大区画埴土湿田における乾田直播作業体系

第2報 ローラ鎮圧による乾田直播と高性能機械化輪作体系の実証

北倉芳忠*・岩田忠寿**・佐藤 勉*・井上健一*・田中英典*・鹿子嶋力*

The Work System for the rice culture seeded on the dry field on Clay Ill-drained Paddy Field of a Large Lot.
(2) The high ability agricultural machinery system in crop rotation based on the rice culture seeded on the dry field which was introduced the soil packing by the roller.

Yoshitada KITAKURA*, Tadatoshi IWATA**, Tutomu SATO*, Kenichi INOUE*
Hidenori TANAKA* and Chikara KAGOSHIMA*

1 緒 言

近年、高性能化した農業機械の効率的な利用を可能にし、低コスト稲作生産を達成するため、大区画圃場の造成や水稻直播栽培の見直しが重要視されてきている。さらに、大区画圃場と直播栽培の大幅な低コスト生産技術を開発する必要性も高まってきている。

筆者らも、大型機械による省力効果の高い大区画圃場における乾田直播栽培体系を中心に組み組んでおり、作業方法の改善や作業機の改良など、各種の個別技術について検討してきた。特に、土壌が重粘で降雨量が多い北陸の条件では、従来から、安定した播種作業が困難視され、不良条件を克服するための新しい技術の開発が期待された。これに対し、耕耘後にローラ鎮圧作業を組み入れることによって、播種前の降雨による作土層への滞水と播種床の軟弱化を軽減でき、降雨後でも安定した播種作業が可能になることを明らかにした¹⁾。

また、乾田直播栽培では代かきをしないため、漏

水によって除草剤や肥料の効率が著しく悪くなることや指摘されている¹⁾⁶⁾。この対策としても、耕耘後のローラ鎮圧が作土下層を圧密化することで水の縦浸透量を低く抑える効果があることなども明らかにしてきた⁴⁾。

このように、降雨後の播種と播種後の漏水対策に有効な作業方法が確立されたため、この手法をベースに各種の高性能機械を組み合わせることで大区画圃場での乾田直播栽培と輪作作業体系の実証を行い、技術の効果について検討した。本報では、大区画圃場における機械の作業と管理の効率化、機械の汎用的利用性、労働時間の短縮、生育・収量等に一応の成果が得られたので報告する。

なお、本研究は農林水産省の『大区画水田圃場営農推進対策調査』の事業費を受けて行われた。実施にあたっては、北陸農政局をはじめ、福井県耕地課、坂井耕地事務所、坂井農業改良普及所の関係者の方々に多大なるご協力、ご助言をいただいたことに心から感謝申し上げます。

平成6年2月25日 受理

平成2年4月4日第25回講演会にて一部発表

*福井県農業試験場 〒910 福井県福井市寮町52-21

**福井県農産園芸課 〒910 福井県福井市大手3-17-1

*Fukui Prefectural Agricultural Experiment Station, 52-21 Ryo-machi, Fukui 910

**Agriculture and Horticulture Division Department of Agriculture, Forestry and Fishry, Fukui Prefectural Government, 3-17-1 Oote, Fukui 910

2 試験方法

1) 供試圃場

供試した圃場は、福井県坂井郡春江町の水田で、暗渠は1971年と1989年に併せて5 m 間隔に敷設され、各暗渠は連結されて地下灌漑装置としても活用できる。土壌タイプは細粒グライ土及び細粒灰色低地土が混在し、土性は第一層、第二層がLiCで第三層はHCである。圃場区画は1989年が150a (85m×175m 区画)、1990年～1992年が180a (85m×210m) である。

2) 年次別作付品種

図1に示したとおり、4年5作のローテーションを行い、1989年、1990年及び1992年の乾田直播による水稻作では、コシヒカリとキヌヒカリ、1991年の転換畑作では、大麦がミノリムギ、大豆はエンレイを供試した。

