

## 体構造区分分画法による作物の有効利用に関する研究

### Ⅱ. 施肥量を異にしたソラマメについて

木暮 秩, 大島光昭\*

## STUDIES ON FRACTIONATION AND UTILIZATION OF STRUCTURAL COMPOSITION OF GREEN CROPS

### Ⅱ. On the Effects of Amount of Fertilizer for Faba Bean Plants

Kiyoshi KOGURE and Mitsuaki OHSHIMA\*

This study was undertaken to obtain some information concerning the effects of amount of fertilizer dressed at start of flowering stage on the fractionation and utilization of structural compositions which are LPC, FR, and BJ of Faba bean plants, using the variety "Boshu-wase" as material

The experiment was conducted with three dressings of none(I), standard of NPK(II), and 3 times of NPK(III). Sampling was performed in the following three times of 0 day (start of flowering), 15 days (end of flowering), and 30 days (pod-developing) after the dressing, respectively

The results obtained may be summarized as follows:

- (1) Dressing of fertilizer accelerated the growth and development of crop plants and resulted in an increase in the yield of raw material, especially by heavy dressing
- (2) The content and amount of carbohydrate in raw material were responded to an increase of the amount of fertilizer in contrasted with the performance representing in the amount of nitrogen and ash
- (3) The content of carbohydrate was remarkably high in BJ and varied according to the amount of fertilizer. However, it became high in LPC and FR at the pod-developing stage, and expressed the qualitative improvement of LPC by heavy dressing, but not changed the quality of FR. The nitrogen content which was high in LPC, declined at pod-developing stage and by heavy dressing, and showed the similar value in FR and BJ. Moreover, the ash content was high in BJ throughout three stages compared with the declination in LPC and FR, especially in FR at later stage
- (4) The quality of silage prepared from FR was all good alike with many raw materials of having different characteristics, which grown in proceeding stage and in different amount of dressing. It was owing to unifying the carbohydrate components and removing the detrimental elements into BJ that the lactic acid fermentation advanced well in FR

---

\* 名古屋大学農学部 Faculty of Agriculture, Nagoya University

Judging from the results, it is concluded that Faba bean plants which grown with heavy dressing of fertilizer and cut at pod-developing stage are usable for fractionation and utilization having the guarantee of high chemical component yield, valuable LPC, and good quality of FR silage

ソラマメの「房州早生」を秋播し、開化始期に施肥して育成し、作物体の含有成分を緑葉蛋白質濃縮物 (LPC) と繊維質残渣 (FR) 及び残液 (BJ) に分画・利用する方策を検討した。施肥量は10 a 当り硫酸アンモニウム28kg, 過磷酸石灰45kgおよび塩化カリウム18kgの標準量施与 (Ⅱ区) とその3倍量施与 (Ⅲ区) および無施与 (Ⅰ区) の3条件とし、施与当日の開花始期 (0日), 開花終期 (15日目) および莢伸長・肥大期 (30日目) に採取して、つぎの結果を得た。

- (1) 施肥量増は作物体の発達を促し、分画原材料としての収量増が3倍量施与で顕著だった。
- (2) 原材料中炭水化物の含有率と含有量はいずれも施与量を反映したのに対し、窒素と灰分では含有量に施与量が強く反映していた。
- (3) BJの炭水化物含有率は終始著しく高かったが、施与量により変動した。LPCとFRでは莢伸長・肥大期に高い値となるとともに、施与量の増加によりLPCは飼料価値が向上し、FRでは変わらなかった。窒素含有率はLPCで高いが、莢伸長・肥大期に、また多量施与によりかえって低下したのに対し、FRとBJでは各期・各区が近似していた。さらに灰分含有率はBJで終始高いが、生育に伴いLPCとFRが、とくにFRが莢伸長・肥大期に低下した。
- (4) FRを用いてサイレージを調整すると、FR内炭水化物含有率の均一化とBJへの有害成分の溶出除去により、生育時期および施与量を変えても品質は近似して良好であった。

以上、多量施肥して育成し、莢伸長・肥大期に採取すると、原材料の成分および各画分収量の増加、LPCの飼料価値の向上、FRのサイレージ化が容易になるなどが確かめられた。

## 結 言

前報<sup>(10)</sup>では、アンモニア態および硝酸態の化合形態を異にする窒素を施与した場合におけるソラマメの生育ならびにその地上部を原材料として分画し、また繊維質残渣 (FR) のサイレージ利用について追求した。その結果、窒素の化合形態は本質的には作物の生育に変化を及ぼさないこと、施与により各画分の回収率を低下させる傾向があること、さらにFRを用いたサイレージは品質が良好で区間差も小さいことなどを明らかにした。

一方、著者は既報<sup>(7,25)</sup>においてソラマメと肥料要素との関係を検討し、これらが生育、子実生産および体内成分の消長に及ぼす影響が大きいことを報告した。即ち、窒素、磷酸、加里の要素間のバランスが作物体における物質の合成、移動、蓄積と深く関連し、とくに磷酸は体内高分子物質の合成への寄与が大きいこと<sup>(25)</sup>、窒素と加里の過剰吸収による栄養・生殖両生長の阻害が或程度多量の磷酸施与によって回避できること<sup>(7)</sup>などから、施肥量と同時に磷酸と他要素の施与割合が重要であることを指摘した。

そこで、本実験では前報<sup>(10)</sup>に引き続いて窒素はアンモニア態として、他要素とともに施与量を変えて育成し、作物の生育および体内炭水化物と窒素並びに灰分に及ぼす影響、さらにはこれらを原材料として構造区分に分画して、それらの特性を追究した。その結果は乾燥子実目的のソラマメ栽培が近年、収穫期が水稻の植え付け期と重なるようになってきているので、これを避ける方途を作物体を早刈りして、構造区分分画法による作物体内成分の高度有効利用<sup>(8,9,10,18)</sup>に求めるとともに、裏作期間における農業気候資源の利用と耕地利用率の向上を併せ計る基礎資料となろう。

