

不耕起田植機の性能と濁水発生軽減効果

中橋富久・山下勝男・大橋恭一

Performance of Rice Transplanter Used for No-till Fields and its Reductive Effects of Muddy Water

Tomihisa NAKAHASHI, Katsuo YAMASHITA
and Kyoichi OHASHI

不耕起田植機は耕起、代かき作業を省略でき、低コスト稲作さらには濁水発生軽減にも有効と考えられるため、これを利用した不耕起移植栽培を実施し、主に移植作業性能および田面水の水質等について検討した。

移植精度は冬雑草を除草剤処理した区では、欠株率、植付姿勢とも慣行移植よりやや劣ったが、除草作業として水田ハローによる浅耕を行った区では、慣行並みかそれを上回った。

移植までの延圃場内労働時間は、乗用管理機を利用した除草剤散布または水田ハロー浅耕により冬雑草処理作業を能率的に行うことによって、2.36~2.40h/10aとなり、耕起、代かき、移植を含めた慣行移植の3.74h/10aに比べて、36~37%の省力となった。

また、不耕起移植によって、代かきによる濁水の発生がなくなり、移植直後およびその後の田面水の懸濁物質濃度は慣行移植より大幅に低下し、透視度も高くなり、田面水の流出による河川の汚濁は極めて少なくなると考えられた。しかし、同時施用のペースト肥料の溶出によるとみられる田面水中の全窒素濃度の上昇がみられ、水質および肥効への影響が懸念された。

水稻生育経過については、不耕起移植水稻は初期の葉色が淡く、草丈・茎数とも抑制気味に推移したが、後期は葉色が持続し、有効茎歩合も高く、秋まさり的な生育を示した。しかし、収量は慣行移植に比べて4~8%の減となった。

今後、移植・施肥精度向上のための不耕起田植機の改良およびこの栽培法に適した施肥体系の確立が必要である。

1. 緒 言

厳しい農業情勢から、水稻栽培の省力・低コスト化が緊急の課題となっており、従来の移植栽培体系に代わる乾田直播栽培や大区画圃場造成等への期待が高まっている。しかし、前者については、気象、土壌条件による耕起、播種作業の困難性や出芽、苗立ち、収量の不安定性、後者については、圃場均平作業法や圃場内管理作業の快適化等、解決すべき問題が残されている。

一方、近年代かき時に発生する濁水が田植前落水時または降雨時等に流出し、河川、琵琶湖の水質および景観保全上問題となっている³⁾。

以上のようなことから、当面の対応としてより省力的でかつ濁水発生を軽減できる新しい水稻移植栽培体

系の確立が望まれている。最近開発された不耕起田植機は、耕起・代かきを省略した不耕起田に直接移植できることから、上記の要望に対して有効な技術と思われる。

不耕起田植機は、1989年頃、秋田県や千葉県の篤農家の間で、主に低湿重粘地における移植作業の簡易化と転作の容易化のために考案された。その後、機械メーカーによって製品化され、数県で試験が行われている^{4,5)}。

本稿では、不耕起田植機の本県の圃場条件における移植作業性能、移植前の効果的な除草法および濁水発生軽減効果等について1991および1992年に検討した結果を報告する。

2. 試験方法

2.1 供試圃場の概要

場所：蒲生郡安土町 滋賀農試内圃場
 区画：長辺 80m、短辺 22.5m (面積18a)
 土壌型：中粗粒グライ土 (八幡統)、作土の土性
 CL
 前歴：水稻稚苗移植 (1988~1990年)

2.2 供試水稻品種および栽培法

品種：日本晴
 栽培法：早植稚苗移植

2.3 試験区の構成と施肥量

不耕起田植機を用いた「不耕起区」と従来の田植機により代かき後田植を行う「慣行区」に分け、さらに1992年には「不耕起区」を移植前の冬雑草処理法により、除草剤散布区 (No.1) と浅耕区 (No.2) に分けた。また施肥量については、慣行区は県稲作指導指針の側条施肥栽培基準に準じた⁵⁾が、不耕起区においては、1991年は穂肥を半量ずつ2回分施とし、1992年はNo.1では慣行と同等、No.2では穂肥を緩効性肥料で50%増量とした。試験区の構成を表1に、施肥量を表2および3に示す。

表1 試験区の構成

年次	試験区	移植法	冬雑草処理法	施肥量
1991	不耕起区	不耕起移植	ラウンドアップ液剤200倍液を散布	(表2)
	慣行区	慣行移植	—	
1992	不耕起区No.1	不耕起移植	ラウンドアップ液剤200倍液を散布	(表3)
	" No.2	"	水田ハローで浅耕	
	慣行区	慣行移植	—	

表2 施肥量(1991年) (Nkg/10a)

試験区	基肥	穂肥①	穂肥②	総窒素量
不耕起区	3.94(4)*	2.0(2)**	2.0(2)**	7.94(8)
月/日	5/22	7/25	8/1	
慣行区	3.94(4)*	4.0(4)**		7.94(8)
月/日	5/22	7/22		

