

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—

高橋行継^{*.1)}・佐藤泰史²⁾・前原宏²⁾・阿部邑美¹⁾

(¹⁾群馬県農業試験場・²⁾群馬県館林地区農業改良普及センター)

要旨：群馬県では水稲の出芽方法として無加温積み重ね出芽法、その後の育苗にプール育苗法が広く用いられている。この出芽方法は、播種作業から出芽後の育苗箱展開までに育苗箱の移動が数回必要となり、多くの労力が必要である。栃木県で開発された平置き出芽法は、播種作業を育苗場所で実施し、積み重ねを行わずにそのまま出芽、育苗する方法である。このため大幅な労力軽減が可能である。しかし、本技術は主として栃木県における4月播種のハウス内育苗条件で開発されたものであり、プール育苗もほとんど取り入れられていない。そこで、群馬県での水稲の普通期栽培(6月中下旬移植)の露地プール育苗における平置き出芽法の適用性について検討を行った。平置き出芽法における出芽時の被覆資材について7種類の材料を供試した。標準の無加温積み重ね出芽法に対し、いずれの資材も0~3日程度の遅れで出芽させることが可能であった。無被覆では夜間の低温と覆土乾燥のため出芽が遅れやすく、被覆資材が必要であった。供試した7資材のうち、生育むらや高温障害、覆土の乾燥が少なく、緑化作業の省略も可能な3資材(パスライト、健苗シート、ダイオラッセル1600黒)が優れていることが明らかとなった。草丈の伸長や葉齢の進展がみられる場合もあるが、育苗完了時の生育は標準に対してほぼ同等で、実用可能であると判断した。

キーワード：育苗箱、出芽、被覆資材、平置き出芽、普通期栽培、プール育苗。

1970年代に水稲栽培に機械移植が導入されて以来、これに対応する技術として育苗箱による育苗様式が広く普及するようになった。従来の苗代育苗方式に対して、移植作業と共に育苗作業も省力化が図られ、箱育苗法は画期的な技術革新であった。しかしながら、播種、出芽、緑化展開、移植時等に育苗箱を移動させる作業が新たに発生するようになった。播種、灌水後の育苗箱の全重は1箱当たり6kg近くになり(2003高橋)、移動には多大な労力が必要となる。育苗箱の移動作業の省力化は、大規模化や兼業、高齢化が進む今日、一つの課題となっている。

栃木県農業試験場で開発された平置き出芽法は、播種作業が完了した育苗箱を積み重ねをせずに、最初から緑化展開をする場所に育苗箱を広げたまま、上部に被覆資材をかけて出芽させる方法である。出芽後は被覆資材を除去し、そのまま移植時まで育苗を行う(山口ら1991)。この方式によって、移植までの育苗箱の移動回数を減らすことが可能となる。同様の方法は宮城県でも検討されている(藤井・佐々木1993)。群馬県においても平置き出芽法を取り入れることにより、省力化が図られるものと期待される。

群馬県平坦部は稲麦二毛作が中心であり、水稲の育苗は5月中下旬から行い、移植は6月中下旬の栽培体系が多い(1993a, b高橋)。また、出芽は無加温の積み重ね法、育苗はプール育苗法が広く普及している。これに対して、栃木県の平置き出芽法は4月播種、5月移植の早期栽培を対象としたハウス内育苗を前提として開発され、育苗様式もプール育苗法はほとんど取り入れられていない。

平置き出芽法は播種から出芽揃いまでの期間、被覆資材

を「べたがけ」にした状態で使用する(山口ら1991)。「べたがけ」とは、被覆資材を圃場一面に隙間なくかけ、あるいは作物に密着させて、これを保護することとされている(日本施設園芸協会1988)。現在では、農業用の被覆資材として様々な材質のものが市販されている。被覆資材の利用目的の一つに生育温度環境の制御がある。寒冷紗は、夜間の保温効果が高いことを中川・坪井(1962)が報告している。1980年代に入ってから園芸部門を中心に様々な被覆資材を使用した「べたがけ」の研究が行われ、作物生育環境の改善が図られたことが報告されている(五十嵐・岡田1987, 岡田・五十嵐1987, 浜本・中村1990, 浜本1992a, b, 五十嵐ら1993)。これらの報告は春先や秋から冬期にかけての低温期における園芸作物が対象であり、5~6月における水稲露地育苗の出芽作業時のべたがけに関する報告はみあたらない。平置き出芽法を露地プール育苗に適用した場合に必要な出芽までの日数、適切な被覆資材、管理方法などに関してはまだ具体的な検討がなされていない。そこで、群馬県の普通期栽培における平置き出芽法について検討を行ったので報告する。

材料と方法

試験は1992~1994の3か年、群馬県館林市の群馬県農業試験場東部支場内にある無天蓋網室内で実施した。供試品種として1992, 1993年は朝の光, 1994年はゴロピカリを用いた。1992年の播種は5月28日の1回, 1993年は5月24, 29日, 1994年は4月28日, 5月20日の各2回実施した。1992, 1993の両年と1994年の5月20日播種は群

