

## 開花期の窒素追肥がパン用コムギ品種「ミナミノカオリ」と「ニシノカオリ」の製粉性、生地の物性および製パン適性に及ぼす影響

岩渕哲也<sup>1)</sup>・田中浩平<sup>2)</sup>・松江勇次<sup>2)</sup>・松中仁<sup>3)</sup>・山口末次<sup>4)</sup>

(<sup>1)</sup> 福岡県農業総合試験場豊前分場, <sup>2)</sup> 福岡県農業総合試験場農産部, <sup>3)</sup> 作物研究所, <sup>4)</sup> 元九州沖縄農業研究センター)

**要旨**：北部九州において、開花期の窒素追肥とパン用コムギの品質との関係を明らかにするため、「ミナミノカオリ」と「ニシノカオリ」を供試して、開花期窒素追肥量を変動させて、製粉性、生地の物性および製パン適性について検討を行った。子実タンパク質含有率は、開花期の窒素追肥量を  $2 \text{ g m}^{-2}$  増やすごとに約 1% 高くなり、両品種とも  $2 \text{ g m}^{-2}$  施用でタンパク質含有率の基準値である 11.5% に達した。開花期の窒素追肥量を多くするほどバロリメーターバリューが大きくなったが、「ニシノカオリ」は「ミナミノカオリ」と比較して、ファリノグラムの生地の形成時間、バロリメーターバリューおよびエキステンソグラムの各特性値が小さかった。「ミナミノカオリ」では  $4 \text{ g m}^{-2}$  施用でパン比容積が大きくなったが、「ニシノカオリ」では開花期の追肥量による処理間の差は小さく、この一つの要因として、「ニシノカオリ」は「ミナミノカオリ」より沈降量とグルテンインデックスが小さく、グルテンの品質が劣るためであると考えられた。パン総点は開花期の窒素追肥が多いほど優れる傾向がみられ、重回帰分析を行った結果、パン総点へはバロリメーターバリューと 60% 粉タンパク質含有率の寄与が大きかった。開花期の追肥量間と品種間の分散成分の比較により、60% 粉のタンパク質含有率は開花期の追肥量、生地の物性やパン比容積は品種の影響が大きいことが示唆された。

**キーワード**：開花期の窒素追肥、生地の物性、製パン適性、製粉性、パン用コムギ。

現在、国内で作付けされているコムギ品種の用途は大部分が日本めん用であるものの、国内コムギ生産量が日本めん用の需用を上回っていることから、供給と需用との間にミスマッチが生じている。このため、国産コムギのさらなる振興を図るためには、パンや中華麺などへの新たな用途の拡大が求められている。

このような背景の中で、安全・安心な農作物の提供という観点からパン用コムギの国内生産への要望が高まっており、消費者や実需者からも国内産パン用コムギ品種の増産が強く望まれている。

福岡県は水田作コムギの作付け面積が全国 1 位で、コムギは重要な土地利用型作物として位置づけられている、このため福岡県の麦作振興の一環として、実需者の要望に対応したパン用コムギの生産拡大が課題となっている。

しかし、国内産パン用コムギ品種の製パン適性は外国産パン用コムギ品種に比べて劣ることから (尾関ら 1988, 田谷ら 2003, 関ら 2005), 国内産パン用コムギ品種の製パン適性向上が求められている。なかでも製パン適性に大きく影響を及ぼしているタンパク質含有率の向上が実需者から要望されている。

製パン適性からみた子実タンパク質含有率の適正値は 11.5~14.0% とされているが (注：総合食料局 2005. 麦価に関する資料), 西南暖地の国産コムギ品種のタンパク質含有率はこの値より低い傾向にある。水田土壌におけるパン用コムギ品種のタンパク質含有率を高めるためには、出穂後の窒素追肥が有効であることが報告されている (浦野・長嶺 2001, 2002, 山下ら 2005)。その一方で、パン用

コムギ品種の生地の物性は、出穂後の窒素追肥によって向上するという報告 (佐藤ら 1999, 浦野・長嶺 2002, 佐藤・土屋 2004) と、逆に低下するという報告 (Tipples ら 1977) があり、出穂後の窒素追肥がパン用コムギ品種の生地の物性に及ぼす効果に対する評価は必ずしも一定ではない。さらに、出穂後の窒素追肥がパン官能評価を含めた製パン適性に及ぼす影響を品種別に比較した報告は極めて少ない (浦野・長嶺 2001, 2002)。また、生地の物性および製パン適性に及ぼす品種と窒素追肥量の影響について相対的重要性を比較検討した報告はみあたらない。

パン用コムギ品種のタンパク質含有率の向上、生地の物性および官能評価を含めた製パン適性に及ぼす出穂後の窒素追肥の効果を明らかにすることは、品種別に製パン適性が優れたコムギを生産するための栽培法を確立するために極めて重要である。

