

アルファルファ単・混播草地の生産性と年次変動

岩淵 慶*・大塚博志*・五十嵐弘昭**・堀川 洋***

Productivity and Yearly Change of Alfalfa (*Medicago sativa* L.)
in Pure Stands vs. Binary Mixture with Grasses
Kei IWABUCHI*, Hiroshi OHTSUKA*, Hiroaki IGARASHI**
and Yoh HORIKAWA***

Summary

Alfalfa (*Medicago sativa* L. ; AL) was grown in pure stand and in mixture with timothy (*Phleum pratense* L. ; TY) or orchardgrass (*Dactylis glomerata* L. ; OG), and their yearly changes of dry matter yields and forage qualities were observed for three years. In addition, their economical performances were evaluated by using animal nutritional estimations.

The dry matter yields of mixture stands were higher and their yearly changes were smaller than those of alfalfa pure stand. The optimum seeding rates for mixture stands, judging from the ratio of legumes, were AL ; TY = 1.0 kg ; 1.0 kg / 10 a and AL ; OG = 2.0 kg ; 0.8 kg / 10 a, respectively. The crude protein production and relative feed value (RFV), however, were higher for AL pure stand than mixture stands. Thus, the estimated economical benefits from AL pure stand were 126 to 167 thousands yen / 10 a more than the TY or OG pure stand, and were 14 to 105 thousands yen / 10 a than the AL mixture stand with TY or OG. The results suggest the superiority for alfalfa cultiva-

tion in pure stand, in order to obtain higher economic performances.

キーワード : アルファルファ、経済評価、飼料価値、単・混播草地、年次変動

Key words : Alfalfa, Economical evaluation, Feed value, Pure and mixture sward, Yearly change of Alfalfa.

緒言

アルファルファは、その収量性と高品質性から導入以来、酪農家に大変注目され続けている草種である。しかしながら、これまでアルファルファの栽培や利用方法について多くの試験研究がなされ成果があげられているものの^{7,9,15,17)} 北海道における今日の栽培面積は、1万1千haと全草地面積の僅か1.9%に過ぎず(1994年)、1986年に1万haを越えてからはほぼ横這いとなっている。このことは、造成・維持段階の雑草や冬枯れによる永続性の低下など未だ多くの栽培上の問題点が残されているためと考えられる。

そこで、著者らはこれら栽培上の諸問題が改善されれば、その栽培面積は飛躍的に拡大するものと考えられる道東地域において幾つかの改善策について検討してきた^{6,14)}。

*ホクレン農業総合研究所 (069-13 夕張郡長沼町東9線南2番地)

**パイオニア ハイブレッド ジャパン株式会社 (082 芽室町東芽室北1線4-13)

***帯広畜産大学 (080 帯広市稲田町9)

*Agricultural Research Institute, Hokuren Federation of Agricultural Cooperatives, Naganumachominami 2, Higashi 9, Hokkaido, 069-13 Japan

**PIONEER HI - BRED JAPAN CO., INT., Memurocho Higashimemuro Kita 1-sen 4-13, Hokkaido, 082, Japan.

***Laboratory of Forage Crop Sci., Obihiro University of Agr. & Vet. Medicine, Inadacho 9, Obihiro, Hokkaido, 080 Japan

「平成7年度 研究発表会において一部発表」

本報では、アルファルファの単播とイネ科牧草との混播草地の生産性と年次変動について比較し、また、そのときの経済効果について五十嵐ら⁶⁾の他、既往の報告で用いられた方法^{12, 16, 18)}で検討を加えた。

材料及び方法

試験は、1992年から1995年にかけて帯広市川西にあるホクレン十勝試験圃場にて実施した。供試草種は、アルファルファ（品種；5444、以下ALと略記）、チモシー（品種；ノサップ、以下TYと略記）、オーチャードグラス（品種；オカミドリ、以下OGと略記）を用いた。

