総説

暖地二毛作体系に対応した乾田直播技術

深見公一郎

農研機構九州沖縄農業研究センター

Dry Direct Seeding Techniques for a Tropical Double Cropping System

Koichiro FUKAMI

NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center

九州の二毛作地域で実施可能な水稲乾田直播栽培技術の確立を目標に、鎮圧ローラを使用した乾田直播圃場の漏水防止技術、ローラ鎮圧を伴う乾田直播栽培体系、漏水防止機能と湿害回避機能を有する畝立て直播機の開発に取り組んだ。その結果、灰色低地土圃場において、開発した3点リンク直装式鎮圧ローラは、塑性限界以上の高水分条件で効果的に漏水を防止できた。また、麦作後の乾田直播では、振動ローラによる鎮圧作業で漏水が防止され安定した栽培が可能になった。さらに、開発した畝立て直播機は、高水分条件でも所要動力は相対的に小さく、現地検証試験において省力・低コスト効果があること等が示された。

キーワード：畝立て直播機、乾田直播、暖地二毛作、漏水防止

1. はじめに

社会経済のグローバル化や担い手農業者の高齢化・減少が急速に進行する昨今、我が国の水稲栽培においては、さらなる低コスト化・省力化が喫緊の課題となっている。特に九州では、農業就業人口が2005~2015年の10年間で、51万9千人から32万7千人に減少（約4割減）し、65歳以上が占める割合は55.6%から60.1%に増加した。一方、農業経営体の耕地面積割合は、20ha以上の割合が3.6%から16.8%（約5倍）に増加し、さらに100ha以上の超大型経営体が77存在し、担い手の減少に伴う規模拡大が急速に進んでいる（九州農政局2015）。

一般に経営規模拡大は、機械の利用効率等が向上するため生産コストの削減につながる。しかし、

水稲の「移植」栽培体系では、育苗・苗運搬作業等が規模拡大の阻害要因になるため、近年、種籾を直接水田に播種する「直播」栽培体系が全国的に増加傾向にある（農林水産省2016）。図1に地域毎の水稲直播栽培面積の推移を示す。全国の直播栽培面積は、平成12年の約9,000haから平成26年には3倍の約27,000haに増加している。これは全水稲作付面積の1.7%に相当する。しかし、直播栽培の普及面積が最も広い北陸地域が4.0%であるのに対し、九州地域は0.5%にとどまっております。普及の停滞が確認できる。

図1 地域毎の水稲直播栽培面積の推移

2019年2月12日受付

2019年11月15日受理

Corresponding author

深見公一郎 Koichiro FUKAMI

〒901-0336 沖縄県糸満市真壁820

820 Makabe, Itoman, Okinawa, Japan

E-mail: kofukami@affrc.go.jp

直播栽培は、耕起・代かき後に水を張った水田に播種する湛水直播栽培と畑状態で播種する乾田直播栽培の2種類に大別される。九州沖縄農業研究センターでは、湛水直播技術として打込み式代かき同時土中点播機（通称：ショットガン直播機）（富樫ら 2002, 田坂ら 2003）を開発した。この技術は、湛水による種子の酸欠を防ぐため、酸素供給剤（カルパー）を被覆した5~7粒のコーティング種子を代かき直後の土壤中に点播することで、散播や条播に比べて耐倒伏性が向上する。しかし、九州地域の水田にはスクミリンゴガイ（通称：ジャンボタニシ）が生息し、水稻の生育初期に食害を及ぼすことから、これが湛水直播栽培の普及を妨げる主要因の一つになっている（高橋ら 2002a, 2002b, 松島 2004, 高橋ら 2005）。