本報告では水田作におけるパン用コムギ品種の製パン適性向上を目的として、開花期の窒素追肥が国内育成のパン用コムギ品種の生育、製粉特性、生地の物性および製パン適性に及ぼす影響について明らかにするとともに、生地の物性および製パン適性に及ぼす品種および開花期の窒素追肥量の影響について相対的重要性を比較した。

### 材料と方法

試験は 2001~2003 年 (播種年) に福岡県農業総合試験場豊前分場 (福岡県行橋市) で行ない、供試品種は「ミナミノカオリ」と「ニシノカオリ」とした。播種期は 11 月 18~20 日とし、播種量は  $\text{m}^2$  当たり出芽本数で 150 本とした。

栽培方法は4条のドリル播(畦幅150 cm, 条間30 cm)とし, 踏圧や土入れは1月上旬~2月下旬に2~3回行った. 試験規模は1区9.0 m<sup>2</sup>の2反復とした.

m<sup>2</sup>当たり窒素施肥量は基肥として5.0 g, 第1回追肥として本葉5葉期に4.0 g, 第2回追肥として主稈の幼穂長が2 mmの時期に2.0 gとした. 開花期の窒素追肥区として開花期頃(出穂後約10日)に2 g m<sup>-2</sup>区と4 g m<sup>-2</sup>区, 対照区として0 g m<sup>-2</sup>区を設けた. 2002年の「ミナミノカオリ」は6 g m<sup>-2</sup>区も設けた.

成熟期, 穂数, 倒伏程度および赤かび病発生程度の調査を行うとともに, 子実収量, 千粒重, 容積重および検査等級の調査を行った. なお, 容積重はブラウエル穀粒計によって測定した.

製粉は2003年11月に作物研究所(茨城県つくば市)において同一試験区の反復を混合してピューラーテストミルにより行い, 得られた粉を60%粉に調製し品質試験に供試した. 製粉および品質分析は小麦品質検定方法(農林水産技術会議事務局1968)に準じて行った. 子実のタンパク質含有率はケルダール法により求めた全窒素にタンパク換算係数5.83を乗じて求め, 粉のタンパク質含有率はrapidN(elementar社)により求めた全窒素に, タンパク換算係数5.7を乗じて求めた. 灰分, ファリノグラムおよびエキステンソグラムは小麦品質検定方法に従って測定した. グルテンの品質や含有率はグルトマチックシステム(Falling Number社)により, グルテンインデックスおよび湿グルテンを測定した. SDS-セディメンテーションテストは, Takataら(1999)の方法をもとに, 供試量を60%粉1.0 g, 膨潤時間を24時間として行った.

製パン試験は2004年3月に九州沖縄農業研究センター水田研究利用部(福岡県筑後市)において, ストレート法(田中・松本1991)により行った. 配合と方法は次の通り

である. 小麦粉300 g, 砂糖18 g, 食塩6 g, インスタントドライイースト3 gの割合で配合し, 吸水率はファリノグラムの値を参考にして決定した. 縦型ミキサー(キッチンエイド, Kitchen Aid社)で低速2分, 中速3分の混捏後, ショートニングを18 g投入し, 低速2分, 中速3分, 高速0~1分で生地を形成した. 生地の捏ね上げ温度は約28°Cであった. 一次発酵は28°Cで90分, ガス抜き後に30分実施した. 生地を170 g×3個に分割し, 20分のベンチタイムの後, 成形して, 1530 ccのパン型に詰め, 38°C・湿度95%で生地が一定の膨らみに達するまで(約1時間)最終発酵させた. 焼成は190°Cで30分実施した. 焼成の1時間後にパン重量とパン体積を測定し, パン比容積(パン体積/パン重量)を求めた. パン体積はナタネ置換法により測定した. パン官能評価は日本イースト工業会の試験法(日本イースト工業会1996)を一部改良して, 2001年のサンプルについて九州沖縄農業研究センターにおいて, パネル構成員13名で, パン焼成当日に行った. パン官能評価の採点は外観および内相について合計100点満点で行い, 採点項目および配点は第4表の通りとした. なお, 採点項目である体積はパネル構成員の評価ではなく, パン比容積を換算して求めた. また, カナダ産コムギ1CWを基準とし, 各項目の配点に0.8をかけた値を1CWの点数とし, 合計80点として採点した.

統計解析は統計ソフトのSPSS(エス・ピー・エス・エス社製, 日本)により行った.

## 結 果

### 1. 開花期の窒素追肥が生育, 収量および外観品質に及ぼす影響

第1表に開花期の窒素追肥が生育, 収量および外観品質に及ぼす影響を示した. 開花期に窒素追肥量を多くするほ

第1表 開花期の窒素追肥量と生育, 収量および外観品質.

