

2. 5. 新規のラフト型 PIT タグ受信装置の試験運転

2022 年現在、貝底川では PIT タグアンテナを川底に設置しているが、満潮時には水深が 3 m 程度まで増加するため、全水深を受信域とすることができていない。仮にウナギが中層を遊泳する場合、現行の PIT タグアンテナでは検出不能となる個体もあり得る。そこで、満潮時の水面側の受信域を補強する目的と、今後の新たなフィールドでの調査に導入する目的で、水面設置（浮上）式のラフト型アンテナ（Biomark 社）の試験運転を 2022 年 8 月 25 日に実施した（図 1 1）。

調査の結果、本アンテナの受信距離は 8 mm タグで約 18 cm、12 mm タグで約 35 cm、23 mm タグで約 70 cm と、貝底川で用いている現行のアンテナと同等の性質であることが確認された。また本アンテナはカヌーなどの船舶で牽引することで移動式アンテナとしても使用可能なことが確認されたので、次年度以降の研究において随時、活用する計画である。



図 1 1 フロート式 PIT タグアンテナの試験運転の様子。

2. 6. 水中ドローンの試験運転

上記した PIT タグアンテナと水中動画・タイムラプスカメラに加えて水中の様子を観察するツールとして、新たに水中ドローンの導入を検討し、それに向けた試験運転を行った（図 1 2）。本ドローンは陸上からリアルタイムで水中船を操作し、水中映像を確認できたことから、次年度以降、適宜研究ツールとしても活用していく計画である。



図 1 2 水中ドローンの試験運転の様子。

2. 7. アイフォンによる簡易 3 次元測量・地図作製技術開発

上記したように、2021 年度にドローンによる 3 次元測量技術開発を行い、2022 年度にモデル調査河川である貝底川の 3 次元測量や地図作製に適用した。しかし、本手法ではドローンによる空撮という技術的ハードルや、ドローンの飛行禁止区域設定などの法制度上の課題が生じ得る。そこで今年度はさらなる簡易型の 3 次元測量技術として土木研究所環境共生センターの林田寿文博士らによって開発されている、地上からのスマートフォンによる測量技術の教授を受けた（図 1 3）。

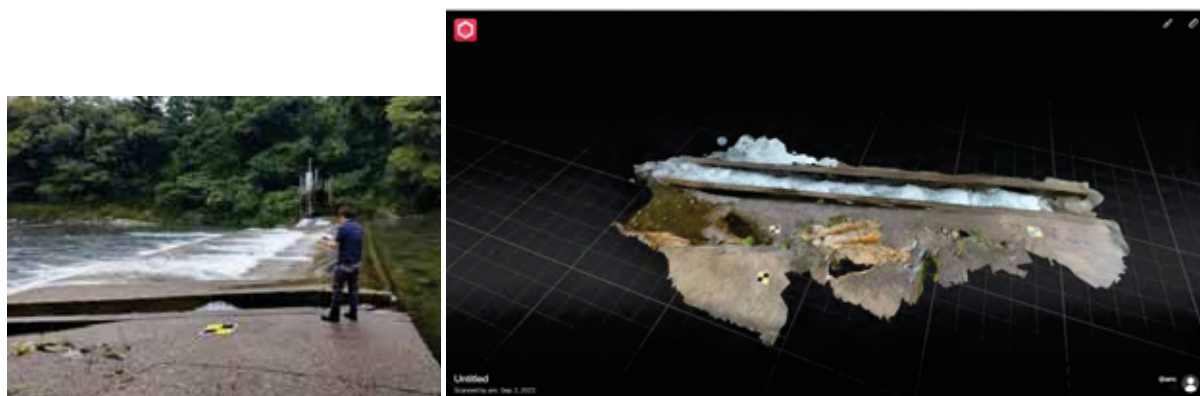


図 1 3 スマートフォンによる簡易型 3 次元測量の様子と測量結果（林田寿文博士より借用）。

2. 8. ドローンによる新たな 3 次元測量技術開発

本研究では 2021 年度に滋賀県淀川水系の 2 河川（愛知川、姉川）をモデルとしてドローン（Phantom 4 pro、DJI 社）による 3 次元測量技術開発を行ったが、この段階では河川の兩岸の数キロメートル毎に簡易水準点を設置し、かつその上空をドローンで 2～3 往復させる必要があったため、多くの労力と時間を要した。そこで 2022 年度は測量時間を圧縮するためのさらなる技術開発を進めた。

撮影試験は、2023 年 1 月 22 日に愛知川と姉川を結ぶ琵琶湖岸で行った。2021 年度からの変更点は、簡易水準点を一点に減じたことと、ドローンの飛行を 1 往復に減らすことが可能になったことである。撮影結果には一部、欠損が生じたが、これまでと同等の労力で撮影距離を 10 km 以上に延長することに成功しており、今後、より長大な河川や海岸線も含めた広域のマップ作製を可能とする技術が開発された。

課題と対応策：

2021・2022年度、貝底川では2台のPITタグアンテナを用いることでPITタグ標識ウナギの遊泳行動の種類や方向性を示すことができるようになった。特に2022年度の調査では一部の個体の移動が9月下旬から12月下旬にかけての新月の前後か20 mm程度の降雨があった時、またはその両方が重なった時にまとまって起こることが示唆された。この結果を受け、次年度はこうした条件下で銀ウナギの降海が見られるか否かをさらに重点的に調べることにしたい。

一方、貝底川のPITタグアンテナ設置地点は潮汐の影響で水深が3 m程度まで上昇することがあるが、こうした状況下でウナギが底層のPITタグアンテナ付近を遊泳するか、あるいは中層を遊泳することもあるのかが、ツインタグ実験や水中カメラを導入しても依然として明らかにできていないことが課題として残されている。また現段階では水中カメラの撮影能力が十分ではないため、PITタグアンテナ上を通過した個体が銀ウナギであるか否かを確認できていないことも課題である。

これらのことを踏まえると、2023年度の貝底川の研究ではPITタグアンテナと水中カメラを連動させ、アンテナ上を通過したウナギの移動の様子と外見（銀ウナギであるか否か）をより確実に把握する手法を引き続き開発することが重要な課題と考えられる（図14）。

次年度計画：

次年度は水中カメラの性能、特に夜間撮影時の撮影範囲（カバーエリア）を向上させるとともに、2台のPITタグアンテナとの連携性を高めることで引き続き貝底川の養殖・天然ウナギの移動の様子や外見（銀ウナギか否か）を正確に把握する技術を開発する計画である。また2022年度に導入、または試験運転を行った携行型PITタグリーダー、ラフト型PITタグアンテナ、水中ドローン、および3次元マップのプラットフォームを組み合わせることでPITタグ標識魚の降海以前の分布域や行動の様子も併せて把握することを目指す。

また、次年度は以下の条件を満たす新たな調査地点を宮城県等の東北地方で開拓し、貝底川と並行した調査を実施することも選択肢の一つと考えられる。すなわち、①比較的多くの天然銀ウナギの採捕実績を備えており、PITタグによる標識放流が可能であること、②PITタグアンテナと水中カメラの設置が可能なコンパクトな河川形態であること、③潮汐による大きな水位の変動を生じないエリアであること、である。こうしたエリアにおいて、2022年度に貝底川においてウナギの移動が多く見られた9月下旬以前に銀ウナギ候補となる個体を予めPITタグ等で標識しておき、それらの分布状況をドローンで撮影した3次元マップ上に落とし込み、分布や移動と環境要因の関係性も把握することで銀ウナギの回遊生態をさらに明らかにし、次の段階である銀ウナギ化しやすい養殖ウナギの放流手法に反映可能な知見を集積する計画である。

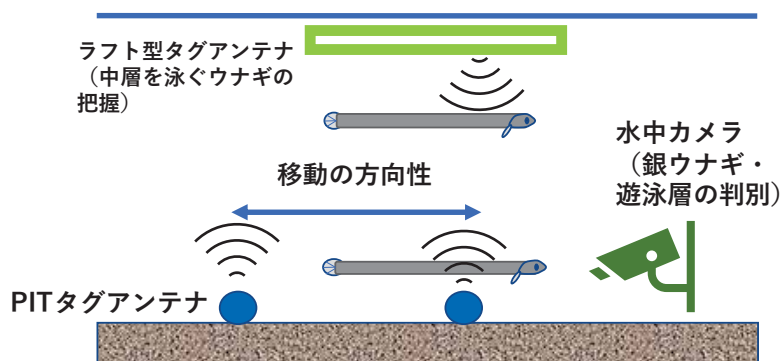
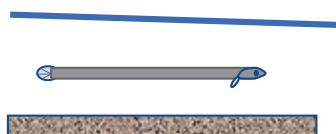


図14 2022年度の研究成果を踏まえた2023年度の貝底川の研究イメージ。着底型のPITタグアンテナ2台でウナギの移動を捉えるとともに、水中カメラで銀ウナギか否かを把握する。また、標識ウナギの遊泳層が底層に限定されるか否かを水中カメラやラフト型アンテナを併用して確認する。

