

酒造好適米品種「ぎんおとめ」の高品質安定栽培法

高橋好範・和野重美*・吉田宏

はじめに

「ぎんおとめ」は岩手県中北部地帯で栽培可能な早生の酒造好適米品種である。2000年に岩手県の奨励品種として普及に移され、県中北部地帯の特徴ある米づくりに寄与するものと期待されている。

「ぎんおとめ」の栽培地帯は作柄の不安定な県中北部であることや酒造以外には使用できない米であることを考え合わせると、収量確保よりも一定レベル以上の品質での安定供給が重要と考えられる。そこで品質の指標として、心白発現率を40%以上、70%搗精白米中の粗タンパク質含有率を5.7%以下とすることを目標とし、これらを達成することを最優先とした栽培法について検討した。

試験方法

1997年から2000年に岩手県農業研究センター(北上市、軽米町)および現地試験圃場において表1の構成に

よって試験を実施した。追肥時期は幼穂形成期頃(以下幼形期と略記)、減数分裂期(以下減分期と略記)頃とした。定法によって草丈、茎数、葉色値、稲体の乾物重、玄米品質を調査した。精玄米収量は基本的に2.1mm篩い調製精玄米重とし、粗玄米重と粗玄米の粒厚分布から求めた。一部の粒厚分布のデータが不足している試験区については1.7mm篩い調製精玄米重で解析した。葉色値は完全展開第2葉身中心部を、ミノルタ社製「葉緑素計 SPAD-502」および富士フィルム社製「富士葉色カラスケール」を用いて測定した。98年と99年は県北農業研究所内圃場で出穂後に経時的に試料を採取して黄化粉と玄米品質について調査した。稲体および玄米の窒素濃度は60℃の通風乾燥機で乾燥後、ウイレー式粉砕器で粉砕した試料を硫酸-過酸化水素分解し、ブランルーベ社製オートアナライザー AACs II型によって測定した。また、酒造適性については岩手県工業技術センターで行ったが、70%搗精白米中粗タンパク質の分析は煩雑であることから、1.9mm篩い調製精玄米の前述による窒素濃度にタンパク質換算係数5.95を乗じて玄米の粗タンパク質含有率を求め、解析に利用した。検査等級は

表1 試験場所及び試験区の構成、処理内容

試験場所	標高 (m)	試験 年次	苗質	栽植密度 (株/㎡)	窒素施肥量 (g/㎡)		主な調査項目
					基肥	追肥	
軽米町県北農業 研究所	240	97~2000	散播中苗 散播成 苗	18.2~31.5	0, 4, 6, 8	0, 2	追肥時期
二戸市	80	99~2000	散播中苗, ポット 成形育苗	18.3~20.0	0, 4, 6, 8	0, 2	移植時期, 追肥時期, 刈取り適期, 栽植密 度
岩手町	220	2000	散播中苗	18.4	4, 6	2	基肥量, 追肥時期
玉山村	210~260	99~2000	散播中苗	18~20.9	2.4, 6.4, 8.4, 10.4	0, 2	基肥量, 追肥時期, 栽 植密度
西根町	265~280	99~2000	散播中苗	16.9~21.6	0, 4, 6, 8	0, 2	基肥量, 追肥時期
雫石町	205	99	散播中苗	18.7	6	3.1	出穂期
浄法寺町	200	99	散播中苗	18.5	9.8	0.7	出穂期
北上市農業研究 センター (参考調査)	80	97~2000	稚苗散播中苗	17~25.8	2, 4, 7	2, 3	追肥時期, 栽植密度, 刈取り適期,

*盛岡農業改良普及センター

1.9mm 篩い調製精玄米について、醸造用玄米としての検査を食糧事務所に依頼して実施した。気象データについては県北農業研究所における観測データを用いた。栄養診断指標値の作成に当たっては県北農業研究所および現地試験のデータを用いたが、データ数の少ない心白発現率、白米中の粗タンパク質含有率については北上市のデータも採用して解析した。