品種	追肥量 g m <sup>-2</sup>	成熟期 月. 日	穂数 本 m <sup>-2</sup>	倒伏程度	赤かび病発生程度	千粒重 g	容積重 g	収量 g m <sup>-2</sup>	検査等級
ミナミノカオリ	0	5.29	452	1.0	1.6	36.6	789	416	4.5
	2	5.30	473	1.2	1.6	37.1	790	423	5.0
	4	6.1	446	1.3	1.9	37.3	791	429	5.5
ニシノカオリ	0	5.28	503	0.9	1.5	36.9	806	424	2.5
	2	5.29	504	1.2	1.8	38.9	818	431	2.5
	4	5.31	514	1.2	1.9	40.0	811	442	2.8
品種	—	**	ns	ns	**	**	ns	**	**
追肥量	—	ns	ns	**	*	ns	ns	ns	ns
年次	—	**	**	**	**	**	**	**	**
品種×追肥量	—	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

値は2001~2003年の3カ年の平均を示す.

追肥量は開花期の窒素追肥量.

倒伏程度, 赤かび病発生程度は0(無)~5(甚)の6段階表示で, 検査等級は1(1等ノ上)~9(規格外下)の9段階表示で示す.

\*, \*\*はそれぞれ5, 1%水準で有意であり, nsは有意でないことを示す.

年次との交互作用は誤差として評価した.

第2表 開花期の窒素追肥が子実や60%粉のタンパク質含有率、灰分、グルテンの品質・含有率および製粉特性に及ぼす影響。

品種	追肥量 g m <sup>-2</sup>	子実		60%粉		製粉歩留 %	ミリングスコア %	沈降水量 mL	グルテンインデックス %	湿グルテン %
		タンパク質含有率 %	灰分 %	タンパク質含有率 %	灰分 %					
ミナミノ	0	10.6	1.75	9.9	0.57	74.5	81.0	9.7	93.9	26.7
カオリ	2	12.2	1.76	11.3	0.62	74.1	78.1	12.0	81.9	33.1
	4	13.0	1.77	12.1	0.58	73.9	79.9	13.9	78.5	35.8
ニシノ	0	10.5	1.53	9.8	0.56	77.1	84.4	5.4	77.2	29.3
カオリ	2	11.6	1.52	10.7	0.59	77.5	83.3	6.3	73.1	34.2
	4	12.8	1.55	11.9	0.59	77.7	83.4	7.6	72.5	36.7
品種		ns	**	ns	ns	**	*	**	*	ns
追肥量		**	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	**
年次		*	*	+	*	*	*	**	ns	ns
品種×追肥量		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

値は2001～2002年の2カ年の平均を示す。

沈降水量はSDS-セディメンテーションテストの沈降水量。

+, \*, \*\*はそれぞれ10, 5, 1%水準で有意であり, nsは有意でないことを示す。

年次との交互作用は誤差として評価した。

ど成熟期は遅くなり、「ミナミノカオリ」、「ニシノカオリ」とも0 g m<sup>-2</sup>区と比較して2 g m<sup>-2</sup>区は1日、4 g m<sup>-2</sup>区は3日遅かった。倒伏程度には有意な差は認められなかったが、赤かび病の発生程度が高くなった。千粒重は重くなるものの、容積重、収量および検査等級に有意な差は認められなかった。

### 2. 開花期の窒素追肥が子実や60%粉のタンパク質含有率、灰分、グルテンの品質・含有率および製粉特性に及ぼす影響

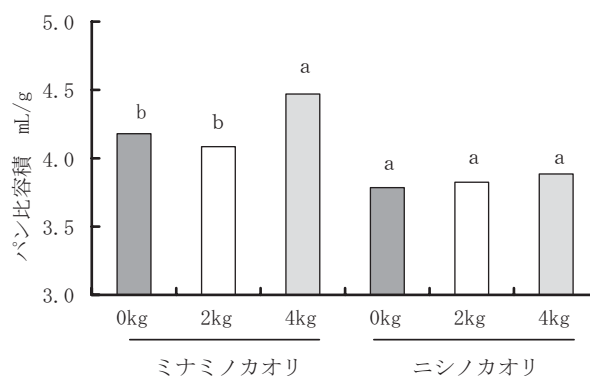
第2表に開花期の窒素追肥が子実や60%粉のタンパク質含有率・灰分、グルテンの品質・含有率および製粉特性に及ぼす影響を示した。子実のタンパク質含有率は、開花期の窒素追肥量が多いほど高くなり、2 g m<sup>-2</sup>増やすごとに約1%高くなり、両品種とも2 g m<sup>-2</sup>施用でパン適性からみたタンパク質含有率の基準値である11.5%より高くなり、4 g m<sup>-2</sup>施用では約13%となった。製粉特性では子実や60%粉の灰分含有率、製粉歩留およびミリングスコアは開花期の窒素追肥量による差はみられなかったが、60%タンパク質含有率は追肥量の増加により有意に高くなった。品種間では「ミナミノカオリ」は「ニシノカオリ」より子実の灰分含有率が有意に高く、製粉歩留およびミリングスコアが有意に低かった。グルテンの品質と含有率を示すSDS-セディメンテーションテストの沈降水量（以下沈降水量とする）は開花期の窒素追肥量により有意に大きく、「ミナミノカオリ」は「ニシノカオリ」より有意に大きかった。グルテンの品質を示すグルテンインデックスは開花期の窒素追肥量による有意な差は認められなかったが、「ミナミノカオリ」は「ニシノカオリ」より有意に高かった。グルテン含有率を示す湿グルテンは開花期の窒素追肥量が多いほど有意に高くなったが、品種による差は認められなかった。

