

長野市における外来アゾラ (サンショウモ科アカウキクサ属) の発生記録と種同定

高野 (竹中) 宏平¹・黒江美紗子^{1,2}・大塚孝一^{1,3}・柳澤衿哉^{1,3}・尾関雅章¹・
宮脇 優^{2,4}・水澤宏夫⁵・竹内直美⁵・鈴木身和子⁶・矢島悠一⁶・
酒井 郁^{7,8}・有山義昭^{7,9}・小出可能¹⁰

長野市豊野町のため池で平成 26 年 (2014 年) に外来アゾラ (水生シダ) が発生し、特定外来生物のアゾラ・クリスタータ (*Azolla cristata*, 別名アメリカオオアカウキクサ) と同定され、長野市が中心となって駆除に取り組んだ。令和元年 (2019 年)、令和 3 年 (2021 年) には豊野町の別の場所 (水田、ため池及び水路) で再び外来アゾラが発生したが、この際は雑種のアイオオアカウキクサ (*Azolla cristata* × *filiculoides*) と判明した。この雑種を含む外来アゾラ類 (*Azolla* spp.) も、国の生態系被害防止外来種リストでは緊急対策外来種に指定されている。静岡県では、アイオオアカウキクサの侵入により在来の絶滅危惧種アカウキクサ (*Azolla imbricata*) が衰退した事例が報告されている。長野県では、佐久市に絶滅危惧種 (県絶滅危惧 IB 類) のオオアカウキクサ (*Azolla japonica*) が分布している。本報告では、希少種の保全と外来種対策に資するため、長野市と長野県、環境省が連携して対応した外来アゾラの発生・同定・駆除作業の経緯を報告する。

キーワード：アゾラ・クリスタータ、雑種アゾラ、自治体、国、外来生物法、ASIST

1 外来生物としてのアゾラ、絶滅危惧種としてのアカウキクサ

特定外来生物の *Azolla cristata* (アゾラ・クリスタータ。外来生物法の施行令 (平成十七年政令第六百十九号特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律施行令) ではアゾラ・クリスタータと表記 (表 1)、サンショウモ科 [かつてはアカウキクサ科とされていた] アカウキクサ属) は、南北アメリカ、ヨーロッパ、アジア、オセアニア、アフリカに分布する水生のシダである¹⁾。アカウキクサ属の分類には諸説があるが、区別が困難で混乱していた *Azolla microphylla*, *Azolla mexicana*, *Azolla caroliniana* を統合して *A. cristata* とする説に準じて特定外来生物に指定されている²⁾。

アカウキクサ属植物は、共生シアノバクテリアに

よって大気中の窒素固定能力があることから、ベトナムや中国の水田で、レンゲソウのように直接に水田にすき込む緑肥として古来より利用されてきた³⁾。

フィリピンにある国際イネ研究所 (IRRI) は、水田耕作に有用なアカウキクサ属植物の収集保存、交配による改良を進めている⁴⁾。緑肥や動物飼料に加え水質浄化機能にも注目され世界各地で利用が進められた結果、大きな外来種問題を引き起こしている⁵⁾。

日本の在来種としては、高温耐性の強いアカウキクサ (*Azolla imbricata*) が本州西南部と沖縄に、低温耐性のあるオオアカウキクサ (*Azolla japonica*) がその北東に分布する⁶⁾。後者は湧水のある環境に生育していることが多く、夏の高温に弱い⁴⁾。長野県でも佐久市の湧き水の池 (平均水温は 11°C 前後で安定⁷⁾) にオオアカウキクサ (県絶滅危惧 IB 類⁸⁾) が分布しており、長野県白田高等学校 (現長野県佐久

