秋播性コムギの冬期播種栽培に関する研究

荻内 謙吾

目 次

第1章 緒言

第Ⅱ章 既往の研究

- 1. ムギ類の耐寒雪性に関する研究
- 2. コムギの播種期に関する研究
- 3. コムギの作期と加工品質に関する研究
- 4. 播種期と病害防除および雑草防除に関する研究

第Ⅲ章 冬期播種栽培に適した品種の選定と播種法

- 1. 根雪前に播種した秋播性コムギの越冬性に関する品種問題
- 2. 最適な播種期の検討
- 3. 最適な播種量の検討
- 4. 考察

第Ⅳ章 冬期播種栽培における施肥法

- 1. 施肥方法の比較と施肥窒素の残存特性
- 2. 基肥窒素量および窒素追肥が収量・品質に及ぼす影響とその圃場間差異
- 3. 考察

第V章 冬期播種栽培における病害および雑草防除

- 1. 病害防除
- 2. 雜草防除
- 3. 考察

第VI章 冬期播種栽培によるコムギ縞萎縮病の被害 回避

- 1. コムギ縞萎縮病の発病抑止効果
- 2. 発病程度の前歴が異なる圃場における効果
- 3. 栽培法の前歴が異なる圃場における効果
- 4. 薬剤防除法との比較
- 5. 考察

第VII章 冬期播種栽培したコムギの加工品質

- 1. 栽培法の違いが子実の外観品質とアミログラム最高 粘度に及ぼす影響
- 2. 栽培法の違いが加工品質に及ぼす影響
- 3. 考察

第四章 総合考察

1. 冬期播種栽培の意義

- 2. 冬期播種栽培のために解決しなければならない課題
- 3. 冬期播種栽培における高品質安定多収栽培法
- 4. 冬期播種栽培の輪作体系への導入と今後の可能性

第12章 摘要

第X章 引用文献

Summary

第1章 緒言

現在, 我が国のコムギの作付け面積は, 2004 年産で212,600ha である ⁷⁰. 田畑別では, 1970 年代後半までは畑ムギの作付けが多かったが, 1978 年からムギ等の生産を振興する「水田利用再編対策」により田ムギが畑ムギを上回り, さらに1999 年に「水田を中心とした土地利用型農業活性化対策大綱」が策定され, 水田におけるコムギの本格生産が行われてきた. 全国のコムギの平年収量は, 1965 年の10a あたり 255kg から 2000 年には 377kg とこの 35 年間で約 1.5 倍に増加した ⁶⁸.

岩手県において、秋播コムギは水田転作作物としてきわめて重要であり、作付け面積も 2001 年以降急増している. 2004 年現在での作付け面積は 3,900ha であり、水田における作付けは作付け面積全体の 88% (3,440ha) を占めている(図1).一方、岩手県のコムギの10a 当たり収量は 180kgと全国平均の 405kg よりも低く、田畑別にみると畑ムギが224kg(全国平均 509kg)であるのに対し、田ムギは174kg(全国平均 325kg)で畑ムギに比べて低い 70. 低収の主な原因は湿害であり、その割合は田ムギの増加とともに高まり、2004 年産では被害面積全体の 70%にも及ぶ(図1).

岩手県のコムギ栽培は、ほとんど全てが秋播きであり、 岩手県南部におけるコムギの播種適期は10月上中旬である. しかし、播種作業が水稲などの夏作物の収穫作業と競合す ることから、適期播種ができないことが少なくない。10月 上旬以降は気温が低下し、降雨があると圃場が乾きにくい ため、耕起作業が困難なことが多く、排水対策が不十分と なり、コムギの播種作業が遅れがちとなる、このため、湿 害により出芽・苗立率が低下するほか、天候が安定する10 月下旬の播種となることにより、越冬性の低下や凍上害等 の発生から生育・収量が不安定となっている 39. このよう なことから、コムギの春播栽培が検討されてきた経緯があ る. しかし、岩手県におけるコムギの春播栽培は、出穂期 が入梅後となり、成熟期が通常の秋播栽培に比べて 2 週間 以上も遅いため、赤かび病などにより子実品質が大きく低 下し、登熟後期が梅雨の影響をまともに受け低収となる42. また、県内実需者からも春播性品種の需要がない状況にあ り、岩手県におけるコムギの春播栽培は作業競合回避の有 効な対策とはならなかった. 以上のようなことから、既存 の秋播性品種、特に実需者ニーズの高い「ナンブコムギ」

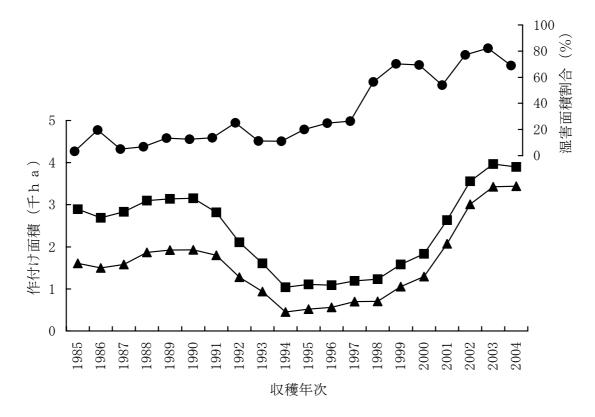


図1 岩手県における秋播コムギ作付け面積と湿害面積割合の推移

作物統計(農林水産省統計部 2005)より引用.

■:全作付け面積, ▲:田における作付け面積. ●:湿害面積割合(湿害による被害面積/作付け面積×100).

を用いて、播種期を水稲収穫後とする遅播き (晩播) の栽培ができるか、が生産現場の切実な要求であった.

秋播栽培では、播種時期が遅くなるほど越冬前の生育量が減少するが、コムギの耐寒雪性は根雪前の可溶性炭水化物の蓄積によって強化されるため、越冬性を高めるためには根雪前の十分な生育量の確保が重要とされる52,115,128³. したがって、通常、秋播性コムギは播種時期が遅くなるほど越冬性が低下し、栄養生長期間の短縮による茎数(穂数)不足や一穂粒数の減少、出穂期の遅れや登熟期間の短縮による千粒重の減少により収量は低下する 16,47³. この対策として、播種量の増加や追肥等があり、これにより収量低下はある程度抑えられるものの、岩手県のような長期積雪(以下、根雪という)期間がある地帯では晩播限界があるとされてきた 88,89³.

北海道では、収量性が低い春播性コムギの増収技術として、根雪前に播種して生育期間を延長することにより多収を得ようとする「初冬播栽培」が行われており、安定生産に貢献している ^{96,120)}. 北海道におけるコムギ春播栽培の播種期は 4 月中下旬が標準となっているが、秋播コムギに比べて生育期間が短い上に、融雪の遅れや圃場の乾燥待ちなどにより播種が遅くなることが多い. このため、十分な栄養生長量が得られず、追肥の効果も低いために収量性が低い ¹²⁰⁾.

一方、春播性コムギは耐寒雪性が弱いため、根雪前に出芽した場合は越冬が不安定であるが、根雪前に出芽しない場合には秋播性程度によらず比較的高い割合で越冬する 5% このような性質を利用し、初冬播栽培は播種期を初冬とすることで生育期間を延長し、栄養生長量を高めることにより収量性の向上を図る技術であり、耐寒雪性の弱い春播性コムギの越冬性をさらに高める工夫により収量の安定化も図られている 98,99,131,132,133 .

このような越冬性の弱い春播性コムギでも、根雪前に出芽しない条件であれば越冬性が高まるということを応用し、本研究では秋播性のコムギを根雪前に播種する栽培技術を開発することにより、上述した水稲との作業競合の解消を図るとともに、水稲後作コムギの生産の安定化を図ることを目的とした。秋播コムギを冬期に播種する研究事例は、積雪のほとんどない西日本ではいくつか報告 13,44 されているが、積雪の多い北東北では越冬性についての報告 46,47 があるのみで、収量安定化や栽培の実用化まで踏み込んだ研究事例は少ない。

そこで、本研究では、先ず秋播性コムギを根雪前の冬期に播種する栽培技術(以下、冬期播種栽培という)において、越冬株率の確保と収量の安定化を図るために、根雪前に播種した秋播性コムギの越冬性を調査し、冬期播種栽培に適した品種の選定と最適な播種法を確立した(第III章).次いで、冬期播種栽培における効率的な施肥法について検討し、多収と高品質を両立させるための窒素の施肥方法や施肥量について明らかにした。さらに、子実タンパク質含有率を制御するための窒素追肥法を確立した(第IV章).続いて、冬期播種栽培における病害防除および雑草防除について検討し、冬期播種栽培に適した防除方法について明ら

かにした(第V章). また,冬期播種栽培がコムギ縞萎縮病の発生におよぼす影響について調査し,冬期播種栽培が本病の発病抑止策として有効であること,薬剤防除法よりもコスト的に優れること,その防除機作について明らかにした(第VI章). 最後に,冬期播種栽培したコムギの加工品質について検討し,アミログラム特性,製粉性,製パン性,製めん性等の加工品質が秋播栽培と同等以上であることを明らかにした(第VII章).

本論文は、日本作物学会紀事 ^{73,76,77,78}、同大会等 ^{74,75} に 発表した成績に、その後の研究成果を加えて総合的に取り まとめたものであり、岩手大学審査学位論文である.

本研究を取りまとめるにあたり、岩手大学農学部教授星 野次汪博士, 同教授黒田榮喜博士, 山形大学教授安藤豊博 士、弘前大学教授杉山修一博士には終始懇篤なるご指導を 賜った。また、岩手県農業研究センター野菜畑作研究室長 及川一也氏, 前岩手県農業研究センター病理昆虫研究室 (現 岩手生物工学研究センター) 勝部和則博士には、コムギ縞 萎縮病の被害回避に関する共同研究者として有益なご助言 とご鞭撻を頂き、論文の校閲を賜った. 岩手県農業研究セ ンター野菜畑作研究室前室長(現大船渡農業改良普及セン ター釜石普及サブセンター長) 作山一夫氏には本研究の播 種法、窒素施肥法に関する共同研究者として、岩手県農業 研究センター野菜畑作研究室高橋昭喜氏には本研究の播種 法に関する共同研究者として、 岩手県農業研究センター病 理昆虫研究室岩舘康哉氏にはコムギ縞萎縮病の被害回避に 関する共同研究者として有益なご助言とご鞭撻をいただい た. 本研究を遂行するにあたり、前東北農業研究センター 作付体系研究室室長(現作物研究所めん用小麦研究チーム 長) 小柳敦史博士, 前東北農業研究センター栽培生理研究 室長(現東北農業研究センター東北水田輪作研究チーム上 席研究員) 吉永悟志氏、岩手県農業研究センター園芸畑作 部前部長佐々木健治氏にはご懇篤なご指導を賜った. 前東 北農業研究センター病害管理研究室(現国際農林水産業研 究センター沖縄支所)大藤泰雄博士にはWYMVの標準株, 抗血清の分譲と、数々のご助言を賜った. 前東北農業研究 センター麦育種研究室のスタッフの方々、白石興産株式会 社のスタッフの方々には加工品質の分析においてご協力頂 いた. 岩手県農業研究センター所長太田義信博士, 岩手県 農業研究センター園芸畑作部長小野田和夫氏には研究遂行 上の配慮とご鞭撻をいただいた. 岩手県農業研究センター 小黒澤清人氏並びに歴代スタッフには、研究遂行にあたり 多大なるご協力を頂いた. ここに記して, 深甚なる感謝の 意を表する.

第Ⅱ章 既往の研究

1. ムギ類の耐寒雪性に関する研究

ムギ類の凍害や雪害に関する研究は、天野3³、平井ら²³、松尾⁵⁸、高松ら¹¹⁰、竹中¹¹¹、富山¹¹⁵ らによって行われている。耐雪性は、植物体中の炭水化物の量や種類の変化との関連でよく議論され、根雪前の炭水化物の蓄積量と積雪下での炭水化物の消費の多少が、融雪後の雪腐病抵抗性の差に関係しているとする報告が多い^{4,23,115,128}、

また、炭水化物の種類も問題となり、雪腐病抵抗性や耐凍性にはフルクタン等の多糖類が重要とされている 1,125,128 中島 61 は、雪腐病抵抗性が誘導されるハードニング処理の上限温度に品種間差があること、初期生育期間が長くなるにつれて抵抗性が増大すること、抵抗性発現に光は必須であるが、制限因子にはならないことを報告している。また、雪腐病の被害を防ぐには、越冬前に十分生育させることが重要とされている 52,115 . 一方、分げつしていない小さい植物体において高い雪腐病抵抗性があったとする報告もある 9,20 .

2. コムギの播種期に関する研究

西日本では、表作水稲の早植化に伴う作業競合の回避や収穫期の降雨による品質の低下を避けるため、秋播コムギを早播きして早期に収穫する栽培研究が古くから行われてきた17,18,19,36,51,55). 伊藤・曾我 36) は、播性の異なる品種を用いて早播き適性を調査し、播性程度の低い暖地春播型品種は播性程度の高い寒地秋播型品種よりも早播きによる早熟効果の高いことを報告している.

一方、播性程度の低い品種を早播きした場合、播性程度の高い品種に比べて、茎立期が早く、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 ³⁷⁾. 収量・品質面では、播性程度III~IVの中間型品種が暖地春播型品種や寒地秋播型品種よりも優れるとされる ³⁶⁾. 播種時期に関しては、標準播種期よりも 2 週間程度の早播きが適するとの報告 ^{36,51)} や、製粉特性から 3 週間程度の早播きが限界とする報告 ⁹⁵⁾ がある.

水稲や大豆,露地野菜等の夏作物とコムギの輪作において,作物の切り替え時における作業競合の回避を目的として,コムギの遅播き (晩播)に関する研究もいくつか報告されている 13,30,44,60,88,89 ,折坂ら 89 は,岩手県におけるコムギの晩播栽培について検討し,標準播種期と同様の栽培条件では,収量や品質から判断して標準播種期よりも 20 日程度遅い時期が晩播の限界とする報告をしている.

また、江口ら¹³⁾ は、播性程度の異なる品種を用いて、中国地方におけるコムギの冬期(12月~2月)の播種について検討し、品種では播性程度の低い早生品種が適すること、12月播種では標準播種期と同様の栽培条件でよいこと、1月と2月播種では播種量の増加と窒素多施用がよいことを明らかにした、北海道では、生育期間の短さによる低収を

克服するために、春播性のコムギを根雪の直前に播き、積雪下で発芽させ融雪と同時に生育を開始させる、いわゆる「初冬播栽培」についての研究が数多くなされている98.99,100,101,102,120,127,130,131,132,133). 初冬播栽培は生育期間が長くなるため、通常の春播栽培よりも穂数や千粒重が増加し、多収となることが報告されている120,131).

一方、春播性コムギは耐寒雪性が劣るため、初冬播栽培による越冬後の出芽個体率は年次(気象条件)による変動が大きい98,130¹. 初冬播栽培で安定的な収量を得るためには、通常の春播栽培における標準的な播種量よりも30%程度播種量を増やす必要があることが報告されている102¹.

3. コムギの作期と加工品質に関する研究

コムギの子実に含まれるタンパク質 (グルテン) やでんぷん (最高粘度) は、コムギ粉製品の食感や作業性等、加工面において重要な役割を果たす ¹³⁴. Kohn and Storrier⁴⁹ は、播種期が遅くなるとコムギの子実タンパク質含有率が高まることを報告しており、佐藤ら ⁹⁵ も、播種期により子実タンパク質含有率が変動することを指摘している。春播性コムギの初冬播栽培は、生育期間の延長による収量の向上のほか、パン用品種に重要な子実タンパク質含有率の増加、ならびに製パン適性の向上が報告されている ^{99,100,101}.

播種時期が遅くなると出穂期、成熟期が遅くなり、外観品質の劣化や、穂発芽によるアミログラム最高粘度の低下が起こりやすいとされる 88,91,117 が、一方で、早播きにより成熟期が早まった場合でも、標準播きに比べて粉の最高粘度が低下したとの報告 95 もある. これらのデンプン粘度の低下は、成熟期前後における遭雨の頻度により大きく変化するものと考えられる.

コムギ粉の色相や製粉性に関して、佐藤ら 95 は秋播性程度の異なる品種を用いた播種時期に関する試験で、粉のタンパク質含有率、色相は播種時期の違いによる影響が認められたものの、製粉歩留や灰分含有率には影響が認められなかったと報告している。収穫時期に関しても、アミログラム最高粘度の低下を引き起こすような遭雨の危険がなければ、遅刈りほど灰分含有率が低下し、製粉歩留が高く、60%粉の品質が向上することが報告されている 29.

4. 播種期と病害防除および雑草防除に関する研究

播種期の変更によるムギ類の病害防除については、数多くの報告がなされている 7.14.25.31,35.43.71.72.121¹. 土壌伝染性ウイルス病害である縞萎縮病は、ウイルスの感染過程が気温の影響を受けるため、播種時期を遅らせる晩播によって本病の発病が軽減される 31.121¹. 縞萎縮病以外の病害で、石井 38¹ は播種期の変更により同一品種でも赤かび病の罹病差がみられることを報告し、Frank et al.14¹ は秋播コムギでは播種が早いほど越冬前のうどんこ病の発病が増えることを報告

している. また, ムギ類さび病について平塚²⁵⁾ は, 適期播種が発病抑制に有効であるとしている.

コムギ秋播栽培における播種期と雑草発生の関係について、今林ら34 は、コムギの播種時期が早いほど雑草の発生が多くなり、特にイネ科雑草の発生が多くなることを報告している。青木・酒井5 は、コムギ連作圃場におけるネズミムギの発生について、標準播種期より30日遅い晩播が防除効果のあることを指摘している。この他、作付体系や耕起時期で制御できる雑草もある6109.116.

第Ⅲ章 冬期播種栽培に適した品種の選定と播種法

秋播性コムギにおいては、一般に播種時期が遅くなるほど越冬株歩合が低下し ⁴⁶, 茎数の減少から収量が低下する ⁴⁴. したがって、秋播性コムギを冬期に播種した場合、収量の低下を最小限に抑えるためには、越冬後の茎数確保が重要である。そこで、本章では、秋播性コムギ 3 品種を供試し、根雪前に播種したコムギの越冬性を明らかにし、冬期播種栽培に適した品種の選定、最適な播種期および播種量を明らかにしようとした.

1. 根雪前に播種した秋播性コムギの越冬性に関する品種問題

本節では、耐寒雪性の異なる秋播性品種を用いて、根雪前に播種した場合の翌春の生存個体率を調査し、越冬性からみた冬期播種栽培に適する品種の選定を行った.

材料と方法

試験は、2003 年播種と2004 年播種の2カ年、岩手県一戸町奥中山の現地圃場(黒ボク土)において実施した。供試品種は、播性程度がIV~Vで耐寒雪性が「やや弱」の「キタカミコムギ」、播性程度がVで耐寒雪性が「強」の「ナン

表 1 翌春の生存個体率の品種別比較

品種名	播種	生存個体率 1)
	年次	(%)
ナンブコムギ	2003	85. 6
	2004	71. 4
コユキコムギ	2003	71. 9
	2004	65. 4
キタカミコムギ	2003	28. 7
	2004	26. 3
分散分析2	2)	*

- 1) 種子消毒は実施せず.
- 2) 分散分析は年次を反復として実施した. *は、5%水準で有意であることを示す.

表2 品種と種子消毒の有無による生存個体率の比較 (2004 年播種)

		(2001	1 1 1 1 1 2
品種名	種子消毒	生存個体率1)	_
	の有無	(%)	
ナンブコムギ	有	83.6	
	無	71. 4	
コユキコムギ	有	85. 9	
	無	65. 4	
キタカミコムギ	有	38. 9	
	無	26. 3	
分散分析 2)	品種	**	
	種子消毒	**	
	交互作用	NS	

¹⁾ イミノクタジン酢酸塩 (25%) 液剤の 10 倍液にて種子消毒を 宝麻 (涂味処理)

ブコムギ」、播性程度がVIで耐寒雪性が「中」の「コユキコムギ」を用いた.播種期は、2003年播種が12月5日、2004年播種が12月3日とし、30cm×130cmの区画内に100粒播種した。2003年播種は種子消毒を実施せず、2004年播種は種子消毒をする区としない区を設けた。種子消毒は、イミノクタジン酢酸塩(25%)液剤の10倍液を用いて、乾燥種子1kg あたり50mlを塗沫処理した。各試験区とも2反復とし、無施肥で実施した。

翌春の根雪期間終了後(2003年播種は2004年4月6日, 2004年播種は2005年4月22日)に、各品種の生存個体率 を調査した。生存個体率は、あらかじめ供試した種子の発 芽率を調査し、出芽個体数/播種粒数×種子の発芽率によ り算出した。

結果

試験年の根雪期間は、2003 年播種が 2004 年 1 月 2 日~ 2004 年 3 月 20 日(79 日間)、2004 年播種が 2004 年 12 月 22 日~2005 年 4 月 7 日(107 日間)であった.

播種翌春の生存個体率を品種別に比較した結果を表 1 に示した. 生存個体率は耐寒雪性の強い品種ほど高く, 2003年播種, 2004年播種それぞれ、「ナンブコムギ」で85,71%,

「コユキコムギ」で71,65%,「キタカミコムギ」では28,26%であった。また、根雪期間の長い2004年播種は、根雪期間の短い2003年播種よりも生存個体率が低くなる傾向がみられた。

品種と種子消毒の有無により生存個体率を比較すると (表 2)、いずれの品種も種子消毒の実施により生存個体率 が有意に上昇した。また、耐寒雪性の弱い「キタカミコム ギ」の生存個体率は、種子消毒により向上したが、いずれ も40%以下で、他の品種より低かった。

なお、いずれの品種も根雪前の出芽はみられず、雪中あるいは根雪終了直後に出芽した.

2. 最適な播種期の検討

本節では、岩手県で最も作付け面積の多い「ナンブコムギ」を冬期に播種した場合に、最も安定した越冬株数が確保できる播種期を明らかにしようとした.

材料と方法

試験は、岩手県北上市の岩手県農業研究センター(以下、岩手農研という)内の表層腐植質黒ボク土の畑圃場(以下、普通畑という)で、2000年播種から2002年播種の3年間にわたり実施した。供試品種は「ナンブコムギ」で、播種期を10月上旬から12月下旬までの5~7水準に設定した。実際の播種日は表3に示した。栽植様式は条間30cm、密条播とした。播種量は、10月上旬が155粒/㎡、10月中旬が215粒/㎡、11月上旬以降は350粒/㎡とした。施肥は以下のとおりとした。すなわち、10月上中旬播種区は、播種

^{2) **,} NS は、それぞれ 1%水準で有意、有意でないことを示す

直前に窒素(N),リン酸(P_2O_5),カリ(K_2O)をそれぞれ 4.0,13.5,10.0g/㎡を基肥として全層施用し,翌春の 3 月 20 日前後(根雪期間終了後)と止葉抽出期に窒素を各 2g/㎡追肥した。11 月上旬以降の播種区では基肥を施用せず,翌春の 3 月 20 日前後にそれぞれ 10.0,33.8,25.0 g/㎡を圃場全面に表面施用し,さらに止葉抽出期に窒素を 4g/㎡追肥した。種子消毒は,前節と同様にイミノクタジン酢酸塩液剤を用いて塗沫処理した(以後の節,章の試験においても同様に実施した)。なお,越冬前の雪腐病対象の殺菌剤散布は全て実施しなかった。試験面積は 14.4 ㎡/区で,2 反復とした。

播種期別に、翌春の生存または出芽個体率、出穂期、成熟期、および成熟期における倒伏程度について調査した。生存または出芽個体率の調査は越冬後の新たな出芽がみられなくなった時期(4月上旬)に行い、播種量に対する翌春の生存個体または出芽した個体の割合で表した。成熟期の判定は、茎葉や穂が黄化し、穂軸や粒は緑色がぬけ、粒には爪跡が僅かにつき、ロウぐらいの固さに達したもの(子実水分含有率は概ね25%)が穂全体の80%を占める日とした(以後、全ての試験において同様に判定した).

この他,越冬直前の葉齢と雪腐病および根雪前に発生した凍上害(霜柱による根の浮き上がり)による被害程度を4月下旬に調査した。また,播種から出芽までの0℃以上の積算平均気温については、岩手農研構内に設置されている露場気象観測装置による測定値を用いて算出した。

12月上旬~下旬に播種した冬期播種栽培と、10月上旬に播種した慣行の秋播栽培について、3カ年の成熟期生育量、収量、収量構成要素、子実の外観品質を調査し、冬期播種栽培と秋播栽培の収量性を比較検討した。生育調査の位置は試験区の対角線方向に2箇所(各2m)とし、収量調査はそれぞれの箇所から3条(3.6 ㎡/区)を刈取りして実施した。なお、生育および収量調査は、「小麦調査基準 第1版」67)に進拠した。

結果

各年次の根雪期間は、2000 年播種が 2000 年 12 月 25 日 ~2001 年 3 月 20 日 (86 日間)、2001 年播種が 2001 年 12 月 15 日~2002 年 3 月 1 日 (77 日間)、2002 年播種が 2002 年 12 月 25 日~2003 年 3 月 16 日 (82 日間)であった。播種期別の出芽期と、翌春の生存または出芽個体率を表 3 に、播種期別の出穂期と成熟期及び倒伏程度を表 4 に示した。11 月上旬までの播種期では根雪前に出芽したが、11 月中旬播種になると根雪前には出芽せず雪中での出芽となり、12 月上旬以降の播種では根雪期間終了後に出芽した。翌春の生存または出芽個体率は、播種期によらず 80%以上となり(表 3)、反復間のばらつきもごく僅かであった。

播種期が遅いほど出穂期、成熟期は遅くなったが、その 差は出穂期で最大6日、成熟期で最大5日であった。梅雨 時期との関係では、慣行の播種期を含む全ての播種期で梅 雨入り後の収穫となった。また、出芽期、出穂期、成熟期

表3 試験年の播種期,出芽期,翌春の生存または出芽個体率(Ⅲ-2	Ш−2,)
----------------------------------	------	---

播種期 (月旬)		播種期 (月. 日))		出芽期 (月. 日)		翌春の生存・出芽 個体率(%) ¹⁾			
()1 H))	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	
10上	10. 5	10. 4	10. 3	_	10. 12	10. 9	_	88	81	
10 中	_	_	10. 18	_	_	10.27	_	_	83	
11上	11. 10	11. 5	11. 5	12. 19	11.24	12. 18	94	83	92	
11中	11.20	11.20	_	雪中	雪中	_	89	96	_	
11下	11.30	_	11. 22	雪中	_	雪中	87	_	92	
12上	_	12. 5	12. 6	_	3. 6	3. 16	_	90	90	
12 中	12.20	_	12. 12	3. 20	_	3. 17	87	_	97	
12下	_	12. 21	12. 24	_	3. 13	3. 19	_	81	93	

¹⁾ 調査は,2000年から順に播種翌年の4月9日,4月2日,4月1日に行い,10上~11下旬播種は生存個体率,12上旬播種以降は出芽個体率である.

表4 播種期別の出穂期,成熟期と倒伏程度

播種期	出穂	期(月.	月)	成熟	期(月.	日)	1	到伏程度	E 1)	
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	
10上	5. 14	5. 9	5. 14	7. 1	7. 3	7. 2	0	3.6	1.0	
10 中	_	_	5. 17	_	_	7. 2	_	_	0	
11上	5. 15	5. 12	5. 20	7. 6	7. 5	7.4	0	3.6	0	
11中	5. 15	5. 12	_	7. 7	7. 5	_	0	0	_	
11下	5. 16	_	5. 19	7. 8	_	7.4	0	_	0	
12上	_	5. 13	5. 18	_	7. 7	7.5	_	0	0	
12 中	5. 16	_	5. 20	7. 8	_	7.5	0	_	0	
12下	_	5. 14	5. 20		7. 8	7. 6		0	0	

¹⁾ 倒伏程度は成熟期における倒伏で、0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚とした.

²⁾ 各年の梅雨入り(梅雨明け)は、2000年から順に播種翌年の6月6日(特定せず)、

⁶月11日 (7月25日), 6月12日 (特定せず) であった.

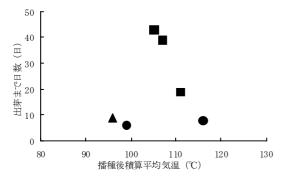


図2 播種後積算平均気温と出芽まで日数の関係 (2000~2002年播種)

●:10月上旬播種, ▲:10月中旬播種, ■:11月上旬播種. 播種後積算平均気温は,播種から出芽までの0℃以上の平均 気温を積算した.



図3 11月上旬に播種したコムギの 凍上害による被害の様子(2003年4月28日)

の反復間での差はなかった. 倒伏は 10 月上旬播種で多く, 11 月上旬播種までは倒伏がみられたが, それ以降の播種期 では各年次とも倒伏はみられなかった (表 4).

根雪前に出芽のみられた 10 月上旬から 11 月上旬播種について,播種から出芽までの0℃以上の積算平均気温と出芽まで日数の関係をみると (図 2),播種期が遅い 11 月上旬播種では出芽までに要する日数は長かったが、いずれの播種期も出芽に要する 0℃以上の積算平均気温は $95\sim115$ ℃の範囲にあった。

表5には、2002年播種の播種期別の雪腐病の発生程度および凍上害による枯死株率を示した。11月上旬播種までの試験区が根雪前に出芽したが、どの播種期も雪腐病の発生は認められず、また翌春の生存または出芽個体率も80%以上(表3)であった。凍上害による枯死株は、10月中旬播種ではほとんど認められなかったが、11月上旬播種では多かった(図3)。根雪前に出芽しなかった11月下旬以降の播種では、10月中旬播種と同様に枯死株が少なかった(表5)。また、他の試験年においても、2002年と同様に播種期にかかわりなく雪腐病の発生は認められなかった。

12 月上旬~下旬播種の区(冬期播種栽培)と10 月上旬播種の区(秋播栽培)における生育の様子を図4に,生育量・収量特性の3カ年の平均値を表6に示した。冬期播種栽培の成熟期の生育量は,秋播栽培に比べて稈長と穂長が短く,一穂粒数も少なく有意な差がみられた。千粒重は秋播栽培よりも小さいものの,有意差はなかった。一方,冬

表5 雪腐病の発生程度と凍上害による枯死株率の比較 (2002 年採種)

			(2002 一)田(王/
	2002年	20	03年
調査日	12月24日	3月25日	4月28日
	葉齢	雪腐病	枯死株率
播種期	(葉)	の有無	(%)
10月中旬	3. 0	無	0. 1
11 月上旬	1.0	無	5. 1
11月下旬	出芽せず	無	0.4
12月上旬	出芽せず	無	0

期播種栽培の最高分げつ期の分げつ数は株あたり 0.7 本と 秋播栽培よりも少なかったが、有効茎歩合が 98%と高く、 穂数は秋播栽培を上回った。また、子実収量は 379g/㎡と なり、秋播対比 95%で有意な差はみられなかった。品質面 をみると、外観品質は冬期播種栽培で僅かに劣る傾向がみ られたものの、検査等級は同等であった。

3. 最適な播種量の検討

秋播性コムギは、播種期が遅くなるにつれて生育日数が 短縮するため、穂数が減少し、子実収量も低下する ^{21,88}. 本節では、「ナンブコムギ」を冬期播種栽培した場合に、安 定的な子実収量を確保するための最適播種量を明らかにし ようとした.

