

体構造区分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

木暮 秩, 大島 光昭*

Studies on Fractionation and Utilization of Structural
Composition of Green CropsI. On the effects of different dressing conditions of
nitrogen for Faba bean plants

Kiyoshi KOGURE and Mitsuaki OHSHIMA

ソラマメの作物体を構成する成分を主に機械的の工程により蛋白質に富む緑葉蛋白濃縮物 (Leaf protein concentrates; LPC) と繊維質残渣 (Fibrous residue; FR), 及び残液 (Brown juice; BJ) に分画して, 有効に利用する方策を検討した。実験には「房州早生」を用い, 圃場に秋播し, 施肥は開花始期に行ったが, 異なる化合形態のアンモニア態 (A) と硝酸態 (N) の各窒素を成分量として 2.1 kg / 10 a の標準量 (A₁, N₁) と 3 倍量 (A₂, N₂) を施与し, 無施与 (C) との 5 条件下で栽培し, 施与当日の 0 日 (開花始期), 15 日目 (開花終期), 30 日目 (莢肥大・子実充実期) の試料につき追究した。

- (1) 作物体の生育は窒素施与により 15 日目には茎は伸長しなかったが, 葉色が増し, 乾物生長がみられた。しかし, その後の生育は抑制・遅延した。
- (2) 無施与の作物体内非構造化炭水化物 (TNC) の含有率は 30 日目に急上昇し, 窒素 (N) の含有率では生育に伴い漸減したのに対し, 窒素施与により若干上昇した。しかして, 単位土地面積当たり両成分収量は TNC では 30 日目に急増し, N では 15 日目から 30 日目にかけて漸増したが, 窒素施与の影響としては小さかった。
- (3) 地上部の搾汁率は 15 日目が大きく区間に差はなかった。各区分の含有率は TNC では BJ で顕著に高く, 30 日目に LPC と FR で上昇したのに対し, N では LPC が 15 日目まで他画分より著しく高く, 以降に低下した。FR と BJ では低く推移したが, FR では一定し, BJ では硝酸態窒素施与区が他に優っていた。
- (4) 分画前の原材料に含まれる両成分の LPC と FR 画分への回収率は TNC では 30 日目で主として FR で 40 % となったのに対し, N では 80-70 % で, ともに FR 画分に大となるとともに, 概して窒素施与により劣る傾向がみられた。
- (5) 生育条件が異なる原材料から得た FR によるサイレージはいずれも品質は良好で区間の差は小さかった。

以上の諸点から, ソラマメを構造区分分画法により含有成分を有効に利用する方策を見い出すとともに施与した窒素の形態及び量を異にしても LPC と FR の収量および品質は本質的には変わらないが, FR のサイレージ品質を向上させることが確かめられた。

*現住所: 名古屋大学農学部

*Present address: Faculty of Agriculture, Nagoya University.

This investigation was undertaken to obtain some information concerning the effects of different dressing conditions of nitrogen fertilizer on the fractionation and utilization of structural composition which are Leaf protein concentrates (LPC), Fibrous residue (FR), and Brown juice (BJ) of faba bean plants, using the variety "Boshu-wase" as material. Fertilizer of nitrogen as Ammonium-N (A) and Nitrate-N (N) were dressed at the start of flowering. Plots were control nothing dressed (C), standard (A_1 , N_1) of nitrogen 2.1 kg/10 a, and three times of standard (A_2 , N_2). Sampling times were 0, 15, and 30 days after dressing which were the start, end of flowering, and the pod-developed, seed-thickening stage, respectively.

The results obtained may be summarized as follows:

(1) Crop growth acceleration was slightly recognized for the degree of leaf colour and dry matter production but not for the stem lengthening within 15 days after dressing. After 30 days, however, the growth of crop plants were retained by dressing.

(2) The contents of total non-structural carbohydrates (TNC) in the crop plants were high at 30th day compared with those of nitrogen (N) at 15th day. However, the total amounts of two components per unit land area became high at 30th day all over the every treatments.

(3) The extraction ratios were high on every treatments at 15th day. The content of TNC was strikingly high in BJ throughout three stages, and it became high with good approximation with LPC and FR in particular at late stage. However, N content was lowered with the growth progressed and markedly high in LPC, but were low in other fractions; the values were constant in FR and considerably high in BJ.

