

ノリ漁場におけるアサリ資源の増大

岡本俊治・日比野学

キーワード；アサリ，食害，移植，資源量

目的

ノリの色落ち被害を低減する方策として，アサリ漁場の持つ植物プランクトン除去機能を高める技術と位置づけられる，アサリ増養殖技術の開発を昨年度に引き続き行った。

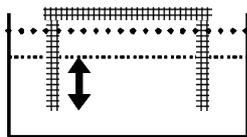
本県では，アサリ資源の増大策として稚貝の移植が盛んに行われている。しかし，食害生物による捕食や逸散による減耗が大きく，移植効果が十分に発揮できていない事例も見られている。よって，食害対策としてアサリ漁場への食害生物の侵入を防止する施設の開発と移植後の稚貝の歩留まりや成長を高める移植技術の開発を行った。食害生物侵入防止施設の開発については，その設計基準を明かにするため，室内水槽を用いた飼育試験を行い，食害生物の移動特性を調査した。また，稚貝移植技術の開発については，適正な稚貝移植密度を把握するため，密度別移植試験を行い，移植稚貝の密度による逸散や新規加入稚貝の着底に及ぼす影響を調査した。

材料及び方法

(1) 食害対策技術開発試験

食害生物は，ツメタガイを対象とした。飼育試験は，

A：潜砂移動



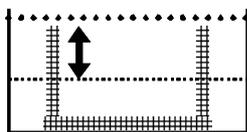
トリアルネット

水面

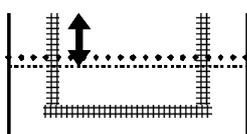
砂面

防除施設の
深さ、高さ

B：表出移動(冠水時)



C：表出移動(干出時)



平成20年9月から11月までの間，アクリル水槽（縦70cm 横60cm 高さ45cm）を使用し，水槽内に山砂（中央粒径0.7mm）を敷き，上部から地先ろ過海水を注水（換水率4.5回/h），底面から排水することにより行った。防除施設は，プラスチック製ネット（トリアルネット：目合い25mm）を使用し，このネットを箱形に成形して，側面が垂直になるよう水槽内へ埋設した。ツメタガイの移動特性は，この施設の内側にツメタガイ（殻径範囲31～58mm）を試験1回当たり3～5個体投入し，5～7日後の施設外へ出たツメタガイの個体数により評価した。また，施設の外側には，アサリを投入した。ツメタガイの潜砂と表出状態での移動特性を把握するため，潜砂移動については施設の砂面からの埋設の深さ（図1. A），表出移動については施設の砂面からの高さを変えて試験を行った。その他，表出移動については冠水時（図1. B）と干出時（図1. C）の試験を行った。試験は，各試験2回行った。

(2) 稚貝移植技術開発試験

アサリ密度別移植試験は，三河湾吉田地先（図2）において，矢作川河口産の稚貝（平均殻長18.2mm）を平成20年10月15日に試験区へ密度別に移植し，その後の減耗状況を調査することにより行った。試験区は，2.5m四方とし，高密度区には5,080個/m²，低密度区には1,270個/m² 稚貝を移植した。移植稚貝の減耗調査は，底泥100cm²，深さ5cmの枠取り採取とし，移植区内で1試験区当たり4回採泥することにより行い，移植後平成21年

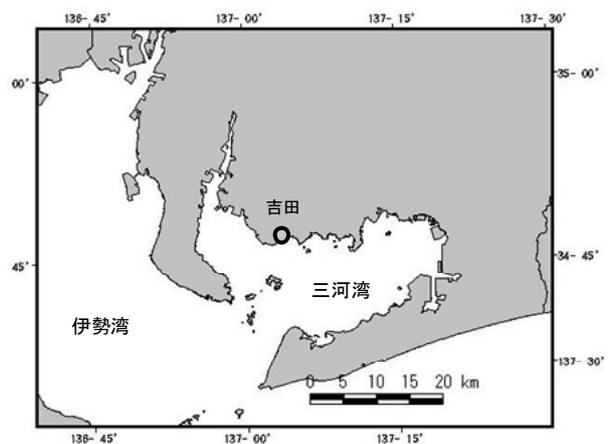


図1 試験水槽断面模式図

図2 調査位置

3月3日まで計3回行った。また、新規加入稚貝の調査は、底泥 24.6cm²、深さ 2cm のコア採取とし、移植区内で1試験区当たり4回採泥することにより行い、移植後平成21年1月30日まで計7回行った。共に採泥試料から二枚貝類を分離、アサリを同定し、その個数と大きさ（殻長）を計測した。一方、調査期間中の流況を把握するため、11月25日から12月23日まで電磁式流向流速計（アレック社製 compact-EM）を試験区近傍に設置し、海底上 5cm の流向流速を観測（90分バースト、0.5秒インターバル、600サンプル）した。観測データは、流動解析ソフト TS Editor 及び TS Master. Ver. 6.5 を用いて解析した。

結果及び考察

(1) 食害対策技術開発試験

試験実施時の水温範囲は、17～24℃であった。

各試験の調査結果を表に示した。潜砂移動については、砂面からの施設の深さが 15 cm、5 cm で施設外へ出ることができず、2.5 cm でも外に出たのは1個体のみであったことから、潜砂状態での移動能力は低く、小さな障害で移動が大きく制限されていた。表出移動については、冠水時には砂面からの施設の深さが 10 cm で施設外へ出ることができなかったが、同 5 cm では供試した6個体すべて出ることができた。一方、干出時には同 5 cm でも移動が大きく制限されていた。このことから、今回の素材を施設に使用した場合、埋設部分は 2.5 cm 以上、砂面上は垂直に 10 cm 以上の規格であれば、ツメタガイの侵入を防止できることがわかった。ただし、他の素材を使用した場合や素材表面が附着物等により覆われた場合には、この規格を越えて移動する可能性がある。

表 ツメタガイの移動特性試験結果

施設の砂面からの深さ・高さ(cm)	供試個体数	施設外へ出た個体数
潜砂移動		
15	7	0
5	7	0
2.5	10	1
表出移動(冠水時)		
10	7	0
5	6	6
表出移動(干出時)		
10	7	0
5	6	1

(2) 稚貝移植技術開発試験

逸散防止効果の検討について、調査期間中における移植稚貝の生息密度の推移を図3に示した。高密度区、低密度区ともに移植稚貝は調査終了時まで大きな減耗はなかった。また、流況観測結果から算出したシールズ数の推移を図4に示した。観測期間中のシールズ数は、波浪

によりアサリの定位率が低下するとされる 0.2¹⁾ を越えることはなかった。移植場所である吉田地先は、三河湾北部に位置することから冬季波浪の影響は小さく、波浪による稚貝の逸散がなかったことが、移植稚貝の減耗が少なかった原因と考えられた。

稚貝の着底に及ぼす影響の調査については、7回の調査時すべてにおいて着底初期のアサリ稚貝が出現した。そのうち、着底稚貝量が最も多かった11月11日調査時の両試験区における殻長 0.5 mm 以下の着底初期稚貝数を分散分析したところ、両試験区間に有意な差は認められなかった。他海域の事例では、アサリ成貝の生息密度が 340 個体/m² と 0 個体/m² の間には着底稚貝量に差はないと報告されており、²⁾ 今回の調査においても前年度春季の伊勢湾側アサリ漁場での調査結果³⁾ と同様に生息密度による稚貝着底への影響は確認できなかった。

