

学 位 論 文 題 名

Studies on the Growth Habit and its Relations to
the Mechanism of Yielding Process in Winter Type
of Faba Bean (*Vicia faba* L.)

（蚕豆における秋播型の生育習性とその収量成立機構に関する研究）

学位論文内容の要旨

蚕豆の栽培は、現在わが国では減少の一途をたどっているが、発展途上国では主食のほか、野菜や豆乳、味噌、醤油などの原料として重要な地位を占めている食用豆類の一つである。しかし、蚕豆の茎は、本質的には無限伸育の特性をもち、他の豆科畑作物に比べ収量性が低く安定性に欠けるほか、倒伏しやすい性質を有しており、有限型品種の作出や栽培技術の改善が緊急の課題となっている。

蚕豆は、伝播の過程で生態的特性の異なる秋播型と春播型に分化し、秋播型は一般に、主茎の伸長が抑制され、有限伸育の特徴をもつ多数の分枝からなり、莢は中央部に集中して着生するが、春播型は無限伸育をする主茎を中心に少数の茎からなり、莢は全体に散在して着生し、倒伏しやすい性質をもっている。

本研究は、このような秋播型の特性に着目し、体内成分の消長、光合成および呼吸特性、ならびに光合成産物の転流動向から秋播型が有限伸育の特徴を発現させる要因を解明し、蚕豆の品種改良ならびに栽培技術の改善に資する基礎的知見を得ようとしたものである。主な内容は次のように要約される。

1. 秋播型品種の生育経過と開花・結莢習性

秋播型品種は、初期の越冬中には分枝数は増加するが、地上部の生長はきわめて緩慢で根の生長が先行する傾向を示した。翌春、気温の上昇に伴い各器官の乾物重が増加し始めるが、主茎が5、6節で伸長を停止しするのに対し、各分枝は旺盛な伸長を示し、子実生産を担う主要な分枝はその開花・結莢習性から、Ⅰ：無開花の1～6節、Ⅱ：開花・結莢数が多い7～11節、Ⅲ：開花するが結莢数が少ない12～17節およびⅣ：無開花の17～最上節、の4部位で構成されていることが明らかとなった。

2. 生育習性と体内成分の消長

地上部における炭水化物および窒素成分の含有率は、越冬中の生育初期に高く、開花に伴い一旦低下した後、莢の発育期に顕著に上昇した。一方、根では、炭水化物含有率の消長は地上部と類似していたが、蛋白態窒素含有率は生育期間を通して高く推移した。また、開花・結莢習性の異なる4部位について、時期別に摘葉処理を行ったところ、茎の伸長、発達に及ぼす摘葉の影響は生育に伴って上部に移りより大きく現れること、および第Ⅱ部位での影響が最も顕著で、開花始期では茎の生長抑制と開花・結莢数の減少、開花終期では上部栄養器官の生長抑制と結莢率の減少、緑莢期では子実の発育抑制が認められた。このことから、①茎と根、および莢が子実内成分の一時的貯蔵器官としての役割を演じていること、②根は根粒の活性を通じて生育に深く関与していること、③生育に伴う葉の役割は四つの部位で異なっており、子実収量の成立には第Ⅱ部位における葉の役割が重要であることが明らかとなった。さらに4段階の密度条件(3.8, 7.6, 15.2, 30.4個体/㎡)下で群落内競合の様相を検討したところ、正常な生育特性の発現には15個体/㎡の密度条件が限界であることが明らかになった。

