

福岡県農業総合試験場特別報告

第21号

コムギの早播栽培における製粉特性の 改善に関する研究

平成16年3月

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

SPECIAL BULLETIN
OF
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

NO. 21

Improvements of Flour Characteristics in the Early-Sowing Cultivation
of Wheat (*Triticum aestivum* L.)

by
SATO Hirokazu

THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan

March 2004

コムギの早播栽培における製粉特性の
改善に関する研究

佐 藤 大 和

2 0 0 4

序

我が国のコムギをめぐる情勢は、平成10年に「新たな麦政策大綱」が決定され、政府による無制限買い上げを前提としていた麦の流通が民間へと移行することになり、国内産コムギの安定生産性と実需者が求める品質を併せ持つことが極めて重要となった。しかし、国内で普及している品種は、播種適期幅が狭く、収量・品質において地域間や年次間でばらつきが大きく安定性に欠ける等の問題点を抱えている。この局面を克服する技術対策として、播種期ならびに収穫期を前進化させることによって、播種適期幅の拡大と収穫期の雨害回避が期待できる早播栽培技術が、高品質なコムギの安定生産技術として生産者および実需者から強く要望されている。高品質かつ安定生産が可能なコムギの早播栽培技術を確立するにあたっては、今後、重要視される品質の一つである製粉特性と播種時期との関係を解明することが重要である。しかし、作期前進化を前提とした早播栽培での製粉特性と栽培環境条件との関係を検討し、製粉特性を向上させるための栽培環境条件については明らかにされていない。

本研究は、以上の背景をもとに、作期前進化を前提とした北部九州地域の早播栽培における高品質なコムギ生産技術を開発するために、製粉特性に及ぼす栽培環境の要因を解析し、製粉特性を向上させるための栽培環境条件を明らかにしたものであり、貴重な成果を得ることができたので、ここに特別研究報告として公表することとした。これらの研究成果は、コムギの早播栽培における高品質生産技術の定着・普及に貢献するとともに、作付面積の拡大が可能となり、麦作経営の安定化に大きく寄与することが期待されるものである。

なお、本報告は福岡県農業総合試験場農産研究所において1998年から2002年にかけて、麦類の品質向上に関する研究の一環として、麦類奨励品種決定調査、国の助成事業である「食料自給率向上のための21世紀の土地利用型農業確立に関する総合研究」の中で取り組んだ「北部九州平坦地帯における早生コムギ品種、系統の高位安定化栽培技術の確立」および「コムギ品質の高位安定化技術の確立」に関する一連の試験成績を取りまとめたものである。

本研究の取りまとめにあたって、ご指導、ご助言を頂いた宮崎大学教授續栄治博士、同助教授石井康之博士ならびに宇都宮大学教授吉田智彦博士に厚くお礼を申し上げます。また、福岡県農業総合試験場農産研究所作物品種研究室職員の方々の協力により、成果をあげることができたことを付記し、関係各位に深く感謝の意を表する。

平成16年3月

福岡県農業総合試験場長

今林 惣一郎

目 次

第1章 緒論	1
第2章 コムギにおける播種時期および踏圧作業が製粉特性に 及ぼす影響	3
第1節 播種時期が製粉特性に及ぼす影響	3
第2節 早播における踏圧作業が製粉特性に及ぼす影響	12
摘 要	17
第3章 栽培環境条件がコムギ粉の色相と最高粘度に及ぼす影響	18
第1節 粉の色相の年次間変動とその要因	18
第2節 コムギ粉の最高粘度における年次間変動の実態と登熟 ステージ別の降雨量との関係	30
摘 要	37
第4章 コムギの1個体内における次位および節位別の分けつ着生粒の タンパク質含有率	38
第1節 次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率	38
第2節 播種時期が次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率に 及ぼす影響	43
第3節 施肥量と次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率 との関係	46
摘 要	50
第5章 コムギの製粉特性からみた収穫適期と品質判定	51
第1節 収穫時期が製粉特性に及ぼす影響	51
第2節 容積重と粉の色相およびフォーリングナンバー値との関係 ...	58
摘 要	62
第6章 総合考察	64
総合摘要	67
謝 辞	69
引用文献	70
Summary	74
付 図	77

第1章 緒 論

コムギ (*Triticum aestivum* L.) は、米やトウモロコシと並んで世界で最も生産量の多い子実作物の一つである。世界における主要なコムギの生産地は、欧州連合 (EU)、中国、インド、アメリカ、カナダおよびオーストラリアであり、温帯地域の比較的乾燥している地域である。一方、我が国のコムギは、北海道、関東および九州を中心に、南北に長く作付け地域が分布しており、気候、地形および土質などが複雑に入り組んでいるうえ、栽培様式も世界的に珍しく水田裏作栽培と畑作栽培とが混在している (製粉振興会 2003)。

コムギは製粉してコムギ粉に加工され、パン、めんおよび菓子など非常に幅広い用途を持っている。我が国で生産されるコムギは主としてめん用に加工されるが、日本めん (そうめん、ひやむぎ、うどん、ひらめん) は古来から日本に定着した食品で、国内産コムギを用いないとその独特の風味は得られないといわれてきた。しかし、昭和40年代 (1965~1974) の麦作衰退期間中に、国内産コムギの代替として使用されていた外国産コムギ、特にオーストラリア産スタンダード・ホワイト (A. S. W.) を原料とした日本めんの食感、食味は、クリーミーな冴えた色調とともに日本人の嗜好にマッチしていったため、その後、日本めん用粉の主原料はA. S. W. となった。このことから、現在、国内産コムギ品質の品種改良では、A. S. W. を目標としている。

しかし、国内産コムギはA. S. W. に比べて、製粉特性および製めん特性等の加工適性が十分でなく、地域間や収穫年次間でそれら特性の変動が大きく、安定性に欠けるという問題点を抱えている。このような状況の中で、1998年に「新たな麦政策大綱」が決定され、政府による無制限買い上げを前提としていたコムギの流通の大部分が民間流通へと移行することとなった。コムギの民間流通への移行によって、国内産コムギの課題に挙げられる安定生産性と実需者が求めている良好な品質を併せ持つことが極めて重要となっている。

水稻-麦または水田転作に伴う大豆-麦の二毛作体系を特色とした我が国の主要な水田作コムギ産地である福岡県では、コムギは土地利用型農業の基幹作物として重要な位置を占めている。このような麦をめぐる状況に対応するために本県では、民間流通に対応した高品質コムギの生産と優良品種の作付面積の拡大が重要な課題となっている。一方、北部九州地域で現在普及している品種は、収量および外観品質からみた播種適期幅が、11月20~30日の10日間と狭いため、作付面積の拡大に支障をきたしている。さらには、収穫期が6月上旬頃であるため梅雨期に入り、雨濡れにより品質低下を招くことがしばしばある。そこで、播種期ならびに収穫期を前進化させることによって、播種適期幅の拡大と収穫期の雨害回避が期待できる早播栽培による高品質コムギの生産を目標とした安定生産技術の開発が急務となっている。

コムギの早播栽培に関する研究は、生育、収量および外観品質が主として検討され、早播栽培をすることによって収穫期が早まり、増収する可能性 (松村ら 1988) がある一方で、幼穂凍死の危険性 (岩渕ら 1999)、倒伏の多発、外観品質の安定性の低下 (真鍋ら 1987) および子実生産効率の低下 (吉田ら 1969) などの発生が明らかにされている。

めん用コムギとして重要視される製粉特性に関する研究を概観すると以下のようなになる。

最高粘度やフォーリングナンバー値などのアミログラム特性は、登熟期間中の降雨、低温・寡照 (平野ら 1964, 松崎ら 1996) および収穫時期の遅れや高水分実の収穫後の放置 (鈴木ら 1989) によって低下する。タンパク質含有率は、生育期間中の気象 (和田 1999)、土壌の種類 (佐藤ら 1992) および施肥量 (江口ら 1969, 佐藤ら 1999, 谷口ら 1999, 高山 2000, 木村ら 2001) などによって影響されることが報告されている。粉の色相は、登熟期間中の降雨 (平野ら 1964)、施肥量 (小綿ら 1996)、土壌の種類 (佐藤ら 1992) および産地 (松江ら 1988) により、粉の灰分含有

率は、土壌の種類（佐藤ら 1992）、収穫時期（星野ら 1992、佐藤ら 1999）および粒厚（星野ら 1994）などの影響を受けることが報告されている。製粉歩留は、登熟期間中の降雨（平野ら 1964）、穂孕み期の追肥（谷口ら 1999）および粒厚（星野ら 1994）などによって変動することが報告されている。しかし、前述した製粉特性と播種時期との関係の解明は不十分で、作期前進化を前提とした早播栽培での製粉特性と栽培環境条件との関係を検討し、製粉特性を向上させるための栽培環境条件を明らかにした報告は見当らない。

これらのめん用コムギの品質項目として重要視されるアミログラム特性、タンパク質含有率、粉の色相、灰分含有率および製粉歩留について、栽培環境条件との関係を明らかにすることは、早播栽培において目標とすべき熟期の設定、あるいは播種期を決定するための有効な知見となるだけでなく、気象変動に対しても製粉特性の変動が小さい高品質コムギを安定的に生産することが可能となる。

そこで、本研究では作期前進化を前提とした北部九州地域の早播栽培における高品質コムギ生産技術を確立するために、製粉特性に及ぼす栽培環境の要因を解析し、製粉特性を向上させるための栽培環境条件を明らかにし、その理論的根拠に基づいた栽培技術を検討した。

第2章では、コムギの作期前進化を前提とした高品質コムギの安定生産技術を確立するため、秋播性程度の異なる品種を用いて、播種時期の違いが製粉特性に及ぼす影響を検討するとともに、早播における踏圧処理の効果を製粉特性から検討した。第3章では、気象変動に対して安定的に粉の色相が優れる高品質コムギの生産技術を確立するため、粉の色相の年次間変動の実態を明らかにするとともに、粉の色相の変動要因を、粉の色相と登熟期における降水量との関係から検討した。さらに、登熟期間中の降雨に対して安定的に最高粘度が優れる高品質コムギの生産技術を確立するために、最高粘度の年次間変動の実態を明らかにするとともに、最高粘度の変動要因を登熟ステージ別の降水量との関係から解析を行った。第4章では、コムギの民間流通で求められる適正なタンパク質含有率を有した高品質コムギの生産技術確立のための基礎的な知見を得るため、1個体内における節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率を明らかにするとともに、播種時期ならびに窒素追肥が1個体内における節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす影響を検討した。第5章では、安定して優れる製粉特性を有した高品質コムギの生産技術を確立するため、製粉特性からみた収穫適期を明らかにするとともに、製粉特性の良否を現場で迅速に判別するため、容積重計を利用した品質判別の手法の確立を試みた。

以上の結果を総合して、北部九州地域の早播栽培における高品質コムギの栽培技術を提起した。

第2章 コムギにおける播種時期および踏圧作業が 製粉特性に及ぼす影響

現在、コムギ栽培では民間流通に対応した高品質コムギの生産と優良品種の作付面積の拡大が課題となっている。こうした現状の中で、我が国の主要なコムギ産地である福岡県の普及品種は、収量および外観品質からみた播種適期幅が狭いため、作付面積の拡大に支障を来している。さらには、収穫期が梅雨期に入るため、雨濡れに伴う品質低下を招くことがしばしばある（平野ら 1964）。そこで、播種期を前進化させることにより、播種適期幅の拡大と刈取時期の前進化による収穫期の雨害回避が期待できる高品質コムギの生産を目指した11月上旬播種の早播栽培による安定生産技術の開発が急務となっている。しかし、従来の秋播性程度の低いコムギ品種では、早播すると節間伸長が早まることによって凍霜害が発生することがある。そこで、早播しても節間伸長が早まらない秋播性程度の高いイワイノダイチが育成された（田谷ら 2003）。一方では、生産現場において、暖冬や早播によって生じる生育の早まりを抑え、幼穂凍死の発生を回避する栽培技術としての踏圧作業が行われている。

本章では、コムギの作期前進化による高品質コムギの安定生産技術を確立するために、早生の秋播性程度が異なる3品種を用いて、播種時期別の製粉特性を明らかにするとともに、早播における踏圧の有無が製粉特性に及ぼす影響を検討した。

第1節 播種時期が製粉特性に及ぼす影響

コムギにおける早播（11月上～中旬播）は標準播（11月下旬播）に比べて穂数が多く確保され、収量キャパシティは高くなる反面、初期生育が旺盛となって、後期凋落型の生育を示す傾向にあり、千粒重の低下、倒伏による外観品質の低下等が明らかにされている（吉田ら 1969, 真鍋ら 1987, 松村ら 1988）。また、秋播性程度の低い品種を早播した場合、秋播性程度の高い品種に比べて、節間伸長期が早く、低温による幼穂凍死等の凍霜害が発生する危険性が大きいことも指摘されている（岩渕ら 1999）。これらのコムギ早播栽培に関する報告は、異なる播種時期による生育、収量および外観品質に及ぼす影響を検討したものが大部分であり、早播栽培での製粉特性を検討した報告はなく、高品質コムギ生産の振興を図っていく上で、播種時期の早進化が製粉特性に及ぼす影響を明らかにすることは重要なことである。コムギの生育、収量および外観品質は播種時期に大きく左右されることから、播種時期の違いは製粉特性の優劣にも大きな影響を及ぼしていることが予想される。

そこで、コムギの作期前進化による高品質コムギの安定生産技術を確立するために、早生の秋播性程度が高い品種と低い品種とを用いて、播種時期別の製粉特性を検討した。

材料と方法

試験は、収穫年次で1998年～2000年の3ヶ年に、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。供試品種は、秋播性程度Ⅳのイワイノダイチに加え、比較品種として秋播性程度Ⅱの農林61号およびⅠ～Ⅱのチクゴイズミを用いた。播種期は、10月下旬（22～25日）播（極早播）、11月上旬（5日）播（早播）、11月中旬（15～16日）播（早～中播）、11月下旬（25日）播（福岡県におけるコムギの標準播）および12月上旬（4～6日）播（晩播）の5水準を設定した。実験配置は本試験を行った3ヶ年それぞれの播種時期別、品種別の平均値について生産年次を反復

とした二元配置とした。栽培方法は、畦幅150cm、条間30cmの4条の畦立てドリル播で、試験規模は1区15m²の3区制（1998年産のみ2区制）で行った。目標苗立ち本数は、10月下旬播および11月上旬播では100本/m²、11月中旬播および11月下旬播では150本/m²および12月上旬播では200本/m²とした。窒素施肥量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は、福岡県のコムギ施肥基準である5+4+2g/m²とした。なお、追肥時期は、第1回追肥を本葉の5葉期に、第2回追肥を主穂の幼穂長が2.0mm時に行った。収量調査は粒厚2.0mm以上の子実について、子実重（kg/a）、千粒重（g）および容積重（g/L）を測定した。1穂粒数は、試験区当たり10穂の調査を1反復として3反復行った。倒伏程度は、0（無倒伏）～5（完全倒伏）の6段階で、成熟期頃に達観調査した。検査等級は、1（1等ノ上）～3（1等ノ下）、4（2等ノ上）～6（2等ノ下）、7（等外上ノ上）～9（等外上ノ下）の9段階で表示した。

製粉特性の測定は、小麦品質検定方法（農林水産技術会議事務局 1968）に基づいて行った。製粉歩留は、ブラベンダー小型テストミルで得られたA粉、B粉およびふすまの全量に対するA粉＋B粉の重量比率から求めた。粉のタンパク質含有率とアミロース含有率は、オートアナライザーⅡ（BRAN・LUBBE社製、ドイツ）で測定し、タンパク質含有率は求められた全窒素にタンパク質換算係数5.70を乗じて求めた。最高粘度は、ラピッドビスコアアナライザー（NEWPORT SCIENTIFIC社製、オーストラリア）により牛山ら（1997）の方法に準じて測定した。粉の色相（カラーバリュー（C.V.）は、小さいほど粉の色相が良いことを示している）は、KENT-JONES&MARTIN FLOUR COLOUR GREADERⅢ（HENRY SIMON社製、イギリス）により測定した。コムギの作期前進化によるグルテンの品質と重量の変化を検討するため、10月下旬播および11月上旬播の極早播および早播について、標準播である11月下旬播を対照として、1999年産および2000年産のA粉を用いて、グルトマチックシステム（フォーリングナンバー社製、スウェーデン）により、グルテンインデックスおよび湿グルテン含有率を測定した。なお、粉の灰分含有率、タンパク質含有率およびアミロース含有率は、水分含有率13.5%として水分換算後に算出した。

気象データは、福岡管区気象台の太宰府アメダス観測地の観測データを利用した。

結 果

1. 播種時期がコムギの生育、収量および外観品質に及ぼす影響

播種時期別、品種別の節間伸長期、出穂期および成熟期を第2-1表に示した。播種時期の前進化による節間伸長期の早進化程度は、大西ら（1997）の報告と同様に、秋播性程度の影響が大きく、秋播性程度の高いイワイノダイチは秋播性程度の低い農林61号に比べて、節間伸長期は10月下旬播および11月上旬播ではそれぞれ33日および7日遅く、11月下旬播および12月上旬播ではそれぞれ1日および2日早かった。出穂期は10月下旬播では11月下旬の標準播に比べて、チクゴイズミ、農林61号およびイワイノダイチはそれぞれ28日、20日および14日早く、秋播性程度の低いコムギほど早播に伴う出穂期の早進化程度が大きい。秋播性程度の高いコムギは早播しても早進化程度が小さいという藤吉（1953）の報告と一致した。次に、成熟期は農林61号に比べて、チクゴイズミとイワイノダイチでは各播種時期ともに2～3日早く、播性程度の影響は小さかった。また、播種時期をコムギの標準播（11月下旬）から11月上旬、10月下旬と早めると、いずれの品種も成熟期が5月下旬になった。

次に、播種時期が生育、収量および外観品質に及ぼす影響とそれらの品種間差を検討するため、この試験を行った3ヶ年それぞれの播種時期別、品種別の平均値について、収穫年次を反復とした二元配置の分散分析結果を第2-2表に示した。倒伏程度、子実重および検査等級においては、播種時期の違いによる有意差が認められた。一方、稈長、穂数、千粒重および容積重においては、播種時期の違いによる有意差は認められなかった。品種別では、倒伏程度および千粒重に有意な品種間

第2-1表 播種時期別の節間伸長期，出穂期および成熟期の品種間差。

播種時期	節間伸長期			出穂期			成熟期		
	イイ ダイチ	農林 61号	チコ イズミ	イイ ダイチ	農林 61号	チコ イズミ	イイ ダイチ	農林 61号	チコ イズミ
10月下旬	2. 7	1. 5	1. 2	3. 28	3. 28	3. 16	5. 26	5. 28	5. 26
11月上旬	2. 22	2. 15	2. 8	4. 2	4. 8	4. 2	5. 28	5. 31	5. 28
11月中旬	2. 27	2. 24	2. 21	4. 8	4. 14	4. 9	5. 31	6. 3	5. 31
11月下旬	3. 4	3. 5	3. 5	4. 11	4. 17	4. 13	6. 2	6. 5	6. 2
12月上旬	3. 14	3. 16	3. 13	4. 15	4. 21	4. 17	6. 3	6. 6	6. 4

1998～2000年（収穫年次）における播種時期別の平均値を示す。

節間伸長期は，主稈の節間長20mm時とした。

表中の数字は，月・日を示す。

福岡県の標準播は11月下旬である。

秋播性程度：IV（イワイノダイチ），II（農林61号），I～II（チクゴイズミ）。

第2-2表 播種時期および品種が，生育，収量および外観品質に及ぼす影響。

	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 程度	子実重 (kg/a)	千粒重 (g)	容積重 (g/L)	検査 等級
播種時期							
10月下旬	88	602	2. 8a	38. 9a	37. 4	785	5. 6a
11月上旬	91	572	2. 9a	48. 7b	38. 5	794	3. 2b
11月中旬	89	549	2. 0b	52. 1b	38. 3	787	2. 5bc
11月下旬	89	541	1. 1c	55. 6b	39. 0	791	2. 2c
12月上旬	83	593	1. 2c	51. 3b	37. 4	790	2. 5bc
品 種							
イワイノダイチ	86	599	0. 9c	50. 3	40. 4a	782	3. 3
農 林 6 1 号	92	556	3. 4a	45. 2	35. 6b	795	3. 4
チクゴイズミ	87	558	1. 7b	52. 4	38. 4a	791	2. 9
播種時期 (A)	ns	ns	**	**	ns	ns	**
品 種 (B)	ns	ns	**	ns	**	ns	ns
A×B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**, *はそれぞれ1, 5%水準で有意差があることを示し，nsは有意でないことを示す。

表中の同一英文字間には，5%水準で有意差がないことを示す（FisherのPLSD法）。

検査等級は，1（1等ノ上）～9（等外上ノ下）の9段階で表す。

差が認められた。一方、稈長、穂数、子実重、容積重および検査等級においては、品種の違いによる有意差は認められなかった。さらに、播種時期と品種の交互作用では、いずれの形質でも有意性は認められなかった。

倒伏程度は11月下旬の標準播の1.1に比べて、11月上旬播、10月下旬播ではそれぞれ2.9、2.8となり、早播ほど倒伏程度は大きくなった。

子実重は11月上旬播以降の播種では48.7～55.6kg/aの範囲で推移し、播種時期間に有意な差は認められないのに対し、10月下旬播は38.9kg/aであり他の播種時期に比べて劣った。そこで、10月下旬播の低収要因を明らかにするため、品種別の子実重と収量関連形質との関係を検討したところ、3品種とも1穂粒数の偏相関係数が高かった（第2-3表）。

検査等級は11月下旬播が最も優れ、播種時期が早いほど劣る傾向が認められるが、11月上旬播の早播以降では1等規格内の品質を示し、良質であった。最も播種時期の早い10月下旬播の検査等級は、主に未熟粒と発芽粒の発生により著しく低下した。

第2-3表 品種別の子実重と収量関連形質との偏相関係数。

品 種	穂 数	1穂粒数	千粒重
イワイノダイチ	0.372†	0.522**	0.295ns
農 林 6 1 号	0.327†	0.308†	0.342†
チクゴイズミ	0.060ns	0.427*	-0.324†

**, *, †はそれぞれ1, 5, 10%水準の有意性を示し、nsは有意でないことを示す (n=30)。

1999年産、2000年産の2ヶ年のデータをこみにして計算した。

2. 播種時期が製粉特性に及ぼす影響

播種時期が製粉特性に及ぼす影響と製粉特性の品種間差を検討するため、この試験を行った3ヶ年それぞれの播種時期別、品種別の平均値について、収穫年次を反復とした二元配置の分散分析結果を第2-4表に示した。粉のタンパク質含有率、最高粘度および粉の色相においては、播種時期の違いによる有意差が認められた。一方、製粉歩留、粉の灰分含有率およびアミロース含有率においては、播種時期の違いによる有意差は認められなかった。製粉歩留、粉のタンパク質含有率、アミロース含有率および最高粘度においては、品種の違いによる有意差が認められた。一方、粉の灰分含有率と色相においては、品種の違いによる有意差は認められなかった。なお、いずれの製粉特性においても播種時期と品種の交互作用は認められなかった。

粉のタンパク質含有率は11月上旬播以降の播種時期間には有意差が認められなかったが、10月下旬播では他の播種時期に比べて1.1～1.3%高くなった。タンパク質含有率と収量関連形質との間には、倒伏程度との間では3品種ともに有意な相関関係が認められなかったものの、子実重および検査等級との間にはいずれの品種においてもそれぞれ有意な負および正の相関関係が認められた（第2-5表）。また、デンプンの充実度を示す容積重とタンパク質含有率との間には、イワイノダイチでは有意な相関関係は認められないものの、農林61号およびチクゴイズミでは有意な負の相関関係が認められた。

さらに、播種時期および品種別にコムギ粉のタンパク質の質を検討するため、グルトマチックシステムによるグルテン特性について、収穫年次を反復とした二元配置の分散分析を行った（第2-6

第2-4表 播種時期および品種が製粉特性に及ぼす影響.

	製粉歩留 (%)	灰分含有率 (%)	タンパク質含有率 (%)	アミロース含有率 (%)	最高粘度 (RVU)	粉の色相 (C. V.)
播種時期						
10月下旬	53.7	0.51	8.4a	24.4	309a	3.33a
11月上旬	56.2	0.50	7.3b	25.1	329ab	2.27b
11月中旬	52.9	0.52	7.1b	24.8	343ab	1.84b
11月下旬	54.9	0.51	7.2b	25.3	357b	1.42b
12月上旬	51.2	0.51	7.1b	25.4	356b	1.31b
品 種						
イワイノダイチ	59.1a	0.52	7.7b	25.2b	364a	2.12
農 林 6 1 号	50.3b	0.51	7.6b	27.4a	341a	1.89
チクゴイズミ	52.0b	0.50	6.9a	22.4c	311b	2.09
播種時期 (A)	ns	ns	**	ns	†	**
品 種 (B)	**	ns	**	**	**	ns
A×B	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**, *, †はそれぞれ1, 5, 10%水準での有意性を示し, nsは有意でないことを示す.

表中の同一英文字間には5%水準で有意差がないことを示す (FisherのPLSD法).

第2-5表 品種別のタンパク質含有率と倒伏程度, 子実重, 千粒重, 容積重および検査等級との相関係数.

品 種	倒伏程度	子実重	千粒重	容積重	検査等級
イワイノダイチ	0.069ns	-0.594*	0.276ns	-0.005ns	0.817***
農 林 6 1 号	0.208ns	-0.666**	-0.344ns	-0.478†	0.614*
チクゴイズミ	0.182ns	-0.776***	0.098ns	-0.711**	0.886***

***, **, *, †はそれぞれ0.1, 1, 5, 10%水準での有意性を示し, nsは有意でないことを示す (n=15).

表). 湿グルテン含有率は播種時期および品種間に有意差は認められなかったが, グルテンの強さを示すグルテンインデックスは11月下旬の標準播の95.7%に比べて, 10月下旬の極早播では85.1%と明らかに低く, 播種時期によりグルテンの質が異なること, ならびにイワイノダイチのグルテンインデックスが他の2品種に比べて低いことが明らかとなった.

次に, 最高粘度は11月下旬の標準播が357RVUと最も高く, 10月下旬の極早播では309RVUと最も低く, 播種時期が早くなるほど低下した (第2-4表). そこで, 最高粘度と子実重, 千粒重, 容積重および検査等級との関係を品種別に第2-7表に示した. 農林61号の最高粘度と子実重, 千粒重, 容積重および検査等級との関係はいずれも有意でないものの, イワイノダイチとチクゴイズミの最高粘度は, 子実重 (それぞれ $r=0.515$, $P<0.05$, $r=0.721$, $P<0.01$) および検査等級 (それぞれ $r=-0.675$, $P<0.01$, $r=-0.595$, $P<0.05$) との間に有意な相関関係が認められた. 次に, 子実重お

第2-6表 播種時期および品種がグルテン特性に及ぼす影響.

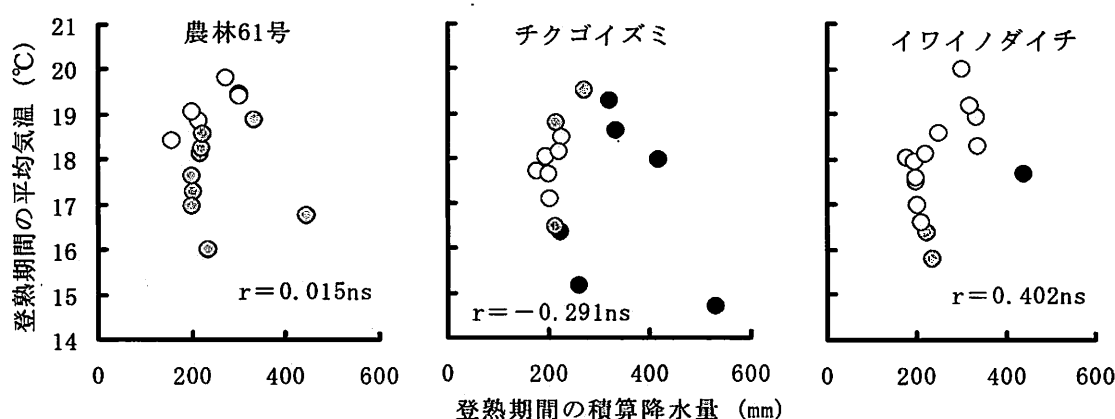
	グルテンインデックス (%)	湿グルテン (%)
播種時期		
10月下旬	85.1a	26.1
11月上旬	89.9ab	22.5
11月下旬	95.7b	21.9
品 種		
イワイノダイチ	77.5a	25.1
農 林 6 1 号	96.2b	23.2
チクゴイズミ	97.0b	22.1
播種時期 (A)	*	ns
品 種 (B)	**	ns
A×B	ns	ns

**, *はそれぞれ1, 5%水準で有意差があることを示し, nsは有意でないことを示す.
表中の同一英文字間には5%水準で有意差がないことを示す (FisherのPLSD法).

第2-7表 品種別の最高粘度と子実重, 千粒重, 容積重および検査等級との相関係数.

品 種	子実重	千粒重	容積重	検査等級
イワイノダイチ	0.515*	0.151ns	0.399ns	-0.675**
農 林 6 1 号	0.287ns	-0.049ns	-0.320ns	-0.112ns
チクゴイズミ	0.721**	0.353ns	0.761***	-0.595*

***, **, *はそれぞれ0.1, 1, 5%水準での有意性を示し, nsは有意でないことを示す (n=15).

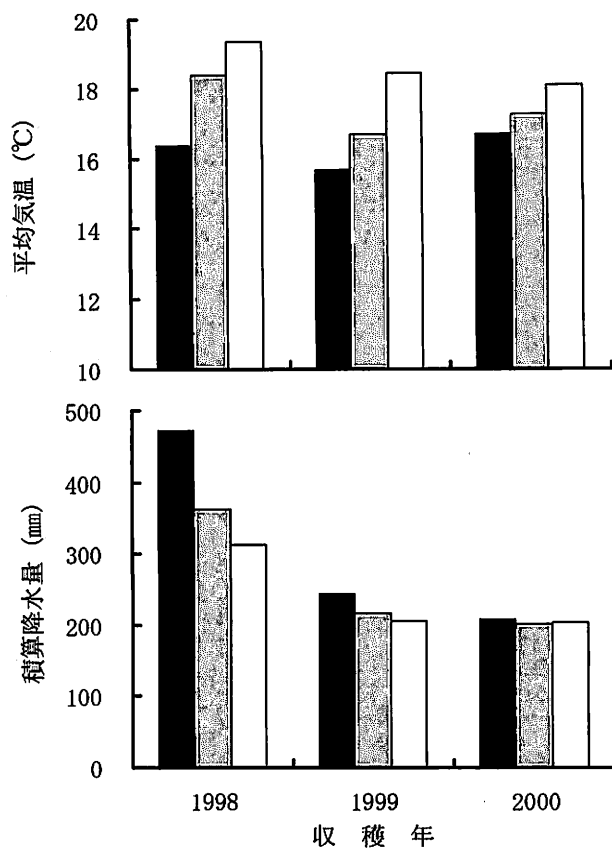


第2-1図 最高粘度と登熟期間中の積算降水量および平均気温との関係.

図中のnsは有意性が認められないことを示す (n=15).

●最高粘度300RVU以下, ◐最高粘度300~350RVU, ○最高粘度350RVU以上.

