

イネ科草種・アルファルファ混播草地における 品種組合せと草種構成の関係

— 利用3年目における草種構成の推移 —

脇本 隆・佐竹芳世・北守 勉・田川雅一(中央農試)

混播草地の草種構成や収量は、自然条件、栽培・利用条件などの他に、混播された草種間の相互作用によって経年的に変化すること、およびこの相互作用には混播された草種・品種の生育特性や草型が大きく関与していることが知られている。

本試験では、生育特性や草型の異なるイネ科草種・品種およびアルファルファ(AL)を用い、品種組合せを異にしたオーチャードグラス(OG)/AL混播区8例、チモンソー(T)/AL混播区8例における利用3年目の草種構成とその推移について検討した。

試験方法

OG/AL混播区、T/AL混播区とも主区にイネ科草種の品種、副区にAL品種を配した分割区法4反復からなり、散播条件で行った。

OG/AL混播区はOG:キタミドリ(早生)、ヘイキング(晩生)の2品種、AL:ソア、ヨーロッパ(Ⅲ型)、ナラガンセット、月系0302(Ⅳ型)の4品種を用いた8例、T/AL混播区はT:クンプウ(極早生)、ノサップ(早生)の2品種、AL:ナラガンセット、月系0302(Ⅳ型)、バーナル、ラダック(Ⅴ型)の4品種を用いた8例の計16例である。

刈取りは1番草はイネ科各草種・品種の出穂期に、2、3番草はイネ科各品種ごとにほぼ55日間隔で行い、窒素10、リン酸20、カリ20の年間施肥量($\text{Kg}/10\text{a}$)を早春および各番草刈取後に分施した。

結果および考察

本年の生育期間の気象は4月と8月上・中旬の高温、その他の期間はほぼ低温傾向が続き、6月は多雨であった。

このような気象条件下の利用3年目において、OG/AL混播区のキタミドリ区ではいずれのAL品種区でも番草ごとの草種構成はほぼ同様な推移を示した。すなわち、各AL品種は1番草でもキタミドリに強く抑制され、AL部分収量はOG部分収量を大きく下回ったが、番草の経過に伴いAL部分収量は増加し、OG部分収量は漸減して3番草ではほぼ半々の割合を示すにいたった。一方、ヘイキング区ではAL品種区によって異なる草種構成の推移を示した。すなわち、ナラガンセット区およびソア区では1番草はOGが著しく優勢でALを抑制したが、2番草以降はOGの草量が急減したのに対してAL草量は平準的に推移したので、3番草ではALが著しく優勢な状態になった。月系0302区およびヨーロッパ区では1番草のAL草量はOG草量と同等かやや上回り、2番草以降はAL草量は漸減したのに対してOG草量は急減したので3番草ではALが著しく優勢な状態となった(図1)。

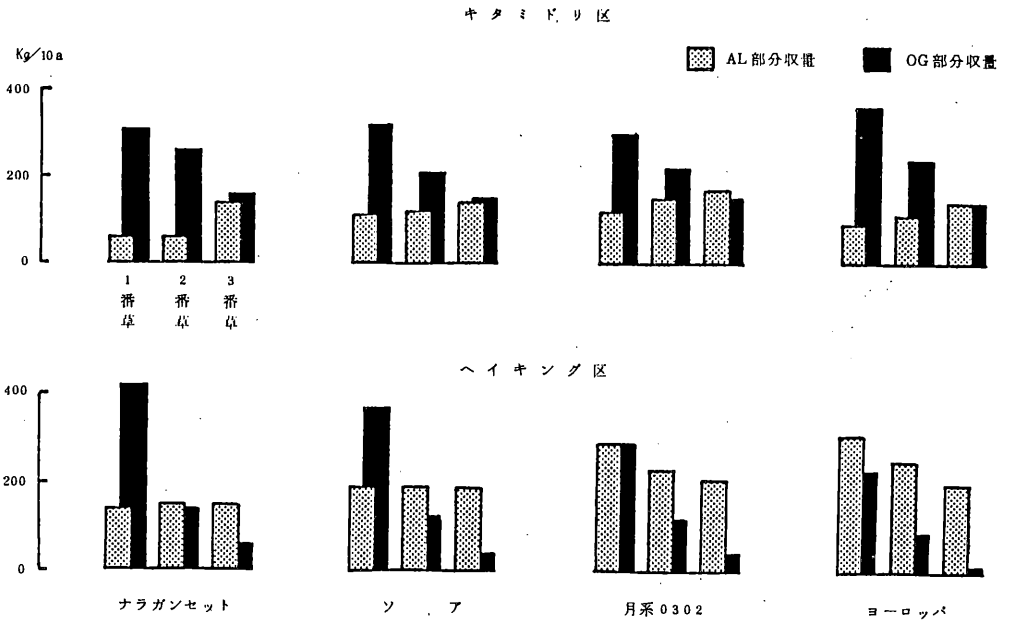


図1 オーチャードグラス／アルファルファ混播区における乾物収量の推移

T/AL混播区のクンプウ区では月系0302を除くAL品種は1番草ではT部分収量がAL部分収量を大きく上回ったが、2番草以降はT部分収量が急減したのに対してAL部分収量は漸増したので3番草ではALが著しく優勢となった。月系0302は草勢がすぐれ、1番草ではT部分収量をやや下回る程度であったが、2番草以降も収量は平準的に推移し、3番草ではTの構成割合が極めて僅少となった。ノサップ区ではクンプウ区におけるよりも各AL品種の草勢がやや上回り、特に月系0302区では1番

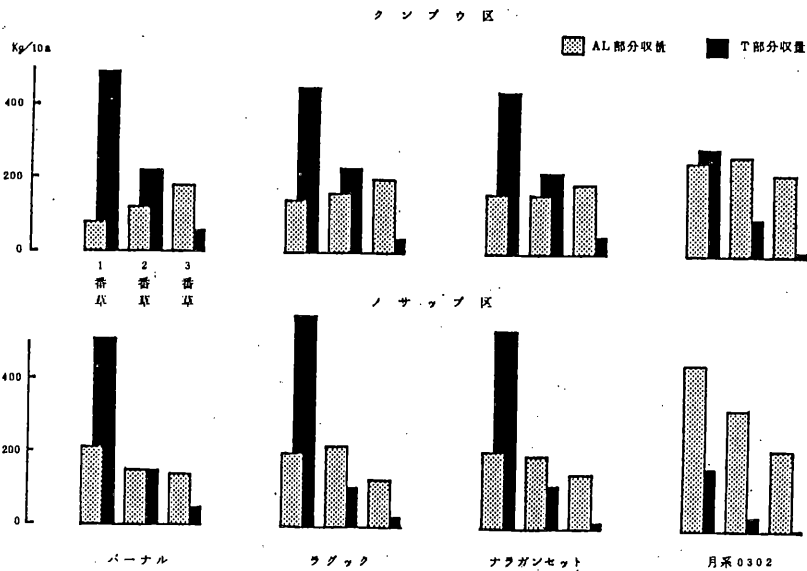


図2 チモシー／アルファルファ混播区における乾物収量の推移

草からALが著しく優勢であり、3番草におけるTの構成割合は極めて僅少となった(図2)。

年間合計乾物収量の観点から草種・品種の組合せを検討した。

OG/AL混播区においてAL部分収量はヘイキング区がキタミドリ区より明らかに多収を示したが、相手OG品種との対応の差異の外に、ヘイキング区の1番草刈取時期の遅れによることも考えられる。ヨーロッパは相手OG品種によって異なる対応を示し、ヘイキング区では最も多収であったが、キタミドリ区では月系0302、ソアよりも低収であった。このようなAL品種の収量に対応して、OG品種の収量は補完的な関係がみられ、そのために区全体収量は組合せ間の差異が非常に小さくなった。

T/AL混播区について、

クンプウ区およびノサップ区においてもAL部分収量はAL品種によってほぼ類似した対応を示し、またT部分収量もT区間に類似した補完的な関係がみられた。AL品種の中では月系0302の草勢が著しくすぐれていた。OG/AL混播区に認められたと同様に区全体収量は組合せ間の差異が著しく小さくなった(図3)

まとめ

- ① AL品種とOGあるいはT品種との組合せによって草種構成に著しい差異が見い出された。一般に1番草はイネ科草種が優勢で番草の経過とともにしだいにALが優勢となったが、AL品種の中には1番草から優勢となり、3番草ではイネ科を著しく抑制する場合が認められた。

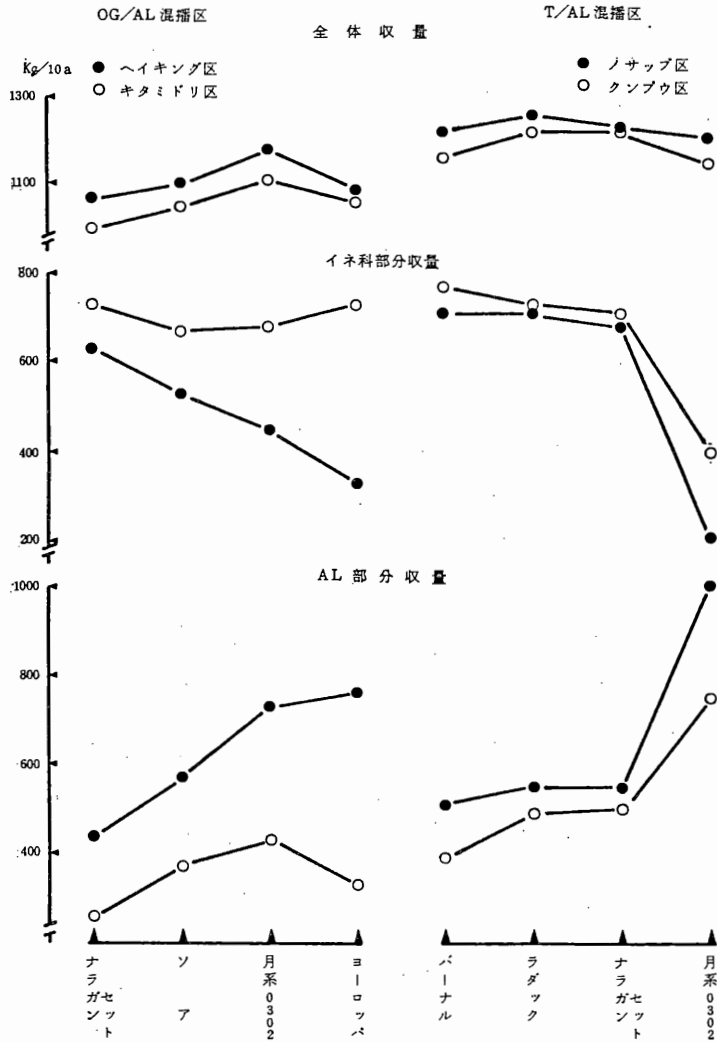


図3 年間合計乾物収量

- ② OG/A L混播区およびT/A L混播区ともに構成品種の収量に補完的關係が認められ、そのために区全体の年間合計収量の組合せ間差異は極めて小さかった。
- ③ 品種組合せによる収量構成の著しい差異が経年的にいかなる推移を辿るかを検討し、適確な品種組合せの資を得たい。

混播草地における草種の競合に関する研究

第9報 刈取り高さの相違が生育、収量および草種構成におよぼす影響（利用2年目）

小阪進一・村山三郎・小笠原貴志（酪農学園大学）

緒 言

前報²⁾では刈取り高さを変えた場合の、オーチャードグラスとアルファルファおよびオーチャードグラスとラジノクローバの2混播草地における、利用1年目での様相を報告した。すなわち、両混播草地とも、低刈りほど収量が多く、しかもマメ科牧草の生育が良好になることが認められた。

本報では、利用2年目の上記混播草地に対して、引き続き同じ刈取り高さ処理をおこなった場合、生育、収量および草種構成にいかなる影響をおよぼすかについて検討したので、その概要を報告する。

材料および方法

試験は江別市西野幌582酪農学園大学実験圃場において実施したが、試験方法は前報²⁾と同様であるので、以下その概要を記述する。

供試草種および品種はオーチャードグラス「品種キタミドリ」（以下Or）、アルファルファ「品種デュビュイ」（以下A1）、ラジノクローバ「品種カリフォルニアラジノ」（以下La）で、1980年5月20日に、Or+A1区およびOr+La区の2混播草地を造成した。

刈取り高さ処理は、刈取り高さが地際から 2 cm (低刈区)、5 cm (中刈区)、10 cm (高刈区) の 3 処理区を設け、利用 1 年目 (1981 年) から 3 連制乱塊法で開始した。利用 2 年目 (1982 年) は 1 番刈 6 月 22 日、2 番刈 8 月 9 日、3 番刈 9 月 30 日に、それぞれの刈取り高さ別に刈取りを実施した。なお、追肥は草地用化成 2 号 (N : P₂O₅ : K₂O = 6 : 11 : 11) を m²あたり、早春時に 50 g、1 番刈および 2 番刈後に各々 25 g、年間合計 100 g を施した。

調査は、草種別の草丈および茎数 (ただし、L a は 3 小葉が展開した葉柄数) を定期的に測定し、また各刈取り時には、草種別の風乾物重量および地上部の全窒素含有率 (T-N%) を求めた。

結 果

1. 草丈

草丈の推移を図 1、2 に示した。Or + A1 区の Or では、各番草とも高刈区 > 中刈区 > 低刈区の順になったが、刈取り時での高刈区と低刈区の草丈の差をみると、1 番刈時はわずかで、2 番刈時 6 cm、3 番刈時 9 cm と刈取りがすすむにつれてその差は拡大した。A1 では、1、3 番草で Or と同様な順位

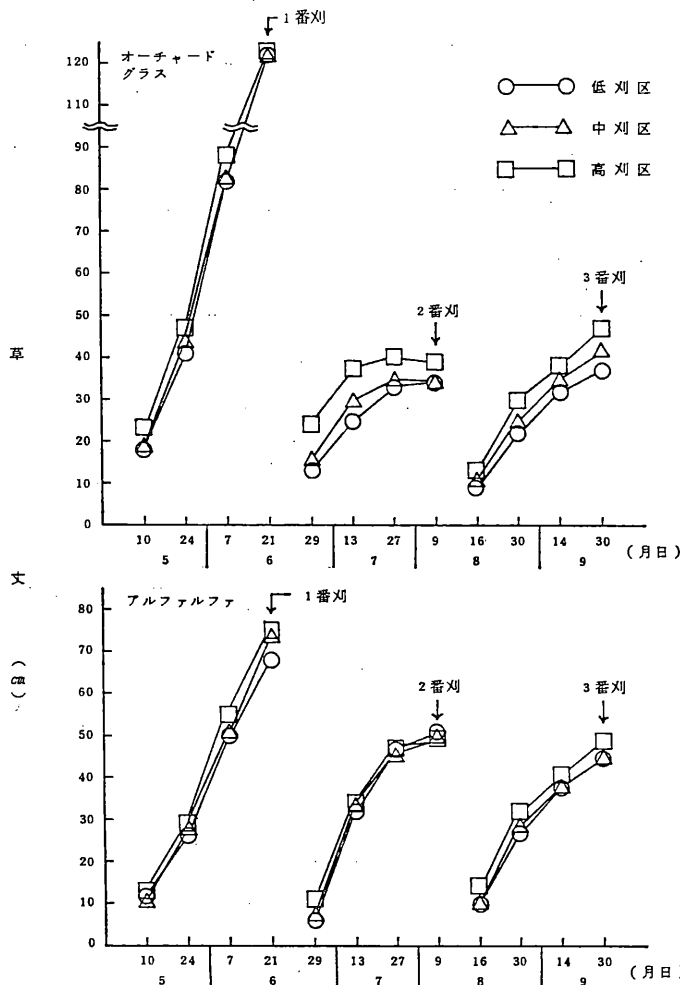


図 1 オーチャードグラス+アルファルファ区の草丈の推移

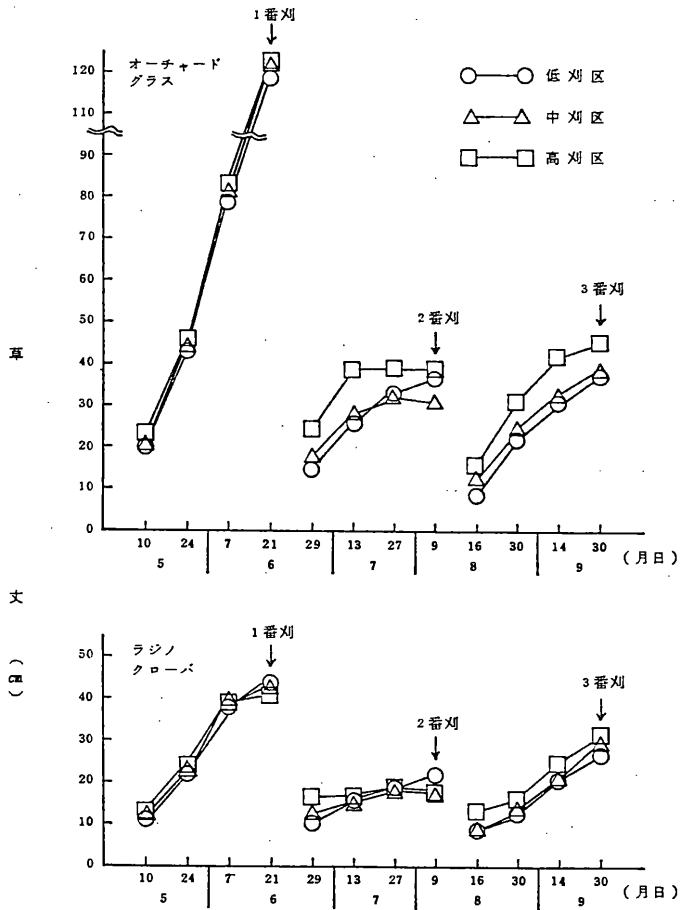


図2 オーチャードグラス+ラジノクロバ区の草丈の推移

の草丈を示し、1番刈時では高刈区と低刈区の差は7cm、3番刈時は4cmであった。2番草では処理区間差はほとんどみられなかった。Or+La区のOrでは、Or+A1区のOrとはほぼ同様な草丈の推移を示した。Laでは、3番草で高刈区>中刈区>低刈区の順になったが、1、2番草では順不同となり、しかも処理区間差は少なかった。

このように、両混播区のOrでは主に2、3番草、A1では1、3番草、Laでは3番草において、刈取り高さに応じた草丈の推移を示した。

2. 風乾物収量

処理区別の風乾物収量は図3に示した。Or+A1区では各番草において、両草種とも刈取り高さが高くなるに伴ない減少した。したがって、OrとA1をあわせた年総収量では、両草種の収量が最も多い低刈区で多く、ついで中刈区、高刈区の順になり、低刈区に対して中刈区は8%の減収、高刈区は18%の収量減になった。つぎに、Or+LaのOrでは、2番草でのみ刈取り高さの低い区ほど増収したが、1、3番草では処理区間差は少なく、中刈区で若干増加した。Laでは各番草において、刈取り高さが高くなるにつれて顕著に減少した。したがって、OrとLaをあわせて年総収量は、Laの収量に

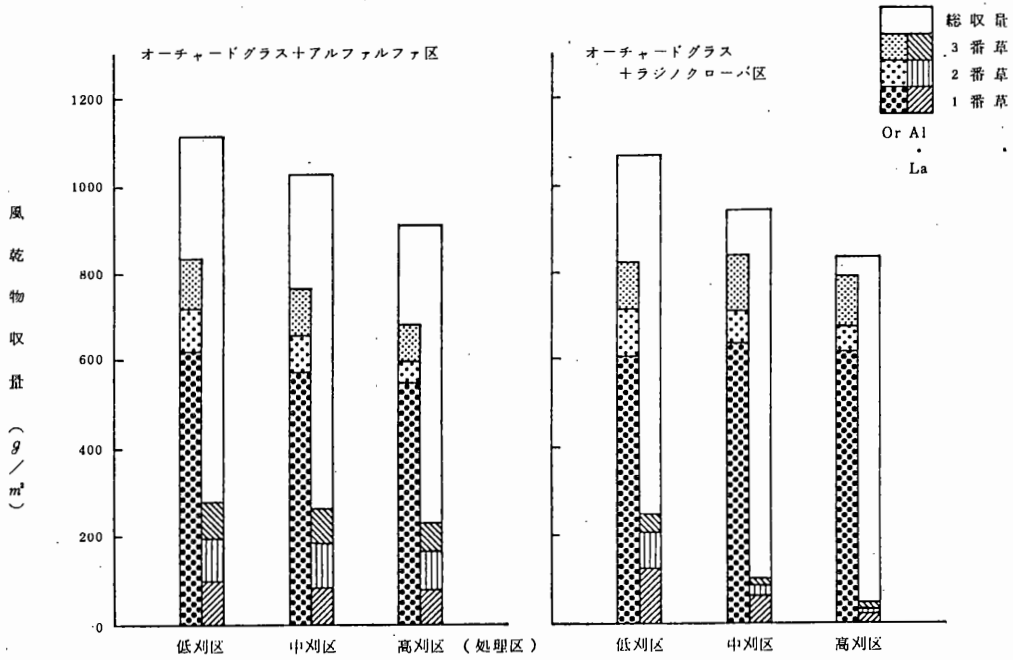


図3 処理区別の風乾物収量

支配され、低刈区>中刈区>高刈区の順になり、低刈区に対して中刈区は12%の減収、高刈区は22%の収量減になった。

3. マメ科率

マメ科率の推移を図4に示した。Or+A1区では、1番草で13~14%および3番草で41~43

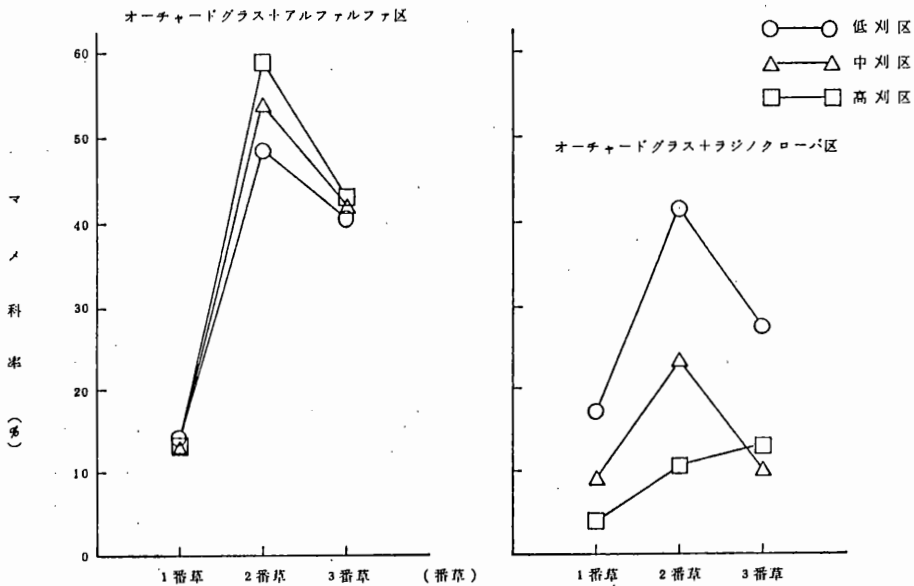


図4 マメ科率の推移

%内で処理区間に大差は認められなかった。2番草では、各処理区とも年間で最も高い値になり、高刈区59%、中刈区54%、低刈区48%と高刈りほど高いマメ科率を示した。年平均のマメ科率では低刈区34%、中刈区36%、高刈区38%と処理区間差は少なかった。Or+La区では、各番草とも低刈区で最も高い値となり、高刈区で低下した。また中刈区は1、2番草で、両者のほぼ中間のマメ科率を示した。年平均のマメ科率では、低刈区29%、中刈区14%、高刈区9%と、低刈区において適正なマメ科率が維持された。

4. 茎数

1981年の10月30日(越冬前)、1982年の5月7日(早春時)および10月28日(越冬前)の茎数を図5に示した。ただし、Laは3小葉が展開した葉柄数で示した。両混播区のOrでは、各時期において刈取り高さによる一定した傾向はみいだし難かったが、Or+A1区のOrでは高刈区でやや少なく、またOr+La区のOrでは高刈区で多く推移した。一方、A1は各時期において処理区間に大差はなく、Laの葉柄数では、各時期とも低刈区>中刈区>高刈区の順になり、高刈区は低刈区の約1/3と顕著に減少した。

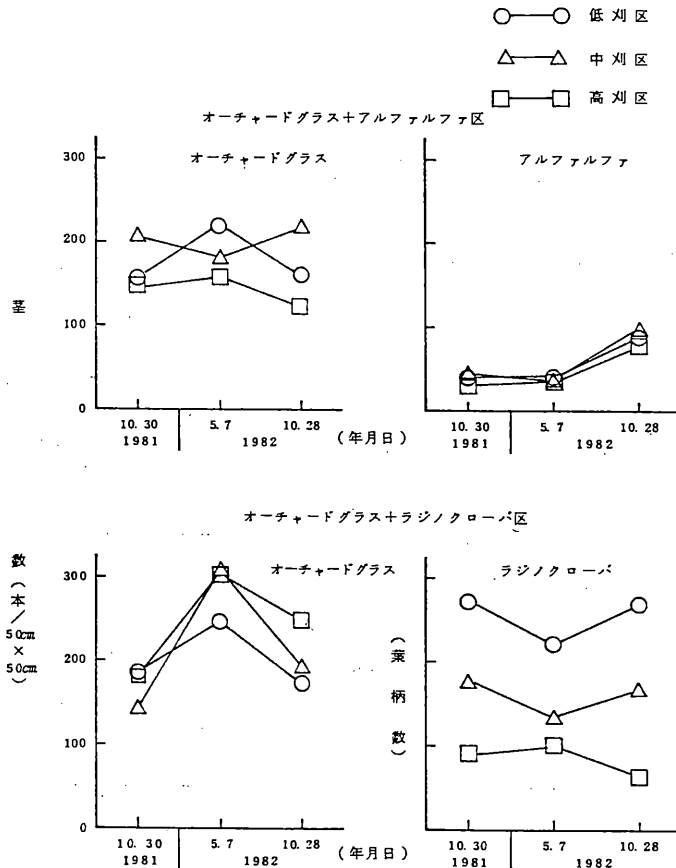


図5. 茎数の推移

注：ラジノクロバは3小葉が展開した葉柄を数えた。

5. 地上部のT-N%

地上部のT-N%を表1に示した。両混播区のOrでは、2、3番草で刈取り高さが高くなるにつれて若干ではあるが高くなる傾向を示した。A1およびLaでは、各番草とも処理区間に大差はなく、また一定した傾向もみいだし難かったが、両草種とも3番草で最も高いT-N%になった。

表1. 地上部のT-N% (風乾物中%)

混播区	処理区 番草	低刈区			中刈区			高刈区		
		1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
Or + A1区										
	Or	0.86	1.70	2.14	0.99	1.78	2.28	0.99	1.91	2.26
	A1	2.64	2.52	3.54	2.82	2.55	3.54	2.62	2.63	3.68
Or + La区										
	Or	1.02	1.76	2.25	0.96	1.96	2.15	1.06	2.10	2.28
	La	3.21	3.04	3.78	3.27	2.91	3.57	3.64	2.79	3.72

考 察

以上の結果から若干の考察を加えると、年総風乾物収量では両混播区とも、低刈区>中刈区>高刈区の順になり、草種の組合せに関係なく、同じ順位を示した。

まず、Or + A1区では、低刈区に対する高刈区の減収率は、1番草でOr 11%およびA1 21%、2番草でOr 49%およびA1 8%、3番草ではOr 30%およびA1 21%と、各番草において、両草種がともに高刈区で収量が少なかったことが直接の原因と考えられ、また草丈では、とくにOrで高刈区ほど高い草丈となったが、その差は高刈区での収量増にあまり影響をおよぼさなかったものと思われる。

一方、Or + La区では、Or + A1区の両草種がともに高刈りするほど減収したのに対し、Laのみが刈取り高さが高くなるに伴ない減収し、Orでは処理区間にほとんど差がみられなかった。このことは、高刈区でOrの茎数が多く、逆にLaの葉柄数が少なかったことから、高刈りによって、LaはOr¹⁾の良好な草丈の伸長のため受光条件が悪化し、その結果生育が抑制され、またOrは主に茎数の増加によって、刈取り高さによる収量差を少なくしたものと思われる。

以上のことから、本実験の刈取り高さ条件においては、利用2年目の場合、両混播区ともに低刈区で最も収量が多く、しかも年平均のマメ科率ではOr + A1区が34%、Or + La区が29%とほぼ適正な値を維持した。

引 用 文 献

- 1) 岸 洋、1973. イネ科牧草とマメ科牧草の競合に関する研究 第1報 オーチャードグラスとラジノクローバー混播草地における両草種の生育. 日作紀、42(4)、397-406

- 2) 小阪進一・村山三郎・阿部繁樹、1983. 混播草地における草種の競合に関する研究 第8報 刈取り高さの相違が生育、収量および草種構成におよぼす影響(利用1年目). 北海道草地研究会報 第17号、42-46

チモシー主体草地の混生比に及ぼすマメ科草種の影響(予報)

吉沢晃・下小路英男・大槌勝彦(天北農試)

緒言

チモシー主体の採草地では、混播マメ科草種としてアカクローバが多く用いられているが、アカクローバは造成後短期間のうちに減少し、さらには消滅することが多く、マメ科牧草の安定維持に問題が残されている。一方、近年アルファルファについては品種及び栽培試験が行われた結果、永続性が比較的優れていることが確認され、イネ科主体草地への導入が期待される。そこで、チモシー主体草地の安定的なマメ科率の維持方法のひとつとして、アルファルファの導入の可能性について検討するとともに、施肥管理と混播マメ科草種の関連について若干の検討を行った。

材料および方法

試験は天北農試圃場において1980年6月5日に播種し、1983年までの4ケ年実施した。主体となるチモシーは熟期、生育特性の異なる2品種(早生品種「センポク」、晩生品種「ホクシユウ」)を用い、混播するマメ科牧草は当地域で代表的な草種のうち、アカクローバ「サッポロ」(以下RC)、アルサイクローバ「テトラ」(以下AC)、アルファルファ「ソア」(以下AL)の3草種を取上げ、それぞれを組合せて6種類の草地を造成した。播種量(g/m^2)はチモシー1.0、RC0.5、AL

0.5、AC 0.7とした。施肥量(N-P₂O₅-K₂O g/m²)は初年目が5-20-5、2年目以降が早春4-5.5-4、1番刈後2-1.5-2で3、4年目に区の一部を無施肥とした。刈取回数は初年目1回、2年目以降2回刈りで、刈取時期はチモシーの熟期、生育に合わせて、「センボク」区が6月下旬9月上旬、「ホクシュウ」区が7月上旬、9月中旬に行った。調査は3、4年目草地について行った。

結果

1. 3年目の乾物収量及び混生比(図1、表1)

1番草のチモシー収量についてみると、「センボク」はいずれのマメ科草種との組合せにおいても、ほぼ一定の収量を示していたが、「ホクシュウ」はAL>AC>RCとマメ科収量の増加に伴い減少する傾向が、施肥及び無施肥区で認められた。マメ科の収量及び混生比はいずれもAL区が最も高い値を示していた。無施肥区では施肥区に比較し、総収量が著しく低下した。それはチモシー収量の低下によるもので、マメ科収量はいずれも両区の差は少なかった。従って、無施肥区のマメ科率の増加は、マメ科収量の増加によるものではなく、チモシー収量の低下によるものであった。2番草収量は全体に少なく明らかな傾向はみられないが、いずれの場合もALの収量が多かった。年間合計収量は、その大半が1番草によって占められるため、1番草と同じ傾向を示した。

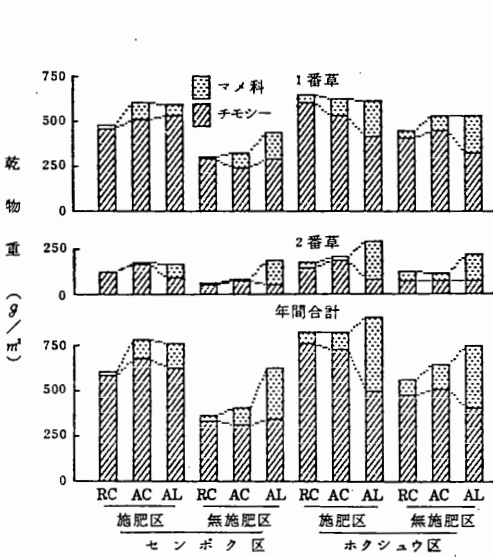


図1. 混播マメ科草種が収量に及ぼす影響(3年目)

2. 4年目の乾物収量及び混生比(図2、表1)

3年目収量に比較しALの生育が旺盛で、年間合計収量ではいずれの場合もAL区が総収量及びマメ科率とも最も高い値であった。チモシー収量におけるチモシー品種とマメ科草種の関係と、施肥区と無施肥区におけるチモシーとマメ科収量の傾向は、3年目とほぼ同じ傾向を示していた。マメ科率について3年目と4年目を比較すると、AL区ではいずれの品種との組合せ、あるいは施肥区と無施肥区とも4年目で増加し、RC及びAC区では無施肥区においてのみ増加した。特に「ホクシュウ」区でそれが顕著であった。

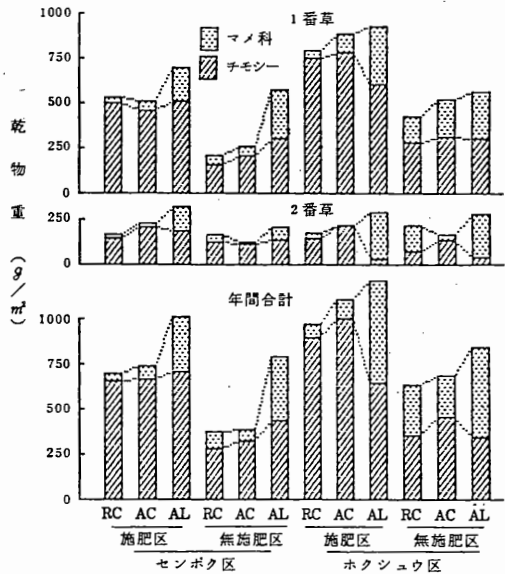


図2. 混播マメ科草種が収量に及ぼす影響(4年目)

表1 1番草マメ科率の推移(乾物重中%)

	センボク区					ホクシュウ区				
	施肥区			無施肥区		施肥区			無施肥区	
	2年目	3年目	4年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	3年目	4年目
アカクロバ区	25	2	6	5	26	40	5	6	8	33
アルサイクロバ区	42	16	11	26	21	-	14	12	17	39
アルファルファ区	-	11	26	33	48	-	31	34	39	47

(-印は欠測値)

3. チモシーの出穂茎数(図3)

チモシーの年間合計収量の約60%を占める1番草出穂茎の茎数についてみると、「センボク」区では、無施肥区で少ないものの、AL区は茎数低下はみられなかったのに対し、「ホクシュウ」区では、施肥及び無施肥区においてAL区の出穂茎の減少が明らかで、マメ科の生育が旺盛な場合密度低下がみられた。

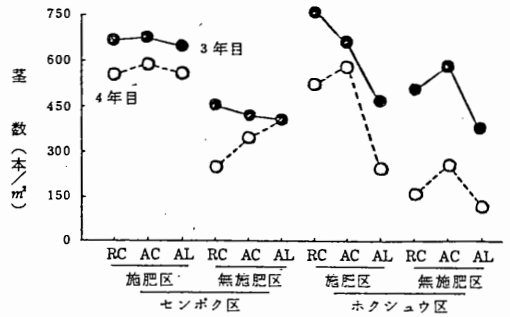


図3. 混播マメ科草種がチモシーの出穂茎数(1番草)に及ぼす影響

4. マメ科の株数(表2)

4年目の株数をみると、収量が多いALが施肥、無施肥区とも多く維持しており、持続性が優れていることを示している。RC、ACは「センボク」区でいずれも少なく、「ホクシュウ」区では無施肥の場合やや多い株数を維持していた。

表2 マメ科株数の比較(株/m²)

	センボク区				ホクシュウ区			
	施肥区		無施肥区		施肥区		無施肥区	
	3年目	4年目	3年目	4年目	3年目	4年目	3年目	4年目
アカクロバ区	9	2	10	3	8	8	13	9
アルサイクロバ区	30	4	42	1	13	2	27	13
アルファルファ区	33	27	43	28	44	27	51	29

考察

イネ科主体草地では、ミネラル補給などの家畜飼養面と施肥窒素節減などの土壌肥沃度面から、およそ30%のマメ科率が適正といわれており、このような観点から本試験の結果について検討した。

3草種のマメ科牧草の中では経年的にALが最も安定したマメ科率を維持し、かつ高い生産性を示している。これはALが株数を多く維持していることによるものであった。ALは造成4年目の施肥区でチモシーの両品種において30%前後のマメ科率を示し、チモシー主体草地への導入の可能性が示唆さ

れた。ただし、チモシー収量及び出穂茎数からみて、「ホクシュウ」はALとの組合せにおいて、経年的な衰退が認められ、ALをチモシーの混播相手草種とする場合は、品種の組合せについて考慮する必要がある。

造成3年目から無施肥にした場合の、マメ科牧草の永続性についてマメ科収量、マメ科率及び株数からみると、「ホクシュウ」区のRC、ACで永続性が高まる傾向がみられた。しかし、総収量はいずれも著しく低く、生産性からみた場合問題点がある。ただし、リン酸、加里を標準施用し、窒素のみを少なくした場合の永続性あるいは生産性に及ぼす影響については今後検討する必要がある。また、RC、ACのマメ科率をみると、2年目から3年目にかけて急激な減少がみられ、両草種における、初年目と2年目の肥培管理が永続性を大きく左右していると推察された。

人工草地および路傍におけるオーチャード グラス幼植物個体群の季節的変動

丸山純孝・米田 勉・福永和男（帯広畜産大学）

大規模草地は、一般に利用年次の増加に伴う雑草あるいは低生産牧草の優占化や裸地荒廃化などのために生産性が低下する。近年、このような植生を省力的に更新することが検討されている。

本調査では、高生産牧草の自然下種個体による植生回復の可能性を明らかにすることの一環として、オーチャードグラス自然下種個体群の季節的変動を、人工草地及び、それと類似した路傍の状況を含めて調査した。

調査方法

1. 調査地

放牧地：帯広市八千代公共育成牧場中央4号草地（51年造成）

採草地：帯広畜産大学附属農場11号草地（54年造成）

路傍：帯広畜産大学周辺

2. 調査区と調査方法

オーチャードグラスが優占している場所を選び、放牧地、採草地では1×1mコドラート、路傍では1×0.5mコドラートを、それぞれ6～8ヶ所設置し、オーチャードグラス幼植物個体数、草丈の推移

を、10日間隔で追跡した。また、放牧地と採草地において、オーチャードグラス幼植物が少なかった、4~6コドラーにオーチャードグラス種子1.0gを5月9日に播種し、補播オーチャードグラスとして同様に追跡した。

3. 調査地の利用状況

本年は、天候不順のため2番刈りは平年より1ヶ月遅く(表1)、また、10月の放牧は行なわれなかった(表2)。このため、昨年より9日ほど放牧日数は少なくなった。路傍は、人通りの極めて少ない場所であった。

表1 採草地の利用状況

1番刈り	2番刈り
7月9日	10月12日

表2 放牧地の利用状況

	放牧日(日数)	延頭数
5月	26~29(4)	765
6月	3(1)	184
7月	5~6(2)	910
	25(1)	424
8月	20~21(2)	760
	5(1)	333
9月	20~21(2)	498
	30(1)	249
計	14日	4123頭

表3 調査初期の草種別被度(%)

	放牧地	採草地	路傍
O G	52.5	41.2	21.3
K B G	12.6	7.6	+
M F	17.5	-	+
T	-	+	11.2
W C	7.7	+	9.7

面積：11.5 ha

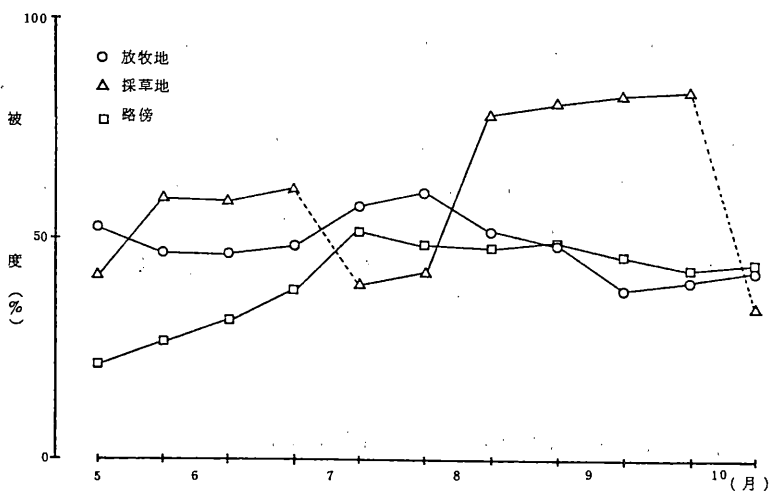


図1 既存オーチャードグラス冠部被度の推移

調査初期の既存植生の状態は、表3に、また、既存オーチャードグラスの冠部被度の推移を図1に示した。路傍では、雑草(タンポポ、ヨモギなど)が優占したので、他調査区と比べ低かった。

結果および考察

1. 幼植物個体数の推移

図2に、オーチャードグラス幼植物個体数の推移を示した。採草地では、8月下旬まで平均10個体で変化がなく、以後、徐々に減少し、最終的に平均3個体となった。放牧地では、7月上旬まで平均30個体と変化がなかったが、7月中旬～8月下旬にかけて大きく減少し、平均3個体となった。路傍でも同時期に、平均80個体から大幅に減少し、平均20個体となった。このような変動のちがいは、草地攪乱が放牧地、路傍では多く、採草地では少なかったためと考えられる。

さらに、8月中の減少は、既存植物の繁茂のための庇陰と降水量が多かったための過湿による腐敗、枯死と考えられる。

また、8月下旬～10月下旬にかけて、新幼植物の出現が見られた。放牧地では、最初、平均3個体出現し、最終的に平均8個体加わり、総計約11個体となった。路傍でも同様に、平均7個体から35個体が加わり、総計約55個体となった。採草地では、ほとんど認められなかった。これは、出穂茎が種子登熟前に刈取られたためと考えられる。

2. 幼植物草丈の推移

オーチャードグラス幼植物草丈の推移を図3に示した。草丈は、5月下旬～6月下旬、7月上旬では路傍、7月下旬では路傍と放牧地が、10月上旬では採草地が、有意に高くなった外には有意差は認められず、ほぼ同様の推移を示した。なお、路傍で巣まき状になった個体群や採草地で親株の基部に出現した個体が、少数見られ、やや徒長みであった。しかし、7月下旬～8月下旬にかけて各調査地とも、著しい伸長が認められた。これは、採草地では1番刈りのため、放牧地では家畜採食のために植被度が低下し光環境が良好になったためと考えられる。

3. 補播オーチャードグラスの推移

補播オーチャードグラスの草丈と個体数の推移を図4、図5に示した。個体数は、採草地では平均15個体と変化がなく、放牧地では7月上旬に平均27個体とピークに達した後、急速に減少した。これは、

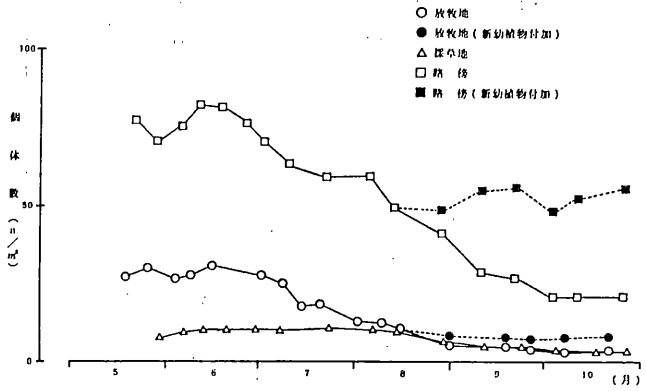


図2. オーチャードグラス幼植物個体数の推移

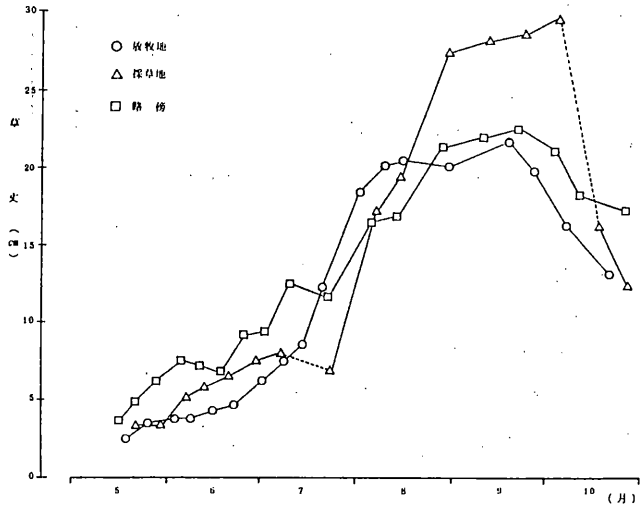


図3. オーチャードグラス幼植物草丈の推移

図2の結果と同様の傾向を示した。また、草丈は、6月～8月上旬まで有意差は認められなかったが、8月下旬に採草地で、著しい伸長が認められた。これは、採草地で補播した場所の裸地率が、50～70%あったことと栄養塩類の条件においても採草地で優っていることが推測される。

4. 新幼植物個体の内訳

秋季に出現した新幼植物の内訳は、放牧地ではケンタッキーブルーグラスが、総出現数の82%を、路傍ではオーチャードグラスが、総出現数の80%を占めた。このようなちがいは、既存植生状態のちがひ(表3)と、放牧地では、家畜採食によりオーチャードグラス出穂茎が少なくなり、下種量が低下したことが考えられる。

以上のことから、放牧地では家畜蹄圧による攪乱のために個体数の変動が大きい、反面、採食などにより光環境が改善され、草丈や分けつなど、個体の充実が促進される。このため、自然下種個体を利用するには、この2つの問題を考慮した放牧や掃除刈りなどの利用時期を検討する必要があると考えられる。

採草地では、種子の成熟前に刈取られるのが一般であり、幼植物個体数が大幅に少なく自然下種の利用は困難である。このため、人工的に播種する必要があり、一般に、大規模な簡易更新が行なわれる。しかし、小規模な補播などによる植生回復の有効性について、裸地面積や播種時期などとの関連で、検討することも意義があろう。

また、秋季までに生存し、越冬した幼植物が、翌年の植生に及ぼす影響について、今後追跡調査が必要と考えられる。

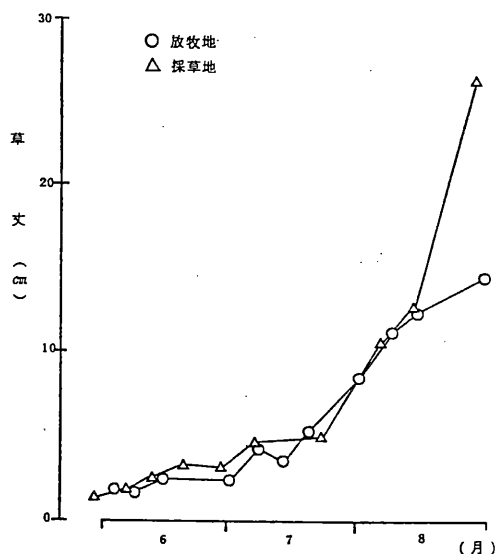


図4 補播オーチャードグラス草丈の推移

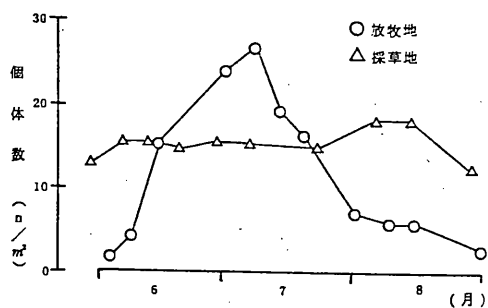


図5 補播オーチャードグラス個体数の推移

根釧地方の放牧草地へのペレニアルライグラス導入 の可能性について

小 関 純 一 (根釧農試)

根釧地方のように寡雪・寒冷・寡照で、土壤凍結が深い地域において、ペレニアルライグラスを安定的に維持することは、従来、ほとんど不可能とされてきた。しかしながら、本草種が再生力、秋の生産性ならびに栄養価または嗜好性に優れていることを考慮すると、集約的利用が進みつつある当地方の放牧草地に導入する意義は極めて大きいものと考えられる。

そこで、現在の品種を用いて前述のような当地方における不良気象・土壤条件を克服するための栽培方法について圃場条件下で検討し、さらに、放牧草地への導入を試みた。

なお、本試験実施に当たり、可能性を検討する目的で予備試験を行ない、そのうち、有望と認められた方法を採用した。

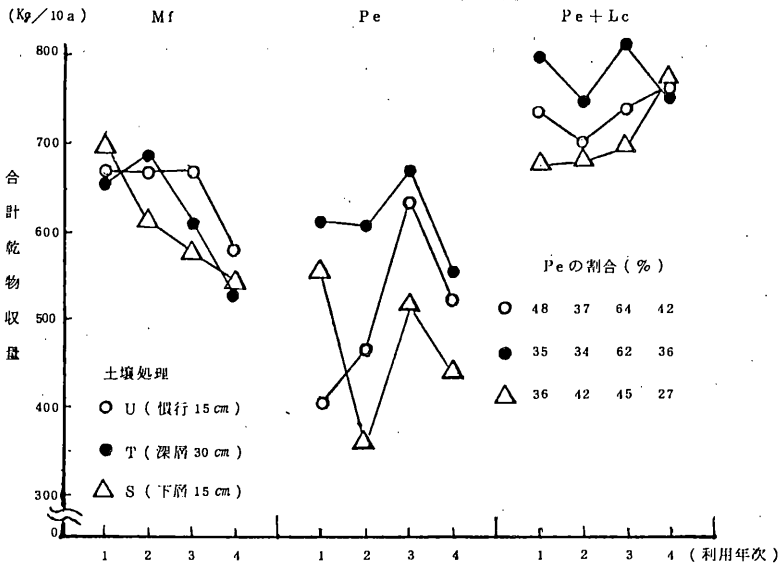
方法 試験1. 圃場試験(根釧農試圃場) ①1区面積 3×5 m、3反復 ②供試草種 ペレニアルライグラス(以下Peと略)(フレンド)、メドウフェスク(以下Mfと略)(タミスト)、ラジノクローバ(以下Lcと略)(カリフォルニア) ③試験処理 草種組合せはPe、Mfの各単播区およびPe+Lcの混播区。これらに造成時の3種の土壤処理(慣行15 cm、深層30 cm、下層15 cm改良区)を組合せて計9処理。④施肥量($Kg/10a$)造成時:N-P₂O₅-K₂Oで5-20-10(ただし、深層区はP₂O₅40)を尿素、ようりんとし、ようりん(成分で等量ずつ)、塩加で施用。炭カルは現物で100(ただし、深層区は200)追肥:年間N-P₂O₅-K₂Oで17-18-20(ただし、混播区のNは13)を6回に分施。⑤刈取管理、刈取高さ5 cmで6~10月の毎月1回で計5回実施、⑥試験期間、昭和53年~57年

試験2. 放牧条件下の実証 ①供試草地、根釧農試場内育成牛用の草地で、造成後10年以上を経過し、ケンタッキーブルーグラス(以下Kbと略)が優占した放牧地(1ha)②造成方法、前年(昭和54年)の秋に2段式ブラウドで耕起して前植生を約30 cm下に埋没。55年5月に表層約20 cmにりん酸資材(ようりんP₂O₅として10 $Kg/10a$)と苦土炭カル(300 $Kg/10a$)を混入後、硫安(Nで4 $Kg/10a$)、過石(P₂O₅で10 $Kg/10a$)および塩加(K₂Oで8 $Kg/10a$)と共に播種した。③播種草種と播種量($Kg/10a$)オーチャードグラス(以下Orと略)(ケイ0.4、カタミドリ0.4)Mf(タミスト0.8)、Pe(フレンド0.8)Lc(カリフォルニア0.5) ④施肥管理 年間合計N-P₂O₅-K₂Oとして、8-8-12 $Kg/10a$ を年2回(6月と8月)に等量分施した。なお、P₂O₅では4 $Kg/10a$ 区を設けた。⑤利用管理 育成牛15頭程度で毎年10回程度(5月~10月)の放牧利用をした。なお、造成年の55年も8月より5回放牧利用をした。掃除刈は年1~2回実施した。

試験結果および考察

1. 土壤処理が乾物生産に及ぼす影響

第1図に各草種ごとの乾物生産の年次変化を示した。これによると、土壤処理の効果がPeに最も顕著に認められており、その中で深層改良のT区で比較的高い生産性が維持されている。さらに、Peの



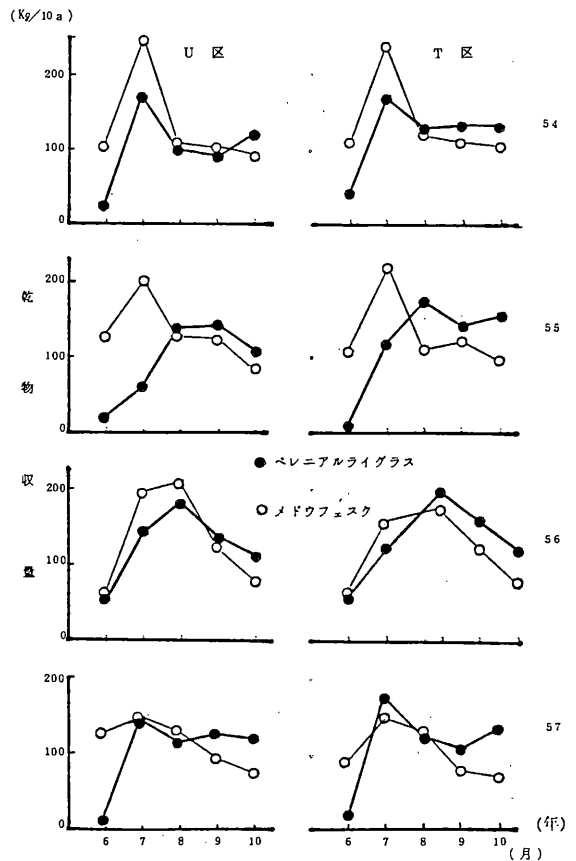
第1図 年間合計乾物収量の年次変化

場合は、年次変動は大きいが必ずしも経年的に収量が低下する傾向はみられず、4年目においてもT区ではMfと同程度の収量が得られていた。

一方、Mfの場合は土壤処理の効果はPeのように明瞭でなく、かつ、各処理区ともに経年的に収量が低下していく傾向が認められた。

他方、PeとLcとの混播区においても、わずかながら、Pe単播区と同様な土壤処理の効果が認められている。そして、Pe単播区に比して年次変動が著しく小さく、かつ、その生産性も高く維持されていた。

次に、上記の年間合計収量の内容について季節生産性の点から検討した結果を第2図に示した。これより明らかなことは、両土壤処理区ともに9月以降の生産量においてPeの方が各年次ともにMfより高くなっていることである。とくに、その傾向は土壤処理T系列でより明らかであった。しかしながら、春(1番草)



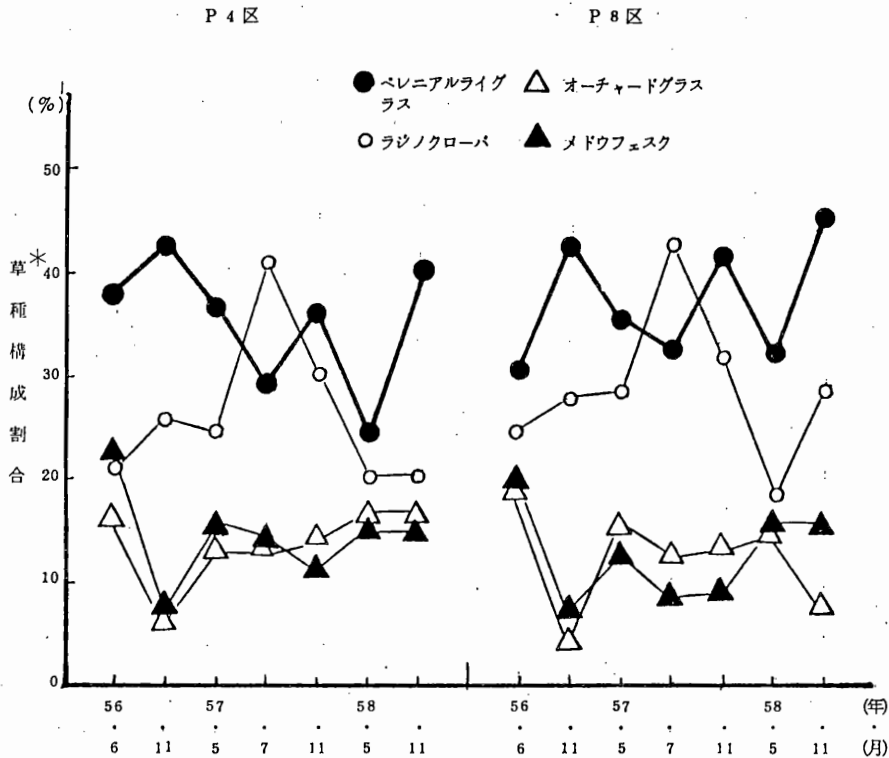
第2図 乾物生産の季節変化

のP eの収量は年次によって著しい変動が認められた。これは越冬条件によってもたらせられた結果と考えられるが、この点の改善は今後の課題であろう。他方、55年のように越冬後の収量がゼロに近い極めて少ない場合もあったが2番草以降では回復し、9月以降では完全にM fの生産量を上回るといふP e特有の顕著な再生力の強さが示されている。

以上のように、土壌の深層処理を行ない、年5回の刈取利用条件下では、P eの特性を十分に発揮しながら従来考えられていたよりは長期間の維持ができる可能性が認められた。

2. 放牧条件下におけるP eの持続性

前項の結果より、土壌の深層処理がP eの維持にとって好ましいこと、さらに、混播の方が安定性を増すことが認められたので、この方法に準じて造成した放牧草地で実際に多回利用した場合における草種構成の変化を4年間にわたって調査した。その結果を第3図に示した。これより明らかなことは、P eがいずれの時期においても主体草種の位置を保持していることである。時期的にみると、早春（越冬直後）には、その優占度は下がるものの、25%程度以上は維持されていた。とくに、りん酸8Kg区の方では、常に30%以上を維持し、かつ、年次的に下降する傾向も認められないし、さらに、晩秋までには各年次とも40%程度に回復していた。他の草種では、O rとM fとはほぼ等しい割合で推移したが、L eの年次変動はかなり大きかった。



第3図 放牧草地の草種構成の変化

*線上出現頻度法によった。

以上のように、年間10回以上の多回利用条件下でも、P_eの永続性は期待できた。

さらに、当管内標茶町の農家において、昭和54年以降58年の現在(11月3日現在、P_eの割合約50%)まで、放牧草地でP_eを維持している例があった。この条件は排水良好、防風林に接していること、土壌の肥培管理が優れていることが挙げられた。

3. P_eの永続性に関する若干の検討

前記の1、2および農家の事例が示すように、限定された条件下でP_eの永続性がある程度実証されたわけである。そこで、このような結果を招来した要因について圃場試験の成績を中心に若干の検討を行った。

その結果、P_eの根系発達、株密度の維持ならびに土壌凍結深度などがその安定維持に関与していることが認められた。

以上のごとく、P_eが維持された3例を示し、さらに、その永続性の原因について若干の考察を加えた。その結果、現段階では限定された条件下(土壌凍結が比較的浅い、排水が良好、根系発達ならびに再生力を助長する土壌の肥培管理など)において、当地方の基幹草種と混入して導入できる可能性はかなり大きいと考えられた。今後は、P_eの完全に枯死する条件をさらに明らかにし、導入をより確実にするための項目(地形、品種、地域など)の整理の必要が認められた。

ペレニアルライグラスの越冬性におよぼす 秋の刈取時期とN施用量の影響

下小路英男・吉沢晃・大槌勝彦(天北農試)

緒言

ペレニアルライグラスは嗜好性および低温伸長性などすぐれた特性をもつが、越冬性のやゝ劣ることが栽培上の問題となっている。越冬性を左右する秋の肥培管理については、刈取り危険帯が10月下旬頃であること⁽³⁾、約30日間隔の刈取りが越冬性を低下させること⁽⁴⁾が知られている。一方、オーチャードグラスでは、秋の刈取時期と窒素施肥が翌年の再生に大きく影響している⁽¹⁾⁽²⁾。

そこで、本試験においては、ペレニアルライグラスの越冬性におよぼす秋の刈取時期とN施用量、さらに晩秋の利用が期待されることから越冬前の刈取りの影響についても検討した。

材料と方法

試験は天北農試圃場に造成した2年目草地(「リベール」単播)を用い実施した。試験処理は、秋の刈取時期を主区、越冬前の刈取りを細区、秋のN施用量を細々区とする分割区法3反復で行った。秋の刈取時期は9月上旬(9月7日)、9月下旬(9月27日)、10月上旬(10月7日)の3処理、越冬前の刈取りは刈取区(11月2日)と無刈取区の2処理、N施用量は要素量で3、6g/m²の2処理で秋の刈取時に施用した。これらの処理を昭和56年に実施したが、早春からの管理は8月中旬までの

3回刈りで、施肥量は $8-12-8\text{ g/m}^2$ と全区共通である。昭和57年は全区共通の刈取り（1番草：5月28日、2番草：6月29日、3番草：8月23日）および施肥管理（早春：4-5.5-4、1・2番草：4-3-4 g/m^2 ）を行った。