①銀ウナギ候補の採捕・標識
3次元マップへのプロット



- ・銀ウナギの降海前の分布域
 - ・各種環境要因との関係
 - ・分布域の経時的変化
- (携帯型・ラフト型アンテナ)

②下流域でのタグモニタリング



- ・画像による銀ウナギの確認
- ・降海タイミング、環境要因

図15 東北地方等で新規の調査地点を設定する際の作業工程。2022年度にウナギの降海期と考えられた9月中旬以前に一定数の銀ウナギ候補をタグ標識し、各魚の分布域の経時変化を3次元マップのプラットフォームを用いて把握する。また、一定水深の狭窄部に設置したPITタグアンテナで通過タイミングを把握するとともに、水中カメラで銀ウナギか否かの確認を行う。

令和 4 年度 資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業 報告書

課 題 番 号	ウ	事業実施期間	令和 4 年度
課 題 名	産卵回遊が期待できるニホンウナギの作出		
担 当 者	長畠 大四郎（日本養鰻漁業協同組合連合会）		

令和 4 年度の成果の要約：放流用種苗として好ましい特性を有する個体の育成技術の開発のため、組合傘下の温水養殖池及び露地池で育成したより大型の個体を集め、飼育試験を実施する水産技術研究所日光庁舎及び静岡県水産・海洋技術研究所に配送した。

背景：近年、ニホンウナギの稚魚（シラスウナギ）の採捕量は低水準にあり、平成 26 年 6 月には国際自然保護連合（IUCN）のレッドリストに絶滅危惧 I B 類として掲載されるなど、ニホンウナギの資源の増大が急務となっている。こうした中、各地で資源増大を目的とした放流が行われ、漁獲量の増加及び漁業者の収入増加につながっている地域もある。しかしながら、ニホンウナギの生態には不明な点が多く、放流したニホンウナギがどの程度生き残っているのか、産卵に参加しているのかといった知見はほとんどない状況である。そのため、ニホンウナギの生態について得られた知見を順次取り入れていき、ウナギの資源管理を推進していく必要がある。

課題実施計画

（1）4 カ年の全体計画

目的：実際の養殖池を用いて、加温・無加温の飼育試験を行い、目的に適した飼育条件等を見極めるとの計画であったが、試験に適した小型池の使用が確保できなかったことから、1) 資源増大に貢献するウナギの作出のための飼育試験を行う水産研究・教育機構からの要望を受けた個体について、会員組合に照会の上、手配を行った(令和 2 年度～令和 4 年度)。2) 露地池育成個体が温水池養殖個体よりも資源回復のための放流種苗として、より適している可能性があるとして、水産技術研究所日光庁舎の科学者が主体となって進める、露地池で育成されたウナギがどのようなものであるか、また、天然個体と遜色なく、銀化して繁殖に貢献し得る生理・生態・行動となりうるのかについて調べる取組に参画することとした(令和 4 年度～令和 5 年度)。

方法：

- (1) の 1)： 大隅地区養まん漁業協同組合傘下温水養殖池で育成された 2 P ウナギ 70kg ずつを 12 月中旬に水産技術研究所日光庁舎及び静岡県水産・海洋技術研究所(焼津)に配送するように手配した。
- (1) の 2)： 浜名湖養魚漁業協同組合所属の 4 軒の組合員の露地池で育成されたウナギの特性を把握するため、露地池育成ウナギを晩秋に採捕し、静岡県水産・海洋

技術研究所浜名湖分場に提供した。来年度は、一定のサイズの個体を一定の数露地池に放流(池入れ)し、その後の特性を、温水養殖ウナギと比較しつつ、把握する。また、海水を取り込み得る露地池を用いて、海水導入、水温低下を経験させ、養育ウナギに好ましい変化が生じるか確認する。

期待される成果：

露地池を含む養殖池成育ウナギを用いて、放流用種苗として好ましい特性を有する多数の個体の育成が可能となり得る。

(2) 令和4年度の計画

目的：

- 1) 飼育試験を行う水産研究・教育機構からの要望を受けた大型個体を、会員組合に照会の上、手配。
- 2) 露地池育成個体が放流用種苗として温水池養殖個体よりも資源回復のための放流種苗として、より適している可能性があるとして、水産技術研究所日光庁舎の科学者の要請を受けて、露地池で成育したウナギの特性を調べるため、露地池ウナギを一定数、静岡県水産・海洋技術研究所浜名湖分場に提供。

方法：

- 1) 水産研究・教育機構日光庁舎の指示により、大隅地区養まん漁業協同組合に依頼し、2P ウナギ 70kg を、令和4年12月中旬に、日光庁舎及び静岡県水産・海洋技術研究所焼津にそれぞれ配送するよう手配した。
- 2) 浜名湖養魚漁業協同組合傘下の4軒の露地池で晩秋に採捕したウナギを静岡県水産・海洋技術研究所浜名湖分場に提供することとした。

結果：

- 1) 令和4年12月13日(火)発送、14日(水)2か所に着の日程で配送した。
配送量は、日光庁舎 69.5kg(1尾死亡との報告(購入額に反映させた))及び静岡県水産・海洋技術研究所焼津に 70kg となった。
手配個体の飼育履歴は、令和3年12月に国産のシラスウナギを導入、鹿児島県大隅地区の養殖池(淡水、水温 30℃)で、1年飼育したものである。
- 2) 令和4年11月8日から、浜名湖養魚漁業協同組合傘下4軒の露地池で採捕したウナギを浜名湖分場に提供した。

課題と対応策：

露地池育成ウナギに関しての取組は、4年度には、晩秋に採捕した個体について、体長、従量、雌雄の別、銀化度合い等の生物学的特性を調査のみとなった。露地池育成ウナギを用いた、再生産により貢献し得る種苗の育成に向けて、更に、調査、実証実験を進めることが考えられる。

次年度計画：

- 1) 露地池育成ウナギの特性を、温水池育成ウナギと比較しつつ、把握するため、浜名湖養魚漁業協同組合傘下の 4 軒の露地池で夏季及び晩秋に採捕したウナギを浜名湖分場での測定等に供すべく提供する。なお、同時期に採捕(池揚げ)した温水育成ウナギも比較のため、測定等に供する。
- 2) 夏季に 1 軒の露地池に、PIT タグを装着した複数サイズのウナギを一定数放流、11 月又は 12 月に採捕し、銀化の度合い等を確認する。
- 3) 静岡県水産・海洋技術研究所焼津で保管している、令和 3 年度に大隅地区養まん漁業協同組合から配送されたウナギを、浜名湖養魚漁業協同組合傘下の、海水導入が可能な露地池に収容・育成する。タイミングを見計らって、海水を導入し、さらに水温低下を経験させて、銀化の度合い等の把握・測定を行う。

令和 4 年度 資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業 報告書

課 題 番 号		事業実施期間	令和 4 年度
課 題 名	産卵回遊が期待できるニホンウナギの作出		
担 当 者	倉石 祐（静岡県水産・海洋技術研究所）		

背景：ニホンウナギ（以下、ウナギ）の資源保護のため養殖または天然由来のウナギが各地で放流されているが、放流後に成熟・産卵し、資源増加に寄与しているか不明である。特に未成熟で放流されたウナギは直ちに産卵に寄与するとは考えにくいため、産卵回遊に寄与する放流ウナギを作出する手法を開発する必要がある。

課題実施計画

（１）4 カ年の全体計画

目的：産卵回遊に寄与するウナギを作出するため、水温や塩分など環境による成熟や産卵回遊行動への影響に関する知見を集める。

方法：長期変動が成熟に影響するとされる水温について、数カ月間で水温を変動させる飼育実験を行う。一方で、短期的/長期的両方で魚体に影響を及ぼす塩分濃度については、短期的/長期的両方による飼育実験により成熟への影響を明らかにする。最終的に、水温と塩分濃度の要因を考慮し、適切な飼育環境を整えることで産卵回遊に寄与するウナギを作出する。

期待される成果：産卵回遊に寄与するウナギを作出するために、水温や塩分といった成熟に関わる要因についての知見が集約され、適切な飼育環境を確立することが期待される。

（２）令和 4 年度の計画

目的：

（i）養殖ウナギの銀化について

これまで水温の季節変動区と低水温区の銀化割合や血中性ステロイド濃度を明らかにした。今年度はニホンウナギが降下回遊を行う時期の水温に合わせた水温低下区を設け、水温の低下による影響を魚体サイズごとに明らかにする。

（ii）適切な蓄養方法について

静岡県浜名湖では親ウナギ放流事業が行われており、その蓄養環境が成熟や海水適応といった生理状態にどのような影響を及ぼすのかを明らかにする。これにより親ウナギの放流事業に際し、適切な蓄養方法を確立する。