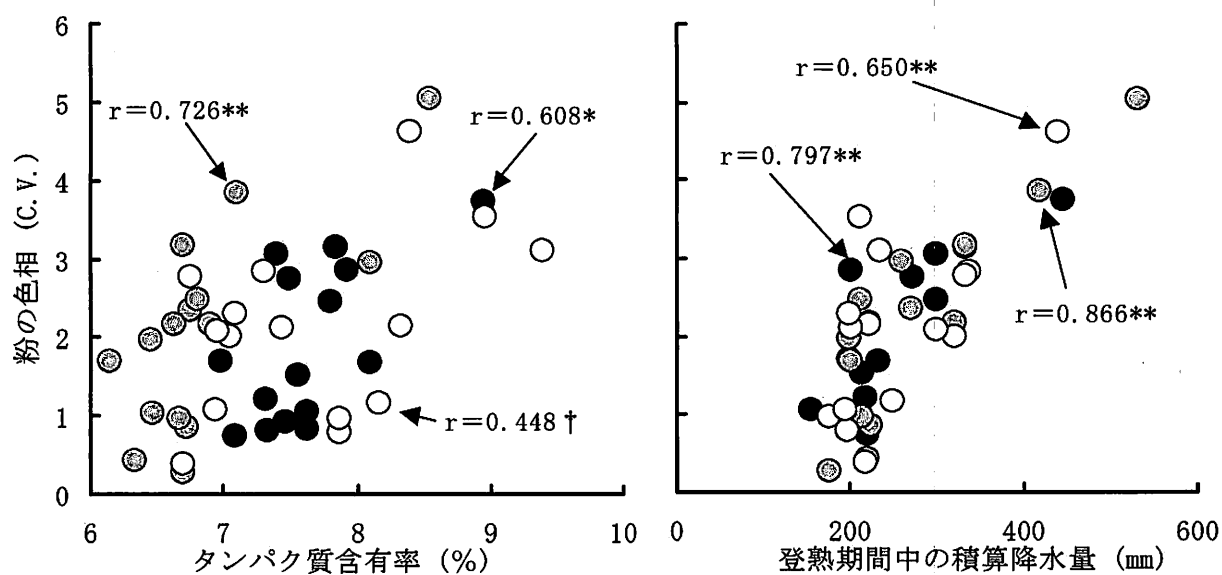
登熟期間は, 出穂期から成熟期を示す.



第2-2図 登熟期間中の平均気温と積算降水量の播種時期間差.

平均気温と積算降水量は、3品種の登熟期間の平均値を示す.

■10月下旬播, ▨11月上旬播, □11月下旬播.



第2-3図 タンパク質含有率および登熟期間中の積算降水量と粉の色相との関係.

**, *, †はそれぞれ1, 5, 10%水準での有意性を示す.

●農林61号, ▨チクゴイズミ, ○イワイノダイチ.

第2-8表 品種別の粉の色相 (C.V.) と子実重, 千粒重, 容積重
および検査等級との相関係数.

品 種	子実重	千粒重	容積重	検査等級
イワイノダイチ	-0.453ns	-0.453ns	-0.645**	0.660**
農 林 6 1 号	-0.870***	-0.869***	-0.723**	0.758**
チクゴイズミ	-0.389ns	-0.389ns	-0.856***	0.777***

***, **はそれぞれ0.1, 1%水準での有意性を示し, nsは有意でないことを示す (n=15).

よび検査等級は登熟期間中の気象条件に大きく影響されるため, 第2-1図に, 品種毎に登熟期間中の積算降水量と平均気温との関係を最高粘度の値別に示した. 登熟期間中の積算降水量と平均気温との間にはいずれの品種も有意な相関関係は認められなかった. しかし, 最高粘度の分布をみると, 同一レベルの平均気温では積算降水量が多いほど, あるいは同一レベルの積算降水量では平均気温が低いほど, 最高粘度が低下する傾向が認められた. これは, 10月下旬播および11月上旬播の早播における登熟期間中の平均気温および積算降水量が11月下旬の標準播に比べて, 低温多雨条件であったことによっている (第2-2図).

粉の色相 (カラーバリュー (C.V.)) は, 値が小さいほど粉の色相が良いことを示している) は, 10月下旬の極早播では11月上旬播以降の播種に比べて明らかに劣り, 播種時期が早いほど色相が劣る傾向を示した (第2-4表). 粉の色相は登熟期間中の雨濡れ (平野ら 1964), 未熟粒の混入 (松崎・豊田 1997) およびタンパク質含有率の増加 (小綿ら 1996) により低下することが報告されている. そこで, 粉の色相とタンパク質含有率および登熟期間中の積算降水量との関係を第2-3図に示した. 本研究においても既報と同様に, 粉の色相と粉のタンパク質含有率および登熟期間中の積算降水量との間にはいずれの品種においてもそれぞれ有意な正の相関関係が認められ, 粉の色相はタンパク質含有率が低く, 登熟期間中の積算降水量が少ないほど優れた. また, 粉の色相と子実重, 千粒重, 容積重および検査等級との関係を品種別に第2-8表に示した. 粉の色相は容積重および検査等級との間にいずれの品種においても有意な相関関係が認められ, 容積重が大きく, 外観品質が優れるコムギ粒ほど色相は優れることが示された.

考 察

コムギの播種期を標準播 (11月下旬) から11月上旬, 10月下旬へ作期を前進化することによって成熟期が5月末日になることから, 早播栽培は収穫期が6月上旬頃の梅雨期に重なるのを回避する技術として有効であると考えられる. しかし, コムギの播種時期の早進化は, 子実重, 検査等級および製粉特性に大きな影響を及ぼした.

子実重は11月上旬播以降では播種時期間に有意な差は認められないものの, 10月下旬播では他の播種時期に比べて劣った. 福島ら (2001) は, 播種時期が早いほど小花の発育期間や開花期における低温が稔実率の低下をもたらし, 1穂粒数が少なくなることを指摘している. 本研究においても同様に, 子実重に1穂粒数が大きく関与していると判断された. このことから, 10月下旬播の子実重が著しく低下したのは, 小花の発育期間や開花期の低温による1穂粒数の減少によるものと推察される.

検査等級は播種時期が早いほど劣る傾向が認められ, 最も播種時期の早い10月下旬播の検査等級は, 主に未熟粒や発芽粒の発生により著しく低下した. 松江ら (2000) は, 倒伏により未熟粒およ

び発芽粒の発生が多くなることを指摘している。また、吉田ら（1969）は、早播では初期生育が旺盛のため生育後期に肥料不足となり、この結果として粒の充実度が低下し、千粒重が小さくなる傾向であることを指摘している。これらのことから、10月下旬播で未熟粒の発生により検査等級が劣った要因としては、倒伏に加え、生育後期の肥料不足による粒の充実不足が関係していると推察される。

粉のタンパク質含有率は、11月上旬播以降の播種時期には有意差が認められなかったが、10月下旬播では他の播種時期に比べて有意に高かった。タンパク質含有率は子実重と負の相関関係にあり（高山 2000）、子実重が低いほどタンパク質含有率が高くなること、検査等級の劣る場合（平ら 1989）や倒伏により千粒重が小さくなった場合（平野ら 1970）にタンパク質含有率が高まることが報告されている。本研究では、タンパク質含有率と倒伏程度との間には、3品種ともに有意な相関関係が認められなかったものの、子実重と検査等級との間にはいずれの品種でも有意な相関関係が認められた。また、デンプンの充実度を示す容積重とタンパク質含有率との間には、イワイノダイチでは有意な相関関係は認められないものの、農林61号およびチクゴイズミでは有意な負の相関関係が認められた（第2-5表）。このことから、10月下旬播のタンパク質含有率が他の播種時期に比べて高まった要因としては、1穂粒数の減少および倒伏の結果、子実重が低下し、粒へのデンプンの蓄積量が少なかったことにより、タンパク質含有率が相対的に高まったと推察される。

さらに、めんの食味および食感に大きな影響を与えるグルテン（長尾 1998）と播種時期との関係についてみると、グルテンの強さを示すグルテンインデックスは11月下旬の標準播に比べて、10月下旬の極早播では明らかに低く、播種時期によりグルテンの質が変化することが明らかとなった。木村ら（2001）はタンパク質含有率の増加に伴い、グルテンの主成分である、よく粘る性質を持つグリアジンが高まり、弾力が強い性質を持つグルテニンが減少することを指摘している。本研究において、10月下旬播は11月下旬播に比べて、高いタンパク質含有率を示すことから、播種時期の違いはグルテンを形成するグリアジンとグルテニンのバランスを変化させ、グルテン特性に影響を与えると推察される。

本研究において、最高粘度は播種時期が早くなるほど低下することが明らかとなった。野田ら（1999）は登熟期における低温寡照の気象条件は、低アミロとなる危険性が高いことを指摘している。また、長内（1985）は、コムギは低温下における吸水で休眠が打破されるため、収穫期に低温になると穂発芽の危険性が高くなることを示唆している。10月下旬播および11月上旬播の早播は11月下旬の標準播に比べて、登熟期間中が低温多雨条件となりやすいことから、これらの環境条件が最高粘度に影響したと考えられた。また、降雨や低温などの環境条件に対する影響に品種間差が認められた。これらの結果から、早播に適する品種を選定するにあたっては、登熟期間中の降雨や低温の影響が小さい、穂発芽しにくい品種を選定する必要があると考えられる。

粉の色相は、10月下旬の極早播では11月上旬播以降の播種時期に比べて明らかに劣り、播種時期が早いほど劣る傾向を示した。粉の色相は、登熟期間中の雨濡れ（平野ら 1964）、未熟粒の混入（松崎・豊田 1997）およびタンパク質含有率の増加（小綿ら 1996）により、いずれも低下することが報告されている。本研究においても既報と同様に、粉の色相はタンパク質含有率が低く、登熟期間中の積算降水量が少ないほど優れるとともに、容積重が大きく、外観品質が優れるコムギ粒ほど、粉の色相が優れることが示された。したがって、早播における粉の色相の低下は、1穂粒数の減少および倒伏の結果、子実重が低下し、粒へのデンプン蓄積量が少なかったことにより、相対的にタンパク質含有率が高まったことが影響していると考えられる。さらに、播種時期が早いほど登熟期間が標準播に比べて長期間となり、登熟期間中の降雨に遭遇する確率が高い結果となり、積算降水量が多い栽培環境条件となることから、早播は標準播に比べて粉の色相が低下する危険性が高いと推察される。

以上のように、本研究においてコムギにおける播種時期の違いは、タンパク質含有率、最高粘度および粉の色相等の製粉特性に影響を及ぼすことが判明した。早播栽培による民間流通に対応した高品質なコムギ生産体系の確立を考慮した場合、播種時期別の生育、収量、外観品質および製粉特性から総合的に判断すると、福岡県におけるコムギ播種時期の早限は11月5日頃までと考えられる。

粒の充実度を示す容積重は製粉特性と密接な関係にあり、容積重が大きいほどタンパク質含有率は低く、粉の色相は優れ、最高粘度は高くなる傾向を示した。したがって、早播栽培における製粉特性の向上へ向けた高品質コムギ生産のためには、適正なタンパク質含有率を有することを前提とした容積重が大きいコムギ粒を生産することの重要性が示唆された。粒の充実度とタンパク質含有率の両者を向上させる技術として出穂期前後の追肥が有効である（谷口ら 1999, 木村ら 2001）が、粉の色相の低下を生じる場合がある（飯田ら 1991, 小綿ら 1996）。今後、コムギのタンパク質含有率と粉の色相との関係を明らかにするとともに、適正なタンパク質含有率を有し、粉の色相が低下しない肥培管理技術の検討が必要である。

早播適応性の高い品種を選定する場合、播種時期が早いほど出穂期が早まり、子実重および品質に大きな影響を与える登熟期間が長期間となることから、登熟期間中の降雨や低温の影響の小さい、穂発芽しにくい品種の選定が重要であると考えられる。さらに、秋播性程度が高い品種は低い品種に比べて、早播栽培しても登熟期間が必要以上に長くないことから、早播栽培における子実重および品質の安定化を図る上で有利であると判断される。

第2節 早播における踏圧作業が製粉特性に及ぼす影響

前節において、播種時期がタンパク質含有率、最高粘度および粉の色相等の製粉特性に強く影響を及ぼすことが明らかとなった。本研究で供試した秋播型早生コムギ品種であるイワイノダイチは、春播型コムギ品種に比べて節間伸長期が遅いことから、早播栽培において春播型コムギ品種の生育を制御する技術として有効である踏圧作業（原田ら 1988）を省略できる可能性が推察される。しかし、秋播型コムギ品種に対する踏圧の効果は明らかではなく、踏圧処理が製粉特性に及ぼす影響について明らかにすることは、早播栽培を前提とした高品質コムギの安定生産を確立する上で有効な知見となる。そこで、秋播型早生コムギ品種イワイノダイチを供試し、対照品種として秋播性程度の低いチクゴイズミと比較することにより、早播栽培における踏圧処理の有無が製粉特性に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

試験は、2000～2001年および2001～2002年の2ヶ年、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。供試したコムギ品種は、イワイノダイチ（秋播性Ⅳ）およびチクゴイズミ（秋播性Ⅰ～Ⅱ）を用いた。播種は2000年では11月6日に、2001年では11月9日に行い、福岡県の標準播（11月下旬）に比べて早播とした。踏圧の処理時期は、コムギの3葉期に1回目（12月下旬～1月上旬）、その1ヶ月後に2回目（1月下旬～2月上旬）を行い、合計2回実施した。また、踏圧作業は鎮圧用ローラ（クボタ社製）で、土壌表面が乾いた時に実施した。栽培方法は、畦幅150 cm、条間30 cmの4条の畦立てドリル播で、1区15 m²の2区制で行った。目標苗立本数はm²当たり100本とした。窒素施用量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は、福岡県のコムギ栽培の施肥基準である5+4+2 g/m²とした。なお、追肥時期は第1回追肥を本葉の5葉期に、第2回追肥を主穂の幼穂長2.0 mm時に行った。節間伸長期は節間長20 mm時とした。収量調査は、粒厚2.0 mm以上の子実について、

子実重 (kg/a), 千粒重 (g) および容積重 (g/L) を測定した。粒および粉の特性の測定は, 小麦品質検定方法 (農林水産技術会議事務局 1968) に基づいて行った。製粉歩留は, ブラベンドー小型テストミルで得られたA粉, B粉およびふすまの全量に対するA粉+B粉の重量比率から求めた。灰分含有率, タンパク質含有率および色相はA粉を用いて測定した。タンパク質含有率は, オートアナライザー II (BRAN・LUBBE社製, ドイツ) で測定し, 得られた全窒素濃度に粉のタンパク質換算係数5.70を乗じて求めた。フォーリングナンバー (以下FNと略す) 値は, 原粒を粉碎した試料7g (水分15%換算) を用いて, フォーリングナンバー1800型 (フォーリングナンバー社製, スウェーデン) により測定した。粉の色相 (カラーバリュー (C.V.)) は, 値が小さいほど粉の色相が良いことを示している) は, KENT-JONES&MARTIN FLOUR COLOUR GREADER III (HENRY SIMON社製, イギリス) により測定した。なお, 灰分含有率およびタンパク質含有率は, 水分含有率13.5%に水分換算して求めた。

結 果

1. 踏圧作業が生育, 収量および外観品質に及ぼす影響

早播コムギにおける踏圧作業が生育, 収量および外観品質に及ぼす影響について, t検定による結果とともに品種別に示した (第2-9表)。踏圧処理の効果が認められる生育, 収量および外観品質に関する諸特性としては, イワイノダイチでは稈長および倒伏程度において有意な効果が認められ, チクゴイズミでは出穂期, 成熟期, 倒伏程度および千粒重において有意な効果が認められた。一方, 節間伸長期, 穂長, 穂数, 子実重, 容積重および検査等級では, 両品種ともに踏圧の有意な効果は認められなかった。踏圧処理では無処理に比べて, 節間伸長期が1日遅く, 稈長が1~3cm短く, 倒伏程度がイワイノダイチでは1.9から0.4, チクゴイズミでは2.5から1.3に軽減され, 千粒重が0.5~1.4g増加した。しかし, イワイノダイチの子実重は, 踏圧処理により無処理に比べて, 4.4kg/a低下する傾向であった。

一方, 秋播性程度の差による品種間の踏圧効果の差異は判然としておらず, 秋播性程度が高いイ

第2-9表 踏圧処理が生育, 収量および外観品質に及ぼす影響。

品種	踏圧 の有無 (月日)	節間 伸長期 (月日)	出穂 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	倒伏 程度	子 実 重 (kg/a)	千 粒 重 (g)	容 積 重 (g/L)	検査 等級
イワイノダイチ	無	2.13	3.29	5.26	88	9.9	606	1.9	55.7	43.6	836	1.8
イワイノダイチ	有	2.14	3.29	5.26	85	9.8	575	0.4	51.3	44.1	832	2.0
有意性	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	
チクゴイズミ	無	2.5	3.29	5.27	88	9.9	500	2.5	58.2	40.2	833	1.8
チクゴイズミ	有	2.6	3.30	5.26	87	9.7	486	1.3	58.5	41.6	825	1.8
有意性	ns	*	*	ns	ns	ns	**	ns	†	ns	ns	

**, *, †はそれぞれ1, 5, 10%水準で有意差があることを示し, nsは有意差が認められないことを示す。

倒伏程度は無 (0) ~ 甚 (5) の6段階評価を示す。

検査等級は食糧事務所による1等ノ上 (1) ~ 等外上ノ下 (9) の9段階評価を示す。

第2-10表 踏圧処理が製粉特性に及ぼす影響.

品種	踏圧 の有無	製粉 歩留 (%)	灰 分 含有率 (%)	タンパク 質含有率 (%)	FN値 (sec)	色相 (C. V.)
イワイノダイチ	無	63.6	0.49	8.5	346	0.84
	有	61.6	0.46	7.6	387	0.61
	有意性	ns	*	**	**	ns
チクゴイズミ	無	55.6	0.48	7.1	300	0.75
	有	57.3	0.46	6.5	358	0.04
	有意性	ns	ns	*	**	*

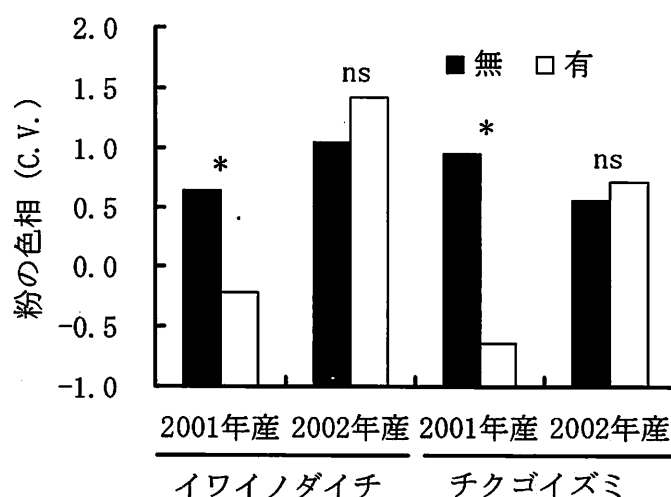
**, *, †はそれぞれ1, 5, 10%水準で有意な差があることを示し, nsは有意差が認められないことを示す.

粉の色相は, C. V. 値が小さいほど色相が優れることを示す.

ワイノダイチにおいても秋播性程度の低いチクゴイズミと同様な処理による有意な効果が認められた.

2. 踏圧作業が製粉特性に及ぼす影響

早播コムギにおける踏圧作業が製粉特性に及ぼす影響について, t検定による結果とともに品種別に示した (第2-10表). 踏圧処理の有意な効果が認められる製粉特性は, イワイノダイチでは灰分含有率, タンパク質含有率およびFN値であり, チクゴイズミではタンパク質含有率, FN値および粉の色相であった. 一方, 製粉歩留は両品種ともに踏圧処理の効果は認められなかった. 灰分含有率は踏圧処理によって, イワイノダイチでは0.03%低下し, チクゴイズミでは0.02%低くなる傾向であった. また, タンパク質含有率は踏圧処理によって, イワイノダイチでは0.9%, チクゴイズミ

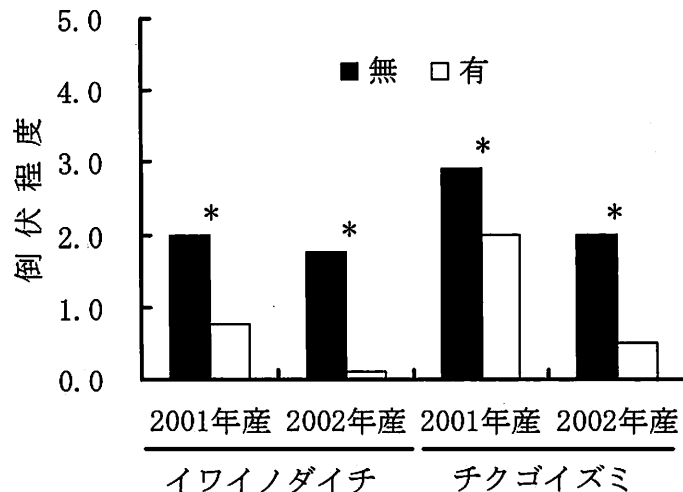


第2-4図 踏圧処理の有無と収穫年次別の粉の色相.

成熟期前10日間の積算降水量は, 2001年産26.0mm, 2002年産0.5mm.

粉の色相は, C. V. 値が小さいほど色相が優れることを示す.

*は5%水準で有意差があることを示し, nsは有意差が認められないことを示す.



第2-5図 踏圧処理の有無と収穫年次別の倒伏程度。

*は5%水準で有意な差があることを示し、nsは有意差が認められないことを示す。

倒伏程度は、無 (0)～甚 (5) の6段階評価で示す。

ミでは0.6%有意に低くなった。FN値は踏圧処理によって、イワイノダイチでは346secから387secに、チクゴイズミでは300secから358secにそれぞれ増加し、デンプンの品質向上効果が認められた。粉の色相については、生産年次により踏圧処理の効果が異なり、成熟期前10日間の積算降水量が多かった2001年産では踏圧処理によって、イワイノダイチではC.V. 値が0.64から-0.21へ改善し、チクゴイズミでは同じく0.95から-0.64に大きく改善することが認められた (第2-4図)。しかし、成熟期前10日間の積算降水量が少なかった2002年産では踏圧処理区と無処理区との間に有意差は認められず、踏圧処理の効果は判然としなかった。そこで、踏圧の処理効果が認められた生育特性である倒伏程度を、生産年次別および品種別にみると、両年度ともに同様に踏圧処理による倒伏軽減効果と品種間差が認められた (第2-5図)。

考 察

早播栽培における生育および収量に及ぼす踏圧処理の効果は、イワイノダイチでは稈長および倒伏程度で、チクゴイズミでは出穂期、成熟期、倒伏程度および千粒重において認められた。原田ら (1988) は、踏圧処理は暖冬年の早播栽培において、過剰な生育を抑制することにより、倒伏を軽減させ、粒の充実が良くなると報告している。また、新井 (1984) は、その倒伏防止効果は、節間伸長の抑制や草丈の短縮、あるいは稈基重の増大によるものとしている。本研究においても既報と同様に、踏圧処理は無処理に比べて、節間伸長期が遅く、稈長が短く、倒伏程度が軽減され、千粒重が増加した。このことから、早播コムギにおける踏圧処理は、過剰な生育を抑制させるとともに、耐倒伏性を強化させ、粒の充実を良くする効果があると判断された。しかし、イワイノダイチの子実重は、踏圧処理により無処理に比べて低下する傾向であった。新井 (1984) は過湿な土壌における踏圧処理は、土壌が固結するため根の発育障害が増加し、減収する場合があることを指摘している。本研究を行った2ヶ年ともに、2回目の踏圧処理前の半月期間に降水量が多く (2001年1月第5半月の降水量は平年比543%、2002年1月第6半月の降水量は平年比557%)、土壌表面が乾燥した条件で踏圧処理を実施したものの、土壌中ではやや湿潤状態であったと考えられ、穂数が減少した傾向がみられることから、踏圧処理に伴う土壌の固結による生育抑制の結果として、子実重が低下した

ものと推察される。

一方、早播栽培における製粉特性に及ぼす踏圧処理の効果は、イワイノダイチでは灰分含有率、タンパク質含有率およびFN値で、チクゴイズミではタンパク質含有率、FN値および粉の色相において認められた。

灰分含有率およびタンパク質含有率は、踏圧処理によって低下することが認められた。これは、踏圧処理によって、千粒重が増加し、粒の充実が良くなる傾向が認められることから、デンプンの蓄積量が多くなった結果として、相対的に両含有率が低下したと推察される。

FN値は踏圧処理によって増加し、デンプンの品質向上効果が認められた。平野ら（1970）は、デンプンの品質は倒伏によって低下し、収穫期前の降雨に遭遇することによってさらに助長されることを指摘している。このことから、踏圧処理は耐倒伏性を強化させ、収穫期前の降雨によるデンプン品質への影響を低減させることにより、品質の安定化に寄与する効果があることが判明した。

粉の色相は、成熟期前10日間の積算降水量に影響され、少雨の場合では踏圧処理の効果は判然としないものの、降雨の多い不良環境条件下では処理効果が顕著に現れ、踏圧処理によって年次間で安定した粉の色相のコムギが得られることが明らかとなった。2001年産、2002年産における倒伏程度は、両年ともに処理の効果は同様な傾向であり、同様な品種間差が認められ、踏圧処理によっていずれの品種、年次ともに耐倒伏性が強化されることが認められた。このことから、踏圧処理は、耐倒伏性を強化することによって、成熟期前10日間の降雨の製粉特性に及ぼす影響を軽減させる効果があると推察され、踏圧処理は年次間で安定した粉の色相を有したコムギ粒を生産するための管理技術であると考えられる。

本研究において、踏圧処理は耐倒伏性の強化、千粒重の増加、コムギ粉の品位を示す灰分含有率の低下、デンプン特性ならびに粉の色相の改善効果が認められた。しかし、本研究では、土壌の固結による生育抑制により穂数が減少し、子実重の低下傾向が認められた。踏圧処理の子実重への影響は、多収となった事例（田畑ら 1938, 原田ら 1988）や逆に減収した事例（原田ら 1988, 須藤ら 1989）があり、栽培環境条件や生育量に応じた管理が必要であると考えられる。また、コムギの民間流通への移行に伴い、実需者から品質に対する要望が高まっている。めん用に最適なコムギ粉のタンパク質含有率は8.0～9.0%であるが（長尾 1998）、踏圧処理によって粉のタンパク質含有率は0.6～0.9%低下し、適正含有率以下になった。そこで、タンパク質含有率を向上させる技術として出穂期前後の追肥が有効である（谷口ら 1999, 木村ら 2001）が、粉の色相の低下を生じる場合がある（飯田ら 1991, 小綿ら 1996）。さらに、コムギ粉のタンパク質と粉の色相との関係を明らかにするとともに、適正なタンパク質含有率を有した粉の色相が低下しない肥培管理技術の検討が必要である。また、早播栽培において秋播性程度の差による踏圧処理の効果は判然としなかったものの、秋播性が高い品種でも、踏圧処理によって灰分含有率の低下、アミログラム特性および粉の色相の改善効果が認められたことから、踏圧処理は高品質コムギを安定的に生産するための技術として有効であると判断される。

摘 要

コムギの作期前進化を前提とした高品質コムギの安定生産技術を確立するために、秋播性程度の異なる3品種を用いて、播種時期（10月下旬～12月上旬の5水準）が製粉特性に及ぼす影響を検討するとともに、早播栽培における踏圧作業が製粉特性に及ぼす影響を検討した。

- 1) タンパク質含有率、最高粘度および粉の色相には播種時期の影響が認められたが、製粉歩留、灰分含有率およびアミロース含有率には有意な影響が認められなかった。

- 2) タンパク質含有率は、10月下旬播では他の播種時期より高く、1穂粒数の減少および倒伏発生の結果、子実重が低下し、粒へのデンプンの蓄積量が少なかったことにより相対的にタンパク質含有率が増加したと考えられた。
- 3) グルテン特性については、播種時期が早いほどグルテンの強さを示すグルテンインデックスが低下した。
- 4) 最高粘度は、播種時期が早いほど低下する傾向が認められた。
- 5) 粉の色相は、播種時期が早いほど劣る傾向を示し、子実重の低下によるタンパク質含有率の上昇と登熟期間中における降雨量増加の影響によるものと推察された。
- 6) 民間流通に対応した高品質コムギの生産を考慮した場合、播種時期別の生育、収量、外観品質および製粉特性から総合的に判断すると、福岡県のコムギ播種時期の早限は11月5日頃までと考えられた。
- 7) 早播コムギにおける踏圧処理は、耐倒伏性を強化させ、千粒重の増加によって相対的にタンパク質含有率を低下させ、同時に灰分含有率の低下、登熟期間中の降雨によるフォーリングナンバー値や粉の色相の劣化を低減させ、製粉特性を年次間で安定化させる効果が高いことが判明した。
- 8) 秋播性が高い品種においても、踏圧処理によって灰分含有率の低下、フォーリングナンバー値および粉の色相等の製粉特性の改善効果が認められた。したがって、踏圧処理は高品質コムギを安定的に生産するための技術として有効であると判断された。

第3章 栽培環境条件がコムギ粉の色相と 最高粘度に及ぼす影響

現在、実需者のニーズに対応した高品質コムギの生産拡大が急務となっているが、国内産コムギはオーストラリア産のA. S. W. に比べて産地や年次による品質の変動が大きいことが指摘されている（井上 1990）。品質の変動要因の一つとして、栽培環境条件による粉の色相やアミログラム特性の低下が挙げられる（今井 1992）。めん類は、原料がコムギ粉以外では食塩（中華めんの場合はかん水）を少量用いる他には添加物が少ないため、原料のコムギ粉の色相は製品の色相に直接影響する。また、穂発芽したコムギは、 α -アミラーゼ等の酵素活性の増加により（平野ら 1971）、アミログラムの最高粘度が300B. U. 以下に低下し、いわゆる「低アミロ」のコムギ粉となる。「低アミロ」のコムギ粉はめん用にした場合、ゆで溶けが多く、加工適正が著しく低下すること（長尾 1998）から、製麺業者の間では極端に敬遠される。このため、生産者、実需者の双方から、収穫年次に左右されず、粉の色相や最高粘度が安定して優れる高品質コムギの生産技術の開発が求められている。

本章では、気象変動に対して粉の色相や最高粘度が安定して優れる高品質コムギの生産技術を確立するために、栽培環境条件と粉の色相および最高粘度との関係を検討した。

第1節 粉の色相の年次間変動とその要因

前章において、コムギ粉の色相は、播種時期の違いによって影響され、播種時期が早いほど粉の色相が劣ることが明らかとなった。しかし、粉の色相は、播種時期による変動以外に、年次間の変動も大きいことが示唆された。北部九州地域は収穫期が梅雨期に入るため、雨濡れにより品質低下を招くことがしばしばある。したがって、粉の色相における変動の主要因として、登熟期の降雨が考えられ、実際、粉の色相は登熟期の降雨によって低下することが報告されている（平野ら 1964）。しかし、北部九州地域において、粉の色相の変動要因を、登熟期の降雨との関係から検討し、解明した報告はない。粉の色相と登熟期の気象条件との関係、特に登熟期間中の降雨による影響が最も大きい生育ステージを明らかにすることは、目標とすべき熟期の設定、あるいは播種時期を決定するための有効な知見となるだけでなく、気象変動に対して粉の色相の変動が小さい高品質コムギを安定的に生産するために重要な知見となる。

そこで、気象変動に対して安定して粉の色相が優れる高品質コムギの生産技術を確立するために、北部九州の主力品種であるチクゴイズミと秋播性程度の高いイワイノダイチを用いて、粉の色相の年次間変動の実態を明らかにするとともに、粉の色相の変動要因を、登熟期における降水量との関係から解析を行った。さらに、人工降雨による登熟後期の降雨ならびに加水処理による子実水分含有率の変動が粉の色相に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

試験は、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。供試したコムギ品種は、チクゴイズミ（秋播性程度Ⅰ～Ⅱ）とイワイノダイチ（秋播性程度Ⅳ）の秋播性程度の異なる2品種である。栽培方法は、畦幅150cm、条間30cmの4条の畝立てドリル播で行った。窒素施用量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は、福岡県のコムギの施肥基準（注：福岡県麦栽培技術指針）である、 $5+4+2\text{g}/\text{m}^2$ とした。なお、追肥した生育時期は、第1回追肥は本葉の5葉期、第2回追

肥は主稈の幼穂長2.0mm時であった。収量調査は、粒厚2.0mm以上の稈実子実について、子実重(kg/a)、千粒重(g)および容積重(g/L)を測定した。なお、容積重の測定は、試験1ではリットル重測定器を用い、試験2および試験3ではブラウエル穀粒計を用いた。倒伏程度は0(無倒伏)、1(微)、2(少)、3(中)、4(多)、5(完全倒伏)の6段階で成熟期頃に達観調査した。成熟期の判定は、茎葉および穂首部分が黄化し、穂が枯れ、粒は緑色が脱色し、爪跡がわずかにつき、ほぼロウぐらいの固さに達した穂が全体の80%を占めた日とし、子実水分含有率が30~35%の日とした。検査等級(福岡食糧事務所調べ)は、1(1等ノ上)~9(等外上ノ下)の9段階で表示した。

