

農業水利施設を利用する水草たち

嶺田拓也*

〔キーワード〕：ため池，水路，絶滅危惧種，侵略的外来水草，農業依存種

1. はじめに

ため池や用水路，排水路など農作物を育てるために必要な水を貯水，そして引水・排水を目的に整備された施設は農業水利施設と呼ばれる。水田や畑地などの農地では，作物以外の自生植物を雑草と呼んでいるが，農業水利施設内にも意図せず自生する水草が見られる。国内の水田にみられる生物をリスト化した「田んぼの生きもの全種リスト」（桐谷ら2010）では，水田やその周辺環境（畦畔や水路など）に生育する1,938種の維管束植物を掲載しているが，そのうちため池では443種，農業水路には326種が報告されている。ため池や水路は水田と繋がっており，水田雑草と共通する水生・湿生植物も多く見られる。さらに，シャジクモや緑藻，珪藻などの藻類も広義の“水草”と捉えると，農業水利施設には多様な水草が生育する。これらの水草には，他の水辺環境から姿を消しつつある絶滅危惧種が含まれる一方，大繁茂して利水や排水を妨げる侵略的外来種など雑草性の高いものも報告されている。

本報告では，人工的に整備・管理されてきた農業水利施設を利用して生活史を営んでいるさまざまな水草について，その生態だけでなく，農業における水利用とのかかわりも紹介したい。

2. ため池や水路に見られる水草

人工的に造成されたため池は，浅い水深の水田や流水環境の用排水路と異なり，ある程度の深さの水深を維持した止水環境である。ほとんどのため池は，湧水池や水の溜まりやすい立地に築造され，ため池に見られる水草は造成前から自生していた湿生植物や水草由来することが多い。水草はその生活形から，茎や葉が水上に伸び常に植物体の一部が水上にある大型抽水植物（ヨシやガマなど），水深によつ

ては植物体が水面下に沈下してしまう小型抽水植物（タチモやハリイなど），植物全体が完全に水中に没する沈水植物（イトモやスプタなど），根を水底に固着させ，葉を水面に浮かべる浮葉植物（ヒシやアサザなど），根で水底に固定することなく，植物体が水中か水面を浮遊する浮遊植物（ウキクサやサンショウモなど）に分けられる（図1）。また，ため池上流部などに見られる湿原には，シロイヌノヒゲなどのホシクサ属やジョウロウスゲなどスゲ属を中心に湿生植物群落も形成されやすい。山間部のため池谷頭部の貧栄養湿地には，サギソウやミミカキグサなど希少な植物を含む湿地植生が発達することもある。

水田など農地に水を供給（灌漑）するため池は，年間を通じて大きく水位変動する。一般に，ため池の水位は水田の取水量が多い代かきから田植え時期にかけて最も低下する。また水稲収穫後には，水質改善のために水を抜く池干しを行う場合も多い。このような環境下では，ヒルムシロやキクモなど乾燥に耐える機構を備えた陸生形を形成する水草が見られやすい。一方，年間を通じて貯水されたため池に見られるエビモなどは特別な越冬器官を形成しないため，冬期に乾燥してしまう池では生育しにくい。従って，池干し等で冬期に乾燥しやすいため池では，種子で越冬する一年生植物や乾燥や低温に耐性のある殖芽を形成するタヌキモやトリゲモを中心とした水草群落が形成される。

一方，流水環境を提供する用水路や排水路には，水田やため池とは異なりある程度の流速にも対応できる水草が見られる。また，河川など取水源に生育している植物やその種子などの流れ込みによる影響も強く受ける。コカナダモやオオカナダモなどの外来水草を含め，クロモ，エビモなどが用水路を通じて末端の用水路まで侵入する。湧水を起源とするような水路では，水質や水温が一定に保たれるため，冷水環境を好むバイカモなどが定着しやすい。

