

伊豆沼において土壌シードバンクから出現した 絶滅危惧種ムサシモ (*Najas ancistrocarpa*, イバラモ科)

森 晃^{1*†}・田村将剛²・藤本泰文¹

¹ 公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 〒989-5504 宮城県栗原市若柳字上畑岡敷味 17-2

E-mail silurusmoriensis@gmail.com

² 東北緑化環境保全株式会社 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町 2-5-1

*責任著者

キーワード: オオトリゲモ 自然再生 沈水植物 絶滅危惧種

2016 年 1 月 10 日受付 2016 年 2 月 21 日受理

要旨 伊豆沼・内沼では, 沈水植物の復元を目的とした土壌シードバンクからの発芽試験を 2011 年から実施してきた. 発芽試験で発芽した個体を精査したところ, 伊豆沼で採取した底質から 1 個体のムサシモ *Najas ancistrocarpa* を確認した. ムサシモは, 国や各県で絶滅危惧種に指定されている沈水植物である. 今後は, ムサシモの系統保存のため, 土壌シードバンクが寿命を迎える前により多くのムサシモを確保することや, 復元に向け, 沼の水質や底質の改善が重要となるだろう.

はじめに

伊豆沼・内沼は宮城県北部に位置する淡水湖沼で, 天然記念物やラムサール条約登録湿地に指定されている. かつて, 伊豆沼・内沼は透明度が高く, 多くの沈水植物が自生していたが, 富栄養化などの要因により, 沈水植物群落は過去 30 年で急激に衰退した(横山ほか 2013). 現在, 沈水植物は湖岸のわずかな範囲に存在するのみとなっている. 以上の背景から, 伊豆沼・内沼でかつて優占種であった沈水植物クロモ *Hydrilla verticillata* の群落を復元し, 水質改善や生物多様性の回復を図る自然再生事業が取り組まれている(宮城県 2010). この事業の中で, 土壌シードバンクを用いた発芽試験が 2011 年から実施されてきた. この発芽試験では, 伊豆沼・内沼では 20 年前の報告を最後にその存在が確認されていなかったジュンサイ *Brasenia schreberi* の発芽が確認されるといった成果が得られており(藤本・田村 2013), 様々な水生植物の復元につながる事が期待されている.

[†] 現所属: 小山市役所 〒323-8686 栃木県小山市中央町 1-1-1

ムサシモ *Najas ancistrocarpa* A. Braun (別名マガリミサヤモ), は宮城県を北限とする本州と四国に分布し, 湖沼やため池, 水田などに生育する一年生の沈水植物である(角野 1994, 角野 2014). ムサシモは平地性の水草であることから, 水域の埋め立てや水質汚濁の進行により多くの生育地が消失しており(角野 2014), 環境省は, 本種を絶滅危惧 IB 類に指定している(環境省 2014). 県版のレッドリストでは, ムサシモは 3 府県で絶滅し, 宮城県を含む 9 県で絶滅危惧 I 類に, 1 県で準絶滅危惧に指定されている(野生生物調査協会・Envision 環境保全事務所 2015). このように, ムサシモは全国各地で絶滅の危機に瀕しており, その保全が急務である. 今回, 伊豆沼の土壌シードバンクからムサシモが発芽したことは, 伊豆沼・内沼の水生植物復元にとってとても意義深いことから, ここに報告する.

方法

調査地

伊豆沼・内沼(38° 43' N, 141° 07' E)は宮城県の仙北平野に位置する水面面積 387 ha の天然湖沼で, 沼の平均水深は 0.77 m と浅い. 伊豆沼・内沼の水質は富栄養化しており, COD は 8-10 mg/L, SS は 10-30 mg/L, 透明度は 20-30 cm 前後である(宮城県 2010).