結果および考察

1. 越冬態勢におよぼす影響（図-1）

秋の刈取時期が早いほど越冬前の茎数が多くかつ茎基部重とTNC含有率が高かった。越冬前の刈取りの影響は茎基部重に明らかにみられ、刈取区はいずれの場合も低下した。また、TNC含有率もや、低下する傾向がみられた。N施用量の影響についてみると、N6区は茎数およびN含有率が増加したが、茎基部重およびTNC含有率は低下した。この傾向は10月上旬刈取区において顕著にみられ、9月上旬および下旬刈取区ではN6区のTNC含有率の低下とN含有率の増加程度は小さかった。すなわち、秋の遅い時期の刈取りとN多肥は越冬態勢の不十分な弱小分けつを多くすることを示していた。

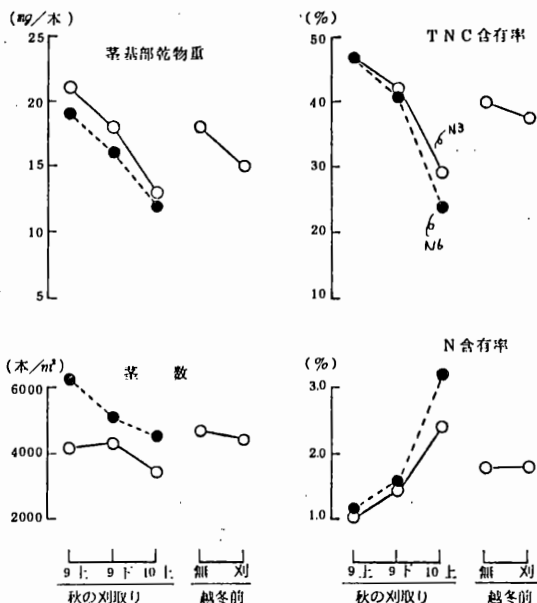
2. 越冬茎率におよぼす影響（図-2）

越冬茎率は処理間に明らかな差がみられ、秋の刈取時期が早くかつ越冬前の無刈取区が高い値であった。N施用量の影響についてみると、N6区において越冬茎率が低下する傾向にあるが、10月上旬刈取区においてそれが顕著であった。これらの結果は、前年の越冬態勢を反映するものであり、越冬分けつの茎基部重およびTNC含有率を高める秋の刈取りと施肥管理が越冬茎率を高めることに結びついていた。

3. 越冬後の再生におよぼす影響

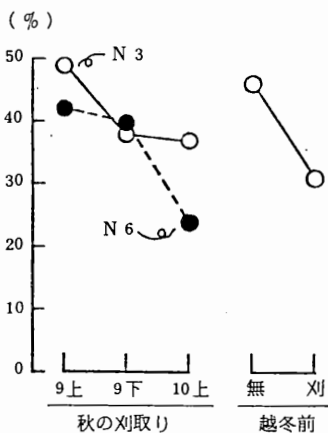
越冬後の再生について、越冬直後と1番草刈取時の一茎重および茎数の比較、さらに1番草収量の検討を行った。

一茎重についてみると（図-3）、いずれの処理もその増加程度はほぼ同じであり、越冬直後の処理間差が1番草刈取時まで反映されていた。また、これは、越冬分けつの茎基部重およ



注) 1) 調査は昭和56年11月13日に行なった。
 2) 茎基部重、TNCおよびN含有率は茎基部5cmの値である。
 3) TNC含有率は0.25%シュウ酸で加熱分解後アンソロン法で比色定盤した。

図-1 要因別の越冬態勢

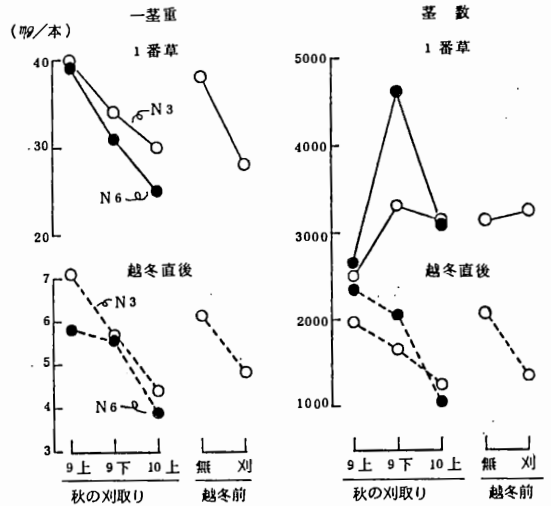


注) 越冬率 = $\frac{\text{越冬後茎数}}{\text{越冬前茎数}} \times 100 (\%)$

図-2 要因別の越冬茎率

びTNC含有率(図-1)とはほぼ同じ傾向にあり、越冬後の分けつの伸長が越冬分けつの充実程度に大きく左右されていることを示していた。一方、茎数についてみると(図-3)、1番草の茎数は越冬後に発生する新分けつ数に左右されていた。9月上旬刈区では、新分けつの発生が少なく1番草の茎数の大部分は越冬茎に由来しており、その結果1番草の茎数は最も少なかった。9月下旬および10月上旬刈区では、越冬直後の茎数は少ないものの新分けつの発生が旺盛で、1番草の茎数は両者とも9月上旬刈区より多かった。N施用量間では、9月上旬および下旬刈区のN6区は越冬茎数さらに新分けつの発生も多く1番草の茎数がN3区より多かった。しかし、10月上旬刈区では、N6区は新分けつの発生が多いものの越冬茎数が少なかったため、1番草の茎数のN施用量間差はみられなかった。越冬前の刈取りと茎数の関係を見ると、越冬茎数の少ない刈取区ほど新分けつの発生が多く、1番草では処理間の差がみられなかった。これらのことから、越冬後の新分けつの発生は越冬分けつのN含有率が高いほど旺盛であるとともに、越冬茎数が少ない場合密度効果により新分けつの発生が多くなると考えられた。1番草収量についてみると(図-4、表-1)、秋の刈取時期では9月下旬刈区が、越冬前の刈取処理では無刈取区がいずれの場合も有意に多収であった。一方、N施用量間では、9月上旬および下旬刈区においてN6区が多収であったが、10月上旬刈区ではN3区が多収となり、秋の刈取時期によって多肥の効果に差がみられた。

以上のことから、越冬後の再生は分けつの伸長と新分けつの発生程度に大きく左右されていることが明らかで、再生を良好にするためには越冬分けつの充実とN含有率の両者のバランスが必要と考えられる。そのためには、最終刈取時期として9月下旬頃が適当であり、その時期の施肥も有効であると考えられる。



注) 越冬直後の調査は4月22日に行なった。

図-3. 一茎重および茎数における越冬直後と1番草の比較

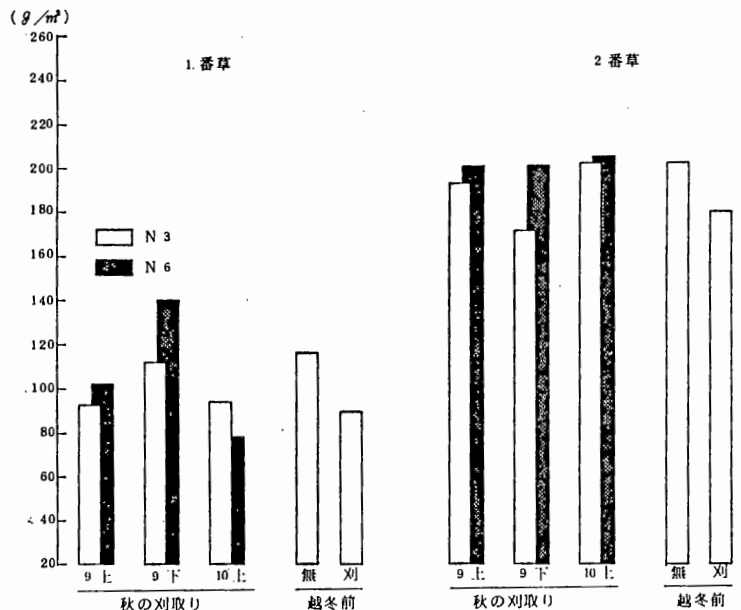


図-4 1、2番草における要因別の乾物収量

4. 2・3番草収量(表-1)

2番草収量は越冬前の刈取処理において1番草と同じ傾向を示したが、秋の刈取時期およびN施用量では1番草と異なる傾向にあった。特に、秋の刈取時期では、1番草と逆の傾向がみられ、9月上旬と10月上旬が多収となった。この原因としては、1番草が低収なほど2番草で利用される窒素が多かったことが考えられるが、それは明らかではなく、早春の施肥量についての検討が必要であろう。3番草収量は144~199 DMg/m²と処理間の有意差はみられなかった。このように、越冬性が劣った場合でも生産力は3番草までに回復した。

表-1 翌春収量およびその構成要素の分散分析表

要 因	乾 物 収 量			茎 数		一 茎 重	
	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	1番草	2番草
主 効 果							
秋の刈取 A	11	19	N.S	565	621	10	N.S
越冬前 B	18	38	N.S	N.S	N.S	4	9
N 量 C	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
交 互 作 用							
A * B	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
A * C	20	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
B * C	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

注) 数字は5%水準での最小有意差を示す。

ペレニアルライグライにおいては、低温伸長性が優れていることから、10月~11月の晩秋の利用が期待されるが、その場合翌春の収量が低下するのは明らかであった。しかし、生産力は2番草あるいは3番草までには回復すると推察されるが、その回復をより早くするためには、越冬前の刈取りを行わず、越冬分げつをある程度伸長させる必要があると考えられる。越冬分げつを伸長させることは、越冬態勢を確立するとともに、越冬後の光合成に利用される葉面積が多くなるため、草地の生産力がより早く回復するものと考えられる。

引 用 文 献

- 1) 坂本宣崇, 奥村純一(1977) 道立農試集報 36:31-41。
- 2) ———, ———(1978), ——— 40:40-50。
- 3) 手塚光明(1977) 草地研究会報 11:38-41。
- 4) ———, 吉沢晃, 下小路英男, 大槌勝彦(1982) 草地研究会報 16:65-67。

根釧地方におけるチモシー草地の生産性向上 に関する土壌肥料的学的研究

第1報 チモシー草地の植生区分と施肥反応

木曾誠二・菊地晃二（道立根釧農試）

はじめに

根釧地方のチモシー生産は、すでに既往の実態調査からも確認されているように、3.5トン/10a（平均生草収量）程度で停滞している。近年の酪農諸情勢からみても、こうした状態は改善されなければならないが、いまだ有効な解決方法が示されていない実情にある。この原因については種々考えられるが、土壌肥料的にみると、草地の植生状態に応じた適正な施肥管理技術の欠如が指摘される。

すなわち、一般に当地方の採草地はチモシー主体草地ではあるが、その植生は草地の経過年数・肥培管理・利用法、さらには土壌・地形等の環境条件により異なっている。これらの草地を概観すると、チモシー・アカクローバ・シロクローバの生育が旺盛な比較的新しい草地、アカクローバが衰退しチモシーとシロクローバが優占している草地、これに対してクローバ類は認められずチモシーが単一化した草地、さらにはレットトップ、ケンタッキーブルーグラス等の不良イネ科草、雑草類の侵入が著しい草地などに大別できる。これらの草地においては、優占する草種が違うため、施肥に対する反応も異なるものと予想される。

しかし、従来の草地における施肥法とくに施肥量などをみると、このような植生条件の相違に対する配慮が必ずしも充分になされていたとは言えない。例えば、採草地の肥培管理は、混播草地とチモシー主体草地とに区別して行うように指導されているが、その植生区分が不明瞭なため、植生に応じた施肥管理の実施は困難な状況にある。

以上のような問題は、採草地の生産性向上、施肥効率の改善という観点からも検討されなければならないものと思われる。そのためには、採草地の植生を前述したように区分し、それぞれの草地についての肥培管理指針の確立が急務である。したがって、本試験は、根釧地方におけるチモシー草地の生産性向上を図る方策として、まず植生条件の異なる草地の施肥反応を明らかにし、各草地に対する適正な施肥量を算定するために、窒素、リン酸、カリの用量試験を実施した。

試験方法

(1) 供試草地

8草地を供試し（表1）、チモシー・マメ科混播草地はA、B、C、E、Fの5草地である。そのうちA、B草地はアカクローバの生育が旺盛で、Aは造成後2年目の新播草地、Bは3年目の草地である。またC、E、F草地はアカクローバが衰退し、Cはチモシーが80%、E、Fはチモシーが40~50%で雑草が30%占めていた。これに対してD草地はチモシーが95%を占める、いわゆるチモシー単一草地である。一方、G、H草地は造成後10年以上経過しており、雑草の侵入が著しかった。Hではクローバ類は認められなかったが、Gはシロクローバが30%残存していた。なお、ケンタッキーブルーグラスなどの不良イネ科草の侵入が著しい古い草地では、ルートマットが2~3cmの厚さで形成さ

れているのが観察された。

表-1 各草地の概況

草地	植生状況(%)				造成(更新) 後経過年数	ルート マット	備考
	チモシー	アカク ローバ	シロク ローバ	雑草*			
A	70	10	20	—	2年	なし	新播
B	60	30	10	—	3年	"	混播
C	75	—	20	5	5年	"	混播
D	95	—	—	5	9年	0.5 cm	チモシー単一
E	40	—	30	30	10年以上	3 cm	混播
F	50	—	20	30	"	3 cm	混播
G	10	—	30	60	"	1 cm	不良イネ科草 主 体
H	15	—	—	85	"	2.5 cm	"

* 雑草のなかに不良イネ科草を含めた。

表-2 各草地における土壌の化学性

草地	pH (H ₂ O)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	P ₂ O ₅ mg/100g	EX. Cation (mg/100g)		
						K ₂ O	CaO	MgO
A	6.2	6.06	0.35	17.3	2.7	10.2	300	15.0
B	6.0	5.94	0.45	13.2	18.4	6.0	133	21.7
C	6.4	7.44	0.57	13.1	30.0	6.3	347	38.0
D	5.3	6.36	0.52	12.2	30.3	12.1	60	6.7
E	5.2	6.72	0.47	14.3	6.7	5.7	40	2.3
F	5.5	8.94	0.67	13.3	9.3	7.9	80	3.7
G	5.2	7.08	0.56	12.6	18.3	6.0	40	2.7
H	5.4	7.74	0.58	13.3	4.6	6.0	40	3.0

各草地の土壌の化学性をみると(表2)、一般に経過年数の古い草地では、施肥管理が充分行われていないことが多かったためか、pHがやや低く、またリン酸、石灰、苦土などの養分も低い傾向にあった。

(2) 施肥設計

各草地に対して窒素、リン酸、カリの用量試験を実施した。処理は標準区、無施与区、半量区、増量区、倍量区を設けたが、標準区の各養分施与量は各草地の植生状態を考慮して決めた(表3)。なお、各草地に対して硫苔を4kg/10a・年、またpHが6.4であったCを除いた草地に炭カル450kg/10

表-3 施肥設計 (Kg/10a・年)

○ A. B. C 草地

	N 用 量			P ₂ O ₅ 用 量			K ₂ O 用 量		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無 施 与	0	10	22	8	0	22	8	10	0
半 量	4	"	"	"	5	"	"	"	11
標 準	8	"	"	"	10	"	"	"	22
増 量	12	"	"	"	15	"	"	"	33
倍 量	16	"	"						

○ D. E. F. G 草地

	N 用 量			P ₂ O ₅ 用 量			K ₂ O 用 量		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無 施 与	0	8	20	16	0	20	16	8	0
半 量	8	"	"	"	4	"	"	"	10
標 準	16	"	"	"	8	"	"	"	20
増 量	24	"	"	"	12	"	"	"	30
倍 量	32	"	"						

○ H 草地

	N 用 量			P ₂ O ₅ 用 量			K ₂ O 用 量		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無 施 与	0	6	18	12	0	18	12	6	0
半 量	6	"	"	"	3	"	"	"	9
標 準	12	"	"	"	6	"	"	"	18
増 量	18	"	"	"	9	"	"	"	27

※ C草地は窒素用量試験のみ実施した。

a・年を施与した。施肥配分は早春、1番草後それぞれ2:1とした。試験規模は1区9m²、3反復で実施し、1番草は7月上旬、2番草は9月上旬に収量調査を行った。

試験結果

(1) 窒素用量試験

年間生草収量をみると(図1)、新しい草地の場合は、窒素施与量を増やすと収量は明らかに増加していた。とくに新播草地のA草地では増収の傾向が著しく、窒素12Kg施与で8トンの高収を示した。また造成後3~5年経過したB・C草地でも窒素8Kg施与で5トンの収量が得られた。

次に、優良牧草が主体となっている経年草地についてみると、植生割合がチモシー40~50%、シ

ロクローバが20~30%、雑草30%であるE、F両草地は類似した傾向であった。すなわち窒素16

Kg施与までは明らかに増収したが、それ以上の施与では増収効果は小さかった。これに対してチモシーが95%占めているチモシー単一のD草地の場合、窒素無施与では収量がほとんど得られなかったが、窒素施与量を増やすと2.4Kgまでは顕著に増収効果を示したのが特徴的であった。本草地で4.5トンの収量を確保するのに必要な窒素量は1.6Kgであった。

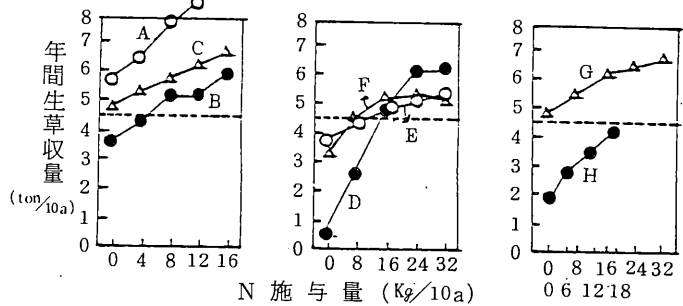


図-1 牧草収量と窒素施与量

さらに、不良イネ科草、雑草の侵入が著しいG、H草地では、いずれも窒素施与量を増やすと増収傾向を示した。H草地は窒素1.8Kg施与でも4.5トンの収量に到達しなかったが、マメ科草が30%残存していたG草地では高収が得られ、両草地の収量差は大きかった。しかし、両草地とも収量の多くは不良イネ科草で占められていた。

なお、マメ科草の存在する草地では(A、B、C、E、F、G)、窒素無施与でも高収であった。また図示はしていないが、窒素を多肥した場合の草地の植生をみると、マメ科草が減少し、チモシー単一草地へと変遷する様相を示すことが多かった。

(2) リン酸用量試験

全体にリン酸施与の収量に対する影響は窒素と比べると小さく、H以外の草地ではリン酸無施与でも4.5トン程度の収量が得られた(図2)。しかし、土壌中の有効態リン酸含量が低かったA、E、F草地などでは、リン酸施与の効果が幾分認められ、増収傾向を示していた。

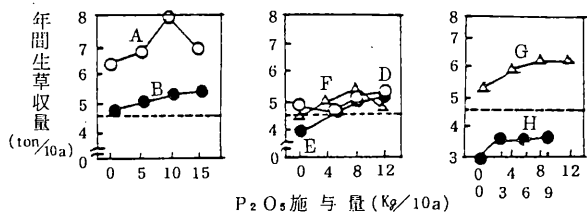


図-2 牧草収量とリン酸施与量

(3) カリ用量試験

一般にカリ施与量が20Kg程度までは施与量を増やすと増収する傾向を示し、窒素ほどではないが、カリの収量に対する施与効果も大きかった。しかし、草地の植生状態によっては、4.5トンの収量を得るのに必要なカリ施与量に相違が認められた。すなわちA、D、G草地ではカリ無施与でも4.5~5トンの収量を示し

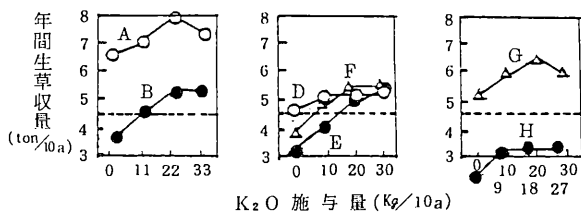


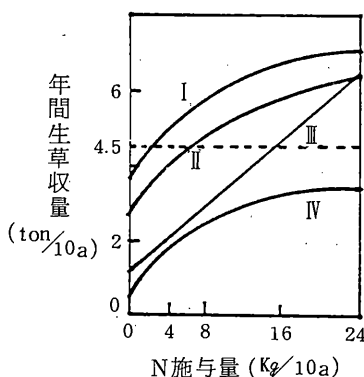
図-3 牧草収量とカリ施与量

た。これに対してB、E、F草地においては、カリ無施与では減収が著しく、カリ施与量を増やすと明らかに増収し、4.5トンの収量を得るには20Kg程度のカリが必要であった。

考 察

一般に草地では、生育特性あるいは要求元素の種類およびその含量が異なる草種が混播されていることが多く、草地の植生状態はその管理来歴・環境条件等により大きく支配されてくる。そのため肥倍管理を行う場合、草地の植生状態を考慮することが重要である。このことは、本結果からも示され、窒素リン酸、カリの各養分の牧草収量に対する影響は、草地の植生条件により相違していた。とくに窒素の施肥反応は大きく、根釧地方の採草地においてはその様式が4タイプに区分された。各タイプの草地における目標収量は、各農家の諸事情を勘案して決定すべきであるが、ここでは一般的と考えられる生草4.5トンを目標収量とし、その場合の窒素必要量と関連させて考察を加えた。

すなわち、図4に示したように、Iタイプのようなアカクロローバかつシロクロローバの生育が旺盛なチモシー・アカクロローバ草地では、窒素無施与でもかなりの収量を得られ、また窒素施与量を増やしても増収を示す。しかし多肥するとチモシー単一草地へと変遷する可能性が大きく、むしろ窒素4Kgでも4.5トンの収量は確保できるため、今後の草地の植生維持あるいは飼



- Iタイプ：アカクロローバの生育が旺盛なチモシー混播草地
- IIタイプ：シロクロローバが20～30%のチモシー混播草地
- IIIタイプ：チモシー単一草地
- IVタイプ：不良イネ科草・雑草が優占している草地

図-4 草地の植生とN施肥反応

料成分等の問題を考えると、窒素は4Kg程度と少な目に施与した方が妥当と推定される。また、アカクロローバが衰退し、シロクロローバが30%占めるIIタイプのようなチモシー・シロクロローバ草地では、4.5トンの収量を得るには8Kgの窒素が必要である。これに対して、IIIタイプのようなチモシー単一草地では、窒素施与量を増すと顕著に増収するのが特徴であるが、同じく4.5トンを得るには窒素16Kgを施与しなければならない。しかし、不良イネ科草、雑草類が主体のIVタイプのような草地では、窒素施与量を増やしても4.5トンの収量を確保するのは困難で、たとえ得られたとしても優良牧草が少ないため飼料価値上問題が多いと思われる。なお、I、IIタイプのようなマメ科草が主要な構成草種となっている草地では、マメ科草の窒素固定の重要性が示唆された。

一方、リン酸とカリについてみると、供給源をマメ科草に相当依存できる窒素の場合と違い、これら両養分の主な天然供給源は土壌以外に考えられなく、しかも根釧地方の火山性土は両養分の肥沃度が小さいので、たとえ本結果のように無施与で高収を示す草地があったとしても、これは単年度の場合で、次年度以降も無施与を続けると植生が悪化し、明らかに減収するものと考えられる。とくにカリでは、リン酸のように土壌に蓄積されることが少ないため、そのおそれはさらに大きいものと思われる。したがって、両養分の基準量を算定する際には、草地の植生状態を考慮することはもちろん必要であるが、

その他に土壌の理化学性の相違いわゆる土壌型さらには土壌中の含有量も重要な要因となるものと考えられる。

要 約

根釧地方における植生状態の異なる採草地の施肥反応を明らかにし、それぞれの草地に対する適正な施肥量を算定するため、窒素、リン酸、カリの用量試験を実施した。得られた結果を要約すると以下の通りである。

(1) 草地の植生状態により各要素の牧草収量に対する効果は異なり、とくに窒素とカリでは大きかった。

(2) 窒素の施肥反応様式については4タイプに区分でき、目標生草収量を4.5トンとした場合、それを得るに必要な窒素量と各タイプの草地とを関連させて考察した。

(3) リン酸とカリの基準量算定の際は、植生状態の他に、土壌型および両養分の土壌含有量も重要な要因であることを指摘した。

(4) 以上から、草地の肥培管理を行う場合、その植生状態を充分考慮する必要があることを認めた。

根釧管内における草地の土壌診断に関する研究

第1報 土壌養分含量の実態について

日笠裕治(中央農試)・三枝俊哉・菊地晃二(根釧農試)

調査目的

根釧管内においても草地の土壌診断が行なわれている。他の作物の場合と同様に、草地においても圃場によって施肥および有機物などの管理状態の違いが著しいため、各圃場ごとに土壌養分含量が大きく異なっている。したがって、土壌改良および施肥を合理的に行なおうとするならば、土壌養分含量に対応した投入量または施肥量を考慮する必要がある、各圃場の養分の豊否を把握することが重要である。

土壌の養分含量を知る目安として土壌診断基準値が設定されている。現在、土壌診断基準値は全道一律に定められており、それをもとに各地域に対応した基準値を設定して用いるように指導がなされているが、現場では道で定められた基準値をそのまま用いているのが実情である。

しかし、根釧管内の火山性土はその性質の違いから4つに区分され、塩基置換容量(CEC)、リン酸吸収係数、粒径組成等の理化学性に大きな差異がみられる。そのため、土壌の種類によって置換性塩基や有効態りん酸等の土壌養分の異なることが予想される。

このように性質が異なる土壌の養分含量を論ずるには、道で定められた基準値そのままでは不十分と思われる。そこで、土壌の理化学性に対応した基準値を新たに設定することを目的として、根釧管内の

主要火山性土における草地の土壌養分含量の実態調査を行なった。

調査方法

1) 農家および圃場の選定

根釧地方の主要火山性土である未熟火山性土、黒色火山性土、厚層黒色火山性土の各々が分布する地域で代表農家1戸を選び、その全圃場について利用形態、面積、経過年数、草種、有機物管理等に関する聞き取り調査および土壌試料の採取を行なった(図-1)。

なお、取りまとめに際しては、各々の利用形態について経過年数および有機物管理の異なる圃場を選定し、その中で養分含量や土壌の性質について検討した。

2) 土壌試料の採取

0から5cmまでの土壌を1圃場につき3点採取した。採取に際しては、近傍3か所から採取した土壌を混合して1点とした。

3) 分析項目

供試土壌の分析項目は、pH(H₂O)、腐植、無機態窒素、りん酸吸収係数、有効態りん酸(Bray-162)、CEC、置換性塩基(CaO、MgO、K₂O、Na₂O)である。

結果および考察

1) 供試土壌の性質

供試した3種の土壌のりん酸吸収係数とCECの違いについて検討した(図-2)。

その結果、腐植含量とCECおよびりん酸吸収係数との間に高い正の相関が認められた。すなわち、粒径が粗く腐植含量の少ない未熟火山性土ではCEC、りん酸吸収係数の値が小さく、黒色火山性土、厚層黒色火山性土へと粒径が細かく腐植含量が多くなり、それにつれてCEC、りん酸吸収係数の値も大きくなるという根釧地方の火山性土の特徴を示していた。

このような土壌における各養分含量の実態について以下に報告する。

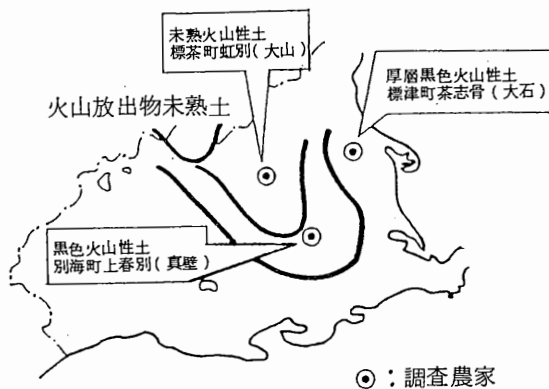


図-1 調査地点

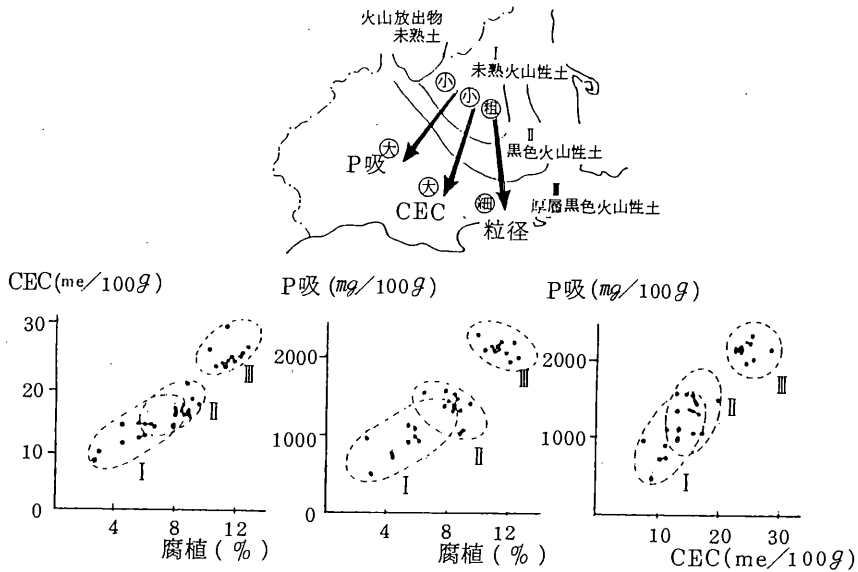


図-2 土壌の性質

2) 土壌養分含量の実態

(1) 有効態りん酸

まず、りん酸吸収係数の異なる土壌の一般圃場管理条件下における有効態りん酸含量について検討した(図-3)。

その結果、管理状態の差によるばらつきは認められたが、りん酸吸収係数と有効態りん酸含量の間に負の相関がみられた。現在用いられている基準値は

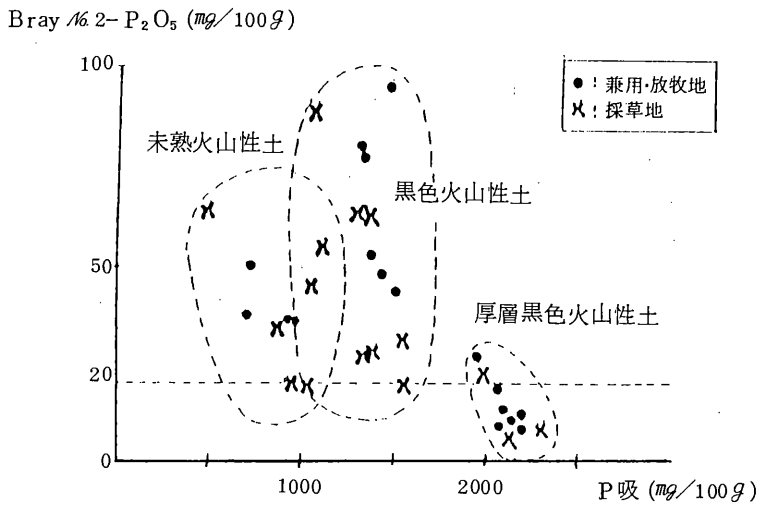


図-3 りん酸吸収係数と有効態りん酸含量

100g乾土当たり P_2O_5 として20mgである。しかし、厚層黒色火山性土では大部分の圃場で基準値以下の値が得られた。これはりん酸吸収係数が大きく、りん酸資材を投入しても有効化する量が少ないためと考えられる。このような地域で現在の基準値を保つには膨大なりん酸資材の量が必要であり、実際に農家が行なうには経済的に不可能と思われる。また、Bray-1/6.2で抽出されないりん酸の中にも植

物に有効な形態が存在すると考えられるので、厚層黒色火山性土での基準値は、より低い値になるものと思われる。また、未熟火山性土では投入量に対して有効化する量が多いため、ほとんどの圃場で基準値を上回っており、未熟火山性土における基準値は、より高い値になるものと思われる。

(2) 置換性塩基

次に、CECの異なる土壌の一般圃場管理条件下における置換性塩基含量について検討した(図-4)。

その結果、圃場の管理状態の差によるばらつきは認められたが、CECと置換性石灰及び苦土含量に正の相関がみられた。各々について現在用いられている基準値を当てはめてみると、厚層黒色火山性土では大部分の圃場で基準値以上の値が得られた。すなわち、現在用いられている基準値はCECが20 me/100g乾土の土壌を標準として定められているので、それを上回る当該土壌においては、各々の置換性塩基が基準値に達してもなお十分に各塩基を保持し得る余裕があるものと思われた。したがって、塩基飽和度を考えて、厚層黒色火山性土では各基準値を引上げる必要があると思われた。逆に、未熟火山性土では大部分の圃場で基準値以下の値が得られた。すなわち、CECの小さな当該土壌では各塩基の流亡が激しく、基準値の達成が困難であると思われた。そこで、未熟火山性土では現在用いられている基準値を引下げる必要があるものと思われた。

また、置換性カリ含量とCECとの関係は明らかでなく、今後の検討を必要とした。

なお、今回の調査で各養分含量にみられたばらつきは、1戸の農家でも各圃場の管理状態の違いが大きいことを示し、圃場ごとの綿密な土壌診断の必要性が感じられた。

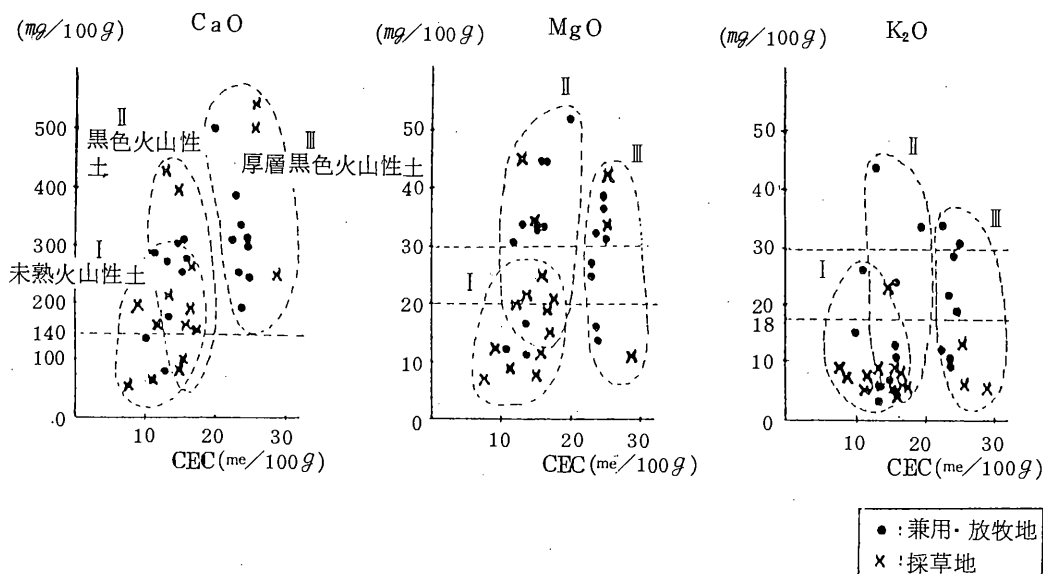


図-4 CECと置換性塩基含量

要 約

根鉢管内におけるCEC、りん酸吸収係数の異なる火山性土の土壌養分含量の実態調査を行なった。

その結果、有効態りん酸含量はりん酸吸収係数との間に負の相関が、また、置換性石灰、苦土含量は CEC との間に正の相関が認められた。これらの各養分については各々基準値を新たに設定する必要性が考えられた。

しかし、置換性カリ含量と CEC との関係は明らかでなく、検討の余地が残された。

土壌—飼料の Se 含量と黒毛仔牛の白筋症との関連について

篠原 功・青木慶子・原田 勇(酪農学園大学)

Se は動物にのみ必須の元素である。^{8、10)}最近注目されてきた Vitamin E は生体膜中で脂質の過酸化を防ぐ抗酸化剤として働き、Se は glutathione peroxidase の構成成分として、生成した有害過酸化物の分解を行なうことが明らかになってきている^{4、7)}。欧米、ニュージーランドなどで仔牛、仔ひつじの白筋症発生要因の一つは Se の欠による⁶⁾ことがすでに明らかになっているがその治療には V・E の投与でかなり回復することが知られている¹⁰⁾。しかし Se 含量が著しい低いレベルのときに V・E 投与効果の全く認められないことも報告している^{9、10)}。このことは先に述べたように Se と V・E の役割が異っていることを意味している。

我国ではすでに浅川ら^{1、2)}によって土壌の Se 含量の低いことが報告され、著者らもこれまで Se に対する土壌および牧草の反応について検討してきた¹²⁾。しかし Se と家畜との関連について我国において具体的に検討された事例は極めて少なく議論を残しているところである^{2、5)}。

ところが著者らはこの春、黒毛仔牛の白筋症発症農場に遭遇したので、その土壌—飼料の Se 含量と黒毛仔牛の白筋症との関連について主に調査検討したのでその概要について報告する。

材料および方法

われわれは営農現場から哺乳仔牛の白筋症発症の連絡を受け直ちに現場に出向き畜主、畜産関係者および獣医師⁵⁾の協力を得て土壌および母牛用飼料を採取しこれら試料のS eは浅川らの方法に準じて熱硝酸分解後デカリンに移しけい光光度法^{1、2)}により分析した。

また白筋症発症仔牛のデータは診断・治療および血清生化学検査に当たった一色貞之獣医師並びに高橋良平技師の協力と提供によるものである。

なおS e含量の検討に当っては著者らがすでに、白筋症が発生したとして調査していた軽種馬農場¹²⁾と対照(正常・乳牛)農場およびNRC標準¹¹⁾を用いた。

第1表 白筋症発症農場群の営農構造概要*

耕地草地面積(A)	250 ha	100 %	6農場(公1、民5)
(牧草地)	223 ha	89 %	
(デントコーン)	27 ha	11 %	
購入補助飼料	なし		但、肥育牛をのぞく
繁殖(経産)和牛(B)	310頭 (A)/(B)	0.81 ha	
生産仔牛	254頭	100 %	{ 死廃 3 治療 7 疑・行方不明 8以上
白筋症発症仔牛	18頭以上	7.1 % 以上	

参考：同一調査地域全村の全飼育黒毛和牛の頭数と年齢構成(1983年2月)*

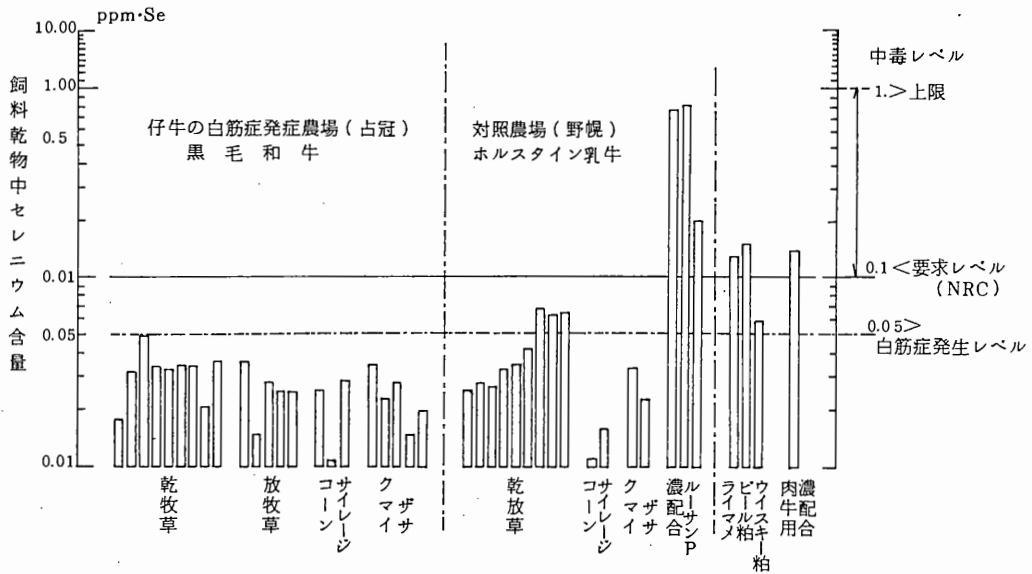
種雄牛	繁殖牝牛	仔牛・育成牛(月令)					肥育牛	合計
		6>	6~12	12~18	18~24	24<		
6	521	200	227	34	16	7	21	1032
1%	50%	19%	22%	3%	2%	1%	2%	100%

* 占冠村調べ

結果ならびに考察

1) 白筋症仔牛と農場の営農構造

この春、黒毛仔牛の白筋症発症農場の営農構造は第1表に示すごとく飼料完全自給型草地農業の黒毛和牛繁殖農場群(占冠)で、発症家畜は生後1~2ヶ月齢の哺乳仔牛である。発症症状は下痢、起立不能(写真1~5参照<一色獣医師提供>)、死亡後発見されるものが相次ぎ、病性検定の結果は第2表に示すごとくで、とくに血清V・E含量は著しく低いことからV・E欠による白筋症を疑い、また血清S e含量も低いことからS e欠も推察されると診断された。そして10頭(V・E 300~500mg/日筋注により7頭回復、3頭死廃)がこれに相当し、さらに疑いのあるものは死後発見されたもの、行方不明を含め8頭以上に達した。



第1図 肉牛用飼料のSe含量と仔牛の白筋症との関連

第2表 白筋症発症仔牛の血清生化学検査結果* 5)

検査項目	発症牛の値(平均)	正常の値**	単位
GOT	660~5800(2631)	74±27	Karmen 単位/ml
GPT	265~2080(757)	22±8	Karmen 単位/ml
LDH	7185~31900(10238)	2380±555	Wroblewski 単位/ml
CPK	3120~45500(16671)	15±45	
LDHアイソエンザイム	LDH ₄ , LDH ₅ で増加	(骨格筋異常のとき LDH ₄ 増加***)	
α-トコフェロール	検出限界以下~120(77)	100 μg/dl 以上	
Se	0.01 以下	0.02 以上	ppm

(注) GOT: グルタチオン酸オキザロ酢酸転移酵素

GPT: グルタミン酸ピルビン酸転移酵素

LDH: 乳酸脱水素酵素

CPK: クレアチンリン酸酵素

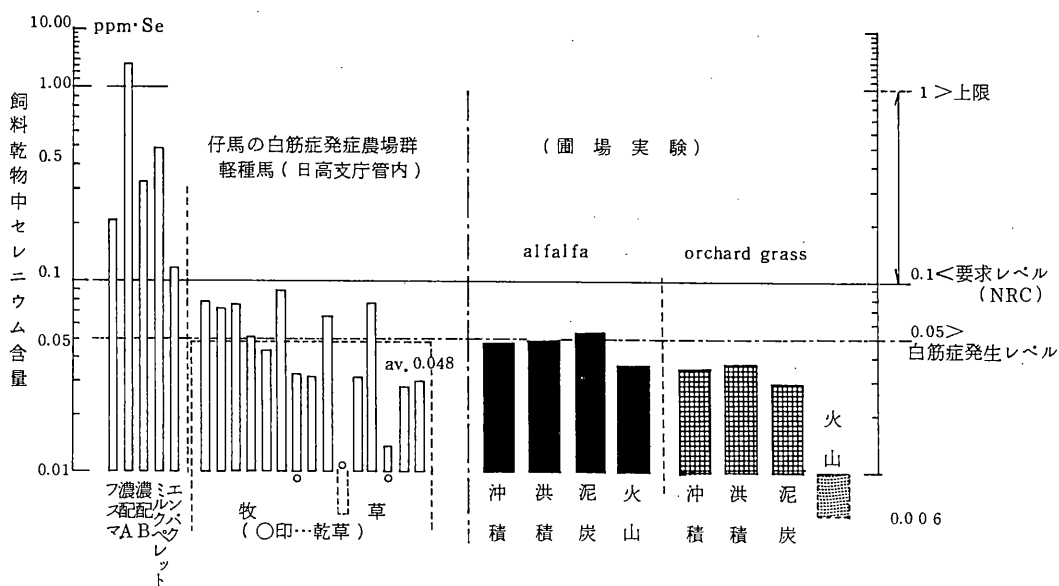
* : 診断治療は一色貞之氏(富良野地区農共)、生化学検査は高橋良平氏(上川家保)の協力による。

** : 正常値は基田三夫監修、牛の臨床、デリーマン社(1980)によった。

***: 玄番昭夫著 アイソエンザイム、医学書院(1981)によった。

2) 土壤および飼料中 Se 含量

哺乳黒毛仔牛の白筋症発症農場の飼料乾物中 Se 含量は第1図に示すごとく乾草(イネ科)は0.019~0.050 ppmの平均0.033 ppm、放牧草(イネ科)は0.016~0.036 ppmの平均0.026 ppm、クマイザサは主要飼料ではないが0.015~0.036 ppmの平均0.024 ppm および冬期飼料の中心となったコーンサイレージは0.012~0.029 ppmの平均0.023 ppm・Seで、それは対照農場(乳牛・野幌)の自給飼料および白筋症が発生したとされた軽種馬農場(日高支庁)の牧草中Se含量(第2図参照)¹²⁾とも大差なかったが、いずれも自給飼料のみでは白筋症発症の恐れがあるとされている0.05 ppm Se以下であり、NRCが家畜のSe要求量として決めている0.1 ppmにははるかにおよびなかつた。



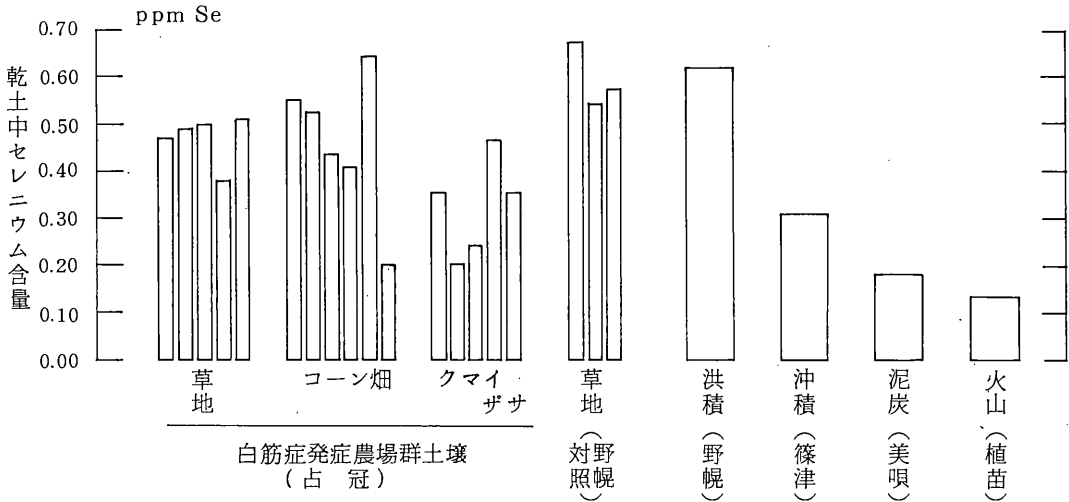
第2図 母馬用飼料のSe含量と仔馬の白筋症との関連および成因別土壤に栽培された牧草中Se含量の草種間差(参考)¹²⁾

これらのことから白筋症発症農場の自給飼料に限らず対照農場および白筋症発症軽種馬農場の自給飼料のSe含量もNRC標準値の0.1 ppm Seにくらべ極めて低いことが明らかとなったが、対照農場などで家畜に給与された購入配合飼料(米国中西南部およびオーストラリア産の輸入穀物)のSe含量は0.200~0.789 ppmで極めて高かったことからみて家畜に給与されたとみられる飼料全体では白筋症発症農場のSe含量は対照(正常)農場などに比較して極めて低いレベルにあったといえる。

また仔牛の白筋症発症農場群の土壤中熱硝酸可溶Se含量は第3図に示したごとく0.20~0.64 ppm Seで、それは著者らがすでに調査してきた成因別土壤および対照農場土壤のSe含量に比較して低いものではなかつた。

なおこれらの調査研究を通して土壤および植物のSe含量には牧草>クマイザサ>コーンの種間差のあるらしいこと。またこれら植物中のSe含量には施肥によって変化することも示唆していたがこれら

については今後検討することとしたい。



第3図 黒毛仔牛の白筋症発症農場群土壤の対照農場および成因別土壤の熱硝酸可溶Se含量比較

以上の結果および既往の値^{1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)}から白筋症発症の基本的要因の一つは土壤および飼料のSe不足にあると考えられ、さらに本調査以外の地域でも飼料完全自給型農場では本症発症の恐れのあることが示唆された。なお、本症発症の防止のためには土壤肥科学的検討をさらに進めるとともにSe含量の高い飼料を給与するかあるいは欧米などですでに実施されているV・E-Seの混合物を投与するなど獣医および家畜栄養学的かつ具体的検討・対策が必要であると考えられた。

摘要

- 1) 生後1~2ヶ月齢の哺乳黒毛仔牛に白筋症が認められ、その発症率は7%以上に達した。
- 2) 白筋症発症農場は草地農業による飼料完全自給型の黒毛和牛繁殖農場(占冠)であった。
- 3) 子牛に授乳中母牛の飼料乾物中平均Se含量は乾草で0.026 ppm、(クマイザサ0.024)コーンサイレージ0.023 ppmで、それは対照農場(正常乳牛・野幌)および白筋症が発生したとされる軽種馬農場(日高支庁管内)の自給飼料中Se含量と大差なかった。しかしいづれの農場も家畜が飼料中に要求するSeレベル(NRC標準)の0.1 ppm・Seにははるかにおよびないばかりか、白筋症発症の恐れがあるとされている0.05 ppm以下であった。
- 4) しかし対照(正常)農場などで家畜に給与されている配合飼料(輸入穀物)のSe含量は0.200~0.789 ppmと極めて高かった。

5) 土壤中 Se 含量は白筋症発症農場と対照農場などの土壤中のそれと大差なかった。

以上の結果および既応の値から白筋症発症の基本的要因の一つは土壤および飼料の Se 不足にあると考えられ、本調査以外の地域でも飼料完全自給型農場では白筋症発症の恐れのあることが示唆された。

文 献

- 1) 浅川征男、串崎光男、石塚潤爾：草地におけるセレンの分布と動態に関する研究（第1報）、わが国の主要草地における牧草のセレン含量について、土肥誌、48、第7、8号（1977）
- 2) 浅川征男、串崎光男、石塚潤爾：蛍光光度法による牧草および土壤のセレン含量について、土肥誌 48、7、8号（1977）
- 3) 北海道上川家畜保健衛生所、病性検定（診断）結果通知書（1983年5月2日）
- 4) 五十嵐 脩：ビタミンEの生理作用、日本ビタミン学会編、ビタミン学（I）P208-216 東京化学同人（1980）
- 5) 一色貞之、高橋良平：黒毛和種子牛の白筋症発症例、北海道獣医師会雑誌 27、P19（1983）
- 6) Kubota, J. and Allaway WH: Geographic Distribution of Trace Element Problems in Micro Nutrients in Agriculture ed, J. J. Mortvedt et al: Soil Science Society of America Inc. Madison Wisconsin (1972)
- 7) L. D. Koller et al: Selenium deficiency of beef cattle in Idaho and Washington and a practical means of prevention. Cornell Vet. 73, p 323-332 (1983)
- 8) Maynard and Loosli: Animal Nutrition. P210-214, McGRAW-HILL (1969)
- 9) 美濃 真：ビタミンEの作用機構、日本ビタミン学会編、ビタミン学（I）P177-183 (東京化学同人)
- 10) NRC編：桜井治彦、土屋健三郎訳、環境汚染物質の生体への影響 4. セレン、東京化学同人（1980）
- 11) NRC編：Nutrient Requirements of Dairy Cattle fifth revised edition (1978)
- 12) 篠原功、池田純子、原田勇：未発表資料

写真1



写真2



写真3



写真4



写真5



数種野草におけるミネラル含量の時期別推移

近藤秀雄・山崎昭夫(北農試)山下良弘(現中国農試)

緒言

山地の畜産的利用における野草類の評価は、古くは、大原の研究¹⁾の中で、ササ類が育成馬の飼料として有用であることが立証されている。しかし、肉用牛に対する野草の飼料的評価、とくに新しい分析法をとり入れた飼料成分による評価は、まったくないといってよい。そこで、筆者らは野草類の飼料的評価確立の一環として、可消化成分含量の時期別推移²⁾や、めん羊によるササのミネラル出納試験³⁾を行ってきた。

本報においては、放牧牛の喫食量として80%以上を占めると思われる代表的な野草類のミネラル成分含量を検討するとともに、肉用牛の要求量との関連についても若干考察したので報告する。

試料採取方法

第1表に示した6種の野草を1979年～1982年に、北農試の実験牧場を中心に年間4～8回(2週ないし1ヶ月間隔)家畜が喫食する部分を採取したのち部位別に分け、各々についてN、P、Ca、Mg、KおよびNaを分析した。また、部位別の乾物割合から、全体(可食部)の含有率を算出した。

第1表 試料採取条件

野草名	採取時期	採取間隔(回数)	採取場所	採取部位
クマイザサ	1979. 5. 21～11. 21	約1か月(7)	北農試	新葉、2年葉、3年葉
ミヤコザサ	1980. 4. 23～11. 19	" (8)	早来町	新葉、2年葉
ススキ	1979. 6. 18～8. 28	約2週間(6)	北農試	葉身部、茎部
クサヨシ	1982. 6. 4～7. 28	" (5)	"	" "
ヨモギ	" " ～9. 20	" (9)	"	葉部、茎部
ヤマハギ	" 6. 18～9. 20	約1か月(4)	"	" "

注) 1) ヤマハギはCrown(根頂部)から萌芽したもの

2) ヨモギとヤマハギの採取部位は先端から30cm部分のもの

3) ススキとクサヨシの茎部には葉鞘と穂を含む

4) ヨモギとヤマハギの葉部には葉鞘と花を含む

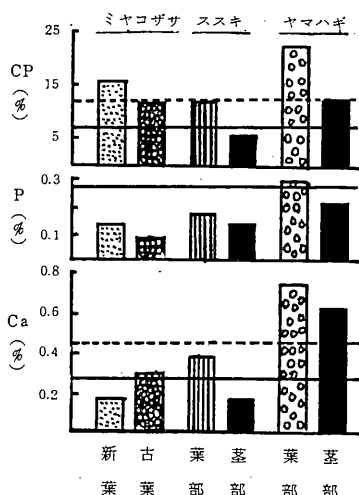
結果と考察

1) 部位間比較

第1図には、粗蛋白質(以下CPと示す)、リン(P)およびカルシウム(Ca)について、代表的な3草種の部位別含有率を全調査期間の平均値で示した。

(1) 新葉と古葉の比較

ミヤコザサについて図示したが、CPおよびP含有率はともに、新葉の方が古葉よりも高く、Ca含有率は逆に古葉が新葉より高かった。なお、クマイザサの新葉と古葉においてもミヤコザサと同じ傾向



第1図 成分含有率の部位間比較

を示した。

(2) 葉部と茎部の比較

ススキおよびヤマハギについて図示したが3成分ともに、葉部の成分含有率が茎部のそれらに比べて明らかに高かった。

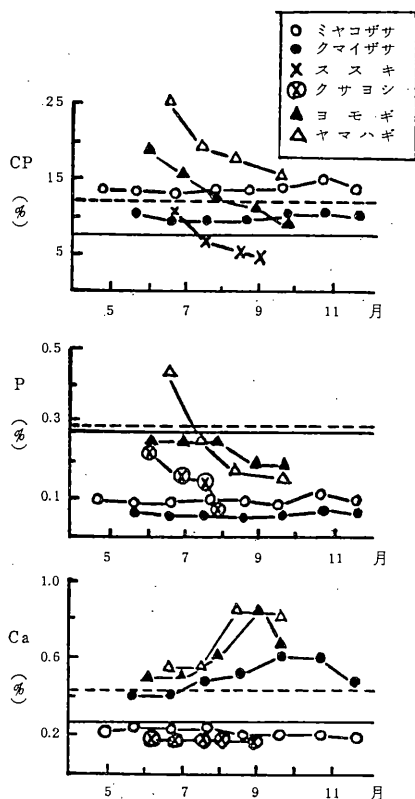
なお、マメ科草であるヤマハギの値の方がイネ科草であるススキの値よりも、両部位ともに高かった。

2) 時期別推移

各草種可食部全体の CP、P および Ca 含有率の時期別推移を第2図に、また、Mg、K および Na 含有率の範囲を第2表に示した。

(1) CP 含有率

ササ類は生育期間を通して、大きな変化はなかった。すなわち、クマイザサは9.3%~10.6%、ミヤコザサは12.7%~14.9%の範囲内で推移した。なお、新葉のみについて記すると両草種とも60%~80%展開期であった6月中旬が最も高く、クマイザサでは14.5%、ミヤコザサでは



第2図 粗蛋白質、リンおよびカルシウム含有率の時期別推移

第2表 Mg、K および Na 含有率の範囲

野草名	成分		
	Mg	K	Na
クマイザサ	0.10 - 0.12	0.83 → 0.61	0.01
ミヤコザサ	0.08 - 0.10	1.15 → 0.65	0.02 → 0.01
ス ス キ	0.13 → 0.10	1.22 ~ 3.27	0.01
ク サ ヨ シ	0.21 → 0.15	3.64 → 2.11	0.02 → 0.01
ヨ モ ギ	0.17 → 0.21	4.05 → 2.31	0.02 - 0.10
ヤ マ ハ ギ	0.17 → 0.09	2.30 → 1.05	0.02
肉用牛の要求量	0.1 %	0.6 %	0.1 %

注) 1) → : 生育期間が長くなるほど減少する傾向があることを示す。
 ~ : 生育期間の中頃で最大含有率となることを示す。

1.63%を示し、それ以後はしだいに低下し続け11月中旬には前者が1.16%、後者が1.44%を示した。他の4草種は、図から明らかなように生育ステージが進むほどその含有率は低下の一途を辿った。たとえば、ヤマハギでは、6月中旬(栄養生長期)から9月下旬(結実期)にかけて2.53%から1.52%へ、ヨモギは6月上旬(栄養生長期)から10月中旬(落葉期)にかけて19.0%から9.7%にまで低下した。

(2) P含有率

クマイザサは0.06%~0.08%、ミヤコザサは0.09%~0.12%の範囲内で大きな変化はなく推移した。しかし、クサヨシおよびヤマハギは生育時期が遅くなるほど明らかに低下の傾向を示した。また、ヨモギは、6月上旬(栄養生長期)から8月上旬(開花始期)まではほぼ一定の値を保ったが、それ以降は減少を続けた。

(3) Ca含有率

ミヤコザサ、ススキおよびクサヨシは約0.20%~0.25%と大きな変動は示していなかった。他の3草種は、生育初期には、ほぼ一定の値で経過したが、7月中旬以降から、クマイザサは10月下旬までゆるやかに上昇し、ヨモギおよびヤマハギは8月下旬および8月上旬まで急激に上昇する傾向を示した。

(4) Mg、KおよびNa含有率

Mg含有率は、ススキ、クサヨシおよびヨモギの3草種では表2に示したように生育ステージが進むほど低下する傾向が認められた。また、ササ類では、最大含有率と最小含有率の差はともに0.02%で大きな変動はなく推移した。しかし、新葉においては春から夏にかけて減少しその後、秋に向かって上昇する傾向が明瞭に認められた。

K含有率の推移は、ススキを除いた5草種とも、春から夏・秋になるほどおおむね直線的に低下する傾向を示した。なお、ススキのみは、6月中旬(栄養生長期)から7月中旬(穂孕期)まで上昇し、以降は他の草種と同様低下する傾向を示した。

Na含有率の推移は、6草種ともほとんどの時期で0.02%~0.01%という低い値で経過した。

3) ミネラル含量と肉用牛の要求量との関連

肉用牛の要求量で雌雄別、月令別に明らかな成分は粗蛋白質、リンおよびカルシウムであり、その他の成分は、現段階では目安値しかないが、一応、その日本飼養標準値を基に考察してみる。

図中の横の実線は500Kg雌成牛(繁殖牛)の維持に要するための要求含有率、破線は、300Kgの若令肥育牛が日増体600gを得るために要する要求含有率を示したものである。

(1) CP要求量との関係

雌成牛および肥育牛の場合、乾物中の含有率は前者が7.6%、後者が1.2.1%必要である⁴⁾、第1図からわかるように、部位別ではススキの茎部以外は、雌成牛の要求量と同じかそれ以上の値を示した。しかし、肥育牛の要求値を上回ったのはヤマハギの葉部しかなく、ほとんどの草種の各部位は7.6%~1.2.1%の範囲内であった。

時期別推移では、ススキやクマイザサは全生育期間、クサヨシとヨモギは生育後期には肥育牛の要求値以下となり、全生育期間を通してその要求値を大きく上回ったのはヤマハギのみであった。

(2) P要求量との関係

P要求値は乾物中0.27%~0.2.8%⁴⁾であるが、部位別では、ヤマハギの葉部含有率のみが、上記の値

をようやく満足したのみで、他の草種の各部位はすべて要求値以下であった。

時期別にみても、ヤマハギの6月中旬の1時期を除いて、要求値以上を示した時期はなく、野草類はPの補給源としてまったく不十分を考えられる。

(3) Ca 要求量との関係

Ca 要求値は雌成牛で0.27%以上、肥育牛で0.44%以上であるが、ミヤコザサの新葉、ススキの茎部は0.27%以下、ミヤコザサの古葉、ススキの葉部は0.27%~0.44%、ヤマハギの葉・茎部は0.44%以上と、草種あるいはそれらの部位によってかなり異なった値を示した。

時期別にみると、ミヤコザサ、ススキおよびクサヨシは生育期間を通して要求値以下で推移していた。クマイザサ、ヨモギおよびヤマハギは、生育期間中、おおむね肥育牛の要求値以上を保ちながら経過しており、家畜によるCa吸収・利用率がイネ科牧草のCa成分と同程度と考えると、それらの草種はイネ科牧草以上に評価をしてもよいと思われる。

(4) Mg、KおよびNa 要求量との関係

Mg 要求値は0.1%、K要求値は0.6%とされているが、すべての草種が全生育期間それら以上の値で推移しており問題視される成分でないと考えられる。それに対し、Naは要求値が0.1%⁴⁾であるのに6草種とも、その値の1/5~1/10しかなく、鉍塩などによる補給が明らかに必要な成分と考えられる。

なお、要求量に対する1事例として、アンガスによるササ採食試験のデータ(1981年9月2日~17日、15日間、3頭使用、平均体重277Kg:草地1研)から要求量の充足率を算出して第3表に示した。

第3表 肉用牛要求量に対する1事例

乾物摂取量、CP、CaおよびPの充足率はそれぞれ82%、75%、49%および29%で、検討したすべての項目において100%未満であった。

なお、乾物摂取量の充足率を100%とみなして算出してみるとCPが91%、Caが59%、Pにおいてはわずかに35%であった。

項目	要求量	事例	充足率(%)
乾物摂取量	5700 g	4700 g	82(100)
CP	520	390	75(91)
Ca	25	12.2	49(59)
P	16	4.7	29(35)
DG	600	513	86

注) *若令肥育300Kg

()内は乾物摂取量の充足率を100としたときの指数

以上より、野草類のミネラル含量について肉用牛の飼料としての評価をすれば、P、Naはすべての野草類で、また、Caはイネ科野草で肉用牛の要求値以下の含量であることから、山地における野草地での肉用牛放牧飼養は、単純野草群落では大いに問題があると考えられる。

引用文献

- 1) 大原久友(1948):北海道産笹類の家畜栄養学的研究、北海道農試報告、42、1~201.
- 2) 山下良弘・近藤秀雄・山崎昭夫(1980):野草類に含まれる可消化養分の特性、第1報クマイザサ、ススキにおける可消化養分含量の時期別推移、日畜学会道支部会報、23(1)19.

