

蚕豆の日本型および北欧型品種における
生育並びに子実生産機構の差異
——中粒種における伸育性の発現——

木暮 秩・丸尾勇治郎*

DIFFERENCE OF SEED PRODUCTIVE MECHANISM
BETWEEN THE VARIETIES OF JAPANESE
AND NORTH EUROPEAN TYPES OF FABA BEAN
—Performance of Determinate and Indeterminate Characteristics
of Middle Seed Variety—

Kiyoshi KOGURE and Yujiro MARUO*

This study was undertaken to obtain some information on the characteristics of growth and seed productivity of different physiological and ecological types of Faba bean, using Japanese (J) and Swedish (S) varieties of middle seed as materials. The experiment was conducted with autumn and spring sowing cropping.

The results obtained may be summarized as follows:

- (1) Japanese variety's main shoot contributed strongly to the development of branched shoots compared with Swedish one. The former has a intergrated Source-Sink relationship as one shoot revealing the determinate growth habit and the latter has cumulative many Source-Sink units in one stem exhibiting the indeterminate one. These phenomena were similarly found in autumn and spring cropping with two varieties and showed the substantial different characteristics among two types.
- (2) The chemical content, especially carbohydrate was high on stem before the flowering stage, which decreased accompanying with the flowering. High value was also found at the green pod stage on stem and pod which followed declination with seed ripening. These variations were similarly found in different cropping seasons with two varieties. Though the degree of declination of the content was high on Japanese variety during the flowering period, it was found on Swedish one in the seed ripening one. The nitrogen content in leaves of Japanese variety was superior to that of Swedish one during former stage. On the contrary, it was contrastively found during later stage.

Judging from results it is suggested that the performances of different growth habit should be revealed more clearly on middle seed varieties by the difference of Source-Sink balance, critical content of carbohydrate in the source and its translocating ability for the sink, and the activity of metabolic nitrogen among two types of Faba bean.

Key words: Determinate, Faba bean, Indeterminate, Growth habit, Seed productive mechanism.

*高松農業改良普及所 761 高松市仏生山町甲220,
Takamatu Agricultural Extention station, 220 Kou, Busshouzann-cho, Takamatu, 761.

緒 言

蚕豆は起源地とされる近東^(7,20)から西進して地中海沿岸地帯と、それから南と北へ向かって北欧およびアフリカ山岳地帯に伝播されて、それぞれ秋播および春播されている。また東進して中国の北と山岳地帯における春播と、中国南部を経て日本に至って秋播栽培されるなど多様である。^(2,7,14,19)この2生態型は伝播の過程で分化したもので、生育習性に基づいた栽培方法は勿論、子実の収量性とその安定性がかなり異なっている^(1,3,4,5,6,10,11,12,13,16,17)。

前報⁽¹⁾においては秋播型の日本品種と春播型の北欧品種の小粒種を用いて子実の生産機構を検討した。即ち、秋播して冬作を主とする日本品種では限られた節数と葉で構成される1本の茎全体が一つのソース・シンク関係を持って有限的に生育すること、春播して夏作する北欧品種では多くの節数と葉をもつが1本の茎に幾段かのソース・シンク単位を持って無限的に生育することを明らかにした。また、両生態型の異なる生育習性と基本的な生理状態の推移は栽培環境では動かし難いことも確かめた。

ところが、中粒種のようにシンク・サイズの大きいものではソースとの関連から、これらの特性が一層発現しやすいことが考えられる。そこで、本研究では中粒種の両生態型品種を用いて生育と乾物並びに子実の生産機構、さらには体内成分の消長における差異を検討するため実施したものである。

材料および方法

供試材料には日本産中粒品種「讃岐長莢」(J品種)とスエーデン産品種「Hangdown」(S品種)を用いた。秋播実験では1983年11月16日に播種した後、12月12日に幼植物を植木鉢に2個体ずつ移植し、春播実験では翌年2月13日に播種、3月29日に移植した後、ガラス室で育成した。植木鉢には、砂質壤土を11kg入れ、肥料は全て基肥として各鉢に硫酸2.0g、過石3.5g、硫加0.5gを施し、土壌水分は最大容水量の70%に保った。