土壌シードバンク発芽試験

伊豆沼・内沼の湖岸より発芽試験に用いる底泥を 2013 年 7 月 5 日, 8 月 13 日および 8 月 23 日に合計 30 サンプル採取した. 泥の採取には幅 25 cm のスコップを用い, 表層から約 10 cm の深さまでの泥を約 35 L 採取した. 採取した泥の発芽試験を湖畔の実験施設で行なった. 実験施設は屋外にあり, 今回の発芽試験の気温や日照条件は自然条件で行なった. この施設に設置した大型のプラスチック水槽(幅 100 cm, 奥行 70 cm, 深さ 30 cm)に, 各地点で採取した泥を約 5 cm の厚さになるように入れ, 3 日から 7 日間干出させた後, 水深 15 cm になるように水を入れて静置した. その後, 水生植物の発芽状況を 2013 年の 9 月 25 日, 10 月 7 日, 23 日, 11 月 19 日に調査した. 翌年以降も調査を継続し, 2014 年の 7 月 17 日, 25 日, 8 月 5 日, 15 日, 9 月 5 日, 26 日に, 2015 年の 8 月 19 日, 9 月 3 日, 10 月 2 日, 30 日にも発芽状況を調査した.

トリゲモ類の同定

実験水槽で発芽したトリゲモ類について種同定を行なった. 伊豆沼・内沼では過年度の土壌シードバンク発芽試験で得られてきたオオトリゲモ *Najas oguraensis* を別の水槽で系統保存しており, この系統保存個体と外観が一致した個体はオオトリゲモと同定した. しかし, 2015 年に実験水槽 A で確認された個体は, オオトリゲモと比較して葉縁の鋸歯の数が少なく, 丸みを帯びていた. そこで, 2015 年 10 月 2 日に, トリゲモ類の種の同定形質である種子等の外部形態の違い(表 1, 角野 1994)を実体顕微鏡(NIKON SMZ-1)で観察した.

表 1. 伊豆沼・内沼で過去記録のあるトリゲモ類 3 種の形態の特徴(角野 1994).

| 標準和名 | 種名 | 葉の形状 | 葉鞘の形状 | 種子の形状 | 種子の模様 |
|--------|----------------------------|--------|--------------|--------|--------|
| ムサシモ | <i>Najas ancistrocarpa</i> | 幅1mm以下 | 切形～円形、突出はわずか | 著しく曲がる | 縦長、不明瞭 |
| オオトリゲモ | <i>Najas oguraensis</i> | | | | 横長 |
| ホッスモ | <i>Najas graminea</i> | | 耳状に著しく突出 | 長楕円形 | ほぼ四角形 |

結果および考察

1. ムサシモの確認と発芽状況

2013 年に設置した実験水槽のうち 2014 年と 2015 年に、それぞれ 3 個体と 1 個体のトリゲモ類を確認した(表 2). 2015 年に水槽 A から発芽したトリゲモ類 1 個体の外部形態や種子を観察した結果、ムサシモと同定された. ムサシモと同定された個体の葉は、糸状で長さ 1～2 cm, 幅 0.15～0.20 mm, 縁に細かい鋸歯があり反り返っていた(図 1). この個体の果実は著しく湾曲し、濃緑色で長さは 1.5～2.0 mm であった(図 2). また種子の表面には明瞭ではないがやや縦長の模様が観察された. これらは、ムサシモの同定形質と一致していた(表 1, 角野 1994). 私たちは水槽 A のムサシモについて、2015 年の 3 回目の調査(10 月 2 日)で種子を観察するまで、オオトリゲモであると誤同定していた. これは、伊豆沼・内沼における近年の調査で確認されてきたトリゲモ類は、オオトリゲモのみであったこと(宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 2010, 山本ほか 2010, 横山ほか 2013), 宮城県植物目録 2000(宮城植物の会・宮城県植物誌編集委員会 2001)にムサシモが伊豆沼に分布すると記載されていたことに筆者らが気づいていなかったため、ムサシモの可能性を検討せず、優占するオオトリゲモと同定してきたことに起因する. 水生植物には、トリゲモ類だけではなく、ミクリ属やヒルムシロ属など、形質の詳細な観察が必要で、同定が困難なグループが多く存在する(角野 1994). 本研究のように、優占種にまぎれて、近縁種が土壌シードバンクから発芽する可能性があることから、さまざまな可能性を考慮した丁寧な同定作業が重要だと言える.