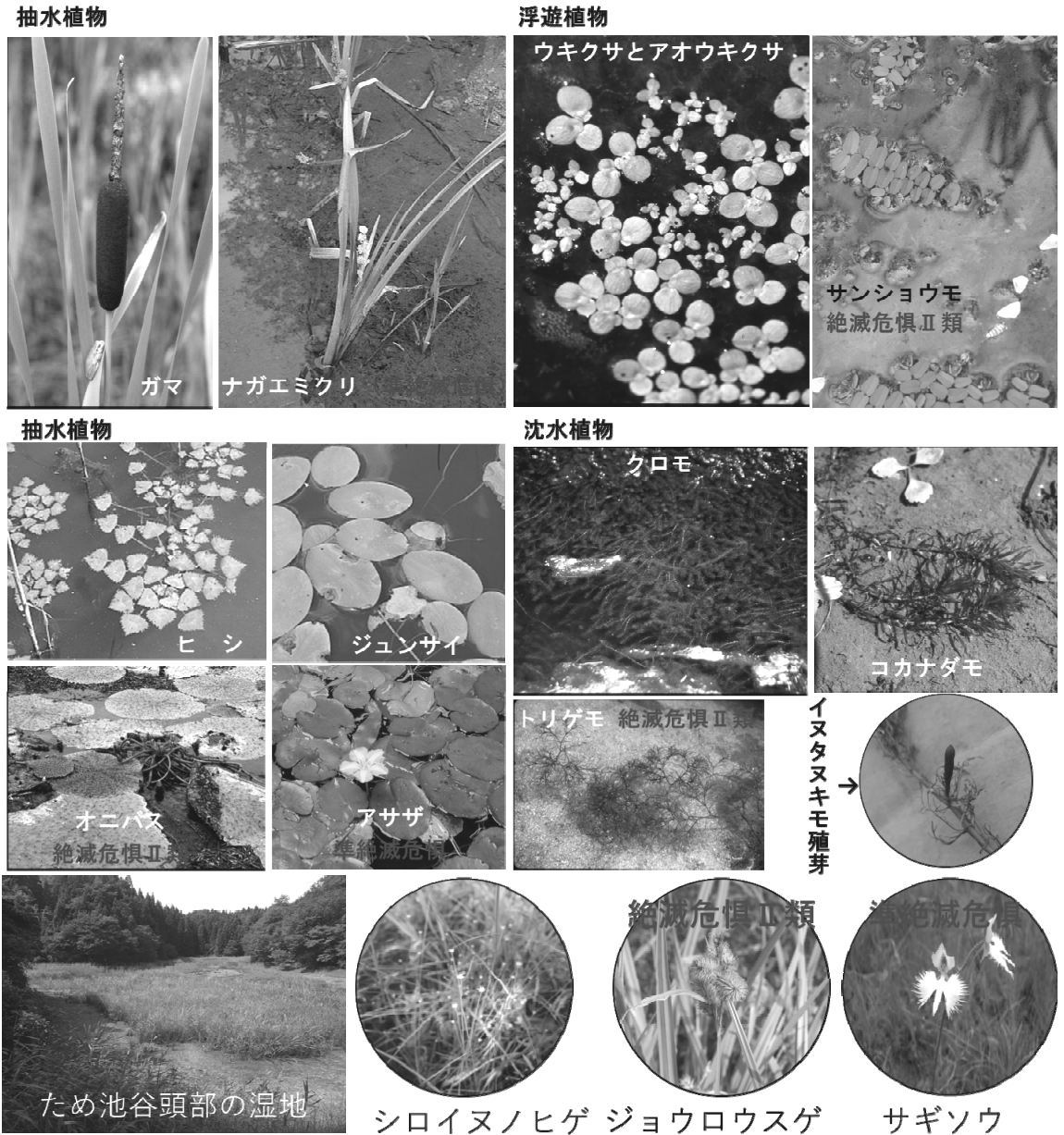


図1 ため池や水路に見られる水草

また、灌漑期間のわずか4~5ヶ月程度しか通水されない用水路などでは、短期間で成長し乾燥にも耐えうる機構を持った水草が見られる。一方、水位や流量の変動が大きくなりがちな排水路では、しっかり水底に根を張り流されにくい大型の抽水植物が浮草植物や沈水植物よりも定着しやすい。また、水路構造、とくに底質は水草の定着に大きく影響し、

