

雑草を以て雑草を制す

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
技術顧問

與語 靖洋

2023年2月22日に植調協会主催の緑地管理研究会がオンラインで開催され、300名を超える参加者があった。その午後の講演会において、“草で草を制す！”をテーマに、6名の演者から話題提供があり、その後のセッションや全体討議を含めて、盛り上がりを見せていた。一方、「毒を以て毒を制す」という諺がある。これは、1204年（宋代）の禪宗史伝の書の一つである『嘉泰普灯録』にある「以機奪機，以毒制毒」に由来する。すなわち「自分の好機をつかむことで相手の好機を奪い、毒を用いて毒を攻撃する」の後半部分である。雑草が悪かどうかは別にして、“雑草を以て雑草を制す”について考える。

1. 雑草間の競合

まず思い浮かぶのが、雑草間の競合である。作物－雑草間の競合同様に、雑草間でも光、水、養分を奪い合う。そのため、それらの生息環境において有利な雑草が不利な雑草の生育を抑える。競合にかかわるこれらの環境要因については、多くの成書があるので参考にさせていただきたいが、ここでは、畑水分条件においては、砂、シルト、粘土の割合で類型化される土性が雑草の分布に少なからず関連することを付記しておく。また、その他の性質として土壌pHと有効態リン酸の上昇が、農地周辺や耕作放棄地において外来雑草が蔓延する要因の一つとして考えられている（平館ら 2008）。

さて、競合にかかわる植物側の要因としては、下記のようにいくつか考えられる。

第一に個体の大きさである。先発または大型の雑草に被覆されれば、後発または小型の雑草は光競合で不利になる。

第二に成長スピードである。栄養繁殖器官から萌芽する多年生雑草は、種子から発生する一年生雑草に比べて初期生育が早い点で有利である。一方、先発の雑草があっても、その被度が低いまたは成長が遅ければ、後発の雑草は成長スピードの速さによって競合に有利に働くこともある。

第三に発生活消長である。初期の成長スピードが遅くても、先に出芽してある程度の大きさを確保できれば、競合には有利である。一方、ダラダラと長期間発生する草種で

あれば、他の雑草が発生しない時期または自然枯死した後には個体群を確保することができる。この発生活消長には、温度だけでなく、発生深度や土壌水分等も関与することは言うまでもない。

第四に個体群密度である。競合はまさに“多勢に無勢”である。この密度を決めるのが種子や栄養繁殖器官の埋土量であるが、それ以外に休眠覚醒程度や埋土位置の違いも影響し、そのことによって発生活消長の様相も異なる。

農耕地においては、さらに栽培要因としての耕起・培土等の耕種作業や、除草剤の利用等が組み合わさることにより、雑草間の競合に有利または不利に働き、結果としてその土地の雑草分布または植生が決定される。

以下詳細は割愛するが、今回のテーマである“雑草を以て雑草を制す”現象として、他感作用、いわゆるアレロパシー（Allelopathy）がある。この作用は、雑草の葉や根、または枯死個体から環境中に放出される他感物質の作用によって、他の雑草の生育を抑制または促進するものであり、競合だけにとどまらない。

他に変わったところでは、寄生植物がある。農業場面における寄生植物の寄主と言えはまず作物であるが、雑草に寄生する植物もある（Kebede and Ayana 2018）。例えば、ストライガ属の*Striga asiatica*はインド、南アフリカ、米国等、海外において、イネ科作物であるトウモロコシ、ソルガム、イネ、サトウキビ等で問題となっている寄生植物であるが、イネ科の様々な属の野生植物や雑草にも寄生する。一方、ネナシカズラ属（*Cuscuta* spp.）は、豆類、トマト、イモ類等、多くの広葉作物で問題となっているが、一部のイネ科あるいは単子葉の広葉雑草にも寄生する。

