HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	アルファルファの品種生態に関する研究 : 第１報　DuPuits, Rambler, Rhizoma ３品種に於ける貯蔵養分の推移と再生との関係
Author(s)	喜多, 富美治; 新関, 稔
Citation	北海道大学農学部附属農場報告, 15, 44-53
Issue Date	1967-01-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13298
Type	departmental bulletin paper
File Information	15_p44-53.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

アルファルファの品種生態に関する研究

第1報 DuPuits, Rambler, Rhizoma 3品種に於ける貯蔵養分の推移と再生との関係

喜多富美治・新関 稔

I. 緒 言

多年生牧草の収量は越冬後の再生（早春起生）および刈取後または放牧後の再生量によって決定される。この再生量は牧草の草種あるいは品種の有する遺伝的要因と，気候，土壌条件は勿論，さらに直接的には刈取様式すなわち刈取頻度，刈取時期，刈取高さ，および施肥量等の環境要因によって大きく左右されるものと思われる。したがってこの越冬後および刈取後の再生機構に関して遺伝的要因ならびに環境要因を究明し，その相互関係を明らかにすることは草地を高位生産の姿で長期に維持するため基本的に重要な問題である。

牧草の刈取後に於ける再生は根や冠部その他の器官に貯蔵されている養分に依存する部分と地上刈取残部の生育にともなう光合成に依存する部分に分けることが出来るであろう。貯蔵養分と再生との関係に関する研究は豆科，イネ科双方に於いて GRABER, L. F. (1927), GRANDFIELD, C. O. (1935), DALE SMITH (1950), その他多くの研究者によってなされており，DALE SMITH (1962) は生長や他の代謝過程で最も容易に利用出来るエネルギー源は炭水化物であり，高炭水化物蓄積時期に刈取ることは後の草勢および生産力の維持のために好結果を与えるとしている。さらに WARD, C. Y. and BLASER, R. E. (1961) はオーチャードグラスの再生に関する研究で，再生初期には根の貯蔵養分が大切であり，再生後期には光合成を任う葉部面積が大切な役割を果すと述べている。したがって再生に関しては貯蔵養分と刈取残部の光合成能力が共に大切なものと考えられるが，この研究ではアルファルファの根および冠部の主たる貯蔵養分である炭水化物が品種によってどのように推移するか，また刈取時期や高さによってどのように影響されるかを明らかにし，さらにこの養分推移が再生時の地上部諸形質とどのような関係にあるかについて播種当年に調査した結果を取纏めたものである。

なお本実験の遂行過程に於いて，文部技官飛渡正夫，渡合萬治，赤川照爾の3氏より絶大な協力を得たので，ここに記して謝意を表する。

II. 実験材料および方法

供試した品種は DuPuits, Rambler, Rhizoma の3品種である。DuPuits はフランスの Ormelong 地方の在来種から選抜された2系統より育成された品種で，草姿は直立型で刈取後の再生は良好であるが，耐冬性は弱いとされている。Rambler は *Medicago falcata* のシベリア系統と *M. Sativa* の Ladak との交雑により育成された品種で，草姿は匍伏型で刈取後の再生は遅い傾向があるが，旱抜抵抗性および耐冬性は非常に強いとされている。Rhizoma は *M. falcata* の Don 系統と *M. media* の Grimm および Ontario 雑色種との自然交雑により育成された品種で，草姿はかなり匍伏型で，耐冬性は比較的良好とされている。

1965年5月18日，播種機 Planet Junior を用い，単位面積当同個体数となるように発芽率および種子粒の大きさを考慮して，DuPuits 0.95 kg/10 a, Rambler 1.0 kg/10 a, Rhizoma 1.3 kg/10 a の種子量を1区面積 1.6 m ×7 m に 20 cm 畦幅で播種した。供試圃場は予め pH 6.5 に矯正し，硫安 15 kg，過燐酸石灰 40 kg，熔燐 100 kg，硫酸加里 15 kg を基肥として与えた。

圃場設計は分割配置法を用い，主試験区に3品種 (DuPuits, Rambler, Rhizoma)，副試験区に4

刈取時期（開花前*，開花始，1/2開花，盛花），副々試験区に3刈取高さ（5 cm，10 cm，15 cm）を配置し4反復とした。さらに無刈取区を別個に設け刈取区と比較した。

刈取はGravely mowerを使用し，開花前刈区は7月23日（1番草）および8月20日～27日（2番草），開花始刈区は7月31日（1番草），9月9日（2番草）の2回刈を，また1/2開花刈区は8月6日，盛花刈区は8月20日の1回刈のみを行なった。3品種の開花時期はDuPuitsが若干早い傾向を示したが他の2品種とそれ程差が見られなかったのでDuPuitsの開花に合せて刈取時期を決めた。

