

水産庁委託

令和5年度ウナギ等資源回復推進事業のうち

「資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」

成果報告書

令和6年3月

水産研究・教育機構

東京大学

宮城教育大学

愛媛大学

青森県産業技術センター

秋田県水産振興センター

茨城県水産試験場

群馬県水産試験場

神奈川県水産技術センター内水面試験場

山梨県水産技術センター

長野県水産試験場

岐阜県水産研究所

静岡県水産・海洋技術研究所

滋賀県水産試験場

和歌山県水産試験場内水面試験地・和歌山県立自然博物館

鳥取県栽培漁業センター

島根県水産技術センター

高知県内水面漁業センター

宮崎県水産試験場

鹿児島県水産技術開発センター

日本養鰻漁業協同組合連合会

近自然河川研究所

目次

事業概要	1
参画機関及び担当者	3
要旨	5
各課題報告	
ア. 産卵場に向かうニホンウナギの由来判別	
東京大学大気海洋研究所、水産研究・教育機構	9
イ. 産卵回遊に向かうニホンウナギの実態把握	
青森県産業技術センター	19
静岡県水産・海洋技術研究所	30
鹿児島県水産技術開発センター，宮城教育大学	42
ウ. 産卵回遊が期待できるニホンウナギの作出	
静岡県水産・海洋技術研究所	61
日本養鰻漁業協同組合連合会	67
水産研究・教育機構	70
エ. ニホンウナギ等内水面資源の生息状況調査・分析、資源増殖等の手法検討	
ニホンウナギ	
愛媛大学，宮城教育大学，水産研究・教育機構	84
鹿児島県水産技術開発センター（河川）	92
宮崎県水産試験場	110
高知県内水面漁業センター	120
水産研究・教育機構，和歌山県水産試験場，和歌山県立自然博物館	127
水産研究・教育機構	133
鹿児島県水産技術開発センター（魚道）	138
アユ	
水産研究・教育機構（遡上量予測）	145
水産研究・教育機構（沿岸域）	151
秋田県水産振興センター	154
神奈川県水産技術センター	164
鳥取県栽培漁業センター	171
島根県水産技術センター	179

	高知県内水面漁業センター	196
	近自然河川研究所	203
溪流魚	水産研究・教育機構	217
	群馬県水産試験場	220
	長野県水産試験場	225
	岐阜県水産研究所	230
ワカサギ	水産研究・教育機構	236
	茨城県水産試験場	239
	山梨県水産技術センター	242
	長野県水産試験場	245
課題アーウ. (ニホンウナギ継続課題)		
	計画検討会議の概要	248
	成果報告会議の概要	252
課題エ. ニホンウナギ (新規課題)		
	計画検討会議の概要	256
	成果報告会議の概要	259
アユ		
	計画検討会議の概要	262
	成果報告会議の概要	267
溪流魚・ワカサギ		
	計画検討会議の概要	272
	成果報告会議の概要	276
附録. コラム集「放流ウナギも海に帰れます！」		
		280

事業概要

1. 事業の位置づけ

近年、ウナギ等内水面資源の採捕量は減少傾向にあり、資源の悪化が懸念されている。特にウナギ資源においては、ニホンウナギの稚魚（シラスウナギ）の採捕量が依然として低水準にあり、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ⅠB類として掲載された。このため、これら資源の増大が急務となっている。このような減少傾向への対策として、各地で放流が行われるほか、資源増殖や生息環境改善の取組などが行われているが、生息状況や生態等には不明な点が多く、放流した後どの程度生き残っているのか、放流個体が産卵に参加しているのかといった知見やこれら資源の保全の取組への効果等は未だ明らかにはなっていない。このような状況を踏まえ、ウナギ等内水面資源を回復・維持するためには、得られた知見を順次取り入れ、適切に保全、管理するための手法を検討する必要がある。

本事業では、ウナギ等内水面資源について、産卵回遊が期待できる個体の検討や放流個体の産卵参加状況の把握を行うほか、生息環境の調査・分析などを通じて漁場環境に応じた資源増殖等の手法を検討することを目的とする。

2. 課題構成と担当機関

本事業は、産卵場に向かうニホンウナギが天然加入個体又は放流個体であるかを判別し、放流個体が産卵に参加しているかを調査する。また産卵場に向かう個体の経験環境履歴を推定する手法を検討する。産卵親魚候補である銀ウナギ（下りウナギ）の実態を把握するため、産卵場に向かうニホンウナギの由来判別のためのサンプル採集と生物特性の調査・分析を行う。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を行うことにより、産卵に寄与する個体の作出手法について検討する。河川等の環境とニホンウナギ以外を含めた内水面資源の生息状況に係る知見を収集・分析し、漁場環境に応じた資源の適切な増殖手法等について検討する。

