

## 滋賀県の内湖における侵略的外来生物駆除および

### 在来魚のモニタリング（中間報告）

北野 大輔

滋賀県

#### 緒言

400 年以上の歴史を持つ古代湖である琵琶湖は、そこにしか見られない数多くの生き物が生息する世界的にも貴重な湖である。しかし、近年オオクチバス (*Micropterus salmoides*) やブルーギル (*Lepomis macrochirus*) などの外来種の増殖によって古くから成り立ってきた湖の生態系が崩れてきている。琵琶湖では、かつて多く生息していた在来魚類の個体数が極端に減少し、絶滅が危惧されている魚種も少なくない。在来魚類の絶滅を防ぐためには、在来魚類にとって棲みやすく、その稚魚が生育しやすい環境をつくり守っていく必要がある。

琵琶湖に繋がっている小湖沼、いわゆる内湖は、コイ科在来魚類をはじめとした多くの在来種の生息地および産卵場所となっている。しかし、そうした在来魚類にとって重要な場所も外来魚によって脅威にさらされている。現在の内湖のこのような現状は、外来魚問題に瀕している琵琶湖の縮図ともいえる。

「滋賀県大生き物研究会（旧 滋賀県大 BASSER'S）」は、2011 年に設立した学生団体である。琵琶湖の内湖の一つである神上沼において、外来魚の駆除を行い、神上沼に生息する外来魚の数を減少させ、在来魚類にとって棲みやすい環境を作ろうとしている。そのため、神上沼周辺地域の人々を中心に企業、行政と協力しながら、神上沼の外来魚を駆除している。

また、駆除活動と並行して在来魚類のモニタリング調査を行なっている。内湖は季節によって魚の移動が顕著にみられる水域である。したがって、内湖におけるモニタリング調査を継続することで、外来魚駆除の効果と在来魚類の生息数の変化および季節変動を調べることができる。この活動を継続し神上沼での記録を積み重ねることで、他の水域での研究においても有用なデータになると考えられる。

神上沼ではオオクチバスやブルーギルといった外来魚だけでなく、ナガエツルノゲイトウ (*Alternanthera philoxeroides*) という外来植物による問題も起きている。ナガエツルノゲイトウは、滋賀県では神上沼において初めて発見された。神上沼で定期的に活動している我々は、この外来植物の拡散を防ぐという重要な役割も担っている。

さらに、地域の人々や学生たちに対し、琵琶湖での外来種問題についての啓発を行い、広く問題を認知してもらい試みも行なっている。これにより、地域と学生が一体となって地域の水域環境管理を継続させ、失われつつある内湖の水域環境の回復に貢献することを目標としている。

「滋賀県大生き物研究会」では、琵琶湖およびその内湖における外来種問題に対して、学生としてこの問題の解決のためにすべき役割を担い、遂行する。そして、琵琶湖の豊かな環境を将来の世代に伝えることを活動の趣旨としている。

# 1. 神上沼における外来魚駆除活動および在来種のモニタリング

## 1.1. はじめに

現在、琵琶湖をはじめとする日本各地の湖沼河川には外来魚が多く生息しており、外来魚による生態系の改変が問題視されている。我々の活動している水域において、この問題でとりあげられている外来魚は、主にオオクチバスとブルーギルの2種である。したがって本稿では、外来魚の意はオオクチバスおよびブルーギルを指すものとする。また、これら2種は生態系に多大な影響を与えている可能性がある生物とされており、2005年に施行された外来生物法において特定外来生物に指定され、飼育や生体での運搬などが禁止されている。

オオクチバス (*Micropterus salmoides*) はスズキ目サンフィッシュ科に属する淡水魚である。原産地は北アメリカ南東部であり、強い肉食性を示す。オオクチバスは1925年に日本に移入された後、人為的な放流により北海道を除く全国に生息域を拡大している。様々な環境に対応する適応力を持ち、天敵の少なさから上位捕食者として定着している。また、捕食によって在来魚をはじめとする在来水生生物を減少させている。いくつかの湖沼では、オオクチバスの捕食により引き起こされた希少魚類の減少や生態系の単純化といった問題が報告されている。