処理区は、AL単播区、AL-TY混播区およびAL-OG混播区、また、比較としてTYとOGの単播区を設けた。播種量は、単播区はそれぞれ10aあたり2.0kgとし、混播区は、ALの播種量を1.0kg、1.5kgおよび2.0kgの3水準としたうえで、AL-TY混播区ではTYを1.0kg、AL-OG混播区ではOGを0.8kg播種した。試験区面積は、1区畝間30cm×6畝×3mの5.4m²で3反復行ない、播種は1992年5月15日に条播した。なお、施肥は北海道における牧草・飼料作物優良品種選定試験実施の手引き⁵⁾に従った。刈り取りは、初年目は2回、2年目以降は3回実施した。

調査項目は、収量、AL率、粗蛋白質、ADFおよびNFD含有率とした。収量調査は1区6畝の内中央4畝を収穫し、AL率は収穫直前に観察によって調査した。また、粗蛋白質、ADFおよびNDFは、ホクレンくみあい飼料北見工場において分析した。

なお、試験の解析には播種2年目以降のデータを用いた。また、品種分析には播種2年目および3年目の各番草のサンプルを用いた。

結果

1. 気象概況

図1に1993年から1995年の気温と降水量を示した。1993年は、5月から8月にかけて低温で、降水量も5月から7月にかけて多い、いわゆる「低温湿潤年」であった。1994年は、平年に比べて特に7月から9月の気温が高く、降水量は9月頃多かったが、5月から8月にかけては非常に少ない「高温早魃年」であった。1995年は、気温、降水量とも「平年並み」であったが、日照量が極めて少ない年であった。

2. 収量および年次変動

造成2年目から4年目までの乾物収量を表1に示した。単播区と混播区の3処理の平均値を比較した。合計乾物収量について、1993年（低温湿潤年）は単播区では

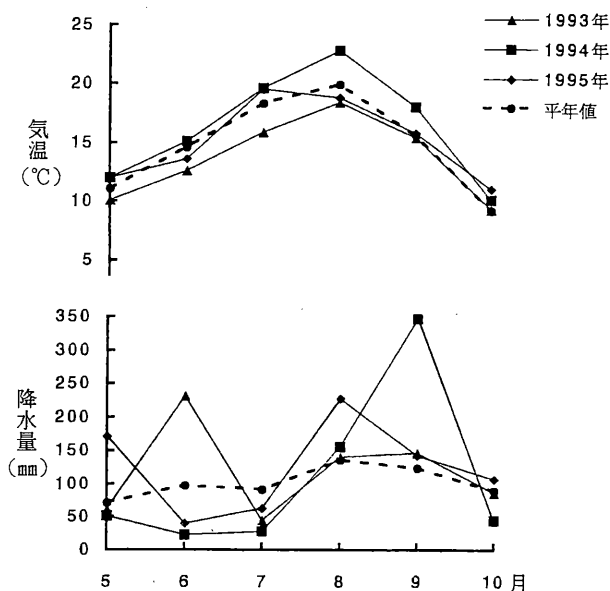


図1. 1993から1995年の気温と降水量の推移

表1. 造成2年目から4年目までの乾物収量

処理区 ^{a)} (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a) ^{b)}					
	1993年	1994年	1995年	3年間合計	% ^{c)} CV(%) ^{d)}	
単播						
AL 2.0	993 ^{d)}	1,231 ^{b)}	1,342 ^{b)}	3,566 ^{b)}	100	15.0
TY 2.0	1,149 ^{c)}	775 ^{a)}	1,117 ^{a)}	3,021 ^{c)}	85	21.7
OG 2.0	1,347 ^{b)}	772 ^{a)}	891 ^{a)}	3,009 ^{c)}	84	30.3
混播 AL-TY						
AL 1.0 - TY 1.0	1,196 ^{c)}	1,291 ^{b)}	1,415 ^{ab)}	3,903 ^{ab)}	109	8.5
AL 1.5 - TY 1.0	1,133 ^{c)}	1,204 ^{c)}	1,462 ^{a)}	3,792 ^{b)}	106	13.4
AL 2.0 - TY 1.0	1,140 ^{c)}	1,326 ^{a)}	1,455 ^{a)}	3,921 ^{ab)}	110	12.1
AL-TY 平均	1,156 ^{c)}	1,274 ^{a)}	1,444 ^{a)}	3,872 ^{ab)}	109	11.3
混播 AL-OG						
AL 1.0 - OG 0.8	1,116 ^{cd)}	1,078 ^{d)}	1,259 ^{c)}	3,453 ^{b)}	97	8.3
AL 1.5 - OG 0.8	1,373 ^{ab)}	1,144 ^{cd)}	1,392 ^{ab)}	3,909 ^{ab)}	110	10.6
AL 2.0 - OG 0.8	1,475 ^{a)}	1,370 ^{a)}	1,400 ^{ab)}	4,245 ^{a)}	119	3.8
AL-OG 平均	1,321 ^{b)}	1,197 ^{c)}	1,350 ^{b)}	3,869 ^{ab)}	108	7.6