馬県の普通期栽培（移植時期：6月16日～30日）に概ね相当する播種期であり，1994年の4月28日播種は早植栽培（移植時期：5月22日～6月15日）に概ね相当する播種期である．播種量は1993年5月24日と1994年4月28日播種は乾籾150g/箱，それ以外は同100g/箱とした．呉羽化学の水稲育苗用粒状培土Dタイプを培土として使用し，床土2800g，覆土は1200gとした．その他の播種方法は，場内の慣行によった．播種作業は非湛水状態の育苗プール内で実施した．なお，標準区は群馬県下で広く普及している無加温積み重ね出芽とした．この方式は，まず播種後の育苗箱を15～20枚積み上げ，最上段には空箱を置く．次にビニールで全体を包むように被覆し，さらに直射日光を遮り，育苗箱相互の温度のむらを少なくするために上部をこも等で覆う．管理は無加温でハウス内や屋外で行うもので，通常播種後3～4日が出芽長はほぼ1cm程度になる．育苗箱はこの時点で試験各区と同一のプールに展開し，湛水状態にした．育苗期間は播種日から起算して1992年及び1994年は32日または33日間，1993年は22日または24日間とした．

1992年は，播種後～出芽揃いまでの期間，プールを湛水状態にした区（以下湛水区）と湛水しない区（同非湛水区）を設置した．1993，1994年は被覆資材除去後にプールを湛水状態にした．

各年の試験は無被覆区の外，播種後から出芽揃いまでのべたがけ被覆資材区として，ポリ塩化ビニール0.1mm厚区（以下ビニール区，三菱農ビ），パスライト区（ユニチカ：遮光率15%），クレモナ寒冷紗#300白区（同白寒冷紗区，クラレ：同22%），クレモナ寒冷紗#600黒区（同黒寒冷紗区，クラレ：同51%），健苗シート区（積水化学：同50%），シルバーポリトウ区（同シルバー区，トーカー：同80%），ダイオラッセル1600黒区（同黒ラッセル区，ダイオ化成：同60%）を設定した．このうちビニール区は

1992年のみ，パスライト区は1993年のみ，黒寒冷紗区は1993年及び1994年，黒ラッセル区は1994年のみとした．試験区の反復は1992年は設定せず，1993，1994年は2反復とした．

1994年は，この他に健苗シート区，シルバー区に被覆期間を出芽揃い期から1～4日延長した区を設定した．標準区およびシルバー区は育苗箱をプールに展開後，緑化期の1～2日間は白化苗防止のため，白寒冷紗を用いて被覆した．なお，試験区の反復は設けていない．

各年とも苗の生育状況として出芽始め，出芽揃い（1992年は出芽揃いのみ）をむらの発生程度とともに調査した．出芽は覆土表面に5mm程度鞘葉が出た状態と定義した．出芽始めは育苗箱全体の30%，揃いは90%が出芽した状態とした．出芽むらの発生程度は，0（無）～5（甚）の6段階評価で示した．育苗完了日に草丈，葉齢（不完全葉を含まず），第1葉鞘高を育苗箱の周縁部を除いた場所から1反復当たり任意に10個体，各区合計20個体について調査した．地上部については乾燥後，100個体の重量を測定し，1個体相当(mg)に換算した．さらに，1個体当たりの乾物重(mg)を草丈(cm)で除した値を充実度として求めた．また，各区ごとに育苗箱内中央部の培土深さ1cmの温度を測定した．測定はサーミスタ温度計を使用し，6点打点式記録計（千野製作所）で記録した．なお，網室から50m離れた場内の気象観測施設による気温と全天日射量のデータを参考に用いた．

結 果

1992年の試験結果についてみると，播種後から湛水状態にした湛水区では出芽期から出芽むらが発生し，それ以降も生育むらが大きく，継続的な調査を実施できなかった（第1表）．これに対して非湛水区の出芽は良好であった．床土の温度が発芽最高温度44℃（丹下1973）を超えた区は，

第1表 苗の出芽，生育状況調査（1992年）.

被覆資材	出芽状況		播種後13日目		播種後32日目（育苗完了時）					
	出芽揃 (月日)	出芽 むら	草丈 (cm)	葉齢	草丈 (cm)	葉齢	第1葉鞘高 (cm)	乾物重 (mg/本)	充実度 (mg/cm)	生育 むら
播種後非湛水										
無被覆	6.4	0.0	8.6	1.7	13.6	2.7	2.9	42	3.1	0.0
ビニール	6.3	1.0	7.3	1.7	13.6	2.8	2.7	51	3.8	1.0
白寒冷紗	6.3	1.0	7.6	1.7	13.5	3.0	2.8	44	3.3	0.0
健苗シート	6.3	1.0	8.5	1.7	17.0	2.8	3.6	50	2.9	0.0
シルバー	6.3	1.0	8.6	1.7	14.7	2.8	3.6	49	3.3	0.0
播種後湛水										
無被覆	6.5	4.0								3.0
ビニール	6.4	3.0								5.0
白寒冷紗	6.4	3.0								3.0
健苗シート	6.5	3.0								5.0
シルバー	6.4	3.0								3.0
(標) 積み重ね	6.2	0.0	8.6	1.7	16.6	2.6	3.3	43	2.6	0.0

