

籾がら成型マットと籾がらくん炭を使用した水稲プール育苗の軽量化技術

青森県農林総合研究センター ○野沢智裕、木村利行

〔キーワード〕 水稲、籾がら、成型マット、プール育苗、苗運搬、軽労化

1. はじめに

青森県の水稲栽培は、土付きマット苗（箱苗）の田植機移植栽培が主流であり、1箱5～6kgの苗箱を、ha当たり350箱を必要とするため、稲作農家の高齢化と担い手不足が深刻化するなかで、苗箱運搬作業の軽労化・省力化が課題となっている。全国的にも同傾向で、このため苗を使用しない直播栽培技術や苗の軽量化とハンドリング回数の減少を実現したロングマット水耕苗移植栽培技術等の研究が進められ、実用化段階に達している。しかし、青森県におけるこれらの技術による栽培の成功事例は、現在のところ、気象条件の比較的温暖な一部の地域に限られ、その他の大半の地域で導入するためには、初期生育の確保等解決すべき課題が多い。

そこで、健苗育苗と栽植密度の確保といった寒冷地稲作の基本技術に沿った育苗と移植作業の軽労化技術を開発することを目的として、籾がらを原料とした軽量の育苗培土の使用とかん水時期の変更による箱苗の軽量化技術について試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 方法

◆育苗試験

1) 試験場所

青森県農林総合研究センター育苗ビニルハウス。

2) 使用資材

(1) 育苗培土

床土には、箱1枚当たり450gと軽量の籾がら成型マットを使用した。この資材は、粉砕した籾がらに酸度調整剤、界面活性剤、肥料及びバインダーを混合し、150℃に加熱して、慣行育苗箱サイズ（長さ580×幅280×厚さ14mm）に成型した水稲育苗用マットで、肥料はマット1枚当たり窒素、りん酸、カリ成分を各1.5gを含む。製品名は「もみがら成型マット」。

覆土には、くん炭と粒状培土を用いた。くん炭は園芸用として地場で市販されている「籾がらくん炭」で、肥料は含まない。粒状培土は、商品名「くみあい粒状培土K」で、肥料は、質量2.5kg（1箱相当量）当たり窒素1.2g、りん酸2.4g、カリ2.1gを含む。

(2) 育苗箱：プール用（質量0.7kg、2.0φ198穴）、中苗用（質量0.6kg、3.7φ1769穴。）

(3) 育苗プール：材木を枠とし、農業用ポリを敷いて最高10cmの湛水ができるようにした。

3) 耕種概要

(1) 供試品種：つがるロマン

(2) 育苗条件：プール育苗。播種2003年4月24日。播種量催芽籾125g/箱。29日間育苗。育苗プールは、1葉期から移植日の3日前まで2～3cmの水深に湛水し、その前後は落水状態。育苗中の追肥は、12日目と21日目に硫安5g/箱を水に溶かしてジョウロでかん注。

4) 試験区の構成

覆土にくん炭と粒状培土の混合比を変えた5種類（ア～オ）の培土のいずれかを使用し、最初のかん水時期を播種時又は設置時として、覆土の種類とかん水時期の組合せが異なる区番1～10の苗を試験区とした。育苗箱はプール用を使用した。対照区は、中苗用育苗箱を用い、培土は慣行の育苗培土である黒ボク土を使用した。

◆移植精度試験及び作業負担試験

1) 試験場所

青森県農林総合研究センター新整備ほ場。ほ場の土壌型は中粗粒灰色低地土・灰褐色系。

2) 供試機

播種機：クボタSR-431KH。田植機：井関農機PG8D。運搬車：筑水キャニコムELS670。トラック：2t積4WD車。

3) 試験条件

(1) 播種月日：2003年4月24日。移植月日：5月23日。

(2) 組作業人員：3人（年齢、身長、体重、性別、安静時心拍数、作業経験年数）。A：27歳、173cm、60kg、男性、66拍、5年。B：23歳、171cm、64kg、男性、70拍、初年。C：39歳、168cm、56kg、男性、67拍、15年。