試験結果

1 目標生育量の設定

(1) 目標籾数の設定

試験期間内で作況指数が100を下回ったのは98年(作況指数96)のみで、比較的登熟条件に恵まれた年次の試験例が多くなった。「ぎんおとめ」は㎡当たり籾数の増加に伴って登熟歩合は低下し、特に29千粒/㎡を越えると急激に登熟歩合が低下する傾向を示した。「かけはし」や「たかねみのり」等の県中北部で栽培されているうるち米品種では、その関係は直線的に低下する例が多いが、「ぎんおとめ」では二次曲線で近似されるパターンを示した(図1)。心白発現率と検査等級についても㎡当たり籾数とは負の相関が認められ(図2)、㎡当たり籾数が29千粒/㎡を越えると心白発現率が40%以下となり、検査等級も一等以下となる例が増加した。糖度や精米時破碎率等は籾数などの生育量や施肥法などとは一定の関連が認められなかった(データ省略)。70%搗精白米中粗タンパク質含有率は、籾数が35千粒/㎡を越えた試料において75%搗精白米の場合の酒造適性基準値を超える例が認められた。この斎藤らの酒造適性基準値⁹⁾は75%搗精白米の条件で作成されているが、現在の酒造用原料米統一分析法では70%搗精白米で行うこととされている。従って厳密には75%搗精白米での基準値を当てはめることは出来ない。しかし、酒造好適米品種の育種に際し、早い段階から選抜する目的に使用するには75%搗精白米での基準値は有用であると判断して活用してきたものである。

玄米を70%搗精白米にする作業は農業研究所内では不可能であるため、1.9mm 篩い調製精玄米中の粗タンパク質の分析を実施し、70%搗精白米における粗タンパク質含有率の変動と併せて、栽培条件が米粒中の粗タンパク質含有率に及ぼす影響を調査した。70%搗精白米における酒造適性基準値は作成されていないため、5%の搗精歩合の違いが白米中の粗タンパク質含有率に与える影響は小さいという前提に立ち、70%搗精白米における粗タンパク質含有率の分析値を75%搗精白米における酒

造適性基準値中の粗タンパク質含有率と比較する形で解析を行った。その結果、1.9mm 篩い調製精玄米中の粗タンパク質含有率は㎡当たり籾数が29千粒/㎡を越えるような過剰生育の条件で急激に上昇する傾向が認められたが、それ以下のレベルでは籾数との間に一定の傾向は認められなかった(図2)。70%搗精白米中の粗タンパク質含有率と1.9mm 調製精玄米中の粗タンパク質含有率との関係から、精玄米における推定適性値の範囲を求め、追肥時期の違いを考慮してプロットしたところ、減分期追肥は幼形期追肥に比較して玄米中の粗タンパク

