

寒冷地における水稲ロングマット水耕苗の育苗・移植技術

大里達朗・伊藤勝浩・高橋 修¹⁾・及川あや・高橋良学
前山 薫・藤井智克²⁾・小田中温美³⁾・鶴田正明⁴⁾・後藤純子⁵⁾

摘 要

水稲生産の安定的省力軽労化技術として、旧農林水産省農業研究センターで開発した水稲ロングマット技術について、寒冷地における育苗・移植技術の確立と体系化を行った。本県のような寒冷地においては、育苗初期の加温、保温により日最低水温 15℃以上を確保することで、概ね 15～17 日での育苗が可能である。また、巻き取り 3 日前に追肥を行うことで、稲体窒素濃度が高まり活着が促進されるなど、初期生育が安定化する。巻き取り苗は、7 日程度の貯蔵が可能である。移植は、慣行土付き苗田植機に苗押さえ装置を装着することにより、欠株、損傷の少ない移植が可能であり、作業能率は ha あたり 2.3～3.0 時間である。これらの技術を組み合わせることで、4 月中旬からの播種と温度、施肥管理によって育苗装置を 2 回利用することができ、4.8ha 規模の技術体系の組み立てが可能となる。その場合、育苗器、育苗培土などが不要になり、経営費は慣行を下回る。また、育苗と移植作業の省力化によって労働時間が短縮されるため、労働生産性（時間当たり所得）は慣行より高まる。

キーワード：ロングマット、水耕苗、寒冷地、育苗

緒言

米を取り巻く情勢は、需要量の漸減とそれに起因する低価格化を主な要因として年を経るごとに厳しさを増している。その中で生産力と経営の安定を維持するためには、コストの低減が求められ、その実現のために経営規模の拡大が必要となる。また、農業構造の面では、担い手の高齢化と減少が加速度的に進行し、規模拡大の受け皿確保が難しい状況になっている。こうした中、生産を支援する技術として求められるのは、安定した生産力を維持しながらの省力的でかつ軽労効果の高い技術である。

現在の水稲生産技術は、昭和 40 年代に完成された技術に比べて、耕起（碎土・整地）、移植、防除等管理、収穫、乾燥・調製などにおいて個々の機械性能の向上が図られ、作業能率、作業精度は大幅に向上してきた。しかし、育苗から移植における育苗資材や苗の運搬については、昭和 40 年代と基本的に変わらない重労働が基本作業となっており、育苗資材や苗の運搬作業を伴う育苗は、規模拡大をすればするほど労働強度が増大する。

また、ほ場の大区画化が進むほど田植機の作業性が高まるが、一方では苗運搬作業などの労働負担が大きく、そのことが原因で規模拡大を難しくしている場合が多いものと思われる。このことは、田植機による移植作業が主として男性の手で行われるのに対し、重労働である苗運搬作業が主に女性や高齢者によって行われる傾向があることからみても、生産現場における苗運搬作業における軽労化の要望は非常に大きなものであると言える。

その中で、旧農林水産省農業研究センターにおいて、軽労的でかつ省力的な育苗移植技術であるロングマット水耕育苗・移植技術が開発された。箱苗 10 枚分の長い苗を水耕で育苗し、ロール状にして田植機で移植するもので、育

苗日数約 2 週間で草丈 10cm 以上で葉齢 3 葉程度の稚苗相当苗を育苗するものとして提案された。本県においても平成 7 年度から基礎試験に取り組んだが、寒冷地における育苗条件の解明が必要であった。

そこで、平成 11 年度から寒冷地における育苗日数 2 週間程度で得られる目標苗質を草丈 10cm 程度、葉齢 2.5～3.0 葉として、育苗日数、育苗温度条件、養液条件、貯留条件の検討を行った。その結果、育苗条件と目標苗質ならびに苗押さえ装置等移植機の適応性を明らかにし、本県における技術体系モデルを作成したのでここに報告する。

なお、本研究は、平成 11～14 年の国庫補助事業である地域基幹農業技術体系化促進研究「寒冷地・大区画ほ場でのロングマット水耕育苗技術と移植・栽培技術の確立」、および平成 15～17 年の県単研究「ロングマット水耕育苗移植栽培技術の確立と実証」として行ったものである。

1 ロングマット水耕育苗装置、ロングマット水耕苗用田植機

(1) 育苗ベッド

長さ 6m、幅 28cm、深さ 5cm。

(2) 育苗ベンチ

全長 6.5m、幅 1.2m で、播種床高さは約 60cm。育苗ベンチには 4 本の育苗ベッドを設置。長辺方向に約 0.5%の傾斜。

(3) 養液循環装置

200 リットルの養液タンクを用いて、水中ポンプでベッドの片方から給水し、もう片方からタンクに落水させた。配管には内径 16mm の防藻用ビニールホース、外径 16mm の塩化ビニール製パイプ、ボールバルブを用いた。

1) 岩手県農業研究センター県北農業研究所
2) 現一関農業改良普及センター
3) 現岩手県立農業大学校

4) 現大船渡農業改良普及センター
5) 現二戸農業改良普及センター

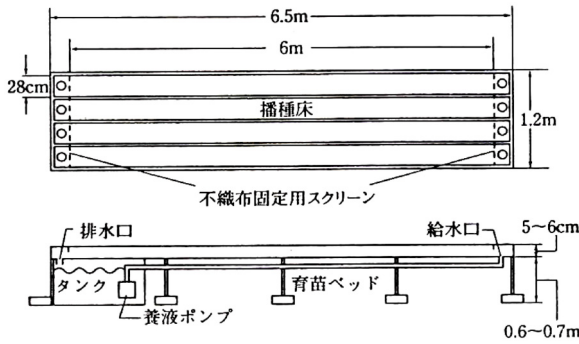


図1 ロングマット水耕育苗装置

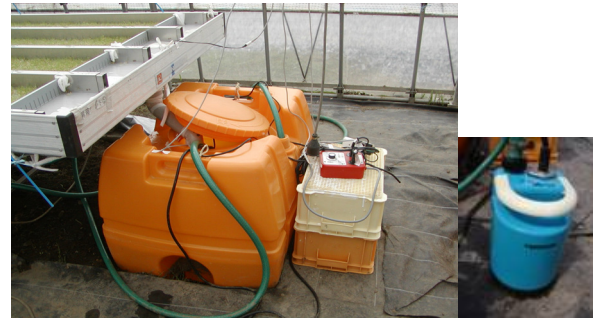


写真1 溶液タンク(200リットル)とポンプ

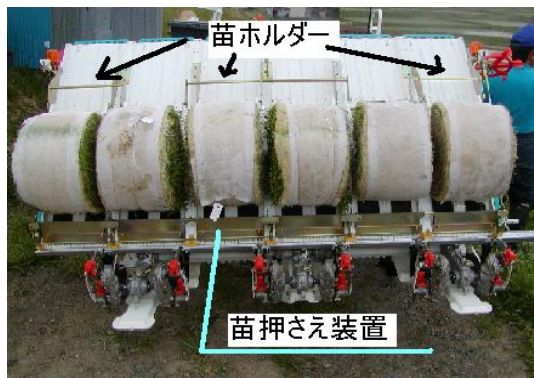


写真2 慣行田植機への苗ホルダーと苗押さえ装置の装着(土付き苗と兼用型)



写真3 欠株低減化装置(掻き取り部直前で両側約10mmずつ狭めている)

(4) ロングマット水耕育苗用田植機

ロングマット水耕苗を移植するためには、慣行の土付き苗用の田植機に苗を固定しておくための苗ホルダーと、掻き取り部直前の苗の横移動を防ぐための苗押さえ装置を装着させる(写真2)。土付き苗の利用も可能である。

苗の掻き取りミスを防ぐため、苗載せ台の横送り軸を改良したロングマット水耕苗専用田植機もある。掻き取り時の苗の中央部への偏りを解消するために掻き取り幅を両側約10mmずつ狭めるように横送り軸を改良したもので、苗載せ台の掻き取り部直前の苗を狭めるガイドを併用して取り付けが必要がある。ロングマット専用田植機としてのみ使用でき(写真3)、土付き苗の利用はできない。

御水温は日中30℃、夜間20℃として加温を行い、水温経過は自記式温度計で記録し、草丈、葉齢、最長根長を測定した。

② 保温管理

4月中旬から下旬(平均気温7~10℃)にかけて安定的な出芽を確保するための生育初期水温管理について検討した。品種はあきたこまちを用い、平成16年4月15日に播種し、ベンチ上面をトンネル状に遮光性のシルバーポリトウ(以下、シートと表記)で覆った。期間は播種直後から2日間昼夜連続、播種後3日目から5日目まで夜間のみ覆った。水温経過と草丈、葉齢、乾物重、稲体窒素の経過を測定した。

2 寒冷地水耕育苗における温度条件の検索

(1) 材料と方法

① 温度条件

育苗期間2週間で草丈10cm以上、葉齢2.5~3.0葉程度の苗が得られる場合の必要温度条件について平成11年~14年に検討した。平成11年はかけはし、ゆめさんさ、あきたこまち、ひとめぼれを用い、4月16日に1ベッド(6m)当たり乾籾換算量2kgを播種した(以下、播種量は同じ)。平成12年はゆめさんさ、ひとめぼれを用いて4月21日と5月10日に播種した。平成13年はひとめぼれを用いて4月26日に播種した。平成14年はあきたこまちを用いて5月13日に播種した。

循環養液加温装置として養魚用の500W電熱ヒータを2本使用し、水温制御は2chのサーモスタットを用いた。制

(2) 結果と考察

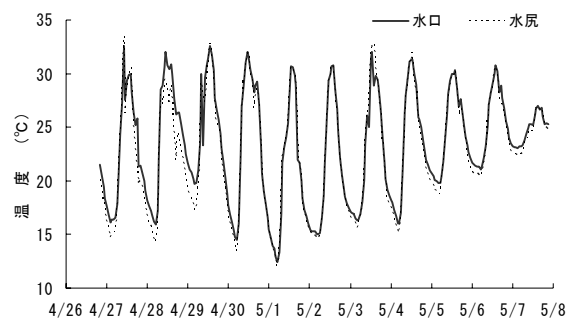


図2 育苗期間中の温度経過(平成13年)

① 温度条件

日中の目標水温を30℃、夜間の目標水温を20℃としたが、4月～5月にかけてはタンク内にヒータを入れても夜間の水温は20℃を下回ることが多く、本県の気象条件では夜間目標水温を15℃程度に管理を行うのが現実的であると思われた(図2)。

平成11年から14年までの育苗したロングマット水耕苗の草丈と葉齢の関係をみると、草丈の伸長とともに葉齢の進展が見られるが、目標葉齢を2.5葉から3.0葉にした場合の草丈は概ね8cmから12cmであった(図3)。

