

酒造好適米「一穂積」の栽培特性の解明と目標収量及び 収量構成要素の設定

高橋 竜一¹⁾, 高橋 里矢子²⁾, 伊藤 叶裕³⁾, 中嶋 涼太¹⁾, 佐々木 翔渚¹⁾,
大野 剛⁴⁾, 柴田 智¹⁾

Clarification of the Cultivation Characteristics of Brewing Rice Variety "Ichihozumi" and Setting of the Target Yield and Target Yield Components

Ryuichi TAKAHASHI¹⁾, Riyako TAKAHASHI²⁾, Kyosuke ITO³⁾, Ryota NAKAJIMA¹⁾, Kana SASAKI¹⁾,
Tsuyoshi OHNO⁴⁾, Satoru SHIBATA¹⁾

1) Akita Agricultural Experiment Station, 2) Present Address: Akita Prefectural Government, Department of Tourism,
Culture and Sports, Akita Food Products Promotion Division, 3) Present Address: Akita Prefecture Hiraka Regional
Development Bureau, Agriculture and Forestry Department, 4) Akita Research Institute of Food and Brewing

Abstract

In this study, we investigated the cultivation characteristics of 'Ichihozumi,' and developed its target yield and target yield components. Compared to 'Akitasakekomachi,' 'Ichihozumi' had a shorter plant height, more stems, and almost the same leaf color. Since applying additional fertilizer during meiotic stage leads to an increased protein content in the brown rice, additional fertilizer should be applied at the panicle initiation stage to avoid an increase in protein content. Since the yields of 'Ichihozumi' were the same or slightly lower than 'Miyamanishiki,' we established the target yield of 'Ichihozumi' at 57.0 kg/a. To get the target yield, the yield components were set at a thousand-grain weight of around 26.0 g, an optimum spikelet number of 24,300 to 25,100 per m² (350 to 380 ears per m²), and a ripening rate of more than 85%. The target protein content of brown rice was set at 7.0±0.5%. The protein content of brown rice highly correlated with the leaf color of the flag leaf around the heading date. The target leaf color (flag leaf) was set at a SPAD value of 34.4 to 37.8. Based on observed trends of green kernelled rice and cracked grains, the optimum harvesting time was considered to be when the accumulated temperature after the heading date was between 1,000 and 1,100°C. To prevent cracked grains, it is important to not delay harvesting. To ensure the target number of panicles and prevent lodging, the target growth at the panicle initiation stage is set at 468 to 523 stems per m² and a plant height of less than 65.0 cm.

Key Words: Ichihozumi, optimum harvesting time, protein content of brown rice, target yield, target yield components

本報告の一部は第 63 回東北農業試験研究発表会で報告した。

1)秋田県農業試験場, 2)現 秋田県観光文化スポーツ部食のあきた推進課, 3)現 秋田県平鹿地域振興局農林部,
4)秋田県総合食品研究センター醸造試験場

2025 年 6 月 24 日受理

1 緒言

酒造好適米「一穂積」は秋田県農業試験場において育成され、2022年3月28日に品種登録された(農林水産省2022, 第29118号)。「一穂積」は出穂期が「美山錦」並で「秋田酒こまち」より2日早い“やや早”の品種であり、稈長は「美山錦」より短く「秋田酒こまち」並、穂長は「美山錦」や「秋田酒こまち」並、穂数は「美山錦」や「秋田酒こまち」より多い特性を示す(高橋ら2023)。2020年から一般作付けが開始され、2023年産の農産物検査数量は60トンとなっている(農林水産省2023)。「一穂積」を用いた製成酒は秋田県で栽培されている既存の酒米品種とは異なり、「五百万石」のような淡麗タイプとなる。そのため「一穂積」は秋田県産日本酒の味のバラエティを広げ、新たな商品開発につながる原料米品種として、県内の酒蔵から有望視されている。また、将来的には「五百万石」に替わる原料米として県外の酒蔵への供給も視野に入れており、秋田県の酒米生産拡大につながる品種として酒米生産者からの期待も高い。

酒造好適米品種は、粗タンパク質含有率が高すぎない、心白発現率が高い、粒が大きい(千粒重が重い)等、酒造適性が高いことが重要とされている(前重・小林2000)。酒蔵が求める酒造用原料米の条件としては主に、①胴割粒が少ないこと、②千粒重が品種ごとの適正值であること(一穂積の場合26.0g程度)、③粒の大きさのばらつきが少ないこと、④タンパク質含有率が低めで安定していること(目標値は乾物換算で7.0±0.5%)、⑤心白が大きすぎず、腹白状心白が少ないこと、等があげられている(秋田県醸造試験場2022)。

「秋田酒こまち」は千粒重を含めた品種特性が明らかにされた後(川本ら2007)、高品質な原料米生産に向けて目標収量や収量構成要素が策定され、それらを達成するための栽培技術が確立された(秋田県農林水産部水田総合利用課2011, 柴田ら2014)。その結果、「秋田酒こまち」のブランド化が推進され(高橋ら2010)、現在も秋田県産日本酒をけん引する酒造用原料米としての地位を確立している。

新品種である「一穂積」も同様に、生産拡大に向けて酒蔵が求める高品質な原料米を安定して供給することが必須である。そこで2015年から2019年までの試験を基に「一穂積」の栽培特性を明らかにし、「『一穂積』栽培マニュアル」を策定した(高橋ら2021, 秋田県農林水産部水田総合利用課2022)。本研究では、その後2023年までの試験結果も加えて「一穂積」の栽培特性を調査し、目標収量と収量構成要素及び生育目標値の設定を行った。

2 材料と方法

2-1 「一穂積」の時期別生育特性調査

2-1-1 秋田県農業試験場(以下農試)圃場試験

時期別生育特性調査は生産力検定試験圃場において行った。2015年から2020年は基肥 N-P₂O₅-K₂O 各 0.6 kg/a で栽培し、2021年から2023年は基肥 N-P₂O₅-K₂O 各 0.7 kg/a とした。移植は5月19日から22日に中苗で1株あたり4本となるように手植えで行い、栽植密度は22.2株/m²とした。いずれの年次も幼穂形成期に追肥(N 0.2 kg/a)を行った。生育調査は10株について、草丈(成熟期は稈長)、茎数(成熟期は穂数)、葉齢、葉色を測定した。葉色の測定は葉緑素計 SPAD-502Plus(コニカミノルタ社)を用いた(以下、測定して得られた値をSPAD値とする)。生育調査は水稻生育定点調査に基づき(秋田県農林水産部2024)、分けつ始期(6月10日頃)、有効茎決定期(6月25日頃)、最高分けつ期(7月5日頃)、幼穂形成期(7月15日頃)、減数分裂期(7月25日頃)、出穂期(8月5日頃)、成熟期(9月5日頃)に行った。出穂期の葉色は止葉を測定し、出穂後1週間、2週間の止葉の葉色も測定した。

2-1-2 現地試験

2018年から2020年に湯沢市山田地区及び由利本荘市市矢島地区の現地農家圃場において行った。栽培管理は、追肥の有無および追肥時期も含めて農家慣行で行った。基肥と追肥を合わせた窒素施肥量は、湯沢市が0.58~0.76 kg/a、由利本荘市が0.68~0.79 kg/a だった。

2-2 収量調査

収量調査は各区64株を採取して行った。篩目2.0mmで篩った後、玄米水分15%に換算して精玄米重を算出した。玄米タンパク質含有率は秋田県総合食品研究センター醸造試験場で分析を行った。改良デュマ燃焼法により測定し、乾物換算した。

2-3 基肥、追肥量の違いが生育、収量、品質に及ぼす影響

2-3-1 施肥反応試験

2018年から2020年に農試圃場で行った。基肥 N-

P₂O₅-K₂O 各 0.3 kg/a (少肥), 各 0.6 kg/a (標肥), 各 0.9 kg/a (多肥) の3水準とし, 2019年と2020年は追肥区(幼穂形成期にN 0.2 kg/a)も設けた。移植は中苗で機械移植を行い, 栽植密度は20.0~22.2株/m²とした(設定70株/坪)。時期別生育特性調査は, 植え付け本数を1株当たり4本に調整して行った。

2020年に緩効性肥料を用いた試験を行った。基肥N-P₂O₅-K₂O 各 0.6 kg/aとし, 窒素成分のうち緩効性のLPコート100日タイプが50%(LP50)と70%(LP70)の肥料を用いた。移植は中苗で機械移植を行い, 栽植密度は20.0株/m²とした。

2-3-2 追肥試験

追肥に関する施肥反応試験は2018年から2023年に農試圃場で行った。2019年から2023年に, 生産力検定試験において無追肥区と幼穂形成期追肥(N 0.2 kg/a)区を設けた。2021年, 2022年は追肥量を変えた試験を行い, 2021年は幼穂形成期にN 0.05 kg/a, 0.1 kg/a, 0.2 kg/a, 2022年は幼穂形成期にN 0.1 kg/a, 0.2 kg/a, 0.3 kg/a追肥を行った。また, 2018年, 2020年, 2021年は時期別に追肥を行い, 幼穂形成期または減数分裂期にN 0.2 kg/a追肥した。

2-4 目標収量, 収量構成要素等の策定及び玄米タンパク質含有率と葉色の関係

2-1から2-3の生産力検定試験, 現地試験, 施肥反応試験における収量調査, 時期別生育調査, 分解調査等の結果を用いて, 目標収量及び収量構成要素の策定と幼穂形成期の目標生育量を検討した。また, 時期別生育調査の葉色と玄米タンパク質含有率測定結果等を用いて, 玄米タンパク質含有率と葉色の関係を検討した。

