区	14.8	51.9	79.6	100.0	-2%	有意差なし
対照区	42.6	72.2	96.3	98.1	-	-

は VNN に対する免疫を獲得していたと推察される。

ま と め

- 1) 種苗生産時に RGNNV の保有状況検査を 91 検体について実施した。
- 2) 感染耐過魚が VNN に対する免疫を獲得するか否かの確認のために攻撃試験を実施した結果、免疫を獲得する可能性が示唆された。

(担当 高見)

VI. 細菌性疾病の対策検討

ビーズ式細胞破碎装置を用いた養殖魚からのテトラサイクリン系抗生物質の分析

魚病治療のために水産用医薬品は不可欠である一方、養殖魚への残留が食品衛生上大きな問題となる。ポジティブリスト制度施行に伴い公定法が提示されているが、公定法は特定の医薬品の残留濃度を迅速に把握したい生産者側にとっては利便性を欠いていると言える。そこで医薬品投与に直接関与する生産者が残留濃度の詳細を経時的に把握できる簡便・迅速な分析法を開発することが残留医薬品問題に有効であると考え、生産者側にとって実用的な分析法の開発を目的とした。(この実験は、県立シーボルト大学の岸田邦博氏が実施した。)

方 法

試料

水産用医薬品を使用せずに養殖したブリ及び OTC を筋肉注射したブリより得られた筋肉組織をサンプルとして使用した。

装置

ビーズ式細胞破碎装置: Micro Smash MS-100 (トミー精工社製)

ロータ・ステータ方式ホモジナイザー: POLYTRON

PT3100 (KINEMATICA 社製)

小型冷却遠心分離機:Fresco 17 (サーモフィッシャー
サイエンティフィック社製)

～高速液体クロマトグラフィー (HPLC) カラム～

Mightysil RP-8 (4.6mm i.d.×150mm, 5・m)

Mightysil RP-8 (4.6mm i.d.×250mm, 5・m)

Mightysil RP-4 (4.6mm i.d.×150mm, 5・m)

Mightysil RP-4 (4.6mm i.d.×250mm, 5・m)

LiChrospher 100 RP-8e (4.6mm i.d.×250mm, 5・m)

Purospher STAR RP-8e (4.6mm i.d.×250mm, 5・m)

Discovery HS F5 (4.6mm i.d.×150mm, 5・m)

(Mightysil シリーズは関東化学社製,

LiChrospher 及び Purospher はメルク社製,

Discovery はスペルコ社製)

サンプル調製

マイクロチューブにサンプル 0.2g を量りとり、抽出溶媒として 1% 酢酸-アセトニトリル (50:50, v/v) を 0.6ml 加え、ジルコニアビーズ 3 粒 (φ 3.0) を用いビーズ式細胞破碎装置で抽出した。抽出液を遠心分離 (10000g, 5min) し得られた上清をろ過 (0.20・m) 後、HPLC で分析した。

結 果

サンプル調製

ビーズ式細胞破碎装置の抽出効率確認の為、OTC 6.6mg/kg を筋肉注射したブリより得られた筋肉組織をサンプルとし、ロータ・ステータ方式ホモジナイザーとの比較を行った。実験操作はそれぞれ以下のとおりである。

ロータ・ステータ式: サンプル 5g + 溶媒 20ml

ビーズ式: サンプル 0.2g + 溶媒 0.8ml

抽出溶媒 1% 酢酸-アセトニトリル (50:50, v/v)

ホモジナイズ後、5000g, 10min 遠心分離を行い、上清をメンブランフィルターでろ過したものを HPLC で測定した。

ビーズ式細胞破碎装置からは 1.25 ± 0.01 ppm, ロータ・ステータ方式ホモジナイザーからは 1.27 ± 0.03 ppm (ともに $n=3$) と抽出率及び精度について差は認められなかったが、サンプル量、溶媒量及び分析時間の点からビーズ式細胞破碎装置が有効であると