乾田直播の播種は、1989年が5月9日、1990年と1992年は5月1日に行い、転換畑作の播種は大麦が

図1 年次別作付品種

1990年10月12日、大豆は、1991年6月9日と11日に行った。

3) 供試機械

大区画圃場における乾田直播と転換畑作で使したトラクタ及び作業機を表1に示す。

耕起、播種には95psトラクタを用いることを基本としたが、農家の保有機種の実態も考慮し、初年目の基幹作業とその後の管理作業には50ps級トラクタを用いた。

4) 作業方法

(1) 乾田直播

写真 ローラ鎮圧処理した大区画圃場における降雨 (15mm/日) 翌日の播種作業

表1 主な供試機械

作目	作 業	機 種
乾田直播	地力対策	53ps トラクタ・マニュアルスプレッド
	均 平	95ps トラクタ・レーザ・リヤブレード3.9m
	排水対策	53ps トラクタ・トレンチャ・サブソイラ
	耕耘・播種	95ps トラクタ・逆転ロータリ2.4m・鎮圧ローラ2.4m・ロータリハローシード3m 45ps トラクタ・逆転ロータリ1.7m・ロータリハローシード2.4m
	管 理	53ps トラクタ・カーベットダスタ・乗用管理機・ラジコンヘリ・30ps 管理用トラクタ (試作)
	収 穫	5 条刈自脱型コンバイン
麦作	排水対策	53ps トラクタ・トレンチャ
	耕耘・播種	95ps トラクタ・逆転ロータリシード2.4m
	管 理	53ps トラクタ・カーベットダスタ
	収 穫	5 条刈自脱型コンバイン
大豆作	耕耘・播種	53ps トラクタ・95ps トラクタ・ロータリハローシード3m
	培 土	53ps トラクタ・ロータリカルチ5連
	管 理	乗用管理機・ラジコンヘリ
	収 穫	2 条刈大豆コンバイン

冬期の排水対策を徹底するため、圃場周囲にトレンチャーによる排水溝を設け、圃場内はサブソイラにより1.5m～2.0m間隔に深さ25～30cm程度の心土破碎耕を施した。次に、地力維持のため、マニユアスプレッタにより牛糞堆肥1t/10aを全面散布した。耕耘回数は逆転ロータリ耕の1回のみと極力少なくし、その直後に鎮圧ローラによる鎮圧作業を導入し、降雨後でも早期に播種作業に入れるようにした。播種は、作業能率を高めるため、ロータリハーローシーダ（横溝ロール式）による浅耕碎土同時播種とした。施肥、除草剤散布、病害虫防除等の大区画圃場の管理については、未だ検討の余地があるため、ラジコンヘリコプター、カーペットダスター、乗用管理機及び試作のロックアップタイヤを装着したトラクタ等、数種の機械を供試した。収穫はグレンタンク付5条刈りの自脱型コンバインを用い、乾燥は循環型乾燥機で行った。

栽培管理では、初期生育の確保や雑草抑制の面から、入水時期を1.5～2.5葉期と従来の乾田直播に比べ約10～14日程度早目にした。施肥管理では、緩効性肥料を用い、肥効の持続と施肥作業の省力化を図った。入水以後の管理は、強度な中干しを避けた他は移植と同様とした。

(2) 転換畑作

乾田直播跡の麦作では乾田直播期間中に圃場の透水性が良くなった。このため周囲の排水溝は乾田直播栽培時に設けたものを修正した程度で利用して平畦栽培とし、省力化と圃場利用率の向上を図った。また、排水を促進するため、乾田直播時と同様、サブソイラによる心土破碎耕を1.5～2m間隔に行った。さらに、秋期は天候が不安定で、播種適期期間が短いため、逆転ロータリシーダにより耕起、施肥、播種の一工程で同時作業する体系とし、条播栽培を行った。追肥、除草剤散布、病害虫防除等の管理作業には、カーペットダスターや乗用管理機を用いた。収穫は、乾田直播と同様の5条刈自脱型コンバインで行い、乾燥調製は共同乾燥施設（カントリエレベータ）を利用した。

大豆作は、麦収穫跡に新たな作溝を行わずに、耕起後、乾田直播と同様のロータリハーローシーダによる碎土同時播種を行った。倒伏、雑草防止のために培土作業を重視し、ロータリカルチベータで2回実施した。除草剤散布、病害虫防除の管理作業には、カーペットダスターや乗用管理機を用いた。収穫は2条刈の大豆専用コンバインで行ったが、乾燥は大豆

専用の大規模乾燥施設が未整備のため地干し作業とした。

なお、転作による圃場の凹凸を是正するための均平作業は、大豆の収穫後、または、次年時の耕耘前に、最大高低差±4cm以内を目標として、試作改良したレーザー受光装置付リヤブレード²⁾をトラクタに装着して行った。

5) 調査方法

(1) 土壌の経年変化

試験期間中の土壌の変化を把握するため、収穫前後に土壌断面や作土のコンシステンシーを調査した。前者は断面の観察により、後者はJIS A1206及びフオールコーン法により行った。

(2) 作業能率

試験圃における主な作業の速度、作業幅、旋回、資材補給、調整時間等を測定し、作業効率、圃場作業量を調査した。

(3) 労働時間

全作業について作業時間測定を行い、一部の作業については聞き取り調査により補足した。

(4) 出芽苗立・生育・収量

播種時の土壌条件と出芽苗立状況を調査した。土壌含水比は105℃24時間の炉乾法で、碎土率は表層5cmの土塊径20mm未満の重量割合を調べた。出芽苗立率は3～3.5葉期に播種条1m中の苗立数を20ヶ所で調べた。