(4) As for the yield obtained from raw materials, it was close 40 % in TNC with a very large bulk of FR and small LPC at 30th day. It was almost 80-70 % in N of the some trend of TNC among FR and LPC which became low at 30th day with nitrogen dressing.

(5) The quality of silage prepared from FR was all very good alike with many raw materials of having different characteristics.

Judging from the results, it is concluded that Faba bean plants are usable for fractionation and utilization of structural composition and that despite of the different nitrogen dressing conditions do not affect directly to the quantity and quality of the LPC and FR, give the guarantee the quality of FR silage.

結 言

近来、主として栄養生長期の草を原材料として、機械的工工程(破碎・圧搾)により蛋白質に富む緑汁(Green juice; GJ)と、繊維質残渣(Fibrous residue; FR)に分離し、GJを主として熱処理後、凝固蛋白質濃縮物(Leaf protein concentrates; LPC)と残液(Brown juice; BJ)に分画し、作物体内に含有している成分を高度に利用しようとする試みが、Pirieによる報告⁽¹⁵⁾以来、各国で進められている^(4,7,14,17,18)。

LPCは食品として、すでに開発途上国の子供達に対して一定の成果を挙げているが、食品安全上の問題が、草臭・緑色の除去処理による白色LPCの開発とからんで研究中であり、近い将来の世界における人口増加への蛋白質不足対策として成果が待たれる。しかし、当面は、豚・鶏などの単胃家畜に対して利用効率が高く⁽²⁵⁾、また牛や羊などの複胃家畜にも副飼料として利用が期待される。他方、FRにはかなりの糖質・蛋白質が残っていることから、そのまま、あるいはサイレージや乾草などに加工して主として複胃家畜へ供与しようとする研究も進んでいる^(4,7,8,13)。また、BJ

についてはアミノ酸・糖質・無機質に富むことから、飼料、肥料および酵母培養源などへの利用方法も徐々に開発されてきている⁽¹⁴⁾。

しかしながら、これら一連の分画成分の高度有効利用法の確立と、総合した経済的採算の目途が立たなければ、定着出来るものではない、といったのが現状である。しかし、以上の分画の工程から原材料をみると、飼料作物や各種の作物、さらには、自然草をも対象と考えられるなど、将来に向けて検討を要する重要な課題である。

一方、今日の日本における農業事情をみると、これらの事業の実施に対して、原材料を夏に得ようとするとうもろこしや大豆はもちろんだが、転作特定作物との競合が考えられるが、なお若干の遊休地がある。また冬作物にこれを求めることは、この期間における農業気候資源の利用はもちろん、耕地の利用率向上、さらには地力の維持・増強面からみてもその可能性と効果は著しく大きいものと考えられる。

以上の諸点から、暖地において秋から翌春に至る期間に本事業の目的に沿う原材料作物の選定は重要となろう。そこで、冬作物の一つとして、暖地に栽培されるマメ科作物のソラマメにつき検討しようとして、一連の研究を行うものであり、本実験では、まず施与窒素の形態およびその量を異にして追究したものである。

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、香川大学農学部夏作水稲跡地で栽培したが、終始やや多湿の状態であった。圃場は耕起後東西畦とし条間36 cm、株間18 cmとして10月31日に2粒播の密植条件⁽²²⁾とした。一方、施肥は開花始期の4月15日に畦上に散布した。即ち、窒素の成分量2.1 kg/10 aとしてその形態をアンモニア態窒素(A)と硝酸態窒素(N)をそれぞれ硫酸アンモニアおよび硝酸加里で標準量として施与したA₁区、N₁区、これの3倍量としてA₂区、N₂区とし、無施与の対照C区の計5区を設置した。なお、加里の施与については各区が均一になるようにし、リン酸については既報⁽⁶⁾の結果を考慮し3要素間のバランスをとった。

試料の採取は開花始期の4月16日と約半月ごとの4月30日(開花終期)および5月14日(莢・肥大子実充実期)の3回行った。まず作物体の一般的調査及び分析試料の採取には5-8個体を掘取り、調査後常法により各器官に分別し乾燥し粉碎した。