思われた。

HPLC 測定条件の検討

HPLC のみによるテトラサイクリン系抗生物質 4 種の同時分析の例は少なく、Furusawa による牛乳中からの分析例 (*Talanta*, 59 (2003) 155-159) のみである。そこで、まず上記報告に使用されている HPLC カラム LiChrospher 100 RP-8e を用い同条件 (移動相: 酢酸-蒸留水-アセトニトリル (4:61:35, v/v) で分離を確認したが、4 種化合物は分離できたもののリテンションタイム (Rt) に大きな差があった (文献: OTC (5.0min), TC (6.1min), CTC (9.2min), DC (10.4min), 本研究: OTC (8.1min), TC (10.1min), CTC (16.2min), DC (17.9min)) 本研究で得られた Rt では、特に CTC 及び DC の検出感度が低くなり実用に適さないことから、移動相中の酢酸及びアセトニトリル濃度を検討し、Rt の改善を試みた。アセトニトリル濃度を増やすと (40%) CTC, DC の Rt は若干早まったが、2つのピークが近づき分離不良となった。酢酸濃度を増やし、アセトニトリルを減らした移動相 (酢酸-蒸留水-アセトニトリル (10:60:30, v/v) において良好な分離が得られたが (OTC (5.1min), TC (6.0min), CTC (9.3min), DC (10.7min)) HPLC カラムの酸性限度 pH2 を下回り、カラムが劣化したために、本カラムでの分離検討は断念した。

LiChrospher 100 RP-8e に比較的近いカラム Purospher STAR RP-8e, 及びより保持の弱いカラム Mightysil RP-4, RP-8 シリーズで移動相に酢酸, シュウ酸, クエン酸, 酒石酸, アセトニトリル, メタノール, エタノールを使用して分離を検討したが、いずれも良好な結果は得られなかった。

上述のように比較的一般的なカラムである逆相系の C-8, C-4 カラムでは一斉分析が難しいことから、保持・選択性が逆相系カラムとは異なる Pentafluorophenylpropyl 基を導入した Discovery HS F5 カラムで検討を行った。その結果、移動相としてクエン酸 20mM-アセトニトリル (6:4, v/v) を使用することにより、ピーク形状及びリテンションタイムともに良好な結果が得られた。(OTC (5.7min), TC

(7.4min), CTC (12.2min), DC (13.7 min)) この条件を基に, LC/MS での使用を考慮し, クエン酸に換えて揮発性の酸である酢酸での分離を検討したが, カラムからの溶出が遅く (= Rt が遅い), 実用的な条件は確立できなかった。また, 毒性溶媒使用の削減のため, アセトニトリルに換えてエタノール系での分離を試みたが, カラム圧力が耐圧を越えてしまいエタノール系での分析はできなかった。よって以下の条件で HPLC による測定を行った。

分析カラム: Discovery HS F5

移動相: 20mM クエン酸: アセトニトリル (6:4, v/v)

流速: 1.0 ml/min

測定波長: 360 nm

注入量: 20・1

添加回収試験

薬品が残留していないことが確認されているサンプルを用い, OTC, TC, CTC, DC を同濃度添加して回収試験を行った。添加濃度は 0.1, 0.5, 1.0ppm の 3 段階で行った。平均回収率 68~76%, 変動係数 5~9% であり, やや回収率は低いものの比較的良好な結果が得られた。しかし, 分析当初は Figure 2 に示すような良好なクロマトグラムが得られていたが 20 サンプル程度分析を行うと, ピークの縮小やブロード化が見られ, さらに分析と続けるとピークの先が割れる等の現象が観察されたことからカラムが劣化していることが示唆された。簡便な前処理による夾雑物の残留に加え Discovery HS F5 が一般的な逆相カラムに比べ劣化しやすいことが原因であると考えられる。

ま と め

- 1) ビーズ式細胞破碎装置を用いることにより, 前処理の簡略化ならびに溶媒使用量の削減が達成された。
- 2) 本法は, スクリーニング法としては簡便で有効な分析法であると考えられる。

(担当 高見)

VII. 寄生虫性疾病の対策検討

アミルウージニウム症への対策検討

平成 17 年以降, 県内の複数の陸上養殖施設のトラフグやホシガレイ等においてアミルウージニウム

(*Amyloodinium ocellatum*) 症が発生した。本症は, 感染速度が速く, 魚の異常発生から数日で大量死をもたらす。白点虫と同様に宿主を選ばないため, 陸上養殖を推進する上で大きな障害となっている。そこで, 本症の防除方法の検討に向け, 防除方法, 抑制方法, 保存方法の検討を行った。