地上部諸形質に関し，草丈，茎数，茎の太さの調査は2週間毎に7月中旬より11月下旬まで行なった。

根および冠部の貯蔵養分である全有効炭水化物，全糖，環元糖の分析に用いられた試料は各処理区当り10～60個体掘取り，水で良く洗った後，根と茎の接合節より上部3 cm，下部12 cmを切取り80°Cで48時間通風乾燥した。これを粉砕した後，さらに80°Cで24時間乾燥し恒量となったものを各成分分析に供した。

全有効炭水化物は湯煎中で0.7 N塩酸で2.5時間加水分解した後中和し，中性酢酸鉛で除蛋白した後Shaffer-Somogy法により定量した。糖成分は湯煎中で80%エチルアルコールで30分間3回抽出を繰返した後，中性酢酸鉛で除蛋白し，この一部でShaffer-Somogy法により還元糖の定量を行ない，さらに一部を4%硫酸で湯煎中15分間加水分解した後，4%苛性ソーダで中和しShaffer-Somogy法により全糖を定量した。これ等各成分は，全て乾燥重中のグルコースに換算して求められた。

III. 実験結果

1. 乾草収量

Table 1に示した如く播種当年の収量は概して低いが，生育時期が進むにつれて各品種共収量増を示し，盛花時には開花前の4～6倍の収量となった。また2回刈が実施出来たのは開花前および開花始の2刈取区のみであったが，2番草は1番草に比較して急増の傾向であった。

Table 1. Hay yields of the first and second harvest per 10 are.

Cutting stages and varieties	Cutting height		
	5 cm	10 cm	15 cm
	kg	kg	kg
Cut at pre-bloom			
DuPuits	75.55 (183.00)	68.54 (180.97)	48.46 (152.68)
Rambler	47.19 (180.62)	41.99 (141.75)	40.68 (109.29)
Rhizoma	45.56 (138.98)	37.42 (147.74)	17.80 (120.88)
Cut at early bloom			
DuPuits	137.39 (194.78)	125.44 (199.87)	109.34 (186.37)
Rambler	141.87 (188.24)	91.16 (172.19)	58.22 (152.43)
Rhizoma	113.81 (176.57)	69.63 (162.05)	67.24 (154.87)
Cut at 1/2 bloom			
DuPuits	188.89	187.29	167.55
Rambler	184.05	172.05	99.67
Rhizoma	139.43	104.08	101.95
Cut at full bloom			
DuPuits	320.65	283.15	237.90
Rambler	268.97	175.21	175.38
Rhizoma	250.80	210.67	182.68

( ) indicates the second harvest hay yields.

品種別収量を比較して見ると各刈取時期，刈取高さ共DuPuitsが他の2品種より高収量であった。しかしRambler, Rhizoma間の比較では5 cmの低刈ではRamblerが若干Rhizomaより収量が高くなるが，逆に15 cmの高刈ではRamblerがRhizomaより低くなる傾向を示した。この収量に於ける品種と刈取高さの相互作用が生ずる原因はRamblerがRhizomaより草姿がやや匍伏型であるため，15 cmのような高刈では刈取残部が多く，それだけ収量が減少しているものと考えられる。

2. 地上部諸形質

Figure 1, 2, 3の草丈，茎数，茎の太さの各形質

* 草丈約40 cmの時期

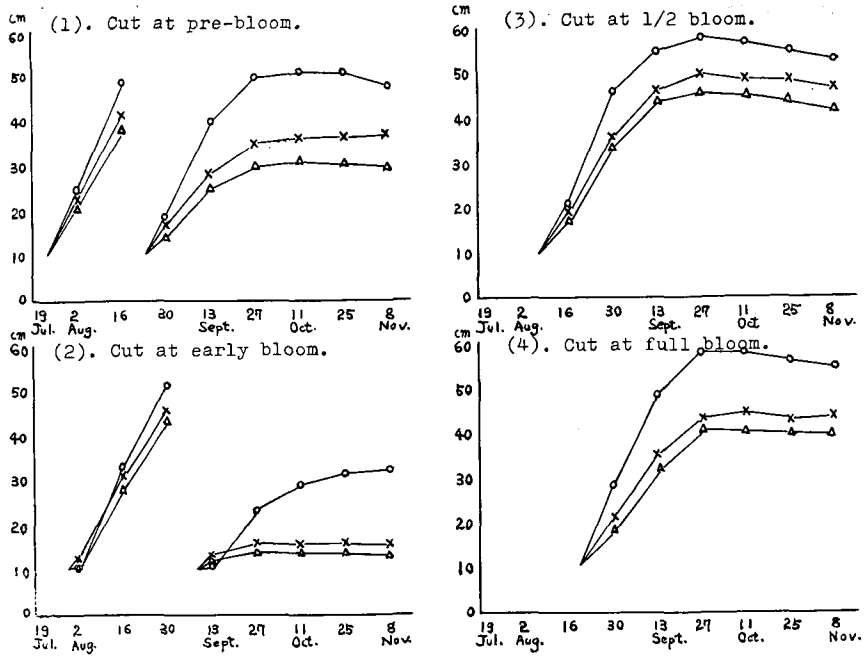

Fig. 1. The trend of plant height after cutting on three varieties.