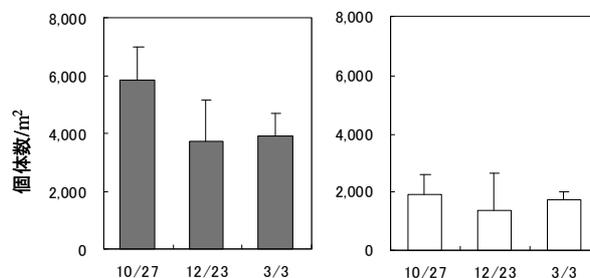


図3 移植稚貝の生息密度の推移
(左：高密度区、右：低密度区)

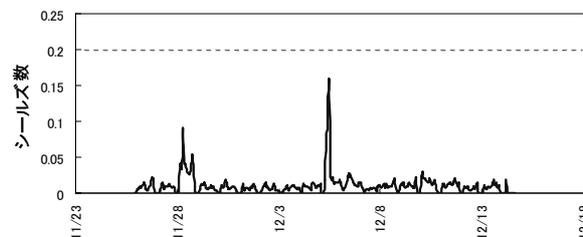


図4 観測期間中のシールズ数の推移

引用文献

- 1) 柿野 純(2006)アサリの減耗に及ぼす物理化学的環境の影響に関する研究. 水産工学, 43, 117-130.
- 2) Williams, J. C(1980)The influence of adults on the settlement of spat of the clam, *Tapes japonica*. J. Mar. Res., 38(4), 729-741.
- 3) 岡本俊治・日比野学・柳澤豊重(2007)ノリ漁場におけるアサリ資源の増大. 平成19年度愛知県水産試験場業務報告, 17-18.

(5) 海産種苗放流技術開発試験

トラフグ標識放流及び放流効果調査

本田是人・原田 誠

キーワード；トラフグ，イラストマー標識，ALC 標識，混獲率，回収率

目 的

栽培漁業グループでは，種苗放流技術を用いて漁獲変動の激しいトラフグの資源と漁獲量を増大・安定させる試験を行ってきた。試験は，同じ系群を漁獲する三重，静岡県と種苗を生産する独立行政法人水産総合研究センター南伊豆栽培漁業センターと共同で，トラフグ放流種苗にイラストマー標識と ALC 標識を装着後放流し，市場調査等によりその混獲状況を把握することで，放流効果や適正放流サイズを求めることとした。詳細については別にとりまとめているため，ここでは，平成 19 年度に伊勢湾海域で放流したイラストマー，鰭カット及び ALC 標識魚を対象とし，はえ縄漁業における 1 歳魚での混獲状況などを報告する。

材料及び方法

イラストマー及び鰭カット標識に関する調査は，はえ縄漁が解禁された平成 20 年 10 月から平成 21 年 2 月までの計 21 日間の出漁日のうち 19 日間，県内漁獲量の約 50% を水揚げする片名市場で行った。市場では，全長の測定と標識魚の発見などを行った。なお，イラストマー標識の確認には，NMT 純正青色 4-LED ライト (NORTHWEST MARINE TECHNOLOGY 社) と，NMT 純正琥珀色サングラス (同社) を使用した。

また，ALC 標識魚の調査については，地元仲買人の全面的な協力によりトラフグ脳部の採取が可能となり，サンプル入手後に脳部から耳石を摘出し，蛍光顕微鏡により検査を行った。

表 平成 19 年度伊勢湾海域におけるイラストマー，鰭カット，ALC 標識魚の放流及びはえ縄漁業における回収状況

放流群	放流尾数 (尾)	放流サイズ (mm)	標識	回収率 (%)
伊勢市*1	21,000	76.8	イラストマー(ALC併用)	1.95
日間賀島*2	17,000	50.6	イラストマー	0.29
今一色*2	16,000	58.0	イラストマー	0.39
伊勢市*2	60,000	50.5	鰭カット	0.55
伊勢市	88,000	34.6	ALC	2.47
伊勢市	82,000	45.4	ALC	1.32
伊勢市*1	21,000	76.8	ALC(イラストマー併用)	2.85

*1 イラストマー，ALC併用放流群 (同一放流群)

*2 太平洋中海域トラフグ栽培漁業資源回復等対策事業

結 果

表に平成 19 年度に伊勢湾海域で放流したイラストマー，鰭カット，ALC 標識魚の放流及びはえ縄漁業における回収状況を示した。平成 19 年度放流群のうち，イラストマー標識魚と鰭カット標識魚は調査期間中に片名市場で 96 尾発見され，調査尾数に対する混獲率は 1.39% であった。このうち伊勢湾海域で放流したイラストマー標識魚は，伊勢市放流群 56 尾，日間賀島放流群 7 尾，今一色放流群 9 尾，鰭カット魚 (伊勢市放流群) が 20 尾で，4 尾はその他の放流群であった。この結果から算出した片名市場における回収率は伊勢市放流群 (イラストマー) 1.95%，日間賀島放流群 0.29%，今一色放流群 0.39%，伊勢市放流群 (鰭カット) 0.55% であった。

ALC 標識魚については，712 尾の検査を実施し ALC 標識魚 43 尾を発見した。このうち標識魚は放流時全長 34.6 mm 放流群が 20 尾，全長 45.4 mm 放流群が 10 尾で，全長 76.8 mm 放流群が 13 尾であった。また，標識魚の回収率は全長 34.6 mm 放流群が 2.47%，全長 45.4 mm 放流群が 1.32%，全長 76.8 mm 放流群が 2.85% となった。

考 察

ALC 標識の導入により，従来からの外部標識による調査手法では不可能であった小型サイズの標識放流が可能となった。ALC 標識魚の小型魚 (全長 34.6 mm) 放流群の回収率は，中型魚 (全長 45.4 mm) 放流群と比較して高く，大型魚放流群 (全長 76.8 mm) とほぼ同等の結果が得られた。このため，より効果的・効率的な種苗放流には，従来 (60~70 mm) よりも放流サイズを小型化することが有効であると示唆された。

なお，この試験の他，小型底びき網漁業の漁獲物調査なども実施した。詳細については「平成 20 年度海産種苗放流技術開発試験報告書」(愛知県)に記載した。

放流適地の解明（ヨシエビ）

原田 誠・本田是人

キーワード；栽培漁業，ヨシエビ，放流適地

目的

ヨシエビは本県沿岸漁業の重要な漁獲対象種の一つであり，主に小型底びき網漁業により漁獲されている。また，平成 17 年度からは種苗放流を開始し，クルマエビとともに本県エビ類栽培漁業の対象種となっている。

今年度は，より効果的な放流適地の条件を探ることを目的に矢作川河口周辺で天然発生群の分布調査を行った。

材料及び方法

(1) 天然発生群調査

天然発生群の分布状況を把握するため，平成 20 年 9 月 8 日，10 日，24 日及び 10 月 20 日に矢作川河口周辺で稚エビの採捕を行った。調査手法は開口幅 2.0 m のソリネットを船外機船により 1 定点あたり 2 ～3 ノットで 30 ～60 秒曳網することとし，調査定点は図 1 に示す 5 定点とした。