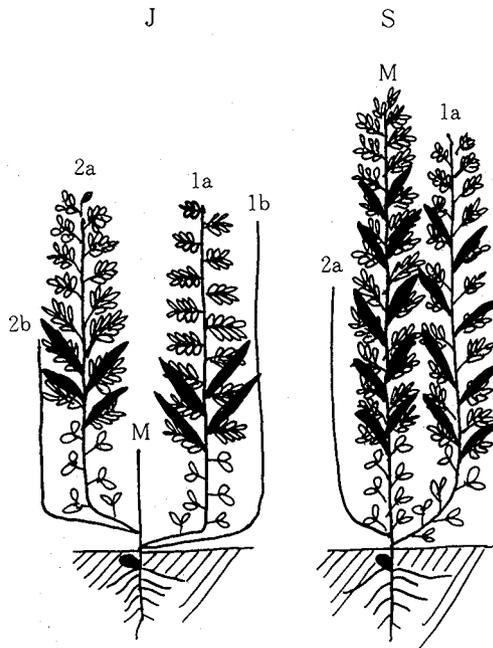
試料の採取は2週間を日度で適宜行ったが、先ず植木鉢より根を洗いだした後、一般的生育調査と試料の分別採取を実施し乾物試料を得た。体内成分については乾燥粉末試料を硫酸加水分解して、全有効態炭水化物；TAC (Total available carbohydrate)を抽出して、ソモギー・ネルソン比色法により、また、元素分析計(柳本：CHN-corder)を用いて全窒素をそれぞれ定量した。

結果および考察

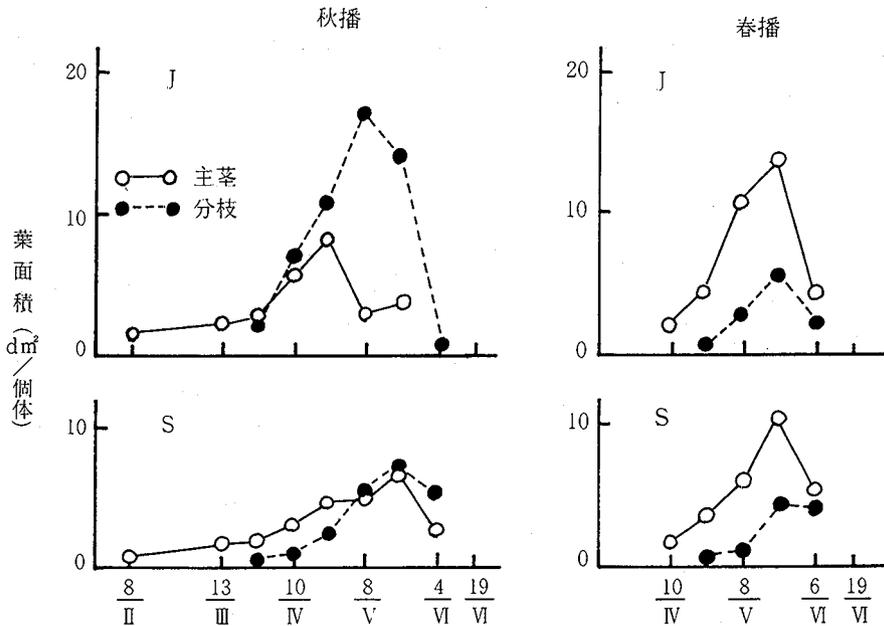
生育状況

始めに蚕豆の生育の一般的な特徴を第1図で概説すると⁽¹⁾、分枝の殆どは主茎の下2節から出てくるが、日本品種(J)では主茎(M)が分枝(1a, 1b, 2aなど)を育成する役割を強く担い^(3,16,17)、通常の秋播栽培では主茎が寒害によることが多いが、自らは結実面では不安定である。これに対して、北欧品種(S)では生育条件の良否に関係なく主茎(M)が結実面の中心をなし、分枝は発達が遅れることもあって不安定である。