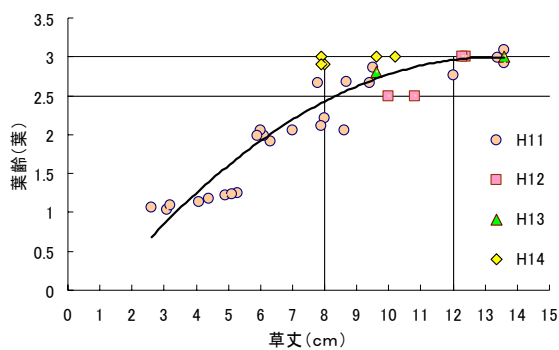


図3 ロングマット水耕苗の草丈と葉齢の関係

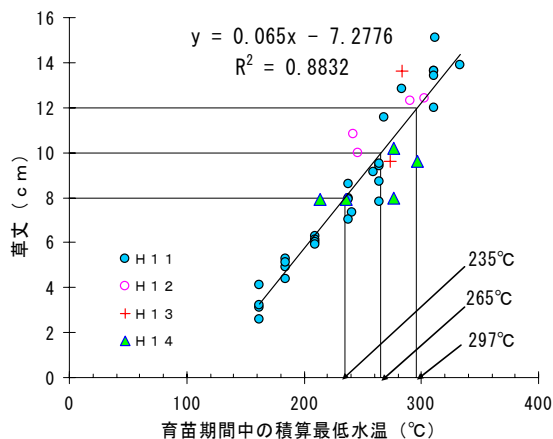


図4 育苗期間中の積算最低水温と草丈(H11～14)

注) 積算最低水温：日最低水温の積算値

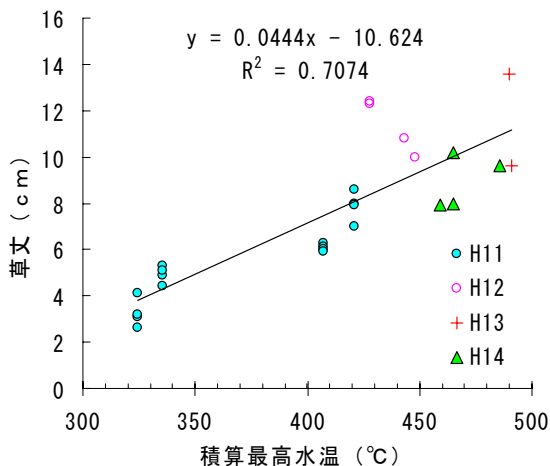


図5 育苗期間中の積算最高水温と草丈(H11～14)

注) 積算最高水温：日最高水温の積算値

育苗期間中の水温と草丈の関係について、育苗期間中の日最低水温の積算値を積算最低水温とし、日最高水温の積算値と日平均水温の積算値をそれぞれ積算最高水温、積算平均水温として草丈との関係について検討した。その結果、積算最低水温との相関が高く、最低水温の確保が重要であることが認められ、積算最高水温と積算平均水温については相関が低かった(図4～6)。このことから、草丈8cmを確保するためには積算最低水温が235℃、草丈12cmでは同じく297℃必要とされた。このことは、寒冷地における日最低水温の目標値を、前述した夜間水温15～20℃を目安に行うことでも十分な苗質が得られることを示しており、そのための育苗日数は15～17日である(図7)。

② 保温効果

播種直後2日間と、3～5日目にかけて夜間にベンチ上面をシートで覆うことで、育苗ベッドの養液日最低水温を3～6℃高く保つことができた(図8)。このことにより、初期の出芽が揃い、育苗初期に草丈を確保することができた(写真4、表1)。このことは、加温した養液からの夜間の放射冷却を防ぐ保温効果によるものであり、夜間暖房等、新たにハウス内の加温手段を講じるよりも経済的で効果は高いものと思われた。

また、播種直後に2日間シートで覆う場合に、シート内の結露水の落下により、播種初が散乱する現象が見られた

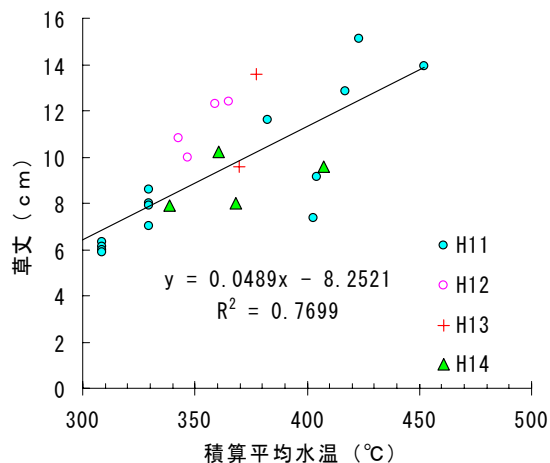


図6 育苗期間中の積算平均水温と草丈(H11～14)

注) 積算平均水温：日平均水温の積算値

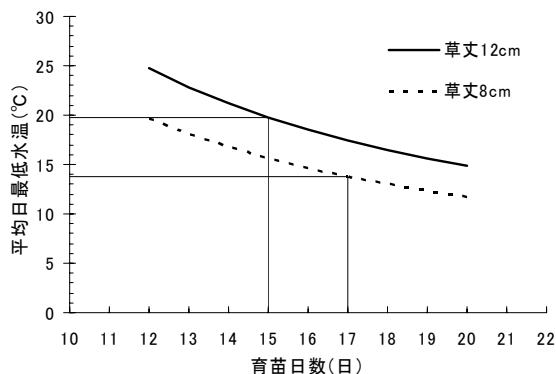


図7 草丈を確保するための育苗日数と日平均最低水温

注) 平均日最低水温：積算最低水温÷育苗日数

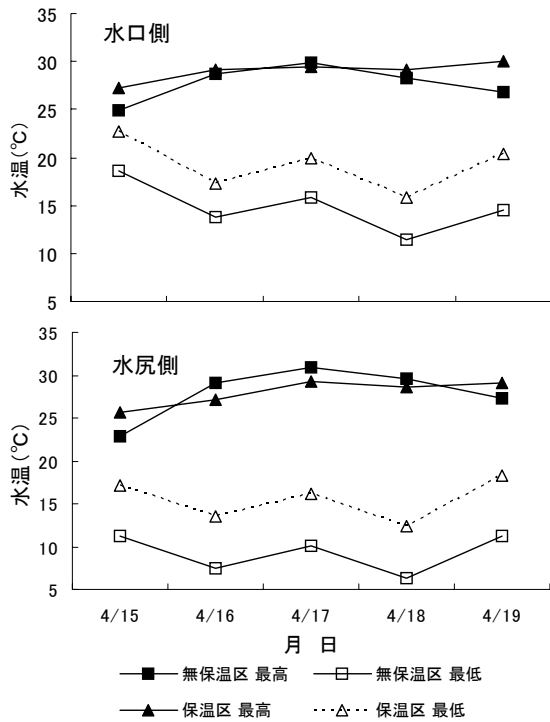


図8 保温期間中の最高水温と最低水温の推移

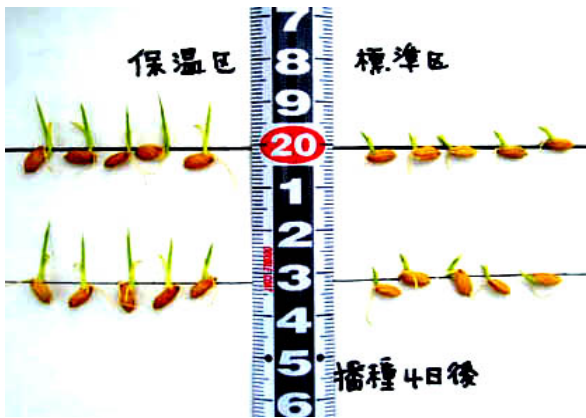


写真4 播種4日後の保温区と標準(無保温)区の苗 (H16年4月15日播種, あきたこまち)

が、1日1回程度シートをとって付着した水滴を落とすことで種粒の散乱を防ぐことができた。

3 養液条件の検索

(1) 基肥

① 材料と方法

水耕循環養液の肥培管理について、適用資材、配合割合について平成11年から14年に検討を行った。品種は平成11年12年はひとめぼれ、平成14年はあきたこまちを用いた、

平成11年と12年は、大塚ハウス1号、大塚ハウス2号、大塚健太郎を用いた。施肥時期は、不完全葉の緑化後で、大塚ハウス1号：大塚ハウス2号：健太郎=12：8：5の割合で混合した肥料溶液を、水道水のEC+1.0になるように水耕液に加えた。平成14年は、新ハイスピリットAX液、新ハイスピリットBY液を用い、施肥時期は不完全葉の緑化後とし、新ハイスピリットAX液と新ハイスピリットBY液の混合比が1：2になるように加えた(表2)。

平成11年はEC1.0dS/mを目標に毎日液肥を調製する方法で行い、平成12年は養液濃度をEC2.5dS/m程度で施肥開始し、高濃度養液の一発施肥法について検討した。平成14年は水耕液の循環用タンクに加えて補給用補助タンク(200リットル)を設け、循環用タンクにつけたボールタップで不足量を補うように行うようにした。

② 結果と考察

水耕栽培用の硝酸態窒素主体の大塚ハウス1号と大塚ハウス2号の混合のみでは慣行稚苗並の葉色が得られないこと、根の伸長が抑制されることなどが指摘されていた。また、平成9年、10年の国の農研センター、岩手農研センターの基礎試験結果から、緑化後からの施肥で「大塚ハウス1号+大塚ハウス2号」養液とアンモニア態窒素主体の大塚健太郎養液を8：2の割合で配合した養液の有効性が認められていた。そこで、この技術について6mベッドを用いた実用規模レベルでの検討と省力的液肥管理法について検討を行った。

平成11年に行った液肥の濃度を概ね1.0dS/mに毎日調製する方法では、19日育苗で慣行稚苗並みの苗が得られた。このとき、慣行育苗箱当たり換算した施肥窒素量は1.98gであり、慣行育苗並みの施肥量であった(表3, 4)。平成12年に行った養液濃度を濃くして施肥回数を減らす方法では、EC2.5dS/m程度で施肥開始し、16日育苗で育苗中2

表1 初期温度管理と苗の初期生育(平成16年)

保温の有無	月日		草丈		葉齢		乾物重 g/100本	稲体N %
	(播種後日数)		cm	cv%	葉	cv%		
有	4/19	(4)	1.3	(不完全葉揃い, 第1葉抽出開始)				
	4/27	(12)	7.3	10.2	2.0	4.0	0.51	4.59
無	4/19	(4)	0.7	(不完全葉抽出開始)				
	4/27	(12)	6.8	11.0	2.0	3.2	0.47	4.62

表2 供試肥料成分

(単位:%)

	総窒素	保証成分							配合成分				
		うちアンモニア態	硝酸態	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	MnO	B ₂ O ₃	CaO	F	Cu	Zn	Mo
大塚ハウス1号	10.0	1.5	8.2	8.0	27.0	4.0	0.10	0.10	-	0.2	-	-	-
大塚ハウス2号	11.0	-	11.0	-	-	-	-	-	23.0	-	-	-	-
健太郎	10.0	9.7	-	10.0	10.0	3.0	-	-	-	0.2	-	-	-
新ハイスピリットAX	7.0	-	7.0	-	3.0	3.5	0.03	0.05	-	-	0.003	0.009	-
新ハイスピリットBY	1.0	1.0	-	3.0	7.0	-	-	-	-	0.12	-	-	0.002