播種は5月28日．(標)は，標準区を示す．出芽及び生育むらは，観察による0（無）～5（甚）の6段階評価．空欄は，生育むらが大きかったため調査せず．試験区の反復なし．

湛水区、非湛水区のビニール区のみであった。非湛水区のビニール区では高温障害を受け、一部奇形の苗が発生した。発芽最低温度 10℃ (丹下 1973) を下回った区はなかった(データ省略)。1992 年は降雨の日が多かったため、無被覆区では降雨によって粉が一部で露出した。

出芽までの日数は無被覆区が標準区よりも 2 日遅れ、その他の区も 1 日遅れた。出芽むらの程度は、無被覆区が標準区とはほぼ同等で、無被覆区以外の区はやや大きくなった。播種後 32 日の生育状況は、湛水区に対して生育むらは少なく、良好な苗が得られた。草丈は、健苗シート区は 17.0 cm とやや伸長したが、その他の区は 13.5~14.7 cm で標準区の 16.6 cm よりも短くなった。乾物重はビニール、健苗シート、シルバー区が 49~51 mg/本で標準区の 43 mg/本を上回った。葉齢の差は小さかった。

1993 年は 5 月下旬に 2 回播種を行ったが、共に出芽~緑化期間は曇天や降雨の日が多く、終日晴天の日は少なかった。また、晴天日には強風の日があり、無被覆区及び白寒冷紗区では覆土の乾燥が著しかった。このため、日中しばしば灌水の必要があった。床土の温度が発芽最高温度とされる 44℃ を越えた区は白寒冷紗区のみであった。ただし、この高温は 5 月 27 日の日中約 2 時間であり、出芽障害等は発生しなかった。一方、発芽最低温度とされる 10℃ を下回った区は、無被覆区のみであった。両播種期とも出芽始めまでの日数は、標準区が最も早く、健苗シート、シルバー区が 0~1 日程度の遅れ、最も遅い無被覆区では同 3~4 日の遅れであった(第 2 表)。育苗完了時の草丈は第 2 回目播種のシルバー区を除いて標準区よりも有意に伸長した。葉齢は第 2 回播種では差はみられなかったが、第 1 回目播種でいずれの区も標準区対比で有意に大きくなった。

第 1 葉鞘高、乾物重、充実度には両播種共に有意な差は認められなかった。

1994 年の第 1 回目(4 月 28 日)播種は播種後の 4 月末から 5 月上旬まで気温が低く、曇雨天の日が多かった。標準区は出芽揃いまでに 4 日、各試験区とも出芽始めまでに 7~8 日、標準区対比では 3~4 日の遅れ、出芽揃いまでには 10~11 日を要し、同 4~5 日の遅れとなった。シルバー区は一部にカビが発生した。また、各試験区共に生育むらが目立った。第 2 回目(5 月 20 日)播種の出芽揃いまでの日数は、最も早いシルバー区、健苗シート区で標準区対比 2 日の遅れであった。無被覆区が最も遅く、同 4 日の遅れであった(第 3 表)。その後の生育は各区とも順調であった。2 回の播種とも無被覆区、寒冷紗区、特に白寒冷紗区は黒寒冷紗区よりも覆土部分の乾燥が著しく、共に出芽揃いまでの期間に灌水が欠かせなかった。灌水によって覆土が硬化する問題も発生した。黒ラッセル区の出芽揃いまでの日数は、標準区に対して 3 日遅れであったが、覆土の乾燥はみられず、緑化も同時進行し苗質は良好であった。育苗完了時の苗の生育は、第 1 回目播種で黒寒冷紗区の充実度が標準区対比で有意に小さかった以外は有意な差はみられなかった。第 2 回目播種では標準区対比で無被覆区の草丈、及び白黒両寒冷紗区を除いた区の葉齢が有意に小さくなった。

1994 年は、播種から出芽揃いまでに必要な試験区別の 10℃ 以上の有効積算温度(以下積算温度)と終日晴天日の育苗箱内培土の温度推移との関係を検討した(第 3 表)。積算温度は標準区が両播種期とも最も低く、それぞれ 41.1℃、40.5℃であった。一方、試験各区は第 1 回目播種で 55.0~68.3℃と試験区間の温度差は大きかった。こ

