

# ファーミングシステム研究

NO.3 (2002.3)

## 目次

### 特集

### 大規模低コスト水田営農活性化技術の確立に向けた総合研究によるアプローチ

はじめに	1
第1章 現地の調査分析と問題点の抽出	5
1. 作物などの生産に関する調査分析診断	5
(1) 汎用水田の土壌構造および肥沃度の変動解明	5
(2) 麦類の収量停滞と品質低下要因の解明と今後の対策	15
(3) 大豆の収量低下要因の解明と今後の対策	16
(4) 大規模水田経営の労働条件に適した野菜の探索	19
(5) 雑草防除実態調査と今後の対策	21
(6) 病虫害発生・防除の実態調査と今後の対策	25
2. 農業構造に関する調査分析	26
(1) 中核農家・出し手農家の経営意向調査	26
(2) 地域農業構造の解明	28
第2章 大規模低コスト水田農業技術体系の開発	33
1. 直播を主体とした水稻の低コスト生産技術体系の開発	33
(1) 先進的直播生産技術システムの検証	33
① 乾田直播による省力水稻栽培技術の検証	33
② 折衷直播による省力水稻栽培技術の検証	40
(2) 様式別直播適応栽培条件の解明	49
(3) 水稻直播様式別の適応土壌条件の解明	59
(4) 直播様式別の適応水管理条件の解明	62
(5) 乗用管理機を主体とする省力管理作業技術の確立	75
(6) 主要病害の省力管理技術の確立	81
① 直播栽培における発生病害の特徴	81
② 直播栽培における乗用管理機利用による病害省力防除技術の開発	83
(7) 主要虫害の省力管理技術の確立	87

(8)新利根試験区での有害鳥の飛来状況と種籾への鳥害	93
(9)大区画水田における雑草省力防除技術	99
2. 麦・大豆等の低コスト生産技術体系の開発	108
(1)麦類の高品質・安定多収技術の確立	108
(2)大豆の高品質・安定多収栽培技術の確立	113
3. 導入野菜の探索と省力化的安定化技術の開発	117
(1)導入野菜の大規模水田経営への適合のための省力的育苗、 作期調整、軽作業栽培技術の開発	117
第3章 利根下流水田地域における営農システムの確立	126
1. 農地流動化の実態解明と農地集積方策の解明	126
2. 大規模水田作経営の発展方向と法人化方策の解明	131
3. 大規模水田作経営の経営形態の解明	140
第4章 大規模水田輪作技術体系の確立と営農モデルの策定	146
1. 大規模水田輪作技術体系の確立	146
2. 大規模水田輪作営農指標の策定と新技術の定着条件	156
おわりに	166

## はじめに

### 1. 研究の目的

#### 1) 現地の調査分析と問題点の抽出

長期間の転換畑作により低収傾向にある麦、大豆および新たに導入する直播水稻について、安定多収と新技術導入に必要な調査・分析・診断、および技術の導入効果を評価するための地域の農業構造の調査・分析を行う。また、新技術導入後の土壌肥よく度の変化、および病虫害などの発生生態、防除効果について継続的に調査する。

#### 2) 大規模低コスト水田農業技術体系の開発

##### (1) 直播を主体とした水稻の低コスト生産技術体系の開発

大規模水田営農の規模拡大、複合部門の充実に有効な、省力・低コスト水稻栽培技術として、利根下流の排水施設の整った地域の直播栽培技術を確立する。

##### (2) 麦・大豆等の低コスト生産技術体系の開発

水田輪作体系における麦、大豆の安定多収生産技術を確立する。

##### (3) 導入野菜の検索と省力安定化技術の開発

大規模水田農業で冬期の労働力を活かした野菜栽培（イチゴ）の省力化、安定多収化を図る技術を確立するとともに、労働ピークの解消と所得向上方策を明らかにする。

#### 3) 利根下流水田地域における営農システムの確立

新利根町における農地流動化の実態を解明し、農地集積方策と水田農業の中核的担い手の育成方向を明らかにする。

#### 4) 大規模水田輪作技術体系の確立と営農モデルの策定

利根下流地域を対象にした大規模水田輪作技術体系の確立と、技術実証試験の成果をもとにして、輪作営農モデルを策定して技術の経営的な評価を明らかにする。

### 2. 研究の方法

#### 1) 現地の調査分析と問題点の抽出

太田新田営農組合の圃場基盤、土壌肥よく度の実態調査、麦、大豆の低収要因の解明を行う。水稻直播を導入するための圃場、土壌の調査を行う。大規模水田営農と両立して導入できる野菜を検索する。また、地域の農業構造の調査、分析を行う。

#### 2) 大規模低コスト水田農業技術体系の開発

##### (1) 直播を主体とした水稻の低コスト生産技術体系の開発

現地圃場において、湛水直播、耕起乾田直播、不耕起乾田直播、作溝直播（表面条播直後湛水培土方式）の4種類の直播方法について実証試験を行い、各方法の特徴を明らかにするとともに、地域に適した方式の確立を図る。水管理、畦畔管理、雑草防除、病虫害防除、施肥管理等の技術の確

立を図る。また、所内試験圃場において関連する技術素材の開発を行う。

#### (2) 麦・大豆等の低コスト生産技術体系の開発

現地圃場に暗渠および弾丸暗渠などの排水対策と土壌改良を施し、麦については、追肥の時期と量を変えた試験区および不耕起播種区を設け、大豆については慣行の耕起栽培、不耕起狭畦・無中耕栽培の2つの栽培方法について実証試験を行い、高品質・省力・安定多収技術を確立する。

#### (3) 導入野菜の検索と省力安定化技術の開発

空中採苗法とセル育苗を中心に育苗の省力化と炭ソ病の回避、収穫時期の前進による春期の稲作との競合軽減を図る。

### 3) 利根下流水田地域における営農システムの確立

農地流動化の実態と問題点を明らかにするために、南太田地区および隣接地区の128戸の農家に対して農地流動化等に関するアンケート調査を行う。

#### 4) 大規模水田輪作技術体系の確立と営農モデルの策定

太田新田営農組合に設けた試験圃場の成果をもとに改善された最適な技術体系の実証試験を行い、この結果をもとに輪作営農モデルを策定して、新技術による規模拡大の可能性と達成できる所得水準を明らかにする。

## 3. 研究担当者 (○は取りまとめ・執筆者)

### 第1章 現地の調査分析と問題点の抽出

#### 1. 作物などの生産に関する調査分析診断

##### (1) 汎用水田の土壌構造および肥沃度の変動解明

長野間宏・住田弘一・野々山芳夫・大野智史・小野信一○

##### (2) 麦類の収量停滞と品質低下要因の解明と今後の対策

和田道宏○・小柳敦史・古川嗣彦・金森哲夫

##### (3) 大豆の収量低下要因の解析と今後の対策

國分牧衛・山本泰由・野口勝可・萩原 廣・持田 作・大島康臣・真田弘幸・有原丈二○

##### (4) 大規模水田経営の労働条件に適した野菜の探索

山田 盾○・佐藤和憲・濱野 恵・長岡正昭・黒瀬一吉

##### (5) 雑草防除実態調査と今後の対策

芝山秀次郎・野口勝可・高柳 繁・與語靖洋○

##### (6) 病害発生・防除の実態調査と今後の対策

齊籾初雄○

#### 2. 農業構造に関する調査分析

##### (1) 中核農家・出し手農家の経営意向調査

木原義正・平野信之○

##### (2) 地域農業構造の解明

木原義正・平野信之○・伊香厚雄

## 第2章 大規模低コスト水田農業技術体系の開発

### 1. 直播を主体とした水稲の低コスト生産技術体系の開発

#### (1) 先進的直播生産技術システムの検証

##### ① 乾田直播による省力水稲栽培技術の検証

長野間宏<sup>○</sup>・南石晃明・小柳敦史・土田志郎・藤森新作・住田弘一

##### ② 折衷直播による省力水稲栽培技術の検証

屋代幹雄<sup>○</sup>・古川嗣彦・柁木信幸・丸山幸夫

#### (2) 様式別直播適応栽培条件の解明

丸山幸夫<sup>○</sup>・柁木信幸・長野間宏・松村 修・狩野幹夫・西尾博之・天本真登

#### (3) 水稲直播様式別の適応土壌条件の解明

長野間宏<sup>○</sup>・藤森新作

#### (4) 直播様式別の適応水管理条件の解明

藤森新作<sup>○</sup>・長野間宏・屋代幹雄・太田弘毅・深山一弥・福与徳文

#### (5) 乗用管理機を主体とする省力管理作業技術の確立

屋代幹雄<sup>○</sup>・古川嗣彦

#### (6) 主要病害の省力管理技術の確立

##### ① 直播栽培における発生病害の特徴

園田亮一・宮坂 篤・根本文宏・林 長生・内藤秀樹<sup>○</sup>

##### ② 直播栽培における乗用管理機利用による病害省力防除技術の開発

屋代幹雄<sup>○</sup>・根本文宏・林 長生・柁木信幸・古川嗣彦・内藤秀樹

#### (7) 主要虫害の省力管理技術の確立

平井一男<sup>○</sup>・竹内博昭・後藤千枝

#### (8) 新利根試験区での有害鳥の飛来状況と種籾への鳥害

藤岡正博<sup>○</sup>・浦野栄一郎・中村和雄

#### (9) 大区画水田における雑草省力防除技術

森田弘彦<sup>○</sup>・小荒井晃・中山壮一・李 度鎮

### 2. 麦・大豆等の低コスト生産技術体系の開発

#### (1) 麦類の高品質・安定多収技術の確立

小柳敦史<sup>○</sup>・和田道宏・本多一郎・金森哲夫・佐藤 剛・長野間宏

#### (2) 大豆の高品質・安定多収栽培技術の確立

有原丈二<sup>○</sup>・高橋 幹

### 3. 導入野菜の探索と省力化的安定化技術の開発

山田 盾<sup>○</sup>・佐藤和憲・長岡正昭・濱野 恵

## 第3章 利根下流水田地域における営農システムの確立

### 1. 農地流動化の実態解明と農地集積方策の策定

納口るり子・平野信之<sup>○</sup>

### 2. 大規模水田作経営の発展方向と法人化方策の解明

山岸高信・梅本 雅<sup>○</sup>・堀内久太郎・平泉光一

### 3. 大規模水田作経営の経営形態の解明

梅本 雅<sup>○</sup>・平泉光一・山岸高信

#### 第4章 大規模水田輪作技術体系の確立と営農モデルの策定

##### 1. 大規模水田輪作技術体系の確立

長野間宏<sup>○</sup>・土田志郎・小柳敦史・小倉昭男・屋代幹雄・藤森新作・森田弘彦

##### 2. 大規模水田輪作営農指標の策定と新技術の定着条件

梅本 雅<sup>○</sup>・土田志郎・高橋明広・山本淳子

# 第1章 現地の調査分析と問題点の抽出

## 1. 作物などの生産に関する調査分析診断

### (1) 汎用水田の土壌構造および肥沃度の変動解明

#### ア 目的

利根川下流域には、泥炭土がグライ土地帯に接して帯状に分布する。この泥炭土地帯において、長期間にわたって転換畑作を行ってきた圃場の土壌基盤と肥沃性を調査する。さらに、転換畑を水田に復元した場合の土壌構造と肥沃度の変動を解明し、水稻生育との関連で解析を行い、施肥管理のための基礎資料を得ることを目的とする。

#### イ 研究方法

##### (ア) 土壌調査

調査場所：茨城県新利根町南太田字南（太田新田営農組合）

調査圃場の来歴：14年間、小麦・大麦－大豆二毛作を中心に転換畑作を継続。

調査方法：36haの圃場を10ブロックに分けて、10地点の土壌断面調査と、分析試料の採取のみを行う5地点と合せて15地点の分析用土壌試料を麦収穫後採取した。

調査項目：土壌断面、土壌の三相分布、透水係数、pH、ブルドーザにより水中均平を行なった後の減水深。

##### (イ) ポット試験

泥炭土（茨城県新利根町）、灰色低地土（茨城県谷和原村）を深さ20cmないし30cmのワグネルポット（1/5000a）に、仮比重がそれぞれ0.90、0.85になるように充填した。はとむね状態のキヌヒカリを30粒（10粒×3列）播種し、20°Cに調節した実験室で水位および減水深を調節した出芽試験を行い出芽率や播種位置の酸化還元電位（Eh）および酸素拡散速度（ODR）を調査した。また、水位試験後の土壌を供試して、低pFにおけるpF-水分曲線を求めた。水位試験は、水位を+3cm（湛水状態）、0cm、-10cm、-20cmの4段階に調節した。各処理とも0cm、1cm、2cm、3cmの4段階の播種深度を設定した。減水深試験は、減水深を0mm、10mm、20mm、40mmの4段階に調節し、各処理とも1cm、2cm、3cmの3段階の播種深度を設定した。なお、試験開始後すぐに土壌の目詰まりが起き、減水深は設定値より大きく低下することになった。

##### (ウ) 土壌窒素の発現予測試験

土壌窒素の発現予測は、1993年12月に採取した湿潤土の湛水密栓培養による無機化窒素量を反応速度論的に解析した。酸化還元電位は、乾田直播圃入水後の6月9日に電極を設置し、7月19日まで計測した。次に、平成7年1月ないし4月に新利根試験地の14年間の転換畑期間を経て水田復元1作跡地の乾田直播実証圃、営農組合移植圃、営農組合乾田直播圃のそれぞれより採取した生土を

よく混合し、4メッシュ篩を通過させて供試土壌とし、これを培養瓶(φ30、H120cm)に25gとり、水25mLを加えてよく混合し、ゴム栓で密栓培養したものを耕起代かきを想定して「攪乱培養」とした。他方、同上の圃場に採土円筒(φ25、H50cm)を打ち抜き、構造を維持したまま土壌を採取し、これをそのまま培養瓶(同上)に入れ、水25mLを加えて、ゴム栓で密栓培養したものを不耕起条件を想定して「未攪乱培養」とした。

(エ) 水稻の窒素吸収と遮根試験

水稻の栽培様式と耕種概要は表1-1-1に示した通りである。水稻の窒素吸収特性は、最高分けつ期、幼穂形成期、出穂期、および成熟期について分析した。なお、耕起乾直および対照移植圃には作土直下に遮根シートを敷いた遮根区を、不耕起乾直および作溝条播圃には無窒素区を付設した。

ウ 結果

(ア) 新利根地区の泥炭層の位置は、最も浅い圃場で28cm、深い圃場で47cmであった。泥炭層の下(60cm以下)は、泥炭を含んだ砂の層であった。泥炭層の位置は、1番圃場(33cm)から西に400m離れた19番圃場(42cm)にかけて、深くなる傾向がみられた(図1-1-1)。また、泥炭層以下の土壌は、風乾処理をする前からpH4以下の強酸性を示し、長期間の畑転換の影響がみられ、暗渠工事などで下層土が表層にでると障害が発生する危険性が示唆された(図1-1-1)。

(イ) 昭和58年秋に厚さ12cmの山土客土と深耕による混和が行なわれたため、客土圃場では、深さ25cm程度まで仮比重が大きく、耕盤層のち密度が大きい圃場があった。透水係数は10<sup>-4</sup>のオーダーであり代かきにより適正減水深となると推定された(表1-1-2)。

(ウ) ブルドーザによる水中均平は、慣行のトラクタ+ドライブハロ代かきと比べて減水深には大きな違いがなく、適正な範囲であった(表1-1-3)。

(エ) 播種試験では、地下水位10cm以下では、泥炭土、灰色低地土ともいずれの播種深度でも、播種後10日目の出芽率が70%以上確保された。播種深度0cmの出芽はじめの時期は播種後3日目で、播種深度1cmでは約2日遅れ、2cmでは約3.5日遅れ、3cmでは約4日遅れとなった。また、灰色低地土では播種深度1cmまでの深さにとどめれば湛水条件(減水深0mm)でも出芽率80%以上となったが、泥炭土の播種深度1cm、湛水条件(減水深0mm)では50%前後の出芽率にとどまった。さらに、湛水条件でも適度の減水深が得られれば出芽率が向上し、灰色低地土では播種深度2cmでも減水深5mm以上(設定時10mm以上)で80%以上の出芽率となった。しかし、泥炭土では播種深度1cmで減水深10mm前後(設定時20mm以上)で70%以上の出芽率を確保するにとどまった(表1-1-4、表1-1-5)。

(オ) 泡水状態での水分率は灰色低地土が64.9%、泥炭土が63.5%であったが、pF1.3以下では灰

表1-1-1 水稻栽培試験の耕種概要

耕種	耕起乾直	不耕起乾直	湛水散播	作溝条播	対照移植
播種(移植)日	5月10日	5月9日	5月20日	5月9日	5月 日
栽植様式(/m <sup>2</sup> )	乾籾 3.2g	乾籾 6.0g	乾籾 3.6g*	乾籾 4.7g*	稚苗 18.4株
基肥(Ng/m <sup>2</sup> )	3.2	4.0+1.0**	0.0	0.0	0.0
穂肥(Ng/m <sup>2</sup> )	2.0(7/19)	2.0(7/19)	2.0(7/26)	2.0(7/19)	2.0(7/19)

注) \*: カバ<sup>o</sup>-粉衣籾を播種, \*\*: 中間追肥(7/8)

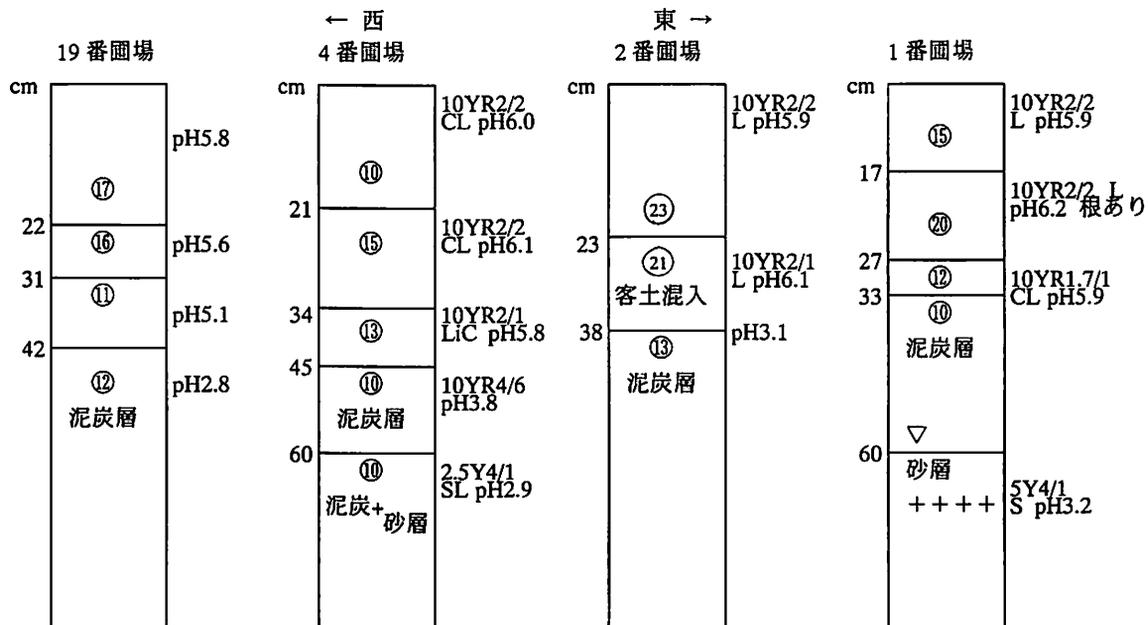


図1-1-1 新利根試験圃場の土壌断面  
注) ○内の数字は山中式硬度計の読み

色低地土の水分率が泥炭土より低くなり、粗孔隙は泥炭土 (pF1.5の孔隙率12.1%) より灰色低地土 (16.9%) の方が多い (図1-1-2)。しかし、地下水位20cmにおける両土壌の出芽率には影響を及ぼさなかった。

(カ) 地下水位を下げることにより、両土壌とも ODR は大きくなったが、減水深を変えて透水を付与しても ODR の増大は認められなかった。地下水位20cmにおいては、灰色低地土では播種深度1~3cmでの ODR に大差はなかったが、泥炭土の1cm深では灰色低地土より大きくなり、3cm深では逆に小さくなった (表1-1-6)。しかし、この環境条件が両土壌の出芽率に影響を及ぼすことはなかった。

(キ) 灰色低地土では地下水位を10cm以下にすることによりいずれの播種深度でも Eh を高く保たれたが、泥炭土では地下水位20cmでも Eh は低下傾向を示した。しかし、両土壌ともいずれの条件でも Eh がマイナスになることはなかった (図1-1-3)。

(ク) 各圃場の窒素肥沃度を代かき湛水培養条件で比較したところ、耕土層の土壌窒素発現量は、対照移植圃 (14g/m<sup>2</sup>) > 耕起乾直圃 (8.6) > 湛水散播圃 (7.1) > 作溝条播圃 (6.8) の順であるが、耕起乾直および作溝条播では実際は無代かき条件であり、窒素発現量はこれより少なめと予想される (表1-1-7)。耕起深は耕起乾直圃が13cm、湛水散播圃が14cm、作溝条播圃が15cm、対照移植圃が20cmで、耕土層の仮比重は直播圃が1.1、移植圃が0.7であり、各圃場の土壌量は140~165kg/m<sup>2</sup>となる。耕土層の厚さの違いは、対照移植圃は無客土で腐植質、10YR1.7/1、SiCl であるのに対して、いずれの直播圃も山土が客土され、10YR2/1、CL~L であることによる耕耘のし易すさに起因する。

(ケ) 乾田直播実証圃における不耕起直播1作跡地の土壌窒素発現量は、0~5cm層 (48) > 5~10cm層 (25) > 10~15cm層 (24) > 15~20cm層 (17) の順であった。未攪乱培養における土壌窒素発

表1-1-2 新利根試験圃場の土壌の物理性 (1993. 6~7 採取)

圃場番号	深さ cm	仮比重	気相率 %	液相率 %	固相率 %	含水比 %	粗孔隙 (pF1.5)	飽和透水 係数 cm/sec
1 番 (客土)	0-5	1.10	14.4	44.1	41.5	40.0	11.6	4.8 * 10 <sup>-4</sup> 1.6 * 10 <sup>-4</sup> 6.1 * 10 <sup>-5</sup>
	5-10	1.13	9.5	48.3	42.2	42.9	8.2	
	10-15	1.14	8.4	49.5	42.1	43.5	7.1	
	17-22	1.12	9.6	48.5	41.9	43.2	8.8	
	27-32	0.73	7.1	63.7	29.3	87.1	3.9	
2 番 (客土)	0-5	1.09	19.3	40.0	40.8	36.6	14.4	6.7 * 10 <sup>-3</sup> 9.0 * 10 <sup>-5</sup> 1.6 * 10 <sup>-4</sup>
	5-10	1.18	10.7	45.2	44.0	38.3	7.9	
	10-15	1.18	9.4	46.6	44.1	39.3	7.8	
	15-20	1.18	7.2	48.3	44.5	41.0	5.1	
	20-25	0.78	7.7	62.2	30.1	79.7	5.1	
4 番北 (客土)	0-5	0.99	21.3	42.7	36.0	42.7	18.8	5.3 * 10 <sup>-3</sup> 4.6 * 10 <sup>-3</sup>
	5-10	1.12	11.3	47.2	41.5	42.1	8.7	
	10-15	1.03	19.1	43.4	37.6	42.2	17.8	
	15-20	1.00	13.9	48.7	37.4	49.2	12.1	
19 番 (無客土)	0-5	0.70	17.0	55.8	27.3	80.1	14.4	2.8 * 10 <sup>-5</sup> 4.1 * 10 <sup>-5</sup> 4.3 * 10 <sup>-4</sup>
	5-10	0.75	7.8	62.1	30.2	83.0	6.5	
	10-15	0.73	7.0	64.1	28.9	87.5	6.3	
	15-20	0.45	4.6	75.9	19.5	168.0	2.8	
	20-25	0.32	7.8	77.9	14.4	241.8	5.7	

表1-1-3 ブルドーザによる代かき後の減水深 (1993. 8. 24~26)

圃場番号	測定場所	減水深 (cm / 日)	
		畦畔漏水を含む	除く
1-1	農道側	1.8	1.0
	排水路側	1.8	1.1
1-2	農道側	2.0	1.3
	排水路側	1.7	0.9
(2*)	農道側	1.9	0.6
	排水路側	2.0	0.7

注：休閒条件 \*はトラクタ+ドライブハロによる。

現量は、攪乱培養の60%前後であった (図1-1-4、表1-1-8)。

(コ) 6月28日 (最高分けつ期頃) の水稻茎葉の窒素含有率は、入水後3週間の乾田直播で低く、播種時より湛水されている湛水散播や作溝条播で高くなっている。このことは、乾田直播には窒素が施肥されているのに対して、他の直播では無窒素でスタートしており、乾物生産量が乾田直播でやや多くなり、稲体窒素が希釈されているとも考えられる。その後、幼穂形成期頃の窒素含有率には播種様式の差は認められない。吸収窒素当たりの玄米生産効率 (玄米 kg/Nkg) は湛水散播 (52) や耕起乾直 (48)、作溝条播 (48) で高く、対照移植 (43) で低い (表1-1-9)。

(サ) 遮根シートによる根域制限を行っても、出穂期頃までは水稻の窒素含有率の低下は認められないが、成熟期には遮根区では大きく低下し、特に根域の狭くなった乾直 (~13cm) で著しい。

遮根区の根量は標準区の上層よりやや多いが（乾直は7%、移植は16%）、標準区の上・下層の全根量よりは少ない（乾直は6%、移植は30%）（表1-1-10）。

（シ）代かきする湛水散播圃の Eh は移植圃とほぼ同じ推移を示す。無代かきの作溝条播圃についても入水後約1ヶ月経過してからの測定値であるため、これも移植圃とほぼ同じである。一方、乾田直播は入水後しばらくは酸化的に推移し、徐々に他の直播圃に近づくが、不耕起乾直の還元の発達が遅れた（図1-1-5）。

## エ 考察

試験を設定した新利根地区の水田は、泥炭層の上に自然流入土壌と客土によって土層が形成されている。一般に泥炭地に客土すると普通の水田よりむしろ生産力の高い土壌条件になりうるといわれている<sup>1)</sup>。しかし、このような水田を畑転換すると、問題が生じる場合もある。一つには、畑地化の土壌乾燥に伴って土壌基盤が沈下することであるが、当地区の圃場は耕盤層のち密度がかなり大きくなっており、また泥炭層も薄いので、沈下の恐れは小さいようである。二つ目は、畑地化の土壌乾燥に伴って土壌が酸性化することである。本調査でも、泥炭層以下の土壌で風乾処理をする前から pH 4 以下の強酸性を示す地点が多くみられ、長期間の畑転換の影響と考えられた。この地区の圃場では、暗渠工事などで下層土が表層に出ると作物に酸性障害が発生する危険性があるので、注意が必要である。また、酸性障害が発生した場合には、硫酸酸性土壌への対策に順じて、炭酸カルシウムの施用などの中和作業を行う必要があろう<sup>2)</sup>。

水稲の乾田直播では畑状態で播種するため、種子の発芽条件は湛水直播より一般に良好になることが多い。本試験においても、地下水位10cm 以下の乾田直播では発芽率70%以上が確保されている。

表1-1-4 水稲の出芽に及ぼす水位の影響

泥炭土（新利根）			灰色低地土（谷和原）		
播種深度	水位 cm	出芽率 %	播種深度	水位 cm	出芽率 %
0 cm	+3	80.0	0 cm	+3	90.0
	0	96.7		0	96.7
	-10	96.7		-10	100.0
	-20	100.0		-20	96.7
1 cm	+3	46.7	1 cm	+3	80.0
	0	56.7		0	90.0
	-10	73.3		-10	96.7
	-20	93.3		-20	96.7
2 cm	+3	10.0	2 cm	+3	0
	0	13.3		0	23.3
	-10	83.3		-10	96.7
	-20	96.7		-20	100.0
3 cm	+3	0	3 cm	+3	0
	0	0		0	0
	-10	80.0		-10	83.3
	-20	96.7		-20	90.0

表 1-1-5 水稻の出芽に及ぼす減水深の影響

泥炭土 (新利根)				灰色低地土 (谷和原)			
播種 深度	減水深 設定	減水深 最終	出芽率 %	播種 深度	減水深 設定	減水深 最終	出芽率 %
1 cm	0	0	63.3	1 cm	0	0	76.7
	10	8	66.7		10	6	86.7
	20	9	76.7		20	15	80.0
	40	10	83.3		40	20	93.3
2 cm	0	0	46.7	2 cm	0	0	76.7
	10	4	43.3		10	5	80.0
	20	9	60.0		20	16	90.0
	40	9	66.7		40	19	83.3
3 cm	0	0	0	3 cm	0	0	13.3
	10	9	16.7		10	7	63.3
	20	10	10.0		20	16	26.7
	40	9	36.7		40	19	13.3

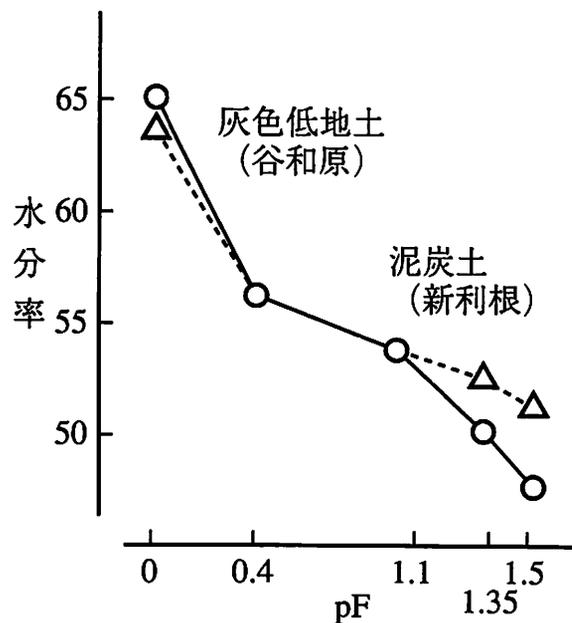


図 1-1-2 土壌の pF-水分曲線

湛水直播では、水深と播種深度が苗立ちに及ぼす影響について相互作用が有る。一般に地表水は通常の播種量であれば水稻種子の苗立ちに十分な酸素を含んでおり、水中で種子は生長し独立栄養固体になることができる。湛水または飽水状態の土壌では、地表から数ミリの深さで水または大気から酸素が運ばれ酸化層となっているが、それより深くなると遊離の酸素はほとんど存在せず、還元層となっている。播種深度が大きくなると、種子は鞘葉を地表まで伸ばして酸素を得るのが難しくなるため、苗立ち率は低下する<sup>3)</sup>。本試験においては、播種深度 1 cm 以内では灰色低地土で出芽率 80%以上となったが、泥炭土では 50%前後にとどまり、土壌の種類と出芽率の関係が明らかにされ

表1-1-6 ODRに及ぼす水分環境

播種 深度	水位 cm	ODR	
		新利根	谷和原
1 cm	- 20	31.0	25.4
	- 10	13.1	20.1
	0	6.7	5.1
	+ 3	6.8	6.6
	透水	4.4	4.1
3 cm	- 20	18.8	24.7
	- 10	11.6	13.1
	0	8.0	7.8
	+ 3	7.2	7.0
	透水	3.4	3.4

ODR :  $10^4 \text{ g/cm}^2 / \text{min}$ 

表1-1-7 供試圃場の土壌窒素無機化特性

	N <sub>o</sub> (mg/kg)	C (mg/kg)	k (25 °C) (/day)	E <sub>a</sub> (cal/mol)	土壌量 (kg/m <sup>2</sup> )	入水日 (月/日)	変換日 数 (day)	N発現 (g/m <sup>2</sup> )
耕起乾直	173.1	4.0	0.0039	18,200	143	6/ 7	100	8.57
湛水散播	137.8	2.1	0.0032	17,500	154	5/10	120	7.09
作溝条播	123.1	1.0	0.0033	18,000	165	5/ 9	120	6.81
対照移植	317.5	6.4	0.0029	19,800	140	5/ 9	120	13.96

N<sub>o</sub> : 易分解性窒素量      C : 初期存在窒素量      k : 反応速度定数  
 E<sub>a</sub> : 活性化エネルギー      土壌量 : 耕土層厚×仮比重  
 変換日数 : 入水から収穫までの25 °C変換日数 , N発現 : 土壌窒素発現量

た。播種深度が2 cm となっても、適度の減水深が得られれば出芽率は向上したが、泥炭土は灰色低地土より劣る結果となった。土壌の種類の違いが水稻種子の出芽率に及ぼす影響を検討するために、土壌の物理性に関する2、3の要因を調べたが、出芽率との関連は明らかにならなかった。

土壌窒素の発現量は土壌の窒素肥沃度を示す指標であるが、無代かき栽培の方が代かき栽培より窒素発現量が小さい傾向にあった。無代かき栽培によって土壌の肥沃度が低下する原因は不明であるが、無代かきでは土壌窒素の無機化量も少なくなるので、窒素肥料の施肥量を増やす必要があると考えられる。水稻の窒素吸収量は、代かきをして栽培した圃場に比べて無代かきで栽培した圃場の方が少ない傾向が見られたが、これは上記の土壌窒素の発現量の違いと一致しており、水稻の施肥量を決める際の参考資料となる。また、不耕起栽培では、耕起栽培に比べて土壌窒素の発現量が60%ほどに低下した<sup>4)</sup>。この原因の一つは、不耕起栽培にすることにより土壌窒素の無機化促進効果の一つである機械的処理効果<sup>5)</sup>が無くなるためと考えられる。

遮根栽培試験の結果から、水稻は出穂以後に作土以下より窒素を吸収していることが明らかとなったが、この傾向は、移植栽培より乾田直播栽培で顕著となった。

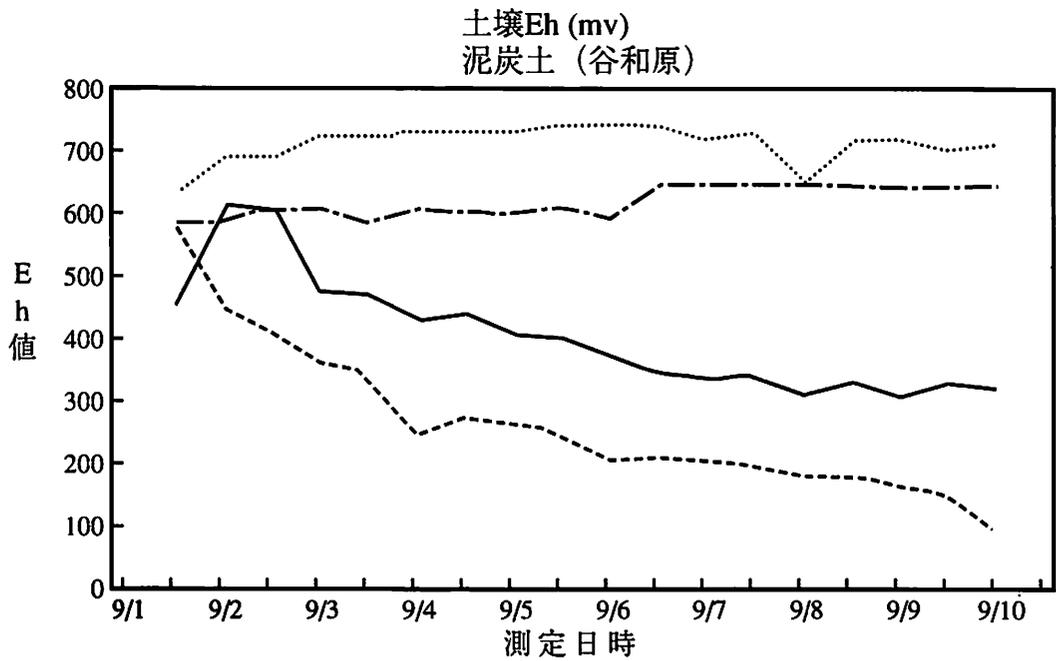
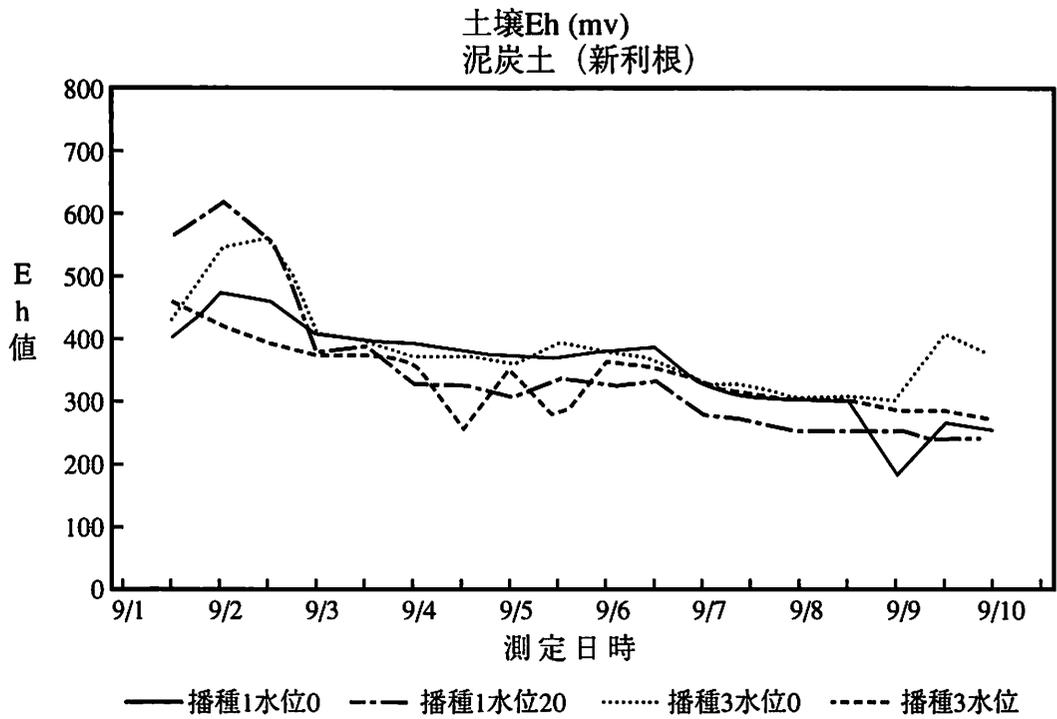


図1-1-3 土壤のEhの推移

不耕起直播栽培では、湛水後の還元が発達が遅れるが、このことは施肥窒素の一部がアンモニア態窒素から硝酸酸態窒素に変化する可能性を示す。硝酸酸態窒素は土壤に吸着されることなく水の移動に伴って移動するので、水田の系外へ流亡する危険性がある。硝酸酸態窒素の流亡は、環境汚

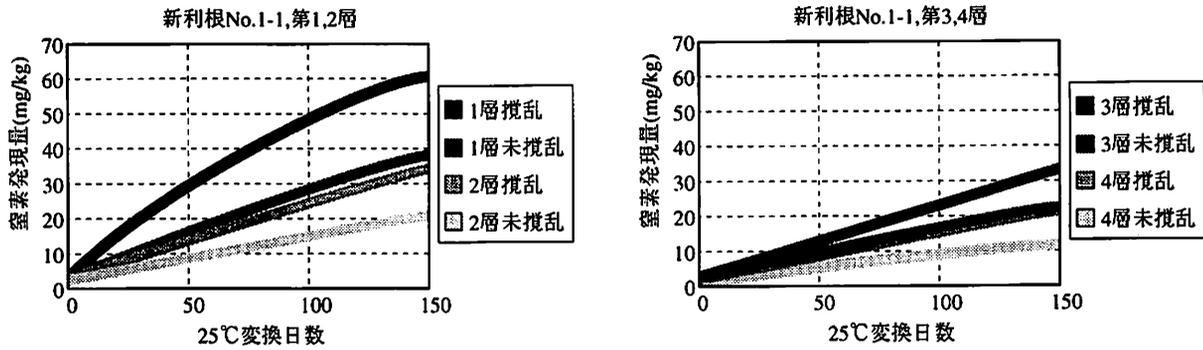


図1-1-4 土壌の培養による窒素の発現量

表1-1-8 土壌窒素無機化特性値

圃場	層位	培養条件	N <sub>o</sub> (mg/kg)	C	k (25)	E <sub>a</sub> (cal/mol)
復元田	1層(0-5cm)	攪乱	85.7	3.4	0.0074	19,000
		未攪乱	87.8	3.1	0.0034	19,300
	2層(5-10cm)	攪乱	99.6	2.0	0.0026	17,000
		未攪乱	57.6	1.5	0.0027	20,700
	3層(10-15cm)	攪乱	162.2	1.5	0.0015	15,900
		未攪乱	69.7	1.1	0.0024	19,700
	4層(15-20cm)	攪乱	144.5	1.4	0.0011	15,800
		未攪乱	27.6	-0.1	0.0044	17,600

$N = N_o (1 - \exp(-k \cdot t)) + C$ , N<sub>o</sub>: 易分解性窒素量, k: 反応速度定数  
E<sub>a</sub>: 活性化エネルギー

表1-1-9 各直播様式における水稲の窒素吸収特性

	窒素含有率(N%)					窒素吸収量 (Ng/m <sup>2</sup> )				抜取 収量 (g/m <sup>2</sup> )	玄米生 産効率 (g/Ng)
	6/28	幼形	出穂	成熟		6/28	幼形	出穂	成熟		
	全体	全体	全体	茎葉	穂						
耕起直播	2.40	1.44	0.98	0.65	1.14	2.13	4.98	9.15	12.89	612	47.5
不耕起乾直	2.49	1.52	1.09	0.73	1.10	2.44	6.09	10.45	14.69	681	46.4
同上-N	2.48	1.85	1.08	0.83	1.14	1.70	5.94	10.10	11.72	488	41.6
湛水散播	3.17	1.48	1.19	0.63	1.08	2.65	5.78	13.08?	16.83?	881?	52.3
作溝条播	2.97	1.46	1.19	0.70	1.08	2.33	4.79	11.47	12.96	621	47.9
对照移植	2.42	1.44	1.17	0.80	1.09	4.52	6.48	11.57	15.59	662	42.5

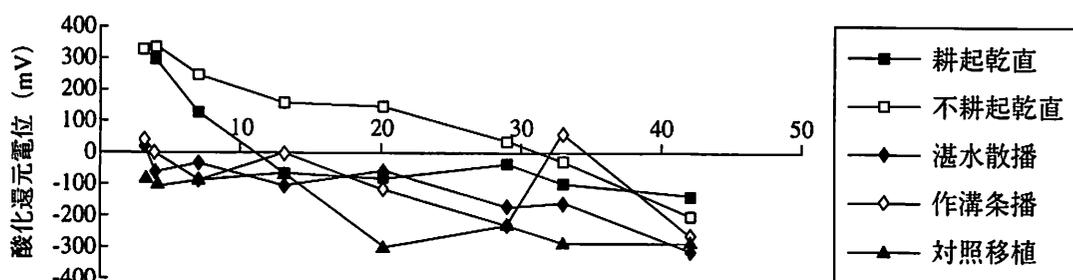
各生育時期の抜き取り: 幼穂形成期は移植が7/12、直播が7/18、出穂期はそれぞれ8/2, 8/10, 成熟期はそれぞれ9/6, 9/14

?: 乾物重が全刈収量から予想される数値に比べて異常に大きい

表 1-1-10 根域制限による水稻の窒素吸収特性

栽培型	乾物重 (g/m <sup>2</sup> )				窒素含有率 (N%)				窒素吸収量 (Ng/m <sup>2</sup> )		根量 (g/m <sup>2</sup> )	
	8/11		成熟期		出穂期		成熟期		出穂期	成熟期	上層	下層
	茎葉	穂	茎葉	穂	茎葉	穂	茎葉	穂				
乾直遮根	768	106	570	546	1.42	1.15	0.71	1.13	12.13	10.26	83.3	-
乾直標準	865	132	845	701	1.44	1.11	1.02	1.22	13.90	17.17	78.2	10.3
移植遮根	873	344	947	759	1.25	1.10	0.92	1.16	14.72	17.40	76.6	-
移植標準	1017	408	1051	918	1.21	1.10	1.04	1.23	16.18	22.15	66.1	43.6

乾直遮根は 14 ~ 15cm 深に遮根シート、乾直標準の上層は 0 ~ 13cm、下層は 13 ~ 26cm  
 移植遮根は 19 ~ 20cm 深に遮根シート、移植標準の上層は 0 ~ 20cm、下層は 20 ~ 36cm  
 なお泥炭層の出現位置は、乾直圃が 36cm ~、移植圃が 27cm ~



乾直圃入水後の経過日数 (他の試験圃はすでに入水後1か月経過)

図 1-1-5 各圃場における土壌の酸化還元電位の推移

染につながるばかりでなく、窒素肥料の施肥効率を低下するので、肥効調節型肥料の利用などの対策が必要となろう。

## 文 献

- 1) 内田好哉：泥炭土壌の改良、水田土壌学、pp446~458、講談社（東京）（1978）
- 2) 川口桂三郎：硫酸酸性土壌の改良、水田土壌学、pp458~462、講談社（東京）（1978）
- 3) Yamauchi, M. and Chung, P.V. : Rice seeding establishment as affected by cultivar, seed coating with calcium peroxide, sowing depth and water level, Field Crop Res.,41, 123~134 (1995)
- 4) 原 嘉隆・住田弘一：未かく乱土壌における窒素発現予測のための分析法の検討、土肥学会講演要旨、42、151 (1996)
- 5) 原田登五郎：水田土壌の有機態窒素の無機化とその機構に関する研究、農技研報告、B9、123~199 (1959)

(長野間宏・住田弘一・野々山芳夫・大野智史・小野信一<sup>○</sup>)

## (2) 麦類の収量停滞と品質低下要因の解明と今後の対策

### ア 目的

麦類は利根川下流域における主要な転作作物のひとつである。太田新田営農組合では、平成5年間までの13年間にわたり、転換畑作を続け、長期にわたり麦類の栽培を行ってきた。本組合の機械装備は近代的なものが多く、播種なども多収を期待できる様式である。また、ローテーションによる連作障害の防止は完全であった。このため麦類導入の初期には収量が比較的高く安定していたが、近年に至って収量や品質が著しく低下する問題が生じている。そこで、麦類の品種、品質、栽培法、作業体系、病害、土壌などの問題点について調査し、改善方向を明らかにするとともに、次年度以降の研究方針を策定する。

### イ 研究方法

まず、太田新田営農組合における麦作の経緯について、営農上の記録などをもとにして聞き取り調査を行った。

つぎに、太田新田営農組合の1993年(平成5年)産の小麦(13.2ha)および二条大麦(12.3ha)について生育および収量の調査を行った。収量は、機械収穫直前に坪刈り、および穂刈りを行い、不作付や生育状況を加味して圃場別収量を算出した。また、品質については、機械収穫直前、乾燥機搬入時および搬出後の3点を収集し、十分な風乾後に外観品質と発芽勢を調べた。発芽調査は1%過酸化水素による前処理を行った。なお、機械体系は作業時間を調査し、病害については立枯病調査を行った。また、別途、土壌調査を行った。

### ウ 結果と考察

#### (ア) 太田新田営農組合における麦作の経緯

太田新田営農組合では、昭和55年以降、20~30haで麦類を栽培してきた。小麦では、農林61号およびフクホコムギ、二条大麦では、あまぎ二条およびミサトゴールデン、六条大麦ではカシマムギ等の品種を栽培してきた。これら早生から晩生までの麦種および品種を組合せることにより、播種時期および収穫時期が分散されるようにしてきた。

また、各圃場に作付けする麦種を順次変え、夏期に湛水することで、萎縮病や立枯病などの土壌伝染性病害の発生を防いできた。

その結果、昭和55年から昭和62年頃までは400kg/10a程度の比較的高い収量を上げてきたが、平成元年以降、麦類の収量は低下傾向にある。すなわち、200kg/10a以下の年もみられるようになり、品質の低下も問題になっている。

表1-1-11 1993年(平成5年)産麦類の収量調査結果

麦種	品種	面積 ha	実収量 kg/10 a	調査収量 g/m <sup>2</sup>	全乾重 g/m <sup>2</sup>	収穫 指数	穂数 本/m <sup>2</sup>	千粒重 g	草丈 cm
二条大麦	あまぎ2条	7.73	314	325	813	40.0	552	40.7	77.6
二条大麦	ミサトゴールデン	4.53	297	307	726	41.6	446	45.9	78.4
小麦	バンドウ丸	5.22	538	605	1470	41.0	514	40.3	86.9
小麦	農林61号	7.98	426	446	1249	36.3	409	39.6	93.5

### (イ) 1993年(平成5年)産の麦類の栽培概況

平成5年産の小麦および大麦の坪刈りによる収量調査結果を表1-1-11に示した。小麦では、本年は暖冬に加え、追肥が行われたため生育量は十分となり、特に、大豆跡(6、7番圃場)のバンドウワセでは600kg/10a台の高収量を実現した。ただし、同じ生育量の農林61号は倒伏し収量、品質共に劣った。二条麦跡(2、3番湛水圃場)ではバンドウワセと農林61号は420~430kg/10aの収量を得た。遅播きによる減収効果はない。

二条大麦では、収量は200~350kg/10aと低収で、原因は河川に近い(11、12、17番圃場)ための湿害、地表層の泥炭土(1番圃場)、無追肥による2~3月頃からの肥切れと推定される。

小麦では、6月21日収穫のバンドウワセは穀粒水分18%で最上品質が得られたが、以後、雨による影響のため水分25~30%で外観がやや白化し、発芽率も収穫乾燥の過程で低下した。二条大麦では、6月7~8日の短期間収穫で、穀粒水分が21~28%と二条麦の脱穀に適した範囲であったことから発芽勢は良好であった。ただし、外観はやや黒くくすみ、粒張りが悪く、ビール麦の等上外~普通大粒大麦への格付けが多くなった。

耕起のために、同じロータリを用いた現体系と、農研センターで実施した「所内プロ研究」の体系を過去のデータと比較した結果、現体系は夏期の湛水処理により土壌硬度が増し、耕起、碎土、整地に時間を要するほか、除草、追肥に小型作業機を使用しているため時間を要する。現体系は所内プロ体系より耕起~追肥間の延べ作業時間が約60%多かった。

病害および雑草害について調査したが、特に問題は認められなかった。ただし、二条麦に黒変粒が見られた。

## 文献

水稲・麦・大豆の多収省力生産をねらいとした水田輪作技術の体系化(1998) 農業研究センター  
研究資料、第37号

(和田道宏<sup>○</sup>・小柳敦史・古川嗣彦・金森哲夫)

### (3) 大豆の収量低下要因の解明と今後の対策

#### ア 目的

茨城県新利根町太田新田の現地圃場で、大豆は小麦あるいは大麦と輪作されているが、過去12年間の収量をみると、最高でも299kg/10aであり、最低では70kg/10aしかなく、収量が得られなかった年もある。このように現地圃場で大豆収量が低い要因を、大豆の生育状況、土壌の物理・化学性、病虫害の発生、および雑草の発生等の調査の中から明らかにし、収量向上のための対応策を立てようとする。

#### イ 方法

(ア) 試験圃場と供試品種試験は、平成5年に茨城県新利根町の太田新田の13、21番圃場でおこなった。土壌はいずれも泥炭土に山土客土を行った水田転換畑である。大豆品種は「タチナガハ」を供試した。播種は6月13~17日に行ない、畦間は60cm、株間は13cmであった。

(イ) 試験区試験区はとくになく、13番圃場の北半分と南半分、および21番圃場について、以下の項目を調査した。

- ①生育：主要生育時期ごとの茎長、生育量、養面積など。子実収量と収量構成要素。
- ②土壌：播種前の pH、透水性、土壌の可給態窒素とリン
- ③病害虫：立枯性病害、虫害およびセンチウの発生
- ④雑草：生育時期ごとの主要発生雑草の同定と発生量

ウ 結果

- ①土壌の調査によれば、可給態窒素とリン酸の水準に問題はなかった。しかし、排水性が劣る傾向にあった。
- ②低温と多雨の気象により播種時期がやや遅れ、播種直後から大豆は過湿土壌条件下にあった。出芽、初期生育はまずまずであったが、生育期間を通じて降雨が多く、畦間に滞水することが多かった。このため中耕と培土を実施することができなかった。開花期は8月5～7日であった。成熟期は11月3～5日で平年より数日遅れた。最大繁茂期における大豆の養面積をみると3.4～4.4の間にあり、低温や多湿によって生育が抑制されたことが伺われた（表1-1-12）。
- ③表1-1-13に示した坪刈りによる収量調査結果では、子実収量は132～207kg/10aであった。坪刈り収量の値は圃場全体の収量に比べて高くなる傾向にあることから、実収量はそれよりも低いと予想された。収量構成要素をみると、爽数が少なく、不稔爽、屑粒が多く、開花期から登熟期にかけての生育が不良であったことを示していた。
- ④立枯性病害の発生は少なかった。子実肥大期には原因不明の落葉減少が顕著に見られた。虫の発生は少なかったが、長雨によって防除ができなかったことから、カメムシ類による虫害粒が多発した。中耕・培土を実施できなかったため、タデを主とする雑草が多発した（表1-1-14）。センチウの被害は認められなかった。

エ 考察

平成5年は北日本が大冷害に見舞われた年であった。太田新田の現地圃場も海からの東風が容易に吹き込む地帯であるため、低温、多雨、少照の気象条件に見回られた。このため排水性に難のある現地圃場では、播種時から土壌が多湿状態にあり、播種の遅れ、発芽後の土壌の過湿あるいは滞

表1-1-12 生育経過

圃場	7月16日		8月11日		9月8日			10月27日			
	No	主茎長	主茎長	LAI	DW	主茎長	LAI	DW	主茎長	茎太	分枝数
		cm	cm		g/m <sup>2</sup>	cm		g/m <sup>2</sup>	cm	mm	/個体
13北		18	50	1.8	113	57	3.9	409	60	81	4.8
13南		25	45	1.5	97	66	3.4	425	63	81	4.2
21		30	69	3.0	239	75	4.4	578	74	75	3.8

表1-1-13 収量および収量構成要素

圃場No	稔実莢数	精粒数	1 莢粒数	100粒重	不稔莢歩合	屑粒歩合	収量
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		g	%	%	kg/10a
1 3 北	394	581	1.47	35.7	21.1	17.1	207
1 3 南	314	432	1.39	30.6	27.9	32.9	132
2 1	348	478	1.38	31.4	13.8	30.1	148

収量は1区1.2m<sup>2</sup>×2点の坪刈りからの推定値で、軽微な被害粒も精粒とみなした。

表1-1-14 生育・収量阻害要因とその発生程度

圃場 No	立枯性病害			虫害			雑草害		
	白絹病	黒根腐病	計	かみゆ類	その他	計	イネ科	広葉	計
	発生株率、%			虫害粒率、%			本数/m <sup>2</sup>		
1 3 北	0.5	1.0	1.6	43.4	8.6	52.0	10.0	32.6	42.7
1 3 南	0.1	0.4	0.6	42.5	7.3	49.7	21.3	17.4	38.7
2 1	0.3	1.0	1.3	38.1	6.5	44.7	20.1	67.3	87.3

病害は9月下旬、虫害は収穫物、雑草は7月16日の調査。

水などで、大豆の生育はかなり劣った。畦間の滞水のため中耕と培土作業が行えず、雑草が多発した。また、虫害の防除もできなかったことから、虫害も多発した。

このように大豆の生育不良と低収の原因は、主に平成5年度の異常な気象条件にあるといえる。しかし、圃場の排水が不良であったことは、土壌が過湿状態になりやすく、極端な場合には畦間が滞水してしまい、そのため大豆に湿害が生じ、中耕・培土、虫害防除が不可能になるなど、異常気象の被害を拡大する要因となったと考えられる。以上から、太田新田の現地圃場において、気象条件の影響を受けにくい安定的な大豆生産を図るには、圃場の排水性を確保することがなによりも重要といえる。

また、大豆の播種時期に降雨が多かったため、土壌水分が播種作業が可能な程度までなかなか低下しにくく、播種作業がかなり遅れた。播種は慣行の耕起播種法で行ったが、この方法では作業可能になるには土壌水分がかなり低下しなければならず、降雨後に播種作業を行えるようになるまで数日を要した。これも大豆の低収の一因になったと考えられ、今後は土壌水分が高くても播種作業が可能な不耕起播種の検討も必要と判断された。

除草剤や殺虫剤の散布も多雨のため効果が低下したり、作業そのものが不可能になったりしたが、多雨条件でも作業ができ、十分な防除効果を持つような防除法を検討する必要と思われた。

以上から、現地圃場における大豆収量を向上させるには、①圃場の排水性を高めるために暗渠、

明渠、排水溝などを設置すること、②不耕起播種機を採用して播種適期を逃さないようにすること、③雑草あるいは虫害の多発を避けるため除草剤や殺虫剤の効率的施用法を行うことなどが必要と思われる。

(国分牧衛・山本泰由・野口勝可・萩原 廣・持田 作・大島康臣・真田弘幸・有原文二<sup>○</sup>)

#### (4) 大規模水田経営の労働条件に適した野菜の探索

##### ア 目的

大規模な水田経営を安定化するための野菜作を、女性メンバーの活用、冬期を中心とする農閑期の労力活用、組合としての運営を円滑化するための収入、作業予定の安定性の面から検討しようとした。これらの観点から、主として現地へ冬場に導入されている野菜作の実態、問題点を抽出しようとした。また、現地で取り上げられているイチゴを対象として、先進地の展開方向ならびに研究機関での研究推進状況を調査し、水田農業に位置づける技術・条件を解明しようとした。

##### イ 研究方法

研究対象地域の現地調査：春、秋の普通作物切り替え時、秋野菜の準備作業等における労働ピークと野菜生産の状況、冬期間を中心とした野菜の収穫状況調査

先進地の研究状況および現地調査：①栃木県農試のイチゴのセル成形苗利用の研究と現地導入実態の調査。②茨城県園芸研究所の苗の育成の省力化研究の調査。③福岡県広川町における農協イチゴ部会の調査。

##### ウ 結果

(ア) 研究対象地域の現地調査の結果を表1-1-15に示した。ここでは水稻作を補完する作目として促成イチゴが導入されていた。この理由は①収入の安定性、②天候に左右されない安定した作業進行が挙げられた。また、この営農組合は男性3名、女性3名で担われ、男性構成員は主として夏場を中心として機械化された普通作を分担し、この作目では女性構成員は補助的役割であった。しかし、冬場のイチゴでは、女性構成員が中心的役割を果たし、経営参加意欲の保持が図られていた。

隣接する東村ではブロッコリーの生産が行われているが、ここ数年湿害、安値、調査年の低温と不安定性が見られた。対象農家組合の補完作物の選定には、ブロッコリーを始め、数多くの試行があり、また、イチゴは10a 当たり作業時間は2000時間を超え、労働生産性は普通作よりも低いが、農閑期を中心とした期間に安定して現金収入が得られることが高く評価され、選定された。

イチゴの栽培上の問題点は、定植1か月後のマルチ掛けが、葉を傷めずに株を取り出すのが難しく、中腰姿勢できつい作業であること、調査時点では、栽培経験が浅く技術的な知識に乏しいため毎年が試行錯誤であること、炭ソ病等が挙げられた。イチゴの栽培面積の規制要因は3～4月における1日当たりの収穫処理可能量、特に選別・箱詰めが規制要因となっていた。

(イ) 栃木県農試および産地ではイチゴのセル成型苗の実用化が検討されており、24穴トレイで収量が通常育苗の9割程度になるが、樹勢にあった着果数が得られ、収穫の中休み現象が回避できること、作業面では植付け苗が2葉の根なしでよく、採苗が容易でありトレイのままの圃場持ち込み・定植作業が容易であること、1株の占有面積が少なく、灌水、夜冷処理などが容易である等か

表1-1-15 利根新田営農組合におけるイチゴ栽培に関わる作業

項目	時期・作業内容	効果、その他
親株養成	養成圃場をサンヒュームによる土壌消毒。3月下旬、親株（品種女峰）を農協より購入、植付。露地栽培。一部で雨よけ栽培 主な管理は葉かき、ランナー整理。	雑草対策にもなる。 ウイルスフリー苗の確保。 本年は女峰の重要病害のタンソ病の発生が多かった。 病害対策。
苗取り	鉢用土の作成は購入赤土と、クン炭を混合（無肥料）。 ポットの土詰め。7月上旬から10日ぐらい。20a分1900本。 一部鉢受け技術を導入。	栃木分場では鹿沼土細粒にクンタン30%混合、Nを100mg/株施用。 麦収穫前後の空いた時期にしておく。 麦収穫と大豆播種に競合するが、これらの作業の機械化が進み、厳しい状況ではない。
鉢管理	雨よけハウス内で管理。追肥は置き肥。 灌水は毎日手灌水。1日2回以上。 活着までは寒冷紗被覆。	
圃場管理	連作のため、収穫終了後は麦の収穫が終わるまで放置。その後、イチゴ株持ち出し7月中旬～8月中旬に粉がらと石灰窒素を施用、耕耘し、ハウス密閉、湛水管理。化学資材による土壌消毒はサンヒュームを用いて実施。 8月下旬に畦立。	現在5年連作。 太陽熱消毒。  去年は湛水防除のみにした。 高畦だが、イチゴ専用機があり、困難ではない。
定植マルチビニール張り	9月中旬。 定植30日後（腋花房分化後）マルチ掛け。 マルチ掛け時にハウスの古いビニールを新しいビニールに張り替え。	稲刈りが終わってから。マルチは定植後に行うため、マルチの上から適当な位置に穴をあけ、葉を傷めずに取り出すのが難しく、中腰姿勢のため、きつい。 通常は花芽分化のため定植前にはがし、低温管理するが、畦を雨から防ぎ、作業を予定どおり進行させる。
収穫	12月上旬～5月上旬。 3、4月が収穫のピークで、現在の規模以上には拡大できない。 午前中収穫、午後は選別、箱詰め。	価格によって変わり、値の良い年は6月まで収穫。 収穫カゴ(720g)がかなり重い。収穫は全員です。 選別、箱詰めは2人で限界量。なお、収穫時に使う作業台車を購入予定。車付き椅子は能率が悪く、使わない(10月18日調査の折りには2台みられた)。 なお、イネの育苗開始時に収穫打ち切りを前提として本年は1棟増しを行っている。

ら、現地でも実用性が認められていた。

茨城県園試では、従来よりはるかに小型のポットである“愛ポット”を供試中で、これは特殊な育苗台を利用するため、苗床面積が大きく、その利用法を検討中であった。また、苗の小型化については、定植後の管理面からの検討の必要性を認めていた。

(ウ) 福岡県広川町では農協のイチゴ部会を中心に、100%農協共販体制、216戸の農家で43haの栽培、22億円を売り上げている。1戸当たり733万円の所得で、イチゴを主幹作物とした専業経営が確立され、後継者も十分に確保されている。生産技術面では、表1-1-16のように年間を通して作業があるが、部会で品種と作型の統一、栽培技術協定、普及所などの支援を受けたポット育苗、株冷処理等の技術導入などで向上を図っている。また、土壌管理は堆肥センターを設置し有機物の十分な投与、土壌消毒の徹底、湛水除塩等も実施して、連作障害の発生を防いでいる。