課題ア. 産卵場に向かうニホンウナギの由来判別

担当：水産研究・教育機構、東京大学

課題イ. 産卵回遊に向かうニホンウナギの実態把握

担当：水産研究・教育機構、青森県産業技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所
鹿児島県水産技術開発センター

課題ウ. 産卵回遊が期待できるニホンウナギの作出

担当：水産研究・教育機構、静岡県水産・海洋技術研究所
日本養鰻漁業協同組合連合会

課題エ. ニホンウナギ等内水面資源の生息状況調査・分析、資源増殖等の手法検討

担当：水産研究・教育機構、宮城教育大学、愛媛大学、秋田県水産振興センター
茨城県水産試験場、群馬県水産試験場、神奈川県水産技術センター内水面試験場

山梨県水産技術センター、長野県水産試験場、岐阜県水産研究所、滋賀県水産試験場
和歌山県水産試験場、和歌山県立自然博物館、鳥取県栽培漁業センター
島根県水産技術センター、高知県内水面漁業センター、宮崎県水産試験場
鹿児島県水産技術開発センター、近自然河川研究所

課題才 運営委員会・検討委員会の開催、研究成果の取りまとめ
担当：水産研究・教育機構

参画機関及び担当者

- ・水産研究・教育機構

中村智幸, 矢田 崇, 山本祥一郎, 坪井潤一, 宮本幸太, 阿部倫久

安池元重, 馬久地みゆき, 横内一樹, 福田野歩人, 本郷悠貴, 相馬智史, 朝倉大河

白藤徳夫, 丹羽健太郎, 須藤竜介

- ・東京大学

白井厚太郎, 板倉 光

- ・宮城教育大学

棟方有宗

- ・愛媛大学

井上幹生, 三宅 洋, 畑 啓生

- ・青森県産業技術センター

遠藤赳寛

- ・秋田県水産振興センター

佐藤正人, 藤田 学

- ・茨城県水産試験場

山崎幸夫

- ・群馬県水産試験場

山下耕憲, 新井 肇, 井下 眞

- ・神奈川県水産技術センター内水面試験場

櫻井 繁

- ・山梨県水産技術センター

小澤 諒, 谷沢弘将, 芦澤晃彦

- ・長野県水産試験場

小松典彦, 松澤 峻

- ・岐阜県水産研究所

岸 大弼

- ・静岡県水産・海洋技術研究所

吉川昌之, 倉石 祐

- ・滋賀県水産試験場

幡野真隆

- ・和歌山県水産試験場

田中俊充

- ・和歌山県立自然博物館

揖 善継

- ・鳥取県栽培漁業センター

田中秀一

- ・島根県水産技術センター

沖 真徳, 福井克也, 寺門弘悦, 井口隆暉, 雑賀達生

- ・高知県内水面漁業センター

高村一成, 稲葉太郎, 中城 岳, 隅川 和

- ・宮崎県水産試験場内水面支場

三木涼平, 中村充志, 中西健二, 入木田敦

- ・鹿児島県水産技術開発センター

中島広樹, 猪狩忠光, 上村沙起

- ・日本養鰻漁業協同組合連合会

長島大四郎

- ・近自然河川研究所

有川 崇

検討委員

望岡典隆（九州大学大学院・特任教授）：課題ア－エ（ウナギ）

渡邊壮一（東京大学大学院・准教授）：課題ア－ウ

阿部信一郎（茨城大学・教授）：課題エ（アユ）

亀甲武志（近畿大学・准教授）：課題エ（溪流魚・ワカサギ）

要旨

課題ア：産卵場に向かうニホンウナギが天然加入又は放流由来かを判別するため、本事業によりこれまでに実施された計 334 個体のニホンウナギについて、耳石酸素炭素安定同位体分析による放流判別分析結果をとりまとめ、放流由来のニホンウナギの産卵回遊への参加状況および、確認された計 9 個体の放流に由来する産卵回遊開始個体（ステージ：Y2~S2）の生物学的特性について明らかにした。また経験環境履歴を推定する手法の高度化のため、耳石 Sr/Ca、耳石 $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ に加えて、眼球の炭素窒素安定同位体比を用いた放流判別法について検討した。

