

水稲乾田直播栽培における一年生イネ科雑草の発生と初期生育

—オオクサキビとオオニワホコリを中心に—

宇都宮大学
雑草管理教育研究センター
赤坂 舞子

はじめに

近年、農業従事者数の減少や高齢化に伴う担い手への土地集積が加速化しており、経営体規模が拡大している。一方で、米の販売価格は低下傾向が続いており、特に令和2年度産、令和3年度産の米価は前年を下回って推移する状況である。水稲直播栽培は労働時間の短縮や移植栽培との作業時期が分散できることから、経営体規模の拡大に適した水稲の栽培体系として提案されている。平成13年度からの全国の水稲直播栽培面積の推移は3500ha程度から右肩上がりに推移し、令和2年度では35000ha程度まで拡大している。東北地域においても例外ではなく、2000ha程度から11000haに増加している。東北地域においては湛水直播栽培が主体であるが、青森県や山形県では乾田直播栽培も一定数実施されている（農林水産省2022；篠遠

ら2021）。加えて、近年宮城県において乾田直播栽培の普及が拡大しており、農研機構・東北農業研究センターの調査では、東北地域の水稲乾田直播の栽培面積は令和2年度が1930ha、令和3年度が2260ha、令和4年度が2800haと増加している。宮城県においても石巻地区などの一部の地区では以前より取り組みが見られたが、平成23年に発生した東日本大震災における津波被災を経た農地の復興にあたり、圃場を1～2ha規模に合筆して大規模化や大区画化が実施されたことにより乾田直播栽培が急速に普及した。宮城県の太平洋側で乾田直播栽培が急速に普及した要因については、積雪の少ない冬期に均平等の圃場準備ができること、農地の大規模化・大区画化により大型機械を導入した作業の高効率化が図りやすかったことが要因と考えられる（長坂ら2021）。乾田直播栽培技術が進んだことも普及に貢献している。国内で実施されてきた乾田

直播はロータリーシーダを使うのが一般的であるが、イネの安定した苗立ちを得るための碎土率を高めるため低速で作業をする必要があった。大規模畑作で使用される播種機グレーンドリルや耕起に用いられるプラウなどの大型機械を転用して水稲乾田直播を実施する栽培体系が開発されたことにより、作業時間が大幅に短縮した。さらに、ケンブリッジローラ等での鎮圧作業を播種床造成時と水稲播種後に実施することにより碎土率が向上し、播種粉と土壌との密着性が高まり苗立ちが安定した。また、鎮圧作業によって地表面付近に止水層ができるため、圃場の縦浸透を抑制し漏水を防ぐことや、播種床造成の際にレーザー均平機で圃場の均平化を実施することで水管理の安定も図られるため、イネの生育の安定化、さらには入水後の雑草対策も可能となっている（盛川ら2009；大谷ら2013；大谷ら2021；篠遠ら2021）。

前述した技術開発によって普及した



図-1 水稲乾田直播圃場に発生するオオクサキビ
撮影時期；2019年9月、撮影場所；宮城県名取市



図-2 水稲乾田直播圃場に発生するオオニワホコリ
撮影時期；2018年7月、
撮影場所；岩手県花巻市



図-3 各種幼苗の様子
撮影時期；2021年5月、
撮影場所；福島県新地町



図-4 各種幼苗の様子
赤丸で示した個体がオオニワホコリ
撮影時期；2019年5月、撮影場所；岩手県盛岡市

水稲乾田直播栽培であるが、雑草防除に関しては課題もある。水稲乾田直播栽培においては、水稲播種後しばらくは入水を行わないため、圃場が畑状態となる（大谷ら 2021）。その結果、移植水稲栽培や湛水直播水稲栽培においてはあまり問題とならないため、水稲作で防除方法が検討されていない草種が発生・蔓延し防除対象となることがある。東北地域では、イネ科雑草のオオクサキビ (*Panicum dichotomiflorum*) およびオオニワホコリ (*Eragrostis pilosa*) の発生が以前から報告されていたが（佐々木 2008; 佐々木 2009）、近年の水稲乾田直播栽培面積の拡大に伴い、それらの発生や蔓延の事例が増加している（図-1, 図-2）。