流通技術面では、全戸への小型予冷庫の導入や、長距離輸送による荷傷み発生防止技術を運送会社等と協力して開発している。出荷市場は京浜市場に絞り、同市場の需要特性に柔軟に対応した生産・販売体制が確立されている。その他、健康でゆとりのあるイチゴ作りを目指して、部会員の健康診断、余暇活動も実行している。

表1-1-16 福岡県広川町の促成イチゴ栽培の月別労働時間および時期別作業暦（時間/10a）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
労働時間	254	302	336	254	143	76	104	86	132	134	138	297
作業名		収	穫		親	苗	仮植		定植	被覆	芽掻	収穫

## エ 考察

以上の結果等から、大面積の機械化稲作を主軸とする対象農家組合の補完作物としての促成イチゴは栽培管理、作業計画および収益的にも安定しており、一つの適した作物と考えられた。今後は、栽培管理全般の省力化による労働生産性の向上、収穫期の前進化による稲作との持続的に共存し得る範囲でのさらなる生産の安定化、省力化を計って行く努力が必要であるが、このためには先進的技術を経営条件に応じて選択することが肝要とみられる。

（山田 盾<sup>○</sup>・佐藤和憲・濱野 恵・長岡正昭・黒瀬一吉）

## （5）雑草防除実態調査と今後の対策

### ア 目的

水稲直播栽培技術および水田転作としての麦-大豆栽培体系の確立を目指し、新利根町にある実証試験予定圃場の事前調査を行う。そのために同圃場の水田休閑地および大豆栽培における雑草の発生実態を把握することにより、新技術における雑草管理の問題点を抽出し、営農合理化のための試験を設計することを目的とする。

### イ 研究方法

#### （ア）水稲直播栽培

畑状態の水田休閑地を用いた。圃場1-①は、平成6年度（次年度）における水稲乾田直播、圃場1-②は折衷直播栽培予定地である。

1993年7月28日に、発生雑草の種および本数を数点（50×50cm）調査した。

#### （イ）麦-大豆栽培体系

大豆（品種：タチナガハ）を、畝幅60cm、株間11~13cm（栽植密度13~15本/m<sup>2</sup>）で播種した。播種時期は、区画I（No.13圃場の排水路側）で1993年6月13日、区画II（No.13圃場の排水路と反対側）で同6月17日、区画III（No.21圃場）で同6月12~13日であった。雑草防除については、土壌処理型除草剤を播種後雑草発生前に慣行量施用した。またNo.13圃場は区画I・IIともに播種約1ヶ月後に1回中耕・培土作業を行ったが、No.21圃場（区画III）では中耕・培土作業をしなかった。調査項目として、1回目（7月16日、中耕培土前）において、大豆草丈、雑草本数および新鮮重を各区画6ヶ所（50×50cm）、2回目（9月28日）では観察のみ行った。

## ウ 結果

### (ア) 水稻直播栽培 (表1-1-17)

調査年 (1993年) に休閒・畑状態にした圃場における雑草の発生は、両圃場 (1-①および1-②) において、本数で見ると、一年生のメヒシバ、カヤツリグサ、タカサブロウ、トキンソウ、越年生のスカタゴボウ、および多年生のセイタカアワダチソウの発生が多かった。

乾物重で見ると、一年生のメヒシバ、イヌタデ、オオイヌタデ、タカサブロウ、トキンソウ、越年生のハコベ、および多年生のセイタカアワダチソウの優占度が高かった。

草種では、畑一年生雑草が多かったが、スズメノテッポウやタネツケバナのように水田耕起前に発生する越年生雑草、アゼナなど水田一年生雑草、さらには畦畔に見られるキク科の越年生・多年生広葉雑草も発生した。

前作のコムギも両圃場で自然発生した。

表1-1-17 水稻栽培予定の休閒地 (畑状態) における雑草の発生状況 (平成5年7月28日調査)

草 種	圃 場 番 号*				
	1-①		1-②		
	本数 本/m <sup>2</sup>	乾物重 g/m <sup>2</sup>	本数 本/m <sup>2</sup>	乾物重 g/m <sup>2</sup>	
イネ科	メヒシバ	51.2	22.40	44.0	53.00
	スズメノテッポウ	6.4	0.52	6.8	2.80
	オオニワホコリ			8.0	1.04
	小麦	3.6	0.32	41.2	0.44
	その他のイネ科草種	0.8	0.80	1.2	0.08
カヤツリグサ科	カヤツリグサ類	20.0	0.16	53.2	0.80
一年生広葉草種	アゼナ	0.8	0.00		
	アメリカアゼナ	2.4	0.02		
	イヌタデ	24.0	13.60	2.8	6.36
	エノキグサ	7.2	2.40		
	オオイヌタデ	2.4	14.52	4.0	19.64
	サナエタデ			2.8	0.12
	シロザ	1.6	0.04	2.8	0.08
	スベリヒユ			8.0	0.40
	タカサブロウ	69.6	20.00	22.8	18.40
	ツメクサ	1.6	0.04		
	トキワハゼ	2.4	0.12		
	トキンソウ	88.8	5.88	65.2	5.84
越年生広葉草種	アキノノゲシ	0.8	0.02		
	オオアレチノギク	2.4	2.56	2.8	1.28
	オニタビラコ	2.0	0.04		
	スカシタゴボウ	13.6	1.06	21.2	4.24
	タネツケバナ	1.6	0.08		
	ハコベ	-	16.16	-	18.12
	ハナイバナ	2.4	0.88		
	ハハコグサ	0.8	0.04		
多年生広葉草種	シロツメクサ			2.8	0.08
	セイヨウタンポポ	5.6	0.16	4.0	1.64
	セイタカアワダチソウ	22.4	10.00	12.0	4.80
	チチコグサ			1.2	1.60

\* : 圃場番号1-①は、平成6年度の水稲乾田直播予定地、1-②は折衷直播予定地  
表中ハコベの欄の「-」は、データ無し、空欄は調査時にその草種がないことを示す。

## (イ) 麦-大豆栽培体系 (表1-1-18)

1回目調査における雑草量は、本数および新鮮重ともに区画IIIで多く、他の区画の2~4倍程度発生していた。草種は、一年生広葉雑草、特にタデ類の発生が多く、区画IIIにおいて特に立った。

同様に、イネ科雑草の発生は、区画Iでは皆無であった。区画IIおよびIIIではヒエ類が優占していたものの、全体的に発生が少なかった。

前作の小麦は全ての区画で自然発生した。

大豆播種後3ヶ月半経過して再度調査したところ、No.13圃場では、大きく伸長したタデ類、シロザ、ヒエ類が点在していたが、雑草量は全体に少なかった。

一方、No.21圃場では、同じ時期でタデ類の残草量が多かった。

## エ 考察

## (ア) 水稻直播栽培

畑状態では、一年生・越年生および多年生の畑雑草が畦畔から侵入する可能性があり、特に次年度に計画している水稻乾田直播栽培における播種直後のこれら雑草草種の発生を抑える必要がある。

次年度以降も畦畔管理をしっかりと行うことは、畑雑草の本田への侵入を防ぐのに重要な対策である。特に匍匐型の多年生雑草は畑状態では耕起により本田内に広がる危険性が高い。従って、非選択性除草剤を利用した防除が重要となる。

越年生雑草は、播種前に既に大きくなっている可能性が高く、できれば播種前に耕種的防除、または特に不耕起栽培の場合は非選択性除草剤を利用して防除する必要がある。

多年生雑草が耕起前に既に発生している場合には、耕起によりむしろ雑草が広がる危険性もあるので、耕起栽培の場合も非選択性除草剤による防除が望ましい。

自然発生した前作の小麦は、湛水により防除可能である。また単作を前提とした水稻栽培では問題ない。

表1-1-18 大豆栽培圃場における雑草の発生状況 (平成5年7月16日調査)

草種	区画番号*					
	I		II		III	
	本数 本/m <sup>2</sup>	乾物重 g/m <sup>2</sup>	本数 本/m <sup>2</sup>	乾物重 g/m <sup>2</sup>	本数 本/m <sup>2</sup>	乾物重 g/m <sup>2</sup>
イネ科草種						
ヒエ類			4.6	5.9	16.0	30.9
メシバ			0.7	0.2	0.7	1.1
スズメノテツポウ			2.0	0.7	0.7	0.1
小麦	10.0	9.9	14.0	16.3	2.7	2.2
広葉草種						
イヌタデ	13.3	3.2	2.7	3.3	15.3	18.2
サナエタデ	12.7	13.9			8.0	22.7
ハルタデ					2.0	12.2
ヤナギタデ	3.3	3.0	14.0	6.7	36.0	30.7
タカサプロウ	3.3	0.1			6.0	1.8
その他広葉草種			0.7	0.1		
合計	42.6	30.1	38.7	33.2	87.4	119.9

\* : 区画番号 I はNo.13圃場北側、II はNo.13圃場南側、III はNo.21圃場  
表中の空欄は調査時にその草種がないことを示す。

以上のことから、次年度以降水稲乾田直播栽培を計画する場合、耕起・播種前に非選択性除草剤を処理し、播種後の乾田期における土壌処理型除草剤、さらに入水後の初期・初中期一発剤の3回処理することが基本的に必要と考えられる。また入水までの日数が長い場合には、乾田期にイネ科・広葉雑草対象の茎葉処理型除草剤を散布する必要も出てくるであろう。

一方、折衷直播栽培には栽培方式が様々存在するので、具体的方式が確定した設階で、それに適した雑草防除手段を考慮する。

#### (イ) 麦-大豆栽培体系

この栽培条件における大豆作の除草必要期間は播種後約30日程度であると判断した。

天候や不耕起栽培など中耕・培土ができない場合は、慣行の播種後土壌処理型除草剤だけに頼った場合、大豆に対して雑草害が著しいと判断された。同様に、麦-大豆栽培体系を考えた場合、不耕起栽培では小麦が自然発生する危険性が考えられる。

以上の結果から、大豆畑においては、耕起栽培の場合、一年生イネ科・広葉雑草対象の土壌処理型除草剤に播種1ヶ月後の中耕・培土を組み合わせることで、雑草を十分抑えられると考えられた。

一方、不耕起栽培の場合、中耕培土に替わる技術として、イネ科・広葉草種対象の茎葉処理型除草剤を体系処理することが必要であると考えられた。

### オ 今後の課題

#### (ア) 水稲直播栽培

水稲乾田および折衷直播栽培を計画する場合、非選択性除草剤、土壌処理型除草剤および一発剤の3回除草剤を処理する必要があるが、移植栽培に比べ1回以上多く散布する計算になり、労力を含むコストの削減および環境負荷の軽減対策が求められる。

折衷直播栽培では、本地域総合研究の場合、作溝直播が有力な手段であるが、具体的栽培方法を早期に確定する必要があるとともに、方式によっては発生雑草の事前調査を別の入水条件で行う必要性もある。

省力化等の観点から不耕起栽培導入の意義も大きいですが、詳細を検討していない。但し、乾田不耕起直播栽培を想定した場合、基本的には上記3回の除草剤処理で雑草管理が可能と考える。

#### (イ) 麦-大豆栽培体系

不耕起栽培や中耕・培土ができなかった場合は、後発の広葉雑草を対象とした茎葉処理型除草剤で、大豆で登録されているものがないため、普及技術に結びつけるためには、有効な除草剤の早期登録が必要である。

麦-大豆栽培体系では、前作の麦の自然発生が問題となる危険性が高く、土壌処理型除草剤以外に、麦に有効な茎葉処理型除草剤の選定が必要である。

特に不耕起栽培では、除草剤以外にも播種時期や栽植密度を工夫することで、要防除期間の短縮を図ることも考慮に入れる必要がある。

(芝山秀次郎・野口勝可・高柳繁・與語靖洋<sup>○</sup>)

## (6) 病虫害発生・防除の実態調査と今後の対策

### ア 目的

新利根村太田新田地域における地域総合研究対象地区の水稲、麦、大豆、イチゴの各圃場における病虫害の発生実態を調査し、今後の対策の検討資料とする。

### イ 研究方法

水稲、麦、大豆については、各試験圃場から3～5地点を任意に選び、病虫害の発生状況を1～5回調査した。イチゴについては、ハウスに前年の9月に定植し11～6月に収穫したハウスイチゴを調査対象とした。

### ウ 結果および考察

#### (ア) イチゴ

貰い苗、自家採苗からの罹病苗による炭そ病を中心とした病害の発生がみられた。このため、次年度で健全苗を採用した結果、障害苗発生率は顕著に減少した。また、前年発生が多かったハウス棟で必ずしも発生が多くない傾向がみられたことから、土壌伝染による炭そ病の発生は多くないと判断された。炭そ病に対する防除対策として、罹病株の即時撤去、健全株の補植が重要と考えられた。

#### (イ) 麦病害

大麦の病害の発生は少なく、小麦には赤かび病、赤さび病、黄さび病、うどんこ病、立枯病、斑点病、株腐病が発生した。いずれも糸状菌病で、細菌病、ウイルス病は確認できなかった。重要病害のうち赤かび病は平成7年、うどんこ病は平成9年に多発生した。

#### (ウ) 麦虫害

小麦、大麦とも重要害虫の発生はなく、アブラムシ、ハモグリバエの被害が散見される程度であった。

#### (エ) 大豆病害

生育初期の立枯症発生株率は、不耕起圃場で高い傾向が認められた。8、9年度は茎疫病が多発生した。紫斑病はごくまれに認められた。

#### (オ) 大豆虫害

年次変動はあるが、カメムシの被害が最も激しく、サヤタマバエ、フタスジヒメハムシ等の加害も認められた。便益費用比率(B/Cratios)から害虫防除の重要性が示された。

#### (カ) 大豆線虫害

6、7年度にダイズシストセンチウ(卵、幼虫、シスト)が発見された。虫数の多少と圃場の耕起の有無は関係がないと考えられた。また、病徴を示す株はごくわずかで、実被害はなかった。

#### (キ) 移植水稲病害

いもち病、稲こうじ病、紋枯病の発生が認められた。特にいもち病の発生が著しく、減収の主因になったと考えられた。しかし、的確な防除対応によって減収を防ぐことが可能と思われる。

#### (ク) 移植水稲跡虫害

コバネイナゴ、ヒメトビウンカ、ホソハリカメムシ、イチモンジセセリ、ニカメイチュウ等が確認された。排水路のマコモは翌年の害虫発生源になるので注意が必要である。

(齊藤 初雄<sup>○</sup>)

## 2. 農業構造に関する調査分析

### (1) 中核農家・出し手農家の経営意向調査

#### ア 目的

新利根村（町）における水田農業の中核的担い手の育成方向を明らかにするため、現地の農地流動化の実態解明と農地集積方策に関する検討を行う。

#### イ 研究方法

新利根（町）の農地流動化に関する農家アンケート調査を行い、解析する。

#### ウ 結果

(ア) 1985年と90年の農業センサスにより新利根村（町）の農地貸借の状況を見ると、表1-2-1に示すように、借入農地割合は、85年4.8%、90年6.1%で、増加はしているものの、茨城県平均に比べてかなり低い水準にある。

(イ) 新利根村（町）において、農用地利用増進事業および農地法で農地貸借を行っている、貸し手農家と出し手農家に対して、経営構造と農地貸借に関する農家アンケート調査を行った（調査項目を表1-2-2に示す）。回収農家戸数は、貸し手48戸、借り手47戸で、主要項目の分析結果は以下に示すとおりである。

(ウ) 貸し手、借り手とも利用増進による貸借に付随してかなりの相対取引（ヤミ小作）を行っている（表1-2-3）。10a当たりの地代水準は利用増進の場合4～6万円（平均5.1万円）、相対取引の場合で5～7.5万円（平均6.2万円）である。相対取引の地代水準が高いのは、転作地を含まない水稲作付だけの貸借となっている場合があるからである。そうした相対取引において、貸し手は転作割り当てを不作付け地として残す事例も認められた。

(エ) 貸し手農家は、一部の高齢世帯農家を除いてすべて兼業農家であるが、その就業形態は「世帯主＝村内不安定就業」「後継者＝村外安定就業」と特徴づけることができる。また、借り手農家の場合も、水稲単作的な経営と深く結合した構造で「世帯主＝村内不安定就業」という形が過半を占める。

(オ) 農地貸借の多くは「集落内」で行われており、「村外」にまで及ぶケースは少ない。また、貸借関係の相手としては、「親戚」や「知人」といった互いの信頼関係に基礎を置いたものが最も多く、「第三者（他人）」との貸借関係や公的機関等の斡旋による貸借は少ない。

表1-2-1 新利根村（町）の農地流動化の状況

	借入地 面積	借入耕地 面積率 <sup>1)</sup>	茨城県平均 借入耕地面積率
1985年	78 ha	4.8 %	6.8 %
1990年	97 ha	6.1 %	9.3 %

資料：各年次農業センサス

注1) 農地流動化の状況を借入耕地面積率で代表させた。

2) 借入耕地面積率＝借入耕地面積／経営耕地面積

表1-2-2 農家アンケート調査項目

	貸し手農家	借り手農家
経営構造	家族構成と就業状況、農地貸借状況、転作対応 作付面積等、機械所有、稲作作業実施者、全面委託	
農地貸借 について	利用増進で貸して（借りて）いる農地 地目、面積、集落内外、開始年、契約期間、地代 相手農家の所在地・関係、貸出し（借入れ）の理由 利用増進以外で貸して（借りて）いる農地 地目、面積、集落内外、開始年、契約期間、地代 相手農家の所在地・関係、貸出し（借入れ）の理由	
意向等	地代水準について、農家経済について、今後の経営意向 農地所有に関する意識	

表1-2-3 新利根村（町）における相対取引の実態

	利用増進	相対取引
貸し手農家	34 ha (48戸)	8 ha (16戸)
借り手農家	31 ha (47戸)	38 ha (26戸)

注) 上段は面積、下段( )内は農家数  
農用地利用増進法による水田貸借を行っている農家を対象としたアンケート調査による。  
回答農家は、貸し手48戸、借り手47戸。

(カ) 借り手の借入理由としては、「先方からの直接依頼」とするものが全回答の6割を超え、「規模拡大」や「農業所得拡大」といった経営規模を積極的に拡大していこうとする回答(24%)を大きく上回っていた。一方、貸し手側の貸出し理由としては、「高齢化のため」、「農外勤務が忙しくなった」、「病気・けが・死去等」といった農家のライフサイクルに係わるものが多かった(72%)。

## エ 考察

新利根村（町）は茨城県内でも借地面積割合が低く、85年から90年にかけて面積が増加はしているものの、農地流動化の進展に関しては後進的な地域である。この地域の農地流動化の構造の特徴を、村内の利用増進事業に基づいて農地貸借を行っている農家に対するアンケートで見れば、相対（ヤミ）貸借が多いこと、貸し手農家の就業構造が、世帯主世代と後継者世代で異なること、第三

者（他人）や公的機関の斡旋による積極的な経営規模拡大のための農地借り入れが少ないこと、などが明らかになった。

（木原義正・平野信之<sup>○</sup>）

## （２）地域農業構造の解明

### ア 目的

研究対象である新利根村（町）の農業構造とその変動過程を分析し、大規模水田作経営成立の構造条件とその展開方向を予測する。大規模経営成立のためには農地の流動化と集積が重要であり、本課題では農地の流動化と担い手形成という視点から分析を行う。

### イ 研究方法

1985年、90年、95年の農業センサスを用いて、農地流動化と担い手形成における、新利根村（町）の特徴と位置づけを明らかにする。第一に新利根村（町）内の農業就業状況と上層経営が経営活動において占めるシェアの分析を行う。第二に茨城県と農地流動化先進地である愛知県の市町村における流動化と担い手形成の状況を比較する。第三にこうした構造が近年になってどのように変化・加速されたかを検討するため、95年センサスによる分析を加える。85年と95年センサスの市町村データを用いて関東地域の農地流動・集積の実態を典型的に把握する。

### ウ 結果

（ア）90年センサスを用いた農家の就業構造の分析により、新利根村（町）の農家戸数1,061戸のうち、60歳未満の男子専従者（農業従事日数150日以上）がいる農家は89万にすぎず、今後10年間に急激な高齢化・リタイヤが予想された。

（イ）図1-2-1に示すように、経営耕地面積規模3ha以上の農家は、戸数では8%強に過ぎないが、経営水田面積は22%、45歳未満の基幹的農業従事者の約半数、借入れ水田面積の53%を占め、対極にある1ha未満階層は農家数では37%に達するが経営水田面積では13%に過ぎず、45歳未

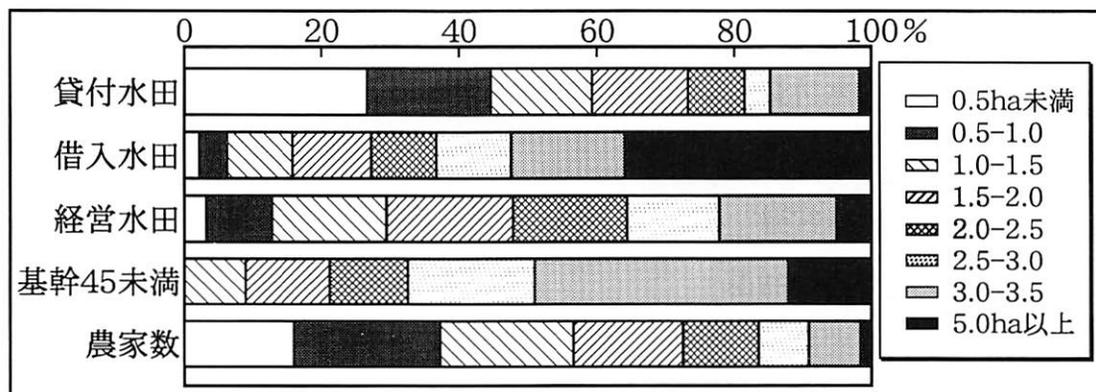


図1-2-1 経営耕地規模別農家間の資源配分  
 一農家数、基幹的農従者、経営・借入・貸付田一  
 注）資料：1990年農業センサス（新利根村）

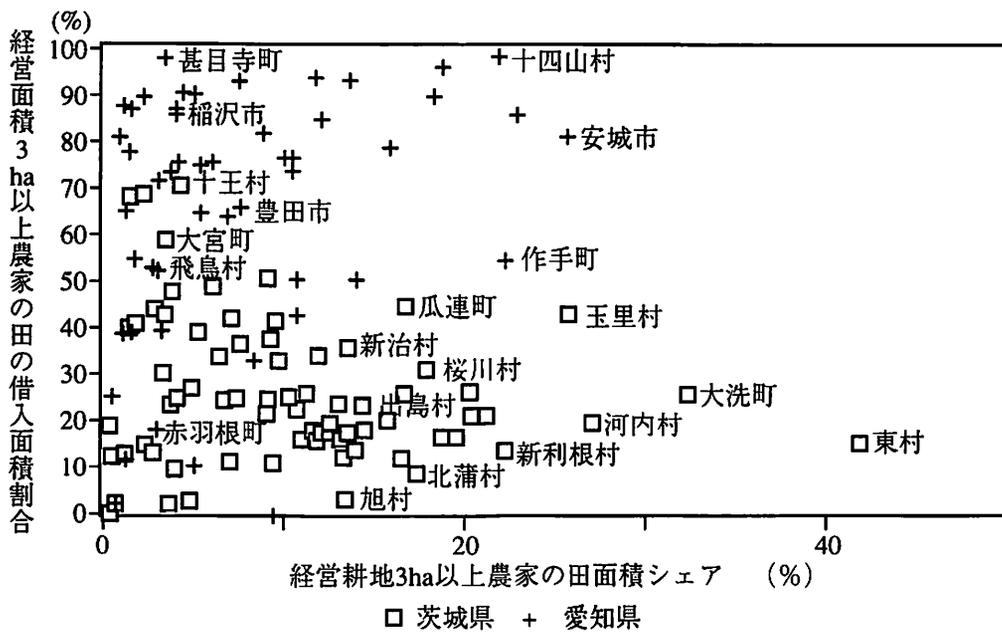


図1-2-2 経営耕地面積3ha以上農家の田面積シェアと経営田中の借入面積割合  
注) 資料：1990年農業センサス（茨城県および愛知県の市町村別結果表）

表1-2-4 農地流動に関する類型化のための主成分分析結果

変数名	因子負荷量		
	第1主成分 農地保全軸	第2主成分 大規模形成軸	第3主成分 借地拡大軸
農家数の増減率（'85年～'95年）	0.841	0.081	-0.062
耕作放棄面積率（'95年）	-0.865	-0.077	-0.125
経営耕地面積の増減率（'85年～'95年）	0.867	0.301	0.304
5ha以上階層の借地面積が全借地面積に占める割合（'95年）	0.117	0.876	0.115
5ha以上の階層の経営耕地面積シェア（'95年）	0.032	0.921	0.125
5ha以上農家増減数（'85年～'95年）の'85年農家数に対する割合	0.229	0.639	0.204
借入地のある農家割合（'95年）	0.269	0.001	0.878
借入地面積率（'95年）	-0.156	0.248	0.891
借地増減面積（'85年～'95年）の'85年経営耕地面積に対する割合	0.262	0.439	0.682
寄与率（%）	43.7	19.7	14.8
累積寄与率（%）	43.7	63.4	78.1

満の基幹的農業従事者は皆無、貸付け水田面積のシェアは45%に達する。農家数で26%、経営水田で35%を占める1～2haの規模階層も45歳未満の基幹的農業従事者が21%（9人）に過ぎないことから、今後その経営活動のシェアを相対的に低下させ、階層分化の基軸が上昇することも予測できる。

（ウ）階層構成と借地による流動化の可能性を、90年センサスの市町村データによる地域間比較により検討した。上層の規模拡大が下層からの借入に依存する場合、上層のシェアが高い地域では規模拡大が難しい。茨城県下の市町村を、農地の流動化と大規模経営の形成が進展している愛知県下の市町村と比較した。両県の市町村別データにより、横軸に3ha以上農家の田面積のシェアを、

表1-2-5 農地の流動化・集積に関する類型化とその特徴

類型名	第1軸 農地保全軸	第2軸 大規模 形成軸	第3軸 借地拡 大軸	特 質
I 階層分化進展地域	+ -	+ +	+ +	一方で経営を縮小する農家と他方で規模拡大する農家が十分に存在し、かつ均衡。5 ha を越える大規模層への農地集積と大規模経営の形成が相対的に進展。
II 大規模経営 前進地域	+	+	-	大規模経営の形成は進んでいるが、元々の規模が大きいことに起因しており、上の類型に比べると農地流動化は不活発。一方、農地後退は最小である。
III 中規模複合 経営前進地 域	+	-	+	中核農家率、複合経営農家率ももっと高く、階層分化は進展しつつあるが、農地の担い手は中間規模階層（2～5 ha 層）に集中している。
IV 農地流動化 ・構造変動 停滞地域	+	-	-	農家減少、耕地減少、及び借地の増加、耕作放棄地の増加、大規模経営の形成等いずれも低いレベルで極めて停滞的。
V 農業後退地 域	- - -	- + -	+ - -	農地貸借や大規模農家形成で若干の動きの見られる地域があるものの、全体的には耕境後退・農業後退の様相が極めて強く示されている。

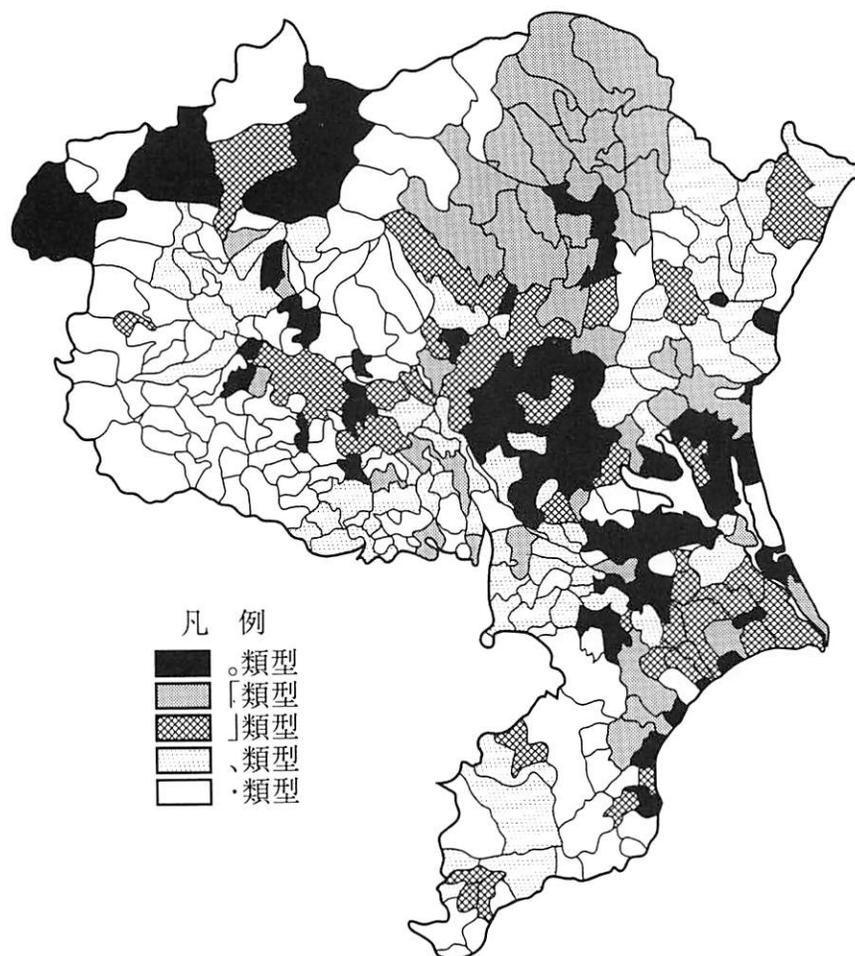


図1-2-3 農地流動・集積に関する関東（5県）市町村の類型別塗り分け  
注）資料：'85、'95農業センサスデータを用いた解析結果より作成

縦軸に3ha以上農家の田借入れ面積割合をとったものを図1-2-2に示す。新利根村(町)を含む利根川下流の水田地帯は、上層経営の比重が高く、借入による規模拡大が相対的に困難であることが示される。一方、水田農業の組織化が進んでいる愛知県の市町村では、借地によって意欲のある担い手が育っている。しかし利根川下流平坦部地域においても、近い将来、担い手の高齢化等により、急激な農地の流動化が進展することが予想され、これに照応した担い手形成が不可欠である。

(エ) 85年と95年の農業センサスを用いて、東京都と神奈川県を除く関東5県の全市町村の農地流動・集積に関して、借地拡大に関連する指標、大規模経営形成に関連する指および農地の保全に関連する代表的な指標を用いて主成分分析により類型化した。

標取り上げた変数は以下の9つである。①農家の増減率('85年→'95年)、②耕作放棄面積率('95年)、③経営耕地面積の増減率('85年→'95年)、④5ha以上農家の借地面積が全借地面積に占める割合('95年)、⑤5ha以上農家の経営面積が全経営耕地面積に占める割合('95年)、⑥5ha以上農家の増減数('85年→'95年)の'85年農家数に対する割合、⑦借地のある農家割合('95年)、⑧借地面積率('95年)、⑨借地面積の増減('85年→'95年)の'85年借地面積に対する割合。

(オ)主成分分析の結果は表1-2-4のとおりである。第1主成分は農地保全軸、第2主成分は大規模形成軸、第3主成分は借地拡大軸と特徴づけることができる。次にこの3つの主成分について各市町村のスコアをつけ、主成分スコアの正負によって8つに区分する。その上で、8区分の正負記号の解釈によって5つに類型化したものが表1-2-5、それを図示したのが図1-2-3である。

①I類型は階層分化進展地域と特徴づけられる。経営を縮小する農家と他方で規模拡大する農家が、関東地域では最も多く存在し、かつ農地貸借する上で両者が均衡するとともに、5ha以上層への農地集積とそれによる大規模経営の形成が進展するなど階層分化が相対的に進展している。群馬県の畑作地帯、関東平野中央部の平坦農業地帯(特に利根川下流の水田地帯、茨城県の鹿行・猿島の畑・田畑地帯がその中心：調査地の新利根町もこの類型)がこの類型に含まれる。

②II類型は大規模経営前進地域と特徴づけられる。大規模経営の形成はもっとも進んでいる。ただし、それは元々の平均規模が大きいことに強く起因していると考えられる。農地流動は上の類型ほどには進展しておらず、構造変動の動きは小さい。栃木県北の水田地帯の多くがこれに含まれる。

③III類型は中規模複合経営前進地域と特徴づけられる。中核農家率、複合経営農家率が5類型の中でもっとも高い。借地面積の伸びも高く農地の貸借が進展しているが、規模的には中間階層の2~5ha層の農家に借入のほとんどが吸収されており、大規模経営形成の動きは微弱であるのが大きな特徴である。栃木南部、埼玉北部、千葉北総、に集中的に分布。

④IV類型は農地流動・構造変動停滞地域と特徴づけられる。農家減少、耕地減少、耕作放棄の増加、借地の増加、大規模経営の形成等いずれも低いレベルで極めて停滞的な地帯である。ここに含まれる76の市町村の半数以上は都市的地域となっている。中心的な分布は東京周辺・前橋周辺・水戸周辺となっており、オール安定兼業による停滞性が強くでているものと考えられる。

⑤V類型は農業後退地域と特徴づけられ、耕境後退の様相が強く示されている。中山間、東京周辺に集中的に分布。借地拡大軸がプラスの地域があるが、耕作放棄地の増加が借入地の増加を上回っている。

## エ 考察

90年農業センサスの分析によれば、新利根村(町)1,061戸のうち、60歳未満の男子専従者(農

業従事日数150日以上)がいる農家は89戸にすぎず、今後10年間の急激な構造変動が予測された。また、経営耕地面積規模3ha以上層は、戸数は多くはないものの、経営耕地面積などの指標にみる経営活動のシェアは高くなっている。次に、茨城県の市町村と農地流動化が進展している愛知県の市町村を比較すると、新利根村(町)を含む利根川下流の水田地帯は、上層経営の比重が高く、借入れによる規模拡大が相対的に進んでいないことが明らかになった。

続いて、1985年と95年の関東5県(東京、神奈川を除く)の全市町村の農業センサスデータを用いて、主成分分析により農地流動化と集積の観点から市町村の類型化を行った。5つの類型のうち、新利根村(町)は農地流動・大規模層への農地集積ともにさかんなI類型に分類された。しかし、この類型に属する69市町村のうちでは際だって上位に位置するわけではなく、規模拡大や農地貸借が際だって進んでいるとは言えない。

#### オ 今後の課題

新利根村(町)を、農地の流動化と担い手形成の観点から特徴づけしたが、前半では水田作に限定して、経営規模の把握を土地面積のみで行った。また、後段の分析では、経営耕地を水田と畑に分けずに分析した。しかし現在・大規模水田作においては、転作対応も含めて経営複合化等の動きが進んでおり、今後は、地目について水田と畑として区分して分類し、さらに水田作においても複合化の視点を加えて、農地流動化と担い手形成の動向を明らかにする必要がある。

(木原義正・平野信之<sup>○</sup>・伊香厚雄)

# 第2章 大規模低コスト水田農業 技術体系の開発

## 1. 直播を主体とした水稻の低コスト生産技術体系の開発

### (1) 先進的直播生産技術システムの検証

#### ① 乾田直播による省力水稻栽培技術の検証

##### ア 目的

利根下流地域を対象にした大規模低コスト水田農業技術体系の確立を図るために、耕起、および不耕起乾田直播栽培による省力栽培技術を現地圃場において検証し、技術的な問題点の抽出と改善を行ってプロトタイプ技術を確立する。

##### イ 研究方法

(ア) 供試圃場と品種：太田新田営農組合（茨城県稲敷郡新利根町）が13年間転換畑として麦、大豆を栽培した復元田78aを使用した。土壌は山砂客土を行った泥炭土で粘土含量は25.6%である。復元田初年目から3年間、試験を実施した。供試品種として直播適性が高い「キヌヒカリ」を使用した。試験を開始する前年に、ブルドーザによる湛水均平作業を行い、畑期間に崩落した畦畔の補修を行った。

(イ) 試験区：耕起区（平成6～8年）、不耕起区（平成6～8年）、浅耕区（平成8年）を設けた（図2-1-1、表2-1-1）。

①耕起区（38a）は、平成6～7年はロータリハロシダ（作溝乾田条播直後湛水方式に使用）で播種し、平成8年はロータリ耕起後に農業研究センターで開発したディスク駆動式汎用不耕起播種機<sup>1)</sup>で播種した（4月23日）。②不耕起区（40a、但し平成8年は2.4a）は、汎用不耕起播種機で播種した。平成7年は、苗立不良のために2回の播き直しを行った。③浅耕区（40a）は、平成8年のみ実施した。ドライブハローで5cm程度に浅耕後（2月）、汎用不耕起播種機で播種した（4月23日）。

(ウ) 播種量：平成6～7年は乾籾を、平成8年は、5°Cの冷水に10日間浸漬後、脱水機で脱水した浸種籾を使用した。乾燥籾換算で7～8kgを播種した。

(エ) 施肥：平成6～7年は、基肥として70日型被覆尿素を窒素成分の80%配合したNPKを含む肥料を使用し、幼穂形成期に硫安で窒素追肥（窒素2kg/10a）を行った。基肥窒素量は、平成6年は4kg、平成7年は5kg施用した。平成8年は、PK化成を3月下旬にブロードキャストで予め散布しておき、播種時はLPS100（70%）とLP40（30%）を混合して窒素成分8kg/10aを播種溝内に、播種と同時作業で施肥した。肥料の一部は種子と接触する状態になった（図2-1-2）。

(オ) 雑草防除体系：平成8年に実施した作業日を併記して防除体系を示す。①播種前にグリホサートを乗用管理機で散布（4/17）し、②播種直後にサターンバーロ乳剤を散布（4/24）した。③ヒエの4葉期にシハロホップブチルとバサグランの混合剤を散布（5/16）し、④湛水後に（5/27）キックバイ粒剤を乗用管理機で散布（6/4）した。

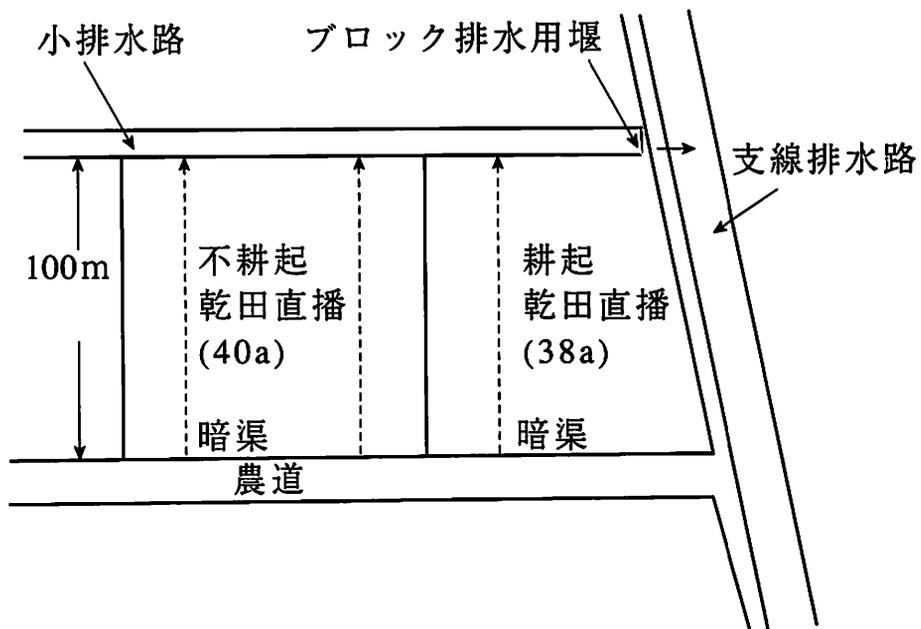


図 2-1-1 乾田直播の現地試験圃場

表 2-1-1 乾田直播の試験区と播種日

	平成 6 年		平成 7 年		平成 8 年	
	面積 (a)	播種日	面積 (a)	播種日	面積 (a)	播種日
耕起乾田直播	38	5/10	38	4/18	38	4/23
不耕起乾田直播	40	5/9	(40)	(4/18)	2.4	4/23
			40*	6/8		
冬期浅耕不耕起乾田直播	0		0		38	4/23

注：品種はキヌヒカリ。\*は、出芽不良のため播き直し。

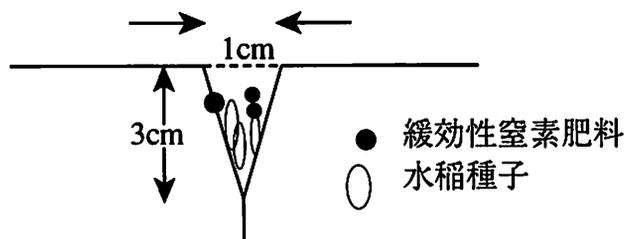


図 2-1-2 不耕起乾田直播における施肥位置

表2-1-2 乾田直播水稻の出芽率と苗立本数

試験年	耕起		浅耕整地*		不耕起	
	出芽率 (%)	苗立本数 (本/m <sup>2</sup> )	出芽率 (%)	苗立本数 (本/m <sup>2</sup> )	出芽率 (%)	苗立本数 (本/m <sup>2</sup> )
平成6年	55	63			75	141
平成7年	41	78			34	72
平成8年	43	108	43	108	28	69

注：浅耕整地は、2月中にドライブハロで実施。

ウ 結果

(ア) 出芽・苗立

平成6年は5月9日、平成7年は4月18日、平成8年は4月23日に播種を行った。平成6年は、平均気温が上昇した5月上旬に播種したので、不耕起区の出芽率は70%~80%と良好であった(表2-1-2)。しかし、耕起区は、播種深度が一定でなく出芽にバラツキが見られた。平成7年は、播種時期を4月下旬まで前進させた。新利根地域の灌漑が開始されて代かき、移植作業が始まる4月26日以前に乾田直播を行うと、作業時期が分散して規模拡大が可能である。そこで、播種期を5月上旬から4月下旬に早めた結果、出芽率が30~40%に低下した。この対策として平成8年は予め浸種処理を行い、播種量を増やした結果、耕起区、浅耕区とも43%の出芽率ながら、苗立本数100本/m<sup>2</sup>を確保した。しかし、不耕起播種区では、苗立率が30%程度と低く、苗立むらも大きかった。原因の1つとして、播種深度が4~5cmと深すぎる部分が存在することが観察された。

(イ) 生育・収量

出芽後の水稻の生育は耕起、不耕起区とも順調であった。LP70を使用した平成6、7年は、幼穂形成期追肥以前に顕著な葉色の低下がみられたが、シグモイド型に溶出する緩効性窒素肥料を混合した平成8年は顕著な葉色の低下は観察されなかった。播種溝施肥による肥料濃度障害も観察されなかった。不耕起区の水稲の最高分けつ期の茎数は移植水稻より少なく、いずれの年も有効茎歩合が高かった(図2-1-3、図2-1-4)。平成6と平成8年の乾物重の推移は、近似しており移植区と同等の乾物量が得られた(図2-1-5)。収量は、平成6年は苗立が優れた不耕起区が、苗立ちのバラツキが生じた耕起区より多く、全刈収量は530Kg/10a(対耕起区の指数113)であった(表2-1-3)。平成7年は不耕起区は播き直しを行ったために409kgと低収であった。平成8年は耕

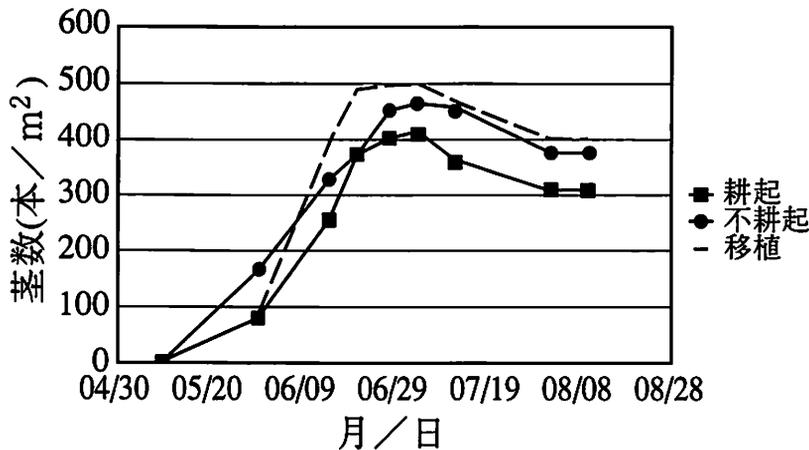


図2-1-3 水稻茎数の推移(平成6年)

表 2-1-3 不耕起乾田直播水稻の収量の推移

	栽培方法 (播種方法)		坪刈収量	全刈収量	
			(kg/10a)	(kg/10a)	(対移植比)
平成 6 年	移植		635	563	100
	乾田直播	耕起	549	468	83
		不耕起	592	531	94
平成 7 年	移植		608	526	100
	乾田直播	耕起	520	436	83
		不耕起	481	409	78
平成 8 年	移植		584	592	100
	乾田直播	耕起	589	584	97
		冬期浅耕	578	556	94

注：品種はキヌヒカリ

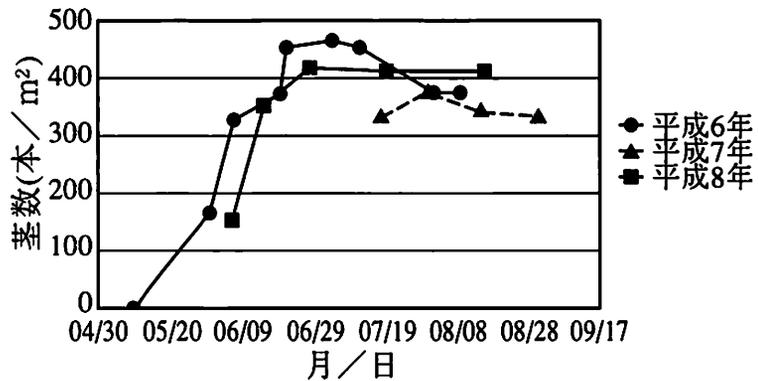


図 2-1-4 不耕起乾田直播水稻の茎数の推移 (平成 8 年は冬期に浅耕)

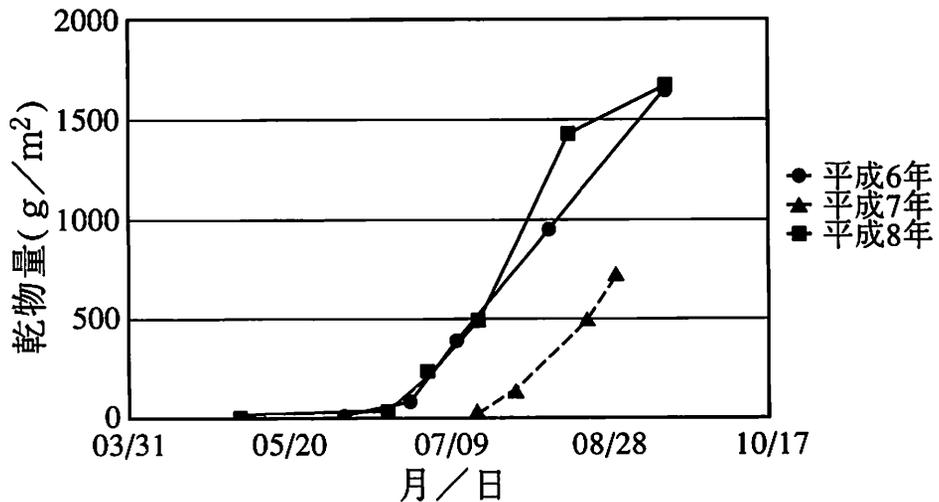


図 2-1-5 不耕起乾田直播水稻の乾物量の推移

表2-1-4 乾田直播水稻の収量構成要素と収量（平成8年）

試験区	わら重 (kg/m <sup>2</sup> )	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	1穂粒数 (X10 <sup>3</sup> )	総粒数 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	単収 (kg/m <sup>2</sup> )
耕起	901.8	381.8	86.2	32.9	85.0	21.8	588.7
浅耕	833.9	350.0	94.9	33.9	83.6	22.0	578.1
不耕起	873.6	354.6	99.3	35.2	78.9	22.0	578.2
平均	869.8	362.1	93.5	33.7	82.5	21.9	581.7

表2-1-5 基盤整備後の減水深

圃場番号	測定場所	減水深 (cm/日)	
		畦畔漏水を含む	除く
1-1	農道側	1.8	1.0
	排水路側	1.8	1.1
1-2	農道側	2.0	1.3
	排水路側	1.7	0.9

注： 湿地ブルドーザによる水中均平後  
麦収穫後の圃場。夏作は休耕。

表2-1-6 乾田直播3年目の減水深 (mm/日)

圃場位置		耕起区	不耕起区
農道側	縦浸透	1.2	0.6
	減水深	2.3	2.6
	差	1.1	2.0
排水路側	縦浸透	1.7	1.0
	減水深	2.2	2.1
	差	0.5	1.1
平均	縦浸透	1.5	0.8
	減水深	2.2	2.3
	差	0.7	1.5

起区584kg、冬期浅耕区556kg共に収量目標(540kg/10a)を達成した。不耕起区は、全刈収量のデータがないが、冬期浅耕区と同じ坪刈収量578kgであった。耕起区は、不耕起区と播種条件を揃えるために耕起後に不耕起播種機で播種したが、最も高い収量となった。540kg/10aの全刈収量目標の達成には、粒数33,000~35,000/m<sup>2</sup>、登熟歩合80~85%が必要で、穂数は350~400本/m<sup>2</sup>、1穂粒数は80~90程度になると考えられる(表2-1-4)。

#### (ウ) 減水深

現地試験圃場の土壌は、山砂を客土して地耐力と生産性を高めた泥炭土である。前年にブルドーザで代かきを行い、畦畔の補修を行った結果、日減水深は適正範囲になった(表2-1-5)。また、乾田直播を行った平成6年が27mm/日、直播3年目の平成8年が25mm/日(表2-1-6)で、畦畔をセメント資材で補強し、さらに小排水路末端の堰を止め排水路水位を高めた結果(図2-1-1)畦畔漏水を少なくすることができ、日減水深は20~30mmの適正範囲内となった。

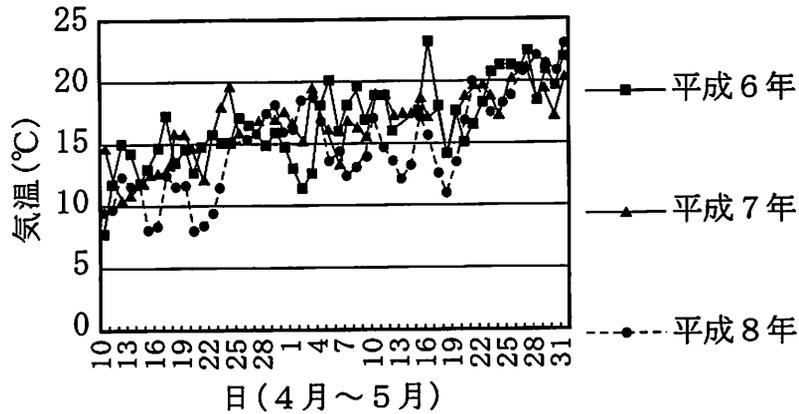


図 2-1-6 播種時期の気温の推移

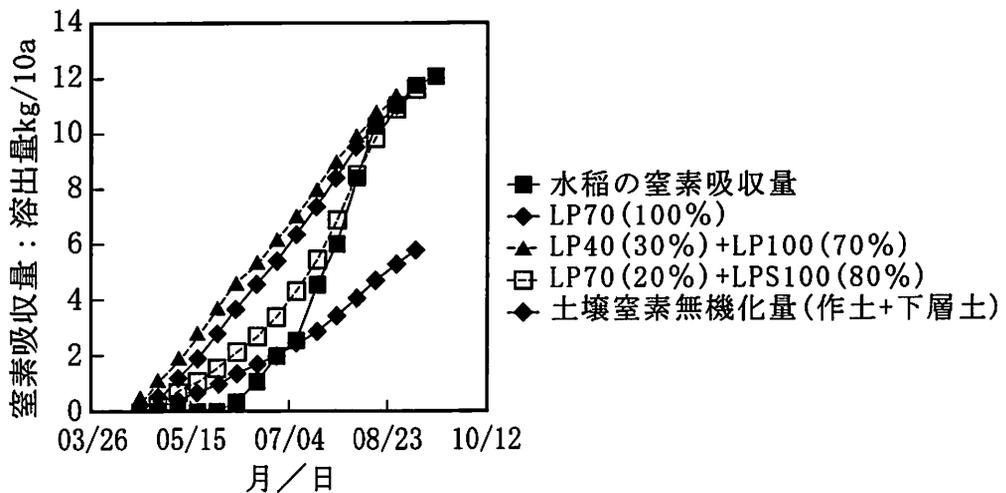


図 2-1-7 緩効性肥料を用いた施肥設計不耕起乾田直播

(エ) 作業体系

汎用型不耕起播種機による播種と散布幅10mの乗用管理機による防除作業を組合わせた体系により、延作業時間6.5時間/10aの省力作業が実施できた。移植作業との作業時期を分散させるために、4月中に直播水稻の播種作業を行うために播種深度の安定化を考慮して、冬期に浅耕を行う作業体系に改善した。

エ 考察

現地試験を行った新利根川流域では、数カ所の揚水機場から灌漑水を汲み上げ、排水は、基幹排水機場で排水する仕組みになっている。4月下旬からポンプ場の稼働が始まり、代かきが行われ、5月の連休中に集中して田植が行われる。稲作規模の拡大を行うには、従来育苗ハウスなどの増設が必要であるが、直播栽培を行うとこの経費が不要となる。また、移植栽培が始まる前に灌漑水の制約を受けない乾田直播栽培を行うことにより移植栽培と作業時期を分散できる。さらに、湛水状

態となった隣接水田からの浸入水によって乾田状態での播種作業が不可能になるトラブルを避けるためにも、灌漑水が使用される前の4月中・下旬に乾田直播を行うことが望ましい。この時期は、地温が低いので播種深度を2～3cmに揃え、稲わらの被覆による地温の低下も避ける必要がある。また、汎用不耕起播種機の回転ディスクによる播種溝を精度良く覆土するとともに、圃場の凹凸を少なくして、苗立むらの解消と除草剤の効果を安定化させるためにも、降雨の少ない冬期に浅耕することが効果的である。平成6～8年の4月の気温の推移からみると、平均気温15℃に達する4月20日以降が播種の早限と考えられる(図2-1-6)。

また、リン酸とカリは農閑期に予め施用することで、播種時は窒素肥料のみを施用することで、補給量が1/3になり播種作業能率が高まる。試験年次によって施肥方法を変えた、また、復元田初年目から試験を行ったために、毎年施肥設計を変えることになった。平成8年は、水稻の窒素吸収パターンに合った窒素供給を、土壌窒素無機化量および緩効性窒素の溶出量の合量で行う前提で緩効性窒素の施肥設計を行った結果(図2-1-7)、LP40日型(30%)とLPS100日型(70%)を混合して全量基肥一回施肥を行った。生育経過および収量構成要素から判断して、この方法により慣行移植栽培と同程度の窒素施肥量で、ほぼ同等の収量が得られると考えられる。

代かきを行わない乾田直播栽培では、漏水の防止が重要である。現地土壌は下層に泥炭があるために、横の水移動が容易であると考えられる。そこで、セメント系資材を混入して突き固めて畦畔を補強し、さらに小排水路末端のゲートを用いて排水路水位を田面下80cmから40～50cmまで高めることで減水深を適正範囲に抑えることができた。また、鳥害については、乾田直播であるためにスズメ、ハトの被害がある。隣接して大麦の圃場があり、播種時には出穂しているために、スズメが大麦圃場に集中する傾向が見られた。しかし、種子が露出した場合は、被害を受けたので、覆土を適切に行うことが重要である。爆音機を用いたが、慣れの問題と、1台の機械がカバーする面積が1ha程度なので、省力、低コストの面からは、一斉に出芽させることで、被害を少なくすることが優先される。また、雑草防除については、グリホサート、シハロホップブチルとバサグラン混合剤、湛水後の初期剤の組み合わせにより、水田が均平で湛水後の除草剤の効果が大きい場合は手取り除草に要する時間は僅かであった。

#### オ 今後の課題

移植栽培栽培と併用するのに好適な乾田直播栽培技術のプロトタイプをほぼ確立した。不耕起播種機を大豆、麦と兼用にすることで機械経費を削減することができるので、水田輪作体系の中に乾田直播技術を適用する条件を明らかにする必要がある。

また、雑草防除の面からは移植栽培、輪換畑とのローテーションを行い、雑草の生育相を変えて防除を容易にすることが考えられるが、この効果について明らかにする必要がある。また、2～3月の浅耕は稲わらがある場合は、ドライブハロにわらが絡まり、引きずられるなどのトラブルが発生した。レーザーレベラで均平作業を行った圃場は機械とクローラによる鎮圧を受けたために地耐力があるので、このような前処理が能率的にできる場合は、予め均平作業を行うことが苗立、収量を安定化させ、雑草防除を容易にすると考えられる。

## 文献

1) 汎用型不耕起播種機、深澤秀夫、長野間宏、田坂公平、唐橋需、特許番号、第2642898号

(長野間宏<sup>○</sup>・南石晃明・小柳敦史・土田志郎・藤森新作・住田弘一)

### ②折衷直播による省力水稻栽培技術の検証

#### ア 目的

乾田直播の一方式である作溝乾田直播について、作業特性、省力性、栽培特性を検証し、適応条件の解明と作業技術体系の確立を行う。

#### イ 研究方法

茨城県新利根村太田新田の地域総合現地圃場1-3(55.7a)において、平成6～8年の3年間キヌヒカリ、コシヒカリの2品種を供試して作溝乾田直播栽培を実施し、適応性の検証と改良方向の解明を行った。

播種は耕起作溝播種機を用いて耕起・施肥・作溝・播種の作業を一工程で行った。除草剤散布、殺虫・殺菌剤散布、追肥の管理作業は、乗用管理機を一貫的に利用して行った。また、生育中期には、乗用管理機に除草・培土機を装着して機械除草・培土作業を実施した。

#### ウ 結果

##### (ア) 作溝乾田直播方式と作業特性

作溝乾田直播栽培は、直播の持つ省力性を損なわず、かつ直播で問題となっている発芽・苗立ちの安定化と倒伏が防止でき、「コシヒカリ」等の良食味米品種の直播栽培を可能とする技術として開発された方式である。この方式では、通常用いられている耕起播種機の後方にそろばん玉状の作溝装置を取り付けた耕起作溝播種機により施肥・耕起、作溝、播種を同時に行い、播種直後に湛水し、その後生育中期に乗用管理機に培土機を装着して培土・除草作業を行う体系である(図2-1-8、図2-1-9)。

##### ①耕うん作業

作溝乾田直播では播種直後に入水を伴うため、通常の乾田直播以上に圃場の均平が必要となる。播種前の圃場準備である耕起作業は、当初ロータリー耕で行ったが、圃場の均平度が低く、播種直

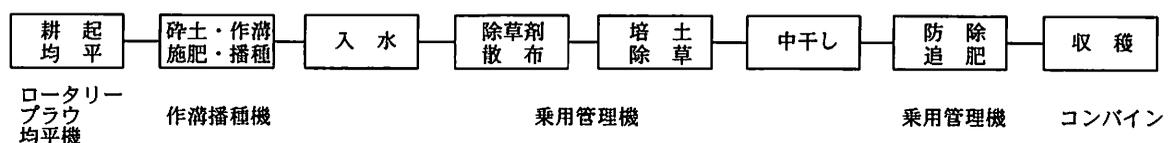


図2-1-8 作溝乾田直播の作業体系

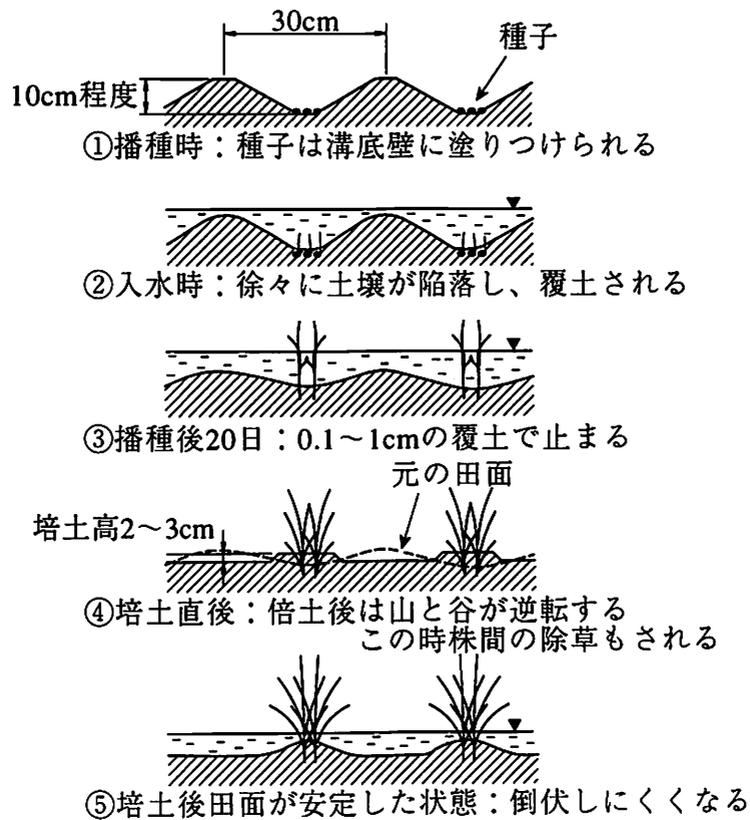


図2-1-9 作溝乾田直播の模式図

後の入水で湛水深にムラが生じ発芽が不安定であった。そのため、レーザー光による均平作業を導入した。均平作業は、レーザー光を水平に照射し、この光のつくる水平面をベースに均平板を一定高さに制御して均平作業を行うレーザー均平機を用いた。しかし、ロータリー耕を行った圃場で、レーザー均平を行ったところ、刈り株や残藁が均平板に溜まり、均平度を悪化させたので、均平前の耕うんをプラウによる耕起に切り替えた。この結果、播種前の圃場準備はロータリー耕による耕うん作業からプラウと均平機による耕起・均平作業の組み合わせとなり、これによって、播種前圃場の均平度は標準偏差1cm以内となり、播種精度を向上させるとともに初期水管理が容易になった。

#### ②播種作業

播種作業は、2.1mのロータリーに7個の播種機と施肥装置、そろばん玉状の円板7個の作溝装置を搭載した耕起作溝播種機で行った(図2-1-10)。作溝装置は駆動されており、圃場が湛水していなければ降雨後の高水分土壌状態でも播種作業が可能であった。試験においては、当初幅30cm、深さ9cmの溝を作り溝底の部分にカルパーコーティングした種子を落とし、無覆土表面播種を行った。この方式は、播種直後の入水により、溝の側面の土壌を崩落させて覆土させる方式であるが、播種時の土壌水分が高いと溝の表面が硬くなり、入水時に水が溝底を走り、それによって種子の移動が生じた。また、溝の深さが深かったため、入水による溝側面の土壌崩壊が予想以上に大きくなり、覆土過剰となった。これによって出芽率が低下した。これらのことから、溝の高さを低くし、