課題イ：小川原湖のニホンウナギの漁獲情報及び放流尾数を調査し、湖内の資源実態把握に資する基礎情報の充実を図った。青森県太平洋側の大沼で採捕された黄ウナギ 3 個体について、過年度に標識放流された個体であることを確認し、おおよその成長速度を推定した。由来判別の教師データ用に小川原湖及び周辺の水域で天然ウナギ 11 個体を採集し、耳石を採取した。青森県六ヶ所村泊地先の海岸（岩礁域）で観察されるクロコウナギの生息分布状況調査を実施した。

浜名湖の天然ウナギのサンプルについて、性別並びに銀化ステージ別に、肥満度、胸鰭長比、眼球指数、肝重量比、消化管重量比及び生殖腺重量比を比較した。

鹿児島県花渡川、貝底川において、放流サイズ等の条件を変えて養殖ウナギを標識放流（貝底川の令和 2 年度の放流は鹿児島県ウナギ資源増殖対策協議会の事業による放流）し、竹筒、石倉カゴ等を用いて採捕し成長等を調査した。河川遡上期のクロコウナギの蝸集行動に及ぼす同種他個体（クロコ・黄ウナギ）の影響を調べるため、Y 字水路を用いた遡上選択行動観察実験を行った。貝底川において PIT タグ標識した養殖・天然ウナギの移動の様子を 2 台の PIT タグアンテナでモニターした。

短期的に淡水域と海水域の間を行き来する可能性がある黄ウナギの生態を調べるための端緒として、徳島県島田田尻地区の低標高の湿地に生息するニホンウナギの生息状況調査と周辺地形の三次元画像撮影を実施した。

課題ウ：銀ウナギの育成に繋がると期待される露地池での飼育実証試験のため、露地池での採捕調査を実施した。また、汽水環境の季節的な水温低下時に、ウナギの銀化が促進傾向にあることが、露地試験でも再確認された。養殖ウナギの日周鉛直移動について調べることを目的とし、黒潮域でポップアップ式タグを装着した養殖ウナギの放流試験を実施した。

課題エ：

【ニホンウナギ】典型的な扇状地河川である愛媛県の重信川水系を対象とし、流量および河床の変動が激しい河川本流とその周辺に存在する比較的安定した湧水池とで、ニホンウナ

ギの生息密度、サイズ分布、肥満度およびエサ量を比較した。また重信川流域の中でも河道攪乱が起こりやすいと考えられる下流域における河道の経年変化と、それらがニホンウナギの生息分布に与える影響を今後、継続的にモニターする端緒として約 2 km の河道区間の 3 次元画像撮影を行うとともに、得られた画像に基づく礫サイズの計測と礫のサイズ分布状況を調べた。

鹿児島市八幡川の淡水域 910m 区間において、電気ショッカーによりニホンウナギの採捕・標識放流を反復し、先行事業を含む合計 33 回の調査で、延べ 1,155 尾のニホンウナギを採捕し、実質個体数は 743 尾であった。

宮崎県における自然攪乱（災害）及び人為攪乱（復旧工事）に伴う生息環境の変化に対するウナギの分布の変化や資源量の反応等を把握することを目的に、一ツ瀬川水系日置川における 7 か年計 21 回のニホンウナギの採捕・標識放流調査によって得られたデータを元に解析を行った。

高知県東部に位置する物部川下流の 2 地点にて、河床材の評価と電気ショッカーによるニホンウナギ（以下、ウナギ）の採捕を実施した。また、出水前には箱漁法を用いた採捕も行った。大量出水による河床材の変化と、ウナギの生息状況の変化に相関が見られるか検証した。

和歌山県高瀬川にて、4 月にシラスウナギと短期中間育成稚魚に耳石標識を施した後に放流、7 月には外部標識（イラストマー）を施して放流し、10 月に捕獲調査を実施した。

野外で非侵襲的にサンプリング可能な部位である粘液に着目し、粘液採取から網羅的な遺伝子発現情報の取得（RNA-Seq）までの実験手法を確立した。本手法により濁り、低温（10℃）や高温（30℃）などの河川環境の攪乱を模した飼育試験により得られた粘液サンプルを解析することで、各環境ストレス下におけるニホンウナギの生理状態を把握するための指標となり得る候補遺伝子を同定することができた。

堰堤に敷設した芝マット魚道の表面を亀甲金網で覆い、上端部にステンレス製マルチアングルを取り付けて、その後、毎月 1 回設置状況を確認したところ、令和 4 年 9 月に台風 14 号の来襲もあったものの、芝マット本体に破れ等はみられず、設置から 1 年 7 ヶ月経過した令和 4 年 3 月末現在まで設置状況は良好であった。

【アユ】遡上量予測技術開発のため、冬季浅海域においてライトトラップによるアユ仔魚採捕の連絡試験を行った。秋田県、神奈川県、鳥取県、島根県、高知県の計 5 県すべてにおいて、アユ仔魚の採捕に成功した。

