

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	趙 鑫
審査委員	主査 佐賀大学 教授 有馬 進
	副査 佐賀大学 准教授 鄭 紹輝
	副査 鹿児島大学 教授 佐々木 修
	副査 佐賀大学 教授 野瀬 昭博
	副査 鹿児島大学 教授 坂上 潤一
審査協力者	
実施年月日	平成 26年 1月 24日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。)	
<input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答	
<p>主査及び副査は、平成26年1月24日の公開審査会において学位申請者に対し、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者

氏名 趙 鑫

【質問1】 本研究で用いられている品種のうち、タマホマレとサチユタカは窒素吸収と利用の面でずいぶん違いがあったが、まずこの2つの品種の育成について、どちらが早いのか、またそれぞれどういう戦略で開発された品種なのか？

【回答1】 サチユタカは近年育成された新しい品種です。また、タマホマレの育成年は覚えていませんが、サチユタカよりかなり古いです。サチユタカは高タンパク品種として開発されたと思います。通常高タンパク品種は収量が低いのですが、サチユタカは比較的高タンパクで高収量です。一方、タマホマレは生育が旺盛で収量性は高いですが、タンパク質含量は低いです。

【質問2】 それで品種サチユタカの窒素吸収能力はR1（開花期）で強く、タマホマレではR5（子実肥大開始期）に強かったのは、それぞれの品種の子実内での脂肪やタンパク質の蓄積は、その窒素同化の特徴を上手く利用していることだね。

【回答2】 大まかにそうとは考えられます。

【質問3】 ダイズはいろいろな形態の窒素を吸収同化しているようで、中には根粒菌を介して同化した窒素は主にウレイド態で、それは直接子実を送り込まれるようである。タマホマレは子実肥大期の窒素に強く反応したのは、子実肥大期の根粒による窒素固定活性はどうかと疑問に思っていたが、今回の発表の追加データで納得した。やはりタマホマレの子実肥大期における根粒による窒素固定も活発なのかね。

【回答3】 そうです。データのとりまとめが遅くなって申し訳ありませんでした。

【質問4】 本研究は、開花期以降に窒素の吸収・蓄積・転流の関係を究明していると理解しているが、収量に関係が深いシンクとソースの役割を考えると、この場合窒素に対するシンク・ソースの関係と、光合成産物に対するシンク・ソースの関係とに分けて考えなければならない。本研究は、主に窒素のほうで調べられているが、光合成産物の炭素も含めて整理されたほうがよいと思う。その辺りはどういうふう考えているか？

【回答4】 ご指摘の通り、光合成産物に対するシンク・ソースの関係も重要ですが、本論文では特に収量に対する窒素の役割を明らかにするのが目的で、炭素、つまり光合成産物のほうは調べておりませんでした。ただし、ダイズのシンク形成は子実肥大開始期までに決定されますので、子実肥大開始後の窒素給与処理においては、タマホマレでは収量反応が大きかったこと、また実際の光合成速度も高かったことから、窒素のみでなく、炭素に対してもサチユタカよりシンクが大きいと考えられ、つまりタマホマレの収量ポテンシャルが高いだろうと思われまます。

【質問5】 SPAD値は葉の窒素を測定していると思われるが、SPAD値の変化と、葉の窒素濃度の変化が不一致する点が見られた。例えばSPAD値の図で播種後80日目までむしろ上がる傾向で、その後急激に下がるが、一方の窒素濃度の図では、そのような上昇もなく、播種60日後からゆっくり下がっていったね。どう解釈するか？

【回答5】 ダイズ葉における窒素の貯蔵形態は大きく分けると、ルビスコのような光合成関連タンパク質と、栄養体貯蔵タンパク質があります。SPAD値は葉の葉緑素濃度を測定していますので、SPAD値に関係が深いのは恐らく前者のルビスコ関連タンパク質であり、栄養体貯蔵タンパク質が分解され葉から流出しても、SPAD値に影響がないのではないかと考えられます。ご指摘の現象は、貯蔵窒素のうち光合成に関連しない栄養体貯蔵窒素から先に分解され葉から流出している場合に起こる可能性があります。この点も非常に興味深いことで今後検討していきたいと考えております。したがって、イネなどでみられるSPAD値と葉の窒素含量の緊密な相関関係は、ダイズでは必ずしもそうではないと思います。

【質問6】 そうすると、考察の部分で老化に言及しているところがあるので、そこで上述のようなことを書かないと理解されにくいと思う。

【回答6】 わかりました。当該部分を再検討します。

【質問7】 第2章では4品種を使っている実験があるが、この4品種は生育時期がずれている。ある生育ステージ、例えば開花期は同じではないはずだから、そのときの気象条件も違う。気象データを組み込んだモデル的な解析の必要はないか？

【回答7】 この実験で使っている4品種は日本でいうとすべて晩生品種の部類ですが、詳しくいいますと、サチユタカとタマホマレは熟期がほとんど同じで、もう二つの品種フクユタカとアキヨシに比べると約1週間ほど早生です。ですから、サチユタカとタマホマレをペアで比較する場合は、両者の気象条件は同じだと考えてよいと思います。

【質問8】 品種タマホマレの収量は同じ熟期のサチユタカより高い理由を考える場合、確かに子実肥大期に根粒による窒素固定能力が高いように見えるが、根粒による窒素固定を行うにはエネルギーが必要なわけで、そういう意味では、同時期のタマホマレの葉の光合成能力の高いことが最も貢献しているのではないか？

【回答8】 はい、ご指摘のとおりだと思います。根粒による窒素固定活動には、地上部から炭水化物を送り込まなければなりません。また、同じ時期に子実肥大にも大量の炭水化物が必要です。この両方を満たすにはサチユタカよりもタマホマレのほうが優れているといえます。

【質問9】 もうひとつ、タマホマレは低タンパク品種、サチユタカは高タンパク品種のようで、タンパク質を作るには炭水化物よりかなり高いエネルギーが必要なわけで、タマホマレの多収性はそれと関連するのではないか。子実肥大する時期に吸収した窒素はどういうふうに物質合成に使われているのか、その辺りの品種間差を調べると面白いことがわかるのではないか？

【回答9】 ご教示ありがとうございます。今後の実験で検討したいと考えております。

【質問10】 窒素吸収に関しては、植物によってアンモニア態窒素を好む場合と、硝酸態窒素を好む場合がある。この研究では、どちらの様態の窒素を施したか書かれていないのでわからないが、例えば、硝酸態の場合、それを吸収し、植物体内で還元するためにはエネルギーを必要なので、アンモニア態窒素を給与したほうが効率がよいと考えられないか。

【回答10】 まず、本研究では元肥窒素はアンモニア態と硝酸態窒素がほぼ半々入っている状態で、追肥はすべて尿素、つまりアンモニア態窒素を使用しました。いろいろな論文の報告をみますと、ダイズの子実肥大期間中は、硝酸態窒素よりもアンモニア態窒素を好むといわれています。しかし、土壌中にいろいろな様態の窒素が存在するわけで、基本的にはすべてを有効に吸収利用できるほうが断然有利になります。ところで、土壌中の硝酸態窒素が多い場合、根粒の働きが阻害されますので、トータル的な窒素吸収率は上がりませんが、高硝酸濃度に強いダイズ品種では窒素同化効率が高まるのではないかと考えて研究している研究者もいます。