

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	山崎 諒
論文題目	A study on physiological mechanism of green stem disorder in soybean (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) – Analysis of inducing factors and evaluation of cultivar differences with the light availability manipulation method – (ダイズ青立ち発生機構に関する研究 - 光環境改変による解析およびその品種評価への適用 -)		
(論文内容の要旨)			
<p>ダイズの青立ちは、莢が成熟しても茎葉が緑色と水分を維持する現象であり、コンバイン収穫を困難にする。その発生要因は、虫害、気象条件、土壌条件、品種特性など種々論議されてきたが、それらに共通する生理的機構は理解されていない。本論文は、シンク・ソースの均衡が失われソース過剰になると青立ちが発生するという仮説に基づき、光環境を生育中に改変することにより青立ちの発生を促進できる可能性を検証した研究成果を取りまとめたものであり、主要な内容は以下のように要約される。</p> <p>第1章緒言では、青立ちの発生機構についての既往の研究を総説し、シンク（莢実）の急激な減少でソース（光合成活性）が過剰になることが原因であるとされる仮説が有力であるものの明確な証明はなされていないことを指摘した。そして、青立ちを人為的に発生できる条件を見出しその効果を解析することの必要性を論じた。</p> <p>第2章では、青立ちの発生を人為的に促進するために、群落の光環境を改変する処理を考案しその効果を検討した。品種‘サチユタカ’を密植；22.2個体/m²または疎植；5.56個体/m²条件で栽培し、開花始期（R1期）または子実肥大始期（R5期）に、密植区の一部のみ間引きを行い疎植に変更した。栽植密度低減処理により、播種から収穫期まで密植および疎植を維持する場合に比べて青立ちが有意に促進された。さらに、栽植密度低減処理は光環境の改変をともなうことに着目し、植物体側面を遮光シートで囲う装置を作成し、遮光シートをR1期およびR5期に外す側面遮光解除処理の効果を検討した。同処理は青立ち発生を有意に促進した。これらにより、栽植密度低減および側面遮光解除による地上部の光環境の改変が青立ちの発生を促進することが明らかとなった。上述の栽植密度低減処理および遮光解除処理の効果は、ともにR1期処理よりもR5期処理における方が大きかった。このことは、青立ち発生のシンク・ソースバランス仮説に関する既往の知見と一致した。</p> <p>第3章では、光環境改変処理を用いて青立ち発生に関するシンク・ソースバランス仮説を検証した。まず、栽植密度低減処理区（R5期で間引き）と密植区（播種から収穫期まで密植）を対象に、処理後28日間の生育解析と、RNA-seqによる茎のトランスクリプトーム解析を行った。栽植密度低減処理によってR5期以降の葉面積および栄養体乾物重の低下が有意に抑制された。また光合成関連遺伝子の発現量は他の遺伝子と比べ顕著に増加するとともに、青立ち発生との関連が示唆されている栄養体貯蔵タンパク質およびリポキシゲナーゼの各遺伝子の発現量も上昇した。これらは、先行研究で摘莢処理によって起こると報告された生理反応と一致し、光環境改変処理によりソースの過剰が起こることが示唆された。つぎに、側面遮光解除の時期と期間を様々に</p>			

変化させた実験を行い、遮光解除がソースの増加に及ぼす影響が小さい時期（R5期から28日目以降）の遮光解除には青立ち促進効果がないこと、および遮光解除の期間が長いほど青立ち促進効果が大きいことを確認した。これらの結果は、光環境の改変（光の増加）によるダイズの青立ち発生促進が、それによるソースの増加と対応していることを示しており、シンク・ソースバランス仮説を裏づけるものと考えられた。

第4章では、光環境改変処理の青立ち抵抗性に関する品種間差検定への適用可能性について検討した。青立ち程度の評価が確立している4品種を供試し、密植条件および栽植密度低減処理を行った条件で青立ち程度を評価した。環境によらず青立ちを起しやすい‘タチナガハ’を除くすべての品種において栽植密度低減処理による青立ちの促進がみられ、密植区では判別できなかった‘サチユタカ’と‘はつきやか’の青立ち程度の差が、栽植密度低減区では顕著になった。よって、栽植密度低減処理が青立ち程度の品種間差を安定的に検出する方法として利用できる可能性が示された。

第5章総合考察では、本研究で開発した光環境改変処理の特徴を、青立ち研究において従来行われてきた摘莢によるシンクの低減処理と比較した。摘莢処理は、処理が多労なため圃場試験では実行が困難であるのに加え、摘莢自体が軽微とはいえ植物体に外傷を与えるものでありそのことが何らかの生理的変化を招く可能性がある。これに対して栽植密度低減処理では、圃場において植物体に外傷を与えずに比較的簡易かつ安定的に青立ちを発生させられることから、本方法が青立ち発生の生理機構の解明および青立ち抵抗性品種の選抜における実験手法として今後有効に利用できるとした。

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。

(論文審査の結果の要旨)

ダイズの収穫目的器官である莢の成熟と茎葉の成熟が不整合となる青立ち現象は、発生が不確実であり、多くの環境および植物体の要因が関わりとされる。また、個体ごとの発生の有無は成熟期においてしか確認できないため、青立ち発生個体の生育途中における生理的状态の精査が困難であり、その発生機構の解明は遅れている。本論文は、青立ちを人為的に発生させる方法として光環境改変処理を考案し、その効果を検証するとともに、同手法を用いて青立ち発生の生理機構を検討したものであり、評価すべき点は以下のように要約される。

1. 圃場条件においてダイズの青立ち発生を人為的かつ安定的に促進する新たな手法を確立した。本研究が提案した光環境改変処理、とくに栽植密度低減処理は生育途中に間引きを行うという簡便なものであるが、圃場条件において青立ちを確度高く発生させることができることを明らかにした。これにより、摘莢処理のように植物に外傷を与えることなく、青立ちを人為的に発生させることが可能になった。

2. 青立ちが、光合成産物の過剰から起こるとするシンク・ソース仮説を裏づける重要な根拠を提示した。シンク・ソース仮説の根拠となってきたのは、主に摘莢処理による発生促進であったが、植物に与える外傷が引き起こす生理的变化の影響を否定できなかった。側面遮光解除の時期と期間を変えながら、それが青立ちの発生に及ぼす影響を詳細に解析し、光環境から推定されるシンク・ソースバランスの時期的・量的推移が青立ち発生の促進とよく対応することを見いだした。さらに、ソース過剰下で蓄積が促進するとされる栄養体貯蔵タンパク質およびリポキシゲナーゼの各遺伝子の発現が、栽植密度低減処理によって増加することを示した。

3. 青立ち抵抗性品種の育成に向けて、青立ち発生程度の遺伝的差異の評価方法を提案した。すなわち、密植の条件では判別できなかった青立ち程度の品種間差異が、栽植密度低減処理を行うことによって明瞭に検出できることを示した。

以上のように、本論文はダイズ生産において未解決の生理障害となっている青立ち現象について、その発生機構を明らかにするための実験手法を構築するとともに、発生原因に関する新たな知見を加えたものであり、作物生態学、作物生理学および栽培システム学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、平成31年2月21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）