

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

岩渕哲也・浜地勇次・宮崎真行・内川修

(福岡県農業総合試験場)

要旨：近年の北部九州におけるコムギの子実タンパク質含有率の低下要因を明らかにするために、1993～2008 年において同一条件で栽培されたコムギ品種「チクゴイズミ」の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と千粒重および収量との間に負の相関が認められ、子実タンパク質含有率は千粒重が重く、収量が多くなるほど低くなる傾向にあった。さらに、千粒重は登熟期間の降水量との間に負の、千粒重や収量は日照時間との間に正の相関関係が認められ、登熟期間の少降水および多日照の条件下で千粒重が重く、多日照で収量が多くなる傾向にあった。以上のことから、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の低下要因は登熟期間における少降水および多日照によって、千粒重が重く、収量が多くなることによるものであると考えられた。

キーワード：降水量、子実タンパク質含有率、収量、千粒重、日照時間。

福岡県のコムギは水田作における作付け面積が2009年には全国1位で、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、福岡県では麦作振興の一環として、実需者の要望に対応したコムギの生産拡大が重要な課題となっている。しかし、国内産コムギは一般に外国産コムギと比較して、品質が不均一で劣るとされ、実需者から品質改善を求められている。さらに、2005年以降には日本めん用、パン・中華麺用コムギでは、子実タンパク質含有率、子実灰分、容積重およびフォーリングナンバーの4品質の品質結果を反映して、契約生産奨励金の価格が決定されるようになり、生産者においてもコムギの品質向上が重要な課題となっている。これらの品質の中でも、子実タンパク質含有率は製粉性および生地やめんの物性に大きく影響する。子実タンパク質含有率は日本めん用コムギで10～11%が適正とされているが、西日本におけるコムギは子実タンパク質含有率が低いこと(柴田1988)が指摘されている。

このような状況の中で、近年の福岡県におけるコムギ作は登熟期間の気象に恵まれ、豊作傾向が続いている。特に、2006年および2007年の収量はそれぞれ平年比の125、118と極めて多かったが、その一方で、実需者からは子実タンパク質含有率の低下が指摘されている。したがって、コムギの子実タンパク質含有率における変動要因を明らかにすることは、今後の高品質コムギの安定生産を目指す上で極めて重要なことであると考えられる。

コムギの子実タンパク質含有率における変動要因については、これまでに年次間差(平野・江口1969)、地域間差(平野・江口1969, 柴田1988)、土壌の種類(佐藤ら1987)、地力(田中ら2001)および施肥法(江口ら1969, 田中ら2001)等の報告がある。しかし、近年の温暖化傾向にともない、気象変動が大きくなることが予想される中で、コムギ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