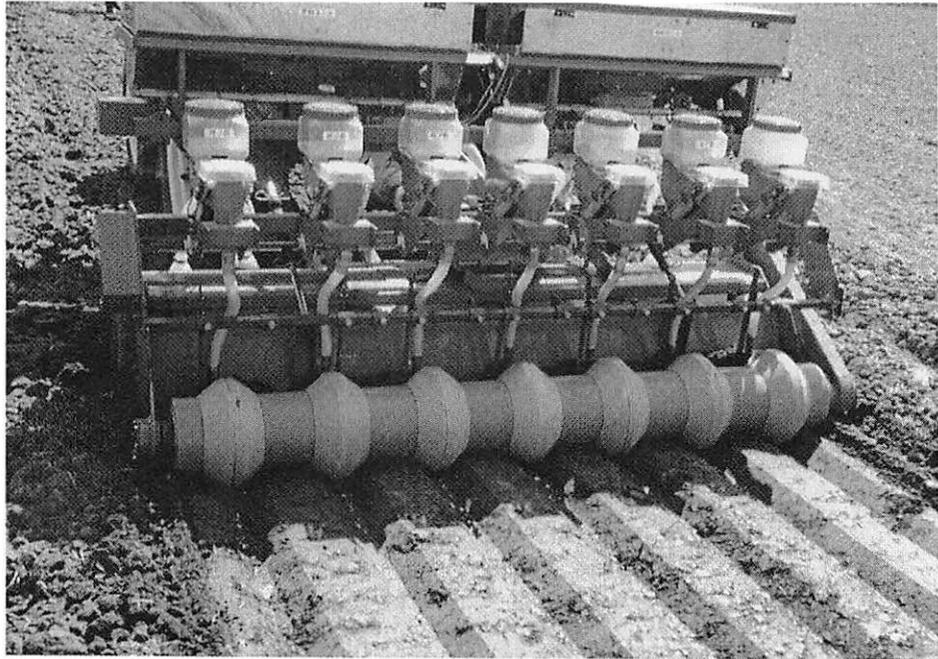


図 2-1-10 耕起作溝施肥播種機による播種作業

幅30cm、深さ5cmの溝を作る作溝装置に交換し、作溝装置の前に種子を落とし、作溝輪で土壤に種子を塗り込む方式に変更した。この方式では、耕起した土と播種した種子が作溝輪の前方で軽く混合され、作溝輪で押さえられるため、種子は薄く覆土される。これによって、入水時の移動や覆土不足を解決でき、催芽した種子でも根の移動や浮き苗を防止することができた。また、薄く覆土されているために、発芽率は向上した。

#### ③水管理

水管理は、自動水管理装置を設置して、設定した水位に一定になるようにした。これによって、水管理労力は大幅に減少した。

苗立期間中の水管理は、溝頂部が隠れる程度の水位を基本とした。しかし、湛水を続けると土壤の崩落が進み、覆土が過剰となって出芽率が低下するので、播種後10日頃、種子の発芽を確認した後1～2日の芽干しを行い、以降は1週間ほど溝頂部の一部が見えるくらいの浅水状態に管理する方法とした。

#### ④管理作業

管理作業は、畑作等で利用され始めた乗用管理機をすべての管理作業に利用する体系で行った。粒剤散布時は散布幅10mの粒剤散布装置を、液剤散布時は散布幅8mの液剤散布装置を、そして、作溝乾田直播の特徴である除草・培土作業時には土寄せ機構のついた7乗用除草・培土機を用いて管理作業を行った。なお、病虫害防除剤の液剤散布には、速度連動型液剤少量散布装置を用いた。

除草剤散布作業には乗用管理機に粒剤または液剤散布装置を装着して行った。使用した除草剤は、当初播種後に行う初期除草にピラゾレート粒剤（商品名：サンバード粒剤）やジメピペレート・ベンスルフロメチル粒剤（商品名：プッシュ粒剤）を、そして、雑草の発生程度によるが中・後期

にはベンタゾン液剤（商品名：バサグラン液剤）を使用する体系であったが、現地圃場の漏水が激しく、除草剤の効果が著しく落ちたので、発芽・苗立ちが揃った時期に落水して、シハロホップ・ベンタゾン液剤（商品名：クリンチャー BAS 液剤）を散布する体系とした。

病虫害防除剤散布には乗用管理機に粒剤または液剤散布装置を装着して行った。使用した病虫害防除剤としては、初期にはいもち病にプロベナゾール粒剤（商品名：オリゼメート粒剤）を用いていたが、液剤補給を省力化するために、液剤少量散布として登録が取れている葉いもち病用のトリシクラゾール水和剤（商品名：ビームゾル液剤）、穂いもち病用のカスガマイシン・フラサイド水和剤（商品名：カスラサイドゾル）、殺虫剤用のエトフェンプロックス液剤（商品名：トレボン EW 液剤）を速度連動式液剤少量散布装置で散布した。

#### ⑤培土・除草作業

培土・除草作業は、乗用管理機にロータリカルチ型水田除草機を用いて、苗が充実する分けつ中期から最高分けつ期の間除草を兼ねて溝崩し除草・培土を行った。溝崩し除草効果は、株元の除草が不十分であったので、全体として6～7割程度の除草率にとどまった。培土により最終的な茎基位置は深くなり、直播の弱点とされる転び型倒伏を回避できるとともに条間に発生した草を除草することができ、中期除草剤散布を省略することができた。作業幅は2.4m（8条）で、作業能率は0.33hr/10a と比較的低い作業能率であった。

表 2-1-7 作溝乾田直播の作業能率

作業名	機械名		作業速度 (m/s)	作業人員 (人)	延べ作業時間 (hr/10a)	当初作業時間 (hr/10a)
種子消毒等				1	1.09	0.75(1)
種子粉衣処理	コーティングマシン					0.34(1)
耕起・均平	クローラクター	グラブ・均平機	0.45	1	0.67	0.33(1)
施肥播種	クローラクター	作溝播種機	0.61	2	0.58	0.57(2)
除草剤散布	乗用管理作業車	多口パイプ噴頭	0.45	1	0.08	0.20(2)
水管理				1	2.24	*5.10(1)
除草・培土	乗用管理作業車	除草・培土機	0.60	1	0.33	0.33(1)
葉いもち防除	乗用管理作業車	多口パイプ噴頭	0.45	1	0.09	0.20(2)
穂いもち防除	乗用管理作業車	ブームスプレー	0.43	1	0.09	0.34(2)
穂肥施用	乗用管理作業車	多口パイプ噴頭	0.45	1	0.16	0.20(2)
収穫・運搬	汎用コンバイン			2	0.56	0.84(2)
乾燥・梱包				1	*1.90	*1.90(1)
				合計	7.79	11.10

注1) \*印の数値は、平成4年度米生産費調査5ha以上層より

注2) 当初作業時間中の収穫・運搬のデータは茨城県耕種基準より、()内の数値は作業人員を示す

注3) 当初作業中の後期・均平作業はロータリー(1.8m)で、管理作業は背負い式動力散布機での作業能率を示す。

表 2-1-8 作溝乾田直播の収量性

	キヌヒカリ	コシヒカリ
播 種 日 (月、日)	5.9	4.24
出 穂 日 (月、日)	8.6	8.10
苗 立 数 (本/m <sup>2</sup> )	76	61
最 高 茎 数 (本/m <sup>2</sup> )	449	518
出穂期乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	885	1126
成熟期乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	1453	1688
穂 数 (本/m <sup>2</sup> )	370	394
全 籾 数 (x100/m <sup>2</sup> )	303	359
登 熟 歩 合 (%)	84	74
千 粒 重 (g)	22.7	22.0
坪 刈 収 量 (kg/10a)	533	583
全 刈 収 量 (kg/10a)	507	511
倒 伏 程 度	0	2.5

注) 倒伏程度：0 (無) ~ 4 (甚)

#### ⑥追肥作業

追肥作業は乗用管理機に粒剤散布装置を装着して行った。使用した肥料は硫安である。

##### (イ) 省力性

10a 当たりの延べ作業時間を表 2-1-7 に示す。播種前の耕うん作業をプラウと均平機による耕起・均平作業に変更したことより、播種前作業が若干増加したが、水管理に自動水管理装置を、管理作業に乗用管理機による一貫管理作業技術および液剤少量散布作業技術を導入したことによりこれらの作業能率が向上し、当初の作業時間は10a 当たり延べ約11時間であったが、試験終了時には、10a 当たり 8 時間程度まで減少できた。また、作業人員も資材の運搬を必要とする播種と収穫作業を除いては、一人で作業ができるようになり、全体として省力性は高くなった。

##### (ウ) 栽培特性

平成 8 年の作溝乾田直播の栽培特性を表 2-1-8 に示す。

①苗立ちは、平成 6 年には表面播種による種子の移動と畝の高さが高かったことによる過剰覆土によって種子が埋没して発芽が不良であったこと、平成 7 年には播種時の土壤水分が高かったため種子が移動・流失して苗立ち本数が少なかったこと等最初の 2 年間は常に問題が生じた。これらの問題に播種方式や水管理方式を変更して対応した結果、平成 8 年には一部が鳥害に遭い部分的に苗立ち本数が少なかったものの播種方式・水管理方式ともほぼ確立し、苗立ちが概ね m<sup>2</sup>当たり 60~70 本程度でも、基肥として緩効性肥料 (LP40) を使い、イネミズゾウムシの防除を行った結果茎数が増加し、出穂期および成熟期の乾物量も大きくなった。

②収量は、コシヒカリでは 4 月下旬に播種した平成 8 年が最も高く、坪刈収量で 583kg/10a、全刈収量で 511kg/10a が得られた。収量に及ぼす構成要素の影響は全籾数が大きく、次いで登熟歩合であった。

③倒伏は稈長が長いコシヒカリで多く発生したが、培土作業を行うことによって、倒伏程度も中程度のなびき型倒伏で押さえることができた。地耐力が不足し、培土作業を行えなかった平成7年には倒伏が著しく発生し、収量低下の要因となった。

## エ 考察

作溝播種機および乗用管理機を利用した作溝乾田直播技術および栽培管理技術について3年間の現地試験でほぼ良好な見通しが得られた(図2-1-11、写真1、2)。出芽・苗立ちについては、諸条件による変動が依然認められるので、条件に応じた対応が必要である。特に、播種時の覆土が不十分の場合には、覆土を確保するために初期水位を多めにしたり、湛水期間を長くするとか、覆土が過剰になるそうであるならば早めに落水して芽出しを促進させるとかの対応が必要となる。また、苗立ち後の茎数発生については、施肥、防除による改善が必要となるなど細かい操作が必要である。倒伏については、とくにコシヒカリについて問題があるので、施肥・水管理とともに培土作業の積極的活用が必要である。

本研究の結果、作溝乾田直播栽培は地下水位が高くなる地域や地下灌漑が可能な地域等漏水の心配がない地域に適用可能である。圃場条件としては、通常の乾田直播に準ずるが、土壌水分が高くても播種が可能であることや播種後にすぐ入水するため保温効果が期待できる等の特徴から、通常の乾田直播よりも適用地域はやや広いことが明らかとなった。しかし、漏水田では除草剤の効果が低く、また、肥料の流亡も予想されるので、漏水田には適していない。

作溝乾田直播技術は、作業方法、栽培管理方法の改善等により3年間の現地試験で安定した技術となったが、今回適用した現地圃場の場合は、技術の安定化が遅れたこと、漏水が激しいこと、入水強度が小さいため播種後の入水に時間がかかること、播種後の水管理が複雑であること、培土作業が省力的でないなどの理由で、現地農家に受け入れられる栽培様式とはならなかった。

## 文献

- 1) 屋代幹雄、藤森新作、中山豊一：大区画圃場における耕うん・均平技術の開発—レーザー光利用による耕盤・表層均平作業技術—、農作業研究第31号、別1、p.21~22、農作業学会、1996. 4
- 2) プロ3チーム：作溝乾田播種、日本型直播稲作導入指針、p.78~80、農業研究センター、1998. 6
- 3) 屋代幹雄ら：大区画水田に対応した乗用管理機による水稻管理作業技術、平成6年度研究成果情報「総合農業」、p.293~294、農業研究センター、1998. 6





プラウによる耕起作業



均平機による砕土・均平作業



耕起作溝施肥播種機による播種作業



乗用管理機による除草剤散布作業



乗用管理機装着型水田除草機による除草・培土作業



乗用管理機による病虫害防除剤散布作業



乗用管理機による肥料（追肥）散布作業



汎用コンバインによる収穫作業

写真1 作溝乾田直播における機械作業



耕起作溝施肥播種機での播種後状況  
(溝底の白い部分が種子)



播種直後の入水状況  
(溝に沿って水が入る)



苗立ちの頃の生育状況



分けつ始期頃の生育状況



分けつ後期頃の生育状況



幼穂形成期頃の生育状況



穂ばらみ期頃の生育状況



収穫期頃の生育状況

写真2 作溝乾田直播における生育状況

(屋代幹雄<sup>○</sup>・古川嗣彦・椛木信幸・丸山幸夫)

## (2) 様式別直播適応栽培条件の解明

### ア 目的

機械移植栽培は育苗期間の環境が人為的に制御できるために苗の生育は安定しており、全国的にほぼ統一された技術として確立している。これに対し直播栽培は播種直後から環境条件の影響を強く受けるので、これを克服するために各地域で様々な方式の直播栽培が検討されている。今後、直播栽培の普及を図るためには、各地域の環境条件を明確にするとともに、直播栽培の必要条件を様式別に明らかにする必要がある。そこで、本研究では、耕起乾田直播、不耕起乾田直播、湛水直播および作溝乾田直播を取り上げ、同一の場所、品種および播種時期で栽培を行い、これらの直播水稻の生育・収量を稚苗機械移植水稻と比較することによって直播水稻の生育特性を様式別に明らかにするとともに、地域別の直播栽培方式決定のための基礎資料を得ようとした。

### イ 研究方法

試験は平成6年から9年にかけて茨城県新利根町の太田新田営農組合水田圃場において品種「キヌヒカリ」を用いて行った。検討対象とした直播様式、供試圃場およびその栽培概要を表2-1-9に示した。また、各年の様式別の播種日、播種量および窒素施肥量は表2-1-10のとおりである。供試圃場は麦・大豆作を14年間継続しており、平成6年は水田転換初年目であったので地力窒素の発現が大きくなることを想定して乾田直播を除き基肥を省略した。

平成6年には播種20日後に苗立調査を行い、苗立数の異なる調査区を設けた。その後、これらの調査区についておよそ1週間おきに茎数、草丈および葉色を測定した。また、最高分げつ期、幼穂形成期、出穂期および成熟期に調査区から稲株を抜き取り、乾物重と非構造性炭水化物含量を調べた。さらに、最高分げつ期と成熟期に各区2~3カ所の根重を調査した。一方、耐転び型倒伏性を比較するため、出穂2~3週間後に押し倒し抵抗を測定した。収穫期には試験区の大きさに応じ各区3~15カ所の坪刈りにより収量および収量構成要素を調査するとともに、全刈り収量を調べた。

平成7年から9年にかけては、苗立調査、主要時期の生育調査、坪刈りおよび全刈り収量の調査を行った。

### ウ 結果

#### (ア) 生育時期

直播栽培の播種日、出穂日および収穫日を様式別に表2-1-11に示した。5月上旬に播種を行った平成6年の直播水稻は、同時期に移植した稚苗と比較して出穂が5~6日遅れたが、乾田直播水稻と作溝乾田直播水稻の出穂日、収穫日はほぼ同時期であった。一方、4月下旬に播種を行った平成8年の直播水稻は5月上旬に移植した稚苗よりも出穂が3~8日遅かった。様式別にみると湛水直播水稻の出穂が最も早く、作溝乾田直播水稻がそれに次ぎ、乾田直播水稻の出穂は最も遅かった。ただし、乾田直播水稻の出穂遅延は収穫時期には大きな影響を及ぼさなかった。なお、直播水稻の様式別の出穂性の差異については、4月中~下旬に播種を行った平成7年および9年にも同様な傾向が認められた。

#### (イ) 出芽苗立性

様式別直播水稻の苗立数および苗立率を表2-1-12に示した。5月上旬に播種を行った平成6年は、湛水直播で鳥害のために播き直しを行ったが、いずれの直播様式も出芽は良好であり、50~80%の苗立率が確保された。4月中~下旬の播種となった平成7年は、降雨による湿害と鳥害のため乾

表 2-1-9 直播栽培の様式別栽培概要

直播様式	圃場番号	栽培概要
耕起乾田直播	1-1-1(38a)	耕起圃場に乾籾または催芽籾を 8 条ロータリーハローシーダで条播。播種後は地下灌漑により出芽を促進し、4～5 葉期に達したら湛水。
不耕起乾田直播	1-1-2(40a)	耕起しない圃場に乾籾または催芽籾を 8 条汎用型不耕起播種機で条播。播種後は地下灌漑により出芽を促進し、4～5 葉期に達したら湛水。なお、平成 8 年は土壌表層を浅く耕起した後に播種、平成 9 年は冬期に整地鎮圧を行って播種。
湛水直播	1-2(30a)	耕起・代かきを行った圃場に過酸化石灰粉粒剤被覆種子を乗用管理機で散播。播種後 4～5 日落水して出芽を促進するとともに、6 月下旬～7 月上旬に強めの中干しを行って倒伏を抑制。なお、平成 8 年は鳥害防止のため播種後湛水管理。
作溝乾田直播	1-3(56a)	耕起圃場に過酸化石灰粉粒剤被覆種子を作溝播種機で溝底に条播。播種直後に溝内を湛水して出芽させ、6 月下旬～7 月上旬に作溝頂部を崩し培土。なお、平成 7 年は無培土、平成 8 年は播種後一時湛水した後に落水管理。
稚苗機械移植	1-4(38a)、 2-3(85a)	耕起・代かき圃場に 2 葉苗を 8 条田植機で移植。以後の栽培管理は慣行に従って行う。

田直播水稻が出芽不良となり、不耕起乾田直播では播き直しを行った。また、同年の作溝乾田直播水稻は深水のために出芽不良となり播き直しを行ったが、播種直後の灌漑水により種子が流されたため苗立率は低く止まった。同じく 4 月下旬に播種を行った平成 8 年は播種後の低温のためいずれの直播様式も苗立率は 33～43% と低かった。また、播種後に落水管理を行った作溝乾田直播水稻は鳥害により苗立率がさらに低下した。平成 9 年は不耕起乾田直播水稻は苗立ちが良好であったが、湛水直播水稻は播種後の深水により浮き苗が多発して苗立率が低下した。

(ウ) 生育特性

5 月上旬に播種あるいは移植を行った平成 6 年に、各直播様式の試験区にはほぼ同様な苗立数(70～90 個体/m<sup>2</sup>)の調査区を設定し、直播水稻の生育を機械移植水稻と比較した。直播水稻の生育初期の茎数は移植水稻より明らかに少ないが、その後次第に増加する(図 2-1-12)。茎数増加は湛水直播

表2-1-10 様式別直播栽培の播種日、播種量および窒素施肥量

	耕起乾田 直播	不耕起乾 田直播	湛水直播	作溝乾田 直播	稚苗機械 移植
播種日（移植日）					
平成6年	5月10日	5月9日	5月20日*	5月9日	（5月11日）
平成7年	4月18日	6月8日*	4月26日	5月18日*	（5月11日）
平成8年	4月23日	4月23日	4月26日	4月24日	（5月10日）
平成9年	-	4月22日	4月25日	-	-
播種量：kg/10a（栽植密度：株/m <sup>2</sup> ）					
平成6年	3.2	6.0	3.6	4.7	（18.2）
平成7年	5.0	6.0	4.0	4.7	（16.0）
平成8年	7.0	6.0	4.4	6.0	（16.0）
平成9年	-	7.0	4.4	-	-
窒素施肥量（基肥+追肥）：kg/10a					
平成6年	3.2 + 3.0	4.0** + 3.0	0.0 + 2.0	0.0 + 2.0	0.0 + 2.0
平成7年	6.0** + 2.0	6.0** + 2.0	3.6 + 3.4	4.3 + 2.0	5.6 + 2.0
平成8年	8.0** + 0.0	8.0** + 0.0	4.0** + 0.0	4.0** + 3.0	4.0 + 2.0
平成9年	-	8.0** + 0.0	5.6** + 0.0	-	-

注）\* 出芽不良のため播き直し、\*\* 緩効性肥料

水稻が最も著しく、耕起乾田直播水稻がそれに次ぎ、不耕起乾田直播水稻と作溝乾田直播水稻の茎数は少なめに推移した。最高茎数は湛水直播水稻が最も多く、移植水稻がそれに次ぎ、耕起乾田直播水稻、不耕起乾田直播水稻、作溝乾田直播水稻の順に少なくなった。葉色の推移をみると、乾田直播水稻は生育初期に葉色値が低かったが、不耕起乾田直播水稻は追肥により一時的に葉色値が高まった（図2-1-13）。また、幼穂発育期には移植水稻と湛水直播水稻の葉色の低下程度が大きかったが、追肥施用により出穂期頃の葉色値の差異は小さくなった。

乾物重は湛水直播水稻が最も大きく、不耕起乾田直播水稻がそれに次ぎ、耕起乾田直播水稻と作溝乾田直播水稻は小さく推移した（図2-1-14）。また、稲体の非構造化炭水化物含量に様式間の差異は認められなかった（図表省略）。最高分げつ期の根量は不耕起乾田直播水稻、移植水稻、湛水直播水稻が大きく、耕起乾田直播水稻、作溝乾田直播水稻が小さかった（図2-1-15）。しかし、成熟期の根量は移植水稻より直播水稻の方が大きく、様式の差異はあまり認められなくなった。

#### （エ）耐倒伏性

平成6年に様式別直播水稻の押し倒し抵抗を測定した（表2-1-13）。株当たりの押し倒し抵抗値は移植水稻が大きく、直播水稻は小さかった。様式別には、耕起乾田直播水稻の押し倒し抵抗値が大きく、不耕起乾田直播水稻、作溝乾田直播水稻がそれよりやや小さく、湛水直播水稻は明らか

表 2-1-11 様式別直播水稻の生育時期

	耕起乾田 直播	不耕起乾 田直播	湛水直播	作溝乾田 直播	稚苗機械 移植
播種日（移植日）					
平成6年	5月10日	5月9日	5月20日*	5月9日	(5月11日)
平成7年	4月18日	6月8日*	4月26日	5月18日*	(5月11日)
平成8年	4月23日	4月23日	4月26日	4月24日	(5月10日)
平成9年	-	4月22日	4月25日	-	-
出穂日					
平成6年	8月5日	8月5日	8月8日*	8月6日	7月31日
平成7年	8月8日	8月25日*	8月5日	8月18日*	8月2日
平成8年	8月12日	8月12日	8月7日	8月8日	8月4日
平成9年	-	8月8日	8月6日	-	-
収穫日					
平成6年	9月18日	9月18日	9月21日*	9月18日	9月16日#
平成7年	9月19日	10月6日*	9月19日	9月27日*	9月6日
平成8年	9月21日	9月21日	9月19日	9月21日	9月10日
平成9年	-	9月15日	9月17日	-	-

注) \*出芽不良のため播き直し、#刈り遅れ。

に小さかった。株当たりの押し倒し抵抗値を穂数で除して得られた穂当たりの押し倒し抵抗値は、耕起乾田直播水稻が最も大きく、移植水稻、作溝乾田直播水稻、不耕起乾田直播水稻の順に小さくなり、湛水直播水稻は最も小さかった。倒伏程度は湛水直播水稻が最も大きく、作溝乾田直播水稻でも培土を省略した場合には倒伏が生じたが、乾田直播水稻と移植水稻では倒伏は認められなかった（表2-1-14）。

(オ) 収量性

様式別直播水稻の坪刈りおよび全刈り収量を表2-1-14に示した。4つの直播様式を比較した平成6年から8年までの10a当たり全刈り収量の平均値は湛水直播水稻が551kgで最も高く、不耕起乾田直播水稻が499kg、耕起乾田直播水稻が496kg、作溝乾田直播水稻が490kgでほぼ同程度であった。ただし、播き直しを除外した場合、不耕起乾田直播水稻の収量は544kgとなり湛水直播水稻に近い収量となる。また、平成9年の不耕起乾田直播水稻の収量は563kgであり、湛水直播水稻の485kgを上回った。

平成6年の様式別直播水稻の収量構成要素を表2-1-15に示した。穂数、籾数は湛水直播水稻が最も多く、作溝乾田直播水稻、不耕起乾田直播水稻がそれに次ぎ、耕起乾田直播水稻が最も少な

表2-1-12 様式別直播水稻の苗立数および苗立率

	耕起乾田 直播	不耕起乾 田直播	湛水直播	作溝乾田 直播	稚苗機械 移植
m <sup>2</sup> 当たり苗立数（植え付け個体数）					
平成6年	90	188	99*	95	(85)
平成7年	76	151*	110	65*	(75)
平成8年	108	108	62	76	(75)
平成9年	-	190	46	-	-
平均（6～8）	91	149	90	79	(78)
苗立率（％）					
平成6年	73	79	69*	51	-
平成7年	41	68*	74	27*	-
平成8年	43	43	42	33	-
平成9年	-	65	31	-	-
平均（6～8）	52	63	62	37	-

注）＊出芽不良のため播き直し。

かった。籾数が多く軽微な倒伏がみられた湛水直播水稻の登熟歩合がやや低かったが、他の直播水稻および移植水稻の登熟歩合はほぼ同等であった。したがって、坪刈り収量は籾数と同様な傾向を示し、湛水直播水稻および移植水稻が高く、不耕起乾田直播水稻、作溝乾田直播水稻、耕起乾田直播水稻の順に低下した。

## エ 考察

5月上旬に播種する場合、出穂期は同時期に移植する稚苗よりも数日遅れるが、様式別の出穂期の差異はそれほど大きくないと考えられた。しかし、4月中～下旬に播種する場合、とくに播種後の条件が厳しい場合には出穂が大幅に遅延することが認められた。様式別には乾田直播水稻の出穂遅延が最も大きく、5月上旬に播種するよりもむしろ出穂が遅くなる場合もあるとみられた。

乾田直播水稻は地下灌漑により出芽が促進されたが、播種後の降雨による出芽不良も認められた。また、播種深度が浅い場合や覆土が不十分な場合に鳥害を受けるので、苗立率の向上のためには播種深度の確保と土壤水分の制御が必要である。湛水直播水稻の出芽は比較的安定していたが、播種深度が浅い場合には浮き苗の発生などにより苗立ち不良となった。また、播種後に落水管理を行う場合には鳥害を受けやすいので、播種深度の確保と播種後に適切な水管理を行う必要がある。作溝乾田直播水稻では、播種直後の湛水により土壤崩落が著しい場合に出芽不良となった。また、表面播種のため播種後に落水管理を行う場合にはとくに鳥害を受けやすいので、湛水条件下での出芽苗

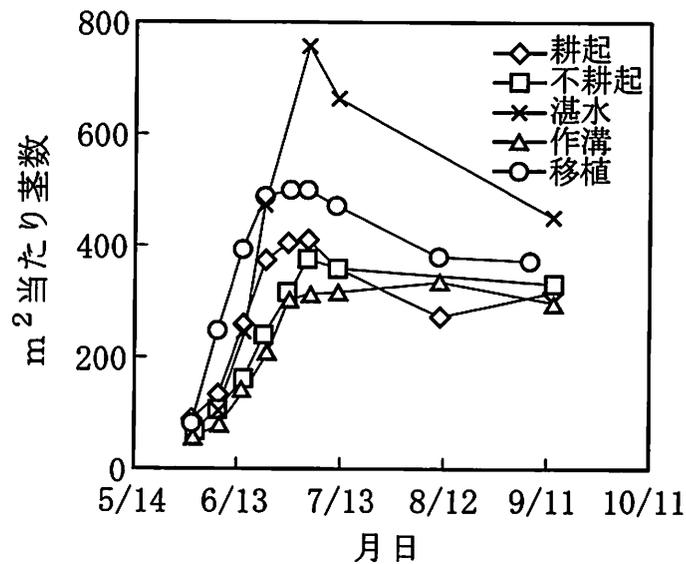


図 2-1-12 様式別直播水稻の茎数の推移 (平成 6 年)

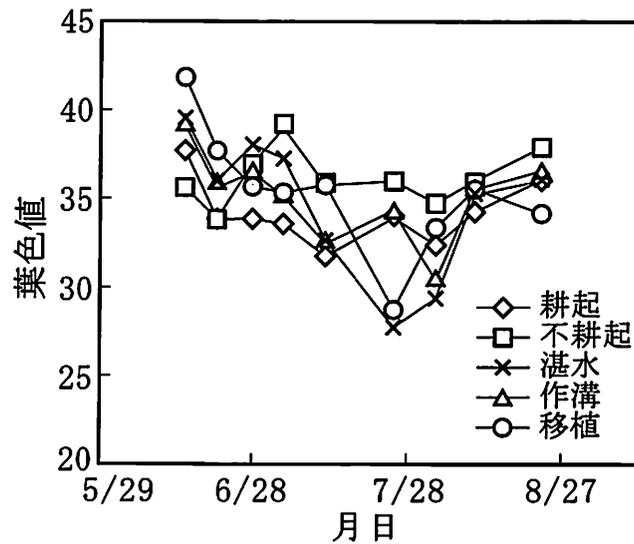


図 2-1-13 様式別直播水稻の葉色の推移 (平成 6 年)

立ち向上策を検討する必要がある。

湛水直播水稻は苗立ち後の生育が旺盛であり最高茎数が最も多く乾物重が大きかった。耕起乾田直播は初期生育は比較的良好であったが、生育中期以降は生育が凋落傾向となり、穂数が少なく、乾物重も小さかった。不耕起乾田直播水稻の初期の茎数増加は緩やかであり、最高茎数も少なかった。作溝乾田直播水稻は深水や培土によって茎数が抑制される場合が認められ、乾物重も小さかつ

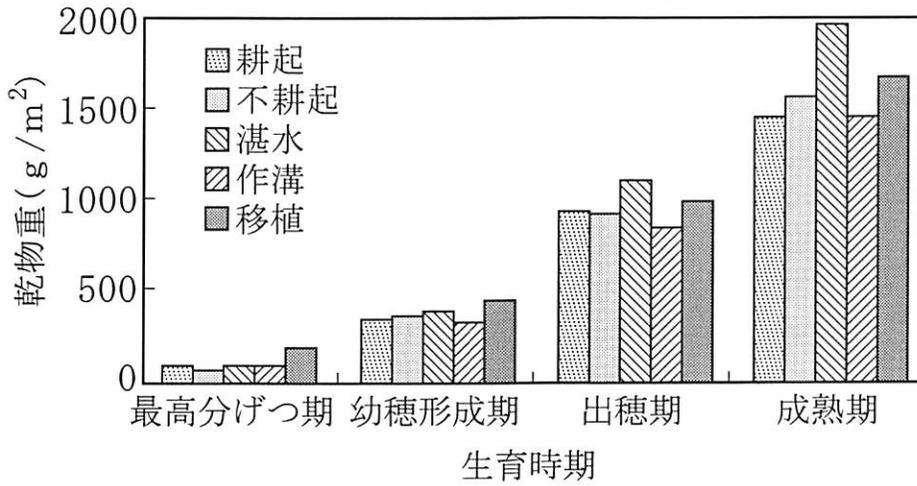


図 2-1-14 様式別直播水稻の乾物重の推移 (平成6年)

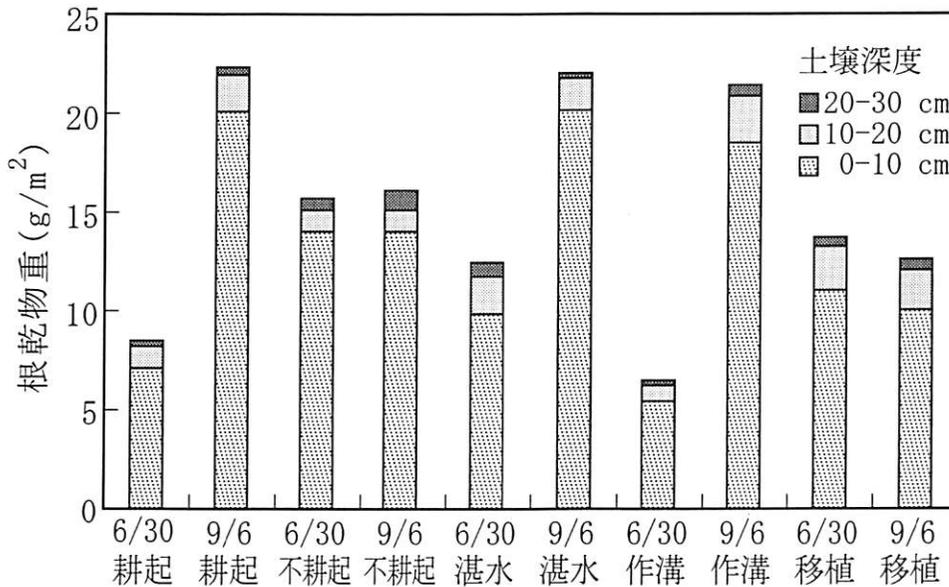


図 2-1-15 最高分げつ期 (6月30日) と成熟期 (9月6日) における根量と分布 (平成6年)

た。一方、耐転び型倒伏性を示す押し倒し抵抗値は乾田直播水稻および作溝乾田直播水稻が大きく、湛水直播水稻は明らかに小さかった。この結果は実際の倒伏程度とも一致していた。以上のことから、湛水直播では、過繁茂や倒伏に備えての施肥・水管理が重要であり、耕起乾田直播および不耕起乾田直播では初中期の生育促進のための肥培管理に留意する必要があると考えられる。また、作溝乾田直播では施肥・水管理により初期生育を促進することが重要とみられた。

不耕起乾田直播の4年間の10a 当たり平均全刈り収量は、播き直しの年を除外すれば550kg であり、

表 2—1—13 様式別直播水稻の押し倒し抵抗 (平成 6 年)

栽培様式	押し倒し抵抗 (kg/株)	穂数 (本/株)	抵抗/穂 (g/穂)
耕起乾田直播	0.47±0.14	8.4±1.8	55±11
不耕起乾田直播	0.42±0.15	10.5±1.9	40±11
湛水直播	0.22±0.13	8.1±2.4	26±14
作溝乾田直播	0.41±0.13	9.8±1.9	42±14
稚苗機械移植	0.86±0.17	18.3±4.6	49±12

注) 押し倒し抵抗は平成 6 年の出穂15～23日後に、水稻株の地上部20cmの部位に CPU ゲージ(アイコーエンジニアリング、MODEL-9200)を当て45度押し倒した時の応力を測定、20株の平均値±標準偏差で表示。

最終年も582kgを得ていることから、所期の目標収量である550kgを一応実証したと考えられる。また、湛水直播の4年間の平均全刈り収量は535kgであり、苗立ちの安定化が図られれば有望な技術と考えられる。一方、耕起乾田直播および作溝乾田直播については、収量水準を向上するための試験研究を積み重ねる必要がある。

## 文献

- 1) 西尾博之・天本真登・松村 修・狩野幹夫・長野間宏・丸山幸夫・椛木信幸 1995. 水稻直播栽培における様式別生育特性の比較—湛水直播、不耕起乾田直播及び作溝培土直播について— 日作紀、64(別2):163-164.

表2-1-14 様式別直播水稻の収量および倒伏程度

	耕起乾田 直播	不耕起乾 田直播	湛水直播	作溝乾田 直播	稚苗機械 移植
坪刈り収量 (kg/10a)					
平成6年	560	617	650*	574	635
平成7年	521	482*	592	485*	482
平成8年	589	578	631	593	592
平成9年	-	582	477	-	-
平均(6~8)	557	559	624	557	570
全刈り収量 (kg/10a)					
平成6年	468	531	551*	507	563
平成7年	437	409*	519	485*	458
平成8年	584	556	584	477	584
平成9年	-	563	485	-	-
平均(6~8)	496	499	551	490	535
倒伏程度					
平成6年	0	0	0.5*	0	0
平成7年	0	0*	0.5	2.0*	0
平成8年	0	0	3.0	0.5	0
平成9年	-	0	0.5	-	-
平均(6~8)	0	0	1.3	0.8	0

注) \* 出芽不良のため播き直し。倒伏程度は0(無)~5(甚)の5段階評価。

表 2-1-15 様式別直播水稻の収量構成要素 (平成 6 年)

栽培様式	稈長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	1穂 籾数	m <sup>2</sup> 当 籾数 (×10 <sup>4</sup> )	登熟 歩合 (%)	千粒 重 (g)	坪刈 収量 (kg/10a)
耕起乾田直播	86.3	316	88	2.79	86.3	23.1	560
不耕起乾田直播	88.7	347	87	3.01	83.5	23.4	617
湛水直播	83.2	454	78	3.53	81.0	22.6	650
作溝乾田直播	90.0	370	82	3.03	83.8	22.7	574
稚苗機械移植	90.0	375	86	3.23	84.9	22.8	635

(丸山幸夫<sup>○</sup>・椛木信幸・長野間宏・松村 修・狩野幹夫・西尾博之・天本真登)

### (3) 水稲直播様式別の適応土壌条件の解明

#### ア 目的

大規模低コスト水田農業技術体系の主要技術である水稲直播技術の内、代かきを行わない直播(耕起、不耕起乾田直播、作溝直播)による安定生産が可能な土壌および水利条件を設定するとともに、利根川水系において乾田直播が適応できる地域を明らかにする。

#### イ 研究方法

(ア) 不耕起乾田直播の適地要因の整理：昭和53年に農蚕園芸局農産課により刊行された「直播稲作導入適地図」作成の際に用いられた適地条件に関する要因に、不耕起栽培の適地に関する要因を追加する。具体的には、地力保全基本調査成績書に記載されている調査項目の中から、漏水性、肥沃性に関する項目を選び、不耕起乾田直播の適地判定の基準を策定する。次に、地力保全基本調査成績書に記載された市町村別の水田の土壌統別の面積と土壌統の代表地点の土壌断面調査と土壌分析データをもとに、適地判定基準(試案)により、市町村別の適地面積を集計した。次いで関東農政局作成の利根川水系地図をもとに、関東平野の市町村を水系別に8ブロックに分けて、水系ブロック別の直播適地面積の集計を行った。さらに、適地と判定された土壌統の分布を土壌図をもとに図示した。

(イ) 水利調整からみた水稲直播栽培導入上の問題点の把握：関東農政局が平成3年に刊行した取水量年表(平成元年調査)に記載された利根川水系の取水施設91カ所の時期別の取水量の記録をもとに灌漑水の取水期間について類型化を行うとともに、取水施設毎の水系を示す水利現況図をもとに水田地帯を灌漑期間の類型別に分けて、図示した。灌漑水の利用の面から直播導入上の問題点を検討した。

#### ウ 結果

##### (ア) 不耕起乾田直播の適地要因

土壌条件を中心にした不耕起乾田直播栽培の適地判定の要因として、漏水性に加えて、土壌窒素の発現が少ない不耕起栽培では肥沃な土壌の方が多収を得る上で有利であることから作土および下層土の窒素肥沃性を取り上げた。漏水性に関しては下層土(次層)の土性について、作土、下層土の肥沃性に関しては作土の窒素無機化量(風乾土)、全窒素含量について基準を設けた(表2-1-16)。

##### (イ) 適地図

地力保全基本調査成績書から、利根川水系の各水系ブロック毎の土壌の種類別面積を求めると、小貝川、鬼怒川ブロックでは多湿黒ボク土が多く、霞ヶ浦、中川ブロックではグライ土が多い。不

表2-1-16 不耕起乾田直播の適地判定基準試案

要 因	判 定 基 準	
漏 水 性 (適正減水深)	下層土の土性	細粒質土壌 HC, LiC, CL, SiCL
作土の肥沃性	窒素無機化量	風乾土10mg以上
下層土の肥沃性	次層の全窒素	0.1%以上

表 2-1-17 不耕起直播適地推定面積と比率（利根川水系）

ブロック名	適地面積	面積比率(%)
霞ヶ浦	25969ha	54.7
小貝川	18466	47.9
鬼怒川	14393	33.9
思川	11735	35.4
渡瀬川	12634	36.7
利根川下流	9730	26.0
中川	43071	78.0
利根大堰上流	12734	30.6
合計	148732	54.3

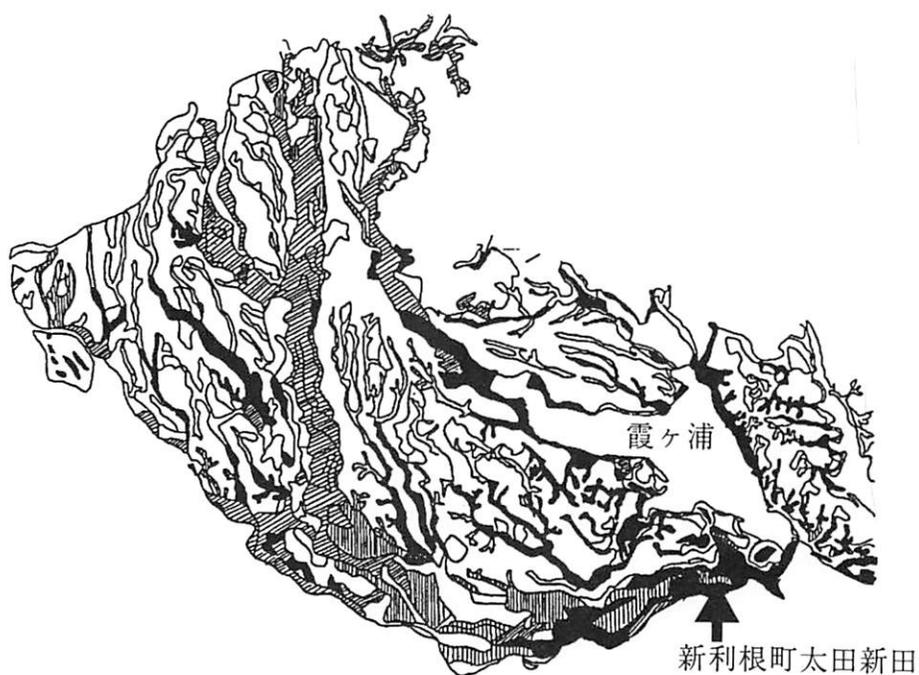
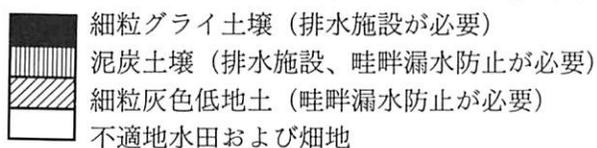


図 2-1-16 茨城西・南部の乾田直播適地土壌の分布（透水性から判定）



耕起乾田直播の適地と考えられる水田面積の割合は、霞ヶ浦、中川ブロックで50%以上と推定され、特に中川ブロックでは78%となった。多湿黒ボク土、中粗粒・礫質土壌の多い、鬼怒川、思川、渡瀬川、利根川下流（主に利根川下流の千葉県側）では適地面積の割合が小さかった（表 2-1-17）。茨城県側の利根川水系の水田について図示した結果、乾田状態で播種作業を行うための排水対策及び湛水後の畦畔漏水を抑える対策を行うことで不耕起乾田直播が実施可能な地帯が広く分布し

た(図2-1-16)。

(ウ) 水利調整からみた直播栽培導入上の問題点

利根川水系の85カ所の取水施設について、時期別取水量を検討した結果、①4月～8月に灌漑される早期栽培地帯に対応した施設、②4月下旬～9月中旬まで灌漑される施設、③5月～9月まで灌漑される施設、④6～9月まで灌漑される稲麦二毛作地帯に対応した施設、⑤年間通して灌漑されるが、6月以降取水量が増加する施設、⑥年間を通して取水される施設に分けることができた。この取水施設について、6タイプ毎の集計を行った結果、4～8月に灌漑が行われる施設が全体の60%で最も多く、受益面積では44%であった。また、6月以降灌漑が行われるか、6月以降取水量が顕著に多くなる施設は10%の施設で、15%の受益面積があった(表2-1-18)。

(エ) 代かきを行わない直播の導入可能面積

茨城県南西部の利根川水系の灌漑施設を利用する50%以上の水田で、播種適期間に降雨があっても作業可能日数を増すための暗渠排水、隣接田からの浸入水の防止、水持ちを良くするための畦畔漏水の防止などの必要な対策を行うことで乾田直播の導入が可能である。現在、しかし、現在の水利調整の実態からは、9月中旬まで灌漑水の利用が可能な地域は県西北部に限られた(図2-1-17)。

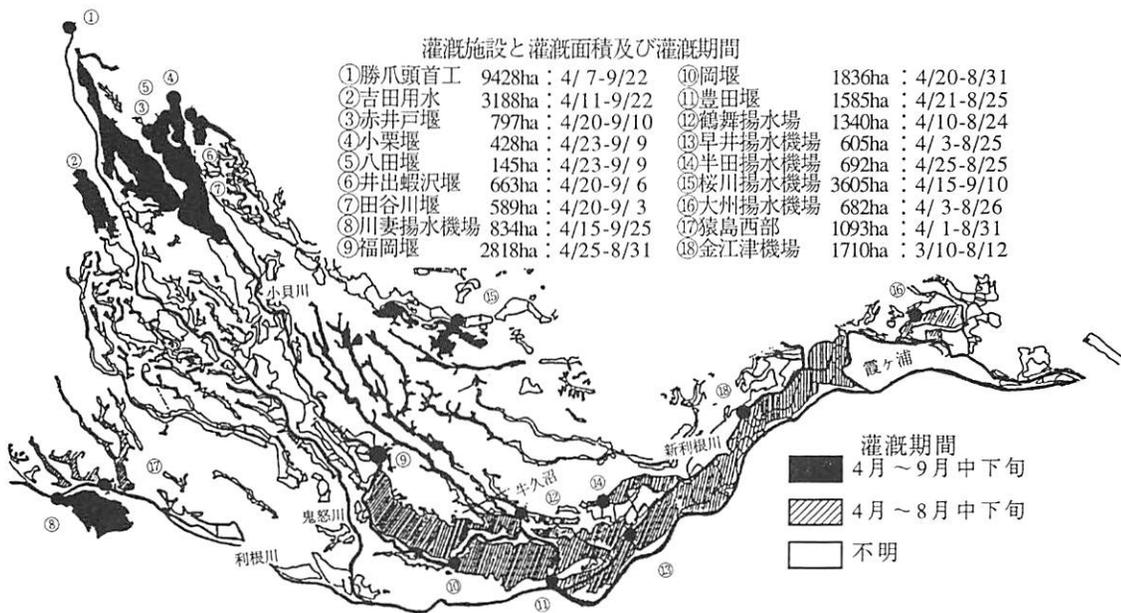


図2-1-17 利根川水系の取水施設と灌漑期間

エ 考察

土壌条件から判定した代かきを行わない直播技術の適地面積は、関東の平坦な沖積土水田地帯で40～50%と推定されるが、直播栽培では4月下旬播種でも移植栽培より成熟期が1～2週間遅れ、9月上旬まで灌漑水を利用するので、直播栽培技術を用いた規模拡大には、作期に合せた水利調整の見直しが必要である。水利調整を改善して、灌漑期間を延長するには、ポンプ場の電気代金、管理人の日当などが必要になるので、直播栽培を行う地域を集団化して土地利用と水管理の調整を行う必要がある。

表2-1-18 取水量時期別変動による利根川水系の取水堰の分類

取水時期の類型	4-8月*	4-9月	5-9月	6-9月**	全期間+6月	全期間	合計
取水堰数	51	9	12	4	5	4	85
受益面積 (ha)	71510	42878	9076	2430	23483	14139	163516
同上比率 (%)	44	26	6	1	14	9	100

注：取水量年表（関東農政局：平成3年刊行）から作成（1989年調査）

\* 取水開始：4月上旬、終了：8月中下旬。早期栽培地帯。9月中旬まで延長必要。

\*\* 取水開始：6月上中旬。麦作地帯。乾田直播が適する。

（長野間宏<sup>○</sup>・藤森新作）

#### （4）直播様式別の適応水管理条件の解明

##### ア 目的

水田農業をめぐる今日の情勢をふまえ、また、「新政策」に示された望ましい経営体を展望したときには、水稻の直播技術導入を中心とした大規模低コスト水田農業技術体系および営農システムの確立が急務となっている。そこで、泥炭地圃場における水稻直播栽培の省力化と生産の安定化を図ることを目的として、これに必要な水管理上の課題を解決するため、利根川下流域の泥炭地帯における水利用実態や土地基盤状況を調査し、ここでの問題点を抽出するとともに対応技術を確認する。

##### イ 研究方法

（ア）調査圃場：茨城県新利根町太田新田営農組合圃場他

（イ）調査・研究方法：

①基幹水利施設の稼働状況を調査し、管理上の問題点を明らかにする。また、各水田における水管理の適正化を図るため、現地水田に自動給水器を設置するとともに、移植栽培、湛水直播、作溝直播、乾田直播の取水量と田面水位を調査し、各栽培様式別の用水量を把握する。さらに、乾田直播と大豆栽培において地下灌漑を実施し、生育・収量との関係を見る。

②水管理に大きく影響する要因として畦畔漏水があり、また、栽培管理上で最も人力を要する作業として畦畔の草刈りがある。これら問題に対応するため、畦畔改良技術の開発等を行う。

③直播栽培の最大のポイントは、発芽・苗立ちの安定化と雑草対策であり、これを解決するためには田面均平度を高めることが重要である。そこで、レーザーレベラレベラーを用いて均平作業を実施し、均平度の評価等を行う。

##### ウ 結果と考察

（ア）水管理の適正化技術

##### ①基幹用排水施設の管理状況

平成9年4月1日から8月31日におけるS地区（687ha）の用・排水機場運転記録から単位水量を求めると、用水量2,754mm、雨量410mmに対し排水量は3,875mmとなっている（図2-1-18）。蒸発量を450mmと仮定すると残流入量の1,161mmは家庭排水と河川からの浸透水と考えられる。

ここで問題なのは、ほぼ全域でかけ流し灌漑が行われているため、各給水栓からの吐出量が減少するとともに、用水機場は24時間連続運転を余儀なくされ、また、排水機場は灌漑期間中連日26mmの降雨があるがごとく稼働していることである。

兼業の深化やパイプライン化による水利秩序の欠落、施設容量不足、および畦畔漏水がかけ流しとならざるを得ない主因であり、この対策を講じなければ用・排水管理費の軽減は望めない。

#### ②自動給水器による水管理の省力化と適正化

低価格でしかも生産者が容易に設置できる自動給水器を開発し、調査圃場に設置した結果、週に1回の点検・調整で適正な水管理が行え、用水量は約40%削減できた。また、無効放流は皆無に近くなることが判明した(図2-1-19)。平成9年の灌漑期の管理費(電力量+管理人賃金)は3,180円/10aであるが、自動給水器を設置すれば約2,000円/10aとすることも可能である。

#### ③直播様式別の用水取水実態

用水吐出口に水道メーターを設置し取水実態を調査した。また、水稻の生育ステージに応じた適正な田面水位を維持するため自動給水器を設置するとともに、畦畔漏水を防止するためセメント系固化材を用いて畦畔改良を行った。

日別の用水取水状況は栽培様式によって大きく異なっている(図2-1-20)。全用水期間の敢水量は、移植栽培(1,156mm)と比べ、乾田直播で1.9倍、作溝直播で1.6倍、湛水直播で0.8倍となった。乾直と作溝で敢水量が大きい原因としては、代かきをしないため初期の減水深が大きいことと中干しを行わなかったことが上げられる。一方、湛水直播の取水量が少ない要因としては、分けつ促進等のために間断灌漑や浅水としていることがあり、敢水量は少ないがきめ細かな水管理を必要とする。

#### ④乾田直播と大豆栽培における地下灌漑の効果

乾田直播における発芽・苗立ちの安定化を図るために既設の暗渠組織を利用した地下灌漑を行った結果、従来の発芽率は60~70%であったが80%に向上した。一方、地下水位は圃場の位置によって上昇限界が異なり、この要因としては、隣接圃場からの用水浸透や排水路水位の変化等がある(図

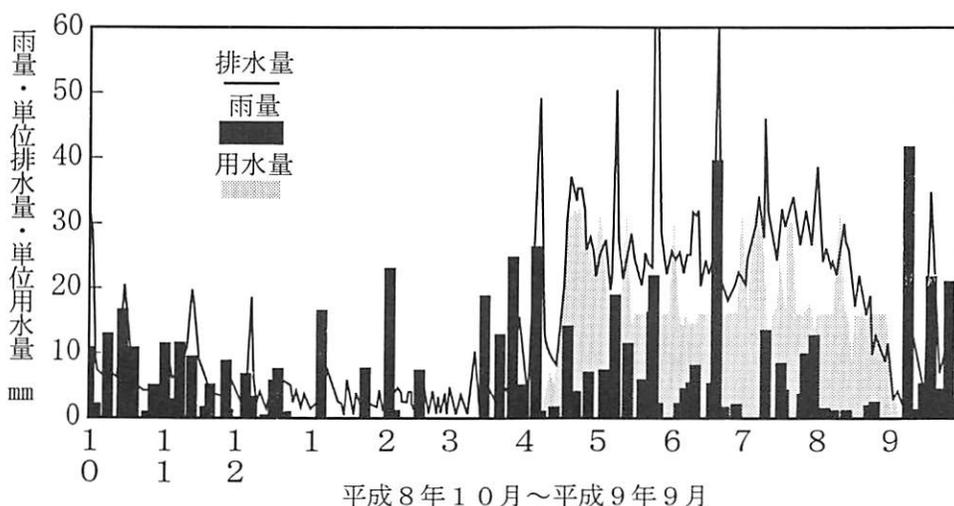


図2-1-18 用・排水基幹施設の稼働状況

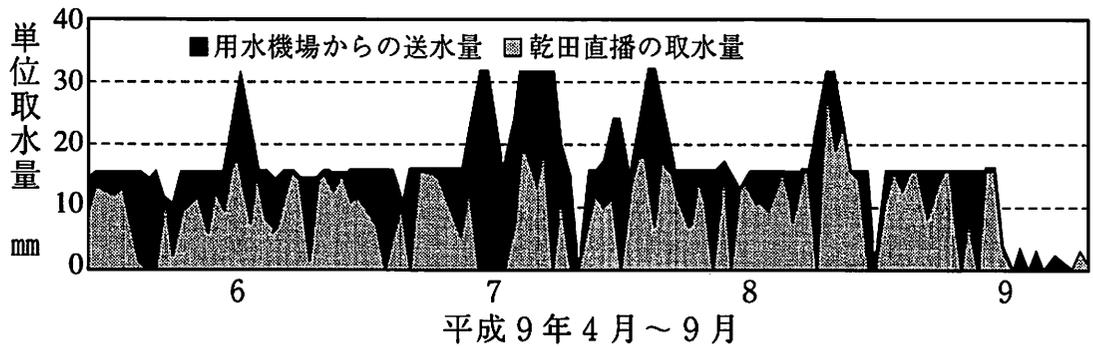
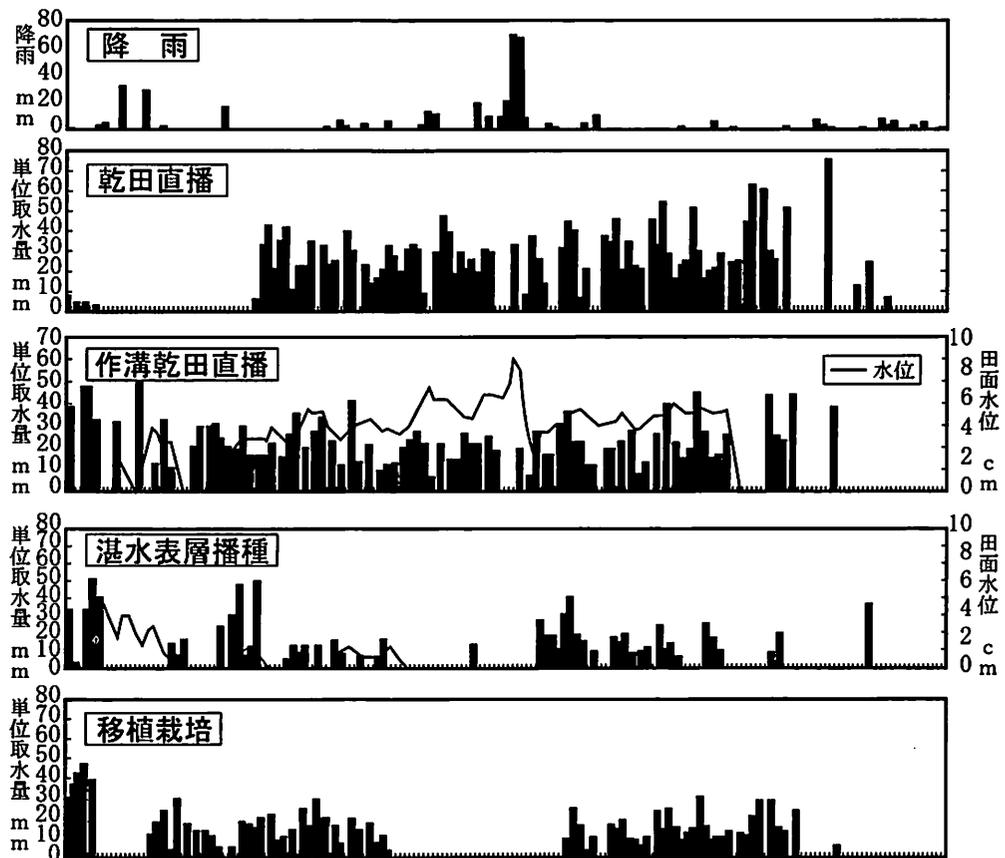


図2-1-19 用水機場からの送水量と自動給水器による乾田直播の取水量（平成9年）



注) 観測期間は平成8年4月26日から9月15日  
 乾田直播の田面水位は水位センサーの故障により測定できなかった

図2-1-20 栽培様式別の日別単位取水量（太田新田：平成8年）

2-1-21)。圃場全体の地下水位を毛管上昇による水分供給に適した高さ（-40cm）に保つためには、少なくとも農区単位で同一の栽培体系とする必要がある。

乾田直播ではあえて地下灌漑を行わなくとも、田面の均平度を向上し播種深度を一定にすることと、種子処理（浸種）によって発芽が安定した。現地の太田新田営農組合ではこの技術を平成10年

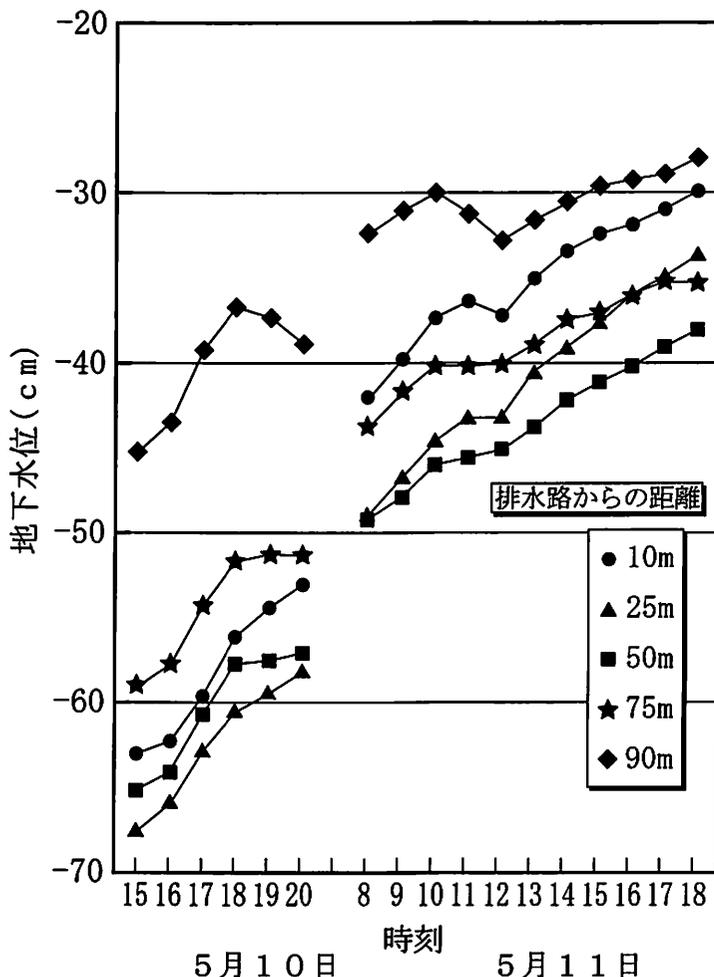


図2-1-21 地下灌漑に伴う地下水位上昇過程

注) 夜間の送水停止 (18時から7時)、工事による送水停止 (10時から11時)があった。

度に5haの乾田直播で採用し、播種後10日程度で発芽、苗立ちも均一であったため鳥害が回避され、さらに早期入水によって除草剤散布回数も削減された。一方、干天が続き耕土が乾燥した場合には、表面が濡れる程度に地表灌漑を行えばよく、この場合において田面均平度が高いことが重要であり、低い場合には凹部が湛水し生育が阻害されることがある。

大豆栽培における地下灌漑と収量の関係を調査した。地下灌漑は7月19日～8月27日の間実施し、地下水位と収量は-57cmで290kg/10a、-70cmで258kg/10aとなり、-57cmの方が12%多収であった。

地下灌漑を最も手軽に行う方法としては、暗渠立上り管に用水を注水するとともに、排水路側で無孔管を設定水位まで立ち上げればよいが、この場合には用水は垂れ流しになることから、設定水位とバランスの取れる給水栓開度を見つける必要がある。

⑤用水管理上の問題点



写真3 乾田直播栽培の初期入水状況

乾田直播圃場(78a)において、10mメッシュ毎の用水到達状況を目視観察した。田面の均平度は±5cm程度であった。給水栓3カ所(口径25mmで30aに1カ所を基本として設置されている)より全開状態で送水した。用水は圃場の周囲および30m間隔に掘った明渠や乗用管理機の轍に添って流れ、また、弾丸暗渠に添って横方向が湿潤な状態となる(写真3)。ここで問題となるのは、枕地が縦方向の流れを阻害することであり、特に作溝直播では溝切等の対策を必要とした。全面に用水が満たされるまでに25時間を要し、本地区では給水栓の口径が小さいため、短時間に用水を満たすことは困難であり、このことが、ヒエ類への除草剤の効果発現に大きく影響を及ぼした。

また、移植栽培の生育ステージに応じて用水機場の送水時間が定められているため、直播の入水時にはフル稼働されておらず用水不足を生じ、排水路に可搬式ポンプを設置し対応せざるを得なかった。直播栽培では用水の駆け引きを迅速に行えることが必要条件であり、施設容量や送水時間等の見直しが必要である。このことは、現在の用水施設能力や水利慣行によっては直播栽培が困難な地区があるといえる。