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

2 長野県環境部自然保護課 〒380-8570 長野県長野市大字南長野字幅下 692-2

3 現：退職

4 現：長野県南信州地域振興局林務課林道係 〒395-0034 長野県飯田市追手町 2-678

5 長野市豊野支所 〒389-1105 長野県長野市豊野町豊野 631

6 長野市環境部環境保全温暖化対策課 〒380-8512 長野市大字鶴賀緑町 1613

7 環境省信越自然環境事務所 〒380-0846 長野市旭町 1108 長野第一合同庁舎内

8 現：環境省 自然環境局 野生生物課 〒100-8975 東京都千代田区霞が関 1-2-2

9 現：雲仙市観光商工部 〒859-1107 長崎県雲仙市吾妻町牛口名 714

10 (一財) 自然環境研究センター 〒130-8606 東京都墨田区江東橋 3-3-7

表1 日本で確認されているアカウキクサ属の5分類群

学名 (外来か在来か)	和名・別名	備考
<i>Azolla cristata</i> (外来種)	アゾラ・クリスタータ アゾラ・クリスタタ アメリカオオアカウキクサ	特定外来生物 (外来生物法) 緊急対策外来種 (生態系被害防止外来種リスト) 長野市豊野町で2014~2016年に発生したものは本種と同定される
<i>Azolla filiculoides</i> (外来種)	ニシノオオアカウキクサ	緊急対策外来種 (生態系被害防止外来種リスト) 長野県には分布せず
<i>Azolla cristata</i> × <i>filiculoides</i> (外来雑種)	アイオオアカウキクサ	上の2種の(人工)雑種 緊急対策外来種 (生態系被害防止外来種リスト) 長野市豊野町で2019年, 2021年に発生したものは本雑種と同定される
<i>Azolla japonica</i> (在来種)	オオアカウキクサ	絶滅危惧IB類 (県 RL2014, 環境省 RL2020) 長野県では佐久市にのみ分布
<i>Azolla imbricata</i> (在来種)	アカウキクサ	絶滅危惧IB類 (環境省 RL2020) 長野県には分布せず

平総合技術高等学校白田キャンパス) 農業クラブの生徒たちが保全や農業利用に取り組んできた⁹⁾。

ニシノオオアカウキクサ (*Azolla filiculoides*) は、オオアカウキクサ大和型として区別されていたものだが、南米原産であり、現在は東南アジアからの帰化系統と考えられている^{10), 11)}。長野県では確認されていない。

日本では1993年に「アイガモアゾラ同時稲作」等と呼ばれる有機農法開発され、海外より持ち込んだ複数種の系統 (ニシノオオアカウキクサ Chikugo 系統, アメリカオオアカウキクサ CA3004 系統と MI4138 系統, アメリカオオウキクサとニシノオオアカウキクサの雑種であるアイオオアカウキクサ (*Azolla cristata* × *filiculoides*) MI4087 系統等) が全国に配布されて、逸出したものが河川やため池に広がった^{6), 12)}。現在日本に分布するアカウキクサ属植物としては、アカウキクサ (在来), オオアカウキクサ (在来), ニシノオオアカウキクサ (外来), アメリカオオアカウキクサ (外来), アイオオアカウキクサ (外来雑種) の5分類群が認められる^{10), 13)}。

研究者や NGO で外来生物としての問題が議論され、さらに外来生物法 (2005年施行) に基づいた第二回の指定でアゾラ・クリスタータは特定外来生物となり、2006年から法的に規制されている⁴⁾。それ以外の国外由来のアカウキクサ属全体 (雑種を含む *Azolla* spp.) は、国の生態系被害防止外来種リスト

で緊急対策外来種に指定されている¹⁴⁾。

2 懸念される生態系影響

2.1 外来アゾラの生態

アカウキクサ属植物は栄養繁殖に加えて胞子による有性生殖も行うが、実際に野外で胞子囊を見るのはまれである⁴⁾。小胞子・大胞子ともに水底に沈むが、秋から冬に水面に浮き上がって受精を行い、新たな植物体が生じる⁴⁾。小胞子・大胞子ともに水底の泥中で休眠できるようである⁴⁾。

良好な環境では2~5日で倍増し^{5), 15)}、密なマットを形成し、船舶輸送、水生動物、在来植物種に多くのダメージを与え、富栄養化の原因となる⁵⁾。種毎に異なるが、至適環境は概ね15~18 Kluxの光強度、55~83%の相対湿度で、風や水の流れがあると、植物体が断片化し、枯れてしまうことがある⁵⁾。10°Cを下回ると、ほとんど成長しない¹⁶⁾。アゾラ・クリスタータの至適温度は25~30°Cで、耐霜性がない⁵⁾。ニシノオオアカウキクサの増殖は、平均気温が25°Cより高いと劣り、20°Cより低いと勝る傾向があり¹⁶⁾、耐霜性がある⁵⁾。

これらの人工雑種であるアイオオアカウキクサは、系統によっては低温と高温で雑種強勢を示す¹⁶⁾。現在日本各地に広がっているのはアイオオアカウキクサであり、アメリカオオアカウキクサは外来生物法