注) (1) 使用肥料 * ベースト1号(12-12-12)
 ** NKC-12号(16-0-20)
 (2) ()内は計画施肥量を示す。

表3 施肥量(1992年) (Nkg/10a)

試験区	基肥	穂肥	総窒素量
不耕起区No.1	3.6(4)*	4.0(4)***	7.6(8)
" No.2	3.6(4)*	6.0(6)****	9.6(10)
月/日	5/8	7/22	
慣行区	3.6(4)**	4.0(4)***	7.6(8)
月/日	5/8	7/22	

注) (1) 使用肥料 * ベースト1号(12-12-12)
 ** 塩化磷安1号(14-14-14)
 *** NKC-12号(16-0-20)
 **** セラコートCKS606(16-0-16)
 (2) ()内は計画施肥量を示す。

2.4 作業方法および使用機械 (移植まで)

2.4.1 作業方法

1) 1991年

不耕起区：(前作水稻コンバイン収穫、稲わら散布)
 →除草剤散布4月26日および5月9日→入水5月21日
 →不耕起移植5月22日

慣行区：(前作水稻同上)→耕起4月12日→代かき
 5月18日→慣行移植5月22日

2) 1992年

不耕起区No.1：(前作水稻同上)→除草剤散布4月
 15日→入水5月6日→不耕起移植5月8日

不耕起区No.2：(前作水稻同上)→浅耕4月14日→
 入水5月6日→不耕起移植5月8日

慣行区：(前作水稻同上)→耕起2月10日および4
 月27日→代かき5月6日→慣行移植5月8日

2.4.2 使用機械

1) 不耕起区

除草剤散布

1991年：背負式無圧散布機

1992年：乗用管理機 (乗用4条田植機を当场で改造
 したもの、散布幅2.4m)

浅耕 トラクタ (23ps) + 水田ハロー (耕幅2.2m)

移植 不耕起田植機（乗用6条、ペースト肥料施肥機付、M社製）

2) 慣行区

耕起 トラクタ（23ps）＋ロータリ（耕幅1.4m）

代かき トラクタ（23ps）＋水田ハロー（耕幅2.2m）

移植

1991年：田植機（乗用5条、ペースト肥料施肥機付）

1992年：田植機（乗用5条、粒状肥料施肥機付）

2.5 調査項目および方法

1) 移植精度

移植直後に欠株率、植付姿勢およびスリップ率等を常法により測定した。

2) 作業能率

耕起から移植までの各作業毎に、作業機の作業幅、作業時間、作業回数、人員および延圃場内労働時間等を測定した。

3) 田面水質

田面水を代かき後および移植後に圃場の周辺から無作為に採水し、懸濁物質（SS）濃度、透視度および全窒素（T-N）濃度を測定した。分析方法は、SSについてはJISK0102、T-N濃度については環境庁告示第59号によった。

4) 平均降下浸透量

N型減水深測定器を1試験区につき2カ所設置し、移植後および中干後に1日当たり降下浸透量を10～14日測定し、平均値を算出した。

5) 水稻の生育収量

草丈、茎数の推移および精玄米収量等を常法により調査した。葉色については、展開第2葉をミノルタ葉緑素計（SPAD502）で測定した。

3. 結果および考察

3.1 不耕起田植機の構造概要と改良点

3.1.1 構造概要（1991年供試機）

不耕起田植機の構造を図1に、その移植状況模式図を図2に示す。不耕起移植では田面に前作物の残渣や枯死雑草があり、さらに土壌表面は固く植付爪が入りにくいため、不耕起田植機は通常の田植機（乗用6条ペースト肥料施肥田植機）の植付爪の前方に溝切り用ディスク（作溝用カッター）を取り付け、溝を切ってから植付けるように改造されている。作溝用カッターは直径25cmの鉄板製で、円周は鋸刃状を呈し、刃の

そりによって幅10～15mm、深さ5cmの作溝が可能である。また、植付爪駆動ギヤ部から動力を取り出して強制回転（正転・逆転）に、動力を断って自転にすることが可能である。