そこで、秋播と春播における生育の結果を概観すると、秋播した両品種は移植後10日以内に活着し、越冬中には地下部の発達と分枝の発生がみられた。翌春、各茎は一斉に伸育を始めたが、3月13日には分枝数が日本品種(J)では2.5本、北欧品種(S)では1.7本であった。一方、春播の場合は10日余りで活着した後、分枝の発生と各茎の発達が並行して、4月24日には分枝数が両品種で少なくなっていた。しかし結莢した茎をみると、秋播したJ品種では殆どの個体が比較的齊一に伸育した分枝が中心となり、僅かに生き残った主茎にも見られていたが、S品種では主茎の他に発生分枝数の半ばに認められた。これに対して春播するとJ品種も主茎が枯死することなく、また若干の分枝にも莢がみられ、S品種では秋播と同様に主茎を主とし、分枝の一部で認められた。従って、子実の



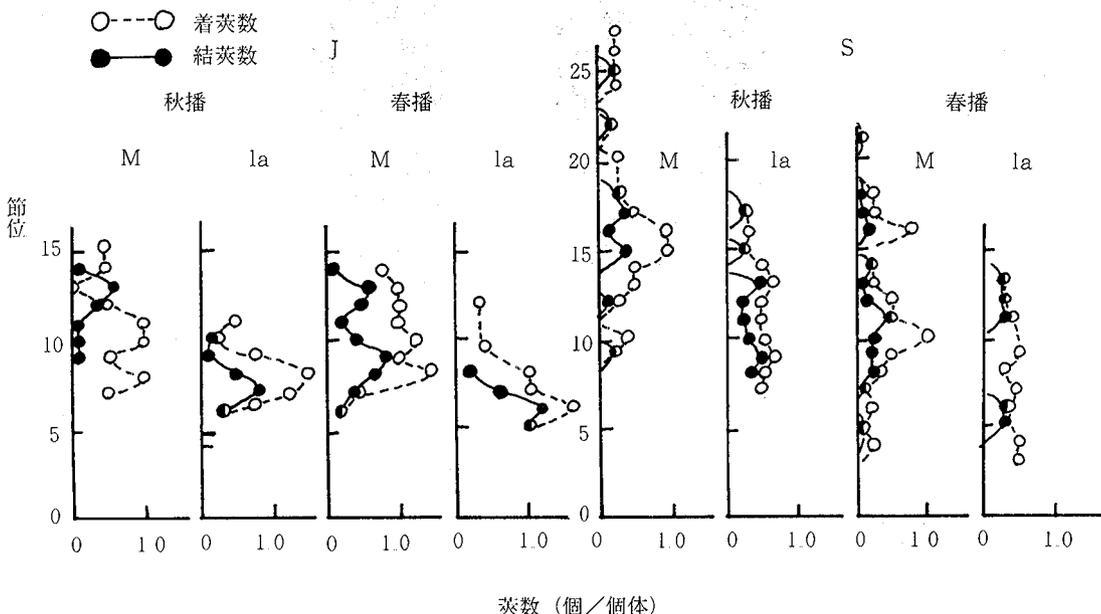
第1図 分枝の発達様式
 J: 日本型品種, S: 北欧型品種
 M: 主茎, 1a, 1b: 第1節分枝,
 2a, 2b: 第2節分枝