オオクサキビはキビ属の夏生一年生雑草である。北アメリカからアルゼンチンに至る地域が原産で、戦後沖縄に帰化したとされている（桑原 2008）。耐湿性があることに加え、牛の嗜好性が良好であったことから、茎が細く乾燥しやすい貯蔵向きの牧草として、水田移植や水田転換畑への導入が検討されたこともある（井上ら 1979; 今井ら 1989a,b）。東北地域の乾田直播圃場においては、8月以降に出穂が見られる。草高は1mを超え、葉身は両面とも無毛でざらつきがあり、葉舌は毛状で高さは3mm程度である。一方で、

幼植物の第1葉の葉身長は1cm程度しかなく、平行な葉脈が目立つのが特徴である。葉1葉目の葉鞘が短いため、葉は地面を這うように開き、葉鞘や葉の裏に短毛が密生する（図-3; 浅井 2015; 大谷ら 2021; 桑原 2008）。

オオニワホコリはスズメガヤ属の在来の夏生一年生雑草である。東北地域の乾田直播圃場においては、7月頃より出穂が確認される。草高は50cm程度であることから、稲が生育すると稲に覆われるため目立たなくなる、それまでに0.7mm程度の微細な種子を圃場内に大量に落とす。葉鞘は平滑であり口部に長毛が数本生えるのが特徴である。幼植物の第1葉の葉身長はオオクサキビよりさらに小さく5mm程度しかないため、初期の発生が気づかれないことが多く、大発生に繋がりやすい（図-4; 浅井 2015; 大谷ら 2021; 桑原 2008）。

東北地域における水稲乾田直播栽培における除草体系において、入水前に散布する茎葉処理剤として、シハロホップブチル剤もしくはビスピリバックナトリウム塩液剤が使用されている。東北地域でも積雪が少ない地域では3月下旬から4月上旬での播種が可能であるが、水稲の出芽時期は4月下旬～5月上旬と播種から1ヶ月程度かかることから、それまでに発生する雑草に対してはイネ出芽前後に散

布できる除草剤で対策する。シハロホップブチル剤とビスピリバックナトリウム塩液剤は水稲播種後10日からの使用が可能で、なおかつ高葉齢のノビエに効果が見込めることから、東北地域での水稲乾田直播栽培においては使用が一般的である。特にビスピリバックナトリウム塩液剤は安価であること、ノビエをはじめとする多様な草種に対して効果を示すことから、畑状態における一年生雑草に対する対策剤として選択する生産者も多い。

オオクサキビおよびオオニワホコリに対する両剤の効果については報告がある。両草種を発生させた試験圃場において、ノビエ3.0葉齢もしくは5.0葉齢で処理をしたところ、シハロホップブチル剤およびシハロホップブチル・ベンタゾン剤を散布した試験区においては残草量の対無処理区比が10%以下であったのに対し、ビスピリバックナトリウム塩液剤を散布した試験区については、オオニワホコリでは20～35%程度、オオクサキビでは残草量の対無処理区比が80%以上となった（佐々木 2009）。このことから、ビスピリバックナトリウム塩液剤を連用している圃場において両草種が残草し個体数が増える可能性があるとともに、オオクサキビおよびオオニワホコリが発生する圃場においてはシハロホップブチル剤を使用する

