

奈良県平坦部における水稲品種ヒノヒカリのべたがけ 被覆による省力的な中苗育苗法 —被覆資材やその除去時期が苗の生育に及ぼす影響—

杉山 高世*・土井 正彦

奈良県農業総合センター 634-0813 橿原市四条町88

*現 奈良県農林部農業水産振興課 630-8501 奈良市登大路町30

Effects of Covering Materials Placed Directly Over Rice Seedlings, without Need for a Supporting Framework, and Removing Time of the Covering Material on the Development of Rice Seedlings in Nara Basin

Takatsugu SUGIYAMA* and Masahiko DOI

Nara Prefectural Agricultural Experiment Station, Kashihara, Nara 634-0813

*Present address: Agriculture and Fisheries Promotion Section of Nara Prefectural Office, Nara 630-8501

奈良盆地は水利不便地が多く、貴重な水を有効利用するために移植直後の深水でも水没しない苗丈が求められる。また、播種盛期は5月初旬であり、移植盛期は水利慣行上6月上旬に制限されている。このような背景があるために、奈良県平坦部では、育苗期間30~35日、草丈15~20cmの中苗がほぼ100%を占めている⁵⁾。

中苗の利点として、星川¹⁾は、稚苗に比較して出穂期が早く、種々の水利事情にも対応できることを挙げている。また、移植期の幅が広いことも利点の1つである。今林ら²⁾は、中苗が稚苗に比べ作柄や品質の点で有利であると、さらに、低温・寡照条件下では稚苗よりも中苗の方が、収量、品質ともに優れるとした報告⁴⁾もある。一方、育苗期間が長く、資材費や労力がかかること¹⁾、徒長苗や老化苗となりやすいこと⁷⁾等が不利な点として挙げられている。

本県平坦部の中苗は、主に黒寒冷紗や発泡ポリエチレンシートを使ったトンネル被覆によって育苗されているが、最近では不織布を使ったべたがけ被覆による育苗が現地で取り入れられ始めている。不織布によるべたがけ被覆は、トンネル被覆で必要な支柱等の資材を必要とせず、育苗期間中のある時期に被覆を除去するだけの省力技術であり、かつ資材コストも安価であることから、平坦部水稲の省力育苗技術として確立する必要がある。

べたがけ被覆に関して、被覆資材の特性や被覆下の環

境と作物の生育についての報告⁶⁾がある。水稲では、群馬県での普通期露地育苗における被覆資材と出芽との関係についての報告⁸⁾もあるが、中苗育苗を目的とした被覆資材と苗の生育との関係について報告はみられない。

そこで、本県平坦部の主要品種である‘ヒノヒカリ’を対象として、被覆資材やその除去時期が苗の生育に及ぼす影響を調査し、不織布を用いたべたがけ被覆による省力的な中苗育苗法について検討したので報告する。

1 材料および方法

試験は、2006年と2007年に奈良県農業総合センター内の圃場で行った。両年とも供試品種には‘ヒノヒカリ’を用いた。

2006年は、パオパオM-6 (MKVブラテック、遮光率30%)、ラブシート20307WTD (ユニチカ、同40%、以下ラブシート)、スカイテックE05030 (タキイ種苗、同49%、以下スカイテック)の白色不織布をべたがけ被覆資材として供試し、対照としてシルバーポリトウ#80 (東罐興産、遮光率80%)をトンネル被覆資材として用いた。2007年は、パオパオM-6、ラブシートをべたがけ被覆資材として供試し、対照として水稲用育苗シート (隼クボタ、遮光率35~40%)をトンネル被覆資材として用いた。

播種は、2006年は4月26日、5月1日、5月9日に、2007年は4月24日、5月1日、5月8日に行った。播種

第1表 被覆下の気温および地温

		気温 (°C)			地温 (°C)	
		べたがけ被覆	トンネル被覆	外気温	べたがけ被覆	トンネル被覆
平均	日平均気温	21.4	21.5	18.0	21.7	20.0
	日最低気温	12.7	12.5	11.7	15.6	14.7
	日最高気温	36.9	35.2	24.5	30.2	27.4
期間中	最低値	9.3	9.8	8.3	12.1	11.5
	最高値	43.3	42.3	30.8	35.6	33.3