また、乾田直播水稻、近隣の移植水稻、転換畑作の大麦および大豆について、それぞれに7～10ヶ所の生育経過と坪刈り及び聞き取りによる実収量の調査を行った。

3 結 果

1) 土壌の経年変化

4ヶ年の輪作体系期間中の土壌断面調査の結果を図2に示した。乾田直播一作後に比べ二作後は下層のグライ層出現位置が低下し、管状の斑鉄ができる等、通導組織が発達した。また、第二層、第三層の土壌硬度は高くなり、作土直下にグライ斑が現れた。三作目の転換畑作後は下層に膜状の斑鉄が現れる等、土層が酸化的になり、畑地化の傾向がより強くなった。土壌硬度は第二層で高くなった。四作目は乾田直播に復帰した結果、作土直下に再びグライ斑が現れたが、深層部にはグライ層は発生せず、糸根状及び管状の斑鉄は維持されていた。土壌硬度は、作土の下層で低くなったが、乾田直播一作後に比べ高い

ままであった。このように、4ヶ年の輪作体系期間中に土壌の畑地化が促進された。

また、初年目（1989年）の乾田直播圃場と移植圃場における栽培前後での土壌変化を比較した調査結果を図3に示した。乾田直播圃場の作土は移植圃場に比べて固相率が低く孔隙率が高かった。この傾向

は、栽培後（収穫後）も見られた。さらに、土壌断面を見ると、移植圃場は栽培後に作土直下のグライ層が拡大したのに対し、乾田直播は栽培前後のグライ層の変化がほとんどみられず、還元化が進んでいなかった。

さらに、土壌コンシステンシーの調査結果を表2

表2 栽培条件と土壌コンシステンシー（作土）

栽培様式	年度	栽培層	塑性限界(%)	液性限界(%)	塑性指数
乾田直播	1989	乾直 1作後	40.7	72.9	32.2
	1990	乾直 2作後	45.1	74.4	29.3
	1991	転換畑作後	40.7	62.1	21.4
	1992	乾直 3作後	38.3	58.4	20.1
移植	1991	移植後	46.1	74.8	28.7
	1992	移植後	44.4	74.0	29.6

注) 調査した移植圃場は大区画輪作圃場に隣接した圃場

に示した。乾田直播2作後に塑性指数がやや低くなった後、3作目の転換畑作後にはかなり低下し、4作目の乾田直播後もさらに低下が進むなど、土壌が耕転しやすい物理性に变化していく傾向が見られた。しかし、隣接した移植圃場では変化がなかった。

2) 作業能率

乾田直播及び転換畑作（麦＋大豆）時の主な作業の作業能率をそれぞれ表3，4，5に示す。

表3に示した乾田直播では、心土破碎、耕耘、鎮圧の作業効率は80%以上とかなり高く、さらに95psトラクタによる施肥・除草剤散布・碎土同時播種、ブロードキャスタを搭載したトラクタによる追肥や

表3 乾田直播栽培の主な作業能率

作業	機種	速度 (m/s)	作業幅 (m)	労力 (人)	理論 作業量 (ha/h)	圃場 作業量 (ha/h)	作業 効率 (%)
心土破碎耕	53psトラクタ サブソイラ	1.45	1.75	1	0.91	0.75	82.4
耕耘	95psトラクタ 逆転ロータリ	0.35	2.4	1	0.30	0.27	88.4
鎮圧	53psトラクタ 鎮圧ローラ	2.4	2.4	1	1.04	0.95	91.5
播種	95psトラクタ ロータリハローシーダ、動力噴霧機	0.5	3	2	0.54	0.38	70.3
	45psトラクタ、動力噴霧機 ロータリハローシーダ	0.5	2.4	2	0.43	0.28	65.1
施肥	動力散布機搭載 乗用管理機	0.4	13	1	1.87	1.18	64.8
	(ブロードキャスタ搭載) ²⁾ 30psトラクタ	0.43	11	1	1.70	1.30	76.5
防除	53psトラクタ カーベットダスター ¹⁾	0.66	85	4	10.10	2.86	28.3
	(ラジコンヘリ) ²⁾	4.9	5	3	8.82	5.83	66.1
除草	ブームスプレーア搭載 乗用管理機	0.45	8	2	1.30	0.72	55.3
収穫	5条自脱型コンバイン	1.0	1.5	2	0.54	0.39	72.2

注1) 鎮圧及びカーベットダスターによる防除は2回の重複作業とした

注2) ()の作業は試験的に行った

表4 大麦栽培の主な作業能率

作業	機種	速度 (m/s)	作業幅 (m)	労力 (人)	理論作業量 (ha/h)	圃場作業量 (ha/h)	作業効率 (%)
播種	95psトラクタ 逆転ロータリシーダ	0.31	2.4	2	0.35	0.27	77.1
除草	53psトラクタ カーベットダスター	0.65	85	4	9.95	2.95	29.6
防除	"	0.61	85	4	9.33	2.8	30.0
追肥	動力散布機搭載 乗用管理機	0.4	13	1	1.87	1.25	66.8
収穫	5条自脱型 コンバイン	1.27	1.5	2	0.69	0.45	65.2

