

酒造好適米“秋田酒こまち”の高品位栽培技術の確立

柴田 智、金 和裕、佐藤 雄幸

抄 録

水稲品種“秋田酒こまち”は、秋田県農業試験場で育成した酒造好適米である。2003～2008年の6年間にわたり醸造適性の向上を目指した栽培技術の確立に取り組んだ。玄米蛋白質含有率に関しては、目標上限値を7.2%に設定して、稲体の窒素吸収量との関係から目標収量を60kg/a、籾数を22,600粒/m²程度と定めた。穂数の確保は、中苗の場合は主茎と第3～5節1次分げつ、稚苗の場合は主茎と第2～4節1次分げつを主体にすることが玄米蛋白質含有率の低下には重要と考えられた。そして、玄米蛋白質含有率と葉緑素計値の関係から、玄米蛋白質含有率が7.2%を越えないように葉色の目安を策定した。また、目標収量を確保するために幼穂形成期の目標生育量は、生育診断値(草丈×茎数×10⁻⁴)が2.47～3.40の範囲であることを明らかにした。心白に関しては、腹白状の心白型比率を30%以下に低くするため、千粒重の目標値を27.5gに設定し、幼穂形成期の生育診断や葉色の目安を参考にした追肥の判定方法を策定した。胴割粒に関しては、刈り遅れによる胴割粒の発生を防ぐため、出穂期翌日からの積算気温が1,000℃に到達する頃が刈り始めの目安となることを明らかにした。

キーワード：秋田酒こまち、玄米蛋白質含有率、千粒重、胴割粒、腹白状心白、葉緑素計値

目 次

抄録	23	6 分げつ発生の特徴と次位節位別着生粒の解析	33
1 緒言	23	7 総括	34
2 玄米蛋白質含有率と収量及び葉色の関係	24	8 謝辞	35
3 幼穂形成期の目標生育量の策定	27	引用文献	35
4 玄米横断面の心白型の施肥反応	30	Abstract	37
5 刈り取り適期の策定	31		

1 結 言

酒造好適米“秋田酒こまち”は、秋田県農業試験場で育成され、2004年に品種登録された。その特性は、“美山錦”と比較すると玄米蛋白質含有率が低く、千粒重が大きく、玄米外観品質に優れ、耐倒伏性が強くなっている(川本ら2007)。2003年に秋田県の奨励品種に採用され、2008年には県内での作付けが158haまで増加した。また、銘柄別検査数量(醸造用玄米)は、全国で9番目に多い1,059tであった(農林水産省2009)。

清酒用原料に供される米穀は、全国的に使用量が減少傾向にある。その中で、酒造好適米として麴菌・酒母用に使用される醸造用玄米の販売数量は、同水準で推移している。また、2006年5月1日の酒税法改正により原料米の使用比率の増加が見込まれている(農林水産省2007)。

本報告の一部は、日本作物学会東北支部第50、51回講演会で発表した。本報告の一部は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業(農水省委託事業)により行った。

2014年3月28日受理

秋田県では、“秋田酒こまち”のブランド化を推進する事業(秋田酒こまちブランド確立促進事業：2003～2007年)を始めた。特に、2006～2008年の3年間は、秋田県総合食品研究所醸造試験場を中心に、秋田県立大学、秋田県酒造組合、あきた企業活性化センターと秋田県農業試験場が共同で、「“秋田酒こまち”の栽培技術確立と産地ブランド化」を目標に、高品位酒米の生産や“秋田酒こまち”に適した酒造技術の開発と商品化に取り組んだ。

この結果、“秋田酒こまち”の玄米蛋白質含有率が少ない特性を活かして、新たに開発された麴菌(高橋ら2010)と酵母(渡辺ら2010)を組み合わせた新規格純米酒が商品化された。また、秋田県酒米生産流通対策協議会からは、2011年4月に「“秋田酒こまち”の酒造特性と高品位安定生産マニュアル」が発刊された(秋田県農林水産部水田総合利用課2011)。

本報告は、このマニュアルの農業試験場が担当した高品位安定生産に関する部分を取りまとめたものである。

2 玄米蛋白質含有率と収量及び葉色の関係

(1) 材料と方法

試験は、2005、2006年に農業試験場（以下農試）の水田ほ場（細粒強グライ土）で、“秋田酒こまち”を用いて行った。育苗は、稚苗では乾籾重 180 g、中苗では乾籾重 100 g を播種して行った。育苗日数は、稚苗で 20～21 日間、中苗で 34 日間、移植時の葉齢は、それぞれ 2.0～2.2 葉と 3.3 葉であった。試験区の設定は、第 1 表に示したとおりで栽植密度 21 株/m²で機械移植した。

茎数及び穂数は、各区 20 株について植え付け本数を株当たり 4 本に調整して調査した。葉色は、葉緑素計（コカミルセンソグ社製 SPAD502）を用いて、幼穂形成期には、上位から 2 葉目の完全展開葉、穂揃期には止め葉の中心部を各区 20 株について測定した。

部分刈り収量は、成熟期に各区 96 株を採取し、篩い目 2.0mm 以上の精玄米重を測定し玄米水分 15% に換算して算出した。籾数と登熟歩合（塩水選比重 1.06）は、成熟期に平均穂数に近い株を各区 5 株採取して計測した。

窒素吸収量は、幼穂形成期、穂揃期、成熟期に平均茎数または穂数に近い株を各区 3 株採取し、80℃で 2 日間送風定温乾燥機（FV-1500 ADVANTEC 社製）を使用して乾燥した後に粉碎してケダール法により測定した。玄米生産効率、成熟期の窒素吸収量と精玄米重から計算した（稲津 2005）。

第1表 試験区の設定

供試年	苗種	試験区	追肥窒素量			供試面積 m ²	区数
			基肥窒素量 kg/a	幼穂形成期 kg/a	減数分裂期 kg/a		
2005	稚苗	3-0-0	0.3	0	0	30、23	2
	稚苗	3-2-0	0.3	0.2	0		
	稚苗	3-0-2	0.3	0	0.2		
	稚苗	5-0-0	0.5	0	0		
	稚苗	5-2-0	0.5	0.2	0		
	稚苗	5-0-2	0.5	0	0.2		
	稚苗	7-0-0	0.7	0	0		
	稚苗	7-2-0	0.7	0.2	0		
	稚苗	7-0-2	0.7	0	0.2		
	中苗	5-0-0	0.5	0.2	0		
中苗	5-2-0	0.5	0.2	0			
中苗	5-0-2	0.5	0	0.2			
中苗	5-0-2	0.5	0	0.2			

注)試験区は、基肥窒素量-幼穂形成期追肥窒素量-減数分裂期追肥窒素量を示す。
移植日は、2005年は5/19、2006年は5/17。
リン酸と加里は基肥窒素量と同量施用した。

玄米蛋白質含有率は、篩い目 2.0mm 以上の精玄米についてケダール法により全窒素を測定し、これに蛋白質換算係数 5.95 を乗じて求め乾物換算した(大坪 1996)。秋田県内で一般栽培された“秋田酒こまち”の玄米蛋白質含有率の分析は、2005 年は 127 点、2006 年は 209 点について醸造試験場（以下醸試）で行った。

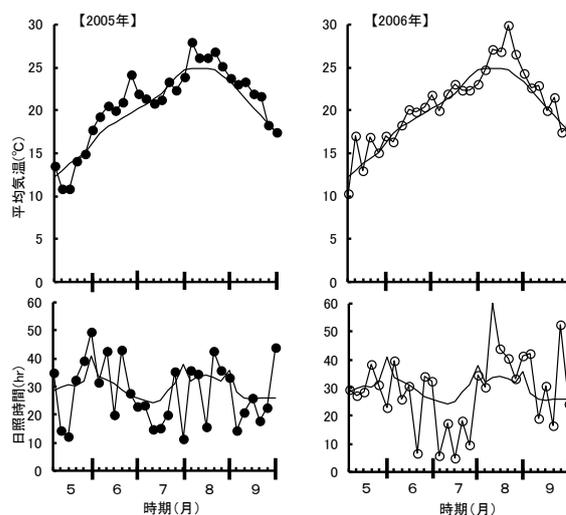
葉色と玄米蛋白質含有率の関係における幼穂形成期追肥と減数分裂期追肥の 2 本の回帰式の併合は、川端（1980）の方法で行った。

水稻の生育期間の気象概況は、アメダス地点秋田のデータを基に解析した。

(2) 結果

① 気象概況

第 1 図に気象経過を示した。2005 年は、移植後の 5 月下旬から 6 月まで高温多照で経過した。7 月は、気温が平年並か低く日照時間は少なかったが、8 月と 9 月上旬中旬は高温で経過した。2006 年は、移植後の 5 月下旬の気温が平年並だったが日照時間が少なく、6 月は気温がやや高かったが、中旬が少照であった。7 月は少照で下旬が平年より低温であったが、8 月が高温多照、9 月が多照で経過した。両試験年の作柄は、秋田県で最も多く作付けされている“あきたこまち”の場合、登熟期の気象条件が順調に経過したことから登熟歩合が高く、玄米重は平年よりやや多く、玄米千粒重は平年並であった（注：平成 17 年度 作況ニュース第 8 号総括編、平成 18 年度 作況ニュース第 8 号総括編、秋田県農林水産部）。