○ DuPuits △ Rambler × Rhizoma

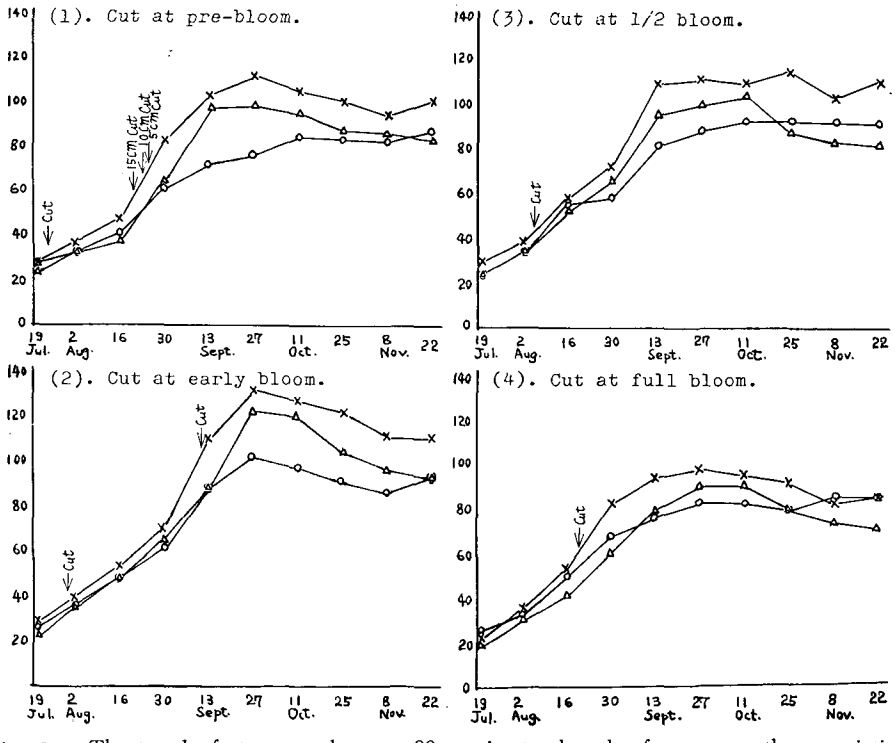

Fig. 2. The trend of stem number per 30 centimeter length of a row on three varieties.

○ DuPuits △ Rambler × Rhizoma

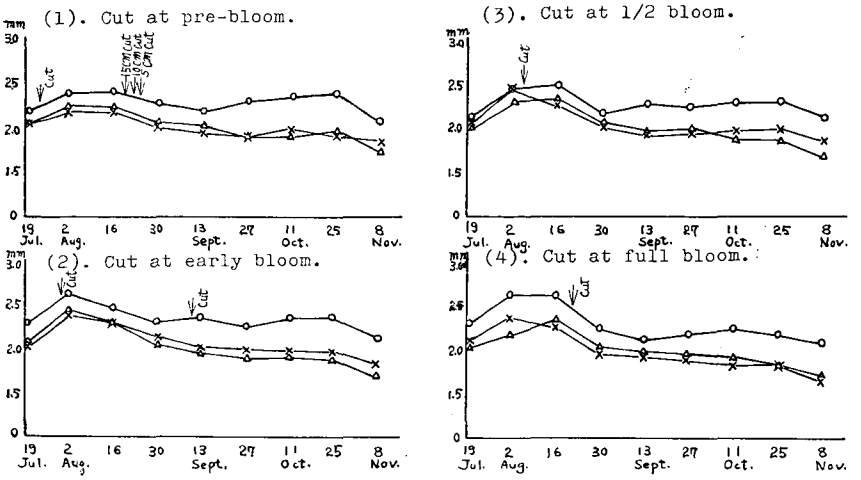

Fig. 3. The trend of stem diameter on three varieties.
○ DuPuits △ Rambler × Rhizoma

の推移については3刈取高さの平均値で表わしてある。

草丈に関しては各刈取時期区共 DuPuits が最も高く，次いで Rhizoma, Rambler の順位であった。草丈の伸長は各品種共刈取後2～3週間が最も大きく，最高草丈に達した後はほとんど平行となるが，開花始刈区の2回目刈取後は Rhizoma, Rambler ではほとんど草丈の伸長は見られず，DuPuits のみは11月初旬まで伸長を続けた。なお刈取高さの草丈に及ぼす影響は再生初期では高刈したもの程高くなる傾向であったが，最高草丈に達する頃にはその差は明らかでなかった。