#### (イ) 畦畔の漏水防止と管理作業軽減技術

##### ① 畦畔管理の問題点と整備方向(アンケート調査結果)

畦畔管理の問題点として最も多いのは「草刈作業」である(図2-1-22)。水稻栽培は圃場整備や大型機械の導入等によって省力化が図られているが、こうした中で草刈りは人力に頼らざるを得なく、栽培期間中に3~5回行われ、特に夏場の作業は過酷であり、省力化・軽労化を必要としている。この他について問題の多い順にあげると、漏水管理、崩壊、モグラ・ネズミ、ザリガニとなり、いずれも現地土で造成されている畦畔を改良しない限り解決しない問題である。一方、位置別の対処方で最も多いのは、道路法面では景観植物、排水路法面は保護シートもしくは管路化、排水路内畦畔は固化材改良か保護シート、中畦畔は保護シートとなり、位置によって対策が異なる(図2-1-23)。排水路法面は環境保全(水鳥、川魚の保護等)の視点からは自然水路に近い状態が望まれているが、草刈り等の管理を行わなければ雑草が繁茂し、通水阻害や害虫発生等の問題がある。省力的な稲作経営と環境保全との矛盾を解決しなくてはならない。

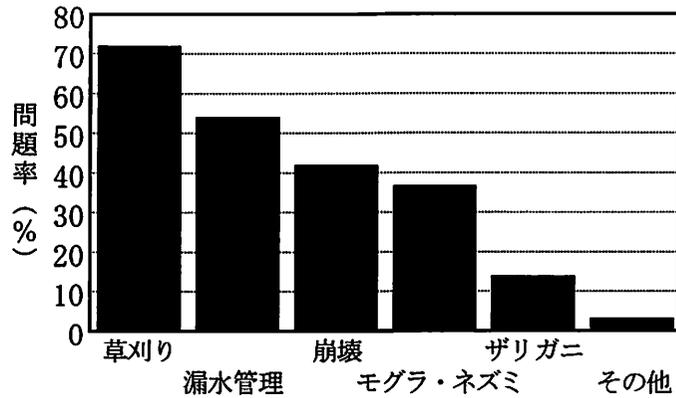


図 2-1-22 畦畔管理の問題点

注) 150人からのアンケート調査結果  
複数回答である

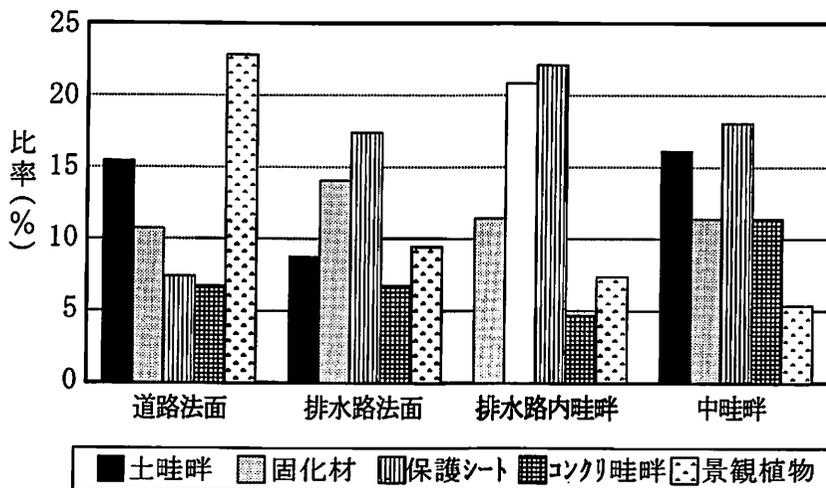


図 2-1-23 畦畔の位置別に応じた対処方策

注) 150人からのアンケート調査結果  
複数回答である

②セメント系固化材による畦畔改良

農家の現有農機と固化材のみで簡易に畦畔の堅牢化を図る工法を開発した。セメント系固化材によって畦畔は強アルカリ性となるが、田面に流出しても拡散するため、水稻の生育には影響を与え



写真4 固化材使用による畦畔表層の改良



写真5 畦畔保護シートの敷設状況

ず、むしろ畦畔雑草の繁茂が抑制される。目標強度を $5.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ とした場合の固化材の添加量は、調査圃場（泥炭）では $150\text{kg}/\text{m}^3$ を必要としたが、山土を混和することで半分程度とすることも可能である。材料費は天端幅 $30\text{cm}$ 、底幅 $90\text{cm}$ 、高さ $30\text{cm}$ （体積、 $0.18\text{m}^3/\text{m}$ ）を改良すると仮定すれば、固化材添加量を $150\text{kg}/\text{m}^3$ とした場合、 $100\text{m}$ 当たりの添加量は $2.7\text{t}$ であり、 $33\text{千円}$ （フレコン $1\text{t}$ ： $12,300\text{円}$ ）となる。

施工に使用する機械は、トラクタと畦畔造成機であり、手順は次のとおりである。現在の畦畔をトラクタのロータリで攪拌する。固化材を散布し再び攪拌する。畦畔造成機で一次成型を行う。トラクタの車輪で転圧を行う。畦畔造成機で最終成型を行う。この方法は全段面を均一に改良する場合であるが、畦畔保護シートを敷設する場合（現地土のみの畦畔保護シートを敷設した場合、人の走行や畦畔下からの用水の浸透等によって畦畔土が軟化し所定断面を保てないことがある。）には、畦畔の表層 $5\text{cm}$ 程度を改良すればよく、畦畔際に固化材を散布し畦畔造成機で成型することで目的が達成する（写真4）。

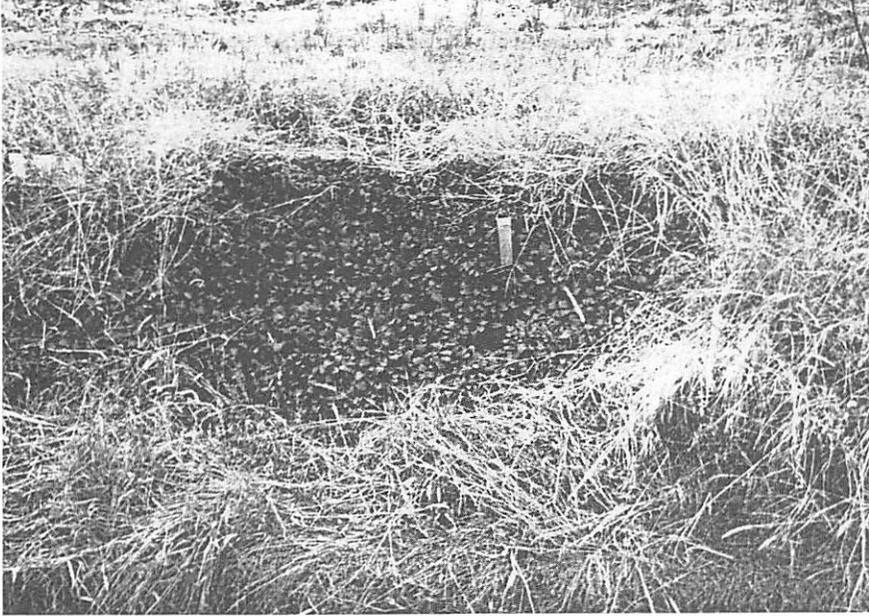


写真6 景観植物「アジュガ」による雑草抑制



写真7 雑草抑制剤の使用効果

### ③畦畔保護シートによる雑草抑制、漏水防止、畦畔保護

民間が開発したシートを排水路法面（400m 区間）に敷設し、施工性と耐久性、景観との適合性、経済性等を調査した(写真5)。材料はシート基材がポリエチレンシートで表面に無機フィラー入り弾性樹脂を塗布することで、遮光性、滑り防止、表面強度、耐侯性等を付与している。本資材を排水路畦畔（法面及び畦畔下への埋設）に敷設した場合の資材費は100m 当たり39万円（1,300円/m<sup>2</sup>×3m<sup>2</sup>×100m）である。これの直接効果は、畦塗作業が9千円、年3回の草刈作業の削減で8.2万円（

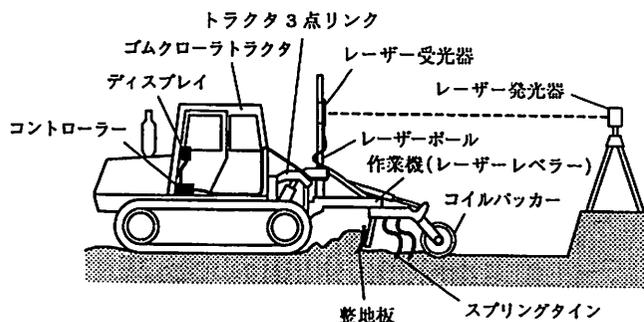


図 2-1-24 全自動レーザー均平システムの概要

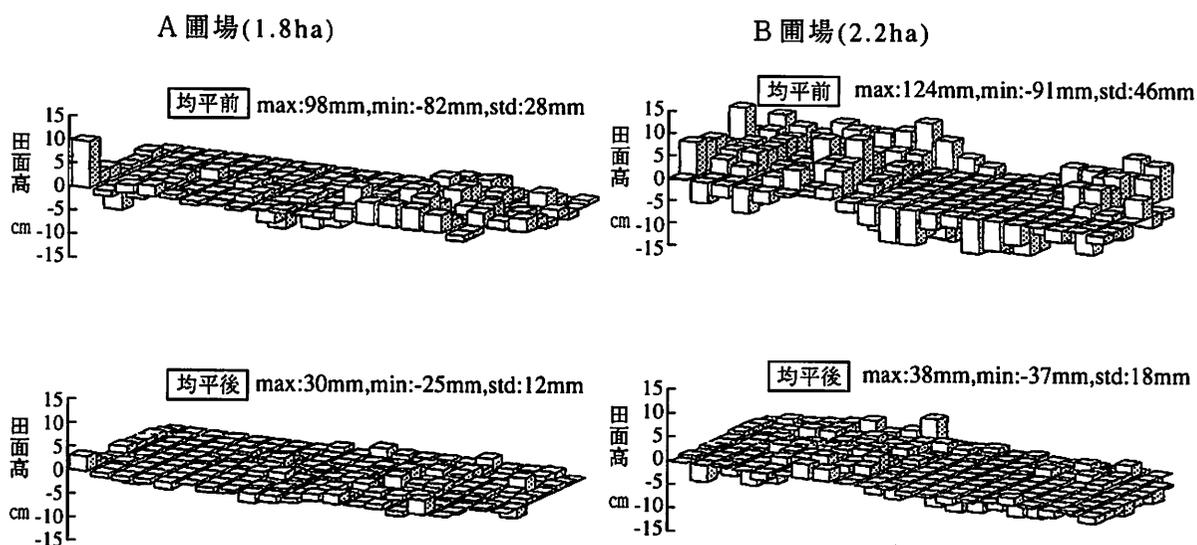


図 2-1-25 大区画圃場におけるレーザー均平実施前後

3 m<sup>2</sup>×100m×80円/m<sup>2</sup>×3回)、年間合計は9.1万円になる。シートの耐用年数を10年と仮定すれば91万円の管理費が半分以下ですむことになる。また、間接効果として、他作業への労働配分、夏場の過酷な作業からの開放等があげられる。

#### ④ 景観植物による雑草抑制

現地圃場の排水路畦畦にアジュガ、アークトテカ、マツバギク、タマリユウ、コウライシバを定植し、生育状況と雑草の繁茂状況を調査した。繁殖性や雑草抑制効果、耐寒性、管理の容易さ等からみて、アジュガが適していることが判明した(写真6)。

#### ⑤ 雑草生育抑制剤の使用

雑草の生育そのものを抑制するグラスショット液剤を使用して、これの効果を確認した。草刈作業回数を4回から2回に減少させることが可能であるが、散布するタイミング(草刈後、雑草の背丈が10cm程度となったとき)が難しい。また、雑草の種類によって効果にバラツキがみられた(写

表2-1-19 レーザープラウの標準作業時間(10アール当たり)

区画	耕起幅	
	2.4m	2.1m
30a	15分	17分
50a	12分	14分
1ha	9分	11分

注) 耕起幅2.4mは8連プラウ  
2.1mは7連プラウ

表2-1-20 レーザーレベラーの標準作業時間(10アール当たり)

田面高低差	ブレード幅 5m		ブレード幅 4m	
	乾燥状態	半湿状態	乾燥状態	半湿状態
~10cm	32分	38分	38分	44分
~15cm	38分	44分	44分	50分
~20cm	44分	50分	50分	56分

真7)。

#### (ウ) 田畑輪換に対応した圃場面均平化技術の確立

平成7年に新たなレーザー均平工法が民間によって開発されて以来、現地圃場(延べ20ha)で本機による均平作業を実施し、水稻の直播栽培や移植栽培、麦栽培を行ってきた。この結果、均平精度は区画の大小に係わらず標準偏差で2.0cm以内となることが判明した。また、本機の使用は、乾田直播において発芽・苗立ちを安定化させるのに有効な手設であることが確認できた。

#### ①全自動レーザーシステム

圃場外に設置したレーザー発光器からの発光を作業機側に取り付けられたレーザー受光器で受け、作業機の高さをトラクタ内に設置したコントローラーとディスプレイに電気送信する。コントローラーはトラクタの油圧機構に指示を出し、トラクタの3点リンクが自動的に上下し、作業機をレーザー光の飛んでいる高さに常に制御する(図2-1-14)。

#### ②機械の諸元

トラクタ：ゴムローラー型(125ps)を用いた。この理由は接地圧が $0.13\sim 0.15\text{kgf/cm}^2$ と小さく、過転圧の心配がないことと、同馬力のホイール型と比較して牽引力が3.5~7倍大きく、作業能率が高いことによる。

レーザープラウ：作業幅はトラクタの能力によって、6連(1.8m)、7連(2.1m)、8連(2.4m)のいずれかを選択する。プラウ耕の目的は、圃場を乾かす、地上残査物をすべて鋤込む、耕盤を均平にするの3点である。

レーザーレベラー：作業幅は3、4、5mのいずれかを選択できる。本機は碎土、整地、均平、鎮圧の4種類の作業を一挙に行う。

#### ③均平精度(営農均平)

現地の2筆の大区画圃場における均平作業では、標準偏差で施工前が2.8cmと4.6cmであったが、施工後では1.2cmと1.8cmとなった(図2-1-25)。なお、本システムは田面差20cm程度までの区画統合も可能であり、基盤整備事業の整地工での利用も始まっている。また、基盤整備後の不陸

対策にも効果を上げている。

#### ④営農レベルでの効果

千葉県八千代市米本地区の事例では、レーザーレベラーによる営農均平の実施によって、a.代かき用水量が1/2～1/3に削減された。b.乾田直播における除草剤使用量が3回から播種後の1回のみとなった。これは、均平度の向上によって発芽後短期間で入水が可能となったことによる。c.従来の耕法では冬期間に3回のロータリー耕を実施していたが、冬期から春先にレーザープラウで完全反転し、十分な乾燥状態としたうえで、レーザーレベラーで均平作業を行うため、播種ないしは入水までは除草対策の必要がなく、機械走行費と人件費が節減された。d.乾田直播において発芽、苗立率が従来の50～60%から80%を超えるようになった、などの効果が認められ、本工法を営農体系の一環として採用されるに至った。また、太田新田営農組合においても水田キーテック事業の採択を受け、本システムを平成9年度に採用し、乾田直播や移植圃場の均平化のみならず、隣接圃場との統合による区画拡大、代かきに活用している。

#### ⑤作業時間

開発メーカーが全国で試験施工（217カ所、996ha）を行つた実績から求めた標準作業時間を表2-1-19、表2-1-20に示す。

#### ⑥圃場面の傾斜化による用・排水の迅速化

用水の水尻までの到達時間短縮と直播や麦・大豆栽培時の排水の迅速性を図るため、傾斜圃場造成試験を農工研実験圃場（56a）で行った。レーザー発光機は2方向の勾配をもつ平面上をトレースすることが可能であり、レーザーレベラーはこの光線に添った造成を行える。用水路側から排水路側に向かい100mに対し8cmの傾斜化を図った結果では、最大高低差が9cm、標準偏差は13.5mmとなった。また、排水路方向へ傾斜を持ちながら、幅5mのかまぼこ型の畝を造成することも試みたが土量バランスを取りにくく現実的ではないことが解った。一方、幅5mのノコギリ型の造成で



写真8 傾斜圃場造成試験（ノコギリ型）

あれば施工可能であるが、乗用管理機を用いた栽培管理を行うには畝幅が狭く、土地利用型作物の栽培には適さないことが解った（写真8）。

今後、各種の勾配と幅をもつ傾斜圃場の造成を試み、排水性や収量の安定向上効果等を計測するとともに、作業能率（傾斜圃場とする場合と水平圃場に戻す場合）についても検証する。

#### オ 今後の課題

直播技術の確立は大規模経営体が低コスト水田農業を実現するための鍵となっており、このためには、圃場を直播栽培に必要な整備水準にすることが重要である。ここで開発した各種技術は農家が営農段階で実現できるものであるが、資材費や機械購入等の経費を要するため、行政における補助・助成が必要である。また、本研究は平坦地でかつ泥炭土壌という条件で行ったものであり、開発した技術を普及に移すためには、水利や土壌条件、社会条件の異なる地域においてさらなる調査が必要である。

水利用実態の解明や圃場の傾斜化による用・排水の迅速性等の残された課題については、平成10年度から始まる新地域総合研究で継続する。

#### 文献

- 1) 藤森新作・太田弘毅・福与徳文：泥炭地長期転換畑の復田化における基盤的課題、平成6年度農業土木学会大会講演要旨集、pp548-549 (1994)
- 2) 藤森新作・太田弘毅・福与徳文：泥炭地水田における乾田直播と地下灌漑、平成6年度農業土木学会関東支部大会講演要旨集、pp30-32 (1994)
- 3) 藤森新作・小松崎正雄：自動給水器による水田水管理の省力化について、平成6年度農業土木学会関東支部大会講演要旨集、pp33-35 (1994)
- 4) 小松崎正雄・藤森新作・屋代幹雄：開水路用自動給水器による水田水管理の省力化、平成7年度農業土木学会関東支部大会講演要旨集、5p111-112 (1995)
- 5) 長野間宏・住田弘一・藤森新作：還元田における水稻の不耕起乾田直播栽培、平成7年度日本土壌肥料学会関東支部群馬大会講演要旨集、(1995)
- 6) 屋代幹雄・藤森新作・中山豊一：大区画圃場における耕うん・均平技術の開発（第1報）—レーザー光利用による耕盤・表層均平作業技術一、農作業研究、31(1)、pp21-22 (1996)
- 7) 屋代幹雄・藤森新作：水田畦畔管理技術の開発（第1報）—畦畔漏水防止作業技術一、農作業研究、31(1)、pp79-80 (1996)
- 8) 藤森新作・長野間宏・屋代幹雄・森田弘彦：水田畦畔の整備技術—営農段階における畦畔整備技術(1)—、平成8年度農業土木学会関東支部大会講演要旨集、pp45-48 (1996)
- 9) 山下正巳・寺崎清仁・藤森新作：水田畦畔用保護シートの開発と施工事例—営農段階における畦畔整備技術(2)—、平成8年度農業土木学会関東支部大会講演要旨集、pp49-52 (1996)
- 10) 藤森新作：営農現場から見た土地基盤の整備課題、農業土木学会第1回研究集会講演要旨高生産性水田農業と基盤整備の展望、pp29-33 (1997)
- 11) 藤森新作：低コスト水田農業の展開を可能とする新たな基盤整備技術、平成9年度農業土木学会中央研修会テキスト、pp61-78 (1998)
- 12) 藤森新作：新しいあぜ造成法、家の光、71(11)、pp186 (1995)

- 13) 藤森新作：営農レベルの圃場再整備技術(1)、農業および園芸、70(10)、pp47-53 (1995)
- 14) 藤森新作：営農レベルの圃場再整備技術(2)―暗渠を利用した地下灌漑―、農業および園芸、70(11)、PP46-50 (1995)
- 15) 藤森新作・屋代幹雄：営農レベルの圃場再整備技術(3)―耕盤と圃場面の均平法―、農業および園芸、70 (12)、pp35-39 (1995)
- 16) 藤森新作：水田パイプライン地区用自動給水器を開発、グリーンレポート NO.255号、pp4-5 (1996)
- 17) 藤森新作：水田畦畔の省力管理、農業あいち、43(6)、pp64-65 (1997)
- 18) 藤森新作・小澤良夫：レーザー均平技術の現状と活用事例、農業および園芸、72(12)、pp1253-1259 (1997)
- 19) 藤森新作：直播のための圃場基盤整備技術、機械化農業 2月号、pp7-11 (1998)
- 20) 藤森新作：直播を可能とする圃場基盤づくり、米麦改良5月号、pp12-22 (1998)
- 21) 藤森新作：水田畦畔管理の省力化技術、NDR、NO.584、pp32-34 (1998)
- 22) 藤森新作：水田農業の低コスト化を可能とするために、新利根川土地改良だより29号、pp11 (1998)
- 23) 藤森新作・深山一弥・福与徳文・太田弘毅：パイプライン用自動給水器による水田管理の省力化、平成6年度研究成果情報(総合農業)(総合農業試験研究推進会議・農業研究センター)、pp299-300 (1995)
- 24) 藤森新作：畦畔造成機・畦畔管理、稲作省力化新技術導入手引書(農産園芸局)、pp119-120 (1997)
- 25) 藤森新作：基盤整備技術、日本型直播稲作導入指針(農業研究センター)、pp93-115 (1997)
- 26) 藤森新作・屋代幹雄・長野間宏・深山一弥・福与徳文：レーザー光利用による耕盤の田面均平工法の評価、平成8年度研究成果情報(総合農業)(総合農業試験研究推進会議・農業研究センター)、pp323-324 (1997)
- 27) 藤森新作・金野隆道・小松崎正雄：低コストな水田自動止水器、平成9年度研究成果情報(総合農業)(総合農業試験研究推進会議・農業研究センター)、(1998)
- 28) 藤森新作：畦畔用保護カバー(実用新案)、実用新案登録願提出、(1996)
- 29) 藤森新作：畦畔用保護板(実用新案)、実用新案登録願提出、(1996)
- 30) 藤森新作：自然流水用自動水管理者(特許)、特許願提出、(1996)
- 31) 藤森新作：水田用半手動式給水器(特許)、特許願提出、(1996)
- 32) 藤森新作：管水路用自動止水器(特許)、特許願提出、(1997)
- 33) 藤森新作：管水路用水田水位自動調整器(特許)、特許願提出、(1998)

(藤森新作<sup>○</sup>・長野間宏・屋代幹雄・太田弘毅・深山一弥・福与徳文)

## (5) 乗用管理機を主体とする省力管理作業技術の確立

### ア 目的

大規模低コスト水田農業技術体系の主要技術である水稻直播栽培技術について、現地適応条件の解明を行い、直播を主体とした生産システムの構築を行う。ここでは、直播栽培における管理作業の省力化を取り上げ、野菜等で使用され始めた乗用管理機を除草剤、病虫害防除剤、肥料の散布作業及び除草・培土作業に一貫して用い、乗用管理機による省力管理作業技術の開発を行う。

### イ 研究方法

調査は茨城県新利根町太田新田現地圃場の不耕起乾田直播 (60.0a [変形圃場])、湛水散播直播 [29.9a]、作溝乾田直播 [55.7a] で行った。

耕起乾田直播・不耕起乾田直播、作溝乾田直播・湛水散播直播における管理作業に乗用管理機を一貫して利用し、作業能率を調査するとともに管理作業機の一貫利用体系における省力効果を検討した。粒剤散布作業時は乗用管理機に散布幅10m および15m の多口パイプ噴頭を持つ粒剤散布装置を装着して粒状薬剤および粒状肥料を散布した。液剤散布作業時は乗用管理機に散布幅10m の散布ブームを持つ液剤散布装置を装着して液状薬剤を散布した。なお、液剤散布作業においては、慣行散布 (100L/10a) および少量散布 (25L/10a) を行い、作業能率を調査した。

### ウ 結果

#### (ア) 乗用管理機と搭載作業機

供試した乗用管理機 (表2-1-21) は、すでに市販されている畑作用管理作業機を水田用乗用管理機として利用できるように車輪を細くし、また車輪径を大きくして最低地上高を大きくするよう改造した機械である。本機の走行部は4輪操舵方式 (4WS) を用いているため、旋回時に後輪は前輪の走行軌跡を走行し、旋回時の稲株の踏み倒しを少なくするようになっている。搭載する作業機は、機体の後方に装着し、液剤散布の場合は、散布ブームを前方に装着する。

粒剤散布装置は、散布幅10m、15m の多口パイプ噴頭を持ち、ホップの容量は180Lである。PTOで駆動される送風ファンによってつくられる風によって粒剤を搬送し、パイプの噴頭から散布する。

液剤散布装置は、散布幅10m のノズルのついたブームを持ち、タンク容量は400Lである。PTOで駆動されるポンプで液剤を加圧して送り、ブームのノズルから噴出させて散布する。ブームは機体前部に装着し、上下調節が可能である。液剤散布装置については、25L/10a と液剤少量散布ができるように速度連動型液剤少量散布装置を開発した。速度連動型液剤少量散布装置 (図2-1-26) は、散布量コントローラで車輪駆動軸の回転を近接センサーで検出し、計算した車速に併せてポンプから送られてくる薬液の流量を調整して、乗用管理機の手速に併せた噴出量に制御する装置である。散布量は、散布量コントローラの設定値を変えて設定する。ノズルは、散布量に応じて簡単に切り替えられるように慣行散布用ノズル、少量散布用ノズル、飛散防止用ノズル3種類のノズルを回転で切替られるようにした。

除草・培土機は、条間30cm、8条の水田用除草機の後方に培土板を取り付けたもので、幅23cmの除草爪はPTOで回転し、草を土と一緒に攪拌して土中に埋め込む働きをする。後方の培土板は攪拌した土を稲の株元に寄せる働きをする。

#### (イ) 作業特性

粒剤散布装置による粒剤散布 (図2-1-27) は、除草剤、病虫害防除剤、肥料と管理作業全体

表 2-1-21 乗用管理機および装着作業機の主要諸元

管 理 作 業 機	形 式	I 社JK11-120H
	機体寸法	2240×1455×1535
	輪 距	1200 mm
	最低地上高	840 mm
	出 力	9.3ps/3000rpm
	走行部	4WD (4 輪操舵) 4WS (4 輪駆動)
粒 剂 散 布 装 置	散布幅	10m, 15m
	散布量	1~20kg/10a
	ホッパ容量	180 ℓ
	多口パイプ噴頭	長 さ : 7460 mm 高 さ : 900 mm 噴頭間隔 : 300~500 mm
	繰出方式	電動スターフィーダ 繰出量調節 : シャッタ及びス ターフィーダ回転数制御
	送風ファン	駆動方式 : P T O 駆動 回 転 数 : 3880rpm(高) 風 量 : 20m <sup>3</sup> /min
液 剂 散 布 装 置	散布幅	8 m (3 分割)
	ポンプ	横型 3 連単動プランジヤポンプ
	吐出量	38.3 ℓ/min (1000rpm時)
	ノズル	3 ノズル回転切替式 (少量用, 慣行用, 飛散防止 用ノズル) ピッチ : 300mm
	散布量コントローラ	S 社Teejet855 4 種類の設定記憶可能 ①ノズル種類 ②各ブームのノズル個数 ③散布量 (25~200 ℓ /10a)
除 草 ・ 培 土 機	駆動方式	センタードライブ
	条数	8 条
	除草幅	230mm
	回転数	197rpm(低), 350rpm(高)

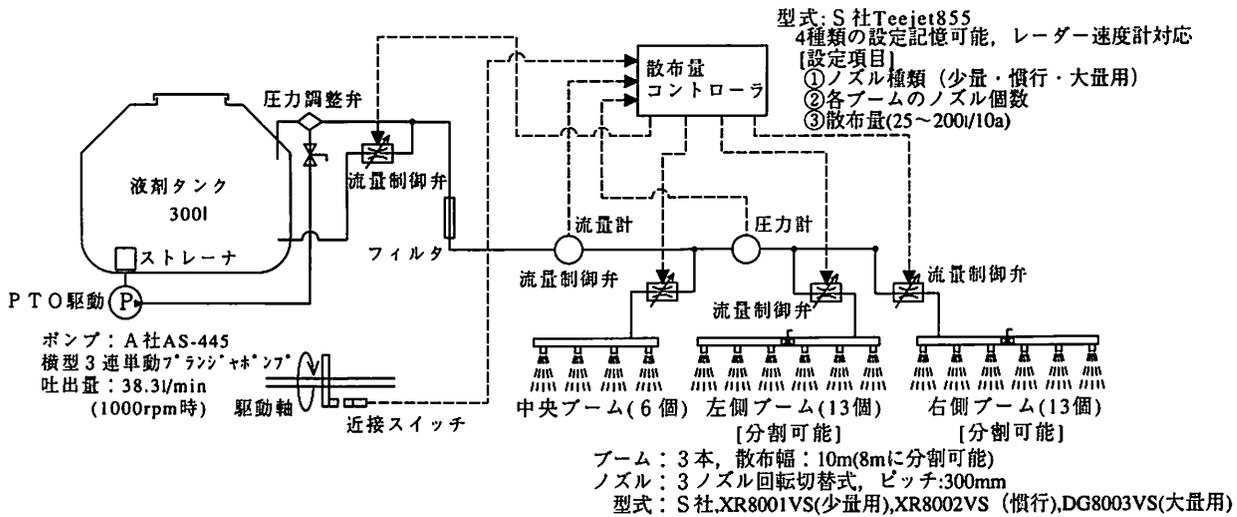


図 2-1-26 乗用管理機用速度連動型少量散布装置制御システム図

で用いられる多くの粒剤の散布作業に用いた。粒剤散布の場合は、使用する粒剤によって、除草剤のような細粒剤から肥料のような大粒のものまで多くの種類がある。また、散布量も除草剤、病害虫防除剤のような1~3kg/10aの量を散布するものから肥料のように20kg/10aの量を散布するものまで広い幅がある。粒剤散布装置でこれらの資材すべてに対応は可能であったが、細粒剤の1kg/10a散布時に若干の散布ムラが生じた。特に乗用管理機の車輪近くの部分が若干散布量が小さくなる傾向があった。また、代かき直後の圃場にカルパーコーティングした粃を播種する湛水直播にも使用した結果、播種時に多口パイプ噴頭の衝突板で衝撃によりカルパーの破壊が生じ、苗立ち率が若干低下した。作業幅を10m用と15m用の2種類の多口パイプ噴頭を使用して散布能率を調査した結果、供試圃場の面積が大きくなると、特に圃場の幅が広くなるにつれて作業能率は高くなった。また、追肥のように大量の資材を散布する作業に用いた場合は、散布作業時間に比べて補給時間がかかり、作業能率は低くなった。

液剤散布装置による薬剤散布(図2-1-28)は、除草剤、病害虫防除剤の散布作業に用いた。除草剤の散布においては、使用薬液の登録上の問題から100L/10aの慣行散布でおこなった。病害虫防除剤については少量散布の登録が取れている薬液を速度連動型少量散布装置で25L/10aで散布した。少量散布とすることによって、慣行散布の4倍の面積を無補給で散布できるため、液剤補給時間と移動時間が短縮でき、高効率で作業ができるようになった。

除草・培土機による除草・培土作業(図2-1-29)は作溝乾田直播圃場で畝崩し除草・培土作業に用いた。作溝尾根部の土面が露出し、溝部には水がある状態にして行った結果、株元の草に対しての除草効果は低かったが、条間の草に対しては除草効果が高く、全体で約70%程度の草が除草ができた。

(ウ) 作業性能

耕起乾田直播、不耕起乾田直播、湛水直播、作溝乾田直播の管理作業に乗用管理機を一貫して利用した場合の作業性能を表2-1-22に示す。作業速度は、どの作業においても0.52m/sでスムーズに作業はできた。また、耕盤がしっかりしている圃場では0.74m/sでも作業は可能であった。作業時間は、使用する剤や圃場面積、作業速度、散布幅、散布量によって異なるが、粒剤散布ではど



図 2-1-27 乗用管理機による粒剤散布（追肥・除草剤・防除剤散布）作業



図 2-1-28 乗用管理機による液剤散布（除草剤・病虫害防除剤散布）作業



図 2-1-29 乗用管理機による除草・培土作業

表2-1-22 乗用管理機による管理作業時間（時間/10a 当たり）

作業名	耕起乾田直播	不耕起乾田直播	湛水散播直播	作溝乾田直播
	作業人 延べ作 速度員 業時間	作業人 延べ作 速度員 業時間	作業人 延べ作 速度員 業時間	作業人 延べ作 速度員 業時間
	散布装置	散布装置	散布装置	散布装置
	散布剤	散布剤	散布剤	散布剤
播種	—	—	0.54 1 0.07 多口パイプ (10m) カルパー粉	—
除草剤散布 ①播種前	—	0.52 1 0.09 ブ-ムスプレー (8m) ラウンドアップ液剤	—	—
②1回目	0.52 1 0.25 ブ-ムスプレー (8m) サ-ゾ-ロ液剤	—	0.54 1 0.09 多口パイプ (10m) サンバード粒剤	—
③2回目	0.52 1 0.25 ブ-ムスプレー (8m) クリンチャ-BAS液剤	—	0.52 1 0.07 多口パイプ (15m) プッシュ粒剤	0.52 1 0.25 ブ-ムスプレー (8m) バサグラン液剤
④3回目	0.74 1 0.07 多口パイプ (10m) プッシュ粒剤	—	—	—
除草・培土	—	—	—	0.54 1 0.33 除草・培土機
病虫害防除 ①葉いもち	0.52 1 0.25 (少量散布時 0.52 1 0.09) ブ-ムスプレー (8m) ビ-ムゾル			
②葉いもち ツムシ カムシ	0.52 1 0.25 (少量散布時 0.52 1 0.09) ブ-ムスプレー (8m) カスラブ サイドゾル+トルボ N EW			
③穂いもち ツムシ カムシ	0.52 1 0.25 (少量散布時 0.52 1 0.09) ブ-ムスプレー (8m) ビ-ムゾル+トルボ N EW			
穂肥	散布幅10m時 0.52 1 0.16 (散布幅15m時 0.52 1 0.12) 多口パイプ 硫安			

※ラウンドアップ液剤は25 g /10aの少量散布

のような資材でも、無補給であれば、作業速度0.52m/s、幅10mで散布する場合、0.09hr/10a、幅15mで散布する場合で、0.07hr/10aであった。また、追肥のように資材の補給を必要とする場合には一回の補給時間を考慮すると作業時間は、散布幅10mの場合0.16hr/10a、散布幅15mの場合0.12hr/10aであった。液剤散布の場合、慣行散布の100L/10aで散布する場合では、0.25hr/10a、少量散布の25L/10aの場合で、0.09hr/10aであった。ここで慣行散布の作業時間のうち、そのほとんどが水の補給のための移動と補給時間であり、用水から水が補給できるならば0.15hr/10aの作業が可能である。除草・培土作業は、作業幅幅8条、作業速度0.52m/sで作業を行った場合、0.33hr/10aであった。

## エ 考察

乗用管理機を耕起乾田直播・不耕起乾田直播、作溝乾田直播・湛水散播直播直播における管理作業に一貫して使用することによって、すべての管理作業を1人で行うことが可能となり、省力的になることが判明した。この技術は、今回適用しなかった湛水条播栽培や、移植栽培にも適応は可能である。しかし、狭い面積の圃場での液剤・粒剤散布作業では、散布作業時間に比べて巡回・移動に関わる時間の割合が高く、作業能率が低い要因となることから、大区画圃場のような大面積の圃場に適応するのが最良であると考えられる。また、除草・培土機による除草作業では、株元の除草効果が小さいことが判明した。特に、株元の草が大きかったり、培土による土寄せ量が少ないと株元の草に十分な土がかからず除草効果を落とす原因となった。これより、機械的に除草・培土を行い除草効果を得るためには、作溝乾田直播のように培土する土が条間にあることが必要である。また、除草効果を高めるためには草が小さいうちに作業を行うことが必要である。

また、管理作業機のように圃場内を走行して管理作業を行う場合は、耕盤がしっかりしていない圃場や、暗渠等で地耐力が極端に低い部分があると乗用管理機が沈下して作業が困難となるため、走行部分の地耐力に注意する必要がある。地耐力不足の部分がある場合には、播種前にあらかじめ鎮圧をかけて耕盤の地耐力を高めておくことが重要である。また、あらかじめ各圃場の管理機走行場所にマークを付けておくことによって、管理作業をより容易に行うことができる。今回の試験では、紫苗を移植したり、杭等によってマークを付けた。また、乗用管理機の給水装置にフィルターをつけることによって、用水路からの水の補給が可能となり、液剤補給時間や補給のための移動時間が短縮でき、作業が能率的となる。

## 文献

- 1) 屋代幹雄ら：大区画水田に対応した乗用管理機による水稻管理作業技術、平成6年度研究成果情報「総合農業」、p.293～294、1998.6
- 2) 屋代幹雄ら：走行速度連動式液剤少量散布装置による水稻病害虫防除技術、平成7年度研究成果情報「総合農業」、p.343～344、1998.6

(屋代幹雄<sup>○</sup>・古川嗣彦)

(6) 主要病害の省力管理技術の確立

① 直播栽培における発生病害の特徴

ア 目的

直播水稲における病害の発生特性を解明し、直播栽培における病害防除対策確立のための資料とする。

イ 研究方法

調査場所：茨城県新利根村の試験圃の乾田直播、湛水直播、作溝直播の各圃場および対照圃として移植栽培試験圃、近隣一般農家の水田を調査対象とした。

調査対象病害：いもち病、紋枯病、白葉枯病、稲こうじ病、もみ枯細菌病を主体として調査し、その他発生が顕著に見られた病害についても調査を行うこととした。

調査方法：調査時期は6月中旬、7月上～中旬、穂ばらみ期～出穂期、出穂後20～30日とした。調査は各対象病害の発生の有無、発病株率、株当たり病斑数及び必要に応じ発病程度別調査を行い、被害度を算出した。直播での株率は定間隔で手の一握りを便宜的に1株とし、1区50株で3箇所調査した。出穂期は8月14日～15日頃。

$$\text{被害度} = \text{発病穂首率} + (1/3 \text{以上枝梗発病穂率} \times 0.06) + (1/3 \text{未満枝梗発病穂率} \times 0.26)$$

ウ 結果

(ア) 試験地域での発生病害：直播圃場での発生病害の特殊性調査の基礎調査として、試験地域である新利根町太田新田地域の一般農家の水田における発生病害の調査を行った。調査対象とした主要病害の内、いもち病、紋枯病、稲こうじ病の発生が認められ、その他病害として黒腫病、内穎褐変病の発生が認められた。

本地域において、毎年発病が見られる病害はいもち病と紋枯病であり、平成5年の冷害年にはいもち病や稲こうじ病の多発圃場が見られたが、通常年での病害による被害程度は全般に低い地域である。

(イ) 栽培様式といもち病の発生：直播での初発は移植栽培区に比較し遅れる傾向にあり、葉いもち、穂いもちとも平均して直播区で移植栽培区より発病が少なかった。

直播様式との関係で見ると、作溝直播で発病が多く、湛水直播で発病が少ない傾向が認められた(図2-1-30)。

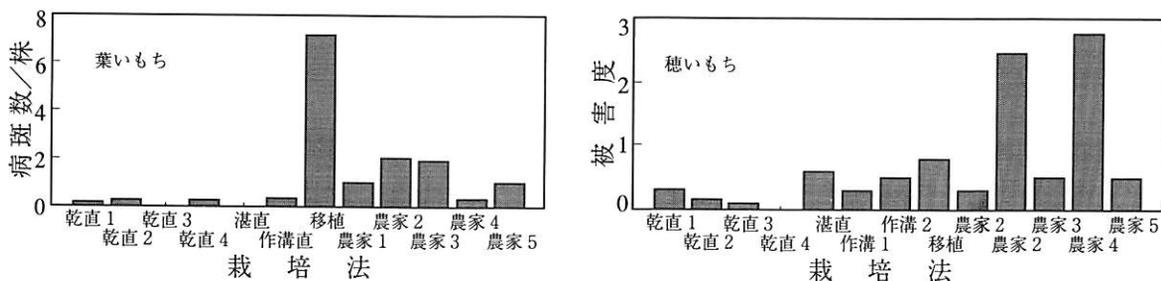


図2-1-30 いもち病の発病と栽培法の関係

乾直1：乾田直播・耕起、乾直2～4：乾田直播・不耕起、湛直：湛水直播、作溝：作溝直播、作溝1：キヌヒカリ、作溝2：コシヒカリ、移植：稚病移植、農家1～5：試験区隣接農家移植水田

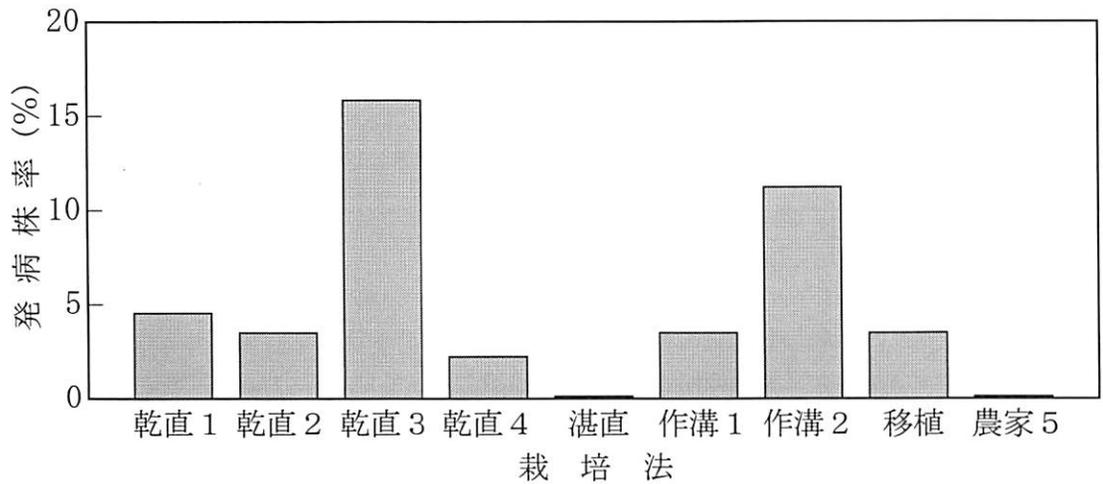


図 2-1-31 紋枯病の発病と栽培法の関係

注) 栽培法は図 2-1-30の注を参照、調査：9月6日

(ウ) 栽培様式と紋枯病の発生：発病は直播の様式により大きく異なり、条播の乾田直播、作溝直播での発病、上位葉への進展は移植栽培より多く、発病が容易な傾向にあり、散播の湛水直播では発病が極めて少ない (図 2-1-31)。

## エ 考察

いもち病は種子伝染性病害であり、第一次発生源は罹病種子である。近年、本病の多発年が比較的短周期で出現する様になった主な理由は、第一に機械移植の普及に伴う箱育苗の普遍化といもち病抵抗性の弱い良食味米品種の作付け急増で、育苗環境、品種が罹病種子からのいもち病の発生に好適環境を提供し、罹病苗の本田持ち込みが多くなっていることによる。直播栽培ではこの箱育苗という発病好適環境が除去されることから一般に、種子伝染性病害の発病は抑制され、ばか苗病は直播で減少するが、いもち病では多発と減少の両意見がある。本試験結果から見ると、基本的に直播栽培はいもち病の発生を抑制すると考えられるが、多発とする意見があるのは生育が遅れ、かつ、いもち病発生に好適気象条件になった7月上～中旬頃に過繁茂気味となるため、周辺の発病田からの二次伝染により発病が増加することによると考えられ、大規模栽培により発病は抑制される。作溝直播や乾田直播の条播で発病がやや多い理由はこれらの栽培方式が早期に繁茂しやすいため、胞子のトラップや発病が容易であるためと考えられる。

紋枯病の伝染はいもち病等の病害と異なり、菌糸が隣接茎や隣接株に進展することにより伝染するため、密植栽培ほど発病が容易となる。これまでの報告でも条播の直播では茎がほとんど接して生育しており過度の密植状態にあるため発病が多くなることはほぼ研究者の意見が一致しており、本結果もこれまでの見解を実証した。条播の直播では紋枯病対策が最も大きな問題となる可能性がある。

## 文献

- 1) 内藤秀樹 (1995) : 植物防疫、49 (6)、217-220
- 2) 農林水産省農業研究センター (1997) : 日本型直播稲作導入指針、農業研究センター、つくば、217

(園田亮一・宮坂 篤・根本文宏・林 長生・内藤秀樹<sup>○</sup>)

### ②直播栽培における乗用管理機利用による病害省力防除技術の開発

#### ア 目的

直播栽培における病害防除の低コスト・省力化、高精度化のため、乗用管理機を利用した防除研究を開発する。

#### イ 研究方法

(ア) 走行速度連動式液剤少量散布装置による病害防除技術

##### ①少量散布装置の開発

市販されている走行速度連動式動力取り出し軸を持たない乗用管理機による防除剤少量散布防除技術 (25L/10a) を確立するため、乗用管理機装着型の走行速度連動式の液剤少量散布装置を開発する。

##### ②対象病害、試験圃場

イネいもち病 (葉いもち、穂いもち)。

新利根町太田新田試験圃場の作溝直播圃場を使用。供試品種はキヌヒカリ。出穂期は8月14日～15日頃。

##### ③供試薬剤・散布時期・散布量

葉いもち：トリシクラゾール水和剤 (20%) の300倍液を全般発生開始期 (1994年7月14日) に散布。

穂いもち：カスガマイシン (1.2%) ・フサライド (15%) の混合水和剤の300倍液を穂揃い期 (1994年8月17日) に散布。

対照：上記と同一薬剤の1000倍液を同一時期に乗用管理機装着噴霧器で散布。

散布量：少量散布区は25L/10a、対照は150L/10a。

##### ④調査

葉いもち：散布前日及び散布13日後に、各区1カ所30株、3カ所で、発病株率、株当たり病班数を調査。

穂いもち：散布1ヶ月後に、葉いもちと同一規模で発病株率を調査。

##### ⑤薬液のイネ体付着状況

水感応式 (チバカイギー製) を地上30cmと80cmの高さに、水面に対し水平に取り付けた棒、および地上60cmの高さに水面に対し垂直に取り付けた棒を1地点につき1.5m感覚で6カ所、2地点に、葉いもち対象散布時に設置。画像解析装置により、水感応紙に占める薬液付着面積率を調査。

(イ) 作溝直播における培土時同時側条施薬による防除技術の開発

##### ①培土同時側条施薬装置の開発

作溝直播では最高分けつ期に乗用管理機で培土作業を行うため、乗用管理機の培土装置に連動し、培土と同時に粒剤を株元に側条施薬できる側条施薬装置を開発する。

②対象病害、試験圃場

イネいもち病（葉いもち）。

谷和原村農業研究センター試験圃場の作溝直播圃場を使用。供試品種はキヌヒカリ、1995年5月15日播種。

③供試薬剤・散布時期・散布量

プロベナゾール粒剤（8%）を、最高分けつ期（1995年7月6日）に、3kg/10a側条施用。対照区は7月7日に同一剤を散粒機で同量水面施用。各区とも薬剤施用後は湛水状態で3日間保持。

④調査

葉いもち防除効果を、7月20日に、各区1カ所30株、3カ所について発病株率、株当たり病班数を調査。

⑤薬剤の落下状況

株元への落下状況を達観で調査。

ウ 結果

(ア) 走行速度連動式液剤少量散布装置による病害防除技術

①本少量散布装置は定速の動力取り出し軸のみしか持たない乗用管理機に装着し、車体後方に300Lの薬液タンク、車体全方に最大散布幅10mのブームスプレーヤを持つ。ブームスプレーヤのノズルは散布剤の種類、散布量に応じ3種類のノズルを装着、切り替えが容易にできる。

②ノズルからの吐出流量は車輪駆動軸のローラーが薬液戻し弁を自動的に開閉して調整し、25~200L/10aの幅広い薬液散布が可能である。

③薬液の付着状況はどの地点でも地上60cm、30cmに設置した感応紙では良好であったが、地上80cmでは付着にややばらつきが見られた（図2-1-32）

④少量散布区の葉いもち防除効果は慣行散布区とはほぼ同時で、十分な防除効果は慣行散布区とほぼ同等で、十分な防除効果が認められた（図2-1-33）。

⑤試験年が穂いもち少発生年であったため、穂いもち防除効果は発病株率で判定した。少量散布区の穂いもち防除効果は慣行散布区とほぼ同等と認められた（図2-1-34）

(イ) 作溝直播における培土同時側条施薬による病害防除技術

①乗用管理機に培土機とともに装着し、培土の前に供試薬剤を株元に落下させ、その直後に培土

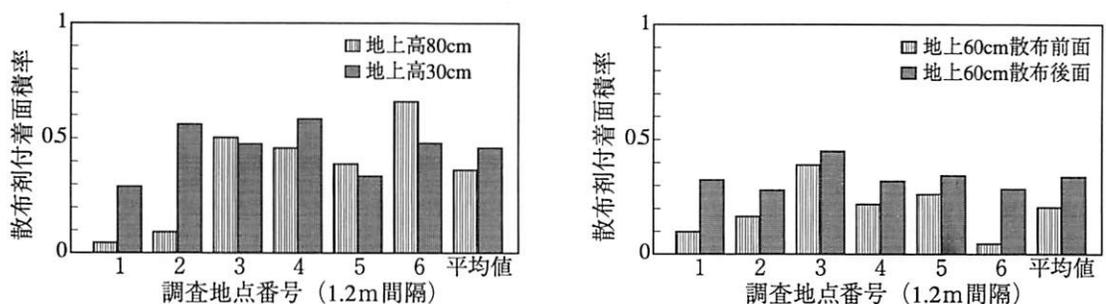


図2-1-32 少量散布による液剤の落下分散状況

注) 散布剤付着面積率：水感応紙に付着した剤の被覆割合を示す。1 = 全面被覆。

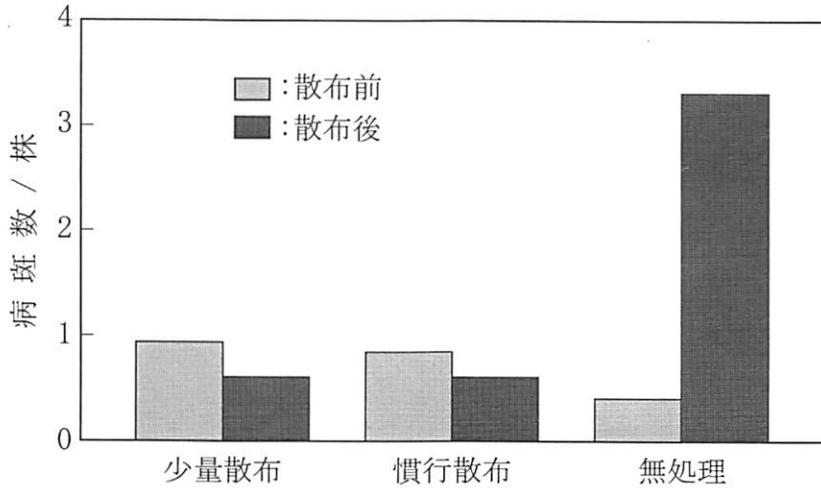


図2-1-33 少量散布による葉いもち防除効果

注) 散布剤：トリシクラゾール水和剤、調査：散布前=7月6日、散布後=7月27日、散布日：7月14日、散布量：少量散布=300倍液25L/10a、慣行散布=1000倍液150L/10a

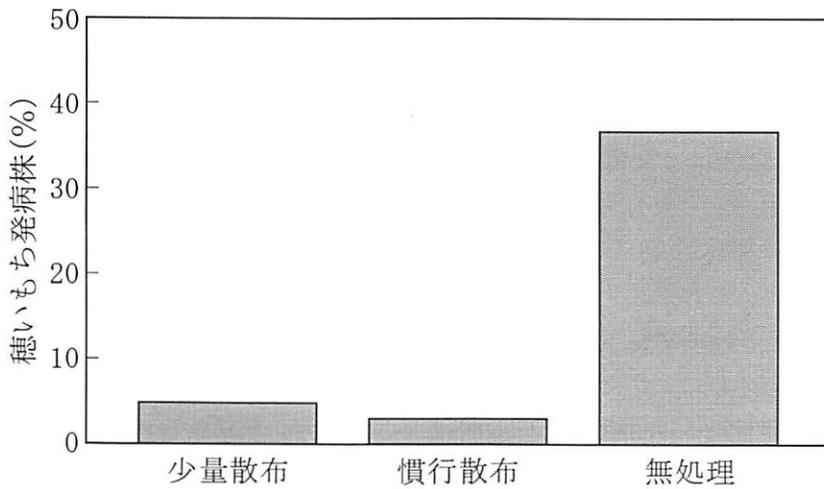


図2-1-34 少量散布による穂いもち防除効果

注) 散布剤：カスガマイシン・フサライド水和剤、穂揃い期散布、調査：散布30日後、散布量：少量散布=300倍液25L/10a、慣行散布=1000倍液150L/10a

機で培土することによりやくざいの流出を防ぐ方式とした。薬剤落下量は管理機の種類と速度連動式とし、一定量が落下するようにした。

②粒剤の株元への落下はほぼ均一であり、培土直後に入水することにより施用粒剤はほとんど株元の土中へ埋没したが、水面に浮遊する粒剤も僅かに認められた。

③培土時同時側条施薬の葉いもち防除効果は、同一粒剤の水面施用とほぼ同等の高い防除効果が認められた(図2-1-35)。

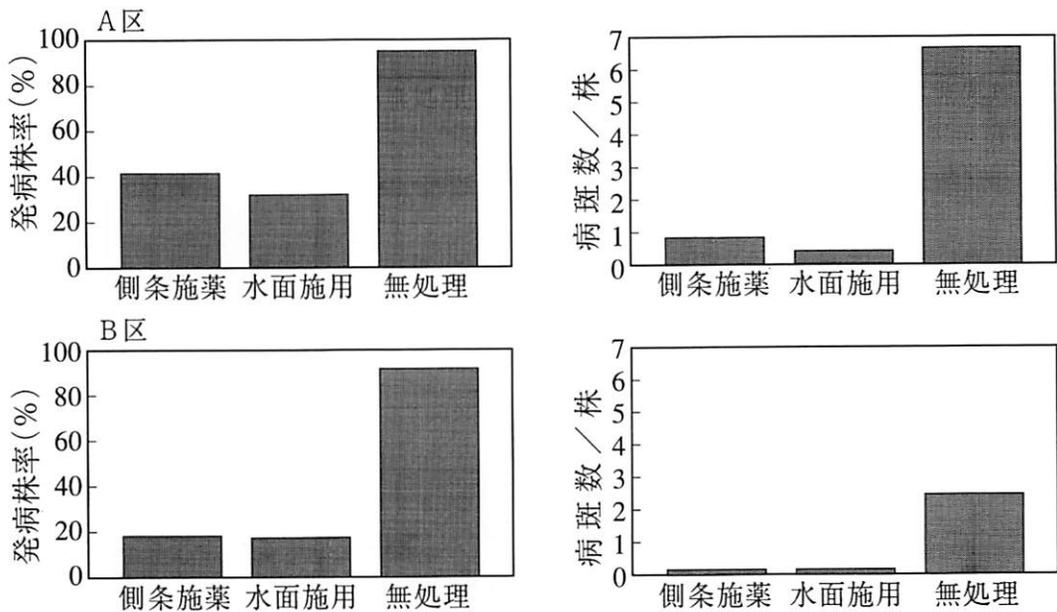


図2-1-35 粒剤の培土時同時側条施薬による葉いもち防除効果  
 注) 直播様式：作溝直播、播種：5月15日、施薬日：7月6日、  
 施用薬剤：プロベナゾール粒剤、施用量：側条、水面施用とも3kg/10a

## エ 考察

乗用管理機による少量散布は、散布薬剤量が慣行散布に比較し、1/4~1/6であることから、1回の防除面積は最低でも約4倍に拡大し、1.2haを無補給で防除可能となる。また、散布に要する時間は航空防除には及ばないものの散布作業は、1人でも可能であること、薬剤投下量が少ないことからオペレーターや周辺への薬剤飛散の危険性も少ないこと、きめの細かい適期防除が可能となること等から、本乗用管理機を利用した少量散布技術は、大規模水田における安全・高精度・省力防除技術として有効と考えられる。

作溝直播における培土同時側条施薬は培土作業と同時にいもち病防除剤の施用ができるため、作業の省力化、株元粒剤施与によりいもち病防除効果の向上、さらに薬剤投入量の低減が期待できる。しかし、散布時期が最高分けつ期に固定されるため、その年の気象条件に大きく左右されるいもち病の発生特性から見ると、場合によっては適期防除が困難となる場合がある。また、穂いもち防除等は他の防除法に頼らざるを得ない。本法は側条施用装置の改良、最高分けつ期の培土時同時側条施薬による防除に適した病害、例えば紋枯病等、対象病害の種類をも含め再検討を要す。

## 文献

- 1) 根本文宏、他 (1995) 関東東山病害虫研究会年報42: 35~38.
- 2) 日本植物防疫協会 (1993) 平成5年度水稲・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨—水田における新しい地上防除技術—、日本植物防疫協会、東京、38pp.