第2図 生育に伴う葉面積の推移
 記号は第1図参照

生産は日本品種(J)では分枝が主体となり、北欧品種(S)では主茎が主体となった作物体の構成によること、秋播・春播を問わず示されたといえる。

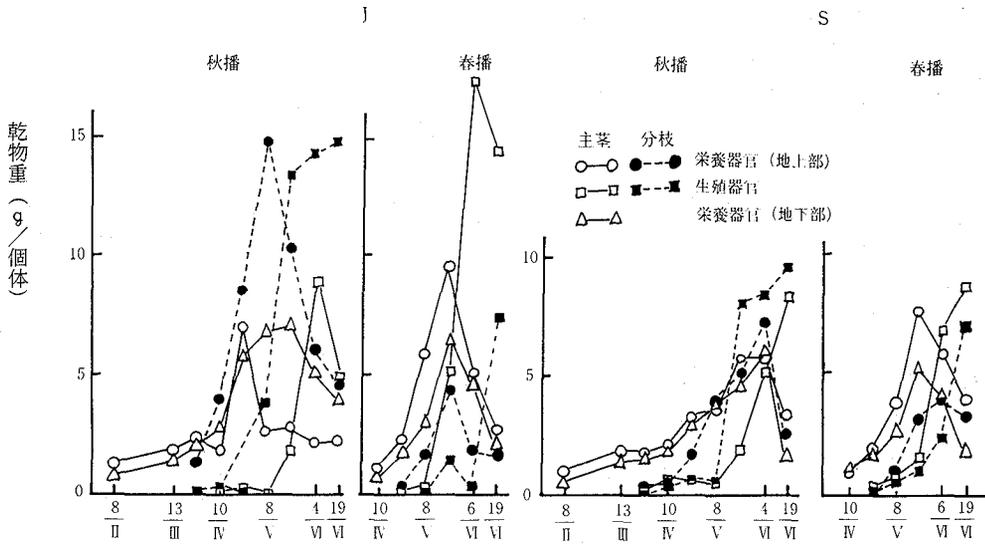
一方、各茎の伸長・発達についてみると、秋播では3月以降に急速であったのに対して、春播すると主茎が分枝に比して著しかった。節数はこれら各茎の伸育状況を反映していたが、日本品種は秋播では分枝が20節程度、春播すると主茎ではやや多くなり、分枝では秋播より劣っていた。これに対して北欧品種では、とくに主茎が秋播と春播のいずれも30節程度となっていたが、これらは前報⁽¹⁾の小粒種におけると同様であった。そこで葉の状況を葉面積の推移でみると、第2図に示す通り秋播・春播した両品種が4月中旬以降、節数・小葉数の増加を反映していた。しかして日本品種では秋播すると春播よりやや早く最大値に達した後は減少していたのに対して、北欧品種では秋播すると極めて緩やかにみられた増加が春播では顕著であった。



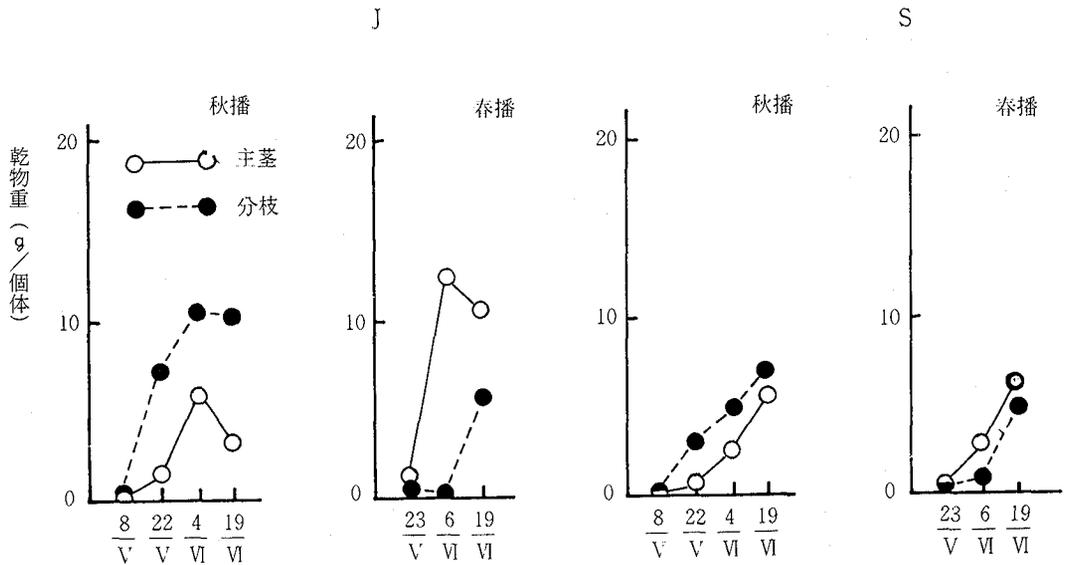
第3図 主茎 (M) と第1節分枝 (1a) における各節位の着莢・結莢状況
記号は第1図参照