茎数に関しては各刈取時期区共 Rhizoma が最も多く，Rambler, DuPuits 間の比較では9月中旬から10月中旬にかけては Rambler が，10月中旬以降は DuPuits が多くなる傾向であった。これは DuPuits が Rambler より休眠に入る時期が遅く，したがって秋遅くまで生長を続け茎数を増加させるためと考えられる。刈取時期の茎数に及ぼす影響は大きく，最高茎数に達する9月中旬以降は開花始刈区，1/2開花刈区，開花前刈区，盛花刈区の順位で，その差は1%水準で有意であった。なお刈取高さの茎数に及ぼす影響はほとんど見られなかった。

茎の太さに関しては各品種，各刈取時期区共夏期に太く，秋から初冬にかけて細くなる傾向があった。品種間では DuPuits が最も太く，Rambler, Rhizoma 間ではほとんど差が見られなかった。なお刈取高さの影響はほとんど認められなかった。

3. 貯蔵養分の推移

播種当年の無刈取区の根および冠部に於ける炭水化物各成分の含有率の推移は Figure 4 に示してある。これによると全有効炭水化物の品種間差は生育初期に若干認められた以外は3品種共ほと

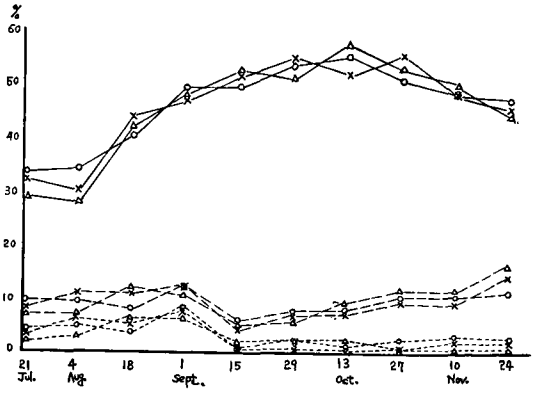

Fig. 4. Percent of total available carbohydrate, total sugar, and reducing sugar in roots and crowns of alfalfa under no cutting.
○ DuPuits —— total available carbohydrate
△ Rambler ····· total sugar
× Rhizoma --- reducing sugar

んど同様の推移をたどった。またこの成分が最高に達するのは9月下旬から10月にかけての時期で3品種共約55%の高含有率に達し，それ以降は徐々に減少した。

全糖，環元糖に関しては3品種共9月初旬まで増加を続けたが，その後9月中旬にかけて両成分共約5%の減少を示した。以降環元糖は2%前後の低含有率水準で推移しほとんど増加は見られなかったが，一方全糖は10月，11月にかけて徐々に増加を続け，3品種共10%以上の高含有率となり，Rambler が最高で次いで Rhizoma, DuPuits の順位であった。

Figure 5 は，各刈取区の炭水化物成分の推移を示したもので，これは各成分に関し3刈取高さの平均含有率で表わしてある。無刈取区では全有効炭水化物含有率が生育初期以外は品種間にほとんど差が見られなかったのに対し，刈取区では刈取後の推移に顕著な品種間差が見られた。どの刈取時期区共8月初旬以降に於ける刈取実施後の全有効炭水化物推移の品種間差は特に大きく DuPuits が他の2品種と比較して最も大きく減少する傾向であった。Rambler, Rhizoma 間ではそれ程大きな差は見られないが，Rambler が若干 Rhizoma より減少する傾向であった。また3品種共どの刈取時期区に於いても刈取後約2週間で最低含有率に達し，その後漸次増加が見られた。すなわち3品種共約2週間は根および冠部に貯蔵された全有効炭水化物が地上部の再生に消費されるが，それ以降は再蓄積されることを示している。

