

植調

JAPR Journal

第56巻
第5号

宮城県における水稻乾田直播栽培の雑草防除 大川 茂範・遠藤 彦

農薬の安全性と科学の不定性(その1) 内田 又左衛門

マレーシアでの調査研究の思い出(1) ムダ平野の稲作 渡邊 寛明

メンデル性遺伝によらない除草剤抵抗性 與語 靖洋



公益財団法人日本植物調節剤研究協会

JAPAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF PHYTO-REGULATORS(JAPR)

しつこい畑地雑草を きれいに抑えます!



作用性の異なる3種の除草剤の混合剤です。

大豆、小麦・大麦、とうもろこし、ばれいしょ、にんじんの雑草防除に

クリアター[®]

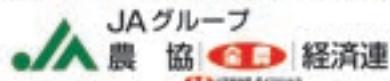
乳 剤 細粒剤F

細粒剤F

乳 剤



●使用前にはラベルをよく読んでください。 ●ラベルの記載以外には使用しないでください。 ●本剤は小袋の手の届く所には置かないでください。 ●防除日誌を記録しましょう。



自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
本社 東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL03-3822-5036
ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>

©クミアイ化学工業(株)の登録商標



リベレーター[®]

「宣言」
麦づくりを
もっと先へ。

1年生の広葉雑草から、ジニトロアニリン系やスルホニルウレア系の
抵抗性イネ科雑草まで、幅広い殺草力と散布適期で、
麦づくりに新たな余裕と可能性を拓く
次世代の麦用除草剤リベレーターで雑草問題から解放し、
高品質な麦づくりをサポートします。

●使用前にはラベルをよく読んで下さい。 ●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。 ●本剤は小袋の手の届く所には置かないで下さい。 ●登録「イネ」のみの登録商標

麦 用 除 草 剤



リベレーター-G

リベレーター-プロアブル

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 <https://cropscience.bayer.jp/>

お客様相談室 ☎0120-575-078

9:00~12:00、13:00~17:00
土・日・祝日を除く



専技の職務と人材育成 — 7年の経験から —

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事
九州支部長
田中 浩平

皆さんは「専技」についてどの程度ご存じでしょうか？ 植調誌を読まれている方々の多くはご縁があると思われるが、普及組織外からは分かりにくい仕事である。そこで、私が福岡県で7年間従事した専技（農業革新支援専門員）の職務と普及指導員の人材育成について紹介したい。都道府県によって事情が異なると思われるので、あくまでも福岡県における私の経験である。

平成16年度まで普及職員の資格試験は「改良普及員」と「専門技術員」の2つが実施され、「専門技術員」の受験資格は普及活動経験10年以上となっていた。平成17年度にこの2つの資格試験は廃止され、新たに「普及指導員」資格試験が開始された。この時点で国としては「専門技術員」（いわゆる専技）はなくなったことになる。しかしながら、多くの都道府県では旧専門技術員を様々な職名で残した。ちなみに福岡県では「専門技術指導員」で、これは専技と呼んで良さそうだが、大分県では「広域普及指導員」、鹿児島県では「農業専門普及指導員」で、専技とは呼びにくい職名である。名前はともかく、専技を多くの都道府県で残した理由としては、普及指導員の育成や県域課題への対応等、これまで専技が果たしてきた役割を重視していたからであろう。

このような中、平成24年度に国は新たに「農業革新支援専門員」の配置を打ち出した。国の運営指針では、「普及指導員のうち、高度な専門性を有し、試験研究機関、教育機関、行政機関等との連携強化による技術の高度化や政策課題への対応、重要課題の解決に向けた普及指導活動の企画立案・総括・指導、普及指導員の資質向上を担う者」とされており、名称は変更されたものの、国として旧専門技術員が復活したことになる。今では全ての都道府県に農業革新支援専門員とその所属組織である農業革新支援センターが配置されている。その職務は多様であるが、私が経験した中から最も重要と思われる普及指導員の育成について紹介したい。

普及指導員にはスペシャリスト機能（高度な技術と知識の普及、指導）に加えてコーディネート機能（地域リーダー等と連携し地域課題を解決）が求められており、単なる技術屋ではない。そのため経験年数や資質・能力の発展段階に応じ

た様々な研修が行われている。研修は日々の普及活動の中で実施するOJTが基本であるが、専技による研修も多く行われており、私も専門の作物と農業機械に加えて、普及方法や普及指導員資格試験受験対策の研修を担当した。

新たに普及指導センターに配属された1～3年目職員は技術力向上が喫緊の課題である。技術研修は座学だけでなく実習や現地視察等を組み合わせて実践的な知識の習得を目指す。農試や農家、関係機関の協力も不可欠である。普及方法の研修は、農家への接し方や関係機関との連携、組織育成、経営分析、ブレインストーミングやKJ法等による課題解決方法等である。印象に残っているのは、2年目職員に担当地域の重要課題について分析させると、最重要課題は毎年必ず「農業や地域の担い手育成」となる。日頃の普及活動から彼らが考えた分析結果であり、すでに単なる技術屋ではない。

普及指導員資格試験受験には実務経験が必要であり、新採用職員の多くは採用3年目に受験することができる。試験には専門用語解説の設問があり、雑草に関する問題が出題されることもある。例えば、「難防除雑草」について250字程度で説明（平成27年）。皆さんならどのように回答されるだろうか？ 大豆や麦類、水稻作等で問題となっている難防除雑草を選択して説明することになるが、単に雑草名や生態を記述するだけではダメで、雑草害や防除法について説明する必要がある（農家に防除法を指導するのが普及指導員の役目である）。防除法も除草剤だけでなく、耕種的防除や防除に要する労力やコスト等、多方面から考察する必要がある。現場での課題解決には幅広い知識と分析力が必要で、「引き出しが多い」普及指導員が求められている。

資格試験合格前（任用前）職員や若手の普及指導員の潜在能力を発揮させ資質向上を図るのが、専技の重要な役割である。専技を卒業してから5年を経過したが、当時、研修を担当した若手職員が各地で活躍しているのを見るのは嬉しい。昨今の情勢から普及指導員の人数は減少傾向にあるが、現場に接する最前線の重要な仕事であり、関係機関の皆様にも普及指導員や専技へのご理解とご支援をお願いしたい。

宮城県における 水稲乾田直播栽培の雑草防除

宮城県仙台地方振興事務所
農業農村整備部
大川 茂範
宮城県古川農業試験場
作物栽培部
遠藤 彦

水稲乾田直播栽培の普及拡大

宮城県では水稲直播栽培への取り組みが平成 22 年頃から徐々に拡大し、令和 3 年には水稲作付けの 5.7% にあたる 3,650ha に達している（宮城県 2022a）。これは、それまでカルパーコーティングが主流であった水稲湛水直播栽培（以下「湛水直播」）における、平成 22 年頃の鉄コーティング（農研機構 2010; 宮城県 2016a）、平成 28 年頃のべんがらモリブデンコーティング（農研機構 2016; 宮城県 2015、2016b）等の技術改良が契機となっている。しかし、近年では移植栽培の省力化技術として開発された高密度播種苗移植栽培（澤本ら 2019）の普及にともない、湛水直播への取り組み面積は減少に転じている。一方、代掻きの行程がない、より省力的な水稲乾田直播栽培（以下「乾田直播」）、中でも大型機械による高速作業が可能なグレー

ンドリル鎮圧方式（NARO 方式、農研機構 2021）を中心とした乾田直播が、東日本大震災の津波被害後に復旧整備された沿岸部の大区画ほ場を中心に拡大を続け、令和 3 年は初めて湛水直播を上回る取り組み面積となった（図-1）。

乾田直播の取り組みは、沿岸部のみならず、内陸平坦部の 1～2ha 規模の大区画整備後のほ場や、10～30a 区画の整備地区であっても、生産者が独自に合筆し大区画化したほ場等で取り組み、県内全域に拡大しつつある。生産者や関係機関の関心も高く、各農業改良普及センターや JA の主催による乾田直播の勉強会や現地検討会が各地で開催されている。

県内で取り組まれている乾田直播には、①作業速度を重視したドリル播種機と播種前後にケンブリッジローラー等による鎮圧作業を行う前述のグレーンドリル鎮圧方式、②耕起ロータリ、自転鎮圧ローラーおよびロール式播種

機が一体となったスリップローラーシーダー（松山株式会社、Niplo SRA シリーズ）を用いた播種方式、③不耕起 V 溝直播機（鋤柄農機株式会社、AD シリーズ）を用いた播種方式、そして④大豆・麦類との輪作体系を想定して開発されたアップカットロータリによる広畦形成同時播種（古川農試方式、宮城県 2009ab）を含む目皿式播種機を用いた播種方式等がある。慣行の播種期はおおよそ 4 月上旬から 5 月上旬であるが、地域・生産者によっては 3 月上旬から 5 月中旬までと幅広い事例がある。さらに、岩手大学で開発された初冬直播き栽培（下野ら 2012; 下野 2020）に取り組む生産者もあり、現在古川農業試験場では、この初冬播種と併せて、慣行よりも早い 2～3 月に播種する早期播種体系の実用性についても農林水産省「イノベーション創出強化研究推進事業」にて検討している。

水稲乾田直播栽培における 雑草管理の課題

乾田直播では、基肥の窒素利用効率が低いことや、イネ品種ごとの生育量の目安が定まっていないこと等、いくつか課題はあるが、現状普及現場での大きな技術的課題は雑草管理である。

各播種方式とも畑状態で種籾を播種し、出芽・苗立ち後に入水、以降湛水状態で管理される。入水後に発生してくるイヌホタルイ等の水田雑草については、漏水が問題とならなければ、湛

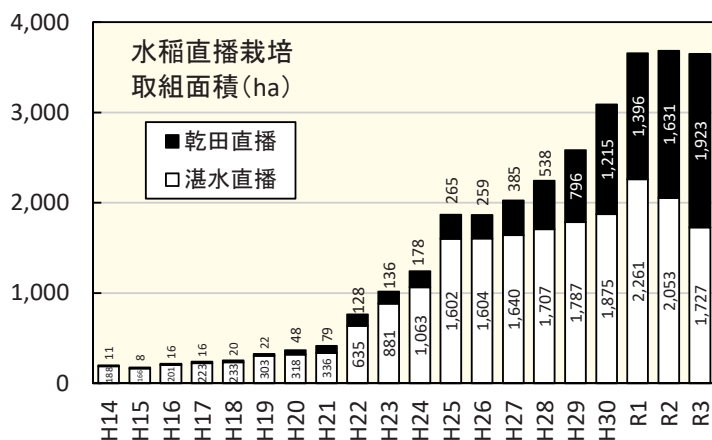


図-1 宮城県における水稲直播栽培の取組面積の推移
注)「宮城県稲作指導指針」掲載データより作成

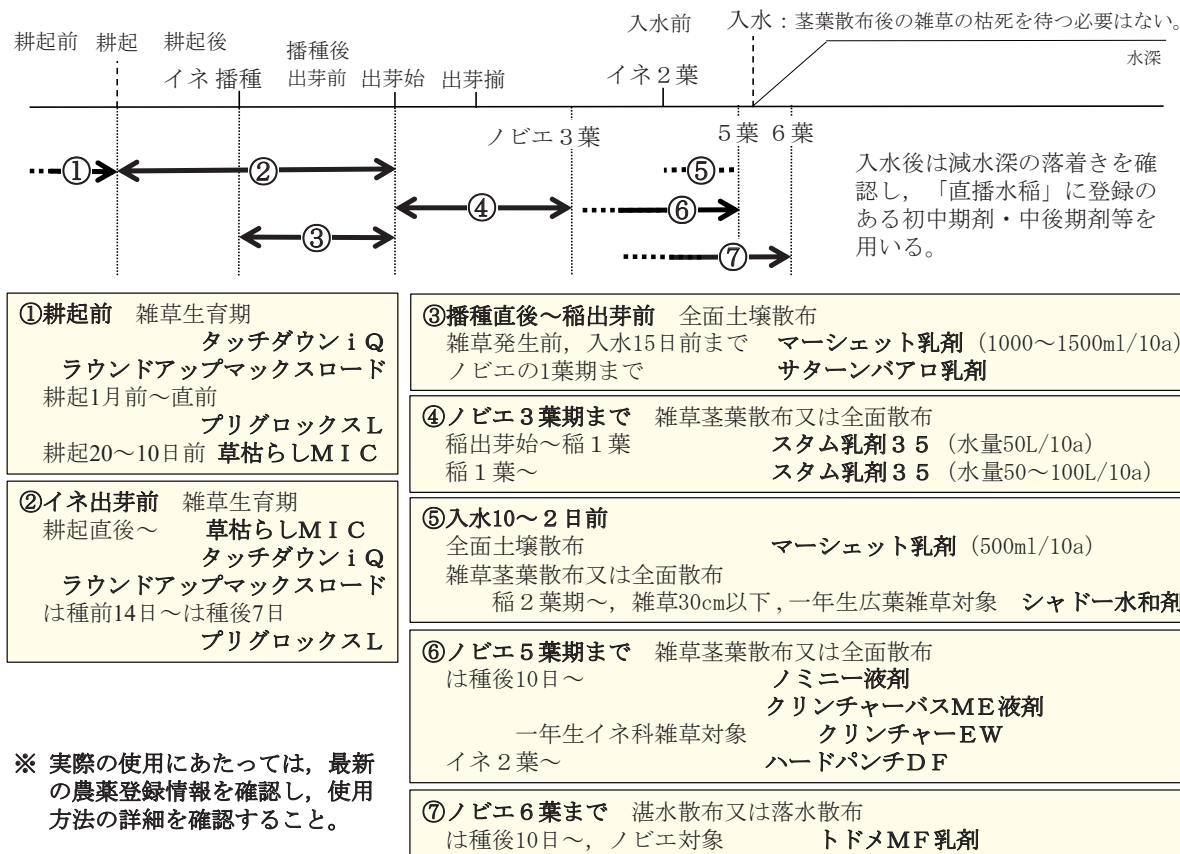


図-2 水稻乾田直播栽培の入水前の雑草防除に使用可能な除草剤

注)「宮城県農作物病害虫・雑草防除指針（令和4年度）」掲載の水稻除草剤使用体系図を修正・加筆

水直播とも共通した「直播水稻」に登録のある湛水処理型除草剤により防除することが可能である。しかし、入水前の畑状態で発生する雑草のうち、湛水状態でも生存できるノビエをはじめとする湿生雑草が残存してしまうと、入水後に使用可能な除草剤での防除は難しい。また、土中播種である乾田直播は湛水直播と比べてイネが倒伏し難いため、乾土効果で地力窒素の発現が問題となる転作大豆の後作（復元田）で取り組まれることが多い。そのため、大豆作で優占した畑雑草が乾田直播の入水前に多量に発生し問題となることも多い。つまり、入水前に確実にこれらを防除することが乾田直播における雑草管理の成否を決定する。