なお、当然のことながら、アレロパシーや寄生植物も、農業現場では先に挙げた各種競合要因と相互に関連しながら作用する。

2. 競合の利用

1で述べた農業生態系における雑草間の競合の結果として生じる雑草の分布や植生の変化を逆に積極的に利用することもできる。以下のことは別の言葉で言えば、何れも“植生誘導”であり、誘導後に優占する草種が他の草種を制することになる。なお、アレロパシーについては実用的な利用報告がたくさんあるものの、ここでは割愛する。また、寄生植物の実用場面における利用に関する情報は見つけることができなかった。

佐合隆一氏は、樹園地等の緑地管理においては、雑草の根絶を目指すのではなく、その場における雑草の種構成を考慮して、“理想的植生”に誘導することが重要であると示

ている（佐合 2007）。ここでいう理想的植生とは、管理が容易な植生のことである。また、渡辺修氏は、雑草すなわち害草ではなく、例えば畦畔に生育する雑草は、土壌保全機能や生物多様性保全、さらには資源利用の面で重要であると、それらの価値を見いだす必要性に言及している（渡辺 2010）。

さて、制する側の植物の大半は人為的に導入するものであり、雑草ではないが、主に休閑期に栽培するカバークロープや主に作期に栽培するリビングマルチは、この植物間の競合を上手に利用したものであり、その他にデッドマルチもある（Petit *et al.* 2018.）。デッドマルチは、カバークロープやリビングマルチの後に、それらの植物の刈草をその場に残す、除草剤で枯殺する、またはそれらが自然に枯死したもので、思いの外効果が高い。畝間や樹冠下の敷き草は草場や収穫した作物の刈草を利用したものであるが、これも枯死した草で被覆する原理から考えれば、デッドマルチに分類しても良いであろう。

また、当協会が開発した技術に、「水田における簡易なシバ畦畔の造成法」があり、先に述べた緑地管理研究会でも紹介された。ここでは、元々畦畔の在来雑草であるシバ（*Zoysia japonica*, 別名：ノシバ）を植え付けるのだが、4～5月セル苗の作成から、シバが優占した畦畔の造成・維持管理までの一連の作業を示したマニュアルを当協会のWebsiteで公開している。これ以外にも、畦畔や法面管理において人為的に優占化させる植物種としてセンチピートグラス（*Eremochloa ophiuroides*, ムカデシバ）やハードフェスク（*Festuca ovina* var. *duriuscula*, コウライウシノケグサ）等もある。なお、このような植生誘導の手段として、それらが残草するような選択性除草剤や抑草剤* の処理も有効である。

3. 不稔種子の産生

Successful Farming（成功する農業）のWebsiteに“WEEDOUT WEEDS”という記事が掲載された。私なりに意識すると、“除草する雑草”である。この記事はこのWebsiteの作物技術部門の編集長であるGil Gullickson氏が執筆した。2020年11月末のことである（Gullickson 2020）。この技術を簡単に説明すれば、雄性不稔の花粉を雌しべと交配させることによる稔性のない種子の生産、つまり沖縄等で行われているウリミバエ対策の雑草版である。防除対象とする雑草の開花期に、放射線処理によって

不稔化した花粉を複数回散布する。複数回散布する理由は、その間当該雑草の花粉も自然に飛散しているためである。放射線処理した花粉が受精した種子は不稔になるため、次年度以降に発生する個体数が減少する、いわゆる“埋土種子管理技術”である。

この技術は、米国で猛威を振るうオオホナガアオゲイトウ（*Amaranthus palmeri*）の防除のために開発された。この雑草においては、ALS/AHAS**阻害剤（HRAC Code=2）やEPSPS***阻害剤（HRAC Code=9）等、10近くの作用点異なる除草剤に対して抵抗性を示すバイオタイプとともに、多剤抵抗性を示すものも見つかっている。除草剤処理後に残草した抵抗性バイオタイプにこの技術を適用することにより、次年度以降の発生を抑制することができる。つまり、この技術の導入により、毎年約半分の個体を不稔にすることができ、埋土種子の寿命も考えると数年以上かかるものの、抵抗性バイオタイプの根絶が期待でき、既存除草剤の延命にもつながると想定されている。