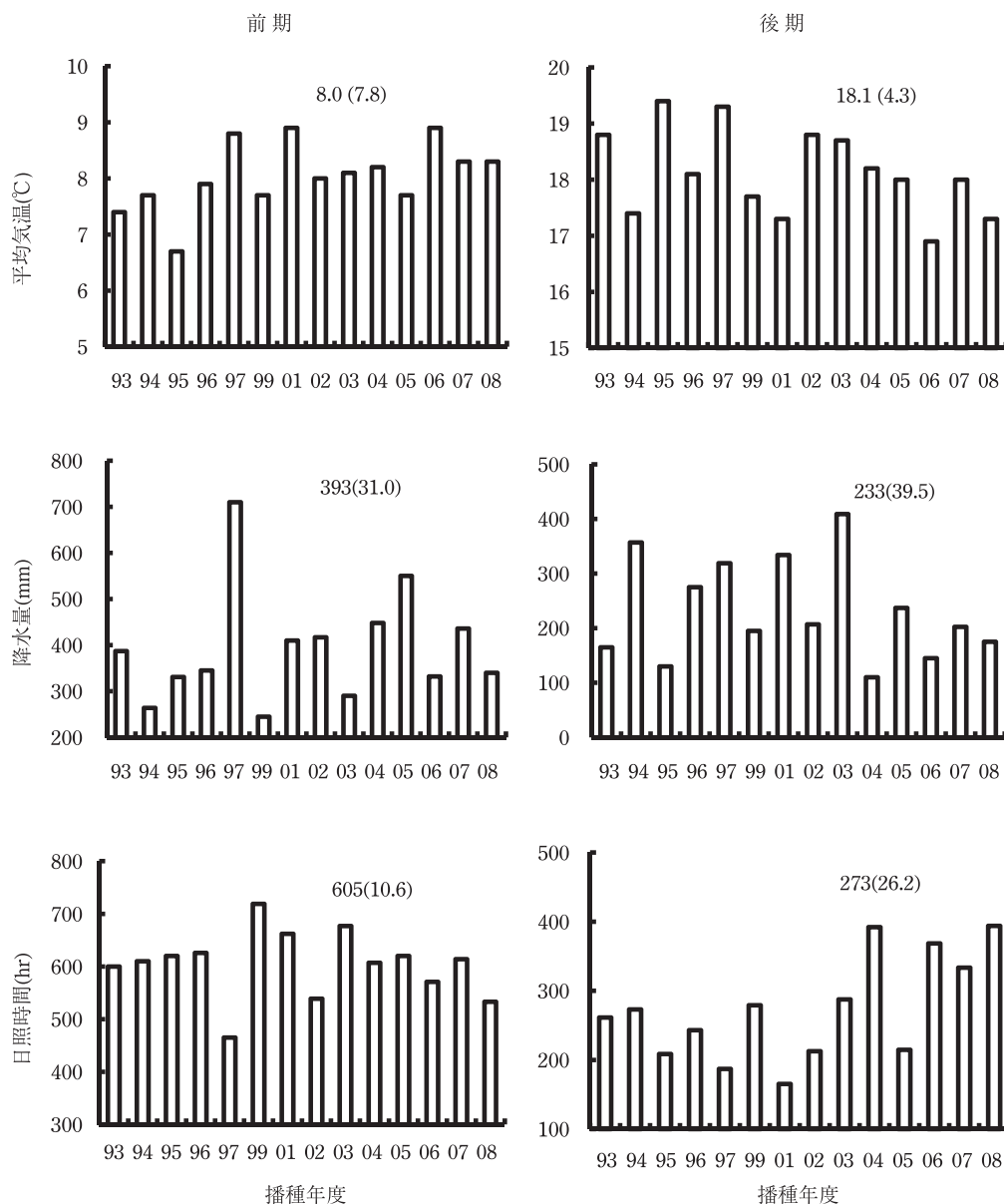
との関係について明らかにした報告は見当たらない。

そこで、本報告では、近年におけるコムギの子実タンパク質含有率の変動を明らかにするとともに、コムギ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について検討した。

材料と方法

試験は1998年と2000年を除いた1993～2008年(播種年度で示す、以下同じ)の14ヶ年に福岡県農業総合試験場(福岡県筑紫野市)のほ場(灰色低地土、前作は水稻)で、本県の栽培技術指針に準じて同様の栽培方法で実施したコムギ作況試験のデータを用いた。すなわち、供試品種は本県の主要品種である「チクゴイズミ」、播種期は11月19～22日とし、播種量は m^2 当たり170粒とした。また、栽培方法は4条のドリル播(畦幅140 cm)で、踏圧や土入れは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5.0 g、第1回追肥として本葉4～5葉期頃(1月下旬頃)に4.0 g、第2回追肥として茎立期頃(2月下旬～3月上旬)2.0 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。試験規模は1区14.0 m^2 の2反復とした。

調査は収量、 m^2 当たり穂数、全粒数、千粒重および子実タンパク質含有率について行ない、収量および千粒重は約10 m^2 分坪刈りし、2.0 mmの縦目篩で篩って求めた。 m^2 当たり穂数は生育中庸な箇所0.5 m^2 の全穂数を立毛で調査し、全粒数は生育中庸な箇所0.5 m^2 をサンプリングし調査した。子実タンパク質含有率は収量調査用のサンプルを粉碎し、ケルダール法により求めた全窒素にタンパク換算係数5.7を乗じ、水分13.5%換算で表した。気象データは気象庁の福岡県太宰府アメダスによる観測データを利用した。