乾田直播の乾田期（入水前）に使用できる除草剤の種類は近年増えつつあり、当県の病害虫・雑草防除指針にも12剤を掲載している（図-2、宮城

県2022b）。しかし、実質的な選択肢は限られており、特定除草剤成分の連用が問題となっている。例えば、シハロホップブチル剤を連用した場合にはこれが効きにくいイボクサが多発するようになり、一方でイボクサに効果の高いビスピリバックナトリウム塩剤を連用した場合には、オオクサキビやオニワホコリといった特定のイネ科雑草が優占してくる。また、当県では未だ確認されていないものの、国内の乾田直播普及地帯では、ノビエ（タイヌビエやイヌビエ）においてアセチルCoAカルボキシラーゼ（ACCase）阻害剤（シハロホップブチル、メタミホップ等）に抵抗性を示す個体群の確認も報告されている（尾賀ら2021；柏木2021）。

以上のことから、特定の難防除雑草や除草剤抵抗性個体群の発生を防ぐためには、同一作用機構をもつ除草剤の

連続・連年使用は避け、ほ場をよく観察して発生草種にあわせた適切な除草剤を選択し、残草が生じた場合にも適切な追加防除を行うことで残草個体の開花・稔実を防ぎ、特定種の埋土種子（シードバンク）を増大させないことが重要となる。

なお、湛水直播と同様、乾田直播でも、前年のこぼれ籽に由来する漏生イネの発生が移植栽培よりも多くなる。前作が水稻の場合には、異品種混入を避けるため、前年と同一品種を作付けすることが基本となる。

乾田直播における入水前雑草管理の検討1

宮城県古川農業試験場では、水田輪作の省力化にかかる受託研究や農業メーカー・公益財団法人日本植物調節剤研究協会からの委託試験を中心に、乾田直播の入水前雑草管理に使用でき

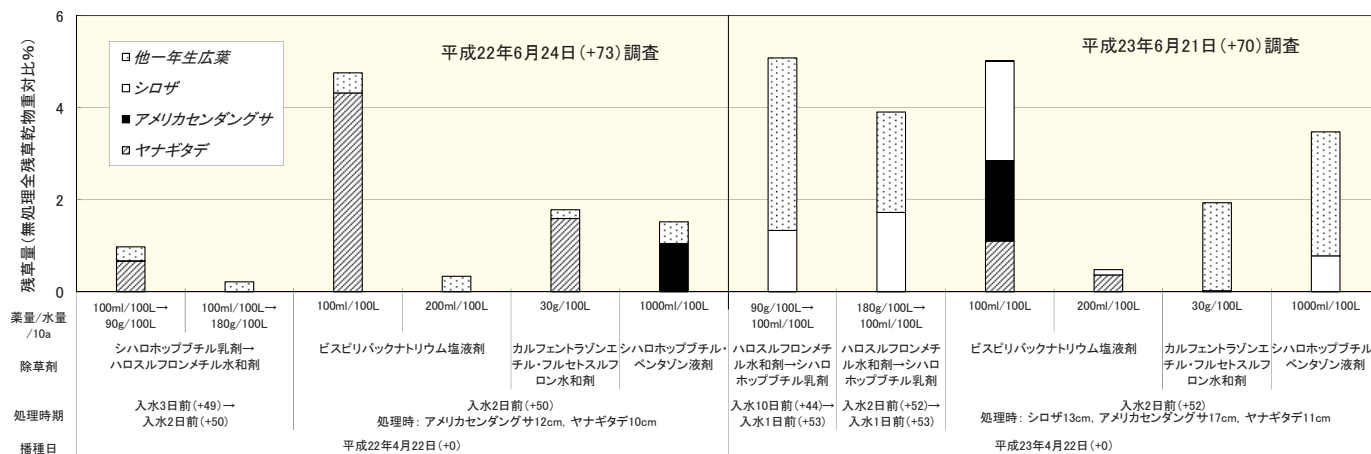


図-3 水稲乾田直播栽培における一年生広葉雑草に対する各入水前茎葉処理剤の効果

注) シロザの発生は H23 のみ。平成 22・23 年とも広畝立同時播種方式による乾田直播栽培だがほ場は異なる。「+」を付した数値は播種(4月22日)後日数を示す。入水は平成22年6月3日(+52)および平成23年6月5日(+54)。残草量は全草種の合計乾物重に対する各草種乾物重の比率(2反復の平均)を示す。

表-1 水稲乾田直播栽培における入水前茎葉処理除草剤の雑草種別効果と参考薬剤費

入水前処理 除草剤	薬量/水量/10a	ノビエ	オオクサキビ	ヤナギタデ アメリカセンダングサ	他一年生 広葉	イボクサ	参考薬剤費※ (円/10a)
シャドー水和剤 (ハロスルフロメチル水和剤)	90g/50~100L	—	—	◎	○	△	¥907
	180g/50~100L	—	—	◎	○	△	¥1,814
ノミニー液剤 (ビスピリバックナトリウム塩液剤)	100ml/100L	○	△	○	○	◎	¥1,187
	200ml/100L	○	△	◎	◎	◎	¥2,374
ハードパンチDF (カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロメチル水和剤)	30g/100L	○	△	◎	◎	△	¥3,014
クリンチャーパスME液剤 (シハロホップブチル・ベンタゾン液剤)	1,000ml/70~100L	◎	○	◎	◎	△	¥4,348

注) ◎：効果高い、○：効果有り、△：効果劣る、—：登録無し

※ JA・農業メーカーから聞き取りを基に計算した参考値(平成24年3月現在)。

る除草剤の検討を行ってきた(宮城県2013, 2020)。

平成22~23年の農林水産省プロジェクト「寒冷地太平洋側における輪作リスク低減と大規模省力水田輪作の体系化」の一部として、当時の慣行防除体系である、ビスピリバックナトリウム塩液剤(ノミニー液剤)とシハロホップブチル・ベンタゾン液剤(クリンチャーパスME液剤)のいずれかの単用による入水前処理に加えて、乾田直播剤として当時新規登録されたカルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロメチル水和剤(ハードパンチDF)、防除コストの低減が期待できる広葉雑草対策剤としてハロスルフロメチル水和剤(シャドー水和剤)について防除効果を確認し、以下のとおり宮城県

の技術広報資料である「普及に移す技術」としてとりまとめた(宮城県2013)。

「普及に移す技術」第88号 ＜参考資料＞より

1) カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロメチル水和剤(ハードパンチDF)は、高葉齢(5葉期まで)のノビエにも効果のあるスルホニルウレア系除草成分のフルセトスルフロメチルと即効性の高い褐変剤のカルフェントラゾンエチルからなる2成分の茎葉処理剤である。一年生広葉に対する効果は高く(表-1, 図-3)、際だった即効性がある。ただし、ノビエに対する効果は遅効的であり、オオクサキビに対する効果は期待できない(表-1)。またイネに対する葉害(葉身の褐変)が強く生じることがある

が一過性のもので収量等に影響するものではない。

- 2) ハロスルフロメチル水和剤(シャドー水和剤)はスルホニルウレア系除草成分のハロスルフロメチル1成分からなる安価な茎葉処理剤である。広葉に対する効果が高く、ヤナギタデ・アメリカセンダングサ等、入水後の残草が問題となる畑雑草にも十分な効果が期待できる(図-3)。ただし、イネ科雑草やSU抵抗性雑草には効果が無いので、ノビエ等が問題になる場合にはノビエ専用剤等との体系処理で使用する。
- 3) 発生草種に応じて茎葉処理剤を選択することにより、除草剤コストの低減が可能である(表-1)。

これらの検討は、主に大豆後作の乾

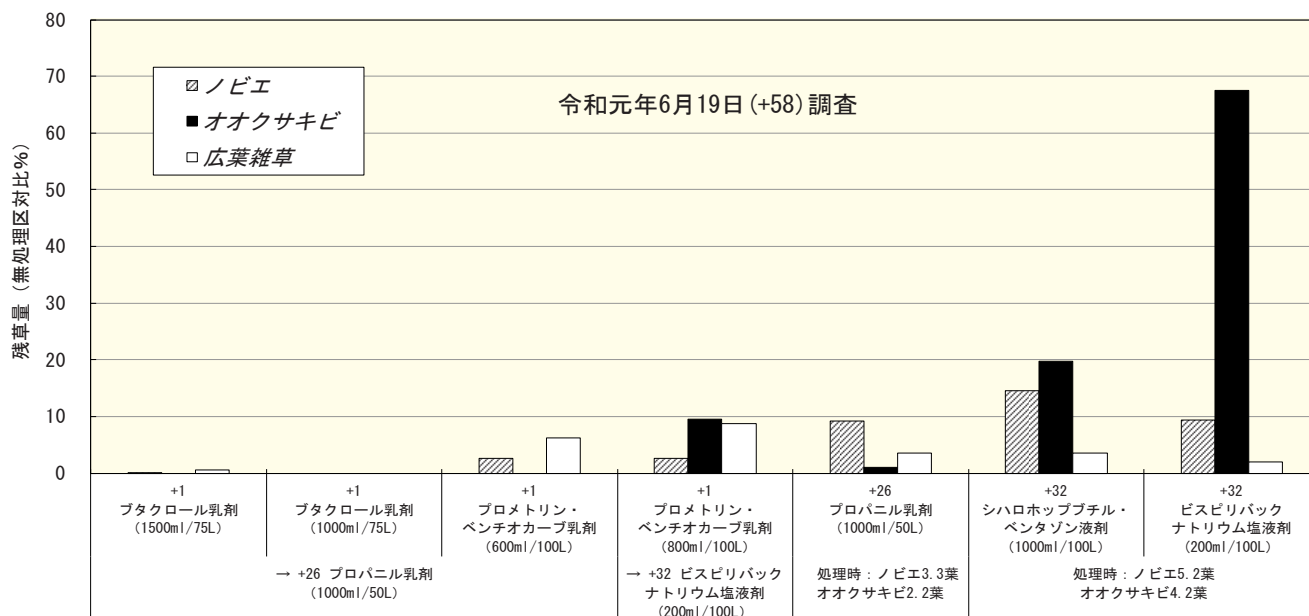


図-4 水稲乾田直播栽培における播種直後土壌処理剤と入水前茎葉処理剤の草種別防除効果

注) 令和元年場内試験。「+」を付した数値は播種 (4月22日) 後日数を示す。薬剤名に付した () 内は10a当たりの薬量/水量、縦軸は草種別の無処理区残草量 (㎡当たりノビエ 64.3g, オオクサキビ 5.5g, 広葉雑草 0.8g) に対する比 (2反復の平均) を示す。広葉雑草は、タデ類 (オオイヌタデ・イヌタデ・ヤナギタデ) やスカシタゴボウが主体である。

田直播で問題となるヤナギタデやアメリカセンダングサ (図-3) に対する新規・既存除草剤の効果特性 (殺草スペクトラム) を確認し、コスト面も含めて整理したものである。

これらの検討は、主に大豆後作の乾田直播で問題となるヤナギタデやアメリカセンダングサ (図-3) に対する新規・既存除草剤の効果特性 (殺草スペクトラム) を確認し、コスト面も含めて整理したものである。

乾田直播における入水前雑草管理の検討 2

その後、東日本大震災からの復旧・復興過程において、沿岸部を中心に、経営体当たりの耕作面積が急速に拡大し、これに伴い、水稲作全般の省力化・効率化への要請が一層高まったといえる。これに応えるため、既に農研機構東北農業研究センターが確立していた、作業効率が格段に高いグレーンドリル鎮圧方式の乾田直播をはじめとする各種の省力的な土地利用型栽培技

術体系について、県試験研究機関や普及組織も一体となり、復興庁・農水省の「食料生産地域再生のための先端技術展開事業 (先端プロ)」として普及実証試験に取り組んだ。あわせて、復旧復興事業による大区画ほ場整備が展開され、大型機械導入のための補助事業も多数創設されるという後押しもあり、グレーンドリル鎮圧方式を中心に乾田直播が急速に沿岸部に普及していった。

新たな乾田直播方式の普及と各経営体の耕作面積が数10～100ha規模に拡大する中で、それまで4月中旬が慣行であった乾田直播の播種時期は、春作業の繁忙ピークを分散するために3月上旬まで拡大していった。これに伴い、入水前の雑草管理は、それまでの慣行である1回の茎葉処理剤散布では対応しきれず、イネ出芽前5月上旬までの非選択性除草剤の散布等を組み合わせた複数回の体系処理が行われるようになった。

そこで、古川農業試験場では、従来から水稲乾田直播栽培での農業登録が

ありながら現場ではあまり活用されていなかった、播種後の土壌処理剤であるブタクロール乳剤 (マーシェット乳剤) や、新たに水稲乾田直播に登録された茎葉処理剤プロパニル乳剤 (スタム乳剤 35) 等の効果について、受託研究「農作物病害虫防除等の新農業並びに新肥料資材効果確認試験」で検討した。特に乾田直播における難防除雑草であるイネ科キビ属の帰化雑草オオクサキビ (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) に対する効果に着目し、以下のとおり「普及に移す技術」としてとりまとめた (宮城県 2020; 大川 2020)。

「普及に移す技術」第95号 ＜指導活用技術＞より

- 1) 水稲播種直後のブタクロール乳剤の土壌散布とプロパニル乳剤の茎葉散布を体系処理することで、ノビエ・広葉雑草とともに、オオクサキビに対しても安定した防除効果が得られる (図-4)。
- 2) プロパニル乳剤はノビエ3葉期 (オオクサキビ2葉期) までに茎葉散布することで、ノビエ・オオクサキビ・広葉雑草に高い効果を示す。特にオオ

