

資源形成機構実証試験 (稚貝移植試験)

山本直生・宮脇 大・川村耕平

キーワード；アサリ，伊勢湾東岸域，ペイント標識，稚貝移植

目 的

伊勢・三河湾で操業する本県アサリ漁業者は，豊川河口にある六条潟等において発生したアサリ稚貝を各漁場へ移植し，アサリ資源の維持・増大に努めている。しかしながら，伊勢湾東岸域の漁場では，冬季の北西風などで生じる波浪等の影響から，稚貝の散逸やへい死が起きていると考えられている。伊勢湾東岸域に移植された稚貝が，より漁獲に貢献できるようにするためには，稚貝の定着率が高い移植地点を選定することが求められる。

このため，平成 24 年度においては，伊勢湾東岸域で定期的に移植が行われている地点における稚貝の定着性を評価するため，標識した稚貝を移植して定期的に成長，生残，移動等を調査した。

材料及び方法

平成 24 年 7 月 24 日及び 8 月 1 日に六条潟から稚貝約 38 千個体（以下，標識稚貝）を入手し，橙色のラッカースプレー（アサヒペン アスペンラッカースプレー）で標識した。平成 24 年 8 月 8 日に伊勢湾東岸域の小鈴谷干潟に設定した試験区（半径 4m の円形，面積約 50 m²，D.L. 約 0m）に移植した。移植後は月 1 回，図に示した試験区内の定点と試験区の中心から 4 方向にそれぞれ 10m 間隔で 3 定点ずつ設定した 12 定点の計 13 定点において，軽量・簡易バケツ採泥器（採泥面積 0.05m²，水産工学研究所・(株) 東京久栄開発）を用いて底土を採取した。採集した底土は，目合い 1mm のふるいによりアサリを分離し，このうち標識稚貝について計数及び殻長を測定した。なお，試験区の近傍には，8 月下旬にノリ養殖用の支柱が打設され，10 月下旬からノリ養殖が行われていた。

結果及び考察

移植後の調査は，8 月から 12 月までの計 5 回行った。いずれの調査においても，標識稚貝は試験区内の定点でのみ確認された。このことから，標識稚貝は移植後 4 カ月経過しても試験区から移動拡散していないと考えられた。これは，試験区近傍にノリ養殖施設が設置されたことに

より，波浪が軽減されて，稚貝の散逸が防がれていた¹⁾可能性が考えられた。

調査時毎の標識稚貝の平均殻長を表に示した。12 月調査時には 27.1mm となっており，翌春には漁獲サイズに到達できるまでに成長していた。

採取した底土面積から求めた標識稚貝の密度は，移植 9 日後には 767 個体/m²であったが，移植約 1 カ月後には 11 個体/m²と大幅に低下し，低い密度で推移した（表）。9～11 月の調査時にはツメタガイの捕食痕がある標識稚貝の貝殻が多数確認されたことから，試験区内では，ツメタガイによる減耗が大きいと考えられた。試験区周辺に移植する稚貝の定着率を高めるためには，ツメタガイに対する食害防除が必要と考えられた。

本調査は，水産基盤整備調査委託事業「アサリ資源回復モデルの開発と実証」により実施した。

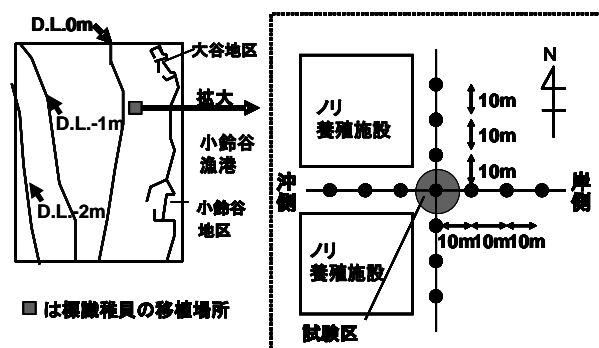


図 標識稚貝を移植した試験区と調査定点

表 標識稚貝の密度及び平均殻長

	平均殻長(mm) [*]	測定個体数	密度(個体/m ²)
8月17日	13.0±2.60	70	767
9月17日	13.3	1	11
10月17日	20.0	1	5
11月14日	24.2±3.08	37	35
12月12日	27.1±2.78	38	3

^{*}は平均値±標準偏差

引用文献

- 1) 山本直生・宮脇 大・村内嘉樹(2012)有用貝類資源形成機構調査，平成 23 年度愛知県水産試験場業務報告，16-17.

餌料環境調査

宮脇 大・山本直生・川村耕平

キーワード；アサリ， 餌料環境， 肥満度， クロロフィルフラックス

目 的

アサリ資源は全国的に長期減少傾向にある中， 本県では比較的安定しており， ¹⁾ その要因としては， 河口干潟に発生する稚貝を地先の漁場へ移植放流することで広範囲に母貝場が形成され， 再生産機構が有効に機能しているためと考えられている。母貝場の再生産性を評価するため， アサリの成長， 成熟度， 餌料環境等について調査を行った。

材料及び方法

三河湾の東幡豆地先と吉田地先の2カ所において， 東幡豆は平成22年8月， 吉田は平成23年1月～平成24年9月に毎月1， 2回アサリを採取し， 殻長， 殻幅， 殻高及び軟体部湿重量を計測し， 肥満度を算出した。

各海域の調査地点において， 自記式流向流速計（INFINITY-EM， JFE アドバンテック社製）とワイパー式クロロフィル濁度計（INFINITY-CLW， JFE アドバンテック社製）を用いて， 海底直上約10cmの流速（90分間隔）とクロロフィル濃度（10分間隔）の連続観測を行った。餌料環境を定量化するため， 平成24年4～7月のカゴによる飼育試験期間中に得られたクロロフィル量と絶対流速を基に， 対応する測定値を用いて， それらの積であるクロロフィルフラックス²⁾を求めた。

結果及び考察

肥満度は両海域において秋～春季にかけて上昇し， その後， 春～秋季にかけて減少する季節変動を示し， 東幡豆は吉田よりも常に高い値を示した（図1）。

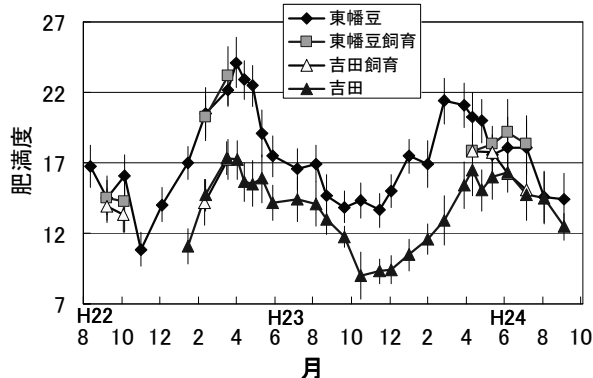


図1 肥満度の推移（バーは標準偏差を示す）

平成24年4～7月のクロロフィル量， 絶対流速， クロロフィルフラックスは， 東幡豆よりも吉田の方が高い値（*U*-test， $P < 0.01$ ）を示した（図2）。

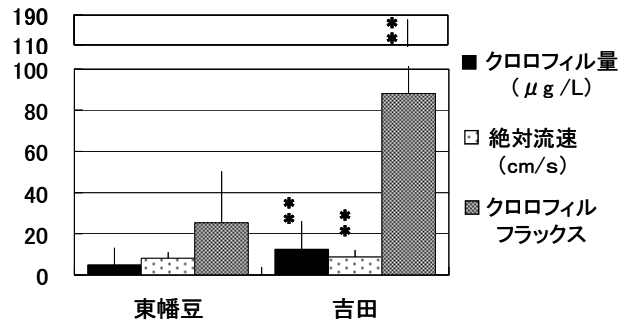


図2 平成24年4～7月の東幡豆と吉田におけるクロロフィル量， 絶対流速， クロロフィルフラックス
** : $P < 0.01$ (Mann-Whitney's *U*-test)

