

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22780015

研究課題名(和文)コムギの追肥時期と子実タンパク質含有率決定機構の解明

研究課題名(英文)The effect of timing of nitrogen topdressing to the grain protein content of wheat

研究代表者

島崎 由美 (SHIMAZAKI, Yumi)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業総合研究センター水田利用研究領域・研究員

研究者番号：80414770

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：開花後の窒素追肥がコムギの子実タンパク質含有率を高める機構として、シンクサイズ決定後に吸収された窒素は葉を經由して子実に転流する経路から葉を經由しないで直接子実に向けられる経路へと変化するという仮説を立て、追肥時期を茎立ち期～登熟期の間で変えることで検証した。その結果、開花期以降の追肥は開花後同化乾物量よりも開花後同化窒素量を増やしたため、子実タンパク質含有率は増加した。吸収された窒素の地上部各器官への分配割合は、追肥時期が遅くなるのに伴い、葉などの同化器官が少なく、穂が多くなった。しかし、登熟中期に吸収された窒素であっても、約4割は一度葉へ転流していた。

研究成果の概要(英文)：The mechanism by which nitrogen topdressing after anthesis increases the grain protein content of wheat is unknown. We hypothesized that the route of translocation of adsorbed nitrogen to the grain changes from via the leaf to direct to the grain in response to an increase in the grain's capacity as a nitrogen sink. We tested this hypothesis by changing the timing of topdressing of nitrogen from the jointing stage to the ripening period. With topdressing after anthesis, grain protein content was significantly greater than with no topdressing, because nitrogen accumulation in the spikes was greater than the dry matter accumulation at this stage. The rate of translocation of absorbed nitrogen to assimilation organs such as the leaves decreased, and the rate of translocation to the spikes increased, as the time of nitrogen topdressing became later. Nevertheless, at least 40% of the nitrogen absorbed by the wheat plants in the mid-ripening period was immediately translocated to the leaves.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学・雑草学

キーワード：コムギ 子実タンパク質含有率 追肥

1. 研究開始当初の背景

コムギの栽培において、収量を上げるとともに子実タンパク質含有率を制御することが強く求められている。窒素施肥による子実タンパク質含有率の様々な制御が試みられているが、十分な効果が挙げられていない。開花後の窒素追肥は子実タンパク質含有率を高めることが知られているが、その実態と機構については不明な点が多い。

2. 研究の目的

本研究では、開花後の窒素追肥が子実タンパク質含有率を高める機構として、シンクサイズ決定後に吸収された窒素は葉を經由して子実に転流する経路と葉を經由しないで直接子実に向けられる経路とがあり、主となる経路が登熟に伴って変化するという仮説を立て、追肥の時期と窒素と炭素の体内動態の関係を詳細に調べることでこの仮説を検証した。さらに開花期の追肥が植物体窒素量の異なるコムギの子実タンパク質含有率に及ぼす影響を検討することで、仮説の成立する条件を検討した。

3. 研究の方法

(1) 追肥時期を変えることが収量、子実タンパク質含有率に及ぼす影響の検討

畑圃場にて追肥時期を茎立ち期～登熟期の間1～2週間間隔で窒素を追肥した。追肥は尿素水溶液の葉面散布で、窒素成分で2 g m⁻²となるよう追肥した。収量、子実タンパク質含有率および開花期から成熟期までの乾物重と窒素蓄積量の増加を無追肥区と比較した。

(2) ¹⁵Nを用いた追肥窒素の動態の検討

追肥時期を3水準とし、開花前22日の止葉展開期、開花期、開花後20日の登熟中期に追肥を行った。追肥は窒素成分で2 g m⁻²となるよう、¹⁵N 10.1 atom%を含む2.17%尿素水溶液を葉面散布した。追肥処理10日後および成熟期にサンプリングを行い、部位別の乾物重と窒素蓄積量を測定した。

(3) 開花期の窒素栄養状態が開花期追肥の子実タンパク質含有率を向上させる効果に及ぼす影響の検討

地力の異なる圃場での栽培や、基肥や茎立ち期の追肥の量を変えて栽培することで、開花期の植物体の窒素栄養状態が異なるコムギを栽培した。これらのコムギに開花期窒素追肥を行い、子実収量や子実タンパク質含有率を調査した。開花期窒素追肥が子実タンパク質含有率を向上させる効果に開花期の植物体の窒素栄養状態がどのように影響を及ぼしているのかを、収穫期の穂の窒素と乾物を開花後に同化された窒素および乾物と、開花前に茎葉に蓄積され、開花後に穂へ転流した窒素および乾物に分けて検討した。

