

## アカクロバおよびアルファルファにおける 貯蔵炭水化物と根の比重との関係

村上 馨・堀川 洋・山谷 昭一・嶋田 徹

(帯広畜産大学草地生産学教室)

1978年11月30日受理

### Relation between Carbohydrate Reserves and Specific Gravity of Roots in Red Clover and Alfalfa

Kaoru MURAKAMI\*, Yoh HORIKAWA\*, Shoh-ich YAMATANI\*  
and Tohru SHIMADA\*

貯蔵炭水化物は短年生および永年生牧草の栄養器官に蓄積される主要な貯蔵エネルギー源であり、秋期におけるその多少は越冬性の良否や翌春の収量と密接な関係がある<sup>1,2,6,9)</sup>。また、生育期間全般を通して貯蔵炭水化物が高い水準に維持されている草種、品種は、永続性が優れている傾向がある<sup>3,5)</sup>。

貯蔵炭水化物の中で植物が実際に利用可能である成分は、セルロース、ヘミセルロースなどを除いた、全非構造化炭水化物 (Total Nonstructural Carbohydrate; TNC) である<sup>10)</sup>。したがって、牧草の永続性の研究には TNC 含量の把握が必要とされるが、現在一般に行われている TNC 分析法では、TNC を酵素あるいは酸により分離した後、その還元力を測定する<sup>14)</sup>。しかし、分析に際しては操作が複雑なために多くの時間と労力を要するので、遺伝育種の研究において多数の個体を扱う場合には、その測定は膨大な作業量となる。このようなことから、TNC 含量の簡便で迅速な推定法の確立が望まれる。アルファルファにおいて、西川<sup>11)</sup>は、よう素呈色による簡易観察法を報告しているが、この方法ではデータの定量化は困難である。

本実験は、アカクロバおよびアルファルファにおける根部および冠部の TNC 含量の推定に比重 (乾物重/生体時の体積) の利用が可能かどうかについて検討を加えたものである。

#### 材料および方法

供試草種はアカクロバ (品種サッポロ) およびアルファルファ (品種 Du Puits) である。1975 年および '76 年に播種したそれらの生育 2 年次および 3 年次植物を材料とした。調査

\* Laboratory of Grassland Production Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, Japan.

は1977年6月から11月にかけて、約2~3週間ごとに行った。各調査時に、草種、生育年次ごとに5個体掘取り、水洗後、根部を上部12cmに切り、生体時の体積を測定した。その後、100℃ 4時間、60℃ 48時間の通風乾燥を行い、恒量となった後に秤量した。その後、それらを粉砕し、TNCの分析に供した。

なお、本実験では根部および冠部の比重を(乾物重/生体時の体積)により表示した。TNCの抽出はWEINMMAN変法により、また還元力の測定はSHAEFFER-SOMOGYI滴定法により行った。

### 結果および考察

#### 1. TNC含有率および比重の推移

根部および冠部の全非構造性炭水化物(TNC)および比重の季節的推移を、第1図にはアカローバ、第2図にはアルファルファについて示した。

第1図および第2図から明らかなように、TNC含有率と比重の季節的推移は、極めて類

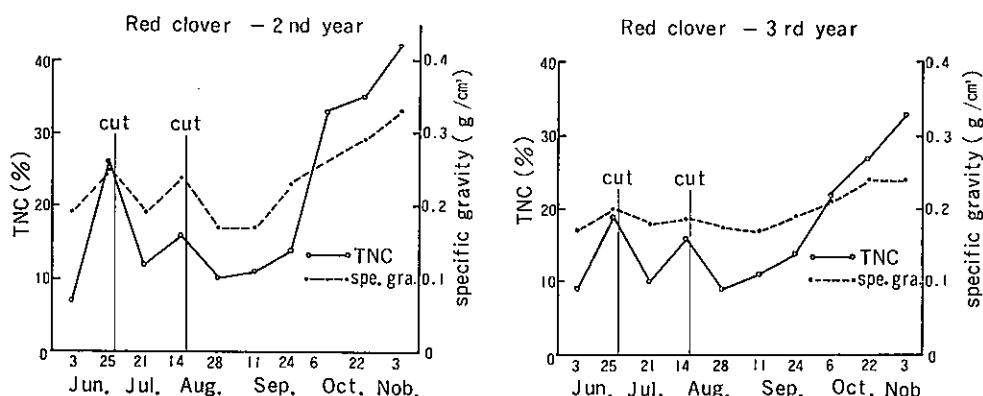


Fig. 1 The trend of TNC content and specific gravity on 2nd and 3rd year red clover plants.

