

問題雑草の変遷 (2)

— 2000 年から 2010 年まで —

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
渡邊 寛明

はじめに

(公財)日本植物調節剤研究協会は、2001～2003年に当協会の研究所および全国22か所の試験地の協力を得て3か年でのべ4,645筆の水田を対象に水田雑草の発生調査を実施した(田中ら 2006)。水稲移植後40～60日頃に残存していた雑草を調べたものであるが、調査年次に関わらず最も頻度高く残草していたのは一年生雑草ではノビエ、アゼナ類、コナギ、イボクサ、多年生雑草ではイヌホタルイ、セリ、オモダカ、クログワイであった。このなかで今後問題になると考えられた草種の一番手はスルホニルウレア系除草剤(SU剤)抵抗性が疑われるイヌホタルイであり、続いて雑草害が特に大きいノビエとクログワイであった。その他にも、頻度高く残草が確認された上位50草種、今後問題と考えられた上位41草種がリストアップされている。1990年代はSU剤を含んだ一発処理剤が全国で毎年使用されるようになったが、2000年代初頭に問題とされた水田雑草はSU抵抗性雑草を含むSU剤のみでは防除が難しい草種が目立つ。早期・早植栽培が多い三重県でも2001～2002年に水田雑草発生調査が行われ、一年生雑草ではノビエ、イボクサ、アゼナ類等のSU抵抗性の広葉雑草など、多年生雑草ではクログワイやコウキヤガラ、畦畔から侵入するイネ科多年生雑草などの発生頻度が高く、1990年代におけるSU

剤を含む一発処理剤の普及とこれを用いた比較的単一な除草体系を反映した結果となっていた(神田 2003)。本稿では、2000年代初頭の雑草発生状況を示すこれらの調査結果をベースにして、その後の約10年間に問題とされた水田雑草の変遷を述べることにする。

1. 雑草発生に関与する要因

(1) 経営規模の拡大および水田利用の多様化

2000年以降の水田農業の動向を見ると、大規模の農業経営体の増加、水田利用の多様化、水稲直播栽培の定着、水田雑草防除の分野ではSU抵抗性雑草対策剤の開発・普及などが特徴として挙げられる。5年毎に実施される農林業センサスの調査報告には2005年、2010年、2015年調査における100ha以上の経営規模の経営体数として、北海道では705, 907, 1168, 都府県では159, 313, 422の数値が記録されている(農林水産省 2018)。2000年調査報告ではこの欄が設けられていない。100haを超える大規模経営体が2000年以降に都府県でも増え始めていると思われる。新潟県における大規模生産組織の事例では、管理する圃場が多いことや圃場間の距離が長いために移動に時間がかかることから移植後の除草剤の適期処理が困難になることに加え、減農薬栽培への取り組み強化や良食味米生産のための細かな水管理が求められる状況などもあ

り、雑草防除とりわけ安定した除草剤の効果を得るうえでの課題が指摘されている(本多 2004)。特別栽培農産物はその表示ガイドラインの中で農薬使用に関しては「使用回数が慣行の5割以下」と定義された。一発処理剤が広く普及していた水稲雑草防除においては、さらなる使用回数(使用成分数)の削減は残草のリスクを伴う。佐賀県でも特別栽培に対応する除草方法として除草剤の使用成分数や使用回数の低減が課題として挙げられている(市丸 2009)。水田利用に関する作物統計のデータを見ると、2000年以降の稲の作付けは水田面積の約70%、水稲以外の作物(豆類、飼料、野菜など)のみの作付けおよび夏期不作付けの面積はそれぞれ約18%、約11%とほぼ一定の値で推移している(農林水産省 2005, 2011, 2019)。この時期から現在に至るまで、水田面積の約30%は水稲が作付けされていない。一方で、水田での栽培に適した高生産性の飼料作物として水稲が見直され(イネWCS, 飼料米)、その用途に適した飼料用イネの品種育成や低コスト生産および飼料品質向上のための収穫、調製、給与技術等の研究が進められた。政策的な後押しもあり、飼料用イネの生産、給与を核にした耕畜連携の取り組みが各地で盛んに行われた。

(2) SU抵抗性雑草対策剤の開発・普及と難防除多年生雑草の防除体系

1990年代に各地で問題となったSU抵抗性雑草に対して、当初は既存

の除草剤で防除するための薬効評価が行われ、初期剤と中後期剤の体系処理やSU剤を含まない一発処理剤が有効であることから、現場ではそれらの利用が推奨された。もちろん、SU系一発処理剤のなかにも、当初からアゼナ類、コナギ、イヌホタルイに有効なSU剤以外の成分が含まれた混合剤もあったが、2000年代に入るとSU系一発処理剤に対策成分を加えた一発処理剤の開発がさらに進んだ。その結果、体系防除や非SU系一発処理剤による対策に加えて、多くのSU系一発処理剤でもSU抵抗性対策が可能となった。

