

良質米の省力・低コスト化技術



栃木県農業試験場
平成12年3月

新技術シリーズ No.2 「良質米の省力・低コスト化技術」

発刊にあたって

平成11年に21世紀を展望した新しい「食料・農業・農村基本法」が制定された。その基本法に基づいて10年後の平成22年（2,010年）までに食料自給率の目標を45%とする基本計画が発表された。まさに、21世紀は農業、農村の振興が国の基本方針であることを宣言したのである。

しかし、平成11年の栃木県の総農家戸数は79,520戸で、その10年前の平成元年に比較すると約14,900戸が減少している。10年間に約16%も急激に減少する深刻な事態である。農業の担い手の老齢化も着実に進行している。

また、栃木県は首都圏に位置する地理的優位性を最大限に生かして、米麦、園芸、畜産の調和のとれた収益性の高い農業構造を作りあげていく「首都圏農業の確立」を推進している。

このような本県の農業をめぐる情勢、課題に対応するには、稲作を中心とした主穀作農業の省力・低コスト化が急務である。農業試験場にその技術的な解決・提案が期待され、その要請に応えるべく我々も懸命に試験研究に取り組んできた。その結果いくつかの技術開発の成果が得られたので、ここに新技術シリーズとして刊行することとした。特に水稻直播技術は今後の農業の主軸となる技術である。しかし、まだ技術的に確立すべき課題もあるが、現場に積極的に提起し、普及していく中でさらに解決していくことが重要と考えている。この冊子が普及・行政・農業団体の関係者並びに農業者の皆様に広く活用され、現場での検証・適用を経て新しい技術が定着していくことを願っている。

平成12年3月

栃木県農業試験場
場長 庄司健二郎

まえがき

栃木県の稻作に関する労働時間は、平均で10a当たり約32時間、玄米60kg当たりの生産費は13,600円である。農家数が減少し、少ない担い手で生産力の維持・向上が望まれている。本県の農業振興方針である「首都圏農業確立」のためにも園芸振興を支えるのも主穀作部門の省力化である。そのためには平均で20時間、大規模稻作農家では10時間を下回ることが目標となる。米価が低下していることから、60kg当たりの生産費は10,000円程度にしたい。また、単に省力化するだけでなく、良質米で積極的に品質・食味を向上させる技術の普及、「売れる米つくり」が求められる。

「良質米の省力・低コスト化技術」をテーマに、稻作の様々な分野で技術開発研究をしてきた。その近年の成果を普及指導の指針として利用して頂けるよう取りまとめたのが本冊子である。

I章では育苗の省力化・軽労化技術を紹介する。床土厚さ2cmの新育苗箱をメーカーと協力して日本で初めて実用化した。また、米の調整段階で大量に発生する糊殻を育苗培土代替資材として再利用する技術を開発した。さらに、培土への消毒・施肥を灌水時に灌注して行い、肥料の混合労力を軽減する技術を実用化した。

II章では、本田の効率的な施肥技術について紹介する。まず、すでに現場にかなり普及しつつあるが、従来の基肥+追肥方式の追肥作業の省力化と生産安定・食味向上をねらいにした「一発穗肥」の活用技術を紹介する。本県では、すでに開発した「コシヒカリ専用肥料」によって、基肥窒素を減らして薄播した健苗を小苗に植える「小作り追い込み型稻作り」を推進している。この稻作りでは、適期にしっかりと追肥を行うことが重要なポイントであるが、その中心技術が「一発穗肥」と診断技術である。

III章では、さらに追肥そのものを省略し、本田での施肥をさらに省力化する「全量基肥施肥」を紹介する。この肥料に用いられている肥効調節型肥料のタイプ・混合割合によって適用できる地帯が異なる。地帯別の肥料タイプの活用法を解説する。育苗箱に本田で必要な肥料を全量施肥する最先端技術も紹介する。

IV章は、今後大規模稻作経営に最も期待される水稻直播技術の試験結果である。本県ではコシヒカリを中心とした良質米生産県であるため、直播技術も良質米に適用できる湛水条播方式を紹介する。30%以上の省力化が実現する反面、直播栽培は倒伏しやすい欠点があり、収量は現在のところ慣行である移植栽培の90%程度である。今後現場に普及展開する中で、技術の向上・解決を図っていきたい。現在の直播の技術水準でも、経営的には導入のメリットが大きい。直播技術の導入の経営評価、導入できる規模の目安についても紹介する。

本冊子で紹介する省力化・低コスト化技術は、ほとんどがこれから現場に普及するものである。普及展開する中で、試験段階では気づかなかった問題が発生することも考えられ、現場での指導者、農家の方々からの改善のためのご批判、ご提案をお願いしたい。

目 次

I 育苗の軽労化技術の開発 · · · · ·	1
II 施肥技術の効率化	
「一発穂肥」の活用技術 · · · · ·	8
全量基肥栽培法 · · · · ·	16
III 良質米の湛水直播栽培技術 · · · · ·	29
湛水直播栽培の導入の手引き（経営的評価） · · · ·	43

I 育苗の軽労化技術の開発

1. 技術開発の背景とねらい

農業担い手の急速な高齢化により、農作業の軽労化が求められている。また、大規模経営体育成のために、経営の効率化も求められている。現在、トラクタ、田植機及びコンバイン等の機械利用により、重労働は少なくなり作業時間も短縮されている。しかし、苗の育苗作業は一箱づつの手作業が大部分で、培土の準備、播種作業、育苗施設間及び田植機までの1ha分の苗移動は、重さ1.3トンの重労働として残っている。

そこで、育苗培土量を減らすための新たな育苗箱を用いた育苗方法や、もみがら培土を用いて低コスト化する育苗方法及び播種作業時に土壤殺菌剤と肥料を同時灌注する育苗方法を開発した。

2. 培土量を厚さ2cmに減らした育苗方法

1) 技術の特徴とその効果

培土の厚さを従来の3cmより1cm薄い2cmに減らしても、草丈がやや短く充実した苗（写真-1）になり、保水力、ほ場への植付精度、初期生育及び収量は従来の育苗方法並になる。マット苗と育苗箱をあわせた重量は、従来の7.1kgの2／3の4.7kgに軽くなる。

この新たな育苗箱は、平成12年春から「かるかるニューライン」という名で市販されており、箱底面が凹凸条のライン型で、培土を詰める深さが2cmになっている。この育苗箱を用いると、培土の厚さが薄くても、根張りが良く草丈が揃った健苗になり、保水力も従来並で一日一回の灌水で済む。育苗箱全体の厚さは従来と変えずに、底上げをして補強材を長くしたので、従来の播種機がそのまま使え、箱のそり等の変形に対する強度が増している。

培土量が2／3で済むため、費用と労働時間のコスト低減が図れる。新たな育苗箱



を購入する費用は増えるが、毎年30円／箱の培土購入費が少なくて済む。

2) 技術導入の手引き

(1) 培土の準備

1ha当たり0.75tの培土を準備する。市販の粒状培土を使うときはそのまま使える。

表-1 マット苗の厚さ2cmの苗質と植付精度（平成12年）

マット苗 の種類	窒素量 g / 箱	苗と箱重量 kg	苗 質			植 付 精 度		
			草丈 cm	充実度 mg/cm本	根張り kg/10cm	本数 本/株	欠株率 %	本数変動 係数 %
培土の 厚さ 2 cm	1.6	4.7	18	1.07	2.3	4.4	0.5	41
従来の 3 cm	0.8	4.7	18	0.91	3.5	4.5	1.8	40
	1.6	7.1	22	0.98	1.6	4.1	1.3	37

表-2 マット苗の厚さ2cmの初期生育と収量（平成12年）

マット苗 の種類	窒素量 g / 箱	生 育 経 過 (6/10)		成 熟 期		
		草丈 cm	茎数 本 / m ²	穗数 本 / m ²	総穂数 千粒 / m ²	玄米収量 kg / 10a
培土の 厚さ 2 cm	1.6	38	504	351	29.2	547
従来の 3 cm	0.8	38	504	362	29.2	531
	1.6	40	469	312	25.6	498

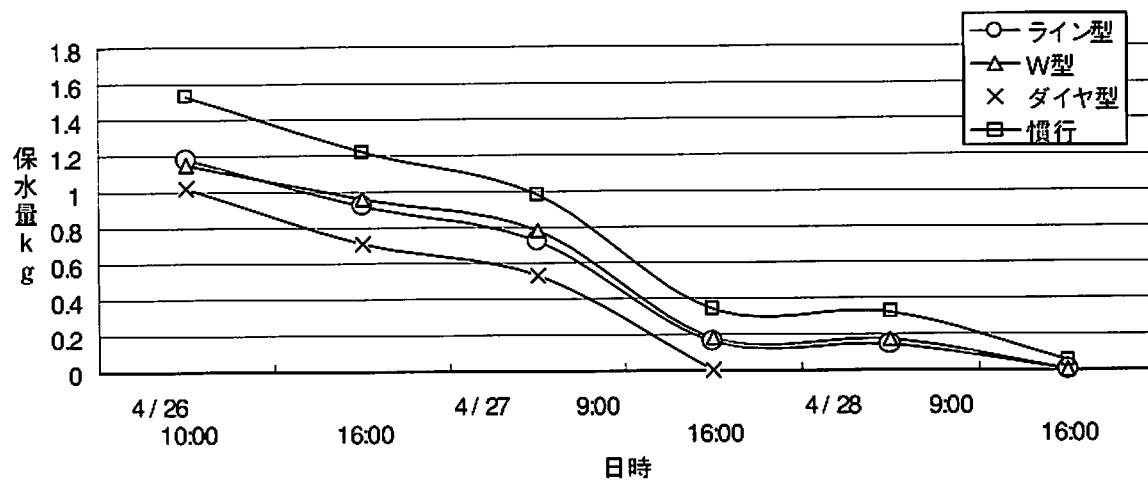


図-1 育苗箱底面の種類と保水量

窒素成分施肥量は、寒い地方の4月上旬育苗では箱当たり1.5g、それ以外の所では1gが適当である。りん酸、カリ及び土壤消毒剤は従来の規定量を用いる。

↓

(2)播種

消毒した水稻種子を、7～10日間浸種後、32℃でハト胸状に催芽する。播種機で培土の厚さを1cmに、新たな育苗箱に詰める。この育苗箱は底上げされ底面が高くなっているので、培土量を従来の1/2に少なく落とすだけで良い。

十分灌水後、乾もみ換算120～150g/箱の催芽種子を播種する。

↓

(3)出芽

平置き出芽法：播種機で1cm程度覆土する。ビニルハウス内に展開し、被覆材で35℃以下に保ち、2～3日後中間灌水をし、被覆後培土表面から2mm程度出芽したら、被覆材をはがす。

育苗器出芽法：0.8cm程度覆土する。育苗器内で30℃2日間加温する。

↓

(4)育苗

育苗箱下に空気の層があるため、土の上に直接置ける。保水量は従来法並なので一日一回の灌水で十分である。

3. もみがら培土を用いた育苗方法

1) 技術の特徴とその効果

水蒸気を用いて粉碎処理したもみがらと土を3対1の割合で混ぜた培土（もみがら培土）を用いて、培土の厚さを2.5cmにすると、根張りが良く草丈がやや短く充実した苗で、田植機上の苗送り、ほ場での初期生育及び収量は従来並の苗に育苗できる。マット苗と育苗箱をあわせた重量は、従来の約6kgの半分の2.8kgと軽くなり、育苗資材費も4割減らせる（表-4）。もみがら培土には、従来培土の2倍以上の孔隙があるため、灌水時に余分な水は箱底から抜け、培土が水分を保持する時間も従来並で一日一回の灌水で十分である。

もみがらを培土に用いる場合は、種子伝染性病害虫が懸念されるので、60℃×10分間以上の湿熱処理を行う。水田1ha移植に必要な無粉碎もみがらは、約100kg 1.5m³で、水田0.2haから生産されるもみがらでまかなえる。また、もみがら培土によって、ケイ酸質の物質循環も移植と同時に見える。

表-3 培土の種類と苗質・生育 (平成9~10年)

培土の種類	苗箱重 kg	草丈 cm	根重 mg/本	植付精度		初期生育(+30日)		
				欠株率 %	変動係数 %	草丈 cm	茎数 本/m ²	収量 kg/10a
もみがら培土 慣行 (土3cm)	2.8 5.8	15 18	11 8	0.7 0.3	50 36	30 30	182 193	576 563

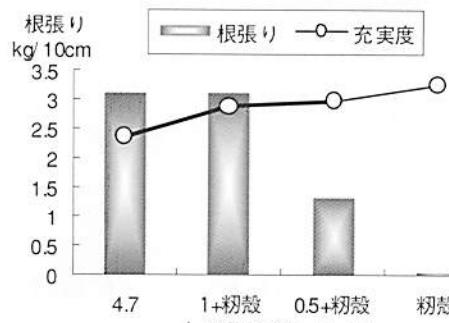


図-2 もみがらの混合割合と苗質

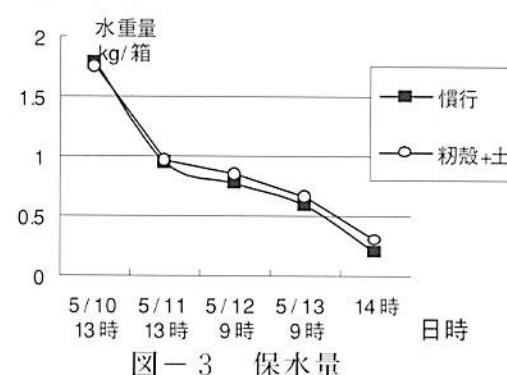


図-3 保水量

表-4 育苗資材費

単位は円/箱

培土の種類	合計	土	種子	肥料、床土 消毒剤	粉碎もみがら
もみがら培土	114	21	68	18	7 (購入費、運搬・諸費用)
慣行 (土3cm)	181	98	68	15	

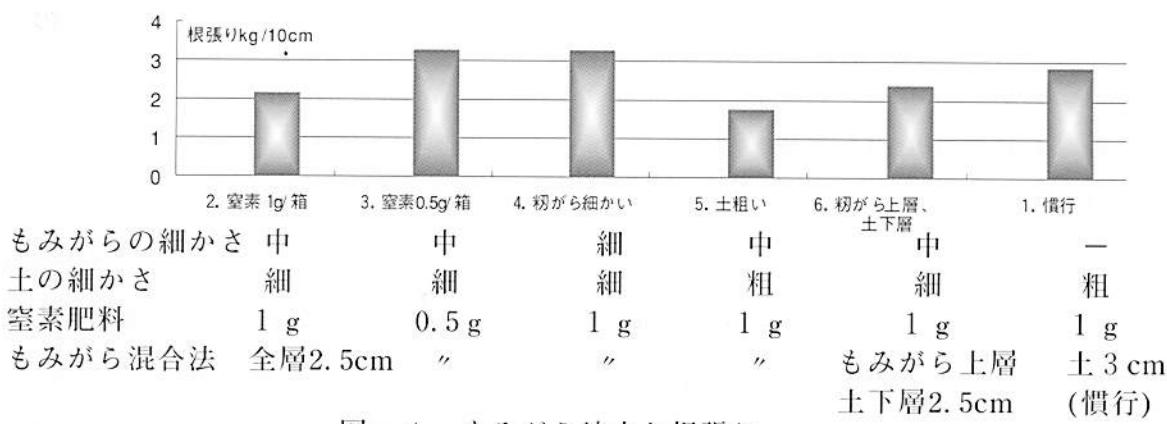


図-4 もみがら培土と根張り

表-5 もみがらの物理的特性

培土の種類	仮比重 g / ℓ	真比重 g / ℓ	全孔隙率 %	保水量 ℓ / 4 ℓ	水素イオン 濃度 ph
粉碎もみがら 3 : 土 1	340	773	74	2.6	5.4
粉碎もみがら	154	322	95	1.5	-
細かい粉碎もみがら	192	314	94	2.0	-
無粉碎もみがら	72	422	97	0.4	-
慣行の土	721	940	32	2.2	4.9

注. 細かい粉碎もみがらは、篩目 2mm以下のもの

2) 技術導入の手引き

(1) もみがら培土の準備

水蒸気を用いた粉碎装置等でもみがらを粉碎する（共同乾燥施設から購入できる）。機械的な粉碎のみの場合は、もみがらを60℃×10分間の湿熱で消毒し、種子伝染性病害虫を防除する。

乾いた粉碎もみがら1ℓに水50ℓの割合で混ぜ、粉塵がたたない程度に馴染ませる。その粉碎もみがらに粒状培土より細かい土を容積比で3対1の割合で混ぜる。窒素施肥量は1～1.5g／箱で、りん酸、カリ及び殺虫殺菌剤は従来の規定量を施す。

↓

(2) 播種

回転ブラシで培土を搔き取る自動播種機で播種する。もみがら培土の湿り具合によっては排出部から均一に落ちないため手などによって補助する。育苗箱は、かるかるニューライン及び従来の箱のいずれも使える。乾もみ換算で120～150g／箱の催芽糸を播種する。

↓

(3) 出芽

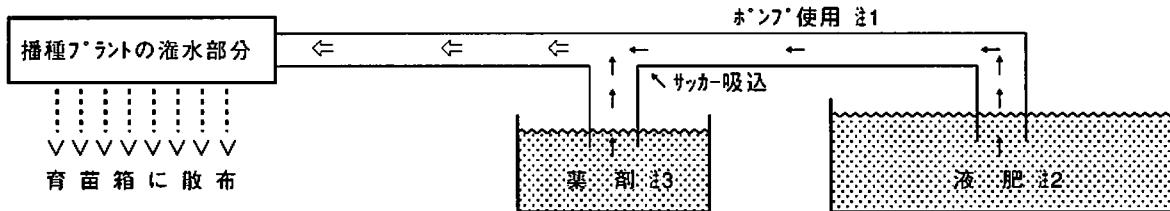
十分量灌水し、平置き出芽法の場合は覆土の厚さを1cm、出芽器を利用する場合は0.8cm程度覆土する。その後は従来の育苗法と同様に管理する。保水量は図-3のように従来法と同等なので、一日一回の灌水で十分である。