(3) 作業条件（作業量）：1区当たり播種からほ場までの苗運搬は苗箱30枚、移植は10a（28枚使用）。

(4) 供試苗 軽量化苗：育苗試験の区番3と同じ育苗方法。粒状培土苗：区番10と同じ。慣行苗：プール用育苗箱を使用して黒ボク土で育苗。育苗方法はいずれもプール育苗。

3. 結果・考察

◆育苗試験

表1 育苗条件と苗箱重、苗質

区番	育苗条件			育苗開始時のかん水	育苗時の障害			苗箱全体の質量(kg)	
	苗箱	覆土の種類	床土		覆土持上がり	出芽遅れ	苗の揃い	播種完了時	移植時
1	プール用	ア (100:0)	粗がら成型マット	育苗ハウス設置時に底面吸水	有(※)	無	良好	2.31	3.74
2	プール用	イ (90:10)			有(※)	無	良好	2.55	4.14
3	プール用	ウ (75:25)			有(※)	無	良好	2.75	4.40
4	プール用	エ (50:50)			無	大	不良	3.21	4.88
5	プール用	オ (0:100)		無	大	不良	3.82	5.66	
6	プール用	ア (100:0)		播種時にプラントでかん水	少(※)	無	不良	2.80	3.62
7	プール用	イ (90:10)			少(※)	無	不良	2.87	3.70
8	プール用	ウ (75:25)			少(※)	無	良好	3.28	4.88
9	プール用	エ (50:50)			少	小	良好	4.07	5.54
10	プール用	オ (0:100)			少	大	良好	4.72	6.04
慣行苗	中苗用	黒ボク土	黒ボク土		同上	無	無	良好	4.90

注1) 覆土の()は、くん炭と粒状培土の配合割合で容積比。

注2) 育苗ハウス設置時の底面吸水は、播種時にはかん水を行わず、湛水したプールに育苗箱を設置して箱底より吸水させた。吸水後の余剰水は排出した。

注3) 育苗時の障害は遠視評価

注4) 覆土持上がり：有=1cm以上、少=1cm未満、無=なし。(※)は軽く叩くことで容易に解消した。

注5) 出芽遅れ：大=2日以上、小=1日以下、無=なし。

区番	苗長	葉齢	乾物重	充実度	第1葉変色個体	第2葉変色個体	第3葉変色個体
	cm		mg/本	mg/cm	%	%	%
1	13.2	3.3	18.4	1.40	97	30	7
2	17.0	3.3	23.2	1.36	47	0	0
3	15.7	3.3	23.9	1.52	83	3	0
4	15.5	3.3	23.9	1.54	27	3	0
5	16.4	3.2	21.2	1.29	10	0	0
6	13.0	3.2	20.4	1.57	97	90	40
7	13.4	3.1	20.8	1.55	70	0	0
8	18.4	3.0	23.8	1.29	27	0	0
9	17.9	3.2	23.1	1.29	47	0	0
10	21.0	3.1	25.5	1.21	13	0	0
慣行苗	13.4	2.9	20.4	1.52	17	0	0

育苗開始時のかん水を底面給水とした系列で、くん炭配合割合が75%以上の培土は、出芽遅れが無く、苗の揃いも良好であった。一方、くん炭配合割合が50%以下の培土は、出芽が遅れ、苗の揃いが不良となった。播種完了時の苗箱重は、底面吸水が播種時かん水より600g程度軽く、くん炭配合割合が高いほど軽量であった。生理障害と推測される葉の変色個体は、くん炭100%の苗で多発したが、粒状培土を10%以上混合した培土では、第2葉、第3葉の変色はほとんど見られなかった。