一方、構造区分の分画は、一定面積より地上部を5 cmの高さで刈取り、生重を測定後直ちに3-5 cmに細断し、パルプファイナーで磨砕し、圧搾器で30 kg/cm²下で圧搾して緑汁(Green juice; GJ)と繊維質残渣(Fibrous residue; FR)に分離した。次いで緑汁は70-80 °Cで蛋白質画分(Leaf protein concentrates; LPC)を熱凝固させ水溶性画分(Brown juice; BJ)とをブフナーロートにより分離し、計3画分を得た。

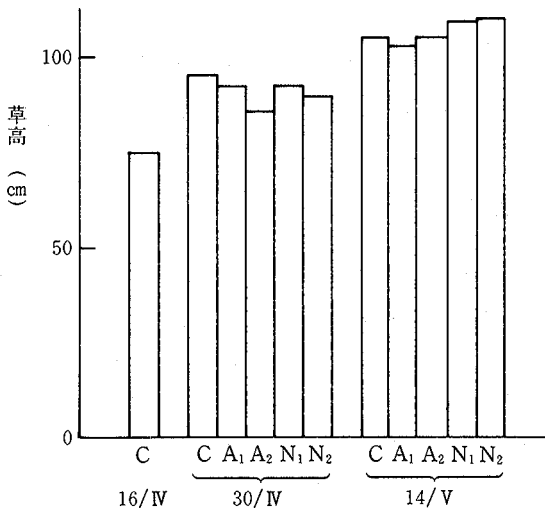
各画分は乾燥して乾物率を求めるとともにこれらを粉碎して分析に供した。分析に際しては炭水化物はWeinmann変法により、Total non-constrictive carbohydrate; TNCを抽出し、Shaffer-Somogyi・Heinz & Murneek法により、また窒素は元素分析法(CHNコーダー)により測定した。

また、FRは800 ml容の広口瓶を用い、500 gを密に詰め込み、発生ガスを嫌氣的発酵管を通して放出させ、暗室内室温下でサイレージを調整し、3か月後に取り出して調査した。

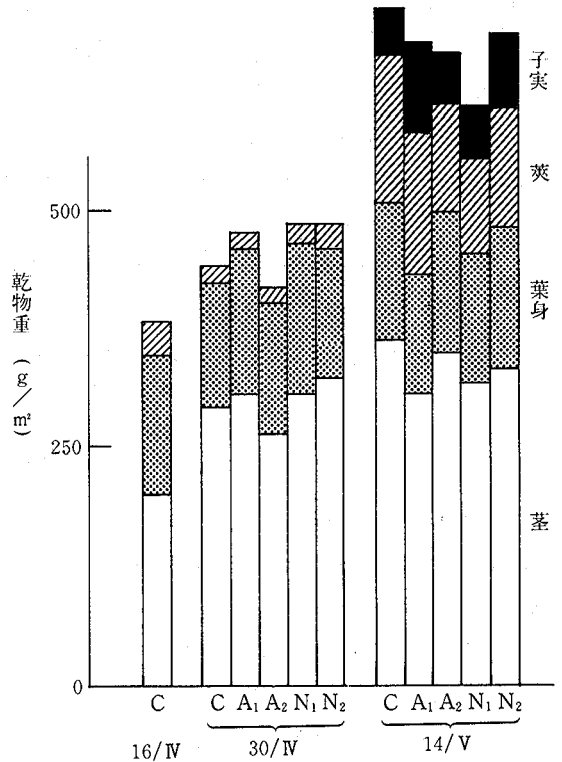
結果及び考察

始めにわが国西南暖地における秋播ソラマメの一般的生育状況を述べると、発芽後幼植物は分枝と地下部の発達が見られるが、地上部のそれは極めて小さい。次いで翌春、各分枝の伸長・発達が顕著にみられ同時に各茎の6-7節位

に花芽が分化する。従って開花始期には作物体は極めて小さく完熟期の1/2にも達していない。このため、開花・結実の生殖生長は栄養生長と並行することになるが、本質的には無限伸育的特性をもつ作物である⁽²⁰⁾。