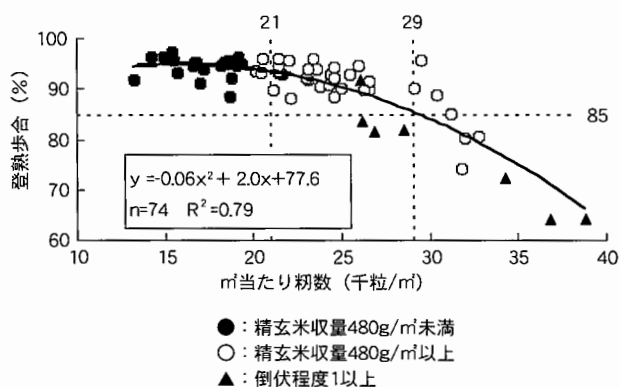


図1 ㎡当たり籾数と登熟歩合及び2.1mm 篩調製精玄米収量との関係

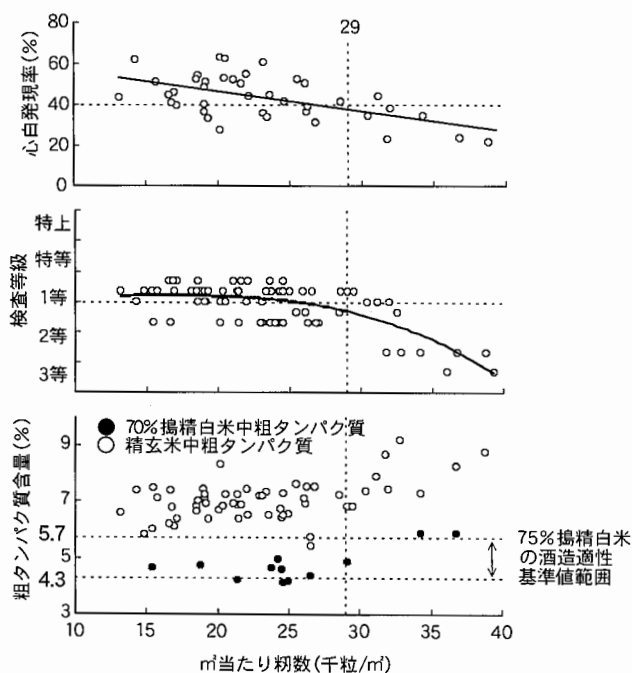


図2 ㎡当たり籾数と外観品質及び粗タンパク質含有率との関係

注) 酒造適性基準範囲: 岩手県工業技術センター斎藤らによる75%搗精白米中粗タンパク質含有率の酒造適性基準値。

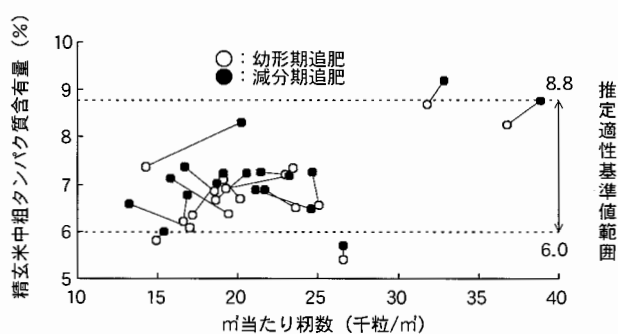


図3 追肥時期の違いがm²当たり粒数及び精玄米中粗タンパク質含有量に及ぼす影響

注) 推定適性基準値範囲: 70% 搗精白米で示されている酒造適性値(4.3~5.7%)と1.9mm篩い調製精玄米中の粗タンパク質含有率の関係から推定した。精玄米中の粗タンパク質含有量がこの範囲に納まれば、70% 搗精白米中の粗タンパク質も酒造適正値を満たすことが期待される。

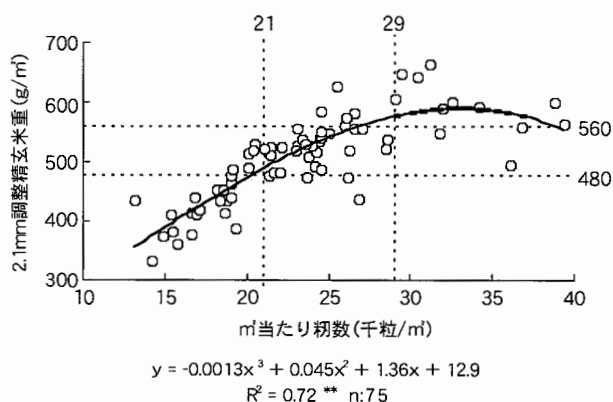


図4 m² 当たり粒数と精玄米収量との関係

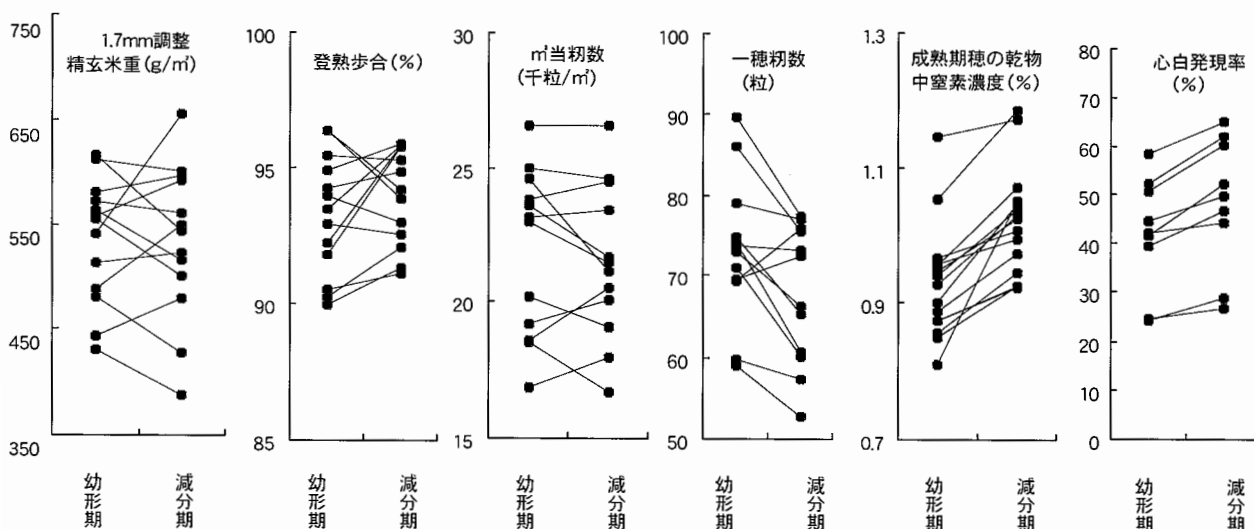


図5 追肥の時期が収量構成要素に与える影響

質含有率を上昇させる傾向が認められたが、m²当たり粒数が29千粒/m²以下のレベルではその差は小さく、推定適性値範囲を越える例はなかった(図3)。

一方、粒数が29千粒/m²を越える試料においては幼形期追肥区でも推定適性値付近となる例が認められた。精玄米収量は粒数と正の相関が認められ、粒数が29千粒/m²以上では頭打ちとなったが、21千粒/m²程度でも480g/m²程度の収量は確保されていた(図4)。