第1図 生育期間の半月別気象条件(アメダス観測地点秋田)
(●:2005年、○:2006年)

② 玄米蛋白質含有率の分布実態

秋田県内で一般栽培された“秋田酒こまち”の玄米蛋白質含有率について、2005 年は 127 点、2006 年は

209 点のサンプルを分析した。玄米蛋白質含有率は、6.0%以上 8.4%未満の範囲にあり、平均値は 2005 年が 7.0%、2006 年が 7.1%だった。それぞれの平均値の 99%信頼区間は、6.94~7.09%と 7.00~7.14%だった(第2図)。

③成熟期の窒素吸収量と収量、玄米蛋白質含有率の関係

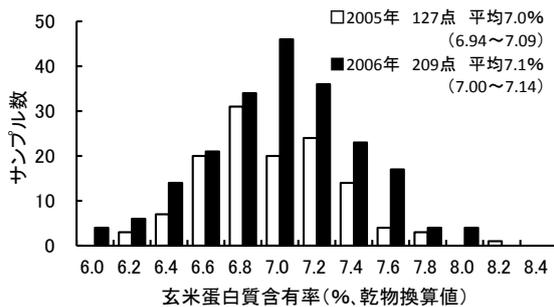
成熟期の窒素吸収量と籾数の関係は、成熟期の窒素吸収量が多くなるにしたがい㎡当たり籾数は増加した。成熟期の窒素吸収量が 11g/㎡で、籾数は 22,600 粒/㎡だった(第3図)。成熟期の窒素吸収量と玄米蛋白質含有率の関係は、成熟期の窒素吸収量が多くなると高まり、成熟期の窒素吸収量が 11g/㎡で、玄米蛋白質含有率が 7.2%だった(第3図)。

籾数と玄米重、登熟歩合の関係は、㎡当たり籾数が増えるにしたがい、玄米重が増加した。しかし、籾数が 25,000 粒/㎡付近から登熟歩合が低下し玄米重の増加が停滞した。籾数が 22,600 粒/㎡の時、玄米重が 60kg/a だった(第4図)。

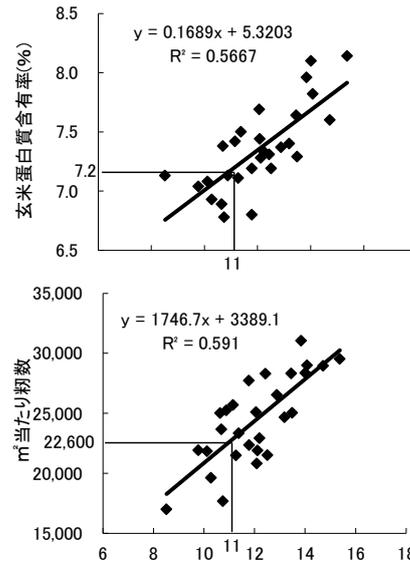
穂数と㎡当たり籾数の関係は、穂数が増えると㎡当たり籾数が増加した。穂数は 310 本/㎡で籾数が 22,600 粒/㎡だった(第5図)。

玄米生産効率と玄米蛋白質含有率及び窒素吸収量と玄米生産効率は負の相関が見られ、成熟期の窒素吸収量が 11g/㎡の時、玄米生産効率が 52.5 で、この時の玄米蛋白質含有率は 7.2%であった(第6、7図)。

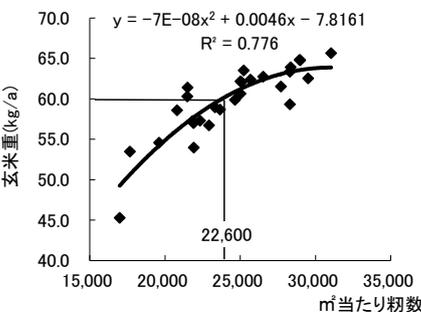
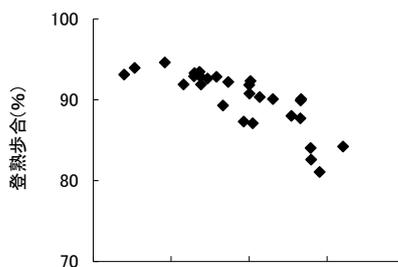
なお、本試験での玄米外観品質(秋田農政事務所検査)は、2006 年の稚苗 5-0-2 区の特等を除いてすべて 1 等であった。



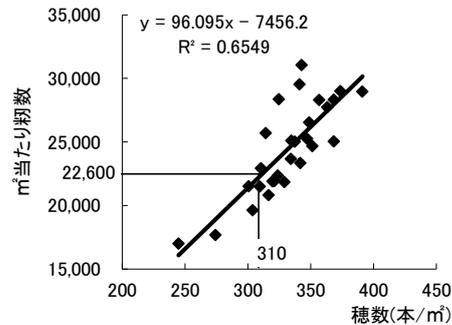
第2図 玄米蛋白質含有率の年次別分布比較
(県内現地サンプル、醸試調査)
注: 図中の()は平均値の99%信頼区間を示す



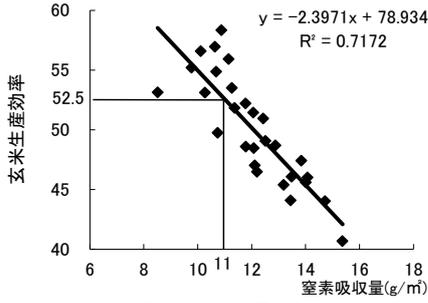
第3図 成熟期の窒素吸収量と籾数、窒素吸収量と玄米蛋白質含有率の関係 (2005,2006年 n=28)



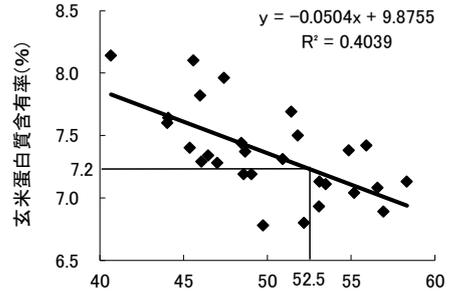
第4図 ㎡当たり籾数と玄米重、登熟歩合の関係(2005,2006年 n=28)



第5図 穂数と㎡当たり籾数の関係 (2005,2006年 n=28)



第6図 成熟期の窒素吸収量と玄米生産効率の関係(2005,2006年 n=28)

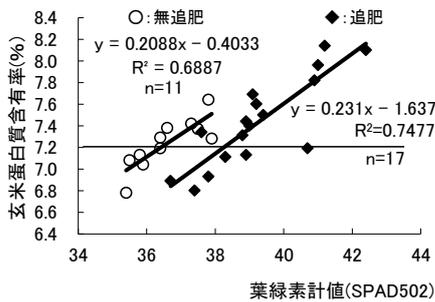


第7図 玄米生産効率と玄米蛋白質含有率の関係(2005,2006年 n=28)

④穂揃期の葉色と玄米蛋白質含有率の関係

穂揃期の止め葉の葉緑素計値と玄米蛋白質含有率の間には、正の相関が見られた。ここで、幼穂形成期追肥 ($y=0.2952x-4.087$) と減数分裂期追肥 ($y=0.1785x+0.3678$) の2本の回帰式の勾配の差に有意差がなかった ($t=1.700 < t(13,0.05)=2.160$) ので、共通の勾配を使用して、幼穂形成期追肥 ($y=0.231x-1.577$) と減数分裂期追肥 ($y=0.231x-1.704$) の平行な回帰式が得られた。この平行な回帰式は、回帰定数の差が小さかった ($t=1.166 < t(14,0.05)=2.145$) ので、追肥した場合の回帰式として1本に併合 ($y=0.231x-1.637$) して示した(第8図)。葉緑素計値が大きくなると玄米蛋白質含有率は高くなり、穂揃期の止め葉の葉緑素計値は、無追肥の場合は36、追肥した場合は38を超えると玄米蛋白質含有率が7.2%より高くなった(第8図)。

穂揃期の止め葉の葉緑素計値は、穂揃期の上位3葉の窒素含有率と正の相関 ($r=0.723, p < 0.001$)、成熟期の穂部の窒素吸収量や全窒素吸収量と正の相関 ($r=0.750, p < 0.001$, $r=0.712, p < 0.001$) が見られた(第2表)。

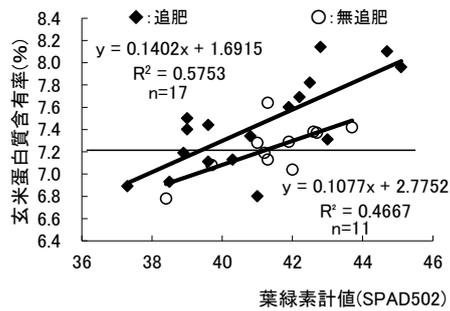


第8図 穂揃期の葉色と玄米蛋白質含有率の関係(2005,2006年)