材料と方法

試験は、岩手農研の圃場(表層腐植質黒ボク土、普通畑)で、1997 年播種から 2001 年播種にかけて実施した。供試品種は「ナンブコムギ」を用い、播種量は、1997 年播種と1998 年播種が 250 粒/㎡、1999 年播種が 150 粒/㎡、2000 年播種が 300、350、400 粒/㎡、2001 年播種が 200、250、300、350、400、450 粒/㎡とした。播種期は、1997 年播種が 12 月 16 日、1998 年播種が 12 月 24 日、1999 年播種が 12 月 27 日、2000 年播種が 12 月 1日(播種量 350 粒/㎡のみ)と 12 月 20 日、2001 年播種が 12 月 5 日(播種量 350、400 粒/㎡のみ)と 12 月 21 日とした。栽植様式、施肥時期、施肥量、試験規模、反復数、生育・収量調査の実施方法は、前節と同じである。

結果

1997年~2001年に、12月上旬~下旬に播種した場合における播種量と出芽個体数及び収量関連形質との関係を図5に示した。出芽個体率は年次によってやや異なり、2001年12月5日および12月21日播種の播種量400粒/㎡ではそれぞれ71%と78%のやや低い値を示したが、この他の年次あるいは播種期ではいずれの播種量でも80%以上の値を示した。このため、出芽個体数は播種量の増加とともに有意に増加した。播種量と穂数にも高い相関関係がみられ、播種量を増やすと穂数は直線的に増加した。穂長は播種量の増加とともに短くなる傾向があり、一穂粒数は播種量が増加すると有意ではないが少なくなる傾向がみられた。千粒重に関しては、播種量との間に一定の傾向はみられなか

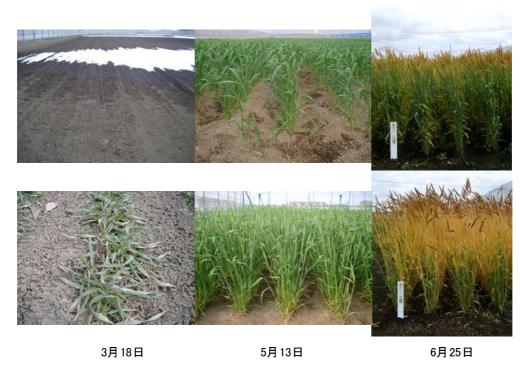


図4 冬期播種栽培コムギの越冬後の生育状況 上段:冬期播種栽培,下段:秋播栽培.

表6 冬期播種栽培と秋播栽培の生育及び収量構成要素の比較(2000~2002年播種平均)

栽培法1)	最高	稈長	穂長	穂数	有効	一穂	千粒重	子実重	秋播	外観
	分げ				茎歩	粒数			対比	品質2)
	つ数				合					
	(本/株)	(cm)	(cm)	(本/m²)	(%)	(粒)	(g)	(g/m^2)	(%)	
冬期	0.7	71	7.6	518	98	19.9	41.2	379	95	3.7(1.7)
秋播	6.4	92	9.9	341	37	29.8	44. 2	400	100	3. 3 (1. 7)
有意差3)	*	**	*	NS	**	*	NS	NS	NS	NS

- 1) 冬期: 冬期播種栽培、秋播: 秋播栽培. 冬期は12月上旬~下旬播種、秋播は10月上旬に播種した試験区の平均値.
- 2) 外観品質は、1:上上、2:上下、3:中上、4:中中、5:中下、6:下の6段階で評価 () 内の数値は岩手農政事務所調べによる検査等級
- 3) 有意差検定は年次を反復として実施した(対応のある t 検定)。**, *, NS は、それぞれ 1%水準で有意差がある、5%水準で有意差がある、有意差がないことを示す。

った.子実収量は、播種量と有意な正の相関関係があり、播種量の増加とともに子実収量も大きく増加した.しかし、播種量 350 粒/㎡以上では増加が緩やかとなる傾向であった.

4. 考察

耐寒雪性を異にする秋播性コムギを根雪前に播種した試験結果(表1,表2)から、耐寒雪性の強い品種ほど播種翌春の生存個体率が高く、耐寒雪性の弱い品種は種子消毒を実施しても生存個体率はさほど改善しないことが明らかとなった.

瀧島 ¹¹²⁾ は、耐雪性の異なるコムギを秋播栽培した場合、耐雪性の弱い品種の早播きは越冬茎率が著しく低いが、根雪直前に出芽する時期の播種(極晩播)では越冬茎率が高まることを報告している。彼は、これを胚乳養分の影響によるものとしているが、吉田ら ¹²⁷⁾ も同様の試験で種子中の貯蔵養分が越冬性に大きく関与することを指摘している。

しかし、このような場合でも、上述した瀧島 112) の報告に

よれば、耐雪性の弱い品種の越冬茎率は耐雪性の強い品種には比較にならないほど低い。本試験では、いずれの品種も種子消毒の有無によらず雪腐病の発生はみられなかったが、耐寒雪性の弱い「キタカミコムギ」では生存個体率が極端に低かったことから、1葉期に満たない、つまり胚乳養分が十分に残存している時期の播種とはいえ、根雪前の播種には「ナンブコムギ」のような耐寒雪性の強い品種の利用が好ましいと考えられる。

また,「ナンブコムギ」では種子消毒をしない場合でも生存個体率は70%以上と高かった(表2)が,イミノクタジン酢酸塩(25%)液剤による種子消毒の実施により生存個体率が有意に高まったことから,秋播性コムギを根雪前の冬期に播種する場合は種子消毒の実施が望ましいと考えられる.

播種期を段階的に変えた第2節の試験では、供試した全ての播種期において翌春の生存または出芽個体率が80%以上となり、根雪前に出芽しない12月の播種でも積雪下で越冬し、正常に出芽した(表3). コムギの耐寒性は胚乳消尽

期である2~3葉期頃に最も低下し、それより小さい時期に積雪下となった場合には種子中の養分を利用して越冬することが知られている53,112,127¹が、耐寒雪性が「強」の「ナンブコムギ」は、越冬前の葉齢によらず越冬性が高いことが明らかとなった。

また、12 月播種では越冬後の出芽個体に雪腐病の発病は 認められなかった。一方、秋播栽培では、霜柱による凍上 害(根上がりによる物理的障害)が根雪前にしばしばみら れ、播種期が遅れるほど被害の程度が著しくなり、収量低 下の要因ともなっている 65,126 本試験の結果から、播種か ら出芽までには 0℃以上の積算平均気温で 95~115℃を要 したが (図2), 根雪前に出芽した11月上旬播種では、正常 に越冬したにもかかわらず凍上害による枯死株率が高かっ た (表 5). これは越冬直前の葉齢が 1.0 葉と小さく、十分 な根張りが確保されなかったために凍上害が起きたためと 考えられるが、11 月下旬以降の播種では根雪前に出芽せず 雪中または越冬後に出芽し、出芽後も凍上害の発生がみら れなかった. 11 月上旬播種の被害程度は枯死株率が 5.1% であり、数値的には穂数に与える影響は大きくはなかった が、岩手県のように頻繁に霜柱が発生する地域では根雪前 に出芽することの不安定性を示す結果といえる.

したがって、安定的な苗立ちを確保するためには、冬期播種栽培の播種期は根雪前に出芽しない時期、すなわち例年の根雪始め(岩手県では12月下旬)からさかのぼって0℃以上の積算平均気温が95℃以下の期間が適当と考えられる。この境界の時期は岩手県では概ね11月下旬であるが、根雪始めは年次変動があり予測が困難なことから、より安全な播種期としては12月上旬から12月下旬が妥当と考えられる。これにより、水稲やダイズ収穫後にコムギを作付けする際の排水対策の実施にゆとりができること、麦踏みや雪腐病防除が省略できること等、作業面でのメリットは大きいと考えられる。

冬期播種栽培と秋播栽培の収量特性を比較すると(表6), 冬期播種栽培の稈長と穂長は秋播栽培よりも有意に小さく, 収量構成要素も穂数を除いて秋播栽培を下回った.一般に 秋播コムギでは晩播により稈長,穂長等の生育量が小さく なり減収する ^{24,129)}が,一穂粒数や千粒重には差異はなく, 収量の低下は主として穂数の減少による ⁸⁸ ところが大きい. 本試験の冬期播種栽培では,秋播栽培に比べて播種量を 2 倍以上に増やし穂数の低下を補おうとしたところ,播種量 が多いために株あたりの分げつ数は秋播栽培の約 9 分の 1 と少なくなったものの,㎡あたり個体数が多いこととあわ せて有効茎歩合が 90%以上と高くなったため,秋播栽培と の収量差は5%とごく小さいものとなった.

桃谷ら 60 は、「ナンブコムギ」を用いた晩播栽培試験で、越冬前の葉齢が 4 葉程度の場合、越冬前の茎数が多いほど越冬茎率と有効茎歩合が低下し、慣行の秋播栽培並みの収量 (400g/㎡)を確保するには 480 粒/㎡の播種量が必要と報告している。本試験でこれより少ない 350 粒/㎡の播種量で慣行の秋播栽培並の収量を上げたことは、根雪前に出芽せずに越冬後から生育を開始させることの有利性を示すものといえる。

品質面では、外観品質には冬期播種栽培と秋播栽培で大差がなく、検査等級でも1~2等を確保していた。折坂ら80の「ナンブコムギ」を用いた試験では、晩播につれて粒色と粒張りが劣り外観品質が低下すると報告されており、本試験の結果と異なるが、本試験とは播種量や施肥量、施肥時期が大きく異なることや播種時期が11月下旬とやや早いことから、分げつ発生量や生育進度に相違があったものと考えられる。

このことから、生育量に対応した施肥量や施肥時期についての検討が必要と考えられるが、このことについては第IV章で述べる。3年間の試験において、冬期播種栽培は少なくとも「赤かび粒」や「黒かび粒」、および「穂発芽粒」等の発生は秋播区と差がなかったことから、成熟期が3~7日遅くなったものの(表4)、遭雨による外観品質への影響(雨害)は小さかったものと考えられた。

最適な播種量について検討した第3節の結果 (図5)では、 穂数は播種量と高い正の相関関係を示し、播種量の増加により穂数が増加し、子実収量は播種量 350 粒/㎡前後までは明らかに増加した。下野 104 は、秋播コムギの子実収量について、 $111\sim700$ 粒/㎡の播種量間に収量差は認められなかったと報告している。

また、桐原48 は、苗立本数が250本/㎡前後までは収量が増加するが、これより苗立本数が多くなると収量が低下すると述べている。これは、播種量の増加に伴い穂数は増加するが、反対に一穂粒数と千粒重が減少するためである。すなわち、慣行の秋播栽培では、播種量を増加させること

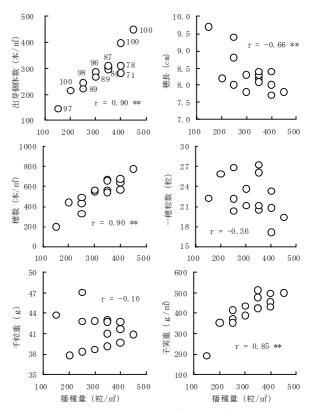


図5 播種量と出芽個体数及び収量関連形質の関係 左上の図中の数値は出芽個体率(%)を示す. **は1%水準で有意であることを示す.

の収量に対する影響の程度には限度があり、必ずしも増収 につながらないことを意味する.

また、慣行の秋播栽培では分げつ期間が長いため、播種量の増加により無効分げつが増えることも要因となろう ⁴⁵. 一方、冬期播種栽培では分げつ期間が短いため、慣行の秋播栽培に比べると分げつ数が少なくなることから、播種量の増加による穂数の増加、またそれによる子実収量の増加効果が大きい(図 5).

沢口・佐藤 102 は、春播コムギの初冬播栽培において、播種量を増やしても増収効果は認められなかったと報告している。その要因として、穂数が増加しても穂長が短くなり千粒重が低下するためとしているが、本試験の結果では播種量の増加による千粒重の低下はみられず、春播コムギとの違いがみられた。とはいえ、密植により穂長が短くなり粒数増加は緩やかとなり、収量増加も慣行の秋播栽培と同様に限界がみられた。「ナンブコムギ」の耐倒伏性は「弱」であるため、慣行の秋播栽培では倒伏回避と収量確保の兼ね合いから、播種量は 140 粒/㎡(播種重量で 6g/㎡)程度である。

しかし、本試験の冬期播種ではどの播種量においても倒伏はみられなかったことから、安定的に収量を確保する意味からも播種量は最高収量が得られる 350 粒/㎡ (千粒重 43g 換算の播種重量で 15g/㎡) が妥当と考えられた.

以上,秋播性コムギを根雪前に播種する冬期播種栽培について,品種の面では「ナンブコムギ」のような耐寒雪性の強い品種が適すること,岩手県における播種適期は12月上旬~下旬であること,最適播種量は350粒/㎡であることを明らかにしたが,さらに安定した収量を確保するためには施肥法の改善が必要と考えられる.

第Ⅳ章 冬期播種栽培における施肥法

コムギ秋播栽培においては、倒伏させずに多収を得るためには窒素の施肥量、施肥時期、施肥方法が重要な要素となる ^{13,86,106}. 本研究の秋播性コムギの冬期播種栽培では、慣行の秋播栽培と比べると出芽から成熟期までの生育期間は根雪期間も含め 40%程度とごく短くなる(第Ⅲ章). したがって、短期間で十分な栄養生長量を確保する必要があり、効率的な施肥が重要になると考えられる. また、子実タンパク質含有率には、用途別(日本めん用、パン・中華めん用)に適した範囲があり、加工品質を低下させないためにも子実タンパク質含有率を適正な範囲に制御することが重要である.

そこで、本章では秋播性コムギの冬期播種栽培において、 多収と高品質を両立させるための施肥法、特に窒素施肥法 について検討し、さらに子実タンパク質含有率の制御につ いても併せて検討した.

1. 施肥方法の比較と施肥窒素の残存特性

冬期播種栽培では生育の開始が越冬後となるため、越冬前にはコムギによる肥料成分の利用がない. そこで、本節では越冬後のコムギによる肥料成分の速やかな利用を図るため、肥料の施用時期や施用位置といった施肥方法について検討した. また、施肥窒素の土壌中での残存特性についてもあわせて調査した.

材料と方法

試験は、岩手農研内の普通畑(表層腐植質黒ボク土)で、 2001年播種と2002年播種の2カ年実施した.供試品種は、 「ナンブコムギ」を用いた.

冬期播種栽培の窒素施肥法として,播種と同時に基肥として土中に側条施肥する方法(以下,播種時施肥という)と,根雪期間が終了した融雪期に圃場全面に表面施肥する方法(以下,融雪期施肥という)について検討した.

播種時施肥の区は、基肥窒素 (N) を播種条の脇 2~3cm、

深さ 2~3cm の土中に播種と同時に施肥幅約 5cm で側条施用した. 融雪期施肥の区は基肥窒素を施用せず、融雪期の出芽後間もない時期(2001年播種は2002年3月19日,2002年播種は2003年3月25日)に窒素を表面施用した. 播種時施肥区、融雪期施肥区ともに窒素の施用量は2カ年とも10g/㎡とした. リン酸(P2O5),カリ(K2O)はどの区もそれぞれ16.9,12.5g/㎡を、播種時または融雪期の窒素施肥と同時に施用した. 慣行の秋播栽培では、播種直前に窒素、リン酸、カリをそれぞれ4.0,13.5,10.0g/㎡を基肥として全層施用し、融雪期(2001年播種は2002年3月14日,2002年播種は2003年3月14日,2002年播種は2003年5月1日,2002年播種は2003年5月7日)に窒素を各2g/㎡追肥した. なお、窒素肥料は、播種時施肥、融雪期施肥、ならびに秋播栽培の播種時が窒素成分8%の化成肥料を使用し、追肥には硫安を使用した.

播種期は, 冬期播種栽培が 2001 年播種から順に 2001 年 12 月 21 日, 2002 年 12 月 12 日とし, 秋播栽培は 2001 年 10 月 4 日, 2002 年 10 月 3 日とした. 播種量は, 冬期播種栽培が 350 粒/㎡, 秋播栽培は 150 粒/㎡とし, 栽植様式は条間 30cm の密条播とした. 試験面積は 14.4 ㎡/区, 2 反復で実施し, 生育調査の位置は試験区の対角線方向に 2箇所(各 2m, 1箇所あたり 20個体調査)とし, 収量調査はそれぞれの箇所から 3条(3.6㎡/区)を刈取りして実施した

各試験区の生育ステージ、翌春の出芽個体率(秋播栽培は生存個体率)、生育量、収量関連形質、子実収量、および品質について比較検討した。出芽個体率の調査は、越冬後の新たな出芽がみられなくなった時期(4月上旬)に行い、播種量に対する出芽した個体(秋播栽培は生存している個体)の割合で表した。また、2002年播種については、成熟期の地上部窒素量及び見かけの施肥窒素利用率と、越冬後(2003年3月24日)における土壌中の層位別の無機態窒素量を調査(調査位置は施肥直上)した。見かけの施肥窒

表7 栽培法および窒素施用時期別の生育ステージ、出芽個体率および5月7日の生育量

播種	栽培法1)	出芽期	出芽	出穂期	成熟期	5,	月7日の生	上育量	
年次	(施肥時期)		個体			草丈	茎数	地上部	
			率2)					乾物重	
		(月.日)	(%)	(月. 日)	(月. 日)	(cm)	(\pm/m^2)	(g/m^2)	
	冬期(播種時)	3. 13	99	5. 17	7. 8	49.2 b	449 a	161 a	
2001	冬期(融雪期)	3. 13	99	5. 14	7. 8	48.3 b	410 a	158 a	
	秋播	10. 12	88	5. 9	7. 3	76.2 a	374 a	_	
	冬期(播種時)	3. 17	93	5. 20	7. 5	38.9 b	467 a	115 b	
2002	冬期(融雪期)	3. 17	95	5. 19	7. 5	36.4 b	$380 \ a$	69 c	
	秋播	10. 9	81	5. 14	7. 2	55.9 a	337 a	293 a	

- 1) 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.
- 2) 出芽個体率 (秋播は生存個体率) の調査は、2001 年播種は2002 年4月2日、2002 年播種は2003 年4月1日に実施した。
- 3) 数値横のアルファベットは、Tukey の多重検定 (n=4) により同一文字間に危険率 1%で有意差のないことを示す、有意差検定は年次別に実施した。 ーはデータなし

播種 年次	栽培法 1) (施肥時期)	全重	稈長	穂長	穂数	千粒重	子実重	同左 対比	外観 品質	倒伏 程度
		(g/m^2)	(cm)	(cm)	(\pm/m^2)	(g)	(g/m^2)	(%)	2)	3)
	冬期(播種時)	1141 a	81 a	8.4 b	626 a	39.4 b	537 a	112	3.5 a	0 b
2001	冬期(融雪期)	1053 a	79 a	8.1 b	644 a	40.9 b	512 a	107	4.0 a	0 b
	秋播	1177 a	99 a	10.3 a	364 b	48.0 a	479 a	100	3.0 a	3.6 a
	冬期(播種時)	695 a	75 b	7.8 b	395 a	41.7 a	342 a	103	3.5 a	0 a
2002	冬期(融雪期)	501 c	63 c	6.6 c	387 a	42.2 a	254 b	76	4.0 a	0 a
	秋播	847 a	87 a	9.7 a	323 a	40.9 a	333 a	100	3.5 a	1.0 a

表8 栽培法および窒素施用時期別の生育、収量構成要素、子実収量および品質

- 1) 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.
- 2) 外観品質は,整粒歩合,粒揃い,検査等級から総合的に判断し,1:上上,2:上下,3:中上,4:中中,5:中下,6:下の6段階で表し平均した.
- 3) 倒伏程度は成熟期における倒伏で、0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚とした.
- 4) 数値横のアルファベットは、Tukey の多重検定 (n=4) により同一文字間に危険率 1%で有意差のないことを示す。有意差検定は年次別に 実施した。

素利用率は、窒素のみ施用しない無窒素区を設け、(成熟期の各施肥試験区の地上部窒素量ー無窒素区の地上部窒素量)/窒素施用量から算出した.無窒素区の播種期、播種量、栽植様式およびリン酸、カリの施用は、他の施肥試験区と同様に行った.地上部窒素量は、ケルダール法により地上部の窒素濃度を測定し、これに地上部乾物重を乗じて算出した.

結果

各年次の根雪期間は、2001年播種が2001年12月15日 ~2002年3月1日(77日間)、2002年播種が2002年12月25日~2003年3月16日(82日間)であった。各年次の気象および生育の概況は、2001年播種においては越冬後の3月上旬から平均気温が平年よりも高く、降水量も多く経過し、越冬後の分げつ発生は平年より多かった。2002年播種においては、越冬後の3月中旬から4月中旬にかけて平均気温は平年並みで経過したものの、降水量が少なく乾燥傾向で、越冬後の分げつが確保しにくい状況であった。2001年播種は穂数や一穂粒数が多く多収年となり、2002年播種は穂数や一穂粒数が少なく低収年となった。

年次別・処理別の生育ステージ、出芽個体率および5月7日の生育量を表7に示した. 冬期播種栽培の出芽期には施肥法による差は認められず、いずれの年次も3月中旬に出芽した. 出芽個体率は、秋播栽培を除くといずれの区も90%以上と高く、施肥法による差も認められなかった. 出穂期は、播種時施肥が融雪期施肥よりも1~3日遅くなったが、成熟期は同等であった. なお、秋播栽培との成熟期の差は最大で5日であった. 冬期播種栽培における5月7日の生育量には施肥法による有意差が認められなかったものの、草丈、茎数、地上部乾物重ともに播種時施肥が融雪期施肥よりも多い傾向であった. なお、調査を行った5月7日は、冬期播種栽培では出芽後51~55日目であり、全生育期間(110~117日)の前半(栄養生長期)の生育量を示す時期である.

成熟期生育量、収量構成要素、子実収量および品質の結果を表 8 に示した。全重は、播種時施肥が融雪期施肥よりも重い傾向を示し、さらに秋播栽培がこれらを上回った。

冬期播種栽培の稈長, 穂長は, 2 カ年とも秋播栽培と比較すると有意に短く, 冬期播種栽培の施肥法間では播種時施肥が融雪期施肥より長い傾向であった. 穂数には施肥法による差がみられなかったが, いずれの区も秋播栽培を上回った. 千粒重も施肥法による差はみられなかったが, 2001年播種では秋播栽培が冬期播種栽培よりも有意に重かった.

子実収量は、播種時施肥が融雪期施肥よりも多収傾向を示し、特に低収年の2002年播種が顕著であった。 秋播栽培では両年とも倒伏がみられ、特に多収年の2001年播種が多かったが、冬期播種栽培ではどの区も倒伏はみられなかっ

表9 成熟期の地上部窒素量と見かけの施肥窒素利用率 の比較(2002年播種)

栽培法1)	地上部	見かけの	
(施肥時期)	窒素量	施肥窒素	
		利用率2)	
	(g/m^2)	(%)	
冬期 (播種時)	20.8 ± 0.5	100.0 \pm 3.6	
冬期 (融雪期)	14.3 ± 0.6	73.7 ± 4.6	

- 冬期:冬期播種栽培.
- 2) 見かけの施肥窒素利用率は、(成熟期の各施肥試験区の地上部 窒素量ー無窒素区の地上部窒素量)/窒素施用量×100 から算出し た.
- 3) ±は標準誤差 (n= 4).

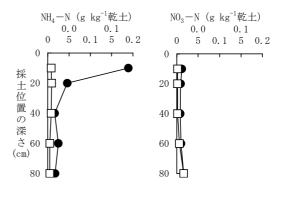


図6 播種時施肥区および融雪期施肥区における 越冬後の土壌中の層位別無機態窒素量(2002年播種)

●:播種時施肥区、□:融雪期施肥区、融雪期施肥区は施肥前日の土壌を調査.調査日は2003年3月24日.

た. 子実の外観品質は、いずれの年も播種時施肥が融雪期 施肥をやや上回る傾向であった.

表9に、2002年播種における成熟期の地上部窒素量、見かけの施肥窒素利用率を示した. 地上部窒素量は播種時施肥が融雪期施肥よりも多く、見かけの施肥窒素利用率も播種時施肥が高かった.

図 6 に、播種時施肥区および融雪期施肥区の越冬後 (3 月 24 日)の層位別に調べた土壌中の無機態窒素量を示した. 調査は融雪期施肥区の施肥前日であり、融雪期施肥区では無機態窒素はほとんど存在していなかった. 播種時施肥区の無機態窒素はアンモニア態窒素が主体であり、ほとんどが深さ 20cm より浅い層に存在していた. 硝酸態窒素は融雪期施肥区同様どの層位にもほとんど存在していなかった.

2. 基肥窒素量および窒素追肥が収量・品質に及ぼす 影響とその圃場間差異

冬期播種栽培は、基肥窒素施用時の気象条件や生育の開始時期が秋播栽培とは異なり、基肥窒素量がコムギの生育や品質に及ぼす影響も秋播栽培とは異なるものと考えられる。本節では冬期播種栽培において、生育・収量安定化のための最適な基肥窒素量、および用途別に適した子実タンパク質含有率を確保するための窒素追肥法について検討するとともに、その圃場間差異(水田圃場および畑圃場)についても明らかにしようとした。

材料と方法

試験は、岩手農研の圃場で2002年播種、2004年播種および2005年播種の3カ年実施した.供試した圃場は、2002年播種が表層腐植質黒ボク土の普通畑で、2004年播種、2005年播種が普通畑および表層腐植質多湿黒ボク土の水田転換初年目圃場(以下、転換畑という)である.供試品種は、「ナンブコムギ」を用いた.試験区は、冬期播種栽培の区および比較として秋播栽培の区を設置した.

冬期播種栽培は、基肥として 2002 年播種が窒素 6, 8, 10g/㎡, 2004 年播種が窒素 8, 10, 12g/㎡, 2005 年播種が窒素 9g/㎡を、播種と同時に側条施用した。2004 年播種の基肥 8g/㎡区と 2005 年播種は、それぞれ穂揃期に窒素を 2 ないし 4g/㎡追肥する区と追肥しない区を設けた。リン酸、カリは基肥としてそれぞれ 16.9, 12.5 g/㎡を窒素施肥と同時に施用した。秋播栽培では、播種直前に窒素、リン酸、カリをそれぞれ 4.0 (2005 年播種の転換畑のみ 5.5)、13.5、10.0g/㎡を基肥として全層施用し、融雪期(2003年3月25日、2005年3月29日、2006年3月22日)と止葉抽出期(2003年5月7日、2005年5月13日、2006年5月10日)に窒素を各 2g/㎡追肥した。なお、基肥の窒素肥料は、冬期播種栽培が窒素成分 14%、秋播栽培が窒素成分 8%の化成肥料を使用した。追肥の窒素肥料はいずれも硫安を使用した。

播種期は、冬期播種栽培の普通畑が2002年12月12日、

表 10 栽培法および窒素施用時期・施用量別の生育ステージ(IV-2)

播種	圃場	栽	涪法	窒素施用	月量 (g/m²)	出芽期	出穂期	開花期	成熟期
年次	種類			基肥	穂揃期	(月. 日)	(月. 日)	(月. 日)	(月.日)
				6	0	3. 17	5. 20	5. 28	7. 4
2002	普通畑	冬	期	8	0	3. 17	5. 20	5. 28	7. 5
				10	0	3. 17	5. 20	5. 28	7. 5
		秋	播	4	0	10. 9	5. 14	5. 23	7. 2
				8	0	雪中	5. 25	6. 3	7. 9
				8	2	雪中	5. 25	6. 3	7. 9
	普通畑	冬	期	8	4	雪中	5. 25	6. 3	7. 9
				10	0	雪中	5. 25	6. 3	7. 9
				12	0	雪中	5. 25	6. 3	7. 9
2004		秋	播	4	0	10. 14	5. 22	5. 31	7. 6
				8	0	雪中	5. 25	6. 2	7. 9
				8	2	雪中	5. 25	6. 2	7. 9
	転換畑	冬	期	8	4	雪中	5. 25	6. 2	7. 9
				10	0	雪中	5. 25	6. 2	7. 9
				12	0	雪中	5. 25	6. 2	7. 9
		秋	播	4	0	11. 7	5. 22	5. 31	7. 6
				9	0	3. 12	5. 24	6. 1	7. 10
	普通畑	冬	期	9	2	3. 12	5. 24	6. 1	7. 10
				9	4	3. 12	5. 24	6. 1	7. 10
2005		秋	播	4	0	10. 9	5. 19	5. 27	7. 4
_				9	0	3. 7	5. 24	6. 2	7. 10
	転換畑	冬	期	9	2	3. 7	5. 24	6. 2	7. 10
				9	4	3. 7	5. 24	6. 2	7. 10
		秋	播	5. 5	0	10. 20	5. 20	5. 28	7. 5

冬期:冬期播種栽培,秋播:秋播栽培.

2004年12月9日,2005年12月6日,冬期播種栽培の転換畑が2004年12月7日,2005年12月6日とし,秋播栽培の普通畑が2002年10月3日,2004年10月7日,2005年10月3日,秋播栽培の転換畑が2004年10月29日,2005年10月13日とした.播種量は,冬期播種栽培が350粒/㎡,秋播栽培の普通畑が140粒/㎡,秋播栽培の転換畑が180粒/㎡とした.試験規模は2002年播種が14.4㎡/区の2反復,2004年播種と2005年播種が8.4㎡/区の3反復乱塊法で実施した.生育調査の位置は,2002年播種が1試験区あたり2箇所,2004年播種が1試験区あたり1箇所(各2m,1箇所あたり20個体調査)とし、収量調査はそれぞれの箇所から3条を刈取りして実施した.

