

北海道草地研究会賞受賞論文

## 牧草の生育特性に基づく草地の維持管理に関する研究

\* 林 満 (北海道農業試験場)

牧草は栽培的には、一度播種したならば年間数回、これが何年間にも亘って利用される(再生育と永続性)。その目的生産物は茎葉を主とする栄養体である。そして一般的には植物形態の異なるイネ科植物とマメ科植物が同一環境下で同時に生育する(混播)という一般作物とは異なった面を有する。また、その生産物自体が直接経済効果を生み出すというのではなく、家畜の体内を通して始めて価値を生み出すという、いわば2次的効果である(迂回効果)。したがって牧草栽培の研究は1年間に1度の多収を目的とする換金作物とおもむきを異にし、再生育機構、永続性、混播における植生割合維持のための競合、さらに生産量が家畜側からみた栄養生産量との関連から評価しなければならないという多面性が要求される。これらの事項はまた諸種の肥培管理によって異なるから、その関連において追求されなければならないという複雑さをもっている。これらのことは牧草に関する研究成果の適用のむずかしさ、ひいては牧草研究そのものの困難性の一面を物語るものである。それ故、牧草に関する研究が困難であればある程、先づ牧草の真の生育の姿を基本的に把握しておくことが重要である。さらに、牧草の利用面からみると生育の様々な過程で利用され、それに対応した生育が要求される。多くの草種が利用されている北海道では、それぞれの草種の生育特性に見合った利用を行なうことが効率的生産の観点からも不可欠の要素であり、この面からも草種それぞれの生育の姿を明らかにしておく必要がある。

生産量とともに永続性が重視される牧草は、施肥や利用などの管理方法によって支配される面も大きく、それぞれの草種の生育特性が考慮された施肥技術や利用技術の作出が合理的な草地維持管理となり得る。

以上の視点から、北海道で実際利用されている牧草について、その生育環境要因を抽出しながらこれを明らかにし、生産性との関連で草地の合理的な維持管理法を示して北海道における草地の安定的生産技術を確立しようとした。

本研究は昭和36年より開始されたが、開始以来北海道大学石塚喜明、田中明両名誉教授、酪農学園大学原田勇教授の指導を得、北海道農業試験場草地開発部諸先輩の指導と激励によって進められた。心から謝意を申し上げる次第である。とくにこの間草地土壌研究室、草地第3研究室に同席した方々には多大のご支援、ご協力を得たことに深く感謝の意を表したい。また、今回受賞に当りご推薦頂いた諸先輩及び北海道草地研究会員諸氏に対し厚くお礼を申し上げる次第である。

## 1 草種比較を主とした生育解析と生産性

北海道では古くから多くの寒地型牧草が導入されて定着し、さらに育種改良によって優良品種が普及、利用されてきた。牧草類は、一般に植物分類上全く形態の異なるイネ科草とマメ科草があり、それぞれの生育形態を異にしている。したがって、これらの草種が播種からどのような生育を示し、また刈取られた

\* 現(1989.10.7より)熱帯農業研究センター研究第1部

後の再生育がどのように行なわれ、さらに休眠、越冬を経てまたどのように再成長してゆくか、それが草種間でどのように相違するかを明らかにしておくことは、牧草生育を取扱う基本問題である。そこで、本研究では牧草の生産目的が茎葉を主体とした栄養体であることから、この栄養体の生育量の推移と家畜側が求める栄養生産量との関係および肥培管理上に必要な養分吸収経過などを明らかにした。

1) 草種別の生育特性<sup>1)~4)</sup>

第1段階では、北海道で主として栽培されているイネ科牧草7草種(オーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラス、メドーフェスク、スミズブロームグラス、ケンタッキーブルーグラス、イタリアンライグラス)、マメ科牧草5草種(アカクロバ、アルファルファ、アルサイクロバ、ラジノクロバ、シロクロバ)の計12草種について、同一の圃場栽培条件下で、播種から3年間の生育を追跡し、乾物収量、栄養生産量及び無機成分量などについて、各草種の生育特性を解析し、つぎのことを明らかにした。

(1) 播種1年目の生育速度はイタリアンライグラスがもっとも速く、播種後60日の1日当り乾物生産量は $25g/m^2$ 以上に達する。この値は他の草種の2倍以上で、2年目以降の1番草生育に匹敵した。ついでペレニアルライグラス、オーチャードグラス、チモシー、メドーフェスク、スミズブロームグラスの順に小さくなる。一方、マメ科牧草の生育速度はアルファルファで早く、ついでアカクロバ、アルサイクロバ、ラジノクロバ、シロクロバの順に遅くなった。すなわち、この生育速度は維持年限が短い草種程早く、維持年限が長い草種ほど遅い傾向にあるが、維持年限が長いアルファルファの初期生育速度が早いことが特徴的であった。

(2) 生育旺盛な1番草では、最高乾物生産に達する時期は供試草種間に14日の巾があり、混播組合せ草種選定に対する示唆となった。1番草生育経過から、つぎの3つの生育型に分類することができた。