a) 処理区のAL, TY および OG は各々アルファルファ、チモシーおよびオーチャードグラスを示す。また、草種の後の数字は播種量を示す。

b) 線の欄の異なる英小文字間に5%水準で有意差あり。

c) 単播AL 2.0 区の3年間合計乾物収量を100%とした場合の比率を示す。

d) 1993年から1995年の乾物収量の年次変動を示す。

AL区に比べTY区およびOG区が高くなった。一方、混播区は、AL-TY区ではTY単播区と、AL-OG区ではOG単播区と同程度の収量を示した。1994年（高温早魃年）は、単播区ではAL区がTY区およびOG区に比べ高く、混播区ではAL-TY区、AL-OG区ともAL単播区と同程度であった。1995年（平年並み）は、単播区ではAL区>TY区>OG区の順で高かった。なお、OG区の1番草が他の2番草に比べて低いのは雪腐大粒菌核病の発生による萌芽の不良および遅延に起因していた。一方、混播区はAL単播区より高い傾向にあった。

1993年から1995年の3年間の合計乾物収量をみると、単播区では、AL区の収量はTY区およびOG区より約15%高く、年次変動もC.V. 15.0%と最も小さかった。混播区では、収量はAL-TY区、AL-OG区とも大差がなく、年次変動はAL-TY区がやや大きかった。単播

区と混播区を比較すると、混播区では単播区に比べ収量がやや高い傾向にあり、AL区より約10%高かった。また、年次変動も低く安定していた。

次に、混播区を処理区別にみると、AL-TY区では、乾物収量は3処理区とも差は認められなかったが、年次変動はALの播種量が最も少ないAL:TY=1.0kg:1.0kgの場合に最も小さかった。AL-OG区では、ALの播種量が最も多いAL:OG=2.0kg:0.8kgの場合に乾物収量が最も高く、年次変動も小さかった。ここで、図2に示した1993年から1995年のアルファルファ率の推移をみると、3年間を通してAL-TY区がAL-OG区より高く推移していた。処理区別にみると、AL-TY区ではALの播種量が最も少ないAL:TY=1.0kg:1.0kgの場合が最も低く、AL-OG区ではALの播種量が最も多いAL:OG=2.0kg:0.8kgの場合に最も高く推移していた。

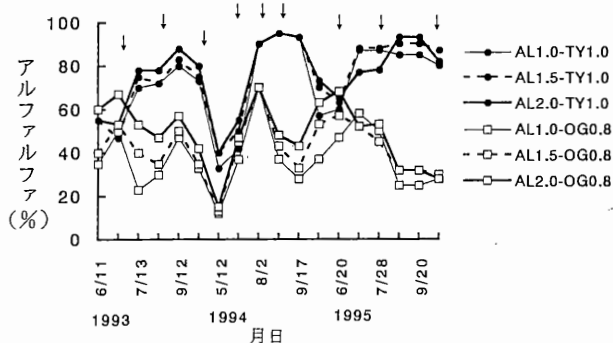


図2. 1993~1995年のアルファルファ率の推移

↓は刈り取り日を示す。
処理区の記号は表1に同じ。

3. 粗蛋白質収量と飼料価値

1993年から1994年の単播と混播の粗蛋白質収量を図3に示した。粗蛋白質収量については、単播区ではAL区が約400kg/10aと最も高くTY区およびOG区の約2倍