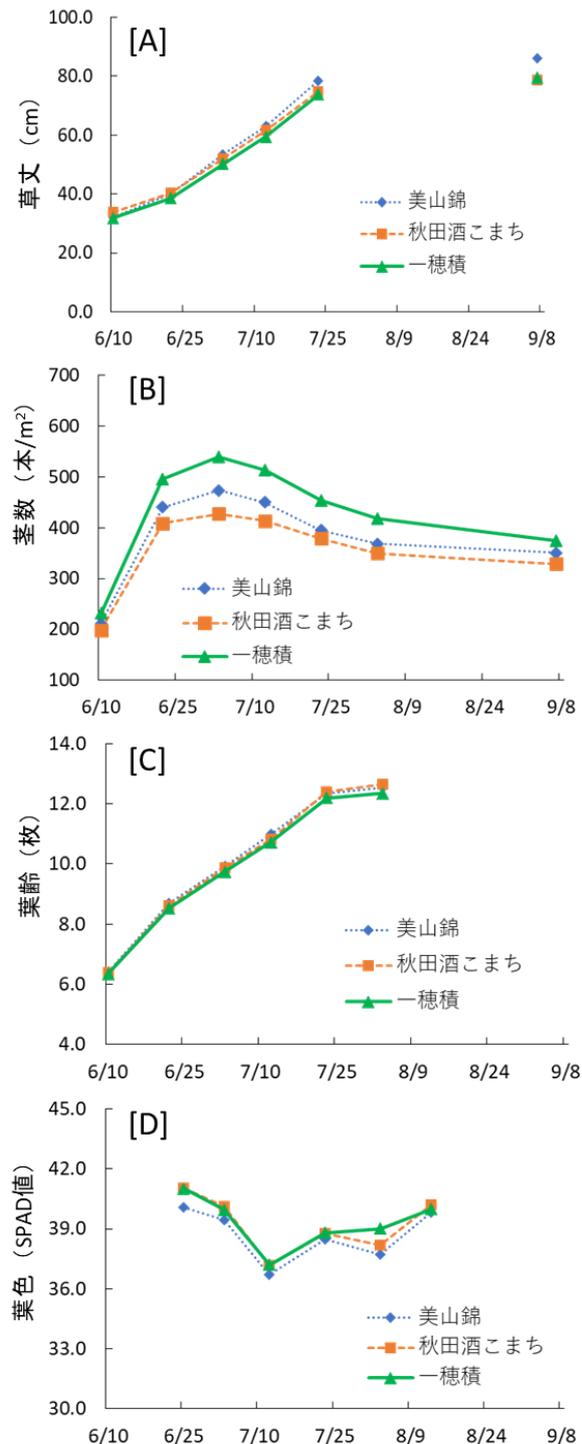
2-5 刈り取り適期の策定

2018年から2020年に農試圃場で行った施肥反応試験の標肥区で栽培した株を用いた。サンプリングは出穂後積算気温別に5株採取し, すぐに脱穀した。玄米品質の調査は柴田らの方法に基づき(柴田ら2014), 篩目2.0mm以上の精玄米200粒を用いて2反復行った。青米は, 肉眼で観察し, 青く着色している玄米をすべて数えた。胴割粒は, グレインスコープTX-200(Kett社)を用い, 亀裂が確認された玄米をすべて数えた。出穂後積算気温は, 気象庁の大正寺アメダスデータの日別平均気温を使用した。

3 結果と考察

3-1 「一穂積」の時期別生育特性

草丈は「秋田酒こまち」や「美山錦」と比較して, 統計的差異は認められなかったものの, 短めに推移した(第1図[A])。稈長は「美山錦」より有意に短かった(第1図[A])。茎数は「美山錦」や「秋田酒こまち」より多く推移し, 穂数も多かった(第1図[B])。分け



第1図 「一穂積」の生育特性

注) 2016年~2023年生産力検定試験圃場における調査の平均値
注) 9/8は稈長[A]及び穂数[B]

つ始期から有効茎決定期の茎数増加が「美山錦」や「秋田酒こまち」よりも多かった。そのため、有効茎を確保したら早めに中干しを行い、茎数増加を抑制して無効分げつを減らす栽培管理が必要と考えられた。葉齢は「美山錦」や「秋田酒こまち」並に推移した(第1図[C])。葉色は「美山錦」より濃く、「秋田酒こまち」並に推移した(第1図[D])。

3-2 基肥量、追肥量の違いが生育、収量、品質に及ぼす影響

3-2-1 基肥量の影響

少肥区は標肥区と比較して草丈は同等に推移し(第2図[A])、茎数は少なく推移したものの穂数は同等だった(第2図[B])。多肥区は標肥区と比較して草丈は長く推移して稈長も長く、倒伏程度が大きかった(第1表)。分解調査を行ったところ、3~5節の節間が長かった(第2表)。また、茎数は多く推移し、穂数も多かった。葉色は、少肥区は標肥区と同等に推移したが、多肥区は幼穂形成期以降標肥区よりも濃く推移した(第2図[C])。

幼穂形成期追肥を行うと、玄米重(収量)は標肥区と比較して、少肥区は同等だったが、多肥区はやや少なかった(第1表)。多肥区では穂数が多かったものの、1穂粒数が少なく、屑米が多かった(第1, 2表)。玄米タンパク質含有率の上昇や未熟粒割合増加による玄米外観品質の低下のリスクもあることから、多収を狙った多肥栽培は避ける必要があると考えられた。

無追肥では、玄米重は標肥区と比較して、多肥区はやや多かったものの、少肥区は少なかった(第1表)。少肥区では標肥区と比較して穂数が少なく、1穂粒数が少なく、登熟歩合も低かった(第1, 2表)。無追肥では幼穂形成期追肥と比較して1穂粒数が多く、登熟歩合も高かった(第2表)、穂数は少なかった(第1表)。穂数が少なく玄米重が少ないと少肥区でも玄米タンパク質含有率が高くなる事例も認められたことから、適正な基肥量と適切な水管理により、穂数を確保する必要があると考えられた。

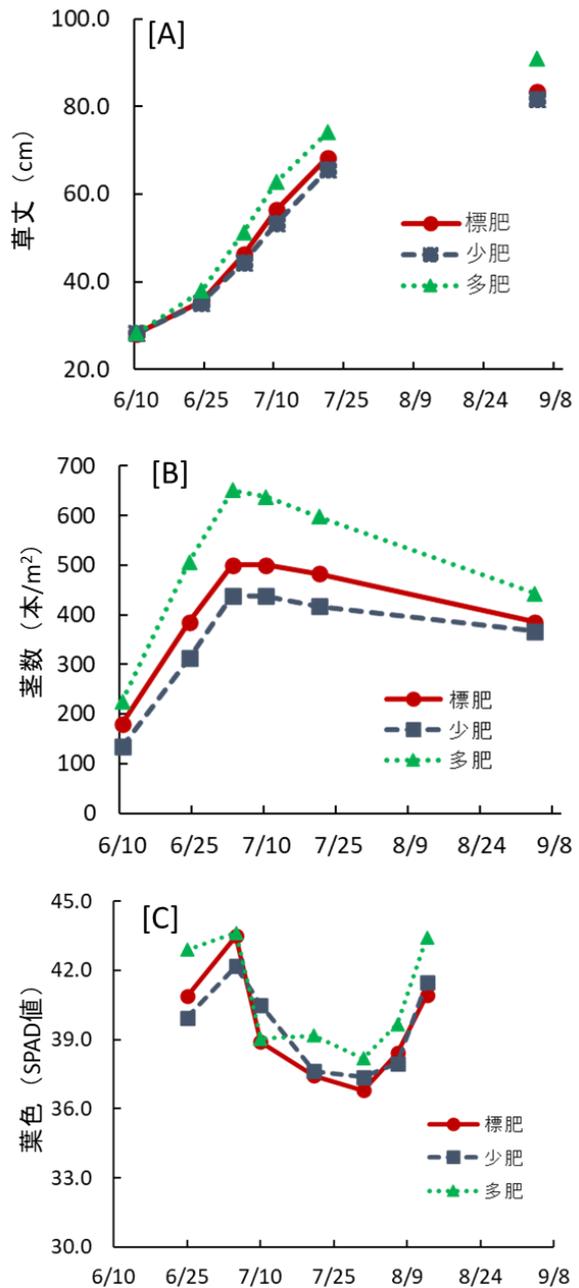
3-2-2 緩効性肥料の影響

標肥区(追肥あり)と比較してLP50区、LP70区ともに草丈は同等に推移した(第3図[A])。茎数は標肥区と比較してLP50区は幼穂形成期以降同等に推移し、穂数も同等だった(第3図[B])。葉色は、LP50区は標肥区と比較して幼穂形成期頃にやや濃くなり、出穂期以降はやや淡く推移した(第3図[C])。LP70区は標肥区より玄米タンパク質含有率がやや高く、目標値(乾物換算で7.0±0.5%)を上回った(第1表)。その他の

生育特性、収量、玄米外観品質はLP50区、LP70区ともに標肥区と同等だった。

3-2-3 追肥の量及び時期の影響

幼穂形成期追肥を行うと無追肥と比較して稈長は4~5cm程度長く、穂数は30~40本/m²多かった(第4図)。無追肥では減数分裂期頃に葉色の低下が見られ、出穂期以降の止葉でも葉色は低く推移した(第4図)。幼穂形成期追肥は無追肥と比較して5年平均で15%多収だったが、玄米タンパク質含有率が高い傾向であっ



第2図 異なる基肥量における生育特性

注) 2019年~2020年施肥反応試験(追肥あり)における調査の平均値

注) 9/8は稈長[A]及び穂数[B]