肥満度は4～7月に低下していることから， この時期に餌料量が十分にあっても肥満度の向上には寄与していないことが示唆された。過去の調査結果²⁾からも， 肥満度が最も上昇する1～3月において， それに対応してクロロフィルフラックスは吉田よりも東幡豆の方が高かったことが示されており， アサリの再生産には産卵期前の餌料環境の影響が大きいことが推察された。

本課題は水産庁委託調査事業「漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場造成および新規創出技術開発」により実施した。

引用文献

- 1) 宮脇 大・竹内喜夫 (2012) 愛知県における二枚貝生産の現状とノリ生産及び色落ちに関する現状. ノリ色落ち対策に寄与する二枚貝増養殖技術ガイドライン (日向野純也・石樋由香編), 独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所, 三重 pp5.
- 2) 宮脇 大・村内嘉樹 (2012) 有用貝類資源形成機構調査 (餌料環境調査), 平成23年度愛知県水産試験場業務報告, 18.

(6) 藻場再生技術応用開発試験

服部克也・山本有司・村内嘉樹・阿知波英明

キーワード；サガラメ，藻場，生分解，移植法，混植

目 的

サガラメ・カジメ藻場は魚介類の生育場，アワビ類等磯根資源の餌料供給場など多くの機能を持つ上，サガラメ自体は食用としても利用される。しかし，愛知県沿岸のサガラメ・カジメ藻場面積は激減¹⁾し，藻場再生が急務となっている。そこで，平成22年度からサガラメが消滅した南知多町中洲地区に設置されているノリ養殖用の鋼管製の柵を利用したサガラメ増殖技術と，併せてサガラメ養殖技術について開発することとした。

なお，この事業は，農林水産技術会議の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により，愛知水試が代表機関となり，国立大学法人三重大学，サカイオーベックス（株），ティビーアール（株）及び（株）シャトー海洋調査と共同で実施しており，事業全体については平成24年度研究報告書（課題名「既存着底基質への海藻種苗の移植による効率的な藻場再生技術の実証試験」，課題番号：22051/愛知水試研究業績C-199）に取りまとめた。ここには愛知水試がティビーアール（株）とともに担当する種苗移植技術及び養殖技術の開発について記載した。

材料及び方法

(1) 種苗移植技術の開発

これまでに検討した移植基質の生分解性繊維のうち，海水中での分解性と種苗の付着性を高めるためにアルカリ処理（1N NaOH，60℃，1時間）を行ったポリブチレンサクシネート（PBS）と新素材で加工性の高い非晶性ポリ乳酸（PLA）について海水中での分解挙動を観察した。また，アルカリ処理したPBSの種苗付着性は，組紐にしたPBS上にサガラメ胞子体を微揺動（横振幅）培養して着生させ，経過を観察した。

低コストでアイゴの食害からサガラメ藻体を保護する方法としてトゲモクとの混植を想定し，混植用のトゲモクを鋼管に移植する手法を検討した。昨年度はトゲモクの卵を3%アルギン酸ナトリウム/海水溶液（以下アルギン酸溶液）に混合して種苗混合液（10～1,000個/g）とし，これをPBS組紐に塗布して直ちに鋼管柵に巻き付けた。しかし，トゲモクの植生数が少なかったことから，

平成24年度は組紐にトゲモクを植生させた後に，鋼管柵に移植することとした。平成24年4月23日に，採苗したトゲモク卵をアルギン酸溶液に混合して種苗混合液（10～1,000個/g）とし，これをPBS組紐30セットに塗布後，海水を掛け流した室内水槽に組紐を垂下した。トゲモクの着生が確認された5月17日に，成長促進のため海水を掛け流した屋外の水路に組紐を垂下した。潜水することなく移植作業が行える水位になった6月4日の大潮干潮時に，移植試験区の鋼管柵に組紐を巻き付け，成長等を経過観察した。また，トゲモクとの混植状態にあるサガラメ葉体へのアイゴ食害圧軽減効果を確認するため，アイゴの個体群が試験区域で確認されなくなった12月17日に，試験区周辺域のサガラメ，カジメの葉体を潜水により観察した。

綿包帯で種苗の移植効率が高かった²⁾ことから，サガラメ，カジメの移植には，アルカリ処理したPBSの組紐と綿ガーゼを組み合わせた移植基質を用いた。移植は，サカイオーベックス（株）から提供されたサガラメまたはカジメの種苗（胞子体，卵，配偶体）をアルギン酸溶液に混合して種苗混合液（サガラメ5～10千個/g，カジメ20千個/g）とし，移植基質に塗布後，潜水作業により移植基質を鋼管柵に巻き付けた。作業は，地先海水温が20℃を下回った平成24年11月9日に行った。また，トゲモクと混植でサガラメを移植する手法を検討するため，平成25年1月8日にサカイオーベックス（株）から提供されたサガラメの胞子体が着生した種糸（胞子体14個/cm）を番線により鋼管柵に巻き付けた。種糸には綿製のタコ糸を用いた。移植後，12月13日，1月8日，2月1日にそれぞれ移植基質の状況，サガラメとカジメの植生状況を潜水により観察した。

(2) 養殖技術の開発

平成24年11月28日に，豊浜廻間地先に設置された漁業者のワカメ養殖枠の沖側，陸側それぞれのアンカーロープ（沖側4本，陸側4本）にクレモナロープ（φ18mm）約30m（以下ロープ）をそれぞれ水深約2mの位置で結束して設置した。サカイオーベックス（株）から提供されたサガラメまたはカジメの種苗（胞子体，卵，配偶体）をアルギン酸溶液に混合して種苗混合液（サガラメ20

千個/g, カジメ 160 千個/g) とし, 沖側のロープにはサガラメ種苗混合液を, 陸側のロープにはカジメ種苗混合液をそれぞれ塗布した。また, ロープの4箇所にかサイオーボックス(株)から試供された植毛シート(高い種苗混合液保持機能)を巻き付け, これにカジメ種苗混合液を塗布した。平成25年1月8日, 2月4日にロープへの状況を観察し, 3月22日にロープをワカメ養殖施設から回収し, 80cmの枠を用いて植生密度等を調べた。

結果及び考察

(1) 種苗移植技術の開発

PBS 組紐の形状, 無処理及びアルカリ処理の PBS 表面形状を図1に, 非晶性 PLA の海水浸漬前及び浸漬1カ月後の表面形状を図2にそれぞれ示した。PBS はアルカリ処理により表面に亀裂が形成されたものの, 海水に浸漬しても殆ど分解しなかった。一方, 非晶性 PLA は海水浸漬1カ月には表面に亀裂が形成され, 引っ張り強度も28%減少して海水中での分解が確認されたことから移植素材としての可能性が示唆された。アルカリ処理した PBS は, サガラメ孢子体が着生後に少しの振動で容易に剥離したため, アルカリ処理による種苗の付着性向上効果は認められなかった。

