

指 導 参 考 事 項

生食用馬鈴しょ「ゆめいころ」の食味特性及び貯蔵適性（指導参考）

北見農業試験場研究部馬鈴しょ牧草グループ

「ゆめいころ」の食味は、「マークイン」や「きたかむい」より「男爵薯」に近く、貯蔵前後いずれも、「男爵薯」に比べてあっさり・しっとりである。「ゆめいころ」の低温貯蔵中の糖含量は「男爵薯」と同等で、「男爵薯」より芽が伸びにくい特徴があり貯蔵に適する。これら特性に産地間差は認められない。本成果は、実需における「ゆめいころ」の特性に合致した加工利用や小売場面における消費者向けの情報提供に活用できるほか、生産現場での品種選定や流通場面での「ゆめいころ」の品質保持に役立つ。以上より、「ゆめいころ」の普及促進を通じた北海道ばれいしょの安定生産に貢献する。

1 試験目的

北海道畑作の基幹作物であるばれいしょの安定生産には、ジャガイモシストセンチュウ(以下 Gr) 抵抗性品種の普及が必須である。道総研では令和3年度に Gr 抵抗性の早生生食用ばれいしょ品種「ゆめいころ」を育成した。同品種の食味特性及び貯蔵適性を解明し、実需者・消費者の品種・商品選択に役立つ情報を示すことで、さらに普及を促進することが期待できる。そこで本試験では、「ゆめいころ」の貯蔵前後の食味、糖含量ならびに塊茎の品質変化等を評価し、既存品種との差異及び産地間差を明らかにした。

2 試験方法

(1) 「ゆめいころ」の食味特性の解明

理化学分析・食味官能試験により「ゆめいころ」塊茎の低温（3℃）及び Controlled Atmosphere (CA) 貯蔵^{注1)}後の食味、糖含量、でん粉含量、水分及び調理後塊茎の黒変程度を調査し、既存品種（「男爵薯」、「マークイン」、「きたかむい」）との差異及び産地（北見農試及び道内3箇所）間差異を解明する。

(2) 「ゆめいころ」の貯蔵適性の解明

「ゆめいころ」塊茎の低温（3℃）及び CA 貯蔵を実施し、貯蔵中の塊茎の芽長、塊茎硬度及び減耗程度の経時的変化、加えて曝光時のポテトグリコアルカロイド (PGA) の増加量を調査し、それぞれ既存品種（「男爵薯」、「マークイン」、「きたかむい」）との差異及び産地（北見農試及び道内3箇所）間差異を明らかにする。

(3) 「ゆめいころ」のポテトチップ適性の解明

「ゆめいころ」の貯蔵前塊茎を使って、チップカラーの指標となるアグトロン値、グルコース含量を調査し、「トヨシロ」などのポテトチップに利用されている品種との差異を明らかにする。

注1) 冷蔵機能に加えて、貯蔵庫内の環境を「低酸素・高二酸化炭素」に調整し、品質の低下を防ぐ貯蔵。

3 試験成績

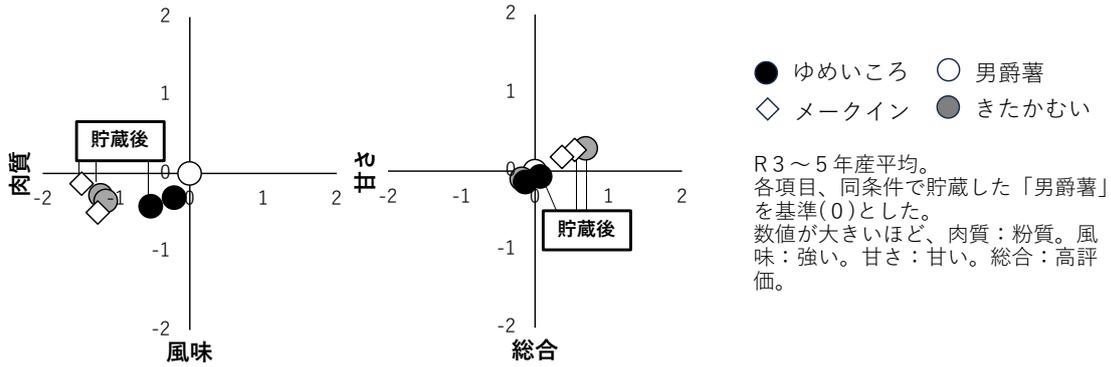


図1 水煮いもの食味官能試験結果(貯蔵前と低温貯蔵6か月後)

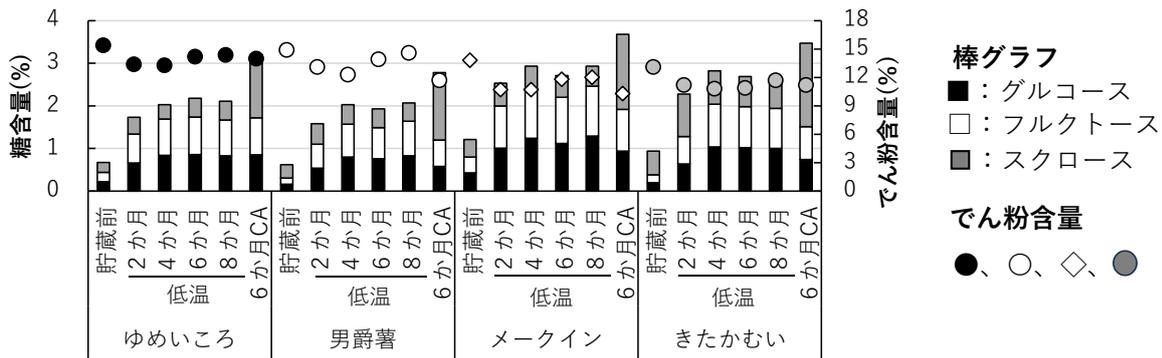


図2 低温貯蔵による糖含量・でん粉含量の推移(R3~5平均)

表1 食味試験結果の産地比較(水煮いも)

産地		肉質	風味	甘さ	総合評価
A	貯蔵前	-0.22	-0.31	0.17	0.28
	低温貯蔵6か月後	-0.78	-0.21	0.28	0.06
B	貯蔵前	-0.24	-0.34	0.14	0.29
	低温貯蔵6か月後	-0.44	-0.43	0.35	0.25
C	貯蔵前	-0.78	-0.25	0.12	-0.01
	低温貯蔵6か月後	-0.53	-0.20	0.12	0.02

R3-5平均。各項目同条件貯蔵した「男爵薯」を基準(0)とした。

数値が大きいほど、肉質：粉質。風味：強い。甘さ：強い。総合：高評価。

表2 「ゆめいころ」の貯蔵前後の塊茎品質の推移

特性	品種名	北見農試産サンプル						男爵薯との比較	産地による傾向の違い(男爵薯との比較)
		貯蔵前	低温貯蔵				CA貯蔵		
			2ヵ月	4ヵ月	6ヵ月	8ヵ月	6ヵ月		
黒変程度 ¹⁾ (達観評価)	ゆめいころ	0.7	1.7	1.1	1.3	1.8	1.9	並	有 (並~やや多い)
	男爵薯	0.9	1.5	1.4	1.7	0.9	1.8		
	メイクイン	1.2	1.9	1.6	1.6	1.4	1.6		
	きたかむい	0.5	0.6	0.4	0.7	0.9	0.9		
芽長(貯蔵中) ²⁾³⁾⁴⁾ (mm)	ゆめいころ	0.0	0.5	0.1	0.1*	0.9*	0.0*	短く 推移	無
	男爵薯	0.0	0.2	0.7	1.1	1.2	0.2		
	メイクイン	0.0	1.3*	3.8*	10.6*	18.8*	1.9*		
	きたかむい	0.0	0.1	0.2	0.7	2.0*	0.0*		
塊茎硬度 ⁴⁾⁵⁾ (%)	ゆめいころ	2.7	3.1	3.2*	3.5*	3.8*	3.2	軟らかく 推移	無
	男爵薯	2.6	2.6	2.7	2.9	3.1	3.0		
	メイクイン	2.7	2.7	2.6	2.7	3.4	2.7		
	きたかむい	3.4*	3.6*	3.8*	4.0*	4.7*	4.0*		
減耗程度 ²⁾⁴⁾⁶⁾ (達観評価)	ゆめいころ	0.0	0.0	0.3	0.6	1.7*	0.7	貯蔵後半 多くなる	有 (並~やや多い)
	男爵薯	0.0	0.0	0.2	0.2	0.4	0.5		
	メイクイン	0.1	0.1	0.5	0.5	1.1	0.5		
	きたかむい	0.0	0.2	0.4*	1.1*	2.2*	1.5*		

1) 煮えいもの黒変程度(0:無、1:少、2:中、3:多)、数値はR4~5年産平均。2) 数値はR3~4年産平均。各品種10~20塊茎を調査。

3) 各塊茎で最も伸びている芽長を計測し、平均値を算出。4) *は年次により「男爵薯」対比で有意差有り。

5) 円柱プローブで2kgの荷重を加えた時の変形率。数値はR3~4年産平均。各品種7塊茎を調査。

6) しわ・軟化の程度から達観評価(0:無、1:微、2:少、3:中、4:多)し、平均値を算出。

表3 「ゆめいころ」の貯蔵前塊茎のチップカラーとPGA含量

	チップカラー アグترون値 ¹⁾	グルコース 含量(mg/g) ¹⁾	PGA含量(mg/100g) ²⁾		
			曝光前	曝光3日後	曝光7日後
ゆめいころ	46.7	0.71	8.0	18.0	23.5
男爵薯	49.1	0.98	6.0	9.5	10.5
メイクイン	-	-	19.0	36.0	44.0
トヨシロ	53.1	0.47	-	-	-

