

農業被害をもたらす侵略的外来水草の対策と課題

Control and Issue for Invasive Alien Aquatic Plants Affecting Farming and Water Use

嶺田拓也*
(MINETA Takuya)

中井克樹**
(NAKAI Katsuki)

林紀男***
(HAYASHI Norio)

丸井英幹****
(MARUI Hideki)

I. はじめに

日本の生態系などに被害を及ぼすおそれのある外来種として、外来生物法の特定外来生物に指定された植物16種類のうち、少なくとも10種は水草である(以下、「侵略的水草」という)¹⁾。これらの多くは旺盛な繁殖力、高い環境適応性、競合性など侵略的な生態的特徴を有し、農業水利施設や農地への侵入が報告される。特にナガエツルノゲイトウ (*Alternanthera philoxeroides*) やオオバナミズキンバイ (*Ludwigia grandiflora*) は、水陸両生で河川や湖沼では水面をマット状に覆う大群落を形成し、茎や葉の小断片からも再生可能で栄養繁殖で増殖する(後者は種子繁殖も行う)。侵略的水草の繁茂する水域を水源とする農業水利施設では、群落の漂着により利水や排水に支障をきたし、水田などに侵入すると雑草害を引き起こす^{2),3)}。

本報では深刻な農業被害をもたらすこれらの侵略的水草の対策として各地で実施・検討されている刈取りや遮光シート設置による物理的駆除、除草剤による化学的防除、農地への侵入防止対策について紹介するとともに各対策の適用場面や課題を整理した。

II. 侵略的水草に対する物理的駆除

1. 建設機械や作業船による機械除去

農業水利施設の水源となる湖沼・ため池などに繁茂する大規模群落に対しては、建設機械や作業船を用いた除去が効果的である。琵琶湖周辺では2004年にナガエツルノゲイトウ、2009年にオオバナミズキンバイの侵入確認後、両種とも湖岸だけではなく、水位上昇などにより河川下流部や内湖(付属湖沼)へと急速に広がった。2013年度には緊急雇用対策事業による人力駆除が内湖で実施されたが、対象群落(おおむね100m²以上)の規模を考えると、積極的な機械力の導入が不可欠と判断された。そこで滋賀県では、2014年度に前年度末に設置された琵琶湖外来水生植物対策

協議会や環境省近畿地方環境事務所などが実施主体となり、建設機械や作業船も用いた大規模な対策事業を開始した^{4),5)}。

建設機械は、林業現場の集材用のスイングヤーダ(Swing Yarder, 写真-1上)が投入された。アーム基部のウィンチで、先端に特製の熊手を装着したワイヤーを巻き取ることで、アームが直接届かない範囲からも群落を引き寄せ、アーム先端のグラブでトラック荷台へと掴み上げる。陸上から建設機械が近づけない箇所や、沖合まで群落が広がっている場合には、群落の規模や水深、湖岸地形などの条件に応じて、沈水・浮葉植物を回収するためのハーバスタイプ(写真-1下)をはじめ、複数のタイプの作業船を導入し、群落を沖合から除去する。作業船が除去した侵略的水草は、運搬船に積載し揚陸場所まで運搬し、クレーン



スイングヤーダ



ハーバスタ

写真-1 琵琶湖で水草除去に利用される建設機械や作業船

*農研機構農村工学研究部門, **滋賀県立琵琶湖博物館

千葉県立中央博物館, *エコロジー研究所



特定外来生物、オオバナミズキンバイ、ナガエツルノゲイトウ、物理的駆除、化学的防除、侵入防止対策

で引き揚げてトラックに積み込む。このような建設機械や作業船などによって除去できる群落面積は、水面下の繁茂状況によるが、およそ300 m²/dが目安となる。

機械除去で留意すべきは、膨大な量の侵略的水草回収能力に目を奪われ、わずかに取り残した部分や回収しきれなかった断片の対処がおろそかになることである。両種とも、茎や根が数 cm 程度でも残るとそこから再生する能力を持ち、漂着した葉や茎の断片が根を下ろし新たな群落形成につながる。琵琶湖では、機械を導入して大規模群落を除去した跡に残存した植物体からの再生や、新たに漂着した断片からの群落の成長が一因となり、2014年度に実施した最初の大規模除去の翌年（2015年度）に生育面積の増加を招いた。この経験から、除去作業の跡地は定期的に巡回・監視し、再生・漂着個体の確認と再除去を実施している。また、岸側に根付いた大規模群落を作業船などで除去する場合、根をなるべく残さず、かつ効率的に引き寄せるため、機械で回収する前に人力作業で湖岸から丁寧に群落を切り離しておくことが原則とされている。