4. 肥料と土壤殺菌剤を同時に灌注する播種方法

1) 技術の特徴とその効果

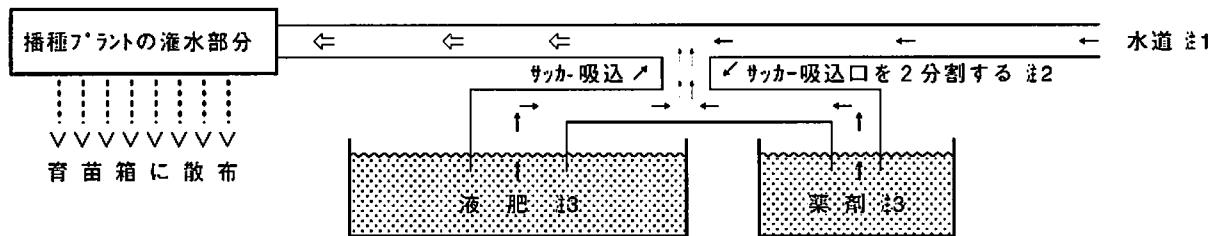
水稻の育苗に、窒素、りん酸及びカリを10%づつ含んだ液肥大塚製薬社製「健太郎」を、7倍程度に希釈し、土壤殺菌剤（ダコニール1000、タチガレース液剤）と一緒に灌注播種しても健苗が育苗できる。従来と同等の苗ができ、液肥による濃度障害や土壤殺菌剤による薬害は見られない。本田での初期生育も従来法並である。本育苗法により肥料と土壤殺菌剤の培土への混合作業の省力化が図れる。

水稻育苗用液肥健太郎は5円／箱で、既存の播種プラントが使用できるため、新たな費用は少なくて済む。灌注装置は、育苗機器メーカー（株）スズテック社からサッカー2分割吸込式が製造販売されている（写真-2）。



- 注 1) 水中ポンプ(揚水用)は水圧が上がらないので使用しない。
 注 2) 液肥を1箱当たりの灌水量(サッカ-吸込量除く)に合わせて溶かす。
 注 3) 薬剤(タコニール1000,タチガレース液剤)を1箱当たりの吸込量に合わせて溶かす。

図-5 元灌水式液肥灌注方法の模式図



- 注 1) 水圧の変化により施肥量が変動するので、播種中は水圧を一定に保つ。
 注 2) サッカ-吸込口の断面積比率は液肥2:薬剤1とする。
 注 3) それぞれの1箱当たりの吸込量に合わせて液肥、薬剤を溶かす。

図-6 サッカ-2分割吸込式液肥灌注方法の模式図

表-6 サッカ-2分割吸込式による液肥灌注の精度
(約500箱播種相当)の精度 (平成6年)

播種プラント設定値		実総灌注量 (2時間稼働時)	実灌注量 ^a (1箱当たり)	精度 B/A
水圧	目標灌注量 ^a	39 ℥	約76cc	99%
		18	35	97
0.5	液肥： 77cc/箱	36	89	92
	薬剤： 36	22	43	96
0.7	液肥： 97	59	115	93
	薬剤： 45	30	58	98
1.0	液肥： 123			
	薬剤： 59			

注) 供試播種プラント: S式HS-320KB

表-7 液肥灌注による苗の生育 (播種後26日、19日調査、平成6年)

育苗法		4月15日播種						6月1日播種					
施肥法	施肥量	草丈	葉数	葉色	乾物重	苗充実度	草丈	葉数	葉色	乾物重	苗充実度		
		cm	SPAD	g/100本	%		cm	SPAD	g/100本	%			
液肥	標準量	18.7	2.6	28.9	1.56	83.4	20.8	2.2	28.3	1.19	57.4		
液肥	1割増	18.5	2.5	30.5	1.42	76.7	21.0	2.3	27.5	1.18	56.4		
従来法	標準量	20.2	2.6	28.7	1.44	71.3	19.6	2.2	25.1	1.13	57.9		

注) 施肥: 液肥は健太郎、窒素成分の4月は1.6 g/箱、6月は1.2 g/箱。

播種量: 乾もみ換算150g/箱、コシヒカリ。従来法: 硫安、過石、塩加でN:1.6, P₂O₅:2.4, K₂O:2.0g/箱施用。

表-8 本田の初期生育 (移植後21日調査、平成6年)

供試苗の種類	草丈	茎数	葉色	乾物重	乾物重	葉数	分けつ発生率 %			
	cm	本/m ²	SPAD	g/m ²	増加倍率		第1節	第2節	第3節	第4節
液肥灌注	29.9	260	36.6	15.26	11.0	6.0	0.0	90.0	100.0	17.5
従来法	28.9	262	36.2	13.65	10.7	6.0	1.3	91.4	94.9	13.9

注) 施肥量は窒素1.6 g/箱、コシヒカリ。移植期: 5月10日。栽植密度: 22.2株/m²。1株4本手植え。

2) 技術導入の手引き



写真-2 サッカー 2分割方式灌注装置

本法による液肥窒素の初期吸収は早いため、気温が低い4月上旬播種の育苗では、草丈が従来法よりやや短くなり易い。気温が高い6月上旬播種では、草丈がやや伸び安い。そのため4月上旬播種では、窒素施肥量を従来より1割程度増肥した1.5~1.7g/箱を施す。6月上旬播種では、窒素施肥量を従来より2割程度減らした窒素成分1g/箱を施す。平置き出芽法で出芽させる場合は、窒素施肥量を

従来より2割程度増肥する。健太郎の窒素成分はアンモニア態で、水に溶けやすい粉末状である。培土がりん酸吸収係数が高い黒ボク土の場合は、PK化成を液肥に混合しりん酸成分を増肥し、本田の初期生育を促進させる。

健太郎の希釈倍率を5倍程度にすると、ダコニール1000がけん濁し沈下するため、同一容器内での混用さける。

播種プラントは、液肥灌注が可能なサッカーが装備されているものを使用する。液肥の灌注方法は2通りある。一つは元灌注方式で、肥料を容器に解きポンプで灌水部に送り、土壤消毒剤をサッカーで吸い込ませる方法である(図-5)。施肥精度は安定して高いが、難点は播種箱分の溶液をあらかじめ作成しておかなければならぬ点である。

もう一方は、サッカー2分割吸い込み方式である。図-6のように液肥と土壤消毒剤を2対1の割合で吸い込ませる方法である。本方式では、水圧が0.5kg/cm²程度の低い時にも、窒素量1.5g/箱を安定的に施肥できる。本方式による精度は、水圧0.5~1.0kg/cm²の範囲で、液肥は設定量の92~99%、薬剤も96~98%と、ばらつき(変動係数)が1%程度と少なく実用上問題がない。

II 施肥技術の効率化

従来の基肥+追肥技術の省力化を図りより生産を安定させる場合には、「一発穂肥」を導入し、診断技術とともに活用を図る。さらに稻作が大規模化した場合や園芸作物などを重点に経営する場合、追肥そのものを省略したいという要望も強まっており、その場合には省力化施肥技術として全量基肥栽培法を導入する。

II-1 「一発穂肥」の活用技術

1. 技術開発の背景とねらい

コシヒカリを中心とした良質米の栽培法は、従来の基肥重点栽培から、基肥窒素を減らし適期に追肥を行う「小づくり追い込み型稻作り」に改善されつつある。その結果、倒伏に弱いコシヒカリが中心でありながら、倒伏が軽くなり、収量が安定してきた。しかし、この「小づくり追い込み型稻作り」では追肥作業が重要であるが、夏季の暑い時期に2回の作業は、作付規模が拡大するほど重労働である。「一発穂肥」の開発の大きなねらいはこの追肥作業を1回にし省力化を図ることである。

一方、コシヒカリを中心とした良質米は、商品としてより味の良い米が求められるようになり、食味を向上させる栽培法の確立が望まれている。「一発穂肥」は従来の追肥法よりも食味向上を図れる技術としてのねらいも併せ持っている。

2. 技術の特徴とその効果

「一発穂肥」には、その成分として従来の速効性のアンモニア窒素に加え、緩効性の窒素を含んでおり、その緩効性肥料が従来の2回目以降の追肥の代替になり収量が安定する。追肥作業は、従来出穂前15日～20日と出穂期前後の2回、農家によってはさらにその後に1回行っていたが、この「一発穂肥」では出穂前の1回だけで済む。また、米の食味は玄米中に含まれる窒素含量（タンパク含量）



図-1 製品化された「一発穂肥」

によって影響され、窒素含量が高くなると食味が低下するとされているが、「一発穂肥」では、従来の速効性肥料の2回追肥よりこの窒素含量が低く、速効性肥料の1回追肥とほぼ同等の水準を維持できる。すなわち食

味を低下させず、収量安定向上を図れる効果がある。

「一発穂肥」の利用法では水稻の生育を診断して、適期に適量を施用する「診断する稲作り」が重要である。以下に記述するこの技術の導入の手引きには、「一発穂肥」を利用するに当たっての診断基準を示しており、その基準にしたがって施用することで、収量の安定だけでなく、品質・食味を向上させる効果も發揮できる。

3. 技術導入の手引き

1) 「一発穂肥」の成分と特徴

「一発穂肥」は、従来出穂期前後に2回追肥を行っていたものを、1回にして追肥の省力化を図るために開発された穂肥専用肥料である。

表-1 「一発穂肥」の成分 (%)

窒 素	内被覆尿素	塩安	りん酸	加里
20	10	10	0	20
	L P 4 0			塩化加里

成分は総窒素量で20%、加里が20%で、窒素成分はそのうち10%が被覆尿素で、残りの10%が塩安である（表-1、図-1）。塩安は従来の穂肥肥料と同様に速効的に働くが、被覆尿素はL P尿素40日タイプ（緩効性肥料、以下同じ。施用後40日で成分窒素の80%が溶出する。土壤温度が高いと溶出が早まる。）を用いており、緩効的に働く。緩効性肥料のほうが速効性肥料よりも吸収利用率は高い傾向がみられる。被覆尿素としてはL P40日タイプとL P30日タイプの比較試験を行ったが、出穂期前後が高温であるため、L P30日タイプは溶出が早過ぎる。総窒素量のうち緩効性肥料の割合を高めると、収量は増加するが、玄米中の窒素濃度も高まるので、緩効性成分と速効性成分を50%づつとした。「一発穂肥」1袋（20kg）には速効性窒素が2kg、緩効性窒素が2kg及び加里が4kgが含まれ、基準施用量は10a当たり1袋（20kg）とした。速効性肥料が従来の穂肥に相当し、緩効性肥料が従来の出穂期前後追肥（実肥）を代替えするという考え方であるが、効果は2回追肥と同じではない。

速効性肥料の1回追肥と、出穂期前後の2回追肥、「一発穂肥」の効果を比較したが、「一発穂肥」は1回追肥よりも収量が高く、倒伏程度は軽く、2回追肥と同程度の効果が

ある(図-2)。また「一発穂肥」を施用した玄米中の窒素濃度は、2回追肥よりも低く

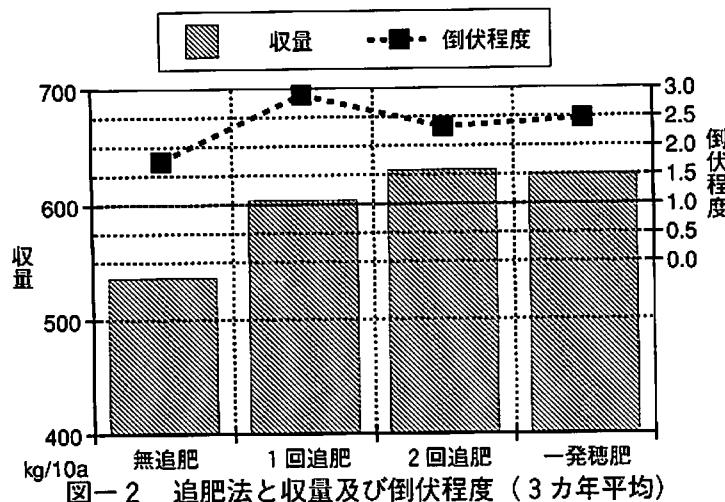


図-2 追肥法と収量及び倒伏程度 (3カ年平均)

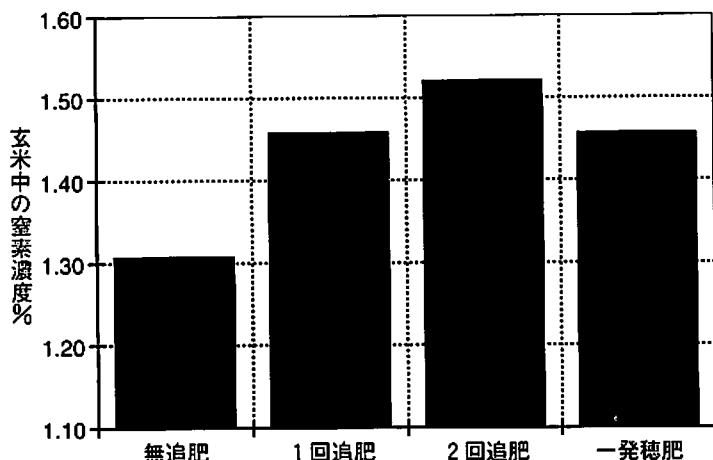


図-3 追肥法と玄米中の窒素濃度 (3カ年平均)

表-2 追肥法と食味 (コシヒカリ)

①基準：基肥窒素3kg、穂肥2kg(-18)+実肥2kg(1991)

追肥法	総合	外観	香り	味	粘り	硬さ
1回追肥	0.37+	0.53	0.21	0.37+	0.47	-0.26
一発穂肥	0.37+	-0.11	0.42*	0.42*	0.21	-0.16

②基準：基肥窒素4kg、穂肥2kg(-15) (1992)

追肥法	総合	外観	香り	味	粘り	硬さ
追肥なし	0.17	-0.11	0.00	0.17	0.06	0.00
一回追肥	0.17	-0.22	-0.06	0.11	0.22	-0.39+
一発穂肥	0.22	0.33+	0.17	0.33+	0.39	-0.28
2回追肥	-0.28	-0.11	-0.28*	-0.33+	-0.17	-0.06

注) 有意差水準 * : 5%、+ : 10%

抑えられ、1回追肥と同等である(図-3)。このため、2回追肥よりも食味の向上が期待でき、官能検査による食味評価も2回追肥より良い(表-2)。以上のことから、「一発穂肥」は収量、倒伏程度は速効性肥料の2回追肥と同等の効果があり、食味は1回追肥と同等で、従来の施肥体系よりも食味が向上する、効率的な肥料であると言える。

欠点は、従来の速効性肥料よりも稈長がやや伸びやすいので、生育診断をして適期に施用することが重要である。

2) 施肥と玄米中窒素濃度との関係

米の食味は多くの要因が関係しているが、その中でも玄米中窒素濃度は最も関係の深い要因とされている。実際に玄米中窒素濃度が異常に高い米は、硬く粘りが劣る。一方、食味は玄米中窒素濃度だけでなく、登熟の善し悪しとかなりの相関が認められる（図-4）。そこで、玄米中窒素濃度に関しては、一定水準以上のものを低くする様改善することを目標とする。その水準は明確にはされていないが、官能試験からは1.45%以上では食味が低下することから、当面の基準を1.45%以下とする。

施肥法、施肥量と玄米中窒素濃度との関係を検討したところ、成熟期までの総窒素吸収量が多いほど、玄米中の窒素濃度が高い。特に基肥窒素量が多い栽培は総窒素吸収量が多く、玄米中の窒素濃度も高い（図-5）。また、追肥後の窒素吸収量が多いほど、玄米中窒素濃度が高い傾向が認められるが、基肥窒素量が多い場合は、追肥後の窒素吸収量が少なくても玄米中窒素濃度は高い（図-6）。これは、穗肥施用前に吸収した窒素が、出穂後穗に移行するためと考えられる。穗肥以降の追肥も施用量が多いほど玄米中窒素濃度が高まるが、「一発穗肥」は追肥後の窒素吸収量の割りにはそれ

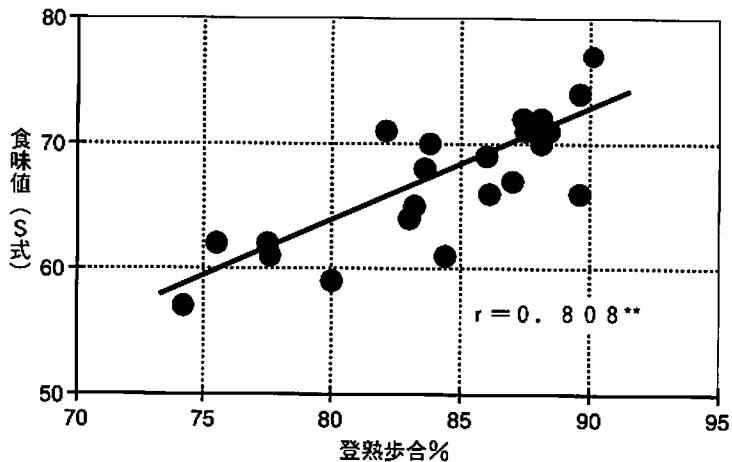


図-4 登熟歩合と食味値(1994, ゴヒカリ)