### 3. 開花期の窒素追肥が生地の物性やパン比容積に及ぼす影響

第3表に開花期の窒素追肥が生地の物性に及ぼす影響、第1図に開花期の窒素追肥がパン比容積に及ぼす影響を示した。両品種とも開花期の窒素追肥量を多くすると、吸水率やバロリメーターバリューが有意に大きくなった。品種間では「ミナミノカオリ」は「ニシノカオリ」より吸水率は有意に小さかったが、生地の形成時間およびバロリメーターバリューが有意に大きかった。

エキステンソグラムの伸張抵抗は両品種とも4 g m<sup>-2</sup>区で大きく、伸長度や面積は開花期の窒素追肥量が多くなるほど大きくなる傾向がみられた。品種間では「ミナミノカオリ」は「ニシノカオリ」より伸長抵抗、伸長度および面積とも有意に大きかった。

パン比容積は「ミナミノカオリ」で4 g m<sup>-2</sup>区で有意に大きく、「ニシノカオリ」では開花期の窒素追肥量による処理間の差は小さかった。



第1図 開花期の窒素追肥がパン比容積に及ぼす影響。

パン比容積は品種に1%, 追肥量に5%, 品種と追肥量の交互作用に10%水準の有意差がある。

同一品種内の異なる文字間には追肥量間にTukeyの多重検定により5%水準の有意差が有ることを示す。

第3表 開花期の窒素追肥が生地の物性に及ぼす影響.

品種	追肥量 g m <sup>-2</sup>	ファリノグラム				エキステンソグラム(135分)		
		Ab %	DT 分	Stab 分	V.V	R B.U.	E mm	A cm <sup>2</sup>
ミナミノ	0	61.7	5.6	4.3	61	294	249	101
カオリ	2	65.1	7.9	5.8	70	290	250	104
	4	64.9	7.3	10.0	71	339	259	124
ニシノ	0	66.2	2.3	2.4	46	256	178	62
カオリ	2	68.1	3.4	4.4	52	253	194	68
	4	69.5	5.0	4.8	59	271	199	73
1CW	—	69.1	10.0	8.7	79	607	223	183
品種		**	**	ns	**	*	**	**
追肥量		**	ns	ns	+	ns	ns	ns
年次		ns	ns	ns	ns	**	ns	*
品種×追肥量		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

値は2001～2002年の2カ年の平均を示す.

1CWは2002年の値を示す.

Abは吸水率, DTは生地の形成時間, Stabは生地の安定度, V.Vはバリロメーターバリュー, Rは伸長抵抗, Eは伸長度, Aは面積を示す.

+, \*, \*\*はそれぞれ10, 5, 1%水準で有意であることを示す. 年次との交互作用は誤差として評価した.

第4表 開花期の窒素追肥がパン官能評価に及ぼす影響.

品種	追肥量 g m <sup>-2</sup>	外観				内相					総点
		焼色	形	均整	皮質	体積	すだち	色相	触感	香り味	
		10	5	5	10	10	10	15	10	25	100
ミナミノ	0	7.8a	4.0a	4.1a	8.5	7.9a	7.8a	12.1a	8.0a	19.9a	80.0abc
カオリ	2	8.0a	4.1a	4.0a	8.4	8.0a	7.7a	11.9ab	8.1a	20.3a	80.4ab
	4	7.9a	4.1a	4.0a	9.1	8.1a	8.0a	12.3a	8.2a	20.6a	82.3a
ニシノ	0	8.1a	3.8a	3.9a	7.7	7.0b	7.4a	11.1b	8.1a	20.1a	77.2c
カオリ	2	8.2a	4.1a	4.2a	7.8	7.8a	7.7a	11.6ab	8.1a	20.0a	79.4bc
	4	8.1a	4.1a	4.1a	8.2	7.7a	7.8a	12.0ab	8.1a	20.7a	80.6ab

値は2001年.

平均値につけた異英文字間にはパネル構成員を反復としたTukeyの多重検定により5%水準で有意差が有ることを示す.

体積はパネル構成員の評価ではなく, パン比容積の測定値を10点満点に換算して求めた.

第5表 60%粉タンパク質含有率と生地の物性およびパン比容積との関係.

	ファリノグラム			エキステンソグラム			パン比容積
	DT	Stab	V.V	R	E	A	
全区	0.70**	0.77**	0.72*	0.64*	0.36ns	0.63*	0.54*
ミナミノカオリ	0.82*	0.79*	0.86**	0.70+	0.33ns	0.74+	0.61ns
ニシノカオリ	0.72ns	0.81+	0.81*	0.24ns	0.69ns	0.70ns	0.62ns

全区は「ミナミノカオリ」と「ニシノカオリ」の全試験区込みにした.