注1) 測定期間は、2007年5月2日～5月11日。

注2) ベたがけ被覆とトンネル被覆の資材は、それぞれラブシートと育苗シート。

注3) ベたがけ被覆およびトンネル被覆とも、被覆下の気温は育苗箱表面から約1cm程度の高さ、また、地温は育苗箱土中(表面より約1cm下)の部位をT熱電対により測定した。

量は、両年とも乾物換算で100g/箱とした。種籾は、イブコナゾール・銅水和剤200倍とMEP乳剤1000倍液に24時間浸漬し、その後、直射日光の当たらない室内で3日間浸種して播種した。育苗箱は中苗用を使用し、育苗培土(ヤンマー粒状培土(暖地用))を 3.4 ± 0.2 kg/箱詰め、播種後に 1.4 ± 0.3 kg/箱覆土した。播種した育苗箱は、苗代へ置床した。

べたがけ被覆は置床後直ちに行い、風で飛ばないように資材の端に直管パイプを載せた。2006年の対照区に用いたシルバーポリトウは、べたがけ資材と同様に被覆し、出芽揃い後に支柱でトンネル被覆した。その後しばらくは密閉し、育苗後半からは天候に応じて開閉してトンネル被覆内の温度を調節した。2007年の対照区は、育苗箱置床直後からトンネル被覆し、育苗後半に除去した。

べたがけ被覆資材は、2006年は出芽揃い5, 10, 15日後に除去し、2007年は出芽揃い10, 15日後に除去した。出芽揃い時期は観察により判断した。

2006年は、播種時期と被覆資材、被覆除去時期とも3水準とし、これらを組み合わせた27区を試験区として設けた。2007年は、播種時期3水準、被覆資材と被覆除去時期を2水準とし、これらを組み合わせた12区を設けた。5月1日に播種した試験区は2反復とし、その他の播種時期は反復を設けなかった。

育苗期間中のべたがけ被覆下およびトンネル被覆下の気温は、育苗箱の土壌表面から約1cmの高さで測定し、地温は育苗箱の土中(表面より約1cm下)でT熱電対により測定し、データロガーに記録した。外気温は、育苗床付近に設置した百葉箱内で測定した。

生育調査は、出芽揃い5, 10, 15日後と播種30, 35日後に行い、葉齢(不完全葉を第1葉とする)、草丈、葉鞘長、葉身長は生育中庸な20個体を測定し、地上部乾物重は50個体分の乾物重を測定して1個体当たりの乾物重に換算した。苗質は、充実度(1個体当たりの地上部乾物重(mg)を草丈(cm)で除した値)³⁾により評価した。

2 結 果

1) 育苗期間中の温度

2007年4月24日播種について、5月2日～11日までの10日間、ラブシートによるべたがけ被覆と育苗シートによるトンネル被覆下の気温および地温を測定した結果を第1表に示した。べたがけ被覆下の気温は、外気温よりも、平均気温で 3.4°C 、最低気温は 1.0°C 、最高気温は 12.4°C 高かった。また、べたがけ被覆とトンネル被覆を比較すると、平均気温と最低気温は同程度であったが、最高気温はべたがけ被覆の方がやや高かった。

晴天日のべたがけ被覆下の気温は、0時から6時にかけては外気温よりも $0.6 \sim 3.2^{\circ}\text{C}$ 高く、トンネル被覆と比べて $0.6 \sim 1.2^{\circ}\text{C}$ 高かった(第1図)。その後の温度上昇は、トンネル被覆と比べ小さかったが、14時頃にはべたがけ被覆とトンネル被覆のいずれも約 43°C の最高気温に達し、18時以降は外気温と同程度に推移した。地温は、深夜から未明にかけて両者に差は無かったが、7時以降はべたがけ被覆下の方が高く、その差は12～13時頃に最大で 8°C となり、以後は夜間にかけて差は小さくなった。