- ① 短期間に生産速度が急速に上昇し急激に下降する草種(オーチャードグラス、メドーフェスク)
- ② 比較的高い生産速度が持続する草種(チモシー、ペレニアルライグラス)
- ③ 低い生産速度で徐々に増加し、ピークも低く、かつ徐々に下降する草種(スミズブロームグラス、ケンタッキーブルーグラス)

(3) 2, 3番草では1番草に比べてどの草種も乾物生産速度が小さくなるが、ペレニアルライグラスは比較的高く、9月中旬に至っても1日当り $10g/m^2$ の乾物生産を示すことが特徴的であった。マメ科牧草では、アカクロバは8月以降の生育

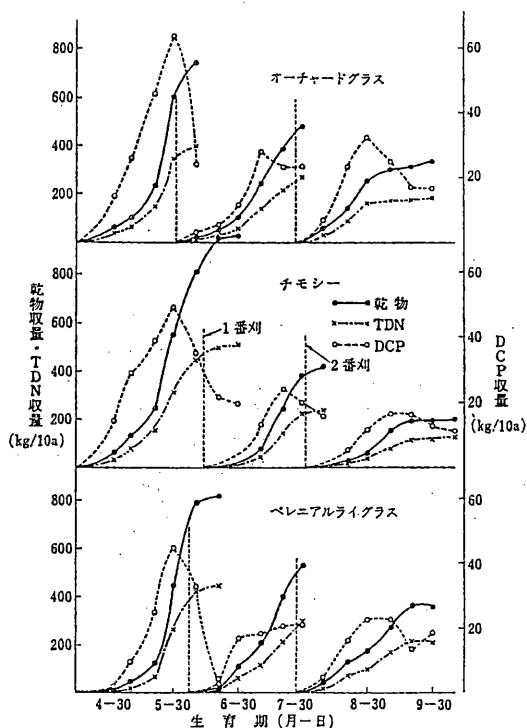


図1. 乾物収量・TDN・DCP収量 (イネ科牧草-1) 林(1967)

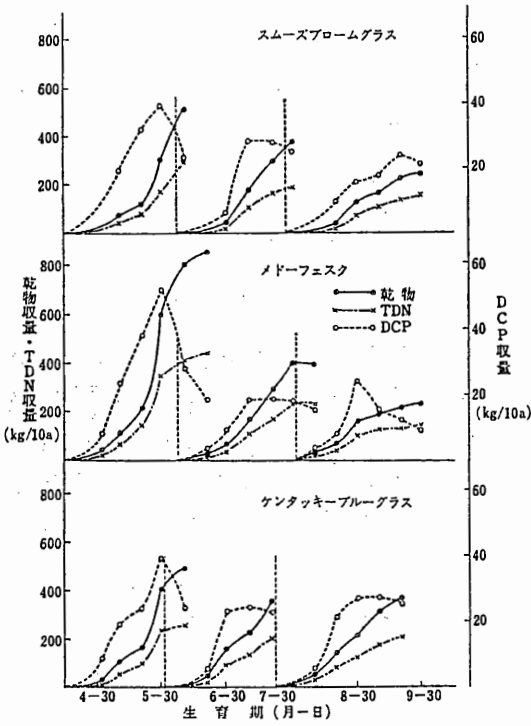


図2. 乾物収量・TDN・DCP収量 (イネ科牧草-2)

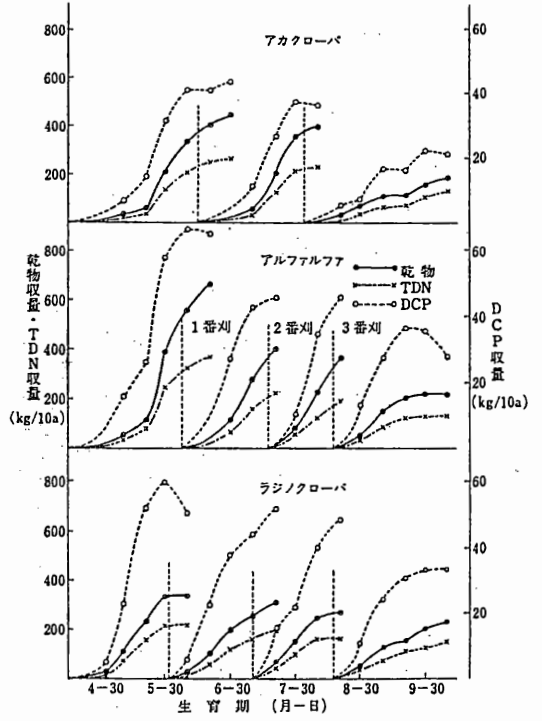


図3. 乾物収量・TDN・DCP収量の推移 (マメ科牧草) 林(1967)

表1. 乾物生産速度 (イネ科牧草) (kg/10a/1日)

林 (1967)

