日作紀（Jpn. J. Crop Sci.）80（4）：403―407（2011）

パン用コムギ品種「ミナミノカオリ」の子実タンパク質含有率の変動要因

岩渕哲也[1)]・松江勇次[1,2)]・松中仁[3)]
（[1)] 福岡県農業総合試験場，[2)] 九州大学大学院農学研究院，[3)] 九州沖縄農業研究センター）

要旨：本研究では，北部九州におけるパン用コムギ品種「ミナミノカオリ」において，子実タンパク質含有率の変動要因を明らかにするために，子実タンパク質含有率と気象および収量，収量構成要素との関係について検討した．子実タンパク質含有率は収量，千粒重および登熟期間の日照時間との間にそれぞれ負の相関関係が認められ，千粒重，収量と登熟期間の日照時間との間には正の相関関係が認められた．子実タンパク質含有率と千粒重，収量および日照時間との間で偏相関をみると，千粒重のみ有意な相関関係が認められた．以上のことから，子実タンパク質含有率は千粒重の影響を強く受けるものの，子実タンパク質含有率の主たる変動要因は日照時間の多少による千粒重の変化に支配されていることが明らかとなった．また，子実タンパク質含有率と有意な相関関係が認められた登熟期間の日照時間と開花期の窒素追肥量を説明変数とし，子実タンパク質含有率を目的変数とした重回帰分析を行った結果，子実タンパク質含有率（y）は，x1 を開花期の窒素追肥量，x2 を登熟期間の日照時間とすると，$y=12.40+0.433x1-0.00726x2$（$n=18$，$R^2=0.563$，$p<0.01$）の重回帰式で示された．

キーワード：開花期の窒素追肥，子実タンパク質含有率，千粒重，パン用コムギ品種，変動要因．

日本めん用コムギ品種の約 6 割は国内産であり，国内産コムギの大部分が日本めん用として用いられてきた．しかし，国内産コムギの生産量は日本めんの需要を上回っているため，国内産コムギの作付け拡大を図るためには，新たな用途が求められている．近年，消費者や製パン業者から，安全安心の観点から国内産コムギを用いたパンを求める声が高まってきており，この需要に応えるために，国内産のパン用コムギ品種が育成されている（星野ら 1990，田谷ら 2003，吉川ら 2009，藤田ら 2009）．しかし，国内産パン用コムギ品種は製パン適性が外国産コムギ品種と比べて必ずしも十分でなく（星野ら 1990，田谷ら 2003，吉川ら 2009，藤田ら 2009），その要因の一つとして製パン適性との相関が高いタンパク質含有率が低く，変動が大きい（神山ら 1990，佐藤ら 1998）ことが指摘されている．このため，実需者からはタンパク質含有率の高位安定化が求められている．

一般的に，コムギのタンパク質含有率は関東より西に向かうにつれて低くなる傾向にあり（柴田 1988），年次変動も大きいことが知られている（平野・江口 1969）．子実タンパク質含有率の年次変動の主たる要因としては，日本めん用コムギ品種では登熟期の降水量や日照時間が報告されている（平野・江口 1969，岩渕ら 2011）．しかし，パン用コムギ品種では年次変動要因に関する報告はみあたらない．

パン用コムギ品種の子実タンパク質含有率の変動要因を明らかにして，高位安定化を図ることは，今後の製パン適性の高いコムギを安定生産する上で極めて重要なことである．

そこで，本報告では，パン用コムギ品種「ミナミノカオリ」の子実タンパク質含有率と気象条件および収量構成要素との関係を明らかにして，子実タンパク質含有率の変動要因を検討した．