方法：

(i) 養殖ウナギの銀化について

静岡県水産・海洋技術研究所浜名湖分場で育てた様々な大きさのウナギ（雄）（体重約 10～850g）を供試魚として、水温一定区（24℃）と水温降下区（24℃→12℃）を設け、本研究所では海水条件で飼育を行った。詳細な条件については同課題の水産研究・教育機構を参照。

(ii) 適切な蓄養方法について

令和 4 年 11 月～12 月に浜名湖の定置網で漁獲された天然ウナギ（約 500～800g）を購入し、各種計測後、PIT タグを用いて個体識別を行い、試験に供した。水温 20℃に設定した淡水区、半海水区、海水区を設け、室内の自然光下で、無給餌にて 2 週間飼育した。開始時、1、3、7、14 日目に血液を採取し、エストラジオール-17 β （E2）、テストステロン（T）、11-ケトテストステロン（11-KT）、コルチゾールの分析を行った。14 日目には RNA 分析用に脳、下垂体、生殖腺を採取し、組織観察用に鰓と生殖腺をサンプリングした。鰓については塩類細胞の適応型を確認するため、塩類細胞のマーカーである NKA と Cl⁻を排出する CFTR の抗体を用いた蛍光顕微鏡観察を行った。

結果：

(i) 養殖ウナギの銀化について

結果については水産研究・教育機構を参照。

(ii) 適切な蓄養方法について

血液中の各種ステロイドの濃度変化を図 1 に、開始時に対する 14 日目の相対濃度を図 2 示す。E2 に着目すると淡水区では、開始時と比べて一時的に上昇する個体も確認できたが、14 日目においてはすべての個体で開始時より低下することがわかった。同様に半海水区でも、すべての個体で開始よりも 14 日目の方が濃度が低下した。一方で、海水区では、5 個体中 4 個体において、開始時より上昇することがわかった。その他のホルモンについては、明瞭な差はみられなかった。

鰓の分析について、イニシャル区、半海水区、海水区の鰓の塩類細胞から CFTR が確認され、淡水区では CFTR がほとんど観察されなかった（図 3）。このことから天然の降りウナギは海水型の塩類細胞を有し、2 週間淡水で飼育するとほぼ消失することが示唆された。よって、淡水で畜養した魚は海水適応能が低下しており、そのまま海へ放流すると塩分濃度差による負荷が大きいと考えられる。

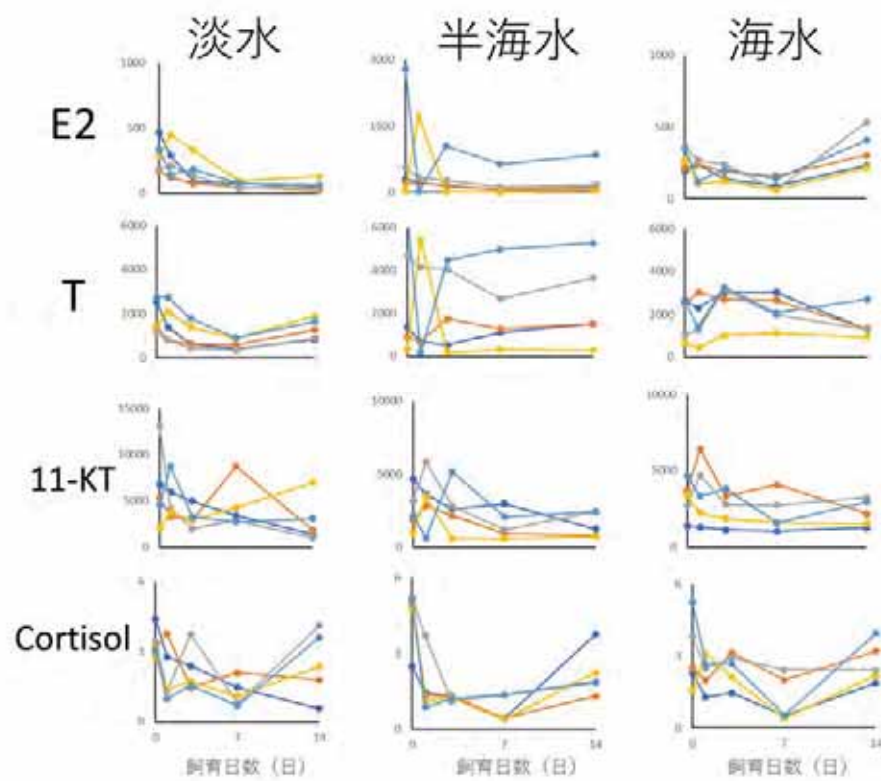


図1 各試験区における各ホルモンの経時変化
個体ごとに各線で濃度変化を表す

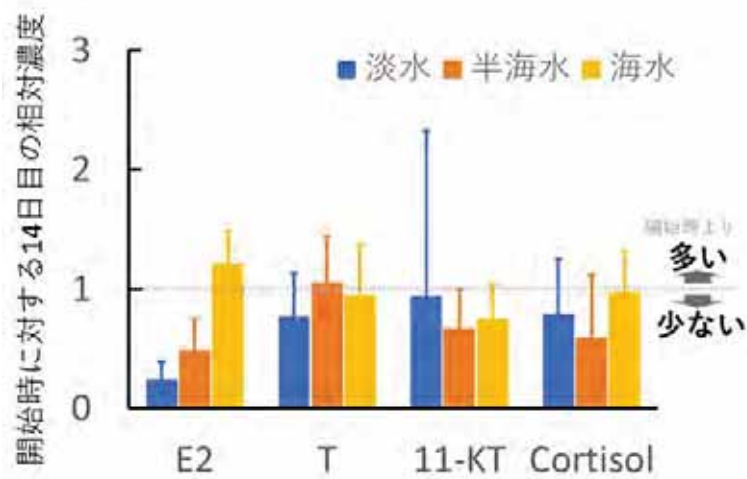


図2 開始時に対する終了時の相対濃度

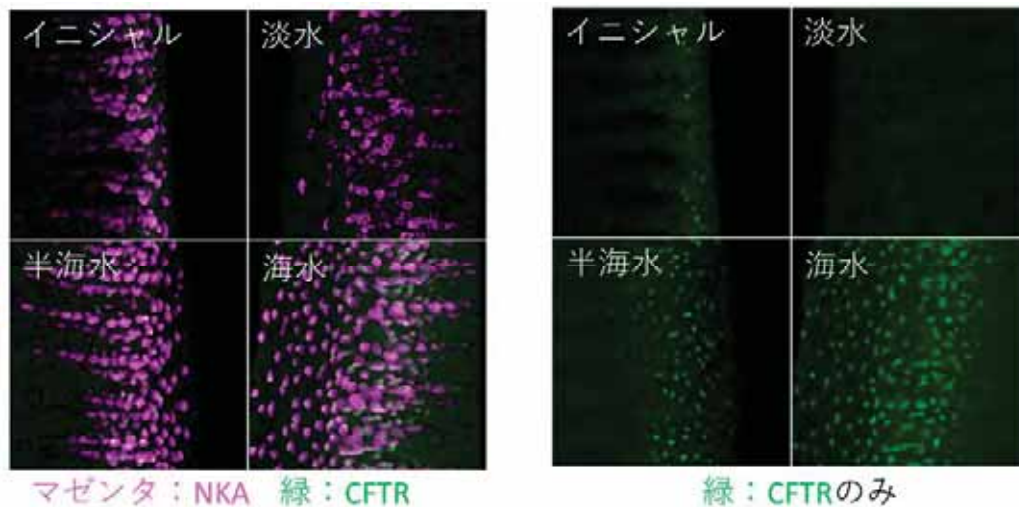


図3 各試験区における塩類細胞と CFTR の発現状態

課題と対応策：

- ・養殖ウナギを海水に移行し、水温が低下すると銀化促進や血中の性ステロイドホルモン濃度が変化することがわかったが、経時的な変化は不明である。そこで、経時的にサンプリングを行い、短長期的な影響について分析を行う。

次年度計画：

- ・今年度実施した実験結果の詳細な解析（外観の画像解析、RNA分析など）を行う
- ・養殖ウナギを海水に移行した後の生理状態の詳細な経時変化について、飼育実験を行い、生理学的分析（GSI、性ホルモン、下垂体ホルモン等）を行う。

令和4年度 資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業 報告書

課 題 番 号	ウ	事業実施期間	令和4年度
課 題 名	産卵回遊が期待できるニホンウナギの作出		
担 当 者	福田野歩人, 矢田 崇, 阿部倫久, 須藤竜介, 横内一樹 (水産研究・教育機構)		