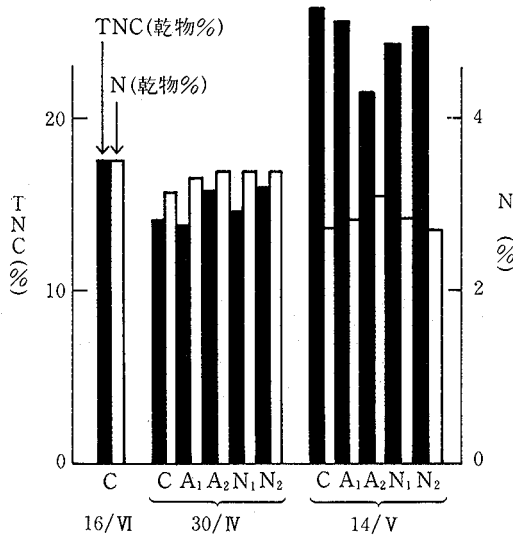
第1図 草高の変化



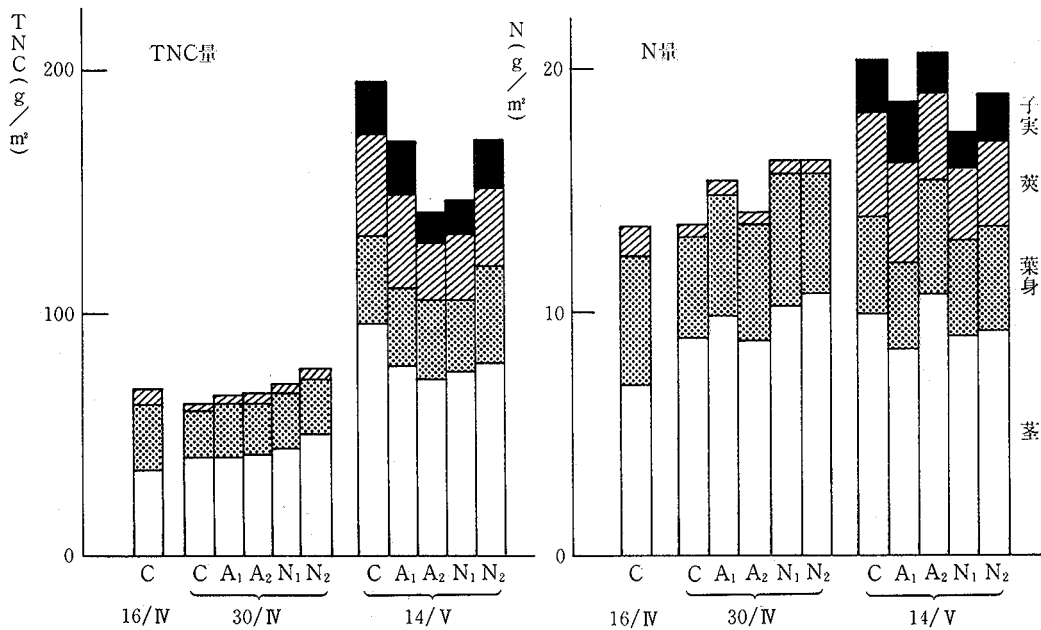
第2図 乾物重の変化

本実験に施肥した開花始期には根粒もかなり着生し活動していたと思われるが、施肥15日目の4月30日には各茎の伸長は殆どみられなかったが、葉色が上昇するなど対照のC区とは異なっていた。なお、アンモニア態窒素3倍施与のA₂区を除き乾物生長は窒素施与により大となっていた。しかしその後15日間の栄養器官では乾物の増加は対照区に劣っていたが、これは地下部において著しかった。これに対して、各施肥区は生殖器官、とくに子実の発達がかえって対照区に優っていた。これは葉色の増加と葉の寿命の延長とあいまって生育期間を約10日間延長させ、子実収量及び収穫指数を上昇させたものと推察される。しかして地下部からの窒素成分の直接的多量吸収⁽¹⁾とその子実への直接的寄与も充分考えられることから、ダイズとは異なる子実蛋白質の合成過程⁽⁵⁾、さらにはソラマメ子実は約1/2が炭水化物を含むこと^(20,21)など田中ら^(23,24)が菜豆で示したものと類似していると思われる興味深い(第1, 2図参照)。