防除困難な多年生雑草の対策では、1990年代からSU剤の効果に期待が寄せられていた。しかしながら、SU剤はオモダカ、クログワイ、コウキヤガラ、シズイに対する生育抑制効果がみられるものの、生産現場ではそのみで防除することは困難な場面が多かった。そこで、SU剤の生育抑制効果を活かしながら現場で満足できる安定した防除効果を得るために、これら多年生雑草に有効な除草剤（ベンタゾン液剤など）をSU系一発処理剤との体系で利用する体系防除が各地で指導された。特に単年度での完全防除が困難なクログワイでは、水田土壌中における塊茎の生存状態や地上部の生育を含めた動態研究から許容限界が策定され、有効な防除体系を毎年繰り返すことにより防除効果が向上すると考えられた（稲村 1994, 2001）。このクログワイ防除の考え方に基づいて、難防除多年生雑草に対する除草剤の連年施

用の効果が薬効試験（適用性試験）でも評価されるようになった。

(3) 水稲直播栽培の定着

2000年における我が国の水稲直播栽培面積は8.9千haであったが、2010年には21.5千haにまで増加した（農林水産省 2018）。地域別データをみると、東北地域ではこの10年間に1.6千haから3倍の4.8千haに、北陸地域では1.4千haから5倍以上の7.4千haに増えた。日本全体ではまだ水稲作付け面積の1%を超えたにすぎないが、寒冷地での伸びは目立つ。「コシヒカリ」のふるさと福井県では2000年からの10年間で集落営農数の増加とともに直播栽培面積は急増し、2010年には水稲栽培面積の約13%にあたる3.5千haを超えていた（山口 2019）。それまで直播栽培は収量や品質の不安定性が普及上の課題であったが、良食味米を生産する「米どころ」でも直播栽培が受け入れられたことを示している。この時期に普及した直播栽培は水稲種別に過酸化カルシウム製剤（商品名：カルパー粉粒剤16）を紛衣した湛水土中直播栽培が多い。播種後、水稲出芽時の水管理（東北農試 2000; Sato and Maruyama 2002）や精度高く播種できる直播機（西村ら 2001; 富樫 2002）などの技術開発がその安定生産に大きく寄与した。除草剤利用に関しては、1980～1990年代の湛水直播栽培では出芽後の水稲に対する安全性が極めて高いピラゾレート粒剤（商品名：サンバード

粒剤）や水稲の出芽後に使用できるSU剤を含有する混合剤（商品名：プッシュ粒剤、キックバイ粒剤、サンウェル粒剤）などが初期防除に利用されたが、2000年以降は移植用一発処理除草剤の直播栽培への登録拡大が進んだこともこの時期の湛水直播栽培の普及を支えた。直播栽培への登録拡大が進んだ要因の一つには、落水出芽によりイネの出芽が安定し、除草剤の直播水稲に対する安全性評価が容易になったことがあげられる。これにより、移植栽培で登録のある一発処理剤の多くが湛水土中直播栽培の水稲1葉期（あるいは1.5葉期）以降であれば安全に使用できることが分かってきた。それまで水稲直播栽培ではSU抵抗性雑草を防除することは困難であったが、対策成分を含んだ一発処理剤の直播登録拡大により、直播栽培でも抵抗性対策剤を用いた除草体系で防除することが可能となった。1990年代後半から湛水直播栽培面積が増加していた福島県会津地域では、2000年にSU抵抗性アゼナ類、2002年にSU抵抗性イヌホタルイが問題となったが、抵抗性雑草対策成分を含む混合剤の直播栽培への登録拡大とその普及により、その問題はほぼ解決したようだ（荒井 2008）。

乾田直播栽培はそれまでは降雨の少ない岡山県の瀬戸内地域で実施されていた。岡山県の乾田直播栽培は大正時代から県内数地域で始まり、20千haを超えた1974～1976年をピークにその後は漸減し（富久 1988）、

2000年頃は県南の干拓地帯を中心に3千haでの実施(石井2001),その後の10年はほぼ横ばいで推移している。一方で,福島県の浜通りや九州で耕起乾田直播の取り組みがこの時期に増えている。1997年に最初の播種機が市販された不耕起V溝乾田直播栽培技術(濱田ら2007)も東海地域を中心に普及し,愛知県では2002年の480haから2006年には1,096haに増え,導入時期から普及段階に入っていた(愛知県農総試2007)。湛水直播栽培でも,さらに低コスト栽培が可能な直播技術として鉄コーティング湛水直播栽培技術が開発された(山内2011)。鉄コーティング湛水直播栽培や不耕起V溝乾田直播栽培は2000年代に入ると寒冷地でも普及し始め(今川2008;宮越2011;南山2017),両栽培法ともに2010年以降はさらに普及が進むこととなる。

以上のように,2010年までの直播栽培の普及は安定性の高い湛水土中直播栽培が中心であったが,米価の低迷や経営規模の拡大を背景に,鉄コーティング湛水直播や耕起あるいは不耕起の乾田直播栽培といったより生産コストや省力性の面で経営メリットが大きい栽培技術の開発や試験的取り組みが盛んに行われていた。