令和4年度の成果の要約

(i) 雌雄選択的作出技術については、体サイズによるE2応答の違いを調べるために実施した飼育試験について、生殖腺の組織学的観察を行った。E2投与開始時の体が30cmから40cm、50cmと大きくなるにつれ、未分化および精細胞と卵細胞の混在型の割合が減少しており、E2によって雌になる割合も減少したものと考えられた。(ii) 養成ウナギの生殖腺発達に合わせた銀化部位を調べるため、ホルモン投与試験を実施した結果、胸鰭の黒化が生殖腺発達と並行して変化する銀化指標となることがわかった。また、銀化を促進する環境要因を調べた結果、海水での水温低下が銀化を促進させることがわかった。現場での実践可能な取組み方法として、露地池の半自然環境で養成ウナギを管理して繁殖貢献が期待される親魚作出が可能かを調べるため、異なる条件で管理される露地池のウナギについて生物特性の把握を開始した。(iii) 回遊行動については、養成ウナギに11-KT投与を実施したが、11-KTの血中濃度上昇のみでは天然個体で報告される回遊衝動の高まりは見られないことがわかった。養成ウナギが外洋で日周鉛直行動を行うか、また放流前経験水温が養成ウナギの日周鉛直行動に影響するかを調べるため、黒潮域でポップアップ式タグを装着して放流を実施した。

背景 近年、ニホンウナギの稚魚（シラスウナギ）の採捕量は低水準にあり、ニホンウナギ資源の増大にむけた対策が必要となっている。こうした中、各地で資源増大を目的とした放流が行われ、漁獲量の増加及び漁業者の収入増加につながっている地域もある。ニホンウナギは、海で産卵し、川や沿岸・河口域で成長するという“通し回遊”という特殊な生活史を持っている。資源として考えた場合に、各地に放流されたウナギが再生産にも貢献しているのか、また養成ウナギの環境を整えることによって、正常に再生産に貢献できる可能性があるのか、といった点は不明なままである。一度飼育された個体を再生産に貢献しうるものとするためには、飼育下でもバランスのとれた性比とする手法、性成熟を開始させる条件の検討、銀化個体の回遊行動の評価、に関する知見の蓄積が必要である。

課題実施計画

(1) 4カ年の全体計画

目的：産卵に寄与するニホンウナギの資源増大に資する種苗の育成及び放流手法の開発につなげ得る知見を集積する。

方法：ニホンウナギの性分化と成熟の進行、回遊行動について調査研究を行うことにより、産卵に寄与しうる個体の作出手法について検討する。天然個体群と同質の銀ウナギを出現させることを目標とし、具体的には（i）雌雄を選択的に作出する技術の検討、（ii）性成熟の開始により黄ウナギが銀ウナギとなる条件及び性成熟の維持と促進に関わる要因の検討、（iii）正常な回遊行動をさせるための飼育・放流手法の検討を行う。

期待される成果：産卵に寄与しうるニホンウナギ種苗の育成及び放流手法が明らかとなる。

事業内の目標と達成見込み

（i）雌雄選択的作出技術

当課題では、雌雄比を統御する技術開発を目標とする。R2～R3 年度に、体サイズによる E2 応答での雌化割合を調べる試験を実施し、R3～R5 年度、それらの分析を行う。事業内で、E2 処理タイミングにより雌雄割合を統御する技術開発が達成される見込み。

（ii）養殖ウナギを用いた銀ウナギの作出技術

当課題では、体色の変化に主眼を置き、養成ウナギを銀化させるための技術開発をすることが目標。R2～R4 年度に環境要因や生物要因（体サイズ、塩分、水温）による銀化割合を調べる試験を実施し、R3～R5 年にそれらの分析を行う。事業内で、養成ウナギの銀化を促進させる処理条件が明らかになり、体色ベースでの銀ウナギの作出技術開発が達成される見込み。また、体色が銀化した個体について、生殖関連ホルモンや生殖腺成熟度合といった内的状態を天然個体と比較し、質的な課題を考察する。

（iii）養殖由来の養成銀ウナギに関する回遊行動

当課題では、養成ウナギを銀化させた時の回遊行動特性について、現時点で判明している天然ウナギの特性と比較して、差異があるかを明らかにすることが目標。R2～R4 年に、養成ウナギを用いた回遊衝動、外洋での日周鉛直移動に関する試験を実施し、R3～R5 年度にそれらの分析を行う。回遊衝動については血中 11-KT 上昇による養殖ウナギの反応、日周鉛直移動についてはその行動の有無を明らかにするまでを達成する見込み。天然個体と遜色のないものとするための課題を考察する。

（2）令和 4 年度の計画

目的：（i）雌雄選択的作出技術については、体サイズによる E2 応答の違いを調べるために実施した飼育試験について、生殖腺の組織学的観察を行う。（ii）養成ウナギについて、ホルモン投与で生殖腺発達と併せて変化する外部の体色変化を調べ、銀化として着目すべき部位を明らかにする。また、銀化促進させる環境要因について、塩分、水温低下に着目して、その影響について調べる。（iii）回遊行動については、試験場で養成されたウナギに 11-KT 投与を実施し、天然個体で報告されているような回遊衝動の高まりが見られるかを調べる。加えて、養成ウナギの外洋での放流試験を実施し、それらのウナギが天然個体と同様、外洋で日周鉛直行動を示すかを調べる。

（i）雌雄の選択的作出手法の開発

昨年度までの結果

雌雄比を統御する技術開発のため、E2 投与時期（体サイズ）を変えて、雌化割合の違いを検討した。平均全長 30cm、40cm、50cm から、E2（10 mg/kg）を混ぜた練餌飼料を与えた時、雌性ホルモンへ応答する個体割合は、体サイズに応じて変動し、大きくなるほど E2 投与による雌化割合は減少することがわかった。これにより、これまで全長 30cm 程度で性が決定すると考えられてきたが、試験開始時に精巣を有していても、全長が大きい個体はまだ性の可塑性があり、卵巢に変わりうることをわかった。

今年度の実施内容

前述の飼育試験で得た生殖腺サンプルのうち、組織切片を作成していなかったものについて切片作成を行い、ヘマトキシリン・エオシン染色を施し、検鏡した。

平均全長 30cm、40cm、50cm から E2 を混ぜた餌料を与えた処理区、および通常飼料区の生殖腺組織観察結果を表 1～3 に示す。飼育開始時、全長 30cm の試験では精細胞を持つ個体は 10%、未分化生殖細胞の個体は 90%で見られ、全長 40cm の試験では精細胞を持つ個体は 73%、精細胞と卵細胞の混在型が 27%、全長 50cm の試験では精細胞を持つ個体は 90%、精細胞と卵細胞の混在型が 10%であった。飼育終了時には、通常飼料区では全ての個体で精細胞を持っていたが、E2 処理区では、開始時の全長が小さい時ほど、卵細胞を持つ個体および精細胞と卵細胞の混在型の割合が高かった。（ただし、今後、未分化および混在型の判別には、専門家の意見を聞き検討が必要）

表1. 20Pサイズ(全長30cm)からE2投与飼育時の全長、体重および生殖腺観察結果

試験区 水槽No.	飼育開始時	通常飼料区		E2区	
		C-1	C-2	E-1	E-2
生殖腺組織切片の観察個体数	10	16	10	14	14
全長 (cm)	30.6±6.1	49.3±4.7	51.8±3.5	48.5±5.5	48.3±7.4
体重 (g)	34.0±37.5	161.3±52.1	208.1±53.4	176.4±72.4	179.6±77.9
精細胞のみ (%)	10	100	100	14	19
卵細胞のみ (%)	0	0	0	86	50
精細胞と卵母細胞が混在 (%)	0	0	0	0	31
未分化 (%)	90	0	0	0	0

表2. 10Pサイズ(全長40cm)からE2投与飼育時の全長、体重および生殖腺観察結果					
試験区	飼育開始時	通常飼料区		E2区	
水槽No.		C-1	C-2	E-1	E-2
生殖腺組織切片の観察個体数	22	24	19	25	25
全長 (cm)	40.4±4.5	49.0±4.4	49.9±4.5	50.3±4.6	49.5±4.1
体重 (g)	93.0±30.5	185.6±60.3	201.8±60.0	211.4±62.4	199.8±64.6
精細胞のみ (%)	73	100	100	60	68
卵細胞のみ (%)	0	0	0	36	20
精細胞と卵母細胞が混在 (%)	26	0	0	4	12
未分化 (%)	0	0	0	0	0

表3. 5Pサイズ(全長50cm)からE2投与飼育時の全長、体重および生殖腺観察結果					
試験区	飼育開始時	通常飼料区		E2区	
水槽No.		C-1	C-2	E-1	E-2
生殖腺組織切片の観察個体数	20	16	16	17	16
全長 (cm)	51.4±1.7	52.4±2.4	51.2±2.5	50.6±1.9	52.3±2.7
体重 (g)	196.1±14.0	190.6±30.6	172.8±40.6	170.6±21.8	179.6±41.3
精細胞のみ (%)	90	100	100	100	94
卵細胞のみ (%)	0	0	0	0	0
精細胞と卵母細胞が混在 (%)	10	0	0	0	6
未分化 (%)	0	0	0	0	0