注) カーベットダスターによる防除は2回の重複作業とした

表5 大豆栽培の主な作業能率

作 業	機 種	速 度 (m/s)	作業幅 (m)	労 力 (人)	理論作業量 (ha/h)	圃場作業量 (ha/h)	作 業 効 率 (%)
耕 起	53ps トラクタ 正転ロータリ	0.5	1.8	1	0.32	0.28	87.5
播 種	95ps トラクタ ロータリハローシーダ	0.51	3.0	2	0.55	0.42	76.4
除草・防除	53ps トラクタ カーベットダスタ	0.65	85	4	9.95	2.97	29.8
	ブームスプレーア搭載 乗用管理機	0.57	8	2	1.64	0.82	50.0
培 土	53ps トラクタ ロータリカルチ	0.32	3.75	1	4.32	3.57	82.7
収 穫	2条刈大豆 専用コンバイン	0.62	1.5	2	0.34	0.25	75.0

注) カーベットダスターによる防除は2回の重複作業とした

コンバインによる収穫作業等も70%以上と高かった。防除作業の場合、カーベットダスタによる方法は、圃場作業量は大きい、トラクタ、防除機の操作と多孔ホースの持ち上げに合計4人の労力を必要とし作業効率も低くなった。ラジコンヘリによる防除も圃場作業量は大きい、ターン位置の指示と操作に合計3人の労力を必要とした。

大麦作では、施肥・同時播種作業の作業効率が75%以上と高かった。追肥、収穫作業も65%以上となった。しかし、カーベットダスタによる除草・防除の管理作業は、乾田直播と同様に低かった。

大豆作では耕起、碎土作業の作業効率が80%とかなり高く、さらに施肥同時播種、収穫作業も75%以上と高かった。カーベットダスタによる除草剤散布作業は、乾田直播、大麦作と同様な労力を要し、効率は低かった。

以上、一部の組作業を除き、ほとんどの作業において圃場作業量及び作業効率は高かった。

3) 労働時間

(1) 乾田直播

3年間の乾田直播栽培に要した労働時間を表6に示した。移植栽培に比べて省力化が著しい作業は、苗代一切、本田耕起及び整地、播種・補植、水管理、収穫等であった。除草作業では、労働時間の大幅な短縮は図れなかった。特に転換畑作後の1992年度はスズメノテッポウ、スズメノカタビラ等の越冬雑草やヒエが多発した。越冬雑草は入水後枯死し、稲への影響はほとんど見られなかったが、ヒエは残草が多く手による除草を必要とした。これは、薬剤除草

の技術体系が未だ完全でないことによる。

また、転換畑作後にレーザーを利用したトラクタによる乾田均平を行ったため、1992年の本田耕起及び整地作業時間がやや多くなった。しかし、一度均平化された圃場では、回目の転換畑作後まで均平作業を省略でき、数年毎の作業でよいと判断された。

以上のように、圃場の大区画化と乾田化による機械作業性の向上の他、直播による育苗関連作業時間が削減され、さらに畦畔の除去、地下灌漑、緩効性肥料の利用により、肥培管理作業時間が節減された。この結果、10a 当たり総労働時間は1989年が14.8時間、1990年は13.3時間、1992年は13.4時間となり、慣行の移植栽培と比べて、約1/3程度に短縮された。

(2) 転換畑作

転換畑作(大麦・大豆)栽培に要した労働時間を表6の中央に示した。

大麦作は、不安定な天候を考慮して稲収穫後に逆転ロータリシーダによる耕起・施肥・播種同時作業体系とした。このため播種作業速度が遅くなり作業時間は多くなったが、耕起、施肥、播種の合計時間では大幅な作業時間の削減が図られた。さらに、圃場の大区画化と良好な排水条件による地耐力のため作業性が向上し、施肥・防除・収穫作業時間が節減された。この結果10a 当たり総労働時間は3.6h(乾燥調製時間を除く)となり、慣行栽培の約1/2に短縮できた。

大豆作では、麦作期間の排水状況が良好だったため、新たな作溝は行わず、作溝作業が省略された。さらに全作業を通して、乾田直播、麦作と同様、広

表6 実証における労働時間 (h/10a)