表 2. 2013 年に採取した伊豆沼・内沼の底泥から発芽したトリゲモ類.

| 採集年 | 水槽 | 採集地 | 観察年 | | |
|-------|----|-----|-------|-----------|---------|
| | | | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
| 2013年 | A | 伊豆沼 | － | オオトリゲモ2個体 | ムサシモ1個体 |
| | B | 内沼 | － | オオトリゲモ2個体 | － |
| | C | 内沼 | － | オオトリゲモ1個体 | － |

2. 伊豆沼・内沼におけるムサシモの復元

今回確認されたムサシモは今後どのように保全すべきだろうか? 希少な水生植物の保全手法は、実現可能性が高い順に、①水槽等を用いた系統保存、②隔離水域における復元、③湖内における復元の 3 つが考えられる. 千葉県の印旛沼では、底泥からの撒きだし試験によりムサシモが発芽し、これは千葉県立中央博物館で系統保存されている(河川環境管理財団 2011). また、湖岸に鋼矢板囲い込みによっ

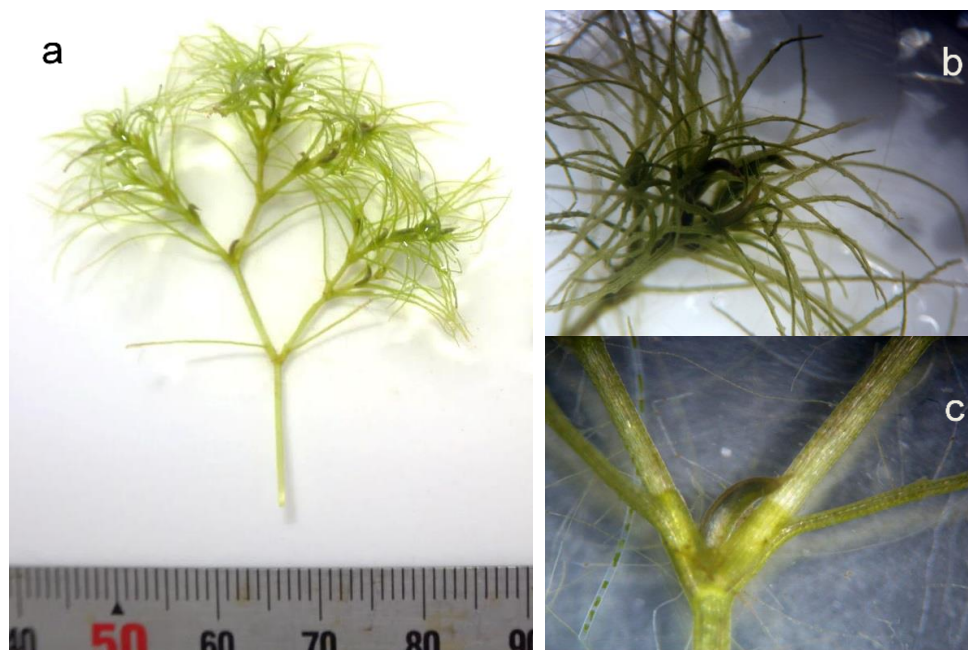


図 1. ムサシモの草体(a)と葉(b)および茎(c)の形態. 定規の 1 目盛りは 1 mm.



図 2. ムサシモの果実. 長さ 2 mm, 著しく湾曲し濃緑色を呈す. 定規の 1 目盛りは 0.5 mm.