DTは生地の形成時間, Stabは生地の安定度, V.Vはバリロメーターバリュー, Rは伸長抵抗, Eは伸長度, Aは面積を示す.

+, \*, \*\*はそれぞれ10, 5, 1%水準で有意であり, nsは有意でないことを示す. 「ニシノカオリ」は生地の安定度に10%, バリロメーターバリューに5%水準で有意である.

#### 4. 開花期の窒素追肥がパン官能評価に及ぼす影響

第4表に開花期の窒素追肥がパン官能評価に及ぼす影響を示した. 両品種とも開花期の窒素追肥量が多くなるほど, パン総点は優れる傾向がみられ, 「ニシノカオリ」では有意に優れた. また, 「ミナミノカオリ」における4g m<sup>-2</sup>区のパン総点は「ニシノカオリ」の0g m<sup>-2</sup>区や2g m<sup>-2</sup>区より有意に優れた.

#### 5. 60%粉タンパク質含有率と生地の物性およびパン比容積との関係

第5表に60%粉のタンパク質含有率が生地の物性およびパン比容積に及ぼす影響を明らかにするため, 60%粉タンパク質含有率, 生地の物性およびパン比容積との相関係数を示した. ファリノグラムの各特性値, エキステンソグラムの伸長抵抗および面積に有意な正の相関がみられ, パ



ン比容積に有意な正の相関がみられた。品種別では「ミナミノカオリ」ではファリノグラムの各特性値、伸長抵抗および面積に有意な正の相関がみられた。「ニシノカオリ」では生地安定度およびバリメーターバリューに有意な正の相関がみられた。

### 6. 生地の物性とパン官能評価の各項目との関係

第6表に生地の物性がパン官能評価の各項目に及ぼす影響を明らかにするため、ファリノグラムのバリメーターバリューやエクステンソグラムの各特性値とパン官能評価の各項目との相関係数を示した。バリメーターバリューは形・均整、体積、すだち、色相、触感および総点と有意な正の相関を示した。伸長抵抗は体積、色相、触感および総点との間に有意な正の相関を示した。伸長度は焼色と有意な負の相関を示し、体積、触感と有意な正の相関を示した。面積は焼色と有意な負の相関を示し、体積、すだち、色相、触感および総点と有意な正の相関を示した。

また、60%粉タンパク質含有率（総点との相関係数0.73 ns）、沈降量（総点との相関係数0.85\*）、バリメーターバリュー、エクステンソグラムの伸長抵抗、伸長度および面積について、ステップワイズ法（標準偏回帰係数の有意水準が10%以下であることを変数投入の打ち切り基準とする）により総点との重回帰分析を行うと、バリメーターバリュー（標準偏回帰係数0.737）と60%粉タンパク質含有率（標準偏回帰係数0.370）が有意な要因として抽出され、 $R^2 = 0.943$  ( $n = 6$ ) の重回帰係数が得られた。

### 7. 製粉性、生地の物性およびパン比容積における開花期の窒素追肥量および品種間の分散成分

前述の結果より、製粉性、生地の物性およびパン比容積は品種により異なり、開花期の窒素追肥の影響を受けることが明らかになった。そこで、製粉性、生地の物性およびパン比容積に及ぼす品種と窒素追肥量の影響について相対的重要性を比較した。各項目における開花期の窒素追肥量間および品種間の繰り返しのない二元配置による分散分析の結果と平均平方の分散成分から推定した窒素追肥量間と品種間の分散成分の値（スネデカー・コ克蘭1974）を第7表、第8表および第9表に示した。品種間と開花期の窒素追肥量間の分散成分の値をみると、60%粉タンパク質含有率では開花期の窒素追肥量の分散成分は品種間の分散成分より大きかった。ミリングスコアやバリメーターバリュー、伸長抵抗を除くエクステンソグラムの各特性値およびパン比容積では品種間の分散成分は開花期の窒素追肥量の分散成分より大きかった。

### 考 察

コムギのタンパク質含有率は出穂期以降の窒素追肥によって高まることが知られており（佐藤ら1999、浦野・長嶺2001、2002、佐藤・土屋2004、山下ら2005）、地域別では東北、関東、関西、九州の順にタンパク質含有率が低くなり、同一地域内では水田作コムギは畑作コムギよりタンパク質含有率が低いことが報告されている（柴田1988）。パン用コムギとしての適正な子実のタンパク質含有率の基準値は11.5~14%（注：総合食料局2005。麦価に関する資料）である。本試験では開花期の窒素追肥が無施用の場