## 材料および方法

供試品種としては小粒種の「房州早生」を用い、香川大学農学部の前作水稲跡地で栽培したが、全期間を通して多湿の状態であったので、耕起後に東西の高畦とした。前年の11月12日に畦幅36cm、株間18cmに1株2粒播(15.2株/m<sup>2</sup>)とし、翌春3月13日に株当り1個体仕立てとした。施肥は開花始期の4月21日に行った。即ち、10a当たり硫酸アンモニウム28kg、過磷酸石灰45kg及び塩化カリウム18kgを標準量(Ⅱ区)とし、その3倍量の多量施与(Ⅲ区)及び無施与(Ⅰ区)の3条件とした。

生育調査ならびに試料の採取は開花始期(4月21日)から約半月ごとの5月6日(開花終期)、5月20日(莢伸長・肥大期)と6月16日の完熟期に行った。即ち、生育中庸な6-8個体を掘り取って調査した後、器官別に生体重を、また熱風乾燥後乾物重を測定し、粉碎して分析に供した。これとは別に開花始期から3回にわたり地上部を刈り取って構造区分の分画に供した。まず、刈取後直ちに3-5cmに細断し、パルプリファイナーで磨砕した後、油圧機で100kg/cm<sup>2</sup>下で緑汁(Green juice; GJ)と繊維質残渣(Fibrous residue; FR)に分離した。緑汁は塩酸でpH4に調整した後70℃で蛋白質濃縮物(Leaf protein concentrates; LPC)を熱凝固させ、ブフナーロートにより水溶性画分の残液(Brown juice; BJ)を分離した。これら各画分は乾燥して乾物率を求めた後粉碎し、残液は凍結させて保存した。

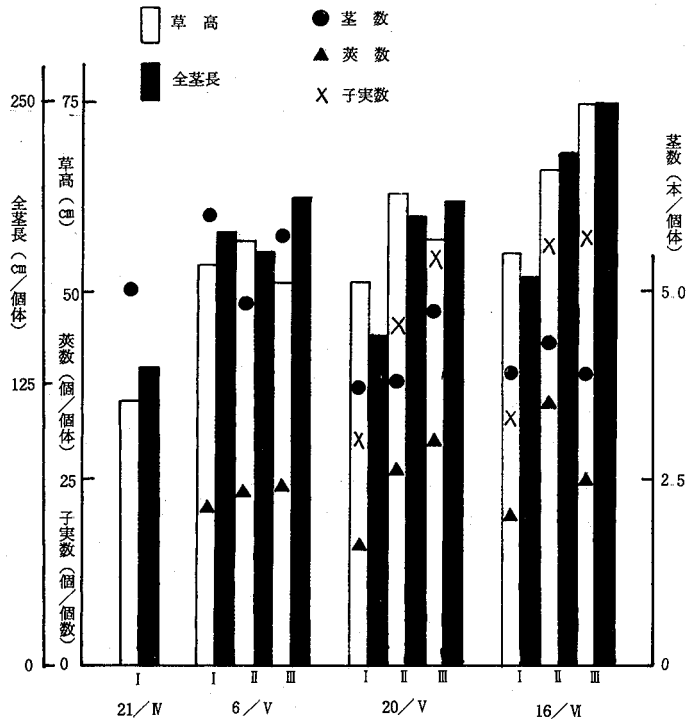
各器官および3画分の非構造性炭水化物(Total non-constructive carbohydrate; TNC)および窒素(N)の定量法を述べると粉末試料では100-250mgを、残液では5mlを秤取し、TNCはWeimann変法により抽出後、Somogyi・Nelson法で、窒素はKjeldahl法で測定した。また灰分はそれぞれ250mgおよび10mlをルツボに取り電気炉で500℃で焼いて行った。なお、FRの調製および品質の測定は既報<sup>(9,10,16)</sup>に準じた。

## 結果及び考察

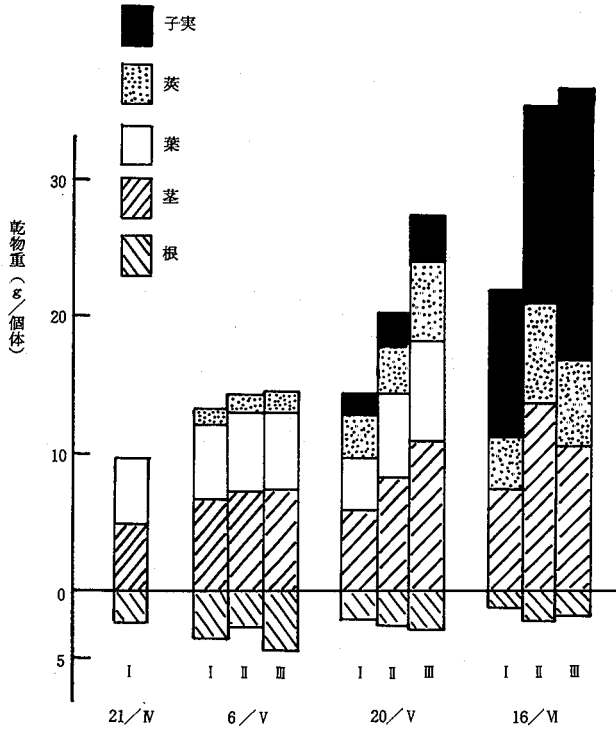
### 生育の概要

始めに生育状況を概観すると、越冬から翌春までは既報<sup>(7,10,23,24,25)</sup>におけると同様であった。開花始期に施肥すると、第1図に示すとおりの栄養器官の急激な発達と関連して15日目(21/IV)には無施与のⅠ区でみられた葉の退色が施与した区ではなく、窒素施与の効果が認められた。しかして草高・個体当り全茎長では施与15日目には概して3区は近似したが、さらに15日間を経た5月20日以降は変化が現れⅠ区<Ⅱ区<Ⅲ区の傾向となった。同様の効果は生殖器官の発達についてもみられ、施与後15日目では近似したが、30日目にはその効果が大きくなった後、完熟期にはⅢ区で減少或は停滞していた。従って3倍量を施与すると、栄養・生殖両器官の発達を促したため、早刈して分画に供する原材料としての採取には良いが、乾燥子実を得るためには必ずしも得策でないこと、即ち、3要素成分間のバランスが重要なことが確かめられた<sup>(7)</sup>。

