

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 20日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580016

研究課題名（和文）ダイズの葉における窒素の蓄積容態および再転流が子実生産への影響の解明

研究課題名（英文）Functions of nitrogen accumulation and redistribution in leaves and its contribution to seed yield in soybean

研究代表者

鄭 紹輝（ZHENG SHAO-HUI）

佐賀大学・農学部・准教授

研究者番号：90253517

研究成果の概要（和文）：ダイズの葉においては、窒素濃度は子実肥大開始期に最大に達し、以降減少していくことから減少分の窒素は子実に再転流されたと考えられた。このように葉からの再転流窒素は、品種によって大きく異なったが、再転流窒素量多くても必ずしも子実収量が高いとは限らなかった。逆に品種タマホマレのように、再転流窒素がもっとも少なかったが、子実収量は比較的高かったことから、タマホマレでは子実肥大開始後の窒素どうか能力が高いことが示唆された。この仮説を確かめるため、培養液栽培実験より開花後及び子実肥大開始後に培養液の窒素濃度を高めた結果、再転流窒素に依存性の高いサチユタカでは、開花期の高窒素処理により、また、再転流窒素に依存性の低いタマホマレでは子実肥大開始後の高窒素処理によって子実収量が有意に増加した。このような品種間差異は、圃場実験における追肥実験でも同様な結果が確認された。したがって、本研究課題の成果により、ダイズの窒素同化及び利用機構の品種間差を考慮し、今後のダイズの多収栽培における窒素肥料管理に応用できると期待される。

研究成果の概要（英文）：It is well known that large amount of nitrogen are redistributed from vegetative organs to the seeds during seed filling in soybean (*Glycine max* [L.] Merrill). However, the role of distributed nitrogen from leaves on the seed yield production are not clear. The functions of nitrogen accumulation and redistribution in leaves and its contribution to the seed yield were evaluated. The redistributed nitrogen was estimated by the difference in the nitrogen contents between R5 and R7 stage. The nitrogen content in leaves began decreasing after R5 stage in all cultivars, indicating the start of nitrogen redistribution. About 13.8% to 37.9% of the total nitrogen in the seeds was estimated being redistributed from the leaf tissues among ten cultivars. The seed yield was correlated positively with the amount of redistributed nitrogen from leaves but with neither the nitrogen concentration in the leaves at R5 nor the proportion of redistributed nitrogen in the seeds. However, in high seed yielding year, the seed yield is not likely associated with nitrogen redistribution, even the lowest nitrogen redistribution was associated with relatively higher seed yield in Tamahomare. Furthermore, enhanced nitrogen concentration increased the seed yield before seed filling in Sachiutaka, which is dependent on the nitrogen redistribution, whereas after seed filling in Tamahomare, which is independent of the nitrogen redistribution. The results indicated that large nitrogen redistribution does not always contribute to high seed yielding, implying the direct nitrogen uptake during seed filling could be more important factor for high seed yielding depend on the cultivars.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学

キーワード：ダイズ、子実収量、窒素蓄積、老化

1. 研究開始当初の背景

ダイズの世界における生産量は 20 世紀後半に飛躍的に増大し、2007 年では約 2 億 2 千万トンで、実に 1965 年の約 7 倍である。しかし、国内では生産コストの高騰により、生産高が逆に減りつつあり、現在では自給率が約 5% しかない。

周知のように、ダイズの子実には約 40% のタンパク質を含んでいるため、子実肥大期 (R5~R7) には大量の窒素を子実に転流させる必要がある。これまでの研究によれば、ダイズは子実肥大開始 (R5) 前までに同化した窒素を葉にいったん蓄積し、子実成長開始後莢に再転流させており、この転流量が子実収量と深い関係があることが報告されている (Shibles ら, 1998; Shiraiwa ら, 1995)。しかし、その窒素はどのような形態で蓄積され、また、蓄積された窒素が葉から子実への流出時期や順序および子実収量への貢献度など、依然不明な点が多い。

ダイズでは開花期から子実肥大期までは、窒素の吸収・同化は最も盛んであるが、受容体となる子実はまだ発達前のため、根より輸送された窒素は栄養器官 (葉、莖など) にいったん貯蔵されると考えられている。したがって、葉はダイズの窒素蓄積の鍵となる器官であり、葉の窒素代謝の動態を解明することはダイズの窒素同化、強いては子実収量の成立を理解するのに極めて重要なポイントであると考えられる。

応募者らはこれまで、ダイズの葉の老化と一斉登熟性の関係について追及してきた。その結果、ダイズにおいて開花後莢の成長は他のマメ科作物より著しく遅く、またダイズ個体内では、早く開花したもののほど莢形成までの時間が長いというユニークな現象を突き止めている (Zheng et al, 2003)。また、ダイズの葉の老化は、葉位 (葉齢) に関係なくある時期に同調的に起こること、この時期は葉内可溶性タンパク質含量の急激な低下と