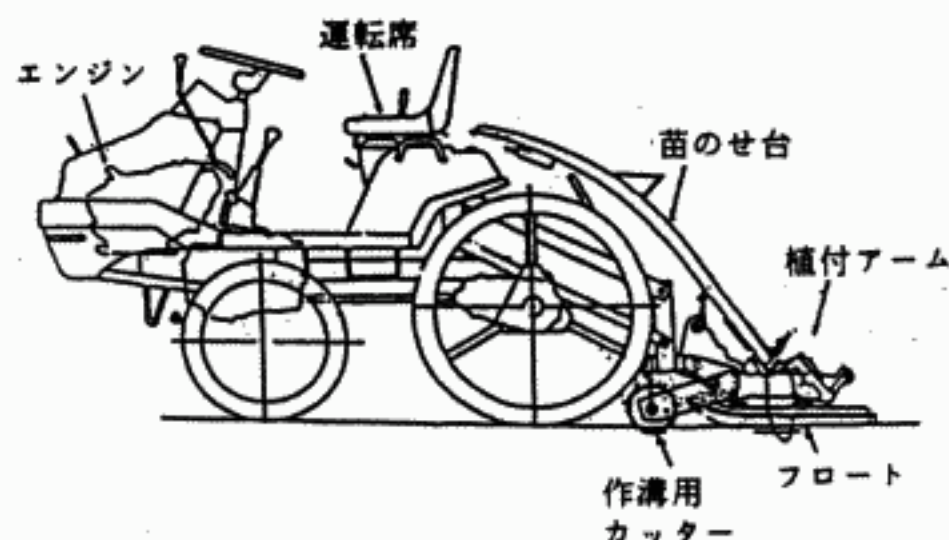


図1 不耕起田植機の構造

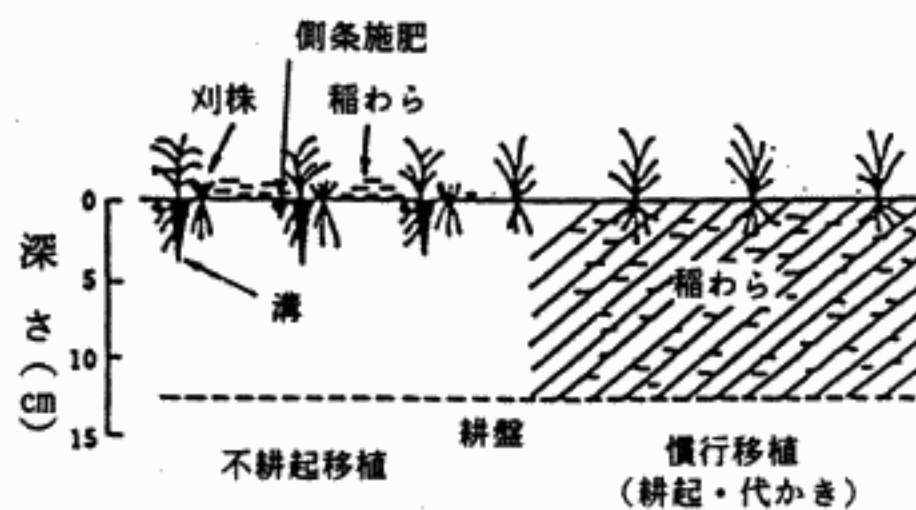


図2 不耕起田植機の移植状況模式図⁶⁾

一方、フロートは通常の乗用田植機より小さく、田面わらの引っかかりを少なくし、わら詰まりを防いでいる。また、ペースト肥料施肥ノズルの前方には施肥溝をつける自転ディスクが取り付けられている。

不耕起田植機による移植作業状況を写真1に示す。



写真1 不耕起移植作業状況

3.1.2 1992年改良点

1) 作溝用カッター部

- ①駆動軸過負荷防止装置が安全ピン方式からトルクリミッタ方式に変更された。
- ②ディスク直径が25cmから30cmに拡大された。
- ③正転駆動は廃止され、逆転駆動および自転のみとされた。

2) 施肥部

- ①作溝ディスクの取付け角度が垂直姿勢から傾斜姿勢に変更された。
- ②施肥溝埋め戻し用としてプラスチック製鎮圧ローラが取り付けられた。

3.2 移植前後の圃場表面の状況

1991年：不耕起区では4月26日に除草剤を散布したが、直後に降雨があったため一部に残草があり、5月9日に再度残草部のみ散布した。その結果、圃場表面には前作の稲株・排わらとともに、冬雑草が枯死状態で残存した。移植時の水深は2.6cmであったが、移植1日前に入水したことも影響し、土壌表面はやや硬かった。なお、移植後はスズメノテッポウ等が一時再生したが6月下旬頃には枯死し、水稻の生育に問題はなかった。

1992年：不耕起区Na1の圃場表面は1991年とほぼ同状態であり、水深は2.7cmであった。不耕起区Na2は水田ハロー浅耕により稲株・排わらは土壌表層にすき込まれ、水深は1.9cmとやや浅めであった。また土壌表面の硬さは入水を移植2日前に行ったため1991年よ

り軟らかく、コーン貫入深は不耕起区Na1で3.4cm、同Na2で5.1cmであった(表4)。移植後は不耕起区Na2で、スズメノテッポウ等の再生が多発したが、6月下旬には枯死し、水稻生育上特に問題は認められなかった。

なお、両年とも移植直後から田面水が茶褐色となり、いわゆる「わき」の状態を呈し、水稻初期生育の抑制が観察された。

3.3 移植精度

移植精度の測定結果を表4に示す。

1991年：不耕起田植機の作溝用カッターを自転にすると総欠株率が10.2%と高くなったので、逆転で作業を行ったところ、総欠株率は5.4%と慣行区の6.5%よりも低くなった。しかし、作溝用カッターや植付部に、排わらが詰まりやすく、その除去のため、一時作業の中断を余儀なくされた。一方、植付姿勢(田面とのなす角が60°以下の株数割合、以下同じ)は、自転9.2%、逆転6.6%で慣行区の0.2%より劣ったが、問題となる程ではなかった。なお、ペースト肥料の側条施肥は溝切り、埋没が不十分となり改善の余地が残された。

