

## 放牧草地の地下部現存量の季節的推移

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| 誌名    | 草地試験場研究報告                  |
| ISSN  | 03850196                   |
| 著者    | 高橋, 繁男<br>大久保, 忠旦<br>秋山, 侃 |
| 巻/号   | 16号                        |
| 掲載ページ | p. 24-30                   |
| 発行年月  | 1980年3月                    |

## 放牧草地の地下部現存量の季節的推移\*

高橋 繁男<sup>1</sup>・大久保忠旦<sup>2</sup>・秋山 侃<sup>1</sup>

<sup>1</sup>生態部生態システム研究室 <sup>2</sup>現名古屋大学農学部

(昭和54年9月11日受理)

### 要 約

高橋繁男・大久保忠旦・秋山 侃(1980)：放牧草地の地下部現存量の季節的推移，草地試研報 16：24-30.

草地試験場内の藤荷田山に1973年秋に耕起造成した、オーチャードグラス、レッドトップ優占の6草種混播草地を対象とし、1974年春以来2つの異なる放牧強度を持つ牧区を設定した。それぞれの牧区で、5年間、各年次とも春から秋まで地下部現存量を調査した。その季節的推移は、5月に最大となり、その後6-7月には早春の水準にまで減少した。夏には大きな変化はなく、9-10月に最低となり、冬にむかい再び増加を始めた。

地下部重に対する放牧の強さの影響は、とくに早春から夏まで明らかであり、1977年を除き、いずれの年次でも弱放牧区の現存量が高い値を示した。しかし、放牧の強さが季節的推移の傾向を変えることはなかった。

### はじめに

牧草の地下部は根と茎の一部から成り、水分や無機栄養分を吸収して光合成に寄与するのみでなく、とくに多年性の牧草では物質貯蔵器官としての役割を持ち、再生のさいには器官形成のための基質を供給する機能も持っている。Okubo *et al.*<sup>8)</sup> が報告した、放牧草地における物質生産過程の数式モデル化に当たっても、地下部は重要な貯蔵器官として位置づけられている。

しかし、地下部の調査には多くの困難を伴い、その報告は限られている。刈取り試験で牧草の地下部現存量あるいは根重の季節的推移を調べた例としては、わが国では、ラジノクローバで熊井ら<sup>5)</sup> が、オーチャードグラスで酒井ら<sup>10-12)</sup> が、またイタリアンライグラス、オーチャードグラスおよびラジノクローバの3草種混播草地で川越ら<sup>4)</sup> が報告している。一方、放牧草地では、シバ型草地での報告<sup>9)</sup> の他には見当たらない。

この報告は、放牧草地におけるエネルギー効率の研究の一環として1974年から1978年までの5年間になされた物質生産の季節的推移の測定のうち、地下部現存量の結果を、主に季節的な推移という観点で取りまとめたものである。

### 調査地と方法

#### 1. 調査地

調査地は<sup>7)</sup>、草地試験場内の藤荷田山の南南西むき傾

斜面(北緯36°55′, 東経139°58′, 標高約320m)に、1973年秋に耕起造成した草地である。造成時に、10a当たり苦土石灰200kgと窒素、リン、カリがそれぞれ10, 18, 10kg施され、オーチャードグラス1.5kg, ベレニアルライグラス1.0kg, トールフェスク0.5kg, レッドトップ0.2kg, ケンタッキーブルーグラス0.5kg, シロクローバ0.2kgが播種された。以降毎年、窒素、リン、カリがそれぞれ8-12, 4-11, 8-12kg/10a相当量を原則として春と秋の2回に分けて施した。

草種構成を、各年次ともに6月中旬まで保護したケージ内(地上部現存量の最大時)での地上部乾物重でみると、利用初年目である1974年にはイタリアンライグラスが約40%混在していたが、これを除くと他の年次と同様に、オーチャードグラスとレッドトップとで70-80%を占めた。