1. 防除及び抑制方法の検討

方 法

本寄生虫に対して顕著な効果を示す治療法は無いことから, 各種耐性等を調べ, 治療に向けた検討を行った。

なお, 本寄生虫は魚に寄生する段階である仔虫, 魚体に寄生している栄養体, 魚から離脱しているシストの時期に分類されている。

銅イオン耐性

硫酸銅を海水で溶解させたのち段階希釈した海水を 24 穴プレートに 500 μ L 入れ, 平成 17 年 7 月 21 日養殖魚由来株 (以下, A 株) の仔虫を 24 穴プレートに 500 μ L 添加して, 実体顕微鏡で仔虫の運動性を経時的に観察し, 全ての仔虫が停止するまでの時間を観察した。試験中の温度は 26~28°C とした。

過酸化水素耐性

マリンサワー SP30 を海水で段階希釈したものを 24 穴プレートに 500 μ L ずつ入れ, A 株の仔虫を 500 μ L ずつ添加し, 実体顕微鏡で仔虫の運動性を経時的に観察し, 全ての仔虫が停止するまでの時間を測定した。試験中の温度は 25°C 程度とした。

併せて, 100L パンライト水槽に各種濃度の過酸化水素海水 70L 入れ, 感染魚 6 尾と未感染魚 2 尾を入れて 72 時間同居飼育し, 同居感染の有無を確認した。試験は止水で行い, 24 時間毎に飼育水 35L を取り除き, 同じ濃度の過酸化水素海水を 35L 追加した。水温は 28°C 程度 (室温) とし, 供試魚はトラフグ (体長 10cm 程度) を用いた。

オゾン耐性

当水試で殺菌に用いられる濃度 0.45ppm のオゾン海水 1,000 μ L を入れた 24 穴プレートに A 株由来の仔虫を添加して, 実体顕微鏡で仔虫の運動性を確認した。

塩素耐性

各種次亜塩素酸濃度におけるシストの殺虫効果を検

討した。塩素は高杉製薬製「アサヒラック」(10%次亜塩素酸ナトリウム)を海水で希釈して使用し、シストは平成18年7月14日に病魚から採取したもの(以下、B株)を用いた。

長時間試験では、塩素濃度1~40ppmの海水を6穴プレートに8mL入れ、シストを添加し、25℃で5日間インキュベーションし、シストの分裂の有無を実体顕微鏡で確認した。

短時間試験では、50mLシリンジにシストを入れた後、シリンジに塩素濃度12.5~100ppmの海水を50mL吸い込み、所定の時間静置し、孔径8.0 μ mのポリカーボネートフィルターをセットしたフィルターガイドでろ過した後、塩素を除去するため50mLシリンジを用い海水50mLでフィルターガイド内を5回洗浄し、回収したシストを6穴プレートに入れ、25℃で5日間インキュベーションし、ふ化の有無を実体顕微鏡で確認した。

低塩分耐性

寄生虫の治療には淡水浴が広く用いられていることから、A株由来のシストを用いて低塩分による殺虫の可能性を検討した。

24穴プレートに塩分1.025~32.8の海水を1,000 μ L入れ、シストを添加したのち、25℃で72時間インキュベーションし、仔虫のふ化の有無を実体顕微鏡で確認した。

生石灰による殺虫

アミルウージニウムはシストになった際に魚体から離脱し、海底で分裂し、仔虫を産生しており、白点虫と同様の生活環をもっている。そこで、白点病の被害軽減のために用いられる生石灰によるシストの殺虫の可能性を検討した。

300mLの海水を入れた300mLビーカーに、生石灰を1g、2.5g、10g入れ、25℃まで冷却した後、A株由来のシスト100個程度を水面から静かに添加し、25℃で72時間インキュベーションして、仔虫の有無を実体顕微鏡で確認した。

ワムシと二枚貝による仔虫の補食の可能性

アミルウージニウムの仔虫の大きさはアルテミア程度であることから、ワムシとアコヤ貝の補食の可

能性を検討した。ワムシ区は300mLビーカーにワムシが5個/mL入った海水200mLを入れたもの、アコヤ貝区は1Lビーカーに海水800mLとアコヤ貝5個を入れたもの、対照区は300mLビーカーに海水200mLを入れたものとし、それぞれの試験区にA株由来の仔虫を20個/mLの濃度となるように添加し、室温(約28℃)で1時間静置し、顕微鏡で仔虫の濃度を測定した。なお、試験には当水試で生産したL型ワムシとアコヤ貝を用いた。試験温度は25℃とした。**魚を移動することでの治療の可能性**