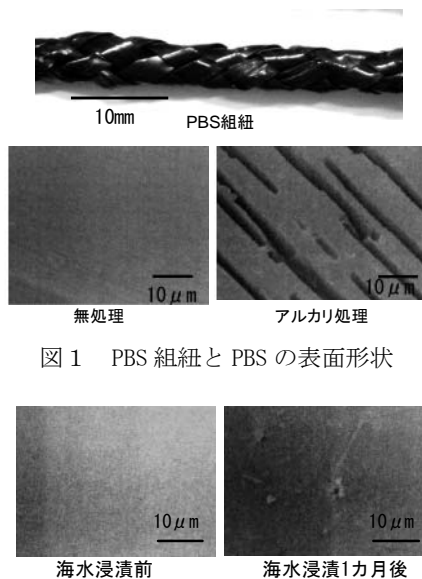


図1 PBS 組紐と PBS の表面形状

図2 非晶性 PLA の表面形状

鋼管に移植したトゲモクは移植4カ月後には葉体が20cm以上に伸長していた(図3-a)。この葉体の間にサガラメ孢子体を植生させると目隠し効果が期待された。トゲモクと混植状態にあるサガラメ(図3-b)はアイゴの食害にあっても成長点は保護されていたのに対し, 単植状態のサガラメは成長点まで食害を受けていた(図3-c)。成長点が残ったサガラメは再生できることから,

トゲモクによる食害圧軽減効果が確認された。こうしたことから, 移植基質によりトゲモクを移植後, 成長したトゲモクの間隙に, 種糸に付着したサガラメを移植することで, アイゴの食害圧を軽減できる混植状態の藻場を造成できると考えられた。

なお, 移植基質, 種糸により移植したサガラメ, カジメについては観察期間中には葉体の植生を確認できなかった。



図3 トゲモクとの混植によるアイゴ食害圧軽減

(2) 養殖技術の開発

3月22日に回収したロープの葉体植生状況を図4に示した。ロープには, サガラメでは葉長2~22cm, カジメでは葉長3~20cmの葉体が不均一に植生していた。また, 種苗混合液の保持機能が高い植毛シートには多数のカジメが植生していた。養殖ロープには種苗混合液を均一に塗布することができなかったことや, サガラメとカジメで種苗混合液の種苗密度が大きく異なっていたものの, 植生していた両種葉体に生長や植生密度に大差は認められなかったことから, 種苗混合液の種苗密度よりも塗布量が植生数や生長に影響すると推察された。

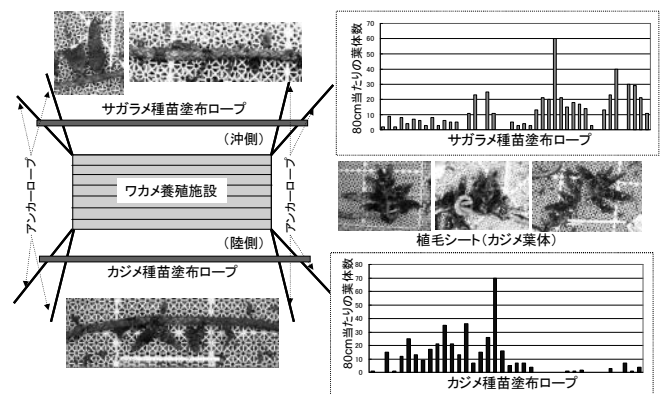


図4 サガラメ, カジメの養殖試験結果

引用文献

- 1) 阿知波英明・土居内(原田)靖子・山本有司・落合真哉(2011)藻場再生技術応用開発試験. 平成22年度愛知水試業務報告, 21-22.
- 2) 伏屋 満・阿知波英明・落合真哉(2013)伸縮包帯とネット包帯を用いたサガラメとカジメの鋼管への移植. 愛知水試研報, 18, 33-34.

(7) エビ類種苗放流技術高度化試験

原田 誠・山本直生

キーワード；クルマエビ，栽培漁業，放流効果，遺伝子標識

目 的

本県におけるクルマエビの種苗放流は、30 年以上継続して実施されている。しかし、漁獲量は昭和 63 年の 727 トンをピークに減少傾向となり、平成 20 年以降は 100 トン以下の水準まで落ち込んでいる。

現在の種苗放流は昭和 50 年代に開発された技術が用いられている。しかし、30 年近くが経過し、現在では沿岸環境も大きく変化していることから、放流時期などを見直すことで現在の環境に適したより効果的で効率的な栽培技術を開発する必要がある。

平成 24 年度は、4 月に早期の試験放流を行い、通常期（6～8 月）に放流される種苗とともに追跡調査を実施した。また、本試験により平成 22～23 年に採取した漁獲サンプル^{1, 2)}の遺伝子解析を行い、放流エビの混入率を算出した。

なお、本試験は農林水産省農林水産技術会議の実用技術開発事業を受託して、三重県水産研究所、(独)水産総合研究センター、(公財)愛知県水産業振興基金、(公財)三重県水産振興事業団及び(株)日本総合科学と共同で実施した。

材料及び方法

(1) 早期放流

早期放流は、4 月 11 日に実施し、供試した種苗は、愛知県栽培漁業センターで 3 月に採卵して生産された種苗を用いた。放流場所は常滑市小鈴谷地先としたが、同所は通常生産された種苗の放流が行われている。

(2) 市場調査

クルマエビの伊勢湾内での漁獲状況を把握するため、伊勢湾内で操業する小型底びき網漁業の主要水揚げ市場である豊浜市場において、平成 24 年 4～12 月に 2～6 回/月漁獲されたクルマエビの雌雄を判別後、頭胸甲長をノギスで測定した。また、5～12 月には放流エビの回収状況を把握するため、漁獲されたクルマエビの一部を遺伝解析用サンプルとして購入した。これらは雌雄を判別後、頭胸甲長を測定し、魚体の一部（遊泳脚等）をエタノールで固定した。

また、渥美外海での漁獲状況を把握するため、同海域

で操業する小型底びき網漁業の主要水揚げ市場である一色市場において、平成 24 年 4～9 月及び 11～12 月に 1～3 回/月漁獲されたクルマエビの雌雄を判別後、頭胸甲長をノギスで測定した。測定したクルマエビは直ちに、魚体の一部（遊泳脚等）を遺伝子解析用にエタノールで固定した。

(3) 放流エビ混入率調査

平成 23 年度に豊浜市場及び一色市場で採取し、エタノールで固定した個体について遺伝子解析を行って放流エビを検出し、混入率を求めた。遺伝子解析は、まず予備選抜としてミトコンドリア DNA・D-Loop 領域について、放流種エビの種苗生産に用いた親エビの遺伝子型と一致した個体を選抜し、選抜した個体について核 DNA マイクロサテライト領域の解析を行って遺伝子型が親エビと一致する個体を放流エビと判定した。なお、マイクロサテライト領域の解析については、本試験により新たに開発したプライマー（未発表）を用いた。

結果及び考察

(1) 早期放流

早期放流は、4 月 11 日に平均全長 12.6 mm の種苗 112 万尾を放流した。放流は、大潮の干潮時に行い、輸送トラックの運搬水槽から内径 50 mm のホースを用いてタイドプールにサイフォン移送で直接放流した。なお、放流時のタイドプール内の水温は 13.9 °C であった。

放流後の種苗は、タイドプール内を遊泳する個体も見られたが、多くの個体は海底に着底し、一部は放流後すぐに潜砂した。また、放流直後に活力が弱った個体はみられず、放流は順調に行われたと考えられた。

(2) 市場調査

豊浜市場では、市場調査及び買取により、合計 904 尾のクルマエビを調査し、平均頭胸甲長は 38.4 mm（最小 23.3 mm，最大 58.7 mm）であった。

一色市場では、合計 700 尾のクルマエビを調査し、平均頭胸甲長は 49.8 mm（最小 35.1 mm，最大 72.0 mm）であった。

(3) 放流エビ混入率調査

平成 22～23 年に漁獲され、遺伝子解析を行ったクルマ

マエビ 1,001 個体中に放流クルマエビが 47 個体確認された。混入率は 4.7 %であった。確認された放流クルマエビの放流時期と漁獲時期を放流尾数とともに表に示した。平成 23 年の放流群では、4 月に放流された試験放流群で 7 尾、6 月放流群で 8 尾及び 8 月放流群で 13 尾が確認された。平成 23 年 4 月の試験放流群の放流尾数は 78 万尾で通常時期 (6 月, 8 月) の放流尾数の約 1/10 であったものの、放流エビは同じ程度漁獲されていることから、4 月に放流することで、より効率的な資源添加を行える可能性が示唆された。

なお、この試験の詳細は「平成 24 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究報告書 課題名：種苗生産の早期安定化と放流効果の正確な判定によるクルマエビ類の栽培技術の高度化 (課題番号：22052)」に記載した。

引用文献

- 1) 原田 誠・岩崎正裕(2011)エビ類種苗放流技術高度化試験. 平成 22 年度愛知県水産試験場業務報告, 23-24.
- 2) 原田 誠・山本直生(2012)エビ類種苗放流技術高度化試験. 平成 23 年度愛知県水産試験場業務報告, 21.