放牧家畜はホルスタイン種育成牛であり、放牧方法は輪換放牧とした。

面積当たりの放牧頭数が1:2となるような2水準の放牧強度を持つ牧区をいくつか設定した。それらの牧区からそれぞれ1牧区を選び、5年次にわたる継続的な調査区とした(それぞれ弱放牧区、強放牧区と記す)。放牧状況はTable 1. に示した。

#### 2. 地下部の採取方法

調査は原則として、調査区から牛群が他の牧区へ移された翌日に行なった。しかし、1977年については、4月中旬から5月下旬まで調査を欠いた。

強、弱の調査区に、それぞれ3個の移動ケージを設置し、試料は各ケージ内から1点ずつ計3点、採食された

\* 本報告の一部は1976年4月、日本草地学会大会で口頭発表した。

Table 1. Grazing condition.

| year | pasture <sup>1)</sup> | grazing intensity<br>(heads/ha) | weight of <sup>2)</sup><br>heifers<br>(kg) | number of<br>grazing times | total grazing<br>period<br>(days) |
|------|-----------------------|---------------------------------|--|----------------------------|-----------------------------------|
| 1974 | L                     | 8                               | 270  | 5                          | 58                                |
|      | H                     | 16                              | 280  | 5                          | 58                                |
| 1975 | L                     | 10                              | 125  | 7                          | 54                                |
|      | H                     | 18                              | 130  | 7                          | 54                                |
| 1976 | L                     | 8                               | 195  | 6                          | 49                                |
|      | H                     | 18                              | 200  | 6                          | 49                                |
| 1977 | L                     | 8                               | 176  | 8                          | 63                                |
|      | H                     | 16                              | 175  | 8                          | 63                                |
| 1978 | L                     | 8                               | 216  | 8                          | 63                                |
|      | H                     | 16                              | 218  | 8                          | 63                                |

1) L and H denote lightly grazed and heavily grazed pastures over a five years period, respectively.

2) Average weight of Holstein heifers at the start of grazing. The values are by courtesy of Laboratory of Animal ecology.

ケージ外から3点を得た。牧草の地上部が生長を開始する3月下旬、その生長が休止する11月中旬、および放牧間隔が長い秋には中途にも調査を行なった。これらの場合には、両調査区から3点ずつの試料を得た。

ケージの設置や採取場所の選定に当たっては、観察により牧区を大きく3つに層別し、そこを代表する場所を選ぶように留意した。

地下部の採取面積は、25 cm×25 cmで深さ15 cmまで掘り取った。地下部を掘り取る前に地上部を刈取り、表層リターは取り除いた。土塊は4 mmの篩を用いて水洗除去し、約70°Cで2日間通風乾燥して乾物重とした。また地上部も同様にして乾燥した。

## 結 果

地下部現存量の調査は、1974年4月3日から1978年11月15日までの5年間にわたり48回行なった。結果をFig. 1に示す。

刈取りや放牧によって地上部が除去されると、根系の発達が抑えられ根の生長が停止したり根重が減少することが知られている<sup>2,3,6,10,14</sup>。本調査で、転牧直後の調査の場合にはケージ内とケージ外の測定値を得たが、両者で有意な差が認められたのは、両測定値を持つ30例のうち4例であった( $P < 0.10$ )。すなわち、弱放牧区では1975年9月の1例のみであり、強放牧区では1974年6月、1975年10月および1976年5月の3例であり、ケージによる保護の有無に伴う一定の傾向は認められなかった。

前田は<sup>6)</sup>イタリアンライグラスの刈取り試験で、地下

部への影響は約10—20日の時間遅れがあることを示している。しかし、放牧草地では、地上部が除々に取り去られるので、地下部への影響は刈取りに比べ緩やかであろうし、また地上部と同じ様に地下部現存量も標本間の変動が大きい。これらの原因により、ケージ内外で有意な差が現われなかったと考えられる。