第1表 施肥反応試験における収量調査結果

試験区	年次	出穂期 月日	成熟期 月日	稈長 cm	穂長 cm	穂数		最高分げつ 本/m ²	有効茎 歩合	倒伏 0~5	精粒重 kg/a	ワラ重 kg/a	屑米重 kg/a	玄米重 ¹⁾ kg/a	標準 ²⁾ 対比%	千粒重 g	品質 ³⁾ 1~8	玄米タンパク dry%
						本/株	本/m ²											
標肥	2018	8/7	9/23	80.1	21.1	14.0	311	511	60.9	0.0	62.5	63.9	6.5	45.0	(100)	26.0	4.0	7.69
	2019	8/3	9/15	-	-	-	-	-	-	0.0	77.6	52.3	6.2	58.8	(100)	25.8	3.0	6.22
	2020	7/31	9/10	82.6	21.4	18.8	376	-	-	1.0	81.9	53.2	3.9	65.0	(100)	25.9	3.0	7.64
	平均	8/3	9/16	81.3	21.2	16.4	344	511	60.9	0.3	74.0	56.4	5.6	56.3	100	25.9	3.3	7.18
	2019	8/3	9/15	86.7	19.9	19.4	431	524	82.2	1.0	84.6	55.7	10.8	59.9	102	25.3	5.0	6.68
	2020	7/31	9/10	80.0	21.5	18.6	372	515	72.4	1.5	80.8	46.7	2.5	64.2	99	25.8	4.0	7.38
平均	8/1	9/12	83.4	20.7	19.0	402	519	77.3	1.3	82.7	51.2	6.7	62.0	100	25.5	4.5	7.03	
少肥	2018	8/7	9/23	78.1	20.4	12.1	269	349	77.1	0.0	57.6	57.9	5.4	42.0	93	26.0	4.0	7.89
	2019	8/3	9/15	-	-	-	-	-	-	0.0	68.0	43.0	4.9	51.8	88	25.9	3.0	6.59
	2020	8/2	9/13	79.3	21.0	17.6	352	-	-	0.8	79.5	48.4	2.7	64.0	98	26.3	3.0	7.39
	平均	8/4	9/17	78.7	20.7	14.9	310	349	77.1	0.3	68.4	49.8	4.3	52.6	93	26.1	3.3	7.29
	2019	8/3	9/15	82.8	20.0	18.2	404	455	88.8	1.0	79.7	49.6	8.3	58.4	99	25.6	3.0	6.98
	2020	8/2	9/13	80.6	21.4	18.0	360	456	78.9	1.0	83.9	45.9	3.9	66.5	102	25.8	5.0	8.10
平均	8/2	9/14	81.7	20.7	18.1	382	456	83.9	1.0	81.8	47.7	6.1	62.4	101	25.7	4.0	7.54	
多肥	2018	8/7	9/23	80.5	20.8	15.2	337	471	71.7	0.0	64.3	69.6	7.4	46.1	102	26.0	3.0	7.35
	2019	8/3	9/15	-	-	-	-	-	-	1.0	89.3	61.1	12.5	62.1	106	25.1	4.0	6.99
	2020	8/1	9/13	86.7	21.3	18.6	372	-	-	2.0	83.9	54.9	4.0	67.5	104	26.1	3.0	7.86
	平均	8/3	9/17	83.6	21.0	16.9	355	471	71.7	1.0	79.2	61.9	8.0	58.5	104	25.7	3.3	7.40
	2019	8/3	9/15	93.0	19.1	22.7	504	662	76.2	2.0	83.2	57.8	18.0	51.8	88	25.1	3.0	7.69
	2020	8/1	9/13	88.7	21.5	21.0	420	689	61.0	1.5	88.5	59.3	5.6	69.3	107	25.5	5.0	8.18
平均	8/2	9/14	90.9	20.3	21.9	462	675	68.6	1.8	85.9	58.5	11.8	60.5	97	25.3	4.0	7.93	
LP50	2020	7/31	9/10	79.7	21.2	18.9	378	547	73.5	1.0	78.5	52.0	2.0	62.5	96	25.8	3.0	7.32
LP70	2020	8/1	9/13	79.4	20.9	18.6	372	515	72.4	2.0	80.6	47.4	3.3	64.5	99	26.3	3.0	7.70

1) 篩目: 2.00 mm 2) 各年次の収量は標肥区無追肥を基準にした 3) 品質は(財)日本穀物検定協会東北支部調査 1(特上)~8(3等下)、外

第2表 施肥反応試験生育調査における代表株の分解調査結果

年次	調査区	穂数 (本)	穂数 (本/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	節間長(cm)					枝梗数		枝梗別粒数		2次枝梗 比率(%)	1穂粒数 (粒)	1穂重 (g)	登熟歩合 (%)
						I	II	III	IV	V	1次	2次	1次	2次				
2018	標肥・無追肥	14.3	318	77.4	20.2	36.9	19.5	13.2	6.2	1.5	9.3	11.8	50.6	31.4	38.3	71.1	2.1	88.8
	少肥・無追肥	11.7	260	72.6	19.7	35.5	19.1	11.8	5.3	1.1	8.6	11.3	46.9	31.9	40.5	68.3	2.0	82.7
	多肥・無追肥	15.3	340	78.2	19.9	37.0	19.6	13.7	6.7	1.2	9.3	13.3	49.0	36.1	42.4	67.0	2.0	88.3
2019	標肥・追肥	19.0	390	85.0	20.4	37.4	21.1	16.8	8.1	1.6	8.8	12.6	52.7	32.8	38.3	70.8	2.0	82.0
	少肥・追肥	17.0	349	80.3	19.9	36.9	20.2	15.1	6.8	1.4	9.6	13.2	52.1	36.1	40.9	73.0	2.1	86.0
	多肥・追肥	22.7	466	90.2	20.1	36.6	21.7	19.1	10.2	2.4	10.6	12.9	56.2	33.3	37.2	64.8	1.8	78.3
2020	標肥・追肥	18.7	374	79.1	20.7	35.9	21.4	14.6	5.8	1.7	8.9	15.7	48.6	45.4	48.3	68.4	1.9	73.9
	標肥・無追肥	19.7	394	81.1	21.4	36.1	22.4	15.1	5.9	1.6	10.0	15.8	53.6	44.9	45.6	74.3	2.1	77.3
	少肥・追肥	18.0	360	78.3	21.2	35.6	21.9	14.2	5.4	1.6	9.3	14.0	50.9	39.2	43.5	69.3	2.0	80.4
	多肥・追肥	22.0	440	85.9	20.0	34.7	22.4	16.9	8.5	3.3	8.8	12.8	46.0	35.8	43.8	68.3	1.7	80.4
	LP50	18.7	374	78.4	20.8	36.1	21.2	14.4	5.2	1.7	9.6	15.0	52.0	43.0	45.3	71.9	2.1	81.5
	LP70	18.3	366	77.6	20.6	35.6	21.5	14.4	5.3	1.4	9.4	14.9	50.3	41.5	45.2	71.8	2.0	77.7
平均 (2019-2020)	標肥・追肥	18.9	382	82.1	20.6	36.6	21.3	15.7	6.9	1.6	8.8	14.1	50.6	39.1	43.3	69.6	1.9	78.0
	少肥・追肥	17.5	355	79.3	20.6	36.2	21.0	14.6	6.1	1.5	9.4	13.6	51.5	37.6	42.2	71.2	2.1	83.2
	多肥・追肥	22.4	453	88.0	20.1	35.6	22.1	18.0	9.3	2.8	9.7	12.9	51.1	34.6	40.5	66.6	1.8	79.4

注) 各区生育調査株から3株(代表株)採取し調査
注) 各株稈長が1, 3, 5, 7番目に長い代表穂を調査した平均。1穂粒数, 1穂重, 登熟歩合は全穂の平均。

第3表 生産力検定試験における収量調査結果

試験区	年次	出穂期 月日	成熟期 月日	稈長 cm	穂長 cm	穂数		最高分げつ 本/m ²	有効茎 歩合	倒伏 0~5	精粒重 kg/a	ワラ重 kg/a	屑米重 kg/a	玄米重 ¹⁾ kg/a	基準 ²⁾ 対比%	千粒重 g	品質 ³⁾ 1~8	玄米タンパク dry%
						本/株	本/m ²											
無追肥	2019	7/30	9/10	73.7	18.7	17.3	383	-	-	0.5	69.4	46.2	10.4	47.6	100	25.0	3.5	7.60
	2020	7/29	9/8	74.0	19.5	15.4	342	506	67.0	0.0	68.8	50.9	2.2	55.1	100	26.3	3.5	7.46
	2021	7/28	9/7	78.1	21.2	14.5	322	562	57.3	0.3	62.7	54.3	3.7	48.6	100	26.7	2.5	7.15
	2022	7/31	9/13	76.5	19.3	14.0	311	-	-	0.5	66.0	52.2	4.6	51.4	100	26.6	4.0	6.86
	2023	7/29	9/7	76.6	21.1	14.4	320	-	-	2.0	66.2	52.7	2.7	51.6	100	25.4	5.5	7.45
	平均	7/29	9/9	75.7	19.9	15.1	335	534	62.4	0.7	66.6	51.2	4.7	50.9	100	26.0	3.8	7.30
幼穂 形成期 追肥	2019	7/30	9/11	77.5	18.8	19.7	436	524	82.2	0.5	75.5	49.8	14.4	49.4	104	25.0	3.0	7.92
	2020	7/29	9/9	77.1	20.0	17.1	379	597	63.4	0.4	81.0	52.1	3.2	64.2	117	25.9	3.5	8.18
	2021	7/27	9/10	82.3	20.8	16.8	373	730	51.1	1.3	80.3	63.8	4.6	63.0	100	26.8	3.5	7.26
	2022	7/31	9/14	80.9	20.3	15.4	342	408	83.7	0.5	74.9	53.3	7.4	55.8	109	26.6	4.0	7.27
	2023	7/29	9/10	81.8	22.8	15.2	337	448	75.2	2.0	78.4	55.9	4.5	60.0	116	25.1	5.5	8.05
	平均	7/29	9/10	79.9	20.5	16.8	373	542	71.1	0.9	78.0	55.0	6.8	58.5	115	25.9	3.9	7.74