相前後に起こることも明らかにした (鍋田・鄭ほか, 2004)。さらに、葉の老化は子実肥大期の培養液中窒素濃度に影響され、低窒素濃度処理は、可溶性タンパク含量の低下や葉の早期老化を誘発したこと (Moy ら, 2008) が明らかになった。そういった経緯より、葉の窒素代謝を明らかにすることにより、今後のダイズ多収栽培における品種の選定や窒素施肥管理に基礎的知見を提供することができると考えられる。

2. 研究の目的

そこで本研究では、①ダイズ子実肥大期前までに葉に蓄積された窒素はどのような形態なのか、②葉に蓄積された窒素の収量への貢献度はどの程度なのか、③子実肥大期の窒素供給が子実収量にどのように影響するかを明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、まずダイズ葉における窒素蓄積の容態を解明するため、開花後定期的に葉に含まれる窒素を硝酸態・アンモニア態・ウレイド体およびタンパク態に分けて定量し、その推移を追跡調査する。それからこれら窒素の蓄積の多少が子実収量への影響を新旧数品種について調査する。さらに、開花期以降の土壌からの窒素供給を制御し、土壌からの窒素供給と葉における窒素の蓄積・転流および葉の老化との関係を調査する。これらの実験結果を取りまとめ、ダイズの葉における窒素代謝のメカニズムを解明し、多収性育種や栽培技術改善への提言を行う。具体的には以下の実験に分けて実施した。

実験 1. ダイズの葉における窒素蓄積量および形態

本研究の背景に述べたように、ダイズ葉において、子実成長までにはある程度の窒素が蓄積されると推測されている。本実験ではそ

の蓄積時期、蓄積量、および蓄積形態を明らかにする。

#### 実験 2. 子実肥大期における葉内窒素の蓄積の品種間差異とその子実収量への影響

近年育成された多収品種および旧品種を用い、施肥条件の異なる条件下で葉における窒素蓄積量を測定し、その再転流と子実収量との関係を解析し、葉の蓄積窒素が収量への役割を明らかにする。

#### 実験 3. 開花期以降の窒素供給が葉の窒素蓄積および老化開始時期に及ぼす影響

ダイズの葉の一斉老化は、子実登熟に葉の窒素が一斉に引き出されることによるといわれている。本実験では、ダイズの開花期以降、特に窒素が大量に必要とする子実肥大期に培養液の窒素濃度を変え、窒素供給と葉の老化の関係を検証する。

#### 4. 研究成果

ダイズの栄養組織からの窒素蓄積および再転流は、葉で最も多く（成熟子実中の全窒素の 28%）であり、次いで茎（同 11%）、莢殻（同 6%）、葉柄（同 3%）の順であったが、葉からの再転流量は最も多かった（図 1）。

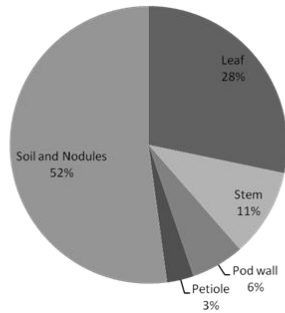


図 1 ダイズ成熟子実中の窒素の供給源

次に、葉内全窒素濃度は開花期（R1）から子実肥大開始期（R5）まで高く維持されたが、その後徐々に減少し、子実肥大中期（R6）以降は急速に低下した。品種間ではタマホマレの葉内全窒素濃度は他の三品種よりかなり低かった（図 2）。

各品種葉内全窒素濃度の最高値と最低値の差を葉から子実に転流した窒素分であると考えた場合、子実内の全窒素量に占める葉から転流した窒素の割合はフクユタカ、アキヨシおよびサチユタカでは 2 ヶ年平均約 28% であったのに対し、タマホマレでは明らかに低く約 21% であった。このことから、タマホマレでは葉の窒素含量が低く、子実肥大期において葉からの転流窒素よりも土壌からの吸収窒素への依存度が高いと考えられた。なお、国内外由来の中晩性ダイズ 10 品種を用いた圃場調査によれば、ダイズの子実収量は