1)北見農試R5～6年産平均。

2)αチャコニン、αソラニンの合計値。北見農試R4、R6年産平均。収穫後塊茎を直ちに暗所保管し、R4年産は収穫4か月後、R6年産は収穫2か月後に調査。

4 試験結果及び考察

- (1) 「ゆめいころ」の食味特性は、「メイクイン」や早生・白肉の「きたかむい」に比べ、「男爵薯」に近かった(図1)。「男爵薯」と比べた場合、貯蔵前後いずれも風味・粉質感が若干異なり、あっさり・しっとりの食味特性で、甘さ・総合評価は「男爵薯」並であった。「ゆめいころ」の貯蔵中の糖含量・でん粉含量の推移は「男爵薯」と同等で、「メイクイン」及び「きたかむい」より糖含量は低く、でん粉含量は高く推移した(図2)。低温貯蔵よりCA貯蔵の方が、糖含量が高くなり、CA貯蔵6か月後の糖含量は「男爵薯」より高かった(図2)。「ゆめいころ」と「男爵薯」の食味の差異性には、産地による違いは認められなかった(表1)。調理後の黒変程度は、「男爵薯」並であったが、産地により「男爵薯」よりやや多くなった(表2)。
- (2) ゆめいころ」の貯蔵中の芽長は、産地を問わず「男爵薯」に比べて短く推移した(表1)。「メイクイン」及び「きたかむい」に比べても芽長が短く推移することは、貯蔵における優点である。一方、「ゆめいころ」の塊茎硬度は貯蔵前後で「男爵薯」より軟らかく、貯蔵6か月以降では「男爵薯」より減耗が多かった(表2)。PGA含量は、一般的な馬鈴しょ品種の範疇であった(表3)。
- (3) 「ゆめいころ」の貯蔵前のポテトチップカラーは「男爵薯」並であり、「トヨシロ」などのポテトチップに利用されている既存品種には劣る(表3)。

5 普及指導上の注意事項

「ゆめいころ」は貯蔵が長くなると「男爵薯」より減耗が多くなることから、長期に貯蔵する場合には、既存生食用品種の長期貯蔵と同様に、湿度管理に留意する必要がある。

りんごの品種特性（指導参考事項）

中央農業試験場作物開発部作物グループ

道外で育成されたりんご9品種について、収量、果実品質、貯蔵性など北海道での栽培特性を明らかにした。その結果、蜜が入りやすく良食味である「はるか」を各産地で導入が見込まれる有望な品種と評価した。その他8品種については、生産者が導入する際の参考にできるように長所及び短所を整理した。

1 試験目的

北海道では気候変動により主要品種で果実の軟化など様々な問題が生じており、果実品質や貯蔵性などに優れる品種が求められている。また、近年の健康志向の高まりにより赤肉系の品種が注目されているが、北海道で栽培した場合の特性に関する知見は乏しい。りんご生産県の多くが育種に取り組んでおり、育成後県内限定で苗木販売されることが多いが、その間試験栽培可能な農業試験場において、品種特性を把握することにより、限定解除後、優れた品種を道内に速やかに普及できる。

本課題では、道外で育成された品種について北海道における特性を明らかにする。

2 試験方法

(1) 北海道の気象条件を活かすりんご品種の選定

・ねらい：道外で育成された新品種を導入し、その特性を明らかにする。目標形質は以下のとおり。①早生で果皮着色及び貯蔵性に優れる高品質な品種。②中晩生で高品質な品種。③高品質な生食・加工用赤肉品種。

・試験項目等

試験場所：中央農業試験場果樹園（長沼町）

供試品種（斜体は商標名）：

①「高野1号（*紅ロマン*）」、「*紅みのり*」、「秋田紅ほっぺ」、「おぜの紅」、②「錦秋」、「はるか」、③「*Pink Pearl*」、「ローズパール」、「ルビースイート」（以上、9品種）

標準品種：「つがる」、「ハックナイン」、「ふじ」

台木：「JM7」または「M26」

供試樹数：2～4樹/品種

栽植距離：5m×3m

栽培条件：無施肥、無袋

落果防止剤散布：「紅みのり」「秋田紅ほっぺ」「つがる」

調査項目：生育相、樹勢、収量、果実品質、貯蔵性など（以上、全9品種）

果肉着色、水分率（搾汁性）など（以上、目標形質③の3品種）

3 試験成績

表1 供試品種の成績概要

品種名 ¹⁾	満開期 ²⁾ (月/日)	収穫期 ²⁾ (月/日)	収量性 ³⁾	樹勢 ⁴⁾	短果枝 ⁵⁾ の着生性	果皮		収穫時の果実品質 ²⁾						貯蔵期間 ¹⁰⁾	
						色 ⁶⁾	着色 ⁷⁾ 程度	果実重 (g)	硬度 (lbs)	糖度 (Brix %)	酸度 (g/100ml)	蜜入り ⁸⁾	食味 ⁹⁾	室温 (日)	冷蔵 (ヶ月)
高野1号	5/17	9/6	中	中	やや多	濃赤	極多	220	17.0	13.8	0.52	0.0	中	5	1
紅みのり*	5/20	9/12	やや高	強	やや多	濃赤	多	264	15.5	12.7	0.36	0.0	中	20~30	2~3
秋田紅ほっぺ*	5/21	9/14	中	やや強	中	鮮赤	中	219	14.8	15.0	0.43	0.0	やや良	10~20	1~2
おぜの紅	5/22	9/25	高	やや強	中	濃赤	極多	356	13.3	13.9	0.38	0.0	やや良	5	1
錦秋	5/22	10/13	やや高	強	やや少	濃赤茶	多	284	12.9	14.7	0.40	0.1	やや良	-	1
はるか	5/20	11/11	高	やや弱	多	明黄	少	261	15.5	15.8	0.41	2.7	やや良	-	5
Pink Pearl	5/18	9/22	やや高	やや強	中	穩黄	少	280	17.7	13.2	1.16	0.0	不良	なし ¹¹⁾	なし ¹¹⁾
ローズパール	5/20	10/19	やや高	やや強	やや多	穩黄	少	319	16.8	14.4	0.59	0.9	中	-	2
ルビースイート	5/19	10/22	高	中	中	濃赤	多	553	13.1	13.7	0.51	0.6	中	-	1~2
つがる*	5/20	9/25	中	中	やや多	濃赤	多	340	12.4	14.0	0.32	0.1	やや良	7	1
ハックナイン	5/19	10/22	高	やや強	中	鮮赤	多	442	12.7	13.7	0.58	0.5	中	-	1~2
ふじ	5/19	11/11	高	やや強	中	濃赤	多	323	14.8	14.7	0.55	2.3	中	-	5

注1) *印は落果防止剤散布条件下で試験を行った。2) 2022~2024年の平均。3) 低、やや低、中、やや高、高。4) 弱、やや弱、中、やや強、強。5) 少、やや少、中、やや多、多。6) 日本園芸植物標準色票による色名。7) 無、少、中、多、極多。8) 0(無)~4(多)。9) 不良、やや不良、中、やや良、良。10) 官能によるおおよその可食期間。室温は15~30℃程度、冷蔵は1~2℃で貯蔵。11) 収穫直後から食味は「不良」であり、貯蔵後も食味は「不良」のままであった。そのため、可食期間は「なし」と評価した。

表2 供試品種の長所・短所

目標 ¹⁾ 形質	品種名	長所 ²⁾	短所 ²⁾	その他の特徴	有望な 品種
①	高野1号	果皮着色	小玉、渋み		
①	紅みのり	貯蔵性、収量性	薄味		
①	秋田紅ほっぺ	糖度、貯蔵性	小玉、果皮着色、玉揃い、心かび(少~中)		
①	おぜの紅	果皮着色、収量性	玉揃い	やや大玉、貯蔵に伴い独特な風味	
②	錦秋	食味	硬度、貯蔵性、短果枝少ない		
②	はるか	蜜入り、食味、貯蔵性、収量性、短果枝多い	玉揃い	黄色品種、赤い斑点状に着色	○
③	Pink Pearl	果肉着色	肉質、食味、内部褐変(貯蔵時)	赤肉、酸度高い	
③	ローズパール		心かび(多)	赤肉	
③	ルビースイート	収量性	内部褐変(収穫時)、裂果(つる割)	赤肉、大玉	

注1) ①は早生で果皮着色および貯蔵性に優れた高品質な品種、②は中晩生で高品質な品種、③は高品質な生食・加工用赤肉品種。2) 太字は特に重要視した形質。

表3 赤肉品種の果肉着色 (n=50 の平均値±標準偏差)

品種名	着色の濃さ ¹⁾	着色面積 ²⁾	総合着色度 ³⁾
Pink Pearl	2.4±0.5	2.3±0.5	5.8±1.9
ローズパール	1.4±0.8	2.0±0.4	2.9±2.0
ルビースイート	1.3±1.0	1.9±1.2	3.5±3.2