一方、乾田直播栽培は、畑状態の水田に播種するため湛水直播栽培で必須となる種子コーティングや代かき作業を省略できる、より低コストかつ省力的な技術であり、生育初期に湛水しないためジャンボタニシの食害を軽減・回避できる栽培方法である（田坂 2011）。しかし、水稻・小麦、大豆・大麦の2年4作体系が展開される九州北部地域では、大麦収穫（5月中・下旬）から水稻播種（5月下旬~6月上旬）までの期間が短いため、圃場準備（耕起・整地等）から播種作業までの高速化と効率化が求められる。また、麦作前の排水性改善のための弾丸暗渠施工や畑利用（大豆、麦作）の継続による耕盤における粗大間隙の発達（中野ら, 2008）等によって漏水が顕著となり、肥料の流亡や除草剤効果の不安定化につながるため、水田利用時における漏水防止技術の確立が乾田直播栽培を導入・拡大する上で必要不可欠となっている。

そこで本稿では、九州の二毛作地域でも実施可能な直播栽培技術の確立を目標に、タニシの被害リスク軽減・回避効果が期待される「乾田直播」に着目し、鎮圧ローラを使用した乾田直播圃場の漏水防止技術、ローラ鎮圧を伴う乾田直播栽培体系、漏水防止および湿害回避機能を有する畝立て直播機の開発に取り組んだ。以下、得られた成果について紹介する。

2. 鎮圧ローラの開発と効果の検証

移植栽培や湛水直播栽培で必須となる「代かき」は、畑状態の水田に入水しドライブハロー等を用いて土壌を碎土・攪拌することで土壌を単粒

トラクタ：
47.8kW
ローラ荷重：
960kg
作業幅：
200cm

特徴
試作材料費：
10万円程度。
ドラム缶に砂を充填。

図2 試作した3点リンク直装式鎮圧ローラ

化させ、圃場の透水性を低下させて漏水を防止する技術である。一方、乾田直播栽培における漏水防止技術としては、ローラ等で土壌を圧縮し、多孔質体である土壌の孔隙を小さくすることが、水の下降浸透を抑制させる有効な手段である（中江 1964, 阿部ら 1969, 大谷ら 2007）。この観点より、深見ら（2014a）は、圃場内外での機械作業性と開発コストを考慮して、トラクタの3点リンクヒッチに直装できるドラム缶ローラを試作した（図2）。

本ローラは、供試トラクタ出力 47.8 kW (65PS)、ローラ荷重 960 kg、作業幅 200 cm であり、砂を充填した直径 60 cm のドラム缶を利用することで、試作材料費を 10 万円程度に抑えた。中野・深見（2017）は、本ローラを供試した鎮圧試験により、走行回数が作土内の間隙構造に及ぼす影響を解析し、地表面の数センチ下と耕盤の直上に圧縮集中層が生じることを明らかにした。また、深見ら（2014b）は、ドラム缶を鉄管に変更し、油圧シリンダを斜め後方に作用させることでローラ荷重を 1200~1700 kg に増加させた「油圧ローラ」と振動サブソイラ（SV3-B2D, 川辺農研産業株式会社）の破碎爪を直径 40 cm の鉄管に変更した「振動ローラ」を供試し（図3）、灰色低地土圃場において、塑性限界以上の高水分条件で鎮圧することで、鎮圧荷重、鎮圧回数、鎮圧速度に関わらず、効果的に漏水を防止できることを示した。

3. 振動ローラを利用した乾田直播技術

前述した振動ローラは、機体重量が 350 kg であるため九州地域で一般的に普及している出力 25 kW (30PS) クラスのトラクタで利用可能である。また、ローラの上下振動 13~18Hz (PTO: 780~1080 rpm) における瞬間的な鎮圧荷重は