期間	草種	オーチャードグラス	チモシー	スムーズブ ロームグラス	ペレニアル ライグラス	メドーフェ スク	ケンタッキー ブルーグラス
	月 日 ~ 月 日						
月 日 ~ 月 日	4.3	4.3	3.5	0.6	2.5	2.3	
5-3 ~ 5-10	6.8	10.3		5.1	10.2	9.4	
5-10 ~ 5-20	13.2	11.5	7.2	8.8	10.5	5.6	
5-20 ~ 5-30	36.6	31.1	18.6	33.1	38.0	24.8	
5-30 ~ 6-10	<sup>1</sup> 3.8 1.9	23.3	19.1	29.8	18.3	7.3	
6-10 ~ 6-20	4.1	15.5	1.5	4.5 2.7	6.5 2.1	2.1	
6-20 ~ 6-30	3.9	0.4		9.1	3.2	11.0	
6-30 ~ 7-10	14.4	3.0	14.2	8.3	9.6	6.9	
7-10 ~ 7-20	13.7	15.8	11.9	19.7	12.4	14.3	
7-20 ~ 7-30	11.1	14.7	7.4	13.5	10.6	2.5	
7-30 ~ 8-10	4.0	3.1	1.6	3.5	2.9		
8-10 ~ 8-20	7.2	1.5		7.8	2.0	7.7	
8-20 ~ 8-30	11.6	4.1	8.0	3.6	9.9	7.8	
8-30 ~ 9-11	3.2	6.3	3.5	9.3	2.9	7.8	
9-11 ~ 9-21	2.0	4.5	6.4	8.9	2.0	5.3	
9-21 ~ 9-30	2.0	-0.6	3.4	-0.9	3.5		
9-30 ~ 10-10	-	0.6					

速度が急速に低下するのに反し、ラジノクローバは春より秋までの生産速度の差が小さく、年間平衡型の生育を示した。アルファルファは春から秋に向って一定割合で生産速度が低下するが、年間の乾物、DCP及びTDN収量が最も多かった。

(4) 肥料3要素の含有率では、Nは生育の進行に伴って低下するが、P、Kの低下割合はNに比べて小さい。春の再生初期ではイネ科草でもN 4~5%、DCP 20%以上を示し、高い栄養含量を示していた。

(5) 肥料3要素の吸収量の特徴は、どの草種でも常にKが高い値で推移し、最大吸収時にはNの2倍に相当する20kg/10a以上を示すことである。草種の中ではペレニアルライグラスの秋の吸収量が多いことが特筆される。

以上の結果の中から乾物、DCP、TDN生産の年間推移を図1~図3に示し、イネ科草種の乾物生産速度を表1に示した。

2) 刈取り頻度と生産性<sup>5),6)</sup>

莖葉を主体に生産する牧草栽培では、刈取り後の再生現象を利用して年間何回か刈取られる。また家畜飼料としての栄養価は若刈りほど高くなることから、年間の刈取り頻度と乾物生産性および栄養生産量に大きな影響を及ぼす。

そこで、同一の圃場栽培条件で11草種について、刈取時草高(自然草高)を10, 20, 30, 40, 50cmとして播種から3カ年間、生草収量、乾物収量、栄養生産量、無機成分含有率及び吸収量などについて調査した。

年間の刈取回数は2年目以降の生産年次で草高の低い刈取区では6~10回、40cm以上の高い刈取区では3~4回で、播種からの3カ年間で最高刈取回数は24回、最少で6回であった。

この結果から、全草種を通じて、短い草高で多回利用した場合オーチャードグラス、ペレニアルライグラスの収量が多く、常に短草利用される放牧利用には適した特性を有しているといえる。

長草利用では、乾物、DCP、TDNいずれの収量においてもアルファルファが多く、北海道で利用される牧草の中では最も良質、多収草種であることが位置付けられた。

どの草種でも草高が高い刈取区ほど年間の乾物、TDN収量は多い。また、乾物収量とTDN収量の間には $r = 0.98$ の高い正相関があること、イネ科草種のDCP収量はどの草高で利用しても年間生産量では大きな差がないがマメ科草種では、乾物収量が多い区で多く、イネ科草とマメ科草ではDCPの生産型を異にした。(図4~図7)

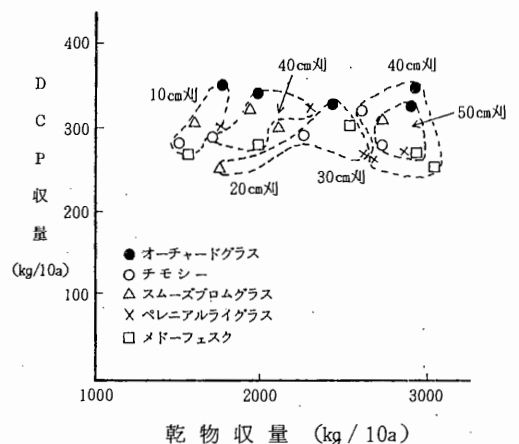


図4. 乾物収量とDCP収量との関係 (3カ年合計)