したがって、本報告では、ケージ内と外の測定値を持つ場合にはそれらをこみにして扱うこととした。

### 1. 地下部現存量の季節的推移

5年次を通じての一般的傾向としては、早春に一時減少あるいは緩慢な増加があり、その後5月中・下旬に最大あるいは最大に近い値に達し、6月ないし7月には早春の水準にまで減少した。夏にも小さなピークを示す傾向があるが大きな変化はなく経過し、9月ないし10月に最低となった。そして冬に向かい再び増加を始めた。

地下部現存量の第一のピークは、5月中・下旬にみられたが、1974年の強放牧区、1977年の両放牧区では明確でなかった。1977年については適期の調査を欠いたためと考えられる。これら以外の各年次では、この期の現存量は早春の値の129% (1975年の強放牧区) から172% (1974年の弱放牧区) に達した。

6月ないし7月中旬には、早春の第1回目の測定値と同程度かそれ以下にまで減少し、この期の減少量はピーク時の現存量の32—45%に相当した。しかし、利用初年目である1974年は、両放牧区ともに減少量は少なく、5月時と同水準で推移した。

7月ないし8月の変化は小さく、6—7月と同程度の現存量であった。しかし、1977年は、この期に大きなピー

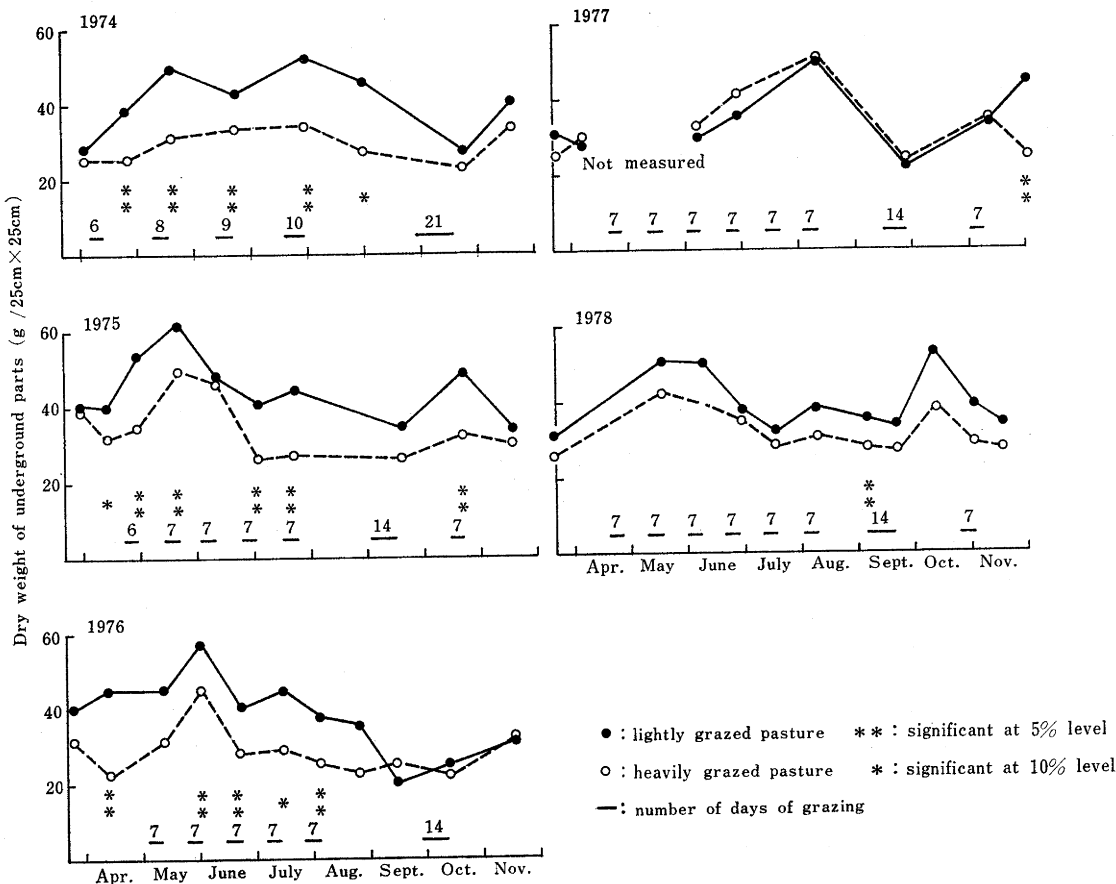


Fig. 1. Seasonal changes of underground plant material in the upper 15 cm of soil profile.