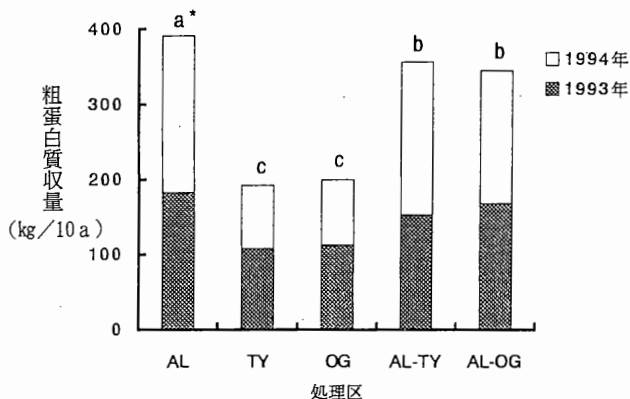


図3. 1993~1994年の処理区別の粗蛋白質収量

* 異なる英小文字間に5%水準で有意差あり
処理区の記号は表1に同じ。

であった。混播区では差は認められなかった。また、AL区は乾物収量では両混播区よりも低かったが、粗蛋白質収量では有意に高かった。

繊維の消化性と乾物の摂取量を加味した相対飼料価値 (RFV; Relative Feed Value)¹⁶⁾ を飼料分析値から求め、1993年から1994年の推移を図4に示した。AL区が最も高く推移し品質が優れていることを示していた。次いで混播区が高く、イネ科のTY区およびOG区は最も低かった。なお、1993年の3番草でAL区が低い値を示したのは、そばかす病の発生による葉部の脱落のためと考えられた。

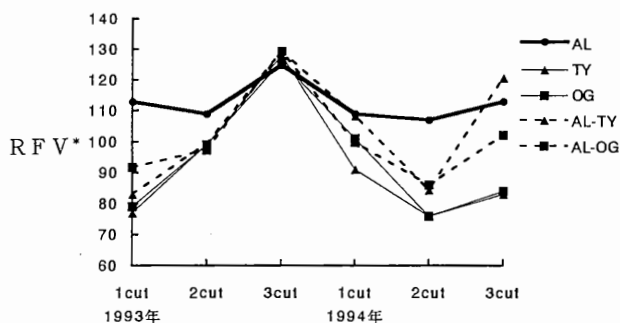


図4. 1993~1994年の処理区別のRFVの推移

*RFV(Relative Feed Value)=(88.9-0.779×ADF%)×120/NDF%/1.29
処理区の記号は表1に同じ。

4. 経済性の評価

処理別の経済性評価を五十嵐ら⁶⁾ が用いた以下の推定式で求めた。

(1) 乾物中正味エネルギー濃度: NEL (Mcal/kg)

アルファルファ単播の場合: $(1.044 - (0.0123 \times ADF)) / 0.4536$

イネ科単播の場合: $(1.50 - (0.0267 \times ADF)) / 0.4536$

混播の場合: $(1.044 - (0.0131 \times ADF)) / 0.4536$

(2) 粗飼料乾物摂取量: DMI (kg/day)

アルファルファ単播の場合: $体重 \times 1.2\% / NDF\%$

イネ科単播の場合: $体重 \times 1.7\% / NDF\%$

混播の場合: $体重 \times 1.5\% / NDF\%$

また、牛体のモデルは体重600kgの成牛でその牛乳は乳脂肪3.7%とし、エネルギーおよび蛋白質の要求量はNRC飼養標準¹²⁾に基づき以下の通りとした。

維持要求量: NEL=9.70Mcal, CP=406g

以上のパラメータを用いて、粗飼料から供給されるエネルギーから推定される産乳量 (FEM) と粗飼料から供給される粗蛋白質から推定される産乳量 (FPM) を

$FEM = (粗飼料DMI (kg) \times NEL (Mcal/kg) - 9.7) / 0.71$

FPM = (粗飼料DMI (kg) × CP% × 10 - 406) / 86
 で求めた。このときのエネルギーと蛋白質のバランスを圧片トウモロコシおよび大豆粕で補正することとした。なお、FPM > FEMの場合は圧片トウモロコシを、FEM > FPMの場合は大豆粕を用い、一日当たりの必要量は、「圧片トウモロコシ必要量 = (FPM - FEM) / 1.71」、「大豆粕必要量 = (FEM - FPM) / 3.87」で算出した。