これを乾物重の推移でみると、第2図のとおり施与15日目に地上部は3区が近似して増加した後、莢伸長・肥大期には施与量を顕著に反映してⅠ区<Ⅱ区<Ⅲ区となった。これはⅠ区で栄養器官が減少し、他の区、とくにⅢ区で増加し、生殖器官ではとくに磷酸吸収量を反映した結果<sup>(7,25)</sup>であろう。しかしその後完熟期では施与した両区は無施与区に優っていたが近似していた。なお、地下部では根と根粒が地上部栄養器官と類似して推移したが、根粒では多量施与のⅢ区ではかえって発達が妨げられていた<sup>(7,10)</sup>。



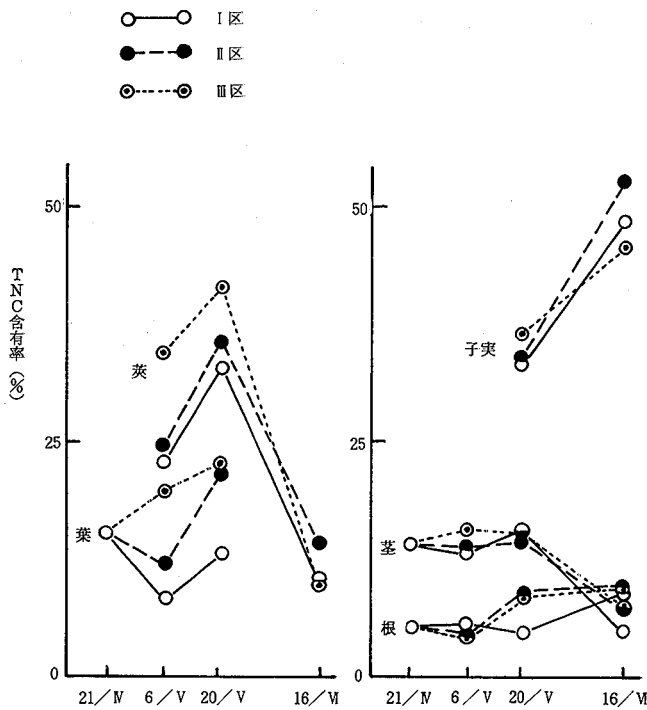
第1図 生育状況



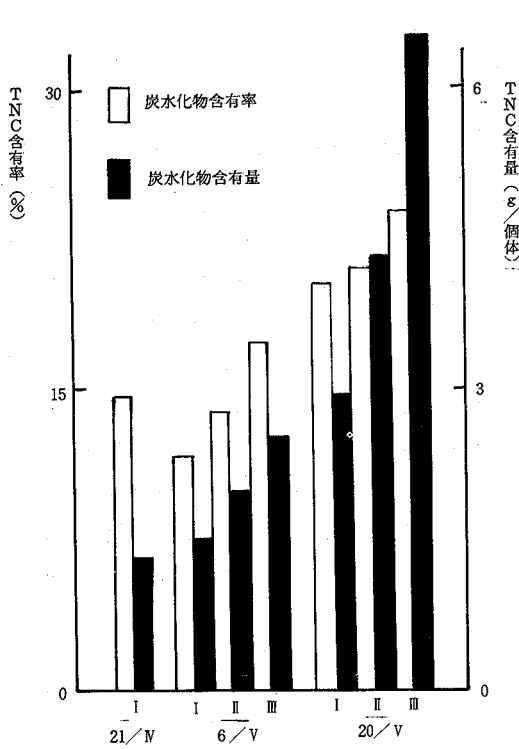
第2図 乾物重の推移

作物体内成分

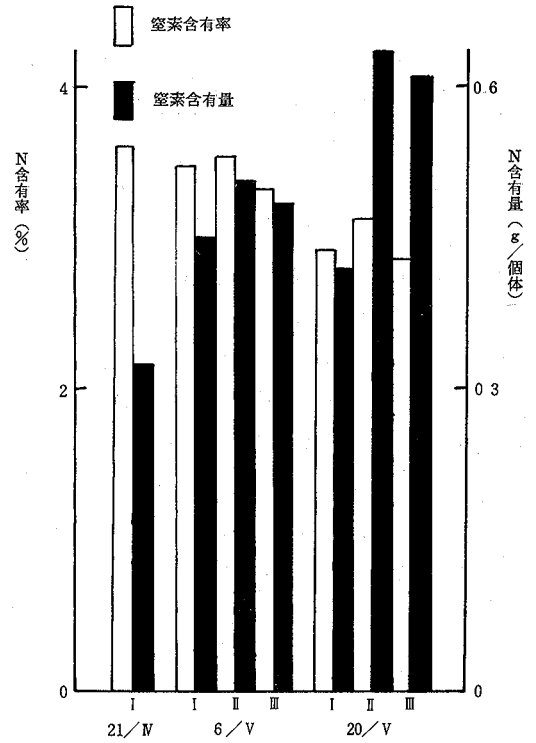
生育に伴う各器官成分含有率の推移を、まず非構造性炭水化物（TNC）についてみると第3図に示すとおりであった。栄養器官のうち葉では開花始期にやや高い値の無施与のⅠ区が、開花終期になると標準量施与のⅡ区と同様に低下し、多量施与のⅢ区では逆に上昇した。ついで莢伸長・肥大期にはいずれも含有率は上昇した。開花期間におけるこの低下現象について著者が既に指摘した旺盛な栄養・生殖の両生長が並行して進行するのに伴い物質消費が一時的に大きくて、それまでに茎や根に蓄積していたものを利用していることと関連している<sup>(23,24)</sup>。ついで作物体はかなり大きくなった開花終期から莢・子実の肥大・充実期間における作物体の窒素条件が光合成の増進と合成産物の移動を促進してⅠ区<Ⅱ区<Ⅲ区の傾向が各器官内TNC含有率に結果したものと解される。しかし茎では莢の伸長・肥大期まで概して高い値を維持し、区間差も小さかったが、完熟期に向けて急激に低下したのに対し、根では若干異なり開花期間中全区が近似して低い値が、莢伸長・肥大期には施与したⅡ区とⅢ区で、さらにはその後はⅠ区にも遅れて上昇がみられた。一方、生殖器官のうち、莢についてみると各区が莢の伸長・肥大に伴って高い値となった後、完熟期に急激に低下したが、その変動はⅢ区において顕著であった。子実では充実に伴って急速に蓄積されたが、完熟期にはⅡ区の上昇が著しかった。従って莢が茎と同様に子実内炭水化物の一時的貯蔵器官として果たす役割<sup>(23,24)</sup>は施与量を変えても本質的な差はなく、葉における変化でみられるとおり作物体の生理状態と関連して時期的に若干の遅速が発現していたと思われる。