- 3) 近藤秀雄・山崎昭夫・山下良弘(1982):めん羊によるササおよび牧草のミネラル出納、北草研究会報、16、101-104.
- 4) 日本飼料標準、肉用牛編(1975):農林水産技術会議事務局編、中央畜産会.

根室地方(別海町大成地区)の放牧地における 土壌無機成分および草種構成の実態

早川嘉彦・小関純一(根釧農試)

根室地方は、気象的には寒冷寡照で、且つ養分含量に乏しい火山性土に覆われているため、作物栽培の限界地帯の一つに考えられている。特に冬期間は積雪が少なく、土壌凍結も深いため、当地方の主要作物である牧草にも冬枯れが多発する傾向がある。当地方では従来から越冬性の良いチモシー(以下Tiと略)が採草地、放牧草地ともに主として利用されてきたが、本草種は多回利用には適さないこと、又秋の生産性が低いこと等、放牧草地での利用には種々の問題がある。これを補うために、再生力が強く且つ秋の生産性の良い草種、例えばオーチャードグラス(以下Orと略)、メドウフェスク(以下Mfと略)等を、その越冬性を良好に保ちつつ生産性を確保する栽培法の研究の進展に供い、導入がはかられてきた。一方、本地方の火山性土は、一般的に塩基に乏しく、又有効態のりん酸も少ないなど、種々の問題点が従来から指摘されている。

本報告では、根室地方の放牧草地の草種構成と土壌無機成分含量の実態を調査し、それぞれの問題点および相互の関係を検討し、今後の放牧草地の維持管理法研究の指針を得ようとするものである。

なお、農家の選定、聞き取り調査等については、南根室地区農業改良普及所の御援助をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

方法

地形および土壌の違いによる誤差をできるだけ少なくするために、地形の平坦な別海町大成地区を選定し、さらに同地区中で近接した10軒の農家を選び出し、その全放牧専用草地中その時点で調査可能であった52牧区の草種構成と土壌無機成分含量も、昭和55年9月に調査した。

各牧区につき、ほぼ中央に100mの調査線を設定し、この線に沿って、草種構成を調査し、さらに土壌分析用試料を採取した。

草種構成は点状出現頻度法により、100mの調査線の50cm毎に200点調査し草種別出現割合を算出した。この値は、草種毎の生草重割合とほぼ一致する。

土壌試料は、調査線の20m毎に5地点より0~15cmの土壌を採取し、0~5cmおよび5~15cmの2部分に分け、それぞれにつき5地点分混合し、作土上部層および作土下部層とし分析に供した。なお分析は、土壌pH、置換性Ca、Mg、K、有効態-P (Bray No.2)等の項目について行った。

結果および考察

造成後経過年数と草種構成との関係を検討した。

牧区により播種したイネ科草種が異なるため、各草種固々ではなく(Ti+Or+Mf)の主要イネ科草種の合計割合と経過年数との関係をみると、年数の経過につれて、合計割合は低下していく傾向が見られた(図1)。同様に、白クローバ(含ラジノクローバ、以下Wcと略)の割合も年数の経過につれて低下していった(図2)。次にこれらを合計した(Ti+Or+Mf+Wc)の主要草種合計割合も経年化ともない減少していく傾向が認められた(図3)。

これらとは逆に、ケンタッキーブルグラス(以下Kbと略)の割合は、造成後年数の経過につれて増加していった(図4)。

レッドトップ(以下Rtと略)、雑草、裸地(含排糞地点)の割合は、一般に低い値で推移し、造成後経過年数との間には有意な相関関係は認められなかった。

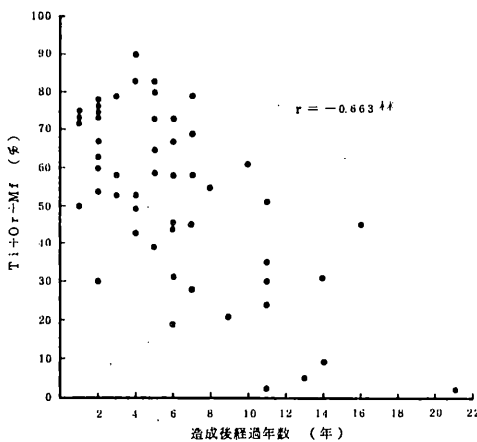


図1. 造成後経過年数(Ti+Or+Mf)合計割合との関係

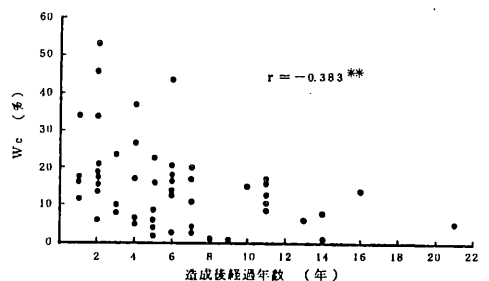


図2. 造成後経過年数とWcの割合との関係

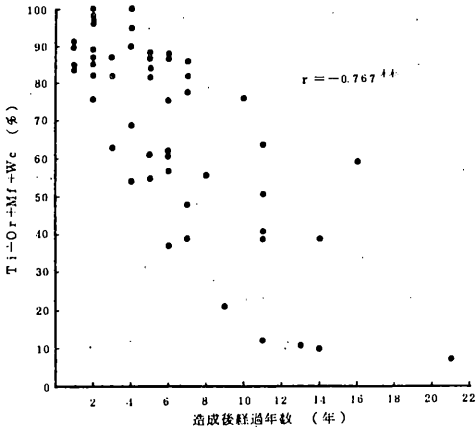


図3. 造成後経過年数と(Ti+Or+Mf+Wc)合計割合との関係

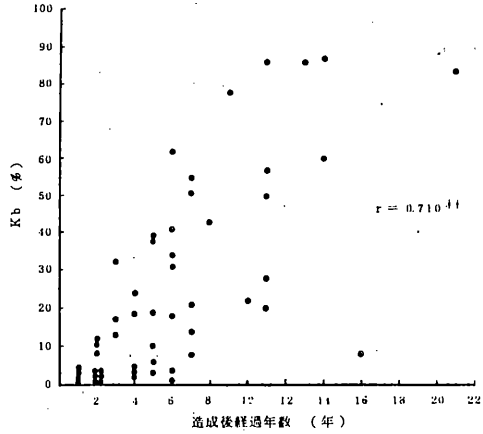


図4. 造成後経過年数とKbの割合との関係

次に(Ti+Or+Mf+Wc)の主要草種合計割合とKb割合との関係を検討してみると、主要草種合計割合が減少するにつれKbの割合は増加していった(図5)。主要草種合計割合が100~50%の範囲内では、その減少分の一部をRt、雑草又は裸地でおぎなう場合もあったが、50%以下の範囲内ではその減少分は大部分Kbで補われた。すなわち、根室地方の大成地区の放牧草地では、主要イネ科草種としてTi以外にOr又はMf等もかなり導入されていたが、経年化にともない最終的にはKb単一草地へと収れんして行くと考えられる。

次に全52牧区の作土上部層および作土下部層の土壌pHおよび無機成分含量の総平均値につき検討してみた(表1)。

表1. 作土上部層(0~5cm)および下部層(5~15cm)の土壌pHおよび無機成分含量

	pH	mg/100g soil			
		Ex. Ca	Ex. Mg	Ex. K	P
		CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
作土上部層	5.9	187	26	34	53
作土下部層	5.6	137	12	18	22
	*	**	*	**	**

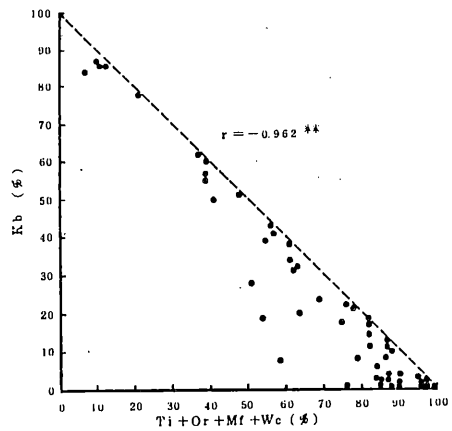


図5. (Ti+Or+Mf+Wc)とKbの割合との相互関係

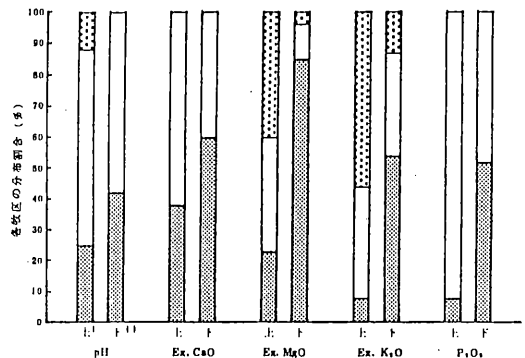


図6. 全52牧区の土壌無機成分含量を土壌診断基準値と比較した場合の各牧区の分布割合

*作土上部層(0~5cm)
**作土下部層(5~15cm)

作土上部層と下部層の値を比較してみると置換性マグネシウム、カリおよび有効態りん酸は顕著に上層に集積していた。土壤診断基準値と比較すると、置換性カリ含量が上限値(30mg)を越えていた。

次に全52牧区個々の土壤無機成分含量を土壤診断基準値と比較し下限値以下、適正な範囲および上限値以上と分けた場合の各牧区の分布割合を検討してみた(図6)。問題点としては、①置換性カルシウム含量が下足し、(置換性カルシウム含量と土壤pHは密接な相関 $r=0.888$ *(作土上部層)が存在する)、又土壤pHも下限値以下の牧区がかなり存在すること。②作土上部層で置換性マグネシウム含量が下限値以下の牧区が2割程度存在すること、③作土上部層で置換性カリ含量が上限値を越える牧区が半数以上存在するため、牧草のカルシウムおよびマグネシウムの吸収が阻害される恐れがあること等があげられる。

次に造成後経過年数と土壤無機成分含量との関係のみてみると、作土上部層で置換性カルシウム含量および土壤pHと経過年数との間に負の有意な相関が存在した。即ち年数の経過につれて土壤pHおよび置換性カルシウム含量が低下していく傾向が認められた(表2)。

表2. 土壤無機成分と造成後経過年数および植生との関係

	造成後 経過年数	植 生 (%)				
		Ti+Or+Mf	Wc	Ti+Or+Mf+Wc	Kb	
pH	作土上部層	-0.372**	0.384**	0.113	0.399**	-0.424**
	作土下部層	-0.172	0.188	-0.002	0.188	-0.205
ExCaO	"	-0.307*	0.312*	0.186	0.366**	-0.340*
	"	-0.265	0.242	-0.013	0.242	-0.227
ExMgO	"	-0.233	0.189	-0.074	0.137	-0.147
	"	-0.384**	0.205	0.176	0.205	-0.303*
Ex K ₂ O	"	0.007	-0.146	0.109	-0.079	0.080
	"	-0.189	-0.057	0.217	0.056	-0.038
P ₂ O ₅	"	0.147	-0.039	-0.297*	-0.169	0.245
	"	-0.334*	0.203	-0.010	0.203	-0.129

土壤無機成分含量と草種構成割合との関係を検討した(表2)。その結果、作土上部層の土壤pH又は置換性カルシウム含量と、(Ti+Or+Mf)のイネ科草種合計割合又は(Ti+Or+Mf+Wc)の主要草種合計割合との間に正の有意な相関が、又Kb割合との間に有意な負の相関が認められた。

しかし、置換性カルシウム含量又は土壤pHレベルのみが、このような草種構成の変遷を支配しているとは考えられない。

結局、①造成後経過年数、②置換性カルシウム含量又は土壤pH、③主要イネ科草種合計割合、主要草種合計割合又はKb割合、の3者間に有意な相関が存在するため、草種構成の経年化にともなう変遷は、一部土壤pH等にも影響されるであろうが、それ以外に造成後経過年数で代表されるような要因、

例えば累積利用回数、累積施肥量、経過した冬の回数等によっても支配されているのではないかと考えられる。

要 約

1. 根室地方（大成地区）においては、主要イネ科草種として、Ti の他に Or、Mf が導入されていた。
2. 経年化にともない（Ti + Or + Mf + Wc）の主要草種合計割合は低下し、主に Kb に置き換えられる結果、最終的には Kb 単一草地へと収れんしていくと考えられる。
3. 土壌の 0～5 cm 層には置換性カリ、マグネシウム、有効態りん酸が、5～15 cm 層に比べ顕著に集積していた。
4. 経年化にともない、土壌中置換性カルシウム含量および土壌 pH は低下していった。
5. 置換性カルシウム含量又は土壌 pH と主要草種合計割合又は Kb 割合との間に有意な正又は負の有意な相関関係が存在した。

水産廃棄物の肥料化と、えんぱくに対する適応性について

滝 沢 寛 禎（滝川畜試）

緒 言

本道の水産基地から排出される廃棄物は多種多様で、膨大な量に達すると言われている。釧路市の場合、その主なものは、加工場排水一次処理工程で排出するフロス 8,500 t、二次処理工程で排出する余剰汚泥 1,000 t、貯留槽の清掃汚泥 2,500 t、さらにイカ・サケの内蔵、ウロコ、血汁等約 3,000 t で、魚獲量が増加すると排出量も増加し、現在のところフロスを除いて投棄しているため、深刻な環境汚染を誘発している。

これらのうち、フロスは乾燥処理され、肥料として販売されているが、エーテル抽出物が 40～60% に達するものがある。そのため、通常の火力乾燥が極めて困難であること、さらにこの場合激臭を発生するところから、鶏糞処理と同じような発酵処理の可能性と、これをえんぱくに利用して、その肥料的特性を明らかにする。

フロスの発酵処理試験

(1) 試験方法

鶏糞の場合は微生物を多量に内蔵するため、好気条件を賦与するだけで発酵したが、フロスは製造工

程からみて無菌状態に近い為、脂質の多い場合オカグズ、発酵菌をそれぞれ10%、少ない場合発酵菌のみ10%添加した。発酵処理の可能性をみるため、2反復12処理で予備試験を行ったが、この場合の発酵槽は、石油缶を2分して、これに無数の穴をあけたものを使用し、いづれも室温条件下に放置した。

本試験は、90cm²のアンクル材に、1mmの金網を張り、周囲をグラスウールで包み、野外条件で、堆積層厚を25・45cmの2処理で行った。

(2) 試験結果

予備試験の結果、脂質が乾物中62.7%のものでも、オカグズ・発酵菌を添加して好気条件下に放置すると、温度が50度以上に上昇し、脂質は乾物中27.5%と、40%以上低下することが認められた。

表-1 フロス発酵処理前後の化学成分～予備試験～

種類	区分	水分 (%)	pH	エーテル抽出物 (%)	T-N (%)	T-P ₂ O ₅ (%)	T-K ₂ O (%)
処理前	乾物中	-	4.48	62.67	2.77	2.44	0.70
	原物中	68.70		19.62	0.87	0.76	0.22
処理後	乾物中	-	6.79	27.48	1.72	2.22	0.65
	原物中	17.90		22.70	1.41	1.83	0.53

(注) 分析方法

- T-N : ケールダール法
- T-P₂O₅ : バナドモリブデン酸比色法
- T-K₂O : 炎光法
- エーテル抽出物 : ソクスレー脂肪抽出器による。

表-2 調整方法・処理後の回収率・成分 ~本試験~

区分	期間 (年・月・日)	混合割合 (Kg)			充てんの高さ (cm)
		フロス	発酵菌	計	
少量区	56.4.11~4.24	88.6	9.75	98.35	25
大量区	56.4.13~5.2	220.2	24.23	244.43	45

区分	調整日数	回収量 (Kg)	pH	水分 (%)	成分 (%)					備考
					エーテル抽出物	T-N	T-P ₂ O ₅	T-K ₂ O	灰分	
少量 堆積区	10日目			-	26.20	4.06	3.86	0.60	25.70	乾物中
				25.7	19.47	3.02	2.87	0.45	19.10	原物中
大量 堆積区	13日	40.7 (41.4%)	6.33	-	18.20	3.78	3.84	0.59	26.52	乾物中
				20.8	14.40	2.99	3.04	0.47	21.00	原物中
大量 堆積区	20日	115.9 (47.4%)	6.38	-	22.05	4.12	3.88	0.73	33.56	乾物中
				30.6	15.30	2.69	2.69	0.51	23.29	原物中

本試験の場合、たまたまフロス中の脂質が28～40%と少なかつたため、発酵状況はきわめてよく、最高温度は59度に達した。

しかし鶏糞(70度以上)のような烈しい温度変化はなく、240Kg堆積した場合、常温に達するのに3週を要した。

フロス中の肥料成分は、窒素・りん酸がほぼ等しく、乾物中3～4%、カリが0.7%であるが、発酵処理後は、窒素がアンモニアとして揮散するため、予備試験で38%、本試験で9%程度減少した。

フロス脂質中の脂肪酸の分画

(1) 試験方法

フロスを発酵処理することにより、エーテル抽出物が大幅に減少することを認めたが、脂質中の脂肪酸の変化をみるため、発酵処理前後のクロメタ抽出物(クロロホルム2容・メタノール1容)について、ガスクロマトグラフ法により分画を行った。

(2) 試験結果

試験結果を表-3に示したが、発酵処理前後の脂肪酸組成には大きな変化が見られなかつた。これに対してクロメタ抽出物はNo.1で70%、No.2で20%減少し、エーテルの場合と同様の傾向を示した。

表-3 発酵処理前後の脂肪酸組成・CM抽出物

サンプル	区 分	14		15		16		17		18		20		U. K.※			
		0	0	1	0	1	1	0	1	2	1	1	1	2	3	4	
フロス No. 1	原 物	3.5	0.2	0.2	18.4	12.6	—	3.7	24.2	—	16.1	—	19.1	0.4	1.5		
	発酵フロス	2.4	1.3	1.3	16.1	7.4	—	4.1	23.8	2.5	19.2	0.2	22.0	0.5	—		
フロス No. 2	原 物	5.3	0.3	0.3	15.9	12.4	0.8	2.7	27.5	1.6	17.6	0.5	14.0	—	—		
	発酵フロス	3.6	0.5	0.5	12.3	11.5	0	2.4	26.8	0.4	19.4	—	19.8	0.7	2.2		

サンプル	区 分	CM	CM抽出物の組成		
		抽出物	不けん化物	脂肪酸	その他
フロス No. 1	原 物	58.8	28.0	44.8	28.2
	発酵フロス	16.3	27.8	61.6	11.6
フロス No. 2	原 物	33.9	20.7	45.2	34.1
	発酵フロス	26.9	32.8	58.8	8.4

※ Unknown

クロメタ抽出物の組成では、脂肪酸の割合が増加の傾向を示し、相対的にその他の成分(アルカリで加水分解されず、水不溶、エーテル可溶物質)が減少する傾向を示した。

えんばくに対する適応性試験

(1) 試験方法

滝川畜試内の洪積性堆積土の処女地から土壌を採取し、5mmの篩を通して均質化したものを、2万分の一ポットに11Kg充填し、56年は未処理フロスと発酵フロスを、10a当り100、200、300Kg

の3水準に、三要素と無肥料区を配置した。

2年目は、未処理のフロスと、クロメタ抽出フロスについて、窒素を10a当り10Kgの水準で施用し、初年度と同様の処理で行った。

兩年とも3反復とし、雨水を防ぐため、簡単な覆いをつけた水槽で実施した。

(2) 試験結果

初年目のえんばくの耕種法・生育収量調査成績を表-4に示した。

表-4 えんばくの耕種法・生育収量調査成績 -56年-

No.	処 理 区 分	施用量 Kg/ 10 a	要素量(Kg)			は 種 期	発 芽 期	草丈 7月 6日 (cm)	茎数 (本)	出 穂 期	収 穫 期	収草 穫期 草丈 (cm)	乾物収量 (g)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O								子実	茎葉	全体 ¹⁾
1	未処理 フロス	100	2.77	2.44	6.70			26.9	32			64.5	4.1	5.9	10.0a
	"	200	55.4	4.88	1.40			18.3	33			47.3	1.4	2.5	3.9b
	"	300	8.31	7.32	2.10			17.6	32			44.6	1.5	3.1	4.6b
2	発 酵 フロス	100	1.72	2.22	0.65	5月	5月	32.2	33	7月	8月	73.0	5.1	6.2	11.3b
	"	200	3.44	4.44	1.30	20日	27日	38.7	32	23日	22日	79.3	6.5	8.6	15.1a
	"	300	6.16	6.66	1.95			40.8	34			81.0	7.1	9.0	16.1a
3	三要素	-	6	10	7			55.9	36			107.3	15.4	22.1	37.5
4	無肥料	-	-	-	-			39.1	34			80.3	6.3	9.9	16.2

(注) 1. 異文字間に有意差あり、No.1、P<0.01、No.2、P<0.05
2. 施用量・要素量は乾物当りの量で表わす。

発芽状況とその後の生育は順調に推移したが、は種後48日目の草丈は、未処理フロスと処理フロス間に大きな差が認められ、施用量の増加に伴って未処理区は生育不良となり、処理区は反対に良好となる傾向を示した。

この傾向は8月22日の収穫期までつづき、生フロス区は施用量の増加に伴って生育が著しく阻害され、100Kgと300Kg区では草丈で約20cmの差があり、子実・茎葉・全体の収量でも100Kg区が200・300Kg区に比較して有意に高かった。

これに反して発酵フロス区は、施用量の増加に伴って生育が良好となり、100Kgと300Kgでは草丈で8cmの差があり、全体の収量でも300Kg区が100~200Kg区に比較して有意に高く、脂質含量の著しく高いフロスでも、発酵処理することにより、えんばくが正常に近い発育を示すことが認められた。

2年目の試験でも、未処理フロス区は前年同様、生育・収量ともに不良であった。

クロメタフロス区は、有機溶剤で脂質が取り除かれているため、良好な生育をするものと期待したが生育は不良で、施肥水準は高いにもかかわらず、前年度発酵フロス300Kg/10a程度の乾物収量に留まった。

表-5 えんばくの耕種法・生育収量調査成績 - 57年 -

処理区分	施用量 Kg/10a	要素量 (Kg)			は種期	発芽期	草丈 7月 10日 (cm)	茎数 (本)	出稿期	収穫期	収草 穫期丈 (cm)	乾物 収量 (g)	有検 意 差定
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O									
未処理フロス	392	10	9.56	2.74			19.8	30			9.5	6.6	
C M フロス	412	10	8.15	2.88	5月	5月	31.9	32	7月	8月	80.5	17.3	
三要素	-	10	10	7	12日	20日	60.8	35	18日	24日	111.5	74.2	
無肥料	-	-	-	-			35.9	34			79.0	17.4	

考 察

農畜産業の分野では、廃棄物に脂質が残留する例は少ないが、水産廃棄物では、魚の種類によって多量に含有することが考えられる。この場合、脂質濃度水準と作物の生育の関係を明らかにする必要がある。

本試験では、脂質の濃度水準を変えてえんばくの適応性を検討することはできなかったが、20%程度まで脂質濃度を下げることにより、えんばくが正常に生育することが認められた。このことは、「水産加工廃棄物利用技術報告書」の小松葉での発芽試験の結果とよく一致している。

一方有機溶剤によって、廃棄物中の脂質を取り除くことも考えられるが、膨大な設備を必要とするであろうし、抽出した脂質の処理が新たな問題として残るので、発酵法により化学的に燃焼させて濃度を低下させる方が有利な方法と考えられる。

さらに薬剤処理をしても、必ずしもえんばくの生育は良い結果を示さなかった。この理由については明らかでない。処理後よく乾燥して使用したが、溶剤が残留して土壤に悪影響を与えたのか、あるいは溶剤によって、有効成分が一緒に溶出したことも推察される。

発酵フロス200~300Kg/10a区、および2年目クロメタフロス区と無肥料区の収量差がない点については、供試土壤の化学性、フロスの無機態成分の放出量(とくに窒素)を検討していないため、本試験からは明らかでなく、今後フィールド試験を並行して解明が必要である。

摘 要

1. 乾物中40~60%の脂質を含むフロスでも発酵処理が可能で、発酵期間は脂質の量に左右される。堆積層厚は切り返しの有無にもよるが、50cm以下が適当である。
2. 脂質は発酵処理によって大巾に減少する。この場合脂肪酸組成の変動は少ないが、クロメタ抽出物の組成は変動する。
3. 未処理のフロスと、発酵フロスを施用した場合、えんばくの生育収量の差は顕著で、脂質はえんばくの生育を著しく阻害し、20%程度の発酵フロスは影響がなかった。

アルファルファ根粒菌の増殖に対するきゅう肥の影響

片岡 健治 (北農試)

アルファルファ草地の造成に際して、きゅう肥を施用することが根粒着生を向上させることについてはすでに報告した。これに関して、きゅう肥の水溶性画分が土壤中において根粒菌を増殖させるかどうかについて検討した。

試験方法

試験 1. 土壤滅菌の有無との関係

イ 供試土壤

乾性火山性土 (北農試、pH 6.52 (H₂O))

ロ 処理

① - きゅう肥 : 水 4 ml 添加

② + " : きゅう肥水溶性画分 2 ml および水 2 ml 添加

③ - " : ①に同じ } 120℃、20分滅菌

④ + " : ②に同じ } 菌

注 1) 風乾土 10 g を供試、27/200 mm 試験管使用

2) きゅう肥水溶性画分は、当场業務三科生産の完熟きゅう肥を、原物の2倍重量の水でかくはん、ろ過抽出。以下、きゅう肥液と略記。

3) これらの処理後、25℃で3日間培養し、根粒菌を添加。

ハ 根粒菌液添加・培養

菌株 A703 (十勝農協連農産化学研究所提供) を供試。生菌数 433,750 ± 23,620 を 1 ml 菌液として処理土壤に添加、土壤水分を圃場溶水量とし、25℃で培養。

ニ 土壤中の根粒菌数測定法

植物感染-最確値法の5倍希釈・6連・4反復 (Brockwell; 1963) にはば準ずる。19/200 mm 試験管の斜面寒天培地に宿主幼苗を移植、各処理土壤希釈液を 1 ml 添加後、コイトロンで栽培、根粒着生状況を調査。

試験 2. 土壤の種類・pHとの関係

供試土壤およびその pH

土 壤 の 種 類	pH (H ₂ O)	
	低 (原土)	高 (炭カル添加)
湿性火山性土 (北農試)	5.58	6.59
乾性 " (")	5.54	6.52
沖 積 土 (北 大)	5.42	6.64

イ きゅう肥液添加等

試験 1 に準ずる。添加水分は各土壌の圃場容水量を考慮した。土壌滅菌は行わない。

ロ 菌液添加・培養・菌数測定法

生菌数 $379,170 \pm 39,020$ を添加、その他は試験 1 に準ずる。

試験結果

試験 1 の土壌滅菌処理の有無に関して、試験管（風乾土 10g）あたりの生菌数を経時的に測定した結果を図 1 に示す。なお、1 週培養の結果については、4 処理中 3 処理で菌数の予測範囲を越えてすべての希釈段階で根粒が着生したため、少くとも図に示した値を上廻っている。

滅菌土壌では、菌液添加後 2 週で数十億に達し、いわゆる酵母マンニット寒天培地における増殖レベルとほとんど同様で、きゅう肥液の添加により増大の傾向はうかがえるが、その効果は小さいとみられた。一方、滅菌しない土壌中においては、菌数レベルは数段低下するものの、きゅう肥液添加による増大が明らかに認められた。

滅菌の有無にかかわらず 7 週後には菌数の減少傾向がみられたが、土壌水分のロスに起因するとみられる。

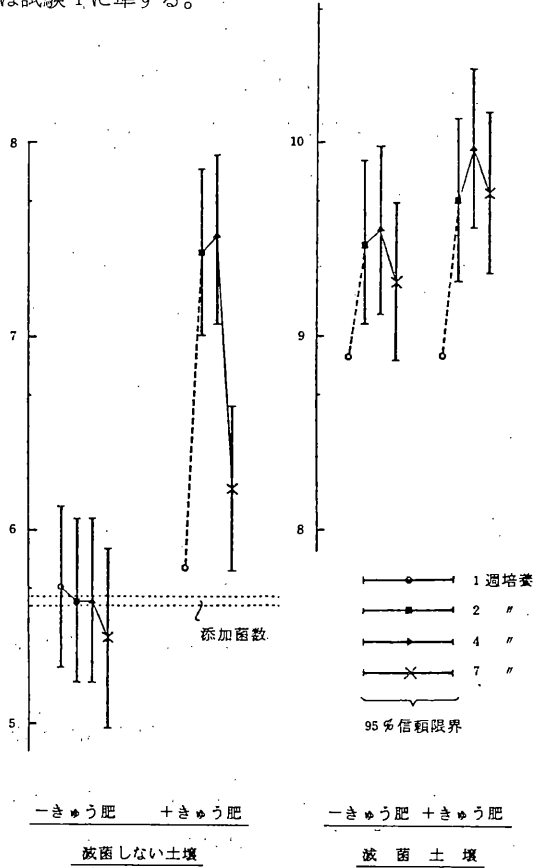


図 1. きゅう肥処理と生菌数推移 (対数/試験管)

試験 2 について、菌添加後 1 週の生菌数/試験管を図 2 に示す。土壌 pH が 5.5 程度の場合、きゅう肥液添加は両火山性土においては菌を減少させ、沖積土においてはその程度が小さいことがうかがわれた。一方、pH6.5 程度に矯正した場合は、3 土壌間に多少の差はあれきゅう肥液添加による菌の増大傾向がみられた。

なお、試験 1・2 を通じ、きゅう肥液添加による土壌 pH の変化はほとんど認められなかった。

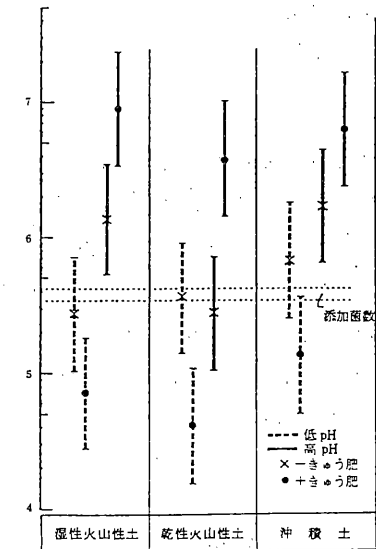


図 2. pH・きゅう肥処理と生菌数 (対数/試験管) - 1 週培養 -

考 察

きゅう肥の根粒着生に対する効果は、①直接的なものとして、土壌中の根粒菌を増殖させる、②より間接的なものとして、宿主の栄養状態を良好にする、等がその要因として考えられたが、本実験においては①の、さしあたり水溶性画分について検討したものである。

試験結果でふれたように、きゅう肥液が土壌中でアルファルファ根粒菌数の動態に影響を与え、なかでも酸性矯正との相乗効果によって菌数の増大することが実証されたが、このことが一般に石灰施用を伴う実際栽培における根粒着生の向上に寄与していると考えられる。

根粒菌のこれらの動態については、とくに他の微生物等との競合が関与しているとみられ、今後の課題となるであろう。

なお、土壌中の根粒菌数の測定法については、ほぼ20年前に確定した観があるが、少なくともアルファルファ菌に関しては本試験を通じいくつかの問題点が指摘でき、これについては別途報告の予定である。

チモシーの採種量および採種関連形質

(1) 品種間差異について

増谷哲雄(北見農試)・宝示戸貞雄(北海道農試)

樋口誠一郎(北見農試)・古谷政道(北見農試)

筒井佐喜雄(北見農試)

近年牧草育種分野では、増殖と普及の面から、採種量が重視されている。チモシーについては、一般的に晩生品種の採種量が少なく、極端な場合にはこのことで品種としての成立を期し難いことがある。

北見農試ではこれまでチモシーの熟期別品種の育成を行なってきたり、チモシーの場合従来より熟期と採種量の関係が知られていることから、本報では一連の熟期別育成品種・系統を供して主に両形質間の関係および採種量に関連する諸形質を調査し、今後の育種上の参考資料を得ようとした。

本法および次報に示す試験は1975年より1979年まで実施された農林水産技術会議の特別研究「牧草類の採種栽培技術の確立に関する研究」の一環として行なわれたものである。

なお、本報および次報の圃場試験は北見農試で、各種調査は北海道農試と北見農試で実施された。

試験材料および方法

1. 試験材料：センボク(早生品種)、ノサップ(早生品種)、ホクシュウ(晩生品種)、北見5号(極晩生系統)、計4材料。

2. 試験設計：乱塊法、6反復（1978年）、3反復（1979年）。
3. 1区面積：12 m²（5 m × 0.6 m × 4畦）、中央2畦を調査。
4. 施肥量：N、P₂O₅、K₂O 各5 Kg/10 a/年、5月上旬施肥。
5. 播種量：1 g/m²。
6. 播種期：1977年5月23日。
7. 採種期：1978年 8月8日（早生）、8月18日（晩生および極晩生）。1979年 8月18日（早生）、8月27日（晩生および極晩生）。
8. 調査年次：1978年、1979年。
9. 調査方法：1）稈長、穂長、穂重、1穂種子重は1試験区あたり20穂または20茎を調査。2）採種量は中央2畦より2 m畦長を収穫（2.4 m²）。3）1000粒重は全採種種子より調査。4）茎数、穂数は中央2畦より各1 m畦長について調査。

試験結果および考察

採種関連形質中出穂始等については第1表に示した。1978年、1979年の調査2年を通じ、早生品種センボクとノサップはほぼ同じ出穂始日を示し、晩生品種ホクシュウの出穂始は早生品種より9～15日遅く、極晩生系統の北見5号はホクシュウよりさらに4～5日遅く、早生2品種間を除き品種間差は統計的に有意であった。稈長は本供試材料の範囲内では早生品種が長く、晩生材料ほど短かった。穂長には品種間差異は認められなかった。1穂種子重については早生品種が重く、晩生ほど小さい値を示した。

第1表 採種関連形質測定値および分散分析結果

品 種	出 穂 始 (6月の日)		稈 長 (cm)		穂 長 (cm)		1穂種子重 (mg)	
	1978	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1979
センボク(E)	18.5	17.7	120	116	9.6	8.1	363	213
ノサップ(E)	19.0	17.3	121	122	10.4	8.3	347	208
ホクシュウ(L)	28.2	34.3	118	110	10.6	9.2	125	140
北見5号(L)	32.8	38.0	111	104	10.5	7.7	133	87
品 種 間	**	**	**	*	ns	ns	**	**
E-L 間	**	**	**	**	ns	ns	**	**
E 内	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
L 内	**	**	**	ns	ns	*	ns	*

注 **は1%水準、*は5%水準の有意差あり。ns：有意差なし。

採種量等については第2表に示した。採種量に関しては1978年と1979年では大きく異なるが、品種別には兩年次に共通して早生群がもっとも多く、晩生品種がこれに次ぎ、極晩生品種はもっとも低い値を示した。すなわち晩生ほど採種量は少ない。

第2表 採種量およびその関連形質測定値ならびに分散分析結果

品 種	穂 数 (本/m)		1 穂粒数 (粒/穂)		1000粒重 (mg)		採 種 量 (g/m ²)	
	1978	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1979
センボク(E)	267	260	1022	500	357	438	85.9	53.7
ノサップ(E)	255	249	1049	498	330	420	77.4	49.1
ホクシュウ(L)	348	274	548	545	228	279	53.8	36.8
北見5号(L)	320	230	651	367	203	232	38.4	22.5
品 種 間	**	ns	**	*	**	**	**	**
E-L 間	**	ns	**	ns	**	**	**	**
E 内	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
L 内	ns	ns	ns	*	*	**	**	*

注 **は1%水準、*は5%水準の有意差あり。ns : 有意差なし。

採種量はその構成形質上「粒重(1000粒重)×1穂粒数×穂数」と考えられる。これら採種量構成形質中、1000粒重については採種量にみられたと同じ熟期別品種順位が認められた。しかし1穂粒数と穂数について品種と年次によりその大きさが異なっている。すなわち、1978年の1000粒重は1979年より軽いにもかかわらず同年の採種量は1979年より多いのであるが、早生2品種は1978年において1穂粒数が多いことで、ホクシュウは穂数が多いことで、また北見5号は上記両形質値の高いことでそれぞれ1000粒重の軽さを補い1978年の多収をもたらせた形となっている。

採種関連形質間の相関々係について第3表に1979年の例を示した。出穂始(熟期)は1000粒重お

第3表 採種関連形質間相関(1979年)

形 質	稈 長	穂 長	10穂重	1穂種子重	穂 数	1 穂粒数	1000粒重	採種量
出 穂 始	-0.81***	0.11	-0.86***	-0.91***	-0.08	-0.36	-0.99***	-0.81***
稈 長		0.16	0.80***	0.85***	0.12	0.59*	0.79***	0.56*
穂 長			0.35	0.18	0.72**	0.77**	-0.09	0.04
10 穂 長				0.94***	0.37	0.72**	0.85***	0.78***
1穂種子重					0.24	0.68**	0.91***	0.85***
穂 数						0.54*	0.14	0.31
1 穂粒数							0.38	0.55*
1000 粒重								0.83***

注 ***は0.1%、**は1%、*は5%水準で有意。

よび採種量と強い負の相関々係にあり、1000粒重と採種量はこれより若干低い正の相関々係にある。

第4表 極早生品種「クンプウ」の採種関連形質

熟期、1000粒重および採種量の関係について、最近育成されたチモシー品種クンプウの試験結果(第4表)を参照すれば、極早生品種クンプウの1000粒重は早生品種センボクより重く先述の熟期と1000粒重の相関々係をより広い熟期範囲で裏付

品 種	出 穂 始 (6月の日)		採 種 量 (g/m ²)		1000 粒 重 (mg)	
	1978	1979	1978	1979	1978	1979
センボク	20	19	75.3	50.2	327	340
クンプウ	11*	12*	70.7	48.3	359*	395*

注 *はセンボクとの5%水準有意差を示す。

けるが、採種量についてはクンプウはセンボク並かややこれより低い値を示した。

チモシー品種の熟期、粒重および採種量の相互関係について本試験結果を整理すれば、極早生より極晩生に至るまでの熟期と1000粒重間には強い負の相関々係が認められ、真木等(1967)の結果と一致した。次に1000粒重と採種量の間にも真木等(1967)の示すようにかかなり高い相関が認められるものの、本試験結果からはさらに採種量には1000粒重のほか穂数と1穂粒数が関与し、後者2形質は1000粒重より年次等による変動の大きいことが示された。

チモシーの採種量および採種関連形質

(2) 施肥処理について

増谷哲雄(北見農試)・宝示戸貞雄(北海道農試)

樋口誠一郎(北見農試)・古谷政道(北見農試)

筒井佐喜雄(北見農試)

牧草の採種量と施肥量、施肥時期等との関係については多くの報告がある。多くの草種では一般にN多肥により採種量は増すが、チモシーではこの反応がにぶいとされている。一方幾つかの報告は秋施肥により分けつが促進され翌年の茎数が増加することを指摘している。本試験ではその限界が5~10Kg/10aとされる早春のN多用による倒伏を避け、茎数増および穂数増を通じての採種量向上の効果を目的として採種後追肥の方法を検討した。

試験材料および方法

以下に記す試験設計等以外の試験材料、1区面積、播種量、播種期および調査方法は前報と同じである。

1. 試験設計：分割区試験法、3反復。主区は施肥処理、細区は品種・系統。
2. 施肥処理：1) 標肥区 N、P₂O₅、K₂O 各5Kg/10a/年を5月上旬施肥。2) 採種後追肥区 同上施肥に加え、採種後に同上量を追肥(1978年8月21日)。以後追肥区と略記する。

3. 採種期：1979年8月18日（早生）、同8月27日（晩生および極晩生）。
4. 調査年次：1979年。

試験結果および考察

茎数等に関する追肥処理の効果を第1表に示した。追肥を行なった年の11月7日の畦1m (0.6 m²) 当たり茎数は追肥区が標肥区より14%高い値を示したが、両処理間に有意差は認められなかった。翌春5月16日の調査では、追肥区の茎数は標肥区より47%多く、その差は有意性を示した。採種時における茎数には両処理間に差は認められなかった。

第2表には出穂始等に及ぼす追肥処理の影響を示した。これらの調査

によると、出穂始、稈長および穂長については両処理間に差は認められなかった。10穂重は処理間有意差はないものの追肥処理により軽くなる傾向を示した。

第1表 追肥処理の効果（茎数等）

項 目	茎 数 (本/m) (78, 11, 7)		茎 数 (本/m) (79, 5, 16)		茎 数 (本/m) (採種時)	
	標	追	標	追	標	追
処理の別						
平均 値	764	874	528	774	340	326
比	100	114	100	147	100	96
処理 (T)	ns		*		ns	
品 種 (V)	*		*		**	
T × V	ns		ns		ns	

注 **は1%、*は5%水準で有意、nsは有意性なし。

第2表 追肥処理の効果（出穂始等）

項 目	出 穂 始 (6月の日)		稈 長 (cm、採種時)		穂 長 (cm)		10 穂 重 (g)	
	標	追	標	追	標	追	標	追
処 理 の 別								
平 均 値	26.8	26.9	113	112	8.3	8.2	3.9	3.4
比	100	100	100	99	100	99	100	87
処 理 (T)	ns		ns		ns		ns	
品 種 (V)	**		**		*		**	
T × V	ns		ns		ns		ns	

注 **は1%、*は5%水準で有意、nsは有意性なし。

採種量とその構成要素とみられる穂数、1000粒重および1穂種子粒数については第3表（品種別）および第4表（統計処理結果）に示した。穂数については全品種・系統とも追肥処理により多くなる傾向を示した。

ただしこの傾向には有意性は認められない。

1穂種子粒数には統計的有意性は認められないが、全供試品種・系統で減少する傾向がみられた。1000粒重は程度は低いものの多くの品種・系統で追肥により軽くなり、この傾向は統計的に有意であった。採種量は統計的に有意ではないがホクシュウを除く3品種・系統で増大する傾向がみられた。

第3表 追肥処理の効果(品種別)

品 種	採 種 量 (g/m^2)		穂 数 (本/ m)		1000粒重 (mg)		1穂種子粒数 (粒/穂)	
	標	追	標	追	標	追	標	追
セ ン ポ ク	53.7	62.6	260	319	438	412	500	471
ノ サ ッ プ	49.1	53.7	249	257	420	400	498	390
ホ ク シ ュ ウ	36.8	35.1	274	312	279	265	545	435
北 見 5 号	22.5	25.1	230	323	232	232	367	243

第4表 追肥処理の効果(採種量等)

項 目	採 種 量 (g/m^2)		穂 数 (本/ m)		1000粒重 (mg)		1穂種子粒数 (粒/穂)	
	標	追	標	追	標	追	標	追
処 理 の 別								
平 均 値	40.5	44.1	253	303	343	327	478	385
比	100	109	100	120	100	95	100	81
処 理 (T)	ns		ns		*		ns	
品 種 (V)	**		ns		**		**	
T × V	ns		ns		ns		ns	

注 **は1%、*は5%水準で有意、nsは有意性なし。

上述のように、追肥により、出穂始、稈長および穂長は標肥区と変るところはなかったが、茎数は追肥処理当年秋および翌春に増加する傾向が認められた。採種時茎数に追肥処理効果が認められなかったのは他の時期の茎数増や穂数増の関係からみて多分サンプリング誤差によるものであり、追肥処理は茎数増と穂数増をもたらせたものと推定される。

以上より採種量および採種関連形質中、追肥処理により1000粒重と1穂種子粒数は低下するが、茎数増を通じ目的とする穂数は増加し、結果として採種量は増大したと理解される。しかし統計処理結果はかならずしも上述の推定あるいは理解を十分裏づけているとは考えられないので、今後さらに追試する必要があると判断する。その際には、本試験ではすべて1水準であった追肥量と追肥時期についても検討を加えるべきであろう。

オーチャードグラス品種の耐凍性と貯蔵 炭水化物含有率との関係

新発田修治・嶋田 徹(帯広畜産大学)

草類の越冬性には多くの要因が関与している。北海道では、耐凍性と耐雪性が主要因と考えられるので、両者ともにすぐれた品種の育成が望まれる。このためには耐凍性、あるいは耐雪性についての基礎的な研究が必要である。

多年生植物は秋から初冬にかけて炭水化物を蓄積するので、これと越冬性との間に何らかの関係があるであろうことは容易に推察できる。実際に、コムギ³⁾、イタリアンライグラス⁷⁾では、耐雪性にすぐれた品種群ほど炭水化物含有率が高いという傾向が指摘されている。またマメ科牧草の草種間においては、全糖含有率およびTNC含有率が高いほど耐凍性が高いという傾向があるという⁶⁾。そこで本研究では、世界各地から収集したオーチャードグラス品種の炭水化物含有率を調査し、あわせて道東地域でとくに問題となる耐凍性との関連も検討した。

材料と方法

表1の27品種を供試した。9月2日に圃場に条播(20cm×90cm、2反復)した。耐凍性が十分に高まった11月30日に掘り取り、耐凍性、乾物率および炭水化物含有率を調査した。肥料は草地化成(122)を10aあたり5kg施した。

表1 供試品種

品 種	育 成 地	品 種	育 成 地
1. Tammisto	フィンランド	14. Oberweihst	ド イ ツ
2. Frode	スウェーデン	15. Taurus	フ ラ ン ス
3. Tardus	スウェーデン	16. Prairial	フ ラ ン ス
4. Phyllox	デンマーク	17. Cesarina	イ タ リ ア
5. Asla	デンマーク	18. Dora	イ タ リ ア
6. Plano	デンマーク	19. フロンティア	日 本
7. Kay	カナダ	20. ヘイキング	日 本
8. Chinook	カナダ	21. 北海道在来	日 本
9. S 26	イギリス	22. ホクレン改良	日 本
10. S 37	イギリス	23. キタミドリ	日 本
11. Fala	ポーランド	24. Potomac	米 国
12. Dorise	オランダ	25. Later	米 国
13. Iris	ド イ ツ	26. Masshardy	米 国
		27. Karkloof	南アフリカ

耐凍性は冠部凍結法⁵⁾によって検定した。すなわち冠部(ここでは植物体の基部約4cmと根の約1cmを含めたものをいう)を切り取り、-8℃、-10℃および-12℃で16時間凍結した。温度ごとに、12個体を1反復として2反復で検定した。-8℃ではすべての個体が生存したのでこれを除き、-10℃と-12℃の生存個体率(%)の平均値を耐凍性とした。

乾物率は、まず25~30個体について新鮮重を求めた後、これを90℃で1時間、つづいて70℃で2昼夜通風乾燥して乾物重を求め、これらから乾物率を算出した。

炭水化物含有率は、上記の乾物試料から枯死部分を除いて微粉碎したものについてソモギ法によって定量した。まず同一試料(200mg)を80%のエタノールと水とで順次抽出した。つづいてエタノール画分から直接還元糖(RS)と全糖(TS)を求め、全糖から直接還元糖を差し引いて非還元糖(NS)を求めた。また水画分を加水分解してフラクトサン(FS)を求めた。栄養生長期のオーチャードグラスにはデンプンがほとんど含まれていないので²⁾、TSとFSの合計、すなわち水溶性炭水化物(WSC)はほぼTNCと同じものとみなすことができる。結果は乾物当り%で示した。

結果と考察

1) 耐凍性と育成地の冬の寒さとの関係

供試品種には耐凍性について大きな変異が認められた(図1)。品種の耐凍性は育成地の冬の寒さとの関係が深いことがすでに知られているが^{1), 5)}、追試の意味から1月の平均気温との関係を調べた。その結果、育成地の気温が低いほど耐凍性が高いというこれまでと同様の傾向を確認した。しかし、得られた相関係数は阿部(-0.894***¹⁾)、嶋田・新発田(-0.739***)

⁵⁾の値に比べるとかなり低かった。ヨーロッパの品種は、育成地の冬の寒さと耐凍性の関係が日本や北アメリカの品種ほど密接でないことが知られているが⁵⁾、

本結果において相関係数が小さかった理由も前二者に比較して供試品種中にヨーロッパの品種が多く含まれた結果と考えられる。とくに南アフリカで育成されたKark loofは他の品種とかけ離れた位地にあるが、恐らく南アフリカよりも気温が低いヨーロッパのある地域から導入した素材を用いて育成された品種と考えられ、さらに検討する必要がある。

2) 炭水化物含有率と耐凍性との関係

WSC%は品種によって大きく異なった。これを画分ごとに見てみると、どの品種でもRS%、NS%、FS%の順に高かった。このうち前二者は品種間で大差なかったが、FS%は品種間で大きく異なった。貯蔵性炭水化物であるFSはWSC%の68%~86%を占めており、WSC%の品種間差は結局FS%の差によっていた(図2、表2)。またここで得られたW

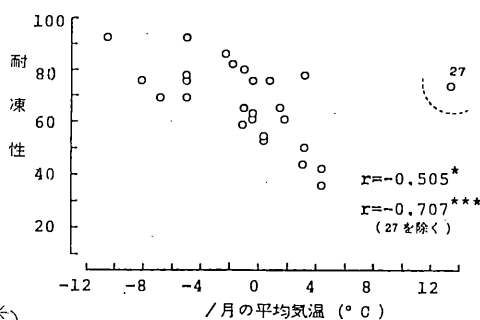


図1. 耐凍性と1月の平均気温との関係
27は7月の平均気温、*、***はそれぞれ5%、0.1%水準で有意。

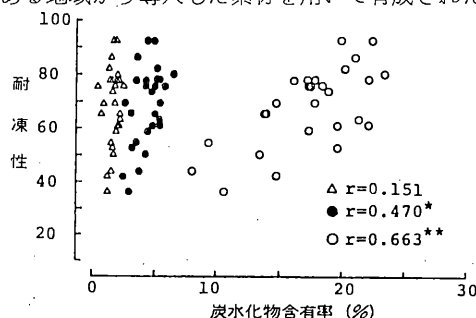


図2. 耐凍性と炭水化物含有率との関係
△; 直接還元糖 ●; 全糖 ○; フラクトサン。*、***はそれぞれ5%、1%水準で有意。

SC%は成植物を用いた他の報告²⁾に比べると低かったが、これは幼植物を用いたことと、葉身と葉鞘を合わせて分析したことが理由であると考えられる。

つぎに炭水化物と耐凍性との関係を見ると、RS以外の画分すべての含有率と耐凍性との間には有意な正の相関関係が認められた。これらのうちWSC%との間で最も高い相関係数が得られた。つまり、WSC%が高い品種ほど耐凍性が高い傾向が認められた。

多くの植物で、耐凍性と炭水化物(主として全糖)含有率との間には平行的な関係が認められているが⁴⁾

両者の生理的な因果関係については現在のところ不明である。本報のオーチャードグラスの場合では、品種全体の傾向としては耐凍性とWSC%との間に有意な相関関係が認められるが、WSC%が同じ程度であっても耐凍性が著しく異なるものもあり、炭水化物そのものが、たとえば氷点降下作用などによって、直接的に耐凍性に影響しているのではないということも言い得るであろう。SMITH⁶⁾は、炭水化物は耐凍性を発達させ、維持するためのエネルギー源であろうと考えている。そこでこの観点に立って、耐凍性とWSC%の関係を詳しくみてみると(図3)、イギリス(9、10)、デンマーク(4、5)、オランダ(12)、ドイツ(13)などの地域の品種はいずれも回帰直線のかなり下に位置しており、耐凍性の発達にWSC%が有効に利用されていないことが示される。これらの品種群はたがいに地域的に近いことから、その原因に興味が持たれる。

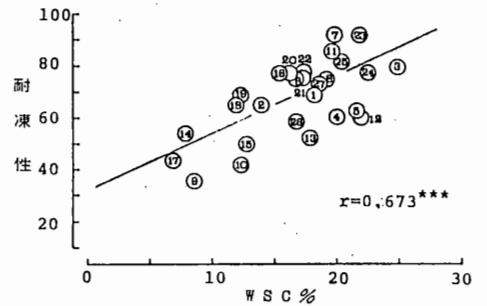


図3. 耐凍性とWSC含有率との関係
***; 0.1%水準で有意。

表2. 炭水化物含有率、乾物率および耐凍性の相関関係

	直接還元糖%	非還元糖%	全糖%	フラクトサン%	WSC%	乾物率	耐凍性
直接還元糖%	-0.102		0.372	0.344	0.377	0.320	0.151
非還元糖%			0.885***	0.431*	0.565**	0.591**	0.428*
全糖%				0.563**	0.703***	0.701***	0.470*
フラクトサン%					0.983***	0.647**	0.663***
WSC%						0.710***	0.673***
乾物率%							0.428*

*、**、***はそれぞれ5%、1%、0.1%水準で有意。

3) 乾物率と炭水化物含有率および耐凍性との関係

乾物率と炭水化物の各画分それぞれとの間には有意な正の相関関係がみられ、このうちWSC%との間に最も高い相関係数が得られた。すなわち、このことは乾物率によってWSC%を推定することが可能であることを示しており、この点イタリアンライグラスの場合⁷⁾と同様である(表2)。また、乾物率と耐凍性との間には有意な相関関係が認められた。乾物率の測定に際して凍害で枯死した葉身部分も含めたため、本試験では必ずしも乾物率が正確に測定されたとはいえない。冠部だけについて乾物率を測

定するなどの工夫をすれば三者間により高い相関係数を得ることが期待できるものと思われる。

炭水化物含有率と耐凍性を測定するには多大の労力と時間を必要とするので、育種に際して、多数の個体・系統を扱う場合には予備選抜の目安として乾物率を用いることも可能であると思われる。

引 用 文 献

- 1) 阿部二郎 (1980) 日草誌 26, 251 - 254.
- 2) 小島邦彦・伊沢健 (1967) 日草誌 13, 39 - 49.
- 3) 国井輝男 (1975) 北農 42, 13 - 39.
- 4) 酒井 昭 (1982) 植物の耐凍性と寒冷地適応。p 134 - 137.
- 5) 嶋田 徹・新発田修治 (1984) 日草誌 29, 283 - 289.
- 6) SMITH, D. (1968) *Criobiology* 5, 148 - 159.
- 7) 田村良文・星野正生 (1979) 日草誌 25, 171 - 177.