⑤幼穂形成期の葉色と玄米蛋白質含有率の関係

幼穂形成期の葉色と玄米蛋白質含有率の関係は、穂揃期の場合より相関が低くなるが、幼穂形成期の葉緑素計値が大きくなると玄米蛋白質含有率が高くなった。ここで、幼穂形成期追肥 ($y=0.1362x+1.8795$) と減数分裂期追肥 ($y=0.1453x+1.4534$) の2本の回帰式の係数に有意差がなかった ($t=0.1368 < t(13,0.05)=2.160$) ので、共通の勾配を使用して、幼穂形成期追肥 ($y=0.1402x+1.7154$) と減数分裂期追肥 ($y=0.1402x+1.6646$) の平行な回帰式が得られた。この平行な回帰式は、回帰定数の差が小さかった ($t=0.3677 < t(14,0.05)=2.145$) ので、追肥した場合の回帰式として1本に併合 ($y=0.1402x+1.6915$) して示した(第9図)。幼穂形成期の葉色と玄米蛋白質含有率の関係を見た場合、葉緑素計値が41より高い場合に無追肥の場合は7.2%、追肥した場合は7.4%より高くなる傾向にあった(第9図)。

幼穂形成期の葉緑素計値は、幼穂形成期の稲体の窒素含有率や窒素吸収量と正の相関 ($r=0.762, p < 0.001$, $r=0.673, p < 0.001$) が見られた(第2表)。



第9図 幼穂形成期の葉色と玄米蛋白質含有率の関係(2005,2006年)

第2表 葉色と稲体の窒素含有率及び窒素吸収量の単相関係数(n=28)

	窒素含有率(%)				窒素吸収量(g/m²)						
	幼穂形成期	穂揃期	穂揃期	成熟期	幼穂形成期	穂揃期	穂揃期	成熟期	全体		
	穂	上位3葉	穂	上位3葉	穂	穂揃期	穂揃期	上位3葉	穂	上位3葉	全体
葉緑素計値(SPAD502)	0.762 ***	-	-	-	0.673 ***	-	-	-	-	-	-
穂揃期	-	0.515 **	0.723 ***	0.717 ***	0.560 **	-	0.599 ***	0.695 ***	0.750 ***	0.615 ***	0.712 ***

注)***、**はそれぞれ0.1、1%水準で有意な相関があることを示す。

(3) 考察

酒米における蛋白質の含量は、酒の品質上低い方がよいとされ（山根・西田 1979a、前重・小林 2000）、そのための栽培方法が多く報告されている（古味・坂田 1999、勝場ら 2002、高橋ら 2003）。また、玄米蛋白質含有率は、品種、気象条件、土壌条件および施肥等により変動が見られる（大谷ら 2003、本庄 1971a,b、前重 1981）。しかし、同じ品種の場合、玄米窒素含有率に影響する要因として、土壌条件よりも施肥量の調節が重要であり（佐藤ら 1998）、窒素吸収量が多いと玄米生産効率が低下して玄米蛋白質含有率が高くなる（稲津 2005）。

さらに、玄米窒素濃度の年次変動や地域変動に対して、施肥対応が大きく影響していることが指摘されている（熊谷ら 1994）。“秋田酒こまち”の作付けは、秋田県南内陸部に位置する湯沢市が7割近くを占めていることから、玄米蛋白質含有率の分布の変動（第2図）には気象条件や土壌条件の影響は小さいと考えられた。また、一般栽培された“秋田酒こまち”の玄米蛋白質含有率は、平均値が7.0~7.1%で、99%信頼区間は6.9~7.2%の範囲にあった。これらのことから、玄米蛋白質含有率が7.2%より高い生産者を低い方向に誘導する必要があると考え、玄米蛋白質含有率の目標上限値を7.2%に設定した。

玄米蛋白質含有率が7.2%程度となる成熟期の窒素吸収量は11g/m²であり、窒素吸収量が多くなると玄米生産効率が低下し玄米蛋白質含有率の上昇が見られた（第3、6、7図）ことから、玄米蛋白質含有率の適正化を図るため、窒素吸収量を制限し、玄米生産効率を高める栽培方法が重要と考えた。

また、籾数が22,600粒/m²程度で、玄米重60kg/aを確保でき（第4図）、穂数は310本/m²必要と考えられた（第5図）。これは、2001~2003年に湯沢市で行われた現地試験の結果と同様の値であった（川本ら 2004）。籾数と蛋白質含有率の関係から、目標籾数の上限を設定することにより玄米蛋白質含有率の低下を図る方法が報告されている（高橋ら 2003、古味・坂田 1999、長谷川ら 1997）。このことから、“秋田酒こまち”の場合は、目標収量を60kg/a、籾数を22,600粒/m²と設定した。

出穂期までに吸収された窒素量は、それ以降に土壌から吸収された窒素量よりも玄米の窒素濃度に及ぼす影響が大きい（前 1982）ことや玄米窒素含有率は、出穂期の葉身窒素含有率に大きく依存する（松崎ら 1973）ことが報告されている。このことから、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り（丹野・飯島 1991）、葉緑素計を用いて玄米蛋白質含有率を予測する方法が利用されている（勝場ら 2002、新潟県総合農業研究所 2006）。

本試験では、穂揃期の止め葉の葉緑素計値は上位 3

葉の窒素含有率および成熟期の穂部の窒素吸収量と正の相関が認められた（第2表）。これらのことから、穂揃期の止め葉の葉色を測定することによって玄米蛋白質含有率を予測することが可能と考えられた。

そこで、目標とする玄米蛋白質含有率の上限が7.2%とすると、穂揃期の止め葉の葉緑素計値を無追肥の場合は36、追肥した場合は38を超えないように栽培することが必要と考えられた。

幼穂形成期の葉色は、稲体窒素濃度と相関があることから追肥診断の一つの指標とされ（高橋ら 2003）、葉色と蛋白質含有率の相関が認められることから、蛋白質含有率を予測した穂肥施用基準が策定されている（勝場ら 2002）。

本試験では、幼穂形成期において葉緑素計値は茎葉の窒素含有率や窒素吸収量と正の相関が認められた（第2表）ことから、稲体の窒素吸収量を葉色測定により把握できると考えられた。また、幼穂形成期の葉緑素計値は、穂揃期よりは低い玄米蛋白質含有率と相関が認められる（第8、9図）ことから、玄米蛋白質含有率が高くなると予測される場合は追肥を控える等、追肥の判定が可能と考えられた。

幼穂形成期の葉緑素計値が41より高い場合、無追肥でも玄米蛋白質含有率が7.2%を越える傾向にある（第9図）ことから、幼穂形成期の目標葉緑素計値を41未満に設定した。これにより、幼穂形成期に追肥の要否を判定し、穂揃期の葉色が36~38で経過したか確認する方法を「玄米蛋白質含有率を高めない葉色の目安」として普及させることが可能と考えられた。今後、この目安を生産現場に提示することにより、生産者間の玄米蛋白質含有率のバラツキを減らすとともに玄米蛋白質含有率の低い酒米を実需者に供給できると考えられた。ただし、玄米蛋白質含有率を低下させるために極端に窒素制限を行った場合、胴割粒の発生が助長されることが指摘されている（永島ら 2005）。このことから、胴割粒の発生を少なくするために、玄米外觀品質の観点からも適正な葉色を明らかにし、玄米蛋白質含有率の目標下限値を設定する必要がある。

3 幼穂形成期の目標生育量の策定

(1) 材料と方法

試験は、農試の水田ほ場（細粒強グライ土）で、“秋田酒こまち”を用いて行った。2005、2006年は、1(1)の第1表と同様に行った。2007年は、育苗は、乾籾重で180gを播種して行った。育苗日数は、21日間で、移植時の葉齢は2.1葉の稚苗を栽植密度21株/m²で機械移植した。試験区の設定は、①5月18日に移植した試験では、基肥窒素量0、0.3、0.5、0.7kg/aで無追肥の区及び基肥窒素量0.5kg/aで追肥（幼穂形成期または減数分裂期に0.2kg/a）を行った区、②5月28日に移

植した試験では、基肥窒素量 0.5kg/a で、追肥（無し、幼穂形成期または減数分裂期 0.2kg/a）を組み合わせで行った。リン酸と加里は基肥窒素量と同量施用した。

茎数及び穂数は、各区 20 株について植え付け本数を株当たり 4 本に調整して調査した。部分刈り収量は、成熟期に各区 96 株を採取し、篩い目 2.0mm 以上の精玄米重を測定し玄米水分 15% に換算して算出した。籾数と登熟歩合（塩水選比重 1.06）は、成熟期に平均穂数に近い株を各区 5 株採取して計測した。稲体の乾物重は、平均茎数に近い株を各区 3 株採取し、80℃で 2 日間乾燥した後測定した。倒伏程度は、無倒伏を 0、完全倒伏を 5 とした 6 段階に区分した倒伏程度別の面積比率で表した。生育診断値は、幼穂形成期の草丈（cm）と茎数（本/m²）を乗じた値を 10000 で割って算出した。