以上のことから、目標生育量としてはm²当たり粒数を選択し、上限を29千粒/m²と設定した。下限については480g/m²程度の2.1mm篩い調製精玄米重が期待できる粒数として21千粒/m²程度と判断した。

(2) 追肥時期による生育量および白米中粗タンパク質含有率の変動

次に追肥時期の違いが収量構成要素や穂の乾物中空素濃度、および心白発現率に及ぼす影響を検討した(図5)。幼形期追肥は減数分裂期追肥よりも明らかに一穂粒数の増加が認められ、m²当たり粒数もやや向上する傾向が認められた。一方減分期追肥区は明らかに一穂粒数が低下して、m²当たり粒数はやや低めとなるが、登熟歩合は高まり心白の発現率も向上した。成熟期の穂の窒素濃度は上昇したが、追肥を減分期にしたことによる濃度上昇は0.1%程度に止まっていた。70%搗精白米中粗タンパク質含有率と、1.9mm篩い調製精玄米中の粗タンパク質含有率とは正の相関($y = 1.64x - 0.94, r^2 = 0.67^{**}, n = 12$)があることから、1.9mm篩い調製精玄米における粗タンパク質の推定適性値範囲(6.0~8.8%)を求めて粒数との比較を行い、より多くのサンプルでの検討を行った(図2, 3)。減分期追肥は幼形期追肥に比較すると玄米中の粗タンパク質含有率は上昇するものの、m²当たり粒数が

29 千粒 / m²以下の条件であれば、推定適正值上限を上回る危険性は小さいと判断した。追肥時期が精玄米収量に与える影響については、m²当たり粒数が低いレベルでは幼形期追肥がやや勝る事例が多いが明確な傾向は認められなかった (図 5)。

県中北部においてのうち米品種の栽培法では追肥時期はほとんどの場合幼形期である⁵⁾。これは、岩手県の県中北部は寒冷でm²当たり粒数確保が困難な気象条件であり、幼形期追肥によって粒数を確保することが収量確保に有利であるためと考えられる。「ぎんおとめ」においてもm²当たり粒数確保には基本的に幼形期追肥が有利であることについては他の県中北部の水稻奨励品種と同様であった。しかし「ぎんおとめ」は追肥時期による粒数の違いが収量に与える影響については一定の傾向が認められない (図 4, 11)。これは比較的初期生育の旺盛な品種であることや⁵⁾、粒数の低下を千粒重の増加で補うことなどによるものと考えられる。また「ぎんおとめ」の障害型耐冷性については“中”と県中北部の品種としては明らかに不十分であり⁵⁾、障害型不稔に対する対策

