

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02563

研究課題名(和文) 森から海までの生態系連環機構の解明によるニホンウナギ資源の再生

研究課題名(英文) Studies on the restoration of Japanese eel stocks through understanding of ecological connectivity between rivers and coasts

研究代表者

山下 洋 (Yamashita, Yoh)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号：60346038

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,000,000円

研究成果の概要(和文)：大分県、和歌山県、福島県の河川において、ニホンウナギの生産を支える環境と生態系を流域レベルで調べ、ウナギの資源生産の観点から河川再生方策を検討した。ウナギの食性は、サイズ、季節、地域で変化した。基本的には幅広い食性で柔軟な摂餌生態を有した。全長200mm未満の小型魚と200mm以上の大型魚では、好適な生息環境特性が異なった。ウナギの河口から河川上流への移動・拡散は堰により阻害された。本種は水質の許容範囲が広く、清流から都市型河川まで生息した。ウナギの河川内及び河川と沿岸間の移動、隠れ場、餌生物の生産を可能にする一定の環境条件整備により、本種資源の保全と培養が可能であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ニホンウナギは多様な水生生物を餌として利用し、清流から富栄養化した都市河川まで広く生息できることがわかった。本研究では、水田や都市の用水路でもウナギが高密度で分布する河川のあることを初めて明らかにした。一方、ウナギの生息には、サイズに応じて隠れ家となる多様な大きさの石や水生植物、ウナギの移動を阻害しない海と河川の連続性が不可欠であった。このようにウナギは高い適応力を有することから、河川を上記の条件を満たす自然に近い環境に修復することにより、我が国を毛細血管のように流れる小河川においても、ウナギ資源の増殖が可能なが示された。

研究成果の概要(英文)：We studied environments and ecosystems which support the production of Japanese eels at a watershed level and examined river restoration measures from the viewpoint of biological production of eels in 8 rivers in Japan. The prey items of eels varied depending on body size, area, and season, but eels consumed a wide range of prey items and showed a flexible feeding ecology. Their favorable microhabitat environments were identified being different between elver phase and yellow phase eels. The movement of eels from the river mouth to upstream was obstructed by weirs. The acceptable range of water quality for this species is broad so that eels can inhabit from clear streams to eutrophicated urban rivers. It was revealed that environmental conditions in rivers which allow movement of eels within rivers and also between river and coastal waters, available habitats as refuges, and sufficient productivity of prey organisms, would lead to restoration and augmentation of Japanese eel stocks.

研究分野：水圏資源生態学

キーワード：ニホンウナギ 森里海連環 生物生産力 生物多様性 河川生態系 食物網 ハビタット バイオレトリー

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国における沿岸漁業漁獲量および内水面漁業漁獲量減少の重要な要因として、流域から沿岸域までの河川を通じた水系生態系連環構造の劣化が考えられる。ニホンウナギ *Anguilla japonica* (以下ウナギ) は特に資源の減少が著しく、2013年に環境省により絶滅危惧 I B 類 (EN)、2014年には国連自然保護連盟 (IUCN) により Endangered (EN) に指定された。本種は長期間河川で生活することから、森から海までの健全な生態系連環がなければ、資源を維持することができない。また、河川での親魚の資源状態がシラスウナギの加入量に大きく影響することから、日本のウナギ漁業の再生には、河川における天然ウナギ資源の回復が不可欠である。

2. 研究の目的

河川の構造、環境、生態系とそれらに対する流域土地利用の影響を分析し、森川里海の生態系の連環、ニホンウナギの生産を支える環境と生物生産構造を流域レベルで調べ、ウナギの資源生産の観点から河川再生方策を検討し、河川整備計画等での活用を目指す。

3. 研究の方法

調査フィールドとして、気候帯や黒潮との位置関係が異なる大分県 (桂川、伊呂波川)、和歌山県 (富田川、高瀬川、安久川)、福島県 (松川浦と流入 3 河川) の 3 水域において調査を行った。これらの流域において、流域の土地利用、河川構造、河川環境、水質、栄養塩、水圏動物群集、食物網構造、ウナギの生態と生息環境を詳細に調査した。得られた結果を多変量解析などの数理統計手法により解析し、ウナギの成育に好適な生息環境条件を抽出して、流域の利用構造—河川環境—ウナギの生産生態の連環について現状を診断し問題点を検討した。