栄養補正後の推定乳量は、「FEM + 圧片トウモロコシ必要量 × 2.87 + 大豆粕必要量 × 2.73」で求めた。

10a 当たりの推定産乳量は、10a 当たりの推定給与日数を「乾物収量 (kg) / DMI (kg)」で求め、栄養補正後の推定産乳量に乗じることで算出した。

収益性の違いについては、乳価を平成6年全道平均の77.60円、圧片トウモロコシの価格を44円/kg、大豆粕の価格を55円/kgとして算出した。

飼料分析値から求めた処理別の収益性を表2に示した。2年間の単位面積当たりの産乳量並びに牛乳代金は、AL区がTYおよびOG区に比べ205から165%、AL-TY区およびAL-OG区とでは各々150から108%となった。ここで、エネルギーと蛋白質のバランスをとるために給与した圧片トウモロコシと大豆粕の代金を減じて差し引き利益を算出すると、AL区ではTYおよびOG区に比べ12.6から16.7万円、AL-TY区およびAL-OG区とでは各々1.4から10.5円高くなった。

表2. アルファルファ自給による処理区別の収益^{a)}

処理区 ^{b)} (kg/10a)	栄養補正後の 推定産乳量 (kg/10a)	栄養補正量		牛乳 ^{c)} 代金 (千円)	トウモロコシ ^{d)} 代金 (千円)	大豆粕 ^{e)} 代金 (千円)	差し引き	
		トウモロコシ (kg/10a)	大豆粕 (kg/10a)				利益 ^{f)} (千円)	差 額 ^{g)} (千円)
単播								
AL 2.0	5164	1159.4	0.0	400.7	51.0	0.0	349.7	0.0
TY 2.0	3126	241.3	151.6	242.6	10.6	8.3	223.6	-126.1
OG 2.0	2516	157.2	108.5	195.3	6.9	6.0	182.4	-167.3
混播 AL-TY								
AL 1.0 - TY 1.0	4379	810.9	0.0	339.8	35.7	0.0	304.1	-45.6
AL 1.5 - TY 1.0	4166	794.6	0.0	323.3	35.0	0.0	288.4	-61.3
AL 2.0 - TY 1.0	4616	871.4	0.0	358.2	38.3	0.0	319.8	-29.9
AL-TY 平均	4387	825.6	0.0	340.4	36.3	0.0	304.1	-45.6
混播 AL-OG								
AL 1.0 - OG 0.8	3438	481.0	18.5	266.8	21.2	1.0	244.6	-105.1
AL 1.5 - OG 0.8	3940	624.0	11.2	305.7	27.5	0.6	277.7	-72.0
AL 2.0 - OG 0.8	4794	810.8	2.4	372.0	35.7	0.1	336.2	-13.5
AL-OG平均	4057	638.6	10.7	314.8	28.1	0.6	286.2	-63.5

a) 1993年から1994年の2年間合計の値。

b) 処理区の記号は表1に同じ。

c) 牛乳1kg 当たり77.60円とした。

d) 乾物1kg 当たり44円とした。

e) 乾物1kg 当たり55円とした。

f) 牛乳代金 - (トウモロコシ代金 + 大豆粕代金)。

g) AL区を基準とした。

考 察

本試験は、アルファルファの道東地域での栽培上の諸問題を改善するための一貫として、アルファルファを単播と混播で栽培した場合の収量性とその年次変動並びに収益性について検討したものである。

試験を実施した1992年から1995年の4年間には、1993年の低温湿潤および1994年の高温早魃という、近年まれにみる異常気象年があった。このような異常気象を経験