次に、これら異なる両品種の着莢と結莢の状況を茎上の位置でみると第3図に示した通りとなった。まず、秋播した場合、日本品種 (J) では分枝で一層明らかにみられる通り茎の中央部より下の部位⁽³⁾の第8節位を中心とした約5節の範囲に集中していたが、これと類似した傾向は主茎においても節位としては上昇したが認められた。これに対して北欧品種 (S) は主茎では着莢・結莢が特定の箇所集中することなく、幾段かのソース・シンク単位⁽⁴⁾が認められたが、この傾向は分枝においてもみられた。このため、茎の上位節にも着莢が見られて、その範囲は主茎では18節、分枝では10節にわたっていた。また、着莢した最高節位をみると日本品種では主茎では第14節位、分枝では第10節位であったのに対して、北欧品種では主茎が第25節位、分枝が第17節位であった。一方、春播した場合は日本品種の主茎では2ヶ所に着莢のピーク、即ち、ソース・シンク単位が2段ほど認められたが、分枝では秋播と同様に1ヶ所に集中していた。これに対して北欧品種では必ずしも明確ではなかったが、主茎では秋播した場合より多くのソース・シンク単位が、また、分枝においてもその傾向が認められた。

従って、北欧品種では春播することによって、より一層無限伸育的特性が発現したものと思われる。これに対し日本品種では主茎においては蚕豆が本来持つ無限的生育が春播した場合には認められたが、なお有限伸育的生育がより強く発現したことが分かり、両生態型が分化・成立した長い過程で獲得した生育習性の安定性の一端が窺われた⁽¹⁾。



第4図 生育に伴う地上部及び地下部栄養器官と生殖器官乾物重の推移
記号は第1図参照



第5図 結実に伴う子実乾物重の推移
記号は第1図参照

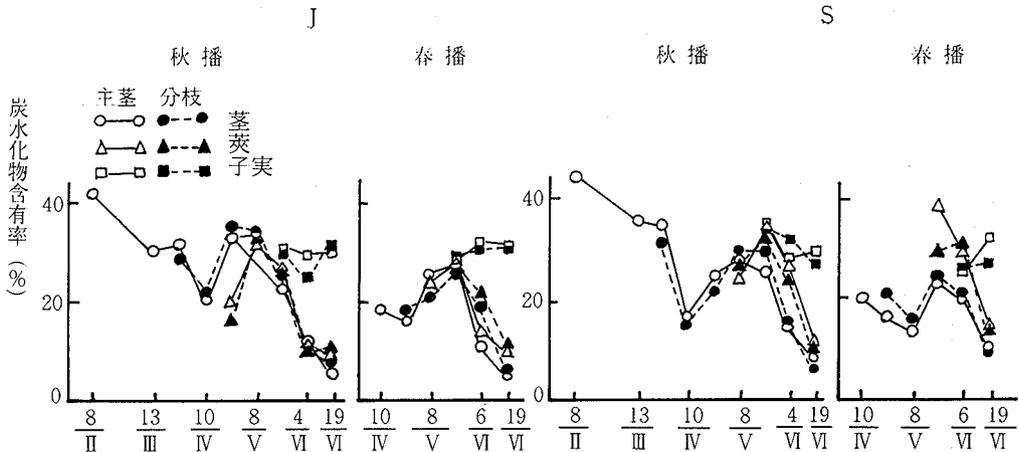
これらの生育経過を乾物重の推移でみると、第4図に示す通りであった。即ち、日本品種(J)を秋播すると分枝の発達が主茎に比して栄養・生殖両器官が大となっていたが、春播すると主茎が大きな割合を占めていた。これに対して北欧品種(S)では作物体としては明らかに小さく、また両器官の発達の経過としては日本品種と同様であったが、秋播と春播および主茎と分枝間における差異は小さく概して近似していた。しかして子実乾物重は第5図にみられる通り、総重量としては近似していたが、その主茎：分枝における構成比をみると、日本品種が秋播で23：77、春播では67：33となつたのに対して、北欧品種ではそれぞれ46：54及び55：45となつていた。なお、収穫時における収穫指数は日本品種が秋播では44%、春播が53%であったのに対し、北欧品種はそれぞれ43%および41%となつて、前報⁽¹⁾の小粒種でみられた場合とは若干傾向が異なつて、必ずしもそれぞれの適栽培期

を確かめることは出来なかった。

従って、日本品種は秋播・春播とも主茎が分枝の発達に寄与するとともに、各茎は一斉に開花・結実するが、各茎はそれぞれが独立して一つのソース・シンク関係をもって、有限的な生育習性が発現されたといえよう。これに対して北歐品種は秋播・春播を問わず主茎が分枝の発達に關与する役割は小さいが、各茎は多くの節位を形成して幾段かのソース・シンク単位を作って、無限的な生育習性を発現したものといえよう。しかし、6月に入ると気温が著しく上昇するために、両品種はいずれも生育が停止して、子実生産面からは無限伸育特性をもつ北歐型品種にとって有利には働かなかった。