水槽で白点病が発生した場合、魚を別の水槽に複数回移動することでの治療が可能である。そこで、白点虫と同様の生活環を持つアミルウージニウムにおいても同様の治療方法の可能性を検討した。A株由来の虫体が寄生したマダイ(尾叉長12cm程度)を、別の水槽に移動し2~3日間流水で飼育し、再び別の水槽へ移動という移動を4回繰り返す、顕微鏡によりエラに寄生している栄養体の有無を確認した。飼育水温は26℃程度とした。

換水率による発症抑制の可能性

本県において、本寄生虫は閉鎖循環式陸上養殖場で発生するものの、掛流し式の陸上養殖施設での発生は確認されていない。掛流し式では換水によりシストが排出することで発症しないと考えられるため、換水率を変えた場合での発症抑制の可能性を検討した。

H19年4月26日に病魚から採取した株の仔虫を0.3個/mLの濃度に調整した海水中にマダイ(尾叉長12cm程度)を入れ、3時間止水で攻撃し、21時間換水して飼育したのち、換水率が異なる100Lパンライト水槽に20尾ずつ入れて飼育を行った。なお、攻撃及び飼育時の水温は26℃とし、水槽内の掃除は行わなかった。

結 果

銅イオン耐性

銅イオン濃度が500ppbでは2分後に、250ppbでは3分後に、125ppbでは5分後に全ての仔虫の運動性が無くなった(表9)。

しかし、一般的に銅イオンは100ppb以上では魚に対する毒性が強くなると言われていることと、仔虫

表9 銅イオンに対する仔虫の耐性

銅イオン濃度 (ppb)	経過時間(秒)					
	30	60	120	180	240	300
500	+	+	-	-	-	-
250	+	+	+	-	-	-
125	+	+	+	+	+	-
63	+	+	+	+	+	+
31	+	+	+	+	+	+

+:運動性を有した仔虫が存在

-:全ての仔虫が停止

の寄生は魚と接触した時点で速やかに行われると考えられるため、仔虫が停止するまでに感染が成立する可能性があることから、魚への影響が少ない濃度では治療効果と感染抑制は期待できるものの完全な駆除は困難であると考えられた。

また、250ppbで2分20秒経過して運動が停止した仔虫をオニオコゼを入れた水槽に添加したところ感染が成立したことから、運動が停止した後も寄生能力を有している事がわかった。

過酸化水素耐性

仔虫に対する試験では、過酸化水素濃度が350ppmと175ppmでは2分後に、88ppmでは3分後に、44ppmでは10分後に全ての仔虫の運動性が無くなった(表10)。

表10 過酸化水素に対する仔虫の耐性

過酸化水素濃度 (ppm)	経過時間(分)					
	1	2	3	5	10	15
350	+	-	-	-	-	-
175	+	-	-	-	-	-
88	+	+	-	-	-	-
44	+	+	+	+	-	-
22	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	+
0	+	+	+	+	+	+

+:運動性を有した仔虫が存在

-:全ての仔虫が停止

同居飼育試験では、過酸化水素濃度が0~50ppmでは同居感染が成立するとともに寄生数の増加が見られた(表11)。100ppmでは同居感染は成立しなかったが、感染魚が24時間で全滅した。仔虫の結果と併せて考えると、過酸化水素存在下での感染抑制効果は

表11 過酸化水素存在下での同居飼育試験

濃度 (ppm)	同居感染 の有無	寄生数の 増減
100	なし	-
50	あり	増加
25	あり	増加
0	あり	増加

期待できないことがわかった。

オゾン耐性

10分間観察したが、仔虫は運動性を有していたことから、0.45ppmでは殺虫効果は望めないことが判った。

塩素耐性

長時間試験では1~5ppmでシストがふ化し、10ppmではシストの分裂は起こったもののふ化までは起こらなかった。20~40ppmでは分裂もふ化も起こらなかった。このことから、水槽等長時間を掛けて塩素消毒を行う場合には20ppmを目安に行う必要があると考えられた。

短時間試験では100ppm、30分のみでシストがふ化せず、それ以外の試験区ではふ化した(表12)。このことから、アミルウーヅニウムのシストは塩素に対する耐性が非常に高く、飼育に使用する海水を塩素で処理する事は現実的で無いと考えられた。

表12 塩素耐性試験

塩素濃度 (ppm)	経過時間(分)			
	0.25	1	5	30
100	×	×	×	○
50	×	×	×	×
25	×	×	×	×
12.5	×	×	×	×
0	×	×	×	×