1) 篩目: 2.00 mm 2) 各年次の収量は無追肥を基準にした 3) 品質は(財)日本穀物検定協会東北支部調査 1(特上)~8(3等下)、外

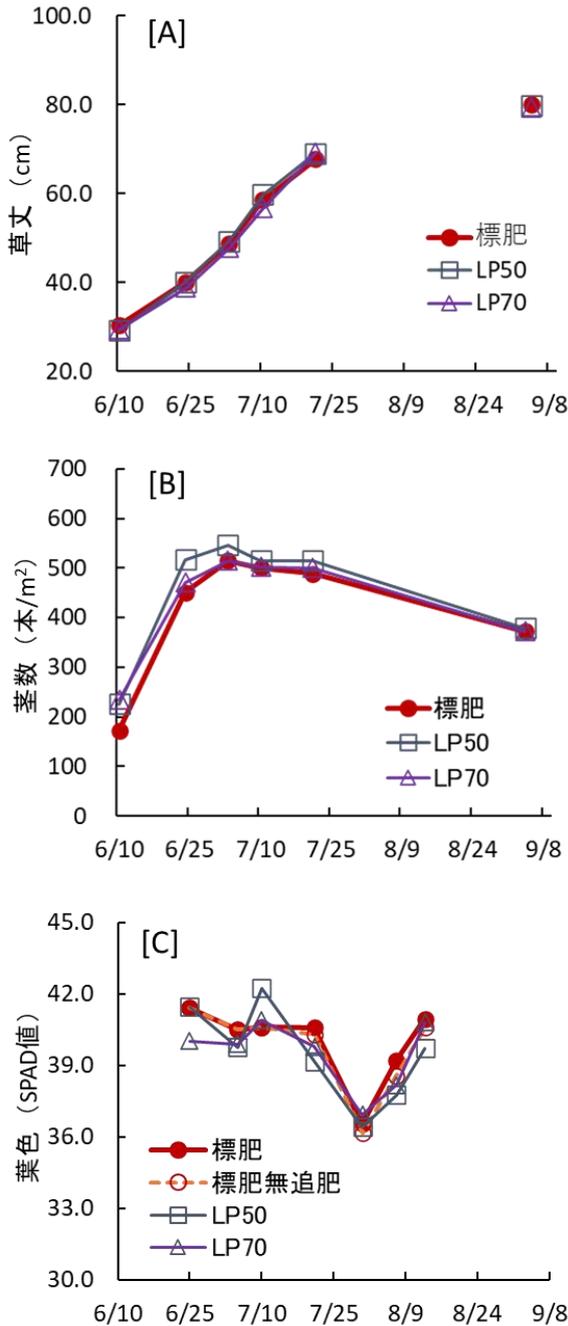
第4表 生産力検定試験生育調査における代表株の分解調査結果

年次	調査区	穂数 (本)	穂数 (本/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	節間長(cm)					枝梗数		枝梗別粒数		2次枝梗 比率(%)	1穂粒数 (粒)	1穂重 (g)	登熟歩合 (%)
						I	II	III	IV	V	1次	2次	1次	2次				
2019	標肥・無追肥	17.3	385	72.3	18.9	33.9	19.0	13.3	5.7	0.5	10.1	12.0	54.7	32.4	37.2	73.0	2.1	88.9
	標肥・追肥	20.0	444	75.5	19.4	35.1	20.0	13.8	6.2	0.6	10.1	14.5	54.8	40.4	42.4	73.1	2.0	82.2
	多肥・追肥	22.0	488	82.1	20.2	34.3	21.1	17.3	8.5	1.0	11.1	14.5	60.7	39.3	39.3	63.9	1.8	73.8
2020	標肥・無追肥	17.3	384	70.3	19.5	31.9	20.1	12.8	4.8	0.9	9.3	11.5	50.3	31.6	38.6	65.3	1.8	79.3
	標肥・追肥	18.3	406	76.0	20.8	33.8	20.6	14.1	6.2	1.6	9.3	15.3	50.0	43.8	46.7	74.9	2.1	80.8
	多肥・追肥	15.0	333	73.9	19.8	33.2	20.2	13.1	6.3	1.1	9.0	15.3	49.2	43.5	46.9	72.3	2.0	75.6
2021	標肥・無追肥	15.0	333	73.7	19.1	36.0	19.8	11.9	5.4	1.1	8.7	10.6	45.3	27.7	37.9	62.2	1.9	88.1
	標肥・追																	

た(第3表)。幼穂形成期追肥は無追肥と比較して登熟歩合がやや低く、枝梗別粒数における2次枝梗比率が高かった(第4表)。

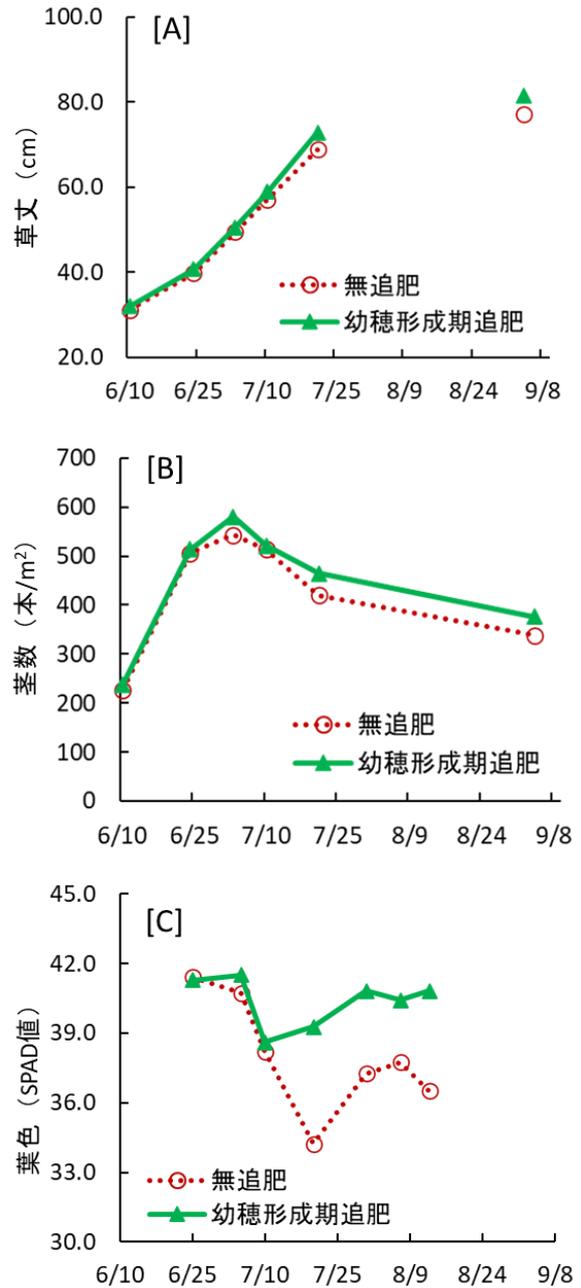
追肥による窒素施肥量が増加すると稈長の伸長、 m^2 あたり穂数、 m^2 あたり粒数、精玄米重の増加、玄米タンパク質含有率の上昇が報告されている(佐藤ら2013, 鈴木ら2020)。「一穂積」においても同様に、幼穂形成期(幼形期)の追肥量にしたがって稈長が長くなり、収量が増加し、玄米タンパク質含有率が上昇する傾向が見られた(第5表)。無追肥と比較して、幼穂形成

期 N 0.2 kg/a 追肥は出穂期以降の SPAD 値が 2.8~5.3 高く、玄米タンパク質含有率が上昇していたが、N 0.1 kg/a 追肥では出穂期以降の SPAD 値の差は 0.2~3.6 であり、玄米タンパク質含有率の上昇も抑えられていた。追肥の時期について検討したところ、減数分裂期(減分期)追肥は無追肥や幼穂形成期追肥と比較して玄米タンパク質含有率が高く、千粒重が重かった(第5図, 第5表)。追肥時期が遅くなると千粒重が重くなり、玄米タンパク質含有率が上昇することが多くの酒米品種で報告されているが(長谷川ら1997, 杉浦ら2001,



第3図 緩効性肥料における生育特性

注) 2020年施肥反応試験における調査
注) 9/8は稈長[A]及び穂数[B]



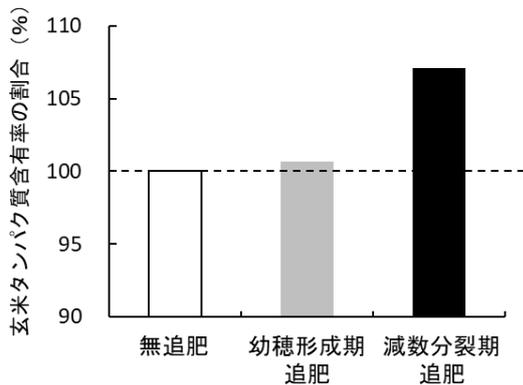
第4図 追肥の有無による生育の違い

注) 2018年~2021年生産力検定試験圃場における調査の平均値
注) 9/8は稈長[A]及び穂数[B]