第1図 年次別の平均気温、降水量および日照時間。
数値は平均値 (変動係数)。
前期：播種期～出穂期，後期：出穂期～成熟期。

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. 気象概況

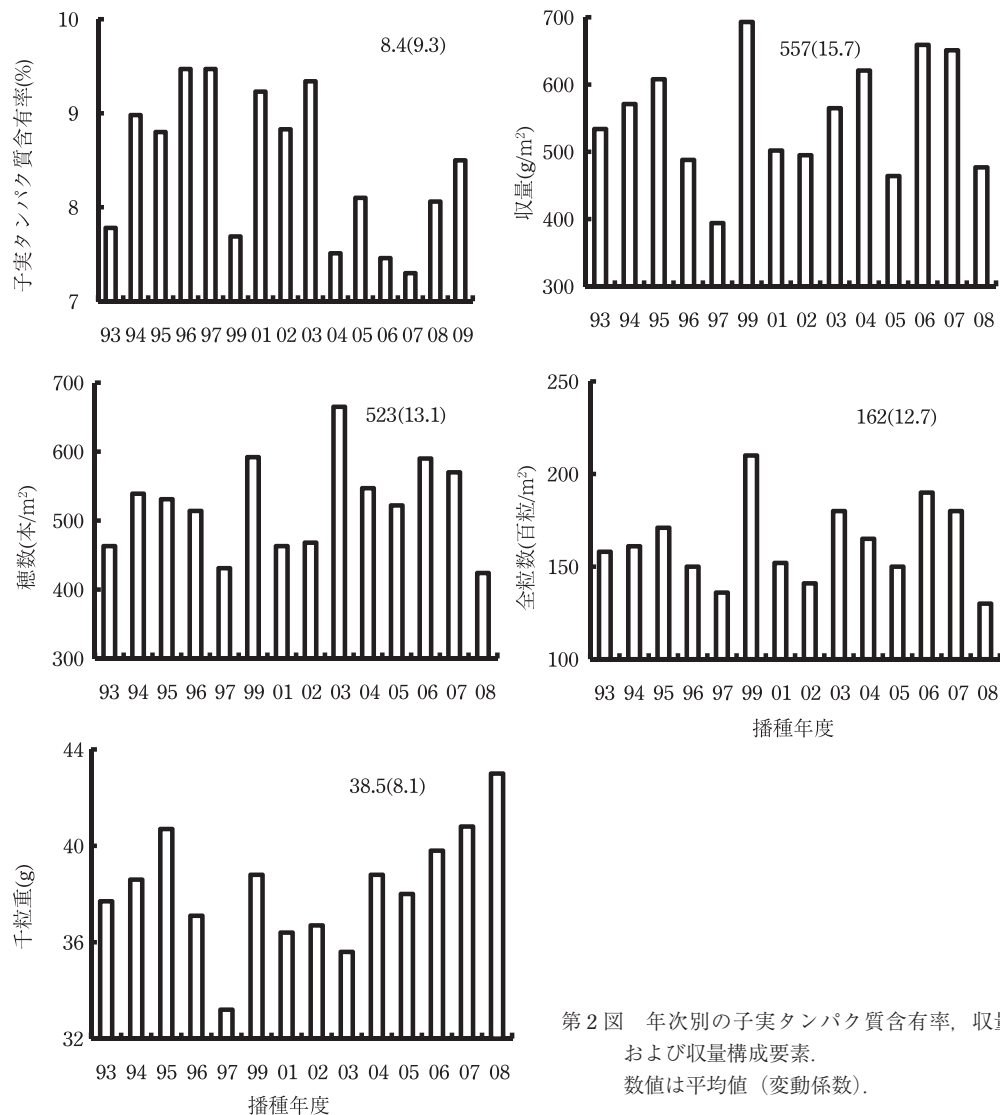
1993～2008年における年次別のコムギの生育期間中の気象を，出穂期を境にして前期 (播種期～出穂期) と後期 (出穂期～成熟期) に分けて第1図に示した。前期では，平均気温は1997年，2001年および2006年が特に高く，近年高くなる傾向にあった。また，1997年は降水量が多く，日照時間が少なく，逆に1999年は降水量が少なく，日照時間が多かった。

後期では，2005年を除く2004年～2008年の最近の4ヶ

年で，降水量が少なく，日照時間が長い傾向にあった。このうち，2004年と2006年における降水量はそれぞれ110 mm，145 mmと著しく少なく，2004年，2006年および2008年における日照時間は392時間，369時間および394時間と著しく多かった。また，平均気温は1995年と1997年が高かった。