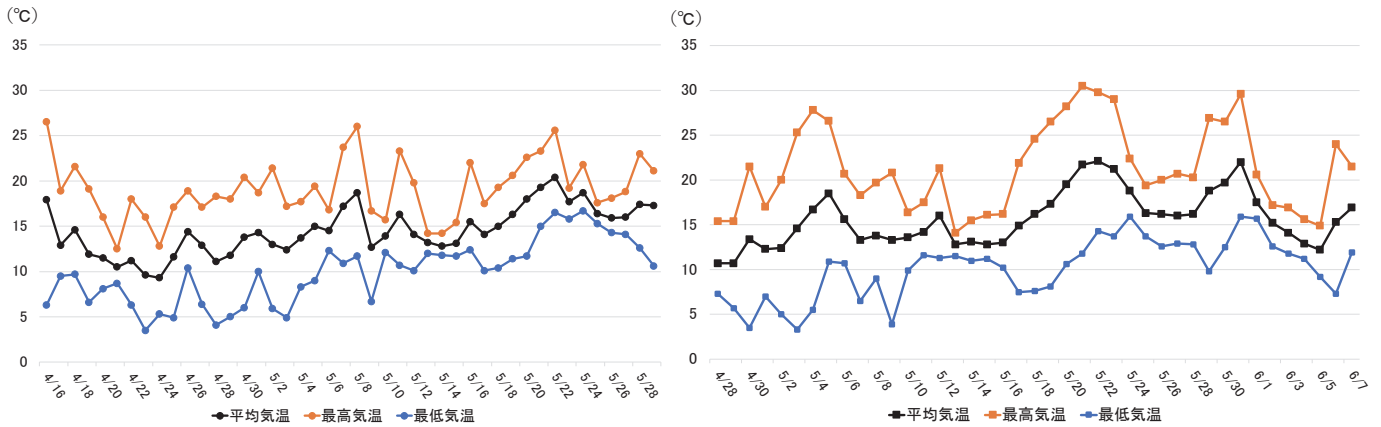


図-5 調査期間の気温の推移
右) 宮城県名取市, 左) 岩手県盛岡市

ことがそれらの防除に有効であることが示唆された。水稲乾田直播栽培の雑草防除の成否は乾田期における除草剤の適期散布にかかっているが、前述したように、オオクサキビおよびオオニワホコリについては、生育初期の植物体が小さいこともあり、圃場での両草種の初期発生を把握できるかが重要となる。また、シハロホップブチル・ペンタゾン乳剤を使用した現地圃場においても対象草種の発生が確認された事例も報告されていることから（佐々木2009）、著者は両草種の防除適期の判断指標を得ることを目的として、発生圃場において初期生育を調査した。

イネ科雑草の初期生育調査方法

初期生育の調査は2017年の5月から6月にかけて実施した。オオクサキビについては宮城県名取市現地圃場で、オオニワホコリについては岩手県盛岡市試験圃場で実施した。宮城県名取市現地圃場での播種日は4月16日であり、岩手県盛岡市試験圃場での播種日は4月28日であった。

圃場の対角線上に調査枠（40cm×60cm）を設置し、反復は2もしくは3とした。オオクサキビは調査枠内全体について調査し、オオニワホコリに

ついては発生個体数が多かったため、調査枠のうちの20cm×30cmを実際の調査対象とした。調査枠内に発生した両草種およびノビエの個体数と各個体の葉齢を調査するとともに、一部個体についてオオクサキビは草丈を、初期葉齢の個体が小さく草丈の測定が困難だったオオニワホコリについては草高を測定した。水稲播種直後から数日おきに調査を実施し、両草種およびノビエの葉齢については抽出中の葉の先端が下位葉の先端に達した段階を0.7葉齢として、抽出中の葉と下位葉との長さの比をもとに0.1刻みで判定した。現地もしくは試験場内で茎葉除草剤散布が実施された際は、調査枠の上にタフブネ（616×467×185mm）を被せて除草剤の飛散を防いだ。対象圃場の湛水を確認した時点をもって調査終了とした。

調査時の気温の推移

調査時の気温に関するアメダスデータの推移を図-5に示す。オオクサキビの調査期間である4月16日から5月29日の名取市の最高気温は12.5℃から26.5℃、最低気温は4.1℃から16.7℃、平均気温は9.3℃から20.4℃で推移した。調査期間の平年値は最高気温が14.9℃から20.6℃、

最低気温が5.2℃から13.2℃、平均気温が10.1℃から16.6℃であった。オオニワホコリの調査期間である4月28日から6月7日の盛岡市の最高気温は14.1℃から30.5℃、最低気温は3.3℃から15.9℃、平均気温は10.7℃から22.1℃で推移した。調査期間の平年値は最高気温が17.5℃から23.4℃、最低気温が5.8℃から12.9℃、平均気温が11.5℃から17.9℃で推移した。

イネ科雑草の出芽個体数推移

両草種の出芽個体数の推移を図-6に示す。圃場でのオオクサキビの初見は水稲播種後17日であり、調査圃場におけるノビエ出芽の初見と同じであった。調査圃場でのイネの出芽は水稲播種後31日に確認した。水稲播種後17日から23日の間の出芽個体数は14、水稲播種後23日から31日の間は13、水稲播種後31日から38日の間は16、水稲播種後38日から43日の間は4と推移した。圃場でのオオニワホコリの初見は水稲播種後11日であった。調査圃場でのイネの出芽は水稲播種後20日に確認したが、ノビエについてはほとんど確認できなかった。水稲播種後11日から20日の間の出芽個体数は108であったが、