第6表 生地の物性とパン官能評価の各項目との関係。

	外観					内相				総点
	焼色	形、均整	皮質	体積	すだち	色相	触感	香り味		
V.V	-0.53ns	0.84*	0.30ns	0.83*	0.98**	0.87*	0.91*	0.21ns	0.34ns	0.92*
R	-0.70ns	0.37ns	0.09ns	0.88*	0.65ns	0.84*	0.78+	0.33ns	0.23ns	0.76+
E	-0.90*	0.32ns	-0.16ns	0.86*	0.71ns	0.61ns	0.75+	-0.02ns	0.08ns	0.64ns
A	-0.84*	0.44ns	-0.12ns	0.96**	0.78+	0.77+	0.83*	0.24ns	0.24ns	0.80+

V.Vはバリメーターバリュー、Rは伸長抵抗、Eは伸長度、Aは面積を示す。

+, \*, \*\*はそれぞれ10, 5, 1%水準で有意であり、nsは有意でないことを示す。

第7表 2品種の60%粉タンパク質含有率とミリングスコアの分散分析と開花期の窒素追肥量間および品種間の分散成分。

	60%粉タンパク質含有率			ミリングスコア		平均平方の分散成分
	自由度	平均平方	分散成分	平均平方	分散成分	
全体	11					
品種	1	0.14ns	0.008	48.80*	7.43	$\delta^2 + 6\delta_v^2$
追肥量	5	1.71**	0.810	16.12+	5.96	$\delta^2 + 2\delta_c^2$
誤差	5	0.09		4.20		$\delta^2$

V.Vはバリメーターバリューを示す。

+, \*, \*\*はそれぞれ10, 5, 1%水準で有意であり、nsは有意でないことを示す。

品種間と追肥量間の分散成分は平均平方の分散成分から推定した

( $\delta_v^2$ : 品種間の分散成分,  $\delta_c^2$ : 追肥量間の分散成分,  $\delta^2$ : 誤差の分散成分)。

第8表 2品種のエクステンソグラム形質の分散分析と開花期の窒素追肥量間および品種間の分散成分.

	自由 度	R		E		A		平均平方の 分散成分
		平均 平方	分散 成分	平均 平方	分散 成分	平均 平方	分散 成分	
全体	11							
品種	1	6816.3*	1005.05	10591.0**	1754.40	5170.9*	834.08	$\delta^2 + 6\delta_y^2$
追肥量	5	3937.7+	1575.85	113.5ns	24.45	484.6ns	159.10	$\delta^2 + 2\delta_c^2$
誤差	5	786.0		64.6		166.4		$\delta^2$

Rは伸長抵抗, Eは伸長度, Aは面積を示す.

+, \*, \*\*はそれぞれ10, 5, 1%水準で有意であり, nsは有意でないことを示す.

品種間と追肥量間の分散成分は平均平方の分散成分から推定した ( $\delta_y^2$ : 品種間の分散成分,  $\delta_c^2$ : 追肥量間の分散成分,  $\delta^2$ : 誤差の分散成分).

第9表 2品種のバリロメーターバリューとパン比容積の分散分析と開花期の窒素追肥量間および品種間の分散成分.

	自由 度	V. V		パン比容積		平均平方の 分散成分
		平均 平方	分散 成分	平均 平方	分散 成分	
全体	11					
品種	1	720.8**	115.2	0.51**	0.08	$\delta^2 + 6\delta_y^2$
追肥量	5	79.1ns	24.7	0.03ns	0.01	$\delta^2 + 2\delta_c^2$
誤差	5	29.8		0.01		$\delta^2$

V. Vはバリロメーターバリューを示す.

\*\*は1%水準で有意であり, nsは有意でないことを示す.

品種間と追肥量間の分散成分は平均平方の分散成分から推定した ( $\delta_y^2$ : 品種間の分散成分,  $\delta_c^2$ : 追肥量間の分散成分,  $\delta^2$ : 誤差の分散成分).

合, 「ミナミノカオリ」と「ニシノカオリ」の子実のタンパク質含有率は約10.5%であったが,  $2\text{ g m}^{-2}$  施用によりそれぞれ12.2%, 11.6%と基準値内に達した. この結果は, 出穂期以降の窒素追肥を  $2\text{ g m}^{-2}$  増やすごとに子実のタンパク質含有率は約1%高くなったことを明らかにした飯田ら (1991) や高山ら (2004) の報告を支持するものである.

開花期の窒素追肥により, 生地の物性が強化し, パン比容積が有意に大きくなり, 佐藤ら (1999) や佐藤・土屋 (2004) の報告と同様な結果となった. 60%粉タンパク質含有率とバリロメーターバリュー, 伸長抵抗および面積との間, さらにパン比容積とバリロメーターバリュー ( $r = 0.78^{**}$ ) やエクステンソグラムの各特性値 (伸長抵抗  $r = 0.64^*$ , 伸長度  $r = 0.85^{**}$ , 面積  $r = 0.83^{**}$ ) との間には有意な正の相関が認められた. したがって, 開花期の窒素追肥によりパン比容積が大きくなったことは, タンパク質含有率が高く, 生地の物性が強化したことによるものと考えられる. なお, 「ミナミノカオリ」と「ニシノカオリ」のパン官能評価の点数が高い傾向にあったのは, 生地の捏ね強度などの製パン条件が1CWよりも国内品種に適した条件であったためではないかと思われる.