注1) ふじ表面色カラーチャートを基準にした指数(無着色(0)、薄赤(1)~濃赤(6))。2) ヨードでんぷん反応指数を基準にした指数(無着色(0)~全面着色(5))。3) 「着色の濃さ」と「着色面積」を乗じた数値。

表4 赤肉品種の果実の水分率

品種名	水分率 (%)		
	2023年	2024年	平均
Pink Pearl	84.6	85.4	85.0
ローズパール	83.1	83.6	83.4
ルビースイート	84.8	83.7	84.3
つがる	84.0	84.0	84.0
ハックナイン	85.2	84.4	84.8

注) 60℃で72時間通風乾燥

4 試験結果及び考察

(1) 9品種について、道内での特性を整理した(表1、2)。「はるか」については各産地で導入が見込まれる有望な品種と評価した(表2)。供試したいずれの品種も凍害の発生程度は‘無～少’の範囲であり、一般的な管理・防除下で特に発生が目立った病虫害は認められなかった。本成果は北海道でのりんご栽培における品種選択の参考として活用できる。

①早生で果皮着色及び貯蔵性に優れた高品質な品種

「高野1号」: 収穫期は9月上旬。果実重は220g程度。年次によって味に渋みがあるが、果皮着色は良好である。

「紅みのり」: 収穫期は9月中旬。果実重は260g程度。味は薄い、果皮着色は「つがる」並に良好で貯蔵性が高い。収量性は「つがる」と比較して優れる。樹勢は強い。

「秋田紅ほっぺ」: 収穫期は9月中旬。果実重は220g程度。果皮着色は「つがる」より劣り、玉揃いが‘やや不良’である。さらに、心かびが発生する。糖度は「つがる」より高く、貯蔵性は「つがる」並からやや優れる。

「おぜの紅」: 収穫期は9月下旬。果実重は360g程度。玉揃いが‘やや不良’であるものの、果皮着色は良好で、多収である。貯蔵することで、独特な風味が認められる。

②中晩生で高品質な品種

「錦秋」: 収穫期は10月中旬。果実重は280g程度。果皮着色は「つがる」並に良く、食味良好であるが、硬度が低く、冷蔵での貯蔵性が早生の「つがる」並である。樹勢が強く、短果枝の着生は比較的少ない。

「はるか」: 収穫期は11月中旬。果実重は260g程度。黄色品種で、無袋栽培では表面が赤い斑点状に着色する。短所として玉揃いが‘やや不良’であるが、見直し摘果を行うことで対応可能である。「ふじ」と比較して食味が良好で蜜が入りやすい。「ふじ」と同程度の優れた収量性及び貯蔵性を有する。樹勢が比較的弱く、短果枝の着生が多い。晩生の甘いりんごとして各産地で導入が見込まれる有望な品種である。

③高品質な生食・加工用赤肉品種(表1～4)

「Pink Pearl」: 収穫期は9月下旬。果皮は黄色く、果実重は280g程度。強い酸味がある。肉質、食味が‘不良’である。水分率の平均は「ハックナイン」並に高く、果肉の着色は優れるが、貯蔵に伴い、内部褐変が目立つようになる。

「ローズパール」: 収穫期は10月中旬。果皮は黄色く、果実重は320g程度。酸味があり、食味は‘中’であるが、心かびが多発する。また、水分率は「つがる」「ハックナイン」より低い。

「ルビースイート」: 収穫期は10月下旬。果実重は550g程度の大玉で、収量性は高い。甘酸適和で食味は‘中’であるが、内部褐変や裂果(つる割)が発生しやすい。果肉の着色程度のばらつきは比較的大きく、水分率はばらつきがあるが、「つがる」と「ハックナイン」の概ね中間的な値である。

5 普及指導上の注意事項

供試した9品種のうち、「高野1号」「秋田紅ほっぺ」は2025年1月現在、育成県内限定で種苗供給されていることに留意する。

Mスターコンテナを用いた醸造用ぶどう育苗法（指導参考事項）

中央農業試験場作物開発部作物グループ

パイプハウスでMスターコンテナとドリップ灌水装置を使用した醸造用ぶどう育苗法を開発した。本育苗法は、育苗終了時の生存率が高く、北海道で安定的に苗木生産可能である。育苗した苗木は、新梢径は細いが良好に根系を発達させ、定植後は本州産市販苗と同じく良好に生育する。

1 試験目的

近年、北海道では醸造用ぶどうの苗木需要が増加しており、一部では苗木不足が生じている。しかし、これまで生育期間の短い北海道では露地での良質な苗木生産が難しいとされ、道内向け苗木供給の大部分は本州産であった。そのため、北海道で安定的に苗木生産可能な技術の開発とその迅速な普及が求められている。

本成績は、定植後に本州産市販苗と同等の生育を示す醸造用ぶどう苗木の安定生産を目標に、パイプハウスを利用した育苗技術を開発し、苗木生産業者による現地実証により技術の実用性を明らかにすることが目的である。

2 試験方法

(1) パイプハウスにおける醸造用ぶどう育苗技術開発

・ねらい：育苗容器と施肥量を検討し、醸造用ぶどうの育苗法を開発する。本方法で育苗した苗を定植し、本州産市販苗との生育比較を行う。

・試験項目等：試験場所：中央農試（長沼町）。

栽培条件：パイプハウス（無加温）、ドリップ灌水装置（20分/1回/日）。4月上中旬に接ぎ挿しし十分にカルス形成した苗を5月中下旬に育苗容器に移植。

供試品種：穂品種「ケルナー」等3品種、台木品種「5BB」。

培土の配合割合：（市販園芸用育苗培土（くみあいポットエースN）7：鹿沼土2：バーミキュライト1）。

検討項目：育苗容器3種類（ロングポット、ポットレスコンテナ、Mスターコンテナ*）

施肥量：窒素施肥量3水準（1、2、4 gN/L。移植後発根が進むまで肥料分は不要なためシグモイド型緩効性肥料（140日型）で施用）。

調査項目：生存率、育苗終了時・定植後の生育等。

(2) Mスターコンテナとドリップ灌水装置を利用した醸造用ぶどう育苗技術の現地実証

・ねらい：開発した育苗技術について苗木生産業者による現地実証を行い、技術の実用性を評価する。

・試験項目等：

供試品種：穂品種「ケルナー」等3品種、台木品種「5BB」等2品種。苗は1トレイ（33.0cm×52.3cm、40穴）に20本配置。単位面積あたりの育苗本数116本/m²。苗木生産業者2社（A社、B社）のべ5カ所（2023年2カ所、2024年3カ所）で実施。

育苗条件は1)で開発した内容に準じる。

調査項目：生存率、育苗終了時・定植後の生育。育苗技術の作業性・実用性。

用語解説：Mスターコンテナ：宮崎県で開発された方式でM-StAR (Multi-Stage Adjustable Rolled) Container、多段階調節型筒状容器の略称（宮崎県林業技術センター2024「Mスターコンテナを用いたスギ育苗マニュアル（改訂版）」）。Mスターコンテナは宮崎県の登録商標。

3 試験成績

表1 育苗終了時の生存率及び生育

育苗容器	容量 (ml)	育苗年次	育苗場所	穂品種	移植本数	生存率 (%)	新梢長 (cm)	登熟長 (cm)	新梢径 (mm)	新梢登熟率 (%)
ロングポット	1600	2021	中央農試 (長沼町)	ケルナー	34	82	-	-	-	-
ポットレスコンテナ	230				36	62	-	-	-	-
Mスターコンテナ	300	2022	中央農試 (長沼町)	ケルナー	40	98	52	32	3.5	61.8
		2023	中央農試 (長沼町)	ケルナー	40	95	81	60	3.8	73.9
			実証試験 (B社)	ケルナー	100	98	129	114	4.1	88.7
		2024	中央農試 (長沼町)	ケルナー	20	95	97	74	4.1	77.0
				ピノワール	10	90	87	61	4.6	69.9
				リースリング	10	90	92	58	4.0	62.8
			実証試験 (A社)	ケルナー	15	100	66	52	3.3	77.5
			実証試験 (B社)	ピノワール	20	100	139	118	4.3	84.3
		リースリング	40	100	141	129	4.0	90.4		

*4月上中旬に接ぎ挿した苗を5月中下旬にMスターコンテナに移植しパイプハウス内で育苗を開始した。生育調査は10月下旬～11月。台木品種は5BB。新梢径は第4-5節間の最大径と最小径の平均値。B社は吊り下げ誘引最上部に達したため摘心実施。



写真. Mスターコンテナ育苗例 (2024年中央農試、ピノワール 育苗シートを外した状態)

表2 Mスターコンテナ苗と本州産市販苗の定植後の生育

育苗情報				定植1年目				定植2年目	
育苗年次	苗の種類	育苗場所	定植苗の平均新梢径(mm)	定植苗数	生存率 (%)	新梢長 (cm)	新梢径 (mm)	生存率 (%)	新梢径 (mm)
2022	Mスターコンテナ苗	中央農試 (長沼町)	3.3	5	100	251	7.6	100	8.8
	本州産市販苗	-	-	5	100	197	7.2	100	8.6
2023	Mスターコンテナ苗	中央農試 (長沼町)	3.5	5	100	206	8.3	-	-
		実証試験 (B社)	4.6	5	100	231	7.9	-	-
	本州産市販苗	-	6.1	5	100	189	6.5	-	-