チモシーの自生集団における季節的生長様相のダイアレル分析

湯本節三 (天北農試) ・津田周彌 (北大農)

緒 言

著者らは、これまで、北海道内より収集したチモシーの自生集団を用いて、様々な形質について、その集団間変異を検討してきた。そのなかで、北海道北東部の集団と南西部の集団とでは季節的生長様相を異にし、北東部の集団は南西部の集団に比較して、早春の生長開始時期が遅く、かつ、秋には早くから地上部の生長を抑制すること、さらに、夏季にはその生長が劣ることなどを見いだした。また、季節的生長様相の集団間変異は、集団の生育地の気候条件と密接に関連していることから、チモシー集団の北海道北東部と南西部での地域的分化は、気候の生態型分化としてとらえられることを示した。

生態型分化の機構を解明するには、淘汰圧を生み出す環境要因の同定とともに、その淘汰圧に反応する適応的特性の遺伝変異の解析が必要である。

本試験では、ダイアレル分析の手法を用いて、集団間の交雑後代での変異を幾つかの遺伝成分に分割し、季節的生長様相に関する気候的生態型の遺伝的背景を検討した。

材料および方法

北海道内5カ所 (図1) より収集した集団を総当り交配の親集団として用いた。これら各集団より任

意に2個体を選んで交配母本とし、5集団合計10個体を全ての可能な組合せで交配した。そして、交配の正逆を区別して採種することにより、自殖系統を除く、90家系を作出した。

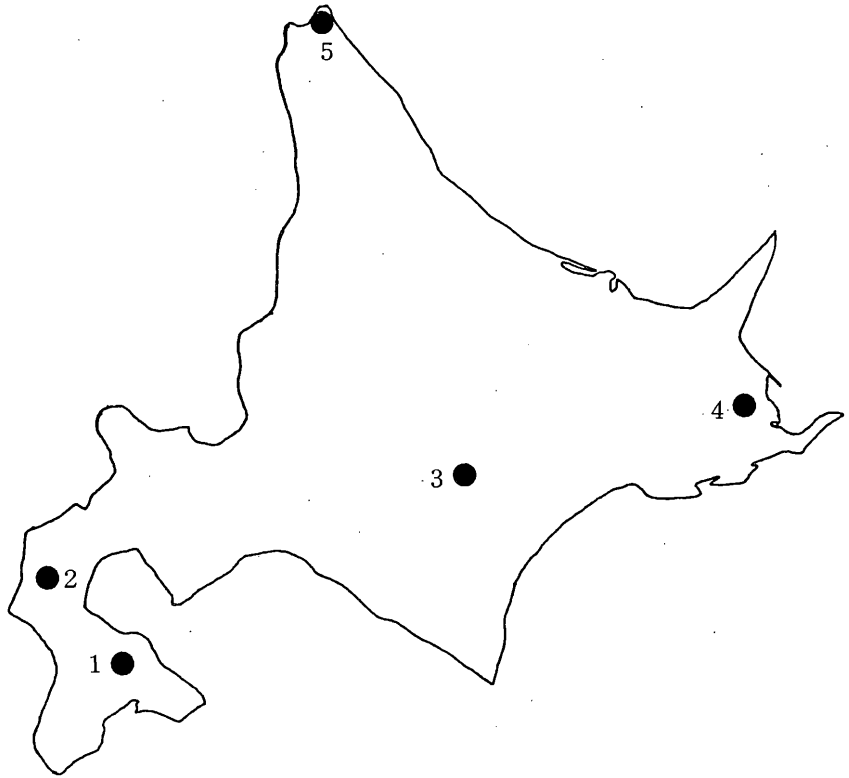


図1. 総当り交配に用いた親集団の収集地点

1979年の春に、これら家系の苗を養成した後、北大農学部実験圃場に移植した。実験は、各家系反復当り1区1列5個体を用い、畦間1m、株間0.5mとし、2反復の乱塊法で行った。播種翌年の80年に、早春の生長開始時から1週間ごとに、各個体から生育旺盛な2本の分けつを地際部から刈取り、その乾物重を測定した。季節的の生長様相を生長率の季節的の推移としてとらえ、分けつ乾物重の測定値から、各家系について1週間ごとの相対生長率を求めた。

結果

各期間の分けつ重の相対生長率に関するダイアレル分析の結果を表1に示した。表中、要因aは相加効果、要因bは優性効果、要因cは平均正逆効果、要因dは残余正逆効果である。また、各要因の変動を異なる集団間および同一集団内の母本間に由来する変動に分割した。

5月14日から5月21日と7月2日から7月9日の間に、それぞれ家系間に有意な差があった。5月14日から5月21日の期間では、相加効果、優性効果、平均正逆効果および残余正逆効果がいずれも有意であった。このうち、集団間に由来する変動に有意性が認められたのは相加効果のみであった。7月2日から7月9日の期間では、相加効果と優性効果が有意となったが、それらの集団間に由来する

表1. 各期間における分けつ重の相対生長率に関するダイアレル分析

要 因	自由度	平 均 平 方 (× 1 0 0 0)								
		5 月			6 月				7 月	
		14	21	28	4	11	18	25	2	9
家系	89	2.38**	0.21	0.16	0.17	0.16	0.30	0.16	0.15*	
a	9	1.81*	0.23	0.30	0.25	0.20	0.29	0.36*	0.30*	
集団間	4	3.56*	0.18	0.26	0.16	0.19	0.27	0.57	0.40	
集団内	5	0.42	0.27	0.33	0.32	0.20	0.31	0.19	0.23*	
b	35	2.07*	0.21	0.14	0.24	0.10	0.31*	0.14	0.15*	
集団間	10	1.89	0.29	0.07	0.29	0.06	0.43	0.12	0.15	
集団内	25	2.14	0.18	0.16	0.23	0.12	0.26	0.15	0.15	
c	9	4.47*	0.17	0.13	0.15	0.21	0.28	0.11	0.11	
集団間	4	3.41	0.10	0.15	0.18	0.14	0.18	0.19	0.14	
集団内	5	5.31	0.23	0.10	0.13	0.26	0.35	0.05	0.09	
d	36	2.30**	0.21	0.16	0.08	0.20	0.31	0.14	0.12	
集団間	6	3.00	0.15	0.08	0.04	0.08	0.08	0.19	0.25*	
集団内	30	2.16**	0.23	0.17	0.09	0.22	0.36*	0.13	0.10	
反復	1	0.32	0.71	0.01	0.65	1.69**	0.11	6.05**	0.20	
家系×反復	89	0.94	0.28	0.15	0.17	0.17	0.26	0.14	0.10	
a×反復	9	0.46	0.32	0.28	0.25	0.19	0.77	0.19	0.08	
集団間×反復	4	0.79	0.60	0.27	0.23	0.17	0.93	0.12	0.16	
集団内×反復	5	0.20	0.10	0.28	0.27	0.20	0.64	0.25	0.02	
b×反復	35	1.04	0.30	0.15	0.19	0.20	0.17	0.13	0.08	
集団間×反復	10	0.35	0.60	0.24	0.13	0.24	0.09	0.06	0.09	
集団内×反復	25	1.31	0.18	0.11	0.22	0.18	0.19	0.15	0.08	
c×反復	9	1.00	0.25	0.07	0.06	0.14	0.38	0.30	0.13	
集団間×反復	4	0.15	0.27	0.11	0.06	0.11	0.03	0.21	0.12	
集団内×反復	5	1.68	0.23	0.04	0.06	0.17	0.66	0.37	0.13	
d×反復	36	0.96	0.27	0.13	0.15	0.15	0.21	0.10	0.11	
集団間×反復	6	1.47	0.22	0.10	0.23	0.03	0.30	0.05	0.14	
集団内×反復	30	0.86	0.28	0.14	0.13	0.18	0.19	0.11	0.11	

* : 5%水準で有意、** : 1%水準で有意

a : 相加効果、b : 優性効果、c : 平均正逆効果、d : 残余正逆効果

変動は有意ではなかった。一方、残余正逆効果の場合、集団間に有意性が認められた。

次に、分げつ重を葉重と莖重に分けて、それらの相対生長率についてダイアレル分析を行った。莖重の相対生長率の場合、家系間差異が有意となったのは5月14日から5月21日の期間のみで、相加効果、優性効果および平均正逆効果が有意であった。相加効果では、集団間と集団内母本間に由来する変動がともに有意であった。このとき、各集団の母本を共通親に持つ家系の相対生長率の平均値は、集団1が0.072、集団2が0.075、集団3が0.068、集団4が0.066、集団5が0.061であった。葉重の相対生長率でも、5月14日から5月21日の間に家系間に有意な差があり、集団間に由来する相加効果が有意であった。また、5月28日から6月4日の間には、集団間に由来する平均正逆効果に有意性が認められた。このとき、各集団の母本を共通親に持つ家系の相対生長率の正逆交雑の差(雌親-雄親)の平均値は、集団1が-0.002、集団2が-0.002、集団3が0.009、集団4が0.000、集団5が-0.006となり、集団3を共通親に持つとき、それを雄親とするよりも雌親とする家系で相対生長率が高かった。

考 察

北海道内より収集した5集団の総当り交配より得られた家系の分げつ重の相対生長率は、5月14日から5月21日の間に家系間で異なり、早春の低温下の生長率について遺伝変異の大きいことが示された。このとき、集団間に由来する遺伝要因が有意となったのは相加効果のみであった。その後、7月2日から7月9日の間の残余正逆効果を除けば、いずれの時期においても集団間に由来する遺伝要因に有意性は認められず、季節的生長様相に関するチモシー集団の気候的生態型の分化は、早春の低温下での生長能力を支配するポリゾン系の相加的効果に基づくと考えられる。

5月14日から5月21日の間の莖重の相対生長率では、集団間ばかりでなく、集団内母本間に由来する相加効果にも有意性があつた。集団の遺伝的分化の速さは、集団内の遺伝変異の大きさに比例することから、早春の低温下の生長率について集団内に相加的遺伝変異が存在することは、今後、さらに、それら変異に淘汰圧が加われば、季節的生長様相に関する集団分化は一層進むと考えられる。

一方、そのように遺伝変異の大きいことが示された早春の生長率について、集団間に由来する優性効果が見いだせなかった。この原因として、単に優性作用を持つ遺伝子系が集団間で分化していないこと、あるいは、互いに反対方向の優性作用を持つ遺伝子系が集団間に共存するため、統計解析上検出できないことなどが考えられるが、ここではその原因を特定できない。

5月28日から6月4日の間の葉重の相対生長率では、集団間に由来する平均正逆効果に有意性があつた。正逆交雑間に差異が生じる原因は種々あるが、大きく2つの範ちゅうに分けられる。その1つは、交配後の種子形成過程における母体の生育状態や微細環境の効果、いま1つは、細胞質による効果である。種子に蓄積される各種養分の量や組成の違いによって発現される前者の効果は、種子の発芽性や実生の生長に影響するかもしれないが、播種後2年目の個体の特定時期の生長率に大きな影響を及ぼすとは考えにくい。一方、細胞質効果の場合、ペレニアルライグラスの集団では、同一株内の分げつの選抜反応や F_2 世代のダイアレル分析より、細胞質レベルの変異の存在が指摘されており、細胞質の効果あるいは細胞質と核内遺伝子との相互作用もまた、集団の環境適応性を制御する要因の1つと考えられている。本試験では正逆交雑間差異の要因を断定できないが、ペレニアルライグラスに関するこれら知見を考慮するとき、チモシーにおける生態型分化の遺伝的背景を明らかにするうえで、細胞質の効果にも

配慮する必要がある。

帯広におけるオーチャードグラスの種子登熟と 自然下種歩合の解析

楊中芸・丸山純孝・福永和男（帯広畜産大学）

日本の人工草地は造成後数年で、牧草の密度が低下し、さらに雑草などの侵入も始まり、草地生産性が低下するのが一般である。本研究は草地を数年利用した後、草地を構成する高生産性牧草自身の結実した種子を利用して、より簡易的な方法で草地の生産性の回復を行うことを目的としている。本報告ではオーチャードグラス(Or)放牧地を対象として、Orの種子落下と登熟歩合の解析、さらに放牧時期がOrの種子生産に与える影響について検討した。

試験方法

試験 I :

- a. 試験地：帯広畜大農場の造成7年目のOr（品種はフロンティア）が優占する放牧地で無放牧状態で試験を行った。
- b. Sampling方法：Or開花後の7月18日から8月15日にかけて2日ごとにOrの穂を30本採取した。
- c. 解析方法：採取した30本の穂の穂長、穂重、1穂種子重及び種子数を測って、千粒重と単位穂長あたりの種子数を計算した。TP法の発芽試験により、発芽率と発芽勢を調べた。以上8形質を用い

て、主成分分析（計算プログラムは渡正堯¹⁾らと刀根薫²⁾によるもの）を行った。

試験Ⅱ：

a. 試験地：試験Ⅰと同じOrの放牧地で、牧柵で500m²の試験地を設けた。

b. 処理方法：放牧時期がどのようにOrの出穂茎数に影響するかを検討するために、出穂前休牧(O) 5月中旬1回放牧(A)、5月下旬1回放牧(B)及び5月中旬と6月中旬の2回放牧(C)の処理を行った。さらに、結実後の放牧はどの様に種子の登熟、または定着に影響するかを検討するために、以上出穂前の処理に加えて、結実後、7月下旬からの放牧(E)、8月中旬からの放牧(F)及び8月下旬からの放牧(G)の合わせて12の処理を行った(表1)。放牧方法は人工でプロットの中に踏圧をかけながら刈取る、あるいはゆる模擬放牧である。各処理に3反復を設置した。

表1. 模擬放牧の各処理における放牧期日及び採食率

Sample	出 穂 前				結 実 後	
	模擬放牧期日	模擬採食率(%)	模擬放牧期日	模擬採食率(%)	模擬放牧期日	模擬採食率(%)
OE	休	牧	休	牧	7月30日	37.7
OF	休	牧	休	牧	8月15日	50.2
OG	休	牧	休	牧	8月30日	58.5
AE	5月15日	24.9			7月30日	38.4
AF	5月15日	31.3			8月15日	53.7
AG	5月15日	29.7			8月30日	71.2
BE			5月30日	26.1	7月30日	39.7
BF			5月30日	30.6	8月15日	51.3
BG			5月30日	26.0	8月30日	56.9
CE	5月15日	38.4	6月15日	28.6	7月30日	29.7
CF	5月15日	49.9	6月15日	26.1	8月15日	54.0
CG	5月15日	39.9	6月15日	32.9	8月30日	70.9

c. Sampling 方法：出穂直後の6月8日と出穂がほとんど完了した6月29日に各処理区の出穂茎数を数えた。結実後の放牧の直前に、各処理区のOrの穂を50本採取して、1穂種子数と種子重を測って、1m²の種子量(出穂茎数×1穂種子数〔及び種子重〕)を推算した。7月中旬、各処理区に100cm²のシャーレを1個ずつ設置して、結実後の放牧処理後にシャーレを回収し、シャーレ内の落下種子を数えて、1m²あたりの落下種子数を推算した。

結果と考察

試験Ⅰ：

自然状態におけるOrの種子千粒重、発芽率、1cm穂長あたりの種子数及び自然下種歩合を図1に示した。千粒重は7月18日の0.3811gから8月15日の0.9054gまで時期の経過に伴って1.5倍近く増加した。1cm穂長あたりの種子数は7月28日まで大きな変化はなく、平均33.57粒/cmであった

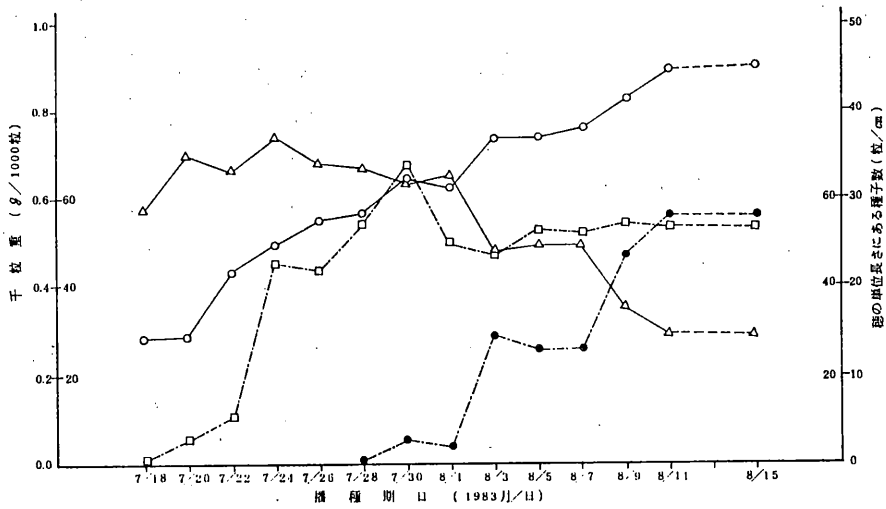


図1. 自然状態におけるOrの種子千粒重
発芽率及び種子数/cm穂長の推移

○—○ 千粒重 □—□ 発芽率
△—△ 種子数/cm穂長 ●—● 下種歩合

が、それ以降、次第に低下した。これは種子が7月28日以降時間の推移に伴って落下したことを表すものと考えられる。これを基礎にして、種子の落下歩合を推算すると、8月11日には、56%の種子が落下した。発芽率をみると、7月18日採取した種子はまだ発芽能力を持っていないが、7月20日から低い発芽能力を持ち、7月30日になると、ピークの68%に達し、それ以降、種子落下の開始に伴って、50%前後に低下している。これは完熟した種子が落下した後、穂に残った種子がまだ熟していないためと考えられる。

種子生産性に関する8形質間の相関係数を表2に示した。これをもとにして、主成分分析を行った。

表2. Orの種子生産性に関する諸形質間の相関係数

形質	穂重	穂長	一穂種子粒数	一穂種子重	千粒重	種子粒数/cm穂長	発芽勢	発芽率
穂重	1.000							
穂長	0.785**	1.000						
一穂種子粒数	-0.006	0.032	1.000					
一穂種子重	0.883**	0.609*	0.399	1.000				
千粒重	0.669**	0.422	-0.725**	0.311	1.000			
種子数/cm穂長	-0.254	-0.299	0.937**	0.179	-0.817**	1.000		
発芽勢	0.744**	0.484	-0.420	0.528	0.773**	-0.564*	1.000	
発芽率	0.845**	0.565*	-0.312	0.605*	0.816**	-0.459	0.827**	1.000

* : 5%水準で有意、** : 1%水準で有意

その結果を表3と図2に示した。各主成分の固有値と寄与率を分析した結果(表2)、第1主成分と第2主成分を合わせて、88.65%の高い累積寄与率をもっている。従って、この二つの主成分で、8形質の総合特性が説明できると考えられる。第1主成分に大きい固有ベクトルを持っている形質は発芽率(0.920)千粒重(0.907)及び発芽勢(0.895)

表3. 各主成分の固有値と寄与率

COMPONENT	EIGENVALUE	%	ACC %
1	4.716	58.954	58.954
2	2.376	29.700	88.654
3	0.539	6.738	95.392
4	0.205	2.556	97.948
5	0.146	1.827	99.776
6	0.011	0.142	99.918
7	0.004	0.053	99.971
8	0.002	0.029	100.000

であり、いずれも種子の登熟に関する形質なので、第1主成分は種子の登熟程度或は登熟時期を表す総合因子であると考えられる。第2主成分に大きい固有ベクトルを持っている形質は1穂種子数(0.889)種子重(0.764)及び単位穂長あたりの種子数(0.723)なので、第2主成分は1穂あたりの種子密度に関する総合因子であり、ある程度、種子の落下歩合を示す総合因子でもあると考えられる(図2のa)。

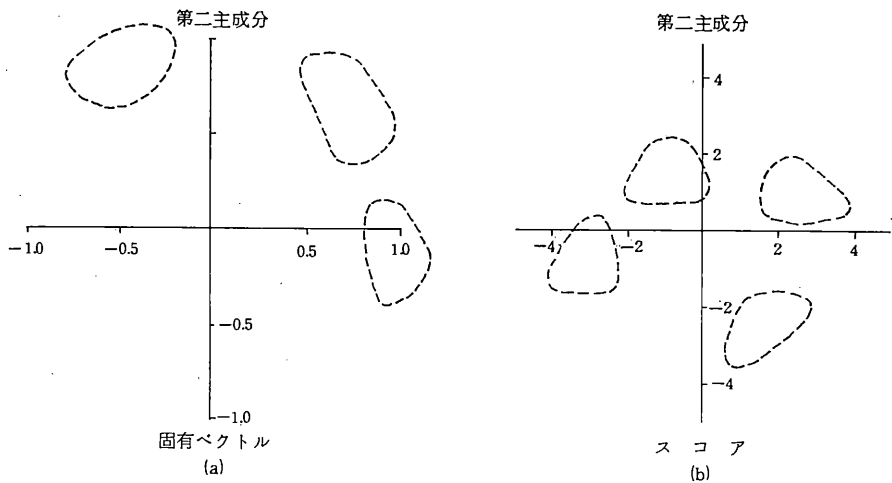


図2. 主成分分析の結果

以上の分析結果から、これらの8形質は1穂あたりの種子密度に関する形質群(I)、穂の大きさに関する形質群(II)及び種子充実度に関する形質群(III)の3形質群に分けられた(図2のa)。さらに各採種期日のスコアを分析した結果、0rの種子登熟と落下は4段階に分けられた(図2のb)。第1段階は7月中旬の未熟な時期であり、第2段階は7月下旬の登熟へ向う時期で、このときの種子重量が増加した。第3段階は8月上旬で、種子が相当程度に熟し、しかも種子の落下も始まった時期である。第4段階は

8 月の中旬で、多数の種子が完熟して落下した時期である。

試験 II :

模擬放牧処理の結果については図 3 と図 4 に示した。図 3 に示したように、6 月 8 日の出穂茎数は処理間に有意差がなかった。しかし、6 月 29 日に 出穂茎数を調査したところ、出穂始めの 6 月 15 日に 模擬放牧した処理区が無処理区や 5 月 30 日以前に放牧した区に比べて、出穂茎数が有意に減少した。5 月 30 日に放牧した区は無処理区と 5 月 15 日処理区より出穂茎数がやや少なかったが、有意差が認められなかった。従って、5 月下旬までの放牧は出穂茎数にほとんど影響がないものと言える。

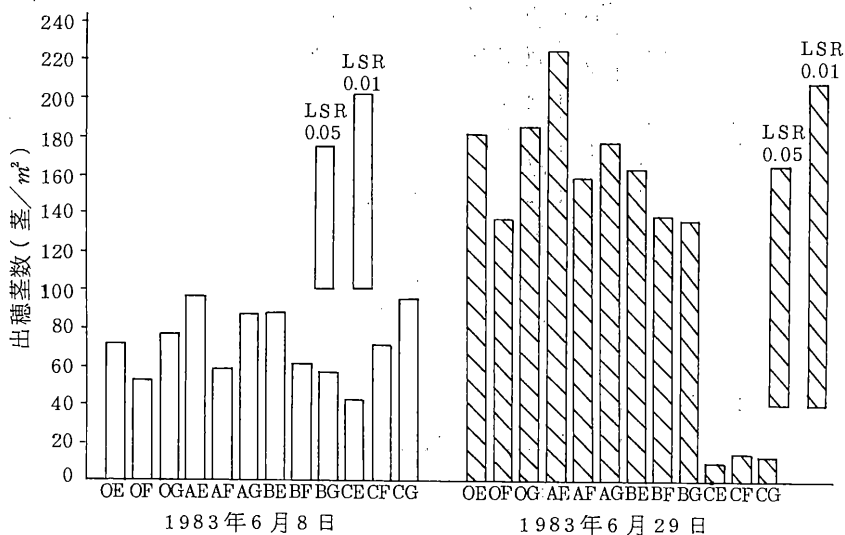


図 3. 出穂茎数に及ぼす模擬放牧の影響

OE、OF、OG 6 月 15 日前無放牧 BE、BF、BG 5 月 30 日まで放牧
 AE、AF、AG 5 月 15 日まで放牧 CE、CF、CG 6 月 15 日まで放牧

模擬放牧により 1 穂と群落の種子数と重量及び落下種子数は図 4 に示した。6 月 15 日の処理は 1 穂種子生産にある程度の影響が生じたが、それほど大きくなかった(図 4 の a)。しかし、6 月 15 日の放牧処理は群落種子生産に極めて大きな影響を与えたことが図 4 の b からわかった。落下種子数から言えば、放牧処理が遅いほど落下種子数が少なくなった(図 4 の c)。

以上分析した結果により、(1)帯広における Or 種子は 7 月下旬に相当程度に熟したうえ、種子が落下し始める、(2)5 月下旬まで軽放牧(50%以下の放牧率)すれば、種子生産に量的な影響がほとんど見られない、(3)採食或は刈取りは一穂種子生産よりも、出穂茎数に与える影響が顕著である。即ち、頂端生長点が残っていれば、相当程度に種子生産ができることがわかる。本年の天候が異常であることを考えると、帯広においては、一般的に Or を用いた放牧地の自然下種の条件として、5 月中/下旬から 7 月下旬までの 2 ヶ月間の休牧を要するものと考えられる。

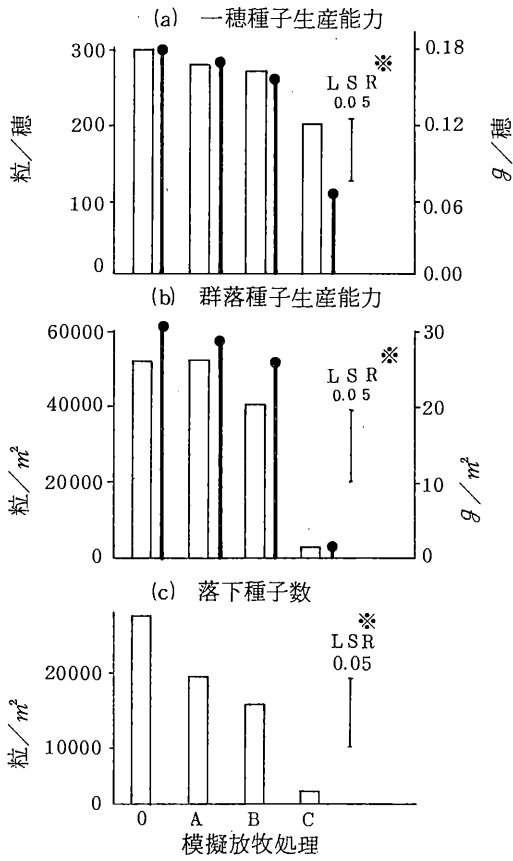


図4. 模擬放牧による個体と群落の種子生産能力及び落下種子数

□ : 粒/穗 (or m²) ● : g/穗 (or m²)

* : 粒数に対する有意差検定

参考文献

- 1) 渡正堯、岸学：多変量解析プログラム集（増補改訂版）、工学図書株式会社、1982年
- 2) 刀根薫：BASIC、培風館、1981年

アメリカオニアザミ (*Cirsium vulgare*) の施肥反応について

村山 三郎・小阪 進一・山口佳寿子

(酪農学園大学)

結 言

最近、北海道の東部、北部および南部において、アメリカオニアザミ (*Cirsium vulgare* (Savi) Tenore) が放牧地を中心として繁茂して問題となり、本雑草の生理、生態の究明および防除法の確立が迫られている。そこで、著者らは環境条件がアメリカオニアザミの生育および体内成分におよぼす影響^{4,5)}について究明しているが、本報ではアメリカオニアザミの施肥反応について検討したので、その概要を報告する。

材料および方法

実験場所は、江別市西野幌 582 本学構内で行った。供試材料は、1982年 5月 5日に虯郡北檜山町の酪農家の放牧地より採取したアメリカオニアザミの 2年目の幼苗 (1個あたり重量約 30g) である。処理区は、N、 P_2O_5 および K_2O をそれぞれ 0g 区、1g 区、2g 区および 4g 区、それに無施肥区の 13 区を設けた。供試ポットは 2,000 分の 1 a ワグナー・ポットを使用した。施肥は 1ポットあたり N (硫安)、 P_2O_5 (過石) および K_2O (硫加) を成分で、0g、1g、2g および 4g を各々の割合で施し、このほか炭カルを全処理区に 12g ずつ施肥した。反覆は 3 反覆で行った。

調査は 5月 18日から 7月 27日まで 2週間ごとに 6回にわたり、草丈、葉数について測定した。7月 30日に掘取り、蕾部、葉部、茎部、根部に分け、生草重、風乾重を測定し、全窒素含有率 (T-N%) および全有効態炭水化物含有率 (TAC%) について定量した。なお、風乾重は通風乾燥機で 24 時間 70°C で乾燥したのち測定した。T-N% は Kjeldahl 法、TAC% は Somogyi-Nelson 法により定量した。

結 果

草 丈

施肥処理別の草丈の推移は図 1 のとおりである。すなわち、N 区では調査開始の 5月 18日から 6月 2日までは処理間に有意差が認められなかったが、6月 15日以降の草丈の伸長にかなりの差が認められた。とくに、1g 区で優り、0g 区で劣った。 P_2O_5 区でも、5月 18日から 6月 2日まではほとんど差が認められなかったが、6月 15日以降の草丈の伸長に顕著な差が認められた。とくに、4g 区および 2g 区で優り、0g 区で無施肥区程度に、極めて劣った。 K_2O 区では全生育期間中、処理区間に大差が認められなかった。

葉 数

施肥処理別の葉数の推移は図 2 のとおりである。すなわち、N 区では調査開始の 5月 18日から 6月 2日までは処理間に大差が認められなかったが、6月 15日以降の葉数に顕著な差が認められた。とくに、4g 区および 2g 区で優り、0g 区で無施肥区程度に極めて劣った。 P_2O_5 区でも 5月 18日から

6月2日まではほとんど差が認められなかったが、6月15日以降ではかなりの差が認められた。とくに、2g区で優り、0g区で劣った。K₂O区では全生育期間中、処理間に大差が認められなかった。

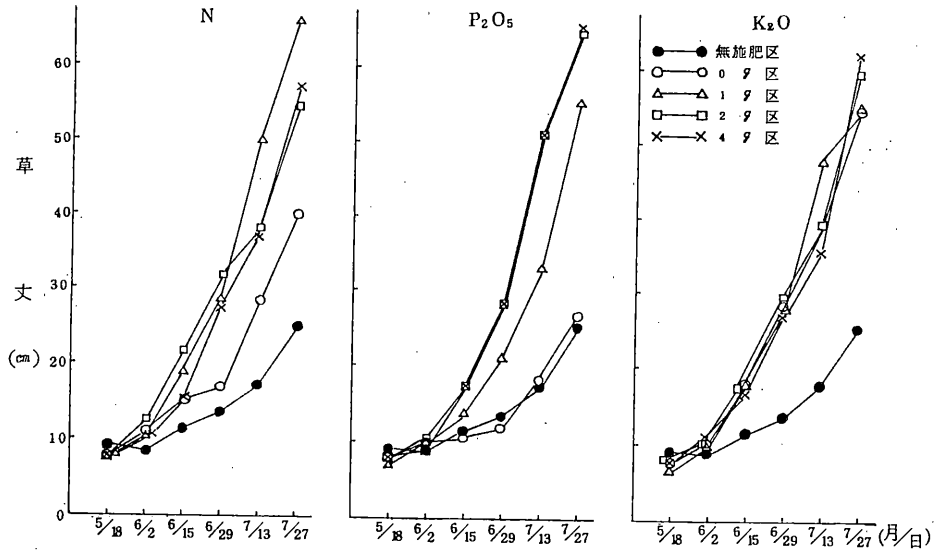


図1. 施肥処理別の草丈の推移

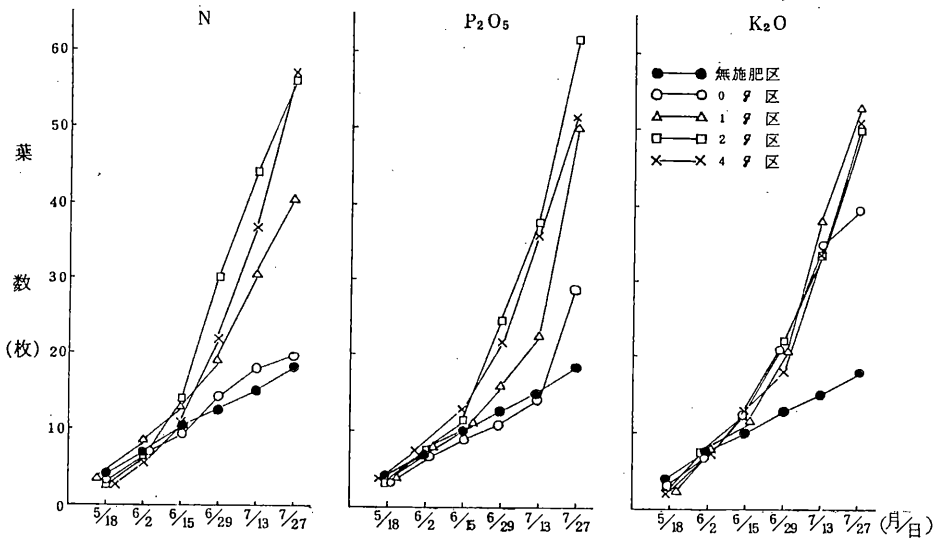


図2. 施肥処理別の葉数の推移

生草重

施肥処理別の生草重は図3のとおりである。すなわち、N区では蕾重、葉重、茎重および根重とも、2g区をピークに施肥量が多くとも少なくとも減少した。P₂O₅区では蕾重、葉重、茎重および根重とも、施肥量が増すにつれて増加する傾向にあった。K₂O区では蕾重、葉重、茎重および根重とも、施

肥量が増すにつれて増加する傾向にあったが、処理間に大差は認められなかった。

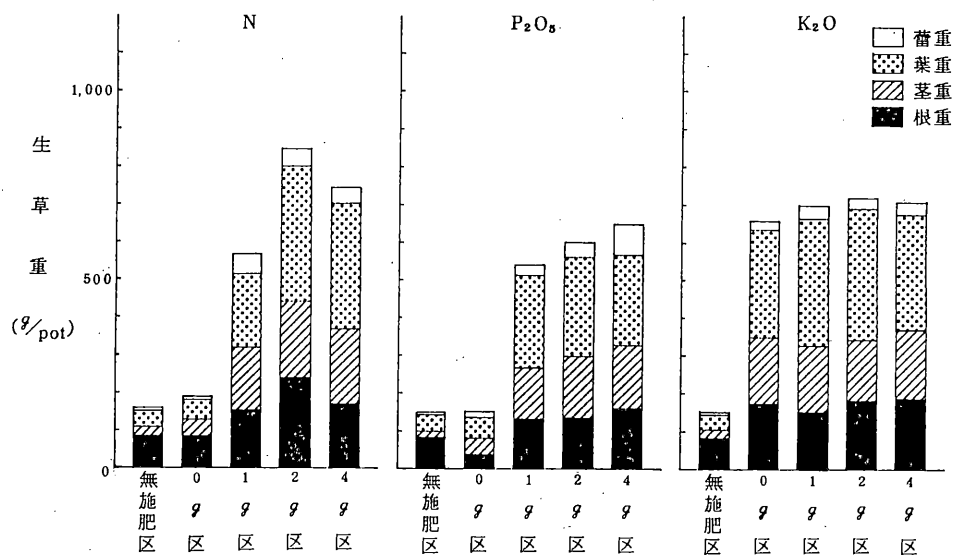


図3. 施肥処理別の生草重

風乾重

施肥処理別の風乾重は図4のとおりである。すなわち、N区では蕾重、葉重、茎重および根重とも、2gをピークに施肥量が多くとも少なくとも減少した。P₂O₅区では蕾重、葉重、茎重および根重とも施肥量が増すにつれて増加した。K₂O区では蕾重、葉重、茎重および根重とも生草とは逆に施肥量が増すにつれて減少する傾向にあったが、処理間に大差は認められなかった。

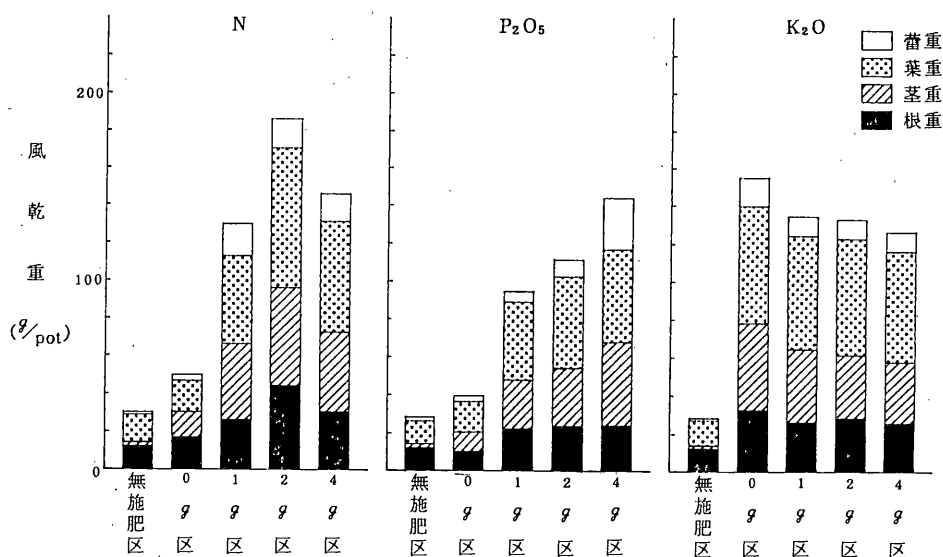


図4. 施肥処理別の風乾重

T-N含有率

施肥処理別のT-N含有率は表1のとおりである。すなわち、N区では蕾部、葉部、茎部および根部とも、施肥量が増すにつれて高い値を示した。とくに、4g区で高かった。P₂O₅区では蕾部、葉部、茎部および根部とも、施肥量が増すにつれて低い値を示す傾向にあった。なお、0g区で高い値を示したのが目立った。K₂O区では蕾部および根部において、施肥量が増すにつれて高い値を示す傾向にあったが、大差はなかった。葉部および茎部において、一定の傾向は認められなかった。

TAC含有率

施肥処理別のTAC含有率は表2のとおりである。すなわち、N区では蕾部において施肥量が増すにつれて僅かながら高い値を示した。また、葉部において0g区で、茎部において2g区で、そして根部において2g区および1g区で、ほかの処理区に比較して高い値を示した。P₂O₅区では茎部において施肥量が増すにつれて高い値を示した。蕾部において4g区で、葉部および根部において0g区および4g区で、ほかの処理区に比較して高い値を示した。K₂O区では蕾部および根部において施肥量が増すにつれて低い値を示す傾向にあった。また、葉部および茎部において処理間に大差がなかった。

C:N比

施肥処理別のC:N比は表3のとおりである。すなわち、N区では蕾部、葉部、茎部において施肥量が増すにつれて低い値を示した。また、根部においても施肥量が増すにつれて低い値を示す傾向にあった。P₂O₅区では茎部において施肥量が増すにつれて高い値を示した。また、蕾部、葉部、根部において施肥量が増すにつれて高い値を示す傾向にあった。K₂O区では根

表1. 施肥処理別のT-N含有率 (%)

処理		部位	蕾部	葉部	茎部	根部
無施肥区			1.23	0.95	0.62	0.50
N	0g区		1.08	0.81	0.44	0.58
	1g区		1.24	1.01	0.55	0.72
	2g区		1.37	1.24	0.68	0.80
	4g区		1.72	2.34	1.66	2.17
P ₂ O ₅	0g区		2.02	2.93	1.82	2.39
	1g区		1.68	1.90	1.05	1.48
	2g区		1.76	1.65	1.03	0.85
	4g区		1.48	1.42	0.78	1.06
K ₂ O	0g区		1.53	1.53	0.88	1.03
	1g区		1.48	1.61	0.94	1.27
	2g区		1.61	1.48	0.87	1.23
	4g区		1.68	1.54	0.92	1.38

表2. 施肥処理別のTAC含有率 (%)

処理		部位	蕾部	葉部	茎部	根部
無施肥区			11.18	19.06	7.80	6.48
N	0g区		10.96	33.52	8.26	7.36
	1g区		11.24	26.64	7.96	12.00
	2g区		12.20	28.92	9.42	13.06
	4g区		12.58	27.34	8.94	8.76
P ₂ O ₅	0g区		8.78	27.12	7.32	27.54
	1g区		10.64	23.00	8.10	15.04
	2g区		9.86	18.52	9.18	10.72
	4g区		12.20	34.22	9.66	17.46
K ₂ O	0g区		13.24	28.82	9.04	27.04
	1g区		13.28	28.04	9.52	20.22
	2g区		11.34	29.22	9.76	17.44
	4g区		11.22	29.16	9.50	19.36

部において施肥量が増すにつれて低い値を示し、蕾部において施肥量が増すにつれて低い値を示す傾向にあった。また、葉部および茎部において処理間に大差がなかった。

考 察

本実験はアメリカオニアザミの防除法の基礎資料となる生理、生態を究明するために、施肥反応について検討したものであるが、ここで若干の考察を加えてみたい。施肥処理がアメリカオニアザミの生育および体内成分におよぼす影響は¹⁾ 磷酸および窒素が顕著で、加里は顕著でなかった。原田は窒素ではオーチャードグラスおよびアルファルファにおいて生草重および乾物重は無肥料区で最も少なく、窒素の施肥量を増大すると窒素 $30 \text{ Kg}/10\text{a}$ まで増加するが、それ以上の増肥は明らかに減少する。磷酸ではアルファルファにおいて、生草重および乾物重は無

表 3. 施肥処理別の C : N 比

処 理 部 位		蕾 部	葉 部	茎 部	根 部
無 施 肥 区		9.09	20.06	12.58	12.96
N	0 g 区	10.15	41.38	18.77	12.69
	1 g 区	9.06	26.38	14.47	16.67
	2 g 区	8.91	23.32	13.85	16.33
	4 g 区	7.31	11.68	5.34	4.04
B ₂ O ₅	0 g 区	4.35	9.26	4.02	11.52
	1 g 区	6.33	12.11	7.71	10.16
	2 g 区	5.60	11.22	8.91	12.61
	4 g 区	8.24	24.10	12.38	16.47
K ₂ O	0 g 区	8.65	18.84	10.27	26.25
	1 g 区	8.97	17.42	10.13	15.92
	2 g 区	7.04	19.74	11.22	14.18
	4 g 区	6.68	18.94	10.33	14.03

磷酸区で最も少なく、磷酸 $70 \text{ Kg}/10\text{a}$ まで施肥量を増肥するほど増大し、また、オーチャードグラスにおいて無磷酸区は無肥料区に近い数値を示し、磷酸施用量の増加にともない $40 \text{ Kg}/10\text{a}$ までは次第に増加するが、それ以上の増肥は生草重および乾物重を増大する。加里ではオーチャードグラスおよびアルファルファにおいて、生草重および乾物重で、加里 $30 \text{ Kg}/10\text{a}$ まで施肥量を増肥するほど増大する傾向にあるが、その後はやゝ減少する傾向にあると報告している。著者らは窒素ではアルファルファにおいて、生草重および乾物重は無施肥区で最も少なく、窒素 $20 \text{ Kg}/10\text{a}$ で最も多く、それ以上は窒素の施肥量を増大するにつれて次第に少なくなる。磷酸ではアルファルファにおいて生草重、乾物重および TAC 含有量は磷酸 $60 \text{ Kg}/10\text{a}$ まで増肥するにつれて増加する。加里ではオーチャードグラスおよびアルファルファにおいて加里 $20 \text{ Kg}/10\text{a}$ で乾物重が最大を示し、それ以降、増肥するにつれて減少することを認めている。また、著者⁶⁾ は本実験と同様の方法で、牧草および雑草について検討した結果、窒素ではアルファルファはオーチャードグラス、シロザ、ツユクサ、ヤマヨモギおよびエゾノギシギシとは異なり、反応は鈍感であった。磷酸ではオーチャードグラス、アルファルファおよびヤマヨモギは風乾重および無機成分の含有量で、磷酸の施肥が増肥するにつれて増加する傾向にあったが、シロザ、ツユクサおよびエゾノギシギシはその傾向は認め難かった。また、加里では窒素および磷酸に比べて顕著でないが、草種によって微妙な差異があることを認めた。すなわち、オーチャードグラス、シロザ、ツユクサおよびヤマヨモギは風乾重で加里の施肥が増肥するにつれて増大したが、アルファルファおよびエゾノギシギシはその傾向は認められなかったことを認めている。

このように、窒素に対する反応は牧草および雑草とも顕著なものがあり、アメリカオニアザミも顕著に反応した。しかし、マメ科牧草であるアルファルファはほかの草種に比較して窒素に対する反応が鈍

感であった。磷酸に対する反応は牧草および雑草とも、若干草種によって異なったが、一般に、極めて高濃度まで増収した。加里に対する反応は窒素および磷酸に比較して小さく、草種により微妙な差異があった。

以上のことから、施肥法の改善によってアメリカオニアザミを防除することは極めて困難であるものと思われる。ただ、アルファルファ栽培において、窒素の施肥量の調整によってアメリカオニアザミの生育を抑制することが考えられる。

最後に、本実験を実施するにあたり、種々御援助いただいた道南北部農業改良普及所上館伸幸技師に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 原田 勇(1967): 牧草の養分吸収過程ならびにそれに基く合理的施肥法に関する研究、酪農学園大学紀要、3(1)、1～160.
- 2) 村山 三郎・小阪 進一・深瀬 公悦(1977): アルファルファ草地のスタンド確立に関する研究 第3報 窒素施肥レベルがアルファルファの生育、体内成分におよぼす影響、山形農林学会報、34、9～14.
- 3) 村山 三郎・小阪 進一・中井 進(1977): アルファルファ草地のスタンド確立に関する研究、第4報 磷酸施肥レベルがアルファルファの生育、体内成分におよぼす影響、山形農林学会報、34、15～20.
- 4) 村山 三郎・小阪 進一・川畑 厚哉(1983): 温度条件がアメリカオニアザミの生育および体内成分におよぼす影響、北海道草地研究会報、17、66～70.
- 5) 村山 三郎・小阪 進一・川畑 厚哉(1983): 土壌水分がアメリカオニアザミの生育および体内成分におよぼす影響、北海道草地研究会報、17、71～75.
- 6) 村山 三郎(1983): 施肥処理が牧草および雑草の生育、重量および体内成分におよぼす影響 未発表.

草地における雑草の生態的防除に関する研究

第14報 土壌酸度が牧草および雑草の生育、重量および植生におよぼす影響

村山 三郎・小阪 進一・橋原 孝征

(酪農学園大学)

緒 言

土壌酸度に対する反応は草種によって異なるものと思われる。とくに、牧草と雑草との間に反応の相違が見出されれば牧草地における雑草の生態的防除の一方法と考えられる。

すでに、土壌酸度に対する反応については牧草では Foth¹⁾ は牧草の最適 pH の範囲について、橋本²⁾ は酸性土壌と作物の生育について、そして、小原⁵⁾ は牧草の適応 pH について報告している。一方、雑草では菅原^{6~11)} が雑草草種と土壌 pH との関係について一連の研究を行っている。

本試験では圃場において土壌酸度を変えた場合、牧草および雑草の生育、重量および植生に及ぼす影響をおよぼすかについて検討し、2、3の知見を得たのでその概要を報告する。

材料および方法

場所は本学付属農場で、前作はエンバクである。圃場の土壌は洪積性重粘土壌である。供試牧草はオーチャードグラス(キタミドリ)およびアルファルファ(Du Puits)を用いた。処理区は炭酸カルシウム無施用区、300 g/m²区、600 g/m²区、900 g/m²区および1,200 g/m²区を設けた。播種は1982年5月15日行った。施肥量はm²あたり元肥として草地化成2号(6-11-11)を100g、追肥として刈取り後草地用化成2号を50g施した。播種量はm²あたり1,000粒である。試験区面積は1区6m²(2m×3m)で、反復は3反復乱塊法で行った。刈取りは7月26日および9月16日の2回行った。

調査は牧草の草丈を約1週間毎に、6月21日より10月28日まで19回にわたり測定した。風乾重は刈取り時に各区とも1m²を草種別に分けて秤量した。なお、播種した牧草以外の植物はすべて雑草とみなした。また、全窒素含有率(T-N%)および全有効態炭水化物含有率(TAC%)を定量した。植生調査は10月7日Quadrat法により、草丈(H)、密度(D)、被度(C)を調べ、積算優占度(SDR₂)を算出し、さらに、相対優占度(SDR₂′)を求めた。そのほか、雑草の生活型を調べた。

結 果

土壌酸度

炭酸カルシウム施用処理別の土壌酸度は表1のとおりである。すなわち、オーチャードグラス区およびアルファルファ区とも炭酸カルシウムの施用量が多くなるにつれて土壌酸度(H₂OおよびKCl)は高い値を示した。

草 丈

炭酸カルシウム施用処理別の草丈の推移は図1および2のとおりである。すなわち、オーチャードグラスの1番草では極めて良好な伸長を示したが、処理間に大差がなかった。2番草でも順調な伸長を示

表 1. 炭酸カルシウム施用処理別の土壌酸度 (H₂O および KCl)

草種	項目	処理				
		無施用区	300g区	600g区	900g区	1,200g区
オーチャードグラス	H ₂ O	5.16	6.30	6.99	7.00	7.06
	KCl	4.48	5.65	6.33	6.32	6.49
アルファルファ	H ₂ O	5.24	6.32	6.92	7.00	7.07
	KCl	4.47	5.68	6.35	6.46	6.52

した。処理間には900g区で良好な伸長を示し、無施用区でやゝ緩慢な伸長を示す傾向にあった。3番草では極めて緩慢な伸長を示し、処理間に大差がなかった。アルファルファの1番草では7月5日までは極めて順調な伸長を示し、それ以降はやゝ緩慢な伸長を示した。とくに、無施用区で劣った。2番草では順調な伸長を示した。処理間には900g区で良好な伸長を示し、無施用区で緩慢な伸長を示した。3番草では緩慢な伸長を示した。処理間には900g区でやゝ良好な伸長を示し、無施用区で劣った伸長を示した。

以上、オーチャードグラスの2番草では900g区で良好な草丈の伸長を示し、無施用区でやゝ緩慢な伸長を示す傾向にあったが、1および3番草では処理に大差が認め難かった。一方、アルファルファの1、2および3番草とも、草丈の伸長が900g区で優り、無施用区で劣った。

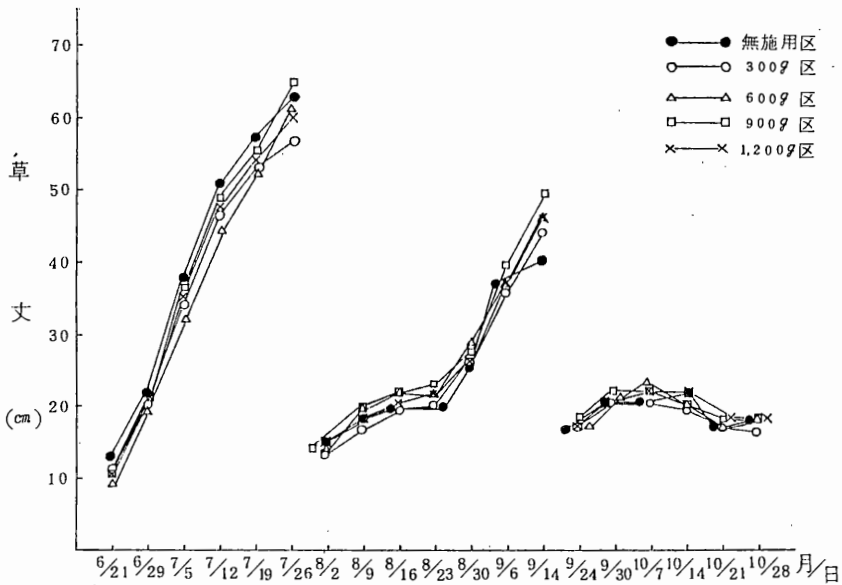


図 1. オーチャードグラス区における炭酸カルシウム施用処理別のオーチャードグラスの草丈の推移

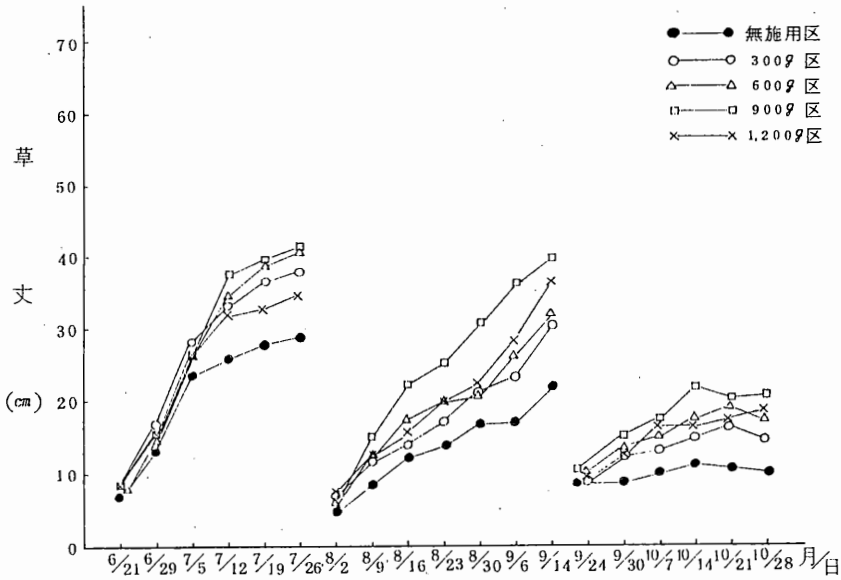


図2. アルファルファ区における炭酸カルシウム施用処理別のアルファルファの草丈の推移

風乾重および雑草の種数

炭酸カルシウム施用処理別の風乾重および雑草の種数は表2～5のとおりである。すなわち、オーチャードグラス区における1番草の合計重量は1,200g区、600g区、300g区、無施用区、900g区の順であった。牧草の重量は600g区、1,200g区、無施用区、900g区、300g区の順であった。また、合計重量に対する牧草の風乾重の割合は600g区、無施用区、900g区、1,200g区、300g区の順であった。2番草の合計重量は無施用区、1,200g区、600g区、300g区、900g区の順であった。牧草の重量は600g区、900g区、1,200g区、無施用区、300g区、の順であった。したがって、合計重量に対する牧草の風乾重の割合は600g区、900g区、1,200g区、300g区、無施用区の順であった。1番草の雑草の種数は無施用区でやや少なかったほかは処理間に大差がなかった。雑草の種類は各区ともイヌタデまたはオオイヌタデ、ツユクサが多く発生した。2番草の雑草の種数は600g区および無施用区で少なく、1,200g区および300g区で多かった。雑草の種類はイヌタデ、イヌホオズキ、イヌビエ、ナギナタコウジュおよびエゾノギシギシが比較的多かった。

アルファルファ区における1番草の合計重量は900g区、600g区、無施用区、300g区、1,200g区の順であった。牧草の重量は300g区、1,200g区、無施用区、900g区、600g区の順であった。したがって、合計重量に対する牧草の風乾重の割合は300g区、1,200g区、無施用区、600g区、900g区の順であった。2番草の合計重量は900g区、1,200g区、300g区、600g区、無施用区の順であった。牧草の風乾重は900g区、300g区、600g区、1,200g区、無施用区の順であった。したがって、合計重量に対する牧草の風乾重の割合は900g区、300g区、600g区、1,200g区、無施用区の順であった。1番草の雑草の種数は各区とも大差がなかった。雑草の種類はイヌタデまたは

オオイヌタデ、ツユクサ、シロザが多く発生した。2番草の雑草の種数は900g区および300g区で少なく、無施用区で多かった。雑草の種類はイヌタデ、イヌビエ、イヌホオズキおよびアキノエノコログサが比較的多かった。

このことから、オーチャードグラス区における合計重量、牧草の風乾重および合計重量に対する牧草の風乾重の割合は1、2番草とも一定の傾向は認め難かった。雑草の種数は1番草では無施用区、2番草では600g区および無施用区で少なかった。雑草の種類は各区に大差がなかった。アルファルファ区における合計重量は1、2番草とも900g区で増加した。牧草の風乾重および合計重量に対する牧草の風乾重の割合は1番草では300g区、2番草では900g区で増大した。雑草の種数は1番草では大差がなかったが、2番草では900g区および300g区で少なく、無施用区で多かった。雑草の種類は1、2番草とも各区に大差がなかったことが認められた。

4. 牧草のT-N含有率、TAC含有率およびC:N比

炭酸カルシウム施用処理別の牧草のT-N含有率、TAC含有率およびC:N比は表6のとおりである。すなわち、オーチャードグラスのT-N含有率は1番草では無施用区および1,200g区で低く、2番草では無施用区および900g区で低かった。TAC含有率では無施用区および900g区で高く、2番草では300g区および1,200g区で高かった。したがって、C:N比は1、2番草とも無施用区で高い値を示した。アルファルファのT-N含有率は1番草では300g区で高く、2番草では無施用区で低かった。TAC含有率は1番草では300g区で低く、2番草では無施用区で高かった。したがってC:N比で1番草では300g区で低く、2番草では無施用区で高い値を示した。

このことから、アルファルファの1番草を除き、両草種とも炭酸カルシウム施用により、C:N比が低下することが認められた。

植生調査

1) 植 被 率

炭酸カルシウム施用処理別の植被率は図3のとおりである。すなわち、オーチャードグラス区では無施用区および300g区で高く、900g区で低い値を示したが、処理間に大差はなかった。アルファルファ区では無施用区で極めて低く、そのほかは炭酸カルシウムの施用量が増すにつれて僅かずつ高い値を示した。

このように、植被率はオーチャードグラス区では炭酸カルシウム施用により大差はなかったが、アルファルファ区では顕著にあらわれた。

2) 雑草の種類

炭酸カルシウム施用処理別の雑草の種数はオーチャードグラス区では無施用区および300g区で16種、1,200g区で14種、600g区および900g区で12種となった。アルファルファ区では無施用区で19種、600g区で18種、300g区および1,200g区で16種、900g区で10種となった。

以上のように、雑草の種数は炭酸カルシウム施用により減少した。とくに、アルファルファの900g区で顕著であった。

表2. オーチャードグラス区における炭酸カルシウム施用処理別の風乾重および雑草の種数(1番草)

順位	無 施 用 区			300 g 区			600 g 区			900 g 区			1,200 g 区		
	草 種 名	重量 ^g	比率 [%]	草 種 名	重量 ^g	比率 [%]	草 種 名	重量 ^g	比率 [%]	草 種 名	重量 ^g	比率 [%]	草 種 名	重量 ^g	比率 [%]
1	イヌタデ	122.46	31.56	オオイヌタデ	114.87	27.87	イヌタデ	140.08	33.55	ツユクサ	120.45	31.42	イヌタデ	198.48	39.56
2	ツユクサ	58.24	15.01	シロザ	108.64	26.34	オーチャード グ ラ ス	58.98	14.12	アキ ノ エノコログサ	61.04	15.92	シロザ	104.36	20.80
3	オオツメクサ	57.07	14.71	ツユクサ	90.50	21.95	エゾノギンギシ	55.73	13.34	オオイヌタデ	57.27	14.94	オオイヌタデ	50.92	10.15
4	エゾノギンギシ	38.63	9.95	オーチャード グ ラ ス	29.66	7.19	ツユクサ	37.52	8.98	オーチャード グ ラ ス	30.17	7.87	ツユクサ	40.81	8.13
5	オーチャード グ ラ ス	33.17	8.55	アキ ノ エノコログサ	18.53	4.49	オオツメクサ	33.88	8.11	シロザ	28.25	7.37	オーチャード グ ラ ス	36.47	7.27
6	シロザ	22.23	5.73	オオツメクサ	17.75	4.30	ハコベ	29.55	7.07	オオツメクサ	19.11	4.99	イヌビエ	24.99	4.98
7	オオイヌタデ	16.38	4.22	イヌビエ	14.34	3.48	イヌビエ	18.54	4.44	イヌタデ	17.84	4.65	エゾノギンギシ	18.64	3.72
8	イヌビエ	15.77	4.06	イヌタデ	7.47	1.81	シロザ	15.64	3.74	キンエノコロ	17.23	4.49	アキ ノ エノコログサ	10.65	2.12
9	イヌホオズキ	9.33	2.40	ナギナ タ コ ウ ジ ュ	3.92	0.95	オオイヌタデ	13.28	3.18	ハコベ	12.67	3.31	イヌホオズキ	8.04	1.60
10	ハコベ	7.14	1.84	イヌホオズキ	3.25	0.79	アキ ノ エノコログサ	10.08	2.41	イヌビエ	8.40	2.19	キンエノコロ	2.76	0.55
11	アキ ノ エノコログサ	6.09	1.57	エゾノギンギシ	1.05	0.25	イヌホオズキ	2.09	0.50	エゾノギンギシ	5.65	1.47	ハコベ	1.76	0.35
12	シバムギ	0.63	0.16	ハコベ	0.96	0.23	シバムギ	1.01	0.24	イヌホオズキ	2.14	0.56	オオツメクサ	1.50	0.30
13	キンエノコロ	0.52	0.13	ヌカキビ	0.82	0.20	キンエノコロ	0.46	0.11	ナギナ タ コ ウ ジ ュ	1.14	0.30	ナギナ タ コ ウ ジ ュ	0.82	0.16
14	カタバミ	0.42	0.11	カタバミ	0.28	0.07	ナギナ タ コ ウ ジ ュ	0.35	0.08	ヌカキビ	1.07	0.28	ペレニア ル ス	0.79	0.16
15				ホワイ ト バ	0.20	0.05	ミチャナギ	0.30	0.07	ミチャナギ	0.62	0.16	ケンタ ッ キ ー ブ ル ー グ ラ ス	0.41	0.08
16				オオバコ	0.14	0.03	カタバミ	0.12	0.03	ホワイ ト バ	0.15	0.04	カタバミ	0.34	0.07
17							ホワイ ト バ	0.11	0.03	ブタナ	0.14	0.04			
	合 計	388.08	100.00	合 計	412.38	100.00	合 計	417.72	100.00	合 計	383.34	100.00	合 計	501.74	100.00

表3 オーチャードグラス区における炭酸カルシウム施用処理別の風乾重および雑草の種数(2番草)

順位	無施用区			300g区			600g区			900g区			1,200g区		
	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率
1	オーチャード グラス	97.30 ^g	55.96 [%]	オーチャード グラス	79.72 ^g	56.29 [%]	オーチャード グラス	127.57 ^g	84.38 [%]	オーチャード グラス	110.02 ^g	78.49 [%]	オーチャード グラス	101.28 ^g	65.66 [%]
2	イヌホオズキ	26.64	15.32	ナギナタ コウジュ	17.20	12.15	イヌタデ	8.00	5.29	イヌタデ	10.62	7.58	ナギナタ コウジュ	16.17	10.48
3	イヌビエ	22.84	13.13	イヌビエ	14.02	9.90	イヌホオズキ	5.32	3.52	エゾノギンギシ	9.67	6.90	イヌホオズキ	13.32	8.63
4	エゾノギンギシ	17.07	9.82	アキノ エノコログサ	13.12	9.27	アキノ エノコログサ	4.42	2.92	イヌホオズキ	6.86	4.89	イヌタデ	11.44	7.42
5	イヌタデ	5.03	2.89	イヌホオズキ	7.36	5.20	エゾノギンギシ	1.79	1.18	ナギナタ コウジュ	0.86	0.61	アキノ エノコログサ	3.48	2.26
6	アキノ エノコログサ	3.01	1.73	イヌタデ	5.52	3.90	ミチャナギ	1.61	1.06	イヌビエ	0.72	0.51	イヌビエ	3.17	2.05
7	キンエノコロ	1.08	0.62	シロザ	2.24	1.58	ホワイト クローバ	1.44	0.95	アキノ エノコログサ	0.59	0.42	キンエノコロ	2.63	1.70
8	カタバミ	0.63	0.36	キンエノコロ	1.01	0.71	ツユクサ	1.06	0.70	ツユクサ	0.38	0.27	セイヨウ ウポポ	1.27	0.82
9	ツユクサ	0.30	0.17	ツユクサ	0.42	0.30				シロザ	0.27	0.19	ツユクサ	0.63	0.41
10				エゾノギンギシ	0.33	0.23				セイヨウ ウポポ	0.20	0.14	ヘラオオバコ	0.29	0.19
11				カタバミ	0.28	0.20							エゾノギンギシ	0.16	0.10
12				ホワイト クローバ	0.22	0.16							シロザ	0.16	0.10
13				オオバコ	0.15	0.11							カタバミ	0.15	0.10
14													ホワイト クローバ	0.13	0.08
	合計	173.90	100.00	合計	141.59	100.00	合計	151.21	100.00	合計	140.19	100.00	合計	154.28	100.00

表4. アルファルファ区における炭酸カルシウム施用処理別の風乾重および雑草の種数(1番草)

順位	無施用区			300g区			600g区			900g区			1,200g区		
	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率	草種名	重量	比率
1	イヌタデ	128.40 ^g	30.10 [%]	シロザ	96.78 ^g	23.72 [%]	オオイヌタデ	115.13 ^g	25.30 [%]	ツユクサ	208.14 ^g	40.89 [%]	イヌタデ	86.54 ^g	22.24 [%]
2	ツユクサ	62.24	14.58	アルファルファ	83.77	20.52	イヌタデ	99.20	21.81	アキエノコログサ	70.70	13.89	シロザ	78.41	20.16
3	オオイヌタデ	59.12	13.85	イヌタデ	81.56	19.98	エゾノギンギシ	53.23	11.70	シロザ	57.23	11.24	エゾノギンギシ	60.55	15.57
4	オオツメクサ	54.19	12.70	アキエノコログサ	44.78	10.97	オオツメクサ	44.14	9.70	オオイヌタデ	40.20	7.90	オオイヌタデ	46.96	12.07
5	アキエノコログサ	22.04	5.16	オオイヌタデ	29.19	7.15	ツユクサ	36.23	7.96	イヌタデ	35.65	7.00	イヌビエ	31.19	8.02
6	シロザ	20.92	4.90	ツユクサ	20.62	5.05	ハコベ	34.10	7.50	ハコベ	23.44	4.61	アルファルファ	30.90	7.94
7	ハコベ	20.60	4.83	オオツメクサ	17.28	4.23	シロザ	32.75	7.20	エゾノギンギシ	19.12	3.76	ツユクサ	22.90	5.89
8	イヌビエ	19.31	4.52	イヌホオズキ	13.09	3.21	アルファルファ	12.25	2.69	アルファルファ	13.25	2.60	アキエノコログサ	16.56	4.26
9	エゾノギンギシ	16.85	3.95	キンエノコロ	6.41	1.57	イヌビエ	11.15	2.45	オオツメクサ	11.41	2.24	ハコベ	10.14	2.61
10	アルファルファ	13.27	3.11	エゾノギンギシ	6.12	1.50	アキエノコログサ	6.96	1.53	イヌホオズキ	10.16	2.00	オオツメクサ	1.81	0.47
11	キンエノコロ	5.76	1.35	イヌビエ	4.81	1.18	キンエノコロ	5.13	1.13	シバムギ	6.86	1.35	キンエノコロ	1.52	0.39
12	イヌホオズキ	2.10	0.49	ハコベ	1.88	0.46	イヌホオズキ	2.03	0.45	イヌビエ	5.92	1.16	イヌホオズキ	0.76	0.20
13	ミチヤナギ	1.49	0.35	ナギナタコウジュ	1.86	0.46	オーチャードスグ	1.48	0.33	キンエノコロ	5.35	1.05	ミチヤナギ	0.44	0.11
14	ホワイトクローバ	0.40	0.09				ナギナタコウジュ	0.57	0.13	ナギナタコウジュ	0.95	0.19	カタバミ	0.28	0.07
15	カタバミ	0.10	0.02				カタバミ	0.54	0.12	ヌカキビ	0.36	0.07			
16										カタバミ	0.25	0.05			
	合計	426.79	100.00	合計	408.15	100.00	合計	454.89	100.00	合計	508.99	100.00	合計	388.96	100.00