表3 施肥管理経過 (大塚ハウス1号, 大塚ハウス2号, 健太郎使用) (H11, 12)

試験区	試験区H11(水耕液タンク200リットル)ロール8巻分						試験区H11(水耕液タンク200リットル)ロール8巻分					
	播種日: 4/16		施肥開始日: 4/25				播種日: 4/21		施肥開始日: 5/2			
	施肥量 (リットル)		水耕液のECの変化				施肥量 (リットル)		水耕液のECの変化			
施肥後日数	A液	B液	C液	施肥前	施肥後	A液	B液	C液	施肥前	施肥後		
1日目	6.00	6.00	3.00	0.05	1.23	16.0	16.0	8.0	(0.01)	2.47		
2日目	—	—	—	1.19	—	—	—	—	2.42	—		
3日目	2.63	2.63	1.32	0.59	1.09	—	—	—	1.55	—		
4日目	2.30	2.30	1.15	0.66	1.17	5.0	5.0	2.5	1.21	1.84		
5日目	1.32	1.32	0.66	0.81	1.10	—	—	—	1.46	—		
6日目	—	—	—	0.66	—	4.0	4.0	2.0	1.27	—		
7日目	2.26	2.26	1.13	0.60	0.89	育苗終了		育苗終了				
8日目	3.68	3.68	1.84	0.62	1.22							
9日目	1.85	1.85	0.93	0.80	1.13							
10日目	1.85	1.85	0.93	0.77	0.97							
11日目	2.70	2.70	1.35	0.80	1.21							
施肥量合計	24.59	24.59	12.30			25.0	25.0	12.5				
施肥成分量	N成分=73.8+54.1+30.7=158.1g/80箱=1.98g/箱					N成分=75.0+55.0+31.3=161.3g/80箱=2.02g/箱						

注) A液: 大塚ハウス1号 3.0%溶液, B液: 大塚ハウス2号 2.0%溶液, C液: 健太郎 2.5%液肥

表4 施肥試験時の苗の生育状況 (H11, 12, 14)

試験区	育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	第1葉鞘高 (cm)	第2葉身長 (cm)	葉色 (第2葉身) SPAD値	地上部乾物重 g/100個体	充実度 (mg/cm)	最長根長 (cm)	根数 (本)	ロングマットの形質 重量 (kg)	外径 (cm×cm)
H11	19	8.2	2.8	2.5	4.1	29.4	0.71	0.86	7.4	7.6	9.2	—
H12	16	10.8	2.5	2.4	3.9	29.8	0.71	0.66	7.9	8.2	9.4	34.0×33.4
H14	16	8.8	2.9	2.2	3.7	31.9	0.85	0.97	10.2	7.3	10.8	40.2

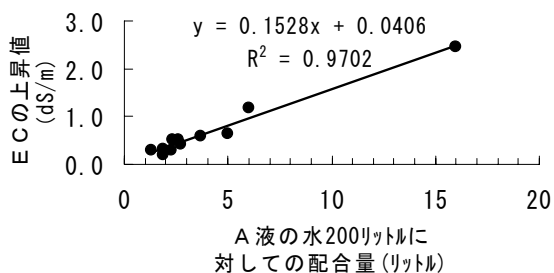


図9 A液投入量で見たECの上昇値

- 注1) 実際の養液は, A液に加えて, A液と等量のB液とA液の半量のC液が加わる。
 注2) A液: 大塚ハウス1号・3%溶液, B液: 大塚ハウス2号・2%溶液, C液: 健太郎・2.5%溶液

表5 施肥管理経過 (新ハイスピリットAX, 新ハイスピリットBY使用) (H14)

試験区	試験区H14(上・下タンク各200リットル)ロール8巻分		
	項目	播種日: 5/13	施肥開始日: 5/19
施肥後日数	施肥量 (cc)		水耕液のEC値 (dS/m)
	AX液	BY液	
1日目	上タンク 400	800	3.25
2日目	下タンク 250	500	1.91
3日目	—	—	—
4日目	上タンク —	—	3.25
5日目	下タンク —	—	1.64
6日目	上タンク 250	500	2.50
7日目	下タンク —	—	1.20
8日目	上タンク —	—	1.17
9日目	下タンク —	—	1.21
10日目	上タンク 255	510	3.00
11日目	下タンク —	—	1.13
12日目	上タンク —	—	1.18
13日目	下タンク —	—	1.23
14日目	上タンク —	—	1.25
施肥量合計	1,155	2,310	
施肥成分量	N成分=80.9+23.1=104.0g/80箱=1.30g/箱		

注) AX液: 新ハイスピリットAX液, BY液: 新ハイスピリットBY液

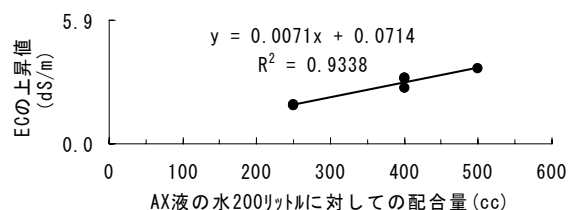


図10 AX液投入量で見たECの上昇値

注) 実際の養液は, AX液に加えてAX液の2倍量のBY液が加わる。



写真5 自動給水装置

回の補給により慣行稚苗並みの苗が得られた。このとき、慣行育苗箱当たり換算した施肥窒素量は 2.02g であり、慣行育苗並みの施肥量であった (表 3, 表 4)。また, H11 年, 12 年の結果から, 液肥の配合量と EC の上昇値との関係を見ると, 水 200 リットルに対して大塚ハウス 1 号 3.0% 溶解液 (A 液) 6.3 リットル+大塚ハウス 2 号 2.0% 溶解液

(B 液) 6.3 リットル+大塚健太郎 2.5% 溶解液 (C 液) 3.15 リットルの混合施用で EC 値を 1.0dS/m 程度上昇させることが可能であった (図 9)。これは, 水 200 リットルに対して大塚ハウス 1 号を 180 g, 大塚ハウス 2 号を 120 g, 健太郎を 75 g 加えることに相当するものであった。

平成 14 年に行った水耕栽培用液体肥料を用いた高濃度養液管理と自動補給タンク方式を組み合わせた省力的液肥管理法は, 16 日の育苗期間中 2 回の補給で概ね慣行稚苗並みの苗が得られた (表 4, 5)。このとき, 慣行育苗箱当たり換算した施肥窒素量は 1.30g であり, 慣行育苗の 65% の施肥量であった。また, 液肥の配合量と EC の上昇値との関

係を見ると、水200リットルに対してAX液130cc+BY液260ccの施用でEC値を1.0程度上昇させることが可能であった(図10)。

ポールタップを用いた自動給水方式により12日間の液肥管理期間でも補給回数2回で管理可能であり、省力的な液肥管理技術としての有効性が認められた(写真5)。

(2) 追肥

① 材料と方法

平成16年にあきたこまちを用いておこなった。播種は4月15日と5月2日に行い、供試肥料は大塚ハウス肥料(1号, 2号, 健太郎)と新ハイスピリット(AX, BY)を用いた。播種5日後に基肥を養液EC2.0ds/mで施用し、その後養液不足分は水のみを補給し、概ね予想される巻き取り3

日前と5日前に養液ECを2.0ds/mと1.5ds/mとなるよう追肥を行い生育量を比較した。

② 結果と考察

4月育苗, 5月育苗ともに葉齢では追肥による差は見られなかったが、草丈は巻き取り3日前の追肥によって育苗後期生育が促進された。なお5月のやや気温が高い場合の育苗における巻き取り5日前追肥では育苗後半での地上部の生育が旺盛で、巻き取り時には徒長しすぎる傾向が見られた。4月の低温時の育苗では、巻き取り3日前追肥により稲体窒素濃度は0.2~0.4%上昇し、稲体窒素吸収量も増加した(表6)。5月のやや気温が高い場合の育苗では、巻き取り時の稲体窒素濃度は標準区と比較して0.6~0.8%高まった。また、育苗時から移植後の稲体窒素濃度と移植後茎数の推移を見ると、

表6 巻き取り前養液管理と苗質(H16)

調査区	調査日		草丈		葉齢		稲体N% (%)	育苗概要
	(巻取前日数)	(巻取前日数)	(cm)	CV%	(葉)	CV%		
1回転目	標準区	4/19 (-11)	0.7					4月15日播種 4月30日巻取 播種量: 乾籾1kg/3m 標準区: 播種後5日目に養液EC2.0で施肥後、 保温区: 施肥管理は標準区に準じる。 保温区: 播種後5日間シルバーシートで保温 追肥区: 標準区と同一管理後、巻取3日前に 養液EC2.0まで追肥 追肥+保温区: 管理は追肥区に準じる 播種後5日間シルバーシートで保温 育苗期間中ハウス内平均気温: 15.2℃ 平均ハウス内最高気温: 27.4℃ 平均ハウス内最低気温: 6.7℃
		4/27 (-3)	6.8	11.0	2.0	3.2	4.62	
		4/30 0	7.9	12.2	2.2	8.2	4.11	
	保温区	4/19 (-11)	1.3					
		4/27 (-3)	7.3	10.2	2.0	4.0	4.59	
		4/30 0	7.9	10.5	2.2	7.8	4.08	
	追肥区	4/19 (-11)	0.7					
		4/27 (-3)	6.2	12.1	1.9	2.8	4.54	
		4/30 0	8.5	11.4	2.2	8.2	4.71	
	追肥+保温区	4/19 (-11)	1.2					
		4/27 (-3)	7.5	10.9	2.1	4.9	4.45	
		4/30 0	8.4	11.4	2.6	10.1	4.82	
2回転目	標準区	5/12 (-5)	9.7	16.5	2.1	5.3	4.45	5月2日播種 5月17日巻取 播種量: 乾籾1kg/3m 標準区: 上記標準区に準じる 追肥区①: 標準区と同一管理後、巻取3日前に 養液EC2.0まで追肥 追肥区②: 標準区と同一管理後、巻取3日前に 養液EC1.5まで追肥 追肥区③: 標準区と同一管理後、巻取5日前に 養液EC2.0まで追肥 育苗期間中ハウス内平均気温: 20.3℃ 平均ハウス内最高気温: 29.8℃ 平均ハウス内最低気温: 14.5℃
		5/14 (-3)	10.3	10.6	2.6	7.2	4.35	
		5/17 0	11.8	11.7	2.9	1.6	3.45	
	追肥区①	5/12 (-5)	8.9	9.0	2.1	3.7	4.22	
		5/14 (-3)	9.1	17.1	2.5	8.7	4.26	
		5/17 0	12.1	11.8	2.9	1.3	4.28	
	追肥区②	5/12 (-5)	8.8	12.7	2.1	4.2	4.20	
		5/14 (-3)	9.4	12.2	2.5	7.6	4.29	
		5/17 0	11.7	11.4	2.9	2.4	4.15	
	追肥区③	5/12 (-5)	8.8	11.2	2.3	2.9	4.28	
		5/14 (-3)	11.3	11.1	2.6	9.7	4.77	
		5/17 0	15.5	7.5	2.9	1.7	4.48	