(屋代幹雄<sup>○</sup>・根本文宏・林 長生・梶木信幸・古川嗣彦・内藤秀樹)

## (7) 主要虫害の省力管理技術の確立

### ア 目的

国内の水稲面積は年々減少し2001年度で約170万 ha である。にもかかわらず害虫の種類は多い(表2-1-23)。特に初期害虫のイネドロオイムシとツマグロヨコバイ、海外から侵入したイネミズゾウムシ、長距離飛来性のウンカ類とコブノメイガ、年により多発するイネツトムシとアワヨトウ、そして玄米の収量・品質を低下させるカメムシ類などの難防除害虫がいる。これらの防除は薬剤の育苗箱処理、本田施薬、空中散布などにより行われている。今後の対策としては殺虫剤にたよりすぎている現在の防除法を、発生密度を抑制する新しい耕種的な予防的方法(耐虫性品種の利用や栽培法の改善)を開発し、環境への負荷が少ない低コスト環境保全型防除法を確立する必要がある。

その一環である乗用管理機による水稲管理体系を確立することは作業の省力化につながる。病虫害防除の立場から見ると、作業者および周辺環境の安全性確保ならびに有用生物の保全上、有効な管理体系である。本項では、液剤の少量散布による病虫害防除技術を確立するために、新たに装着した走行速度連動式の薬液少量散布装置(屋代ら、1996)を使って、病虫害の防除効果と天敵への農薬の影響を検討した結果を紹介する。

### イ 研究方法

使用した機械は、イセキ乗用管理機 JK11-120GH と、これに装着した少量散布機 IBS300である。同様の機能をもつ機械として、全農ではパンクルスプレーヤーが作製されている。

乗用管理機の車体後方には、300ℓの液剤タンクを、前方には、液剤を散布するブームスプレーヤーを装着する。最大散布幅は10m。必要に応じ、ブームのコックを閉じることによって散布幅を変更できる。散布ノズルは少量散布用・慣行散布用・多量散布用と、目的に応じて切り替えられる。散布量は、車輪駆動軸の回転数を検出して、10アール当たり25~200ℓという幅広い液剤散布が可能となる(写真9)。

薬液5分の1、薬剤も3割減をねらった試験の概要は次のとおり。

- 1) 試験場所…利根川北岸の水田地帯(茨城県新利根村)の直播水田。少量散布区20アール、慣行散布区10アール、無散布区2アール(平井、竹内、1996)
- 2) 対象作物…キヌヒカリ(乾田直播、1995年4月18日播種)、チヨニシキ(隣接無防除水田4月21日播種)
- 3) 薬剤施用年月日…1995年7月27日、8月10日
- 4) 供試薬剤と散布量…ピレスロイド系エトフェンプロックス(トレボン)EW10%。少量散布区は希釈濃度300倍で10a当たり25ℓ、慣行散布区は1000倍で10アール当たり120ℓ。散布時にはイモチ防除用殺菌剤(7月27日はトリシクラゾール[ビームゾル]、8月10日はフサライドカスガマイシン[カスラブサイドゾル])、展着剤ネオエステリンを混用して施用した。
- 5) 防除効果及び天敵への影響調査…散布当日の散布前と、1回目の散布から9月1日まで約1か月間、直径36cmの捕虫網で計6回ほぼ等間隔で調査した。最初の2回は10回振り、残り4回は5回振りのすくい取りを、各区6反復行い昆虫相を調べた。
- 6) 調査対象生物…病虫害はイモチ病、ツマグロヨコバイ、クモヘリカメムシ、コバネイナゴ、イネツトムシ。天敵生物はクモ類、ツヤヒメハナカメムシ、寄生蜂。
- 7) カメムシによる斑点米の発生調査…9月5日に各区3か所から37穂を抜き取り、精玄米500粒当たりの斑点米混入数を調査した。

表 2-1-23 水稲害虫の全国の発生面積

害虫名	1999年	発生面積率	2000年	発生面積率	2001年	発生面積率
イネミズゾウムシ	854906	47	810874	46	736556	43%
セジロウンカ	677215	38	833933	47	731195	43
ツマグロヨコバイ	714617	40	692408	39	675746	40
ヒメトビウンカ	576706	32	582461	33	660311	39
斑点米カメムシ類	481479	27	612830	35	533722	32
コブノメイガ	330315	18	300056	17	310981	18
イネドロオイムシ	274690	15	239155	14	170182	10
ニカメイガ	164131	9	159343	9	175763	10
イチモンジセセリ	152796	8	136458	8	185664	11
トビイロウンカ	80708	4	50574	3	55585	3
フタオビコヤガ	104650	6	153275	9	143274	8
イネゾウムシ	100114	6	126096	7	93554	6
イネヒメハモグリバエ	114991	6	48388	3	53396	3
水稲作付面積	1804922		1765682		1700000 ha	

農水省植物防疫課編病害虫防除関係資料より作成。



写真 9 薬液少量散布用の乗用管理機

### ウ 結果

(ア) 上記 4) の記述から分かるとおり、少量散布では慣行散布に比べて薬液の量が約 5 分の 1 で済むうえ、薬剤の量も 3 割ほど少なくてよいことになる。タンクの大きさが 300ℓ なので、慣行散布では 1 回の薬液補給で 30 アールしか散布できないのに対して、少量散布では 120 アールも散布できる。散布薬液が少なくて済めば、投下薬量は少なく、当然、経費もそのぶん安くなる。

調査の結果、このような少量散布でも、慣行散布と同等かそれ以上の効果が得られることが明らかになった。

エトフェンプロックス（商品名トレボン）EW10%の少量散布はツマグロヨコバイ・クモヘリカメムシの発生数、斑点米の発生数を抑制した(図2-1-36、図2-1-37)。少発生のコバネイナゴ・イネツトムシに対しても慣行散布と同等の抑制効果を示した。

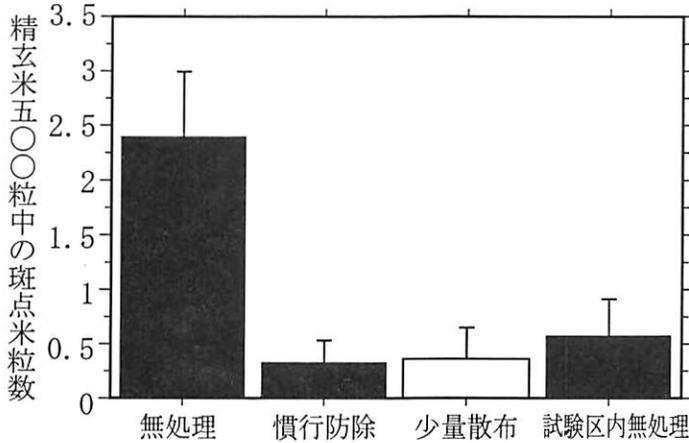


図2-1-36 少量散布でも斑点米の発生は慣行防除のみ  
(1995年9月5日抜き穂調査、新利根)  
平均と95%信頼限界

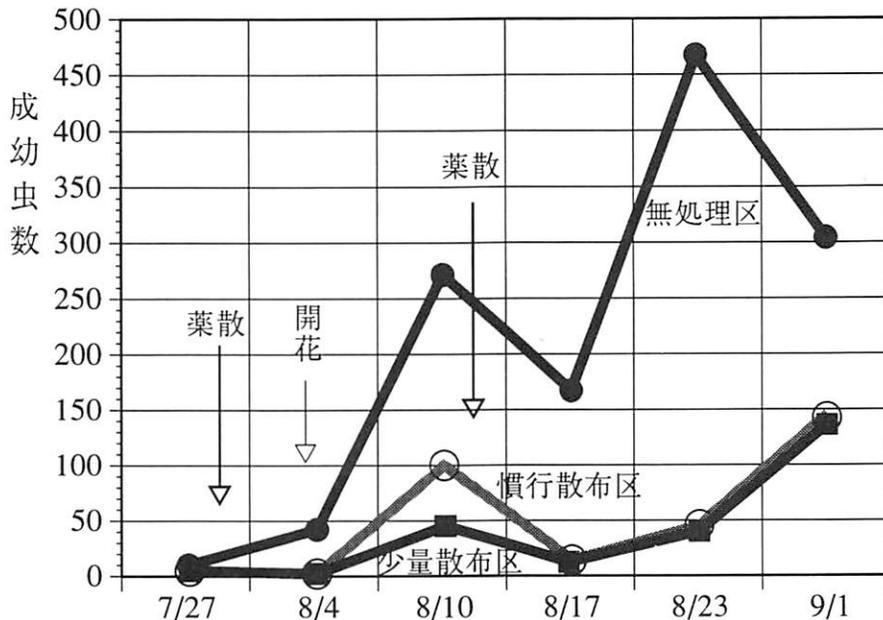


図2-1-37 薬液少量散布によるツマグロヨコバイの密度抑制（新利根、1995）  
捕虫網5回振り6反復の平均捕獲成幼虫数

#### (イ) クモヘリカメムシ (斑点米)

クモヘリカメムシは山林の下層の雑草地で成虫越冬し、5月以降雑草地に飛来する。新利根の水田ではクモヘリカメムシ(写真10)は出穂前の7月27日に捕獲され、このころ成虫の飛び込みが始まったと考えられる。その後、8月上旬は産卵期、8月上中旬は幼虫期、8月下旬は成虫期、9月上旬以降は成虫の水田から越冬地への移出期と考えられる。

クモヘリカメムシによる斑点米発生数(写真11)は、約3mの排水路を隔てた西側の隣接無防除水田[無処理、品種チヨニシキ]が最多で、当試験全区より有意に多かった(図2-1-37)。少量散布区は慣行散布区と同等に斑点米を抑えた。

ただし斑点米は、8月中下旬の幼虫(本調査では8月17~23日の幼虫)により発生したようなので、検査1等米を多数得るには8月中下旬の幼虫防除が必要だったと考えられる。ちなみに1996年に実施した試験では、8月6日と20日に少量散布した水田で斑点米の発生防止効果がみられた。

#### (ウ) ツマグロヨコバイ等

ツマグロヨコバイは全国的に8月上旬以降増加するが、試験水田では8月4日以降に成幼虫とも増加し始めた(図2-1-36)。成虫数はその後漸増し、8月10日の葉散の影響で17日に一時減少したが、8月23日には増加し最多になった。幼虫も同様の増加傾向を示し、8月23日以降多くなった。

葉散区の成虫は、第1回散布の2週間後の8月10日に増加したが、第2回葉散により2週間後の23日まで低く推移した。9月1日に多くなったが、無処理区よりは低密度で推移している。少量散布は慣行散布より常に低く抑えた。葉散区の幼虫は、無処理区に比べて少量散布・慣行散布区ともに低密度に抑えられた。したがってツマグロヨコバイに対しては7月下旬と8月上旬の少量散布により十分抑制できると考えられる。

なお、1994年7月に農研センター谷和原水田で実施したシラフルオフエン(Mr. ジョーカー)EW19%の500倍液10アール当たり25%の1回散布でも、コバネイナゴ、ツマグロヨコバイ、イネツトムシの発生密度を低下させることがわかっている(平井ら、1995)。

#### (エ) 天敵への薬剤影響は慣行散布より少ない

一方、天敵生物のクモ類、ツヤヒメハナカメムシの個体数は7月27日の1回目散布後に若干減少したが、8月10日の2回目の散布後の補正密度指数は減少せず、薬剤散布の大きな影響はなかったと考えられる。とりわけ、イネ葉上でアザミウマやウンカ、ヨコバイ類幼虫を捕食すると思われるツヤヒメハナカメムシ(写真12)は、少量散布区では慣行散布区と同等かやや多めの個体数が捕獲された。

試験区で捕獲したクモ類は、葉上でウンカやヨコバイを捕食するヤサガタアシナガタグモ(写真13)が多かったが、2回目散布後はたいして減少せず、13日後には増加し、個体数減少への影響は少なかった。

1994年にシラフルオフエンを少量散布した試験でも、天敵のクモ類・ヤマトクサカゲロウ(写真14)・コマユバチ類の個体数減少への影響は慣行散布より少なかった(平井ら、1995)。

## エ 考察

害虫の防除効果のほか、殺菌剤のイネ葉面への付着も十分で、イモチ病に対しても慣行散布と同様の防除効果が認められた(屋代ら、1995)。以上のことから、乗用管理機による農薬の少量散布は十分な防除効果が得られ、1回の薬液補給で作業できる面積は慣行散布より増え、散布労力的にも省力・効率化が図れるといえる。また、天敵類への影響は慣行防除に比べて少なかった。これまで

に実用性が認められ登録された少量散布用薬剤は21剤ある(表2-1-24)。移植および直播の大規模水田における病虫害防除法として導入できると考えられる。

### オ 今後の問題

薬液少量散布の天敵生物への農薬影響が少なかった原因は、投下薬量が少なかった〔慣行散布の69%〕 ことにあると考えられるが、室内試験も含め、さらに詳しく調査し、今後の薬剤選定や施薬技術の改善、薬剤開発に役立てることが必要である。

### 文献

- 1) 平井一男・竹内博昭(1996) 関東病虫研報 43:187-190.
- 2) 平井一男・竹内博昭・後藤千枝(1995) 総合農業成績-虫害、1995.3、1-1-4
- 3) 屋代幹雄・内藤秀樹・平井一男(1996) 総合農業の新技术(農業研究センター)9、45-51.



写真10 稲穂を吸汁加害するクモヘリカメムシ



写真11 カメムシの吸汁により発生した斑点米



写真12 アザミウマやウンカ・ヨコバイ類を捕食する天敵ツヤヒメハナカメムシ



写真13 捕食性天敵ヤサガタアシナガグモ



写真14 アブラムシ類の捕食性天敵とヤマトクサカゲロウ

表2-1-24 少量散布用に登録された薬剤（平成11年3月現在）  
（ ）内は商品名。

---

BPMC・PAP乳剤（エルサンバッサ乳剤）
MEP・カスガマイシン・フサライド水和剤（カスラバサイドスミ水和剤）
MEP乳剤（スミチオン乳剤）
PAP乳剤（エルサン乳剤）
エトフェンブロックス・EDDP乳剤（ヒノトレボン乳剤）
エトフェンブロックス・カスガマイシン・フサライド水和剤（カスラブトレボンゾル）
エトフェンブロックス・ジクロメジン・フサライド水和剤（ラバサイドモンガードトレボンフロアブル）
エトフェンブロックス・トリシクラゾール水和剤（ビームエイトトレボンゾル）
エトフェンブロックス・フサライド水和剤（ラバサイドトレボンフロアブル）
エトフェンブロックス乳剤（トレボン乳剤）
カスガマイシン・バリダマイシン・フサライド水和剤（カスラバリダゾル）
カスガマイシン・フサライド水和剤（カスラバサイドゾル）
ジクロメジン水和剤（モンガードゾル）
シラフルオフェン乳剤（MR. ジョーカーEW）
トリシクラゾール水和剤（ビームゾル）
バリダマイシン液剤（バリダシン液剤5）
フサライド・フルトラニル水和剤（モンカットラバサイド20フロアブル）
フサライド水和剤（ラバサイドフロアブル）
ブプロフェジン水和剤（アブロード水和剤）
フルトラニル水和剤（モンカットフロアブル）
メブロンル水和剤（バシタックゾル）

---

（平井一男・竹内博昭・後藤千枝）

## （8）新利根試験区での有害鳥の飛来状況と種別への鳥害

### ア 目的

水稲直播栽培ではカルガモやスズメなどによる種別の食害によって壊滅的な被害を受けることがあり、決定的な対策がないこともあって直播栽培に対する農家の不安を招き、普及の妨げとなっている。鳥害の程度や加害種は地域や栽培様式によって大きく異なっているため、それに応じた低コストで省力的な鳥害対策を立てることがポイントである。

本課題では、茨城県新利根町において実施された栽培方式の異なるいくつかの直播圃場を対象に、鳥害の発生時期、加害鳥の種類や飛来状況および被害量を明らかにし、被害防止のために必要な基礎的知見を得ることを目的とした。

### イ 研究方法

試験圃場の東側農道に停めた自動車内から直播田に飛来する有害鳥類の種類と個体数を5分または10分に1回双眼鏡で見回して確認できた鳥種、個体数、位置、行動を記録した。記録対象種は潜在的な加害鳥であるカルガモ、ハト類（キジバト、ドバト）、スズメ、カラス類（ハシボソガラス、ハシブトガラス）とした。カルガモは夜にも活動することが知られているため、昼間だけでなく夜間にも強力懐中電灯を用いて調査した。1995年には移植・作溝直播・湛水直播・乾田直播の計2.4haを対象とした日中調査（5：00～18：00）を5月2日と5日に、乾田直播を除く計1.7haを対象とした夜間調査（18：00～5：00）を4月25日～6月8日に17夜おこなった。1996年には乾田直播・作溝直播・湛水直播の計1.7ha および周辺乾田直播2.8haを対象として5月2日、16日、30日に日の出

から日の入りまで調査し、1997年には乾田直播・湛水直播の計1.7haと周辺乾田直播区2.8haを対象として5月7日、14日、21日の10:00から15:00に調査した。

潜在的加害鳥の飛来調査と平行して種籾への被害調査も実施した。1994、95年には圃場全体が防鳥網で覆われたり、発芽が不良だったりしたために定量的な被害調査はできなかった。1996、97年度には1m<sup>2</sup>の防鳥枠を各圃場に8～12個設置し、その枠内および各枠から1m離れた1m<sup>2</sup>内の苗立ち数を播種2週間後から1週間ごとに3～4回数えた。

この試験地では現地営農組合や農研センタープロチームなどの協力によって具体的な鳥害対策も行われた。1994、95年には一部の圃場全体に防鳥網がかけられた。1996年にはプロパンガスの爆発音を利用した防鳥機器(商品名「ドンピカ」)が播種直後の乾田直播区に設置され、日中に数分間隔で作動させた。1997年度には乾田直播区の北西角にヒヨドリのディストレスコールを利用した防鳥機器(農研センター鳥害研究室と株式会社マウビックによる共同開発機「KZ-02」)が播種直後から設置されて、日中に数分間隔で作動していた。また、1995年以降毎年銃器による有害鳥獣駆除が実施されていた。

## ウ 結果

### 【有害鳥の飛来状況】

(ア) 日中に現れた有害鳥としてはスズメが多かったが、一時に見られる有害鳥の個体数(瞬間個体数)は合計でも1haあたりに1羽未満にとどまった(図2-1-38)。スズメは主に作溝直播区や乾田直播区で地表に露出した籾や地表近くで芽生えたばかりの籾を食べるのが観察された。キジバトは乾田直播区で地中を掘り返して籾を食べるほか、畦で雑草種子を採食するのが観察された。

(イ) 夜間にも飛来したのはカルガモのみであった。瞬間個体数は最大3羽で、平均では日中0.06羽、夜間0.62羽だった。薄暮(18時台)、薄明時(4時台)の平均個体数が少ないことから、カルガモが暗い時間帯に水田で活動していることがわかった(図2-1-39)。

(ウ) カルガモの飛来数は、湛水直播区でも作溝直播区でも播種直後よりも出芽後に増加した(図2-1-40)。このことは、カルガモは発芽によってイネ籾を見つけることを示唆している。

### 【被害状況】

(エ) 1994、95年には苗立ちが不安定であったり圃場全体を覆う防鳥網が設置されたために鳥による被害を判定できなかった。1996年と1997年の被害調査で鳥害が認められたのは、52%の被害率と推定された1996年の作溝直播区のみであった(表2-1-25)。

(オ) 1996年の作溝直播区でも初期(播種後約2週間、一部が芽生え)にはほとんど差がなく、1週間後の芽生えがそろった頃に大きな差を生じた(図2-1-41)。

また、鳥害を受ける防鳥枠外では播種溝の水深が4～5cmと浅いところで水深6～8cmのところより苗立ち数が少なかった(各々平均7.0と28.5、 $P=0.11$ )。これらのことから、いったん発芽した籾が水の浅いところでスズメ等による食害にあったと推測される。

(カ) 湛水直播では枠内外で苗立ち数に有意差はなかったが、1996年には鳥害を受けない枠内の苗立ち数は水深が浅いほど多かったのに対し、鳥害を受ける枠外の苗立ち数は水深とは相関がなかった(図2-1-42)。1997年には枠内ではやはり水深の浅いところで初期の苗立ちがよい傾向があったのに対し、枠外では水深が浅いほど逆に苗立ち数が少なかった( $p=0.06$ )。これらのことから、湛水直播でも水深の浅いところで鳥害があったと考えられる。

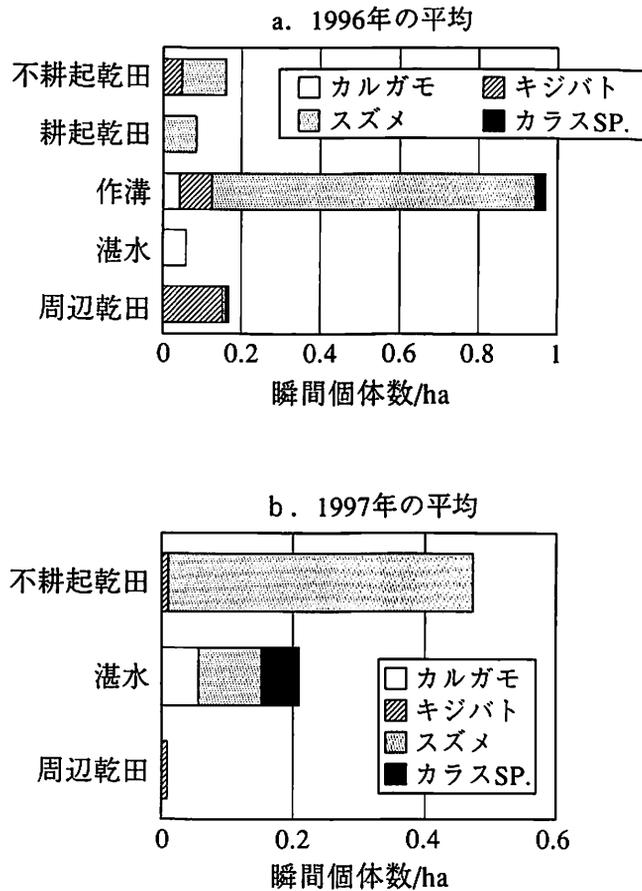


図2-1-38 飛来した有害鳥の圃場別個体数

日中に10分ごとに各区分でカウントした記録の平均値で示す。調査は播種約2週間後から1週間おきに3回行った。スズメは周辺乾田ではカウントしていない。各区の面積は、1996年には不耕起乾田0.4ha、耕起乾田0.4ha、作溝0.6ha、湛水0.4ha、周辺乾田2.8haであり、1997年には不耕起乾田1.1ha、湛水0.6ha、周辺乾田2.8haである。

【鳥害対策の効果】

(キ) 1996年にはプロパンガス利用の防鳥機器(「ドンピカ」)が設置された不耕起乾田・耕起乾田区よりも、そこから離れた周辺乾田直播区により多数のキジバトが飛来していた(図2-1-38)。

(ク) 1997年に乾田直播区に設置された忌避音発生装置KZ-02の効果を検証するため、同装置からの距離による方形枠外の苗立ち数を比較したところ違いは認められなかった(図2-1-43)。このことから、この年に鳥害がほとんどなかったのが同装置の効果とは確認できなかった。

(ケ) 以上のことから、新利根地区では有害鳥獣駆除を実施しているかぎり、乾田直播と湛水直播のいずれにおいても深刻な鳥害は生じていないと言える。しかし、作溝直播や湛水直播では浅いところがあるとスズメの食害を受けやすいので、圃場を十分均平にして水深や播種深度のばらつきを少なくすることが鳥害を最小限に抑えるために重要である。乾田直播におけるキジバトについてはとりあえずプロパンガス利用の防鳥機器によって減らすことができる。

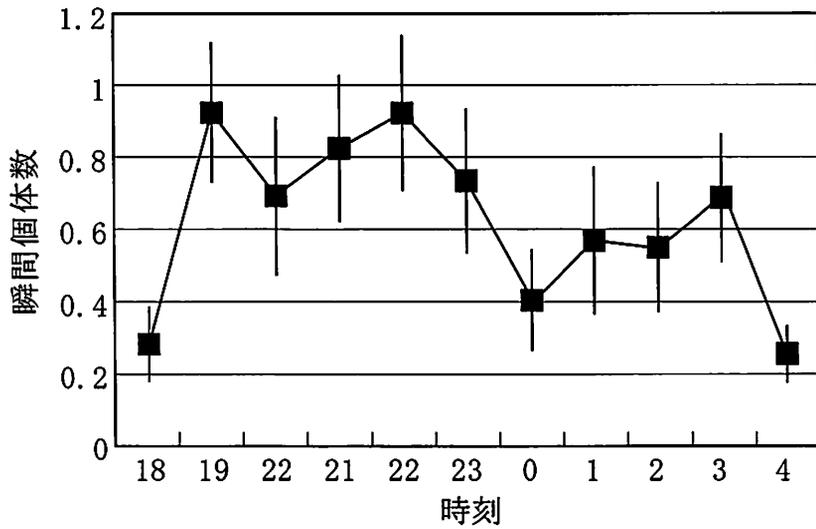


図 2-1-39 時間帯別のカルガモ個体数

5分ごと、12回のカウントの平均値を各時間の個体数とし、その17夜分の平均値と標準誤差を示す。1995年の移植・作溝直播・湛水直播の合計1.7haでのデータ。

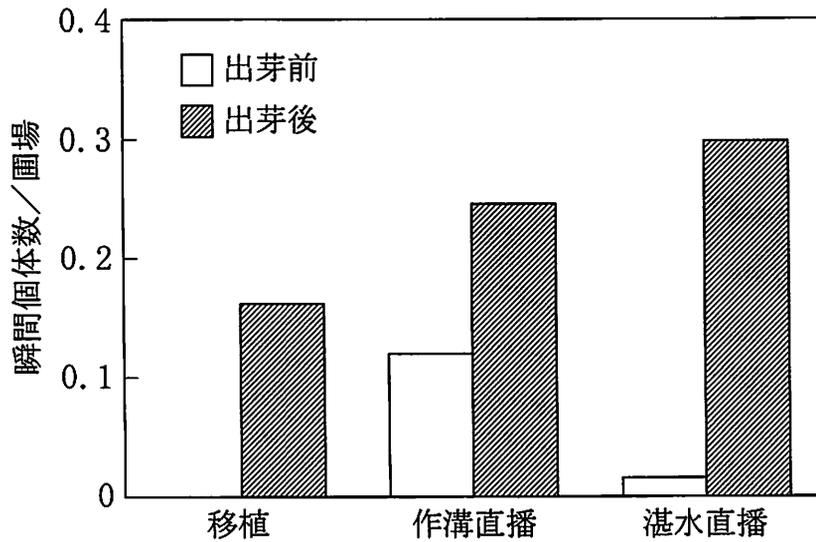


図 2-1-40 採食中のカルガモの圃場別平均個体数

1995年の播種・移植後に18:00から翌朝5:00までの夜間調査を17夜実施した。5分ごとのカウントした個体数を一晩あたりで平均し、さらにその値を出芽前後の観察日数ごとに平均した。

### エ 考察

今回大きな鳥害が見られなかったのは、1) カルガモの密度が低く、2) 有害鳥獣駆除が行われている地域で得られたものである。カルガモの密度が高い地域で湛水直播すると大きな被害を被ることが知られている。こうした地域ではいたずらに防鳥機器に頼るよりも水張り休耕地などを利

表2-1-25 播種後約1ヵ月での防鳥枠内外の苗立ち数 (本/m<sup>2</sup>)

年	直播方式	防鳥枠内		防鳥枠外		減少率 <sup>a)</sup>	n
		平均	SD	平均	SD		
1996	不耕起乾田	100.6	35.8	89.1	25.7	11.4	8
	耕起乾田	119.8	38.2	112.5	49.8	6.1	8
	作溝	55.3	19.8	26.4	20.7	52.3 <sup>b)</sup>	8
	湛水	37.9	6.6	38.5	14.5	-1.6	8
1997	不耕起乾田	180.3	41.6	176.3	67.2	2.2	12
	湛水	30.4	12.2	30.0	9.5	1.3	8

a) 防鳥枠内の苗立ち数に対する枠外の苗数の百分率を100から引いた値。

b) 違いが統計的に有為 (p<0.05)。

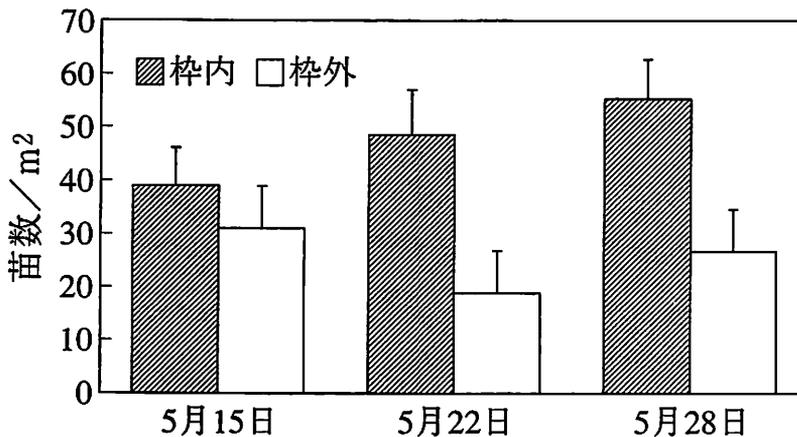


図2-1-41 1996年作溝直播での苗立ち数の推移

8個の防鳥枠の内側と外側のそれぞれ1m<sup>2</sup>での苗立ち数の平均値と標準誤差を示す。  
播種日は4月24日。

用した誘引と忌避剤の施用など、まったく異なる対策が必要であろう。

プロパンガスを利用した防鳥機器の効果も、単独の効果というよりは銃による駆除が行われているために爆発音に対して鳥が過敏になっている状況下での効果と見るべきである。今のところ爆発音以外の音声を使って水田のような広い範囲から鳥を追い払うのは難しいと思われる。

乾田直播区にはスズメが飛来していたが、播種深度が十分であればスズメの食害は軽度である。湛水直播も含めて、圃場を十分に均平にすることが鳥害対策にもつながる。大規模化のための水稲直播ではそれ以上の投資を鳥害対策に向けることは経済的に釣り合わないであろう。

#### オ 今後の課題

鳥害を抑えるために最適な湛水直播における水深や乾田直播における播種深度を明らかにする必要がある。また、銃器による駆除の効果や直播栽培の面積が拡大することによる鳥害の軽減については継年調査が必要である。

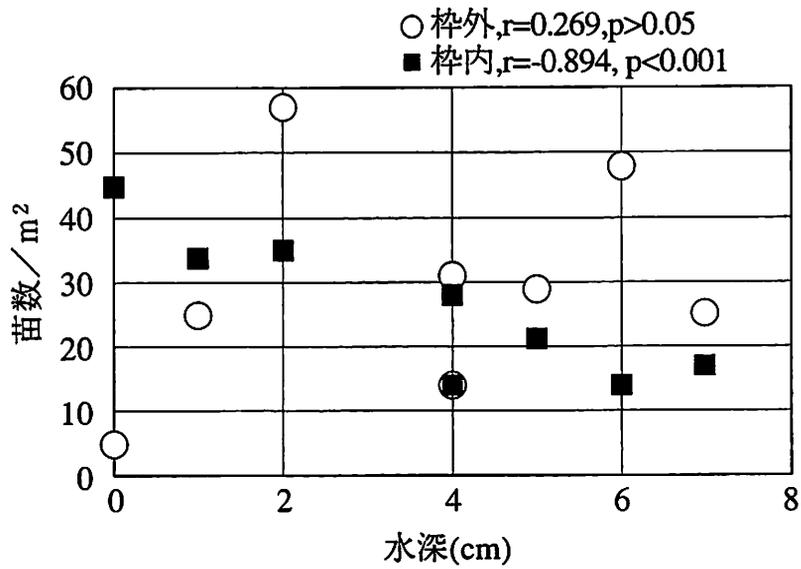


図 2-1-42 1996年作溝直播での苗立ち数の水深による違い  
データソースは図 2-1-41と同じ。

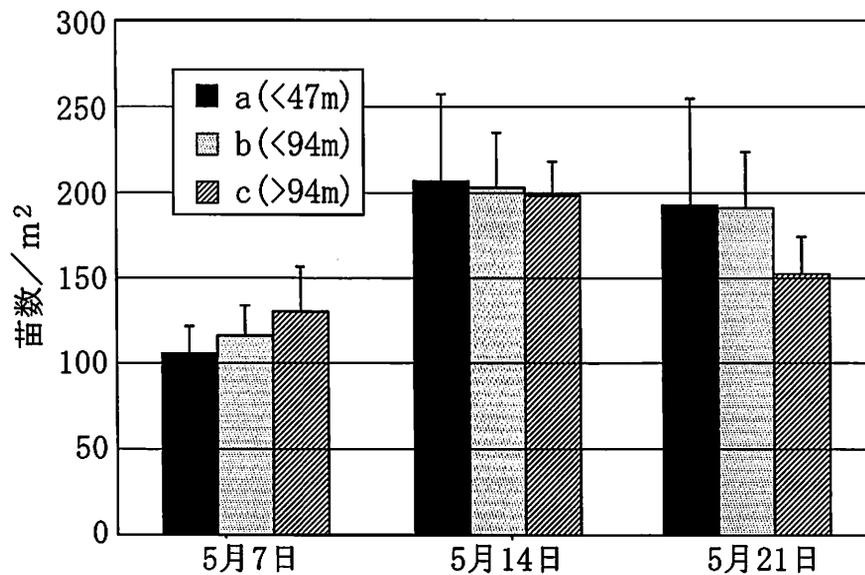


図 2-1-43 忌避音発生装置 KZ-02からの距離による苗立ち数の違い  
KZ-02は1997年に不耕起乾田区の北西角に設置された。aゾーンでは3ヵ所、bゾーンでは4ヵ所、cゾーンでは5ヵ所で1m<sup>2</sup>内の苗立ち数を教え、その平均値と標準誤差を示す。

(藤岡正博<sup>○</sup>・浦野栄一郎・中村和雄)

## (9) 大区画水田における雑草省力防除技術

### ア 目的

シハロホップブチル剤を中心とする新除草剤を用いて、大区画水田を対象とした乾田直播栽培における効率的除草体系を実証する。このため、乾田直播栽培の入水前の乾田期間の主要雑草の発生生態を解明し、ヒメイヌビエの葉齢を気温値から推定して除草剤適期処理の指標を得る。

### イ 研究手法

茨城県新利根町の太田新田営農組合の1994年から97年に実施された耕起および不耕起乾田直播田(第2章1-(1)-1参照)で以下の調査研究を行った。

#### (ア) 入水前の主要雑草の発生生態の解析

①1994年(1年目)に、播種直後土壌処理剤(ベンチオカーブ・プロメトリン乳剤、800ml/10a)の処理20日後の雑草の個体数と生育程度を不耕起区と耕起区について調べた。

②1995年(2年目)の水稻刈跡で、多年生雑草キシウスズメノヒエとオモダカを対象にグルホシネート液剤(1000ml/10a)を処理した圃場で、翌年の4月18日に冬生一年生雑草の発生状態を調べた。

③1995年(2年目)に、除草剤無処理区で播種26日後に不耕起区と耕起区のヒメイヌビエを採取し、中胚軸長+葉鞘白色部長で求めた発生深度と葉齢の関係を調べた。

④1996、7年(3、4年目)の冬期間に耕起した乾田直播区で採取した雑草ヒエを、培養して穂を確認するか、または小穂の大きさでヒメイヌビエとイヌビエに区分して、種の構成、発生深度と葉齢を調べた。

#### (イ) ヒメイヌビエの有効積算気温を用いた葉齢推定に基づく入水前除草剤の処理適期の策定

①0.1°C刻みの気温値のイヌビエの葉齢進展への有効度<sup>1)</sup>をヒメイヌビエに準用した。すなわち、1995年の不耕起・耕起乾田直播田でのヒメイヌビエの葉齢の最大値を、太田新田の気温の1時間値を $\varepsilon$ に読み替えて有効積算気温( $\Sigma\varepsilon$ )で求めた。②アメダス地点「竜ヶ崎」の1990-94年の気温値の1時間値の平均値を平年値とし、それが+3~-3°Cに変動した条件を想定して $\Sigma\varepsilon$ を算出した。③「竜ヶ崎」の1990-94年の4、5月の毎日の1時間値より算出した日平均気温と日較差により、1日当たり有効積算気温( $\Sigma\varepsilon$ )の近似値を求める回帰式を検討した。

#### (ウ) 乾田直播栽培での好適除草体系

入水前の乾田期にノビエと広葉雑草を制御できる新除草剤シハロホップブチル+ベンタゾン液剤(商品名:クリンチャー・パス)の活用を軸とした乾田直播栽培での好適除草体系を検討した。第2章1-(1)-1で設定された除草体系に基づき、1994年(1年目)に、シハロホップブチル+ベンタゾン液剤のイネ科雑草に対する効果を処理6日後に調べ、また入水20日後(入水直後にピラゾレート+ブタクロール剤を処理)の残草量を調べた。

表 2-1-26 乾田期除草剤処理直前の雑草発生状態

草 種	不耕起区		耕 起 区	
	個体数 本/m <sup>2</sup>	最大の 個体	個体数 本/m <sup>2</sup>	最大の 個体
ヒメイヌビエ	8.7	5.0L	5.3	4.2L
メヒシバ	8.7	4.0L	13.3	3.5L
コゴメガヤツリ	4.0	3L	0.7	2L
エノキグサ	8.0	1対	19.3	1対
ハルタデ	18.0	5.5L	3.3	5.5L
イヌタデ	1.3		6.0	2.5L
ヤナギタデ			1.3	3.5L
タカサブロウ	11.3	3cm	15.3	2対
トキンソウ	6.0	3cm		
ノボロギク	0.7	2L		
アゼナ	1.3	2対		
イヌガラシ	10.0	4L	0.7	5L
スカシタゴボウ	1.3	5cm		
スベリヒユ	2.7	3対	10.0	2対
シロザ	1.3	3.5L	1.3	子葉
ハコベ	71.3	5cm		
ノミノフスマ	2.7	2対		
ヒユ類	6.0	2.5L	1.3	1L
シロツメクサ	0.7	5cm		

- 1) 茨城県新利根町太田新田での1994年の調査結果。
- 2) 「最大の個体」欄のL、対は葉数を示す。
- 3) 播種後にベンチオカーブ+プロメトリン乳剤を処理。

表 2-1-27 乾田直播田における茎葉処理剤の刈跡処理の翌春での効果  
(播種前処理剤散布時96.4.18調査)

草 種	無処理側			処理側		
	出現 頻度 <sup>1)</sup>	個体数 <sup>2)</sup>	平均 草高 <sup>3)</sup>	出現 頻度 <sup>1)</sup>	個体数 <sup>2)</sup>	平均 草高 <sup>3)</sup>
スカシタゴボウ	100	2.6±2.9	12.1	100	7.7±5.4	6.4
ノミノフスマ	92	7.1±3.6	4.8	100	9.0±4.3	3.5
スベリヒユ	92	6.9±3.3	10.3	58	0.7±0.7	3.7
ヘラバヒメジヨオン	67	1.8±1.9	6.3	0		
トキワハゼ	58	2.6±4.5	4.0	0		
タネツケバナ	25	0.4±0.9	14.0	17	0.2±0.4	11.0
ノボロギク	17	0.3±0.6	8.5	0		
ナズナ	17	0.2±0.4	44.0	17	0.2±0.4	17.5
オアチノギク	8	0.3±0.9	4.0	0		
イヌタデ	8	0.2±0.9	2.0	25	0.3±0.5	2.0
シロザ	0			8	0.1±0.3	2.0
イヌビエ	0			25	0.5±0.9	2.7
合 計		22.4/m <sup>2</sup>			18.7/m <sup>2</sup>	

- 1) 1/4 m<sup>2</sup>のコードラートで12ヵ所測定し、1) 出現コードラート数(A)/12x100、
- 2) 1/4 m<sup>2</sup>当たり個体数/12と標準偏差、3) コドラートの最高草高(cm)の合計/A

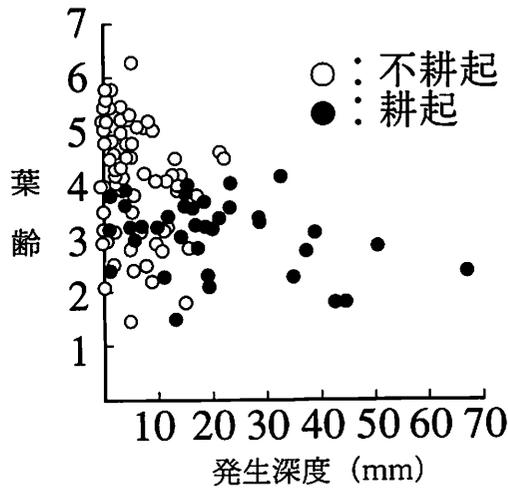


図2-1-44 乾田直播におけるヒメイヌビエの発生深度と葉齢の関係（播種26日後）

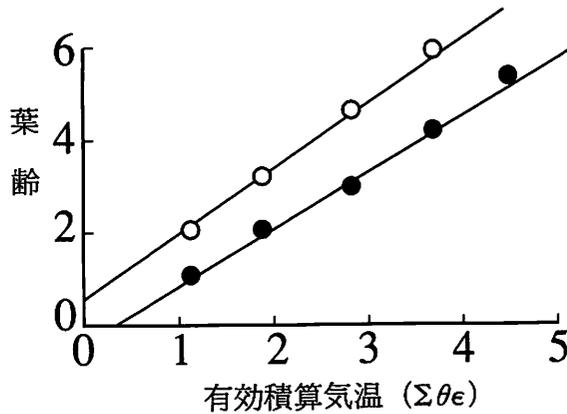


図2-1-45 有効積算気温とヒメイヌビエの葉齢進展

○：不耕起  $Y=1.468X+0.398$  ( $R=0.999$ )  
 ●：耕起  $Y=1.256X-0.478$  ( $R=0.997$ )

ウ 結果

(ア) 入水前の主要雑草の発生生態の解析

①不耕起区ではスズメノテッポウ、スカシタゴボウ、ナズナ、ノミノフスマなどを主体とする冬雑草が繁茂したが茎葉処理除草剤の処理で十分に防除された。入水前にはヒメイヌビエ、メヒシバ、ハルタデ、エノキグサなどの畑雑草が不耕起区で18種、耕起区で13種発生した(表2-1-26)。ここで使用した播種直後土壌処理剤の残効は比較的短いこと、不耕起区では耕起区より雑草の種数がやや多く、生育も早いことが知られた。

②多年生雑草を対象にしたグルホシネート液剤の刈跡処理では、スズメノテッポウの個体数は無処理部分の約10%で、ノミノフスマ、スカシタゴボウ、タネツケバナ、ナズナでも生育ステージが若く、草丈が低かった(表2-1-27)。刈跡処理は出芽直後の冬生一年生雑草も枯殺し、その効果は翌春まで持続されることが知られた。

③播種26日後において、入水前の主要雑草であるヒメイヌビエは、耕起区では約70mmの深さからも出芽したのに対し、不耕起区では約20mm以内に限られていた。一方、葉齢では最大で不耕起

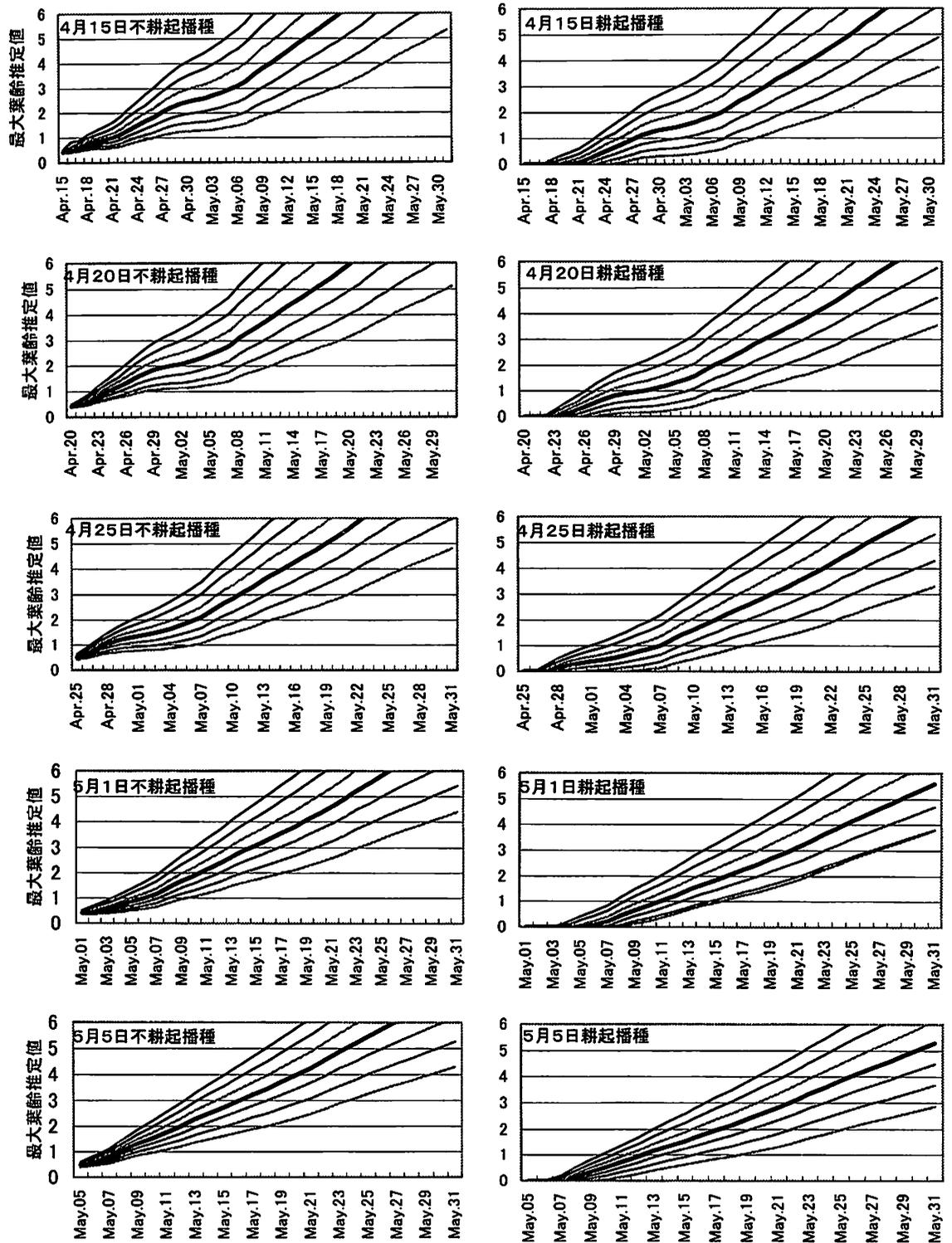


図 2-1-46 新利根町の乾田直播田における、耕起法と播種日ごとの有効積算気温によるヒメイヌビエ葉齢進展の推定値（太線を電ヶ崎の1990—1994の平年値とし、上下に各1℃の増減を想定した）

表2-1-28 乾田期間に発生したヒメイヌビエとイヌビエの発生深度と葉齢の差異 (1997年)

		個体数	胚軸長(mm)	発生深度(mm)	葉齢
A	ヒメイヌビエ	45	21.4±10.0a	23.8±10.1a	1.5±0.6a
	イヌビエ	17	29.3±10.7b	32.2±11.1b	1.3±0.5a
	不明*	11	—	—	1.3±0.5
-----					
B	ヒメイヌビエ	31	17.1±11.6a	20.9±11.6a	3.4±0.9a
	イヌビエ	9	11.9±10.3a	15.8±13.0a	3.9±0.9a
	不明*	6	—	—	4.0±1.1

1.2haの圃場で5月6日に1/4m<sup>2</sup>を、8カ所から採取した個体につき調査  
 A：播種直後茎葉処理剤散布（4月27日）より10日後の発生個体。  
 B：上記剤散布時に既に発生していた個体。  
 \*：胚軸が切れて穎果を回収できなかった個体。  
 平均値±SD，異なるアルファベットはt検定で1%水準の有意差を示す。

区で6以上、耕起区で4程度であった(図2-1-44)。すなわち、不耕起区のヒメイヌビエは耕起区でのそれより浅い土中から発生し、葉齢の進む傾向にあった。

④当該の乾田直播田でのヒメイヌビエは、湛水条件下では発芽を強く抑制される種であることから、転換畑の期間に埋土種子集団を形成したと考えられた。水田で発生可能なイヌビエは、水田に復元して3年目より侵入し、4年目には雑草ヒエの約20%を占めた。ヒメイヌビエとイヌビエの入水前での発生深度や葉齢には有意な差は見られず、播種直後剤処理後に発生した個体群でイヌビエがヒメイヌビエよりより深い土中から発生したものの、葉齢では差が認められなかった(表2-1-28)。従って、この期間の防除に関する葉齢や発生深度については両変種を同一に扱うことができるものと考えられた。

(イ) ヒメイヌビエの有効積算気温を用いた葉齢推定に基づく入水前除草剤の処理適期の策定

①播種n日後におけるヒメイヌビエの最大葉齢(Y)と播種日から(n-1)日の有効積算気温( $\Sigma\epsilon$ : X)の間は直線回帰式で表された(図2-1-45)。耕起区では回帰式の定数項がわずかに年次変動を示し、起算日についてはさらに検討を要する余地があるが、発生を確認した後は $\Sigma\epsilon$ を用いてヒメイヌビエの葉齢を高精度に推定できると認めた。そこで、播種(耕起)日からヒメイヌビエの1~5葉期到達までに必要な $\Sigma\epsilon$ を下記のように算出した。

	1葉期	2葉期	3葉期	4葉期	5葉期
不耕起	0.410	1.092	1.773	2.454	3.135
耕起	1.176	1.973	2.769	3.565	4.361

②太田新田に最も近いアメダス地点である「竜ヶ崎」の気温値から $\Sigma\epsilon$ により、4月15日から5日間隔に設定した播種日から起算した $\Sigma\epsilon$ を、平年(5年間の平均値)とその1時間気温値を+3~-3°Cの範囲で変動させた条件下で求めた。 $\Sigma\epsilon$ の推移から上記の表の値を読み取ることで不耕起、耕起乾田直播田でのヒメイヌビエの葉齢が推定できる(図2-1-46)。さらに、播種直後土壌処理剤

表2-1-29 太田新田の乾田直播で4月15日に播種(耕起)した場合の入水前除草剤の処理時期(月・日)

左:ベンチオカーブ乳剤+プロパニル乳剤混用

右:シハロホップブチル・ベンタゾン乳剤

上段:不耕起播種栽培

下段:耕起栽培

不耕起乾田直播でのサターン・スタム剤混用処理時期

気 温 条 件	播 種 後 土 壌 処 理 剤			
	無	残 効 期 間		
		短	中	長
平 年	4.27~5.05	5.01~5.08	5.07~5.11	5.11~5.15
-3℃	5.10~5.18	5.12~5.19	5.14~5.21	5.17~5.23
-2℃	5.07~5.13	5.09~5.14	5.11~5.17	5.14~5.20
-1℃	5.01~5.09	5.06~5.11	5.09~5.13	5.12~5.17
+1℃	4.25~5.02	4.28~5.05	5.04~5.09	5.09~5.13
+2℃	4.24~4.28	4.27~5.02	5.02~5.07	5.08~5.11
+3℃	4.23~4.26	4.26~4.30	5.01~5.05	5.08~5.10

不耕起乾田直播でのクリンチャー・バス剤処理時期

気 温 条 件	播 種 後 土 壌 処 理 剤			
	無	残 効 期 間		
		短	中	長
平 年	5.10~5.15	5.13~5.17	5.15~5.19	5.19~5.23
-3℃	5.24~5.30	5.25~5.31	5.27~6.α	5.29~6.α
-2℃	5.19~5.24	5.20~5.25	5.22~5.27	5.25~5.29
-1℃	5.14~5.19	5.16~5.21	5.19~5.23	5.22~5.25
+1℃	5.07~5.11	5.10~5.16	5.13~5.16	5.17~5.20
+2℃	5.04~5.08	5.07~5.10	5.10~5.14	5.15~5.19
+3℃	4.30~5.05	5.05~5.08	5.09~5.12	5.13~5.16

耕起乾田直播でのサターン・スタム剤混用処理時期

気 温 条 件	播 種 後 土 壌 処 理 剤			
	無	残 効 期 間		
		短	中	長
平 年	5.08~5.12	5.09~5.14	5.13~5.17	5.16~5.21
-3℃	5.20~5.26	5.21~5.28	5.23~5.29	5.25~6.01
-2℃	5.15~5.21	5.16~5.23	5.19~5.24	5.22~5.27
-1℃	5.11~5.16	5.13~5.18	5.15~5.21	5.19~5.23
+1℃	5.01~5.09	5.07~5.11	5.10~5.14	5.14~5.19
+2℃	4.28~5.06	5.04~5.09	5.08~5.12	5.13~5.16
+3℃	4.26~5.03	5.01~5.07	5.07~5.10	5.11~5.15

耕起乾田直播でのクリンチャー・バス剤処理時期

気 温 条 件	播 種 後 土 壌 処 理 剤			
	無	残 効 期 間		
		短	中	長
平 年	5.17~5.22	5.19~5.23	5.22~5.26	5.25~5.29
-3℃	6.α~6.α	6.α~6.α	6.α~6.α	6.α~6.α
-2℃	5.26~6.01	5.28~6.α	5.30~6.α	6.α~6.α
-1℃	5.22~5.26	5.23~5.28	5.25~5.30	5.28~6.α
+1℃	5.13~5.18	5.16~5.20	5.19~5.22	5.22~5.26
+2℃	5.10~5.14	5.13~5.16	5.16~5.19	5.20~5.23
+3℃	5.07~5.11	5.10~5.13	5.13~5.17	5.18~5.21

について無処理と、残効を短(5日程度)、中(10日程度)、長(15日程度)と想定した条件(実験で裏付けされたデータがないため、雑草の発生を観察して判断する)を加味して、適用するΣεの推移を選定する。ここで、ヒメイヌビエに対する処理適期をベンチオカーブ+DCPA乳剤で2~3葉期、シハロホップブチル+ベンタゾン液剤で4~5葉期とすると、太田新田でのこれら除草剤の適期は表2-1-29のように策定できた<sup>3)</sup>。

③気温の1時間値を生長の有効度読み替えたΣεの積算には手間を要するため、1日を単位としたΣεを簡易に近似する方法を検討した。アメダス地点「竜ヶ崎」の春季の多様な気温条件で求めた1日当たりのΣε(Y)に対して、日平均気温(X1:℃)と日較差(X2:℃)を説明変数とすると、 $Y=0.00211X1+0.00014X2-0.2154$  (R2=0.932)の回帰式が得られた(図2-1-47)。同式により、1時間気温値がない場合でも、日最高・最低気温値を用いてΣεの簡易な算出が可能となった。

#### (ウ) 乾田直播栽培での好適除草体系

不耕起・耕起区を込みにしてヒメイヌビエとメヒシバの処理6日後の枯死状態を調べた。シハロホップブチル+ベンタゾン液剤は、慣行のベンチオカーブ乳剤とプロパニル乳剤の同時処理に比べて5葉期でも十分な効果を示した(図2-1-48)。同剤では慣行処理に比べてやや枯死が遅かったが、防除上では支障がなかった。入水直後の一発処理除草剤(1年目ではピラゾレート+ブタクロール粒剤)により十分な除草効果が得られた(表2-1-30)。

全体として、乾田直播栽培の除草体系は次の内容で示された。

	播種直後	乾田期	入水後
処 理 内 容 (/10a)	グリフォサート液 0.5l	シハロップ°ブチル・ ベンチメソ液 1.0l	スルホニルウレア系成分 を含む混合剤 1kg
商品名	ラウンドアップ°	クリンチャー・ハス	登録のあるもの

エ 考察

乾田直播栽培では入水前の畑雑草を主体とした雑草と、入水後の水田雑草を別々に制御する必要がある<sup>2,4,5)</sup>。畑期間の長短で雑草の生育が変化するため、生育の進んだ雑草、特にノビエに効果のある除草剤の乾田直播栽培での実用化が望まれていた。5葉期のノビエにも効果を示すシハロップブチル剤の適用技術が確立され、水稻乾田直播に農薬登録されたことで、同栽培法での雑草制御技術に新たな条件がもたらされた。除草剤の適正な使用には雑草の種類、発消長を把握して適期に処理することが必要である。本研究では太田新田の乾田直播における雑草の発生相に基づいて、主

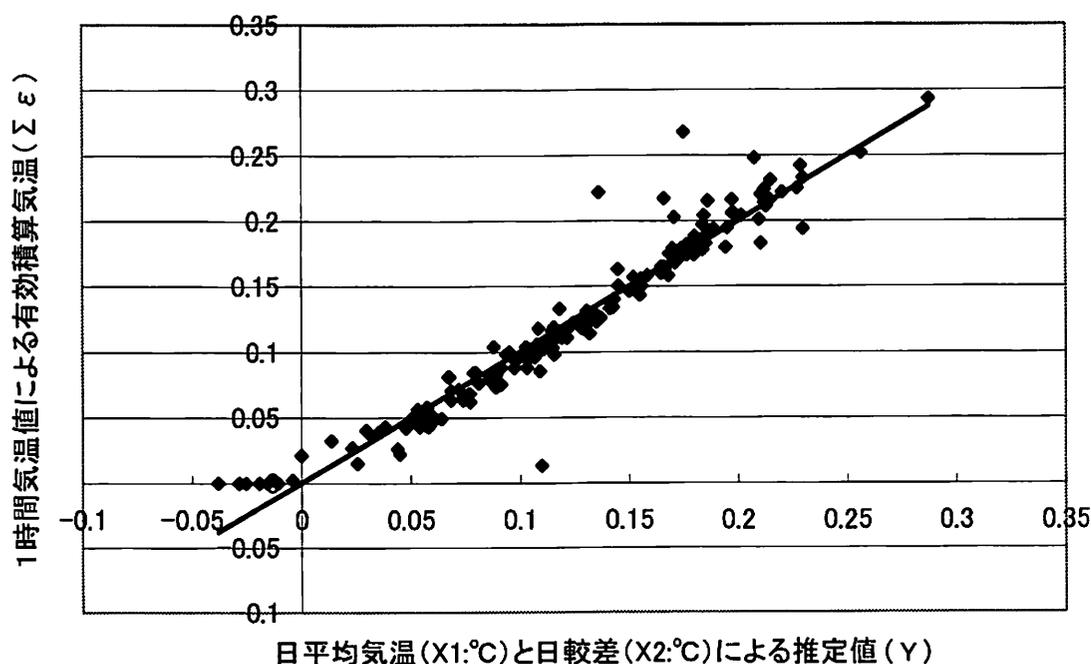


図2-1-47 ヒメイヌビエの葉齢進展に対する1日の有効気温(Σε)の推定式の適合度(茨城県竜ヶ崎市の1990-1994年の4、5月の気温値より、Σε(森田：1999)を算出した。Y=0.0021×X1+0.00014×X2-0.2154(R²=0.932))

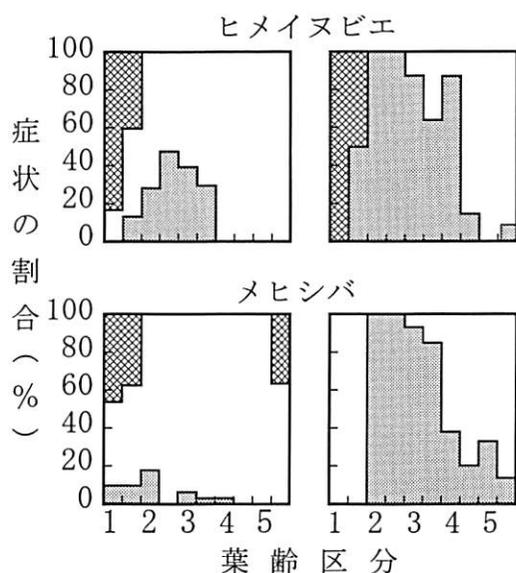


図 2-1-48 シハロホップブチル・BAS 乳剤 (左) とベンチオカーブ乳剤+プロパニル乳剤 (右) の処理 6 日後における葉齢別の効果発現状態  
 ■：完全枯死、□：部分枯死、▨：効果無し (耕起、不耕起こみ)

要雑草であるヒメイヌビエについて地域の気温値による葉齢進展の計量化を行い、除草剤適期処理の指標を作成した。生育の進んだ雑草を対象に除草剤を処理する場合には、「雑草の生育期」の把握が必要になるので、本研究で確立した指標は、除草剤の適正使用と作業計画の策定に役立つと考えられる。今後、イネの出芽・生育予測手法との組み合わせでさらに確実な除草剤処理時期の推定手法を開発する必要がある。

乾田直播栽培では 3～5 回の除草剤処理が必要となるため、作業と経費の面から除草剤処理の削減が望まれている<sup>5)</sup>。本研究では不耕起乾田直播で、耕起前の非選択性茎葉処理剤を含めて 4 回の処理を要していたが、同剤の播種後イネ出芽前の処理の実用化に伴って播種直後土壌処理剤を省略する体系を採用することができた。さらに、入水時期など他の栽培管理項目での改善と合わせて除草剤使用の削減を進める必要がある。

大区画水田での効率的な雑草制御には、田面の均平や漏水防止などの基盤条件の整備が不可欠であり、これらの点は他の部門との共同で検討した。また、フロアブル剤など新剤型の適用や畦畔雑草の省力管理についても本研究の中で検討したが、十分なまとめを得るには至らなかった。今後さらに検討する必要がある。

#### オ 今後の課題

乾田直播栽培での雑草制御をさらに容易かつ安定化するために、埋土種子量の動態の把握と効果的な減少技術を開発する必要がある。直播栽培では登録された除草剤の種類が少ないため、同じ剤を連年にわたって使用する傾向がある。このことは、特定の雑草の優占化などの原因となるので、少ない種類の中でも剤の効果的なローテーションの決定手法を開発して実行する必要がある。

表2-1-30 乾田直播田での入水20日後における m<sup>2</sup>当たりの雑草残存数 (N本) と風乾重 (Wg)

草 種	不耕起乾田直播					
	新除草剤区		慣行剤区		無処理区	
	N	W	N	W	N	W
ヒメイヌビエ	0	0	2	0.2	6	8.5
メヒシバ	0	0	0	0	5	2.7
コゴメガヤツリ	26	1	0	0	0	0
エノキグサ	2	0.1	0	0	0	0
ハルタデ	0	0	0	0	4	2.4
タカサブロウ	0	0	0	0	3	0.4
スベリヒユ	0	0	0	0	1	0.1
コナギ	0	0	0	0	0	0
その他広葉	9	1	9	1	0	0
合 計	37	0.1	11	0.2	19	14.1

草 種	耕起乾田直播					
	新除草剤区		慣行剤区		無処理区	
	N	W	N	W	N	W
ヒメイヌビエ	1	0.1	0	0	8	27.4
メヒシバ	0	0	0	0	4	4.0
コゴメガヤツリ	21	1	19	1	0	0
エノキグサ	0	0	0	0	0	0
ハルタデ	0	0	0	0	1	1.1
タカサブロウ	0	0	0	0	0	0
スベリヒユ	0	0	0	0	0	0
コナギ	0	0	1	1	0	0
その他広葉	14	1	29	1	0	0
合 計	36	0.1	49	1	13	33.5

- 1) 新除草剤：シハロホップブチル+ベンタゾン液剤、  
慣行剤：ベンチオカーブ乳剤、プロパニル乳剤  
2) 入水直後にピラゾレート+ブタクロール粒剤処理。  
3) 1994年に実施。

## 文献

- 1) 森田弘彦、1時間気温値の加重型有効積算気温を用いた野生ヒエとイヌホタルイの葉齢進展、雑草研究44(3)、218-227、1999。
- 2) 森田弘彦、水稲直播栽培における雑草防除の現状と問題点、植物防疫49(6)、225-231、1995。
- 3) 森田弘彦・長野間宏、関東地方の耕起・不耕起乾田直播栽培におけるヒメイヌビエの発生生態の差異と入水前除草剤処理時期の推定指標、雑草研究40(別)、172-173、1996。
- 4) 森田弘彦、水稲直播栽培における雑草防除の問題点と対策、水稲直播研究会会誌5、1-10、1997。
- 5) 富久保男、水稲直播栽培における雑草防除、農業技術48(11)、496-499、1993。

(森田弘彦<sup>○</sup>・小荒井晃・中山壮一・李 度鎮)

## 2. 麦・大豆等の低コスト生産技術体系の開発

### (1) 麦類の高品質・安定多収技術の確立

#### ア 目的

利根川下流域長期転換畑における麦類の収量、品質向上を図るため、太田新田営農組合の収量、品質および病虫害、土壌などを調査する。また、組合の施肥設計や栽培計画への参加と、作業アドバースを行い麦作技術体系を確立する。収量目標は営農組合全体の実収量で400kg/10a、品質目標は全量1等とする。また、良質・多収のための栽培法と生産コスト低減のための不耕起栽培法の実証試験を行う。

#### イ 研究方法

##### (ア) 1994年(平成6年)産麦生産概況

太田新田営農組合の転換畑固定団地圃場、小麦7.1ha、六条大麦4.2haについて調査を行った。収量・品質・病虫害調査については、圃場別実収量、農協乾燥施設搬入時および搬出時のサンプルによって外観品質、水分含量および発芽率を調べた。また、発芽率は1%過酸化水素による前処理を行った後に調査した。なお、病虫害の発生状況を調査した。

供試圃場は、前年度の8月1日～9月20日に湛水されており、10月28～29日に消石灰を60kg/10aの割合で投入した。11月1日～10日にプラウにより耕起した。播種量は9.6～10.9kg/10aで、条間16cm、基肥は14-14-14化成により窒素で7.9～9.0kg/10aの割合で施用した。また、追肥は大麦が1月下旬および2月下旬、小麦が2月下旬および3月中旬に窒素4kg/10aの割合で行った。

##### (イ) 1995年(平成7年)産麦生産概況

太田新田営農組合の5、6、7番圃場および3、4-1、4-2番圃場で調査を行った。5、6、7番圃場は大豆跡で、小麦バンドウワセが栽培された。一方、3、4-1、4-2番圃場は水稻跡で、大麦カシマムギが栽培された。登熟期を中心に病虫害調査を行った。また、子実成熟期に坪刈りを行い、収量構成要素の調査を行った。

営農組合の耕種概要は以下の通りである。播種前に土壌改良材として石灰を100kg/10aの割合で散布した。基肥は14-14-14化成により、窒素成分で8kg/10a。追肥は小麦は2月10日に2kg/10a、大麦は1月31日と3月9日または3月23日に計4kg/10a施用した。なお、除草は12月24日に一部アクチノールを散布した。

##### (ウ) 1996年(平成8年)産麦生産概況

太田新田営農組合の13番と21番圃場が水稻跡で、小麦バンドウワセが栽培され、15番圃場が水稻跡で、大麦マサカドムギが栽培された。排水を徹底するため明渠を施工した。小麦は、平成7年11月9日に播種され、基肥は14-14-14化成で窒素成分で8kg/10a。追肥は行わなかった。踏圧は12月に1回行った。大麦は、平成7年11月1日に播種した。播種前に土壌改良材として生石灰を200kg/10aまたは苦土石灰を300kg/10a散布した。基肥は14-14-14化成で窒素成分で8kg/10a、追肥は1月に窒素成分で2kg/10aの割合で施用した。倒伏を防止するための踏圧は12月に1回行った。

##### (エ) 不耕起栽培した小麦の生育と収量

太田新田営農組合の13番4(60a)圃場の北側半分で試験を行った。平成7年11月9日に小麦バンドウワセを播種した。耕起区は20a、不耕起区は10aとした。耕起区はプラウとロータリで深さ10～15

cmに耕起した後、専用のドリルシーダで17cm条間で播種した。不耕起区は汎用型不耕起播種機で30cm条間で播種した。耕起区の基肥は播種と同時に14-14-14化成で窒素8kg/10a、追肥は窒素4kg/10a相当を施用した。不耕起区では基肥としてリン酸、カリのほか緩効性肥料で窒素6kg/10a、追肥は窒素6kg/10aを2回に分けて施用した。不耕起区の基肥の施肥位置は播種溝の中または条間の表面としたが、両区の生育収量には差異が認められなかったため、それらをまとめて解析した。播種から収穫まで10日～14日に1回の割合で茎数、器官別乾物重の調査を行った。茎立期までの調査では処理あたり2箇所、計20個体を採取し、それ以降は30cm×3条分を箇所採取した。なお、深さ5～10cmの土壤水分を測定し、小麦収穫後に土壤の硬度を貫入式土壤硬度計で測定した。また、生育の後期にあたる5月28日に改良モノリス法により根系の調査を行った。

## ウ 結果と考察

### (ア) 1994年(平成6年)産麦生産概況

小麦は前昨年に比べ年内はやや低温で初期生育が抑えられたが、①土壤診断による消石灰散布、②2回の適期における追肥、③昨年より平均21日早い11月中～下旬播きが行われたため生育量は多く、平均実収量515kg/10aが得られ、前年の470kg/10aを上回った(表2-2-1)。

六条大麦は11月13、14日の降雨により、苗立ち数120本/m<sup>2</sup>、苗立率は目標の60%と大きな湿害を蒙った。1月下旬には土壤窒素不足による葉身の黄化現象が見られたため、1月下旬と2月下旬の早期追肥を実施した。以上の結果、当年の六条大麦平均収量は256kg/10aが得られたが、前年の343kg/10aを下回った。小麦は、昨年より早播きした結果、バンドウワセの平均収穫日は6月11日で、昨年より平均13日早くなった。ただし、収穫時のバンドウワセの平均穀粒水分は30.4%で昨年より5.3%高くなった。穀粒水分が高い割に粒外観の損傷白化や発芽障害が見られず全量一等であった。

病虫害、雑草について、4番圃場周辺の排水不良地点のカシマムギに、収量に影響しない程度の大麦縞萎縮病が見られた以外に病虫害被害は無かった。カシマムギ苗立ち不良圃場でのスズメノテッポウの発生が著しかった。なお、本年度は乗用散粒機による2回の追肥作業が計画通りに行われた。

### (イ) 1995年(平成7年)産麦生産概況

小麦は、出穂後に倒伏が発生し、粒張りりと外観品質が悪くなった。また、一部には穂発芽の発生も見られ、規格外および屑麦の割合が高くなった。そのため、2等と規格外を合わせた精麦収量は354kg/10aであった。大麦は、出芽数は適正(約200個体/m<sup>2</sup>)であったが、春先に土壤の低pHに起因する窒素不足と思われる葉色の低下がみられた。その結果、2等の精麦収量は280kg/10aであった(表2-2-2)。

### (ウ) 1996年(平成8年)産麦生産概況

小麦の出芽数は170個体/m<sup>2</sup>。冬期に土壤の乾燥により生育の停滞が見られた。出穂期は5月2日。子実成熟期は6月19日。全刈り収量は554kg/10a、全量1等であった(表2-2-3)。大麦の出芽数は200個体/m<sup>2</sup>。石灰による土壤pH矯正により、過去数年間の作付で見られた黄化症状が防止されたこと、早播きにより冬期の低温・乾燥害を回避したことなどにより生育が順調に進み、目標収量が達成された。出穂期は4月12日、子実成熟期は6月2日。全刈り収量は483kg/10a、全量1等(表2-2-4)。病虫害および雑草の発生は微少であった。なお、作業日誌から計算した延べ作業時間は2.73時間/10aであった(表2-2-5)。

以上のように、太田新田営農組合の小麦収量は、適期播種と適期追肥を中心とする栽培法の改善とバンドウワセの導入により研究開始前に比べて向上し、ほぼ目標を達成した。また、六条大麦の

表 2-2-1 太田新田営農組合の平成 6 年 (1994 年) 産大麦および小麦の収量調査結果

品種	6 条大麦		小 麦				参考 ('93) 小麦平均
	カシマムギ		バンドウワセ				
圃場番号	3 番	4 番	4 番	5 番	7 番	6 番	—
播種日 (月/日)	11/5	11/5, 6	11/11, 24	11/11	11/25	11/26	12/11
収穫日 (月/日)	5/26	5/29	6/11	6/10	6/ 11	6/12	6/24
実収量 kg/10a	249	275	498	480	574	498	470
収穫時水分 (%)	33.0	28.9	30.0	32.0	28.6	30.8	25.1
乾燥後品質 (1-6)	2.2	1.5	2.0	2.5	2.5	1.8	3.0
同 発芽率 (%)	83.0	90.0	92.0	83.0	69.5	92.7	76.6
穂数 (本/m <sup>2</sup> )	474	346	598	—	499	—	450
千粒重 (g)	27.1	29.1	44.5	—	37.2	—	39.9

表 2-2-2 太田新田営農組合の平成 7 年 (1995 年) 産大麦および小麦の収量調査結果

麦種 品種	6 条大麦				小 麦			
	カシマムギ				バンドウワセ			
圃場番号	3 番	4 番-1	4 番-2	合計	5 番	6 番	7 番	合計
面積 (ha)	2.8	1.4	1.8	6.0	1.2	2.2	1.9	5.3
播種日	11月5日				11月29日			
収穫日	5月23日~24日				6月17日~18日			
圃場番号	3 番	4 番-1	4 番-2	平均	5 番	6 番	7 番	平均
精麦収量 (kg/10a)	220	291	363	280	266	359	385	354
内訳: 2 等	220	291	363	280	224	303	325	292
内訳: 外A	—	—	—	—	42	56	60	62
屑麦 (kg/10a)	70	115	92	90	70	70	70	70
穂数 (本/m <sup>2</sup> )	418	467	524	—	725	573	595	—
千粒重 (g)	24.6	25.2	24.2	—	33.6	38.0	38.4	—

屑麦は 2.5 mm の篩で落ちたもの。小麦の圃場ごとの屑麦割合は不明、外Aは推定。

表2-2-3 太田新田営農組合の平成8年(1996年)産小麦の圃場別の収量調査結果

圃場	全刈り 収量	坪刈り 収量	収量構成要素			全重
			穂数	一穂粒数	一粒重	
	(kg/10a)	(g/m <sup>2</sup> )	(/m <sup>2</sup> )	(粒/穂)	(mg)	(g/m <sup>2</sup> )
13-1, 2	558	538	559	23.0	42.0	1527
13-3	"	647	601	26.0	41.1	1677
13-4(南側)	"	564	488	27.7	42.0	1468
13-5	578	649	634	25.4	40.7	1697
13-6	"	620	616	24.5	41.1	1696
21-1	523	537	574	22.6	41.7	1642
21-2	"	566	616	21.5	42.7	1740
21-3	"	607	612	23.6	42.5	1668
平均	554	591	588	24.3	41.7	1639

注) 坪刈りは各圃場内の東西2カ所。分散分析の結果、圃場間差はなし。

ただし、13番は東側に比べ西側が有意に多収であった。

表2-2-4 太田新田営農組合の平成8年(1996年)産大麦の圃場別の収量調査結果

圃場	全刈り 収量	坪刈り 収量	穂数	収量構成要素		
				一穂粒数	一粒重	全重
	(kg/10a)	(g/m <sup>2</sup> )	(/m <sup>2</sup> )	(粒/穂)	(mg)	(g/m <sup>2</sup> )
15-2 西側	493	579	598	29.5	32.8	1517
東側	—	678	603	34.0	33.1	1800
15-3 西側	471	647	703	28.2	32.6	1933
東側	—	603	590	30.5	33.5	1750
平均	483	627	624	30.6	33.0	1750

表 2-2-5 作業時間の内訳

作業名	機械作業時間 (時間/10 a)	人員 (人)	延べ作業時間 (時間/10 a)
プラウ耕起	0.28	1	0.28
石灰散布 (ブロードキャスター)	0.20	2	0.40
碎土・整地	0.33	1	0.33
周辺明渠	0.11	1	0.11
施肥・播種 (ドリルシーダ)	0.15	2	0.30
除草剤散布 (乗用管理機)	0.15	1	0.15
踏圧 (タイヤローラ)	0.12	1	0.12
追肥 (乗用管理機)	0.13	2	0.26
追肥 (乗用管理機)	0.13	2	0.26
収穫 (汎用コンバイン)	0.27	1	0.27
運搬 (トラック)	0.25	1	0.25
	2.12		2.73

注) 乾燥調整はライスセンターで実施

収量は石灰による土壌改良を行えば向上することが明らかになった (図 2-2-1)。

(エ) 不耕起栽培した小麦の生育と収量

苗立数は両区とも約170個体/m<sup>2</sup>となった。冬季の降雨不足により生長が若干停滞したが、1996年5月2日に出穂期、6月19日に収穫期を迎えた。土壌の貫入抵抗は深さ15cm未満の浅い層で差が見られ、不耕起区の方が高い値を示した。土壌水分含有率は生育の前半には不耕起区の方が高めに推移した。最高莖数は両区とも播種後14日前後の3月下旬に見られ、耕起区では1463本/m<sup>2</sup>で、不耕起区では760本/m<sup>2</sup>であった。収量調査における穂数は耕起区が553本/m<sup>2</sup>、不耕起区が562本/m<sup>2</sup>であった。その結果、有効茎歩合は耕起区が37.8%、不耕起区が73.9%で大きく異なった。器官別乾物重は不耕起区に比べて耕起区で増加が速く、収穫期における地上部全乾物重も耕起区の方が大きかった。一方、子実収量は耕起区が642g/m<sup>2</sup>、不耕起区が627g/m<sup>2</sup>で、ほぼ同程度であった。このため、収穫指数は耕起区に比べて不耕起区の方が大きかった (表 2-2-6)。

以上のように、不耕起栽培したコムギは有効茎歩合と収穫指数の値が大きく、子実の生産効率が高かった。また、不耕起栽培したコムギは根量が少なく、特に深さ5~15cmの中位の層で根量が少なく、根が太いという特徴を示していた (小柳ら、1998)。

表2-2-6 耕起区および不耕起区の収量調査結果

試験区	収量構成要素					
	子実収量	穂数	一穂粒数	一粒重	全重	収穫指数
	(g/m <sup>2</sup> )	(/m <sup>2</sup> )	(粒/穂)	(mg)	(g/m <sup>2</sup> )	(%)
耕起区	624±30	553	27.3	41.3	1530	40.8
不耕起区	627±24	562	28.9	38.6	1384	45.3

## 文献

- 1) 小柳敦史・南石晃明・土田志郎・長野間宏 (1998) 汎用水田において耕起および不耕起栽培したコムギ、ダイズおよび水稻の根の垂直分布の解析 日作紀 67: 49-55.