2. スルホニルウレア抵抗性雑草

1990年代のSU抵抗性検定は,ポット試験により検定植物の薬量反応を感

受性型と比較する方法が中心であった。これには抵抗性と感受性の両方の種子を準備し,それら種子の休眠覚醒処理や発芽のための予措など試験実施に手間がかかり,適した検定期期を選ぶ必要もあるために,検定結果が得られるのが翌年以降になってしまう場合が多い。そこで,植物体の一部を検定試料とし,実験室内でSU剤の作用点である検定植物のアセト乳酸合成酵素(ALS)の活性をSU剤投与下で感受性型と比較する迅速検定法が開発された(Uchino and Watanabe 1999)。また,その検定結果を基準にしながら,発根法(Hamamuraら2003)や地上部再生法(大野ら2004)といったより現場に近いところで検定できる簡易な検定手法が相次いで開発された。発根法はさらに現場で実施しやすく改良され,検定資材を含めたセット「検定キット」が提供されるようになった(吉田ら2008)。それまでのポット試験での検定も含めた各種検定法から,それぞれの機関で採用しやすい方法が選定・利用され,SU抵抗性雑草の確認が全国各地に進んだ。

2000年に農林水産省農業研究センターが47都道府県を対象に行った除草剤抵抗性雑草発生動向に関するアンケート調査(森田2001)で「未回答」あるいは「未確認」だった府県でも残存雑草の抵抗性検定による確認作業が進められた。2000年以前から発生していたと考えられた事例も含めると,岩手県,神奈川県,愛知県,滋賀県,京都府,広島県,山口県,香川県,



図-1 ヘラオモダカ

徳島県,福岡県,大分県,鹿児島県でのSU抵抗性雑草の発生が新たに公表された(内野ら2005;野村ら2012;平岩ら2008;鳥塚2009;大橋2009;保科2009;藏重2009;安田2009;小牧2009;内川2002;吉田2009;緒方2010)。SU抵抗性が確認された新たな草種としては,ホソバヒメミソハギ(村井ら2006),ウリカワ(片岡ら2010),ヘラオモダカ(内野・伊藤2008)(図-1),ミズマツバ,アブノメ(伊藤ら2008),ウキアゼナ(伊藤ら2009),マツバイ(内野ら2009)などがある。オモダカやウリカワなどの多年生雑草で除草剤抵抗性が繁茂した場合,その雑草に有効な対策成分の種類に限られることから防除はいつそう難しくなる。一方で,SU剤を連用した水田で残草した多年生雑草シズイについてSU剤感受性を検定したところ,特段の感受性低下は認められなかった(内野2008)。クログワイやオモダカと同様に,SU剤だけに頼った除草体系を続けると,抵抗性では無くても容易に増加することを示している。

SU抵抗性を含むアセト乳酸合成酵素(ALS)阻害剤抵抗性のメカニズムについては,本誌上に内野(2005)による解説記事がある。SU剤の作用点であるALSの遺伝子突然変異



図-2 水稻よりも高く伸びるクログワイの茎

による抵抗性では、当該遺伝子内に抵抗性を引き起こす5ヶ所の変異部位が知られており、それぞれ Ala₁₁₂, Pro₁₉₇, Ala₂₀₅, Trp₅₇₄, Ser₆₅₃ と表される。1990年代に日本で見つかったSU抵抗性バイオタイプでは、4種類のアゼトウガラシ属水田雑草（アゼトウガラシ、アゼナ、アメリカアゼナ、タケトアゼナ）では Pro₁₉₇、イヌホタルイでは Pro₁₉₇ と Trp₅₇₄、オモダカでは Pro₁₉₇、コナギでは Pro₁₉₇ が他の塩基に置換した抵抗性バイオタイプが見つかっており、オモダカとコナギでは ALS 遺伝子に変異が見つからない抵抗性バイオタイプも存在していた。Trp₅₇₄ が変異した抵抗性バイオタイプはSU剤以外のALS阻害剤にも抵抗性を有することが知られていることや、ALS遺伝子に変異が無い抵抗性については他の除草剤に対する反応の情報が少ないことから、それらの防除対策にはさらなる調査研究が必要とされた。

3. 難防除多年生雑草

2000年代に入っても多年生雑草を問題とする報告は多い。北海道では2008年に水田雑草防除に関するアンケート調査が行われ、農家が問題視している雑草として道内各地でオモダカが挙げられ、道央以南ではコウキヤガラが目立つようになった（楠目 2009）。この報告によると、農業



図-3 シズイが繁茂した水田



図-4 シズイの出芽

成分数を低減、制限した栽培が行われるようになり、たとえ多年生雑草が残草しても後処理剤を使用しないで放置する場面があるようだ。青森県でもシズイの残草要因の一つに減農薬栽培の取り組みの増加があげられている（石岡 2012）。残草した場合の追加防除にノビエ対象剤のみ使用されることが多く、シズイの徹底防除が行われず増加しているとの指摘である。秋田県ではオモダカとクログワイ（図-2）が問題とされるが、これらには体系処理が有効であることが分かっているものの、散布器具の関係で大規模水田での中後期の液剤散布ができない場合が多く（三浦 2008）、それも残草要因になっていたようだ。宮城県では2006年にGPSを利用した水田難防除雑草の発生状況調査が行われ、シズイ（図-3、-4）、コウキヤガラ（図-5、-6）、