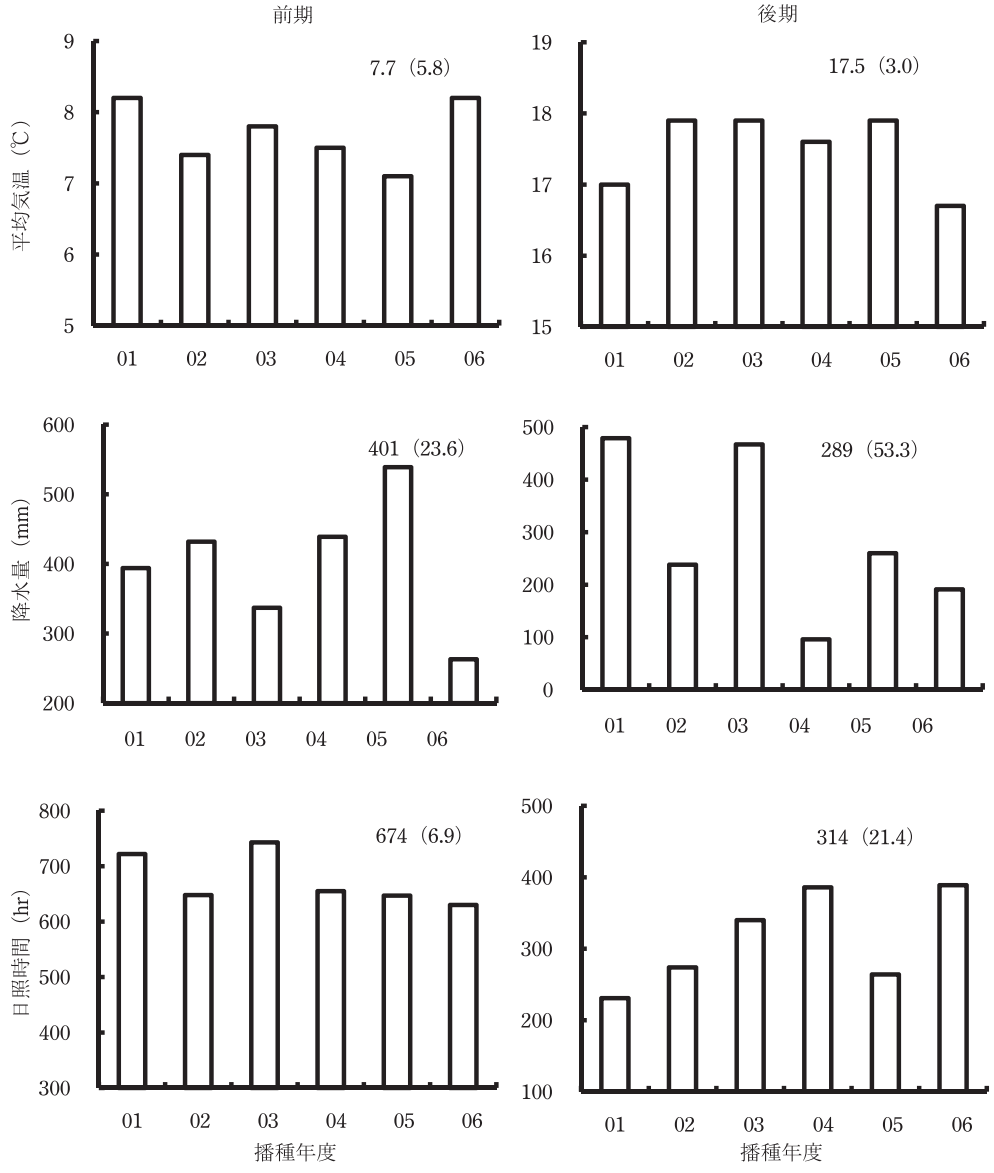
材料と方法

試験は 2001～2006 年（播種年度で示す，以下同じ）の 6 年間にわたって福岡県農業総合試験場豊前分場（福岡県行橋市）で行い，供試品種は「ミナミノカオリ」とした．播種期は 11 月 18 日～22 日で，播種量は 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，踏圧と土入れは 1 月上旬～2 月下旬に 2～3 回行った．m^2 当たり窒素施肥量は基肥として化成肥料（窒素・リン酸・加里を各 16％含有）を 5.0 g，第 1 回追肥として本葉 4～5 葉期頃（1 月下旬頃）に化成肥料（窒素・加里を各 16％含有）を 4.0 g，第 2 回追肥として茎立期頃（2 月下旬～3 月上旬）に化成肥料（窒素・加里を各 16％含有）を 2.0 g，開花期の窒素追肥として出穂後約 10 日の開花期頃に化成肥料（窒素を 21％含有）を 4.0 g とした．また，完熟堆肥を播種前に m^2 当たり 2 kg 施用した．2003～2005 年においては開花期の窒素追肥量を 0，4.0，8.0 g の 3 水準を設定した．試験規模は 1 区 9.0 m^2 の 2 反復とした．

生育については，出穂期，成熟期，粒数の調査を行うとともに，粒厚 2.0 mm 以上の子実について，子実収量および千粒重の調査を行った．子実タンパク質含量はケルダール法により求めた全窒素にタンパク質換算係数 5.7 を乗じ，子実水分を 13.5％に換算して求めた．気象データは気象庁の福岡県行橋アメダスによる観測データを利用した．

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．

2011 年 3 月 17 日受理．連絡責任者：岩渕哲也　〒 818-8549 福岡県筑紫野市大字吉木 587
TEL 092-924-2937，FAX 092-924-2981，iwabuchi@farc.pref.fukuoka.jp