第 2 表 苗の出芽、生育状況調査(1993 年)。

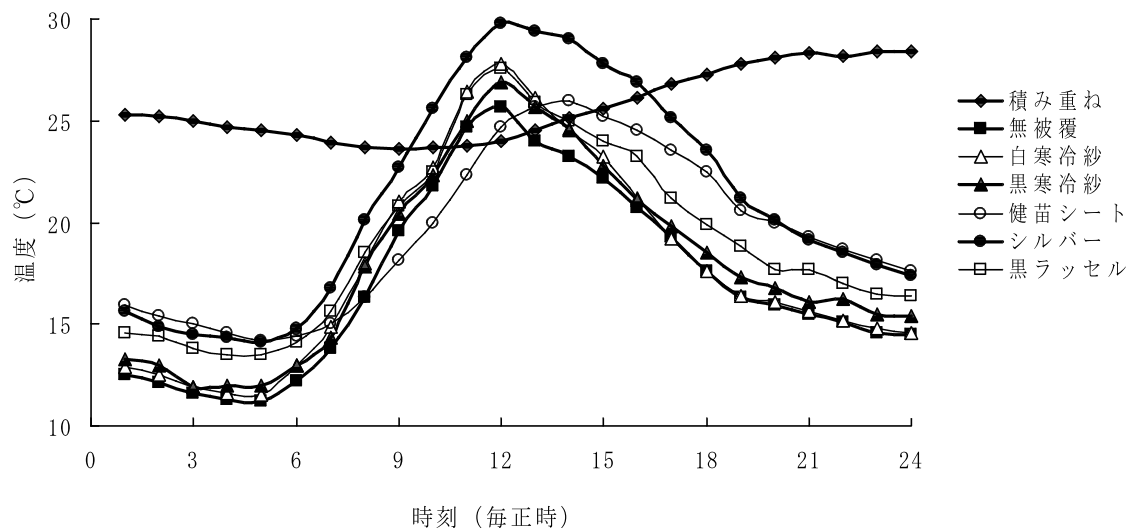
被覆資材	出芽状況			播種後 22, 24 日目(育苗完了時)					
	出芽始 (月日)	出芽揃 (月日)	出芽 むら	草丈 (cm)	葉齢	第 1 葉鞘高 (cm)	乾物重 (mg/本)	充実度 (mg/cm)	生育 むら
5 月 24 日播種									
無被覆	5.30	6.1	2.0	10.3*	2.8*		17	1.7	1.0
黒寒冷紗	5.29	5.31	0.0	9.8**	2.8*		18	1.8	0.0
健苗シート	5.27	5.28	0.0	11.3*	2.9**		18	1.6	0.0
シルバー	5.27	5.28	0.0	9.8**	2.7*		17	1.7	0.0
パスライト	5.29	5.31	1.0	9.6*	2.6*		15	1.5	0.0
(標)積み重ね	5.27	5.29	0.0	8.3	2.4		15	1.8	0.0
5 月 29 日播種									
無被覆	6.3	6.5	2.0	12.1*	2.9	2.6	16	1.3	1.0
白寒冷紗	6.2	6.3	1.0	12.0*	3.0	2.6	18	1.5	0.0
黒寒冷紗	6.2	6.3	0.0	12.2*	2.9	3.0	18	1.5	0.0
健苗シート	6.1	6.2	0.0	12.3*	2.7	2.7	19	1.5	0.0
シルバー	5.31	6.1	0.0	11.7	3.0	3.0	16	1.4	0.0
(標)積み重ね	5.31	6.1	0.0	11.2	3.1	3.1	17	1.5	0.0

(標)は、標準区を示す。育苗完了時の調査は、5 月 24 日播種が播種後 22 日目、5 月 29 日播種は同 24 日目。出芽始めは出芽長 5 mm 程度が約 30%、出芽揃いは出芽 90% の状態とした。5 月 24 日播種の第 1 葉鞘高は調査せず。出芽及び生育むらは、観察による 0(無)~5(甚)の 6 段階評価。各数値右側の*、**印は積み重ね(標準)区に対して 5、1%水準で有意差あり(t 検定による)。

第3表 苗の出芽, 生育状況調査 (1994年).

被覆資材	出芽状況			播種後32, 33日目 (育苗完了時)					
	出芽始 (月日)	出芽揃 (月日)	積算温度 (°C)	草丈 (cm)	葉齢	第1葉鞘高 (cm)	乾物重 (mg/本)	充実度 (mg/cm)	生育 むら
4月28日播種									
無被覆	5. 6	5. 9	56.6	10.5	2.7	3.1	16	1.5	2.0
白寒冷紗	5. 6	5. 9	59.9	10.2	2.7	3.0	16	1.6	1.5
黒寒冷紗	5. 6	5. 9	66.3	11.3	2.8	3.3	15	1.3*	0.5
健苗シート	5. 5	5. 8	55.0	11.0	2.9	3.1	18	1.6	2.0
シルバー	5. 5	5. 8	60.2	11.3	2.8	3.3	19	1.7	1.5
黒ラッセル	5. 5	5. 9	68.3	11.3	2.8	3.5	19	1.7	1.0
(標)積み重ね	5. 1	5. 2	41.1	11.0	2.9	2.8	19	1.7	0.0
5月20日播種									
無被覆	5.26	5.27	53.4	13.0*	3.0*	3.5	23	1.8	0.0
白寒冷紗	5.25	5.26	52.9	13.1	3.2	3.6	24	1.8	0.0
黒寒冷紗	5.25	5.26	51.6	15.7	3.1	4.2	28	1.8	0.0
健苗シート	5.24	5.25	51.7	14.2	3.0**	3.7	22	1.6	0.5
シルバー	5.24	5.25	50.7	15.6	3.1*	4.2	26	1.7	0.5
黒ラッセル	5.25	5.26	52.7	14.2	3.0**	4.3	26	1.8	0.0
(標)積み重ね	5.22	5.23	40.5	15.3	3.2	3.6	28	1.8	0.0