水田と畑の2圃場における比較

水田(灰色低地土)および畑(淡色黒ボク土)圃場を用いて試験を行った。それぞれの圃場において、基肥2水準、茎立期追肥2水準、開花期追肥4水準の追肥を行った。

同一の圃場内において、基肥、茎立期追肥量を変えたときの比較

とは異なる畑圃場(淡色黒ボク土)において試験を行った。施肥は、基肥を3水準、化成肥料(成分で7 g m⁻²)のみを施用した区(以降化成区とする)、化成区と同量の化成肥料に加えて緩効性肥料LP40あるいはLP70を窒素成分で4 g m⁻²施用した区(それぞれLP40区、LP70区とする)を設けた。さらに茎立期追肥量を2水準設けることで開花期の窒素栄養状態を変えたコムギを栽培した。これらに開花期追肥を3水準設けた。

4. 研究成果

(1) 追肥時期を変えることが収量、子実タンパク質含有率に及ぼす影響

収量は、節間伸長期の開花前16日以前の追肥と登熟中期の開花後20日前後の追肥により増加する傾向がみられた。開花期前後の追肥では、1穂粒数が減少し、収量は増加しなかった。子実タンパク質含有率は、開花期以降の追肥によってのみ増加した(図1)。

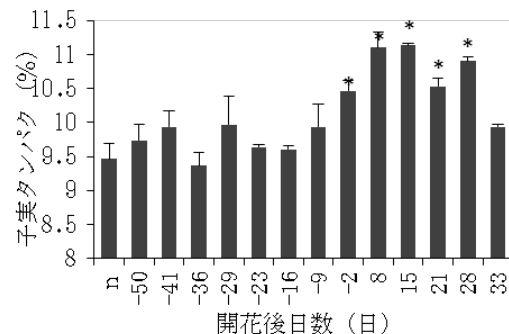


図1 追肥時期がコムギの子実タンパク質含有率に及ぼす影響

節間伸長期の追肥によって子実タンパク質含有率が高まらなかったのは、無追肥区に比べて穂の窒素蓄積量は増加したものの、開花前蓄積乾物量と開花後同化乾物量が多くなることによって穂の総乾物蓄積量も窒素蓄積量と同程度に増加したためであった。一方、開花期以降の追肥では、無追肥区に比べて開花後同化乾物量よりも開花後の同化窒素量が大きく増加したため子実タンパク質含有率が高くなった。登熟中期の追肥によって、子実タンパク質含有率だけでなく、収量も増加した。これは、登熟中期の追肥が開花後同化乾物量を増加させたためであり、この結果は登熟中期においても吸収された窒素の少なくとも一部分は一度葉に蓄積されたことを示唆する。

(2) ^{15}N を用いた追肥窒素の動態の検討

開花前22日、開花日、開花後20日の3時期に ^{15}N を用いて追肥を行った。その結果、追肥10日後の ^{15}N は、追肥時期が遅くなるのに伴い、葉身や稈+葉鞘といった同化器官への分配が少なく、穂への分配割合が多くなった(図2)。しかし、開花後20日の追肥でも、追肥窒素の4割程度は同化器官に分配された。

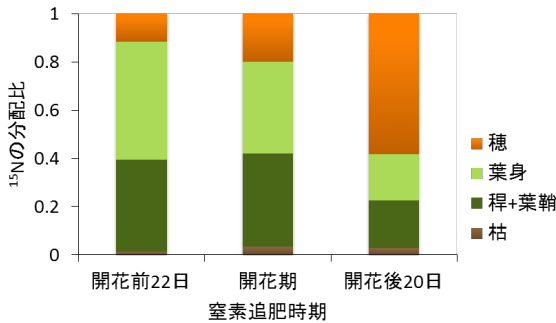


図2 追肥後10日における追肥 ^{15}N の地上部各器官への分配比

一方、成熟期にはいずれの追肥時期でも ^{15}N の大部分が穂へ分配され、地上部の窒素に占める穂の窒素の割合には追肥時期による違いは認められなかった(図3)。この結果は、開花後20日に吸収された窒素であっても、全てが直接穂へ転流していないことを示している。さらに、成熟期ではいずれの追肥時期の窒素も同程度に穂へ転流していたことから、コムギでは窒素の再転流能力が高いことが推察された。

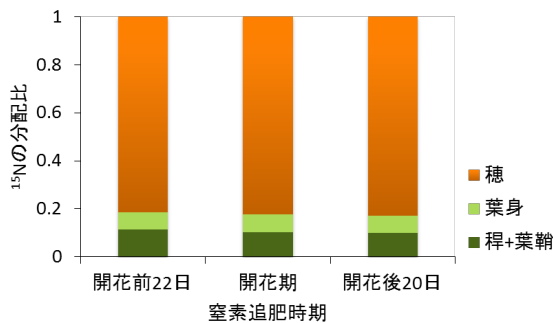


図3 成熟期における追肥 ^{15}N の地上部各器官への分配比

(3) 開花期の窒素栄養状態が開花期追肥の子実タンパク質含有率を向上させる効果に及ぼす影響の検討

水田と畑の2圃場における比較

収量および子実タンパク質含有率は、水田に比べて畑で高かった(図4)。収量は、開花期追肥量の影響をほとんど受けなかったのに対して、子実タンパク質含有率はいずれの圃場においても開花期追肥量が多い区で高かった。開花期窒素追肥に対する子実タンパク質含有率の増加割合は水田が畑よりも高かった。水田に比べ畑では開花期の地上部