*穂品種はケルナー、台木品種は5BB。定植場所はすべて中央農試。5月中旬に定植し、調査は10月下旬～11月。定植時、3-4芽で切り詰め、グリーンマルチ被覆、無灌水。定植1年目は芽かき後に新梢1本、2年目は2本とした。新梢径は、第4-5節間の最大径と最小径の平均値。斜字体は購入苗9個体の平均値。

表3 Mスターコンテナを用いた醸造用ぶどうの育苗法

管理	ポイント
育苗容器	Mスターコンテナ容量300ml。
窒素施肥量	シグモイド型緩効性肥料 (140日型) で窒素分として2gN/Lを培土に混和。
設置間隔・配置	苗同士が隣り合わないようにはトレイの穴一つおきに配置する。116本/m ² 程度。
トレイの設置	空気による根切り効果を維持するため、地床せず、底面が空気に触れるように設置する。
灌水	ドリップ灌水とし、生育不良や枯死を防ぐため、乾燥は避ける。
樹体管理	茎葉が混み合わないようには副梢の除去を実施し、自立困難な場合は誘引する。
防除	醸造用ぶどう栽培に準拠した茎葉防除を適宜実施する。
越冬準備	外気の温度低下に伴い順化する。凍結は避ける。

*育苗はパイプハウス内で実施し、育苗期間は5月中下旬から11月を想定。

4 試験結果及び考察

- (1) 育苗容器は、Mスターコンテナ（容量 300mL）が、ロングポット（同 1,600mL）やポットレスコンテナ（同 230mL）と比較して、根巻きや植え傷みがなく育苗終了時の生存率が安定して 90%以上と高かった（表 1）。また、運搬や面積あたりの設置可能株数などの作業性も良好であった。ロングポットでは根巻きを形成し、ポットレスコンテナでは移植時の植え傷みのため生存率が低下した。
- (2) 培土に混和する窒素施肥量は 2 gN/L で育苗時と定植後の生育が良好だった。1 gN/L は育苗時と定植後の生育が劣り、4 gN/L では育苗時の新梢登熟率がやや劣り、肥料過多による根の充実不足が生じた（データ省略）。
- (3) Mスターコンテナを用い、窒素施肥として緩効性肥料 2 gN/L を培土に混和し育成した苗木は、育苗終了時に根鉢が容器内に充満しており、根鉢を覆う育苗シートを外しても培土の落下がほぼなく、根系がよく発達した（写真）。新梢長は育苗環境により幅があるが、登熟長は翌年の生育に十分な長さであった。新梢径（第 4-5 節の間の最大径と最小径の平均値）はおおむね 3 mm 以上で本州産市販苗より細いが、定植後、新梢長は長く新梢径も太い傾向で、本州産市販苗と遜色のない良好な生育を示した（表 2）。
- (4) 現地実証試験では、Mスターコンテナとドリップ灌水装置を使用し育苗した 3 事例では問題のない生育を示し、定植後の生育は本州産市販苗より優った（表 1、2）。条件が整わず手灌水で実施した 2 事例では、散布むらなどによる灌水量不足のため、生育不良や枯死株が発生し、苗木の生存率は 40~65%に低下した（データ省略）。苗木の均一な生育と生存率確保のために、各苗木に確実に灌水可能なドリップ灌水装置の設置が必要である。
- (5) 苗木生産業者 2 社に本育苗法の作業性・実用性に関するアンケートを実施した。メリットとして、土壌伝染性病害対策に有効であることや、面積あたりの育苗本数の多さ等が挙げられ、本育苗法は実用性がある技術と判断された。
- (6) 以上より、本育苗法の実施方法を表 3 にまとめた。

5 普及指導上の注意事項

- (1) 醸造用ぶどう接ぎ木苗の育苗に活用する。

水稲に対するプラスチック被覆肥料の育苗箱施肥による省力施肥技術 (指導参考事項)

中央農業試験場水田農業部水田農業グループ

水稲育苗箱専用肥料(40日タイプ)を播種時に育苗箱施用(本田4kgN/10a相当)し、側条施肥と組み合わせると、育苗時の追肥と本田における全層施肥作業を省略できる。育苗時の追肥を省略しても慣行苗と同等の苗形質が得られ、本田の生育、収量・品質も慣行栽培と同等であった。

1 試験目的

水稲栽培は4月から5月に作業が集中するため、この時期の省力化が求められている。特に、全層施肥は圃場が乾いてから入水までの短期間を実施するため、労力的にも負担が大きい。水稲育苗箱専用肥料は、育苗期間中の溶出を極力抑制したシグモイド型の肥効調節型肥料であり、府県では本田の施肥を代替した育苗箱全量施肥法に利用されている。本道においても、全層施肥相当の窒素分を育苗箱施肥して側条施肥との組み合わせにより、水稲栽培に重要な初期生育を確保しつつ本田の全層施肥省略が期待できる。

以上から、水稲に対する省力施肥技術を開発するため、水稲育苗箱専用肥料を用いた育苗箱施肥による育苗時追肥省略と全層施肥代替の効果を明らかにすることを目的とした。

2 試験方法

(1) 水稲育苗箱専用肥料の窒素溶出特性の把握

ねらい：溶出日数が異なる水稲育苗箱専用肥料の育苗及び本田における窒素溶出特性を把握する。

試験項目等：水稲育苗箱専用肥料「苗箱まかせNK301(N 30%、K₂O 10%:R2~R3年)及びN400(N 40%:R4年)」の窒素溶出40及び50日タイプ(以降、それぞれ40区及び50区と略記)を育苗期間中は育苗箱に、移植後は本田の深さ約5cmに埋設し、経時的に回収後窒素溶出率を調査した。

(2) 育苗箱施肥が苗形質におよぼす影響

ねらい：水稲育苗箱専用肥料の育苗箱施肥と追肥省略が、移植時の苗形質におよぼす影響を明らかにする。

試験項目等：育苗様式は中苗マット苗、供試品種は「ななつぼし」とした。処理は対照区(1gN/箱を2回追肥)、40区(40日タイプ+追肥なし)、50区(50日タイプ+追肥なし)とした。資材は「苗箱まかせ」を本田4kgN/10a相当(R2~R3年: NK301を440g/箱、R4年: N400を330g/箱)施肥し、各区共通の慣行育苗培土上に層状施用し、無加温ハウスに置床して育苗した。調査項目は移植時の苗形質、窒素含有率、マット強度。

(3) 本田における育苗箱施肥による全層施肥代替効果

ねらい：本田における育苗箱施肥による全層施肥代替効果を明らかにする。

試験項目等：上記(2)の苗を中央農試水田農業部水田圃場に移植した(栽植密度は23.3株/m²)。処理は対照区(慣行苗、全層+側条施肥)、40区(40区苗、側条施肥)、50区(50区苗、側条施肥)とした。総施肥量(N-P₂O₅-K₂O)は対照区では8-8-8kg/10a、40区及び50区は8-4-4~5.3kg/10a、うち側条施肥はともに4-4-4kg/10aとし、全層・側条とも水稲側条BB444を使用した。調査項目は生育、収量、収量構成要素、品質など。

3 試験成績

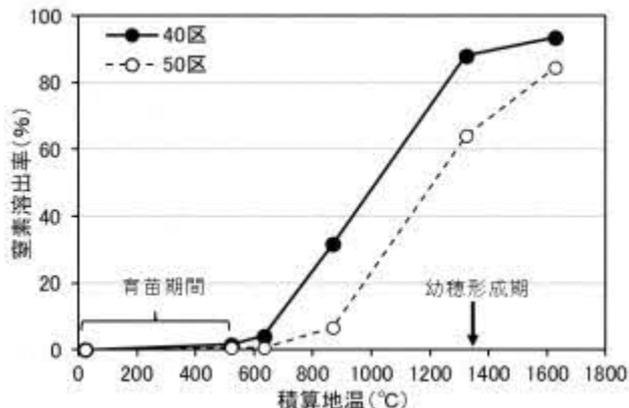


図1 水稲育苗箱専用肥料の窒素溶出特性（2022年）

表1 育苗箱施肥が苗形質におよぼす影響（試験実施3年の平均）

処理区	積算地温 ³⁾ (°C)	苗の濃度障害 ⁴⁾	草丈 (cm)	第一籾高 (cm)	葉数 (枚)	乾物重 (g/100本)	窒素含有率 (%)	マット強度 (kgf)
対照区 ¹⁾	551	なし	10.2	2.9	2.9	2.0	3.7	3.0
40区		なし	9.7	2.9	2.8	2.0	3.9	2.7
50区		なし	9.9	3.0	2.7	2.1	3.0	3.0
基準値 ²⁾			10~12		3.1以上	2.0以上	4.0~4.5	

- 1) 対照区には、育苗期間中に硫酸で1gN/箱を2回追肥
 2) 「水稲機械移植栽培基準」および「作物栄養診断基準」より
 3) 苗箱内温度の日平均を積算
 4) 肥料成分溶出による苗の濃度障害の有無