3. 光合成および呼吸特性

まず、孤立個体条件下で各部位の葉および莢の光合成と呼吸特性を検討した。葉の光合成速度は、各部位とも比較的高い値を維持したが、莢実形成期では第Ⅱ、第Ⅲ部位で光合成速度の一時的上昇が認められ、この時期の光合成は同化産物の受容体としての莢実の存否と密接に関連していることが示唆された。また、15～30℃の温度範囲では高温側でやや低下するが、生育後期では高温条件にも適応することが明らかになった。一方、莢では日中活発に光合成作用が行われるものの、昼夜を通して呼吸速度が高く、同化産物の消費量が光合成量を上回った。これらの結果から、①葉は生育に伴って順次上部器官の発育に寄与すること、②子実収量の成立とその安定性には第Ⅱ部位の葉の活性が最も重要であること、および③第Ⅱ部位における同化量の不足が上層部の生育と子実収量の制限要因となっていることが示唆された。次に、3段階の密度条件下における光合成および呼吸特性を検討したところ、密植区では上位葉の光合成速度は促進されるが、下位葉と莢の呼吸速度が促進され、光合成量に対する呼吸量の割合が高まることから、15個体/㎡の栽植密度が光合成と呼吸作用の面からも限界密度であることが確認された。

4. 光合成産物の動態と生育・収量との関係

開花始期、開花終期および子実充実期に $^{14}\text{CO}_2$ を供与し、同化産物が子実収量の成立に果たす役割について検討した。開花期に第Ⅰ、第Ⅱ部位で同化された ^{14}C 産物は、根および上部器官へ、また第Ⅱ、第Ⅲ部位からは主として莢実へ移行し、その後は直接子実へ転流した。しかし、

第Ⅳ部位からは各器官へ移行するほか、根への移行割合が大きく、作物体全体の需要に対する補助的供給者として機能するほか根の活動を支える役割を果たしていた。一方、茎と根、および莢に一旦貯蔵されたのち子実へ移行した ^{14}C 産物の割合は、開花期で19%、開花終期で40%、子実充実期で45%と推定された。また、各分枝ごとに $^{14}\text{CO}_2$ を供与したところ、 ^{14}C 産物の一部は他の分枝に移行したが、その大半は同一分枝の各器官へ転流し、分枝は本質的には独立してソース・シンク関係をもっていることが明らかになった。

以上のように、本研究は、蚕豆における秋播型品種が有限伸育の特徴を発現させる要因を物質生産面から詳細に検討したもので、秋播型品種は、①開花・結莢習性の異なる4部位からなる分枝で構成され、収量の成立には多数の莢が着生する第Ⅱ部位の光合成活性がきわめて重要な役割を演じていること、②最上部に位置する第Ⅳ部位の葉は同化産物の補助的供給者として機能するほか、根と根粒の活性を支える役割を果たしていること、③各分枝は独立してソース・シンク関係をもつこと、および④第Ⅱ部位における同化産物の不足、およびその上部器官と莢実との競合が体内生理面から強制的に有限伸育の特徴を発現させていることが明らかになった。従って、将来における蚕豆の収量性の向上と安定性の確保には、無駄な栄養器官作りと、それが原因となって引き起こされる倒伏による損失を避けるため、近年放射線照射によって作出された完全有限伸育性遺伝子の栽培品種への導入、落花・落莢の防止技術、ならびに葉と根粒機能の維持に関する技術の開発が重要であると結論された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 中世古 公 男

副 査 教 授 木 下 俊 郎

副 査 教 授 但 野 利 秋

本論文は、緒言、3章および結論からなり、図71、表9を含む総頁数159の英文論文である。別に、参考論文75編が添えられている。

蚕豆は、中国や発展途上国では主食のほか野菜や豆乳、味噌、醤油などの原料として重要な地位を占めているが、収量性が低く安定性に欠けるほか、茎が無限伸育性を示し倒伏しやすいことから、有限型品種の作出や栽培技術の改善が緊急の課題となっている。

蚕豆は、伝播の過程で生態的特性の異なる秋播型と春播型に分化し、春播型は無限伸育する主茎を中心に少数の分枝からなるが、秋播型は主茎の伸長が抑制され、有限伸育的特徴をもつ多数の分枝で構成されている。本論文は、このような秋播型の特性に着目し、物質生産面から秋播型が有限伸育的特徴を発現させる要因を解明し、品種の改良ならびに栽培技術の改善に資する基礎的知見を得ようとしたものである。