ブルーギル (*Lepomis macrochirus*) は、オオクチバスと同じく北アメリカ原産のスズキ目サンフィッシュ科に属する淡水魚である。本種は藻類や魚類、魚卵などを捕食する雑食性であり、本種による在来魚の卵や仔稚魚の食害が各地の水域で起きている。また、汚染にも強く、様々な環境に適応することができる。

琵琶湖の内湖は、在来魚の産卵場所の一つであり、その仔稚魚の生育場所でもある。琵琶湖の内湖である神上沼において (Fig. 1.1)、特定外来生物に指定されているオオクチバスおよびブルーギルを駆除し、外来魚による脅威を減少させることで在来種にとって好適な環境作りを目指す。また、神上沼における在来魚類の生息状態を明らかにするため、外来魚の駆除活動と並行して在来魚のモニタリング調査も行なった。



Fig. 1.1 調査地である神上沼の概略図

## 1.2. 方法

調査期間は、2015年3月から2016年6月であった。2015年の活動の頻度は、オオクチバスおよびブルーギルの産卵期である春季から初夏にかけては月4回、その他の時期は月2回であった。2016年の活動頻度は、月2回であった。外来魚の捕獲および在来魚の採集には、投網およびタモ網を用いた。

捕獲した在来魚は全長および標準体長を測定した後、すみやかに神上沼に再放流した。捕獲した外来魚は餌生物の吐き出しを抑えるためにその場で即殺し、大学の実験室に持ち帰った。そして、全長 ( $TL$ , mm), 標準体長 ( $SL$ , mm) および湿重量 ( $BW$ , g) を測定した後に胃内容物の確認および生殖腺の観察を行なった。胃内容物は被食生物の骨格およびその形状から、可能な限り種までを同定した。駆除したオオクチバスは、すべての個体について胃内容物を調べたが、ブルーギルはおよそ4割の個体のみについて胃内容物を調べた。胃内容物のデータ分析においては、淀・木村(1998)において使用されている、餌料重要度指数 (IRI) を用いた。餌料重要度指数とは、ある種の餌として重要な生物を示す指標である。そして、餌料重要度百分率 (%IRI) を算出した。

生殖腺の発達が確認できた場合には生殖腺重量 ( $GW$ , g) を測定した。しかし、色が半透明であり萎縮しているなど、明らかに未発達であった生殖腺は測定しなかった。生殖腺重量指数 ( $GSI$ , %) は淀・木村(2002)を参考に次式(1)によって求めた。

$$GSI (\%) = (GW/BW) \cdot 10^2 \quad (1)$$

## 1.3. 結果および考察

### 1.3.1 在来魚のモニタリング結果

2015年3月から2016年6月までの活動において神上沼で採捕された魚類を Table. 1.1 に示す。採捕された魚類のうち、フナ属 (*Carassius* spp.) およびヨシノボリ属 (*Rhinogobius* spp.) の魚類は、その分布域から神上沼には2種以上が分生息しているとされるが、小型個体の種判別は困難であるため、属までの同定を行なった。2015年に神上沼で採捕された魚類のうち在来種は12種2属であり、国内移入種を含む外来種は5種であった。2016年に採捕された在来種は8種1属であり、外来種は3種であった。2014年と比較すると、2015年の在来魚の個体数は大きく減少し、特にオイカワ (*Opsariichthys platypus*), ゼゼラ (*Biwia zezera*), モツゴ (*Pseudorasbora parva*) の減少が顕著であった。2014年の活動において、個体数推定のためにオオクチバスを再放流した。よって、オオクチバスの捕食圧が低下しなかったため、在来魚の個体数が減少した可能性がある。2015年は捕獲したオオクチバスを全て駆除したため、2016年の活動ではこれら3種の在来魚類個体数が今年度よりも増加することが期待される。