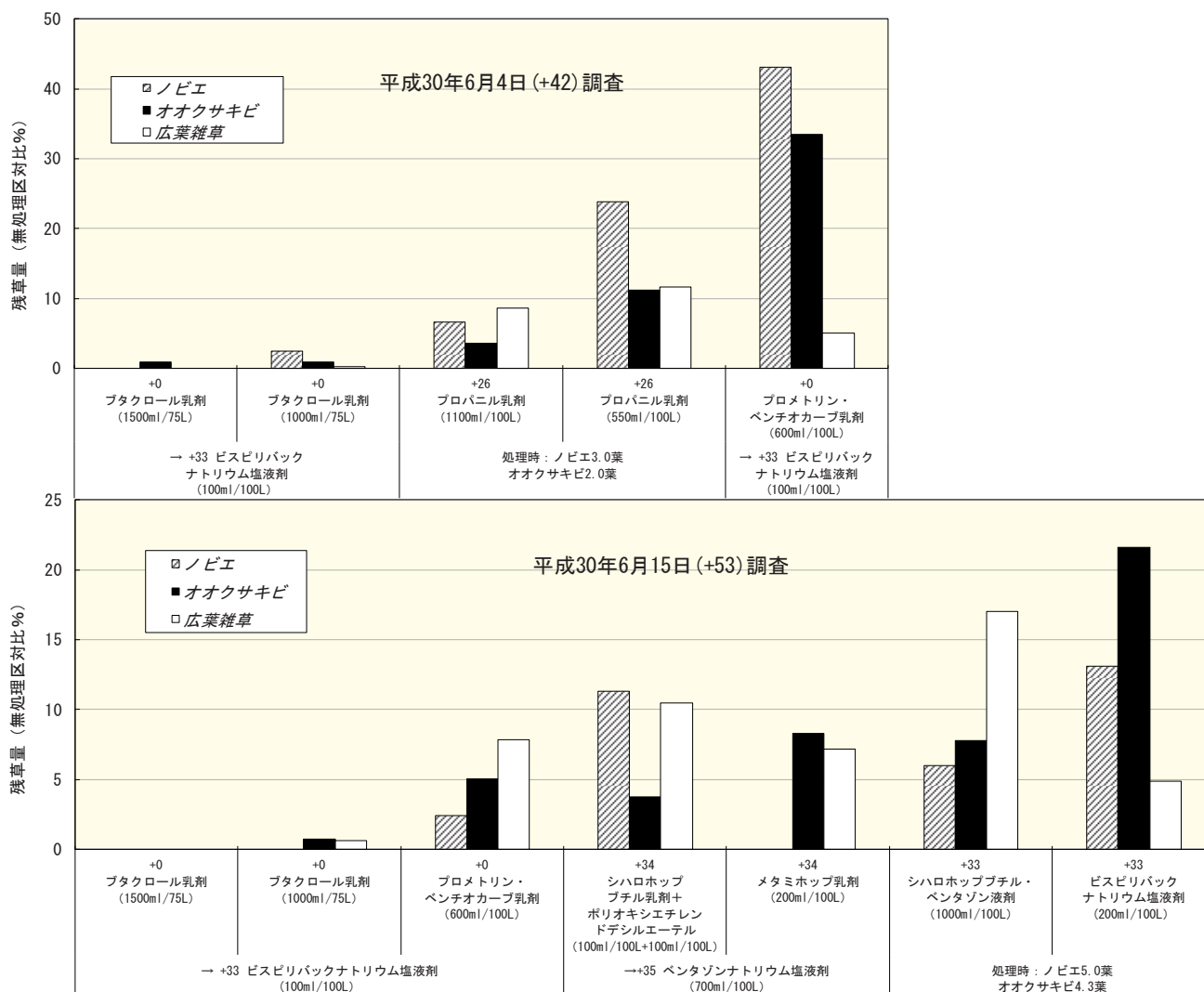


図-5 水稻乾田直播栽培における播種直後土壌処理剤と入水前茎葉処理剤の草種別防除効果
 注) 平成 30 年場内試験。「+」を付した数値は播種 (4 月 21 日) 後日数として除草剤の処理日を示す。() 内は 10a 当たりの薬量/水量、縦軸は草種別の無処理区残草量 (㎡当たり +42: ノビエ 2.0g, オオクサキビ 2.0g, 広葉雑草 8.2g, +53: ノビエ 5.4g, オオクサキビ 4.0g, 広葉雑草 1.5g) に対する比 (2 反復の平均) を示す。

クサキビに対する防除効果は、ノビエ 5 葉期 (オオクサキビ 4 葉期) に散布したシハロホップブチル・ベンタゾン液剤やビスピリバックナトリウム塩液剤よりも効果が高い (図-4)。

3) ブタクロール乳剤の処理薬量は下限量でも十分な効果が得られるが、プロパニル乳剤の処理薬量は上限量が望ましい (図-5)。

水稻乾田直播栽培のさらなる普及拡大に向けて

乾田直播は、米価低迷によるさらなる主食用米の生産コスト低減や飼料用

米等への転換推進への対応として、今後ますます取り組みが拡大し、各経営体や地域の事情により様々な方式・作業体系への展開も予想される。農地整備事業の採択要件としても農林水産省より示されている「米の生産コスト 60 キログラム当たり 9,600 円以下」(農林水産省 2021, 2022) という目標を実現し、さらなるコスト低減を目指すためには、乾田直播の導入は不可欠である。また、当県が掲げる農業施策の基本計画 (宮城県 2021) に示された「園芸算出額の倍増」のためにも、乾田直播導入により、水稻作の省力化

による余剰労働力の創出、作期分散による繁忙ピークの平準化が欠かせない。

乾田直播の雑草管理に関していえば、前述のとおり、播種時期拡大、田畑輪換の有無または乾田直播の継続年数等により、乾田期に発生する草種の優占状況や要防除期間が変化することから、ほ場条件に応じたより柔軟な防除体系の組み立てが求められる。幸い、新たな登録除草剤の選択肢は徐々に増えつつあるので、これら新規剤の効果的な利用方法の検討を進めつつ、乾田直播における雑草管理の要点について、その他の技術課題の解決策と併せ

て体系化していく必要がある。

現在、宮城県古川農業試験場では、地方創生推進交付金事業である「実需対応型新みやぎ米の高位安定生産技術の確立」において、雑草管理を含めた乾田直播の技術課題の解決に取り組んでいる。沿岸部を中心とした先行事例における課題や成功ノウハウを抽出・整理し、内陸部も含めた県内全域への普及拡大を図るため、各地域農業改良普及センター、全農宮城県本部、各JA等関係機関および農研機構東北農業研究センター等と連携し、実態調査やテーマ別の現地実証試験・普及展示試験データの解析等を実施している。これらの成果を基に、各地域・経営体にあった水稲乾田直播栽培が選択されることで水田営農の効率化が図られ、園芸作物等の高収益作物導入のための柔軟な労働力配分も可能となり、持続的で多様な地域農業の展開が後押しされることを期待する。

※本稿は一般社団法人宮城県植物防疫協会発行（2022年1月）の「植物防疫みやぎ」第133号の掲載記事を再編・加筆・修正したものである。

引用文献

- 柏木啓佑 2021. 水稲不耕起V溝直播栽培ほ場におけるシハロホップブチル抵抗性ノビエについて、ネット農業あいち 技術と経営、<https://www.pref.aichi.jp/nogyo-keiei/nogyo-aichi/gijutu-keiei/sakumotu2105.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 宮城県 2009a. 普及に移す技術 第85号(平成21年度)普及技術、広畝成形同時播種方式の水稲乾田直播栽培(機械作業編)、<https://www.pref.miyagi.jp/documents/20264/69444.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 宮城県 2009b. 普及に移す技術 第85号(平成21年度)普及技術、広畝成形同時播種方式の水稲乾田直播栽培(栽培編)、<https://www.pref.miyagi.jp/documents/20264/69445.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 宮城県 2013. 普及に移す技術 第88号(平成25年度)参考資料、乾田直播栽培の入水前に散布できる新たな茎葉処理除草剤と発生草種に応じた薬剤選択、<https://www.pref.miyagi.jp/documents/20184/223230.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 宮城県 2015. 普及に移す技術 第91号(平成27年度)参考資料2、苗立がよく省力低コストな水稲湛水直播土中播種法への改善-べんがらモリブデン被覆種子の利用-, <https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/res-center/91sankoushiryou2.html> (2022年7月15日閲覧)
- 宮城県 2016a. 普及に移す技術 第92号(平成28年度)普及技術1、鉄コーティングを用いた水稲湛水直播栽培技術、<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/res-center/92hukyuugijutsu1.html> (2022年7月15日閲覧)
- 宮城県 2016b. 普及に移す技術 第92号(平成28年度)参考資料1、べんがらモリブデンコーティング(べんモリ)を用いた水稲湛水直播土中播種技術(第91号追補)、<https://www.pref.miyagi.jp/documents/10910/621885.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 宮城県 2020. 普及に移す技術 第95号(令和2年度)指導活用技術、水稲乾田直播栽培の入水前体系処理によるオオクサキビ等防除、<https://www.pref.miyagi.jp/documents/20221/809947.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 宮城県 2021. 第3期みやぎ食と農の県民条例基本計画(令和3年度から令和12年度)、<https://www.pref.miyagi.jp/documents/18701/865406.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 宮城県 2022a. 令和4年度稲作指導指針、水稲直播栽培播種様式別面積の推移、p94.
- 宮城県 2022b. 宮城県農作物病虫害・雑草防除指針、雑草の防除方法1) 水稲除草剤使用体系図(直播栽培) <https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/noenkan/boujosisinn.html> (2022年7月7日閲覧).
- 農研機構 東北農業研究センター 2021. 乾田直播栽培技術マニュアル(ver.3.2)-ブラウ耕鎮圧体系-, https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/030716.html (2022年7月7日閲覧)
- 農研機構 九州沖縄農業研究センター 2016. 水稲べんモリ直播マニュアル、https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/benmoly_manual.pdf (2022年7月7日閲覧)
- 農研機構 近畿中国四国農業研究センター 2010. 鉄コーティング湛水直播マニュアル 2010、https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/iron-coating_seed.pdf (2022年7月15日閲覧)
- 農林水産省 2021. T P P等関連農業農村整備対策実施要領、<https://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/attach/pdf/tpp-taisaku-12.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 農林水産省 2022. 農地中間管理機構関連農地整備事業実施要領、<https://www.maff.go.jp/j/nousin/keiiku/noutiseibi/attach/pdf/index-46.pdf> (2022年7月7日閲覧)
- 尾賀俊哉ら 2021. 愛知県内の水稲直播栽培ほ場におけるシハロホップブチル抵抗性ノビエの発生状況、日本作物学会第252回講演要旨集 p.10.
- 大川茂範 2020. 水稲乾田直播栽培における入水前の除草剤体系処理によるオオクサキビの防除、東北農業研究 第73号, pp.3-4.
- 澤本和徳ら 2019. 石川県における育苗箱に高密度に播種した水稲稚苗の形質および本田での生育・収量・玄米品質、日本作物学会紀事 88(1), 27-40.
- 下野裕之ら 2012. 寒冷地における水稲の初冬直播き栽培、日作紀 81(1), pp.93-98
- 下野裕之 2020. 寒冷地における水稲の初冬直播き栽培、植物の生長調節 55(1), pp.63-66

農薬の安全性と科学の不定性 (その1)

農薬用マスク・保護具研究会
内田 又左衛門

背景

農薬は安全性評価を経て登録される制度になっている。その評価は基本的にリスク評価に基づいており、最近では農薬使用者の暴露影響も簡易なリスク評価からより精緻化したものになった。これまで登録時にリスク評価されていた人の健康（食品、飲料水からの暴露）及び水域の生活環境動植物への影響に加えて、今後は農薬使用者や陸域の生活環境動植物（鳥類、野生ハナバチ類等）への影響等についても評価される。登録農薬は「受容できないリスク」がない状態になっているが、中にはリスク低減策を含む場合もある。農薬使用者を例にとれば、マスク、手袋、防除衣などの防護装備を着用して許容できれば良いという考え方である。リスク低減策を講じてもおお「残留するリスク」がある時には使用上の注意として情報提供、現場での対応になる。農薬使用者の責務は、「農薬を使用する者が遵守すべき基準を定める省令」九か条の通り多岐にわたり、それゆえ国や都道府県等による農薬使用者への助言、指導、援助の制度もある。また2018年の農薬取締法改正で再評価制度が導入され、既登録農薬も含めて最新の科学的知見に基づき安全性等の評価を定期的（原則15年）に行うことになった。

科学は進化システムで、次々と新しい知見が発表される。登録時に評価された農薬についても、時折、新知見や

異論等が出てくる。その内容が、新たなハザードやリスクの可能性を指摘する場合もあり、その結果、時には、結論が定まらない状態「科学の不定性」となることもある。その時、とかくマスコミは不安を煽るような報道をする。これは、更にSNS等で二次拡散し、一般市民の不安の広がりになったりする。方法論的あるいは科学的に間違っている場合は、明確に否定することはできるが、そうでない場合は、科学的な検証や判断が必要となる。結論が出れば良いが、出なくても、次の政策的な判断が必要になる。

この様な状況で、我々はどう考え、行動すべきなのか。ポイントは2つあると考える。一つは「用語の定義」と「安全性やリスク等の規定」で、正しい用語や意味付けで考えることである。もう一つは、新たな実験事実や異論、即ち「科学の不定性」に対応する姿勢である。すなわち、実験事実（ファクト）は先ず受け止めた上で、科学的に対応することである。できない場合には、新たなファクトに関する政策的判断を仰ぐべきではないかと考える。以下、順次説明する。

1. 定義と指針「安全性とリスクについて」

定義や指針等に則らないと、共通認識は得られない。当然、議論も噛み合わない。「安全」の定義や指針として、JIS規格「安全側面一規格への導入指針」Z 8051:2015 (ISO/IEC

Guide 51:2014)がある（向殿政男ら2021）。この指針は、元来、機械類に対して考案されたものであるが、他の分野でも用いることが推奨されている。これによれば、「安全」とは意図した使用は勿論のこと、合理的に予見可能な誤使用も含めて、すべてのライフサイクル段階において、「受容できないリスクがないこと」である。