各試験区の生育ステージ、成熟期生育量、収量関連形質、子実収量、外観品質および子実全体(原粒)のタンパク質含有率について比較検討した。生育および収量調査の実施方法は第Ⅲ章・2 と同様である。また、原粒のタンパク質含有率は、ケルダール法により子実全体の窒素濃度を測定し、タンパク換算係数 5.83 を乗じて、13.5%水分換算で算出した。

結果

各年次の根雪期間は、2002 年播種が 2002 年 12 月 25 日 \sim 2003 年 3 月 16 日 (82 日間)、2004 年播種が 2004 年 12 月 21 日 \sim 2005 年 3 月 24 日 (94 日間)、2005 年播種が 2005 年 12 月 3 日 \sim 2006 年 3 月 7 日 (95 日間) であった.

栽培法および窒素施用時期・施用量別の生育ステージを表 10 に示した. 冬期播種栽培の出芽期は,2002 年播種が 3 月中旬で,根雪期間の長かった2004 年播種は雪中での出芽となった. 2005 年播種の根雪期間は2004 年播種とほぼ同じであったが,根雪終了日が2004 年播種よりも早かったため,2005 年播種の出芽期は根雪終了後の3月上旬~中旬となった. 秋播栽培は,播種後6~9日で出芽期となった.

出穂期はいずれも 5 月中旬~下旬で、冬期播種栽培は秋播栽培よりも 3~6 日遅かった。 開花期は、冬期播種栽培が 5 月下旬~6 月上旬、秋播栽培が 5 月下旬で、冬期播種栽培は秋播栽培よりも 2~5 日遅かった。 成熟期はいずれも 7 月上旬で、冬期播種栽培は秋播栽培よりも 2~6 日遅かった。また、冬期播種栽培において、基肥窒素量や窒素追肥量が

表 11 基肥窒素量が生育、収量構成要素、子実収量および品質に及ぼす影響(2002年播種)

栽	培法 ¹⁾	基肥 窒素	稈長	穂長	穂数	千粒重	子実重	同左 対比	倒伏 ²⁾ 程度	外観 ³⁾ 品質	子実 タン
		量 (g/m²)	(om)	(om)	(本/m²)	(~)	(g/m^2)	(%)			パク (%)
			(cm)	(cm)		(g)		(, -,			
		6	70 c	7.0 c	362 ab	40.4 a	258 b	77	0 a	4.0 a	11.4 c
冬	期	8	75 b	7.8 b	381 a	41.1 a	$309 \ a$	93	0 a	3.5 a	12.9 b
		10	75 b	7.8 b	395 a	41.7 a	342 a	103	0 a	3.5 a	13.8 a
秋	播	4	87 a	9.7 a	323 b	40.9 a	333 a	100	1 a	3.5 a	11.8 c

- 1) 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.
- 2) 倒伏程度は成熟期における倒伏で, 0:無, 1:微, 2:少, 3:中, 4:多, 5:甚とした.
- 3) 外観品質は、整粒歩合、粒揃い、検査等級から総合的に判断し、1:上上、2:上下、3:中上、4:中中、5:中下、6:下の6段階で表し平均した.
- 4) 数値横のアルファベットは、Tukey の多重検定 (n=4) により同一文字間に危険率 5 %で有意差のないことを示す.

表 12 基肥窒素量が生育、収量構成要素、子実収量および品質に及ぼす影響(2004年播種)

圃場	栽培	基肥	稈長	穂長	穂数	千粒重	子実重	同左	倒伏	外観	子実
\mathcal{O}	法1)	窒素						対比	程度 2)	品質	タン
種類		量									パク
		(g/m^2)	(cm)	(cm)	(\pm/m^2)	(g)	(g/m^2)	(%)			(%)
普		8	72 b	7.8 b	393 b	36.7 b	276 с	76	0 a	3.5 a	11.9 b
通	冬期	10	74 b	8.3 b	433 ab	37.6 b	371 b	102	0 a	3.0 a	12.6 a
畑		12	75 b	8.0 b	471 a	37.5 b	406 a	112	0 a	3.0 a	13.2 a
	秋播	4	91 a	9.9 a	294 c	42.3 a	362 b	100	0 a	3.0 a	11.9 b
転		8	69 a	7. 8ab	357 ab	38.1 b	275 a	79	0 a	3.0 a	9.4 a
換	冬期	10	72 a	7.6 b	397 b	39. 0ab	351 a	100	0 a	3.0 a	9.7 a
畑		12	70 a	7. 9ab	359 ab	39. 1ab	342 a	98	0 a	3.3 a	9.8 a
	秋播	4	77 a	8.6 a	211 a	40.1 a	350 a	100	0 a	3.0 a	10.2 a
分散分	分析 3) 圃	場	NS	NS	*	**	NS	_	NS	NS	**
	室:	素量	NS	NS	NS	*	**	_	NS	NS	NS
	交互	作用	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS	NS	NS

¹⁾冬期:冬期播種栽培、秋播:秋播栽培. 外観品質は、整粒歩合、粒揃い、検査等級から総合的に判断し、

^{1:}上上, 2:上下, 3:中上, 4:中中, 5:中下, 6:下の6段階で表し平均した.

²⁾ 倒伏程度は成熟期における倒伏で、0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚とした.

³⁾分散分析は、冬播区のみで実施. **, *, NS は、それぞれ1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す. 数値横のアルファベットは、Tukey の多重検定 (n=3) により同一文字間に危険率 5 %で有意差のないことを示す. 多重検定は圃場別に実施した.

表 13 冬期播種栽培における圃場別の窒素吸収量比較 (2004年播種)

圃場	室素	吸収量	
\mathcal{O}	~出穂期	出穂期~	
種類	(g/m^2)	(g/m^2)	
普通畑	7. 2	2.8	
転換畑	5. 1	2.3	
有意差 1)	**	NS	

¹⁾ 有意差検定は,基肥窒素量を反復として実施した (対応のある t 検定).

変化しても出穂期、開花期、成熟期に差はみられなかった. 基肥窒素量別の成熟期生育、収量構成要素、子実収量、および品質の結果を、表 11 および表 12 に示した. 2002 年播種の普通畑の結果(表 11)をみると、稈長、穂長は、窒素量8g/㎡施用区および10g/㎡施用区が6g/㎡施用区を有意に上回った. 穂数、千粒重は有意な差はないものの、基肥窒素量が多いほど大きくなる傾向であった.

冬期播種栽培の子実収量は基肥窒素量が多いほど高まる傾向で、窒素量 10g/㎡施用区では 342g/㎡と秋播栽培を上回った。窒素量 8g/㎡施用区の子実収量も 300g/㎡を上回り、秋播栽培を 7%下回ったものの、有意差はなかった。外観品質は、窒素量 6g/㎡施用区が他の試験区に比べやや劣ったものの、有意な差はなかった。子実タンパク質含有率は基肥窒素量を増やすほど高まり、窒素量 8g/㎡施用区および 10g/㎡施用区では秋播栽培を上回った。

2004年播種の結果(表 12)をみると、程長、穂長は、いずれの圃場でも基肥窒素量による差は認められなかったが、普通畑においてはいずれの区も秋播栽培よりも有意に短かった。穂数は、冬期播種栽培が秋播栽培よりも多く、特に普通畑では基肥窒素量が多いほど穂数も多くなる傾向がみられた。また、普通畑は転換畑に比べて穂数が有意に多かった。千粒重は、いずれの圃場でも冬期播種栽培が秋播栽培よりも軽く、冬期播種栽培においては転換畑が普通畑よりも重く、基肥窒素量が増えると千粒重も増加する傾向がみられた。子実収量は、基肥窒素量が増えると高まる傾向がみられ、いずれの圃場も窒素量が10g/㎡以上で秋播栽培並からそれ以上となった。

子実収量の圃場間差は有意ではなかったが、窒素量が 10g/㎡以上では普通畑が転換畑を上回った.倒伏程度や外観品質は区による差がみられなかった.普通畑は、子実タンパク質含有率が転換畑よりも高く、基肥窒素量を増やすと子実タンパク質含有率も高まり、窒素量が 10g/㎡以上では秋播栽培を上回った.転換畑では、冬期播種栽培の子実タンパク質含有率は秋播栽培よりも低めで、基肥窒素量を増やしても子実タンパク質含有率はほとんど変化しなかった.冬期播種栽培における時期別の窒素吸収量は (表 13)、出穂期までは普通畑が転換畑よりも有意に多かったが、出穂期以降は圃場間で差がみられなかった.

窒素追肥量別の成熟期生育、収量構成要素、子実収量、 および品質の結果を表 14 に示した。 稈長は、窒素追肥量が 増えても差がみられなかったが、2005 年播種においては普 通畑が転換畑よりも長かった。 穂長は、 圃場の種類や窒素

表 14 穂揃期窒素追肥量が生育、収量構成要素、子実収量および品質に及ぼす影響

播種	圃場	窒素	稈長	穂長	穂数	千粒重	子実重	同左	倒伏1)	外観2)	子実
年次	\mathcal{O}	追肥						対比	程度	品質	タン
	種類	量									パク
		$\left(g/m^{\!2}\!\right)$	(cm)	(cm)	$(本/m^2)$	(g)	(g/m^2)	(%)			(%)
	普	0	72 a	7.8 a	393 a	36.7 a	276 b	100	0 a	3.5 a	11.9 b
	通	2	73 a	7.9 a	408 a	36.9 a	333 a	121	0 a	3.5 a	12.4 a
2004	畑	4	74 a	8.2 a	403 a	37.8 a	309 ab	112	0 a	3.0 a	12.7 a
	転	0	69 a	7.8 a	357 a	38.1 a	275 a	100	0 a	3.0 a	9.4 c
	換	2	70 a	7.7 a	324 a	39.0 a	254 a	92	0 a	3.0 a	10.5 b
	畑	4	69 a	7.6 a	335 a	39.5 a	286 a	100	0 a	2.7 a	12.1 a
分散分	/析 圃	場	NS	NS	*	**	NS	_	NS	NS	**
	3) 追朋	巴量	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS	NS	**
	交互	作用	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS	NS	*
	普	0	86 a	9.0 a	406 a	43.3 b	467 a	100	0 a	3.0 a	10.7 a
	通	2	86 a	9.0 a	419 a	43.8 ab	477 a	102	0 a	3.0 a	11.5 a
2005	畑	4	87 a	8.7 a	415 a	44.1 a	482 a	103	0 a	3.0 a	11.8 a
	転	0	80 a	9.1 a	351 a	42.2 b	410 b	100	0 a	3.7 a	9.4 c
	換	2	82 a	8.9 a	337 a	43.4 ab	441 ab	108	0 a	3.0 a	10.7 b
	畑	4	83 a	8.8 a	355 a	45.1 a	466 a	114	0 a	3.0 a	12.0 a
分散分	/析 圃	場	**	NS	**	NS	**	_	NS	NS	*
	3)追朋	巴量	NS	NS	NS	**	*	_	NS	NS	**
	交互	作用	NS	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS

¹⁾ 倒伏程度は成熟期における倒伏で、0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚とした.

^{**,} NS は、それぞれ1%水準で有意差がある、 有意差がないことを示す.

²⁾ 外観品質は、整粒歩合、粒揃い、検査等級から総合的に判断し、1:上上、2:上下、3:中上、4:中中、5:中下、6:下の6段階で表し平均した。3)**、*、NS は、それぞれ1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す。数値横のアルファベットは、Tukeyの多重検定(n=3)により同一文字間に危険率 5%で有意差のないことを示す。多重検定は圃場別に実施した。

追肥量による差はみられなかった. 穂数は、窒素追肥量が増えても差がみられなかったが、圃場別には普通畑が転換畑よりも有意に多かった. 千粒重は、追肥量が増えると重くなる傾向がみられた. 2004 年播種の子実収量は、追肥量による差は判然としなかったが、同じ追肥量では普通畑が転換畑を上回った. 2005 年播種の子実収量は、普通畑が転換畑よりも高く、追肥量が多いほど高かった. いずれの区も倒伏はみられず、外観品質も有意な差はみられなかった. 子実タンパク質含有率は、普通畑が転換畑よりも高く、無追肥で 10.7~11.9%であったのに対し、転換畑では無追肥の場合は 10%を下回った. また、いずれの圃場も穂揃期の窒素追肥量が多いほど子実タンパク質含有率が高まり、特に転換畑の増加の度合いが高かった.

3. 考察

播種時施肥と融雪期施肥を比較した場合,5月7日および成熟期の生育量や子実収量は播種時施肥で高く,特に低収年の2002年播種で顕著であった(表7,表8).佐藤・土屋 ⁹⁹⁾ は,春播性コムギを用いた初冬播栽培で窒素肥料を分施した場合,同一の窒素施用量で分施をしなかった場合と比較して低収となったことを報告しているが,この要因を初期の栄養不足による栄養生長量の不足と指摘している.

また、渡辺ら ¹²⁰ は、春播コムギにおいては斉一な発芽および旺盛な初期生育を確保することが多収の条件と指摘している。本試験の播種時施肥と融雪期施肥では出芽個体率に差はなかったものの(表 7)、出芽時点での土壌中の無機態窒素量には大きな差があり(図 6)、融雪期施肥では初期の窒素吸収が遅れたことが推察された。また、5月7日の生育量も融雪期施肥では播種時施肥より小さい傾向であったことから、栄養生長期の生育量の不足が成熟期の地上部生育量や子実収量に反映されたものと考えられる。この生育量の差は、成熟期の地上部窒素量の差にも現れている(表 9)。

一般に、側条施肥は株の近くに施肥し、根の直上に施肥位置が存在することが多いために、初期生育が良く肥料の利用率も向上する 11,15,114). また、鈴木ら 106) は秋播コムギの施肥位置に関する試験で、多肥条件では側条施肥は表面施肥よりも窒素吸収量が多く収量が高まることを報告している. 本試験でも側条施肥とした播種時施肥区は、表面施肥とした融雪期施肥区よりも見かけの施肥窒素利用率が高く、これらの報告と同様の結果となった. このことは効率的施肥の面からも重要なことである.

また、播種時施肥と融雪期施肥の収量差は低収年となった 2002 年播種で大きいが、両年とも供試圃場の土壌の化学性 (特に可給態窒素量) に大きな違いはなかった (データ省略). 2002 年播種では越冬後の降水量が少なく乾燥傾向であったため、越冬後に施肥をした融雪期施肥区では、施肥後の土壌中への肥料の浸透ならびにコムギによる吸収が遅れ、これが初期生育の遅れや栄養生長量の低下につながったものと考えられる. この点からすれば、播種時施肥は肥料の利用について気象条件による影響を受けにくい施肥法といえる.

春播性コムギの春播栽培では、栄養生長期間が極めて短

いため全乾物生産量は少なく、相対的に窒素の要求量も少ないため、後期の追肥効果が小さく、子実収量に与える影響は基肥窒素の割合が高い 62 、秋播性コムギの冬期播種栽培においても、越冬後に出芽するために生育期間が短く、春播性コムギの春播栽培と類似の生育パターンをとると推察される。このことは、基肥窒素量の増加により穂数が増加し増収した(表 11,表 12)ことなどからも指摘できる。岩手県における「ナンブコムギ」の秋播栽培の窒素施用量は、基肥 4、融雪期 2、減数分裂期 2g/m³が標準となっている 39 。これは、「ナンブコムギ」が倒伏しやすい 67 ために、茎数増を目的とした融雪期追肥が多肥にできず、多収のためには一穂粒数増をねらった減数分裂期の追肥で対応せざるを得ないことによる 87 。

この場合においても、減数分裂期の茎数が 800 本/㎡以上の場合は減数分裂期の追肥は倒伏を助長するため好ましくないことが指摘されており 80, 倒伏が秋播栽培における子実収量や品質向上の大きな制限因子となっている. 本試験の冬期播種栽培では、基肥窒素量が 10g/㎡以上の多肥条件にもかかわらず倒伏がなく、秋播栽培と同等以上の子実収量を得たことは興味深い.

水稲跡圃場とダイズ跡圃場では、一般にダイズ跡圃場の収量性が高いが、これには両圃場での地下水位の差や排水性の良否、土壌窒素の無機化量の差などが影響している22,90,113³. 本試験において、冬期播種栽培における子実収量の圃場間差は2005年播種を除き統計的に有意ではなかったが、基肥窒素量や窒素の追肥量が増加すると、普通畑は転換畑よりも子実収量が高まる傾向がみられた(表12,表14).普通畑は転換畑よりも穂数が多かったが、普通畑では出穂期までの窒素吸収量が多く(表13)、これが栄養生長期の分げつを促進する方向に作用したものと考えられる. 一方、出穂期以降の窒素吸収量は両圃場で差がみられなかった. 転換畑では前作水稲の刈り取り残渣(ワラや地下部)を鋤込んでいることも勘案すると、本試験においても土壌窒素の無機化の時期や量が圃場間で違いがあったものと推察される.

コムギの子実タンパク質含有率は、日本めん用で 9.5~ 11.5%, パン・中華めん用で 11.5~14.0%が必要(注: 全国 米麦改良協会 http://www.zenkokubeibaku.or.jp/index.html) とされる. 本試験において、転換畑における冬期播種栽培 の子実タンパク質含有率は、普通畑よりも低く、基肥窒素 量を増やしてもあまり変化がみられなかったが(表12),穂 揃期の窒素追肥により普通畑、転換畑とも子実タンパク質 含有率が増加し、特に転換畑での増加が顕著であった(表 14). 用途に応じた子実タンパク質含有率を考慮した場合, 普通畑は子実タンパク質含有率が高いことからパン用とし ての利用に適するが、無追肥では目標とする子実タンパク 質含有率である 11.5%を下回る場合もあることから、追肥 量は $2g/m^2$ が妥当である。また、転換畑では日本めん用、 パン・中華めん用いずれも窒素追肥による子実タンパク質 含有率の向上が必要であり、日本めん用としての利用を考 えた場合は追肥量を 2g/m²とし、パン・中華めん用として の利用を考えた場合は追肥量を 4g/m²とすることで、目標 とする子実タンパク質含有率を確保することができる.

以上のように、冬期播種栽培における窒素施肥法は、基肥を播種と同時に側条施用する方法が適し、施用量は 10g/㎡が妥当であること、2~4g/㎡の穂揃期窒素追肥を組み合わせることで目標とする子実タンパク質含有率を確保できることが本試験によって明らかとなった.

第V章 冬期播種栽培における病害および雑草防除

岩手県のコムギ秋播栽培では、越冬後の病害は、うどんこ病、赤さび病、赤かび病等が発生し、年によっては大きく減収することもある。これらの病害は、播種時期や施肥管理、あるいは気象条件により発生量が変化するとの報告があり8.14.27、岩手県では1998年と2004年に、それぞれ赤さび病と赤かび病の多発による被害が報告されている410.

コムギ栽培における雑草防除は、除草剤による方法が一般的である 122,123) が、作付体系や耕起時期で制御できる雑草もある 6,109,116). 秋播栽培においては、播種時期が早いほど雑草の発生が多くなり、特にイネ科雑草の発生が多くなる 34).

このような病害や雑草の防除体系は、岩手県では秋播栽培の防除基準として定められている 40 が、冬期播種栽培においても防除の時期や薬剤の組み合わせによる防除体系の検討は、子実収量や品質の安定化のために重要と考えられる。そこで、本章では、冬期播種栽培に適した病害防除お

よび雑草防除体系について明らかにしようとした.

1. 病害防除

コムギのうどんこ病、赤さび病、赤かび病の発生は、耕種条件を除けば主に生育期の気象条件の影響を受け、特に赤かび病の発生は出穂期から開花期にかけての気温や降水量によって大きく変化する^{27,50}.

表 15 各品種の病害抵抗性

品種名	各	性		
	うどんこ病	赤さび病	赤かび病	
ナンブコムギ	やや強	やや弱	やや強	
ゆきちから	強	強	中	
ネバリゴシ	やや弱	強	中	

丰 16	冬期採種栽培における病害防除の実施時期と供試薬剤	(37-1)
77 IO	今朔後性が近にのける物音が形式の表が時期では説金が	(v – I)

播種	X			防	除時	期 1)			供試薬剤
年次	No.	止	穂	直	開	直	開	開	(対象病害)
		葉	孕	前	花	+7	+7	+14	
	1	_	1	_	2	_	_	_	①クレソキシムメチル水和剤
									(うどんこ, 赤さび)
									②プロピコナゾール乳剤
									(うどんこ, 赤さび, 赤かび)
	2	_	_	_	1	_	_	_	①プロピコナゾール乳剤
2004									(うどんこ, 赤さび, 赤かび)
	3	_	_	1	_	2	_	_	①プロピコナゾール乳剤
									(うどんこ,赤さび,赤かび)
									②チオファネートメチル水和剤
•									(赤かび)
	4	_	_	_	_	_	_	_	なし(無防除)
	1	1	_	_	2	_	_	_	①クレソキシムメチル水和剤
									(うどんこ, 赤さび)
									②テブコナゾール水和剤
									(うどんこ,赤さび,赤かび)
	2	_	_	_	1	_	_	_	①テブコナゾール水和剤
									(うどんこ,赤さび,赤かび)
	3	_	_	_	1	_	2	_	①テブコナゾール水和剤
									(うどんこ,赤さび,赤かび)
2005									②チオファネートメチル水和剤
									(赤かび)
	4	_	_	_	1	_	2	3	①テブコナゾール水和剤
									(うどんこ, 赤さび, 赤かび)
									②チオファネートメチル水和剤
									(赤かび)
									③クレソキシムメチル水和剤
									(赤かび)
	5	_	_	_	_	_	_	_	なし(無防除)

¹⁾ ①, ②, ③は, 薬剤を散布した順番を示す.

^{- &#}x27;は散布せず'. 止葉: 止葉期, 穂孕: 穂孕期, 直前: 開花直前, 開花: 開花期, 直+7: 開花直前散布の7日後, 開+7: 開花期7日後, 開+14: 開花期14日後.

冬期播種栽培のコムギは、出穂期、開花期、成熟期の各生育ステージの到達日が慣行の秋播栽培よりも遅くなるが、日数としては2~6日程度の遅れであることから(第IV章・2)、病害防除の時期は慣行の秋播栽培に準じて良いのではないかと予想した。そこで本試験では、秋播栽培の慣行の防除体系に基づき薬剤散布を行い、冬期播種栽培における病害発生量を調査するとともに、慣行の防除体系の冬期播種栽培への適応性について検討した。

材料と方法

試験は、岩手農研の圃場(表層腐植質黒ボク土)で、2004年播種および2005年播種の2カ年実施した。供試品種は、耐病性の異なる品種として「ナンブコムギ」、「ゆきちから」、「ネバリゴシ」を用い、それぞれ冬期播種栽培と秋播栽培を行った。各品種の病害抵抗性(農林水産省生産局2002)は表15のとおりである。

播種期は、冬期播種栽培が2004年12月9日、2005年12月6日とし、秋播栽培が2004年10月7日、2005年10

表 17 品種、栽培法別の各生育ステージ到達日の比較

 播種	 品種名	栽培法1)	止葉期	出穂期	開花期	成熟期
年次		(区名)	(月日)	(月日)	(月日)	(月日)
	ナンブコムギ	冬 期	5. 13	5. 25	6.02	7. 09
		秋 播	5. 11	5. 22	5. 31	7. 06
2004	ゆきちから	冬 期	5. 14	5. 23	6.02	7. 09
		秋 播	5. 10	5. 20	5. 31	7. 06
	ネバリゴシ	冬 期	5. 13	5. 27	6.03	7. 11
		秋 播	5. 12	5. 24	6.01	7. 07
	ナンブコムギ	冬 期	5. 16	5. 24	6.01	7. 08
		秋 播	5. 10	5. 20	5. 28	7. 04
2005	ゆきちから	冬 期	5. 15	5. 23	5. 31	7. 08
		秋 播	5. 10	5. 19	5. 28	7. 04
	ネバリゴシ	冬 期	5. 18	5. 27	6.03	7. 10
		秋 播	5. 13	5. 21	5. 29	7.05

1) 冬期: 冬期播種栽培, 秋播: 秋播栽培.

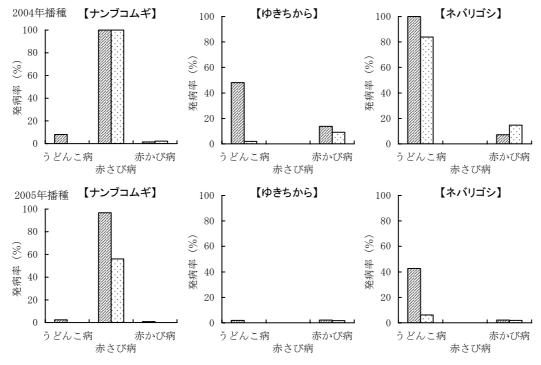


図7 無防除区における病害発生程度の品種別比較

② : 冬期播種栽培, ○ : 秋播栽培. 発病率は、うどんこ病が発病薬率、赤さび病が発病茎率、赤かび病が発病穂率である。

月6日とした、冬期播種栽培の播種量は、「ナンブコムギ」 で2004年播種が18g/m²,2005年播種が16g/m²とし、「ゆ きちから」、「ネバリゴシ」は2004年播種が15g/m²,2005 年播種が14g/m²とした. 秋播栽培の播種量は、いずれの品 種, 年次も 6g/m²とした. 冬期播種栽培の施肥は, いずれ の品種、年次も基肥として窒素、リン酸、カリをそれぞれ9、 12, 9g/㎡を播種時に施用し、追肥は実施しなかった. 秋 播栽培の施肥は、いずれの品種、年次も基肥として窒素、 リン酸、カリをそれぞれ 4, 9, 9g/m²を播種時に施用し、 融雪期 (2004年播種が 2005年3月29日, 2005年播種が 2006年3月22日) と止葉抽出期(2004年播種が2005年 5月13日,2005年播種が2006年5月11日,以下,止葉 期という) に窒素をそれぞれ 2g/㎡追肥した. 播種様式は 条間 25cm のドリル播きとし、試験規模は 2004 年播種が 13.5 ㎡/区の2 反復, 2005 年播種が7.2 ㎡/区の2 反復で 実施した.

防除の実施時期と供試薬剤は、秋播栽培の慣行の防除体系に準じて実施した(表 16). すなわち、クレソキシムメチル水和剤(商品名:ストロビーフロアブル、成分:クレソキシムメチル 41.5%)、プロピコナゾール乳剤(商品名:チルト乳剤 25、成分:プロピコナゾール 25.0%)、テブコナゾール水和剤(商品名:シルバキュアフロアブル、成分:テブコナゾール 40.0%)、チオファネートメチル水和剤(商品名:トップジン M 水和剤、成分:チオファネートメチル70.0%)を、岩手県農作物病害虫・雑草防除基準 40 に従って各病害に対応した防除時期に組み合わせて供試し、クレソキシムメチル水和剤、プロピコナゾール乳剤、テブコナゾール水和剤は、2000 倍液を㎡あたり 100mL 散布し、チオファネートメチル水和剤は 1000 倍液を㎡あたり 100mL 散布した。また、コントロールとして防除を実施しない無防除区を設けた。

各試験区に発生した病害(うどんこ病,赤さび病,赤か び病)は、それぞれの病害の発病最盛期(うどんこ病:6月 上中旬、赤さび病:6月中旬、赤かび病:6月下旬)に病害発生程度を調査した。病害発生程度は、日本植物防疫協会の稲・麦等殺菌剤圃場試験法 ⁶³⁾ に基づき、各試験区の 50~100個体の止葉または穂について、うどんこ病は発病葉率を、赤さび病は発病薬率を、赤かび病は発病薬率を調査した。

なお、2005年播種は、子実の被害粒・障害粒発生程度についても調査した。

結果

各生育ステージ到達日を品種, 栽培法別に比較した結果を表 17 に示した。各生育ステージの到達日は, 冬期播種栽培が秋播栽培より止棄期で 1~6 日, 出穂期で 3~6 日, 開花期で 2~5 日, 成熟期で 3~5 日遅かった。年次別にみると, 出穂期以降では 2004 年播種が 2005 年播種よりも到達日が遅い傾向で, 冬期播種栽培と秋播栽培の差は 2005 年播種が 2004 年播種よりも大きかった。

無防除区における各病害の発生程度を、冬期播種栽培と 秋播栽培で品種別に比較した結果を図7に示した. 「ナンブ コムギ」は、いずれの年次もうどんこ病の発生が秋播栽培 に比べて冬期播種栽培で多かったが、発病葉率は低く、そ の差も小さかった. 赤さび病の発病茎率は, 2004年播種が 冬期播種栽培、秋播栽培ともに100%で同様に高かったが、 2005 年播種は冬期播種栽培が 97%, 秋播栽培が 56%で, 冬期播種栽培が秋播栽培よりも発生が多かった.赤かび病 は、冬期播種栽培と秋播栽培でいずれの年次も同程度の発 生で、発病穂率はともに低かった、「ゆきちから」は、うど んこ病の発生が秋播栽培に比べて冬期播種栽培で多かった が、その差は2004年播種で大きく、2005年播種ではごく わずかであった. 赤さび病は、冬期播種栽培、秋播栽培と もいずれの年次も発生がみられなかった. 赤かび病は, 2004 年播種では冬期播種栽培の発病穂率が 13.7%で、秋播栽培 の 9.2%に比べてやや発生が多かったが、2005 年播種では

表 18 無防除区における子実品質の比較(2005年播種)

品種名	栽培法1)	子実の被害	子実の被害粒・障害粒発生程度 2)			
	(区名)	赤	黒	しわ	総合	
		かび	かび		評価	
ナンブコムギ	冬 期	0	2.0	1.0	3.0	
	秋 播	1.0	1. 5	2.0	4.0	
ゆきちから	冬 期	2.0	1.0	1.5	4.5	
	秋 播	1.5	1.0	2.0	3.0	
ネバリゴシ	冬 期	1.5	1. 0	1. 0	4.0	
	秋 播	1.0	2.0	1. 5	4. 5	
分散分析 4)	品種	NS	*	NS	NS	
	栽培法	NS	NS	*	NS	
	交互作用	NS	*	NS	*	

¹⁾ 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.

²⁾ 被害粒・障害粒発生程度は、0:無(0%)、1:微(~2%)、2:少(~5%) として表した.

