

〔短報〕

水稲種子の粒厚が発芽および苗形質に与える影響

吉村 徹^{*1} 木内 均^{*2}

「おぼろづき」、「ほしのゆめ」において、2.1mmの篩い目で調製した種子およびその種子に由来する苗は、種子審査における「生産物審査基準」、移植時の苗形質に関わる「水稲機械移植栽培基準」を満たした。しかし、粒厚が薄いものほど発芽率や苗形質が低下する傾向がみられたので、2.2mm調製で種子需要量の確保が困難な場合に限り2.1mm調製種子を使用する。

緒 言

水稲の種子は種子審査における「生産物審査基準²⁾」を満たしたものが流通しており、その種子を播種し、適正に管理することにより移植時に「水稲機械移植栽培基準³⁾」を満たす苗を得ることができる。

北海道の水稲採種組合では、「生産物審査基準」に規程はないものの、ホクレン農業協同組合連合会（以下「ホクレン」と表記）が独自に定めた基準により2.2mm篩い目による調製（粗選別）を行い、良質な種子の確保に努めている。「おぼろづき」および「ほしのゆめ」は品種特性として籾の粒厚が薄く、2.2mmの篩い目では種子需要量の確保に苦慮するケースが多い。低温年であった2009年の「おぼろづき」は2.2mmの篩い目での調製歩留まりが50%程度と低かったため、篩い目を2.1mmとして種子需要量を確保することとなった。2.1mm篩い目で調製した種子は生産物審査に合格したことから、2.2mm篩い目で調製した種子と同様に扱われたものの、種子としての詳細な特性が明らかになっていない。

本試験では籾の粒厚の違いが品質や発芽、苗形質に及ぼす影響を明らかにする。特に、粒厚が薄い品種である「おぼろづき」や「ほしのゆめ」について、2.1mm篩い目調製した種子が種子審査における「生産物審査基準」を、またその種子由来の苗が移植時の苗形質に関わる「水稲機械移植栽培基準」を満たすかを評価することを目的とした。

試験方法

1. 籾の粒厚分布

(1) 供試材料

2010～2012年の北海道立総合研究機構中央農業試験場岩見沢試験地（岩見沢市、以下、中央農試）、同中央農業試験場遺伝資源部（滝川市、以下、遺伝資源部）、同上川農業試験場（比布町、以下、上川農試）の普通田およびAからEまでの全道各地（5市町）の採種圃場産の「おぼろづき」、「ほしのゆめ」を含む8品種55点（表1）の原料籾を用いた。更に、原料籾との粒厚の関係をみるためにその玄米も用いた。なお、一般的に原料籾とは各採種組合において2.2mmの篩い目により粗選別された籾を指すが、本試験では「脱穀、風選のみ行った籾」、もしくは「粒厚別に選別した籾」を原料籾とした。

また、粒厚の薄い籾を調査するために2012年の中央農試、上川農試の冷水掛け流し処理（以下、冷水処理）圃場および遺伝資源部遮光処理圃場産の7品種19点（表1）の原料籾も供試した。これらについては試料不足のため玄米での調査は実施しなかった。

(2) 処理

冷水処理：障害型冷害を想定した中期冷水処理。平均水温19℃程度の冷水を幼穂形成期から穂ばらみ期（6月下旬～8月上旬）にかけて水深15～20cmになるよう掛け流し、水面下にある出穂前の幼穂を低温処理した。

遮光処理：遅延型冷害を想定した処理。出穂期から成熟期までの登熟期間、遮光率90%のシルバーポリを稲の上部高さ1.2m程度に張った。処理日数は7月27日～9月12日までの47日間。

(3) 調査項目

原料籾およびその玄米それぞれ100gについて、(株)木屋製作所東試式統調型縦目篩機を使用して粒厚分布を調

2015年11月20日受理

^{*1} (地独) 北海道立総合研究機構中央農業試験場遺伝資源部, 073-0013 滝川市

E-mail: yoshimura-toru@hro.or.jp

^{*2} 同上 (現: 同上川農業試験場, 078-0397 上川郡比布町)

査し、 籾全体に占める粒厚が2.2mm以上（図では「2.2mm \leq 」と表記）の籾の割合（重量比）および玄米全体に占める粒厚が1.9mm以上（同「1.9mm \leq 」）の玄米の割合を求めた（2反復）。