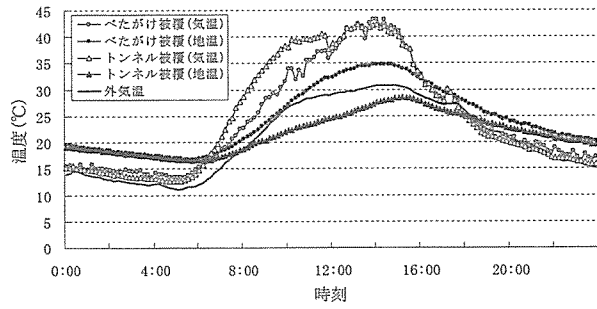
曇雨天の例として示した5月6日は、明け方から夕方まで $0.5 \sim 3.5$ mm/hの降雨が断続的にあり、外気温は $15.6 \sim 17.3^{\circ}\text{C}$ で日較差は小さかった(第2図)。べたがけ被覆下の気温は外気温と比べ $1.1 \sim 4.2^{\circ}\text{C}$ 、トンネル被覆と比べ $0.5 \sim 1.2^{\circ}\text{C}$ 高かった。また、べたがけ被覆下の地温は、トンネル被覆と比べ $0.9 \sim 2.1^{\circ}\text{C}$ 高かった。

2) 被覆資材および除去時期が苗の生育に及ぼす影響

2006, 2007年とも、播種時期にかかわらず概ね同様の傾向を示したので、奈良県の播種盛期に近い5月1日に播種して、30日間育苗した苗の生育を第2表に示した。

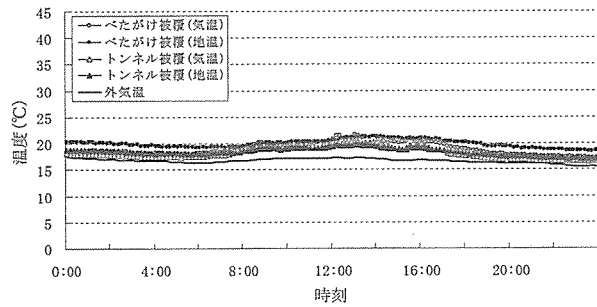
(1) 2006年

播種後出芽揃いまでの日数は、対照区に比べラブシートとスカイテックで1日、パオパオM-6で2日長かっ



第1図 晴天日（2007年5月9日）の気温および地温の推移

注）べたがけ被覆とトンネル被覆の資材は、それぞれラプシートと育苗シート。



第2図 曇雨天日（2007年5月6日）の気温および地温の推移

注）べたがけ被覆とトンネル被覆の資材は、それぞれラプシートと育苗シート。

た（第2表）。葉齢は、べたがけ被覆資材や被覆除去時期に関わらず、対照区よりもべたがけ被覆の方が進んでいた。また、べたがけ被覆の資材や被覆除去時期は葉齢に差をもたらし、スカイテックを用いて出芽揃い5日後に除去した試験区で葉齢の進みが早かった。第2葉鞘長は、対照区で4.3cmであったが、べたがけ被覆をした各試験区は、いずれも対照区よりも短かった。パオパオM-6とスカイテックの第2葉鞘長には差が認められたが、被覆除去時期による差は無く、2.7~3.0cmであった。第3葉鞘長には、べたがけ被覆資材および被覆除去時期に差が認められ、スカイテックを利用し、被覆除去時期が遅れるほど長くなった。この傾向は、第4葉鞘長や第4葉身長、草丈にも認められた。乾物重は、パオパオM-6では出芽揃い10日ないし15日後、ラプシートでは同10日後、スカイテックでは同5日後に被覆を除去した区で最も大きかった。苗の充実度は、いずれのべたがけ資材も被覆除去時期が遅くなるほど低下し、出芽揃い15日後除去では対照区と同程度かやや小さかった。

(2) 2007年

播種後出芽揃いまでの日数は、対照区よりべたがけ被覆で1日長かった（第2表）。播種後30日目の葉齢は、ラプシート区でわずかに大きかったが、対照区とは同程度であった。第2葉鞘長にはべたがけ被覆資材および被