クを示し他の年次の5月に匹敵する値であった。また1974年の弱放牧区も高い値で推移し5月の値を越えた。

9月ないし10月に再び減少を示し、とくに7-8月に高い値であった1974年の弱放牧区と1977年の両放牧区での減少が著しかった。この期の値は、いずれの年次でも早春と同程度あるいはその年次の最低の値を示した。

晩秋には、いずれの年次でも現存量は増加するが、年次によりピークを示す場合とそうでない場合がみられた。晩秋の増加期に先だつ最低期が9月中・下旬の場合にはピークを示し、10月中・下旬に最低期となる場合にはピークがみられなかった。しかし、調査は11月以降には行っていないので、後者の場合にも再びピークが現われたかどうかについては明らかでない。

また、冬期間の推移についても不明であるが、早春の現存量は前年晩秋の値と同水準であった。

2. 放牧の強さの影響

面積当たりの牛群の頭数が1:2となるように設定し

た2つの放牧区で、地下部現存量の季節的な推移は各年次とも同じ傾向であり、放牧の強さがそのパターンを変えることはなかった。

Fig. 2に、採取した地下部に対応する地上部現存量を示した。面積が25 cm x 25 cmであり、放牧草地全体を代表する値とは必ずしもいえないが、地下部の変化を説明する一助となる。ケージ内とケージ外の値を比較すると、弱放牧区ではケージ内の値が低い場合もあるが、ほとんどの場合、ケージ内で高い値を示した。一方、弱放牧区と強放牧区の値をみると、1977年は両方で近い値であるが、他の年次ではいずれの時期でも弱放牧区で高い値であった。