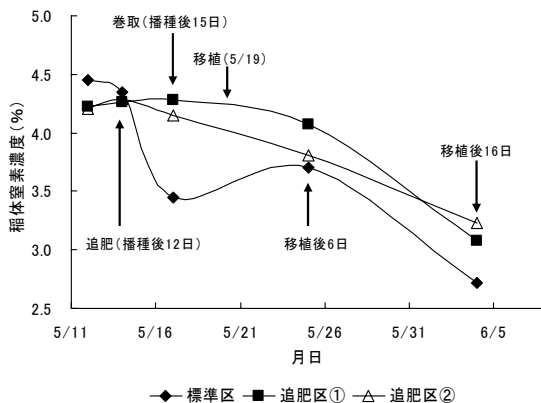


図11 育苗時から移植後までの稲体窒素濃度の推移(H16)

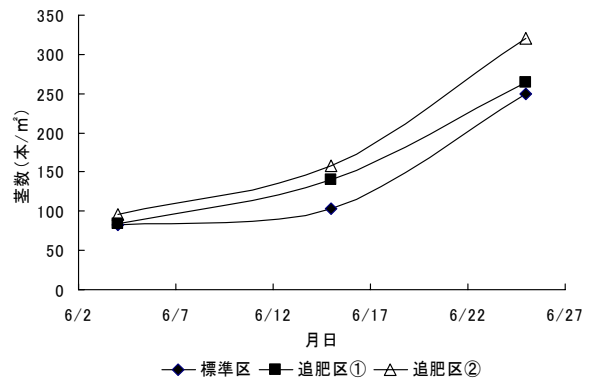


図12 移植後茎数の推移(H16)

移植後の稲体窒素が高濃度で推移することから初期分けつを早期に確保することができ生育が安定することが示された(図11, 12).

以上のことから、育苗後期の追肥によって、苗の草丈、稲体窒素濃度が上昇することから、4月播種の育苗では、保温と追肥を組み合わせることで安定した約2週間での育苗が可能になると思われた。

4 貯蔵条件の検討

(1) 短期貯蔵法

① 材料と方法

巻き取った苗を移植時まで室内で貯蔵する条件について平成14年に検討を行った。試験区は冷蔵庫区と室内区を設け、移植精度、移植後の生育について慣行土付き苗と比較した。冷蔵庫区は貯蔵前に1回の水掛けを行い、貯蔵温度は8℃、高温設定(R.H. 80~90%)とした。室内区は貯蔵前と毎日1回の水掛けを行った。貯蔵期間は各試験区ともに3日とした。

② 結果と考察

巻き取り苗を移植時まで貯蔵する場合は、温度8℃、高温(R.H. 80~90%)の冷蔵庫内貯蔵により2~3週間の貯蔵

が可能であることが報告されている。苗の生育が早まったり田植え作業準備が遅れた場合など、巻き取り苗の貯蔵が必要になる場合がある。そこで、室内で概ね3日程度の貯蔵の可能性について検討した。

冷蔵庫貯蔵苗と室内貯蔵苗の初期温度に差が見られた(図13)が、これは巻き取りを日中に行ったことと、巻き取り時間に差が生じたことによる。冷蔵庫内貯蔵苗の温度は、貯蔵開始後45時間で10.5℃まで低下し、貯蔵終了までこの水準で経過した。一方、室内貯蔵苗は1日1回の水掛けによって2~3℃の温度低下が見られ、約15~20℃で日変化を繰り返した。

移植時の苗については両区ともに外観上差は見られなかった。移植時に冷蔵庫区で切れ苗の発生がやや多く見られたが、苗質によるものかは明らかでなかった(表7)。貯蔵条件に違いによる本田初期生育の影響は見られなかった(図14)。

このことから、3日程度の貯蔵は、冷蔵庫内で8℃高温条件下で貯蔵する方法と、室内で毎日十分な水掛けを行う方法のいずれも可能であることが明らかとなった。

(2) 常温簡易貯蔵法

ロングマット水耕苗技術は、約2週間での育苗が可能で

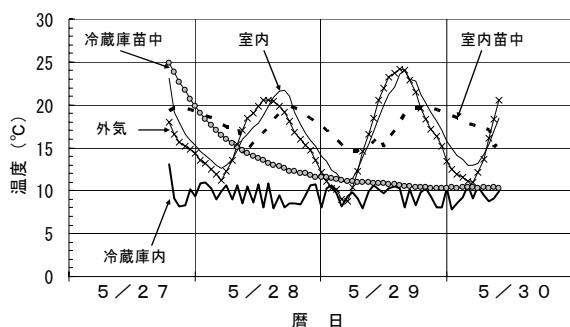


図13 短期貯蔵中の温度変化(H14)

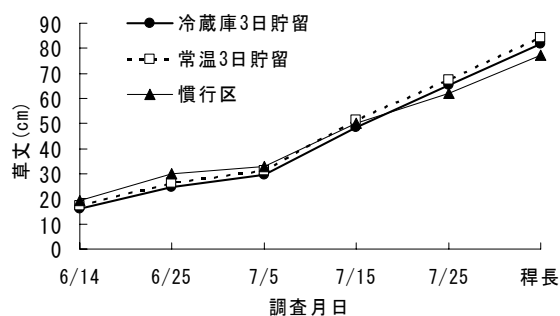


図14 短期貯蔵苗の移植後草丈の推移(H14)

表7 短期貯蔵法別移植苗の移植作業精度(H14)

試験区	貯蔵期間	植付深さ (cm)	植付本数 (本/株)	移植時苗損傷率(%)			移植時決株率(%)			
				合計	折れ	切れ	機械的	浮き苗	埋没	
冷蔵庫	3	平均	4.0	4.9	23.5	2.6	20.9	10.3	0.3	4.7
		SD	0.81	2.64						
		CV%	20.3	54.0						
室内	3	平均	4.1	4.73	18.5	3.7	14.8	11.3	0.4	5.5
		SD	0.50	2.8						
		CV%	12.3	60.2						
慣行	-	平均	4.4	5.7	15.2	3.4	11.7	7.2	0.2	4.7
		SD	0.72	1.97						
		CV%	16.5	34.5						

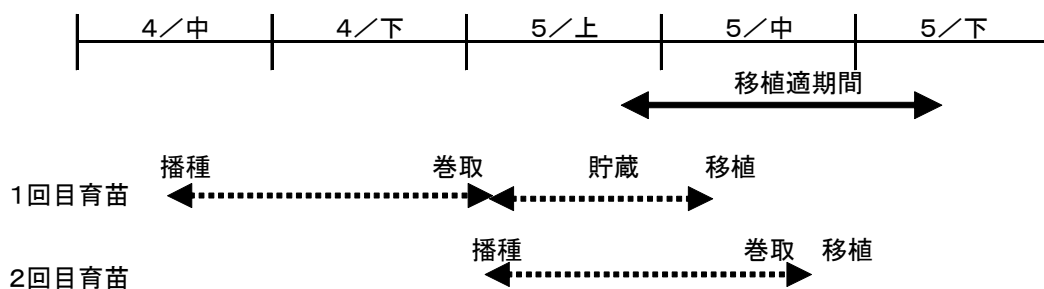


図15 移植適期に合わせた育苗装置2回利用と貯蔵期間のイメージ

あることから、育苗ベッドなどの育苗装置のコスト低下のために、育苗装置の2回利用が想定される。また、本県における水稻移植適期間が5月10日から概ね2週間であることを考慮した場合、1回目の育苗苗は約1週間程度の貯蔵が必要になる(図15)。この場合の貯蔵方法として、冷蔵庫を用いることなく室内で簡易に貯蔵する方法について検討を行った。

①材料と方法

巻き取った苗を移植時まで室内で7日程度貯蔵する方法について平成17年に検討を行った。品種はひとめぼれを用

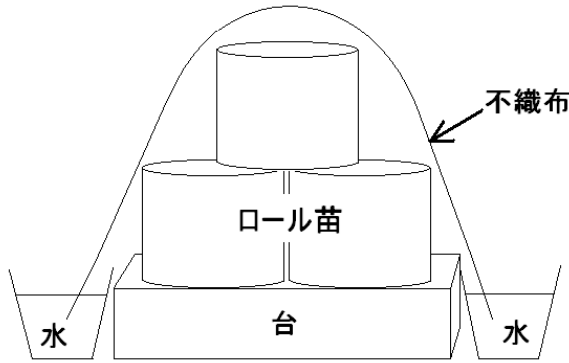


図16 不織布がけによる苗貯蔵法(H17)

い、試験区は冷蔵庫区を対照区として室内区を設け、2段に積み重ねて、乾燥を防ぐために不織布で覆い、自動で保水されるようにして貯蔵した(図16)。貯蔵期間中、4日後、7日後、10日後、14日後、17日後に最長根長、最大根数を計測した。

②結果と考察

常温不織布がけ貯蔵では、不織布内の苗付近の温度が、室温より低く保たれ、温度変化の幅も室温より抑えられた(図17)。

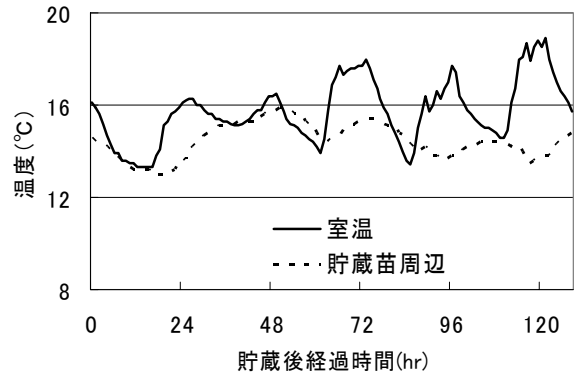


図17 不織布がけによる貯蔵苗周辺の温度変化(H17)

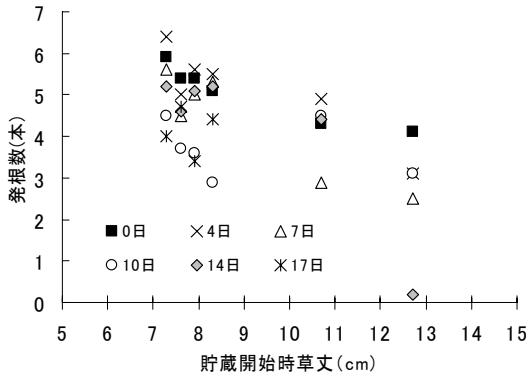


図18 貯蔵開始時草丈と貯蔵日数別発根数(H17)