他に、1998～2007 年の奨励品種決定基本調査・現地調査や施肥反応試験等のデータを含めて解析に使用した。

(2) 結果

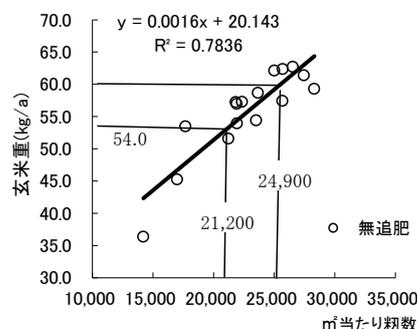
最初に、無追肥の場合に限定して解析した。m²当たり籾数と玄米重の関係を第 10 図、穂数と m²当たり籾数の関係を第 11 図に示した。m²当たり籾数が増えるにしたがい、玄米重が増加した。玄米重 54～60kg/a を確保するためには、籾数は 21,200～24,900 粒/m²、穂数は 300～340 本/m²必要であった（第 10、11 図）。

幼穂形成期の乾物重と玄米重の関係を第 12 図に示した。幼穂形成期の乾物重は玄米重と正の相関が高く、玄米重 54～60kg/a の時、乾物重は 228～300g/m²であった（第 12 図）。生育診断値（草丈×茎数×10⁻⁴）と乾物重の関係を第 13 図に示した。生育診断値（草丈×茎数×10⁻⁴）は乾物重と正の相関が高く、乾物重が 228～300g/m²の時の生育診断値は 2.47～3.40 であった（第 13 図）。幼穂形成期の茎数と穂数の関係を第 14 図に示した。幼穂形成期の茎数は穂数と正の相関が高く、穂数 300～340 本/m²の時の茎数は 385～491 本/m²であった（第 14 図）。

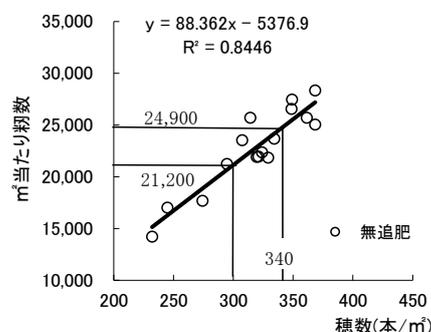
次に、無追肥以外も含めたデータを使用して解析した。稈長と倒伏の関係を第 15 図に示した。稈長が長くなると倒伏程度が大きくなる例が増え、稈長 90cm 程度より長くなると倒伏程度 3 以上が増加した（第 15 図）。幼穂形成期の草丈と稈長の関係を第 16 図に示した。幼穂形成期の草丈と稈長は正の相関があり、幼穂形成期の草丈が 70cm 以上で稈長 90cm 以上が予測された（第 16 図）。

幼穂形成期の生育診断例を第 17 図に示した。収量 60kg/a 以上のサンプルは、バラツキが大きく 24 例中 7 例が生育診断値 3.40 以上であったが、他は 2.47～3.40 の範囲内であった（第 17 図）。収量 54～60kg/a のサンプルは、23 例中 17 例が生育診断値 2.47～3.40 の範

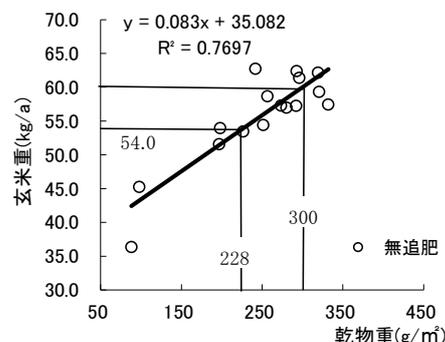
囲内にあり、3.40 以上が 4 例で生育診断値 2.47 未満が 2 例であった（第 17 図）。収量 54kg/a 未満のサンプルは、19 例中 18 例が生育診断値 2.47 より下であった（第 17 図）。これらを追肥別に分けた場合、生育診断値 2.47 以下では無追肥の 17 例中 16 例が収量 54kg/a 未満であった（図省略）。



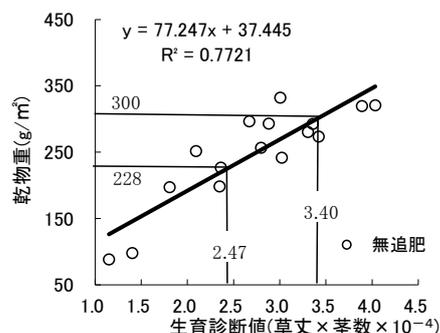
第10図 m²当たり籾数と玄米重の関係 (2005～2007年 n=16)



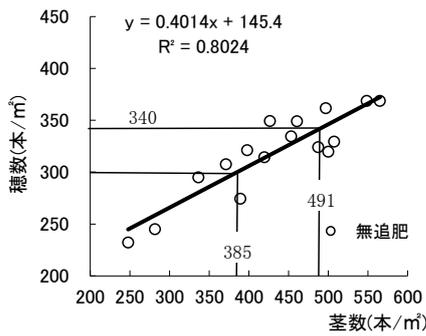
第11図 穂数とm²当たり籾数の関係 (2005～2007年 n=16)



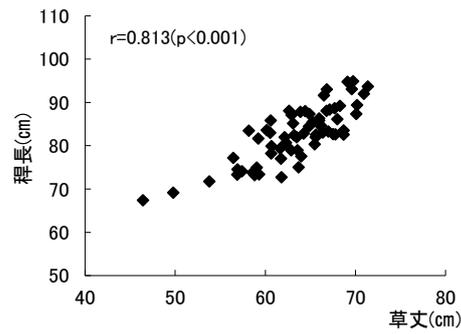
第12図 幼穂形成期の乾物重と玄米重の関係(2005～2007年 n=16)



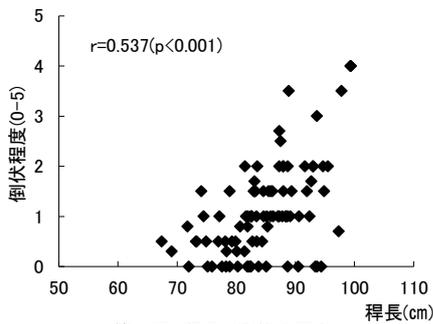
第13図 幼穂形成期の生育診断値と乾物重の関係(2005～2007年 n=16)



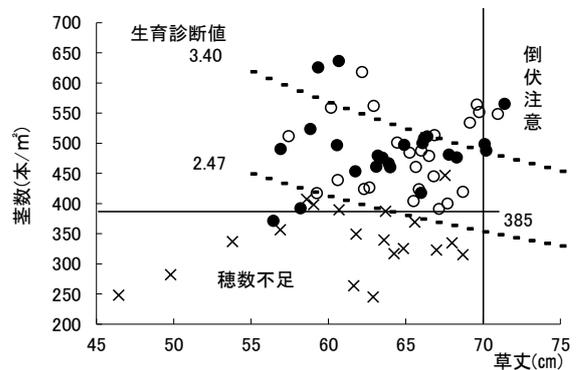
第14図 幼穂形成期茎数と穂数の関係 (2005~2007年 n=16)



第16図 幼穂形成期草丈と稈長の関係 (1998~2007年 n=66)



第15図 稈長と倒伏の関係 (1998~2007年 n=92)



第17図 幼穂形成期の生育診断例(1998~2007年)

○: 収量60kg/a以上 n=24
●: 54~60kg/a n=23
×: 54kg/a未満 n=19

(3) 考察

“秋田酒こまち”の栽培方法として、基肥に重点を置いた施肥法が有効で、幼穂形成期の生育量が明らかに不足している場合を除き追肥は控える必要がある(川本ら 2004)。また、前章では玄米蛋白質含有率を高めない葉色の目安を策定した。しかし、幼穂形成期の生育量がどの程度必要か明らかになっていない。そこで、本章では幼穂形成期の目標生育量を明らかにし、生育診断の方法を確立することを目的とした。

前章では、玄米蛋白質含有率 7.2% を目標上限値とした場合の目標収量を 60kg/a とした。ここでは、幼穂形成期の目標生育量を明らかにするために、収量 54~60kg/a を目標に設定した場合の収量構成要素や生育診断値を策定した。この場合、籾数は 21,200~24,900 粒/m² 必要(第10図)で、穂数は 300~340 本/m² と考えられた(第11図)。また、幼穂形成期の乾物重は玄米重と正の相関が高く、その回帰式から幼穂形成期の乾物重が 228~300g/m² の場合に収量が 54~60kg/a と予測できた(第12図)ので、これを目標生育量と考えた。この時、生育診断値(草丈×茎数×10⁻⁴)は 2.47~3.40 の範囲であった(第13図)。

次に、1998~2007年の奨励品種決定基本調査・現地調査や施肥反応試験等のデータを含めて生育診断値の適合性を検討した。収量 54kg/a 以上の予測で、54kg/a 未満だったのは 45 例中 1 例だった(第17図)ので、最低でも収量 54kg/a を確保するという点では適合性が高いと考えられた。

なお、本試験では倒伏程度と収量の関係は不明確であった。しかし、稲体のわん曲角度が 45 度で倒伏の被害が発生する(氷高 1968)ことから倒伏程度が 3 以上にならないよう栽培する必要がある。そこで、稈長が 90cm を越えないように、幼穂形成期の生育量の上限として草丈は 70cm 未満と考えた(第15、16図)。また、穂数 300 本/m² 以上を確保するために、幼穂形成期の生育量の下限として茎数は 385 本/m² 以上必要と考えた(第14図)。これらのことから、生育診断例として第17図に倒伏注意(草丈 70cm 以上)、穂数不足(茎数 385 本/m² 未満)のラインを示した。

