

平成 22 年 6 月 10 日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19710029  
 研究課題名 (和文) 非意図的な移入種による生態系攪乱機構: 弱小移入種は多様性を下げるのか  
 研究課題名 (英文) Impact of the newly introduced trident goby on the littoral community in Lake Sikotsu  
 研究代表者  
 齋藤 裕美 (Hiromi Saito)  
 東海大学・生物理工学部・講師  
 研究者番号：50433454

研究成果の概要 (和文) : 本研究は、国内外来種として国内の淡水域にて分布を広げているヌマチチブが支笏湖の沿岸生態系に与える影響を明らかにする事を目的とした。2007 年の 7 月から 11 月に行ったヌマチチブを含む国内外来魚類の分布並びに食性調査では、夏期に密度が高くなり、殆どの魚類は藻類を食べていた。また、2008 年 7 月のヌマチチブの密度を操作した囲い込み実験では、ヌマチチブの藻類に対する補食を介し、ユスリカの個体群の著しい減少がみられた。

研究成果の概要 (英文) : Alien species often have strongly negative impact on the abundance and diversity of lotic community. The trident goby (*Tridentiger brevispinis*) is one of successful intra-national alien fishes in pond and lake ecosystem of Japan. To clarify the impact of alien trident goby on littoral lake ecosystem, density, body size and diet of trident goby were investigated at three distinct sites in littoral lake during July to November 2007 and enclosure experiment were conducted in July 2008. Field research in 2007 revealed that density of trident goby showed highest in summer, while body size was constant over season. Dietary composition mainly consisted of algae. The enclosure experiment indicated that high density of alien goby reduced algal abundance. This predation of alien goby for algae led to change in species composition of invertebrate assemblage through the reduction of chironomid abundance. The result suggested that alien goby had negative impact on abundance and diversity on littoral ecosystem in Shikotsu Lake.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,000,000	0	2,000,000
2008 年度	243,709	73,112	316,821
2009 年度	456,291	136,887	593,178
年度			
年度			
総計	2,700,000	209,999	2,909,999

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：国内外来種、湖沼、生態系、底生無脊椎動物、ヌマチチブ

## 1. 研究開始当初の背景

湖沼は閉鎖水域の特性上、人為的な環境変化を受けやすい。特に密放流による外来生物の侵入は、在来種に対する食害や、在来種の利用する生態的ニッチ（餌資源や生息場所）を攪乱することで、在来種に及ぼす深刻なダメージを指摘される。しかし、未だその生態的システムの解明がおこなわれておらず、早急に客観的なデータを提供する研究が必要とされている。

従来、道内の湖沼の外来種問題は、ブラウンマス、ニジマス等の大型サケ科魚類の在来種への強力な食害に原因があると推測されてきた。しかし、本研究対象である支笏湖では、大型魚類の胃内容物から在来魚種がほとんど見られないため、大型外来種の捕食による在来種へ影響が確認されず、他の生態経路を通して在来種に与えるインパクトを模索している。申請者は、2006年より本湖において定期的な生物調査をおこない、本湖岸において小型外来種の密度が非常に高い事を明らかにした。従来、このような外来種は、在来種を直接捕食できず、在来種との生息場の重複がないため在来種へのインパクトは低いと推測されている。しかし、実際のこのような外来種は、小型ではあるが、湖の岸域の石礫の間に縄張りを形成しつつ高密度で生息しており、在来種（特に幼魚期）の重要な生息場所である岸域の餌資源を重複して利用している。このことは、従来、魚食性や競争力の低く影響少ないとみなされていた小型外来種が、湖の環境に過剰に適応し、湖の生物資源を利用することで、在来種の環境を著しく攪乱している可能性を示す。そこで本研究では、このような小型外来種が在来の環境と種に与える影響を明らかにするため、野外調査ならびに操作実験を行った。

## 2. 研究の目的

本研究では、(1) 小型外来種の沿岸に対する環境適応パターンを明らかにし、(2) 小型外来種と在来種との資源利用を比較する事で、小型外来魚が在来種に与える影響を生物資源の重複度より明らかにする事を目的とした研究を行った。