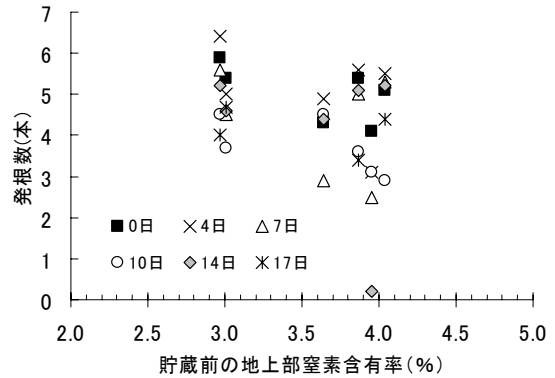


図19 貯蔵開始時地上部窒素含有率と貯蔵日数別発根数(H17)

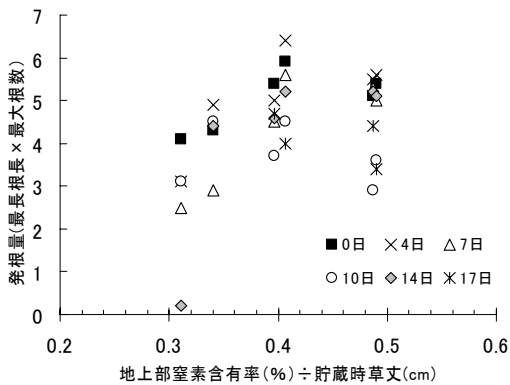


図20 貯蔵時苗質と貯蔵日数別発根量(H17)

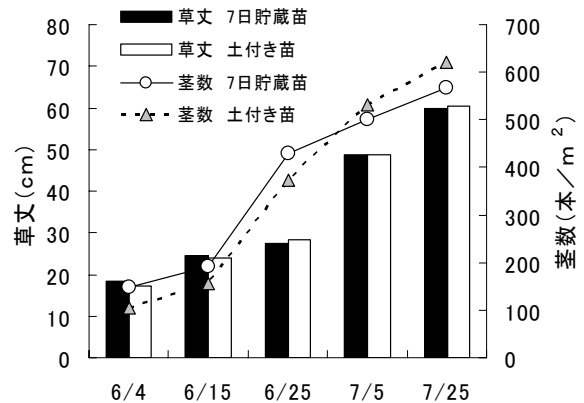


図21 不織布がけ7日貯蔵苗の移植後生育(H17)

注) 7日貯蔵苗: 不織布掛けで7日貯蔵した苗

表8 作業能率調査区の概要

試験区	試験年月日	供試田植機	苗押さえ装置	調査項目
H14-1	H14.5.10	I社5条ロングマット田植機	無	速度, 能率
H14-2	H14.5.30	K社10条ロングマット田植機	有	速度, 能率
慣行	H14.5.31	K社6条土付き苗田植機	—	速度, 能率

貯蔵苗は、貯蔵開始時の草丈が短い苗が長い苗よりも発根数が多い傾向が見られ、貯蔵開始時の地上部窒素含有率が少ない苗の方が長い苗よりも発根数が多い傾向が見られた(図18, 19)。最長根長も発根数と同様の傾向が見られた。

そこで、貯蔵時の草丈1cm当たりの地上部乾物重をみると、発根量(発根数×最長根長)との関係では、単位草丈当たりの窒素含有率が多くなるにしたがって、発根量が多くなるが、およそ0.40%/cmを境に単位草丈当たりの窒素含有率が大きくなるほど発根量が少なくなる傾向が見られた(図20)。このことから、苗の貯蔵性については、苗質や貯蔵環境によって適応性が大きく異なると思われる。貯蔵時の草丈1cm当たりの窒素含有率の目安は0.40%程度であると思われるが、貯蔵性の良い苗質を得るための育苗管理方法などについては更に検討が必要であると思われる。

常温不織布がけ貯蔵後の苗の観察による外観は、貯蔵期間が7日程度であれば葉色の低下が見られる程度であったが、それ以上の貯蔵期間では、カビの発生が見られた。また、7日貯蔵苗の移植後の生育は慣行土付き苗と同等であっ

た(図21)。このことから、常温不織布がけによる貯蔵可能日数は7日程度が有効であると思われる。

5 ロングマット水耕苗田植機の性能評価

(1) 作業能率

①材料と方法

平成14年にI社製5条ロングマット用田植機(土付き苗と兼用型)を用い、北上現地1haほ場で行った。慣行移植はK社製6条田植機を用いて農業研究センター内3haほ場で行った(表8)。

②結果と考察

試験区H14-1は、苗押さえ装置が付いていない田植機を用いたが、苗の損傷率、欠株率ともに高く、作業速度を0.68m/s程度までしか上げることができなかった。作業能率は4.0h/haであった(表9上)。

試験区14-2は、苗押さえ装置の作業精度を評価したもので、作業速度を1.2m/sと慣行田植機並みにしても損傷苗および欠株率を減少させることができたことから(表10)、試験区14-1において苗押さえ装置を取り付けたことを仮定して作業能率を推定した。6条のロングマット田植機では2.37h/haとなり、慣行田植機の3.05h/haと比較して78%に省力化される(表9下)。このことから、苗の取扱い量の削減による苗補給時間の省力効果が明らかになった。

(2) 作業精度(苗抑え装置の効果とロングマット専用田植機の精度評価)

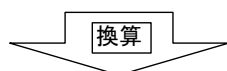
①材料と方法

【苗抑え装置の効果】

平成14年に、中央農研で開発した苗押さえ装置を装着した田植機と装着していない田植機について、植え付け本数、

表9 作業能率

試験区	H14-1		慣行		
作業面積(a)	100		153		
	(100×100)		(250×61.2)		
有効作業幅(m)	1.5		1.8		
	(h)	割合(%)	(h)	割合(%)	
合計	4.06	100	2.66	100	
内訳	移植	2.92	71.9	1.35	50.7
	旋回	0.27	6.7	0.24	8.9
	移動	0.12	2.8	0.01	0.5
	苗補給	0.43	10.5	1.03	38.5
	調整	0.29	7.1	0.02	0.7
	燃料補給	0.04	0.9	0.02	0.7
平均作業速度(m/s)	0.65		1.14		



試験区	H14-1からの換算		慣行からの換算		
想定ほ場区画	(125×80)		(125×80)		
想定作業幅(m)	1.8		1.8		
	(h)	割合(%)	(h)	割合(%)	
ha当たり作業能率	2.37	100	3.05	100	
内訳	移植	1.41	59.5	1.41	46.2
	旋回	0.28	11.8	0.29	9.5
	移動	0.12	5.1	0.10	3.3
	苗補給	0.43	18.1	1.11	36.4
	調整	0.08	3.4	0.09	3.0
	燃料補給	0.05	2.1	0.05	1.6
想定作業速度(m/s)	1.14		1.14		
ほ場作業量(ha/h)	0.422		0.328		
理論作業量(ha/h)	0.739		0.739		
ほ場作業効率(%)	57.1		44.4		

表11 作業精度調査区の概要(H14, 15)

試験区	試験年月日	供試機械	苗押さえ装置	試験規模
H14-A	H14.5.30	K社製10条兼用ロングマット田植機	有	22.5a
H14-B	H14.5.30	I社製5条兼用ロングマット田植機	無	45a
慣行区	H14.5.31	K社製6条兼用土付き苗田植機	—	153a
H15-A	H15.5.13	K社製6条兼用ロングマット専用田植機	有+横送り軸改良	28.5a
H15-B	H15.5.14	K社製7条兼用ロングマット専用田植機	有+横送り軸改良	17.7a

表10 苗押さえ装置の効果

項目	試験区 H14-1		試験区 H14-2	
	平均	CV%	平均	CV%
苗押さえ装置の有無	無		有	
植付深(cm)	3.5	38.7	4.5	15.1
植付本数(本)	5.3	50.2	4.9	58.2
1本植え株率(%)				
損傷苗率(%)	26.1		11.7	
うち折れ苗(%)	8.2		3.6	
うち切れ苗(%)	17.9		8.1	
欠株率(移植直後)(%)	18.4		7.4	
うち機械的(%)	9.9		4.5	
うち浮き苗(%)	3.7		0.1	
うち埋没(%)	4.8		2.8	
欠株率(1ヶ月後)(%)	18.3		7.1	
作業速度(m/s)	0.65		1.22	

表12 作業精度調査時の苗の形質(H14,15)

試験区	草丈	葉齢	第1葉鞘高	第2葉身長	最長根長	根数	充実度
	cm	葉	cm	cm	cm	本	mg/cm
H14-A,B	9.0	3.0	2.2	3.7	10.5	8.8	0.94
慣行	16.2	3.2	3.6	7.2	12.3	14.2	1.51
H15-A	12.2	3.0	2.1	3.5	8.5	7.7	0.74
H15-B	8.2	2.7	2.2	3.7	7.7	8.3	0.84

植え付け深さ、植え付け苗損傷率、欠株率について慣行田植機との比較を行った。(表11). 植え付け深さを4~5cm、植え付け本数を4~6本になるようにし、横掻き取り回数は20回に設定した。

[専用田植機の効果]

平成15年に中央農研で開発したロングマット水耕苗専用田植機について植え付け本数、植え付け深さ、植え付け苗損傷率、欠株率を測定した(表11). 植え付け深さを4~5cm、植え付け本数を4~6本になるようにし、横掻き取り回数は20回に設定した。

②結果と考察

[苗押さえ装置の効果]

移植時の苗は、ロングマット苗で16日育苗で草丈は9.0cm、葉齢は3.0葉、充実度は0.94であった。慣行土付き苗は草丈16.2cmとやや長めの苗であった(表12).