粉の灰分含有率の測定は、小麦品質検定方法(農林水産技術会議事務局 1968)に基づいて行った。タンパク質含有率は、オートアナライザーⅡ(BRAN・LUBBE社製、ドイツ)で測定し、全窒素にタンパク質換算係数5.70を乗じて求めた。最高粘度は、ラピッドビスコアナライザー(NEWPORT SCIENTIFIC社製、オーストラリア)により牛山ら(1997)の方法に準じて測定した。粉の色相(カラーバリュー(C.V.))で表示し、値が小さいほど粉の色相が優れていることを示している)は、KENT-JONES&MARTIN FLOUR COLOUR GREADERⅢ(HENRY SIMON社製、イギリス)により測定した。なお、灰分含有率およびタンパク質含有率は水分含有率13.5%に水分換算して表示した。

1. 粉の色相の年次間変動(試験1)

試験は、コムギの収穫年次で1998~2002年の5年間行った。播種期は、10月22~25日播の極早播、11月5~6日播の早播および11月25~26日播の標準播の3水準(2002年のみ早播と標準播の2水準)を設定した。目標苗立ち本数は m^2 当たり、極早播と早播では100本、標準播では150本とした。試験規模は1区15 m^2 の2区制で行った。収量、品質および製粉特性の調査は、1区12 m^2 を刈取った試料を用いて行った。

気象データは、福岡管区気象台の太宰府アメダス観測地のデータを利用した。登熟後期のステージ別の降雨が、粉の色相に及ぼす影響を検討するため、粉の色相を目的変数とし、成熟期前1日から2日間隔で分割した積算降水量を説明変数として重回帰分析を行い、標準偏回帰係数、偏相関係数および重相関係数を求めた。なお、統計解析には、アドインソフトのエクセル統計2000 for Windows(社会情報サービス、日本)を用いた。

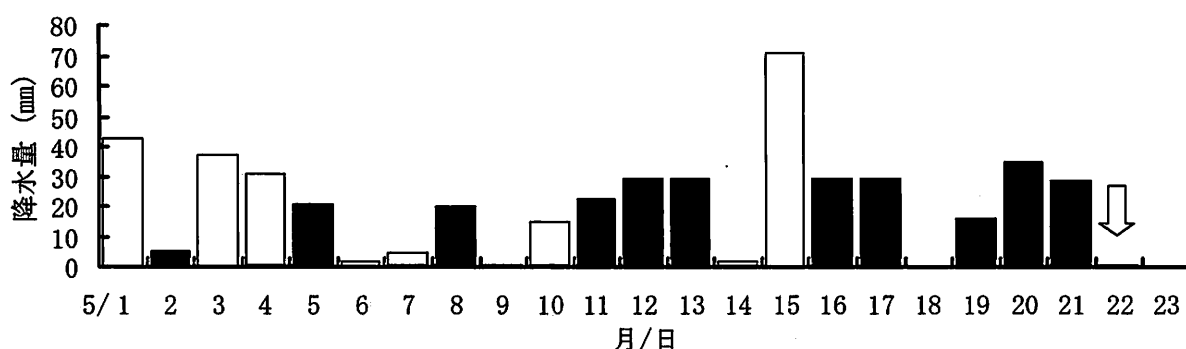
2. 登熟後期の人工降雨および雨よけ処理が粉の色相に及ぼす影響(試験2)

試験は収穫年次の2002年に、第3-1図に示すような可動式の人工降雨施設で行った。播種は11月12日(早~中播)に行い、目標苗立ち本数は、 m^2 当たり100本とした。試験規模は10.5 m^2 を1区とす



第3-1図 人工降雨施設(可動式)。

る2区制で行った。人工降雨処理は第3-2図に示すように、登熟後期（出穂後35日目～成熟期）に、1日当たり5.0～29.4mm（3時間おきに、降水量約4mmを0～6回/日、1回の降雨所要時間は5分）の降雨処理区と雨よけ処理区（降雨が予想される場合は雨よけ区に、降雨がない場合は降雨処理区へハウスを移動）を設置した。収量、品質および製粉特性の調査は、5.4m²を刈取った試料を用いて行った。



第3-2図 登熟後期における自然降水量と人工降水量 (2002年)。

自然降水量は5月1～23日における福岡管区気象台（太宰府）のデータを用いた。

□自然降水量, ■人工降水量。

矢印は、2001年11月12日に播種されたコムギ品種チクゴイズミとイワイノダイチの成熟期を指す。

3. 子実への加水処理量の違いが粉の色相に及ぼす影響（試験3）

試料は、2001年に収穫された11月25日播（標準播）における子実を用い、2区制で行った。試験は休眠が消失したと判断される2002年9月に実施した。加水処理方法は、ビニール製の袋に試料（子実の水分含有率12.1～12.5%）を400g入れ、子実水分含有率20%、25%、30%、35%および40%を目標として加水し、20℃の恒温器中における24時間吸水により処理した。処理後、直ちに35℃で通風乾燥し、子実水分含有率を12.0%以下となるように試料を乾燥させた。この試料を容積重、粉の色相および最高粘度の調査に用い、調査方法は1に記載した方法に準じた。

結 果

1. 収穫年次別、播種時期別における粉の色相の変動および粉の色相と登熟期間中の気象条件との関係

収穫年次別、播種時期別における粉の色相を第3-1表に示した。1998年の粉の色相は極早播、早播および標準播の全播種時期において、チクゴイズミでは2.17～5.03、イワイノダイチでは2.00～4.62であり、明らかに他の収穫年次に比べて劣った。一方、2001年はチクゴイズミでは-0.66～0.26、イワイノダイチでは-0.29～-0.17であり、全体的に他の収穫年に比べて優れた。そこで、粉の色相の年次間における変動要因を明らかにするため、粉の色相と登熟期間中の気象条件との関係を第3-2表に示した。出穂期～成熟期までの登熟期間中の気象条件では、積算降水量において有意な正の相関関係が認められた（チクゴイズミ、 $r=0.78$; $P<0.01$, イワイノダイチ、 $r=0.56$; $P<0.05$ ）。一方、平均気温、日較差および日照時間では有意な相関関係は認められなかった。さらに、登熟後期（成熟期前1～15日）、登熟中期（成熟期前16～30日）および登熟前期（成熟期前31～45日）に登熟期間を3区分し、粉の色相との相関関係を検討した結果、登熟後期の積算降水量がチクゴイズミ、イワイノダイチともに高い正の相関関係を示し（チクゴイズミ、 $r=0.88$; $P<0.001$,

第3-1表 収穫年次別，播種時期別の粉の色相 (C. V.).

収穫年	極 早 播		早 播		標 準 播	
	チコゴイズミ	イワイノダイチ	チコゴイズミ	イワイノダイチ	チコゴイズミ	イワイノダイチ
1998年	5.03a	4.62a	3.84a	2.83a	2.17a	2.00a
1999年	2.78b	3.17b	2.22b	2.02b	0.76b	1.05ab
2000年	2.53b	3.22b	1.52bc	1.92b	0.67b	1.06ab
2001年	-0.66c	-0.17c	-0.64d	-0.21c	0.26c	-0.29c
2002年	—	—	0.79c	0.08c	0.04c	0.50bc

同一播種時期および品種について多重比較を行い，同一英文字の平均値間には，5%水準の有意差が認められないことを示す (FisherのPLSD法).

第3-2表 粉の色相と登熟期間中の気象条件との相関関係.

期 間	チコゴイズミ				イワイノダイチ			
	平 均 気 温	日較差	積 算 降 水 量	日 照 時 間	平 均 気 温	日較差	積 算 降 水 量	日 照 時 間
出穂期～成熟期	-0.28ns	-0.04ns	0.78**	0.21ns	0.07ns	0.00ns	0.56*	0.08ns
成熟期前 1～15日	-0.31ns	-0.34ns	0.88***	-0.60*	-0.14ns	-0.11ns	0.74**	-0.36ns
成熟期前16～30日	0.42ns	0.33ns	0.02ns	0.40ns	0.04ns	0.41ns	-0.18ns	0.46ns
成熟期前31～45日	0.35ns	-0.43ns	0.50ns	-0.21ns	0.30ns	-0.38ns	0.65*	-0.16ns

***, **, *は0.1, 1, 5%水準での有意性を示し，nsは有意性が認められないことを示す (n=14).

1998～2002年 (収穫年次) における極早播，早播および標準播のデータを用いた (2002年のみ早播および標準播の2水準).

第3-3表 粉の色相に対する登熟後期の降水量の重回帰分析.

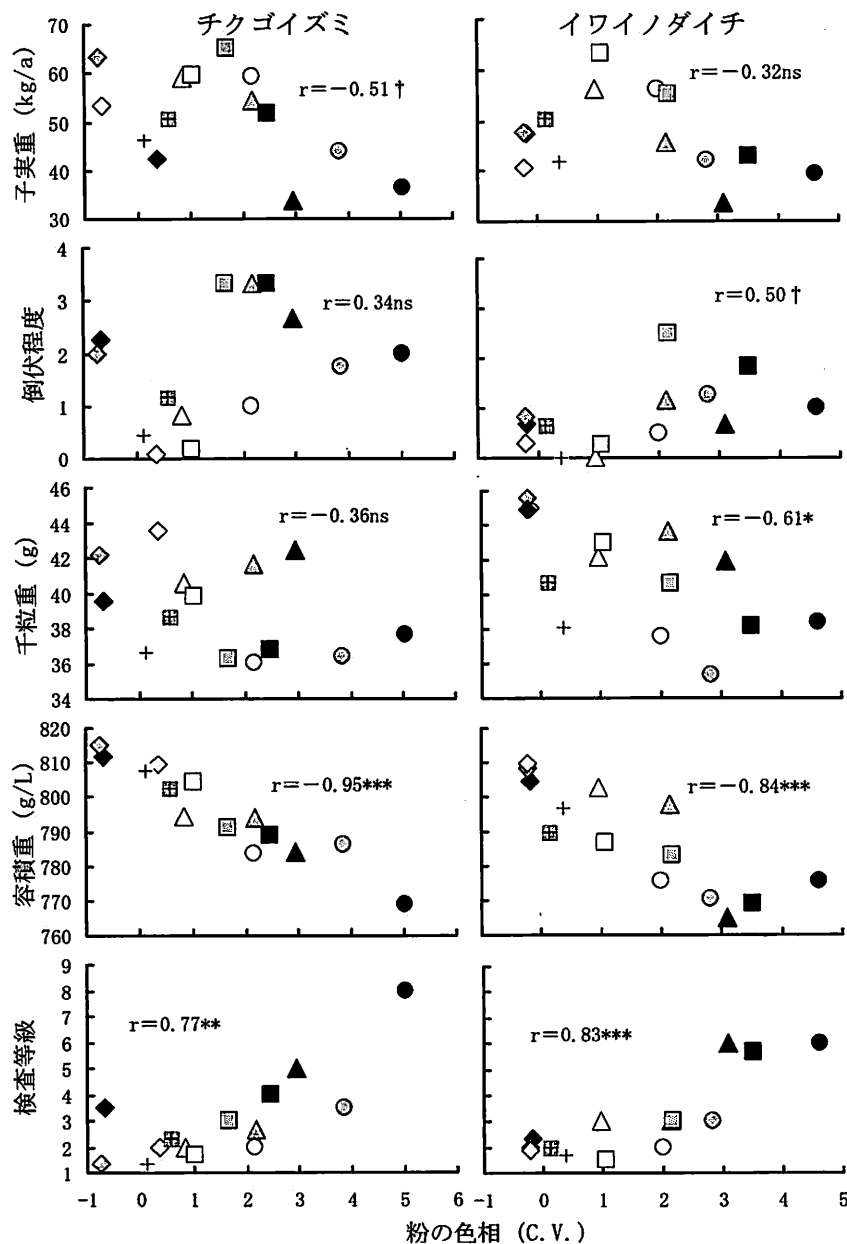
独立変数 (成熟期前)	チコゴイズミ			イワイノダイチ		
	標準偏回 帰係数	偏相関 係数	重相関 係数	標準偏回 帰係数	偏相関 係数	重相関 係数
1～2日	0.32	0.89*	0.99***	0.41	0.74†	0.95***
3～4日	0.52	0.95**		0.59	0.86*	
5～6日	0.72	0.97**		0.76	0.89*	
7～8日	0.44	0.94**		0.49	0.72ns	
9～10日	0.23	0.74†		0.18	0.42ns	
11～12日	0.16	0.72ns		0.53	0.77†	
13～14日	0.54	0.92*		0.45	0.71ns	
15～16日	0.39	0.934**		0.39	0.76†	

***, **, *, †は0.1, 1, 5, 10%水準での有意性を示し，nsは有意性が認められないことを示す (n=14).

1998～2002年 (収穫年次) における極早播，早播および標準播のデータを用いた (2002年のみ早播および標準播の2水準).

イワイノダイチ, $r=0.74$; $P<0.01$), 登熟後期の降水量が多いほど粉の色相が低下することが認められた。そこで, 登熟後期の降雨について, 粉の色相に影響を及ぼす登熟期のステージをさらに詳細に検討するため, 粉の色相を目的変数とし, 成熟期前1日から2日間隔で分割した積算降水量を説明変数として重回帰分析を行った(第3-3表)。成熟期前3~6日の偏相関係数は, チクゴイズミでは1%水準で, イワイノダイチでは5%水準で有意性が認められ, 成熟期前3~6日の降雨は粉の色相に強く影響を及ぼすことが判明した。

2. 収穫年次および播種時期を変えた場合における粉の色相と子実重, 倒伏程度, 千粒重, 容積重, 検査等級および製粉特性との関係



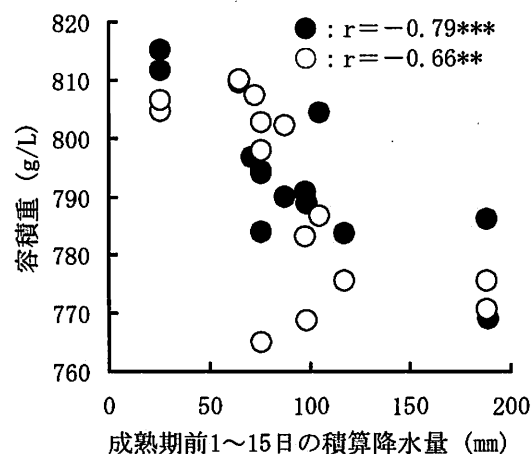
第3-3図 1998~2002年(収穫年次)における粉の色相と子実重, 倒伏程度, 千粒重, 容積重および検査等級との関係。

***, **, *, †は0.1, 1, 5, 10%水準での有意性を示し, nsは有意性が認められないことを示す (n=14)。

■極早播, □早播, ◇標準播, ○1998年産, △1999年産, □2000年産, ◇2001年産, +2002年産。

1998～2002年（収穫年次）の極早播，早播および標準播における子実重，倒伏程度，千粒重，容積重および検査等級と粉の色相との関係について第3-3図に示した．両品種ともに粉の色相は容積重および検査等級との間において，有意な相関関係が認められ，容積重が重く，検査等級が優れるほど粉の色相が優れることが認められた．千粒重と粉の色相との関係は，チクゴイズミでは有意性は認められないものの，イワイノダイチでは5%水準の有意な負の相関関係が認められた．また，粉の色相は子実重および倒伏程度との間には有意な相関関係は認められなかったが，子実重が重く，倒伏程度が小さいほど粉の色相が優れる傾向を示した．そこで，1998～2002年（収穫年次）において，粉の色相と高い相関関係が認められた容積重と粉の色相に影響を及ぼす登熟後期（成熟期前1～15日）の積算降水量との関係について，第3-4図に示した．容積重と登熟後期の積算降水量との間には有意な負の相関関係が認められ，登熟後期の降水量が多くなるほど，容積重の低下することが両品種ともに認められた．

粉の色相と灰分含有率，タンパク質含有率および最高粘度との関係について第3-5図に示した．チクゴイズミ，イワイノダイチともに，粉の色相はタンパク質含有率との間に正の，最高粘度との間に負の有意な相関関係が認められ，タンパク質含有率が低く，最高粘度が高いほど粉の色相が優れることが認められた．また，灰分含有率はチクゴイズミでは1%水準の有意な正の相関関係が認められ，灰分含有率が低いほど粉の色相が優れることが認められ，イワイノダイチも同様の傾向を示した．



第3-4図 1998～2002年（収穫年次）における容積重と成熟期前1～15日の積算降水量との関係．

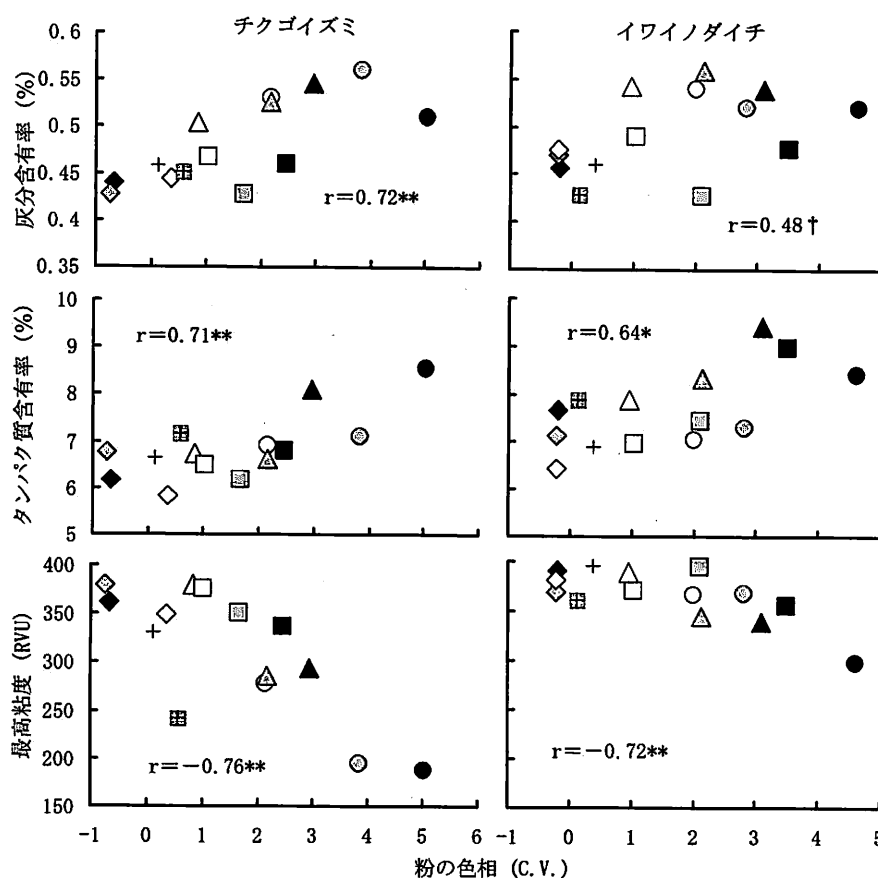
**, *は1, 5%水準での有意性を示す (n=14)．

1998～2002年（収穫年次）における極早播，早播および標準播のデータを用いた（2002年のみ早播および標準播の2水準）．

●チクゴイズミ，○イワイノダイチ．

3. 登熟後期の人工降雨処理および雨よけ処理が粉の色相に及ぼす影響

成熟期前1～15日の登熟後期における人工降雨処理および雨よけ処理が倒伏程度，千粒重，容積重および検査等級に及ぼす影響を第3-4表に示した．品種間では全項目ともに有意差は認められなかったが，処理間では全項目において有意差が認められ，登熟後期の人工降雨処理は雨よけ処理に比べて，倒伏程度が大きく，千粒重および容積重が小さく，検査等級が劣ることが認められた．また，品種と処理間には交互作用は認められず，人工降雨処理と雨よけ処理との差に品種間差は認め



第3-5図 1998～2002年（収穫年次）における粉の色相と灰分含有率，タンパク質含有率および最高粘度との関係。

** ， * ， † は1，5，10%水準での有意性を示す（ $n=14$ ）。

1998～2002年（収穫年次）における極早播，早播および標準播のデータを用いた（2002年のみ早播および標準播の2水準）。

■極早播，□早播，□標準播，○1998年産，△1999年産，□2000年産，◇2001年産，+2002年産。

第3-4表 登熟後期の人工降雨および雨よけ処理が，倒伏程度，千粒重，容積重および検査等級に及ぼす影響。

品 種	処 理	倒伏程度	千粒重 (g)	容積重 (g/L)	検査等級
チクゴイズミ	降雨処理	1.7	37.7	794	5.5
	雨 よ け	0.0	45.1	848	1.5
イワイノダイチ	降雨処理	1.0	37.1	809	3.5
	雨 よ け	0.1	44.8	847	1.0
品 種 (V)		ns	ns	ns	ns
処 理 (T)		**	**	**	*
V × T		ns	ns	ns	ns

** ， * は1，5%水準での有意性を示し，nsは有意性が認められないことを示す。

登熟後期は，出穂後35日目～成熟期。

第3-5表 登熟後期の人工降雨および雨よけ処理が灰分含有率，タンパク質含有率，最高粘度および粉の色相に及ぼす影響。

品 種	処 理	灰分含有率 (%)	タンパク質含有率 (%)	最高粘度 (RVU)	色 相 (C. V.)
チクゴイズミ	降雨処理	0.44b	7.9a	103a	2.64b
	雨 よ け	0.41ab	9.5b	363b	0.56a
イワイノダイチ	降雨処理	0.41ab	7.9a	314b	1.10a
	雨 よ け	0.40a	10.2b	384b	0.10a
品 種(V)		ns	ns	*	*
処 理(T)		ns	**	**	**
V × T		ns	ns	ns	ns

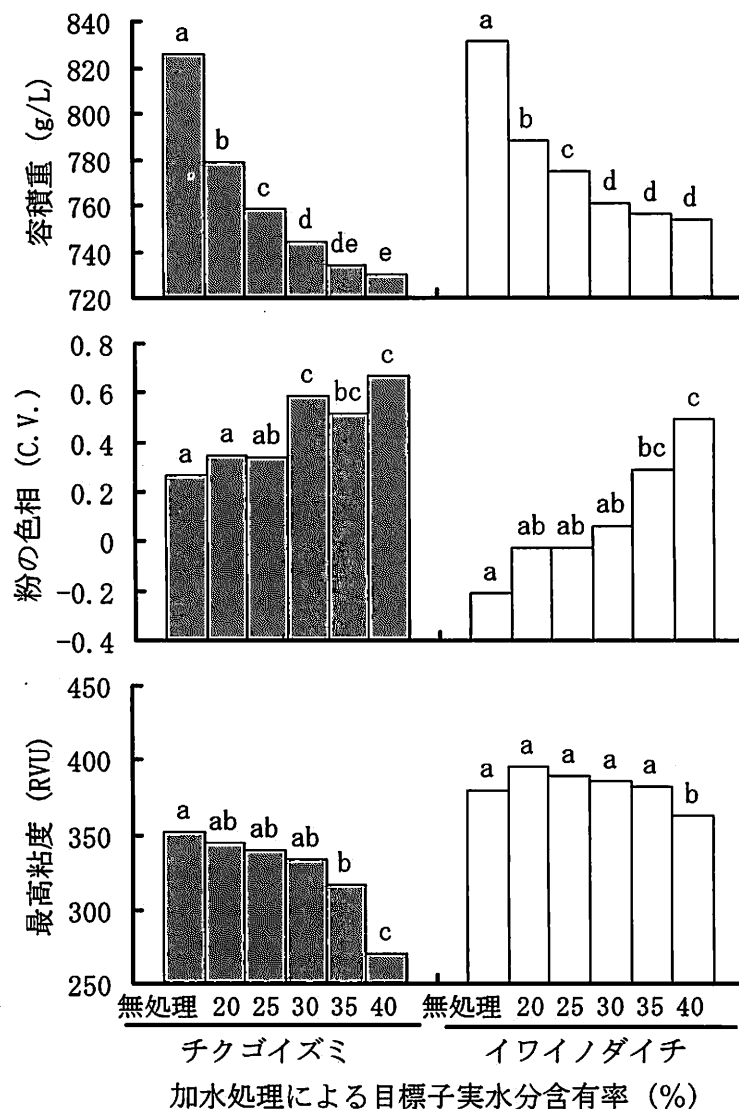
**, *は1, 5%水準での有意性を示し, nsは有意性が認められないことを示す。

品種別に各処理の平均値について多重比較を行い, 同一英文字間には5%水準の有意差が認められないことを示す (FisherのPLSD法)。

られなかった。さらに、登熟後期の人工降雨および雨よけ処理が、灰分含有率，タンパク質含有率，最高粘度および粉の色相に及ぼす影響について第3-5表に示した。灰分含有率を除いて，タンパク質含有率，最高粘度および粉の色相において処理間に有意差が認められ，登熟後期の人工降雨処理は雨よけ処理に比べて，タンパク質含有率および最高粘度が低く，粉の色相が劣ることが認められた。タンパク質含有率は，登熟期の降雨によって粒の充実が悪化するために高まるとする平野ら(1964)の報告と異なる傾向を示した。また，イワイノダイチの最高粘度と粉の色相は，人工降雨処理と雨よけ処理との間に有意な差異は認められないのに対し，チクゴイズミは降雨処理によって最高粘度と粉の色相が著しく低下し，有意差が認められた。このことから，イワイノダイチはチクゴイズミに比べて，最高粘度に関する登熟後期の耐雨性が優れていることが示唆された。

4. 子実への加水処理量が粉の色相に及ぼす影響

子実水分含有率20～40%を目標に加水処理（20℃の恒温器中で24時間吸水させる処理）し，乾燥させた子実の容積重，粉の色相および最高粘度を第3-6図に示した。容積重は加水処理量の違いによって大きく変化し，チクゴイズミ，イワイノダイチともに子実水分含有率20%以上の処理で著しく低下した。また，子実水分含有率30%以上の処理では容積重の変化は小さく，容積重の低下程度は漸減傾向であった。粉の色相は加水処理に伴う子実水分含有率の増加によって増加し，無処理に比べてチクゴイズミでは子実水分含有率30%以上の処理，イワイノダイチでは子実水分含有率35%以上の処理で色相が明らかに劣った。最高粘度も加水処理に伴う子実水分含有率の増加によって低下し，無処理に比べてチクゴイズミでは子実水分含有率35%以上の処理，イワイノダイチでは子実水分含有率40%の処理で明らかに最高粘度が低下した。また，チクゴイズミの最高粘度は子実水分含有率40%の処理では300RVU以下に著しく低下したのに対し，イワイノダイチの最高粘度の低下は極めて小さかった。

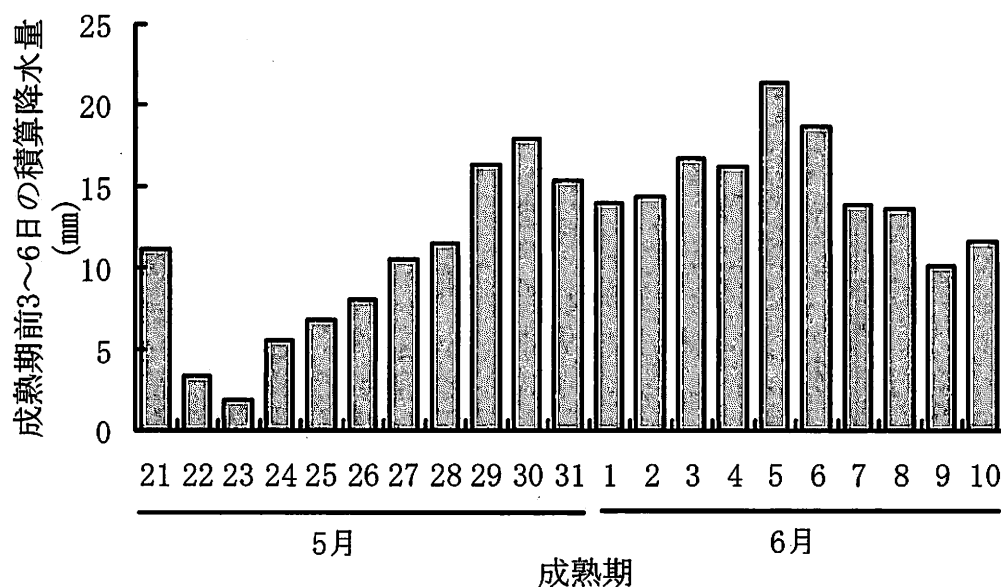


第3-6図 品種別の加水処理による目標子実水分含有率と容積重、粉の色相および最高粘度との関係。

同一品種内における同一英文字の処理間には5%水準での有意性が認められないことを示す (FisherのPLSD法)。

5. 福岡県の成熟期前3～6日における想定平均積算降水量

1993～2002年の過去10年間の平均値から想定される福岡県の成熟期前3～6日における平均積算降水量を第3-7図に示した。成熟期前3～6日に想定される積算降水量は、成熟期が5月28日までは10mm前後と少なく経過するが、成熟期が5月29日以降では15mm前後に増加した。本研究を行った1998～2002年（収穫年次）の標準播（11月下旬播）では、チクゴイズミ、イワイノダイチの成熟期の平均値はそれぞれ6月2日、6月1日であり、想定される成熟期前3～6日の積算降水量が増加する環境条件であった（第3-6表）。一方、作期の前進化を図ったチクゴイズミ、イワイノダイチの成熟期の平均値は、極早播（10月下旬播）ではそれぞれ5月26日、5月27日、早播（11月上旬播）では両品種ともに5月27日であり、想定される成熟期前3～6日の積算降水量は、標準播に比べて少なく、粉の色相に対する降雨の影響が低下する条件であった。



第3-7図 福岡県の成熟期前3～6日における想定積算降水量.

福岡管区气象台（太宰府）のアメダスデータを用いた.

成熟期前3～6日の想定積算降水量は、1993～2002年における10年間の平均値を示す.

第3-6表 品種別、収穫年次別および播種時期別の出穂期および成熟期（月・日）.

品種	収穫年	出 穂 期			成 熟 期		
		極早播	早 播	標準播	極早播	早 播	標準播
チコ [®]	1998年	2. 28	3. 28	4. 7	5. 18	5. 21	5. 26
	1999年	3. 16	4. 1	4. 16	5. 29	5. 30	6. 6
	2000年	4. 1	4. 8	4. 17	6. 1	6. 3	6. 7
	2001年	3. 22	3. 29	4. 9	5. 26	5. 28	6. 2
	2002年	—	3. 26	4. 7	—	5. 23	5. 30
	平均値	3. 18	3. 31	4. 11	5. 26	5. 27	6. 2
イズミ	1998年	3. 26	4. 1	4. 6	5. 19	5. 21	5. 26
	1999年	3. 26	3. 31	4. 13	5. 29	5. 30	6. 5
	2000年	4. 3	4. 7	4. 15	6. 1	6. 3	6. 7
	2001年	3. 28	3. 29	4. 8	5. 26	5. 28	6. 1
	2002年	—	3. 26	4. 5	—	5. 23	5. 29
	平均値	3. 29	3. 31	4. 9	5. 27	5. 27	6. 1

早播および標準播の平均値は1998～2002年（収穫年次）の5ヶ年の値を示し、極早播の平均値は1998～2001年の4ヶ年の値を示す.