2. 年次別のコムギの子実タンパク質含有率，収量および収量構成要素

1993年～2008年における年次別のコムギの子実タンパク質含有率，収量および収量構成要素を第2図に示した。このなかで，子実タンパク質含有率は1993年，1999年，2004年，2006年および2007年では8%以下で，特に2004



第2図 年次別の子実タンパク質含有率、収量
および収量構成要素。
数値は平均値（変動係数）。

年と2006年が7.5%，2007年が7.3%と著しく低かった。収量は1999年，2006年および2007年がそれぞれ693 g m⁻²，659 g m⁻²および651 g m⁻²と多かった。穂数は1999年，2003年および2006年が多く，全粒数は1999年，2006年および2007年が多かった。千粒重は1995年，2006年，2007年および2008年がそれぞれ40.7 g，39.8 g，40.8 gおよび43.0 gと重かった。子実タンパク質含有率が著しく低かった2004年，2006年および2007年では千粒重が重く，収量が多い傾向が認められた。

3. コムギの子実タンパク質含有率，収量および収量構成要素と気象との関係

コムギの子実タンパク質含有率，収量および収量構成要素と気象との関係を第1表に示した。前期では，穂数は降水量との間に負の，日照時間との間に正のともに5%水準で有意な相関関係が認められた。全粒数は降水量との間に10%水準で負の，日照時間との間に1%水準で正の有意な相関関係が認められた。また，収量も降水量との間に負の，

日照時間との間に正のともに5%水準で有意な相関関係が認められた。これに対し，子実タンパク質含有率と平均気温，降水量および日照時間との間には相関関係は認められなかった。

後期では，千粒重は降水量との間に負の，日照時間との間に正のともに5%水準で有意な相関関係が認められた。収量は日照時間との間に10%水準で有意な相関関係が認められた。これに対し，子実タンパク質含有率は降水量との間に正の，日照時間との間に負の，ともに1%水準で有意な相関関係が認められた。

後期の日照時間または降水量と有意な相関関係が認められた収量および千粒重と子実タンパク質含有率との関係を第3図に示した。子実タンパク質含有率は収量および千粒重との間にともに5%水準で有意な負の相関が認められた。

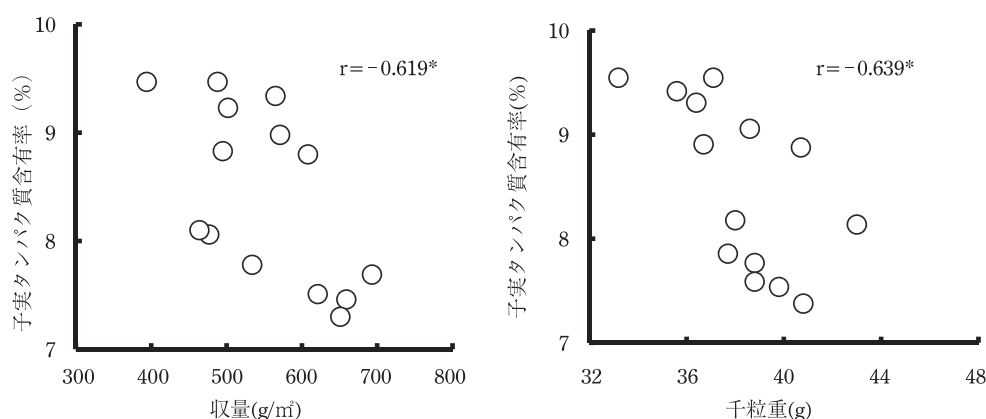
また，後期の気象要因について，ステップワイズ法（標準偏回帰係数の有意水準が10%以下であることを変数投入の打ち切り基準とする）により子実タンパク質含有率との重回帰分析を検討した結果，降水量（標準偏回帰係数

第1表 コムギの収量、収量構成要素および子実タンパク質含有率と気象との関係。

項 目	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
穂数	-0.07	-0.61*	0.59*	-	-	-
全粒数	-0.15	-0.49 ⁺	0.68**	-0.15	-0.13	0.21
千粒重	-0.18	-0.42	-0.01	-0.44	-0.56*	0.65*
収 量	-0.19	-0.62*	0.57*	-0.29	-0.40	0.50 ⁺
子実タンパク質含有率	0.01	0.12	-0.10	0.35	0.74**	-0.68**