秋から初冬にかけての全有効炭水化物含有率は

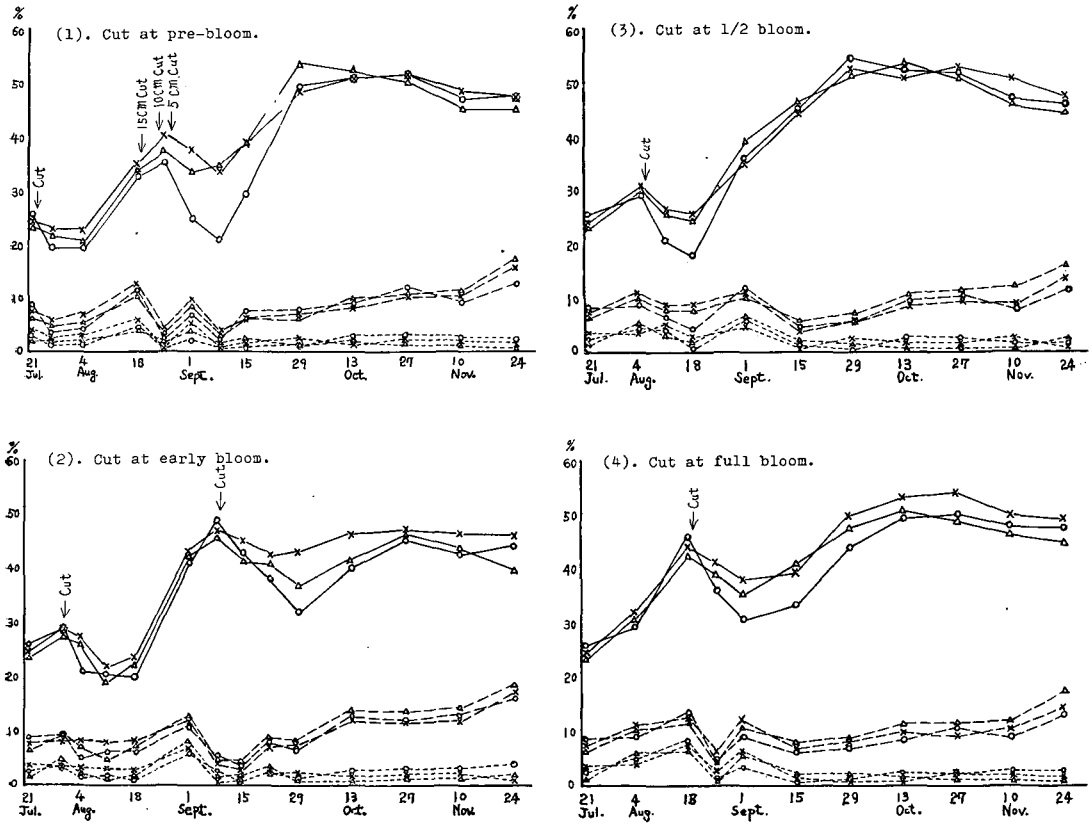

Fig. 5. Percent of total available carbohydrate, total sugar, and reducing sugar in roots and crowns of alfalfa under different cutting stages.

○ DuPuits —— total available carbohydrate
△ Rambler ---- total sugar
× Rhizoma ····· reducing sugar

どの刈取時期区に於いても3品種共同水準に達し明らかな品種間差は認められなかった。しかし各刈取時期区の間で比較してみると9月以降に2回目刈取を実施した開花始刈区は他区より約5%低くこの遅い時期の刈取が全有効炭水化物の蓄積に影響することを示していた。

全糖，環元糖含有率の推移の品種間差は全有効炭水化物程顕著ではないが，刈取後 DuPuits が他の2品種より大きく減少する傾向が認められた。また刈取区でも無刈取区と同様9月初旬から中旬にかけて全糖，環元糖の減少が見られた。これはこの時期にどの刈取時期区にも見られることから，刈取時期および地上部生育時期とは無関係にこれ等成分が減少することを示している。秋から初冬にかけて環元糖は平行状態を保つが，全糖は徐々に増加し11月には無刈取区同様 Rambler が最高で，次いで Rhizoma, DuPuits の順位であった。

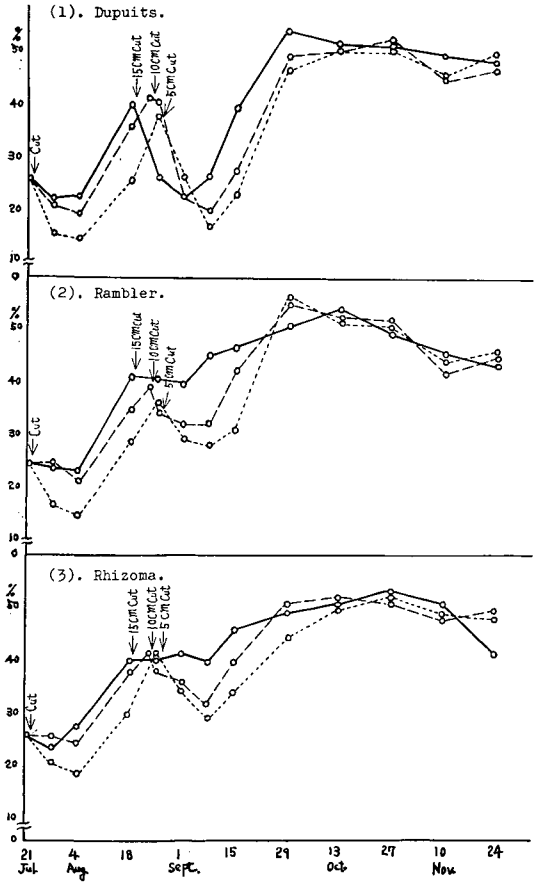

Fig. 6. Percent of total available carbohydrate in roots and crowns of alfalfa under different cutting height in the pre-bloom cutting stage.