開花始期より3回にわたる分画原料用地上部の作物体内成分含有率の推移をみると第3図のとおり、まず対照区ではTNCは施肥15日目には乾物重の増加と関連して開花始期に比して一旦低下したが、30日目にいたる15日間で作物体の伸長の鈍化に伴い光合成産物の茎への一時的蓄積^(20,21)、さらに子実へ移動した成分とも相まって顕著に上昇していた。これに対して窒素(N)では明らかに生育に伴って低下していることが分かる^(20,21)。一方、施肥区における両成分含有率を対照区と対比すると、TNCでは15日及び30日目とも一定の傾向がみられず、概して近似或は低下していたのに対して、Nでは施肥により15日目では明らかに、30日目においても僅かに対照区に優る傾向が認められた。



第3図 作物体内 TNC および N 含有率の変化



第4図 分画原材料の成分含有量と各器官内分布状況の変化

そこで第4図に1 m²当たり分画原材料の両成分収量をみると、TNCでは15日目からの半月間で茎と莢・子実内含有率を反映して約2倍となっていたが、施肥による影響としては15日目では対照区に若干優り、30日目ではかなり劣っていた。これに対してNでは含有率が若干低下する程度に留まったためTNCとは異なり15日目からの半月間の増加は小さく、さらにN施与による影響については15日目では茎が、30日目では莢・子実が関与して対照にやや優るか、近似する状態であった。いずれにしても窒素の形態及び施与量の影響は明らかでなかった。

ソラマメにおける窒素の需要については秋播或は春播栽培を通じた多くの研究で、その最大需要期が莢及び子実の

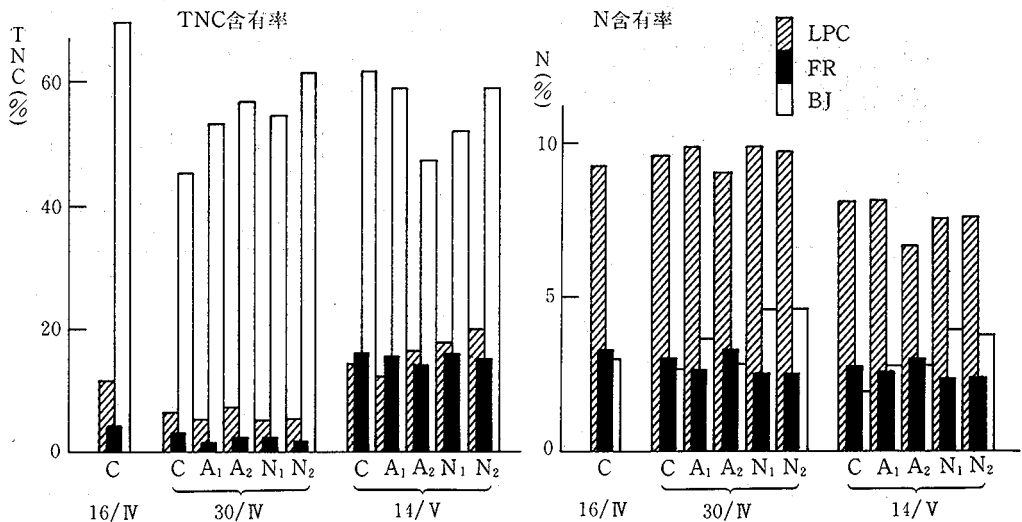
発達期であって⁽¹⁾、この間の根粒活動への光合成産物の供給と競合が考えられる。ソラマメについて Andrews et al⁽²⁾ は温度条件によって施与窒素の形態による炭素・窒素代謝が異なることを示し、また施与窒素の化合形態とその量は他の諸要因と関連して、作物体の生育に及ぼす影響が異なることが報告されている^(6,9,10,16,19,27)。従って施与した窒素の作物体内における生理的動向については根粒活動と関連して⁽²⁶⁾ 一層の検討が必要となろう。

また、本実験で施与した窒素、とくに化合形態を異にした場合、如何なる過程で葉緑体蛋白質或は細胞質蛋白質に取り込まれるかの検討も必要であり、この点、尾形ら⁽¹¹⁾がソルガムについての結果は示唆に富むものといえよう。

