

# 野尻湖における水草帯の復元と保全手法に関する検討

野尻湖水草復元研究会

山川 篤行・樋口 澄男・酒井 今朝重・近藤 洋一・北野 聡  
深瀬 英夫・峰村 忠・小平 由美子・酒井 昌幸

2011年11月

プロ・ナトゥーラ・ファンド第20期助成成果報告書 抜刷

## 野尻湖における水草帯の復元と保全手法に関する検討

### 野尻湖水草復元研究会

山川 篤行・樋口 澄男<sup>1)</sup>・酒井 今朝重・近藤 洋一<sup>2)</sup>・北野 聡<sup>1)</sup>  
深瀬 英夫・峰村 忠・小平 由美子<sup>1)</sup>・酒井 昌幸

### Studies on the method for restoration and the conservation of endangered aquatic plant zone in Lake Nojiri, central Japan

#### Research group for aquatic plants restoration in Lake Nojiri

Atsuyuki Yamakawa, Sumio Higuchi, Kesashige Sakai, Yoichi Kondo, Satoshi Kitano,  
Hideo Fukase, Tadashi Minemura, Yumiko Kodaira and Masayuki Sakai

#### 1. 目的

湖沼の水草（大型水生植物）帯は多くの植物種が分布し、動物の生息場所や産卵場所として利用され、水質浄化機能を有するなど、湖沼生態系の中で最も重要な領域である（桜井 1991）。しかし水質汚濁の進行、湖岸改修等の他、ソウギョの放流により水草帯が破壊されるなど、各地の湖沼で自然環境・水環境が攪乱されている（土屋 1980、桜井 1984、Hayashi 2001）。湖沼沿岸域に生育する水草や車軸藻類は環境の変化の影響を受けやすく、多くの種が環境省レッドリストに記載され、絶滅が危惧されている（環境省 2007）。

東アジア原産のソウギョは草食を主体とする雑食性で、食料生産を目的に日本に導入されたが、水草を旺盛に摂食することからその除去を目的に日本各地に放流された（土屋 1980、立川 1984）。我が国においては利根川水系以外では増殖ができないため、放流水域への影響はソウギョ（寿命7～8年）（立川 2002、環境省 2005）一世代のみの期間とみて利用されてきた。ところが実際にはソウギョは長寿命であり、水域への影響は長期間、継続している。その影響は生態系の単純化やアオコの発生による水質汚濁から、護岸植生の消滅による堤防崩落など、

広範にわたっている（秋田県 2006a、真板ほか 2009）。

長野県北部に位置する湖面積4.6km<sup>2</sup>、最大水深38.5mの野尻湖はかつて23種の水草（中野 1926）、8種の車軸藻類（Kasaki 1964）が分布しており、湖面積のおよそ14%が水草帯であったと推定される。ところが1970年代に高度経済成長の影響や外来植物侵入により水草が著しく増加して、船の航行や漁業に支障をきたした。そこで水草の除去を目的にソウギョ5000個体を放流したところ、水草帯は3年間で食べ尽くされた（桜井 1984）。以後30年以上にわたり水草や車軸藻類はほとんど生育せず、車軸藻ホシツリモが野生絶滅に至るなど（野崎ほか 1994）、合計31種の植物が消滅した。

野尻湖水草復元研究会は水草帯の復元を目的に1996年から野尻湖内で水草復元実験を継続しており、I.ソウギョの除去のみで水草帯の復元は可能、II.ホシツリモ等車軸藻の湖内復元は水草帯の復元に依存する、等が明らかになった（野尻湖水草復元研究会 2007、樋口ほか 2008）。以上から野尻湖の自然環境の保全・復元にはソウギョの捕獲・駆除が重要である。

我が国におけるソウギョの捕獲は養殖地など人

1) 長野県環境保全研究所

2) 野尻湖ナウマンゾウ博物館

工的な環境下で捕獲網の利用や、池の水抜き後の捕獲等が行われている。自然水域でのソウギョの捕獲は娯楽目的の釣りが行われているが、組織的な捕獲はこれまで研究目的の採捕など僅かである（土屋1976）。アメリカでは除草目的に水路等へのソウギョの放流が行われており、除草に適した生息密度の管理のため、生息密度が高い段階で網や電気ショックによる捕獲、弓矢による捕殺、殺魚剤を利用した駆除方法などが行われている（Hestand 1996, Schramm & Jiraka 1986, Bonar *et al.* 1993）。しかし、野尻湖のような天然湖沼でソウギョの生息密度が低下し、観光利用が盛んな水域では、これらの方法をそのまま適用することはできない。

近年、国内でソウギョの被害の影響が長期間継続している水域での捕獲活動が試みられているが、天然湖沼に適用可能な、有効な捕獲方法は確立されたとは必ずしもいえない（秋田県 2006a、真板ほか 2009、柴山潟流域環境保全対策協議会 2005、北国新聞社 2005）。

そこで野尻湖において自然水域でのソウギョの効果的な捕獲方法を検討する。また捕獲技術を地域に普及するため、地域住民と共同で検討を実施する。更に小学校児童等を対象に啓発活動を行い、自然保護活動の新たな担い手を育成して、息の長い湖沼の自然環境・水環境保全活動を目指すものである。

