

酸素供給資材粉衣粉の加温処理による湛水条播栽培水稻の 播種早限の前進と生育の安定化

太田 和也・渡部 富男・小山 豊

キーワード：湛水条播、酸素供給資材、加温処理、播種早限、生育特性

I 緒 言

現在、千葉県中央地域における水稻湛水条播栽培の播種早限は4月第6半旬とされている。これは、安定した出芽・苗立ちを確保するためには播種後7日間の日平均気温の積算値が120℃以上、日平均地温の積算値が135℃以上となる条件が必要なためである(渡部ら1990)。

しかしこの時期の播種は、移植栽培の代かき、移植作業と競合するばかりでなく、同時期に移植した移植栽培と比べて成熟期が6~10日遅くなる(長島ら1990)ため、水利慣行との不一致、気象災害との遭遇という問題がある。

近年、湛水直播栽培において、酸素供給資材粉衣粉(以下粉衣粉)の加温処理技術が開発された(花見、手代木1998;富山県2000)。これらの報告では、粉衣直後には32℃で24時間、または25℃で48時間加温することにより、播種後の出芽促進効果が認められている。

そこで、粉衣粉の加温処理技術について、早期栽培地帯である本県における適用性を明らかにするための試験を行ったところ、効果が認められた。また、播種時期の早期化及び湛水条播栽培の生育特性の改善も認められたので、ここに報告する。

本研究の実施に当たっては、千葉県農業総合研究センター水田作研究室主席研究員在原克之博士にご助言を頂いた。ここに記して、感謝の意を表する。

II 材料及び方法

1. 試験1 粉衣粉の加温処理による出芽促進効果

(1) 気温が出芽に及ぼす影響

試験は1998年10月に、千葉県農業試験場水田作研究室(現千葉県農業総合研究センター水田作研究室、以下同様)水田圃場の沖積壤土(以下同様)を詰めた1/5,000a

ポットで行った。品種は「ひとめばれ」を用いた。

粉衣は、種子消毒、浸種を行ってハト胸程度に催芽した種子に、乾粉重の2倍量の酸素供給資材(カルパー粉粒剤16、有効酸素量16%)と、乾粉重の3%のヒドロキシ・イソキサゾール粉剤を粉衣した(種子予措、粉衣方法は試験1、試験2同様)。加温処理は、乾燥を防ぐために湿度の高い育苗器内において、粉衣後直ちに開始し、30℃で24時間行った。加温後、半日から1日風乾した(以下加温粉、加温処理方法は試験1、試験2同様)。対照として、加温せずに風乾した粉(以下無加温粉)を設定した。

試験区は、粉衣粉の加温の有無と、播種後の気温を14℃と20℃の2段階設定し、組み合わせた。

播種は、代かきを行ったポットの田面に、粉衣粉を1cmの深さに手で行った。播種量は1ポット当たり30粒とし、1区につき3反復とした。播種後は所定の温度の人工気象室内に置いた。なお、ポットの湛水深は1cmとした。

調査は、播種翌日から1~3日おきに出芽数を計数し、1ポット当たりの播種量から出芽率を求め、3ポットの平均値で示した。なお、苗立ち率は出芽率の最終的な値とした(以下同様)。

(2) 播種後の低温期間が出芽に及ぼす影響

試験区は、加温処理の有無と、播種後の低温期間の長さを5日と15日の2段階設定し、組み合わせた。低温期間の処理温度は10℃とし、低温処理停止後は17℃の一定温度とした。

試験は1999年10~11月に行い、試験方法は(1)と同様とした。

(3) 播種時期が出芽に及ぼす影響

試験は2000年に千葉県農業試験場水田作研究室水田圃場で行った。圃場には前年の9月に稲わら(約600kg/10a)を鋤き込んだ。品種は「ふさおとめ」を用い、代かきは播種の4日または5日前に行った。播種は、湛水土壌中直播機(機種:YPS40)により、播種深度1cmを目標として行った。播種量は乾粉重で約4kg/10aとした。

播種後の水管理は落水管理とし、出芽盛期以降は湛水管理とした。

試験区は、湛水条播栽培の慣行の播種時期にあたる5月1日、慣行より早い4月7日及び4月17日の3播種時期とし、それぞれについて粉衣籾の加温の有無を組み合わせた。

調査は各試験区について2.4㎡ずつ9ヶ所で行い、出芽数を3～6日おきに計数し、播種量から算出した面積当たりの播種粒数により出芽率を算出し、9ヶ所の平均値で示した。

また、試験圃場の4月7日播種区における田面下1cmの地温及び田面30cmの気温を測定した。測定は1時間おきに行い、1日ごとの平均値を日平均地温、または日平均気温とし、それぞれ、前後2日間を含む計5日間の移動平均値で示した。