図-5 コウキヤガラ繁茂した水田



図-6 コウキヤガラの出芽

オモダカ、クログワイの増加が確認されている（大川 2007）。これらの多年生雑草は、難防除多年生雑草対策として推奨されている体系防除を行わず、一発処理剤のみを使用する水田で多発する傾向がみられた。一方で、砂壤土が多い富山県では多年生雑草の徹底防除に加えて除草剤の残効期間が短いことにより他地域に比べると体系処理が多い傾向があるためか、県内のオモダカやクログワイの発生は比較的少ない（守田 2008）。温暖地以西では、福岡県などクログワイ等の多年生雑草の発生が漸減傾向にあるとの報告もあるが（宮崎 2009）、千葉県、長野県、山口県、香川県、徳島県、高知県、大分県などオモダカ、クログワイ、コウキヤガラは増加傾向にあるか重要雑草の地位を維持しているところが多い（大内 2009; 酒井 2009; 藏重 2009;

安田 2009; 小牧 2009; 王 2009; 吉田 2009)。これらの報告でも、体系防除の実施を困難にしている要因として、生産者の高齢化や特別栽培における使用除草剤の成分数の制限などが挙げられている。難防除多年生雑草の防除においては除草剤の体系処理が不可欠であり現場でも推奨されていたが、生産現場では体系防除が行われない場面が多かったようだ。

1990年代に暖地の早期栽培で問題となった多年生雑草シヨクヨウガヤツリについてもここで触れておく。本雑草はヨーロッパからアフリカ北部にかけての地中海沿岸が原産の世界的な強害雑草である (Holm *et al.* 1977)。日本には1980年代に侵入し、主に飼料畑や牧草地で問題となる外来雑草として知られる (澁谷・森田 2005)。湿潤条件でもよく生育し、1986年には石川県の水田畦畔でも見られた。水稲作での発生確認は、1990年に熊本県天草地方 (現在の天草市および苓北町) の早期栽培が最初である。その後の分布拡大は不明であったが、2003年に帰化雑草メーリングリストを活用して実施された調査では、新潟県から鹿児島県にかけての14都県の47市町村に分布することが明らかにされた。なお、前述した熊本県の多発水田では、土壌中には9,600～10,000個/m²の新塊茎と1,900～2,400個/m²の旧塊茎が存在していた (森田・中山 1992)。水稲作付け中の雑草害はさほど大きくないものの、早期栽培における水稲収穫後の増殖と塊茎形成は極めて旺盛であ

る。暖地の早期栽培水田にうまく適応した多年生雑草で、次年度の発生を抑えるためには水稲収穫後の防除が不可欠とされた (Kojima 2000)。

4. 雑草イネ

赤米の在来品種のこぼれ種子からの漏生も含めると、日本におけるイネの混生問題は比較的古くからある。1940年代に岡山県で実施されていた乾田直播栽培の一つに麦の立毛中に水稲を播種する麦間直播があるが、そこで栽培品種に似る脱粒性の高いイネが発生していたようだ。当時の麦間直播の栽培指導書には脱粒し難い品種を選んで栽培することが条件の一つとして記載されていた (石井 2001; 石井・赤澤 2003)。麦間直播の面積は1947年に1,000haを超えるが、1950年以降は縞葉枯病の大発生などで衰退する。長野県でも「トウコン」と呼ばれる雑草性赤米の野生水稲が善光寺平で古くから発生しており、乾田直播栽培が1千ha以上普及した1960～1970年にはその雑草性赤米も多発していた (斎藤 2003; 酒井・斎藤 2003)。その後、移植栽培への切り替えて雑草イネの問題はひとまず終息した (宮島・高橋 1974)。両県ともに水稲直播栽培を積極的に推進、普及してきた省力栽培技術の先進県である。他地域でも雑草としての赤米の混生事例がいくつか報告されており、茨城県では1970年代に陸稲を連作していた畑に赤米が雑草として混生していたとの記録がある

(小川 1992)。筆者がマレーシアでの長期在外研究 (1992～1996年) を終えて帰国後に東北農業試験場に赴任していた時のこと、各地で直播栽培の試験的取り組みが行われていた東北地域の研究推進会議において雑草イネ発生リスクを伝えようとしたが、周りの反応はやや冷やかであった。日本の農民は作物の混ざりに対しては大変厳しく、雑草イネは陸稲栽培や乾田直播などごく限られた栽培方法のなかで稀に生じる問題なのかも知れないと、自分なりに納得もしていた。