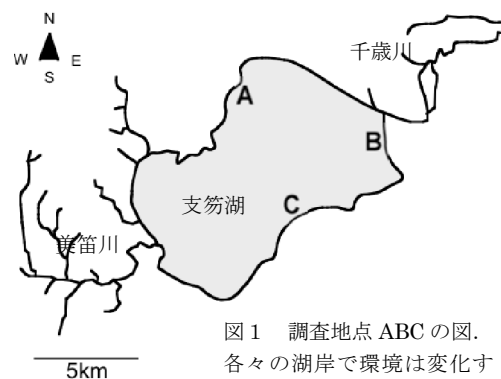
(1) 小型外来種の沿岸に対する環境適応パターンの解明：小型外来種の個体群動態・体サイズ・食性を明らかにする。小型外来種の基礎的な生態情報として、個体群動態および生活史パターンを調査し、本湖の環境に対する適応システムを明らかにした。また、小型外来種の食性解析より、湖の生物資源をどのくらい利用しているのかを測定する。

(2) 在来種と小型外来種の資源利用の解明：上記の調査では、在来種と外来種の餌資源の重複の可能性を示すが、実際の両種における競争関係は明確にならない。そこで、本研究の2年目に両種を用いて資源利用を明らかにするための野外実験をおこなう。このことより、小型外来種と在来種との生物資源を分析し、生物資源に対する種間の競争関係を調べ、在来種が被るインパクトを明らかにする。

## 3. 研究の方法

北海道千歳市支笏湖（集水面積：76.2 m<sup>2</sup>）にて、平成19年7月から11月まで、野外調査をおこない、平成20年7月にてエンクロージャーを用いた野外実験をおこなった。

(1) 小型外来種の沿岸に対する環境適応パターンの解明：調査は魚の密度が高い2カ所（丸駒温泉付近A、樽前山麓付近C；図1参照）と密度の低い所（モラップB；図1参照）において行われた。各地点において湖岸に調



査区間（縦3m×横3m）をモジ網にて囲った（各調査地点3区間設定）。その区間にてエレクトリックショッカーを用いて、電流を流し、気絶させた魚類を採捕した。採捕された魚は麻酔をかけ、個体数及び魚体計測をおこない、各調査地点における個体群の密度推定をおこなった。採捕した魚類より、各地点の各月にランダムに選ばれた30個体を10%ホルマリン水溶液にて固定し、研究室にて測定に供した。餌環境評価として5月-3月の1ヶ月毎、各調査地点において底生動物ならびに底生藻類を採集した。研究室にて、体長・体重を測定した。また、食性解析として、まず草食・肉食の割合を明らかにするため、シャーレに胃内容物を広げ面積にて割合を出した。さらに、肉食の動物片から種同定をおこない、資源利用の特徴を分析した。

(2) 在来種と小型外来種の資源利用の解明：外来魚種および在来魚種の両種が存在す

る調査地点 A において、2 種のエンクロージャー A、B (魚の囲い込み区)、1 種のエクスクロージャー (魚類不在)、1 種の対象区をそれぞれ 8 機 (縦 27×横 38×高さ 16.5cm 目合い 0.33mm) 設定した (各実験区の詳細は下記参照)。エンクロージャー A では、在来種を囲い込み、実験区の在来種の生物資源利用度を明らかにした。エンクロージャー B では、3 段階の密度 (1、4、8 匹) で外来種を囲い込み、実験区の外來種の生物資源利用度を明らかにした。また 8 匹は上記の A の在来種と同じ生態量である。エクスクロージャーでは、魚類不細区により、魚類による捕食がない場合の生物資源 (底生動物群集) 量を求めた。コンテナは同面積の湖岸の底質を入れ、設置より 3 週間後、コンテナ内の藻類、底生動物、実験用の魚類を採集し、各々の実験区が藻類・底生動物を主にした沿岸の生態系に与える影響を調べた。さらに、本実験に用いた魚類は食性分析をおこなった。