なお，調査日または定点ごとの採捕尾数の比較は曳網 40 m あたりに換算して行った。

(2) 市場調査

小型底びき網漁業におけるヨシエビの漁獲状況を把握するため，豊浜市場で水揚げされたヨシエビの体長を雌雄別に測定した。また，雌については卵影の観察を行い，成熟度の判定を行った。成熟度は卵影の大きさから「未熟」，「稍熟」，「成熟」の 3 段階とした。

結果及び考察

(1) 天然発生群調査

ヨシエビ稚エビは，調査期間中に合計 184 尾採捕され，平均体長は 17.7 mm (8.0 mm～34.0 mm) であった。調査はすべて小潮時に行い，ヨシエビが採捕された定点では，平均底層塩分(psu)が 30.1 (28.1 ～31.9) と塩水くさびが入り込む場所であった。また，曳網 40m あたりの採捕尾数が最も多かったのは，河口から 2km ほど上流にあたる調査点③であった (図 1)。

調査日別のヨシエビの平均体長と，曳網 40m あたり採捕尾数をみると，体長は 16.9 mm から 24.9 mm へ成長し，採捕尾数は 10.3 尾から 1.1 尾へと減少した (図 2)。平均体長の推移と採捕尾数の減少から，ヨシエビ稚エビは成

長に伴い海域へ移動している可能性が示唆された。

本県におけるヨシエビ種苗放流は，9 月に全長 11 ～17 mm で行われている。このため，本年度の調査結果から，矢作川での放流適地は河口から 2km ほど上流が有望と考えられた。

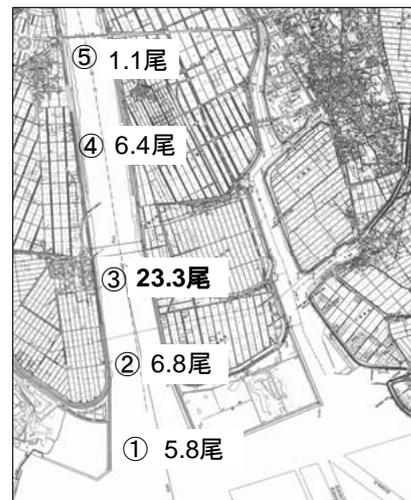


図 1 調査位置と曳網 40 m あたりヨシエビ採捕尾数

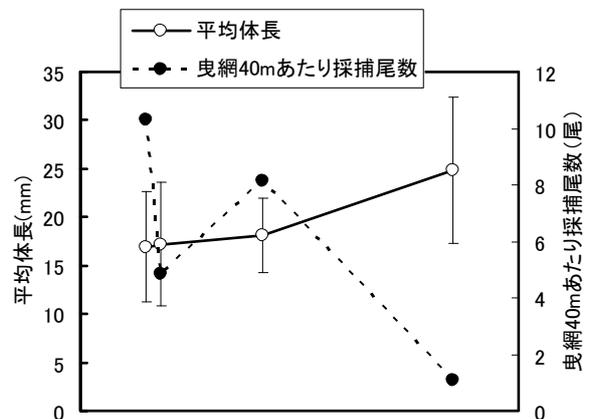


図 2 調査日別平均体長と曳網 40 m あたり採捕尾数

(2) 市場調査

平成 20 年 4 月から 12 月にかけて 31 回の市場調査を行い，合計 1,776 尾のヨシエビを測定した。その結果，雌では，10 月に体長 100 mm 未満の小型の新規加入群が見られた。また，成熟度が「成熟」であった個体が出現したのは 6 月下旬から 9 月下旬までで，この期間が本年の産卵期であると考えられた。

(6) アラメ藻場再生緊急技術開発試験

蒲原 聡・石元伸一・山本有司
原田靖子

キーワード；藻場，食害，サガラメ，アイゴ，アメフラシ

目 的

伊勢湾湾口部の岩礁域には、多年生の大型褐藻であるサガラメ（アラメ属）が優占する藻場が分布していた。しかし、平成 10 年から 12 年にかけて晩夏～秋に葉体の凋落を繰り返し、13 年以降は内海地先海域及び豊浜地先海域に小規模な藻場を残して消滅している。その原因のひとつは、暖海性魚類であるアイゴの食害の影響とされている。¹⁾ 本試験では、藻場再生の技術開発を目的に、サガラメ残存域（内海地先海域）及び消滅域（豊浜地先海域）の植生調査、アイゴの小型定置網漁獲状況調査、アイゴの食害防除試験を実施した。さらに、移植母群から広がったサガラメ幼体を摂食するアメフラシの駆除試験を室内及び海域において実施した。

材料及び方法

(1) 植生調査

磯焼け診断の方法²⁾を用いて、内海地先海域では 5 月 7 日、10 月 8 日に、豊浜地先海域では 5 月 26 日、10 月 9 日に植生を調査した。更に、豊浜地先海域において、平成 16 年 12 月及び平成 17 年 12 月に幼体で移植したサガラメの生育状況を 5～1 月に観察した。

(2) アイゴの小型定置網漁獲状況調査

内海地先及び豊浜地先の海域において、小型定置網のアイゴ漁獲尾数を小泉ら³⁾の方法に従い、成魚（20cm 以上）、未成魚（20cm 未満）に分けて調査した。

(3) アイゴの食害防除試験及び加工利用

サガラメは側葉がアイゴに採食されても、分裂組織さえ残れば側葉が再生する⁴⁾ことに着目して、水と二酸化炭素に分解する生分解性繊維を用いて、サガラメの分裂組織を保護し側葉を再生させる試験を行った。豊浜地先海域において、幼体を移植して生長した 5 個体のサガラメに各 1.5m×6 本の繊維を 9 月 4 日に装着して、10 月 9 日、11 月 6 日及び 1 月 20 日に経過を観察した。昨年度より、繊維を製造する際の引張りの強さを 5 倍から 10 倍と 2 倍に増やして、保持期間を 3 カ月以上にするための試験を行った。なお、生分解性繊維は、三河繊維技術センターの協力を得て作成した。



図 1 アイゴ干物の直販状況

漁獲したアイゴの有効利用を図るために、アイゴ未成魚の干物を試験的に販売した。11 月に内海及び豊浜地先の小型定置網で漁獲されたアイゴ未成魚（全長約 18cm）を用い、株式会社マルトの協力を得て、干物への加工及び師崎朝市での試食販売を行った。なお、干物は胴体部を腹開きし、みりん味の 1 夜干しとし、1 パック（10 枚入り）500 円の価格設定とした。また、アイゴを漁獲して食べることが、サガラメの食害を軽減させ、藻場の復活につながることを説明したパネルを作成し、販売の促進を図った。