考 察

粉の色相は、未熟粒の混入率（松崎・豊田 1997b）および灰分含有率の増加（甲斐ら 1987）、タンパク質含有率の増加（小綿ら 1996）、最高粘度の低下（中津ら 1999）および登熟期間中の雨濡れ（平野ら 1964）により低下することが報告されている。本研究においても、既報と同様な結果を示し、容積重の大小、灰分含有率、タンパク質含有率および最高粘度の高低および登熟期間中の降雨の多少、特に登熟後期（成熟期前1～15日）の降雨の多少によって影響され、これらは粉の色相が収穫年次間において大きく変動した一要因であると考えられた。

粉の色相は、粒の充実度を示す容積重が大きい子実ほど優れることを示した。平野ら（1964）は登熟期間中に長雨害を受けた年次では平年作の年に比べて、容積重が低下し、粉の色相が劣化した事例を報告している。本研究においても同様な結果を示し、登熟後期の降水量が多いほど、容積重は低下した。さらに、登熟後期の人工降雨処理では雨よけ処理に比べて、容積重が有意に低下した。登熟後期は子実内の乾物を増加させる時期であるとともに、子実水分含有率を低下させる時期である（高岡・田浦 1966）。このことから、子実水分含有率が低下する登熟後期における断続的な降雨は、子実への乾物集積に影響を与えるため、容積重が低下すると推察される。したがって、容積重は雨濡れ程度を示す指標となるとともに、雨濡れの影響を受ける粉の色相についても簡便に評価することができると判断される。また、粉の色相は、検査等級の優劣、千粒重、倒伏程度および子実重の大小に影響され、検査等級が優れ、千粒重が大きく、倒伏程度が小さく、子実重が大きいほど粉の色相が優れるとする平ら（1987, 1989）および平野ら（1970）の報告と一致した。

粉の色相は、灰分含有率が低いほど優れる傾向を示し、これまでの報告（松江ら 1985, 星野ら 1994）と一致した。しかし、登熟後期の人工降雨処理では雨よけ区に比べて粉の色相は著しく低下したものの、灰分含有率は降雨処理による変化は認められなかった。また、同一灰分含有率のサンプルについて加水、再乾燥処理を行った場合においても、粉の色相は影響を受け、水濡れにより劣化した。平野ら（1964）は登熟期間中の降雨によって粉の灰分含有率は増加しないものの、胚乳色素の色づき、混入皮部による色づきともに粉の色相が劣化することを報告している。また、江口ら（1987）は、24時間後の茹でめんの色は、茹で直後に比べてミネラル含量の多少に影響され、ミネラル含量が多いほど粉の色相の劣化程度が大きいことを指摘している。このことから、降雨あるいは加水処理による灰分含有率の変化は、直接的には粉の色相に影響を及ぼさないものの、水濡れすることによって、時間の経過とともにミネラル成分間で化学反応が起こり、粉の色相が劣化すると推察される。

小綿ら（1996）はタンパク質含有率の増加にともない、粉の色相が低下することを報告している。本研究においても既報と同様な結果が得られ、タンパク質含有率が高いほど粉の色相は劣った。しかし、タンパク質含有率がチクゴイズミでは7%以下、イワイノダイチでは8%以下の範囲では両者の間に有意な相関関係が認められず（チクゴイズミ $r=0.33ns$, $n=10$, イワイノダイチ $r=0.09ns$, $n=10$ ）、粉の色相は大きく変動した。また、この範囲外に位置する極早播のタンパク質含有率は、第2章において、1穂粒数の減少による収量の低下と倒伏による粒の充実不足の結果として、タンパク質含量に対するデンプン蓄積量が不十分となり、相対的にタンパク質含有率が高くなることを報告した（佐藤ら 2003a）。一般的に、湿害や登熟期間中の雨害にあった被害粒は、千粒重および容積重が小さく、タンパク質含有率が高く、粉の色相が劣ることが認められている（平野ら 1964, 甲斐ら 1987）。しかし、本研究では、登熟後期の雨よけ処理は人工降雨処理に比べて、タンパク質含有率が高いにもかかわらず、粉の色相は明らかに優れた。松江ら（1985）は、産地間で大きく変

動する粉の色相は、タンパク質含有率との間では相関関係は認められないものの、容積重との間では高い負の相関関係が認められることを報告している。このことから、タンパク質含有率の高低は粉の色相の優劣と直接的な関係は小さく、湿害や登熟期間中の降雨等により被害にあったデンプン蓄積量が不足しているタンパク質含有率が高い子実が存在することによると考えられる。したがって、登熟後期における雨よけ処理のタンパク質含有率が登熟後期の人工降雨処理に比べて高いにもかかわらず、粉の色相が劣らなかった要因の一つとして、千粒重および容積重が大きい充実した子実が生産されたためと推察される。このことから、粉の色相の向上へ向けた高品質コムギ生産のためには、適正なタンパク質含有率を有していることを前提とした容積重の大きいコムギ粒を生産することの重要性が示唆された。粒の充実度とタンパク質含有率を向上させる技術として出穂期前後の追肥が有効である（谷口ら 1999, 木村ら 2001）が、倒伏の発生を助長し、粉の色相を低下させる場合がある（中津ら 1999）。今後、コムギ粒における高品質の維持向上を図るためには、品種に応じた適正な肥培管理を徹底し、子実中のタンパク質含有率の適正化と倒伏防止に努めることが重要である。

本研究で検討した収穫年次と播種時期において、登熟後期の中で粉の色相が最も降雨の影響を受けやすい時期は成熟期前3～6日であることが判明した。松崎・豊田（1997a, b）は品種や収穫年次に関わらず最大粒重到達期、つまり乾物集積が停止する時期は子実水分含有率が43～45%の時期であり、最大粒重到達期以降、品質特性の向上は認められないことを報告している。コムギの子実水分含有率は約40%までは一定の速度で減少し、その後減少速度が非常に早くなる（Scottら 1957）。また、宮本ら（1986）はコムギの子実水分含有率の減少速度は、子実水分含有率40%以上では1～2%/日、40%以下では約5～6%/日であることを報告している。本研究では成熟期を子実水分含有率が約30～35%に到達する時期で判断していることから、粉の色相に対する降雨の影響が最も大きい成熟期前3～6日は、ほぼ最大粒重到達期付近であると推定される。一方、休眠の消失した子実を用い、子実水分含有率約10～40%へ加水し、20℃の恒温器中で24時間吸水させ、乾燥させた子実の製粉特性を検討した結果、粉の色相と最高粘度は、ともに子実水分含有率が約30%以上の処理により急速に劣化することが認められた。鈴木ら（1989）は、子実水分含有率が30%以上のコムギ粒を24時間放置しておくとき著しく最高粘度が低下することを指摘し、中津（1998）も同様に、休眠の消失したコムギ粒に加水処理を行った場合、子実水分含有率が30%以上において子実の発芽が認められ、 α -アミラーゼ活性が高くなることを報告している。さらに、中津ら（1999）は、穂発芽粒の発生が多く、 α -アミラーゼ活性が高くなるほど粉の色相が劣ることを指摘している。本研究においても、粉の色相と最高粘度との間に有意な負の相関関係が認められ、最高粘度が低下するほど粉の色相は低下した。これらのことから、成熟期前3～6日の降雨は、品質的に不安定な子実水分含有率30%以上の高水分状態を長期化させる影響があると考えられ、デンプン粘度の低下と粉の色相の劣化を生じる危険性を高くすると推察される。

本研究において、安定した粉の色相のコムギ粉を生産するためには、登熟後期の耐雨性の向上が重要であることが示唆された。今後、コムギの登熟後期における耐雨性の向上を図るためには、登熟後期の雨濡れによる品質低下、特に粉の色相と関係のあるデンプン粘度の低下が小さい品種の選定が必要である。また、九州北部地域におけるコムギの収穫期は、年次によっては梅雨期に入り、しばしば品質低下を招いており、成熟期前3～6日に想定される期間の積算降水量が少ない5月中旬に収穫が可能な早生コムギ品種の作期前進化技術は、登熟後期の耐雨性を向上させる技術として有効であると考えられる。しかし、第2章において、極早播（10月下旬播）は標準播（11月下旬播）に比べて、粒のデンプン集積における充実不足を生じやすく、登熟期間が長期間となり、降雨に遭遇する機会が増加した（佐藤ら 2003a）。このため、収量、外観品質および製粉特性から考えられる

福岡県の播種時期の早限は11月上旬播（11月5日頃）であることを報告した。このことから、登熟後期の耐雨性を向上させ、粉の色相を安定化させるための作期前進化の技術として、福岡県では成熟期前3～6日に想定される期間の積算降水量が少ない5月中に収穫可能な11月上旬における早播は有効な技術であると考えられる。

第2節 コムギ粉の最高粘度における年次間変動の実態と 登熟ステージ別の降雨量との関係

北部九州地域は、収穫期が梅雨期に入るため、登熟期間中の降雨による穂発芽や退色によって品質への被害がしばしば問題となっている（松江ら 2000）。なかでも穂発芽したコムギは、 α -アミラーゼ等の酵素活性の増加により（平野 1971）、アミログラムの最高粘度（以下、最高粘度）が300B.U.以下に低下し、いわゆる「低アミロ」のコムギ粉となる。「低アミロ」のコムギ粉は麺用にした場合、ゆで溶けが多く、加工適性が著しく低下することから（長尾 1998）、製麺業者の間では極端に敬遠される。このため、生産者、実需者から最高粘度が安定して高い高品質コムギの生産技術の開発が求められている。

最高粘度は登熟期の低温寡照（松崎・豊田 1996）や生産物の放置（鈴木ら 1989）によって低下を招くことが報告されているが、最高粘度の低下に対する最も影響の大きい栽培環境要因は、登熟期間中の降雨であることが明らかにされている（平野ら 1964, 中津ら 1999, 鈴木ら 1989）。しかし、これらの報告はいずれも登熟期間中の降水量とそれに伴う最高粘度の推移、影響を検討したものが主である。また、北部九州での最高粘度の年次間変動の実態および最高粘度と降雨との関係を登熟ステージ別に検討し、最高粘度が降雨の影響を最も大きく受ける登熟ステージを明らかにした報告はない。

一方、第2章第1節において、播種時期と製粉特性との関係を明らかにし、最高粘度や粉の色相は播種時期の違いによって影響を受けることを指摘した（佐藤ら 2003a）。それら要因を明らかにすることは、コムギの作期前進化による高品質コムギの安定生産に大きく寄与するものと考えられる。粉の色相における変動の実態とその要因に関しては第3章第1節に報告した（佐藤ら 2003b）が、最高粘度においては十分な解析がなされていない。最高粘度の実態解析や登熟期間中の降雨が最高粘度に最も影響を及ぼす登熟ステージを明らかにすることは、気象変動に対して最高粘度が安定して高い高品質コムギを生産するための降雨による品質低下を回避するための目標とすべき熟期の設定、あるいは播種時期を決定するための有効な知見となりうる。

そこで、登熟期間中の降雨に対しても安定して最高粘度が優れる高品質コムギの生産技術を確立するために、北部九州の主力品種であるチクゴイズミと秋播性程度の高いイワイノダイチを用いて、最高粘度の年次間変動の実態を明らかにした。さらに、最高粘度と成熟期前から15日間隔で登熟前期、登熟中期および登熟後期に3区分した登熟ステージ別の降雨量との関係を検討し、登熟期間中の降雨が最高粘度に及ぼす影響に対して、最も大きく影響を受ける登熟ステージを明らかにした。

材料と方法

試験は1998～2002年（収穫年次）の5年間、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。供試品種は秋播性程度の異なるチクゴイズミ（秋播性程度Ⅰ～Ⅱ）とイワイノダイチ（秋播性程度Ⅳ）のコムギ2品種を用いた。播種期は10月22～25日の極早播、11月5～6

日の早播および11月25～26日の標準播の3水準（2002年は早播と標準播の2水準）を設定した。目標苗立ち本数は m^2 当たり、極早播、早播では100本、標準播では150本とした。試験規模は播種期ごとに1区 15m^2 の2区制とした。収量、品質および最高粘度の調査は、1区 12m^2 で収穫した試料を用いた。栽培方法は、畦幅 150cm 、条間 30cm の4条の畝立てドリル播で行った。窒素施肥量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は福岡県のコムギの施肥基準（福岡県麦栽培技術指針 1996）である $5+4+2\text{g}/\text{m}^2$ の合計 $11\text{g}/\text{m}^2$ とした。なお、追肥した生育時期は、第1回追肥を本葉の5葉期に、第2回追肥を主穂の幼穂長 2.0mm 時に行った。収量調査は粒厚 2.0mm 以上の子実について、子実重（ kg/a ）、千粒重（ g ）および容積重（ g/L ）を測定した。なお、容積重の測定はリットル重測定器を用いた。倒伏程度は、0（無倒伏）、1（微）、2（少）、3（中）、4（多）、5（完全倒伏）の6段階で成熟期頃に達観調査した。成熟期の判定は、茎葉および穂首部分が黄化し、子実の緑色が脱色し、子実の固さがロウ程度に達したものが穂全体の80%を占め、子実水分含有率が30～35%の日とした。検査等級（福岡食糧事務所調べ）は、1（1等ノ上）～9（等外上ノ下）の9段階で表示した。

最高粘度は、ブラベnderテストミルで得られたA粉について、ラピッドビスコアナライザー（NEWPORT SCIENTIFIC社製、オーストラリア）により、牛山ら（1997）の方法に準じて測定した。

最高粘度と登熟期間中の気象条件との関係を明らかにするため、成熟期前31～45日前の登熟前期、成熟期前16～30日の登熟中期および成熟期前1～15日の登熟後期の15日間隔に3区分し、登熟ステージ別の解析を行った。なお、気象データは、福岡管区気象台のアメダス観測地太宰府のデータを利用した。また、登熟後期の降雨について、最高粘度が影響を受けやすい登熟ステージを検討するため、最高粘度を目的変数とし、成熟期前1日から2日間隔で分割した積算降水量を説明変数として重回帰分析を行い、標準偏回帰係数を求めた。なお、統計解析には統計ソフトのSPSS（エス・ピー・エス・エス社製、日本）を用いた。

結 果

1. 収穫年次別および播種時期別における最高粘度の実態

第3-7表 収穫年次別および播種時期別の最高粘度（RVU）.

収穫年	チクゴイズミ			イワイノダイチ		
	極早播	早 播	標準播	極早播	早 播	標準播
1998年	187a	194a	277a	297a	368ab	367a
1999年	277b	303b	378d	346ab	346a	388b
2000年	326c	341c	380d	386b	391c	370a
2001年	362d	381d	357c	385b	372bc	387b
2002年	—	268b	324b	—	369abc	391b
平均 値	288	304	348	354	369	378
変動係数（%）	22.7	22.8	12.0	10.3	4.3	2.5

同一播種時期および品種について多重比較を行い、その平均値に付けられた同一英文字間には、5%水準で有意な年次間差がないことを示す（FisherのPLSD法）。

平均値、変動係数は播種時期別における1998～2001年の4か年の値を示す。

1998～2002年の5ヶ年における収穫年次別および播種時期別の最高粘度を第3-7表に示した。収穫年次間では、1998年の最高粘度は極早播、早播および標準播の全播種時期において、チクゴイズミでは187～277RVU、イワイノダイチでは297～368RVUであり、全体的に他の収穫年次に比べて低かった。一方、2000年、2001年の最高粘度は、チクゴイズミでは326～381RVU、イワイノダイチでは370～391RVUであり、他の収穫年次に比べて高かった。播種時期間では、1998～2001年の4ヶ年平均でチクゴイズミの標準播が348RVUであるのに対し、早播304RVU、極早播288RVUであり、イワイノダイチの標準播が378RVUであるのに対し、早播369RVU、極早播354RVUとなり、播種時期が早いほど最高粘度が低下する傾向が認められた。また、播種時期別の収穫年次間の変動係数は、播種時期が早いほど大きかった。品種間では、イワイノダイチの最高粘度はチクゴイズミに比べていずれの播種時期も明らかに高く、播種時期を早くしても収穫年次間の変動係数が小さく、安定していることが示された。次に、収穫年次別および播種時期別の登熟日数と降雨回数を第3-8表に示した。最高粘度の低下が最も著しかった1998年は、他の収穫年次に比べて、登熟期間中の降雨回数が著しく多く、特に秋播性程度が低いチクゴイズミは秋播性程度が高いイワイノダイチに比べて、登熟日数が長くなり、降雨回数も多かった。このような品種間差は、極早播において顕著に現れた。このように、最高粘度は、収穫年次あるいは播種時期等の栽培環境条件によって大きく変動した。

第3-8表 収穫年次別および播種時期別の登熟日数（日）および降雨回数（回）。

収穫年	チクゴイズミ			イワイノダイチ		
	極早播	早 播	標準播	極早播	早 播	標準播
1998年	79(35)	54(25)	49(22)	54(24)	50(21)	50(22)
1999年	74(26)	59(18)	51(12)	64(15)	60(14)	53(12)
2000年	61(18)	56(16)	51(15)	59(19)	57(18)	53(16)
2001年	65(18)	60(16)	54(15)	59(15)	60(16)	54(14)
2002年	—	58(25)	53(20)	—	58(19)	54(17)
平 均 値	70(24)	57(19)	51(16)	59(18)	57(17)	53(16)

() 内の数値は降雨回数を示す。

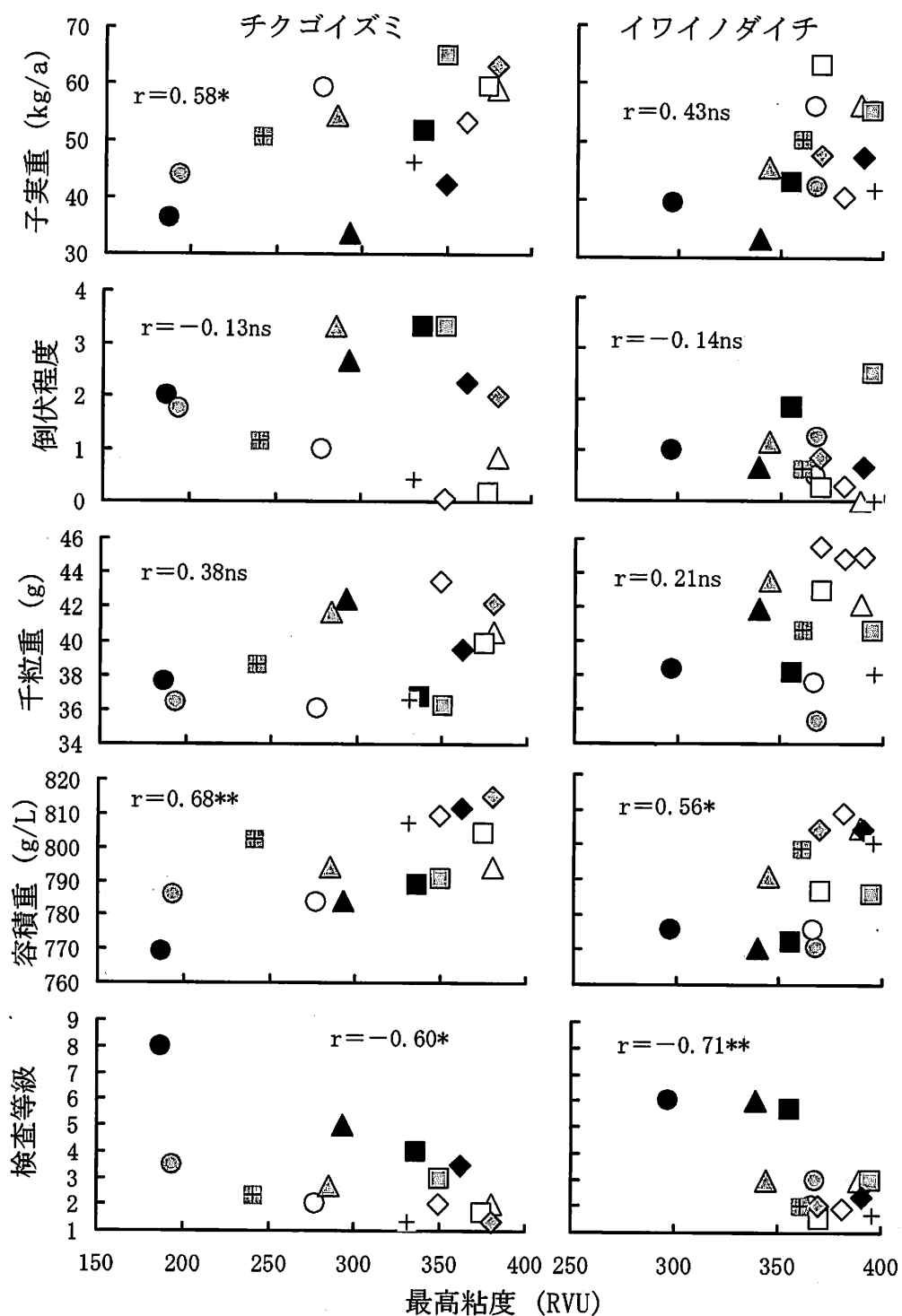
平均値は播種時期別における1998～2001年の4か年の値を示す。

2. 最高粘度と農業形質との関係

最高粘度と農業形質との関係をみるために、1998～2002年の5ヶ年における極早播、早播および標準播の最高粘度と子実重、倒伏程度、千粒重、容積重および検査等級との関係について第3-8図に示した。両品種ともに最高粘度は容積重と正の、検査等級と負の有意な相関関係が認められ、容積重が重く、検査等級が優れるほど最高粘度が高くなることを示した。子実重と最高粘度の間では、チクゴイズミでは有意な正の相関関係が認められたが、イワイノダイチでは有意な相関関係は認められなかった。倒伏程度および千粒重と最高粘度の間には、有意な相関関係は認められなかった。最高粘度と有意な相関関係が認められた容積重について、品種別、収穫年次別および播種時期別の容積重を第3-9表に示した。収穫年次間では1998年が最も小さく、2001年が最も大きかった。播種時期間では極早播が早播、標準播に比べて小さい傾向が認められた。

以上のように、最高粘度は容積重と密接に関係しており、容積重も最高粘度と同様に収穫年次、

播種時期および品種によって大きく変動することが明らかとなった。



第3-8図 最高粘度と子実重、倒伏程度、千粒重、容積重および検査等級との関係 (1998～2002年)。

**, *は1, 5%水準での有意性を示し, nsは5%水準での有意性が認められないことを示す (n=14)。

■極早播, ▨早播, □標準播. ○1998年産, △1999年産, □2000年産, ◇2001年産, +2002年産。

第3-9表 収穫年次別および播種時期別の容積重 (g/L).

収穫年	チクゴイズミ			イワイノダイチ		
	極早播	早 播	標準播	極早播	早 播	標準播
1998年	769a	786a	784a	776a	771a	776a
1999年	782a	797b	786a	771a	791b	805cd
2000年	788ab	786a	798ab	772a	786b	787b
2001年	812b	814c	808b	805b	805b	809d
2002年	—	799b	807b	—	799b	801c
平均値	788	796	796	781	788	794
変動係数 (%)	1.9	1.4	1.2	2.0	1.8	1.7

同一播種時期および品種について多重比較を行い、その平均値に付けられた同一英文字間には、5%水準で有意な年次間差がないことを示す (FisherのPLSD法)。

平均値、変動係数は播種時期別における1998～2001年の4か年の値を示す。

3. 最高粘度と登熟期間中の気象との関係

栽培環境条件からみた最高粘度の変動要因を明らかにするため、最高粘度と登熟期間中の気象条件との関係を第3-10表に示した。出穂期～成熟期までの気象条件では積算降水量との間に有意な負の相関関係が認められたが (チクゴイズミ, $r=-0.94$; $P<0.001$, イワイノダイチ, $r=-0.57$; $P<0.05$), 平均気温, 日較差および日照時間との間には明らかな関係は認められなかった。さらに、登熟ステージ別の気象条件との関係を明らかにするため、登熟期間を登熟前期、登熟中期および登熟後期に3区分し、最高粘度との相関関係を検討した。登熟後期において、チクゴイズミ、イワイノダイチともに積算降水量と負の相関関係が認められ、登熟後期の降水量が多いほど最高粘度は低下することを示した (チクゴイズミ, $r=-0.81$; $P<0.01$, イワイノダイチ, $r=-0.54$; $P<0.05$)。一方、登熟前期と中期とも、最高粘度は平均気温, 日較差, 積算降水量および日照時間との間には高い相関関係は認められなかった。さらに、登熟後期の降雨が最高粘度に及ぼす影響を

第3-10表 最高粘度と登熟期間中の気象との相関係数。

期 間	チクゴイズミ				イワイノダイチ			
	平均 気温	日較差	積 算 降水量	日 照 時 間	平均 気温	日較差	積 算 降水量	日 照 時 間
出穂期～成熟期	0.28ns	0.48ns	-0.94***	0.17ns	0.05ns	0.18ns	-0.57*	0.19ns
登 熟 後 期	0.70**	0.60*	-0.81**	0.76**	0.35ns	0.29ns	-0.54*	0.52ns
登 熟 中 期	-0.54*	0.12ns	-0.50ns	0.02ns	-0.30ns	-0.20ns	-0.13ns	-0.21ns
登 熟 前 期	-0.44ns	0.61*	-0.37ns	0.57*	-0.24ns	0.34ns	-0.26ns	0.28ns

***, **, *は0.1, 1, 5%水準での有意性を示し, nsは5%水準での有意性が認められないことを示す (n=14)。

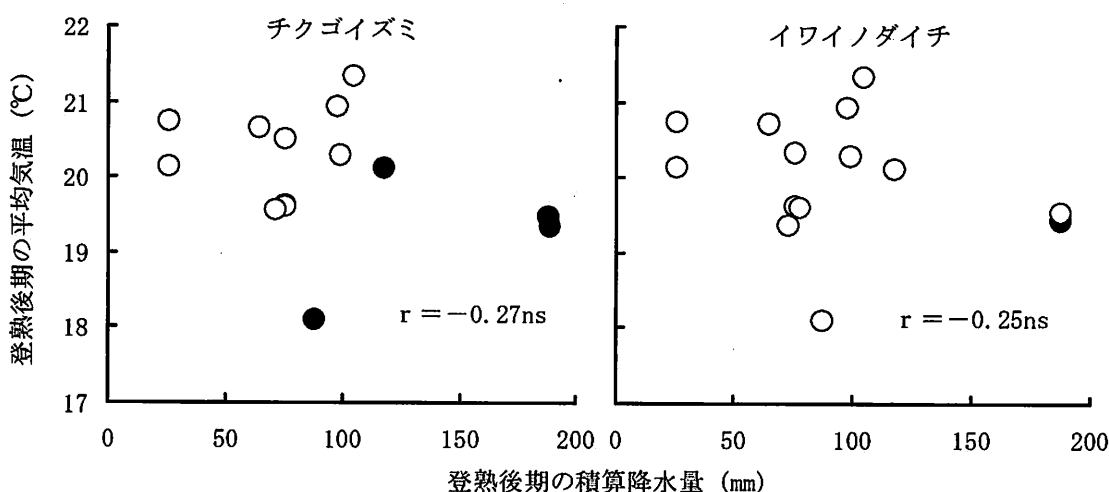
1998～2002年 (収穫年次) における極早播, 早播および標準播のデータを用いた (2002年のみ早播, 標準播の2水準)。

第3-11表 最高粘度に対する登熟後期の降水量の標準偏回帰係数.

品 種	成 熟 期 前 (日)							
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12	13~14	15~16
チクゴイズミ	-0.03ns	-0.21ns	-0.63*	-0.53*	-0.51ns	0.17ns	-0.28ns	-0.46*
イワイノダイチ	0.22ns	-0.06ns	-0.78*	-0.63ns	0.09ns	-0.53ns	-0.16ns	-0.31ns

*は5%水準での有意性を示し, nsは5%水準での有意性が認められないことを示す (df=5).

1998~2002年 (収穫年次) における極早播, 早播および標準播のデータを用いた (2002年 のみ早播, 標準播の2水準).



第3-9図 最高粘度と登熟後期の平均気温および積算降水量との関係.

nsは5%水準での有意性が認められないことを示す (n=14).

1999~2002年 (収穫年次) における極早播, 早播および標準播のデータを用いた (1999年, 2002年は早播, 標準播の2水準).

●最高粘度300RVU未満, ○最高粘度300RVU以上.

詳細に検討するため, 最高粘度を目的変数とし, 成熟期前1日から2日間隔で分割した積算降水量を説明変数として重回帰分析を行い, 登熟ステージ別の標準偏回帰係数を第3-11表に示した. 成熟期前5~6日の標準偏回帰係数は, チクゴイズミが-0.63, イワイノダイチが-0.78と他の登熟期間に比べて最も大きく, 登熟ステージ別にみて成熟期前5~6日の降雨が最高粘度に最も強く影響を及ぼしていることが判明した.