2014年の活動において採集された絶滅危惧種であるスゴモロコ (*Squalidus chankaensis biwae*), ハス (*Opsariichthys uncirostris*), ミナミメダカ (*Oryzias latipes*) は2015年の活動において採集されていない。これら3種は、2014年の活動において採集されている個体数が10個体以下と極めて少ないため、調査回数やその時期によってはみられないことが考えられる。また、ミナミメダカはタモ網のみでしか採集することができないため、タモ網を用いた調査の回数を増やすことで、その生息を再確認できるかもしれない。

Table. 1.1 2015年3月から2016年6月にかけて神上沼において採捕された魚種，数量

科名	和名	学名	個体数(尾)	
			2015年	2016年
サンフィッシュ科	オオクチバス*	<i>Micropterus salmoides</i>	243	37
サンフィッシュ科	ブルーギル*	<i>Lepomis macrochirus</i>	311	87
タイワンドジョウ科	カムルチー*	<i>Channa argus</i>	4	-
コイ科	オイカワ	<i>Opsariichthys platypus</i>	26	6
コイ科	カネヒラ	<i>Acheilognathus rhombeus</i>	28	-
コイ科	カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus</i>	1	-
コイ科	コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	14	3
コイ科	ゼゼラ	<i>Biwia zezera</i>	7	3
コイ科	タイリクバラタナゴ*	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>	14	12
コイ科	ツチフキ*	<i>Abbottina rivularis</i>	9	-
コイ科	ヌマムツ	<i>Nipponocypris sieboldii</i>	-	1
コイ科	ビワヒガイ	<i>Sarcocheilichthys variegatus microoculus</i>	5	-
コイ科	フナ属	<i>Carassius spp.</i>	164	50
コイ科	ホンモロコ	<i>Gnathopogon caerulescens</i>	29	13
コイ科	モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	74	18
コイ科	ワタカ	<i>Ischikauia steenackeri</i>	1	-
ハゼ科	ヨシノボリ属	<i>Rhinogobius spp.</i>	4	-
アユ科	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	1	-
ドジョウ科	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	8	10
ナマズ科	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>	1	1
種数			19	12
総種数				20

※：和名に\*の付いた種は，国内移入種を含む外来種である。

### 1.3.2. 外来魚駆除結果

2015年の活動において捕獲された外来魚の体長組成を Fig. 1.2 および 1.3 に示す。捕獲したオオクチバスは243個体で，2014年より100個体近く減少した。これは，オオクチバス稚魚の駆除効果によるものであると考える。その詳細は次章において示す。オオクチバスにおいて，SL 100~140 mm の個体が多く捕獲されたという傾向について，2014年と大きな変化はみられなかった。しかし，その個体数は大きく減少した。

