



コムギの早播栽培における安定多収技術の開発

水本，晃那

(Degree)

博士（農学）

(Date of Degree)

2024-03-25

(Date of Publication)

2026-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第8952号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100490177>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文内容の要旨

氏 名 水本 晃那

専攻・講座 資源生命科学専攻・応用植物学講座

論文題目（外国語の場合は、その和訳を併記すること。）

コムギの早播栽培における安定多収技術の開発

指導教員 東 哲司

東海地方の水田輪作経営では大規模化が進むことで、コムギの播種適期（11月中旬）に播種を完了することが困難となっている。播種が適期より遅くなると、栽培期間の短縮によりバイオマス生産量が減少するため収量が低下し、また収穫期が梅雨にずれ込み穂発芽がおきることがあり品質が低下するリスクが高まる。したがって播種期間の拡大に対応するには、早播きにシフトすることが望ましい。早播栽培では出芽・苗立期の気温が比較的高いため出芽率が高く初期生育が旺盛になりやすいが、その反面、過繁茂になることで凋落型の生育となり、倒伏が生じやすいため減収することが報告されている。また、関東以西で栽培されている品種の多くは幼穂形成の開始に低温期間を必要としない春播型品種である。これらの品種では、早播きや暖冬下では幼穂分化期と茎立ち期の開始が早まることになり、持ち上げられた成長点が早春の遅霜により凍霜害を受ける危険性がより高い。特に近年は暖冬となることが多く、コムギの早播栽培による安定生産のためには、初期生育を抑制することで凍霜害を回避する栽培方法の確立が求められている。初期生育を抑制するために、基肥を減らし追肥を増やす追肥重点施肥法と、幼穂發育を遅延する麦踏みが有効な方法として考えられる。本研究では、春播型コムギ品種の早播栽培の収量安定化を目標とし、追肥重点施肥法と麦踏みの効果を検証するとともに、麦踏みによる幼穂發育抑制の生理的メカニズムの解明を試みた。

第1章では、東海地方におけるコムギ栽培と生産の現状について概説し、需要の高い春播型コムギを日本の比較的温暖な土地で栽培することの問題点についてまとめ、本研究の目的と意義について述べた。

第2章では、まず東海地方で広く栽培されている春播型コムギ品種「あやひかり」を用いて通常よりも早い時期に播種し、圃場にハウスを設置してハウス内で栽培することで暖冬条件とし、追肥重点施肥が生育および収量に及ぼす効果を調査した。基肥と追肥の割合を変えることで2018-19年と2020-21年に調査を行った結果、追肥重点施肥により生育初期の草丈および茎数は抑制されたものの、増収効果や凍霜害回避効果は得られなかった。次に、圃場栽培したコムギに小型鎮圧機を用いた踏圧処理を行うことにより麦踏みの効果を調査した。2018-19年は3葉期と5葉期に、2019-20年は2葉期と3葉期にそれぞれ2回麦踏みすることで、幼穂分化の開始を4-5日、節間伸長の開始を5-12日、茎立ち期を3-9日それぞれ遅延させることを観察した。また、麦踏みは幼穂分化の開始を遅延させるが、分化後の幼穂發育の速度には影響しないことを明らかにした。さらに、2018-19年は麦踏みにより収量が3割増加したことを観察し、麦踏みによる幼穂發育遅延により凍霜害が回避されたことによるものと考察した。

第 3 章では、効果的な麦踏みの時期と回数の調査を行った。調査は 3 シーズン行い、1~4 葉期の各葉期に一回麦踏みする処理と 1 葉期と 2 葉期の 2 回麦踏みする処理、1 葉期と 2 葉期、3 葉期の 3 回麦踏みする処理を行った結果、1 葉期あるいは 2 葉期の麦踏みが幼穂発育の遅延効果が高く、複数回麦踏みを行ってもさらなる効果は無いことを明らかにした。さらに、水田輪作圃場と畑圃場でコムギを栽培し麦踏みを行い、茎立ち期の遅延日数と土壌の水分含量との関係を調査した。麦踏み前後の土壌体積含水率と茎立ち期の遅延日数との間に有意な負の相関を認め、本試験を行った水田輪作圃場では、土壌体積含水率が 26.7% 以上であると麦踏みによる茎立ち期遅延効果が得られないと推察された。

