

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

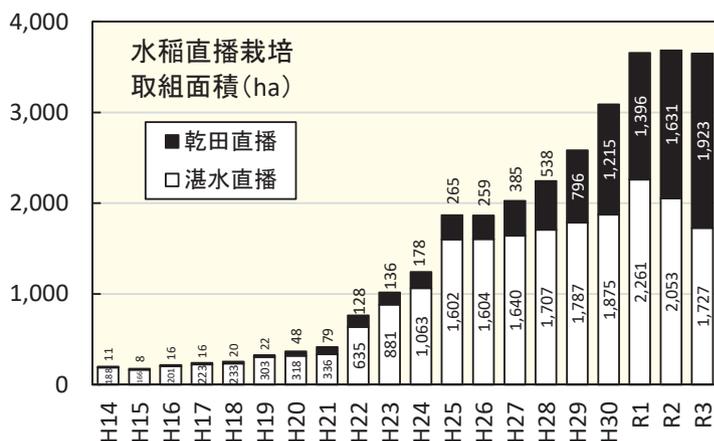


図-1 宮城県における水稲直播栽培の取組面積の推移
注)「宮城県稲作指導指針」掲載データより作成

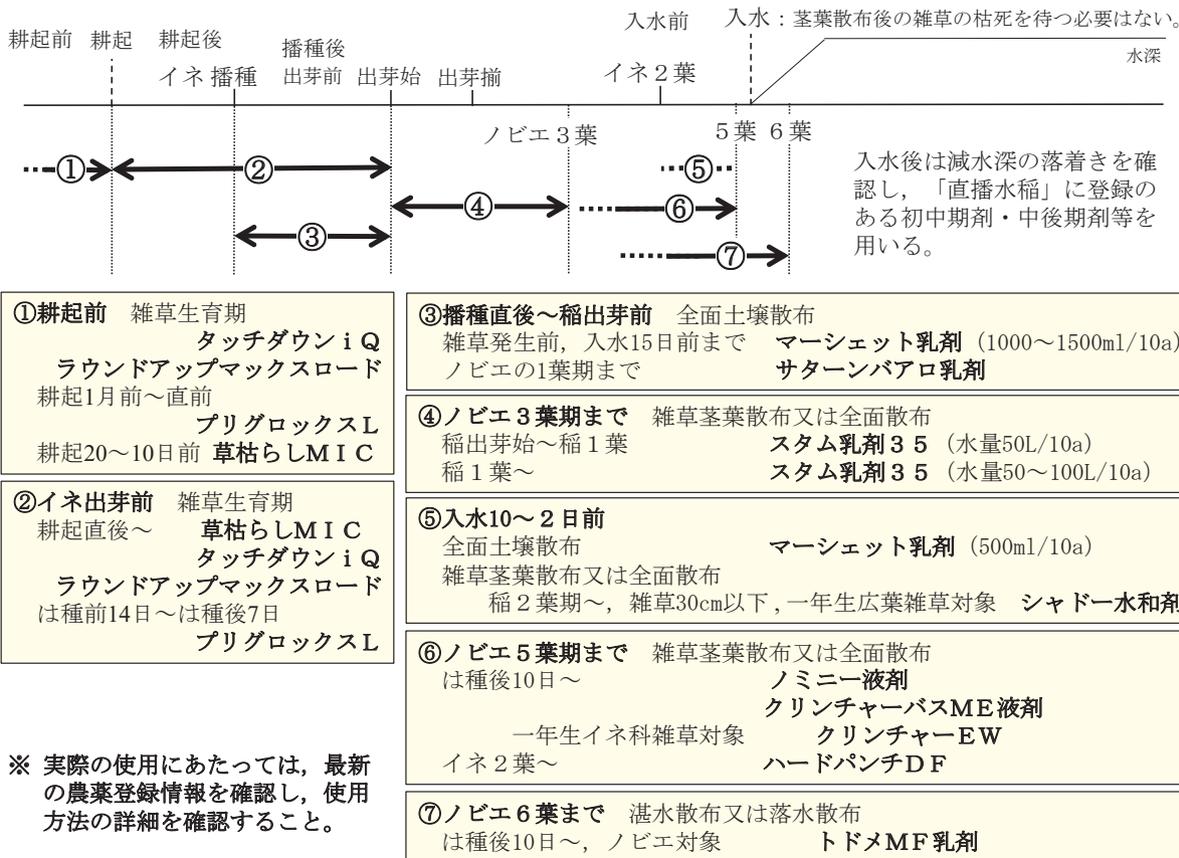


図-2 水稲乾田直播栽培の入水前の雑草防除に使用可能な除草剤
注)「宮城県農作物病害虫・雑草防除指針(令和4年度)」掲載の水稲除草剤使用体系図を修正・加筆

水直播とも共通した「直播水稲」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、前年のこぼれ初に由来する漏生イネの発生が移植栽培よりも多くなる。前作が水稲の場合には、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