表2 育苗箱施肥による全層施肥代替が水稲の生育、収量・品質におよぼす影響

	処理区	草丈(cm)			茎数・穂数(本/m ²)			乾物重(kg/10a)			窒素吸収量(kg/10a)			精玄米重(kg/10a)	タンパク質含有率(%)
		幼形期	幼形期	成熟期	幼形期	成熟期	幼形期	出穂期	成熟期	幼形期	出穂期	成熟期			
2020年	対照区	35.0	442	651	57	718	1384	1.9	7.8	12.3	646	100	7.2		
	40区	35.1	451	650	75	643	1332	2.7	7.2	11.8	600	93	7.1		
	50区	35.4	358	584	58	742	1358	2.1	8.4	12.5	642	99	7.3		
2021年	対照区	44.5	733	765	152	985	1613 b	3.7	13.3	15.2	733	100	7.3		
	40区	42.1	638	758	130	987	1488 a	3.7	14.5	13.8	730	100	7.4		
	50区	43.1	644	752	127	948	1633 b	4.0	14.8	15.9	725	99	7.5		
2022年	対照区	45.7	468	529	84	636	1227	2.7	7.8	10.0	500	100	7.1		
	40区	46.2	436	541	80	638	1138	2.8	7.7	10.0	470	94	7.2		
	50区	46.0	463	543	87	643	1238	3.0	7.7	10.2	505	101	7.2		
3か年平均	対照区	41.7	548	648	98	780	1306	2.8	9.6	12.5	626	100	7.2		
	40区	41.1	508	650	95	756	1235	3.1	9.8	11.9	600	96	7.2		
	50区	41.5	489	626	91	778	1298	3.0	10.3	12.9	624	100	7.3		

各項目の異なるアルファベット間にはTukeyのHSD検定により有意差があることを示す(5%水準, n=3)
 **および*は、それぞれ1%および5%水準で有意。nsは有意差なし。

表3 育苗箱施肥導入による物材費の比較

		慣行	育苗箱施肥	備考
算出条件	育苗箱枚数(箱/10a)	30	30	
	培土(kg/箱)	2.2	1.9	育苗箱施肥は培土厚3mm減
	覆土(kg/箱)	1.3	1.3	
	育苗時施肥(g/箱)		330	「苗箱まかせN400」、132gN/箱(4kgN/10a相当)
	苗箱施肥ホッパー(円/台)		145,200	SUZUTEC SHK60KA
	育苗時追肥(gN/箱)	1		慣行は2回実施
	全層施肥(kgN/10a)	4		
	燃料消費量(L/hr)	7.5		ブロードキャスター(800L) 北海道農業生産技術体系(第6版)より
物材費 (円/10a)	培土+覆土	5,775	5,280	培土・覆土ともに1,100円/20kg
	水稲育苗箱専用肥料		3,200	専用肥料3,200円/10kg(R6肥料年度価格を参考)
	育苗時追肥用肥料	53		苗床追肥NP57号 1,331円/10kg(同上)
	苗箱施肥ホッパー		691	減価償却7年、3ha導入
	全層施肥用肥料	3834		ワイドユース450 2,684円/20kg(同上)
	燃料(全層施肥+混和)	221		軽油155円/L、作業時間1.9hr/ha
	合計	9,883	9,171	

4 試験結果及び考察

- (1) 育苗期間中の水稻育苗箱専用肥料からの窒素溶出率は極めて少なく、積算地温633°C（播種後日数36日）では40区及び50区がそれぞれ4.1%及び0.7%であった。窒素溶出率が80%に達するのは、40区が幼穂形成期前であり、50区ではそれより後であった（図1）。
- (2) 育苗期間の追肥を省略した40区及び50区では、移植時の苗形質（草丈、第一鞘高、葉数、乾物重）は、対照区とほぼ同等であり、窒素含有率は対照区と40区がほぼ同等で50区が低かった（表1）。中苗マット苗の育苗日数では、水稻育苗箱専用肥料からの窒素溶出は少なく、苗の濃度障害は発生しなかった。また、育苗箱施肥を行っても、機械移植に支障がないマット強度であった。以上から、「育苗箱まかせ（40日タイプ）」による育苗箱施肥は、移植時苗の窒素含有率が慣行並となり初期生育の確保が見込まれることから、育苗期間中の追肥省略が可能と判断した。
- (3) 育苗箱施肥による全層施肥の代替と側条施肥との組合せにより、幼穂形成期から成熟期の生育や窒素吸収量は対照区と同等であり、40区及び50区とも全層施肥と同等の肥効であった（表2）。また、収量及び品質は対照区と有意差が認められず、40区の収量は対照区比で93~100%であった。
- (4) 育苗箱施肥と側条施肥との組み合わせにより、育苗期間中の追肥作業を0.6h/ha、本田の施肥・混和作業を1.9h/ha、計2.5h/ha程度縮減できる。本田3ha以上に本技術を導入した場合の播種機に設置する施肥ホッパー購入費（減価償却7年）と水稻育苗箱専用肥料代の合計は、対照の育苗時追肥と全層施肥に必要な肥料代を下回ると試算された（表3）。

5 普及指導上の注意事項

- (1) 本成果は、育苗時の追肥と本田における全層施肥（4kgN/10a相当）を育苗箱施肥で代替した結果である。
- (2) 本田におけるリン酸及びカリ施肥量は、土壌診断に基づいて決定し、側条施肥で充当できる肥料銘柄を選択する。
- (3) 「育苗箱まかせ」はプラスチック被覆肥料であることから、被膜殻の水田からの流出抑制剤(https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryo/attach/pdf/hihuku/hihuku/hihuku_hiryo_taisaku-9.pdf)を講じた上で活用する。

水稲「えみまる」の種子生産における早期異常出穂抑制技術（指導参考事項）

中央農業試験場水田農業部水田農業グループ

採種圃における「えみまる」の成苗ポット育苗において早期異常出穂の発生確率を1%程度に抑えるために、移植時草丈10-12cm、移植時葉数3.5枚以下、簡易有効積算温度320℃以下とする育苗管理目標を策定した。

1 試験目的

「えみまる」の採種圃では水稲原採種栽培管理基準に従い、育苗日数の長い成苗ポットによる育苗を行っているが、早期異常出穂の発生により収量が低下している。また、早期異常出穂した株を異型として抜き取る際には多大な労力を要している。

そこで、種子の安定生産を実現するために、「えみまる」の成苗ポット苗において早期異常出穂の発生を抑制でき、かつ植え付け精度を維持できる移植時苗形質及び育苗条件を明らかにして、種子の高品質・安定生産が可能な育苗管理目標を策定する。

2 試験方法

(1) 成苗ポット苗「えみまる」の育苗管理法の開発

ねらい：移植時苗形質及び育苗条件と早期異常出穂の発生の関係性から、早期異常出穂の発生を抑制できる苗形質（草丈・葉数）及び簡易有効積算温度を明らかにする。

処理：①、②を適宜組み合わせ

①育苗日数20日、25日、30日、35日、40日（一部で早期異常出穂の誘発のため高温処理を実施）

②目標播種粒数3粒、6粒（育苗日数短縮の際の根鉢形成を確保するため）

調査項目：移植時苗形質、簡易有効積算温度（ $60.1 / (1.9 + (\text{日最高最低平均気温} / 21.8)^{-4.2})$ ）の積算、温度センサーは育苗箱上の高さ10cm地点に設置）、根鉢の強度、植付け精度、生育調査、穂ごとの出穂日、種籾収量、（籾重に登熟歩合を乗じて算出）、収量構成要素、発芽率

3 試験成績

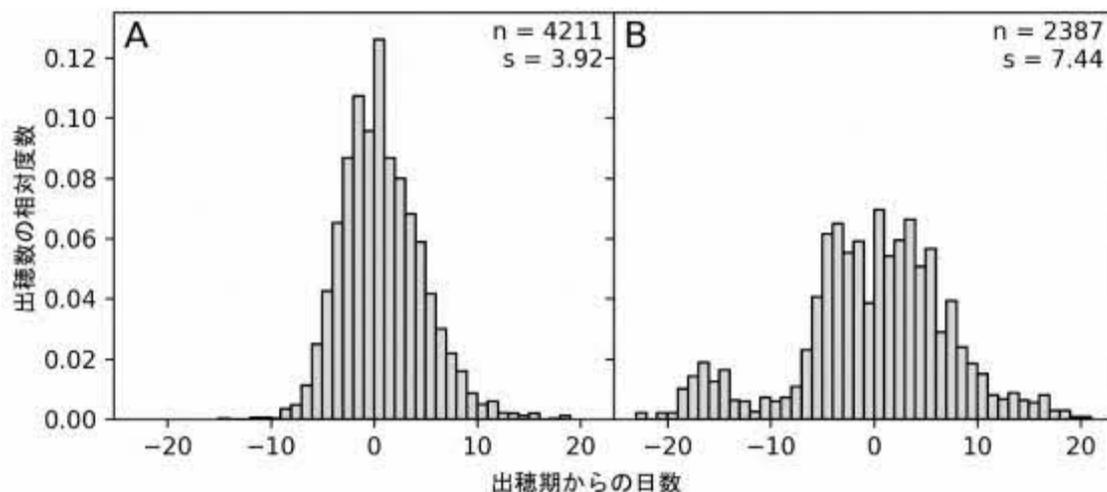


図1 正常出穂（A）と早期異常出穂（B）の出穂パターン
すべての試験区の出穂日の分布を足し合わせて作成した。早期異常出穂では出穂期10~20日前の早い時期から出穂が観察された。n：データ数、s：標準偏差。