(4) アメフラシの生息密度調査及び取上げ試験

平成 20 年 4 月 7 日、23 日、5 月 7 日、6 月 19 日に豊浜地先において、アメフラシの生息密度を観察した。

平成 19 年度の実験では、アメフラシはアナオサ、ワカメ、サガラメ、マクサの順で摂餌選択性を示した。これを応用して、4 月 7 日から 9 日、9 日から 10 日、10 日から 11 日、22 日から 23 日にかけての 4 回、アメフラシ 20 個体(82～193g)とワカメ約 1kg 入れた 2 トン水槽（118cm×270cm×110cm）に、アオサを 30～35g 入れたタコカゴとアオサを入れないタコカゴを 2 個置き、アメフラシの入カゴ個体を計数した。飼育水は砂ろ過海水 300ml/s の注水とし、期間中の 10 時観測水温は 13.9～16.7℃であった。また、豊浜地先海域においてアオサ 200g を入れたタコカゴ 6 個及びアオサを入れないタコカゴ 3 個を 5 月 16 日に設置し、5 月 20 日に取上げてアメフラシの入カゴ個体数及び体重を測定した。期間中の豊浜地先の 10 時観測水温は 18.8～20.2℃であった。

結果及び考察

(1) 植生調査

通年観察された多年生大型海藻は、内海地先海域ではサガラメ、豊浜地先海域ではカジメであった。内海地先海域の5月のサガラメ生息密度は成体が12~24個体/m²、幼体が92個体/m²であり、再生産している状況が観察できた。豊浜地先海域において、平成16年12月及び平成17年12月に幼体で移植したサガラメは、9月4日には4個体/m²の密度で2m²に生息しており、最大側葉長は50cmとなっていた。

(2) アイゴの小型定置網漁獲状況調査

アイゴの1日1統当たりの漁獲尾数の推移を図2に示した。1日1統当たりの最大漁獲尾数は、豊浜地先海域72尾、内海地先海域16尾であった。年間の総漁獲尾数は、豊浜地先海域が252尾（うち未成魚170尾）と内海地先海域の66尾（うち未成魚15尾）よりも多く、秋の水温低下が緩やかで1日最大200尾以上漁獲された平成16,17,19年度と異なる漁獲状況となった。⁵⁾ また、両地先海域10月以降の漁獲尾数の増加は未成魚によるものであった。

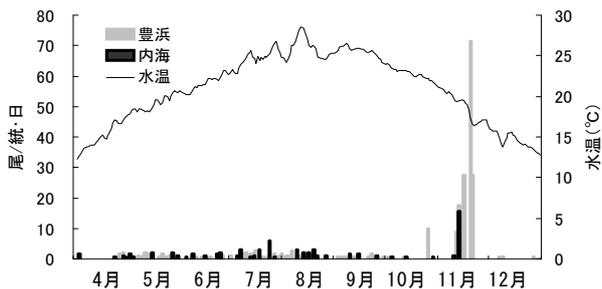


図2 内海地先及び豊浜地先の海域におけるアイゴの小型定置網漁獲尾数の年間推移及び豊浜地先水温

(3) アイゴの食害防除試験及び加工利用

生分解性繊維による分裂組織の防御では、9月4日に繊維を装着したサガラメは10月9日にはアイゴの採食を受けて、14.5~58.2cmの側葉1~4枚を残して、他の側葉は1~5cmまで採食を受けていた。11月6日には既存の側葉は採食によりなくなったが、5個体のうち4個体で1~3cmの新生側葉が確認できた。また、1月20日には、1個体で新生側葉が確認できなかったが、残りの4個体で新生側葉が20~30cmになっていた。しかし、繊維は10月9日の時点で消失したため、同日に再度装着したが、11月6日には再び消失しており、1カ月以上繊維が残存することはなかった。従って、繊維を引張る強さを2倍にすることによる保護期間の延長は実現できなかった。秋の水温低下が遅く、アイゴの滞留期間が長くなった場合への対応が今後の課題となった。

アイゴ干物は、販売開始時に2パック売れたが、それ以上は売れなかった。販売員の話によると、試食に出した時点で、他の干物（アジ、アナゴ、イワシ）と比較されて、1ランク味が落ちることが売れない原因であった。藻場環境の保護を訴えただけでは、食害魚の消費が伸びず、旨味など商品としての特徴を引き出す必要性が求められる結果となった。

(4) アメフラシの生息密度調査及び取上げ試験

アメフラシの生息密度は、4月7日に0~5個体/m²、4月23日に0~5個体/m²、5月7日に0~6個体/m²となり、6月19日には生息していなかった。

水槽でのアメフラシ取上げ実験の結果を表に示した。アオサ入りのカゴには平均34%が入り、アオサなしのカゴには平均2%が入った。カゴ外は平均64%であった。海域試験では、アオサ入りの6カゴのうち3カゴに合計9個体（23~73g）のアメフラシが入った。また、アオサなしのカゴ3カゴのうち1カゴにアマクサアメフラシ1個体（247g）とアメフラシ1個体（22g）が入った。室内実験及び海域試験から、タコカゴにより、簡易にアメフラシを取上げることができる可能性が示された。今後は、海域において取上げ効率を試験する必要がある。

表 タコカゴによるアメフラシ取上げ割合

期 間	入カゴ割合(%)		カゴ外割合 (%)	10時観測平均水温(°C)
	アオサ入り	アオサなし		
4月7~9日	35	10	55	13.8
4月9~10日	30	0	70	14.0
4月10~11日	35	0	65	14.1
4月22~23日	35	0	65	16.4
平均	34	2	64	-

引用文献

- 1) 増田博幸 (2000) 藻食性魚類アイゴの食害による造成藻場の衰退. 水産工学, 37(2), 135-142.
- 2) 磯焼け診断指針作成事業委員会 (2001) 磯焼け診断指針. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会.
- 3) 小泉康二・望月雅史・柳瀬良介・長谷川雅俊・石田孝之 (2002) 西駿河湾沿岸に分布するアイゴの資源生態. 静岡水試研報, 37, 41-44.
- 4) 蒲原 聡・原田靖子・服部克也 (2007) アイゴ *Siganus fuscescens* の摂食から生長点を保護したサガラメ *Eisenia arborea* の再生. 愛知水試研報, 13, 7-8.
- 5) 蒲原 聡・服部克也・原田靖子・甲斐正信 (2008) 平成19年度愛知県水産試験場業務報告, 20-21.

(7) 有用貝類資源形成機構調査

日比野学・岡本俊治

キーワード；アサリ，稚貝，移動，集積，平均流，せん断応力，攪乱

目 的

愛知県においてアサリ漁獲量が高位水準にある理由の一つに、三河湾に注ぐ河川の河口域において大量に発生するアサリ稚貝を漁業者が漁場に移植し、資源増大に努めていることがあげられる。しかし、河口域における稚貝の高密度発生機構については、いまだ十分に解明されていない。特に、アサリ稚貝の定着・集積に及ぼす海底境界層の物理環境についてはほとんど調査されていない。昨年度の結果から、矢作川河口域では平均流の滞留している場所が存在し、着底稚貝の着底・集積に関与していることが示唆された。¹⁾ 今年度の調査では、より大型の稚貝について、着底後の底質攪乱等による移動及び集積過程について調査した。

材料及び方法

(1) アサリ稚貝密度の調査

平成 20 年 6 月から 8 月に、平成 19 年度と同様に矢作川河口左岸の干潟の上下流方向に 3 地点（上流地点から St. 1, 最下流地点を St. 3）を設定した（図 1）。各地点において、内径 5.6 cm のコア（6 試料）、及び 10×10 cm の枠取り（4 試料）により採泥し、コア試料は全数、枠取りについては 1 mm 目合いフルイに残ったアサリ稚貝を選別・計数し、殻長を測定した。得られた殻長組成において明瞭に正規分布が分離される場合にはそれぞれをコホートとし、分離が困難な場合には MS-Excel のソルバー機能を用いた相澤・滝口²⁾ の方法によりコホート分離を行った。