こうした対策が功を奏し、琵琶湖および周辺水域の両種の生育面積は2016年の34.8 haから2018年度末には4.9 haまで縮減し、近年中には年度当初に機械除去が必要となるような大規模群落が存在しない「管理可能な状態」に全域が置かれる見通しである（図-1）。

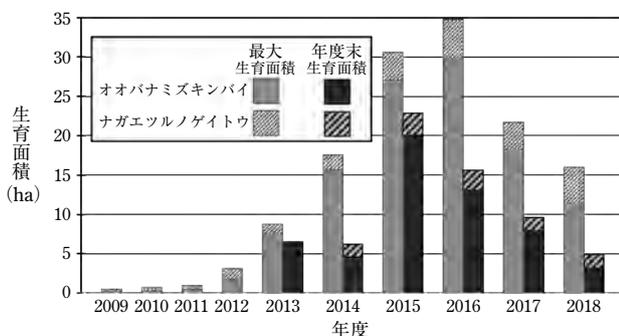


図-1 琵琶湖における侵略的水草2種の生育面積の推移

2. ジェット水流による除去

河川や用水路に繁茂する侵略的水草の対策には、ジェット水流を用いた駆除⁶⁾が報告されている。侵略的水草ナガエツルノゲイトウが侵入した兵庫県稲美町のため池では、水位が低い春季に、消防用ノズルを用いジェット水流による効率的除去を実施している。まず除去対象や除去範囲が明確となるように他植物を刈払い機や手刈りで除去し、ナガエツルノゲイトウの根元の位置を確認する。次に除去した植物体が流下しないよう除去エリア下流に先端を斜めにカットした塩ビ



写真-2 ジェット水流による除去作業

パイプVP20（厚肉管内径20 mm）を打ち込み、上から同VP13（厚肉管内径13 mm）を差し込んで支柱とし、網目4 mmの防風ネットをマルチ押さえで固定する。農業用エンジンポンプ（最大吐出量：1,050 l/min）につないだ消防用ホースの先に口径26 mmの消防用ノズルを装着し、噴出する水流で土壌を掘削し地下部を除去していく（写真-2）。他の植物の地下茎などが混ざっている場合には、ツルハシなどで根系や土壌を断片化しながら水压をかけると除去しやすい。洗い出された根系は水にいったん浮かせ、熊手やたも網などで回収する。ポウルプランタースタンドにガラ袋をセットしておくと同様に回収しやすい。たとえば、ネズミムギとの混生群落では、およそ25 m²の群落を深さ最大30 cmまで掘削し植物体の回収にかかる時間は、準備や撤収も含め初回は6人で5時間である。表面的になくとも断片が土中に残っているため、完全駆除にはさらに1カ月ごとに2回繰り返し、最後は個別に人力で抜く必要があった。

また、ジェット水流による除去は、砂礫質土壌には適すが、泥質の場合、洗い出された植物断片が浮上せず再度埋まってしまう可能性がある。また、地下水位が低すぎると、吐き出した水がすぐ浸透してしまい、うまく掘削できないことがある。従って、ジェット水流で効果的に地下部を除去するには、地形の低い方向に流れるよう掘削の手順を計画する必要がある。

3. 遮光シートによる群落抑制

流れや増水がない河川ワンド部の小規模群落では、遮光シート（遮光率95%）によるナガエツルノゲイトウ抑制が報告⁷⁾されている。千葉県の手賀沼湖畔では、遮光シート被覆によるナガエツルノゲイトウ防除が2012年から2年間実施され有効性が確認された⁸⁾。

水位変動の激しい兵庫県稲美町のため池や千葉県佐

倉市の低地排水路底面でも繁茂するナガエツルノゲイトウ抑制のため、遮光シートでの防除が検討されている。稲美町のため池法面に萌芽前の1月の陸上群落に遮光率90%（防草シート）、99.85%（ブルーシート #4,000、厚さ約0.3mm）、100%（利水シート）の各シートを敷設し生育抑制効果を検討したところ、4カ月半後の5月末には100%遮光以外で再生とクロロフィル合成が認められた（写真-3）。灌漑期に水位が上昇し完全に水没する法面や水路底へのシート設置では、土壌が還元化しガスが発生してシートに浮力を与えめくれやすいので、ペグによる固定に加え、土嚢（0.5~1個/m²程度）を置く必要がある。また増水時のシート流出を避けるために、法肩より外側にロープ