2. 試験2 早期播種水稻の生育特性

早期播種水稻の生育特性について、第1表に示したように、「ふさおとめ」及び「ひとめぼれ」を供試し、1999年～2001年に千葉県農業試験場水田作研究室水田圃場及び千葉県農業総合研究センター水田作研究室水田圃場において試験を行った。試験区の構成は、年次によりやや異なるが、播種時期は慣行の5月1日頃（以下慣行播種）と、慣行より2週間ほど早い4月15日頃（以下早期播種）の2時期を設定した。また、生育量を変えるために、各播種時期について苗立ち数を30～160本/㎡の範囲で5段階、過剰な芽を抜き取るにより調整し、試験区を設定した。試験区の規模は2.4㎡とし、反復は無しとした。

代かきは播種の4または5日前に行ない、施肥は化成肥料を用い、基肥は代かき時に全面全層施用とした。窒素施用量は、「ふさおとめ」は2kg/10a、「ひとめぼれ」は3kg/10aとし、両品種ともリン酸は5～8kg/10a、加里は3～5kg/10a施用した。穂肥は両品種とも出穂前18日（幼穂長1cm）を目安に窒素、加里とも3kg/10aを施用した。

播種は、加温処理を行なった粉衣籾を湛水土壤中直播

第1表 生育特性に関する試験区の構成

品種	年次	播種日(月/日)	苗立ち数
ふさおとめ	2000	4/17 (早期播種)	30,60,100,130,160
		5/1 (慣行播種)	
	2001	4/16 (早期播種)	30,60,90,120,150
		5/2 (慣行播種)	
ひとめぼれ	1999	4/16 (早期播種)	30,60,100,130,160
		4/30 (慣行播種)	
	2001	4/16 (早期播種)	30,60,90,120,150
		5/2 (慣行播種)	

機（機種名：YPS40、またはTRR-600）を用いて、播種深度1cmを目標に行った。播種後、出芽までの水管理は落水管理とした。

雑草防除及び病害虫防除は農作物病害虫雑草防除基準（千葉県1999）に従って行った。水管理は、出芽盛期以降は湛水管理とし、分けつ盛期から中干しを行い、幼穂形成期以降は間断かんがいをに行った。

生育ステージは、幼穂形成期は最長茎の幼穂長が1mmの時、出穂期は50%が出穂した時、成熟期は帯緑色籾歩合が15%の時とした。比較に用いた移植栽培は、隣接圃場における標準栽培とした。

生育調査は1区1.2㎡について行い、幼穂形成期に茎数、草丈及び葉色を、成熟期に穂数及び稈長を調査した。1区2.1㎡を坪刈りし、収穫物調査を行って精玄米重を、また、1区0.3㎡を抜き取り、収量構成要素を求めた。倒伏程度は成熟期に観察し、0（無）から5（甚）の6段階で示した。

また、坪刈り調査で得た精玄米について、外観品質を観察により調査した。評価は1（上上）～9（下下）の9段階とした。

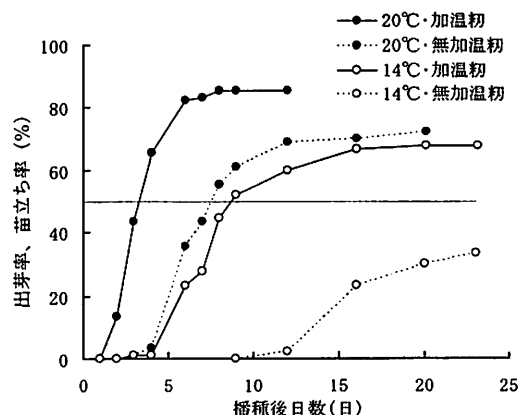
III 結 果

1. 試験1 粉衣籾の加温処理による出芽促進効果

(1) 気温が出芽に及ぼす影響

播種後の異なる気温条件と粉衣籾の加温処理の有無が出芽率、苗立ち率に及ぼす影響について行った試験結果を第1図に示した。加温籾、無加温籾ともに14℃より20℃の方が常に出芽率が高かった。最終的な出芽率の値、つまり苗立ち率は20℃・加温籾が最も高く86%で、同温度の無加温籾より約13%高かった。14℃では、加温籾の苗立ち率は68%で無加温籾より約35%高く、20℃の場合に比べて加温処理の効果は大きかった。

また、出芽開始時期は無加温籾より加温籾の方が早く、



第1図 播種後の気温条件と粉衣籾の加温処理の有無が出芽率、苗立ち率に及ぼす影響

出芽揃い期までの日数が短くなった。14℃・加温初めと20℃・無加温初めの出芽率は同程度で推移した。

(2) 播種後の低温期間が出芽に及ぼす影響

播種後の低温期間と粉衣初めの加温処理の有無が出芽率に及ぼす影響について行った試験結果を第2図に示した。播種後、10℃の低温処理条件下では、加温初め、無加温初めともに出芽はほとんど見られず、低温処理を停止すると出芽が開始した。