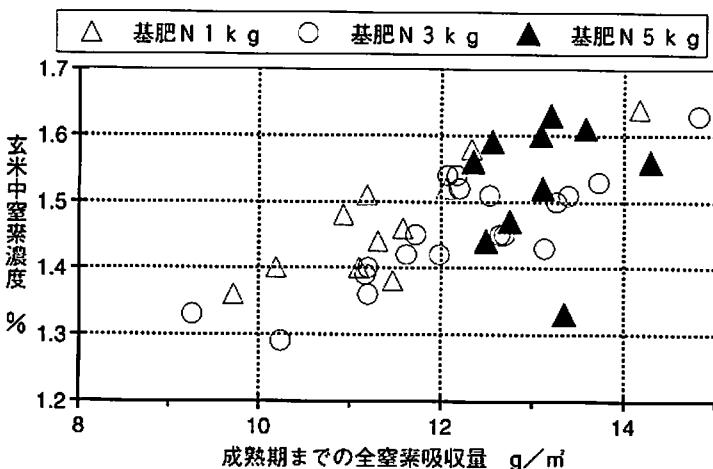


図-5 成熟期の全窒素吸収量と玄米窒素濃度(91,92 2カ年)

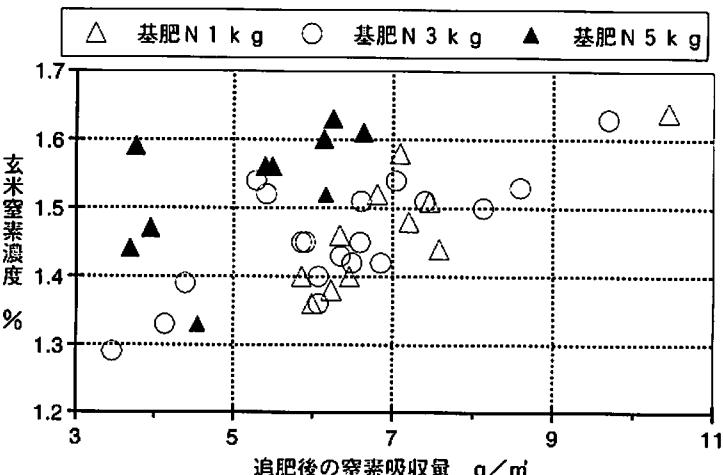


図-6 追肥後の窒素吸収量と玄米窒素濃度(91,92 2カ年)

が高くならない（図-7）。したがって「一発穂肥」は収量向上と食味安定に有効である。基肥窒素と「一発穂肥」の施用量と玄米中窒素濃度との関係を定量的に検討した。基肥窒素1 kg/10aの場合には玄米中窒素濃度は1.40~1.47%、基肥窒素3 kg/10aの場合には1.41~1.52%、基肥窒素5 kg/10aの場合には1.53~1.60%になつた（図-8）。基肥窒素が多いとそれだけで玄米中窒素濃度がかなり高くなつた。この結果から、基肥窒素を1 kg/10a増やすと玄米中窒素が0.02~0.04%高まるとみられる。一方、標準時期（出穂前18日）に施用した「一発穂肥」と玄米中窒素濃度の関係から（図-9）、追肥窒素を1 kg/10a増加させると玄米中窒素濃度は0.03~0.04%高まることがわかつた。以上のことから、基肥窒素及び「一発穂肥」量を減らせば玄米中窒素濃度は低下するが、収量とのバランスを考慮すると、基肥窒素は3 kg/10a程度、「一発穂肥」は水稻の生育量が標準の場合には3~4 kg/10a、生育量が過剰な場合には2 kg/10aとするのが標準となる。結果として玄米中窒素濃度が高かつた場合は、次年度はさきの目安によって基肥窒素や「一発穂肥」の施用量を減らすことで適正値に下げるようとする。

また穂肥時期が遅くなると、玄米中窒素濃度は0.05%程度高まる（図-10）。したがつ

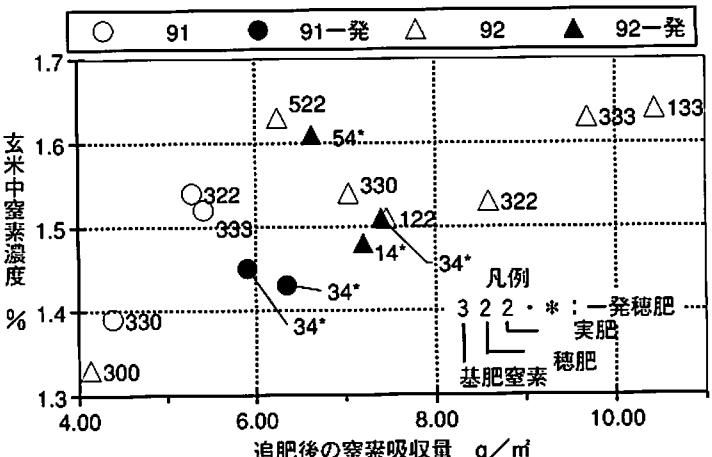


図-7 窒素吸収量、追肥法と玄米窒素濃度

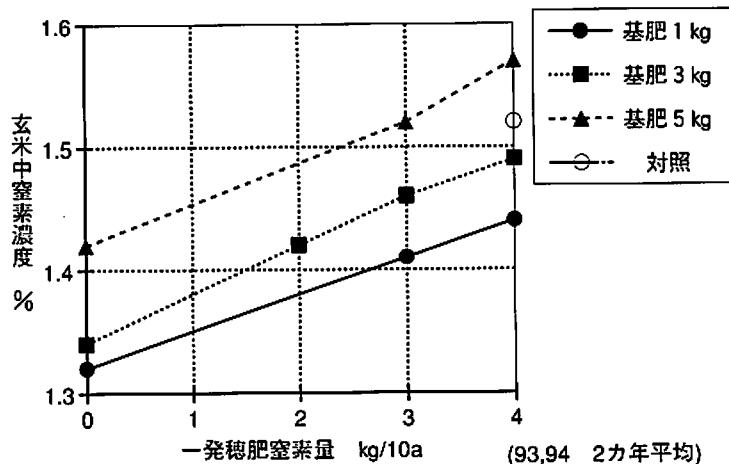


図-8 一発穂肥施用量と玄米中窒素濃度

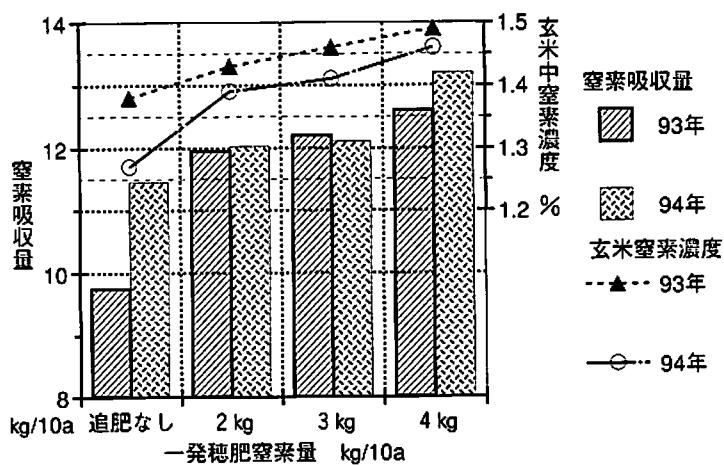


図-9 穗肥量と窒素吸収量、玄米中窒素濃度

て「一発穂肥」は生育診断に基づいて適期に施用することが重要である。

3) 生育診断による「一発穂肥」の施用法

コシヒカリの収量を安定させ、かつ食味低下を防ぐには基肥窒素を減らすことが第一条件である。その上で「一発穂肥」の施用時期、施用量はその年の生育量に応じて、診断して決定する。従来の追肥法に比べ、「一発穂肥」では稈長がやや伸びやすい傾向にあるため、追肥適期の判断には生育量を考慮する必要がある。基肥窒素量が少ない場合は早期に追肥すると総芻数の確保に有効であったが、基肥量が多い場合は倒伏に影響を及ぼす（図-11）。

安定収量を上げる面からの診断値（葉色×茎数値）は、表-3の結果から以下の様である。（葉色は葉色版による展開最上位葉の葉色値1～7、茎数は m^2 当たり茎数）生育量が小さい場合（出穂前30日の診断値が2,000以下、出穂前18日で1,500以下）は出穂前23日又は出穂前18日に「一発穂肥」を成分量で4～5 kg/10aを施用する。生育量が中庸な場合（出穂前30日の診断値が2,300～2,500程度、出穂前18日で1,700程度）は、出穂前18日に3～4 kg/10aを施用する。生育量が大きい場合（出穂前30日の診断値が2,800以上、出穂前18日で2,300以上）は出穂前10日に2～3 kg/10aを施用する。

玄米中窒素濃度の面から基準値1.45%以下に抑えるための、穂肥施用時の診断値は以下のとおりである。診断値が1,800以下の場合は、「一発穂肥」を窒素成分で4～5 kg/10aを施用できる。診断値が1,400以下の場合には従来のNK化成の2回追肥（窒素成分で2+2 kg/10a）も可能だが、「一発穂肥」の方が安全である。診断値が2,200程度の場合は、

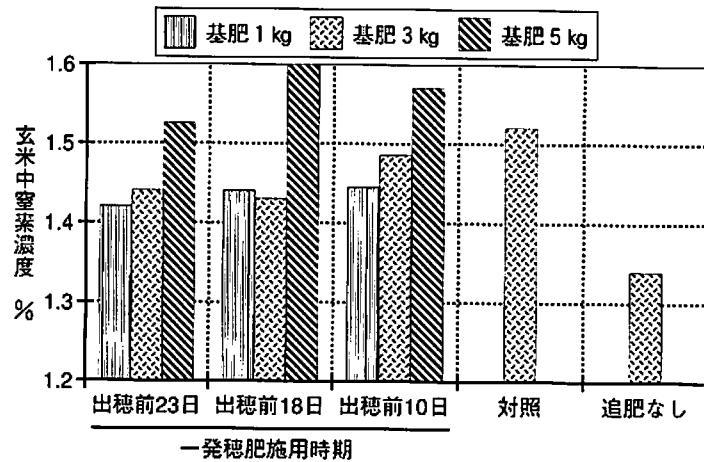


図-10 穗肥時期と玄米中窒素濃度

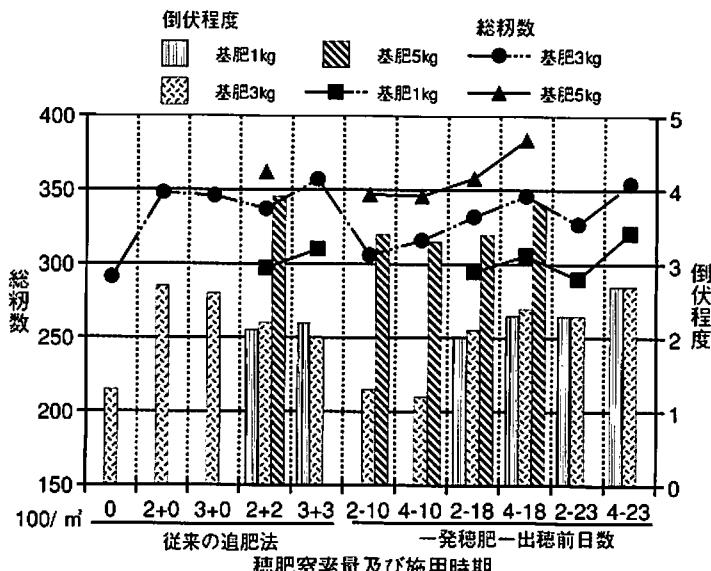


図-11 追肥法と総芻数及び倒伏（92年）

「一発穂肥」を2～3 kg/10aまたは、従来のNK化成（成分2 kg/10a）を1回施用する（図-12）。基肥窒素が多い場合は、生育量の多少にかかわらず、NK化成の1回追肥しかできない。なお、NK化成で穂肥を施用した場合、出穂期の葉色が4、葉色×茎数値が1,500以下ならば2回目が施用できる。

表-3 追肥時期、追肥量と収量、品質、窒素吸収量

(コシヒカリ 93, 94 2カ年平均)

基肥 窒素 kg/10a	追肥時期 (出穂前) 追肥量	葉色×茎数値 (出穂前日数)		稈長 cm	総粉数 /m ²	玄米重 kg/10a		比率 %	倒伏	品質
		-30日	-18日				%			
1	なし	1,742	1,548	85	259	456	80	0.7	2.0	
1	-23, 4	1,865	2,013	89	299	532	94	1.6	2.3	
1	-23, 3	1,786	1,886	87	290	521	92	1.0	2.0	
1	-18, 4	1,828	1,447	89	300	551	98	1.1	3.0	
1	-18, 3	1,886	1,388	88	283	519	92	1.2	2.3	
1	-10, 4	1,820	1,443	88	293	518	92	0.9	2.8	
3	なし	2,368	1,691	89	296	525	93	1.4	2.5	
3	2+2	2,361	1,762	90	317	563	100	2.3	2.5	
3	-23, 4	2,412	2,202	94	329	560	99	2.9	3.8	
3	-23, 3	2,374	2,319	93	333	566	100	3.0	3.8	
3	-23, 2	2,370	2,169	93	316	530	94	2.4	3.8	
3	-18, 4	2,339	1,720	92	334	564	101	2.4	3.8	
3	-18, 3	2,220	1,677	93	318	549	98	2.2	3.3	
3	-18, 2	2,182	1,572	91	312	559	99	1.8	2.5	
3	-10, 4	2,314	1,587	92	306	541	96	1.9	3.5	
3	-10, 3	2,336	1,751	92	306	538	96	1.8	2.8	
3	-10, 2	2,267	1,757	92	308	548	98	1.8	3.0	
5	なし	2,961	2,471	94	316	510	91	4.3	2.8	
5	-23, 4	3,105	2,596	95	344	550	97	4.3	3.5	
5	-18, 4	2,848	2,360	97	351	547	98	4.3	4.5	
5	-10, 4	2,845	2,463	96	330	522	93	3.9	4.3	
5	-10, 3	3,001	2,352	95	326	535	95	4.1	3.5	

安定収量と適正玄米中窒素濃度の両面から判断すると、「一発穂肥」の施用時期、施用量は表-4の様になる。

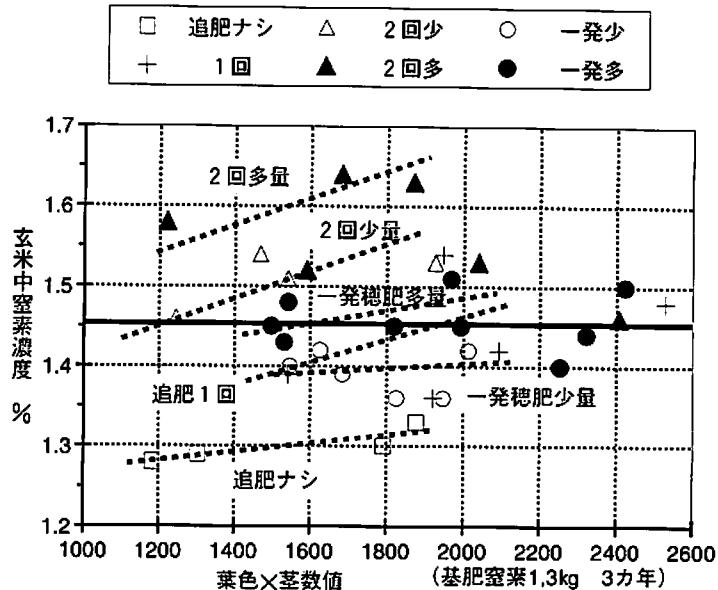


図-12 穂肥施用時の葉色×茎数値と玄米中窒素濃度

表-4 水稻の診断指標と「一発穂肥」の施用時期・施用量

生育量	診断指標（葉色×茎数値）		施用時期 (出穗前日数)	施用量 窒素kg/10a
	出穗前30日	出穗前18日		
小	2,000 以下	1,500 以下	23～18日	4～5
中	2,300～2,500	1,700 程度	18～15日	3～4
大	2,800 以上	2,300 以上	10日	2～3

II-2 全量基肥栽培法（肥効調節型肥料の利用法）

1. 技術開発の背景とねらい

農業の担い手が高齢化し、婦人の担い手が増加している。このような中で、水稻も穗肥が省略され、または、穗肥の適期に施肥できずに、収量を低下させている例が見られている。

これを解決するために、肥効調節型の窒素肥料を用い追肥を省略する技術を開発した。この技術は、穗肥の適期が他の農作業と競合する畜産農家や園芸農家などにも普及が見込め首都圏農業の推進にも役立ち、また、施肥窒素の利用率が高いことから環境保全型技術でもある。

2. 全量基肥施肥（全層全量）

1) 技術の特徴とその効果

全量基肥肥料（ひとふりくん）として、尿素をポリオレフィン系樹脂で皮膜した被覆肥料（H 9年までは LPS100 を単独で配合、H 10年からは LPS100 と LPSS100 を等量ずつ配合）を速効性肥料の倍量になるように配合したものを使用した。

施肥量は慣行分施の2割程度減肥して（表-5）、植代時に全層に施肥する。被覆肥料は水分にふれると（施肥）によって溶出の開始に向かうので、施肥は田植え前約1週間前のうちに行う。

被覆肥料の LPS100 からの窒素溶出は、施肥後の 25 ~ 30 日を経過してから開始され、その後徐々に溶出量は増加し、施肥後 75 日（出穂前 15 日）頃にピークを迎える。そして、徐々に溶出量は減少し、施肥後 120 日（出穂後 30 日）頃までに溶出が終了する（図-13）。