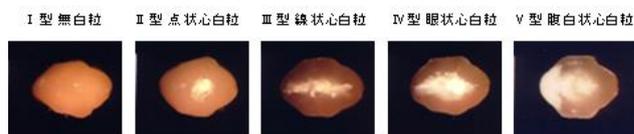
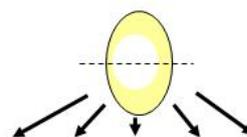
4 玄米横断面の心白型の施肥反応

(1) 材料と方法

2005～2007年に農試ほ場で行った試験で、基肥窒素量0.5kg/aで追肥(無し、幼穂形成期または減数分裂期0.2kg/a)を組み合わせて行ったデータを使用した。

玄米横断面の心白型は、各区200粒について調査し高橋ら(1999b)の方法に基づき5つの型に分類した(第18図)。

また、2005～2007年に秋田県内で一般栽培された“秋田酒こまち”の心白型比率と千粒重の分析は、2005年に127点、2006年に192点、2007年に125点のサンプルについて醸試で行った。千粒重は、玄米水分15%に換算した。



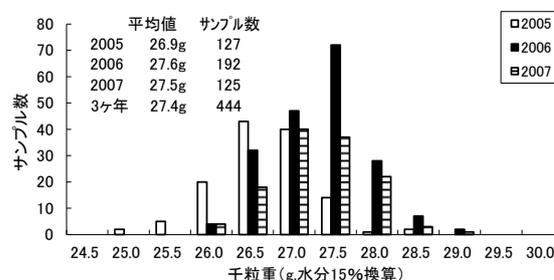
第18図 玄米横断面の心白型分類(写真提供 醸試 高橋仁氏)

(2) 結果

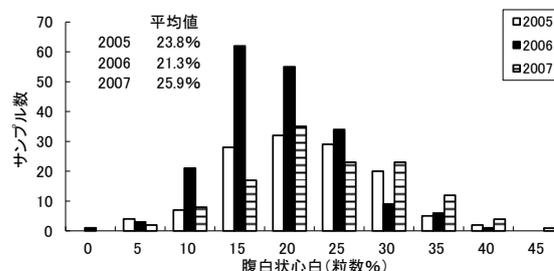
一般栽培された“秋田酒こまち”の千粒重は、25.0g以上29.5g未満の範囲にあり、各年の平均は、2005年26.9g、2006年27.6g、2007年27.5gだった(第19図)。第3表に千粒重と各心白型比率の相関を示した。千粒重と各心白型比率の相関は年次が違ってもほぼ同様な傾向を示した。3カ年では、線状($r=-0.031$)以外の無白($r=-0.497$)、点状($r=-0.214$)、眼状($r=0.254$)、腹白状($r=0.350$)はそれぞれ0.1%水準で有意な相関があった(第3表)。なお、2005～2007年は、秋田県で最も多く作付けされている“あきたこまち”の場合、千粒重は平年並であった(注：平成17年度 作況ニュース第8号総括編、平成18年度 作況ニュース第8号総括編、平成19年度 作況ニュース第8号総括編、秋田県農林水産部)。

また、一般栽培された“秋田酒こまち”の腹白状の心白型比率は、0%以上50%未満の範囲にあり、各年の平均は、2005年23.8%、2006年21.3%、2007年25.9%だった(第20図)。

第21図に千粒重と追肥の関係を示した。千粒重は、減数分裂期追肥>幼穂形成期追肥>無追肥の順に大きかった(第21図)。第22図に心白型比率(腹白状)と追肥の関係を示した。腹白状の心白型比率は、減数分裂期追肥>幼穂形成期追肥>無追肥の順に高かった(第22図)。第23図に心白型別千粒重の施肥反応を示した。心白型別の千粒重は、眼状>腹白状>線状>点状>無白の順に大きく、無白以外は追肥により大きくなる傾向にあった。特に、無追肥に比べ減数分裂期追肥により眼状と腹白状心白の千粒重は大きくなった(第23図)。



第19図 千粒重の年次別分布比較(県内現地サンプル、醸試調査)



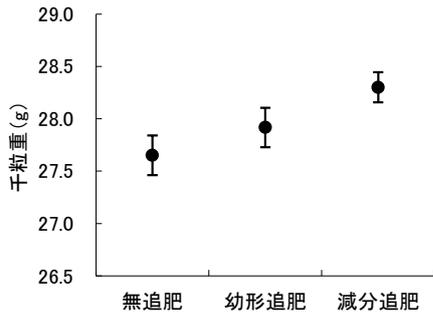
第20図 心白型比率の年次別分布比較(県内現地サンプル、醸試調査)

第3表 千粒重と各心白型比率の相関

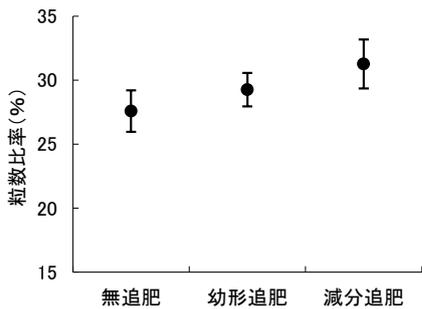
調査年次	サンプル数	I 無白	II 点状	III 線状	IV 眼状	V 腹白状
2005	127	-0.610 ***	-0.483 ***	-0.135 n.s.	0.508 ***	0.448 ***
2006	192	-0.624 ***	-0.397 ***	-0.188 **	0.585 ***	0.523 ***
2007	125	-0.476 ***	-0.422 ***	-0.014 n.s.	0.340 ***	0.314 ***
3力年	444	-0.497 ***	-0.214 ***	-0.031 n.s.	0.254 ***	0.350 ***

注)***、**はそれぞれ0.1、1%水準で有意な相関を示し、n.s.は相関がないことを示す。

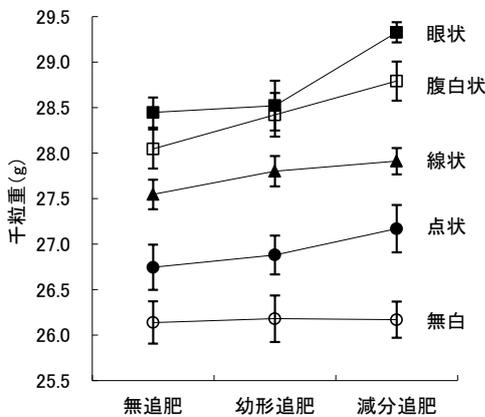
計算は、逆正弦平方根変換した値を用いた。



第21図 千粒重の施肥反応 (2005~2007年)
注)縦棒は標準誤差 n=6



第22図 腹白状心白型比率の施肥反応 (2005~2007年)
注)縦棒は標準誤差 n=6



第23図 心白型別千粒重の施肥反応(2005~2007年)
注)縦棒は標準誤差 n=6

(3) 考察

酒米の栽培面から酒造好適性を高める上で、心白の発現を十分にさせることが重要である。千粒重を重くすることは心白の発現を良好にするだけでなく、蛋白質含量を適性にするためにも有利に働く(山根・西田 1979b)。一方、“吟の精”のように心白の発現が少なく、精米特性が優れた吟醸酒向けの品種も育成されている(加藤ら 1994、高橋ら 1999a)。また、心白率が高い品種は精米特性、特に高度精米に対する適性が悪

い(前重・小林 2000)等酒造好適米における心白の発現と醸造適性の関係は必ずしも一定ではない。

“秋田酒こまち”の場合、玄米横断面の心白は線状と眼状の心白型比率が高い(高橋・田口 2003)が、腹白状の心白が多くなると、無効精米歩合や碎米率が高まる(高橋ら 1999a、吉田ら 2008)ため、醸造適性上腹白状の心白を増やさないことが重要である。そこで、玄米横断面の心白型(高橋ら 1999b)と千粒重の関係に着目し、追肥との関連について検討した。

初めに、一般栽培された“秋田酒こまち”の千粒重と心白型比率の関係から、千粒重が大きくなると眼状と腹白状の心白型比率が高くなる傾向が明らかになった(第3表)。そこで、千粒重の目標値を平均的な 27.5g に設定した。また、腹白状の心白型比率が平均より多い 30%以上の生産者を 30%未満に誘導することが重要と考えた。

次に、施肥反応試験の結果から、減数分裂期の追肥は、千粒重が大きくなるとともに腹白状の心白型比率が高まる(第 21、22 図)ため、控える必要があることが明らかになった。また、2、3 章で報告した幼穂形成期の生育診断と葉色の目安により追肥の可否を判定することは、過度に千粒重を大きくせず、腹白状の心白型比率を低くする栽培方法としても有効と考えられた。