土砂等の堆積がないと根で水底に固着する水草は生育しにくくなる。

3. ため池の管理と水草の多様性

ため池に見られる水草の多様性は、各地で浮葉植物や沈水植物群落の衰退が報告されるなど減少傾向にある。この要因の一つとして、耕作放棄の増加

や灌漑体系の変更等によるため池の利用頻度の低下や管理放棄が考えられている。農業水利施設であるため池では、通常、貯水や利水機能維持のため、池干しだけでなく、堤体や池周辺の草刈りや枝落とし、取水の障害となるような水草の刈取り(藻刈り)、泥上げ、そして取水施設・余水吐きの点検・補修などが行われている。しかし、農地が休耕・放棄され、灌漑水源としての需要がなくなると、これらの管理作業も行われなくなるか、頻度は低くなる。香川県仲多度地域において、ため池の管理頻度と水草相との関係を解析したところ、藻刈りや泥上げ作業は沈水植物や浮遊植物種数に負の影響を与えている可能性が示されたが、抽水植物や浮葉植物の種数に対しては正の相関が認められた(表1, 嶺田ら 2006)。石川県の中山間地の小規模なため池群における管理と水草相に関する調査でも同様の結果が得られ、利水が維持され、藻刈りや池干しなどの管理作業が毎年のように実施されているため池では、沈水植物が抑えられ抽水植物や浮葉植物が多くなり、藻刈りや池干しが実施されず利水頻度も低い(1~3回程度/年)と抽水植物や浮葉植物に加え、沈水植物群落も増加する傾向が示された。従って、沈水植物を含む多様な水草の維持には藻刈りなどの攪乱の頻度を下げつつ適度なため池利用や管理が必要であることがうかがわれた。しかし、利水が消失し維持管理も全くなされなくなってしまうと、土砂や落葉の堆積により陸化が進行し、沈水植物や浮葉植物が消え、わずかな抽水植物のみとなりやすい。

一方、ため池に出現する絶滅危惧植物の種数とため池の規模を見てみると、貯水量5千t未満の小規模な池でミクリヤイトモ、スプタなど多くの絶滅危惧種が生育していた(嶺田・日鷹 2002)。とくに中山間地の小規模な池ほど受益面積が少なく、耕作放

棄による利水用途の消失を招きやすいので、管理放棄されがちである。そのような小規模なため池における水草多様性の減少が懸念される。

4. 利水の障害となる水草

1) 農業水利施設を經由して拡散する侵略的外来水草

南米原産のヒユ科の多年生水草ナガエツルノゲイトウ (*Alternanthera philoxeroides*) は中空の茎が1m以上も伸長し節から活発に発根・分枝することで、日当たりの良い肥沃な水辺に大群落を形成する。世界各地の水辺に侵入し、水辺生態系に大きな影響を与えているだけでなく、開放水面に大繁殖し水路閉塞など水利上の問題を引き起こす侵略的外来水草として知られている。日本には1989年に侵入が確認されて以降、現在では茨城県以西の各地で報告されている。外来生物のなかでも特に生態系や人体、農林水産業に悪影響を及ぼすおそれがあるものとして2005年には栽培・保管・運搬が原則禁止される「特定外来生物」(環境省)に指定された。伸長した茎は千切れやすく、茎断片に節が含まれていれば1~2cm程度でも容易に萌芽し漂着先で定着する。また、ゴボウ状に伸びた根の断片も不定芽を形成しやすく増殖源となる。本種が流域全体に定着する千葉県印旛沼では湖沼や河川域だけでなく、用排水路や用排機場にも侵入し通水や排水に支障をきたしている。加えて、排水機場ではポンプ稼働時に大量に漂着するナガエツルノゲイトウによって、治水上の問題となっており、スクリーンに付着するナガエツルノゲイトウの処理に多大な労力やコストをかけている。また、流域内の水田内や畦畔にも侵入しており、水田内でまん延すると水稲にもたれかかるように伸長し生育競合だけでなく、コンバインによ

表1 香川県仲多度地域におけるため池内管理内容と水生植物相の関係(嶺田・石田・廣瀬・松森 2006より)