全量基肥栽培の効果は、追肥作業を省略し、省力化となることだけにとどまらず、季節的な労働の集中によって適期に追肥が行われないことによる減収を回避できる。また、被覆肥料からの窒素溶出は地温に依存しており、例えば気温が高く稲の生育が進む場合には溶出が早くなるというように、ある程度の気候変動にも対応できる。さらに、被覆尿素は窒素が徐々に溶出するために、代かき時に田面水に溶けだして水田外の環境に流れ出す窒素量が減少する。また、水稻に効率よく窒素が吸収されるため、施肥窒素の利用率は、慣行分施の 50 % 程度に比べ、全量基肥栽培では平均で 65 % 程に上昇し（図-14）、減肥が可能である。よって、全量基肥栽培は省力的、環境保全的技術であると共に省資源的技術でもある。

全量基肥栽培は普及されてきており、平成 11 年では、県内の水稻早植栽培の 10.4 % (5300ha) で行われており、対前年度比 120 であった。

表- 5 全量基肥肥料「ひとふりくん」

窒素肥料の配合割合 速効性:被覆肥料 肥効調節型肥料 = 1:2	施肥量 慣行分施の 2割減
--	---------------------

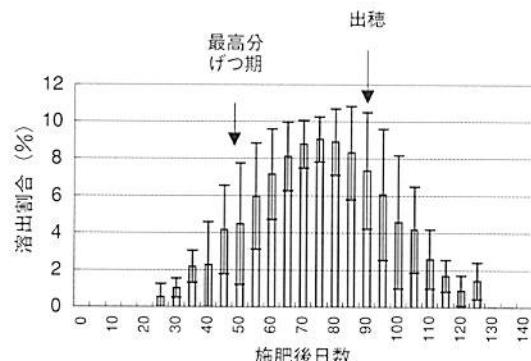


図-13 被覆肥料(LPS100)からの時期別溶出割合
(H7~H11平均)

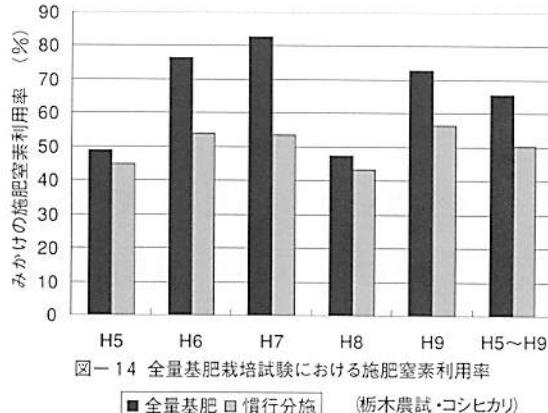


図-14 全量基肥栽培試験における施肥窒素利用率
■全量基肥 □慣行分施 (栃木農試・コシヒカリ)

注) ひとふりくんの被覆肥料はH9年まではLPS100の単独での配合とし、H10年からはLPS100とLPSS100の等量ずつの配合となった。

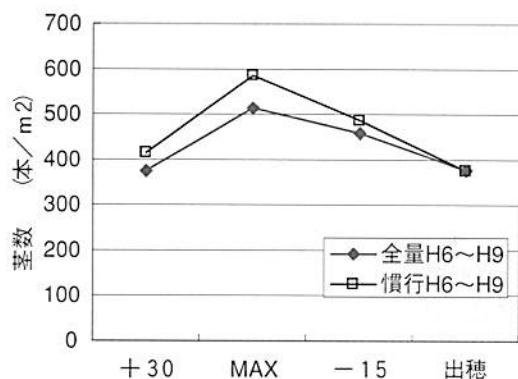


図-15 全量基肥栽培・茎数の推移
(栃木農試・コシヒカリ)

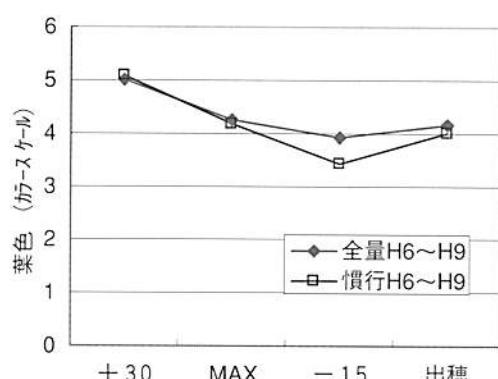


図-16 全量基肥栽培・葉色の推移
(栃木農試・コシヒカリ)

注) +30:移植後30日、MAX:最高分け期、-15:出穂前15日

2) 技術導入の手引き

早植えコシヒカリの生育経過について、図-15、図-16に示す。全量基肥栽培の茎数は、慣行分施栽培に比べ、生育初期から少なく推移し、最高分け期頃に平均で70本/m²程度少ない。しかし、その差は徐々に縮まり、出穂期の茎数では大差なくなる。全量基肥栽培の葉色は、被覆肥料から窒素成分が徐々に溶けだしていくために、慣行分施のように

幼穂形成期頃に淡くはならず、葉色の変化が少ない。

全量基肥栽培によって、収量は慣行分施栽培と同程度得られる（表－6）。慣行分施に比べ、全量基肥の穂数は同程度で、登熟歩合はやや低下するが、1穂粒数は増加するため、総粒数は慣行分施よりやや多い。全量基肥の玄米中の窒素含有率は、慣行分施と同程度であり、食味への影響はない。

現在、農業試験場土壤肥料部では、この全量基肥栽培について、生育診断指標値を求め、全量基肥導入時や、異常気象時などによる生育の過不足に対応する技術を検討している。

表－6 全量基肥栽培の収量及び収量構成要素
(H6～H9・栃木農試・コシヒカリ平均)

区	稈長 cm	穂長 cm	倒伏程度 (0～5)	精玄米重 kg/10a ×100粒/m ²	粒数 本/m ²	穂数 本/m ²	1穂粒数
全量基肥	87.0	19.7	2.8	566	319	363	88
慣行分施	84.9	19.2	2.3	568	288	354	82

区	千粒重 g	登熟歩合 %	玄米窒素 濃度 %
全量基肥	21.1	84.0	1.29
慣行分施	21.6	90.7	1.33

3. 全量基肥肥料の県内各地域への適応（全層施肥）

1) 技術の特徴とその効果

全量基肥施肥法（全層施肥）における基本的な技術については前述した。ここでは、全量基肥栽培において重要なポイントとなる被覆尿素の溶出パターンについて地域ごとに述べることとする。

栃木県では、主に「ひとふりくん」が水稻の全量基肥肥料として使用されており、その窒素成分は速効性肥料であるりん安と緩効性肥料である被覆尿素とで構成される。現在、コヒシカリ専用である「ひとふりくん」1号及び2号の被覆尿素の部分はLPS100と溶出の抑制期間がより長いLPSS100で構成され、その配合割合は1:1である。これらの被覆尿素の溶出速度は地温によって制御される。このため、使用地域によっては被覆尿素の溶出時期と水稻の生育ステージとのズレが生じる。窒素の溶出が早すぎる場合には生育後半の窒素切れや倒伏が、逆に窒素の溶出が遅すぎる場合には食味の低下が想定される。このため、県内各地域における水稻の生育と被覆尿素の溶出が適合するように配合割合を決定していく必要がある。

2) 技術導入の手引き

各地点におけるLPS100、LPSS100の5日毎の溶出量を図－17に示した。平成9年まで「ひとふりくん」の被覆尿素部分はLPS100単用であった。LPSS100と1:1に配合するこ

とにより溶出ピークは従来の LPS100 単用時に比べて 10 日ほど出穂期に近くなり、穗肥としての効果が高まると考えられる。しかし、那須では収穫間際の LPSS100 の溶出が多く、食味への影響が考えられる。慣行栽培では出穂約 20 日前に穗肥を行う。このため、その

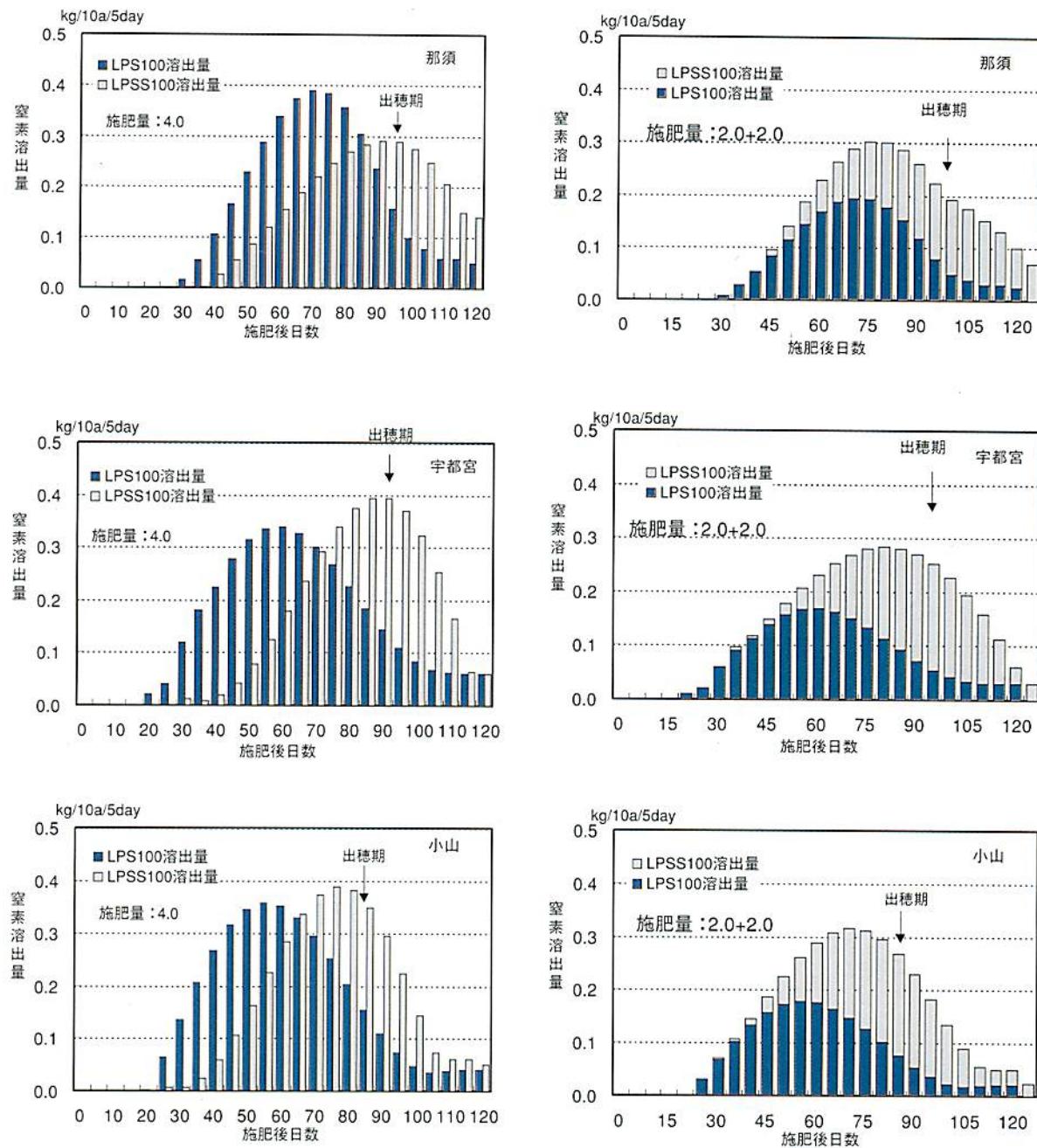


図-17 LPS100 および LPSS100 の地域別時期別溶出量(平成 10 年)

注) 左側の図は LPS100、LPSS100 を窒素成分でともに 4 kg/10a 施用したときの溶出量。

左側の図を基に LPS100、LPSS100 の施用量を窒素成分でともに 2 kg/10a とし、積み上げたものが右側の図。

時点での窒素残存量が穗肥としての効果を判断する際の一つの目安となる。表-7に示したように、平成10年では高根沢、真岡での窒素残存量は少なく、約1.7kg/10aであった。しかし、平成11年では、高根沢での出穂20日前における窒素残存量は約2.1kg/10aであった。

各調査地点において、移植後の地温が高いほど被覆尿素の溶出は早かった。また、地温と気温はパラレルな関係にあった。このことはアメダス気温データによってLPS100とLPSS100の配合割合を推定することが可能であることを意味する。

現時点では、5月から7月の累積平均気温が1800°C以下の地域ではLPS100単用、1800~1900°Cの地域ではLPS100とLPSS100を1:1配合、1900°C以上の地域ではLPSS100単用がそれぞれ適していると考えられる。

しかし、真岡での溶出は特異的に早く、他の地点でみられた気温と地温との整合性は得られなかった。調査地点での溶出が当該地域を代表するものであるか等を含めて今後もデータの積み上げが必要である。

表-7 LPS100およびLPSS100の溶出（平成10年）

地 点	出穂日 (月/日)	出穂20日前での窒素残存量 ¹⁾ (kg/10a)			5~7月の 累積平均気温 (平年値) (°C)
		LPS100	LPSS100	合計	
那 須	8 / 7	0.88	1.48	2.36	~1750
大田原	8 / 3	0.79	1.32	2.11	1800~1850
高根沢	8 / 4	0.55	1.10	1.65	1850~1900
宇都宮	8 / 1	0.88	1.53	2.41	1850~1900
真 岡	8 / 3	0.56	1.12	1.68	1900~1950
小 山	7 / 31	0.76	1.30	2.06	1950~

注1) LPS100、LPSS100ともに窒素成分で2kg/10a施用した場合の残存量。

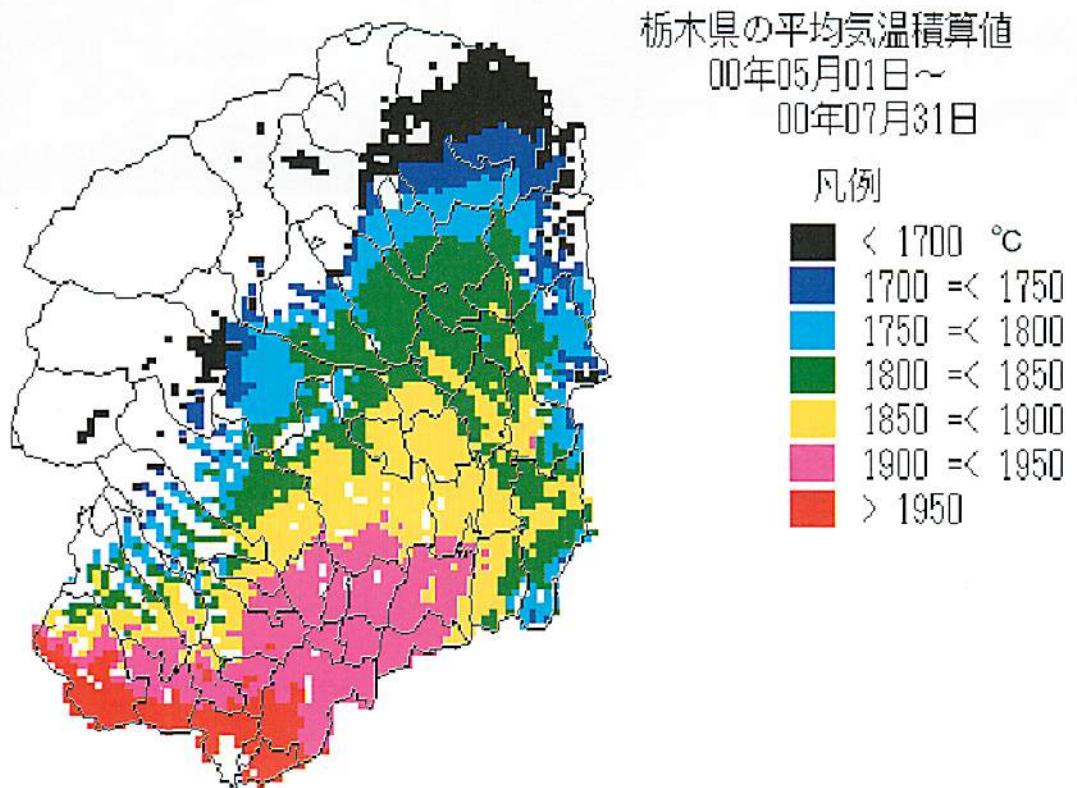
いずれの地点も5月第一半旬に肥料の埋設を行っている。

4. 苗箱全量基肥施肥法

1) 技術の特徴とその効果

本来本田に施用される肥料を全量育苗箱に施用する技術である。本施肥法の導入によって一層の低コスト化と省力化が図れる。本技術は、初期溶出の全くないコーティング肥料（LPSなど）の利用によって実用化された。

2) 技術導入の手引き



被覆尿素タイプの選択の目安となる5～7月の累積平均気温（平年値）

1, 800°C以下 LPS100 単用

1, 800～1, 900°C LPS100とLPSS100を1：1配合

1, 900°C以上 LPSS100 単用

(平均気温のメッシュ化は農業環境技術研究所の清野のプログラムによる)



写真-1 育苗箱に土、肥料、種、覆土の順に層状につめる

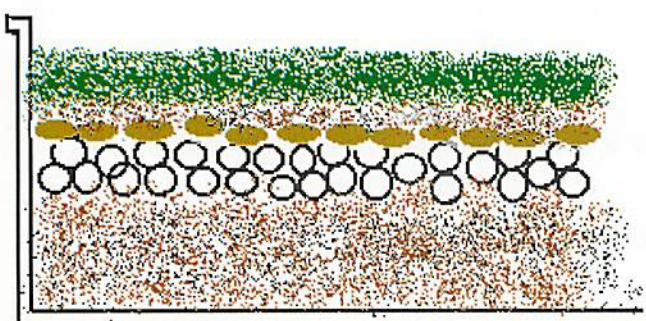


写真-2 一般の苗と同様に健全な苗ができる

(1) 具体的方法

コシヒカリを早期早植栽培する場合の施肥法を以下に述べる。

育苗箱に培土、肥料、種類、培土またはようりんを図-18のように充填する。つまり、育苗箱1箱に下から培土：3.2～3.5kg、肥料：NK301を1kgまたはLPSを750g、ようりんを2kgまたは培土を1kg。この場合、苗1枚で 50 m^2 (10a当たり20枚)植えると窒素施肥量は10a当たり6kgとなる。