×…ふ化あり

○…ふ化無し

低塩分耐性

塩分32.8~2.05の区でふ化しており、塩分1.025区と0.0区ではふ化しなかった。このことから、淡水浴による殺虫は望めないことがわかった。

生石灰による殺虫

生石灰1g、2.5g、10gのいずれでも仔虫は確認で

きなかったことから、生石灰の散布により治療または感染の抑制が可能だと考えられる。ただし、生石灰は海水と触れることで発熱するためビニールを用いた水槽では水槽を傷める可能性が高いこと、また、水槽の底で固まって除去が困難であることから、陸上水槽での使用は困難だと考えられる。

ワムシと二枚貝による補食の可能性

1時間後の仔虫濃度は、対照区 17 個/mL、ワムシ区 2.5 個/mL、アコヤ貝区 0.0 個/mL となり、L型ワムシとアコヤ貝いずれでも仔虫を補食することが確認できた。このことから、陸上水槽の飼育水槽中にワムシや二枚貝を入れることで、一定の予防効果があると考えられた。

魚を移動することでの治療の可能性

終了時点でエラには虫体は確認できなかった。この方法では魚体から離脱したシストがふ化して再び魚体に戻ることが不可能となり、最終的に寄生していた全ての栄養体がシストとなり魚体から離脱したと考えられ、本寄生虫病の治療が可能であった。なお、本寄生虫は水温により魚体に寄生してから離脱するまでの日数と、魚体から離脱して再び寄生するまでの日数が大きく変化することから、水温が低い場合は水槽を移動するまでの日数を延ばした方が良いと考えられる。

換水率による発症抑制の可能性

換水率が 1～6 回転/日では全滅したが、8～12 回転/日では全く死亡しなかった (図 2)。このことから、8 回転/日以上で換水率とすることで発症を抑制できる可能性が高いと考えられた。これは、換水により多くのシストが水槽外に排出され、魚の死亡に到るほど虫体数が増加できなかったためと考えられる。通常の掛流式陸上養殖現場での換水率は 8～12 回転/日程度であることから、掛流式陸上養殖では本寄生虫病が発生しにくいと考えられる。

なお、この試験では水槽内の掃除を一切行っていないことから、水槽の底掃除等を行うことで更に少ない換水率での発症抑制又は治療も可能になると考えられる。

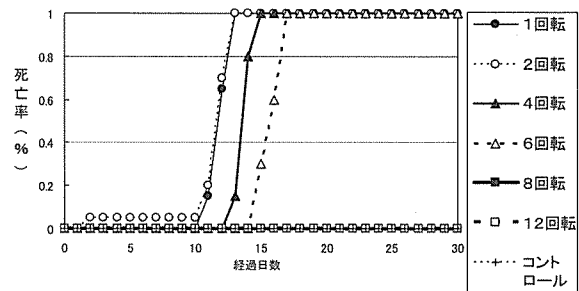


図 2 換水率による発症抑制

2. シストの保存方法の検討

魚病対策に向けた試験を行う際には、病原体の確保が必要不可欠である。ウイルスや細菌は凍結保存が可能であるが、寄生虫については凍結が不可能であるため長期間保存する方法が存在しない。そこで、シストの保存の可能性を検討した。

方 法

シストをアンピシリン 100 力価の海水 100mL が入ったピーカーに入れ、海水の蒸発を防ぐためアルミホイルで軽く蓋をした状態で、各温度で静置して保存し、経時的に実体顕微鏡で分裂及びふ化状況を確認した。

結 果

25℃では 4 日目にふ化が確認され、7 日目にはほぼ全てのふ化が完了していた。20℃では 7 日目からふ化が確認されたがシスト毎に分裂速度に大きな差があり、30 日目にほぼ全てのシストがふ化した。5℃、10℃、15℃では 60 日目でもふ化が起きなかった。しかし、5℃で長期間保存したシストはふ化しなかったため、保存温度は 10～15℃が良いと考えられた。

ま と め

- 1) 銅イオンが有効な濃度と魚への影響が出てくる濃度は近いと、治療効果と感染の抑制は望めるものの、完全な駆除は困難と考えられた。
- 2) 生石灰の散布で治療又は感染の抑制が可能と考えられた。
- 3) ワムシとアコヤ貝は仔虫を捕食した。
- 4) 病魚を他の水槽へ複数回移動することで治療が可能であった。
- 5) 換水率が 8 回転/日以上で発症抑制効果があった。