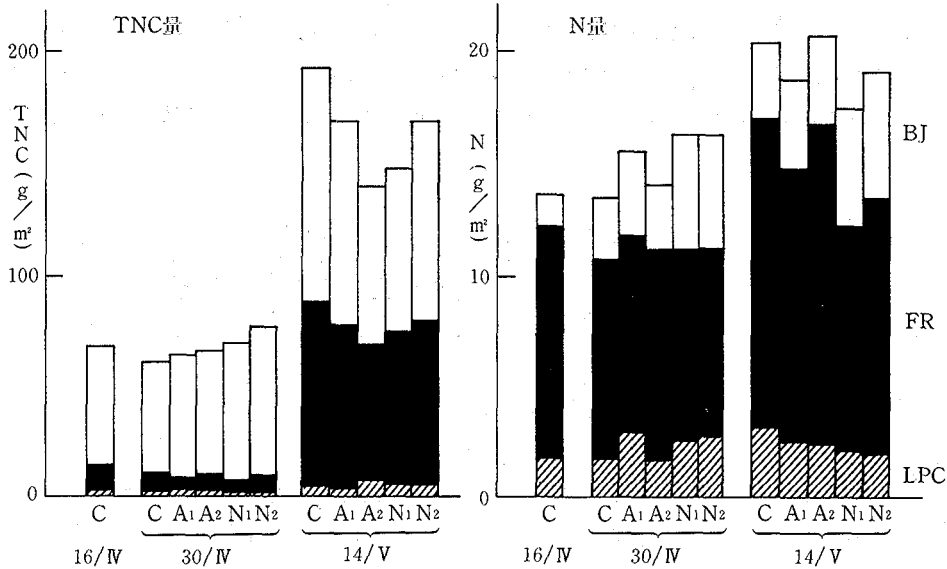
第1表 搾汁の状況と汁液画分中灰分率

		搾汁率%	搾汁 pH	汁液灰分%
16/IV	C	67.0	—	11.8
30/IV	C	69.5	5.10	10.8
	A ₁	69.9	5.26	13.6
	A ₂	67.5	4.92	17.0
	N ₁	69.2	5.21	10.0
	N ₂	68.5	5.30	11.4
14/V	C	61.6	5.28	11.0
	A ₁	61.6	5.18	12.1
	A ₂	60.0	5.07	14.4
	N ₁	61.7	5.19	12.5
	N ₂	62.1	5.16	13.4

次にこれらの原材料より分画して得た各構造画分について、まず、搾汁の状況とその特性を第1表でみると、作物体の生育に伴い、とくに莢の肥大及び子実の充実期になると、搾汁率は低下したが、そのpH値では対照と窒素施与した各区とに大差はなく、さらに搾汁中の灰分率は対照区に比して窒素施与、とくにアンモニア態窒素で若干高い傾向が認められた。



第5図 各構造画分における両成分含有率(乾物%)



第6図 分画した各構造画分における両成分含有量

両成分の含有率をみると第5図のとおり、まず炭水化物ではBJに極めて多く含まれ、搾汁率と併せ考えると大きい部分が失われるものとみられる。これに対してLPC及びFRの含有率は低く、15日目の開花終期では前者が、30日目の莢肥大・子実充実期では両者が近似して20%程度となるが、これは作物体の生育と直接関連したもので施与窒素との関連は小さい。

一方、窒素ではLPCの画分に開花始期及び開花終期には近似して顕著に高く、さらに窒素施与によりアンモニア態を除いて若干高くなり、30日目には子実の充実と関連して低下していた。しかし、前述した通り炭水化物が含まれるようになることからみると、純LPCとしてよりも成分的にはバランスのとれたLPCとして、家畜、さらには将来の人類に対して栄養面からかえって良好で考慮すべき結果となったとも思われる。これに対してFRでは各採取時の各区が2-3%を保持していたことは飼料的利用面からは特筆すべき結果といえよう^(8,13)。しかしBJについてはかなり残留していたこと、とくに硝酸態窒素施与区において多く溶出したことが特徴的で、炭水化物と同様、この画分の有効利用は極めて重要となろう。

第6図に原材料の炭水化物と窒素の両成分量が各構造画分に如何に分布したかを1m²当りで示した。まず、炭水化物では開花終期までは大部分がBJに溶出してLPCとFR画分に回収されたのは極めて小さく、子実充実期に至って40%程度となった。しかも、その大部分はFRにあることが分かり、これがFRをサイレージとして利用する際の量からみた点および乳酸発酵源として意義が大きいものと考えられる。