- ← 覆土（培土 1kg またはようりん 2kg）
- ← 種類(130g)
- ← 肥料(LPS 750g または NK301 1kg)
- ← 培土(3.2～3.5 kg)

図-18 育苗箱への施肥法

なお肥料の成分含有率は、LPS100：窒素 40%，NK301：窒素 30%，カリウム 10%である。

(2) 生育の特徴

平成7年から10年の4年間の試験結果から、全量箱施肥の収量は慣行分施に比較してやや劣るもの、施肥バリエーションの一つとして、実用性があると評価できた。生育などの特徴は以下のとおりであった。

ア 箱施肥 LPS6kg の4年間の平均収量は561kg/10aで、慣行区に対して95%であった。

平成 7 および 8 年には慣行区を上回った。箱施肥 NK301 6kg 区の収量は 546 ~ 551kg/10a で、慣行区に対して 93 ~ 94% 程度であった（表-8）。

イ 穗数は箱施肥 LPS 6kg 区が 367 本/m²、NK301 6kg 区が 349 本でそれぞれ慣行区 361 本/m² と同水準であった。一方、一穂粒数、千粒重および登熟歩合は箱施肥で慣行区よりも低い傾向であった（表-8）。

表-8 収量および収量構成要素

処理区	精玄米重 kg/10a					収量構成要素				窒素吸收量	見かけの窒素利用率
	7年	8年	9年	10年	平均	穂数 本/m ²	一穂粒数	千粒重 kg/10a	登熟歩合 %		
1 無窒素	366	374	399	328	367(62)	254	75	21.0	94.1	6.8	-
2 慣行分施 8kg	566	599	615	577	589(100)	361	86	21.3	93.1	11.8	63
3 箱 LPS 6kg	573	618	553	498	561(95)	367	84	20.7	91.3	11.2	73
4 箱 LPSS 6kg	333	563	648	507	513(84)	343	89	21.2	91.6	11.3	75
5 箱 NK301 6kg			586	505	546(92)	349	82	21.0	92.5	11.2	73
6 箱 NK301+ようりん覆土		613	489	551(98)	363	81	20.9	92.1	10.9	68	

注. 精玄米重()は、慣行分施区に対する指標。収量構成要素、窒素吸收量および見かけの窒素利用率は 4 年間の平均値

ウ 移植直後の窒素供給は地力に依存し、窒素吸收量および茎数は最高分けつ期頃まで慣行区に比べて低く推移するものの、出穗期頃にはおおむね同水準となった。（図-19, 20）。

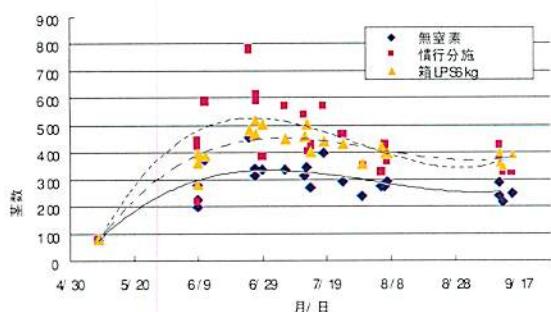


図-19 茎数の推移

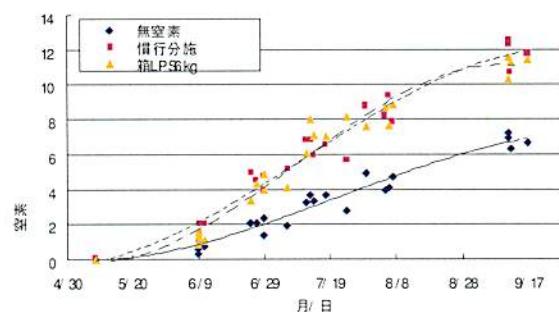


図-20 窒素吸收量の推移

エ 窒素質肥料の見かけの利用率は、箱施肥 LPS 6kg 区および NK301 6kg 区は 73% と、慣行分施区の 63% を上回った（表-8）。

オ 本施肥法により基肥および追肥作業が不要となり、2 ~ 3ha 規模で作業時間は 17 時間/ha 少なくなり、コストは 27,000 円/ha 程度低減できる（農林水産省統計情報部、平成 8 年産米および麦類の生産費）。さらに、施肥機や側条施肥機が不要で、春季労働の分散および夏季労働の軽労化が図れる。

カ 本技術の適応に際して、次の点に留意する必要がある。

- ・ 県央および県北部黒ボク土水田で、交換性カリウム 20mg/100g 以上、可給態リン酸 15mg/100g 以上の圃場に適応する。
- ・ 育苗期間中に尿素の重合体であるビュレットの影響で、苗の白化症が発生する場合があるが、その後の生育および収量には影響ない。
- ・ 施肥量が移植時の苗使用量の増減によって増減するので苗使用量に注意する。
- ・ カリウム補給のため稻わらの秋季鋤込みを励行する。

5. 側条・全量基肥施肥

1) 技術の特徴とその効果

側条施肥で全量基肥栽培を行う場合、全層施肥用の全量基肥肥料（ひとふりくん）をそのまま施肥することが可能である（表-9）。従来の側条施肥肥料の中には初期生育が過繁茂になりすぎるので防ぐために、速効性肥料の4割を LP40 で代替したものなどがあるが、H 10 年、11 年の試験結果からは、収量などに対する LP40 を混合するメリットは特に見られなかった。

施肥量は、全層施肥の「ひとふりくん」と同程度（慣行の約 2 割減）が望ましい。

肥料の溶出は、側条施肥が田植えと同時施肥のため、植代時施肥の全層施肥に比べ、施肥から田植えまでの日数分が後方にずれることになる。その結果、LPS100 と LPSS100 を合計した溶出のピークを迎えるのは出穂前 1 週間前後である（図-21）。ピークがくるのは全層施肥に比べて出穂に近くなるが、その溶出経過は少量ずつであり、全層施肥に比べて、収量や収量構成要素などから考えると、特に問題ではなかった（表-10）

側条施肥を全量基肥で行うことで、田植えと同時施肥ができ、基肥の施肥作業においても省力化が図れる。更に、水稻の根近くに施肥するために、水稻にとって効率よく吸収され、省資源的、環境保全的技術である。

2) 技術導入の手引き

側条の全量基肥栽培において、茎数は生育初期では、慣行分施に比べて多いが、その後は全層全量基肥栽培の傾向と同様に、茎数の変化が少なく、最高分けつ期での茎数は少ない。しかし、出穂期では、有効茎歩合が高いために、茎数は確保される（図-22）。葉色の変化においても全層全量基肥の傾向と同様に、被覆肥料からの窒素の溶出が少量ずつであるために、葉色の低下の度合いが小さく、慣行分施の穗肥施用前と比べ、葉色は濃く推移する（図-23）。生育経過で、全量基肥の全層施肥と側条施肥を比べて異なるのは、生

育初期において、側条施肥は茎数が多く、葉色が濃いということである。

収量構成要素では、穂数は側条施肥（ひとふり側条）において、全層施肥（ひとふり）に比べ多くなるが、一穂粒数は全層施肥で多くなる。側条・全量基肥の収量は全層の全量基肥に比べ、同程度が得られる（表-10）。

表-9 コシヒカリの側条・全量施肥

肥料	施肥量
全層施肥用全量基肥肥料 「ひとふりくん」 の適用可能	「ひとふりくん」と同量

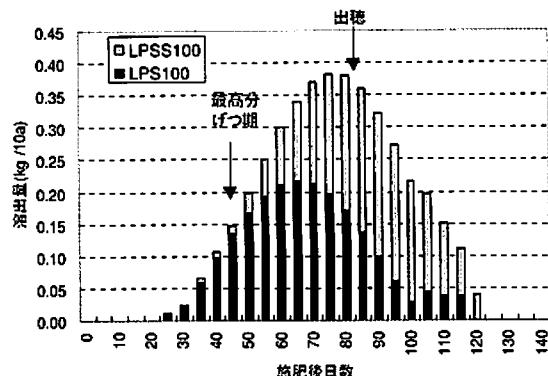


図-21 被覆肥料からの時期別溶出割合(5日毎)
(H10~H11平均 LPS100,LPSS100ともに2.3(kg/10a)施肥)

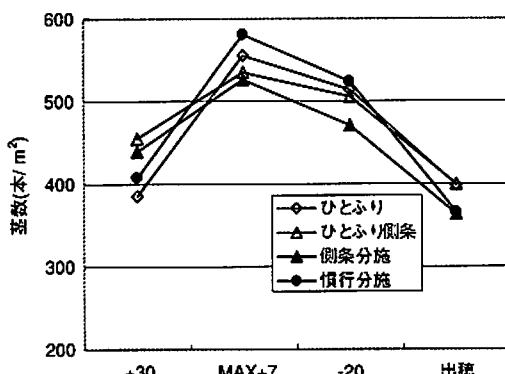


図-22 H11・コシヒカリ 茎数の推移

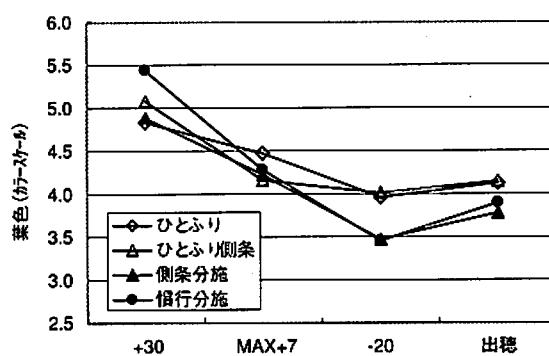


図-23 H11・コシヒカリ 葉色の推移

注) +30:移植後 30 日、MAX:最高分け期、-20:出穂前 20 日

表-10 収量及び収量構成要素 (H10,11農試本場コシヒカリ平均)

処理区	倒伏程度 (0~5)	精玄米重 kg/10a	収量比	穂数 本/m ²	一穂 粒数	総粒数 100粒/m ²	千粒重 g	登熟歩合 %	
								穂数 本/m ²	粒数
ひとふり	1.7	526	120	335	84	281	21.5	87	87
ひとふり側条	1.1	508	116	352	77	272	21.5	87	87
ひとふり側条減	0.8	456	104	314	77	240	21.6	88	88
側条施肥	0.4	437	100	318	69	219	22.0	90	90

6. 湿水直播における全量基肥施肥

1) 技術の特徴とその効果

全量基肥肥料として、LP40 と LPSS100 を組み合わせる。直播は、播種直後に施肥室

素を効率よく吸収できないため、速効性肥料は用いず、LP40 を用いる。また、移植栽培では LPS100 を施用するが、直播では幼穂形成期頃までに大半が溶出してしまい、倒伏が大きくなるために用いず、LPS100 に比べさらに初期の溶出抑制期間の長い LPSS100 を施用する（LPS100 の溶出抑制期間は、栽培環境下ではおよそ 30 日で、LPSS100 のそれは 50 日）。

肥料の配合割合について、コシヒカリ（条播）は LP40 を 2 kg、LPSS100 を 4 kg/10a とし、ひとめぼれ（散播）は、LP40 を 3 kg、LPSS100 を 4 kg/10a とし、さらにそれぞれ約 3 割の減肥ができる（表-11）。被覆肥料からの窒素溶出経過を、コシヒカリについて図-24 に、ひとめぼれについて図-25 に示す。LP40 からの窒素溶出は施肥直後から始まり施肥後 25 日頃にピークがあり、その後漸減する。LPSS100 からは施肥後 50 日頃から溶出が始まり、LP40 との溶出を合わせると、出穂前 20 日頃に溶出のピークがあり、出穂後 20 日頃まで溶出が続く。

直播は育苗作業を省略するために省力技術であるが、それに追肥を省略した全量基肥を組み合わせることによって、よりいっそうの省力化技術となる。さらに、施肥窒素利用率は、図-26 のように、分施で 50 % 前後であるが、全量基肥は 60 ~ 80 % と向上し、減肥が可能で省資源的である。

また、被覆肥料からは、前述のように、窒素の溶出が少量ずつであるために、植物に効率的に吸収され、水田外に流出する肥料成分が少なく、環境保全的でもある。

2) 技術導入の手引き

コシヒカリの生育経過を、茎数について図-27 に、葉色について図-28 に示す。全量基肥の茎数の変化は分施に比べて少なく推移するが、出穂期に同程度となる。全量基肥の葉色は被覆肥料からの窒素溶出を反映し、分施に比べ施肥直後には淡いが、播種後 50 日頃に同様となり、その後は分施ほど葉色の低下が認められず、葉色の変化が少ない。

全量基肥の収量は、コシヒカリおよびひとめぼれとともに、分施に比べて高くなる。その要因として、穂数や、1 穗粒数が多く、総粒数も多くなることがあげられる。さらに、全

表-12 耕種概要

品種	播種期	播種方法	苗立ち数 (本/m ²)	コーティング カルバー/乾粉
コシヒカリ	5月中旬	畦幅30cm条播	130	2
ひとめぼれ	5月中旬	散播	100	1

表-11 施肥窒素量

品種	処理区	成分 kg/10a)		
		塩安	LP40	LPSS100
コシヒカリ	全量基肥 (条播)		2	4
	全量基肥減肥 分施		1.5	3
		2		2+2
ひとめぼれ	全量基肥 (散播)		3.0	4.0
	全量基肥減肥 分施		2.1	2.8
		3		2+2

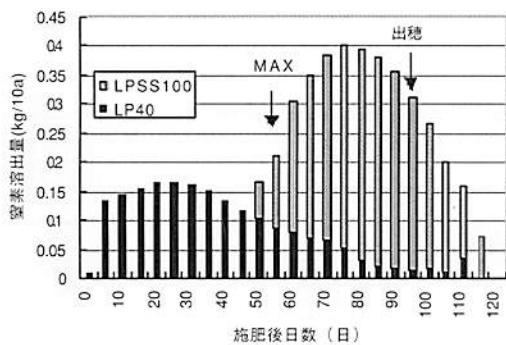


図-24 被覆肥料からの窒素溶出量（5日毎）

注)コシヒカリへの施肥 (LP40: 2、LPSS100: 4kg/10a)

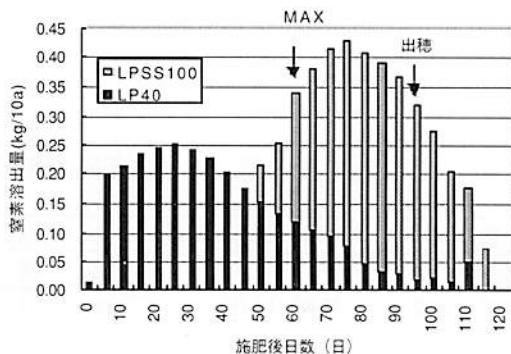


図-25 被覆肥料からの窒素溶出量（5日毎）

注)ひとめぼれへの施肥 (LP40: 3、LPSS100: 4kg/10a)

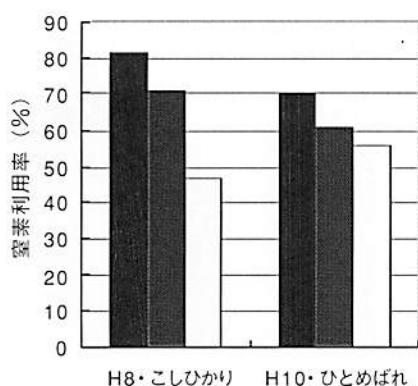


図-26 見かけの施肥窒素利用率

■全量基肥 □全量基肥減肥 □分施

量基肥栽培で分施に比べ約3割の減肥をしても、分施と同等以上の収量が得られる（表-13）。全量基肥では稈長が長くなり、倒伏程度も若干大きくなるが、減肥することによって改善される。

施肥量はその場の地力によって増減し、LP40とLPSS100の組合せおよび配合割合は県央地域に適応とする。

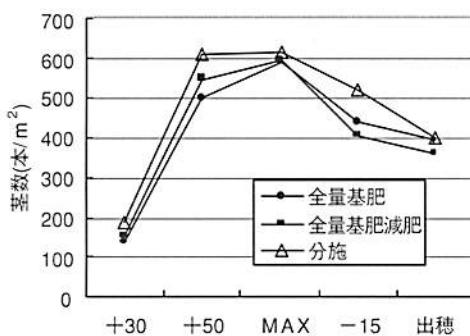


図-27 全量基肥コシヒカリの茎数の推移 (H8)

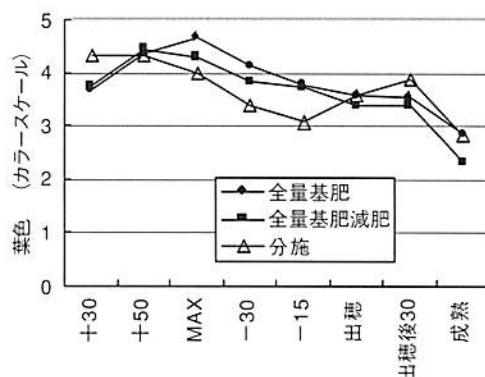


図-28 湿水直播コシヒカリの葉色の推移 (H8)

表-13 収量及び収量構成要素

品種	処理区	稈長 cm	穗長 cm	倒伏程度 (0~5)	精玄米重 kg/10a	収量比	穗数 本/m ²	一穂 粒数	総粒数 100粒/m ²	登熟歩合 %	
										歩合	%
H8 コシヒカリ	全量基肥	81.5	17.1	3.0	575	139	399	75	302	21.9	87
	全量基肥(25%減肥)	78.2	16.8	2.5	504	122	373	67	250	22.1	91
	分施	77.3	16.5	1.3	413	100	363	54	195	22.8	93
H10 ひとめぼれ	全量基肥	84.4	18.0	1.5	618	121	480	61	293	23.9	88
	全量基肥(30%減肥)	82.7	18.5	1.0	495	97	417	56	232	24.3	88
	分施	79.6	18.4	1.1	511	100	447	57	250	23.8	87