表 遺伝子解析による放流エビの混入状況

放 流			放流エビ尾数 (尾)			
			採集時期別		合計	
年	月	尾数 (万尾)	平成22年8～11月 [解析尾数 356尾]	平成23年4月～12月 [解析尾数645尾]		
平成22年	6月	850	12	2	14	
	8月	950	1	6	7	
平成23年	4月	78	—	7	7	
	6月	950	—	8	8	
	8月	850	—	11	11	
合 計			3,678	13	34	47
放流エビ混入率				3.7%	5.3%	4.7%

(8) アサリ有害生物生態調査試験

カイヤドリウミグモ寄生動態の把握

村内嘉樹・宮脇 大・山本直生

キーワード；カイヤドリウミグモ，寄生率，幼体，胴長頻度分布，成体

目 的

平成 20 年 4 月以降、知多半島東岸域でカイヤドリウミグモ（以下ウミグモ）のアサリへの寄生が確認されている。東京湾では、ウミグモの寄生によるアサリの大量へい死が報告されており、¹⁾ また寄生を受けたアサリは商品価値を損なう恐れがあることから、本県アサリ漁業への影響が危惧されている。

本試験では、ウミグモの寄生被害を回避または軽減するためのアサリ生産手法を開発するために、寄生確認海域における本種のアサリへの寄生確認率、平均寄生数及び成体分布密度を調べた。また同海域のアサリ分布密度を調査した。

材料及び方法

ウミグモのアサリへの寄生確認率を把握するため、美浜町東岸域地先において、月 1 回の割合でアサリを採取し、目視（肉眼または実体顕微鏡）により、殻内の幼体の有無を確認した。また確認した幼体は、摘出、計数し以下の式で平均寄生数を求め、胴長を測定した。

平均寄生数 = 総幼体数 / 検査したアサリ個体数

アサリへの侵入盛期を把握するため、同地先においてウミグモが未寄生のアサリを D.L.-100cm の位置に砂利とともに目合い 7mm の袋に入れて概ね 14 日間飼育し、Yoshinaga らの方法²⁾ で寄生初期の幼体を検出した。

成体がアサリの殻外に出る時期を明らかにするため、同海域において、月 1 回、幅 100cm の桁網（目合い 5mm）を 200~250m 曳網して成体を採捕し、密度を求めた。また月 1 回、10×10cm の枠取り採取を行い同海域におけるアサリの分布密度を求めた。

結果及び考察

寄生確認率及び平均寄生数の推移を図 1 に示した。寄生確認率及び平均寄生数は、5 月から 7 月にかけて上昇してピークを形成した後低下し、11 月に寄生が確認され

ないレベルまで低下したが、12 月から 1 月に再び上昇した。その結果、両者の季節変化は平成 22~23 年と概ね同じであった。

成体分布密度の推移を図 2 に示す。成体の分布密度は、平成 22, 23 年と同様、成体が採捕され始めた 5 月に最も高かったことから、5 月が成体出現の盛期であると考えられる。その後、成体分布密度は減少傾向を示し、12 月まで採捕された。また、幼体の胴長頻度分布では大型個体のモードが小型のモードに 5~6 月及び 10~12 月に移行していた。これらの時期に、大型個体が成体として殻外に出て、その後新たな幼生の寄生が行われたと考えられた。同地先において飼育した未寄生アサリへの初期幼体の寄生数を図 3 に示した。初期幼体の寄生は、4 月 25 日~5 月 9 日に少数認められ、5 月 23 日~6 月 6 日に最も多かった (Kruskal-Wallis 検定, $P < 0.01$)。また、初期幼体の寄生は、9 月 19 日~10 月 4 日には認められなかったが、10 月 4 日~12 月 9 日に 0.06~0.63 個体/アサリ 1 個体・日で認められた。

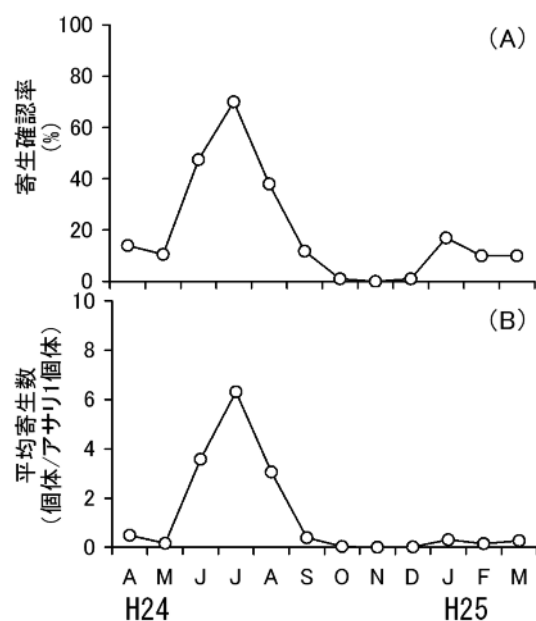


図 1 平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月におけるウミグモのアサリへの (A) 寄生確認率, (B) 平均寄生数

以上のことから、産卵及び幼生の寄生は、毎年 5～6 月に盛期があり、10～12 月にもわずかに行われているものと推定された。また 10～12 月に寄生した幼体は、1～4 月に成長し、5～6 月の再生産に寄与していると考えられた。

本課題は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（中核機関：千葉県水産総合研究センター）により実施した。詳細は当事業の研究報告書に記載した。

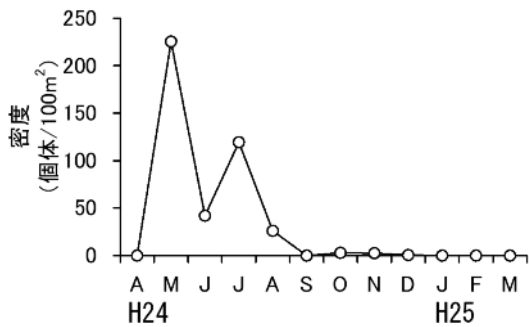


図 2 平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月におけるウミグモの成体分布密度

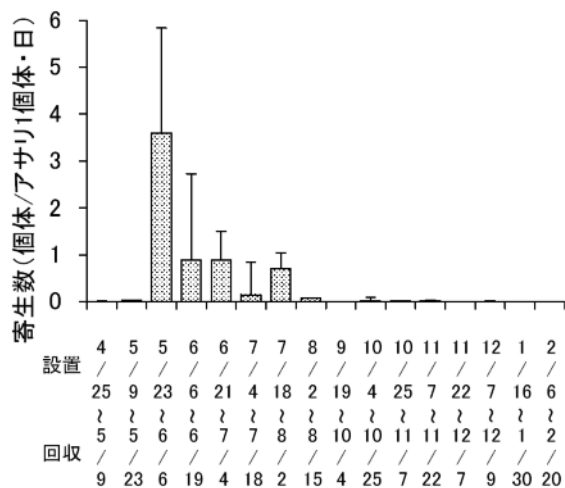


図 3 調査海域において飼育したウミグモ未寄生アサリへの初期幼体寄生数

引用文献

1) 宮崎勝己・小林 豊・鳥羽光晴・土屋 仁 (2010) アサリに内部寄生し漁業被害を与えるカイヤドリウミグモの生物学. タクサ 日本動物分類学会誌, 28, 45-54
 2) Yoshinaga, T., Kobayashi, Y., Toba, M. and Miyama, Y. (2011) Development of a sensitive method for the detection of young larvae of the parasitic Pycnogonid *Nymphonella tapetis* in Manila clam *Ruditapes philippinarum*. Fish Pathology, 46, 38-41.