(ii) 性成熟開始条件の検討

昨年度までの結果

一昨年度、横須賀庁舎（海水条件）にて、2P および 2.5P サイズの養成ウナギを屋外水槽で自然水温下で飼育した結果、養成ウナギでも銀化様の変化が生じることがわかった。昨年度、日光庁舎（淡水条件。海水条件は静岡県水産・海洋技術研究所で実施）にて、自然水温区及び水温一定区（14℃）で、3P サイズ養成ウナギの銀化状況を調べた。その結果、秋（銀化季節後）のサンプリング時の個体は、水温一定区では 37 個体の全てが黄ウナギ、自然水温区では 40 個体のうち 3 個体に銀化様の変化が生じ、その個体全てが雄であった。また、養成ウナギで体色変化による銀化を評価する際、天然個体で用いられる Okamura et al. (2008) の銀化インデックスと合わない部分があることが、昨年度までの試験でわかってきた。具体的には、養成ウナギでは、S1 判別基準（胸鰭の先端までメラニン色素が沈着）を通り越して、胸鰭先端はやや透明な部分が残ったまま、S2 判別基準（腹側色相が黒/焦茶になる）に到達する個体が見られた。

今年度の実施内容

試験1 養成ウナギの成熟促進と同期する体色変化（銀化）の検討

ウナギの銀化は、繁殖に向かうときに起こる変化であり、成熟と強い関連性があるものと考えられる。養成ウナギの銀化を評価するには、天然ウナギとは異なる点があると昨年度までにわかってきた。そこで、今年度は、養成ウナギにいついて、ホルモン

投与により生殖腺発達を進めた際、胸鰭と腹部にどのような体色変化が起こるかを調べ、その適切な銀化指標を調べることを目的とした。

材料と方法

- ・ 供試魚は静岡県水産技術開発センター浜名湖分場で養成された雄ウナギとした。
- ・ 500g 以下のサイズのウナギを用いた（表 4）。

表4 試験開始時点での各群の全長と体重。

	対照群	LH投与群	温度低下群	温度低下LH投与群
全長(cm)	63.7 ± 3.3	64.6 ± 4.4	63.3 ± 4.5	63.1 ± 6.2
体重(g)	384 ± 61	447 ± 140	381 ± 79	377 ± 100

- ・ 下記の 4 試験区を設けた。（rLH は、組替えウナギ黄体ホルモンを表す）
 - 対照区（n=12）：水温 22℃
 - rLH 区（n=6）：水温 22℃+rLH 投与（1 ml/kgBW）
 - 温度低下区（n=12）：水温 12℃
 - rLH 温度低下区（n=6）：水温 12℃+rLH 投与（1 ml/kgBW）
- ・ 飼育は、海水で行なった。
- ・ 全ての個体は試験開始時に全長と体重と銀化ステージを調べ、鰭と体側部と腹部を写真撮影し、PIT タグにより個体識別した。
- ・ 胸鰭の黒化程度を 5 段階（図 1）、腹側の黒化程度を 3 段階（図 2）で評価した。
- ・ 対照区と温度低下区には PBS を、rLH 区と rLH 低水温区には rLH を 1 ml/kgBW の用量で注射により腹腔内に投与した。
- ・ 処理 1 週間後に銀化の状態を調べ、各区から 6 尾を解剖に供した。
- ・ 対照区と温度低下区は処理 4 週間後にも同様に銀化を調べた後、両区 6 尾を解剖した。
- ・ 解剖は、全長と体重を測定し、血液を採集後、耳石を取り出し、下垂体と脳を摘出した。血液は血清にし、下垂体と脳は RNAlater で浸潤させ、どちらも -20℃で保存した。また、生殖線の重量を計測し、Davidson 液で固定した。

従来ステージ (Okamura et al. 2009)	色素段階	基部の金属光沢	黒色色素胞の状態	
Y1	1	×	黒色色素の点状	
Y2	2	○	黒色色素が重なり合うが、密度が薄く、透けている	
Y2	3	○	中央部は密に並び、不透明である。縁辺に向かって放射状に黒色色素が発現	
Y2	4	○	縁辺部にわずかに透明部分があるが、それ以外は黒い	
S1	5	○	黒色色素が鰭全体に発達し、縁辺部も黒い	

図 1 胸鰭の黒化の段階分け

従来ステージ (Okamura et al. 2009)	色素段階	色合いの状態	
Y1~Y2	1	白あるいはシルバー	
S1	2	黒色色素が発達したブロンズ色が側面から腹面へ一部進行する	
S2	3	黒色色素が発達し、ブロンズ色あるいは燻し銀となって腹面全体を覆う	

図 2 腹部の黒化の段階分け

結果

- ・試験開始時に全てのウナギは黄ウナギと判別された。
- ・rLH 投与群は胸鰭黒化の有意な進行が見られ、全個体が色素段階 5 (Okamura et al. 2007 の S1 基準) となった。温度低下群でやや胸鰭黒化が進行する傾向は見られ

たが、rLH 投与群以外のどの群も、胸鰭黒化の有意な進行は見られなかった（図 3）。

- ・腹部の黒化状況を調べたところ、温度低下群で 4 週後に有意な腹側黒化の進行が見られたが、その他の群で有意な進行はなかった（図 3）。
- ・各群の GSI を調べたところ、rLH 投与群の GSI は対照群と温度低下群、温度低下 rLH 投与群に比べて有意に大きい値を示した（Tukey, $p < 0.05$ ）（図 4）。

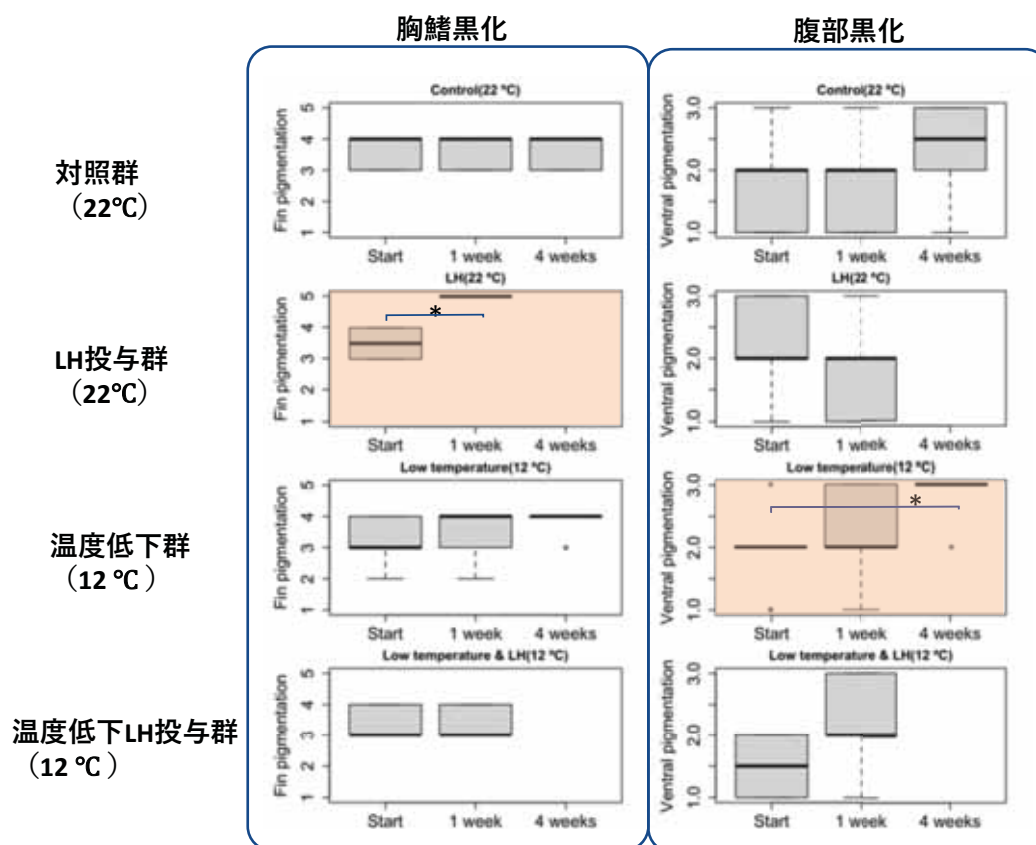


図 3 各群の飼育期間中の胸鰭と腹部の黒化の推移

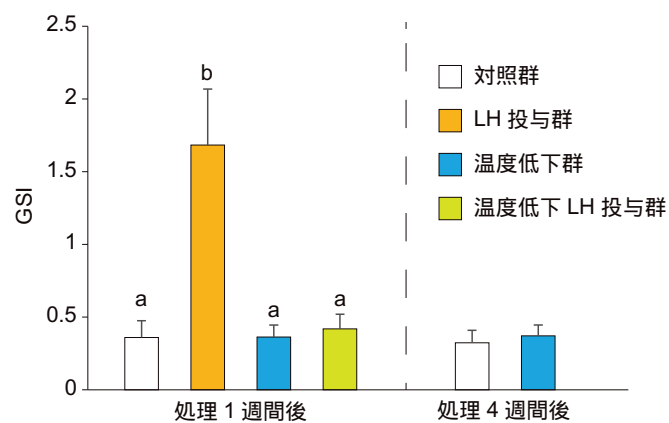


図 4 各群の GSI

考察

rLH の投与により、養成ウナギの成熟を促したところ、22℃では処理 1 週間時点で、GSI が高くなり、生殖線発達が進んだ。これと同時に胸鰭黒化が進み、胸鰭全体の黒化 (Okamura et al. (2007)での S1 判別基準) が見られた。一方、生殖腺が発達しても、腹部の黒化は進まなかった。