海洋生活期におけるアユの沿岸域の利用形態（分布範囲、分布量等）を調べるために、相模川アユをモデルに相模湾において広域分布調査を実施した。相模湾ではアユ仔稚魚は広域に分布しており、その分布量、分布範囲は年によって大きく変化することがわかった。

秋田県米代川支流において、洪水時における支流の役割を解明するため、アユの分布調査を行った。また、アユ遡上量の早期予測手法の開発のため、河口・沿岸域における仔魚の出

現状況調査を行った。

神奈川県相模川において、堰堤によってアユ稚魚が遡上できない支流がどの程度あるのか調査し、それら支流に魚道等を設置した場合、拡大するアユ漁場の面積を算出した。

鳥取県天神川において現地踏査を実施し、定性的ではあるが河川状況を把握した。アユ仔魚の生き残りに影響していると考えられるカイアシ類ノープリウス幼生の採集を行い、その密度を算出した。資料収集、横断構造物や河床状況等の調査を実施し、アユ漁場を改善する視点から河川を診断して、今後の川づくりへの提言をとりまとめた。

島根県高津川水系匹見川剣先堰堤において、令和5年4月下旬にアユの遡上が困難な区域に土のうによる簡易魚道を設置した。大浜漁港及び江津港において光集魚トラップを用いたアユの採集調査を行い、大浜漁港では99尾、江津港では60尾のアユを採捕した。高津川及び江の川において流下仔魚調査を行い、総流下仔魚量（速報値）は高津川では27.6億尾、江の川では27.7億尾と推定された。

高知県では河川環境の改変の事例として、国土交通省が実施した置き土供給試験後と出水後の2回、河床評価と電撃ショッカーによる採捕を実施した。漁協による河川環境改善の事例として、産卵場造成の前後に河床材の貫入試験を実施した。海域生活期の資源動態を把握するため、ライトトラップを用いてアユの仔稚魚を採捕した。

【溪流魚】

堰堤区間におけるイワナの在・不在を調査した結果、区間内に岩（直径50cm以上）が5つ以上存在すること、水深が20cm以上あることが堰堤区間においてイワナが存在するために必要な条件と考えられた。

群馬県では溪流魚の増殖を目的とした漁場の環境改変のため、石組みを実施した本流および支流の漁場において環境測定および資源量調査を行った。また溪流魚漁場に設定されたキャッチアンドリリース（以下、C&R）規制が当該年度から解除された、元C&R区および通常の入漁区における資源量調査を行った。

長野県では支流から下流へのイワナの移動（しみ出し）がある河川について、それらを有効活用した漁場を創出することを目指した人工構造物を造成してその効果を検証するため、まず造成前のイワナの資源状況を調べた。

岐阜県では溪流魚の生育状況の改善を目指し、溪流へのバープ工の設置による物理環境の改善の試行、溪流魚人工産卵河川における産卵場整備の作業内容の整理およびコストの試算に取り組んだ。バープ工の調査は4河川で各3回実施し、水深・流速・河床材料サイズを測定した。また、標識放流したアマゴ稚魚の生残率を調査した。

滋賀県では砂防堰堤により平坦化した溪流漁場において人力で設置可能な規模の石組みを設置し、その環境変化や溪流魚の定着状況を調査した。石組みは集中的な降雨による出水で流失した場合もあったが、残存した場合は石組みの設置によって平坦で単調な地形や流れの環境から起伏があって流れの複雑な環境に変化した。

【ワカサギ】

仔魚の耳石の発色強度について、目視評価を行った同サンプルを用いて RGB 値による標識判定を行ったところ、1（見えない）の指標となる RGB 値 10 以下のサンプルは存在せず、目視判定による標識率 100%の結果を裏付ける結果となった。稚魚サンプルの耳石発色強度の判定においても、目視評価の妥当性を RGB 値によって客観的に支持する結果となった。

茨城県霞ヶ浦・北浦におけるワカサギ資源の変動要因を明らかにするために、ふ化後初期の生活時期に着目して、耳石日周輪解析を行った結果、ふ化日・ふ化のピーク時期と、初期の成長速度は年級毎に異なることが確認された。

山梨県では天然色素を用いたワカサギ標識技術の実用化を目指し、最適な標識処理条件及び天然水域での簡易的な放流技術の開発について検討した。

標識したワカサギ発眼卵を長野県内の美鈴湖へふ化放流した結果、放流後から 2023 年 12 月 5 日までの期間において標識魚が確認されたことから、自然湖沼においても標識放流の有効性が示された。