

機関番号:10101

研究種目:基盤研究(C)

研究期間:2008~2010

課題番号:20580191

研究課題名(和文) 資源量減少が著しいカワヤツメの生態学的・遺伝学的研究

研究課題名(英文) Ecological and genetic study on Lethentron japonicum of which biomass is remarkably decreasing

研究代表者

後藤 晃(GOTOU AKIRA)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号:30111165

研究成果の概要(和文):近年、資源量減少が著しいカワヤツメの河川生活期における個体群減少の要因と結果を明らかにする目的で、野外生態調査とマイクロサテライトマーカーを用いた集団遺伝学的解析を行った。その結果、本種幼生の生存にとっては河床での軟泥の十分な堆積および餌として利用可能な落葉リターに由来するデトリタスの豊富な存在が重要であり、一方、産卵遡上成体の繁殖成功には 30-50cm の水深を有する産卵床環境が存在することが重要であることが判明した。そして、集団遺伝学的解析結果から、石狩川水系のカワヤツメでは近年において遺伝的多様性が低下していることが見出された。これらの結果を基に、本種の個体群サイズの回復に必要な河川環境改善に関する施策を提言した。

研究成果の概要(英文):To elucidate the cause and effect of highly decreased population size of the Arctic lamprey, *Lethentron japonicum* in the stream life period, the ecological field research for larvae and upstream migrating adults, and population genetic analysis of the Ishikari River populations were carried out. As a result, it was made clear that both the soft mud quantity on the stream bed and the abundance of detritus originated from the litter of fallen leaves played an important role for high survival of lamprey larvae. In addition, it was found that the water depth was important for spawning success of upstream migrating lamprey adults. The results from microsatellite DNA analysis showed the genetic diversity of Ishikari River populations decreased in recent years. On the basis of these results, we proposed some improvement plans of stream environments to restore the population size of this lamprey species.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	100,000	30,000	130,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野:農学

科研費の分科・細目:水産学・水産学一般

キーワード:カワヤツメ、遡河回遊性生活史、資源量減少、ハビタット利用、産卵場選択、遺伝的多様性、環境保全型資源管理施策

## 1. 研究開始当初の背景

ヤツメウナギ属の1種であるカワヤツメは、寄生・遡河回遊性の生活史を有し、日本では北海道のほぼ全域と本州の山口県以北の日本海側、および茨城県以北の太平洋側に分布している。しかし、最近の約30年間に於いてカワヤツメ資源量は全国的に大幅な減少を被っている。特に、その主要産地である北海道の石狩川水系や尻別川水系では最盛期の50分の1以下の資源量に低下し、ヤツメウナギ漁業が成り立たない状況に陥っている。これまで、申請者らはカワヤツメをはじめとするヤツメウナギ類の生活史、ハビタット利用、繁殖生態、および各種の遺伝的集団構造に関する研究を継続して来たことから、それらの研究成果を基盤として、カワヤツメの河川生活期における個体群の減少要因を明らかにするとともに、本種資源の持続的な利用を可能にする環境保全型管理施策を確立したいとの考えで研究計画を作成した。

## 2. 研究の目的

日本のカワヤツメ個体群を対象に、その河川生活期と海洋生活期の両者における個体数減少要因のうち、主に本種幼生の生育の場、および遡上成体の繁殖の場となる河川での減少要因を生態学的に明らかにするとともに、個体群減少に伴う各地域個体群の遺伝的多様性の減少度合いを把握する。そして、河川生活期におけるカワヤツメ資源の減少を回復させるための、ハビタットと改善、産卵場の環境改善、および卵・幼生にとっての好適生息場所の環境保全を図る施策を提言する。

## 3. 研究の方法

- (1) 北海道の石狩川水系におけるカワヤツメ幼生および繁殖成体の生息場所を網羅的に把握するために、本流と一次・二次支流において目視観察と漁具による採集調査を行った。
- (2) 石狩川水系のカワヤツメに認められる春産卵群と秋産卵群が遺伝的に異なる集団であるか、