2. 籾の粒厚別玄米品質と発芽率および苗形質

(1) 供試材料

2010～2012年の中央農試の普通田および5市町の採種圃場産で、試験に必要十分な量の試料が得られた「おぼろづき」、「ほしのゆめ」を含む6品種15点の原料籾を用いた（表2）。また、2012年の中央農試、上川農試の冷水処理圃場および遺伝資源部遮光処理圃場産の「おぼろづき」、「ほしのゆめ」を含む6品種15点の原料籾も供試した（表2）。冷水および遮光処理の方法は1. (2)と同じ。

(2) 粒厚および塩水比重選による籾の選別

各原料籾約10kgについて100gずつ小分けし、不二金属工業（株）篩（縦目用）を用い、それぞれ1分半ほど手篩い選別し、次の4区分を調製した。

- ・ 2.0mm以上2.1mm未満（以下、図を含め「2.0-2.1mm」と表記）
- ・ 2.1mm以上2.2mm未満（同「2.1-2.2mm」）
- ・ 2.2mm以上（図では「2.2mm \leq 」）
- ・ 2.1mm以上（同「2.1mm \leq 」）

2012年B採種圃場産「おぼろづき」は1.9mm以上2.0mm未満（図では「1.9-2.0mm」と表記）の区分の籾も調製した。また、冷水処理および遮光処理圃場産は原料籾不足のため「2.1mm以上」の区分は調製しなかった。

粒厚により区分した籾の一部を塩水により比重選を行い調製した。塩水の比重はアミロース含有率がやや低い「おぼろづき」と「ゆめぴりか」は1.07、それ以外の品種は1.08とした。

(3) 調査項目

調製された粒厚ごとに下記1)～5)について調査した。ただし、冷水処理および遮光処理圃場産は2), 4)のみ調査した。

1) 発芽率を除く生産物審査項目

原料籾を用い、異品種類、異種穀粒、種子伝染性の病虫害粒、雑草種子、その他の病虫害粒の混入程度を調査した。

2) 比重選歩留まり

塩水比重選前後の籾の重量から求めた。

3) 玄米品質

原料籾、比重選処理籾それぞれの玄米を用い、整粒、未熟粒、被害粒、着色粒、死米、胴割粒率を調査した。（株）サタケ 穀粒判別器RGQI10Bを使用し、500粒を2反復調査した。

4) 発芽勢・発芽率

原料籾、比重選処理籾を濾紙を敷いたシャーレに播種し、照光あり、25℃、各100粒の条件で4反復（冷水および遮光処理圃場産は2反復）の試験を行った。試験開始5（冷水処理圃場産は4）および14日目に発芽数を調査し、発芽率を求めた。5日目の発芽率を発芽勢とした。発芽の判定は、芽、根ともに2mm程度伸張したものとした。

5) 苗形質

比重選処理籾を用い、みのる産業（株）の成苗ポットに2010、2011年産（2012年試験実施）は1粒/穴、2012年産（同2013年）は3粒/穴で播種し、遺伝資源部の慣行法により育苗管理を行った。各々4反復とした。

移植時の苗令と苗長を1区当たり28個体調査した。また、移植時の苗を1区当たり60個体サンプリングし、地上部乾物重を調査した。なお、2012、2013年実施の試験では、それぞれ播種後28、35日目を移植時とみなした。

試験結果

1. 籾の粒厚分布

2010、2011年の各農試普通田および採種圃場産の籾は厚い傾向があり、2.2mm以上の籾の割合が75%を超えていた。一方、2012年産は品種により籾が薄い方に分布しており、遮光処理および冷水処理圃場産は更に粒厚が薄い傾向が認められた（表1）。特に2012年中央および上川農試冷水処理圃場産とB産地産の「おぼろづき」、「ほしのゆめ」は2.2mm以上の籾の割合が50%以下であり、分布が薄い方に偏った（表1）。また、供試した全ての品種の玄米粒厚1.9mm以上の割合と籾粒厚2.2mm以上の割合には高い正の相関（ $r=0.855$, $p<0.01$ ）が認められた（図1）。