ところが、長野県では2000年代初頭に湛水直播栽培が推奨されると、いったん終息していたように見えた「トウコン」の問題がまずは県北部で再発した。2003年までに雑草イネが問題になったのは飯山地域、安曇地域、佐久地域で、佐久は移植水田、他は直播水田での発生であった。いずれも直播栽培導入以前は全く雑草イネが見られなかった地域である (斎藤 2003)。その後、2005年には県南部の直播水田でもみられるようになった (酒井ら 2014)。長野県では、2007年に県内の研究機関、指導機関、行政部局からなる長野県雑草イネ対策チームが組織され、発生・被害の情報を共有しながら地域ごとの対策を着実に進める手続きが構築された (酒井 2015)。長野県以外の状況はどうだったか。赤米の雑草イネは収穫物に赤米が混ざることで見つかるケースが多い。雑草イネの発生やそれによる混米は発生地域の産地品種銘柄指定や種子生産地域とし



図-7 イヌビエの穂（有芒型）

での評価に影響を及ぼす懸念があることから、地域内では対策を講じながらもその事実が外部に公表されることはあまり無い。そのため全国的な雑草イネの発生や被害の実態を正確に把握することは困難である。収穫物に混ざった赤米が雑草イネの種子であるのかどうかを鑑定するために、農研機構中央農業総合研究センターには各地からそれら赤米が送られていた。2007年から2012年までの6年間に寄せられたサンプルのなかで14県45市町村・地域（東北～近畿）の赤米が脱粒性を有するイネの種子であった（渡邊2014）。2010年頃にはすでに寒冷地から温暖地にわたる広い範囲で雑草イネによる赤米混入があったことを示している。中央農業総合研究センターは、全国各地での雑草イネ対策に役立ててもらおうと、長野県との共同研究の成果に基づいて、2012年に「雑草イネまん延防止マニュアル」を作成し、Web上で公開した（農研機構中央農研2015）。

5. 水稲直播栽培の問題雑草

ノビエがタイヌビエ、ヒメタイヌビエ、イヌビエ（図-7）、ヒメイヌビエ



図-8 畦畔から侵入するイボクサ

の総称であることは前報で述べたが、水稲直播栽培ではノビエのなかでもイヌビエが目立つとよく言われる。全国の水田に分布するタイヌビエと温暖地以西に分布するヒメタイヌビエは水稲によく擬態した典型的水田雑草であるが（森田1996）、イヌビエは水田だけでなく畑地、路傍、畦畔、法面などいたる所で見られ（Yamasue2001）、形態的、生態的特性でも大きな変異を有する。発芽時の酸素要求度はタイヌビエに比べると高く（片岡・金1978）、水稲播種後に落水あるいはごく浅水で管理される直播水田で発生し問題になりやすい（松嶋・森田2016）。また、水田周辺にはイヌビエの生育場所が多いので、水田でイヌビエの発生に適した管理がなされるといつでも周りから入り込むことができる。休耕あるいは基盤整備後の水稲作付け前に多量の種子が散布されることでイヌビエの埋土種子を増やしてしまうこともある。各地で採種されたタイヌビエ、ヒメタイヌビエ、イヌビエの出穂期を生育地の緯度との関係を調べた研究では、いずれの草種も低緯度地域の系統ほど出穂期が遅くなるが、イヌビエの出穂期がタイヌビエやヒメタイヌビエよりも早い傾向があった。特



図-9 イボクサが繁茂した乾田直播栽培水田

に低緯度地域のイヌビエでは出穂期の早いものが多かった（児嶋・宮原1983）。つまり、タイヌビエやヒメタイヌビエの出穂は通常はイネの出穂期と同じ時期かそれよりも遅いため水稲出穂前には見つかり難いのに対して、イヌビエの出穂はイネの出穂期よりも早い。イヌビエはタイヌビエほどイネに擬態していないので外観で識別しやすく、水田の中でよく目立つ。イヌビエの方からみれば、生産者に見つかりやすい。にもかかわらず、早く穂を出したイヌビエがそのまま放置されている直播水田が結構目立つ。もともと直播栽培は大規模での省力栽培を目的に導入されているので、雑草防除は除草剤の利用が中心であり、広い水田に手取り除草のために追加の労力をかけることは少なくなってきた。では直播水田ではタイヌビエやヒメタイヌビエは発生しないのかというと、決してそうではない。それらの出穂がイヌビエよりも遅いことを頭に入れて水稲出穂後に直播水田に入ってみると、タイヌビエやヒメタイヌビエも普通に見つかる。イヌビエ、タイヌビエ、ヒメタイヌビエはいずれも水稲直播栽培の重要草種である。

福島県浜通りでは、乾田直播栽培を継続するとイボクサ（図-8、-9）やサヤヌカグサなどの畦畔雑草が侵入して年々増加する傾向がある（半沢1999）。この地域の耕起乾田直播栽培では、イボクサは播種前の4月上旬から発生し、播種前の耕起で十分に碎