農薬の場合、合理的に予見可能な誤使用には何があるか？FAOの「Code of Conduct（行動規範）」冊子（図-1）の中にある例として：一つの農薬製品名（a single brand name）で、異なる有効成分あるいは混合剤を同時に販売しない（11.2.4）、また、農薬は飲料用ボトル等へ移し替えないように政府は禁止措置や厳格な罰則を科す（10.4）といったものがある。これらは、過去の事故例等から合理的に予見

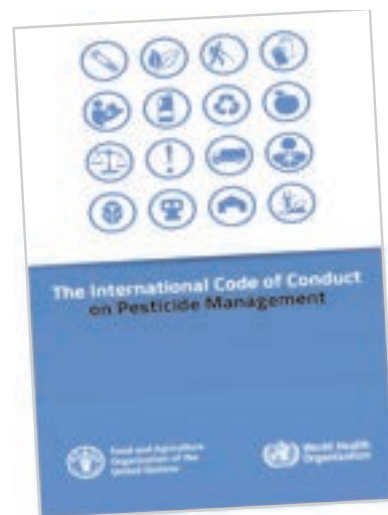


図-1 FAO「農薬 Code of Conduct」冊子 (FAO 2014)

できる誤使用である「農薬の間違い」や「誤飲事故」を未然に避けるためであろう。他にも、それぞれの製品ライフサイクルに即して拾い出して対策することが必要になる。

また、この安全側面の指針には、「安全」及び「安全な」という用語の使用に関する規定もある：一般社会では、しばしば「安全」という用語は、全てのハザードから守られている状態と理解されている。しかし、正しくは、安全とは、危害を引き起こすおそれがあると思われるハザードから守られている状態をいう。製品又はシステムには、あるレベルのリスクが内在している。したがって、「安全」及び「安全な」という用語は、特に有益なその他の情報を伝えない場合には、形容詞としての使用は避けることが望ましい。さらに、「安全」及び「安全な」の用語はリスクがないことを保証していると誤解されやすいので、可能な限り目的を示す用語に置き換えることが望ましい。例として、「安全ヘルメット」でなく「保護ヘルメット」、「安全インピーダンス装置」でなく「保護インピーダンス装置」、「安全床材」でなく「滑りにくい床材」を挙げている。

農薬でも、用語「安全」及び「安全な」はラベルや広告等に使用しないことになるのか？ FAO「Code of Conduct」の11.2.8には、「安全、毒でない、有害でない、有毒でない、あるいは、環境に優しい」等とラベルや他の広告物に書いてはいけないと規定している。その農薬を正しく使う場合と言おうが

言うまいが関係なく「安全」等とは言わないとしている。「安全」、その形容詞「安全な」は、余り深く考えずに使用されているが、実際はガイドライン通り注意深く使用するようにしなければならない。このFAOの冊子には、政府や農薬会社等が遵守すべき内容がまとめられており、農薬関係で仕事をする人々の必読書であると考えている。

2. リスク評価と低減策 (Three Step Method について)

上記 JIS 規格「安全側面」(JIS Z8051 2015)によれば、リスク(risk)とは危害(ハザード)の発生確率及びその危害の度合いの組合せである。発生確率には、ハザードへの暴露、危険事象の発生、及び危害の回避又は制限の可能性を含む。農薬はハザードで、それへの暴露として捉えると農薬のリスクが理解し易い。リスク評価(risk evaluation)とは許容可能なリスクの範囲に抑えられたかを判定するためのリスク分析に基づく手続である。リスク低減策(risk reduction measure)、保護方策(protective measure)とは、ハザードを除去するか、又はリスクを低減させるための手段又は行為である。例としては、本質的安全設計、保護装置、個人用保護具、使用及び取付けのための情報、作業の組織、訓練、保護器具の利用、監視等が挙げられている。一般論で書かれているが、農薬のリスク評価やリスク低減策も同様に行われているものと見ることができ

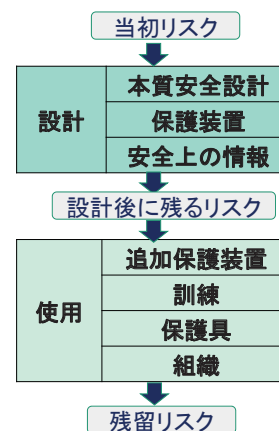


図-2 リスク低減策 (Three Step Method)

る。農薬の研究開発でも、リスク設計は最も重要なことの一つだと考える。

製品のリスク設計におけるリスク低減は、「本質安全」、「制御安全（保護装置等）」、「安全上の情報」の三段階 (Three Step Method) である。しかも、この順序で、実施すべきだとしている (図-2)。合理的に予見可能な誤使用等に対しては「フェールセーフ」を、また、文字が読めない外国人、内容が理解できない子供等に対しては「フルプルーフ」等で本質安全から追求することが推奨されている。「本質安全」が確保できず、下位の「制御安全」や「安全上の情報や注意」が必要な時は、その製品を「安全」というべきでないとしている。それが、新たなリスクとなるためである。安全ではないので保護具着用や注意を遵守するのである。自動停止させても落下するような無人航空機では本質安全は無理である。したがって、ドローンによる農薬散布等では、自動化等で次段階の安全を追求しているが、機械や制御系 AI 等は老朽化が避けられず、必ず故障や不具合になると考えるべきである。すなわち、性能や品質保証の他、メンテナンスや定期的更新が必要で、それらのルール化も要ることになる。

ある農薬を例に考える (図-3)。この農薬の含量が 50% とすると、すな

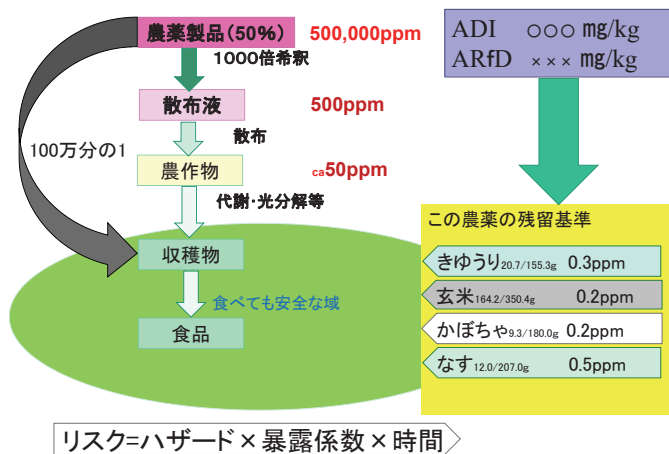


図-3 農薬（殺虫剤の例）使用のリスク

わち 50 万 ppm になる。1 千倍希釈した散布液は 500ppm で、これを散布した作物では 1 オーダー程度低い 50ppm くらい、もちろん作物の状態等で変わる。そして、収穫時には 0.2～0.5ppm（残留基準）あるいはそれ以下の食べても安全な濃度レベルになる。農薬のハザードは、そしてリスクも、濃度に比例する。したがって、農薬使用のリスクは、図-3 のリスクの式を用いて、段階ごとに考えなければならない。一般市民からの質問「農薬は安全ですか？」に対して、どの段階かを特定することなく、不用意な回答は誤解や混乱を招く。散布液調製までは 50 万 ppm でハザードが最大である。だから、短時間とは言え、間違っても暴露しないように必要な防護装備の正しい着用と共に、最大の注意が必要になる。希釈すると、量は増えるが、ハザードは千分の一になる。これを散布する時は、暴露リスクは随分小さくなっている。しかし、作業時間が長くなると暴露量は積分されていく。散布では、暴露を小さくすると共に、時間を短くすることも重要になる。このように、各段階の暴露リスクは量的にも質的にも異なり、したがって対応も異なる。実際の作業を想定して各段階でリスクを見積もり、しっかりと低減策

を講じて、許容できるレベル以下にすることが必要になる。各段階の異質なリスクは合算すると本質を見失い、的確な対策が難しくなることにも留意が必要であろう。

図-3 の例のように収穫物に残留する農薬のレベルは、百万分の一あるいはそれ以下の残留基準以下となり食べても大丈夫になる。しかし、不適正な使用（適用作物、使用量、希釈倍率、使用時期、使用回数、使用方法の違い等）をすれば、その結果として残留基準を超過する恐れがある。残留基準を超過した収穫物は流通・販売できないので注意が必要である。

2018 年の農薬取締法改正で今では、農薬使用者暴露と影響のより精緻化したリスク評価が、新規や再評価化合物において実施されている。調製段階と使用段階を区別して、調製段階では剤型ごとに、使用段階では作物・使用方法ごとに、それぞれ使用者への暴露量を求め、合計の暴露量が許容レベルである農薬使用者暴露許容量（AOEL）及び急性農薬使用者暴露許容量（AAOEL）を超えないようにリスク管理される。超えなければ、防護装備なしで使用できる。超える時には、防護装備の着用等で暴露量の低減を実施し、許容レベル以下になれば

使用できることになる。その場合、必要となった防護装備の着用はラベルに記載、使用者に伝えられる。先に述べたように、防護装備を必要とする農薬は、用語「安全」は使用しないように留意する。

FAO「Code of Conduct」(3.6)には、「必要な防護装備の使用が不快である (uncomfortable)、高価、容易に入手できないといった場合には、その農薬は避ける」と書かれている。特に、「高温地域の小規模農家や農業労働者への配慮」が必要だという。米国カリフォルニア州の例では、日中 80°F（≒ 26.7°C）あるいは夜間 85°F（≒ 29.4°C）を超える時は、熱中症（heat stress）のリスクが有意になるので、全身防除衣を着用した作業をさせてはならないとしており、解決策としては高リスクの調製作業において、自動希釈装置を使うといった指導もある（Thongsinthusak and Frank 2007）。FAO Code of Conduct には別途「Guidelines for personal protection when handling and applying pesticides」（FAO 2020）もあり、FAO ホームページ（<https://www.who.int/publications/i/item/9789240000223>）から入手できるので参考にして欲しい。

中央労働災害防止協会ではリスク低減策 Three Step Method である「本質安全設計」、「保護装置・防護」、「安全上の情報」を、機械等の場合だと思われるが、それぞれ緑色の枠のように例示している（図-4）。農薬の場合（灰

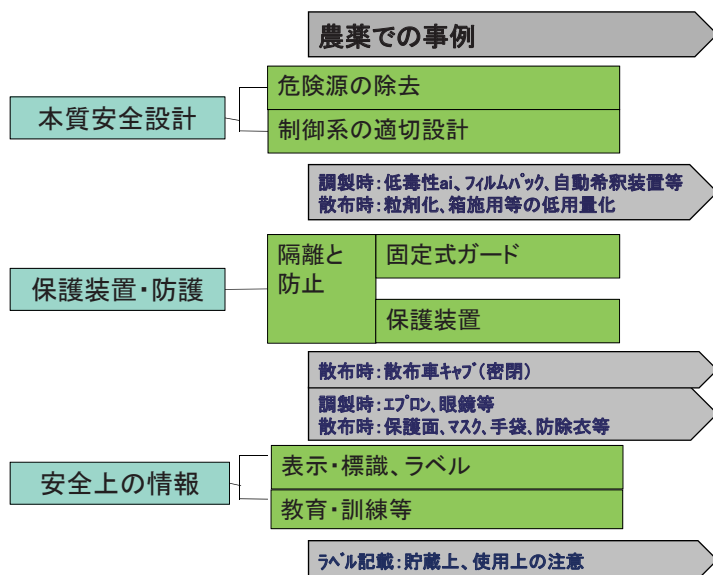


図-4 リスク低減方策の種類と農業での事例
(中央労働災害防止協会資料を改変)

色の枠)、ぴったりとはあてはまらないが、これまでの農業のリスク低減実績を整理し対応させると、それぞれの意義がよく理解できる。製剤のフィルムパックや米国等で高リスク農業に使用されている自動希釈装置等は、「本質安全設計」に該当するように考える。粒剤化や箱施用技術、製剤の低毒性化や散布量の少量化等も本質設計に該当すると考えられる。低毒性原体も、その程度によるが、これに該当するのかもしれない。「保護装置・防護」としては、密閉型キャブ（運転席）付きの散布車は直接暴露を回避できる。また、保護面、マスク、手袋、防除衣等は効果的に暴露量を低減でき、保護装置に該当する。

ところで、散布車の密閉型キャブには欧米では厳格な指導がある。内部は陽圧で、空調は高性能フィルター付き、また乗車時には農薬製品や使用済あるいは使用中の防護装備等は一切持ち込まない等である。一度室内を汚染

させると、その後の暴露が無視できないという意味であろう。

最後の、「安全上の情報」は、表示、標識、ラベルと、教育・訓練等が該当する。使用の段階でも、様々な対策が考えられ、農業と現場に適した低減策が必要となり、それぞれに即したリスク低減対策を考えることになる。

リスクは大きいものから順に対策して低減するが、ゼロにはできない。設計後にも残るリスクは、必ず存在するもので、必要な情報は使用者に提供される。農業使用者への情報提供手段には農薬製品ラベルと SDS(安全データシート) 等があり、「安全上の情報」も提供されている。農業使用ではラベル記載事項がすべてであり、PL 法対応として「ラベルをよく読む、記載以外には使用しない、小児の手の届く所には置かない」と言った記載もなされている。

農業取締法第 27 条では「農業使用者は農業の安全かつ適正な使用の知識

と理解を深めるべく努めるとともに指導を受けるように努める旨」が規定され、また同第 28 条では「農林水産大臣、環境大臣及び都道府県知事は情報提供、助言、指導、援助を行うように努める」と規定され、ラベル内容の理解と遵守に向けた指導・援助等が実施されている。他にも農薬メーカーの情報提供や都道府県等の防除指針や農業管理士指導研修等もある。対応が必要な安全情報は、以上の中で農業使用者にすべて伝達されることになっている。

参考文献等

- FAO 2014, “The International Code of Conduct on Pesticide Management”(FAO)
- FAO 2020, “Guidelines for Personal Protection When Handling and Applying Pesticides”(FAO)
- ISO/IEC Guide51 2014, “Safety Aspects Guideline for Their Inclusion in Standards (ISO)
- JIS Z8051 2015, 「安全側面－規格への導入指針」 JIS ハンドブック (日本規格協会)
- 向殿政男ら 2021, 「安全四学－安全・安心・ウェルビーイングな社会の実現に向けて」 (日本規格協会)
- Thongsinthusak, T and Frank, J.P 2007, “Developing Pesticide Exposure Mitigation Strategies” in “Assessing Exposures and Reducing Risks to People from the Use of Pesticides”(ACS Symposium Series 951) ed. By Krieger, R.I. et al. (American Chemical Society) pp.98-110.