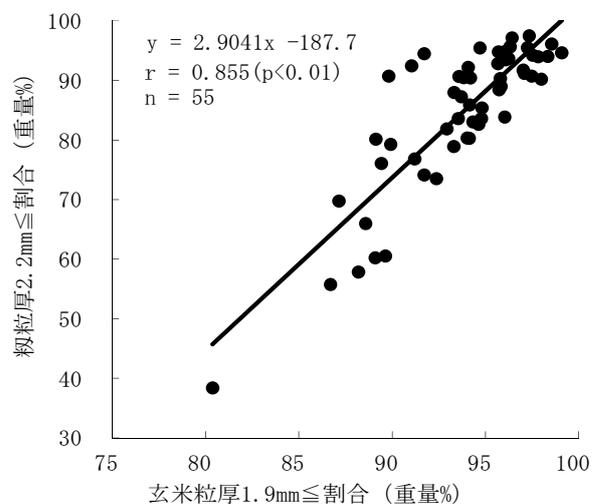


図1 玄米と籾の粒厚分布割合の関係
（農試・採種圃場、2010～2012年産）

表1 原料籾に占める2.2mm以上の籾の割合 (%)

産地 生産年 品種名	普通田					全道各地の採種圃場										冷水処理		遮光処理
	中央		上川		遺伝	A		B		C		D		E		中央	上川	遺伝
	2011	2012	2011	2012	2012	2011	2012	2010	2011	2012	2011	2010	2011	2012	2012	2012	2012	2012
おぼろづき	90.6	65.9	90.7	69.7	73.5	—	—	—	—	38.4	81.8	83.6	—	—	49.7	32.4	63.1	
ほしのゆめ	90.5	60.5	92.4	80.1	80.3	—	55.7	80.3	—	—	—	—	—	46.3	46.3	53.9		
ふっくりんこ	90.4	57.8	—	—	76.8	76.1	60.2	—	—	—	—	—	—	56.0	—	63.8		
ゆめびりか	94.8	74.1	94.4	79.3	85.4	—	—	—	83.6	—	—	—	82.6	58.8	57.6	52.5		
きたくりん	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72.9	61.7	—		
はくちょうもち	—	91.7	95.6	88.0	—	—	—	—	—	—	—	—	88.4	93.9	—	—		
きらら397	95.5	83.0	95.4	93.4	90.7	—	—	—	90.3	78.9	—	—	91.1	—	55.1	60.2	74.1	
ななつぼし	94.8	89.0	97.5	94.2	94.0	85.9	90.2	—	—	83.9	93.6	—	—	94.6	62.5	70.4	70.1	
風の子もち	—	92.8	97.1	92.2	—	—	—	—	—	—	—	—	96.1	87.2	—	—	—	

注1) 試験は2010, 2011年産は2012年に, 2012年産は2013年に実施した。表2も同じ。
 注2) 冷水処理：障害型冷害を想定し, 幼穂が水面下にある幼穂形成期から穂ばらみ期まで約19℃の冷水を掛け流した圃場で生産, 遮光処理：遅延型冷害を想定し, 出穂期から成熟期まで90%遮光を行った圃場で生産。表2も同じ。
 注3) 網掛けは2.2mm以上の籾の割合が50%未満の値。この場合, 種子需要量の確保が困難になることが懸念される。
 注4) 中央：中央農試岩見沢試験地, 上川：上川農試, 遺伝：中央農試遺伝資源部, —：供試せず。表2も同じ。

2. 籾の粒厚別玄米品質と発芽率および苗形質

原料籾について発芽率を除く生産物審査項目を調査したところ, いずれの品種, 産地, 粒厚区分とも基準を満たした。

籾の比重選歩留まりは籾の粒厚が薄いほど低く, 遮光処理および冷水処理圃場産の比重選歩留まりは, 採種圃場産に比べいずれの粒厚区分でも明らかに低かった (図2)。

籾の粒厚が薄いものほど玄米の被害, 死米粒率は高い傾向があり, また, 玄米の被害, 死米粒率と原料籾の発芽率との間には高い負の相関 ($r = -0.866, p < 0.01$) が認められた (図3)。比重選により被害, 死米粒はほとんど取り除かれ (データ省略), 粒厚が薄いものほど比重選前に比べ発芽率は向上した (図4)。

