

令和元年6月13日現在

機関番号：32658

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K18644

研究課題名(和文)コムギ多収に草型理論は当てはまるか？

研究課題名(英文)Is crop ideotype applicable to the high-yielding ability of wheat?

研究代表者

笠島 真也 (KASAJIMA, Shinya)

東京農業大学・生物産業学部・准教授

研究者番号：30564463

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：北海道における秋播性コムギの基幹品種「きたほなみ」の多収要因の解明を目的に、窒素代謝と草型に着目して圃場試験を行った。「きたほなみ」は旧品種「ホクシン」に比較して、登熟期間における子実への窒素の転流が少なく、栄養器官の窒素含有率が高いため、群落下層の葉と葉鞘+稈の同化能力が高く維持された。その結果、乳熟期以降のCGRが高く、一穂粒数も多かったことが多収要因であると考えられた。葉身角度は「きたほなみ」と「ホクシン」の間に明瞭な品種間差が認められた。以上のように、コムギの多収性に草型理論が当てはまることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般に、水稻の多収理論の1つである草型理論(理想的草型による受光態勢の改善)はコムギには当てはまらないと考えられてきたが、北海道の秋播性コムギ基幹品種「きたほなみ」は葉が直立した草姿を示し、窒素代謝ならびに葉身角度の面から、コムギの多収性に草型理論が当てはまることが明らかになった。本研究で得られた成果から「きたほなみ」の品種特性を活かした栽培技術が開発され、国内の麦作振興に寄与すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Field experiments focused on nitrogen metabolism and plant type were conducted to clarify the factors determining the high-yielding ability of the winter wheat cv. Kitahonami in Hokkaido, Japan. Compared with the previous winter wheat cv. Hokushin, Kitahonami showed less nitrogen translocation to the grain during the ripening period and higher nitrogen content in vegetative organs, leading to a higher assimilation in the inferior leaf, culm, and leaf sheath under the canopy; therefore, it was considered that the high-yielding ability of Kitahonami was attributed to the high crop growth rate (CGR) after the milk-ripe stage and large number of grains per ear. Moreover, there was a significant difference in the leaf angle between Kitahonami and Hokushin. The results clarified that crop ideotype is applicable to the high-yielding ability of wheat.

研究分野：作物学

キーワード：コムギ きたほなみ 多収要因 窒素代謝 草型 葉身角度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

北海道は、わが国のコムギ生産量の約 60% を占める最大産地であり、日本用を中心とする国産コムギの生産に重要な役割を果たしている。従来の北海道のコムギ主力品種は収量性と耐病性が改良された「ホクシン」であったが、オーストラリア産の Australian Standard White (ASW) に比べると品質が劣ることから改良が求められていた。「きたほなみ」は 2006 年に育成された北海道の高品質・多収性品種で、灰分含有率が低く、粉色が良好で、麺の色・食感ともに優れ、ASW に匹敵する高品質と評価されており、さらに収量が「ホクシン」よりも約 2 割程度高いことが報告されている。現在、北海道のコムギ基幹品種は「ホクシン」から「きたほなみ」に切り替わっている。

「きたほなみ」の特徴の一つに、草型が挙げられる。起生期後の「きたほなみ」は、茎数や穂数が「ホクシン」よりも多くなるが、「きたほなみ」は葉が直立しており、理想的な草型であることが報告されている(図 1)。このような直立葉を示す群落は、水稻では受光態勢の改善により乾物生産が向上することが古くから知られている。一方、コムギの場合、群落上層に位置する穂や止葉の光合成能力が大きいため、群落下層まで光を透過させる必要性について議論されてこなかった。このため、受光態勢の改善よりも短稈化による収穫指数の向上により多収を実現してきた経緯がある。しかし、「きたほなみ」の葉身は「ホクシン」よりも直立しているために群落内部まで光を透過することができ、その下位葉は登熟期間を通じて光合成できる可能性がある。コムギにおいては、Donald (1968) により理想的草型が提案され、単稈で稈長が短く、葉と穂が直立した草姿が望ましいと考えられているが、松島 (1973) の理想稲作理論における草姿制御論に通じる多収理論は知られていない。



図 1. 「きたほなみ」と「ホクシン」の草姿

研究代表者は、北海道の秋播性コムギの新旧品種「きたほなみ」と「ホクシン」を比較することにより、「きたほなみ」の多収要因について、生育・収量特性を主に乾物生産特性から検討してきた。その結果、「きたほなみ」は、葉身の窒素含有率が乳熟期と成熟期において第 2 葉と第 3 葉で「ホクシン」よりも高く、登熟後半でも直立した緑色葉が効率的に光エネルギーを吸収して純同化率 (NAR) を高く維持したために乳熟期以降に乾物生産を高く維持したことを報告した(笠島ら 2016) (図 2)。本報告は、「きたほなみ」が良好な受光態勢により登熟後半においても高い窒素吸収を可能にしていることを示唆する。