第1図　平均気温，降水量および日照時間の推移．
数値は2001～2006年の平均値（変動係数）．
前期：播種期～出穂期，後期：出穂期～成熟期．

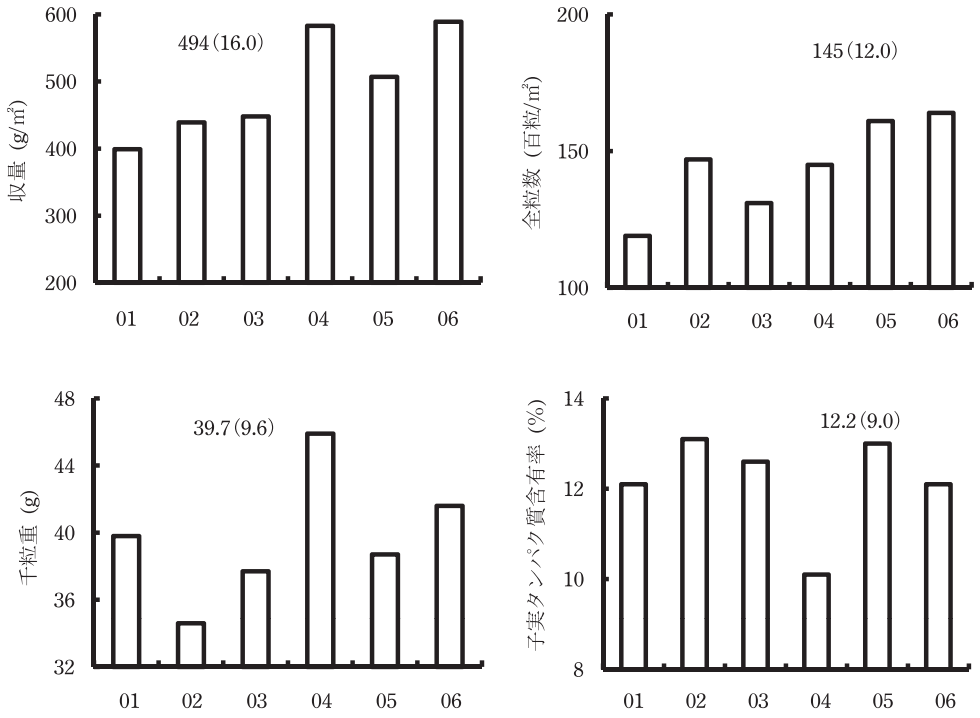
結　　果

1．気象概況

2001～2006年における「ミナミノカオリ」生育期間の日照時間と降水量を第1図に示した．前期（播種～出穂期）の気象条件をみると，平均気温は6年間の平均が7.7℃であり，2001年，2006年は8.2℃と高く，2005年が7.1℃と低かった．降水量は6年間の平均が401 mmであり，2005年は539 mmと多く，2006年が263 mmと少なかった．日照時間は6年間の平均が674時間であり，2003年は743時間と多く，2006年が630時間と少なかった．一方，後期（出穂期～成熟期）の気象条件をみると，平均気温は6年間の平均が17.5℃であり，2002年，2003年，2005年が17.9℃と高く，2006年は16.7℃で低かった．降水量は6年間の平均が289 mmであり，2001年が479 mmと多く，2004年は96 mmと著しく少なく，変動係数は53.3と高かった．日照時間は6年間の平均が314時間であり，2004年は386時間，2006年は389時間と長く，2001年が231時間と短かった．

2．「ミナミノカオリ」の子実タンパク質含有率，収量および収量構成要素の推移

2001年～2006年における「ミナミノカオリ」の子実タンパク質含有率，収量および収量構成要素等の推移を第2図に示した．子実タンパク質含有率は6年間の平均が12.2%であり，2002年は13.1%と高く，2004年が10.1%と著しく低く，2004年以外はランク区分の範囲内の12.1～13.1%であった．収量は6年間の平均が494 g m^{-2}であっ



第2図　収量，収量構成要素および子実タンパク質含有率の推移．
数値は2001～2006年の平均値（変動係数）．
開花期の窒素追肥量4 g/m² 施用した区のデータ．

第1表　ミナミノカオリの子実タンパク質含有率と気象との関係．

前期			後期		
平均気温	降水量	日照時間	平均気温	降水量	日照時間