止めを打ち込み、流出防止用のロープをシートハトメなどに結びつけておく。なお、千葉県佐倉市の非灌漑期の排水路（水位約20cm）で3.6×5.4mの利水シート敷設に、敷設前の植生刈取りや流出防止ロープの固定などを含めすべて手作業で、3人で2時間を要している。遮光シートによるナガエツルノゲイトウの死滅には少なくとも1.5年以上と長期の被覆継続が必要⁷⁾であり、水位変動が激しく流れも生じやすい水路法面などでは遮光率の確保とともにシートの耐久性が課題となる。

III. 侵略的水草に対する陸域での化学的防除

侵略的水草が畦畔や水田内など農地に侵入した場合には、除草剤による化学的防除が採用されることが多い³⁾。侵略的水草は生育量が大きく、また地下部もよく発達するものが多いため、薬剤が接触した組織のみ影響を及ぼす接触性除草剤より、茎葉や根から吸収された薬剤が植物体内に移行して作用する移行性除草剤が適している。ナガエツルノゲイトウがまん延している千葉県八千代市の水田畦畔で移行性茎葉処理剤のグリホサートカリウム塩を年3回5月、7月、9月に散布（48%液剤、薬量：1,000ml/10a、水量：25l/10a）し、効果的な処理時期の検討が行われた（図-2）。5月の散布では、ナガエツルノゲイトウの被度はいったん低下したもののすぐに回復した。7月に散布するとすべての植生が枯れたあと他の植生に先駆けて再生するため、2カ月後の被度は対照区よりも高くなった。一方、生育が緩慢となる9月に散布すると効果は持続し、地上部が枯死する冬期まで再生はわずかであった。しかし、翌春5月の再萌芽数は対照区と比べ大幅に少なかったものの平均で9本/m²ほど認められ、まん延すると多くの多年生草種の根絶が可能な年3回のグリホサート処理でも完全駆除は難しかった。水田内では、本田期間中の除草剤だけではなく、稲刈り後にグリホサートなどを散布することによって、根絶は難しくても圃場内の低密度化に向けて一定の効果はあると考えられる。一方、海外では湖沼や水路でもグリホサートや植物ホルモン系の除草剤を利用した駆除が行

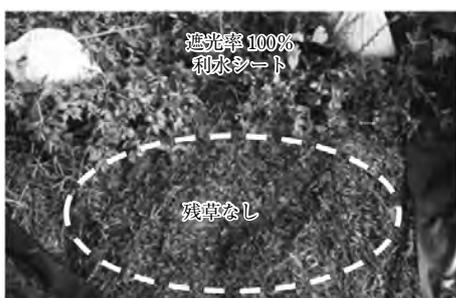
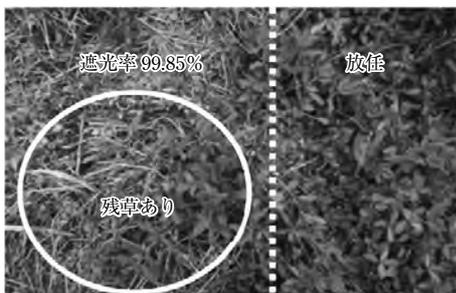
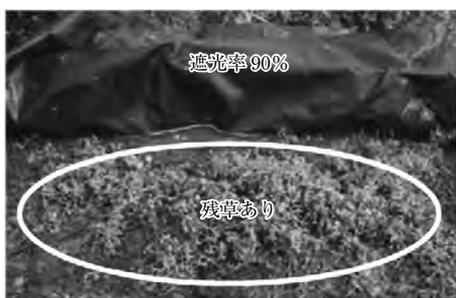


写真-3 遮光率の異なるシートの設置約4カ月後の抑草状況

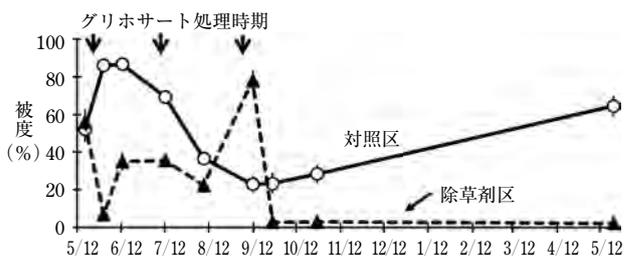


図-2 グリホサート処理区と対照区のナガエツルノゲイトウ被度の推移

われている⁹⁾。たとえば、イギリスでは自然保護区内の湖沼に侵入したオオバナミズキンバイに対して、浚渫による除去と除草剤とを組み合わせた防除が報告¹⁰⁾されている。水中の群落に対しては、除草剤による防除のみでは駆除に至らない場合も多く、また水域生態系への影響も懸念されることから、他の手法の補助的手段と考えられている。