1992年：作溝用カッターは逆転で移植を行った。不耕起区Na1は総欠株率が6.0%、植付姿勢8.1%と各区を通じ最も劣ったが、不耕起区Na2は浅耕により田面に排わらや枯死雑草がなく、土壌表面も軟らかかったことから、総欠株率は1.3%にとどまり、慣行区の4.6%より良好となった。また、植付姿勢は6.7%で、不耕起区Na1より優ったが、慣行区(3.4%)には劣っ

表4 移植精度

年次	試験区	水深 cm	コーン貫 入深cm	機械的 欠株率%	浮 苗 欠株率%	埋 没 欠株率%	植付姿勢 %		植付深 cm	1株 本数	スリップ 率 %
							0-30°	30-60°			
1991	不耕起区・自転	2.6	—	6.1	4.1	0	4.5	4.7	1.1	4.9	5.7
	” ・逆転	2.6	—	3.6	1.8	0	3.0	3.6	1.9	4.8	9.0
	慣 行 区	—	—	6.5	0	0	0.2	0	3.0	3.7	8.4
1992	不耕起区Na1	2.7	3.4	1.8	4.2	0	4.1	4.0	1.3	6.5	12.6
	” Na2	1.9	5.1	0.8	0.5	0	2.9	3.8	2.0	6.6	7.6
	慣 行 区	1.2	8.8	2.3	1.6	0.7	1.5	1.9	2.6	4.4	6.0

注) (1)1991年不耕起区の自転、逆転は不耕起田植機の作溝用カッターの回転状態を示す。

(2)コーン貫入深は、直径36mm、高さ44mm、重さ115gの円錐形おもりを高さ1mから田面に落下させたときの貫入深を示す。

(3)植付姿勢の角度は苗茎と田面のなす角度を示す。

た。スリップ率は、慣行区の 6.0%に対して不耕起区 No.1 は 12.6%とかなり増加したが、不耕起区 No.2 では 7.6%で慣行区と大差は認められなかった。なお、施肥部の改良にもかかわらず、前年度と同様にペースト肥料の埋没は完全でなかった。

3.4 作業能率

作業能率の測定結果を表5に示す。

不耕起区の冬雑草処理作業に要する時間は、1991年には背負式無圧散布機を用いたため 2.06 h/10a を要した。このため、1992年は乗用管理機利用による除草剤散布または水田ハローによる浅耕を実施した結果、作業時間はそれぞれ0.74および0.78 h/10aとなり、効率的な作業が可能であった。

また、移植作業は、不耕起区が田植機の植付条数が多いにもかかわらず、慣行区よりやや多く時間を要した。これは、作業を低速で行ったこと、また作溝用カッター部へ詰まったわらの除去に時間を要したことに起因すると思われる。

一方、耕起から移植までの作業体系で比較した場合、

不耕起区は冬雑草処理作業を含めて、1991年は 3.18 h/10a、1992年 No.1 は 2.36 h/10a、同 No.2 は 2.40 h/10aとなり、慣行区に比べて、1991年は37%増加したが、1992年は36~37%の省力となった。

今後、作溝部へのわら詰まり除去対策を講ずれば、さらに省力化が可能と考えられる。

3.5 田面水質

田面水質の調査結果を表6に示す。

代かき作業を省略する不耕起区は、代かきによる濁水の発生はなくなった。移植直後も田面土壌が泥状化していないため田植機の走行による濁りの発生が少なく、1992年の不耕起区 (No.1) の田面水のSS濃度は606ppmと、慣行区 6,770ppmに比べ十分の一に低下した。その後も不耕起区のSS濃度、透視度は慣行区より良好であった。1991年の不耕起区についても同様の傾向が見られた。このように、不耕起田植機による移植は濁水の発生が少なく、田面水の流出による河川や琵琶湖のSS濃度への影響は、極めて小さくなると考えられる。

表5 作業能率

年次	作業名	作業幅 m	作業 速度 m/S	圃場 作業量 a/h	圃場作 業効率 %	作業 回数	機械利 用時間 h/10a	人員	延圃場内 労働時間 h/10a	同左 合計 h/10a	
1991	不耕起区										
	除草剤散布	1.5	0.22	4.8	39.7	1	2.06	1	2.06	}	3.18
	移植	1.8	0.50	17.9	55.2	1	0.56	2	1.12		
	慣行区										
	耕起	1.4	0.40	14.9	74.0	1	0.67	1	0.67	}	2.32
	代かき	2.2	0.50	28.9	73.0	2	0.69	1	0.69		
移植	1.5	0.86	20.8	44.8	1	0.48	2	0.96			
1992	不耕起区										
	除草剤散布	2.4	0.46	13.5	34.0	1	0.74	1	0.74	}	No.1 2.36
	浅耕	2.2	0.26	12.9	62.6	1	0.78	1	0.78		No.2 2.40
	移植	1.8	0.35	12.3	54.2	1	0.81	2	1.62		
	慣行区										
	耕起①	1.4	0.39	16.3	82.7	1	0.61	1	0.61	}	3.74
	耕起②	1.4	0.40	13.2	65.3	1	0.76	1	0.76		
	代かき	2.2	0.46	25.2	69.2	2	0.79	1	0.79		
移植	1.5	0.61	12.7	38.6	1	0.79	2	1.58			