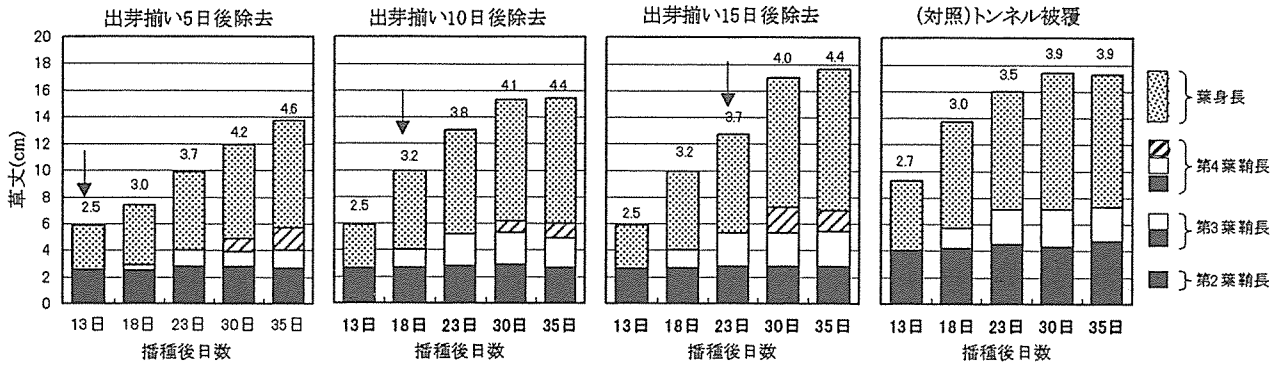
第2表 播種30日後の苗の生育

試験年次	試験区		播種後出芽揃いまで日数	葉齢	葉鞘			第4葉身 (cm)	草丈 (cm)	乾物重 (mg/個体)	苗の充実度 (mg/cm)
	被覆資材	除去時期 (出芽揃い後)			第2 (cm)	第3 (cm)	第4 (cm)				
2006年	パオパオM6	5日	8日	4.1	2.7	4.0	5.0	7.1	12.0	19.4	1.6
		10日		4.0	2.8	5.1	5.8	9.5	15.2	21.2	1.4
		15日		4.1	2.7	5.2	7.5	9.5	16.9	21.3	1.3
	ラプシート	5日	7日	4.2	2.8	3.9	4.9	7.1	11.9	20.6	1.7
		10日		4.1	2.9	5.3	6.2	9.2	15.3	22.6	1.5
		15日		4.0	2.8	5.3	7.2	9.9	17.0	19.8	1.2
	スカイテック	5日	7日	4.3	2.9	4.2	5.6	7.7	13.2	23.8	1.8
		10日		4.3	2.8	5.5	7.0	10.6	17.5	22.7	1.3
		15日		4.1	3.0	6.1	8.0	11.2	19.2	21.5	1.1
(対照) シルバーポリトウ	—	6日	3.9	4.3	7.1	—	10.3	17.4	23.3	1.3	
分散分析	除去時期		**	n.s.	**	**	**	**	—	—	
	資材		**	**	**	**	**	**	—	—	
	交互		**	**	**	*	**	*	—	—	
2007年	パオパオM6	10日	6日	4.2	2.1	3.3	4.4	6.1	10.4	17.0	1.6
		15日		4.2	2.0	3.4	4.6	6.5	11.1	17.5	1.6
	ラプシート	10日	6日	4.3	2.0	3.5	4.8	6.5	11.2	15.5	1.5
		15日		4.3	2.1	4.0	5.7	7.9	13.5	19.5	1.7
	(対照) 育苗シート	12日	5日	4.3	2.3	4.5	6.7	8.6	15.3	17.8	1.2
	分散分析	除去時期		n.s.	n.s.	**	**	**	**	—	—
		資材		*	n.s.	**	**	**	**	—	—
		交互		n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	—	—