地下部現存量は、1977年は地上部と同様に両放牧区で差はみられないが、他の年次では弱放牧区で高い値であり、とくに春から夏までは有為な差を示す傾向があった。

3. 地下部現存量の年次的変化

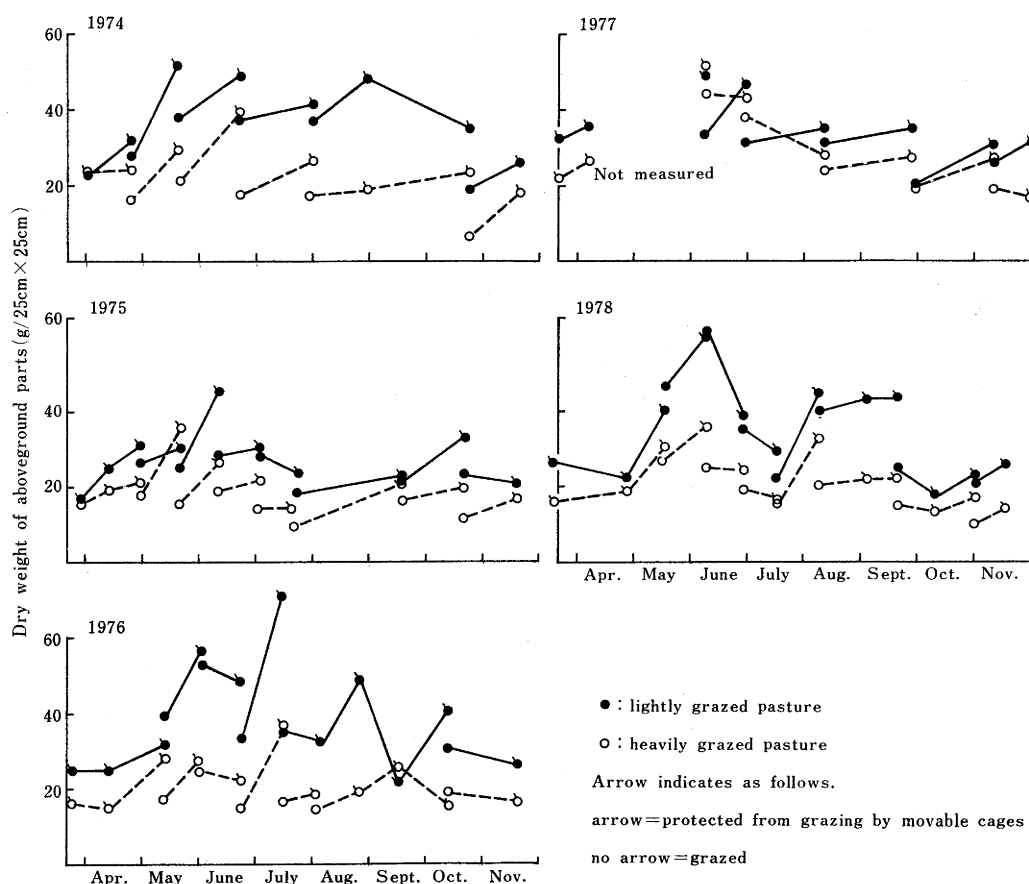


Fig. 2. Seasonal changes of standing crop above the ground.

造成後の利用初年目である1974年は、両放牧区ともに5月のピークが他の年次に比べて低く、25 cm × 25 cm × 深さ 15 cm の値は弱放牧区、強放牧区でそれぞれ 48.6 g、31.2 g であり、これに続く6月の変化も他の年次に比べて小さかった。

2年目以降の1975年から1978年では、1977年の8月の現存量が大きかったことを除くと全く同じパターンを示し、現存量もほぼ同準であった。春のピークの値は、1977年は不明であるが、弱放牧区では1975年に63.6 g、1976年に58.8 g、1978年に52.9 g。強放牧区ではそれぞれ50.6 g、44.6 g、42.4 gであった。また、秋の低い値は、弱放牧区で1974年に26.6 g、1975年に35.0 g、1976年に19.8 g、1977年21.9 g、1978年に33.4 g、強放牧区ではそれぞれ22.2 g、27.0 g、21.9 g、22.9 g、27.3 gであった。

強放牧区は、5年を通じて放牧牛の頭数が弱放牧区の2倍であったが、この影響が蓄積して地下部現存量の季

節的变化を変えたり、現存量が年次を追って減少するということはみられなかった。

### 考 察

この調査での地下部現存量は、地下15 cmまでの値である。1977年9月に行なった調査区内での、地下部の垂直分布の調査では0-45 cmに含まれる地下部現存量のうち0-15 cmには約95%を占めた (Table 2)。Baker & Garwood<sup>3)</sup> は数年を経たオーチャードグラス

Table 2. Distribution of dry weight of underground parts in each 15 cm of soil profile.

| pasture | depth (cm) |       |       |
|---------|------------|-------|-------|
|         | 0-15       | 15-30 | 30-45 |
| L       | 94.5%      | 4.5%  | 1.0%  |
| H       | 96.0       | 2.0   | 1.5   |

Measured in Sept., 1977 and average of 2 samples.