(標)は、標準区を示す。育苗完了時の調査は、4月28日播種が播種後32日目、5月20日播種は同33日目。出芽始めは出芽長5mm程度が約30%、出芽揃いは出芽90%の状態とした。積算温度は10°C以上の有効積算温度とし、播種～出芽揃いまでの数値。生育むらは、観察による0(無)～5(甚)の6段階評価。各数値右側の*、**印は積み重ね(標準)区に対して5、1%水準で有意差あり(t検定による)。



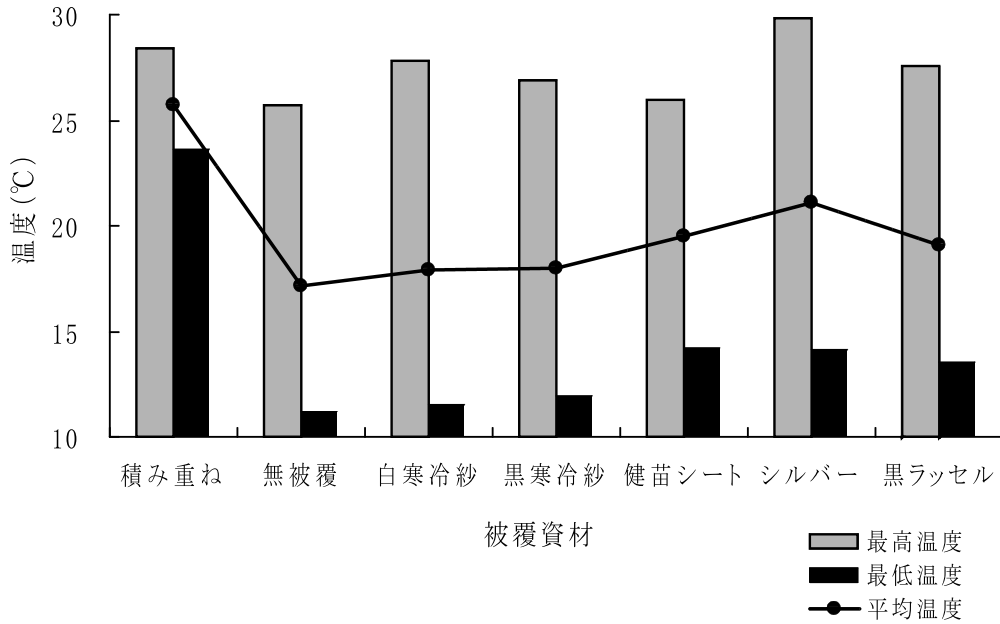
第1図 被覆資材別の育苗箱内培土温度の推移 (1994.5.21).

培土温度は育苗箱中央部の深さ1cmを測定。プール育苗条件で湛水深は2cm。

れに対して、第2回目播種では50.7～52.9°Cと差は小さかった。両播種期共に標準区よりも試験各区で積算温度が高くなった。

播種から出芽揃いまでの育苗箱内の培土温度を3か年測定した結果、曇天及び雨天時は各試験区間の差はごくわずかであった。晴天時には試験区間の差が明確であり、ここでは終日晴天であった1994年5月21日の測定結果について述べる(第1図)。白寒冷紗区、黒寒冷紗区共に日中の温度は無被覆区よりも上昇し、白寒冷紗区が黒寒冷紗区よりも高くなる傾向があった。しかし、夜間は両区とも無被

覆区との温度差はごく小さかった。健苗シート区の日中の温度は、他の被覆資材を使用した区と比較してあまり高くなりならず、一方夜間の温度低下は小さかった。また、最高温度の出現時刻は14時頃と他資材が正午頃であるのに対して2時間程度遅れる点が特徴的であった。シルバー区は日中の温度上昇が他資材より大きかった。一方夜間の温度低下は健苗シート区と同様に小さかった。黒ラッセル区は、日中の温度上昇は白寒冷紗区とはほぼ同等で、夜間の温度は健苗シート区、シルバー区と白、黒寒冷紗区の間中間的な温度を示した。平均温度は標準区が25.7°Cで最も高く、以



第2図 被覆資材別の育苗箱内最高、最低、平均の培土温度 (1994.5.21).
培土温度は育苗箱中央部の深さ1cmを測定。プール育苗条件で湛水深は2cm。

第4表 被覆期間を延長した場合の苗の生育状況 (1994年).