維持管理内容	確認種数	抽水植物種数	浮葉植物種数	沈水植物種数	浮遊植物種数
取水施設の軽微な補修	0.21	0.19	0.19	0.02	-0.07
余水吐きの軽微な補修	0.34**	0.33**	0.21	0.05	-0.08
堤体周辺の軽微な補修	0.25*	0.28*	0.28*	-0.13	-0.12
堤体や池周辺の草刈り	0.08	0.00	0.08	0.08	-0.05
池内の草刈り	0.39**	0.33**	0.38**	-0.05	-0.05
水抜き	0.25*	0.26*	0.13	-0.10	-0.08
泥上げ	0.48**	0.40**	0.25*	-0.16	-0.13
落葉・ゴミ拾い	0.25*	0.15	0.24	-0.16	-0.11

*は $P<0.05$, **は $P<0.01$ で有意(ピアソン積率相関)

る収穫作業の効率を著しく悪化させる。パイプラインで用水が供給される水田でも給水栓付近によくみられ、実際に灌漑期間中に給水栓からのナガエツルノゲイトウの茎断片流入が確認されるなど、管路区間があっても用水経路で拡散していると考えられる。農地内に侵入したナガエツルノゲイトウは、水平方向の伸長だけでなく節からも地中深く直根を下ろすことによって定着を確実なものとする。現在までのところ、ナガエツルノゲイトウに卓効的な水田除草剤や防除体系は確立されておらず、慣行の防除体系下で本種の残草がよく目立つ。さらに、ナガエツルノゲイトウがまん延する圃場では、耕起で細断化されたナガエツルノゲイトウの茎や根の断片が代掻きの落水時に水尻から排水路に流出することも確認されている。印旛沼地域では農業用水の安定供給や印旛沼の水質保全を図るために「低地排水路→揚水機場→管路→水田→排水路→低地排水路→」の循環灌漑システムを構築しているが、ナガエツルノゲイトウはこのシステムを利用し農業水利施設を介して、水田に拡散・まん延している(図2)。

2) 用水路で短期間に増殖する藻類

緑藻や褐藻には群体や多細胞によって数m以上となるものが知られている。ときに土砂の堆積がないコンクリート3面の開水路の水路河床や壁面上に、糸状体を形成する緑藻や褐藻が直接付着し繁茂す

ることがある。糸状性藻類は剥がれや千切れによって水路内を大量に流下すると、分水口に付着し取水の障害や、スクリーンや除塵機にて大量に捕捉され管理面での大きな負荷となる。茨城県南部のある幹線開水路では緑藻類の *Cladophora* sp. (シオグサの一種) や褐藻などが短期間に大発生し、下流の除塵機に負荷を与えている(図3)。*Cladophora* は緑色の分枝した一細胞列の糸状体を形成し、流れの速い河川の河床基質上に付着する。水路内では大型化し4m以上に達する。下流の除塵機には4月下旬の通水開始後直後から漂着が認められ、6月中旬にピークを迎えるが、その後急速に漂着が減少した。このように水路では、短期間に大增殖し終息も早い糸状性藻類などが問題となることがある。

3) 水利施設内で繁茂する水草の防除

ため池や水路内で増殖する水草の対策として一般的なのは、刈取り(藻刈り)である。ため池や水路の取水施設付近などの小群落程度なら、抽水植物でも沈水植物でも1~3m程度の長い柄の藻刈り鎌で刈取り、引き揚げるができる。またジェット水流などを利用すれば、根こそぎ除去することができる。大面積だと刈刃が取り付けられた藻刈り船が用いられる。藻刈り船には刈取りだけでなく、ナガエツルノゲイトウなどの特定外来生物を対象とした場合、回収機構も備えたものが多い。しかし、刈り取った水草をすべて回収することは難しく、再生能力の高い侵略的外来水草の駆除では、刈取り自体が分布拡散を助長しないように気を付けるとともに駆除後に再定着を防ぐ巡回・監視が必要となる(嶺田ら2020)。農業水利施設では、農業用水としての供給や河川への排水を伴い、水域生態系への影