第2章において, チクゴイズミはイワイノダイチに比べて, 登熟期間中の平均気温が低く, 積算降水量が多くなると, 著しく最高粘度が低下し, 登熟期間中の低温と降雨に対する影響に品種間差があることを指摘した (佐藤ら 2003a). そこで, 品種別に登熟後期の平均気温と積算降水量との関係から最高粘度で分級して第3-9図に示した. 積算降水量が190mm以上では両品種とも300RVU以下の低アミロの発生が確認されるが, 秋播性の低いチクゴイズミでは平均気温が20℃以下になると積算降水量が120mm以下でも低アミロのコムギが確認された. このことから, 登熟後期の積算降水量が少ない場合であっても, 秋播性程度の低いチクゴイズミのような品種は, 早播すると成熟期が早まり, 登熟後期が低温に経過することから (第3-12表), 最高粘度が低下する危険性が高いことが

示唆された。

考 察

本研究において、最高粘度は収穫年次、播種時期および品種によって大きく変動し、収穫年次間では1998年産が最も低く、2001年産が高く、播種時期間では極早播は標準播に比べて明らかに低かった。最高粘度は前述したように子実へのデンプン蓄積量を示す容積重と密接に関係していたことから（第3-8図）、最高粘度の収穫年次間および播種時期間の変動の要因の一つとして容積重の変動が考えられる。したがって、最高粘度が安定して高い子実を生産するためには、出穂期前後の追肥（谷口ら 1999, 木村ら 2001）が有効であるとともに、踏圧処理（佐藤ら 2003c）や播種量の適正化（岩渕ら 2000）などを行い、耐倒伏性の強化に努めるなどして容積重の大きいコムギ子実を生産することが重要である。また、品種間比較ではイワイノダイチはチクゴイズミに比べて、最高粘度が高く、収穫年次間および播種時期間の変動が明らかに小さかった。この要因としては、イワイノダイチはチクゴイズミに比べて、秋播性程度が高いため、播種時期の前進による出穂期の早進化程度が小さく、このことによって登熟期間の延長が抑制され、その結果として降雨や低温等の不良環境条件に遭遇する機会が少なかったためと考えられる。

最高粘度は、登熟期間中の雨濡れ（平野ら 1964, 鈴木ら 1989）、低温寡照（松崎・豊田 1996）等の気象条件に影響を受ける。本研究においても、既報と同様な結果が得られ、登熟期間中の積算降水量が多いほど最高粘度は低下することが認められ、特に登熟後期の降水量の影響が大きいことが判明した。さらに、登熟後期の中で、成熟期前5～6日が最高粘度において最も降雨の影響を受けやすい時期であることが明らかとなった。

乾物集積が停止する時期である最大粒重到達期付近（松崎・豊田 1997a, b）の子実水分含有率は、品種や収穫年次に関わらず43～45%である。本研究での成熟期前5～6日は、成熟期の子実水分含有率約30～35%により判断していることと、コムギにおける子実水分含有率の減少速度は、水分含有率40%以上では1～2%/日、40%以下では約5～6%/日であること（宮本ら 1986）から判断して、ほぼ最大粒重到達期付近と考えられる。子実水分含有率は最大粒重到達期以降、急速に低下する（松崎・豊田 1997a, b）。したがって、成熟期前5～6日の降雨は子実の水分含有率の急速な低下を阻害し、高い子実水分含有率を維持させ、その結果として α -アミラーゼ活性が高くなり、最高粘度の低下を招いていると考えられる。第3章第1節において、子実水分含有率約10～40%を目標に加水処理した場合、最高粘度は子実水分含有率が約35%以上の場合に急速に低下することが認められた（佐藤ら 2003b）。また、子実水分含有率30%以上では、コムギ粒を収穫後に放置しておくとき穀温が上昇し、著しく最高粘度が低下すること（鈴木ら 1989）と、子実の α -アミラーゼ活性が高くなること（中津 1998）が報告されている。これらのことから、コムギの水分含有率30%以上の子実では、粒内の α -アミラーゼが活性化しやすく、最高粘度の低下を招きやすい状態であると考えられる。さらに、 α -アミラーゼ活性は、登熟初期には高いが、品種や降雨に関係なく登熟の進行とともに活性は低下し、成熟期には非常に低くなることが明らかとなっている（松倉ら 2000）。これらのことから、デンプン蓄積が完了し、最大粒重到達期となった成熟期前5～6日においては、成熟期に比べて α -アミラーゼ活性が高く、降雨に対する感受性が登熟期間中で最も高い時期であると推察され、この時期の降雨はコムギ子実の休眠を覚醒させる効果があると考えられる。

長内（1985）は、コムギは低温下の吸水でも休眠が打破されるので、収穫期に低温となることの多い北海道では穂発芽の危険性が高いことを指摘している。本研究で供試したチクゴイズミにおいて同様な状況が認められ、登熟後期の平均気温が低い場合、少量の降雨であっても最高粘度が低下

する危険性が高まることが明らかとなった。このことは、北海道に比べて登熟期間中の平均気温が高い北部九州地域においても、播種時期が早く、比較的平均気温が低く経過した場合には、最高粘度が低下する危険性が高まると考えられる。

以上のことから、登熟期の降雨に対して安定して高い最高粘度を有するコムギ粉を生産するためには、登熟後期における穂発芽等の雨害に対する抵抗性の向上が重要であり、登熟後期の雨濡れによる最高粘度の低下しにくい品種の育成、選定が必要である。さらに、北部九州地域におけるコムギの収穫期は、年次によっては梅雨期に入ることから、危険期の成熟期前5～6日における降雨が少ない5月中に収穫が可能なイワイノダイチのような早生の秋播型コムギ品種を用いることによる作期の前進化技術が有効である（佐藤ら 2003a, b）。

摘 要

粉の色相が安定して優れる高品質コムギの生産技術を確立するために、粉の色相の年次間変動の実態を明らかにするとともに、粉の色相の変動要因を、子実の容積重、製粉特性および登熟期における降水量との関係から解析した。さらに、登熟期間中の降雨に対しても安定して最高粘度が優れる高品質コムギの生産技術を確立するために、最高粘度の年次間変動の実態と登熟期間中の降雨が最高粘度に影響を及ぼす登熟ステージを明らかにした。

- 1) 粉の色相は容積重、最高粘度、タンパク質含有率および登熟後期（成熟期前1～15日）の降水量との間に有意な相関関係が認められ、容積重が大きく、最高粘度が高く、タンパク質含有率が低く、登熟後期の降水量が少ないほど粉の色相が優れた。
- 2) 容積重は粉の色相との相関係数が最も大きく、粉の色相を容積重により簡便に評価できることが示唆された。また、容積重は登熟後期の降水量との間に負の相関関係が認められ、雨濡れ程度を示す指標となることが判明した。
- 3) 登熟後期において粉の色相に対する降雨の影響が最も大きい時期を推定するため、重回帰分析により詳細に解析した結果、粉の色相は成熟期前3～6日の降雨により最も影響を受けやすいことが判明した。
- 4) 安定した粉の色相のコムギ粉を生産するためには、登熟後期の耐雨性の向上が重要であることが示唆され、登熟後期の雨濡れによる品質低下の小さい品種の選定、成熟期前3～6日の積算降水量の少ない5月中に収穫が可能な早生コムギ品種の作期前進化技術が有効であると考えられた。
- 5) 最高粘度は、収穫年次、播種時期および品種によって大きく変動し、収穫年次間では最高粘度が高い収穫年と低い収穫年が、播種時期間では播種時期が早いほど最高粘度が低下する傾向が認められた。また、品種間ではイワイノダイチはチクゴイズミに比べて、収穫年次および播種時期に関わらず最高粘度が安定して高かった。
- 6) 最高粘度と登熟期の気象条件との関係では、積算降水量との間に負の相関関係が認められ、特に登熟後期の積算降水量の影響が大きかった。さらに、登熟後期の中で、成熟期前5～6日の降雨の影響が最も大きかった。一方、登熟前期および中期においては、登熟期の気象条件との間には明瞭な関係は認められなかった。
- 7) 登熟期間中の降雨に対して安定した最高粘度のコムギ粉を生産するためには、登熟後期の雨濡れによる品質低下の小さい品種の育成とその選定が重要であるとともに、成熟期前5～6日の降雨量が少ない5月中に収穫が可能な早生の秋播型コムギ品種を用いた作期前進化技術が有効であると考えられた。

第4章 コムギの1個体内における次位および節位別の 分けつ着生粒のタンパク質含有率

第2章において、タンパク質含有率は播種時期によって影響され、10月下旬の極早播では1穂粒数の減少および倒伏の結果、収量が低下し、粒へのデンプン蓄積量が少なくなったことにより相対的にタンパク質含有率が高まったことを明らかにした。また、第3章において、粉のタンパク質含有率は、粉の色相に影響を及ぼすことが示唆された。コムギ粒のタンパク質含有率は、生育期間中の気象条件（和田 1999）、土壌の種類（佐藤ら 1992）および施肥量（江口ら 1969、佐藤ら 1999、谷口ら 1999、高山 2000、木村ら 2001）等の栽培環境条件によって異なることが明らかにされている。これらの栽培環境条件は、コムギの地上部の分けつの発生数およびその生長に最も大きく影響を与えている（佐藤ら 1992）。

コムギのタンパク質含有率は、個体を構成する各節位の分けつに着生する粒（分けつ着生粒）のタンパク質含有率に分けて考えることができる。そして、各節位の分けつ着生粒のタンパク質含有率は、分けつ間の出穂、開花の早晚および着生粒の多少に起因する同化産物の蓄積量によって大きく異なることが予想される。このため、個体全体のタンパク質含有率を増加させるためには、栽培環境条件と個体を構成している各節位の分けつ着生粒のタンパク質含有率との関係を明らかにし、分けつ別着生粒のタンパク質含有率の改善を図っていくことが重要である。しかし、コムギにおける節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率について明らかにした報告はない。また、栽培環境条件が節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす影響も検討されていない。

そこで、コムギの民間流通で求められる適正なタンパク質含有率を有した高品質コムギの生産技術の確立のための基礎的な知見を得るため、1個体内における節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率を明らかにするとともに、播種時期ならびに窒素追肥が1個体内における次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす影響を検討した。

第1節 次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率

コムギの民間流通で求められる適正なタンパク質含有率を有した高品質コムギの生産技術の確立のための基礎的な知見を得るため、1個体内における次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率を検討した。

材料と方法

試験は、収穫年次として1999年度に、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。供試したコムギ品種は、農林61号（秋播性Ⅱ）、チクゴイズミ（秋播性Ⅰ～Ⅱ）およびイワイノダイチ（秋播性Ⅳ）の3品種を用いた。播種は1998年11月25日に標準播として行った。栽培方法は、1個体内の節位別に分けつ着生粒のタンパク質含有率の変動を解析するため、畦幅150cm、条間30cmの4条、株間10cm間隔の1粒点播（苗立数33.3本/m²）の点播で行い、1個体内における分けつの発生数を多く確保した。窒素施用量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は、福岡県におけるコムギの施肥基準である5＋4＋2g/m²の合計11g/m²とした。第1回追肥は本葉の5葉期に、第2回追肥は主穂の幼穂長2.0mm時に行った。

分けつ発生時に分けつの次位および節位を識別するため、色分けしたナイロン製のリングを各試

験区の4個体に付け、収穫時に節位別分げつごとに分解し、穂数、1穂粒数、千粒重および子実重を求めた。出穂日、千粒重、1穂粒重およびタンパク質含有率の調査には、処理および品種間で穂数および分げつの発生位置に大きな差を生じない様に各試験区より1個体をサンプリングして、これを用いた。出穂日は、各節位の分げつの穂が抽出した日とした。収穫後、節位別の分げつに着生した粒数および粒重を調査し、水分含有率を12.5%に換算して千粒重および1穂粒重を求めた。節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は、オートアナライザーⅡ型（BRAN・LUBBE社製、ドイツ）で測定した全窒素に、コムギ粒のタンパク質換算係数5.83を乗じて求め、水分含有率13.5%ベースで表示した（京都大学農学部食品工学研究室 1970）。タンパク質含有率の測定は、各分げつに着生する粒の中から4粒を任意にサンプリングし、この2反復の平均値で示した。なお、本研究は倒伏による影響を除くため、穂孕み期に支柱を立て倒伏防止を行った。

分げつ茎の呼称は以下のようにした。すなわち、主稈および一次分げつについては、主稈をM、鞘葉の葉腋から出現した分げつをTC、主稈の第1～5葉の葉腋から出現した分げつをT1～T5とした。また、二次分げつの呼称は一次分げつのTC、T1、T2およびT3のプロフィルの葉腋から出現した分げつをTCP、T1P、T2PおよびT3P、各一次分げつの第1～2葉の葉腋から出現した分げつをTC1、T11、T12およびT21とした。なお、分げつ別の子実重においては、M、TC、T1～T4、T1P、T11およびT2P以外の分げつをTRとした。

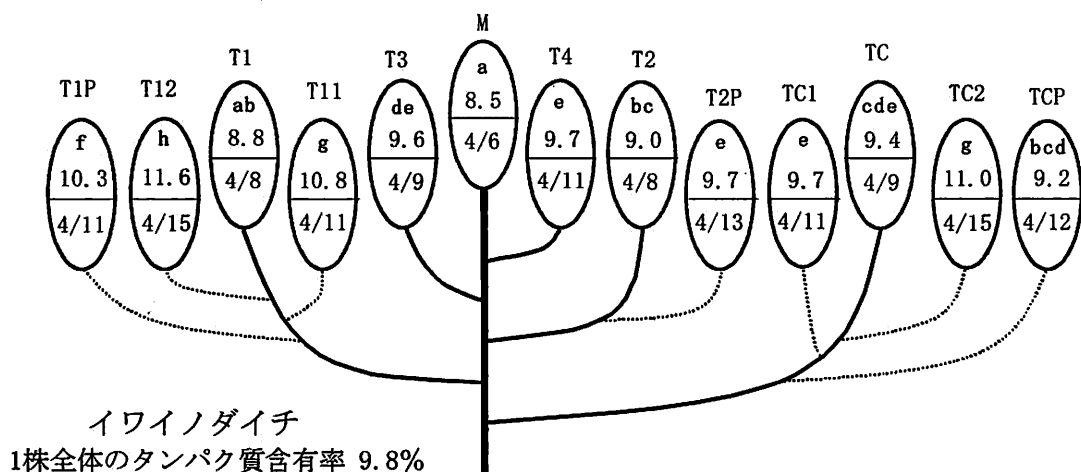
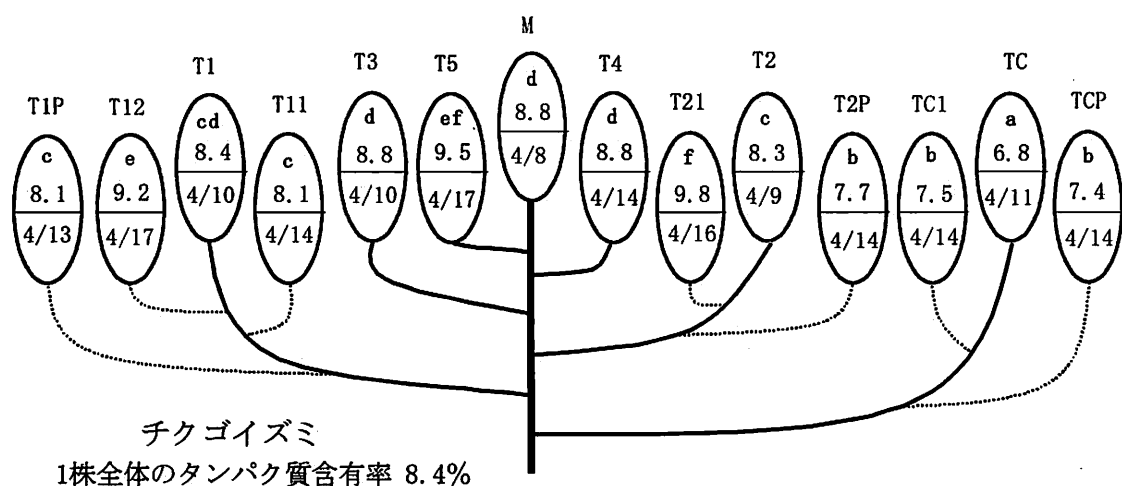
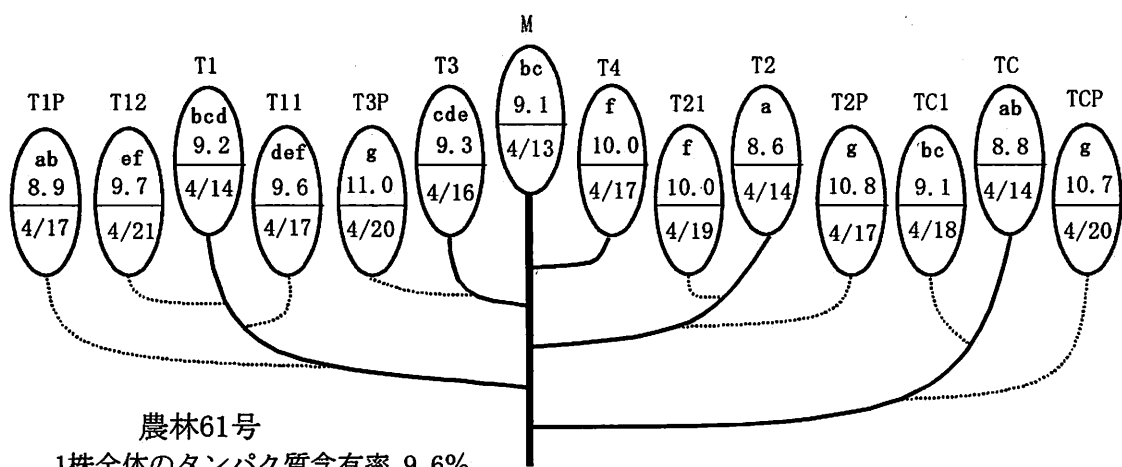
結 果

1. 次位・節位別の分げつの出穂日、着生粒の千粒重および1穂粒重

標準播における1個体内の節位別にみた分げつの出穂日を第4-1図に示した。農林61号では4月13～21日の9日間、チクゴイズミでは4月8～17日の10日間およびイワイノダイチでは4月6～15日の10日間の範囲にあり、イワイノダイチの出穂日が最も早く、農林61号が最も遅かった。そして、出穂日の早晚を分げつの次位別でみると、二次分げつ（TCP、TC1、T1P、T11、T12、T2P）の出穂日は、主稈（M）や一次分げつ（TC、T1、T2、T3）に比べて遅く、分げつの節位別では上位節位の分げつ（T3、T4）は下位節位の分げつ（T1、T2）に比べて出穂日が遅かった。次に節位別の分げつ着生粒の千粒重および1穂粒重を第4-2図に示した。千粒重は、農林61号では34.6～46.4g、チクゴイズミでは35.5～40.5gおよびイワイノダイチでは40.3～45.5gの範囲にあり、それぞれ11.8g、5.0gおよび5.2gの株内変動があった。分げつの次位別でみると、一次分げつの千粒重は二次分げつに比べて大きくなる傾向を示した。また、分げつの節位別では、千粒重が品種間および分げつ間によって異なったため、明確な傾向は認められなかった。個体全体の平均千粒重は、農林61号では43.1g、チクゴイズミでは38.1g、イワイノダイチでは42.9gであり、チクゴイズミは他の2品種に比べて軽かった。節位別の分げつの1穂粒重は、農林61号では0.56～2.60g、チクゴイズミでは1.20～2.69gおよびイワイノダイチでは0.73～2.26gの範囲にあり、それぞれ2.04g、1.49gおよび1.53gの株内変動があった。個体全体の平均1穂粒重は、農林61号では1.71g、チクゴイズミでは1.78g、イワイノダイチでは1.40gであり、イワイノダイチは他の2品種に比べて軽かった。分げつの次位別でみると、一次分げつの1穂粒重は二次分げつに比べて大きく、分げつの節位別では下位節位分げつ（T1、T2）は上位節位分げつ（T3、T4）に比べて1穂粒重が大きかった。

2. 次位・節位別分げつ着生粒のタンパク質含有率

標準播における節位別分げつ着生粒のタンパク質含有率を第4-1図に示した。節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は、分げつの着生節位により大きく異なり、農林61号では8.6～11.0%、



第4-1図 標準播種期および標肥条件の1個体内の節位別分けつにおける出穂日および着生粒のタンパク質含有率。

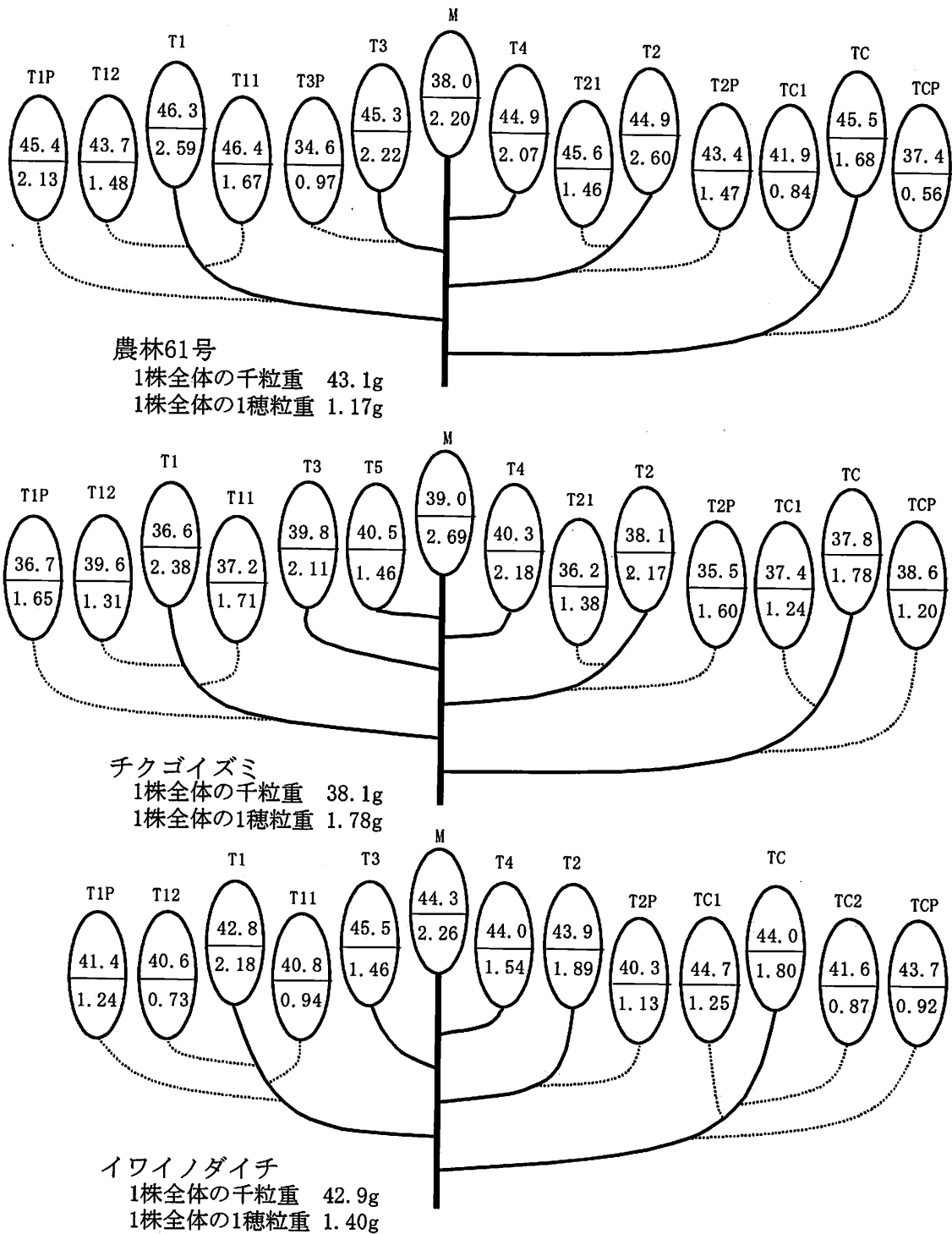
図中の上段の数値はタンパク質含有率を示し、下段は出穂日（月/日）を示す。

播種時期：11月25日（標準播）。

図中の同一英文字の付いた値間にはタンパク質含有率において5%水準で有意差がないことを示す（FisherのPLSD法）。

M;主稈, TC, T1, T2, T3, T4, T5;一次分けつ,

TCP, TC1, TC2, T1P, T11, T12, T2P, T21, T3P;二次分けつ。



第4-2図 標準播、標肥条件の1個体内の節位別分けつ着生粒の千粒重および1穂粒重.

図中の上段の数値は千粒重を示し、下段は1穂粒重を示す.

播種時期：11月25日（標準播）.

分けつ着生位置については、第4-1図参照.

チクゴイズミでは6.8～9.8%およびイワイノダイチでは8.5～11.6%の範囲にあり、それぞれ最大で2.4%、3.0%および3.1%の変動幅があった. 個体全体の着生粒のタンパク質含有率は、農林61号では9.6%、チクゴイズミでは8.4%、イワイノダイチでは9.8%であり、チクゴイズミは他の2品

種に比べて低かった。

主稈ならびに一次分げつを節位別でみると、上位節位分げつ（T3, T4）は下位節位分げつ（M, TC, T1, T2）に比べてタンパク質含有率が高い傾向を示した。また、二次分げつにおいても、分げつの出現が遅い上位節位分げつ（T11, T2P, T12）が、分げつ出現の早い下位節位分げつ（TCP, TC1, T1P）に比べて高い傾向を示した。

次に、各節位の分げつ着生粒のタンパク質含有率における品種間差を検討するために、一元配置による分散分析を行った（第4-1表）。TC, T3を除く、主稈および一次分げつ（M, T1, T2, T4）には品種間差の有意性は認められなかったが、二次分げつ（TCP, TC1, T1P, T11, T12, T2P）にはいずれも有意性が認められ、次位別におけるタンパク質含有率の品種間差は、主として一次分げつより二次分げつにおいて認められることが判明した。

第4-1表 節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率と分散分析結果。

品 種	一 次 分 げ つ						二 次 分 げ つ					
	M	TC	T1	T2	T3	T4	TCP	TC1	T1P	T11	T12	T2P
農 林 61 号	9.1	8.8	9.2	8.6	9.3	10.0	10.7	9.1	8.9	10.8	9.6	9.7
チクゴイズミ	8.8	6.8	8.4	8.3	8.8	8.8	7.4	7.4	8.1	7.7	8.1	9.2
イワイノダイチ	8.5	9.4	8.8	9.0	9.6	9.7	9.2	9.7	10.4	9.7	10.9	11.7
分散分析結果	ns	**	ns	ns	*	ns	**	**	**	**	**	**

**, *は1%, 5%水準で品種間に有意差があることを示し, nsは差に有意性がないことを示す。

播種時期：11月25日（標準播）。

3. 次位・節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率と出穂日、千粒重および1穂粒重との関係

標準播における節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率と出穂日、千粒重および1穂粒重との相関係数ならびに出穂日と千粒重および1穂粒重との相関係数を第4-2表に示した。次位・節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率と出穂日との間には、農林61号およびイワイノダイチにおいて有意な正の相関関係が認められ、チクゴイズミにおいても10%の有意水準で正の相関関係が認められた（農林61号, $r=0.676$; $P<0.01$, チクゴイズミ, $r=0.524$; $P<0.10$, イワイノダイチ, $r=0.816$; $P<0.001$ ）。すなわち、出穂日が遅い節位の分げつ着生粒ほどタンパク質含有率が高いことが示され

第4-2表 標準播、標肥条件における節位別分げつ着生粒のタンパク質含有率と出穂日、千粒重、1穂粒重との相関係数および出穂日と千粒重および1穂粒重との相関係数。

品 種	タンパク質含有率との相関係数			出穂日との相関係数	
	出 穂 日	千 粒 重	1穂粒重	千 粒 重	1穂粒重
農 林 61 号 (n=14)	0.676**	-0.529†	-0.593*	-0.328ns	-0.776**
チクゴイズミ (n=14)	0.524†	0.334ns	-0.125ns	0.065ns	-0.819***
イワイノダイチ (n=13)	0.816***	-0.667*	-0.816***	-0.638*	-0.910***

***、**、*、†は0.1%、1%、5%、10%水準での有意性を示し, nsは有意性がないことを示す。

た。また、節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率と千粒重および1穂粒重との関係をみると、チクゴイズミを除く農林61号とイワイノダイチにおいて、それぞれ負の相関関係が認められ（農林61号、 $r=-0.529$ ； $P<0.10$ および $r=-0.593$ ； $P<0.05$ ，イワイノダイチ、 $r=-0.667$ ； $P<0.05$ および $r=-0.816$ ； $P<0.001$ ），千粒重および1穂粒重が小さい節位別の分げつ着生粒ほどタンパク質含有率が高いことが示された。一方、チクゴイズミにおいては、タンパク質含有率と千粒重および1穂粒重との間に有意な関係が認められなかった（ $r=0.334ns$ ， $r=-0.125ns$ ）。

そこで、3品種ともに節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率と正の相関関係を示す出穂日と千粒重および1穂粒重との関係を検討すると、出穂日と千粒重との関係は品種によって異なったものの（農林61号、 $r=-0.328ns$ ，チクゴイズミ、 $r=0.065ns$ ，イワイノダイチ、 $r=-0.638$ ； $P<0.05$ ），出穂日と1穂粒重との間にはいずれも有意な負の相関関係が認められ（農林61号、 $r=-0.776$ ； $P<0.01$ ，チクゴイズミ、 $r=-0.819$ ； $P<0.001$ ，イワイノダイチ、 $r=-0.910$ ； $P<0.001$ ），出穂日が遅いほど1穂粒重が小さくなることを示した。

考 察

コムギのタンパク質含有率は、個体を構成している各次位および節位の分げつ着生粒のタンパク質含有率に分けて考えることができる。そこで、節位別に分げつ着生粒のタンパク質含有率をみると、分げつの出現位置により大きく異なり、1個体内で最大8.5～11.6%の変動を示した。分げつの次位別、節位別に着生粒のタンパク質含有率を比較すると、二次分げつは一次分げつに比べて高く、上位節位の分げつは下位節位の分げつに比べて高かった。また、節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率と出穂日との間には有意な正の相関関係が認められ、出穂日が遅いほどタンパク質含有率が高くなることが示された。さらに、節位別の分げつの出穂日と1穂粒重との間には有意な負の相関関係が認められ、出穂日が遅い節位の分げつに着生した1穂粒重ほど小さくなることが示された。野田・茨木（1953）、中條ら（1989、1990）は、弱小分げつは強大分げつとの競合により乾物増加量や炭水化物の蓄積量が少なく、相対的に窒素含有率が高まることを指摘している。このことから、節位による分げつ着生粒のタンパク質含有率の違いは、分げつの大きさ、出穂および開花の早晚に起因する粒への炭水化物の蓄積量の差異による影響と考えられる。

第2節 播種時期が次位・節位別の分げつ着生粒の タンパク質含有率に及ぼす影響

コムギの作期前進化による播種適期幅の拡大と収穫期の雨害を回避できる高品質コムギ生産を前提とした11月上旬播種の早播栽培による安定生産技術を確立するため、播種時期の違いが1個体内における次位・節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

試験は収穫年次で1999年度に、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。播種は、早播（1998年11月5日播）、標準播（11月25日播）および晩播（12月5日播）の3水準とした。

供試品種、栽培方法、施肥法、分げつの次位、節位の識別方法、出穂日、千粒重、1穂粒重およ

びタンパク質含有率の調査は、本章第1節の材料と方法と同様である。

結 果

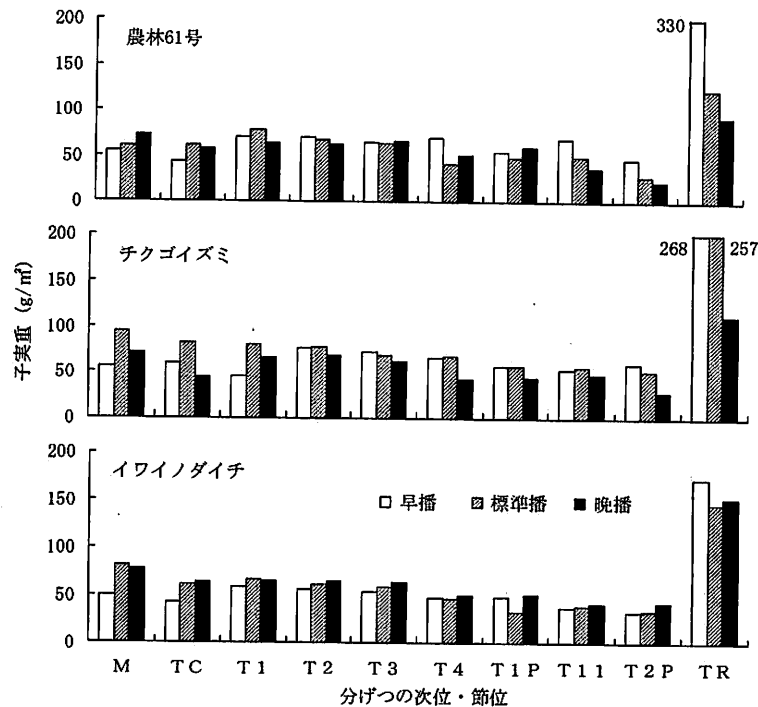
播種時期別の子実重、収量関連形質およびタンパク質含有量を第4-3表に示した。早播は標準播に比べて、3品種ともに穂数が多く、1穂粒数が少なく、千粒重が大きい傾向が認められたものの、子実重およびタンパク質含有量においては、品種間に共通の一定の傾向は認められなかった。一方、晩播は標準播に比べて、3品種ともに穂数が少ない傾向が認められたものの、1穂粒数、千粒重、子実重およびタンパク質含有率においては、品種間に共通な一定の傾向は認められなかった。

播種時期別に次位・節位別の分けつ着生粒の子実重を第4-3図に示した。標準播における子実重を、分けつの次位別でみると、一次分けつの子実重は二次分けつに比べて大きく、分けつの節位別では下位節位分けつ (T1, T2) は上位節位分けつ (T3, T4) に比べて子実重が大きかった。また、早播は標準播に比べて、分けつ出現の早いM, TCおよびT1における子実重は小さいものの、分けつ出現の遅いT1P, T11, T2PおよびTRの子実重は大きくなる傾向が認められた。一方、晩播では他の播種時期に比べて、分けつ着生粒の子実重の大小が分けつの節位によって異なったため、播種時期による子実重の差は明確でなかった。

次に、播種時期別にみた次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率を第4-4図に示した。早播は標準播に比べて、一次分けつのT2, T3およびT4, 二次分けつのT1P, T11およびT2Pの節位の分けつ着生粒ではタンパク質含有率が低く、M, TCおよびT1においては、品種間に共通の一定の傾向は認められなかった。また、標準播と早播におけるタンパク質含有率の差は、上位節位の一次分けつ (T3, T4) または二次分けつ (T1P, T11, T2P) ほど大きくなる傾向を示した。一方、晩播では標準播に比べて、節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率が品種間および分けつの節位によって傾向が異なったため、両播種時期によるタンパク質含有率の差は明確でなかった。

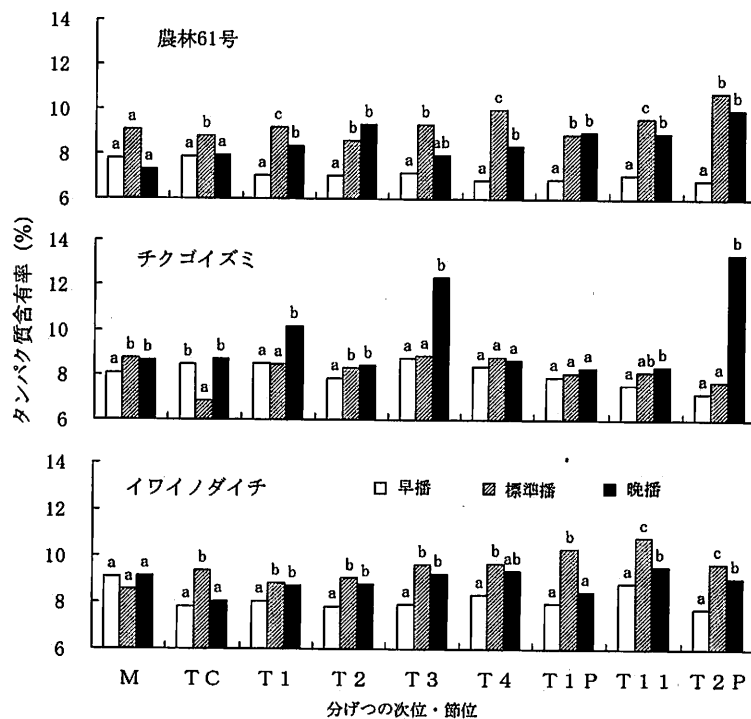
第4-3表 播種時期別の子実重、収量関連形質およびタンパク質含有量。

品 種 名	播種期 (月・日)	穂 数 (本/m ²)	1穂粒数 (粒/穂)	千粒重 (g)	子実重 (kg/a)	タンパク質 含有量 (g/個体)
農 林 61 号	11. 5	575	35.8	42.4	87.2	1.89
	11.25	442	37.2	38.1	62.0	2.42
	12. 5	400	38.3	38.1	58.3	1.48
チ ク ゴイ ズ ミ	11. 5	500	38.3	42.4	81.2	2.09
	11.25	483	44.9	40.9	88.9	2.41
	12. 5	433	41.7	32.5	58.7	1.59
イ ワ イダ ノイ チ	11. 5	475	28.2	44.8	60.1	2.03
	11.25	450	32.8	42.5	62.8	1.89
	12. 5	442	34.8	43.8	67.3	2.09



第4-3図 播種時期別にみた次位・節位別の分けつ着生粒の子実重.