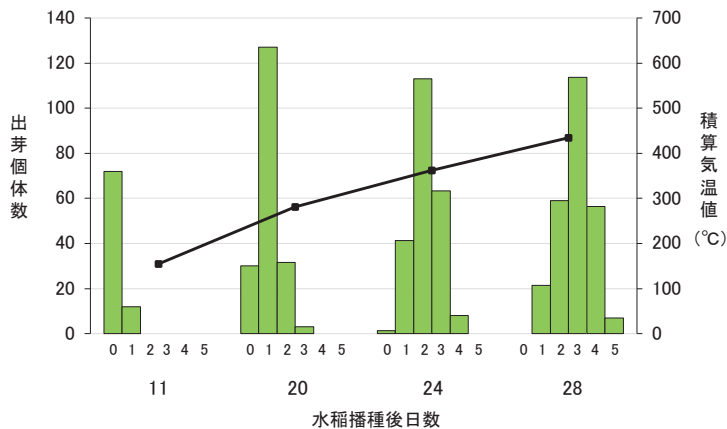
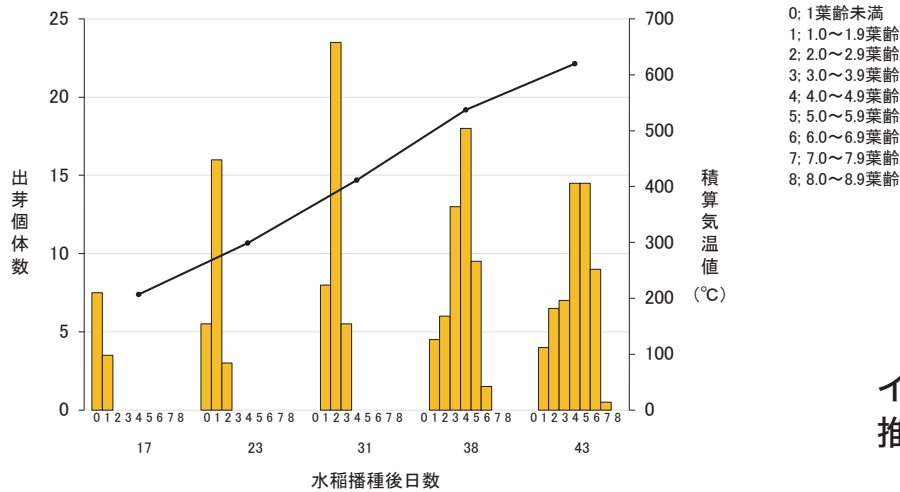


図-6 対象草種の出芽特性

上) オオクサキビ, 下) オオニワホコリ

棒グラフは葉齢別の出芽個体数を示し、折れ線グラフは積算気温値の推移を示す

イネ科雑草の草丈・草高進展推移

両草種の葉齢と草丈もしくは草高の関係を図-7に示す。オオクサキビの葉齢と草丈の関係から得られた近似曲線を基に推定した各葉齢間の草丈進展は、葉齢1から2では0.53cm、2から3では0.99cmと、草丈の進展は1cm以下で推移した。葉齢3から4では1.85cmとなり1cmを超えた。葉齢4から5では3.46cm、葉齢5から6では6.48cm、葉齢6から7では12.12cmとなり、4葉齢以降は草丈の増大が早まった。オオニワホコリの葉齢と草高の関係から得られた近似曲線を基に推定した各葉齢の草高進展は葉齢1から2では0.23cm、葉齢2から3では0.45cm、葉齢3から4では0.89cmと1cm以下で推移した。葉齢4から5では1.77cmとなり1cmを超えた。葉齢5から6では3.51cm、葉齢6から7では6.93cmとなり、5葉齢以降は草高の増大が早まった。

本調査で得られた両草種の葉齢と草丈(オオニワホコリでは草高)の関係から、オオクサキビについては3葉齢以降に草丈が、オオニワホコリについては4葉齢以降に草高の増大が早まることが確認された(図-6、図-7)。このことから、両種の防除においては葉齢3から4を目処にシハロホップブチル剤を散布することで有効

水稻播種後20日から24日の間は35と減少した。水稻播種後24日から28日の間は30であった。

イネ科雑草の葉齢進展推移

両草種の初期生育の推移を図-6に示す。オオクサキビについては、水稻播種後17日の積算気温値は206.8°Cであり、出芽していた個体の葉齢は2未満であった。水稻播種後23日(積算気温値298.6°C)の調査区内の個体の葉齢は1未満から2葉期、水稻播種後31日(積算気温値411.6°C)では1以上から3葉期であった。水稻播種後38日(積算気温値537°C)では1以上から6葉期となり出芽個体の葉齢の幅が拡大した。入水直前の水稻播種後43日は1以上から7葉期で