被覆資材	資材除去日 (月日)	被覆延長日数 (日)	資材除去当日	播種後日数			播種後33日目 (育苗完了時)				
				9日目	13日目	草丈 (cm)	葉齢	第1葉鞘高 (cm)	乾物重 (mg/本)	充実度 (mg/cm)	生育むら
健苗シート	5.25	0	1.0	5.6	8.4	14.2	3.0	3.7	22	1.6	0.5
	5.26	1	2.2	5.7	9.9	16.5	3.1	4.2	23	1.4	0.5
	5.27	2	3.5	6.0	11.5	16.1	3.1	4.3	26	1.6	0.5
	5.28	3	5.8	6.3	13.7	16.4	3.1	4.8	31	1.9	1.0
	5.29	4	7.0	7.0	14.9	17.0	2.9	5.5	30	1.8	1.0
シルバー	5.25	0	1.5	5.9	13.0	15.6	3.1	4.2	26	1.7	0.5
	5.26	1	2.5	5.3	12.1	15.8	3.1	4.2	31	2.0	0.5
	5.27	2	3.8	5.7	13.0	15.7	2.9	4.7	26	1.7	0.5
	5.28	3	5.6	6.1	13.7	16.3	3.2	4.5	30	1.8	0.5
	5.29	4	7.7	7.7	15.1	17.3	3.1	4.8	20	1.1	1.0
(標) 積み重ね	5.23	—	1.0	4.5	9.4	15.3	3.2	3.6	28	1.8	0.0

播種は5月20日。(標)は標準区を示す。標準区の材除去日は育苗箱のプール展開日を示す。生育むらは、観察による0(無)~5(甚)の6段階評価。試験区の反復なし。

下シルバー区、健苗シート区の順で、無被覆区の17.2℃が最低であった(第2図)。最高最低温度の差はシルバー区が15.7℃と最大で、被覆資材中で最も小さかった区は健苗シート区の11.8℃であった。全体では標準区の温度差が最小で、4.8℃であった。

1994年の第2回目播種では、健苗シート区とシルバー区で被覆期間を出芽揃い期から1~4日間延長し、被覆資材除去時点での苗の状況と、その後の生育がどのように変化していくか検討した(第4表)。出芽揃い期に除去した区の出芽長は、健苗シート区が1cm、シルバー区は1.5cmであった。4日遅れで資材を除去した場合、シルバー区は草丈が7.7cmに達し、健苗シート区も7.0cmと著しく徒長した。育苗完了時点での草丈、葉齢の区間差は小さく

なる傾向にあったが、第1葉鞘高は被覆資材の除去が遅れるほど長く、軟弱徒長気味になる傾向が明らかであった。

考 察

平置き出芽法で使用する被覆資材の評価指標としては、出芽揃いまでに必要な日数や出芽の良否、育苗管理の簡便さなどが重要である。積み重ね出芽法では、出芽期間中、育苗箱内に日射はほとんど入り込まないため、不完全葉は育苗箱の展開まで、緑化しない状態で伸長する。このため、育苗箱展開後に緑化作業が不可欠となり、1~2日程度寒冷紗等による被覆が必要である。平置き出芽法は、育苗箱の移動がないなど積み重ね出芽法と比較して省力性が高いが、平置き資材には緑化作業を省略できるものがあり、被

覆資材と出芽, さらに省力化の観点から評価した。

まず最初に平置き出芽法の湛水処理について検討したところ, 播種直後からプールを湛水状態とすると, 出芽が極端に悪いことや生育むらの発生が多くなることから, 湛水は出芽揃い後とする必要があると考えられた (第1表)。

また, 本研究は群馬県における水稻普通期栽培を対象としているが, 早植栽培に対する本技術の適応性についても検討を行った (第2, 3表)。しかし, 早植栽培の播種期に相当する5月以前の播種は, 低温により出芽までの日数の遅延が大きく, 生育むらが発生することから本技術の導入は困難と判断された。この結果から, 無加温の露地育苗条件を前提とした群馬県の平坦地域の水稲育苗では, 平置き出芽法は5月中旬以降の播種期となる普通期栽培に適用できる技術であると結論づけられた。

次に, 被覆資材別の床土の温度特性及び出芽, 生育状況の検討を行った。まず, 無被覆区では被覆資材を使用した区よりも夜間の温度が低下しやすい特性が明らかとなった。出芽揃いまでの積算温度が高いことで示されるように, 各被覆資材区よりも出芽揃いまでの日数を多く必要とした。また晴天, 特に晴天強風時に覆土の乾燥が著しいため灌水作業を必要とし, 出芽むらも生じやすかった。無被覆区で出芽揃いまでの日数を多く必要とする要因は, 夜間の温度不足および覆土乾燥にあると考えられた。また強い降雨により, 無被覆区では播種粉が露出する現象もみられた。以上の結果から, 平置き出芽法において無被覆は不適當であると結論づけられた。

塩化ビニールフィルムは1992年のみの検討であったが, 鈴木ら (1985) が報告しているように, 日中は無被覆区よりも常に高温で, 地温が高くなるほどその傾向は大きい。本試験においても高温障害が発生しており, 群馬県二毛作地帯の育苗期が5月中下旬から6月中下旬であり, 気温の上昇に伴って育苗箱内の地温も上昇しやすくなる時期であることを考えあわせると, 当地帯での水稻の平置き出芽法に使用する資材としては不適當であった。

