

「種子付きマット」を用いた水稻の「箱なし育苗」に適した 苗床被覆資材、覆土量、および灌水量

白土宏之¹⁾・中西一泰²⁾・鈴木光則³⁾・北川寿¹⁾・岡田謙介¹⁾・松崎守夫¹⁾・安本知子¹⁾

(¹⁾ 中央農業総合研究センター, ²⁾ 全国農業協同組合連合会営農・技術センター, ³⁾ 株式会社山本製作所商品開発部)

要旨：著者らは水稻移植栽培の省力化と軽労化のために、もみがら成型マットに水稻種子と覆土を接着した「種子付きマット」を用いて、育苗箱を使わない「箱なし育苗」技術の開発を行っている。本研究は箱なし育苗に適した苗床被覆資材、覆土量および育苗開始時の灌水量を明らかにすることを目的とした。まず苗床被覆資材として防草シート、根切りシート、有孔ポリ、有孔ポリ2重、ポリエチレンマルチ（以下ポリマルチ）を用い、その上にもみがら成型マットを置いて吸水特性を調べた。吸水と水分保持は表面で滞水する透水性の低い資材が優れていた。これら資材上で箱なし育苗を行ったところ、ポリマルチで出芽勢が高く、苗の茎葉乾物重が大きかった。ポリマルチの次に透水性が低い有孔ポリ2重ではマット外周部の苗が枯死し、透水性が高すぎると判断された。次にポリマルチでは過湿害の恐れもあるため、苗床被覆資材に用いたポリマルチの小孔の有無、覆土量 300 g、400 g および 500 g、育苗開始時の灌水量 1.5 L と 3 L を組み合わせて箱なし育苗を行った。灌水量 3 L では覆土量 500 g で孔なしの場合著しい出芽不良が生じたが、灌水量 1.5 L ではいずれの区でも出芽不良が生じず、苗の生育もよかった。苗丈と茎葉乾物重は孔がない方がよい傾向が見られた。孔がない場合、覆土量は苗の生育に影響しなかった。以上より、箱なし育苗に適する苗床被覆資材は孔のないポリマルチで、覆土量は 300 g から 400 g、育苗開始時の灌水量は 1.5 L が適当と判断した。

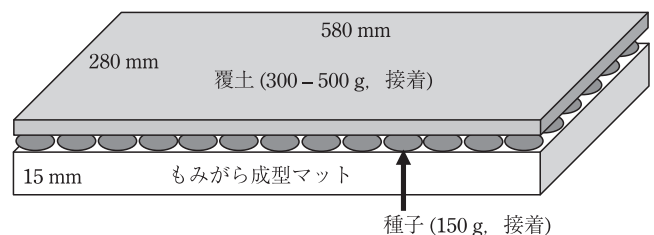
キーワード：育苗、灌水、種子付きマット、水稻、苗床被覆資材、箱なし苗、覆土。

水稻の移植栽培では担い手の高齢化や大規模化により、重い苗の運搬が問題となっている。稚苗移植の場合 10 a あたり 20 枚の苗が必要で、育苗箱のハンドリング全てを累計した育苗箱運搬総重量は 10 a あたり 1 t を越える（大野ら 2001）。さらに、従来の育苗方法は育苗箱を用いるため育苗箱の回収・洗浄の手間や保管場所が必要であり、忙しい春に播種をしなくてはならないなどの問題もある。このような問題の根本的解決は直播することであるが、収量が移植より 1 割低下する（鈴木 2006）、播種機を買う必要があるといった問題があり、2006 年の直播栽培面積は 15,879 ha で水稻作付面積の 1% に達していない。また、直播は移植より成熟期が遅れるため、収穫時期の分散も直播導入の重要な効果の一つであるが（鈴木 2006）、収穫時期の分散効果は移植栽培との組み合わせが前提である。したがって、直播栽培面積が伸びている現状においても、移植栽培の省力化・軽作業化は重要な課題であるといえる。

移植栽培の省力化技術としてロングマット水耕苗が開発され（Tasaka 1999, 北川ら 2004）、普及し始めている（松本 2005）。しかし、ロングマット水耕苗は省力化効果は大きいものの育苗施設への初期投資が大きく（松本 2005）、手軽には取り組めない。育苗方法と移植方法は基本的に従来のままとし苗の総重量を減らす方法としては、もみがら成型マット（成田・高城 2000, 小笠原・鎌田 2002, 星・高橋 2002, 矢野・菊池 2002）や床土代替資材を使う方法（平岡ら 1981, 金・金田 1997, 村上ら 2000, 村上ら 2001,