図3 試作した油圧ローラと振動ローラ

750～3125 kg に達する（深見ら 2014b）。Fukami et al. (2017) は、工業分野で利用される振動ローラの加速度応答に基づく締め固め度予測技術（藤山・建山 2000, 藤山ら 2002, 小関ら 2009, 古屋・小関 2011）を参考に、MEMS 加速度センサ（LP-WS0902（5G/300 dps）, 株式会社ロジカルプロダクト）を用いた振動周波数解析と X 線 CT 画像を用いた土壌構造解析（Mukunoki et al. 2009, 2016）を行い、両者の密接な関係と振動ローラの加速度応答から漏水防止効果がある程度推定できることを示した。大野ら（2016）は、市販の振動ローラ（SV2-T, ローラ重量 280 kg, ローラ幅 120 cm, 川辺農研株式会社）を供試し、部分浅耕一工程播種（川村ら 2013）と播種後の振動鎮圧を組み合わせた水稻の乾田直播栽培は、荒起こしを省略できるため省力的で、入水後の漏水を抑制でき、移植栽培と同等の収量・品質が得られることを示した。また、中野ら（2017）は、麦作後の水稻乾田直播では、振動ローラ（SV2-T）による鎮圧を行うことで漏水が防止され、安定した栽培が可能になること、漏水防止効果は鎮圧時の土壌水分の影響を受けるが、作業直前に地表際の土壌を握って固まれば、適正水分であると判断できること等を示した。

4. 水稻用畝立て直播機の考案と開発

前述した通り、九州地域の直播栽培において、湛水直播ではジャンボタニシの食害や種子コーティングによるコスト増、乾田直播では圃場の漏水とそれに伴う雑草害等が技術的課題となり、直播栽培面積が増加しない要因となっている。そこで、上記の問題を解決すべく新たな水稻直播技術

図4 考案した水稻用畝立て直播機の構成

の考案と播種機の開発を行った（川村ら 2015）。図 4 に考案した水稻用畝立て直播機の模式図を示す。

本機は、トラクタの後方に装着され、土壌反転ディスクを利用した「①畝成形補助部」でタイヤ跡を均し、ソロバン玉状の回転・駆動する「②畝成形部」で表面が硬い台形状の播種畝を成形して圃場の漏水防止を図り、「③直播作業部」、「④播種・施肥部」および「⑤覆土鎮圧部」で畝の天面に播種することで、生育初期の降雨・滞水による湿害とタニシの食害回避を図ることを想定した。図 5 に図 4 の模式図に基づいて試作した水稻用畝立て直播機の概要を示す。

ベース機には、作業幅 180 cm のドライブハロー（HS1820B, 松山株式会社）を採用し、爪軸に畦塗り機の構造を応用した側面成形部と天面成形部から構成される畝成形部を組み込み、これを回転・駆動させることで、表面が硬い台形断面状の播種

畝を成形する（図6）。直播作業部は、作溝ディスクで畝の天面にV字の播種溝を開口し、接地輪駆動の播種・施肥部で種子と肥料を播種溝に落下させ、ドラム状の覆土鎮圧部で播種溝を塞ぐ仕組みである。本機によって成形される播種畝は高さ7 cm、天面幅10 cm、条間30 cm、条数6、機体重量は460 kgとなる。

5. 畝立て直播機の所要動力特性

機械作業性の観点から、試作した畝立て直播機の所要動力について調査を行った（深見ら2017）。所要動力は、トラクタが作業機を牽引するためのけん引動力とロータリ爪等の駆動軸を回転させるためのPTO軸動力の和で表現される。本研究では、けん引動力の測定に、3点リンク・ダイナモメータ方式（長崎ら1996、深見ら2006）、PTO軸動力の測定に、スリップリングと回転計が一体となったトルク変換方式（長崎ら1999、後藤ら2004）を採用した。測定値はデータロガー（NR-600、株式会社キーエンス）で0.01s間隔で記録した。図7に供試した所要動力測定システムの構成を示す。

実験は、九州沖縄農業研究センター（筑後市）内の大豆収穫後の圃場において、ロータリ耕後に2種類の作業機（ドライブハロー、畝立て直播機）を供試し、異なる水分条件と作業速度において各所要動力を測定した（測定区間：約12 m）。土壌水分は、降雨前後に試験を実施することで、異なる条件を設定した。表1に実験条件を示す。