白寒冷紗と黒寒冷紗は, 無被覆区同様に覆土が乾燥しやすく, 灌水作業が必要となった。夜間の保温効果はあまり期待できず, 供試資材中では出芽揃いまでの日数をより多く必要とした。白寒冷紗の遮光率22%に対して, 51%と遮光率が高い黒寒冷紗でも白寒冷紗とはほぼ同様に発芽と緑化は同時進行する。このため, 緑化作業を必要としない点では共に省力的であるが, 灌水作業を必要とする場合があり, 省力性はやや不十分な面があった。

パサライトは遮光率は15%と寒冷紗より低く, 資材の空隙率も小さかった。このため, 覆土乾燥は発生しなかった。また緑化の必要もなく, 1993年1回のみでの検討であるが, 平置き出芽資材としては寒冷紗よりも優れていた。

健苗シートは, 水稻育苗資材として開発された資材である。この資材は平置き出芽を目的に開発された資材ではないが, 供試資材中では出芽揃いまでの日数は最も早かった。

遮光率は50%であるが, 寒冷紗, パサライトと同様に発芽は緑化と同時進行するため, 出芽揃い後の緑化作業は必要なかった。また, 覆土乾燥の問題も発生しなかった。この要因は, 後述するシルバーと共に資材に空隙がなく土壌水分が蒸発しにくいことと, 資材に付着した水滴が土壌に還元されるためと推察された (浜本・中村 1990)。

シルバーは, 山口ら (1991) によって平置き出芽用の資材として改良が加えられた資材である。健苗シートと同様に, 出芽揃いまでの日数は供試資材中では最も早く, 覆土乾燥の問題はなかった。山口ら (1991) によれば, シルバー (遮光率80%) は出芽限界最高温度を越えることがあるとの指摘があったが, 今回3か年の検討ではこの問題は発生しなかった。遮光率が高いため, 出芽が完了し展開する時点での苗の形態は積み重ね出芽に近く, 出芽揃いまでに苗はほとんど緑化しなかった。このため, 出芽揃い後の緑化作業が必要であり, 省力面からは欠点である。出芽揃いまでの積算温度が高くなりやすいため, 出芽苗が伸長しやすい。また資材の特性上, 外部から苗の生育状況が見えないため, 資材除去の時期のみきわめが他の資材以上に重要である。

黒ラッセルは覆土乾燥の問題はなく, 遮光率が60%であるにもかかわらず, 出芽揃い時には緑化が完了しており, 改めて緑化作業を行う必要がない。苗質にも問題がなく, 平置き出芽用資材として有望である。このように, 使用する被覆資材によって育苗箱の培土の温度, 水分, 光環境は異っており, 出芽揃いまでに必要な日数, 出芽苗の形態も様々である。曇天や雨天時には育苗箱内の培土温度に無被覆区との間に大きな差は認められなかった。しかし, 晴天時には被覆資材の使用によって育苗箱内の培土温度は無被覆区よりも高く維持され, 日中の昇温効果及び夜間の保温効果が認められた (第1, 2図)。この結果は, 不織布を用いた浜本・中村 (1990) の報告と一致している。ただし, その効果は資材によって大きく異なった。保温効果は大きい順に健苗シート, シルバー, 黒ラッセルであった。一方, 日中の昇温効果はシルバーが最も高く, 白寒冷紗, 黒ラッセルがこれに次いだ。なお, 日射量が特に大きい日は, 白寒冷紗が日中最も高温になる傾向を示した。また, 播種から出芽揃いまでに必要な積算温度は, 標準区の積み重ね出芽区と各試験区で大きく異なった。積み重ね出芽は, 出芽期間中の温度変化が小さかった。これに対して平置き出芽は, 被覆資材によって多少の差はあるものの, 温度の日変化が大きく, 特に夜間の低温が出芽を遅らせること, また資材によっては覆土の乾燥が発生することなどの要因によって, 出芽揃いまでに必要な積算温度が標準区より高くなるものと考えられた。1994年の第2回目播種 (5月20日) では, 播種から出芽揃いまでの積算温度の試験区間差は小さく, 当地域の5月下旬播種では, 概ね50~53℃の積算温度となることが明らかとなった。同年第1回目播種 (4月28日) では, 播種から出芽揃いまでの積算温度が第2回目

播種よりも高く、被覆資材によっても異なった要因としては、播種から出芽期にかけて気温が低かったことが影響しているものと推察された（第3表）。

平置き出芽法においては、被覆資材除去の時期のみきわめも重要なポイントである。特に資材の特性上、内部の苗の生育状況がわかりにくい健苗シート及びシルバーは特に注意が必要である。そこで、1994年にこの2被覆資材を使用して、資材除去の適期を基準に被覆期間を1日～4日間延長する試験を実施した。その結果、両資材とも被覆期間が延びるに従って苗は著しく徒長した（第4表）。しかし、育苗完了時の播種後33日目の調査では、適期除去の区との間に生育初期にみられたような著しい生育差はみられなかった。また、今回の検討では高温障害やカビの発生などの諸障害も特にみられなかった。しかし、苗の第1葉鞘高は被覆資材の除去が遅れるほど伸長しており、被覆資材を適期に除去する必要性を示唆していた。