注1) 播種期が5月1日。

注2) 充実度は、地上部乾物重 (mg)/草丈 (cm)。

注3) **, *は統計処理により、危険率1%, 5%で有意差があることを、n.s.は有意差がないことを示す。



第3図 ベタがけ除去時期が草丈や葉齢に及ぼす影響

注1) ベタがけ被覆とトンネル被覆の資材は、それぞれラプシートとシルバーポリトウ

注2) 播種期は2006年5月1日。

注3) 棒グラフ上の数字および矢印は、それぞれ葉齢、ベタがけ被覆の除去時期を示す。

第3表 播種30日後および35日後の積算気温と草丈

試験年次	播種時期	被覆資材	播種30日後の積算気温と草丈 (cm)			播種35日後の積算気温と草丈 (cm)				
			積算気温 (°C日)	被覆除去時期			積算気温 (°C日)	被覆除去時期		
				5日後	10日後	15日後		5日後	10日後	15日後
2006年	4/26播種	パオパオM6	580	15.2	17.0	17.6	691	15.6	18.6	18.9
		ラプシート		13.5	17.4	18.6		14.0	18.6	20.8
		スカイテック		13.3	18.3	19.8		13.9	18.8	22.8
	5/1播種	パオパオM6	610	12.0	15.2	16.9	728	13.5	16.0	18.2
		ラプシート		11.9	15.3	17.0		13.7	15.4	17.6
		スカイテック		13.2	17.5	19.2		14.7	18.5	19.1
	5/9播種	パオパオM6	642	12.7	15.9	17.2	760	16.1	18.7	18.4
		ラプシート		12.9	16.3	18.9		15.1	17.3	19.9
		スカイテック		14.0	19.0	21.5		16.2	19.3	22.3
2007年	4/24播種	パオパオM6	523	—	10.1	11.7	623	—	11.7	13.2
		ラプシート	—	—	11.4	12.6	—	—	13.5	13.8
	5/1播種	パオパオM6	553	—	10.4	11.1	657	—	11.7	12.3
		ラプシート	—	—	11.2	13.5	—	—	13.5	14.9
	5/8播種	パオパオM6	574	—	14.0	15.4	678	—	15.9	16.8
		ラプシート	—	—	15.3	17.4	—	—	16.0	19.8

注1) 積算気温は外気温の積算値。

注2) 被覆除去時期は、出芽揃い後の日数を示す。

覆除去時期による差は認められず、2.0cm程度であったが、これは、対照区と比べるとやや短かった。第3葉鞘長、第4葉鞘長、第4葉身長および草丈には、ベタがけ被覆の資材、被覆除去時期による差が認められ、ラプシートの利用で、また、被覆除去時期が遅れるほど長くなった。乾物重は、パオパオM-6、ラプシートとも出芽揃い15日後除去で大きかった。苗の充実度は、パオパオM-6では被覆除去時期による差は無く、ラプシートでは出芽揃い15日後除去でやや大きい傾向があり、どちらのベタがけ資材も対照区と比べ大きかった。

2006年5月1日播種の草丈の推移を第3図に示した。対照区であるシルバーポリトウによるトンネル被覆区

は、第2葉鞘が伸びることによって育苗初期から草丈が伸びたが、ベタがけ被覆は被覆期間の長短に応じて草丈の伸長程度も異なった。また、対照区では育苗後半に葉齢の増加が停滞したのに対し、ベタがけ被覆した試験区では順調に葉齢が増加した。

3) 育苗期間中の積算気温と育苗終了時の草丈

(1) 2006年

播種後30日間の外気温の積算気温は580~642°C日であった(第3表)。播種30日後の草丈は、5月9日に播種したスカイテックの出芽揃い15日後に被覆を除去した区を除いて、いずれの資材でも出芽揃い10日、15日後の被覆除去で目標とする草丈15~20cmの苗が得られた。また、

播種後35日目は、4月26日播種のラブシートとスカイテックの出芽揃い5日後被覆除去、5月1日播種の出芽揃い5日後被覆除去区では、草丈は15cmに達しなかった。また、4月26日播種のラブシートとスカイテックの出芽揃い15日後被覆除去、5月9日播種のスカイテックの出芽揃い15日後被覆除去区では、草丈は20cmを超えたが、その他の試験区ではすべて目標とする草丈の苗が得られた。

(2) 2007年

播種後30日間の積算気温は523~574℃日であり、2006年に比較すると約60℃日低かった(第3表)。目標とする草丈の苗は、5月8日播種のラブシート区とパオパオM-6の出芽揃い15日後被覆除去区のみで得られた。また、播種後35日目は、5月8日播種のみで目標とする草丈の苗が得られた。