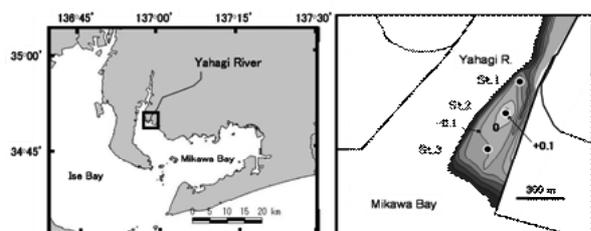


図 1 矢作川河口の位置（左）と調査地点及び地盤高（右）（地盤高の等高線は 0.1 m 間隔、左岸干潟のみ；国土交通省豊橋河川事務所深淺測量データより作図）

(2) 海底境界層における流動観測及び解析

各地点に自記式電磁流向流速計（Compact-EM, ALEC）をセンサー部が海底上約 5 cm になるよう海底に埋設し、平成 20 年 7 月 4 日から 8 月 1 日の約 1 カ月間において、流向流速を連続観測した。データの解析には、Web 上で公開されている流動解析ソフト TS Editor ver. 4.21 及び TS Master ver. 6.6 (http://cse.fra.affrc.go.jp/matasan/home_page.html) を用い、流速の平均流成分と波浪流成分に分離し、地点ごとの流動環境の分析を行った。なお、St. 1 では測器の不調により、平均流成分について正確なデータが入手できなかった。また、(独)水産総合研究センター水産工学研究所により開発されたアサリ稚貝の移動限界評価モデル³⁾により解析を行い、底質（中央粒径 0.3 mm）の安定領域逸脱時の平均流について地点ごとに検討した。なお、移動限界評価の波浪流成分のパラメータには有義波流速全振幅の上位 1/3 データ (U1/3) を用いた。また、移動限界評価モデルの性質上、ここでは底質が移動すれば、稚貝も同様に移動すると仮定して、稚貝の移動限界は底質（中央粒径 0.3 mm）の移動限界で評価した。

結 果

コア採泥試料の結果より、6 月 3 日と 7 月 17 日に新規着底稚貝が認められ、それぞれ加入コホート C1 及び C2 とした。8 月 1 日調査時までの、C1 及び C2 の経時的な密度変化を追跡した（図 2）。C1 では時間の進行とともに分布密度は下流地点（St. 3）で低くなり、両コホートともに 8 月 1 日の調査時で St. 1 や St. 2 での密度が高くなった（図 2, Tukey HSD, $p < 0.05$ ）。C1 では 6 月 3 日から 8 月 1 日の間に、着底稚貝（殻長 0.3 mm 程度）から、約 4 mm (St. 1, 2) と約 8 mm (St. 3) の大型稚貝に成長した。同様に C2 では、7 月 17 日から 8 月 1 日の間に各地点とも約 0.6 mm に成長した。7 月 4 日から 7 月 17 日における流動環境をみると（図 3）、有義波全振幅は低潮時に大きく、上げ潮時にピークがみられる場合が多く、その大きさは 40~60 cm/s であった。特に 7 月 9 日から 11 日、7 月 23 日から 25 日といった干潮と夕方が一致する条件において値が大きくなる傾向があった。ま

た、地点間の比較では、St. 3 で若干値が小さい傾向がみられた。同期間における底質（粒径 0.3 mm）の移動限界（図 3 中太線）とせん断応力の比較によると、主に波浪流に由来する安定領域からの逸脱が、低潮時から上げ潮時にみられ、この傾向は 7 月 17 日から 8 月 1 日の観測においても同様であった。また、安定領域からの逸脱頻度は、St. 3 より St. 2 の方が多かった（表）。一方、安定領域から逸脱している時の稚貝は掃流状態にあると推定されるため、逸脱時の平均流ベクトルを積算し平均流フラックスを推定すると、St. 3 及び St. 2 とともに平均流フラックスは上流方向へ向くが、その積算値は St. 2 で 8.4 であるのに対し、St. 3 では 60.9 と著しく大きかった（表）。

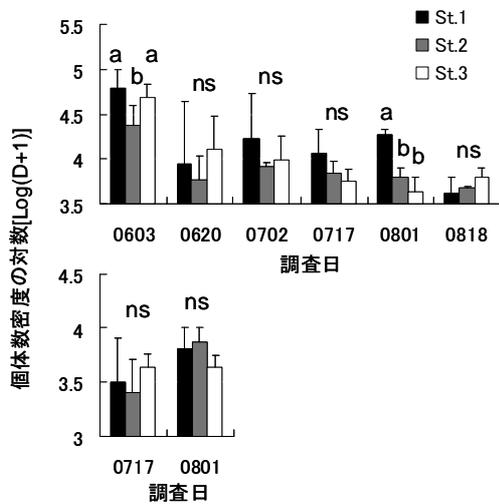


図 2 6 月 3 日加入コホート (C1: 上) と 7 月 17 日加入コホート (C2: 下) の各調査日における個体数密度の変化
 図中 a, b は地点間で有意差あり, 同字の場合は有意差なし, ns は全地点有意差なしを示す。

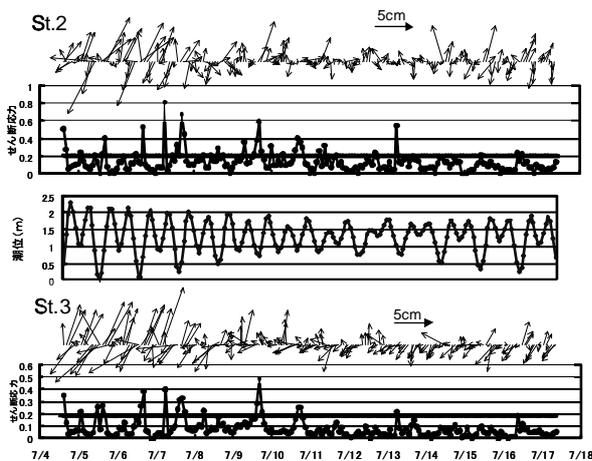


図 3 7 月 4 日から 7 月 17 日における St. 2 及び St. 3 のせん断応力と移流ベクトルの経時変化
 図中太線は底質（粒径 0.3 mm）の移動限界を示す。中央の図は St. 3 において実測した潮位の変化を示す。

表 観測期間における底質（中央粒径 0.3 mm）の観測流動の安定領域からの逸脱回数及び逸脱時の移流成分の積算値（流速フラックス）と移送方向

期間と地点	逸脱回数	頻度(%)	平均流フラックス*1	平均移流(cm/s)*2	移送方向
7/4-7/17					
St.2	33	29.8	26.5	0.803	上流
St.3	20	10.2	11.1	0.555	上流
7/18-8/1					
St.2	45	20.1	-18.1	-0.402	下流
St.3	35	15.6	49.8	1.423	上流
全期間合計					
St.2	78	18.2	8.4	0.108	上流
St.3	55	12.8	60.9	1.107	上流