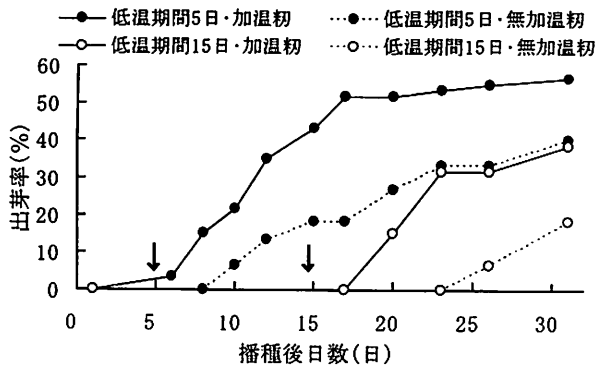
低温期間5日では、播種後約30日における出芽率は無加温初めでは約40%と低かったが、加温初めでは低温処理停止後、無加温初めと比べて出芽率の増加速度が速かったことから、播種後約30日の時点での出芽率は55%となった。

一方、低温期間15日では、播種後約30日の出芽率は無加温初めが18%、加温初めが38%であった。加温、無加温ともに、出芽率は低温期間5日より低かった。

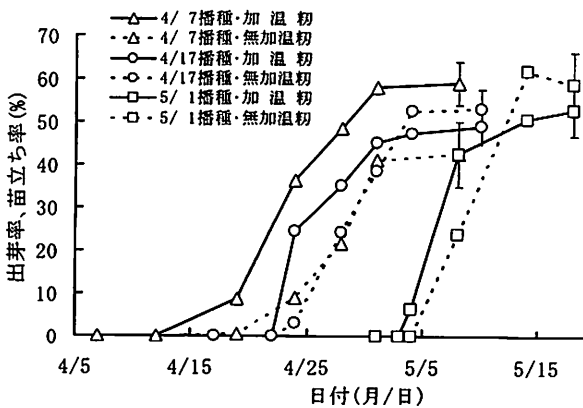
(3) 播種時期が出芽に及ぼす影響

播種時期と粉衣初めの加温処理の有無が出芽率、苗立ち率に及ぼす影響について行った圃場試験の結果を第3図に示した。

各播種時期とも、加温初めの出芽開始時期は無加温初めより



第2図 播種後の低温期間と粉衣初めの加温処理の有無が出芽率に及ぼす影響
注) 矢印は低温処理(10℃)を停止した日。



第3図 播種時期と粉衣初めの加温処理の有無が出芽率、苗立ち率に及ぼす影響

注1) 図中の縦棒は標準偏差の範囲を示す。
2) 苗立ち率は、最終的な出芽率とした。

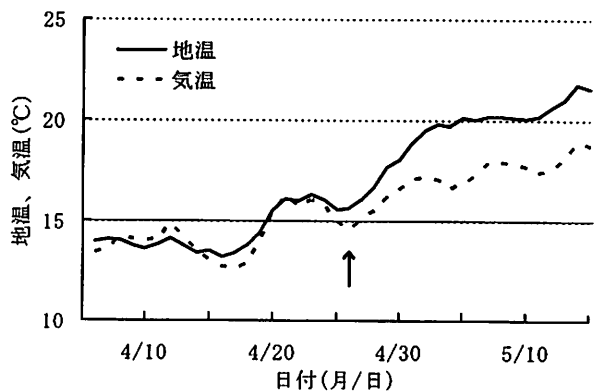
り早かった。4月7日播種では、苗立ち率は、無加温初めでは43%であったのに対して加温初めでは59%と明らかに向上しており、加温処理の効果が大きかった。一方、4月17日、5月1日播種では、加温初めと無加温初めの苗立ち率は同程度であった。

なお、加温処理の有無それぞれについて見ると、播種時期の早晚にかかわらず、4月7日播種と4月17日播種では、出芽開始時期及び出芽盛期はほぼ同時期であった。

出芽期間における地温の推移を第4図に示した。地温は、4月20日以降は15℃を上回った。この時期は4月7日播種と4月17日播種の出芽開始時期とほぼ一致した。

また、4月第6半旬を境に、それ以前はほぼ落水状態、以降は湛水状態であった。落水状態の期間では、降雨による一時的な湛水や風の影響による誤差はあるものの、地温と気温はほぼ等しく推移した。一方、湛水状態の期間では地温の方が常に高く推移し、地温、気温が高くなるほどその傾向は顕著であった。

出芽率が苗立ち率の80%に達するまでに要する日平均地温の積算値を第2表に示した。苗立ち率の80%到達日は、加温初めは無加温初めと比べて4月7日播種で2日、4月17日播種で3日、5月1日播種で4日、それぞれ早かった。80%到達日までの日平均地温積算値は、加温初めの方が無加温初めと比べて、4月7日播種が36℃、4月17日播種が56℃、5月1日播種が79℃それぞれ少なかった。



第4図 出芽期間における圃場地温と気温の推移

注1) 地温は田面下1cm、気温は田面上30cmで測定。
2) 前後2日間を含めた5日間の移動平均値。
3) 矢印は湛水を開始した日。

第2表 出芽率が苗立ち率の80%に達するまでに要する日平均地温積算値

播種日(月/日)	加温の有無	80%到達日(月/日)	積算地温(℃)
4/7	加温	4/28(-2)	308(-36)
	無加温	4/30	344
4/17	加温	4/29(-3)	190(-56)
	無加温	5/2	246
5/1	加温	5/8(-4)	140(-79)
	無加温	5/12	219