(担当 横山)

6. 魚類養殖多様化推進事業

高見 生雄

養殖魚種の多様化を推進するためには、魚類養殖で問題となる魚病の治療薬（水産用医薬品）の開発が求められる。本事業では水産用医薬品の承認に必要な基礎試験を実施するが、水産用医薬品が発売されるまで試験結果を公表できない場合がある。平成19年度には、本事業により水産用OTC製剤の再審査申請のために必要な副作用調査とブリのノカルジア症治療薬の薬理試験を実施したが、これらの結果については製造販売が承認されてから報告する。今回は、平成17年から平成18年に実施したブリ類のノカルジア症治療薬「水産用ダイメトンソーダ」（スルファモノメトキシナトリウム）の有効性試験および臨床試験の結果について報告する。

スルファモノメトキシナトリウムのノカルジア症に対する有効性試験

目 的

ブリのノカルジア症に対するスルファモノメトキシナトリウムの効果ならびに投与量を確認することを目的とした。

方 法

供試魚

独立行政法人水産総合研究センター五島栽培漁業センターで平成17年度に種苗生産され、平成17年3月10日から試験に供するまで長崎県総合水産試験場環境養殖技術開発センターの陸上水槽（約50t）で飼育管理されたブリを用いた。

供試薬

水産用ダイメトンソーダ（第一ファインケミカル）

試験期間

2005年10月19日から11月9日までの22日間

給餌

投薬期間中は毎日、観察期間中は月、木の週2回魚体重の1%以内になるようにドライベレット（日清お

とひめEP4）を給餌した。

試験区

試験区は投与期間を1週間とし、魚体重1kgあたり1日量スルファモノメトキシナトリウムとして投与する量により、無投薬対照区（対照区）、10mg区、50mg区、100mg区、200mg区、400mg区の6試験区とした。各試験区ともにブリ30尾を500Lパンライト水槽に砂ろ過海水を1日30回転する量の流水で飼育した。

攻撃

攻撃菌には7H11平板で培養した *Nocardia seriolae* (4013株) を一度魚体に通して再分離した菌をBHI平板培地で25℃で5日間培養して用いた。攻撃は、400Lの菌液（10mg/L）が入った1tパンライト水槽にネトロンネットのカゴを試験区分入れ、これに各30尾のブリを入れてエアレーションをしながら菌浴した。攻撃中に酸素欠乏に陥りブリが騒ぎ出したために菌浴は約20分間でとりやめた。

投薬

投薬は、攻撃6時間後から開始し、攻撃した日を含む7日間、毎日1回投薬した。なお、投薬はスルファモノメトキシナトリウムを練りこんだモイストペレット（サバ:マッシュ=6:4）を給餌する方法で行った。

観察項目

- 水温
- 死亡尾数/日の観察
- 死亡魚の剖検・釣菌（7H11寒天培地）
- 試験終了時の生残魚の剖検

結 果

飼育期間中の水温は、試験開始時の23.5℃から徐々に下がり試験終了時には21.2℃であった。

対照区、10mg区、50mg区、100mg区、200mg区については50mg区の10月31日に死亡した1尾を除いて死亡した全ての個体の腎臓から *N. seriolae* が