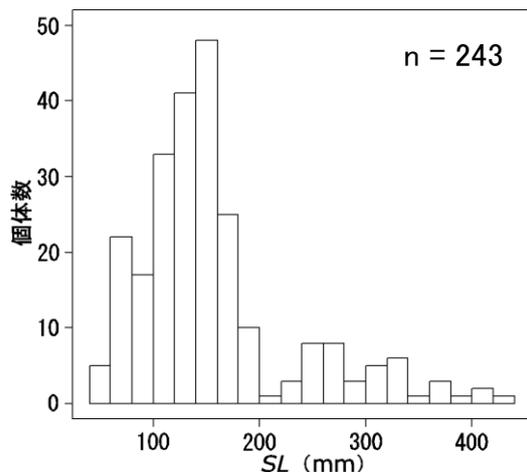


Fig. 1.2 オオクチバスの体長組成

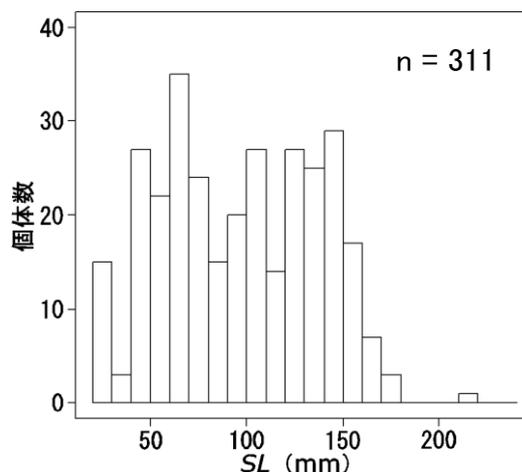


Fig. 1.3 ブルーギルの体長組成

ブルーギルの個体数は2014年とほぼ同数の311個体であった。しかし、その体長組成は大きく異なっていた。2014年は、SL 80mm以下の当歳小型個体を非常に多く捕獲したのに対し、2015年はSL 100 mm以上の個体が多く捕獲された。これは、初夏にコロニーを形成していた個体を多数駆除することに成功したためである。コロニー形成個体を多く駆除できた結果として、今年度の秋季以降にみられたブルーギル当歳魚数は、昨年度よりも減少していた。

### 1.3.3. 外来魚胃内容物調査結果

オオクチバスとブルーギルの胃内容物出現率および餌料重要度百分率(%IRI)をFig. 1.4および1.5に示す。神上沼に生息するオオクチバスは、甲殻類を最も多く捕食しており、特にスジエビ(*Palaemon paucidens*)が多く捕食されていた。また、魚類ではホンモロコ(*Gnathopogon caerulescens*)やゼゼラが多く捕食されていた。ゼゼラは、2014年に生息個体数がかかなり増加した種であったが、2015年に捕食された個体数も増加した。

神上沼に生息するブルーギルは、藻類を最も多く捕食していた。藻類以外には、甲殻類をはじめとした様々なものを捕食しており、胃内容物出現率の傾向は2014年までのものと類似していた。しかし、藻類の餌料重要度指数は2014年よりもおよそ10%低下した。これは、2015年に多く捕獲された標準体長100 mmを超える個体が、甲殻類や巻貝類、魚類などを捕食していたことに起因する結果であると考えられる。

### 1.3.4. 生殖腺の成熟度合い(生殖腺重量指数)の変化

2015年のオオクチバスおよびブルーギルの繁殖期(3~8月)における両種のメス個体の生殖腺指数(GSI)をFig. 1.6に、オス個体のGSIをFig. 1.7に示す。オオクチバスは、雌雄ともに4月および5月に最も高いGSIを示した。一方でブルーギルは、5月から6月にかけて高いGSIを示した。

ブルーギルの生殖腺成熟期のピークは、中尾ほか(2006)で報告されている滋賀県伊香

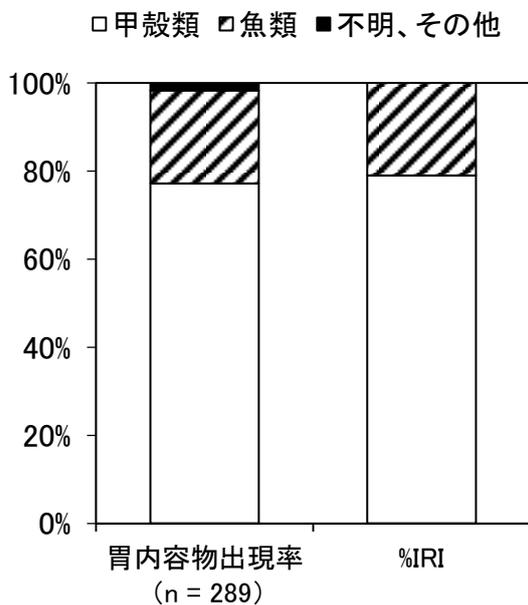


Fig. 1.4 オオクチバスの胃内容物出現率および餌料重要度百分率 (%IRI)

