

論文の内容の要旨

論文題目 人為的環境改変と関連したニホンウナギの資源生態学的研究

氏 名 板倉 光

ニホンウナギ *Anguilla japonica* は、我が国の重要な水産資源であるが、その漁獲量は近年激減しており、資源の保全が急務となっている。本種資源の減少の一因として、成長期にあたる黄ウナギの生息環境の劣化や消失が指摘されているが、黄ウナギの資源変動や生態、および環境改変がそれらへ与える影響に関する研究は立ち遅れているのが現状である。そこで、本研究では、環境改変がニホンウナギの漁獲量変動や生態に与える影響を理解することを目的とし、利根川水系における野外調査を実施した。以下に研究成果の概要を示す。

河川・湖沼の改修とニホンウナギの漁獲量減少の関係

日本の18河川と9湖沼の黄・銀ウナギの漁獲量データについて、河川・湖沼毎に減少率を算出した。また、改修工事進行の指標として、人工護岸率を算出し、漁獲量の減少率との関係を検討した結果、全ての河川・湖沼の漁獲量は減少傾向にあり、その減少率は河川・湖沼ともに人工護岸率と有意な正の相関が認められ（河川: $r = 0.68, p < 0.01$; 湖沼: $r = 0.81, p < 0.01$ ）、護岸率が高い河川・湖沼ほど漁獲量の減少率が高い傾向にあった。河川・湖沼における改修工事の進行は、ニホンウナギの生息に悪影響を及ぼし、本種漁獲量減少の一因となっている可能性が示唆された。

環境改変がニホンウナギの分布に与える影響

2011年6月から2013年9月までの2年3ヵ月間、利根川水系本流の汽水域から淡水域および同水系印旛沼において、7地点の護岸域（コンクリートと矢板）と8地点の自然河岸域（植生や泥）の計15地点の採集定点を設け、毎月ウナギ筒を用いて試料採集を行った。得られた黄ウナギ586個体について、採集水域別に年齢、体サイズ、密度、性比、肥満度を調べたところ、黄ウナギの漁獲は春期から夏期に集中し、水温が低下する冬期（12～1月）にはほとんど認められなかった。年齢は護岸域に比べ自然河岸域の方が低く、また、全長は護岸域に比べ自然河岸域の方が小さい傾向にあり、自然河岸域には幅広いサイズの個体が分布する一方で、護岸域では小型個体の分布が少なかった。護岸域の個体数密度は自然河岸域よりも有意に低い傾向にあり、その傾向は小型個体で顕著であった。調査水域全体で雌の割合が大部分を占めたため、雌の肥満度を比較したところ、自然河岸域の個体の肥満度は護岸域よりも有意に高かった。また、同水系支流の根本名川において、2012年10月から2013年9月にかけての1年間、電気ショッカーによるニホンウナギの分布調査を行った結果、個体数密度は植生の自然河岸区間、ブロック区間および蛇籠区間で高い一方で、矢板やコンクリート区間では低く、特にコンクリート区間では黄ウナギは全く採集されなかった。さ

らに、個体数密度は底質が砂や礫などの区間で高い一方で、コンクリートの区間においては黄ウナギは全く採集されなかった。以上より、コンクリート護岸は黄ウナギの分布密度を低下させるが、特に小型個体の分布を制限していることが分かった。また、護岸は黄ウナギの栄養状態を低下させていることが明らかになった。その一方で、護岸域であってもブロックや蛇籠などが設置された区間では分布密度が低下していない傾向が認められるため、それらが作り出す間隙がニホンウナギの住処になっているものと推測される。

環境改変と関連したニホンウナギの摂餌生態

調査期間中に採集された黄ウナギのうち、549個体を用いて、胃内容物分析、遺伝子分析、炭素・窒素安定同位体比分析から、本水系の護岸域と自然河岸域に生息するニホンウナギの摂餌生態を検討した。胃内容物は4～11月にかけて認められ、胃充満度指数は6～7月に最も高かった。護岸域では自然河岸域と比べて空胃率が高く、胃充満度指数は低い傾向にあり、このような得られる餌の数や量の相違が護岸-自然河岸域間の個体の肥満度の差を生み出しているものと推測される。

各分析から推定された主要な餌生物について、護岸-自然河岸域間で共通した餌生物としては魚類（主にヌマチチブ *Tridentiger brevispinis*）、エビ類（主にテナガエビ *Macrobrachium nipponense*）、アメリカザリガニ *Procambarus clarkii*、カワヒバリガイ *Limnoperna fortunei*などが認められた。これに対して、陸生貧毛類（*Metaphire*属）は中流域と下流域の自然河岸域に限定された餌生物であった。陸生貧毛類は護岸域で採集された個体の胃内容物からは全く認められなかったことから、護岸は利用可能な水生生物の量を低下させるだけでなく、陸からの餌供給を遮断することで、ニホンウナギの摂餌に悪影響を与えているものと推察された。さらに、小型個体が貧毛類などの小型の生物を摂餌する一方で、大型個体は魚類や甲殻類などの大型の生物を摂餌するといった成長に伴う食性の変化が認められ、これが護岸-自然河岸域間の体サイズ分布の相違をもたらしている可能性が考えられる。