体内成分の消長

従来、日本型の蚕豆について地上部、とくに茎並びに根が生殖器官の発達および子実の充実に対して成分、とくに炭水化物および窒素化合物の一時的貯蔵器官として働く役割を持つことを既に著者^(16,17)が報告している。またNada・Rafaat⁽⁵⁾と同様、蚕豆子実の発育に際して莢の炭水化物が一旦最高値に達した後に減少したことから、莢も子実内成分の一時的蓄積器官の役割を果たすことを認めている。



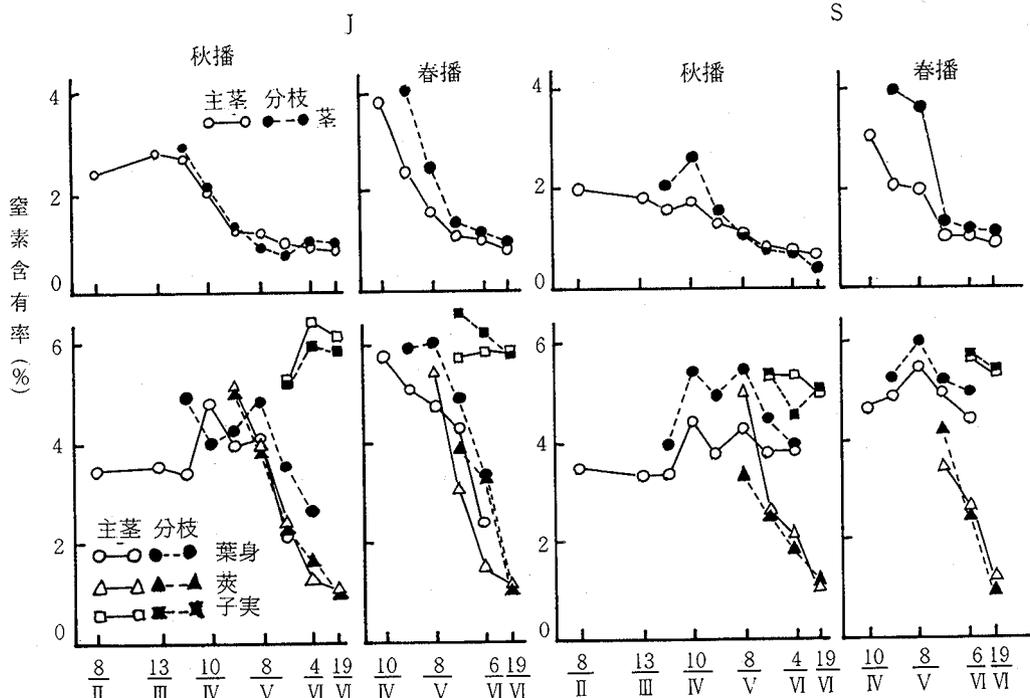
第6図 生育に伴う全有効態炭水化物含有率の推移
記号は第1図参照

そこで、両品種を秋播と春播した場合における体内成分の推移を検討した。まず、全有効態炭水化物(TAC)含有率は第6図で見られる通り、両品種は秋播しても、春播しても主茎および分枝のいずれも茎内では開花期に一旦低下した後、再び上昇し、結実に伴って急速に低下していた。また、莢においても一時的に蓄積していたものが茎と同様、結実期において急減していた。この傾向は従来著者が日本品種を用いて得られた結果^(3,6,8,16,17)ならびに前報⁽¹¹⁾における小粒種と同様であった。なお、子実内炭水化物含有率をみると、両品種は秋播・春播を問わず、主茎と分枝間の差異は小さく、いずれも近似していた。

しかし、①開花期における低下が北歐の小粒種における場合と異なり中粒種で顕著にみられたこと、②結実期の莢における最大蓄積値としては北歐品種が日本品種より、また、春播が秋播の場合よりいずれも小さい傾向が見られたこと、③その後の莢における低下が日本品種では北歐品種より相対的に短期間に行われたこと、などは特異的であった。

一方、これら炭水化物の変動と関連する作物体内における各器官内窒素含有率の推移をみると、第7図に示した通りであった。まず、葉については両品種が栄養・生殖両成長が並行・重複する当