−0.14 ns	0.05 ns	0.09 ns	0.27 ns	0.46 ns	−0.56+

数字は単相関係数．前期：播種期～出穂期，後期：出穂期～成熟期．＋は10%水準で有意であり，nsは有意でない（n=12）．

たが，2004年，2006年はそれぞれ583 g m^{-2}，589 g m^{-2}と多く，2001年が399 g m^{-2}と少なかった．千粒重は6年間の平均が39.7 gであったが，2004年は45.8 gと著しく重く，2002年が34.6 gと軽かった．全粒数は6年間の平均が1.45万粒m^{-2}で，2005年は1.61万粒m^{-2}，2006年は1.64万粒m^{-2}と多く，2001年が1.19万粒m^{-2}と少なかった．

3.「ミナミノカオリ」の子実タンパク質含有率と気象，収量，収量構成要素および開花期の窒素追肥量との関係

「ミナミノカオリ」の子実タンパク質含有率と生育ステージ別気象との関係を第1表，収量および収量構成要素との関係を第2表に示した．子実タンパク質含有率は前期では平均気温，降水量，日照時間のいずれとも有意な相関関係は認められなかった．後期では，日照時間との間に負の有意な相関関係が認められたが，平均気温と降水量との間には有意な相関関係は認められなかった．また，子実タンパク質含有率は千粒重および収量との間に有意な負の相関関係が認められた．さらに，後期の日照時間とコムギの千粒

第2表　ミナミノカオリの子実タンパク質含有率と収量および収量構成要素との関係．

項目	全粒数	千粒重	収量
タンパク	0.07 ns	−0.89**	−0.53+
全粒数	−	0.14 ns	0.68*
千粒重	−	−	0.69*

数字は単相関係数．タンパクは子実タンパク質含有率．**，*，＋はそれぞれ1，5，10%水準で有意であり，ns有意でない．

第3表　後期の日照時間とミナミノカオリの千粒重および収量との関係．

千粒重	収量
0.60*	0.80**

数字は単相関係数．
**，*はそれぞれ1，5%水準で有意であり．

第4表　ミナミノカオリの子実タンパク質含有率と千粒重，収量および日照時間との偏相関係数.