表 5. アルファルファ区における炭酸カルシウム施用処理別の風乾重および雑草の種数 (2 番草)

順位	無 施 用 区			300 g 区			600 g 区			900 g 区			1,200 g 区		
	草種名	重量 ^g	比率 [%]	草種名	重量 ^g	比率 [%]	草種名	重量 ^g	比率 [%]	草種名	重量 ^g	比率 [%]	草種名	重量 ^g	比率 [%]
1	アルファルファ	20.80	19.05	アルファルファ	145.26	78.35	アルファルファ	125.76	68.33	アルファルファ	268.95	99.31	アルファルファ	119.98	58.74
2	イヌタデ	19.54	17.91	アキノエノコログサ	15.14	8.17	イヌホオズキ	23.07	12.53	イヌホオズキ	0.89	0.33	イヌビエ	30.54	14.95
3	イヌホオズキ	19.26	17.66	イヌホオズキ	12.83	6.92	イヌタデ	15.09	8.20	イヌタデ	0.68	0.25	イヌホオズキ	20.43	10.00
4	イヌビエ	16.08	14.74	イヌタデ	5.18	2.79	アキノエノコログサ	7.11	3.86	アキノエノコログサ	0.16	0.06	アキノエノコログサ	10.46	5.12
5	エゾノギンギシ	11.03	10.11	イヌビエ	2.82	1.52	イヌビエ	6.23	3.38	エゾノギンギシ	0.14	0.05	エゾノギンギシ	7.72	3.78
6	アキノエノコログサ	8.60	7.88	キンエノコロ	2.35	1.27	オーチャードスグ	3.35	1.82				イヌタデ	7.67	3.75
7	ミチヤナギ	6.87	6.30	オーチャードスグ	1.40	0.76	キンエノコロ	0.88	0.48				オーチャードスグ	6.88	3.37
8	キンエノコロ	5.20	4.77	エゾノギンギシ	0.40	0.22	セイヨウポコ	0.75	0.41				キンエノコロ	0.27	0.13
9	ツユクサ	0.41	0.38				ナギナタコウジ	0.71	0.39				カタバミ	0.19	0.09
10	オーチャードスグ	0.39	0.36				レッドクローバ	0.53	0.29				ナギナタコウジ	0.14	0.07
11	ナギナタコウジ	0.36	0.33				ミチヤナギ	0.34	0.18						
12	ホワイトクローバ	0.24	0.22				ツユクサ	0.24	0.13						
13	カタバミ	0.17	0.16												
14	ハコベ	0.14	0.13												
	合 計	109.09	100.00	合 計	185.38	100.00	合 計	184.06	100.00	合 計	270.82	100.00	合 計	204.28	100.00

表 6. 炭酸カルシウム施用処理別の T-N 含有率、TAC 含有率および C:N 比

草種	処理項目	1 番 草			2 番 草		
		T-N(%)	TAC(%)	C:N比	T-N(%)	TAC(%)	C:N比
オーチャードグラス	無施用区	2.06	14.60	7.08	2.37	14.96	6.31
	300g区	2.44	14.38	5.89	3.12	16.26	5.21
	600g区	2.23	13.98	6.26	2.61	14.54	5.57
	900g区	2.32	14.72	6.34	2.36	13.44	5.69
	1,200g区	2.05	13.82	6.74	2.72	16.04	5.89
アルファアルファ	無施用区	2.37	7.48	3.15	3.01	17.80	5.91
	300g区	2.91	7.20	2.47	3.90	13.26	3.40
	600g区	2.36	8.90	3.77	3.53	11.58	3.28
	900g区	2.44	8.46	3.46	3.15	12.64	4.01
	1,200g区	2.53	8.46	3.34	3.76	9.76	2.59

3) 雑草の生活型

炭酸カルシウム施用処理別の雑草の生活型は図 4 および 5 のとおりである。すなわち、オーチャードグラス区における雑草の生活型は休眠型では Th (1 年生・越年生) (58.3 ~ 68.7%) が大半以上を占め、残りを H (半地中植物) (16.7 ~ 25.0%) と Ch (地表植物) (12.5% ~ 25.0%) で占めていた。散布器官型では D₄ (とくに散布のしくみがなく、重力にしたがって、その周辺に落下するもの) (55.5 ~ 69.2%) が大半以上を占め、残りを D₁ (果実や種子が微細で軽かったり、冠毛、羽毛状、翼などをもって、風や水によって運ばれるもの) (7.1 ~ 22.2%)、D₂ (果実が動物にたべられて種子だけが排出されたり、カギ、針、粘液などで動物や人体に付着して運ばれるもの) (11.8 ~ 21.4%) および D₃ (果皮の裂開力によって散布するもの) (5.6 ~ 7.7%) で占めていた。地下器官型では R₅ (地下や地上に連絡体をつくらず単立しているもの) (50.1 ~ 61.1%) が大半を占め、残りを R₄ (地表にほふく茎をのぼしあるいは倒伏し、ところどころに根をおろして連絡体をつくるもの) (15.8 ~ 30.8%)、R₃ (根茎が短く分枝し、最も狭い範囲に連絡体をつくるもの) (7.7 ~ 15.8%) および R(v) (根・茎が地下に垂直にのびる型のもの) (7.1 ~ 12.5%) で占めていた。そのほか、無施用区および 900g 区で R(o) (根・茎が地下に斜めに型の

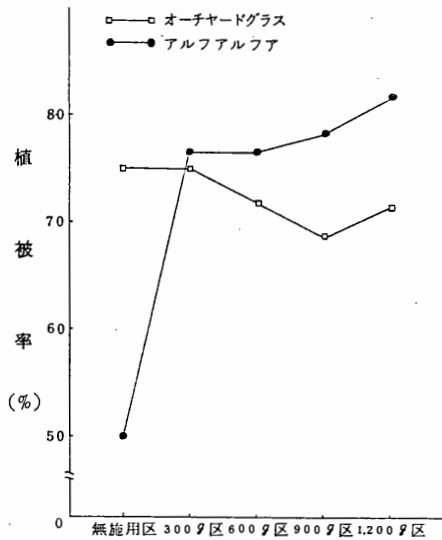


図 3. 炭酸カルシウム施用処理別の植被率

もの) (5.3~7.1%)が見出された。生育型ではb(分枝型)(26.2~33.2%)、P(ほふく型)(15.8~26.7%)、e(直立型)(13.3~25.0%)、t(叢生型)(13.2~20.0%)、r(ロゼット型)(6.7~15.8%)、およびps(にせロゼット型)(5.0~6.7%)で占めていた。そのほか、無施用区でpr(一時ロゼット型)(5.3%)が見出された。

このことから、オーチャードグラス区における雑草の生活型は生育型では無施用区でやゝ多様性になることが認められた。

アルファルファ区における雑草の生活型は休眠型ではTh(44.4~68.7%)が大半を占め、残りをH(18.8~40.0%)とCh(0.0~16.7%)で占めていた。ただし、900g区でChが見当らなかつた。散布器官型ではD₄(52.3~80.0%)が大半以上を占め、D₁(10.0~20.0%)、D₂(10.0~19.1%)およびD₃(0.0~9.5%)で占めていた。ただし、900g区でD₃が見当らなかつた。地下器官型ではR₁(38.0~64.6%)が半分前後を占め、残りをR₃(11.8~28.6%)、R₄(9.1~17.7%)およびR(v)(5.6~9.5%)で占めていた。そのほか、300g区および600g区でR(o)(4.8~5.6%)、無施用区でR₂(4.6%)が見出された。生育型ではt(16.7~50.0%)、b(20.0~33.1%)、p(10.0~20.0%)、e(10.0~19.1%)、r(4.8~13.6%)、およびps(0.0~0.5%)で占めていた。そのほか、無施用区および600g区でpr(4.6~8.3%)が見出され、900g区でprおよびpsが見当らなかつた。

以上、アルファルファ区における雑草の生活型は休眠型、散布器官型および生育型では900g区で単純になった。

4) 密度

炭酸カルシウム施用処理別の牧草および雑草の密度は表6および7のとおりである。すなわち、オーチャードグラス区における牧草の密度はおおむね炭酸カルシウム施用量が多くなるにつれて低い値を示した。雑草の密度は300g区、600g区、1200g区、900g区、無施用区の順であった。その中で、各区とも、ハコベおよびエゾノギシギシが高い値を示した。しかし、ハコベはほとんど下草となり害草にはなっていなかった。

アルファルファ区における牧草の密度は無施用区で極めて低い値を示し、処理区で高い値を示した。とくに、1200g区で顕著であった。雑草の密度は900g区、600g区、無施用区、300g区、1200g区の順であった。その中で、各区とも、ハコベ

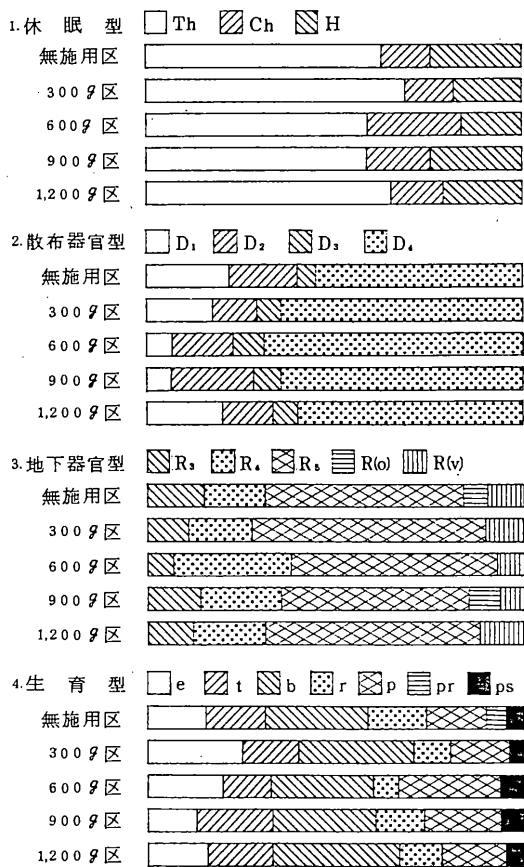


図4. オーチャードグラス区における炭酸カルシウム施用処理別の雑草の生活型

およびイヌタデが高い値を示した。とくに、ハコベが極めて高い値を示した。しかし、上述のように、ハコベは害草として認め難かった。

5) 相対優占度

炭酸カルシウム施用処理別の相対優占度は表8および9のとおりである。すなわち、オーチャードグラス区における牧草の相対優占度は600g区および900g区で高い値を示した。雑草の相対優占度は各区とも、エゾノギシギシ、イヌホオズキ、イヌタデおよびハコベが比較的高い比率を示した。

アルファルファ区における牧草の相対優占度は無施用区で低く、炭酸カルシウム施用区で高い値を示した。雑草の相対優占度は逆に無施用区で高く、炭酸カルシウム施用区で低い値を示した。その中で、各区とも、オーチャードグラス、イヌホオズキ、ハコベ、エゾノギシギシおよびイヌタデが比較的高い比率を示した。

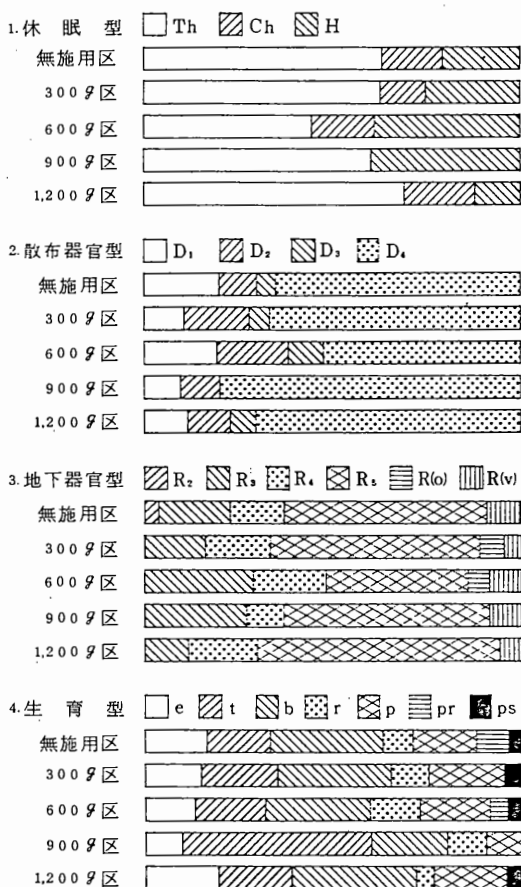


図5. アルファルファ区における炭酸カルシウム施用処理別の雑草の生活型

考 察

1) P_{oth} は牧草の最適 pH の範囲はケンタッキーブルーグラスは 5.5 ~ 7.5、シロクロバでは 5.6 ~ 7.0、アカクロバでは 6.0 ~ 7.5、アルファルファでは 6.2 ~ 7.8、スイートクロバでは 6.5 ~ 7.5 であると報告している。橋本²⁾は酸性に非常に鋭敏な牧草として、アルファルファ、レッドクロバ、スイートクロバ、酸性にやゝ抵抗力がある牧草として、チモシー、ブルーグラス、ベッチ類、レッドトップ、ベントグラス、シロクロバ、アルサイクロバを挙げている。小原⁵⁾は概して、イネ科牧草類は pH に対して鈍感であるが、中性付近でよく生育し、マメ科牧草類は好適 pH 6 以上で、それ以下の酸性の生育は極めて要いことを報告している。また、著者は砂耕栽培法による牧草類の pH 反応の実験を行ない、アルファルファおよびラジノクロバは pH が高くなるにつれて生草重が増大し、オーチャードグラスおよびチモシーは pH 4 で生草重を感じたが、そのほかの pH では顕著でなかったことを認めている。一方、雑草では菅原⁷⁾は 37 種類の雑草を適応酸度の強弱によって 6 段階に分類して、これに 0 ~ 5 の序数を付して、一覧表を作成している。これによると、ギシギシは 4.4 ~ 5.7、エノコログサは 4.5 ~ 5.8、ツユクサは 5.0 ~ 5.8、ハコベは 5.0 ~ 5.1 であると報告している。

表6. オーチャードグラス区における炭酸カルシウム施用処理別の密度

草種 \ 処理	無施用区	300g区	600g区	900g区	1,200g区
オーチャードグラス	954.67	944.00	704.00	784.00	640.00
エゾノギシギシ	101.33	42.67	21.33	26.67	32.00
ホワイトクローバ	0.00	48.00	21.33	42.67	16.00
イヌホオズキ	21.33	85.33	0.00	42.67	42.67
カタバミ	21.33	5.33	5.33	0.00	0.00
アキノエノコログサ	48.00	0.00	53.33	0.00	21.33
ヒメジョオン	0.00				
オオバコ	0.00			0.00	
ハコベ	48.00	746.67	677.33	549.33	704.00
イヌタデ	90.67	53.33	69.33	16.00	21.33
イヌビエ	0.00	10.67		0.00	37.33
オオツメクサ	0.00	32.00			0.00
ブタナ	5.33	10.67	5.33	0.00	0.00
キンエノコロ	53.33	21.33	74.67	0.00	0.00
シロザ	0.00	0.00	0.00		
ノボログキ	0.00	0.00			0.00
セイヨウタンポポ	0.00	0.00			10.67
ミチヤナギ		0.00	0.00	0.00	0.00
イヌビユ		0.00			
オオチドメ			0.00		
小計	389.32	1,056.00	927.98	677.34	885.33
合計	1,343.99	2,000.00	1,631.98	1,461.34	1,525.33

表7. アルファルファ区における炭酸カルシウム施用処理別の密度

草種 \ 処理	無施用区	300g区	600g区	900g区	1,200g区
アルファルファ	325.33	810.67	1,162.67	773.33	1,237.33
オーチャードグラス	58.67	0.00	26.67	0.00	0.00
エゾノギシギシ	32.00	117.33	90.67	37.33	21.33
アキノエノコログサ	74.67	48.00	0.00	0.00	48.00
イヌホオズキ	64.00	37.33	5.33	48.00	10.67
イヌタデ	53.33	26.67	106.67	64.00	21.33
ハコベ	981.33	1,242.67	1,968.00	3,072.00	1,024.00
ヤマヨモギ	0.00				
ブタナ	64.00	16.00	53.33		
ヒメジョオン	37.33				
ホワイトクローバ	0.00	5.33	0.00		0.00
オオツメクサ	42.67	0.00	0.00		0.00
キンエノコロ	69.33	64.00	0.00	0.00	0.00
ツユクサ	0.00				0.00
シロザ	16.00	5.33	0.00		0.00
カタバミ	5.33	5.33	37.33		0.00
ノボロギク	0.00	0.00	0.00		5.33
イヌビエ	133.33	10.67	0.00	0.00	26.67
ミチヤナギ	0.00				0.00
セイヨウタンポポ	0.00	0.00		0.00	16.00
オオバコ		26.67	0.00		
ツユクサ		5.33			
シバムギ			10.67	26.67	
エゾノキツネアザミ			0.00		
小計	1,631.99	1,610.66	2,298.67	3,248.00	1,173.33
合計	1,957.32	2,421.33	3,461.34	4,021.33	2,410.66

表8. オーチャードグラス区における炭酸カルシウム施用処理別の相対優占度 (SDR₂)

草種 \ 処理	無施用区	300g区	600g区	900g区	1,200g区
オーチャードグラス	32.70	29.09	38.17	35.20	30.32
エゾノギシギシ	11.65	8.68	8.39	9.68	9.52
ホワイトクローバ	2.07	8.90	12.21	6.74	4.71
イヌホオズキ	8.31	6.71	7.71	8.24	7.76
カタバミ	3.83	3.66	1.85	1.49	3.29
アキノエノコログサ	8.08	6.13	5.17	4.37	1.93
ヒメジョオン	1.04				
オオバコ	4.24			0.93	
ハコベ	5.44	6.81	4.31	4.54	6.75
イヌタデ	8.90	5.82	9.64	9.80	7.91
イヌビエ	1.84	4.64		6.08	5.95
オオツメクサ	3.23	4.36			1.42
ブタナ	1.31	2.42	2.10	0.57	1.88
キンエノコロ	2.63	2.27	6.05	5.51	4.93
シロザ	2.64	2.26	2.29		
ノボロギク	1.11	1.86			1.56
セイヨウタンポポ	0.98	0.88			7.93
ミチヤナギ		3.41	1.33	6.85	5.06
イヌビユ		2.10			
オオチドメ			0.78		
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

このことから、pHに対する牧草の適応範囲は雑草のそれよりも高いpHのところにあるものと思われる。とくに、このことはマメ科牧草類において明確であると思われる。

本実験においても、オーチャードグラスでは草丈、風乾重、雑草の生活型および植生など処理間に顕著な差は認め難かったが、アルファルファでは処理間に明らかな差異が認められた。

表9. アルファルファ区における炭酸カルシウム施用処理別の相対優占度 (SDR%)

草種 \ 処 理	無施用区	300 g 区	600 g 区	900 g 区	1,200 g 区
アルファルファ	15.76	22.82	22.24	24.61	23.51
オーチャードグラス	9.71	12.10	12.22	8.70	14.24
エゾノギシギシ	7.60	9.28	8.40	9.22	8.47
アキノエノコログサ	6.19	4.54	1.62	4.56	4.87
イヌホオズキ	11.08	7.18	5.85	7.42	4.84
イヌタデ	6.25	8.13	6.76	8.99	8.03
ハコベ	12.05	5.32	11.29	11.93	8.00
ヤマヨモギ	2.27				
ブタナ	1.84	1.37	1.33		
ヒメジョオン	1.93				
ホワイトクローバ	2.94	1.66	1.93		1.70
オオツメクサ	2.87	3.18	2.10		2.55
キンエノコロ	3.97	3.75	4.87	4.36	7.46
ツユクサ	2.04				
シロザ	2.49	4.10	3.45		0.93
カタバミ	1.87	1.69	1.11		1.09
ノボロギク	2.11	2.09	1.82		1.70
イヌビエ	1.46	10.35	3.45	6.33	7.55
ミチヤナギ	4.31				2.68
セイヨウタンポポ	1.26		2.96	4.49	0.90
オオバコ		1.57	2.28		
ツユクサ		0.87			1.48
シバムギ			4.96	9.39	
エゾノキツネアザミ			1.36		
合 計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

以上の結果から、オーチャードグラスは土壤酸度に対してやゝ鈍感であり、アルファルファは敏感に反応するものと考察される。したがって、アルファルファの栽培にあたって、土壤酸度を矯正することにより、雑草の生態的防除が可能であるものと考えられる。

文 献

- 1) Foth, H.D. (1978) : Fundamentals of soil science, John wily and Sons, Inc, New york, 201~223.
- 2) 橋本 武 (1981) : 酸性土壌と作物生育、養賢堂、東京、40~51.
- 3) 村山 三郎 (1979) : アルファルファの品種および栽培の概要、近代酪農、32(5)、26~31.
- 4) 沼田 真・吉 沢 長 人 (1978) : 新版日本原色雑草図鑑、全国農村教育協会、東京、8~13.
- 5) 小原 道郎 (1976) : 飼料作物・草地ハンドブック (三井計夫監修)、養賢堂、東京、65~66.
- 6) 菅原 清康 (1971) : 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究、新潟大学農学部付属農場研究報告、1、205~211.
- 7) 菅原 清康 (1973) : 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究、1. 雑草草種の適応酸度について、雑草研究、16、53~57.
- 8) 菅原 清康 (1975) : 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究、2. 雑草群落表示の基礎として土壌酸度、雑草研究、20、(1)、23~29.
- 9) 菅原 清康 (1975) : 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究、3. 火山灰黒ボク地帯における雑草群落の平均反応と土壌酸度との関係、雑草研究、20(3)、117~123.
- 10) 菅原 清康 (1976) : 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究、4. 異なる種類の土壌地帯における雑草群落の平均反応数と土壌酸度について、雑草研究、21(3)、107~111.
- 11) 菅原 清康 (1981) : 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究、11. 土壌酸度の変化による雑草の生態的防除について、雑草研究、26(3)、233~238.

シバムギ優占草地における除草剤散布及び 播種床造成法と更新後の植生

竹田 芳彦・蒔田 秀夫

(新得畜試)

更新によって草地の草生回復を計る際には新しい牧草を導入する前段で対象草地の牧草や雑草を枯殺又は抑制する方策がとられる。これは完全更新のみならず簡易更新でも同様である。完全更新で実施される反転耕起は植生を埋没させるため不良草種を除去する有効な手段となっている。しかし、草地にレッドトップ等の地下茎型草種が雑草として侵入している場合、反転が十分でなければ更新当初からこれらの草種が混入することになる。特にシバムギはレッドトップやケンタッキーブルーグラスより地下茎の拡散能力が高く、反転耕起でも防除が難しいとされる^{1, 2)}。

本試験ではシバムギ優占草地における更新時の除草剤散布と播種床造成法がその後のシバムギの再生、植生及び生産性に及ぼす影響を検討しようとした。除草剤としては地下茎型草種に対する枯殺効果をもつグリホサート液剤(ラウンドアップ)を用いた。

材料及び方法

供試草地：新得畜試場内シバムギ優占ほ場を供試した。前々作は牧草で前作はサイレージ用とうもろこしであるが除草が不十分であったためシバムギが優占した。処理時のシバムギの冠部被度は60～80%、草丈は約40cm、草量は生草で約700Kg/10aであった。

試験処理：播種床造成法として不耕起区、ロータベータを用いた浅耕区(深さ10cm)、前装二段耕プラウを用いた耕起区(深さ25～30cm)の3処理を設けた。耕起区ではグリホサート散布の有無によって耕起グリホサート散布区(PG区)、耕起グリホサート無散布区(P区)、浅耕区についても浅耕グリホサート散布区(RG区)、浅耕グリホサート無散布区(R区)を設けた。不耕起区はグリホサートを散布し、不耕起グリホサート散布区(NTG区)とした。グリホサート散布量は800ml/10a(水量50ℓ/10a、63.5倍液)とし、57年5月29日に散布した。播種床造成作業は散布後10日目より開始した。播種草種(品種)、量はチモシー(センボク)1.5Kg/10a、アカクローバ(サッポロ)0.8Kg/10aで、57年6月14日播種した。不耕起区の播種はパワーティルシードを用いた。造成時に10a当り炭カル200Kg、ようりん60Kg、2-20-4Kg(N-P₂O₅-K₂O以下同じ)、刈取り後2-0-4Kg、2年目7-10-15Kgを施用した。

結果及び考察

耕起及び浅耕によるシバムギの抑制効果

ロータベータによるシバムギの切断処理(R区)では処理後直ちにシバムギが再生し、生育も旺盛で抑制効果はほとんどないと考えられた(表1)。前装二段耕プラウによる反転耕起(P区)では処理直後の再生はロータベータ処理より少なく、2年目の1番草刈取り時(6月)まで若干の抑制効果があった。しかし、2年目2番草刈取り時(9月)にはシバムギの地下茎重及び茎数ともR区とほぼ同じレベルまで高まった。したがって、プラウによる反転耕起でもシバムギを十分抑制できないと考えられた。

表1. シバムギの冠部被度、茎数及び地下茎重

処 理 区	冠部被度 (%)		茎 数 (本/m ²)				地下茎重(DWG/m ²) ²⁾		
	57 5.29 ¹⁾	7.7	58 9.21	57 7.7	58 5.4	7.2	9.19	58 5.6	9.19
P ³⁾	60	20	43	131	325	204	528	95.6	230.4
PG	70	0	0	10	7	7	36	0.0	0.0
R	82	90	40	1,092	1,546	410	564	352.0	226.4
RG	64	0	0	0	4	7	11	0.0	0.8
NTG	58	0	0	0	0	0	58	0.8	11.6

1) 年・月・日を示す。57年5月29日は処理前。

2) 地下茎重には一部根を含む。

3) Pは耕起グリホサート無散布区、PGは耕起グリホサート散布区。

Rは浅耕グリホサート無散布区、RGは浅耕グリホサート散布区。

NTGは不耕起グリホサート散布区を示す。

グリホサートによるシバムギの抑制効果：シバムギに対する殺草効果は散布2日目頃より表われ、播種床造成作業時には地上部のほとんどが枯死していた。処理後のシバムギの再生は極めて少なく、無散布区との差は顕著であった(表1)。グリホサートは茎葉吸収移行型で地下部まで移行させるためには十分な時間が必要とされる。したがって散布から播種床造成作業まである時間おく必要があるが、本試験の結果からこの期間は10日間程度で十分と考えられた。シバムギを対象とした場合、グリホサートの薬量は浅耕方式及び不耕起方式とも800 ml/10a以上の薬量は必要ないと思われた。また、道の除草剤使用基準では完全更新を前提とした場合に薬量を250~500 ml/10aとしており、簡易更新方式でもこのレベルまで薬量を少なくできるか検討しておく必要がある。

播種床の状態及び牧草の発芽・生育：播種床の状態はPG区が前植生の露出もなく最も良好であった。P区では反転不良な所でシバムギの地下茎が散見された。RG区ではシバムギ等の枯死茎葉及び地下部が露出している状態であった。R区ではシバムギ等が枯死することなく露出しており、すでに再生が始まっていた。NTG区では枯死茎葉が地表面を覆っていた。

牧草の発芽期は各区ともチモシー6月25日(播種後10日)、アカローバ6月21日(播種後7日)であった。発芽直後の株数(表2)は播種法を異にするNTG区を除き播種床の状態とほぼ一致した傾向を示していた。その後、牧草の株数はいずれの区も減少した。特にシバムギの再生量が多かったR区及びP区ではチモシーの株数が他区より少なかった。また、株数の推移からみてシバムギによる播種牧草に対する生育抑制はアカローバよりチモシーに強く表われていた。この傾向は草丈についても同様であった。なお、グリホサートを散布した場合播種牧草の生育がやや抑制されたとの報告もあるが、本試験では確認できなかった。

草種割合：更新後どの播種床造成方式とも一年生雑草が増加した。この傾向はグリホサート散布区で顕著であった。一年生雑草は初年目の刈取り後減少した。2年目の生草収量中に占めるシバムギの割合

表2. 牧草の株数推移 (株/m²)¹⁾

処 理 区	57 7. 7		9. 1		58 5. 4		7. 2		9. 19	
	Ti ²⁾	Rc	Ti	Rc	Ti	Rc	Ti	Rc	Ti	Rc
	P	1,883	272	146	171	146	175	47	131	13
PG	2,682	507	206	349	157	261	79	167	33	92
R	1,454	165	81	84	81	93	39	82	8	69
RG	2,083	168	224	129	224	121	118	107	35	69
NTG	716	227	197	153	111	152	63	93	39	63

1) 1区当たり0.09 m²8か所を定点調査した。

2) Tiはチモシー、Rcはアカクローバを示す。

は(図1) R区及びP区が高く、両区とも1番草より2番草で高まった。このため2年目における牧草率(チモシーとアカクローバの合計)は散布区ではほぼ100%であったのに対して、グリホサート無散布区では低かった。アカクローバ率は全区とも高かったが、処理間で一定の傾向は認められなかった。

収量: 2年目における収量は乾物及び可消化乾物とも(表3)初期からシバムギが優占したR区が少なかった。その他の区はPG区と大差なかった。しかし、シバムギを除いた牧草収量(図2)でみるとP区も低収であった。RG区及びNTG区は牧草収量でもPG区と大差なかった。本試験で供試したほ場はサイレージ用とうもろこしの跡地であり土壌の化学性、物理性は比較的良好であったと考えられる。このような条件では簡易更新で完全更新に匹敵する収量が得られやすいことを本試験の結果は示すと考えられる。

摘 要

1. ロータベータ処理によるシバムギの抑制効果はほとんどなかった。プラウによる反転耕起でも短期間の抑制効果しか得られなかった。
2. グリホサートによるシバムギの抑制効果は播種床造成法にかかわらず顕著で、牧草率を高めた。

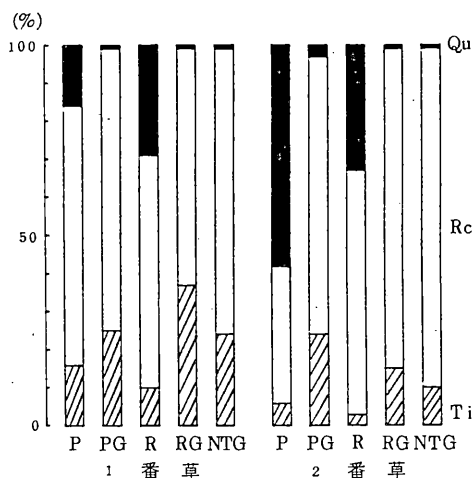


図1. 2年目における草種別生草重割合

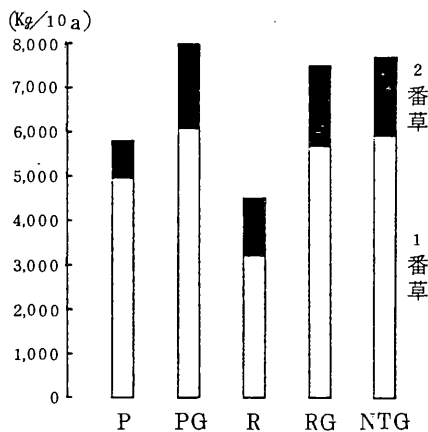


図2. 2年目におけるシバムギを除く牧草生草収量

表3. 2年目における乾物及び可消化乾物(DDM)収量¹⁾

	処理区	乾物			D D M		
		1 番草	2 番草	計	1 番草	2 番草	計
Kg/10 a	P	609	306	915	472	158	630
	PG	595	331	926	455	182	637
	R	500	350	850	383	178	561
	RG	592	311	903	457	167	624
	NTG	573	326	899	446	181	627
指 数	P	102	92	99	104	87	99
	PG	100	100	100	100	100	100
	R	84	106	92	84	98	88
	RG	99	102	98	100	92	98
	NTG	96	98	97	98	99	98

1) 1区当り4 m²6カ所を調査した。

3. 2年目におけるシバムギを除いた牧草収量はR区及びP区で少なかった。グリホサートを散布した場合播種床造成方式間での収量差は小さかった。

引用文献

1. 本江昭夫・八木沢祐介・福永和男(1980): 雑草研究 25、127-130
2. 本江昭夫(1982): 雑草研究 27、98-102
3. 北海道(1983): 昭和58年度農作物病害虫防除基準・除草剤使用基準
4. 平島利昭(1983): 北海道草地研究会報 17、55-58

永年放牧草地の草生回復

第3報 表層播種機の相異による新播牧草の発芽・定着性

平島 利昭・藤岡 澄行^{*}・佐藤 康夫・宮下 昭光
 (北農試、現農業機械化研究所)

永年放牧地では、草種構成の悪化や生産性の低下が問題となっているが、一般にこのような草地は、傾斜地、浅表土地、石礫地などが多く、耕起更新が困難である。そこで、著者らは公共草地を初めとする永年放牧草地の簡易な草生回復法について検討を進め、前報^{1), 2)}までは、既存植生を除草剤で抑圧し、不耕起でドリル状播種機により新草種を追播し、除草剤処理が有効な手段となりうることを報告した。今回は、このような不耕起追播の場合に用いる播種機の相異による新播草種の発芽および定着性に及ぼす影響を検討した。

試験方法

石狩支庁浜益村の群別牧場で、造成後 15 年目の放牧草地を供試した。供試草地の植生はオーチャードグラス、ケンタッキーブルーグラスが主体で、ワラビ、フキ、スゲ類の侵入で植生構造が悪化し、生産性の低下した草地であったが、鈹質重粘で表土に石礫が多く、耕起更新の困難なところであった。

表1. 試験設計

試験区構成			播種機の機能					
地形 (2)	前植生抑圧 (3)	播種機 処理 (6)	播種機構 (mm)			覆土機構		
			条播	溝巾	溝深	表層播種	溝内	表層
平坦 (0~5度)	掃除刈	ディスク方式	ND	152	6~15	30~40		
		NS	200	5	30~60	○		
傾斜 (10~15度)	グリホサート パラコート	ドリル方式	BD	200	15	35~45	○	
		BS	200	20	50~90	○	○	○
		無処理	(地表を機械的に全く処理せずに施肥、播種)					
	耕起		(慣行法で、耕起、碎土、施肥、播種、鎮圧)					

注) 使用機種: NDはスーパーディスク(コナーシェア社)、NSはギャザー(井セキ農機社)、BDはパワーテルシーダ(ジョンデア社)、BSはPR-1(農業機械化研究所)

試験設計は、表1に示したように地形、前植生抑圧法および播種機処理をすべて組み合わせ、別に地形別に慣行耕起区を加えた。播種機構は、播種溝巾の狭いディスク方式(ND, NS)と溝巾の広いドリル方式(BD, BS)、また溝内だけに播種(ND, BD)と溝内とともに表層にも播種できる(NS,

BS)ものに大別できる。ドリル方式の溝内は覆土され、BSは表層部も覆土できる。分割試験区法で配置し、最小試験区の1区面積は40 m²とした。

播種牧草は、10 a当りオーチャードグラス 1.0 Kg、ペレニアルライグラス 1.5 Kg、シロクロバ 0.5 Kgとした。播種に先立って既存植生を抑圧するため、グリホサート(300cc/10a)を7月13日に、パラコート(500cc/10a)を8月1日にそれぞれ散布し、8月4日に播種した。播種時には、10 a当り炭カル 200 Kg、ようりん 50 Kgおよび草地化成(055) 40 Kgを表層散布し、過石 50 KgはBS、無処理両区は表層散布し、その外は種子と混合施用した。

試験結果

新播草の発芽状況とその後の生育経過は表2に掲げた。

表2. 発芽状況と初期生育

項目	地形 播種機 処理 前植生 抑圧		平坦地					傾斜地						
			デスク方式		ドリル方式		無 処 理	耕 起	デスク方式		ドリル方式		無 処 理	耕 起
			ND	NS	BD	BS			ND	NS	BD	BS		
			ND	NS	BD	BS	ND	NS	BD	BS				
2週目の被度 (%)	グリホサート		2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	3
	パラコート		25	20	25	25	40	5	25	15	20	10	30	8
播種後2週目 の発芽状態	グリホサート	イネ	2	1	3	1	0	2	2	3	4	3	0	3
		マメ	2	3	4	3	1	2	2	4	4	4	1	3
	パラコート	イネ	1	1	3	1	1	2	1	3	3	3	1	3
		マメ	1	1	4	3	2	2	2	2	4	3	1	3
播種後4週目 の新播草立毛 数 (本/0.1 m ²)	グリホサート	イネ	27	15	54	54		63	56	34	69	86		48
		マメ	43	23	56	106		95	25	21	18	72		75
	パラコート	イネ	28	22	42	60			52	20	69	50		
		マメ	4	8	11	53			21	8	9	27		
播種後7週目 の被度 (%)	グリホサート	牧草	30	20	85	90	80	95	33	35	40	85	15	85
		雑草	30	20	10	5	5	5	2	3	10	2	5	15
	パラコート	牧草	85	85	99	95	94		93	82	90	95	85	
		雑草	5	5	1	2	1		2	8	5	3	7	
播種後7週目 の新播草の草 丈 (cm)	グリホサート	イネ	18	15	23	20		20	22	18	18	30		26
		マメ	11	11	11	13		15	7	3	3	12		10
	パラコート	イネ	14	16	27	11			14	16	16	17		
		マメ	7	8	8	14			3	2	3	4		

播種時には、除草剤処理により既存植生の地上部はほぼ完全に枯死していた。播種2週間目(8月19日)には、グリホサート区では僅かの雑草以外は再生しなかったが、パラコート区では20~40%の被度で既存牧草が再生した。一方除草剤を用いない掃除刈区では、この時点で草丈で25~30cm、草量で500Kg/10a程度再生したので、掃除刈りを行った。

新播草の発芽は、前植生の再生が少なかったグリホサート区で全般に良好であった。播種機別にはドリル方式のBD, BS両区では、溝内の発芽が早くかつ整一であったが、デスク方式のND, NS両区ではやや劣り、また無処理区やNS, BSなどの表層播種部ではきわめて不良であった。全般に傾斜地の発芽が勝ったが、これは平坦地では播種後の8月上~中旬の高温と土壤乾燥の影響が大きかったものと考えられる。

新播草の定着状況は、播種4週間目(9月1日)に識別可能となった立毛数によって調査した。その結果、再生草の少ないグリホサート区では、ドリル方式の両区で全般に立毛が多く耕起区に近い値を示し、とくに傾斜地のイネ科、平坦地BS区のマメ科などは耕起区を凌いだ。またBS区では表層播種部の覆土効果も認められた。一方デスク方式では、密条播のND区(条播が152mmで他区より狭い)の立毛がやや多いほかは、全般に少なかった。パラコート区は、再生草により新播草は抑圧されたが、グリホサート区と同様の傾向を示し、ドリル方式の両区では、新播草の立毛が条状に明瞭に識別できた。地形別には発芽状態を反映して傾斜地の立毛が全般に多かった。

播種7週目(9月20日)の調査によると、グリホサート区では、デスク方式の2区はなお新播草の被度は低かったが、ドリル方式の2区は牧草被度が高まり、とくに表層播種、覆土を伴ったBS区の牧草被度は耕起区に匹敵した。また発芽、立毛数でみられた地形による差も全般に縮まったが、平坦地ではマメ科、傾斜地ではイネ科の割合が高かった。一方パラコート区では、再生草により全般に牧草被度が高く、新播草の識別は明瞭でなかったが、この時点で行った掃除刈り時の全草量では、やはりドリル方式が勝った。

新播草の草丈は、再生草の抑圧をうけたパラコート区よりも、グリホサート区で全般に勝った。とくにグリホサート区のドリル方式では、傾斜地のBD区以外のイネ科牧草の草丈は耕起区より勝り、BS区のマメ科牧草の草丈も同様であった。

図1には播種11週目の10月17日に行った最終刈取量を掲げた。

グリホサート区では、その後平坦地の牧草定着が進み、雑草はやや多かったが全般に高い牧草収量を示した。播種機別には、地形にかかわらずBS区がもっとも高収で耕起区を上廻り、とくに平坦地で顕著であった。ついで密条播となったND区の収量が高かった。一方ドリル方式のBD区は、溝内牧草の密度が高かったが、生育が進むに伴って競合が強くなり、一方条間の牧草立毛が欠けているため生産草量は低く、とくに傾斜地でこの傾向が大きかった。NS区では表層播種牧草の定着が少なく、平坦地、傾斜地とももっとも低収に終わった。

パラコート区は、20日前に行った掃除刈り収量を含めて示したが、全収量ではドリル方式のBD, BS両区で高収となり、とくに最終刈調査では新播のペレニアルライグラスが多く、傾斜地では耕起区と同等の生産量となった。掃除刈区の収量は省略したが、およそ1,000Kg/10a程度で、パラコート処理区の5~8割程度であり、しかも播種機別の区間差は少なかった。

永年草地の表層土は堅密化しているため、播種機による通気水性改善効果が期待される。そこで表層土壌(5cm)の3相分布を調査し、その結果を図2に掲げた。

全般に平坦地に比べて傾斜地はやや重粘、堅密で、孔隙は少ないが飽水度は現地およびpF 1.5相当ともに高く毛管孔隙が多かった。このため先に示した牧草の発芽および乾燥期の初期生育が良好であったものと考えられる。播種機別にはドリル方式で表層覆土するBS区では、覆土部分の影響で固相容積、重量とも大きく減少し、孔隙が増加して飽水度も低下し、播種床として適条件となっていた。これに対して同じドリル方式のBD区では溝による若干の孔隙増加があり、飽水度も低下したが、条間が無処理のため固相重量はあまり変らなかった。デスク方式では、傾斜地のNS区でやや飽水度が低下したほかは大きな差がなかった。したがって、ドリル方式がデスク方式より土壌の物理性改善効果が高いと思われた。

摘 要

除草剤利用の牧草追播に際し、播種溝の広狭および表層播種併用の有無を異にする4種類の表層播種機について検討した。その結果はつぎのとおりであった。

(1) 広幅播種溝となるドリル方式は切断式播種溝のデスク方式に比べて追播草の発芽および初期生育は良好であるが、その後溝間の再生草により生育が抑圧された。

(2) 表層播種併用では、表層部分の新播草の発芽・定着は、覆土がある場合は最良となり、順調に定着するが、無覆土では最低となった。

(3) 広幅播種溝のドリル方式の施工跡地では、土壌孔隙量の増大、液相の減少、気相の増加などによ

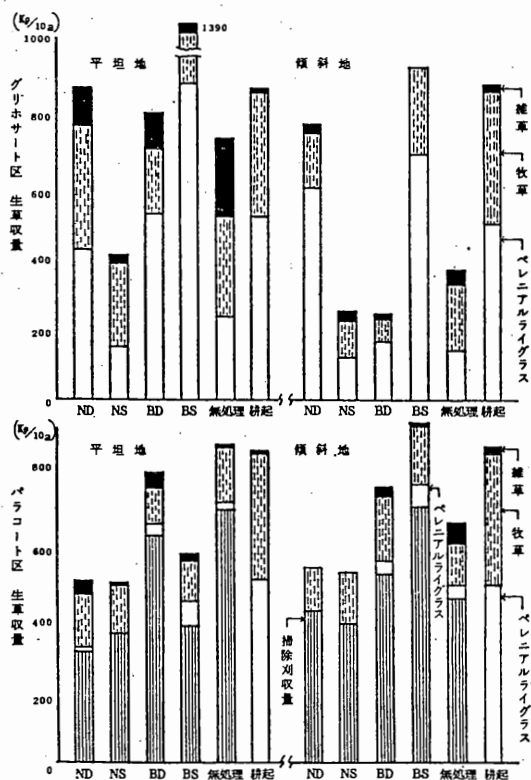


図1. 最終刈取生草収量

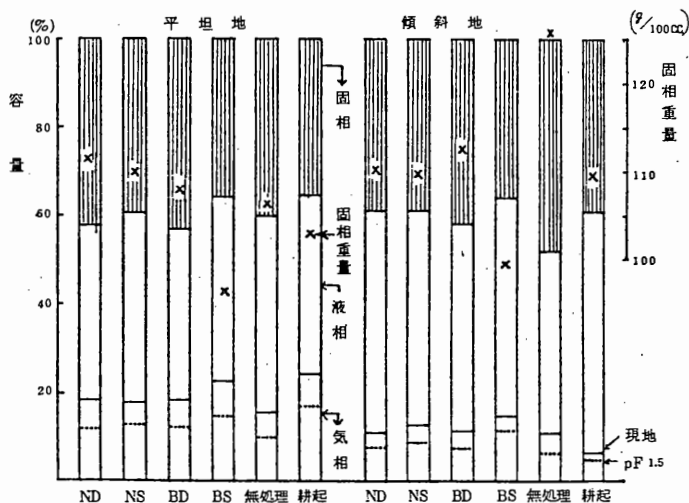


図2. 土壌の3相分布

り通気、通水性の改善効果が期待できた。

引用文献

- 1) 平島利昭 (1982) : 北海道草地研究会報、第 16 号、80 ~ 82。
- 2) _____ (1983) : 北海道草地研究会報、第 17 号、111 ~ 114。

十勝地方のアルファルファの収量性と栄養成分

須田 孝雄 (十勝農協連) ・土谷 富士夫・丸山
純孝 (帯広畜大) ・小松 輝行 (新得畜試)

はじめに

十勝地方におけるアルファルファ栽培の問題点とその解決方向をさぐるため、1981~82年の2年間越冬性の問題を軸に管内全域にわたる実態調査をすすめてきた。調査結果に基づき、十勝を断根地帯、雪腐黒色小粒菌核病地帯 (生物型 A、以下雪腐病地帯と言う)、とその中間地帯の3つに区分した。比較的多雪条件下で経過した過去2ヶ年のアルファルファの収量性は断根地帯≒中間地帯>雪腐病地帯の順で、雪腐病問題がクローズアップされた¹⁾。

しかし、1982~83年冬は、暖冬とはいえ、少雪年で経過した為、これまで収量性の高かった断根地帯で新たに凍害問題が発生した。そこで、1983年6月10日をメドに、管内全域にわたるアルファルファ草地の収量性と栄養成分についていっせい調査を実施したので、その結果を報告する。

調査方法

1983年6月10日のいっせい調査実施予定の農家のアルファルファ草地にメチレンブルー凍結深度計 (畜大式) を設置し、原則として毎日の積雪深と土壤凍結深を観測した。また、6月10日のいっせい調査は各単位農業改良普及所と農協が実施し、そのサンプルを十勝農協連分析センターに搬入した。

無機成分は原子吸光法と分光光度法で、一般飼料成分は近赤外線法により分析したものである。

結果と考察

図1に十勝のアルファルファ草地における積雪深と土壤凍結深さの推移（'82～'83年）を示した。

十勝のアルファルファ草地は積雪のほとんど無い所から1m前後の所まで、ほとんどまんべんなく存在している。土壤凍結深も積雪深と表裏一体の関係にあり、凍結のほとんどない所から約85cmに達するところまで様々であった。このことは、十勝地方の冬を一つの地点で代表しえない、極めて複雑な地帯であることを意味している。

この複雑な冬を経過する十勝をアルファルファの雪腐病と凍害発生程度を基準にして（'83年度調査）地帯区分しなおし、区分別の積雪・凍結深の推移と区分地図を図2、3に示した。

この冬に初めて認識されたアルファルファ凍害の詳細^{2,3)}は続報で示すが、アルファ

ルファの株がエゾノギシギシと共に完全に枯死するような重大な問題を含んでいる冬枯れである。また、枯死までに至らないが、翌春の生長が遅れる程度の場合は軽度の凍害発生地帯として区分した。中間地帯とは、雪腐病被害も凍害もほとんど認められなかった地帯を指している。

そこで、この冬の地帯区分に基づき、6月10日にいっせい調査したアルファルファの生育量の比較を行った（図4）。乾物収量は中間地帯で最も高い傾向にあり、次いで軽度の凍害地帯・雪腐病地帯が続き、重度の凍害を受けた地帯の収量は極端に低いものであった。草の伸びは乾物収量にほぼ対応しており、草丈が生育阻害の重要な目安となりうる。今回の凍害発生地点は断根地帯と一致しているが、過去2ヶ年の収量調査や微地形的に多少雪で被覆された所は断根しても凍害をまぬがれていること等から判断して、適度の積雪さえあれば断根自体がアルファルファ草地の低収化の主因となるとは考え難い。少雪下で低温の影響を直接受け易い場合に、たとえ前年度まで十勝で上位を占めた草地であっても、凍

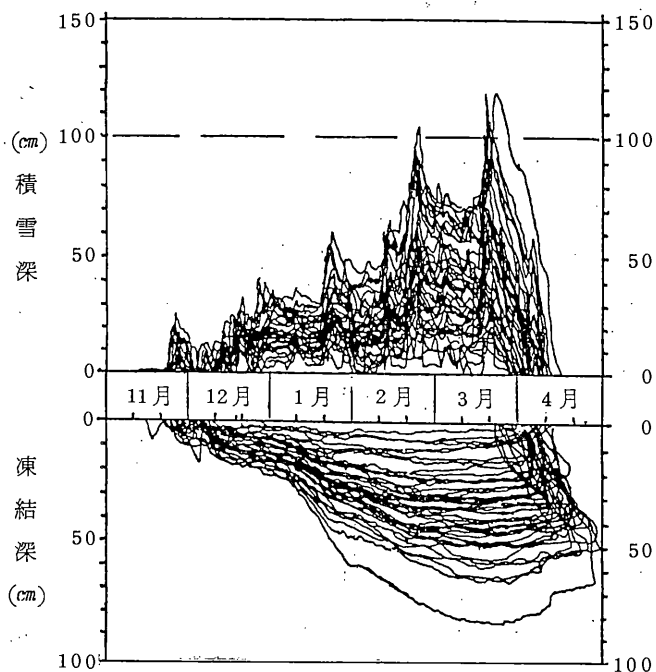


図1. 十勝のアルファルファ草地における積雪深さと土壤凍結深さの推移（1982～1983年）

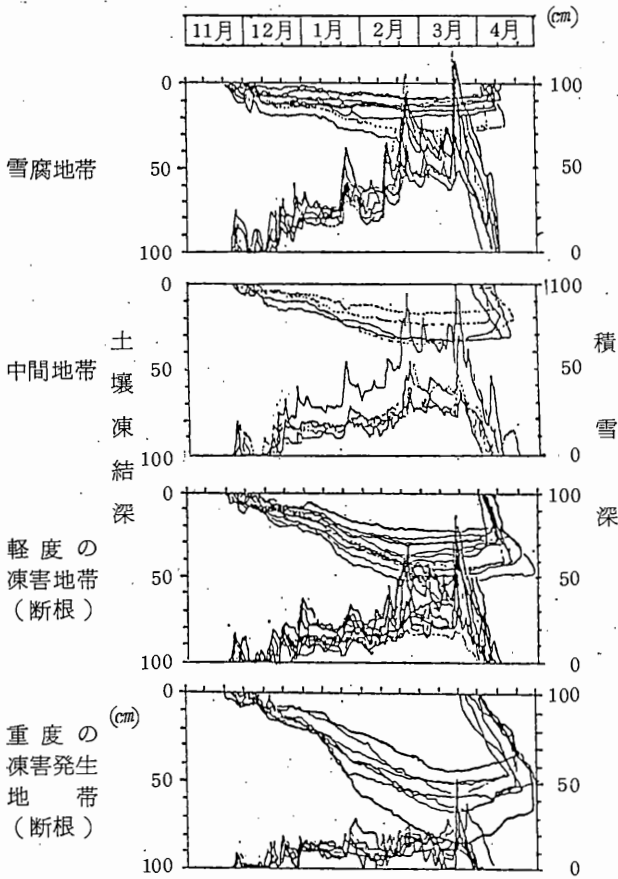


図2: 冬の区分と積雪・凍結深の推移 (1982~83)

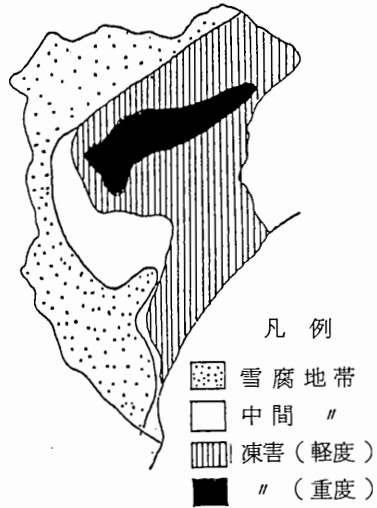


図3: 1982~83年冬におけるアルファルファの雪腐黒色小粒菌核病被害と凍害の発生分布

害によりひと冬で利用不可能な程の草地に変貌してしまう。このように、凍害こそが十勝のアルファルファ栽培定着化の最大の障壁となっていることが実態的に明らかとなった。

アルファルファの栄養成分が、生育量でみられたように、越冬条件のちがいに大きく影響されるものなのか否かについて検討した(図5、表1)。その結果、収量性での地帯間差が大きかった割に、TDN、CP、一般飼料成分、無機成分等の地帯間差はほとんど認められなかった。

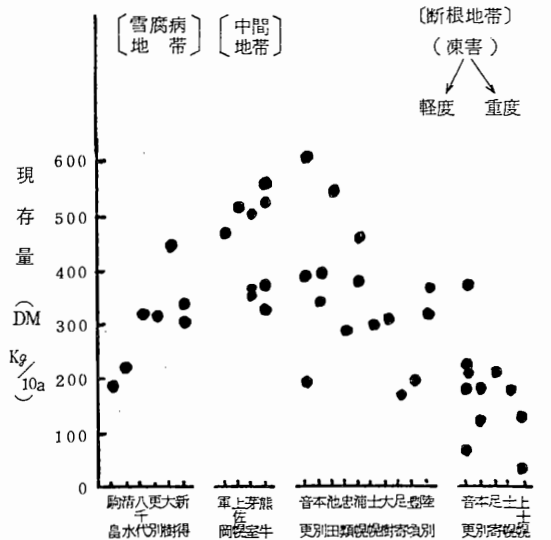


図4: 十勝の地帯区分とアルファルファの生育量比較 (1983年6月10日現在)

謝 辞

本調査の実施に当り全面的協力をいただいた十勝支庁管内農業改良普及所および全農協の関係者各位に厚くお礼申し上げます。また、冬期間のアルファルファ草地の積雪・土壌凍結深のデータは43戸の農民自身が記録したものであることを銘記し、深く感謝と敬意を表します。

引用文献

- 1) 十勝農協連 (1983): 十勝におけるアルファルファ草地の現況、昭和57年度十勝農協連畜産指導資料。
- 2) 小松輝行ら(1984): アルファルファの凍害と微地形との関係、北草研会報18号、161~164
- 3) 小松輝行ら(1984): 十勝地方におけるアルファルファの凍害分布とその特徴、北草研会報18号、165~168

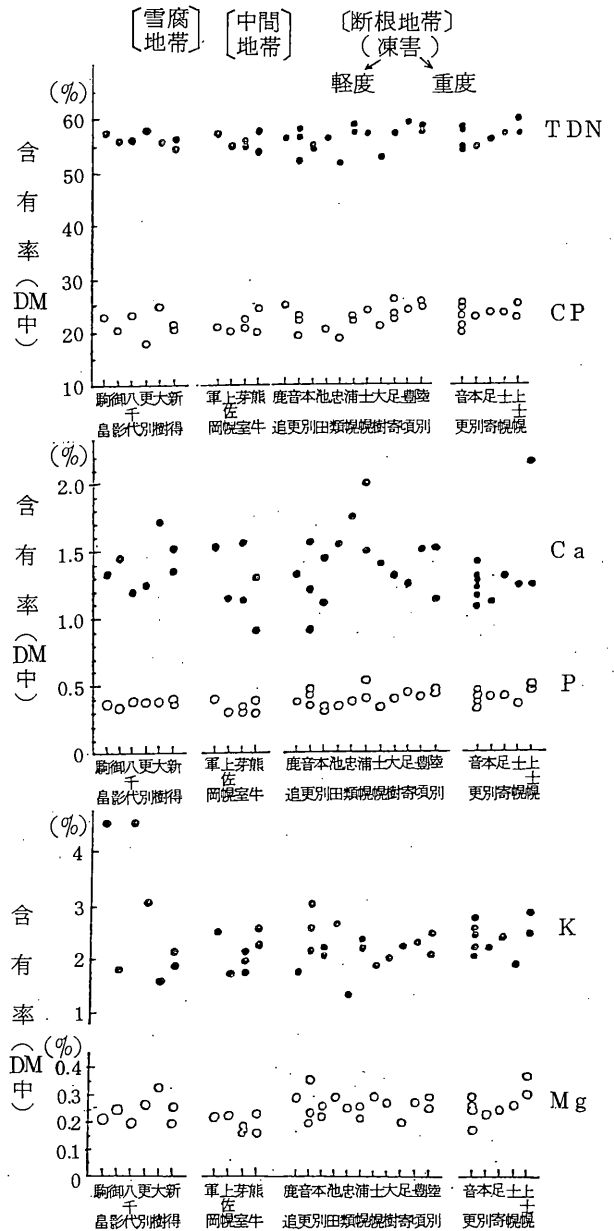


図5. 十勝の地帯区分とアルファルファのTDN、CPおよび無機成分%の比較

表1. 十勝の地帯区分とアルファルファの化学組成 (% DM中)

項 冬 の 目 区 分	ADF	OCC	OCW	O _a	O _b	OCC + O _a	Crude Fat	N·CW FE
雪腐帯	34.9	41.6	48.8	10.0	38.7	51.6	4.4	18.4
SD	2.2	1.8	2.6	2.1	1.8	1.9	0.5	3.6
中間帯	31.7	44.6	44.9	7.0	37.9	51.5	4.7	21.3
SD	2.6	2.8	3.0	2.6	1.8	1.6	0.2	1.9
(凍害) 断根地帯	33.9	42.2	47.4	9.7	37.8	51.8	4.8	17.8
軽SD	3.2	3.5	3.8	3.2	3.6	3.5	0.4	2.5
重	32.9	43.2	46.3	9.6	36.7	52.8	4.7	18.7
SD	3.3	3.7	4.0	3.2	3.0	2.9	0.4	2.9

OCW:総繊維、O_a:高消化性繊維、O_b:低消化性繊維、N·CW·FE:糖・デンプン・有機酸
(100%可消化)

アルファルファの雪腐小粒菌核病対策 としての薬剤防除効果

丸山 純孝・丹伊田 進・土谷富士夫(帯広畜大)
小松 輝行(新得畜試)・高橋 敏(十勝農協連)

多雪地帯のアルファルファ草地に確認された雪腐黒色小粒菌核病対策として初冬期における刈取りの効果およびこれにさらに薬剤防除を加えた場合の効果について調査検討した。

試 験 方 法

1. 調 査 草 地

(1) 生育追跡調査草地

- イ 帯広市八千代地区(初冬期より比較的多い積雪があり、最大土壌凍結は10 cm程度)
- ロ 幕別町駒島地区(初冬期の積雪は比較的少なく、最大土壌凍結は27 cm程度)

(2) 以上2草地の他に新得地区2草地、清水町御影地区の1草地を1番草の乾物収量を中心に調査した。

2. 調査地の処理

両生育追跡調査草地において、1処理区 10 m×4 mとし、1982年11月16日に刈取区と無刈取

区を設け、さらに薬剤処理区（バシタックとキノンドウの2区）と無処理区をそれぞれ設けた。なおその後降雪があったので11月26日に2回目の薬剤処理を行った。

3. 薬剤処理

バシタックおよびキノンドウともに500倍に希釈し、 m^2 当り100CC散布した。

4. 調査方法

1983年4月19日より当初2週間隔で各処理区10個体をランダムに抽出し、草丈と茎数を調査し、6月8日には刈取りを行い各個体の生草重を測定した。

結果と考察

草丈の推移：八千代地区の草丈の推移を図1に示した。第3回の調査日（5月18日）までは、刈取の有無にかかわらず比較的緩慢な伸長を示すが、以後急速な伸長生長に転じている。刈取区が無刈取区より優位にあり、また薬剤処理の効果も現れている。

茎数の推移：八千代地区の茎数の推移を図2に示した。4月19日においては、無刈取一薬剤無処理区は10個体中2個体の萌芽をみるのみであり、茎数も各1茎である。しかし同日の刈取一バシタック処理区にあっては、10個体全てが萌芽し（茎数平均28本）、対照区と明確な差異を示している。また茎数出現のピークに達する時期も薬剤処理区で早く（5月4日）、伸長生長が顕著になり始める5月18日には減少に転じている。また減少程度も大きい傾向にある。これに対し薬剤無処理区では5月18日にピークに達し、以後の減少傾向も緩慢である。

刈取時の収量構成要素：6月8日における両地区の各収量構成要素の成績は表1に示した。最も成績の良い刈取一バシタック処理区と対照区の無刈取一無薬剤の両区を比較すると、八千代地区では、いずれの要素においても刈取一バシタック処理が優位を示し、その結果平均個体重において2倍近い差を示している。また駒島地区についても、八千代地区程顕著な差ではないが、いずれの要素においても刈取一バシタック処理が優位を示している。八千代地区と駒島地区を比較すると、八千代地区の優位が明らかである。これについては、両地区の積雪、土壤凍結など冬の環境の差異を大きく反映するものと考えられるが今後さらに検討を加える必要がある。

新得および清水地区の成績：新得地区の2草地と清水町御影地区の成績を示せば表2～4のごとくである。薬剤防除の効果は何れの地区でも明らかであり、10～20%程度の増収効果となっている。