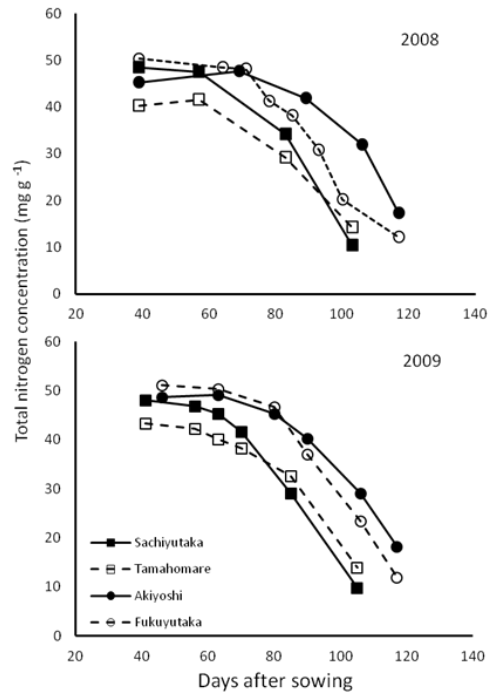


図 2 ダイズ葉における窒素濃度の推移

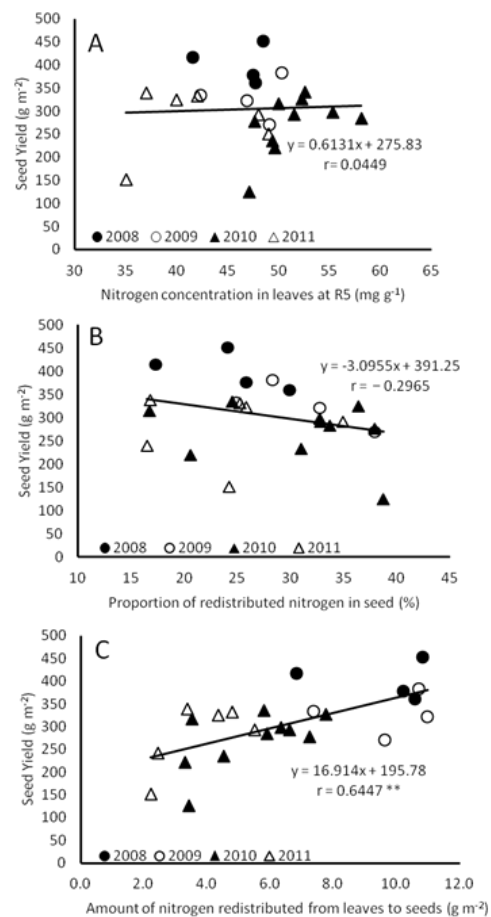


図 3 ダイズ窒素葉からの窒素再転流と子実収量の関係

子実肥大期 (R5) における葉の窒素濃度や、子実内における再転流窒素の割合とは有意な相関関係はなく、子実への再転流量との間に有意な正の相関が認められた (図 3)。

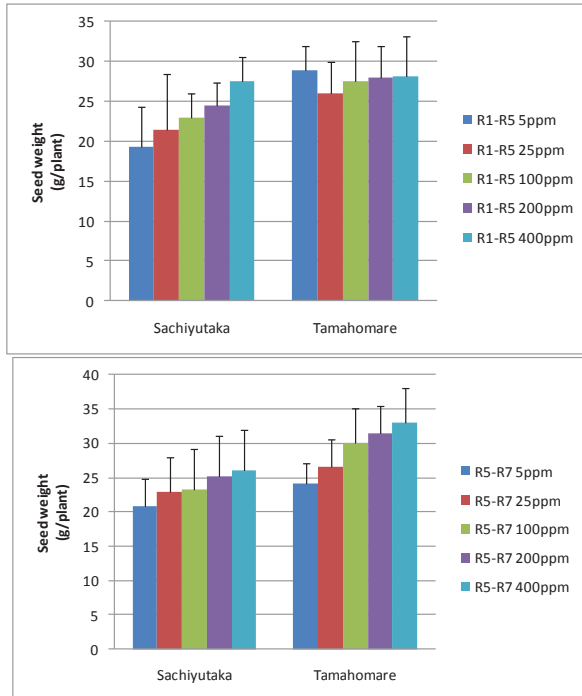


図 4 土壌よりの窒素供給がダイズの子実収量に及ぼす影響

そこで、土壌よりの窒素供給を制御する培養液栽培を行ったところ、再転流窒素に依存性の高いサチユタカでは、開花期の高窒素処理により、また、再転流窒素に依存性の低いタマホマレでは子実肥大開始後の高窒素処理によって子実収量が有意に増加した (図 4)。このような品種間差異は、圃場実験における追肥実験でも同様な結果が確認された。

以上のように、本研究ではダイズ葉より蓄積及び再転流した窒素が多い品種では子実全窒素の約 3 割を占めたが、再転流量が多いことは必ずしも子実収量が高いことと相関せず、高収量をもたらすためには子実肥大期間中の窒素吸収能力が重要なファクターであることが示唆された。本研究課題の成果により、ダイズの窒素同化及び利用機構の品種間差を考慮し、今後のダイズの多収栽培における窒素肥料管理に応用できると期待される。

## 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)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

(1) 趙鑫・鄭紹輝・有馬進、ダイズ葉内窒素蓄積の様態及び子実生産に対する貢献度。日本作物学会第 230 回講演会、北海道大学、2010 年 9 月。

(2) Xin Zhao, Shao-Hui Zheng and Susumu Arima, The influence of nitrogen supply on nitrogen accumulation in leaf and seed yield during seed filling period in soybean. 第 7 回アジア作物学会議、インドネシア、ボゴール。2011 年 9 月。

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

鄭 紹輝 (ZHENG SHAO-HUI)

佐賀大学・農学部・准教授

研究者番号: 90253517

(2) 研究分担者

なし