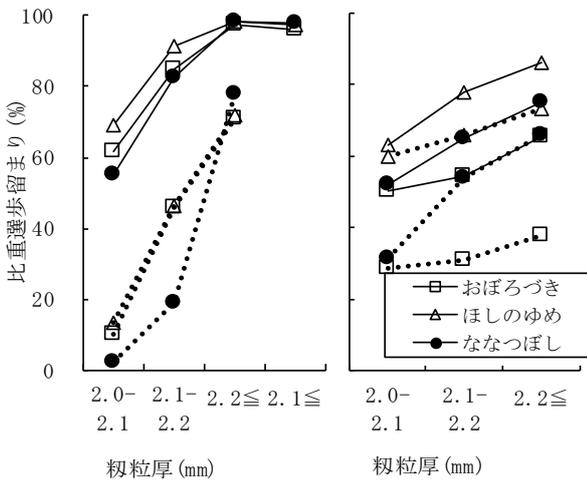


図2 粒厚別にみた比重選歩留まり

注1) 左図実線：2010~2012年採種圃場産平均 (「おぼろづき」, 「ほしのゆめ」: n=3, 「ななつぼし」: n=5)
 左図点線：遮光処理圃場産 (籾粒厚2.1mm ≤ は未調査)
 右図実線：上川農試冷水処理圃場産 (同上)
 右図点線：中央農試冷水処理圃場産 (同上)

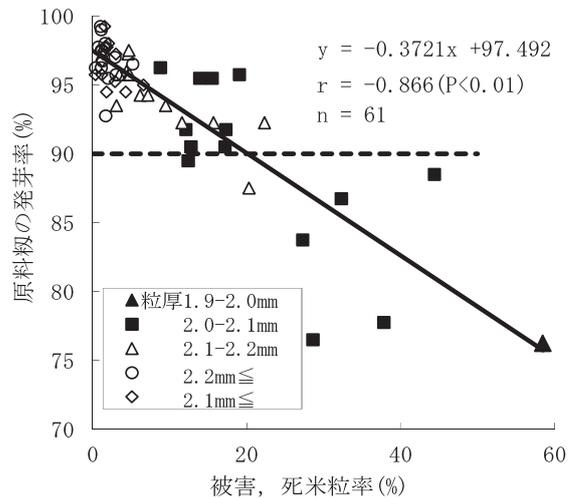


図3 粒厚別にみた被害, 死米粒率と原料籾発芽率との関係 (全ての品種・試験区)

注1) 点線：生産物審査基準となる発芽率90%のライン。図4, 図5も同じ。

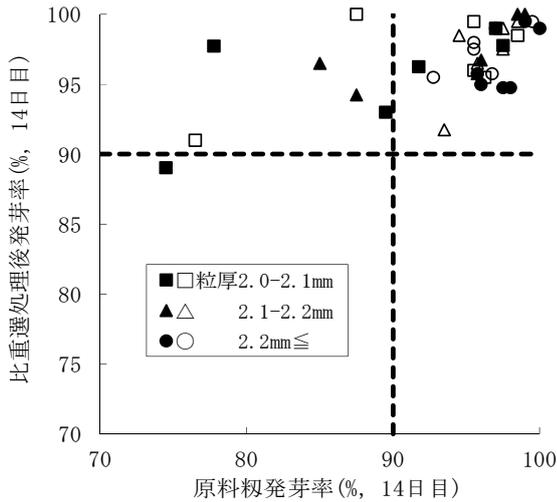


図4 粒厚別にみた比重選処理前後における発芽率
 (「おぼろづき」, 「ほしのゆめ」全試験区).

注1) 黒塗り: 「おぼろづき」, 白抜き「ほしのゆめ」

全ての試験から得られた「おぼろづき」, 「ほしのゆめ」の2.1mm以上の粉について、原料粉の発芽率は「生産物審査基準」の90%以上を満たし、比重選処理後の粉では発芽率は更に高く (図5)、いずれの発芽率も2.2mm以上の粉との間には有意差がない場合が多かった。しかし、粒厚が薄いものほど原料粉の発芽勢や発芽率は低くなる傾向があり、比重選処理後の粉でも発芽勢や発芽率は2.2mm以上の粉に及ばない場合もあった (図4)。