—— 15 cm cutting height
---- 10 cm cutting height
····· 5 cm cutting height

Figure 6 は開花前刈区に於ける刈取高さの全有効炭水化物に及ぼす影響を示したもので，各品種共低刈する程減少量は大きかった。また Rambler, Rhizoma に於ける 15 cm の高刈では僅かの減少が見られるに過ぎないが，DuPuits では 15 cm の高刈でも大きく減少する傾向であった。また秋から初冬にかけての刈取高さによる影響は各品種共ほとんど認められなかった。なお他の刈取時期区についても開花前刈区と同様の傾向を示した。

4. 貯蔵養分と地上部諸形質の関係

糖および粗澱粉を主な構成成分とする全有効炭水化物が地上部刈取後約2週間減少を続けることが明らかとなり，このことはこの期間再生のために消費されていることを示している。そこでこの成分が再生時の地上部諸形質に如何に影響しているかを検討するため，刈取時の全有効炭水化物含有率と刈取後2週間の地上部全乾物重，草丈，茎数の増加量および茎の太さとの相関係数を求めてみた。その結果が Table 2 に示してある。この成

Table 2. The relation between the rate of total available carbohydrate (T. A. C.) on each cutting dates and several top characters; an increase in dry weight, plant height, and shoot number and stem diameter at two weeks after cutting.

Characters	Correlation coefficient		
	DuPuits	Rambler	Rhizoma
T.A.C. and an increase in top dry weight	0.489	0.664*	0.717**
T.A.C. and an increase in plant height	0.089	−0.422	−0.337
T.A.C. and an increase in shoot number	0.638*	0.797**	0.833**
T.A.C. and stem diameter	−0.447	−0.771**	−0.688*

** Significant at $p=0.01$
* Significant at $p=0.05$

分含有率と地上部全乾物重の増加量は正の相関を示し，DuPuits のみは有意でなかったが Rambler Rhizoma では各々5%，1% 水準で有意であった。また茎の増加数とも高い正の相関を示し DuPuits では5%水準で，Rambler, Rhizoma では1% 水準で有意であった。一方草丈の増加量との関係では DuPuits ではほとんど相関がなく Ramber, Rhizoma では負の相関となった。また茎の太さとの関係でも負の相関を示し，Rambler, Rhizoma では各々1%，5% 水準で有意であった。

IV. 論　　議

無刈取区では各品種共，根および冠部の貯蔵養分である全有効炭水化物は初期生育以外はほとんど同じく推移するが，刈取区では品種間で大きな差を生じた。この原因については次の2つの理由を上げることが出来るであろう。その第一は品種の草型に関係した刈取残部に於ける光合成能力の相違である。地上部から一定の高さで刈取処理を施したこの試験では Rhizoma, Rambler のように多茎，匍伏型の品種では刈取残部を多く残す結果となり，一方 DuPuits のように少茎，直立型の品種では刈取残部が少ない結果となる。したがって再生時の光合成を任う刈取残部が少なければ，それだけ多く根および冠部の貯蔵養分に依存することになり，DuPuits のように刈取残部の少ない品種では刈取後の貯蔵養分の減少が大きく，Rhizoma, Rambler のように刈取残部の多い品種では貯蔵養分の減少が緩慢となるであろう。この刈取残部が再生に重要であることは Figure 6 に見られる如く各品種共低刈をし刈取残部が少ない程貯蔵養分が大きく減少していることからも明らかである。第2の理由は，品種の遺伝的再生力の相違である。Table 1 の乾草収量に見られる如く DuPuits は開花前刈区，開花始刈区双方に於いて2番草が他の2品種より高収量であった。このことは光合成を任う刈取残部の少ない DuPuits が1番草刈取後の再生量が他の2品種より多かったことを示しており，この品種は高い再生力を有していると云い得るであろう。したがって DuPuits は他の2品種よりも刈取後急激に多くの貯蔵養分を消費し速やかに光合成器官を育成し再生を行なう遺伝的能力を有しているものと考えられる。以上の如くこの2つの要因が刈取後の貯蔵養分である全有効炭水化物の推移に関与して品種間差を生ずるものと考えられる。