または同一の繁殖集団であるのかを明らかにするために、それぞれの産卵群に由来する個体(各50個体)についてマイクロサテライトマーカー解析(10遺伝子座)を行い、両群の異質性検定を行った。また、ベイズ法に基づく集団構造推定を行い、両群を併せた集団が1つの繁殖集団であるか否かを検定した。

- (3) 石狩川水系において1993年と2007年に採集されたカワヤツメの幼生サンプルを用いてマイクロサテライトマーカー解析を行い、個体間血縁度のばらつき、有効集団サイズ、および平均ヘテロ接合度を両年間で比較して経年的な遺伝的多様性の変化を求めた。

- (4) 石狩川の一支流においてカワヤツメ幼生の生息個体数の減少要因を検討するために、小型群(全長1-5cm)と大型群(>5-15cm)にサイズ区分した2群間での微生息場所選択性に関する野外観察および餌資源利用に関する室内実験を実施した。

- (5) カワヤツメ成体の産卵場選択に重要な環境要因を明らかにするために、石狩川の一支流において、産卵床の存在有無と個数、物理環境(流速、水深)を測定し、同時に高性能GPSを用いて産卵床の空間位置を記録した。そして、それらのデータを一般化加法モデル(GAM)で解析した。

- (6) カワヤツメ幼生の微生息場所選択性と餌資源利用パターン、および産卵遡上個体の産卵場選択に関わる環境要因の結果から、幼生にとっての好適な生息環境条件、および産卵遡上個体にとっての好適な繁殖場の環境条件をそれぞれ推定した。

## 4. 研究成果

- (1) カワヤツメの資源動態を探る基礎資料として、近年の資源量減少が著しい北海道石狩川集団を対象として、マイクロサテライト分析を行い、遺伝的集団構造を推定した。石狩川においては、古くから秋遡上群と春遡上群の存在が指摘されてきたが、これら遡上群の実態は解明されていない。そこで、石狩川下流部江別市において漁獲された1993年春の遡上集団、同年秋の遡上

集団、および中流部に流入する支流において2007年に捕獲された幼生集団を解析に供した。その結果、各集団間における有意な遺伝的分化は認められず、またベイズ法に基づく集団構造推定においても、全集団は1つの遺伝的グループに由来することが示唆された。これらの結果から、各遡上群の遺伝的独自性は支持されなかった。

(2) 1993年集団と比較して、2007年度の集団においては、個体間血縁度のばらつきの増大、有効集団サイズの低下、さらに平均ヘテロ接合度において期待値に対する観察値の低下が示された。以上のことから、近年の石狩川集団における遺伝的多様性の低下が明らかになった。

(3) 石狩川の一支流においてカワヤツメ幼生の生息個体数の減少要因を探る基礎調査として、微生物場所選択性と餌資源利用に関する野外調査と室内実験を行った。その結果、石狩川支流において本種幼生の小型群(全長1-5cm)は底質硬度が低く、流速が穏やかで、かつ底質組成がシルト質の場所を選好し、大型群(>5-15cm)では河床有機物が多く、底質硬度が低い場所を選好することが示された。また、各種類の餌を与えた水槽飼育実験とその後に飼育幼生個体を用いた安定同位体分析を行った結果、カワヤツメ幼生は落葉リターから由来するデトリタスを主要な餌資源として利用していることが明らかになった。この結果から、本種幼生が生息する河川環境として、河床に軟泥の堆積が十分に存在する河川形態および餌の供給源となる河畔林の健全性が重要であると推察された。