ムダ平野の稲作

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
技術顧問

渡邊 寛明

はじめに

今から約30年前の1992年8月、農林水産省熱帯農業研究センター（TARC、現在は国際農林水産業研究センター（JIRCAS））の長期在外研究員としてマレーシアに派遣され、1996年8月までの4年間、当地で急速に普及した水稲直播栽培の雑草防除に係る調査研究に携わった。当国との稲作共同研究プロジェクトで雑草防除の専門家として最初に派遣された伊藤一幸さんの後任である。赴任当時の年齢は34歳。それまで農林水産省農業研究センター（鴻巣、つくば）の水田雑草研究室に在籍し、イヌホタルイの研究を担当していたが、雑草研究者としての経験はまだ浅い。鴻巣時代に隣室（稲栽培研究室）におられた平岡博幸主任研究官がマレーシアでの長期在外研究を終えて帰国され、つくばにある私の居室に來られてマレーシアの熱研チームには雑草の専門家が必要だと私を説得するように話しておられた。TARCの在外研究員やJICAを通じて発展途上国に派遣される専門家は皆そうだと思うが、慣れない異国の文化、慣習のなかで、毎日の生活にも苦労しながら、2～4年という限られた期間内でその国に貢献するような研究成果を期待されるというのは荷が重いことである。幸いにも私は単独派遣ではなく、チーム内には相談できる先輩達がいて、なにより派遣先の機関から手厚い便宜がはかられるという恵まれた環境であった。それでも、私のような若い者に何ができるのだろうと不安いっぱいだった。ここでの調査研究や生活の中で、戸惑いや驚いたことなど多くの体験をさせてもらったので、それらを何回かに分けて書き残しておこうと思う。マレーシアの雑草問題の概要については本誌30巻10号に寄稿しているが、今回は在外研究報告書（Watanabe *et al.* 1996）の内容も含めた紀行記事にしたい。なお、ムダ農業開発庁（Muda Agricultural Development Authority, MADA）に派遣されたTARC総合研究チームのOBにより刊行されている「北馬回想」（図-1）への寄稿文（渡邊 2021）の内容も本誌向けに改訂して加えた。「北馬」はマレーシア（馬來西亞）の半島北部一帯を指す。



図-1 マレーシア・ムダ平野に派遣された熱研チームOBによる回想録集「北馬回想」



図-2 ムダ農業開発庁（MADA）の本部にて

短期でのマレーシア訪問

1991年9月、前任の伊藤一幸さんに呼ばれて短期でマレーシアを訪問した。長期在外研究の準備のための渡航である。私の主たる勤務地となるMADA（図-2）はケダ州の州都アロースターにある。また、後に家族が住むペナン島の対岸にあるセブランプライ（ペナン州はペナン島と半島側のセブランプライで構成され、両者はペナングリッジとフェリー船で結ばれている）のカパラバタスという田舎町にマレーシア農業開発研究所の稲研究センター（Malaysia Agricultural Research and Development Institute, MARDI Rice Research Center）があり、私はそこにも居室をもらって



図-3 ジェライ山（ケダピーク）からムダ平野を望む

伊藤さんの試験を引き継ぐことになっていた。引継ぎのために MADA では農業部主任の Ho Nai Kin さん、MARDI セブランプライでは雑草専門家の Azmi Man さん、ペナン島にあるマレーシア科学大学（Universiti Sains Malaysia, USM）では水生植物学の Mashhor Mansor 教授を紹介された。MARDI はアロースターにも支所を構えており、その MARDI アロースターの雑草専門家 Lo Nyok Piang さんにもお会いした。伊藤さんからは、機会があればクアラルンプール、コタバル、サラワクのそれぞれで、誰それと連絡を取るようにともしわれた。どこの国でもそうだが、雑草の研究者はそれほど多くない。この国の全ての雑草研究者と顔見知りになっておきなさいという私への指導であった。

MARDI セブランプライ（MARDI ボンボンリマという昔の名を懐かしむ人は多い）と熱研センター（TARC）は水稻育種分野で長年の共同研究の歴史があり、コロンプランで日本人専門家がマレーシアに派遣された時代から当国の水稻品種開発では日本人専門家が大きな成果を上げている。特に「Malinja」や「Mahsuri」という品種は有名で、「緑の革命」で知られる IRRI の IR 系統とはタイプの異なる少肥向きの長稈、多収の品種である。「Mahsuri」はマレーシア国内だけでなくインドやパキスタンにも広く普及したとされる。MARDI の水稻育種技術の改善にも貢献され、育種専門家の Chen Yoke Hwa さんが日本人から育種のやり方を教えてもらったとよく話しておられた。私が短期派遣されたときは根本博さんがイネツングロ病抵抗性の研究、その後長期派遣の時は岡本正弘さんが品質向上を目指した品種育成の研究に取り組んでおられた。岡本さんの後には加藤浩さんがハイブリッド品種育成に関する育種法の研究を進められた。

ムダ平野の稲作

具体的な雑草調査について述べる前に、当時のマレーシアの水稻栽培の状況を概説したい。マレーシアの灌漑稲作は、70 年代にはじまる二期作、作業請負制度による大型機械化、80 年代以降の移植から直播への移行という 3 つの大きな変

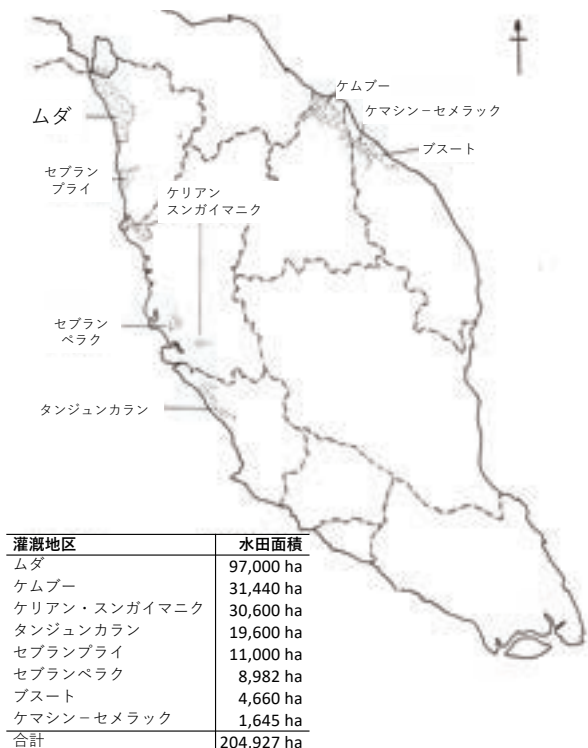


図-4 西マレーシアにおける 8 つの灌漑水田地区

化を経ながら発展していた。私の調査研究の対象地域は、西マレーシア（半島部）の北東に位置するケダ州とペルリス州にまたがるムダ平野の水田地帯である（図-3）。西マレーシアには 8 つの灌漑稲作地帯があり（図-4）、その中でも最も広いムダ灌漑地区は約 9 万 7 千 ha の水田面積をカバーする。ムダ平野に流れるムダ川の上流に 2 つのダム（Muda, Pedu）があり、それらから供給される灌漑水の利用を管轄する政府組織が MADA である。ダムから供給される灌漑水は当地での水稻二期作を可能にし、1975 年頃にはムダ平野のほぼ全域で二期作が普及した。当時はまだ生産が不安定で、1970～80 年代の MADA 熱研チームの研究テーマには水稻二期作技術体系の改善であった。ムダ川の上流にはもう一つ、家庭・工業用水の供給を目的として公共事業局によって建設された Ahning ダムがあり、その運営管理も MADA に引き継がれている。二期作の普及により一年中稲作が行われるようになると、昆虫が媒介するウイルスによるツングロ病被害が増大した。熱研チームによる調査研究結果に基づいて、ムダ平野全域で休閑期を設けるという提案が採用され、MADA による一定期間の灌漑水供給の停止措置がこの問題の終息に繋がった。1980 年代にはいると各地の灌漑水田地帯で直播栽培の普及が進んだ。ムダ平野においても 1980 年の第一作（乾季作）および第二作（雨季作）の直播栽培が 662ha と 858ha で全水田面積の 1% 未満であったのに対し、1990 年にはそれぞれ 82,906ha、78,231ha で全水田面積

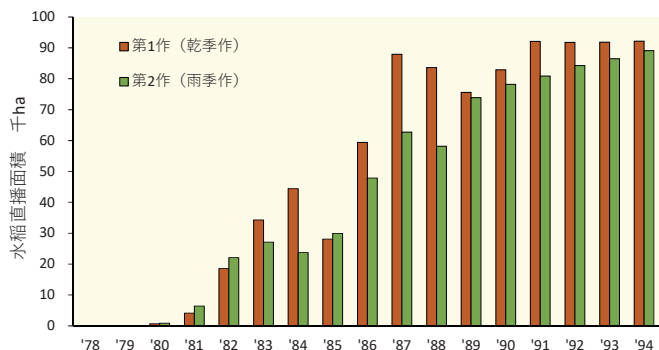


図-5 ムダ平野における水稻直播栽培面積の推移

の89.5%、80.5%を占めるようになっていた(図-5)。灌漑水不足への対応技術としても直播栽培はメリットがあると考えられ、乾季作の第1作で直播栽培面積が多いのは灌漑水不足の時期ほど直播栽培を選択する傾向があることを示している。わずか10年間でムダ平野の田植え稲作が直播に大きく変わったが、その要因としてはそれまで田植えをしていた農村の女性達が周辺の工場で働くようになった影響が大きい。経済発展による田植労働の不足である。近隣のタイ、ベトナム、インドネシア、フィリピンでも灌漑地区を中心に直播栽培の普及が進んでいた。日本では1970年代に田植労力の不足から機械移植の普及が進んだが、マレーシアでは一足飛びに移植から直播に移行したのである。

多民族国家と大型機械化稲作

マレーシアの稲作を理解するために、当国の多民族国家としての特殊性にも触れたい。きわめて大雑把な整理だが、全人口の約6割を占めるマレー系住民の多くは農村部に住居して農業に従事あるいは公務員として公的機関で働き、約3割を占める中国系住民は都市部で商工業やサービス業に従事し、約1割を占めるインド系住民はゴムやオイルパームに代表されるプランテーションや都市部の労働力となっている。経済活動に優れる中国系住民に対してマレー系住民や先住民を含めたブミプトラ(地元民)を優遇する政策により民族間の貧富の差は解消の方向にあったが、社会的立場の違いは鮮明であった。農業においても農地を所有しているマレー系住民に対し、農地所有に厳しい制約があった中国系住民は彼らの経済的手腕を発揮して大型のトラクターやコンバインといった農業機械を所有し、水田の耕耘や収穫作業を請け負うという形でこの国の農業に関わっていった。コントラクターと呼ばれていた中国系の作業請負業者が耕耘(図-6)と代かきを行なう。マレー系農民はコントラクターにより準備された自身の水田で水稻種籾を播種(手撒き)し(図-7)、その後の管理(施肥、病害虫・雑草防除)を行う。コメが実ると再び中国系コントラクターがやって来て大型コンバインで



図-6 コントラクターによる耕耘作業



図-7 播種作業の様子



図-8 コントラクターによる水稻収穫作業

収穫する(図-8)。灌漑水田地区ではそのような農作業における役割分担が成立していた。1つの灌漑地区で全ての水田の耕耘・代かきに1~2か月を要し、8つの灌漑地区それぞれで二期作を行っているので、コントラクターは各地を廻りながら一年中どこかでトラクターやコンバインを動かしていることになる。1年に一時期にしか働かない日本の田植機やコンバインと比べると農業機械の稼働率は極めて高い。

マレーシアでは比較的早くから日本人専門家による機械化体系の導入が試みられていた。ここでいう機械化は日本で普及した小型機械を駆使した稲作である。東南アジアの稲作農民に大型機械の導入は困難との考えが、日本人専門家たちの中では根強かったと思われる。しかしながら、実際にはマレー系農民たちはいくら小型であっても彼らにとって高額な機械には手を出だすことは無かった。機械が必要な作業は中国系のコントラクターに任せるという姿勢であったが、それでも日本人専門家は小型機械の普及にこだわり続けたようだ。国民性や価値観の違いもあったかもしれない。大型機械で地耐力の低い軟弱な水田を縦横無尽に走り回った後の耕盤や畦畔の破壊などを見ると、水田管理を精緻に行う日本人の美意識からかけ離れた水田の姿となる。MADAの企画部長だったジェガシーサン氏は、「日本の技術協力は、日本で成功した稲作開発のモデルをそのままマレーシアに移植しようとしたのではないか」と遠慮がちに批判されたそう（諸岡

2020）。ムダ平野出身のマハティール首相は「ルックイースト（日本に学べ）」を唱え、マレーシア独自の近代化を進めるために日本の企業運営や勤勉さを見習おうとした。しかし、日本の真似をしてその後をなぞるように追いかけようとしたのでは決してなかったようだ。

参考文献

- 諸岡慶昇 2020. 現地における農業開発協力の課題—マレーシアの人は稲作技術協力をどう見ているか—. 北馬回想 第1号, 58-66.
- Watanabe *et al.* 1996. Ecology of major weeds and their control in direct seeding rice culture of Malaysia. JIRCAS/MARDI/MAD. 共同研究最終報告書. pp1-202
- 渡辺寛明 1997. マレーシアのかんがい水田地区における最近の雑草問題. 植調 30(10), 349-356.
- 渡辺寛明 2021. マレーシアでのこと思いつくままに. 北馬回想 第2号, 19-27.