作業項目	乾田直播			転換畑作(1991)		慣行体系(1991)		
	(1989)	(1990)	(1992)	大麦	大豆	移植	大麦	大豆
種子予措	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.6	0.3	—
苗代一切	—	—	—	—	—	5.1	—	—
本田耕起及び整地	1.1	0.8	2.9 ¹⁾	0.3	0.5	6.2	2.5	1.7
基 肥	0.8	0.8	1.6	1.7	0.4	1.6	1.3	0.7
播種(田植)	1.0	0.9	—	—	—	8.2	1.1	2.6
補 植	1.0	1.0	0.1	—	—	—	—	—
追 肥	2.1	1.6	0.4	1.0	—	2.6	1.7	0.2
培 土	—	—	—	—	0.5	—	—	1.8
除 草	1.3	2.3	4.1	0.1	1.1	4.2	—	4.5
水 管 理	2.6	2.1	1.0	—	—	7.3	1.3	1.6 ⁶⁾
病虫害防除	1.5	0.8	0.3	0.1	0.3	1.3	—	1.7
収 穫	0.5	0.6	0.6	0.5	0.9	6.7	0.4	5.1
乾燥調製	2.3	2.0	2.0	—	3.0	1.7	—	6.9
計	14.8	13.3	13.4	3.6 ³⁾	6.9 ⁴⁾	45.5 ²⁾	8.6 ²⁾³⁾	26.8 ⁵⁾

1) 均平作業を含む 2) 平成3年度米及び麦類の生産費，農林水産省統計情報部

3) 乾燥調製作業は除く 4) 乾燥作業は除く

5) 平成元年度工芸農作物等の生産費，農林水産省統計情報部 6) その他の管理含

い圃場区画と良好な排水条件により，大型機械の作業性が安定し，耕起・播種，除草時間が大幅に軽減した。10a 当たり総労働時間は6.9h（乾燥時間を除く）と慣行の約1/2に短縮できた。

4) 出芽苗立・生育・収量

(1)乾田直播

表7に播種時の土壌条件と出芽苗立率を示した。3ヶ年を通して，碎土率60%程度で出芽苗立率が55%程度，碎土率70%程度で出芽苗立65%程度以上が確保された。

表8に年次別の生育及び収量等の概要について示した。

出芽は，播種後の積算気温が約250℃前後で始まった。生育は，初期にやや緩慢で，分けつの発生は第1～2葉からとなり，主茎からの発生が主であった。従って，移植に比べて1株当たりの分けつ数は少なく，最高分けつ数は少なくなったが有効茎歩合は75～85%と高くなった。このため，穂数は移植栽培に比べやや少な目になったが，穂長が長く一穂着粒数が多い秋優り型の生育を示し，さらに，移植に近い耐倒伏性を有する傾向も見られた。生育ステージは，両品種とも移植に比べ播種が約3週間～1ヶ月遅いため，幼穂形成期で約12～16日，出穂期で12～15

表7 播種時の土壌条件と出芽苗立率

年度	品 種	含水比 (0～10cm) (%)	碎土率 (0～5cm) (%)	出芽苗立率 (%)
1989	コシヒカリ	52.9	71.6	79.4
	キヌヒカリ	—	—	71.0
1990	コシヒカリ	48.0	59.0	54.0
	キヌヒカリ	46.8	70.7	74.0
1991	大 麦	—	59.6	74.0
	大 豆	—	63.3	63.1
1992	コシヒカリ	48.9	59.2	55.0
	キヌヒカリ	39.6	71.0	64.0

日，成熟期で12～17日程度遅くなり，収穫は9月下旬になった。

収量に関しては1989年と1990年は穂数がやや少なかったものの，一穂着粒数，千粒重が大きくなる等補償作用が働き，コシヒカリが512kg/10a（対移植比99%），577kg/10a（対移植比96%），キヌヒカリが523kg/10a，621kg/10aとなった。1992年は，播種量を増やし，条間を狭くした結果，目標の400本/m²の穂数が確保され，コシヒカリ553kg/10a（対移

表8 生育・収量

年度	作物・品種	播種日 (月/日)	幼穂 形成期 (月/日)	出穂日 (月/日)	成熟日 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	有効茎 歩合 (%)	倒伏 程度	穂数 (本/㎡)	一穂 粒数 (粒/本)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	収量 (kg/10a)	対慣 行比
1989	乾直コシヒカリ	5/9	7/29	8/18	9/30	85	18.4	72	1.9	354	84	80.0	23.1	512	99
	〃 キヌヒカリ	5/9	7/30	8/17	10/1	76	17.1	84	0	346	87	81.3	23.3	526	—
	移植コシヒカリ	4/1	7/17	8/6	9/18	93	17.7	70	3.4	433	87	71.5	21.6	518	100
1990	乾直コシヒカリ	5/1	7/23	8/12	9/27	96	20.9	79	3.0	357	86	77.0	23.5	577	96
	〃 キヌヒカリ	5/1	7/21	8/10	9/25	78	19.5	85	1.0	332	92	85.0	23.6	621	—
	移植コシヒカリ	4/1	7/7	7/28	9/7	86	18.9	58	4.0	429	70	88.5	22.5	598	100
1991	大麦ミノリムギ	10/12	—	4/16	6/5	96	5.5	78	0	369	52	—	34.9	635	192 ⁹⁾
	大豆エンレイ	6/9	—	7/22 ¹⁾	10/18	57 ²⁾	—	—	1.5	13.4 ³⁾	121 ⁴⁾	—	32.0 ⁵⁾	297	258 ⁶⁾
1992	乾直コシヒカリ	5/1	7/25	8/16	9/28	102	19.7	82	3.8	394	90	70.0	22.7	553	98
	〃 キヌヒカリ	4/29	7/23	8/14	9/25	82	17.9	79	0	420	85	81.7	23.0	630	—
	移植コシヒカリ	4/10	7/12	8/4	9/14	85	18.4	63	2.5	390	65	90.4	22.9	565	100