注) ()内の値の符号がマイナスの場合、加温が無加温に対して早い、あるいは少ないことを示す。

2. 試験2 早期播種水稻の生育特性

品種、年次、播種時期別の生育ステージを第3表に示した。早期播種の出穂期は慣行播種に比べて、「ふさおとめ」の場合は2000年では14日早く、2001年では7日早かった。「ひとめぼれ」の場合は1999年では11日早く、2001年では8日早かった。

このように、年次により差はあるが、約2週間早く播種したことにより、7日から14日出穂期が早まり、成熟期も出穂期と同程度に早くなった。

品種、年次、播種時期別の幼穂形成期における茎数、草丈、葉色の値を、異なる苗立ち数の5区を平均して第4表に示した。草丈は、「ふさおとめ」、「ひとめぼれ」の各年次とも、早期播種の方が慣行播種より有意に低かった。茎数及び葉色については品種、年次に共通した一定の傾向は認められなかった。

同様に異なる苗立ち数の5区を平均した、品種、年次、播種時期別の収量及び収量構成要素を第5表に示した。穂数は2001年の「ふさおとめ」及び1999年、2001年の「ひとめぼれ」で、慣行播種の方が早期播種より多い傾向が見られた。㎡当たり籾数は、両品種ともに慣行播種の方が早期播種より多い傾向が見られた。

登熟歩合は年次により違いはあるが、両品種とも早期播種と慣行播種で同程度か、早期播種の方が高い傾向が見られた。

第3表 品種、年次、播種時期別の生育ステージ

品 種	年次	播種時期 播種日 移植日	生育ステージ			出 穂 期			
			幼穂 形成期	出穂期	成熟期	早期播種 による 前進日数 (日)	早期播種 と 慣行播種 の差 (日)		
ふさ おとめ	2000	早期播種	4/17	6/23	7/20	8/23	14	10	
		慣行播種	5/1	7/7	8/3	9/7			
			(移植)	(4/21)	(6/14)	(7/10)	(8/11)		
	2001	早期播種	4/16	6/27	7/18	8/23	7	6	
慣行播種		5/2	7/3	7/25	8/28				
		(移植)	(4/20)	(6/19)	(7/12)	(8/13)			
ひとめ ぼれ	1999	早期播種	4/16	6/23	7/21	8/26	11	0	
		慣行播種	4/30	7/4	8/1	9/6			
			(移植)	(4/26)	(6/23)	(7/21)	(8/26)		
	2001	早期播種	4/16	6/29	7/21	8/28	8	6	
慣行播種		5/2	7/7	7/29	9/10				
		(移植)	(4/25)	(6/22)	(7/15)	(8/20)			

注) 早期播種による前進日数は、早期播種と慣行播種の差

第4表 品種、年次、播種時期別の幼穂形成期における生育

品 種	年 次	播種時期	茎 数 (本/㎡)	草 丈 (cm)	葉 色 (SPAD値)
ふさ おとめ	2000	早期播種	734	57.3	38.6
		慣行播種	687	71.7	43.2
			n.s.	**	**
	2001	早期播種	749	57.3	40.6
慣行播種		711	67.1	38.8	
		(移植)	n.s.	**	n.s.
ひとめ ぼれ	1999	早期播種	941	55.6	38.6
		慣行播種	1038	65.3	-
			n.s.	**	-
	2001	早期播種	824	61.5	39.9
慣行播種		802	67.3	40.7	
		(移植)	n.s.	**	n.s.

注1) 数値は第1表に示した各苗立ち数区間の平均値で示した。

2) **は1%水準で早期と慣行の平均値の有意な差があることを示す。n.s.は有意差なし(t検定)。

3) -は欠測値。

見られた。また、千粒重は「ふさおとめ」では早期播種の方が大きい傾向であった。

精玄米重は、「ふさおとめ」では早期播種と慣行播種はほぼ同程度か、慣行播種の方が高い傾向が見られた。一方「ひとめぼれ」では、1999年は慣行播種の方が高かったが、2001年は早期播種の方が高い傾向が見られ、年次による一定の傾向は見られなかった。

年次、播種時期ごとの各苗立ち数における㎡当たり籾数と、登熟の良否の指標である千籾収量との関係について、「ふさおとめ」は第5図、「ひとめぼれ」は第6図に示した。なお、それぞれの品種における適正な㎡当たり籾数は28,000~32,000粒/㎡であり(千葉県2000)、その範囲を図中に示した。

「ふさおとめ」は、年次ごとに比較すると、2000年における慣行播種の場合は㎡当たり籾数は31,900~39,500粒/㎡であり、倒伏も著しかった。一方早期播種では、㎡当たり籾数は29,500~34,900粒/㎡と慣行播種より少ない傾向で、倒伏も少なかった。千籾収量は早期播種の方が概して高く、㎡当たり籾数の多い慣行播種よりも逆に収量の多い区が見られた。2001年においても、全般に慣行播種は早期播種より㎡当たり籾数が多く、倒伏が著しかった。