田畑の草種

小判草（コバンソウ）

旦那、お変わりございやせんでしたか。その節にはずいぶんとお世話になりやした。私もこの江戸は十年ぶりでございやす。この十年の間に、鼠小僧としての稼業からすっぱりと足を洗いやした。いえね、足を洗ったとはいいいながら、鼠としての最後の仕事の千両箱が気になって、さっき、確かめに行ってきたところでやす。いえ、普段は30両、50両の小さな仕事ばかりだけど、最後の仕事で入った大名屋敷に千両箱がずんと積まれていたから、その一つをいただいたまでなんだけどね。

ところが千両箱があまりに重てえので逃げるのに手間取って、役人に追われる羽目になっちまって。その折に旦那に置ってもらったお礼に、そこから幾何かでもお持ちしようと隠したトコを見に行ったのですよ。いえね、隠したトコといっても、ここのすぐそばの於岩稲荷神社の祠の裏に穴を掘って埋めただけなんでさ。祠の裏といっても、何せ真つ暗な夜だったもんで、どの辺りを掘ったのか皆目見当がつかねえ有様で。それでその祠の真裏を掘ってはみたもののそれらしいものもなく、途方に暮れてやがるところでさ。

旦那、私はこれからまた江戸を離れやす。旦那にもしその気がござえやしたら、掘ってみてくだせえ。出てきやしたら全部

（公財）日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

旦那に差し上げやす。

でもね旦那、於岩稲荷神社のあちこちにこんな草が生えておりやす。何本か抜いてきやしたが、この草、どうみても黄金色した俵か小判にしか見えねえ。ひょっとすると於岩さんの怨念が千両箱の小判をこの草に変えてしまったのかもしんねえ。私にとつと鼠稼業から足を洗え、つてさ。

鼠小僧が見たコバンソウはイネ科コバンソウ属の一年草。北陸から関東以西と秋田県で確認され、路傍、荒地、草地などの日当たりの良いところを好む。直立し、背丈は10cm～60cm。茎の上部に数個の小穂のついた円錐花序を形成する。細い枝で垂れ下がり、小穂は長さ10mm～20mmの長卵形、8～18個の小花からなり、扁平で厚みがあり、熟れてくると黄褐色の光沢があり、小判のように見える。この小穂が小判に似ていることから和名が付いた。コバンソウは観賞用に明治時代に導入されたとされるが、同属のヒメコバンソウは江戸時代には渡来し、各地に帰化している。また、両種が混在することもあることからすると鼠小僧の時代に、すでにコバンソウも広がっていたのかもしれない。

メンデル性遺伝によらない 除草剤抵抗性

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

これまで3回にわたり、植物における形質発現のうち、メンデル性遺伝によらない変化、すなわち遺伝子発現をエピジェネティックに制御する機構について紹介してきた（與語 2022a, b, c）。このことをきっかけに、検索エンジン等を利用してインターネットを旅していたら、除草剤抵抗性発現機構を俯瞰した総説（Gaines *et al.* 2020）に出会った。この総説では、200報近い論文を参照して、作用点や非作用点抵抗性だけでなく、遺伝子発現、いわゆるゲノミクスやトランスクリプトミクスとの関連性、さらには倍数性、除草剤耐性作物、除草剤発見に至るまで幅広くカバーしている。今回はこの総説でも取り上げている除草剤抵抗性のエピジェネティック制御に関連した総説を含む論文をいくつか紹介する。

1. 除草剤抵抗性雑草におけるエピジェネティックな制御

Markus *et al.* (2018) は、エピジェネティクスと除草剤抵抗性雑草との関連性を取り上げ、除草剤ストレスに対する植物反応のモデルを提唱した（図-1）。概説すると、植物は外界からの信号、ここでは除草剤のストレスに対して、最終的に大きく分けて2つの反応をする。“生残”と“枯死”である。ストレスを受けた植物において、活性酸素の増大等の様々な内生的反応（“信号の変換”図中の青色・星形の数字①）が起こり、ストレスに耐えることができれば生残し、できなければ枯死に至る。除草剤ストレスに耐えるために必要な遺伝子発現が制御（③）される際、ストレス信号を直接受け取る流れと、エピジェネティックな制御を介する流れ（②）がある。何れの場合も、その後遺伝的变化の有無（④）の段階を経由した応答はストレスの安定性に大きく左右される。極めて安定的なストレスに対する遺伝子制御の情報は子孫に伝わる。この場合、合減数分裂や体細胞分裂が関与して、複数世代にわたってストレスが記憶される（⑤a）。一方、可変的なストレスの場合、受けたストレスに各個体が順応するにとどまり、ストレスがなくなれば元に戻る。すなわちストレスは記憶されない（⑤c）。その中間にあるのが、体細胞分裂だけが関与す

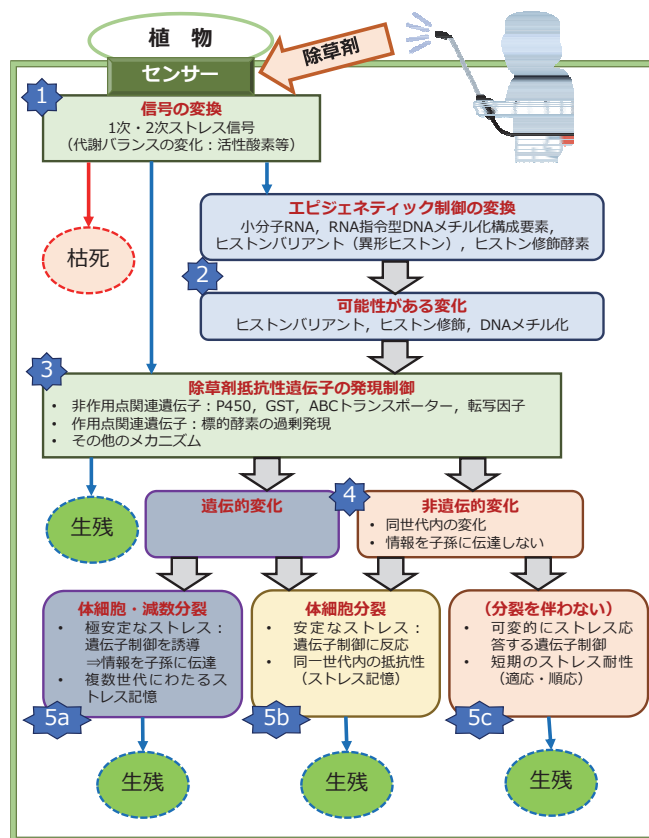


図-1 除草剤ストレスによって誘導されるエピジェネティックな制御モデル（Markus *et al.* 2018 の図を和訳して若干改訂）

る安定的なストレスに反応する遺伝子制御である。この場合、ストレスは記憶されるものの、その世代限りである（⑤b）。エピジェネティックな制御はその⑤a～cの何れの反応にも関係する。なお、適応や順応は進化との関連性が強いと考えられるものの、ここでは適応（adaptation）と順応（acclimation）を明確に分けている。適応が遺伝的・非可逆的・長期的・永続的、つまり主に⑤aに該当するのに対して、順応は非遺伝的・可逆的・短期的・一過的な変化、つまり主に⑤cに対応すると捉えている。

2. 核外 DNA の過剰発現によるグリホサート抵抗性

グリホサートの作用点は、5-エノールピルビルシキミ酸-3-リン酸合成酵素（EPSPS）であり、グローバルHRACコードは9である（與語 2021a）が、雑草のグリホサート抵抗性には様々な機構が存在する（與語 2021b）。2021年3月に発刊されたヨーロッパ雑草学会の機関紙「Weed Research」の第61巻2号において、除草剤抵抗性発現に関する特集（Special Issue on Developments in Herbicide Resistance）が組まれた。その中で「染色体外のEPSPS遺伝子の過剰発現に關与する環状DNA」によるメンデル性遺伝に

依存しない遺伝はグリホサート抵抗性を元に戻す機会を与えることができるか？」と題した記事が掲載された (Jugulam 2021)。答えはYesで、主に上記⑤cに相当する。

ここで取り上げている雑草のうち、ヒユ属 (*Amaranthus* spp.) については、その1年前にグリホサート耐性機構の論文がThe Plant Cellに掲載された (Molin *et al.* 2020)。彼らは、わが国でも蔓延しているヒユ属の帰化植物オオホナガアオゲイトウ (*A. palmeri*)、米国等で蔓延しているヒユモドキ (*A. tuberculatus*)、和名はないが*A. hypochondriacus*を対象に、染色体外の環状DNAは、EPSPS遺伝子の過剰発現だけでなく、これらの種間における遺伝子領域の保存、つまり同じ遺伝子を異なる種間で共有することにも関与している。また、同論文において、環状DNAが“ゲノム可塑性”にも寄与することにも言及している。聞き慣れない言葉だが、要するに遺伝子の水平伝播²⁾や、生物の進化に結びつく特性である。これらの結果は、Markus *et al.* (2018) における主に⑤aに相当する。

他に、ムギクサ類 (*Hordeum glaucum*) でも、メンデル性遺伝によらない遺伝子増幅によるグリホサート抵抗性が南オーストラリアで見ついている (Adu-Yeboah *et al.* 2021)。論文によれば、この雑草のF2世代の個体群のグリホサート抵抗性は、親世代の抵抗性と感受性のバイオタイプの中間的性質を示すものの、少し複雑な薬量反応曲線を描く。そこでEPSPS遺伝子のコピー数を調べると、感受性 (雌：コピー数の平均=1) と抵抗性 (雄：同=12) の親を掛け合わせたF1世代では親のコピー数の中間 (同=7) 付近に集中的に分布する。一方、F2世代におけるコピー数は1~26、つまり感受性親から抵抗性親の2倍まで幅広く分布し、さらにグリホサート処理後に生残した植物においては、コピー数の分布が多い側に若干シフトすることが明らかとなった。このことから後代のグリホサート抵抗性の主要因として、環状DNAにおけるEPSPS遺伝子の増幅を示唆した。ここで興味深い視点は“体細胞モザイク³⁾”である。生物はエピジェネティックに起こる変異の有無にかかわらず細胞分裂を繰り返しながら成長するため、起こった変異から見れば体細胞がモザイク状になる。そのためストレスに対する反応の違いも、遺伝子変異の種類や変異した細胞数で決まることになる。これは主に⑤bに相当すると思われる。

3. 量的形質によるHPPD抵抗性

ヒユモドキの4-HPPD (HRACコード：27) 阻害剤抵抗性もメンデル性だけでは説明できない (Murphy *et al.* 2021)。この場合、QTL (量的形質遺伝子座、Quantitative Trait Locus) 解析からも推定できるように、

非メンデル性遺伝のうちの多因子性遺伝に相当する (與語 2022a)。この雑草のF1世代におけるtembotrioneに対する抵抗性の程度は15 (R (抵抗性) × S (感受性)) ~20倍 (R×R) であった。QTL解析の結果、具体的な機構としてP450でないことが推測される程度しか解明されないものの、この抵抗性に関与する少し大きめのDNA配列 (スキファールド) が2つ見つかった。次に擬似F2世代における同剤の生物検定では、それぞれのスキファールドにおいて感受性のホモ同士から、ヘテロを介して抵抗性のホモ同士までを掛け合わせると、それぞれの個体への影響はある程度のバラツキを持って分布するが、その平均値は抵抗性遺伝子の数が多いほど段階的に耐性が高まっていた。因みに擬似F2世代における広義の遺伝率⁴⁾は、中程度 ($H^2=0.556$) であった。

なお、この雑草の4-HPPD阻害剤抵抗性バイオタイプの出現は2011年に最初の報告があるが、ALS阻害剤 (HRACコード：2) 抵抗性バイオタイプは1993年に既に見ついている。現在は6つの作用点異なる除草剤 (HRACコード：2, 4, 5, 9, 14, 27) に対して抵抗性バイオタイプの報告があり、多剤耐性も最大5つの異なるHRACコードに対するバイオタイプが見ついている。

4. 癌(がん)の進行

人体の話だが、環状DNAの由来の一つに細胞分裂ごとに生じるDNAの切断があり、切断されたDNAが環状化して細胞内に残る。ここで登場するのが“エピゾーム (episome) ⁵⁾”である。実はこのエピゾームに癌を誘発する遺伝子がコードされている。さらにそれらが集合体 (クラスター) を形成して、その遺伝子の転写活性を高め、結果として癌の進行を助長するのである。逆にクラスターが形成されないと転写活性が低下することも明らかになっている。その現象に着目して、これら誘発やクラスター化を阻害する抗癌剤の創薬研究が行われ、薬剤送達システム (DDS) と組み合わせ、健康な細胞への影響を最小限に抑えつつ、癌細胞の増殖をピンポイントで低下させる治療法の開発を目指している。

植物もこのような癌の進行と同様な機構を持っているのだろうか？ そうであれば、除草剤抵抗性を獲得した雑草であっても、当該除草剤の慣行量と環状DNAの転写活性を特異的に抑制する物質を混合処理することで防除できであろう。

5. 除草剤の抵抗性誘導

エピジェネティック制御は自発的、遺伝的、または環境

の影響を受けて誘導されるとしている (Markus *et al.* 2018)。
また、除草剤の非作用点選択性に関与する植物体内代謝における第1相反応の主たる酵素であるP450や、第2相反応の主たる酵素であるグルタチオン-S-トランスフェラーゼ (GST) は、除草剤のストレス (信号) によって誘導されること、またこれらの誘導には植物種間差があることはよく知られている。つまり、普段は寝ている遺伝子が除草剤のストレスで目を覚ます、まさにエピジェネティック制御が行われている。植物におけるP450の分子種は動物に比べて多く、200以上あることが知られているものの、除草剤と必ずしも1対1で対応するのではなく、場合によって1つのP450分子種が作用点の異なる複数の除草剤を代謝し、そのことが“多剤耐性”に通じている。また、紫外線や温度のような物理的ストレスが、化学物質の解毒代謝や病原微生物への耐性に寄与するケースもあり、異物代謝を含むストレス応答はとても複雑である。

今回取り上げた除草剤抵抗性雑草は、多くの場合メンデル性遺伝の主役であるセントラルドグマ以外の遺伝子情報に関与して耐性を獲得しており、まさに遺伝学の“パラダイムシフト”，すなわち定説を覆すことが起こっている。

雑草管理の現場において、茎葉処理型除草剤を葉齢限界よりも大きい雑草に処理、または処理適期でも薬量が低すぎると、効果不十分で残草することがある。そのような不適切な薬剤処理が除草剤抵抗性雑草の出現を助長することを示す研究成果も2000年初頭から出ている。植物は、動物と異なり、個体自体は“動けない”。そのため、植物は不定期かつ大きく変動する外部環境における生存戦略として、より柔軟かつ効率的にストレス応答する能力を備えている。その能力の一つにエピジェネティック制御があり、雑草管理をより難しいものになっていると思われる。だからこそ、このような雑草のストレスに対する応答機構を明らかにすることで、より合理的な除草剤抵抗性雑草対策の構築も可能になるであろう。

参考文献等

- Adu-Yeboah, P. *et al.* 2021. Non-Mendelian inheritance of gene amplification-based resistance to glyphosate in *Hordeum glaucum* (barley grass) from South Australia. *Pest Management Science* 77, 4298-4302.
- Gaines, T. A. *et al.* 2020. Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry* 295(30), 10307-10330.
- Jugulam, M. 2021. Can non-Mendelian inheritance of extrachromosomal circular DNA-mediated *EPSPS* gene amplification provide an opportunity to reverse resistance to glyphosate? *Weed Research* 61, 100-105.
- Markus, C. *et al.* 2018. Epigenetic regulation – contribution to herbicide resistance in weeds? *Pest Management Science* 74, 275-281.
- Molin, W. T. *et al.* 2020. The eccDNA replicon: A heritable, extranuclear vehicle that enables gene amplification and glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *The Plant Cell* 32, 2132-2140.
- Murphy, B. P. *et al.* 2021. Genetic architecture underlying HPPD-inhibitor resistance in a Nebraska *Amaranthus tuberculatus* population. *Pest Management Science* 77, 4884-4891.
- 與語靖洋 2021a. 除草剤のRACコード. 植調 55(8), 21-22.
- 與語靖洋 2021b. 植物はどのようにして除草剤に耐性を持つのか? 植調 55(9), 21-22.
- 與語靖洋 2022a. 遺伝について. 植調 56(1), 11-13
- 與語靖洋 2022b. セントラルドグマと形質発現. 植調 56(2), 7-9
- 與語靖洋 2022c. 優性と劣性はどうやって決まるのか? 植調 56(3), 8-9.