次に根および冠部の貯蔵養分の含有率水準が再生時の地上部諸形質に如何に働くかの問題である。Table 3 より Rambler, Rhizoma に関しては全有効炭水化物含有率と地上部全乾物増加量が有意な相関を示していることは盛花時のように高含有率の時期に刈取ることは再生量を多くするものと考えられる。またこの成分含有率と茎数の増加とは正の高い相関を示し，草丈の伸長および茎の太さとは負の相関になる傾向を示すが，これは全有効炭水化物は再生過程で新しい茎の形成に主に消費されるのであり，茎の増加量が大きくなるにつれて草丈の伸長は減少し茎も細くなる関係にあるものと考えられる。DuPuits は他の2品種と違って茎数以外は有意な相関は示さなかった。この品種も同じく再生初期には貯蔵養分を消費し，新しい茎を萠芽するのであろうが，上述の如くこの品種は急速な再生力を有し，速やかな光合成器官の育成と，初期再生過程でこの新しい光合器官に依存する部分が他の2品種より大きいためにこのように違った傾向を示すものと考えられる。

糖類に関しては秋から初冬にかけて品種特性の差異が見られた。GRANDFIELD, C.O. (1943), Jung, G. A. and DALE SMITH (1961) 等はアルファルファに於いて秋から初冬にかけて全糖が増加することを報告しており，また BULA, R. J. and DALE SMITH (1954), RUELKE, O. C. and DALE SMITH (1956) 等は耐冬性の強い品種程初冬にかけて多くの澱粉から糖への転化が行なわれると報告している。本試験に於いても全糖は9月中旬以降増加を続け11月初旬には10% 以上に達し品種間差も明らかであった。耐冬性の最も強い Rambler が最高で，非耐冬性の DuPuits が最低で，耐冬性が比較的強いと思われる Rhizoma が中間であり，上述の研究者等の報告と一致していた。

また9月初旬から中旬にかけての無刈取区および各刈取時期区の全糖，環元糖の減少は全糖が常

に環元糖の減少に平行していることから，これは全糖の構成成分である環元糖がこの時期に減少するためと考えられ，またこの時期に全有効炭水化物から全糖を差引いた部分の粗澱粉含有率が増加していることから，この環元糖の減少は澱粉に転化するためと考えられる。しかしこの現象および原因については，さらに詳細な研究が必要であろう。

V. 摘　　要

アルファルファの3品種，DuPuits, Rambler, Rhizoma を用い，播種当年に於ける貯蔵養分である炭水化物成分の推移が品種，刈取時期，および刈取高さにより如何に影響されるかを調べ，同時に乾草収量，地上部諸形質に及ぼす影響を調査した。その結果を要約すると次の如くである。

1. 乾草収量は DuPuits が最も高く，Rambler, Rhizoma 間においては低刈すると Rambler が，高刈すると Rhizoma が高かった。また1回目刈取収量の高いものは2回目刈取収量も高かった。

2. 地上部諸形質に於ける品種間差は草丈に関し DuPuits, Rhizoma, Rambler の順で大であり，茎の太さに関しては DuPuits が最も太く，Rhizoma, Rambler 間ではほとんど差が見られなかった。茎数に関しては Rhizoma が最も多く，DuPuits, Rambler 間では秋には Rambler が，初冬には DuPuits が多くなる傾向であった。

3. 無刈取区では初期生育以外全有効炭水化物はほとんど同じ水準で推移したが，刈取区ではどの刈取時期区共 DuPuits が刈取後最も大きく減少し，Rambler, Rhizoma はほとんど類似の傾向を示した。また刈取高さによる影響は3品種共低刈する程減少量は大きかった。

4. 全糖，環元糖に関しては無刈取区，刈取区共9月初旬から中旬にかけて急激な減少が見られそれ以降環元糖はほとんど変化しないが，全糖は徐々に増加し11月には各品種共10%以上に達し Rambler, Rhizoma, DuPuits の含有率順位であった。

5. 刈取時の全有効炭水化物と再生時の地上部諸形質の関係は Rambler, Rhizoma ではこの成分含有率と地上部全乾物重および茎の増加量とは高い正の相関が見られるが，草丈，茎の太さとはむしろ負の相関を示した。DuPuits では他の2品種と違って，茎数以外は有意な相関は見られなかった。

参 考 文 献

1) BULA, R. J. and SMITH DALE: Cold resistance and chemical composition in overwintering alfalfa, red clover and sweetclover. Agron. Jour. **46**, 397–401, 1954.

2) 江原薫・佐々木統治・池田一：牧草の再生に関する生理・生態学的研究．第1報 オーチャードグラスおよびイタリアン・ライグラスの再生に及ぼす貯蔵養分および温度の影響．日草誌，**3**, 214–219, 1965.