一方、「ひとめぼれ」では、いずれの年次においても慣行播種は早期播種に比べて㎡当たり籾数が多い傾向であった。1999年には慣行播種の方が多収傾向であったが、倒伏は著しかった。2001年では慣行播種は倒伏が著しく、千籾収量が低く、㎡当たり籾数は多いものの収量が極端に低い区が見られた。

2001年における両品種の㎡当たり籾数と玄米外観品質との関係を第7図に示した。「ふさおとめ」は、早期播種の場合には外観品質が2~3と良好であった。しかし、慣行播種の場合には、㎡当たり籾数の多少にかかわらず、外観品質が4~5となり不良であった。

「ひとめぼれ」では外観品質が全体的に不良で明確な傾向が認められなかったものの、「ふさおとめ」と同様に、早期播種で㎡当たり籾数が適正な範囲内の場合に外観品質は比較的良好であった。

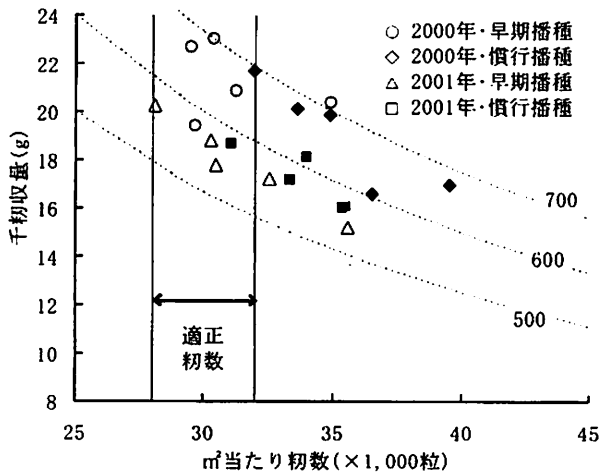
第5表 品種、年次、播種時期別の収量及び収量構成要素

品 種	年次	播種時期	穂 数 (本/㎡)	一 穂 籾 数 (粒)	㎡当たり 籾 数 (×1,000粒)	登熟 歩 合 (%)	千粒重 (g)	精玄米 量 (kg/10a)
ふさ おとめ	2000	早期播種	510	62	31.2	79	23.7	662
		慣行播種	497	72	35.3	74	22.4	668
	2001	早期播種	464	68	31.4	72	22.7	556
		慣行播種	498	68	33.8	73	22.1	581
ひとめ ぼれ	1999	早期播種	520	60	30.6	84	21.9	573
		慣行播種	574	62	34.6	85	21.7	611
	2001	早期播種	513	66	33.5	69	22.1	564
		慣行播種	571	71	40.3	59	22.1	479

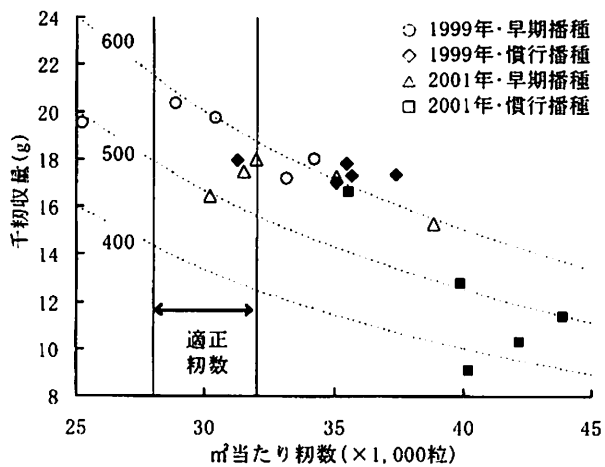
注) 第4表注1)に同じ。

穂数と稈長との関係について、「ふさおとめ」を第8図、「ひとめぼれ」を第9図に示した。「ふさおとめ」は、慣行播種では兩年とも稈長が倒伏発生の基準である80cm(千葉県2000)を超え、全て倒伏程度4以上となった。一方、早期播種では、慣行播種と同程度の穂数でも、一部を除いて稈長は80cmを下回り、倒伏程度は4未満であった。

「ひとめぼれ」でも同様に、同程度の穂数でも慣行播種の方が稈長が長く、稈長は倒伏発生の基準である85cm(千葉県2000)を超える区が多く、倒伏が著しかった。一方早期播種では、稈長は概ね85cmを下回り、倒伏程度も4未満であった。