草地で、0—15 cmには0—23 cmの地下部重の88—90%を含み、季節による変動がないことを報告しており、また草地在古くなるにつれて地表近くに占める地下部現存量の割合が増加するといわれる。したがって、本調査での深さ15 cmまでの地下部の値は季節的推移の調査には充分と思われる。

5年にわたるオーチャードグラスとレッドトップ優占の6草種混播草地での地下部現存量の季節的な推移としては、5月に最大となりその後6月ないし7月までに大きな減少を示した。そして夏には大きな変化はないが、秋に最低となり冬にむかい増加するという経過であった。

牧草根の季節的な動態としては、秋から春の低温の時期に発根が旺盛で、春の地上部生長が最大となる前に根の生長が最大となる。そして、開花期前に発根が停止し、続いて枯死が始まり分解されるという<sup>14-16)</sup>。われわれの調査での春の増加と6月ないし7月までの減少は、このような根の動態と一致している。

草地がある程度株化しているので、本調査の地下部の値を単純に16倍して  $m^2$  当たりの量に換算すると過大評価する恐れはあるが、5月の最大時の値は弱放牧区で  $780-1020 g/m^2$ 、強放牧区で  $500-810 g/m^2$  であった。そして、これらの値は、早春の第一回目の測定値の159%と137%に相当する(それぞれ、弱放牧区、強放牧区の1977年を除く4年の平均)。

5月の最大時以降6月ないし7月までの減少量は、最大時の量の  $1/3-1/2$  であった。上野・吉原<sup>16)</sup>は、オーチャードグラスの開花期には生存根数が約  $1/2$  になることを報告している。根の分解についての実験例は少ないが、地中に埋めたイネ科牧草根の消失量は、チモシーで1年間に31—43%、フェス類では約25%であるという<sup>17)</sup>。このように根の分解消失速度は遅く、われわれの調査での減少量を分解消失のみでは説明できない。地上部への物質の移行と、水洗時の枯死根の流亡がこの期の減少量を大きくしていると考えられる。

秋の減少については、川越ら<sup>4)</sup>もオーチャードグラス草地で報告しており、刈取り後約90日の10月初旬に低い値となり、地上部の大部分が枯死する11月上旬に高い値となることを述べている。本調査では、毎年秋に2—3週間の長い放牧の後に低い値となっており、この放牧の影響も考えられるが、採食を受けないケージ内でも同様に低い値を示した。したがって、この期の低い値とその後の増加は植物自体の季節的な変化を反映していると考えられる。

地下部では、新根の発生や肥大生長による増加と枯死根の分解や地上部への物質移行による減少が同時に生じ

ており、地下部重の季節的な変化はそれらの相対的な変化の現われである。早春から出穂期までの変化は主に生存根の増加を、そしてそれ以降の減少は枯死根の増加による変化を反映しているのであろう。また、高温な夏の間は発根が低下するので、枯死根の増加もなく結果として大きな変化が生じなかったと推察される。秋には再び新根の発生が始まるが、本調査の乾物重の変化からみて、9—10月までに当年の地下部のほとんどが更新されると考えられる。

われわれの結果は、英国での、Troughton<sup>18)</sup>が行なったライグラス主体の古い放牧草地での結果や、Baker & Garwood<sup>9)</sup>の造成後数年を経たペレニアルライグラス/シロクロバ混播草地やオーチャードグラス草地での結果と良く類似した季節的推移を示した。わが国では、川越ら<sup>4)</sup>がイタリアンライグラス、オーチャードグラス、ラジノクロバの混播草地で、年何回かの減量期があるがとくに6月と10月の2回はみられると述べている。しかし、酒井ら<sup>10,11)</sup>は、前年秋に播種したオーチャードグラスの根重は、地上部の刈取り毎に減少するが全体として春から秋まで増加したことを報告している。

地下部現存量は、草地の新旧、草地の管理や利用方法、気候条件あるいは土壌条件などにより大きく影響を受ける。川越ら<sup>4)</sup>は地下部現存量が土性により著しく影響され、鉍物質土壌では小さな値となることを指摘している。わが国特有の気候条件や土壌条件などの要因と関係づけながら、放牧草地の地下部現存量についてさらに研究が望まれる。

地下部の季節的推移は多くの要因により変動するであろうが、調査の困難さを考えるとできるだけ少回数の調査で済ませたい。われわれの結果や多くの報告から、少なくとも早春、春の最大現存量時とその後の減少時、および秋の年4回の調査は必要である。しかし、春は短い期間に現存量が大きく変化し、最大現存量となる時期を予測することは難しい。1977年の例のように適期をのがす場合も生じるので、他の時期の調査を減らしてでも、この期の調査に重点を置く必要がある。