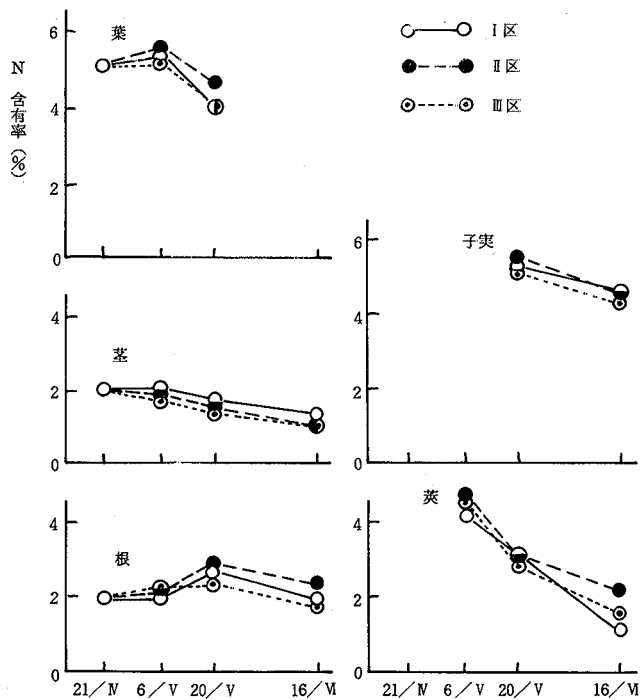
第3図 各器官内非構造性炭水化物（TNC）含有率の推移



第4図 地上部原材料における非構造性炭水化物 (TNC) 含有率と個体当たり含有量の推移



第6図 地上部原材料における窒素 (N) 含有率と個体当たり含有量の推移



第5図 各器官内窒素 (N) 含有率の推移

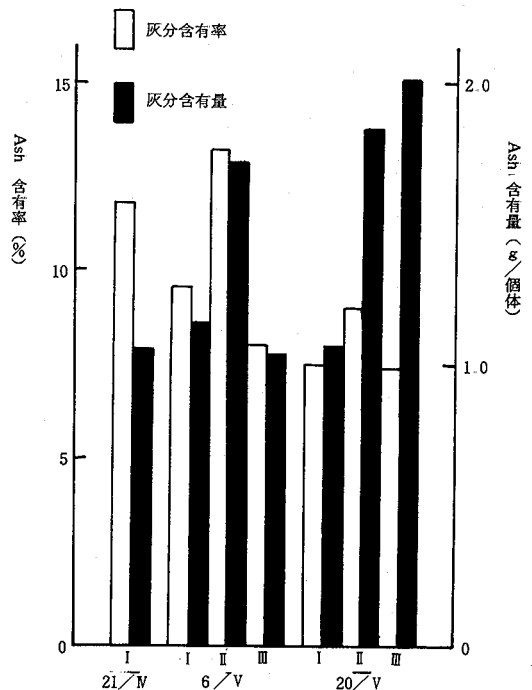
分画に供した地上部原材料のTNC含有率をみると、第4図に示すとおり、とくに莢・子実の発達期間に上昇し、しかも施与量を顕著に反映して、栄養器官の発達に対してはもちろん、幼莢の形成・肥大と子実の充実に対して効果が大きいことを示している。従って個体当りのTNC含有量は作物体の発達と相まって顕著な増大を導いて、区間の差が大きくなった。

つぎに、窒素含有率の推移を第5図でみると、まず栄養器官のうち葉では、開花期間にみられた高い値が、莢伸長・肥大期にかけてやや低下した。これを区間の差でみると、標準量施与のⅡ区でやや高く、無施与のⅠ区と多量施与のⅢ区に優って推移していた。茎では生育に伴い低下したが、施与量は窒素含有率には直接反映せず、かえって無施与のⅠ区が高い値であった。根で莢伸長・肥大期に最大となったのは根粒との関連が大きいが、葉におけると同様にⅡ区で高く推移していた。他方、生殖器官のうち莢をみると、その形成の初期に最大で、その後は急速に低下し、子実では莢伸長・肥大期に最も大で、完熟に伴って若干低下していた。しかして、区間における差をみると標準量を施与したⅡ区が他に優っていた。

分画に供した地上部原材料の窒素含有率をみると、第6図のとおり明らかに生育に伴い漸減したが、莢伸長・肥大期にかけてやや低下していた。施与量との関連をみると、標準量施与のⅡ区は無施与のⅠ区、ならびに多量施与のⅢ区に若干優っていた。しかして、個体当りの窒素含有量は開花始期より継続して増加したが、炭水化物とは異なり、栄養器官および生殖器官の乾物重を強く反映していた。従って、窒素と炭水化物の状態と併せて検討すると、莢伸長・肥大期が分画原材料とする適期であり、また多量施与の効果が明かであることを示している。

最後に灰分含有率について述べると、著者は既にソラマメの栄養器官における加里含有率が、とくに開花期以降に、いわゆる贅沢呼吸により上昇することを報告した<sup>(7)</sup>。そこで分画原材料の灰分含有率をみると第7図に示すとおり作物体が小さい開花始期には大で、以後低い値となっていた。しかして、標準量施与のⅡ区では特異的に高い値であったのに対して、多量施与のⅢ区ではかえって低くなっていたが、この差は開花終期に大きく、その後は小さくなった。従って、個体当たりの含有量は開花終期以降の急速な乾物増加と関連して施与した両区は近似してⅠ区に著しく優っていた。即ち、作物の生理面からみて多量施与による無機成分の余剰な吸収部分が、作物体内成分の分画法による有効利用に如何なる影響を及ぼすかを見極めることが必要となろう。