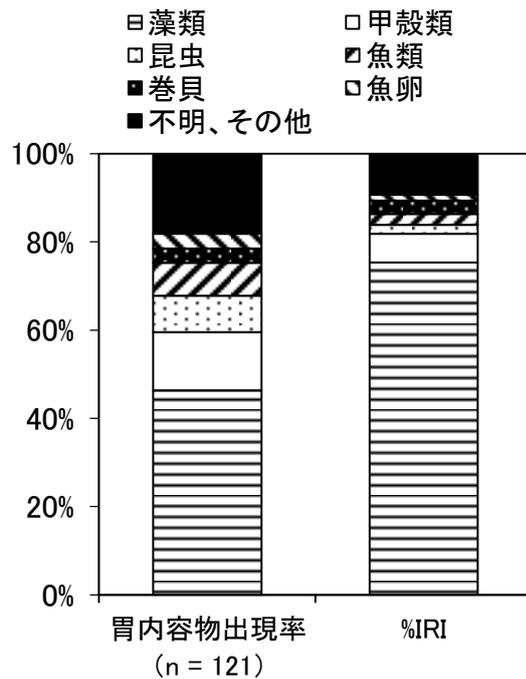


Fig. 1.5 ブルーギルの胃内容物出現率および餌料重要度百分率 (%IRI)

郡西浅井町に位置する奥出湾でみられたコロニー形成期よりもおよそ1か月早い結果を示した。これは、内湖である神上沼の水温が奥出湾よりも高いことが要因であると考えられる。昨年度以前に神上沼で行なった調査では、最も遅い場合には8月にコロニー形成個体とみられるブルーギルが捕獲されている。しかし、繁殖期が早いほどブルーギルの繁殖成功率は高まることから(中尾ほか, 2006), オオクチバス繁殖期のピークを過ぎた6月に産卵することが、神上沼のブルーギルにとって最も適した産卵のタイミングであると考えられる。

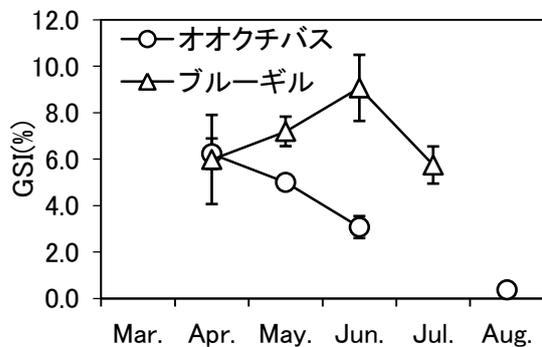


Fig. 1.6 外来魚2種のメス個体におけるGSI 平均値。エラーバーは標準誤差を示す。

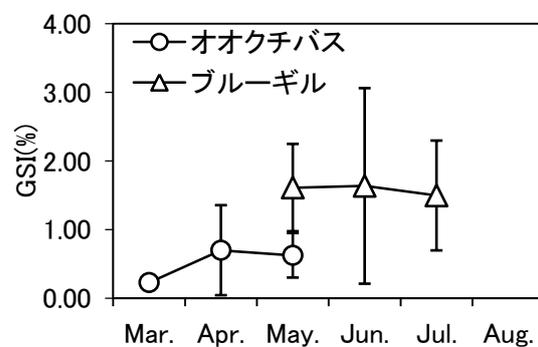


Fig. 1.7 外来魚2種のオス個体におけるGSI 平均値。エラーバーは標準誤差を示す。

#### 引用文献

- 中尾 博行, 藤田 建太郎, 川端 健人, 中井克樹, 沢田 裕一 (2006) 琵琶湖北湖における外来魚ブルーギル *Lepomis macrochirus* の繁殖生態. 魚類学雑誌, 53:55-62
- 淀 太我, 木村 清志 (1998) 三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖におけるオオクチバスの食性. 日本水産学会誌, 64:26-38
- 淀 太我, 木村 清志 (2002) 三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖におけるオオクチバスの生殖腺成熟. 日本水産学会誌, 68:151-156