(1) 調査域

我が国におけるウナギ分布域の南西に位置する大分県では、国東半島北西部のクヌギ林を含む森林が豊かな桂川 (流路延長 29.5km、流域面積 126.7km²) と、対照区として桂川の西 10km に位置する伊呂波川 (流路延長 18.5km、流域面積 43.4km²) を選定した。分布域の中央に位置する和歌山県の調査地として、富田川 (流路延長 112.4km、流域面積 254.3km²)、富田川と河口で合流する高瀬川 (流路延長 7.8km)、近郊の安久川 (流路延長 3.5km)、分布域の北部に位置する福島県の調査地として、松川浦 (汽水湖、面積 6.5km²) とそこに流入する宇多川 (流路延長 38.7km)、梅川 (流路延長 3.5km)、日下石川 (流路延長 9.3km) において調査を行った。桂川、伊呂波川、富田川、宇多川、梅川、日下石川は 2 級河川、高瀬川は富田川の 1 次河川である。安久川は白浜町内の住宅地から生活排水が多く流れ込む小河川、高瀬川、梅川、日下石川は水田の間を流れる小河川という特徴を持つ。また、桂川を除いて、養殖ウナギの放流は行われていない。

(2) 調査方法

ウナギは電気ショッカー (LR-20B Smith-Root)、小型定置網、石倉 (久米他 2017 業績, 原田他 2018 業績) などによって採集した。電気ショッカー採集では、調査面積を測定してウナギ密度を推定した。同時に、たも網、小型定置網、石倉、コードラート付きサーバーネットなどによりウナギの餌料生物を採集した。また、採集地点では多項目水質計 (AAQ-RINKO JFE アドバンテック) などを用いて水質環境 (水温、塩分、EC、pH、濁度、溶存酸素、クロロフィル蛍光) を測定するとともに、必要に応じて栄養塩分析用標本を採水した。採集したウナギと餌料生物はクロープオイルで麻酔しドライアイスで冷凍保存した。

ウナギの行動生態を調べるためにバイオテレメトリー調査を行った。福島県松川浦では、浦内に 20 機、流入する 4 河川に 8 機の合計 28 機の超音波受信機 (VR2W VEMCO) を設置した。浦内で捕獲した天然ウナギ 20 個体、養殖ウナギ 12 個体に超音波発信機 (V9-2H, V9A-2H VEMCO) を装着して、2016 年 9 月 19 日に松川浦南部の梅川河口に放流した。2018 年 4 月 22 日まで 19 ヶ月間行動追跡調査を実施した。和歌山県では、富田川に 8 機、高瀬川に 3 機、安久川に 2 機、袋川河口に 1 機の超音波受信機を設置した。天然ウナギ 20 個体、養殖ウナギ 5 個体に超音波発信機 (V9-2H) を装着して 2018 年 6 月 28 日に富田川下流に放流し、2019 年 10 月 27 日までモニタリングを行った。また、安久川の河口から約 2.7 km 上流の最初の堰 (高さ 165 cm) までに 7 機、堰の上流に 5 機の超音波受信機を設置し、安久川で捕獲した天然ウナギ 15 個体に超音波発信機を装着して、2019 年 4 月 8 日に堰下に 8 個体、堰上に 7 個体を放流した。2020 年 5 月現在も行動モニタリングを継続中である。

(3) 標本分析

クロロフィル測定装置 (トリロジー Turner designs) により採水標本のクロロフィル a 濃度を測定し、多項目水質計の蛍光値との関係から各調査点のクロロフィル a 量を推定した。餌料生物及びウナギの消化管内容物は、実体顕微鏡下で可能な限り詳しく同定した。オートアナライザー (QuAAtro2-HR BL-Tec) により、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、リン酸態リン、珪素を分析した。ウナギは全長、体重、消化管内容物重量を測定し、生殖腺の外部観察により性を判別した。ウナギの耳石 (扁平石) を取り出し、エポキシ樹脂で包埋して長軸方向に切断、工業顕微鏡 (エクリプス LV100 ニコン) 下で年齢を査定した。また、京大大学生態学研究センターの元素分析計付き質量分析機 (EA Conflo IV + DELTA V advantage Thermo Scientific) を用いて、ウナギ筋肉及び餌料生物の炭素窒素安定同位体比を分析した。

(4) 統計解析

餌料生物群集構造解析を非計量多次元尺度法 (NMDS) により、群集間類似度の有意差検定を類

似度行列分析 (ANOSIM) により行った。ウナギ胃内容物分析には相対的重要度指数 (IRI) を用い、%IRI のパーセント類似度 (PSI) によりウナギの食性の類似性を比較した。ウナギの河川分布密度に与える地理的影響については一般化線形モデル (GLM)、ウナギの生息・非生息と河川の微環境との関係については一般化加法モデル (GAM) により解析した。群間の有意差検定には原則としてノンパラメトリックな手法 (Mann-Whitney U 検定、Kruskal-Wallis 検定、Wilcoxon signed rank test) を用い、Steel-Dwass 法で多重比較を行った。また、炭素窒素安定同位体比データを用いてベイズ混合型モデル (SIAR) により、餌料候補生物の寄与率を推定した。バイオテレメトリーにおける各個体の月平均受信数と月平均水温との関係については、一般化線形混合モデル (GLMM) により解析した。