## 2. 活動内容・方法と結果

野尻湖を対象に2009年10月から2010年9月に水草の保全と復元手法の検討を行った。

### (1) ソウギョ捕獲方法の検討

野尻湖ではソウギョと同じサイズのコイ等の利用魚が混在していることから、刺し網など魚のサイズを利用した捕獲方法は採用できない。従って魚種特異性の高い捕獲方法を採用するか、捕獲されたソウギョ以外の魚種は放流が可能な方法を採用する必要がある。また野尻湖はマリンスポーツ等に利用されているため、弓矢の利用など危険な捕獲方法は採用できない。加えてソウギョの分布密度が低く捕獲に多大な時間と人手を要することから、捕獲効率の高い方法が必要とされる。以上を考慮し、国内外

で試みられている定置網の利用を中心に検討することとした。（Schramm & Jiraka, 1986, 秋田県2006B）そして捕獲魚種特異性や捕獲効率向上を目的に、定置網内外に設置する寄せ餌の検討や、音響による集魚方法の検討を行った。

### 1) 定置網による捕獲法

- a. 定置網の制作および設置：野尻湖でソウギョ1個体の捕獲経験がある既成の①WB式小型定置網（（株）イリサワ製 箱網部3×3×2m 1段の昇り口付、箱網の網目3cm）（図1）を基本構造にして、網目や構造に改良を加えることにした。定置網は一定期間水中に設置すると微生物被膜が付着する。その場合でも定置網内部の寄せ餌が外部から視認可能とするため、網目1辺10cmの荒い編み地を用い、②建網型定置網（3×6×2m、水深2m用、2段の昇り口付、（写真1））、および③沈水型定置網（2×3×1.2m、水深3～5m用、1段の昇り口に脱出防止用のトラップを装着（写真2））を制作した。それぞれの定置網を図2の地点1～地点3に表1で示す期間、設置した。いずれの設置地点も水草復元実験区に隣接し、これまでの潜水調査でソウギョが目撃されている（北野 2007）。