沼田ら 2001）、培土を減量する方法（藤井・佐々木 1993, 大谷ら 2000, 高橋 2003, 高橋ら 2004b）、疎植栽培（真鍋ら 1989, 大野ら 2001）のように苗の枚数を減らす方法が提案されている。乳苗栽培は軽いロックウールマットと、播種量の増加による苗の枚数減少を組み合わせる苗の重量を減少させている（伊藤 1995）。これらの技術は、軽作業化という点では効果的であるが、育苗箱は必要であり、播種も育苗直前にする必要がある。

著者らはこれらの問題の解決のため、もみがら成型マットにハードニング種子と覆土を貼り付けた「種子付きマット」を開発し（第 1 図, Shiratsuchi ら 2008）、育苗箱を用いずに育苗する「箱なし育苗法」の開発に取り組んでいる。これまで育苗プール内に枠を設置し、床土を詰めて専用播種機で播種する箱なし育苗が試みられている（横田ら 1997）。しかし、枠と専用播種機が必要であり、実用化には至っていない。一方、種子付きマットは、保存可能なため農閑期の播種が可能となり、苗も軽い。さらに、箱なし



第 1 図 本研究で使用了水稻「種子付きマット」の模式図。

2008 年 1 月 29 日受理。連絡責任者：白土宏之 〒 014-0102 秋田県大仙市四ツ屋字下古道 3

TEL 0187-66-2776, FAX 0187-66-2639, shira@affrc.go.jp

本研究の一部は農林水産省の民間結集型アグリビジネス創出技術開発事業によった。

育苗をする場合にも枠は必要なく、育苗箱の回収・洗浄、保管場所も不要となる。

機械移植用の水稻苗は育苗箱を用いて育苗される。育苗箱は側面が表面水の流去を防いで灌水を効率よく培土に導き、底面にある穴で過剰な水分を排水することにより、培土の水分を適切に保つ働きがある。ところが、箱なし育苗では育苗箱を使わないため、種子付きマットの水分を適切に保つために育苗箱とは別の方法が必要となる。本研究では、種子付きマットの水分吸収と乾燥に影響を与える要因として、苗床被覆資材、覆土量および育苗開始時の灌水量に着目し、種子付きマットを用いた箱なし育苗に適した条件を明らかにすることを目的とした。

まず、5種類の苗床被覆資材を用いて箱なし育苗を行い、出芽と苗の生育を比較した。次に、ポリエチレンマルチ（以下ポリマルチ）を苗床被覆資材に用いて低密度な小孔の有無、灌水量、覆土量を組み合わせて箱なし育苗を行い、苗の生育を比較した。これらの結果をもとに、箱なし育苗に適した苗床被覆資材、覆土量および育苗開始時の灌水量を明らかにした。

材料と方法

1. 種子付きマット

実験には Shiratsuchi ら（2008）に準じた種子付きマットを使用した（第1図）。水稻品種コシヒカリの種子を15℃で5日間浸種した後、35℃から40℃の通風乾燥機に1日から2日間入れて十分に乾燥させた。この種子150gと覆土400g（くみあい粒状培土K, 株式会社クレハ）をもみから成型マット（280mm×15mm×580mm, 約400g）にポリビニルアルコールで接着して種子付きマットを製造した。試験3では覆土量300gと500gの種子付きマットも作成した。肥料はもみから成型マット1枚当たりN, P₂O₅, K₂O各1.0g, 1.0g, 0.9g（試験1, 2）または1.2g, 1.2g, 1.1g（試験3）相当の化学肥料水溶液を材料の粉碎粉に噴霧・攪拌混合して製造時に加えた。覆土400gにはN, P₂O₅, K₂Oがそれぞれ0.19g, 0.38g, 0.34g含まれていた。

2. 苗床被覆資材がもみから成型マットの吸水に与える影響（試験1）

箱なし育苗に適した苗床被覆資材を明らかにするために、透水性が異なるとされる5種類の苗床被覆資材がもみから成型マットの吸水・保水に与える影響を調べた。種子付きマットは灌水直後に移動させると損傷してしまい吸水量測定が困難なため、代わりに種子付きマットの材料であるもみから成型マットを用いた。苗床被覆資材として平織りの防草シート（ダイオグランシート, ダイオ化成株式会社）、不織布の根切りシート（パオパオ根切りシート100, 三井化学ファブロ株式会社）、有孔ポリ（孔の直径1.5mm, 孔の密度約2500m², 有孔農ポリ, 大倉工業株式会社）、