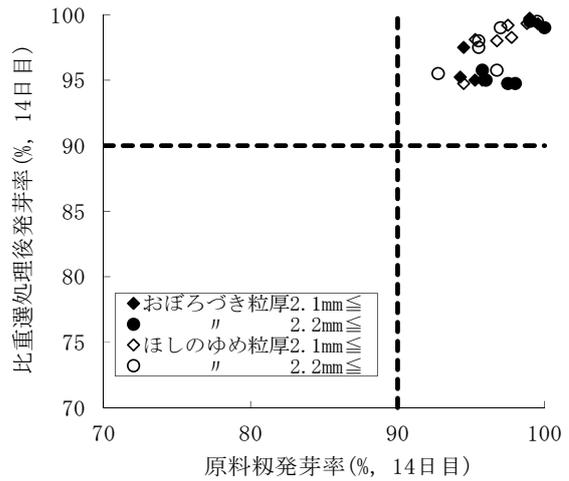


図5 粒厚2.1mm \leq と2.2mm \leq の粉の比重選処理前後における発芽率
 (「おぼろづき」, 「ほしのゆめ」の全試験区).

(「おぼろづき」, 「ほしのゆめ」の全試験区).

「おぼろづき」, 「ほしのゆめ」の粒厚2.1mm以上の粉に由来する苗は、成苗ポットでの移植時の「水稻機械移植栽培基準」を満たし (図6)、粒厚2.2mm以上の粉に由来する苗との間には有意差はなかった。しかし、移植時の苗長や地上部乾物重に関し、粒厚が薄い粉に由来する苗ほど苗形質が低下する傾向がみられた (図6)。

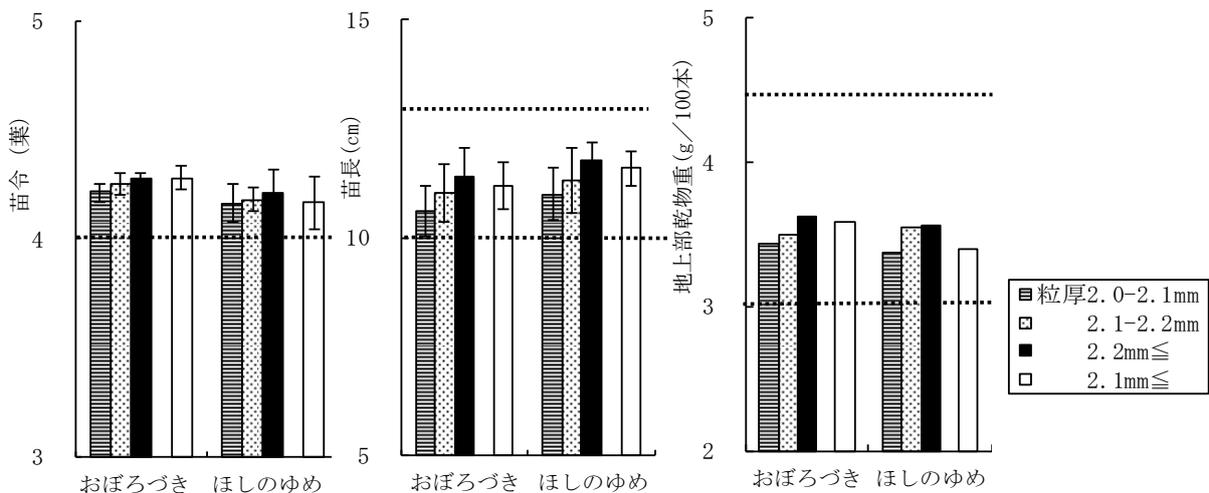


図6 「おぼろづき」, 「ほしのゆめ」の粒厚別の粉に由来する苗の移植時における各苗形質

注1) 左図: 苗令, 中図: 苗長, 右図: 地上部乾物重

注2) 水稻機械移植栽培基準 (成苗ポット苗): 移植時の苗令4.0葉以上, 苗長10~13cm, 地上部乾物重3.0~4.5g/100本

注3) 2010~2012年採種圃場産 (各品種 n=3)。ただし、地上部乾物重は2012年採種圃場産 (同n=1)

表2 供試品種および産地

産地 生産年 品種名	全道各地の採種圃場									冷水処理		遮光処理	
	普通田 中央 2012	A 2012	B 2010 2011 2012			C 2011 2010		D 2011 2012		E 2012	中央 2012	上川 2012	遺伝 2012
おぼろづき	—	—	—	—	◎	◎	◎	—	—	—	○	○	○
ほしのゆめ	—	◎	◎	—	—	—	—	◎	—	—	○	○	○
ふっくりんこ	—	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	○
ゆめびりか	—	—	—	◎	—	—	—	—	◎	—	○	○	○
きたくりん	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ななつぼし	—	◎	—	◎	◎	◎	—	—	◎	—	○	○	○
きらら397	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○