次に地下部現存量に対する放牧の強さの影響について述べる。草地に与える放牧の強さを規定するのは難しい問題であるが、地上部生産量に対する被食量の割合で両放牧区間の放牧の強さを比較してみる。1974年から1976年までは弱放牧区：強放牧区=1:1.2—1.6であり、それ以降の両年は両放牧区で近い値を示した。また、ケージ内の地上部現存量を、弱放牧区に対する強放牧区の割合でみると0.5以下となるのは1974年8月と1978年6月の2度のみであった。これらを算出した試料の数

は、ケージ内と外で、それぞれ50 cm×50 cm 枠が3—6点であり、数が少ないことは否めないが、弱放牧区と強放牧区の放牧の強さの比は放牧牛頭数の比(1:2)よりも小さかったものと推察される。

両放牧区の放牧回数は同じであるので、放牧の強さを踏圧などの要因を考えずに単に被食という面のみからみると、刈取り試験での高刈りと低刈りに対応するであろう。酒井<sup>11)</sup>らはオーチャードグラスで5 cm 刈りと15 cm 刈りの処理を行ない、根重は春の処理開始時同じであったが、高刈りの根重の方が次第に大きくなり秋遅くなるまでこの差が続いたと報告している。本調査では、1977年を除くいずれの年でも弱放牧区で高い値を示し、とくに春から夏まで両放牧区の差が大きかった。1977年は、地上部現存量は季節を通じて差がなく、このことが地下部に反映しているのであろう。

Baker<sup>2)</sup> はペレニアルライグラス/シロクローバ草地で、刈取り回数が増加すると個体当たり根量は減少するか、密度の増加により面積当たりでは差がなくなるという補償現象がある範囲内で生じると報告している。本調査では、肉眼的には明らかに弱放牧区で高い草丈であり、密度は強放牧区で高かった。したがって Baker のような現象が生じていたものと考えられる。