第5表 追肥試験における調査結果

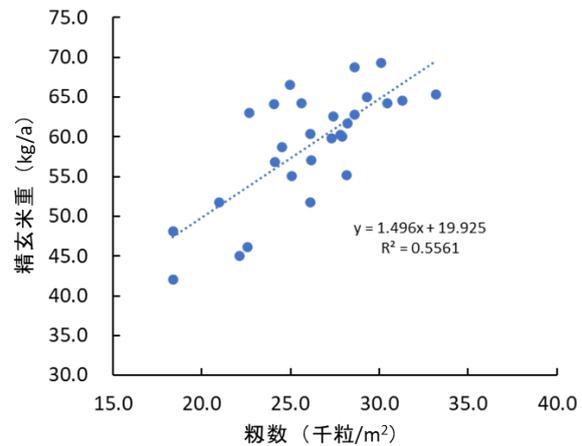
年次	試験区	追肥量 N kg/a	葉色(SPAD値)					稈長 cm	穂長 cm	穂数		倒伏 0~5	玄米重 ¹⁾ kg/a	基準 ²⁾ 対比%	千粒重 g	品質 ³⁾ 1~8	玄米タンパク dry%
			幼穂期	減分期	出穂期	穂揃期	出穂2週後			本/株	本/m ²						
2018	無追肥	0	41.8	34.1	37.7	37.7	-	76.1	19.7	15.0	311	0.2	48.1	100	26.8	4.0	7.54
	幼穂期追肥	0.2	39.9	41.0	41.5	38.1	-	83.7	21.1	16.6	344	0.2	60.4	126	27.3	4.0	7.84
	減分期追肥	0.2	39.1	35.6	40.3	39.4	-	84.2	19.4	17.6	364	0.2	57.4	119	27.7	3.0	8.13
2020	無追肥	0	40.6	40.3	36.2	38.5	41.0	82.6	21.4	18.8	376	1.0	65.0	100	25.9	3.0	7.64
	幼穂期追肥	0.2	40.6	40.6	36.5	39.2	41.0	80.0	21.5	18.6	372	1.5	64.2	99	25.8	4.0	7.38
	減分期追肥	0.2	40.6	40.6	39.2	40.2	42.4	82.3	21.7	18.3	366	2.0	67.5	104	26.5	4.0	8.20
2021	無追肥	0	34.1	31.5	34.6	35.5	36.5	78.1	21.2	14.5	322	0.3	48.6	100	26.7	2.5	7.15
	0.05	34.0	32.5	35.1	34.5	36.0	78.5	21.5	13.7	304	1.0	51.9	107	26.7	2.0	7.00	
	幼穂期追肥	0.1	35.6	33.7	34.8	36.4	37.1	80.5	21.4	14.3	317	1.0	52.3	108	27.1	3.0	7.08
2022	無追肥	0	-	-	34.8	33.9	34.8	75.6	18.7	14.5	322	0.5	51.4	100	26.6	4.0	6.86
	0.1	-	-	36.7	36.9	38.4	79.0	19.6	14.7	326	0.5	56.1	109	26.3	4.0	7.13	
	幼穂期追肥	0.2	34.7	39.6	37.4	39.2	40.1	81.8	20.8	15.7	349	0.5	55.8	109	26.6	4.0	7.27
		0.3	-	-	38.1	38.1	39.1	80.1	20.6	16.0	355	1.0	59.5	116	26.8	5.0	7.26

1) 篩目: 2.00 mm 2) 各年次の収量は無追肥を基準にした 3) 品質は(財)日本穀物検定協会東北支部調査 1(特上)~8(3等下)、外



第5図 追肥時期による玄米タンパク質含有率の違い

注) 2018, 2020, 2021年農試圃場における追肥試験の平均で、無追肥を100とした割合で示した



第6図 精玄米重 (収量) と粒数の関係

柴田ら 2014, 鈴木ら 2020), 「一穂積」においても同様の結果となった。

以上の結果から、追肥は幼穂形成期に行い、葉色のムラ直しとして N 0.1 kg/a 程度の追肥は可能であるが、収量と千粒重、玄米タンパク質含有率のバランスを考えて追肥量を加減する必要があると考えられた。

3-3 目標収量及び収量構成要素の策定

「一穂積」の収量は「美山錦」と比較して、育成時は 96.7%、奨励品種決定基本調査(標肥区)では 98.8%と、並からやや少ない特性を示した(高橋ら 2023)。「秋田酒こまち」と比較すると、育成時は 102.0%、奨励品種決定基本調査(標肥区)では 99.3%で並だった(高橋ら 2023)。「秋田酒こまち」の平均収量はそれぞれ 57.4kg/a、57.3kg/a であり(秋田県農林水産部 2024)、「秋田酒こまち」の目標収量は 54.0kg/a~60.0kg/a と定められていることから(秋田県農林水産部水田総合利用課 2011)、「一穂積」の目標収量は 54.0kg/a~57.0kg/a と設定した。

収量と粒数の関係を検討したところ、正の相関が認められた。得られた回帰式から、収量 57.0kg/a のときの粒数は 24.8 千粒/m² と計算された(第6図)。粒数が

増加すると収量が増加するが、粒数が 25.1 千粒/m² 付近から登熟歩合が低下した(第7図[A])。そのため、目標粒数は 24.3~25.1 千粒/m² と設定した。

収量と穂数の関係を検討したところ、正の相関が認められたものの、得られた回帰式の決定係数は小さかった(データ省略)。そこで、分解調査による 1 穂粒数と目標粒数を用いて目標穂数を検討した。「一穂積」の 1 穂粒数は 61~75 粒(平均 69.1 粒)であり(第2, 4表)、目標粒数から穂数を計算したところ、352~363 本/m² となった。また、粒数と穂数には強い正の相関が認められた(第8図)。得られた回帰式から、粒数 24.3 千粒/m² のときの穂数は 349 本/m²、粒数 25.1 千粒/m² のときの穂数は 359 本/m² と計算された。以上の結果から、目標穂数は 350~380 本/m² と設定した。

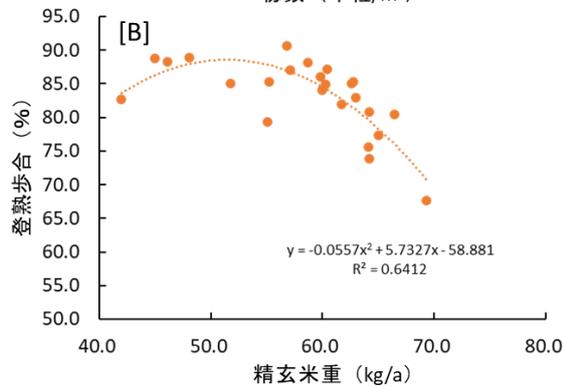
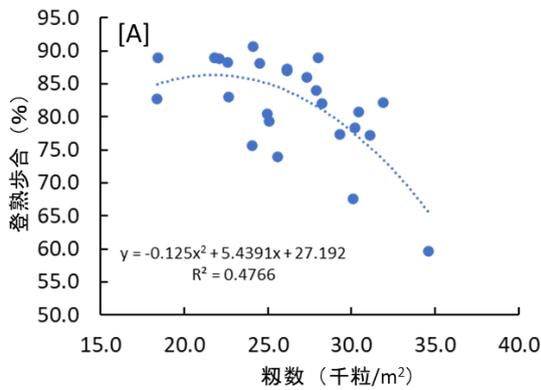
「一穂積」の品種特性から(高橋ら 2023)、目標千粒重は 26.0g とした。

「一穂積」の登熟歩合は 73.9~88.9% (平均 80.5%) であった(第2, 4表)。粒数と登熟歩合の関係を検討したところ、目標粒数のときの登熟歩合は回帰式から 85.0~85.6% と計算された(第7図[A])。また、収量と登熟歩合の関係を検討したところ、収量 57.0kg/a のときの登熟歩合は 87.0% と計算された(第7図[B])。そのため、目標登熟歩合を 85.0%以上とした。

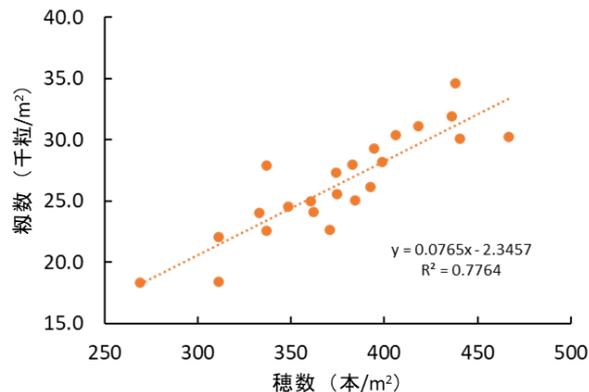
籾数が多くなると登熟歩合が低下し（第7図[A]），千粒重が軽くなる傾向を示した（第9図）．千粒重が軽くなることや登熟歩合が低下することは玄米タンパク質含有率の上昇にもつながる（第10図）．また，穂数が多くなると屑米が多くなり，400本/m²を超えると精玄米歩合（粗玄米重に占める精玄米重の割合）が低下する傾向を示した（第11図）．そのため，穂数，籾数の過剰な増加を避け，適切に制御することが重要であると考えられた．

3-4 玄米タンパク質含有率と葉色の関係

出穂期の葉身窒素濃度は玄米の窒素濃度を予測する指標として有効であることから（丹野・飯島 1991），



第7図 籾数[A]，精玄米重（収量）[B]と登熟歩合の関係

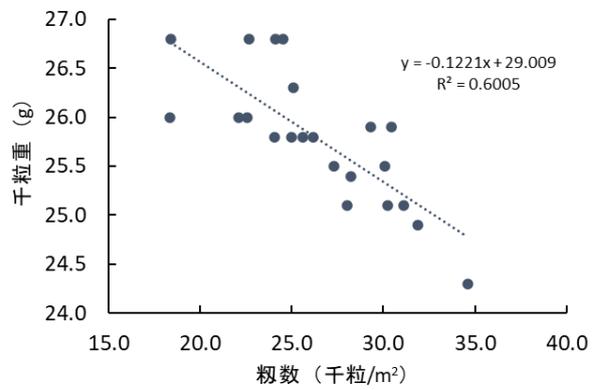


第8図 籾数と穂数の関係

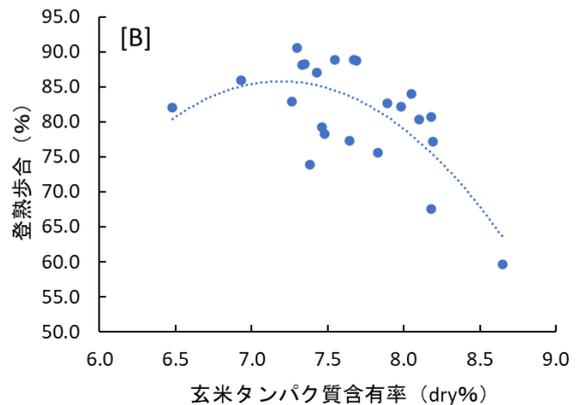
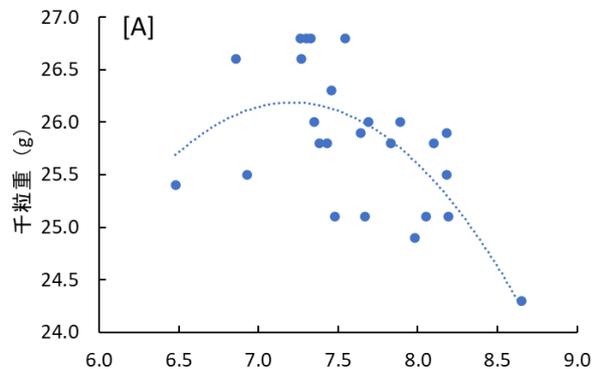
葉緑素計を用いて玄米タンパク質含有率を予測する方法が利用されている（勝場ら 2002，柴田ら 2014）．玄米タンパク質含有率は穂揃期の葉色と高い相関を示すことが報告されている（太田ら 2005，柴田ら 2014）．