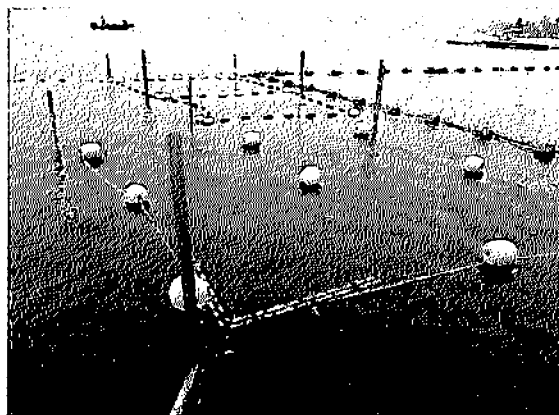


写真1 野尻湖に設置された建網型定置網（写真中央奥）

写真手前はソウギョ収容用浮き生け簀

写真右は水草復元実験区

WB式小型定置網構造図

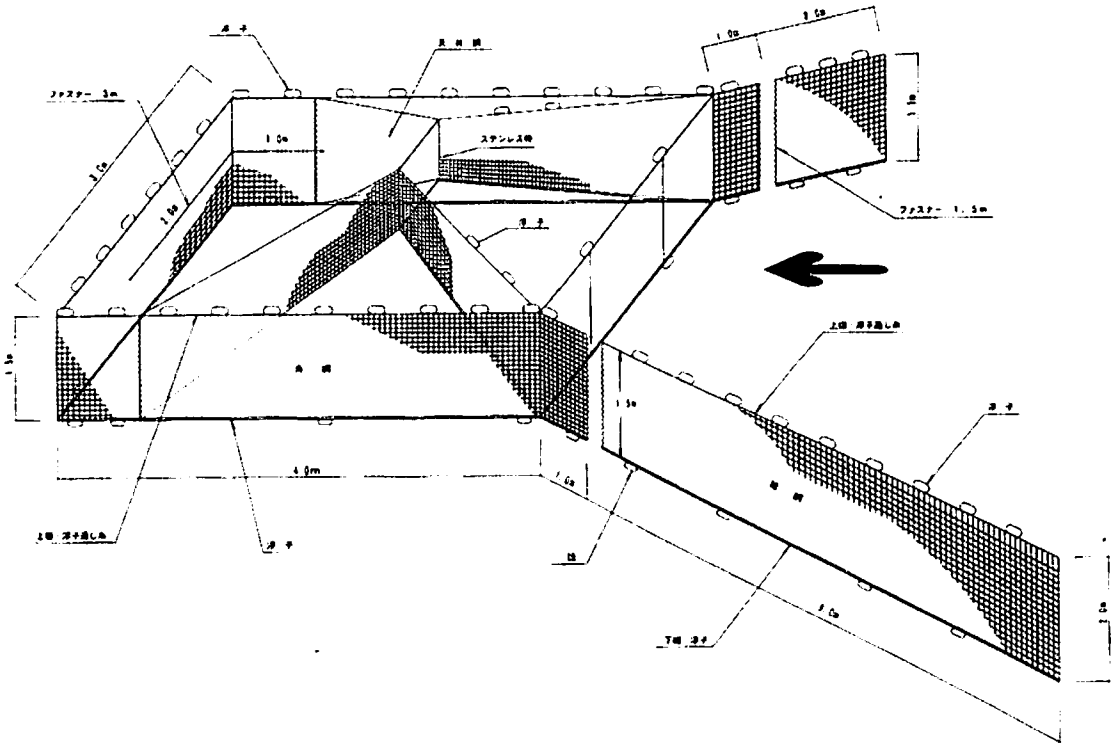


図1 WB式小型定置網  
矢印は魚の侵入方向

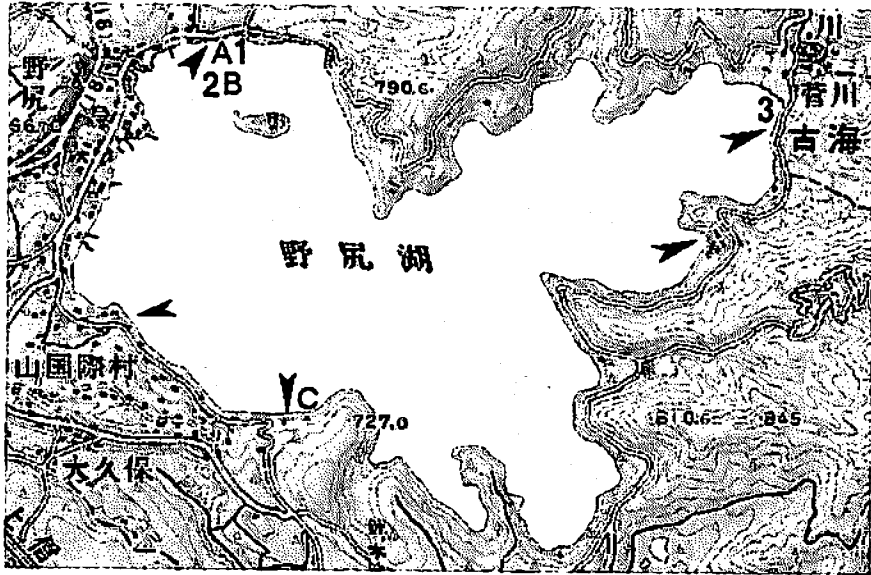


図2 野尻湖における調査地点(数値地図25000長野(国土地理院 平成9年発行)をもとに作図)

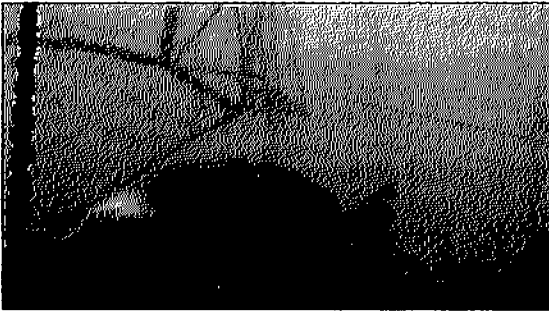


写真2 沈水型定置網（ビデオ画像）

捕捉されたコイは体長約80cm

コイの上部は昇り口と脱出防止用トラップ

b. 寄せ餌の検討：定置網内部および昇り口前面に寄せ餌として野尻湖周辺および野尻湖の水草復元実験区に生育し、ソウギョによる摂食が確認されている水草（ヨシ、マコモ、ミソソバ、ジュンサイ、ヒルムシロ、コカナダモ）を設置した。更にソウギョの釣り餌として利用される野菜（キャベツ、ホウレンソウ）および食品（パン、芋羊羹）を順次設置し、寄せ餌としての効果を検討した。

c. 観察と管理：定置網①②は月1～4回、船上から目視による観察・管理および寄せ餌の交換を行った。定置網③は潜水作業および水中ビデオカメラ（Sony SR11/水中ハウジング Sea&Sea VXS1またはHITACHI H-100）により週1回の観察・記録を行い、月1回の寄せ餌の交換を実施した。

2010年8月に野尻湖では急激に水位が低下し、8月20日には満水位に対し約1m低下したため、水深2mに設置した定置網①②の機能は低下した。その後、定置網①は全体が糸状緑藻に覆われたため、8月29日に回収した。9月初旬に水位低下が1.5mに達したため定置網②は水面上に露出し、機能を停止した。

## 2) 延縄、伏せ針釣りによる捕獲法

枝縄の一部を緩衝材（ゴム）に替えた延縄および伏せ針を製作し、2010年に餌（ヨシ）を付けて湖岸付近の沿岸部に設置し、1～3日毎に観察・管理を行った。

表1 定置網の設置位置・設置期間

|      |       | 2009年  |       | 2010年  |       |
|------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 設置地点 | 水深(m) | 定置網の種類 | 設置期間  | 定置網の種類 | 設置期間  |
| 地点1  | 2.0   | 定置網①   | 9-10月 | 定置網②   | 5-9月  |
| 地点2  | 4.5   |        |       | 定置網③   | 6-10月 |
| 地点3  | 2.0   |        |       | 定置網①   | 7-8月  |