本論文を取りまとめるに当たり、草地試験場生態部丸岡詮部長ならびに同生態システム研究室塩見正衛室長の校閲を頂いたことに対し感謝いたします。

## 引用文献

1. Baker, H. K. (1957): Studies on the root development of herbage plants. II The effects of cutting on the root and stubble development, and herbage production of spaced perennial ryegrass plants. *J. Brit. Grassl. Soc.* 12: 116-126.
2. Baker, H. K. (1957): Studies on the root development of herbage plants. III The influence of cutting treatment on the root, stubble and herbage production of a perennial ryegrass sward. *J. Brit. Grassl. Soc.* 12: 197-208.
3. Baker, H. K. & Garwood, E. A. (1959): Studies on the root development of herbage plants. IV Seasonal changes in the root and stubble weights of various leys. *J. Brit. Grassl. Soc.* 14: 94-104.
4. 川越郁男・菊地正武・佳山良正 (1977): 草地農業体系におけるミネラルの循環. 1. 暖地鈹質土壌地帯における牧草地の生産について. *日草誌* 23: 18-29.
5. 熊井清雄・広瀬又三郎・真田 雅 (1965): 飼料作物の乾物生産に関する研究. 第1報 ラジノクローバの生育相ならびにその季節別の成長解析について. *日草誌* 11: 7-13.
6. 前田 敏 (1961): 牧草の刈取りの生理生態学的研究, II. 冬作イタリアン・ライグラスの刈取頻度による地上部再生長と株・根の消耗. *日作紀* 30: 31-34.
7. 農林水産省草地試験場 (1978): 草地の動態に関する研究 (中間報告) p. 145.
8. Okubo, T., Hirotsaki, S. & Okuno, T. (1975): A model for plant-growth under grazing condition. p. 268-275. *In* Numata, M. ed. *Ecological studies in Japanese grasslands. JIBP synthesis, vol. 13, Tokyo Univ. Press.*
9. 大久保忠旦・高橋繁男・秋山 侃・井上揚一郎・岩元守男 (1977): 放牧草地のエネルギー効率. 第2報 シバ型草地の物質生産と光利用効率の季節的推移—禁牧した場合. *日草誌* 23: 30-42.
10. 酒井 博・川鍋祐夫・藤原勝見 (1969): オーチャードグラス草地の乾物生産と生産過程. 1. 季節間の生産量の比較. *日草誌* 15: 198-205.
11. 酒井 博・川鍋祐夫・藤原勝見 (1969): オーチャードグラス草地の乾物生産と生産過程. 2. 刈取高さの影響. *日草誌* 15: 206-213.
12. 酒井 博・川鍋祐夫・佐藤徳雄・藤原勝見・五十嵐昇 (1972): オーチャードグラス草地の乾物生産と生産過程. 4. 多窒素の影響. *日草誌* 18: 34-40.
13. Troughton, A. (1951): Studies on the roots and storage organs of herbage plants. *J. Brit. Grassl. Soc.* 6: 197-206.
14. Troughton, A. (1957): The underground of herbage plants. *Bull. 44. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley. Berkshire.* 163 p.
15. 上野昌彦・吉原 潔・川鍋祐夫 (1961): オーチャードグラス草地の根系発達に及ぼす刈取りの影響. *農技研報G (畜産)* 20: 177-189.
16. 上野昌彦・吉原 潔 (1967): オーチャードグラスの生産力と根の生育との関係. *日草誌* 13: 259-260.
17. Waid, J. S. (1974): Decomposition of roots. p. 175-211. *In* Dickinson, C. H. & Pugh, G. J. F. ed. *Biology of plant litter decomposition. vol. 1. Academic press. London and New York.*

## SUMMARY

Seasonal Changes in the Quantity of Underground Plant  
Material on PastureShigeo TAKAHASHI<sup>1</sup>, Tadakatsu OKUBO<sup>2</sup>, Tsuyoshi AKIYAMA<sup>1</sup><sup>1</sup>*Ecology Division, National Grassland Research Institute,  
Nishinasuno, Tochigi, 329-27, Japan.*<sup>2</sup>*Faculty of Agriculture, Nagoya University,  
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464 Japan.*

Received September 11, 1979

The underground parts including the roots of herbage plants play important role for sufficient top growth in absorbing nutrient and water. In addition these parts may act as storage organs for recovery growth after defoliation.

The purpose of the present paper is to clarify the seasonal changes of underground parts weight on pasture and to determine the influence of grazing on it. The pasture used in the experiments was established in the fall of 1973, which was sown with six species of seeds (orchardgrass, perennial ryegrass, tall fescue, red top, Kentucky blue grass and white clover). Orchardgrass and red top, the dominant species of the pasture, made up about 70-80% of the total top dry weight in every June.

Individual samples for underground parts measurements were taken on 48 sampling dates during five growing seasons, from the spring of 1974 to the fall of 1978. Since 1974, areas under the study have been subjected two different grazing intensities (light and heavy) from spring to fall (Table 1 and Fig. 2).

The results obtained are as follows;

1. The general seasonal trends in underground parts were similar through the five years. The underground parts attained the maximum weight in May, followed by a large decrease till June or July. In September or October it reached the minimum weight, then increased toward winter. However, in 1974, the first year the pasture was grazed, the peak in spring was not so large as those in the following years (Fig. 1).

2. The different grazing treatments for five years had no consistent effect on the seasonal trend of underground parts weight. However, the difference in the weight was obvious. The lightly grazed pasture had a considerably greater weight than the heavily grazed one except in 1977.

3. Considering from these results, it is necessary for estimating seasonal changes of underground weight to have four sampling times in a year, namely March, May, June and September.

*Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 16: 24-30 (1980)*