St.1は測器不調のため欠測

*1:安定領域逸脱時の平均流ベクトル積算値。*2:平均流フラックスを逸脱回数で除した値

考 察

昨年度結果¹⁾では、主に着底直後となる着底稚貝を対象とし、着底初期の集積には平均流成分が関与している点を指摘した。よって、今年度は、着底後比較的長い時間が経過した大型稚貝の流動に対する挙動、集積プロセスに主眼を置いた。今年度結果においては St. 1 の流動が把握できなかったため、客観性を評価するにはややデータが不足している。しかし、稚貝の分布密度の経時変化や移動限界評価モデルによる解析と合わせて検討すると、着底期以降においても稚貝は、ア) 恒常的に（主に低潮時から上げ潮時にかけて）波浪流による攪乱を受け移動可能（掃流）状態となる、イ) 移動の方向は任意期間における平均流成分のフラックスが関係していることが示唆された。これらのことから、着底からその後の稚貝成長期を通じて、本河口域における流軸に沿った平均流特性の違いが、河口域のアサリ稚貝高密度分布域（稚貝場）の形成に関与していると推定された。このことは、平均流特性によっては、波浪などの底質攪乱による稚貝の底質からの掘り出しが、必ずしも稚貝の散逸につながらないことを示唆している。

引用文献

- 1) 日比野学・岡本俊治 (2008) 有用貝類資源形成機構調査. 平成 19 年度愛知県水産試験場業務報告, 22-23.
- 2) 相澤 康・滝口直之 (1999) MS-Excel を用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討, 水産海洋研究, 63, 205-214.
- 3) 桑原久実 (2009) 底質の安定性からみた好適アサリ生息場環境. アサリと流域圏環境, 水産学シリーズ, 161, 61-70.

2 内水面増養殖技術試験

(1) うなぎ養殖技術試験

加温ハウス飼育試験

小椋友介・石田俊朗・中川武芳・田中健二

キーワード；ウナギ，脊椎骨変形，2-メチルイソボルネオール，ジェオスミン

目 的

(1) 脊椎骨変形対策試験

ウナギの脊椎骨変形(通称曲がり)は養鰻業界にとって、ウナギの商品価値を低下させる大きな問題となっている。今まで様々な原因が疑われているが、はっきりとした原因はわかっていない。今回、池入れ前のシラスウナギに着目し、初期の脊椎骨の異常と曲がりとの関連について検討した。

(2) カビ臭対策試験

カビ臭を始めとした着臭はウナギの商品価値を低下させるが、現在、ウナギの着臭に関する知見は少ない。着臭原因を探り、防除対策を講じるためには、原因物質の定量が不可欠である。そこで、原因物質として最も可能性が高いと考えられている 2-メチルイソボルネオール(2-MIB)及びジェオスミン(GSM)の定量方法について検討した。

材料及び方法

(1) 脊椎骨変形対策試験

池入れ前のシラスウナギを、毎年曲がりが多いとされる5業者(A~E)と少ないとされる5業者(F~J)から約100尾ずつ回収した。また、参考として毎年曲がりのほとんどでない水産試験場からもサンプルを回収した。回収したシラスウナギを10%中性ホルマリンで固定した後、4%水酸化カリウムで筋肉を透明化し、アリザリンレッドで硬骨を染色した。染色したシラスウナギについては実体顕微鏡を用いて、一尾ずつ脊椎骨異常を観察した後、異常個体率、異常の分類、異常箇所を調べた。

(2) カビ臭対策試験

分析に用いたウナギは、平成18年3月20日にシラスウナギを購入し、試験場内のビニールハウスで飼育した個体を用いた。ウナギを解剖し、筋肉部20gに対し精製水を20ml加えてディスペーサーで粉碎して試料を調整した。得られた粉碎試料は、1個体分全てを集めて家庭用ミキサーで混合均一化したものをペー

スト試料とした。正確に秤量したペースト試料4gに精製水115ml及び10ppb(GSM, 2-MIB混合)標準液1mlを加えて蒸留し、0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30, 30-40, 40-60及び60-100ml間の溜出液を分取して標準物質添加区の試験溶液とした。また、ペースト試料4gに精製水116mlを加えて同様に蒸留したものを対照区の試験溶液とし、両溶液中の2-MIB及びGSM濃度を衛生研究所の協力の基にページ&トラップ-GC/MSで測定し、蒸留量と検出量との関係を調査した。別途蒸留量100mlの条件下で標準添加試料を5回繰り返し測定し、回収率等を求めた。その一方で、蒸留時に食塩20gを加えることによる塩析効果についても検討を加えた。

結果及び考察

(1) 脊椎骨変形対策試験

業者間で異常個体率を比較したところ、10%から30%であり(図1)、平均で21%であった。毎年曲がりのほとんど出ない水産試験場でも20%の異常を確認した。観察した全てのサンプルの脊椎骨異常は、血管棘逆、変形、つまり、癒合、ズレ、血管棘欠損、曲がりの7パターンに分類することができた。それぞれの異常率は順に14.6%、5.6%、1.0%、1.0%、0.9%、0.6%、0.2%であった。また、1個体に複数の異常が見られることがあった。

異常箇所の分布を調査したところ、異常は全体に見られるが、魚体の中央付近に多いことが明らかとなった(図2)。さらに脊椎骨自体に異常の見られた変形、つまり、癒合、ズレ、曲がりの分布を調べたところ、頭から33, 55, 73番目の脊椎骨にピークがみられた(図3)。一色うなぎ研究会で聞き取りを行ったところ、分布のピークがみられた箇所で曲がったウナギをみたことがある業者が多いことがわかった。これらのことから、初期にみられた重度の脊椎骨異常は成長するにつれ、曲がりになる可能性が高いと推察された。曲がりの多い業者と少ない業者間ではシラスの異常個体率等に差がないことから、今後は飼育環境と飼

育方法の詳細な比較が必要であると考えられた。また、安定して給餌することができた池やウナギが順調に育った池には曲がりが少ないとの情報もあり、曲がりの発生原因を特定する糸口となるかもしれない。

(2)カビ臭対策試験

2-MIB及びGSMの積算回収量と溜液量との関係を標準物質添加区と対照区についてそれぞれ図4及び図5に示した。対照区では2-MIBは0.14~0.16ng, GSMは1.07~1.08ng検出された。いずれの区も60mlでほとんどが溜出してい

ることから、100ml蒸留すれば十分であると判断された。また、検出量と溜液量に及ぼす塩析効果は2-MIB及びGSMのいずれについてもほとんどみられなかった。標準物質添加区と対照区の回収量を表1に、標準物質回収率を表2示した。2-MIB及びGSMいずれも塩析の効果は小さく、むしろ変動率が増加した。塩析がない場合の2-MIBの回収率は62.3%で変動係数4.3, GSMでは回収率69.1%, 変動係数5.8とほぼ満足できる値が得られたことから、今回の方法によりこれら2物質の定量が行えるものと考えられた。