4. 研究成果

(1) 流域環境と生物生産

国東半島の森林が豊かな両子山を源流とする桂川 (森林率 77%、農地率 18%、市街地率 5%) と、桂川の西 10km に位置し農地・水田の割合が高い伊呂波川 (森林率 64%、農地率 29%、市街地率 7%) で、水質環境と生物生産構造を比較した。溶存態窒素濃度の季節変化は両河川で一致したが、同じ時期で比較すると常に桂川の方が高かった。溶存態窒素濃度は季節によらず国東半島の上流域で高く、 $100 \mu\text{M}$ を越えることもしばしばあり、大気降下窒素の寄与が推察された (Sugimoto et al. 投稿中)。窒素濃度は源流から河口まで常に桂川で高く、底生微細藻類と植物プランクトンのクロロフィル a 濃度も桂川において高い傾向が認められた。

桂川と伊呂波川の間で、河川動物群集の組成に有意な差は認められなかった。また、安定同位体比分析によると、両河川ともに底生微細藻を起源としウナギを頂点とする食物網構造が構成されていた。一方、単位面積あたりのウナギの餌料生物量は魚類と甲殻類では桂川で有意に多く ($p < 0.05$)、水生昆虫においても多い傾向 ($p = 0.08$) が認められた。ウナギのバイオマスは、桂川 $3.50\text{g}/\text{m}^2$ 、伊呂波川 $0.21\text{g}/\text{m}^2$ であり、桂川の方が高い傾向がみられた ($p = 0.06$)。しかし、ウナギの平均成長速度は、桂川 $49.6\text{mm}/\text{y}$ 、伊呂波川 $51.1\text{mm}/\text{y}$ であり河川間に差は認められなかった。

(2) 摂餌生態と成長

調査を行った 3 水域ともに、全長 200mm までの小型個体は水生昆虫類 (双翅目、トビケラ目、カゲロウ目) を主食し、200mm を越えると徐々に小型甲殻類 (カニ下目、コエビ下目) や魚類 (コイ科、ハゼ科、ドジョウ科) へ移行した。また、成長とともに餌料生物種類の範囲が拡大した。一方、食性の移行サイズは、水域や季節により異なった。例えば石倉という同じ構造の棲み場所を利用したウナギでも、石倉の設置されている環境によって胃内容物組成が大きく変化した (原田他 2018)。これらの結果から、ウナギは生息域に多く生息し利用しやすい餌料生物を摂餌するという、柔軟な摂餌戦略を持つことがわかった。

松川浦に注ぐ宇多川、梅川、日下石川の 3 河川の河口および下流域で天然黄ウナギとその餌生物を採集し、胃内容物分析と炭素窒素安定同位体比分析により本種の摂餌生態を解析した。本種は主に水生昆虫、エビ・カニ類、小型魚類を摂餌した。餌料生物の炭素安定同位体比は、同種であっても河川の淡水域に生息する個体と松川浦の汽水域に生息する個体で、明瞭に異なっていた。河川と松川浦で採集されたウナギの安定同位体比とその濃縮係数から予測された餌料は、淡水型、汽水型、淡水と汽水の間の混合型の 3 グループに分けられた (図 1)。宇多川下流と日下石川下流で採集されたウナギのほとんどは淡水型の食性を示したが、流路の短い梅川では混合型であった。3 河川の河口汽水域で採集されたウナギは汽水型と混合型に分かれた。これらのことから、河川に生息するウナギは河川内で索餌するが、河口に生息する個体は、河川で索餌する個体と松川浦内で索餌する個体に分かれることが示唆された (Kutzer et al. 投稿中)。これは、後述のバイオテレメトリーによる行動生態追跡調査結果とも一致した。

3 水域で採集されたウナギの平均成長速度は、大分県 $50.1\text{mm}/\text{y}$ 、和歌山県 $45.1\text{mm}/\text{y}$ 、福島県 $80.6\text{mm}/\text{y}$ であり、福島県のウナギの成長速度は西日本 2 県の成長速度よりも有意に高かった ($p < 0.01$)。