M;主穂, TC, T1, T2, T3, T4;一次分けつ, T1P, T11, T2P;二次分けつ, TR;その他の分けつ.
早播 (11月5日播), 標準播 (11月25日播), 晩播 (12月5日播).



第4-4図 播種時期別にみた次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率.

分けつ着生位置については, 第4-3図参照. 図中の同一節位の分けつにおける同一英文字の付いた値の間には, 5%水準で有意差がないことを示す (FisherのPLSD法).

早播 (11月5日播), 標準播 (11月25日播), 晩播 (12月5日播).

考 察

播種時期と次位・節位別にみた分げつ着生粒のタンパク質含有率との関係では、早播は標準播に比べて、各節位の分げつ着生粒のタンパク質含有率は低く、特に二次分げつや上位節位の分げつほど含有率が低いことが確認された。早播は標準播に比べて、穂数が多く、千粒重が大きく、個体全体の子実中のタンパク質含有量が同程度か低かった。河野ら（1997）は倒伏していないのを前提として、穂数の増加によりタンパク質含有率が低下することを報告している。平野ら（1963）、松倉ら（1984）は千粒重が大きいほどタンパク質含有率が低下することを報告している。これらのことから、早播ではいずれの次位・節位の分げつ着生粒もタンパク質含有率が低下したのは、穂数の増加による各節位の分げつへのタンパク質分配量の減少ならびに千粒重の増加による炭水化物蓄積量の増加によって、相対的にタンパク質含有率が低下したためと考えられる。

第3節 施肥量と次位・節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率との関係

コムギのタンパク質含有率は、出穂期前後の追肥によって高まることは報告されている（谷口ら 1999, 高山 2000, 木村ら 2001）。しかし、出穂期前後の追肥が個体を構成する各節位の分げつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす効果を明らかにした報告はない。個体全体のタンパク質含有率を増加させるためには、分げつごとの着生粒のタンパク質含有率の改善を図っていくことが重要である。そこで、施肥量が1個体内における次位・節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

試験は、収穫年次として1999年度に、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で、1998年11月25日（標準播）に播種した。窒素施用量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は、福岡県におけるコムギの施肥基準である $5+4+2\text{g/m}^2$ の標肥区と穂揃期に窒素 2g/m^2 を新たに施用する窒素追肥増量（多肥）区の2水準を設けた。両施用区ともに第1回追肥は本葉の5葉期に、第2回追肥は主穂の幼穂長 2.0mm 時に行った。なお、穂揃期の窒素追肥は、試験区全体における全節位の分げつの80%以上の穂が抽出した日に行った。

供試品種、その他栽培方法、分げつの次位、節位の識別方法、出穂日、千粒重、1穂粒重およびタンパク質含有率の調査は、本章第1節の材料と方法と同様である。

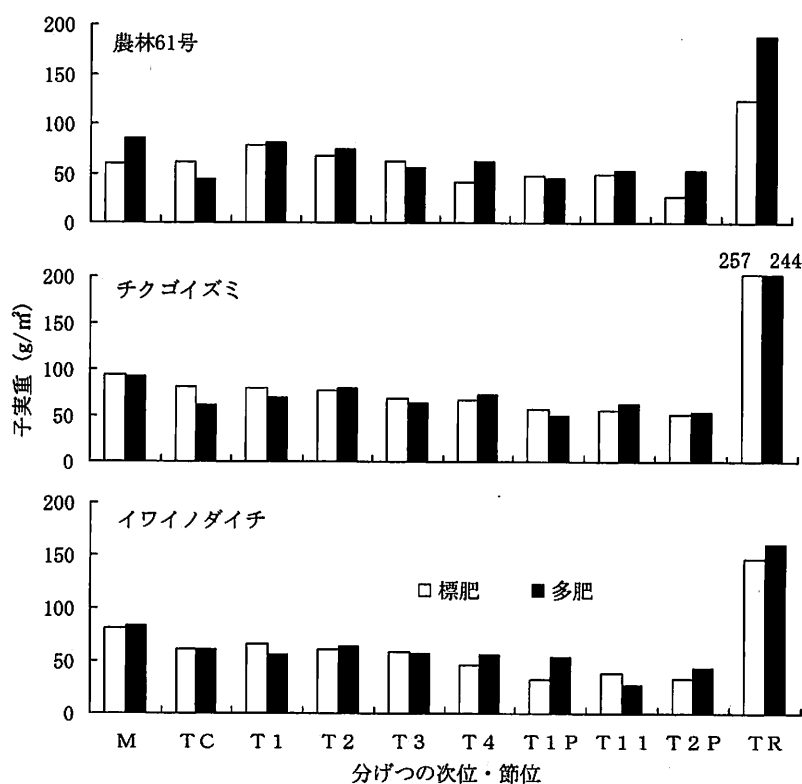
結 果

窒素追肥の増量（多肥）区における子実重、収量関連形質およびタンパク質含有量を第4-4表に示した。多肥区では標準施肥（標肥）区に比べて、チクゴイズミを除く2品種の穂数および全品種のタンパク質含有量が増加したものの、1穂粒数、千粒重および子実重では、品種間に共通の一定の傾向は認められなかった。

窒素追肥の増量（多肥）区による節位別の分げつ着生粒の子実重を第4-5図に示した。多肥区の

第4-4表 窒素追肥の増量（多肥）における子実重、収量関連形質およびタンパク質含有量.

品 種 名	施 肥 法	穂 数 (本/m ²)	1穂粒数 (粒/穂)	千粒重 (g)	子実重 (kg/a)	タンパク質 含有量 (g/個体)
農 林 61 号	標肥	442	37.2	38.1	62.0	2.42
	多肥	450	40.1	41.3	74.4	2.51
チ イ ク ズ ゴ ミ	標肥	483	44.9	40.9	88.9	2.41
	多肥	483	44.1	40.1	84.8	2.85
イ ダ ウ イ イ チ ノ	標肥	450	32.8	42.5	62.8	1.89
	多肥	475	34.1	41.1	66.5	2.40

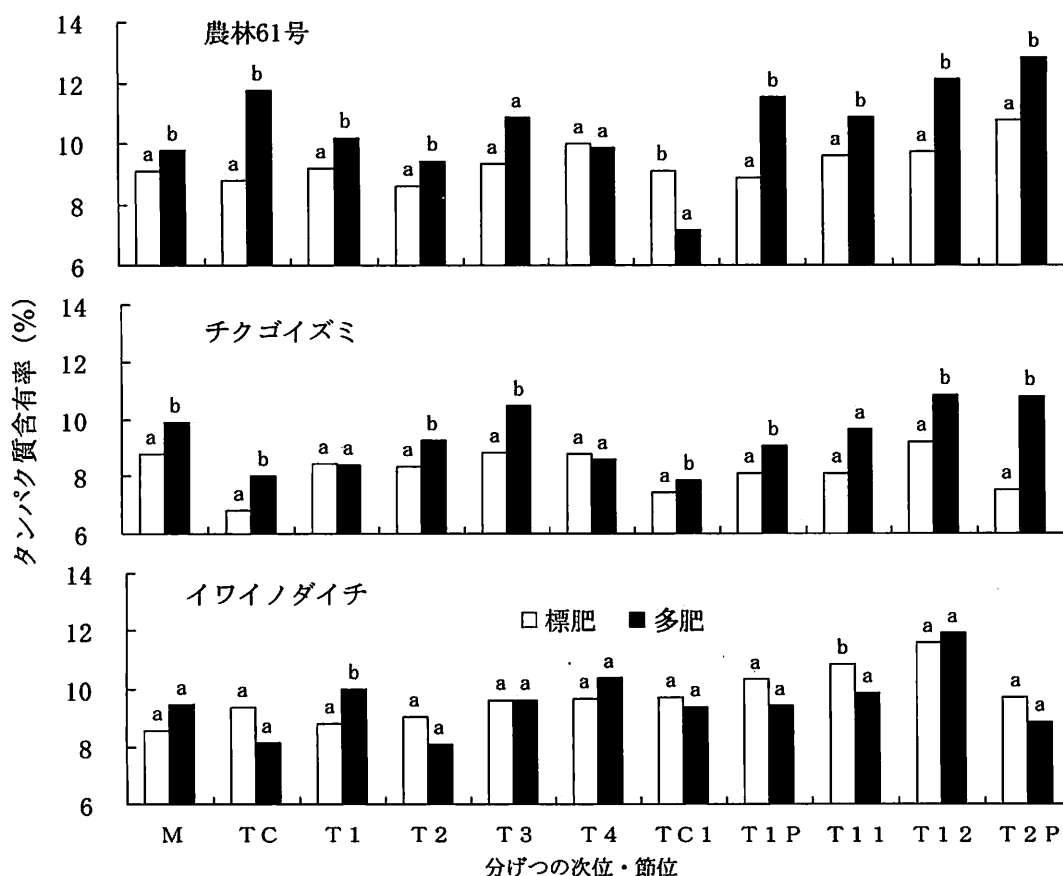


第4-5図 窒素追肥の増量（多肥）による次位・節位別の分げつ着生粒の子実重。
分げつ着生位置については、第4-3図参照。

子実重は標肥区に比べて、農林61号とイワイノダイチではT4, T2PおよびTRにおいて増加したものの、チクゴイズミは多肥による子実重に対する効果は判然としなかった。

次に、窒素追肥の増量（多肥）による節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率を第4-6図に示した。多肥区における節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は標肥区に比べて、農林61号とチクゴイズミでは高くなる傾向を示した。特に、T1P, T11, T12およびT2Pの二次分げつにおいて、2

品種ともに多肥により有意に高くなった。一方、イワイノダイチは多肥による節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率に対する効果は判然としなかった。また、各処理に共通する節位の分けつ着生粒では、多肥により農林61号、チクゴイズミではともにタンパク質含有率が1.2%増加したのに対し、イワイノダイチではタンパク質含有率を増加させる効果は判然としなかった（第4-5表）。



第4-6図 窒素追肥の増量（多肥）による次位・節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率。
分けつ着生位置については、第4-3図参照。
図中の同一節位の分けつにおける同一英文字の付いた値間には、5%水準で有意差がないことを示す（FisherのPLSD法）。

第4-5表 共通する節位の分けつ着生粒における窒素追肥の増量（多肥）と標準施肥（標肥）のタンパク質含有率。

施肥法	農 林 61 号	チクゴイズミ	イワイノダイチ
多 肥	10.4	9.2	9.4
標 肥	9.2	8.0	9.5
t 検定	**	**	ns

**は1%水準で有意差があることを示し、nsは施肥による処理間差に有意性がないことを示す。

考 察

窒素追肥の増量および出穂期前後の追肥がタンパク質含有率を高めるのに有効であることは、多くの報告（江口ら 1969, 佐藤ら 1999, 谷口ら 1999, 高山2000, 木村ら 2001）がある。本研究においても既報と同様の結果が得られ、農林61号およびチクゴイズミでは窒素追肥の増量により、個体全体の着生粒のタンパク質含有率は高まった。窒素追肥の増量による分げつ着生粒のタンパク質含有率の増加効果は、分げつの次位および節位によって異なり、一次分げつに比べて二次分げつで大きかった。中條ら（1990）は節間伸長期において強大分げつと弱小分げつとの競合により、弱小分げつの炭水化物の蓄積量が低下することを指摘している。木村ら（2001）は出穂後の窒素追肥は子実への窒素集積量を高めることを報告している。このことから、二次分げつにおいて顕著にタンパク質含有率の増加が認められたのは、二次分げつは一次分げつに比べて、炭水化物の蓄積量が少なく、さらに出穂後の窒素追肥によって子実への窒素集積が高まったためと推察される。

本研究において、めん用に最適な原粒タンパク質含有率10～11%（長尾 1998）に達した節位別の分げつは、主に二次分げつや上位節位の分げつなどの弱小分げつであり、株全体の収量に占める割合の低いものであった。このため、適正なタンパク質含有率を有した高品質コムギの安定生産を図っていくためには、1穂粒重が重い主稈、一次分げつおよび下位節位の分げつなどの強大分げつに着生した粒のタンパク質含有率を高める肥培管理技術が重要となる。

タンパク質含有率を高める技術としては、前述したように出穂期前後の窒素追肥が有効であるが、原粒タンパク質含有率10～11%のコムギ生産を前提とした場合、前述の報告ではタンパク質含有率の年次間変動が大きく、必ずしも十分でない。本研究においても、窒素追肥の効果には品種間差が大きいことが認められた。今後は民間流通下で求められる適正なタンパク質含有率を有したコムギの安定生産を図る上で、窒素追肥によるタンパク質含有率の向上効果の大きい品種の選定は重要であるとともに、節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率を向上させるために窒素追肥の時期および量との関係について、さらに検討する必要がある。

また、北部九州においてコムギの作期早進は、播種適期幅の拡大による作付面積の拡大とともに収穫期の雨害を回避できる技術として注目されている。しかし、早播では初期生育が旺盛で穂数が多く確保されやすいため、節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は全体的に低かった。このことから、早播栽培におけるコムギの低タンパク化を防ぐために、標準播に比べて播種量を減じて生育初期の分げつ発生を抑え、窒素追肥の施肥量を増加させることが重要であると考えられる。

本研究では、適正なタンパク質含有率を有したコムギ生産のための基礎知見を得ることを目的として、圃場で点播された1個体内における節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率を検討した。岩渕ら（2000）および田中ら（2001）によると、疎播した場合は標準播種量と比べて、1個体あたりの穂数および粒数が増加し、千粒重が大きくなるため、子実重およびタンパク質含有率において播種密度間の差が小さくなることを報告している。このことから、本研究では1個体あたりの穂数が多いという特殊な分げつ体系を示すものの、単位面積あたりの穂数、粒数および子実重の差が通常のドリル播に比べて小さいことから、播種密度の違いによる着生粒の養分蓄積程度の差は小さいと推察されるが、今後、標準播種量における節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率について解析する必要があると考えられる。

摘 要

コムギ3品種を用いて、1個体内における着生粒のタンパク質含有率を分げつの節位別に検討するとともに、播種時期ならびに窒素追肥が節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす影響を明らかにした。

- 1) 節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は1個体内における分げつの発生位置により大きく異なった。タンパク質含有率を分げつの次位別でみると二次分げつでは一次分げつに比べて高く、節位別では上位節位の分げつは下位節位の分げつに比べて高かった。
- 2) 節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率、出穂日および1穂粒重とそれらの相互関係を検討すると、タンパク質含有率は出穂日が遅いほど高く、また1穂粒重が軽いほど高く、さらに1穂粒重は出穂日が遅いほど軽くなるという関係が認められた。
- 3) 節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率の差は、分げつの発生位置と密接な関係のある出穂の早晩に起因する粒への炭水化物蓄積量の差異による影響が大きいと考えられた。
- 4) 節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率に及ぼす播種時期の影響では、晩播と標準播の差は明確ではなかったものの、早播は標準播に比べて穂数の増加による各節位の分げつへのタンパク質の蓄積量が減少し、さらに千粒重の増加による炭水化物蓄積量が増加するため、相対的にタンパク質含有率が低下した。
- 5) 窒素追肥の増量（多肥）によるタンパク質含有率の増加効果は、分げつの次位および発生節位によって異なり、二次分げつと上位節位の分げつでは増加効果が大きくなった。

第5章 コムギの製粉特性からみた収穫適期と品質判定

民間流通に対応した高品質コムギの安定生産を図る上で、収穫適期の判定や集荷段階での品質の分級は重要である。本章では、コムギの収穫時期別の製粉特性を明らかにし、製粉特性からみた収穫適期を示すとともに、第2章、第3章において、粉の色相やフォーリングナンバー値、最高粘度などのアミログラム特性と有意な相関関係が認められた容積重を用いて、収穫直後における品質判別法を試みた。

第1節 収穫時期が製粉特性に及ぼす影響

北部九州は年次によって収穫期が梅雨期に入り、雨濡れによる品質低下を招くことがしばしばある。このような条件の中、安定した品質を有したコムギを生産するためには、降雨条件を考慮した収穫適期の判定が重要である。コムギのコンバイン収穫適期は通常、成熟期後3～4日で子実水分含有率が30%以下になった時期であるとされる（平野ら 1969）。子実水分含有率が30%以下の収穫期において、比較的、降雨が少なく品質低下が認められなかった事例（星野ら 1992）や降雨が多く著しく品質低下を生じた事例（本多ら 2001）が報告され、収穫期における降雨条件の違いが収穫時期別の製粉特性に大きく影響することが明らかにされている。収穫期の天候が不安定な北部九州において、収穫時期と製粉特性との関係を明らかにした報告はない。したがって、北部九州において、収穫時期と製粉特性との関係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確立する上で有効な知見となる。

そこで、民間流通に対応した高品質コムギの安定生産を図ることを目的に、北部九州で最も作付面積が多いチクゴイズミと秋播性程度が高いイワイノダイチを用いて、収穫時期の違いが製粉特性に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

試験は、収穫年次で2001～2002年の2ヶ年、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。供試したコムギ品種は、チクゴイズミ（秋播性程度Ⅰ～Ⅱ）とイワイノダイチ（秋播性程度Ⅳ）の秋播性程度の異なる2品種であった。収穫年次と播種時期の異なる栽培来歴として、2001年に収穫した11月6日播種（2000年早播）、2001年に収穫した11月24日播種（2000年標準播）および2002年に収穫した11月12日播種（2001年早～中播）の3水準を設けた（第5-1表）。

第5-1表 異なる栽培来歴における品種別の出穂期および成熟期。

播種時期 (月・日)	播種期 (月・日)	チクゴイズミ		イワイノダイチ	
		出穂期	成熟期	出穂期	成熟期
		(月・日)	(月・日)	(月・日)	(月・日)
2000年早播	11. 6	3. 29	5. 25	3. 29	5. 25
2000年標準播	11. 24	4. 9	5. 30	4. 8	5. 30
2001年早～中播	11. 12	3. 27	5. 22	3. 26	5. 22

なお、播種量は、播種時期が早い2000年早播と2001年早～中播では目標苗立ち本数を m^2 当たり100本に設定し、2000年標準播では150本とした。栽培方法は、畦幅150cm、条間30cmの4条の畝立てドリル播で行った。窒素施用量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は、福岡県のコムギの施肥基準（福岡県麦栽培技術指針 1996）である $5+4+2\text{g}/\text{m}^2$ とした。なお、追肥した生育時期は、第1回追肥を本葉の5葉期に、第2回追肥を主稈の幼穂長2.0mm時に行った。

収穫時期は、成熟期前2日～成熟期後1日収穫（早刈り）、成熟期後4～5日収穫（標準刈り）および成熟期後9～10日収穫（遅刈り）の3水準を2区制で行った。本節での成熟期とは、茎葉や穂首部分が黄化し、子実の緑色が脱色し、ロウぐらいの固さに達した子実が穂全体の80%を占め、子実水分含有率が30～35%に達した日とした。収穫および乾燥方法は、2001年収穫の2000年早播と2000年標準播はコンバイン収穫を想定して1区 1.5m^2 を収穫後、直ちに脱穀し、2002年収穫の2001年早～中播では普通型コンバインにより1区 39m^2 を収穫後、 35°C の通風乾燥機に薄く広げ、子実水分含有率を12%以下まで乾燥させた。その収穫、乾燥された子実について、粒厚2.0mmのふるい目で調製し、2.0mm以上の整粒歩合を求め、千粒重、容積重を調査した。検査等級（福岡食糧事務所調べ）は、1（1等ノ上）～9（等外上ノ下）の9段階で表示した。

製粉特性の調査は、小麦品質検定方法（農林水産技術会議事務局 1968）に基づいて行った。製粉歩留は、ブラベンダー小型テストミルで得られたA粉、B粉およびふすまの全量に対するA粉とB粉の比率から求めた。灰分含有率、タンパク質含有率および色相はA粉を用いた。タンパク質含有率は、オートアナライザーⅡ（BRAN・LUBBE社製、ドイツ）で測定し、全窒素濃度に粉のタンパク質換算係数5.70を乗じて求めた。フォーリングナンバー（以下FNと略す）値は、原粒を粉碎し、水分含有率を15%に換算した試料7gを用いて、フォーリングナンバー1800型（フォーリングナンバー社製、スウェーデン）により測定した。最高粘度は、ラピッドビスコアナライザー（NEWPORT SCIENTIFIC社製、オーストラリア）により牛山ら（1997）の方法に準じて測定した。粉の色相（カラーバリュー（C.V.）で表示し、値が小さいほど粉の色相が優れることを示す）は、KENT-JONES& MARTIN COLOUR GREADERⅢ（HENRY SIMON社製、イギリス）により測定した。なお、灰分含有率およびタンパク質含有率は、水分含有率を13.5%に換算して表示した。

結 果

1. 収穫期間中の日別降水量と刈取時の水分含有率

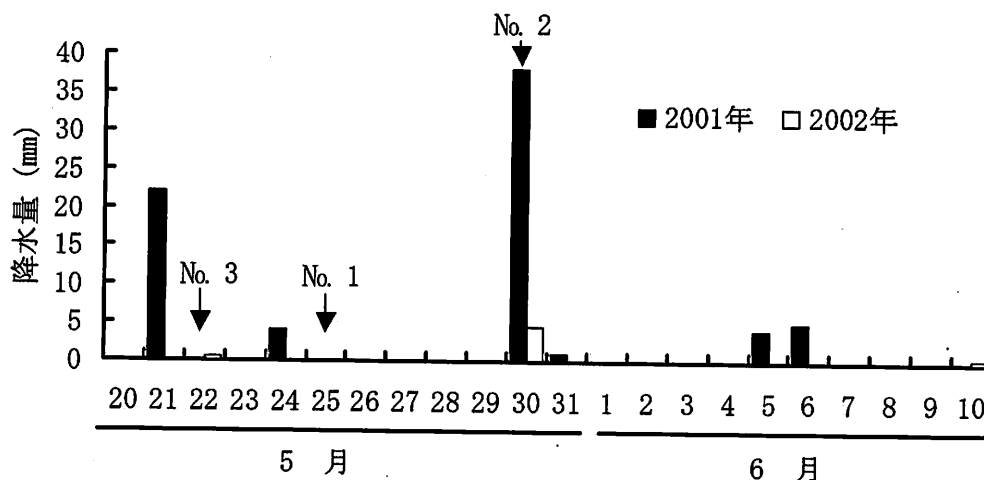
収穫期間中の日別降水量を第5-1図に示した。2001年の5月下旬～6月上旬は、断続的な降雨があったのに対し、2002年では降雨が少なく推移した。収穫試験を実施した収穫期間の長さ、積算降水量および降雨回数は、2000年早播では13日間、43.0mmおよび3回であり、2000年標準播では11日間、48.0mmおよび4回、2001年早～中播では9日間、4.5mmおよび1回となり、2001年早～中播が最も降雨に遭遇する回数ならびに量が少なかった。

収穫時における子実中の水分含有率を第5-2表に示した。子実中の水分含有率は、早刈りでは27.5～43.6%、標準刈りでは13.4～24.7%、遅刈りでは11.4～16.1%の範囲を推移した。

2. 収穫時期が、千粒重、容積重、整粒歩合および検査等級に及ぼす影響

収穫時期が千粒重、容積重、整粒歩合および検査等級に及ぼす影響を検討するため、繰り返しのある三元配置の分散分析の結果を第5-3表に示した。容積重、整粒歩合および検査等級には、収穫時期による有意差が認められたが、千粒重では認められなかった。

容積重には、収穫時期と播種時期間の交互作用が認められ、播種時期の違いによって、容積重に及ぼす収穫時期の影響が異なることが示された。そこで、収穫時期における容積重の変動を、播種



第5-1図 成熟期以降の日別降水量.

図中のNo.1, No.2およびNo.3は, それぞれの播種時期における成熟期を示す.

播種時期: No. 1 (2000年早播), No. 2 (2000年標準播), No. 3 (2001年早~中播).

第5-2表 収穫時期および播種時期別の子実中の水分含有率 (%).

収穫時期	チクゴイズミ			イワイノダイチ		
	2000年		2001年	2000年		2001年
	早 播	標準播	早~中播	早 播	標準播	早~中播
早 刈 り	43.6(-2)	38.5(-1)	27.5(+1)	38.1(-2)	39.7(-1)	28.3(+1)
標準刈り	16.1(+4)	13.4(+5)	24.7(+4)	18.2(+4)	13.9(+5)	22.8(+4)
遅 刈 り	11.4(+10)	13.9(+9)	15.8(+9)	11.4(+10)	14.3(+9)	16.1(+9)

(-) 内は成熟期前 (-) および成熟期後 (+) 日数を示す.

時期別に第5-2図に示した. 播種時期別の容積重は, 2000年早播と2000年標準播では標準刈りの容積重が最も大きく, 早刈りと遅刈りではいずれも小さかった. 一方, 2001年早~中播では収穫時期間に有意な差は認められなかった.

早刈りの整粒歩合は, 標準刈りや遅刈りに比べて0.6~0.7%低く, 標準刈りと遅刈りとの差は認められなかった.

検査等級には, 収穫時期と播種時期間の交互作用が認められ, 播種時期の違いによって, 収穫時期が検査等級に及ぼす影響が異なることが示された. そこで, 収穫時期における検査等級の変動を播種時期別に第5-3図に示した. 播種時期別の検査等級は, 2000年早播では収穫時期間に有意な差は認められないのに対し, 2000年標準播では標準刈りが, 2001年早~中播では遅刈りが最も優れ, 播種時期の違いによって収穫時期の検査等級に及ぼす影響が異なった.

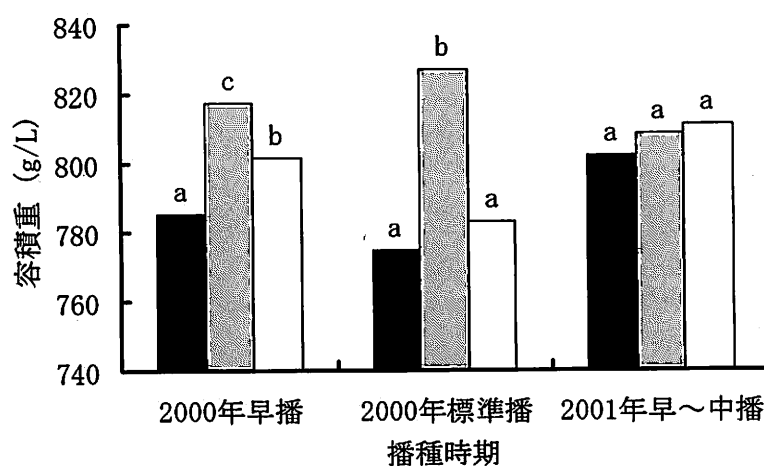
3. 収穫時期が製粉特性に及ぼす影響

収穫時期が製粉特性に及ぼす影響を検討するため, 繰り返しのある三元配置の分散分析の結果を第5-4表に示した. 灰分含有率, フォーリングナンバー (FN) 値, 最高粘度および粉の色相には, 収穫時期による差が認められるが, 製粉歩留およびタンパク質含有率では収穫時期による差は認められなかった.

第5-3表 収穫時期、品種および播種時期が、千粒重、容積重、整粒歩合および検査等級に及ぼす影響。

	千粒重 (g)	容積重 (g/L)	整粒歩合 (%)	検査等級
収穫時期				
早刈り	44.6	788	99.1	3.4
標準刈り	45.2	818	99.7	2.2
遅刈り	44.5	799	99.8	1.8
品 種				
チクゴイズミ	43.6	798	99.5	2.2
イワイノダイチ	45.9	804	99.6	2.7
播種時期				
2000年早 播	45.0	801	99.6	3.2
2000年標準播	45.9	795	99.6	2.1
2001年早～中播	43.4	807	99.4	2.1
収穫時期 (A)	ns	**	**	**
品 種 (B)	**	*	ns	ns
播種時期 (C)	**	**	ns	**
A×B	ns	ns	ns	ns
A×C	ns	**	ns	*
B×C	*	ns	*	**

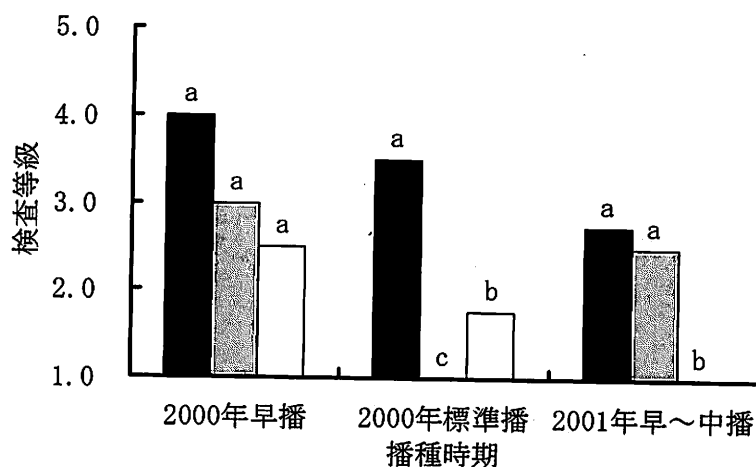
**, *は1, 5%水準での有意性を示し, nsは有意性が認められないことを示す。



第5-2図 播種時期および収穫時期別における容積重の変動。

同一栽培来歴内の同一英文字間には5%水準での有意差が認められないことを示す (FisherのPLSD法)。

■早刈り, ▨標準刈り, □遅刈り。



第5-3図 播種時期および収穫時期別における検査等級の変動.

同一栽培来歴内の同一英文字間には5%水準での有意差が認められないことを示す (FisherのPLSD法).

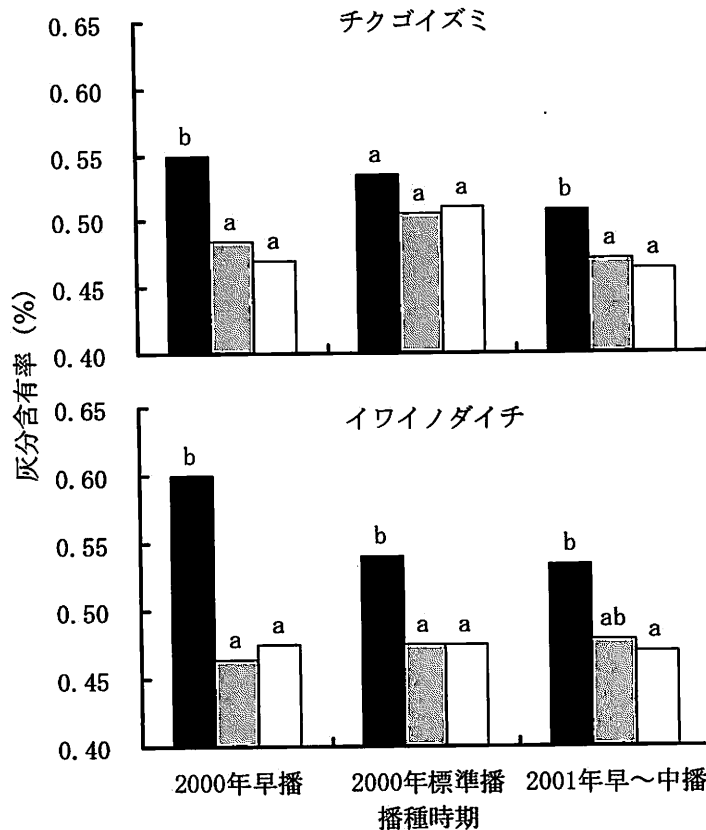
■早刈り, □標準刈り, □遅刈り.