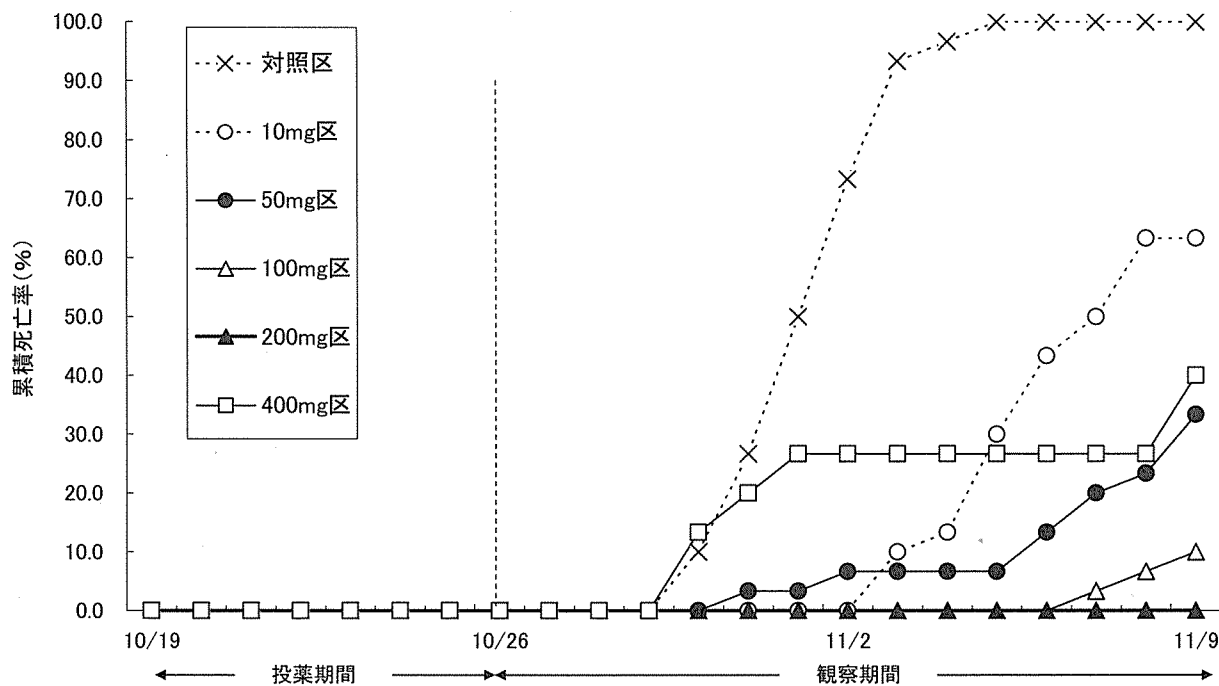


図1 累積死亡率の推移

分離された。400mg区では15尾が飛び出しや排水口からの流出事故で死亡し、事故以外で6尾が死亡したがそのうちの3尾から *N. seriolae* が分離された。

水産用ダイメトンソーダの有効性を判定するために事故以外で死亡した個体について試験開始から終了までの累積死亡尾数を用いて χ^2 乗検定を実施した結果、すべての試験区で有効と判定された。

累積死亡率の推移を図1に示した。対照区は攻撃12日後の10月30日から死亡がはじまり、攻撃18日後の11月5日に全滅した。10mg区は攻撃16日後の11月3日から死亡がはじまり試験終了時には累積で63.3%が死亡した。50mg区は10月31日から死亡がはじまり試験終了時の累積死亡率は33.3%であった。100mg区と200mg区の累積死亡率はそれぞれ10%と0%であった。400mg区の場合は事故で死亡した15尾を除いた15尾に対する累積死亡率をもとめたところ40%となった。

まとめ

- 1) ブリのノカルジア症に対するスルファモノメトキシナトリウムの治療試験を実施した。
- 2) スルファモノメトキシシン 400mg/kg の7日間投与により、薬剤の影響で死亡する可能性があることを否定できない。

3) スルファモノメトキシシン 10mg ~ 200mg/kg の7日間投与はノカルジア症の治療に有効なことが示唆された。

(担当：高見)

スルファモノメトキシシンナトリウムのノカルジア症に対する臨床試験

目的

スルファモノメトキシシンナトリウムをノカルジア症のブリに投与したときの有効性及び安全性を養殖規模の施設で管理された条件下で明らかにすることを目的とした。

方法

供試魚

長崎県平戸市大島村二神灯台以南の長崎県海域で平成18年5月30日と6月2日、5日に漁獲され、平成18年8月4日から試験に供するまで長崎県総合水産試験場環境養殖技術開発センターの海面イケスで飼育管理されたブリを用いた。

試験期間

平成18年9月28日から10月26日までの29日間

供試薬

ME4131 (スルファモノメトキシシンナトリウム製剤)

給餌

投薬期間中は土日を除く毎日、魚体重の3～5%のEP（日清丸紅飼料株式会社「海さち」EP6 およびEP8）を投与した。

試験区

試験区は、ME4131を魚体重1kg当たり1日量として100mgおよび200mgの投薬区とME4131を投与しない無投薬対照区の3区を設定し、すべての試験区とも供試尾数は300尾として、縦3m×横3m×深さ3mの化繊網生簀で飼育した。