ソラマメに対する肥料の3要素の役割をみると、窒素では根から吸収されたものが根粒により空中から固定されたものとともに重要である。このうち、前者の一部は茎葉に一旦蓄積されたものが再移動しているが、その役割は生育の時期別に異なることが報告されている<sup>(2,4,13,20)</sup>。これと関連して作物体の令により窒素条件が葉蛋白質中におけるクロロプラスト態蛋白質と細胞質蛋白質の割合を変え、光合成を介して体内成分の変動を導くことがイネ科作物について報告されていて<sup>(11,12,14)</sup>本実験に対しても示唆するところが大きい。一方、生育初期における十分な磷酸施与は根の発育<sup>(25,26)</sup>、根粒の発達<sup>(5,25)</sup>はもち



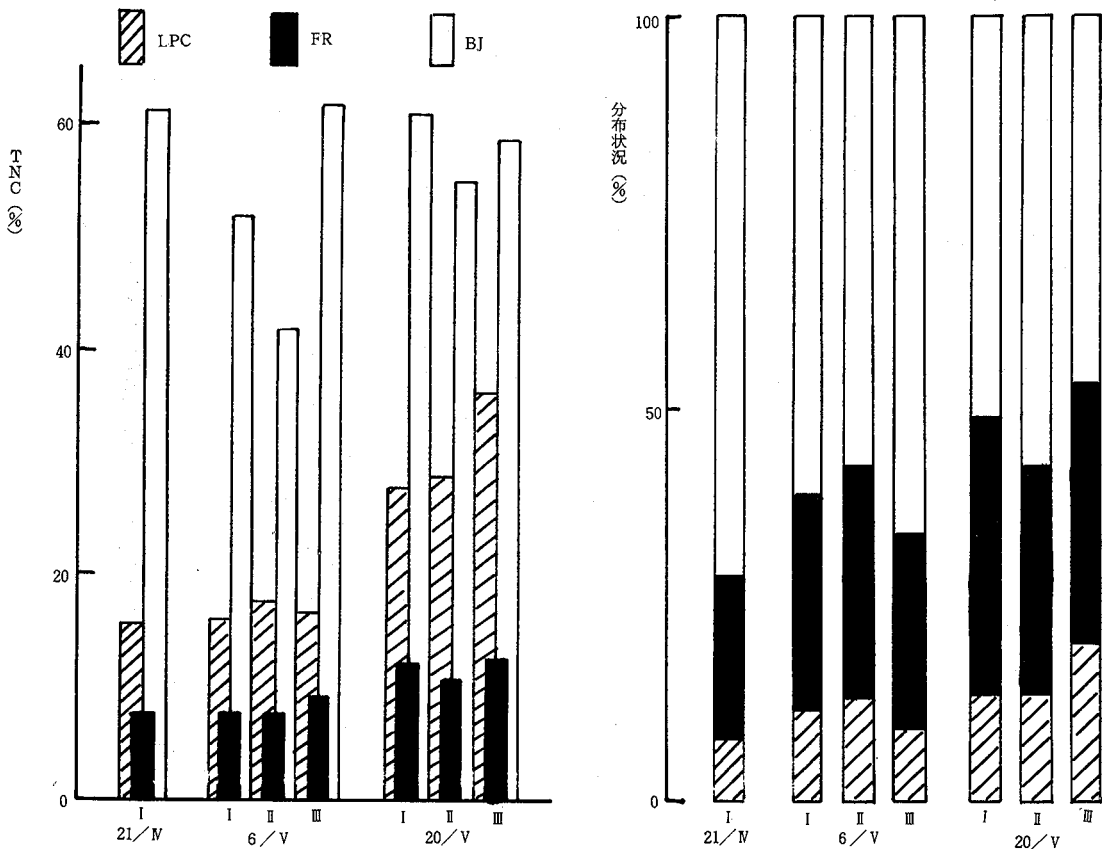
第7図 地上部原材料における灰分 (Ash) 含有率と個体当たり含有量の推移

ろん、冬期の寒害回避<sup>(27)</sup>、栄養・生殖両器官の正常な発達<sup>(1,2,19,21)</sup>、さらには高分子化合物の合成に働くこと<sup>(25)</sup>など、その効果の大きいことが知られている。さらに、ソラマメの体内における3要素のバランスが物質の合成と移動並びに蓄積などに関与すること<sup>(21,25,27)</sup>、作物体内の活動態の3要素を介し子実の収量および化学成分に変動を及ぼすこと<sup>(3,6,13,21)</sup>なども報告されている。これらは著者が既報において窒素と加里の過剰吸収による生理障害が或程度は磷酸の多量施与により回避できることの指摘<sup>(7)</sup>と併せて分画用原材料目的での育成に対して意義が大きいと思われる。

構造区分の分画

始めに第1表で原材料からの搾汁状況を見ると、搾汁率は前報<sup>(10)</sup>と同様、莢と子実の肥大・充実期にはやや低下したが、緑汁のpHには異なる刈取時期および施与条件の、いずれも明らかな影響を及ぼさなかった。搾汁率が各種原材料の水分含有率並びに画分中の組成成分の存在状態と密接な関係があることは多く報告<sup>(16,17,18,22)</sup>され、体内成分の分画利用にとってその回収率と併せて重要である。

つぎに各画分の乾物に当たり炭水化物含有率の推移を示すと第8図のとおりであった。LPCをみると各区は開花終期まで近似した後、莢伸長・肥大期になると急激に上昇していたが、とくに3倍量施与のⅢ区で著しかった。これは子実の発達に伴って、LPC画分に炭水化物成分が加わったことを示していて、炭水化物に富むバランスのとれた蛋白質飼料としてのLPCの意義が考えられ興味深い。FRについてみると、莢の伸長・肥大期になると高くなったが、区間の差は小さかった。従って、LPCとFRを飼料特性からみると、生殖器官内成分の有効利用と関連して、