千粒重	収量	日照時間
−0.86**	0.41 ns	−0.33 ns

** は1%水準で有意差あり，ns は有意差なし.

重および収量との関係を第3表，コムギの子実タンパク質含有率と千粒重，収量および日照時間との偏相関係数を第4表に示した．後期の日照時間は千粒重および収量との間に有意な正の相関関係が認められ，子実タンパク質含有率と千粒重，収量および日照時間との間で偏相関をみると，千粒重のみ有意な相関関係が認められた.

また，m^2 当たり開花期の窒素追肥量と子実タンパク質含有率との関係を第3図に示した．窒素追肥量と子実タンパク質含有率との間に有意な正の相関関係が認められた．さらに，子実タンパク質含有率と有意な相関関係が認められた登熟期間の日照時間と開花期の窒素追肥量を説明変数とし，子実タンパク質含有率を目的変数とした強制投入法による重回帰分析を行った結果，以下のような決定係数 $R^2=0.563$**（n＝18，** は1%水準で有意）の重回帰式が得られた.

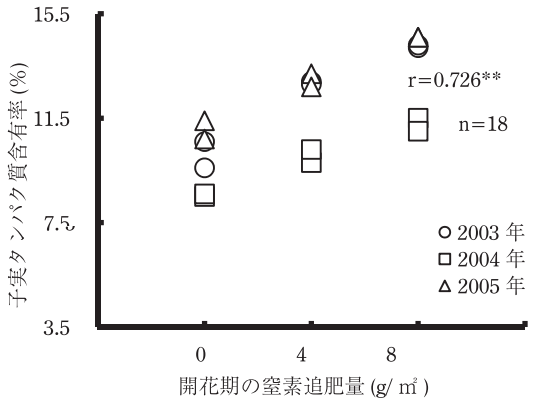
$$y=12.40+0.433x1-0.00726x2$$

y は子実タンパク質含有率，x1 は開花期の窒素追肥量，x2 は登熟期間の日照時間.

この式から，1 m^2 当たりの開花期の窒素追肥量が1 g，日照時間が100時間多くなると，それぞれ子実タンパク質含有率は0.43%増加，0.73%減少すると推定された.

考　　察

現在，国内産コムギ品種の品質向上が求められる中で，国内産パン用コムギ品種のタンパク質含有率を安定して高く維持していくことが重要な課題の一つとなっている．タンパク質含有率は年次による変動が大きいことから（平野・江口 1969），パン用コムギ品種「ミナミノカオリ」において，気象との関係をみると，子実タンパク質含有率と登熟期間の日照時間との間に有意な負の相関がみられた．この結果は，めん用コムギ品種「チクゴイズミ」で認められた登熟期間の多日照により子実タンパク質含有率が低下したという報告（岩渕ら 2011）と一致する．次にコムギの子実タンパク質含有率と収量および収量構成要素との関係をみると，子実タンパク質含有率は千粒重および収量との間に有意な負の相関関係，登熟期間の日照時間と千粒重，収量との間に有意な正の相関関係が認められ，めん用コムギ品種と同様の結果（岩渕ら 2011）となった．さらに子実タンパク質含有率と千粒重，収量，日照時間との間で偏相関をみると，千粒重のみ有意な相関関係が認められた．以上のことから，パン用コムギ「ミナミノカオリ」では子実タンパク質含有率は千粒重の影響を強く受けるものの，子実タンパク質含有率の主たる変動要因は日照時間の多少による千粒重の変化に支配されていることが明らかとなった.



第3図　開花期の窒素追肥量と子実タンパク質含有率.
** は1%水準で有意ある.

さらに，子実タンパク質含有率と有意な相関関係が認められた登熟期間の日照時間と開花期の窒素追肥量を説明変数とし，子実タンパク質含有率を目的変数とした重回帰分析を行った結果，重回帰式から1 m^2 当たりの開花期の窒素追肥量が1 g，日照時間が100時間多くなると，それぞれ子実タンパク質含有率は0.43%増加，0.73%減少すると推定された.

飯田ら（1991）や高山ら（2004）は出穂期以降の窒素追肥を2 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ており，今回の結果を支持するものであった.