有孔ポリ2重、透明ポリマルチを使用した。ポリマルチ以外は透水性である。被覆資材は長辺1.5mから1.98m, 短辺90cmに切断して1区分として用いた。

2004年5月16日に茨城県つくば市にある中央農業総合研究センターにあるビニルハウス内で、各苗床被覆資材片の長辺が幅約1.5mの砂でできたベッド状苗床の長辺と直交するように敷設した。重量（W₀）を測定したもみから成型マット1枚を、その長辺が被覆資材片の長辺と平行する向きに置いた。マットは短辺方向の中央部に置いたもので、マットの長辺と被覆資材の長辺の間隔は約30cmとなった。このようにマットを配置した理由は、マットの底面だけではなく周囲の苗床被覆資材も吸水や保水に影響する可能性があるためと、マット間の間隔を空けて隣接区からの水の流入を防ぐためである。苗床の上面はトンボで均しておき、苗床被覆資材上の滞水がベッドの上から流去しない位置で試験を行った。じょうろで1回に0.5Lずつ灌水し、マット底面が全面濡れたときの合計灌水量を必要灌水量とした。灌水直後にもみから成型マットの重量（W₁）を測定し、水中で十分吸水させた後、裏返して水平に置いた中苗用育苗箱に一分間静置して余剰水を排除し、重量（W₂）を測定した。このもみから成型マットを元の被覆資材上へ戻し、翌日およそ19時間後に再度マットの重量（W₃）を測定した。もみから成型マットの灌水ロスと水分飽和率を次のようにして求めた。

$$\text{灌水ロス} = (\text{必要灌水量} - W_1 + W_0) / \text{必要灌水量} \times 100$$

$$\text{灌水直後の水分飽和率} = (W_1 - W_0) / (W_2 - W_0) \times 100$$

$$\text{翌日の水分飽和率} = (W_3 - W_0) / (W_2 - W_0) \times 100$$

各資材につき4反復設けた。

3. 苗床被覆資材が苗の生育に与える影響（試験2）

2004年5月24日に28cm×28cmに切った種子付きマットを、前述のビニルハウス内の苗床に敷設した5種類の苗床被覆資材の上に試験1と同様に設置し、マット底面が濡れるまで灌水した。その後、無加温平置きで出芽させるためにアルミ蒸着シート（本州太陽シート, 王子通商株式会社）で被覆し、生長の早い苗の苗丈がおよそ3～4cmに達するのを目安として被覆を除去した。ポリマルチ区以外は被覆中にも種子付きマットが乾燥した。そこで、育苗開始後3日目以降、被覆期間中は被覆を一時的に除去して、育苗終了時まで毎日全区に灌水した。試験区配置は5資材×4ブロックの乱塊法とした。

出芽勢は、育苗開始後5日目に種子付きマットの一部を採取し、各反復100個体調査した。育苗開始後11日目と22日目に種子付きマットの一部を採取し、各反復20個体について、苗丈と葉齢を測定し、20個体まとめて茎葉乾物重を測定した。葉齢は不完全葉を1葉とした。育苗開始後22日目にはさらに各反復20個体サンプリングし、各反復ごとに合計40個体の苗丈を測定した。また、種子付きマット内の苗丈のばらつきの指標として各反復内の苗丈の

第1表 苗床被覆資材がもみから成型マットを飽和状態にするのに必要な灌水量と水分飽和率に与える影響 (試験1).

資材	表面滞水	必要灌水量 ¹⁾ (L)	吸水量 (L)	灌水ロス (%)	水分飽和率 ²⁾	
					灌水直後 (%)	灌水翌日 (%)
防草シート (平織り)	あり	2.6 c	1.66 a	37 c	101 a	13 c
根切りシート (不織布)	なし	4.5 a	1.11 c	75 a	69 c	14 c
有孔ポリ	少し	3.3 b	1.36 b	58 b	84 b	34 bc
有孔ポリ2重	あり	2.5 c	1.51 ab	40 c	96 ab	56 b
ポリマルチ	あり	2.6 c	1.56 ab	40 c	95 ab	91 a

¹⁾ もみから成型マットの底面が全面濡れるまでの灌水量.²⁾ 完全飽和状態の水分に対する保持水分の率.

同じアルファベットは5%水準で有意差がないことを示す (Tukey 法).

標準偏差を求めた. 育苗開始後22日目にはポリマルチ区以外で種子付きマットの外周部に乾燥による苗の枯死が帯状に観察されたので, その幅を枯死幅として各反復3辺測定した.

ポリマルチ以外, 特に有孔ポリと有孔ポリ2重では, 平均的な個体に比べて苗丈が目立って高く葉の幅も広い個体がマット内で分散して発生した. これらの資材では根が貫通しているのが観察されたため, 一部の苗が生育のよい理由が根が苗床に入っているためだと予想された. その確認のために有孔ポリにおいて育苗開始後22日目から灌水中止し, 根が苗床に入っていない個体を枯死させた. 育苗開始後29日目に反復ごとに20個体ずつ枯死個体をサンプリングして苗丈を測定し, 育苗開始後22日目と苗丈の頻度分布を比較した.