初では、春播した場合が秋播のそれより優っていたが、結実期においてはいずれも高い状態となった後、日本品種が短期間で急速に低下したのに対して、北欧品種では最後までかなり高い状態が維持されていた⁽¹¹⁾。この点は北欧品種が無制限に伸育して新葉を展開することと深く関係しているが⁽¹³⁾、光合成能としては生育の後期には日本品種に優っていることが推察される^(9,12)。これに対して茎内窒素化合物含有率の経過をみると、北欧品種の結実期における低下が日本品種に比して著しいことが認められたことから、子実内窒素成分の内、茎に一時蓄積していた部分の移行が大きいものと考えられる^(16,17)。なお、莢および子実内含有率ではいずれも日本品種が北欧品種に優っていた。



第7図 生育に伴う窒素含有率の推移
記号は第1図参照

以上、中粒種について両品種が茎および莢に一時貯蔵されていた成分が子実に移行する現象は作期の如何を問わず認められることが一層明らかになった。従って、作期を変えても小粒種におけると同様、両生態型における生理状態は本質的に変わり難い特性と考えられる。

本実験の結果から、生態的には無限伸育の生育を示す北欧品種の内、小粒種で必ずしも明らかに認められなかった茎と莢が子実内成分の一時的貯蔵器官として果たす役割^(3,16,17)が、中粒種の場合には日本品種におけると同様に作期の如何を問わず認められ、その成分移行が日本品種では比較的短期間に行われたのに対して、北欧品種では長期間にわたっていたといえよう。それでは北欧品種において無限伸育の生育を発現あるいは駆動させるのは何であろうか。まず、小粒種に比して中粒種は個々の莢・子実がシンクとして、成分に対する pulling activity がかなり強いものと考えられる。このため、シンクによる需要量とソースによる物質の生産とその供給量との関係が重要となろう。しかしながら作物体内における炭水化物含有率が直接的には個々の花、莢および子実の発達に対して強い影響を及ぼすものとする、落花・落莢を引き起こす含有率の限界が、無限伸育性をもつ北欧品種の場合には日本品種より低いものと推察される。この点と関連して田中ら⁽¹⁸⁾は菜豆の場合に無限性(蔓性)のものが茎中の炭水化物(澱粉)の集積量はかなり少ないこと、およびその場

合の葉内窒素は菜豆では矮性種と蔓性種ともに近似して低下していたと報告している。これに対して本実験の蚕豆では北欧品種でみられた通り高い葉内窒素含有率が維持されいたので、とくに最上位の部位葉ではソース・シンク単位が機能しやすくなって無限的な生育習性の発現につながるものと思われ。

以上、両品種は茎と莢が子実内成分の一時的蓄積器官としての役割を果たすが、この特性は中粒種が小粒種におけるより強調され易いものと推察される。また、日本品種では有限的、北欧品種では無限的な伸育性を発現するが、これは落花・落莢を引き起こす炭水化物の限界含有率、ソースとシンクの平衡関係、さらには生育後期における窒素代謝の差異などが深く関与しているものと思われ。

要 約

蚕豆の日本型品種と北欧型品種における生育並びに生理・生態的特性を解析し、異なる生態型における子実生産機構の差異を調べるため、中粒種の日本産「讃岐長莢」(J品種, 冬作用)とスウェーデン産「Hangdown」(S品種, 夏作用)を秋播・春播した。

- (1) J品種は秋・春播とも主莖が分枝の発達に寄与するが、S品種は秋・春播ともに主莖が分枝の発達に関与する役割は小さかった。またJ品種では各莖は一つのソース・シンク関係をもって有限的に、S品種では主として主莖が幾段かのソース・シンク単位を形成して無限的に生育したが、これらの特性は栽培環境で動かし難かった。
- (2) 体内成分のうち莖の炭水化物含有率は両品種の秋・春播のいずれも開花前に高かったが、開花に伴って一旦低下し、緑熟期に再上昇した後、莢におけると同様に顕著に低下した。このうち開花期における低下はS品種で著しく、結実期における成分の子実への移行はJ品種で短期間に顕著であった。また、体内窒素含有率は開花期ではJ品種がS品種に優り、結実期ではS品種がJ品種に遅くまで優っていた。