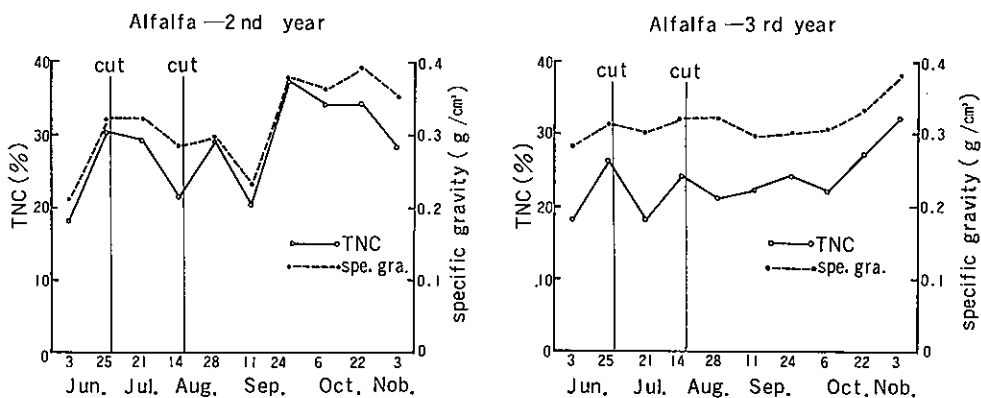


Fig. 2 The trend of TNC content and specific gravity on 2nd and 3rd year alfalfa plants.

似していた。したがって、ここでは TNC 含有率についてのみ述べる。

TNC 含有率に関して 2 草種に共通した傾向は、越冬後地上部の生育に伴い増加し、地上部の刈取りによって 2~3 週間減少を続け、その後漸次増加する。秋から初冬にかけて TNC 含有率は急激な増加を示し、夏期における水準を大幅に上回った。しかし、アルファルファの 2 年次植物では、これらの動きとは若干異なったが、これはサンプル数が少なかったことによる誤差と考えられる。刈取りによる TNC 含有率の変化は、刈取り後には根中貯蔵炭水化物が新葉部の光合成素材および呼吸基質として消費され、地上部が独立生長を開始し十分な光合成が行われると、根への養分の再蓄積が行われることを示している<sup>12)</sup>。喜多、新関<sup>7)</sup>は、アルファルファの刈取試験において品種のいかんにかかわらず、刈取り後約 2 週間で根中全有効炭水化物が最低含有率に達することを明らかにしている。

両草種とも生育年次の少ない 2 年次植物は 3 年次植物に比較して、刈取りによる減少割合が大きかった。これは、若い個体の方が物質代謝が活発なことを示唆している。一般に北海道の圃場条件下では、経済的収量生産をなしうる生存年限はアカクローバでは 3 年、アルファルファでは 7 年ぐらいであるが、そのことが TAC の消費と蓄積の関係に反映しているものと考えられる。また、アルファルファにおいては、再生初期の依存生長時に多くの貯蔵炭水化物を消費する品種は再生後の独立生長時の再蓄積量が多い傾向がある<sup>8)</sup>。

TNC 含有率の草種による差異についてみると、9 月中旬の生育期間において、アカクローバでは約 10~20% であるのに対して、アルファルファでは約 20~30% の高水準を維持していた。同様の結果は、BURA, R. J. and D. SMITH<sup>1)</sup>, SMITH, D.<sup>13)</sup> らにより明らかにされている。越冬前の急激な養分蓄積開始時期は、2 年次植物においてアカクローバでは 10 月初旬、アルファルファでは 9 月下旬に観察された。JUNG, G. A. and D. SMITH<sup>4)</sup> は、アルファルファはアカクローバに比べて地温の変化により敏感な反応を示すことを見出した。したがって、アルファルファは休眠体勢に入るのが早く、しかも春先の休眠打破が遅いことが、凍害あるいは病気を回避するのに重要な役割をはたしているものと推察した。

越冬期間中における TNC 含有率の草種間差異については、本実験で明らかにできなかったが、アルファルファがアカクローバより耐冬性が優れている一因として、アルファルファが冬期間高 TNC 含量を維持していることも関与しているであろう<sup>1)</sup>。

## 2. TNC 含有率と比重の関係

根中貯蔵養分の含量が高い個体、品種および草種ほど永続性あるいは越冬性が優れていることが明らかにされている<sup>3,14)</sup>。これらの特性に関する育種において、選抜に際して多数の個体を扱わなければならないが、現行の化学分析の手法は複雑であり、多くの時間と労力を要する。このようなことから、植物にとってのエネルギー源である TNC 含量の簡便な推定法がぜひとも必要とされる。

Table 1. Linear relationship and coefficient of correlation between TNC (Y) and specific gravity (X) of roots in red clover and alfalfa.

species	red clover		alfalfa	
years of plants	linear regression equation	coefficient of correlation	linear regression equation	coefficient of correlation
2nd year	$Y=2.10 X-27.62$	0.941**	$Y=0.99 X-2.88$	0.922**
3rd year	$Y=3.01 X-42.30$	0.964**	$Y=1.31 X-17.73$	0.851**
including two years	$Y=1.85 X-20.60$	0.922**	$Y=1.28 X-14.34$	0.811**

\*\* Significant at the 1% level.