以上のことから，栽培の面からは，登熟期間が多日照であることが予想される場合，出穂期以降の窒素追肥を増量させる必要があることがわかる．また，品種育成の面からは出穂期以降の窒素肥料を施用しなくても子実タンパク質含有率が高いパン用コムギ品種の育成が望まれる.

今後は，以上の成果を用いて，子実タンパク質含有率の推定式を構築して，効率的なコムギの子実タンパク質含有率向上技術の確立が必要である.

引用文献

平野寿助・江口久夫 1969. 暖地における小麦の良質化栽培に関する研究（第4報）－品質の地域変動について－. 中国農試研報 A17：127－153.

藤田雅也・河田尚之・関昌子・八田浩一・波多野哲也・田谷省三・佐々木昭博・氏原和人・谷口義則・平将人・塔野岡卓司・堤忠宏・坂智広 2009. 製パン適性の良い硬質小麦新品種「ミナミノカオリ」の育成. 九州沖縄農業研究センター報告 51：41－64.

星野次汪・田野崎眞吾・谷口義則・後藤虎男・藤原秀雄・故北原操一・上田邦彦 1990. 小麦新品種「コユキコムギ」の育成. 東北農試研報 81：1－17.

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.
神山芳典・作山一夫・古沢典夫・星野次汪・谷口義則 1990. 小麦新品種「コユキコムギ」の特性 第 7 報 品質の地域変動. 東北農業研究 43 : 109－110.
岩渕哲也・浜地勇次・宮崎真行・内川修 2011. 近年の北部九州産コムギにおける子実タンパク質含有率低下の要因解析. 日作紀 80 : 59－64.
佐藤暁子・中村信吾・渡辺満・小綿美環子・吉川亮 1998. 小麦有望系統「東北 205 号」の製パン適性の地域変動. 東北農業研究 51 : 93－94.
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.
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.
吉川亮・中村和弘・伊藤美環子・伊藤裕之・星野次汪・伊藤誠治・八田浩一・田野崎眞吾・谷口義則・佐藤暁子・中村洋・藤原秀雄・上田邦彦・故北原操一・中島秀治・故後藤虎男 2009. 製パン適性が高く, 早生で耐寒雪性が強い小麦新品種「ゆきちから」の育成. 東北農試研報 110 : 17－44.

Factors causing Fluctuation in Grain Protein Content of Bread Wheat Cultivar 'Minaminokaori' : Tetsuya Iwabuchi[1)], Yuji Matsue[1,2)] and Hitoshi Matsunaka[3)] ([1)] *Fukuoka Agr.Res. Cent., Chikushinoshi 818-8549, Japan,* [2)] *Grad. Sch. of Agr., Kyushu Univ.,* [3)] *Natl. Agr. Res.Cent. for Kyushu Okinawa Region*)

Abstract : Using the bread wheat cultivar 'Minaminokaori' from Northern Kyushu, we examined the effect of climatic conditions as well as yield and yield component, on the grain protein content. We found that the protein content was negatively correlated with yield and 1000-kernel weight and positively correlated with the duration of sunshine during the ripening period. In the partial correlation analysis of grain protein content wtih 1000-kernel weight, yield and the duration of sunshine, significant correlation was observed only with 1000-kernel weight. These results suggest that the protein content was strongly affected by 1000-kernel weight and that the main factor of fluctuation in the protein content was a change in 1000-kernel weight, which was dependent on the duration of sunshine. Multiple regression analysis demonstrated that the duration of sunshine during the ripening period of wheat (x1) and the amount of nitrogen topdressing at anthesis (x2) were independent variables that were significantly correlated with grain protein content (y), as follows: $y=12.40+0.433x1-0.00726x2$ ($n=18$, $R^2=0.563$ and $p<0.01$).

Key words : Bread wheat cultivar, Factors causing fluctuation, Grain protein content, Nitrogen topdressing at anthesis, 1000-kernel weight.