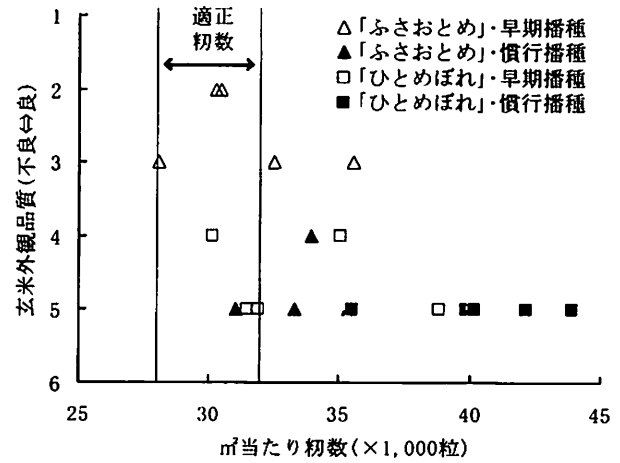


第5図「ふさおとめ」における m^2 当たり穂数と千穂収量との関係
注1) 塗りつぶしは倒伏程度4以上。
注2) 図中の数値と点線は収量(kg/10a)を示す。



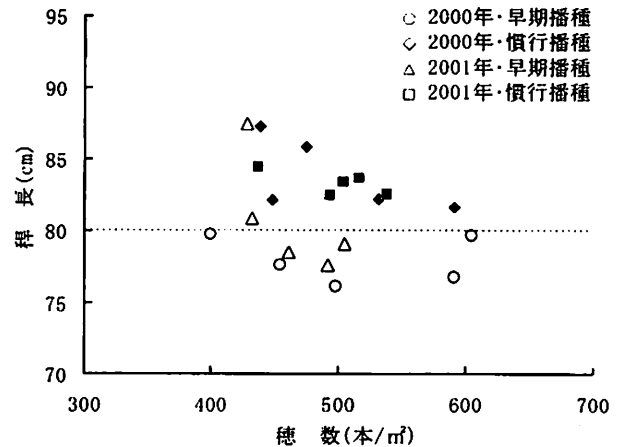
第6図「ひとめぼれ」における m^2 当たり穂数と千穂収量との関係
注1) 塗りつぶしは倒伏程度4以上。
注2) 図中の数値と点線は収量(kg/10a)を示す。

以上のように、いずれの品種とも、早期播種は慣行播種に比べて稈長が短く、倒伏程度が小さかった。ただし、早期播種においても、1999年の「ひとめぼれ」を除いては、穂数が400本/ m^2 前後と少ない場合には稈長が長くなる傾向が見られた。



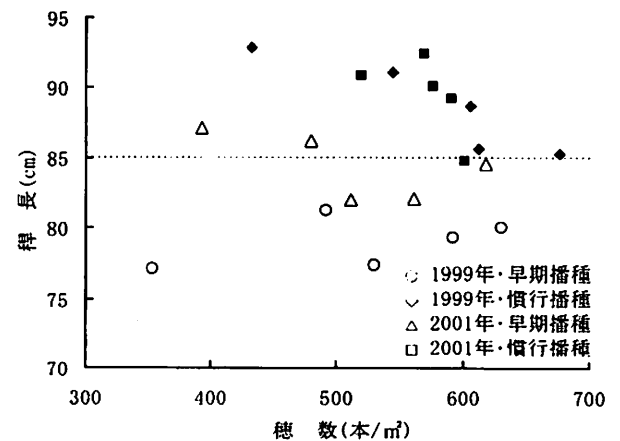
第7図 m^2 当たり穂数と玄米外観品質との関係

注) 玄米外観品質は1(上上)~9(下下)の9段階評価。



第8図「ふさおとめ」における穂数と稈長との関係

注) 塗りつぶしは倒伏程度4以上。



第9図「ひとめぼれ」における穂数と稈長との関係

注) 塗りつぶしは倒伏程度4以上。

IV 考 察

酸素供給資材粉衣剤の加温処理が出芽率の推移に及ぼす効果を確認するためのポット試験において、粉衣剤に加温処理を行うと、出芽開始時期までの期間が短くなる、出芽速度が速くなる、苗立ち率が高くなる等の効果が得られることが明らかになった。

種子の催芽程度が幼芽・幼根の長さで1mm以上になると、粉衣時に芽・根の60%が損傷し、出芽率が低くなるということが明らかにされている(渡部ら1990)。そのため、催芽の程度を適切にすることは安定した出芽・苗立ちを得るために重要であるが、大量の種子の催芽を均一に適切な程度となるように行うことは現実的には難しい。

加温後の粉衣剤は、胚芽の部分にわずかに亀裂が生じており、加温により芽が伸長したことが確認された。したがって、粉衣後に芽を伸長させるという粉衣剤の加温処理技術は、損傷の危険なく芽を伸長させることが可能であり、出芽・苗立ちの向上に有利であると判断される。

圃場試験においても、苗立ち率の向上効果は判然としなかったものの、出芽開始時期が早くなり、出芽率の増加速度も速まる効果が認められた。そしてその傾向は、播種時期が早い、つまり地温が低い時期ほど顕著であった。

しかし、4月7日播種と4月17日播種の両播種時期について、加温処理の有無別で比較したそれぞれの出芽開始時期及び出芽盛期はほぼ同一の時期であり、気温が低い条件では播種時期を早める効果はないものと考えられる。