#### 4. 研究成果

##### (1) 小型外来種の沿岸に対する環境適応パターンの解明

沿岸域における小型魚種の個体群は 2007 年 7 月から 11 月の間、初秋 (9 月) に高密度を示したが晩秋にかけ低くなり温泉付近の調査地以外では冬期ではほとんど確認出来なかった (図 2)。魚類群集の種構成はヌマチ

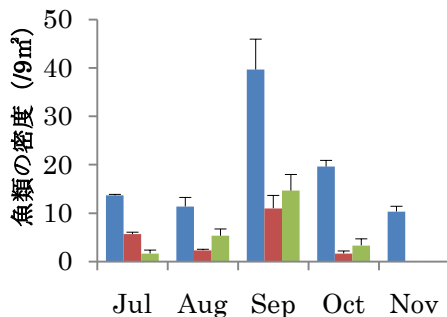


図2 各調査地点 (St.Aは青, St.Bは赤, St.Cは緑) の小型魚類の密度

チブが 62%、ヨシノボリが 27%、フクドジョウが 7%、アメマスが 3.6%を占めており、沿岸域の在来種密度は著しく低い事が明らかになった。特に、在来種であるエゾカジカは本調査の 3 地点で全く確認出来なかった。各魚類群の体長は著しい年変動を示さない事より、沿岸にはある一定の齢の魚類が生息場所として利用する事が推測される。外来魚種の食性は、藻類が約 68%以上を占める事より (代表としてヌマチチブの食性を示す図 3)、肉食性よりも草食性の傾向が高い事が明らかになり (ただし、フクドジョウ等はより肉食性の傾向を示す)、その動物群集ではミジンコ等の動物プランクトンが約 70%を占めていた。これより、ヨシノボリやヌマチチブ

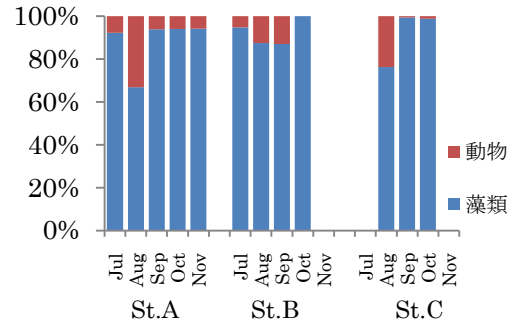


図3 各調査地点における食性

等の小型外来種はアメマスの在来種に比べ高密度で棲息し (個体数で最大 20 倍)、沿岸域の生態系にとって藻類を主とした一次生産を大量に搾取している可能性があると思われる。

沿岸域の一次生産の指標である藻類の季節変化は春 (4 月) に現存量のピークを示し、底生無脊椎動物の季節変動と似た動態を示した。これより、沿岸域の底生動物群集は藻類の現存量に影響を受けている可能性が高い事を示した。

##### (2) 在来種と小型外来種の資源利用の解明

本実験に用いられた外来種のヌマチチブは藻類 (胃内容物の 90%以上を占めた) を主に餌資源として利用し、自然状況下とほぼ同じ食性を示した。はじめに、外来種と在来種の比較では、藻類量ならびに総ての底生動物群集の総てのパラメータにおいて、統計的有意差は示されなかった。しかし、在来種のアメマスは空胃であり、コンテナ内の藻類や底生動物は餌資源として利用していない。一方、ヌマチチブの密度による沿岸の生態系への影響では、ヌマチチブの密度に伴って藻類の現存量は減少する傾向を示し (図 4)、底生動

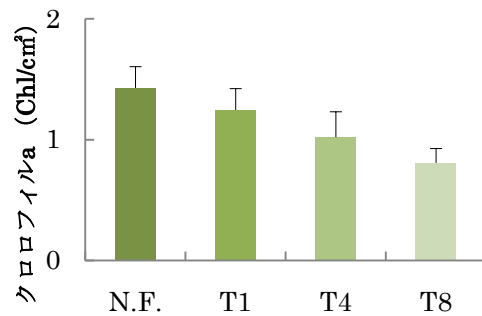


図4 ヌマチチブの密度 (0-8 匹) と藻類量の関係

物の体サイズおよび群集構造とその多様性を変化させた (図 5)。本研究より、小型外来種のヌマチチブは支笏湖沿岸の底生藻類を餌資源として利用し、その現存量を減少させ、藻類を餌資源として利用する底生動物群集の体サイズ、群集構成に大きな影響を与えた。