によって配布が中止された後、各地から姿を消した可能性がある¹⁰⁾。

外来アゾラが発生水域を覆い尽くす一方で、隣接する水域（例えば隣の水田）では発生しないという現象がしばしば見られる^{1)及び本研究}。主要な栄養素（リン、窒素、カリウム、カルシウム、マグネシウム等）と微量栄養素（モリブデン、コバルト等）の重要性に加え、様々な種類の昆虫、バクテリア、菌類、ウイルスがアゾラの生育に影響を与える可能性も指摘されている⁵⁾。

2.2 在来種への遺伝的かく乱

アゾラ・クリスタータとニシノオオアカウキクサの交雑実験では人工交配の成功率は8%以下(9/114)で¹⁷⁾、またその交雑体（アイオオアカウキクサ）も、小孢子は作るが不稔である可能性が高く、浸透交雑する可能性は低いとされているが^{4), 6)}、在来種オオアカウキクサとの交雑の懸念²⁾が完全に否定されてはいないと思われる。

2.3 競合による在来種の駆逐

アゾラはミズノメイガに蚕食されたり、窒素過多となって他の窒素固定しない水草（多くはアオウキクサや緑藻）に交代されたりして消失するので、外来アゾラは大繁茂しても、1~2年で消えてしまうことが多く、永続的な侵略種になりにくいと考えられている⁶⁾。

しかし、オオアカウキクサは通年湿地の谷地田等で細々と生活していることが多く、ここに成長力が強い外来アゾラが侵入すると、弱い在来系統が駆逐されてしまう可能性が考えられる⁶⁾。

例えばアイオオアカウキクサの侵入により、静岡県では在来の絶滅危惧種アカウキクサが衰退した事例が報告されている¹⁸⁾。愛知県豊橋市北部の水神池では、サガミトリゲモ *Najas foveolata*（トチカガミ科イバラモ属、環境省・愛知県とともに絶滅危惧II類）の生育が著しく妨げられた¹⁹⁾。

また、兵庫県淡路島ではアカウキクサ、兵庫県赤穂市ではサンショウモ (*Salvinia natans*)、茨城県霞ヶ浦ではオオアカウキクサの自生地外来アゾラが侵入して、在来種がほとんど見られなくなったという事例がある⁴⁾。

2.4 その他の生態系影響

2003年に静岡県掛川市、2005年に岡山県矢掛町

においては、外来アゾラと思われる植物に水面が埋め尽くされて、おそらく水中に酸素が溶け込まない、底に沈んだ植物遺体が腐る、といった原因で魚類が酸欠死するという問題が起きている^{4), 6)}。このほかにも、窒素成分が放出される等の理由で水中に生育・生息する植物や昆虫類にも影響を与える可能性があるが、調査された事例はない⁴⁾。

3 駆除方法

機械又は手作業でかき寄せて取り除く以外によい方法がない^{11), 20), 21)}。駆除速度が成長速度を上回る必要があるため²²⁾、大きい池等の場合は駆除する時期を最成長期からずらす等の工夫もありうるが、隣接水域に拡大する可能性がある場合は早急な対応が必要と考えられる。

属名 *Azolla* はギリシャ語で *azo* (乾燥) + *olloyo* (殺す) であり²³⁾、数時間乾燥すれば枯死するとされ²¹⁾、駆除した植物体は良い肥料になるはずだが³⁾、念のため、後述（附図4）のようにブルーシート等で飛散防止したほうが望ましいと思われる。オーストラリアの農業用ため池では化学防除も利用可能とのことだが²¹⁾、日本で利用可能な薬剤登録があるかは不明である（保全の観点からも細心の注意が求められる）。

4 長野県における発生・通報・同定・駆除の経緯

長野県では、長野市豊野町のため池で2014年に外来アゾラが発生し、長野県環境保全研究所が特定外来生物のアゾラ・クリスタータと同定し、長野市が中心となって駆除に取り組んだ。2019年、2021年には豊野町の別の場所（水田、ため池及び水路）で再び外来アゾラが発生したが、この際はASIST（環境省の請負業務として（一財）自然環境研究センターが運営している種同定システム）により、雑種のアイオオアカウキクサと判定された。

2014年（平成26年）（附図1）

6月 周辺住民から、神宮寺池の水草の腐敗臭について問合せあり。長野市環境政策課職員が現地を確認し、長野市保健所 環境衛生試験所で水質検査を実施するも水質に問題は確認されなかった。そのため、経過を観察していた。