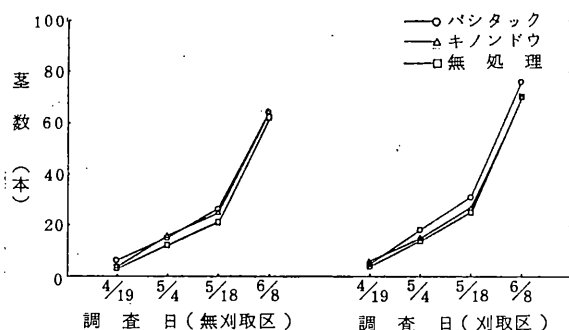


図1. 草丈の推移・八千代（帯広）

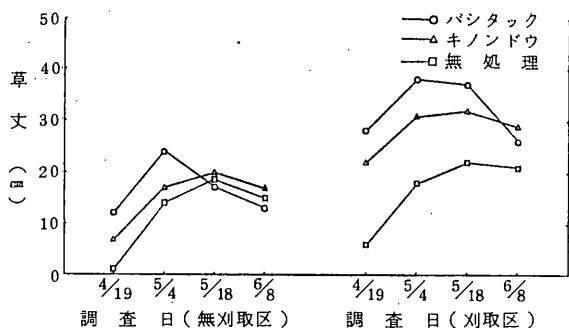


図2. 茎数の推移・八千代（帯広）

表1. 収量構成要素の比較 ('83. 6. 8)

			草 丈 cm	茎 数 本	平均茎重 g/茎	平均個体重 g/個体
八 千 代	無刈取区	バシタック	64.3(0.13)	12.8(0.52)	5.4(0.38)	68.6(0.67)
		キノンドウ	64.2(0.13)	17.1(0.26)	6.1(0.31)	103.5(0.48)
		無処理	62.4(0.18)	14.9(0.50)	6.8(0.34)	101.5(0.77)
	刈取区	バシタック	76.3(0.06)	26.3(0.28)	7.9(0.61)	207.5(0.31)
		キノンドウ	70.3(0.10)	28.7(0.11)	5.6(0.24)	159.5(0.58)
		無処理	69.8(0.08)	20.6(0.53)	6.2(0.16)	127.5(0.42)
駒 島	無刈取区	バシタック	51.6(0.09)	9.4(0.49)	3.1(0.42)	28.8(0.73)
		キノンドウ	54.0(0.24)	13.2(0.76)	5.4(0.53)	71.9(0.75)
		無処理	54.8(0.11)	14.8(0.49)	4.1(0.47)	59.7(0.54)
	刈取区	バシタック	58.7(0.11)	15.1(0.45)	4.8(0.38)	73.0(0.65)
		キノンドウ	48.0(0.18)	8.1(0.56)	4.4(0.40)	35.5(0.74)
		無処理	54.7(0.14)	10.6(0.47)	4.6(0.39)	50.7(0.61)

()内は変動係数

表2. アルファルファの雪腐黒色小粒菌核病に対する薬剤防除試験 (1)
(新得町 O牧場'83年6月22日 1番DM収量 Kg/10a)

薬剤の種類 濃度 散布回数	キノンドウ 濃	キノンドウ 薄	バシタック 濃	無処理	平均
1 回目のみ	450 (100)	471 (105)	454 (101)		458 (102)
2 回目のみ	490 (109)	507 (113)	493 (110)		500 (111)
2 回散布	510 (113)	630 (140)	583 (130)		574 (128)
無散布				450 (100)	450 (100)
平均	486 (108)	536 (119)	510 (113)	450 (100)	

注 1) 1回目散布 11月17日、2回目は11月24日(1回目散布に降雨あり)
2) キノンドウ(濃:1回目500倍、2回目250倍、薄:1回目1000倍、2回目500倍)
バシタック(1回目500倍、2回目250倍)

表 3. アルファルファ雪腐黒色小粒菌核病に対する薬剤防除試験 (2)
(新得畜試 試験圃場、'83年7月7日)

散布回数	薬剤の種類 濃度	キノンドウ 濃	バシタック 濃	無 処 理		
				自然積雪	2 m加雪区	除 雪 区
2 回	D M (Kg/10a)	473 (112)	503 (119)	421 (100)	363 (86)	201 (48)
	株 数 (株/m ²)	47 (104)	49 (109)	45 (100)	41 (91)	21 (47)

表 4. アルファルファの雪腐黒色小粒菌核病に対する薬剤防除試験 (3)
(清水町御影 M牧場、'83年6月23日 1番DM収量 Kg/10a)

散布回数	薬剤の種類 濃度		バシタック 濃	無 処 理		平 均
	薄	濃		少 雪 (雪腐なし)	多 雪 (雪腐あり)	
1 回目のみ	332 (109)	351 (115)	327 (107)			337 (111)
2 回目のみ	360 (118)	434 (142)	413 (135)			402 (132)
2 回 散 布	437 (143)	277 (91)	394 (129)			369 (121)
無 少 雪 散 布				417 (137)		417 (137)
多 雪					305 (100)	305 (100)
平 均	376 (123)	354 (116)	378 (124)	417 (137)	305 (100)	

以上の結果からこの地帯に認められる雪腐病は黒色小粒菌核が原因であることが確認されるとともに、初冬の刈取りや薬剤防除は明確な効果を示すことが明らかになった。その主要な効果は、翌春の早期に萌芽が得られ早春の太陽エネルギーを光合成に有効利用することにより、対照区と比較して全ての生長を促進せしめ、1番草の刈取期への到達を早めることである。今後は生長期全般を通じての貯蔵養分の推移や越冬性の関係からみた刈取利用に関する諸課題の検討が必要となろう。

アルファルファの凍害と微地形との関係

小松 輝行・松田 隆須(新得畜試)・土谷 富士夫・
丸山 純孝(帯広畜大)・佐藤 文俊(十勝農協連)

はじめに

十勝のアルファルファ栽培で最も危険な問題は、少雪年における凍害にあることを実態的に示してきた¹⁾。

本報では、管内の凍害調査実施の契機ともなった音更町(東士狩)の4年目草地で、アルファルファの凍害の特徴点を特に微地形との関連で浮きぼりにすることが出来たので報告する。それらの特徴点は管内凍害調査の重要な目安ともなった。

立地条件

本草地は然別川沿いの沖積帯に属し、極めて排水のよい砂壤土に立地している。

排水がよいため、凍上による浮上抜根はほとんど生じない土壌である。微地形的に凹地帯があるが、滞水や湿害はほとんど生じない。

本草地は周辺が畑作・水田地帯となっており、4年目単播草地(ソア)であるが、前年度までの収量は十勝でも屈指の成績を挙げてきた程、極めて肥沃度の高い草地である。

微地形と冬期間の積雪・土壌凍結深

1) 図1に本草地の微地形図と凍害による被害程度を示した。凍害は高いところほどひどく低みに移るにつれて急減していく。高み部分で積雪・凍結深の観測を行ったが、積雪20cm以下で経過していた。

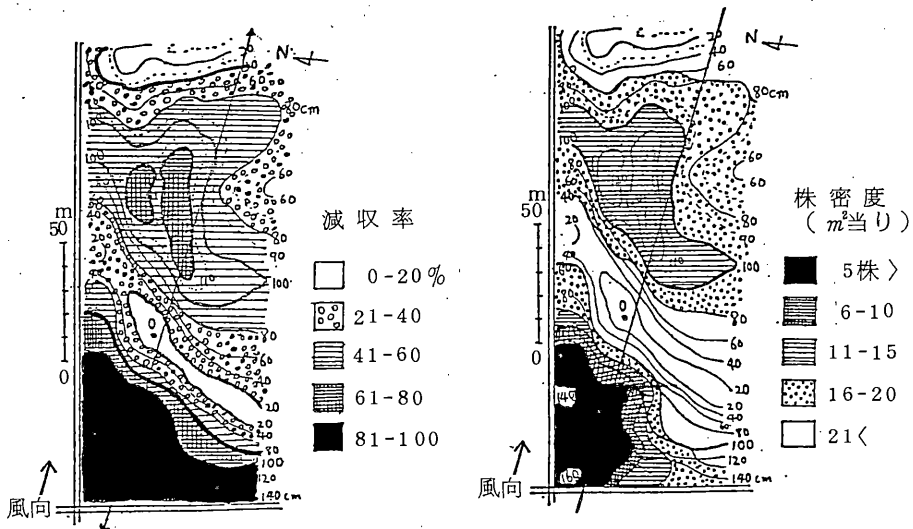


図1. アルファルファ草地の等高線分布と冬枯れによる減収率及び株密度の分布

高み全体では強い西北西の風により雪が吹きとばされるため、観測値より少なめの積雪で経過していたと思われる。高みの土壌凍結深は 50 cm 以上に達していたと考えられる (図 2)。

2) 低み部分では雪の吹きだまりになり易いにもかかわらず、多雪地帯でみられるような雪腐黒色小粒菌核病菌は認められなかった。低みの根のほとんどは断根されていることからみて土壌凍結はかなり進んでいたものと考えられる。

凍害の特徴と微地形

アルファルファ冠部 (クラウン) の付け根から深さ 10 cm 程度の極く浅い範囲の主根部が腐敗している株が草地の高み

部分で多数見出された。このような株は低みに移るにつれ急減した。被害を受けた根部域は写真 1 のように簡単に節部と木部に分離でき、繊維のみが残ったいわばぬけ殻の状態にあった。腐敗部位から下の根は全く異常が認められなかった。またクラウンの越冬芽自体は融雪期まで生きた状態にあったが、結局萌芽時に根部からの吸水が不能になるため枯死していった。

発見時に土壌凍結地帯特有の新たな病害によるもの見方をとっていたが、佐藤²⁾に菌の同定を依頼したところ、枯死株から分離される主な菌は一般的な根腐病菌としての *Fusarium roseum* と *Rhizoctonia solani* であった。これらの菌は植物体が衰弱した時にのみ能力を発揮する腐生性の強い菌である。これらの菌の性格からみて今回の冬枯れの主因は冬期間に植物体を衰弱させた要因であって、二次的に菌が寄生して腐敗させたと考えられる。

主因が病害でないとする、次に考えられるのが凍上に伴う断根や傷の発生である。図 3 に示すように高みでの断根率は低く、しかも切れる位置も被害の出た根部よりかなり下方で起っている。断根率の高さ、切れる位置の浅い点から言えば被害のなかった低みの方でこのような被害が起きてよいはずである。このような点から、この冬枯れの主因が断根や傷にないことは明らかである。

冬枯れの主因が病害や凍上作用にないとすると、少雪下でおき易い寒さ直接の害

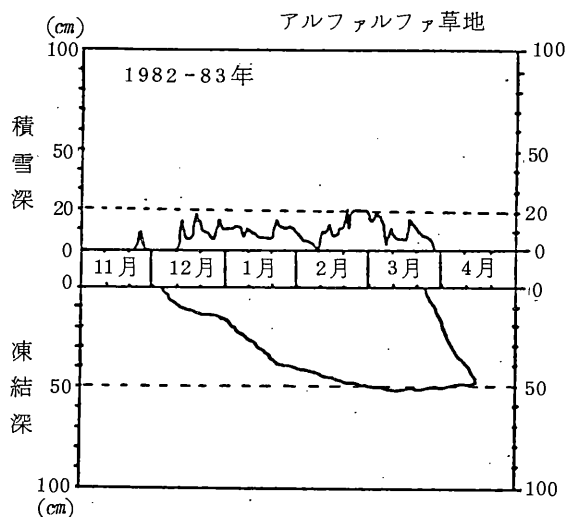


図 2. 音更 (東土狩) の凍害発生地点の積雪深および凍結深の推移

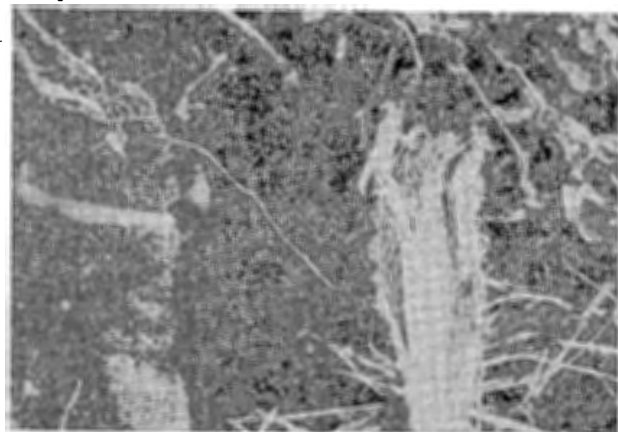


写真 1. 凍害をうけたアルファルファの主根上部、左) 外側: 腐敗した根の周辺に土が付着している。右) 縦断面: 簡単に節部と木部に分離できる。繊維質部分が残っている。

：凍害の可能性が残る。そこで、本草地の多年生雑草の越冬性と微地形の関係をみると、高み部分ではエゾノギンギシがアルファルファと共に根こそぎ枯死しており、タンポポとナズナは茎葉・根部とも無被害で生存していた。低みに向うにつれエゾノギンギシの冬枯れは急減し、凹みでは全く被害がみられなかった。このようにギンギシとアルファルファが同調的現象を示していた(図4)。低みに向うにつれ、タンポポとナズナは急減する。アルファルファの根は器官の中で耐凍性が最も低く、³⁾またエゾノギンギシの根の耐凍性温度は -5°C 、タンポポでは -10°C 程度にすぎない。⁴⁾図5に示したように、野草の耐凍性温度域から判断して、今回のアルファルファ冬枯れの主因は、クラウン直下から10 cm深までの根部が -5°C 〜 -10°C の地温に長期間保たれた為生じた凍害であると結論した。

そこで、アルファルファ凍害の特徴を列記した。

1) 凍害のもっともうけ易い部位は、耐凍性の低い根のクラウン直下から10 cm程の範囲である。

2) このような凍害を受けた場合、2次的に寄生する腐生菌の影響を受け、吸水不能のため株は枯死する。株密度の著しい減少は凍害の最大の特徴である(図1、4)。

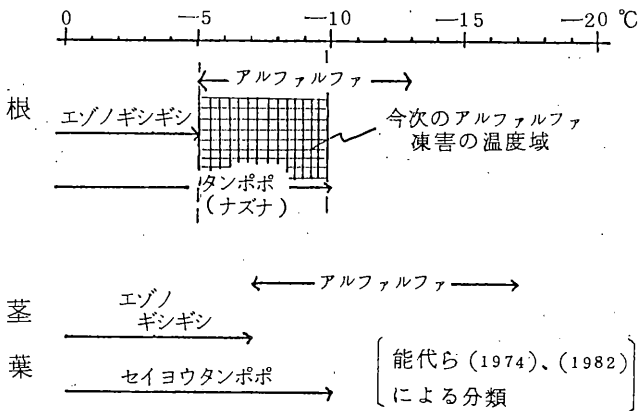


図5. 野草の耐凍度から推定した今次の凍害温度域

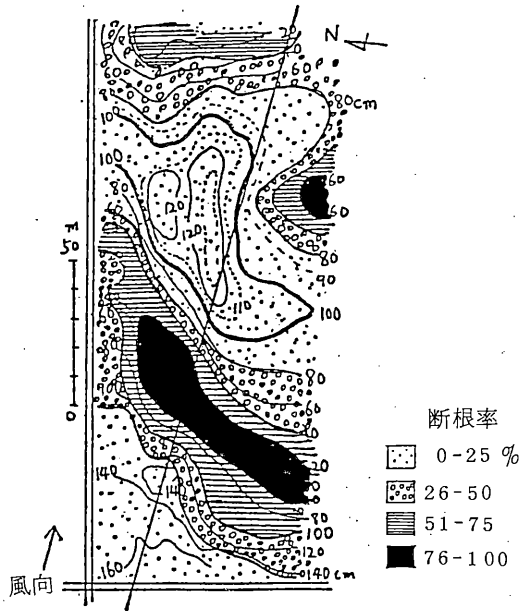


図3. アルファルファ草地の微地形と主根の断根率分布

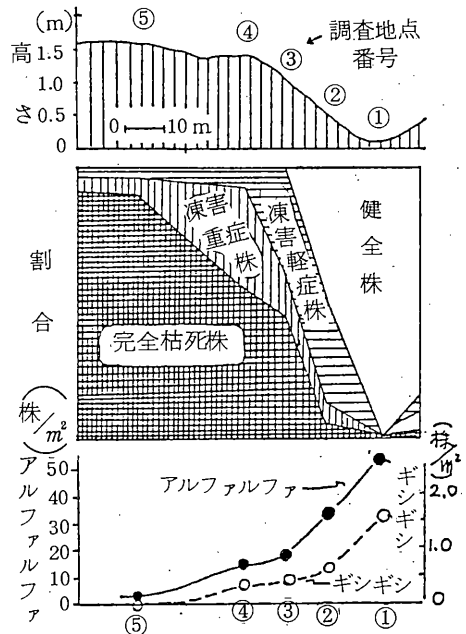


図4. アルファルファ草地の微地形と凍害による株生存数 (1983年5月6日)

このことは微地形差のない草地の除雪試験結果からも裏付けられる。

3) 凍害により株枯死に致らない場合でも、草丈の伸びが著しく抑制され、乾物生産が著しく低下する(図6、7)。

4) 被害株の茎は非常に細くなり易い。

5) 夏の病害であるソバカス病被害を強く受け易くなる。

6) 凍害を受けた草地は、本来なら下繁草となる雑草のナズナ・タンポポが優占するようになり、被害が軽くなるほど雑草としてはエゾノギシギシが優占するようになる。この種生態の特徴はアルファルファの凍害程度の判定や今後のアルファルファ栽培地の適不適の指標に活かせると思われる。

7) 今回の凍害は経年数(本別:初年目、音更:4年目)、単混播の別、刈取り回数、刈取り時期、カリ用量のちがいに関係なく生じた。このような点から、現行の主要品種はこの種の凍害に耐えきれない面が強いと判断される。今後、栽培法の抜本の見直しをはかるとともに、品種面からの解決が重要となる。

むすび

本草地の凍害程度は微地形により著しく異なるが、全体として株の減少が大きく、減収率は50~70%にのぼり、今秋本草地は4年目にして秋小麦畑に変わった。

謝辞

被害株の病菌の同定と貴重なコメントを下された北農試牧草3研の佐藤倫造氏に厚く感謝の意を表します。

文献

1) 須田孝雄ら(1984):十勝地方のアルファルファの収量性と栄養成分、北草研会報18号、153-157。

2) 佐藤倫造(1983):私信。

3) 能代昌雄(1982):牧草の耐凍性に関する研究(Ⅲ)数種牧草の器官別の耐凍性、日草誌、28、239-246。

4) 能代昌雄・酒井昭(1974):野草の耐凍性、日本生態学雑誌、24、175-179。

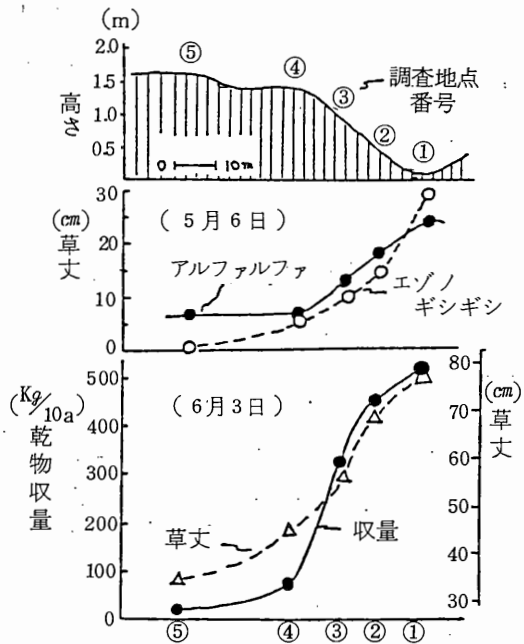


図6. アルファルファ草地の微地形と生育

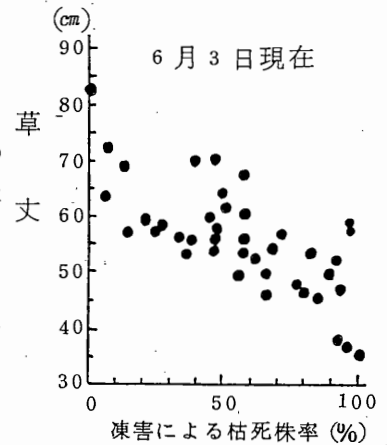


図7. 凍害による枯死株率とアルファルファの草丈の関係

十勝地方におけるアルファルファの凍害分布とその特徴

小松 輝行(新得畜試)・土谷 富士夫・丸山 純孝・堀川 洋
(帯広畜大)・佐藤 文俊・高橋 敏(十勝農協連)

はじめに

アルファルファの根は器官の中でも寒さに最も弱い¹⁾。凍害はクラウン直下から10 cm以内の主根部が、 $-5^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ の地温(エゾノギシギシ~タンポポの限界耐凍性温度域)²⁾で長期間維持されるような積雪・土壤凍結深さの条件で発生したものと推定される³⁾。

1982~83年の冬期間、積雪と土壤凍結深の測定を行ってきた管内のアルファルファ草地について、その後①エゾノギシギシとの同調的枯死の発生地点の調査と②6月10日の管内いっせいの生育調査を実施してきたところ、凍害分布と発生条件の特徴が明らかになってきた。さらに、現地での凍害発生条件は20 cm以下の積雪下での日最低気温 -10°C 以下の経過日数の問題に還元できることが判明し、「北海道の気象」⁴⁾データを活用することにより、凍害発生し易い地点の予測や年次変動の推定も可能となるので、以下報告する。

凍害発生分布と冬の経過の特徴

図1はアルファルファがエゾノギシギシと共に枯死する凍害の発生分布を積雪・土壤凍結深分布図上にプロットしたものである。この種の凍害の発生地点は積雪深20 cm以下で土壤凍結が50 cm以上に達する地帯に分布していた。

この被害は同じ町でも最も肥沃度の高い畑作適地帯、すなわち足寄川、美里別川、音更川、然別川等の流域の極めて排水の良い砂壤土的草地に集中していた。そして、一般的に冬の条件がより厳しく、土壌的にも湿性火山性土の多い足寄や本別の丘陵地帯では、エゾノギシギシの枯死を伴うア

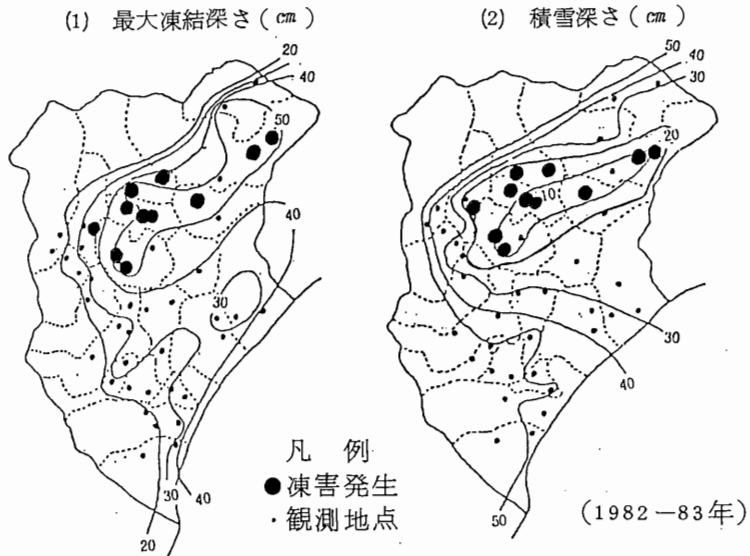


図1. アルファルファ草地の凍害発生分布と積雪・凍結分布

ルファルファの凍害発生は認められなかった。

そこで、凍害の発生地点と発生しなかった地点の積雪と土壤凍結深さの推移を比較した(図2)。両地点とも2月上旬頃までの長期間20 cm以下の積雪深で経過したが、それ以降の降雪の有無が凍害発生の有無を別けている。発生しなかった地点の凍結深は結局50 cm深未満でとどまったのに対し、発生地

点では少雪のため 50 cm 深以上となった。株を枯死させる凍害が発生するには、土壌凍結深が 50 cm 以上に達するだけの低温がかなり長期間必要であり、低温の影響は 20 cm 以下の少雪下で大きいことを示唆している。

凍害発生条件の指標と冬の地帯区分³⁾

既報で、凍害もエゾノギシギシと同調的に株枯死をもたらす重度のものと、株枯死に到らないまでも草丈の伸びが様々な程度に抑制される比較的軽度なものであることを報告してきた。前者を重度凍害、後者を軽度凍害と定義する。軽度な場合、みかけ上判定が難しいので、潜在的凍害ともいえる。

そこで凍害程度をみる共通の指標に 6 月 10 日の管内アルファルファの一斉生育調査時の草丈を採用し、各地点の積雪深 20 cm 以下で日最低気温が -10°C 以下の日の日数（以下、 -10°C 以下日数と言う）との関係をみた（図 3）。草丈の分布は -10°C 以下日数 20 ~ 30 日をピークとする放物線状の分布となっている。草丈の最も高い分布は雪腐病や凍害の影響をほとんど受けていない中間地帯にあり、雪腐病地帯は -10°C 以下日数が少ないが、病害の影響で伸びが遅れる。凍害の影響が草

丈に出はじめるのは -10°C 以下日数が 40 日を越えるあたりからで、約 70 日迄の間枯死はないが草の伸びが著しく抑制されていく。40 ~ 70 日間が潜在的な軽度凍害の発生に必要な日数である。さらに 70 日以上になるとエゾノギシギシと同調的株枯死（重度の凍害）が発生する。なお、雪腐病地帯にあっても幕別（駒島）のように 40 日近い日数を経過する所もあり、雪腐病地帯の中で草の伸びが最も悪いことからみて、ここでは恐らく雪腐病と軽度の凍害の両方を受けていたものと判断される。

図 4 に重度の凍害と軽度の凍害が十勝のどの地点で起ったかを 1982~83 年の例で示しておいた。

北海道における凍害発生地点の推定と十勝の位置付け

凍害発生に要する -10°C 以下日数（20 cm 以下積雪条件）を基準にして、気象データ⁴⁾から過去 3 年にわたり、十勝・網走・釧路・根室・胆振・日高地方においてアルファルファの凍害が発生しえた地点の推定を行った（図 5）。

重度の凍害の発生地点は道東で十勝が最も多く、次いで釧路管内となる。網走・根室管内では意外に少いことが注目されよう。さらに冬の条件が緩かとみられている胆振・日高地方でも厚真・日高門別付

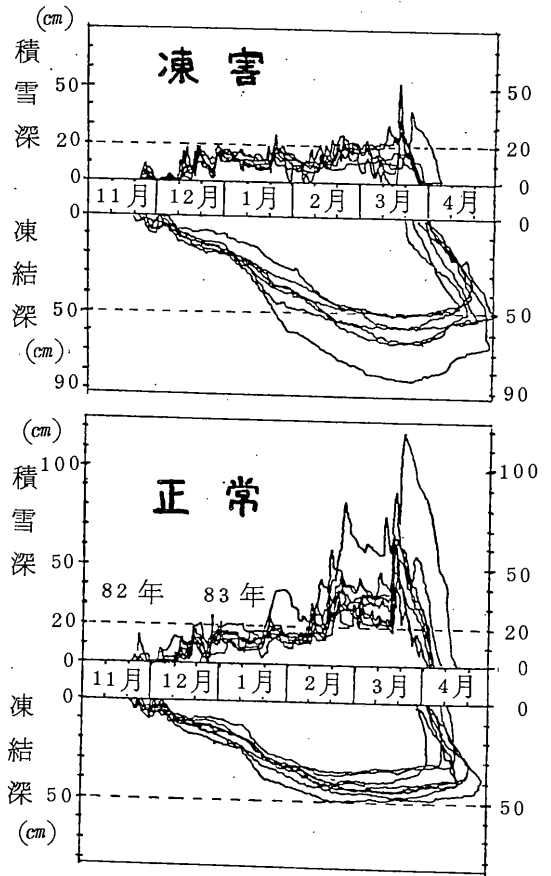


図 2. 十勝におけるアルファルファとエゾノギシギシの凍害発生草地と正常草地の積雪・凍結状況の比較

近で重度の凍害が起りうることを示している。

この推定法は次の2点から妥当性があると考えられる。一つは、1981年春に北農試牧草3研で冬枯れ調査を全道的に実施した際、佐藤が標茶付近のアルファルファ草地でのみ、今回と同様の冬枯れ現象を発見している。このことは、本推定法による同年の重度の凍害発生地点が標茶に近い鶴居付近にのみあらわれてくることとほぼ一致しており、かなり妥当性があると考えられる。二つめは、十勝では1981、82年とアルファルファの実態調査を行ってきたが、この間少雪帯の収量が多雪地帯よりも高く推移しており、凍害問題を認識しえなかった。推定法でみた重度の凍害はこの間十勝で起きていなかった事と一致する。以上の点から、本推定法は過去の気象データからアルファルファ凍害の発生しうる危険地点をわり出していくうえで有効な方法と考えられる。

排水良好地点で凍害の発生し易い理由について

今回の凍害は排水のよい沖積地帯に集中していた。そこで、地下水位をコントロール出来る畜大圃場のライシメータを用いて、除雪条件下で地下水位の高低と地温の関係について試験を実施した。その結果を図6に示した。

地下水位がなく、排水の極めてよい場合、土壤凍結は本年度美里別(本別)で記録されたように約90cmまで入る。冬期間、地下30cm深のところまでアルファルファ根に凍害が出はじめるような低温状態が50~60日間もあった。それに対し、地下水位が高く維持されている場合、凍上が起き易い反面、地温はあまり低下せず、10cm深のところでも-5℃以下になる期間はせいぜい10日程にすぎない。20cm以下の層で-5℃以下になることはほとんどなかった。

このように、夏期間排水のよいことはアルファルファにとって好的条件であっても、寒冷で雪の少ない地帯では、この土壤水分条件が凍害の重大要因に転化すると思われる。

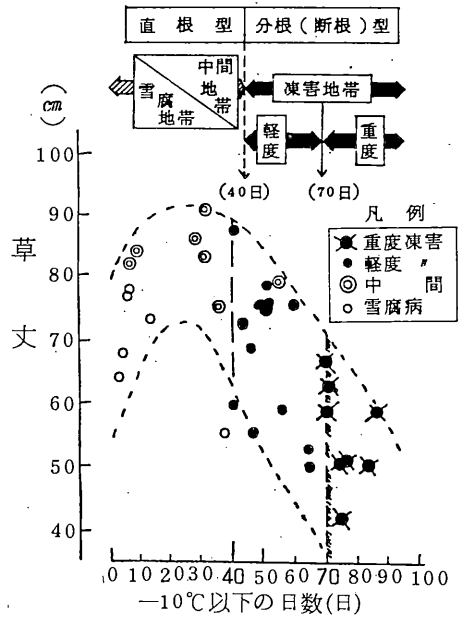


図3. 積雪深20cm以下で、日最低気温-10℃以下の日数とアルファルファ草丈(6月10日一斉調査)との関係

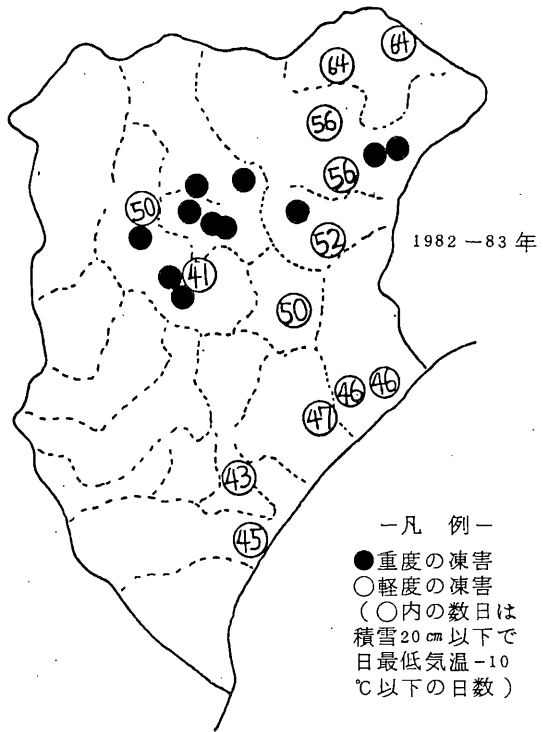


図4. 十勝におけるアルファルファの凍害発生地点の分布

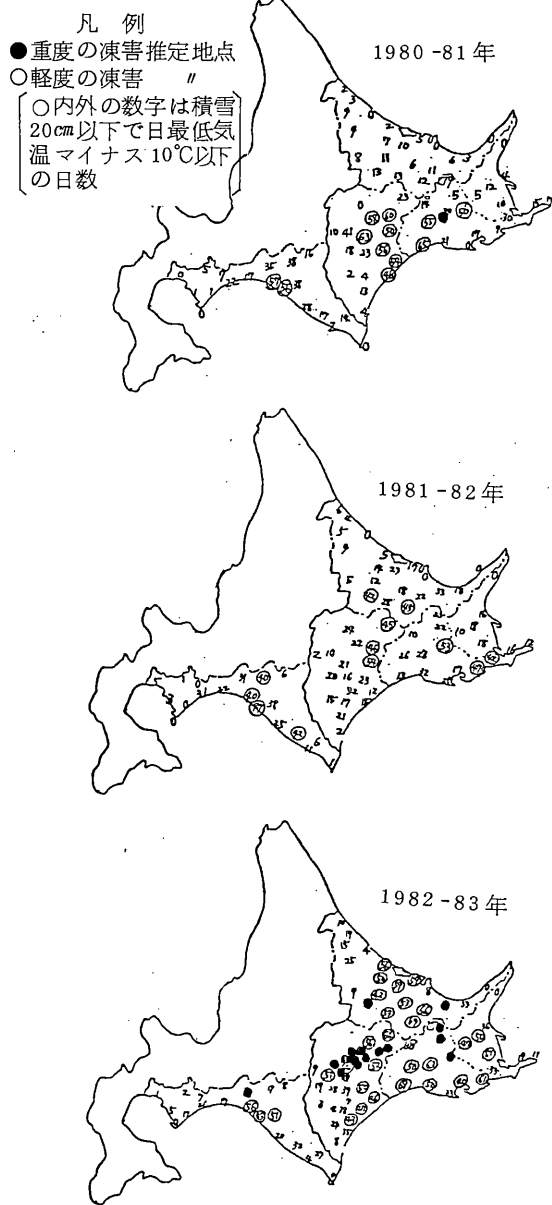


図5. 北海道におけるアルファルファの凍害発生地の推定地点分布

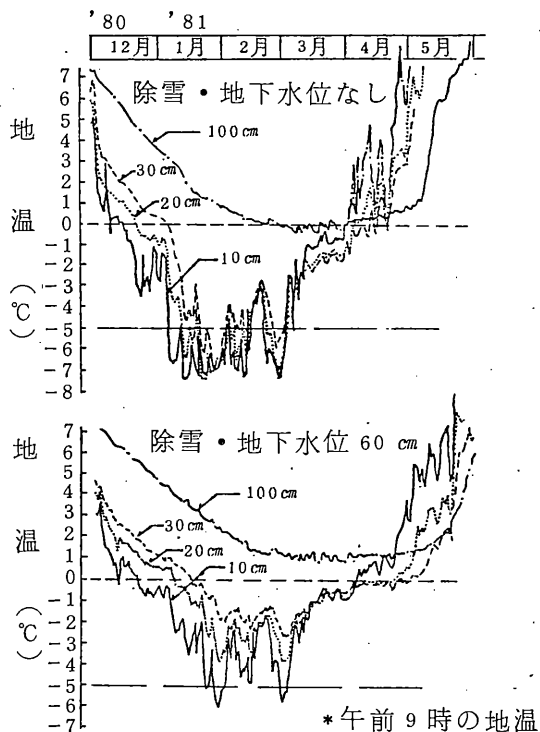


図6. 地下水位と土層別地温 (裸地: 帯広畜大ライシメータ圃)

引用文献

- 1) 能代昌雄 (1982): 牧草の耐凍性に関する研究(Ⅲ) 数種牧草の器官別の耐凍性、日草誌、28、239-246。
- 2) 能代昌雄 (1974): 野草の耐凍性、日本生態学雑誌、24、175-179。
- 3) 小松輝行・松田隆須・土谷富士夫・丸山純孝・佐藤文俊 (1984): アルファルファの凍害と微地形との関係、北草研会報、18号、161-164。
- 4) 日本気象協会北海道本部: 北海道の気象
- 5) 佐藤倫造 (1983): 私信

十勝地方におけるアルファルファ草地の 土壌凍結分布と気象的特徴

土谷富士夫・丸山 純孝(帯広畜大)・小松
輝行(新得畜試)・及川 博(十勝農協連)

冬期の気象環境と土壌凍結は、十勝地方のアルファルファ栽培に極めて重要な影響力を持つことが知られてきた。¹⁾土壌凍結深さは、地域によって大きく異なり、凍結の深い地域では、断根率が75%以上にも達している。他方、凍結の浅い地域では、雪腐黒色小粒菌核病により病害が発生し、初期生育の遅れが生じている。²⁾地域によって変動が大きいが、年次による差もあるため、過去2年に引続き、十勝の土壌凍結状況を観測するとともに、十勝地方の寒候期の気象的特徴として、最も重要な気温と積雪の地域および年次の分析を行ったので以下に報告を行う。

測定および分析方法

過去に引続き、メチレンブルー凍結深度計を製作し、十勝地方の各市町村、42個所のアルファルファ草地に設置し、凍結深さと積雪深の連続観測を行った。また、1970年から81年の寒候期(11月から翌年4月まで)の11年間のデータを抽出し分析を行った。平均気温は、管内22地点を選び、積雪深については19地点を抽出した。

結果と考察

1. 凍結分布と積雪

83年の十勝地方の最大凍結深さの分布状況と、その時の積雪深の分布を図1に示す。本年は、前2

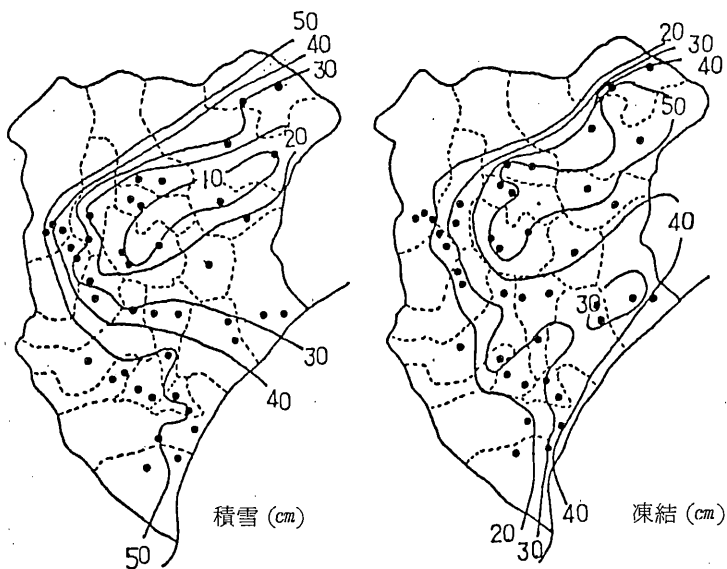


図1. 十勝地方の凍結分布と積雪分布(1983年)

年に比べて、一般に凍結が深く、これは積雪が少なかった理由による³⁾。特に、凍結の大きな地域が生じ、足寄、本別、上士幌、士幌、音更で50 cm以上にも達する地点が生じた。本別の美里別で、最大84 cmの凍結深さを記録した。この地域では、凍害が発生し、アルファルファの枯死が見られた。また、海岸付近では、気温が比較的高いにもかかわらず、積雪が遅いため、深い凍結を示した。他方、日高山脈沿いの新得から更別、大樹、広尾の地域では、積雪が早く凍結は浅かった。地域の変動は前2年と同様な傾向を示し、測定地点の増加によって、町村内の細部の差も明らかとなった。

2. 積雪下の最大凍結深さと凍結係数

積雪下の最大凍結深さを容易に推定する方法を検討するため、積雪20 cm以上に達するまでの積算寒度を求めた。その結果、図2に示すような関係が得られた。無積雪下の凍結深さは、その平方根に比例することから⁴⁾同様に係数 α を掛けることによって関係式が得られる。 α 値は凍結係数と呼ばれ、図によると、1~3の範囲にある事が分った。 α 値は一般に土壌の熱的性質によって決定されるが、最大値の発生起日も加味される。図3に実測値から計算した α 値を示す。

平均では1.79となるが、多雪地帯では小さく約1.5、凍結地帯では2.1の大きな値となる。また、沖積土では係数が大きくなっている。

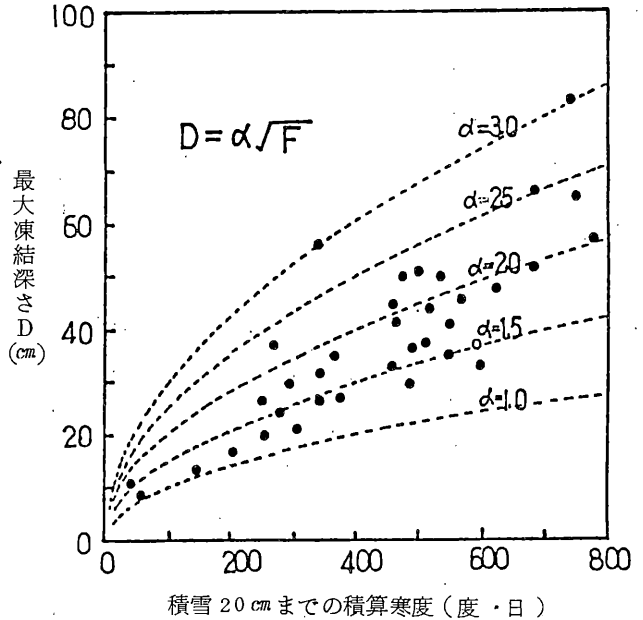


図2. 最大凍結深さと積算寒度の関係

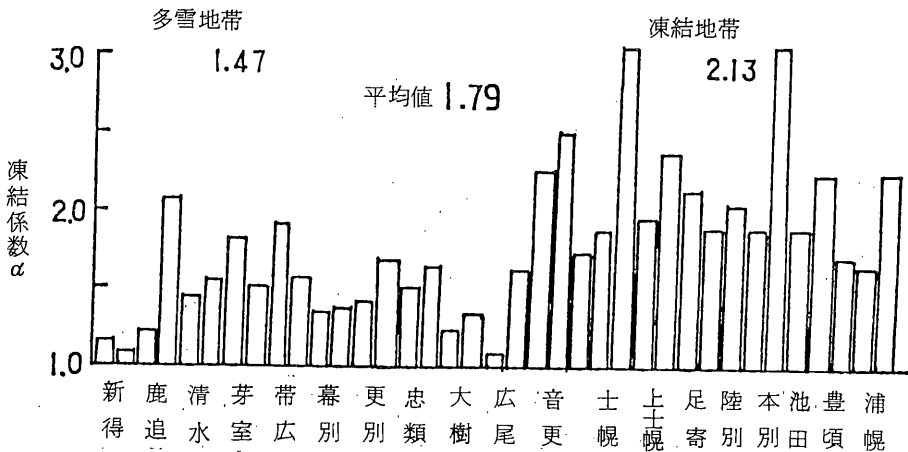


図3. 各地域の凍結係数 α の値

3. 融解時期の推定

凍結が終了する日までの積算温度と最大凍結との関係を図4に示す。その結果、積算温度に比例し、凍結深さの推定と同一な α 値を示すことが分った。2例を除くと、この時の係数と積算温度を掛けた推測値と、最大凍結深さとの関係は図5に示す直線となった。以上の結果、 α 値と最大凍結深さが分ると、融解日が容易に推測できると言える。

4. 十勝地方の寒候期の地帯区分

過去11年間の気温から、相関分析や度数分布分析によると、図6に示す5パターンが得られる。最も寒冷的な地域から、北部内陸型、内陸山間型、中央型、周辺型および末端型となり、おおよそ図に示す地帯に類型化できる。

他方、積雪から、図7に示す4パターンに類型化され、積雪の少ない地域から、少雪型、中間型、多雪型および最多雪型となる。これと同様に図に示す範囲に類型される。したがって、このような地帯的な違いを考慮した栽培技術も必要かと思われる。

5. 積雪の年パターンと少雪年

土壌凍結の程度は積雪の発生する時期に大きく左右されることから、過去11年間の推移を分析すると、十勝地方では次の4つの型の積雪年に類型化される。図8に示すように、積雪が少ない順から、少雪年、遅雪年、早多雪年および多雪年である。十勝では調査年中少雪年は2回、遅雪年は4回生じた。この両者はいずれも土壌凍結を大きくする危険あるいは要注意年で凍害被害が多発すると考える。

次に66年から83年まで、冬期積雪が20cm以下の道東の地点を図9に示す。雪が少なく、凍害が多発したと思われる年は67、68、73、74および83年がある。なかでも、根釧、網走地方に比べて十勝地方で発生する地点が多いのも特徴である。

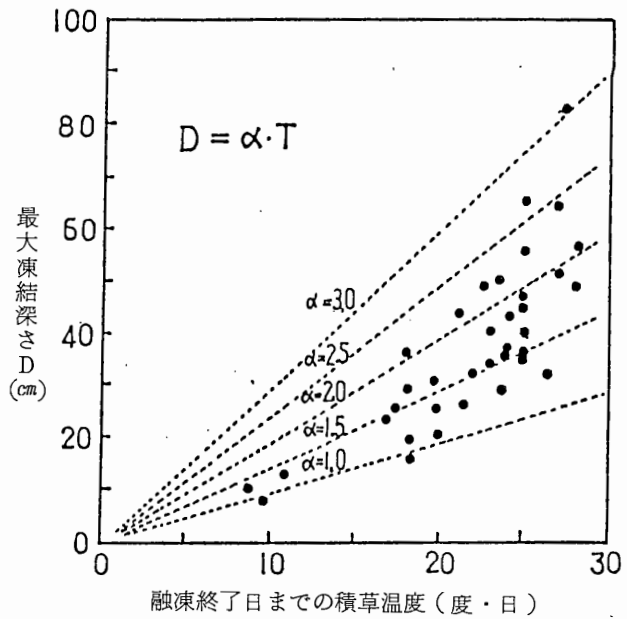


図4. 最大凍結深さと融解積雪温度

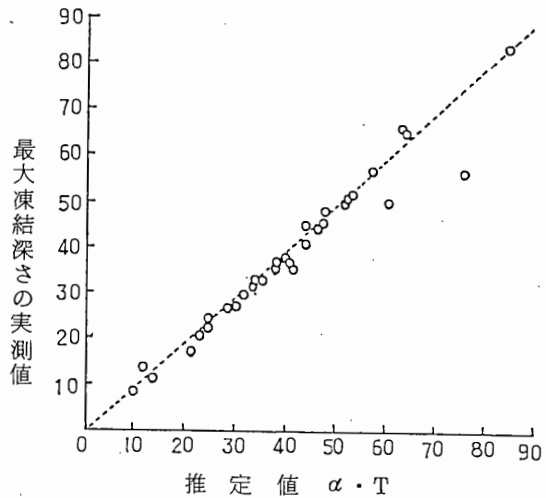


図5. 融解深さの推定値と最大凍結深さの比較

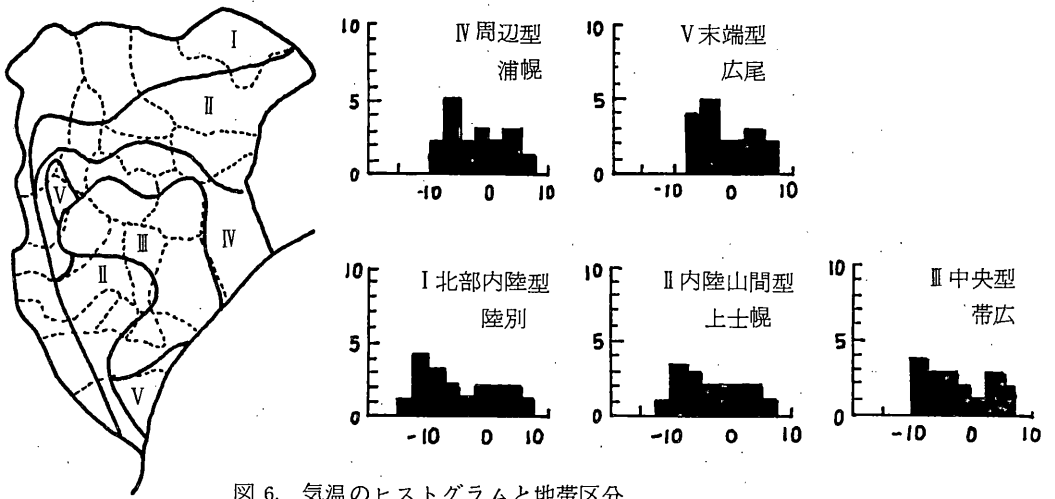


図 6. 気温のヒストグラムと地帯区分

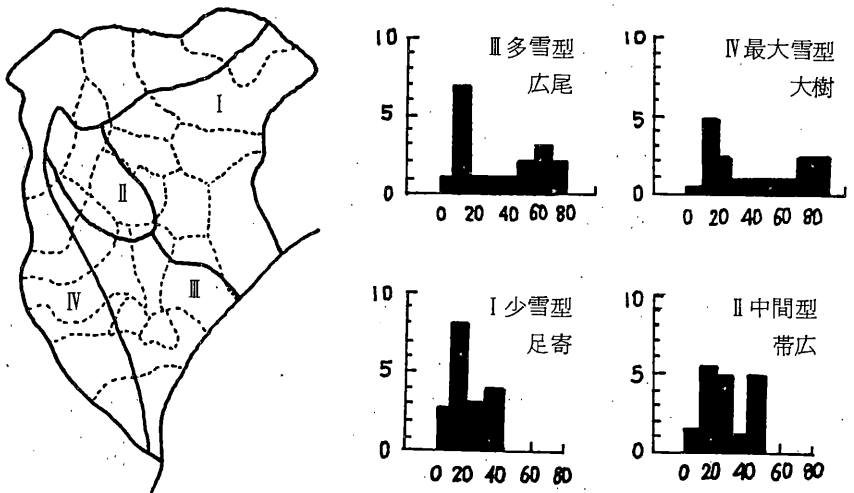


図 7. 積雪のヒストグラムと地帯区分

引用文献

- 1) 土谷 富士夫 (1983): 農地の土壤凍結とその現状、北海道の農業気象 35号
- 2) 土谷 富士夫ら(1983): 土壤凍結による断根と多雪による病害の分布状況、北草研会報 17号
- 3) 土谷 富士夫・埋田 雅史 (1981): 農地の土壤凍結と積雪の影響、北海道の農業気象 33号。
- 4) 土谷 富士夫 (1978): 土壤の凍結深さを推定する簡易的解法について、帯大研報 11。

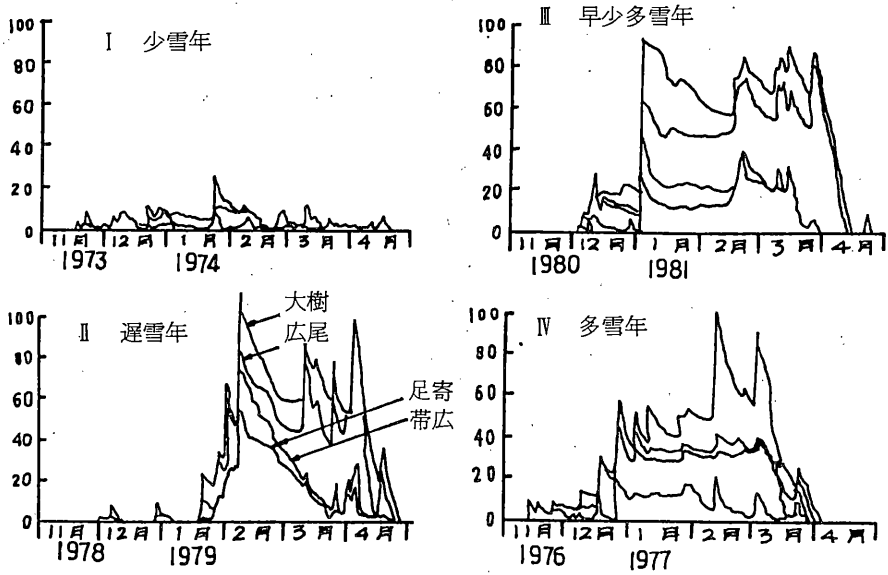


図8. 十勝における積雪推移の類型

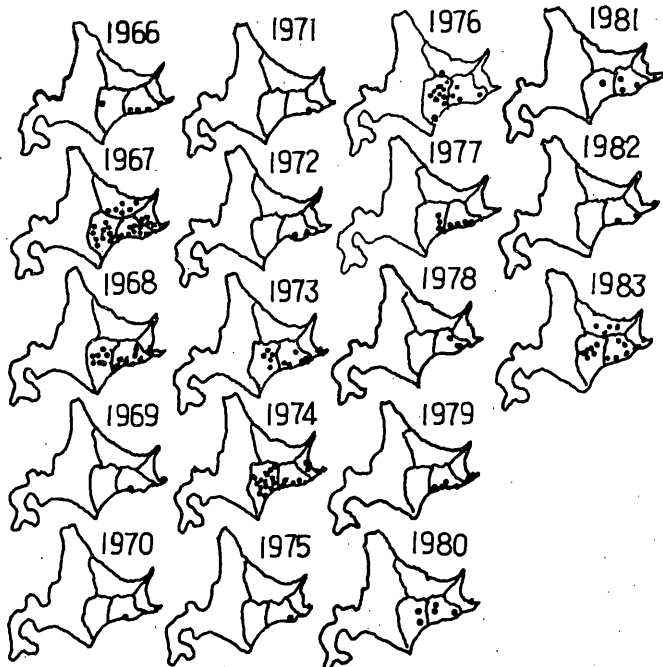


図9. 道東地方における積雪 20 cm 以下の年次と地点
(1月から3月まで)

トールフェスキの放牧利用性

トールフェスクおよびオーチャードグラスの採食性

川崎 勉・竹田 芳彦(新得畜試)

先に、トールフェスク「ホクリョウ」の単一草地に年間を通じて肉牛を放牧した場合、その採食性や家畜生産性が優れていることを報告した¹⁾。しかし、トールフェスクに対する嗜好性の評価は他の草種に比べて一般に低いとされている。そこで、トールフェスク「ホクリョウ」についてオーチャードグラスと同時給与した場合の採食性を放牧条件下で比較検討した。

試験方法

トールフェスク「ホクリョウ」(以下 Tf)とオーチャードグラス「キタミドリ」(以下 Og)の単播およびラジノクローバ「カリフォルニアラジノ」(以下 La)混播の計4処理について4反復乱塊法で配置した。1区面積は28 m²とし周囲の除外区を合わせて1牧区面積は6.8 aであった。播種量及び施肥量は表1に示した。施肥については、5月2日、7月1日及び8月29日にそれぞれ3:3:4の割合で分施した。なおP₂O₅は春に全量施肥した。

ヘレフォード育成去勢牛4頭を供試した。放牧開始時の月令は14か月、平均体重は261Kgであった。放牧方法は表2に示した通り年間6回利用した。1回当りの滞牧日数は1~2日、入牧時刻は原則として15:00とした。退牧後は毎回掃除刈りを実施し、またプロット内の排糞はできるだけ除去した。

調査項目及び方法は次のとおりである。乾物収量は放牧前に各プロット1 m²を刈取って求めた。マメ科割合は刈取り草の一定量から生草重量比を求めた。採食性は利用率の評点法、残食草丈及び採食行動の3方法で調査した。利用率の評点法は放牧終了時に、各プロット3か所について1 m²コドラート内の採食程度を2名で観察し、0~10(0=利用率0%~10=

表1. 供試草地の播種量および施肥量

処 理	播種量(Kg/10a)	施肥量(Kg/10a)	摘 要
Tf + La	3.0	N - P - K 10-10-22	・1区28 m ² 、4反復 ・S.57.6.14 播種 ・施肥法 春:夏:秋=3:3:4
Og + La	2.5		
Tf	3.0	15-10-22	
Og	2.5		

Tf: トールフェスク「ホクリョウ」
 Og: オーチャードグラス「キタミドリ」
 La: ラジノクローバ「カリフォルニアラジノ」

表2. 放牧経過と草丈

回 次	入牧日 (年/月/日)	滞 牧 日 数 (日)	休 牧 日 数 (日)	イネ科 草 丈 (cm)	マメ科 草 丈 (cm)
1	S.58/5/16	2	(30)*	37	22
2	6/02	2	15	42	26
3	6/27	1	21	42	24
4	7/22	2	22	46	31
5	8/23	1	29	58	33
6	10/06	1	43	43	23
平均			27	45	26

* 萌芽期 4/15 からの日数

同100%)の評点法で測定した。なお、2名の測定値は良く一致していたことから両者を平均した値を用いた。残食草丈は各プロットのイネ科を10回測定して求めた。採食行動の調査は4ブロックをそれぞれ仮設フェンスで区切り、各ブロック1頭を配置した。入牧から1時間について1分間隔で採食中のプロット番号を記録することによって各処理の採食時間数を求めた。また、これに対する統計分析はFriedman²⁾の検定によった。なお、入牧までの3時間は牛を通路に追込み絶食状態にした。

結果と考察

現存草量の推移：各処理の回次別現存草量およびマメ科割合の推移を表3に示した。現存草量について放牧回次別にみると、1～2回次では両草種ともLa混播区がイネ科単播区より多収を示した。すな

表3. 収量 (DM, Kg/10a) およびマメ科割合 (%)

処 理	回 次						合 計	平 均
	1	2	3	4	5	6		
収量 (DM, Kg/10a) ¹⁾								
Tf+La	170 ab	172 a	97	146	166 ab	153	905	151
Tf	126 b	116 b	112	159	180 a	161	853	142
Og+La	176 a	160 a	96	140	136 b	139	848	141
Og	152 ab	118 b	79	134	136 b	126	746	124
CV (%)	15.0	7.3	17.8	8.1	10.8	17.0	8.7	
マメ科割合 (%)								
Tf+La	58.4	60.3	39.6	41.8	28.5	35.5		44.0
Og+La	42.3	60.0	43.9	38.4	29.0	40.6		42.4

1) 異文字間に有意差あり (P < 0.05)

わち、1回次ではOg+La混播区がTf単播区より明らかに高く、2回次ではLa混播区の方がTfあるいはOg単播区より有意に高かった。また、草種間でみると、1回次のOg単播区がTf単播区より高い傾向を示したが、全体的には草種間の現存草量にほとんど差がなかった。これに対して、3回次以降ではTfの2処理がOgのそれより高く推移し、特に、5回次でTf単播区とOgの2処理区間に有意差が認められた。これらの結果、年間の合計現存量は900～750 DM, Kg/10aで処理間に有意差は認められなかったが、La混播の方がイネ科単播に比べて、また、Tfの方がOgより多収の傾向を示した。Tfの夏以降の生産性はOgに比較して高い水準を維持することが確認された^{1,3)}。なお、3回次の現存草量は他の回次に比較して、十分な休牧日数であったにもかかわらず、全般的に低水準となった。この理由として、当初7回の放牧利用を実施する計画から、夏の施肥を3回次の利用後としたため肥料不足になったこと、さらに、この生育期間(6/2～6/27)の平均気温が8～9℃と平年より約5℃も低く、日照時間は同じく50%以下であったためと考えた。

次にLa混播区のマメ科割合をみると、1～2回次はTf+La混播区が58～60%、Og+La混播区が42～60%とかなりマメ科優先となったが、3回次以降は40～30%台に低下した。年平均では44～42%で両草種とも高かった。

採食性：採食性については3つの方法で検討した。利用率の評点法から求めた結果は表4に示した。

表4. 利用率 (0 - 10 の評点法¹⁾)

処 理	回 次						平 均
	1	2	3	4	5	6	
Tf+La	4.6 a ²⁾	6.5 a	6.9	6.7	4.6	5.6 a	5.8
Tf	3.2 b	4.8 ab	4.9	5.5	2.4	4.6 ab	4.2
Og+La	5.1 a	5.9 ab	6.9	6.8	4.2	4.4 ab	5.5
Og	5.2 a	4.7 b	5.6	5.6	3.0	2.8 b	4.5
CV(%)	9.7	15.1	17.7	18.3	40.9	25.9	16.2

1) 0 ~ 10: 利用率0 ~ 100 % の評点法

2) 異文字間に有意差あり (P < 0.05)

1回次ではTf単播区が他の3処理区に比べて採食性が劣った。Ogの場合、単播区がLa混播区と同程度に採食されており、Tf + La混播区よりも0.5ポイント高かった。この時の草丈は両草種とも平均37cmであり、春の早い時期の1番草はOgの方がTfより良く採食される傾向が示された。しかし、2および6回次においてはOg単播区が最低でTf + La混播区との間に有意差が認められた。3~4回次ではLa混播区の両草種間に差はなく、単播区ではOgがTfより若干高かったが有意差は認められなかった。年間の平均値でみると、La混播区が単播区に比べて1.0~1.6ポイント高く、マメ科を混播することによって採食性が改善される傾向が示された。しかし、これら4処理間に有意差はなく、特に単播条件ではTfとOgに差は認められなかった。

残食草丈の結果は表5に示した。なお、放牧前草丈の平均値を表2に示したが、処理間にほとんど差がなかったことから残食草丈に対する補正等の考慮はしなかった。1および2回次では残食草丈に処理間で有意差が認められた。1回次ではTf単播区とOg + La混播区で4cm、また、2回次では両草種の単播区とTf + La混播区で3cmの差がみられ、共にLa混播区の方が残食草丈は低かった。5回次が他に比べて高かったのは現存草量に対して放牧日数が短かったためである。年平均では14~15cmで処理間差はなかった。

表5. 残食草丈 (cm)

処 理	回 次						平 均
	1	2	3	4	5	6	
Tf+La	14 a b ¹⁾	13 b	10	11	21	12	14
Tf	16 a	16 a	11	11	24	13	15
Og+La	12 b	14 ab	11	11	18	14	14
Og	13 ab	16 a	12	12	20	14	15
CV(%)	16.8	14.8	16.2	12.1	9.3	6.9	8.2