5 刈り取り適期の策定

(1) 材料と方法

試験は、農試の水田ほ場(細粒強グライ土)で、“秋田酒こまち”を用いて行った。2007 年は、①区:5 月 18 日と②区:5 月 28 日に育苗日数 21 日間の稚苗を栽植密度 21.2 株/m²で機械移植した。基肥窒素量は 0.5kg/a で、幼穂形成期に追肥窒素量 0.2kg/a を施用した。2008 年は、①区:5 月 19 日に育苗日数 21 日間の稚苗を栽植密度 24.0 株/m²で機械移植した。基肥窒素量は 0.4kg/a で、幼穂形成期に追肥窒素量 0.2kg/a を施用した。また、②区:6 月 2 日に育苗日数 21 日間の稚苗を栽植密度 20.6 株/m²で機械移植した。基肥窒素量は 0.5kg/a で、幼穂形成期に追肥窒素量 0.2kg/a を施用した。リン酸と加里は基肥窒素量と同量施用した。

籾のサンプリングは、積算気温別に 5 株採取し、すぐに脱穀した。籾水分は、定温乾燥機(DV600 YAMATO 社製)で 105°C24 時間乾燥し計測した。玄米品質の調査は、篩目 2.0mm 以上の精玄米を用いて 200 粒を 2 反復で行った。青米は、肉眼により少しでも青味の残っている玄米を数えた。胴割粒の判定は、グレインスコープ TX-200(kett 社)を使用し、軽微な亀裂を含めて胴割粒に数えた。玄米外観品質は、秋田農政事務所で検査した。気温は、大正寺アメダスデータの日別平均気温を使用した。

(2) 結果

第4表に生育、収量、品質と登熟気象条件を示した。2007年は、移植時期を10日遅くすることにより出穂期が4日遅くなった。出穂期後の1000℃到達日数は、①、②区ともに44日で平年より①区2日と②区4日早かった。その間の平均気温は、①区23.0℃と②区22.8℃であった。玄米重は、①区58.8kg/aと②区65.1kg/aで、玄米外観品質はあまり差のない条件であった(第4表)。

2008年は、移植時期を14日遅くすることにより出穂期が5日遅くなった。出穂期後の1000℃到達日数は、①区49日と②区53日で平年より①区2日と②区3日遅かった。その間の平均気温は、①区20.7℃と②区19.0℃であった。玄米重は、①区59.8kg/aと②区62.7kg/aで、玄米外観品質は差のない条件であった(第4表)。

出穂期後の積算気温で1000℃頃から籾水分は26%以下に、青米率は10%以下に低下した。胴割粒は、1050～1100℃頃に増加した(第24図)。籾水分は、①区1050℃頃と②区980℃頃から25%以下に低下し、青米率は1000℃頃から10%以下に低下した。胴割粒は、1150℃を越える頃から急増した(第25図)。

(3) 考察

醸造用玄米の場合、胴割粒は、農産物検査法に定められた検査規格が厳しく軽微でも被害粒と判定される。また、心白米は乾燥過程で胴割れが発生しやすく(山根・西田1979b)、心白粒は無心白粒に比べ精米時に割れやすい(柳内ら1996)ことから、軽微な胴割粒の発生を少なくすることは醸造適性上重要である。そして、青米は整粒に比べて精米中に砕けやすく、無効精米歩合が大きくなる(熊谷ら1981)。

そこで、青米、籾水分と胴割粒の推移から刈り取り適期の判定を行った。刈り取り適期は、2007年が1000～1050℃頃で、2008年が1000～1150℃頃と考えられた(第24、25図)。

本試験では、登熟期の温度条件を変えるため移植時期を2回に分けて、2カ年の刈り取り時期別籾水分と玄米品質の推移を調査した。第4表に示したとおり、1000℃到達日数は、2007年が平年より早く、2008年が平年より遅かった。また、その間の平均気温は、2007年が23℃前後、2008年が20℃前後であった。

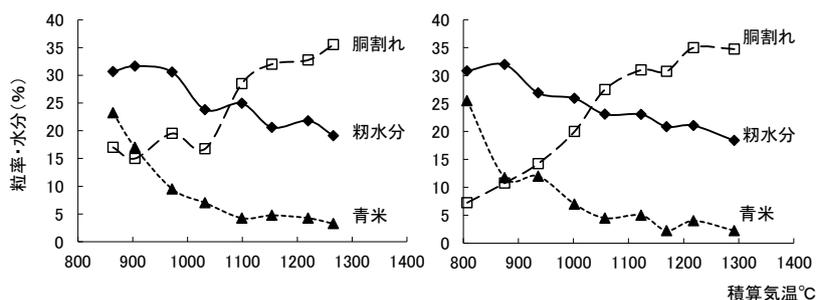
第4表 生育、収量、品質と登熟気象条件

	移植日	出穂期	玄米重 kg/a	玄米外観 品質(1-8)	*1000℃		**平均気温		出穂期後平均気温(℃)		
					到達日数	平年差	℃	10日間	20日間	30日間	
2007年	①区	5/18	8/5	58.8	3	44	-2	23.0	25.8	24.2	23.2
	②区	5/28	8/9	65.1	2	44	-4	22.8	25.5	23.8	23.4
2008年	①区	5/19	8/8	59.8	4	49	+2	20.7	22.9	21.6	22.0
	②区	6/2	8/13	62.7	4	53	+3	19.0	20.7	21.6	21.4

*: 出穂期翌日からの日平均気温の積算値が1000℃に到達した日数。

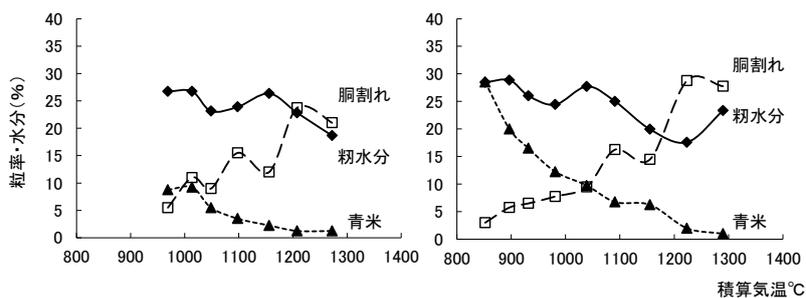
(大正寺アメダスデータ使用)

** : 1000℃に到達した日までの日平均気温の平均



左: ①5/18移植、8/5出穂期 右: ②5/28移植、8/9出穂期

第24図 刈り取り時期別籾水分、玄米品質の推移(2007年)



左: ①5/19移植、8/8出穂期 右: ②6/2移植、8/13出穂期

第25図 刈り取り時期別籾水分、玄米品質の推移(2008年)

このように、本試験での登熟期の温度条件は、出穂期の違いより年次間の差の方が大きく、兩年の登熟期の温度条件は、2007年が平年より気温が高い場合、2008年が平年より気温が低い場合の刈り取り適期と考えられた。また、2007年の胴割粒の増える時期が2008年に比べ早かったのは、登熟初期の気温が影響したと考えられた(長田ら2004)。しかし、いずれも出穂期後の積算気温が1000℃になる頃が刈り始めの目安と考えられ、特に高温登熟年は刈り取り適期の幅が狭くなるため、刈り遅れによる胴割粒の発生を防ぐことが重要と考えられた。今後は胴割粒の発生防止対策として、登熟期の葉色低下防止(永島ら2005)や用水の掛け流し(長田ら2005)等の栽培管理方法を明らかにする必要がある。

6 分げつ発生の特徴と次位節位別着生粒の解析

(1) 材料と方法

試験は、農試の水田ほ場(細粒強グライ土)で、“秋田酒こまち”を用いて行った。2003年は、乾籾100g/箱播きの35日育苗の中苗を用いた。移植時の葉齢は、3.5葉であった。移植は、5月20日に栽植密度21.2株/m²で乗用型移植機を用いて行った。施肥は、基肥窒素量0.6kg/a施用した。2005年は、乾籾180g/箱播きの21日育苗の稚苗を用いた。移植時の葉齢は、2.0葉であった。移植は、5月19日に栽植密度21.0株/m²で乗用型移植機を用いて行った。施肥は、基肥窒素量0.6kg/a施用した。リン酸と加里は基肥窒素量と同量施用した。

分げつの調査は、1株4個体植えて各株の1個体を調査対象とし、20個体について行った。分げつの発生節位は、不完全葉を除き第1葉の基部から発生した分げつを第1節からの分げつとした。

穂のサンプリングは、病虫害の無い株から行い、主茎および次位節位別有効穂の1穂粒数、整粒歩合、玄米蛋白質含有率を調査した。調査は、いずれも篩い目2.0mm以上の精玄米について行い、玄米蛋白質含有率はケルダール法により全窒素を測定し、これに蛋白質換算係数5.95を乗じて求め乾物換算した。精玄米重と千粒重は、篩い目2.0mmを使用し玄米水分15%に換算した値である。玄米外観品質は、秋田農政事務所で検査した。

(2) 結果

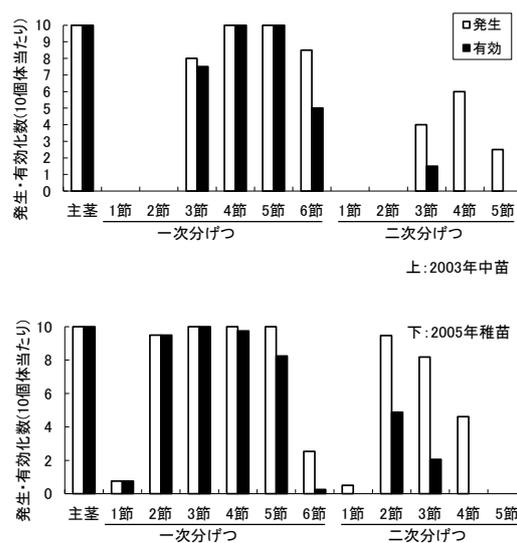
分げつ調査を行ったほ場の収量は、中苗が44.9kg/a、稚苗が58.8kg/aで、玄米外観品質(1-8)は、中苗が「5」、稚苗が「4」だった。玄米の千粒重は、どちらも27.9gだった。