IV. 農地への侵入防止対策

灌漑水を反復利用する印旛沼地域では、農業水路網を通じて地域全体にナガエツルノゲイトウがまん延する¹¹⁾。林ら¹²⁾は、灌漑用水に外来水草の断片が混入することで外来水草の繁茂拡大が促進される事象を確認し、農業用水を通じた茎断片の拡散を防ぐために灌漑水路に網掛けするなど、茎断片の農地侵入防止対策の重要性を指摘している。たとえば、農業用水に混入した侵略的水草の断片は、給水栓の口に布袋や収穫ネットをくくりつけることで農地や末端水路への拡散を防止できる。実際に、灌漑期間中の給水栓からは、1週間で落葉落枝などに混じり20片以上の茎断片が排出された(写真-4)。場所によっては、侵略的水草以外のゴミが大量に排出されるため、ネットが目詰まりしないようこまめに見回す必要がある。

V. 各対策の課題と適用場面

侵略的水草の対策で最も有効なのは早期発見・早期駆除である。爆発的な増殖力や高い環境適応性を有していても侵入初期に発見できれば群落は小さく人力などによる抜取りで駆除が可能である。印旛沼にはナガ

エツルノゲイトウやオオフサモなど多くの侵略的水草がまん延するが、隣接する手賀沼流域に大群落がみられるオオバナミズキンバイに関しては、早期発見・駆除に成功しており、これまでのところ定着を許していない¹³⁾。しかし、侵入初期を経て定着・まん延してしまうと、化学的防除や侵入防止対策などを組み合わせる地域全体の低密度管理を目指すことになる(表-1)。滋賀県では広大な面積に拡大したオオバナミズキンバイ等の駆除に機械と人力を併用し2017~2019年度の3年間で10億円近い経費を支出するなど、対策には高コストが必要となる。しかし、小面積でかつ水深や流速が小さければジェット水流の利用や人力で低コストでの除去が可能となる。法面や石組みの隙間、水位のある水路面などでは、駆除まで時間を要するものの遮光シートが効果的である。また、農地周辺で登録剤のある場合は、移行型の除草剤も有効である。しかし、わが国では河川や水路での除草剤使用は環境影響面だけでなく農業登録上も難しく、まだ現実的では



写真-4 給水栓に取り付けられた収穫ネット(左)、流入するゴミ(右上)とゴミに混じるナガエツルノゲイトウ断片(右下)

表-1 まん延地における侵略的水草への対策と適用場面

手 法	物理的駆除			化学的防除	侵入防止策	
	建設機械・作業船など大型機械	ジェット水流	人力による手刈り			
利 点	・大面積や大規模群落に対応	・人力より効率的	・細やかな除去 ・他手法と組合せ効果大	・水位変動や高水位に対応 ・設置労力のみ	・移行性の高い除草剤 ・労力小 ・農地で一般的 ・回収不要	・断片等の拡散対策 ・再侵入防止 ・未侵入地で効果大
課 題	・コスト高 ・除去後の監視 ・除去後の処理	・水源の確保 ・適用場面狭い	・作業効率低 ・断片の回収	・耐久性 ・流出防止対策 ・面積単価高	・水域では不可 ・他の動植物等への影響	・管理労力が増 ・除去後の処理
水源の湖沼・河川	◎ ⁵⁾	△ ¹⁴⁾ 回収困難	○ ^{3), 13)}	○ ¹³⁾	×	◎ ¹¹⁾ ダストフェンス
ため池 河川ワンド	—	○	○ ^{2), 11)}	○ ⁷⁾	×	—
用・排水路	—	△ ⁶⁾ 低水深・低流速	○ ^{2), 11)}	○	×	—
水田など 農地	—	—	△ ¹¹⁾ 回収・処理必要	—	○ ³⁾	◎ ¹²⁾ 給水栓のネット
農地周辺 (畦畔・農道)	—	—	×	—	○	—