1) 開花期 2) 主茎長 3) 立毛本数 4) 一本当粒数 5) 百粒重 6) 対福井県平均比

表9 転換畑作の栽培様式の比較

圃場	栽培様式	排水溝 ¹⁾ の位置	播種様式	圃場面積 (a)	実栽培面積 (a)	圃場利用率 (%)
乾直跡	平畦栽培	周囲のみ	条播(大麦・大豆)	180	176	97.8
移植跡	畦立栽培	周囲及び5m間隔	表面散播(大麦) 条播(大豆)	30	26.6	88.7

1) 溝巾 0.4m, 深さ 0.3m

植比98%), キヌヒカリ630kg/10aとなった。以上の
ように、3ヶ年を通して、ほぼ移植と遜色ない収
量レベルであった。

(2)転換畑作

大麦と大豆の播種時の土壌条件と出芽苗立率、播
種精度、生育状況、収量等の概要を表7、表8に示
した。

大麦の播種時の碎土率は60%、苗立率は74%とほ
ぼ良好だった。越冬前後の排水条件も良く生育は安
定し、穂数は約370本/㎡とやや少な目であったが、
倒伏もなく、一穂粒数、千粒重が大きくなった。ま
た、排水用の溝を圃場周囲だけに設けたことで、圃
場利用率が約98%と慣行栽培の88.7%に比べ、かな
り高くなった(表9)。このため、収量は635kg/10
aと慣行栽培の県平均収量に比べて約2倍となった。

大豆作については、麦の栽培期間中にさらに排水
性が向上し、播種時の碎土率は63%と高くなった。
出芽苗立率は63%、苗立ち数は12.3本/㎡とやや低
くなったが、これは、前年度に県下全域に多発した

被害粒が種子に混入していたことが原因の一つと考
えられる。管理作業では、良好な排水状態が得られ、
2回の培土作業を実施することができ、雑草発生、
倒伏も少なく、生育は順調に推移した。登熟後期に
は台風による強風にさらされたが、倒伏や被害粒の
発生は少なく、着粒数、千粒重が多くなった。収量
は、297kg/10aと慣行栽培の県平均収量の約2.6倍
となった。

4 考 察

大規模な乾田直播栽培の大型機械化体系に関する
実証研究は、北陸地域では新潟県で行われたが²¹⁾、播
種時の多雨、雑草繁茂等、種々の悪条件が重なり、
計画に沿った遂行はできなかった。これに対し、本
試験では4ヶ年を通して大きな支障もなく実証試験
が継続できた。その技術的要因の一つに、耕耘直後
に実施した鎮圧作業が挙げられる。

乾田直播栽培における耕耘後の鎮圧は、播種前は
表面排水効果を高め、降雨による播種床の湿潤化を

軽減し、播種適期期間の確保に有効であり、播種後は漏水を軽減し水管理および肥培管理を安定化する技術として評価された⁴⁾⁵⁾。実証試験期間中、降雨20mm/日の翌日(1989年)や32mm/日の翌日(1992年)にも安定した播種作業をすることが可能であった。さらに、入水後の減水深も安定する効果も立証された。したがって、この鎮圧作業の導入により、湿潤な北陸においても、高性能機械化乾田直播栽培への取り組みが容易となり、省力低コスト化の可能性が期待できた。

そこで、この技術をベースとして高性能機械作業を組み合わせた大区画水田(1.5~1.8ha)における乾田直播栽培と麦・大豆の輪作栽培の実証を試みた。この結果、水稻栽培での13.8h/10a、大麦3.6h/10a、大豆6.9h/10aといった大幅な労働時間の短縮がもたらされた。これは、圃場の大区画化と乾田直播栽培の乾田化効果による機械の作業能率と効率の向上⁹⁾及び施肥・水管理作業の効率化等のメリットがかみ合った結果と考えられる。ただ、今回の乾田直播栽培体系の除草作業と大豆栽培体系の乾燥作業については、防除薬剤と施設の不備のため多労を余儀なくされた。しかし、現在、除草剤は有望な薬剤が開発されつつあり、大豆の乾燥は共同施設の整備が振興されているため、数年後には解決の方向にある。

区画の大きさと機械作業性について見ると、従来の耕区(小畦畔で区切られた小区画圃場)単位の作業法に対し、今回のように小畦畔を取り除いて大区画化された場合は長い長辺(用排水路に平行方向)を有した圃区単位の作業となるため、回行数が少なくなり、高い作業効率を得られることが示された。圃場の区画と作業性との関連については、川崎ら³⁾も大区画圃場の有利性を同様に報告している。