ここでは、TNC の分析値と比較的容易に測定されうる根の比重との関係について検討する。既述したごとく、第1図および第2図からも明らかなように、TAC 含有率と比重とはほぼ平行的な関係があった。

第1表には両変量に関する回帰式と相関係数を示した。アカクロバ、アルファルファともに、生育年次ごと、また生育年次をこみにして推定した場合にも、いずれも1%水準で有意な相互関係が得られた。しかし、両草種ともに生育年次別に推定した方が、年次をこみにした場合よりも高い値を示した。このことは、生育年次の経過に伴う根の形態的および生理的差異に起因するものと考えられる。

本実験では、比重を(乾物重/生体時の体積)として表示したが、これは根重の測定に際して気象条件あるいは測定中の誤差をできるだけ減少させることを考慮に入れたからである。実際的には、個体を生存させたままの状態では比重の測定を行い、有望な個体を選抜することが必要である。したがって、乾物率をあらかじめ計測しておくなり、生体のままで扱う場合の調査方法に一定の基準を設定するなどの条件を整えたならば、TNC 含有率の指標として比重を用いることは有効であろう。

## 摘 要

豇科牧草において根中貯蔵炭水化物は、刈取り後の再生あるいは越冬期間の生存に重要な役割を任うが、その時実際に利用されるエネルギー源は非構造的炭水化物(TNC)である。しかし、TNC の分析には多くの時間と労力を要するので、育種における個体選抜など、多数の試料を扱う場合には簡便な推定方法が要望される。

本実験は、アカクロバおよびアルファルファの根中 TNC 含有率の推定に比重(乾物重/生体時の体積)の利用が可能かどうかを検討したものである。調査は6月から11月まで2~3週間ごとに行った。

両草種において、生育期間を通してみた TNC 含有率と比重の間には高い相関関係が認められた。しかし、それらの間には生育経過年数による差異が存在した。すなわち、アカクロバについて2年次植物では  $r=0.941^{**}$ 、3年次植物では  $r=0.964^{**}$ 、またアルファルファに

についてはそれぞれ  $r=0.922^{**}$ ,  $r=0.851^{**}$  であった。このように、生育年次による差異が認められるので、この点についてあらかじめ考慮し、推定式を使用するならば、TNC 含有率の指標として比重を用いることは有効であろうと考えられる。

## 謝 辞

本実験を遂行するにあたり、本学草地利用学研究室岡本明治氏には、貴重な御指導と御便宜を賜った。記して深甚なる謝意を表します。

## 引用文献

- 1) BULA, R. J. and D. SMITH, Agron. J., 46: 397-401 (1954).
- 2) FELTNER, K. C. and M. A. MASSENGALE, Crop Sci., 5: 585-588 (1965).
- 3) HUNGELFORD, W. E., Crop Sci., 14: 783-787 (1974).
- 4) JUNG, G. A. and D. SMITH, Agron. J., 53: 359-363 (1961).
- 5) KENDALL, W. A., Agron. J., 50: 657-659 (1958).
- 6) ——— and E. A. HOLLOWELL, Agron. J., 51: 685-686 (1959).
- 7) 喜多富美治, 新関 稔, 北大農附農研, 15: 44-53 (1967).
- 8) ———, ———, 16: 1-9 (1968).
- 9) KUST, C. A. and D. SMITH, Crop Sci., 1: 267-269 (1961).
- 10) NELSON, C. J. and D. SMITH, Crop Sci., 8: 25-28 (1968).
- 11) 西川欣一, 神大農研報, 11: 19-24 (1973).
- 12) ROBINSON, G. D. and M. A. MASSENGALE, Crop Sci., 8: 147-151 (1968).
- 13) SMITH, D., Plant Physiol., 25: 702-710 (1950).
- 14) 上野昌彦, 日草誌, 17: 75-82 (1971).

## Summary

Carbohydrate reserves in roots and crowns in the legumes are important nutritive components for the regrowth after harvesting and for the persistence in the period of winter. At that time, Total Nonstructural Carbohydrate (TNC) of reserves are utilized as resources of energy. It takes a great deal of time and cost to analyze TNC in plants. Therefore, it is need for simple method to presume TNC contents in the case of dealing with much samples, such as investigation of genetic variation.

This study was made on the relationship between the contents of TNC and the specific gravity, indicated the ratio of dry weight to capacity of fresh roots, in red clover (*Trifolium pratense* L.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.).

The results obtained were as follows;

There were significant positive correlations between the percentage of TNC and the specific gravity in both species. However, estimates of correlation coefficient were different from the year of growth, i. e., they were  $r=0.941^{**}$  and  $r=0.964^{**}$  in red clover, and  $r=0.992^{**}$  and  $r=0.851^{**}$  in alfalfa, on the 2nd year plants and the 3rd year ones, respectively.

Res. Bull. Obihiro Univ., 11 (1979): 263~267.