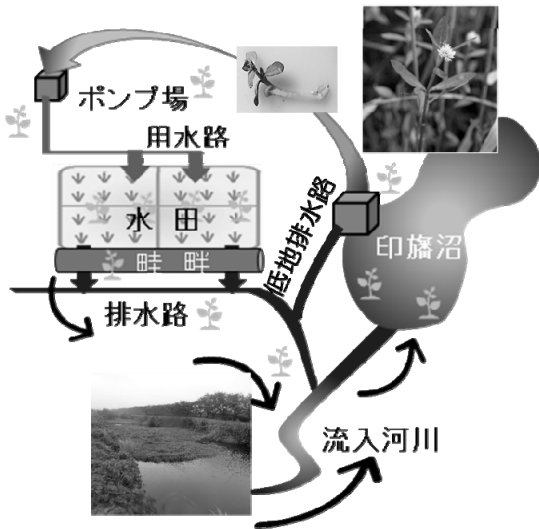


図2 印旛沼地域における循環灌漑システムとナガエツルノゲイトウの拡散様式

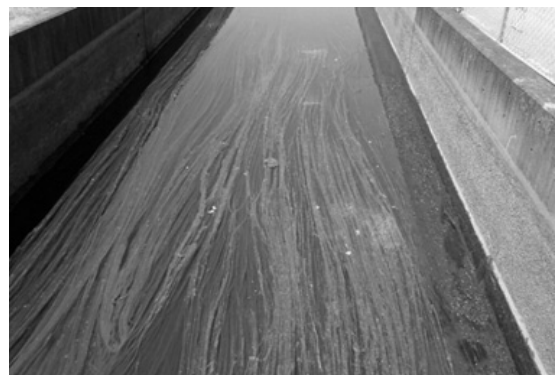


図3 コンクリート3面水路に繁茂する糸状性藻類

響も懸念される一般的な化学的防除(除草剤)が採用しづらい。そこで、物理的に遮光シート等で水面や水底を覆うことで生育抑制する試みが各地でなされているが、シート敷設の労力だけでなく、耐久性や敷設面積が広いとコストも大きな課題となる。

5. 最後に

雑草として水稻栽培環境下の水田で特異的に見られるコナギやタイヌビエなどのように、耕作下の農耕地に特異的に生息する生物種は農業依存種(Agriculturally dependent species)(Hidaka 2005)とされる。農業が有する多面的機能のうち、生物多様性保全機能において最も重視しなければならないのは他の環境下では見られない農業依存性の高い種群や個体群であろう。自然湖沼と異なり耕作に伴う人為的かつ定期的な水位変動などの攪乱がもたらされるため池に特異的に生育する水草も、農業依存種として見なせるのではないだろうか。例えば、小林(1984)はため池と水田に見られるクログワイ個体群を比較し、個体群間で草型や塊茎の形成期、萌芽パターン、日長反応などに違いが見られることを報告している。ため池のクログワイ個体群は、水田個体群より早く塊茎形成を終了し、夏期の水位低下による生育環境の変化にうまく適応を果たしていた。また、現在、野生絶滅状態にある希少水草コシガヤホシクサの最後の野生生息環境はため池であることが知られている(土屋 2013)。コシガヤホシクサは深い水深には適応するが、ヨシなどの大型の抽水植物との競合に弱く、また種子の寿命が短いためシードバンクを形成しづらく、種子生産が毎年継続されないと絶滅してしまう。最後の生育地となったため池では、春から夏にかけて利水のため水位が維持されヨシなどの侵入を阻むとともに、秋以降の水位低下によってコシガヤホシクサの種子生産を可能としていた。しかし、渇水のため水位の下げられない年が何年も続いたため、種子生産ができずにやがて絶滅してしまったとされる。ため池に生育していたコシガヤホシクサ個体群は、花茎を伸ばすタイミングなどの生活史を利水に伴う水位変動のサイクルに適応させ群落を維持してきたといえる。ため池でよく見られるアオテンツキやニイガタガヤツリなどの小型抽水植物も、灌漑終了後の落水後に湖底が干上がると発芽し短期間に開花結実す