埋土種子量の動作予測については、今年の4月に日本農学賞を受賞された酒井憲司氏が1990年代に開発した埋土種子量の推移の行列モデル（酒井 1996）があるが、他にも多くの雑草研究者が様々な考え方や方法で取り組んでいる。例えば、現在公開されているものとして、西オーストラリアの“Weed Seed Wizard”というシミュレーションモデルがある。ヒゲナガスズメノチャヒキ（*Bromus diandrus*）やオオムギ属植物（*Hordeum* spp.）について、収穫時の雑草種子管理を変えて6年間の埋土種子量の変化をこのモデルを利用してシミュレーションしたところ、2つの草種で大きく異なる結果になったとの報告がある（Borger *et al.* 2021）。

Gullickson氏は、当該技術について最初に記事を書いた2年後に、“The Future of Weed Management may be seed Prevention Technologies”，意識すれば“未来の雑草管理は埋土種子量低減技術であろう”という記事を掲載した（Gullickson 2022）。化学合成した除草剤と比較したこの技術の強みとして、受粉が植物における生殖の最も基本的なプロセスであるため、抵抗性の発現がほぼ不可能なことがある。加えて、この放射線処理によって受精はできないものの不稔になること、化学農業におけるドリフトの懸念がないことがこの技術の肝である。また、この雑草の花粉寿命は1年以上あるものの、実用化に向けて更なる延長技術の

* 植物の成長を一定期間抑制する薬剤。ジベレリン生合成阻害、オーキシン作用、ALS/AHAS 阻害等があり、薬剤感受性の草種間差があり、実用的な薬量において枯死する草種もある。

** アセト乳酸合成酵素 / アセトヒドロキシ酸合成酵素。スルホニルウレア系、イミダゾリノン系、ピリミジニルオキシ安息香酸系除草剤等の作用点。

*** 5-エノールピルピルシキミ酸-3-リン酸合成酵素。グリホサートの作用点。

開発が進められている。また、通常はブームスプレーヤーによって、作期あたり約300g/haの不稔花粉を数回に分けて全面処理するが、疎らに残草した抵抗性雑草を対象とするならば、AIとドローンを活用して、スポット処理することで花粉量の節減も可能である。

なお、米国環境庁（USEPA）において、この技術の認可までに要する期間は約1年半と推定されており、化学除草剤と比較して大幅に短く、2023年の上市が見込まれている。

“雑草を以て雑草を制す”が誇張しすぎたタイトルであることは否めない。というのも、実際の圃場には様々な雑草が発生しており、植生誘導するには、様々な場面、地域、季節に応じた適切な対策を立てる必要がある。ましてや不稔種子の利用に至っては適用草種（雑草）が1種に限定されていることから、コストや労力の面を考えればその困難度は極めて高い。しかし、後者については、上記で触れた除草剤抵抗性雑草のように、ある圃場で1草種だけ残草するケースにおける利用価値はあると思われる。また、これまで「緒」において、除草剤抵抗性雑草の抵抗性形質の発現抑制のためのRNA干渉（RNAi）やメンデル性遺伝制御等についても若干触れてきた。何れも1つの草種だけを対象としているので、不稔種子と同様の困難さはあるものの、RNAiの利用については、殺虫剤の非作用点抵抗性害虫の対策として既に論文が出ているので、そんなに遠い将来ではないと思われる。これらを含めて、“雑草を以て雑草を制す”技術が今後どのような発展を示すか注目していきたい。

参考文献等（Websiteは全て2023年2月28日に確認した。）
Borger, C. P. D. *et al.* 2021. Modelling the long-term impact of harvest weed seed control for species like *Bromus diandrus* and *Hordeum* spp. that shed a portion of seed prior to harvest. *Weed Research* 61, 307-316.

Government of Western Australia: Weed Seed Wizard., <https://www.agric.wa.gov.au/weed-seed-wizard-0>.