することにより収量反応を通してアルファルファの単播と混播草地の特性をより明確に把握することが出来た。

低温湿潤の1993年は、AL区よりTYおよびOG区の収量が高くなり、高温早魃の1994年は1993年のそれとは全く逆の結果となった。この点について、上出ら⁸⁾は低温多雨年ではアルファルファの生育が不利であったと指摘し、Chamblee, D. S. ら²⁾によればアルファルファの生育適温はオーチャードグラスなどのイネ科牧草よりも高いと報告している。また、George, J. R. ら⁴⁾もイ

ネ科牧草は根の大部分が地表下20~30cmに分布しているのに対して、アルファルファは深根性であるため乾燥に強いと述べている。このことから、本試験において各草種の収量性が年次によって大きく異なったのはむしろ当然の結果であり、それによって各草種の生育特性が明確に現れたものと考えられる。一方、混播では、1993年から1995年を通して収量は高くかつ年次による変動が小さく安定していた。このことは、環境条件の変化に対して両草種が相互に補完し草地を安定的に維持したためと考えられ、過去における試験でも本試験と同様の結果が Casler, M. D. ら¹⁻³⁾ によって報告されている。これらから、収穫性と安定性を考慮した場合には混播が単播より有利であることが示唆された。

イネ科牧草との混播における最適な播種割合について、混播相手イネ科草種に対してアルファルファの播種量を3段階設け検討したが、安定した高い収量を得るには適正な草種構成割合を維持することが不可欠である。アルファルファ混播草地では約50%が適正なアルファルファ率と言われているが、本試験の結果でもチモシーおよびオーチャードグラスとの組み合わせ各々において、それに最も近い状態を維持していた処理が最も収量が高く年次変動も小さくなっていた。このとき、チモシーとの組み合わせでは、アルファルファの播種量が最も少ないAL:TY=1.0kg:1.0kg、オーチャードグラスとの組み合わせでは、アルファルファの播種量が最も多いAL:OG=2.0:0.8kgであった。したがって、草種間の競合力を十分把握した上で播種割合を決定し造成すれば、異常気象年を経ても適正な草地を維持することが可能であろうと考えられる。

次に、単播と混播の牧草を品質面から調査し、更にそれを飼料として家畜に給与した場合の収益性について推定式を用いて検討した。アルファルファ単播は乾物収量では混播に比べ約10%低収であったが、粗蛋白質収量では混播を上回り飼料価値も優れていた。したがって、単播は品質面で混播との乾物収量差を補えることが示唆された。このとき収益差に換算すると2年間で1.4~10.5万円/10a高となっており、品質を考慮した場合は単播が有利であった。この収益性の差については五十嵐ら⁶⁾がアルファルファ単播草地において刈り取り管理面から検討し、その違いによって4.7万円/10aの差が生じると報告している。十勝地域におけるアルファルファ栽培の殆どは混播であるが、これは単播で栽培した場合、永続性や安定した植生を維持することなどが困難で、高いリスクを伴うとの理由からである。しかし、本試験の結果や大塚ら¹⁴⁾が刈り取り管理を適正に行えばアルファル

ファの永続性に大きな影響を与えないとしていることから、単播栽培も十分可能であることが示唆された。

以上のことから、十勝地域においてもアルファルファ栽培は十分可能で、単播では品質と経済性に、混播では収量性とその安定性に有利であることが明らかとなった。また、農家がどちらの有利性を重視するかにより栽培様式を選択出来ることが示唆された。本試験の試験地は十勝地域におけるアルファルファ地帯区分の中間地帯に属するものの、その栽培は混播が前提になっている^{9,18)}。しかしながら、本試験のように単播でも栽培が可能であるとの結果が得られたことは、優良な品種の導入と栽培技術が改善された今日、アルファルファの栽培は以前ほど困難さを伴わないことを示していると考えられる。このため、今後この他の不良条件地帯においても再度アルファルファの栽培について検討する必要がある。

また、現在流通しているアルファルファ乾草には低質なものが含まれているとの指摘¹³⁾もあり、また、厳しい酪農情勢に対処するためにも、今後多くの農家が積極的にアルファルファ栽培に取り組むことを大いに期待する。