て設けた隔離水界において、ポンプにより水位を低下させる工法(囲い込み水位低下法)でムサシモが復元している。このことから、底泥の撒きだしや水位低下による土壌シードバンクからムサシモを復元する方法は有効だと考えられる。しかし、伊豆沼・内沼でムサシモを復元するのは容易ではないだろう。香川ほか(2008)は、愛媛県松山市の 48 のため池において水質環境と水生植物の種数との関連を調査した。

その結果、ムサシモを含めた沈水植物の生育条件として SS 濃度を 10 mg/L 未満に保つことが望ましいことが示唆された。この SS 濃度を基準とすると、平成 26 年度の伊豆沼の SS 濃度の平均値は 17.2 mg/L (5-48 mg/L) であり(宮城県 2015)、沼でムサシモが復元するには相当の水質改善が必要だと考えられる。伊豆沼・内沼では、水質改善のための対策として、クロモの植栽、ヨシの刈り取り、試験導水事業や水位調整が検討・実施されてきた。沈水植物復元のため、SS 濃度 10 mg/L 以下を一つの目標として、これらの事業が進められるべきだろう。しかし、沼内にはハス *Nelumbo nucifera* が繁茂し、枯死体が沼に堆積して水底は泥に覆われている。伊豆沼・内沼は浅いためこれらの底泥が風によって巻き上がりやすく、水質に大きな影響を及ぼしていると考えられている(梅田ほか 2011)。西廣(2015)の指摘にもあるように、水質だけでなく底質も含めた総合的な対策が伊豆沼・内沼でも必要である。

今回、伊豆沼の土壌からムサシモが確認されたことは特筆すべき事であるが、1 個体による系統保存には、保全作業上のリスクや遺伝学的リスクが高いと考えている。現在、1 株から得られた少数の種子を保管しており、今後はこれらの種子を発芽させて系統保存を図る予定である。しかし、全ての種子が順調に発芽するとは限らない。また、ムサシモ是一年草であるため、毎年確実に種子を確保しなければ系統保存できない。伊豆沼・内沼における埋土種子発芽試験では、他にも藤本・田村(2013)で報告したジュンサイの系統保存を続けているが、系統保存中、2012 年 7 月に発芽した 4 個体のうち 3 個体が同年の 11 月に枯死し、絶滅のリスクが一時的に高まったことがあった。その後、新たに数個体が埋土種子から発芽し、残った 1 個体も順調に成育したことから、現在は 100 個体近い数まで増加し、絶滅リスクは低下してきている。ジュンサイについてこのような経験から、ムサシモについても個体数が増加するまでは、絶滅リスクは高い状態にあると考えられる。また、1 個体の系統保存は、中長期的には、近交弱勢や突然変異メルトダウンといった遺伝的リスクの要因になるだろう(鷲谷 1999)。したがって、ムサシモを継続的に系統保存するには、1 個体だけではなく、多くの個体を土壌シードバンクから確保するほうが望ましい。しかし、埋土種子による植生復元では土壌シードバンクの寿命も大きな問題となる(西廣 2015)。まずはムサシモの土壌シードバンクが寿命を迎える前に、発芽試験を繰り返し、より多くの個体を系統保存し、沼の環境改善状況等を鑑みて、本種の復元を順応的に実施していくべきだろう。

謝辞

本研究は、宮城県伊豆沼・内沼自然再生事業の一環で実施した。調査には宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団の皆さまのご協力を頂いた。記して謝意を表する。

引用文献

- 藤本泰文・田村将剛. 2013. 伊豆沼・内沼における土壌シードバンクからのジュンサイ *Brasenia schreberi* の再確認. 伊豆沼研報 7: 47-53.
- 角野康郎. 1994. 日本の水草図鑑. 文一総合出版, 東京.