注)(1)1991年不耕起区の除草剤散布および慣行区の耕起・代かきについては、別圃場のデータを引用した。

(2)1992年不耕起区のNo.1は除草剤散布→移植、No.2は浅耕→移植を示す。

(3)1992年慣行区の耕起①および耕起②はそれぞれ秋耕および春耕に相当する。

表6 田面水質

(SS、T-N : ppm 透視度 : cm)

試験区	調査時期	1991年			1992年		
		SS	透視度	T-N	SS	透視度	T-N
不耕起区	移植直後	86	10.3	18.9	606	1.6	0.54
	移植1日後	22	18.3	4.1	8	48.0	7.94
	移植2日後	-	-	-	7	>50.0	4.36
慣行区	代かき直後	4915	0.4	1.5	16600	0.4	-
	代かき1日後	-	-	-	832	1.0	-
	移植直後	103	4.0	3.4	6770	1.0	0.17
	移植1日後	96	5.2	2.8	106	4.8	2.57
	移植2日後	-	-	-	12	5.0	1.03

注) 1992年の不耕起区はNo.1で採水した。

一方、移植直後から2日後にかけての田面水T-N濃度は、両年とも終始不耕起区が高濃度に推移し、水質および肥効への影響が懸念された。これは不耕起田植機の施肥作溝および覆土機構の不備により、施肥位置、覆土が不安定であったことに起因したため、その改善策が今後必要である。

3.6 平均降下浸透量

平均降下浸透量の測定結果を表7に示す。

1991年の移植直後の平均降下浸透量は不耕起区が5.4mmで慣行区の4.9mmより若干高まった。中干後は不耕起区、慣行区とも移植後より増加したが、不耕起区は6.3mmで、慣行区の6.6mmと同程度であった。1992年の移植直後も同様の傾向を示したが、浅耕を行った不耕起区No.2は6.8mmと他区より若干多くなった。しかし、本供試圃場の降下浸透量は2カ年とも7mm以下と比較的少なかった。

なお、1筆減水深は、平均降下浸透量より若干多い傾向が観察されたが、除草剤の効果、生育等への影響は見られなかった。

表7 平均降下浸透量

(mm/日)

年次	試験区	移植直後	中干後
1991	不耕起区	5.4	6.3
	慣行区	4.9	6.6
1992	不耕起区No.1	5.7	-
	" No.2	6.8	-
	慣行区	4.4	-

注) (1) N型減水深測定器を使用

(2) 調査期間

1991年：移植直後 5/24~6/6

中干後 7/10~7/19

1992年：移植直後 5/11~5/21

3.7 生育および収量

3.7.1 生育経過

1991年：不耕起区は初期生育が抑制気味に推移し、草丈は慣行区に比べて短く、成熟期の稈長も短かった。また、茎数も不耕起区は慣行区よりかなり少なく推移し、最高分け時期茎数は21.2本/株にとどまったが、有効茎歩合は76%と慣行区の55%より高く(データ省略)、穂数は16本/株となった(図3)。