◎：非常に効果的 ○：効果的 △：限られた場面で効果 ×：現実的でない —：判断しうる情報なし

ない。従って、水路では表-1を参考に効果的と思われる物理的手法を組み合わせ駆除に取り組む必要がある。

謝辞 本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」JPJ007966により実施した。

引用文献

- 1) 環境省：特定外来生物等一覧, <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> (参照2020年7月7日)
- 2) 農林水産省：外来植物の早期発見と防除—農業用排水路等における外来植物対策—, https://www.maff.go.jp/j/pr/annual/pdf/nousin_04.pdf (参照2020年7月7日)
- 3) 中村悦子：印旛沼周辺地域の水田における特定外来雑草「ナガエツルノゲイトウ」の発生状況について, 雑草と作物の制御6, pp.32~34 (2011)
- 4) Kamigawara, K., Nakai, K., Noma, N., Hieda, S., Sarat, E., Dutartre, A., Renals, T., Bullock, R., Haury, J., Bottner, B. and Damien, J.-P.: What kind of legislation can contribute to on-site management?: Comparative case studies on legislative developments in managing aquatic invasive alien plants in France, England, and Japan, *Journal of International Wildlife Law & Policy* 23, pp.83~108, doi.org/10.1080/13880292.2020.1788778 (2020)
- 5) Nakai, K.: Countermeasures against invasive alien species: Regulations and control, In: Kawanabe, H., Maehata, M. and Nishino, M. (eds.): *Lake Biwa: Interactions between Nature and People Second Edition*, Springer, pp.585~592, (2020)
- 6) 吉永育生, 嶺田拓也, 山岡賢, 渡部恵司: ニノ堰用水路で繁茂する水草の除去時期の検討, *農業農村工学会論文集* 311, pp.II_59~II_63 (2020)
- 7) 内藤馨: 淀川における外来水生植物駆除技術の開発, *環境技術* 44(11), pp.611~618 (2015)
- 8) 美しい手賀沼を愛する市民の連合会: ナガエツルノゲイトウ関連, <http://www.biteren.com/nagae.html> (参照2020年7月7日)
- 9) Grewell, B.J., Netherland, M.D. and Thomason, M.J.S.: *Establishing Research and Management Priorities for Invasive Water Primroses (Ludwigia spp.)*, U.S. Army Corps of Engineers (2016)
- 10) Hampshire and Isle of Wight Wildlife Trust: Control

of creeping water primrose *Ludwigia grandiflora* at Breamore Marsh, in New Forest District, Hampshire, UK, A report prepared on behalf of RINSE (2013)

- 11) 嶺田拓也, 佐々木亨, 市川康之, 芝池博幸, 高橋修, 皆川裕樹, 鈴木広美, 山岡賢: 印旛沼地域に侵入・定着する外来水草ナガエツルノゲイトウ, *水土の知* 86(8), pp.11~14 (2018)
- 12) 林紀男, 井上恭二, 本橋敬之助: 印旛沼流域におけるナガエツルノゲイトウ繁茂域の変遷, *千葉生物誌* 64(1), pp.9~14 (2014)
- 13) 林紀男, 八楸雅子, 中野一字, 半沢裕子: 印旛沼・手賀沼でオオバナミズキンバイ *Ludwigia grandiflora* 初記録, *千葉生物誌* 67(1,2), pp.23~28 (2018)
- 14) 内田朝子, 白金晶子, 角野康郎, 古川彰: 「矢作川オオカナダモ駆除検討会」の記録, *矢作川研究* 20, pp.43~52 (2016)

[2020.9.28.受理]

嶺田 拓也 (正会員)



1997年 岡山大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了
2002年 農業工学研究所
2016年 農研機構農村工学研究部門水域環境ユニット上級研究員
現在に至る

中井 克樹



1992年 京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了
滋賀県教育委員会事務局琵琶湖博物館開設準備室
1996年 滋賀県立琵琶湖博物館
2011年 同館専門学芸員
2014年 滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課(兼務)主幹
現在に至る

林 紀男



1987年 東邦大学大学院理学研究科修了
千葉県教育庁文化課博物館準備室
1989年 千葉県立中央博物館
2019年 同館生態・環境研究部環境教育研究科長
現在に至る

丸井 英幹



1993年 筑波大学大学院修士課程環境科学研究科修了
環境設計(株)
2008年 エコロジー研究所
2014年 大阪産業大学非常勤講師
現在に至る