窒素蓄積量が多く、穂の開花前蓄積窒素量が多く、成熟期の穂窒素蓄積量が多かった。

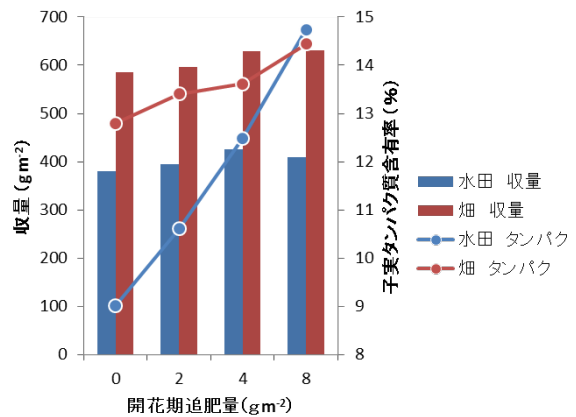


図4 水田と畑で栽培したコムギにおける、開花期追肥量が収量と子実タンパク質含有率に及ぼす影響

同一の圃場内において、基肥、茎立期追肥量を変えたときの比較

開花期までの施肥量が多い区で開花期地上部窒素蓄積量は多く、子実タンパク質含有率が高くなった(図5)。開花期地上部窒素蓄積量が多い区では、穂の開花前蓄積窒素量が多く(図6)、開花期追肥に対する子実タンパク質含有率の増加割合は小さくなった。

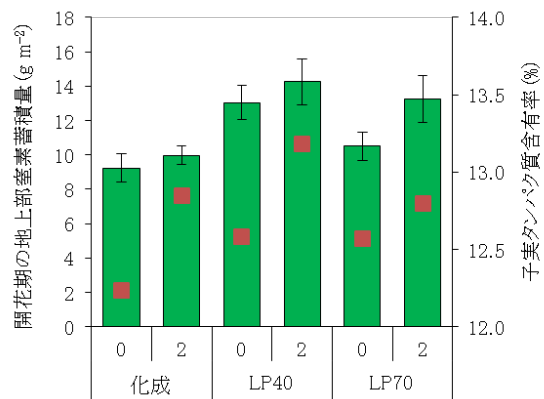


図5 基肥、茎立期追肥が開花期の地上部窒素蓄積量(棒グラフ)と子実タンパク質含有率に及ぼす影響

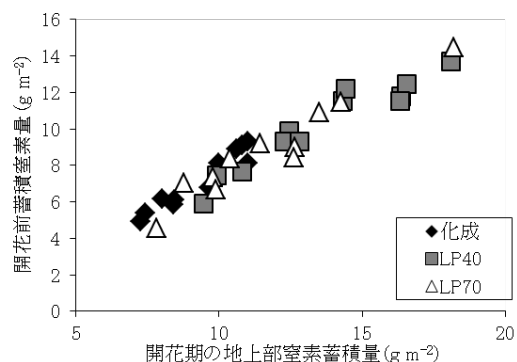


図6 開花期の地上部窒素蓄積量と開花前蓄積窒素量の関係

以上、との結果から、開花期追肥量が等しくても、開花期地上部窒素蓄積量が多い区では少ない区に比べて、成熟期の穂窒素蓄積量に占める穂の開花前蓄積窒素量が多く、子実タンパク質含有率が高く、子実タンパク質含有率の増加割合は小さくなった。以上の結果から、開花期窒素追肥が子実タンパク質含有率を高める効果の違いには、開花期の地上部窒素蓄積量が影響することが示された。それは、開花期の窒素蓄積量が多いと茎葉から穂へ再転流する窒素量が多く、開花期窒素追肥を行わなくても子実タンパク質含有率が高くなるためであることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

島崎由美、渡邊好昭、松山宏美、平沢正、窒素追肥の時期がコムギ品種「ユメシホウ」の収量および子実タンパク質含有率に及ぼす影響、日本作物学会紀事、査読有り、83巻、2014、25 - 31

DOI : 10.1626/jcs.83.25

島崎由美、渡邊好昭、コムギの子実タンパク質含有率 栽培による制御の可能性、日本作物学会紀事、査読有り、79巻、2010、407 - 413

DOI : 10.1626/jcs.79.407

〔学会発表〕(計2件)

島崎由美、開花期の前と後に追肥した15Nのコムギ体内での分布、日本作物学会、2013年3月28日、明治大学農学部

島崎由美、開花期追肥がコムギ品種ユメシホウの子実タンパク質含有率に及ぼす影響、日本作物学会、2010年9月4日、北海道大学農学部

6. 研究組織

(1)研究代表者

島崎 由美 (SHIMAZAKI, Yumi)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業総合研究センター水田利用研究領域・研究員

研究者番号：80414770