注1) ◎：全ての調査を実施，○：比重選歩留まりおよび発芽調査のみ実施。

表3 「おぼろづき」「ほしのゆめ」の粒厚2.1mm以上の籾の構成比と諸基準に対する適否

生産年	品種名	産地	2.1mm以上 に占める 2.1-2.2mm の籾の割合 (%)	生産物審査基準			水稲機械移植栽培基準 ¹⁾		
				原料籾で調査		発芽率	比重選歩留まりで調査		苗令
				発芽率 以外の 項目	発芽率 90% 以上	発芽率 90% 以上	4.0葉 以上	10~13 cm	3.0~4.5 g/100本
粒厚が薄くない年次（低温年ではない）									
2010	おぼろづき	D	6.1	○	○	○	○*	○*	●*
2011	おぼろづき	C	8.8	○	○	○	○*	○*	●*
2010	ほしのゆめ	B	7.2	○	○	○	○*	○*	●*
2011	ほしのゆめ	E	6.4	○	○	○	○*	○*	●*
粒厚が薄い年次（低温年ではない）									
2012	おぼろづき	B	35.0	○	○	○	○	○	○
2012	ほしのゆめ	A	17.7	○	○	○	○	○	○
遮光処理圃場（遅延型冷害年を想定，籾の粒厚が薄く，比重選歩留まりが低い）									
2012	おぼろづき	遺伝資源部	(15.8)	—	(○)	(○)	—	—	—
2012	ほしのゆめ	遺伝資源部	(22.4)	—	(○)	(○)	—	—	—
冷水処理圃場（障害型冷害を想定，籾の粒厚が薄く，比重選歩留まりが低い）									
2012	おぼろづき	上川農試	(44.8)	—	(○)	(○)	—	—	—
2012	おぼろづき	中央農試	(30.1)	—	(○)	(○)	—	—	—
2012	ほしのゆめ	上川農試	(33.4)	—	(○)	(○)	—	—	—
2012	ほしのゆめ	中央農試	(34.4)	—	(○)	(○)	—	—	—

注1) 成苗ポットでの基準。

注2) *付きは成苗ポット1穴当たりの播種粒数を1粒とした。

注3) ○：基準を満たす，●：上限値を上回る（適正な播種粒数（2~4粒/穴）では基準を満たすと推定される），—：調査せず。

注4) 括弧付きは2.1-2.2mmと2.2mm以上の籾の値から求めた推定または推定値。

考 察

低温年であった2009年産の「おぼろづき」は2.2mmの篩い目による調製歩留まりが50%程度に低下したために篩い目を2.1mmに落として種子調製せざるを得なかった。本試験において，2.2mm以上の籾の割合が50%以下となった品種は「おぼろづき」，「ほしのゆめ」であったことから（表1），これらが種子需要量が確保できない場合の対応として2.1mm篩い目による調製が必要となる可能性が高い品種であることが追認できた。

新品種育成の際，玄米の粒厚に関するデータが成績書等で示されるが，籾の粒厚については示されない。本試験において，玄米の粒厚が1.9mm以上の割合と籾の粒厚が2.2mm以上の割合には高い相関が認められた（図1）。

以上のことから，籾の粒厚について品種間の関係は新品種育成時に示される玄米粒厚の品種間の関係とほぼ同様であり，今後の新品種について，籾の厚薄の程度は玄米の粒厚分布からある程度推測することができる。新品種を含め玄米粒厚が「おぼろづき」，「ほしのゆめ」と同程度の品種も本試験結果と同様に扱えると考えられた。

試験に供試した「おぼろづき」，「ほしのゆめ」の粒厚2.1mm以上に占める2.1-2.2mmの籾の割合と2.1mm以上の籾の諸基準に対する適否について表3に示した。2.1mm以上の籾は諸基準に対しいずれも大きな問題となるような試験区はなく，種子として使用可能であった。2010，2011年産の地上部乾物重（表3の●印）は5.4~6.1g/100本であり「水稲機械移植栽培基準」の下限値を満たしたものの，上限値である4.5g/100本を大きく