1) 異文字間に有意差あり (P < 0.05)

採食行動の結果は表6に示した。1時間の行動には除外区の採食あるいは採食以外の行動も観察されたことから、採食総時間に対する各処理の採食時間割合(%)で示した。1回次ではTf単播区が7.7%、また、2回次ではOg単播区が9.3%と他の処理に比べて少なかった。しかし、有意差は認められなかった。5回次ではLa混播区とイネ科単播区で明らかに差が認められ、6回次ではTf+La混播区が最も採食時間が多く、Og単播区が最も少なかった。年間の平均をみると、処理間に有意差はなかったが、La混播区の合計採食時間は全体の約65%を占め、イネ科単播に対して約2倍であった。草種間で比較してみると、単播条件で17-18%、La混播条件で30-34%となり、採食行動からみたTfとOgの採食性に差は認められなかった。また、これらの結果は上記の2方法の結果と良く一致していた。

表6. 採食時間割合(%)

処 理	回 次						平 均
	1	2	3	4	5	6	
Tf+La	23.1	42.3	22.5	27.8	44.4 a	48.4 a	34.8
Tf	7.7	22.7	24.2	15.5	9.3 b	29.3 b	18.2
Og+La	33.0	25.7	26.0	37.8	36.9 a	19.7 b	30.0
Og	36.3	9.3	27.3	18.9	9.3 b	2.6 c	17.0

1) 異文字間に有意差あり(P < 0.05)

参 考 文 献

- 1) 川崎 勉・蒔田 秀夫：肉牛放牧におけるトールフェスク及びオーチャードグラス草地の家畜生産性。日草誌、28(別号)：343-344(1982)
- 2) 奥野 忠一：応用統計ハンドブック、77-79、養賢堂、東京(1978)
- 3) 川崎 勉・田辺 安一：イネ科草種を異にするシロクローバ混播草地の収量、植生及び放牧草のin vitro乾物消化率。新得畜試研報、12号、27-33(1982)

早期離乳ホルスタイン子牛の放牧成績

手島 道明・檜山 忠士・高橋 俊・杉原 敏弘・木下 善之(北海道農試)

緒 言

通常、放牧開始月令は6ヶ月以上、体重は200kg前後が適当とされているが、早期放牧で良好な発育をするとすれば、ホルスタイン種ではとくに哺育に手間がかかるので、省力、低コストで素牛を生産することができる。

これまで実施された放牧育成開始月令の早期化に関する研究^{1,2,3)}で得られたおおよその結論としては最低月令は4ヶ月程度とされている。本試験では2ヶ月令で離乳し、補助飼料の給与量、給与期間をできるだけ少なくして放牧した場合の放牧成績を検討した。

試 験 方 法

1) 供試牛：3月9～13日に生れたホルスタイン去勢雄子牛3頭(内2頭は双子)を3月25日から供試した。去勢は6月3日に実施した。

2) 哺育の概況：畜舎内で発酵初乳と人工乳(TDN 75%、DCP 17%)で飼養した。乾草は自由採食とした。放牧馴致のため放牧3日前から生草を1kg給与した。

3) 放牧方法：放牧期間は5月10日～10月18日までの161日間で、パドックにシェルターを設け、隣接の草地で自由に採食できる放牧条件で、滞牧日数が7～10日の長期輪換放牧を行なった。放牧初期は人工乳を1kg約10日間、その後幼牛用配合飼料(TDN: 71.0、DCP: 13.7%)に切り換え、6月19日(放牧後40日)まで1kg補給した。また最初の9日間は生草を刈取りシェルター内で2kgずつ給与した。哺育期および放牧初期の飼料の給与は表1のとおりである。

表1. 哺育期および放牧初期の飼料給与の概況 単位：kg

	3/25～3/30	4/9～4/16	4/23～5/1	5/10～5/19	5/23～6/13	6/20
発酵初乳	5.0	2.5	2.0	1.0	0	放牧→
人工乳	0.05～0.25	0.25	0.25～0.5	0.5～0.75	0.85	1.0
幼牛用配合						1.0
						0.2～1.0
						1.0
						1.0～0

4) 供試草地：オーチャードグラスあるいはメドウフェスクを主体とする造成後11年目の草地で、ケンタッキーブルーグラスやシバムギなどが30～50%占めている。

結果および考察

1) 哺育期の発育

発酵初乳および人工乳の採食量を表2に示した。4月上旬に1頭が肺炎を起し、人工乳の採食量が減少したが、試験開始から放牧までの46日間に摂取した発酵初乳は301kg、人工乳は23.4kgであった。舎飼後期に給与した生草は好んで採食した。

哺育試験開始時の体重は45.5kg、終了時が74.3kgで哺育期間のDGは0.63kgであった。

2) 放牧初期の発育

放牧前3日間生草を給与した以外は放牧馴致をしないで、舎飼から初めて屋外に出され放牧したが、放牧初日から草地でよく採食した。放牧後9日間は青刈牧草、40日間は濃厚飼料を補給したこともあり、順調に発育した。放牧初期の発育停滞は僅か3日間で、放牧後2週間のDGは1.18kgと著しく高かった。

3) 血液性状

小型ピロプラズマ症が発生する草地なので、家畜試北海道支場第4研究室に依頼して、血液検査を実施した。その結果を表3に示した。6月8日にはピロプラズマがプラスと認められたので、パマキンを注射した。7月29日の検査では+++まで増加し、赤血球数、白血球数、ヘマトクリット値もかなり低い値を示したが、異常なく成育した。

表2. 哺育期の採食量

期 日	発酵初乳 kg/頭・日	人工乳 g/頭・日
3月25日	2.5	75
26	5.0	75
27 ~ 30	5.0	163
31 ~ 4/3	2.5	235
4 ~ 6	"	112
7 ~ 9	"	66
10 ~ 11	2.0	117
12 ~ 13	"	247
14 ~ 16	"	398
17 ~ 23	1.0	576
24 ~ 30	0	739
5/1 ~ 10	0	875

表3. 血液性状(家畜試北海道支場吉野氏による)

	単位	6月8日			6月25日			7月29日		
		No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3
赤血球数	$\times 10^4$	925	730	708	922	819	814	574	529	380
白血球数	$\times 10^2$	157	131	122	140	93	126	76	97	47
血小板	$\times 10^4 / mm^3$	39.6	28.9	29.4	29.9	32.1	31.5	26.9		25.5
ヘモグロビン	%	11.0	8.9	10.0	1.5	9.0	10.7			
ヘマトクリット値	%	33	28	29	38	33	37	25	26	22
ピロプラズマ		+	++	+	+	+	+	++~+++	+++	+++

4) 採食時間

放牧3週間後(6月1日)の採食時間は5時間43分で、放牧2年目の牛の7時間38分と比べると短かかったが、濃厚飼料を体重の約1%補給していることを考慮すると、草を十分採食しているものと思われる。

5) 採食量

青刈牧草を給与して得た乾物採食量の体重比は2.5ヶ月令(放牧後2週間、濃厚飼料を含む)のときは3.08%、4ヶ月令で2.67%、7ヶ月令で2.60%と月令とともに減少する傾向が認められた。放牧2年目の牛の平均値2.21%と比べると子牛の体重当りの採食量はかなり多かった(表4)。

表4. 牧草の飽食量 (kg/頭)

	5/24	5/25	平均	7/14	7/15	平均	10/5	10/6	平均
生 草	8.62	10.48	9.55	15.11	16.06	15.59	25.23	26.59	25.91
乾 物 率 %	17.62	17.69	17.66	20.37	20.69	20.53	20.15	18.48	19.29
体 重 比 %	(10.25)	(12.46)	(11.36)	12.59	13.38	12.99	13.10	13.81	13.45
乾 物	1.52	1.85	1.69	3.08	3.32	3.20	5.08	4.91	5.00
濃 飼 加 草	2.42	2.75	2.59						
体 重 比 %	2.88	3.27	3.08	2.57	2.77	2.67	2.64	2.55	2.60
体 重			84.1			120.0			192.6

()内は濃飼1kg (DM 0.9kg)は加算していない。

6) 増体重

5、6ヶ月令(9月30日)の体尺値は双子が2頭いたため、ホルスタイン協会標準値(☆)には及ばなかったが、発育は良好であった(表5)。

表5. 体 尺 値

	3/25	4/15	5/6	6/8	9/30	ホル 協 標 準 値 (☆)			
						1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	6ヶ月
体 重	45.5	53.5	72.8	101.8	188.7	61.7	91.4	121.1	210.3
体 高	75.6	79.9	83.6	90.3	103.5	80.2	86.0	91.4	105.0
体 長	72.3	78.6	81.7	92.3	115.0	79.2	87.2	94.6	113.8
胸 囲	79.7	82.3	91.0	104.7	125.5	88.3	98.0	107.2	131.1

体重の推移および期間の日増体量を図1に示した。9月上旬以外の各時期とも高いDGで推移し、終牧時(10月18日)には201.3kgとなった。放牧期間(161日間)の増体重は127kg、平均DGは0.79kg、哺育期を含めた207日間の増体量は155.8kg、DGは0.75kgであった。

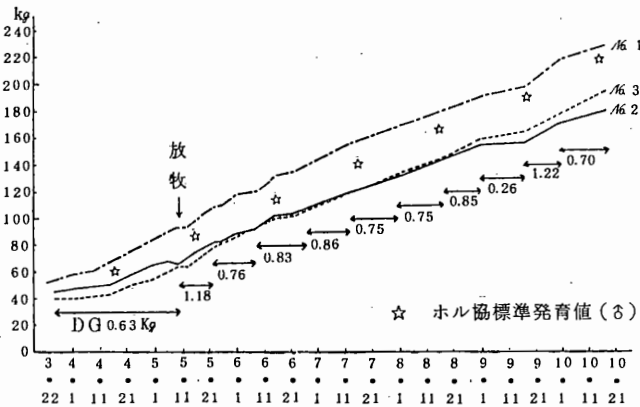


図1. 体 重 の 推 移

む す び

以上のように2ヶ月で離乳し、放牧初期の濃厚飼料の給与量および給与期間をこれまでの成績よりもさらに少なくして放牧育成した結果、放牧初期から順調に育成し高いパフォーマンスを得た。供試頭数が少ない憾があるが、ホルスタイン子牛の早期放牧育成において補助飼料をさらに節減できる可能性が示された。

引 用 文 献

- 1) 寒河江 洋一郎・渡 辺 正 雄・松 村 宏 (1967): 子牛育成と草地の利用との関連に関する研究、日畜北支報、10。
- 2) 寒河江 洋一郎 (1971): 乳用牛の放牧一粗飼料主体の飼養に関する研究 一春生れ子牛の育成一、日畜北支報、14。
- 3) 小竹森 訓 央 (1977): 牧草を主体とした乳用種去勢牛の育成・肥育に関する研究、北大農学部付属牧場研報、8、1~83。
- 4) 根釧農試・新得畜試 (1971): 乳用子牛の早期集団放牧育成法に関する試験成績。

林内放牧地における野草および樹葉の飼料成分 とその季節的変動

小松 芳郎・宮谷内留行・宮本 進(北海道農試)

肉用牛の飼料自給率の向上、飼料基盤の拡大を図るための山林の活用を目的に林内放牧地における野草および樹葉の飼料成分について調査を行なった。

試 験 方 法

放牧地は北海道農試内の山地畜産実験牧場内の80.8 haの林内草地で林地の面積は58.4 haで72%を占めた。放牧地内の野草はクマイザサが多く全面積の約50%弱、またススキ、チシマザサが各々約10%を占め残りの約30%がその他の野草であった。

調査は昭和54年10月から56年11月まで放牧期間中は1ヶ月の間隔で試料を採取した。

試料は放牧地内の放牧牛(アバーデンアンガス種)が採食した草種、樹種および部位を観察し、それと同様の試料を手で摘み取り採取した。

一般成分の分析は常法により行なった。またミネラルなど他の成分については別の機会に発表する予定である。

試験結果と考察

1. 採食した野草および樹葉の種類および部位

(1) イネ科野草 クマイザサは新葉の出る6月～7月より採食されるが10月以降他の野草が採食された後の採食が多い。主に新葉が採食される。チシマザサも同様であるが草高が高いので前者より採食の機会は少ない。

ススキは放牧期間を通して採食される。通常は5月～6月は地上30 cm～40 cm以上の茎葉、7月以降は40 cm～60 cm以上の葉を主に採食する。いずれも生産量が多いので放牧牛の主な栄養源である。

(2) マメ科野草 エゾヤマハギなどのハギ類は放牧期間を通して採食される。生育初期には枝および葉、その後は葉を主体に採食する。

クズは生育の盛んな夏期以降に採食されることが多い。主に葉を採食するがつるも同時に採食されることが多い。

(3) キク科野草 オオヨモギなどのヨモギ類、エゾゴマナ、ヨツバヒヨドリ、ヨブスマソウ、オオブキは群生して、放牧期間を通して採食されるが後二者は他の草種にくらべ採食される機会は少ない。いずれも葉を主に採食するが茎の木質化の少ない生育前期には茎も採食する。

(4) その他の野草 オオイタドリは群生しキク科の野草同様に葉および茎が採食される。

ヤマブドウ、コクワ、ツルウメモドキのつる性野草は草高1.0 m～1.5 m以下の葉を主に採食する。ウドは期間を通して主に葉を採食する。

(5) 樹葉 放牧牛はシラカンバ、ヤナギ類、コナラ、カエデ類、タラノキ、ハリギリを主に採食したが、いずれも野草より採食の機会は少ない。主に1.0 m～1.5 m以下の葉また10月以降は落葉を採食した。

2. 野草および樹葉の一般成分

原物中の成分組成および範囲は表1、2のとおり。

水分含量はササ類が少なくキク科の野草が多い傾向が見られた。

放牧期間を通しての放牧牛の採食した野草、樹葉の成分の範囲はオオヨモギが各成分とも大きい。また粗蛋白質はツルウメモドキ、粗脂肪はヤナギ類、カエデ類、NFEは樹葉類、エゾヤマハギ、粗繊維は樹葉類、ススキ、チシマザサ、粗灰分はイネ科野草、カエデ類が各成分の範囲が大であった。

表3は乾物中の成分組成である。

粗蛋白質はクズ、エゾヤマハギのマメ科野草が多く、またオオイタドリ、ウド、タラノキが次ぎ、いずれも蛋白質源として重要である。

また、粗脂肪はシラカンバ、ヨツバヒヨドリ、ウド、NFEはヤナギ類、ヤマブドウ、粗繊維はイネ科野草がいずれも含量が多い。

TDN(推定値)はオオヨモギの71.6%からエゾヤマハギの51.1%の間に殆んどの野草、樹葉が含まれると考えられエネルギー源としての活用が期待される。ササ類はクマイザサ37.3%で低いが資源量が多いことから今後の検討が必要である。

粗灰分はキク科野草、ウド、コクワ、ツルウメモドキが多くエゾヤマハギ、オオイタドリ、樹葉類は少ない。

表1. 野草(葉部)の飼料成分(%)

草種	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分
ススキ (12)	73.2 64.6~83.3	2.3 1.6~2.9	0.8 0.4~1.7	12.8 7.4~17.3	8.2 5.0~10.8	2.7 1.4~4.7
クマイザサ (8)	57.0 48.3~63.7	5.4 4.4~6.2	1.8 1.0~2.4	18.1 16.1~22.6	13.1 11.6~14.1	4.6 2.3~7.2
チシマザサ (6)	58.8 50.6~73.4	5.8 4.2~6.8	1.7 0.9~2.4	17.3 11.5~21.6	12.4 7.9~13.5	4.0 2.0~5.8
クズ (8)	76.4 71.5~86.4	5.4 4.6~6.5	1.0 0.3~1.5	9.9 5.3~13.1	4.7 3.0~6.0	2.6 1.4~3.7
エゾヤマハギ (11)	74.1 67.5~84.5	5.6 4.8~6.3	1.2 0.5~1.6	12.5 6.5~18.8	4.8 2.4~6.6	1.8 1.3~2.4
オオモギ (11)	75.5 63.7~92.1	3.4 2.0~5.4	1.3 0.3~2.3	11.9 3.0~12.1	4.8 1.4~7.4	3.1 1.2~5.4
エゾゴマナ (7)	80.1 72.5~87.7	3.0 2.4~3.3	0.9 0.5~2.0	11.0 5.4~16.3	2.2 1.2~3.0	2.8 1.9~4.0
ヨツバヒヨドリ (4)	85.0 81.4~92.1	2.9 2.5~3.2	1.1 0.4~1.5	7.1 3.2~9.1	1.9 0.9~2.7	2.0 0.9~2.6
ヨブスマソウ (3)	85.7 81.3~89.1	2.1 1.8~2.3	0.6 0.4~0.9	7.9 5.5~11.3	1.5 1.3~1.7	2.2 1.9~2.4
オオブキ (11)	83.7 81.0~86.9	2.4 1.6~3.0	0.7 0.6~0.8	8.7 6.2~11.5	1.9 1.1~2.3	2.6 1.7~3.4

()は分析点数

表2. 野草および樹葉の飼料成分 (%)

草・樹種	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分
オオイタ ドリ (6)	77.3	4.1	1.2	12.1	3.4	1.9
	74.4~84.4	3.4~4.5	0.9~1.3	7.0~15.2	1.8~5.3	1.4~2.5
ウド (9)	82.3	3.3	1.1	8.9	2.2	2.2
	90.6~76.7	2.2~4.5	0.4~1.5	4.3~13.3	1.4~2.9	1.1~3.1
ヤマ ブドウ (10)	78.6	3.4	0.8	12.6	2.6	2.0
	75.6~84.2	2.5~4.0	0.7~1.0	8.5~14.7	2.1~3.2	1.4~2.5
コクワ (8)	78.8	3.3	1.0	11.8	2.1	3.0
	73.3~81.8	2.9~3.7	0.6~1.3	9.9~15.0	1.6~2.7	2.1~4.1
ツルウメ モドキ (6)	78.1	3.1	1.1	11.8	2.9	3.0
	74.2~84.1	1.7~5.1	0.7~1.6	6.3~14.6	1.6~4.2	1.7~3.9
シラ カンバ (10)	64.7	4.9	3.2	19.7	5.5	2.0
	60.1~73.1	4.0~6.0	2.5~3.8	13.2~22.8	2.5~7.7	1.4~3.5
ハリギリ (10)	73.0	4.0	1.2	14.5	4.7	2.6
	62.5~85.0	3.3~5.1	0.8~2.1	6.5~21.5	2.1~6.8	1.7~3.3
タラノキ (10)	74.3	4.9	1.2	14.7	2.7	2.2
	64.2~88.3	3.5~6.1	0.3~1.6	4.4~23.4	1.4~3.5	1.2~3.0
コナラ (10)	62.3	5.1	1.5	21.1	7.6	2.4
	56.9~75.7	2.3~5.9	0.8~2.1	13.7~24.4	2.4~10.1	1.6~3.0
ヤナギ類 (16)	63.0	4.5	1.7	22.8	5.3	2.7
	56.3~71.9	3.8~5.7	1.0~2.7	14.3~29.4	4.0~6.3	2.2~3.4
カエデ類 (11)	71.3	4.5	1.1	16.2	4.4	2.5
	64.2~71.9	3.8~5.7	0.9~1.8	9.5~21.6	2.3~6.3	1.3~5.0

() は分析点数

表3. 野草および樹葉の飼料成分 (乾物中 %)

草・樹種	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	DCP*	TDN*
ススキ	8.7	2.8	47.8	30.6	10.1	4.4	51.5
クマイザ	12.6	4.1	42.1	30.5	10.7	6.6	37.3
チシマザ	14.0	4.2	41.9	30.1	9.8		
クズ	22.9	4.2	42.0	19.9	11.0	14.4	51.7
エゾヤマハギ	21.4	4.4	49.0	18.4	6.8	8.5	51.1
オオモギ	13.9	5.3	48.8	19.4	12.6	11.0	71.6
エゾゴマナ	15.1	4.5	55.2	11.1	14.1		
ヨツバヒヨドリ	19.3	7.3	47.4	12.7	13.3		
ヨブスマソウ	14.7	4.2	55.2	10.5	15.4		
オオブキ	14.7	4.3	53.3	11.7	16.0		
オオイトドリ	18.1	5.3	53.2	15.0	8.4	11.0	57.3
ウド	18.6	6.2	50.4	12.4	12.4		
ヤマブドウ	15.9	3.7	59.0	12.1	9.3		
コクワ	15.6	4.7	55.6	9.9	14.2		
ツルウメモドキ	14.2	5.0	53.9	13.2	13.7		
シラカンバ	13.9	9.1	55.7	15.6	5.7	8.5	66.6
ハリギリ	14.8	4.4	53.8	17.4	9.6		
タラノキ	19.1	4.7	57.1	10.5	8.6		
コナラ	13.5	4.0	55.9	20.2	6.4		
ヤナギ類	12.2	4.6	61.6	14.3	7.3	4.9	51.9
カエデ類	15.7	3.8	56.5	15.3	8.7		

* DCP、TDNは日本標準飼料成分表(1の80)その他よりの推定値

3. 一般成分の季節的変動

ススキ(イネ科)、クズ(マメ科)、エゾゴマナ(キク科)、オオイトドリ(タデ科)、シラカンバの成分組成の季節的変動は図1のとおり。

乾物、NFE含量は野草、樹葉いずれも季節が進むに従って増加の傾向を示すが粗蛋白質含量はいずれも低下の傾向を示す。粗脂肪、粗灰分はいずれも変動が少なく、また粗繊維は変動はあるが明らかな傾向は見られない。

放牧牛の採食草の季節的変動は刈取り牧草の成分の変動にくらべ少ない傾向が見られるが、これは放牧牛が草種、部位を選択して採食する結果によるものと考えられる。

要 約

北海道農試内の林内放牧地において放牧牛の採食した野草15種、樹葉6種について飼料成分を放牧期間を通して調査しその飼料特性、飼料価値について検討した。

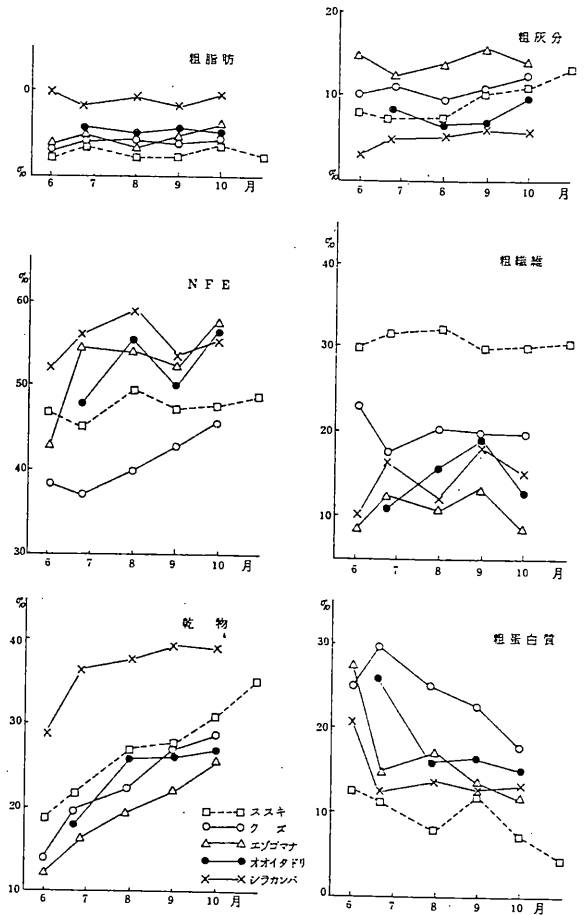


図1. 野草(葉部)および樹葉の飼料成分(乾物中)の変化

粗飼料を主体とした肥育素牛の育成

1. 屋外越冬時における濃厚飼料の補給が増体に及ぼす影響

— その1. アバディーン・アンガス種について —

宮谷内留行・小松 芳郎・宮本 進・宮下 昭光(北海道農試)

目 的

牛肉生産の安定をはかるため自給飼料を主体とした肉用牛飼養技術の体系化が要請されているが、本研究は低コストで省力的な屋外での集団育成方式を確立するため、寒冷時の栄養水準と増体との関係を濃厚飼料の補給により検討し、屋外越冬時の給与基準設定の基礎資料を得ることを目的とした。

試 験 方 法

肉用育成牛(アバディーン・アンガス種、♂12頭・♀10頭、平均10か月齢)22頭をA区B区に分け、栄養水準に差をつけて、57年2月4日より57年4月29日まで屋外で飼養した。

給与飼料は乾牧草(1番草)と配合飼料(肥育前期)を組合せ、乾牧草は屋外で1日2回の群別定量給与とし、配合飼料は屋内で1日1回の個体別制限給与とした。

配合飼料の原材料は、穀類66%、植物油粕類11%、糟糠類10%、その他13%の構成比のものを用いた。給与飼料の栄養価は綿羊による消化試験から求めた。

体重測定は週1回、体尺測定は月1回とし、いずれも飼料給与前に行なった。また冬期間の日増体重の目標をA区0.6Kg、B区0.3Kgにおき育成した。供試牛を収容した屋外越冬場の1頭当りパドック面積は25m²とした。

結果および考察

1. 冬期屋外飼育と栄養摂取量

給与飼料の栄養価および供試牛の栄養摂取量を表2、表3に示した。乾牧草は品質不良なオーチャードグラス主体の1番草を用いたので、その栄養価は通常のそれよりも、やや低く示された。

乾牧草の給与量は、粗飼料比率(DM)でA区70%、B区80%を目安にしていたが、残食量との関係でA区63%、B区74%にとどまった。

乾牧草の残食率はA区27%、B区20%であり、配合飼料の給与量が少ないB区が乾牧草の採食量は多かった。

しかし、給与飼料総量からのDM摂取量は、A区6.4Kg、B区5.8Kgで配合飼料を多給したA区が高

表1. 試験区の構成

項 目	区 分	A 区	B 区
	頭 数		♂6頭 ♀5頭
開始時体重(Kg)		192±24	189±24
日増体目標(Kg)		0.6	0.3
配合飼料/日・頭(Kg)		2.5~3.0	1.5~2.0
乾牧草/日・頭(Kg)		6.0~6.5	6.0~6.5
粗飼料比率(DM・%)		70	80

かった。

屋外で越冬した供試牛の栄養摂取量は、A区がDCP 0.40 Kg、TDN 4.0 KgでありB区はDCP 0.32 Kg、TDN 3.5 KgでいずれもA区が高く、また、1 Kg増体に要したTDNはA区 7.3 Kg、B区 9.8 Kgであり、飼料効率はA区が優っていた。このように両区の栄養摂取量に差があるのは、日増体重の目標がA区 0.6 Kg、B区 0.3 Kgとそれぞれ異なるために配合飼料の給与量に差をつけたからである。

表 2. 給与飼料の栄養価(%)

飼料	項目	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
乾牧草	組成分	13.58	6.30	1.63	40.61	31.38	6.50		
	消化率		45.5	49.8	54.4	54.9		2.9 (3.4)	44.1 (51.0)
配合飼料	組成分	14.03	12.88	3.04	60.49	4.85	4.71		
	消化率		76.3	89.5	92.7	40.8		9.8 (11.4)	74.0 (86.1)

注. ()は乾物中%

次いで、これら両区の栄養水準と日本飼養標準(肉用牛・1975)との対比を表4、表5に示した。すなわち日増体重の目標を0.6 KgとしたA区の場合は、DCPが飼養標準の88%、TDNは143%であった。

一方、日増体重で0.3 Kgを目標においたB区の場合は、DCPが91%、TDNは170%であり両区とも高熱量の栄養構成であった。

このように両区ともTDNの摂取量が極端に飼養標準を上回る結果を示したのは、冬期の屋外飼育における寒冷ストレスを考慮し、目安として飼料のDM摂取量を高める栄養管理を試みたためである。

その結果、体重に対するDM摂取率はA区3.0%、B区2.8%と通常のそれよりも高い傾向が示された。

2. 栄養水準と発育成績

冬期間、屋外で飼育した供試牛の発育成績を図1、図2および表6に示した。試験終了時体重は、A区

238 Kg、B区219 Kgであり試験期84日間の増体重でみると、A区46 Kg、B区30 KgでA区が高く、その日増体重ではA区0.548 Kg、B区0.357 Kgとなり、両区の間には1%水準で有意差が認められた。

また体尺測定値では体高、体長、胸囲においてもA区が優り、体高、体長で1%水準、胸囲で5%水準でそれぞれ有意差が認められた。

すなわち両区のこうした発育の差異は、表4で示したように、配合飼料の給与量の差からでた結果で

表 3. 供試牛の栄養摂取量(Kg/日・頭)

項目	区分	
	A区	B区
飼料摂取量		
乾草給与量(Kg)	6.0 ~ 6.5	6.0 ~ 6.5
乾草摂取量(Kg)	4.6	5.0
乾草残食率(%)	27 ± 9	20 ± 8
配合飼料(Kg)	2.75	1.75
粗飼料比率(DM%)	63	74
養分摂取量		
D M (Kg)	6.4	5.8
D C P (Kg)	0.40	0.32
T D N (Kg)	4.0	3.5
摂取DM/体重(%)	3.0	2.8
1Kg増体に要したTDN(Kg)	7.3	9.8

注. 体重は開始時と終了時の平均値を用いた。

あり、栄養摂取量でみるとTDNで0.5 Kg/日・頭の差異であった。

また、これら両区の栄養水準をそれぞれの日増体目標に合せ飼養標準と対比すると、いずれも高熱量の栄養水準であった。

しかしながら日本飼養標準が示す肉用牛の養分要求量は、あくまでも環境条件が適温下の屋内飼育により求めた標準値であり、本試験のような冬期屋外飼育の栄養管理には、直接あてはまらないものと考えられる。

したがって冬期屋外飼育の栄養管理の要点は、熱量の補給を考えるべきで、数量的には日本飼養標準の130~140%程度に熱量補正が必要と思われるが、その場所の自然環境や施設、管理方式などとの関係についても検討する必要がある。

次いで本試験における気温と増体重との関係を図2に示した。

試験期間の平均気温は1.5℃、平均日増体重はA区0.548Kg、B区0.357Kgであった。これを月別平均気温との関係で

表4. DCP摂取量の日本飼養標準との対比

試験期間		前期 (2/4)	中期 (3/18)	後期 (4/29)	平均
A区	体重(Kg)	192	214	238	88
	標準(Kg)	0.44	0.47	0.48	
	摂取量(Kg)	0.37	0.43	0.43	
	対比(%)	84	91	90	
B区	体重(Kg)	189	201	219	91
	標準(Kg)	0.35	0.36	0.38	
	摂取量(Kg)	0.29	0.35	0.35	
	対比(%)	83	97	92	

表5. TDN摂取量の日本飼養標準との対比

試験期間		前期 (2/4)	中期 (3/18)	後期 (4/29)	平均
A区	体重(Kg)	192	214	238	143
	標準(Kg)	2.7	2.9	3.1	
	摂取量(Kg)	3.8	4.3	4.3	
	対比(%)	141	148	140	
B区	体重(Kg)	189	201	219	170
	標準(Kg)	2.0	2.1	2.2	
	摂取量(Kg)	3.2	3.8	3.8	
	対比(%)	160	180	170	

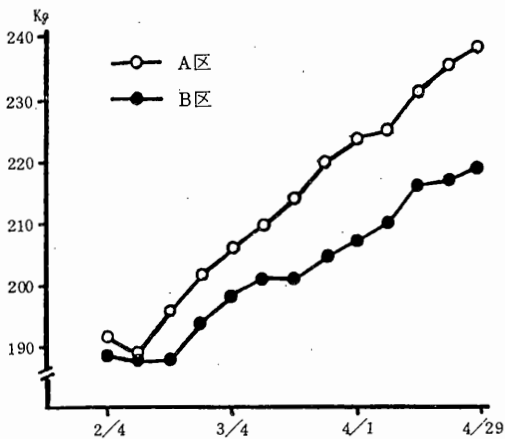


図1. 体重の推移

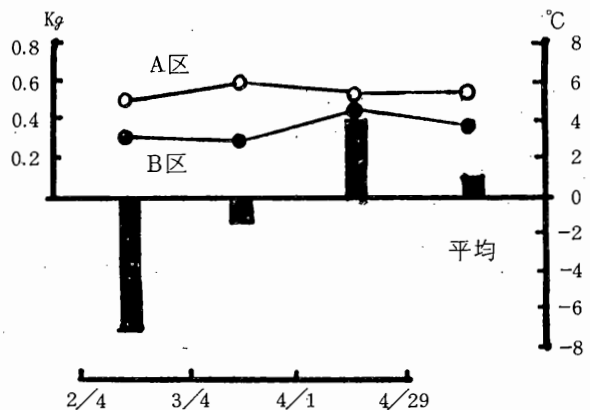


図2. 気温と日増体重

みると、2月(-7.1℃)、3月(-1.5℃)、4月(4.2℃)で、これに対応するA区の月別平均日増体重は、2月(0.500Kg)、3月(0.607Kg)、4月(0.536Kg)、B区は2月(0.321Kg)、3月(0.321Kg)、4月(0.429Kg)であった。

しかし、両区とも気温と日増体重との関係は、一定の傾向はみられず判然としなかった。

要 約

体重200Kg前後の肉用育成牛を群飼育により屋外で越冬した。日増体重の目標を0.6 Kgの場合、それに要したTDNは4.0Kg/日・頭であった。

また日増体重の目標を0.3 Kgにおくと3.5 Kg/日・頭のTDNが必要とみなされた。これらの結果は日本飼養標準と対比して、140～170%の養分要求量に相当した。

表6. 発 育 成 績

項 目 \ 区 分	A 区	B 区
体 重 (Kg)		
開 始 時	192 ± 24	189 ± 24
終 了 時	238 ± 26	219 ± 25
増 体 重	46 ± 6	30 ± 8
日 増 体 重	0.548 ^{***}	0.357 ^{***}
体 高 (cm)		
開 始 時	97.4 ± 4.5	97.9 ± 3.5
終 了 時	103.7 ± 3.2	102.1 ± 3.1
増 体 高	6.4 ± 2.0 ^{***}	4.2 ± 1.5 ^{***}
体 長 (cm)		
開 始 時	106.8 ± 5.2	107.0 ± 4.5
終 了 時	114.9 ± 5.9	112.3 ± 5.1
増 体 長	8.1 ± 4.6 ^{***}	5.3 ± 1.8 ^{***}
胸 囲 (cm)		
開 始 時	138.1 ± 6.5	135.5 ± 5.3
終 了 時	147.3 ± 4.8	143.3 ± 6.1
増 胸 囲	9.2 ± 3.9 [*]	7.8 ± 3.1 [*]

注・A・B^{***}印の間にP < 0.01、^{*}印の間にP < 0.05

粗飼料を主体とした肥育素牛の育成

1. 屋外越冬時における濃厚飼料の補給が増体に及ぼす影響

— その2. ホルスタイン種去勢牛について —

宮谷内留行・小松 芳郎・宮本 進・手島 道明・楢山 忠士・高橋 俊（北海道農試）

目 的

前報と同様に低コストで省力的な肉用育成牛の屋外越冬方式を確立するため、積雪寒冷時の栄養水準と増体との関係をホルスタイン種去勢牛について検討した。

試 験 方 法

ホルスタイン種去勢牛 16 頭（平均 14 か月齢）を A 区 B 区に分け、栄養水準に差をつけて、57 年 12 月 30 日より 58 年 4 月 28 日までの 119 日間・屋外で飼養した。

給与飼料は乾牧草（1 番草）と配合飼料（肥育用前期）を組合せ、乾牧草は屋外で 1 日 2 回の群別定量給与とした。配合飼料は屋内で 1 日 1 回の個別制限給与を行ない、水は自由飲水とし固形塩も自由に舐食させた。

配合飼料の原材料の構成比は、穀類 66 %、植物性油粕類 11 %、糟糠類 10 %、その他 13 % のものを用いた。給与飼料の栄養価は綿羊による消化試験から求めた。

体重測定は週 1 回、体尺測定は月 1 回とし、いずれも飼料給与前に行なった。また冬期間の日増体重の目標を A 区 0.6 Kg、B 区 0.3 Kg におき育成した。供試牛を収容した屋外越冬場の 1 頭当りパドック面積は 35 m² とした。

表 1. 試験区の構成

項 目	区 分	
	A 区	B 区
頭 数	8 頭	8 頭
開 始 時 体 重 (Kg)	355 ± 23.2	352 ± 22.9
日 増 体 目 標 (Kg)	0.6	0.3
配 合 飼 料 / 日 ・ 頭 (Kg)	3.0 ~ 4.0	1.5 ~ 2.5
乾 牧 草 / 日 ・ 頭 (Kg)	7.0 ~ 8.0	7.0 ~ 8.0
粗 飼 料 比 率 (DM・%)	70	80

結果および考察

1. 冬期屋外飼育と栄養摂取量

給与飼料の栄養価および供試牛の栄養摂取量を表 2、表 3 に示した。

乾牧草の給与量は、粗飼料比率 (DM) を A 区 70 %、B 区 80 % を目安としたが、結果的に A 区 67 %、B 区 77 % にとどまった。

給与飼料総量からの DM 摂取量は、A 区 9.6 Kg、B 区 8.2 Kg であり、体重に対する DM 摂取量の割合は、A 区 2.5 %、B 区 2.2 % で配合飼料を多給した A 区が高かった。

供試牛の栄養摂取量は、A 区が DCP 0.64 Kg、TDN 6.0 Kg、B 区は DCP 0.49 Kg、TDN 5.0 Kg で、いずれも A 区が高く、また 1 Kg 増体に要した TDN は A 区 9.9 Kg、B 区 15.2 Kg であり、飼料効率は A 区が優っていた。

こうした両区の栄養摂取量の差は、日増体重の目標がA区 0.6 Kg、B区 0.3 Kgとそれぞれ異なるために配合飼料の給与量に差をつけたからである。

表 2. 給与飼料の栄養価(%)

飼料	項目	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
乾牧草	組成分	10.60	7.45	1.71	41.49	33.54	5.21		
	消化率		49.64	39.55	55.59	59.99		(3.7 4.1)	(48.4 54.1)
配合飼料	組成分	14.74	14.07	2.96	59.13	4.49	4.61		
	消化率		72.24	80.22	86.35	44.19		(10.2 12.0)	(68.5 80.3)

注・()は乾物中%

次いで両区の栄養水準と日本飼養標準(肉用牛・1975)との対比を表4、表5に示した。すなわち、日増体重 0.6 Kgを目標としたA区の場合は、DCPが飼養標準の105%、TDNは120%であった。

一方、日増体重を 0.3 Kgに目標をおいたB区の場合はDCPが96%、TDNは115%の養分摂取量であった。

2. 栄養水準と発育成績

冬期間、屋外で飼育した供試牛の発育成績を図1、図2、図3および表6に示した。

試験終了時体重はA区427Kg、B区391Kgであり、試験期119日間の増体重でみると、A区46Kg、B区30KgでA区が高く、その日増体重ではA区0.605Kg、B区0.328Kgとなり両区の間には1%水準で有意差が認められた。

両区のような発育の差異は、表4で示したように配合飼料の給与量の差からでた結果であって、これを栄養摂取量でみるとTDNで1.0 Kg/日・頭の差異であった。

また、これら両区の栄養水準をそれぞれの日増体重目標に合せ、飼養標準と対比すると、いずれも、115~120%に相当するTDNを摂取していた。次いで平均気温と増体重との関係を図3に示した。

試験期間の平均気温は-1.8℃、日増体重はA区0.605Kg、B区0.328Kgであった。これを月別平均気温との関係でみると、1月(-4.9℃)、2月(-7.4℃)、3月(-2.5℃)、4月(7.7℃)で、これに対応するA区の月別平均日増体重は、1月(0.321Kg)、2月(0.857Kg)、3月(0.679Kg)、4月(0.314Kg)、B区は1月(0.000Kg)、2月(0.571Kg)、3月(0.429Kg)、4月(0.314Kg)であった。

表 3. 供試牛の栄養摂取量(Kg/日・頭)

区分	A区	B区
	飼料摂取量	
乾牧草(Kg)	7.2	7.1
配合飼料(Kg)	3.7	2.2
粗飼料比率(DM%)	67	77
養分摂取量		
DM(Kg)	9.6	8.2
DCP(Kg)	0.64	0.49
TDN(Kg)	6.0	5.0
摂取DM/体重(%)	2.5	2.2
1Kg増体に要したTDN(Kg)	9.9	15.2

注・体重は開始時と終了時の平均値を用いた。

表 4. DCP摂取量の日本飼養標準との対比

試験期間		12/30	1/27	2/27	3/24	4/28	平均
A区	体重(Kg)	355	364	388	407	427	105
	標準(Kg)	0.59	0.60	0.62	0.64	0.64	
	摂取量(Kg)	0.57	0.67	0.68	0.70	0.57	
	対比(%)	97	112	110	109	89	
B区	体重(Kg)	352	352	368	380	391	96
	標準(Kg)	0.49	0.50	0.51	0.51	0.51	
	摂取量(Kg)	0.41	0.51	0.51	0.51	0.41	
	対比(%)	84	102	100	100	80	

表 5. TDN摂取量の日本飼養標準との対比

試験期間		12/30	1/27	2/27	3/24	4/28	平均
A区	体重(Kg)	355	364	388	407	427	120
	標準(Kg)	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	
	摂取量(Kg)	5.4	6.1	6.1	6.6	5.4	
	対比(%)	115	127	122	127	100	
B区	体重(Kg)	352	352	368	380	391	115
	標準(Kg)	4.1	4.1	4.3	4.4	4.5	
	摂取量(Kg)	4.4	5.1	5.1	5.1	4.4	
	対比(%)	107	124	119	116	98	

したがって、気温と増体重との関係は、気温が上昇しても増体重は低下する傾向が示されたが、この原因は気候が温暖に向うにしたがいパドック内が泥ねい化したためと考えられる。また固形塩の舐食量の比較を表7に示したが、栄養摂取量の低いB区が舐食率は高い傾向を示した。

以上の結果、ホルスタイン種去勢牛を肥育素牛として、屋外で越冬する際の栄養水準は日増体目標を0.6 Kgおよび0.3 Kgにおいた場合は、日本飼養標準の120%程度のTDNが必要と思われる。

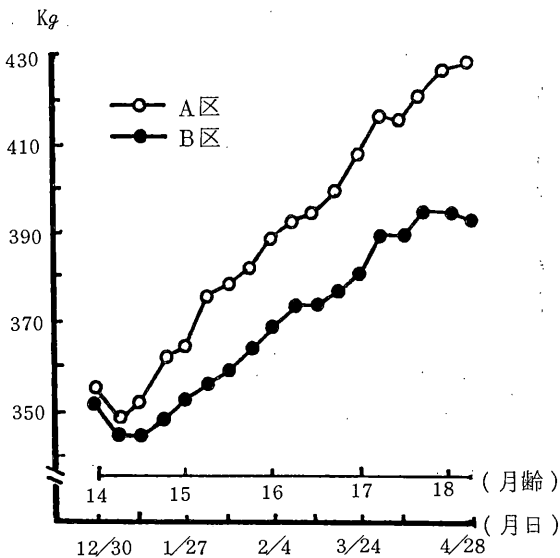


図 1. 体重の推移

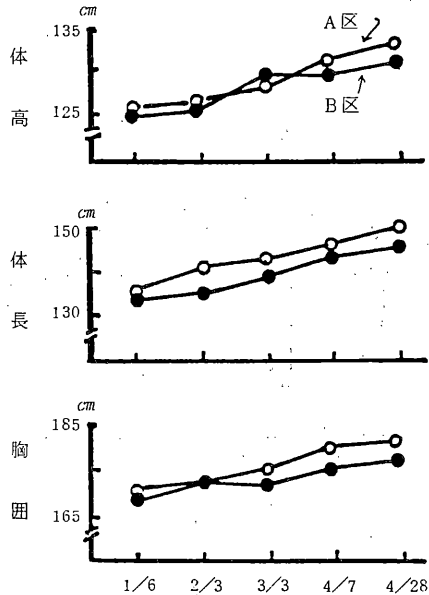


図 2. 体高・体長・胸囲の推移

表6. 発育成績

項目	区分	A 区	B 区
体 重 (Kg)	開 始 時	355 ± 23	352 ± 23
	終 了 時	427 ± 27	391 ± 23
	増 体 重	72 ± 15	39 ± 13
	日 増 体 重	0.605 ※	0.328 ※
体 高 (cm)	開 始 時	125.3 ± 3.4	124.9 ± 3.4
	終 了 時	132.3 ± 2.3	131.2 ± 3.3
	増 体 高	7.0 ± 1.4	6.3 ± 1.7
体 長 (cm)	開 始 時	135.6 ± 6.5	134.2 ± 2.4
	終 了 時	149.5 ± 6.2	146.0 ± 4.9
	増 体 長	13.9 ± 5.1	11.8 ± 4.3
胸 囲 (cm)	開 始 時	168.9 ± 5.9	170.1 ± 5.5
	終 了 時	181.4 ± 4.9	177.2 ± 5.0
	増 胸 囲	12.5 ± 4.8 ※	7.1 ± 2.4 ※

表7. 固形塩舐食量と舐食率 (g/日・頭)

期間	A 区		B 区	
2/26 ~ 3/8	35 ^g	61 [%]	53 ^g	93 [%]
3/9 ~ 3/21	21	44	44	90
3/22 ~ 4/3	21	40	37	70

要 約

体重350Kg前後のホルスタイン種去勢牛を、群飼育により屋外で越冬する際の栄養水準を検討した。日増体重の目標を0.6Kgの場合、それに要したTDNは6.0Kg/日・頭であった。また日増体重の目標を0.3Kgにおくと5.0Kg/日・頭のTDNが摂取された。これらの結果は日本飼養標準と対比すると115~120%の養分要求量に相当した。

注・A・B※印の間にP<0.01

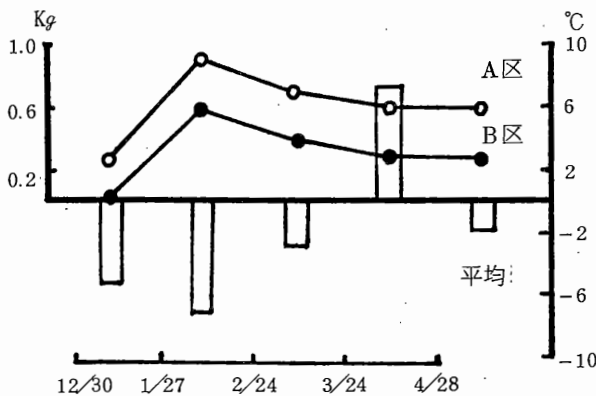


図3. 気温と日増体重

粗飼料を主体とした肥育素牛の育成

2. 冬期の栄養水準が放牧期の増体に及ぼす影響

— その1. アバディーン・アンガス種について —

宮下 昭光・宮谷内留行(北農試)

目 的

低コストで省力的に肉用牛を育成するため、越冬飼養時の栄養水準を異にした肥育素牛について、入牧時の発育差が春からの草地放牧期における発育増体に及ぼす影響を検討した。

試 験 方 法

供試家畜：昭和56年の春に生産されたアバディーンアンガス種22頭を2群に分け、56年秋からの冬期飼養期に屋外で乾草を飽食させながら、濃厚飼料給与量の調節によって日増体目標を、A群0.6Kg、B群0.3Kgに設定飼育し、その後、放牧試験に供試した。放牧開始時の平均月令は13.6カ月であった。

供試草地：北農試の放牧草地6.4haを5区分(1区1.2ha)して30日回帰の輪換放牧を行った。また補助的に野草地を約1.2haを使用した。

放牧管理：供試牛は1群にして同一条件の放牧とした。草地への追肥は7月10日に10a当たりN4Kg、P₂O₅6Kgを散布した。掃除刈は地表面が不均一のため省略した。

結 果

1. 越冬終了より放牧開始までの経過

越冬時の栄養試験終了時の体重はA群238Kg、B群219KgでA群の高栄養牛群は19Kg勝っていた。放牧馴致のため、4月30日より濃厚飼料給与を中止し乾草のみを給与し、5月10日に放牧を開始した。

2. 草地の生産と利用

植生：供試草地は造成後17年を経過したイネ科牧草主体草地で、オーチャードグラス被度が放牧期間の平均で77%を占め、ほかにケンタッキーブルーグラス7%、メドウフェスク、レッドトップ、シロクローバおよび雑草などがそれぞれ3~5%づつ混入していた。また7月中旬に補助的に放牧した野草地の草種別被度は、ススキ45%、ササ23%、ヨモギ12%、牧草10%で外にワラビ、フキなどが混生した草地であり、利用時の草高は60~70cmであった。

現存量と利用率：放牧期間中の草地利用状況は表1に掲げた。放牧期間中の現存量の合計は野草地を含めて10a当たり4t程度であった。牧草地放牧では、1牧区1.2haに22頭を6日間収容したが放牧圧が強く、牧草の生育最盛期でも、余剰草を生じる余裕が認められなかった。このため糞汚染地ぎりぎりまで採食され、また各牧区ともオーチャードグラスの出穂は汚染地に集中したが夏にほとんど採食されつくした。このため、放牧利用率は春より60%を上廻った。また野草地放牧は7月11日からの10日間は、現存量に対する利用率は牧草地と同様であり、全期間の平均利用率は65%となった。時

期別採食量と体重の比率では1期～3期まで約15%に相当し、その後は低下した。日本飼養標準表(肉用牛)によると、放牧牛は体重の8～14%の草を採食すると推測しているが、粗飼料の利用性が高いアンガス種では14%を上廻る時もあった。

牧草の栄養価：各放牧期の栄養価(図1)は、春の入牧時にもっとも高く、その後放牧回次が進むにしたがって次第に低下したが秋に若干高くなった。

第1表 草地の利用

放牧期別	放牧期間 (月/日～月/日)	現存量 (Kg/10a)	残草量 (Kg/10a)	採食量 (Kg/10a)	利用率 (%)	1頭当たり採食量 (Kg/日)	平均体重 (Kg/頭)	体重当採食量 (%)
1	5/10～6/9	595	210	385	65	37	248	14.9
2	6/10～7/10	681	276	415	61	40	275	14.5
3	7/11～7/21	1,350	546	804	60	44	296	14.9
4	7/22～8/21	500	200	300	60	29	305	9.5
5	8/22～9/21	509	170	339	67	33	313	10.5
6	9/22～10/23	385	99	286	74	28	321	8.7
平均		670	250	419	65	35	293	12.2

注) 7月11日～7月21日は野草地放牧

3. 放牧牛の発育

入牧後の状態：5月10日より放牧を開始したが高水分、高蛋白の牧草を十分に採食する中で下痢の発生を察したがとくに異常を認めなかった。また尾や尻の汚れ具合を観察したところB群の去勢牛がやや目立つ程度であった。体被毛の色はA群に比較してB群が黒味に乏しいようであった。しかし放牧開始後約1カ月程度で差が認められなくなった。

体重の推移：放牧牛の体重推移(表2)は、5月10日より野草放牧が終る7月20日までは、牧草地、野草地とも草生条件が良好であったため、良好な増体を示した。しかし、夏期間の増体は両群ともに鈍化し10月初めには若干の上昇がみられ、10月8日以降再び低下した。一方放

牧期間中の日増体量(図2)はA群よりB群が多い傾向があった。また累積増体量を比較すると、放牧開始より7月21日まではA群63Kgに対しB群71KgとB群で勝っていた。また、この時までの増体量は放牧全期間の増体量に占める割合はA群で66%、B群は68%で僅かであるがB群が多かった。この理由は、一般に知られている取り戻し発育とみなされよう。しかし、開始時に平均体重でA群よりB群は20Kg少なかったが、この程度の取戻し発育では、放牧期間中にB群の体重がA群に追いつくこ

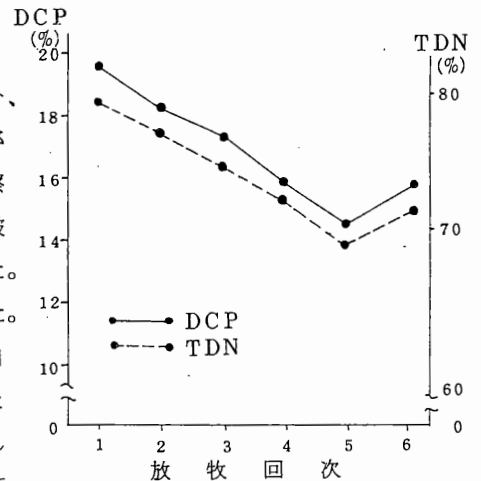


図1. 栄養価の推移

とができず、終了時には10 Kgまでに接近するにとどまった。

体軀の成長：体高、体長、胸囲の3部位の測定では(表3)放牧開始前と終了後の成長値では、体高では両群に差がなく、体長はB群がやや多く、胸囲では差が認められなかった。

表2. 放牧期間における平均体重の推移 (Kg/頭)

放牧期		馴致	1				2			3	4	5	6	全期
放牧期間 (月・日)		4.29 5.9	5.10 5.20	5.21 6.3	6.2 6.9	6.10 6.16	6.17 7.1	7.2 7.10	7.11 7.21	7.22 8.21	8.22 9.21	9.22 10.8	5.10 10.8	
A群	終了時平均体重	238	245	246	265	267	282	293	296	308	316	322	340	95
	期間中増体量			1	19	2	15	11	3	12	8	6	18	
B群	終了時平均体重	219	225	230	246	253	265	278	283	296	299	315	330	105
	期間中増体量			5	16	7	12	13	4	14	3	16	15	
	体重差(A-B)	19	20	16	19	14	17	15	14	12	17	7	10	

表3. 放牧期間中の各部位体尺値 (cm)

測定期日(月・日)		5.7	6.3	7.2	8.4	9.17	10.12	成長値
A群	体高	103.7	104.3	106.8	108.0	110.0	110.6	6.9
	体長	114.9	119.8	121.9	122.7	125.3	126.5	11.6
	胸囲	147.3	150.1	154.8	158.0	161.5	162.7	15.4
	腹囲	175.1	178.8	186.0	191.9	202.4	195.2	20.1
B群	体高	102.1	102.6	105.6	106.9	108.0	109.1	7.0
	体長	112.3	115.4	120.3	120.8	123.6	125.7	13.4
	胸囲	143.3	144.5	151.0	154.2	157.6	158.6	15.3
	腹囲	173.5	175.2	185.4	190.8	202.8	191.2	17.7

まとめ

アンガス種育成牛を供試し、冬期屋外で、日増体量目標をA群 0.6 KgおよびB群 0.3 Kgに設定して飼育した結果、越冬終了時の体重は、B群はA群より約20 Kg少なかった。この両群を春から放牧してその発育増体を追跡した結果、草生良好な期間には、B群の成長停滞を取戻そうとする現象がみられたが、放牧期間中にはA群との体重差を、開始時の体重差の約半分としたが、完全に追いつくことはできなかった。

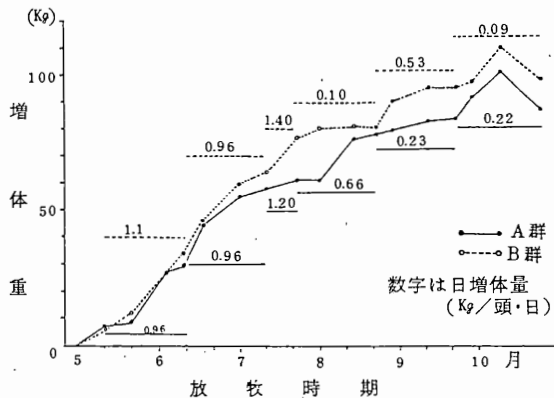


図2. 放牧期間における増体推移と日増体量

粗飼料を主体とした肥育素牛の育成

2. 冬期の栄養水準が放牧期の増体に及ぼす影響

— その2. ホルスタイン種去勢牛について —

手島 道明・楢山 忠士・高橋 俊・宮谷内留行
・宮本 進・小松 芳郎(北海道農試)

緒 言

放牧により肥育素牛を育成する場合、2シーズン目の放牧成績が優れていることは、これまでの多くの試験で明らかであるが、放牧成績は冬期の飼養管理により影響されることを林、小竹森、清水、裏らが指摘している。しかし冬期の発育量と放牧期の発育量との関係についてはまだ十分把握されていない。両者の関係を明らかにすることは、2シーズン放牧牛の増体量で草地の家畜生産性を評価する場合にも重要であり、また2シーズン放牧による肥育素牛の低コスト生産体系の中で、冬期の栄養水準の設定が飼養上の最も大きな問題となっているので、冬期の栄養水準と放牧期の増体量の関係を検討した。

試 験 方 法

宮谷内らの「屋外越冬時における濃厚飼料の補給が増体に及ぼす影響」の試験で、濃厚飼料の給与量により冬期の日増体重を0.6 kg(0.6区)と0.3 kg(0.3区)としたホルスタイン去勢牛の放牧成績を検討した。

放牧期間は1983年4月28日から9月30日までの155日間。放牧開始時の月令18ヶ月、体重は0.6区が427kg、0.3区が391kgで、馴致をせずいきなり放牧した。放牧方法は全頭を1群とし、滞牧日数の短い(1~2日)輪換放牧を行なった。1ha当りの放牧頭数は約3頭。オーチャードグラスあるいはメドウフェスクを主体とする草地5.5haを供試した。

結果および考察

両群の体重および体重差を表1に示した。放牧開始の体重は0.6区が426.9kg、0.3区が390.5kgで、その差は36.4kgあったが、放牧後約1ヶ月の間に21~22kgに縮少し、それ以降は一定に推移したが放牧終了時の体重差は18.2kgであった。放牧後20日間の体重差は2%水準で、その後10日間は5%水準でそれぞれ有意であったが、6月以降では有意な差は認められなかった。

放牧後3ヶ月間の体重と日増体量の推移を図1および図2に示した。放牧初期の所謂放牧馴致期間の両群の体重の変動に特徴的な動きが認められた。すなわち0.6区では放牧後1週間は体重が8kg近く減少し、放牧開始体重を取戻すのに16日を要したのに対し、0.3区は3kgの減少に留まり、14日で体重を取戻した(図1)。

日増体量に明らかな差が認められたのは、6月初めまでで、それ以降は両群全く同様に推移した。最大の増体を示した5月中旬の日増体量は0.6区が2.25kg、0.3区では2.67kgで両者とも高い増体を示したが、0.3区が特に優れていた(図2)。

表1. 供試牛の体重および体重差 (kg)

	4/28	5/2	5/6	5/9	5/16	5/18	5/24	5/28	6/3
0.6 牛 群	426.9	423.1	419.1	419.4	430.8	435.8	448.5	451.6	466.0
0.3 牛 群	390.5	388.4	387.3	388.1	402.3	403.9	423.7	427.5	444.6
体 重 差	36.4	34.7	31.8	31.3	28.5	31.9	24.8	24.1	21.4
	**	**	**	**	**	**	*	*	NS
	6/15	6/28	7/15	8/1	8/17	8/31	9/17	9/30	10/1 (絶食)
0.6 牛 群	484.4	502.0	514.6	528.5	538.4	551.7	562.3	580.6	545.2
0.3 牛 群	462.4	479.2	495.2	507.2	517.2	532.1	540.8	562.4	527.0
体 重 差	22.0	22.8	19.4	21.3	21.2	19.6	21.5	18.2	18.2
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* 5%水準で有意 ** 2%水準で有意
10/1は24時間絶食時の体重

日増体量に差が認められ放牧期の増体量と冬期のそれとの関係をみると、放牧開始から6月15日までの48日間の増体量との間には負の関係が認められ、それぞれの群内では0.6区が $r = -0.403$ 、0.3区が $r = -0.452$ でいずれも有意ではなかったが群を込みにした関係は図3に示したように $r = -0.679^{**}$ の高い有意な相関が認められた。このような関係は放牧極く初期の馴致期間の体重の動き

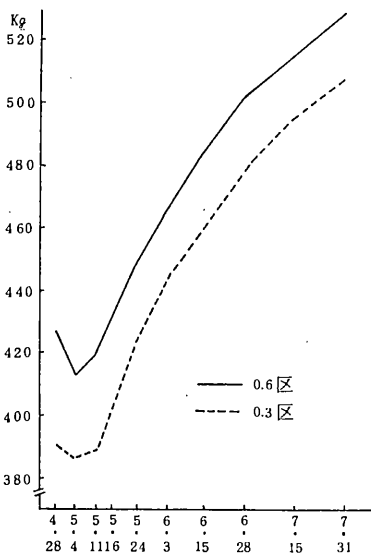


図1. 放牧後3ヶ月間の体重の推移

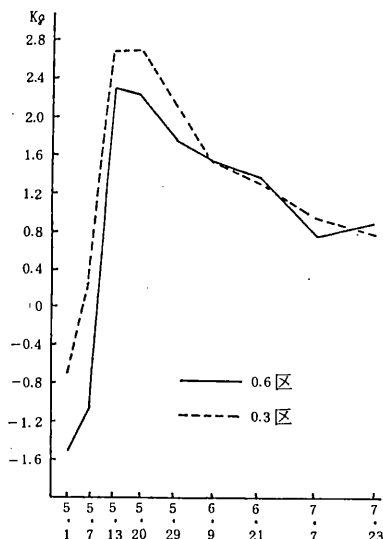


図2. 放牧後3ヶ月の日増体量

との間にも認められた。すなわち冬期間の増体量が大きい牛は体重の減少量が大きく、前者が小さい牛は減少量が小さいかあるいはむしろ増体する傾向が認められた(図4)。

以上のように冬期の日増体量が0.6kgと0.3kgになるように、栄養水準を異にして飼養した結果、放牧期には36.4kgの体重差を生じた。放牧初期に低栄養群は優れた増体を示し、その差を半分の18.2kgまで縮小したが、増体の遅れを完全に取り戻すには至らなかった。低栄養群の放牧初期の発育は代償性成長とみなすことができようが、代償性成長の内容は主に筋肉と脂肪の増加によるものと思われ、長期に亘って取り戻し発育が行なわれるとは考えられない。また草地の栄養生産性からみても、6月以降