数字は単相関係数。前期：播種期～出穂期，後期：出穂期～成熟期。

**, *, ⁺：それぞれ1%，5%および10%水準で有意である，その他は有意でない。



第3図 コムギの子実タンパク質含有率と収量および千粒重との関係。

*は5%水準で有意である。

0.549)と日照時間(標準偏回帰係数0.431)が有意な要因として抽出され、 $R^2=0.699$ ($n=14$)の重回帰係数が得られた。この場合の重回帰式は以下の通りであった。

$$y = 8.576 + 0.0048(x_1) - 0.0047(x_2)$$

yは子実タンパク質含有率、(x₁)は後期の降水量、(x₂)は後期の日照時間。

この式から、後期の降水量が100 mm、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0.48%増加、0.47%減少すると推定された。

考 察

本試験では、1993～2008年における作況試験、すなわち同一圃場および同様の栽培方法におけるコムギ品種「チクゴイズミ」の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が著しく低かった2004年、2006年および2007年では千粒重が重く、収量が多い傾向が認められ、2005年を除く2004年～2008年の最近の4ヶ年で、降水量が少なく、日照時間が多い傾向にあった。コムギの収量および収量構成要素と気象との関係をみると、千粒重は降水量との間に負の、日照時間との間に正の有意な相関関係が認められ、収量は日照時間との間に正の相関関係が認められ、後期において少降水および多日照の条件下で千

粒重が重く、多日照で収量が多い傾向であった。これらの解析結果は、1952年～1979年の28年間のコムギ品種「農林61号」において、多照ほど千粒重は重く、少降水で多照ほど多収になったという報告(田谷ら1981)とほぼ同様であった。

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と収量との間に負の相関が認められ、子実タンパク質含有率は千粒重が重く、収量が多くなるほど低くなる傾向にあった。

子実タンパク質含有率は、春播栽培と比べて窒素吸収量に差がなく収量性が高い初冬播栽培で低かったこと(佐藤・土屋2002)、同一の施肥条件の場合には子実タンパク質含有率は収量と反比例すること(江口ら1969)、登熟不良で千粒重が小さい年に高かったこと(平野・江口1969)が報告されている。さらに、登熟期間が少降水および多日照の場合には光合成によるデンプン蓄積が促進されて、千粒重が増加することが指摘されている(和田2000)。

以上のことから、コムギの子実タンパク質含有率は気象条件の影響を強く受け、登熟期間における少降水および多日照によって光合成によるデンプン蓄積が促進されて、千粒重が重く、収量が高くなる結果、子実タンパク質含有率が低くなると考えられた。

なお、1995 年は千粒重が重く、多収であったが、子実タンパク質含有率が低下しなかった。このことは、1995 年のようにムギの前期において気温が低く、降水量が少ない場合には、土壌中の有効態窒素の残存量が多いこと（琴寄 2001）によるものと考えられる。また、1999 年は千粒重は重くなかったが、多収で、子実タンパク質含有率が低下した。1999 年は試験年の中で、前期の降水量が少なく、日照時間が多かったため、全粒数が著しく多かった。江口ら（1969）は同一の施肥条件では、子実タンパク質含有率は収量と反比例することを報告しており、1999 年は全粒数が著しく多かったため、千粒重は重くなかったが、多収となり、子実タンパク質含有率が低くなったものと考えられる。

現在、国内産コムギの品質向上が求められる中で、日本めん用コムギの子実タンパク質含有率を 10～11% に維持することが重要な課題の一つとなっている。このような中で、本試験では、コムギの子実タンパク質含有率は分けつ期間を含む前期の気象条件の影響は小さく、登熟期間における少降水および多日照によって、千粒重が重い場合に低下しやすいことを明らかにした。このことは、子実タンパク質含有率が高い高品質のコムギを生産する上で、極めて重要な知見であると考えられる。本試験における供試品種は中間質コムギに属する「チクゴイズミ」であったが、本県ではラーメン用コムギを育成（古庄ら 2009）するとともに、パン用コムギ「ミナミノカオリ」の硬質コムギの普及も進めている。これらの品種では、「チクゴイズミ」よりもさらに高いタンパク質含有率が求められるために、穂揃期追肥が不可欠な施肥技術となっている（岩渕ら 2007）。したがって、「チクゴイズミ」のような中間質コムギにとっても、登熟期間の多日照による千粒重の増加によって高収量が予想される場合には、子実タンパク質含有率を向上させる対策として、穂揃期追肥が有効な手段（田中ら 2001、高山ら 2004）であると考えられる。高山ら（2004）は出穂後の 10 a 当たり穂揃期の窒素追肥量 2 kg で子実タンパク質含有率は約 1% 向上することを報告している。また、本試験において子実タンパク質含有率と登熟期間の気象要因との重回帰分析を検討した結果、降水量と日照時間が有意な要因として抽出され、重回帰式により登熟期間の降水量が 100 mm、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 0.48% 増加、0.47% 減少した。これらの知見は穂揃期追肥を実施するにあたっての有効な情報となりうるものと考えられる。