また, 開花期の窒素追肥がパン比容積に及ぼす影響には品種間差がみられ, 「ミナミノカオリ」では, パン比容積が大きくなったが, 「ニシノカオリ」ではパン比容積に及ぼす開花期の窒素追肥の効果は小さかった.

グルテンの品質が劣る品種・系統はタンパク質含有率が

高くても製パン適性が劣ることが指摘されている (池田1961, 佐々木・長内1969, 尾関ら1988). 本試験において「ニシノカオリ」は「ミナミノカオリ」と比較して, 湿グルテンと60%タンパク質含有率に差がみられなかったが, 沈降量やグルテンインデックスが小さかった. これはグルテンの量に両品種に差が無いが, 品質に差があることを意味している. また, 「ニシノカオリ」は「ミナミノカオリ」よりバリロメーターバリューやエクステンソグラムの各形質の値が小さいことから, 生地の物性が弱い. したがって, 「ニシノカオリ」でパン比容積に対する開花期の窒素追肥の効果は小さかった一つの要因は, グルテンの量ではなく質が「ミナミノカオリ」より劣り, 生地の物性が弱かったためであると推察される.

パン官能評価は両品種とも開花期の窒素追肥量が多くなるほど, パン総点が優れる傾向がみられ, 「ニシノカオリ」では有意に優れた. 開花期の窒素追肥量が多くなるほど, 60%粉タンパク質含有率が高くなり, 60%粉タンパク質含有率は生地の物性であるバリロメーターバリュー, エクステンソグラムの各特性値と有意な正の相関関係を示した. さらに, バリロメーターバリューやエクステンソグラムの各特性値と, 体積, 色相, すだちおよび触感との間には有意な正の相関関係が認められた. このため, 開花期の窒素追肥量が多くなるほど, 粉タンパク質含有率が高くなり, 生地の物性が優れ, パン官能評価の体積およびすだちなどの各項目が良好になり, パン総点が優れた.

さらに、60%粉タンパク質含有率、沈降量および生地  
の物性に対するステップワイズ法によりパン総点との重回帰  
分析を行った結果、バロリメーターバリューと60%粉タ  
ンパク質含有率が有意な要因として抽出されたことから、  
パン総点へはバロリメーターバリューと60%粉タンパク  
質含有率の寄与が大きいことがわかる。

浦野・長嶺(2001, 2002)は生地の物性の強化やパン比  
容積の増大に対しては、品種や出穂後の窒素追肥の効果が  
あることを指摘している。本試験においても、生地の物性  
の強化やパン比容積に対する開花期の窒素追肥の効果は追  
肥量や品種の違いにより異なった。そこで、60%粉のタン  
パク質含有率、生地の物性およびパン比容積において、開  
花期の窒素追肥量間および品種間の分散成分の値を比較す  
ると、60%粉のタンパク質含有率では窒素追肥量間の分散  
成分が大きく、生地の物性およびパン比容積においては品  
種間の分散成分の方が大きかった。このことから、タンパ  
ク質含有率は栽培・環境条件により影響を強く受けるもの  
の、生地の物性およびパン比容積においては品種固有の遺  
伝的物性に強く支配されていることが示唆された。

謝辞：製粉機や分析機器の使用にあたりご指導ご助言を  
頂いた作物研究所小麦研究グループの皆様、製パンにあた  
りご指導ご助言を頂いた九州沖縄農業研究センター筑後研  
究拠点小麦・大麦育種ユニットの皆様には厚く御礼申し上げ  
ます。