- 角野康郎. 2014. 日本の水草. 文一総合出版, 東京.
- 香川尚徳・四方政樹・木田真由美・下田路子. 2008. 柑橘園地域のため池において水草の豊かさに及ぼす水質の影響. 陸水学雑誌 69: 1-23.
- 環境省. 2014. 日本の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータブック 2014 8 植物I(維管束植物). ぎょうせい, 東京.
- 河川環境管理財団. 2011. 我が国の湖沼での沈水植物の再生及び利活用に関する資料集. 河川環境総合研究所資料第 30 号. 河川環境管理財団, 東京.
- 京極隆弥・木村中外. 1973. 伊豆沼湖沼群内沼の水生植物. 日本自然保護協会(編). 伊豆沼湖沼群学術調査報告書. pp. 31-43. 日本自然保護協会, 東京.
- 宮城県. 2015. 公共用水域の水質測定結果. (オンライン) <http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kankyo-t/koukyouyousuiiki-sokuhou.html>, 参照 2016-01-01.
- 宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団. 2010. 伊豆沼・内沼産植物リスト. 伊豆沼研報 4: 41-61.
- 宮城植物の会・宮城県植物誌編集委員会. 2001. 宮城県植物目録 2000. 宮城.
- 内藤俊彦・柴崎 徹・菅原亀悦・飯泉 茂. 1988. 伊豆沼・内沼の植生. 伊豆沼・内沼環境保全学術調査委員会(編). 伊豆沼・内沼環境保全学術調査報告書. pp. 201-262. 宮城.
- 内藤俊彦・柴崎 徹・菅原亀悦・飯泉 茂. 1992. 伊豆沼・内沼の植物相と植生. 伊豆沼・内沼環境保全学術調査委員会(編). 伊豆沼・内沼環境保全対策に関する報告書. pp. 23-81. 宮城.
- 西廣 淳. 2015. 湖沼生態系回復と時間 タイムラグと不可逆性. 宮下 直・西廣 淳(編). 保全生態学の挑戦 空間と時間のとらえ方. pp. 184-198. 東京大学出版会, 東京.
- 梅田信・別当雄亮・進東健太郎. 2011. 伊豆沼における底質の巻き上げと湖面風の関連. 土木学会論文集 A2(応用力学). 67: 615-623.
- 鷺谷いづみ. 1999. 生物保全の生態学. 共立出版, 東京.
- 山本峰大・中井静子・嶋田哲郎・藤本泰文・進東健太郎・横山 潤. 2010. 伊豆沼・内沼における沈水植物の分布と生育状況. 伊豆沼研報 4: 25-31.
- 野生生物調査協会・Envision 環境保全事務所. 2015. 日本のレッドデータ検索システム. (オンライン) <http://www.jpnrdb.com/search.php>, 参照 2016-01-01.
- 横山 潤・藤本泰文・嶋田哲郎・進東健太郎・牧野崇司・吉田政敬・高橋睦美・武浪秀子. 2013. 詳細な踏査によって明らかとなった伊豆沼の沈水植物の生育状況. 伊豆沼研報 7: 39-45.

Discovery of *Najas ancistrocarpa* from soil seed bank in Lake Izunuma, Japan

Akira Mori^{1*}†, Masayoshi Tamura² & Yasufumi Fujimoto¹

¹The Miyagi Prefectural Izunuma-Uchinuma Environmental Foundation. 17-2 Shikimi, Wakayanagi,
Kurihara, Miyagi 989-5504, Japan
E-mail silurusmoriensis@gmail.com

²Tohoku Ryokka Kankyohozen Co. Ltd. 2-5-1 Honcho, Aoba-Ku, Sendai, Miyagi 980-0014, Japan
*Corresponding author

Abstract The seedling emergence method has been used in the restoration work of submerged plants at Lake Izunuma-Uchinuma since 2011. *Najas ancistrocarpa*, an endangered submerged plant in Miyagi Prefecture, was discovered in the sediments of the lake. For the restoration of *N. ancistrocarpa*, it is necessary to collect a soil seedbank of *N. ancistrocarpa* before its extinction, and improve water quality and sediment quality in Lake Izunuma-Uchinuma.

Keywords: endangered species, *Najas oguraensis*, nature restoration, submerged plant

Received: January 10, 2016/ Accepted: February 21, 2016

† Present address: Oyama City Office. Chuo 1-1-1, Oyama, Tochigi 323-8686, Japan