注)減肥割合は分施に対するもの

7. 全量基肥栽培のまとめ

施肥法 (栽培法)	施肥位置	施肥時期	施肥回数	肥料の種類	対象地域	基肥施肥量 (対慣行分施)
慣行分施		基肥・穂肥・実肥	3	速効性		
一発穂肥	"		2	速効性十一発穂肥		
全量基肥	全層	基肥(植代)	1	ひとふりくん 1号 ひとふりくん 2号 ひとふりくん 3号 ひとふりくん Sタイプ ひとふりくんメガト464普通植え(晴れすがた) ひとふりくんメガト222普通植え(あさひの夢、月の光)	県北中部 県中南部 県南暖地 標高の高い地域 ひとふりくんメガト464普通植え(晴れすがた) ひとふりくんメガト222普通植え(あさひの夢、月の光)	20%減 〃 〃 〃 〃 〃
全量基肥	側条	基肥(田植え)	1	全層に同じ		〃
"	苗箱	基肥(播種)	1	LPS100またはNK301(苗箱まかせ)	県北中部	25%減
"	湛水直播	基肥(植代)	1	LP40+LPSS100	県中部	30%減

III 良質米の湛水直播栽培体系

1. 技術開発の背景とねらい

稻作の労働ピークを分散し、労働時間の短縮によるコストや労働負荷の低減をはかるうえで、直播栽培は有効な手段である。現在、全国的に行われている直播の研究は、乾田直播が主流となっている。しかし、栃木県内の水田は、代かきをしないと水持ちが悪く、大規模な乾田直播には向いていない。したがって、本県では以前から湛水直播に取り組んできた。

直播の問題点として、苗立ちが不安定、転び倒伏が多いことなどが指摘されている。本県の主力品種はコシヒカリで、直播でもこれに取り組みたいという意見が多く聞かれるが、コシヒカリは倒伏しやすく、一般に直播栽培は難しいとされている。

そこで、これらの問題を解決するため、苗立ちの安定化、除草体系と水管理法、倒伏防止技術の確立を目標に試験を実施した。さらに、コシヒカリに適した播種法として、側条施肥田植機と作溝機による作溝無覆土条播、水田用栽培管理ビークルと直播作業機による土中条播の2種類を取り上げ、得られた個別技術を組み合わせ、直播栽培技術を組み立てた。また、湛水散播・麦（不耕起）・大豆（不耕起）体系の現地実証試験を実施し、経営的評価を行った。更に、複合経営として、本県園芸の主力作物であるイチゴと湛水直播の体系についても同様に試算した。

2. 技術の特徴とその効果

1) 酸素供給剤（カルパー粉粒剤）粉衣量の低減

湛水直播では、種子に酸素供給剤（カルパー粉粒剤）を粉衣させて播種するのが一般的である。その効果として、①粉衣により種糲が重くなり土中に埋没する、②土壤を酸化させて出芽を助ける、ことが挙げられ、現在では、乾糲重の2倍量粉衣が慣行となっている。しかし、現場では生産費を少なくするため、粉衣量を減らすか、無処理で播種したい意向が強い。そこで、カルパー粉衣量を慣行の半量（1倍重）としたところ、2倍重と同程度の苗立ち数、穂数が得られた。したがって、粉衣量は半量で十分である。

2) 落水出芽法と適正播種量

直播の問題点として、苗立ちの不安定性がある。そのため、従来は播種後から出芽までは湛水状態を維持し、出芽後に芽干しを行い、転び苗、浮き苗を防止してきた。しかし、落水することにより除草剤の効果が低下し、ヒエが残ってしまう場面が多く、きめ細かい水管理が要求された。その代替法として考えられたのが「落水出芽法」である。

落水出芽法は、播種後は田面に軽くひびが入る程度まで落水し、出芽揃期まで（7～10日程度）走り水を行う水管理（落水管理）で、田面を酸化状態とし、出芽を促すの

が特徴である。そのため、湛水状態よりも苗立ち率が高くなり、その場合の播種量（乾枓）は、コシヒカリで4.5kg/10aが収量の面からも適當と考えられる。また、落水出芽により倒伏程度が軽減される傾向もある。

3) 効果的な除草体系

雑草問題は、直播栽培の安定化を妨げる重要な問題の一つである。サンバードが開発されて除草効果は以前よりも向上したが、苗立ちを安定させるために芽干しを行うと、体系防除を行っても十分な除草効果が得られないことがあった。しかし、最近では芽干しの代わりに播種後の落水管理が行われるようになってきた。本管理により、除草体系は、従来の「播種一湛水、サンバード粒剤一芽干し一一発剤」体系から、「播種一落水管理一出芽揃い後一発剤」を処理する体系へ簡略化できることが想定される。そこで、本体系に適した新たな除草体系を検討した結果、単剤処理ではサンウェルおよびキックバイのヒエ1.5葉期処理、体系処理ではサンウェルまたはキックバイ（ヒエ2葉期処理）とマメットSMの体系が最も有望と考えられる。

4) 倒伏軽減剤の効果

湛水直播では、田面が露出している箇所では種子が土中に埋没せず、転び倒伏が発生しやすい状態となる。種子根を土中に進入させ、幼植物を田面に定着させる方法として芽干しが行われているが、長期間の落水は鳥害を受ける恐れがある。そこで、移植栽培に使用されている倒伏軽減剤（ビビフルフロアブル）を湛水散播で使用したところ、本剤を出穂前に処理しすることで、倒伏程度を軽減することがでた。また、播種後落水管理により倒伏が軽減することが示唆されたため、「落水管理一倒伏軽減剤処理」の耕種・化学的手法の組み合わせにより、コシヒカリの湛水直播栽培で問題となる転び倒伏の発生はかなり抑制できると考えられる。

5) 側条施肥田植機を利用した良食味米の湛水条播栽培

土中に強制的に播種する方法では、散播で問題となる浮き苗、転び苗の問題は解決される。しかし、圃場の状態によっては播種深度が一定にならず、播種後の低温により出芽むらを生じることがある。また、この播種法には専用機が必要で、汎用性がないことも問題であった。これらの問題を解決するためには、表面近くに播種し、生育途中で稲が覆土されることが望ましく、この条件に適した播種法が作溝無覆土播種である。

本播種法では、作溝して溝の底部に播種するが覆土はしないため、表面播きと同様な出芽が得られ、入水を繰り返すうちに溝が自然崩落してイネが覆土されていく。当初、作溝機には、移植との汎用性を考え、施肥田植機の施肥部をそのまま使用したが、①播種前に落水して田面をかなり固めないと溝が形成されない、②溝が深くなるので播種後

の降雨により溝が崩れ出芽不良となる、等の問題が生じた。そこで、施肥部を使用せず、新たにメーカーで開発された作溝機（D S - 6）を取り付け、コシヒカリの直播栽培を検討した。

（1）播種に最適なほ場状態、作溝程度、および播種量

既に述べたが、作溝無覆土播種では溝を形成する都合上、播種前に落水して田面をある程度固める必要がある。施肥田植機（K式SPA-6AEAMGIF）に作溝機を装着して作無覆土播種を行う場合、本県のコシヒカリ条播栽培の目標苗立ち数100～130本/ m^2 を得るためにには、圃場の硬さは下げ振り深7～10cmが好適であり、柔らかいほ場では植え付け深さ調整ダイヤルにより作溝深を浅くする必要がある。この場合、播種量は4.5kg/10a(乾枓)で十分である。

（2）湛水散播との収量比較

作溝条播の稲は、湛水散播に比べ、初期の生育量はやや小さいが、最高分けつ期頃にはほぼ同程度になる。収量は条播、散播ともに同程度だが、条播では総枓数を確保しつつ倒伏を少なくすることができる。したがって、作溝無覆土播種はコシヒカリの湛直に適していると考えられる。

6) 水田用栽培管理ビークルを利用した良食味米の湛水条播栽培

水田用栽培管理ビークルは、圃場の大区画化に伴う高能率省作業を目的として開発された圃場内管理作業車で、作業機には、移植機、液状資材散布機、粒状資材散布機が用意され、最近、これらに加えて湛水直播機が開発された。

直播作業機は、散播と条播の2タイプ開発され、本県では条播機を取り上げた。播種は、従来の土中条播と同じく溝を切って覆土する方法だが、新技術として、①土壤硬度をセンサーで感知して、覆土板を自動制御し、覆土量を一定に保持、②フロートの剛性アップをはかり、田面追従性を向上、が組み込まれている。

試験の結果、出芽深は5～10mm程度に揃っており、種枓が一定の深さに播種されていることが確認できた。また、出芽数のばらつきが小さく均一であり転び苗、浮き苗が殆ど無く、苗の姿勢が非常に安定していることが確認された。

出芽が均一になれば、生育を制御しやすいし、苗立ちが少ない場所での雑草問題も解消できる。そして、何よりも見栄えが良いため、栽培者が生育初期から安心できることが、大きな長所である。そこで、条播機のコシヒカリ栽培適性を検討した。

本播種機による土中条播の収量は、作溝無覆土条播や散播とほぼ同程度で、移植比85～90%、最終的な倒伏程度は他の播種法と同程度だった。しかし、土中条播は倒伏の発生時期が遅く、転び倒伏は少ないと考えられた。したがって、本機は、作溝無覆土条播

よりもコシヒカリの栽培に適した播種機である。

3. 技術導入の手引き

1) ほ場の選定

- (1) 生育や管理作業が移植とずれるため、水管理が容易なほ場を選ぶ。
- (2) 河川や湖沼、森林付近のほ場では、カモやスズメによる食害の危険（下手すると全滅の恐れあり）があるので、そのような場所は極力避ける。

2) ほ場の準備・耕耘

- (1) 苗立ちを均一にするためには、落水したほ場に大きな水たまりや露出部がないことが重要。そのため、ほ場ができるだけ均平にする。
- (2) ほ場の高低差を修正するため、耕起前に土を移動させておく。
- (3) 耕起、荒代は移植栽培と同じだが、植代は水を少な目にして行い、わらが露出しないようにする。
- (4) 時期および回数については移植栽培に準じて行う。

3) 品種

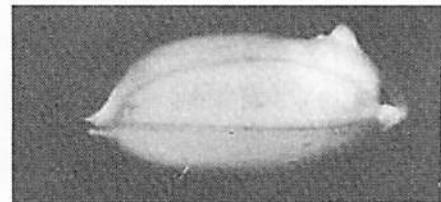
散播では転び型の倒伏が問題となるため、比較的倒伏に強い品種を使用する。しかし、倒伏軽減剤を使用すればコシヒカリの栽培も可能である。

また、条播栽培は散播よりも倒伏が軽いので、コシヒカリの栽培に適している。

	長 所	短 所
・コシヒカリ	良食味	耐倒伏性弱
・ひとめぼれ	良食味	耐倒伏性やや弱
・晴れすがた	耐冷性強	耐冷性やや弱
・月の光	耐倒伏性中	耐倒伏性極強 食味が劣る

4) 種子の準備

- (1) 種粒は発芽性の良い「採種圃産種子」を使用する。
- (2) 自家採種粒については、必ず規定の比重（比重1.13）で塩水選を行う。
- (3) 種子消毒は移植に準じて行う。
- (4) 催芽の程度をそろえるため、浸種は積算温度80～100°C（15°Cで7日間）を目標に行う。催芽の程度は、鳩胸程度（1mm前後）とする。



あまり伸ばしすぎないようにする。

(5) カルパーコーティング

①カルパーと水を少量ずつ交互に加えるのがポイント。一回当たりのカルパー投入量が多いとコーティング強度が低下し、水が多いと種子が互いに固着するので注意する。

②催芽糞が手に着かない程度まで十分に水を切ってから、作業を始める。

③水の噴霧は種子が落下拡散する位置に行う。

④カルパー投入終了後、仕上げ転がしを2分程度行うとペレット強度が安定する。

⑤根の生育促進のため、タチガレエース粉剤を（乾糞量の3%）加える。

⑥なるべく播種1~2日前に作業を行う。

⑦粉衣量は乾燥糞重の2

表-1 カルパー粉衣量と苗立ちおよび収量

倍が基本だが、同量で 也可能である（表-1）。	カルパー	立地	苗立数	玄米重	穂数	総糞数	倒伏程度
			本/m ²	kg/10a	本/m ²	粒/m ²	0(無)~5(甚)
⑧コーティングした種糞 はムシロ等の上に広げて	平成6年	1倍重	80	529	360	28,700	1.8
		2倍重	93	601	396	34,000	2.0
		無処理	44	584	327	31,300	1.5
平成7年	1倍重	104	515	356	24,600	1.0	
		2倍重	93	491	340	23,400	0.7
		無処理	48	501	289	23,100	0.5

陰干しし、粒同士が着かない程度まで乾燥すれば播種可能である。

⑨表面が白く乾燥したら網袋に入れ、風通しの良いところでムれないように保存する。

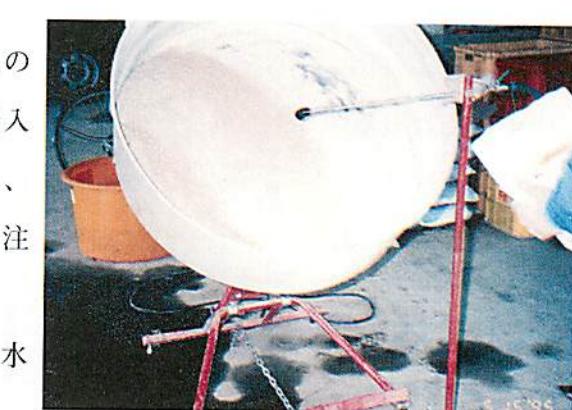
⑩コーティング種子の保存は3~4日が限度。計画的な作業を心がける。

5) 播種

(1) 播種時期…水温が低いと出芽率が低下するため、目標苗立ち率を80%とした場合の播種適期は5月上旬からとなり、このときの日平均気温は15°C、地温は17°C、水温は17°C程度。しかし、苗立ち率70%を目標とすれば、4月第6半旬（日平均気温14°C、地温16°C、水温16°C）から播種が可能である。

(2) 播種量と目標苗立ち数

種子は機械のロスを考えて、右表の2割り増し程度準備しておく。
播種量を多くすると苗立ち数が増



品種	播種量	目標苗立ち数
	乾糞kg/10a	本/m ²
ひとめぼれ	3.5	80~100
コシヒカリ	4.0	90~110

えるが、細程化
や徒長により倒
伏が多くなり収
量が低下するの
で注意する（図）。

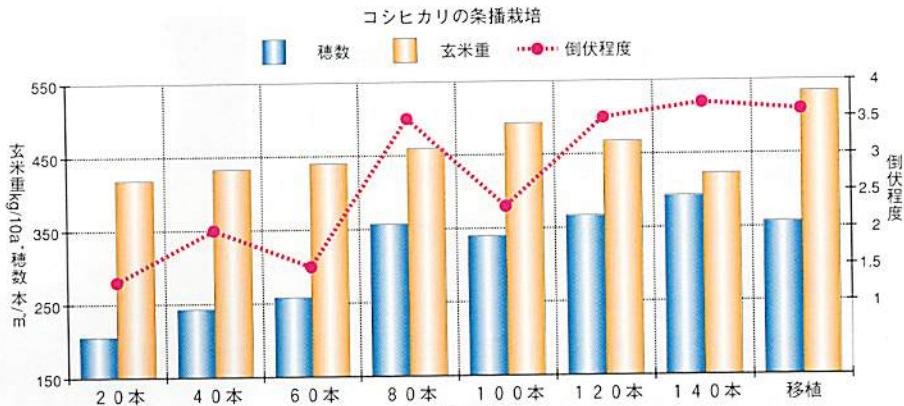


図 苗立ち数別の玄米重、穂数と倒伏程度(平成11年)

(3) 側条施肥田植機と直播アタッチメント利用（作溝無覆土）

①播種機の特徴

手持ちの側条施肥田植機直アタッチメントを取り付け。写真的側条施肥機ントを取り組める。



白い横棒が直播アタッチメント。ホッパに種糞を入れる。

作溝無覆土播種は覆土しないので、出芽率は覆土播種より高い。溝は、入水を繰り返すことで自然に崩れ、株元覆土される。

②作業の手順

A. 繰り出し量の設定

ア) 10a当たり播種量（乾糞）から一条

1m当たりの播種粒数を求める。

10a当たり播種量 X g / 10a (乾糞)

乾糞千粒重

Y g

播種量 kg/10a	ほ場内播種 粒数 (粒/m ²)	スリップ率 (%)	路上調整時 播種粒数 (粒/m ²)
3.5	41.2	5	39.1
4.0	47.0		44.7
4.5	52.9		50.3
5.0	58.8		55.9

品種：コシヒカリ 粒千粒重：25.5g
コーティング比：2.4

$$\begin{aligned} \text{一条 } 1\text{m当たり播種粒数} &= X \text{ g} / 10\text{a} \div 1,000 \text{ m}^2 \div Y \text{ g} \times 1,000 \text{ 粒} \\ &\quad \times 30\text{ cm} \div 100\text{ cm} \times (1 - \text{スリップ率}) \end{aligned}$$

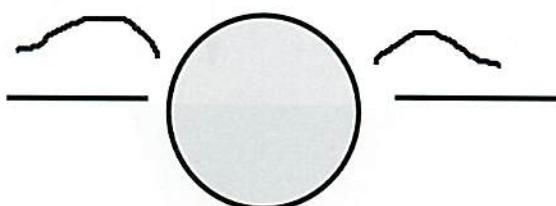
イ) 路上などで数m走行して、1m当たりの播種粒数がア)で求めた値になっているか確認する。