7月1日 豊野地区において県が実施する道路建設に伴う環境調査を実施していた環境保全研

究所員が、豊野町の神宮寺池において特定外来生物アゾラ・クリスタータの生育を確認。後日、神宮寺池下流の長沼排水機場でも確認。地元では4年ほど前から赤い浮草がみられるようになったとのこと。

アゾラが確認されて以降、長沼排水機場ではアゾラの増殖が続き、排水機場の運転管理に支障が出る可能性が高まった。そこで、排水機場の管理者である長野市農業土木課が施設管理の観点から駆除を実施した。

また、長沼排水機場の上流にある神宮寺池は地区(土地所有者)で管理しているが、地区での対応は困難であった。長沼排水機場でアゾラを駆除しても、神宮寺池のアゾラが侵入する可能性が高いことから、神宮寺池においても、長野市農業土木課が施設管理の観点から駆除を実施した。

10月7日～9日 神宮寺池(上流)で除去

11月8日 長沼排水機場(下流)で除去

2015年(平成27年)

4月7日 神宮寺池で確認

5月7日、8日 神宮寺池で除去

8月20日、21日 長沼排水機場で除去

2016年(平成28年)

6月2・3・6日 長沼排水機場で除去

2019年(令和元年)(附図2・附図3)

6月7日 豊野町蟹沢の水田で確認

6月14日 除去

ASISTにより、雑種アイオオアカウキクサと判定される。

9月11日 小川沿いの水溜りで確認

除去→10月の台風で流出

2021年(令和3年)(附図4)

4月30日 豊野町堀水源水路で確認

5月7日 除去

ASISTで改めてアイオオアカウキクサと判定される。

4.1 発生と確認

アゾラは水流や、水鳥への付着によって運ばれると考えられるが、胞子が不稔でもっぱら栄養繁殖と思われるアイオオアカウキクサが、豊野周辺で越冬しているのか、あるいは温暖な東海地方等から水鳥によって持ち込まれているのかは不明である。

外来アゾラが長野県では豊野でのみ確認されている理由も不明だが、周辺住民の方の意識が高いために通報されているだけで、県内他地域での発生が見過されている可能性もある。

4.2 同定

確実な種同定にはDNA鑑定が必要で、野外で肉眼で識別するのは難しいが、ガラス容器等に入れて葉の表面の突起と根毛をルーペ、顕微鏡、デジカメの拡大機能等で観察すれば、生育状況に関する情報と合わせて推測することは可能である。対策上は外来種か在来種(絶滅危惧種)の区別が重要なので、外部形態で基本的には事足りる。

アカウキクサ属の在来種の識別²⁴⁾

・根に長い根毛がある。葉は長さ約1.5mm、小突起が密につく……………アカウキクサ

・根に根毛がない。葉は長さ約2mm、ほとんど平滑か、わずかに小突起がつく……………オオアカウキクサ
オオアカウキクサ類の識別法²⁵⁾

1. 根毛がない……………オオアカウキクサ

1. 根毛が発達:葉の表面の細胞突起が

1細胞……………ニシノオオアカウキクサ

2細胞……………アゾラ・クリスタータ

1細胞と2細胞が混在……………アイオオアカウキクサ

2014年の同定では、根毛が発達し葉の表面の細胞突起が2細胞であることからアゾラ・クリスタータと同定したものの、実際には1細胞が混在するアイオオアカウキクサであった可能性は否定できない。

4.3 駆除作業

2019年の水田の事例では、長野市職員、地元住民、県農業改良普及センター等から計22名が参加して駆除作業を行った(附図2)。2021年の水田の事例では、長野市東部土木事務所、豊野支所、土地所有者が参加し、5月7日に5名で駆除作業を行った。6月11日には3名で、外来種の緊急対応のため野外焼却を実施した(附図4)。

5 まとめ

2019年以降に長野県で確認された外来アゾラは、特定外来生物アゾラ・クリスタータではなく、生態系被害防止外来種リスト緊急対策外来種のアイオオアカウキクサと同定された。それ以前の外来アゾラも同様であった可能性がある。しかし、特定外来生

物だから駆除する、そうでないものは対策しないということではなく、絶滅危惧種の存在や生育環境等の地域の実情に応じて、影響が大きいものから優先順位を付けて対策を行う必要がある²⁶⁾。

佐久市のオオアカウキクサの自生地は水温の低い湧き水の池であるため、万が一外来アゾラが侵入しても駆逐される可能性は低いかもしれないが、それ以外の水温が高くなる止水域では外来アゾラの繁茂により、他の在来種が衰退する可能性がある。