以上より、軽量化苗としては、区番3の苗、すなわち、くん炭と粒状培土を75%：25%に混合して育苗開始時のかん水を底面給水とした苗が有望と考えられた。

◆移植精度試験

表2 移植精度と本田生育

区名	軽量化		粒状		慣行
ほ場条件	供試面積	各区10a			
ほ場条件	土壌表面硬度	mm	37.8	34.3	35.3
	耕盤までの深さ	cm	18.5	17.8	16.0
	水深	cm	0.9	0.5	0.9
苗条件	苗長	cm	16.7	19.6	15.0
	葉齢	葉	3.4	3.2	2.8
	風乾重	g/100本	2.1	2.2	2.1
作業条件	作業速度	m/s	1.1		
	かき取り量	機械設定	縦送り10mm×横20回		
	株間	機械設定	80株/坪 (3.3㎡)		
作業精度	植付深さ	機械設定	標準 (3~4cm)		
	欠株率 %	合計	5.0	3.5	2.6
		機械的	4.9	3.5	2.5
埋没株		0.0	0.0	0.0	
浮苗株		0.1	0.0	0.1	
合計		3.5	3.6	0.5	
損傷苗率%	折れ苗	1.0	1.6	0.5	
	切れ苗	2.5	2.0	0.0	
	合計	3.7	4.3	4.2	
植付本数	移植日	本/株	3.7	4.1	3.9
	7日後	本/株	3.7	4.1	3.9
	10日後	本/株	3.5	3.8	3.9
本田生育	出穂期	月/日	8/18	8/18	8/18
	㎡当たり粒数	×100粒	291	286	268
	登熟歩合	%	72.9	71.8	75.5
	玄米千粒重	g	22.8	22.9	23.1
	収量	kg/a	49.4	46.8	47.1
	収量比	%	105	99	100
	検査等級		1等	2等	2等

軽量化苗の欠株率は5.0%で、慣行苗より2.4ポイント高かった。損傷苗率は3.5%で慣行苗より3ポイント程度高かった。但し、移植10日後の生存個体の減少は0.2本/株で、慣行苗の減少0.3本/株と同程度であった。

本田の生育は、各区ともほぼ同等であり、出穂期が同じであった。軽量化苗の収量は、49.4ka/aで、慣行苗の47.1kg/aとほぼ同等であった。

このため、軽量化苗は欠株率及び苗の損傷が慣行苗よりやや高くなるものの、実用的には許容範囲内であると考えられる。

「もみから成型マット」の育苗法で推奨している粒状培土を覆土とした粒状培土苗と比較しても、軽量化苗の植付精度と生育は同等であった。

◆作業負担試験

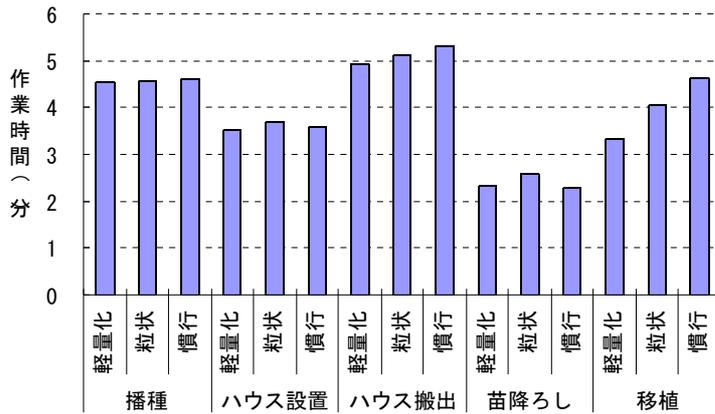


図1 各作業工程の作業時間

苗のハンドリングを伴う作業工程の作業時間は、移植以外の作業では、ほぼ同程度の作業時間であったが、移植では軽量化苗、粒状培土苗の作業時間が短縮した。慣行苗よりマットがしっかりしていて苗取りがしやすいことと、軽量化苗は、加えて軽いことが作業時間短縮の要因と推察される。