³⁾ 品質総合評価は、子実の粒張り、粒揃い、色沢、被害粒、障害粒から総合的に判断し、

^{1:} 上上, 2: 上下, 3: 中上, 4: 中中, 5: 中下, 6: 下の6段階で表した.

^{4) *,} NS は、それぞれ 5%水準で有意、有意でないことを示す.

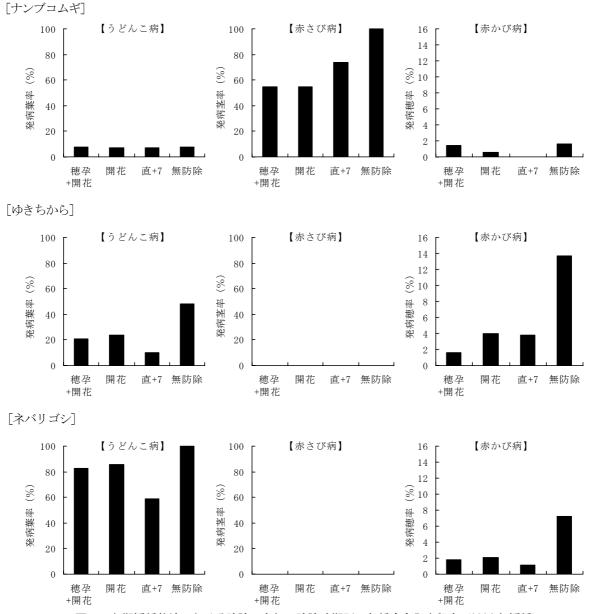


図8 冬期播種栽培における防除の有無・防除時期別の各種病害発生程度(2004年播種)

穂孕+開花:穂孕期と開花期の2回散布. 開花:開花期に1回散布. 直+7:開花直前とその7日後の2回散布.

冬期播種栽培、秋播栽培とも発病穂率が2%程度で同等の発生であった.「ネバリゴシ」は、うどんこ病が他の品種に比べて発生が多く、いずれの年次も冬期播種栽培が秋播栽培よりも発生が多かった.赤さび病は、冬期播種栽培、秋播栽培ともいずれの年次も発生がみられなかった.赤かび病は、2004年播種では秋播栽培の発病穂率が14.8%で、冬期播種栽培の7.2%に比べて多かったが、2005年播種では冬期播種栽培、秋播栽培とも発病穂率が2%程度で同等の発生であった.

無防除区における冬期播種栽培、秋播栽培の子実品質を表 18 に示した.「しわ粒」の発生は秋播栽培が冬期播種栽培よりも有意に多かったが、「赤かび粒」、「黒かび粒」の発生および総合評価は栽培法間で有意な差がみられなかった.

冬期播種栽培における防除の有無・防除時期による各種 病害発生程度を比較した結果を,図8と図9に示した.い ずれの防除時期においても無防除に比べて病害の発生が抑えられた. 2004 年播種の結果をみると (図8),病害の発生が最も低く抑えられた防除時期は,うどんこ病が開花直前+7日,赤さび病が穂孕期+開花期または開花期,赤かび病が開花直前+7日または穂孕期+開花期であった. ただし,各病害ともいずれの防除時期でも無防除に比べて発病棄率,発病基率,発病穂率が低下し,防除時期による差は小さかった. 2005 年播種の結果をみると (図9),病害の発生が最も低く抑えられた防除時期は,うどんこ病で防除時期による差はみられず,赤さび病が止棄期+開花期,赤かび病が開花期,開花期+7日および開花期+7+14日であった. ただし,2004年播種同様,各病害ともいずれの防除時期でも無防除に比べて発病棄率,発病基率,発病穂率が低下し,区間差も小さかった.

2005年播種における、防除の有無・防除時期別の子実品

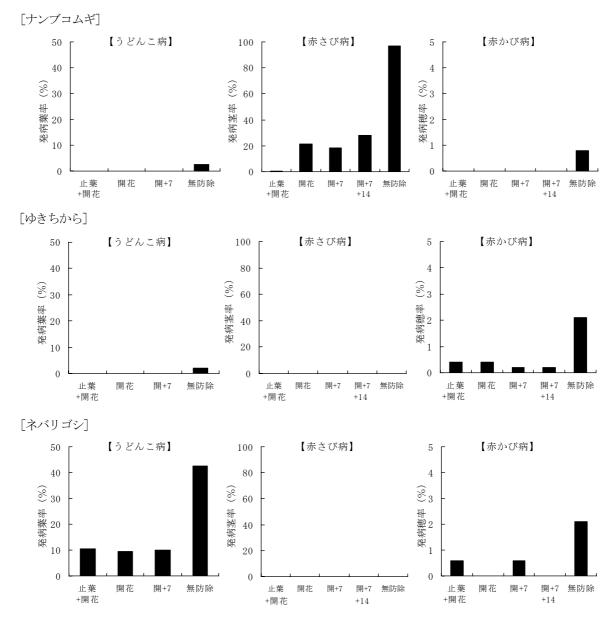


図9 冬期播種栽培における防除の有無・防除時期別の各種病害発生程度(2005年播種)

止葉+開花: 止葉期と開花期の2回散布. 開花: 開花期に1回散布. 開+7: 開花期とその7日後の2回散布. 開+7+14: 開花期とその7日後と14日後の3回散布.

質の結果を表 19 に示した.全般的に被害粒・障害粒の発生は少なかった.赤かび粒は、防除の実施により発生が抑えられたが、防除時期別の差は明瞭ではなかった.黒かび粒,しわ粒については、「ナンブコムギ」の黒かび粒および「ゆきちから」のしわ粒が無防除区でやや多かった以外は差がみられなかった.品質総合評価は、「ナンブコムギ」では差がみられず、他の品種では防除の実施により総合評価が高まった.

2. 雑草防除

コムギ秋播栽培においては、通常は根雪前に雑草発生が みられることから、播種直後の除草剤散布が一般的である 122,123). これに対し冬期播種栽培では、耕起・播種が根雪直 前となるため、越冬前の雑草発生は問題とならない、そこ で、本試験では、越冬後に発生する雑草対策としての除草 剤の種類とその組み合わせについて、 圃場の種類別に検討した.

材料と方法

試験は、岩手農研の普通畑(表層腐植質黒ボク土)および転換畑(表層腐植質多湿黒ボク土)の2種類の圃場で、2004年播種および2005年播種の2カ年実施した.供試品種は、「ナンブコムギ」を用いた。区の設定、栽培条件(播種期、播種量、施肥量)は、表20に示した。冬期播種栽培の施肥は基肥のみとし、播種と同時に側条施用した。秋播栽培(2005年播種のみ)の施肥は基肥を全面全層施用し、融雪期(2006年3月22日)と止葉期(2006年5月10日)に窒素を追肥した。播種様式は条間25cmのドリル播きとし、試験規模は2004年播種が18㎡/区の2反復、2005年播種が10.6㎡/区の2反復で実施した。

冬期播種栽培の雑草防除体系を明らかにするため、除草剤の種類と組み合わせについて検討した(表 21).除草剤は、アイオキシニル乳剤、チフェンスルフロンメチル水和剤を供試し、比較として無処理区を設置した.これらの除草剤を、雑草発生揃期(雑草が生え揃ってまだ小さいうち、概ね雑草2~3葉期)に所定量を試験区全面に散布した.また、DCMU水和剤と上記2種類の除草剤を組み合わせた体系処理1区および体系処理2区(2005年播種のみ)を設けた.6月中旬に75cm×75cmの正方形の区画内の雑草を刈り取り、通風乾燥機により70℃で2日間乾燥させて雑草の乾物重と個体数(残草量)を調査した.また、2005年播種においては、岩手県における秋播栽培の標準的な雑草防除(播

種直後: ジフルフェニカン・トリフルラリン乳剤 $250 \, \mu \, \text{L}/100 \, \text{mL}/\text{m}^2 + 翌春の雑草発生揃期 (2006 年 4 月 18 日): チフェンスルフロンメチル水和剤 <math>10 \, \text{mg}/100 \, \text{mL}/\text{m}^2$)を実施した秋播栽培区の残草量と、冬期播種栽培区(チフェンスルフロンメチル水和剤散布区)の残草量を比較した.

結果

雑草の発生揃い期と、除草剤処理後の各試験区の残草量を比較した結果を表 22 に示した、雑草発生揃い期は、いずれの年次も転換畑が普通畑よりも1日遅いか同等で、5月上旬であった。体系処理1区および体系処理2区は、雑草発生揃期が4~7日他の区よりも遅かった。

表 19 冬期播種栽培における子実品質の防除時期別比較(2005年播種)

品種名	防除時期 1)	子実の被害	粒・障害料	立発生程度 2)	品質 ³⁾
		赤	黒	しわ	総合
		かび	かび		評価
	無防除	0.5	2.0	1.0	3. 0
	止葉期+開花期	0.5	1.0	1.0	3.0
ナンブコムギ	開花期	0	1.0	1.0	3.0
	開花期+7日	0	1.0	1.0	3. 0
	開花期+7+14 日	0	1.0	1.0	3. 0
	無防除	2.0	1.0	1.5	4. 5
	止葉期+開花期	0.5	1.0	1.0	3.0
ゆきちから	開花期	0.5	1.0	1.0	3.0
	開花期+7日	0	1.0	1.0	3. 0
	開花期+7+14 日	0.5	1.0	1.0	3. 0
	無防除	1.5	1.0	1.0	4.0
	止葉期+開花期	1.0	1.0	1.0	3. 5
ネバリゴシ	開花期	0.5	1.0	1.0	3.0
	開花期+7日	0.5	1.0	1.0	3. 0
	開花期+7+14 日	1.0	1.0	1.0	3. 5
分散分析4	品種	**	NS	NS	*
	防除時期	*	NS	NS	**
	交互作用	NS	NS	NS	*

- 1) 開花期+7日: 開花期とその7日後の2回散布, 開花期+7+14日: 開花期とその7日後と14日後の3回散布.
- 2) 被害粒・障害粒発生程度は、0:無(0%)、1:微(~2%)、2:少(~5%) として表した.
- 3) 品質総合評価は、子実の粒張り、粒揃い、色沢、被害粒、障害粒から総合的に判断し、1: 上上、2: 上下、3: 中上、4: 中中、5: 中下、6: 下の6 段階で表した。
- 4) **, *, NS は、それぞれ 1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す.

表 20 雑草防除試験における年次別の栽培条件

播種	栽培法	圃場	播種期	播種量			施肥量	₫ (g/m²)		
年次	(区名)	種類				基肥		追朋	<u>"室素</u>	
			(月日)	(g/m^2)	窒素	リン酸	きカリ	融雪期	止葉期	
2004	冬期	普通畑	12. 1	16	8	10	8	0	0	
		転換畑	12. 1	14	8	10	8	0	0	
	冬期	普通畑	12. 6	16	9	12	9	0	0	
2005		転換畑	12. 6	16	9	12	9	0	0	
	秋播	普通畑	10. 3	6	4	9	9	2	2	
		転換畑	10. 13	8	6	11	10	2	2	

1)冬期:冬期播種栽培,秋播:秋播栽培.

表 21	雑草防除試験に供試し	た除草剤と処理方法、	散布時期および散布量

区	使用除草剤 1),2),3)	対象雑草;処理方法					
No.		散布時期(散布量)					
1	無処理	なし					
2	アイオキシニル乳剤	一年生広葉雑草;雑草茎葉処理					
		雑草発生揃期 (200 μ L/100mL/m²)					
3	チフェンスルフロン	一年生広葉雑草,スズメノテッポウ;雑草茎葉処理					
<u> </u>	メチル水和剤	雜草発生揃期(10mg/100mL/m²)					
	①DCMU 水和剤+	①一年生雑草全般;土壤処理					
4	②アイオキシニル乳剤	②一年生広葉雑草;雑草茎葉処理_					
4	(体系処理1)	①根雪終了直後(70mg/100mL/m³)					
		②雑草発生揃期(200 µ L/100mL/m²)					
	①DCMU 水和剤+	①一年生雑草全般;土壤処理					
5	②チフェンスルフロン	②一年生広葉雑草,スズメノテッポウ;雑草茎葉処理					
Э	メチル水和剤	①根雪終了直後(70mg/100mL/m³)					
	(体系処理2)	②雑草発生揃期(10mg/100mL/m³)					

¹⁾ アイオキシニル乳剤 (商品名 アクチノール乳剤):成分 アイオキシニル 30.0%. チフェンスルフロンメチル水和剤 (商品名 ハーモニー75DF 水和剤):成分 チフェンスルフロンメチル 75.0%. DCMU 水和剤 (商品名 ダイロン):成分 DCMU80.0%.

表 22 除草剤処理による残草量の比較

播種	圃場	区	雑草	イネ	科	非イ	ネ科	合	計
年次	種類	No.	発生 揃期	個体数	乾物重	個体数	乾物重	個体数	乾物重
			(月日)	$(本/m^2)$	(g/m^2)	(\pm/m^2)	(g/m^2)	(\pm/m^2)	(g/m^2)
		1	5. 1	0	0	101	12. 5	101	12.5
	普通畑	2	5. 1	1	t	12	0. 1	13	0.1
		3	5. 1	3	0	22	0. 1	25	0.1
2004		4	5.8	1	t	5	t	6	t
2004		1	5. 2	255	2.3	235	4. 9	490	7. 2
	転換畑	2	5. 2	285	2.4	84	0.6	369	3.0
		3	5. 2	227	1.6	186	0.4	413	2.0
		4	5.8	152	1.5	78	0.6	230	2. 1
分散分	/析2) 圃	場	_	**	**	**	NS	**	NS
	除草	剤	_	NS	*	*	**	**	**
	交互作	用	_	NS	*	NS	NS	NS	NS
		1	5.3	13	2.2	218	7. 1	231	9.3
		2	5.3	9	0.1	108	0.2	117	0.3
	普通畑	3	5. 3	21	0.2	126	0.2	147	0.4
		4	5.8	12	0.2	129	0.2	141	0.4
2005		5	5.3	4	0.1	66	0.2	70	0.3
2005		1	5. 4	242	5. 1	607	4.4	849	9. 5
		2	5.4	210	3.6	425	0.6	635	4.2
	転換畑	3	5.4	204	1.6	387	0.5	591	2. 1
		4	5.8	144	1.2	572	0.7	716	1.9
		5	5. 4	190	1. 1	449	0.6	639	1.7
分散分	/析2)	場	_	**	*	*	NS	**	NS
	除草	剤	_	NS	NS	NS	**	NS	**
	交互作	用		NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{1) 2004} 年播種は2005 年 6 月 16 日に、2005 年播種は2006 年 6 月 14 日に調査した. t は乾物重が 0. 1g/㎡未満のものを示す.

²⁾ 体系処理 2 は 2005 年播種のみ実施した.

³⁾ ①, ②は処理した順番を示す.

⁴⁾ 試験年の根雪期間は、2004 年播種が 2004 年 12 月 21 日 \sim 2005 年 3 月 24 日、2005 年 播種が 2005 年 12 月 3 日 \sim 2006 年 3 月 15 日 であった.

^{2) **, *,} NS は、それぞれ 1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す。 - は分散分析を実施せず.

普通畑における残草量をみると、イネ科雑草はいずれの年次も少なく、区間差も小さかった。非イネ科雑草はイネ科雑草よりも残草量が多かったが、いずれの処理区も無処理区に比較して個体数、乾物重ともに少なかった。その結果、イネ科雑草、非イネ科雑草の合計は、いずれの処理区も無処理区に比較して個体数、乾物重がともに減少した。アイオキシニル乳剤またはチフェンスルフロンメチル水和剤の単独処理と体系処理の比較では、個体数は体系処理が単独処理よりも少ない傾向であったが、乾物重はいずれも軽く、差もわずかであった。普通畑における雑草の草種は、イネ科では主にメヒシバ、ノビエ、非イネ科では主にシロザ、ノボロギク、タデ類であった(データ省略)。

転換畑における残草量をみると、イネ科雑草、非イネ科 雑草ともに普通畑よりも有意に多かった。イネ科雑草は除 草剤の処理により残草量が減少したが、転換畑ではアイオ キシニル乳剤よりもチフェンスルフロンメチル水和剤の除 草効果が高かった。また、除草剤を単独処理するよりも体 系処理する方がイネ科雑草の残草量が少なかった。非イネ

科雑草も除草剤の処理により残草量が減少し、特に乾物重の減少が顕著であった。除草剤の種類では、2004年播種ではアイオキシニル乳剤が、2005年播種ではチフェンスルフロンメチル水和剤が他の除草剤よりも非イネ科雑草の個体数が少なかったが、乾物重はほぼ同じで軽かった。

また、非イネ科雑草に対する体系処理の除草効果は、単

独処理との比較においては判然としなかった.この結果, 転換畑における残草量の合計は,いずれの処理区も無処理 区に比較して個体数,乾物重ともに少なく,特にチフェン スルフロンメチル水和剤において乾物重が軽かった.また, 体系処理では,特に合計の乾物重が単独処理に比べて減少 したが,その差は小さかった.転換畑における雑草の草種 は,イネ科では主にノビエ,スズメノテッポウ,非イネ科 では主にトウキンソウ,タネツケバナであった(データ省 略).

2005 年播種における, 冬期播種栽培と秋播栽培の残草量を比較した結果を表 23 に示した. 雑草の個体数は冬期播種栽培が秋播栽培よりも多かったが, 乾物重はいずれの区も軽く, 個体数, 乾物重ともに区間差は有意ではなかった. また, 圃場別には, 個体数, 乾物重ともに転換畑が普通畑に比べて多く, 特に乾物重は統計的にも有意であった.

3. 考察

無防除で各種病害を比較した試験結果から、うどんこ病、赤さび病は、秋播栽培に比べ冬期播種栽培で発生が多い傾向であった(図7). Brosciousu et al.⁸ は、窒素施用量が多いほどムギのうどんこ病の発生が多くなることを報告しており、また、さび病も多窒素で発生が多くなる ¹⁰⁷⁾. 本試験でも冬期播種栽培の施肥レベルは秋播栽培よりも高く、このことが発生を助長したと考えられる. うどんこ病は密埴により風通しや日当たりが悪いと発生しやすい ⁸ が、本

表 23 冬期播種栽培と秋播栽培の残草量の比較(2005年播種)

圃場	栽培法1)	イネ	:科	非イ	ネ科	合	計
種類		個体数	乾物重	個体数	乾物重	個体数	乾物重
		(本/m²)	(g/m^2)	(\pm/m^2)	(g/m^2)	$(本/m^2)$	(g/m^2)
普通畑	冬期	21	0.2	176	0.2	197	0.4
	秋播	14	0. 1	107	0.6	121	0.7
転換畑	冬期	204	1.6	387	0.5	591	2. 1
	秋播	110	0.6	173	0.8	283	1.4
分散分析	- ② 圃場	NS	NS	NS	NS	NS	*
	栽培法	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	交互作用	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹⁾ 冬期: 冬期播種栽培、秋播: 秋播栽培. 冬期区はチフェンスルフロンメチル水和剤処理区、秋播区は播種直後 ジフルフェニカン・トリフルラリン乳剤+翌春の雑草発生揃期チフェンスルフロンメチル水和剤処理区のデータである. 調査日は2006年6月14日.

表 24 出穂期から開花期における降水量の比較

品種名	栽培法1)	開花期前往	发3日間	出穂期~開花期			
		2004 播種	2005 播種	2004 播種	2005 播種		
ナンブコムギ	冬期	1.5	0.5	13. 5	23. 5		
	秋播	10.0	20.0	43.0	25. 5		
ゆきちから	冬期	1.5	3.5	44.0	23. 0		
	秋播	10.0	20.0	43.5	25. 5		
ネバリゴシ	冬期	0.5	0	12.0	23. 5		
	秋播	1.5	22.0	29.0	20.0		

1) 冬期: 冬期播種栽培、秋播: 秋播栽培、データは積算の降水量、

^{2) *,} NS は、それぞれ5%水準で有意、有意でないことを示す.

試験の冬期播種栽培は秋播栽培よりも密植で穂数が多く, うどんこ病菌がより繁殖しやすい環境下にあったことが推察される.これは, 冬期播種栽培が秋播栽培に比べて播種量が多いという栽培法上の特徴からくるものである.赤かび病の発生に関しては, 本試験では発生程度に品種間差はみられたものの, 栽培法間での差は判然とせず, 同一品種でも年次により傾向が異なった(図7). 堀²7 は, 出穂期前後の気温が高く, 降雨が適度にあると赤かび病が多発することを報告している.

また、小泉ら50は、赤かび病菌の菌種によらず開花盛期 が感染の適期であることを報告している。 本試験の開花期 前後3日間の降水量は秋播栽培で多かったが(表24),赤か び病の発生程度との関連はみられなかった.一方、出穂期 から開花期の降水量をみると、2004年播種においてはこの 期間の降水量が多い区で発病穂率が高い傾向にあった. ま た、2005年播種においては、この期間の降水量の区間差が 小さかったが、赤かび病の発生程度も区間差が小さかった. 本試験では、発病度からみて赤かび病が多発した状況では なかったが、本病の発生程度は品種の抵抗性の差によると ころが大きく、栽培法間の差は出穂期から開花期にかけて の降水量により左右されるものと考えられた. 無防除区に おける子実品質の栽培法間差は、総合的には有意ではなく、 また子実収量もデータには示していないが栽培法間で差が みられなかったことから, 本試験での病害発生の差が収 量・品質に及ぼした影響は少なかったと判断した.

秋播栽培におけるこれらの病害の防除時期は、いずれも 発生前か発生始期が標準的であり、うどんこ病では最高分 げつ期から穂孕期にかけての時期、赤さび病では止葉期か ら穂孕期にかけての時期、赤かび病では開花期前後の時期 27,32,40 で、いずれも生育ステージに対応した時期に1~2回 防除することが多い. 秋播栽培の慣行の防除体系に準じて 実施した冬期播種栽培の防除試験の結果(図8,図9)から、 年次により防除の時期、供試薬剤の組み合わせは異なった が、どの病害も防除の実施により有意に発生が抑えられた. この結果は、冬期播種栽培においても秋播栽培と同様の病 害防除体系が適用できることを示すものである. 赤さび病 やうどんこ病が多発すると、千粒重や子実収量が低下する 14,32)が、本試験においても無防除区では赤さび病やうどん こ病の発生が多く、これらの病害発生が低く抑えられた止 葉期+開花期の区では子実重や千粒重が重く、容積重の増 加もみられた (データ省略). 止葉期 (穂孕期) +開花期の 区は他の区に比べて登熟期後半の葉色が濃かったこと(観 察) から、より後半まで光合成能力が維持されたことが要 因の一つと推察された.

本試験の2カ年の試験結果から冬期播種栽培における病害の効率的な防除を考えた場合、開花期1回の防除でもこれら3種の病害発生はかなり抑えられるが、子実収量や品質を考慮すると開花期前の止棄期頃(穂孕期)の防除も必要となろう。赤さび病と赤かび病の体系防除において、止棄期+開花期が適当であることは池田³²⁾も指摘しており、本試験においてもこの体系が望ましいと判断されるが、赤かび病抵抗性が低い「ゆきちから」は開花期以降の感染お

よび病勢進展が指摘されており 79, さらに開花期 7 日後の追加散布により子実中の赤かび粒の減少もみられたことから、気象条件によって(開花期以降に多雨が予想される場合)は開花期以降の追加防除も必要になるであろう。追加防除の回数に関して、本試験においては、開花期後 7 日の追加防除1回の区と開花期後 7 日+14 日の追加防除2回の区で赤かび病(粒)の発生量の差は明確ではなかったが、試験年は開花期後の降水量が比較的少なく、赤かび病の発生が助長されにくい条件であったことも影響したものと考えられる。

以上の結果から、冬期播種栽培における病害防除は、秋播栽培における慣行の防除体系が適用でき、止葉期+開花期(開花期後に降雨が予想される場合は7日後に追加防除)の2~3回防除の体系が好適であると判断された。なお、コムギ生育期の重要病害には、これらの病害の他に土壌伝染性ウイルス病害であるコムギ縞萎縮病があるが、本病については冬期播種による発病抑止効果が確認されたことから、第VI章において述べることとする。

除草剤処理による雑草防除の試験結果から、いずれの年 次、圃場も除草剤の処理により残草量が低下した(表 22). 本試験では、除草剤処理後 1 ヶ月以上経過してからの調査 であったが、統計的な差は特に乾物重において有意であり、 処理効果は十分に現れていたと考えられる. 圃場別には, 転換畑が普通畑に比べて残草量(個体数)が多かったが、 無処理区の乾物重は同等か普通畑の方が重かったことから、 転換畑では普通畑よりも小さな雑草の残草量が多かったと いえる。また、普通畑ではシロザ、ノボロギク、タデ類と いった非イネ科雑草が主体であり、転換畑ではノビエやス ズメノテッポウといったイネ科雑草が主体であったことか ら、圃場間における残草量の差は草種による差も影響して いるであろう。2004年播種においては、除草剤の体系処理 により個体数, 乾物重が除草剤単独 (1回) 処理に比べ減少 したが、2005年播種においては大きな差はみられなかった. また、除草剤の種類に関しては、冬期播種栽培では散布時 期が生育期に限られ、登録農薬にも制限があるが、本試験 で供試したアイオキシニル乳剤、チフェンスルフロンメチ ル水和剤いずれも残草量に大きな差はみられず、同等の効 果が期待できる. ただし、岩手県におけるコムギ作圃場の 雑草発生状況をみると 64, 本試験と同様に転換畑では普通 畑に比べてスズメノテッポウやノビ工等のイネ科雑草の発 生が多いことから、広葉雑草とスズメノッテッポウに効果 のあるチフェンスルフロンメチル水和剤の使用が妥当であ ろう. チフェンスルフロンメチル水和剤を用いた冬期播種 栽培の1回処理区と、慣行の除草剤使用体系(2回処理)と した秋播栽培の残草量を比較しても有意な差はみられなか った (表23) ことから、冬期播種栽培においては1回処理 でも慣行の秋播栽培並に雑草を制御できると考えられる. ただし、圃場によって雑草発生量に差があることから、使 用する圃場の発生雑草を見極め、雑草の発生量が多い場合 には体系処理や茎葉処理剤の複数回散布などの検討が状況 により必要となるであろう.

コムギ秋播栽培における雑草発生量は、耕起時期や播種

時期との関係が指摘されており、耕起時期が遅いほど、あるいは播種時期が遅いほど雑草発生量は少なくなる 6.34¹.これらは、雑草発生量には、播種後から越冬前に発生した雑草が大きく影響していることを示唆している。冬期播種栽培は、根雪直前に耕起、播種がなされるため、越冬前の雑草発生がきわめて少ないことから、除草剤の処理回数を減らすことができると考えられる.

第VI章 冬期播種栽培によるコムギ縞萎縮病の被害回避

岩手県では、連作によるコムギ縞萎縮病の被害が拡大している 41 が、本県の主力品種である「ナンブコムギ」はコムギ縞萎縮病抵抗性が弱く、その被害は $20\sim40\%$ の減収となった報告もある 59 .

コムギ縞萎縮病は、コムギに発生する土壌伝染性のウイルス病害であり、病原のコムギ縞萎縮ウイルスは土壌中の原生動物でムギ類の根に寄生する *Polymyxa graminis* によって媒介される。コムギ縞萎縮病は、播種後の気象条件、特に播種後の気温が高く雨が多いと多発する傾向にある284

試験を進めていく中で、冬期播種栽培によりコムギ縞萎縮病の被害が軽減される現象を認めた。そこで本章では、まずコムギ縞萎縮病多発圃場における冬期播種栽培の発病抑止効果を検討した。次いで発病程度の異なる圃場および栽培法の前歴が異なる圃場における発病抑止効果について検討し、さらに薬剤防除法との防除効果やコストの比較を行い、冬期播種栽培による本病の被害回避策としての実用性を検討した。

1. コムギ縞萎縮病の発病抑止効果

冬期播種栽培は播種期が根雪直前となるため、播種後の 気温がごく低温で推移することから、コムギ縞萎縮ウイル スのコムギへの感染が起こりにくくなるのではないかと考 え、冬期播種栽培のコムギ縞萎縮病に対する発病抑止効果 を検討した.

材料と方法

試験は、2003 年播種~2005 年播種の 3 年間に、岩手農研内と、花巻市葛(現地圃場)のコムギ縞萎縮病多発圃場で実施した。いずれの圃場も、試験開始前のコムギ栽培時には、圃場全体にコムギ縞萎縮病の病徴がみられた。供試品種は、コムギ縞萎縮病抵抗性が「弱」の「ナンブコムギ」を用いた。試験区は異なる 2 つの栽培法として、岩手県南部におけるコムギ秋播栽培の標準的な播種時期(10 月上中旬)に播種した秋播栽培の区と、根雪前の 12 月上中旬に播種した冬期播種栽培の区を設定した。播種期、播種量、施肥量、施肥時期は、表 25 のとおり設定した。播種時の施肥(基肥)は、秋播栽培が全層施用、冬期播種栽培が側条施用とした。播種様式は、条間 25cm のドリル播きとした。

コムギ縞萎縮病の発病調査は、発病最盛期である 4 月上中旬(2003 年播種は 2004 年 4 月 8 日、2004 年播種は 2005 年 4 月 14 日、2005 年播種は 2006 年 4 月 13 日)にそれぞれの区の発病株率と発病度について、4~8 地点の計 400~700 株を調査した。発病株率は、コムギ縞萎縮病に特有の病徴(葉の黄化、モザイク症状)を示す株の割合で示した。発病度は、病徴の程度により、A:2 全葉の 2/3 以上に病徴がみられる、B:2 全葉の 1/3 未満に病徴がみられる,D:2 名(3×あられる、C:2 全葉の 1/3 未満に病徴がみられる,D:2 名(3×あられる)と、2 名(3×調査株数)×100 により算出した。

発病調査を行った当日にそれぞれの区の3~8地点から株を採取し、酵素結合抗体法(ELISA)により地上部(葉)

表 25 試験区の構成と施肥処理の概要 (VI-1)

試験	播種	栽培法	播種期	播種量	窒	素施用	量 (g/	m ²) 2)	リン酸	・カリ	
場所	年次	1)			播種-	+融雪-	+止葉	合計	施用量	(g/m^2)	
			(月日)	(g/m^2)	時	期	期		リン酸	カリ	
	2003	秋播	10. 8	6	4	2	2	8	12	9	
_		冬期	12. 4	13	10	0	0	10	13	10	
네.	2004	秋播	10. 7	5	3	2	2	7	7	7	
北上		冬期	12. 1	14	8	0	0	8	11	8	
	2005	秋播	10. 6	6	4	2	2	8	8	8	
		冬期	12. 7	14	8	0	0	8	10	8	
	2003	秋播	10. 5	6	5	2	2	9	16	12	
_		冬期	12. 17	15	8	0	0	8	11	8	
-11:34	2004	秋播	10. 18	6	4	2	2	8	9	9	
花巻		冬期	12. 10	15	8	0	0	8	11	8	
_	2005	秋播	10. 13	6	4	2	2	8	9	9	
		冬期	12. 8	17	9	0	0	9	11	9	

¹⁾ 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.