る。このようにため池の水位操作に適応した

種や系統の存在がうかがわれ、池干しなど利水に伴う管理作業は、多様な水草が生育する光環境や水質環境、水位変動を創出してきたといえよう。しかし、水位が低下するタイミングで再生産を行う水草の多くが絶滅危惧種となっているように、生活史に不可欠な要素を水位操作に依存しすぎると、利水環境の大きな変化や消失によってその存続は脅かされてしまう。一方、多くの水草はシードバンクの寿命が比較的長いため、水草群落が衰退してしまったため池でもかつての管理が再現されれば、以前の群落が再生する可能性は高い。近年、防災上の観点から、利水需要が消失もしくは大幅に低下し老朽化が進行した特に小規模のため池に対し、埋め立てや堤防切り落としによるため池廃止の検討が各地で行われている。もし、廃止を検討するため池に利水に伴う特有の環境に適応した水草個体群が存在するなら、防災面だけでなく農業が提供してきた生物多様性の保全という相反する課題も俎上にのせて、廃止ため池の選定方法などを議論していく必要があるだろう。

前節で紹介したナガエツルノゲイトウは、管路区間も含むネットワーク状に整備された農業水利施設と循環灌漑システムに乗じて拡散を果たしてきた。クロモやコカナダモなども用水路を経由して水田に一時的に侵入することがあるが、冬季に乾燥する水田では定着が難しい。水田内にも定着しているナガエツルノゲイトウは栄養繁殖を主として断片からの再生能力が高く、また乾燥にも強いため、水田や畦畔が繁殖地となり、排水路を介して水路ネットワークへの供給源となっていた。このように在来の水草には見られない生態的特性を有しているとはいえ、うまく循環灌漑システムに入り込んでいるナガエツルノゲイトウなども新しいタイプの農業依存的な水草といえるのではないだろうか。

農業水利施設に見られる水草には、水位変動の激しい河川低水敷や自然湖沼にも生育する共通種も多い。そのなかで保全・防除のどちらの観点からも、農業水利施設が提供する環境や条件が水草の生活史や個体群維持にどのように寄与しているか、つまり農業依存性の視点から水草の生活史を整理・検討していくことは、農業水利施設における水草とのつきあい方を考えていく上で重要な示唆を与えてく

れものと考えている。

引用・参考文献

- 浜島繁隆ら編(2001)『ため池の自然』, 信山社サイテック, 東京.
- Hidaka, K. (2005) True agro-biodiversity depending on irrigated rice cultivation as a multifunction of paddy fields, *Proceedings of the world Rice Research Conference of World Rice Research Conference*, 337-339.
- 角野康郎(1998) ため池の植物群落 (江崎保男・田中哲夫編)『水辺環境の保全』, 朝倉書店, 1-16.
- 桐谷圭治編(2010)『改定版 田んぼの生きもの全種リスト』, 農と自然の研究所, 福岡.
- 小林央往(1984) 水田多年生雑草クログワイの生態と変異, *雑草研究* 29 (2), 95-109.
- 嶺田拓也・日鷹一雅(2002) 香川県仲多度地方の水生植物相によるため池群の類型化, *水草研究会報* 74, 35-44.
- 嶺田拓也・石田憲治(2006) 希少な沈水植物の保全における小規模なため池の役割, *ランドスケープ研究* 69, 577-580.
- 嶺田拓也・石田憲治・廣瀬裕一・松森堅治(2006) 水生植物保全に向けたため池管理実態の把握, 香川県仲多度地域を事例として, *農村計画学会誌* 25, 347-352.
- 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(2018) 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, *農業農村工学会誌* 186, 687-689.
- 嶺田拓也・吉永育生・渡部恵司・山岡賢(2018) 茨城県南部の開水路に発生する糸状性藻類の発生消長, 平成30年度農業農村工学会大会講演要旨集, 520-521.
- 嶺田拓也・中井克樹・林紀男・丸井英幹(2020) 農業被害をもたらす侵略的外来水草の対策と課題, *農業農村工学会誌* 188, 887-891.
- 土屋守(2013) コシガヤホシクサとの出会いとその後, *水草研究会誌* 100, 21-28.