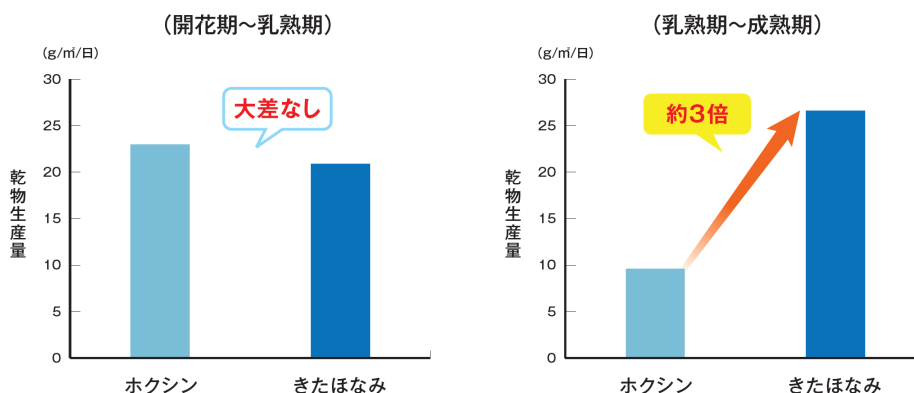


図 2. 開花期～成熟期における 1 日あたり乾物生産量 (1 日、1m² 当たりの成長速度)

2. 研究の目的

以上のような研究動向を踏まえ、本研究は以下のことを目的とした。

(1) 窒素代謝からみた多収要因の検討

「きたほなみ」の多収要因として、乳熟期以降の物質生産が高く維持されることが明らかにされているが、登熟期における「きたほなみ」の高い同化能力と窒素代謝の関係については不明である。そこで本研究では、窒素代謝に着目して「きたほなみ」の多収要因について検討する。

(2) 多収品種の葉身角度の検討

「きたほなみ」の多収要因として、葉身が直立葉であるために乳熟期以降に乾物生産が高く維持されることが指摘されている。しかし、葉身角度は気象環境や土壌肥料の影響を受けやすいため、複数年の定量評価をする必要がある。そこで、「きたほなみ」と「ホクシン」の葉身角度を検討する。

3. 研究の方法

(1) 登熟期の窒素代謝の調査

材料の養成は、2作期にわたり「きたほなみ」と「ホクシン」を用いて北見農業試験場の圃場で行った。試験は農試慣行法に従い、3反復乱塊法とした。調査は、出穂期から成熟期までの器官別・部位別の乾物重を測定し、CGRを算出した。収穫後、収量および収量構成要素（穂数、一穂粒数、千粒重）を調査した。器官別・部位別の窒素含有率をC/Nコードを用いて測定した。

(2) 葉身角度の調査

材料の養成は、4作期にわたって北見農業試験場の圃場で行った。供試品種は「きたほなみ」と「ホクシン」の2品種を用いた。試験は農試慣行法に従い、3反復乱塊法とした。開花期と乳熟期に生育中庸な稈5本について止葉の葉身角度を調査した。葉身角度は水平面に対する角度とし、葉身の基部、中央部、先端部をデジタルアングルメーター（SIW-76486、シンワ社製）を用いて測定した。

4. 研究成果

(1) 収量は、「きたほなみ」が890kg/10a、「ホクシン」が749kg/10aであった。一穂粒数は、「きたほなみ」が「ホクシン」よりも15%有意に多かった。乾物重は、乳熟期以降に「きたほなみ」が「ホクシン」よりも大きく増加した。窒素含有率は、下位葉、葉鞘+稈において「きたほなみ」が「ホクシン」よりも高かった。一方、子実の窒素含有率をみると、「きたほなみ」が「ホクシン」よりも低かった（図3）。乳熟期以降のCGRは、「きたほなみ」が「ホクシン」よりも大きかった。また、穂に着生する小穂内の小花別の一粒重を検討した結果、「きたほなみ」は「ホクシン」に比較して、粒重が乳熟期まで軽いものの、乳熟期以降に高いソース能に伴い、第3、第4小花まで一粒重を重くすることが示された。以上より、「きたほなみ」は「ホクシン」に比較して、登熟期間における子実への窒素の転流が少なく、栄養器官の窒素含有率が高いため、群落下層の葉と葉鞘+稈の同化能力が高く維持された。その結果、乳熟期以降のCGRが高く、一穂粒数も多かったことが多収要因であると考えられた。