あった。ノビエについては直播水稻で使用登録のある茎葉処理剤の主な処理晩限である5葉齢に達した個体を確認したのは水稻播種後38日であった。イネについては入水直前の水稻播種後43日の葉齢は1から4葉期であった。

オオニワホコリについては水稻播種後11日の積算気温値は154.6°Cであった。出芽していた個体の葉齢は2未満であった。水稻播種後20日(積算気温値281.2°C)の調査区内の個体の葉齢は1未満から3葉期、水稻播種後24日(積算気温値361.8°C)では1未満から4葉期、水稻播種後28日(積算気温値434.8°C)では1以上から5葉期であった。イネについては入水直前の水稻播種後40日のイネの葉齢は2以上から3葉期であった。

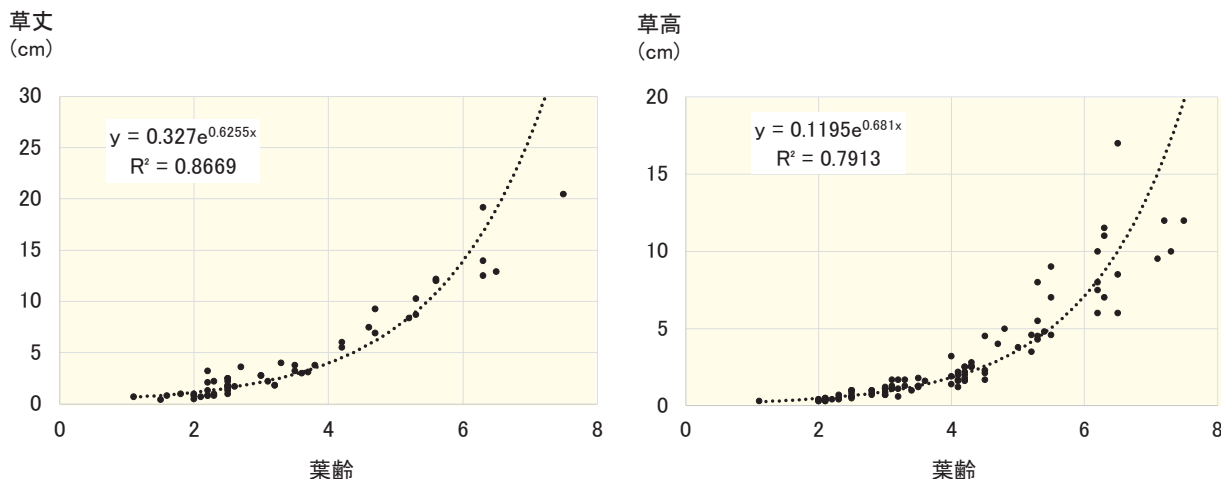


図-7 対象草種の葉齢と草丈・草高の二変量の関係
右) オオクサキビ, 左) オオニワホコリ

な効果が得られる可能性が示唆された。具体的には、2017年の調査において、オオクサキビの葉齢が3以下であったのは水稲播種後31日（積算気温値411.6℃）であったことから、対策剤の散布適期はこの時期であると考えられる。オオニワホコリについては、葉齢4以下であった水稲播種後24日（積算気温値361.8℃）がシハロホップブチル剤の散布適期と示唆された。

また、対象雑草の出芽個体数の推移については、オオクサキビは水稲播種後の累積的な出芽が確認された一方で、オオニワホコリについては初期の出芽割合が多かった（図-6）。このことから、オオニワホコリ発生初期の対策剤散布が当年や次年度以降の出芽個体数の低減に寄与することが示唆された。葉齢から推定した散布適期である水稲播種後24日（積算気温値361.8℃）は2葉期の個体数が、水稲播種後20日は1葉期の個体数が他の葉齢の個体数より多かったことも（図-6）、早期の対策除草剤散布が有効である可能性を示している。