温度低下区では、処理 1 週間と 4 週間後のどちらにおいても GSI の上昇は見られなかった。胸鰭黒化は進む傾向にはあったが、有意なものではなかった。一方、腹部の黒化は有意に進行した。処理 4 週間後には、胸鰭全体の黒化 (Okamura et al. (2007)での S1 判別基準) が見られる前に、腹部全体が黒化する個体が 6 個体中 5 個体で見られた。

温度低下させて rLH を投与した群で、GSI に有意な変化はなく、処理 1 週間時点で、胸鰭、腹部の黒化も進まなかった。前述したように、rLH 投与して、22℃で飼育した場合には短期間で効果を発揮し、生殖線の発達が促された。そのため、rLH 処理は低水温下で投与効果が小さくなるものと考えられた。

以上のことから、ホルモン投与により成熟を促した時、GSI 上昇と並行して胸鰭黒化が進むことがわかった。一方、腹部黒化は水温低下で進行するが、生殖腺発達と並行して進むものでは必ずしもないものと考えられた。Okamura et al. (2007)の S2 判別基準 (腹側色相が黒/焦茶になる) は、養成ウナギの成熟を反映した体色変化 (銀化) の指標として相応しいものと言えず、Okamura の S1 判別基準 (胸鰭の先端までメラニン色素が沈着) は、養成ウナギの銀化指標として適当であると考えられた。

試験2 銀化を促進させる環境要因の検討

どのような環境要因が養成ウナギの銀化を促進させる効果があるかがはっきりわかっていない。そのため、水温低下、塩分の違いによる雄ウナギの銀化への影響を調べることを目的とし、飼育試験を実施した。

方法

- 浜名湖分場で育てられたウナギ (雄) を供試魚とした。
- 日光庁舎では淡水、焼津では海水条件で、下記の試験区を作った
 - (開始群) 日光 29 個体、焼津 24 個体
 - 水温一定区 (24℃) 日光 30 尾、焼津 24 個体
 - 水温低下区 (24℃→12℃) 日光 29 尾、焼津 24 個体
- 水温・照度ロガーを設置。
- 試験期間は日光で 9/1～11/9、焼津で 9/8～11/15 とし、水温低下区では、始めの 50 日で徐々に 24℃→12℃へ落とした。
- 飼育開始直前、開始群の形態計測、鰭・体側・腹側の写真撮影、解剖での各種サンプリング (1 の試験と同様) を実施した。

- 水温一定区、水温低下区の個体も飼育開始前、形態計測、写真撮影をした後、PITタグを挿入し、個体識別できるようにした。
- 飼育終了時には、これらの形態計測、写真撮影、解剖での各種サンプリングを実施した。
- 試験 1 と同様、胸鰭の黒化程度を 5 段階（図 1）、腹側の黒化程度を 3 段階（図 2）で評価した。

結果

淡水条件（日光）では、水温一定、水温低下のいずれの区でも胸鰭と腹部の黑色色素段階に開始時から有意な変化は見られなかった（図 5）。いずれの試験区でも、鰭長指標は有意に減少した（図 5）。GSI はいずれの区でも、開始時から有意な変化が見られなかった（図 6）。11-KT、T、E2 はいずれの区でも、開始時から有意に減少し、水温一定区で、その減少幅が大きい傾向が見られた（図 6）。

海水条件（焼津）では、水温低下区で胸鰭と腹部の黒化が開始時から有意に進行した（図 5）。いずれの試験区でも、眼径と鰭長の指標が開始時から有意に増大した（図 5）。GSI はいずれの区でも、開始時から有意な変化が見られなかった（図 6）。11-KT は、水温低下区で、開始時から有意に増大し、T、E2 では変化は見られなかった（図 6）。水温低下区において、終了時には、胸鰭の色素段階 5（Okamura et al. 2007 の S 1 判別基準）となる個体が 2 個体見られ、銀化個体と判別された。