植え付け深さは各試験区ともにほぼ設定どおり4~5cmの範囲で移植され、植え付け本数は、各試験区ともに1株当たり4~5本であった(表13). 1本植え株率は、苗押さえ装置を装着したH14-A区で6.7%と、装着しないH14-B区の9.1%に比べて低かった。これは、苗押さえ装置を取り付けたことにより、植え付けが安定したものと思われた。

損傷苗率は、苗押さえ装置を取り付けた試験区H14-Aでは12%であり、苗押さえ装置のない試験区H14-Bでは、切れ苗が多く発生して18~23%の損傷苗が発生した。これは、苗押さえ装置により安定した掻き取りが行われたことによるものと思われた。

苗押さえ装置のない田植機を使用した試験区H14-Bの欠株率は、移植直後に約15%以上発生し、移植後1ヶ月後には約18%であった。一方、苗押さえ装置を取り付けた試験区H14-Aでは移植1ヶ月後でも7%の欠株にとどまった。

[専用田植機の効果]

苗押さえ装置の装着で苗損傷率と欠株率を低くすることができるが、慣行移植機並みの苗損傷率と欠株率は得られない。原因は、マット形成が根がらみだけで得られることと、それを移植爪で掻き取る時にマットが横方向に縮むことによるものであった。このことから、移植直前に苗を予め縮める掻き取り方法が中央農研で考案され、田植機の苗載せ台の横送り軸を改造する方法がとられた。この田植機を用いて移植作業精度の評価を行った。

植え付け深さは各試験区ともにほぼ設定どおり4~5cmの範囲で移植され、植え付け本数は、1株当たり6~7本であった(表14). 1本植え株率は、H15-A区で3.3%、H15-B区で1.9%であり、これは、苗押さえ装置の装着に加えて苗

表13 苗押さえ装置の効果(H14)

項目	試験区 H14-A		試験区 H14-B		慣行区	
	平均	CV%	平均	CV%	平均	CV%
苗押さえ装置の有無	有		無		-	
植付深 (cm)	4.5	15.1	4.0	20.3	4.4	16.5
植付本数(本)	4.9	58.2	4.9	54.0	5.7	34.5
1本植え株率 (%)	6.7		9.1		1.6	
損傷苗率 (%)	11.7		23.5		2.6	
うち折れ苗 (%)	3.6		2.6		1.1	
うち切れ苗 (%)	8.1		20.9		1.5	
欠株率(移植直後) (%)	7.4		15.3		0.8	
うち機械的 (%)	4.5		10.3		0.5	
うち浮き苗 (%)	0.1		0.3		0.3	
うち埋没 (%)	2.8		4.7		0.0	
欠株率(1ヶ月後) (%)	7.1		18.5		1.1	
作業速度(m/s)	1.22		0.86		1.14	

表14 専用田植機の効果(H15)

項目	試験区 H15-A		試験区 H15-B	
	平均	CV%	平均	CV%
横送り軸改良	有		有	
植付深 (cm)	4.7	21.3	4.3	16.7
植付本数(本)	6.3	49.3	7.1	40.8
1本植え株率 (%)	3.3		1.9	
損傷苗率 (%)	8.2		12.5	
うち折れ苗 (%)	4.8		5.0	
うち切れ苗 (%)	3.4		7.5	
欠株率(移植直後) (%)	5.8		1.8	
うち機械的 (%)	2.2		0.7	
うち浮き苗 (%)	3.1		0.5	
うち埋没 (%)	0.6		0.6	
欠株率(1ヶ月後) (%)	-		1.1	
作業速度(m/s)	0.84		0.73	

表15 種子消毒剤試験区の構成(H11, 12)

試験年	試験区名	種子消毒剤	試験期間
H11	1) ベント(湿)+スターナ(浸)	ベンレートT, スターナ	6月2日 ~ 6月17日
	2) スポルタック+スターナ(浸)	スポルタック, スターナ	
	3) 無消毒	-	
	4) ベント(湿)	ベンレートT	7月8日 ~ 7月21日
	5) スポルタック(湿)	スポルタック	
	6) ベンレート(湿)	ベンレート	
	7) スポルタック+スターナ(浸)	スポルタック+スターナ	
	8) スポルタック+スターナ(湿)	スポルタック+スターナ	
	9) スターナ(湿)	スターナ	
H12	1) ヘルシード(湿)+スターナ(浸)	ヘルシード, スターナ	7月3日 ~ 7月15日
	2) ベント(湿)+スターナ(浸)	ベンレートT, スターナ	
	3) スポルタック+スターナ(浸)	スポルタック, スターナ	
	4) 無消毒	-	7月15日
	5) ヘルシード(湿)	ヘルシード	
	6) ベント(湿)	ベンレートT	

注) 湿: 湿粉衣法, 浸: 浸漬法

表16 種子消毒農薬別苗調査結果 (H11, 12)

試験年度	試験区	草丈 (cm)	葉齢 (cm)	第1	第2	葉色値 (第2葉) (SPAD値)	平均 根長 (cm)	最長 根長 (cm)
				葉鞘高 (cm)	葉身長 (cm)			
H11	1) ベント (湿) + スターナ (浸)	18.5	3.6	2.6	5.4	36.7	8.8	10.3
	2) スポルタック + スターナ (浸)	20.9	3.2	2.4	4.6	31.9	7.3	8.7
	3) 無消毒	15.7	3.1	2.6	5.4	13.3	6.4	7.9
	4) ベント (湿)	14.2	3.0	2.3	5.1	22.8	6.0	6.8
	5) スポルタック (湿)	15.3	3.1	2.1	4.3	23.9	8.4	5.2
	6) ベンレート (湿)	14.3	3.0	2.7	5.6	21.1	7.9	6.1
	7) スポルタック + スターナ (浸)	13.4	2.9	2.7	6.3	17.7	7.3	4.9
	8) スポルタック + スターナ (湿)	12.2	2.7	2.8	6.2	20.8	9.3	2.8
	9) スターナ (湿)	9.8	2.8	2.6	5.6	9.5	9.2	2.2
H12	1) ヘルシード (湿) + スターナ (浸)	12.6	2.5	2.6	5.6	26.5	7.3	4.7
	2) ベント (湿) + スターナ (浸)	13.2	2.5	2.5	5.4	25.1	7.0	6.3
	3) スポルタック + スターナ (浸)	13.9	2.7	2.7	6.4	24.7	7.4	4.6
	4) 無消毒	13.5	2.7	2.7	6.0	25.7	6.1	7.8
	5) ヘルシード (湿)	14.8	2.8	2.7	5.7	29.4	5.8	7.2
	6) ベント (湿)	14.0	2.8	2.7	5.7	28.0	7.0	6.9

の横送り量を狭くしたことにより、植え付けがより安定化したものと思われた。

また、苗損傷率は 8.2%、12.5%と低く抑えることができた。なかでも切れ苗の発生を大幅に少なくすることができた。欠株率は、浮き苗の発生がややみられたものの、機械的欠株は1~2%程度と大幅に減らすことができた。

以上のことから、苗押さえ装置の装着は、切れ苗、欠株率の発生を減少させることができ、さらに横送り量を制限した専用田植機を用いることにより切れ苗、欠株率を大幅に少なくした安定した移植が可能であった。

6 種子消毒剤、殺虫殺菌箱施用剤、除草剤適応性評価

(1) 種子消毒剤

①材料と方法

一般に用いられる種子消毒剤について、平成11年は9剤、平成12年は6剤供試し、薬害状況、生育について調査を行った。平成11年は6月2日播種で8剤検討し、7月8日播種で5剤の検討を行った(表15)。

②結果と考察

一般的に用いられる種子消毒剤の水耕育苗における適応性を検討した。スターナ水和剤単剤の消毒(湿粉衣、浸漬)で根の褐色化と強い草丈伸張抑制が見られた。ベンレート、ヘルシード水和剤の湿粉衣法で若干の生育抑制、発根抑制が見られたが、マット形成には影響がなかった。ベンレートTを含む他剤での薬害は特に認められなかった(表16)。

(2) 箱施用剤の防除効果と薬害

①材料と方法

平成14年に、本田初期害虫防除と初期いもち防除につい

て、現地で普及しているフィプロニル・プロベナゾール粒剤(ウィンアドマイヤー箱粒剤)とイミダクロプリド・カルプロパミド粒剤(Dr.オリゼプリンス粒剤6)を用いてロングマット水耕苗への薬害発生状況と、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、いもち防除効果について調査した。品種はあきたこまちを用い、5月15日播種し、16日育苗した苗に巻き取り直前の5月31日に薬剤施用し、巻き取った。処理量は慣行土付き苗と同じ面積当たり等量になるように50g/0.16㎡施用した。巻き取った苗は、巻き取り同日に移植し、6月7日と6月14日にイネミズゾウムシ成虫数、イネドロイオムシ卵塊数、いもち病斑株数を調査した。

②結果と考察

移植時および移植後7日目、14日目のいずれにおいても薬害の発生は認められず、イネミズゾウムシ成虫、イネドロオイムシ卵塊、いもち病斑のいずれについても確認されなかった。

(3) 水稲除草剤適応性

①材料と方法

平成13年は、カフェンストロール混合剤(ジョイスターフロアブル)、プレチラクロール混合剤(スパークスター1キロ粒剤)、エスプロカルブ混合剤(オーテフロアブル)メフェナセット含有剤(リボルバー1キロ粒剤)を用いて水稲生育に与える影響について深植え区と浅植え区を設定して検討を行った。平成14年は、カフェンストロール混合剤(ジョイスターフロアブル)、プレチラクロール混合剤(スパークスター1キロ粒剤)、エスプロカルブ混合剤(オーテフロアブル)を用いた。品種はあきたこまちで、5月30日に移植し、除草剤処理は6月12日に行った。試験区は各剤2区制で1区6.3㎡で行った。

表17 箱処理剤の防除効果及び薬害の発生 (H11, 12)

区 (薬剤・処理量)	処理日	調査項目	調査日		薬害
			6/7	6/14	
ウィンアドマイヤー箱粒剤 50g/0.16㎡	5/31	イネミズゾウムシ成虫数	0	0	無し
		イネドロオイムシ卵塊数	0	0	
		いもち病斑株数	0	0	
Dr.オリゼプリンス粒剤6 50g/0.16㎡	5/31	イネミズゾウムシ成虫数	0	0	無し
		イネドロオイムシ卵塊数	0	0	
		いもち病斑株数	0	0	
無処理	-	イネミズゾウムシ成虫数	0	0	-
		イネドロオイムシ卵塊数	0	0	
		いもち病斑株数	0	0	

表18 水稲除草剤が生育に与える影響(H13, 14)

含有成分	試験年	植付け深 (cm)	分げつ期 茎数(本/m ²)	薬害 程度	症状	摘 要
カフェンストール	H13	2.0	222	微	分げつ抑制	浅植え苗、植え傷み苗の多い区で薬害程度が大。H14の適正植え付け深では薬害無し。
		2.5	222	微	分げつ抑制	
	H14	4.5	681	無	—	
プレチラクロール	H13	2.0	275	微	分げつ抑制	
		2.5	285	微	分げつ抑制	
	H14	4.5	649	無	—	
エスプロカルブ	H13	2.0	394	無	—	
		2.5	435	極微	生育抑制	
メフェナセット	H13	2.0	354	極微	分げつ抑制	薬害は軽微だが、適正な植え付け深を確保することが望ましい。
		2.5	367	極微	生育抑制	
テニルクロール	H14	4.5	673	無	—	

②結果と考察

平成13年の浅植え区の平均植え付け深さは2.0cm、標準植え区の平均植え付け深さは平均2.6cmであった。標準植えの目標を4~5cmとしたが設計より浅い植え付け深での除草剤処理となった。根の露出と植え痛みが両区で認められたが、浅植え区で特に多かった。標準植え区と浅植え区のどちらもプレチラクロール、カフェンストール含有剤の施用で薬害と見られる分げつ抑制、生育抑制が見られた(表18)。

平成14年には同じ剤を用いた深植え条件での検討を行った。植え付け深さは4.5cmであった。若干の根の露出は見られたものの、極端な浮き苗や植え痛みは見られなかった。その結果、プレチラクロール、カフェンストール含有剤においても生育への影響は見られなかった。