²⁾ 播種時の施肥は、秋播が全層施用、冬期が側条施用とした. 北上における融雪期の施肥は、2003 年播種が2004 年 3 月 19 日、2004 年播種が2005 年 3 月 29 日、2005 年播種が2006 年 3 月 22 日とした. 花巻における融雪期の施肥は、2003 年播種が2004 年 3 月 17 日、2004 年播種が2005 年 3 月 31 日、2005 年播種が2006 年 3 月 27 日とした. 止葉期の施肥は、北上、花巻とも2003 年播種が2004 年 5 月 11 日、2004 年播種が2005 年 5 月 13 日、2005 年播種が2006 年 5 月 17 日とした. リン酸、カリは播種時に施用した.

表 26 生育ステージの栽培法別比較

播種	栽培法1)		北上市			花巻市	
年次	(区名)	出芽期	出穂期	成熟期	出芽期	出穂期	成熟期
		(月日)	(月日)	(月日)	(月日)	(月日)	(月日)
2003	秋 播	10. 16	5. 17	7. 2	10. 14	5. 12	7. 2
	冬 期	2. 25	5. 19	7. 6	2.28	5. 11	7. 5
2004	秋 播	10. 14	5. 26	7. 6	10.27	5. 27	7. 7
	冬 期	雪中	5. 23	7. 8	雪中	5. 24	7. 7
2005	秋 播	10. 12	5. 25	7. 9	10.20	5. 28	7. 11
	冬 期	雪中	5. 25	7. 9	雪中	5. 24	7. 9

1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.

表 27 多発圃場におけるコムギ縞萎縮病発病程度の栽培法別比較

播種	栽地	音法 1)	北上	市		花巻市	_
年次	(区名)		発病株率	発病度	発病	株率 発病	度
			(%)		(9	%)	
2003	秋	播	100	99	10	00 99	
	冬	期	5	2		0 0	
2004	秋	播	100	99	10	00 99	
	冬	期	0	0		0 0	
2005	秋	播	100	92	10	00 100	
	冬	期	0	0		0 0	
有	意差	2)	**	**	*	* **	

- 1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.
- 2) 有意差検定は年次を反復として実施した (対応のある t 検定). **は1%水準で有意差が有ることを示す.

のコムギ縞萎縮ウイルス (WYMV) 検定を行った. ELISA の実施方法は Clark and Adams¹⁰⁾ の方法に従った. 精製 γ ーグロブリンおよび酵素標識抗体は, 前東北農業研究センターの大藤泰雄博士より分譲いただいた. 検定葉は, 新葉を生重で 20mg 切り取り, 0.05%の Tween20 を含む pH7.4 のリン酸緩衝生理食塩水 (PBS-T) を葉の生重の 20 倍量加え, マイクロチューブ内でホモジナイザーにより磨砕し, これをさらに PBS-T で 20 倍に希釈して抗原とした. 反応基質液を加えて約 2 時間室温で静置した後, プレートリーダーによって波長 405nm の吸光度を測定した. 各試験区の測定値から, 健全植物汁液による対照区の測定値を引いた値を ELISA 値とし, この値が 0.1 以上のものを WYMV 陽性とした. また, 成熟期の穂数, 子実収量, および外観品質についても調査した.

結果

試験年の根雪期間は、2003年播種が2004年1月8日~2004年2月25日(49日間)、2004年播種が2004年12月21日~2005年3月24日(94日間)、2005年播種が2005年12月3日~2006年3月15日(103日間)であった。栽培法別の生育ステージを表26に示した。出芽期は、秋播栽培が10月中旬~下旬で播種後6~9日であり、冬期播種栽培は根雪期間終了後または雪中であった。出穂期、成熟期はともに栽培法間で4日以内の差であった。

コムギ縞萎縮病の発病最盛期である 4 月上中旬における 発病株率、発病度についてみると (表 27)、秋播栽培は試験 年次によらず発病株率が100%、発病度が92~100と高く、 コムギ縞萎縮病に特有の症状が発病株全体に強くみられた。 一方、冬期播種栽培は全く発病がみられないか、ごくわず かに葉の黄化症状 (はっきりとした病徴ではなかったが、 疑わしいものは発病株としてカウントした)がみられるに すぎなかった (図 10).

地上部のWYMV検出率をみると(表28), 秋播栽培ではほとんどの株がWYMV陽性で高かったのに対し、冬期播種栽培ではほとんどの株が陰性で検出率が低かった。また、WYMV陽性個体の平均ELISA値は、年次により変動はみられるものの、秋播栽培ではいずれの年次もELISA値が高く、冬期播種栽培を大きく上回った。

成熟期の穂数,子実収量,および外観品質を比較した結果を図11に示した.冬期播種栽培は,秋播栽培に比べて穂数が多く,子実収量は秋播栽培よりも有意に高かった.秋播栽培は遅発分げつの発生が多く,特に花巻では外観品質が冬期播種栽培よりも劣っていた.



図10 コムギ縞萎縮病の発病状況(花巻市) 左:秋播栽培,右:冬期播種栽培.

表 28 WYMV 検出率と平均 ELISA 値の栽培法別比較

播種	栽培法 1)	地上部の W	YMV 検出率 ²⁾	WYMV 陽性個体の	D平均ELISA 値 ³⁾	
年次	(区名)	北上市	花巻市	北上市	花巻市	
2003	秋 播	3/3	8/8	2.994 ± 0.000	1.683 ± 0.836	
	冬 期	0/3	1/8	_	0. 133	
2004	秋 播	5/6	4/4	0.381 ± 0.174	1.447 ± 0.134	
	冬 期	0/6	0/4	_	_	
2005	秋 播	6/8	5/8	0.994 ± 0.712	0.169 ± 0.060	
	冬 期	2/8	0/8	0.472 ± 0.196	_	
	有意差4)	**	**	_	_	

- 1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.
- 2) WYMV 検出率は、ELISA による WYMV 陽性の個体数/調査個体数で表した.
- 3) 土は標準偏差.
- 4) 有意差検定は年次を反復として実施した(対応のあるt検定). **は1%水準で有意差が有ることを示す.

2. 発病程度の前歴が異なる圃場における効果

渡辺ら¹²¹⁾は、縞萎縮病の発病程度の異なる圃場において、 晩播による発病軽減効果を検討した。その結果、多発圃場、 少発圃場のいずれも晩播により発病は減少し、特に少発圃 場で顕著であったが、収量的には晩播することによって減 収したと報告している.

本試験では、コムギ縞萎縮病の発病程度の異なる圃場に おいて、冬期播種栽培による発病抑止効果とその収量に及 ぼす影響について明らかにしようとした.

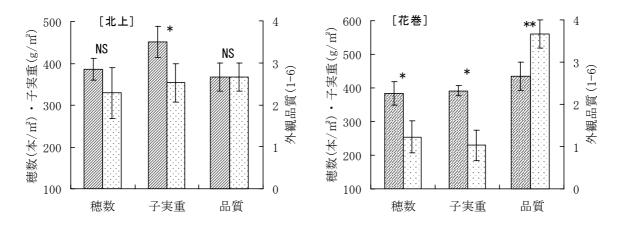


図11 穂数,子実収量,および外観品質の比較(3カ年平均)

②: 冬期播種栽培, ○: 秋播栽培. 外観品質は整粒歩合, 粒揃い, 検査等級から総合的に判断し, 1:上上, 2:上下, 3:中上, 4:中中, 5:中下, 6:下の6段階で表した. 有意差検定は年次を反復として実施した(対応のあるt検定). エラーバーは標準誤差(n=3). **, *, NSは, それぞれ1%水準で有意差がある, 5%水準で有意差がある, 有意差がないことを示す.

材料と方法

試験は、2003 年播種~2005 年播種の 3 年間に、岩手農研の圃場(表層腐植質黒ボク土、面積は80a)で実施した。本圃場の半分は前歴が「水稲ー(圃場造成)ーコムギ連作2年ー休閑ーダイズーコムギ」の作付けで、コムギ縞萎縮病が多発(以下、多発圃場という)した。残りの半分は前歴が「水稲ー(圃場造成)ー休閑ーダイズーコムギ」の作付けで、コムギ縞萎縮病の発生が少なかった圃場(以下、少発圃場という)である。試験開始前のコムギ栽培時には、多発圃場は圃場全体のコムギにコムギ縞萎縮病の病徴がみられたが、少発圃場は散見される程度であった。

試験区は、各年次とも秋播栽培の区と冬期播種栽培の区を設定し、多発圃場と少発圃場にそれぞれ配置した。ただし、2004年播種および2005年播種の試験区は、多発圃場、少発圃場とも前年の秋播栽培の圃場を用いた(1 区面積は、2003年播種が13a、2004年播種が6.5a、2005年播種が1.6a)、供試品種、栽培条件は、前節と同様である。

各試験区の生育ステージ,生育量,収量関連形質および品質について比較検討した.生育調査は,試験区の対角線方向に3箇所(各2m,1箇所あたり20個体調査)とし,収量調査はそれぞれの箇所から5条(1試験区あたり7.5㎡)を刈取りして実施した.なお,コムギ縞萎縮病の発病調査,およびELISAについては,前節と同様に行った.

結果

試験年の根雪期間は,2003年播種が2003年1月8日~2004年2月25日(49日間),2004年播種が2004年12月21日~2005年3月24日(94日間),2005年播種が2005年12月3日~2006年3月15日(103日間)であった。栽培法別の生育ステージを表29に示した。出芽期は、秋播栽培が10月中旬で播種から8日以内であり、冬期播種栽培は根雪期間終了後または雪中であった。出穂期、成熟期はと

もに栽培法間で 5 日以内の差であった. また, 秋播栽培の 出穂期は, 2003 年播種では多発圃場が少発圃場よりも3日 遅かったが, 2004 播種ではその差は2 日となり, 2005 年 播種では差がなくなった. 多発圃場, 少発圃場の成熟期の 差は1日以内であった.

コムギ縞萎縮病の発病最盛期である 4 月上中旬における 発病株率、発病度、地上部の WYMV 検出率についてみる と (表 29)、秋播栽培は発病株率、発病度とも冬期播種栽培 より高く、多発圃場では発病株率が 100%、発病度が 92~ 99 にまで達した。これに対し、冬期播種栽培は発病株率 0 ~5%、発病度 0~2 と、全く発病がみられないかごくわず かに黄化症状(はっきりとした病徴ではなかったが、疑わ しいものは発病株としてカウントした)がみられたにすぎ ず、発病株率、発病度とも秋播栽培に比べ有意に低かった。

地上部の WYMV 検出率は、秋播栽培では 2003 年播種の 少発圃場を除くほとんどの株が WYMV 陽性で高かったの に対し、冬期播種栽培では 2005 年播種の多発圃場を除く全 株が陰性で検出率は低かった。 圃場の種類についてみると、2003 年播種では少発圃場の発病株率、発病度は多発圃場よりも低く、特に秋播栽培では地上部の WYMV 検出率も低下したが、2004 年播種、2005 年播種では圃場による差は 認められなかった。

成熟期生育量,収量構成要素,子実収量および品質の結果を表30に示した. 穂長以外の形質は統計的な差が認められなかったものの,冬期播種栽培は稈長,穂長が秋播栽培よりも短く,2003年播種の多発圃場と2005年播種では千粒重が,それ以外の圃場,年次では穂数が秋播栽培よりも多い傾向を示した.子実収量は,冬期播種栽培が秋播栽培よりも高く,2003年播種は秋播対比で103%および118%,2004年播種は秋播対比で114%および123%,2005年播種は秋播対比で135%および148%で,年次とともに比率も高くなった.また,秋播栽培では、コムギ縞萎縮病の発病程

表 29	生育ステージ	コムギ縞茎縮病発病程度	および WYMV 検出率の比較	(北上市)
1X 20	エロハノ	一一一		\4L

					-,	•		
播種	圃場	栽培法1)	出芽期	出穂期	成熟期	<u> </u>	調査	地上部
年次	種類	(区名)				発病	発病度	WYMV
						株率		検出率 2)
			(月日)	(月日)	(月日)	(%)		
	多発	秋播	10. 16	5. 17	7. 2	100	99	3/3
2003		冬期	2. 25	5. 19	7. 6	5	2	0/3
2003	少発	秋播	10. 16	5. 14	7. 2	62	25	0/3
		冬期	2. 25	5. 19	7. 6	0	0	0/3
	多発	秋播	10. 14	5. 26	7. 6	100	99	5/6
2004		冬期	雪中	5. 23	7. 8	0	0	0/6
2004	少発	秋播	10. 14	5. 24	7. 6	100	90	5/8
		冬期	雪中	5. 23	7. 7	0	0	0/8
	多発	秋播	10. 12	5. 25	7. 9	100	92	6/8
2005		冬期	雪中	5. 25	7. 9	0	0	2/8
2005	少発	秋播	10. 12	5. 25	7. 10	100	95	6/8
		冬期	雪中	5. 25	7. 9	0	0	0/8
分散分	析 ³⁾ [圃場種類	_	_	_	NS	NS	NS
	Ē	栽培法	_	_	_	**	**	**
	2	交互作用	_	_	_	NS	NS	NS

- 1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.
- 2) WYMV 検出率は、ELISA による WYMV 陽性の個体数/調査個体数で表した.
- 3) 分散分析は年次を反復として実施した. **, NS は、それぞれ1%水準で有意、有意でないことを示す. ーは実施せず.

表 30 成熟期生育、収量構成要素、子実収量、および品質の比較(北上市)

播種 年次	圃場 種類	栽培法 ¹⁾ (区名)	稈長	穂長	穂数	千粒重	子実重	同左 対比	外観 ²⁾ 品質
			(cm)	(cm)	(本/m²)	(g)	(g/m^2)	(%)	
	多発	秋播	85	9.7	449	41.2	443	100	2
2003-		冬期	81	9.2	401	44.8	523	118	2
2005	少発	秋播	94	10.4	344	45.8	485	100	2
		冬期	78	9.5	398	45. 2	500	103	2
	多発	秋播	78	10.0	263	39.8	324	100	3
2004-		冬期	69	8.2	423	37.8	397	123	3
2004	少発	秋播	80	9.9	301	37. 3	301	100	3
		冬期	70	8.1	333	40.3	344	114	3
	多発	秋播	78	10.0	275	41.2	294	100	3
2005-		冬期	79	9.6	335	43.8	435	148	3
2005	少発	秋播	77	9.6	247	41.4	278	100	4
		冬期	76	9.0	297	43.6	375	135	3
分散分	/析 ³⁾	間場種類	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS
	耒	浅 培法	NS	*	NS	NS	NS	_	NS
	3	ど互作用	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS

- 1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.
- 2) 外観品質は整粒歩合, 粒揃い, 検査等級から総合的に判断し, 1:上上, 2:上下, 3:中上, 4:中中, 5:中下, 6:下の6段階で表した.
- 3) 分散分析は年次を反復として実施した.*, NS は、それぞれ5%水準で有意、有意でないことを示す. は実施せず.

度が圃場間で大きな差のみられた 2003 年播種においては、 少発区が多発区よりも多収であったが、発病程度が同様に 高かった 2004 年播種以降においてはこの傾向は逆転し、収 量差も小さくなった. 外観品質は、栽培法間、圃場間で差 はみられなかった.

3. 栽培法の前歴が異なる圃場における効果

本節では、栽培法の前歴の違い(前歴が冬期播種栽培か 秋播栽培か)がコムギ縞萎縮病の発生に及ぼす影響を明ら かにするとともに、冬期播種栽培の連作が後作の秋播栽培 における発病や生育、および WYMV の感染力に及ぼす影 響についても検討した.

材料と方法

試験は、2003 年播種~2005 年播種の 3 年間に、花巻市 葛にある黒ボク土の圃場(面積は 70a)で実施した。本圃場は、作付け前歴が「水稲ーコムギ連作 2 年一大豆一水稲ーコムギ連作 2 年」であり、コムギ縞萎縮病が多発している。試験開始前のコムギ栽培時には、圃場全体のコムギにコムギ縞萎縮病の病徴がみられた。

試験区は、異なる 2 つの栽培法として秋播栽培の区と冬期播種栽培の区を設定した. 試験に先立って試験開始前年(2002 年播種) に圃場半分を秋播栽培で、残り半分を冬期播種栽培でコムギを作付けし(栽培条件は2003 年播種に同じ)、秋播栽培と冬期播種栽培の2つの前歴を持つ圃場を作成した. このため、2003 年播種の試験区は、秋播栽培区、冬期播種栽培区ともに前歴が秋播栽培の圃場と前歴が冬期播種栽培の圃場にそれぞれ配置した.

同様に、2004 年播種、2005 年播種の試験区も、秋播栽培区、冬期播種栽培区ともに前歴が秋播栽培の圃場と前歴が冬期播種栽培の圃場(いずれも2004 年播種は2年連続、2005 年播種は3年連続)にそれぞれ配置した(1区面積は、2003年播種が12a,2004年播種が6a,2005年播種が1.2a). 供試品種、栽培条件は、第1節と同様である。また、生

育ステージ,生育量,収量関連形質および品質についての調査,コムギ縞萎縮病の発病調査,およびELISAについては、前節と同様に行った.

結果

栽培法別の生育ステージを表 31 に示した. 出芽期は, 秋播栽培が 10 月中旬~下旬で播種から 9 日以内であり, 冬期播種栽培は根雪期間終了後または雪中であった. 出穂期,成熟期はともに栽培法間で4日以内の差であった. 出穂期,成熟期の栽培法前歴による差は 2003 年播種においてはみられなかったが, 2004年播種では秋播栽培区の前歴秋播は前歴冬期播種よりも出穂期が1日遅く, さらに 2005年播種では出穂期で2日,成熟期で1日遅かった.

コムギ縞萎縮病の発病最盛期である 4 月上中旬における 発病株率,発病度,WYMV 検出率の結果を表 31 に示した. 秋播栽培は,試験年次や栽培法の前歴によらず発病株率が 100%と高かった. 秋播栽培の発病度は,2004 年播種まで は栽培法の前歴によらず 95~99 と高かったが,2005 年播 種では前歴が冬期播種の場合は 72 で,前歴が秋播の場合 (95) よりも低かった. 一方,冬期播種栽培は全く発病が みられなかった. 地上部の WYMV 検出率は,秋播栽培で はほとんどの株が WYMV 陽性で高かったのに対し,冬期 播種栽培ではほとんどの株が陰性で低かった. なお,発病 株率,発病度,および地上部の WYMV 検出率に栽培法の 前歴による統計的な差は認められなかった.

成熟期生育量、収量構成要素、子実収量および品質の結果を表 32 に示した。冬期播種栽培は秋播栽培よりも千粒重が重く、穂数も冬期播種栽培が秋播栽培よりも多かった。

表31 生育ステージ,コムギ縞萎縮病発病程度,およびWYMV検出率の比較(花巻市)

播種	栽培法1)	栽培法	出芽期	出穂期	成熟期	発症	調査	地上部2)
年次	の前歴	(区名)				発病	発病度	WYMV
						株率		検出率
			(月日)	(月日)	(月日)	(%)		
	秋播	秋播	10. 14	5. 12	7. 2	100	99	8/8
2003		冬期	2. 28	5. 11	7. 5	0	0	1/8
	冬期	秋播	10. 14	5. 12	7. 2	100	97	5/5
		冬期	2. 28	5. 11	7. 5	0	0	0/5
	秋播	秋播	10.27	5. 27	7. 7	100	99	4/4
2004		冬期	雪中	5. 24	7. 7	0	0	0/4
2004	冬期	秋播	10.27	5. 26	7. 7	100	99	3/4
		冬期	雪中	5. 24	7. 7	0	0	0/4
	秋播	秋播	10.20	5. 28	7. 11	100	95	5/8
2005		冬期	雪中	5. 24	7. 9	0	0	0/8
2005	冬期	秋播	10.20	5. 26	7. 10	100	72	6/8
		冬期	雪中	5. 24	7. 9	0	0	0/8
分散分	析 彩 栽培	法前歷	_	_	_	NS	NS	NS
	栽培	法	_	_	_	**	**	**
	交互	作用	_	_	_	NS	NS	NS

¹⁾ 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培,

²⁾ WYMV 検出率は、ELISA による WYMV 陽性の個体数/調査個体数で表した.

³⁾ 分散分析は年次を反復として実施した. **, NS は, それぞれ 1%水準で有意, 有意でないことを示す. 一は実施せず.

表 32	成熟期生育,	収量構成	衣安素,	子実収	量、およ	ひ品質のと	比較(花巻	市)	
播種 年次		栽培法 (区名)	⁾ 稈長	穂長	穂数	千粒重	子実重	同左 対比	外観 ²⁾ 品質
			(cm)	(cm)	(\pm/m^2)	(g)	(g/m^2)	(%)	
	秋播	秋播	78	9.7	350	35. 1	310	100	3
2003		冬期	82	9.6	453	42. 1	422	136	2
2003	冬期	秋播	75	10.2	316	37.0	304	100	3
		冬期	81	9.4	427	41.3	429	141	2
	秋播	秋播	71	9.7	214	36. 9	226	100	4
2004		冬期	73	8.1	351	39.8	372	165	3
2004	冬期	秋播	75	9. 7	237	38. 1	252	100	4
		冬期	70	8.1	323	39. 4	319	127	3
	秋播	秋播	69	9.9	199	38.0	153	100	4
2005	· <u></u>	冬期	75	8.8	349	41.3	381	249	3
2005	冬期	秋播	74	9.3	254	40. 1	260	100	4
		冬期	76	8.8	319	41.5	370	142	3
分散分析 3) 栽培活		去前歴	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS
	栽培法	=	NS	*	*	**	**	_	*
	交互作	用	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS

表 32 成熟期生育、収量構成要素、子実収量、および品質の比較(花巻市)

- 1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.
- 2) 外観品質は、整粒歩合、粒揃い、検査等級から総合的に判断し、1:上上、2:上下、3:中上、4:中中、5:中下、6:下の6段階で表した.
- 3) 分散分析は年次を反復として実施した. **, *, NS は, それぞれ1%水準で有意, 5%水準で有意, 有意でないことを示す. ーは実施せず.

その結果, 冬期播種栽培の子実収量は秋播栽培よりも有意に高く,2003年播種は秋播対比で136%および141%,2004年播種は秋播対比で127%および165%,2005年播種は秋播対比で142%および249%であった.

また、秋播栽培の子実収量は年次とともに減少傾向にあったが、前歴が冬期播種の場合は前歴が秋播の場合よりも減少の程度が小さかった。外観品質は、冬期播種栽培が秋播栽培よりも優っていた。栽培法の前歴については、全ての形質において差が認められなかった。

4. 薬剤防除法との比較

本試験では、冬期播種栽培による方法と薬剤防除による 方法について、コムギ縞萎縮病の防除効果やコスト比較を 行い、両者の実用性を検討した.

材料と方法

試験は、2004年播種および2005年播種の2年間に、岩手農研のコムギ縞萎縮病多発圃場(表層腐植質黒ボク土)で実施した. 試験開始前のコムギ栽培時には、圃場全体のコムギにコムギ縞萎縮病の病徴がみられた. 供試品種は、「ナンブコムギ」を用いた.

試験区は秋播栽培区と冬期播種栽培区を設定し、秋播栽培区には縞萎縮病に唯一農薬登録のある TPN 粉剤 (TPN成分 10%)を、耕起・播種前に 20g/㎡土壌表面に処理した区(以下、秋播 TPN区という)と、処理しない区(以下、秋播無処理区という)を設けた。各試験区の栽培条件は表33に示した。播種様式は、条間 25cm のドリル播きとし、各年次とも50㎡/区、無反復で試験を行った。

生育ステージ, 生育量, 収量関連形質, 子実収量および

品質についての調査, コムギ縞萎縮病の発病調査, および ELISA について, 前節と同様にそれぞれの試験年次ごとに 行った. また, 秋播 TPN 区と秋播無処理区においては, 2004 年播種に供試した同一の圃場で 2005 年播種もそれぞれ秋播栽培を行い (TPN 粉剤は処理せず), TPN 粉剤の残効を調査した. このときの栽培条件も表 33 と同様とした.

結果

コムギ縞萎縮病の発病最盛期である 4 月中旬における発病株率,発病度,地上部の WYMV 検出率の結果を表 34 に示した. 秋播無処理区では,発病株率は 2 カ年とも 100%で,発病度も 96~99 と激発状態であった. 2004 年播種では,TPN 処理により発病度が 61 にまで低下したが,2005年播種では無処理区を僅かに下回る程度であった. 発病株率は TPN 処理と無処理で差がみられず,地上部の WYMV 検出率をみても,秋播 TPN 処理区,無処理区とも調査個体のほとんどから WYMV が検出された. これに対し,冬期播種栽培は全く病徴が認められず,地上部の WYMV 検出率をみてもほとんどが陰性で低かった.

生育ステージの調査結果を表 35 に示した. 出穂期は, 2004 年播種は冬期播種栽培が, 2005 年播種は秋播 TPN 区 が最も早く, 秋播無処理区は 2 カ年とも最も遅かった. また, 出穂始から出穂揃までの期間は, 冬期播種栽培が 3 日間, 秋播 TPN 区が 3~5 日間, 秋播無処理区が 5 日間で, 特に秋播無処理区で出穂のばらつきが大きかった. 成熟期は, 2004 年播種では冬期播種栽培が最も遅く, 2005 年播種では秋播無処理区が最も遅かったが, その差は 2 日であった.

成熟期生育量、収量構成要素、子実収量、および品質の

表 33 試験区の構成と施肥処理の概要 (VI-4)

播種	区名 1)	TPN 粉剤	播種期	播種量	施肥量(g/m²) ³⁾				
年次	(栽培法)	処理量2)			窒素		リン酸	カリ	
					播種+融雪+止葉				
		(g/m^2)	(月日)	(g/m^2)	時	期	期		
	秋播 TPN	20	10. 7	5	3	2	2	7	7
2004	秋播無処理	0	10. 7	5	3	2	2	7	7
	冬期	0	12. 1	15	8	0	0	11	8
	秋播 TPN	20	10. 6	6	4	2	2	8	8
2005	秋播無処理	0	10. 6	6	4	2	2	8	8
	冬期	0	12. 7	14	8	0	0	11	8

- 1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培,
- 2) TPN 粉剤処理日は,2004 年播種が2004 年 9 月 29 日,2005 年播種が2005 年 10 月 3 日とした.
- 3) 融雪期の施肥は,2004 年播種が2005 年 3 月 29 日,2005 年播種が2006 年 3 月 22 日とした. 止葉期の施肥は,2004 年播種が2005 年 5 月 13 日,2005 年播種が2006 年 5 月 16 日とした. リン酸,カリは播種時に施用した.

表34 薬剤処理の有無と栽培法の違いがコムギ縞萎縮病 発病程度、WYMV 検出率におよぼす影響

区名1)	発病調	暫査	地上部の
(栽培法)	発病株率	発病度	WYMV
	(%)		検出率
秋播 TPN	98	61	6/6
秋播無処理	100	99	5/6
冬期	0	0	0/6
秋播 TPN	100	93	8/8
秋播無処理	100	96	7/8
冬期	0	0	2/8
析2)	**	**	**
	(栽培法) 秋播 TPN 秋播無処理 冬期 秋播 TPN 秋播無処理	(栽培法) 発病株率 (%) 秋播 TPN 98 秋播無処理 100 冬期 0 秋播 TPN 100 秋播無処理 100 冬期 0	(栽培法) 発病株率 (%) 発病度 (%) 秋播 TPN 98 61 秋播無処理 100 99 冬期 0 0 秋播 TPN 100 93 秋播無処理 100 96 冬期 0 0

1) 秋播: 秋播栽培、冬期: 冬期播種栽培. 調査は、2004 年播種が2005 年4 月 12 日、2005 年播種が2006 年 4 月 13 日に実施した. 2) 分散分析は年次を反復として実施した、**は1%水準で有意であることを示す。

結果を表 36 に示した. 稈長, 穂長は, 2004 年播種は秋播 TPN 区が他の区よりも長く, 2005 年播種は冬期播種栽培が他の区よりも長かった. 千粒重は, 2004 年播種が秋播 TPN 区で最も重く, 2005 年播種は冬期播種栽培が最も重かった. 穂数は冬期播種栽培が最も多く, 子実収量は有意ではないものの冬期播種栽培が 390kg/10a 以上と最も高く, 次いで秋播 TPN 区, 秋播無処理区の順であった.

秋播栽培における前作のTPN 処理が、後作のコムギ縞萎縮病発病程度におよぼす影響(残効)について調査した結

果を表 37 に示した. TPN 処理当年は秋播栽培の発病度が低下したが、その効果は後作にはみられず、後作の発病株率、発病度はともに無処理区と同等であった.

5. 考察

コムギ縞萎縮病多発圃場において,播種時期(栽培方法)の違う秋播栽培,冬期播種栽培の発病程度を比較した.その結果,いずれの年次も秋播栽培は発病株率,発病度が高かったが,冬期播種栽培は全く発病がみられないか,ごくわずかに葉の黄化症状がみられるにすぎなかった.