2 内水面増養殖技術試験

(1) ウナギ養殖技術試験

加温ハウス飼育試験

服部宏勇・岩田友三・中川武芳

キーワード；ウナギ，脊椎骨異常

目的

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。これまで、発生原因を解明するために当試験場内の水槽を用いて様々な条件下でウナギを飼育し、曲がり発生の再現試験を実施してきたが、曲がりの発生がみられず、はっきりとした原因が分かっていない。

当所の飼育方法は養鰻業者に比べ、換水率が高い傾向にあるため、養鰻業者とは水質環境などが異なっている。一般に換水率を下げると、無機態窒素の蓄積や pH 低下が起こり、ウナギの成長促進にも繋がると言われている。このため、今年度は低換水飼育と通常飼育の2試験区を設け、無機態窒素濃度、低 pH 及び高成長が曲がりの発生要因であるかどうかを検討した。

材料及び方法

試験には平成 24 年 3 月 19 日に一色うなぎ漁業協同組合から購入したシラスウナギを使用した。シラスウナギを配合飼料に慣らすため、市販の餌付餌料を与えた後、徐々に配合飼料に切り替えながら、30 日間の予備飼育を行った。この配合飼料による餌付けが完了したウナギを 4 月 19 日に選別し、成長の良いウナギ（平均体重 0.68g）を 2 群に分養し、試験に供した。試験区は、低換水区及び通常区の 2 つを設定し、分養したウナギは 7 月 23 日までエアレーションを施した FRP 製水槽（縦 160cm×横 100cm×深さ 60cm）で水深 35cm、水温 28℃の止水条件でそれぞれ飼育した。その後、放養密度を下げるため 7 月 24 日からは、水車（0.25 馬力）を設置したコンクリート水槽（縦 420cm×横 220cm×深さ 60cm）で水深 40cm、水温 28℃の止水条件で試験終了（10 月 11 日）までそれぞれ飼育した。給餌は基本的に朝夕の 2 回与え、給餌量は前日の摂餌状況から判断し、飽食給餌となるように調整した。換水は朝の給餌後のみ行った。換水率は、FRP 水槽での飼育時は、低換水区で 10%、通常区で 30%を、コン

クリート水槽での飼育時は、低換水区で 5%、通常区で 12%を基本としたが、供試魚の摂餌不良が確認された時のみ換水量を増やした。

飼育期間中は、毎日、ポータブル pH メーター（YO KOGAWA 製、PH81）を用いて水温及び pH を測定した。また、週 1 回飼育水を採水し、HACH 社製多項目迅速水質分析計（DR/2010）を使用して、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素の濃度を測定した。

両試験区とも、水槽移動時及び試験終了時に全数をサンプリングし、曲がり発生の有無を目視と触診により確認すると共に、体重を測定した。また、試験終了時には各試験区から無作為に各 100 尾のウナギをサンプリングし、後日、軟 X 線撮影を行い、脊椎骨の状態を詳しく観察した。

結果及び考察

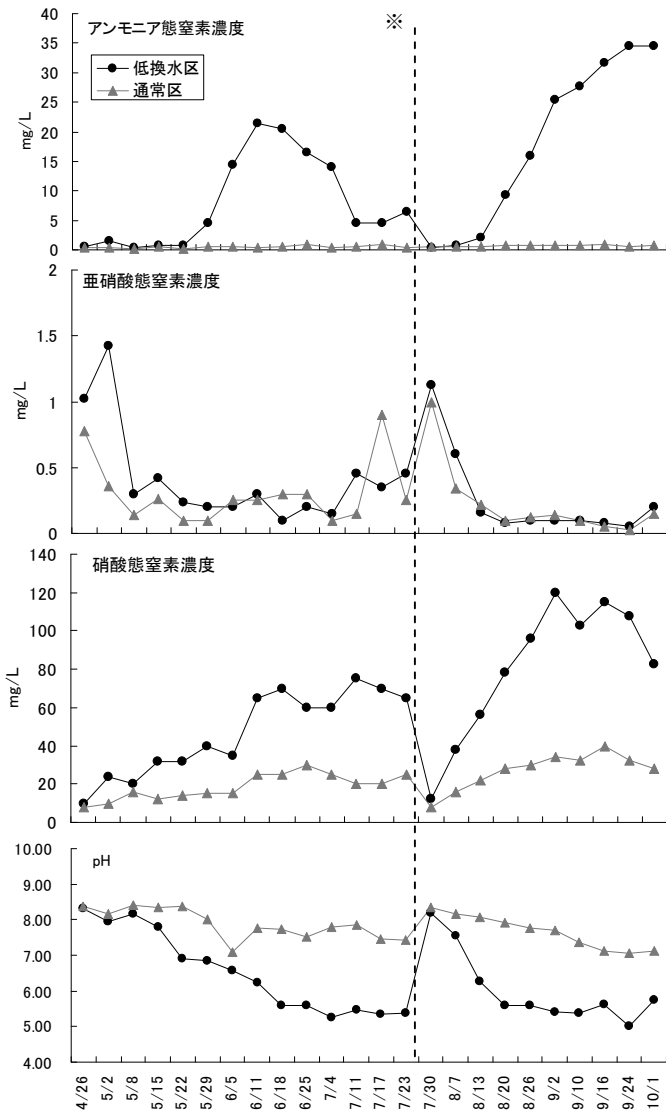
試験期間における両試験区の水質測定結果を図 1 及び表 1 に示した。アンモニア態窒素濃度については、通常区では低い濃度で一定に推移したのに対し、低換水区では、飼育日数の経過と共に濃度が上昇した。6 月 11 日以降は一旦、低下していったが、水槽移動後には、再び上がり始め 34.5mg/L まで上昇した。亜硝酸態窒素濃度については、全期間を通じて両試験区ともほぼ同様の推移を示した。硝酸態窒素濃度については、通常区では横ばいに推移したのに対し、低換水区では飼育日数が経過するにつれて濃度が上昇し、水槽移動直後は濃度が低下したが、日数経過とともに再び上昇し、最高 120mg/L まで上昇した。pH については、硝酸態窒素濃度が高くなるにつれて低下する傾向を示しており、低換水区の pH は通常区と比べて常に低い値を示し、5.00 まで低下した。過去の調査によると、養鰻業者が記録した最高のアンモニア態窒素濃度及び亜硝酸態窒素濃度の範囲はそれぞれ 12~150mg/L、0.8~35mg/L であり、最低 pH の範囲が 5.10~6.50 であったことから、低換水区の水質は養鰻業者に近

いものであったと考えられた。

各試験区の累積給餌量の推移を図2に示した。低換水区の累積給餌量は通常区の約1.5倍であった。飼育初期は両試験区とも同様の給餌量であったが、飼育開始1カ月後あたりから低換水区の摂餌状況が良くなったことから給餌量に差が生じた。平均体重を見ると、水槽移動時及び試験終了時共に低換水区の方が通常区よりも大きく、試験終了時には約40gの差が生じた(表2)。このことから、換水率を下げることは摂餌の促進が図られ、成長速度の向上に繋がると推察された。