実験の結果、畝立て直播機は、塑性限界以下の低水分条件（含水比41%）では畝を成形できず、塑性限界（含水比45%）以上の高水分条件（含水比48%）において、表面が硬い鏡面状の畝を成形できることが示された（図8）。

ドライブハローのけん引動力は、作業速度の増加に伴って、塑性限界以下の低水分条件では微増し、塑性限界以上では漸減する傾向が確認された（図9）。ここで、けん引動力減少の原因は、ロータリ爪の回転による推進力の発生（生物系特定産業技術研究支援センター1996）によると推察された。一方、畝立て直播機のけん引動力は、水分条件による明瞭な差はなく、作業速度の増加に伴って微増する傾向が確認された（図9）。ここで、けん引動力増加の原因は、畝成形補助部（土壤反転ディスク）によって発生するけん引抵抗の発生

図5 試作した水稲用畝立て直播機の概要

図6 畝成形部の構成と畝成形時の状況

図7 所要動力測定システムの構成

によると推察された。

PTO軸動力は、いずれの作業機もけん引動力に比べて相対的に大きな値を示した。ドライブハ

表 1 所要動力試験の条件（2017 年度）

圃場	九沖農研センター（筑後），F1 圃場	
地点	33°12'26.3"N 130°29'18.0E	
土性	壤土（Loam）	
塑性限界／液性限界	45％ ／ 63％	
含水比（試験前）	41％，45％，48％（3 水準）	
供試トラクタ（出力）	K 社 KL41（30.9 kW）	
設定作業速度	2.0，3.0，4.0，5.0 km/h（4 水準）	
作業機	ドライブハロー， 畝立て直播機	
重量（kgf）	150，	460
作業幅（m）	1.8，	1.8
測定項目	作業速度，スリップ率，牽引抵抗， PTO 軸トルク，PTO 軸回転数， 所要動力（牽引動力＋ PTO 軸動力）

図 8 土壌水分が畝成形に及ぼす影響

図 9 各種動力（測定区間平均値）の比較

図10 畝立て直播体系の高速化

ローの PTO 軸動力は、いずれの水分条件でも作業速度の増加に伴って漸増し、その値は高水分であるほど大きくなった。一方、畝立て直播機の PTO 軸動力は、ドライブハロー同様、作業速度の増加に伴って漸増したが、その値は、含水比 45% より 48% の方が小さくなった (図 9)。これより土壌水分に対して、耕うんと畝成形では異なる力学関係が成り立つことが示唆された。

以上より、畝立て直播機の所要動力は、畝成形が優となる高水分条件 (含水比 48%) においてドライブハローと同等となり、作業速度 4.5 km/h 以上でもトラクタ最大出力の 1/4 程度に収まる結果となった (図 9)。

6. 畝立て直播技術の効果の検証

深見ら (2015) は、九州沖縄農業研究センター (福岡県筑後市) 内の灰色低地土および黒ボク客土圃場において、畝立て直播機、条播機および表層散播機を用いた水稻 (品種: にこまる) の乾田直播試験を実施し、塑性限界以上の高水分条件では、畝立て直播機によって成形される播種畝は、ローラ鎮圧と同程度の漏水防止効果を有することを確認した。また、黒ボク土客土圃場において、畝立て直播区の生育 (草丈、茎数) は、条播区より良好であったが、過繁茂が要因で収穫前に倒伏・減収したことから、畝立て直播栽培に適切な肥培管理の重要性が示された。

川村ら (2017) は、「畝立て直播技術」について、農家圃場 (福岡県福津市) において、飼料用米 (品種: ツクシホマレ) を用いて実用性と省力・コスト低減効果を検証した。その結果、播種前日