以上、両生態型における伸育性の差異はソースとシンクの平衡関係、落花・落莢に関わる体内炭水化物の限界含有率や移行の効率、生育後期における体内窒素代謝の差異などが深く関与していること、これらの特性は粒形が大きい程明瞭に現れることなどが示唆された。

引用文献

- (1) DANTUMA G., von KITTLITZ E., FRAUEN, M., BOND, D A : Yield, yield stability and measurements of morphological and phenological characters of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties grown in a wide range of environments in western Europe, *Results of EC joint Faba bean trials, Z. Pflanzenzuchtung*, **90**, 85-105 (1983).
- (2) JING HUAXIAN : A survey of the cropping system of Faba bean (*Vicia faba*) in China, *FABIS*, (4), 9-10 (1982).
- (3) KOGURE K., NAKA J., ASANUMA K. : Physiological studies of the growing process of broad bean plants, VI Effects of partial leaf removal in the flowering and maturing stages on the growth and the variations of chemical components, *Tech. Bull. Fac. Agric., Kagawa Univ.*, **24**, 1-9 (1972).
- (4) ———, ———, ——— : *Ibid.*, VII. Effects of plant density on the growth and seed production, *Ibid.*, **25**, 1-11 (1973).
- (5) ———, OTOI T., NAKA J. : *Ibid.*, X. Effects of plant density on carbon dioxide exchange of leaves and pods, *Ibid.*, **28**, 1-9 (1977).
- (6) ———, NAKA J., ASANUMA K. : Behavior of ^{14}C photosynthetic products during the reproductive growth in broad bean plant, *Ibid.*, **30**, 1-8 (1978).
- (7) ——— : Broadbeans in Japan ; Origin and development, *FABIS*, (1), 11-14 (1979)
- (8) ——— : Transport of ^{14}C photosynthate in faba bean branches with or without pods, *FABIS*, (3), 31-32 (1981).
- (9) ———, YOSHIHARA S., WADA, H., NAKA, J. : *Ibid.*, IX. On the characteristics and the variations of carbon dioxide exchange of leaves and pods, *Tech. Bull. Fac. Agric., Kagawa Univ.*, **37**, 85-96 (1986).
- (10) ——— : Ecophysiological analysis on mechanisms of seed production of faba beans differentiated in different regions of the world, *Poster Abstr. 1986 International Food Legume Research Conference*, 32 (1986).
- (11) 木暮 秩 : 蚕豆の日本型および北欧型品種における生育並びに子実生産機構の差異—小粒種を秋播・春播した場合—, 香川大農学報, **44**, 1-9 (1992).
- (12) ———, ASANUMA K., KUSUTANI A. : Photosynthesis of different node order on the indeterminate and determinate types of Faba bean plants, *Poster Abstr. 2nd International Food Legume*

- Research Conference*, 45 (1992).
- (13) ———, ———, ———: Mobility performance of chemical components on the indeterminate and determinate types of Faba bean plants, *Proc 1st European Conference on grain legumes*, 233-234 (1992).
- (14) LANG LI-JUAN: A summary on production of Faba bean in China, *FABIS*, (21), 3-6 (1988).
- (15) NADA, I. A. A., RAFAAT, A.: Growth and carbohydrate changes during formation of *Vicia faba* seeds and fruits, *Indian J. agric. Sci.*, 25, 281-292 (1956).
- (16) 玉置秩, 中潤三郎: 蚕豆の生育過程に関する生理学的研究, I. 生育に伴う地上部各器官成分の消長について, 香川大農学報, 11, 13-18 (1959).
- (17) ———, ———: 同, II. 生育に伴う地上部並びに地下部成分消長の相互関係について, 日作紀, 27, 97-98 (1958).
- (18) 田中明, 藤田耕之輔: 菜豆の栄養生理学的研究 (第1報), 光合成産物の転流よりみた Source-Sink 関係, 土肥誌, 46, 157-166 (1975).
- (19) SAXENA, M. C., HAWTIN, G. C.: Faba beans in China, *FABIS*, (9), 14-20 (1984).
- (20) ZOHARY, D., HOPF, M.: Domestication of pulses in the old world, *Science*, 182, 887-894 (1973).
(1992年10月30日受理)