3) 江原薫・佐々木統治・池田一・名田陽一：牧草の再生に関する生理・生態学的研究．第2報 バヒアグラスおよびオーチャードグラスの暗黒下における再生に及ぼす貯蔵養分量，温度，光および植物養分の影響．日草誌，**3**, 221–225, 1965.

4) GRABER, L. F., NELSON, N. T., LUEKEL, W. A. and ALBERT, W. B.: Organic food reserves in relation to the growth of alfalfa and other perenial herbaceous plant. Wisconsin Agr. Exp. Sta. Res. Bul. **80**, 1927.

5) GRANDFIELD, C. O.: The trend of organic food reserves in alfalfa roots as affected by cutting practices. Jour. Agr. Res. **50**, 697–709, 1935.

6) GRANDFIELD, C. O.: Food reserves and their translocation to the crown buds as related to cold and drought resistance in alfalfa. Jour. Agr. Res. **67**, 33–47, 1943.

7) JUNG, G. A. and SMITH DALE: Trend of cold resistance and chemical changes over winter in the roots and crowns of alfalfa and medium red clover. I. Changes in certain nitrogen and carbohydrate fractions. Agron. Jour. **53**, 359–364, 1961.

8) PIERRE, J. J. and JACKOBS, J. A.: The effect of cutting treatments on birdsfoot trefoil. Agron. Jour. **45**, 463–468, 1953.

9) RUELKE, O. C. and SMITH DALE: Overwintering trend of cold resistance and corbohydrates in medium red, ladino, and common white clover. Plant Physiol. **31**, 364–368, 1956.

10) SMITH DALE and GRABER, L. F.: Seasonal fructuations of root reserves in red clover, *Trifolium pratense* L. Plant Physiol. **25**, 702–710, 1950.

11) SMITH DALE: Carbohydrate root reserves in al-

falfa, red clover and birdsfoot trefoil under several management schedules. Crop Sci. **2**, 75–78, 1962.
12) 桜井茂作・熊井清雄・広瀬又三郎・真田雅：牧草の再生機構に関する研究．第1報 刈取が地下部の呼吸作用に及ぼす影響．日作紀，**28**, 311–312, 1960.
13) SPRAGUE, V. G. and SULLIVAN, J. T.: Reserve carbohydrates in orchardgrass clipped periodically. Plant Physiol. **25**, 92–102, 1950.
14) WARD, C. Y. and BLASER, R. E.: Carbohydrate food reserves and leaf area in regrowth of orchardgrass. Crop Sci. **1**, 366–370, 1961.
15) WEIMANN, H.: Determination of total available carbohydrate of plant. Plant Physiol. **22**, 279–290, 1947.
16) WILLARD, C. J.: The management of alfalfa meadows after seeding. Advances in Agron. **3**, 93–112, 1951.

Studies on Relation between the Trend of Food Reserves in Roots and Crowns and Regrowth in Alfalfa.

FUMIJI KITA and MINORU NIIZEKI
(Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Summary

Studies were made on the relationship between the trend of food reserves in roots and crowns and regrowth in alfalfa in the seeding year under various cutting treatments, those are different stages (pre-bloom, early bloom, 1/2 bloom, and full bloom) and different cutting heights (5 cm, 10 cm and 15 cm). Varietal comparisons were also made by using three different type of varieties; DuPuits, Rhizoma, and Rambler. the results obtained are summarised as follows:

1. In all cutting treatments, DuPuits produced the highest hay yeild among three varieties. Comparing the other two varieties, Rambler gave slightly higher yield than Rhizoma under the low cutting treatment but slightly lower under the high cutting treatment.

2. In both plant height and stem diameter, DuPuits was highest and largest among three varieties over all growing stages. Rhizoma produced the largest in stem number. Rambler had fewer stem number than Rhizoma but larger than DuPuits until autumn, however, in the early winter the stem number of Rambler rapidly decreased and became fewer or about the same compared with that of DuPuits.

3. The seasonal trend of total available carbohydrate in roots and crowns of three varieties was almost the same except the early growth stage under no cutting treatment. Under various cutting treatments, significant differences in total available carbohydrate level were observed. Conspicuously great decrease in food reserves was observed in DuPuits among three varieties after cutting in all different cutting stages. It was also noticed that lower cutting height treatments tended to decrease more than higher cutting treatments in food reserves after cutting in all three varieties.

4. From the early September to the midle of October, total and reducing sugar were gradually decreased about 5%. After this period, reducing sugar did not change and kept the same level in content. On the other hand, total sugar increased slowly until early winter.

5. For both Rhizoma and Rambler, an increase in dry weight and shoot number during the period of the early regrowth were significantly correlated with total available carbohydrate

in roots and crowns at the time of cutting under all treatments, but no correlation or negative correlations were obtained between an increase in plant height and stem diameter and total available carbohydrate. For DuPuits, no significant correlation was obtained except shoot number.