注

- 1) 自己複製できる核外遺伝子であるプラスミド (plasmid) のうち環状構造をしたもの。プラスミドの多くは環状構造をしているため、ほぼ同義と考えられる。
- 2) 種を超えて遺伝子 (DNA) が伝わること。すなわち親子関係がない生物の遺伝子を取り込むこと。世代を超えてすなわち親子関係で遺伝子が伝わることを“垂直伝播”という。
- 3) 個々の体細胞に後天的 (エピジェネティック) な変異が生じることにより、一つの個体において変異がある細胞とない細胞が混ざった状態になること。

- 4) 広義の遺伝率は、表現型 (全) 分散に対する遺伝分散の比率、すなわち個体の表現型のうち遺伝によって決まる程度のこと。一方、狭義の遺伝率は、表現型分散に対する相対的遺伝分散の比率、すなわち個体の表現型のうち育種価によって決まる程度のこと。
- 5) 自己複製できる核外遺伝子であるプラスミド (plasmid) のうち、核外だけでなく核内すなわち染色体内に組み込まれる能力を持つもの。エピゾームの“エピ”は“エピジェネティック”と同じで、中心にはないけど、周りにあるイメージ。

2021 年度秋冬作芝関係 除草剤・生育調節剤試験判定結果

(公財) 日本植物調節剤研究協会 技術部

2021 年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、2022 年 6 月 9 日(木)に、Zoom を用いた Web 会議において開催された。この検討会には、試験場関係者 14 名、委託関係者 40 名ほか、計 64 名の参集を得て除草剤 11 薬剤

(55 点) について、試験成績の報告と検討が行われた。その判定結果および使用基準については、次の判定表に示す通りである。

2021 年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験 判定

A. 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. HAT-2114 液 アシュラム:0.1% トリクロピル:0.05% [保土谷アグロテック, 保土谷化学工業]	コウライ シバ	適用性の検討(家庭用, AL剤, 一年生 多年生広葉雑草生育期)	継	継) ・効果葉害の確認(コウライシバ, ノシバ)
	ノシバ	適用性の検討(家庭用, AL剤, 一年生・ 多年生広葉雑草生育期)		
2. HAT-2115 粒 シアナジン:0.5% ブタミホス:1.0% DBN:0.5% [保土谷アグロテック, 保土谷化学工業]	コウライ シバ	適用性の検討(家庭用, 一年生・多年生 広葉雑草発生前)	継	継) ・効果葉害の確認(コウライシバ, ノシバ)
	コウライ シバ	適用性の検討(家庭用, 一年生・多年生 広葉雑草発生前)		
	ノシバ	適用性の検討(家庭用, 一年生・多年生 広葉雑草発生前)		
	ノシバ	適用性の検討(家庭用, 一年生・多年生 広葉雑草発生前)		
3. MBH-2124 フロアブル テトフルピロリメト:35.0% [丸和バイオケミカル]	コウライ シバ	適用性の検討(一年生イネ科雑草発生前)	継	継) ・効果葉害の確認(コウライシバ, ノシバ)
	ノシバ	適用性の検討(一年生イネ科雑草発生前)		

A. 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
4. NP-67 フロアブル フルボキサム:42% [日本曹達]	コウライ シバ	適用性の検討(一年生雑草発生前)	実・継	実) [秋冬作;(コウライシバ, ノシバ, バーミューダグラス)一年生雑草] ・芝生育期 雑草発生前 ・0.15~0.3mL<200~300mL>/㎡ ・土壌処理(全面) 継) ・倍量薬害での確認 (コウライシバ, ノシバ, バーミューダグラス) ・連用試験での確認 (コウライシバ, ノシバ, バーミューダグラス) ・実証試験での確認 (コウライシバ, ノシバ, バーミューダグラス) ・緑化木への影響の確認
	ノシバ	適用性の検討(一年生雑草発生前)		
	バーミュー ダグラス	適用性の検討(一年生雑草発生前)		
5. SB-251 顆粒水和 カフェンストロール:40% [エス・ディー・エス バ イオテック]	コウライ シバ	適用性の検討(一年生イネ科雑草発生前)	継	継) ・効果薬害の確認(コウライシバ, ノシバ)
	ノシバ	適用性の検討(一年生イネ科雑草発生前)		
6. SL-950 乳 ニコスルフロン:4.0% [石原産業, 石原バイオサ イエンス]	コウライ シバ	適用性の検討(チガヤ生育期、当年の 効果薬害及び翌年の被度低下効果の 確認)	継	継) ・効果薬害の確認 (コウライシバ, ノシバ, バーミューダグラス)
	ノシバ	適用性の検討(チガヤ生育期、当年の 効果薬害及び翌年の被度低下効果の 確認)		
7. SY-04 粒 プロジアミン:0.25% NPK=12:2.5:4.0 coating 肥料 有機成分 80%肥料 [サンユーケミカル]	コウライ シバ	適用性の検討(一年生雑草(キク科を 除く)発生前)	継	継) ・効果薬害の確認(コウライシバ)

B. 2020 年度 秋冬作分 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. BEH-20315 フロアブル オキサジアゾン:34.9% [バイエル クロップサイ エンス]	コウライ シバ	薬効・薬害の検討 (芝萌芽前後, 一年生雑草発生前, 作用性)	継	継) ・効果薬害の確認(コウライシバ, ノシバ)
	ノシバ	薬効・薬害の検討 (芝萌芽前後, 一年生雑草発生前, 作用性)		

イヌザクラにフォーカス

東京大学・法政大学名誉教授

長田 敏行

サクラと言えば、まずソメイヨシノをあつかうのが普通であろうが、ここではそうではない。しかし、導入としてサクラとは何かの概略を説明する必要がある。桜前線の北上、お花見が人々の関心に上るが、それは多分に人工的な品種であるソメイヨシノのクローン性に大きく依存している。ソメイヨシノは、オオシマザクラとエドヒガンの交雑種で幕末に江戸染井で成立したと考えられているので、種子繁殖はできず、繁殖はもっぱら接ぎ木であるからである。様々なサクラに興味を持ってきた筆者としては、むしろそれに先立って咲くカンザクラの類、また、それに遅れるサトザクラ系のヤエザクラ、ヒガンザクラの方がより興味がひかれる。2006年4月10日には、小石川植物園で行幸啓を経験したが、その時、他のサクラは花期が過ぎていたが、サトザクラ系の「太白」が満開であったことにはホッとするとともに、改めて強い印象を持った。日本列島に限っても、サクラの種類はあまたあるが、高校時代に、蓼科山の2000m余の山中にひっそりと咲いていたミネザクラは、雨のそぼ降る中であったこともあるが、深い感銘を受けた。このような関心からは、12月というのに咲き誇る東京大学本郷キャンパスの総合研究博物館裏にあるヒマラヤザクラは、その孤高の華やかさには目をみはらされる(図-1)。同じ時期に咲くジュウガツザクラは各所に見られるが、園芸品種であるこちらの方は花が付くといってもほんのお情け程度でしかないのも、それとは大いに対照的である。



図-1 ヒマラヤザクラ 東京大学構内



図-2 イヌザクラ 東京大学小石川植物園

イヌザクラ

あつかおうと思うイヌザクラ (*Prunus bruegeriana* Miq. 図-2) は、和名の意味からすると「似て非なるサクラ」か、あるいは「サクラモドキ」であり、確かにサクラとしてはみずばらしい。小石川植物園に入って坂を上がった直ぐ正面にあるのがイヌザクラで、サクラといってもあたかもライラックの花のごとく房状に花がつき、花の華麗さを楽しむものではない。この仲間には、ウワミズザクラ、バクチノキがあるが、いずれも明治の開国直後の横須賀造船所で働いていてフランス人ミケーリ (Miquel) により種同定されたものである。ただし、それらの幹の太さは十分に大きく、一抱え以上もある。他にも何本か本園内にはあるが、それらも大きな木であり、大きな特徴であると言えよう。

このイヌザクラに思いがけないところで出会った。それは長野県茅野市高部の諏訪神社上社前宮のやや奥の「^{みね} ^{たてえ} 峯の湛」を訪ねたときである。まずは、なぜそこに行ったかを述べる必要があるが、諏訪神社には上社、下社があり、この前宮は上社の本宮に対する前宮であるが、この出雲系の古代祭祀の系統にある神社は自然信仰を宗教形態とするので、実はこの前宮の方が本源の祭祀場所であるようである。事実、歴史的にも本宮は後に設けられたことが知られている。そこでは、後ろに控える守屋山を崇めていると伺おうと、こちらの方がより原初の姿であることが理解できる。奈良県の

三輪神社が、その奥の三輪山を^{いむくら} 磐座とし、聖なる存在としているのと同じ系統にある。前宮を訪れたのは、2018年11月であったが、質素な神社には周辺も含めて筆者の他に誰も見当たらなかった。近くの案内板によると、その裏奥に「峰の湛」があり、そこを巡る山道は鎌倉道と書いてあるではないか。すっかり気に入って、右の方へ入って登っていくと、



図-3 峯の湛のイヌザクラ
根元に小祠がある

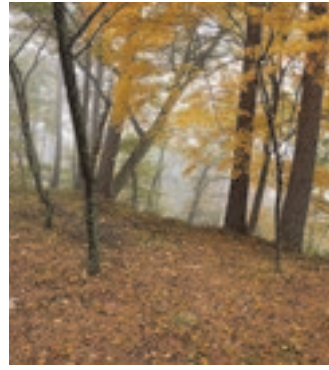


図-4 干沢城址

300m も登ったところで尾根筋に達し、そこに大きな木がありそれが「峰の湛」であった。これが実にイヌザクラであった（図-3）。大きな幹が倒れた形跡があり、枝も折れた気配があるが、手入れされている様子は少ない。なお、ここで何故「峰の湛」に拘るかも述べる必要がある。

諏訪地方には、「七木湛^{たたえ}」があり、それは7本の崇めるべき木という意味であるが、湛は、祟りでもあり、憑代^{よりしろ}であり、トーテムともいえよう。そのうちの4本はかつて訪れたことがあるが、いずれももうそこには目立った樹木はないので、失われてしまったのであろう。名前からすると、ヤナギ、ヒノキ、サクラ、トチノキであるが、いずれも神社になっているが、その境内にはそれらしき木は見当たらない。その他には、マユミもあるが、これは今後訪問することにしよう。そして、今回「峯の湛」であるが、これが「七木湛」の第一番目であり、それがイヌザクラであったのである。上社が狩猟神であることは、すぐ近くの神長官資料館で辿ることができる。その狩猟神である諏訪神社上社の神事として、御射山神社の行事は重要な祭りで、それらの樹木を巡行して、催事である穂屋祭りへ向かうとのことであり、時期は丁度秋へ向かう時期である。その第一号が峰の湛で、それゆえに今に残ったのであろう。これはまた、いわゆる御社口巡行^{みしゃぐち}でもあり、古代祭祀の姿が彷彿と浮かんでくる。ミシャグチ^{みしゃぐち}と言えば、シダにオシャグチデングというのがあり、牧野富太郎博士により木曽で発見されたものであるが、その由来は、牧野博士が木曽で発見したが、神社の境内で、それでオシャグチデングとなったと説明されている（前川 1981）。従って、これは、図らずもミシャグチ信仰が、この地方に広域に存在していることを示していよう。実際ものの本によると、御社口信仰は、諏訪神社の信仰域に固有のもので、伊那谷、木曽にも、山梨県などにも広がっていったと理解されている。従って、御射山への巡行は、まさにいわゆる「ミシャグチ」のトーテムの巡行に他ならないであろう。なお、たまたま知ったことであるが、下社は春宮、秋宮からなるが、その神域の人の目に付かないところに、ひっそりと杉とイチイが植えられている。

これは神社を訪問しても全く目立たないところであるが、これはそれらの木が依り代であると言っていいのであろう（西住井 1999）。

とすると、その第一号のイヌザクラであるべき意味も探る必要があるが、あるとすればその堂々とした巨大さであろう。そこから北東へ30km行くと、山梨県北杜市の「山高神代桜」もあるわけであるが、こちらはいわゆる甲斐の「武川衆」の故郷であり、こちらでは1000年以來サクラの花を愛でたのであろうが、こちらのイヌザクラはそのどっしりとした姿に古代人は神を感じたのであろうと思うが、その意義を論じた論考は見当たらない。今はそれ以上に議論を深めることはできないが、識者にその意味を尋ねたいと思っている。