土されていれば再生は少なく、播種後の種子発生が防除の対象となる（島宗 2007）。乾田期の茎葉処理剤（DCPA 乳剤、ビスピリバック Na 塩液剤）と入水後の有効な茎葉兼土壌処理剤との体系でイボクサはほぼ完全に防除できることやイボクサ多発圃場でも次作を移植栽培に切り替えると全く発生しないことも確認されている。本地域の乾田直播栽培では、イボクサのほかにおオニワホコリとおオクサキビも増えており、おオニワホコリは転作大豆畑を含め輪作体系の中で毎年発生する（佐々木 2010）。両種にはシハロホップブチル剤の効果が高いがイボクサに有効なビスピリバック Na 塩の防除効果は低い。会津地域の湛水直播栽培でもイボクサがクサネムとともに畦畔際から侵入して問題となる（荒井 2008）。本種は移植栽培では比較的少ないとされるが、三重県の早期栽培では3月下旬から発生し5月上旬の代かきまでに大きく生育したイボクサが水稲移植後に再生して問題となるようだ（北野 1999）。（次号に続く）

参考文献

- 愛知県農業総合試験場 2007. 農業の新技術 74 「不耕起 V 溝直播栽培の手引き（改訂 第 4 版）」. <http://www.pref.aichi.jp/nososi/seika/singijutu/singijiyutu74-4-7.pdf>.
- 荒井三千代 2008. 福島県の水稲直播栽培における雑草の現状と対策. 植調 42(7), 261-271.
- 濱田千裕ら 2007. 水稲における不耕起 V 溝直播栽培の開発—「冬季代かき」による栽培の安定化—. 日作紀 76(4), 508-518.
- Hamamura, K. et al. 2003. Identification of sulfonylurea-resistant biotypes of paddy field weeds using a novel method based on their rooting responses. Weed Biology and Management 3(4), 242-246.
- 半沢伸治 1999. 福島県における水稲乾田直播栽培の雑草防除. 植調 33(4), 138-143.
- 平岩確ら 2008. 愛知県におけるスルホニルウレア系除草剤に抵抗性を有する雑草の検定結果. 雑草研究 53(別), 13.
- Holm L.G. et al. 1977. *Cyperus esculentus* L. In “The World’s Worst Weeds: Distribution and Biology”. The University of Hawaii Press, Honolulu, 125-133.
- 本多雅志 2004. 大規模水稲栽培における雑草防除の現状と課題. 植調 38(4), 140-144.
- 保科亨 2009. 広島県の水稲作における雑草防除の現状と課題. 植調 43(8), 356-360.
- 市丸喜久 2009. 佐賀県における水田雑草の変遷と今後の雑草防除に望まれること. 植調 43(7), 314-319.
- 今川彰教 2008. 山形県における雑草防除の実態, 問題になっている雑草について. 植調 42(7), 257-259.
- 稲村達也 1994. 除草剤連用下におけるクログワイの動態解明と塊茎制御基準の策定. 雑草研究 39(2), 73-78.
- 稲村達也 2001. クログワイ防除の考え方. 植調 35(6), 200-205.
- 石井俊雄 2001. 岡山県の水稲乾田直播栽培圃場で問題となる雑草イネ. 植調 35(8), 269-277.
- 石井俊雄・赤澤昌弘 2003. 岡山県の水稲乾田直播栽培と雑草イネ. 日本雑草学会第 18 回シンポジウム「雑草イネの出現要因と防除」講演要旨, 7-16.
- 石岡将樹 2012. 青森県における難防除雑草シズイの生態と防除. 植調 45(12), 596-601.
- 伊藤一幸ら 2008. 山口県の水田から見つかったスルホニルウレア抵抗性ミズマツバとアブノメ. 日本作物学会紀事 77(別 2), 156-157.
- 伊藤健二ら 2009. 鹿児島県の水田に発生した SU 抵抗性ウキアゼナに対する各種除草剤の効果 1. 雑草研究 54(別), 20.
- 神田幸英 2003. 三重県における水田雑草の残草実態. 植調 37(5), 143-149.
- 片岡孝義・金昭年 1978. 数種雑草種子の発芽時の酸素要求度. 雑草研究 23(1), 9-12.
- 片岡由希子ら 2010. 山形県および愛知県で採取されたウリカワのベンスルフロメチルに対する葉量反応とアセト乳酸合成酵素遺伝子における変異. 雑草研究 55(4), 254-257.
- 北野順一 1999. 水稲早期栽培でのイボクサの発生生態と防除. 植調 33(2), 51-55.
- 児嶋清・宮原益次 1983. 各地産ノビエの水田における生育. 雑草研究 28(別), 7-8.
- Kojima, K. 2000. Infestation and management of *Cyperus esculentus* L. in early season rice culture in southern Japan. Proceedings of the International Workshop on Biology and Management of Noxious Weeds for Sustainable and Labor Saving Rice Production (Tsukuba, Japan, 23-25 February 2000). National Agriculture Research Center, 126-136.
- 小牧和仁 2009. 徳島県における水田雑草の現状と問題. 植調 43(6), 265-268.
- 藏重宏史 2009. 山口県における水稲の雑草防除の現状と問題. 植調 43(5), 227-231.
- 楠目俊三 2009. 北海道での雑草防除の実態と問題になっている雑草について. 植調 43(5), 218-221.
- 松嶋賢一・森田弘彦 2016. 秋田県における水田由来のイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*) 種子の出芽に対する湛水の影響. 雑草研究 61(1), 1-8.
- 南山恵 2017. 富山県における水稲乾田 V 溝直播栽培技術—雑草防除を中心に—. 植調 51(1), 3-6.
- 三浦恒子 2008. 秋田県における雑草防除の現状と課題. 植調 42(7), 253-256.
- 宮島吉彦・高橋信夫 1974. 長野県産赤米の稲トウコン. 農業技術 29(10), 453-455.
- 宮越壘 2011. 水稲鉄コーティング直播栽培の現状と今後の方向. 植調 45(1), 18-27.
- 宮崎真行 2009. 福岡県における雑草防除の