に 23 mm/day 程度の降雨があっても播種できたこと、畝の天面に播種しているためスキミングガイの食害は問題とならなかったこと、畝立て直播の全刈収量は慣行の移植栽培と比較して同等以上であったこと、畝立て直播栽培は慣行の移植栽培と比較して作業時間や 10 a 当たりの生産費費用合計が削減されたこと等を示した。

7. おわりに

2 年 4 作体系における乾田直播栽培では、大麦収穫から小麦収穫の間に播種作業を行うため、急速な規模拡大への対応には新たな高能率体系の提案が必要である。東北農業研究センターでは、2 年 3 作体系においてプラウ耕と大規模畑作に使用されるグレーンドリルを組合せた高速作業体系 (東北農研センター 2016) と、それに対応した漏水防止技術 (冠ら 2012, 2017) を確立している。この観点より、九州沖縄農業研究センターでは、現在の「ロータリ耕 + 畝立て直播体系」から前耕起をプラウ耕に変更し、機械の作業幅と作業速度を向上させた「畝立て直播体系の高速化」(図 10) に関する研究を実施している。

謝辞

本研究を実施するに当たり、機械開発とオペレータ業務を担当して頂いた九州農研技術支援センター 河原幸成氏、三池啓治氏、三池輝幸氏、本部朗利氏、伊藤博幸氏、川口康崇氏、中島誠氏、伊藤博人氏に深く感謝申し上げます。現地試験を実施するに当たり協力して頂いた、福岡県福岡農林事務所 川村富輝氏、玉名地域振興局 伏水邦彦氏、JA たまな職員各位、みやま市生産者 山井正光氏、農事組合法人野口 故・有働寿治氏、田畑浩士氏に深く感謝申し上げます。実験データの収集・解析に協力して頂いた九州沖縄農業研究センター 高橋仁康氏、佐々木豊氏、中野恵子氏、松尾直樹氏、官森林氏、岡見翠氏、岡崎泰裕氏、非常勤職員 下川民子氏、溝田広恵氏、中央農業研究センター 小荒井晃氏、北海道農業研究センター 土屋史紀氏に深く感謝申し上げます。

引用文献

阿部秀男・奥山隆治・栃木喜八郎 (1969): 水稻乾田直播栽培に関する研究第 3 報漏水防止について、栃木農業試験場研究報告; 19-25.