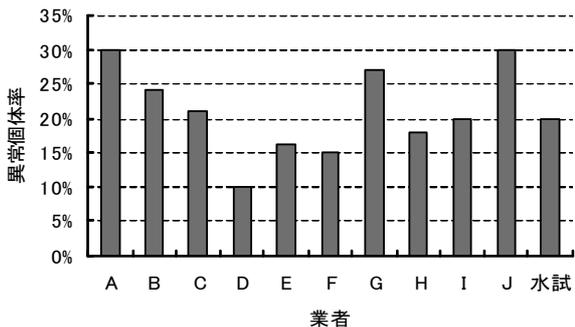


図1 業者ごとの異常個体率

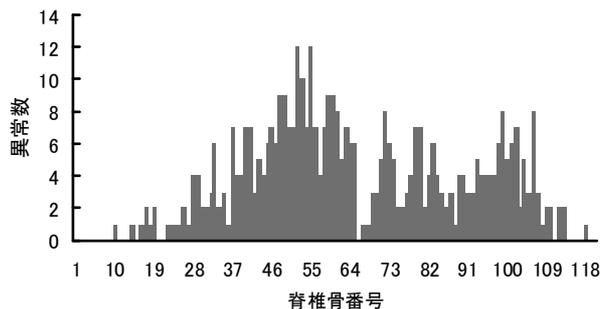


図2 異常箇所分布

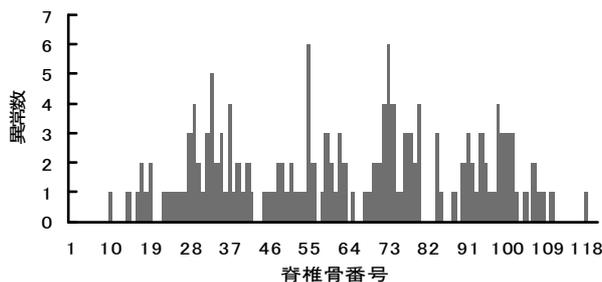


図3 変形・つまり・癒合・ズレ・曲がりの分布

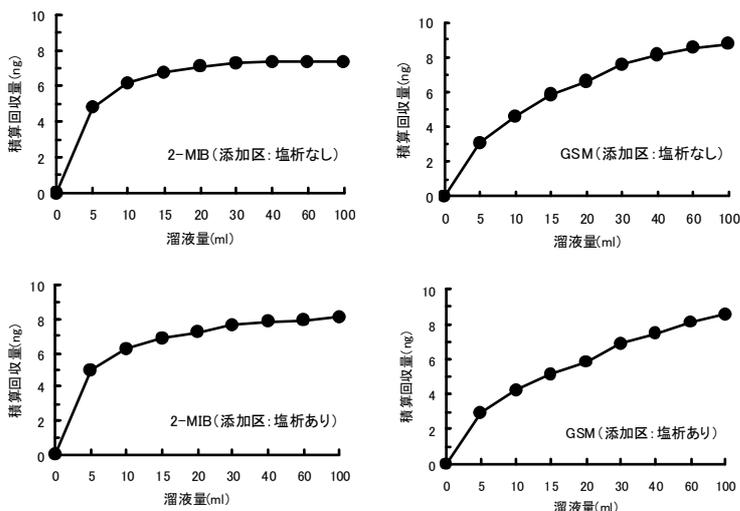


図4 標準物質添加区の溜液量と積算回収量との関係

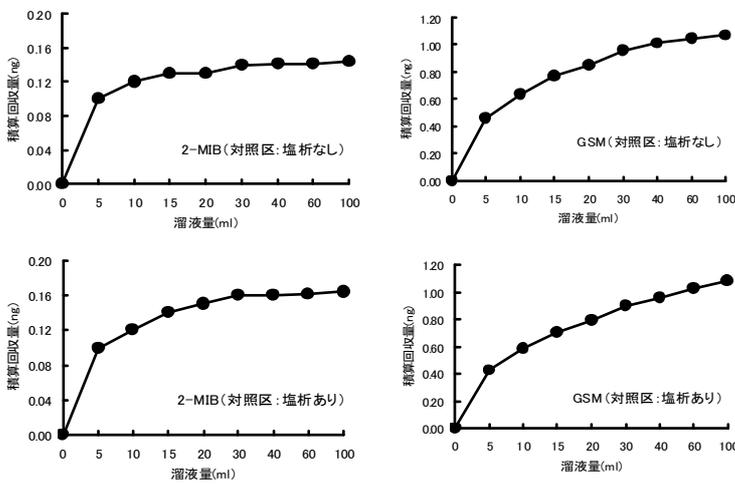


図5 対照区の溜液量と積算回収量との関係

表1 標準物質添加区及び対照区の回収量

対象物質区	2-MIB				GSM			
	添加区		対照区		添加区		対照区	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
回収量 (ng)	6.38	6.93	0.15	0.16	7.93	8.04	1.02	1.00
標準偏差	0.269	0.601	0.031	0.028	0.397	0.564	0.041	0.028

表2 標準物質回収率

(標準物質添加量 10ng, サンプル数 n=5)

対象物質	2-MIB		GSM	
	なし	あり	なし	あり
平均回収率 (%)	62.3	67.7	69.1	70.4
変動係数	4.3	8.9	5.8	8.0

(2) ウナギレプトケファルス育成技術試験

良質卵産出親魚養成試験

石田俊朗・小椋友介・中川武芳

キーワード；栄養強化，注射，飼料，雌化

目 的

ウナギの養殖には天然シラスウナギが種苗として用いられるが，近年，シラスウナギの採捕量は減少傾向にあるためシラスウナギの価格は高騰し，養鰻業の経営を圧迫している。また，ウナギ天然資源への影響についても懸念されており，これらの問題を解決するためには，ウナギの人工種苗生産技術を開発する必要がある。

このため本試験では，卵の受精率，ふ化率やふ化仔魚の生残率が高い良質卵を産出するウナギ雌親魚を養成することを目的として，親魚養成法の改善と新たな雌化技術の開発について検討を行った。

材料及び方法

(1) 注射試験

昨年度の試験において，催熟中の雌親魚に一定量のビタミンC (VC)，ビタミンE (VE) 及びアスタキサンチン (Ast) といった栄養成分を腹腔に注射して投与することにより採卵成績が向上する可能性が示唆されたため，VC投与量を検討する試験を春季に行った。投与量については，魚体重 1kg 当たり 50mg (低VC) と 100mg (高VC) で検討した。設定した試験区及び投与した栄養成分は表1のとおりである。1試験区当たりの供試尾数は15で，前年度と同様の方法で催熟し，乳化剤と生理食塩水とで混ぜ合わせた栄養成分を催熟第1～4週目に注射により投与した。対照区には催熟第7週目まで生理食塩水のみを投与した。また，催熟前の海水中での養成期間の違いが採卵成績に及ぼす影響を調べるため，海水養成期間を従来どおり(3週間)の区と長期間(5カ月)の区を設けた。

(2) 飼料・注射試験

市販配合飼料に栄養強化した飼料(飼料 1kg 当たり，VC880mg，VE140mgを強化)を103日間給与して養成した雌親魚に対し，催熟中の異なる時期に注射による栄養強化を併用し，採卵成績に及ぼす影響を調べた。注射の成分は(1)注射試験の低VC区と同様で，栄養成分を投与しない週には生理食塩水を投与した。対照区には市販配合飼料をそのまま給与し，生理食塩水を投与した。本試験

表1 注射試験の試験区設定

試験区	投与した栄養成分名・投与量 (魚体重 1kg 当たり)	海水養成期間
対照区	生理食塩水のみ	3週間
低VC区	VC50mg, VE20mg, Ast1mg	3週間
高VC区	VC100mg, VE20mg, Ast1mg	3週間
海水長期区	生理食塩水のみ	5カ月
海水長期+高VC区	VC100mg, VE20mg, Ast1mg	5カ月