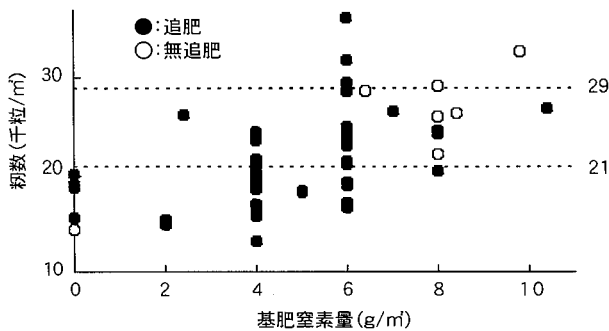


図 6 基肥窒素施用量と粒数との関係

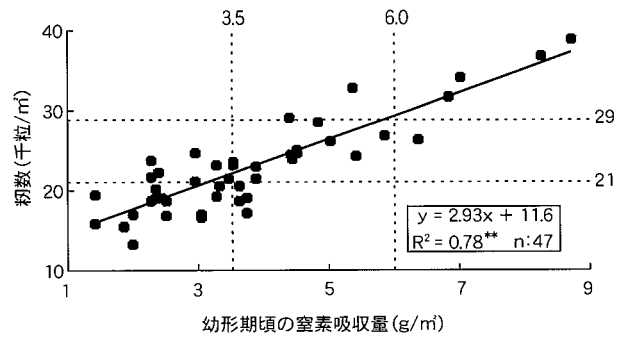


図 7 幼形期頃の窒素吸収量とm²当たり粒数との関係

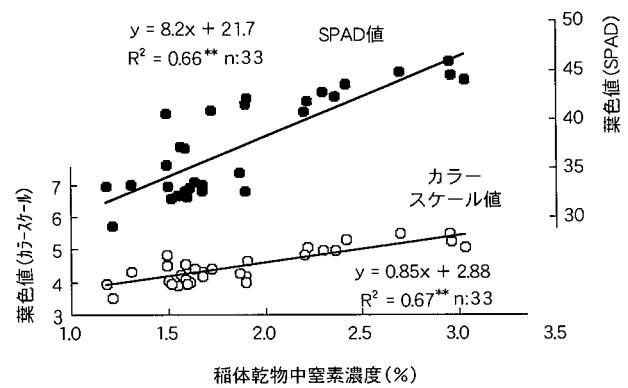


図 8 幼穂形成期付近の稲体乾物中窒素濃度と葉色値(測定葉位:n-2)との関係

が必要であるが、施肥面で障害型不稔に対するリスクを小さくするためには、減分期追肥が有利であるとされている⁵⁾。これらのことを考え合わせ、「ぎんおとめ」の追肥時期についてはm²当たり粒数確保を重視した従来品種とは異なった対応が必要と考えられる。

表 2 適正粒数を確保するための各生育診断指標要素の相関式と採用した指標値

生育診断指標要素	同左 単位	m ² 当たり粒数を目的値とした近似式	サンプル数	R二乗値 ^{注)}	採用した指標値 下限 上限	備考
6月下旬地上部乾物重	g / m ²	-	45	-	40 80	近似式が有意でないため、乾物中窒素濃度及び吸収量の指標値から逆算した。
6月下旬稲体乾物中窒素濃度	%	y = 7.8x + 1.7	45	0.71 **	2.5 3.5	
6月下旬稲体窒素吸収量	g / m ²	y = 2.9x + 17.2	45	0.45 **	1.5 3.0	
幼穂形成期地上部乾物重	g / m ²	y = 0.044x + 12.9	47	0.78 **	200 400	
幼穂形成期稲体乾物窒素濃度	%	y = 8.6x + 7.9	47	0.70 **	1.7 2.1	
幼穂形成期稲体窒素吸収量	g / m ²	y = 2.9x + 11.6	47	0.88 **	3.5 6.0	
穂揃期地上部乾物重	g / m ²	y = 0.028x + 2.6	49	0.70 **	680 900	
穂揃期稲体乾物中窒素濃度	%	y = 22.9x + 1.2	49	0.66**	0.8 1.1	
穂揃期稲体窒素吸収量	g / m ²	y = 2.2x + 7.4	49	0.86**	6.0 9.0	
幼穂形成期栄養診断値(カラースケール)		y = 8X · 10 ⁻⁵ + 15.0	49	0.56 **	50,000 150,000	草丈 (cm) × 茎数 (本 / m ²) × 葉色値
幼穂形成期栄養診断値(葉緑素計 SPAD)		y = 9X · 10 ⁻⁶ + 15.4	51	0.57 **	600,000 1,200,000	草丈 (cm) × 茎数 (本 / m ²) × 葉色値
稈長	cm	y = 0.68x - 24.4	68	0.78**	66 75	
穂数	本 / m ²	y = 0.061x + 2.5	68	0.69 **	300 400	
一穂粒数	粒	y = 0.35x - 1.7	76	0.41 **	65 85	
2.1mm 調製玄米千粒重	g / 千粒	y = -4.7x + 151.9	36	0.38 *	26 28	

注) *, **はそれぞれ5%, 1%の危険率で有意

2 目標生育量確保のための栽培法

「ぎんおとめ」は千粒重が大きいいため、通常の播種量では植付本数がやや不足する傾向が認められた(データ省略)ため、播種重量は通常の品種に比較してやや多めとすることが必要と考えられる。また、減肥区では目標㎡当たり籾数の確保が難しいことや、8 g / ㎡を越える多窒素条件では、追肥を行わなくとも目標㎡当たり籾数を越える生育量となる例が多かったことから、施肥窒素量は「たかねみのり」並の標肥とし約6 g / ㎡程度が必要と判断した(図6)。同様に栽培試験によって得られた㎡当たり籾数と栄養診断指標要素との近似式から表2のように栄養診断値を策定した。このなかで、幼形期の稲体窒素吸収量と㎡当たり籾数との相関は高く(図7)、幼形