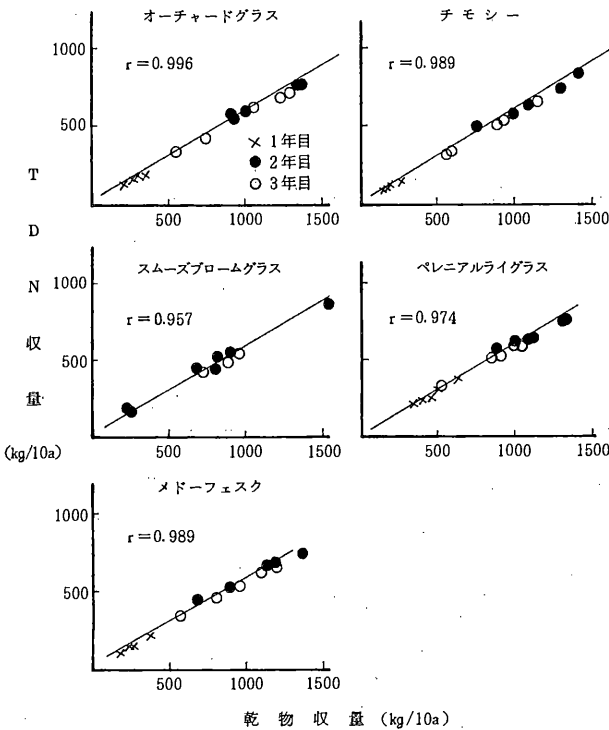


図5. 草種別乾物収量とTDN収量との関係

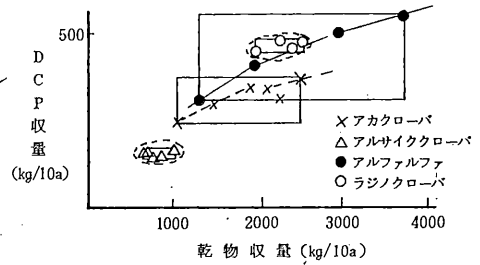


図6. 乾物収量とDCP収量との関係

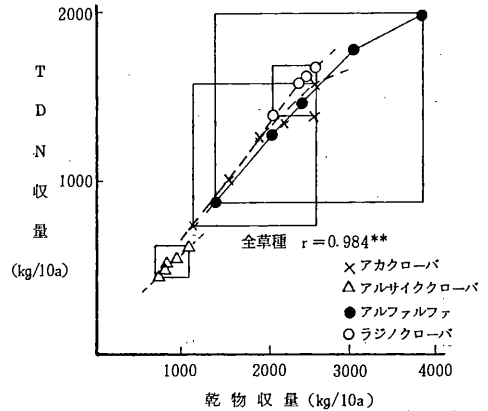


図7. 乾物収量とTDN収量との関係

### 3) 刈株の高さと生産性<sup>7)</sup>

牧草の生産は再生長に期待しながら栽培されるので、再生の問題は重要な課題である。そこで、牧草の再生において、その原資となる株をいかに取扱うかについて、刈取り利用の際に残された株量と再生の関係を、刈株の高さを変えることにより検討した。

すなわち、イネ科7草種、マメ科5草種の計12草種について、同一の圃場栽培条件下で、残存刈株高を0, 5, 10, 15cmとして播種から3カ年、主に生育量を中心に調査した。

イネ科牧草では、春萌芽からの1番草とその後の2, 3番草生育では処理間の生育量が異なる。すなわち、1番草の生育では、地表から刈取る0cmを除いて、前年秋の貯蔵期間中における刈株の影響が緩和されること、刈り残される株重量が多いこと、春は再生長点が草種によって大きな差異がないことなどによって、刈株が低い区ほど収量は多い。これに反し、2, 3番草では再生長点が、地下茎、株の基部などの養分貯蔵器官の部位が草種によって異なるため、刈株高さによって、その後の生長量を異にする。マメ科牧草では貯蔵器官が根や地下茎で、再生長点は地下茎、冠根部と地表近くにあるから、0cmと極端な低刈りを除き、5cm > 10cm > 15cmの順に残存株高が低い区の生産量が多かった。また、イネ科草、マメ科草とも刈株を高く残した区では、病害によると思われる枯死茎が多く認められた。

以上のことから、刈株高と生育量の関係は、それぞれの草種がもつ、①全生育量中に占める残存部量、

②養分貯蔵器官の位置, ③養分貯蔵量, ④再生長点の位置, ⑤病原菌の種類や密度, などに影響されることがわかり, 利用に当たっての刈株高はこれらを考慮して決められるべきであることを示した。

4) 1 番草生育機構の解析<sup>9)</sup>

北海道における牧草の生育量は, 5月から6月が最も多く, 7月以降秋に向って低下する。この事実は前記までの試験で明らかにしてきたところであるが, もし7月以降生育利用する2, 3番草の生育を1番草並みに向上できれば, 単に飛躍的な増収となるばかりでなく, 草地の季節生産性を高いレベルで達成し得ることになる。

季節によって異なる牧草の生育は, これまで多くの人によって解明され, 温度, 光, 器官別生育差, 収量率などによることが明らかにされている。そこで1番草の良好な生育がこれら要因とどのように関与するかを確かめるため, イネ科5草種, マメ科1草種の計6草種について圃場で生育した越冬株を萌芽前に0℃で貯蔵し, これを4月, 6月, 8月の通常の1, 2, 3番草生育時期に取出し生育させた。

その結果(図8), 再生草量はどの草種も同じ1番草でありながら5~6月に生育させたA区>2番草時期の7~8月に生育させたB区>3番草時期の8~9月に生育させたC区の順となった。これを1日当たり生産量で算出した生産速度で比較するとどの草種でも日平均温度が高かったB区が高く, 草種間では茎稈数の多い草種ほど生育量は多く, 茎稈の発達程度が生育量を支配する一因であった事を示した。他方B区やC区の1番草であっても全く茎