緒言では、蚕豆における栽培の現状と研究史について述べ、本研究の位置付けを行っている。第1章は、秋播型の生育習性と体内成分の消長を検討したものである。秋播型品種は、主茎が5、6節で伸長を停止するのに対し、分枝は旺盛な伸長を示し、茎は開花・結莢習性から、Ⅰ：無開花の1～6節、Ⅱ：開花・結莢数が多い7～11節、Ⅲ：開花するが結莢数が少ない12～17節およびⅣ：無開花の17～最上節の4部位で構成されていることを明らかにした。次に、各器官における炭水化物および窒素成分の生育に伴う推移を詳細に検討し、茎、根、莢は子実内成分の一時的貯蔵器官としての役割を演じていること、根は根粒の活性を通じて生育に深く関与していることを明らかにした。また、開花・結莢習性の異なる4部位について時期別に摘葉処理を行い、茎の伸長、発達に及ぼす摘葉の影響は生育に伴って上部に移るが、第Ⅱ部位での影響が最も顕著で、開花始期では茎の生長抑制と開花・結莢数の減少、開花終期では上部栄養器官の生長抑制と結莢率の減少、緑莢期では子実の発育抑制が認められ、子実収量の成立には第Ⅱ部位における葉の役割が重要であることを明らかにした。さらに、4段階の密度条件下で群落内競合の様相を検討し、正常な生育特性の発現には15個体/㎡の密度条件が限界であることを明らかにした。

第2章では、葉および莢の光合成と呼吸特性を検討している。孤立個体条件下では、葉の光合成速度は各部位とも比較的高い値を維持したが、莢実形成期では第Ⅱ、第Ⅲ部位で光合成速度の一時的上昇が認められ、光合成は同化産物の受容体としての莢実の存否と密接に関連していることを示した。また、15～30℃の温度範囲では高温側でやや低下するが、生育後期では高温条件にも適応することを明らかにした。一方、莢では日中活発に光合成が行われるものの、昼夜を通して呼吸速度が高く、同化産物の消費量が光合成量を上回った。これらの結果から、①葉は生育に伴って順次上部器官の発育に寄与すること、②子実収量の成立とその安定性には第Ⅱ部位の葉の活性が最も重要であること、および③第Ⅱ部位における同化量の不足が上層部の生育と子実収量の制限要因となっていると考察した。また、群落条件下では、光合成量に対する呼吸量の割合が密植ほど高く、15個体/㎡の栽植密度が光合成と呼吸作用の面からも限界密度であることを確認している。

第3章は、各部位の葉に $^{14}\text{CO}_2$ を供与し、同化産物の転流動向から各部位の子実収量の成立

に果たす役割を検討したものである。開花期に第Ⅰ，第Ⅱ部位で同化された ^{14}C 産物は根および上部器官へ，第Ⅱ，第Ⅲ部位からは主として莢実へ，その後は直接子実へ転流した。しかし，最上部の第Ⅳ部位からは根への移行割合が大きかった。一方，茎と根および莢に一旦貯蔵されたの子実へ移行した ^{14}C 産物の割合は，開花期で19%，開花終期で40%，子実充実期で45%と推定された。また，各分枝ごとに $^{14}\text{CO}_2$ を供与したところ，各分枝は本質的には独立してソース・シンク関係をもっていることが明らかになった。

以上の結果を総合し，秋播型品種は，開花・結莢習性の異なる4部位からなる分枝で構成され，収量の成立には多数の莢が着生する第Ⅱ部位の光合成活性がきわめて重要な役割を演じているが，この部位における同化産物の不足，ならびにその上部栄養器官と莢実との競合が体内生理面から強制的に有限伸育的特徴を発現させていると結論した。従って，蚕豆の収量性と安定性の向上には，無駄な栄養生長と倒伏による損失を避けるため，近年放射線照射によって作出された完全有限伸育性遺伝子の栽培品種への導入，落花・落莢の防止技術，ならびに葉と根粒機能の維持などに関する技術の開発が重要であると提言している。

以上のように，本研究は，蚕豆における秋播型の生育習性とその収量成立機構を物質生産面から詳細に検討し，学術上重要な知見を加えたばかりでなく，品種や栽培技術の改善に資する基本的指針を提示したものである。よって，審査員一同は，別に行った学力確認試験の結果と合わせて，本論文の提出者木暮 秩は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。