4. 苗床被覆資材の孔の有無, 覆土量, 灌水量が苗の生育に与える影響 (試験3)

苗床被覆資材として用いたポリマルチの孔の有無, 覆土量, 育苗開始時の灌水量を組み合わせで箱なし苗の育苗を行い, 苗の生育を比較した. 2005年5月24日に前述のビニルハウス内で苗床のポリマルチ上に, 種子付きマットをその短辺が苗床の長辺と平行になるように30cmの間隔をあけて1列に置き, 灌水後アルミ蒸着フィルムで被覆して育苗を開始した. 試験3では苗床の雑草抑制のため黒色のポリマルチを使用した.

処理としてポリマルチの孔の有無, 覆土量300g, 400g, 500g, 育苗開始時の灌水量1.5Lと3Lを組み合わせ, さらに慣行苗を加えて, 2ブロックの乱塊法として実験を行った. ポリマルチの孔は12cm×12cmの間隔に細い釘であけた. 慣行苗は, 浸種, 催芽したコシヒカリの種子を乾粒換算で150g, 育苗培土 (くみあい育苗培土D, 株式会社クレハ) を約2.6kg詰めた育苗箱に播種し, 約0.8kg覆土した. 慣行苗の施肥量は苗箱当たりN, P₂O₅, K₂Oが0.8g, 1.6g, 1.4gであった. 慣行苗は育苗開始後4日目, その他の区は7日目に被覆を除去した.

育苗開始後7日目に出土不良部分の面積割合を基準とし

て, 出土不良程度を遠観で調査した. 出土不良箇所なしを0, 出土不良面積が20%増えるごとにスコアを1ずつ増加させ, 全面出土不良を5として6段階で評価した. 同時に, 種子付きマットの乾燥程度を遠観で調査した. 乾燥部分なしを0, 乾燥面積割合が20%増えるごとにスコアを1ずつ増加させ, 全面乾燥の5まで6段階で評価した. 育苗開始後20日目に各反復から20個体サンプリングし, 苗丈と葉齢を測定したのち20個体まとめて茎葉乾物重を測定した.

5. 統計処理

統計処理には統計解析ソフトウェアのSAS ver9.1 (SAS Institute Inc) を用いた. 試験1と試験2ではGLM (General Linear Model) プロシージャーを用いて苗床資材間の平均値の多重比較をTukey法にて行った. 出土勢については逆正弦変換を行ったのちTukey法で多重比較を行った. 試験3では慣行苗を除いて, 箱なし苗の処理間についてGLMプロシージャーを用いて分散分析を行った.

結 果

1. 苗床被覆資材がもみから成型マットの吸水に与える影響 (試験1)

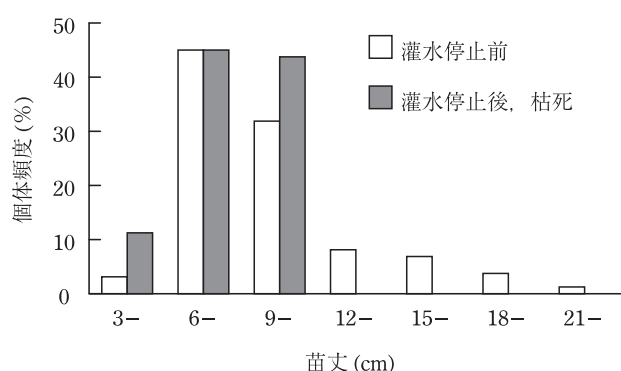
苗床被覆資材上に置いたもみから成型マットの底面が全面濡れるまでに必要な灌水量は, 灌水後表面に滞水する資材, すなわち防草シート, 有孔ポリ2重, ポリマルチでは2.5L程度と少なく, 滞水しない根切りシートでは4.5Lと多かった (第1表). 短時間滞水する有孔ポリは両者の中間であった. 滞水する資材では灌水直後の吸水量がおよそ1.6L程度で, 水分飽和率が95%以上あり, マットは十分吸水できていた. 一方, 十分に滞水しない根切りシートや有孔ポリは水分飽和率も低かった. 同様に灌水ロスは, 滞水する資材は約40%であった一方, 十分に滞水しない根切りシートや有孔ポリではそれぞれ75%, 58%と高かった. 灌水翌日の水分飽和率は水分を全く通さないポリマルチでは91%と高く維持された. 細かい間隔で空隙のある防草シートと根切りシートは, 空隙の間隔が大きい有孔ポリに比べて翌日の水分飽和率が低かった. 有孔ポリ2重は