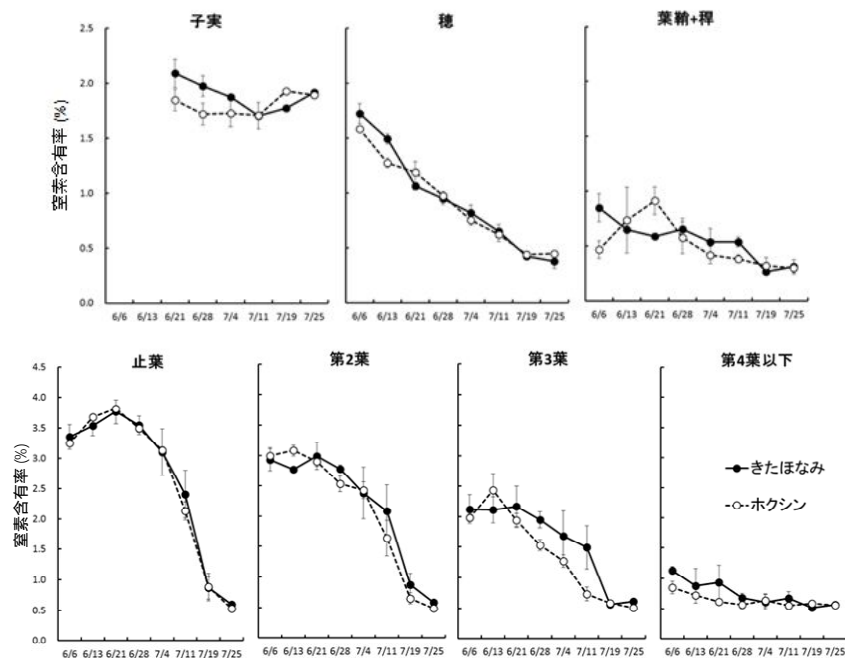


図3. 部位別・器官別の窒素含有率の推移

(2)止葉の葉身角度は、各品種における4作期の平均値をみると、「きたほなみ」では開花期、乳熟期ともに基部から中央、先端にかけて角度がやや小さくなるものの、大きな差はみられなかった。一方、「ホクシン」では基部から先端にかけて角度が大幅に小さくなり、葉が下に向かって大きく垂れ下がることを示した。また、葉身角度の年次間差は、「きたほなみ」が「ホクシン」よりも小さかった。分散分析の結果をみると、開花期と乳熟期における止葉の葉身角度は、基部、中央、および先端のすべての角度について品種間差と年次間差が有意であった。特に、開花期の中央と先端、乳熟期の先端の葉身角度は、品種の平均平方が年次よりも10倍以上大きく、品種間変動が大きかった(表1)。以上より、葉身角度は「きたほなみ」と「ホクシン」の間に明瞭な品種間差が認められた。ただし、年次間差も大きく、葉身角度と収量性の間に相関関係を見出すには至らなかったため、今後「きたほなみ」の直立葉の草型がもたらす多収性の麦体要因を究明する予定である。

表1. 4作期の2品種における開花期と乳熟期の止葉の葉身角度についての分散分析の平均平方。

自由度	止葉葉身角度(度)						
	開花期			乳熟期			
	基部	中央	先端	基部	中央	先端	
全体	23						
品種	1	7861.1 **	19850.2 **	43156.4 **	11943.9 **	18131.3 **	29194.6 **
年次	3	2109.4 **	1663.8 **	2789.2 **	4581.8 **	3043.1 **	2578.3 **
交互作用	3	882.0 *	576.3 ns	736.6 ns	1116.4 *	306.9 ns	858.9 *
誤差	16	257.1	212.7	234.2	230.7	242.3	225.6

*, **, 5%水準, 1%水準でそれぞれ有意。

以上のように、コムギの多収性に草型理論が当てはまることが明らかになり、窒素代謝と葉身角度の面から多収理論がより包括的に理解された。また、本研究で明らかにされたデータをもとに、止葉が立った群落で登熟後半の光合成能力を高く持続させる窒素施肥方法として、「起生期窒素無追肥、幼穂形成期重点窒素追肥型」の施肥技術を確立した。北海道の秋播性コムギ基幹品種「きたほなみ」の安定多収化により、国内の麦作振興に寄与すると考えられる。

<引用文献>

Donald, C.M., The breeding of crop ideotypes, *Euphytica*, 17 巻, 1968, 385-403
 笠島真也、今井康太、清水隆大、伊藤博武、中丸康夫、吉田穂積、佐藤三佳子、神野裕信、吉村康弘、高橋肇、北海道における秋播性コムギ新旧品種きたほなみとホクシンの生育・収量特性の差異、日作紀、85 巻, 2016 年, 155-161
 松島省三、養賢堂、稲作の改善と技術、1973、1-393

5. 主な発表論文等

[学会発表](計4件)

荒木英晴、笠島真也、秋播性多収コムギ品種「きたほなみ」の分けつ性と草型を活かした播種量および窒素施肥方法の改善と普及、日本作物学会第247回講演会、2019
 笠島真也、伊藤博武、神野裕信、大西志全、高橋肇、北海道における秋播性多収コムギ品種「きたほなみ」の止葉葉身角度、日本作物学会第247回講演会、2019
 笠島真也、藤村竜也、伊藤博武、神野裕信、大西志全、高橋肇、北海道における秋播性コムギ新旧品種の小花別粒重、日本作物学会第246回講演会、2018
 笠島真也、山田翔太、伊藤博武、神野裕信、大西志全、高橋肇、窒素代謝からみた秋播性コムギ品種「きたほなみ」の多収要因、日本作物学会第243回講演会、2017

[その他]

ホームページ等

<http://www.beibaku.net/wheat/2017/pdf/kitahonami.pdf>

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。