また、その一方で、近年の肥料高騰に対応したコスト削減技術や省力化技術もコムギ生産の重要な課題となっている。このため、今後は、地力の向上、緩効性肥料を用いた施肥法の改善および子実タンパク質含有率の早期推定法の確立等によって、より効率的なコムギのタンパク質含有率の向上技術を確立することが必要であると考えられる。

引用文献

- 江口久夫・平野寿助・吉田博哉 1969. 暖地における小麦の良質化栽培に関する研究（第 2 報）—3 要素施用量および窒素の施用時期・施用法と品質との関係—。中国農試報 A17: 81–111.
- 古庄雅彦・塚崎守啓・松江勇次・内村要介・山口修・馬場孝秀・高田衣子・宮崎真行・浜地勇次 2009. ラーメン用小麦新品種「ちくし W2 号」の育成。福岡農総試研報 28: 39–44.
- 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—。中国農試報 A17: 127–153.
- 岩渕哲也・田中浩平・松江勇次・松中仁・山口末次 2007. 開花期の窒素追肥がパン用小麦品種「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。日作紀 76: 37–44.
- 琴寄融 2001. 転作全書 麦。農文協、東京。327–330.
- 佐藤暁子・小柳敦史・末永一博・渡辺修・川口敷美・江口久夫 1987. コムギ品質に及ぼす土壌、施肥の影響。日作関東支報 2: 47–48.
- 佐藤導謙・土屋俊雄 2002. 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—窒素施用法が収量および子実粗タンパク質含有率に及ぼす影響—。日作紀 71: 455–462.
- 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.
- 田中浩平・福島裕助・陣内暢明・大賀康之 2001. 小麦品種「チクゴイズミ」の容積重およびタンパク質含有率の変動要因と向上対策。日作九支報 67: 20–22.
- 田谷省三・荒木均・野中舜二 1981. コムギ「農林 61 号」の収量および諸形質に及ぼす気象条件の影響。日作九支報 48: 15–18.
- 和田道宏 2000. 栽培技術による小麦タンパク質の制御。米麦改良 8 月号: 24–35.

Analysis of Factors Responsible for the Decrease in Protein Content of Wheat Grain in Northern Kyushu : Tetsuya IWABUCHI, Yuji HAMACHI, Masayuki MIYAZAKI and Osamu UCHIKAWA (*Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino 818-8549, Japan*)

Abstract : To ascertain the factors , involved in the low protein content of wheat grain, which is recently a serious issue in northern Kyushu, we investigated the relationship between the protein content of wheat grain and the yield, yield components and climatic conditions using the wheat cultivar ‘Chikugoizumi’ in northern Kyushu cultivated by the same method from 1993 to 2008 in northern Kyushu. The protein content of grain decreased as the 1000-kernel weight and yield increased, indicating that the protein of grain content was negatively correlated with the yield and 1000-kernel weight. The 1000-kernel weight increased with a decrease in precipitation and an increase in duration of sunshine, and the yield increased with an increase in duration of sunshine during the ripening period of wheat. This indicated that the 1000-kernel weight was negatively correlated with precipitation, and that the yield and 1000-kernel weight were positively correlated with the duration of sunshine during the ripening period. These results suggest that the low protein content of wheat grain was a result of high yield or heavy 1000-kernel weight due to less precipitation and longer duration of sunshine during the ripening period.

Key words : Duration of Sunshine, Precipitation, Protein Content of Grain, 1000-kernel weight, Yield.