(小柳敦史<sup>○</sup>・和田道宏・本多一郎・金森哲夫・佐藤 剛・長野間宏)

### (2) 大豆の高品質・安定多収栽培技術の確立

#### ア 目的

わが国の大豆単収は1980年代に1.7t/haまで増加したが、この数年間は気象条件の影響もあって停滞傾向がみられる。この停滞のみられる大豆収量を向上させるには、気象条件に対する安定性を高めた栽培技術を開発する必要がある。とくに水田転換畑では、地下水位が高いため圃場の排水性が劣ることが多く、播種時期の降雨は播種作業の遅れや発芽不良を招き、収量低下の大きな原因となっている。そして、これが低温・少照・多雨の気象条件とあいまった場合には、顕著な減収を招くに至っている(平成5年度)。

そこで本研究では、圃場を耕耘しないため地耐力が高く、降雨後の作業性に優れる不耕起播種栽培法を導入し、その効果を実証しようとする。

#### イ 方法

(ア) 試験圃場と供試品種 試験は、平成6、7年度は茨城県新利根町の太田新田7番圃場、8、9年度は21番圃場でおこなった。土壌はいずれも泥炭土に山土客土を行った水田転換畑である。大豆品種は「タチナガハ」を供試した。

(イ) 試験区 各年次の試験区の構成は以下の通りである。

不耕起播種には農業研究センター方式の不耕起播種機を、耕起播種にはロータリーシーダーを用いた。土壌の全層破碎は振動式破碎機で行った。浅耕はロータリ耕で行った。不耕起播種区は無中耕・無培土とし、耕起播種区は中耕・培土を実施した。

畦幅は不耕起播種区では30cm、耕起播種区では60cmであった。栽植密度はいずれの場合も20本/m<sup>2</sup>を目標値とした。

(ウ) 施肥 ヨウリン、苦土石灰各100kg/10a、5-20-20化成60kg/10aを施用した。平成8年には開花期追肥として窒素10kg/10aを尿素で施用した。

(工) 排水対策 7番及び21番圃場のいずれにも本暗渠(10m間隔、70-80cm深)を施行した。平成6、7年には本暗渠と直交して弾丸暗渠(2.5m間隔、30cm深)を設けた。また、圃場周辺の明渠を設け、平成9年には2.4mおきに排水溝を設けた。

(オ) 除草と害虫対策 平成6、7年にはコダール水和剤0.5kg、バスタ液剤500ml(不耕起播種のみ)を播種直後に散布した。平成8、9年には両薬剤の混合液をやはり播種直後に散布した。平成7年にはバサグラン液剤150、ナブ乳剤100L/10aを7月25日に、平成9年には7月10日に散布した。害虫防除は、パーマチオン水和剤200g/10a(平成6、8、9年)あるいはフェンバレート・MEP水和剤(平成7年)を8月から9月中旬にかけて3回施用することによって行った。

## ウ 結果

### (ア) 発芽と初期生育

不耕起播種区の立毛数は平成6年と平成7年の全層破砕区を除けば、ほぼ目標値を達できていた。耕起播種区は平成6年を除けば目標値を下回っていた。

初期生育は平成6、8、9年は良好に経過したが、平成7年には播種直後の長雨と低温で立枯れ症状が発生し、立毛数の減少と生育の抑制が顕著になった(表2-2-7)。

### (イ) 生育中期

生育中期の生育量はいずれの年次も、不耕起播種区は耕起播種区にかなり劣っていた。これから、少なくともこの試験を実施した太田新田の土壌条件では、不耕起播種では栄養生長量が耕起区に明らかに劣るものと判断される(表2-2-8)。

### (ウ) 子実収量

平成6~8年の3カ年の子実収量は、耕起播種区の方が不耕起播種区より高かった。平成9年には不耕起播種区が耕起播種区よりも18%上回っていた(表2-2-9)。4年間を平均すると不耕起播種区では263kg/10a、と耕起播種区では264kg/10aで両者の差は全くなかった。平成8年に行った開花期の尿素による追肥は、収量にまったく影響していなかった(データ省略)。

表2-2-7 播種法による立毛数(本/m<sup>2</sup>)の違い(4カ年の結果)

	不耕起播種	不耕起播種・全層破砕	不耕起播種・浅耕	耕起播種
平成6年	17.5			21.4
平成7年	24.7	18.6		15.7
平成8年	20.3		26.4	17.8
平成9年	21.1			19.8

表2-2-8 播種法による成育中期の乾物重 (kg/10a) の違い (4カ年の結果)

	不耕起播種	不耕起播種・全層破碎	不耕起播種・浅耕	耕起播種
H 6 最展期	399			604
H 7 最展期	257	240		326
H 8 肥大初期	352		368	446
H 9 肥大盛期	765			939

注) 最展期; 最頂葉展開期、肥大初期; 子実肥大初期、肥大中期; 子実肥大中期

表2-2-9 播種法と大豆の収量構成要素と子実収量 (4カ年の結果)

年次	播種法	稈実莢数	粒数	百粒重	子実収量
		/m <sup>2</sup>	/m <sup>2</sup>	g	kg/10a
H 6	不耕起播種	573	791	32.6	258
	耕起播種	668	816	32.1	262
H 7	不耕起播種	562	627	25.5	160
	不耕起・破碎	387	568	27.1	154
H 8	耕起播種	553	812	25.0	203
	不耕起播種		904	31.4	284
H 9	不耕起・浅耕		940	30.5	287
	耕起播種		970	30.4	295
H 9	不耕起播種	2114*		16.3*	349
	耕起播種	1758*		15.4*	295

#### (エ) 雑草発生と虫害

雑草の発生は転換初年目は少なく、2年目に多くなったが、生産上問題になるようなものではなかった。虫害についてもあまり被害は大きくならなかった。

#### エ 考察

4カ年の試験の結果、不耕起播種は耕起播種と同じような収量性を持つことが明らかとなった。ただ、不耕起播種は年次間の変動は耕起播種より大きく、気象条件の影響を大きく受けることがわかる。不耕起播種で子実収量が低下した平成7年は、播種後の長雨と低温で立枯れ症状が発生し、立毛数の減少と生育の抑制が顕著に認められた年であった。この立枯れ症状の発生は不耕起区で大きく、枯死株率は一部では20%以上となっていた。これが不耕起播種区での収量低下の大きな原因と思われる。

一方、不耕起播種区の収量が耕起区を上回った平成9年は、播種時に土壌が乾燥しており、播種後に適度の降雨があり、発芽が良好であった。播種16日後における調査では、不耕起播種区では耕起播種区よりも地上部重、地下部重が勝っており、T/R比も高くなっていて(データ省略)、根系の発達も良好であったことを示唆していた。このように不耕起播種では、初期生育が播種時の土壌水分や降雨の状態に影響を受けやすく、土壌が過湿であったり、播種直後に多雨であったりした場合には収量が低下するものと思われる。これは太田新田の土壌では、不耕起では耕起した場合より透水性が悪いことによるものと思われる。

収量の低下した平成7年は播種後の雨を除けば、他の年次と比較してとくに降雨の多い年ではないことから、播種時点での土壌水分がやや高く、その後の雨もあって立毛数の減少や初期生育の不良が、収量低下の原因となったと考えられる。つくば市の平年の降雨量をみると、6月3半旬までは比較的降雨量が少ないが、梅雨の始まる4半旬から6半旬は年間でも降雨量が最も多い時期である。収量の低かった平成7年の播種は6月27～28日に行われているが、播種時の土壌水分はすでにかなり高くなっていて、その後の降雨量が多かったこともあって、立枯れ症状が深刻になったと思われる。一方、不耕起播種区が耕起播種区より収量の高かった平成9年には、播種が6月9日に行われている。これから、不耕起播種を行う場合にはできるだけ6月の3半旬までに播種を終えるようにすることが収量を安定させることになるとと思われる。

不耕起播種した大豆の生育量は、一般に茎葉重が少ない割に子実収量が高くなっていて、効率的な子実生産が行われていることが伺われる。一方、耕起播種区では茎葉重の割に実重が少なくなっている。この違いの理由については明らかにできなかったが、不耕起播種では根が浅くなっていることが影響して、草型が小型化しているように思われる。耕起播種区で子実生産効率が低い原因については明らかではないが、耕起播種区では培土によって根が切断され、培土による新根の発生もさほどではなかったことが影響しているのかもしれない。このように不耕起播種区と耕起播種区では生育の様相が大きく異なっており、この点については改めて検討する必要があると思われる。

#### オ 今後の課題

4カ年の平均では、不耕起播種によって耕起播種と同じ水準の収量を確保することができた。しかし、不耕起播種の場合には年次間の変動がやや大きく、その改善が必要である。不耕起播種における大きな年次間変異には、播種時の土壌水分と播種後の降水量が関係している。試験を実施した茨城県南部では6月4半旬から梅雨が始まり、降水量が増えるので、不耕起播種の場合には播種をそれ以前に完了することが安定生産にとって重要と思われる。不耕起播種大豆の生育・収量と播種期の関係については今後の検討を要する。

不耕起播種では、耕起播種に比べて全般に草型が小さく、子実生産効率が高い傾向が見られた。その原因については不明の点が多く、不耕起播種大豆の生育パターンについて解析が今後必要である。

(有原丈二<sup>○</sup>・高橋 幹)

### 3. 導入野菜の探索と省力化的安定化技術の開発

#### (1) 導入野菜の大規模水田経営への適合のための省力的育苗、作期調整、軽作業栽培技術の開発

##### ア 目的

大規模水田経営での冬期間を中心とする余剰労力の有効利用や女性が主体的に取り組めるものとして、冬期の施設野菜生産を取り上げ、導入可能な品目を明らかにしようとした。また、既に有力な品目として定着しているイチゴについては本圃における長期間の栽培や春から夏期にかけての育苗作業が稲作と労働競合する場面が多く、また現在の主力品種が炭そ病に弱いため、生産が不安定であるなどの問題を抱えている。そこで、現地でも導入されている空中採苗方式に、セル育苗方式を組み合わせた新技術を開発することで、育苗の省力化と炭そ病の回避、開花促進を図り、また経営的評価を加えることで本技術の実用性を明らかにしようとした。

##### イ 研究方法

(ア) 各種野菜を冬期間の無加温ハウスにおいて直播または移植栽培した場合の栽培期間を調査するとともに移植栽培のためのセル苗に対する養分管理法を検討した。

(イ) イチゴの小型苗に対する株冷処理が開花促進に及ぼす影響を検討した。

(ウ) 空中採苗方式における親株の根量制限、採苗とセルトレイへの仮植の作業性、苗の定植角度が花梗の伸長方向に及ぼす影響、空中採苗とセルトレイ育苗により育成した苗の現地適応性について検討した。

(エ) 営農組合の作業日誌の旬別、作業種類別整理によるイチゴ作業の特徴を分析した。組合の販売日誌の月別出荷量と、出荷市場および大田市場等の平均価格の比較により市場条件を分析した。株冷栽培、夜冷栽培及び空中採苗による作業体系を作成し、これを現在の経営に導入した場合の経済効果を耕種経営研究室が作成した単体表を元に線形計画法により検討した。

##### ウ 結果

(ア) 冬期無加温ハウスにおける有望野菜と作型の選定を行った結果、ハクサイでは「新理想」を10月下旬に播種すると、直播き栽培では2月中旬、セル苗移植栽培で3月上旬に収穫が可能となった。11月下旬播種の場合、直播き栽培は3月中旬、セル苗移植栽培は3月下旬に収穫が可能となった。シュンギクは10月下旬播種の直播き栽培では1月下旬、セル苗移植栽培では2月下旬、11月下旬播種では直播き栽培とセル苗移植栽培はともに3月上旬収穫開始となった。葉ネギは11月上旬播種の場合、直播き栽培では4月上旬、セル苗移植栽培ではその1週間後に収穫が可能となった。11月中旬播種の直播き栽培では4月中旬、セル苗移植栽培では4月下旬ごろに収穫が可能となった。この結果、いずれの作期も稲作との間に作業競合が生じた。ハウレンソウは10月下旬、12月上旬、1月中旬播種の場合、播種後2か月前後で収穫期となり、ハクサイ、シュンギクと共に広範囲に導入できることが示唆された。また、チンゲンサイのセル育苗では、液肥(OK-F-1)の低濃度施用が根鉢形成を促した。また育苗期間は20日程度が適していた。

(イ) イチゴの促成栽培のための小型ポット苗(小型苗という)は定植1ヶ月後には慣行のポット苗と比べて差異がなかった。しかし、小型苗を低温暗黒処理した場合(花芽分化促進処理)、処理

効果は小さく、また不安定であった。そこで低温処理時に800luxの補光を実施した。その結果、葉の退色が抑制され、安定した花芽分化促進効果が得られた。しかし、無処理の慣行ポット苗に比べて、実用上意味のある程度の前進は見られなかった。

(ウ) イチゴ生産の中心作型は促成栽培である。親株の定植から始まる栽培期間は1年以上にも及び、10a 当たり労働時間はおよそ2000時間である。そのうち育苗作業は全労働時間の20%弱を占め、イチゴの収穫作業や稲作作業との間に労働競合が生じる。また、現在の主要品種である女峰は炭そ病に弱く、この対策として、対象営農組合では空中採苗(ナイアガラ方式)を実行している。本研究では、これに、セル成型苗育苗方式を組み合わせた省力的育苗技術を開発した。

空中採苗において、病害虫を親株から持ち込まず、また親株定植を容易にするため、親株定植時に葉や根を一部切除することの効果を検討した。葉切除では、完全展開葉を2枚以下に制限した場合、子苗の発生数は劣ったが、極端な低下は見られなかった。この結果、病気、ダニ等が懸念される場合には完全展開葉を全て除去することも可能であると考えられた。親株の根の切断は根洗いや植付作業を容易にする。試験の結果、根を半分切除してもしおれが全く認められなかった。また1/3切除と1/2切除との間には差異が見られないことや無切除との間にも大差がないことから、根の切除が子苗生産に与える影響は小さいと考えられた。ただし、極端な葉の除去と根の切断を組み合わせた場合、子苗(ランナー)の発生数は著しく低下した。また、根が露出するほどに浅植えた場合においても子苗生産力は高く、また親株を支持する上からも特に問題がなかったため、培養土を少なくしたい本装置の構造に適していると考えられた。

子苗の生産量は、親株の植付時期、子苗の採取時期、装置の高さなどによって異なるが、4月11日定植し、7月23日に採苗した表2-3-1の例では、2~3葉期の子苗は株当たり45本程度であった。これはa 当たり12000本程度の子苗生産量に相当する。本圃10a 当たりの植付本数は8000本程度であるため、親床面積は本圃の1/10以下で収まり、慣行の3~4a に比べると効率的である。しかし、これだけの子苗を採苗するには、ランナーが床面を這う状態になるため、病害防除の観点からは問題がある。一方採苗時期を7月上旬にした場合、ランナーはほとんど床面に這わないが、採苗本数はa 当たりおよそ8000本に低下した。

高設ベンチを利用した空中採苗における一連の作業の所要時間を子苗当りにして表2-3-2に示した。それによると、子苗の切り取りに最も長い時間を要している。これは適当な大きさの子苗を探すために時間を取られるためである。

次に長い時間を要した苗挿し作業について方式別の所要時間を表2-3-3に示した。空中採苗では、図3-1-1に示すように、子苗に対するランナーの取り付け角度が慣行のものと異なる。また根がほとんど伸びていないため、ランナーを支持軸として挿すことが可能である。その場合、子苗は横向きになるが、やがて立ち上がる。しかし、作業時間は普通挿しの5.46秒に対して5.78秒

表2-3-1 イチゴの空中採苗方式における親株植付時の根量制限が葉数別子苗生産に及ぼす影響(本/親株)

根切断	1葉	2葉	3葉	4葉	5葉	2,3葉	2葉以上	1葉以上
無切除	9.3	22.2	34.5	8.7	1.2	56.7	66.5	75.8
1/3切除	11.0	20.8	25.2	7.8	0.7	46.0	54.5	65.5
1/2切除	11.5	17.7	27.2	13.7	0.3	44.8	58.8	70.3

表2-3-2 高設ベンチとセルトレイ方式での作業時間

作業内容	時間
親株からランナー切り取り	0.17秒/苗
ランナーから適当な葉数の子苗の切り取り	8.30
セルトレイの土詰め等*)	0.88
挿し木	5.76

\*5トレイを一斉に扱った例

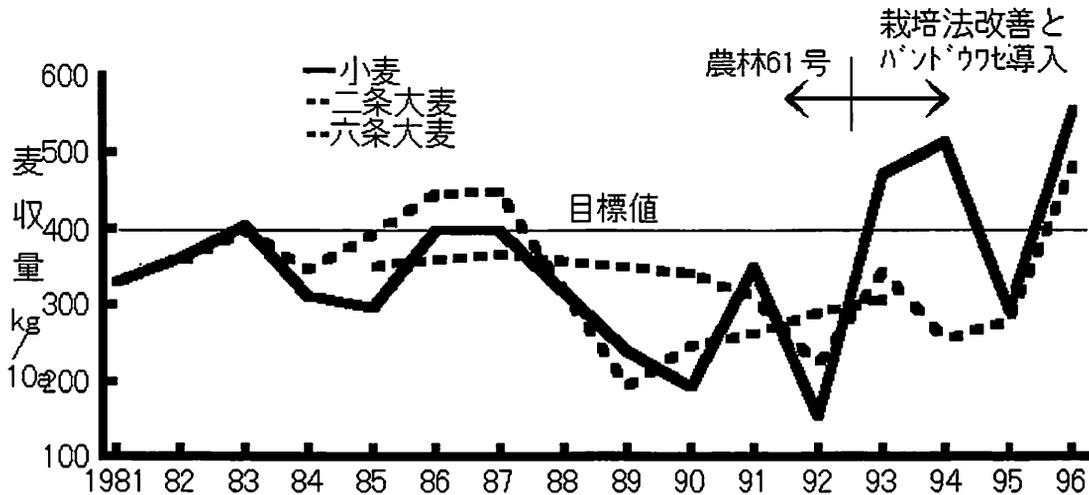


図2-2-1 太田新田営農組合の小麦収量の推移

とわずかながら長い時間を要した。これは、切り残したランナー長が長いと挿し込めず、短いと固定できないこと、また子苗とランナーとの角度を90度に開くために熟練を要することが原因である。しかしこのことは作業を習熟することで短縮できるものと思われる。普通挿しにおいても根が出ないために作業性は高いが、粒状の園芸培土では固定が悪く、時間を要した。また、作業台からミスト室への移動や挿し苗直後の灌水などで抜けることがあった。普通挿しではU字型の針金で苗を固定すること（針金挿し）に時間を要し、最も作業時間が長かった。以上の結果、ランナーを支持具代わりに突き刺すランナー挿しが最も省力的であった。なお、本試験はほとんど習熟していない状態で実施されたものであり、短縮することは可能である。

挿し苗は雨よけハウス下に大型トンネルを設置して、遮光をして、1日に5回、1回当たり5分程度のミストを噴霧した。この条件での活着状況は表2-3-4に示したように、1葉苗から3葉苗までは100%活着した。一方4葉苗の活着率は91%であった。これは地上部が大きいためにセルトレイから抜けやすいことが原因である。また根が全く伸張していない1葉苗や根が黒色化している3葉苗でも100%の活着率を示し、簡易なミスト室があれば、どのような状態の子苗であっても活着は容易であると考えられた。子苗の大きさとしては2～3葉苗が適当とされているが、容量の小さなセルトレイでは苗が小さいほど取り扱いが容易であるため1葉苗が利用できることが望ましい。一方開花は3～4葉苗から養成した苗で早く、特に老熟している4葉苗では早かった。1葉苗は2

表 2-3-3 イチゴ苗のセルトレイの挿し木時間 (秒/苗)

挿し方・培養土	時間	時間	平均
普通挿し・鹿沼	5.54	5.37	5.46
普通挿し・クレハ	7.78		7.78
ランナー挿し・鹿沼	6.20	5.36	5.78
ランナー挿し・クレハ	6.57	5.80	6.19
針金挿し・鹿沼	8.21	9.75	8.98

子苗は2~4葉苗を使用

表 2-3-4 イチゴの子苗採取時の葉数、保存が活着と定植時の苗質に及ぼす影響

子苗の葉数 保存期間	活着 株%	新鮮重(g/株)			10月中の開花済み株率%						
		根	葉	茎	17日	20	22	24	27	29	31
1 葉根無し	100	1.2	0.6	0.3	0	0	23	40	73	83	83
1 葉	100	3.3	2.0	0.6	0	4	12	30	62	71	81
2 葉	100	4.5	3.0	1.3	1	3	11	34	79	90	95
3 葉	100	5.2	3.8	2.0	3	11	31	49	87	90	97
3 葉黒根	100	1.5	0.9	0.6	14	21	35	45	86	90	90
4 葉	91	4.4	3.8	3.1	42	49	56	69	89	98	98
3 葉1 週	100	3.5	3.0	1.5	25	26	43	65	87	90	97
2 葉2 週	97	4.0	2.6	1.3	0	0	0	23	38	54	92
2 葉3 週	87	3.3	3.4	1.4	7	7	7	7	43	57	79
農家の苗					13	30	33	40	63	73	90

表 2-3-5 空中採苗方式のイチゴ苗の植付け方法が花梗の伸長方向に及ぼす影響 (%)

定植方法	株数	外側	斜め横	横	内側	許容範囲
目印外側	246	16	4	12	67	20
先ランナー	13	15	8	23	46	23
斜め・目印下	15	73	13	0	0	87
通常挿し	18	83	0	0	11	83
斜め・目印上	21	86	10	10	0	95
目印内側	8	25	13	0	63	38

許容範囲=外側+斜め横。目印は挿し木の時に苗の葉と反対側。

葉苗とほぼ同じ時期に開花した。収量性についても検討する必要があるが、以上の結果からは1葉苗が適していると考えられた。

本方式では、子苗を一斉に収穫するため、子苗を貯蔵して作業の集中化を避ける必要がある。10°Cで貯蔵した場合は1~3週間でもよく活着した。この貯蔵条件は、イチゴの花芽分化を促進するために行われる低温暗黒処理条件(13~18°Cで15~20日)と類似しているが、貯蔵処理によって花芽分化が攪乱されることはなく、子苗収穫を通常より1ヶ月ほど前から始め、挿し苗作業の寸前まで貯蔵できるため、作業が集中するのを緩和することができる。

生産場面では、花梗を畦間方向に伸長させて果実が収穫し易いようにすることが重要である。通

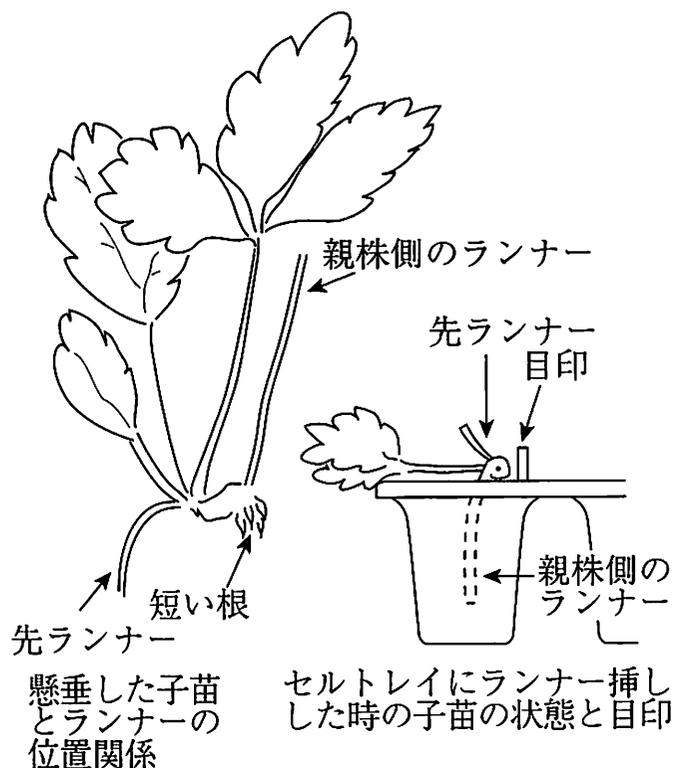


図2-3-1 イチゴの空中採苗での子苗とランナーの角度の関係

常の苗では花梗は親株側のランナーの反対側から伸長するので、親株側のランナーを目印（この反対側に伸長する）に定植する。空中採苗では、苗とランナーの角度が通常の場合と異なるうえ、目印となるランナーを土壌に突き刺して苗を固定するランナー挿しでは、ランナー部分が隠れ、苗は完全に横倒しになるため、ランナーと花梗との関係が変化する可能性がある。表2-3-5に示すように、空中採苗した苗でも、普通挿しをすれば、地床苗と同方向に伸長し、空中で懸垂されることによる影響はなかった。ランナー挿しの場合、図2-3-1に示した目印を外側にすると20%しか適切な方向に伸長しなかった。このことは苗の倒れた側から花梗が伸長することを示す。この結果、定植時に苗を傾けて植えることで、花梗は傾けた側から87%以上伸長することが判明した。両方の方法を組み合わせた斜め・目印上の方法ではほとんどが望ましい方向に伸長した。斜め植えは定植の作業性は悪いが、確実な方法である。なお、組織培養苗やランナーの無い苗などの利用には便利な性質である。

空中採苗し、さらにセル育苗した苗を用いて農家圃場で栽培した結果を図2-3-2に示した。この中で、2次育苗は、セルトレイに挿し苗した後、2週間4号鉢に移して育苗したもので、本試験の対照区である。3月までの収量は、施肥による差異はほとんど無く、いずれもセル成型苗で株当たり300g程度の収量が得られた。これは2次育苗した対照区の90%以上に相当し、一果重は大きい傾向が認められた。

(エ) 作業編成と労働競合みると、イチゴ作では、12月中旬～4月下旬における収穫・箱詰・出荷の一連作業および9月中旬～下旬のベッド作り・植付作業が顕著な労働ピークを形成している。収穫・箱詰・出荷作業のうちでも、3月下旬～4月中旬・下旬が最大のピークを形成しており、4月

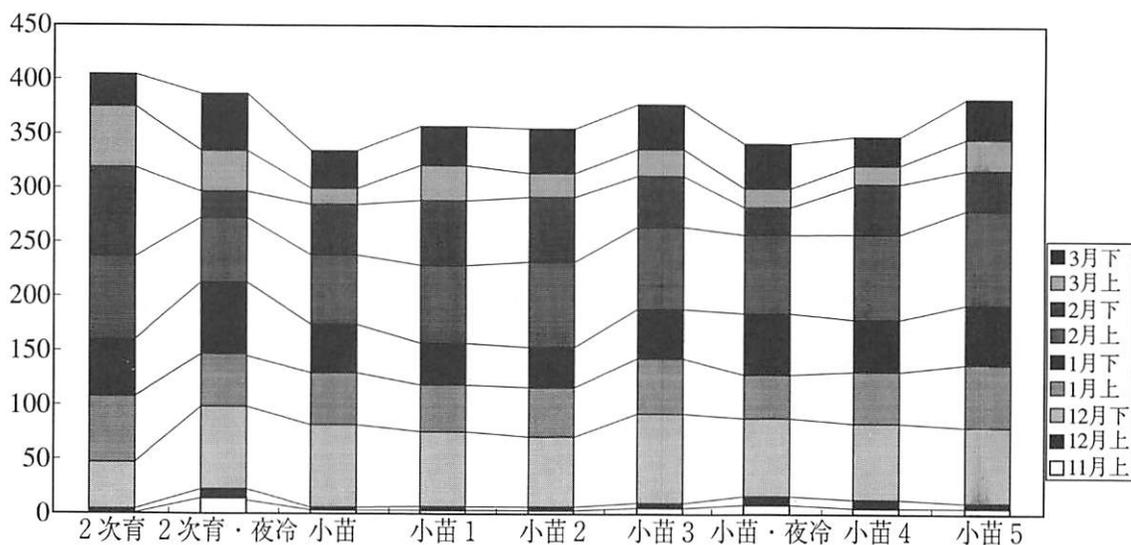


図 2-3-2 農家におけるセル苗の生産性 (g/株)  
 小苗はセル苗で、後ろの数字は施肥法が異なることを示す

表 2-3-6 空中採苗を導入したモデルの演算結果

		モデル1 ※空中採苗導入モデル	モデル2 ※在来モデル
経営面積		24.0 ha	24.0 ha
採 択 面 積	イチゴ計	19.6 a	19.6 a
	普通促成	0.0 a	19.6 a
	空中採苗・普通促成	19.6 a	—
	水稻計	19.2 ha	21.0 ha
	大麦	10.6 ha	8.6 ha
	小麦	4.5 ha	4.5 ha
	大豆	1.8 ha	1.8
	イチジク	8.8 ha	8.8 a
味噌加工		3 t	3 t
総比例利益		40,767 千円	39,540 千円
感 度 分 析	利益係数	空中採苗・普通促成	1607~7052 千円
		普通促成	—∞~2330 千円
	制約量	経営面積※注3	23.2~24.1ha

注) モデル1 ではイチゴは普通促成と空中採苗・普通促成の2つの作型を採択可能とした。モデル2 ではイチゴは普通促成のみ採択可能とした。モデル1の経営面積は、別途パラメトリック分析を行った結果10ha~30haの範囲において、イチゴの採択面積は19.6a±1.0aの範囲で安定していることが示された。

に入ると稲作労働との競合が発生する。ただし収穫初めの12月上旬は収穫量が少ないため、かなり余裕がある。ベッド作り・植え付け作業によるピークは、稲作の収穫作業との競合もあって9月中、下旬に集中し、旬当たり200時間を超える鋭いピークを形成しており、雇用労働の投入によって乗り切られている。この他に、7月の仮植関連作業及び10月のビニール張り、マルチ張り作業も、生育状況や他の作業との関連により短い先鋭なピークを形成することがある。労働力種類別では、イチゴ作に要する全労働時間の75%は女子家族労働力が占めており、男子家族労働力は21%に過ぎず、繁忙期のみに従事している。

イチゴの主力出荷市場である竜ヶ崎地方卸売市場のイチゴ価格は11～3月においては、大田市場とほぼ同じレベルにある。組合のイチゴ出荷データは平成6年12月～7年5月分しか得られなかったが、4月が1,200キロと多い他は1～3月の出荷量は各月とも1,000キロ前後に平準化している。12月は上旬の収穫が殆どないための632キロに過ぎないが、中旬と上旬はそれぞれ300キロ程度出荷しており、旬別出荷量としては平準化している。この点からは12月上旬の収穫を増加させるイチゴ作の前進化が考えられる。組合の販売価格（市場出荷+直販）を、竜ヶ崎市場や他の有力市場の平均価格と比較してみると、12～4月は竜ヶ崎市場平均価格や大田市場平均価格と同等なレベルにある。

労働競合及び市場条件の分析から前進栽培に有利性がみとめられたので、これを現在の経営に導入した場合の経済効果を耕種経営研究室が作成した単体表を元に線形計画法により検討した。株冷栽培や夜冷栽培には、施設投資が必要であるが、営農組合には約3.3m<sup>2</sup>の予冷库が設置されているので、これを利用する株冷栽培を初めに検討した。株冷栽培のポイントは、8月中旬に冷蔵庫等で株冷を行うことであり、これに応じて仮植、定植等の主要作業も7～10日程度早まり、収穫始めは10日程度の前進化が期待できる。目標収量は、収穫期が前進することによる増収だけでなく、土壤消毒等の栽培管理を改善する余地がかなりあることから、約1,000kgの大幅な増収を見込み、利益係数は約90万円増とした。株冷栽培と現行の普通促成栽培の2つのプロセスを選択可能とした最適解は、株冷のプロセスは全く選択されず、普通促成のプロセスだけ選択可能なモデルの最適解と同一であった。また、感度分析の結果からみると、この最適解はかなり安定している。株冷栽培が選択されない主要因は、9月中旬の本圃定植が大きな労働ピークを形成しており、これが生産性の高い稲作の収穫ピークと競合するためである。

夜冷は新たな施設投資は必要であるが、7月下旬～8月下旬の1ヶ月間、夜冷処理を行ない、定植を約1ヶ月、収穫始めは1ヶ月弱ほどと大幅に前進化するので、9月中旬の水稻収穫ピークとの労働競合を回避する。目標収量その他は株冷と同様に仮定して、夜冷栽培と現行の普通促成の2つのプロセスを選択可能としたモデルを設定して演算した。最適解では、夜冷栽培は6.1a、その他に普通促成が13.5a選択され、イチゴの総面積は19.6aであった。総比例利益は、「普通促成」だけが選択可能なモデルよりも59万円増加（所得では53万円）した。ただし、イチゴの総面積、及び他の作目の面積にも変化は無かった。以上のように、株冷の導入は水稻収穫作業との労働競合から困難であり、夜冷は導入可能ではあるが、その経済的効果は必ずしも大きくない。

営農組合が自主的に導入した空中採苗方式（ナイヤガラ）は、導入初年度は事故のため本格的な稼働には至っていないが、その効果に対する組合の評価は高い。そこで空中採苗方式を現行作型（普通促成栽培）に導入した場合の経済効果を検討した。空中採苗・普通促成については、作業時間、育苗関係作業時間を先進地（栃木県）のデータに基づいて、親株床準備10→4時間、親株床定植7→4時間、ランナー管理34.3→0時間、仮植110.6→80時間に設定した。収量は炭そ病の回避等により、500Kg強増収の3,000Kg/10aとした。空中採苗の導入に伴い追加される比例費用は、50千円/10

aとなるので利益係数は2,232千円/10aとした。なお、本圃20a分の苗を生産する施設の償却費として年間400千円を計上した。表2-3-6のように「普通促成」と「空中採苗・普通促成」のいずれもが採択可能としたモデル（モデル1）と従来の「普通促成」だけが採択可能なモデル（以下モデル2）を設定し、通常の線形計画法で演算し比較検討した。モデル1では、「普通促成」は全く採択されず、「空中採苗・普通促成」のみが、モデル2の「普通促成」と同一規模の19.58aが採択された。この時に総比例利益は、モデル2を1,228千円上回り、農業所得に換算すると828千円の増加となる。

## エ 考察

大型水田営農の中に、農閑期を中心に、男女の体力差も考慮した補完作物の重要性が初期の調査研究で明らかとなっている。農閑期が主に冬場となることから、ハウス栽培が大きな選択枝となろう。また、ハウスの導入は作業予定や生産の安定性、導入作物の選択枝が広がる点でも有利である。さらに、ハウスに加温設備を導入するかどうかも次の選択枝となる。無加温では、多くの直播や移植などの栽培法を含め、多くの葉菜類が選択可能であることが示された。これに、普通作との労働競合、ハウスの利用効率などを最適に調整するソフトが重要であるが、補完作物のメニュー拡大が提示できたといえよう。

加温ハウスの選択は、重装備となるだけに、農閑期だけの利用は効率が悪い。したがって、イチゴのように長期間の栽培と高収入を前提とする選択も必要である。この場合、普通作との競合をいかに回避するかが重要なポイントとなる。主流のイチゴ促成栽培の作業時間は10a当たり2000時間におよび、収穫作業を中心に省力化が必要な作物である。育苗は全労働時間の20%弱であるが、稲作と競合するため、省力化や分業化が重要な課題である。本研究でとりあげた空中採苗とセル育苗方式は最高のイチゴ作りに適した技術ではないが、10aあたり7000~1000本も必要とする苗を小面積で省力化的かつ良い作業姿勢、作業環境で可能とし、なおかつ炭そ病対策に有効な安定性の高い技術であり、補完作物の栽培技術として適応性が高いといえよう。

個々の技術については、空中採苗用のベッドを高くしないで子苗生産の効率を上げるため、床面に適当なシートを敷き、乾燥させながら苗を這わせるなどの対策、一度に刈り取り、太郎苗から、蔓先の小さな苗まで一度に収穫してしまうため、どれだけこれらの苗を利用できるかなど検討すべき点がある。小型ポットや培地を含んだトユなどに誘引させる方法もあるが、作業性や病害対策を考慮すると、一斉収穫するのがよく、切り取ったランナーを良い環境の所で処理できる特徴を生かすべきであろう。また、セルトレイ方式では、1葉苗が扱いやすく、根の黒化した大きな苗も活着は容易である結果も得られている。子苗の規格が2~3葉以上にゆるやかであれば、ランナーからの切り取り作業の効率も上がる。

促成栽培のイチゴでは、高温による腋芽の花芽分化抑制に配慮して、定植時に天井のビニールを張らず、無マルチで定植し、その後、ビニールとマルチを張るが、後からのマルチ張りは煩雑である。セル苗はマルチの上から定植することが特に容易で、本試験ではこの方法によっているが、今までのところ大きな問題を生じていない。これは、初秋の気温の下がり方が早かったことや、「女峰」を用いての結果であるため、一般化するには検討すべき点が残されているが、品種の選択を中心に、温度を上昇させにくいマルチなどの利用などで可能性も高いと思われる。実際場面では、マルチの簡単な固定方法なども必要であるが、苗コストの低下と併せて、栽植密度を高めることも容易である。今後、小型のセル成型苗に合わせた栽培法へ技術転換も考えられる。

文献

- (ア) YAMADA M. and I. NAKAGAWA, LABOR SAVING STRAWBERRY NURSERY BY HIGH BENCH ROCK WOOL CULTURE AND PLUG TRAY、園学雑誌、67(別1) 218、1998
- (イ) 山田 盾・中川 泉、空中採苗方式とセルトレイ利用によるイチゴ苗生産の省力、軽作業化、農業技術、54(1)、1999

(山田 盾<sup>○</sup>・佐藤和憲・長岡正昭・濱野 恵)

# 第3章 利根下流水田地域における 営農システムの確立

## 1 農地流動化の実態解明と農地集積方策の解明

### ア 目的

水田単作地帯を代表する利根川下流水田地域は、転作困難な低湿水田基盤下において零細な水稲単作の経営構造から脱却し得ずにいたが、近年、後継者層の恒常的農外勤務の一般化と農業従事者の高齢化の進行により、農地流動が急速に展開する兆しが見えてきている。そこで、農地流動が水稲作の担い手形成の方向に有効に結びついているか否かに焦点をあてて、新利根町における農地流動・集積の実態と問題点を解明するとともに、担い手経営への農地集積を図るための方策を明らかにする。

### イ 研究方法

新利根町3地区（行政単位）128戸の農家を対象に農地貸借の実態および今後の経営意向に関するアンケート調査を実施し、それに基づく解析を行う。また、アンケート調査実施地区内にある太田新田営農組合における農地集積の実態を調査し、アンケート調査の解析結果と併せて考察し、新利根町における今後の農地集積方策のあり方を検討する。

### ウ 結果

（ア）新利根町3地区（行政単位）128戸の農家を対象に実施したアンケート調査（回収118戸、回収率93%）においても、借地面積率は12%近くに達しており、この間の急速な借地進展が裏付けられた。

アンケート調査結果から、調査地区における農地流動・集積の特徴を整理すると、まず、流動化の特徴として以下の3点が指摘できる。第1に、相対（ヤミ）の貸借が、基盤強化法（旧利用増進）に基づく貸借を大きく上まわってその主流を占めていることである。第2に、それら相対での貸借のほぼ全てが、水稲作付田のみの貸借となっていることである。第3に、親族関係を主体とした貸借経路ということにある。第1の点について、借地の制度別の内訳を示した表3-1-1にみる通り、相対（いわゆるヤミ）による貸借面積（17.2ha）が基盤強化法に基づく利用権設定（4.8ha）の3倍以上に達し、農地貸借の中核を占めていることが最大の特徴である。相対貸借の場合は、そのほとんどが水稲作付水田のみの貸借となっているのが一般的であるが、そこには、表3-1-2に示したように、借地者側の「転作の付随を回避したい」という行動が強く反映していると考えられる。第3の点については、貸し出す場合にはどうするのかという問いに対して、表3-1-3に示したように「親族に頼む」という回答が約4割を占め、親族関係者間での農地貸借を最優先する傾向が強くあらわれていた。なお、この点について、平成5年に同町で実際に農地を貸し出している農家

表3-1-1 新利根町における借入地面積の推移と調査地域の借入地面積

年 次	借入地面積	借入地面積率
1985年	78ha	4.9%
1990年	97ha	6.1%
1995年	184ha	13.4%
今回の調査	26ha	11.7%
基盤強化法による借地	4.8ha	
相対(ヤミ)による借地	17.2ha	
農地法3条による借地	1.5ha	
貸借の制度不明	2.6ha	

資料：各年次農業センサス  
平成9年度3地区アンケート調査

表3-1-2 相対(ヤミ)での農地貸借が行われる理由について(複数回答)

回 答 項 目	回 答 件 数	
	全 農 家 (調査農家に対する構成比、 単位=%)	相対借入のある農家 (借入のある農家に対する 構成比、単位=%)
手 続 き が 煩 わ し い	13 (16.0)	4 (21.1)
耕作地が戻ってこなくなる	11 (13.6)	0 (0.0)
標準小作料が安すぎる	16 (19.8)	3 (15.8)
転用や売買が容易にできなくなる	9 (11.1)	1 (5.3)
転作地が付随する借地はしたくない	17 (21.0)	6 (31.6)
税金対策上、経営地としたくない	7 (8.6)	2 (10.5)
そ の 他	8 (9.9)	3 (15.8)

資料：平成9年度3地区アンケート調査

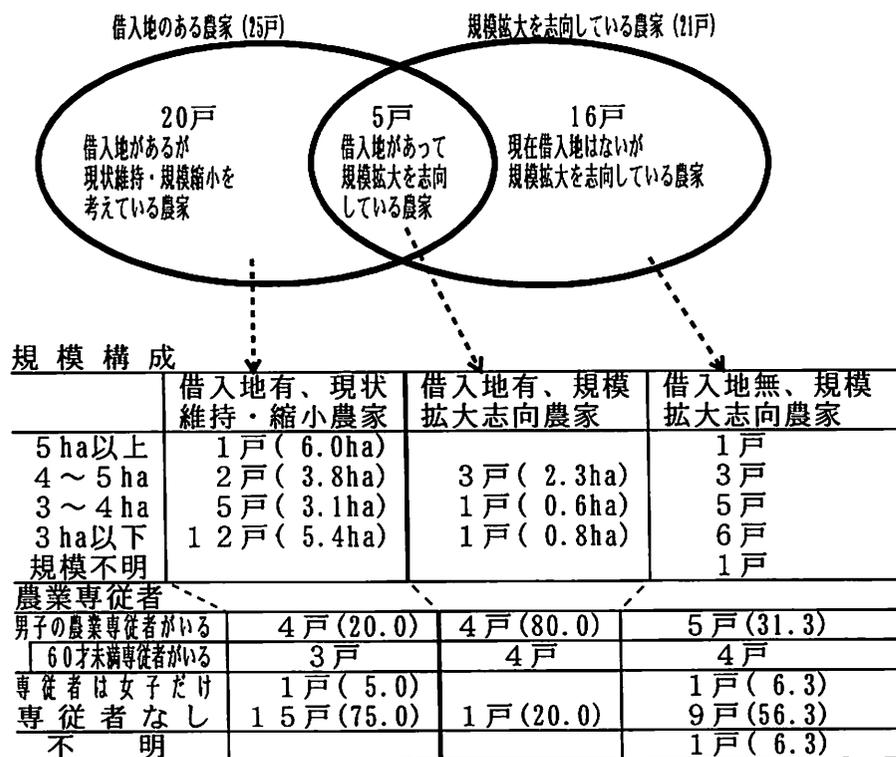
を対象に行った調査においても同様な結果が示されている。

(イ)以上述べたような農地貸借経路の特質を反映して、現在農地借入をしている農家が、必ずしも規模拡大を志向しているわけではないこと、また逆に、現在、規模拡大を志向している農家に農地が集積しているわけではないことが農地集積上の問題点として明らかになった。図3-1-1に示したが、現在借入地のある25戸の農家中、規模拡大を志向している農家は5戸で、残る20戸は現状維持あるいは規模縮小さえも考えている農家である。他方、規模拡大を志向している農家は21戸

表3-1-3 相対(ヤミ)での農地貸借が行われる理由について(複数回答)

回答項目	回答件数	
	全農家 (調査農家に対する構成比、 単位=%)	相対借地のあ る農家
手続きが煩わしい	13 (16.0)	4 (21.1)
耕作地が戻ってこなくなる	11 (13.6)	0 (0.0)
標準小作料が安すぎる	16 (19.8)	3 (15.8)
転用や売買が容易にできなくなる	9 (11.1)	1 (5.3)
転作地が付随する借地はしたくない	17 (21.0)	6 (31.6)
税金対策上、経営地としたくない	7 (8.6)	2 (10.5)
その他	8 (9.9)	3 (15.8)

資料：平成9年度3地区アンケート調査



注) 規模構成の( )内は借入地面積、専従者の( )内は構成比(%)

資料：平成9年度3地区アンケート調査

図3-1-1 借入地のある農家と拡大志向農家

あるが、そのうちの16戸は現在借入地なしの農家となっている。貸し出された農地の集積状況についてみると、5 ha以上の農家に全体の3割弱、4～5 ha層を含めると全体の約5割が集積されており、町全体の傾向に近いものとなっている。したがって、階層別に見れば、大規模層への集積は一

定度進展しているといえる。ところが、図の付表により農業労働力の保有状況および経営規模に関して、今後の規模拡大を考えていない20戸の農地借入農家について、規模拡大志向の21戸と比較してみると、これらの指標での劣勢は明らかである。この20戸においては、専従者なしの農家が全体の4分の3を占めており、現在借地のある農家であっても、早晚借入地を手放さざるを得ない、あるいは自作地も含めて農業経営の維持が困難になると予想される農家はかなり含まれている。したがって、規模拡大志向のある、将来の担い手への有効な農地集積という観点からすると問題があるといえる。このように借入地のある農家と今後農地貸借等により規模拡大を図りたいとする農家のギャップが生じる背景には、親戚筋から頼まれて、やむを得ず借地人となっているケースが多数存在するためと考えられる。ただ、農地貸出しを想定した場合、親族への貸出しと並んで「役場・農協等に相談する」という回答も多く出ており、これまでの親族頼みの農地貸借には限界が見え始めているといえる。

(ウ)調査した118戸のうち「今後の営農意向」の質問に対して「縮小」と回答したのは6戸に過ぎなかった。農家に対して「拡大・縮小・現状維持」の3択で意向調査を行った場合、「現状維持」と回答する割合が圧倒的多数を占めるのが一般的である。新利根の調査でも「現状維持」と回答したのは66戸で全体の過半数、この設問に無回答だった25戸を除けば回答者の7割に達している。そこで、今回の調査では、「当面は現状維持」と答えた者に対し、もう一步踏み込んで「当面現状維持だが○○なら・・・」という問をした。この回答を表3-1-4に示したが、その結果には階層性が明瞭に反映している。3ha以上層では縮小志向の農家はほとんど存在せず、むしろ条件が変われば拡大もあり得るとする農家が一定数存在するのに対し、2ha以下層の農家になると、規模縮小志向の農家が半数近くを占めるに至っている。また、全体を見た場合、「当面現状維持」としながらも少し先の予想をすると規模縮小もやむを得ないと考えている農家が4割近くを占めており、今後、2ha未満の小規模農家を中心に農作業の委託や農地の貸出しが急激に増加することを予感させる調査結果となっている。

(エ)貸出農家の増加、これまで頼まれて借地してきた農家の先行き不安等に鑑みて、今後、地域農業が維持されていくためには、親族を頼った農地流動から担い手農家の農地集積を実現する農地流動へと農地流動システムを転換していくことが重要である。この点で示唆的なのは、調査地域内にある太田新田営農組合である。

6戸の農家で構成する太田営農新田組合は、平成9年現在、水稻作が17.5ha、大豆一麦が10haの経営となっている。調査地区全体の約220haの水田面積に比較してみるならば、その一部を占めているにすぎないが、図3-1-1の上位に位置する3戸が太田新田営農組合の中心的農家であることから、農地集積は着実に進展してきているといえる。そこでの特徴は、第1に転作地の団地化を図ることで転作水田と水稻作付け水田の分離についての地域内での合意形成を推進した点、そして、第2にこの転作への集団的対応を梃子に営農組合を結成し、その組合が個別農家では対応が困難な転作を引き受けることで地域農業の担い手としての信頼と認知を得ることにより、転作団地以外の水田についても営農組合への集積が進展してきた点にある。この事例をやや模式化して図示すれば、図3-1-2のようになる。その要点は、転作を放置したままの相対による農地貸借が主流を占めているような地域において、転作の団地化、その転作地の耕作も含む水田作の担い手の明確化、さらにはその二つを契機とした農地流動の組織的推進、という手順が地域農業の担い手への農地集積の鍵になるということである。

表3-1-4 当面は現状維持とした農家に対する質問の回答（規模階層別）

		後継者が農業に就くなら拡大	定年退職したら自家農業に力	高齢化・継承時点で縮小	農外勤務が忙しくなれば縮小	機械更新時に随時作業委託	大抵のことがあろうと現状維持	無回答
回答者数		9	6	8	2	15	24	7
構成比(%)		13.6	9.1	12.1	3.0	22.7	36.4	10.6
規模階層別	5 ha 以上							
	4～5 ha	1	1				2	
	3～4 ha	2	1	2			4	1
	2～3 ha	4	2	3		5	6	1
	1～2 ha	2	1	1	1	5	2	2
	1 ha 未満		1	2	1	3	6	2
	規模不明					2	4	1

資料：平成9年度3地区アンケート調査

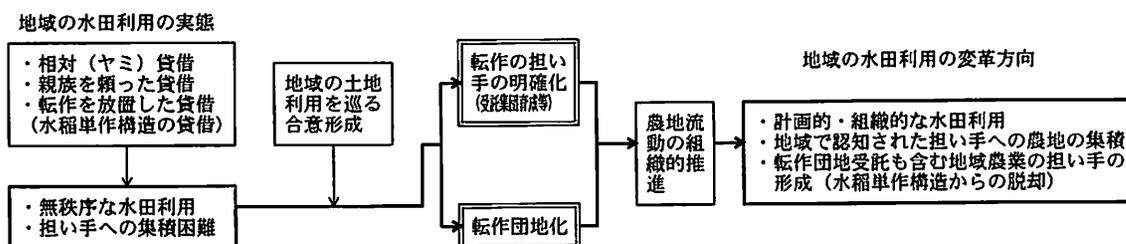


図3-1-2 担い手への農地集積を図るためのフローチャート

## エ 考察

新利根町では1990年代に入って以降、農地貸借活性化の兆しが見えている。アンケート調査結果からも今後農地の出し手の増加が予想される。しかし、地域農業の維持・発展という観点からみた場合、ヤミ、親戚、転作を放置したままの農地貸借といった農地流動のあり方が、水田作の担い手形成の阻害要因になっていると考えられる。その中で、部分的な動きではあるが、転作の利用調整から始まった農地の利用調整のシステム作りが、担い手への農地集積に有効に機能しつつある太田新田営農組合の事例が目される。事例は、大河川下流の水稲単作地帯において、水田の流動化・集積による大規模水田作経営を育成していく上でのモデルケースになりうると評価できる。

(納口るり子・平野信之<sup>○</sup>)

## 2 大規模水田作経営の発展方向と法人化方策の解明

### ア 目的

現地実証試験の対象事例の経営実態を明らかにするとともに、作物別の生産費および収益性の状況を把握する。さらに、対象経営が持続的に発展していくために必要な管理運営方式と法人化の意義や効果について、特に財務管理の合理化の視点から明らかにする。

### イ 研究方法

経営実態に関する聞き取り調査結果、さらに対象経営の財務諸表および作業日誌の記帳データの集計結果をもとに分析を行う。

### ウ 結果

#### (ア) 現地実証経営の概況

現地実証経営は、6戸の構成員よりなる任意組合であるが、このうち農業に従事しているのは、男子専従者が3名、女子専従者が2名であり、その他に組合員外より臨時雇を1名雇っている。1979～80年にかけて実施された圃場整備事業を契機に組合員の所有地が団地化されるとともに、転作割当が強化されるという状況の下で、転作奨励金＋互助金の地権者への安定した支払いが見込まれる転作を前提とした請負耕作を増加していった。その後、順次規模拡大を行ってきたが、1994年からそれまでの転作集団から大規模水田作経営に転換した。

1995年における水稻の作付面積は、2,025a（うち試験圃場202a）であり、品種別にみると、キヌヒカリ582a（うち大麦との二毛作322a）、コシヒカリ368a、あきたこまち337a、月の光280a（全て大麦との二毛作）、チヨニシキ458aとなっている。チヨニシキについては、そのうち124aでは乾田直播を実践しており、また、1996年にはさらに直播面積を154aに拡大する予定であるなど、新技術の導入による省力化、低コスト化に意欲的である。その他の作物は、小麦（バンドウワセ）543a、大麦（カシマムギ）602a、大豆（タチナガハ）543aであり、ハウスいちご（女峰）20a、また1994年からはじめたハウスいちじくが9aとなっている。さらに、転作対応として調整（水張り）水田が60aある。以上のような作物別収穫面積および作業受託面積を整理すると、表3-2-1のとおりである。地代については、転作集団として転作田の作業を行っていた時には地権者に転作助成金＋互助金（79,000～99,000円/10a）が直接入っていたため、組合としては実質的に地代負担をしていなかった。しかし、水稻作主体になってからは、通常の借地と同様、転作分についての転作助成金＋互助金は組合が受領するかわりに、地主に対しては地代を支払うことになった（1994年59,730円/10a、95年58,800円/10a）。

主要な機械装備は、トラクタ4台（30ps 2台、43ps、69.5ps）、田植機8条植（側条施肥）が1台、自脱型コンバイン（グレンタンク付5条刈）および汎用コンバイン（刈幅2畝）が各1台、乾燥機が5基（46石、51石2基、43石2基）である。乾燥機は水稻専用を利用しており、麦の乾燥は農協のライスセンターを利用している。

なお、この経営の旬別の労働配分の状況を図示したものが図3-2-1である。4月中旬～5月上旬では、水稻の耕起、代かき、田植の各作業とハウスいちごの収穫、箱詰、出荷の各作業が、8月下旬～9月上旬では水稻の収穫、乾燥・調製の作業、ハウスいちじくの収穫、箱詰、出荷の各作