第2表 苗床被覆資材が水稻箱なし苗の被覆期間、出芽勢および苗の生育に与える影響（試験2）。

資材	出芽勢 ¹⁾ (%)	被覆 期間 (日)	育苗開始後 11 日目			育苗開始後 22 日目				
			苗丈 (cm)	葉齢	茎葉乾物重 (mg 本 ⁻¹)	苗丈 (cm)	SD ²⁾ (cm)	葉齢	茎葉乾物重 (mg 本 ⁻¹)	枯死幅 ³⁾ (cm)
防草シート	16 b	8	4.0 bc	2.0 ab	3.1 bc	8.1 a	2.0 bc	3.4 a	7.1 c	2.1 ab
根切りシート	0 b	9	2.4 c	1.5 b	1.9 c	8.1 a	2.0 bc	3.4 a	7.6 bc	2.6 a
有孔ポリ	93 a	6	5.6 ab	2.3 a	4.6 ab	9.9 a	3.4 a	3.6 a	9.4 ab	1.2 b
有孔ポリ 2 重	98 a	6	6.0 a	2.3 a	5.0 ab	9.3 a	2.9 ab	3.5 a	9.7 ab	1.2 b
ポリマルチ	95 a	5	6.7 a	2.5 a	6.3 a	9.8 a	1.3 c	3.7 a	11.4 a	0.0 c

¹⁾ 育苗開始後 5 日目に測定²⁾ 苗マット内の苗丈の標準偏差の平均値。³⁾ 苗マット端の苗が枯死した部分の幅。

同じアルファベットは 5%水準で有意差がないことを示す（Tukey 法）。



第2図 有孔ポリを用いた場合の灌水停止前の苗丈と灌水停止後の枯死個体の苗丈の頻度分布（試験2）。育苗開始後 22 日目に苗丈を調査してから灌水を停止し、育苗開始後 29 日目に枯死個体の苗丈を調査した。

1 重より翌日の水分飽和率が高かった。

2. 苗床被覆資材が苗の生育に与える影響（試験2）

出芽勢は灌水翌日の水分飽和率が高かった資材、すなわちポリマルチ、有孔ポリ 2 重、有孔ポリで高く、水分飽和率が低かった防草シートと根切りシートで低かった（第2表）。被覆期間は灌水翌日の水分飽和率が高い資材ほど短かった。

育苗開始後 11 日目の苗の生育も灌水翌日の水分飽和率が高い資材ほどよい傾向が見られた（第2表）。すなわち、苗丈、葉齢、茎葉乾物重ともにポリマルチで最もよい傾向が見られ、防草シートと根切りシートはいずれも劣った。

育苗開始後 22 日目の苗の生育も基本的には育苗開始後 11 日目と同様の傾向だったが、処理間の差は小さくなった（第2表）。苗丈と葉齢は有意差はなかったもののポリマルチ、有孔ポリ、有孔ポリ 2 重でよい傾向が見られた。茎葉乾物重はポリマルチが最も大きく、防草シートと根切りシートは有意に劣った。種子付きマットの外周部の枯死はポリマルチでは見られなかったのに対して、その他の資材は灌水翌日の水分飽和率が小さいほど枯死幅が広い傾向が見られた。同一マット内の苗丈の標準偏差は根が貫通しないポリマルチや、僅かしか貫通しない防草シートと根切

りシートで小さく、苗丈が揃っていた。逆に根が貫通する有孔ポリと有孔ポリ 2 重は苗丈の標準偏差が大きく、苗丈のばらつきが大きかった。有孔ポリでは、灌水停止前の苗丈分布は 12 cm 未満が 80%であったが、12 cm 以上 24 cm 未満の苗も 20%あった（第2図）。灌水停止後の枯死個体は全て苗丈が 12 cm 未満であり、灌水停止前に苗丈 12 cm 以上であった苗は枯死しなかった。

3. 苗床被覆資材の孔の有無、覆土量、灌水量が苗の生育に与える影響（試験3）

苗床資材にポリマルチを用いて、低密度で小さい孔の有無、灌水量、覆土量を組み合わせて育苗試験を行った。除覆時の出芽不良は灌水量 1.5 L では全く見られなかったが、灌水量 3 L の場合、覆土 500 g 孔なし区で著しい出芽不良が見られ、覆土 400 g でも部分的に出芽不良が見られた（第3表）。逆に、覆土 300 g 孔あり区では種子付きマットの乾燥が観察された。

育苗開始後 20 日目の苗の生育は分散分析の結果によると孔の有無と覆土量の影響を受けなかったことになる（第3表）。しかし、著しい出芽不良が見られた灌水 3 L 覆土 500 g 孔なし区を除くと、ほとんどの場合苗丈と茎葉乾物重は孔なしの方が孔ありより優れている傾向があった。葉齢も同様の傾向が見られた。孔がある場合は覆土量が多いほど苗丈が長い傾向があったが、孔がない場合は苗丈への覆土量の影響は見られなかった。灌水量毎の苗丈の平均値は、灌水量が 1.5 L の場合は 15.8 cm で、灌水量が 3 L の場合の 14.5 cm より長かった。箱なし苗は慣行苗よりも茎葉乾物重と葉齢がやや劣る傾向がみられたものの、稚苗として移植可能な苗の形質であった。