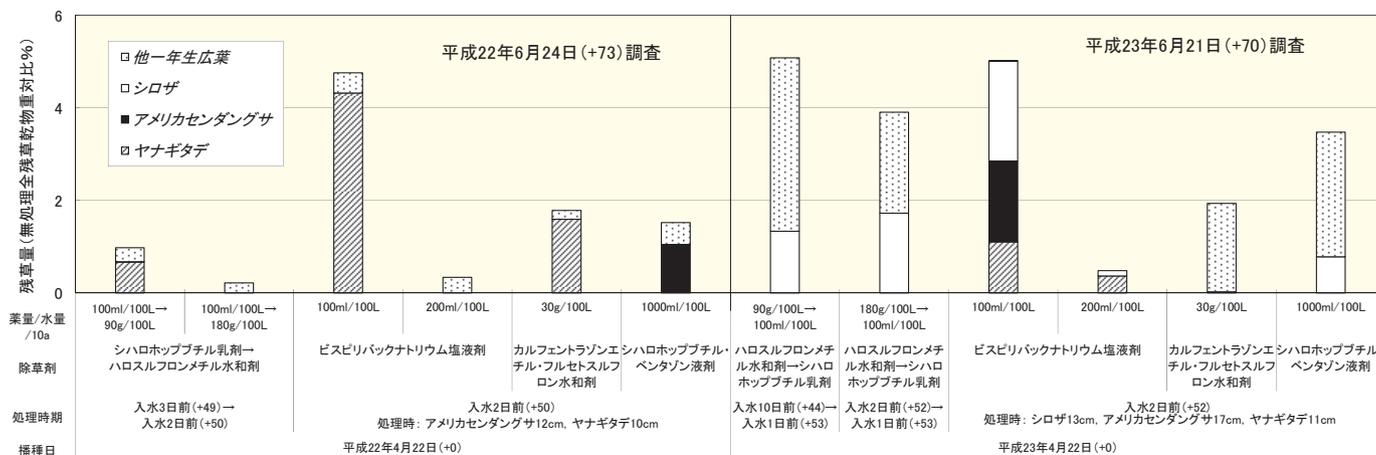


図-3 水稲乾田直播栽培における一年生広葉雑草に対する各入水前茎葉処理剤の効果

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
クリンチャーバスマE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(クリンチャーバスマE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)。またイネに対する薬害(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

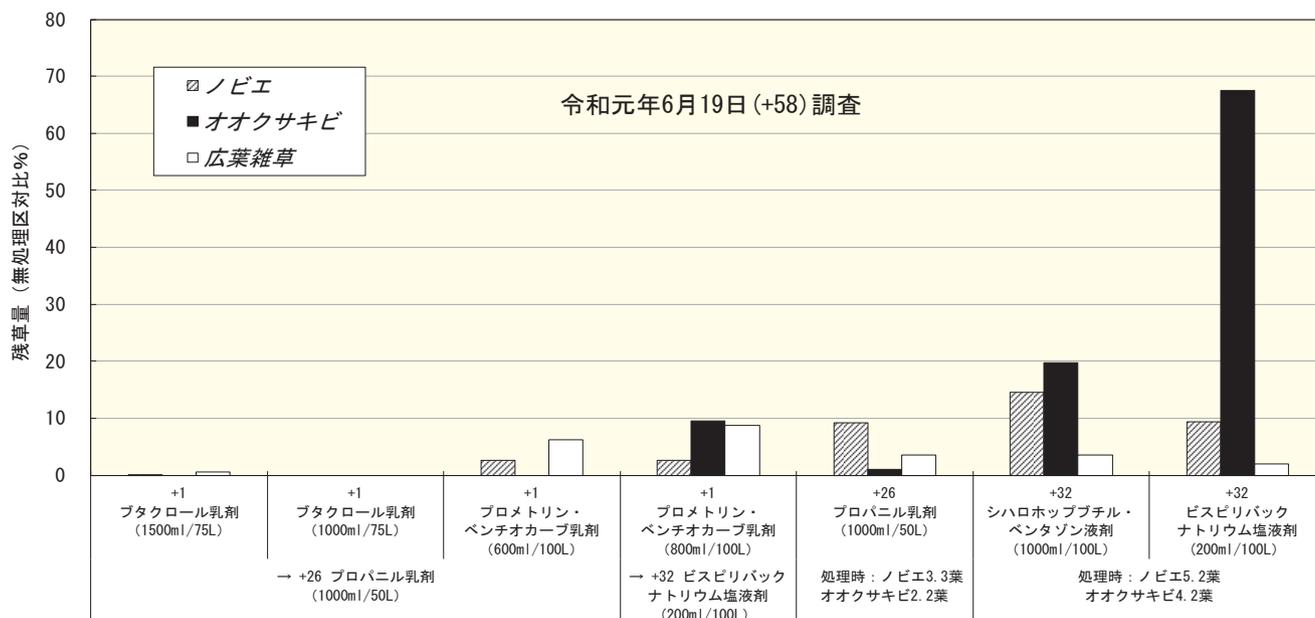


図-4 水稲乾田直播栽培における播種直後土壌処理剤と入水前茎葉処理剤の草種別防除効果

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(m²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(マーシエット乳剤)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