曲がりについては、試験期間中を通していずれの試験区においても確認できなかった。また、軟X線撮影により脊椎骨の形状を詳細に確認したが、一部の個体で脊椎骨間がつかまっている状況を観察できたのみで、変形は確認できなかった。

本試験では、低換水飼育により水質を養鰻業者に近づける事ができ、その結果として、摂餌の促進が図られ通常区よりも成長速度が向上した。しかし、曲がりの発生が見られなかったことから、低換水飼育によって起きる無機三態窒素の蓄積、pHの低下及び高成長と曲がり発生との因果関係を明らかにする事はできなかった。これまでの調査や飼育試験において、溶存酸素濃度、水温、密度などの環境要因、網選別、水車などの物理的要因と曲がり発生との関連が検討されてきたが、いずれにおいても原因の特定には至っていない。以上のことから、曲がり発生は単一の要因だけでなく、複数の要因が関与している可能性も考えられる。今後は、これまで検討していない要因の検証の他、複数の要因を組み合わせられた試験の実施を検討する必要があると考えられた。



※破線は水槽移動のタイミングを示す。
図1 水質測定結果の推移

表1 水質測定結果

	低換水区				通常区			
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	pH	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	pH
最高値	34.5	1.42	120	8.32	1.00	1.00	40	8.42
最低値	0.40	0.05	10	5.00	0.20	0.03	8	7.06
平均値	12.2	0.35	61	6.32	0.59	0.27	22	7.79

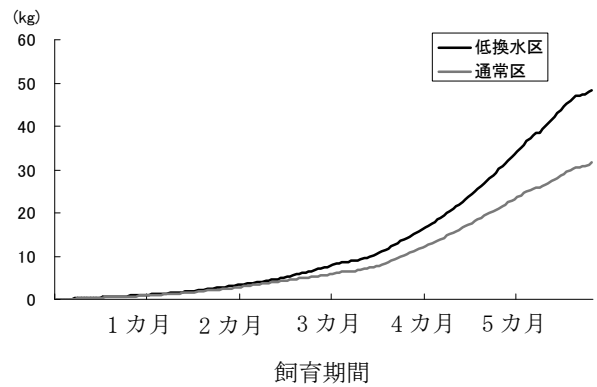


図2 飼育期間中の累積給餌量の推移

表2 試験期間中の平均体重の変化

	試験開始時	水槽移動時	試験終了時
低換水区	0.68	25.5	149.7
通常区	0.68	18.9	107.7

優良放流ウナギ養成試験

服部宏勇・岩田友三・中川武芳

キーワード；ウナギ，放流

目 的

近年，ウナギの養殖種苗であるシラスウナギの採捕量が減少し，養鰻業者の需要を十分に満たすことが困難な状況となっている。養鰻業界では，ウナギ資源の維持・回復のため，以前から河川や海域へウナギを放流している。放流ウナギの大半は通常の養殖方法で生産されたものであるが，性比が雄に大きく偏っており，自然界における性比と異なっているのではとの指摘もある。そこで，性比の偏りが少ないなど，より自然な状態に近いウナギを放流するため，4つの試験を行い，放流に適したウナギ養成技術の開発を検討した。

なお，本試験は日本養鰻漁業協同組合連合会から委託を受けて実施した。

材料及び方法

(1) ストレス因子の検討

養殖ウナギの性が雄に偏るのは，養殖環境によって起きるストレスが原因ではないかと考えられているため，その因子を検討した。

供試魚には，当所で飼育している2歳魚（平均体重292g）を使用した。異なる水温（20℃及び28℃）ごとに異なる密度（5尾，10尾及び20尾/m³）を設定した6試験区で15日間，ウナギを無給餌で飼育後，各試験区5尾のウナギから血液を採取し，血中コルチゾル濃度を測定した。一般には，ストレスが高いほど血中コルチゾル濃度が上昇するとされている。

(2) 劣成長ウナギの有効性の検討

出荷の際に選別淘汰される劣成長ウナギ（ビリウナギ）の生殖腺分化状況を確認し，放流用ウナギとしての有効性を検討した。

供試魚には平成24年10月に一色うなぎ漁業協同組合へ出荷されたウナギのうち，流通サイズに満たないとして選別されたビリウナギを使用した。2業者のビリウナギを解剖し，生殖腺の形状から雌雄を確認した。なお，形状から判断の難しいものについては，組織標本を作製し，顕微鏡下で雌雄を判別した。

(3) 優良放流魚の生産

性比の偏りの少ないウナギを生産する事を目的にストレスの少ないと思われる方法でシラスウナギを

飼育した。

4月18日の池入れから約1カ月間は室内水槽で加温飼育し，その後10月までは自然水温条件下の屋外のコンクリート水槽で，それ以降は土池で飼育を継続した。給餌は朝・夕2回として浮き餌を与え，水温が低下する冬期は無給餌とした。なお，コンクリート水槽には遮光幕を設置し，土池には塩ビ管を沈めて隠れ家を設置した。途中，20尾をサンプリングし，生殖腺の形状及び組織観察により雌雄を判別した。

(4) 成熟度向上試験

天然と同じような環境や餌で養殖ウナギを養成することで，放流用ウナギの成熟度向上を図った。

供試魚は，西尾市一色町内において露地池で粗放養殖されたウナギを6月に購入した。飼育には水車を設置したコンクリート水槽（3.8×12.0×0.9m）を使用し，放養時は淡水で，その後，徐々に海水を加えて最終的には汽水環境で飼育した。給餌は朝1回として市販配合飼料の他，イカナゴ，ザリガニ，岩ガニを与えた。成熟度の確認のため，放養時，放養33日後，73日後及び98日後にサンプリングしたウナギから卵を採取した。成熟度の指標は採取した卵の最大卵径群のうち10粒の卵径の平均値を用いた。

結果及び考察

(1) ストレス因子の検討

各試験区5尾のウナギのコルチゾル濃度の平均値を図1に示した。水温28℃及び20℃のどちらの条件であっても，飼育密度が高くなるにつれてコルチゾル濃度が低くなる傾向が見られた。また，同密度（20尾/m³）の試験区を比較すると，水温の高い方が低い方よりコルチゾル濃度が低くなった。このことから，水温や密度とストレスとの間には何らかの因果関係があることが推察されたが，今回の試験では同一試験区であってもコルチゾル濃度のバラツキが大きかったことから，コルチゾル濃度を指標としてストレス測定を行うには，サンプリング条件等をさらに検討する必要があると考えられた。

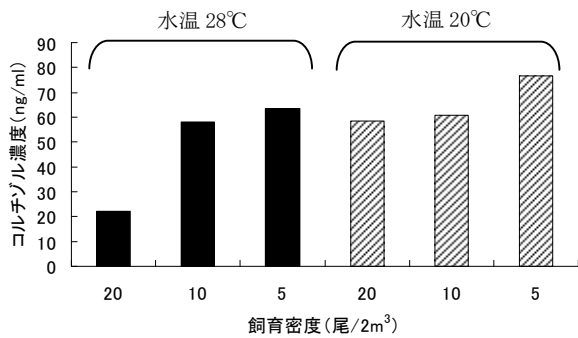


図1 各試験区のコルチゾール濃度

(2) 劣成長ウナギの有効性の検討

調査したウナギは、周年飼育魚（飼育期間：平成23年2月～平成24年10月）及び単年飼育魚（同：平成23年12月～平成24年10月）のビリウナギであり、体重及び全長の測定結果を表1に示した。性分化状況別の体重組成を見ると（図2）、体重が10g未満であれば性別はまだ不明だが、それ以上になると性が決定している個体が現れている。雌の出現は25g以上55g未満に限られ、55g以上では全ての個体が雄であった。今後さらに調査尾数を増やし検討する必要があるが、放流ウナギの雄への偏りを解消する一つの方法として、性が未分化であると推察される10g未満の個体、あるいは、雌が出現する55g未満の個体を放流する事に有効性があると考えられた。