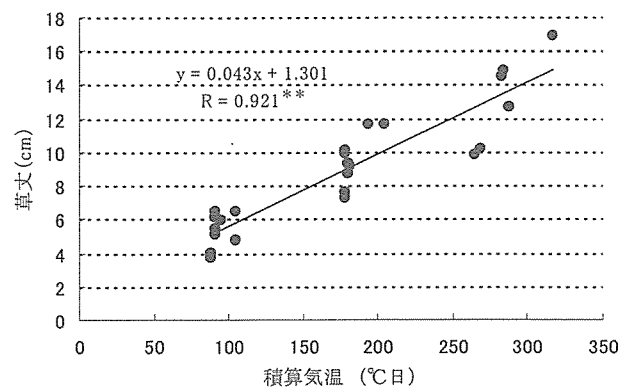
4) 積算気温と草丈との関係

目標とする草丈の苗を得るためのべたがけ被覆の除去時期を明らかにするため、出芽揃い後の外気温の積算値と被覆期間中の草丈、および、被覆除去後の外気温の積算値と草丈の伸長量との関係をそれぞれ第4図と第5図に示した。被覆資材としてラブシートを用いた場合、出芽揃い後の外気温の積算気温(X_1)とべたがけ被覆下の草丈(Y_1)の間には高い相関($R = 0.921^{**}$)があり、両者は $Y_1 = 0.043X_1 + 1.301$ の回帰式で表された(第4図)。また、べたがけ被覆除去後の外気温の積算気温(X_2)とべたがけ被覆除去後の草丈の伸長量(Y_2)の間にも高い相関($R = 0.871^{**}$)があり、 $Y_2 = 0.016X_2 + 0.610$ の回帰式で表された(第5図)。

3 考 察

べたがけ被覆下の気温は、晴天の日中は外気温と比べかなり高くなったが、夕方から翌朝までは外気温との差は小さかった。また、曇雨天日も両者の差は小さかった。このような傾向は高橋ら⁸⁾の報告と同様であった。ただし、岡田ら⁹⁾は、トンネルやハウス中では安定した気温の上昇があるが、強風下ではべたがけ被覆下の気温が露地よりも低くなる内外気温差の逆転が起こるとしており、保温効果はさらに不安定であると考えられる。

平置き育苗において、べたがけ資材を用いて出芽、緑化させる場合、供試した資材によっては覆土の乾燥と夜間の低温によって出芽揃いまでの日数がかかる場合がある⁸⁾。本試験においても供試したべたがけ資材の出芽は、シルバーポリトウやトンネル被覆した育苗シートと比べやや遅れた。したがって、不織布によるべたがけ被覆で、出芽が遅れないようにするためには、播種前の浸種を十

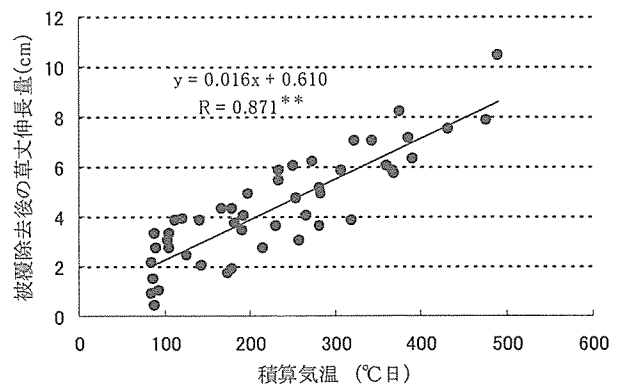


第4図 出芽揃い後の積算気温とべたがけ被覆下の草丈との関係

注1) 積算気温は外気温の積算値。

注2) 被覆資材はラブシート。

注3) **は、1%水準で有意であることを示す。



第5図 べたがけ被覆除去後の積算気温と草丈伸長量との関係

注1) 積算気温は外気温の積算値。

注2) 被覆資材はラブシート。

注3) **は、1%水準で有意であることを示す。

分に行い、出芽揃いまでの水管理を適切に行うことが必要と考える。

中苗育苗では苗はやや徒長的な生育を示し、高温多湿の管理や播種量の過多等により、極端な軟弱徒長苗がしばしば発生する。佐々木⁷⁾は、中苗育苗の育苗期後半の過繁茂や葉齢不足、苗の不均整を改善するためには、第1葉鞘(不完全葉を含まず)を徒長させない管理が必要であるとしている。本試験でべたがけ被覆に供試した資材では、被覆期間が長くなっても第2葉鞘が伸長することはなかった。しかし、高橋ら⁸⁾は、健苗シートとシルバーポリトウをべたがけした場合、出芽揃い後の被覆除去が遅れると、苗の第1葉鞘(不完全葉を含まず)が伸長するとしている。本試験で供試した不織布は、通気性が大きく、保温効果や遮光率(30~49%)が低いので、第2葉鞘の徒長が認められなかったものと推測される。