第8図 各構造画分の非構造化炭水化物 (TNC) 含有率および分布状況



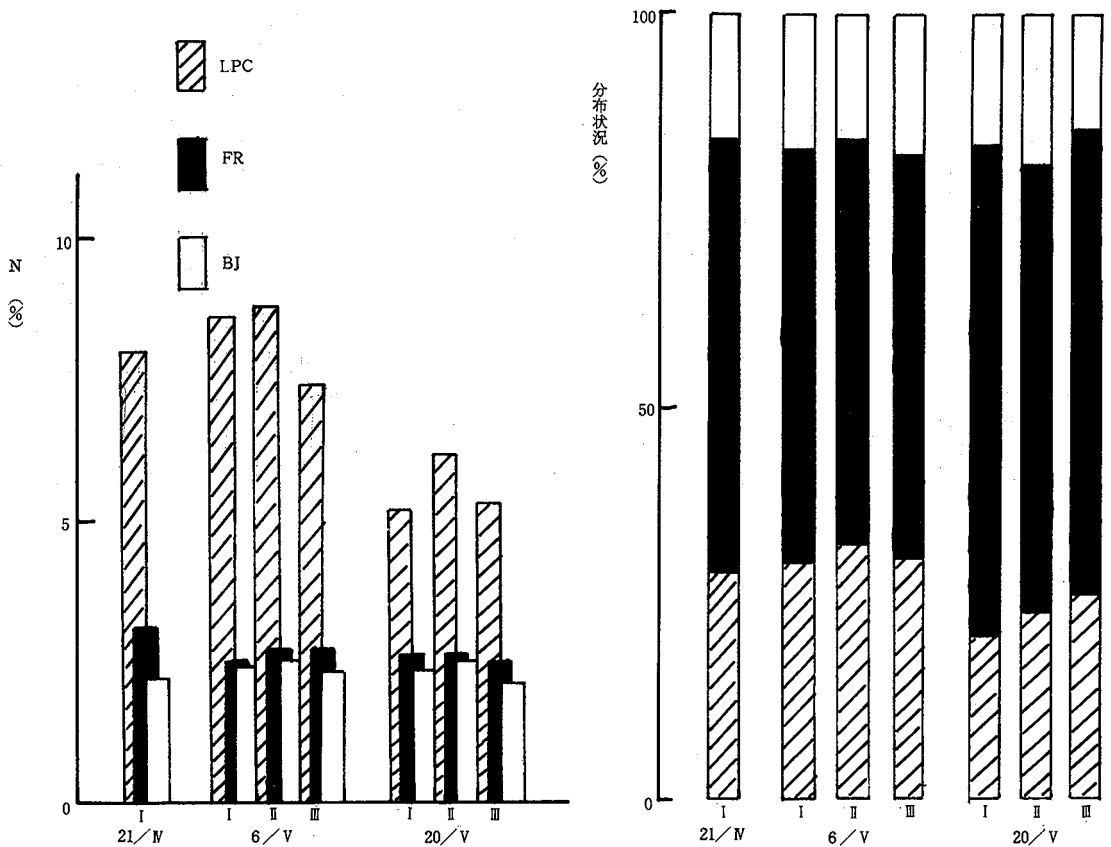
第1表 原材料とFRサイレージの特性並びに分画に伴う成分などの行方

	21/IV	6/V			20/V		
	I	I	II	III	I	II	III
原材料生鮮物							
GJ 搾汁率 (%)	59.4	62.3	63.7	55.7	55.0	60.0	55.1
GJ pH	5.34	5.44	5.43	5.39	5.38	5.38	5.24
LPC (%)	5.9	7.5	10.2	8.9	13.2	9.6	15.4
FR (%)	36.1	35.2	33.6	39.7	38.7	36.7	38.6
BJ (%)	53.4	54.8	53.5	46.8	41.8	50.4	39.7
Loss (%)	4.6	2.5	2.7	4.6	6.3	3.3	6.3
乾物							
LPC (%)	12.3	11.5	11.2	11.2	8.6	8.5	12.4
FR (%)	61.6	58.1	58.0	51.8	51.5	48.3	58.9
BJ (%)	26.1	23.1	20.5	20.7	15.0	16.8	17.4
Loss (%)	0	7.3	10.3	16.3	24.9	26.4	11.3
非構造性炭水化物 (TNC)							
LPC (%)	8.2	10.2	13.0	9.7	11.7	11.4	18.9
FR (%)	20.8	23.9	29.2	24.4	30.4	24.3	31.0
BJ (%)	70.9	65.9	57.7	66.0	44.9	43.4	42.8
Loss (%)	0	0	0	0	13.0	20.9	7.3
窒素 (N)							
LPC (%)	27.4	28.6	27.6	25.1	15.2	16.9	23.4
FR (%)	52.8	41.4	44.0	41.6	46.1	40.3	51.8
BJ (%)	15.5	16.2	14.4	14.5	12.0	13.3	12.9
Loss (%)	4.3	13.8	14.0	18.8	26.7	29.5	11.9
灰分 (Ash)							
LPC (%)	9.8	6.6	8.5	9.4	8.0	5.7	11.9
FR (%)	63.6	66.2	54.4	56.2	43.9	37.0	52.6
BJ (%)	26.6	27.2	24.8	26.1	20.0	23.1	25.2
Loss (%)	0	0	12.3	8.3	28.1	34.2	10.3
FRサイレージ							
pH	3.84	3.82	3.89	3.74	3.79	3.83	3.79
乳酸 (%)	2.91	2.59	2.65	2.83	2.41	2.32	2.47