次に、3 年間で得られたデータより計算した積算気温と幼穂発育との関係をコムギの発育予測モデルに当てはめ、東海地方の過去 10 年間の気象データを用いて、麦踏みによる幼穂発育遅延効果により春播型コムギの播種の早期化がどの程度可能かを推定した。茎立ち期以降に -2°C 以下の低温に遭遇すると凍霜害が生じるとして凍霜害のリスクがゼロとなる播種日を推定したところ、東海地方で春播型コムギの早期栽培を行う場合は、1 葉期の麦踏みにより播種早限を 3 日早めることができ、播種適期の拡大が可能であると考えられた。

第 4 章では、麦踏みによる幼穂分化遅延効果のメカニズムについて植物ホルモンであるエチレンの関与に着目し調査を行った。圃場栽培されたコムギを麦踏みすることで、茎葉からのエチレン発生量が有意に増加することを観察し、コムギ植物体をエチレン発生剤エテホンで処理することにより、麦踏みと同様に幼穂発育遅延が誘導されることを確認した。また、麦踏み時にエチレン作用阻害剤 1-メチルシクロプロペンを処理することで、麦踏みによる幼穂発育の遅延効果が打ち消されることがわかった。これらの結果より、麦踏みによる幼穂発育遅延の誘導にエチレン発生量の増加が関係していると考えられた。さらに、麦踏み後の土壌は気相率が減少することも明らかにし、これによって根域でのエチレン濃度の上昇も関与している可能性が考えられた。

次に、花成促進遺伝子と報告のある *FLOWERING LOCUS T (FT)* と *VERNALIZATION1 (VRN1)* の発現に及ぼす麦踏みの影響を調査した。これらの遺伝子は、春播型コムギにおいて春化处理をしなくても、植物が発育するにつれて葉身での発現が上昇することを観察し、これらの遺伝子の発現が麦踏みにより遅延することを明らかにした。さらに、これらの遺伝子の発現量は、エテホン処理によって有意に低下することを明らかにした。これらのことから、麦踏みによって幼穂発育が遅延するのは、麦踏みによって生じるエチレンが *FT* や *VRN1* の発現を遅延させることと関係していると考えられた。

氏名	水本 晃那		
論文 題目	コムギの早播栽培における安定多収技術の開発		
審査 委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教授	東 哲司
	副 査	教授	森 直樹
	副 査	教授	深山 浩
	副 査	助教	笹山 大輔
	副 査		
要 旨			
東海地方の水田輪作経営では大規模化が進むことで、コムギの播種適期（11月中旬）に播種を完了することが困難となっている。播種が適期より遅くなると、栽培期間の短縮によりバイオマス生産量が減少するため収量が低下し、また収穫期が梅雨にずれ込み穂発芽がおきることがあり品質が低下するリスクが高まる。したがって播種期間の拡大に対応するには、早播きにシフトすることが望ましい。早播栽培では出芽・苗立期の気温が比較的高いため出芽率が高く初期生育が旺盛になりやすいが、その反面、過繁茂になることで凋落型の生育となり、倒伏が生じやすいため減収することが報告されている。また、関東以西で栽培されている品種の多くは幼穂形成の開始に低温期間を必要としない春播型品種である。これらの品種では、早播きや暖冬下では幼穂分化期と茎立ち期の開始が早まることになり、持ち上げられた成長点が早春の遅霜により凍霜害を受ける危険性がより高い。特に近年は暖冬となることが多く、コムギの早播栽培による安定生産のためには、初期生育を制御することで凍霜害を回避する栽培方法の確立が求められている。初期生育を抑制するために、基肥を減らし追肥を増やす追肥重点施肥法と、幼穂発育を遅延する麦踏みが可能な方法として考えられる。本研究では、春播型コムギ品種の早播栽培の収量安定化を目標とし、追肥重点施肥法と麦踏みの効果を検証するとともに、麦踏みによる幼穂発育抑制の生理的メカニズムの解明を試みている。 第1章では、東海地方におけるコムギ栽培と生産の現状について概説し、需要の高い春播型コムギを日本の比較的温暖な土地で栽培することの問題点についてまとめ、本研究の目的と意義について述べている。 第2章では、まず東海地方で広く栽培されている春播型コムギ品種「あやひかり」を用いて通常よりも早い時期に播種し、圃場にハウスを設置してハウス内で栽培することで暖冬条件とし、追肥重点施肥が生育および収量に及ぼす効果を調査している。基肥と追肥の割合と時期を変えることで2018-19年と2020-21年に調査を行った結果、追肥重点施肥により生育初期の草丈および茎数は抑制されたものの、増収効果や凍霜害回避効果は得られなかったとしている。次に、圃場栽培したコムギに小型鎮圧機を用いた踏圧処理を行うことにより麦踏みの効果を調査している。2018-19年は3葉期と5葉期に、2019-20年は2葉期と3葉期にそれぞれ2回麦踏みすることで、幼穂分化の開始を4-5日、節間伸長の開始を5-12日、茎立ち期を3-9日それぞれ遅延させることを観察している。また、麦踏みは幼穂分化の開始を遅延させるが、分化後の幼穂発育の速度には影響しないことを明らかにしている。さらに、2018-19年は麦踏みにより収量が3割増加したことを観察し、麦踏みによる幼穂発達遅延により凍霜害が回避されたことによるものと考察している。また麦踏みは、総葉数を増加させたこ			