このことから、除草剤施用条件として、根の露出、植え痛みのない移植を行うことで除草剤による生育への影響は回避できるものと思われた。

7 現地適応性試験での生育収量評価

①材料と方法

平成15年から17年に江刺市(現奥州市江刺区)と胆沢町(現奥州市胆沢区)において現地適応性試験を行った。平成15年は県農研センターで苗を育苗して専用田植機を持ち込んで展示実証試験を行った。平成16年と17年は農家自ら育苗した苗を農家所有の田植機で移植した。

坪刈りは欠株を含めた120株(6条×20株)について調査した。

②結果と考察

平成15年は両地区ともに慣行区に比べて生育がやや遅れたことなどにより、低温期を回避することができ、慣行を上回る収量を確保することができた。平成16年度の胆沢町実証ほ場は、整備初年目のほ場で施肥を少なめにしたが、成熟期の倒伏により屑米重が多く慣行を下回ったが、618kg/10aと高収量が得られた。平成17年度の江刺市ほ場は、充実度が高く慣行対比95%で、611kg/10aを得た(表19)。

両地区の3年間の収量の慣行対比の平均は97%であり、概ね慣行レベルの収量が得られると言えるが、ロングマット技術の評価においては3%減収として評価すべきと判断した。

8 経営評価

以上の結果から、軽労効果について評価し、技術体系を作成した。

(1) 軽労効果

水稲のロングマット水耕育苗・移植技術は、慣行土付き苗移植に比べて苗の取扱総質量が軽減され、作業時間は育苗作業で慣行対比74%、移植作業で同じく45%に省力化された(図22)。苗の巻き取り時に、苗押さえローラと中央農研試作の巻き取り補助装置を用いることにより、1人での作業が可能となり、軽労・省力効果が高かった(図23)。ha当たりの作業負担度を慣行作業と比較すると、苗運搬作業で慣行対比15%、田植え作業時の苗補給で同じく49%と大幅に軽減された。これは、苗の取扱量の減少により苗運

表19 現地試験における収量(H15~17)

試験区	年	区名	全重 kg/10a	ワラ重 kg/10a	精籾重 kg/10a	籾ワラ比	精玄米重 kg/10a	同左 慣行比%	屑米重 歩合%	千粒重 g	検査等級
江刺	H15	ロング	1,530	748	782	1.04	580	121	10.2	21.9	1等
		慣行	1,515	872	643	0.74	480	(100)	9.6	20.9	1等
	H16	ロング	1,592	711	819	1.15	567	91	14.7	22.4	1等
		慣行	1,665	758	848	1.12	626	(100)	7.6	22.9	1等
	H17	ロング	1,524	667	791	1.19	611	95	5.4	23.5	1等
		慣行	1,568	700	809	1.16	641	(100)	4.4	23.2	1等
胆沢	H15	ロング	1,424	709	714	1.01	514	104	10.9	21.6	1等
		慣行	1,579	868	711	0.82	495	(100)	14.1	21.1	1等
	H16	ロング	1,694	819	816	1.00	618	90	7.6	23.0	1等
		慣行	1,764	810	882	1.09	687	(100)	5.2	23.4	1等
	H17	ロング	1,234	558	624	1.12	438	82	11.9	24.0	1等
		慣行	1,413	635	723	1.14	537	(100)	8.4	23.5	1等
								慣行比の平均→	97		

表20 ロングマット水耕苗の4.8ha技術体系と慣行4.8ha体系との比較（育苗と移植のみ抜粋）
水稲ロングマット（ひとめぼれ・あきたこまち、30a区画・480a移植（育苗2回転）、北上川流域

作業項目		栽培様式		ロングマットの作業技術				慣行土付き体系				技術上の留意事項		
項目1	項目2	栽培技術の内容	作業時期(旬)	使用機械名	組作業人数	時間(hour)		組作業人数	時間(hour)					
						機械	人力		機械	人力				
育苗	種子準備	塩水選	3/下		2		10.00		2		9.00	種子量増=乾籾200g/60cm		
	種子予措	浸種	3/下~4/中		2		4.80		2		4.80			
	ハウス準備	ハウス修理・ビニール被覆	4/上~4/中		自動催芽器(100kg)	2		72.00	1.00	2		48.00	2.00	催芽長2mm
		(慣行のみ)ハウス整地・プール準備	4/上~5/中		3.5間×15間ハウス1棟	3		6.00		3		12.00		2.4ha分苗の育苗が可能
	1回目育苗	播種準備	4/上~4/中		6m×4本ベッドで12セット	1			7.00					ベッド清掃、不織布敷き等、サーモは30℃
		播種	4/中		育苗用手動式播種器	2		1.56	4.12	4		5.40	21.60	2ベッド同時に播種、均一に
		(慣行のみ)出芽										96.00		
		(慣行のみ)置床								3		0.82	13.50	
		育苗管理	4/中~5/上			1			5.83	1			6.84	播種後2日間は被覆管理。肥料投入は播種5日後。巻き取り3日前に追肥
		苗巻き取り	5/上		苗巻き取り補助装置	1		1.20	1.60					巻き取り補助装置利用
		苗貯蔵・管理	5/上		軽トラック	1		0.57	1.48					濡れ不織布を掛け、風通しにいい直射日光のない場所での貯蔵
	2回目育苗	播種準備	5/上		6mベッド48本	1			7.00					ベッド清掃、不織布敷き等、サーモは30℃
		播種	5/上		育苗用手動式播種器	2		1.56	4.12					2ベッド同時に播種、均一に
		育苗管理	5/上~5/中			1			5.83					播種後2日間は被覆管理。肥料投入は播種5日後。巻き取り3日前に追肥
		苗巻き取り	5/中		苗巻き取り補助装置	1		1.20	1.60					巻き取り補助装置利用
	片付け	ハウス片付け・ビニール洗浄	5/下			2			9.00				9.00	ベッド片づけ、ハウスはそのまま
		畦畔・水路補修	4/上~4/中		トラクタ(30ps)+畦塗機	2		3.12	19.12	2		3.12	19.12	2年に1回補修
	土壌改良剤	珪カル運搬	4/上~4/中		トラクタ(2t)	1		0.33	0.33	1		0.33	0.33	2年に1回施用
		珪カル散布	4/上~4/中		トラクタ(30ps)+プロードキヤスタ(300L)+トラクタ(2t)	2		1.85	3.70	2		1.85	3.70	
	基肥	基肥運搬	4/下		トラクタ(2t)	1		0.67	0.67	1		0.67	0.67	緩効性肥料施用により追肥作業を削減
基肥散布		4/下		トラクタ(30ps)+プロードキヤスタ(300L)+トラクタ(2t)	2		3.69	7.38	2		3.69	7.38		
秋耕	ロータリー耕	11/上~11/中		トラクタ(30ps)+ロータリ(1.6m)	1		29.50	29.50	1		29.50	29.50		
	ロータリー耕	4/下		トラクタ(30ps)+ロータリ(1.6m)	1		29.50	35.90	1		29.50	35.90	四隅掘実施	
春耕	代かき	5/上~5/中		トラクタ(30ps)+代かきロータリ(2.4m)	1		40.40	40.40	1		40.40	40.40		
	苗運搬	5/上~5/中		トラクタ(軽トラ)	1		1.33	1.73	2		6.00	16.50		
移植	田植	5/上~5/中		田植機(4条)	1		30.30	30.30	2		44.40	88.80	ロングマット仕様	
	補植	5/上~5/中			1			2.72	1			2.72		
	補植・片付け	(慣行のみ)箱洗浄								2		5.40	10.80	
		(慣行のみ)箱運搬								2		0.50	5.90	
				育苗・移植	計(h)		109.7	104.1	計(h)		207.5	216.5		
					慣行比(%)		53	48	慣行比(%)		100	100		
				総計	計(h)		760.2	688.2	計(h)		854.3	796.4		
					慣行比(%)		89	86	慣行比(%)		100	100		

搬作業の軽労化が図られることによるものと思われる。

また、田植機に中央農研試作の苗押さえ装置を取り付けることや横送り軸の改良による専用田植機を用いることで、移植作業精度が向上した。

(2) 作業技術体系の作成

養液の加温による夜間 15℃以上の温度管理と育苗初期の保温管理、巻き取り前追肥技術により活着力のある良苗の 15~17 日での育苗が可能になり、約 7 日程度の簡易貯蔵により育苗ハウスや育苗装置を 2 回利用する低コストな技術体系を組み立てた(表 20)。

育苗と移植の作業時間は、10a 当たり 2.2 時間となり、慣行(土付き苗移植技術、以下、慣行と表記)対比で 48%と大幅に省力化されることが示された。

育苗ベッドなどの施設償却費は増加するものの、育苗器、

育苗培土などが不要になり、変動費と機械償却費が減少するため、経営費は慣行を約 2,500 円下回った(表 21)。

10a 当たりの所得は、経営費が慣行より下回るものの、収量の低下(3年間行った 2カ所の現地試験の収量慣行対比平均値より 3%を想定)により粗収益が減少することから、慣行より約 1,500 円減少する結果となった。

しかし、育苗と移植作業の省力化によって労働時間が短縮されるため、労働生産性(時間当たり所得)は慣行より高まることが示された。

さらに、作業ピークとなる 5 月上・中旬の労働時間が慣行より大きく減少するため、育苗と移植の作業面積の拡大が可能となり、所得(1人当たり可能所得)の増加が見込まれた(表 21, 図 24)。

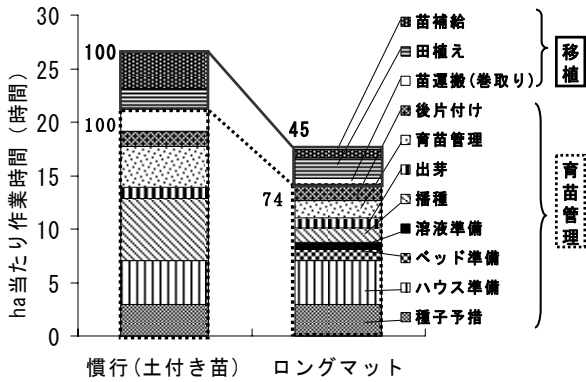


図22 ロングマット水耕苗の省力効果(H14)

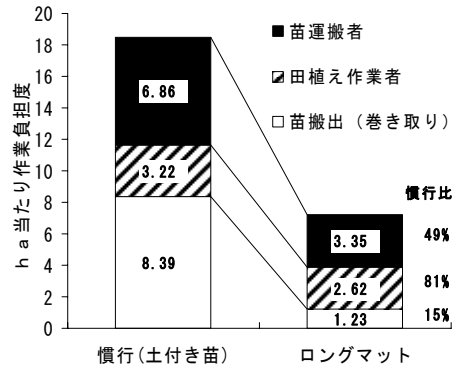


図23 ロングマット苗の軽労効果(H12, 14)

注1) 作業負担度は姿勢区分評価法追加版(H12年成果)より
 注2) ha 当り作業負担度=評価点平均×ha 作業時間
 注3) ロングマットの巻き取りは補助装置利用で苗搬出を含む