定置網①：WB式小型定置網

定置網②：建網型定置網

定置網③：沈水型定置網

## 3) 音響集魚の検討

2006年に実施した野尻湖の魚類調査（北野 2007）において、潜水調査者はソウギョの接近時にノイズ状の音を聞いた。また2008年に捕獲されたソウギョを水中ビデオカメラ（Sony TRV50/マリンバック DVF4）で撮影中に同様な音が録音されたことから、この音はソウギョが発音している可能性があることと推定された（竹村 1998）。そこでこの音を利用して音響集魚を検討することにした。録音された音は2000Hzおよび4000Hzにピークを有しており、サウンド編集ソフト（Sound Engine Free）で雑音を低減後、増幅して集魚音源として実験に供した。

a. 予備検討：2010年4月～6月に4回にわたり、長野県水産試験場佐久支場の飼育池（面積12m<sup>2</sup>、水深0.6m、コンクリート製）の水温7.7～17℃の条件下で、ソウギョの集魚音に対する反応を調査した（写真3）。体長60～80cmのソウギョ5匹が飼育されている飼育池に水中スピーカー（Fostex US300）を設置し、集魚音を発生させた。スピーカー前方1mに騒音計（Rion NL06 マイク部をゴム薄膜で覆い防水）を設置し、音圧レベルを測定するとともに、目視でソウギョの行動を追跡した。その結果、飼育池の環境騒音約55dB（主に流水音）において、騒音計位置で約1dB upの集魚音レベルでソウギョはスピーカーにゆっくり接近した。

別に体長約60cmのソウギョ（アルビノ個体）が

3匹分布する直径約70mのため池（木杭護岸、池底は泥質）において、水温26.5℃の条件下で同様な実験を行った。ここではため池の環境騒音18.5dBにおいて騒音計位置で0.1～0.2dB upの集魚音レベルで1匹のソウギョが約30mを移動し、スピーカー前面5mまで接近した。なおため池における実験で測定された環境騒音レベル18.5dBは測定機器の測定限界付近であることから、測定値は参考値である。

b. 野尻湖における音響集魚の検討：飼育地等の方法に準じて2010年8月に野尻湖の地点1で音響集魚実験を行った。定置網②後部に接して水中スピーカーを設置し、集魚音は上記のため池における実験と同じアンプ出力レベルに設定して10分間発音、50分間休止を繰り返した。

#### 4) ソウギョ捕獲法検討結果

定置網①②では2.(1)1)の検討を順次、実施したが調査期間中にソウギョは捕獲されなかった。

定置網③は設置後20日目の6月25日に体長80cmのコイが捕捉され、4日後の放流までコイは定置網内に留まり、定置網が機能することが確認された（写真2）。しかし定置網③ではソウギョは捕獲されなかった。また定置網周辺に設置した寄せ餌には何れの場合も明確な食痕は認められなかった。

延縄、伏せ針釣りによる捕獲はなく、装着した餌

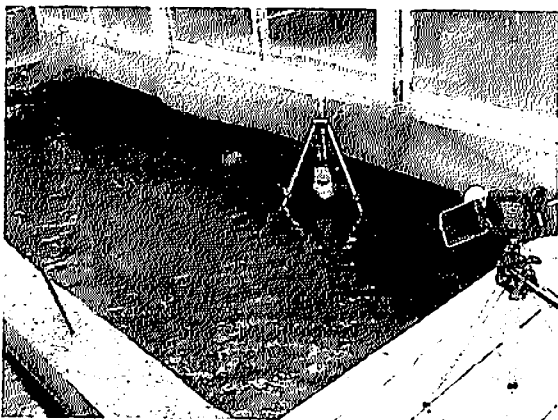


写真3 音響集魚実験  
長野県水産試験場佐久支場の飼育池

には食痕は認められなかった。

3) で述べたとおり飼育池及び溜池における音響集魚実験では集魚音によりソウギョの行動の変化は見られたものの、いずれの場合も明確な集魚効果とは認められなかった。野尻湖内での音響集魚実験は、実施した8月中旬に水位が急速に低下したため、実験期間は5日間のみであった。この間、実験を行った定置網②でのソウギョの捕獲はなく、周辺に設置した寄せ餌に食痕は認められなかった。

#### (2) ソウギョの行動把握調査

ソウギョ捕獲効率の改善を目的にソウギョの行動把握調査を行った。

##### 1) 釣り上げ・目撃・食害情報の収集

釣り人や地域住民から野尻湖漁業協同組合（以下漁協）および本研究会に寄せられた釣り上げ、目撃および食害情報を収集した。

釣り人からの漁協へのソウギョ届け出数集計によると、2003年以降のソウギョ捕獲数の変動は図3のとおりである（野尻湖漁業協同組合 2009）。本調査期間中に漁協への釣り上げ情報はなかった。経年変化を見ると2003年に年間7個体が釣り上げられた後、釣り上げが少ない状態が続いたが、本活動開始前の2008年9月～2009年6月に合計6個体が捕獲された。なお2008年に捕獲された個体は何れも10kg前後であったが、2009年に捕獲された2個体はそれぞれ