## 引用文献

- 飯田幸彦・三田村剛・石原正敏 1991. コムギの粉色に及ぼす土壌・  
施肥条件の影響 第1報 子実のタンパク質含量と粉色との関係に  
ついて. 日作紀 60 (別1): 38-39.
- 池田利良 1961. 日本における硬質小麦の研究. 東海近畿農試特別報  
告 栽培第1部 2: 1-55.
- 日本イースト工業会 1996. パン用酵母試験法. 14-16.
- 農林水産技術会議事務局 1968. 小麦品質検定方法 - 小麦育種試験に  
おける -. 研究成果シリーズ第35集: 1-70.
- 尾関幸男・佐々木宏・天野洋一・土屋俊雄・前野真司・上野賢司  
1988. 春播小麦新品種「ハルユタカ」の育成について. 北海道立農  
試集報 58: 41-54.
- 佐々木宏・長内俊一 1969. 硬質春播小麦のパン適性と収量の選抜実  
験 第1報 選抜形質とパン適性. 北海道立農試集報 19: 21-35.
- 佐藤暁子・小綿美環子・中村信吾・渡辺満 1999. コムギの製パン適  
性に及ぼす窒素追肥時期の影響. 日作紀 68: 217-223.
- 佐藤導謙・土屋俊雄 2004. 北海道中央部における春播コムギの初冬  
播栽培に関する研究 - 窒素施用方法が製パン品質に及ぼす影響 -.  
日作紀 73: 282-286.
- 関昌子・八田浩一・波多野哲也・河田尚之・氏原和人・佐々木昭博・  
田谷省三・堤忠宏・藤田雅也・谷口義則・塔野岡卓司・坂智広・  
平将人 2005. 小麦新品種「ミナミノカオリ」の主要特性. 九農研  
67: 13.
- 柴田茂久 1988. 最近の国内産小麦の品質 - うどん適性に関連して  
-. 日食工誌 35: 210-218.
- スネデカー, G.R.・W.G. コ克蘭 1974. 統計的方法 原書第6版. 畑  
村又好・奥野忠一・津村善郎訳. 岩波書店, 東京. 267-275.
- Takata, K., H. Yamauchi, N. Iriki and T. Kuwabara 1999. Prediction of  
bread-making quality by prolonged swelling SDS-sedimentation test.  
Breed.Sci. 49: 221-223.
- 高山敏之・長嶺敬・石川直幸・田谷省三 2004. コムギにおける出穂  
10日後追肥の効果. 日作紀 73: 157-162.
- 田中康夫・松本博 1991. 製パンの科学 I 製パンプロセスの科学. 光  
琳, 東京. 11-26.
- 田谷省三・塔野岡卓司・関昌子・平将人・堤忠宏・野中舜二・氏原  
和人・佐々木昭博・山口勲夫・新本英二・吉川亮・藤田雅也・谷  
口義則・坂智広 2003. 小麦新品種「ニシノカオリ」の育成. 九州  
沖縄農業研究センター報告 42: 19-30.
- Tipples, K.H., S. Dubets and G.N. Irvine 1977. Effects of high rates of  
nitrogen on Neepawa wheat grown under irrigation. II. Milling and  
baking quality. Can. J. Plant Sci. 57: 337-350.
- 浦野光一郎・長嶺敬 2001. 出穂後窒素追肥によるパン用小麦の製パ  
ン適性の向上. 日本作物学会中国支部研究集録 42: 30-31.
- 浦野光一郎・長嶺敬 2002. 出穂後窒素追肥技術を利用したパン用小  
麦有望系統の栽培・加工適性. 日本作物学会中国支部研究集録 43:  
24-25.
- 山下幸恵・西岡廣泰・横尾浩明 2005. パン用コムギ品種「ニシノカ  
オリ」の子実タンパク質含有率に及ぼす穂揃期追肥の効果. 日作  
九州支部報 71: 20-22.

**Effects of Nitrogen Topdressing at Anthesis on Milling Property, Physical Dough Characteristics and Bread-Making Quality of Bread Wheat Cultivar “Minaminokaori” and “Nishinokaori”** : Tetsuya IWABUCHI<sup>1)</sup>, Kohei TANAKA<sup>2)</sup>, Yuji MATSUE<sup>2)</sup>, Hitoshi MATSUNAKA<sup>3)</sup> and Suetsugu YAMAGUCHI<sup>4)</sup> (<sup>1)</sup> *Fukuoka Agr. Res. Cent. Buzen Br., Yukuhashi, 824-0038, Japan;* <sup>2)</sup> *Fukuoka Agr. Res. Cent.;* <sup>3)</sup> *Natl. Agr. Res. Cent. Crop Science;* <sup>4)</sup> *Retired Natl. Agr. Res. Cent. Kyushu Okinawa Region*)

**Abstract** : The effects of nitrogen topdressing at anthesis on the milling property, physical dough characteristics and bread-making quality of wheat were investigated with two cultivars, “Minaminokaori” and “Nishinokaori” in Northern Kyusyu. The protein content of grain increased as the amount of topdressed nitrogen increased, at a rate of about 1% per 2 g m<sup>-2</sup> nitrogen topdressing, and the protein content reached 11.5% which is the standard value of protein content when 2 g m<sup>-2</sup> was applied. Valorimeter value of farinogram increased as the amount of applied nitrogen increased. “Nishinokaori” had lower dough development time, valorimeter value of farinogram and extensogram characteristics than “Minaminokaori”. The volume-to-weight ratio of loaf increased when 4 g m<sup>-2</sup> nitrogen was topdressed in “Minaminokaori”, but only slightly in “Nishinokaori”. “Nishinokaori” was considered to have a lower gluten index and sedimentation value, and therefore it had a lower quality of gluten than “Minaminokaori”. Bread score tended to be superior when the amount of applied nitrogen was increased, and the multiple regression analysis showed a large contribution of valorimeter value and protein content of the 60% extraction flour to bread score. Comparison of the variance component between the amount of nitrogen topdressing at anthesis and variety indicated that the protein content of 60% extraction flour greatly varied with the amount of topdressing, and that physical dough characteristics and the volume-to-weight ratio of loaf greatly varied with the variety.

**Key words** : Bread-making quality, Bread wheat, Milling property, Nitrogen topdressing at anthesis, Physical dough characteristics.

---