

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	Zhang Jiuning
論文題目	Studies on green stem disorder and vegetative storage protein dynamics in field-grown soybean [<i>Glycine max</i> (L.) Merr.] (圃場条件下におけるダイズの青立ち現象と栄養器官貯蔵タンパク質の動態に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>ダイズの青立ちは、莢が褐色となる成熟期に葉や茎が緑色・水分を残す現象であり、生産の不安定要因の一つとなっている。本論文は、青立ちの早期診断技術の開発を目指し、余剰窒素の貯蔵物質として知られている栄養器官貯蔵タンパク質 (VSP) の動態と青立ち発生との関連を明確にする目的で行われた研究を取りまとめたものであり、その内容は以下のように要約される。</p> <p>第1章緒言では、青立ちに関する既往の研究を総説している。青立ちの発生原因として、病虫害や高温・乾燥などの生物的・非生物的ストレスによる光合成産物や窒素のシンク不足が指摘されているがなお不明な点が多いこと、成熟期まで発生が分からないため迅速・客観的な診断技術が求められていることを述べた。そして、シンクが不足すると葉や茎などの栄養器官にVegetative storage protein (VSP)が蓄積することが知られていることから、VSPの蓄積が青立ちの指標になることが期待されるとした。</p> <p>第2章では、土壌水分の変化が青立ちとVSP蓄積に及ぼす影響を検討している。まず、VSP動態を簡便かつ精度よく調べるための定量系を構築した。大腸菌発現系を用いてVSP標準タンパク質を調製する一方、VSPを特異的に認識する抗体を作製しドットブロット法を用いてVSPを簡便に定量できるようにした。同時に葉身全タンパク質を定量することにより、相対VSP含量 (VSP含量/葉身全タンパク質含量) を求めその変化をVSP動態とした。品種ユキホマレを用いたポット栽培試験を2カ年行い、開花始期 (R1)、莢伸長始期 (R3)、および子実肥大始期 (R5)からの土壌乾燥条件が乾物分配と青立ちに及ぼす影響を調査した。全ての年次・乾燥処理区において莢数が対照区よりも減少したが、実質的なシンク・ソース比である莢重/シュート重の減少が見られた場合にのみ強度の青立ちが発生した。次に、圃場において青立ち感受性品種タチナガハと青立ち抵抗性品種東北129号を栽培し、土壌の乾燥または過湿処理を行った。‘タチナガハ’はいずれの処理区でも青立ちを示したが、年次・処理により青立ち程度が異なった。‘東北129号’はいずれの処理区でも青立ちしなかった。両品種とも最上位完全展開葉におけるVSPの動態に処理間差が認められなかったが、VSPの動態は品種・年次間で異なり、青立ちが特に顕著だった2018年の‘タチナガハ’で子実肥大期間の相対VSP含量が高い傾向がみられた。これにより、青立ちの発生予測にVSP動態の把握が有用である可能性が示唆された。</p> <p>第3章では摘莢処理によるシンク制限が青立ちとVSP蓄積に及ぼす影響を検討している。圃場条件下でシンクサイズを任意に制御できる摘莢処理実験を行った。まず‘ユキホマレ’をポット栽培し、継続した摘莢処理により青立ちが発生しVSP蓄積が増加することを確認した。次に、圃場条件下で慣行播きまたは遅播き栽培をした‘タチナガハ’と‘東北129号’の2品種またはそれらに‘ユキホマレ’を加えた3品種を用いて、摘莢処理の処理時期 (R3とR5) と処理強度を変化させる実験を2カ年行った。R3からの摘莢処理では、一時的に減少した莢重はその後回復し、莢が余剰ソースの受け皿になったことが示唆された。加えて、処理の有無にかかわらず相対VSP含量は子実肥大直前に一時的に増加することを見出した。その原因の1つとして、R3からR5におけるソース増加速度がシンク増加速度よりも遅れて最大に達することが考えられた。R5から莢数を半分維持する摘莢処理では、それが子実肥大期に莖重を増加させる場合に青立ち発生を促進した。そしてR3から28日目以降 (子実肥大前期) の相対VSP含</p>			

量は、対照区では減少したが摘莢処理区では増加した。このことから、青立ちとVSP動態の間の関連が示唆された。3品種に対してR3から莢数を半数に維持した摘莢処理では、‘ユキホマレ’と‘東北129号’では青立ち程度が増加したものの相対VSP含量に処理間差は認められなかった。一方、‘タチナガハ’では対照区を含め処理によらず青立ちを起こしたが、相対VSP含量はシンク制限が強くなるほど高かった。従って、青立ちとVSP動態の対応関係は品種により異なっていた。

第4章総合考察では、得られた知見を総括している。本研究では、圃場において土壤水分操作実験および摘莢処理実験を行い、両要因とも乾物分配を変えることを介して青立ちを起こしうることが明らかになった。VSPの動態に関して、土壤水分による直接的な影響は不明瞭だったが、R5からの継続摘莢処理は圃場条件下で安定的に青立ちを再現し、同時に子実肥大初期以降にVSPが増加することを示した。本研究で構築した定量系で評価される青立ち個体におけるVSPの変化は、葉身クロロフィル含量より早期に、またmRNAよりも簡便に検出できることから、VSPをマーカーとした青立ち診断技術開発の可能性が示唆された。ただし、青立ちとVSPの関係は品種によって異なり、VSPを青立ち診断に適用する際は品種特性をあらかじめ明らかにしておく必要があると思われた。また、R3頃のシンクの減少は回復する可能性があること、また処理の有無にかかわらず子実肥大直前にVSPが一時的に増加することを指摘し、それらをふまえて青立ち診断技術を構築する必要があるとした。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

ダイズの莢実が成熟しても茎葉が水分と緑色を保持する青立ち現象は、機械収穫効率の低下と損失の増加、汚粒発生による品質低下、収穫時期の遅延による品質劣化などを引き起こす生産阻害要因として長く認識されてきた。しかし、その発生の生理的機構は不明な点が多く、対策に必要な事前予測が難しい。本研究は、青立ち早期診断技術の開発を目指して、シンク不足によって窒素の余剰が生じると茎葉に蓄積することが指摘されている栄養器官貯蔵タンパク質 (VSP) の動態と青立ち発生との関連を明らかにしたものであり、評価すべき点は、以下の通りである。

1. 簡便なVSP定量系を構築し、生育期間中のVSP動態の評価を可能にした。茎葉の余剰な窒素やVSPの蓄積は、葉身クロロフィル含量やmRNA分析でも評価が可能だが、前者よりも早期に、また後者よりも簡便にVSPの増減を定量的に把握できるようにした。
2. シンクの減少と青立ちの発生およびVSPの増加の関連を明確にした。品種およびシンク減少の発生時期によって様相が異なるが、青立ちが顕著に発生するダイズでは、子実肥大期間に莢重の減少および莖重の増加にともなってVSPの増加が起こることを、はじめて圃場条件で確認した。
3. 相対VSP含量が、シンク制限の有無に関わらず子実肥大前に一時的に増加することをはじめて見出した。その原因は、ダイズのソース増加速度のピークがシンク増加速度のそれよりも遅れるためと指摘し、ダイズにおけるVSP動態について新たな知見を提示した。

以上のように、本論文は、土壌乾燥や摘莢によるシンクの低下とVSPの動態との関連を圃場条件下ではじめて明らかにし、VSP動態からの青立ちの早期診断技術開発の可能性を提示したものであり、作物学、植物生産管理学およびダイズの栄養生理研究の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和5年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)