第5-4表 収穫時期, 品種および播種時期が製粉特性に及ぼす影響.

	製粉歩留 (%)	灰分含有率 (%)	タンパク質含有率 (%)	フォーリング ナンバー値 (sec)	最高粘度 (RVU)	粉の色相 (C. V.)
収穫時期						
早刈り	55.5	0.54	6.8	331	353a	1.51
標準刈り	54.7	0.48	6.9	353	374b	0.85
遅刈り	53.7	0.47	6.8	344	376b	0.96
品 種						
チクゴイズミ	50.9	0.50	6.4	344	347a	1.17
イワイノダイチ	58.4	0.50	7.2	342	388b	1.03
播種時期						
2000年早播	50.4	0.51	6.9	338	364a	1.15
2000年標準播	51.7	0.51	6.9	326	373a	1.06
2001年早～中播	61.8	0.49	6.7	366	366a	1.10
収穫時期 (A)	ns	**	ns	*	**	**
品 種 (B)	**	ns	**	ns	**	ns
播種時期 (C)	**	**	ns	**	ns	ns
A×B	ns	**	ns	ns	ns	ns
A×C	ns	**	ns	ns	ns	**
B×C	**	**	*	**	ns	ns

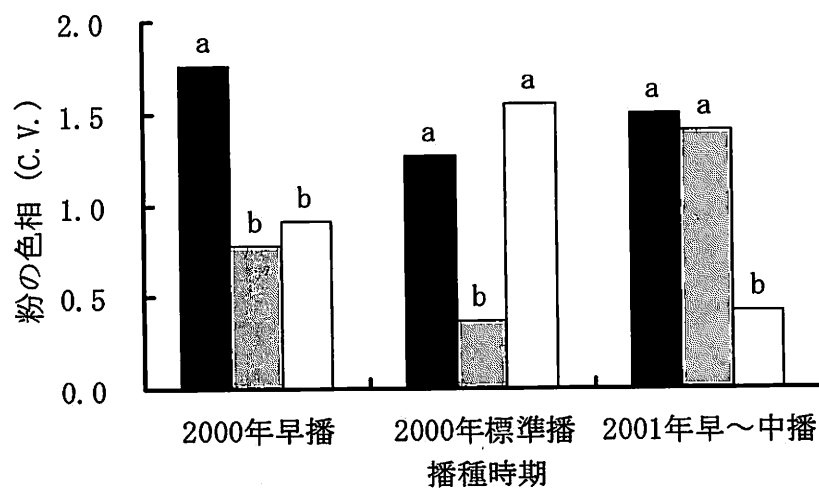
**, *は1, 5%水準での有意性を示し, nsは有意性が認められないことを示す.

同一要因内の同一英文字間には5%水準での有意差が認められないことを示す.



第5-4図 品種別、播種時期別および収穫時期別における灰分含有率の変動。
同一栽培来歴内の同一英文字間には5%水準での有意差が認められないことを示す
(FisherのPLSD法)。

■早刈り, ▨標準刈り, □遅刈り。



第5-5図 播種時期および収穫時期別における粉の色相の変動。

同一栽培来歴内の同一英文字間には5%水準での有意差が認められないことを示す
(FisherのPLSD法)。

■早刈り, ▨標準刈り, □遅刈り。

灰分含有率には、収穫時期と品種および収穫時期と播種時期間の交互作用が認められ、品種あるいは播種時期の違いによって、収穫時期の影響が異なることが示された。そこで、品種別、収穫時期別における灰分含有率の変動を播種時期別に第5-4図に示した。チクゴイズミの灰分含有率は、2000年早播および2001年早～中播では早刈りが最も高く、標準刈りと遅刈りとの差は認められなかった。一方、2000年標準播の灰分含有率は収穫時期による差は認められなかった。イワイノダイチの灰分含有率は、2000年早播および2000年標準播では早刈りが最も高く、標準刈りと遅刈りとの差は認められなかった。一方、2001年早～中播の灰分含有率は、早刈りと遅刈りとの間に有意差が認められ、遅刈りの灰分含有率が最も低かった。FN値および最高粘度は、早刈りが最も低く、標準刈りと遅刈りとの差は認められなかった。粉の色相は、収穫時期と播種時期間の交互作用が認められ、播種時期の違いによって収穫時期の影響が異なることが示された。そこで、収穫時期における粉の色相の変動を播種時期別に第5-5図に示した。播種時期別の粉の色相は、2000年早播では早刈りが最も劣り、標準刈りと遅刈りとの差は認められなかった。2000年標準播では標準刈り、2001年早～中播では遅刈りが最も優れ、他の収穫時期は劣ることが示された。

考 察

コムギの収穫時期は製粉特性に大きな影響を及ぼした。子実水分含有率が43.6～27.5%の成熟期前2日～成熟期後1日の早刈りは、標準刈りに比べて、容積重が小さく、整粒歩合および検査等級が低下し、灰分含有率が増加し、FN値や最高粘度が低下し、粉の色相が劣った。一方、子実水分含有率が11.4～16.1%の成熟期後9～10日の遅刈りは、標準刈りに比べて収穫時期別の平均値では有意差は認められないが、容積重、検査等級、灰分含有率および粉の色相において収穫時期と播種時期間に交互作用が認められ、成熟期後、断続的な降雨があった場合と降雨が少なかった場合とで収穫時期の影響が異なる傾向を示した。

早刈りによる灰分含有率の増加は、星野ら（1992）は子実水分含有率約35%の材料において、佐藤ら（1999）は子実水分含有率約46%の材料において認めている。これらの早刈りによる粉の灰分含有率の増加は、ふすまへの灰分の移行が遅刈りに比べて低下することが影響し、胚乳部分の灰分含有率が高まるためであることを報告している（星野ら 1992）。本研究においても、原粒の灰分含有率は収穫時期間の差は認められないにもかかわらず（早刈り1.67%、標準刈り1.65%、遅刈り1.67%）、粉の灰分含有率は早刈りにおいて増加した。このことから、既報と同様に、早刈りによる灰分含有率の増加はふすまへの灰分移行率が低かったことが主要因の一つであると推察される。

また、FN値や最高粘度などのアミログラム特性は、早刈りによって低下した。子実水分含有率が30%以上のコムギ粒を収穫後放置しておくことと穀温が上昇し、最高粘度が著しく低下すること（鈴木ら 1989）や子実の α -アミラーゼ活性が高くなることが報告されている。本研究における早刈りでは、子実水分含有率が43.6～27.5%と高く、FN値や最高粘度が低下しやすい状態であったと判断される。したがって、収穫後の最高粘度やFN値の安定性を考慮すると、子実水分含有率が30%以上の早刈りは避ける必要があると考えられる。

粉の色相は、早刈りで劣る傾向が認められた。第3章第1節において、子実水分含有率を、約10～40%を目標として段階的に加水処理した場合、粉の色相は水分含有率約30%以上の処理から急速に劣化することを報告した（佐藤ら 2003b）。また、平野（1971）は、アミログラム特性の低下は粉の色相の劣化を招くことを指摘している。このことから、前述した最高粘度とFN値のアミログラム特性の低下と同様に、粉の色相は子実水分含有率の高低に影響され、子実水分含有率が30%以上における収穫は品質的に不安定な時期を長期化させることから、粉の色相は早刈りによって劣化しやすいと推察される。一方、遅刈りにおける粉の色相は播種時期間に相違が認められ、早刈り～遅刈

りの期間中の降雨条件に強く影響された。平野（1971）は、粉の色相は成熟期前後の降雨によって影響され、降水量、降雨日数が多く、連日の降雨に比べて隔日の降雨ほど粉の色相は劣化することを指摘している。本研究において、既報と同様に、降水量、降雨日数が多く、断続的な降雨にあった2000年標準播では、遅刈りは標準刈りに比べて粉の色相が劣ったが、降水量、降雨日数が少なかった2001年早～中播の遅刈りでは、標準刈りに比べて粉の色相が優れた。このことから、成熟期後の降雨は粉の色相に大きく影響することから、安定した粉の色相を有したコムギを生産するためには、子実水分含有率が30%以下に低下した成熟期後4～5日から速やかに収穫を開始することが重要であることが示唆された。

次に、容積重は、成熟期後4～5日の標準刈りが最も安定して大きく、遅刈りは播種時期の違いによって傾向が異なることが示された。第2章第1節、第3章第1節および第3章第2節において、容積重は粉の色相や最高粘度が優れるほど大きく、雨濡れ程度を簡便に評価するための指標になることを報告した（佐藤ら 2003a, b, 2004）。本研究においても、容積重は降雨の影響を受け、降水量、降雨日数が多く、断続的な降雨にあった2000年早播および2000年標準播の遅刈りでは容積重が著しく低下し、降雨が少なかった2001年早～中播の遅刈りでは容積重は低下しなかった。このことから、容積重は雨濡れ程度の指標になるとともに、粉の色相および最高粘度などの製粉特性との関係が認められることから、製粉特性からみた収穫適期を判断するための形質として利用できると考えられる。

本研究において、製粉特性からみた収穫適期は、灰分含有率が低く、最高粘度やFN値が安定して高く、粉の色相が優れる成熟期後4～5日であると判定された。コムギのコンバインによる収穫適期は通常、成熟期後3～4日で子実水分含有率が30%以下になった時期が良いとされており（平野ら 1969）、既報とほぼ同様な結果が得られた。今後、民間流通に対応した高品質コムギを生産するためには、製粉特性が最も安定して優れる成熟期後4～5日の適期収穫が基本となるが、今後、製粉特性を考慮した収穫適期の判定技術の開発が重要であると考えられる。製粉特性を考慮した収穫適期判定法としては、フォーリングナンバー値を用いた収穫適期判定法（庵 2002）が開発されているが、高度な技術や特殊な機材を必要とするため、生産現場での利用は困難であると考えられる。このことから、さらに簡便な生産現場で利用可能な収穫適期判定技術の確立が望まれる。

第2節 容積重と粉の色相およびフォーリングナンバー値との関係

北部九州においては、生産者や生産組合で収穫されたコムギをカントリーエレベーターやライスセンター等の大規模共同乾燥施設に集荷し、乾燥・調製を行っている。中津（2000）は、正常なコムギ粒に低アミロコムギ粒を混合すると、低アミロ粒の α -アミラーゼ活性が高まり、両者の相加平均よりも品質が劣ることを指摘している。このことから、それらの施設に集荷された段階で、異常粒の混入を未然に防ぐことが重要であり、簡易迅速な品質の判定技術の開発が望まれる。簡易かつ迅速な品質判定方法として、オートアナライザー（中津ら 1997）、フォーリングナンバー（庵ら 2001）を利用した低アミロ検定法が報告されている。しかし、これらは高度な技術や特殊な機材を必要とすることから、生産現場における利用は困難である。第2章第1節および第3章において、容積重は粉の色相とアミログラム特性を簡便に評価するための指標になることを報告した（佐藤ら 2003a, b, 2004）。

そこで、本節では民間流通に対応した高品質の製粉特性を有したコムギの集荷体制を図るために、収穫直後の生麦における容積重と乾燥調製後の容積重との関係を明らかにするとともに、収穫直後の容積重と粉の色相およびフォーリングナンバー値との関係を検討した。

材料と方法

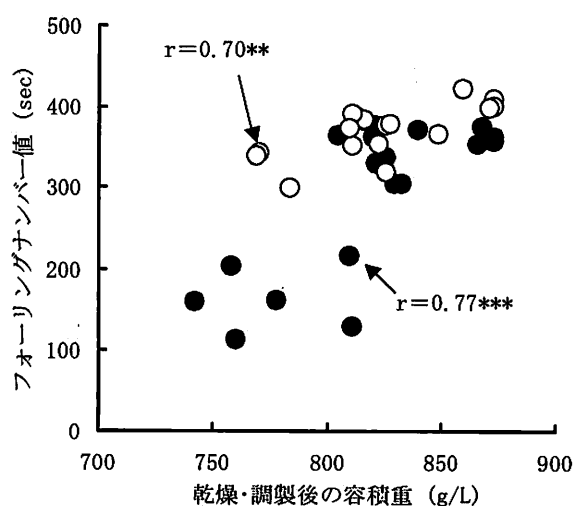
試験は収穫年次で2002年に、福岡県農業総合試験場農産研究所（筑紫野市）の砂壤土水田圃場で行った。供試したコムギ品種は、チクゴイズミ（秋播性程度Ⅰ～Ⅱ）およびイワイノダイチ（秋播性程度Ⅳ）の秋播性程度の異なる2品種を用いた。播種期は、11月12日で、目標苗立ち本数を m^2 当たり100本とした。栽培方法は、畦幅150cm、条間30cmの4条の畝立てドリル播で行った。窒素施用量（基肥＋第1回追肥＋第2回追肥）は、福岡県のコムギの施肥基準（福岡県麦栽培技術指針 1996）である $5+4+2\text{g}/\text{m}^2$ の合計 $11\text{g}/\text{m}^2$ とした。なお、追肥した生育時期は、第1回追肥を本葉の5葉期に、第2回追肥を主穂の幼穂長2.0mm時に行った。また、変異のある製粉特性を有したコムギ粒を得るため、可動式降雨制御施設を用い、降雨処理条件として成熟期前降雨処理、成熟期後降雨処理および雨よけの3水準を設けるとともに、収穫時期を成熟期、成熟期後4日および成熟期後9日の3水準を設置した。収穫後、直ちに脱穀し、未調製の子実について容積重の調査をするとともに、 130°C で24時間乾燥させ、収穫時の子実水分含有率を求めた。次に脱穀された子実は、 35°C で通風乾燥させ、粒厚2.0mm以上の子実について、容積重（子実水分含有率12%以下）の調査を行った。

フォーリングナンバー値は、子実を粉碎した粉7g（水分含有率を15%に換算）について、フォーリングナンバー1800（フォーリングナンバー社製、オランダ）により測定した。粉の色相（カラーバリュー（C.V.）で表示し、値が小さいほど粉の色相が優れることを示している）は、KENT-JONES&MARTIN COLOUR GREADERⅢ（HENRY SIMON社製、イギリス）により測定した。

結 果

1. 乾燥、調製された子実の容積重とフォーリングナンバー値および粉の色相との関係

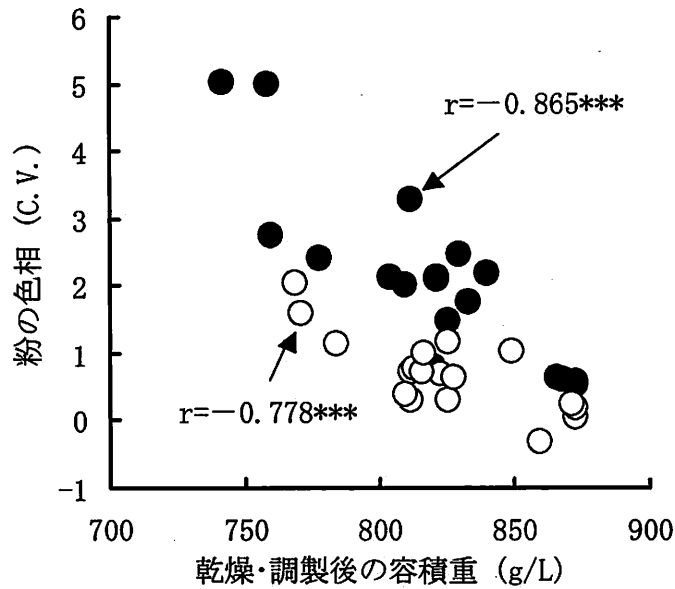
乾燥、調製された子実の容積重とフォーリングナンバー（FN）値との関係を、第5-6図に示した。チクゴイズミ、イワイノダイチともに、容積重はFN値との間に有意な正の相関関係が認められ、容積重が大きいほどFN値は高まった。しかし、品種間差については、チクゴイズミはイワイノダイチ



第5-6図 乾燥、調製した子実の容積重とフォーリングナンバー値との関係。

***, **は0.1, 1%水準での有意性を示す (n=18)。

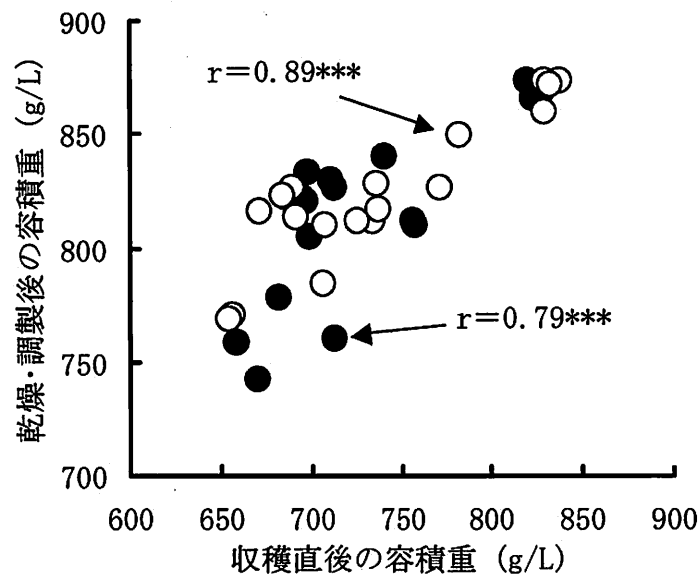
●チクゴイズミ, ○イワイノダイチ。



第5-7図 乾燥，調製した子実の容積重と粉の色相との関係.

***は0.1%水準での有意性を示す (n=18).

●チクゴイズミ，○イワイノダイチ.



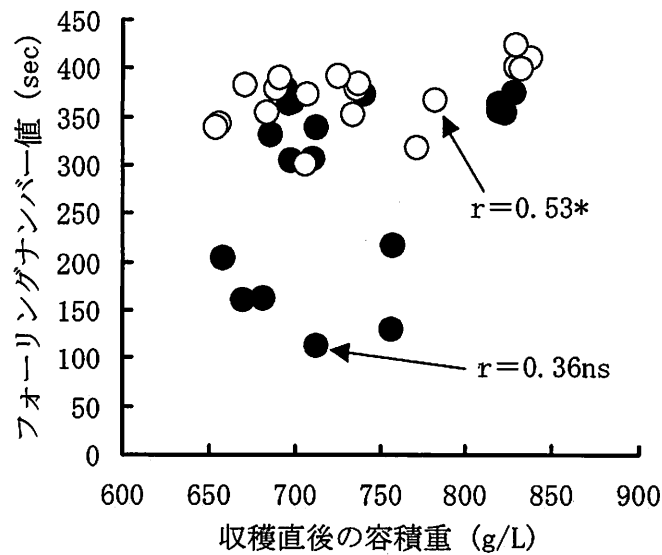
第5-8図 収穫直後の子実の容積重と乾燥，調製後の子実の容積重との関係.

***は0.1%水準での有意性を示す (n=18).

●チクゴイズミ，○イワイノダイチ.

に比べて，容積重の低下にともなうFN値の低下程度が大きかった。FN値の300secは，発芽による損傷の発生を判断するための下限の基準となっているが，チクゴイズミでは容積重が約800g/L以下でFN値300sec以下の子実が認められたのに対し，イワイノダイチではそのような子実は認められなかった。

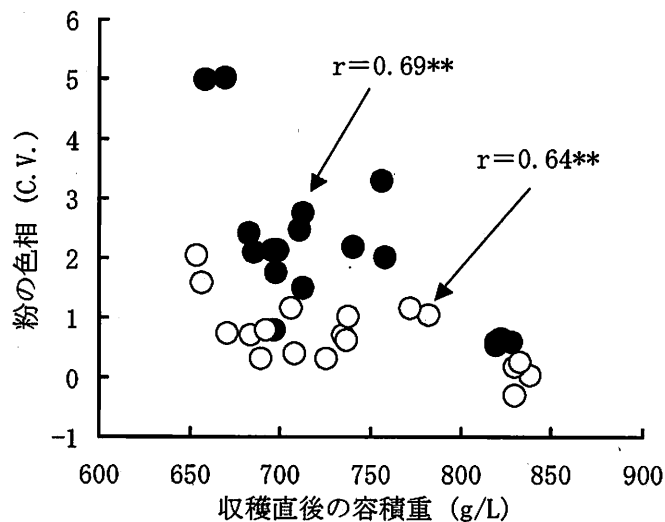
次に，乾燥，調製された子実の容積重と粉の色相との関係を第5-7図に示した。両品種ともに，



第5-9図 収穫直後の子実の容積重とフォーリングナンバー値との関係.

*は5%水準での有意性を示し、nsは有意性が認められないことを示す (n=18).

●チクゴイズミ, ○イワイノダイチ.



第5-10図 収穫直後の容積重と粉の色相との関係.

**は1%水準での有意性を示す (n=18).

●チクゴイズミ, ○イワイノダイチ.

容積重は粉の色相との間に有意な負の相関関係が認められ、容積重が重いほど粉の色相が優れることが示された。しかし、品種間差については、チクゴイズミはイワイノダイチに比べて容積重の変動に伴う粉の色相の変動幅が大きかった。

2. 収穫直後の容積重と乾燥、調製後の容積重、フォーリングナンバー値および粉の色相との関係

乾燥、調製された容積重と収穫直後の容積重との関係を第5-8図に示した。収穫、調製された容積重は、収穫直後の容積重との間に両品種ともに0.1%水準の有意な正の相関関係が認められ、収

穫直後の容積重が大きいほど、乾燥、調製後の容積重が大きいことが示された。次に、収穫直後の容積重とFN値との関係を第5-9図に示した。収穫直後の容積重はFN値との間に、イワイノダイチでは5%水準での有意な正の相関関係が認められるが、チクゴイズミでは有意性は認められなかった。一方、収穫直後の容積重と粉の色相との関係を第5-10図に示した。収穫直後の容積重は、粉の色相との間に両品種ともに1%水準での有意な負の相関関係が認められ、収穫直後の容積重が大きいほど粉の色相が優れた。

考 察

第2章第1節および第3章において、容積重が大きいほど粉の色相やアミログラム特性が優れることを示した(2003a, b, 2004)。そこで、容積重を利用することによって迅速かつ簡便に製粉特性の良否を判定できないかを試みた。本研究では、変異のある製粉特性を有した子実を得るため、降雨条件や収穫時期を変えた処理を行った。その結果、第3章と同様な結果が得られ、容積重が大きいほど両品種ともに粉の色相やFN値が優れ、容積重を利用することによって異常なコムギ粒を判別できる可能性があることを示した。また、処理に伴う容積重およびアミログラム特性の変化は連続的であるため、処理間差については検討しなかった。しかし、この容積重は収穫後、乾燥、調製した子実を用いた測定値であるため、迅速的な手法とはいえない。そこで、収穫直後の未調製の子実における容積重の測定によって製粉特性の良否を判別できないかを試みた。

収穫直後の容積重は、FN値との間には有意な関係は認められなかったものの、乾燥、調製した容積重および粉の色相との間には、両品種ともに有意な正の相関関係が認められ、収穫直後の容積重が大きいほど乾燥、調製した容積重が大きく、粉の色相が優れることを示した。このことから、収穫直後の容積重を測定することによって、迅速かつ簡便に粉の色相の良否を判定できる可能性が示唆された。

本研究で行った判定法によって、異常粒の混入を未然に防ぐことが可能になるとともに、本法は高度な技術や特殊な機材を必要としないため、生産現場での利用が期待される。今後は、実際の生産現場に適応し、実用段階で改善を重ねる必要がある。

摘 要

民間流通に対応した高品質コムギの安定生産を図るため、秋播性程度の異なるチクゴイズミとイワイノダイチの2品種を用いて、製粉特性からみた収穫適期を検討するとともに、収穫直後の容積重による品質判定法を試みた。

- 1) 子実水分含有率が27.5~43.6%の成熟期前2日~成熟期後1日の早刈りでは、標準刈りに比べて、容積重が小さく、整粒歩合および検査等級が低下し、灰分含有率が増加し、フォーリングナンバー値や最高粘度が低下し、粉の色相が劣った。
- 2) 子実水分含有率が11.4~16.1%に低下した成熟期後9~10日の遅刈りでは、成熟期後4~5日の標準刈りに比べて、収穫時期別の平均値においては製粉特性に有意差は認められないが、容積重、検査等級、灰分含有率および粉の色相において収穫時期と播種時期間の交互作用が認められ、成熟期後、断続的な降雨があった場合と降雨が少なかった場合とでは製粉特性に及ぼす影響が異なる傾向を示した。
- 3) 製粉特性からみた収穫適期は、灰分含有率が低く、最高粘度やフォーリングナンバー値が安定して高く、粉の色相が優れる成熟期後4~5日であると判定された。
- 4) 収穫直後の容積重は、フォーリングナンバー値との間には有意な相関関係は認められなかった。

が、乾燥、調製した容積重および粉の色相との間には有意な正の相関関係が認められ、収穫直後の容積重が大きいほど乾燥、調製した容積重が大きく、粉の色相が優れることが示された。このことから、収穫直後の容積重を測定することによって、迅速かつ簡便に粉の色相の良否を判定できる可能性が示唆された。

第6章 総合考察

現在、北部九州においては、民間流通に対応した高品質コムギの生産と優良品種の作付面積の拡大が重要な課題となっている。北部九州で普及している品種は、収量および外観品質からみた播種適期幅が狭いため、作付面積の拡大に支障をきたしている。さらには、収穫期が梅雨期に入るため、雨濡れにより品質低下を招くことがしばしばある。このため、作期の前進化によって、播種適期幅の拡大と収穫期の雨害の回避が期待できる高品質コムギの生産を前提とした早播栽培による安定生産技術の確立が急務となっている。

そこで、本研究は以上のような背景と観点から、作期前進化を前提とした早播栽培における高品質コムギの生産技術を確立するために、製粉特性に及ぼす栽培環境の要因を解析し、製粉特性を向上させるための栽培環境条件を明らかにして、その理論的根拠に基づいた栽培技術を検討した。

まず、北部九州におけるコムギの作期前進化技術の確立を目的として、播種時期の違いが製粉特性に及ぼす影響を検討し、播種時期が早いほど粉の色相の劣化や最高粘度の低下が認められ、タンパク質含有率は10月下旬播では他の播種時期に比べて高くなることを明らかにした。この結果により、民間流通に対応した高品質のコムギ生産を考慮した場合、福岡県における播種時期の早限は、生育、収量、外観品質および製粉特性から総合的に判断し、11月5日頃までと判定された。また、福岡県における従来のコムギの播種適期は11月20日～11月30日の10日間であるが、本研究で明らかにした11月5日まで播種時期を前進化させることにより、播種適期幅が15日間拡大するため、コムギの作付面積の拡大が可能となり、麦作経営の安定化に寄与すると考えられる。さらには、早播栽培は、コムギの品質に最も影響を及ぼす収穫期の梅雨による雨害を回避できる栽培技術として期待される。

次に、早播栽培では秋播性程度が高い品種は踏圧作業を省略できるのではないかという視点から、秋播性程度の異なる品種を用いて、踏圧作業が製粉特性に及ぼす影響を検討した。早播栽培における踏圧作業は耐倒伏性を強化させ、収穫期前の降雨によるアミログラム特性や粉の色相への影響を低減させ、品質を安定化させる効果が高いことを明らかにした。また、秋播性程度によって踏圧処理の効果に差は認められなかったものの、踏圧作業は早播栽培において、高品質コムギを安定生産するための技術として有効であることを明らかにした。ここで明らかにしたコムギの踏圧処理の効果は、生産現場の早播栽培において、民間流通に対応した高品質安定生産技術として期待される。

国内産コムギの品質の変動が大きい要因の一つとして、粉の色相が劣ることが製粉業者等の実需者から指摘されている。粉の色相は、登熟後期（成熟期前1～15日）の積算降水量が多いほど劣化し、特に成熟期前3～6日の降雨が粉の色相に最も影響を及ぼすことが明らかになった。これは、休眠解除後の成熟期前3～6日の降雨により、 α -アミラーゼ等の酵素が活性化しやすくなる子実水分含有率30%以上の高水分状態を延長させるためと考えられた。以上のことから、安定して粉の色相が優れるコムギを生産するためには、登熟後期の雨害に対する抵抗性の向上が重要で、登熟後期の雨濡れによる品質低下の小さい品種の育成と選定および成熟期前3～6日の積算降水量の少ない5月中に収穫が可能な早生コムギ品種の早播栽培（11月上旬播）が有効であると考えられる。一方、北部九州は収穫期が梅雨期に入るため、登熟期間中の降雨による穂発芽や退色によって品質に対する被害がしばしば問題となっている。なかでも穂発芽したコムギは、ゆで溶けが多く、加工適性が著しく低下することから、製麺業者の間では極端に敬遠される。このため、生産者、実需者の双方から、収穫年次に左右されず、最高粘度が安定して高い生産技術の開発が求められている。そこで、最高粘度における年次間変動の実態を検討した結果、最高粘度は登熟期間中の積算降水量が多いほど低下することと、特に登熟後期の降水量の影響を大きく受けることを明らかにした。さらに、登

熟後期の中で、成熟期前5～6日の降雨は酵素が活性化しやすくなる子実水分含有率30%以上の高水分状態を延長させるため、最も最高粘度が影響を受けやすい時期であることを明らかにした。また、北部九州で作付けの多いチクゴイズミは登熟後期の低温に大きく影響され、少量の降雨であっても最高粘度が低下する危険性が高いことを明らかにした。この結果から、高品質コムギの生産を前提とした作期の前進化を図るための早播栽培では、登熟後期が低温で経過することから、登熟後期の低温や降雨に影響されない品質低下の小さい品種を育成し、選定することが重要であると考えられる。また、秋播性程度が高い品種は低い品種に比べて、登熟日数が短く、降雨や低温等の不良環境条件に遭遇する機会が少ないことを明らかにした。以上の結果から、安定した最高粘度のコムギ粉を生産するためには、登熟後期の雨害に対する抵抗性の向上が重要であることが示唆され、登熟後期の雨濡れによる品質低下の小さい品種を育成、選定し、成熟期前5～6日の積算降水量の少ない5月中に収穫が可能な早生の秋播性程度の高い品種による作期前進化技術が有効であると考えられる。

コムギの民間流通で求められる適正なタンパク質含有率を有した高品質コムギの生産技術の確立のための基礎的な知見を得るため、1個体内における節位別に分げつ着生粒のタンパク質含有率を明らかにした。節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は、1個体内の分げつの発生位置により大きく異なり、分げつの次位別でみると二次分げつは一次分げつに比べて高く、節位別では上位節位の分げつは下位節位の分げつに比べて含有率が高いことを明らかにした。これらの分げつ発生位置によるタンパク質含有率の差は、分げつの発生位置と密接な関係のある出穂の早晚性に起因する粒への炭水化物蓄積量の差による影響と考えられる。次いで、播種時期、窒素追肥等の栽培環境条件と節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率との関係を検討した。早播のタンパク質含有率は、標準播に比べて低く、これは、穂数の増加による各節位の分げつへのタンパク質分配量の減少ならびに千粒重の増加による炭水化物蓄積量の増加によって相対的にタンパク質含有率が低下するためと考えられた。一方、窒素追肥の増量（多肥）によるタンパク質含有率の増加効果は、分げつの次位および発生節位によって異なり、二次分げつと上位節位の分げつでタンパク質含有率が高くなることを明らかにした。本研究において、めん用に最適な原粒タンパク質含有率10～11%（長尾1998）に達した節位の分げつは、主に二次分げつや上位節位の分げつなどの弱小分げつであり、株全体の収量に占める割合が低かった。このため、適正なタンパク質含有率を有した高品質コムギの安定生産を図るためには、1穂粒重が大きい主稈や一次分げつおよび下位節位の分げつなどの強大分げつに着生した粒のタンパク質含有率を高める肥培管理技術の開発が今後の課題である。