部発達のないオーチャードグラスでの生産速度はA区より高く, メドーフェスクはB区がA区より茎稈数が多いにもかかわらず生産速度が同等の値を示すことから, 必ずしも茎稈のみが生育量を支配しているとは考えられない。別にファイトロンを用いた試験の結果から昼間15℃, 夜間15℃で生育させた区が最も生育量多く, 温度条件も生育を支配する要因であることを確めた。このほか季節によって日照時間も当然異なるので光条件も大きく支配していると考えられた。いずれにしても同じ1番草でもチモシー, メドーフェスク, マウンテンブROOMグラスはどの季節にも盛んに出穂するのに反し, オーチャードグラス, ペレニアルライグラスでは自然区以外では茎稈の発達, 出

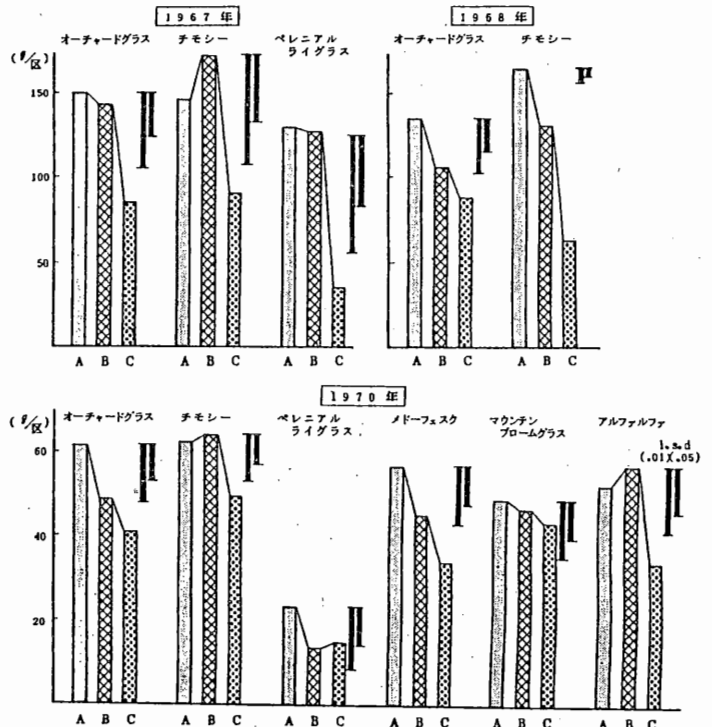


図8. 生育時期を異にする1番草の地上部乾物重

穂は著しく少なく、イネ科草種間の出穂生理上にきわめて興味深い現象を示した。(図8)

## II 牧草生産性における環境条件の影響

牧草生育は、温度、光、水分、養分など、多くの環境要因の影響をうけ、その総合化されたものが生長量として示される。そこで、北海道で栽培される主要牧草について、養分、温度、光、水分の諸要因について生産性との関連で検討した。

### 1) 養分環境と生産性<sup>9)~20)</sup>

牧草の生育に必要な養分について、それら要素の過不足域、最適域を把握するため、水耕法によって要素欠乏症を発現させて不足域における植物体の変化や症状を把握するとともに含有量などを確かめた。また土壌生産力、牧草の養分要求量を確認する目的から北海道で代表される火山性土、重粘土、泥炭土の3つの土壌で三要素試験を行なった。さらに各要素ごとの用量試験、厩肥、石灰を含む各種肥料の肥効試験を行ない、草地の肥培管理法の基礎資料とした。

### 2) 温度条件に対する生育反応<sup>4), 8)</sup>

ファイトトロン<sup>2)</sup>の24℃(昼) - 19℃(夜)、15℃ - 15℃、8℃ - 5℃の中でイネ科牧草5草種について生育量を比較した結果、いずれの草種も分けつ数、有効茎数は低温区 > 中温区 > 高温区 の順であり、草丈は中温区 > 高温区 > 低温区 の順となり、低温区の生長がとくに遅れ、草丈は他の区の約半分で有効茎数が多くても草丈伸長がなければ生産量は増加しない。地上部生育量はいずれの草種も高温区より中温区が多く、寒地型牧草では日中温度24℃では同化効率が悪くことを示し、最適気温は15℃~20℃の範囲にあることを確かめた(図9)。