- 藤山哲雄・建山和由 (2000)：振動ローラの加速度応答を利用した転圧地盤の剛性評価手法, 土木学会論文集 No.652/III-51：115-123.
- 藤山哲雄・益村 公・建山和由・石黒 健・三嶋 信雄 (2002)：種々の土質条件に対するローラ加速度応答法の締固め管理への適用性, 土木学会論集 No.701/III-58：169-179.
- 深見公一郎・杉本光穂・新里良章 (2006)：重粘土壌におけるトラクタ作業の所要動力測定システムの開発, 農作業研究 41(1)：31-36.
- 深見公一郎・中野恵子・土屋史紀・田坂幸平・松尾直樹・三池輝幸・伊藤博幸・河原幸成・本部朗利 (2014a)：暖地乾田直播圃場の漏水防止技術－鎮圧ローラの開発と効果の検証－, 農業食料工学会誌 76(4)：341-347.
- 深見公一郎・三池輝幸・中野恵子・松尾直樹・土屋史紀・佐々木豊 (2014b)：ローラ鎮圧による暖地水稲乾田直播圃場の漏水防止技術, 九州沖縄農業研究センター成果情報. http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2014/karc14_s01.html. (2019 年 2 月 1 日閲覧).
- 深見公一郎・川村富輝・土屋史紀・河原幸成・三池輝幸・伊藤博人 (2015)：水稲の生育・収量に及ぼす畝立て直播の影響, 農作業研究 50(別 1)：59-60.
- Fukami K, Mukunoki T, Nakano K, Matsuo N, Okayasu T (2017)：Water leakage control by using vibratory roller on a dry-seeded rice field in southwestern Japan, Soil and Tillage Research 166：138-146.
- 深見公一郎・松尾直樹・土屋史紀・中野恵子・川村富輝 (2017)：水稲畝立て直播機の所要動力特性, 第 71 回 (平成 29 年度) 農業食料工学会九州支部例会発表要旨集：2.
- 古屋 弘・小関裕二 (2011)：道路工事におけるインテリジェントコンパクションシステムの開発, 大林組技術研究所報 No.75：1-10.
- 後藤隆志・堀尾光広・市川友彦 (2004)：高速耕うんロータリ開発 (第 1 報) つめの形状と配列に関する基礎試験, 農業機械学会誌 66(3)：111-120.
- 冠 秀昭・大谷隆二・千葉克己 (2012)：黒ボク土水田におけるプラウ耕鎮圧体系乾田直播での浸透抑制手法, 農業農村工学会論文集 282：69-77.
- 冠 秀昭・関矢博幸・大谷隆二 (2017)：水田の土壌状態に基づいたプラウ耕鎮圧体系乾田直播栽培の適用性, 農作業研究 52(2)：63-75.
- 川村富輝・小田原孝治・光岡宗司・井上英二・岡安崇史 (2013)：転換畑における部分浅耕播種法がダイズの生育・収量に及ぼす影響, 農作業研究 48(2)：49-59.
- 川村富輝・深見公一郎・土屋史紀・河原幸成・三池輝幸・伊藤博人 (2015)：抑草と漏水防止効果を有する水稲乾田直播技術の開発, 農作業研究 50(別 1)：57-58.
- 川村富輝・荒井崇宏・深見公一郎 (2017)：畝立て直播技術による水稲栽培の省力・コスト低減効果検証, 農作業研究 52(別 1)：13-14.
- 小関裕二・牛袋昭宣・高倉 拓・古屋 弘 (2009)：振動ローラの加速度応答を利用した舗装工事の品質管理に関する研究, 土木学会舗装工学会論文集 第 14 巻：155-162.
- 九州農政局 (2015)：2015 年農林業センサス 九州農業の基本構造. <http://www.maff.go.jp/kyusyu/toukei/hensyu/sonotakako/attach/pdf/census-13.pdf> (2019 年 2 月 1 日閲覧).
- 松島憲一 (2004)：水稲湛水直播栽培におけるスクミリングガイ防除への石灰窒素利用, 信州大学農学部紀要 第 40 巻第 1・2 号：19-25.
- Mukunoki T, Kumano N, Otani J, Kuwano R (2009)：Visualization of three dimensional failure in sand due to water inflow and soil drainage from defective underground pipe using X-ray CT, Soils and Foundations 49 (6)：959-968.
- Mukunoki T, Miyata Y, Mikami K, Shiota E (2016)：X-ray CT analysis of pore structure in sand, Solid Earth 7：929-942.
- 長崎裕司・岡崎紘一郎・宮崎昌宏 (1996)：土中耕うんに関する作業技術の開発 (第 1 報) 振動式全層破碎機の作業特性, 四国農業試験場報告 60：89-104.
- 長崎裕司・猪之奥康治・宮崎昌宏 (1999)：稲跡野菜作における機械定植精度向上のための耕うん・畝立て技術に関する研究 (第 1 報) 耕うん作業への狭切削幅爪ロータリの適用効果, 農作業研究 34(2)：95-102.
- 中江克己 (1964)：水稲の乾田整地直播栽培における漏水防止法について, 東北農業試験場研究速報 4：31-36.