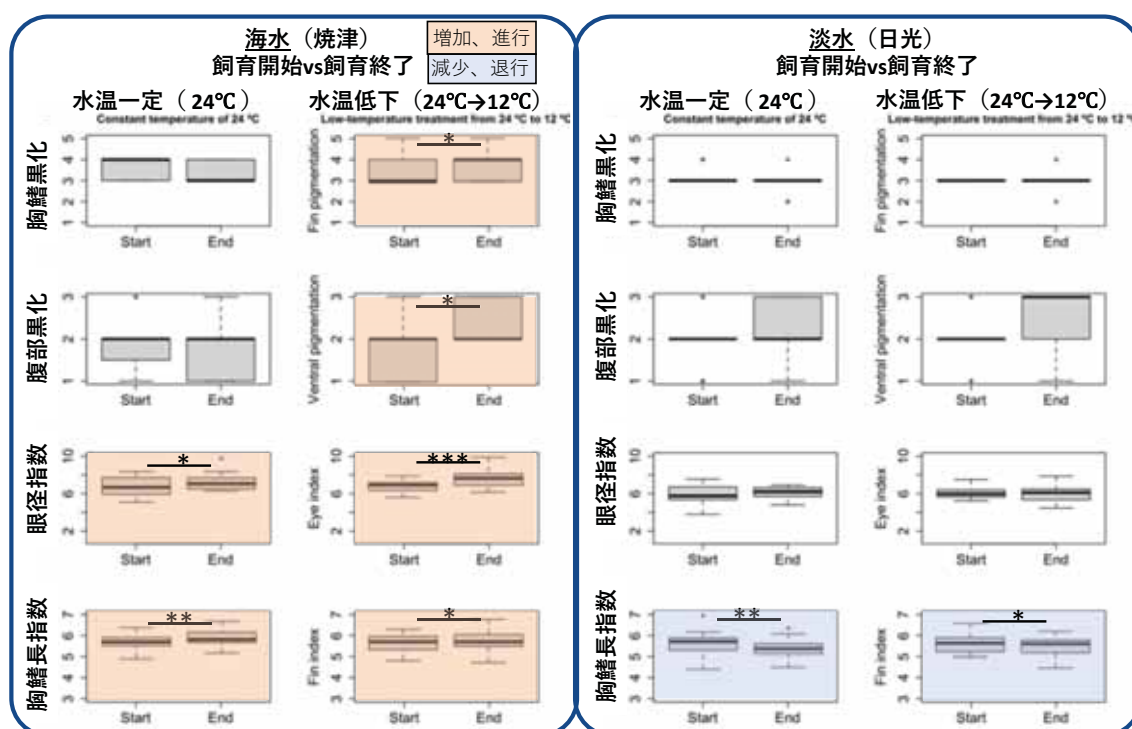


図 5 胸鰭黒化、腹部黒化、眼径指数、胸鰭長指数に関する開始時と終了時の比較

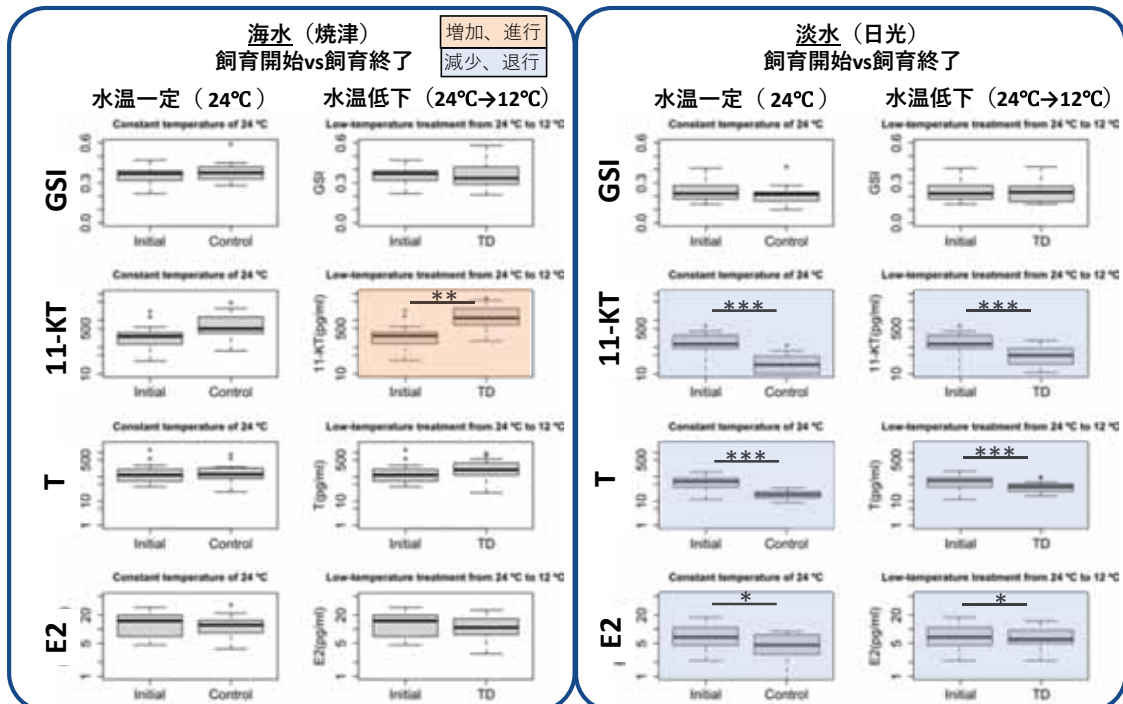


図6 生殖腺指数（GSI）、血中性ホルモン（11-KT, T, E2）の開始時と終了時の比較

考察

海水で水温低下処理を行なった場合に、胸鰭の黒化が進行し、少なくとも2個体は銀化個体と認められた。GSIは試験期間中、変化は認められなかったが、浜名湖（海水）で捕獲される天然の銀ウナギで高いと報告される11-KTの値は、試験期間中、有意に増大した。試験1のrLH投与試験において、胸鰭の黒化がGSI上昇と並行して起こり、銀化の指標となると考えられた。試験2で、海水での水温低下は胸鰭黒化を促進したことから、銀化と成熟を促進させる環境条件であると考えられた。

試験1では、温度低下群で、処理4週後、胸鰭黒化の進行は有意ではなかった。ただし、胸鰭黒化は進行する傾向はあり、有意ではなかったのは個体数がわずか6個体であったためである可能性が考えられる。また、試験1は水温22度から12度へ即座に落とし、4週間、水温12度を維持する条件である一方、試験2では、水温24度から12度へ50日間かけて徐々に下げる条件であり、この条件の違いも影響した可能性がある。海水での水温低下という条件はGSIの有意な増大を引き起こすには至らなかったのは、ホルモン投与に比べて、環境操作での成熟効果は小さかったためと考えられた。

淡水では、いずれの水温区でも胸鰭の黒化、GSIともに、試験期間中、変化しなかった。胸鰭長指数は減少し、いずれの血中性ホルモン値も試験期間中に減少した。淡水は海水条件とは異なり、成熟および銀化に影響しない、あるいは抑制する方向に働いている可能性が考えられた。

以上のことから、海水での水温低下という環境で、銀化および成熟が促される可能性が示された。

試験3 露地池ウナギを利用した繁殖貢献を期待できる親魚作出

放流ウナギの中には天然環境に順化し、天然ウナギと遜色のない状態で、銀ウナギとして降海する個体がいることが分かってきた。その一方で、天然ウナギがいる河川に養殖の黄ウナギを放流しても、天然ウナギとの種内競争が生じる可能性も指摘されている（Wakiya et al. 2022）。半自然環境である露地池を活用することで、自然環境のような減耗の影響を受けずに、天然と遜色のないウナギになる可能性があると期待される。

浜名湖では、養成ウナギがいくつかの露地池で飼育されている。これらの露地池のウナギは、温室ハウスで促成養殖されるウナギとは異なり、季節・日周的な環境変化、低個体数密度、餌生物の自然発生という天然環境に近い条件を経験しながら、何年もかけて成長している。

各露地池はそれぞれ特色があり、水草が一面に繁茂し、池が河川と繋がって天然個体の遡上加入もあり、給餌を少量与えている露地池、暖かい時期には十分な給餌をして1kg サイズの大型ウナギが多くいる露地池、同様に暖かい時期に給餌をし、300g 程度の食用サイズになったものは出荷して商業ベースで行っている露地池、給餌をせずに完全に粗放的な管理をしている露地池、などがある。

露地池で養成されたウナギが天然個体と遜色なく、銀化して繁殖に貢献しうる生理・生態・行動となることができるといった研究へ将来的に発展させていくことを見据え、まずはそれぞれの露地池で育った養成ウナギがどのようなものであるかを調べることを目的とした。



写真 水草に覆われた自然に近い露地池（左、中）、20年間、毎年、出荷されなかったウナギを入れ、それ以外何もせずに粗放的に飼育している露地池（右）

方法

- 日本養鰻漁業協同組合連合会を通じて、晩秋（11～12月）、浜名湖周辺にある以下の特徴の露地養鰻池から、7～10尾のウナギを入手した。
 - 露地池 A … 暖かい時期に練り餌を給餌

- 露地池 B … 暖かい時期に練り餌を給餌、ウナギ大型化
- 露地池 C … 水草が繁茂、練り餌給餌は少量
- 露地池 D … 完全に粗放的、給餌なし
- いずれの池も淡水条件である
- 全長、体重、眼径、胸鰭長を測定し、銀化ステージ、写真撮影を行なった。
- 血液を採取後、耳石を取り出し、下垂体と脳を摘出した。
- 血液は血清にし、下垂体と脳はRNAlater で浸潤させ、どちらも−20℃で保存した。
- 生殖線、消化管、肝臓の重量を計測し、Davidson 液で固定した。
- 尾部筋肉、眼球、肝臓は冷凍保存した。
- 比較のため、温室ウナギとして、大隈養鰻から 2020 年に提供されたウナギを、天然ウナギとして、浜名湖水系で 2020 年および 2022 年に採取されたウナギの計測データを用いた。

結果

露地池ウナギおよび比較対象とした天然ウナギ、温室ウナギの基礎的生物特性に関する概要を表 5 に示した。露地池ウナギは、雌雄比は 1:1 か、少し雌が優占する傾向であった。また、11 月と 12 月にサンプリングを実施したが、銀化したウナギはなく、全て黄ウナギと判別された。

肥満度および生殖腺指数（GSI）を調べた結果を図 7 に示す。温室ウナギの肥満度は、雌雄ともに天然ウナギよりも高い傾向が見られる一方、露地池ウナギは天然ウナギと類似したところにプロットが見られた。GSI については、雄の天然ウナギでは全長 50cm 以上で、銀ウナギと一部の黄ウナギで、0.2 以上の値が見られる一方、露地池ウナギでは全長 60cm 以上の大型個体で、0.2 以上の値が見られた。温室ウナギでは、n が少ないが、0.2 以上の値の個体は見られなかった。雌の天然個体では、全長 50cm で、特に銀ウナギで、1.5 以上の値を持つ個体が出現していた。雌の露地池ウナギは、天然黄ウナギと概ね類似し、まだ 1.5 以下の値であった。

表5 露地池ウナギ、天然ウナギ、温室ウナギの基礎情報						
	露地池A	露地池B	露地池C	露地池D	天然ウナギ	温室ウナギ
特徴	夏場給餌	夏場給餌、大型化	水草、給餌少量	完全粗放	湖内、都田川	大隈養鰻
個体数	10	10	9	7	112	131
全長 (cm)	51.0-62.2	64.3-77.6	46.1-62.2	34.6-66.2	21.1-75.0	52.0-66.5
体重(g)	200-365	325-886	117-319	40-450	12-598	303-462
雄：雌	5：5	5：5	6：3	5：2	16：71	42：48
肥満度	0.14-0.17	0.12-0.19	0.11-0.15	0.10-0.17	0.11-0.18	0.14-0.25
雄GSI	0.07-0.12	0.13-0.37	0.00-0.12	0.08-0.14	0.11-0.54	0.06-0.12(n=4)
雌GSI	0.44-1.02	0.83-1.14	0.56-0.61	0.00-1.13	0.11-3.15	0.29-1.66(n=7)
黄：銀	10：0	10：0	9：0	7：0	47：45	131：0