- 現状と問題. 植調 43(7), 307-312.
- 森田弘彦 1996. 第3章 日本の稲作と雑草ヒエ. 「ヒエの博物学」, 山口・藪野監修, 45-66.
- 森田弘彦 2001. 水田雑草の除草剤抵抗性雑草変異発生動向に関するアンケート調査. 植調 35(1), 3-10.
- 森田弘彦・中山壮一 1992. 暖地水田でのシヨクヨウガヤツリ (*Cyperus esculentus* L.) の発生と生育. 雑草研究 37(4), 267-275.
- 守田和弘 2008. 富山県における水田雑草防除の現状と問題. 植調 42(9), 361-365.
- 村井政彦ら 2006. インダノファン・クロメブロップ・ペンシルフロンメチル混合剤のスルホニルウレア系除草剤抵抗性ホソバヒメミソハギに対する効果. 近畿雑草研究会講演要旨
- 西村洋ら 2001. 高精度水稲湛水条播機の開発 (第3報) - 開発機の作業性能, 水稲の出芽・苗立ちと収量 -. 農業機械学会誌 63(6), 122-130.
- 野村研ら 2012. 神奈川県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性コナギの分布. 雑草研究 57(別), 27.
- 農研機構中央農業総合研究センター 2015. 雑草イネまん延防止マニュアル Ver.2. http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/028068.html.
- 農林水産省 2005. 作物統計 - 平成 16 年耕地及び面積統計 - 「耕地の利用状況」. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/#r>
- 農林水産省 2011. 作物統計 - 平成 22 年耕地及び面積統計 - 「耕地の利用状況」. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/#r>
- 農林水産省 2018. 農林業センサス累年統計 - 農業編 - 「経営耕地面積規模別経営体数」. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/past/stats.html>.
- 農林水産省 2018. 水稲の直播栽培面積について. 水稲直播研究会会誌 39, 112.
- 農林水産省 2019. 作物統計 - 平成 30 年耕地及び面積統計 - 「耕地の利用状況」. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/#r>
- 緒方寿明 2010. 鹿児島県におけるスルホニルウレア抵抗性ウキアゼナの発生状況と防除対策. 植調 44(7), 267-273.
- 小川正巳 1992. 赤米. 科学と生物 30(6), 385-388.
- 王恵子 2009. 高知県の雑草防除の現状と問題. 植調 43(6), 273-275.
- 大橋善之 2009. 京都府における水稲の雑草防除の現状と問題. 植調 43(4), 188-191.
- 大川茂範 2007. 簡易 GPS を利用した宮城県における水田難防除雑草の発生状況調査. 植調 41(7), 264-271.
- 大野修二ら 2004. スルホニルウレア系除草剤抵抗性簡易検定法としての地上部再生法の確立. 雑草研究 49(4), 277-283.
- 大内昭彦 2009. 千葉県における難防除雑草コウキヤガラの防除試験. 植調 43(3), 115-118.
- 斎藤稔 2003. 長野県における雑草イネの発生状況と防除法. 植調 37(6), 183-189.
- 酒井長雄・斎藤稔 2003. 長野県における雑草イネの発生状況と防除法. 日本雑草学会第 18 回シンポジウム「雑草イネの出現要因と防除」講演要旨, 1-6.
- 酒井長雄 2009. 長野県における水田雑草防除技術の課題とその対応. 植調 43(3), 119-123.
- 酒井長雄ら 2014. 長野県における雑草イネの総合防除対策: その展開と課題. 雑草研究 59(2), 74-80.
- 酒井長雄 2015. 長野県における雑草イネ総合防除対策の組織的な取り組みの推進. 雑草研究 60(4), 166-168.
- 佐々木園子 2010. 福島県浜通りの乾田直播栽培における乾田期間中の雑草防除. 植調 43(10), 423-427.
- Sato, T. and S. Maruyama 2002. Seedling Emergence and Establishment under Drained Conditions in Rice Direct-Sown into Puddled and Leveled Soil: Effect of calcium peroxide seed coating and sowing depth. Plant Production Science 5(1), 71-76.
- 澁谷知子・森田弘彦 2005. 雑草モノグラフ 3. ショクヨウガヤツリ. 雑草研究 50(1), 30-41.
- 島宗知行 2007. 福島県浜通り地域の乾田直播水稲におけるイボクサの発生生態と防除法. 植調 41(8), 299-304.
- 田中十城ら 2006. 水稲生育中後期における水田雑草の発生実態調査. 雑草研究 51(1), 31-35.
- 富樫辰志 2002. 水稲の打ち込み式代かき同時土中点播技術の開発. 九州沖繩農業研究センター報告 41, 1-52.
- 富久保男 1988. 岡山県における水稲乾田直播と雑草防除. 植調 22(7), 26-33.
- 鳥塚智 2009. 滋賀県における環境こだわり水稲栽培と水田雑草防除技術. 植調 43(4), 184-187.
- 東北農業試験場 2000. 東北地域の水稲湛水直播における直播後落水管理の効果と適用条件. 平成 11 年度東北農業研究成果情報. <http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouthou/H11/tnaes99026.html>.
- 内川修 2003. 福岡県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草の発生と防除対策. 植調 36(11), 402-405.
- Uchino, A. and H. Watanabe 1999. Rapid diagnosis of sulfonylurea-resistant *Schoenoplectus juncooides* [Roxb.] Palla using polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism and isogene-specific direct sequencing. Weed Biology and Management
- 内野彰 2005. ALS 阻害剤抵抗性と AKS 遺伝子変異に関する最近の話題. 植調 39(5), 170-176.
- 内野彰ら 2005. 東北 6 県の 2003 年までのスルホニルウレア系除草剤抵抗性水田雑草の確認状況. 東北の雑草 5, 24-28.
- 内野彰・伊藤晴通 2008. ヘラオモダカにおけるスルホニルウレア系除草剤に対する反応の差異. 平成 20 年度関東支部雑草防除研究会・関東雑草研究会合同研究会資料, 52.
- 内野彰 2008. スルホニルウレア系除草剤 (SU 剤) 連用圃場で残存したシズイ (*Scirpus nipponicus*) の SU 剤に対する反応. 東北の雑草 8, 7-11.