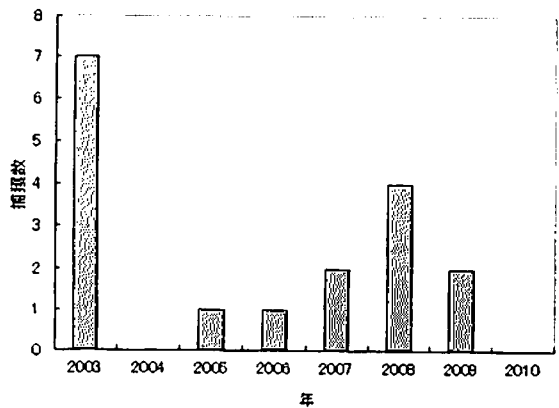


図3 ソウギョ捕獲数の経年変動  
野尻湖漁協資料に本研究会捕獲分1個体を加えた

体重17kg、16kgであった。

本調査期間中の目撃情報は3件のみであった（写真4）。また食害情報は水草復元区から外部に進出したヨシの食害1件（写真5）のみで、湖内9カ所に別途、設置した食害調査用の水草には明確な食痕が認められなかった。

## 2) バイオテレメトリー法

ソウギョに電波発信機を装着して行動を追跡するバイオテレメトリー法の予備実験を2008年に行った。発信器からの電波の受信感度は使用水域の水質に影響を受ける。用意したATS社テレメトリー発信器は野尻湖の水深17mからの感度があり、また水深5mからは水平方向に約210m地点、水深1mからは約500m地点で感度が得られ、最大直径約3kmの野尻湖での調査では有効と判断された。捕獲されたソウギョ3個体へ腹腔内装着型発信機の装着を試みたが、ソウギョは何れも数日以内に死亡した。一方、背びれ後部に体外装着型発信器を装着した別の1個体は死亡することなく、野尻湖内の移動が把握され、概ね直径数10～100m程度の範囲に発信位置が特定された。

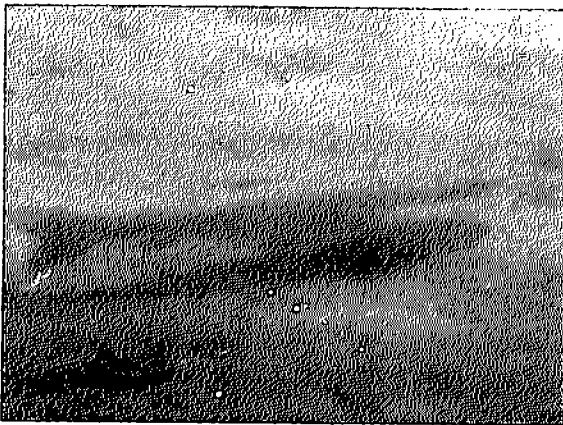


写真4 野尻湖を回遊するソウギョ

本活動で作成したソウギョ剥製の見学により、初めてソウギョを知った撮影者が、ソウギョを目撃して撮影し、本研究会に寄せた目撃情報

そこで2009年12月にATS社製魚類調査用体外装着型発信器を準備し、調査に向け待機した。しかし調査期間中にソウギョが捕獲されず、バイオテレメトリー調査は実施できなかった。

## (3) 水草復元過程モニタリング調査

ソウギョの減少に伴う水草の復元過程の継続的把握を主目的に水草復元過程モニタリング調査を2008年に開始した。

### 1) 近年の水草の概況

野尻湖では2008年以前にはソウギョ防御ネットで囲まれた水草復元実験区以外には明瞭な植物群落は視認されていない。2009年の秋期から糸状緑藻類の群落が見られはじめ、2010年夏期には多くの地点でマット状に分布し、北岸および東岸の一部で

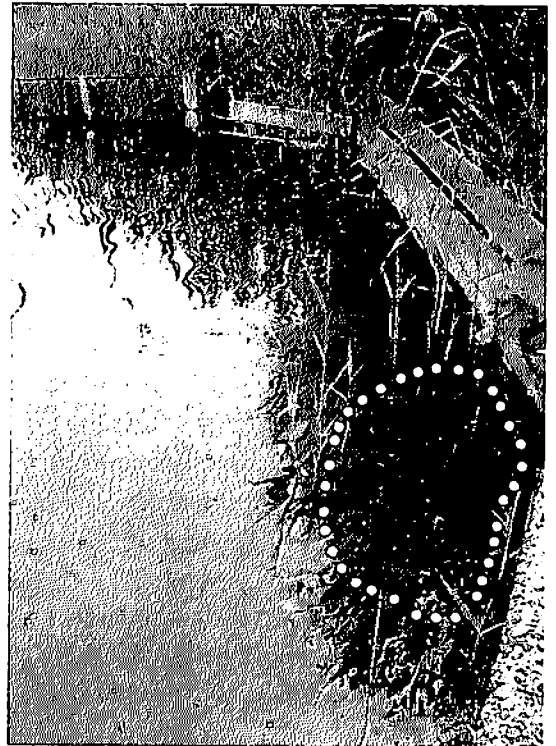


写真5 ヨシの食害痕跡

点線内が食害されたヨシの若い芽  
周囲のヨシは食害後に生長したもの

は小湾の湖底全体を覆った。2010年夏期には糸状緑藻のマットと沈水植物の小群落のモザイク状分布が認められた(写真6)。

## 2) ラインセンサス

図2に矢印で示した野尻湖内5地点の湖岸から沖合方向に約100mの調査ラインを設定し、潜水による水草のラインセンサスを実施した。前述のとおり2010年の野尻湖は夏期に水位が急激に低下したため、ラインセンサスは満水位2m以深で実施した。その結果、2008～09年調査に比べ糸状緑藻のマットやイトモの僅かな増加が認められた。なお水位低下前の7～8月に、水草の生育や糸状藻類のマットが認められた浅い沿岸部分の湖底を別途、撮影・記録した。