また、移植田に比べ排水性に優れ、地耐力が高いことも大型機械の作業走行性を向上させ、快適な作業をもたらしたと判断された。

一方、乾田直播後の転換畑作では、乾田直播と同様に大区画圃場における機械作業性が向上した。加えて、作土の孔隙率が高く塑性指数が低下し、作土直下のグライ化が抑制される等、移植跡の圃場に比べ畑地化が進み、機械の走行性は良好となった。

栽培面で見えた場合、乾田直播は乾田期間が移植に比べ長期にわたるため、窒素の硝酸化成、連作に伴う地力消耗、雑草害等により、生育・収量は不安定になるという従来からの見解がある⁶⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。これに対し本実証試験では、鎮圧作業の導入の他、生育初

期(1.5~2.5葉期)の入水や緩効性肥料を採用した効率的な施肥により生育促進を図った。さらに、堆肥散布や輪作に大豆を導入し地力維持に留意した。この結果、初期生育はやや緩慢になるが、幼穂形成期以降は生育量の不足は見られず秋優り型の生育相となり、移植と同程度の収量が得られた。

転換畑作では、慣行栽培を大きく上回る生育量、収量もたらされた。主な要因としては、乾田直播栽培によって作土の孔隙率の向上、塑性指数の低下やグライ化の抑制等、良好な排水性が整い、生育を促進したこととともに平畦栽培で圃場利用率が高くなったことが指摘される。

乾田直播栽培圃場の特性については、作土の団粒構造の発達⁹⁾や畑土壌化の促進により収穫跡の麦や野菜等の畑作物の生産が安定する傾向を認めた事例⁷⁾⁹⁾等、本調査結果と一部共通した報告も見られる。北陸地域のような重粘土地帯での水田輪作体系では、畑転換時の良好な排水性や透水性の確保が転換畑作物の生育を左右する重要な鍵となっている。本実証試験で示した体系は、水稻作の時点から排水性が良好となり、稲収穫後の転換畑作に適した条件が整えられることから、低湿重粘土水田の高度土地利用の上からも注目し得る技術と考えられる。

ところで、近年、農業においても他産業と同様な労働時間の短縮と作業の快適化が求められている。また、農林水産省は西暦2000年はじめの農業労働者1人当たりの年間労働時間について、他産業並の1,800~2,000時間とすることを提示している。今回の大区画乾田直播栽培を軸とした輪作体系の実証調査では、労働時間の短縮(乾田直播水稻は約13h/10a、麦+大豆作は約15h/10a)とともに、これまでの水稻作のイメージとは異なる無代かきの快適な作業性も見通しも得られた。これらの視点は、若い担い手に農業が労働面でも魅力ある産業として位置づけられるためにも重視すべき点である。

以上、本試験により実証された成果は、水稻の直播を中心とした低コスト水田農業が展開される過程での指針の一つとなり得るものと考えられる。

今後は、本実証結果に基づいた機械化体系モデルと経営試算、生産体制等について検討し、次報以降で述べていきたい。

普及に向けた課題としては、①大区画圃場における乾田直播を含んだ輪作機械化体系のモデル化やマニュアルの提示、②圃場整備や集落、地域間での交換耕作や栽培の受委託により小畦畔を除去する圃場

の大区画化ならびに連担団地化を図るなどの方策があげられよう。

5 摘 要

本研究は、水稻作と転換畑作を組合せた水田輪作体系の大幅な省力低コスト生産技術の開発を狙いとして取り組まれた。低湿重粘土地帯でしかも降雨の多い北陸地域における乾田直播をサポートする技術として、耕耘後にローラ鎮圧を組み入れた。次に大区画圃場で乾田直播栽培を軸に輪作体系を4ヶ年実証し、その有益性を明らかにした。

- 1) 乾田直播跡は、作土の孔隙率が高く、塑性指数が低下し、さらに作土下層のグライ層の拡大が抑制される等、転換畑作に適した条件となった。また、乾田直播を軸とした4ヶ年の輪作体系では、土壤はグライ層が低下し、構造が発達し畑地化が促進した。
- 2) 大区画圃場における作業は、直進作業時間が多く、回行や調整に要する時間が少なくなり、作業効率が高く圃場作業量が多くなった。
- 3) 乾田直播の労働時間は、大区画、乾田圃場における作業と直播栽培による効率的な作業と管理により、13~14h/10aと慣行移植の約1/3に短縮した。
- 4) 転換畑作の労働時間は、大区画、乾田圃場における効率的な作業により、大麦で3.6h/10a(乾燥・調製作業を除く)、大豆で6.9h/10a(乾燥作業を除く)と慣行の1/3~1/2程度に短縮した。
- 5) 乾田直播は、地下灌漑を活用した1.5~2.5葉期の早期入水や緩効性肥料等、適切な肥培管理により、苗立率は55~80%で有効茎歩合が高い秋まきり型の生育相となった。収量は、コシリカリ512~577kg/10a、キヌヒカリ523~630kg/10aと慣行移植と同程度となった。
- 6) 良好な排水性によって、転換畑作時の大麦は平畦の条播栽培が可能となり、大豆も平畦栽培で2回の培土が実施されるなどして良好な生育となった。収量は大麦(ミノリムギ)が635kg/10a、大豆(エンレイ)が346kg/10aと慣行の約2~3倍となった。