環境改変と関連したニホンウナギの生息場利用

利根川水系中流域の約1 kmの区間において、2012年6月から2013年12月の間、バイオテレメトリーを用いて黄ウナギの活動特性や空間利用について調査した。発信機を装着した計18個体を放流し、高精度測位システムによって水平位置の推定を行った結果、11個体から長期的なデータが得られ、その多くから約1年間にわたるデータが得られた。黄ウナギは主に夜間に活動し、夜間の1時間に40～60 mの移動を行っていることが分かった。しかし、夜間に活動を行っているものの、活動が認められた日数は調査期間全体の約40%の日に留まることが明らかになった。また、活動は、水温が高くなる5～8月に活発になるのに対し、水温が低下する12～1月には低下した。特に、水温7.2℃以下では全く活動しなくなることが分かった。

黄ウナギは約1年間にわたって調査水域に留まり、ホームレンジとコアエリアの平均 ± 標準偏差は、それぞれ0.067 ± 0.051 km²、0.009 ± 0.008 km²であった。ホームレンジとコアエリアは個体毎に護岸域あるいは自然河岸域のどちらか一方の水域のみに広がる傾向にあることから、黄ウナギは生息環境への定着性が強く、個体毎にどちらか一方の水域のみを利用する傾向にあり、両水域間の移動は稀であることが推察された。また、個体間のコアエリア重複率は平均で30～40%であり、個体毎に異なる空間を利用する傾向にあることが示唆された。2013年6～7月には、調査水域内で捕獲した9個体に発信機を装着し、捕獲場所から離れた場所に移送放流を行ったところ、

8個体が数時間から数日以内に捕獲場所へ回帰した. このことからニホンウナギは元の生息場所へ回帰する性質を有することが分かった. 以上より, 黄ウナギは生息環境への定着性が極めて強く, 長期にわたって狭い範囲内で生息していることが分かった. 多くの餌が見込めない護岸域に長期にわたって分布する結果, 護岸域の個体の肥満度が低下しているものと考えられる.

河川横断構造物がニホンウナギの遡上に与える影響

河口堰がニホンウナギの遡上に与える影響を検討するため, 水温履歴の相違を利用した耳石の炭素・酸素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) 分析に基づき, 河川内の放流魚 (養殖された個体) を判別する方法を開発した. 河川から採集した天然魚 (5地点) と, 養鰻場にて高水温下で飼育された養殖魚 (7地点) の耳石を分析した結果, $\delta^{18}\text{O}$ について天然魚と養殖魚間で有意差が検出されたため, $\delta^{18}\text{O}$ を放流魚の判別指標として判別分析を行ったところ, 正判別率は99.1%と高く, 耳石 $\delta^{18}\text{O}$ は放流魚判別に有用であることが確認された.

岡山県の百間川と四番川の河口堰の上流域および利根川水系で採集された個体 ($n=113$) の耳石 $\delta^{18}\text{O}$ を分析し, 上記の判別指標に基づき放流魚判別を行った結果, 百間川と四番川の全個体が放流魚と判別された. また, 利根川河口堰の上流域で採集された個体は, 97.1%が放流魚と判別された. これに対し, 利根川河口堰の下流域で採集された個体は, 22%が放流魚と判別され, 78%は天然魚と判別された. 以上より, これら3河川では, 河口堰によってニホンウナギの遡上が妨げされており, 本種の利用可能な成育場の大部分が失われているものと考えられる.

以上, 本研究の結果, 護岸や河口堰建設による環境変化がニホンウナギに与える影響について, 護岸進行と漁獲量減少, 個体数密度・栄養状態・摂餌量の低下, 陸生餌生物の供給遮断, 長期にわたる護岸域への分布, 遡上の妨げに焦点をあてて明らかになった. また, 分布特性, 摂餌生態, 活動や移動の特性, 回帰行動など, これまで情報が乏しかった黄ウナギの生態に関して, 数多くの新たな知見が得られた. 野外調査によって本種に与える環境変化の影響を検討した研究例は皆無である. そのため, 本研究で得られた知見は, ニホンウナギの生息環境を評価するにあたって不可欠な知見として, 本種の生息水域の保全や資源管理に大きく貢献できるとともに, ウナギ属魚類の生物学的基礎情報を提供するものである.