考 察

本研究の結果より、箱なし苗の育苗には苗床被覆資材は孔のないポリマルチ、覆土量は 300 g から 400 g、育苗開始時の灌水量は 1.5 L が適当と判断された。以下にその根拠について議論する。

第3表 灌水量、覆土量および苗床被覆用ポリマルチの孔の有無が箱なし苗の生育に与える影響 (試験3)。

苗	灌水量	覆土量	孔	除覆時		育苗開始後 20 日目		
				出芽不良 (0 無－5 甚)	乾燥程度 (0 無－5 甚)	苗丈 (cm)	葉齡	茎葉乾物重 (mg 本 ⁻¹)
箱なし	1.5	300	あり	0.0	1.0	13.3	3.1	11.6
			なし	0.0	0.0	16.2	3.2	12.1
		400	あり	0.0	0.0	16.2	3.2	12.1
			なし	0.0	0.0	16.9	3.2	12.5
		500	あり	0.0	0.0	16.2	3.1	11.1
			なし	0.0	0.0	16.3	3.3	13.6
	3.0	300	あり	0.0	1.0	14.4	3.1	11.5
			なし	0.0	0.0	14.9	3.1	11.4
		400	あり	1.5	0.0	14.4	3.2	11.0
			なし	1.0	0.0	15.2	3.1	11.4
		500	あり	0.0	0.0	15.7	3.1	11.3
			なし	4.5	0.0	12.4	3.3	10.2
慣行				0.0	0.0	14.9	3.5	13.2
分散分析			孔					
			覆土量	*	*			
			灌水	**		**		
			孔×覆土	*		*		
			孔×灌水	*				
			覆土×灌水	*				

*, ** はそれぞれ5%と1%水準で有意差があることを示す。

育苗開始時の必要灌水量は十分滞水しなかった根切りシートや有孔ポリで多く、十分滞水した防草シート、有孔ポリ2重、ポリマルチで少なかった(第1表)。これは、滞水する資材の場合、もみから成型マット表面を流去した水が苗床被覆資材上面に滞水することによりマット底面から吸収されるためである。根切りシートではもみから成型マット表面を流去した水が直ちに苗床へ排水されたため、十分に吸水させることが困難であった。また、透水性のないポリマルチ区でさえ灌水ロスは40%もあった。育苗箱にもみから成型マットを入れた場合の灌水ロスは手灌水で30%程度であり(星・高橋 2002)、育苗箱が灌水の効率を上げていることが分かる。ポリマルチでは、灌水翌日の水分飽和率が91%でありマット下面からは水分が失われないので、9%の水分損失(100%-翌日の水分飽和率)がマット上面および側面から生じていると推定できる。他の資材でもマット上面および側面からの水分損失は同程度と思われるので、ポリマルチ以外の資材ではマット上面や側面からの水分損失よりも、マット底面からの水分損失の方が多いと考えられる。翌日の水分飽和率の違いは、苗床被覆資材を通しての水分損失の差なので、資材の透水性の違いが原因である。すなわち、翌日の水分飽和率が低い資材は透水性が高いといえる。防草シートは表面に滞水したものの翌日の水分飽和率は低かった。防草シートは撥水性なので滞水はするが、平織りのシートなので透水性は高いと考えられる。なお、試験1ではもみから成型マットを使用して

いるため、マット上面の吸水特性や乾燥特性が定量的には種子付きマットと異なる可能性がある。しかし、マットの底面はどちらも同じため、得られた結論は定性的には種子付きマットにも当てはまると考えられる。

5種類の苗床被覆資材で育苗した結果、出芽勢や被覆期間、苗の生育、枯死幅はポリマルチが優れていた(第2表)。有孔ポリと有孔ポリ2重はポリマルチと苗丈や茎葉乾物重において有意差がなかったが、第2図のように一部の生育のよい個体が平均値を上げており、平均的な個体を比較すると差は広がると思われる。ポリマルチ以外の透水性資材は被覆期間中にも種子付きマットが乾燥し灌水が必要となり、外周部の苗が乾燥により枯死した。このことはポリマルチの次に透水性の低い有孔ポリ2重でもなお透水性が過剰であることを示している。

有孔ポリと有孔ポリ2重では一部個体の根が苗床に入った。有孔ポリで灌水停止後枯死したのは苗丈12 cm未満の個体のみであったので(第2図)、育苗開始後22日目に苗丈が12 cm以上あった一部の生育の良い個体は根が貫通していたが、苗丈が12 cm未満であった通常の個体は根が貫通していなかったと考えられる。つまり、一部個体の根が貫通したことが苗丈のばらつきが大きくなった原因である(第2表)。試験1と試験2の結果をまとめると、箱なし育苗に用いる苗床被覆資材は透水性がないポリマルチか、あるいは透水性が有孔ポリ2重より低く、根が貫通しないものが適しているといえる。