稿萎縮ウイルスのムギへの感染過程は,気象条件,特に気温の影響を大きく受け,オオムギ縞萎縮病では播種後 $10 \sim 40$ 日間の感染期の適温は $10 \sim 16$ \mathbb{C} で,5 \mathbb{C} 以下および 20 \mathbb{C} 以上ではほとんど感染が起こらないとされている 5^{10} 。また,コムギ縞萎縮病では,圃場における感染は $5 \sim 15$ \mathbb{C} (地温では $7 \sim 15$ \mathbb{C}) の時期に起こることが報告されている 8^{10} 。北上における栽培期間中の日平均気温および地温をみると(図 12),地温はどの年次も気温とほぼ同等に推移し,根雪期間中は $0 \sim 1$ \mathbb{C} とほぼ一定に推移した。 秋播栽培では播種後の気温(地温)が高く,播種後 40 日以上が 5 \mathbb{C} (同 7 \mathbb{C})以上で経過したのに対し,冬期播種栽培では播種から根雪期間終了後の 3 月下旬まで 5 \mathbb{C} (同 7 \mathbb{C})以下の低温で経過していた(なお,花巻の気温も北上とほぼ同等に経過していた)。 したがって,冬期播種栽培で発病が抑止された要因としては,播種後の低温条件により WYMV のムギへの感

表 35 薬剤処理の有無と栽培法の違いが生育ステージ到達日におよぼす影響

播種	区名 1) 出芽期		出和	出穂(月日)			成熟期	
年次	(栽培法)	(月日)	始	期	揃	(月日)	(月日)	
	秋播 TPN	10. 15	5. 23	5.25	5. 26	6. 2	7. 6	
2004	秋播無処理	10. 15	5. 23	5. 26	5. 28	6. 3	7. 6	
	冬期	雪中	5. 22	5. 23	5. 25	6. 2	7. 8	
	秋播 TPN	10. 12	5. 21	5.24	5. 26	5. 31	7. 10	
2005	秋播無処理	10. 12	5. 23	5. 26	5. 28	6. 2	7. 11	
	冬期	雪中	5. 23	5. 25	5. 26	6. 1	7. 9	

1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.

播種 年次	栽培法 ¹⁾ (区名)	程長	穂長	穂数	千粒重	子実重	同左 対比	外観 ²⁾ 品質
		(cm)	(cm)	(\pm/m^2)	(g)	(g/m^2)	(%)	
	秋播 TPN	87	10. 1	321	41.9	395	122	4
2004	秋播無処理	78	10.0	263	39.8	324	100	4
	冬期	69	8. 2	423	37. 1	397	123	3
	秋播 TPN	77	9.6	227	42.3	308	157	3
2005	秋播無処理	66	8.9	205	40.3	196	100	4
	冬期	79	9.6	335	43.8	435	222	3
分散	效分析 ³⁾	NS	NS	NS	NS	NS	_	NS

表 36 成熟期生育、収量構成要素、子実収量、および品質の比較

- 1) 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.
- 2) 外観品質は、整粒歩合、粒揃い、検査等級から総合的に判断し、1:上上、2:上下、3:中上、4:中中、5:中下、6:下の6段階で表した。
- 3) 分散分析は年次を反復として実施した。NS は有意でないことを示す。一は実施せず.

表 37 前作における薬剤処理が後作のコムギ縞萎縮病 発病程度に及ぼす影響

							_
_	区 名	前作(処	理当年)1)	1	後作(処	理翌年)	1)
		発病株率	発病度	発	病株率	発病度	
		(%)			(%)		
	TPN 処理 ²⁾	98	61		100	91	
	TPN 無処理	100	99		100	96	

- 1) 調査は, 前作 (2004 年播種) が 2005 年 4 月 12 日, 後作 (2005 年播種) が 2006 年 4 月 13 日に実施した.
- 2) TPN 処理は前作のみ実施した.

染が妨げられた可能性が考えられる. このことは、WYMV 検出率が冬期播種栽培で低かった (表 28) ことからも説明 できる. また、WYMV 陽性個体の平均 ELISA 値は、冬期 播種栽培が秋播栽培よりも低く (表 28)、冬期播種栽培では たとえ WYMV に感染したとしても秋播栽培に比べて増殖 しづらい条件であったことが伺われる.

一方,根雪期間終了後は気温(地温)が上昇し,再び感染が可能な温度に到達するため,冬期播種栽培においても 播種翌春の感染の可能性は考えられる. 縞萎縮病の伝染環は,ウイルスがムギの根に侵入する「感染期」,ムギ体内で

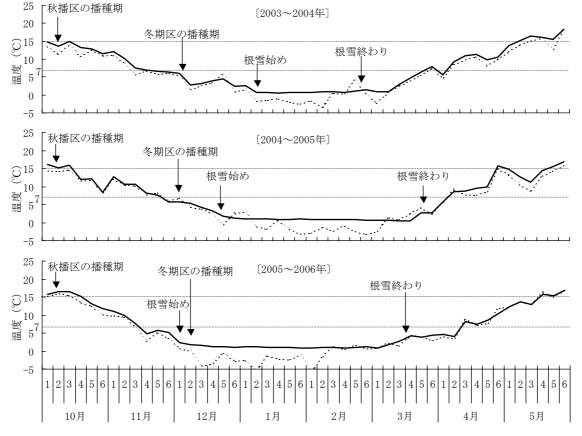


図12 試験年の半旬別日平均気温および日平均地温の推移(北上市)

…:日平均気温, 一:地表下 5 cm の日平均地温.

ウイルスが増殖する「潜伏期」、病徴のみられる「発病期」、 病徴が消えていく「回復期」の 4 つに分けられるが、コム ギでは接種後 30~40 日間の潜伏期間の日平均気温が 10℃ 以下であることが発病に必要とされている ⁹²⁾. また、発病 期には日平均気温で5℃前後が病徴発現に最適であり、10℃ を超えるとマスキングを受け症状が消える89.したがって、 たとえ翌春に WYMV が感染しても、この時期は気温(地 温)が上昇していく時期であり、ウイルスの増殖・病徴発 現に必要な温度条件にはなり難い. 実際, 発病調査を行っ た 4 月上中旬以降も、冬期播種栽培において縞萎縮病の病 徴は確認できなかった。また、大藤851も、岩手県内のWYMV 汚染圃場に2葉期のコムギを4月から5月にかけて移植し た試験で、越冬後でも WYMV の感染は起こるものの、そ の後の発病はみられなかったとの報告をしている. 岩手県 における冬期播種栽培の播種適期は根雪前の12月上旬以降 である(第Ⅲ章)が、この時期の日平均気温は気象台の例 年の観測値をみても全県的に5℃以下の低温期にあたる (注: 気象庁電子閲覧室 http://www.data.kishou.go.jp/ (2005 年 5 月現在)). したがって、冬期播種栽培による WYMV の感染を回避する効果は、年次による変動が少ない ものと考えられる.

第2節においては、多発圃場と少発圃場 がコムギ縞萎縮病の発生に及ぼす影響をみようとした。2003 年播種では、少発圃場は多発圃場よりも発病株率や発病度が低下した(表29)。しかし、年次を通してみると、圃場の種類が発病株率や発病度、WYMV 検出率に及ぼす影響は判然とせず、統計的な差も認められなかった。2004 年播種、2005 年播種の試験は、前年が秋播栽培の圃場を使用していることから、秋播栽培の連作によるウイルス密度の増加により、少発圃場の汚染程度が進んだ可能性が考えられる。このことは、2004 年播種、2005 年播種の秋播栽培の発病株率や発病度が、多発圃場と少発圃場とでほとんど差がなかったことからも推察できる。ただし、冬期播種栽培においては連

作をしても発病はみられず、安定した発病抑止効果が確認 された.

第3節では、栽培法の前歴の違いがコムギ縞萎縮病の発 生に及ぼす影響をみようとした。 秋播栽培は、いずれの年 次も発病株率が 100%で栽培法の前歴による差はみられな かったが、同じ前歴処理を3年継続した2005年播種におい ては、発病度は前歴が秋播の場合(95)よりも前歴が冬期 播種の場合(72)の方が低かった(表 31). 渡辺ら 121)は、 オオムギ縞萎縮病発生圃場において、麦種転換や休閑はそ の後作付けされたオオムギの発病を抑制することを報告し ている. これらは、耕種的に伝染源密度を減らして発病を 軽減させることをねらいとした方法の一つであるが、いず れも1~2年の実施ではウイルスの汚染が進んだ圃場では効 果が劣ることも報告されている 1211. 本試験でも, 冬期播種 栽培では栽培跡地のWYMV密度が低下する可能性があり、 それが前歴に冬期播種を連続させたことでその後の秋播栽 培の発病度を低下させ、減収程度が低下した要因とも考え られるが、1~2年の前歴処理では有意な差がみられなかっ たことは渡辺ら 121 の報告と同様の傾向といえる. いずれに せよ、栽培法の前歴(冬期播種栽培の連作)が後作の秋播 栽培における発病や生育に対する効果をみるためには、さ らに数年にわたる調査と土壌中のウイルス密度の定量など、 今後の詳細な検討が必要である.

健全圃場においては、冬期播種栽培のコムギは標準的な 秋播栽培に比べて出穂期、成熟期が 3~7 日遅く、穂数は 50%程度多くなるものの、稈長、穂長は短く、千粒重はや や軽くなる(第Ⅲ章). 本試験の秋播栽培は発病により茎立 ちが遅れ、特に2004年播種の出穂期は冬期播種栽培よりも 遅くなり、また、千粒重も冬期播種栽培に比べ軽くなる傾 向がみられた. 本試験と同様に、縞萎縮病の発病株は茎立 ちが遅れ、分げつの減少や出穂期間の延長による熟期のば らつきにより穂数や千粒重が減少し、子実収量が低下する ことが報告されており59,72,881、縞萎縮病の発病によりコムギ

表 38 2 カ年平均の収支比較

	項目	1)		秋播 TPN ²⁾	秋播無処理 ²⁾	冬期2)	
粗収益				52, 374	38, 740	61, 984	
生産費用	(種苗費			2,079	2,079	5, 481	
	肥料費			3,972	3, 972	4, 971	
	農業薬剤費	(TPN 粉剤	9,867	0	0	
			種子消毒	140	140	451	
\prec		1	除草剤	3, 190	3, 190	1, 385	
,		l	雪腐病防除	289	289	0	
	光熱動力費		施肥	96	96	0	
		\exists	薬剤散布	126	126	63	
	<u></u>	Ĺ	麦踏	81	81	0	
	計			19,840	9, 973	12, 351	
差引				32, 534	28, 767	49, 633	

¹⁾ 単位は円/10a である. 各区に共通な費用は計算から除外した. 粗収益は, 販売単価 149 円/kg として各区の 子実重から計算(助成金含む)した.

²⁾ 秋播: 秋播栽培, 冬期: 冬期播種栽培.

の生育や子実収量が大きく低下する.

また、縞萎縮病は晩播するほど発病が軽減されることが 報告されている 33,121⁾ が、生育の遅延からかえって減収とな る危険性も指摘されている119,121, さらに晩播の場合、出芽 期は根雪前となるものの、特に岩手県のような寒冷地では 根雪始めまでに十分な生育量が得られにくく、凍上害の危 険性が高まる 65 ことから、収量性の面では標準的な秋播栽 培のものよりも不安定である. これに対し冬期播種栽培は、 穂数が多く千粒重が重い傾向があり、 秋播栽培よりも増収 した. 冬期播種栽培は、秋播栽培に比べると分げつの発生 が少ないが、通常の秋播栽培よりも播種量や施肥量を増加 したことや、秋播栽培のような発病による分げつの減少が なく十分な穂数を確保できたことが増収につながったもの と考えられる. 特に、多発圃場で比較をした第1節の試験 においては、冬期播種栽培の3カ年平均の子実収量は秋播 対比で128~170%と有意に高く、コムギ縞萎縮病の発病を 回避した効果が実証された.

薬剤防除法との比較試験の結果から、TPNの処理は秋播栽培におけるコムギ縞萎縮病の発病度の低下と収量の向上をもたらした。しかし、その効果の大きさは年次によって変化した一方で、冬期播種栽培はいずれの年次もコムギ縞萎縮病の病徴が全くみられず、地上部の WYMV 検出率も有意に低かった(表 34)、秋播 TPN 区は、処理した当年の発病が軽減されるとはいえ、次作の伝染源密度を減らすには至っていない(表 37)。この効果の持続性の短さは、渡辺ら121)も同様のことを指摘しており、今後、残効の長い薬剤の開発が期待される。また、コスト的にみても冬期播種栽培は秋播 TPN 区よりも有利であり(表 38)、冬期播種栽培は薬剤防除法よりも有効な耕種的防除法といえよう。

第VII章 冬期播種栽培したコムギの加工品質

コムギの本作化に伴いコムギの生産拡大を図るためには、 実需者ニーズにマッチした品質の向上、安定的な生産がま すます重要となる.しかし、岩手県のコムギ作は、播種時 や越冬後の湿害、凍霜害、寒雪害、コムギ縞萎縮病等の病 害により、品質や生産が安定しているとは言い難い.また、 コムギの収穫時期は梅雨の最盛期でもあり、降雨による収 穫の遅れは穂発芽の発生を高め、低アミロにより加工適性 を低下させる危険性が高い57.117).

秋播性コムギの冬期播種栽培では、慣行の秋播栽培のものと比較して成熟期が2~7日遅くなるものの、外観品質上は大きな差がないことを確認した(第Ⅲ章、第Ⅳ章)が、アミログラム特性や製粉性、製パン性、製めん性等の加工品質については検討が必要である。そこで、本章では、冬期播種栽培した秋播性コムギの加工品質を明らかにするために、岩手県の主要品種である「ナンブコムギ」と「ゆきちから」を用いて、アミログラム特性や製粉性、製パン性、製めん性について調査し、秋播栽培したものとの比較を行った。

1. 栽培法の違いが子実の外観品質とアミログラム最高粘度に及ぼす影響

冬期播種栽培したコムギは、秋播栽培のものよりも成熟期が遅くなるが、コムギの収穫期は梅雨の最盛期でもあり、成熟期の遅れは加工品質に影響を及ぼす可能性が高い. そこで、本節では栽培法の違いがアミログラム最高粘度に及ぼす影響について、子実の外観品質との関係から明らかにしようとした.

材料と方法

試験は、岩手農研の圃場(表層腐植質黒ボク土、普通畑)で、2001 年播種と2002 年播種の2 カ年実施した. 供試品種は、主に日本めん用およびパン用として利用される「ナンブコムギ」と、主にパン・中華めん用として利用される「ゆきちから」を用いた(いずれも播性程度はVである).

試験区は二つの異なる栽培法として、根雪前の12月に播種した冬期播種栽培の区と岩手県南部におけるコムギ秋播栽培の標準的な播種時期(10月上旬)に播種した秋播栽培の区を設置した、播種期は、冬期播種栽培が2001年12月21日、2002年12月12日とし、秋播栽培が2001年10月4日、2002年10月3日とした、播種量は、冬期播種栽培が15g/㎡とし、秋播栽培が6g/㎡とした。

冬期播種栽培の施肥は、根雪期間終了後の出芽後まもない時期(3 月下旬)に窒素、リン酸、カリそれぞれ 10.0、33.8、25.0g/㎡を圃場全面に表面施用し、止葉抽出期(5 月上旬)に窒素 4g/㎡を追肥した、秋播栽培の施肥は、播種直前に窒素、リン酸、カリを基肥としてそれぞれ 4.0、13.5、10.0g/㎡を全層施用し、根雪期間終了後と止葉抽出期に窒素を各 2g/㎡追肥した.

播種様式は条間 30cm の密条播とし、試験面積は 1 区あたり 14.4 ㎡、2 反復とした。生育および収量調査の実施方法は第Ⅲ章・3 と同様であり、穂数、子実重、千粒重、容積重を測定した。成熟期に達したものから順次収穫して網室内で自然乾燥し、脱穀・調製後、粒厚 2.0mm 以上の子実について被害粒発生程度とアミログラム最高粘度を調査した。

表 39 生育、収量構成要素および子実収量の比較(VII-1)

播種 年次	品種	名	栽培法(区名)	^{I)} 出芽 期	出穂 期	成熟期	穂数	一穂 粒数	子実 重	千粒 重	- 容積 重
+ 次			(四泊)	刻 (月日)	刻 (月日)	刻 (月日)	(本/m²)	(粒)	\pm (g/m^2)	里 (g)	里 (g)
	ナンブ	コムギ	冬期	3. 13	5. 13	7.08	572	21.2	498	41.7	834
2001			秋播	10. 12	5.09	7.03	355	28.2	479	48.1	842
2001	ゆきちゃ	ゆきちから		3. 12	5. 13	7.08	589	22.0	492	37. 9	839
			秋播	10. 12	5.08	7.03	462	22.3	434	42.3	831
分散分析		品種		NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS
			Ė	**	**	**	**	NS	NS	**	NS
		交互作	1月	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	ナンブ	コムギ	冬期	3. 16	5. 18	7.05	391	16.0	263	42. 2	849
2002			秋播	10.09	5. 14	7.02	323	25. 3	334	40.9	833
2002	ゆきちゃ	から	冬期	3. 17	5. 16	7.05	395	19.2	298	38. 7	846
			秋播	10.09	5. 14	7.01	319	25. 2	321	40.0	837
		品種		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
			Ė	**	*	*	NS	**	NS	NS	*
1) 27 110	为 +HU-NX1年+	交互化		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹⁾ 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.

^{2) **, *,} NS は、それぞれ 1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す.

アミログラム最高粘度は、コムギ子実をビューラー社製テストミルで製粉し、60%粉を調製して、ブラベンダー社製アミログラフを用いて測定した.

結果

試験年の根雪期間は、2001年播種が2001年12月15日 ~2002年3月1日(77日間)、2002年播種が2002年12月25日~2003年3月16日(82日間)であった。気象概況は、2001年播種においては越冬後の3月上旬から4月は気温が平年よりも高く、5月、6月は逆に低く経過し、降水量は出穂期前後の5月上中旬と収穫期以降の7月中旬以降に多かった。2002年播種においては、越冬後の3月中旬以降は平年並みの気温で、降水量は少なく乾燥傾向で経過したが、6月下旬と7月上旬に平年を上回るまとまった降雨がみられた。子実収量の年次間差をみると、2001年播種は2002年播種に比べて穂数が多く、多収傾向であった。

生育、収量構成要素および子実収量について、品種、栽培法別に比較した結果を表 39 に示した. 出芽期は、冬期播種栽培が根雪期間終了後の 3 月中旬、秋播栽培が 10 月上中旬であった. 出穂期は、冬期播種栽培が 5 月中旬、秋播栽培が5 月上旬~中旬で、栽培法間で2~5 日の差がみられた. 成熟期は7 月上旬で、冬期播種栽培が秋播栽培よりも3~5日遅かった. 各ステージの品種間差は最大で2 日であった. 冬期播種栽培は、穂数が秋播栽培よりも20~60%多く、2001年播種においては統計的にも有意であった. 冬期播種栽培は、一穂粒数が秋播栽培よりも少なく、千粒重は2002年播種の「ナンブコムギ」を除いて秋播栽培よりも軽かっ

た. 子実収量は、いずれの年次も統計的に有意ではなかったが、2001 年播種は冬期播種栽培が、2002 年播種は秋播栽培が高かった. 子実収量の品種間差はみられなかった. また、容積重は、2001 年播種の「ナンブコムギ」を除いて冬期播種栽培が秋播栽培を上回ったが、いずれの区も833g/L以上で高かった.

子実品質について年次別に比較した結果を表40に示した. 「ゆきちから」の発芽粒は、秋播栽培ではいずれの年次も 発生程度が 1 であった. 退色粒は統計的に有意ではないも のの、2001年播種においては「ゆきちから」の冬期播種栽 培で、2002年播種においては「ナンブコムギ」の冬期播種 栽培で発生がやや多かった、赤かび粒は、いずれの区も発 生がみられなかった. 黒かび粒は、2001年播種「ゆきちか ら」の冬期播種栽培のみ発生がみられず、その他の区は発 生程度が1であった. 検査等級は、2001年播種のみ品種間 差がみられたが、栽培法間の差はいずれの年次もみられず、 総合的には冬期播種栽培と秋播栽培は同等の外観品質であ った. 60%粉のアミログラム最高粘度についてみると(表 40)、2001 年播種においてはいずれの品種も冬期播種栽培 が秋播栽培より高かった. 2002 年播種においては、「ナン ブコムギ」では秋播栽培が、「ゆきちから」では冬期播種栽 培がそれぞれ最高粘度が高かった.しかし、いずれの区も、 加工上問題となる境界値とされる 300B.U.を大きく上回っ ていた. 年次別にみると, 2001 年播種の最高粘度は 2002 年播種の最高粘度よりも高い傾向がみられた.

表 40 子実品質と 60%粉アミログラム最高粘度の比較

播種	品種	<u>——</u> 重名	栽培法1)	子実	の被害	拉発生	程度 2)	検査3)	アミロ4)
年次			(区名)	発芽	退色	赤	黒	等級	グラム
						かび	かび		最高粘度
								(等)	(BU)
	ナンフ	゚゚コムギ	冬期	0	2	0	1	2	950
0001			秋播	0	2	0	1	2	805
2001	ゆきち	から	冬期	0	3	0	0	1	730
			秋播	1	1	0	1	1	575
分散分析 品種				NS	NS	NS	*	**	*
		栽培法		NS	NS	NS	NS	NS	*
		交互作	用	NS	NS	NS	NS	NS	_
	ナンフ	<i>'</i> コムギ	冬期	1	2	0	1	2	638
0000			秋播	0	1	0	1	2	725
2002	ゆきち	から	冬期	0	1	0	1	2	528
			秋播	1	1	0	1	2	380
分散分析 5		品種	•	NS	NS	NS	NS	NS	NS
		栽培法		NS	NS	NS	NS	NS	NS
		交互作	用	*	NS	NS	NS	NS	_

¹⁾ 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.

²⁾ 被害粒発生程度は、0:無(0%)、1:微(~2%)、2:少(~5%)、3:中(~20%) とした.

³⁾ 検査等級は岩手農政事務所調べによる.

⁴⁾ アミログラム最高粘度は60%粉の値.

^{5) **, *,} NS は、それぞれ 1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す. - は実施せず.

2. 栽培法の違いが加工品質に及ぼす影響

播種時期と加工品質との関連に関して、播種時期が遅くなると子実タンパク質含有率が高まるとする報告 49 や、播種時期が遅いほど粉の色相が向上するが製粉歩留や灰分含有率は変化しないとする報告 95 がある. 冬期播種栽培は、慣行の秋播栽培と比較して播種時期が遅く、播種量、施肥量が多く、生育相も大きく異なることから、加工品質に関しても秋播栽培とは異なる可能性がある. 本節では、冬期播種栽培コムギの製粉性や 60%粉の特性、製パン性、製めん性について調査し、秋播栽培したものとの比較を行った.

材料と方法

試験は、前節で収穫した子実サンプルを用いて行った. 「ナンブコムギ」と「ゆきちから」の冬期播種栽培区およ

び秋播栽培区について、子実全体(原粒)のタンパク質含有率、灰分含有率を調査し、さらに以下の方法で加工品質を評価した。すなわち、コムギ子実をビューラー社製テストミルで製粉し、調製して得られた60%粉についてタンパク質含有率、灰分含有率を測定した。60%粉の粉色については、ミノルタ社製色彩色差計により明るさ(L*)、赤味程度(a*)、黄色味程度(b*)を測定した(2001年播種のみ)、コムギ粉生地の物性は、ブラベンダー社のファリノグラフを用いて測定した。

また、製パン試験については2001年播種のみ実施し、中種法によりワンローフを製パンし、パンのボリューム、比容積の測定、および官能試験を実施した。「ナンブコムギ」については、食糧庁のうどん適性評価法により、ゆで麺の官能検査(パネラー10~13人)も実施した。タンパク質含

表 41 原粒特性、製粉特性、60%粉特性の品種および栽培法別比較

播種	品種名	,	栽培法1)	原粒	特性	製粉	持性		60%	6粉特性	Ė	
年次			(区名)	タン	灰分	製粉	ミリ	タン	灰分		色 相	
				パク	含有	歩留	ング	パク	含有	<u>L</u> *	a*	b*
				質含	率		スコ	質含	率			
				有率			ア	有率				
				(%)	(%)			(%)	(%)			
	ナンブコ	ムギ	冬期	14.6	1.69	67.9	79. 3	12.0	0.44	84. 3	0.57	15. 1
2001			秋播	13. 9	1.86	68.3	80.7	12. 1	0.42	83.9	0.56	15. 5
2001	ゆきちか	5	冬期	12.7	1.73	73.5	82.3	11. 1	0.48	84.0	0.72	13. 1
			秋播	11.6	1.82	72.3	77.9	10.2	0.54	82.9	0.66	12.7
	ナンブコ	ムギ	冬期	14. 5	1.78	65.7	75. 2	14. 3	0.47	_	_	_
2002			秋播	15.3	1.82	61.9	74.4	13.6	0.45	_	_	_
2002	ゆきちか	5	冬期	13. 2	1.62	69.8	78.3	12.0	0.51	_	_	_
			秋播	10.0	1.77	69.0	75.0	9. 1	0.56	_	_	_
分散分析 ²⁾ 品		品種	Ì	**	NS	NS	NS	*	**	NS	NS	NS
#			法	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
		交互作用		NS	NS	NS	NS	NS	NS	_	_	_

¹⁾ 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.

表 42 ファリノグラム特性値の品種および栽培法別比較

播種	品種名	栽培法1)		ファリノ	グラム特	寺性値		
年次		(区名)	Ab	DΤ	Stab	Wk	VV	
			(%) (分)		(分)	(BU)		
	ナンブコムギ	冬期	63.6	3.3	3.7	70	48	
2001		秋播	61.9	3.5	4.8	70	48	
2001	ゆきちから	冬期	67.3	4.5	5. 1	65	52	
		秋播	71.0	3.6	3. 4	90	45	
	ナンブコムギ	冬期	64.0	2.8	2.7	123	44	
2002		秋播	57.2	2.9	2.3	105	46	
2002	ゆきちから	冬期	74.9	5. 7	5.5	65	57	
		秋播	73.7	2.9	2.9	90	43	
分背	效分析 ²⁾ 品語	種	*	NS	NS	NS	NS	
	栽	培法	NS	NS	NS	NS	NS	
	交	互作用	NS	NS	NS	NS	*	

¹⁾ 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.

²⁾ 分散分析は年次を反復として実施した(色相は2001年播種のみ実施). **, *, NS は, それぞれ1%水準で有意,5%水準で有意,有意でないことを示す. 一は実施せず

²⁾ 分散分析は年次を反復として実施した. *, NS は、それぞれ5%水準で有意、有意でないことを示す.

有率はケルダール法により原粒および 60%粉の窒素濃度を 測定し、原粒はタンパク換算係数 5.83 を、60%粉はタンパク換算係数 5.70 を乗じて、13.5%水分換算で算出した.

なお、加工品質(原粒および 60%粉のタンパク質含有率、 灰分含有率、製粉特性、ファリノグラムの各特性値)の調 査には試験区ごとに反復を混合したサンプルを用いたため、 これらの分散分析は年次を反復として実施した.

結果

品種, 栽培法別にみた加工品質特性値の平均値を表 41 および表 42 に示した. 原粒の灰分含有率においては栽培法間に有意差が認められ, 秋播栽培が冬期播種栽培よりも高かった. その他の項目においては, 栽培法間に統計的な差はみられなかったが,「ゆきちから」のタンパク質含有率は,原粒,60%粉いずれも冬期播種栽培が秋播栽培を上回った.また,ファリノグラムのVV (バロリメーターバリュー)は,「ゆきちから」では冬期播種栽培が秋播栽培よりもやや高かった. 品種間で比較すると,原粒および60%粉のタンパク質含有率,60%粉灰分含有率,ファリノグラムのAb(吸水率)に有意差が認められた.

製パン特性を比較すると(表 43),パン体積,比容積,官能試験による合計点はいずれも統計的な差は認められなかったが、官能試験による合計点は冬期播種栽培が秋播栽培よりもやや高かった。また、「ゆきちから」は、いずれの項

表 43 製パン特性の品種および栽培法別比較

品種名	栽培法1)	パン	比容積	パン
	(区名)	体積		合計点
		(cm^3)	(cm^3/g)	(100)
ナンブコムギ	冬期	980	6.7	86. 3
	秋播	977	6.8	84. 2
ゆきちから	冬期	898	6.2	89. 2
	秋播	792	5. 5	80.4
分散分析2)	品種	NS	NS	NS
	栽培法	NS	NS	NS
73 6823701		1.0		

- 1) 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.
- 2) NS は有意でないことを示す.

目も冬期播種栽培が秋播栽培より高かった.

「ナンブコムギ」におけるゆで麺特性を、栽培法別に比較した結果を表 44 に示した. ゆで上げ、ゆで麺官能評価のいずれの項目も統計的な差は認められなかったが、いずれの年次もゆで麺官能評価の色相は秋播栽培が冬期播種栽培を上回り、外観は冬期播種栽培が秋播栽培を上回った. また、ゆで麺官能評価の合計点は、2001年播種は冬期播種栽培と秋播栽培でほぼ同じであったが、2002年播種は冬期播種栽培が秋播栽培をやや下回った.

3. 考察

成熟期の異なる冬期播種栽培と秋播栽培で、60%粉のア ミログラム最高粘度は2001年播種は冬期播種栽培が高く、 2002年播種は品種により傾向が異なったものの、いずれの 区も 300B.U.以上の値であった (表 40). コムギの収穫期は 梅雨の最盛期でもあり、降雨による収穫の遅れは穂発芽の 発生を高め、α-アミラーゼ活性の高まりから低アミロ化の 要因となる 57,117). 特に最高粘度 (MV) が 300B.U.以下に なると製麺性に致命的な打撃を与える103. 佐藤ら95は, 九州北部において播性程度の異なるコムギ品種を用い播種 時期別に製粉特性を調査し、粉の最高粘度は標準播種期に 比べて播種時期が早くなるほど低下することを報告してい る. この要因として、早播は標準播種期と比較して登熟期 間が低温多雨条件となりやすいことから、最高粘度が低下 しやすい環境条件下であったことを指摘している. 岩手県 南部の6月,7月の降水量は、気象台の例年の観測値をみる と梅雨の末期にあたる7月第3半旬~第4半旬が特に多く (注: 気象庁電子閲覧室 http://www.data.kishou.go.jp/ (2006年3月現在))、この時期に収穫期が重なると品質低 下の危険性が高まる. 本試験において, 冬期播種栽培は秋 播栽培よりも成熟期が3~5日遅かったが、いずれの年次も 多雨条件となる前または直後に成熟期となっている(図13). 本試験では、子実水分が25%程度の時期を成熟期としてい るが、実際にはこれより高い水分(30~35%)での機械収 穫が可能であり105,実際の収穫は成熟期よりも数日程度早 まることから、冬期播種栽培においても多雨条件となる時 期より前の収穫は十分可能である.