民間流通に対応した高品質コムギの安定生産を図るため、製粉特性からみた収穫適期を検討し、灰分含有率が低く、最高粘度やフォーリングナンバー値が安定して高く、粉の色相が優れる成熟期後4～5日が収穫適期であることを明らかにした。この製粉特性からみた収穫適期は、早播栽培は元より、高品質コムギの安定生産のための基本技術として生産現場で利用され、コムギの品質向上に寄与すると考えられる。

前述したように、北部九州は収穫期が梅雨期に入るため、登熟期間中の降雨による穂発芽や退色によって品質への被害がしばしば問題となっており、年次、産地および品種によって品質の変動が大きいことが指摘されている。また、最高粘度が300B.U以下に低下した「低アミロコムギ」を、正常なコムギに混合すると、低アミロコムギに含まれる α -アミラーゼにより正常なコムギのデンプンも分解されるため、最高粘度は両者の相加平均よりも低下する（中津 2000）。したがって、民間流通に対応した品質の変動の小さいコムギを生産していくには、大規模乾燥調製施設等の受け入れ段階における正常粒と異常粒との判別が重要である。本研究において容積重は、粉の色相およびアミログラム特性等の製粉特性との間に有意な相関関係が認められ、それらを評価するための簡便な指標となることが明らかとなった。この知見から、収穫された生麦の容積重を測定することで、異

常粒の混入を未然に防ぐことが可能になるとともに、本法は高度な技術や特殊な機材を必要としないため、生産現場での利用が期待される。

以上、本研究によって北部九州地域におけるコムギ粉の製粉歩留、タンパク質含有率、灰分含有率、最高粘度やフォーリングナンバー値などのアミログラム特性および色相などの製粉特性と播種時期を主とした栽培環境条件との関係が明らかになった。次いで、それらの知見を基にした作期前進化を前提とした早播栽培における高品質コムギ生産技術のため品種の育成、選定、または栽培技術の改善上の理論的根拠が得られ、その結果、より速やかで的確な高品質コムギ生産のための各種方策をとることが可能になったと考えられる。

総合摘要

福岡県では、民間流通に対応した高品質コムギの生産と優良品種の作付面積の拡大が重要な課題となっている。そのためには、播種期ならびに収穫期を前進化させることによって、播種適期幅の拡大と収穫期の雨害回避が期待できる高品質コムギの生産を目標とした早播栽培による安定生産技術の開発が強く求められている。

本論文は、作期前進化を前提とした早播栽培における高品質コムギ生産技術を確立するための基礎的知見を得る目的で、製粉歩留、粉の色相、最高粘度やフォーリングナンバー値等のアミログラム特性およびタンパク質含有率、灰分含有率などの製粉特性と播種時期を主とした栽培環境条件との関係を中心に検討したものである。以下、その成果の概要を述べる。

- 1) 播種時期が早いほど粉の色相の劣化と最高粘度の低下が認められ、10月下旬播では他の播種時期に比べて、タンパク質含有率が高くなった。製粉歩留および灰分含有率には播種時期による影響は認められなかった。
- 2) 民間流通に対応した高品質コムギの生産を考慮した福岡県における播種時期の早限は、生育、収量、外観品質および製粉特性から総合的に判断し、11月5日頃までと判定された。
- 3) 早播栽培における踏圧処理は、耐倒伏性を強化させ、収穫期前の降雨によるアミログラム特性や粉の色相の劣化を低減させ、高品質コムギを安定生産するための有効な技術であると判定された。
- 4) 粉の色相は、容積重、最高粘度、タンパク質含有率および登熟後期（成熟期前1～15日）の降水量との間に有意な相関関係が認められ、容積重が大きく、最高粘度が高く、タンパク質含有率が低く、登熟後期の降水量が少ないほど粉の色相が優れた。
- 5) 粉の色相は成熟期前3～6日、最高粘度は成熟期前5～6日の降雨によって最も強く影響されることが判明した。
- 6) 最高粘度は、収穫年次、播種時期および品種の違いによって大きく変動し、収穫年次では高い収穫年と低い収穫年が認められ、播種時期間では播種時期が早いほど最高粘度が低下する傾向が認められた。また、品種間差ではイワイノダイチはチクゴイズミに比べて、最高粘度が収穫年次間、播種時期間で安定して高かった。
- 7) 容積重は、粉の色相（数値が小さいほど優れる）との間に負の、最高粘度との間に正の相関係数が認められ、容積重により、粉の色相や最高粘度を簡便に評価できることが判明した。また、容積重は登熟後期の降水量との間に負の相関関係が認められ、登熟後期の雨濡れ程度を示す指標となることが明らかとなった。
- 8) 以上の結果から、登熟期間中の降雨に対して安定した粉の色相や最高粘度のコムギ粉を生産するためには、登熟後期の雨濡れによる品質低下の小さい品種の育成および選定が重要であるとともに、成熟期前3～6日の降雨が少ない5月中に収穫が可能な早生の秋播型コムギ品種を用いた作期前進化技術が有効であると考えられた。
- 9) 1個体内における次位・節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は、1個体内の分げつの発生位置により大きく異なり、分げつの次位別でみると二次分げつは一次分げつに比べて高く、節位別にみると上位節位の分げつは下位節位の分げつに比べて高かった。
- 10) 節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率は、出穂日が遅いほど高く、また1穂粒重が小さいほど高く、さらに1穂粒重は出穂日が遅いほど小さくなるという関係が認められた。節位別の分げつ着生粒のタンパク質含有率の差は、分げつの発生位置と密接な関係のある出穂の早晩性に起因する粒への炭水化物蓄積量の差による影響と考えられた。

- 11) 播種時期と節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率との関係では、晩播と標準播における差は明確ではないが、早播では標準播に比べて穂数の増加による各節位の分けつにおけるタンパク質蓄積量の減少と千粒重の増加による炭水化物蓄積量の増加のため、相対的にタンパク質含有率が低下した。一方、窒素追肥量の増量（多肥）による節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率に対する効果は、分けつの次位および発生節位によって異なり、二次分けつと上位節位の分けつでタンパク質含有率が高くなることが認められた。
- 12) 製粉特性からみた収穫適期は、灰分含有率が低く、最高粘度やフォーリングナンバー値が安定して高く、粉の色相が安定して優れる成熟期後4～5日と判定された。
- 13) 以上の結果から、製粉歩留、粉の色相、最高粘度やフォーリングナンバー値等のアミログラム特性およびタンパク質含有率、灰分含有率などの製粉特性と栽培環境条件、特に播種時期との関係などが明らかになった。これらの結果は、登熟後期の雨濡れによる品質低下の小さい品種の育成、選定や栽培技術の確立などに大いに寄与し、北部九州における作期前進化を前提とした早播栽培における高品質コムギの生産技術のための理論的基礎になると考えられる。

謝 辞

本研究は筆者が1998～2002年にかけて福岡県農業総合試験場農産研究所作物品種研究室（福岡県筑紫野市吉木）で、麦類の品質向上に関する研究の一環として、麦類奨励品種決定調査、北部九州平坦地帯における早生コムギ品種、系統の高位安定栽培技術の確立に関する試験、北部九州におけるコムギ品質の高位安定化技術の確立に関する試験で行ったものである。上記の内容は既に、日本作物学会紀事（佐藤ら2002, 2003a, b, 2004）、日本作物学会九州支部会報（佐藤ら 2003c）および福岡県農業総合試験場報告（尾形ら 2003）に逐次報告してきたが、ここでは上記研究報告に未発表の成果をも含めて体系的にとりまとめて報告するものである。

本研究の遂行および本論文のとりまとめから作成にあたって、終始懇篤なる指導と激励を賜った福岡県農業総合試験場農産部長松江勇次博士に衷心から感謝を申し上げる。

本論文の作成にあたって、懇切な指導と校閲を賜った宮崎大学農学部教授續栄治博士に衷心から感謝し、厚くお礼を申し上げる。

本論文の校閲を賜った宮崎大学農学部助教授石井康之博士には深甚なる謝意を表明する。

本研究を遂行するにあたって、終始温情のある助言と激励を賜った宇都宮大学農学部教授吉田智彦博士に心から謝意を表明する。

本研究を着手するにあたって、研究の着手から途上において種々有益な助言と激励を賜った福岡県農業総合試験場農産部水稻育種チーム長尾形武文博士、福岡県農業総合試験場長今林惣一郎博士、元農産研究所長藤島直樹氏、元農産研究所長（現、福岡県病虫害防除所長）大賀康之氏の各位に衷心より謝意を捧げる。また、研究を実施するにあたって労苦を共にし、協力を惜しまれなかった福岡県農業総合試験場農産部麦類育種チーム内村要介氏、福岡県朝倉地域農業改良普及センター陣内暢明氏および作物品種研究室職員一同に対し、心から謝意を表する。

引用文献

- 庵 英俊 2002. フォーリングナンバーを用いたコムギ収穫適期推定法の開発. 日作紀 71:355-360.
- 新井文男 1984. ムギ踏み. 農業技術大系 3:97-98.
- 中條博良・紅谷文夫・三本弘乗 1989. 西日本早生コムギ品種における分けつの消長. 日作紀 58:611-616.
- 中條博良・藤田明彦・三本弘乗 1990. コムギにおける分けつの消長と乾物重および窒素吸収. 日作紀 59:245-252.
- 江口昭彦・前田万里・堀野俊郎・甲斐由美・細田 浩 1987. 小麦品質に関する研究(第2報)小麦の主要ミネラル含量と茹めん官能検査項目との関係について. 日作紀 56:265-266.
- 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.
- 藤吉正記 1953. 小麦と裸麦における秋播性程度および播種時期と生育, 収量との関係について—麦の播種期に関する基礎研究—. 九州農試報 1:375-406.
- 福脇 陽・楠田 幸・古畑昌巳 2001. 暖地における早播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」の穂の発育. 日作紀 70:499-504.
- 福岡県農政部 1996. 福岡県麦栽培技術指針, 福岡. 35-39.
- 原田皓二・真鍋尚義・柴田義弘 1988. 水田裏作小麦における踏圧・土入れの効果. 九農研 51:32.
- 平野寿助・江口久夫・海妻矩彦 1963. 小麦農林61号における品質の地域差と品質間相関について. 中国農研 25:9-10.
- 平野寿助・後藤虎男・江口昭彦・橋本 隆・海妻矩彦・江口久夫 1964. 登熟期間の降雨が小麦の品質に及ぼす影響 II. 長雨被害小麦の品質について. 日作紀 33:151-155.
- 平野寿助・吉田博哉・江口久夫 1969. 暖地における小麦の良質化栽培技術に関する研究(第3報)収穫時期・乾燥剤散布および乾燥方法と品質の関係. 中国農試報 A17:113-126.
- 平野寿助・江口久夫・吉田博哉 1970. 暖地における小麦の良質化栽培に関する研究(第5報)品質に及ぼす倒伏の影響. 中国農試報 A18:15-28.
- 平野寿助 1971. 小麦と熟期の遭雨による品質低下とその機作に関する研究. 中国農試報 A20:27-78.
- 本多一郎・小柳敦史・和田道宏 2001. 降雨による収穫のおくれがコムギの品質に及ぼす影響. 日作紀 70:234-235.
- 星野次汪・谷口義則・伊藤誠治 1992. 東北地方におけるコムギの品質に関する研究. 第1報 収穫時期が品質に及ぼす影響. 日作紀 61:375-379.
- 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・栽培条件の影響 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 60:38-39.
- 今井 徹 1992. 小麦の品質評価. 食糧 30:105-126.
- 井上定雄 1990. 流通面から見た国内産小麦の品質上の問題点. 日作九支報 57:101-104.
- 岩淵哲也・浜地勇次・尾形武文 1999. 秋播性程度が異なる小麦の幼穂凍死の実態—暖冬年における観察—. 日作九支報 65:4-5.
- 岩淵哲也・尾形武文・浜地勇次 2000. 秋播型早生小麦「西海181号」の早播における播種量と施肥量. 日作九支報 66:20-21.
- 甲斐由美・佐藤淳一・前田万里・島田信二・堀野俊郎・渡辺 修 1987. 湿害処理が小麦穀粒のミネ

- ラル含量及び加工適性に及ぼす影響. 日作紀 56:267-268.
- 河野 隆・福田弥生・三田村剛・泉澤 直・友常年江・小川吉雄 1997. 黒ボク畑土壌における小麦粗タンパク含量の低減対策. 茨城県農試研報 4:17-25.
- 木村秀也・志村もと子・山内 稔 2001. 出穂後施用窒素がコムギの子実タンパク質に及ぼす影響. 土肥誌 72:403-407.
- 木崎原千秋・真鍋尚義・今林惣一郎・古城斉一・山田俊雄 1983. 小麦の作期の早期化による作柄安定と増収に関する研究 第1報 早播好適品種. 日作九支報 50:30-32.
- 小綿美環子・渡辺 満・佐藤暁子 1996. 東北地域で栽培されたコムギにおける粗タンパク含量と粉色の関係. 東北農試研究資料 19:41-45.
- 京都大学農学部食品工学研究室 1970. 食品工学実験書. 養賢堂, 東京. 367.
- 真鍋尚義・今林惣一郎・原田皓二・古城斉一 1987. 福岡県における小麦の早播栽培技術 第2報 安定多収のための播種量と施肥量. 福岡農総試研報 A6:33-40.
- 松江勇次・今林惣一郎・小宮正寛 1985. 福岡県産小麦の品質および製めん適性に関する研究 第1報 主要小麦産地における小麦の品質について. 日作九支報 52:84-87.
- 松江勇次・今林惣一郎・吉野 稔 1988. 福岡県産小麦の品質および製めん適性に関する研究 第2報 主要形質からみた年次間変動および産地間差. 日作九支報 55:62-65.
- 松江勇次・山口 修・佐藤大和・馬場孝秀・田中浩平・古庄雅彦・尾形武文・福島祐助 2000. 1998年における北部九州の麦類不作の要因解明とその技術対策. 日作紀 69:102-109.
- 松倉 潮・加藤一郎・平 春枝・今井 徹 1984. 国産小麦の品質 第1報 小麦および小麦粉の品質特性とそれらの特性間の相互関係. 食総研報 45:97-110.
- 松倉 潮 1999. 小麦粉のめん適性評価法. 研究ジャーナル 22:28-30.
- 松倉 潮・今井 徹・平 春枝 2000. 国産小麦の α -アミラーゼ活性の登熟中の変動. 食総研報 64:11-15.
- 松村 修・北川 壽・下坪訓次 1988. 播種期の違いによる暖地小麦の物質生産と収量の変化. 日作九支報 55:69-72.
- 松崎守夫・豊田政一 1996. コムギ登熟期の気象条件と粉のアミログラム最高粘度. 日作紀 65:569-574.
- 松崎守夫・豊田政一 1997a. コムギ品質の登熟にともなう推移 第1報 一粒重と子実含水量. 日作紀 66:177-182.
- 松崎守夫・豊田政一 1997b. コムギ品質の登熟にともなう推移 第2報 粉の品質特性. 日作紀 66:183-188.
- 宮本裕之・今友 親・関口 明 1986. 十勝地方における秋播小麦の子実水分の減少経過とその簡易測定法について. 北農 53:38-43.
- 長尾精一 1998. 世界の小麦の生産と品質 上巻 小麦の魅力. 輸入食糧協議会, 東京. 1-272.
- 中津智史・埜村朋之・今井 徹 1997. オートアナライザーによる低アミロ小麦の簡易迅速検定法. 日作紀 66:35-41.
- 中津智史 1998. コムギ子実吸水における吸水時間と子実水分が発芽および α -アミラーゼ活性に及ぼす影響. 日作紀 67:165-169.
- 中津智史・渡辺祐志・奥村 理 1999. 窒素施肥および収穫前の降雨が小麦品質に及ぼす影響. 土肥誌 70:514-520.
- 中津智史 2000. 北海道における低アミロ小麦の発生とその要因に関する研究. 北農 93:1-57.
- 野田和彦・天野洋一・鈴木孝子 1999. コムギの穂発芽と天候. 育種学研究 1:15-19.
- 野田健児・茨木和典 1953. 暖地麦類の生育相に関する研究. 第1報 小麦の生育過程に於ける有効

- 無効分蘗の分岐及び幼穂の分化発達と節間伸長との関係について. 九州農試彙報 1:407-424.
- 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, 東京. 1-70.
- 尾形武文・佐藤大和・内村要介・岩渕哲也・川村富輝・松江勇次 2003. 福岡県における秋播型早生小麦イワイノダイチの品種特性. 福岡農総試研報 22:24-28.
- 大西昌子・谷口義則・塔野岡卓司・佐々木昭博 1997. 秋播型コムギの播種期と出穂特性. 日作紀 66 (別2):177-178.
- 長内俊一 1985. 道産小麦の安定生産条件 3 低アミロ問題と穂発芽抵抗性. 北農 52:1-19.
- 佐藤暁子・末永一博・高田寛之・川口数美 1992. 異なる土壌におけるコムギの生育と収量 第2報 節位別分けつの出現, 有効化および収量に対する寄与について. 日作紀 61:349-355.
- 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.
- 佐藤暁子・小綿美環子・中村信吾・渡辺 満 1999. コムギ系統東北205号の製パン適性に及ぼす収穫時期の影響. 日作紀 68:306-309.
- 佐藤大和・内村要介・松江勇次 2002. コムギの1個体内における節位別の分けつ着生粒のタンパク質含有率. 日作紀 71:154-160.
- 佐藤大和・内村要介・松江勇次 2003a. コムギにおける播種時期の違いが製粉特性に及ぼす影響. 日作紀 72:43-49.
- 佐藤大和・内村要介・尾形武文・松江勇次・陣内暢明 2003b. 九州北部におけるコムギ粉の色相の年次間変動とその要因. 日作紀 72:409-417.
- 佐藤大和・内村要介・尾形武文・松江勇次・陣内暢明 2003c. 早播コムギにおける踏圧の有無が製粉特性に及ぼす影響. 日作九支報 69:28-30.
- 佐藤大和・内村要介・尾形武文・松江勇次・陣内暢明 2004. 北部九州におけるコムギ粉の最高粘度の年次間変動とその登熟ステージ別の降雨との関係. 日作紀 73:30-35.
- Scott, G.E., E.G. Heyne and K.F. Finney 1957. Development of the hard red winter wheat kernel in relation to yield, test weight, kernel weight, moisture content and milling and baking quality. Agron. J. 49:509 - 513.
- 製粉振興会 2003. 小麦粉の魅力—豊かで健康な食生活を演出—, 東京. 1-97.
- 須藤新一郎・真鍋尚義・今林惣一郎 1989. 福岡県における小麦品質向上のための技術対策. 福岡農総試研報 A9:57-62.
- 鈴木 武・原田康信・斉藤敏一・阿部吉克・斉藤博行 1989. 小麦のアミログラム (最高粘度) 低下要因. 山形農試研報 24:1-11.
- 田畑清光・手塚利正・十川 満 1938. 麦類特に小麦の栽培に対する土入れ及び踏圧の効果に就いて. 日作紀 7:215-232.
- 平 春枝 1987. 小麦の品質に影響する諸要因. 農林水産技術研究ジャーナル 10 (7):27-37.
- 平 春枝・田中弘美・斉藤昌義 1989. 国産小麦の品質. 第3報 小麦粉およびデンプンの性質と品質・生産地・等級との関係. 日作紀 58:24-34.
- 高岡留吉・田浦 驍 1966. 暖地小麦の品質に関する研究 第1報 小麦の成熟過程と品質について. 日作九支報 24:15-16.
- 高山敏之 2000. 小麦の実肥による高品質化技術の開発. 農及園 75:3-11.
- 田中浩平・福島祐助・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.
- 谷口義則・藤田雅也・佐々木昭博・氏原和人・大西昌子 1999. 九州地域におけるコムギの粗タン

- パク質含有率に及ぼす穂孕み期追肥の効果. 日作紀 68:48-53.
- 田谷省三・塔野岡卓司・関 昌子・平 将人・堤 忠広・氏原和人・佐々木昭博・吉川 亮・藤田雅也
・谷口義則・坂智宏 2003. 小麦新品種「イワイノダイチ」の育成. 九州沖縄農研報 42:1-18.
- 牛山智彦・倉島 稔・細野 哲・久保田基成 1997. 小麦粉アミログラフ値の簡易迅速法の検討. 北
陸作物学会報 32:105-106.
- 和田道宏 1999. 栽培技術による品質の制御. 研究ジャーナル 22:25-27.
- 吉田美夫・北原操一・鶴 政夫 1969. 小麦の播種適期と作期の移動について. 九農研 31:51-52.

Summary

Improvements of Flour Characteristics in the Early-Sowing Cultivation of Wheat (*Triticum aestivum* L.)

by

SATO Hirokazu

In Fukuoka Prefecture, it is an important subject to expand the planting area for the production of marketably high-quality wheat and it is also important to develop cultivation techniques for the early-sowing. This is because the early-sowing and early-harvesting may expand the suitable sowing period and avoid the damage of wheat quality by precipitation at the harvest time, respectively.

In this study, effects of sowing time and other cultivating environments on the flour yield and flour characteristics such as whiteness, amylographic characteristics such as maximum viscosity, protein content and ash content were examined at Chikushino, Fukuoka Prefecture in 1998-2002. The results are summarized as follows.

1. The earlier the sowing time, the severer the deterioration of flour whiteness and the lower the maximum viscosity of flour. Protein content in the flour was higher in the late-October sowing than in the other time-sowings. Flour yield and ash content were not affected significantly by the sowing time.
2. The earliest sowing time permissible for the production of marketably high-quality wheat in Fukuoka Prefecture was about November 5, judged from the growth, yield, external quality and flour characteristics.
3. Trampling treatment in the early-sowing increased the resistance to lodging and reduced the deterioration of amylographic characteristics and whiteness of wheat flour, and was effective for the stable production of high-quality wheat.
4. The degree of flour whiteness correlated significantly with the bulk density of grain, the maximum viscosity and protein content of flour and the amount of precipitation during the late-ripening stage (1-15 days before the maturity stage). It became superior as the bulk density of grain and maximum viscosity of flour increased and as the protein content and the amount of precipitation in the late-ripening stage decreased.

5. The degree of flour whiteness was affected most severely by the precipitation at 3-6 days before the maturity stage. The sensitive period for the flour whiteness to precipitation was confined to 5-6 days before the maturity stage.
6. The maximum viscosity of the flour of grain varied greatly with the production year, sowing time and cultivar. The maximum viscosity varied among the production years, and tended to decrease as the sowing time was advanced. It was stably higher in cv. Iwainodaichi than in cv. Chikugoizumi when compared in the same production year and in the same sowing time.
7. The bulk density of processed grain was negatively correlated with the degree of flour whiteness (the lower the better), and positively with the maximum viscosity, respectively. Thus, the degree of flour whiteness and the maximum viscosity may be easily estimated from the bulk density of grain. The bulk density of grain was negatively correlated with the precipitation in the late-ripening stage, and thus it is useful for an index of the precipitation damage on flour whiteness at the late-ripening stage.
8. The above results suggest that the selection of cultivars whose quality was least deteriorated by the precipitation in the late-ripening stage, and the early-sowing that enabled harvest by the end of May with lower precipitation than at the normal June-harvest, may be effective for the production of high-quality wheat with stably superior flour whiteness and maximum viscosity.
9. The protein content of wheat grains varied widely at the nodal position and the order of the productive tillers. It was higher in the grains on the secondary productive tillers than on the primary productive tillers, and was higher in the grains on higher nodal tillers than at lower nodal tillers.
10. The protein content in the grain at each nodal position increased as the heading date was delayed and the weight of grains per head decreased. In addition, the weight of grains per head decreased as the heading date was delayed. It was considered that the protein content of grains varied with the nodal position of tillers, because the accumulation of carbohydrate in the grains, which was closely related with the heading date, varied with the nodal position of the tillers.
11. The protein content of wheat grains was not significantly different between the late-sowing and standard sowing, while it was lower in the early-sowing than in standard sowing. It is suggested that the increase in the number of heads reduced the accumulation of protein in each tiller and increased accumulation of carbohydrate in the early-sowing, leading to the increase in 1,000-grain weight. The increased rate in protein content caused by the top dressing of nitrogen at the heading was greater in the grains on the secondary tillers and on the higher nodal tillers than those on the primary and on the lower

nodal tillers, respectively.

12. The proper (suitable) harvest time, judged from the flour characteristics, was 4-5 days after the maturity stage, when the ash content was lower, the maximum viscosity of flour was stably higher and flour whiteness was stably superior to other harvest times.
13. The above results revealed the high correlation of flour yield, flour whiteness, amylographic characteristics such as maximum viscosity, protein content and ash content of flour with the cultivating environments, especially for the sowing time. These findings will contribute to the breeding and selection of the wheat cultivars whose quality is hardly deteriorated by the precipitation at the late-ripening stage, and to the establishment of effective cultivation techniques in the early-sowing wheat. The results will also provide valuable information on the development of techniques for the production of high-quality wheat by the early-sowing in the Northern Kyushu.

付 図



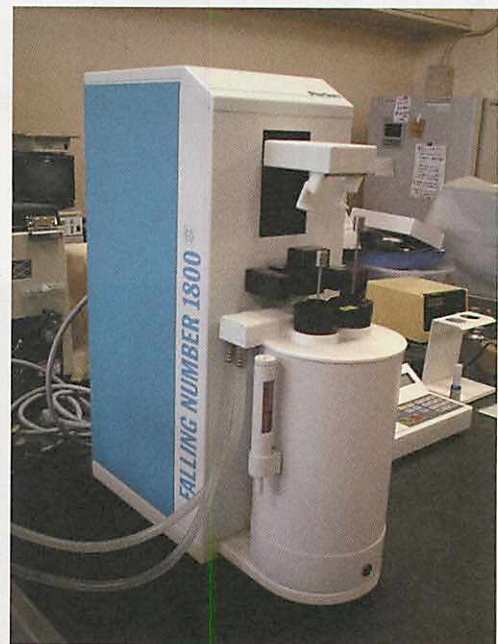
付図1 早播栽培の試験圃場（2000年1月10日）.
左;農林61号（節間伸長期）,
右;イワイノダイチ（分けつ期）.



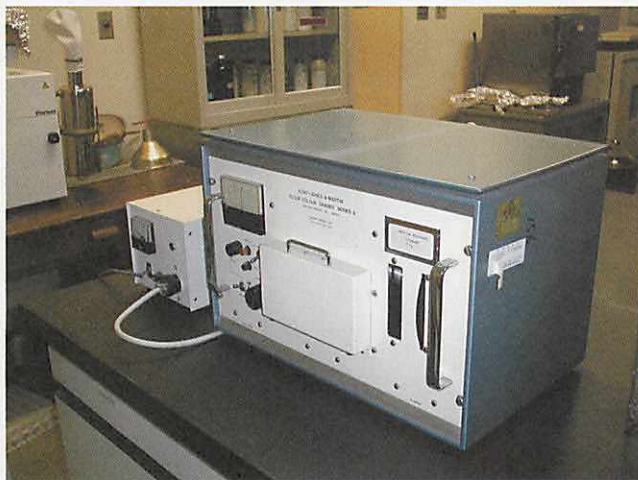
付図2 ブラベンダー小型テストミル
（ブラベンダー社製，ドイツ）.



付図3 ラピッドビスコアナライザー
（NEWPORT SCIENTIFIC社製，オーストラリア）.



付図4 フォーリングナンバー1800型
（フォーリングナンバー社製，スウェーデン）.



付図5 KENT-JONES&MARTIN FLOUR COLOUR
GREADER III (HENRY SIMON社製, イギリス).



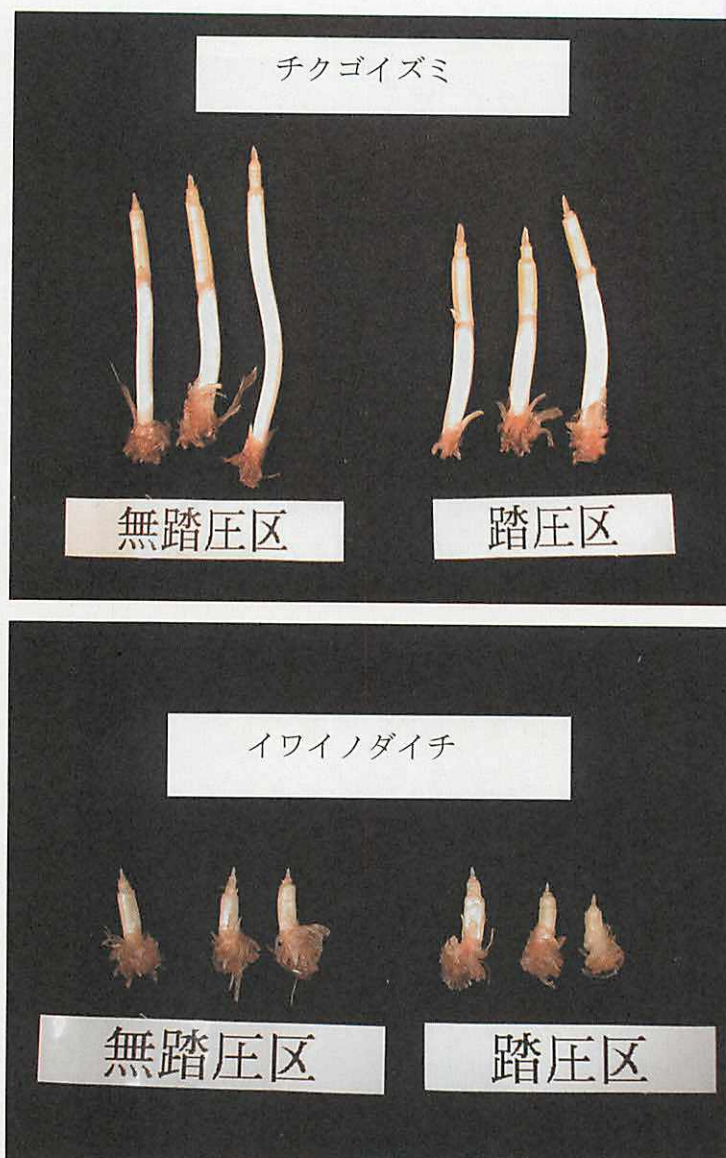
付図7 ブラウエル穀粒計
(藤原製作所, 日本).



付図6 オートアナライザー
(BRAN・LUBBE社製, ドイツ).



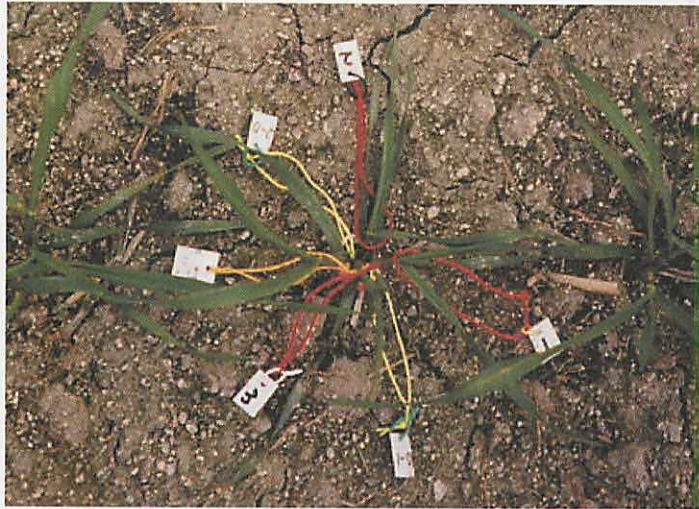
付図8 生産現場における踏圧作業 (福岡県筑紫野市, 2001年 1月30日, 分けつ期).



付図9 品種別の節間長に及ぼす踏圧処理の影響.



付図10 踏圧処理の有無と倒伏程度 (2002年5月26日, 成熟期直前).
品種:イワイノダイチ.



付図11 ナイロン製の糸による分けつの節位別の分類（1999年1月20日）.



付図12 分けつの節位別の出穂調査状況（1999年4月20日）.



付図13 収穫時期別のコンバインによる収穫状況（2002年5月26日）.

福岡県農業総合試験場特別報告
第 21 号

コムギの早播栽培における製粉特性の
改善に関する研究

発 行 平成 16 年 3 月
福岡県農業総合試験場
(福岡県筑紫野市吉木)

著 者 佐 藤 大 和

印刷所 大同印刷株式会社