分げつの発生頻度と穂への有効化数を第26図に示した。中苗の分げつは、第3~6節1次分げつと第3~

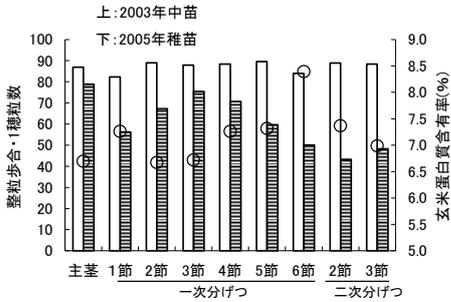
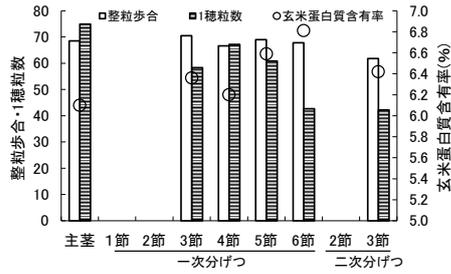
5節2次分げつが発生した(第26図)。穂へ有効化したのは、第3~6節1次分げつと第3節2次分げつだった(第26図)。稚苗の分げつは、第1~6節1次分げつと第1~4節2次分げつが発生した(第26図)。穂へ有効化したのは、第1~6節1次分げつと第2、3節2次分げつだった(第26図)。

有効化した穂の整粒歩合、1穂粒数、玄米蛋白質含有率を主茎と次位節位別に第27図に示した。整粒歩合は、中苗では第3節2次分げつ、稚苗では第1、6節1次分げつで低い傾向にあったが他は同程度に高かった(第27図)。1穂粒数は、中苗では主茎が多く、第6節1次分げつと第3節2次分げつで少なく、稚苗では主茎が多く、第6節1次分げつと第2、3節2次分げつで少ない傾向にあった(第27図)。玄米蛋白質含有率は、中苗では主茎と第3、4節1次分げつが低く、第5、6節1次分げつが高く、稚苗では主茎と第2、3節1次分げつが低く、第6節1次分げつで高い傾向にあった(第27図)。

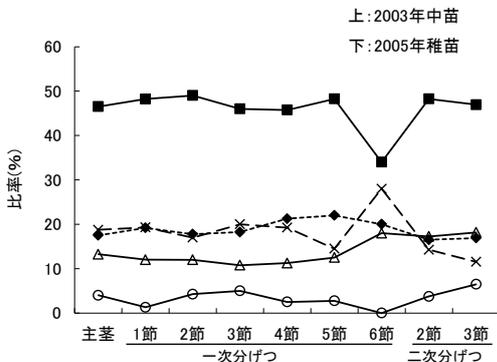
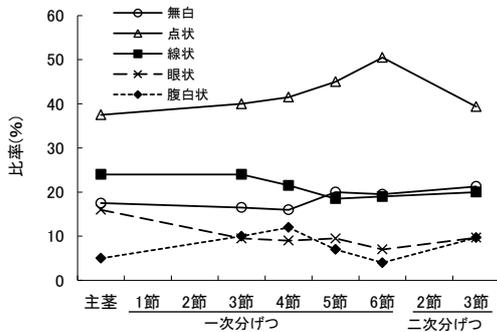
玄米横断面の心白型比率を主茎と次位節位別に第28図に示した。中苗の心白型比率は、点状が高く、眼状と腹白状の比率が低く、線状と無白の比率がその中間であった(第28図)。稚苗の心白型比率は、線状が高く、無白が少なく、点状、眼状、腹白状はその中間であった(第28図)。しかし、両苗種ともに主茎と次位節位別分げつにおける心白の発現は、一定の傾向が見られなかった。



第26図 次位・節位別分げつの発生と有効化



第27図 次位・節位別穂の生産力と品質



第28図 次位・節位別分けつ着生粒の心白型比較

(3) 考察

“あきたこまち”の場合、中苗で主茎と第3～6節1次分けつ（不完全葉を除く）を主体に穂数を確保することが高品質・良食味米安定生産のポイントであることが明らかにされている（金ら2005）。また、稚苗の場合は、主茎と第2～5節1次分けつ（不完全葉を除く）と考えられている（柴田ら2005）。

本試験の結果、中苗では、主茎と第3～5節1次分けつ、稚苗では主茎と第2～4節1次分けつが整粒歩合が

高く、1穂粒数が多く、玄米蛋白質含有率が低い傾向にあった（第27図）。また、“秋田酒こまち”の目標穂数は、“あきたこまち”の目標穂数より100本/m²程度少ない（注：平成17年度 稲作指導指針 秋田県農林水産部）。このため、中苗では主茎と第3～5節1次分けつ、稚苗では主茎と第2～4節1次分けつを主体に穂数を確保することが、収量性、玄米外観品質、玄米蛋白質含有率の観点から重要であることが明らかとなった。

しかし、玄米横断面の心白型比率を主茎と次位節位別に調査した結果、心白の発現には一定の傾向が見られなかった（第28図）。心白の発現は、2次分けつよりも1次分けつ（杉山ら1962）に、上位分けつよりも下位分けつ（高野・川本1968）に多いことが知られている。苗種の違いでは、稚苗よりも中苗で心白発現率が高いと考えられている（前重・小林2000）。また、登熟期の気象と心白の発現の関係は、温度の日較差が大きい程心白が多くなり（植田・太田1958）、遮光処理により心白粒が減少する（杉山ら1962）ことから日照条件によっても大きな影響を受ける。

中苗の試験を行った2003年は、出穂期以降の気象経過は低温・日照不足で登熟は緩慢に推移した（注：平成15年度 作況ニュース第8号総括編 秋田県農林水産部）。稚苗の試験を行った2005年は、出穂・開花期の気象が順調であったことから稔実は良好で粒の肥大は並であった（注：平成17年度 作況ニュース第8号総括編 秋田県農林水産部）。このことから、2003年と2005年の心白型比率の構成の違いは、中苗と稚苗の苗種の違いではなく、年次の違いによる登熟期の気象条件の影響が大きかったと推察した。

7 総括

酒造好適米“秋田酒こまち”について、醸造適性上の観点から玄米品質を評価し、高品位（玄米蛋白質含有率が低く、腹白状の心白型比率が低く、胴割粒の発生が少ない）栽培技術の確立に取り組んだ。

稲体の窒素吸収量を制限して玄米蛋白質含有率を適正にするため、玄米蛋白質含有率の目標上限値を7.2%として、目標収量を60kg/a、m²当たり初数を22600程度と定めた。玄米蛋白質含有率を高めないためには、穂揃期の葉色を無追肥の場合36、追肥した場合38を越えないようにする必要がある。また、幼穂形成期の葉色が41より高い場合は追肥を控える。この時の目標生育量は、乾物重と玄米重の関係から、生育診断値（草丈×茎数×10⁻⁴）2.47～3.40と考えた。なお、倒伏防止の点から草丈は70cm未満で、収量確保の点から茎数は385本/m²以上必要である。

玄米横断面の心白型では、腹白状の心白型比率が30%を越える農家を30%以下に誘導するため、千粒重の

目標値を 27.5g と設定した。そして、過度に千粒重を大きくして腹白状の心白型比率を高めないために、減数分裂期追肥は行わず、幼穂形成期に生育診断や葉色の目安を参考に追肥の可否を判定する必要がある。

胴割粒の発生を防ぐためには、出穂期後の積算気温が 1000°C になる頃を刈り始めの目安とする。特に登熟期の気温が高い年は、刈り取り適期の幅が狭くなるので刈り遅れないことが重要である。

“秋田酒こまち”の場合、“あきたこまち”より目標穂数が 100 本/m²程度少ないので、中苗では主茎と第 3~5 節 1 次分けつ、稚苗では主茎と第 2~4 節 1 次分けつを主体に穂数を確保することが、収量性、玄米外観品質、玄米蛋白質含有率の観点から重要と考えられた。しかし、主茎及び次位節位の違いと玄米横断面の心白の発現には一定の傾向が見られなかった。

8 謝 辞

本研究の遂行にあたり、元秋田県農業試験場長児玉徹氏からは特段のご配慮とご鞭撻を賜った。元秋田県農業試験場首席研究員眞崎聡氏と秋田県総合食品研究所醸造試験場長高橋仁氏からは、この研究の計画・実施にあたり適切な指示と有益なご指導を賜った。湯沢市酒米研究会会長高橋與志幸氏からは、酒米の栽培に関する有益なご助言を賜った。秋田県総合食品研究所醸造試験場主任研究員熊谷昌則氏、研究補助業務の田口トモ子氏には玄米蛋白質及び玄米品質の分析でご尽力いただいた。作物部の三浦恒子主任研究員、林雅史技師（現山本地域振興局農林部）、圃場管理業務の佐々木景司技能主任、川井涉技能主任、斉藤健悦氏、研究補助業務の下田智美氏、鎌田智大氏、藤原梢氏、黒木瑞恵氏、斉藤夏美氏からは絶大な御協力を戴いた。また、現地試験の担当農家、調査データの取りまとめを行った秋田・雄勝地域振興局農林部農業振興普及課の作物担当の諸氏には多大なご協力を戴いた。以上の方々に深く感謝の意を表します。

引用文献

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.
 稲津脩. 2005. 高品質米（低タンパク質米）の栽培技術. 農機誌 67(1), 4-9.
 植田幸輔・太田勇. 1958. 水稻の登熟期における気温較差が心白の発現に及ぼす影響. 日作紀 27(4), 465.
 大坪研一. 1996. 米の美味しさの科学. 東京, 農林水産技術情報協会, 64-65.
 大谷和彦・薄井雅夫・青木純子・山口正篤・福島敏和・佐藤圭一. 2003. 栃木県産米の食味変動要因と肥培管理による改善法. 栃木農試研報 50, 1-18.