以上の結果から、群馬県の水稲普通期栽培における露地プール育苗に平置き出芽法を適用することが可能である。被覆資材としては供試した7種類の資材中、出芽期間中に高温障害や覆土乾燥の問題がなく、さらに緑化作業も省略可能なパスライト、健苗シート、ダイオラッセル1600黒の3資材が優れていると考えられる。しかし、いずれも積み重ね出芽よりも出芽揃いまでの日数は1～3日程度遅延する。この日数は播種後の日射、気温等に大きく左右されるが、利用に際しては積み重ね出芽より育苗日数を延長した栽培計画を立てる必要がある。

謝辞：本報をとりまとめるにあたり、宇都宮大学吉田智彦博士には原稿の執筆を熱心に勧めていただき、原稿作成から修正まで一貫して懇切丁寧なご指導および貴重なご意見をいただいた。栃木県農業試験場山口正篤氏からは、成績のとりまとめにあたって貴重な示唆及び情報の提供をいただいた。また、今回の試験実施にあたって場内の各位

にも多くのご協力をいただいた。ここに記して深く感謝する次第である。

引用文献

- 藤井薫・佐々木次郎 1993. 水稲プール育苗に関する試験. 宮城県農七研究報告 59: 20-67.
- 浜本浩・中村浩 1990. べたがけが表層土壌環境と作物の出芽に及ぼす影響. 農業気象 45: 265-269.
- 浜本浩 1992a. べたがけ下の環境がホウレンソウの生育に及ぼす影響. 農業気象 48: 247-256.
- 浜本浩 1992b. 日中および夜間べたがけがコマツナとホウレンソウの生育に及ぼす影響. 農業気象 48: 257-264.
- 五十嵐大造・岡田益己 1987. べたがけによるキャベツ凍害防止効果. 昭和62年度日本農業気象学会全国大会講演要旨 174-175.
- 五十嵐大造・岡田益己・中山敬一 1993. キャベツ凍害防止を目的とした寒冷紗べたがけの被覆方法. 農業気象 48: 349-348
- 飯塚国夫・金井博・島田忠男 1978. 水稲機械植箱苗の簡易育苗法. 農及園 53: 687-688.
- 中川行夫・坪井八十二 1962. 寒冷紗の夜間放射防止効果について. 農業気象 17: 107-109.
- 日本施設園芸協会編 1988. 施設園芸におけるべたがけ資材利用の手引: 1-134.
- 岡田益己・五十嵐大造 1987. べたがけ下の環境と作物生育の特徴. 昭和62年度日本農業気象学会全国大会講演要旨 172-173.
- 鈴木春雄・神近牧男・松田昭美・宮本硬一 1985. 砂丘地におけるフィルムマルチの地温への影響. 農業気象 41: 207-216.
- 高橋行継 1993a. 水稲のビニール・プール箱育苗における平置き出芽法試験. 日作関東支部報 8: 25-26.
- 高橋行継 1993b. 水稲の平置育苗下の微気象. 関東の農業気象 19 (別冊): 7-8.
- 丹下宗俊 1973. 第5章 環境 1. 気象条件. 後藤寛治ら共著, 作物学. 朝倉書店, 東京. 137-171.
- 山口正篤・青木岳央・福島敏和 1991. 水稲の平置き出芽法における温度管理—被覆資材と出芽時の高温の影響—. 日作関東支部報 6: 19-20.

Application of the Method of Rice Seedling Emergence in Flatly Arranged Nursery Boxes to the Normal-season Culture of Rice in Gunma Prefecture —The relationship between covering materials and emergence of seedlings— : Yukitsugu TAKAHASHI^{*1)}, Yasuhumi SATO²⁾, Hiroshi MAEHARA²⁾ and Murami ABE¹⁾ (¹⁾*Gunma Agr. Exp. Stn., Tatebayashi 374-0006, Japan,* ²⁾*Gunma Tatebayashi Area Agr. Ext. Office*)

Abstract : In Gunma Prefecture, rice seedlings are usually grown in nursery boxes kept stacked up by the pool-raising method. In this method, however, the boxes need to be moved several times, which is a laborious task. In the new method, developed in Tochigi Prefecture, seeds are sown in the boxes arranged flatly and seedlings are grown without moving of boxes. However, this technology was developed for use in a green house but not for pool-raising. Hence, we applied this method to the outdoor pool-raising in the normal-season culture of rice in Gunma Prefecture. Covering several kinds of materials delayed of seedling emergence only about 0–3 days. Non covering tended to delay seedling emergence due to the low temperature and drying of covering soil, showing that a covering material was necessary for good emergence. Three kinds of covering materials (Passlight, Kenbyo-sheet and Daiorussell-1600-Black) were excellent. Covering with these materials decreased the even growth, high temperature and drying of covering soil, and they were able to omit the greening process. Sometimes, the seedling length was increased and leaf age advanced by the covering, but the final growth of seedlings equalled that in rice grown by the standard method. Therefore, we considered that this method with these covering materials could be useful for sprouting of seedlings emergence in nursery boxes arranged flatly in Gunma Prefecture.

Key words : Covering materials, Emergence in nursery boxes arranged flatly, Normal-season culture, Nursery box, Pool-raising.