第2葉鞘の伸長期以降も被覆を継続することにより、第3、第4葉鞘が適度に伸長するので、2006年のように育苗期間中の気温が平年並であれば、供試したいずれの資材でも、目標とする草丈で苗の充実度も従来の育苗法と劣らない苗が得られることが明らかとなった。ただし、2007年の4月26日播種、5月1日播種のように育苗期間中の気温が低い場合、目標とする草丈の苗が得られなかった。特に遮光率の低い薄手の資材であるパオパオM-6で草丈がより低くなった。供試したべたがけ被覆資材のうち、スカイテックは他の資材よりも草丈が長くなる傾向があるため、徒長に注意し、早い播種時期や低温年での使用が適していると考えられた。一方、パオパオM-6は、気温が高い、遅い播種時期で使用した方が、目標とする草丈を確保しやすいと考えられる。2007年の育苗期間中の気温は、過去10年で3番目に低かったが、このような年でも目標とする草丈を安定的に確保するために、被覆資材についてさらに検討する必要がある。

出芽揃い後の外気温の積算気温とべたがけ被覆下の草丈、および、べたがけ被覆除去後の外気温の積算気温と草丈の伸長量とは、いずれも高い相関関係が認められた。得られた2つの回帰式により、べたがけ被覆期間中の気温の経過から被覆下の草丈が推定できるだけでなく、べたがけ被覆除去以降の気温を予測することにより、目標とする草丈の苗を得るためのべたがけ被覆除去時期を決めることが可能である。また、過去の気温データを用いることによって、べたがけ被覆期間の目安を設けることもできる。例えば、5月1日に播種して、ラブシートでべたがけ被覆をした場合、出芽揃いに7日間要すると仮定すると、奈良県農業総合センターで観測した過去10年の気温データ（データ省略）から、出芽揃い後に13～16日間べたがけ被覆をすると、べたがけ被覆期間中の積算気温は約230～320℃日で、草丈は12～15cmとなる。その後、べたがけ被覆を除去して播種後30～35日まで育苗す

ると、この間の積算気温が約170～310℃日となり、草丈は3～6cm増加するので、目標とする15～20cmの苗となる。つまり、この例では、べたがけ被覆の除去時期は、出芽揃い後13～16日目、草丈12～15cm頃が目安となることがわかる。

4 摘 要

奈良県平坦部における‘ヒノヒカリ’の省力的な中苗育苗法は、不織布を用いたべたがけ被覆である。出芽揃い後15日間程度被覆することにより、育苗期間30～35日間で15～20cmの苗が得られる。ただし、播種後出芽揃いまでの日数は、シルバーポリトウや育苗シートを用いる従来の育苗法と比べ1日程度長くなり、また、低温年では草丈が伸び難いことが明らかとなった。

引用文献

- 1) 星川清親：稚苗・中苗の生理と技術，149-154，農文協，東京，1976.
- 2) 今林惣一郎・真鍋尚義・山田俊雄・古城斉一・木崎原 千秋：日作九支報，47，53-55，1981.
- 3) 香山俊秋：水稻の育苗技術，1-174，朝倉書店，東京，1962.
- 4) 松江勇次・竹本孝博・中山芳之：日作九支報，61，24-25，1995.
- 5) 農林水産省統計部：平成18年産作物統計（普通作物・飼料作物・工芸農作物），2008.
- 6) 岡田益己・陳 青雲・五十嵐大造：農業および園芸，64（11），65-70，1989.
- 7) 佐々木康之：新潟農試研報，31，1-10，1982.
- 8) 高橋行継・佐藤泰史・前原 宏・阿部邑美：日作紀，73（3），253-260，2004.