播種早限の気温、つまり出芽に適した最低気温は15℃前後とされている地域が多い(丸山1999)。本試験においても、出芽率の推移と地温との関係を見ると、4月7日、4月17日の両播種時期とも出芽が開始したのは地温がほぼ15℃を上回った時期と一致しており、それより低い温度では、加温処理の有無にかかわらず、出芽はほとんど始まらなかった。

また、加温処理を行うことにより、播種から出芽がほぼ揃うまでに必要な積算温度が少なくなったことから明らかなように、出芽が開始する最低温度は加温処理の有無による差はないが、加温処理を行った場合には、出芽適温となった時点から出芽を開始するまでの期間が短くなり、その結果、出芽の揃いが早くなるものと考えられる。

本県は温暖地に位置づけられているが、播種時期である4月の気温は出芽が十分に安定するほど高くない。そのような条件の中で、より安定した出芽・苗立ちを確保するために、出芽を促進する効果がある粉衣剤の加温

処理技術を導入することは意義が高いと考えられる。

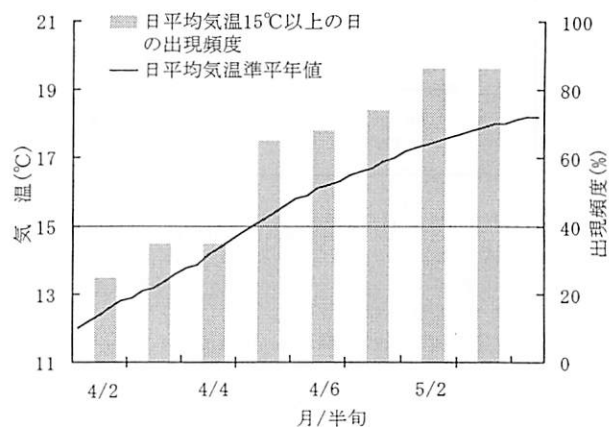
この加温処理による出芽促進効果を利用した播種早限の前進化について検討した。なお、落水期間中は地温と気温はほぼ等しく推移したこと及び現在は落水出芽方式が一般的であることから、以降は気温について論じることとする。

4月第2半旬から5月第3半旬までの千葉市における気象条件を第10図に示した。日平均気温の平年値は4月第5半旬に出芽適温の下限と推測される15℃を上回る。また、日平均気温が15℃以上となる日の出現頻度を1979年から2000年までの22年間の中で見ると、4月第4半旬までは30%程度と低いが、第5半旬からは約65%以上と顕著に高くなる。したがって、千葉県中央地域においては現在の播種早限である4月第6半旬から、少なくとも1半旬早い4月第5半旬への前進が可能と考えられる。

さらに、播種後に低温期間を設定したポット試験の結果及び播種後に低温によって芽の伸長が見られない期間があった圃場試験の結果を総合すると、播種後7日間程度は芽が伸長しない低温下に置かれても、その後に播種適温となれば苗立ち率が大きく低下することなく安定した苗立ち率を得ることができると判断される。

以上のように、粉衣剤の加温処理による出芽促進効果を利用して、播種時期を前進させ、生育ステージの大幅な前進化を試みた結果、7日程度経過すれば日平均気温が15℃以上となる4月15日頃が、新たな播種早限として設定可能であると考えられる。

本試験では、4月15日頃の早期に播種した結果、慣行の播種時期と比較して出穂期と成熟期が5～15日、平均で10日程度前進した。慣行の4月第6半旬以降の播種では、湛水直播栽培は移植栽培と比較して成熟期が6～10日程度遅くなる(長島ら1990)が、早期に播種を行うことにより、生育ステージは4月下旬頃に移植されたもの



第10図 千葉県中央地域における播種時期の気象条件

注1) データはアメダス(千葉市)から。
 2) 出現頻度は1979～2000年の22年間における値。

とほぼ同一になると推測される。

以上のことから、現在問題となっている湛水直播栽培の生育ステージの極端な遅れは解消され、移植栽培との生育ステージの差に数日の遅れが生じて、品種の作期の拡大と捉えることができる範囲内にまで縮まると考えられる。

現在の移植栽培における移植作業の最盛期は、4月20～30日頃である（千葉県2002）。したがって、本試験から得られた新たな播種早限により、移植作業の前に播種作業を行うことが可能となり、作業の分散に有効である。

また、早期に播種した場合には、生育特性の改善も認められた。湛水条播栽培における「ふさおとめ」及び「ひとめばれ」の適正な m^2 当たり籾数は28,000～32,000粒/ m^2 であるが、慣行播種した場合にはこの基準より多くなりやすく、倒伏も大きく、収量の変動が大きく不安定であった。一方、4月15日頃の早期に播種した場合には、同じ基肥窒素量、苗立ち数及び水管理により栽培した慣行の播種時期と比較して m^2 当たり籾数が少なくなり、適正な範囲内におさまりやすくなった。