なお、そこは鎌倉道に沿っていると書いたが、我々の知る「いざ鎌倉」の道はもっと機動性を感じられるものであり、武人が馬で馳せ参ずることを想像させるが、この道はそうではない。これはいかにも細道であり、山の斜面をぬう山道であり、人ひとりが歩けるだけである。しかもその延長を辿っていくと、鎌倉期に遡る古城址干沢城（図-4）を巡っていたが、そこは中世の山城の姿をよくとどめており、城址に入るとそこには、人は「石樽を持ち込んで、そのケルンに載せるべし」とあることは、中世の石投げ合戦を彷彿する出来事であった。空堀、二の丸、三の丸も記されており、底知れぬロマンを掻き立てられたが、実にその姿はよく保存されていた。ただし、幾分その気が削がれるのは、中心に送電線用の鉄塔があることであった。筆者の興味を綴ったが、読まれた方には、一度本当かどうか確かめていただきたい。

ここで伝えたいことは、サクラは花を愛でるというのは、日本人には常識かとも思われるが、決してそれだけでなく、その堂々とした姿を貴ぶ伝統があることが目にとどまればと思う。3018 字

文献

前川文夫 1981. 植物の名前の話、八坂書房。
西角井正慶 1967. 古代祭祀と文学、中央公論。

協会だより

試験成績検討会

- 2022年度水稲関係除草剤作用性・拡散性・直播作用性・

適1試験成績検討会 (Web会議)

日時：2022年10月14日 (金) 9:30~17:00

- 2022年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会 (Web会議)

日時：2022年10月20日 (木) 9:30~17:00

21日 (金) 9:30~17:00

研究会等

- 第45回農薬残留分析研究会

テーマ「知っておきたい農薬のマルチ分析」

主催：日本農薬学会 農薬残留分析研究会

日時：2022年11月24日(木)~25日(金)

場所：かがわ国際会議場

(香川県高松市サンポート2番1号)

※ハイブリッド開催 (対面参加150名以下+オンライン参加)

*コロナの状況によっては、対面参加の人数を変更する場合があります

プログラム：

1日目

招待講演

「FAMICでの農薬一斉分析法について (仮題)」

「厚生労働省通知法一斉分析の開発経緯 (仮題)」

「サロゲートを用いた残留農薬一斉分析 (仮題)」

「SFC-TOF/MSを利用した残留農薬のスクリーニング検査 (仮題)」

特別講演

「香川県農業試験場における研究成果に関する話題 (仮題)」

ポスター発表・企業展示

2日目

ポスターセッション・企業展示

話題提供セミナー

「日本農薬学会、企業による残留農薬分析のお役立ち情報」

エクスカージョン

参加申込み期限：10月7日 (金)

発表申込み期限：9月2日 (金)

詳しくは日本農薬学会HP <http://pssj2.jp> を参照のこと。

植調第56巻 第5号

■発行 2022年8月●日

■編集・発行 公益財団法人日本植物調節剤研究協会
東京都台東区台東1丁目26番6号
TEL 03-3832-4188 FAX 03-3833-1807

■発行人 大谷 敏郎

■印刷 (有)ネットワン

© Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators (JAPR) 2016
掲載記事・論文の無断転載および複写を禁止します。転載を希望される場合は当協会宛にお知らせ願います。

取 扱 株式会社全国農村教育協会
〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 (植調会館)
TEL 03-3833-1821

株式会社エス・ディー・エス バイオテックの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

イザナギ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボSD (ベンゾビシクロン)
 カイシMF1キロ粒剤 (ベンゾビシクロン)
 バットウZ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 アシュラ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/400FG (ベンゾビシクロン)
 ウィードコア1キロ粒剤 (ベンゾビシクロン)
 ダンクショットフロアブル (ベンゾビシクロン/カフェンストロール)
 天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤 (ベンゾビシクロン)
 パピリカ1キロ粒剤/フロアブル (ベンゾビシクロン/テニルクロール)
 ゲパード1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤 (ベンゾビシクロン/ダイムロン)
 ホットコンビ200粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビシクロン/テニルクロール)
 レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤 (ダイムロン)
 ジカマック500グラム粒剤 (ベンゾビシクロン)
 ツルギ250粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 アネシス1キロ粒剤 (ベンゾビシクロン)
 ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル (ベンゾビシクロン)
 テッケン/ニトウリュウ1キロ粒剤/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ダイムロン)
 ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ダイムロン)
 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (カフェンストロール/ダイムロン)



ベンゾビシクロンはSU抵抗性雑草やアシカキ、イボクサにも高い除草効果を示します。

「ベンゾビシクロン」含有製品

アールタイプ/シュナイデン (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	タンボエース (1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)
イッテツ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	トビキリ (ジャンボ)
イネキング (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	ナギナタ (1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ)
オークス (フロアブル)	ハイカット/サンパンチ (1キロ粒剤)
キクトモ (1キロ粒剤)	半蔵 (1キロ粒剤)
クサビ (フロアブル)	フォーカスショット (ジャンボ)/ブレッサ (フロアブル)
サスケ粒剤200 (200グラム粒剤)	ブルゼータ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
サスケ-ラジカルジャンボ/レオンジャンボパワー (ジャンボ)	フルイニング (ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)
忍 (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	プレキープ (1キロ粒剤/フロアブル)
シリウスエグザ (1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)	ピラクロエース/カリュード (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
シロノック (ジャンボ)	モーレッツ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
スマート (1キロ粒剤/フロアブル)	ライジンパワー (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
ダブルスターSB (1キロ粒剤/顆粒)	



根も止める

有効成分「アルテア」は、多年生雑草の地上部を枯らすだけでなく、翌年の発生原因となる塊茎の形成も抑えます。日本の米づくりを根本から進化させる新しい効き目、「アルテア」配合の除草剤シリーズに、どうぞご期待ください。

これからの日本の米づくりに

アルテア[®]

配合除草剤シリーズ

<https://www.nissan-agro.net/altair/>



日産化学株式会社 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 ホームページ <https://www.nissan-agro.net/> お客様窓口 TEL.03-4463-8271 (9:00~17:30 土日祝日除く)



オモダカ



ホタルイ



コナギ



イボクサ

サイラ®とは 「サイラ/CYRA」は有効成分の一般名：シクロピリモレート (Cyclopyrimorate) 由来の原体ブランド名です。

サイラは、新規の作用機構を有する除草剤有効成分です。オモダカ、コナギ、ホタルイ等を含む広葉雑草やカヤツリグサ科雑草に有効で、雑草の根部・莖葉基部から吸収され、新葉に白化作用を引き起こし枯死させます。新規作用機構を有することから、抵抗性雑草の対策にも有効です。また、同じ白化作用を有する4-HPPD阻害剤(ピラジレート、テフリルトリオン等)と相性が良く、混合することで飛躍的な相乗効果を示します。

除草剤分類

33

除草剤の作用機構分類(HRAC)においても新規コード33 (作用機構:HST阻害)で掲載され、注目されています。

新規有効成分サイラ配合製品ラインナップ

水稲用一発処理除草剤

ジェイソウル®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ジヤスタ®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ワサウエポン®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ウルティモZ®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

水稲用中・後期処理除草剤

バイスコープ®

1キロ粒剤

ルナグロス®

1キロ粒剤



三井化学アグロ株式会社

東京都中央区日本橋1-19-1 日本橋ダイヤビルディング
ホームページ <https://www.mitsui-agro.com/>

各剤の
詳しい情報は
こちら



®を付した商標は
三井化学アグロの
登録商標です。

写真を撮るだけで
病害虫雑草診断
ができる

診断履歴を
管理・分析
できる!

有効薬剤
がわかる!

病害虫雑草の プロを手の中に!

スマートフォン用アプリ

レイミーの

AI病害虫雑草診断

無料!

水melon

キャベツ

レタス

はくさい

ほうふり

わぎ

対応作物が増えました!!

トマト

きゅうり

なす

いちご

■本アプリケーションで使用されているAI診断学習モデルは(株)NTTデータCCSと日本農業(株)の共同開発です。■本システムは農林水産省の農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業「防除支援システム研究会(H30～R1)」の成果を社会実装したものです。■学習に用いたデータは、農林水産省委託事業「人工知能未来農業創造プロジェクト・AIを活用した病害虫診断技術の開発」および、「官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)」の成果である「病害虫被害画像データベース」を用いた。

開発

日本農業株式会社

NTT DATA 株式会社 NTTデータ CCS

アプリの無料ダウンロードはこちら

日本農業ホームページから

参加

日産化学株式会社

日本曹達株式会社

三井化学agro株式会社

エスアイ・エス バイオテック

丸和バイオケミカル株式会社

全農教

観察と発見

シリーズ

好評発売中

陸生から水生まで、カメムシの全分野を網羅

カメムシ博士入門

安永智秀 前原諭 石川忠 高井幹夫 著 B5 212ページ 本体2,770円+税

- ◆日本原色カメムシ図鑑(陸生カメムシ類)一全3巻を発行してきた全農教が、読者の「より入門的な図鑑を」との声に応じてお届けするカメムシの基本図鑑。
- ◆数ある昆虫群のなかでカメムシのいちばんの特徴は「圧倒的な多様性」です。
 - 陸生から水生まで、生息環境の多様性
 - 肉食から植物食、菌食まで食性の多様性
 - 微小種から巨大種まで形態の多様性
 - 農業害虫、不快害虫から天敵まで人間との関係の多様性
- ◆本書はカメムシの分類から生態まで、採集から同定まで、カメムシの基本をすべて網羅し、多様性に富んだカメムシを理解するのに不可欠な入門書です。

第1章 カメムシの形とくらし

第3章 いろいろなカメムシ

第2章 カメムシを探す

第4章 カメムシ博士をめざして

〈付〉もっと知りたいカメムシの世界

全国農村教育協会

http://www.zennokyo.co.jp

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍！

非SU系水稲用除草剤

ブレイク® 1キロ粒剤
フロアブル

- ・は種時の同時処理も可能！
- ・非SU系の2成分除草剤
- ・SU抵抗性雑草に優れた効果！



ノビエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目

セーフ® MX 1キロ粒剤 / ジャンボ®

フルパグ® MX 1キロ粒剤 / ジャンボ®

スゲイ® A 1キロ粒剤

ヒケツ® A 1キロ粒剤

フルチャ® ジャンボ®

フルイ® ジャンボ®

タイズ® 1キロ粒剤

乾田直播 専用 **ハード**® DF

石原バイオサイエンスの
ホームページはこちら▶



●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。

ISK 石原産業株式会社

販売 **ISK** 石原バイオサイエンス株式会社

ホームページ アドレス
<https://ibj.iskweb.co.jp>



雑草調査のプロに必携の 雑草図鑑

植調 雑草大鑑

WEEDS OF JAPAN IN COLORS

浅井元朗 著

企画：公益財団法人 日本植物調節剤研究協会
B5判 360ページ 定価 10,560円(税込)
ISBN978-4-88137-182-4

ひとつの雑草種について種子、芽生え、幼植物、生育中期、成植物から花・果実までのすべてを明らかにした図鑑。研究者から農業関係者まで、雑草調査のプロにお役にたつ図鑑です。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665

<http://www.zennokyo.co.jp>

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

〒103-6020 東京都中央区日本橋2丁目7番1号 お客様相談室 0570-058-669 農業支援サイト 農力 <https://www.i-nouryoku.com>

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手の届く所には置かないでください。●空袋・空容器は廃棄等に放置せず適切に処理してください。



大粒の恵み、まっすぐ人へ
sco GROUP

住友化学

大好評の除草剤ラインナップ

- 新登場!**
ゼータジャガー 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- 新登場!**
バットウZ 1キロ粒剤
フロアフル シヤンボ
- 新登場!**
ゼータプラス 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル 200Fg
- マスラオ** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- ゼータタイガー** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル 300Fg
- ズエモン** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- メガゼータ** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル 400Fg
- オサキニ** 1キロ粒剤
- 忍** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- イッテツ** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- ドニチS** 1キロ粒剤

農耕地から緑地管理まで
雑草防除に貢献します。

畑作向け除草剤

アタックショット 乳剤 **ムギレンジャー** 乳剤
丸和 **ロックス**®

果樹向け除草剤

シンバー® **リバー**®

芝生向け除草剤

アトラクティブ® **ユニホッフ**®
サベルDE ハーレイDE

緑地管理用除草剤

ハイバーX 粒剤 **パワーボンバー**

除草剤専用展着剤

サファゾントWK 丸和 **サファゾント30**

MBC 丸和バイオケミカル株式会社

〒101-0041 東京都千代田区神田須田町2-5-2
☎03-5296-2311 <http://www.mbc-g.co.jp/>

第56巻 第5号 目次

- 1 巻頭言 専技の職務と人材育成—7年の経験から—
田中 浩平
- 2 宮城県における水稲乾田直播栽培の雑草防除
大川 茂範・遠藤 彦
- 8 農薬の安全性と科学の不定性(その1)
内田 又左衛門
- 12 マレーシアでの調査研究の思い出(1) ムダ平野の稲作
渡邊 寛明
- 15 〔田畑の草種〕^{くさくさ} 小判草(コバンソウ)
須藤 健一
- 16 〔緒(いとぐち)〕 No.7 メンデル性遺伝によらない除草剤抵抗性
與語 靖洋
- 19 2021年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験判定結果
(公財)日本植物調節剤研究協会 技術部
- 21 〔連載〕植物の不思議を訪ねる旅 第31回 イヌザクラにフォーカス
長田 敏行
- 23 広場

No.88

表紙写真 〔コバンソウ〕



明治初期に観賞用として移入された。ドライフラワーとして利用されている。道ばた、空き地、砂地などに野生化して生育している。北海道～九州に分布するイネ科一年草。数個の枝を伸ばし、各枝に1～3個の大型の小穂を垂らす。(写真は©浅井元朗, ©全農教)



花序。
円錐状。

幼植物。
葉身は偏
平でねじ
れる。



越冬個体。
葉鞘は紫色。



小穂。卵
型。熟す
と黄褐色
となる。