苗床被覆資材にポリマルチを使う場合、灌水量が多いと過湿による出芽不良が生じる可能性がある。例えば高橋ら(2004a)はプール育苗において播種直後の湛水により出芽むらが生じたと報告している。そこで、試験3では苗床被覆資材として孔のないポリマルチと、低密度に小さい孔をあけたポリマルチを比較した。苗の生育は全体的には孔がない方が場合よりよい傾向が見られたため(第3表)、苗床被覆資材は孔のないポリマルチが適しているといえる。孔がない場合、灌水3L、覆土500gでは過湿が原因と思われる著しい出芽不良を生じたが、灌水量と覆土量を減らすことで回避が可能である。慣行の稚苗育苗では苗床被覆資材には有孔ポリ等透水性のものが用いられることが多い。これは育苗箱が培土の水分を適切に保つ機能を持っているため、苗床被覆資材上に水を貯めるよりも、排水して湿害を防ぐ方が重要だからである。

育苗開始時の灌水量は1.5Lが適切である。苗床資材に孔がない場合、灌水3Lでは出芽不良を生じる場合があったからである(第3表)。第1表の結果に基づくと、1.5Lではマットが飽和まで吸水していないと思われるが、出芽には特に問題なかった。もみから成型マットを床土代わりに使う場合、実吸水量で1L、播種プラント灌水の場合は灌水量で1.25L、手灌水の場合は1.5L必要とされている(星・高橋2002)。箱なし育苗では灌水ロスが多いことを考えると、灌水量を1.5Lより少し増やした方がよい可能性もあり、今後さらなる検討が必要である。

覆土量は300gから400gが適切と判断した。覆土量の違いは苗の生育に大きな影響を与えなかったものの、覆土量500gで苗床被覆資材に孔がない場合、灌水量が多いと出芽不良の恐れがあるためである(第3表)。もみから成型マットを育苗箱に入れて床土の代わりに使う場合、覆土量1.2kgでは出芽時に根上が生じ(小笠原・鎌田2002)、覆土量1L(成田・高城2000)、1.3L(矢野・菊池2002)、1.4kg(星・高橋2002)で根上を抑えられるとされており、製造元の農協では1.3kgを推奨している。農家調査によると、慣行育苗では覆土量は1kgから1.2kgが多い(高橋・吉田2006)。これらと比較すると覆土量300gから400gはかなり少ないが、種子付きマットでは覆土と種子がもみから成型マットに接着されているので、覆土が少なくても根上はほとんど生じない。逆に接着剤が水を吸うとゲル状になるため500gという少量の覆土でも通気性が悪くなり、過湿による出芽不良が生じやすいと考えられる。

本研究により箱なし育苗に適した苗床被覆資材、覆土量、灌水量が明らかになり、箱なし育苗が可能になった。しかし、苗の茎葉乾物重は慣行苗より劣っていた(第3表)。今後は種子付きマットを用いた箱なし育苗に適した育苗期間や被覆期間等を検討し、苗の生育を慣行苗に近づける必要がある。また、慣行苗と、育苗・移植の作業性、移植後の生育や収量、品質の比較を行い、箱なし苗の特性を明らかにしていく必要がある。箱なし育苗の技術が完成すれば、