また、節間伸長期の気温が低いと下位節間が短くなるということが報告されている（深山1998）。本試験では、下位節間伸長期の目安となる幼穂形成期は、早期に播種した場合は両品種ともに6月で、慣行播種の場合は7月であった。このことから、早期に播種した場合は節間伸長期の気温が低いために慣行播種より稈長が短くなったものと考えられる。

このように、早期播種では m^2 当たり籾数が過剰にならず適正範囲におさまりやすいこと及び倒伏が軽減されることにより、千籾収量が高くなり、精玄米重は慣行播種と同程度かそれ以上となり、また、玄米外観品質が良好になったと考えられる。以上のように、早期播種では適正な穂数及び籾数を確保しながら、稈長が過剰に伸長せずに倒伏を回避することが可能であり、倒伏しやすい湛水条播栽培において、安定した生育、収量及び品質を得るために有利であることが明らかになった。

V 摘 要

酸素供給資材粉衣剤の加温処理による出芽促進効果を利用して、湛水条播栽培の播種早限の前進を試みた。

1. 出芽が開始する最低温度は加温処理の有無により差は無いが、加温処理を行なった場合には、出芽適温となった時点から出芽が開始するまでの期間が短くなり、

出芽の揃いが早まることを明らかにした。

2. 出芽は日平均気温が 15°C 以上になる時点で始まり、その約1週間前から播種が可能であることを示した。この場合、千葉県中央地域における播種早限とされる4月第6半旬に対して、約10日早い4月15日頃が新たな播種早限として適当であると判断された。
3. 「ふさおとめ」と「ひとめばれ」を、新たな播種早限である4月15日頃の早期に播種した場合、慣行の播種時期と比較して生育ステージが10日程度早くなった。この結果、湛水直播栽培は移植栽培と比べて、生育ステージが大きく遅れるという問題点が解消されることを明らかにした。
4. 早期播種は、慣行播種と比較して m^2 当たり籾数が過剰になりやすく千籾収量が高くなった。また、稈長の過剰な伸長が抑制されて倒伏が軽減される効果があり、早期播種により生育が安定することを明らかにした。

VI 引用文献

- 千葉県（1999）. 農作物病害虫雑草防除基準.
- 千葉県・千葉県農林技術会議（2000）. 水稻直播栽培技術（改訂版）.
- 千葉県（2002）. 千葉の園芸と農産.
- 花見 厚・手代木昌宏（1998）. 水稻湛水直播栽培における酸素供給剤被覆種子の加温による出芽促進. 東北農業研究. 51：69-70.
- 丸山幸夫（1999）. 水稻の湛水直播栽培における出芽苗立期の落水管理の指標化. 農業技術. 54（8）：38-40.
- 深山政治（1988）. 水稻の最適窒素保有量に基づく新しい施肥基準策定法に関する研究. 千葉農試特報. 15.
- 長島 正・渡部富男・長野淳子・深山政治（1990）. 水稻の早期栽培地帯における湛水直播栽培法に関する研究 4 品種別の多収生育相の解明. 千葉農試特報. 17：33-49.
- 富山県（2001）. 過酸化石灰粉衣剤の加温処理による湛水直播コシヒカ리의出芽促進安定化技術. 北陸農業研究成果情報. 17.
- 渡部富男・和田潔志・小山 豊・西川康之・江畑康利（1990）. 水稻の早期栽培地帯における湛水直播栽培法に関する研究 2 出芽・苗立ちの安定化. 千葉農試特報. 17：3-22.

The Advancement of the Earlier Seeding Limit Caused by the Warming of the CaO₂-Coated Seeds and the Stabilizing of the Growth of the Rice in Direct Sowing in Submerged Paddy Field

Kazuya Ota, Tomio Watanabe, Yutaka Koyama

Key words : Direct sowing in submerged paddy field, Coating of CaO₂, Warming, Earlier seeding limit, The characteristic of the growth

Summary

In this study, we tried the advancement of the earlier seeding limit of the direct sowing in submerged paddy field using the emergence promoting effect caused by the warming of the CaO₂-coated seeds. The results are summarized as follows.

1. There was no improvement about the lowest temperature required for the emergence by the warming of seeds. However, it shortened the period from the temperature became suitable for the emergence to the emergence began, and accordingly, the completion of the emergence was advanced.
2. The emergence begins after the daily average temperature rises up to 15°C. We showed that the seeding could be carried out from about 7 days before that time if the warming of seeds had been performed. This suggested that the new earlier seeding limit in the central region of Chiba prefecture should be around April 15th, which was about 10 days earlier than the last 5 days in April, the current earlier seeding limit in this area.
3. When the rice cultivars Fusaotome and Hitomebore were seeded at the time of the new earlier seeding limit, around April 15th, the growth stage were about 10 days earlier compared with that by the seeding at the current seeding time. These results will solve the problem that the growth stage of the cultivation by direct sowing is delayed largely compared with that by the transplanting.
4. The earlier seeding, compared with the current seeding, relatively repressed excess increase of grain number and resulted in the higher yield per a thousand of grains. Moreover it prevented the over-lengthening of the culms, which resulted in the reduction of the lodging, and therefore stabilized the growth.