(4) カワヤツメの産卵場選択に重要な環境要因を明らかにするため、北海道石狩川の一支流において調査を行った。調査は6月に行い、産卵床(個数/在不在)と物理環境(流速、水深)を測定し、同時に高精度GPSを用いて産卵床の空間位置を記録した。産卵床と環境要因の関係を調べるため、解析には一般化加法モデル(GAM)を用いた。その結果、産卵床の空間分布は一様ではなく集中分布する傾向を示した。また産卵場選択に影響する要因として、水深35-50cm前後の場所が統計的に有意に重要であったが、流速は年度ごとに異なることが示され

た。これらのことから、カワヤツメが水深35-50cm前後に産卵するのは、河川の水位低下による発生卵の斃死を防ぐためと考えられた。

(5) 石狩川における好適な産卵場は本川上流部の支流に多く見出された。該当水域には多くの河川構造物が設置されているため、上下流部における流路の単調化や利水による水位の減少がカワヤツメの好適な産卵環境を減少・劣化させていると考えられた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

- ① Yamazaki, Y., R. Yokoyama, T. Yamazaki and A. Goto: Formation of a fluvial- nonparasitic population as the first step in lamprey speciation. *J. Fish Biol.* (査読有)(2011 in press).
- ② DeFaveri, T., T. Shikano, Y. Shimada, A. Goto and J. Merila: Global analysis of genes involved in freshwater adaptation in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Evolution.* (査読有)(2011 in press).
- ③ 金井聡志・山崎裕治. 富山県西部の小河におけるスナヤツメ南方種の摂餌生態. *富山の生物*(査読無), (49),(2010): 43-48.
- ④ Sakai, H., Iguchi, K., Yamazaki, Y., Sideleva, V.G., Goto, A. Morphological and mtDNA sequence studies on three crucian carps (*Carassius: Cyprinidae*) including a new stock from the Ob River system, Kazakhstan. *Journal of Fish Biology* (査読有), 74 (2009): 1756-1773.

[学会発表](計6件)

- ① 白川北斗・柳井清治・後藤晃、石狩川におけるカワヤツメの産卵場特性: 深度依存的な産卵場選択と保全に向けた提言、日本魚類学会年会、2010年9月24日、三重県文化会館(津)。
- ② 白川北斗・柳井清治・後藤晃、ヤツメウナギ類2種幼生はお互いを区別しない? カワヤツメ属2種幼生の類似性とエンジニア効果、日本生態学会大会、2010年3月16日、東京大学

(東京).

- ③白川北斗・柳井清治・後藤晃、ニッチ構築者としてのヤツメウナギ類幼生:カワヤツメ幼生とスナヤツメ北方型幼生の基質内移動と環境変化の検証、日本魚類学会年会、2009年10月10日、東京海洋大学(東京).
- ④岡田和訓・山崎裕治・和田洋、ヤツメウナギ mtDNAのnon-coding regionにおける縦列反復配列の多型解析、第11回日本進化学会大会(札幌大会)、2009年9月4日、北海道大学(札幌).
- ⑤山崎裕治・長井輝美・横山良太・後藤晃、カワヤツメ集団の遺伝子流動パターンからみた同所的種分化と異所的種分化の可能性、日本進化学会大会、2009年9月4日、北海道大学(札幌).
- ⑥山崎裕治・長井輝美・横山良太・後藤晃、異なる時間スケールにおけるカワヤツメ集団間の遺伝子流動、日本魚類学会、2008年9月22日、愛媛大学(松山).

[図書](計2件)

- ①後藤晃(分担執筆)、朝倉書店、回遊魚の保全、pp. 251-256、野生生物保護学会編、「野生動物保護の事典」、2010、782.
- ②横畑泰志・山崎裕治・小松美英子(分担執筆)、第5章. 北東アジアの動物地理、pp. 81-101、和田直也・今村弘子(編著)「自然と経済から見つめる北東アジアの環境」、2009、311.

[産業財産権]

- 出願状況(計0件)
- 取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

後藤 晃 (GOTO AKIRA)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号:30111165

### (2)研究分担者

山崎 裕治 (YAMAZAKI YUJI)

富山大学・大学院理工学研究部・准教授

研究者番号:30332654