表2 飼料・注射試験の設定

試験区	給与した飼料	注射の時期
対照区	市販飼料	—
初期区	栄養強化飼料	催熟第1～4週
中期区	栄養強化飼料	催熟第4～7週
隔週区	栄養強化飼料	催熟第1,3,5,7週

は秋季に行い，1試験区当たりの供試尾数は15で，設定した試験区，給与した飼料及び注射時期については表2のとおりである。

(3) 雌化試験

現在のエストラジオール-17βを用いた雌化技術とは異なる雌化技術を開発するため，RU486 (mifepristone, 卵巣方向への分化に必須な遺伝子の発現を阻害するコルチゾルの影響を抑制する)を用いて検討した。RU486を添加した市販配合飼料を週2回の割合でシラスウナギに給与して140日間飼育し，雌化率を調べた。対照区には市販配合飼料を給与した。

なお，以上の有意差の検定には分散分析とFisherのLSD法を用いた。

結果及び考察

(1) 注射試験

採卵時の肝臓・卵成分の分析結果を図1に，採卵成績(生残率は受精から10日後の値)を図2に示した。肝臓では，VC投与量の違いが分析結果に現れ，低VC区よりも高VC区の方がVC含量は多かった。また，VEについても，投与した効果がみられた。海水養成期間の違いについては，海水養成期間が長い区の方がVC含量は少なかった。

た。卵では、低 VC 区と高 VC の差が不明瞭であった。また、肝臓とは逆に海水養成期間が長い区の方が VC 含量は多く、（海水長期+高 VC）区でのみ VC の至適含量¹⁾に達していた。卵の VE 含量については、投与効果ははっきりしなかった。採卵成績についてはバラツキが大きく全般に低調であったため、VC 投与量や海水養成期間の違いによる差は明らかにすることはできなかった。

催熟前の海水養成期間を長くすることにより、卵の VC 含量を効果的に増加させることはできたものの採卵成績の向上にはつながらなかったことから、VC 以外の成分についても効率的に増加させる技術を開発するとともに、複数の成分を増加させた上で採卵成績への影響を調べる必要があると考えられた。

(2) 飼料・注射試験

採卵時の肝臓・卵成分の分析結果を図 3 に、採卵成績（生残率は受精から 10 日後の値）を図 4 に示した。肝臓では、初期区の肝臓 VE を除いて飼料と注射による栄養強化の効果がみられ、対照区よりも栄養強化した区の方が VC、VE 含量とも多かった。卵では VC、VE 含量とも試験区間で明らかな差はみられなかったが、VC 含量は全般的に多かった。筋肉の成分分析を行っていないため原因は不明であるが、注射開始前の生殖腺の VC 含量は通常レベルであったことから、催熟期間中の親魚の生理状態が従来とは異なっていたこと、筋肉からの VC の供給が多かったこと、VC の供給が多かったため注射による栄養強化を行っても必要以上に VC が卵に移行しなかったことが原因として考えられた。採卵成績については、受精率では差がなかったが、ふ化率では中期区、隔週区で成績が良かった。10 日後生残率では明らかな差はみられなかったが、ふ化率に差があったため中期区、隔週区で高い結果となった。これらのことから、注射の時期としては、初期よりも中期もしくは隔週が適している可能性が示唆された。

(3) 雌化試験

これまでの解析で得られたデータでは RU486 投与区の雌の割合は 30~40%であった。一方、対照区では 10%以下であったことから、RU486 を用いた雌化技術の開発は可能であると考えられた。天然ウナギの性比は 1:1 と考えられているため、RU486 の投与条件を検討し、本来の雌の割合（50%程度）を確保できる技術を開発する必要がある。

なお、この研究は平成 20 年度農林水産技術会議委託プロジェクト研究「ウナギ及びイセエビの種苗生産技術の開発」として実施され、詳細は「ウナギ及びイセエビの種苗生産技術の開発 平成 20 年度研究報告書」に記載した。

引用文献

- 1) 独立行政法人水産総合研究センター(2006) 農林水産技術会議委託プロジェクト研究 ウナギ及びイセエビの種苗生産技術の開発 平成 17 年度研究報告書, 22-25.

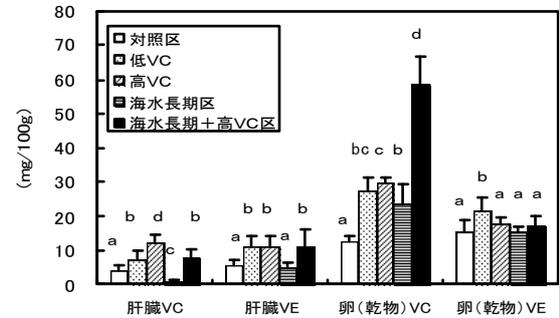


図 1 注射試験における肝臓・卵の成分分析結果異なるアルファベット間に有意差あり ($P < 0.05$)

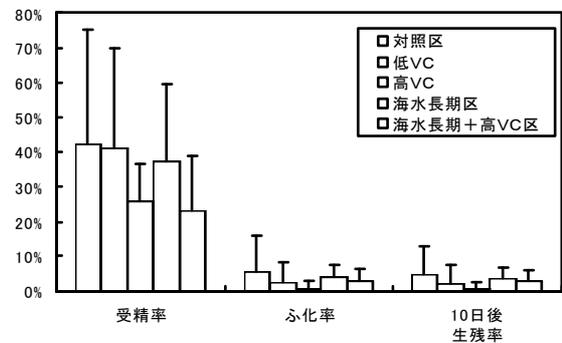


図 2 注射試験における採卵成績

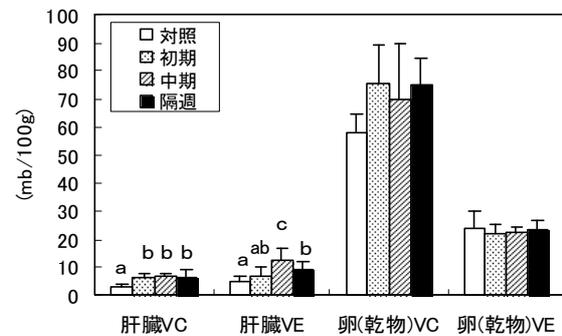


図 3 飼料・注射試験における肝臓・卵の成分分析結果異なるアルファベット間に有意差あり ($P < 0.05$)

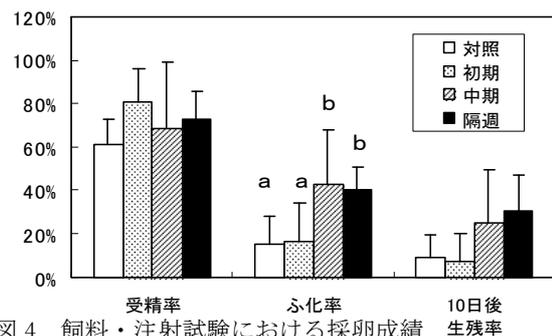


図 4 飼料・注射試験における採卵成績異なるアルファベット間に有意差あり ($P < 0.05$)