外来種対策においては、侵入防止と、早期発見・早期対応が最も効果的である²⁷⁾。2014～2021年に長野市で発生した外来アゾラに関しては、住民・市・県・国が連携して初動対応し、初期段階での防除に成功している。2022年に改正された外来生物法では、市町村、都道府県、国の役割と連携が明記された。今後は、改正外来生物法に基づき、一層の連携が必要である。

謝 辞

全ての方のお名前を上げることができませんが、通報、現地確認や駆除活動に携わられた地域住民、土地所有者、農業委員、長野市（農業政策課、農業委員会事務局、東部土木事務所、豊野支所、環境保全温暖化対策課）、長野県農業改良普及センターの皆様に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 環境省 特定外来生物の見分け方(同定マニュアル) 植物編。
<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/manual.html>
- 2) 環境省 (2005) 特定外来生物等専門家会合 (第5回) 議事次第. 参考資料1. 第二次の特定外来生物の指定対象とすることが適切である外来生物に関する情報 (7/7) .
<https://www.env.go.jp/nature/intro/4document/data/sentei/05/index.html>
- 3) 菊池真夫・渡辺巖 (1983) 熱帯稲作におけるアゾラの緑肥利用, 農業総合研究, 37(4): 71-121.
https://www.maff.go.jp/primaff/kanko/nosoken/attach/pdf/198310_nsk37_4_02.pdf
- 4) 鈴木武 (2010) 特定外来生物アメリカオオアカウキクサを含むアゾラの現状, 外来生物の生態学, 種生物学会 (編) pp. 181-194.
- 5) Sabetraftar K et al. (2013) A review of some ecological factors affecting the growth of *Azolla* spp. *Casp. J. Environ. Sci.* 11(1): 65-76.
https://cjes.guilan.ac.ir/article_1110.html
- 6) 渡辺巖 (2006) 日本でのアゾラ利用の現状と将来—アゾラ外来種が侵略的植物として法規制の対象に—, 雑草研究, 51(3): 178-184.
<https://doi.org/10.3719/weed.51.178>
- 7) 長野県白田高等学校環境緑地科農業クラブ (2008) 佐久市十二新田集落地蔵池に生息するオオアカウキクサの農業利用研究, 第10回日本水大賞, 39-45.
http://www.japanriver.or.jp/taisyo/oubo_jyusyou/jyusyou_katudou/no10/no10_jyusyou_katudou.htm
- 8) 長野県 (2014) 長野県版レッドリスト (植物編) .
<https://www.pref.nagano.lg.jp/shizenhogo/kurashi/shizen/hogo/kisyoyasei/redlist/redlist-download.html>
- 9) 伊藤卓 (2015) 長野県絶滅危惧種オオアカウキクサの農業利用地域連携, 水利科学, 342: 100-106.
https://doi.org/10.20820/suirikagaku.59.1_100
- 10) 角野康郎 (2013) 消えるアゾラ・クリスタータ、広がる雑種アゾラ, 水草研究会誌, 99: 44-50.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201302209873293382
- 11) 瀧崎吉伸・芹沢俊介 (2021) ニシノオオアカウキクサ *Azolla filiculoides* Lam., 愛知県環境局環境政策部自然環境課野生生物グループ, ブルーデータブックあいち2021, p. 110.
https://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizen-ka/shizen/gairai/search/pdf/110_2021.pdf
- 12) 横山潤・中井静子・嶋田哲郎 (2010) 伊豆沼から新たに記録されたアカウキクサ属植物, 伊豆沼・内沼研究報告, 4: 19-24.
https://doi.org/10.20745/izu.4.0_19
- 13) 海老原淳 (2016) アカウキクサ属, 日本産シダ植物標準図鑑 (学研プラス) p. 113-114, 337, 339.
- 14) 環境省・農林水産省 (2015) 生態系被害防止外