Gullickson, G. 2020. Weedout Weeds. *Successful Farming*, <https://www.agriculture.com/crops/weedout-weeds>.

Gullickson, G. 2022. The future of weed management may be seed prevention technologies. *Successful Farming*, <https://www.agriculture.com/crops/crop-protection/the-future-of-weed-management-may-be-seed-prevention-technologies>.

平舘俊太郎 2008. 外来植物と在来植物の住み分け—これからの植生制御に向けて—. *関東雑草研究会報* 19, 23-33.

Kebede, M. and B. Ayana 2018. Economically important parasitic weeds and their management practices in crops. *Journal of Environment and Earth Science*. 8-12, 104-115.

日本植物調節剤研究協会. 水田における簡易なシバ畦畔の造成法（2022年1月18日改訂版）<https://japr.viewer.kintoneapp.com/public/file/inline/e27fa9a06f87d9bd3d19e704a69a1d36/20220118100548A8B0FD91E57C41EB943992662E023E89180>.

Petit, S. *et al.* 2018. Biodiversity-based options for arable weed management. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 38, 48.

佐合隆一 2007. 雑草防除から「理想的」植生管理へ. *雑草研究* 52(2), 78-82.

酒井憲司 1996. 雑草生活史モデルとファイトテクノロジー. *日本農業機械学会誌* 58(5), 114-120.

渡辺修ら 2010. 基盤整備地における畦畔植生の特徴. *農業および園芸* 85(4), 420-424.

田畑の草種

母子草（ハハコグサ）

明治から大正時代にかけての歌人三ヶ島霞子は、まだ幼いわが娘の手を引いて、迎えに来てくれた夫の実家の母とともに東京の麻布谷町から三ヶ島村（現所沢市）へと帰ろうとしていた。長く無職だった夫は職を得たが長続きせず、機嫌のいい時には鉄幹の歌を口ずさんだりするが、機嫌が悪くなると霞子に辛く当たり、プイっと出かけて遊んでくるという、それはまるで分別のある大人の男ではなかった。そんな夫も新聞の編集長格の仕事を得て大阪へと赴任し、それから1年が過ぎるが音沙汰はなかった。住まいの2階には親友の原阿佐緒を住まわせていたが、その店賃だけではぎりぎりの生活であった。加えて自分は胸を患い、世の中では後にスペインかぜと呼ばれる流行性感冒が流行り、子どもが罹らぬようにと夫の両親のもとへ連れて行く途次であった。

暖かくなつてはきていたが時に風が冷たい午後であった。ふと視線を落とすと黄色い色が目に飛び込んできた。何だろうと目を凝らすと、親指の先くらの花の塊が足首ほどのところにあった。そこは霞子の背丈の倍以上にまで高く積まれた石垣で、黄色い花はその石垣の下にぼつんと1本だけあわく咲いていた。母子草であった。

（公財）日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

母子草、母が子を想う草とも子が母を想う草とも。霞子の場合には手を引いて歩くわが娘を想う母子草であったであろう。1本だけの母子草に自らと娘のことを想いながらも、一方で石垣の上では与謝野晶子や平塚らいてふといった新時代の女性たちに吹いている風のことを想っていた。

三ヶ島霞子にこんな歌がある。

ははこぐさ小さく一本咲きにけり

高き石垣の下のところに

ハハコグサはキク科ハハコグサ属の越年草。全国の日当たりの良い荒地、人里の道端や畑、畦畔などに普通。秋に発芽して冬場は白っぽいへら形の根出葉が地面に張り付くようにロゼットとして越冬する。春になると茎を伸ばし15cm～40cmになる。茎と葉には白い綿毛が密生する。花期は春から初夏。茎の先に黄色い頭花を密につける。

この白毛などが蓬け起つことから「ホウコグサ」と呼ばれ、それが「ハハコグサ」と呼ばれるようになったという。

春の七草の「御形」は本種のロゼット。また、3月の節句には若芽を摘んで餅に入れて「母子餅」にした。