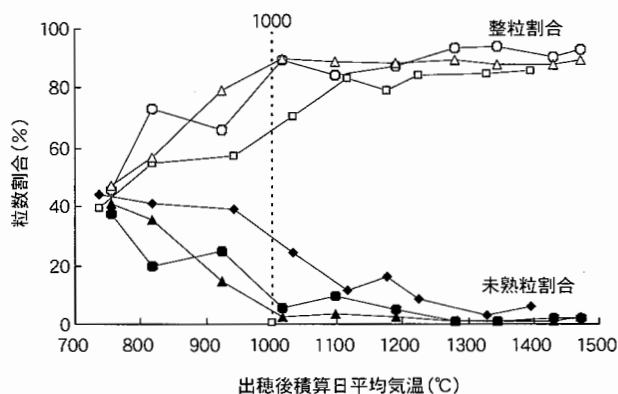


図9 出穂後積算平均気温と整粒歩合及び未熟粒歩合との関係

◇:98幼形期追肥 ○:99幼形期追肥 △:99減分期追肥
◆:98幼形期追肥 ●:99幼形期追肥 ▲:99減分期追肥

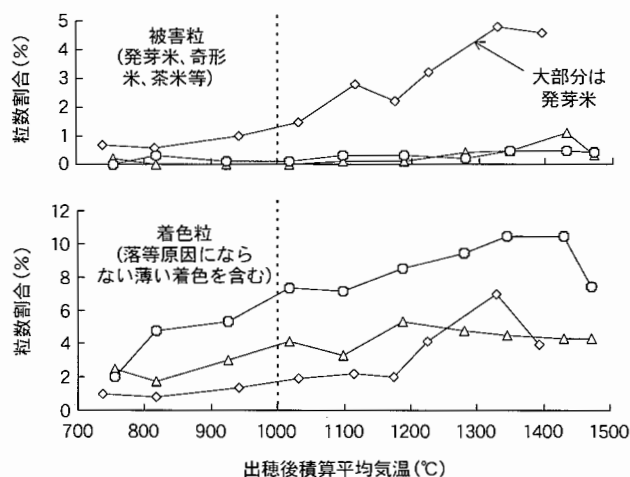


図10 出穂後積算気温と被害粒割合及び着色粒割合の推移

◇:98年幼穂形成期追肥 △:99年幼形期追肥
○:99年減分期追肥

期の指標値によって追肥の要否判定を行うことは妥当と判断された。稲体乾物中の窒素濃度と葉色値とは正の相関が認められるため(図8)、葉色値と草丈・茎数から簡易に求められる簡易栄養診断値についても、精度はかなり落ちるものの実用上は有用と判断して指標値を示した(表2)。同様に稈長、一穂籾数、穂数、千粒重についても目標㎡当たり籾数との関係から求めた(表2)。

3 刈取り適期

98年および99年に出穂後に経時的に穂を採取して玄米の品質調査を実施した。ここでの着色粒は経時的な変化を明らかにするためごく薄い着色粒も含めてカウントしており、通常の品質調査においては、被害粒に分類されるものも含んでいる。積算日平均気温が1,000°Cを越えると整粒歩合は70%程度を確保することが多く、そのとき、未熟粒は20%以下となった(図9)。また、1,100°Cを越えると被害粒や着色粒が増加する傾向が認められた(図10)。98年の被害粒は99年に比較して大幅に多いが、この年次の被害粒の多くは発芽粒であった。「ぎんおとめ」の穂発芽性は「中」と「たかねみのり」より穂発芽しやすいことや、「たかねみのり」よりやや熟期が早いことから成熟期をより気温の高い状態で迎えることになるため、発芽粒には十分な留意が必要である⁵⁾。乾燥試験は実施しなかったが、大粒であることから、急激な乾燥は胴割れ等の発生が懸念されることから、乾減率を毎時0.5%程度に抑えることが必要と考えられる⁶⁾。

考 察

岩手県の県中北部は冷涼で水稲栽培には不利な地帯であり、品種的にも栽培環境的にも生産される米の競争力は低いと言わざるを得ない。しかしそのような環境のなかでも水稲は最も大きな栽培面積を持つ主要な農産物の一つである。このような地域のなかで、「ぎんおとめ」のような主食米以外の米生産は、地域の特徴的な稲作のあり方の一つとして大きな期待がもたれている。他の酒造好適米品種と同様に「ぎんおとめ」についても全量契約栽培であり、一般うるち米に比較して若干高めの価格設定がなされているために、栽培農家は安心して高品質米栽培に専念出来るメリットがある。一方、酒造会社側も比較的低価格の酒造好適米が確保できるうえに、地元の農家が生産した米で地元の酒造会社が酒づくりを行うという特徴的な酒づくりが行えるメリットがあると考えられる。