- 来種リスト。
<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html>
- 15) Golzary A et al. (2018) Wastewater treatment by *Azolla filiculoides*: A study on color, odor, COD, nitrate, and phosphate removal. *Pollution* 4(1): 69–76.
<https://doi.org/10.22059/poll.2017.236692.290>
- 16) 渡辺巖・川島圭子・杉井志穂 (1996) 本邦における導入アゾラの生育について, 熱帯農業, 40(3): 123–130.
<https://doi.org/10.11248/jsta1957.40.123>
- 17) Watanabe I et al. (1993) Sexual hybrids of *Azolla filiculoides* with *A. microphylla*. *Soil Sci. Plant Nutr.* 39(4): 669–676.
<https://doi.org/10.1080/00380768.1993.10419184>
- 18) 栗山由佳子 (2013) 麻機遊水地 (静岡市) のアカウキクサとアイオオアカウキクサの侵入による衰退, 水草研究会誌, 99: 48–50.
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201302293098806549
- 19) 瀧崎吉伸・芹沢俊介 (2021) アイオオアカウキクサ *Azolla cristata* × *filiculoides*, 愛知県環境局環境政策部自然環境課野生生物グループ, ブルーデータブックあいち2021, p. 131.
<https://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizen-ka/shizen/gairai/search/pdf/plants-2.pdf>
- 20) 長野県 (2019) 外来アゾラ類, 長野県版外来種対策ハンドブック: 43–44.
<https://www.pref.nagano.lg.jp/shizenhogo/kurashi/shizen/hogo/gairai/gairai-kennai.html>
- 21) Agriculture Victoria, *Azolla* growth in farm dams: <https://agriculture.vic.gov.au/farm-management/water/managing-dams/azolla-growth-in-farm-dams>
- 22) McConnachie AJ et al. (2003) Economic evaluation of the successful biological control of *Azolla filiculoides* in South Africa. *Biol. Control* 28(1): 25–32. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00056-2](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00056-2)
- 23) Flora of North America, *Azolla* Lamarck: <http://floranorthamerica.org/Azolla>
- 24) 岩槻邦男 (1992) 日本の野生植物 シダ. 平凡社.
- 25) 角野康郎 (2014) ネイチャーガイド日本の水草. 文一総合出版.
- 26) 環境省 (2021) 外来生物対策のあり方検討会 (第4回) 議事録.
<https://www.env.go.jp/nature/intro/4document/data/taisaku04/kaigiroku.pdf>
- 27) 環境省・農林水産省・国土交通省 (2015) 外来種被害防止行動計画: 生物多様性条約・愛知目標の達成に向けて,
<https://www.env.go.jp/nature/intro/4document/files/plan.pdf>

Outbreak records and species identification of exotic *Azolla* spp. (Salviniaceae) in Nagano City, central Japan

*Kohei Takenaka TAKANO¹, Misako KUROE^{1,2}, Koichi OTSUKA^{1,3}, Eriya YANAGISAWA^{1,3}, Masaaki OZEKI¹, Yutaka MIYAWAKI^{2,4}, Hiroo MIZUSAWA⁵, Naomi TAKEUCHI⁵, Miwako SUZUKI⁶, Yuichi YAJIMA⁶, Kaoru SAKAI^{7,8}, Yoshiaki ARIYAMA^{7,9}, Kano KOIDE¹⁰

- 1 Natural Conservation Division, Nagano Environmental Conservation Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan
- 2 Nature Conservation Division, Environment Department, Nagano Prefecture, 692-2 Habashita, Minami-Nagano, Nagano 380-8570, Japan
- 3 Present address: Retired
- 4 Forestry Division, Minami Shinshu Regional Promotion Bureau, 2-678 Otemachi, Iida City, Nagano 395-0034, Japan
- 5 Nagano City Toyono Branch Office, 631 Toyono-cho, Nagano City, Nagano 389-1105, Japan
- 6 Environmental Conservation and Global Warming Prevention Division, Environment Department, Nagano City Hall, 1613 Midori-cho, Tsuruga, Nagano 380-8512, Japan
- 7 Shin-etsu Nature Conservation Office, Ministry of the Environment, 1108 Asahi-cho, Nagano 380-0846, Japan
- 8 Present address: Wildlife Division, Nature Conservation Bureau, Ministry of the Environment, 1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8975, Japan
- 9 Present address: Tourism, Commerce and Industry Department, Unzen City Hall, 714 Ushiguchina, Azuma-cho, Nagasaki 859-1107, Japan
- 10 Japan Wildlife Research Center, 3-3-7, Koto-bashi 3-chome, Sumida-ku, Tokyo 130-8606, Japan

Key words : alien *Azolla*, municipality, local government, national government, Alien Species Identification Support Team (ASIST)