表21 4.8ha規模での労働時間と収支試算

項目	単位	ロングマット	慣行	備考
10a当収量	kg	524	540	3%減収を想定
粗収益	千円	6,631	6,832	販売単価:261円/kg
労働時間 (育苗・移植)	時間/10a	2.2	4.6	慣行対比48%
総労働時間	時間/10a	14.3	16.6	慣行対比86%
経営費	円/10a	111,883	114,513	
変動費	円/10a	60,936	64,006	育苗箱,育苗培土不要
機械償却費 ^{注1)}	円/10a	46,713	48,966	育苗器・播種機等不要
施設償却費 ^{注1)}	円/10a	4,234	1,541	育苗ベッド等施設費の増加
所得 ^{注1)}	円/10a	26,266	27,814	
労働生産性	円/時間	1,832	1,676	
1人当可能所得 ^{注2)}	千円	1,983	1,468	
旬当必要 最大労働時間	時間	63.6	91.0	

注1) 耐用年数は実耐用年数(法定耐用年数×1.5)を用いた
 注2) 旬当たりの最大労働時間を100時間に想定した場合の可能所得

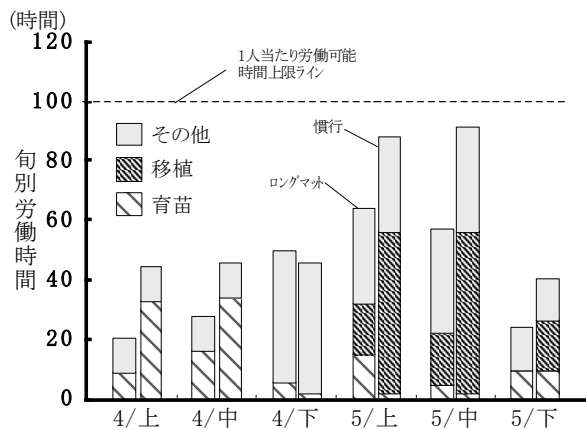


図24 春作業期における作業別の労働時間

力を得ながら、県内実証農家の水稲生産にかける多大なる情熱に支えられ行われたものである。ここに表し甚大なる謝意を示します。

引用文献

- 1) 田坂幸平ら：水稲の水耕育苗と移植技術の開発に関する研究(第1報), 農機誌 58 (6), 89-99, 1996
- 2) 田坂幸平ら：水稲の水耕育苗と移植技術の開発に関する研究(第2報), 農機誌 59 (1), 87-98, 1997
- 3) 北川寿ら：肥料の違いが水稲ロングマット水耕苗の生育に及ぼす影響, 日作紀 69 (別2), 4-5, 2000
- 4) 農林水産省農業研究センタープロジェクト研究第3チーム：水稲ロングマット水耕苗の育苗・移植技術マニュアル, 2000
- 5) (独) 農業技術研究機構中央農業研究センター, 水稲ロングマット水耕苗の育苗・移植技術マニュアル Ver. 2, 2002
- 6) 及川あやら：水稲ロングマット水耕育苗における養液管理が苗質に与える影響, 日作東北支部報 48, 47-48, 2005

謝辞

本研究は、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業総合研究センター関東東海水田輪作研究チームにご指導、ご協力を仰ぎ、茨城県、埼玉県、長野県、青森県等各県の研究担当者、技術導入生産者のご指導、ご協

補足資料

水稲ロングマット（ひとめぼれ・あきたこまち、30a区画・移植(育苗2回転)、5ha規模(480a)、北上川流域)

作業項目		栽培様式		作業技術			投入資材	技術上の留意事項		
項目1	項目2	栽培技術の内容	作業時期(旬)	使用機械名	組作業人数	時間(hour)				
							機械	人力		
育苗	種子準備	塩水選	3/下		2		10.00	ポリ容器(丸100?)2個,カゴ(36?)2個,食塩45.6kg,水稲種子198kg,種子ネット46枚		
	種子予措	浸種	3/下~4/中		2		4.80	ポリ容器(角200?)4個		
		催芽	3/下~4/中	自動催芽器(100kg)	2	72.00	1.00			
	ハウス準備	ハウス修理・ビニール被覆	4/上~4/中		3		6.00	ハウスビニール(6m*5m)873m2,スプリング(2m)180本,マイカー線1000m,アルミ脚立(6尺)3台	ロングマット水耕苗育苗	
	1回目育苗	播種準備	4/上~4/中		1		7.00			
		は種	4/中	人力播種機	2	1.56	4.12		ヒータ、ポンプ、ホース	
		出芽								ロング無し
		置床								ロング無し
		灌水・温度管理	4/中~5/上		1		5.83			
		巻き取り	5/上		1	1.20	1.60			
	2回目育苗	苗貯蔵	5/上		1		1.48		簡易貯蔵	
		播種準備	5/上		1		7.00			
		は種	5/上	人力播種機	2	1.56	4.12		ヒータ、ポンプ、ホース	
		灌水・温度管理	5/上~5/中		1		5.83			
片付け	巻き取り	5/中		1	1.20	1.60				
	ハウス片付け・ビニール洗浄	5/下		2		9.00		アルミ脚立(6尺)0台,ビニールホース30m		
畦畔補修	畦畔・水路補修	4/上~4/中		トラクタ(30ps)+畦塗機	2	3.12	19.12	スコップ2本	2年に1回補修	
施肥	土壌改良剤	珪カル運搬	4/上~4/中	トラクタ(2t)	1	0.33	0.33	ケイカル(粒)ハラ1920kg	2年に1回施用	
		珪カル散布	4/上~4/中	トラクタ(30ps)+フロードキヤスタ(300L)+トラクタ(2t)	2	1.85	3.70			
	基肥	基肥運搬	4/下	トラクタ(2t)	1	0.67	0.67	エルビ-505号ハラ1920kg	緩効性肥料施用により追肥作業を削減	
		基肥散布	4/下	トラクタ(30ps)+フロードキヤスタ(300L)+トラクタ(2t)	2	3.69	7.38			
耕起	秋耕	ロータリー耕	11/上~11/中	トラクタ(30ps)+ロータリ(1.6m)	1	29.50	29.50			
	春耕	ロータリー耕	4/下	トラクタ(30ps)+ロータリ(1.6m)	1	29.50	35.90	スコップ0本	四隅掘実施	
代かき	代かき	5/上~5/中		トラクタ(30ps)+代かきロータリ(2.4m)	1	40.40	40.40			
移植	苗運搬	苗運搬	5/上~5/中	トラクタ(軽トラ)	1	1.33	1.73			
	田植	田植	5/上~5/中	田植機(4条)	1	30.30	30.30			
		補植・片付け	補植	5/上~5/中		1		2.89		
		箱洗浄								ロング無し
病害虫防除	葉いもち・初期害虫防除	箱運搬							ロング無し	
		育苗箱施用							ロング無し	
	葉いもち・穂いもち防除	薬剤運搬	6/下、7/下	軽トラ	1	0.99	1.33	シクロバク粒剤24.96kg、オリゼート粒剤48.0kg、コトトップ1キロ粒剤76.5kg	葉いもち本田防除実施	
		薬剤散布	6/下、7/下	背負式兼用防除機	1	13.74	13.74			
本田除草	除草剤運搬	5/中~5/下	軽トラ	1	0.67	0.67	ミスターホームラン粒剤48kg			
	除草剤散布	5/中~5/下	背負式兼用防除機	1	6.15	6.15				
畦畔除草	草刈1回目	6/中		刈払機	2	19.81	19.81			
	草刈2回目	7/下		刈払機	2	19.81	19.81		カラムシ耕種防除のため必ず実施すること	
	草刈3回目	9/上		刈払機	2	19.81	19.81			
灌排水	水見	5/上~8/下		軽トラ	1	39.67	134.87		朝夕の巡回	
	中干し	7/上		軽トラ	1	0.67	3.34			
	溝切り	7/上~7/中		溝切機	1	13.33	14.33			
	落水	9/上~9/中		軽トラ	1	0.33	1.66	スコップ0本		
収穫	刈取脱穀	四隅刈	9/中~10/上		1		2.93	鎌1本		
		コンバイン刈取	9/中~10/上	コンバイン(3条,グレインタンク付)+トラクタ(30ps)+トレー	1	63.08	63.08			
	籾運搬	籾運搬	9/中~10/上	トラクタ(2t)+グレイコンテナ(2t)	1	6.00	6.00			
乾燥調製	乾燥	火力乾燥	9/中~10/上	循環式火力乾燥機(2.8t)2基+貯蔵タンク(8t)	1	228.80	22.93	電気(三相200V)445.10kWh		
		調製	籾摺り	9/中~10/下	籾摺機(1t/時)	1	31.44			
	包装	調製	9/中~10/下	選別計量機(550W,2.4t/時)	1	31.44	31.44			
		包装	9/中~10/下		1		31.44		シン(包装用)1台	
		配付け	9/中~10/下	モーターコンベア+フォークリフト(0.9t)	1	31.44	31.44			
	出荷	積込	10/中~11/中	モーターコンベア+フォークリフト(0.9t)	2	6.99	13.98			
		運搬	10/中~11/中	トラクタ(2t)	1	8.00	8.00			
総計					計(h)	760.4	688.1			
					h/10a	15.8	14.3			

Hydroponically Raised Seedlings and Transplanting Techniques for Paddy Rice with Long-mat in Cold Regions

Tatsuro OSATO, Katsuhiko ITO, Osamu TAKAHASHI¹⁾, Aya OIKAWA, Yoshinori TAKAHASHI, Kaoru MAEYAMA, Tomokazu FUJII²⁾, Atsumi ODANAKA³⁾, Masaaki TSURUTA⁴⁾ and Junko GOTO⁵⁾

Abstract

The long-mat system developed by the National Agricultural Research Center as a stable and laborsaving technology for paddy rice production was systematized for cold regions. In cold areas like Iwate Prefecture, it is possible to raise seedlings in 15-17 days by warming the seedlings in the initial stages of development and then subsequently maintaining the daily water temperature 15°C and above. By adding additional fertilizer 3 days before being rolled up, nitrogen concentration of the rice seedlings increase and rooting is promoted, stabilizing early growth stages. The rolled-up seedlings can be stored for approximately 7 days. A seedling press device was attached to a conventional rice transplanter to transplant the seedlings, which resulted in fewer number of missing hills and damaged seedlings and a working capacity of 2.3-3.0 hours per hectare. Therefore by combining these technologies, the nursery device can be used twice from mid-April through sowing and temperature control, and fertilizer management, making a 4.8 hectare-scale systematized technological operation possible. Additionally, labor productivity (per time income) is increased, as the raising and transplanting of seedlings requires less effort and total labor time is cut down.

Key words : long-mat, hydroponically raised seedlings, cold regions

- 1) Iwate Agricultural Research Center, Kenpoku Agricultural Institute
- 2) Ichinoseki Agricultural Extension Center
- 3) Iwate Prefectural Agricultural College
- 4) Ofunato Agricultural Extension Center
- 5) Ninohe Agricultural Extension Center