参考文献

- 1) Casler, M. D. & N. Drolson (1984) *Crop Sci.* 24, 453-456.
- 2) Chamblee, D. S. & M. Collins (1988) *Alfalfa and Alfalfa Improvement* (Eds. Hanson, A. A. et al.) *Medison*, pp. 439-461.
- 3) Donald, C. M. (1963) *Adv. Agron.* 15, 1-118.
- 4) George, J. R. et al. (1973) *Agron. J.* 65, 211-216.
- 5) 北海道における牧草・飼料作物優良品種選定試験実施の手引き (改訂3版). 北農試・道立中央農試・社団法人日本飼料作物種子協会編
- 6) 五十嵐弘昭・大塚博志・堀川 洋 (1995) アルファルファ栽培法の経済評価. *北草研報* 29, 73-77.
- 7) 井芹靖彦 (1993) アルファルファ栽培技術改善とその普及・指導. *北草研報* 27, 9-16.
- 8) 上出 純・北守 勉 (1988) 造成年次別のアルファルファ混播草地の収量推移. *北草研報* 22, 114-117.
- 9) 小松輝行 (1988) アルファルファの冬枯れ問題と対策. *北草研報* 22, 21-38.
- 10) 小松輝行 (1988) 十勝地方におけるアルファルファ

とチモシー早晩性品種との混播組合せ. 北草研報 22, 108-113.

- 11) Leyshon, A. R. et al. (1973) Agron. J. 65, 211-216.
- 12) National Research Council (1988) Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Sixth revised edition. pp. 1-47.
- 13) 野中和久・篠田 満・名久井 忠・須田孝雄・青谷宏昭 (1990) 十勝におけるアルファルファ乾草の使用実態と飼料価値. 北草研報 24, 115-117.
- 14) 大塚博志・岩淵 慶・堀川 洋 (1995) 道東地域におけるアルファルファ栽培の問題点と改善策 第四報 単播草地の刈り取りスケジュールとその指標. 北草研報 29, 88.
- 15) 大槌勝彦 (1987) 天北地域におけるアルファルファ草地の造成、維持管理、ならびに利用に関する一連の研究. 北草研報 21, 1-11.
- 16) Pioneer Hi - Bred International Inc. (1990) Pioneer Forage Manual a Nutritional Guide. pp. 4-11.
- 17) 澤田嘉昭・堤 光昭・千葉一美 (1988) 根釧地方におけるチモシー・アルファルファ混播草地の植生推移. 北草研報 22, 118-120.
- 18) University of Wisconsin Extension (1991) Alfalfa Management Guide. pp. 1-41.

19) 山口 宏・赤城仰哉 (1981) 道東火山灰土地帯におけるアルファルファの栽培報. 北農 48, 1-14.

摘 要

1. アルファルファ単播とチモシーおよびオーチャードグラスと混播した場合の生産性と年次変動並びに品質について検討した。また、このときの収益性について、乾物収量と飼料分析値に基づき家畜栄養学的推定式を用いて算出した。
2. アルファルファ単播と混播の乾物収量を比較すると、混播は単播に比べて高く、年次変動も小さかった。混播における最適播種量は、チモシーとの場合はAL : TY=1.0kg : 1.0kg、オーチャードグラスとの場合はAL : OG=2.0 : 0.8kgであった。
3. 粗蛋白質収量および相対飼料価値 (RFV) は、アルファルファ単播が混播に比べ高かった。このときの単位面積当たりの収益性は、アルファルファ単播がチモシーおよびオーチャードグラス単播より12.6~16.7万円/10a高く、チモシーおよびオーチャードグラス混播より1.4~10.5万円/10a高かった。
4. 以上のことから、十勝地域においてはアルファルファ単播栽培は高いリスクを伴うため混播栽培が勧められているが、本試験の結果では単播栽培も十分可能であり、各農家が経営状況に合わせて単播・混播の栽培様式を選抜出来ることが示唆された。

(1996年3月2日受理)