観察項目

- a) 水温
- b) 死亡尾数
- c) 体色、遊泳等の変化と摂餌量
- d) 死亡魚の剖検・釣菌（7H11寒天培地）
- e) 試験終了時の生残魚の剖検

結果

試験期間中の水温は23.1℃から24.6℃であった。

試験期間中の累積死亡率の推移は図1のとおりであった。

投薬開始から観察期間終了までの累積死亡率は、無投薬対照区が18.7%、100mg投薬区が3.0%および200mg投薬区が3.3%であった。

試験期間中の体色等外観の変化は、投薬開始3日後

から200mg投薬区では体色が青く変化し、投薬終了3日後にはほぼ回復した。

試験期間中の遊泳行動等の変化は、100mg投薬区および200mg投薬区については、投薬5日目から7日目まで異常行動を示す個体が認められ、無投薬対照区では、投薬期間終了後8日目頃から異常行動が散見されるようになった。

試験期間中の摂餌行動はすべての試験区で良好であった。また、摂餌量も減少することはなかった。

剖検検査結果、投薬開始後に死亡したすべての個体の体表には潰瘍が認められ、ほとんどの個体の鰓と腎臓には結節が認められた。200mg投薬区の投薬期間中に死亡した8個体のうち2個体については、肝臓の出血と腎臓の腫大が認められた。

細菌検査結果、無投薬対照区の死亡したなかから9個体について菌分離を試み、8個体からノカルジア菌を分離することができた。また、100mg投薬区の死亡したなかから、8個体について菌分離を試み、7個体から同様に分離することができた。200mg投薬区の死亡したなかから5個体について菌分離を試み、5個体からも同様に分離することができた。

治療効果について各試験区の累積死亡尾数を用いて、有意水準5%で χ^2 検定を行った結果、100mg投薬区、200mg投薬区については無投薬対照区と有意差が認められたが、100mg投薬区と200mg投薬

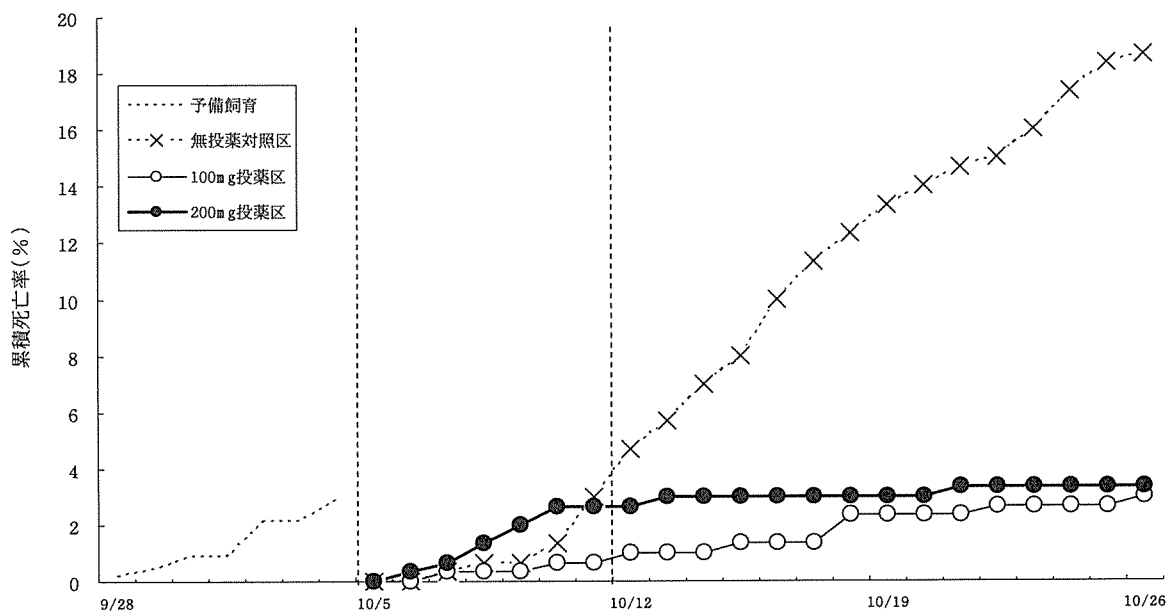


図1 試験期間中の累積死亡率の推移

区の間には有意差は認められなかった。

ま と め

- 1) ブリのノカルジア症に対するスルファモノメトキシナトリウムの臨床試験を実施した。
- 2) 魚体重 1 kg 当たり 100 ～ 200mg のスルファモノメトキシナトリウムを 7 日間投与することは、ブリのノカルジア症による死亡率の低減に対して有効であることがわかった。

(担当：高見)