表 44 ナンブコムギにおける栽培法別のゆで麺特性比較

播種	栽培法	1) K	りで上に	f			ゆて	酒官能	評価		
年次	(区名)	増重	増容	歩留	色相	外観		食原	艾	食味	合計
		率	率				かた	<u>かた 粘弾 なめ</u>			
							さ	性	らか		
		(%)	(%)	(%)	(20)	(15)	(10)	(25)	(15)	(15)	(100)
2001	冬期	245	294	309	12.0	11.0	7.3	18.3	10.5	11.5	70.6
	秋播	240	285	306	14.0	10.5	7. 0	17.5	10.5	10.5	70.0
2002	冬期	231	279	284	10.0	12.5	7.0	16.7	9.5	10.0	65.7
	秋播	231	270	293	14.0	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	70.0
分間	汝分析 ²⁾	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

- 1) 冬期:冬期播種栽培, 秋播:秋播栽培.
- 2) 分散分析は年次を反復として実施した. NS は有意でないことを示す.

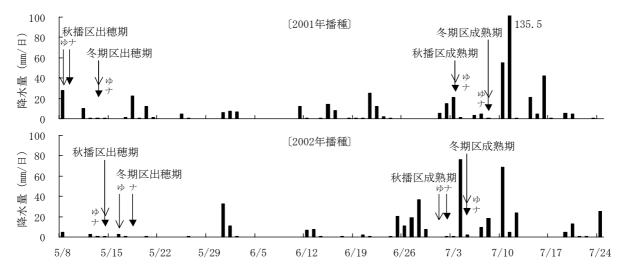


図 13 試験年の登熟期間中の降水量の推移(北上市)

冬期: 冬期播種栽培, 秋播: 秋播栽培. ナ: ナンブコムギ, ゆ: ゆきちから.

また、冬期播種栽培では、子実の被害粒において発芽粒のみられる年次があるものの、発生程度は低く、アミログラム最高粘度も 500B.U.以上の高い値を確保していたことから、栽培法自体の品質低下(雨害)の危険性は少ないものと考えられる。冬期播種栽培の成熟期は秋播栽培より最大で 5 日遅くなる年次もあるが、年次(降雨の多少)により品質が変動する可能性があるとはいえ、少なくとも成熟期がずれることは収穫時の労力分散や遭雨の危険分散にもつながり、冬期播種栽培の一つのメリットともとらえることができる。

加工品質の分析結果から(表 41), 製粉特性は年次間の差がやや大きかったものの, 栽培法による差はみられなかった. 星野ら 28 , Marshall et al. 56 は, 粒の大きさ(粒径)や子実へのデンプンの蓄積量を示す容積重が大きいほど製粉歩留が高くなることを報告している. 本試験では, 冬期播種栽培は秋播栽培よりも穂数が多いために補償的に千粒重が軽くなったが, 冬期播種栽培の容積重は秋播栽培と同等ないし高かったことから, 冬期播種栽培における子実へのデンプンの蓄積は秋播栽培と同等以上であったと推察される. ファリノグラム特性値は栽培法間の差がみられなかった(表 42)が, 吸水率(Ab)は「ナンブコムギ」に比べて「ゆきちから」が有意に高かった. 一般に, 硬質コムギでは損傷デンプンが多く吸水率が高まる 81 が, 「ゆきちから」は硬質のパン用コムギであり, 品種の特性をよく現したといえる.

また、「ゆきちから」では冬期播種によりタンパク質含有率が向上し、バロリメーターバリュー(VV)も増加したことから、秋播栽培に比べてパン体積、比容積が高まり、製パン性の向上がみられた(表 43). タンパク質含有率の向上による製パン性の向上は、岩渕・田中38~や佐藤ら93)も報告しており、本試験の結果もこれらの報告と一致する. このような冬期播種栽培におけるタンパク質含有率の向上は、施肥レベルが秋播栽培よりも高いことに起因すると考えら

れる.

「ナンブコムギ」のゆで麺特性は、栽培法間の差は有意ではなかったが、ゆで麺の色相は秋播栽培が冬期播種栽培を上回り、外観は冬期播種栽培が秋播栽培を上回った(表44). 色相に関しては、タンパク質含有率や灰分含有率との関係が深い項目であり、これらの値が高すぎると色相に悪影響を及ぼす94.117). 「ナンブコムギ」では、原粒の灰分含有率は冬期播種栽培が秋播栽培よりも低かったが、60%粉ではむしろ冬期播種栽培が秋播栽培を上回っており、皮部の厚さや皮離れに差が生じ、それが色相に影響した可能性も考えられるが、詳細は不明である。また、タンパク質含有率が高くなるとゆで麺の食感に影響を及ぼすことが指摘されている118)が、本試験では「ナンブコムギ」におけるゆで麺の食感に栽培法間で一定の傾向はみられなかった。

以上, 秋播性コムギの冬期播種栽培は, 慣行の秋播栽培と比較して生育相が大きく異なるものの, 子実の外観品質のみならず, 製粉性, 製パン性, 製麺性といった加工品質も慣行の秋播栽培と同等以上を確保でき, アミログラム特性の面においては収穫期の降雨に対する危険分散を図ることのできる有効な技術であると考えられる.

第四章 総合考察

1. 冬期播種栽培の意義

コムギの播種期に関しては、収量性や品質特性を十分に発揮させる観点や、経済性や労働力配分など農家経営全体の観点など、様々な観点で検討されてきた。例えば、北海道における春播性コムギの初冬播栽培は、収量性が低い春播性コムギを早播きし、生育期間を延長することにより多収を得ようとするもので、かつ早熟化によって品質向上を図る技術である 97°. 西日本では、水田利用再編に伴う各種作物の水田への導入に対応して、露地野菜や晩生ダイズの後作としてコムギの冬期播種が検討されている 13,44°. このような冬期播種の試みは、作物の切り替え時における作業競合の回避をねらいとしており、春播性コムギの初冬播栽培とは観点を異にするものである.

本研究の「秋播性コムギを根雪前に播種する冬期播種栽培」も、江口ら 13¹ や加藤ら 4¹ と同様の観点から検討したものである。東北地域のような積雪寒冷地では、水田輪作において水稲後に導入できる作物は少なく、その点秋播コムギは管理作業機や収穫機等の機械が水稲と共用できることから主要な転作作物となっているが、水稲の収穫作業とコムギの播種作業が競合するため、十分な排水対策や適期播種ができないことによる収量・品質の低下が生産現場における重要な課題であった。この対応策としては、播種時期を播種適期よりも2~3週間遅くする晩播栽培があげられるが、コムギの耐寒雪性は根雪前の可溶性炭水化物の蓄積によって強化されるため、根雪前の生育量が少ないと越冬性が低下する 52.115.128¹ ばかりでなく、霜柱による凍上害から生育が不安定となりやすい 65.126¹.

このような状況下で、秋播性コムギを根雪前に播種する 冬期播種栽培を検討するに至った。本研究で得られた結果 を整理し、コムギ冬期播種栽培の生育ステージや作業の流 れを図14の栽培暦にまとめた。冬期播種栽培が成功すると、 水稲との作業競合が解消され、排水対策や圃場準備等麦作 へのスムーズな移行が可能となるばかりでなく、北東北で は不安定であったダイズ後のコムギ作も可能となる。また、 根雪前の播種であることから、雪腐病防除のための薬剤散 布や麦踏みといった越冬前作業が不要であり、雑草の発生 も越冬後となることから除草剤散布回数も少なくて済み、 省力的である。また、熟期がずれるため収穫期の作業分散、 病害虫や登熟期間の雨害に対する危険分散が図られる. さらに,播種時期が根雪前で低温の時期であるため,播種時期が高温で雨が多いと多発する土壌伝染性ウイルス病害のコムギ縞萎縮病の被害回避にも有効である. このように,秋播性コムギの冬期播種栽培は「究極の遅播き技術」ともいえる栽培法であり,秋播コムギの安定生産を可能にする画期的な技術である.

2. 冬期播種栽培のために解決しなければならない 課題

冬期播種栽培における環境要因面での第 1 点の課題は、圃場の排水性があげられる。第Ⅲ章で示したように、播種量と出芽個体数、穂数、子実収量の間には高い正の相関があり、また、冬期播種栽培では分げつ数が秋播栽培に比べて極端に少ない(第Ⅲ章-2)ことから、圃場の排水性が悪く、特に越冬後に融雪水が滞水するような条件では、越冬後に十分な茎数(穂数)を確保できず、子実収量が低下する要因となる。岩手県のコムギ栽培における被害要因の主体は湿害であり70、湿害回避のため播種前の十分な排水対策の実施や、あるいは重粘な土壌でも排水性を高められる新たな播種技術の開発も望まれる。

第2点の課題は、根雪が例年以上に早まった場合の播種 の対応である. 例年, 岩手県中南部では12月下旬以降に根 雪となるが、年によっては12月に入ってすぐに根雪になる 場合がある. 本研究では具体的データとして示してはいな いが、岩手県農業研究センター内の普通畑(黒ボク、植壌 土) において、積雪 10cm でもロータリーシーダーによる 播種ができた事例がある (図 15). この事例では、早朝の気 温の低い時間帯の播種であり、土壌表層が軽く凍結した状 態であったため、雪が土壌に十分混和され、耕起時の土壌 の練り返しが少なかったことが成功の要因と考えられた. しかし、粘質な土壌や積雪量が多い場合は、十分な播種精 度が得られないことが予想される. 北海道では、春播性コ ムギの根雪前播種において、降雪前の播種を逃した場合の 対応策として雪上播きが報告されている 108 が, その越冬率 は低いことが多く、普及技術としては難しいとされている. したがって、例年になく早い降雪がみられる場合は、積雪 量が少ないうちに播種する必要がある.

月	10		11			12			2		3		4			5		6	7	7	
旬		上	中	下	上	中	下			上	1	۲	上	中	下	上	中	۲		上	中
作	排力	水対領	・ 未	排起	施月	巴・扌	番種									折 •	対害 5	虫防隊	余 →		
業									↓		→				雑	草防除				\leftarrow	
等										出芽期						•	出穂	期		成熟	期

図14 秋播性コムギ冬期播種栽培の栽培暦



図 15 積雪時の播種の様子(2005年12月)

3. 冬期播種栽培における高品質安定多収栽培法

秋播性コムギは、通常、播種時期が遅くなるほど越冬性が低下し、茎数の減少により収量が低下する 44.460. したがって、秋播性コムギを根雪前の冬期に播種するためには、いかにして越冬後の苗立ちを確保し、十分な茎数を確保するかが重要となる。第Ⅲ章で示したように、10 月上旬から12 月の根雪前まで段階的に播種した場合、「ナンブコムギ」はいずれの播種期においても播種翌春の生存個体率が高く、越冬前の葉齢によらず高い越冬性が示された。また、耐寒雪性の弱い品種を根雪前に播種すると、播種翌春の生存個体率が低く、十分な苗立ちを確保できないことから、冬期播種栽培には「ナンブコムギ」のような耐寒雪性の強い品種が適することを明らかにした。そこで、以後の試験においては、主に「ナンブコムギ」を用いて技術開発を進めた。

コムギの根雪前播種に関して、春播性コムギは耐寒雪性が弱いため、根雪前に出芽した場合は越冬が不安定であるが、根雪前に出芽しない場合には秋播性程度によらず比較的高い割合で越冬することが報告されており 989、根雪前に出芽しない時期の播種が妥当との指摘がなされている。また、越冬後の苗立ちを高めるためには、越冬性の向上とともに出芽後の生育の安定化も重要である。その阻害要因の一つに凍上害があるが、寒冷地では霜柱による凍上害がしばしば問題となり、土中における作物の根の量が少ないと凍上害の被害は大きくなる 650 .

本研究では、11 月上旬播種で凍上害の被害が最も多かったが、これは根雪前の霜柱が頻繁に発生する時期において、生育量が小さく、十分な根張りが確保されていなかったためである。このように、播種が早くて根雪前に出芽する条件では凍上害の危険性が高まる。したがって、越冬性の向上、出芽後の生育安定化のため、秋播性コムギの冬期播種栽培においても、根雪前に出芽することのない時期に播種することが好ましく、その時期は岩手県では12 月上旬から12 月下旬であることを示した。これは、例年の根雪始めからさかのぼって0℃以上の積算平均気温が95℃以下の期間に相当する。冬期播種栽培したコムギの各生育ステージの到達日は、出芽期が雪中または越冬後の3月上中旬、出穂期が5月中下旬、開花期が5月下旬~6月上旬、成熟期が7月上旬となる。秋播栽培との比較では、出穂期で3~6日、開花期で2~5日、成熟期で2~5日遅い(第Ⅳ章·2).この

ような生育ステージのずれによって、ステージにあわせて行う防除作業や収穫作業の分散が可能となった.

冬期播種栽培の全生育期間は 100 日程度と、秋播栽培の 約40%の長さであり、栄養生長期間が短いために分げつの 発生が極めて少ない(第Ⅲ章-2). したがって、子実収量を 高めるためには、茎数の増加等、栄養生長量をいかに高め るかが重要となる. 第Ⅲ章の結果から、安定した収量が得 られる播種量は 350 粒/m² (播種重量では 15g/m²) であ ることを示した. また, 窒素施肥法も重要となり, 冬期播 種栽培の窒素施肥法は、 基肥を播種と同時に側条施用し、 施用量は 10g/m²とすることで秋播栽培と同等以上の収量 を確保することができる(第IV章).「ナンブコムギ」は耐 倒伏性が弱いため、子実収量の向上を目的に極端な播種量 の増加や多肥栽培ができず、秋播栽培における播種量は140 粒/ m^2 (播種重量では $6g/m^2$), 窒素施肥量は合計で $8g/m^2$ m²が標準的である 39. 冬期播種栽培で子実収量が向上した 要因は、播種量、窒素施肥量を秋播栽培よりも多くしたた めであるが、短稈化したことによって倒伏が抑えられたこ とが間接的な要因としてあげられる.

現在、コムギの用途に応じた子実タンパク質含有率が必要とされているが、普通畑、転換畑といった圃場の種類により施肥反応が異なり、目標とする子実タンパク質含有率を得るには圃場ごとに窒素追肥量を加減することが必要である。すなわち、いずれの圃場も穂揃期に窒素追肥を行い、追肥量は普通畑では2g/m³、転換畑では $2\sim4g/m²$ とすることが適当である(第IV章-2)。このような基肥+穂揃期追肥の分施体系は多労となることから、今後は分施作業軽減のために、施肥量軽減も含めて緩効性肥料を用いることなどを検討する必要がある。

冬期播種栽培において発生する病害は、従来の秋播栽培と同じうどんこ病、赤さび病、赤かび病であった(第V章·1). 先に述べたように、越冬後から成熟までの冬期播種栽培の各生育ステージは、秋播栽培と比較して2~6日の遅れでしかない. すなわち、従来からコムギの生育ステージにあわせた病害防除が指導されており 27,32,40 、これをそのまま冬期播種栽培にも適用できる. また、雑草防除に関しては、越冬後の雑草発生揃期に茎葉処理剤による防除を実施し、防除回数は1回でも十分な効果が期待できる. 秋播栽培における標準的な防除の回数は、種子消毒1回、雪腐病防除1回,除草剤散布2回、越冬後の病害防除2回の合計6回であるが、冬期播種栽培では種子消毒1回、除草剤散布1回、病害防除2~3回の合計4~5回であり、冬期播種栽培は秋播栽培よりも防除回数が1~2回少なく、省力的である.

以上の冬期播種栽培技術を検討する過程で、コムギの重要な連作障害である土壌伝染性ウイルス病害のコムギ縞萎縮病に対して、冬期播種栽培に顕著な発病抑止効果がみられることが分かった。その効果は、連作を続けても安定して高かった。病原であるコムギ縞萎縮ウイルスの感染好適温度は5~15℃であり、秋播栽培では播種時期に気温が高く雨が多いと多発する²⁸⁴。このため、播種時期を通常の秋播栽培よりも 2~3 週間遅くする晩播栽培によって、被害が軽減することが古くから知られており、生産現場では被害軽減することが古くから知られており、生産現場では被害軽

減対策として普及しているものの、被害の完全回避には至 っていなかった. 冬期播種栽培は、根雪前の播種であるこ とから極めて遅い晩播ともいえる栽培法であるが、出芽期 が翌春の根雪期間終了日前後になることが晩播との大きな 違いである. 本研究では、冬期播種栽培の秋播栽培に対す る収量比は第VI章-2 で 103~148%, 第VI章-3 で 127~ 249%と高く、特に多発圃場での高い防除効果に伴う収量増 が顕著であった. 冬期播種栽培は秋播栽培に比べると分げ つの発生が少ないが、秋播栽培のような発病による分げつ の減少がなく、播種量を増加したことにより、十分な穂数 を確保できたことが増収につながったものと考えられる. コムギ縞萎縮病による減収の被害は、秋播栽培で一般的な 10 月上旬播種の場合で 20~40%に達するとの報告もある 59) が、冬期播種栽培によってコムギ縞萎縮病の発病を回避 し、大幅な収量向上が図られたことは、冬期播種栽培がコ ムギ縞萎縮病の被害軽減策としての実用性の高さを示す結 果といえる. なお、冬期播種栽培は、秋播栽培でTPNを用 いた薬剤防除と比較してコムギ縞萎縮病の発病度が顕著に 低く、コスト的にも実用的な耕種的防除技術といえる.

播種時期と加工品質との関係では、播種時期が遅くなると成熟期が遅くなり、外観品質の劣化や穂発芽によるアミログラム最高粘度の低下が起こりやすいとされる 88.91.117 一方で、早播きによって粉の最高粘度が低下する場合もある 95 . これらは、いずれも登熟後期における遭雨の頻度が大きく関与している。コムギの収穫期は梅雨の最盛期でもあり、一般的には収穫期が遅いほど遭雨の頻度が高まる。冬期播種栽培は、成熟期が秋播栽培よりも遅かったにもかかわらず、外観品質の低下はみられず、アミログラム最高粘度も秋播栽培と同等以上に高かった。この要因として、成熟期の遅れが 3~5 日と短いことや、多雨条件となる時期より前に収穫期となることがあげられる。また、製粉性、製が性、製麺性についても秋播栽培と同等以上を確保でき、本栽培法の総合的な有効性が実証された(第VII章).

4. 冬期播種栽培の輪作体系への導入と今後の可能性

岩手県におけるダイズの収穫期は、10月下旬から11月中 旬であり39,ダイズとコムギの輪作は作期が重なることか ら不安定であったが、冬期播種栽培は根雪前の播種である ことから、水稲のみならずダイズ後のコムギの作付けが可 能である. 近年、ダイズにおいても連作による被害から、 生産性の低下が問題となる地域が増えてきている. ダイズ の連作障害の主なものとしては、シストセンチュウや黒根 腐病、茎疫病、土壌物理性や生物性の悪化等があげられる 39,66,80,124. これらの障害を回避するには輪作が効果的である 66,80)が、岩手県においては緑肥との組み合わせによるとこ ろが多く、収益性のある作物との輪作が望まれていた. コ ムギ冬期播種栽培は、コムギの連作により生じるコムギ縞 萎縮病を回避するだけでなく、このような連作障害が問題 となるダイズ作地帯での輪作技術として期待できる. また, 最近では、岩手県で栽培するとムギ後でも播種が可能な極 早生のダイズ品種も育成されており 26, このようなダイズ 品種との組み合わせで水稲、コムギ、ダイズの輪作体系の



図16 岩手県一関市の一般圃場 (水田転換畑;2005年5月26日)

幅が広がるものと考えられる。現在想定される輪作体系としては、水稲-冬期播種コムギー極早生大豆(-冬期播種コムギー極早生大豆)の2年3作あるいは3年5作、水稲-ダイズ-冬期播種コムギー極早生大豆の3年4作等である。

現在, 冬期播種栽培は, 作業分散, 省力化, コムギ縞萎縮病の回避, ダイズの輪作技術として, 岩手県で 120ha (2005 年播種) ほどの普及面積があり, 秋播コムギの作付け面積に占める割合は約3.3%となっている(図16). 省力的な作物であるコムギは, 今後ますます岩手県の農業に欠かすことできない作目となると思われるが, 冬期播種栽培の導入により前作の制約や連作障害を克服できる可能性が広がる. 今後は, 冬期播種栽培のさらなる普及のため, 排水性の劣る転換畑や重粘土壌でも適応できるような播種技術等の開発が望まれ, これらの取り組みにより岩手県のコムギ作がますます発展することが期待される.

第12章 摘要

コムギの本作化が進む中,岩手県においては通常の秋播 栽培では播種作業が水稲などの夏作物の収穫作業と競合す ることが営農上の大きな課題となっている.水田転換畑と りわけ水稲後においては、秋雨などの影響で耕起作業が困 難なことが多いために適期播種ができず、排水対策も不十 分な場合が多い.

本研究では、これらの問題の解決に資するために、秋播性のコムギを根雪前に播種する「冬期播種栽培」の技術を開発し、先ず根雪前に播種した秋播性コムギの越冬性を調査し、冬期播種栽培に適した品種の選定と最適な播種期および播種法を確立した。次いで、冬期播種栽培において多収と高品質を両立させるための効率的な窒素施肥法、冬期播種栽培に適した病害・雑草防除体系について明らかにした。さらに、冬期播種栽培がコムギ縞萎縮病の発生におよばす影響について調査し、冬期播種栽培が本病の被害回避策として有効であることを明らかにした。また、冬期播種栽培したコムギの加工品質は、秋播栽培したものと同等以上を確保できることを明らかにした。本論文はこれらの成果を述べたものであり、以下に概要を述べる。

1. 冬期播種栽培に適した品種の選定と播種法

秋播性のコムギを根雪前の冬期に播種する場合、収量性 を高めるためには越冬後に十分な茎数を確保することが重 要である. そこで、根雪前に播種した秋播性コムギの越冬 性を調査し、冬期播種栽培に適した品種の選定と最適な播 種期および播種法について検討した. 耐寒雪性を異にする 秋播性コムギを根雪前に播種した場合、播種翌春の生存個 体率は各品種の耐寒雪性の強さとよく対応しており、耐寒 雪性の弱い品種では生存個体率が低く、根雪前の播種は不 可能と考えられた. このことから、冬期播種栽培には「ナ ンブコムギ」のような耐寒雪性の強い品種が適すると結論 づけた. 根雪前に出芽がみられる時期の播種では、凍上害 による枯死株率が高まることから、より安定的な越冬後の 苗立ちを確保する播種期(冬期播種栽培の播種適期)とし ては、根雪前に出芽しない時期の播種、すなわち例年の根 雪始めからさかのぼって 0℃以上の積算平均気温が 95℃以 下の期間であり、岩手県においては12月上旬から12月下 旬の時期である. また、播種時期が遅くなるほど稈長、穂 長等の生育量が小さくなり、 穂数が減少することから、 冬 期播種栽培においてより安定的な子実収量を確保するため には播種量を増やすことが必須であり、播種量は350粒/ m² (千粒重 43g 換算の播種重量で 15g/m²) とすることで 最も安定した子実収量が得られることが明らかとなった.

2. 冬期播種栽培における施肥法

冬期播種栽培において、多収と高品質を両立させるため の施肥法、特に窒素施肥法について検討し、さらに子実タ ンパク質含有率の制御についても検討した.施肥時期とし

て播種時施肥と融雪期施肥を検討したところ、播種時施肥 は融雪期施肥に比べて成熟期の生育量が多く, 多収となる ことが明らかとなった、播種時施肥では、越冬後に出芽し た時点で十分な量の肥料が既に溶出しており、窒素吸収が 早まったために初期生育が促進され、栄養生長量が増加し たことが要因と考えられた. 基肥窒素量としては、普通畑、 転換畑のいずれも 10g/m²とすることで、倒伏せずに秋播栽 培と同等以上の子実収量を確保できることがわかった. 施 肥窒素量が増加すると普通畑は転換畑に比べて子実収量が 高まる傾向がみられたが、普通畑では出穂期までの窒素吸 収量が転換畑よりも多く、これが栄養生長期の分げつをよ り促進する方向に作用したためと考えられた、転換畑にお いては子実タンパク質含有率が普通畑よりも低く、基肥窒 素量を増やしても子実タンパク質含有率にはあまり変化が みられなかったが、穂揃期の窒素追肥により子実タンパク 質含有率が増加し、その増加度合いは特に転換畑で顕著で あった. このような圃場間差は、土壌窒素の無機化の時期 や量が圃場間で違いがあったことが要因の一つと推察され た. また、用途に応じた子実タンパク質含有率を得るため には、穂揃期の窒素追肥による制御が必要と考えられた. この場合、普通畑では子実タンパク質含有率が高いことか らパン用としての利用に適するが、無追肥では目標とする 子実タンパク質含有率を下回る場合もあることから、追肥 量は2g/m²が妥当である. また, 転換畑では日本めん用, パン・中華めん用いずれも窒素追肥による子実タンパク質 含有率の向上が必要であり、目標とする子実タンパク質含 有率を確保するため、日本めん用としての利用を考えた場 合は追肥量を 2g/m²とし、パン用としての利用を考えた場 合は追肥量を 4g/m²とすることが妥当である.

3. 冬期播種栽培における病害および雑草防除

冬期播種栽培に適した病害防除および雑草防除体系につ いて検討した. うどんこ病, 赤さび病は, 無防除では秋播 栽培に比べて冬期播種栽培で発生が多かったが、これには 施肥レベルの差や生育量の差などの影響が考えられた.赤 かび病は、栽培法の違いによる発生程度の差が判然とせず、 むしろ生育時期のズレによる出穂後の気象条件(特に降水 量) の差による影響が大きいものと考えられた. 秋播栽培 の慣行の防除体系に準じて実施した防除により、いずれの 病害も有意に病害の発生が抑えられたことから、冬期播種 栽培においては秋播栽培の慣行の防除体系が適用できると 判断された. また、冬期播種栽培におけるこれら病害の効 率的な薬剤防除体系を考えた場合, 生育期の病害防除とし ては止葉期+開花期 (開花期以降に多雨が予想される場合 は開花期7日後に追加防除)の2~3回の防除体系が妥当で ある. 除草剤の処理により残草量が有意に減少したが、転 換畑ではイネ科雑草の発生が多いことから、冬期播種栽培 における雑草防除は、広葉雑草とスズメノテッポウに効果 のあるチフェンスルフロンメチルの使用が妥当と考えられた. また, 冬期播種栽培では, 除草剤 1 回処理でも慣行の 秋播栽培並に雑草を制御できるが, 使用する圃場の雑草発 生量に応じて, 体系処理や茎葉処理剤の複数回散布などの 検討も必要である.

4. 冬期播種栽培によるコムギ縞萎縮病の被害回避

土壌伝染性ウイルス病害であるコムギ縞萎縮病は、播種 時期を遅くすると発病が軽減されることが知られている. そこで、根雪前に播種する冬期播種栽培がコムギ縞萎縮病 の発生に及ぼす影響を明らかにし、本病の被害回避策とし ての実用性を検討した. コムギ縞萎縮病多発圃場において, 秋播栽培、冬期播種栽培の発病程度を比較したところ、秋 播栽培では全ての株が発病し、発病度も高かったが、冬期 播種栽培では全く発病しないかごくわずかに葉の黄化症状 がみられるにすぎず、高い発病抑止効果が認められた. 冬 期播種栽培では播種から根雪期間終了後の 3 月下旬まで 5℃以下の低温で経過していたことから、播種後の低温条件 によりコムギ縞萎縮ウイルスのムギへの感染が妨げられた ことが、発病が抑止された大きな要因と考えられた. 秋播 栽培では、多発、少発といった圃場の種類によって発病程 度に差がみられたが、連作していくと圃場間の差はみられ なくなった. 一方, 冬期播種栽培では, いずれの圃場にお いてもコムギ縞萎縮病の発病がほとんどみられず、連作を しても発病抑止効果は高いことが明らかとなった. 子実収 量を比較すると、冬期播種栽培は秋播栽培に比べて穂数が 多く千粒重が重い傾向にあり,発病程度の高い秋播栽培に 比べて最大で149%増収した. 薬剤防除では、TPN 粉剤の 処理により、秋播栽培におけるコムギ縞萎縮病の発病度の 低下と子実収量の向上をもたらしたが、その効果は年次に よるフレがみられた. TPN 粉剤を処理しても、コムギ縞萎 縮病の発病程度は冬期播種栽培に比べるとはるかに大きく、 次作の伝染源密度を減らすには至らなかった.また,コス ト的にみても、TPN 粉剤による薬剤防除に比べて冬期播種 栽培は耕種的防除法として有利である.

5. 冬期播種栽培したコムギの加工品質

冬期播種栽培した秋播性コムギの加工品質を明らかにするために、岩手県の主要品種である「ナンブコムギ」と「ゆきちから」を用いて、アミログラム特性や製粉性、60%粉特性、製パン性、製めん性について調査し、秋播栽培したものとの比較を行った。冬期播種栽培では、秋播栽培と比較して成熟期が3~5日遅くなるものの、多雨条件となる前の7月上旬の収穫が可能であり、熟期の遅れによる降雨の品質への影響を回避できた。冬期播種栽培は秋播栽培に比べて千粒重が軽かったが、容積重は秋播栽培と同等以上であり、製粉特性や粉の色相、ファリノグラム特性値は両区で有意な差がみられなかった。また、原粒の灰分含有率は冬期播種栽培が秋播栽培よりも低く、タンパク質含有率は統計的に有意ではないものの冬期播種栽培が秋播栽培と同等ないし高い傾向であった。製パン特性やゆで麺特性は統

計的な差は認められなかったが、「ゆきちから」では冬期播種栽培のパン体積やパンの合計点が秋播栽培を上回った. 冬期播種栽培のタンパク質含有率の向上は、冬期播種栽培の施肥レベルが秋播栽培に比べて高いことに起因し、それが製パン性の向上につながったものと考えられた.以上のことから、秋播性コムギの冬期播種栽培は、慣行の秋播栽培と比較して生育相が大きく異なるものの、子実の外観品質のみならず、アミログラム特性や製粉性、製パン性、製麺性といった加工品質も慣行の秋播栽培と同等以上を確保できると判断された.