超えていた。これは2010, 2011年産を用いた試験では、成苗ポット1穴当たりの播種粒数を1粒としたことにより個体間の競合が少なくなり、1個体当たりの乾物重が重くなったためである。一方、粒厚2.2mm以上の籾を使用して成苗ポット育苗基準の1穴当たり2~4粒の播種粒数で基本栽培を励行すれば、地上部乾物重の上限値は超えることはない。以上から、1粒播種の本試験において、粒厚2.1mm以上の籾に由来する苗の地上部乾物重は2.2mm以上の籾のそれと差がなかったため（データ省略）、2~4粒播種の場合でも粒厚2.1mm以上の籾は2.2mm以上の籾と変わらない生育をすると推定され、基本栽培の2~4粒播種で対応すれば基準値の範囲内で収まると考えられた。

「おぼろづき」、「ほしのゆめ」の比重選処理後の2.1mm以上の籾や2.1-2.2mmの籾は遮光処理や冷水処理圃場産を含め全て「生産物審査基準」の発芽率、「水稻機械移植栽培基準」の苗形質を満たしていた（図4, 5, 6）。しかし、籾の粒厚が薄いものほど、発芽勢、発芽率の低下や（図4）、苗長が短くなったり、苗の地上部乾物重が軽くなる傾向がみられた（図6）。このことは、粒厚と発芽勢の関係をみた報告⁴⁾や、胚乳中の貯蔵養分の多い種籾を用いると健苗の養成が容易であるとする報告⁵⁾にも合致する。また、篩い目を小さくし種子調製を行うと、被害、死米粒率が高くなるため比重選歩留まりが低下する。以上のことから、種子需要量が確保できる場合は、種子の品質を十分に保つために、これまで通り2.2mmの篩い目で種子調製し、種子需要量の確保が困難な場合に限り2.1mm調製種子を使用すべきである。

比重選に関し、本試験では試料の量が限られたため塩水選で実施したが、大量の種子を扱う実際の種子生産ではホクレン種子センターにおいて風量と傾斜と振動を組み合わせて分別を行う大型の比重選別機を使用している。同センターの比重選別機は塩水選と同様な選別を行うように調製されている。よって、本試験の塩水による比重選の結果は同センターの比重選別機で選別した種子にも対応できると考えられた。同センターで選別、調製された種子を更に生産者段階で塩水選を実施することは通常は稀である。本試験の結果から2.1mmの篩い目で調製された種子は発芽や育苗時の苗形質に問題はなく、2.2mmの篩い目調製種子と同様に生産者が扱えるものと考えられた。ただし、粒厚が薄い籾を使用する場合、比重選により充実した種籾を精選することが発芽率向上に重要であることが示唆されており、他にも同様の報告⁴⁾がある。また、登熟不良年産のものについては、より良い種籾を得るために、塩水による比重選を行うことが望ましいとの報告¹⁾もある。そのため、2.1mmの篩い目調製種子を使用することになった場合は種子の精選を行う必要があ

る。

更に、2.1mmの篩い目調製種子を使用する場合は、生産者をはじめとした農業関係者への周知と、育苗管理について基本技術の励行など細心の注意が欠かせない。以上から、本試験結果は「おぼろづき」、「ほしのゆめ」などの品種に対して、粒厚が薄い年次の種子調製における篩い目を選定するための参考となる。

引用文献

- 1) 北海道農政部. I-5. 水稻採種ほ産種籾の比重選効果. 1979. p.58-61 (昭和54年普及奨励ならびに指導参考事項).
- 2) 北海道農政部食の安全推進局農産振興課. 種苗関係規程集. 2008. p. 1-(1)-1-1-(3)-22
- 3) ホクレン. やさしい施肥管理の手引—水稻編— (改訂版). 2003. p. 142-143
- 4) 松島省三. 稲作の改善と技術. 養賢堂, 東京, 1976. p.236-237
- 5) 和田定. 水稻の冷害. 養賢堂, 東京, 1992. p.190-192

Effects of thickness of rice seeds on germination and seedling characters

Tohru YOSHIMURA^{*1} and Hitoshi KIUCHI^{*2}

^{*1} Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station, Plant Genetic Resources Division, Takikawa, Hokkaido, 073-0013 Japan
E-mail: yoshimura-toru@hro.or.jp

^{*2} ditto. (Present; Hokkaido Research Organization Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu, Hokkaido, 078-0397 Japan)