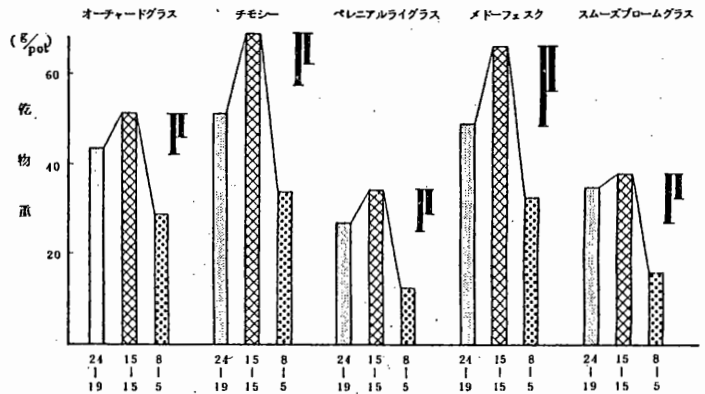


図9. 異なる温度に生育した1番草の乾物重量

### 3) 光強度に対する生育反応<sup>21)</sup>

イネ科草5草種、マメ科草3草種の計8草種について圃場で、地上1.2mの高さに寒冷紗で自然光を40%、30%に遮光した区を作り自然区との生育を比較した。各時期の生育量は、草高の大きい1番草では遮光による減少割合は小さかったが、2、3番草では遮光率の大きい区ほど自然区より減少した。この傾向はマメ科草で大きく、混播草地では1番草利用後にマメ科草に対して良く受光できる環境を与えることがマメ科草維持に必要なことを示した。草種間ではペレニアルライグラス、メドーフェスクが遮光によ

る減少率が小さく、日射量の少ない秋でも良く生育することを裏付けた。マメ科草の中ではアルファルファが遮光によって生育量を大きく減少するので、混播条件下では良好な受光環境を与える必要がある。

4) 牧草の要水量とかんがい効果<sup>22)~25)</sup>

北海道では、根釧などの一部地域を除いては、春から夏にかけて降水量が少なく、畑作物はしばしば干ばつの被害をうける。一方牧草地では、牧草密度が高く、葉面積多く、しかも春から夏まではもっとも旺盛な生育を示すので、多量の水を吸水、消費する。したがって北海道の牧草生産性と水分供給の現状を確認しておくことは、草地酪農にとって重要な課題である。

この研究では、北海道で一般的に栽培されているオーチャードグラス、チモシー、メドーフェスク、ペレニアルライグラス、アカクローバ、ラジノクローバの6草種について、春から秋までの野外条件と温度を異にしたファイトトロン中での水耕栽培によって牧草の吸水量を測定し、また土壌水分を異にしたときの乾物生産速度などから要水量を求め、北海道における降水量と牧草生産量との関係を明らかにした。

さらに、草種別草地と混播草地について灌がいの効果を検討した。その結果、どの草種でも自然降水量に年100mm前後の灌水を行なうことによって30%以上の増収が得られ、混播草地でも同様の増収が認められた。さらに牧草地では灌水によって、表面施用された肥料の肥効増進にも効果があることを明らかにした。他方、灌がいによる増収は牧草密度の低下、ラジノクローバの増加などの植生変化、あるいは根の表層集積と絶対量の減少などがあることを明らかにした(図10)。

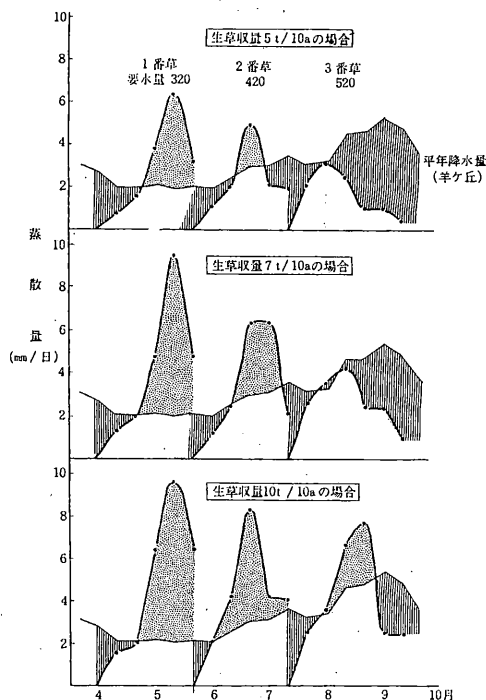


図10. 収量別混播草地の蒸散量(想定値)

III 永続確収のための肥培管理法<sup>26), 27), 28)</sup>

草地を高い生産量で少しでも長く維持させるためには、永続性質をもつ草種の導入、土壌生産力の維持、肥培管理法、利用法などの諸技術が有機的に結合される必要がある。本研究では、この中から肥培管理法、とくに年間同一施肥量をどの時期に、どれだけ与えることが永続性に有利かについて検討した。

その結果から、およそつぎのようなことを明らかにした。

- ① 年間施肥量が同一とした場合は全量を春1回に施用するよりも各番草別に分施することにより年間収量を多くし、年次が進むとその差も増大する。したがって永続的安定収量確保のためには分施が原則となる。
- ② 分施の場合、年間収量だけを問題にする場合は春多く、秋に向って少なくする分施が有利であるが、



収量とともに永続性を加味する場合は、春少なく秋に向って多くする分施が有利となる。

- ③ 年間5～6回の多回利用においては、秋に向っての多施用が永続性を保ち、とくに早春利用、晩秋利用において収量を確保し、さらに季節生産を平準化するうえでも好ましい施肥法であった。
  - ④ 秋多施が永続性に有利な理由は、秋の株、根量の増加、蓄積養分の増加に基づく越冬条件の有利性、春の再生育の活性化向上など寒地型牧草の生理・生態的特性に基づくことが主因であった。
- この技術は昭和46年度北海道の指導参考事項に採択された。