## 2. 人工産卵装置設置実験

### 2.1. はじめに

オオクチバスの個体数を効率的に抑制する方法の一つとして、卵の駆除は重要である。しかし、自然下でオオクチバスの産卵床を発見できても、その卵を全て除去することは困難である。現在、オオクチバスの卵を駆除する方法として人工産卵床が各地で導入されている（進藤ほか 2007; 高橋ほか 2007; 小浜ほか 2009）。今回、我々の活動している神上沼において、卵の駆除を目的として人工産卵床を製作し、設置した。そして、神上沼における人工産卵床の有効性について検討した。

### 2.2. 材料と方法

製作した人工産卵床は、「吊り下げ式人工産卵床」と呼ばれるもので、金網に人工芝を固定したものに発泡スチロールの浮きを付けたものである（Fig. 2.1）。本装置は、名称の通り水面から吊り下げて設置されるものであり、名称の通り水面から吊り下げて設置することが特徴である。これは、高橋ほか（2007）などで従来用いられてきた「伊豆沼式」と呼ばれる装置とは異なる。今年度は、吊り下げ式人工産卵装置を 10 基製作し、そのうち 5 基には農業用遮光シートでカバーを付けた（Fig. 2.2）。カバーをつけた産卵床は、ブルーギルの多い水域でオオクチバスに産卵させる場合に有効であるとされている。

神上沼において、これまでの活動でオオクチバスの浮遊稚魚が確認されている地点 10 箇所人工産卵床を設置した（Fig. 2.3）。岸に垂直になるように防獣ネットを仕掛け、その先端に人工産卵床を設置した。人工産卵床の設置期間は 2015 年 5 月 1 日から 6 月 30 日であった。

### 2.3. 結果と考察

実験の結果、人工産卵床への産卵は確認されなかった。しかし、装置周辺部においてオオクチバス稚魚の出現が確認されているため、周辺部での産卵は行われていたようである。



Fig. 2.2 カバー付吊り下げ式人工産卵床



Fig. 2.3 人工産卵床の設置地点

神上沼にはオオクチバスの産卵可能な環境が多く存在すると考えられ、不自然な人工物である人工産卵床を選択して産卵する個体は少ないのかもしれない。また、人工産卵床の設置数は多いが、密度が小さすぎた可能性がある。よって、今後同様の実験を行なう際は、神上沼においてオオクチバスの稚魚が最も多く出現している地点に高密度で人工産卵床を設置することで重要であるとする。吊り下げ式人工産卵床は、オオクチバスの個体数抑制手段の一つとして広まりつつあるが、すべての水域において同様の効果を発揮するとは限らない。多様な水辺環境を有する神上沼において、オオクチバス個体数抑制における人工産卵床の有効性について、詳しく見極めることが必要となるだろう。

## 引用文献

小浜暁子, 有田康一, 江成敬次郎 (2009) オオクチバス繁殖抑制を目的とした人工産卵床の効果の検証および改良. 新技術創造研究センター紀要, 22:29-35

進藤健太郎, 太田祐達, 藤本泰文 (2007) 伊豆沼・内沼における 2004-2006 年のオオクチバス駆除結果. 伊豆沼・内沼研究報告, 1:65-72



高橋 清孝, 須藤 篤史, 花輪 正一 (2007) オオクチバスの繁殖抑制を目的とした人工産卵床の開発. 伊豆沼・内沼研究報告, 1:35-46

### 3. オオクチバス稚魚の駆除活動とその効果の検討

#### 3.1. 目的

オオクチバスの稚魚は、孵化後しばらくの間は水面に群れをなして生活する (Fig. 3.1). この稚魚期のオオクチバスは遊泳力が小さくタモ網でも簡単に捕獲することが可能である. オオクチバス稚魚の駆除は、その個体数を抑制するために非常に効率の良い方法であると考えられるが、稚魚の駆除がその後のオオクチバス出現数に与える効果については明らかになっていない. 従って、神上沼に出現したオオクチバス稚魚の駆除を行ない、稚魚駆除量と初夏以降にみられる当歳魚数を比較した. そして、オオクチバス稚魚駆除の効果について検討した.