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. 広島農技セ研報 72, 1-10.

加藤武光・畠山俊彦・眞崎聡・斉藤正一・福田兼四郎・嶽石進. 1994. 吟の精の育成. 秋田農試研報 34, 1-20.

川端幸蔵. 1980. 応用統計ハンドブック. 東京, 養賢堂, 105-107.

川本朋彦・松本眞一・小玉郁子・眞崎聡. 2004. 酒造好適米秋田酒こまちの玄米収量、品質および蛋白質含有率に及ぼす窒素施肥の影響. 東北農業研究 57, 17-18.

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(1), 27-33.

熊谷勝巳・富樫正博・上野正夫・田中伸幸. 1994. 米粗蛋白質含量の年次及び地域変動と追肥窒素の影響. 山形農試研報 28, 69-80.

熊谷知栄子・萩原康成・坂本成則・奥村秀俊・秋山裕一. 1981. 未熟米の酒造特性. 醸協 76(12), 848-852.

金和裕・金田吉弘・柴田智・佐藤馨・三浦恒子・佐藤敦. 2005. 中苗あきたこまちの高品質・良食味米安定生産に適した分けつの次位・節位. 日作紀 74(2), 149-155.

佐藤徹・斎藤祐幸・有坂通展・市川岳史・種田貞義・高野隆・土田徹・樋口泰浩・佐々木康之. 1998. コヒシカリの食味に影響する要因及び玄米窒素の制御. 新潟農試研報 43, 35-44.

柴田智・金和裕・佐藤馨・三浦恒子. 2005. 稚苗あきたこまちの分けつ発生の特徴と次位・節位別分けつ着生粒の解析. 日作東北支部報 48, 85-86.

杉山薫・飯塚征一・太田孝・大河内秀樹. 1962. 酒米の心白形成に関する研究. 静岡農試研報 6, 1-17.

高橋好範・和野重美・吉田宏. 2003. 酒米好適品種ざんおとめの高品質安定栽培法. 岩手農研セ研報 3, 121-128.

高橋仁・田口隆信・渡辺誠衛・石川京子・中田健美・斎藤久一. 1999a. 酒造好適米吟の精の選抜と酒造適性について. 秋田県総合食品研究所研報 1, 1-7.

高橋仁・廣島一朗・中田健美・斎藤久一・椎木敏. 1999b. 酒造好適米吟の精の潜在的な心白について. 醸協 94(3), 244-251.

高橋仁・伊藤俊彦・佐藤勉・岩野君夫. 2010. 清酒醸造における蒸米タンパク質の酵素分解に関する研究. 秋田県総合食品研究センター報告 12, 47-56.

高橋仁・田口隆信. 2003. 酒造好適米新品種秋田酒こまちの開発と酒造特性. 醸協 98(9), 598-609.

高野久・川本七郎. 1968. 酒米の栽培に関する研究. 福井農試報告 5, 35-45.

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玄米への窒素集積特性と玄米窒素濃度の予測法. 福島農試研報 30, 1-10.
- 長田健二・滝田正・吉永悟志・寺島一男・福田あかり. 2004. 登熟初期の気温が米粒の胴割れ発生におよぼす影響. 日作紀 73(3), 336-342.
- 長田健二・小谷俊之・吉永悟志・福田あかり. 2005. 胴割れ米発生におよぼす登熟初期の水管理条件の影響. 日作東北支部報 48, 33-35.
- 永島秀樹・中村啓二・猪野雅哉・黒田晃・橋本良一. 2005. 高温登熟下における乳白粒および胴割粒の発生軽減技術. 石川農総研セ研報 26, 1-10.
- 新潟県総合農業研究所. 2006. 佐渡における大吟醸酒用水稲新品種越淡麗の高品質栽培法. <http://www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/seika06/katuyou/22/060222.html>(2009/3/10 閲覧).
- 農林水産省. 2007. 米穀の需給及び価格の安定に関する基本方針. 平成 19 年 7 月 31 日公表.
- 農林水産省. 2009. 平成 20 年産米の検査結果(速報値). 平成 21 年 2 月 13 日公表.
- 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. 山形農試研報 31, 1-11.
- 氷高信雄. 1968. 水稻の倒伏と被害の発生機構に関する実験的研究. 農表技術研究所報告 A 物理統計 15, 1-175.
- 古味一洋・坂田雅正. 1999. 酒米品種土佐錦の移植期と窒素施肥法が収量・酒造適性に及ぼす影響. 高知農技セ研報 8, 75-82.
- 本庄一雄. 1971a. 米のタンパク含量に関する研究第1報タンパク質含有率の品種間差異ならびにタンパク質含有率に及ぼす気象環境の影響. 日作紀 40, 183-189.
- 本庄一雄. 1971b. 米のタンパク含量に関する研究第2報施肥条件の違いが玄米のタンパク質含有率およびタンパク質総量に及ぼす影響. 日作紀 40, 190-195.
- 前重道雅. 1981. 米の食味関与要因の変動に関する研究第2報玄米タンパク質含量の生産地間差異. 広島農試報告 44, 29-38.
- 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.
- 前忠彦. 1982. 作物の生長と窒素の転流 [6]. 農及園 57(8), 978-984.
- 松崎昭夫・松島省三・富田富雄. 1973. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究第113報穂揃期窒素追肥が品質に及ぼす影響. 日作紀 42(1), 54-62.
- 柳内敏泰・山本拓美・宮崎紀子・長野知子・若井芳則. 1996. 酒米特性に及ぼす酒造好適米の心白の影響. 生物工学会誌 74(2), 97-103.
- 山根国男・西田清数. 1979a. 酒米と酒 [2]. 農及園 54(2), 738-742.
- 山根国男・西田清数. 1979b. 酒米と酒 [7]. 農及園 54(11), 1349-1354.
- 吉田直史・佐藤弘一・鈴木賢二・高橋亮. 2008. 高度精白可能な酒米の玄米形質及び糊化特性. 日作東北支部報 51, 37-38.
- 渡辺誠衛・田口隆信・高橋仁・大野剛. 2010. 秋田酵母 No.12 と秋田酵母 No.15 の開発. 秋田県総合食品研究センター報告 12, 14-23.

Abstract

Establishment of Production Technique with High Grain Quality of Rice Variety “Akita-sake-komachi” for Brewing

Satoru SHIBATA, Kazuhiro KON and Yuko SATO
(Akita Agricultural Experiment Station)

This study was undertaken to establish the cultivation method for sake brewery rice “Akita-sake-komachi” with high grain quality (low protein content of grain, low ratio of “harajiro” in the transverse section of brown rice and few of heavily and slightly cracked rice). The results are summarized as follows;

1. To decrease the grain protein content under 7.2%, target of yield was 60kg/a and of optimum spikelets per m² was 22,600. In this case, the leaf color value at full heading stage might be below 36 with no top dressing or 38 with top dressing of nitrogen. In addition, our research shows growth quantity from plant length and number of stems so that we may predict the yield and lodging.
2. To lower the ratio of “harajiro” in the transverse section of brown rice, target of 1,000 grain weight was 27.5g, and it was necessary to stop the top dressing of nitrogen at the meiotic stage. And diagnosis of the top dressing at panicle initiation stage have provided by the leaf color value and growth quantity.
3. To lower the ratio of heavily and slightly cracked rice, it was estimated that the optimum harvest start time was 1,000°C (temperature accumulated after heading). Especially, harvest temperature after 1,050°C would provide a high ratio of heavily and slightly cracked rice at the high temperature ripening year.
4. Transplanted at the 3th leaf stage, the main stem (M) and primary tillers at nodal positions 3 through 5 (T3 to T5) are more suitable for the stable production of rice with high whole grain ratio and low protein content. And then, transplanted at the 2nd leaf stage, M and T2 to T4 are also suitable for the stable production of rice.

Key Words: Akita-sake-komachi, cracked rice, harajiro, grain protein content, leaf color value, 1,000 grain weight

(Bull. AKITA Agric. Exp. Stn. , 54, 3-28, 2014)