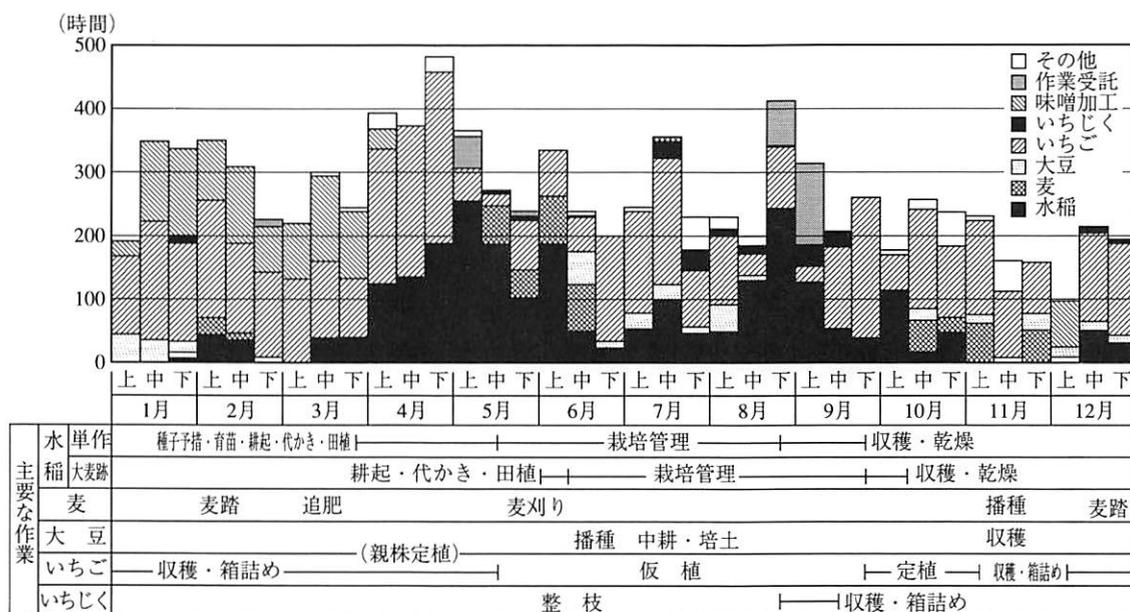
表 3-2-1 作物別収穫面積及び水稲作業受託面積

(単位：a)

作物	1994年	1995年	作業受託内容	1994年	1995年
水稲	1,962	2,025	畦塗り	—	200
小麦	725	543	耕起	238	238
大麦	420	602	代かき	268	268
大豆	543	543	田植	30	30
いちご	20	20	刈取・販売	243	443
いちじく	9	9	畑・樹・梨	576	576
計	3,679	3,742			

注1) 1995年は小麦の跡作は大豆であり、大麦の跡作に水稲を作付けしている。

2) 水稲の面積には、試験圃場(202a)を含む。



注1) 集計期間：1994年3月下旬(21日)～1995年3月中旬(20日)

図 3-2-1 旬別労働時間の推移

業およびハウスいちごの仮植苗管理、ベット作り、定植の各作業で労働ピークが形成されているが、冬季間のハウスいちご、味噌加工により、比較的労働配分の平準化がなされている。

(イ)米生産費の概況

次に、対象経営の米の生産費と収益性について分析した。表 3-2-2 は、作物別の生産費の試算を行い、各作物ごとに大規模層等の数字と比較したものである。

全算入生産費でみると、水稲については1995年産で115,759円であり、農林水産省統計情報部の米生産費調査における都府県の最大階層である10ha以上層と比較して、なお約12%低い水準となっている。小麦(1995年産)、大豆(1995年産)では各々比較対象と比べると、約62%、約15%高い水準になっているが、ハウスいちごでは約19%低くなっている。

また、対象経営の収益性は1994年産は高収量と平均19,407円/60kg(他用途利用米を含む)の米価の下で好調であったが、95年には販売単価の低下(平均16,220円/60kg、同上)が生じたため、収益

表3-2-2 作物別生産費の状況

(単位:円/10a)

区分	水稲 (1994年)	水稲 (1995年)	都府県 10a以上	小麦 (1994年)	小麦 (1995年)	関東・東山 500a以上	大豆 (1994年)	大豆 (1995年)	都府県 300a以上	ハウス いちご	下記参照
種 苗 費	2,640	2,690	2,388	4,439	4,335	3,756	2,700	2,700	2,554	54,075	38,400
肥 料 費	901	325	8,215	6,220	6,385	5,704	2,103	2,998	8,182	104,415	114,100
農薬薬剤費	7,840	8,293	7,617	738	1,936	1,530	8,504	2,343	2,906	142,407	125,180
光熱動力費	2,456	5,283	3,640	2,878	2,871	1,648	3,987	4,191	1,186	172,141	431,510
その他(肥料費等)	845	1,653	2,061	166	62	22	461	555	—	273,470	479,100
土地改良費	4,800	4,800	5,177	3,264	2,763	51	1,536	2,059	794	—	—
賃借費	—	520	4,128	10,026	6,264	1,240	—	—	284	40,000	140,000
物件費	2,257	1,786	1,338	4,144	1,628	620	2,165	1,787	372	—	37,000
建物費	705	854	3,840	904	1,130	961	1,925	2,139	771	158,586	383,332
農機具費	19,294	14,829	21,415	7,515	5,052	5,757	10,115	5,119	5,412	2,550	—
生産管理費	97	60	210	195	95	4	262	200	16	5,429	—
物 財 費	41,835	41,093	60,029	40,489	30,585	21,293	33,758	24,091	22,477	953,073	1,748,622
労働費(家族)	20,164	16,898	28,654	6,390	5,538	10,264	7,810	9,230	16,197	2,282,000	2,200,000
労働費(雇員)	—	—	1,235	—	—	174	—	—	388	—	—
副産物価額	1,142	—	820	—	—	54	—	—	—	—	—
生産(総生産額)	60,857	57,991	89,098	46,879	38,123	31,677	41,568	33,321	39,062	3,215,073	3,948,622
資本利子(家族用)	—	1,081	1,887	—	—	192	—	—	82	—	—
地代(家族用)	54,930	54,000	23,662	37,352	30,929	7,339	17,578	23,049	4,724	—	—
燃料・エネルギー	115,787	113,072	114,847	84,231	67,052	39,208	59,146	56,370	43,868	3,215,073	3,948,622
肥料(雇員用)	4,601	2,687	4,035	1,085	937	1,771	1,763	1,485	1,958	68,493	80,330
地代(雇員用)	—	—	12,775	—	—	937	—	—	4,324	—	10,000
全算入生産費	120,388	115,759	131,457	85,316	67,989	41,916	60,909	57,855	50,150	3,281,566	4,038,952
10aあたり収 量	518kg	480kg	541kg	505kg	346kg	431kg	150kg	72kg	200kg	2,483kg	4,295kg
10aあたり粗収益	167,544円	129,764円	169,565円	144,048円	95,919円	71,305円	35,550円	17,064円	53,395円	2,810,594円	4,810,400円
10aあたり所得	70,779円	33,590円	82,752円	68,207円	34,405円	42,307円	△15,786円	△30,076円	25,724円	1,657,521円	3,061,778円
所得率	42.2%	25.9%	48.8%	46.0%	35.9%	59.3%	△44.4%	△176.3%	48.2%	63.5%	63.6%
10aあたり労働時間	14.2時間	11.8時間	21.7時間	4.5時間	3.9時間	6.0時間	5.5時間	6.5時間	11.7時間	2,282時間	2,200時間
10aあたり労働単価	39,875円	22,582円	32,773円	117,701円	70,574円	57,856円	△22,961円	△37,017円	18,212円	5,862円	11,134円
10aあたり販売価格	66,178円	30,903円	65,942円	65,122円	33,468円	39,599円	△17,549円	△31,561円	19,442円	1,591,028円	2,971,448円
60kgあたり販売単価	13,945円	14,470円	14,579円	10,137円	11,790円	5,835円	24,364円	43,212円	15,045円	1,322円	781,448円

1) 水稲の「都府県10a以上」、小麦の「関東・東山500a以上」は、農林水産省統計情報部編「平成6年産米及び麦類の生産費」より引用した。また、大豆の「都府県300a以上」は、農林水産省統計情報部編「平成6年産工業農作物等の生産費」より引用した。ハウスイちごの右側の数字は、茨城県農業総合センター編「先進的な農業経営をめざして優良経営事例集(その2)平成6年9月」P33より引用した。なお、生産費調査より引用の10aあたり労働時間には間接労働時間を含む。

2) 所得=粗収益-(生産費総額-家族労働費-自己資本利子-自作地代+副産物価額)  
 1日あたり所得=(10aあたり所得+10aあたり(家族)労働時間)×8  
 家族労働単価=粗収益-(生産費総額-家族労働費+副産物価額)

3) 営農組合の小麦粗収益には、転作助成金+互助金67,320円/10aをプラスした。なお、小麦-大豆の作付けのため、各々の販売単価で按分した。小麦の関東・東山300a以上の粗収益は、助成金を加えた数値である。大豆粗収益には、転作助成金をプラスしていない。

4) 労働費の単価は、水稲、小麦、大豆は1,420円/時間、ハウスイちごは1,000円/時間とした。

5) 大豆単価は自家採種であり、数字は農機購入価格。

6) 大豆の販売価格は、237円/kg(基準価格:普通大豆2等)を利用した。

7) ハウスイちごの建物費には、園芸施設費を含む。

性が悪化した。しかし、対象経営では、上述したような低コストの稲作経営を実現しており、それによって、このような収益性の悪化を最小限に食い止めている。

では、水稲を中心とする上述したような低い生産費水準は、いかなる要因で達成されているのか。そのために、まず、10a当たりの費用合計について米生産費調査における都府県の最大階層(10ha以上)に賃金単価をそろえたうえで比較、整理したものが、表3-2-3である。これは、米生産費調査の都府県10ha以上層の全算入生産費(131,457円/10a)を100として、対象経営の全算入生産費(115,247円/10a)の低下の要因を生産費調査の費目毎に図示したものである。主要な費目のみ単独で表し、ウェイトの低いものは、「その他」として一括した。全体としては、生産費農家に比べて12.3ポイント低下しているが、このうちコストアップを促しているものが、16.3ポイント、コストダウンは、28.6ポイントである。コストダウンとなっている主な費目は、労働費(10.3)、肥料費(6.0)、建物費・農機具費(7.3)である。

建物費・農機具費は、コストダウンに26%(7.3ポイント/28.6ポイント)の寄与をしているが、これは、①トラクター、事務所、農舎等において複合作物との汎用利用による償却費負担の軽減が図られている、②機械・施設の導入に際して補助事業をうまく利用して償却費負担を軽減している、といった要因によるものである。また作業受託による操業度の拡大によって実質的な償却費負担の軽

表 3-2-3 生産費目によるコスト増減の要因

費目	労働時間内訳(労働費)	コストアップ・ダウンの主な要因
その他 (+3.0)		
地代 (+13.4)		・農地流動化進まず ・0.5～3.0ha 農家層滞留
労働費 (-10.3)	苗代一切 (22.7%削減) ⇒ 本田耕起及び整地(10.7%削減) ⇒ 基肥 (15.3%削減) ⇒ 田植 (11.4%削減) ⇒ かん排水管理 (22.7%削減) ⇒ 稲刈り及び脱穀 (21.9%削減) ⇒	分業・協業体制等 大区画圃場、農地集団化 側条施肥 大区画圃場、農地集団化 大区画圃場、農地集団化 短距離、親趾、親の距離、バケツみ 大区画圃場、農地集団化
建物費 農機具費 (-7.3)		複合作物との汎用利用 補助事業の活用
肥料費 (-6.0)		転換畑からの復田
その他 (-5.1)		借入金に依存しない経営基盤 土地改良費の低負担 等

注1) カッコ内は、米生産費調査の都府県10ha以上層の全算入生産費 131,457円/10a を100としたものである。

2) カッコ内の数字は四捨五入しているため、内訳と合計は一致しないことがある。

減も図られている。

また、肥料費が少ない理由は、対象経営の圃場は、1994年よりそれまでの麦・大豆の作付から水稲作付のために復田した経緯があり、そのため、肥料投入量をおさえているからである。さらに、この経営は、耐用年数以上の農機具の利用や、内部留保により借入金に依存しない経営基盤をもっており、こうした面からもコストダウンを図っている。

対象経営におけるコストダウンの最大費目は労働費である。労賃単価を同一としていることから、労働費の増減は、直接に労働時間の差に依存する。そのため、作業毎の労働時間の内訳を検討した。対象経営の移植栽培での生産費と生産費調査対象農家の生産費を比較すると、労働時間全体では、対象経営が11.89時間/10a、都府県の10ha以上層が21.1時間/10aで43.6%と約4割の省力化となっているが、作業毎にみても、苗代一切(22.7%削減)、田植(15.3%削減)、かん排水管理(22.7%削減)、稲刈りおよび脱穀(21.9%削減)において、かなりの省力化がなされている。

これらの省力化の主要因については、先の表3-2-3に整理した。まず、苗代一切の少ない理由は、育苗箱への播種等一連の作業が男子3人、女子2人の分業・協業作業体制により効率的に行われた結果等と考えられる。また、対象経営の圃場は図3-2-2に示すように、相当程度集団化されている(作業受託地を除く)。さらに、26.6haの経営耕地のうち遠い圃場でも直線で約1.3km以内にある。また、それぞれの圃場は、パイプライン灌漑が可能であり、区画が大きいものが多く、機械の効率的利用が可能な圃場条件となっている。そのため、本田耕起及び整地、田植、稲刈りおよび脱穀といった作業では、圃場の大区画化および集団化といった恵まれた圃場条件によって省力

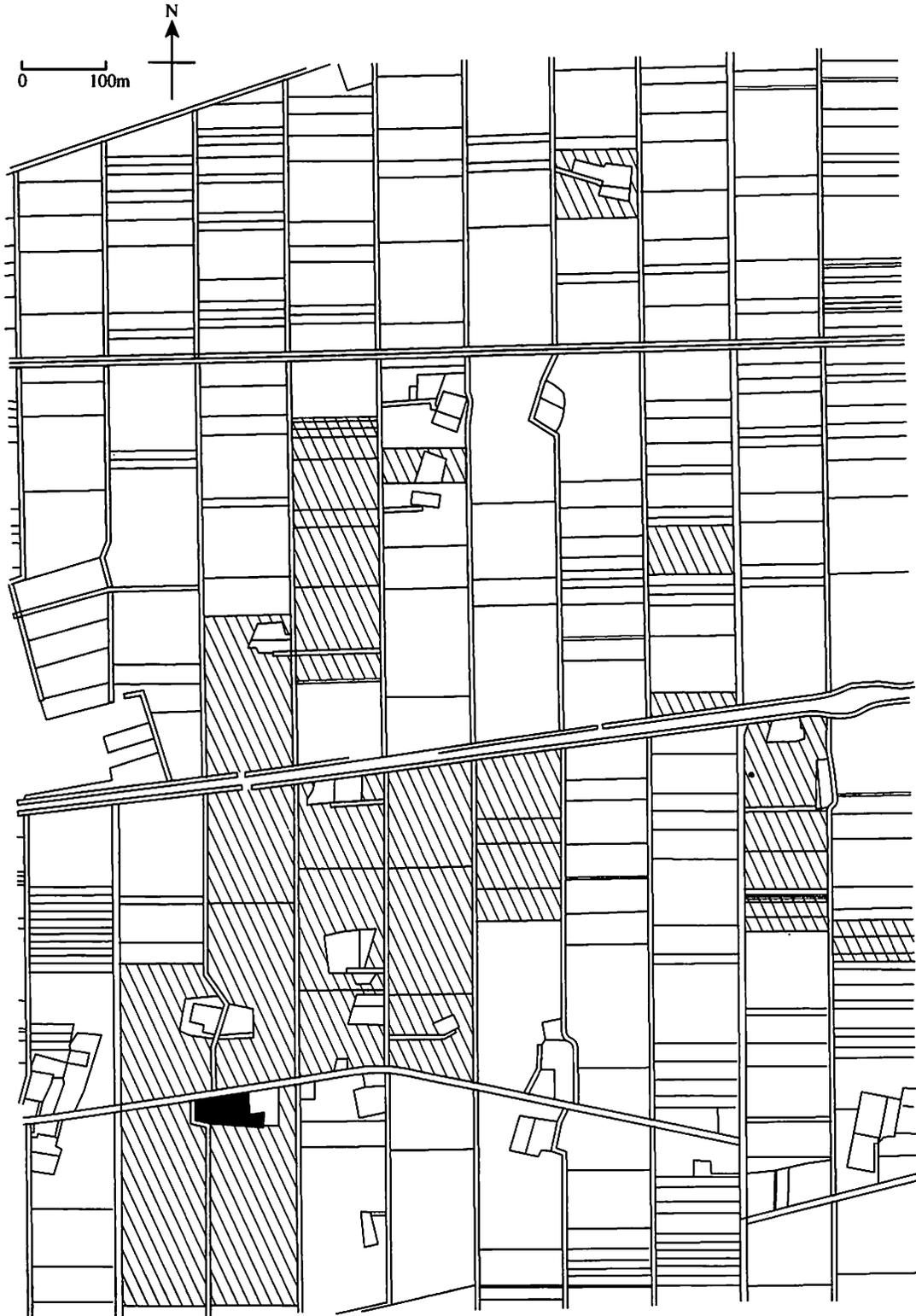


図3-2-2 対象経営の圃場図

- 注1) 黒塗りは、組合の事務所を指す。
- 2) 斜線は、組合の圃場（1995年）を示す。

化がなされているものと考えられる。また、かん排水管理については、上記に加え、さらに圃場が  
 集団の事務所に近いことおよびバルブ灌漑であることも有利に働いている。なお、これらの圃場条  
 件の有利性については、表3-2-2の小麦、大豆の労働時間をみてもわかるとおり、他作物にお  
 いても省力効果として現れている。加えて、基肥は、対象経営では全て側条施肥のため、時間数は

計上されていない。

以上のように、生産費対象農家との比較において、この経営のコストダウンの要因は、圃場の大区画化・集団化に起因するものと、転換畑からの復田、機械・施設の部門間汎用利用といった経営の複合化に起因するものを中心として達成されていることがわかる。しかし、表3-2-3からも明らかなように、労働費削減相当分(10.3)が、地代負担の差(13.4)により帳消しになっている。1994年の地代水準は、59,730円/10a、95年は、58,800円/10aであり、若干低下傾向にあるものの、生産費調査対象農家(38,312円/10a)に比べて、地代水準の高さが対象集団のコストアップを促しているからである。このような地代の水準を引き下げていくことは、経営の内部努力では容易に解決し得ない問題である。したがって、今後一層コストダウンを図っていくためには、地代水準を引き下げるための地域的な取り組み、支援が必要である。

### (ウ)財務管理の特徴

経営発展に不可欠な合理的な管理運営方式を明らかにすることを目的とし、対象経営について、そこでの財務管理の考え方、実態およびその特徴について分析を行った。この経営は、まだ法人化はなされておらず、財務管理の方法もいわば独自の方法がとられている。

まず、財務管理のポイントとなる利益の調整は、運営準備金への繰入(これは諸手当を除いた次年度賃金総額に相当する)、機械・施設更新引当金、年度末手当の額の三者をもとに行っている。具体的な利益の配分方法は、まず運営準備金を確保し、その後、年度末手当、更新引当金の順に優先順位が設けられており、年度末手当(2.5ヶ月分程度)は、専従者(男子3名)の年間支給賃金が農協職員並みとなるように支給されている。すなわち、運営準備金という名目での実質上の賃金確保を第一の原則としている点にこの経営の財務管理の特徴がある。また、運営準備金と更新引当金は内部保留として主に預金という形で運用されており、これにより高い自己資本比率が維持され、不安定な農業情勢下で一つの合理的な財務管理の方式となっている。しかしながら、このような財務管理の方式のもとでは、翌年度の賃金総額に相当する金額が当年度末にすでに確保されていること

表3-2-4 経営分析指標値の推移

各指標	昭57	58	59	60	61	62	63	平1	2	3	4	5	6
1. 収益性分析													
①総資本収益率(%)	23.1	13.9	8.7	10.7	13.9	9.3	△3.1	0.2	△9.0	△1.5	△3.4	6.8	△33.7
②売上高営業利益率(%)	25.8	35.3	22.4	15.8	26.8	15.2	△1.0	4.6	△13.0	△1.3	△6.7	5.5	△70.6
③経営資本回転率(回)	0.77	0.78	0.62	0.84	0.73	0.68	0.61	0.58	0.55	0.63	0.61	0.71	0.56
④固定資本回転率(回)	1.78	3.02	1.84	2.65	2.82	3.04	1.80	1.20	1.15	1.50	1.68	1.81	0.96
2. 財務安全性分析													
①自己資本比率(%)	64.4	67.4	67.0	75.3	68.6	72.7	71.1	69.5	66.7	66.1	67.1	73.4	76.9
②固定長期適合率(%)	65.1	37.3	46.0	39.0	38.1	29.4	45.6	54.2	55.8	51.7	45.8	48.3	70.6
③流動比率(%)	169.7	238.8	253.0	362.8	266.0	319.2	257.2	505.5	353.2	305.0	302.2	322.7	236.1
3. 生産性分析													
①付加価値(万円)	1,217	1,397	1,329	1,736	2,263	2,400	1,848	1,944	1,322	1,612	1,606	2,115	699
②総資本生産性(%)	51.8	46.9	37.4	49.1	46.5	47.9	37.1	37.5	27.8	34.4	36.5	48.5	23.2
③固定資本生産性(%)	119.4	182.4	110.0	154.6	177.8	215.6	109.4	77.1	58.6	82.1	101.1	123.8	39.9
④労働分配率(%)	36.1	49.1	54.0	58.6	54.4	62.5	80.6	80.7	113.6	91.2	96.2	76.2	243.4
⑤付加価値率(%)	67.1	60.3	59.9	58.4	63.0	70.9	60.8	64.8	50.9	54.6	60.1	68.4	41.5
売上高当期利益率(%)	29.2	17.7	13.9	12.7	18.8	13.8	△5.2	0.5	△16.5	△2.4	△5.5	9.6	△60.5
“ 減価償却費率(%)	5.5	6.8	7.9	7.6	5.2	7.2	5.3	6.5	11.8	9.9	10.5	7.1	16.4
減価償却費(万円)	100	158	176	225	186	245	162	195	307	293	280	220	277
売上高人件費率(%)	24.2	29.6	32.3	34.2	34.3	44.3	49.0	52.3	57.8	49.8	57.8	52.2	101.1
(うち男子専従者)	(18.2)	(23.4)	(21.3)	(23.0)	(21.3)	(28.8)	(30.6)	(32.8)	(36.5)	(36.0)	(43.2)	(38.5)	(74.3)
売上高土地面積割当率(%)	8.4	12.5	13.1	10.9	9.4	10.1	11.3	7.9	7.4	6.5	7.1	5.8	—

注1) 当期利益算出に際しては、土地面積割当を費用とみなしている。  
 2) 付加価値は当期利益+土地面積割当+支払利息+人件費+研修費+借地料とした。  
 3) 会計年度は8月1日～7月31日。なお、昭和59年度は昭和59年8月18日に決算されている。  
 4) 平成6年度の収益性の指標値等が急速に悪化しているのは、平成5年冬の麦作付減少及び平成6年度の水稲収入が年度内に入っていないためである。

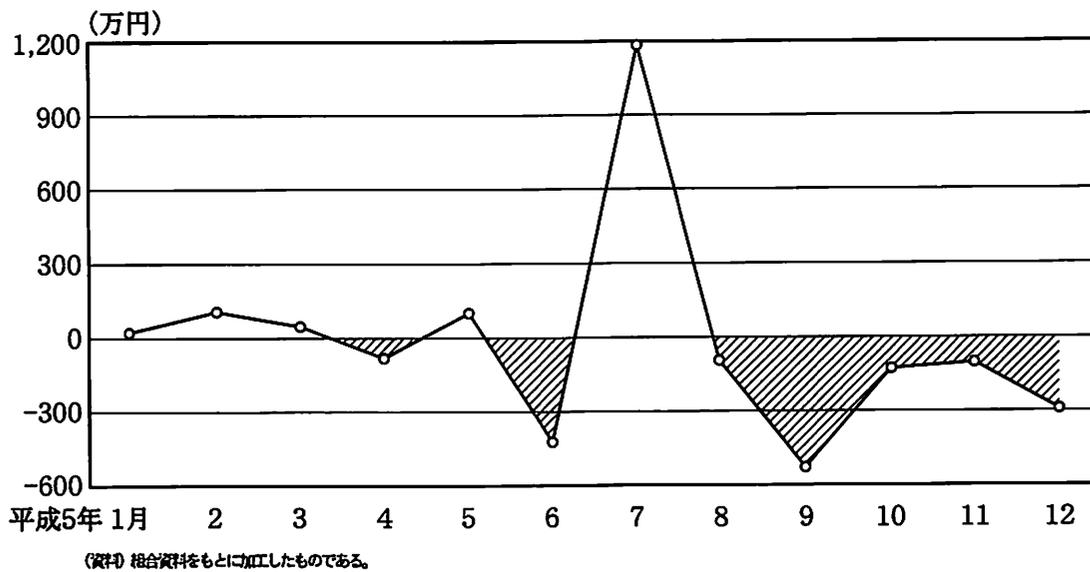
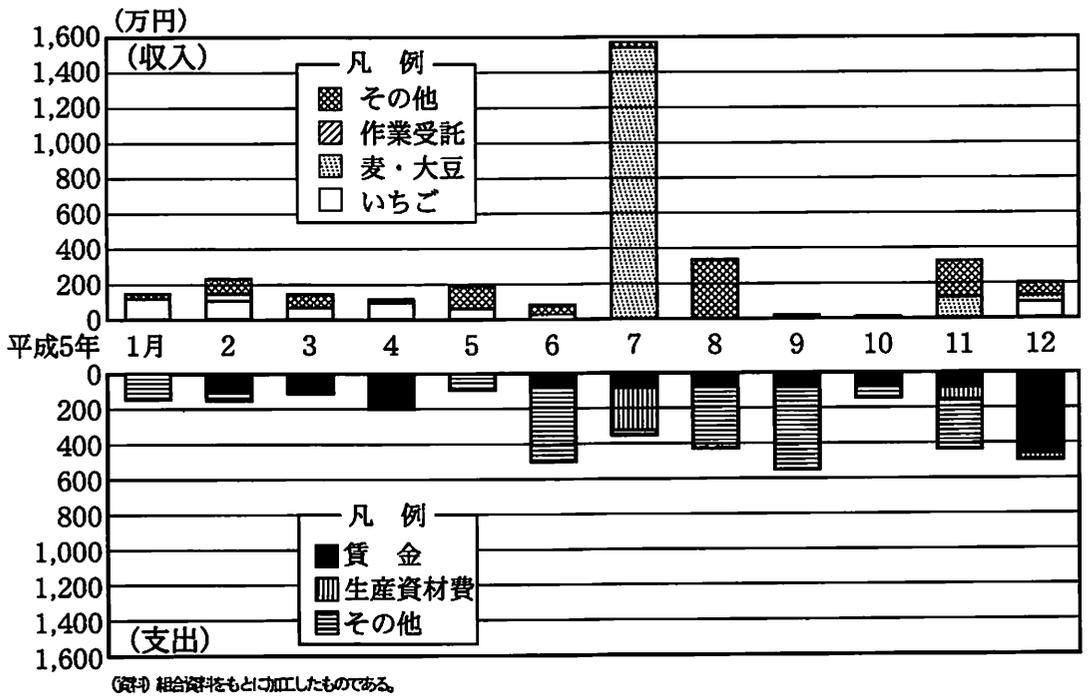


図3-2-3 月別の収支格差(収入-支出)の状況(1993年)

から、1988年頃からの売上高営業利益率にみられるような麦・大豆の単収低下等による収益性悪化が生じると、労働分配率および売上高人件費率の大幅な上昇という過度に労賃報酬に傾斜した財務管理を生むことになる(表3-2-4)。したがって、今後は財務安定化のためにも、収入時期の分散や高収益部門の導入・拡大等による運営準備金への利益からの繰り入れをなくし、機械・施設更新引当金への繰り入れを手厚くするような方法をとっていく必要がある。また、財務管理を資本維持中心の方式に転換していくという観点からも、決算などにおいて財務処理が単年度毎に明確化される法人化等の方策を検討していくことが有効な方法と考えられる。

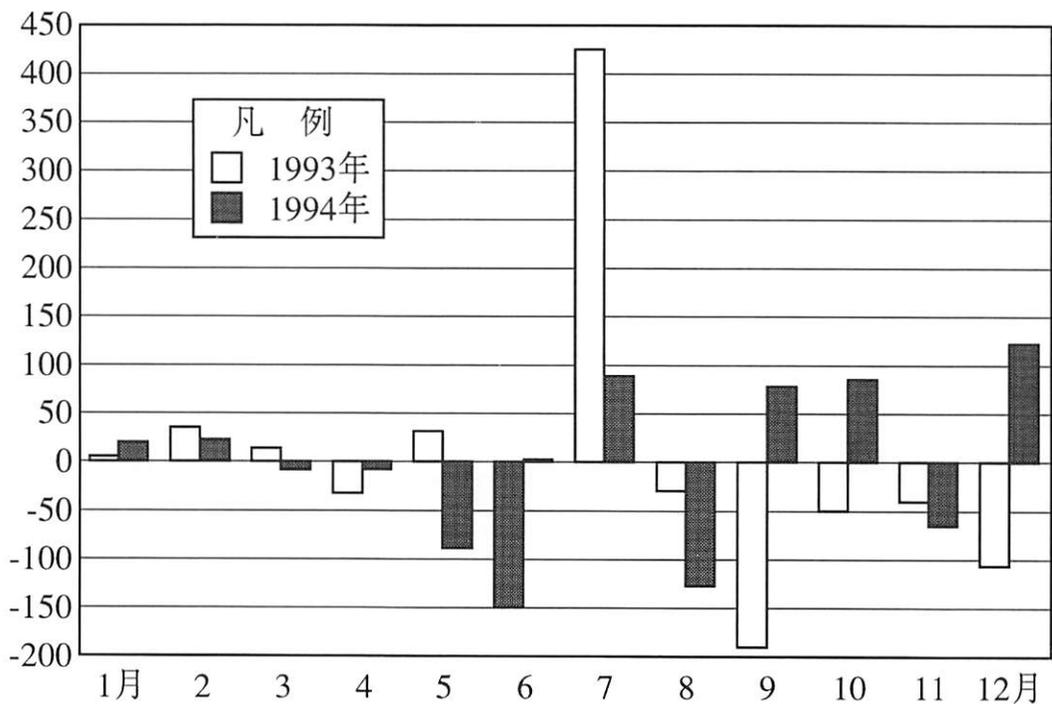


図3-2-4 収入-支出の変動幅の比較

注) 棒グラフ値は、各年の月間平均収入を100とした場合の月別の収入-支出の値で、マイナス値は収入-支出がマイナスであることを示す。

次に、土地利用型農業に特有の月別の収入・支出の不均衡という実態に対する財務管理のあり方を解明するために、対象経営の月別資金収支の分析を行った。月別の資金収支は、これまで対象経営が麦・大豆の転作受託組織であったという特徴から、年間総収入額の47.1% (1993年) を占める7月の麦収入がこの経営の収支構造を決定付けている。そして、この7月の収入の集中を受けて、8、9月に未払金も含め支出が増加している。その後、11、12月の水稻作業受託収入および12～5月のいちご収入により、7月の収入集中はある程度緩和されているが、毎月の月給および諸手当支払いのため、1、2、7月を除いて各月の収支は赤字基調となっている。特に、9月には、540万円程度の赤字になっているが、この時期に普通預金残高が500万円にも満たない状況にあれば、定期預金の取崩しあるいは外部資金導入というような短期資金の調達が必要になる(図3-2-3)。この点で、時期別収支格差に対応した運転資金の確保とそれに対する適切な財務管理が重要な課題であることがわかる。

なお、これまでの麦・大豆作中心であった対象経営は、1994年から、作付作物を水稻作中心に切り替えた。そこで、このような部門構成の変化に係る財務管理上の変化について更に分析を行った。具体的には、対象経営は、1994年にそれまでの麦作中心の作付け(麦:3,115a) から水稻+麦等(水稻:1,962a)へと部門構成の転換を図った。そこでまず各々の月別の収入・支出構造の概要をみると、転作受託組織時は、収入は7月の麦収入が中心であり、支出は毎月の賃金支出が固定的に計上されるほか生産資材費を含めたその他の支出は、7月を中心とした月に集中的に計上されており、その結果、収入-支出(以下収支という)は、麦収入時のみ極端に黒字でその他の月は赤字基調となっていた。一方、部門構成変更後は、収入では9～10月に米収入、12月に転作助成金収入があり、7月以降8月を除けば、毎月相当額の収入がある。支出は、毎月の賃金支出のほか9月の地

代支出が大きく、収支は収入が分散しているため、その不均衡の変更幅が相対的に小さくなり黒字月も多くなるようになった。図3-2-4は、この点を示すために、各月の収支の相対的な変動幅の程度を整理したものである。麦作中心時(1993年)は、黒字が月間平均収入の4倍以上、赤字が1.5~2.0倍近くになっているが、部門構成変更後(1994年)は、収支不均衡の変動幅は1.3倍以内に縮小し、財務の安定化が図られていることが確認できる。月別の収入・支出の不均衡に対して運転資金の確保と安定的な資金繰りが求められるが、特定の作物の収入に依存した収支構造の下では財務の安定性を確保することは不十分であり、長期的な財務の安定性を考える場合には、部門構成の変更による収支構造の改善が1つの有力な手段になる。但し、部門構成の変更によっても収支不均衡を完全に是正することは難しく、こうした状況に対しては、収入・支出の調整による収支不均衡の是正を図る必要があり、状況に応じた細部での時期的な調整の積み重ねが必要であると考えられる。

## エ 考察

対象経営は、地代水準が高く、また近年は米の販売単価の低下から収益性が圧迫されている状況下にあるものの、基盤整備された大区画の水田をある程度集団化して利用できるというめぐまれた圃場条件の下で省力化による労働費の削減、機械・施設の償却費負担の軽減、効率的な分業・協業体制等をとることにより、水稻の大幅なコストダウンを図っている。コストダウンの主な項目は労働費であったが、それに対して、圃場毎の労働時間を比較することで、圃場の大区画化により相当程度省力化していることを明示した。対象経営の米生産費は、比較的良好な圃場条件等の下での一つの達成可能な水準と考えられるが、組合では労働力、機械・施設の稼働状況等から経営耕地、作業受託拡大への余力は相当程度残されているものと見込まれ、今後の農地の貸借市場等の拡大、さらに、地代水準の今後の動向次第では一層のコストダウンが達成されうる条件はあるものと考えられる。そして、そのためには地域的な取り組み・支援が必要不可欠となる。

また、土地利用型農業経営においては、収入・支出の不均衡のもとで財務の安定性確保の方策の検討が重要になってきているが、その財務の安定化を考える場合は、収入の時期的集中といった特殊性を有する収支構造ゆえに一般経営学における手法の直接的な適用は必ずしも有効とは言えず、むしろ収入・支出の特質を踏まえた収支構造自体に着目した分析が必要となる。そこで本研究では、財務の安定化を図るためには、運転資金の円滑な調達とともに収支構造の改善も一つの選択肢として重要であるとの認識から分析を行った。その結果、①収入時期が一時期に集中する収支構造では、部門構成を変更せずに収入・支出の不均衡の是正、あるいは運転資金調達による財務の安定化を期待することは困難な面が多い、②経営の複合化による収支構造の改善は、収入一支出の変動幅が小さくなるなど財務の安定化の効果がある、③但し、経営の複合化による収支構造の改善も、収入・支出の不均衡を完全に是正することには限界があり、収入・支出の時期的な調整を通じた財務管理に対する適切なマネジメントが必要になるものと考えられる、等の諸点を指摘した。

## 文献

- 1) 山岸高信：大規模水田作営農集団における財務管理の特徴、農業研究センター農業計画部・経営管理部、農業研究センター経営研究 第30号、1995

(山岸高信・梅本 雅<sup>○</sup>・堀内久太郎・平泉光一)

### 3 大規模水田作経営の経営形態の解明

#### ア 目的

現地を対象経営における経営実態を明らかにするとともに、経営発展の方向を提示する。特に、新食糧法の下での生産調整や農地流動化に対応した経営戦略、とりわけ規模拡大と複合化に関わる課題と方策について明らかにする。

#### イ 研究方法

経営実態および経営成果（生産コスト・農業所得）を把握するとともに、農作業日誌のパソコンデータの集計・分析を行い、作物別栽培様式別品種別の旬別労働時間を算出する。これら数値を用いて、線形計画法の適用により経営計画モデルを作成し、そのシミュレーション分析を行う。

#### ウ 結果

##### (ア)新技術の経営的評価の視点

農業経営の発展にとって、新しい技術の導入は不可欠の条件といえるが、しかしそのことは多くの場合リスクを伴うとともに、同時に作業の進め方や収益性、部門構成のあり方など経営全体にも様々な影響を及ぼすことから、事前に新技術の普及に当たっての効果や問題点を十分検討しておく必要がある。

ところで、これまでの技術の経営的評価を課題とした既往の研究に対しては、一般に、次のような問題点が指摘できる。すなわち、①開発された技術を事後的に評価しているケースが多く、経営的に改善すべき技術的ターゲットを事前に明確に指摘し得ていない、②経営全体に影響を与えるような体系的な技術に対して、その評価において単純なコスト計算に基づく部分的な比較にとどまっている、③新技術の導入効果を評価する場合に、対象とする具体的な経営類型がどこに位置付くか、また、そこでの経営目標や経営戦略が何であるのかが必ずしも十分整理されないまま評価が実施されている、④評価の基準において、経済的な観点からの効率性といった尺度がもっぱら用いられており、いわば、社会的、人間的側面での技術導入の効果が明示的に検討されていない、等の諸点である。

しかしながら、これからの技術の経営的評価においては、特に、①単に、事後的な評価にとどまるのではなく、経営の実態を踏まえた将来の技術の開発課題を積極的に提示していくこと、②体系的な技術については、経営全体への技術導入の効果を分析し得るような評価を実施すること、③技術評価を実施しようとする経営のタイプや経営目標を明確化した上で評価を実施すること、④経済的視点のみならず、社会的、人間的観点も加えた多面的な視点から技術導入効果の分析、評価を行っていくこと、が重要であると考えられる。すなわち、技術の事前評価を積極的に実施していくこと、また、そこでは経営形態や経営内容の多様性を踏まえた多面的視点に基づく体系的な技術評価の実施が要請されている。

技術の経営評価の手法としては、技術構造分析やコスト・利益分析、確率計画法、作業シミュレーション分析など様々な手法がこれまで開発・適用されてきている<sup>1)</sup>。本研究では、それら評価手法の具体的適用として、規模拡大の可能性も含めた体系的な評価を行うという観点から、水稻直播栽培技術を導入した経営の経営収支や労働時間の実態調査データを用いた線形計画法による技術の経

表3-3-1 稲作労働時間の比較  
(時間/10a)

作業名	移植	直播
種子予措	0.11	0.11
育苗箱播	0.51	
育苗管	0.13	
耕整	0.76	0.86
畦	0.10	
代か	0.62	
畦塗	0.26	0.26
土壤改良剤散	0.17	0.17
播種		0.32
田植	0.35	
補植	0.13	
田植補助・隅	0.56	
苗運	0.32	
除草剤散	0.22	0.40
手取り		0.89
畦畔草刈	1.22	1.22
追肥	0.23	0.48
水管	0.12	0.12
防除	0.25	0.16
収穫	0.39	0.38
籾運搬・張込み	0.39	0.36
乾燥機搬出・調製	1.32	1.32
その他集	2.99	2.82
合計	11.15	9.87

注) 圃場別の労働時間の記録から整理したものである。なお、一連の作業として実施される畦塗り、土壤改良剤散布、畦畔草刈り、水管理、乾燥・調製、その他等については全圃場平均値を共通して用いている。なお、水管理労働時間には未記録の部分があり、実態よりもやや少なくなっている。

営的評価を実施し、その経営的効果や、直播栽培技術を早期に普及、定着させていくための技術的課題を検討した。

#### (イ)対象事例の経営戦略と直播栽培導入のねらい

分析対象とした事例は、上記2で述べた経営である。この経営では男性3名、女性2名の構成員の下で、複数の作物、部門を組み合わせ、水田での田畑輪換効果の発現とともに、年間の労働配分の平準化や農業所得の増加を図っている。部門構成に対する考え方は、収益性の面では水稻の有利性が最も高いが、しかし、麦類や大豆は生産調整への対応や稲作用機械の稼働率の向上という効果もあり、また、いちごは、冬場の女性の就業機会の創出や育苗ハウスの有効利用、そして1月から4月にかけての現金収入の確保策として、さらに、いちじくや味噌加工は、地域の特産振興に協力し近隣の農家に自家製味噌も提供することで地域に貢献するという意義もある。このように、この経営にとっては、多面的な目標追求の手段として経営の複合化が位置づけられている。

しかし、麦類や大豆等の畑作物は単収・品質が不安定であり、価格水準も低下傾向にある。また、集約部門の中心作物となっているいちごも、あくまでも副次部門としての位置付けであり、いちご

専業経営のような大型の施設投資や水稻の作業に影響するようないちごの作付面積、収穫期間の拡大も困難である。そのため、今後の経営戦略としてこの経営で構想されていることは、現状の複合部門を維持しつつ、さらに農地流動化の状況に対応して水稻作付面積を50ha 近くまで拡大していくというものである。そのために、施設および施設用地は短期間に拡大することは困難なことから、乾燥・調製施設についてはその50ha という規模に対応できる装備がすでになされている。

ただし、複合部門を維持しつつ水稻の作付面積を拡大していくためには、作業が競合する春の移植時期等の一層の省力化や施設利用の合理化を図っていく必要がある。このような目的を達成していくために、対象経営では、1995年より1.2ha の水田に不耕起乾田直播栽培を導入した。直播栽培に用いられた品種は、難穂発芽性の高いチヨニシキであり、農業研究センターで開発した汎用型不耕起播種機を用い、4月21日に播種し、9月13日収穫した。95年度の実績では、10a 当たり労働時間は移植栽培の11.15時間に比べ直播栽培は9.87時間であり(表3-3-1)、一方、10a 当たり収量は移植栽培のチヨニシキに比べ48kg 少ない469kg にとどまった。

#### (ウ)線形計画法によるシミュレーション分析の前提条件

直播技術の評価を実施する前段の作業として、まず、規模拡大の可能性に対応した部門選択に関する合理性を検討した。そのためここでは、1995年度の経営収支および労働時間に関する実態データを用いて、線形計画法によりシミュレーション分析を行った。

なお、試算においては次のような前提を置いた。

①経営部門の構成については、いちじく、味噌加工は、地域に配慮して作付けされていることから、面積は現状値に固定した。そのため大豆は味噌原料確保のために最低50a は作付けるとした。また、いちごは、以下の表3-3-2では収益性に対応して面積を選択するとして、一方、次に考察する表3-3-3では複合経営を前提とした移植と直播の比較のため最低10a は作付けると仮定した。ただし、同じ表3-3-3の右欄は、水稻、麦類、大豆のみの作目構成で面積規模を拡大する場合についてその可能性を計算したものである。

②水田の作付体系については、対象事例が行っている、水稻単作、水稻(月の光)一大麦二毛作、小麦一大豆(転作)二毛作、小麦単作(転作)という4方式を設定した。

③経営面積の拡大は、地代を10a 当たり4.2万円支払うことにより可能と仮定した。なお、実際の地代は、現在においては10a 当たり5.4万円支払われているが、今後農地の流動化が進んだ場合を想定して、対象事例で計算上負担可能な地代水準の上限と考えている4.2万円を支払地代額として設定した。

④労働力は、現有(男子3名、女子2名)の労働力数とし、雇用労働力は導入しないという前提で試算を行った。労働時間の制約は、気象条件(日照時間および雨天)や過重な労働の回避に配慮して、農繁期においては1人当たり春8.3時間/日、秋6.7時間/日を上限とした。なお、機械作業は男性3人のみが従事可能とするオペレータ制約を設けた。

⑤主な機械・施設装備は対象事例と同様トラクタ4台、田植機側条施肥機付8条1台、コンバイン(自脱5条、汎用型)各1台、乾燥機5基とした。

⑥作業受委託については、対象事例の現状の実施面積が固定して実施されるという前提をおいた。

⑦生産調整への対応は、水田面積の20%は生産調整に参加し、小麦および大豆を作付けることとした。

⑧労働時間は、対象集団の作業日誌データから作物別、品種別、栽培方法別、作業別に、半旬ご

表3-3-2 直播栽培での規模拡大の可能性に対応した最適な作付計画

作物別作付面積	規模拡大可能な面積							
	20ha	25ha	30ha	35ha	40ha	50ha	60ha	制約無し
水稻 (ha)	16.0	20.0	23.9	28.0	32.0	40.0	48.0	51.8
直播水稻	0	0	0	1.7	3.8	9.7	15.9	23.2
移植水稻	16.0	20.0	23.9	26.3	28.2	30.3	32.1	28.6
小麦 (ha)	3.7	4.8	5.7	6.8	7.8	9.7	11.9	12.9
大麦 (ha)	7.8	8.7	8.6	8.7	8.9	9.3	9.9	10.1
大豆 (ha)	3.7	3.2	3.6	5.1	5.4	1.8	1.0	0.5
いちご (a)	18.1	18.5	18.1	16.7	14.5	9.9	2.7	0
いちじく (a)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
味噌加工 (t)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
農業所得 (千円)	23,461	26,978	30,094	32,921	35,611	40,777	45,753	47,708

注) 計算の前提については、本文を参照。なお、いちじく、味噌加工は、地域に配慮して作付けされていることから面積は現状値に固定している。そのため大豆は味噌原料確保のために最低50aは作付けると仮定。なお試算においては大石亘氏作成の「対話形式による標準型線形計画法」プログラムを用いた(表3-3-3も同じ)。

表3-3-3 乾田直播栽培技術導入による規模拡大効果

作物別作付面積	現状 平成7年 A	経営面積を現状 同等とした場合		経営面積は借地料を支払った上で拡大できると仮定					水稻、麦類、大豆のみの作目構成で面積規模を拡大	
		直播減収有り B	直播減収無し C	移植栽培のみで面積を拡大 D	直播は対移植48kg/10a減収			直播減収無しとして移植前中後の直播を実施 H	移植栽培のみで面積を拡大 I	移植前中後に直播を実施 J
					移植前に直播を実施 E	移植後に直播を実施 F	移植前中後に直播を実施 G			
		面積	面積	面積	面積	面積	面積	面積	面積	面積
水稻 (ha)	18.2	19.1	19.1	34.4	34.9	40.7	41.4	41.9	37.7	52.8
直播水稻	1.2	0	3.2	-	0.6	9.2	11.3	18.3	-	23.7
移植水稻	17.1	19.1	15.9	34.4	34.3	31.5	30.1	23.6	37.7	29.1
小麦 (ha)	5.4	4.5	4.5	8.4	8.6	10.0	10.2	10.3	9.4	10.8
大麦 (ha)	6.0	8.7	8.9	9.2	9.2	8.9	8.4	8.2	11.3	10.9
大豆 (ha)	5.4	3.0	4.5	6.9	6.6	0.5	0.5	0.5	9.4	0
いちご (a)	20.0	18.6	16.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	-	-
いちじく (a)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	-	-
味噌加工 (t)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	-	-
経営面積 (ha)	23.9	24.0	23.9	43.0	43.7	50.9	51.7	52.4	47.1	63.6
労働が制約となる時期		6上1 9上2 中1 1中2 3下2	6上1 9上2 中1 9中2 1中1	5上1、上2 5中2 6上1 7下2 9上2	5上1、上2 5中2 6上1 7下2 9上2	5上1、下2 5中2 7下2 9上2、下2 11上1	5上1、下2 7下2、8下 2、9上2 9中2、下1	7下2 8下2 9上2、中2 9下1、下2 11上1	5上2、中2 6上1 9上2	5上2、6上 1、7下2 8下2 9上2、中2 9下1

注1) 計算の前提は本文の通り。なお、いちじく、味噌加工、大豆の面積は表3-3-2と同様の前提をおいている。ただし、いちごは、複合経営を前提とした移植と直播の比較のため最低10aは作付けると仮定した。なお、表の右欄は、水稻、麦類、大豆のみの作目構成で面積規模を拡大する場合について計算したものである。

2) 労働が制約となる時期欄の「6上1」は、6月上旬の第一半旬(1~5日)を意味している。その他についても同じ。

とに設定した。なお、大規模経営では不可欠な作期の分散化に対応するために単収、品質を維持できる技術的に最大可能な作期(農業研究センタープロジェクト研究第1・3チーム資料より引用)を設定し、その期間全般にわたって作業を行うと仮定した。

⑨水稻の品種構成は、現状と同じコシヒカリ、あきたこまち、キヌヒカリ、チヨニシキ、月の光(二毛作に適用)の5品種とした。

⑩乾田直播栽培(品種はチヨニシキ)については、作期として移植前(4月20~30日播種、9月12~20日収穫)、移植中(同、5月1~15日、9月17~25日)、移植後(同、5月15~30日、9月25~10月7日)の3つの期間を設定した。また、対象集団の1995年度の実績から、直播栽培は移植栽培の同じ品種に比べ48kg/10a減収すると仮定し、また5月15~30日播種の場合にはさらに20kg/10a減収

すると仮定した。なお、表3-3-3においては、移植栽培並の単収を維持する場合についても試算した。

①農業所得は対象事例の実績値をもとに計算される総収入から変動費、固定費相当額を差し引いて求めた。なお、収入には生産調整参加助成金を含めた。

#### (エ)複合経営における乾田直播栽培技術導入の効果

以上の前提のもとで、まず、経営面積拡大の可能性を現状水準から制約無しまで8段階に区分し、それぞれの規模での最適な作付計画を求めた。その結果、表3-3-2に示すようにおおむね40haまでは水稲と麦類に大豆、いちごを組み合わせた複合経営が合理的という結果となった。このことは、先に述べたように、農家の平均経営面積が比較的大きく、農地の流動化が進まないという対象経営が所在する地域の外部環境の下では、現実に対象事例で構想されているように、今後の戦略として複合経営という形態を選択していくことが合理的であることを示すものである。

そこで、次に、そのような複合経営を前提として、そこに乾田直播栽培技術が導入された場合の効果进行分析した。

直播栽培の最も直接的な導入効果は、第一に春の時期の省力効果である。移植栽培であれば必要であった育苗ハウスへの苗出し、ハウス管理、代かき、田植、苗運搬、苗補充作業が省略できる。特にここでの事例は不耕起乾田直播であることから播種作業のみで済む。この点について対象経営では、先の表3-3-1に示したように、本田管理までで見て10a当たり労働時間が、移植栽培4.02時間に対し直播栽培では1.72時間と半分以下に減少した。

なお、このような省力効果は、単に労働時間数が少なくなるといった点だけではなく、①4月中旬～5月上旬において、複合部門であるいちごの収穫、箱詰、出荷の各作業と移植栽培の耕起・代かき・田植などの作業が集中する春の時期の労働ピークが緩和される(省力化される時期の重要性)、②播種作業は一人でできるため、移植栽培では必要であった補助労働力を特に労力のかかるいちごの収穫・箱詰作業に配分することができる(労働配分上の効果)、③移植作業時のオペレータへの苗補充など不自然な姿勢で行う作業が省略されて、主に女性によって担当されることが多い補助作業における労働負担を軽減することができる(作業の軽労働化)、④汚れやすい作業である代かき作業が省力化される(作業環境の改善)、⑤育苗への労力や気遣いが不要となる(精神的苦労の解消)といったいわば経済的価値には表れないような人間的側面での効果もたらされたことに留意する必要がある。

第二の効果は、育苗箱、床土、育苗ハウス等がいらなくなることやハウス用地が節約されるといった省資材・省空間面での効果である。育苗が省略されることにより、いちごの収穫時期を切り上げて育苗ハウスに切り換えるといった必要がなくなるが、この点は、複合経営には特に大きな利点と言える。また、稲作の大規模化という観点からは、直播栽培は育苗ハウスを増棟することなく規模拡大を可能とすることも重要な経営的效果である。

第三の効果として、直播栽培技術導入による複合部門の拡充、あるいは規模拡大を促進するといった経営全体への波及効果が考えられるが、この点を定量的にみるために、再び線形計画法により分析を行った。

ここでは、直播栽培が移植栽培並の収量を確保したと仮定した場合の直播栽培の導入面積や、減収を前提とした直播栽培技術の導入によって水稲の作付限界規模がどれだけ拡大されるかといった点について分析した。その結果、表3-3-3に示すように、①経営面積が現状のままでは、減収

する直播は収益性の面から導入されないが、減収無しとすると直播導入面積は3.2haに達する(表3-3-3のC欄、以下同じ)、②経営面積が拡大可能という前提をおくと、移植栽培のみでは水稲の作付面積は34.4haで限界に達するが(D)、3つの作期の直播を導入することにより省力化と作期幅拡大の効果から水稲作付面積は7ha増加し、41.4haに達する(G)、③土地利用型の経営を前提に稲、麦類、大豆のみ作付けると仮定して直播の規模拡大効果を試算すると、移植のみでの限界面積37.7haから、直播導入によって最大52.8haまでの作付けが可能となる。なお、『新政策』の個別経営体を念頭に置いて1戸当たりで換算すると、移植栽培の限界15.1haから直播栽培の導入によって約6ha増加し、稲作の面積は21.1haに達する、等の点が明らかとなった。すなわち、これらの結果は、直播栽培が移植栽培での作業限界をさらに拡大させ、稲作の規模拡大を促進する技術であることを示すものである。

## エ 考察

水田複合経営を対象として、経営の実態分析と線形計画法を用いたシミュレーション分析を行い、農地流動化が進まない経営環境下では、部門選択において複合経営が合理的であることを確認するとともに、乾田直播栽培技術の導入には、春の労働ピークの緩和等による省力効果や省資材・省空間効果、さらに規模拡大効果があることを明らかにした。しかしながら、直播栽培を導入したとしても面積拡大には一定の制約があること、また、水稲作付けにおいてすべて直播栽培が導入されるのではないことにも注意する必要がある。これは、収穫時期における移植栽培の収穫作業や複合部門であるいちごの定植作業等との競合から移植栽培に比べ収益性の劣る直播栽培の導入が制約されるためである。したがって、今後、規模拡大を主目的とした直播栽培技術の導入を促進していくためには、直播栽培の単収水準の向上、安定化とともに、さらに同時に、秋の収穫作業の省力化や作業期間の延長等に対しても併せて今後技術開発を行っていく必要がある。

## オ 今後の課題

ここでみた直播栽培技術の経営的效果は、関東の利根川下流域の平場水田地域において不耕起乾田直播栽培技術を導入した場合の効果であり、土壌条件や水利条件が異なる地域に直接適用することはできないこと、また、直播栽培技術の規模拡大効果は、複合部門の状況や移植栽培の作業能率に関連する圃場区画・分散の程度、水稲品種構成等による作業適期幅等の条件にも大きく影響を受けることに留意すべきである。したがって、他の地域や直播栽培様式、あるいは異なる営農類型における直播導入の効果については、さらに具体的な分析を行う必要がある。

## 文献

- 1) 農業研究センター編：農業技術の経営評価マニュアルその方法と実際、農林統計協会、1995

(梅本 雅<sup>○</sup>・平泉光一・山岸高信)

# 第4章 大規模水田輪作技術体系の 確立と営農モデルの策定

## 1 大規模水田輪作技術体系の確立

### ア 目的

利根下流域を対象に、不耕起乾田直播と移植栽培を組合わせて稲作の省力化と規模拡大の可能性を明らかにするとともに、省力で安定多収な麦・大豆二毛作技術を確立して、大規模低コスト水田農業技術体系を確立する。また、現地実証試験を実施する営農組合の規模拡大の計画に対する新技術導入の有効性を技術体系全体として評価する。

### イ 研究方法

#### (ア) 供試圃場

①水稲の不耕起乾田直播：太田新田営農組合(茨城県稲敷郡新利根町)に1.1haの試験圃場を設けた。また、営農組合が、実証試験結果に基づいて実施した1.5～2.5haの乾田直播圃場についても調査した。土壌は山砂客土を行った泥炭土(粘土含量25.6%)である。営農組合は、農業研究センターが現地試験を開始した平成6年から、13年以上継続した麦、大豆を中心とした水田転作を水稲を中心とした田畑輪換体系に切り替えた(表4-1-1)。このため、供試圃場は、平成6年以降に水田に復元された圃場である(表4-1-2)。

②麦、大豆二毛作：太田新田営農組合に0.6haの試験圃場を設けた(表4-1-3)。

#### (イ) 試験区

##### ①水稲不耕起乾田直播

平成8年は、冬期にドライブハロで3～5cmを耕起する浅耕区、深さ13cm程度のロータリ耕起を行う耕起区、不耕起区を設けた。平成9年は、全圃場について、冬期(2～3月)にレーザーブラウによる15cm程度の反転耕、レーザーベラによる均平作業を行った。使用したトラクタは、135馬力のクローラ型トラクタである。品種は、「キヌヒカリ」を用いた。リン酸、カリの施肥は、PK化成を用いて3月中にブロードキャスタで散布し、窒素は播種と同時に緩効性肥料(LPS100、LP40を配合)を用いて8kg/10a播種溝内に施用した。また、除草剤は、水稲播種後にグリホサート液剤を散布し、ヒエが4葉期に達したら、シハロホップブチルとベンタゾンの混合剤を散布し、数日後に湛水した。湛水後、さらに数日してから、イマゾスルフロン・エオトベンザニド・ダイムロン1kg粒剤を、いずれも乗用管理機で散布した。なお、全刈収量は、各区別に縦型乾燥機で乾燥し、調製後に計量して算出した。

##### ②麦、大豆二毛作(表4-1-2)

平成8年に大麦収穫跡、9年に小麦収穫跡の圃場に大豆の耕起区(条間60cm)、不耕起区(条間30cmの狭畦・無中耕・無培土栽培)を設けた。平成8年の大麦収穫跡に口径50mmの排水管を引き込む暗

表4-1-1 太田新田営農組合の営農の経過

年	経営面積 (ha)	水稲 (ha)	大豆 (ha)	大・小麦 (ha)	イチゴ (a)
平成5年	33.5		6.0	27.2	25
平成9年	28.5	17.5	10.8	10.8	25

表4-1-2 現地実証試験圃場及び農家の直播面積

	水稲直播栽培実証試験圃場(ha)					農家直播圃場(ha)	
	移植栽培	湛水直播 湛水散播	乾田直播			乾田直播*	
			作溝直播	不耕起直播	耕起直播	営農組合	隣接農家
平成6年	0.38	0.30	0.55	0.40	0.38		
平成7年	0.38	0.30	0.55	0.40	0.38	1.24	
平成8年	0.74	0.30	0.55	0.40 *	0.38	2.32	1.70
平成9年		0.55		1.08 *		3.68	1.90

\*冬期にレーザーレベラで予め整地後、不耕起播種

表4-1-3 麦、大豆の現地実証試験圃場

	麦実証試験(ha)			大豆実証試験(ha)		
	小麦		大麦	不耕起播種		耕起栽培
	追肥時期と量	不耕起播種	追肥時期と量	普通畦	狭畦	普通畦
平成6年	0.3			0.3		0.3
平成7年	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
平成8年	0.3	0.3	0.3		0.6	0.3
平成9年					0.6	0.3

渠施工(5m間隔)を行った。小麦品種は「バンドウワセ」、大豆品種は「タチナガハ」を用いた。大豆の播種前に弾丸暗渠を入れ、高刈りした麦わらをストローチョップで切断した。グリホサートを散布して生育中の雑草を防除し、不耕起区は汎用型不耕起播種機により条間30cmの狭畦の条件で、耕起区はロータリシダで条間60cmの普通畦の条件で播種した。播種後、土壌処理剤を散布した。播種量は、20,000本/10aの苗立本数を目標に播種を行った。施肥は、大豆用の化成肥料を用いて窒素3kg/10a、リン酸9kg、カリ9kgを播種溝の側に表面施用した。耕起区は、中耕、培土をトラクタ装着の3条用ロータリカルチで行った。不耕起区は、狭畦栽培であるので、中耕・培土が不可能なので、ナブとベンタゾンを混合して散布し、大豆の本葉が畦間を覆う前に雑草防除を行う。虫害防除は、パーマチオン水和剤を用いて、開花期から1週間後から10~15日おきに散布幅10mのブームスプレーヤを装備した乗用管理機で合計3回散布した。収穫は、刈り幅2mの汎用型コンバインで収穫した。全刈収量は、各区別にコンバイン袋に入れ収納庫に積み上げて乾燥し、調製後に計量して算出した。

#### (ウ) 汎用型不耕起播種機の改良

試験に用いた不耕起播種機は、農業研究センターで開発した大豆用の不耕起播種機<sup>1,2)</sup>を稲・麦・大豆汎用型へ発展させた播種機<sup>3)</sup>である。現地実証試験において実用性を増すための改良を行った。

#### (エ) 水田輪作体系の経営モデルの策定

平成8、9年の現地試験および営農組合の実収量を基にして、水稲の移植栽培と乾田直播、麦・

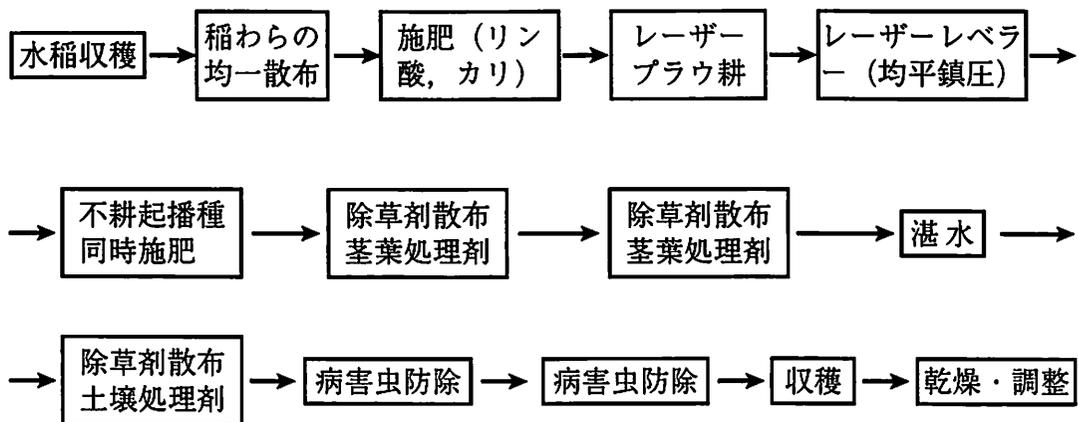


図 4-1-1 冬期の整地鎮圧を組み合わせた不耕起乾田直播の作業手順

表 4-1-4 冬期整地・鎮圧圃場の不耕起播種水稲の播種深度と苗立数

	播種深度 (cm)			播種条別の苗立数 (本/m <sup>2</sup> ) と変動係数 (%)									
	道路側	中央部	排水路側	播種条	1	2	3	4	5	6	7	8	全体
平均値	2.9	3.0	2.6	本数	188	190	199	205	180	173	183	211	191
変動係数	17.2	18.0	14.4	変動係数	4	10	16	9	5	12	15	12	12