## 3) 水草復元実験区

図2のA、B、Cはソウギョ防御ネットで囲まれた水草復元実験区設置地点で、冬期を除き、月1回、水草の生育状況等を画像に記録した。

Aは湖岸から水深2mまで全面に水草が復元されている面積450m<sup>2</sup>の抽水～沈水植物復元実験区である。2009年6月にソウギョ1個体が侵入して水草はほぼ全滅したが(野尻湖水草復元研究会 2009)、2009年秋期には残存した植物体の一部から再復元がはじまり、2010年には実験区全体が被害前に近い状態まで回復した。ソウギョ防御ネットを通過して外部に進出した水草は2008年以前には殆どが被害されたが、2010年には被害は1件のみ確認され、水草の殆どが残存した。

Bは水深4.5mに設置した面積16m<sup>2</sup>の沈水植物復元実験区で、セキシウモやイバラモが優占していたが、2008年のソウギョの被害を契機にコカナダモが優占するようになった。2010年にはコカナダモ群落の表面全体が糸状緑藻のマットに覆われた。水草復元実験区の外側は糸状緑藻のマットは認められなかった。

Cは水深7mの沈水植物～車軸藻復元実験区でセンニンモが優占していた。

## 4) 糸状緑藻の成分

増加した糸状緑藻の湖沼水質等への影響に関する基礎的調査として、その成分を分析した。なお



写真6 糸状緑藻マット内で生長するセキシウモ・エンヒルムシロ

本来はこの試料に適した調査方法を検討したうえで実施すべき調査であり、今回、得られたデータは参考値である。

2010年7月に野尻湖底から糸状緑藻マットを採取し、蒸留水で洗浄して付着したシルト等を除去した。これを紙タオルで軽く脱水して湿試料とした。湿試料の一定量を採取して水を加え、粉碎後、分析試料とした。分析方法はJIS K0102に準拠した。

採取した試料は湖底上で直径約20cmの糸状緑藻マットで、全体の湿重量は142gであった。また湿試料の含水率は95.6%であった。乾燥重量あたりの炭素、窒素、りんはそれぞれ144g/kg、12.1g/kg、0.45g/kgであった。

採取した糸状緑藻を顕微鏡で観察したところ、リボン状葉緑体を有するアオミドロ属緑藻が主体であった。

## 5) 湖水温の経年変化

糸状藻類や水草の生育に関する環境要因の解析を目的に、植物成長期の夏期における水温の経年変動を調査し、図4に示した。これは野尻湖心に設置した水温連続測定装置(自作の水中ハウジングに収納したT&D社Tr52温度データロガー測定間隔30分)の記録データによるものである。植物が旺盛に生長する8月の平均水温(湖水水深0.5mにおける1ヶ月間の全データの平均値)は、2005～2008年には26.1℃前後で変動は少なかった。これに対し2009年は25.2℃と低く、2010年は異常気象(猛暑)を反映して27.6℃と高い値を示した。



#### (4) 環境啓発活動

2009年6月に捕獲された体長1.2m、体重16kgのソウギョをP.N.ファンド助成により剥製に加工し、2010年7月に開催された環境体験学習（野尻湖クリーンラリー）（写真7）および野尻湖ナウマンソウ博物館でソウギョに関する展示・解説を行った。野尻湖クリーンラリーは野尻湖が位置する信濃町の全小学校の4学年児童全員が参加した。学習後に児童が書いた感想文には「ソウギョの剥製に接することにより興味深く学べた」旨が記されていた（信濃町ほか 2010）。また野尻湖で水草およびソウギョに関する学習会を2010年8月29日に開催し、説明資料としてソウギョ剥製を展示した。なおソウギョ剥製は今後、野尻湖ナウマンソウ博物館に常設展示される。

### 3. 考察

#### (1) 定置網について

図3に示したように本活動開始前の2005～2009年には毎年、釣りによりソウギョが捕獲されている。また2010年には写真4の個体を含め3件の目撃情報が寄せられており、これらは野尻湖で依然としてソウギョが残存していることを示している。

国内における定置網によるソウギョの捕獲例としては秋田県内の湖沼および水路で、個体密度が高い時期に一定の捕獲があり（雑建網）（秋田県

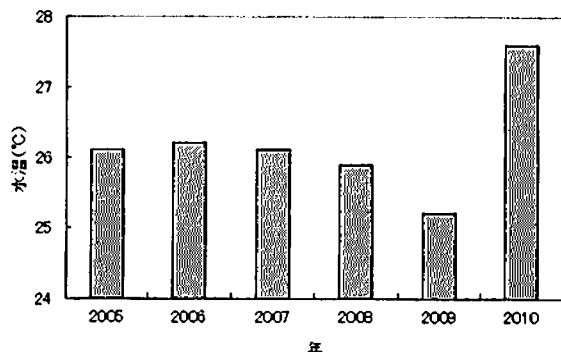


図4 野尻湖湖心表層（水深0.5m）における8月の平均水温の経年変動  
30分間隔で測定されたデータ1ヶ月分の平均値

2006b)、野尻湖においても本活動で使用した①WB式小型定置網で2008年にソウギョ1個体が捕獲されている。アメリカでは沈水型定置網（籠網）での捕獲例があるなど（Schramm & Jiraka 1986）、定置網による捕獲が可能であることを示している。