#### IV アルファルファ草地の永続管理法<sup>29)~33)</sup>

牧草の生育特性に関する一連の研究から、北海道で栽培できる草種では、アルファルファがもっとも高栄養で生産性が高く、永続性もあることから、アルファルファの安定生産技術について、多量要素の肥効、厩肥施用効果、リン酸の施肥適量、石灰の追肥効果および混播条件下での窒素施肥適量などを検討した。

とくに、中性付近の生育培地を必要とするアルファルファを、酸性土壌条件で生産を維持するために必要な石灰施用法について10年間に亘る長期試験を実施した。

その結果、アルファルファの混播草地では、長期的に高いアルファルファ混生率を維持するためには、播種床造成時に pH 7.0 以上になるよう、多量の石灰を施用するとともに、その後も毎年適量の石灰を表層散布によって追肥することが必要であった。このような連年の石灰追肥により、草地の表層土ばかりでなく、下層土の pH 及び置換性石灰の水準をアルファルファ生育に好適な条件に維持された(図11)。

この結果は、昭和62年度北海道の指導参考事項に採択され、実用化技術として普及に移された。

#### V アカクローバの追播技術<sup>34)~36)</sup>

イネ科草とマメ科草の混播は、施肥窒素の節減や土壌養分の有効利用の面から草地生産性を高めるとともに家畜飼料としての栄養生産性にも適している。このため、北海道における採草地の造成

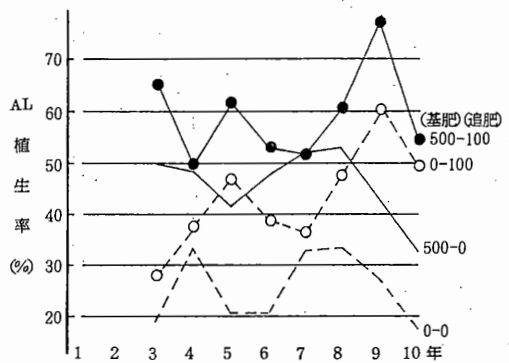


図11. 全乾物収量中に占める Alfalfa の割合 (施用量は10a当炭カルkg)

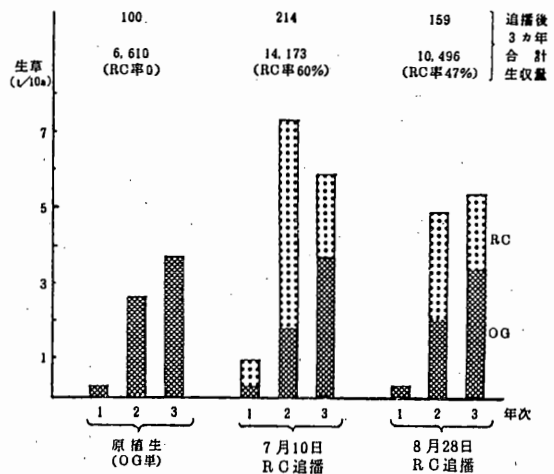


図12. OG単播草地に対するRC追播時期と年次別収量 (パワーテールシーダーによる作溝追播)

では、チモシーまたはオーチャードグラスとアカクローバの混播が一般的である。しかし、このような混播では、アカクローバが短年生のため、造成後3～4年でアカクローバが消失し、イネ科草主体となり、収量低下とともに栄養性が劣化する。そこで、このアカクローバを追播することによって、混播条件を維持する技術を検討した。

アカクローバは、北海道の気候、土壤に適し、自然植生下では、自然下種によってもその植生が維持でき、追播の可能性が高い。そこで、オーチャードグラスやチモシーなどのイネ科草地にできる限り簡易な播種造成処理を行い、既存草地を利用しながらアカクローバを追播して、混播草地を再現できることを明らかにした(図12)。

追播作業項目	具体的方法	理由
混播が再現できやすい草地	オーチャードグラス・チモシーの株型草種主体	土壌露出が多い。ルートマットが少ない。地表密度が少なく、追播幼苗の生育空間がある。
追播時期	7月中旬～8月中旬	土壌水分、既存植生との生育競合、既存草の利用。追播草の越冬までの個体生長。
播種量	10a当 1kg～2kg	地表処理、土壌、既存植生によって異なる。
施肥	石灰 50kg～100kg 過石 20kg～30kg	追播草の初期生育促進。
地表処理	デスクハロー	既存農機具を前提、種子と土壌接着のため3～5回掛。
追播法	散播	ドリルがある場合はドリルでも可。
追播後鎮圧	ケンブリッジローラー 又は平ローラー	追播種子の土壌との接着(水分供給)。既存草株の安定。
掃除刈	追播後30日後 掃除刈	追播草幼苗の受光(既存草を抑圧)。
追播年の利用	利用しないで越冬	追播草越冬のための個体充実。
追播2年目以降	通常の利用	春追肥(混播用)。一般採草利用として通常の方法。

この結果は、アカクローバの追播法として同時に実施していた道立新得畜産試験場との共同で昭和62年度の指導参考事項に採択された。

#### 報告・発表文献

- 1) 林 満・小梁川忠士(1966) 牧草の生育過程における養分吸収と栄養生産性の草種間比較(1)造成段階 日畜学道支部会
- 2) 林 満・新田一彦(1968) 牧草の生育過程における養分吸収と栄養生産性の草種間比較(2)生産維持段階 日草学会
- 3) 串崎光男・林 満・菰田肇(1970) 牧草の生育と微量要素組成の推移 日土肥学会