表1 供試魚の魚体測定結果

	平均体重(範囲)	平均全長(範囲)
周年飼育魚 (n=64)	125.0(13.7~169.5)g	46.3(25.5~59.9)cm
単年飼育魚 (n=103)	25.3(5.6~72.1)g	27.2(17.5~39.8)cm

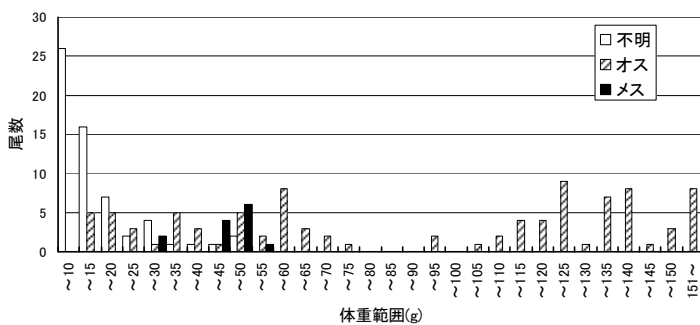


図2 性分化状況別の体重組成

(3) 優良放流魚の生産

コンクリート水槽及び土池での飼育水温は2.4～30.6℃であった。また、1日当たりの給餌率は0～4.8%であった。10月にサンプリングした20尾のウナギは、平均体重90.7g（範囲29.3～166.9g）、平均全長38.1cm（範囲28.5～47.7cm）であり、雄が14尾、

未分化が6尾であった。今後も飼育を継続し、定期的にサンプリングしながら、粗放的飼育が雌化率向上に寄与するかの確認を行う。

(4) 成熟度向上試験

養成期間中の給餌率は0.1～1.1%であり、水温、pH及び塩分の測定結果を表2に、サンプリングしたウナギの平均卵径の推移を図3に示した。個体により卵径のパラツキがあるものの、放養時に比べて放養98日後には卵径が大きくなった。また、個体差の影響を排除するため、放養33日後にサンプリングしたウナギを個体識別し、放養98日後に再度卵径を測定した結果を比較すると、5個体全てで卵径の拡大が認められた（図4）。以上の事から、養殖ウナギを放流前に汽水環境下におき、生餌などを与えながら養成する事により、成熟度を向上させる事ができると考えられた。なお、今回の試験では対照区を設けていないため、今後は対照区を設けて様々な養成条件と比較し、成熟度を向上させる最適条件を検討する必要があると考えられた。

表2 試験期間中の水質環境

	水温(°C)	塩分(‰)	pH
平均値	25.6	23.7	8.33
最大値	30.2	28.6	9.30
最小値	20.2	2.7	7.70

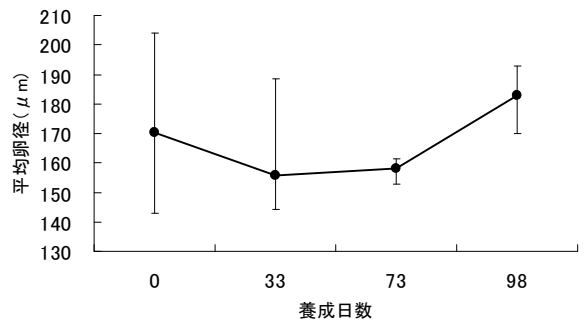


図3 供試魚の平均卵径の推移

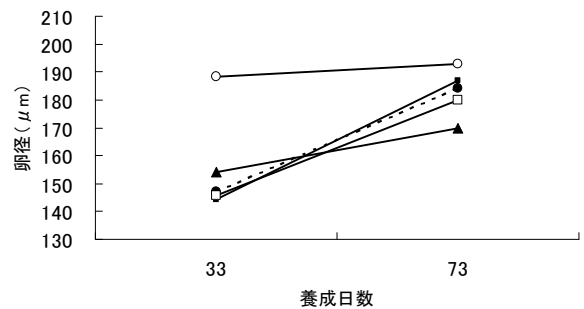


図4 個体識別した供試魚の平均卵径の推移

なお、この試験の詳細は「平成24年度優良放流ウナギ養成試験調査結果報告書」に記載した。

(2) うなぎ人工種苗量産化技術開発試験

ウナギ仔魚量産化試験

岩田友三・服部宏勇・中川武芳

キーワード；ウナギ，人工種苗生産，マリンスノー

目的

ウナギの養殖種苗は天然のシラスウナギに依存しているが、4年連続の不漁のために価格が高騰し、養鰻業の経営を大きく圧迫しており、種苗の安定確保が養鰻業界にとって大きな課題になっている。一方、ウナギの人工種苗生産は小型水槽での飼育が可能になっているが、開発されたスープ状餌料は水質の悪化を招くため、高換水飼育が必要となり、大型水槽での大量飼育に至っていない。

天然のウナギ仔魚は、細菌等による分解過程の有機懸濁物いわゆる「マリンスノー」を摂餌していることが知られているため、ウナギ仔魚が成長し、水質を汚しにくいマリンスノー状餌料を開発し、ウナギ種苗の量産化を目指す。

材料及び方法

雌親魚はEstradiol-17 β を投与して当所で雌化・養成したウナギと養殖業者から購入し、組織を摘出して雌であることを確認したウナギを使用した。雌親魚は海水馴致後、3m³水槽に約15尾ずつ収容し、サケ脳下垂体を20mg/kgで1回/週で投与して水温15~16℃で催熟を行った。最終成熟のために17 α -OHPを3mg/kgで投与してから15時間経過以降に採卵し、人工授精を行った。得られた受精卵を水温25℃で管理して、ふ化1週間後に開口した仔魚を供試魚として用いた。

7日齢のウナギ仔魚を300mlの小型ボール水槽に50尾収容し、甲殻類を材料とした有機物を細菌等により分解したマリンスノー状餌料を給餌して飼育を行った。なお、マリンスノー給餌区以外に生育が確認されているサメ卵給餌区と給餌を行わない対照区を設定した。

結果及び考察

ウナギ仔魚にマリンスノー状餌料を給餌したところ、消化管にマリンスノー状餌料が入っていることを観察でき、仔魚が摂餌することを確認することができた(図1)。

このマリンスノー状餌料を給餌して飼育試験を行った

結果を図2に示した。サメ卵給餌区の生残尾数は10日齢まで急激に減少したが、その後はへい死尾数が減少し、15日齢までの生残率は33%であった。一方、マリンスノー状餌料給餌区では対照区と比べて生存尾数の低下が緩やかであったが、15日齢ですべてへい死した。マリンスノー状餌料給餌区の生存期間は無給餌区より僅か1日しか延長せず、餌の効果を確認することはできなかった。

今回、マリンスノー状餌料の作製には海水由来の細菌を使用した。今後はそれ以外の細菌を用いてマリンスノー状餌料の作製を検討する。

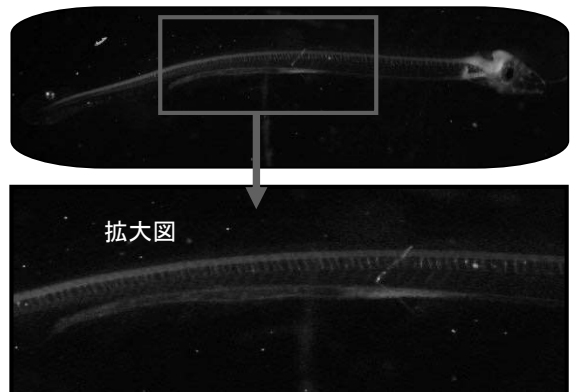


図1 マリンスノー状餌料を摂餌したウナギ仔魚(餌が充満している部分は腸管が白濁して観察される。)