両草種の防除は基本的にはノビエの葉齢進展を基準にすることが作業性の面からも省力的で望ましい（佐々木2009）。本研究においてオオクサ

キビに対する除草剤の散布適期と見られる水稲播種後31日（積算気温値411.6℃）におけるノビエの葉齢は1から4であったことから、水稲播種後31日での対策除草剤散布はノビエの防除時期としても適切と考えられる。イネ科雑草において、除草剤散布時期の指標を得る目的での先行研究として、アゼガヤとヒメタイヌビエの生育特性を比較した研究があるが、同葉齢ではアゼガヤの方がヒメタイヌビエよりも草丈や葉身長が短かったと報告されている（住吉・鈴木2006）。本報告ではアゼガヤが5～5.5葉齢時にシハロホップブチル剤を処理しその効果を確認していることから、イネ科雑草の防除を目的とした除草剤散布の指標にノビエを用いることは妥当であると考えられる。しかしながら、岩手県花巻市のオオニワホコリ発生圃場において、著者が2年間目視による経時的な観察を実施したところ、2017年にはシハロホップブチル剤の散布によりノビエとオオニワホコリ両方とも残草が少なかったが、2018年にはオオニワホコリの残草が多くなった。著者が調査した圃場での雑草発生状況は、2017年はノビエが先行して出芽し、散布時の最大葉齢はノビエが3.5、オオニワホコリが2であったのに対し、

2018年はノビエに先行してオオニワホコリが出芽した。シハロホップブチル剤の使用晩限のノビエ5葉期に散布した結果、散布時のオオニワホコリの葉齢は最大4葉齢となり、2017年の散布時の葉齢よりも大きかった。このことから、オオニワホコリが先行して出芽した場合は同種の生育進展を基準として対策除草剤を散布することが重要と考えられる。住吉・鈴木(2006)は、アゼガヤとヒメタイヌビエの比較において葉齢進展速度はアゼガヤの方が早いこと、発生時期によってアゼガヤの草丈は葉身長が変動するためそれらから葉齢を推定する困難さを指摘している。イネ科雑草の防除適期は基本的にノビエ葉齢を基準としつつも、防除対象となる雑草の圃場での生育状況を踏まえた判断が必要である。

謝辞

両草種の初期生育の調査を実施するに当たり、宮城県名取市の（有）耕谷アグリサービスおよび岩手県花巻市の（有）盛川農場には調査圃場の提供および調査対象草種の発生状況についての情報を提供していただいた。元農研機構東北農業研究センター（現農研機構生物系特定産業技術支援センター）の中山壯一氏には調査方法についてア

ドバイスをいただいた。本研究は復興庁・農林水産省委託プロジェクト「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」の予算補助を受けて実施した。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 赤坂舞子 2021. 水稲乾田直播栽培圃場におけるオオクサキビおよびオオニワホコリの初期生育特性. 東北の雑草 21, 16-20.
- 浅井元朗 2015. 植調雑草大鑑. 東京, 全国農村教育協会.
- 井上尚武ら 1979. 西南地域におけるオオクサキビ (大分系) の安定多収栽培法. 西日本畜産学会報 22, 20-22.
- 今井明夫ら 1989a. オオクサキビの栽培と利用技術 I. 転換畑におけるオオクサキビの移植栽培と収穫作業体系. 新潟畜試研究報告 8, 71-76.
- 今井明夫ら 1989b. オオクサキビの栽培と利用技術 II. オオクサキビのサイレージおよび乾草調整と飼料価値. 新潟畜試研究報告 8, 77-82.
- 大谷隆二ら 2013. 大区画圃場におけるプラウ耕乾田直播を核とした2年3作水田輪作体系. 農業機械学会誌 75(4), 220-224.
- 大谷隆二ら 2021. 乾田直播栽培技術マニュアル Ver.3.2. https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/KanchokuVer.3.2.pdf.
- 桑原義晴 2008. 日本イネ科植物図譜. 東京, 全国農村教育協会.
- 佐々木園子 2008. 福島県浜通りの乾田直播栽培における雑草の埋土種子集団. 東北の雑草 8, 29-31.
- 佐々木園子 2009. 福島県浜通りの乾田直播栽培におけるオオニワホコリとオオクサキビの防除法. 東北の雑草 9, 14-16.
- 篠遠善哉ら 2021. 寒冷地での黒ボク土水田でのプラウ耕鎮圧体系乾田直播栽培における水稲の生育および収量. 日作紀 90(3), 343-351.
- 住吉 正・鈴木清志 2006. 除草剤処理時期の指標としてのアゼガヤの生育特性. 日本作物学会九州支部会報 72, 51-53.
- 長坂善禎ら 2021. 大規模ほ場におけるプラウ耕乾田直播技術の導入拡大. JATAFFジャーナル 9 (2), 18-21.
- 農林水産省 2020. 東北における水稲作関係資料. <https://www.maff.go.jp/tohoku/seisan/suitou/attach/pdf/index-3.pdf>.
- 盛川周祐・大谷隆二 2009. グレーンドリルを用いた乾田直播栽培. 日作東北支部報 52, 67-70.