6 引用文献

- 1) 橋本良材・泉田又蔵・坂井量司・大規祐一・金山洋(1975), 集団における水稻大型機械化乾田直播技術体系の実証, 新潟農試研報25, 13~30
- 2) 北陸農業試験研究推進会議(1994), 北陸農業研究成果情報(第10号), 56~57

- 3) 川崎健・笹倉修司・中山正義・小林恭・小野良孝(1993), 大区画水田の水稻作機械化作業体系と適正区画規模(第2報)大型機械利用のための適正区画規模, 農作業研究28, 9~18
- 4) 北倉芳忠(1992), 大区画圃場における乾田直播栽培とその発展方向, 北陸作物学会報27, 102~108
- 5) 北倉芳忠・林恒夫・岩田忠寿・鹿子嶋力(1993), 大区画塩土湿田における乾田直播のための作業体系(第1報)播種作業に対するローラ鎮圧の効果について, 農作業研究28(1), 19~26
- 6) 久津那浩三・上森晃・新村善男・飯田周治(1972), 乾田直播栽培の連作が地力に及ぼす影響について, 土肥誌43, 86~91
- 7) 水音次郎・坪倉堅治・宇野明忠(1978), 水稻栽培法が跡作キャベツの生育, 収量に及ぼす影響, 京都農研報8, 11~18
- 8) 西尾隆雄・下田健之介・間寿太郎・小久江信芳(1976), 粘質田における不耕起散播麦の湿害回避, 鳥取農試報16, 1~10
- 9) 農業技術研修会(1984), 農業機械導入利用と安全管理, 29~46
- 10) 上村幸正・宮坂昭・森谷睦夫(1971), 連年の乾田直播が水稻収量を低下させる原因について(第1報), 生育収量および土壤中チッソの動態に及ぼす直播連続の影響, 日作紀40, 449~454
- 11) 上村幸正・宮坂昭(1973), 連年の乾田直播が水稻収量を低下させる原因について(第2報)リン酸要因について, 日作紀42, 116~122
- 12) 上村幸正・宮坂昭(1974), 連年の乾田直播が水稻収量を低下させる原因について(第3報)地力消耗の影響について, 日作紀43, 174~179

Summary

This study was conducted to improve some practical techniques for reducing both production costs and labor hours in crop rotation system based on the rice culture seeded on the dry field.

Soil packing after tillage was thought to be an important technique for the rice culture seeded on the dry field in Hokuriku district where has much rainfall in spring and winter. The experiment on rotation system consisting of 5 crops, (rice culture seeded on the dry field, rice culture seeded on the dry field, barley and soybean, and rice culture

seeded on the dry field) was carried out in the 1.8 ha field for 4 years.

- 1) The soil after the rice culture seeded on the dry field showed high porosity, low plasticity index and no spreaded sign of grey horizon. This phenomenon meant to be the good conditions for rotation crops such as barley and soybean. In the 4 year crop rotation based on the rice culture seeded on the dry field, the grey horizon decreased and the iron mottles increased in the soil structure.
- 2) The number of turns per unit area of large-lot field (210m×85m) were less than that of small one. So, the effective field capacity (ha/h) increased and the working efficiency was improved.
- 3) The total labor hours required for the rice culture seeded on the dry field was 13-14 h/10 a, because of efficient work and management in the large-lot. This was about 1/3 as long as the hours required for the conventional transplanted rice culture.
- 4) The total labor hours required for the barley culture in the chop rotation system was 3.6

h/10a (except drying and processing), and that for soybean culture was 6.9 h/10a (except drying). These labor hours were about 1/3-1/2 as long as those for conventional culture.

- 5) In the rice culture seeded on the dry field, slow-release type fertilizer was incorporated as a basal dressing and irrigation water were supplied at 1.5-2.5 leaf-stage of rice seedling when was earlier than the usual. Therefore, rice plants showed higher rate of establishment (55-80%) and vigorous growth in later stage. The yields of Koshihikari and Kinuhikari were 512-577 and 523-630 kg/10a, respectively. These yields were almost the same level as transplanted rice culture.
- 6) The well-drained field conditions made it possible to cultivate barley and soybean by the drill-seeded culture without additional drainage trenches. So, the yields of barley (Minorimugi) and soybean (Enrei) were 635 and 346 kg/10a, respectively. These yields were about 2-3 times as much as those of conventional culture.