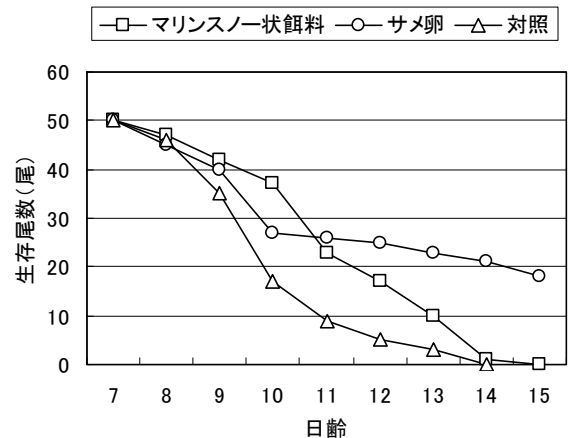


図2 各試験区における生残尾数の変化

(3) 内水面増養殖指導調査

河川漁場調査（矢作川藤井床固での遡上状況調査）

宮本淳司・岩田友三・中川武芳

キーワード；遡上アユ、汲み上げ放流

目的

「汲み上げ放流」は、海から遡上してくるアユが下流の堰などで滞留しているときに採捕して上流の漁場などへ移送・放流する方法で、遡上アユの採捕は、魚道に採捕器具を設置し魚道を上るアユを捕獲するものや堰の下に滞留しているアユを網ですくい取るなどの方法で行われている。愛知県でも矢作川水系や豊川水系で行われおり、矢作川の藤井床固での実態について調査を行った。

調査場所および方法

(1) 調査場所

今回調査した採捕場所は、矢作川河口から約13km上流の矢作古川との分派点である藤井床固で、平成14年度に魚道の改修が行われ、魚溜まり部に流域漁協が採捕器具などを設置するための工夫を重ね、遡上アユを採捕することが可能となったところで、現在、水系の4つの漁協が「矢作川水系4漁協連絡協議会」を組織して、特別採捕許

可を受け、採捕器具を設置し、交代で採捕を行っている（図1）。

(2) 方法

期間中の採捕状況について、漁協の採捕結果から、期間中の採捕量とその変動、種苗放流量に対する割合等について調べた。また、「汲み上げ放流」を実施している3月から5月にかけて、10日に一度の頻度で遡上アユのサンプリングを行い、体長と体重を測定して、採捕期間中に遡上する天然アユの大きさを調べた。

結果および考察

採捕期間中に遡上する天然アユの大きさは、遡上の後期になるに従って小型化していく傾向が見られた（図2）。そのため、採捕している漁協は汲み上げた時期の初期は大型種苗を、中期以降は小型種苗を漁場に放流していることになると考えられた。

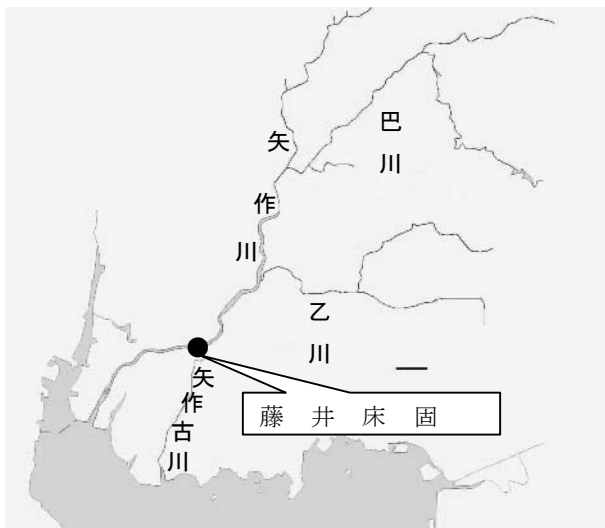


図1 調査場所

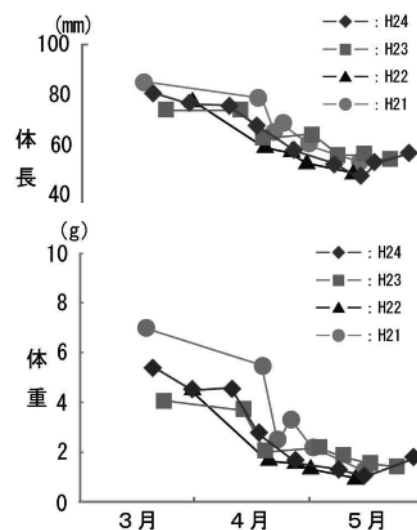


図2 遡上アユの大きさの推移

河川漁場調査（矢作川における産卵場調査）

宮本淳司・岩田友三・服部宏勇・中川武芳

キーワード；アユ，産卵場，矢作川

目 的

アユは本県の内水面漁業を支える重要な魚種であるが、冷水病の発生などにより、昭和 60 年代を境に漁獲量は減少傾向にある。このため、アユ資源の動向を把握し、基礎的な知見を得ることを目的として、矢作川においてアユの産卵場調査を行った。

材料及び方法

平成 24 年 10 月上旬から 12 月中旬に、志貴野橋から葵大橋にかけて目視による釣り人（ガリ釣り）の確認調査と釣り人からアユの蝟集状況の聞き取りを行った。また、調査結果から矢作川中流部の葵大橋から産卵保護禁漁区の間、天神橋から矢作川橋の間及び日名橋から矢作橋の間の 3 箇所に調査地点を設け、川底の砂礫を採取し、肉眼で産着卵の有無について確認を行った。

結果及び考察

昨年のような台風による大きな出水は見られなかったものの、川の状態は多少変化が見られ、聞き取りからも

アユが付く瀬の場所は昨年と変わっているとのことであった。

ガリ釣りは、葵大橋上流の産卵場保護禁漁区下流から天神橋の間で計 2～10 名ほど確認され、10 月上旬から 11 月上旬まで行われていた。釣果は 1 日 1 人 20～30 尾ほどと昨年の 1/4 くらいであった。釣獲されるアユは体長 12～15cm と小型なものが多かった。志貴野橋から天神橋にかけての区間では、ガリ釣りを行うものは確認できず、アユも瀬付いているようではなかった。

葵大橋から産卵保護禁漁区の間と天神橋から矢作川橋の間で産着卵を昨年と同時期の 10 月 26 日に確認した。また、アユが一気に流下せず少しずつ流下しているためか、12 月 6 日まで産着卵を確認することができた(表 1)。

産着卵が確認されたところはいずれも水深が 15～20cm の「チャラ瀬」(釣り用語)と呼ばれるところで、川底は長径 1～5 cm くらいの石で占められており、砂はほとんど無かった。また、日名橋から矢作橋の間では、10 月上旬から 11 月中旬にかけてアユが群れている状況が確認できたが、産着卵を確認することはできなかった。

表 1 調査地点の期間中の水温および産着卵の有無

調査日	葵大橋上流 (産卵場保護禁漁区下流)		矢作川橋下流 (マルサンアイ下)		矢作橋上流 (国道 1 号)	
	水温 (°C)	産着卵	水温 (°C)	産着卵	水温 (°C)	産着卵
10 / 9	22.1	なし	21.7	なし	—	なし
10 / 16	20.5	なし	20.4	なし	22.2	なし
10 / 26	17.3	なし	18.0	あり	18.5	なし
11 / 2	15.9	あり	14.8	あり	15.5	なし
11 / 9	14.4	あり	13.7	あり	14.5	なし
11 / 13	13.4	あり	12.8	あり	12.9	なし
11 / 29	9.9	あり	9.7	あり	9.3	なし
12 / 6	8.3	あり	7.9	あり	8.2	なし
12 / 18	9.1	なし	8.4	なし	8.3	なし