この事は、沿岸の生態系中の生産者である植物の生産性を搾取したと共に、時差を伴って在来種のアメマスに影響を与えると考えられる。その理由として、沿岸の底生動物の多

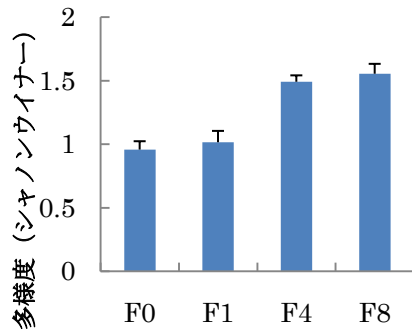


図5 ヌマチチブの密度と底生動物の群集構造の関係

くは水生昆虫の幼虫であり、これらの成虫は夏期に在来種であるアメマスの幼魚の重要な餌資源となるので、その餌資源も著しく搾取されていると考えられる。

本研究のように小型外来種が在来種や生態系に影響を与えている研究例は、国内では少ないものの、国外では、カスピ海や日本からタンカーのバラスト水に運ばれたハゼ類の幼魚が広範囲に定着し、北米（主に五大湖）や北欧において問題視されている。しかし、このような研究においても外来種の時系列による侵入過程を明らかにする事を目的とした分布調査が多数を占め、具体的に外来種が生態系に与える影響を調べた研究は稀である。本研究では、野外にてエンクロージャーを用いて、生態系に与える影響を明らかにする事に成功し、国内外においても意義のある成果を示せた。さらに、追加分析として支笏湖に生息する小型外来魚の食物網での生態的地位を安定同位体比を用いて調べると、ヌマチチブなどのハゼ類は藻類食者に位置し、湖内の巻貝や水生昆虫等の他の藻類食者の強力な競争者である事が明確になった。ただし、他のイトヨ、フクドジョウ、ウグイの小型外来種は底生動物食が多く、ヌマチチブ等のハゼ類と消費競争を行っていなかった。また、冬期（12月と2月）に魚類採集をおこなった所、小型外来種は殆ど採集されなかった。これらから、小型外来種は生息場が季節的変動を示し、同所的な生息場を利用しても種毎に食性を変えるため、種によって生態系での影響を与える栄養段階が異なるので、生態系でのこれらの影響は時系列的に変化し、複雑であると考えられる。

## 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1件）

斎藤裕美、川戸美奈子、望月成、岡崎寛大、南秀樹、寿都の潮間帯における底生動物の群集構造について、2008、北海道東海大学紀要、査読有、20号、1-8

〔学会発表〕（計6件）

望月成、斎藤裕美、支笏湖沿岸域の底生動物群集の季節変動、日本生態学会北海道地区大会、2008年2月16日

望月成、斎藤裕美、支笏湖沿岸域の底生動物群集の季節変動への影響、第73回日本陸水学会、2008年10月11日、札幌

瀬野直也、三沢勝也、斎藤裕美、支笏湖流入河川におけるサケ科3種 (*Oncorhynchus masou*、*Salvelinus leucomaenis*、*Oncorhynchus mykiss*) の種間競争について、第30回魚類系統研究会、2008年12月6日、函館

長崎有利、長崎亮、工藤崇、斎藤裕美、支笏湖における小型移入種ヌマチチブが湖岸生物に与える影響について、第30回魚類系統研究会、2008年12月6日、函館

斎藤裕美、支笏湖沿岸の非意図的外来魚（ヌマチチブ）が底生動物群集に与える影響、第57回日本生態学会大会、2010年3月17日、東京

斎藤裕美、支笏湖沿岸におけるヌマチチブの底生動物に対する影響、第34回水生昆虫研究会、2010年2月18日

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等なし

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

斎藤 裕美 (Saito Hiromi)

東海大学・生物理工学部・講師

研究者番号：504335454

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし