

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580363

研究課題名(和文)夏播きカバークロープと不耕起播種による春コムギ初冬播き栽培体系の改善

研究課題名(英文)Effect of hairy vetch and no-till cultivation on spring wheat production seeded in early winter

研究代表者

平田 聡之(HIRATA, Toshiyuki)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・助教

研究者番号：60281797

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：不耕起播種およびヘアリーベッチ栽培による土壌養分の利用効率の上昇は確認されたが、春コムギ初冬播きの作業効率の向上は確認されなかった。ポット試験により、ヘアリーベッチ残渣がコムギ実生の成育と収量を増加させることを明らかにした。しかしながら、圃場試験ではヘアリーベッチ区において融雪後のコムギ実生個体数の減少する傾向が認められた。その原因として、積雪下でコムギ実生の生育異常が生じていることを確認した。本試験の結果では、初冬播きにおけるヘアリーベッチ栽培と不耕起播種の組み合わせに利点が少なく、ヘアリーベッチの利用は春播きや初冬播き前の秋起により効果が発揮されることが示された。

研究成果の概要(英文)：Although the availability of soil nutrients on combination of no-till and hairy vetch cultivation was increased, the improvement of the working efficiency on no-till seeding in early winter was not detected. It was shown that the growth and the yield of wheat were superior in addition of hairy vetch residue in pots tests. After snow melt, however, the number of wheat seedlings seeded in early winter was less than that of spring seeded wheat. The ratio of normal seedlings was decreases under the snow in the case of hairy vetch residues incorporation. The results of this study were exhibited less advantage to the combination of hairy vetch cultivation and no-till sowing of spring wheat in early winter. We are examining for the effects of autumn plowing.

研究分野：農業生態学

キーワード：カバークロープ 不耕起栽培 コムギ 養分循環 トラクター走行性能

1. 研究開始当初の背景

春コムギはタンパク含量が高く、製パン用コムギとして商品価値が高い作物である反面、安定した生産が難しい作物である。北海道の春コムギの主産地である江別・空知地区では、春コムギの増産技術として、11月中旬に播種し、融雪後の生育期間を延長する初冬播き栽培技術の普及が進められている。しかしながら、初冬播きは天候が不安定な11月に播種作業を行う必要があるため、トラクターの稼働可能期間が極めて限定されている。耕うんによる播種前の播種床整備を行わない不耕起播種は、過度に土壌をこねないことから、初冬播き栽培の播種条件に有利であると考えられるが、初冬播きにおける不耕起栽培の有効性を検証した事例は報告されていない。

また、養分サイクルの面などから、多くの作物で不耕起栽培とマメ科カバークロップの組み合わせの有効性が指摘されており、申請者が行った春コムギ連作試験においてもコムギ収穫後のマメ科カバークロップであるヘアリーベッチ栽培の有効性が示されている。北海道においてヘアリーベッチは越冬能力を持たないことから、春コムギの初冬播き時に、必ずしも耕うんによってヘアリーベッチを鋤き込む必要はない。このような積雪下において越冬作物とカバークロップを共存させた栽培体系の報告例はほとんどないことなどから、本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

これまでの春コムギの初冬播き栽培の研究は、コムギの生育および収量面からの評価のみが先行している。本研究では、作業効率や肥料の有効利用についての評価を中心に行った。また、研究を進めるにつれ、ヘアリーベッチの有無が融雪後の春コムギの生存率に影響を及ぼす可能性が示されたことから、積雪下における春コムギの成育についての試験を加えた。具体的な目的は以下の通りである

(1) 初冬播き時の劣悪な土壌条件におけるカバークロップ栽培後の不耕起播種の作業効率を検証する。作業効率は、トラクターの走行性能について、播種機のけん引力とタイヤの沈下およびスリップ率から評価した。

(2) 越冬後におけるヘアリーベッチからの養分供給効果を調査した。窒素の動態については¹⁵Nトレーサー試験により詳細に解析し、合わせて他の交換性カチオンの吸収特性も調査した。

(3) ヘアリーベッチが及ぼす春コムギの初期成育への影響を評価した。培地による発芽試験および積雪下に置いたポット播種したコムギ実生の生育量を調査した。

3. 研究の方法

(1) 圃場調査

試験区は、2011年8月に北海道大学生物生産研究農場に設置し、2012年と2013年に調査した。処理はヘアリーベッチ栽培(あり・なし)およびコムギ播種前の耕起(ロータリー耕うん・不耕起)の2要因である。耕起区では、春コムギ収穫後にロータリーで整地し、ヘアリーベッチ栽培区ではヘアリーベッチを播種した(播種量 5kg/10a)。春コムギには「ハルキラリ」を供した。施肥条件は全ての区でN:P₂O₅:K₂O = 15(早春追肥 9kg・止葉期追肥 6kg):10:10 kg/10aとした。各処理区の土壌は年に4回、コアサンプラー(サンプル管:直径 5cm・長さ 25cm)により深さ 1m まで採取し、無機態窒素量を調査した。

(2) トラクター走行試験

試験区は北海道大学生物生産研究農場に設置した。2012年11月・2013年4月および11月にヘアリーベッチ栽培区(9月耕起、11月の調査のみ)・ロータリー耕うん区(走行2週間前耕起)・不耕起区を設け、調査用トラクタによる作業トラクターの牽引力を調査した。作業用トラクタにチゼル式不耕起播種機(シードマチック、サージミヤワキ製)を取り付け、上げ下ろした状態でけん引力を測定し、その差を播種機の負荷とした。また、調査用トラクターのスリップ率、タイヤの沈下量も測定した。土壌条件は、走行前に、土壌サンプルコアおよび貫入式抵抗計を用いて、土壌三相の体積比、密度および貫入抵抗を調査した。

(3) 養分動態の調査

2012年と2013年に行った。処理はヘアリーベッチの施用2水準(あり・なし)および早春の窒素施肥量4水準(N0:N3:N6:N9 = 0:3:6:9 g/m²)である。施用するヘアリーベッチは安定同位体¹⁵Nを含む肥料を施用して栽培した。春コムギ「ハルキラリ」を12月に1/5000aのワグネルポットに播種し、翌年4月に4個体に間引いた後、早春窒素施肥を行った。6月にすべての処理区に窒素を6 g/m²追肥をし、8月に全個体を収穫した。サンプルは部位ごとに分けて乾物重を測定し、窒素については元素分析装置および安定同位体質量分析計を用いて全窒素量および $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定し、多量元素(P,K,Ca,Mg)については誘導プラズマ質量分析装置(ICP-MS)を用いて各元素量を測定した。また、圃場においても同様に養分動態の試験を行っているが、現在、追加調査を実施中であり、本報告から割愛した。

(4) コムギの初期成育の試験

ヘアリーベッチ混在下におけるコムギの初期成育を明らかにする目的で、以下の試験を追加した。

培養試験

サンドイッチ法により春コムギにおけるヘアリーベッチのアレロパシー活性を調査し

た。供した品種は「ハルキラリ」である。寒天培地にHV栽培圃場より採取し、60 で乾燥させたヘアリーベッチ残渣(50mg/cm²)およびヘアリーベッチのアレロケミカルとして同定されているシアナミド(0.045, 0.09, 0.18, 0.45mg/cm²)を加えた処理区を設け、置床後4日目に発芽率、シュート長および最大根長を測定した。無処理区(control区)との比較から感受性を評価した。初冬播き時のシアナミド量は文献値から0.09mg/cm²を基準値とした。

ポット試験

2013年の5月と12月に行った。供した品種は5月の試験では「ハルキラリ」、「春よ恋」および「ハルユタカ」、12月の試験では「ハルキラリ」、「ハルユタカ」および秋播きコムギの「キタホマレ」である。処理区として無処理区(control区)、ヘアリーベッチ添加区(25mg・50mg/cm²)およびシアナミド添加区(0.09mg/cm²)である。5月の試験では出芽後1週目と2週目に出芽率、シュート長、最大根長を測定した。12月の試験ではポットを播種後2週間目に雪中下に埋設し、埋設前、積雪後1,2,3ヶ月後、融雪1週間後に行った。生存率(正常個体の割合)、シュート長、最大根長を測定した。

4. 研究成果

主な成果は以下の通りである。

(1)2012年と2013年における越冬後の出芽数は、適正值(150-300本/m²)を下回り、特にヘアリーベッチ栽培区では出芽数は低い傾向(2012年耕起区75本/m²不耕起区82.6本/m²、2013年耕起区79.3本/m²不耕起区)が認められた。しかしながら、ヘアリーベッチを栽培した試験区では、耕起区・不耕起区ともに慣行の春コムギ栽培に比べて高い収量を示した(2012年耕起区306kg/10a不耕起区375kg/10a慣行区271kg/10a)。早春における土壌の養分分析では、無機態窒素量が、ヘアリーベッチ栽培区で高い傾向が認められ、特に融雪後の表層(0-25cm)で高い傾向が認められた(ヘアリーベッチ栽培区10.11g/m²・非栽培区1.31g/m²)。このように、春コムギの初冬播き栽培では、ヘアリーベッチ栽培による収量の増加は確認されたが、生存個体数が減少する傾向が認められた。カバークropp混植下における越冬能力を検討した例はほとんど無く、越冬作物に対するカバークroppの有効性を評価する上で、重要な知見である。

(2)初冬播き時における播種機の負荷(走行速度0.500±0.050m/s2013年)は、耕起区では278.0kg、不耕起では761.4kgであり、耕起区で低い傾向が認められた。しかしながら、調査用トラクターによる作業用トラクターのみのけん引は、耕起区では785.0kg、不耕起区では404.2kgであり、不耕起区で低かった。播種作業時のタイヤのスリップ率は耕起区

で14.4%であったのに対し、不耕起区で24.7%であった。播種作業時のけん引力の値、耕起条件間およびヘアリーベッチ栽培条件間で統計的に有意な差異が認められず、本試験においては初冬播き時における不耕起によるトラクターの走行性能の向上は確認できなかった。しかしながら、本試験は部分耕を行わないチゼル式の不耕起播種機を使用した結果であり、播種機の負荷を低減する余地があると考えられる。

(3)ポット試験において収穫期のコムギの収量と乾物重および多量元素吸収量は、ヘアリーベッチ添加区において増加する傾向を示した。コムギ子実の含有窒素量におけるヘアリーベッチ由来窒素の寄与率(ヘアリーベッチ由来の窒素吸収量/全窒素吸収量)は、窒素施肥量が多くなるにつれて低くなった(N0区25% N9区17.3%2013年)が、吸収量は施肥処理間で差異が認められなかった。また、ヘアリーベッチ由来窒素の利用効率(ヘアリーベッチ由来の窒素吸収量/投入したヘアリーベッチの全窒素量)は2012年の試験では50%程度であったが、2013年の試験では15%程度まで減少した。その原因として、2013年の試験では、2012年の試験に比べてヘアリーベッチの投入量が多かったのにもかかわらず、コムギの初期生育量が小さく、ヘアリーベッチ内の窒素が有効に利用されなかったことが考えられた。しかしながら、これらの値は他の栽培体系におけるヘアリーベッチ由来窒素の吸収量の結果と同程度の値であり、ヘアリーベッチが積雪下で枯死する条件下にも関わらず、高い窒素供給の能力を持つことが示された。

多量元素吸収量はヘアリーベッチの付加による供給効果によって増加したと考えられるが、根重と各元素の総吸収量の間には有意な相関($r=0.49\sim0.84$)が認められたことから、根重の増加が多量元素の吸収に影響を与えた可能性が示唆される。現在は、圃場試験において追加の調査を行っている。