手持ちの機械・設備のままで手軽に取り組める省力的な移植栽培技術になるであろう。

謝辞：中央農業総合研究センターの一石司夫氏、有村照美氏、池内安寿子氏には種子付きマットの製造と苗調査に協力して頂いた。ここに記して深く感謝する。

引用文献

- 藤井薫・佐々木次郎 1993. 水稻プール育苗に関する試験. 宮城農七研報 59: 20-67.
- 平岡博幸・星野孝文・八木忠之 1981. 床土代替資材「パルプ製育苗マット」による稚苗育苗と機械移植適性. 九州農業研究 43: 20.
- 星信幸・高橋智恵子 2002. 「もみから成型マット」の吸水特性と根上がり防止対策. 東北農業研究 55: 19-20.
- 伊藤十四英 1995. 乳苗で誰でも楽々小力・安定多収. 農文協編, 乳苗稲作の実践. 農文協, 東京. 7-22.
- 北川壽・白土宏之・小倉昭男・屋代幹雄・田坂幸平 2004. 水稻ロングマット水耕苗の育苗・移植技術マニュアル. 中央農研研究資料 5: 23-65.
- 金和裕・金田吉弘 1997. 軽量人工床土を用いた水稻省力育苗技術. 東北農業研究 50: 43-44.
- 真鍋尚義・原田皓二・土居健一 1989. 北部九州平坦地麦跡移植水稻の低コスト安定生産のための疎植の効果. 福岡農総試研報A 9: 17-22.
- 松本浩一 2005. 水稻ロングマット水耕苗の育苗・移植技術の評価と普及実態. 農及園 80: 743-750.
- 村上章・金和裕・金田吉弘・太田健・菅原修・小林ひとみ 2000. 軽量人工床土を用いた水稻育苗技術. 土肥誌 71: 893-897.
- 村上章・戸枝一喜・太田健・小林ひとみ・藤井芳一 2001. 爆砕粉を床土に用いた水稻育苗. 東北農業研究 54: 49-50.
- 成田真樹・高城哲男 2000. 「もみから成型マット」を利用した育苗法. 東北農業研究 53: 31-32.
- 沼田益朗・田近克司・小池潤・伊藤純雄・田村有希博 2001. パーク堆肥を利用した軽量水稻育苗用培地の開発. 土肥誌 72: 689-693.
- 小笠原伸也・鎌田易尾 2002. 水稻中苗におけるもみから成型マットの適用性. 東北農業研究 55: 21-22.
- 大野高資・杉山英治・川崎哲郎 2001. 水稻疎植栽培が省力・低コスト化に及ぼす影響. 愛媛農試研報 36: 1-5.
- 大谷和彦・菊池清人・山口正篤 2000. 新育苗箱を使用した水稻育苗の軽労化. 日作関東支報 15: 14-15.
- Shiratsuchi, H., H. Kitagawa, K. Okada, K. Nakanishi, M. Suzuki, A. Ogura, M. Matsuzaki and S. Yasumoto 2008. Development of rice "seed-mats" consisting of hardened seeds with a cover of soil for the rice transplanter. Plant Prod. Sci. 11: 108-115.
- 鈴木富男 2006. 水稻直播栽培の普及状況と今後の推進方向. 農業技術 61: 481-487.
- 高橋行継 2003. プール育苗における新育苗箱の適応性. 日作紀 72: 19-24.
- 高橋行継・佐藤泰史・前原宏・阿部邑美 2004a. 群馬県の水稲普通期露地育苗における平置き出芽法の適用-被覆資材と出芽の関係について-. 日作紀 73: 253-260.
- 高橋行継・佐藤泰史・加部武・栗原清・阿部邑美・吉田智彦 2004b. 水稻育苗箱の培土量減量による軽量・低コスト化に関する検討-群馬県におけるプール育苗条件において-. 日作紀 73: 389-395.
- 高橋行継・吉田智彦 2006. 群馬県稲作農家の低コスト・省力化技術導入に対する評価と意識及び普及に関する調査. 日作紀 75: 542-549.

Tasaka, K. 1999. Raising and transplanting technology for long mat with hydroponically grown rice seedlings. JARQ 33 : 31–37.
矢野真二・菊池栄一 2002. 水稻育苗用「もみから成型マット」の育苗

技術. 東北農業研究 55 : 23–24.
横田喜尚・千葉準三・大泉眞由美・藤井薫 1997. 水稻箱なし育苗 第1報 播種床の開発. 東北農業研究 50 : 41–42.

Nursery Bed Sheet, Amount of Cover Soil and Water Supply Appropriate for "No-Box Nursing" Using Rice "Seed-Mats" : Hiroyuki SHIRATSUCHI¹⁾, Kazuyasu NAKANISHI²⁾, Mitsunori SUZUKI³⁾, Hisashi KITAGAWA¹⁾, Kensuke OKADA¹⁾, Morio MATSUZAKI¹⁾ and Satoko YASUMOTO¹⁾ (¹⁾ Natl. Agric. Res. Cent., Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan; ²⁾ JA Zennoh; ³⁾ Yamamoto Co., LTD)

Abstract : Using "seed-mat" consisting of a molded rice-hull mat with hardened rice seeds and cover soil glued on it, we are trying to raise rice seedlings without nursery boxes. The objective of this paper is to elucidate the kind of sheet for the covering of nursery bed, and the amount of cover soil and water supply at the beginning of seedling raising appropriate for no-box nursing. The molded rice-hull mat was placed on plain-woven sheets, nonwoven sheets, perforated sheets, doubled perforated sheets and polyethylene mulch. Water absorption and retention of the mat were better on the less water-permeable sheets. Seedling emergence rate was higher and dry weight of seedlings was heavier on the less permeable sheets. Because polyethylene mulch could cause poor seedling emergence if water supply is excess, seedlings were raised on polyethylene mulch with or without low-density holes with cover soil of 300 g, 400 g and 500 g, and water supply of 1.5 L and 3 L. Seedling emerged hardly with 3 L of water, and 500 g of soil on the non-perforated sheet, whereas seedlings emerged and grew well with 1.5 L of water. Seedling length and dry weight seemed to be better on the non-perforated sheet than on the perforated sheet. These results suggest that non-perforated polyethylene mulch, covered with 300 g to 400 g of soil and 1.5 L of water is appropriate for no-box nursing.

Key words : Cover of soil, No-box nursing, Nursery bed sheet, Rice, Seedlings, Seed-mat, Watering.