第X章 引用文献

- 1) 阿部二朗 (1994). ムギ類, 牧草の越冬機構. 日作紀 63 (別2): 327-331.
- 2) 赤坂安盛・神山芳典・星野次汪・御子柴義郎・高橋修・ 高橋文章 (1990). 1990 年のコムギ萎縮病及び縞萎縮病 の発生実態と被害軽減対策. 東北農業研究 43:119-120.
- 天野洋一(1987). 秋播小麦における耐凍性の育種学的研究. 北海道立農試報 64:1-79.
- 4) 天野洋一・長内俊一 (1983). 秋播小麦の雪腐病抵抗性と耐凍性育種III. 低温馴化に関する品種の生態的特徴と抵抗性との関係. 北海道立農試集報 50:83-97.
- 5) 青木政晴・酒井長雄 (2004). 小麦連作ほ場におけるネズミムギの発生実態と防除対策. 北陸作物学会報 40: 131-134.
- 6) 荒井正雄(1961). 水田裏作雑草の生態学的研究-水田 裏麦作の雑草防除の基礎-. 関東東山農試研報 19:1-182.
- 7) 浅野清美・橋本保(1969). 二条オオムギ栽培に関する 研究. 第2報 輪作がオオムギ縞萎縮病発生に及ぼす影響. 宮城農試報告 40:13-19.
- 8) Broscious, S. C., Frank, J. A. and Frederick, J. R. (1985). Influence of winter wheat management practices on the severity of powdery mildew and septoria blotch in Pennsylvania. Phytopathology 75: 538-542.
- 9) Cavelier, M. (1987). Resistance of winter wheat barley to attacks by *Typhula incarnata* Lasch in relation to plant development stage and cold-hardning. Parasitica 43: 131-153.
- 10) Clark, M. F. and Adams, A. N. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34: 475-483.
- 11) 土居晃郎・古山芳広 (1985). 水稲に対する側条施肥の 表層施肥効果. 北農 52 (2): 45-56.
- 12) 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.
- 13) 江口久夫・島田信二・佐藤淳一・金尾忠志・広川文彦 (1984). 冬期に播種した小麦の安定多収条件. 中国農試 報 A32:35-54.
- 14) Frank, J. A., Cole, H., Jr. and Hatley, O. E. (1988).
 The effect of planting date on fall infections and epidemics of powdery mildew on winter wheat. Plant Dis. 72:661-664.
- 15) 藤原俊六郎 (1994). 肥料の種類と性質-施肥の方法-. 土壌・植物栄養・環境事典. 博友社, 東京. 304-307.
- 16) 藤吉正記 (1953). 小麦と裸麦における秋播性程度および播種期と生育, 収量の関係について一麦の播種期に関

- する基礎的研究-. 九州農試彙報 1:375-406.
- 17) 福嶌陽・楠田宰: 古畑昌巳 (2001a). 基肥の省略が早 播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」の生育および 収量におよぼす影響. 日作九州支部報 67: 28-31.
- 18) 福嶌陽・楠田宰: 古畑昌巳 (2001b). 暖地における早播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」の分げつの発育. 日作紀 70:173-178.
- 19) 福嶌陽・楠田宰: 古畑昌巳 (2001c). 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.
- 20) Gaudet, D. A. and Chen, T. H. H. (1988). Effect of freezing resistance and low-temperature stress on development of cottony snow mold (*Coprinus psychromorbidus*) in winter wheat. Can. J. Bot. 66: 1610-1615.
- 21) 畠山貞雄・大野康雄・茂市修平・佐々木邦年(1986). 岩手県北沿岸ヤマセ地帯における小麦の安定栽培 第2 報 小麦の作期別生育特性. 東北農業研究39:95-96.
- 22) 原嘉隆・土屋一成・草佳那子 (2005). 水田二毛作体系のダイズ作後コムギの窒素吸収に対するダイズ残渣の影響. 土肥誌 76:285-291.
- 23) 平井篤造・後藤浩・加藤壽治・八角俊子 (1952). ムギ 類雪腐病に関する研究 第3報 積雪下に於けるコムギ 品種の糖並びに各種窒素化合物含量の変化. 日植病報 16:1-5.
- 24) 平野寿助 (1981). 新しいムギ栽培. 農文協, 東京. 1-274.
- 25) 平塚直秀 (1954). 麦類の銹病とその防除. 東京教育大学農学部附属植物病理学研究室.
- 26) 北海道立十勝農業試験場 (2001). 新品種決定に関する 参考成績書 だいず「十育 233 号 (ユキホマレ)」. 北海道 立十勝農業試験場作物研究部大豆科, 北海道. 1-79.
- 27) 堀真雄 (1985). コムギおよびオオムギ赤かび病の発生 生態と防除法. 農及園 60:431-436.
- 28) 星野次旺・伊藤誠治・谷口義則・佐藤暁子 (1994). 東 北地方におけるコムギの品質に関する研究. 日作紀 **63**: 21-25.
- 29) 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.
- 30) 飯塚清 (1999). コムギ品種「農林 61 号」の晩播適性 と品質. 日作関東支部報 14:36-37.
- 31) 鋳方末彦・河合一郎 (1940). 小麦縞萎縮病に関する研究. 農事改良資料 154:1-123.
- 32) 池田幸子 (2002). 秋まきコムギの赤さび病の被害解析 と多発地帯における薬剤防除. 北海道立農試集報 82: 89-96.
- 33) 池野早苗 (1955). 小麦モザイック病の発生と土壌温度. 農及園 30:583-585.

- 34) 今林惣一郎・真鍋尚義・古城斉一・木崎原千秋 (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3報 雑草防除. 日作九州支部報 50:36-38.
- 35) 石井博 (1961). ムギ類赤かび病の流行機構に関する研究. 農林省振興局植物防疫課発生予察特別報告 8:1-121.
- 36) 伊藤昌光・曾我義雄 (1967). 作期移動による暖地麦作 改善に関する研究. 第 1 報 小麦の早播・早熟化栽培. 四国農業試験場報告 17:47-69.
- 37) 岩渕哲也・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. 一暖冬年における観察 - . 日作九州支部報 65: 4-5.
- 38) 岩渕哲也・田中浩平 (2005). 出穂後窒素追肥が硬質コムギ「ミナミノカオリ」の製パン適性に及ぼす影響. 日作九州支部報 71:23-24.
- 39) 岩手県 (2006a). 平成 18 年度 岩手県畑作物指導指針. 岩手県・岩手県麦大豆等産地体制確立推進協議会, 盛岡. 137-170.
- 40) 岩手県(2006b). 平成 18 年度 岩手県農作物病害虫・ 雑草防除基準. 岩手県, 盛岡. 54-57.
- 41) 岩手県病害虫防除所(2006). 平成 17 年度 植物防疫事業年報. 岩手県病害虫防除所, 北上. 53-56.
- 42) 岩手県農業研究センター (2000). 平成 11 年度 試験研究成果. 岩手県農業研究センター, 北上. (研)8-1-(研)8-2.
- 43) Jenkyn, J. F. (1976). Observations on mildew development in winter cereals: 1968-73. Plant Pathol. 25: 34-43.
- 44) 加藤裕司・井上隆雄・井澤敏彦(1987). 麦類の機械化 栽培法に関する研究(第 3 報). 晩播コムギの生育特性. 愛知農総試研報 19:94-100.
- 45) 川口數美 (1984). ムギ栽培の基礎理論 I 収量構成. 農業技術体系 作物編 4 ムギ 基本技術編 追録第 6 号. 農文協, 東京. 3-22.
- 46) 北原操一・和田道宏・近藤和夫(1981). ムギの作期に 関する研究 第2報 越冬性の品種及び播種期による差異. 東北農業研究 29:71-72.
- 47) 北原操一・和田道宏・近藤和夫(1982). ムギの作期に関する研究 第7報 秋播性の異なる品種の越冬性と収量性の関係. 日作紀51(別号1):21-22.
- 48) 桐原三好 (1984). ムギ栽培の基礎理論 Ⅲ 生育のタイプと収量構成. 農業技術体系 作物編 4 ムギ 基本技術編 追録第 6 号. 農文協, 東京. 37-49.
- 49) Kohn, G. D. and Storrier, R. R. (1970). Time of sowing and wheat production in southern NSW. Australian Jour. Exp. Agric. 10:604-609.
- 50) 小泉信三・吉野嶺一・駒田旦・加藤肇・一戸正勝 (1986). ムギ類赤かび病ー病原菌・発生生態・防除ー. 植物防疫 40:163-167.
- 51) 古城斉一・真鍋尚義・今林惣一郎(1984). 福岡県における小麦の早播栽培技術. 第 1 報 播種時期と生育・収量. 福岡農総試研報 A·3:29·34.
- 52) 国井輝男 (1983). 寒地多雪地帯における秋播コムギの 播種期の可動性. 農及園 58:909-915.

- 53) 黒崎正美 (1951). 麦作改善の狙い 離乳期の生理を中心として-. 農及園 26:849-852.
- 54) 草葉敏彦・遠山明・油本武義・建部美次(1971). 二条 オオムギにおけるオオムギ縞萎縮病の生態および防除に 関する研究. 鳥取農試特研報 2:1-208.
- 55) 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法.福岡農総試研報 A-6:33-40.
- 56) Marshall, D. R., Mares, D. J., Moss, H. J. and Ellison, F. (1986). Effect of grain shape and size on milling yields in wheat. II. Experimental studies. Aust. J. Agric. Res. 37: 331-342.
- 57) 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・福島裕助(2000). 1998 年における北部九州の麦類不作の要因解析とその技術対策. 日作紀 69:102-109.
- 58) 松尾孝嶺 (1944). 冬作物の雪害に関する研究. 新潟県 農事試験場堀之内試験地, 1-78.
- 59) 御子柴義郎・藤澤一郎・赤坂安盛・田野崎真吾 (1988). 岩手県内におけるコムギ萎縮病及びコムギ縞萎縮病の発 生. 東北農業研究 41:143-144.
- 60) 桃谷英・横尾信彦・安藤明子・阿部吉克 (1985). 山形 県における小麦・大豆を中心とした 1 年 2 作体系技術の 確立. 第 3 報 晩播小麦の播種量. 東北農業研究 37: 169-170.
- 61) 中島隆 (1998). コムギの紅色雪腐病抵抗性に関する研究. 東北農試研報 94:53-98.
- 62) 日本土壌肥料学会北海道支部 (1987). 北海道農業と土 壌肥料 1987. 北農会、札幌. 219-231.
- 63) 日本植物防疫協会 (2004). 稲·麦等殺菌剤圃場試験法. 日本植物防疫協会, 東京. 83-99.
- 64) 日本植物調節剤研究協会東北支部(2006). 岩手県主要 雑草発生状況. 日本植物調節剤研究協会東北支部会報 41:51.
- 65) 仁木巖雄 (1963). 霜柱氷層による作物の被害ならびに その防除に関する研究. 農事試研報 3:125-168.
- 66) 西和文・佐藤剛・萩原廣(1994). 田畑輪換によるダイズ黒根腐病の防除. 日植病報 60:337.
- 67) 農業研究センター (1986). 小麦調査基準. 第1版 農業研究センター, つくば. 68-69.
- 68) 農林水産技術会議事務局 (2001). 農林水産研究開発レポート No. 1 「麦の高品質化を目指して」. 農林水産 省農林水産技術会議事務局, 東京. 1-13.
- 69)農林水産省生産局(2002). 水陸稲・麦類・大豆奨励品 種特性表農林水産省生産局編. 農林水産省生産局, 東京. 160-215.
- 70) 農林水産省統計部 (2005). 平成 16 年産 作物統計 (普通作物・飼料作物・工芸農作物). 農林水産省統計部, 東京. 76-185.
- 71) 小川奎 (1986). ムギ類の土壌伝染性ウイルス病の発生 生態と防除対策. 植物防疫 40:174-179.
- 72) 小川奎・渡辺健・戸嶋郁子 (1990). オオムギ縞萎縮病

- の発生生態と耕種的な防除法. 農業技術 45:25-29.
- 73) 荻内謙吾 (2007). 秋播性コムギの冬期播種栽培がコムギの加工品質に及ぼす影響. 日作紀 76:226-231.
- 74) 荻内謙吾・勝部和則・及川一也(2004a). 秋播性コムギの冬期播種栽培によるコムギ縞萎縮病発生抑止効果. 日作紀 73 (別号2): 130-131.
- 75) 荻内謙吾・勝部和則・及川一也・岩舘康哉 (2005). 秋播性コムギの冬期播種栽培によるコムギ縞萎縮病の発病抑止効果. -薬剤防除法との比較一. 日作紀 74 (別号2): 68-69.
- 76) 荻内謙吾・勝部和則・及川一也・岩舘康哉 (2006). 秋 播性コムギの冬期播種栽培によるコムギ縞萎縮病の発病 抑止効果. 日作紀 75:281-288.
- 77) 荻内謙吾・作山一夫 (2005). 秋播性コムギの冬期播種 栽培における好適窒素施肥法. 日作紀 74:17-22.
- 78) 荻内謙吾・高橋昭喜・作山一夫 (2004b). 岩手県地方 における秋播性コムギ冬期播種栽培の播種適期と最適播 種量. 日作紀 73:396-401.
- 79) 大場淳司 (2006). 宮城県のコムギ品種「ゆきちから」における出穂・開花の特徴と赤かび病感受性. 日植病報72:59-60.
- 80) 大久保隆弘 (1973). 輪作の栽培学的意義に関する研究. 東北農試研報 46:1-61.
- 81) 大楠秀樹 (2005). 小麦の品質と加工適性 各種加工品 と加工適性. 農業技術体系 作物編 4 基本技術編 追録 第 27 号: 253-257.
- 82) Ohto, Y. and S. Naito (1997). Propagation of wheat yellow mosaic virus in winter wheat under low temperature conditions. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 63: 361-365.
- 83) 大藤泰雄 (2000). 縞萎縮病の発生の特徴と防除法. 植物防疫 54:179-182.
- 84) 大藤泰雄 (2004). 問題となっている障害 縞萎縮病. 農業技術体系 作物編 4 基本技術編 追録第 26 号. 農文 協、東京、227-235.
- 85) 大藤泰雄 (2005). コムギ縞萎縮病の発生生態に関する 研究. 東北農研研報 104:17-74.
- 86) 及川一也 (1996). 岩手県におけるコムギ主要品種の生育・収量及び品質に及ぼす窒素追肥及び播種量の影響. 東北農試研究資料 19:5-15.
- 87) 小野剛志・高橋康利・神山芳典・折坂光臣・新毛晴夫 (1987). 岩手県南部の転換畑における土壌型別小麦の施 肥法. 岩手農試研報 26:20-47.
- 88) 折坂光臣・高橋康利・清原悦郎(1985a). 岩手県における小麦・大豆を基幹とする新体系化技術に関する研究. 第14報 小麦晩播に伴う生育・収量の推移. 東北農業研究 37:163-164.
- 89) 折坂光臣・高橋康利・清原悦郎(1985b). 岩手県における小麦・大豆を基幹とする新体系化技術に関する研究. 第15報 県南地域における小麦の安全晩播限界. 東北農業研究 37:165-166.
- 90) 小柳敦史・渡辺輝夫・和田道宏 (1989). 水稲跡圃場と

- ダイズ跡圃場におけるコムギ根系の比較. 日作関東支部報 (4): 109-110.
- 91) 斎藤博行・木村敬生・桃谷英 (1982). 積雪寒冷地における小麦の安定多収栽培について. 日作東北支部報 25: 101-102.
- 92) 斎藤康夫・高梨和雄・岩田吉人・岡本弘 (1964). 土壌 伝染性ムギウイルス病に関する研究. Ⅲ 薬剤処理が病 土およびウイルスに及ぼす影響. 農技研報 C17: 41-59.
- 93) 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.
- 94) 佐藤暁子・小柳敦史・末永一博・渡辺修・川口數美・ 江口久夫 (1992). コムギ品質におよぼす土壌と窒素, リン酸施肥の影響. 日作紀 61:616-622.
- 95) 佐藤大和・内村要介・松江勇次 (2003). 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
- 96) 佐藤導謙 (2000). 春まきコムギの初冬まき栽培. 農業技術体系 作物編 4 ムギ 基本技術編 追録第 22 号. 農文協, 東京. 204 の 8-204 の 13.
- 97) 佐藤導謙 (2006). 北海道における春播型コムギ品種の 初冬播栽培に関する研究. 北海道立農試報告 110:1-51.
- 98) 佐藤導謙・沢口敦史 (1998). 北海道中央部における春播コムギの初冬播栽培に関する研究. 一播種期と越冬性について一. 日作紀 67:462-466.
- 99) 佐藤導謙・土屋俊雄 (2002). 北海道中央部における春播コムギの初冬播栽培に関する研究. 窒素施用法が収量および子実粗タンパク質含有率に及ぼす影響-. 日作紀 71:455-462.
- 100) 佐藤導謙・土屋俊雄(2004). 北海道中央部における 春播コムギの初冬播栽培に関する研究. - 窒素施用法が 製パン品質に及ぼす影響-. 日作紀 73:282-286.
- 101) 佐藤導謙・渡邊祐志・安積大治・寺元信幸 (2004). 春播コムギの初冬播栽培. 4. 窒素施肥が「春よ恋」の生育・収量に及ぼす影響. 育種・作物学会北海道談話会会報 45:61-62.
- 102) 沢口敦史・佐藤導謙 (2001). 北海道中央部における 春播コムギの初冬播栽培に関する研究. 一適正播種量に ついて-. 日作紀 70:505-509.
- 103) 柴田茂久 1988. 最近の国内産小麦の品質-うどん適性に関連して-. 日食工誌 35:210-218.
- 104) 下野勝昭 (1982). 秋播小麦の生産性. 北海道立農業 試験場資料 15:146·155.
- 105) 杉原収・北倉芳忠・林恒夫・吉川嘉一・岩田忠寿(1988). 北陸地域における小麦の機械化収穫・乾燥法に関する研究 第1報 ナンブコムギの収穫適期の簡易な判定法とその予測. 福井農試報25:29-38.
- 106) 鈴木達彦・藤沼善亮・塚田豊昭 (1966). 異なる位置 に施した肥料の小麦に対する効果. 火山灰畑における施肥技術の解析 (第1報). 土肥誌 37:218-222.
- 107) 高橋広治 (2001). ムギ さび病. 新版 原色 作物 の病害虫診断. 農文協, 東京. 77-78.

- 108) 高橋肇・茂木紀昭・市川伸次・中世古公男 (1991). 春播コムギ品種の秋および冬播種の可能性について. 日本育種学会・日本作物学会談話会報 31:1.
- 109) 高橋康利・折坂光臣・小野剛志 (1985). 岩手県における小麦・大豆を基幹とする新体系化技術に関する研究第13報 小麦・大豆体系の連続と輪換及び厩肥連用による多収維持. 東北農業研究37:161-162.
- 110) 高松進・川久保幸雄・今村和夫 (1986). 福井県嶺北 地方におけるムギ雪腐病の発生状況. 福井県農試報 23: 27-40.
- 111) 竹中重仁 (1994). 麦類雪腐病の血清学的診断法の開発と植物体中に於ける本病原菌の動態に関する研究. 北陸農試報 36:71-145.
- 112) 瀧島英策(1943). 小麦の耐雪性に関する研究. (第2報) 根雪前における発育相の差異と耐雪力(1). 農及園18:12-16.
- 113) 田中萬紀穂・西田清教・須藤健一・越生博次・角田和 美(1988). 排水改良転換畑における小麦の高位安定生産 技術 第1報 前作物の種類ならびに栽培法の違いが小 麦の生育・収量におよぼす影響. 兵庫中央農技セ研報 36:5-8.
- 114) 谷泉忠幸 (2004). 露地ホウレンソウにおける側条施 肥の効果. 土肥誌 75:493-495.
- 115) 富山宏平 (1955). 麦類雪腐病に関する研究. 北海道 農試報 47:1-234.
- 116) 鳥山國士・豊川良一 (1956). 畑雑草の防除に関する 研究 第 1 報 輪作様式と雑草発生との関係. 日作紀 25:22-23.
- 117) 豊田政一 1990. 作物育種と食品加工 (3) 小麦の一次, 二次加工適性の改善. 農及園 65:426-432.
- 118) 辻啓介 (1987). 麺類の栄養価と食味. 食の科学. 113: 30·38.
- 119) 上原等・葛西辰雄・野田弘之 (1960). はだか麦縞萎縮病の防除に関する研究. 香川農試研報 11:11-18.
- 120) 渡辺治郎・高屋武彦・高橋幹・川勝正夫(1992). 春播コムギの多収と根雪前播種. 農業技術 47:17-21.
- 121) 渡辺健・小川奎・飯田幸彦・千葉恒夫 (1995). 茨城県におけるムギ類土壌伝染性ウイルス病の発生生態と防除に関する研究. 第2報 被害と防除法. 茨城農総セ農研研報 2:53·100.
- 122)渡部弘三・会田安(1959). 麦作除草剤 CL-IPC の寒 冷地使用法. 農業技術 14. 394-396.
- 123) 渡辺正・渡部弘三・会田安 (1959). Cl-IPC による麦 作の雑草防除法ー特に寒冷地を対象としてー. 農及園 34:1667-1670.
- 124) 渡邊好昭・三浦重典 (1999). 火山灰土壌におけるダイズ連作障害の様相. 日作東北支部報 42:37-38.
- 125) 渡邊好昭・湯川智行・竹中重仁 (1991). オオムギ葉 身の雪腐病抵抗性の変化と糖含量の変化. 日作紀 60 (別 1): 216-217.
- 126) 山田忍・田村昇市 (1952). 火山性土の凍結並融凍作用が土壌と作物に及ぼす影響とこれが対策に関する研究

- (第2報). 十肥誌 23:101-104.
- 127) 吉田みどり・阿部二朗・森山真久・高屋武彦 (1994). 初冬播きした春播コムギの越冬性及び低温発芽機構. 北海道農試研報 159:59-66.
- 128) 湯川智行・渡辺好昭 (1995). オオムギ, コムギのフルクタン蓄積と耐雪性に関する研究. 北陸農試報 37: 1-66.
- 129) 湯川智行・渡辺好昭 (1997). 北陸地域におけるオオムギ, コムギの極晩播栽培. 日作紀 66:501-502.
- 130) 湯川智行・大下泰生・栗崎弘利・渡辺治郎 (2001a). 春播コムギの根雪前播種栽培における越冬性の低下要因 と改善. 日作紀 70:568-574.
- 131) 湯川智行・大下泰生・若林勝史・栗崎弘利・渡辺治郎 (2001b). 春播コムギの根雪前播種栽培法. 農及園 76:
- 132) 湯川智行・大下泰生・渡辺治郎 (2003a). 雪腐病防除用フルアジナム剤の種子粉衣による春播コムギの根雪前播種栽培の越冬性向上. 日作紀 72:216-218.
- 133) 湯川智行・大下泰生・辻博之・渡辺治郎 (2003b). 麦類の耐雪性に関する研究. 16. 春播コムギの根雪前播 種栽培における薬剤の種子粉衣や散布等による越冬性の 向上. 日作紀 72 (別2号): 230-231.
- 134) 財団法人製粉振興会 (2003). 小麦粉の魅力-豊かで健康な食生活を演出-. 財団法人製粉振興会, 東京. 1-97.

Studies on Winter-seeding Cultivation of Winter Wheat

Kengo OGIUCHI

Summary

In wheat cultivation by usual autumn-seeding cultivation in Iwate Prefecture, the work for wheat sowing overlaps with the harvesting of the summer crop such as rice, and this is a big problem for the farmers. In the drained paddy field after rice cultivation, it is not possible to seed wheat at the proper time because the plowing work is difficult due to rain in autumn and the insufficient drain measures. In this study, the technology of winter-seeding cultivation, seeding winter wheat before the continuous snow cover, was developed to solve these problems. The overwintering ability of winter wheat seeded before the continuous snow cover was investigated, and a suitable variety and the best seeding method for winter-seeding cultivation were determined. Then, I developed a suitable method of nitrogen fertilizer application to obtain a high grain yield and high grain quality, and a disease and weed control system for winter-seeding cultivation. Moreover, I found that the winter-seeding cultivation was effective in reducing the disease incidence of wheat yellow mosaic. I found that the processing quality in winter-seeding cultivation was the same or better than that in standard autumn-seeding cultivation. The results obtained are as follows.

1. A selection of a suitable variety and the best seeding method for winter-seeding cultivation

Winter wheat varieties with different resistance to cold and snow were seeded before continuous snow cover. It will be difficult for a variety, which has low resistance to cold and snow, to pass the winter, and the winter wheat cultivar "Nanbukomugi" with strong cold and snow resistance will be suitable for winter-seeding cultivation. Because the seedlings emerged before the continuous snow cover are seriously damaged by frost, the seeding date may be the day when the accumulative mean temperature above 0° C before the beginning of continuous snow cover is 95° C or less in normal years. It is early to late December in Iwate Prefecture. The increase in seeding density is indispensable to secure stable grain yield in winter-wheat cultivation because the top growth is reduced and the number of ears decreased by delaying the seeding time. I consider that the optimum seeding density in winter-seeding cultivation is 350 grains/m².

2. Method of fertilizer application in winter-seeding cultivation

In the plants supplied with N fertilizer at seeding time, the growth at maturity and yield were higher than in those supplied with N just after the snow melted. This is probably because early growth was promoted by a sufficient amount of N released from the fertilizer applied at seeding time. In the plants supplied with $10g/m^2$ N as a basal dressing, lodging was not observed, and the grain yield was as high as or higher than that in standard autumn-seeding cultivation. The grain yield with an increased amount of N fertilizer was higher in the upland field than in the drained paddy field. This is probably because tillering in the upland field was promoted by N absorbed before the heading stage, which was larger in the upland field than in the drained paddy field. In the drained paddy field, the protein content of the grain was lower than that in the upland field, and increased little even by increased basal dressing, but markedly increased by the N top-dressing at full heading time. I consider that this difference between fields was caused by the difference of the time and amount of soil N mineralization. It is necessary to control the protein content of the grain by the N top-dressing at full heading time depending on the usage of the grains. The grains grown in the upland field are suitable for making bread because the

protein content was high, and the recommended amount of application of N top-dressing at full heading time is $2~g/m^2$ because the protein content of the grain in the non-top-dressed plants was occasionally below the target value. In the drained paddy field, it is necessary to increase the protein content of the grain by N top-dressing for making both Japanese noodles and bread, and the application of N top-dressing at full heading time at $2~g/m^2$ should be suitable for making Japanese noodles and $4g/m^2$ for making bread.

3. Disease control and weed control in winter-seeding cultivation

Under non-controlled conditions, the incidence of powdery mildew and leaf rust was higher in winter-seeding cultivation than in standard autumn-seeding cultivation. This is probably because the amounts of fertilizer and the top growth were different between winter-seeding cultivation and standard autumn-seeding cultivation. No significant difference was observed in the incidence of scab between winter-seeding cultivation and standard autumn-seeding cultivation, and the difference in precipitation from the heading time to the flowering time was considered to influence the incidence of scab greatly. The standard method of disease control can be applied because it significantly inhibited all diseases in winter-seeding cultivation. Fungicide spraying for multiple times, that is, at the flag leaf time and the flowering time (and 7 days after the flowering time in the case of much rain after the flowering time) was suitable for control of these diseases in winter-seeding cultivation. In winter-seeding cultivation, herbicide spray in the growing time efficiently inhibited the growth of the weed. The use of thifensulfulon-methyl to control weed in winter-seeding cultivation is recommended because the grass weed occurred in the drained paddy field more frequently than in the upland field. In winter-seeding cultivation, a single application of herbicide spray inhibited the occurrence of weed as much as in standard autumn-seeding cultivation, but it is necessary to consider the combination of herbicides and the frequency of herbicide spraying depending on the occurrence of weeds in the field.

4. Evasion from wheat yellow mosaic by winter-seeding cultivation

Wheat yellow mosaic is a soil-borne virus disease, and the disease incidence is decreased by delaying the seeding time. Thus, the seeding before continuous snow cover is expected to reduce the incidence of wheat yellow mosaic. In fact, the field with standard autumn-seeding cultivation was highly infested with wheat yellow mosaic virus (WYMV)(the disease incidence was 100%), but in the field with winter-seeding cultivation, the disease incidence was 0 or very low. The incidence of wheat yellow mosaic was suppressed by low temperature after seeding, which was below 5°C from seeding date to late March. In standard autumn-seeding cultivation, the incidence of wheat yellow mosaic varied with the field, but the difference was no longer found under continuous cropping. In winter-seeding cultivation, the incidence of wheat yellow mosaic was not observed in any field, even when wheat was cropped continuously. In winter-seeding cultivation, the number of ears was larger, the thousand-grain weight was heavier, and the yield was higher than in standard autumn-seeding cultivation. In standard autumn-seeding cultivation, the severity of wheat yellow mosaic was decreased and the yield increased by chemical control with TPN, but the effect varied with the year. However, even in the plot with dusted TPN, the disease incidence was higher than in winter-seeding cultivation, and the incidence in the next cropping did not decrease. Moreover, winter-seeding cultivation was more economical than chemical control with TPN. Therefore, I consider that winter-seeding cultivation is more effective for wheat yellow mosaic than chemical control with TPN.

5. The processing quality of winter wheat grown by winter-seeding cultivation

The processing quality (amylogram, milling, 60% extraction flour, bread-making and noodle-making characteristics) of winter wheat cultivar "Nanbukomugi" and "Yukichikara", which were the main cultivars of Iwate Prefecture were investigated, and were compared with those of winter wheat seeded in autumn. The winter wheat in winter-seeding cultivation matured $3\sim 5$ days later than that in standard autumn-seeding cultivation but can be harvested in early July before the rainy season. Thus, the harmful effect of much rain in grain quality due to the delay of maturity was avoided in winter-seeding cultivation. In winter-seeding cultivation, the thousand grain weight was lighter, but the

bulk density was the same or higher, and the milling quality, flour color and farinogram characteristics were nearly the same as in standard autumn-seeding cultivation. In winter-seeding cultivation, the ash content of the grain was lower, and the protein content of the grain was the same or higher than those in standard autumn-seeding cultivation. No significant difference was observed between winter-seeding cultivation and standard autumn-seeding cultivation in the bread-making and noodle-making characteristics, but in cultivar "Yukichikara, the bread volume and total overall characteristics in winter-seeding cultivation were higher than those in standard autumn-seeding cultivation. I consider that the protein content of the grain in winter-seeding cultivation was increased by the amount of fertilizer, which was larger in winter-seeding cultivation, than in standard autumn-seeding cultivation resulting in a higher bread-making quality. Although the growing phase in winter-seeding cultivation is different from that in standard autumn-seeding cultivation, the appearance quality of the grain and the processing quality in winter-seeding cultivation were the same or better than those in standard autumn-seeding cultivation.