「一穂積」において玄米タンパク質含有率と葉色の関係を求めたところ，出穂期頃の止葉の葉色と正の相関が認められた（第12図）．得られた回帰式から，玄米タンパク質含有率が7.0%（乾物換算値）のときのSPAD値は34.2，7.5%のときは37.7と計算された．

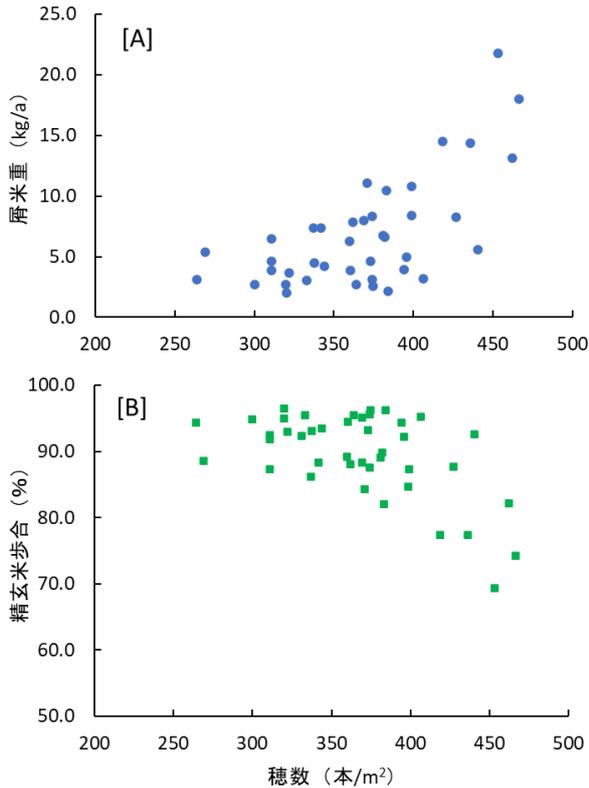
葉色が濃いと玄米タンパク質含有率が上昇するが（第12図），収量が低いときにも葉色が濃く，玄米タンパク質含有率が上昇する事例が見られた（第13図）．これまでの農試における栽培試験で，目標収量を確保し，玄米タンパク質含有率7.0±0.5%となったときの出



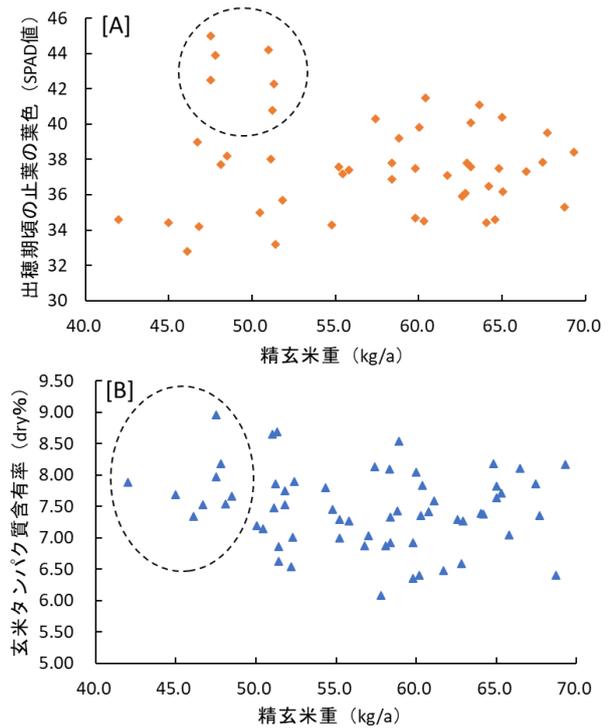
第9図 千粒重と籾数の関係



第10図 千粒重[A]，登熟歩合[B]と玄米タンパク質含有率の関係

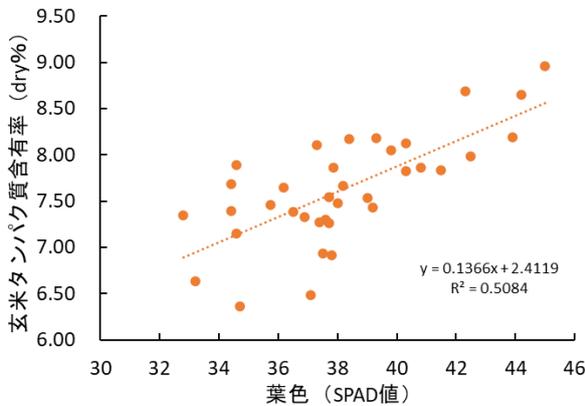


第11図 屑米重[A], 精玄米歩合[B]と穂数の関係
注) 精玄米歩合=精玄米重/粗玄米重×100 で計算



第13図 精玄米重(収量)と葉色[A], 玄米タンパク質含有率[B]の関係

注) 点線で囲まれた部分が葉色が濃く、玄米タンパク質含有率が高かった事例

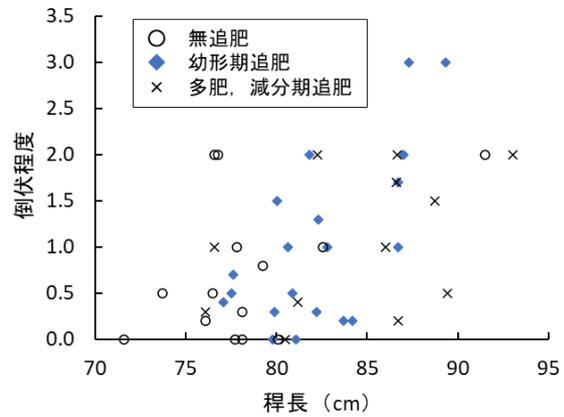


第12図 出穂期頃の止葉の葉色と玄米タンパク質含有率の関係

穂期頃の止葉の SPAD 値は、無追肥で 34.4~37.8, 幼穂形成期追肥で 36.5~39.2 だった。平均値±標準誤差を計算したところ、無追肥では 35.6±1.1, 幼穂形成期追肥では 37.5±0.3 となった。そのため、目標収量を確保した上で目標玄米タンパク質含有率 7.0±0.5%となる葉色の目標値を、出穂期頃の止葉の SPAD 値が 34.4~37.8 とした。

3-5 稈長と倒伏の関係

稈長と達観による倒伏程度 (0: 無~5: 甚) の関係を第 14 図に示す。稈長が 86.0cm を超えると倒伏程度が



第14図 稈長と倒伏程度の関係

3.0 になるが、無追肥で 76.6cm, 幼穂形成期追肥で 81.8cm, 減数分裂期追肥で 82.3cm のときに倒伏程度 2.0 となっており、稈長と倒伏の関係は判然としなかった。

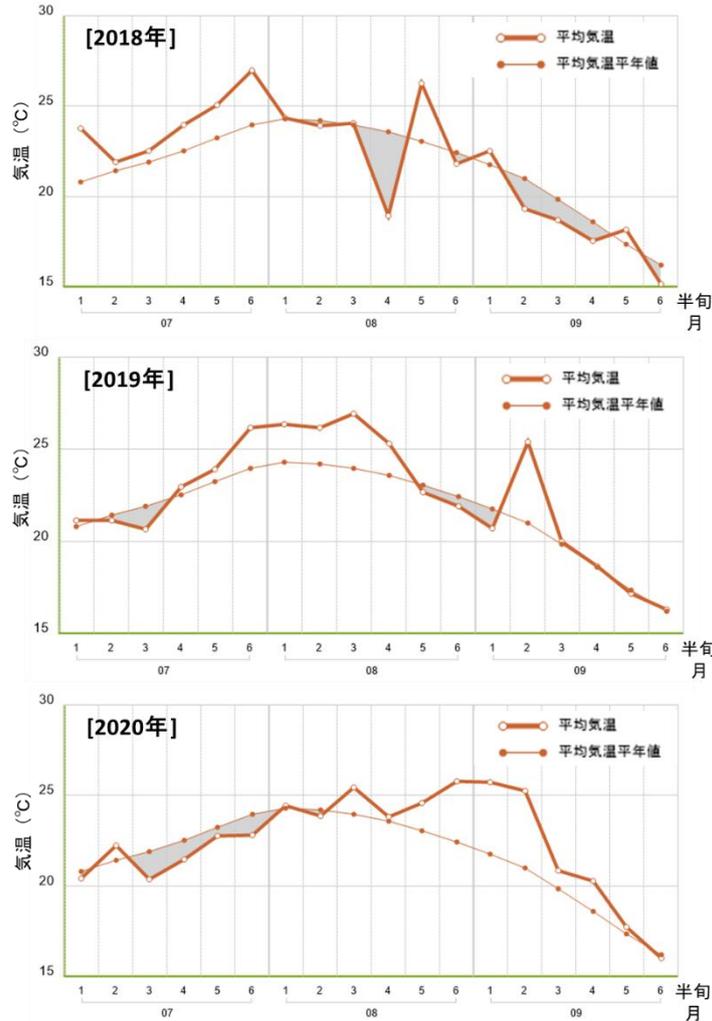
3-6 刈り取り適期の策定

試験を行った 2018 年から 2020 年の出穂期後日平均気温の積算気温 1,000°C 到達日数は、2018 年は 47 日, 2019 年は 42 日, 2020 年は 41 日であった (第 6 表)。日平均気温の平年値 (アメダスデータ (大正寺) の 1991 年~2020 年の日平均気温の平均値) を用いて計算した出穂期後積算気温 1,000°C 到達日数と比較して、実況値