#### 3.2. 材料と方法

神上沼においてオオクチバスの稚魚が出現する5月から6月にかけて、タモ網を用いた掬い取りによる稚魚の駆除を行なった. 岸際の水面を集団で遊泳するオオクチバス稚魚をタモ網で捕獲し (Fig. 3.1), その場で70%エタノールにより固定した. そして、大学の実験室において個体数の推定を行なった. 駆除した稚魚群ごとにランダムに選んだ20個体の重量を計測し、全体の重量と比較することで個体数を推定した.

次に、稚魚駆除量と5月以降に捕獲したオオクチバス当歳魚数を比較した. 本章における当歳魚は、 $SL$  146 mm 以下の個体とした. これは、滋賀県西の湖におけるオオクチバス当歳魚の  $SL$  は最大で 146 mm であったという報告がされているからである (Yodo and Kimura 1996). しかし、6~9月頃にかけて捕獲された  $SL$  140 mm 前後の個体は当歳魚とせず、1歳魚であると判断した.

#### 3.3. 結果と考察

2015年に駆除したオオクチバスの稚魚は8群で、総個体数はおよそ10000個体であった. これは、2012年の20000個体に次ぐ駆除数であった. 2016年に駆除したオオクチバスの稚魚は10群で、総個体数はおよそ4200個体であった. 2012年から2015年にかけてのオオクチバス稚魚駆除数と5月以降に捕獲し



Fig. 3.1 水面を浮遊するオオクチバス稚魚

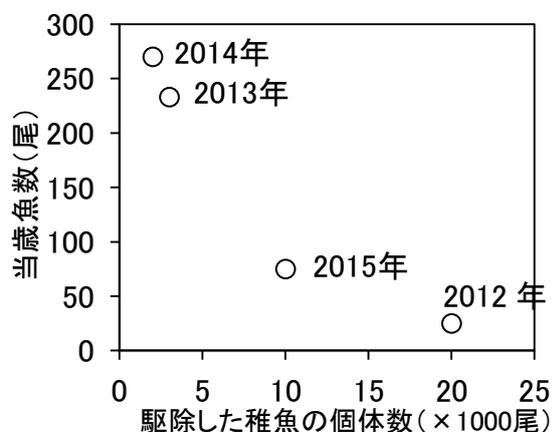


Fig. 3.2 駆除した稚魚個体数と捕獲した当歳魚個体数の関係

た当歳魚数を、Fig. 3.2 に示す。稚魚駆除量の小さかった 2013 年および 2014 年には、200 個体を超える当歳魚が捕獲された。一方で、稚魚駆除量が 10000 個体を超えた年の当歳魚捕獲数は 100 個体未満であり、オオクチバス稚魚の駆除量が大きくなると、その年の当歳魚の捕獲数が小さくなる傾向がみられた。よって、稚魚の駆除は、オオクチバスの個体数を抑制するための有効な手段であるといえる。

稚魚の駆除活動は毎年行なっているが、その駆除量は一定ではなく、年によって大きな差があった。オオクチバス稚魚は、ある程度成長すると遊泳力が強くなるため捕獲が困難になる。我々の活動は短くても 1 週間おきに行われており、出現している稚魚群を見落とした場合、翌週の活動では捕獲することが非常に困難である。したがって、孵化して間もない稚魚群をできるかぎり見落とすことなく駆除できるかが、神上沼全体におけるオオクチバス個体数抑制に非常に重要な役割を果たすだろう。

#### 引用文献

Yodo T, Kimura S (1996) Age and Growth of the Largemouth Bass *Micropterus Salmoides* in Lakes Shorenji and Nishinoko, Central Japan. Fisheries science, 62:524-528