(3) 好適生息環境

若齢小型ウナギ (全長 200mm 未満) の好適な生息環境を明らかにするために、2017 年 10 月に福島県日下石川においてウナギ分布と生息環境の関係を

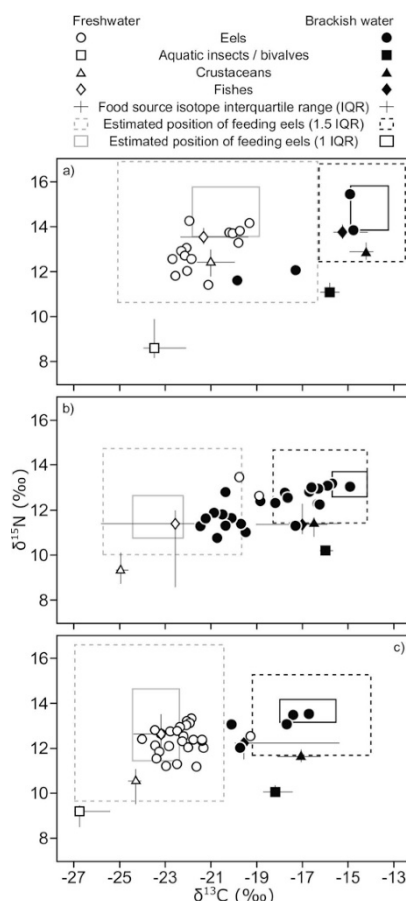


図 1. ウナギの炭素窒素安定同位体比 (黒丸は汽水域採集個体、白丸は淡水域採集個体) および推定された餌生物の四分位範囲 (実線) とその 1.5 倍範囲 (破線)、各図の左の四角は淡水域、右は汽水域を示す
a) 宇多川 b) 梅川 c) 日下石川

詳細に調査した。小型ウナギの密度は、河口から上流方向に堰が増加するとともに減少し、堰（高さ<135cm）がウナギの河川遡上を阻害することが示された。また、小型ウナギは、水深が浅く（<35cm）流速が緩やかで（5-40cm/s）しかもサイズ組成が複雑な底質の場所を選好して利用した。さらに岸からの距離がウナギの分布に弱く影響し（岸から<70cm）、岸際に生息する傾向が認められた。一方、ウナギの分布に優占底質の効果はなかった（Kume et al. 2019 業績）。

福島県日下石川において、2018年4月に小型ウナギ48個体（平均全長81.7mm、全長範囲52.8-127.0mm）、大型ウナギ23個体（平均全長351.6mm、全長範囲200-657mm）を採集した。ウナギ密度は両サイズ群とも河口から上流への距離の増加に伴い減少した。堰の影響は両サイズ群間で異なり、小型ウナギの密度は堰の数の増加に伴って減少した。一方、大型ウナギと堰との関係は認められなかったが、これは大型ウナギの分布密度が密度効果によって規定されたためと考えられた。ウナギ分布とマイクロハビタットの関係では、サイズ群間で異なる好適環境が明らかになった。小型ウナギでは、岸からの距離と流速が有意に重要な要因であり、岸に近く（<60cm）の低流速（<20cm/s）の場所を好んで利用した。また、底質については、大礫が多い場所と砂・小礫が混合する場所の2通りの環境を選好した。一方、大型ウナギは、岸際（20-40cm）で流速が遅い（<15cm/s）場所と、河川の中心部で（岸から70-110cm）比較的流速の速い（約55cm/s）場所において分布密度が高かった。これらの場所の河床は比較的単純な構造であり大礫と巨礫を主な構成要素とした。また、両サイズ群ともに河床植物の影響は明瞭ではなかった（Kume et al. 2020 業績）。

調査期間中の電気ショッカー採集による河川下流域のウナギの平均分布密度は、桂川0.19個体/m²、伊呂波川0.09個体/m²、高瀬川0.04個体/m²、安久川0.57個体/m²、宇多川0.01個体/m²、日下石川0.15個体/m²であった。なお、採集調査は、ウナギが多く生息していると推定される場所を選んで行っており、密度はランダムな調査と較べて過大評価されている。

(4) 行動生態

超音波発信機を装着して2016年9月19日に松川浦南部の梅川河口に放流した天然ウナギ20個体、養殖ウナギ12個体のうち、天然ウナギ1個体、養殖ウナギ7個体が10月末から11月末までの1ヶ月間に外海に移出した。外海に移出した天然個体は、放流した天然個体の中で唯一の銀化（s1）個体であり、産卵のために外海へ移動したと考えられた。自然環境下における天然ニホンウナギの産卵回遊の確認は我が国では初めてである。また、外海への移出は全て夜間に発生し、8個体中7個体は引き潮時、1個体もほぼ最干潮時に移出するという特徴が見られた。天然ウナギでは20個体中11個体の行動を5ヶ月以上モニタリングできたが（最大491日）、養殖個体では12個体中11個体の信号が70日以内に途絶えた。天然ウナギの月毎の総受信数は初夏（6月前後）と秋（9-10月前後）の水温が15-20℃前後の時期に多く冬季に低下した。天然ウナギ、養殖ウナギともに受信数が夜間に多く昼間少ないという日周性が認められた（ $p<0.05$ ）。日周変化は天然ウナギにおいてより明瞭であった。天然ウナギ7個体、養殖ウナギ4個体が松川浦と流入河川の間を往来した。このうち2個体は、浦内の河口をめぐらし、日没とともに梅川に移動して索餌し夜明け前にめぐらに戻るといふ、明瞭な日周期的索餌行動を示した（図2；Noda et al. 投稿中）。前述の安定同位体比分析により混合型と判定された個体が、このような索餌行動を示すことが推察された。

一方、2018年6月28日に和歌山県富田川下流に放流した天然ウナギ20個体と養殖ウナギ5個体においても、全ての養殖ウナギの受信が約3ヶ月で途絶えたのに対して、天然ウナギでは11個体について5ヶ月以上の受信を確認した（最大487日）。夏期の受信頻度は冬季よりも高く（ $p<0.05$ ）、夜間の受信頻度は昼間よりも有意に高かった（ $p<0.01$ ）。これらの傾向は松川浦での放流結果とよく一致した。また、天然ウナギ5個体、養殖ウナギ3個体が8月から2月に外海へ移出した。全ての外海移出は夜間に起こっており、一部は大雨後の増水と連動した。

2019年4月8日に、和歌山県安久川の堰上に発信機を装着した天然ウナギ7個体、堰下に8個体を放流した。うち堰上の4個体、堰下の5個体について150日を超えて追跡できた。また、堰上に放流した1個体が、10月の台風に伴う増水時に堰を下り外海へ移出した。堰上に放流したウナギの1日あたりの移動距離は、富田川放流個体や堰下放流個体の10分の1程度と非常に短かった。

(5) 考察

ニホンウナギはシラス期にわが国の沿岸・河口域に加入し、黒色色素が沈着するクロコを経て黄ウナギとなり、沿岸、河口、河川域を広く利用して成長成熟し、銀ウナギとなって産卵場へ戻

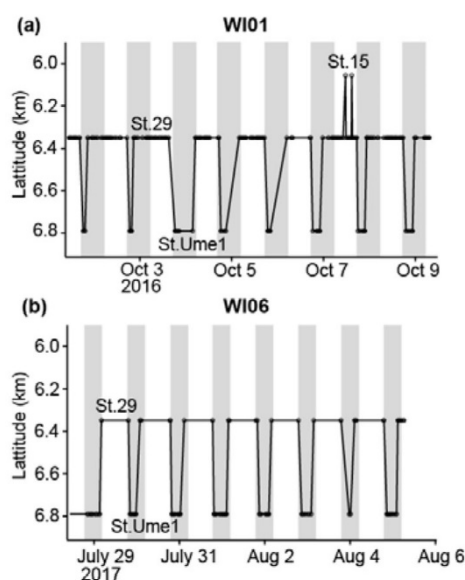


図2. 松川浦-梅川間の索餌回遊の一例。S. 29は梅川河口、St. Umeは1km上流の受信機、網掛けは夜間を示す

る。本種は成長に伴い、初期には動物プランクトンや小型の水生昆虫などを主食し、黄ウナギとなり全長 200mm 越えると徐々に小型甲殻類（エビ・カニ類）や魚類などの大型の餌料を摂餌するようになった。黄ウナギの餌生物はこの他にも二枚貝、環形動物、陸生の昆虫やミミズなど多岐にわたり、まわりに多く生息し摂餌しやすい餌生物を柔軟に摂餌していた。また、沿岸の海水域から河川の上流域まで広範囲に生息することが可能であり、極めて多様な環境に適応して生活できることがわかった。本研究では流路延長が 112.4km の富田川から 3.5km の安久川や梅川まで、また、水田の間を流れる用水路とも言える日下石川や梅川、都市部の排水路のような安久川などで調査を行ったが、いずれの河川においても、後述の一定の条件を満たす場所にはウナギが比較的多く生息していた。本研究では、生産力の指標となる溶存態窒素濃度を測定した。河川下流域の窒素濃度は、清流といわれる高瀬川の 0.01mg/L から住宅地を流れる安久川の 1.51mg/L まで大きく変化した。窒素濃度とウナギの分布密度の間に関係性は認められず、ウナギは広い水質環境に適応できることが明らかになった。すなわち、柔軟な食性と水質環境に対する広い適応力が、本種の重要な生態特性と考えることができた。

国東半島中央部を源流とし森林が豊かな桂川は、対照区である伊呂波川よりも全般に栄養塩濃度が高く、基礎生産力、ウナギの餌となる小型水生動物のバイオマスも大きかった。ウナギの生息密度や単位面積あたりバイオマスも桂川の方が明瞭に大きいことから、水域の基礎生産力がトッププレディターであるウナギの生産にも影響したことが推察された。しかし、平均成長速度には両河川で差は無く、密度効果が成長速度を規定したことが考えられる。成長速度は福島県松川浦と流入河川で採集されたウナギが、和歌山県と大分県よりも有意に速かった。ウナギは水温 10℃を下回ると摂餌活動が停止することから、水温の低い松川浦において活発に摂餌できる期間は南西日本と較べるとかなり短いことが考えられる。大分県と和歌山県の採集調査場所は河川の下流域に限定され、和歌山県でのパイオテレメトリー調査では、ウナギが沿岸と河川の間を往来する行動は認められなかった。一方、松川浦ではウナギは河川と浦内の両方の水域を移動して索餌を行っており、松川浦のウナギは他の 2 水域のウナギよりも広い索餌域を持ち摂餌環境に恵まれていたことが示唆された。このことは、本種は餌料が不十分で成長がよくない環境下でも、生き残ることができることを示している。

本研究において、ウナギは従来から多くの研究が行われてきた 1 級河川のような大河川にとどまらず、用水路のような小河川にも多く生息していることがわかった。ウナギの生息に必要な要件は、餌料生物を生産する食物網構造、および捕食者を避けることができるサイズに応じた隠れ家の存在である。沿岸や河川のコンクリート護岸は、餌料生物生産と隠れ場所の両方の観点から不適である。また、堰はその数と高さに応じてウナギの河川遡上を阻害した。しかし、本研究では魚道のない高さ 1.5m を越える堰の上流部にも、ウナギの高密度生息域が存在した。このような堰では春季に上流側からサヤミドロ (*Oedogonium* sp.) など水生植物が堰下まで垂れ下がり、クロコや小型の黄ウナギはそれを伝って堰上に遡上できることが推察された。小型ウナギが堰を登り分布域を拡大するためには魚道が効果的であるが (Yamazaki et al. 投稿中)、魚道にとどまらず、ウナギの遡上を助ける何らかの工作物 (堰のでこぼこや水生植物) が有効であることが示唆された。ウナギは河川の規模にかかわらず、自然が保全された岸辺と河床があり、河床には大きさの多様な浮き石が存在し、堰を撤去するかその構造に工夫を施すことで、本種の分布域を広げ資源を培養できる可能性が明らかになった。特に我が国には、都市から水田まで小河川が毛細血管のように広がっている。我が国ではこれら小河川の多くがコンクリート護岸されているが、これらの河川をウナギとその餌となる小型動物の生息にやさしい環境へ改修することにより、本種の資源再生の新しい展開につながることを期待される。

参考(投稿中)

- Kutzer A., Yamashita Y. 他 Foraging behavior of yellow-phase Japanese eels between connected fresh- and brackish water habitats. *Environmental Biology of Fishes*
- Noda T., Yamashita Y. 他 Migration, residency and habitat utilization by wild and cultured Japanese eels (*Anguilla japonica*) in a shallow brackish lagoon and inflowing rivers using acoustic telemetry. *Journal of Fish Biology*
- Sugimoto R. Yamashita Y. 他 Traditional land use effects on the magnitude and stoichiometry of nutrients exported from watersheds to coastal seas. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*
- Yamazaki A., Yamashita Y. 他 Fishways positively affect the distribution of Japanese eel *Anguilla japonica*, as revealed by environmental DNA analysis. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kume M, Terashima Y, Wada T, Yamashita Y	4. 巻 35
2. 論文標題 Longitudinal distribution and microhabitat use of young Japanese eel <i>Anguilla japonica</i> in a small river flowing through paddy areas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Ichthyology	6. 最初と最後の頁 876-883
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jai.13911	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 原田真実・久米学・望岡典隆・田村勇司・神崎東子・橋口峻也・笠井亮秀・山下洋	4. 巻 84
2. 論文標題 大分県国東半島・宇佐地域の伊呂波川と桂川に設置したウナギ石倉かごにより採集されたニホンウナギと水生動物群集	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本水産学会誌	6. 最初と最後の頁 45-53
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2331/suisan.17-00032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 久米学・和田敏裕・高木淳一・堀友彌・三田村啓理・荒井修亮・山下洋	4. 巻 64
2. 論文標題 福島県松川浦におけるクロホシマンジュウダイ幼魚の初記録	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 魚類学雑誌	6. 最初と最後の頁 201-205
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.11369/jji.64-201	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kume M, Terashima Y, Kawai F, Kutzer A, Wada T, Yamashita Y	4. 巻 103
2. 論文標題 Size-dependent change in habitat use of Japanese eel <i>Anguilla japonica</i> during the river life stage	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Biology of Fishes	6. 最初と最後の頁 269-281
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s10641-020-00957-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計38件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 11件）

1. 発表者名 中山直生・岩崎康成・堀友彌・久米学・寺島佑樹・渡邊俊・田中智一郎・三田村啓理・荒井修亮・山下洋
2. 発表標題 バイオリギングによる水圏生物の行動情報の取得 21 異なる河川への移送放流後のニホンウナギの行動
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久米学・岩崎康成・中山直生・堀友彌・寺島佑樹・渡邊俊・田中智一郎・三田村啓理・荒井修亮・山下洋
2. 発表標題 バイオリギングによる水圏生物の行動情報の取得 20 ニホンウナギの河川内移動に対する堰の影響
3. 学会等名 和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamashita Y, Kume M, Noda T, Wada T, Mitamura H, Komaki T, Hori T, Takagi J, Kutzer A, Iwasaki Y, Fujita T, Sato, Narita N, Yamada M, Matsumoto A, Lavergne E, Arai N
2. 発表標題 Biotelemetry studies on post-release behaviors of cultured and wild Japanese eels (<i>Anguilla japonica</i>) in shallow brackish waters in Japan
3. 学会等名 World Aquaculture Society, Aquaculture America Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久米学
2. 発表標題 川ウナギの分布と生息環境：堰の影響と微生物環境に着目して
3. 学会等名 応用生態工学会自由集会「ウナギの保全と河川・水辺の自然再生の現状と課題」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamashita Y
2. 発表標題 Understanding of the complex relationship in the connectivity of hills, humans and oceans (CoHHO).
3. 学会等名 International Biodiversity Conference. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kutzer A, Lavergne E, Kume M, Wada T, Terashima Y, Yamashita Y
2. 発表標題 Foraging of Japanese eel between salinity zones revealed by stable isotope analyses
3. 学会等名 Estuarine & Coastal Sciences Association CHEERS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Alisa Kutzer・小巻拓平・野田琢嗣・和田敏裕・久米学・寺島佑樹・堀友彌・高木淳一・三田村啓理・笠井亮秀・荒井修亮・山下洋
2. 発表標題 福島県松川浦と流入河川におけるニホンウナギの摂餌生態
3. 学会等名 平成31年度日本水産学春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田琢嗣・小巻拓平・和田敏裕・久米学・Alisa Kutzer・寺島佑樹・藤田恒雄・佐藤太津真・山田学・松本陽・堀友彌・高木淳一・三田村啓理・荒井修亮・山下洋
2. 発表標題 汽水域におけるニホンウナギ天然魚の移動生態、養殖魚との比較
3. 学会等名 平成31年度日本水産学春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久米学・寺島佑樹・和田敏裕・山下洋
2. 発表標題 二ホンウナギはどのような場所を好むのか？：水田地帯を流れる小河川での事例
3. 学会等名 うな井の未来シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠井亮秀
2. 発表標題 環境DNA分析による二ホンウナギの分布推定
3. 学会等名 2019年度環境DNA学会第2回神戸大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久米学・寺島佑樹・和田敏裕・山下洋
2. 発表標題 二ホンウナギにおける河川内分布の規定要因と微生物環境の選好性
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下洋
2. 発表標題 大分県国東半島・宇佐地域2河川の魚類生産力の比較
3. 学会等名 第83回日本陸水学会自由集会「森・川・海と里のつながり」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉本亮
2. 発表標題 国東半島の森と里から海へと供給される栄養塩
3. 学会等名 第83回日本陸水学会自由集会「森・川・海と里のつながり」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久米学・寺島佑樹・和田敏裕・山下洋
2. 発表標題 水田地帯を流れる小河川におけるニホンウナギの分布規定要因
3. 学会等名 平成30年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上田萌人・木村伸吾
2. 発表標題 小規模河川の河川構造の違いによるニホンウナギの分布と成長
3. 学会等名 2018年度水産海洋学会研究発表大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久米学・寺島佑樹・和田敏裕・山下洋
2. 発表標題 水田地帯を流れる小河川におけるニホンウナギ <i>Anguilla japonica</i> の流程分布と微生息環境
3. 学会等名 応用生態工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久米学・寺島 祐樹・山下洋
2. 発表標題 二ホンウナギのクロコにおける河川内分布と微生物環境
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kanzaki T, Kume M, Hashiguchi S, Harada M, Mochioka N, Kasai A, Tamura Y, Yokoyama H, Arai N, Yamashita Y
2. 発表標題 Comparison of aquatic biological production systems between two rivers in Oita Prefecture, Japan
3. 学会等名 日本水産学会85周年記念国際シンポジウム（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Komaki T, Horii T, Kume M, Noda T, Mitamura H, Arai N, Yamashita Y
2. 発表標題 Comparison of movement patterns between wild and cultured eels <i>Anguilla japonica</i> in Matsukawa-ura lagoon, Fukushima Prefecture, Japan
3. 学会等名 京都大学森里海国際シンポジウム（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamashita Y
2. 発表標題 Dealing with tangled triangle relationship among forests, humans and oceans
3. 学会等名 京都大学森里海国際シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小巻拓平・堀友彌・山田学・成田薫・高木淳一・久米学・野田琢嗣・和田敏裕・三田村啓理・荒井修亮・山下洋
2. 発表標題 福島県松川浦におけるニホンウナギの天然個体と養殖個体の行動特性の比較
3. 学会等名 平成29年度日本水産学会近畿支部例会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hashiguchi S, Kanzaki T, Kasai A, Tamura Y, Sugimoto R, Rihei T, Arai N, Yamashita Y
2. 発表標題 Connectivity of forests, rivers, and seas- Relation between land-use and water quality
3. 学会等名 Estuarine & Coastal Sciences Association 56 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kanzaki T, Sogabe T, Hashiguchi S, Harada M, Tsurukawa R, Mochioka N, Kasai A, Tamura Y, Yokoyama H, Arai N, Yamashita Y
2. 発表標題 Connectivity of forests, rivers and seas - Relationship between land-use and aquatic biological production
3. 学会等名 Estuarine & Coastal Sciences Association 56 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Harada M, Onoue M, Kanzaki T, Hashiguchi S, Tsurukawa R, Mochioka N, Tamura Y, Shimizu N, Kasai A, Yamashita Y
2. 発表標題 Commons management of estuarine ecosystem services: the case study for Japanese eels (<i>Anguilla japonica</i>)
3. 学会等名 Estuarine & Coastal Sciences Association 56 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 神崎東子・橋口峻也・原田真美・鶴川亮太・望岡典隆・田村勇司・山下洋・荒井修亮・笠井亮秀
2. 発表標題 大分県国東半島における森里海連環 ニホンウナギを指標として
3. 学会等名 平成28年度日本水産学会近畿支部例会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 原田真実・神崎東子・橋口峻也・望岡典隆・鶴川亮太・清水夏樹・横山寿・田村勇司・笠井亮秀・山下洋
2. 発表標題 ウナギの石倉漁と資源保護に関する研究
3. 学会等名 平成28年度日本水産学会近畿支部例会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 理堀隆人・杉本亮・田村勇司・笠井亮秀・山下洋
2. 発表標題 夏季の国東半島における河川水中の溶存無機態窒素・リンの動態の俯瞰的評価
3. 学会等名 2016年度地球惑星連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山下洋
2. 発表標題 森から海までの物質循環と生物生産
3. 学会等名 2016年度地球惑星連合大会（招待講演）
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

・森里海連環学入門 - 森里海のつながりをひもとく
<https://fserc.kyoto-u.ac.jp/wp/blog/archives/26400>
・久米学, 山下洋. 応用生態工学会自由集会「ウナギの保全と河川・水辺の自然再生の現状と課題」を企画, 広島大学東広島キャンパス, 2019年9月27日
・大西健夫, 山下洋, 吉岡崇仁, 杉本亮. 第83回日本陸水学会自由集会「森・川・海と里のつながり」を企画, 岡山大学, 2018年10月
・久米学, 鬼倉徳男. 日本魚類学会シンポジウム「淡水魚保全における河川行政との連携」を企画, 北海道大学水産学部, 2017年9月
・山下洋, 笠井亮秀, 白岩孝行, 白山義久. 平成29年度日本水産学会春季大会シンポジウム「森川里海のつながりを科学で説明できるか?」を企画, 2017年3月
・原田守啓, 久米学. 応用生態工学会自由集会「河川環境保全の現場: 過去・現在・未来」を企画, 東京大学, 2016年9月

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	望岡 典隆 (Mochioka Noritaka) (40212261)	九州大学・農学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	笠井 亮秀 (Kasai Akihide) (80263127)	北海道大学・水産科学研究院・教授 (10101)	
研究分担者	木村 伸吾 (Kimura Shingo) (90202043)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 (12601)	
研究分担者	杉本 亮 (Sugimoto Ryo) (00533316)	福井県立大学・海洋生物資源学部・准教授 (23401)	
研究分担者	荒井 修亮 (Arai Nobuaki) (20252497)	京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授 (14301)	