第6表 登熟期間の気温

年次	出穂期	出穂期後積算1,000℃まで		出穂期後日平均気温(℃)					
		到達日数	日平均気温	10日間	平年差	20日間	平年差	30日間	平年差
2018	8/7	47	21.3	24.0	±0.0	23.4	-0.2	22.9	-0.2
2019	8/3	42	23.9	26.1	+1.9	26.0	+2.1	24.6	+1.1
2020	7/31	41	24.9	23.8	-0.5	24.3	+0.2	24.7	+1.0

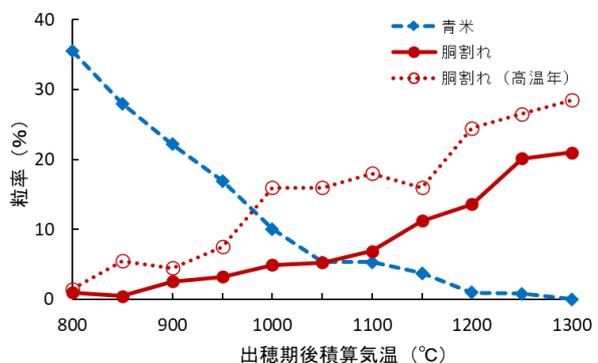
注)出穂期後日平均気温の平年差は、各期間の実況値と平年値の差を示す



第15図 「一穂積」登熟期間の日平均気温

を用いて計算した出穂期後積算気温 1,000℃到達日数は各年ともに3日早かった。2019年と2020年と比較すると、1,000℃到達日数の差は1日、その間の日平均気温の差は1℃だったが、2019年は出穂期後20日間までの平均気温が高く、2020年は出穂期後10日以降の気温が下がらない等、それぞれ異なる特徴を示した(第6表, 第15図)。

出穂期後の積算気温に伴う青米粒率の推移は2018年から2020年でほぼ同様の推移を示した(データ省略)。出穂期後積算1,000℃で青米粒率が10%程度となり、1,200℃で1%程度になった。胴割れ率の推移は2018年と2020年で同様の推移を示し、出穂期後積算1,000℃で5%程度となり、1,150℃で10%を超えた(第16図)。



第16図 刈り取り時期別玄米品質の推移

注) 青米, 胴割れは2018年, 2020年調査平均
胴割れ(高温年)は2019年調査結果

青米粒率と胴割粒率の推移から、「一穂積」の刈り取り適期は出穂期後積算気温が 1,000℃から 1,100℃と考えられた。

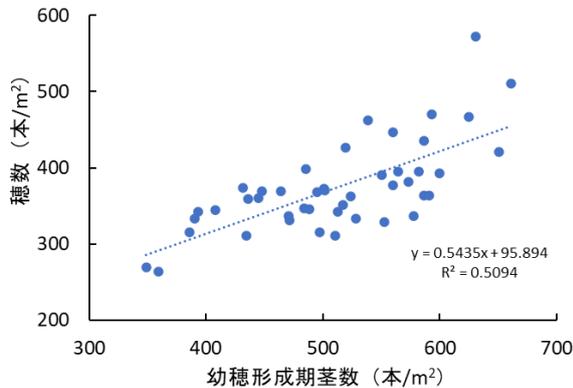
一方、2019 年は出穂期後積算 850℃で胴割粒率が 5 %程度となり、1,000℃では 16%となった。出穂期後の気温が高い日が続く年は胴割粒率の上昇が早まることから、早めの刈り取りを心掛ける必要があると考えられた。

3-7 幼穂形成期の目標生育量の策定

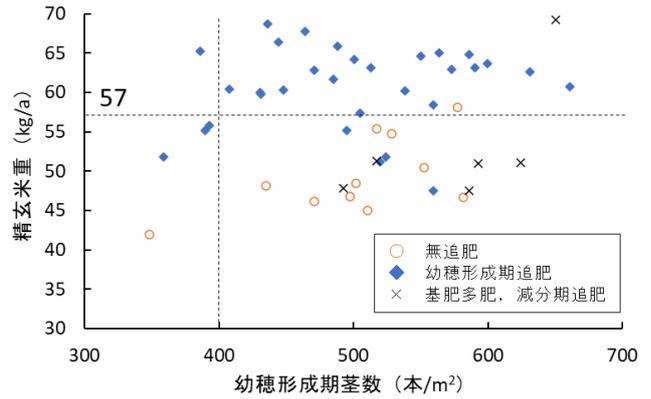
穂数と幼穂形成期の茎数との関係を求めたところ、正の相関が認められた(第 17 図)。得られた回帰式から、目標穂数である 350~380 本/m²のときの茎数は 468~523 本/m²と計算された。幼穂形成期の茎数と収量との関係を第 18 図に示す。茎数が 400 本/m²以下のときは幼穂形成期に追肥をしても目標収量である 57.0kg/a を下回る事例が見られた。また、基肥が多肥条件では幼穂形成期の茎数に関わらず目標収量を下回る事例が多く見られた。したがって、目標収量を確保するために、基肥多肥栽培は避けながらも、幼穂形成期の茎数は 400 本/m²以上を確保する必要があると考えられた。

稈長と幼穂形成期の草丈との関係においても正の相関が認められた(第 19 図)。標肥区で追肥の有無別に検討したところ、得られた回帰式から、倒伏程度が 3.0 となった稈長 86.0cm(第 14 図)のときの草丈は、無追肥で 65.0cm、幼穂形成期追肥で 65.6cm と計算された(第 19 図[B])。したがって、幼穂形成期の草丈の目安として 65.0cm を超えないことが考えられた。

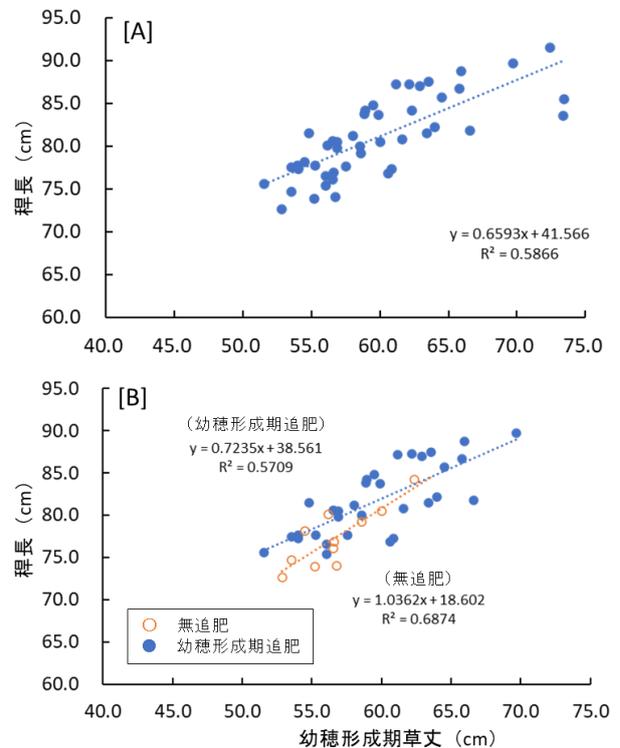
幼穂形成期の葉色と玄米タンパク質含有率の関係は、「秋田酒こまち」では相関が認められたものの(柴田ら 2014)、「一穂積」においては相関が認められなかった(データ省略)。農試圃場における生産力検定試験及び施肥反応試験で、玄米タンパク質含有率が目標値の範囲内となり、なおかつ目標収量を確保したときの葉色(SPAD 値)の推移は第 20 図のとおりであった。幼穂形成期(追肥前)の SPAD 値は、幼穂形成期追肥の場合 36.1~41.2、無追肥の場合 34.6~43.6 だった。平



第17図 穂数と幼穂形成期茎数の関係

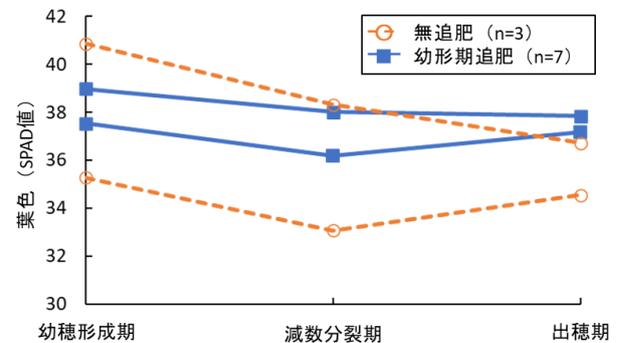


第18図 精玄米重(収量)と幼穂形成期茎数の関係



第19図 稈長と幼穂形成期草丈の関係

注) [A]調査全体, [B]追肥の有無別の結果



第20図 目標収量、目標玄米タンパク質含有率を満たしたときの葉色の推移

注) 線は平均値±標準誤差を示す

均値±標準誤差を計算したところ、幼穂形成期追肥では 38.3 ± 0.7 、無追肥では 38.1 ± 2.8 となった。無追肥では幼穂形成期のSPAD値が37.3以下の場合、目標収量を下回る事例が多く見られた。幼穂形成期の葉色は追肥の判断の上で重要であることから、目安となる葉色（SPAD値）の設定に向け、さらなる検討が必要であると考えられた。