本活動では①WB式小型定置網のほか、新たに製作した②建網型定置網、③沈水型定置網を使用した。どれも①の網目および設置水深を工夫したものであり、基本的には①と同様である。③ではソウギョと行動が似たコイが捕捉されている。従って本活動で使用した定置網はソウギョ捕獲に機能すると考えられる。

定置網の設置位置はどれも水草復元実験区に隣接し、過去の潜水調査でソウギョが目撃された地点であり（北野 2007）、野尻湖内で最もソウギョが訪れる確率が高い場所と推定される。使用した寄せ餌は、どれもソウギョの摂食が確認され、あるいはソウギョ釣りで有効とされるものである。

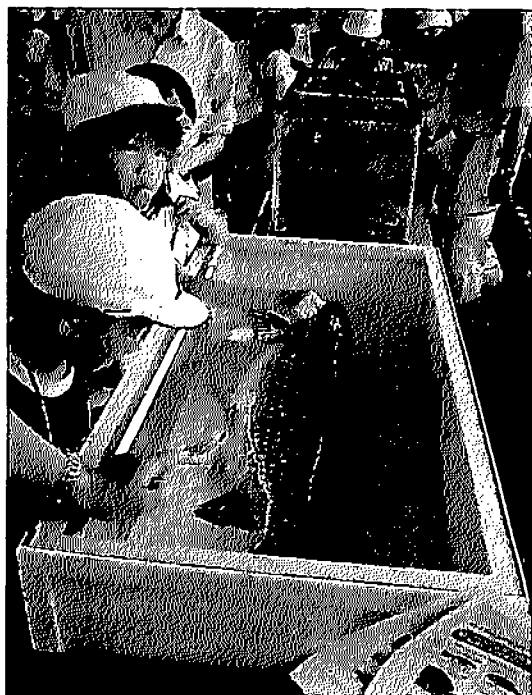


写真7 野尻湖クリーンラリーにおけるソウギョ剥製の展示

以上から、今回使用した定置網の構造およびその運用はソウギョ捕獲に向け一定の要件を備えているといえよう。従って今回ソウギョが捕獲されなかった理由について他の要因も検討する必要がある。

## (2) 糸状緑藻・水草の変化とソウギョの関係

2001年に野尻湖で捕獲されたソウギョの胃内容物の76%は糸状藻類であり(北野 2003)、2008年に捕獲されたソウギョの糞には糸状緑藻が含まれていた。糸状緑藻の成分は2. (3) 4) に示したように、水分量が多いものの、基本的には他の水生植物と同様であり、ソウギョにとって有効な餌であると考えられる。2008年以前に野尻湖で糸状緑藻の明確な群落が認められなかったのは、ソウギョが餌として大部分を利用したため、と考えられる。

本活動で2009年秋期以降、糸状緑藻や沈水植物の増加が始まったことが明らかになった。また寄せ餌や食害調査用の水草に明確な食痕は認められず、更に水草復元実験区外に進出した水草が食害されずに残存した。これらの理由としてア. 2009年以後、糸状緑藻等の増殖が早くなり、ソウギョの食圧を上回った、あるいはイ. ソウギョの食圧が前年に比べて低下した、の可能性がある。

ア. の原因として植物の生育環境の水質および水温の変化を検討する。野尻湖の水質は長野県が実施している水質常時監視によると2008~2009年の間に顕著な変化はみられない(長野県 2009、長野県 2010)。夏期(8月)の平均水温は図4に示したように2005~2008年は平均26.1℃でほぼ同レベルであった。これに対し、2009年は低く、2010年は反対に高いなど一定の傾向を示していない。従って水質や水温の変化が主要因となって2009年以後、糸状緑藻等が増加したとは考えにくい。

イ. については図3のソウギョ捕獲数などが目安になり、以下の食圧低下の過程が推定される。すなわち、2003年に7個体が捕獲されたが、糸状緑藻や水草の明確な増加は観察されなかった。この時点ではソウギョの食圧は低下したものの、糸状緑藻や水草の群落形成が可能なほどレベルには達しなかった。その後、2009年6月に体重16kgのソウギョ個体の食圧が試算され(野尻湖水草復元研究会 2009)、

極めて植生が乏しい現在の野尻湖では、ソウギョ1個体でも大きな食圧になることが示された。そして本調査開始前10ヶ月間に6個体が捕獲されたことにより、更に食圧が低下し、糸状緑藻の増加や水草の群落形成が視認できるレベルに達した、という過程である。

他に原因が見あたらないことから、現段階では、糸状緑藻や水草の増加はソウギョの個体数減少による食圧の低下に起因していると推定される。その結果、野尻湖に残存しているソウギョの飢餓状態が緩和され、警戒心の強いソウギョの目撃は減少した。ソウギョの個体数の減少に加え、人為的に設置した捕獲装置や餌に接近する必要性が低下したため、捕獲されなくなったと考えることができる。