酒米は醸造会社から見れば工業原料であり、最も重視

表3 心白発現率とそれに関与する形質との単相関係数一覧

項目	籾数	一穂籾数	登熟歩合	稈長	幼形期窒素濃度	幼形期窒素吸収量
籾数						
一穂籾数	0.49**					
全体登熟	-0.89**	-0.57**				
稈長	0.84**	0.27	-0.65**			
幼形濃度	0.73**	0.18	-0.61**	0.85**		
幼形吸収	0.89**	0.29	-0.86**	0.84**	0.73**	
心白発現率	-0.59**	-0.21	0.61**	-0.43*	-0.40*	-0.55**

注：*，**はt検定においてそれぞれ5%，1%の危険率で有意である。

表4 生育診断基準及び収量構成要素診断基準

稈長 (cm)	穂数 (本/㎡)	一穂籾数 (粒)	㎡当たり籾数 (千粒)	精玄米千粒重* (g)	精玄米収量* (g/㎡)
66～75	300～400	65～85	21～29	26～28	480～560

注：2.1mm篩い調製精玄米

表5 ぎんおとめ栽培上の留意点

基肥	追肥	栽植密度	イモチ病防除	刈取り適期
たかねみのり並の標肥。窒素成分6g/㎡程度	減数分裂期重点。	22株/㎡程度	適期に予防防除を行う。	登熟積算平均気温で1000～1100℃程度。黄化籾割合80%程度。

表6 ぎんおとめの栄養診断指標

診断項目	地上部乾物重 (g/㎡)	稲体窒素濃度 (%)	窒素吸収量 (g/㎡)
診断時期			
6月下旬	40～80	2.5～3.5	1.5～3.0
幼穂形成期	200～400	1.7～2.1	3.5～6.0
穂揃期	680～900	0.8～1.1	6.0～9.0

表7 幼穂形成期における稲体窒素濃度に対応する葉色¹⁾及び簡易栄養診断値

測定法	ぎんおとめ葉色対応値	たかねみのり葉色対応値(参考)	ぎんおとめ簡易栄養診断値 ⁴⁾
カラースケール ²⁾	4.3～4.8	(5.0～5.5)	5～15×10 ⁴
葉緑素計 ³⁾	36～40	(40～44)	6～12×10 ⁵

- 1) 葉色測定葉位をn-2 (nを最上位葉とし、0.8葉以上を展開葉とみなす)とした場合の単葉の葉身中央部付近の葉色。
- 2) 富士フィルム社製「富士葉色カラースケール」による。
- 3) ミノルタ社製「葉緑素計 SPAD-502」による。
- 4) 草丈 (cm) × 茎数 (本/㎡) × 葉色値

されるのは品質の安定や供給量の安定確保である。「ぎんおとめ」は心白発現率が少ない品種であり⁹⁾、籾数が過剰となると心白流れ粒の発生率が高まり心白発現率が低下して検査等級が低下することが確認された。心白発現率の向上には、登熟を向上させる形質が関与しており^{1-47,10)}、出穂前の日照量や登熟温度によっても左右される。栽培法の面からは、㎡当たり籾数を一定レベル以下に制御し、千粒重を大きくする管理が重要であり、施肥法については基肥を控えめとして、減数分裂期追肥を行う方法が有

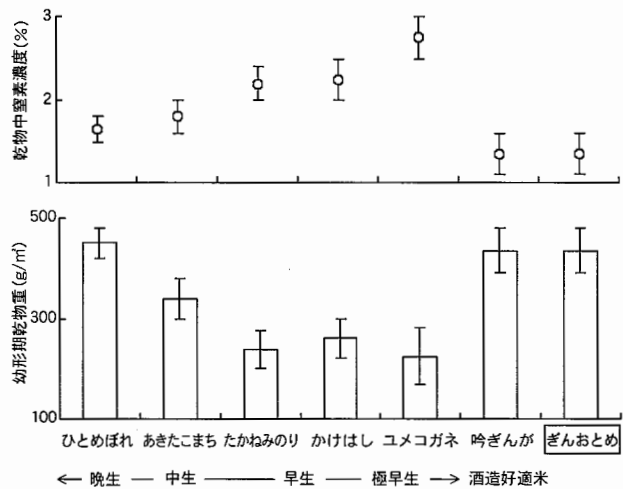


図11 岩手県内の主要品種の幼穂形成期栄養診断基準値比較

利であるとする例が多い^{2,3,7,10)}。今回の試験においても、心白発現率は登熟を高める管理や条件によって高まることが確認され、既往の報告と同様であった(表3)。

籾数と心白発現率、検査等級、米粒中の粗タンパク質含有率とは負の相関が認められた(図2、表2、3)。検査等級1等を確保し、70%搗精白米中の粗タンパク質含有率が酒造適性基準値以内に収まる目標生育量として、㎡籾数の上限を29千粒/㎡と定めた。このときの心白発現率は約40%程度を確保することとなる。また、精玄