4 総合考察

育成時や奨励品種決定基本調査の結果から（高橋ら2023）、「一穂積」の目標収量は $54.0\text{kg/a} \sim 57.0\text{kg/a}$ と設定した（第7表）。目標収量を確保するための目標収量構成要素として、品種特性から千粒重は26.0g程度とし（高橋ら2023）、 m^2 あたり籾数を24.3～25.1千粒（ m^2 あたり穂数を350～380本）、登熟歩合を85%以上と設定した。

速効性の化学肥料を基肥に使用した場合、無追肥では目標収量を下回る事例が多く見られた（第1, 3, 5表）。収量確保のためには出穂期頃の葉色を高く維持することが重要と考えられているが（石丸ら2022）、「一穂積」では無追肥で生育後半の葉色が低下していた（第4図）。そのため葉色の低下が見られた場合は、収量を確保するために追肥が必要となるが、玄米タンパク質含有率の上昇を抑えるため（第5図）、追肥は幼穂形成期に行い、減数分裂期の追肥は避ける必要があると考えられた。また、生育後半まで葉色を維持するためには、窒素成分が生育後半まで溶出する肥効調節型肥料を配合した肥料を基肥に使用することも有効であると考えられるが（住田ら2003, 伊藤ら2020）、玄米タンパク質含有率が目標値を超えないように調節する必要がある。

胴割粒の発生を防ぐためには出穂期後積算気温 $1,000^\circ\text{C}$ を目安に刈り取りを始め、刈り遅れを防ぐことが重要である（第16図）。特に出穂後の気温が高い日が続く年は胴割粒の発生が早まることから、早めの刈り取りを心掛ける必要がある。

「一穂積」は「美山錦」や「秋田酒こまち」と比較して穂数が多い特性を示すが（高橋ら2023）、栽培初期からの茎数増加が早く、栽培期間中を通して茎数が多めに推移した（第1図）。穂数が多くなるに従って収

量は増加したものの（データ省略）、 $400 \text{本}/\text{m}^2$ を超えると屑米が増加して精玄米歩合が低下した（第11図）。籾数が増加すると登熟歩合が低下し（第7図）、千粒重が軽くなり（第9図）、玄米タンパク質含有率が上昇して品質の低下につながる（第10図）。また、籾数が増加すると一次枝梗籾と二次枝梗籾で炭水化物の競合が生じ、弱勢穎果である二次枝梗籾において登熟歩合や粒の充実が著しく低下する可能性が示唆されていることから（太田ら2010）、粒の大きさのばらつきにもつながると考えられる。そのため、有効茎を確保したら早めに中干しをして分けつを抑制し、穂数、籾数を適切に制御する栽培管理が重要であると考えられた。

5 摘要

(1) 「一穂積」の生育特性は「秋田酒こまち」と比較して草丈は短め、茎数は多め、葉色（葉緑素計値）は並に推移した。

(2) 多肥区は標肥区と比較して草丈は長め、茎数は多め、葉色は濃く推移し、玄米タンパク質含有率が高かった。

(3) 減数分裂期追肥は幼穂形成期追肥と比較して玄米タンパク質含有率が高くなることから、追肥を行う場合は幼穂形成期に行う。

(4) 「一穂積」の目標収量は $54.0\text{kg/a} \sim 57.0\text{kg/a}$ と設定し、目標収量構成要素として千粒重を26.0g程度、 m^2 あたり籾数を24.3～25.1千粒（ m^2 あたり穂数を350～380本）、登熟歩合を85%以上と設定した。

(5) 玄米タンパク質含有率の目標値は $7.0 \pm 0.5\%$ とし、葉色の目標値として、出穂期頃の止葉の葉色（SPAD値）を34.4～37.8と設定した。

(6) 青米粒率と胴割粒率の推移から、刈り取り適期は出穂期後積算気温が $1,000^\circ\text{C}$ から $1,100^\circ\text{C}$ と考えられた。

(7) 幼穂形成期の目標生育量は、茎数が468～523本/ m^2 、草丈は65.0cmを超えないことを目安とする。

6 謝辞

本試験を行うにあたって、佐藤かおり氏、村田美樹

第7表 「一穂積」の目標収量と収量構成要素

	玄米重 (kg/a)	穂数 (本/ m^2)	一穂 籾数 (粒)	m^2 あたり 籾数 (千粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
一穂積	54.0～57.0	350～380	69	24.3～25.1	85以上	26.0程度
秋田酒こまち (参考)	54.0～60.0	300～400	77	23.0～26.0	85	27.0～27.5

注) 「秋田酒こまち」は「『秋田酒こまち』の酒造特性と高品位安定生産マニュアル」より抜粋

子氏, 伊東光浩氏, 佐藤芳勝氏をはじめとする水稻育種担当会計年度任用職員, 関口一樹氏, 信太正樹氏 (現・林業研究研修センター), 児玉洋文氏, 熊谷惣英氏をはじめとする管理担当職員, 佐々木さくら氏をはじめとするフロンティア研修生には調査補助や圃場管理等, 多大なご協力をいただきました。現地試験では菅諭志氏をはじめとした湯沢市酒米研究会 (現 JA こまち酒米部会), 天寿酒米研究会の佐藤博美氏, 雄勝地域振興局農林部農業振興普及課及び由利地域振興局農林部農業振興普及課の作物担当の皆様にご協力をいただきました。また, 醸造試験場上原智美主任研究員, 福田敏之主任研究員 (現・秋田県総合食品研究センター食品加工研究所), 佐藤友紀研究員, 中村勇之介研究員には原料米分析においてご協力をいただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 秋田県醸造試験場. 2022. 令和3年産酒造好適米品種の酒造特性. 秋田県酒米栽培者講習会資料.
- 秋田県農林水産部. 2024. 令和6年度稲作指導指針.
- 秋田県農林水産部水田総合利用課. 2011. 「秋田酒こまち」の酒造特性と高品位安定生産マニュアル. 1-17.
- 秋田県農林水産部水田総合利用課. 2022. 「一穂積」栽培マニュアル.
<https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/62294>
- 長谷川正俊・加藤賢一・武田正宏. 1997. 酒米新品種「出羽燦々」における高品質米生産のための栽培技術の確立. 山形県立農業試験場研究報告. 31:1-11.
- 石丸努・大平陽一・岡村昌樹・山口弘道・古畑昌巳・吉永悟志. 2022. 北陸地域での水稻品種「つきあかり」の安定多収実現に向けた簡便な生育量推定法. 日本作物学会紀事. 91:337-345.
- 伊藤千春・中川進平・渋谷允. 2020. 肥効調節型肥料の窒素溶出パターンが全量側条施肥による水稻「あきたこまち」の生育・収量と玄米タンパク質含有率に及ぼす影響. 日本土壌肥科学雑誌. 91:161-166.
- 勝場善之助・土屋隆生・玉置雅彦. 2002. 酒米「千本錦」における品質向上のための施肥基準. 広島県立農業技術センター研究報告. 72:1-10.
- 川本朋彦・眞崎聡・畠山俊彦・加藤武光・松本眞一. 2007. 秋田県の酒米育種と水稻新品種「秋田酒こまち」の開発. 育種学研究. 9:27-33.
- 前重道雅・小林信也編著. 2000. 最新日本の酒米と酒造り. 東京, 養賢堂, 5-14.
- 農林水産省. 2022. 品種登録公表第522回 (令和4年3月28日官報告示).
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/hinshu/gazette/touroku/contents/522touroku.pdf>
- 農林水産省. 2023. 令和5年産米の農産物検査結果.
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/kensa/kome/attach/pdf/index-36.pdf> (令和5年11月30日現在)
- 太田和也・星野徹也・西川康之・在原克之・小山豊. 2005. 高品質な酒造原料米生産のための「総の舞」の生育特性の解明. 千葉県農業総合研究センター研究報告. 4:77-86.
- 太田和也・小山豊・在原克之. 2010. 温暖地早期栽培における水稻品種「ひとめぼれ」の窒素施用条件並びに栽植密度が籾数及び登熟歩合に及ぼす影響. 日本作物学会紀事. 79:213-220.
- 佐藤大和・石塚明子・荒木雅登・福島裕助・井上拓治. 2013. 酒造適性からみた酒造用一般米品種「夢一献」の施肥法. 福岡県農業総合試験場研究報告. 32:24-28.
- 柴田智・金和裕・佐藤雄幸. 2014. 酒造好適米「秋田酒こまち」の高品位栽培技術の確立. 秋田県農業試験場研究報告. 54:23-37.
- 杉浦和彦・大竹敏也・林元樹・工藤悟. 2001. 酒造好適米「夢山水」の高品質・安定生産技術. 愛知県農業総合試験場研究報告. 33:49-56.
- 住田弘一・加藤直人・西田瑞彦. 2003. 寒冷地水田における肥効調節型肥料の窒素発現の温度依存性. 東北農業研究. 56:57-58.
- 鈴木隆由輝・後藤元・中場勝・本間猛俊・阿部洋平・渡部貴美子・工藤晋平. 2020. 大吟醸酒醸造に適した「雪女神」の栽培法の確立. 山形県農業研究報告. 12:1-18.
- 高橋仁・柴田智・田口隆信・岩野君夫・小林忠彦. 2010. 酒造好適米「秋田酒こまち」の開発とブランド化への取り組み. 日本食品科学工学会誌. 57:447-455.
- 高橋竜一・柴田智・加藤和直・大野剛・児玉雅・小玉郁子・佐藤健介・高橋 (田村) 里矢子・眞崎聡・松本眞一・川本朋彦. 2023. 酒造好適米新品種「一穂積 (いちほづみ)」の育成. 秋田県農業試験場研究報告. 61:1-18.
- 高橋竜一・柴田智・川本朋彦. 2021. 酒造好適米新品種「一穂積」の収量および生育量の目標値の策定. 東北農業研究. 74:1-2.
- 丹野文雄・飯島正光. 1991. 水稻の栄養診断と予測技術に関する研究第6報 粒厚および分けつ別の玄米への窒素集積特性と玄米窒素濃度の予測法. 福島県農業試験場研究報告. 30:1-10.