ウ) 落下量に過不足があれば、目標値にあうようダイヤルを調整する。ダイヤルは、移植では側条施肥の落下量を調整するが、本播種法では播種粒数の調整に使用する。

イ. 播種時の代の硬さ…苗立ち数確保のため、移植よりは硬めとする。高さ1mからの下げ振り深で7~10cm程度(表-3、4)。ゴルフボールを1mの高さから落としたときの露出高では0~1cm。



下げ振り深9cmのほ場で播種した状態。溝の形がしっかりしている。この状態であれば、苗立ちは良好。



ゴルフボールを1mから落とした場合はこの状態。

表-3 苗立ち調査(平成8年)

下振深 cm	フィットセン サ-NO.	苗立数 本/m ²	苗立率 %	出芽深 mm
4		97	54	0.2
7		117	65	3.2
10		87	49	7.4
1		98	55	4.1
4		105	59	3.4
7		97	54	3.4
播種量は乾粉4.5kg/10a				

表-4 苗立ち調査(平成9年)

下振深 cm	フィットセン サ-NO.	播種量 kg/10a	総苗数 本/m ²	苗立率 %	浮苗 率%	転苗数 本/m ²	転苗率 %	出芽深 mm
9			149	75	28	6	3	3.8
11			141	71	20	6	3	5.8
13			146	74	9	7	4	8.0
1			150	76	17	7	4	5.7
4			147	74	22	6	3	5.7
7			139	70	18	5	3	6.3
		4.5	135	75	20	6	3	—
		5.5	155	71	18	7	3	—

ウ. 落水時期…播種前日の夕方に落水して、溝が形成される程度まで田面を固める。

ほぼ完全に田面から水が無くなっている状態がベスト。



同じ条播でも、土中条播よりは硬い状態が播種に適している

エ. 作溝程度

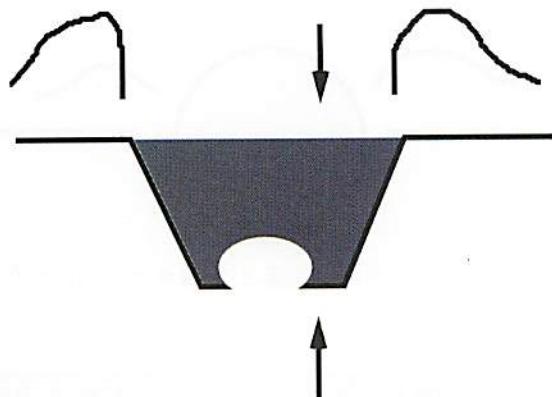
作溝程度は、移植部についている植え付け深さ調節レバーで大まかな調整を行い、田植機パネル上の植え付け深さ調節ダイヤル（フィットセンサダイヤル）で田面の硬軟に合わせて細かい調整を行う。

柔らかい場所ではダイヤルの目盛りを小さくして溝を浅く、硬い場所では目盛りを大きくして溝を深くすることで、苗立ちを確保できる（表-3、4）。

下げる深さ	フィットセンサダイヤル
7cm	1~7
10cm	1~4



柔らかい状態で溝を深くすると、このように溝が崩れて埋もれてしまう。これでは、良好な発芽は望めない。

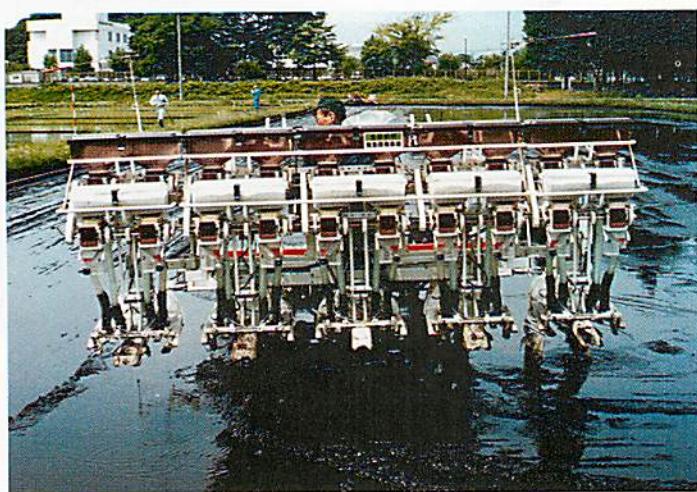


溝の断面図。底部に種糲が見える。深さは1.5~2cm程度が目標。

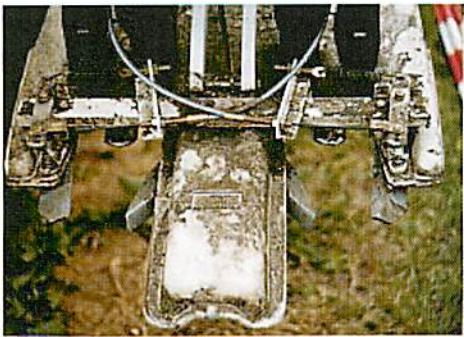
溝の深さは1.5~2cm程度を目標にするが、代が軟らかい場合は、糲が完全に埋まらず、溝の底に糲が見える深さとする。

（4）高精度湛水直播機による土中条播播種法

①播種機の特徴



条播機（10条播種）を装着したビルクル。条間は30cm。本作業機は側条施肥もできる。土壤硬度センサーと連動した可動式覆土板を持ち、田面の硬軟にあわせて覆土量を自動調整できる。



これが覆土板。軟らかいところでは外側に開き覆土量が少くなり、硬いところでは内側に動いて覆土量を多くする



しっかりと土中出芽している。

本播種機は作溝無覆土播種機より、出芽深のばらつきも小さく、種粒が一定の深さに播種される。また、試作機は出芽数のばらつきが小さく、均一な出芽が得られる（表-3）。

表-5 作溝無覆土播種との出芽比較

		出芽数 本/m ²	S.D. 本/m ²	出芽率 %	出芽種子 露出率%	出芽深 mm	S.D. mm	出芽深5~ 10mm率 %
平成9年	土中条播	133	20	62	1.0	11.3	4.9	89
	作溝条播	154	73	70	—	5.3	6.0	66
平成10年	土中条播	146	22	74	25.1	7.0	4.8	63
	作溝条播	126	26	60	26.8	6.5	6.9	40

注) 土中条播は高精度湛水直播機、作溝条播は作溝無覆土播種機(DS-6)

②作業の手順

ア. 繰り出し量の設定は作溝無覆土播種に準じて行う。

イ. 播種時の代の硬さ…苗立ち数確保のため、移植よりは若干硬めとするが、作溝無覆土播種よりは柔らかめが適當である。高さ1mからの下げ振り深で10~11cm程度。ゴルフボールを1mの高さから落としたときの露出高では土0cm。

この程度を目安に。硬すぎると上手く覆土されない。田面が乾いてしまったら、水を走らせてから播種する。



ウ. 落水時期…当日の朝または播種直前に落水して、表面水が若干残っている程度で播種する。

6) 施肥（基肥・穗肥）

(1) 基肥窒素量…倒伏を少なくするため、移植栽培の3分の2程度まで減肥して、過剰分げつを抑え、細程化を防ぐ（図-2）。

(2) 分げつ肥…苗立ち数が60本/m²以下の時は、

3~5葉期に窒素成分で1~2kg/10a程度追肥をする。

表-6 肥培管理モデル

品種	窒素量kg/10a			施肥時期
	基肥	穗肥	出穗前	
ひとめぼれ	2~3(4)	4(4)	15(20)	
コシヒカリ	1~2(3)	4(4)	10(15)	

()は移植栽培

穗肥には一発穗肥を使用

(3) 穂肥…穗肥時期は、移植より5日程度遅らせるが、量は同量として登熟向上を図る(図-3)。直播では移植より総穂数を少なくして、登熟歩合、千粒重で収量を確保するため、穗肥が不足すると収量が低下するおそれがある。

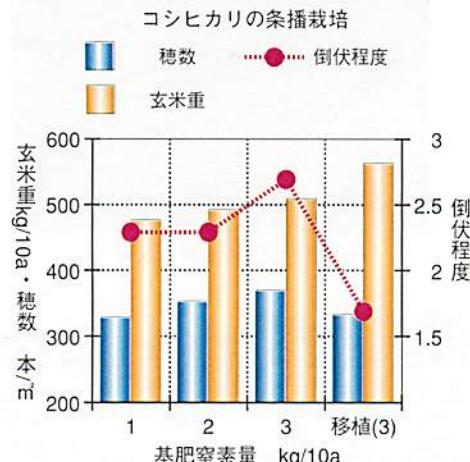


図-2 基肥窒素別の玄米重、穂数と倒伏程度

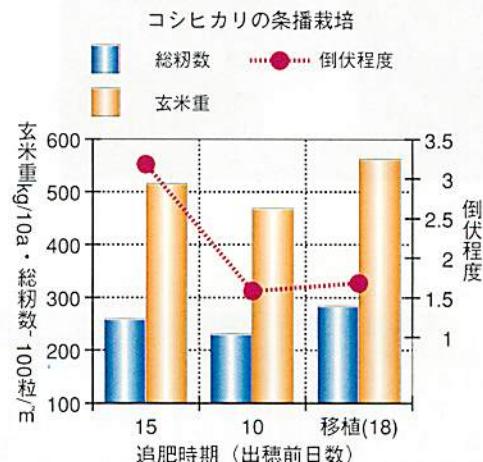


図-3 追肥時期別の玄米重、総穂数と倒伏程度

7) 水管理

【出芽までの管理～落水管理～】

播種後は田面に軽くひびが入る程度まで落水し、出芽揃期まで（7～10日程度）走り水を行う。田面を酸化状態とすることで出芽を促すため、湛水状態よりも苗立ち率が高くなり、倒伏程度が軽減される傾向もある（表-7）。

表-7 水管理と苗立ちおよび収量

年次	品種	水管理	播種量 kg/10a	苗立数 本/m ²	苗立率 %	玄米重 kg/10a	穂数 本/m ²	倒伏程度 0(無)～5(甚)	稈長 cm	穗長 cm
平成8年	コシヒカリ	浅水継続	4.5	29	16	456	227	2.3	90	19.0
		落水管理		54	30	572	321	2.2	86	18.2
平成9年	ひとめぼれ	浅水継続	3.5	79	59	548	427	3.3	90	18.4
		落水管理	4.5	84	50	513	434	3.7	91	18.1
	コシヒカリ	落水管理	3.5	89	66	587	424	1.0	89	18.2
			4.5	109	64	577	430	1.3	87	18.2
		落水管理	4.5	102	57	523	368	3.0	88	18.3
			5.5	155	70	560	416	3.7	90	18.4

注) 播種後2日程度自然落水、その後の水管理を浅水継続または落水管理とした

(1) 播種後はすぐ入水せず、田面にほぼ水が無くなり、部分的にひびが割れるまでは入水せず、落水出芽とする。



播种时表面水残っている。

表面水を均一になくすために
は、ほ場の均平が最も重要！

(2) 作土が浅く、礫質土壤のほ場で、田面のひび割れが大きくなる恐れがある場合は走り水等で水分を補う。これを出芽が揃うまで繰り返す。

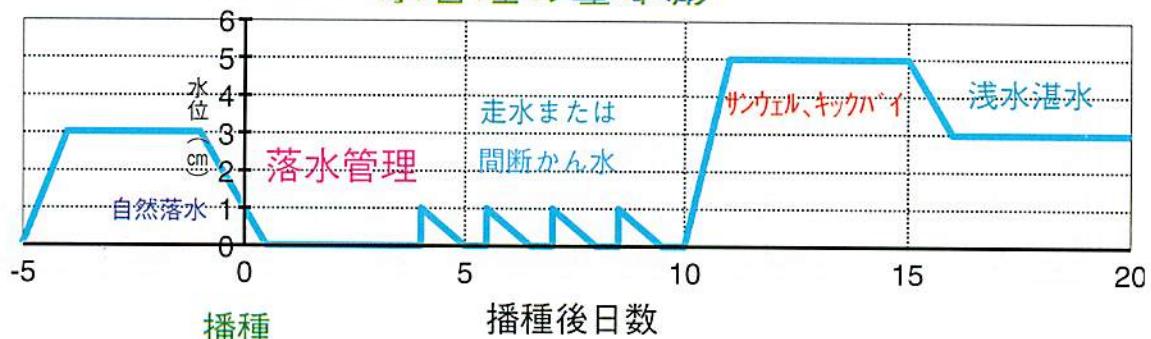


自然落水後のほ場。表面水はほぼなくなっている。



田面のヒビが大きくなつたため、走水を行い、再度自然落水している状態。

水管理の基本形



特に、表層散播や土中条播の場合は、播種後の落水管理により苗立ち率の向上が望めるので、落水出芽法をぜひ実施したい！

出芽完了



土中条播ほ場



散播ほ場

【入水後の管理】

- (3) 出芽が完了したら（播種後7～10日頃）、入水して除草剤を散布し、その後は移植と同様の管理とするが、苗立ち数が少ない場合を除き、間断かん水に入る時期は移植より早め（播種後30日頃）として、過剰分けつを防ぐ。
- (4) イネ9葉期前後（5月中旬播種で7月中旬）から強い中干し（7～10日程度）を行い、葉色を3.0程度まで落として、追肥できる状態にする。



播種後30日頃の生育



追肥前の葉色はかなり淡い

生育は、水管理（間断かん水に入る時期、中干し）と
肥培管理（初期追肥、穂肥時期及び量）により制御する。

8) 雜草防除

- (1) 出芽が完了したら（播種後7～10日頃、イネ0.5葉期以降、ヒエ2葉期まで）、入水してサンウェル1キロ粒剤またはキックバイ1キロ粒剤を散布する。その後の水管理は移植栽培に準ずる。
- (2) 播種後25～30日後に残草が多い場合は、マメットSM粒剤との体系防除を行う。それでも、雑草（特にヒエ）が残っている場合は、クリンチャー剤で対処する。

上記の体系で防除したほ場。

雑草はほとんど見られない



雑草防除の基本

サンウェル1キロ粒剤 + マメットSM粒剤 + クリンチャー剤

9) 鳥害防止対策

カモ、スズメ、ハト等による鳥害が懸念される場合は、防鳥用糸またはテープによる簡単な防除を行う。その他、防鳥機、カカシ、回転看板、等も活用する。

また、水管理により鳥害を回避する方法もある。

(1) カラス、ハト、スズメの鳥害が懸念される場合は、初期落水期間を短くし、その後は水深1~2cm程度の浅水管理として田面が露出しないよう注意する。

(2) カモ害が懸念される場合は、深水を避け、落水管理または水深1~2cm程度の浅水管理を行う。

10) 病害虫防除

特に病害、虫害を受けやすいわけではないので、移植栽培に準じた防除を行う。

(1) いもち病の発生に注意し、粒剤による予防と適期防除を行う。

(2) 直播は過繁茂になりやすいので、紋枯病の進展に注意し、防除を徹底する。

(3) イネミズゾウムシの発生が多い場合は、合成ピレスロイド剤などの水面施用を行う。

直播ではイネが小さいときから食害を受けることになるので、適期防除を心がける。

左：イネトロオイムシによる被害
右：イネミズゾウムシによる被害



(4) カメムシ類、アザミウマ類などの加害による変色米の発生を防止する。

11) 収穫

刈り取り適期は、帶緑色粉率で判断するが、移植より生育ムラが発生しやすいので、総合的に判断する。

コシヒカリ・ひとめぼれ	3~5%
晴れすがた・月の光	5%
星の光・キヌヒカリ	10%

12) 注意点

(1) 穂肥は生育量を見ながら施用する。生育量が多い（最高分けつ期の茎数が1000本/m²程度）場合は、穂肥時期を出穗期～穗揃い期まで遅らせ、施肥窒素量も少なくてする（N：1~2kg/10a）。

(2) コシヒカリの場合は倒伏しやすいので、必要に応じて倒伏軽減剤を使用する。これにより、倒伏が少なくなり、減収が防げる（表-8）。



コシヒカリの表層散播に倒伏軽減剤(ヒビ・フルフロアブル)を散布。

左:無処理区
右:処理区

表-8 倒伏軽減剤の効果(平成9年)

	総穂数 ×100粒/m ²	千粒重 g	収量 kg/10a	倒伏 程度
処理区	302	22.3	577	2.3
無処理区	277	21.9	523	3.0

倒伏程度は0(無)~5(甚)

1.3 収量及び生育の目標値(暫定値)

適応品種名	コシヒカリ	ひとめぼれ
播種法	条播	散播
目標収量 (kg/10a)	480~500	510~540
穂千粒重 (g)	25.0	26.0
玄米千粒重 (g)	22.0	22.0~22.5
一穂穂数	80~83	72~76
登熟歩合 (%)	80	85
穂数 (本/m ²)	340~370	350~400
総穂数 (粒/m ²)	27,000~30,000	25,000~30,000
幼穂形成期の茎数(本/m ²)	500~550	460~500
苗立本数 (本/m ²)	90~110	80~100
稈長 (cm)	90.0	75~80
播種量 (kg/10a)	4.5	3.5
播種適期	5月上旬	4月下旬~5月中旬

III-2 湛水直播栽培技術導入の手引き（経営評価）

稻作においては、今後の省力化技術として期待される湛水直播栽培技術がほぼ確立され、現在、普及段階に入りつつある。技術移転を速やかに進めるには、当該技術が経営内に導入された場合の評価も重要である。そこで、本稿では汎用管理機（散播）並びに側条施肥田植機アタッチメント（条播）による直播体系を経営に導入した場合の経営規模と所得について、線形計画法を用いて経営モデルを試算した。