(4)圃場試験において、ヘアリーベッチ施用がコムギの出芽数に影響する可能性が示唆されたことから、ヘアリーベッチのアレロパシーについて検証した。

培地試験では、春コムギにヘアリーベッチのアレロパシーにたいする感受性が認められ、阻害の程度は、文献値より推定した越冬前ヘアリーベッチのアレロケミカルであるシアナミド含有量(0.09mg/cm²)を加えた区と同程度であった。

春期における初期生育の試験では、出芽後1週目まではヘアリーベッチの根部の生育を抑制したが、出芽後2週目では抑制は緩和された。このような効果は、春先に採取したヘアリーベッチ冬枯れ残渣には認められなかった。また、供試した品種間においても抑制効果が異なることが示された。シアナミドは、

土壌内の酵素活性によりアンモニア態窒素に分解されることが知られており、窒素肥料成分に変換される特徴をもっている。これらの結果は、出芽後2週間ほどは、ヘアリーベッチがコムギの生育抑制が働く可能性を示し、ヘアリーベッチの利用に関する新たな知見が示された。

(5) 初冬播きされた春コムギは、積雪下で緩やかに成長することが知られている。積雪下における初期成育の調査では、ヘアリーベッチ添加区で成育が進むにつれて成育異常が生じる個体の割合が増加した。春期の試験(結果 4)においてヘアリーベッチによる抑制効果が大きかった「ハルキラリ」では、播種後3ヶ月目の正常個体の割合が、対象区で72%であったのに対し、ヘアリーベッチ添加区では30%まで減少した。しかしながら、シアナミド区では、成育異常(正常個体72%、「ハルキラリ」)が認められなかったことから、観察された成育異常はシアナミド以外の要因が関わっている可能性が高いと考える。現在、積雪下におけるコムギの成育異常について追試を行っている。

(6) 総合考察と今後の展開
不耕起播種およびヘアリーベッチ栽培による養分の利用効率の上昇は確認されたが、春コムギの初冬播き時の作業効率の向上は確認されなかった。また、ヘアリーベッチ栽培によって融雪後のコムギ実生の個体数の減少する傾向が認められた。本試験の結果では、初冬播きにおけるヘアリーベッチ栽培と不耕起播種の組み合わせに利点が少なく、従来行われてきた初冬播き前の秋起が必要であることが示された。現在、秋起の影響について追加試験を行っている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 5 件)

野口大輔・平田聡之・荒木肇、初冬播き春コムギにおけるヘアリーベッチ残渣内養分の吸収、農作業学会、2015年3月19日、「千葉大学(千葉県柏市)」

平田聡之・星野洋一郎・紀伊俊太郎・二木和幸・野口大輔、ヘアリーベッチ栽培後の初冬播き春コムギの越冬能力の評価、日本育種学会日本作物学会北海道談話会、2014年12月6日、「酪農学園大学(北海道江別市)」

平田聡之・瓜本明日香・星野洋一郎・荒木肇、ヘアリーベッチによる初冬播き春コムギの初期生育の抑制、農作業学会、2014年5月15日、「神戸大学(兵庫県神戸市)」

瓜本明日香・平田聡之・星野洋一郎、ヘアリーベッチ栽培による初冬播き春コムギの

出芽特性への影響、日本育種学会日本作物学会北海道談話会、2013年12月7日、「酪農学園大学(北海道江別市)」

平田聡之・片岡崇・角田貴敬・荒木肇、春コムギ初冬播き栽培の問題点と不耕起・カバークロープ栽培による改善、2013年3月19日、「愛媛大学(愛媛県松山市)」

[その他]

ホームページ等

<http://www.fsc.hokudai.ac.jp/farm/agroecosystem/wp-content/uploads/2015/04/JSPS24503631.pdf>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平田 聡之 (HIRATA, Toshiyuki)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・助教

研究者番号：60281797

(2) 研究分担者

荒木 肇 (ARAKI, Hajime)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号：30183148

片岡 崇 (KATAOKA, Takashi)

北海道大学・農学研究科・准教授

研究者番号：40231253