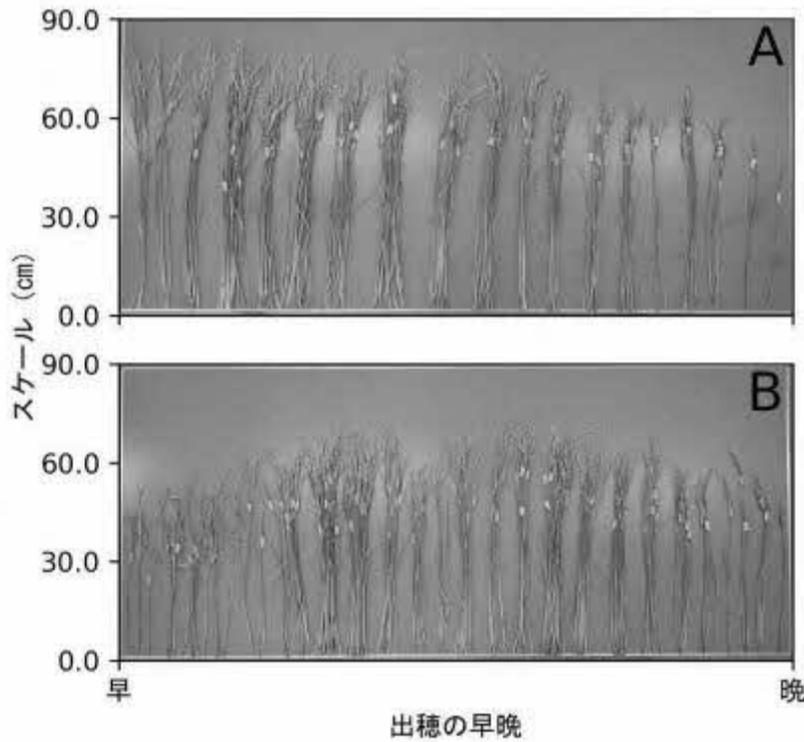


図2 正常出穂（A）と早期異常出穂（B）における出穂日別の穂の形態調査した6株の分けつを出穂日の順番に左から並べた。

表1 育苗条件が苗形質、根鉢、出穂性、収量及び品質におよぼす影響

年次	育苗条件			移植時の苗形質			根鉢評価		出穂性		収量および品質	
	播種粒数 (粒/穴)	育苗日数 (日)	高温処理	草丈 (cm)	葉数 (枚)	簡易有効積算温度 (°C)	根鉢正常割合 ¹⁾ (%)	植え付け精度 ²⁾ (%)	早期異常出穂 ³⁾	出穂日の標準偏差 ⁴⁾	種籾収量 (kg/10a)	種子発芽率 (%)
2022	3	36	有	23.4	4.9	506	100	95	有	8.93	477	-
	3	31	無	17.8	4.6	408	97	100	有	7.09	581	-
	3	25	無	14.3	4.2	349	77	100	一部有	6.37	563	-
	6	31	無	13.5	4.1	408	100	100	有	7.44	534	-
	6	25	無	13.0	3.9	349	93	97	無	5.13	593	-
	6	21	無	11.9	3.0	263	80	100	無	4.40	625	-
2023	3	36	無	12.1	4.2	365	99	100	無	3.99	525	97
	3	30	無	11.4	3.9	326	82	100	無	3.07	547	98
	3	24	無	8.8	3.2	261	84	100	無	3.63	515	99
	3	18	無	7.7	2.4	203	74	100	無	3.09	547	99
	6	24	無	9.9	3.2	261	99	99	無	3.00	512	98
	6	18	無	8.7	2.5	203	99	99	無	2.95	487	99
2024	3	41	有	22.2	4.7	444	-	-	有	8.09	623	99
	3	36	有	21.5	4.6	399	-	-	有	7.36	646	100
	3	32	有	18.7	4.4	363	-	-	有	6.58	605	100
	3	41	無	17.8	4.5	428	98	93	一部有	4.83	665	100
	3	36	無	12.7	4.0	383	86	92	無	4.11	689	99
	3	32	無	11.3	3.7	346	98	94	無	4.08	662	99
	3	26	無	10.0	3.2	293	100	95	無	4.21	710	99
	3	21	無	9.8	3.1	253	86	94	無	3.89	678	99
	6	41	無	16.7	4.0	428	100	97	一部有	5.18	652	100
	6	32	無	11.1	3.3	346	100	99	無	4.13	659	100
	6	26	無	9.0	2.7	293	94	98	無	3.77	757	99
	6	21	無	10.0	2.8	253	88	95	無	2.88	711	100

1) 移植機から苗を繰り出し地面に落下させ崩れがなかったものの割合。

2) 本田移植後の植え付けを「直立」、「横倒れ・欠株」に分類し、直立の割合を植え付け精度とした。

3) 同じ苗を移植した3反復のすべてで早期異常出穂が発生していれば「有」一部での発生は「一部有」、いずれも発生しなければ「無」とした。

4) 3反復それぞれの標準偏差の平均値。

注) 「-」は欠株を示す。

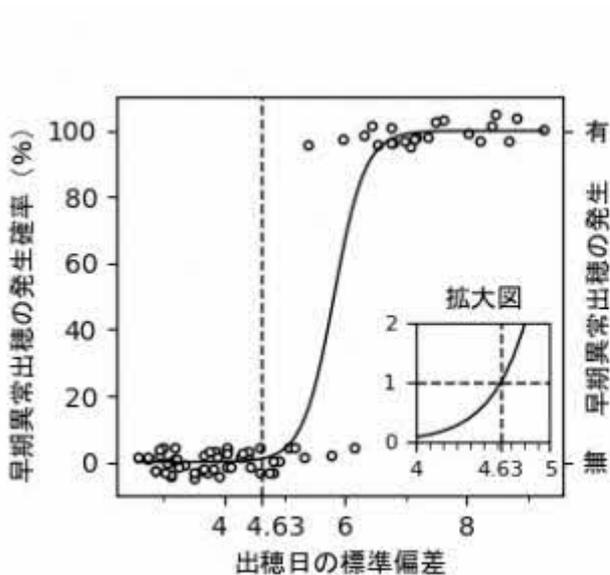


図3 出穂日の標準偏差と早期異常出穂発生確率の関係

- 1) 3か年の試験結果(2022~2024年、n=72)による。
- 2) プロットは試験区と対応し、出穂日の標準偏差と早期異常出穂の発生の有無(右縦軸)の関係を示す。
- 3) 曲線はロジスティック回帰分析により算出した早期異常出穂の発生確率(左縦軸)。
- 4) 拡大図の破線は出穂日の標準偏差=4.63とそれに対応する早期異常出穂の発生確率=1%。

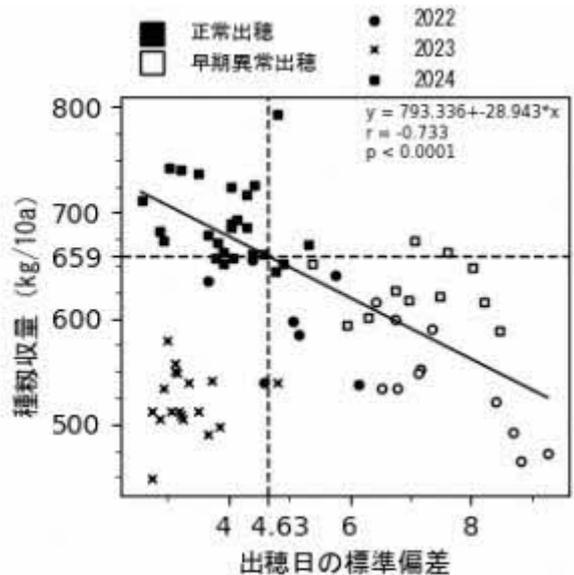


図4 出穂日の標準偏差と種籾収量の関係

- 1) 種籾収量は籾重に登熟歩合(比重1.06塩水選)を乗じて算出。
- 2) 2023年はいずれの試験区においても早期異常出穂は発生しなかった。
- 3) 2022年と2024年の結果から回帰直線を求めた。