Abstract

In 2014, an outbreak of an alien aquatic fern *Azolla* sp. occurred in a pond in Toyono town, Nagano City. It was identified as *Azolla cristata*, which is one of *Tokutei Gairai Seibutsu* (Regulated Living Organism under the Invasive Alien Species Act), and Nagano City Hall eradicated it. In 2019 and 2021, outbreaks of an alien *Azolla* sp. occurred again in different areas (a rice paddy, a reservoir and a waterway) of Toyono town, but this time it was identified as a hybrid species *Azolla cristata* × *filiculoides*. Alien *Azolla* spp., including this hybrid species, are designated as a *Kinkyu Taisaku Gairaisyu* (alien species requiring urgent countermeasures) in the national *Seitaikei Higai Boushi Gairaisyu List* (the List of Invasive Alien Species for the Prevention of Adverse Ecological Impact; Ministry of the Environment and Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2015). In Shizuoka Prefecture, a case of decline of native endangered species *Azolla imbricata* due to the invasion of *Azolla cristata* × *filiculoides* has been reported. In Nagano Prefecture, *Azolla japonica*, an endangered species (category IB (EN) in the Red Data Book Nagano Prefecture Edition), is also distributed in Saku City. For the conservation of endangered species and the control of invasive alien species, here we report the history of the outbreak, identification and eradication, which were corresponded in cooperation between Nagano City, Nagano Prefecture and Ministry of the Environment, of the exotic *Azolla* spp.



附図1. 2014年の事例（ため池） The case in 2014 (pond).

6月9日 15:30 確認

<一面発生した水田>緊急対応 Emergency response

- ・防鳥ネットを設置 Set a bird net
- ・水の流出を止める Stop an outflow



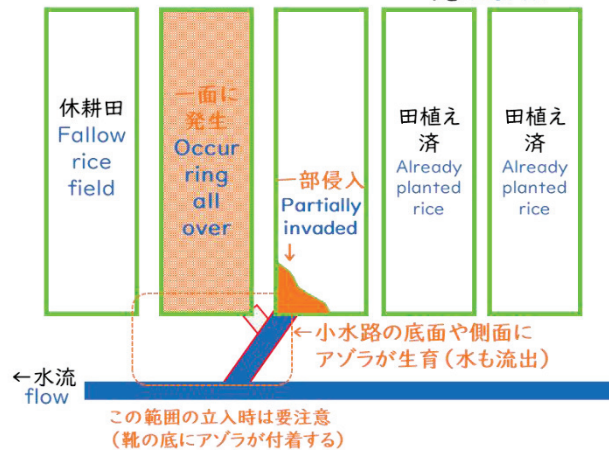
<一部侵入した水田（一枚上に隣接）>

- ・水の流出口に近い一部水面で生育
 - ・水は少量を流している（雨で溢れないように?）
 - ・田んぼと水路をつながる小水路の一面にアゾラが生育
- ⇒アゾラの流出が続いている状況

必要と思われた対策や注意点

- ・一部流出している田んぼからの水を止める
- ・水路の表面に生育しているアゾラを表土ごと慎重に駆除
- ・より下流の水路や田んぼでアゾラが生育していないか確認
- ・作業者の長靴に付着したものが拡散しないよう配慮

北 North ⇒



小水路の壁面にもアゾラが生育



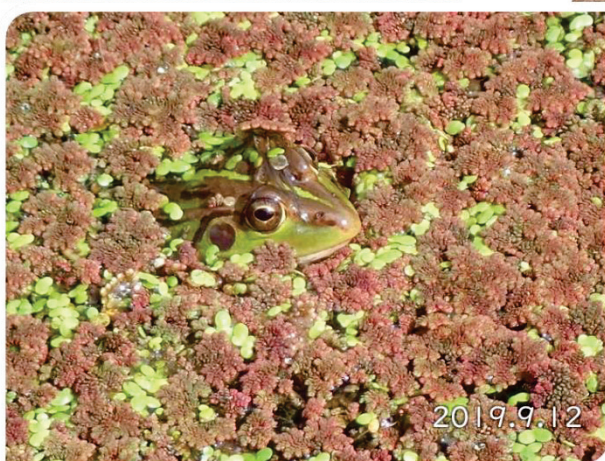
隣接する田の流出口付近にアゾラが生育

附図2. 2019年の事例（水田）次ページに続く. The case in 2019 (rice field), to be continued.

6月14日 9:20~14:00頃 駆除作業(長野市、地元住民、県農業改良普及センター等、計22人)
 Extermination work by local residents and Nagano City and Prefecture staff (22 persons)



附図2. 2019年の事例(水田)前ページから続く. The case in 2019 (rice field), continued.