- 4) 林 満 (1968) 牧草の生育曲線からみた生産性 北草研報 4: 12-24
- 5) 林 満 (1970) 牧草の生育段階を異にした場合の生産性 その1 イネ科牧草 「北農」 37, 7: 1-14
- 6) 林 満 (1970) 牧草の生育段階を異にした場合の生産性 その2 マメ科牧草 「北農」 37, 10: 1-18
- 7) 林 満・新田一彦 (1968) 刈株の高さが再生育に及ぼす影響 日土肥学道支部会
- 8) 林 満 (1972) 1 番草生育機構の解析 生育温度と生育時期を異にしたときの1 番草の生育 北農試研究資料 2: 53-68
- 9) 石塚喜明・原田勇・林 満 (1963) 牧草類の大量要素欠乏症について 日土肥学会
- 10) 小梁川忠士・林 満・片岡健治 (1963) 牧草類に対する各種窒素質肥料の効果 日草学会
- 11) 原田勇・林 満 (1964) 牧草の初期生育に及ぼす土壌条件, 特に種子床条件に関する研究 (第1 報) 牧草の初期生育と土壌水分 日土肥学会
- 12) 小梁川忠士・林 満・片岡健治 (1964) 草地造成時の磷酸施与量が初年目の生育に及ぼす影響 日草学会
- 13) 小梁川忠士・林 満・片岡健治 (1964) 草類に対する各種型態磷酸の基肥としての肥効の持続性 日畜学道支部会
- 14) 石塚喜明・原田勇・林 満 (1965) 牧草の施肥体系樹立に寄与すべき2, 3の要因解析 日土肥学会
- 15) 小梁川忠士・林 満・片岡健治 (1966) オーチャードグラスに対する窒素多施について 日畜学道支部会
- 16) 小梁川忠士・林 満・片岡健治・近藤秀雄 (1967) 草類に対する窒素の施与について (1) オーチャードグラスの収量, 組成と窒素用量 日草学会
- 17) 小梁川忠士・林 満・片岡健治・近藤秀雄 (1967) 草類に対する窒素の施与について (2) オーチャードグラスの窒素組成と跡地土壌 日草学会
- 18) 小梁川忠士・林 満・片岡健治・近藤秀雄 (1967) 草類に対する窒素の施与について (3) 各種窒素肥料施与の影響 日草学会
- 19) 林 満・片岡健治・小梁川忠士 (1967) 粗粒火山灰地における牧草の肥培管理 (1) 造成段階と維持段階における施肥管理法 北草研報 1, 6-7
- 20) 林 満・片岡健治・小梁川忠士 (1967) 粗粒火山灰地における牧草の肥培管理 (2) 粗粒火山灰地における降水に伴う肥料の流亡 北草研報 1, 7-8
- 21) 林 満 (1971) 光の強度に対する牧草の生育反応の草種間比較 北草研報 5, 20-23
- 22) 林 満 (1974) 牧草の水消費量とかん水効果 日土木学道支部会
- 23) 林 満 (1974) 牧草・飼料作物のかんがい効果 畑地かんがい研究会報 7
- 24) 林 満 (1977) 牧草の水要求とかん水効果 (第1 報) 牧草の水要求量 北草研報 11, 51-54
- 25) 林 満 (1977) 牧草の水要求とかん水効果 (第2 報) 牧草に対するかん水効果 北草研報 11, 54-58

- 26) 林 満 (1975) 積雪寒冷地帯における草地の永続確収のための施肥法「農林水産研究情報」№50
- 27) 林 満・新田一彦 (1971) 草地の永続確収のための肥培管理 1) 追肥時期と配分法 日草学会
- 28) 林 満 (1978) きゅう肥施与による牧草生産と地力維持 北草研報 12, 42-46
- 29) 林 満・片岡健治・近藤秀雄・原楨紀 (1971) 北海道におけるアルファルファ草地の造成と維持管理 1) 施肥管理法 日草学会
- 30) 片岡健治・林 満・近藤秀雄・原楨紀 (1971) 北海道におけるアルファルファ草地の造成と維持管理 2) 刈取管理法 日草学会
- 31) 林 満 (1980) 石灰資材と牧草への施用効果 北草研報 14, 60-63
- 32) 林 満 (1987) アルファルファ草地に対する石灰の施用効果 北草研報 21, 217-224
- 33) 林 満 (1988) アルファルファ草地の土壌管理 草地飼料作研究成果最新情報 3, 71-72
- 34) 林 満 (1988) マメ科牧草の追播による草地の増収と質的改善 第1報 アカクローバ追播による増収効果 北草研報 22, 72-78
- 35) 林 満 (1988) イネ科牧草優占草地に対するアカクローバ追播による植生改善と増収効果 草地飼料作研究成果最新情報 3, 89-90
- 36) 林 満 (1988) 粗粒火山灰草地の植生改善法 草地飼料作研究成果最新情報 3, 87-88