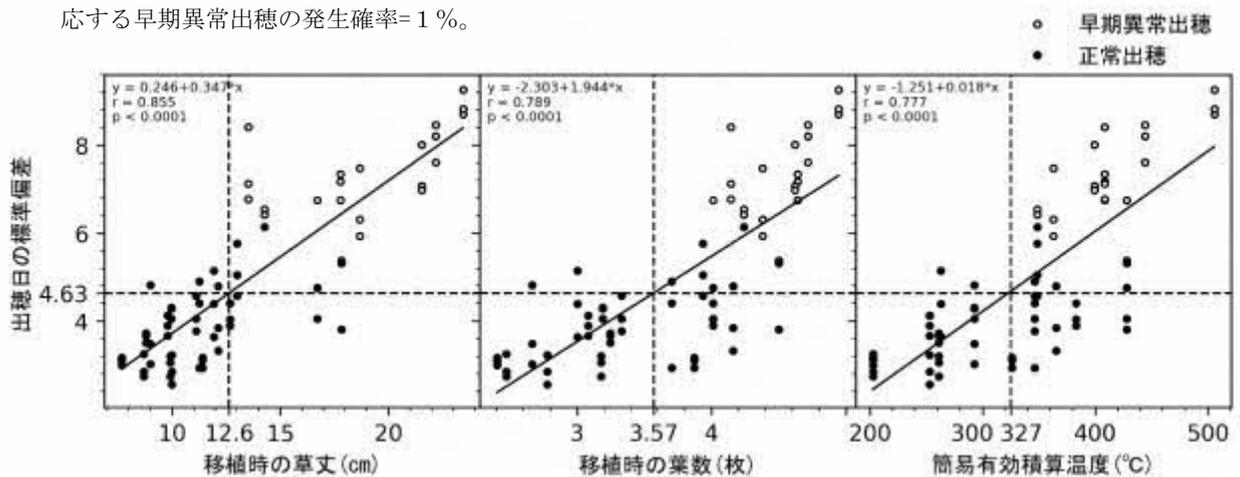


図5 移植時苗形質と出穂日の標準偏差の関係

- 1) 3か年の試験結果(2022~2024年、n=72)による。
- 2) プロットは試験区と対応し、出穂日の標準偏差と早期異常出穂の発生の有無(右縦軸)の関係を示す。

表2 「えみまる」採種圃における育苗管理目標

「えみまる」採種圃 北海道施肥ガイド2020		
	育苗管理目標 ¹⁾	成苗ポット基準値 ²⁾
草丈(cm)	10-12	10-13
葉数(枚)	3.5以下	3.6-4.0
簡易有効積算温度(°C) ³⁾	320以下	400以下

- 1) 育苗様式は水稻原採種栽培管理基準に従い成苗ポットとする。なお、本育苗目標は播種粒数3粒及び6粒の試験結果に基づく。
 - 2) 施肥ガイドの成苗ポット基準値は「ななつぼし」の場合。
 - 3) 簡易有効積算温度=60.1/(1.9+(日最高最低平均気温/21.8)^{-4.2})の積算。温度センサーは育苗箱上10cmに設置。
- 注) 育苗日数は25日程度までにとどめる。ただし、草丈、葉数及び簡易有効積算温度が目標値に達した場合は速やかに移植すること。

4 試験結果及び考察

- (1) 正常出穂は出穂日のヒストグラムが単峰であるのに対し、早期異常出穂では出穂の一部が早い時期に観察され、分布の形状は二峰となり明確に異なった（図1）。早期異常出穂では出穂日の分布が出穂期に対して前後に分散し、穂揃い性の指標である出穂日の標準偏差は大きくなり穂揃い性が悪化した。また、早期異常出穂で観察された、早い時期に出穂した分けつは全長が短く、正常出穂とは形態的に異なった（図2）。
- (2) 育苗日数が短く、移植時の草丈、葉数及び簡易有効積算温度の値が小さいほど早期異常出穂の発生は抑制される傾向にあった（表1）。このことから、「えみまる」における早期異常出穂の発生要因は、他の品種を用いた既往の知見と同様に老化苗であることが示唆された。また、播種粒数（3粒・6粒）によらず、育苗日数が短いほど根鉢の強度は弱くなったが、植え付け精度への影響は見られなかった。採種圃では4～5粒播種が慣行であり、表1で示した範囲では育苗日数を短縮した若い苗による移植精度への影響は小さいと考えられた。
- (3) ロジスティック回帰分析により出穂日の標準偏差に対する早期異常出穂の発生確率を算出した（図3）。早期異常出穂が発生する確率を1%以下に抑えるための出穂日の標準偏差の値は4.63であった（図3・拡大図）。出穂日の標準偏差と種籾収量の間には高い負の相関関係が認められ（ $r=-0.733$ 、 $p<0.0001$ ）、出穂日の標準偏差が4.63以下において正常出穂した場合の平均的な収量水準は確保できた（図4）。
- (4) 移植時苗形質及び簡易有効積算温度と出穂日の標準偏差の間には高い正の相関関係が認められた（図5）。それぞれの回帰式から、出穂日の標準偏差4.63に相当する草丈は12.6 cm、葉数は3.57枚、簡易有効積算温度は327℃と求められた。
- (5) 以上より、「えみまる」の採種圃において早期異常出穂の発生を抑制するための苗形質及び簡易有効積算温度の目標を策定した（表2）。移植時苗形質及び簡易有効積算温度の上限値は本試験の結果から決定し、移植時草丈の下限値は北海道施肥ガイドに準じた。
- (6) 本成果は、「えみまる」採種圃における育苗管理目標として活用する。

5 普及指導上の注意事項

- (1) 育苗日数はハウスの温度管理に応じて、育苗管理目標に示した苗形質や簡易有効積算温度の上限値を超えないように設定する。

気象情報を用いた水稻「ゆめぴりか」のタンパク区分に基づく基準品率の早期予測技術（指導参考事項）

中央農業試験場水田農業部水田農業グループ

「ゆめぴりか」の基準品率とタンパク区分は、出穂期後 20 日までの気象情報から重回帰式で予測したタンパク質含有率の平均値と標準偏差を累積分布関数に代入して予測できる。開発したアプリに、作付面積割合に応じて選定した 410 地点の気象情報を入力することで全道の基準品率を予測できる。

1 試験目的

農研機構メッシュ農業気象データを用いて、位置情報と移植日に紐づく気象情報から、出穂期後 30 日（収穫前 20 日）までに「ゆめぴりか」の基準品率を予測する技術と簡便な予測システムを開発する。

2 試験方法

(1) 気象情報によるタンパク区分に基づく全道の基準品率の予測技術の開発

ねらい：生育予測モデルと気象情報を活用したタンパク区分割合予測技術を開発する。

試験項目等：位置情報と移植日から生育予測モデルで幼穂形成期と出穂期を推定し、これらを起算日とした気象情報を用いた重回帰式と正規分布の累積分布関数を活用した予測技術を開発する。

(2) 全道の予測技術を用いた地域及び地点毎の検証

ねらい：(1)で開発した技術を地域（振興局）毎及び地点毎で検証する。

試験項目等：調査地点を地域毎に分割し予測と検証を実施する。地点毎も検証する。

用語説明：タンパク質含有率区分割合（以下タンパク区分割合）；第1区分S（ $X \leq 6.8\%$ ）、第1区分（ $6.8 < X \leq 7.4\%$ ）、第2区分（ $7.4 < X \leq 7.9\%$ ）、第3区分（ $7.9 < X$ ）の4区分の割合、基準品率；（ $X \leq 7.4\%$ ）、累積分布関数；ある値以下となる確率を示す関数であり、平均値と標準偏差がわかれば、任意の範囲における確率を求めることができる。前歴期間；幼穂形成期後 1～13 日。

3 試験成績

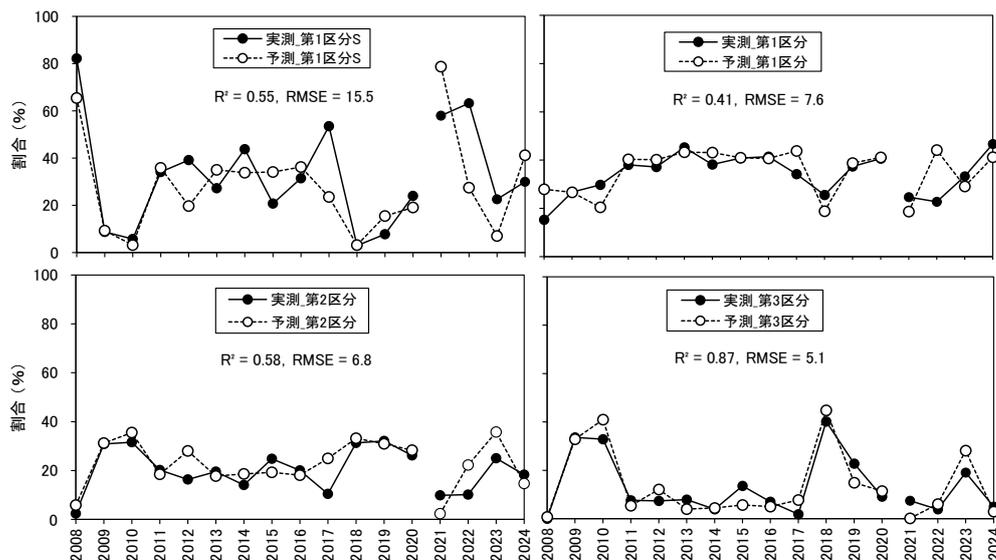
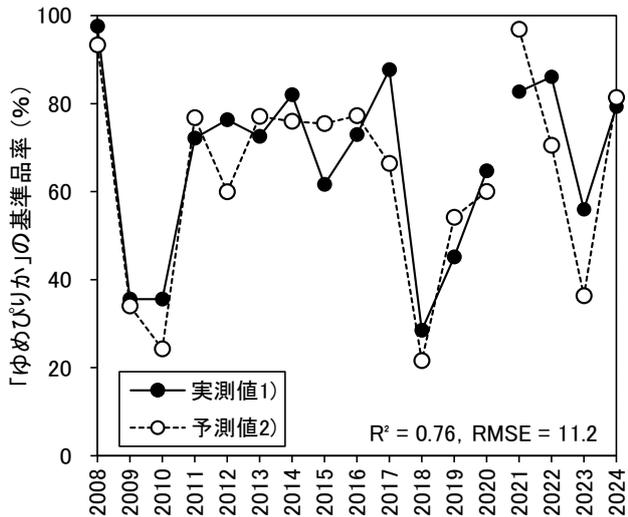