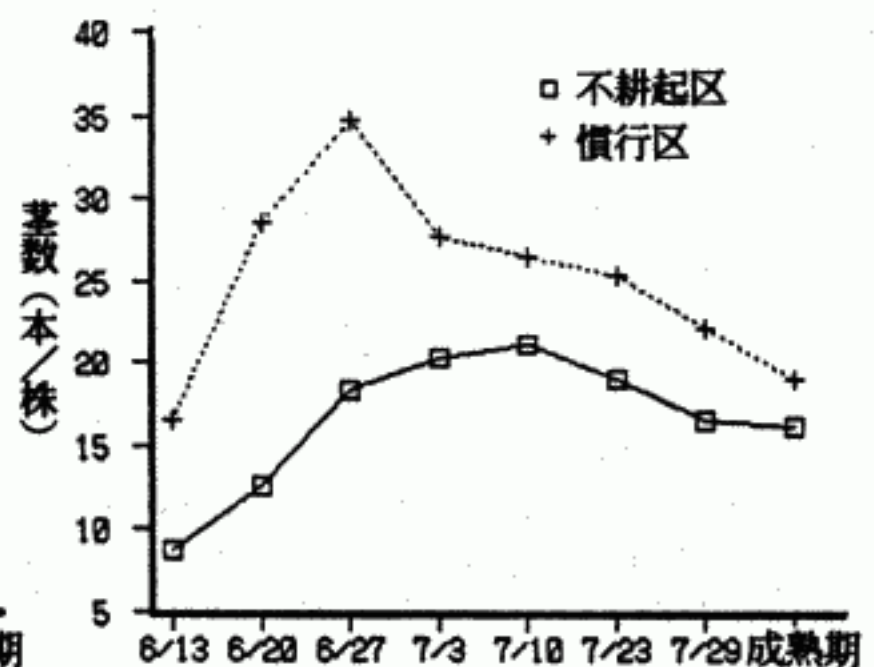
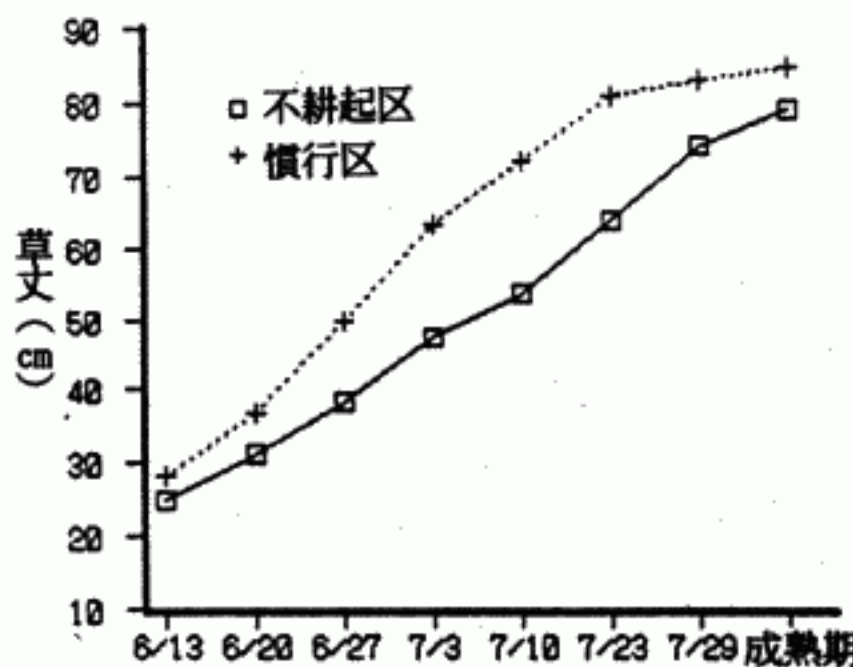


図3 草丈および茎数の推移 (1991年)