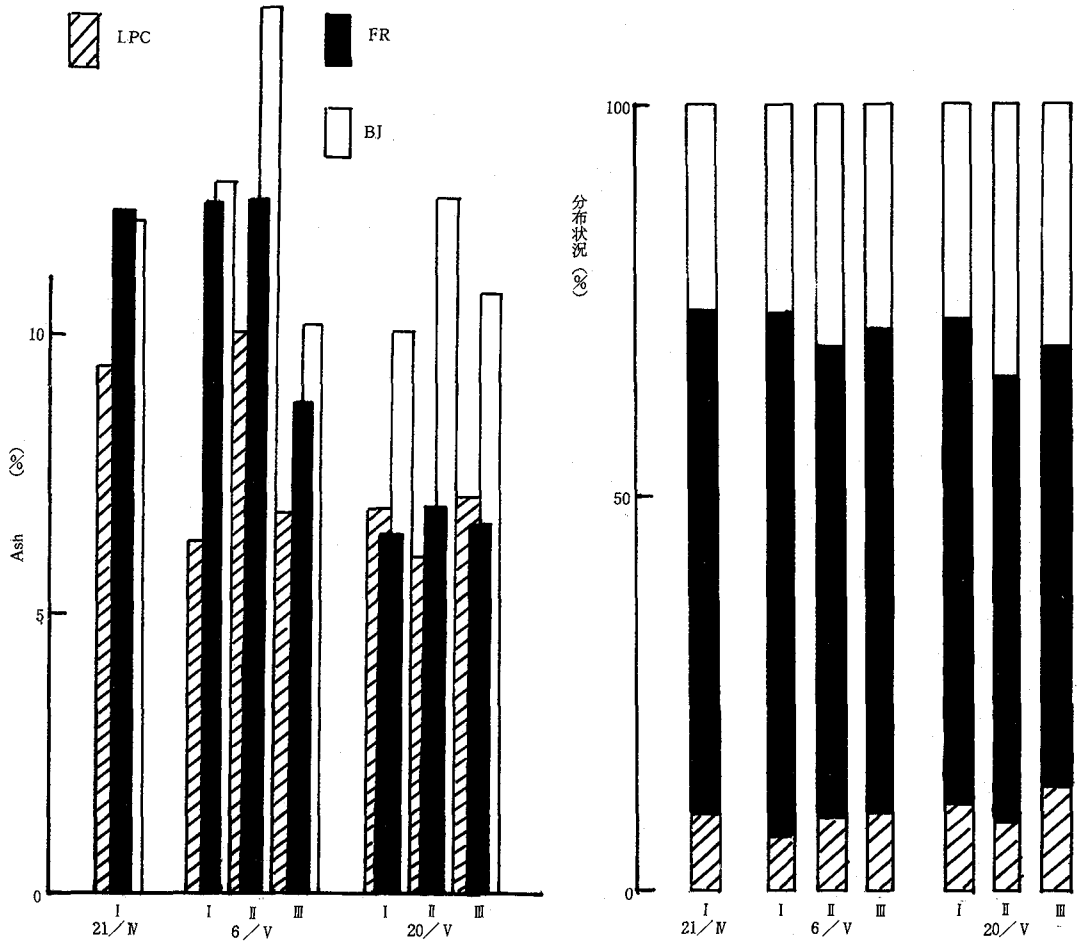
搾汁法並びに緑汁処理法の検討も必要になることが考えられる。一方、残った残液 (BJ) をみると、他の2画分に比して終始、顕著に含有率が高くLPCの3-2倍であった。しかして無施与区と多量施与区が開花終期に一旦低下した後、莢伸長・肥大期に上昇したのに対して、3倍施与したⅢ区では60%の高い値が維持されていた。各期における3画分の分布状況を見ると、LPCとFRを合わせた割合は生育に伴って大となる傾向を示しているが、区間の差には明かな特徴はみられなかった。

窒素含有率の推移をみると、第9図に示すとおり、まずLPCでは他の2画分に比し著しく大であった。また開花期間に高い値が莢の伸長・肥大期に急激に低下したが、3倍施与したⅢ区では低くなるなど、原材料中の窒素含有率を反映していた。これに対してFRとBJではLPCに比して1/3 - 1/2程度で、区間の差は小さく近似していた。3画分の分布状況をみると、LPCとFRを合わせた割合は、生育時期に関係なく80%程度で、このためBJは終始安定していたことになる。なお、莢伸長・肥大期にLPC画分内窒素がFR画分へ移動したことから、作物体中に含有される窒素の有効利用をLPCとFRのいずれを主目的とするかによって採取時期の調整が必要となるものと思われる。また、窒素施与条件を変えて育成しても各画分における窒素含有率の差は表れ難い<sup>(10)</sup>が炭水化物含有率には差異が生じること、さらには原材料としての収量からみると、莢伸長・肥大期が採取の適期で、同時に限界期に近いことが組成分からも確かめられた。

灰分含有率をみると第10図のとおり、LPCでは3画分中やや低い値で推移したが、開花始期に高く、その後は開花終期に標準量施与のⅡ区に高かったことを除けば近似して低下した。FRではⅠ・Ⅱ区が開花始期から終期にかけて高く、その後莢伸長・肥大期には著しく低下してLPCと近似した値となったのに対し、多量施与したⅢ区は、開花終期に既に低下が始まっていた。BJでは開花始期から莢伸長・肥大期にかけて終始高い値が認められた。また、施与した両区を比較すると標準量施与のⅡ区が高く、多量施与したⅢ区ではかえって無施与のⅠ区より低かった。3画分における分布状況をみると、無施与のⅠ区に比して、施与した両区ではBJにおける割合が若干高まる傾向がみられた。従って、施肥により生殖器官発達の盛んな期間に無機質の吸収も旺盛であるが<sup>(7,25)</sup>、これがBJ画分



第9図 各構造画分の窒素 (N) 含有率および分布状況



第10図 各構造画分の灰分 (Ash) 含有率および分布状況

により多く溶出されることを示している。BJ画分におけるこの現象はサイレージ化阻害物質の溶出除去の効果<sup>(15,18)</sup>として重要な意味を持つといえよう。

一方、分画作業中の原材料を細断し、磨砕する過程で蒸散や熱によって水分および変性による乾物や成分の損失は大きい。従って作物の発達に伴い、とくに茎や莢の木化と繊維質割合の増大が、結果として原材料の水分含有率を低下させ損失を増加させる大きな要因となるものと考えられる<sup>(16,17,18,22)</sup>。各成分の損失は第1表のとおり生育に伴い、とくに莢伸長・肥大期に大きくなったが、その程度は炭水化物が最も小さく、ついで窒素、灰分の順に大となった。しかし、多量施与したⅢ区ではこれが若干緩和されていたことは興味深い。

最後に、本実験で得たFRを用いてサイレージを調整したところ第1表に示すとおり、そのpHと乳酸含有率からみていずれも良質なものが得られた<sup>(10,16,18)</sup>。これについてはFR中に乳酸発酵源として必要な炭水化物が施与量に関係なく、十分に、それも極めて均一に保持されていたこと<sup>(9,10,18,22)</sup>がサイレージ調整を阻害する有害成分の除去<sup>(15)</sup>と併せて効果のあったことが十分に考えられる。

以上の諸点から、つぎの事項が指摘できる。即ち、ソラマメに対する施肥量の増加は作物体の発達を促し、分画原材料としての収量増が3倍量施与で十分に期待できる。しかして、原材料中炭水化物の含有率と含有量はいずれも施与量を反映したのに対し、窒素と灰分では乾物増加を介して、その含有量に施与量が強く反映していた。一