- 中野恵子・久保寺秀夫・原 嘉隆 (2008) : 負圧浸入計による二毛作水田と水稻単作田の耕盤透水特性の評価, 九州沖縄農業研究センター成果情報. <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2008/konarc08-35.html>. (2019年2月1日閲覧).
- 中野恵子・深見公一郎 (2017) : 水稻乾田直播栽培におけるローラによる地表面鎮圧が作土の間隙構造に及ぼす影響, 土壌の物理性 136 : 27-35.
- 中野恵子・深見公一郎・大段秀記・土屋史紀・岡崎泰裕・小荒井晃・田中 良・住吉 正 (2017) : 振動ローラの導入により麦作後の速やかな水稻乾田直播栽培が可能, 九州沖縄農業研究センター成果情報. http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/popular/result010/2017/17_007.html (2019年2月1日閲覧).
- 農林水産省 (2016) : 水稻直播栽培の現状について最新の直播の状況 (28年産). http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/zikamaki/z_genzyo/attach/pdf/index-5.pdf (2019年2月1日閲覧).
- 大野礼成・井上拓治・佐藤大和・石塚明子・岩渕哲也・石丸知道 (2016) : 水稻の乾田直播栽培における部分浅耕—工程播種と振動鎮圧の効果, 九州沖縄農業研究センター成果情報. http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/karc/prefectural_results/files/28_1_01.pdf (2019年2月1日閲覧).
- 大谷隆二・関矢博幸・冠 秀昭・中山壮一・小野洋・齋藤秀文・金井源太・迫田登稔・天羽弘一・高橋彩子 (2007) : ブラウ耕・グレーンドリル播種方式の寒冷地向け水稻乾田直播体系, 東北農業研究センター成果情報. <http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouchou/H23/suitou/H23suitou015.html> (2019年2月1日閲覧).
- 生物系特定産業技術研究支援センター (1996) : 高速耕うんロータリ, 成果情報. <https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/1996/brain96-128.html> (2019年8月29日閲覧).
- 高橋仁康・関 正裕・西田初生 (2002a) : 市販ロータリ耕うん機によるスクミリンゴガイ被害の軽減, 農業機械学会誌 64(5) : 101-107.
- 高橋仁康・関 正裕・西田初生 (2002b) : ロータリ耕うんによるスクミリンゴガイ防除に関する基礎的研究, 農業機械学会誌 64(6) : 76-81.
- 高橋仁康・関 正裕・東 定洋・三池輝幸 (2005) : スクミリンゴガイ防除ロータリ耕うん技術の開発, 農業機械学会誌 67(1) : 68-74.
- 田坂幸平・吉永悟志・松島憲一・脇本賢三 (2003) : 水稻打込み式代かき同時土中点播機の点播形状の改善, 農業機械学会誌 65(1) : 167-176.
- 田坂幸平 (2011) : スクミリンゴガイの被害回避, 農業技術体系作物編「追録 33号」, 第2-1巻, 技 402 : 18-22.
- 富樫辰志 (2002) : 水稻の打込み式代かき同時土中点播技術の開発, 九州沖縄農業研究センター報告 41 : 1-52.
- 東北農業研究センター (2016) : 乾田直播栽培技術マニュアル Ver.3.1, 一ブラウ耕・グレーンドリル播種体系—https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/dry-seeding_rice_v3.1.pdf (2019年2月1日閲覧).

Abstract

To establish dry direct seeding rice cultivation techniques that can be implemented in the double cropping area of Kyushu, Japan, the following steps were undertaken: development of a technique to prevent water leakage from dry direct seeding fields using a compaction roller; construction of dry direct seeding cultivation system with roller compaction; and development of a ridging direct seeder with water leak prevention function and wet damage avoidance function. Based on the observed results, the following were confirmed: in the gray lowland soil field, the developed three-point link type roller can effectively prevent water leakage under conditions of high moisture content more than the plastic limit; during the dry direct seeding of paddy fields after barley production, leakage can be prevented by compaction using the vibratory roller, thereby ensuring stable cultivation; and, the developed ridging direct sowing seeder requires lesser power even under high moisture conditions, and the labor saving and cost effective nature of this machine was verified in the field verification test.

Key Words

dry direct seeding, leakage prevention, ridging direct seeder, tropical double cropping