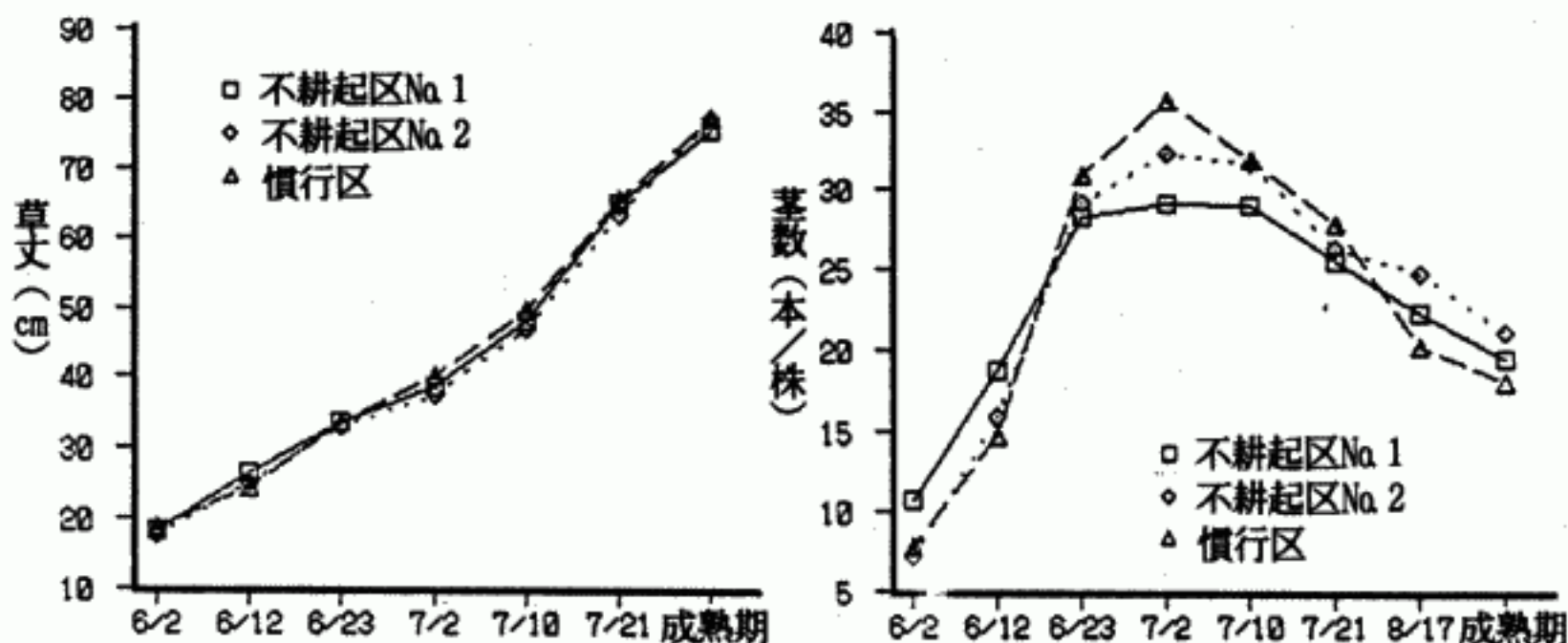


図4 草丈および茎数の推移 (1992年)

1992年：草丈は不耕起区と慣行区との間に大差はなかった。一方、最高分げつ期の茎数は不耕起区が慣行区に比べて少なかったが、有効茎歩合の向上により、穂数は不耕起区No.2 > 不耕起区No.1 > 慣行区の順となった (図4)。

3.7.2 葉色の推移

1991年：不耕起区の葉色は7月上旬まで慣行区より淡く推移したが、穂肥前の葉色は濃色を呈し、慣行区のように極端な低下は認められなかった。

1992年：不耕起区と慣行区との差は少なく、全体に葉色の变化が小さく推移した。

以上、2カ年を通じて不耕起区の葉色は生育期間中の変動が概して少なく推移する傾向を示した (図5)。

3.7.3 収量

収量および収量構成要素調査結果を表8に示す。

1991年：不耕起区は穂数が少なかったが、1穂初数が慣行区より多く、㎡当たり初数は慣行区と同程度の29,000粒となり、精玄米重は慣行区より4%減の58.2 kg/aを確保できた。

1992年：不耕起区は穂数、登熟歩合とも慣行区を上回ったものの1穂初数が少なく、屑米重が多かったことから、不耕起区No.1で8%、同No.2で5%慣行区より減収したが、精玄米重で54kg/a以上確保できた。