1. 汎用管理機による直播の経済性

10a当たりの労働時間は慣行が10.8時間であるのに対して直播は7.8時間となり、約28%の短縮になる。内訳をみると、カルバーコーティングが0.45時間増加するものの、育苗や補植の省略で2.18時間減少するほか、直播作業時間は移植時間の半分の0.22時間で済むなど、これらの作業が労働時間の軽減に結びついている（図-4）。

10a当たりの生産費は、直播が70,789円であるのに対して慣行は79,963円で13%の低減になる。とりわけ労働時間短縮に伴う労働費11,985円（慣行比63%）が生産費低減の大きな要因になっている（図-5）。

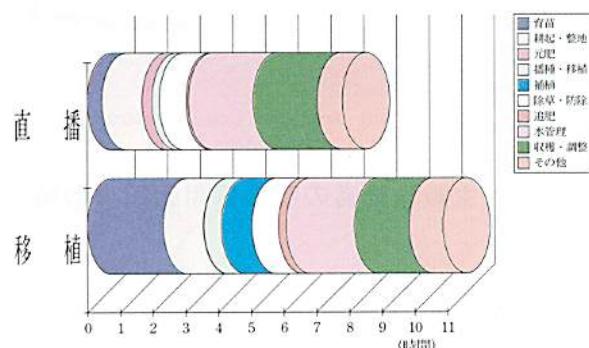


図-4 労働時間の比較

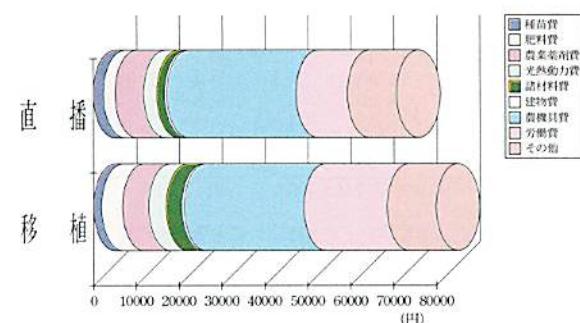


図-5 生産費の比較

2. 試算結果

1) 制約条件

モデルの基礎データは、水田面積16haの主穀作経営と水田面積1.2haの水稻複合経営（イチゴ）の作業日誌及び実測、聞き取りにより得られたデータを用いた。その際の制約条件として、労働力は主穀作経営が2名、複合経営では3名、機械体系は双方とも中型機械体系である。また1日当たりの労働時間は9時間以下で週1日を休日とする。

2) 汎用管理機体系の場合

(1) 主穀作経営

汎用管理機体系による最大作付面積は24.8haで、うち水稻は、移植コシヒカリ6.9ha、

移植ひとめぼれ2ha、直播ひとめぼれが5.7haとなった。同様に、水田面積を拡大しない場合での最適な作付計画を求めたところ、麦、大豆の作付けが減少し、代わって移植コシヒカリが7.7ha（143.1%）に拡大するなど作付品種の構成に変化が見られる。これは、直播導入によって春作業の省力化が進み、余剰労力を移植コシヒカリに振向けられるためである。また、慣行体系でみられた日本晴は選択されなくなる。直播導入には単に面積の拡大だけでなく、作期分散のために採用せざるを得なかった5類の品種を市場性のある1類、2類品種への代替が可能になる。

収益性について見ると、粗収益は直播を導入しても慣行体系を下回ることはない。直播単独では単収減により粗収益も減少するが、移植に直播を組合わせて育苗と移植作業で軽減された労力を良質米の移植作業に投入でき、直播の減収を補って粗収益を維持できることを示している。

しかし、所得が4%減少したのは、新たな機械投資が物財費や労働費低減分を相殺する

表一 9 主穀作経営の収益性と作付面積（散播）

項目	慣行体系	汎用管理機体系	
		水田面積変化無し	最大水田面積
水田面積（a）	1,600	1,600 (100.0)	1,971 (123.1)
作付面積（a）	2,052	1,882 (91.7)	2,480 (120.8)
移植（コシヒカリ）	528	756 (143.1)	693 (131.2)
～（ひとめぼれ）	498	0 (0.0)	201 (40.3)
～（日本晴）	116	0 (0.0)	0 (0.0)
直播（ひとめぼれ）	—	562 —	568 —
～（大豆【不耕起大豆】）	455	282 (61.9)	509 (111.8)
～（麦【不耕起麦】）	455	282 (61.9)	509 (111.8)
粗収益（千円）	26,286	26,301 (100.1)	31,871 (121.2)
固定費（千円）	8,357	9,057 (108.3)	9,057 (108.3)
変動費（千円）	5,039	4,845 (96.1)	6,415 (127.2)
所 得（千円）	12,889	12,398 (96.1)	16,398 (127.2)
1人労働時間	923	841 (91.1)	1,012 (109.6)

注1. () 内の数字は現状を100とした場合の比率

2. 労働力は2名とする

3. 労働時間は農繁期が1日9時間、農閑期が8時間

　　でかつ週休1日とする

4. 麦は大豆の跡作とする

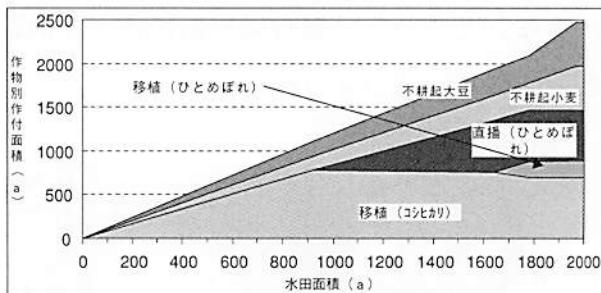
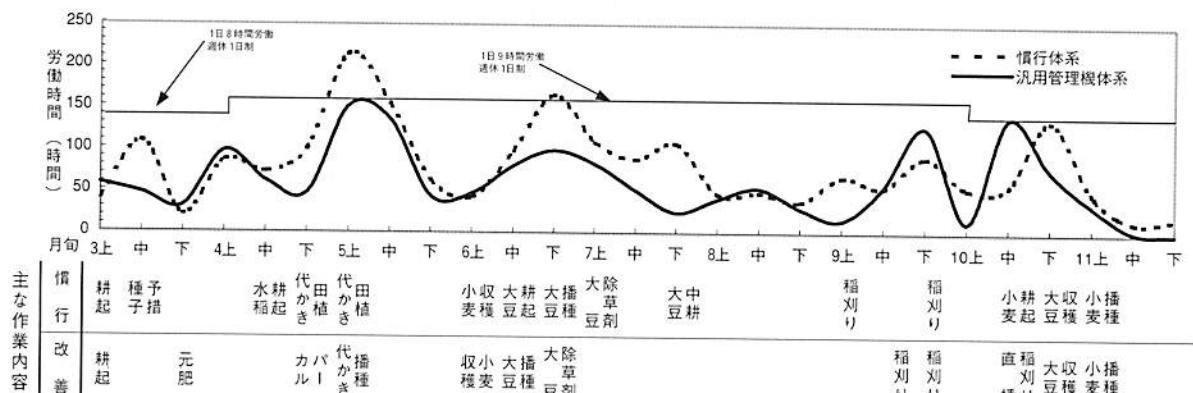


図-6 主穀作経営の直播採用面積（散播）

ためであり、規模拡大または固定費の低減が行われなければ導入効果は低下する。なお、規模拡大が可能とした場合の最大所得は1,640万円（127%）にまで増加する（表-9）。一方、直播が採用される経営規模は主穀作経営の場合が9.2haからであり、最大5.7haの作付けが可能である（図-6）。

汎用管理機体系の旬別労働時間を示すと図-7のようになる。点線が慣行体系16haの労働時間（実績）の曲線であり、実線が汎用管理機体系の最大作付時25haの労働時間（試算）の曲線である。直播の導入によって春作業の省力化が明確に現れている。3月中旬の床土準備及び育苗ハウス作り、4月下旬から5月上旬の移植作業で特に時間短縮が進んでいる25haの経営規模までなら労働力2人、労働時間9時間以下で週休1日の労働条件及び中

型機械体系のままでも無理なく規模拡大が可能になる。



- 注)
1. 慣行体系の労働時間は作業日誌より実績を転記、汎用管理機体系の労働時間は試算である
2. 旬別の労働時間は労働力2名の合計である
3. 図表中の横線は旬別労働時間の上限である

図-7 主穀作経営の旬別労働時間の比較

(2) 水稲複合（イチゴ）経営

経営規模1.2haのイチゴ経営では、水田面積が現状のまま汎用管理機体系を導入すると水稲のうち移植全てが直播に入れ替わりイチゴの作付面積が1割拡大する。直播で軽減された労力は収益性の高いイチゴに投入され、所得は1,123万円（108.3%）に増加し、所得向上と周年就業の確保など経営改善に寄与している。

一方、作付面積の限界は9.3ha、所得は1,732万円（167%）に増加する（表-2）。なお、直播が経営に採用されるのは経営当初からであり、最大5haの直播による作付けが可能となる（図-8）。

表-10 複合経営の収益性と作付面積（散播）

項目	慣行体系	汎用管理機体系	
		水田面積変化無し	最大水田面積
水田面積（a）	120	120 (100.0)	933 (77.5)
作付面積（a）	120	120 (100.0)	933 (77.5)
移植（コシヒカリ）	84	0 (0.0)	154 (183.3)
内 直播（ひとめぼれ）	—	84	500
外 イチゴ	23	26 (113.0)	23 (100.0)
調整水田	13	10 (76.9)	256 (1969.2)
粗収益（千円）	14,236	15,669 (110.0)	23,074 (162.0)
固定費（千円）	1,983	2,397 (120.8)	2,613 (131.7)
変動費（千円）	1,888	2,038 (107.9)	3,145 (166.5)
所得（千円）	10,365	11,234 (108.3)	17,316 (167.0)
1人労働時間	1,493	1,620 (108.5)	1,670 (111.8)

- 注)
1. () 内の数字は現状を100とした場合の比率
2. 労働力は3名とする
3. 労働時間は農繁期が1日9時間、農閑期が8時間
でかつ週休1日とする

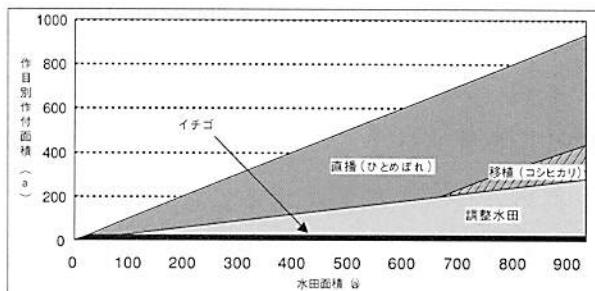


図-8 複合経営の直播採用面積（散播）

3) 側条施肥田植機直播アタッチメント体系の場合（主穀作経営）

側条施肥田植機を利用した直播アタッチメント体系（条播）による主穀作経営の最大作付面積は22.7haで、うち水稻は、移植10ha、直播2haと試算され、慣行との比較では横這いになっている。これは、直播アタッチメント体系は、直播作業を側条施肥田植機で行っているため播種時間の大幅な短縮が難しく、規模拡大に結びつけられるだけの余剰時間が発生しないた

めである。

収益性をみると、直播アタッチメント体系では水田面積が現状のままだと粗収益に減少がみられる。これは、新たに水稻面積の拡大につながらなかったことや播種機への新規投資が必要であり、経営の安定には経営規模の拡大が不可欠になる。経営規模を最大にした場合の粗収益は2,780万円、所得は1,395万円で慣行体系に比べ8%の増加になる（表-11）。

なお、直播が経営に採用される規模は13.5haからとなる（図-9）。

表-11 主穀作経営の収益性と作付面積（条播）

項目	慣行体系	側条施肥田植機直播アタッチメント体系	
		水田面積変化無し	最大水田面積
水田面積（a）	1,600	1,600 (100.0)	1,753 (109.5)
作付面積（a）	2,052	1,963 (95.6)	2,273 (110.7)
移植（コシヒカリ）	528	529 (100.1)	529 (100.1)
～（ひとめぼれ）	498	506 (100.1)	506 (100.1)
～（日本晴）	116	0 (0.0)	0 (0.0)
直播（ひとめぼれ）	—	198 —	198 —
大豆【不耕起大豆】	455	365 (80.2)	520 (114.2)
麦【不耕起麦】	455	365 (80.2)	520 (114.2)
粗収益（千円）	26,286	25,753 (97.9)	27,801 (105.7)
固定費（千円）	8,357	8,424 (100.8)	8,424 (100.8)
変動費（千円）	5,039	4,814 (95.5)	5,419 (107.5)
所得（千円）	12,889	12,515 (97.1)	13,958 (108.3)
1人労働時間	923	879 (95.2)	943 (102.1)

注1.（ ）内の数字は現状を100とした場合の比率

2. 労働力は2名とする

3. 労働時間は農繁期が1日9時間、農閑期が8時間

でかつ週休1日とする

4. 麦は大豆の跡作とする

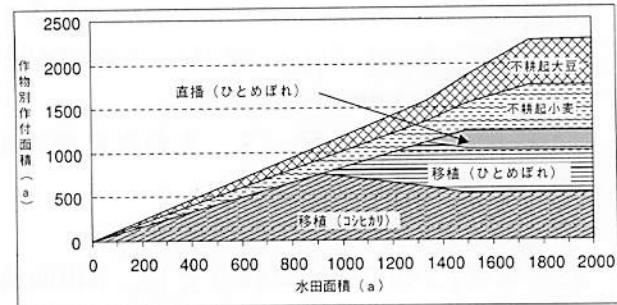


図-9 主穀作経営の直播採用面積（条播）

3. 直播の導入効果

直播の導入効果を示すと図-10のようになる。生育期間の延長に伴い10日前後収穫期間の拡幅につながり、春作業のみでなく秋作業でも労働競合の分散が図れる。また、労働時間の短縮や機械の操業度向上によるコスト低減、育苗作業の省略による軽作業化や少人数化が可能になるほか、余剰労働力を規模拡大や複合化に振向けやすくなる。

主穀作部門の拡大指向農家は、経営規模が9.2ha以上では適正な労働配分の観点から直播技術を導入することが望ましい。また、転作は麦一大豆の拡大で汎用管理機等の稼働率を高め、コスト削減をすることである。

複合経営の拡充指向農家では、水稻の育苗作業を省略することで複合部門の規模拡大のほか品質向上や収穫期間の延長の効果がある。特にいちごでは導入効果が高い。

直播の経営内導入に際しては単収減のみに目が奪われがちだが、短縮された労働時間を市場優位品種の作付拡大や複合部門の拡充を行うことで単収減を補い総所得の増大が可能となる。

効率的・快適な 稲作経営

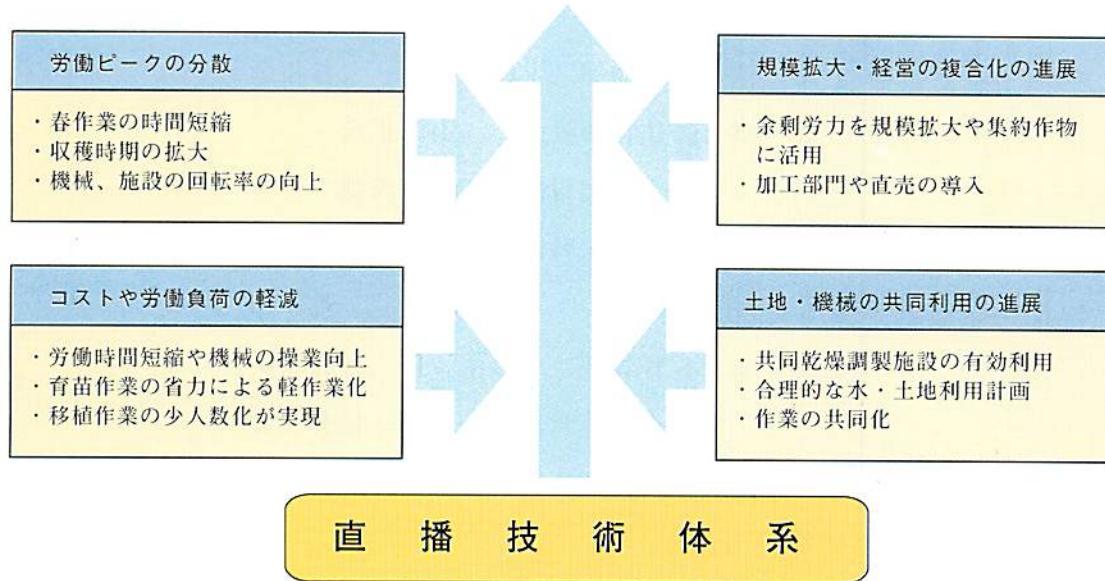


図-10 直播の導入効果

執筆者

I 章 作物部 主任研究員 大谷和彦
II 章 作物部長 山口正篤
 土壤肥料部長 岩崎秀穂
 土壤肥料部 主任研究員 鈴木 聰、亀和田國彦
 主任 森 聖二
III 章 作物部 主任 薄井雅夫
 企画経営部 技師 松井 丈

研究担当者

福島敏和、星 一好、菊池清人、佐藤圭一、松永純子
柴田和幸、手塚俊介、佐藤文政
斎藤浩一、斎藤一治、石井康夫

研究補助者

高橋憲一、大根田悟、増渕清一、若槻 淳
高崎恭子、大貫 悟
富岡聖悟、大森 進、高嶋一三、篠江一弘
福田玲子、矢古宇トシ子、中村タイ、若林君江、石原里子
菅原タカ子、福田マチ子、鷹觜京子、半田ノリ子
池田明美、大田原京子、岡本かつい、藤田綾子

研究支援者（現地試験担当者）

豊田敵克（芳賀町）、鈴木 穎、林 常夫（宇都宮市）
宇賀持正紀（南河内町）古郡康雄（高根沢町）
篠原幸雄（佐野市）、黒崎芳博、斎藤惣一（芳賀町）