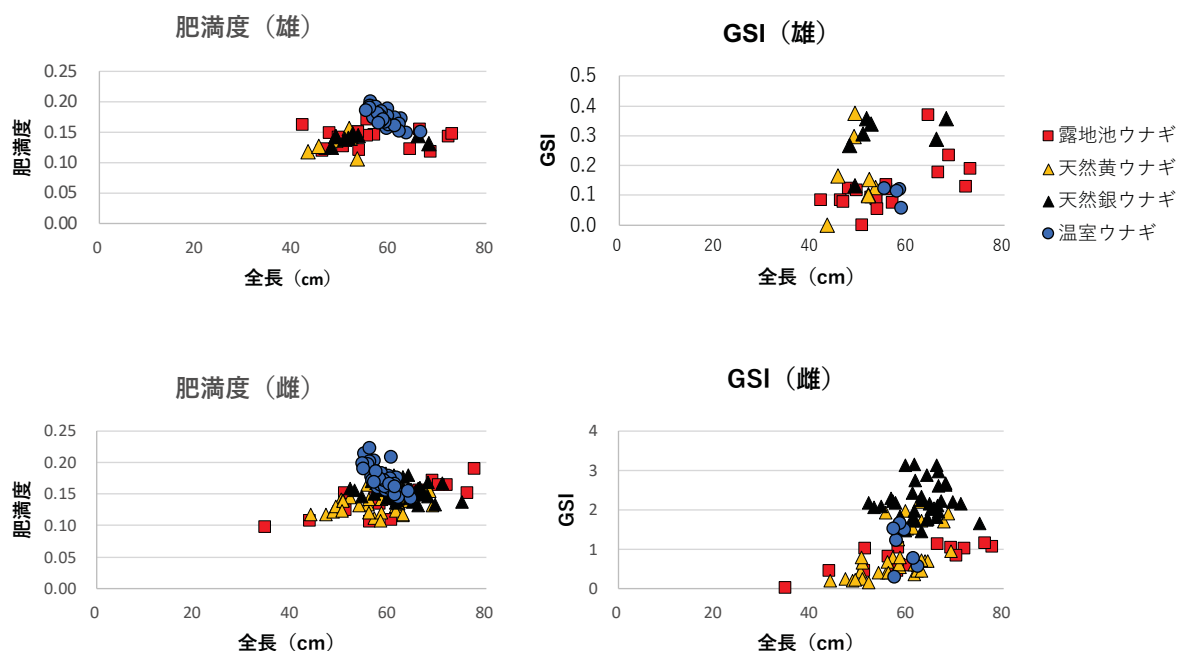


図7 露地池ウナギ、天然黄ウナギ、天然銀ウナギ、温室ウナギの肥満度と GSI

考察

露地池ウナギは、肥満度の高い温室ウナギに比べて、体のプロポーシオンは天然ウナギに類似することが分かった。雌雄比は、露地池ウナギおよび大隈養鰻から提供された温室ウナギでおよそ 1 : 1 であった。一般に養殖ウナギでほとんどが雄になるが、低成長魚では、雌が出現することが知られている。今回、露地池および温室の養成ウナギの雌雄比が 1 : 1 となったのは、低成長魚が種苗とされていたことが原因であった可能性が考えられる。低成長以外の種苗を元としたウナギを露地池に放流して育てた場合に性比がどうなるかは、更なる試験が必要になる。

露地ウナギの雄は、全長が 60cm 以上となると、GSI が高まる傾向があった。また、雌では、全長が 70cm 以上となってもまだ GSI 上昇は見られなかった。天然ウナギでは、これらよりも小さい全長で、銀化および GSI の上昇が見られている。露地池では、天然に比べて大型にしないと銀化および GSI の上昇が起こらないのかもしれない。

以上より、現時点では、露地池ウナギは、温室ウナギに比べて、天然黄ウナギと類似した生物学的特性を持つと推察された。今後、情報を更に蓄積し、銀化するサイズや年数、行動などの他の特性についても調べていく必要がある。

(iii) 正常な回遊行動をさせるための飼育・放流手法

試験 1. 11-KT、rLH の投与による養殖ウナギの行動変化試験

昨年度までの結果

天然の銀ウナギは、黄ウナギに比べてパイプから出る時間が多く、回遊衝動が高まっ

ており、その際の血中 11-KT 濃度が高いと報告される。養成ウナギでも、天然個体と同じように、11-KT と関連した行動性質を示すかを検討するため、自然水温および水温一定 (20℃) で飼育した個体 (黄ウナギと銀ウナギ) を用いて、パイプの出入りを調べる行動実験を行なったところ、大サイズで血中 11-KT 濃度が高い個体であっても、パイプから出る時間および頻度が少ないという結果であった。

今年度の実施内容

養成ウナギで人為的に血中の 11-KT を上昇させた場合に、天然ウナギで報告されるような行動活性の高まりが見られるかを調べるため、11-KT および rLH 投与による行動試験を実施した。

方法

実験魚：浜名湖分場で養成されたウナギ 60cm 前後の供試魚 48 尾を令和 4 年 8 月 4 日日光へ搬入した。試験まで FRP 水槽にて自然水温で馴致した。

投与処理：11-KT はミニポンプに封入し、腹腔内に挿入した。コントロールとして PBS をミニポンプに封入し、挿入した。rLH は、1 mg/kgBW を腹腔内に注射した。

11-KT 投与後の行動試験

長さ 60cm の赤外線センサー付きの塩ビパイプを入れた水槽 (ホームボックス 880) に、ウナギを個別に入れ、パイプからの出入りを調べた。試験期間は 8 月 12～18 日とした。自然水温 (15～18℃)、自然日長で試験した。

試験開始時、11-KT 投与群 9 個体、対照群 (PBS 投与) 9 個体の全長、体重、眼径、鰭長、銀化ステージを記録した。これとは別に、イニシャル群 6 個体は解剖し、採血、生殖腺重量、消化管重量、肝臓重量の測定、脳は RNAlater で保存した。

試験終了時、11-KT 投与群 9 個体、対照群 (PBS 投与) 9 個体について、同様の計測及び各種サンプリングを実施した。

rLH 投与後の行動試験

11-KT 投与試験と同様の水槽で、8 月 19～25 日に行動試験を実施した。自然水温 (15～18℃)、自然日長で試験した。

イニシャル群 6 個体、rLH (1 ml/kgBW) 投与群 9 個体、対照群 (PBS 投与) 5 個体として、11-KT 投与試験と同様の形態計測およびサンプリングを実施した。

結果

11-KT 投与試験の対照群の雌 1 個体以外は全て雄であった。11-KT 投与および rLH 投与群では、いずれも行動試験後の血中 11-KT を測定し、高いことを確認した。両投与による銀化の進行は認められなかった。

行動活性

塩ビパイプから半身以上の体を外に出す時間を調べた。11-KT、rLH の両試験とも、夜間での行動活性は、有意ではないものの、昼間よりも高い傾向にあった（一般混合モデル、 $p>0.05$ 、図 8, 9）。11-KT および rLH の投与群は、対照群に比べて行動活性の有意な増加は認められなかった（一般混合モデル、 $p>0.05$ 、図 8, 9）。

	F	Df	Df.res	Pr(>F)
Treatment	0.9792	1	14	0.3392
Time	3.8974	1	142	0.0503

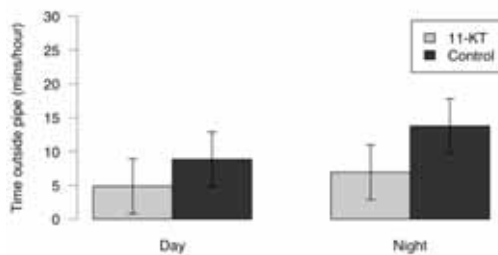


図 8 11-KT 投与試験での行動活性

	F	Df	Df.res	Pr(>F)
Treatment	0.027	1	9	0.873
Time	1.8396	1	98	0.1781

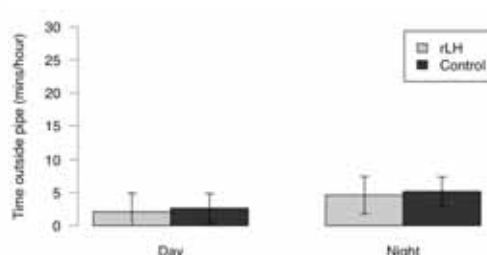


図 9 rLH 投与試験での行動活性

考察

11-KT および rLH の投与により、11-KT の血中濃度を増大させたが、養殖ウナギでは行動活性の変化は認められなかった。11-KT そのものは、ウナギの行動活性に直接影響するものではなく、天然個体では 11-KT の上昇に伴って、行動に関わる何らかの因子に影響していたのかもしれないことが考えられた。今回、実験に用いた養成個体は、まだ産卵回遊の準備ができておらず、11-KT を上昇させても、行動に関わる因子には影響しなかった可能性が考えられた。

試験 2 外洋での養成ウナギの産卵回遊試験（ポップアップタグ装着放流試験）

昨年度の結果

ポップアップタグ装着放流:昨年度は 6 個体中 1 個体のデータが回収され、養成ウナギも、天然個体と同様に、日周鉛直移動することがわかった。

今年度の実施内容

養成された銀ウナギが、天然個体と同様に、日周鉛直移動を行うかを明らかにするため、外洋での放流試験を継続して実施し、データの蓄積を進めた。放流前の水温経験の違いによって、養成ウナギの日周鉛直移動へ影響するかを調べることも目的とした。

方法

- ・ 浜名湖分場で R2 年シラスウナギから養成された大型ウナギを供試魚に用いた。
- ・ 12 月 9 日に静岡水技研浜名湖分場から焼津本所へ 15 個体、輸送した。