氏名	水本 晃那
とから、麦踏みによる幼穂発達遅延効果は、物理的傷害の回復に時間が必要なために成長が遅れたことによるものではないと考察している。 第3章では、効果的な麦踏みの時期と回数の調査を行っている。調査は3シーズン行い、1～4葉期の各葉期に一度麦踏みする処理と1葉期と2葉期の2回麦踏みする処理、1葉期と2葉期、3葉期の3回麦踏みする処理を行った結果、1葉期あるいは2葉期の麦踏みが幼穂発育の遅延効果が高く、複数回麦踏みを行ってもさらなる効果は無いことを明らかにしている。さらに、水田輪作圃場と畑圃場でコムギを栽培し麦踏みを行い、茎立ち期の遅延日数と土壌の水分含量との関係を調査している。麦踏み前後の土壌体積水分率と苗立ち期の遅延日数との間に有意な負の相関を認め、体積含水率が26.7%以上の土壌では、麦踏みによる茎立ち期遅延効果が得られないと推察している。 次に、3年間で得られたデータより計算した積算気温と幼穂発達の関係をコムギの発育モデルに当てはめ、東海地方の過去10年間の気象データを用いて、麦踏みによる幼穂発達遅延効果により春播コムギ播種の早期化がどの程度可能かを推定している。茎立ち期以降に-2°C以下の低温に遭遇すると凍霜害が生じるとして凍霜害のリスクがゼロとなる播種日を推定したところ、東海地方で春播型コムギの早期栽培を行う場合は、1～2葉期の麦踏みにより播種早限を3日早めることができ、播種適期の拡大が可能であると推察している。 第4章では、麦踏みによる幼穂分化遅延効果のメカニズムについて植物ホルモンであるエチレンの関与に着目し調査を行っている。圃場栽培したコムギを麦踏みすることで、茎葉からのエチレン発生量が有意に増加することを観察し、コムギ植物体をエチレン発生剤エテホンで処理することにより、麦踏みと同様に幼穂発育遅延が誘導されることを見いだしている。また、麦踏み時にエチレン作用阻害剤1-メチルシクロプロペンを処理することで、麦踏みによる幼穂発育の遅延効果がなくなることも観察している。これらの結果より、麦踏みによる幼穂発育遅延の誘導にエチレン発生量の増加が関係していると考えている。さらに、麦踏み後の土壌は気相率が減少することも明らかにし、これによって根域でのエチレン濃度の上昇も関与していると考えられている。 次に、花成促進遺伝子と報告のある <i>FLOWERING LOCUS T (FT)</i> とコムギの春化要求性を支配する遺伝子 <i>VERNALIZATION1 (VRN1)</i> の発現に及ぼす麦踏みの影響を調査している。これらの遺伝子は、春播型コムギにおいて春化処理をしなくても、植物が発育するにつれて葉身での発現が上昇することを観察し、この発育依存の発現が麦踏みにより遅延することを明らかにしている。さらに、これらの遺伝子の発現量は、エテホン処理することによって有意に低下したことを見いだしている。これらのことから、麦踏みによって幼穂発育が遅延するのは、麦踏みによって生じるエチレンが <i>FT</i> や <i>VRN1</i> の発現を遅延させることと関係していると考えられている。 本研究は、早播栽培した春播型コムギを成育初期に麦踏みすることにより幼穂発育の遅延をもたらすことで凍霜害を回避できることを明らかにし、麦踏みが安定生産のための栽培技術として有効であることを示している。また効率的な麦踏みの方法についても調査を行い、実際の栽培において有用な情報を提供している。さらに、麦踏みによる幼穂発育遅延の生理学的メカニズムについて多くの新規の知見を得ている。以上の結果は、農学および植物生理学の分野において重要な知見を得たものとして価値ある集積と認める。よって、学位申請者の水本晃那は、博士（農学）の学位を得る資格があると認める。	