方, これを用いて得た各画分の組成分のうち, 炭水化物含有率はBJに終始著しく高く, また施与量により変動した。LPCとFRでは莢伸長・肥大期に高い値となるとともに, 施与量の増加によってLPCでは飼料価値が向上し, FRでは近似してサイレージの調整を容易にした。また, 窒素含有率はLPCで高く, 莢伸長・肥大期に, また多量施与によりかえって低下したが, FRとBJでは常に施与量に関係なく近似していた。さらに, 灰分含有率はBJに終始高いが, LPCとFRは生育に伴って, とくにFRで莢の伸長・肥大期に低下した。

従って, ソラマメを多量施肥して育成し, 莢伸長・肥大期に採取すると, 原材料の成分および各画分収量の増加, LPCの飼料価値の向上, FRのサイレージ利用などに有利となることが確かめられ, 乾燥子実を目的とする栽培法と異なる意義と効果が明かとなった。

## 引用文献

- (1) AHMED, M. B.: The effect of the presence and absence of phosphorus at different periods of growth of *Vicia faba*, *Indian J. agric. Sci.*, **28**, 43-56 (1958).
- (2) 相原四郎: 蚕豆の肥料吸収状態について, 宮城農試報, (25), 31-36 (1959).
- (3) BAINS, K. S.: Effect of applied nutrients on soil fertility, chemical composition, and yield of field beans, *Indian J. Agron.*, **12**, 200-206 (1967).
- (4) COOPER, D. R., HILL-COTTINGHAM, D. G., LLOYD-JONES, C. P.: Absorption and redistribution of nitrogen during growth and development of Field bean, *Vicia faba*, *Physiol. Plant.*, **38**, 313-318 (1976).
- (5) HAMDI, H., TAHA, S., EL-DAMATY, A., EL-SHERIF, A.: The effect of bacterial inoculation and phosphatic fertilization on some legumes in a sandy loam soil of U. A. R., *J. Soil Sci. U. A. R.*, **6**, 1-16 (1966).
- (6) HONG, J. U.: Influence of quality and potash applications on yield, quality and enzyme content of Rye, Barley and Field beans, *Bayer. Landw. Jahrb.*, **37**, 729-734 (1960).
- (7) KOGURE, K., ASANUMA, K., NAKA, J.: Physiological Studies of the Growing Process of Broad Bean Plants. XI Effects of amounts of fertilizer, especially P applications on the growth and the seed production. *Tech. Bull. Fac. Agric., Kagawa Univ.*, **29**, 1-9 (1977).
- (8) -----, WATANABE, K.: Energy flow and distribution through green crop fractionation of Italian ryegrass, *Proc. XV International Grassland Congress*, 837-838 (1985).
- (9) 木暮 秩・渡辺健治: 西南暖地におけるイタリアンライグラスの生育に伴う緑葉蛋白質抽出残渣の特性とサイレージ利用について, 日作四国支部紀事, (26), 23-28 (1989).
- (10) -----・大島光昭: 体構造区分画法による作物の有効利用に関する研究, I. 窒素の施与条件を異にしたソラマメについて, 香川大農学報, **43**, 1-10 (1991).
- (11) 前 忠彦: 葉の生長・老化とRuBisCo, 化学と生物, **23**, 419-421 (1985).
- (12) -----: 葉におけるタンパク質の分解とプロテアーゼ, 土肥誌, **57**, 205-214 (1986).
- (13) McEWEN, J.: Fertilizer nitrogen and growth regulators for Field beans (*Vicia Faba*, L.), I. The effects of seed bed applications of large dressings of fertilizer nitrogen and the residual effects on following winter wheat, *J. agric. Sci.*, **74**, 61-66 (1970).
- (14) 尾形昭逸・河野憲治・安藤忠男: ソルガムの葉蛋白質画分量と光合成量に及ぼす培地窒素濃度の影響, 土肥誌, **55**, 9-14 (1984).
- (15) OHSHIMA, M., OOUCHI, K.: Ensiling characteristics of fibrous residues left after extraction of leaf protein concentrates from Ladino clover, *J. Japan Grassl Sci.*, **25**, 260-268 (1979).
- (16) 大島光昭・木暮 秩: 緑葉蛋白質抽出残渣サイレージの品質に及ぼす要因, 日草誌, **30**, 178-183 (1984).
- (17) -----・-----・河田三徳・横山二郎:

- 緑葉成分分画の原材料作物選択基準に関する実験的研究, 日草誌, **30**, 184-190 (1984).
- (18) -----: 成分分画による緑葉類の高度利用(総説), 日草誌, **32**, 281-294 (1986).
- (19) PERSANOV, V. M., ANDREEVA, T. F.: Effect of the duration of P deficiency on translocation and utilization of assimilates in relation to plant growth and productivity, *Fiziologiya Rast*, **17**, 1175-1181 (1971).
- (20) RICHARDS, J. E., SOPER, P. J.: Effects of N fertilizer on yield, protein content, and symbiotic N fixation of Faba beans, *Agron. J.*, **71**, 807-811 (1979).
- (21) SHATILOV, I. S.: Utilization by *Vicia faba* of P and K from depodzolic soil, *Dokl. mosk. sel'-khoz. Akad. K. A. Timiryazev*, (159), 27-31 (1970).
- (22) 高野信雄・正岡淑邦・荒 智: 牧草類の成分分画による有効利用に関する研究, I. 搾汁率と成分分画およびグラスケーキサイレージの特性, 草地試報, (17), 92-98 (1980).
- (23) 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).
- (24) -----: 同上, 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).
- (25) TAMAKI, K., NAKA, J.: Physiological Studies of the Growing Process of Broad Bean Plants, IV. Effects of N, P, and K nutrients on the growth and chemical components in the various organs, *Tech. Bull. Fac. Agr., Kagawa Univ.*, **23**, 2-10 (1971).
- (26) WILKINSON, J.: Some aspects of phosphate nutrition in the root system of Broad bean (*Vicia faba*), *J. Exp. Bot.*, **7**, 290-295 (1956).
- (27) 吉村修一・正木栄太郎・山崎 治・琴谷 稔: 一寸ソラマメに対するリンサン, カリの施肥量について, 大阪府農林技術センター研究報告, (4), 63-73 (1967).

(1991年5月31日受理)