掬い取り Removed by scooping up
 その後、2019年10月12日夜~13日の
 台風19号の千曲川氾濫により流失
 Disappeared after typhoon Hagibis
 in October 2019

附図3. 2019年の事例(小川沿いの水たまり) The case in 2019 (streamside).



除去 5月7日 Removal on May 7th



附図4. 2021年（水路）の発生状況と駆除作業（長野市東部土木事務所，豊野支所，土地所有者計8名）。
次ページに続く。 The case in 2021 (waterway), to be continued.

外来種の緊急対応のため野外焼却 6月10日 The case in 2021 (waterway) Burning on June 10th



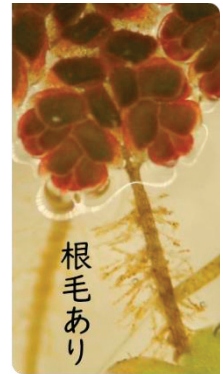
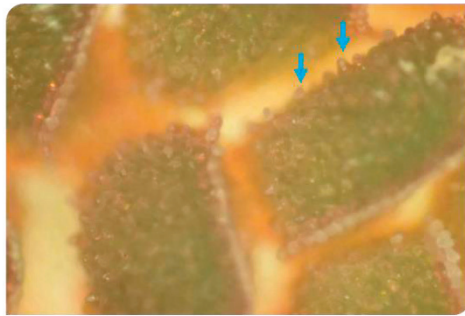
附図4. 2021年(水路)の事例. 前ページから続く. The case in 2021 (waterway), continued.



附図5. 2014年のため池のアズラ・クリスタータ (?)
 ? *Azolla cristata*

(長野県環境保全研究所植物標本庫 (NAC) 証拠標本).
 乾燥しているため, 葉の表面の突起の細胞数の確認は困難.

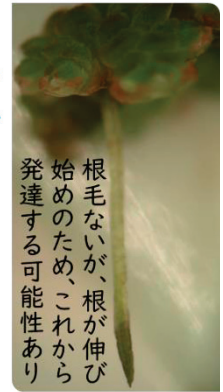
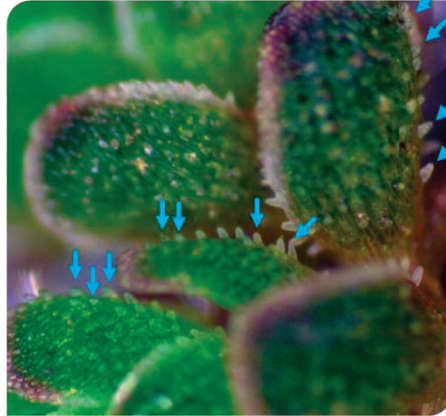
2019年6月(水田)



根毛あり

葉の表面に細胞突起があることから在来種のおオアカウキクサとは異なる。

2019年9月(川沿い)



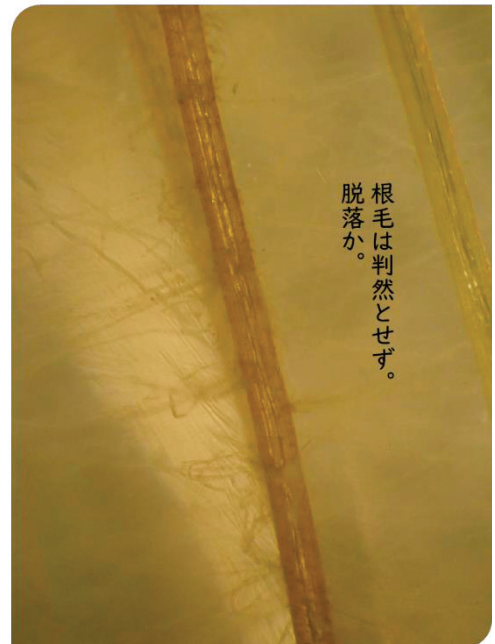
根毛ないが、根が伸び始めるため、これから発達する可能性あり

雑種のおオアカウキクサ
Azolla cristata × *filiculoides*

特徴:
葉の表面の突起は
1細胞(↓)と2細胞(↓)の
ものが混ざる。

(アゾラ・クリスタータの突起は
2個の細胞からなる)

2021年4~5月(水路)



根毛は判然とせず。脱落か。

附図6. 同定形質. 近年, 野外で確認されている外来アゾラのほとんどがアイオオアカウキクサとされており, 葉の表面の細胞突起には1細胞のものと2細胞のもの(写真の矢印↓)が含まれていることから, アイオオアカウキクサと考えられた.