以上の結果、不耕起移植は省力的で、濁水発生の軽減に効果が高かったが、慣行区に比べやや減収した。今後、不耕起田植機の改良によるわら詰まりの解消と

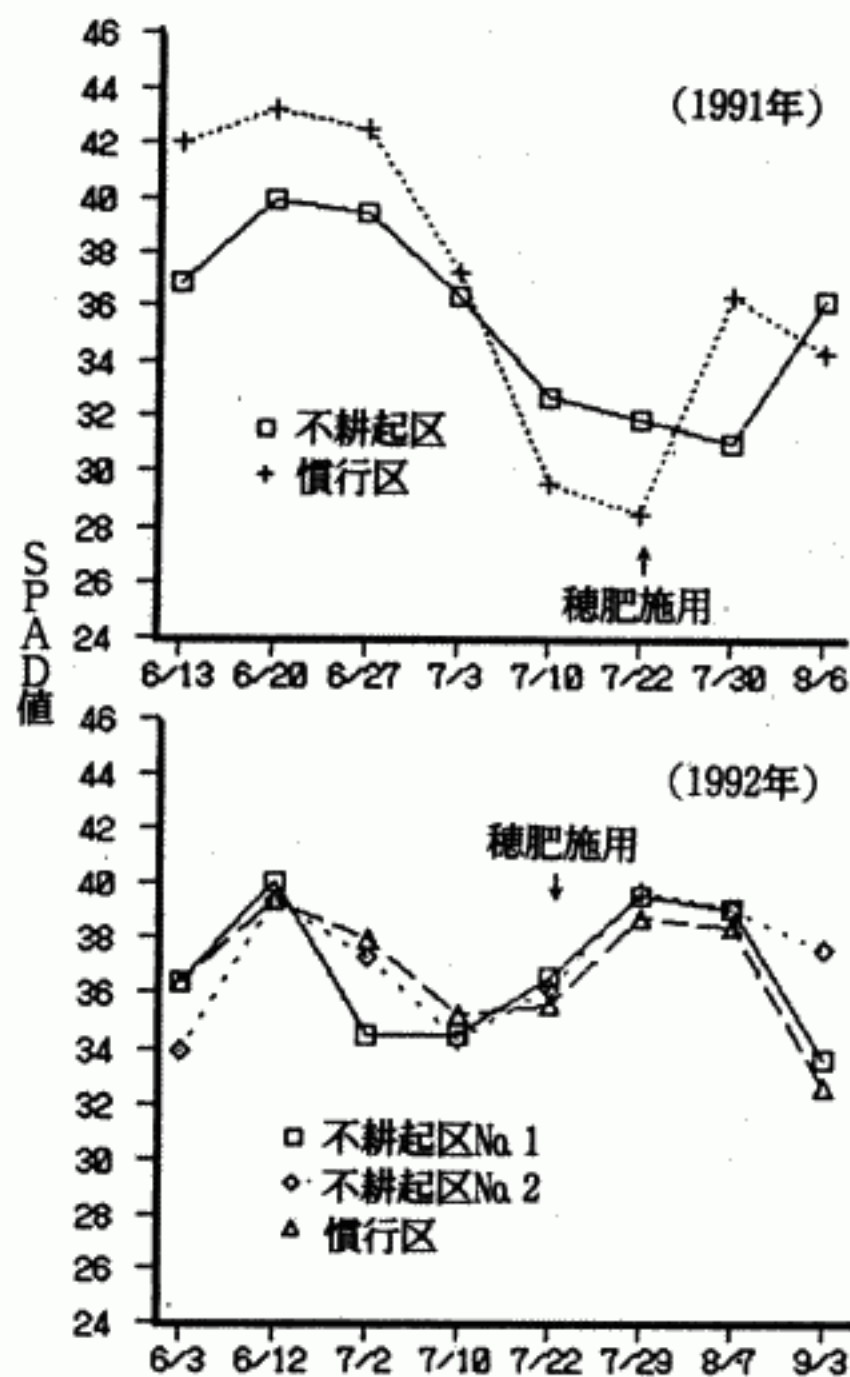


図5 葉色の推移

施肥精度の向上および不耕起移植に適した効率的施肥体系の確立が必要である。

表8 収量および収量構成要素

年次	試験区	わら重 kg/a	1穂穂数	㎡穂数 ×100	登熟 歩合 %	千粒重 g	屑米重 kg/a	精玄米重 kg/a	同左比 %
1991	不耕起区	65.8	87.1	290	88.0	22.9	0.69	58.2	96
	慣行区	94.5	69.1	284	88.3	22.7	0.80	60.7	100
1992	不耕起区No.1	63.7	74.9	314	85.7	21.9	1.24	54.6	92
	" No.2	65.4	63.5	276	79.3	22.0	1.53	56.4	95
	慣行区	71.4	79.7	314	75.7	22.1	1.18	59.1	100

謝辞 本試験の実施に当たり、不耕起田植機の供試と運転および肥料の供試に、それぞれ三菱農機株式会社および片倉チッカリン株式会社の協力を賜った。

また、機械性能調査、水質調査に当場の伊藤久司、田中靖志、北野亮の各氏および1991年度研修員木田浩司氏、1992年度研修員河村政彦氏の協力を得た。ここに厚く謝意を表する。

引用文献

- 1) 鷺尾 養：乾田直播栽培 農業技術大系作物編2 追録第13号 技341-372, 1991

- 2) 川崎 健：大区画水田整備のねらいと生産技術上の諸問題 農研セプロ3資料(第2集) 77-88, 1990
 3) 滋賀県：湖国農林水産プラン 130-131, 1988
 4) 石束宣明：不耕起田植機のしくみと利用 農業技術大系作物編2 追録第13号 技522の9の10-13, 1991
 5) 滋賀県：稲作指導指針 13-38, 229-234, 1992
 6) 長野間 宏：イネの不耕起(部分耕)移植栽培と土壌変化 農業技術大系作物編2 追録第2号 水田32の2-6, 1991

Summary

Rice transplanter used for no-till fields (No-till transplanter) can save the labor of the tillage and puddling, and is viewed as effective for the low cost rice culture, and still more for the reduction of muddy water. Therefore, we tried the no-till transplanting cultivation using this machine and investigated mainly on the operating performance and the quality of water in paddy fields.

Transplanting accuracies (Miss planting rate and planted pose) of the division in which the winter weeds were treated by herbicide were inferior to those of the customary divisions, but in some of the divisions in which the shallow plowing by paddy harrow was practiced for weeding, transplanting accuracies were similar or better than those of the customary ones.

Total working time in the fields before transplanting was 2.36~2.40h/10a by efficient weeding work utilizing the riding type sprayer or paddy harrow, and it was laborsaving by 36~37% compared with 3.74h/10a of the customary division including tillage, puddling and transplanting.

Moreover, by no-till transplanting, the occurrence of muddy water at puddling disappeared, the suspended solid concentration of paddy water after transplanting decreased widely and the transparency of paddy water became higher. Accordingly, it was thought that the pollution of rivers owing to the discharge of paddy water was reduced notably. But, there was the rising of total nitrogen density of paddy water which seemed to be caused by the dissolution of the paste fertilizer applied at the same time, and its influence on the water quality or fertilizer

efficiency is worried.

On the progress of rice growth in the no-till transplanting divisions, the leaf color was light and both the plant height and the stem number changed under a tinge of restraint in the early period, but in the later period, the leaf color kept up, the percentage of fruitful culms was high and the flourishing growth continued in autumn. However, yield of rice was 4~8% less than that of the customary division.

Hereafter, we need to improve the no-till transplanter in order to raise the transplanting and fertilizing accuracies, and to establish the system of fertilizing fitted for this cultivating method.