表3 播種作業の作業負担

作業工程： 播種

作業内容	A			B			C			A、B、Cの平均			
	播種プラントからBへ苗箱の受け渡し			AとCの間の苗箱中継			運搬車上で苗箱の積み上げ						
苗箱の移動	1 m			4 m			0 m						
	0.5m			0 m			0~0.5m						
苗の種類	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	
OWAS法による作業姿勢区分	AC1	77	75	74	100	100	100	50	42	60	76	72	78
	AC2	0	0	2	0	0	0	50	58	40	17	19	14
	AC3	23	25	24	0	0	0	0	0	0	8	8	8
	AC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
心拍数	最大	104	105	106	99	98	109	89	94	94	97	99	103
	最小	84	86	82	78	83	88	73	72	69	78	80	80
	平均	96	96	96	94	95	99	78	85	81	89	92	92
心拍指数	1.45	1.44	1.44	1.35	1.37	1.42	1.17	1.26	1.21	1.32	1.36	1.36	
心拍水準	50	50	50	48	48	50	43	47	45	47	48	48	
自覚的症状	腕	4	3	—	4	3	—	3	3	—	3.7	3.0	—
	手指	4	3	—	2	2	—	3	3	—	3.0	2.7	—
	腰	3	3	—	3	3	—	3	2	—	3.0	2.7	—
	足	3	3	—	3	3	—	3	3	—	3.0	3.0	—
	重さ	4	3	—	4	3	—	4	2	—	4.0	2.7	—

注1) 苗箱の移動はおおよその移動距離

注2) OWAS法による作業姿勢区分で、AC1は姿勢による問題はなく改善不要、AC2はこの姿勢は有害で近いうちに改善すべき、AC3はこの姿勢は有害でできるだけ早期に改善すべき、AC4はこの姿勢は非常に有害で直ちに改善すべき。数字はその割合%。

注3) 心拍指数=作業中の平均心拍数÷安静時の心拍数

注4) 心拍水準=作業時の平均心拍数÷最高心拍数×100。但し最高心拍数は220-年齢。

注5) 自覚的症状は、各項目について慣行苗と比較して、1:きつい、2:ややきつい、3:同じ、4:やや快適、5:快適の5段階で評価。

注6) 注釈は、以下表7まで同様。

表4 ハウス設置作業の作業負担

作業工程： ハウス設置

作業内容	A			B			C			A、B、Cの平均			
	運搬車からB又はCへ苗箱の受け渡し			Aから受け取った苗箱を運搬し、育苗プールへ設置									
苗箱の移動	2 m			0~10m			0 m						
	0.5m			1 m									
苗の種類	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	
OWAS法による作業姿勢区分	AC1	79	78	76	66	72	64	66	65	57	70	72	66
	AC2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AC3	21	22	24	34	28	36	34	35	43	30	28	34
	AC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
心拍数	最大	134	137	141	124	128	129	128	133	130	129	133	133
	最小	102	110	—	98	97	91	108	110	105	103	106	98
	平均	125	130	—	109	116	114	120	123	125	118	123	120
心拍指数	1.89	1.96	—	1.56	1.66	1.63	1.78	1.84	1.86	1.74	1.82	1.75	
心拍水準	65	67	—	55	59	58	66	68	69	62	65	63	
自覚的症状	腕	4	3	—	2	2	—	3	3	—	3.0	2.7	—
	手指	4	3	—	2	2	—	3	3	—	3.0	2.7	—
	腰	3	3	—	2	2	—	3	3	—	2.7	2.7	—
	足	3	3	—	1	1	—	3	3	—	2.3	2.3	—
	重さ	4	3	—	4	2	—	4	3	—	4.0	2.7	—

表5 ハウス搬出作業の作業負担

作業工程：ハウス搬出

作業者		A			B			C			A、B、Cの平均		
作業内容		育苗プールからBへ苗箱の受け渡し			AとCの間の苗箱中継			トラック荷台上で苗箱の積み込み					
苗箱の移動	水平	2~5m			5~10m			0~1m					
	上下	1m			0.5m			0~1m					
苗の種類		軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行
OWAS法による作業姿勢区分	AC1	75	76	74	100	100	100	100	100	100	92	92	91
	AC2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AC3	25	24	25	0	0	0	0	0	0	8	8	8
	AC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
心拍数	最大	121	124	121	136	108	118	111	140	122	123	124	120
	最小	82	90	88	102	88	82	82	91	108	89	90	93
	平均	109	113	112	127	98	104	94	123	118	110	111	111
心拍指数		1.64	1.70	1.68	1.83	1.40	1.49	1.40	1.83	1.76	1.74	1.83	1.64
心拍水準		56	59	58	64	50	53	52	68	65	58	59	59
自覚的症状	腕	3	3	—	4	2	—	4	2	—	3.7	2.3	—
	手指	3	3	—	4	2	—	4	2	—	3.7	2.3	—
	腰	3	3	—	4	3	—	3	2	—	3.3	2.7	—
	足	3	3	—	4	2	—	3	3	—	3.3	2.7	—
	重さ	4	2	—	5	1	—	4	2	—	4.3	1.7	—