内野彰ら 2009. 数種多年生水田雑草におけるスルホニルウレア系除草剤および各種除草剤に対する反応. 平成 21 年度関東支部雑草防除研究会・関東雑草研究会合同研究会資料, 46.

渡邊寛明 2014. 雑草イネー発生と被害の現状と課題一. 植調 48(9), 305-312.

山口泰弘 2019. 福井県における直播栽培の面的拡大と課題について. 北陸作物学会報 54, 56-57.

Yamasue, Y. 2001. Strategy of *Echinochloa oryzicola* Vasing. for survival in flooded rice. *Weed Biology and Management* 1(1), 28-36.

山内稔 2011. 鉄コーティング種子を用いた水稲の直播における水管理と病害虫・雑草問題. 植調 45(8), 303-312.

安田英樹 2009. 香川県における雑草防除の現状と問題. 植調 43(6), 269-272.

吉田茂敏 2009. 大分県における水稲の雑草

防除の現状と問題. 植調 43(7), 320-323.

吉田修一ら 2008. 水田雑草のスルホニルウレア系除草剤抵抗性簡易検定キットの開発. 雑草研究 53(3), 143-149.

田畑の草種

蒲・黄蒲・賀麻・香蒲 (ガマ)

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

ガマ科ガマ属の多年草の抽水植物。日本在来で、全国の池や沼、川のほとりなどの浅い水辺、休耕田などに自生する。時には田んぼにも入り込む。直立し背丈は 1.5m から 2m, 水中の泥の中に地下茎を伸ばす。花穂はフランクフルトソーセージの先に棒を突き刺したような形ですぐにわかる。

1905 年の文部省唱歌に「だいこくさま」という歌がある。その 3 番。

「だいこくさまの いうとおり／きれいな水に 身を洗い／がまのほわたに くるまれば／うさぎはもとの 白うさぎ」

ご存知の「因幡の白兔」のお話を唱歌にしたものであるが、ここに出てくる「がまのほわた」の「がま」が「蒲・ガマ」である。お話しそのものは古事記上巻の大國主神の中に稲羽の素戔しろうさぎの挿話として出てくる。ところが唱歌では「がまのほわた」にくるまると歌っているが、古事記の中でウサギがくるまるのは敷き散らしたガマの穂の花粉「蒲黄ほおう」であった。蒲黄にはフラボノイド配糖体が含まれ火傷や外傷に効果ありとされ、古

事記が編纂された 712 年にはすでに「蒲黄」が薬用利用できることが知られていたことになる。

フランクフルトソーセージの部分が雌花。花が終わると雌花は「蒲の穂」と呼ばれる。この「蒲の穂」はちょっとした刺激で「爆発」する。色よく熟れた蒲の穂を指先でぎゅっと挟むと、モコモコモコ・ボワワワッ・・・と穂が爆発し綿が飛び出してくる。この綿はタンポポなどと同じ種子を付けた綿毛であるが、その爆発する様は自然が作り出した驚きのマジック。これが「だいこくさま」で歌われた「がまのほわた」である。

ところで、「蒲」も「蒲の穂」も「蒲の穂絮ほわた」も万葉集には詠われていない。古事記に記されているくらい古くから知られていた草であるが、「蒲」を詠った歌は近代まで見いだせなかった。

北原白秋に「蒲の穂」を詠った歌があった。

蒲の穂にひとひら白き冬の蝶 ふと舞ひあがる夕空の晴