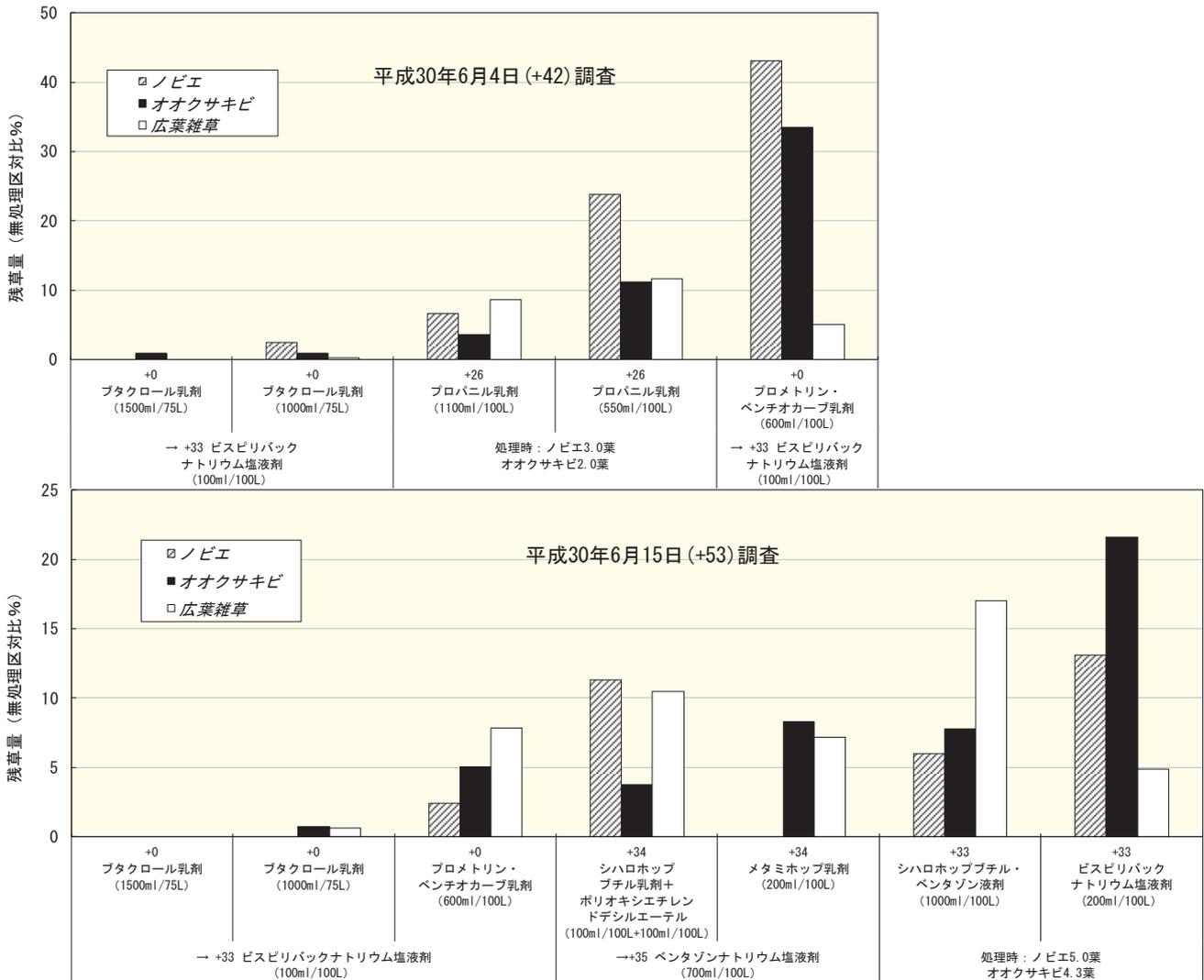


図-5 水稻乾田直播栽培における播種直後土壌処理剤と入水前茎葉処理剤の草種別防除効果
 注)平成 30 年場内試験。「+」を付した数値は播種(4月21日)後日数として除草剤の処理日を示す。()内は 10a 当たりの薬量/水量、縦軸は草種別の無処理区残草量 (㎡当たり +42:ノビエ 2.0g, オオクサキビ 2.0g, 広葉雑草 8.2g, +53:ノビエ 5.4g, オオクサキビ 4.0g, 広葉雑草 1.5g) に対する比 (2 反復の平均) を示す。

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フチル・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. 宮城県農作物病害虫・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
- 下野裕之ら 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