表6 苗降ろし作業の作業負担

作業工程：苗おろし

作業者		A			B			C			A、B、Cの平均		
作業内容		トラックからBへ苗箱の受け渡し			AとCの間の苗箱中継			Bから受け取った苗箱を畦畔に配置					
苗箱の移動	水平	1m			1~5m			1~3m					
	上下	0~1m			0m			1m					
苗の種類		軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行
OWAS法による作業姿勢区分	AC1	61	57	66	100	100	100	100	100	100	87	86	89
	AC2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AC3	39	43	34	0	0	0	0	0	0	13	14	11
	AC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
心拍数	最大	117	130	124	121	120	129	120	125	130	119	125	128
	最小	75	79	78	94	93	105	75	84	89	81	85	91
	平均	101	114	112	110	111	117	104	110	111	105	112	113
心拍指数		1.52	1.73	1.68	1.58	1.60	1.68	1.55	1.64	1.66	1.55	1.69	1.67
心拍水準		52	59	58	56	56	59	57	61	61	55	59	60
自覚的症状	腕	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	手指	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	腰	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	重さ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表7 移植作業の作業負担

作業工程：移植

作業者		A			B			C			A、B、Cの平均		
作業内容		田植機上のCへ苗取り板に載せた苗を受け渡し						田植機へ苗を搭載					
苗箱の移動	水平	2~5m						0~1m					
	上下	1.5m						0.5m					
苗の種類		軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行	軽量化	粒状	慣行
OWAS法による作業姿勢区分	AC1	67	61	54	57	57	69	27	21	20	50	46	48
	AC2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AC3	33	39	45	43	43	31	73	79	80	50	54	52
	AC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
心拍数	最大	113	123	123	121	133	133	120	123	125	118	126	127
	最小	72	82	89	93	90	90	93	102	92	86	91	90
	平均	97	103	109	106	110	116	105	112	110	103	108	112
心拍指数		1.47	1.55	1.65	1.52	1.58	1.67	1.56	1.66	1.64	1.52	1.60	1.65
心拍水準		50	53	56	54	56	59	58	62	61	54	57	59
自覚的症状	腕	3	3	—	2	2	—	3	3	—	2.7	2.7	—
	手指	3	3	—	3	2	—	3	3	—	3.0	2.7	—
	腰	4	2	—	1	2	—	4	2	—	3.0	2.0	—
	足	3	3	—	2	3	—	3	3	—	2.7	3.0	—
	重さ	5	2	—	5	2	—	4	3	—	4.7	2.3	—

播種直後で吸水前の苗箱重は、軽量化苗が2.6kg、粒状培土苗が3.8kgと慣行苗が4.7kg/箱より軽かったが、移植時の苗箱の重さは、軽量化苗が3.4~3.6kgと慣行の4.7~5.1kgより軽くなったものの、粒状培土苗は4.6~5.0kgで慣行区とほぼ同等の重さとなった。(表省略)

作業中の姿勢には、苗箱の違いによる大きな差は見られず、苗箱重の差は作業姿勢に影響を与える程ではないものと考えられた。心拍数は、くん炭区が慣行区より低く抑えられる傾向があった。自覚的症状調査では、粒状培土苗では慣行苗と比較して「同じ」~「きつい(重い)」という傾向の回答であったが、軽量化苗では慣行区より「快適(軽い)」という回答が多かった。

以上のことから、作業時の苗箱重がおよそ3.5kg/箱と慣行苗より1.5kg/箱程度軽量化されたることにより労働負担が軽減されることが確認された。