注) 8条が独立して懸架され、田面の凹凸に追従する不耕起播種機を使用

表 4-1-5 苗立に対する整地鎮圧の影響

処理	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	苗立率 (%)	変動係数 (%)
整地鎮圧	182	91	11
不耕起わら除去	136	68	23
不耕起わら散布	128	64	30

大豆二毛作、ハウスイチゴ栽培を組み合わせた水田輪作営農モデルについて、FAPS(営農技術体系評価・計画システム)<sup>4)</sup>、および作業シミュレータ<sup>5)</sup>を用いて規模拡大、による所得向上を評価すると共に、過去5年間の降雨データを用いて規模拡大を行った場合の適期内作業の可否を評価して、規模拡大を目指した営農モデルを策定する。

## ウ 結果

### (1) 水稲不耕起乾田直播

収穫後、雑草防除以外の管理を行わない不耕起乾田直播<sup>6)</sup>では、コンバインの轍などの田面の凹凸による播種深度の不安定性、稲わらの被覆による地温の低下などが原因で、気温が低い4月中下旬の出芽・苗立が不安定になる。そこで、天候の安定した冬期に整地・鎮圧を行い、不耕起播種する技術体系(図4-1-1)に改良した結果、出芽、苗立が安定した。圃場の道路側から100m離れた排水路側までの圃場内の播種深度が安定し、8条播種機の播種条間による出芽・苗立の差も少ない(表4-1-4)。また、稲わらを放置した不耕起圃場、稲わらを搬出した不耕起圃場、レーザーレベラーで整地鎮圧した圃場の順に出芽率が高くなり、出芽数の変動も少なくなった(表4-1-5)。冬期に整地鎮圧を行った圃場の土壌硬度は、不耕起圃場と同程度の大きさを示し、播種前に降雨があっても地耐力が大きいと考えられる(図4-1-2)。また、播種後にグリホサート液剤を散布して雑草防除を行うことにしたので、播種後の土壌処理剤の散布が省略された。ヒエの生育ステージに合

わせて、シハロホップブチル+ベンタゾンの混合剤を散布し、数日後に湛水状態に移行する体系にしたことで、乾田期間が24日程度と短くなったので、雑草防除が容易になった。

この結果、整地・鎮圧を行った圃場の収量は移植と同等となった(表4-1-6)。また、営農組合および隣接する農家を実施した、冬期整地・鎮圧・不耕起直播でも、2年間とも500kg/10a以上の収量が得られた。この乾田直播技術の延べ作業時間は、6.5時間/10aと、8条用の田植機を用いて営農組合が実施している移植栽培の12時間に比較して大幅に省力化された(表4-1-7)。また、生産コストは、経営規模を55haと想定して、汎用型不耕起播種機、乗用管理機を稲、麦、大豆に汎用的に利用した場合、8,890円/60kgとなる(表4-1-8)。これは、移植栽培水稻よりやや高い結果で、除草剤のコストが影響している。

直播栽培では、雑草防除、鳥害が問題となるが、均平精度を高めた平成9年は、乾田直播継続4

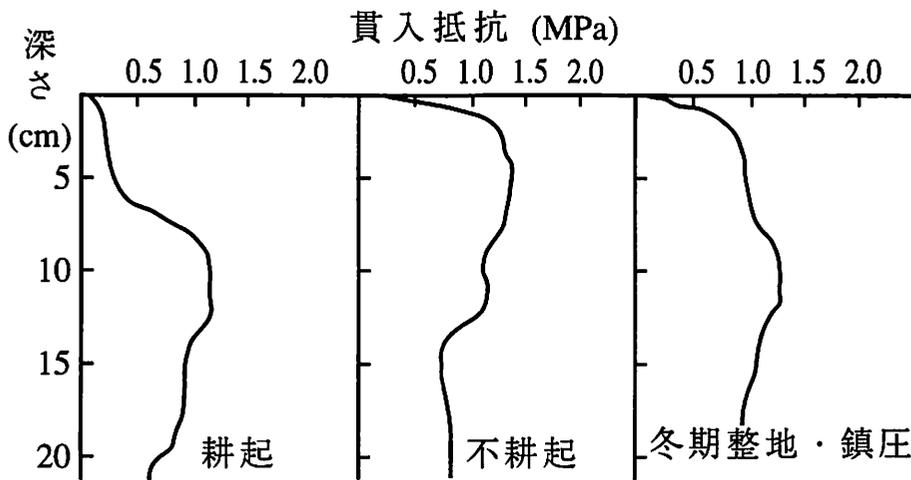


図4-1-2 耕起方法と播種時の土壌硬度

表4-1-6 現地実証試験圃場における水稻の全刈収量 (kg/10a)

	水稻直播栽培実証試験圃場					農家直播栽培圃場	
	移植栽培	湛水直播	乾田直播	不耕起直播	耕起直播	乾田直播*	隣接農家
		湛水散播	作溝直播			営農組合	
平成6年	563	551	507	531	468		
平成7年	526	519	485	409	436	487**	
平成8年	584	584	477	556*	584	514**	505***
平成9年	544	485		562*		616**	557***

注) : 実証試験の供試品種はキヌヒカリ。\*\*はチヨニシキ、\*\*\*はアキニシキ。

\* : 冬期に整地鎮圧を実施して不耕起播種

年目で、かつ前年にヒエの発生が目立ったにも係わらず、手取り除草は不要であったことから、3回の除草剤散布の体系で充分対応できると考えられる。鳥害については、播種時に種子を露出させないことと、苗立を揃えることで大きな被害を避けることができた。倒伏については、生育の優れた一部の場所でなびき倒伏が見られた程度で大きな問題にはならなかった。玄米の品質は、実証試験の生産物および営農組合の生産物共に1等であった。

表4-1-7 不耕起乾田直播の技術体系と作業時間

作業名	機械名	機械作業時間 (時間/10a)	人員 人	延べ作業時間 (時間/10a)
種子予措			1	0.30
耕起整地鎮圧	レーザアラウ、レバラ	0.29	1	0.29
明渠作溝	トラクタ・溝堀機	0.05	1	0.05
P K施肥	トラクタ・フートキャスト	0.09	2	0.18
施肥播種	トラクタ・不耕起播種機	0.23	2	0.46
除草剤散布	乗用管理機・フォームスプレー	0.12	1	0.12
除草剤散布 (湛水開始)	乗用管理機・フォームスプレー	0.12	1	0.12
除草剤散布	乗用管理機・多口噴頭	0.07	1	0.07
病害虫防除	乗用管理機・フォームスプレー	0.09	1	0.09
収穫・運搬	自脱コンバイン・トラック	0.28	2	0.56
乾燥・調製	乾燥機、籾摺機他	1.90		1.90
水管理他				2.50
合計(時間/10a)		3.24		6.64

表4-1-8 不耕起乾田直播の経済性\*

区分	不耕起 乾田直播 (15ha)	移植栽培 (25ha)	全国販売 農家平均	10ha以上の 農家平均
種苗費	4,837	2,249	3,392	1,822
肥料費	6,586	6,586	8,383	6,914
農業薬剤費	12,601	7,530	7,615	6,635
土地改良水利費	12,100	12,100	8,522	9,253
賃金及び料金	520	520	11,883	5,532
農機具費	17,517	16,335	26,625	21,600
建物費	8,378	8,378	11,952	13,873
光熱動力費	2,803	3,223		
その他諸材料費	0	2,400		
労働費	11,249	15,379	57,016	29,697
費用合計	76,591	74,700	135,388	95,326
生産費(円/10a)	75,591	73,700	132,276	91,456
玄米収量	510	510	515	508
60kg生産費	8,893	8,670	15,448	10,791

\* 営農組合の平成7年度データを基礎に、規模拡大を想定して試算

(2) 麦、大豆の収量

平成6年からの現地実証試験の結果、適期播種と適期の追肥技術の適用により、小麦、大麦の収量が向上した(表4-1-9)。大豆については、排水対策と乗用管理機による殺虫剤(液剤)の散布により、収量、品質が向上した。また、省力的な不耕起狭畦栽培による大豆収量は300kg/10a(試験区の全刈)を達成した。狭畦栽培では、中耕ができないので、ナブとベンタゾンを混合して、生育期のイネ科と広葉の雑草防除を行った。周辺に水稻栽培圃場があるので、ドリフトによる薬害発生への恐れがあり、無風に近い条件での散布を行う必要があり、散布の適期が限定された。

不耕起狭畦栽培の延べ作業時間は、5.1時間/10aで、慣行のロータリシードによる耕起栽培より14%短縮された。また、狭畦栽培でも倒伏はなく、コンバイン収穫の問題はなかった。大豆の検査等

級は2等であった。

大豆の子実害中の防除は、乗用管理機を用いた液剤の散布で行った。3回の防除により虫害粒率は1.5%程度に抑え、健全粒率は86~89%と高めることができた。しかし、狭畦栽培では、2~3回目の乗用管理機が畦間を迷わずに走行することが困難になった。車輪踏圧による損傷を避けるためには、苗立後に乗用管理機の走行部分の条を予め潰しておく方が能率的に作業できると考えられた。

(3) 汎用型不耕起播種機の改良

平成6年から現地試験で用いた播種機(2号機)は、2条毎に田面の凹凸に追従して上下する構造であったが、土壌貫入深を規制するゴム車輪に近い側のディスクの貫入深は設定値になるが、車輪より離れたディスクは田面の高低によって、目標とする深さより深くなるか、浅くなるか変動する可能性がある(図4-1-3)。そこで、各条が独立して田面の凹凸に追従できるように8条独立懸架式に改良を行った(図4-1-4)。この結果、田面の凹凸に対応して2~3cmの播種深度を保つように改良された。また、播種作業におけるトラクタが走行するセンターを正確、迅速に決めるために、天然素材の洗剤と空気を混合して作る直径15cm程度の白い泡で数m間隔に目印を付ける泡マーカを播種機に装備した。

(4) 不耕起乾田直播を組入れた輪作営農モデル

平成8、9年の直播水稻、麦、大豆の平均収量(表4-1-10)と3人の基幹労力を前提に、直播と移植栽培、麦・大豆二毛作を組入れた輪作体系による規模拡大の可能性と、収益性をFAPSで評

表4-1-9 現地実証試験における麦、大豆の収量

	小麦(kg/10a)		大麦(kg/10a)		大豆(小麦跡)(kg/10a)			
	全刈	坪刈	全刈	坪刈	耕起		不耕起	
					全刈	坪刈	普通畦	狭畦
						全刈	坪刈	
平成6年	515	528	256	398	262	298	258	281
平成7年	292*	555	280	390	203	277		160 260
平成8年	554	591	483	627	295	359		284 308
平成9年					288	371		306** 408

注1) 小麦はバンドウワセ、大麦は平成6、7年はカシマムギ、平成8年はマサカドムギ大豆はタチナガハ  
 \* : 小麦の減収は、大豆残渣すき込みによる倒伏などの影響。  
 \* : 大豆全刈収量は、作付しなかった枕地を除いて計算した。

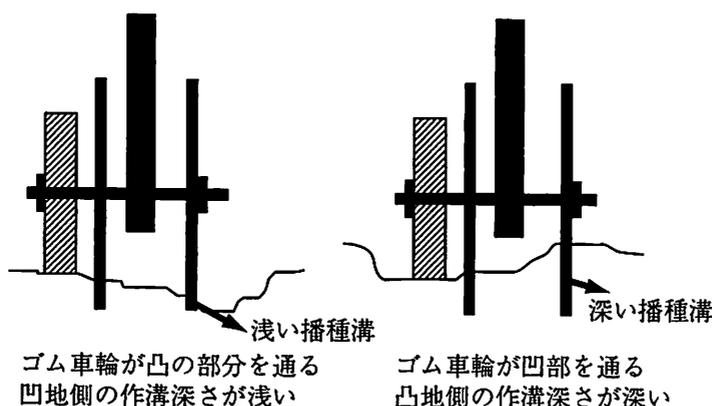


図4-1-3 2条独立懸架式の場合の圃場の凹凸による播種深度の変動

価した<sup>7)</sup>。この結果、1農家当たり約1千万円以上の所得が実現できることが示された(表4-1-11)。次にこの計算結果で示された各作物の作付面積割合を基に、表4-1-12のような50haの作付計画を作成して作業シミュレーションを行った<sup>8)</sup>。5年間の降雨データについて計算した結果、表4-1-13のように設定した適期の範囲内で収穫作業が終了しない年が生じた。移植作業の前に15haの乾田直播を行うことは可能であるが、「キヌヒカリ」1品種を用いる体系では9月中下旬に降雨の多い年には、適期内に収穫作業が終了しない。「キヌヒカリ」は穂発芽し易い品種であり、品質低下の危険性も多い。また、大豆の3回目の子実害虫の防除時期は、水稻の収穫時期と重なり、水稻収穫が優先されるので、大豆の防除が適期内に実施できない面積が増える。そこで、乾田直播の半分

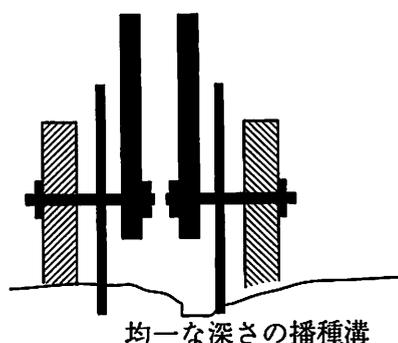


図4-1-4 各条独立懸架式の圃場田面の凹凸に対する追従性

表4-1-10 田畑輪換による作物収量の実績(茨城県新利根町)

作付来歴	全刈収量 (kg/10a)
移植水稻	602
乾田直播水稻	556
小麦(移植水稻跡)	554
(大豆跡)	509
大豆(1作目)	280
(2作目)	305

表4-1-11 FAPSで策定した大規模水田輪作営農モデル

前提条件	基幹労働力：男子3名、女子2名
経営規模	経営耕地面積：55ha(内借地43ha)
労働時間	組合員5名 9,264時間、臨時雇用 200時間
部門構成	水稻 38.5ha(移植 20.4ha、乾田直播 18.1ha)、麦 20.4ha、大豆 13.3ha ハウスイチゴ 10a、イチジク 9a、味噌加工 3t、作業受託延面積 20ha
収入	9,084万円(農産物販売額及び作業受託収入 8,259万円、転作助成金 825万円)
支出	5,712万円(変動費 1,654万円、支払雇用労賃 29万円、支払借地料 2,309万円 固定費等 1,720万円)
所得	3,372万円(所有地 12haの自作地地代 644万円を含む)

表4-1-12 設定した作付計画

作物	品種	技術体系	播種・移植期間	栽培面積
水稻	あきたこまち	移植1	4月29日～5月10日	10ha
	コシヒカリ	移植2	5月1日～5月12日	10ha
	キヌヒカリ	移植3	5月5日～5月15日	10(5)ha*
	(キヌヒカリ)	移植4 (耕起移植体系)	5月15日～5月25日	10ha)
	(キヌヒカリ)	不耕起播種 (不耕起体系)	4月20日～4月30日	15ha)
大麦	マサカドムギ	不耕起播種または耕起播種	10月25日～11月10日	5ha
小麦	バンドウワセ	不耕起播種または耕起播種	11月1日～11月25日	5ha
大小麦後大豆	タチナガハ	不耕起播種または耕起播種	6月5日～6月30日	10ha
合計面積				50ha

注) \*移植体系では10ha、不耕起直播体系では5ha。

表4-1-13 直播と移植の組み合わせおよび防除体系の違いによる作業の処理面積率(%)の変化

年度	体系	防除	コンバイン台数*	大麦跡大豆		小麦跡大豆		水稻移植1		水稻移植2		水稻移植3		水稻直播または移植		
				防除3	収穫	防除3	収穫	移植	収穫	移植	収穫	移植	収穫	移植	直播	防除
1991	直播	粉剤 1	1	100	100	100	100	100	100	84	52	100	32	100	100	35
		粉剤 2	1	100	100	100	100	100	100	84	59	100	59	100	100	39
		液剤 1	1	100	100	55	50	100	100	84	51	100	21	100	9	7
		液剤 2	1	100	100	55	50	100	100	84	59	100	37	100	9	7
	移植	粉剤 1	1	100	100	100	100	100	100	84	79	69	16	100	100	52
		粉剤 2	1	100	100	100	100	100	100	84	80	69	30	100	100	59
		液剤 1	1	58	50	50	50	100	100	84	80	69	12	100	13	10
		液剤 2	1	100	100	55	50	100	100	84	80	69	30	100	13	10
1992	直播	粉剤 1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85
	移植	粉剤 1	1	100	100	80	80	100	100	100	100	61	60	100	100	100

注) コンバイン台数の増加による9月中旬の水稲収穫作業の進捗状況を検討

表4-1-14 改良した50ha規植の作付け体系

作物	品種	技術体系	播種・移植期間	栽培面積
水稻	あきたこまち	移植1	4月25日～5月10日	15ha
	コシヒカリ	移植2	5月1日～5月15日	10ha
	キヌヒカリ	不耕起乾直1	4月20日～4月25日	7.5ha
	キヌヒカリ	不耕起乾直2	5月15日～5月25日	7.5ha
大麦	マサカドムギ	不耕起播種	10月25日～11月10日	5ha
小麦	バンドウワセ	不耕起播種	11月1日～11月25日	5ha
大豆	タチナガハ	不耕起播種	6月5日～6月30日	10ha
合計面積				50ha

を移植終了後に移した(表4-1-14)。また防除には一部に液剤に変えて能率の大きなトラクタ搭載の散布機による粉剤散布を入れた。水稻収穫作業と防除が競合する時期には粉剤の利用を行う体系では、5年間とも各作物、各作期ともに適期内に作業が終了した(表4-1-15)。

エ 考察

新利根川は人工的に掘削されてできた用排兼用の川である。新利根町における水稻の移植は、ポンプ場が稼働する4月下旬に代かきが始まり、5月の連休期間中に田植えが集中して行われる。このために、代かき作業が始まる前に乾田直播を終了することができれば、移植作業との作業時期を分散して規模拡大が可能である。また、灌漑水の供給前であるので、隣接水田からの浸入水によって乾田状態での播種作業が不可能になる危険性を避けることができる。

次に、乾田直播水稻、移植水稻の品種別の収穫時期を営農組合の平成9年の実績で示すと(表4-1-16)、8月下旬の「あきたこまち」の収穫に始まり、乾田直播のキヌヒカリまで並ぶ。このことから、乾田直播を4月下旬に行うことは春と秋の作業時期を分散させて少ない人員で規模拡大を

表 4-1-15 改良した作付計画での面積処理率 (%)

年	大麦・大豆			小麦・大豆			移植水稻 1		移植水稻 2		直播水稻 1		直播水稻 2	
	収穫	播種	収穫	収穫	播種	収穫	移植	収穫	移植	収穫	播種	収穫	播種	収穫
1991	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1992	100	90	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	93
1993	100	100	100	100	100	100	100	97	100	90	100	100	100	100
1994	100	100	90	100	100	90	100	97	100	100	100	91	100	100
1995	100	100	90	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100

表 4-1-16 営農組合の品種別水稻収穫作業の進捗状況 (平成 9 年)

栽培様式	水稻品種	収穫開始日	終了日	備考
移植	あきたこまち	8月17日		4月17日移植
	あきたこまち	8月25日	8月29日	5月1日～移植
	ひとめぼれ	8月30日		
	コシヒカリ	9月2日	9月7日	
直播	チヨニシキ	9月11日		4月22日播種
	キヌヒカリ	9月12日	9月17日	
移植	キヌヒカリ	9月18日	9月19日	4月22日播種
	直播	キヌヒカリ	9月18日	9月19日
直播	とんとこい	9月20日		4月22日播種

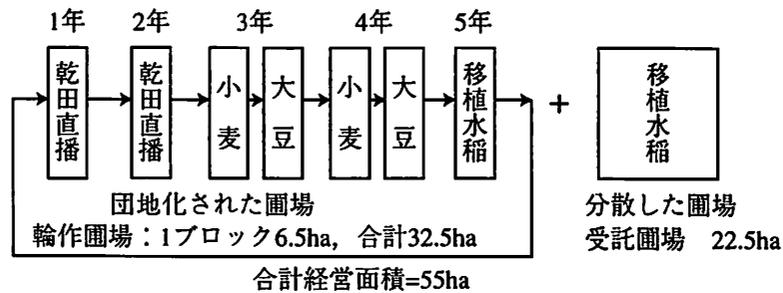


図 4-1-5 乾田直播と麦一大豆を組合わせた水田輪作体系モデル

行う上で有効である。4月下旬の乾田直播については、①冬期整地鎮圧を行うこと、②PK肥料を播種前に予め散布すること、③水稻の出芽前にその時点で生育している雑草をグリホサートで防除すること、④圃場を均平にして水稻が2葉期に達したら湛水を行うこと、⑤緩効性窒素肥料の播種溝施用を行うこと、⑥汎用型不耕起播種機を各条独立懸架式に改良したことによって生育収量が向上した。しかし、9月下旬には秋雨前線が停滞して長雨になる年があるので、9月中下旬に収穫時期を集中させることは危険である。そこで、作付時期を工夫して、50haの稲麦大豆の輪作体系を3人のオペレータで安定して実施できることを示した。FAPSによる計算結果では、55haの規模拡大が可能である。この作付割合を基に輪作体系をデザインすると図4-1-5のように乾田直播を2年継続する圃場が13ha、麦大豆二毛作を2年継続する圃場が13ha、移植栽培が1年6.5haの合計、32.5ha、受託する移植栽培が22.5haで合計55haの大規模水田輪作営農がデザインされた。このような営農モデルは、排水性が良い乾田直播栽培の後に麦・大豆を作付け、その後に、漏水防止を図るために代かき・移植栽培を行うというローテーションにすることによって、輪作体系としての効果を発現させることをねらいに設定したものである。平成6年の乾田直播、移植水稻、麦・大豆二毛作の配置、平成9年の配置、そしてローテーションを行った平成10年の配置(図4-1-6)に示すように、乾田直播の導入面積が、7haまで増大した。今後の受託面積の増加に対応して、現在の男性のオペレータ3名、女性の作業員2名の労力で面積をこなす能力を確保したので、今後の規模

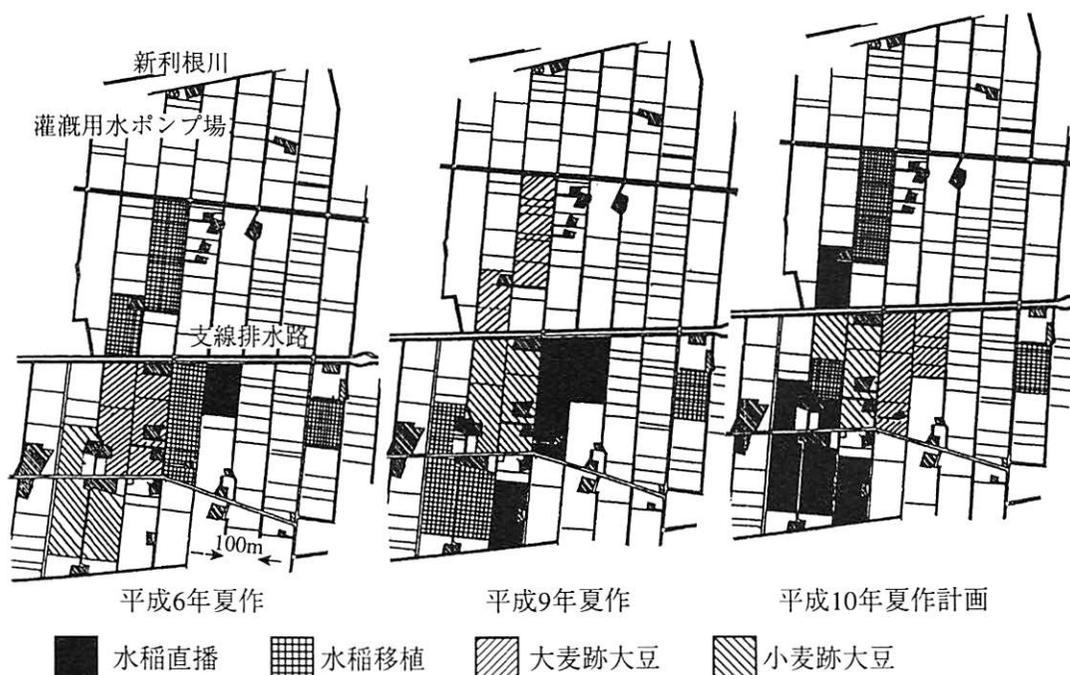


図4-1-6 太田新田営農組合における作付経過

拡大に向けた展開が期待される。さらに、麦、大豆、水稲に新形質な品種を取り入れ、高品質・安定生産の技術力を活かして有利な契約栽培ができれば、一層経営の発展につながると考えられる。

乾田直播の導入は、4月の育苗作業および移植のための苗運搬、補給作業の時間を短縮するので、女性作業員がイチゴの収穫・販売に回ることが可能となる。また、移植体系ではイチゴの育苗ハウスの一部を3月一杯で収穫作業を終了し、水稲の育苗に利用していたが、乾田直播の導入が必要な育苗ハウスの面積を減少し、イチゴの収穫期間を延長させる効果が生じた。

#### オ 今後の課題

乾田直播栽培では、9月上旬まで灌漑水を利用したい場合があるが、現在のポンプ場の運転は8月一杯である。3系統あるポンプの内、1系統はハス田へ灌漑するために1週間に1～2日稼働する。このため、この1系統に沿った水田では、9月以降も間断灌漑が可能である。ローテーションを行う場合、ハス田に繋がる系統以外の水田が半数あるために、年によっては個別に揚水ポンプで対応する必要がある。地域全体の検討が必要になる。また、クローラ型トラクタとレーザーレベラーによる均平作業を12月～3月の期間に請け負うことができれば経営上のメリットが大きい。

大豆の不耕起狭畦栽培については、雑草防除対策、排水対策が重要である。特に、本暗渠の疎水材の更新など、排水機能の持続的な管理が必要になる。また、麦の不耕起栽培については十分な現地試験を実施できなかったが、所内の谷和原圃場の試験では、施肥技術の工夫で耕起区と同等以上の収量を得ているので、さらに検討を行う必要がある。3回目の大豆の子実害虫の防除時期は水稲の収穫期と重なる。コンバイン収穫1名、トラックによる運搬1名、乾燥機の操作1名と3名の男性作業員が張り付くので、大豆の防除を行うには、能率の高い作業方法の利用が必要になる。ラジコンヘリによる液剤の散布が共同利用で実施できれば効果的であり、狭畦栽培における防除の実施も容易になる。

## 文献

- 1) 転換畑体系化技術実証グループ：大豆不耕起播種技術の開発と麦・大豆二毛作体系の改善、昭和60年度研究成果情報、農業研究センター、255～256 (1986)
- 2) 機械作業部：大豆用可逆転駆動ディスク型不耕起播種機、昭和62年度研究成果情報、農業研究センター、183～184 (1988)
- 3) 深澤秀夫・長野間宏・田坂公平・唐橋 需：汎用型不耕起播種機、特許番号、第2642898号
- 4) 南石晃明・長野間宏・小柳敦史：大規模水田作経営における不耕起乾田直播栽培技術の経営的評価—確率的多目的計画モデルによる分析—、日本農業経済学会大会報告要旨、34 (1996)
- 5) 石束宣明・長野間宏：転換畑作業シミュレータの開発、農業研究センター研究報告4号、P131～206 (1985)
- 6) 長野間宏・土田志郎・小柳敦史：冬期の整地鎮圧を組み入れた水稻の不耕起乾田直播、総合農業の新技术、農業研究センター、289～294 (1998)
- 7) 長野間宏・土田志郎・小柳敦史：不耕起乾田直播と麦—大豆作を組み合わせた大規模水田輪作営農モデル、平成9年度研究成果情報、424～425 (1998)
- 8) 長野間宏・土田志郎・小柳敦史・小倉昭男：汎用型不耕起播種機を用いた大規模水田営農の作業シミュレーション、農作業研究、32(別1) (1997)

(長野間宏<sup>○</sup>・土田志郎・小柳敦史・小倉昭男・屋代幹雄・藤森新作・森田弘彦)

## 2 大規模水田輪作営農指標の策定と新技术の定着条件

### ア 目的

新食糧法の下での生産調整や農地流動化に対応した経営戦略、とりわけ規模拡大と複合化に関わる課題と方策について明らかにし、それらを踏まえて、大規模水田作経営の営農指標を策定する。また、直播栽培技術の経営的評価を実施するとともに、その定着条件を提示する。

### イ 研究方法

確率計画法をもとにシミュレーション分析を行い、モデル経営の作物別反収や生産費、さらに農業所得等について提示する。また、現地実証対象地域においてはまだ直播栽培の普及が広範には進んでいないことから、直播栽培の先進地として知られる山形県長井市の一地区(3集落)への悉皆調査(27戸)結果をもとに、直播栽培への対応別に見た経営内容や直播栽培への評価等に関する比較、分析を行い、それらを踏まえて、直播栽培の定着条件を明らかにする。

### ウ 結果

(ア)FAPS(営農技術体系評価・計画システム)を用いて数理計画モデルを構築することにより直播水稻と麦—大豆を組み合わせた大規模水田輪作営農モデルを策定し、生産費や農業所得等にかかわる各種営農指標値を具体的に明らかにした。

数理計画モデルを構築する際の前提条件は次のとおりである。①想定するモデルは3戸からなる協業経営(農業労働力5名)で、水田12haを所有し、借地による規模拡大を行う。②稲・麦・大豆に加え、イチゴやみそ加工等の複合部門を有する。③稲・麦・大豆作では、レーザー均平機による冬期整地・鎮圧作業、ディスク駆動式汎用型不耕起播種機による播種作業、乗用管理機による防除作業を行う。④転作率は30%とし、水田の高度利用を図るため極力麦一大豆二毛作を行う。⑤営農モデルに入力する稲・麦・大豆の主要な技術係数は現地実証経営の記帳データおよび圃場試験結果から得られた数値を利用する。

上記の前提条件の下で、技術的に実現可能でしかも所得が最大となるような作目・品種の組み合わせを求めると、目標とすべき大規模水田輪作営農モデルは表4-2-1のようになる。これによると、前提とした労働力と機械装備の下では、ほぼ55ha前後まで経営耕地の拡大が可能である。またその場合の部門構成は、表中に示した作物・品種・作型の組み合わせになる。特に水稲は38.5ha作付けされ、そのうちの約半分に当たる18.1haが不耕起乾田直播である。さらにまた、稲・麦・大豆は輪作を行うことによって肥料節減効果や雑草防止効果が期待されるが、仮に団地化可能な圃場が30ha程度確保できた場合は、乾直水稲→乾直水稲→麦一大豆→麦一大豆→移植水稲といった5年7作の理想的な土地利用が可能になる。このような営農が実現できた場合、経営全体の農業所得は自作地地代を含め3,372万円となり、男子オペレータ1人当たり800万円程度の所得が確保される。

次に、稲・麦・大豆に係わる主な営農指標値は、表4-2-1の下の欄に示したとおりである。不耕起乾田直播水稲の作付面積が18.1haにまで拡大されると、60kg当たり第1次生産費は8,167円となり、移植水稲のそれにほぼ等しくなる。また、10a当たり所得は移植水稲の方が約7千円高いものの、自作地における1時間当たり所得は直播水稲の方が2千円程度高い。麦と大豆は、転作助成金が交付されないと水稲作に比べて低収益になるが、それでも表中に示した作付規模と単収水準が確保されるならば、自作地における1時間当たり所得は3~5千円程度確保できる。

#### (イ) 直播栽培の普及可能性の検討—対象地域の直播栽培の特徴—

水稲直播栽培は、稲作経営の経営改善策として大きな期待がかけられ、近年は自らの営農の中に積極的に導入していこうとする人も増えてきている。しかし、直播栽培の導入はまだ一部の経営にとどまっており、また、一度直播栽培を導入しながら、その後それを中止してしまう経営も多く見られる。したがって、今後、直播栽培の地域への広範な普及を図っていくためには、そのような新技術導入に関する経営間の対応の違いを分析し、どのような要因が直播栽培の導入に影響を与えているのか、また、直播栽培が地域に普及、定着していくための条件は何かを明らかにしていく必要がある。そこで、地域内の多くの経営で水稲湛水直播栽培の導入が進む中で、一方では移植栽培を継続する経営、あるいは直播栽培を一度導入しながらその後それを断念する経営もある山形県長井市H地区の全戸27戸を対象に経営調査を実施し、直播栽培の地域的な普及、定着条件を分析した。

表4-2-2に示すように、長井市における直播栽培面積は1989年以降大きく増加してきたが、95年の約40haをピークにここ2年は減少傾向にある<sup>1)</sup>。その理由は、①近年コシヒカリの作付増加が進められた地域で直播から移植に切り替える経営が生じたこと、②収穫時期の遅れ等から直播の米に品質低下が見られたこと、③直播に取り組む経営が増えるにつれて指導も十分行き届かなくなり、表の下欄に示すように経営間の収量格差が広がり、大きく減収した経営で直播栽培が中止されたこと、等が影響している。

ただし、表4-2-2からも明らかなように早期から取り組む経営があるのに対して一定のタイ

表4-2-1 大規模水田輪作営農モデルの概要と営農指標値

経営耕地	55ha（所有地 12ha、借入地 43ha）				
労働力	男子オペレータ 3名と女子補助者 2名（総時間 9,264 時間） 臨時雇用 200 時間（9 月中・下旬、11 月下旬、12 月上旬）				
主要機械	トラクタ 3 台、レーザー均平機 1 台、8 条田植機 1 台、8 条汎用不耕起播種機 1 台、乗用管理機 1 台、汎用コンバイン 1 台、5 条自脱型コンバイン 1 台、乾燥機 5 台				
施設利用率	ハウス利用率 77.5%、乾燥機利用率 66.6 %				
部門構成	水稲 38.5ha（あきたこまち 4 月下旬移植 4.1ha、同 5 月上旬移植 5.9ha、コシヒカリ 5 月中旬移植 6.5ha、月の光 6 月上旬移植 3.9ha、直播キヌヒカリ 4 月下旬播種 2.1ha、同 5 月上旬播種 9.9ha、同 5 月下旬播種 6.1ha）、小麦 14.5ha（11 月上旬播種 8.4ha、11 月中旬播種 6.1ha）、大麦 5.9ha（10 月下旬播種 5.2ha、11 月上旬播種 0.7ha）、大豆 13.3（6 月中旬播種 1.3ha、6 月下旬播種 9.2ha、7 月上旬播種 2.8ha）、ハウスイチゴ 10 a、みそ加工 3 t、イチジク 9 a、作業受託延 20ha				
所得	3,372 万円（自作地 12ha の自作地地代 644 万円を含む）				
収入	9,084 万円（販売収入 8,259 万円、転作助成金 825 万円）				
支出	5,712 万円（変動費 1,683 万円、借地料 2,309 万円、固定費等 1,720 万円）				
営農指標値	移植水稲	直播水稲	小麦	大豆	
10 a 当たり単収 (kg)	532	533	515	277	
1kg 当たり販売単価 (円)	266.7	258.2	151.4	237.0	
10 a 当たり労働時間 (時間)	10.9	8.1	5.9	6.6	
10 a 当たり 1 次生産費 (円)	71,084	71,190	56,303	54,227	
60kg 当たり 1 次生産費 (円)	7,987	8,167	6,560	11,746	
10 a 当たり 所得 (円)	自作地	81,402	74,354	28,086	18,721
	借入地	34,702	27,654	4,736	-4,629
1 時間当たり 所得 (円)	自作地	7,461	9,214	4,728	2,858
	借入地	3,181	3,427	797	—

注) 転作助成金は含まない。

ムラグをもって直播栽培に参入する経営もあること、また、直播を継続する経営がある一方で、上述したようにその導入を中止する経営も多い。さらに、ここには含まれない移植栽培のみ実施する経営も多数存在している。このような経営者の対応の違いを解明していく上では、同一地区内での経営間比較が有効な方法となる。そのため、長井市内で比較的直播栽培が普及している 3 集落を対象に悉皆調査を行った。

(ウ) 直播栽培導入に関する経営間格差と要因

表4-2-2 長井市における直播栽培導入面積と導入戸数の推移 (a/戸)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
直播栽培面積	47	113	246	581	2,078	2,739	3,926	3,904	2,882
導入戸数	3	3	5	9	22	39	43	46	33
新規導入	3		2	4	13	7	20	17	3
継続実施		3	3	5	9	22	23	29	30
導入中止							5	11	17
直播最高単収	612	656	583	660	510	608	519	不明	不明
直播最低単収	510	631	542	488	236	300	330	不明	不明

注) 長井営農ふれあいセンター資料より集計、引用。なお、ここでは1989年を新規導入年次として取り扱っている。なお、最高単収、最低単収については直播導入経営の最高と最低の単収を示したものであり、菅武「直播の定着にむけた支援体制—山形県長井市の事例—」より引用した。なお、品種は、1989年のみ「はなの舞」その他は「どまんなか」である。ここでは便宜上1989年をこの地域の直播導入開始年として整理した。

表4-2-3は、直播栽培への対応別に、調査事例の経営概況や今後の経営意向等を整理したものである。なお、対象地域においては、直播の導入が全くない経営が約半数の15戸、直播を導入しその後中止した経営3戸、直播導入経営9戸(うち部分的導入4戸、全面積直播5戸)であった。さらに、対象事例における直播栽培に対する評価を整理したものが表4-2-4である。

この二つの表をもとに、特に直播栽培を実際に導入した経営と一度も導入していない経営とを比較すると、以下の点が指摘できる。第一は、直播を導入していない経営の内容を見ると、高齢者のみの労働力構成にあるか、さらに作業を委託したり経営を今後縮小する意向の経営が多いという点である。そのため、「年をとってから新しいことを始めたくない」というように栽培方法に関する現状維持志向が強い。しかもこの地域には稲作の担い手がまだ多く存在しており、自経営の農業労働力の高齢化、劣弱化が生じた場合には、直播による省力化によって稲作を維持するよりも、農地を貸付けに出すという行動が選択され易いという事情もある。

第二の要因は、比較的規模も大きく、若い農業労働力がありながらも直播を導入していない経営も多いが、彼らは直播栽培に対して「そのマイナス面がなくなれば導入してもいい」、あるいは「安定性、収量性が悪い」というように、直播栽培の問題点(否定的側面)を強調しているという点である。彼らの現在の経営内容を見ると、直播栽培の導入が不可避の状況にあるとは思われない。そのような状況と、新たな試みに対してそれが一般に広く普及し問題点が解決されたのを確認した上でようやくその導入に至るといえる。いわば保守的行動様式とが相俟って、直播導入に至らせていないと考えられる。

一方、第三点として、直播栽培を導入した経営グループを見ると、不安定就業条件下の若い農業労働力があり、そのため稲作を中心に借地や作業受託等によって今後経営を強化させていきたいとする経営が多いという点が指摘できる。

なお、表4-2-5は、これら直播導入経営のみを対象として、直播栽培の利点や直播導入がうまくいった理由に対する経営者の評価を、それぞれ重要度の高い項目順に整理したものである。これらから、大半の経営が春作業の省資材、省力化に関する利点や転作面積にカウントされること等を重視していることが分かる。

さらに、直播導入がうまくいった理由に対しては、新しい直播用除草剤等新技術の開発に加え、

表4-2-3 直播栽培対応グループ別経営概況と今後の経営意向

区分	経営番号	家族構成(15歳以上)		農外就業形態		経営面積(a)	今後の経営意向		
		経営主層	後継者層	経営主層	後継者層				
直播導入なし	I-2	62, 58,	(35)	建設業・臨時	他出	475	現状維持		
	I-5	59, (57),	34, (32)	製造業・常雇	製造業・常雇	243	強化する		
	I-9		67, 64	発電所・臨時	他出	177	現状維持		
	I-10		70, 62	建設業・臨時	他出	150	やめる		
	I-12	62, 61,	38, (36)	市場・常雇	運輸業・常雇	110	維持縮小		
	I-13	63, 60,	39, (35)	建設業・臨時	製造業・常雇	97	縮小する		
	I-14	81, (79),	56, (53), (29), (26)	小売業・常雇	製造業・常雇	69	現状維持		
	I-15	65, 64,	39, (39), (34)	建設業・臨時	製造業・常雇	68	やめる		
	S-3	72, 70,	46, 46, 18, (15)	農業のみ	建設業・常雇	203	現状維持		
	S-5	69, (67),	42, 37		運輸業・常雇	139	現状維持		
	S-6	82, (71),	41, 38, (17)	農業のみ	製造業・常雇	62	現状維持		
	S-7	(80), 64,	39, (38), 16		建設業・常雇	62	現状維持		
	S-8		71, 72	農業のみ	他出	56	現状維持		
	K-2	(64), 61,	37, (46)	農業のみ	建設業・臨時	105	現状維持		
	K-3		67, 67	農業のみ	他出	92	現状維持		
	直播導入しその後中止	I-3	(90),	58, (56), (30), (30)	建設業・自営	不明	393	現状維持	
S-2		63, (59),	35, 31	農業のみ	会社・常雇	267	現状維持		
K-1		(89), (88), 64, 61, (40), (39)		農業のみ	建設業・常雇	257	現状維持		
直播を部分的に導入	I-6		44, 43	建設業・常雇	他出	240	現状維持		
	I-7,	65,	43, (41)	内職	建設業・常雇	221	強化する		
	S-1	65, 65,	42, 42	農業のみ	冬季臨時雇用	814	強化する		
	S-4	62,	40, 40		建設業・常雇	180	現状維持		
直播を全面積導入	I-1	(71), (70),	46, (45), 41	農業のみ	研修・除害	508	強化する		
	I-4	(71), (68), 47, 46, ( 20 ) , (16)			製造業・臨時	287	強化する		
	I-8	74, 72,	( 38 ) , (36)	農業のみ	公務員・常雇	187	現状維持		
	I-11	(63), (55),	40, (41), (16)		農協・常雇	109	現状維持		
	I-16		57, 57	大工・臨時	他出	24	現状維持		
区分	経営番号	部門構成		農地の貸借、作業受委託等					
直播導入なし	I-2	水稲(400a)、アズ、アスパラガス							
	I-5	水稲(230a)、牧草、自家用野菜		高齢農家の農地を20a借地					
	I-9	水稲(160a)、自家用野菜							
	I-10	水稲(127a)、他用途利用米		10年前から親戚へ全機械作業委託					
	I-12	水稲(98.5a)、牧草		兼業が忙しくなり75a貸付					
	I-13	水稲(74.9a)、調整水田		転作大豆、野菜等を縮小					
	I-14	水稲(62a)、サクランボ(3a)		田植、防除、種刈作業委託					
	I-15	水稲(37a)、砂利採取(31a)		耕耘、代かき、乾燥・調整作業を委託					
	S-3	水稲(177a)、牧草、自家用野菜		基肥散布、防除作業を委託					
	S-5	水稲(110a)、エン麦(13.5a)、梅(6.5a)		水路用地として35a減少					
	S-6	水稲(52a)、調整水田、自家用野菜		収穫作業を委託					
	S-7	水稲(52a)、調整水田(8a)、自家用野菜		乾燥・調整作業を委託					
	S-8	水稲(53a)、果樹(8a)		収穫、乾燥・調整作業を委託					
K-2	水稲(100a)、自家用野菜								
K-3	水稲(89a)、自家用野菜								
直播導入しその後中止	I-3	水稲(320a)、自家用野菜、調整水田(40a)		耕耘・代かき・播種・種刈作業委託(100~150a)					
	S-2	水稲(229a)、エン麦・野菜・調整水田(36a)		一部乾燥・調整作業を委託					
	K-1	水稲(200a)、他用途利用米(6a)、牧草(40a)		一部乾燥・調整作業を委託					
	I-6	水稲(205a)、牧草(30a)		種刈・乾燥調整作業を90a委託					
直播を部分的に導入	I-7	水稲(176a)、ホップ、アスパラガス		88a借地、全面(70)種刈(300)乾燥調整(100a)委託					
	S-1	水稲(670a)、牧草、自家用野菜、調整水田		借地228a、購入124.8a、作業受託					
	S-4	水稲(150a)、保全管理、自家用野菜		50aを公共用地に売却					
	I-1	水稲(388a)、シバ(7~8000本)、サトウ		借地88a、作業受託(10~13ha)					
直播を全面積導入	I-4	水稲(255a)、ラフランス(29a)		3年前に黒毛豚育を中止					
	I-8	水稲(125a)、デントコーン・混播牧草(60a)							
	I-11	水稲(100a)、調整水田、自家用野菜							
	I-16	水稲(24a)		農地売却20a、機械作業を全て委託					
区分	経営数	農業従事者	50歳未満男子	経営主層	機械作業の受委託	将来の経営意向	平均経営面積(a)	平均水稲作付面積(a)	
移植栽培経営	15	男性57歳	9名	常勤	3名	受託 1戸	規模拡大 1戸	141	121
		女性56歳		臨時	5名	委託 4戸	現状維持 10戸		
直播導入経営	12	男性52歳	8名	常勤	2名	受託 4戸	規模拡大 3戸	291	234
		女性51歳		臨時	2名	委託 4戸	現状維持 4戸		

注1) 1997年6月に行った農家調査より作成。なお本調査は東北農試試験場、北海道農試試験場、山形県立農家試験場、秋田県立農家短期大学、農業研究センターが共同で行ったものである。  
 2) 家族構成欄のうち、数字は年齢を示す、下線は男性を示す。また、( )内の者は農作業への従事者がほとんどない者である。  
 3) 農外就業形態欄について、経営主層は実際に経営主であるかどうかにかかわらず、年齢の高い層を経営主層とした。空欄は無職を示す。なお経営主層、後継者層は男性のみを示した。

講習会や仲間同士の情報交換組織の存在が重要であったと評価している。なお、経営番号欄のI、S、Kは集落の記号を示すものであるが、後述するように全面積直播を導入しているのはすべてI集落の経営であり、この点も、いわば直播栽培技術の優れた者を中心とする研究会組織の存在が、直播栽培の導入、継続に対して大きな影響を及ぼしていることを示すものである。

表4-2-4 グループ別直播栽培に対する評価

区分	番号	直播栽培に対する評価・意向
直 播 導 入 な し	I-02	年とってくと新しいやり方できない
	I-05	直播やってみたいと思うが、収量が移植並みにならないと。マケス面積がなくなったら導入してもいい
	I-09	周囲の状況見ると、直播はやる気がしない
	I-10	すでに作業を委託している。将来は貸付け予定
	I-12	年とって新技術を改めて取得したくない。直播導入する理由もない
	I-13	経営は今後縮小する意向
	I-14	直播は管理に個人差大きく、安定性が悪い
	I-15	経営は縮小する意向
	S-03	収量低下するため直播は導入しない。対移植1割減なら導入を考える
	S-05	今後、試験的に実施する予定。直播に対する情報足りない
	S-06	面積小さいため、新しいことに手を出したくない
	S-07	直播は3条刈以上でないと稲を踏む。小さな農家ではリスクが大きい
	S-08	圃場が小さいので直播は実施しない。直播は減収する
	K-02	管理がたいへん。人の話を聞くとたいへんようだ
	K-03	(高齢のため) 直播技術がよく分からない
直 播 導 入 中 止 後	I-03	ある程度面積がないとかえって手間。作り方で苗立ちに差がでる
	S-02	試験的に実施。圃場条件やその人の性格で収量変わる
	K-01	初年目良く面積増やしたがその後悪く毎年減少。土壌あわない
直 分 播 的 を 導 入 部 入	I-06	転作カウントになるので実施。カウントなくなったら止める
	I-07	導入の契機は補助者の負担軽減のため。借地増えれば直播増やす
	S-01	今年発芽率悪く移植に切替えた。今後も部分的に直播を実施
	S-04	周りの直播面積増えたため導入。ここ2~3年は試験的に実施
直 面 播 積 を 導 入 全 入	I-01	労力不足(老齢化、妻の兼業、複合・作業受託)のため直播導入
	I-04	直播、移植半々でもよかったが、手間かけたくないので全面直播
	I-08	将来のつもりが賭で全面積直播導入。周りにやっている人いたので
	I-11	手間かからない。田植機もいらないため直播導入
	I-16	作業の受託者(I-1)の意向で直播導入。播種後の管理も受託者が実施

注) 番号は経営番号であり、表4-2-3と同じ。なお、本表は、経営者(回答者)の直播栽培に対する評価・意見、意義等を整理したものである。

#### (エ) 直播栽培の定着要因

しかし、このような直播導入グループの中にも、経営によって導入時期やその後の対応に相違が見られる。そこで、この点に関する要因を検討するために作成したものが表4-2-6および表4-2-7である。ここでは、①一度直播を導入しその後中止した経営、②直播を継続して導入しているがその割合は全水稲作付面積の一部にとどまっている経営、③直播を導入し現在は全面積にそれを実施している経営に区分したが、これらグループ毎に比較してみると、経営間で相違はあるものの、おおむね次のような特徴点が指摘できる。

表4-2-5 直播栽培の利点および導入がうまくいった理由に関する農業者の重要度評価 (%)

利 点	割合	理 由	割合
・育苗ハウスや資材が不要	83	・新しい(直播)技術ができたから	89
・育苗管理が不要	83	・講習会やマニュアルの配布があったから	89
・移植作業が不要	83	・圃場巡回で他の人の様子を見たり、情報をもらえたから	78
・苗箱運搬が不要	75	・直播に取り組む仲間や勉強会があったから	78
・田植機が不要	75	・機械のリースやコーティング	67
・補助者の労働負担軽減	67	・センターがあったから	67
・春作業が一人でできる	67	・皆がやっていたので安心してやれたから	33
・転作面積にカウントされる	58	・何年か経験をつんで直播稲の特徴をつかんだから	33
・低コストになる	50		
・規模拡大ができる	33		
・作期調整ができる	25		
・春作業時期にゆとりがもてる	25		
・兼業に出やすくなる	25		
・歳をとってもやれる	25		
・複合部門が拡大できる	17		

注) 表中の割合は、全回答農家(中止した農家も含む)数に占めるそれぞれの利点を「重要である」と回答した農家の割合(%)を示したものである。

表4-2-6 直播栽培の問題点に関するグループ別評価 (%)

問 題 点	全体平均	中止及び部分的に直播導入	全面積直播導入
・苗立ちが不安定	75	86	60
・生育が遅れる	58	71	40
・うまく生育するか不安になったり気苦労する	58	86	20
・雑草が問題になる	58	57	60
・異常気象の影響を受け易い	50	57	40
・直播に適した品種がない	42	57	20
・単収が低い	42	71	0
・鳥害を受ける	33	43	20
・米の品質が低下する	33	29	40
・栽培管理が難しい	33	43	20
・圃場条件や気象条件が合わない	25	43	0
・カルパーや直播用除草剤が高い	25	29	20
・倒伏する	17	29	0
・播種機が必要	17	29	0

注) 重要度の計算方法は、全体および各グループの調査戸数に対して各問題点を重要であると回答した経営の割合(%)を示したものである。

第1は、直播栽培の問題点について全面積導入グループとそれ以外のグループを比較すると、両者とも「苗立ちの不安定性」や「雑草問題」、「異常気象の影響を受けやすい」といった直播栽培が本来的に持つ課題についてはその評価が共通しているものの、一方、それらに伴って「生育が遅れる」、「単収が低い」、「うまく生育するか不安になる」といった項目に関してはグループ間に差が見られるという点である(表4-2-6参照)。すなわち全面積導入グループでは、後者の問題指摘の程度

表4-2-7 直播導入経営の技術内容と栽培情報の入手状況 (a, kg/10a)

区分	水稲面積	直播面積	導入2年目の面積	直播の単収	品質	倒伏有無	芽干有無	作溝有無	中干有無	除草剤散布	施肥回数	マシンの利用	圃場巡回参加	研究会参加
導入後	320	0	15	移植同等	不明	一部	×	×	不明	2回	不明	不明	不明	×
	229	0	13(初年)	500~540	問題無	無	○	×	○	マシンのどおり	○	×	×	
中止	200	(8)	10	400~600	不明	不明	×	×	○	1	3回	○	×	×
	205	120	90	480	2等	無	○	○	○	2	3	○	○	○
部分的に導入	176	63	43	329~609	1等	一部	○	○	○	3	4	○	×	○
	670	195	271	506~620	1~2等	一部	×	○	×	3	3	○	○	○
	140	22	22	500	2等	有	○	○	○	2	4	○	×	○
全面的に導入	388	388	75	移植同等	問題無	不明	○	○	○	2	3	○	○	○
	237	237	237	500	問題有	不明	○	○	○	2	不明	○	○	○
	120	120	120	520	不明	不明	○	○	×	2	4	○	○	○
	100	100	100	570	1等	無	○	○	○	2	3	○	×	○
	24	24	24	540	1等	無	○	(×)	○	2	3	○	×	×

資料：山形県長井市の直播導入経営12戸に対する調査結果を整理したものである。

注) 直播の単収は1996年についての聞き取り、中止農家については当時の収量。播種方法は、ほぼ全てが背追式動散による散播。芽干しは播種直後、中干しは7月中旬の落水による酸素供給を、作溝は表面排水の促進を目的に実施。マシンの普及セクターが作成し、巡回指導は農協の営農指導員と農家が圃場を巡回する形で実施。なお、最下欄の水稲作付面積24aの経営は機械を所有していないため作溝を行っておらず、また、全機械作業を水稲作付面積388aの経営に委託している。

が小さく、直播栽培が持つ基本的な問題点を一定程度克服し得ていることが伺えるのであり、この点が直播栽培の中止あるいは部分的な導入にとどまる経営と、全面積への導入に至る経営とを区分する一つの大きな要因となっていると考えられる。

なお、以上の点をさらに技術的な対応状況等から確認してみると、表4-2-7に示すように、中止グループや部分導入グループで単収が低く、また、相対的ではあるが、芽干しや表面作溝の有無等に関して比較的粗放な管理を行っていること、加えて巡回指導などへの参加も少ないというように、基本技術の徹底や情報収集等に関して不十分と思われる面が多い。すなわちこれらが、直播栽培の持つ問題点を十分克服できず、直播栽培の継続を断念させたり全面導入に踏み切らせていない要因となっていると考えられる。

また、さらに注目すべきは、表4-2-7に示す直播を導入して2年目の実施面積であり、相対的に、途中で直播を中止したグループでは導入以後も比較的小さい面積でいわば試験的に試みているのに対して、部分導入あるいは全面導入グループでは、導入2年目にして1ha近くかそれを超える面積まで直播を試みている経営が多いという点である。すなわち、単なる試行ではなく、経営上無視できない面積まで踏み込んで直播に取り組んだ経営において新技術の継続程度が高くなっている。このことは、技術の定着化を図っていく上で重要な示唆を与えるものである。

## エ 考察

本研究では、農業経営への実態調査結果を素材として、直播栽培に関する導入過程の分析を行った。その結果から、直播栽培の導入を規定する要因を、導入の有無や導入に至るまでの期間、試行、継続あるいは中止というイノベーションの導入過程に即して整理すると、以下の点が指摘できる。

第1に、直播栽培に関する情報が伝達されていることを前提とすると、まず、それを試行するか否かについては経営者の年齢や今後の経営意向が大きく影響を与えており、高齢・離農希望者で導入への意向が弱かったという点である。このことは、農業労働力の高齢化、劣弱化は、客観的には新たな省力技術の導入等による営農継続を強く要請するものの、それに対処し得る主体的条件もまた弱体化し、新技術導入の効果は発揮され得ない状況に至りつつあることを示す。

また、経営者自身の行動様式、すなわちリスクを伴う行動を自ら進んで選択するか否かも、直播

栽培の導入に大きく影響していた。従来と同じ栽培方法でより良い食味や収量が達成できるような場合は問題発生の可能性は小さいが、直播栽培は、その導入効果も大きいものの、失敗した場合には減収等のリスクも被る。換言すれば、新技術の問題点がなくなって始めて導入を試みるという保守的行動様式が存在する場合には、いわば体系的な技術になればなる程、その導入者は限られざるを得ない。

さらに、直播栽培の場合、多くの経営がこの技術を経営に緊急に導入しなければならないという状況には必ずしも至っていないという点も、新技術の試行にすら至らない経営を多く生じさせている要因である。確かに直播栽培は春作業の省力化、省資材化をもたらすが、導入事例を見ても、それによって次の経営戦略への着手やその方向性が見出し得ているとは必ずしも言えない状況にある。例えばI-1経営では、父親の高齢化、妻の兼業従事、複合部門や作業受託の強化への対応策として直播の導入目的は明確である。このように、経営運営上の問題点や経営改善の方向、将来の経営戦略が明確であれば技術導入も進むが、それらが確立されていない経営が多いという点も、直播栽培の導入を制約する大きな要因と言える。

第2に、技術情報の入手からその導入、試行に至る期間に対しては、それを導入、試行するための採用コストも、導入スピードを左右する重要な要因である。長井市の場合は動散を用いた散播方式の湛水土壤中直播栽培であり、さらにカルパー粉衣については農協で機械を装備し、種子を供給するという方式をとっている。すなわち、各経営は直播導入に当たって基本的に新たな播種機等の装備を必要としない。このことが直播への試行を容易にし、さらに一部の経営はそれに早期から取り組むことを可能としたと考えられる。

第3に、直播栽培が試行された以後、それが確信段階を経て継続されるか導入が中止されるかを規定する要因としては、当該経営者の技術力や問題解決能力、さらにそれらの前提となる技術導入への意気込みが指摘できる。あくまでも試行にとどまる経営では、問題点の発生に伴って導入が断念される場合が多く、一方、中途半端な対応が許されないような面積まで踏み込んで実施し、その上で稠密周到な管理と技術的工夫を行った経営で定着化が図られている。また、直播栽培が導入・継続されていく上では地域内での情報交換組織の存在が有効に機能していたが、このような組織形成もまた、経営者として試行から確信、採用段階へ移行させる重要な要因と思われる。

最後に、これまでの検討から今後直播栽培のより早期の普及、定着化を図っていく条件として、以下の3点を指摘しておきたい。

第一は、直播栽培の普及のためには、まず経営者によってそれができるだけ早期に試行されることが重要となるが、それには、技術の採用（試行）コストをできるだけ低くする必要があるという点である。新技術がリスクを伴うものである場合、技術導入に当たって新たな投資を必要とするような対応は経営者としても慎重にならざるを得ない。したがって、可能な限り現状の機械・施設装備やその部分的改良等により適用可能な技術を開発・普及していくこと、また、新たな投資を必要とする場合には、公的補助等を活用しつつ複数の経営で共同して導入する、あるいは機械等の汎用利用を進めていくといった対応が必要である。

第二は、技術的な安定性を高めていくことである。省力技術であっても、粗放的な対応ではその定着化が困難である場合が多い。したがって、圃場の巡回や栽培マニュアルの作成といった指導活動が不可欠となる。ただし、直播栽培を導入する経営が増加すると、長井市の事例でも明らかなように個々の経営への指導が十分徹底し得なくなる。この点で、特に直播栽培の広範な普及を図ろうとする場合には、それらの問題点を補うものとしての経営者間の研究・情報交換組織の形成が有効

となる。

第三は、直播栽培の普及・定着化のためにも、経営者能力の向上と、それら優れた資質を有する経営者の育成は不可欠の課題であるという点である。経営者の高齢化が進み、また、経営を縮小したいとする経営で導入に至る経営が少ないことは先に見た通りであるが、直播栽培の導入は基本的に経営改善の手段として進められるべきものであるから、将来の経営戦略が見出し得ない経営で技術導入への意欲が小さくなることはいわば自明であろう。換言すれば、今後の経営戦略が明確となっており、その関連で現状の経営上の問題点が十分認識されていることが、直播栽培の試行、採用への強い誘因となる。すなわち、直播栽培を経営に取り入れようとする経営には、自らの経営に対する問題意識や経営改善を図ろうとする積極的な行動様式と、それを確実に遂行していく高い経営者能力が求められる。さらに言えば、直播栽培がまさに要請されるような経営展開が進むことも、また、技術普及にとっての重要な条件である。

## 文献

- 1) 東北農試総合研究(A) 第3号、1997

(梅本 雅<sup>○</sup>・土田志郎・高橋明広・山本淳子)

## おわりに

本書は、農林水産省農業研究センター（現：農業技術研究機構中央農業総合研究センターおよび作物研究所）において平成5年から10年にかけて実施された地域先導技術総合研究「大規模低コスト水田営農活性化技術の確立」の研究成績をとりまとめたものである。

この研究は、上述したように、平成5年から茨城県新利根町を現地実証地として開始されたが、その後、平成10年度からは同じく新利根町において、「水稻の直播およびロングマット苗移植を主軸とする高収益水田輪作営農体系の確立」、さらに13年度からは、プロジェクトの組み替えにより「麦・大豆不耕起播種および水稻のロングマット苗移植を主軸とする高収益水田輪作営農体系の確立」という研究に引き継がれている。

本書については、研究終了後年次を経てしまいデータとしてやや古くなってしまったことや、担当者の交代等から全体としての整合性を十分図り得ていないという面もある。また、もともとの原稿が研究成績書の形式をとっているため、論文としては読み辛い点もあると思われる。しかしながら、この前期の研究の結果について刊行物として整理しておくことは、研究成果の蓄積という観点からも重要な意義を持つものであり、現在進めている研究推進に示唆する点も多いと考える。また、本研究は、多数の専門分野が参画し、一つの現地実証地を共通のフィールドとして課題解明に取り組んだものであり、総合研究として実施した研究の事例として「ファームシステム研究」誌の本来の趣旨に添ったものとなり得ると判断し、公刊を試みた次第である。

本資料のとりまとめは、農業研究センタープロジェクト研究第1チーム（平成13年3月まで）および中央農業総合研究センター関東東海総合研究部総合研究第1チームが担当した。なお、本研究は上述したように現在も研究が継続されており、引き続き検討を深め、終了年次においては、水田輪作体系の確立をテーマとする研究の総括的な取り纏めを図る予定である。

（梅本 雅）

## 総説誌「ファーミングシステム研究」について

1. 趣旨：多数分野の専門的成果を最大限に活用した新しい農業技術の総合的な展開に関連した内容を持ち、中央農業総合研究センターおよび農業関係試験研究機関の研究活動に基づくもので、総合研究の推進に有益と認められるものを収録する総説誌として刊行する。
2. 内容：総合研究に関連した、総説、シンポジウム論文、技術解説、海外事情、書評、その他編集委員会が認めたもの（技術原稿の他に編集委員会が依頼する原稿もある）。共通基盤試験研究推進会議の各部会における重要研究問題の検討結果などのように共通の認識として共有しておいた方がよいと判断される内容も含む。
3. 他の出版物との関係：総合研究の中で推進された研究結果の中で、専門の学会に発表できる個別の成果は、できる限り専門分野の学会誌に投稿する。中央農業総合研究センターおよび農業関係試験研究機関における総合研究の研究成果について、一般に活用しやすく集大成した論文となったものについては、これまでと同様に「総合農業研究叢書」として刊行する（従来どおり、複数の著者の論文を編集した特集論文も可とする）。

---

## ファーミングシステム研究 No.3

---

平成14年3月29日 発行

発行：農業技術研究機構 中央農業総合研究センター

電話：0298(38)8981（情報資料課）

住所：〒305-8666 茨城県つくば市観音台3-1-1

---

印刷：ニッセイエプロ株式会社

---

本誌に掲載された著作物を転載・複製・翻訳される場合は  
中央農業総合研究センターの許可を得てください。