図1 タンパク区分割合の予測精度検証
(2008～2020 年は学習年、2021～2024 年は検証年)

- 1) 実測値は 2008～2020 年が食味分析事業、2021～2024 年がホクレン定点と作況ほ場の値を用いた。
 - 2) 位置情報に紐づく 1 km メッシュの気象情報から予測したタンパク質含有率の平均値と標準偏差を用いて、正規分布の累積分布関数からタンパク区分割合を推定した予測値と実測値を比較した。
- 説明変数に用いた生育期節は DVR モデルによる推定日である。



- 1) 基準品率 (%) = 第1区分S + 第1区分割合。
2008~2020年は食味分析事業、
2021~2024年はホクレン定点と作況ほ場の実測値。
- 2) 位置情報に紐づくメッシュ農業気象情報から予測したタンパク質含有率の平均値と標準偏差を用いて、正規分布の累積分布関数からタンパク区分割合を推定し算出した(2020年までは学習年、2021年からは検証年)。
学習年の出穂期は5/25 移植、中苗、移植時葉齢3.2としてDVRモデルで推定した。

図2 「ゆめぴりか」基準品率の予測精度検証

表1 タンパク質含有率の平均値に応じたタンパク区分割合の早見表

タンパク質含有率平均値	第1区分	第1区分S	第2区分	第3区分	基準品率	タンパク質含有率平均値	第1区分	第1区分S	第2区分	第3区分	基準品率
6.0	0.06	0.93	0.00	0.00	1.00	8.0	0.12	0.01	0.29	0.57	0.13
6.1	0.09	0.90	0.01	0.00	0.99	8.1	0.09	0.01	0.26	0.64	0.10
6.2	0.12	0.87	0.01	0.00	0.99	8.2	0.06	0.00	0.22	0.71	0.07
6.3	0.16	0.82	0.02	0.00	0.98	8.3	0.05	0.00	0.18	0.77	0.05
6.4	0.20	0.77	0.03	0.00	0.97	8.4	0.03	0.00	0.15	0.82	0.03
6.5	0.24	0.71	0.04	0.00	0.95	8.5	0.02	0.00	0.11	0.87	0.02
6.6	0.29	0.64	0.06	0.01	0.93	8.6	0.01	0.00	0.08	0.90	0.01
6.7	0.33	0.57	0.08	0.01	0.90	8.7	0.01	0.00	0.06	0.93	0.01
6.8	0.37	0.50	0.11	0.02	0.87	8.8	0.00	0.00	0.04	0.95	0.00
6.9	0.40	0.43	0.15	0.03	0.82	8.9	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00
7.0	0.42	0.36	0.18	0.05	0.77	9.0	0.00	0.00	0.02	0.98	0.00
7.1	0.42	0.29	0.22	0.07	0.71	9.1	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00
7.2	0.42	0.23	0.26	0.10	0.64	9.2	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00
7.3	0.40	0.18	0.29	0.13	0.57	9.3	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
7.4	0.37	0.13	0.32	0.18	0.50	9.4	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
7.5	0.33	0.10	0.34	0.23	0.43	9.5	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
7.6	0.29	0.07	0.36	0.29	0.36	注) タンパク質含有率の標準偏差を0.54と設定					
7.7	0.24	0.05	0.36	0.36	0.29	0.29 表中の数字は各区分の発生確率を示す。					
7.8	0.20	0.03	0.34	0.43	0.23	0.23 品種は「ゆめぴりか」					
7.9	0.16	0.02	0.32	0.50	0.18	0.18 メッシュポイントは2387地点のデータを用いて評価した。					

表2 地域別のタンパク質含有率の予測精度検証 (2009~2023年)

振興局 (地域)	作付面積 割合 (%)	RMSE (%)	R²
空知	49	18	0.77
上川	26	16	0.72
石狩	4	13	0.77
留萌	7	13	0.79
渡島・檜山	2	32	0.02
後志	5	19	0.06
胆振・日高	7	24	0.04

- 1) 実測値はホクレン支所別の入庫実績 (2009~2023年)
- 2) 予測値は食味分析事業データの位置情報に紐づく各メッシュの気象情報から予測した基準品率。食味分析事業が中止となった2020年以降の各年は2008~2020年の累積メッシュ数で予測した。

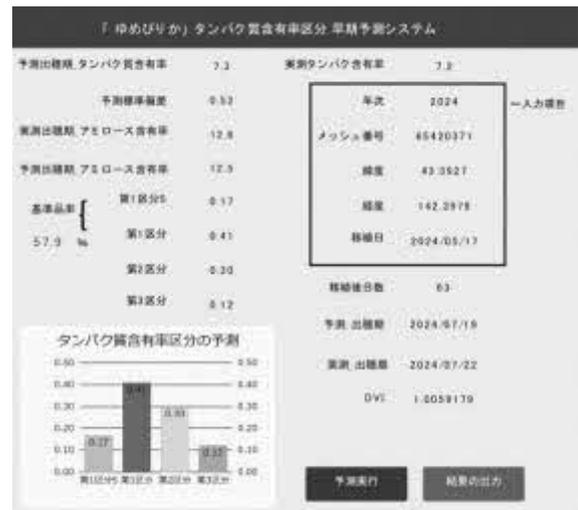


図3 タンパク区分割合予測アプリ (AMy-DAS2)

- 1) 位置情報 (メッシュ番号、緯度、経度) に紐づく気象情報を入力することで各区分割合が計算できる。
- 2) 表示画面は地点毎の予測結果だが、複数地点を登録し対応する気象情報を入力することで複数の予測結果をExcelで出力できる。

4 試験結果及び考察

- (1) 「ゆめぴりか」の全道の基準品率は年次により大きく変動し、作況指数が100以下の年次ではタンパク質含有率の平均値が高く基準品率は大きく低下する傾向であった。
- (2) 全道のタンパク質含有率のヒストグラムは、各年次ともに釣鐘型の分布を示した。タンパク質含有率の分布を正規分布と仮定し、累積分布関数にタンパク区分とタンパク質含有率の全道平均値、標準偏差を代入して算出したタンパク区分割合と基準品率の理論値と実測値は良く一致した（基準品率： $R^2=0.99$ ）。このことから、タンパク質含有率の平均値と標準偏差がわかれば、タンパク区分の割合を簡便に予測できると判断した。
- (3) 重回帰分析の結果、タンパク質含有率の全道平均値は幼穂形成期後1～20日までと出穂期後5～20日までの平均全天日射量で約7割説明された。標準偏差は幼穂形成期後1～20日までの平均降水量、前歴期間の平均気温で約8割説明された。平均値と標準偏差の予測値は実測値と概ね一致した。
- (4) 全道のタンパク区分割合と基準品率の予測値は実測値の年次変動と概ね一致した（図1、2）。また、食味分析事業におけるタンパク含有率の標準偏差の年次間差は小さいため2008～2020年の標準偏差の平均値0.54を用いてタンパク含有率の平均値に対応したタンパク区分割合と基準品率を推定できる早見表を作成した（表1）。予測基準品率と早見表の値は極めて良く一致した。
- (5) 振興局別の入庫実績に基づく基準品率と予測基準品率の年次変動は、「ゆめぴりか」の作付面積86%を占める空知、上川、石狩、留萌でよく一致した（ $R^2>0.7$ 、表2）。
- (6) 地点毎のタンパク質含有率の予測値と実測値の差は土壌区分よりも振興局（気象条件）で大きく、やませの影響を受けやすく寡照に経過しやすい太平洋沿岸や道南の胆振、日高、渡島、後志で予測誤差が大きい傾向であった。なお、地点毎のタンパク質含有率の上記の差は±0.5%の範囲に45～63%が分布した。
- (7) 予測地点の位置情報（緯度・経度）と移植日（西暦年／月／日）と位置情報に紐づくメッシュ農業気象データを入力することでタンパク区分割合と基準品率を予測するアプリを開発した（AMy-DAS2、図3）。予測地点は作付計画面積比に応じて標本標準偏差が母標準偏差の5%以下に収束する410地点を選定した。
- (8) 本技術は、全道の「ゆめぴりか」のタンパク区分ならびに基準品率の予測に活用でき、流通業者の概算金算出根拠や「ゆめぴりか」販売流通計画策定の参考となる。
- (9) 地域別の基準品率の予測は、やませの影響を受けやすく寡照に経過しやすい道南や太平洋沿岸を除き、空知、上川、石狩、留萌地域で活用できる。

5 普及指導上の注意事項

- (1) 予測アプリ（AMy-DAS2）は、2025年度中の公開を予定する。それまでの試用版提供は、道総研中央農業試験場水田農業部に問い合わせること。アプリ利用には Claris FileMaker Pro（Windows、Mac）または FileMaker Go（iPhone、iPad）が必要となる。また、機能限定となるが Windows PC で使用可能なランタイムアプリケーションも提供する。
- (2) 気象情報は「農研機構メッシュ農業気象データ」を利用した。