なお、野尻湖の植生をめぐる変化は始まったばかりであり、今後も野尻湖の変化を注意深く見守っていく必要がある。

## 謝辞

本活動で野尻湖漁業共同組合および長野県水産試験場佐久支場から多大な協力を頂いたことに感謝する。

## 引用文献

- 秋田県. 2006a. ソウギョ・ブラックバス捕獲作戦. 美の国あきたネット.  
<<http://www.pref.akita.lg.jp/icity/browser?ActionCode=content&ContentID=1152145982299&SiteID=0>>.
- 秋田県. 2006b. ソウギョ・ブラックバス捕獲大作戦を行いました. 美の国あきたネット.  
<<http://www.pref.akita.lg.jp/icity/browser?ActionCode=content&ContentID=1138323281210&SiteID=000000000000>>.
- Bonar S.A. *et al.* 1993. Capture of grass carp from vegetated lakes. *J. Aquat. Plant Manage.*, 31: pp.168-174.
- Hayashi, H. 2001. Disturbance of the lake ecosystem. Lake Kizaki. Backhuys Publishers: pp.371-382.
- Hestand R. S.III. 1996. Recapture / Removal Techniques. Managing aquatic vegetation with Grass carp. American Fisheries Society: pp.113-129.

- 樋口澄男 他. 2008. 市民が支えるホシツリモの野尻湖への復元事業. 第3回車軸藻シンポジウム要旨集. 車軸藻研究グループ.
- 北国新聞社. 2005. 16. 3. ソウギョ駆除せよ. 北国新聞朝刊朝刊: pp.19.
- Kasaki H. 1964. The Charophyta from the lakes of Japan. Journ. Hattori Bot. Lab..No.27: pp.217-315.
- 環境省. 2005. ソウギョ (*Ctenopharyngodeon idellus*) に関する情報,  
<[http://www.env.go.jp/nature/intro/loutline/caution/detail\\_gyo.html#6](http://www.env.go.jp/nature/intro/loutline/caution/detail_gyo.html#6)>.
- 環境省. 2007. レッドリスト (植物II) 藻類,  
<[http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb\\_f.html](http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html)>.
- 北野 聡. 2007. 野尻湖におけるブルーギル・ブラックバス類の繁殖状況. 長野県環境保全研究所研究報告, 3: pp.87-91.
- 北野 聡. 長野県に定着した外来魚の生態影響. 東京大学大学院生物科学専攻公開ゼミナール講演要旨: p.8.
- 真板昭夫 他. 2009. 「ソウギョバスターズ」誕生・ソウギョのコントロール. 大覚寺大沢池 景観修復プロジェクト. 世界思想社: pp.13-24・151-163.
- 長野県. 2009. 平成20年度水質測定結果: pp.122-124.
- 長野県. 2010. 平成21年度水質測定結果: pp.166-170.
- 中野房治. 1926. 植物生態. 野尻湖の研究 (田中 編). 信濃教育会上水内部会: pp.423-453.
- 野崎久義ほか. 1994. 日本産車軸藻類ホシツリモ (*Nitellopsis obtuse*) の自然界での絶滅と復元の可能性. 日本植物分類学会報, 10: pp.45-50.
- 野尻湖漁業協同組合. 2009. 漁獲量資料.
- 野尻湖水草復元研究会. 2007. 野尻湖水草復元研究会活動成果報告会. 車軸藻シンポジウムin野尻湖発表抄録集. 長野県環境保全研究所・野尻湖ナウマンゾウ博物館: pp.6-17.
- 野尻湖水草復元研究会. 2009. 野尻湖近鉄前水草復元区にソウギョ侵入.  
<<http://park7.wakwak.com/~fuyosou/sougyo.htm>>.
- Schramm H. L. Jr. and Kurt J. Jiraka. 1986. Evaluation of methods for capturing grass carp in agricultural canals. J. Aquat. Plant Manage, 24: pp.57-59.
- 桜井善雄. 1984. ソウギョ (草魚) の過密放流によって壊滅した野尻湖の水生植物. 水草研究会報, 8: 27-28.
- 桜井善雄. 1991. エコトーン. 水辺の環境学. 新日本出版社: pp.33-38.
- 信濃町他. 2010. 第19回野尻湖クリーンラリー児童新聞集. 信濃町. 富士里小学校. 柏原小学校. 古間小学校. 野尻湖小学校編集.
- 柴山瀉流域環境保全対策協議会. 2005. 参考資料. 柴山瀉流域動植物生息調査: pp.75-97.
- 竹村陽 他. 1998. 音波による魚類の行動制御に関する事例. 魚類の聴覚生理. 恒星社厚生閣: pp.338-387.
- 立川賢一. 1984. 利根川水系の四大家魚-定着のための受難の歴史. 淡水魚, 10: 59-66.
- 立川賢一. 2002. ソウギョ〜水草をバクバク喰う大食漢. 外来魚ハンドブック. 日本生態学会編. 地人書館: pp.111.
- 土屋 実. 1976. 表2産卵期に漁獲された利根川産親魚の体形. 養魚講座第2巻. 緑書房: pp.46. (元資料の埼玉県水産試験場業務報告1956-57に捕獲方法)
- 土屋 実. 1980. ソウギョとハクレン. 日本の淡水生物. 東海大学出版会: pp.79-86.