これに対して窒素ではLPCとFRにおける回収率は開花始期は85%、開花終期と子実充実期には近似して80-70%と高く、とくにFRに大となった。しかし30日目にはLPCにおける回収率が、窒素施与により低下する傾向が認められた。

最後に、このようにして得たLPCは育雛実験によると、他の多くの草材料を用いて得た場合と同様に第1制限アミノ酸要素としてのメチオンを添加補足することにより、飼料効率はカゼイン添加と同様になることからみると、将来の人類への蛋白質食糧としての位置も充分考慮に値しよう^(4,14)。

一方、FRを用いてサイレージを調整したところ第2表に示すとおり品質が得られた。即ち、対照区と窒素施与の

各区はいずれも pH 値が低く、良質なものが得られた。なお、乳酸含有率は若干低かったが、これについては搾汁することにより、サイレージ調整過程における阻害物質が、BJ 中に溶出除去されること⁽¹²⁾、さらには得られた FR に乳酸発酵源として必要な炭水化物がかなり多くまた均質に残存するため、従来、サイレージ原料として、とくに若い草や作物体、あるいは多窒素施与条件下で栽培した原材料を用いた場合におけるサイレージ調整の困難性を克服できるものと思われる。

第2表 残渣 (FR) サイレージの品質

		水分% FW	PH	全窒素%FW	乳酸%FW	酢酸%FW
16/IV	C	77.0	3.65	0.75	1.26	0.27
30/IV	C	69.0	3.75	0.83	1.51	0.48
	A ₁	69.5	3.75	0.76	1.39	0.42
	A ₂	68.8	3.64	0.92	1.71	0.41
	N ₁	69.2	3.71	0.79	1.59	0.36
	N ₂	69.2	3.70	0.73	1.65	0.35
14/V	C	68.8	3.71	0.72	1.58	0.45
	A ₁	68.8	3.68	0.74	1.50	0.47
	A ₂	69.3	3.66	0.82	1.54	0.54
	N ₁	69.2	3.72	0.73	1.51	0.49
	N ₂	68.7	3.72	0.76	1.64	0.51

従って、今後は BJ に溶出する原材料成分の 60% 程度の炭水化物はもちろん、20% 程度の窒素の他多くのビタミン類、さらには原材料中の大部分を占める無機成分の利用について検討が必要となろう。事実、BJ を液体肥料としてはもちろん、単細胞蛋白質製造資源としての研究も始められている⁽¹⁴⁾。

世界における将来を展望した人口増と、食糧生産・生産環境悪化の事情からみると、わが国における冬季の恵まれた農業気候資源を用いて冬作物を作付けることは、世界に対する極めて重要な責務と考える。一方、冬作物としてソラマメをみると、子実充実の途中における刈取り利用は本来的には変則であるが、近年の夏作水稲の作付が次第に早まり、各種冬作物の収穫期と重複する事態を考えると、作物体全体がもつ成分を総合されたものとして、構造区分に分画して利用する対象として本作物は一つの位置が得られるものと思われる。

しかしながら作物体のこのような迂回利用については、その分画に係るエネルギーおよび完全利用面からみると未だ多くの問題を含んでいる。しかし、既に FR への利用は家畜が生草を利用するのに比して、反すう時間の短縮、消化に伴うエネルギーの節約など多くの利点が指摘されている⁽³⁾。また多くの家畜類が生草類を利用する場合、飼料成分、とくに窒素のかなりの部分が不消化のまま排泄されることを考えると、FR の窒素成分含有率が殆ど完全消化できる程度であること、さらに BJ にサイレージ調整上の阻害物質の溶出除去⁽¹²⁾ 効果をもつことを併せ考えると大きな意義を持つといえよう。今後、BJ における有効利用、LPC からの白色 LPC の抽出など、多くの点で検討が急がれる。従って本実験の結果は冬作物としてのソラマメの総合的利用の基礎資料となるものと思われ。

引用文献

- | | |
|--|---|
| <p>(1) 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)。</p> <p>(2) ANDREWS, M., MAC FARLANE, J. J. and SPRENT,</p> | <p>J. I.: Carbon and Nitrogen Assimilation by <i>Vicia faba</i> L. at Low Temperature: the importance of concentration and form of Applied-N,</p> |
|--|---|