米収量 480g/㎡が期待できる㎡籾数として下限を 21 千粒/㎡とした(図 2, 3, 4, 表 2)。

表 4～6 に「ぎんおとめ」の目標㎡籾数を確保するための生育診断・収量構成要素診断基準, 栽培法, 栄養診断基準を示した。これにより, 幼穂形成期に栄養診断を行い, 診断値以下であれば幼穂形成期追肥のみを, 範囲内であれば減数分裂期追肥のみを行うこととし, 範囲を超える場合には追肥は見合わせることにする。「ぎんおとめ」は葉色が淡く, 幼形期における適正な葉色は「たかねみのり」など他の同熟期の品種とは大きく異なるため, 葉色が淡いと判断して無用な追肥を施してしまう恐れがある。葉色はカラスケールや葉緑素計を用いて実測することが重要である(表 7)。

「ぎんおとめ」の目標㎡当たり籾数の幅は他品種の基準に比較してかなり広く設定された⁹⁾。これは、「ぎんおとめ」の粒重が大きくその変動幅も比較的大きい品種であることや, ㎡当たり籾数が少なくとも, 登熟歩合と千粒重を増加させることによって収量が確保されること, ㎡当たり籾数の増加に伴う登熟歩合が他の品種に比較して急激に低下することなどによるものと思われる。目標㎡籾数の幅は岩手県で作成された他品種の基準値に比較して広いが, 幼穂形成期における栄養診断基準値の幅については, 岩手県で過去に作成した他品種の基準値と同等である(図 11)。

摘 要

岩手県の県中北部でも栽培可能な早生の酒造好適米品種「ぎんおとめ」について, 心白発現率 40%以上で検査等級 1 等以上を確保することと, 70%搗精白米中の粗タンパク質含有率が 5.7%以下となることを特に重視して栽培法を検討した。

心白発現率や検査等級, および白米中粗タンパク質含有率等の酒造好適米としての品質を確保するためには目標生育量として㎡当たり籾数で 21～29 千粒/㎡程度とすることが重要であると判断した。これを確保するための施肥法としては, 基肥は標肥とし幼形期の栄養診断指標を基に追肥の要否判定を行い, 追肥を行う場合には減分期を重点時期とする。減分期追肥は幼形期追肥に比較して籾数が低下することや白米中の粗タンパク質含有率をやや上昇させる点で不利であるが, 登熟歩合や心白発現率は減分期追肥が有利であることや, 障害不稔に対するリスクも考慮して総合的に減分期が有利と判断した。追肥時期を減分期にすることによる粗タンパク質含有率の上昇割合は小さく, 目標㎡当たり籾数の範囲内であれ

ば酒造適性基準の範囲内に十分制御可能である。「ぎんおとめ」の葉色は「たかねみのり」などに比較してかなり淡いことから, 追肥の要否判定の際には注意を要する。品質を重視した刈取り適期は出穂後の積算平均気温で 1,000～1,100℃を確保した頃である。

引用文献

- 1) 芳賀静雄・今野周・山川淳・谷口恵之助・宮野斉(1991): 酒米品種「美山錦」の品質変動, 東北農業研究, 44, 45-46
- 2) 花見厚(1989): 酒米(五百万石)の窒素栄養と心白粒の発現, 東北農業研究, 42, 51-52
- 3) 花見厚(1989): 酒米「五百万」の生育相と米質について, 福島農試研報, 28, 1-24
- 4) 長谷川正俊・加藤賢一・武田正宏(1997): 酒米品種「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, 山形農試研報, 31, 1-10
- 5) 畠山均・菅原浩視・佐々木力・小田中浩哉・高橋真博・高橋伸夫・漆原昌二・小綿寿志・扇良明・中野央子・中西商量・上野剛(2001): 酒造好適米品種「ぎんおとめ」の育成, 岩手農研セ研報, 2, 85-96
- 6) 岩手県農政部(2001): 平成 13 年度稲作指導指針, 47-69
- 7) 前重道雅(1993): 酒米の生産技術に関する研究, 広島農技セ研報, 56, 1-126
- 8) 小野剛志(1996): 東北の稲研究, 601-608
- 9) 斎藤博之・西澤直之(1996): 新品種酒造米の醸造適性を推定する方法, 醸協, 91, 737-744
- 10) 若井芳則・清川良文・白石真奈美・小西康夫(1989): 酒米特性に及ぼす栽培土壌と施肥の影響, 醸協, 84, 707-716