- Ann. Bot.*, 56, 651-658 (1985).
- (3) FUJIHARA, T. and OHSHIMA, M.: The Food Value of Ensiled Fibrous Residue left after the Extraction of Broad bean (*Vicia faba* L.) Leaf Protein in Sheep, *J. Japan. Grassl. Sci.*, 28, 209-216 (1982).
 - (4) 堀米隆男: 緑葉蛋白質に関する最近の研究(総説) 日畜会報, 53, 1-13 (1982).
 - (5) 石塚潤爾: 北海道の大豆の生育および子実たんばくの生成における可溶性窒素成分の栄養生理学的意義, 北農試研報, 101, 51-121 (1972).
 - (6) KOGURE, K., ASANUMA, K. and 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. Agri., Kagawa Univ.*, 29, 1-9 (1977).
 - (7) KOGURE, K. and WATANABE, K.: Energy Flow and Distribution through Green Crop Fractionation of Italianryegrass, *Proc. XV International Grassland Congress*, 837-838 (1985).
 - (8) 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).
 - (9) McEWEN, J.: Fertilizer Nitrogen and Growth Regulators for Field Beans (*Vicia faba* L.) II The effects of large dressings of fertilizer nitrogen, single and split applications and growth regulators, *J. agric. Sci.*, 74, 67-72 (1970)
 - (10) McEWEN, J., SALT, G. A. and HORNBY, D.: The Effects of Dazomet and Fertilizer Nitrogen on Field Beans (*Vicia faba* L.), *J. agric. Sci.*, 80, 105-110 (1973).
 - (11) 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, 日土肥誌, 55, 9-14 (1984).
 - (12) OHSHIMA, M. and OUCHI, K.: Ensiling Characteristics of Fibrous Residues left after Extraction of Leaf Protein Concentrates from Ladino Clover, *J. Japan. Grassl. Sci.*, 25, 260-268 (1979).
 - (13) 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).
 - (14) 大島光昭: 成分分画による緑葉類の高度利用(総説), 日草誌, 32, 281-294 (1986).
 - (15) PIRIE, A.: Leaf Protein; Its Agronomy, Preparation, Quality and Use, Blackwell Scientific Pub., Oxford, 138-142 (1971).
 - (16) RICHARDS, J. E. and SOPER, P. J.: Effect of N Fertilizer on Yield, Protein Content, and Symbiotic N Fixation of Faba Beans, *Agron. J.*, 71, 807-811 (1979).
 - (17) 佐藤純一: アメリカにおける牧草類の成分分画に関する研究, (1), 農業技術, 35, 207-208 (1980).
 - (18) 佐藤純一: 同上(2), 農業技術, 35, 295-297 (1980).
 - (19) SUTHERLAND, J. M., ANDREWS, M., McINROY, S. and SPRENT, J. I.: The Distribution of Nitrate Assimilation between Root and Shoot in *Vicia faba* L., *Ann. Bot.*, 56, 259-265 (1985).
 - (20) 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).
 - (21) 玉置 秩・中 潤三郎: 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).
 - (22) TAMAKI, K., ASANUMA, K. and NAKA, J.: Physiological Studies of the Growing Process of Broad Bean Plants, VII Effects of plant density on the growth and the seed production, *Tech. Bull. Fac. Agri., Kagawa Univ.*, 25, 1-11 (1973).
 - (23) 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, 日土肥誌, 46, 157-166 (1975).
 - (24) 田中 明・藤田耕之輔・菊池清子: 同上 (第2報) 矮性種および半蔓性種の生育過程, 日土肥誌, 47, 499-505 (1976).
 - (25) UEDA, H. and OHSHIMA, M.: Nutritive Evaluation of Leaf Protein Concentrates made from Different Crops in Chicks, *Jap. Poultry Sci.*, 20, 284-293 (1983).
 - (26) de VISSER R.: Efficiency of Respiration and Energy Requirements of N Assimilation in Roots of *Pisum sativum*, *Physiol. Plant.*, 65,

209-218 (1985).

(27) WITTY, J. F., ROUGHLEY, R. J. and DAY, J. M.:

Reduction of Yield of *Vicia faba* by Foliar

Fertilization during the Seed Filling Period, *J.*

agric. Sci., **94**, 741-743 (1980).

(1990年10月31日受理)