出穂期になると栄養価が低下し、消化性が劣るので6月以降に代償性発育を期待するのは無理と思われる。

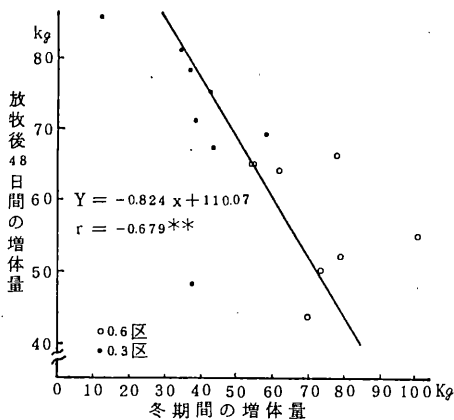


図3. 冬期間と放牧後48日間の増体量の関係

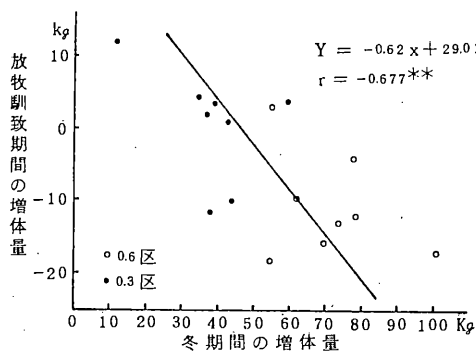


図4. 冬期間と放牧馴致期間の増体量の関係

2シーズンを通じての増体経過

2シーズンを通しての体重推移、時期別の増体量を図5に示した。供試牛は1982年5月6日に平均体重182.9kgで導入し、11月29日まで放牧した。草量が不足し始めた10月27日からは乾草を補給したが、終了時の体重は345.6kg、増体量162.7kg、日増体量は0.92kgであった。冬期の試験開始まで約1ヶ月の馴致期間を設け、12月30日から2つの栄養水準で飼養し、0.6区は増体量72kg、日増体量0.61kg、0.3区はそれぞれ39kg、0.33kgであった。155日間放牧した2シーズン目の放牧終了時の体重は、0.6区が580.6kg、0.3区が562.4kgでその間の増体量および日増体量は0.6区が153.6kg、0.99kgで、0.3区では171.4kg、1.11kgであった。

2シーズンを通しての増体量は0.6区が400.5kg、平均日増体量0.78kg、0.3区ではそれぞれ379.9kg、0.74kgであった。

濃厚飼料の給与量により生じた体重差の価格評価

濃厚飼料の給与量の日差1.5kg、給与期間131日の濃厚飼料の増給量は196.5kgとなり、濃厚飼料の単価(円/kg)が50、60、70とすると、増給に要した費用はそれぞれ9,825円、11,790円、13,755円となる。

放牧終期の体重差18kgが枝肉重量にも生じたと仮定すれば、枝肉単価(円/kg)が800、1,000、

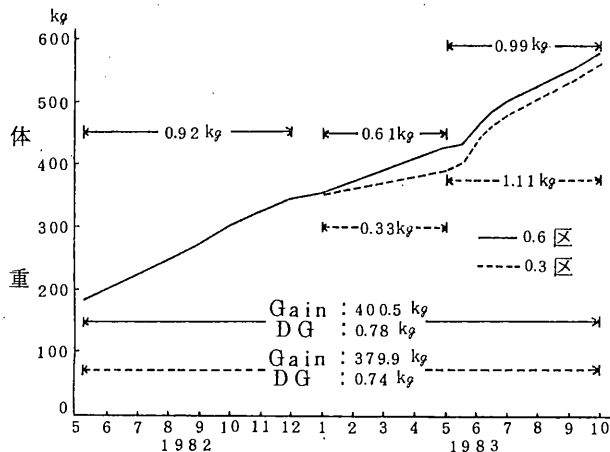


図5. 体重の推移および期間別の日増体量

1,200 の場合の枝肉価格はそれぞれ 14,400 円、18,000 円、21,600 円となる。これらの関係を図 6 に示した。

枝肉価格と濃厚飼料費との関係から粗収益がプラスになるための体重差の下限を表 2 に示した。枝肉価格が 1,000 円で濃厚飼料の単価が 60 円とすると、体重差が 11.8 kg 以上あれば濃厚飼料を 1.5 kg / 日増給した効果が認められることになる。

従って本試験では放牧終期に 0.6 区の体重が 18.2 kg 高かったので、この差が枝肉重量にも認められるとするならば、冬期に 0.3 区よりも濃厚飼料を 1.5 kg 増給した効果は十分認められることになる。

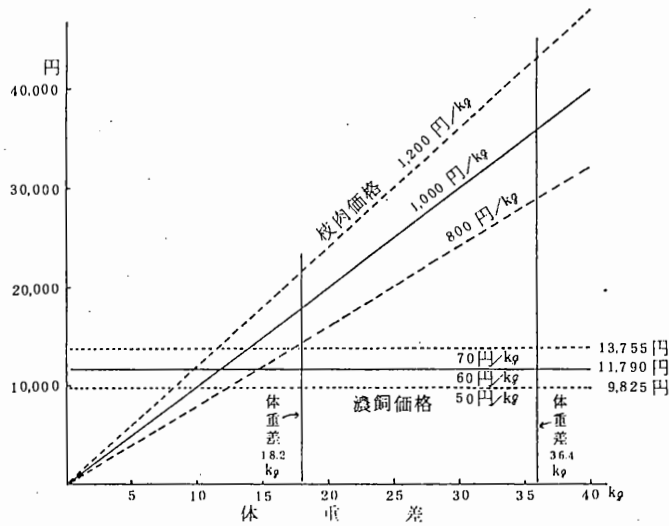


図 6. 体重差の価格評価

む す び

冬期の栄養水準を日増体量が 0.6 kg と 0.3 kg になるように設定して越冬した結果、両群の体重差は 36.4 kg となった。放牧初期 1 ヶ月の間に低栄養群の代償性成長により約半分までその差を縮小したが、その後は両群の増体には全く差がみられなかった。このことから 2 シーズン放牧牛で草地の家畜生産性を示したデータを比較する場合は冬期の飼養管理の影響が少ない放牧 1 ヶ月以降の増体量で評価することが望ましい。

2 シーズン放牧牛の冬期の栄養水準としては、日増体量が 0.6 kg になるように濃厚飼料を 3.7 kg / 日給与したが、放牧後もその効果は認められたことから、12 ヶ月令で越冬する牛の冬期の日増体量の目標は 0.4 ~ 0.5 kg が適当とする小竹森の提唱は妥当と考える。

引 用 文 献

- 1) 林 兼六・太田 実(1967): 牛の放牧による肉生産に関する研究Ⅳ、濃厚飼料給与が若令去勢牛の放牧による増体に及ぼす影響、日畜会報、38、515~520。
- 2) 小竹森訓次(1977): 牧草を主体とした乳用種去勢牛の育成・肥育に関する研究、北大農学部付属牧場研報、8、1~83。
- 3) 清水良彦・森 関夫・太田三郎(1974): 肉牛の肥育に関する研究 I、冬期舎飼期の発育と放牧期の濃厚飼料補給が去勢牛の産肉に及ぼす影響、新得畜試研報、6、1~9。
- 4) 裏 悦次(1972): 乳牛の冬期舎飼期における低栄養がその後の発育、繁殖、産乳におよぼす影響、日畜会報、43、684~690。

表 2. 粗収益がプラスとなる体重差の下限

枝肉価格	濃厚飼料価格		
	50 円	60	70
800 円	12.3	14.7	17.2
1,000	9.8	11.8	13.8
1,200	8.2	9.8	11.5

オーチャードグラスの生育日数とめん羊による自由採食量および乾物消化率の関係

石栗 敏機(滝川畜試)

一般に生育が進むにつれて、イネ科牧草の消化率や栄養価が低下することはよく知られている。しかし、単一の草種について反芻家畜を使った消化試験から、この低下の程度を生育季節別に調べた報告はみあたらない。そこで、オーチャードグラスについて季節別に生育日数と自由採食量および乾物消化率の関係を調べた。

方 法

1976年から1983年にかけて行った合計92点の生草での去勢羊による消化試験(5ないし6頭に給与量の10~15%残飼がでるように牧草を給与し、本期5日間の1日1頭平均の乾物摂取量を自由採食量とした)の結果を用いた。1977年まで北海道在来種とフィロックス(1番草3点と再生草3点)1978年以降キタミドリを供試した。生育季節の分けかたは1番草を春、9月下旬以降に刈取った再生草を秋、その他の再生草を夏とし8月1日前後で夏の前半と後半とに分けた。生育日数は1番草では4月30日から刈取りまでの日数、再生草では刈取間隔とした。この生育日数(X)と自由採食量、乾物消化率および可消化乾物摂取量等(Y)との一次回帰式 $Y = a + bX$ を求め、aを各季節の潜在値(実測できないが潜在的にもっているであろうと推定される値)、bを1日当りの変化程度とした。

結 果

調べた92点の乾物消化率、自由採食量および可消化乾物摂取量の順に、それぞれ、平均値は61.8%、 $59.7 \text{ g/W}^{0.75}$ 、 $37.8 \text{ g/W}^{0.75}$ 、変動係数は13.8%、22.6%、31.6%であった。生育日数と自由採食量、乾物消化率、可消化乾物摂取量との関係を図1から3に示した。いずれも生育が進むにつれて少なくなった。乾物消化率および可消化乾物摂取量の潜在値は春の1番草と秋の再生草で高く、夏の再生草で低かった。

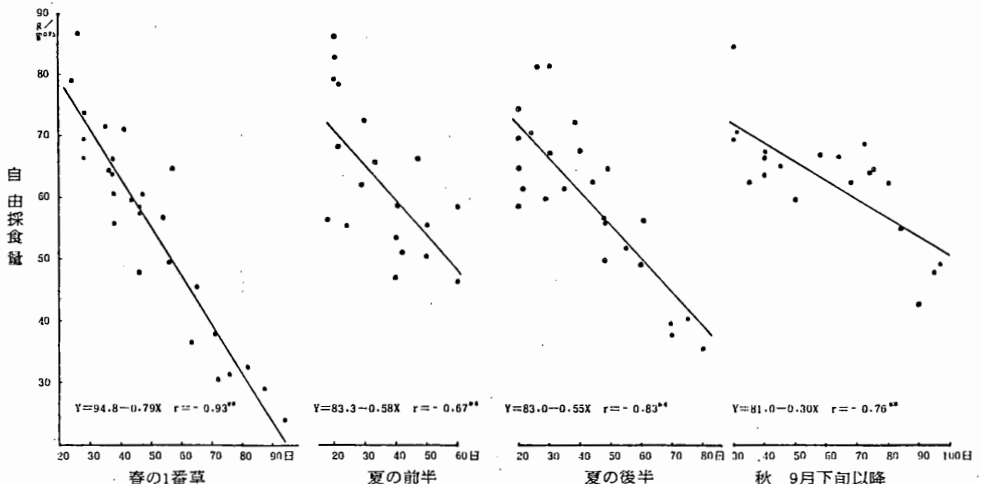


図1. オーチャードグラスの生育日数と自由採食量

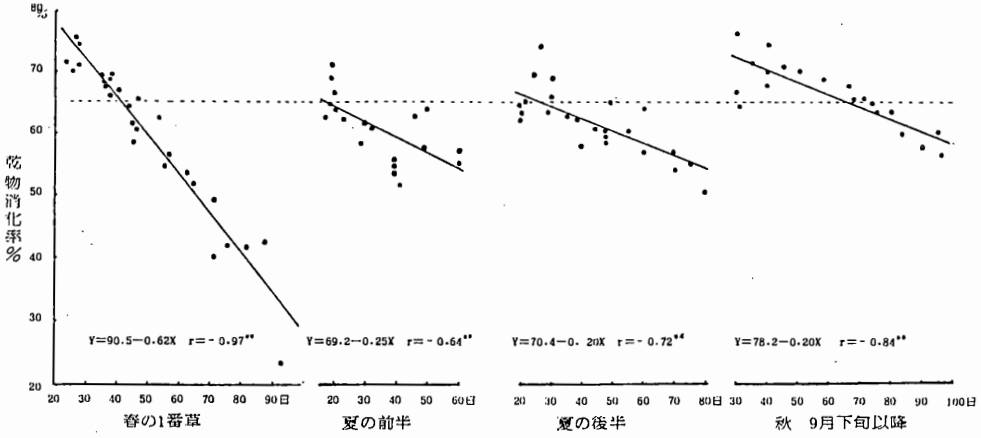


図 2. オーチャードグラスの生育日数と乾物消化率

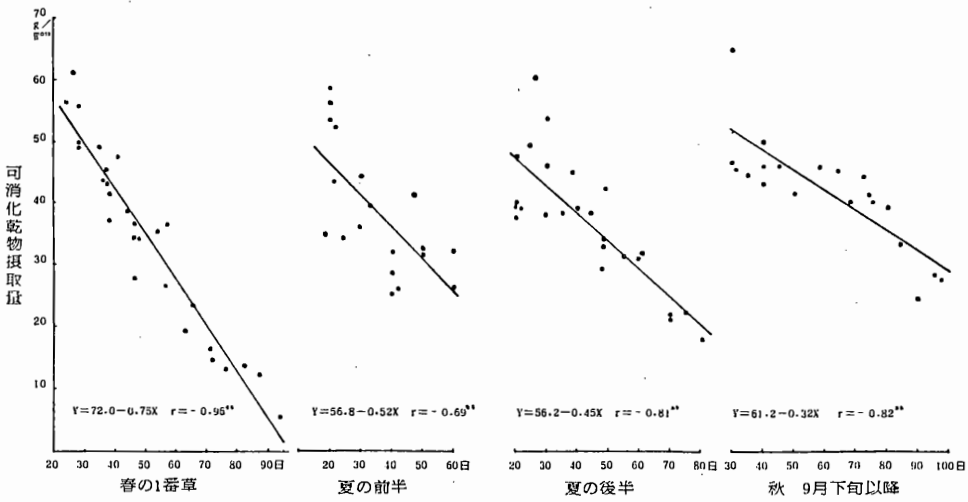


図 3. オーチャードグラスの生育日数と可消化乾物摂取量

生草利用時における泌乳牛の飼料採食量の予測

黒沢 弘道・高橋 稚信・尾上 貞雄（根釧農試）

緒 言

乳牛を飼い牛乳を搾り、同時に牛の健康を維持していく上で、十分な栄養価の飼料を必要量給与することが大切である。牛が1日当たりどれほどの栄養量を必要とするかは日本飼養標準、NRCあるいはARC標準等から知り得る。

この栄養量を満たす飼料の一般的な栄養価は日本標準飼料成分表から、また個別적으로는イン・ビトロによる人工ルーメン法、中性デタージェント・セルラーゼ法、あるいは近赤外線分析法による分析値から推定し得る。

一方、泌乳牛の採食量は体重の2.4～3.7%の間を推移し、同時に体重の大小と増減、乳期及び乳量、あるいは飼料の消化率、繊維含量、また放牧条件下においては環境温度、運動量の変化等に対応し大きな変動を示すことが知られている。体重が600Kgの泌乳牛の採食量は原物ではほぼ100Kgにも達し、これを入手により測るには大きな労力を必要とする。また放牧条件下においては特別な機器、薬品、あるいは技術等を必要とし容易ではない。

牛の体重、乳量また乳期等の牛の属性、あるいは飼料成分等と採食量の関係についての研究はイギリス、アメリカまたカナダ等でなされているが、我が国においては多くはない。放牧条件下での育成牛の採食量については田畑ら（1979）によりなされているが、生草利用時の泌乳牛についての研究は少ない。

本試験は生草利用（放牧および青刈牧草給与）における泌乳牛の飼料採食量を、牛の2～3の属性と濃厚飼料採食量の比較的容易に入手あるいは推定し得るデータから、どれほどの精度で予測し得るかを重回帰分析により検討したので報告する。

材料および方法

試験は2回に分け1回目は6月、2回目は8～9月にそれぞれ30日間、合計60日間実施した。1期を15日間とし、それぞれ反復した。

供試牛は各回ともホルスタイン種の8頭であり、1回目と2回目の牛は同一ではない。

飼料給与の構成は放牧および青刈牧草、そして濃厚飼料である。放牧は2.5haのチモシー主体草地を0.5haずつの5区に分け、9:00～15:00までの6時間、毎日輪換しつつ実施した。放牧草の採食量は酸化クロムによる排糞量と、放牧地において手で摘み取った牧草の中性デタージェント・セルラーゼ法による分解率から乾物消化率を求め、これらから算出した。青刈牧草は毎日1回チモシー主体草地から刈取り、牛舎内において個々の牛に40Kgずつ給与した。翌朝に残食を測り、給与量との差を採食量とした。濃厚飼料は市販のものを4頭には4%FCMの20%、他の半数には30%給与した。青刈牧草および濃厚飼料の乾物消化率はめん羊を用いて求めた。

結 果

要因である濃厚飼料採食量（C、KgDM/日）、体重（LW、Kg）、分娩後日数（WL、週）および乳量（MY、Kg/日）、また飼料採食量（TDMI、Kg/日）の平均値（Mean）と標準偏差（SD）

を表1に示した。

また要因間、およびそれぞれとTDMI間の相互関係を表2に示した。

WLとCおよびMYの間に負の関係(P<0.01) またMYとCの間に正の関係(P<0.01)が認められた。そして各要因とTDMI間においてはCおよびMYとの間に正の関係(P<0.01)、またWLとの間には負の関係(P<0.05)がみられた。

供試牛のなかにWLが56という普通の泌乳期間を越える値があり、これを除外した15例について重回帰分析を実施した。得られた重回帰式は次のとおりであった。

$$TDMI = -3.350 + 0.671C + 0.0056 LW + 0.142 WL + 0.441 MY$$

決定係数(R²)は0.863となり、またこの回帰に帰因する比率は0.809であった。

要因の相対的重要度を標準偏回帰係数により検討した。MYが最も大きく、次いでWL、CとなりLWは小さかった。

考 察

重回帰分析においては説明変数間の多重共線性が問題になる。本試験においては濃厚飼料を乳量に応じて給与しており、このため相互の関連が深く、r=0.809と要因間で最も大きかった。しかし、いずれもスネデカー・コクラン(1972)の指摘している0.95に比較し小さかった。

各要因とTDMIの相互関係において、MY、CおよびWLのいずれもが有意であったが、LWとの関係は低く、有意とはならなかった。田畑ら(1976)は放牧育成牛の体重と採食量の間に関連を認めているが、本試験における供試動物は泌乳牛であり、このため採食量に及ぼす要因としてはLWよりも、乳生産に係わる要因であるMY、WLあるいはCのウェイトが大きいのと考えられる。このことは標準偏回帰係数の順位によっても推察される。

本試験での回帰に帰因しない変動割合は0.191であり、このなかには本試験で要因として取り上げなかった季節効果、飼料の水分・繊維含量、また消化率、そして牛の産次等が考えられる。

本試験で得られたTDMIの推定値は、舎飼い時での推定式：

$$TDMI = -4.140 + 0.430 C + 0.015 LW - 0.095 WL + 4.0401 \log WL + 0.208 MY$$

(Vadivello and Holmes, 1979)

からの推定値に比較し、全般的に高かった。このことは、本試験における乳牛は放牧で飼料を採食して

表1. 濃厚飼料採食量、乳牛の属性、及び飼料採食量の平均値と標準偏差

	Mean	S D
濃厚飼料採食量(C, Kg DM/白)	5.3	1.8
体重(LW, Kg)	606	67
分娩後日数(WL, 週)	30	14
乳量(MY, Kg/白)	23	8.2
飼料採食量(TDMI, Kg/白)	18	3.6

表2. 濃厚飼料採食量、乳牛の属性、及び飼料採食量間の相互関係

	C	LW	WL	MY	TDMI
C	1.00				
LW	0.092	1.00			
WL	-0.725 **	0.208	1.00		
MY	0.809 **	0.152	-0.804 **	1.00	
TDMI	0.745 **	0.332	-0.539 *	0.867 **	1.00

有意水準：** ; P<0.01、* ; P<0.05を示す。

おり、舎飼いに比較し運動量が大きく、このため飼料採食量の向上した可能性が考えられる。

本試験で得られた飼料採食量の推定式を用いて得られる推定値と、実測値の間の重相関係数 (R) は 0.929 と当てはまりが良好であり、この予測式を用いることにより、「より望ましい泌乳牛の飼料給与設計」が可能になると考えられる。

小麦稈の化学成分と栄養価に及ぼすアンモニア処理の効果

熊瀬 登・鈴木 昌宏・趙 景陽・藤田 裕(帯広畜産大学)
大居 明夫・松永 光弘・伊藤 鉄弥(十勝北部地区農業改良普及所)
須田 孝雄・高橋 敏(十勝農協連)

北海道の小麦の作付面積は昭和 53 年頃から著しい伸びを示し、57 年のその生産量は史上最高の 36 万 8,000 t という記録を作るに至っている¹⁾。この生産量の増加してきた小麦ではあるが、収穫時に大量に生ずる麦稈の利用方法には以前からあまり変化がない。すなわち農家では麦稈を牛床の敷料として利用するか畑へ直接すき込む場合が多く、反芻動物の飼料としての利用はほとんどなされていない。

一方、欧米では麦類の稈にアルカリ処理の一つである無水アンモニアを処理することにより、麦稈の栄養価や嗜好性が改善されることが数多く報告されている²⁾。そのため最近では、反芻動物飼料の未利用資源の見直しという点で麦稈のアンモニア処理が注目されてきている。

そこで本研究は、一度に大量の小麦稈を無水アンモニアで処理した後、処理麦稈の化学成分の調査とメン羊による消化性・嗜好性試験を実施し、アンモニア処理麦稈の飼料価値を検討することを目的として 2 つの実験を行った。

実験方法

供試材料等) 2 つの実験における供試小麦稈、麦稈の加水処理方法と堆積の大きさ、及びアンモニアの注入量は表 1 に示した通りである。実験 2 では麦稈以外にも豆殻等の梱包 53 個を同一のスタックに納めており、これら 280 個の梱包に対してアンモニアの注入率が 3.2 % であった。

表1. 実験方法

	実 験 1	実 験 2
供試小麦稈梱包	154個	227個
	1梱包 11.5 Kg・水分約 15 %	1梱包 12.7 Kg・水分 11.0 %
	S.58年産	S.57年産
加水処理方法	目標水分約 25 %	目標水分約 30 %
堆積の大きさ	6段 4×3.5×高さ2.2 m	7段 5×4.7×高さ2.5 m
アンモニア注入量	50 Kg	105 Kg
アンモニア注入率	乾物当り約 3 %	乾物当り 3.2 %

アンモニア処理方法)アンモニア処理の方法は他に詳細に述べているが、概略は次の通りである。まず³⁾地面にビニールシートを敷きこれをグランドシートとするとともに、シートの中央部にくるように予め掘っておいた溝部分(実験1:2m×50cm×深さ50cm)にもこのシートを敷きアンモニアの受け皿とした。グランドシートには丸太あるいはスノコ板をのせ、その上に梱包を順々に堆積し、堆積終了後はビニールシート2枚でスタック全体を包みカバーシートとした。さらにスタックの回りにはみ出したグランドシートとカバーシートを重ね合わせ、これら3枚のシートを同時に垂木に巻きつけた後、この上に土袋の重しをのせてスタックの密封を完全なものとした。

アンモニアの注入に際しては、液化アンモニアポンペを専用台に確実に固定し、ポンペを逆さにした後、スタック内の受け皿まで届くように予め挿入しておいたホースを通じてアンモニアを液状で注入した。これによりアンモニアの排出が毎分2~3Kgの量で可能となり、50Kgポンペ1本に要する排出時間は30分以内で済む。

両実験ともに、処理後1カ月でスタックのシートを開封した。

調査項目)実験1:液化アンモニア(沸点-33.4℃)はスタック内に注入されると同時に気化拡散するが、そのガスのスタック内での拡散状況を調べるために、シート開封2~3日後にスタックの3部位から麦稈のサンプルを採取しN分布を調べた。すなわち、最上段梱包から採取した褐色の濃い部分である「上段褐色部」、アンモニア注入に際し激しくガスに曝されたと思われる最下段梱包の「底部」、さらに中間梱包の各所から採取した「内部」の3部位である。

実験2:[消化試験]アンモニア処理麦稈と乾草(チモシー主体混播牧草)を乾物で等量混合して給与した処理区と、無処理麦稈と乾草を同様に給与した無処理区に分けて消化試験を行った。メン羊2頭を供試動物とし、試験期間を予備期7日、本試験5日とした。

[嗜好性試験]先の消化試験を終了し麦稈に馴れている馴致メン羊群として2頭、今回始めて麦稈を摂取することになる未馴致メン羊群として2頭の2群に分けて嗜好性試験を実施した。両群とも消化試験に用いた乾草を750g/頭・日の制限給与としたうえで、処理麦稈と無処理麦稈を同時に飽食給与させ各飼料の採食量を調べた。試験期間は馴致群3日、未馴致群4日とした。

結果および考察

実験1の麦稈のN分布(表2)をみると、アンモニア処理により麦稈の全-Nを始め、アンモニア-N、アマイド-N、その他-Nの各N含量が増加している。処理麦稈の3部位の中で実験1のスタックの代表値を示すと考えられる「内部」についてみると、全-N含量は原料麦稈の2.8倍増となり、その全-Nの39%はアンモニア-N

であった。また3部位の各N含量に大差がないことは、注入された液化アンモニアはガスとなってスタック内に万遍なく拡散したことを示している。

消化試験と嗜好性試験に供試した飼料の化学成分は表3の通りである。アンモニア処理により処理麦稈の粗蛋白含量は2.6倍に増加した。またNDF含量がアンモニア処理により若干の減少を示した他は、他の繊維性区分では両麦稈にほとんど差はなかった。処理麦稈のNFE含量が無処理麦稈より6.6%減少したのは、処理麦稈における粗蛋白含量(N×6.25)の増加にともなう相対的な減少による。

消化試験の結果を表4に示した。供試乾草の単独給与での消化率を用いて麦稈の消化率の推定を試みたところ、無処理麦稈の消化量において一部の成分で負値を示したために、表には麦稈と乾草の混合飼

表4. 実験2: 混合飼料の消化率(%)

成分	無処理区	処理区
乾物	38.3	51.9
粗蛋白	36.3	51.3
粗脂肪	20.1	34.7
NFE	37.6	48.9
粗繊維	47.8	62.7
NDF	41.2	58.4
ADF	45.8	58.5
エネルギー	37.5	49.4

1) 麦稈+乾草

表2. 実験1: 麦稈のN分布(乾物中%)

	全-N	アンモニア-N	アマイド-N	その他-N ¹⁾
原料麦稈	.89	.02	.10	.77
処理麦稈				
上段褐色部	2.55	.87	.30	1.38
内 部	2.52	.98	.30	1.24
底 部	2.57	.83	.37	1.37

1) その他・N=全・N-アンモニア・N-アマイド・N

表3. 実験2: 供試飼料の化学成分(乾物中%)

成分	無処理麦稈	処理麦稈	乾草
粗蛋白	3.8	9.9	14.1
粗脂肪	1.6	1.5	3.4
NFE	46.6	40.0	42.3
粗繊維	38.2	38.7	30.7
NDF	65.0	63.7	54.1
ADF	50.4	50.1	40.3
粗灰分	9.8	9.9	9.5
エネルギー ¹⁾	4.48	4.30	4.46

1) kcal/g

料としての消化率を示した。その結果、どの成分においても処理区の消化率は無処理区よりも高く、乾物・粗蛋白・NDFでは40%前後、粗繊維・ADF・エネルギーでは30%前後処理区が高くなった。

嗜好性試験によると、馴致群・未馴致群ともにアンモニア処理麦稈をかなり多く採食した(表5)。また馴致群は未馴致群より

表5. 実験2: メン羊による麦稈の採食量(g/頭・日)

飼料	馴致群	未馴致群
無処理麦稈	32	34
処理麦稈	782	531

も処理麦稈を50%多く採食し、アンモニア処理麦稈に対するメン羊の馴れの有無による差がみられた。なお両群ともに麦稈と併給した乾草の全て

を摂取した。

1カ月の密封期間中に麦稈の乾物量の増減がなかったものと仮定して、注入されたアンモニアの処理麦稈への回収率を試算すると実験1で60%、実験2で37%となった。実験2においては、梱包の堆積の際に各段の堆積毎に加水処理をしており、麦稈に吸収されなかった余分の水がグラウンドシートの受け皿に留まり、その水にアンモニアの一部が吸収されたため回収率が低くなったものと思われた。一般にはアンモニアの回収率を30~40%とする報告が多いことからすると、実験1の回収率60%はかなり良好なものである。

以上のことから、大量の小麦稈を一つのスタックとしてまとめ、これにアンモニアを処理してもスタックの麦稈にアンモニアが万遍なく作用するものと考えられた。またアンモニア処理麦稈は消化性・嗜好性が向上したことから充分粗飼料の一部を担うことができ、粗飼料不足の農家では特に有効なものとなる。

麦稈のアンモニア処理が農家現場で実用された場合の必要経費を表6に示した。これは1梱包14Kg・水分15%のコンパクトベール280個に対し、乾物当り3%のアンモニアを処理した場合であり、ビニールシートは少なくとも3回は使用すると想定している。試算の結果、原物1Kg当り13.6円の必要経費となった。今後本処理が普及し、アンモニアや現在特注であるビニールシートの需要が増えればさらに2~3円は安く済むであろう。

表6. アンモニア処理の必要経費¹⁾

材 料	規 格	数 量	単 価	金 額	備 考
液化アンモニア	50Kgポンベ入り	2本(100Kg)	¥.450/Kg	¥.45,000	
黒色ビニールシート	0.1mm厚・11x11m	1枚		¥.11,000 ²⁾	外側カバーシート用
透明ビニールシート	0.1mm厚・11x11m	1枚		¥.10,300 ²⁾	内側カバーシート用
	0.1mm厚・7x7m	1枚		¥.4,000 ²⁾	グラウンドシート用
アンモニア処理1回分の経費				¥.53,430	
小麦稈原物1Kg当りの経費				¥.13.60	

1) コンパクトベール小麦稈280個(1梱包14Kg・水分15%)に、乾物当り3%のアンモニアを注入する場合の試算である。

2) ビニールシートは3回の処理まで繰り返し使用する。

参 考 文 献

1. 北海道農業の動向 北海道農務部 102-104. 1983
2. KERNAN, J., et al.

Ammoniation of straw to improve its nutritional value as a feed for ruminant animals.

Agric. Sci. Bulletin, Univ. Saskatchewan, Coll. Agric. Extension

Public. 329. 1977.

3. 帯広畜産大学 畜栄養学研究室、十勝農協連 畜産経営課資料
アンモニア処理手順と注意事項. 1983
4. 伊藤 宏 低質粗飼料の利用性向上に関する最近の研究. 日畜会報. 54. 487-496. 1983

トウモロコシサイレージとアルファルファ乾草 の給与比率が羊の消化性に及ぼす影響

岡本 明治・松田 雅彦・吉田 則人(帯広畜産大学)

緒 言

トウモロコシサイレージを主体とする乳牛飼養において、粗飼料の給与比率によっては各種の消化、栄養障害を招く恐れがある。この為、現在においては乾草や牧草サイレージを組み合わせ³⁾て給与している。しかし、トウモロコシサイレージの飼料特性からの観点では、将来的にはマメ科牧草との組み合わせ¹⁾給与が一つの目標となろう。特にトウモロコシのエネルギー源に対してアルファルファの蛋白質、ミネラル源の併用給与は栄養成分的により望ましい組み合わせと言える。そこで本試験は両者の給与比率を変えることによる消化性および飼料価値を検討した。

材料および方法

試験方法の概要を表1に示した。供試飼料は、トウモロコシサイレージと、アルファルファ乾草を乾物比で混合したものを用いた。又、蛋白質とエネルギー水準を同一にするために飼料用尿素および動物性油脂を補足した。すなわち粗蛋白質は、アルファルファ乾草の16%に、エネルギーは、トウモロコシサイレージの推定TDN 67%に合わせた。以下、各混合給与比を乾草率で示す。採食反芻行動は、鈴木らの方法により測定した。

表1. 試験方法

調査項目	トウモロコシサイレージとアルファルファ乾草の飼料成分、消化率、窒素出納 第1胃内 pH、アンモニア態窒素濃度の推移、採食反芻時間					
供試飼料	トウモロコシサイレージ (N. D. 95日、5/15~9/28 糊熟~黄熟期収穫) アルファルファ乾草 (ヨーロッパ 8/10 開花盛期2番刈収穫) 飼料用尿素および動物性油脂					
供試動物	サフォーク種去勢めん羊6頭 (2~3才 体重51~65Kg 内1頭フィステル装着)					
給与方法	トウモロコシサイレージ	100	75	50	25	0
(乾物割合)	アルファルファ乾草(乾草率)	0	25	50	75	100
	5×5ラテン方格法処理 予備期 6日間、本試5日間、体重の1.7%乾物/日で制限給与					

結果および考察

トウモロコシサイレージとアルファルファ乾草の飼料成分およびサイレージの発酵品質は表2、表3に示した。トウモロコシサイレージは、水分76.7%、粗でんぷん16.1%、ADF 32.9%の値を示し、発酵品質は、pHが3.5、総酸が0.98%、酪酸が0の平均的品質のサイレージであった。一方のアルファルファ乾草は、粗蛋白質が16.1%、ADF 49.0%の若干刈り遅れの品質であった。

表2. トウモロコシサイレージとアルファルファ乾草の飼料成分

	水分 %	有機物 %	粗蛋白質 %	粗脂肪 %	粗でんぷん 乾物中%	NDF %	ADF %	ヘミセルロース %	セルロース %
トウモロコシサイレージ	76.7	92.3	9.6	4.5	16.1	54.9	32.9	22.0	29.9
アルファルファ乾草	12.5	91.2	16.1	1.8	Tr	58.8	49.0	9.8	38.4

表3. トウモロコシサイレージの発酵品質

水分 %	pH	総酸 %	乳酸 原物中%	酢酸 %	プロピオン酸 %	酪酸 %	VBN/T-N %
76.7	3.52	1.6	0.98	0.61	0	0	10.6

供試飼料の消化率と栄養価について表4に示した。乾物消化率は、乾草率0で60.1%であるが、乾草率100では57.6%に低下した。これはトウモロコシサイレージとアルファルファ乾草に含まれている炭水化物の量と質の違いが影響していると考えられる。乾草率75の混合飼料では58.2%と、その混合比よりの計算値と一致するが、乾草率25および50は、2~2.5%程度計算値より高い値を示した。同様の傾向は総エネルギーの消化率にも認められる。一方繊維分画のADFやNDFの消化率では、乾草率75の低下が著しく、計算値より下廻るが変動が大きく有意差は認められなかった。しかし、このことは、有機物の消化率に影響していると考えられ、乾草率75の時に58.8%と計算値の59.4%

より若干低い値を示した。粗蛋白質や、粗脂肪の消化率は尿素やグリースの影響を受け、ほぼ一定の値を示している。このように乾草率 50 以上になると全般的に消化率が低下する傾向にあるが、乾草率 50 までは、逆に混合給与した場合に消化率の上昇がみられる。これらの結果から求めた TDN 値は乾草率 50 と 100 の間で有意差が認められ、混合給与が効果的であることを示した。

表 4. とうもろこしサイレーズとアルファルファ乾草混合飼料の消化率と栄養価 %

乾草率	乾物	有機物	粗蛋白	粗脂肪	粗でんぷん	NDF	ADF	セルロース	ヘミセルロース	GE	DM% kcal/g DM		
											TDN	DCP	DE
0	60.1	63.4 ^a	72.6	84.6	97.2 ^a	54.4	54.5	58.4 ^a	54.1 ^a	63.6 ^a	68.9	11.7	3.1
25	61.3 ^a	63.6 ^a	72.8	85.7	97.7 ^a	55.1 ^a	55.1	64.6 ^b	55.3 ^a	63.3 ^a	70.1	11.7	3.0
50	61.4 ^a	63.0 ^a	72.8	85.3	96.5 ^a	54.9	54.7	64.1 ^b	55.2 ^a	62.4 ^a	70.4 ^a	11.8	3.1
75	58.2	58.8 ^b	71.9	84.2	92.3 ^b	49.8	49.6	62.2	50.3 ^b	58.0 ^b	67.5	11.6	3.0
100	57.6 ^b	58.1 ^b	70.7	84.9		49.5 ^b	52.1	61.5	45.7 ^b	56.5 ^b	67.2 ^b	11.4	2.9

a、b 異文字間に 5%水準で有意差

表 5. 窒素出納の変化

乾草率	摂取 N	糞中 N	尿中 N	可消化 N	蓄積 N	蓄 積 率	
						摂取 N	可消化 N
	← g/日 →			← % →			
0	26.1	7.2(27.4)	14.1(52.2)	19.0	4.8	18.4	25.2
25	25.1	6.8(27.1)	12.0(47.8)	18.3	6.3	25.1	34.4
50	25.8	7.0(27.2)	11.5(44.8)	18.8	7.2	28.0	37.5
75	25.8	7.2(28.1)	11.1(43.1)	18.5	7.4	28.8	36.9
100	25.8	7.6(29.3)	12.4(48.0)	18.3	5.9	22.7	33.1

()内は摂取Nに対する割合(%)

窒素の出納を表 5 に示した。摂取窒素はほぼ一定であり、糞中窒素も大きな差は認められない。尿中窒素については、補足尿素の影響と思われるが、乾草率 0 の場合に若干多く、その他はほぼ一定であった。蓄積窒素についても乾草率 0 でやや低い値を示したがその他に大きな差はみられなかった。

図 1 に第 1 胃内 pH の推移を示した。乾草率 0 と 25 は、でんぷんなどの可溶性炭水化物含量が影響し給餌後急速に低下するが、乾草率 50 以上は低下のピークが 2~3 時間後に現われるようである。これは後で述べる採食時間とも関係していると考えた。

同様に第 1 胃内のアンモニア態窒素濃度の推移を図 2 に示した。乾草率 0 から 75 までは尿素が補足されているが、乾草率 75 にはその影響がみられない。乾草率 100 は採食直後を除いてほぼ一定の値を

表 6. 採食、反芻行動分/Kg 乾物

乾草率	採 食	反 芻
0	254	489
25	271	559
50	292	515
75	295	502
100	312	535

示し、5時間目以後は他の飼料よりも高い濃度で推移している。

表5に採食、反芻時間を示した。採食時間は乾草率が高まるにつれて増加するが、反芻時間に一定の傾向は見い出せなかった。

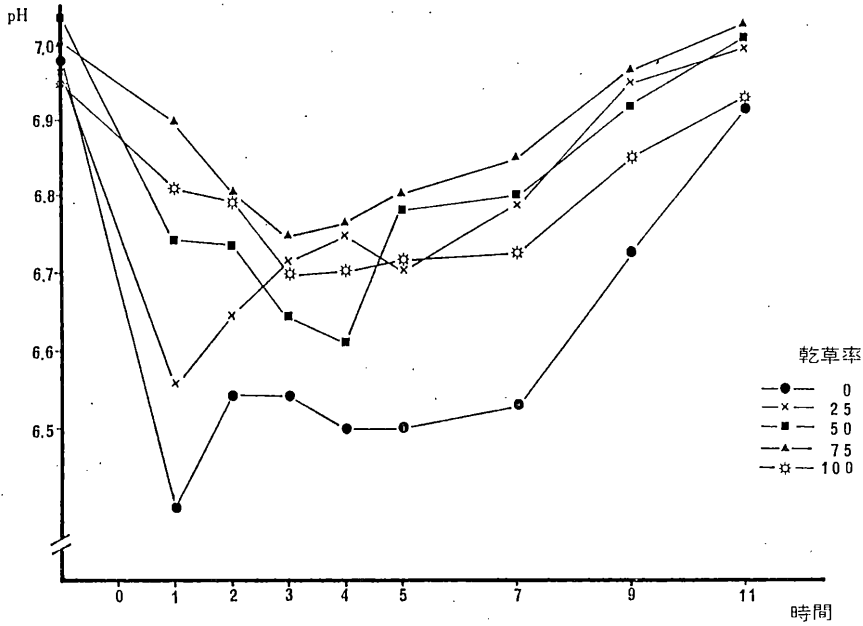


図1. 第1胃内 pHの推移

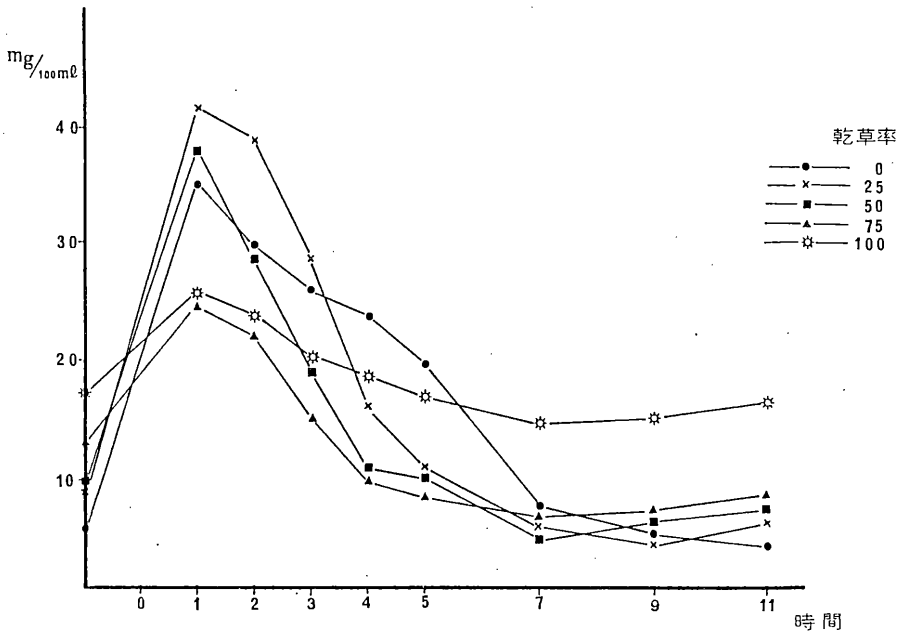


図2. 第1胃内アンモニア態窒素の推移

以上トウモロコシサイレージとアルファルファ乾草を各種比率で給与した場合のめん羊による消化性と飼料価値を検討した。その結果、混合給与は採食時間、第1胃内発酵に若干の影響がみられたが、乾草率25ならびに50の場合では、全粗飼料における消化性、飼料価値の改善に効果的であった。

引用文献

- 1) 小松輝行・丸山純孝・及川博・佐藤文俊、北海道草地研究会報、16:119-121、1982。
- 2) 岡本明治・多田輝美・吉田則人、北海道草地研究会報、15:148-150 1981。
- 3) 大泉権吾・岡本明治・吉田則人、北海道草地研究会報、15:151-155 1981。

トウモロコシサイレージの原料成分と発酵品質に 及ぼす品種と刈取時期の影響

安宅 一夫・原沢 康範・檜崎 昇・橋爪 健*・上原 昭雄*
(酪農学園大学・*雪印種苗研究農場)

トウモロコシは、単位面積当りのエネルギー収量が高く、また良質のサイレージを作りやすいため、酪農の本場アメリカでは飼料作物の王様とか、サイレージの王様と呼ばれている。

トウモロコシの品種と刈取時期が収量並びに栄養価に及ぼす影響を調べた報告は多いが、これらがサイレージの発酵品質に及ぼす影響を検討した報告は少ない。

そこで本試験では、トウモロコシの品種と刈取時期が原料の化学成分とサイレージの発酵品質に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

供試品種には、以下に示すように北海道で栽培されている相対熟度(RM)75~120の19品種を用いた。①RM75:ワセホマレ、ワセミノリ、SH1090、②RM85:ニューデント85、パイオニア85、ブルータス、③RM90~95:ホクユウ、パイオニア早中生B、ニューデント95、バッファロー、④RM100~110:ニューデント100、SH3077、JX151、ニューデント110、パイオニア110、⑤RM115~120:ニューデント115、パイオニア115、ニューデント120、パイオニ

ア120。

このうち3品種(ニューデント85、バッファロー、ニューデント110)については、糊熟中期～黄熟初期から黄熟初期～黄熟後期まで、1週間隔で4～5回刈取り、その他の品種については、RM115～120のものを除いて、黄熟中～後期に刈取り、サイレージを調製した。RM115～120の熟期は、糊熟中～後期であった。

サイロには1ℓのポリ瓶を用い、各品種2反復でサイレージを調製した。

結果と考察

トウモロコシの刈取時期がサイレージの原料成分と発酵品質に及ぼす影響を3品種を用いて検討した結果は図1と図2のようである。

原料の水分含量は、ニューデント85とバッファローでは刈取時期が遅くなるにつれて急激に低下したが、ニューデント110では変化がみられなかった。糖含量は、ニューデント85とニューデント110には刈取時期の影響はみられなかったが、

バッファローでは黄熟中期以後急激に低下した。澱粉含量は、バッファロー>ニューデント85>ニューデント110の順であったが、刈取時期の影響は明らかでなかった。

サイレージのpHの変化では、ニューデント85とバッファローは刈取時期が遅くなるにつれて、やや高くなる傾向を示したが、ニューデント110では10月8日以後急激に低下した。乳酸含量は、ニューデント85では刈取時期が遅くなるにつれて低下し、他の2品種は9月17日から10月1日までやや低下するか、変化がなかったが、10月18日以後急激に増加した。酢酸含量は、3品種とも、刈取時期が遅くなるにつれてわずかに増加する傾向があった。

品種と原料成分との関係は表1のようである。

RMが75～110の品種は黄熟期に収穫したので、原料の水分含量は66～74%と適水分であったが、RM115～120の品種は糊熟期のため、水分含量は76.5%と高かった。糖含量は品種間に大差

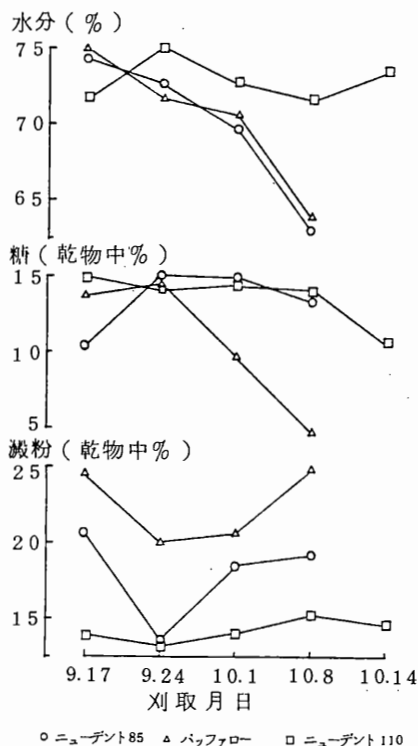


図1. 刈取時期とサイレージの原料成分

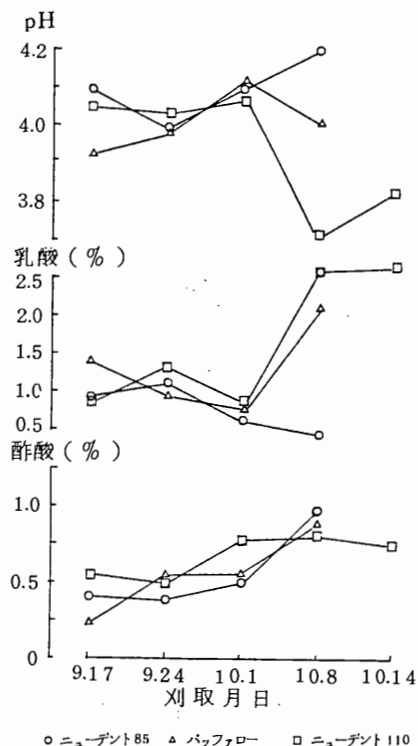


図2. 刈取時期とサイレージの発酵品質

なく、乾物中 10 ~ 12 %であった。澱粉含量は、乾物中 14 ~ 18 %であり、RM 90 ~ 95 の品種がやや高い値を示した。

品種とサイレーズの発酵品質との関係は表 2 のようである。

晩生の品種になるにつれて、pH が低下し、乳酸、酢酸及び総酸含量が多くなることが認められた。

サイレーズの原料成分と発酵品質との相関係数は表 3 のようである。

表 1. 品種とサイレーズの原料成分

原料の水分含量とサイレーズの pH 並びに酢酸含量との間にだけ有意な相関が認められた。また、原料の原物中糖含量とサイレーズの乳酸含量との間に負の相関係数が得られたことは注目に値する。	品種(RM)	n	水分 糖 澱粉 (乾物中%)		
			水分	糖	澱粉
	75	3	74.0	11.6	13.5
	85	3	72.2	12.3	16.5
	90 ~ 95	4	65.9	10.3	18.2
	100 ~ 110	5	73.9	11.1	15.0
	115 ~ 120	4	76.5	11.4	17.4

本試験において、原料成分とサイレーズの発酵品質との間には密接な相関が認められなかったが、晩生の品種ほど酸の生成量が多くなることがわかった。従って、サイレーズの発酵品質における品種間差異をもたらす要因についてさらに研究する必要がある。また、品種間におけるサイレーズの発酵品質の差が乳牛にどのように影響するかについても明らかにする必要があると考える。

表 2. 品種とサイレーズの発酵品質

摘 要

トウモロコシサイレーズの原料成分と発酵品質における品種間差異 (19 品種) と刈取時期の影響 (3 品種) を調べた。刈取時期が遅くなるにつれて、原料の水分含量と糖含量が低下し、サイレーズの酢酸含量が増加する傾向があった。サイレーズの発酵品質における品種間比較では、晩生の品種は酸の生成量が多く、pH が低かった。原料成分と発酵品質との関係では、原料の水分含量とサイレーズの pH 並びに酢酸含量との間に負の相関があったが、原料の糖含量と発酵品質との間には有意な相関が認められなかった。

品種(RM)	n	pH	乳 酸	酢 酸 (%)	総 酸
75	3	4.09	1.10	0.39	1.49
85	3	4.08	1.11	0.52	1.63
90 ~ 95	4	4.18	1.65	0.87	2.52
100 ~ 110	5	3.95	1.90	0.79	2.69
115 ~ 120	4	3.85	2.49	0.73	3.22

表 3. サイレーズの原料成分と発酵品質の相関

	水分	糖		澱 粉	
		原物	乾物	原物	乾物
pH	-0.44	0.28	-0.05	0.26	0.07
乳 酸	-0.12	-0.31	-0.18	-0.14	-0.14
酢 酸	-0.42	0.11	-0.21	0.14	-0.07
総 酸	-0.25	-0.12	-0.28	0.10	-0.04
フリーク評点	0.07	-0.33	-0.19	0.00	-0.01

空知地方におけるトウモロコシサイレージ のミネラル含量について

杉本 亘之(滝川畜試)

1978年から1981年の4年間に亘り、当場で生産調製された22例のトウモロコシサイレージについて、そのミネラル含量を、早生種と晩生種の比較および子実割合との関係より検討した。

材料および方法

供試したトウモロコシは、いずれも滝川畜試の圃場で栽培された延22例のサイレージで、各年とも播種畦幅65cm、株間22cm、栽植密度10a当たり7,000本を目途とし、施肥は豚糞主体の堆肥を10a当たり5tと化学肥料を10a当たり、N:7.8Kg、P₂O₅:9.6Kg、K₂O:7.8Kg、MgO:3Kg施肥した。

サイレージの調製時期には、10~15本のトウモロコシを採取し、茎、葉、子実、芯および穂皮の5部位に分割し、それぞれ生体重量を測定後、各部位ごとに細切し、水分含量を測定し、総乾物中に占める子実の乾物割合を求めた。

サイレージの調製は、いずれも切断長8.5mmとし、内側をビニールで覆った簡易サイロに1処理300~500Kgを貯蔵した。各サイレージは1処理3~4点について分析し、その平均値で示した。

結果および考察

サイレージのミネラル含量の範囲とその平均値を示すと表1のとおりである。サイレージの乾物100g中Ca含量は137~227mg、P含量は167~281mg、K含量は1.08~2.11g、Na含量は10~19mg、Mg含量は88~129mgで、各ミネラルともサイレージの調製年および時期により、かなりの差が認められた。

次に、1978年、1979年および1981年に調製した早生種と晩生種において、対応するn=8例づつのサイレージについてミネラル含量を比較した結果が表2である。この結果、Ca含量は早生種で、P含量は晩生種でそれぞれ低い傾向がみられ、特にP含量は両者間に有意差(P<0.05)が認められた。

トウモロコシサイレージの総乾物中に占める乾物子実割合と、各ミネラル含量との関係を図1から図

表1. トウモロコシサイレージのミネラル含量(乾物中)

	範囲	平均値±SD
Ca	mg/100g 137~227	179±25
P	mg/100g 167~281	232±29
K	g/100g 1.08~2.11	1.47±0.26
Na	mg/100g 10~19	14±2
Mg	mg/100g 88~129	106±13

(n=22)

表2. トウモロコシサイレージにおける早生種と晩生種の比較(乾物中)

	早生種※	晩生種※
Ca	mg/100g 165±23	187±24
P	mg/100g 243±14	208±31
K	g/100g 1.49±0.28	1.43±0.22
Na	mg/100g 14±2	15±3
Mg	mg/100g 107±11	98±11

※ 両品種ともn=8

5に示した。

Ca含量(図1)は、乾子実割合との間に $Y = -1.061X + 214.8$ 、 $r = -0.510$ ($P < 0.05$)の関係が得られた。このことから、Ca含量は子実割合の増加に伴ない低下の傾向が認められた。

P含量(図2)は、子実割合との間に明らかな関係は認められなかったが、早生種と晩生種の比較でも認められたように(表2)、晩生種で低く、早生種で高い関係がみられた。

K含量(図3)は、子実割合との間に $Y = -0.017X + 2.04$ 、 $r = -0.803$ ($P < 0.01$)の関係が得られ、Ca同様、K含量は子実割合の増加に伴ない、低下の傾向を示した。

NaおよびMg含量(図4および図5)は、子実割合との間に特に明らかな関係は認められなかった。

以上、トウモロコシサイレージのミネラル含量は、各成分とも上限値と下限値との間にかなりの差がみられたが、早生種と晩生種の比較では、P含量が早生種で有意($P < 0.05$)に高かった。また、子実割合の増加、いわゆる熟期の進行に伴ない、CaおよびK含量の低下が認められたが、このことは、CaおよびK含量が茎葉で高く、子実で低いためと推論した。

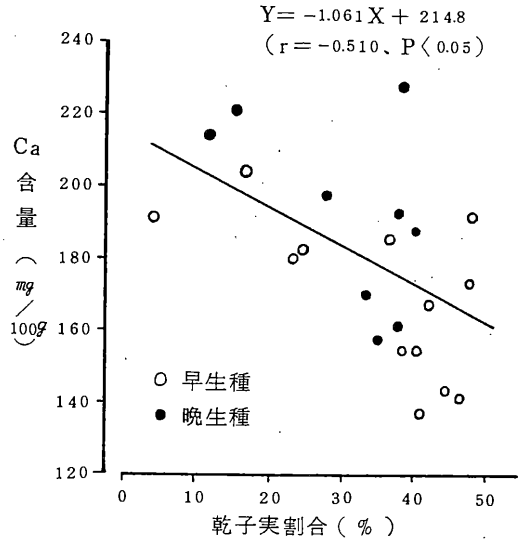


図1. トウモロコシサイレージにおける乾子実割合とCa含量との関係

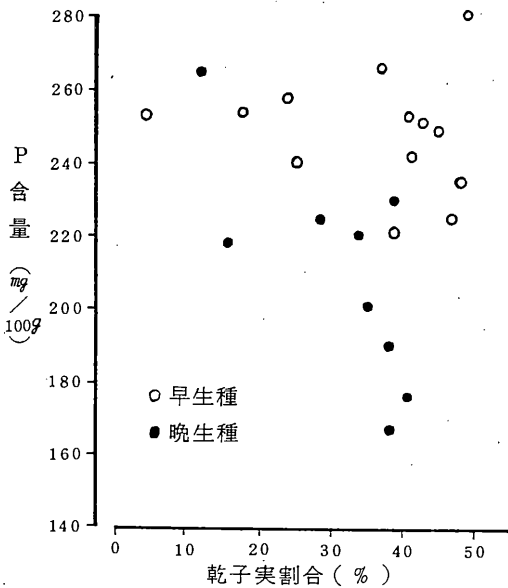


図2. トウモロコシサイレージにおける乾子実割合とP含量との関係

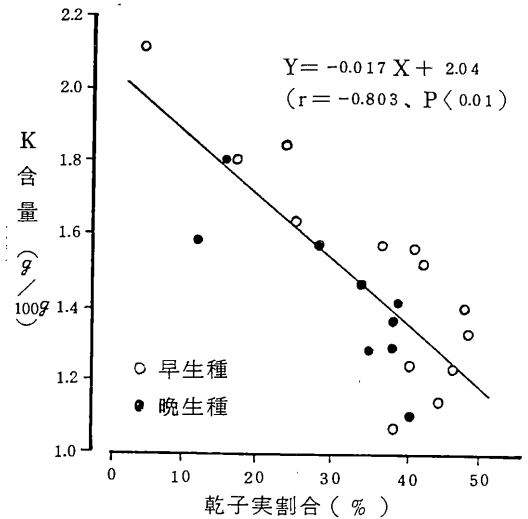


図3. トウモロコシサイレージにおける乾子実割合とK含量との関係

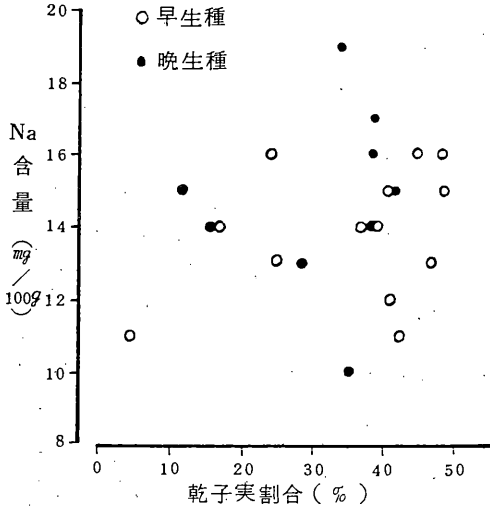


図 4. トウモロコシサイレージにおける乾子実割合とNa含量との関係

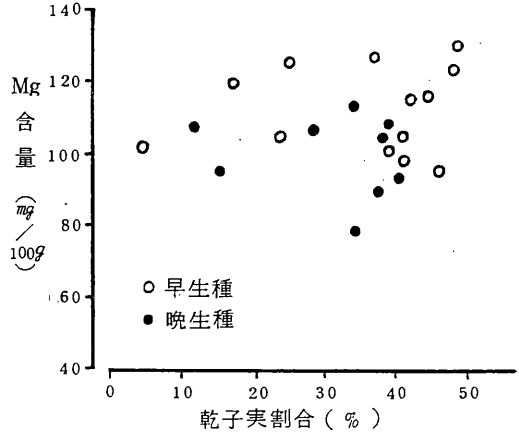


図 5. トウモロコシサイレージにおける乾子実割合とMg含量との関係

調製条件の違いが牧草サイレージの品質と ほ場からの養分回収におよぼす影響

石田 亨・五ノ井幸男・高橋 雅信(根釧農試)

緒 言

近年、草地酪農地帯において、高性能大型機械や気密サイロの導入により、予乾サイレージの調製を行う傾向に向いつつある。

低水分化によるサイレージの発酵品質の改善や乾物回収率の向上は、すでに報告されている^{①-⑥}。しかし、サイレージの成分消化率及び栄養価におよぼす低水分化の影響は、まだ明確にはなっていない。さらに、低水分化がほ場からの養分回収におよぼす影響については、ほとんど報告が見られない^{①②⑧⑨}。

そこで、本試験は、調製条件としてほ場放置期間の差違が、ほ場、収穫及び貯蔵損失におよぼす影響を明らかにし、さらに低水分化によるサイレージの発酵品質の改善効果を検討する。

材料および方法

実験Ⅰ：チモシー主体草地を用い、刈倒しは1982年6月29日に行った。植生割合は、チモシー75%、ラジノクロバ19%、収量は、原物で2,202 Kg/10a、乾物で399 Kg/10aであった。

調製条件として、ほ場放置期間を0、1、3及び7日間の4処理区とした。刈倒しは、モアーコンディショナーで行い、0日区は直ちにフォーレージハーベスタで収穫し、ワゴンで運搬した。反転・集草作業は、1日区が1回、3日区は反転を4回行った。7日区は、3日区と同じ作業を行った後は、収穫時までは場に放置した。

実験Ⅱ：同一草地を用い、7月28日に刈倒しを行った。植生割合は、チモシー82%、ラジノクロバ7%、収量は、原物で3,361 Kg/10a、乾物で944 Kg/10aであった。

調製条件並びに刈倒し、収穫、運搬は、実験Ⅰと同様とした。なお、7日区は、刈倒し4日目の降雨のため、収穫直前に3回反転作業を行った。

実験Ⅰ・Ⅱに共通して、供試サイロは半地下式の小型コンクリートサイロ(内径0.9 m×深さ2.3 m)を用い、いずれも踏圧は大人1人で、密封はビニールシートで、加重は砂袋を用い1 m²当たり150 Kgとした。消化試験は、いずれもサイレージについて、各処理3頭の去勢めん羊を用い、一期14日間(本期7日間)の全糞採取法により実施した。

損失割合の調査は、実験Ⅰ・Ⅱとも同様に行った。ほ場損失は、ほ場放置7日間について、DCPとTDNの損失を求めた。なお、DCPはアダムスの回帰式、TDNは石栗の方式^⑩でそれぞれ推定した。収穫損失は、ほ場現存量と運搬量との差より求め、貯蔵損失は、全重量測定法によりそれぞれ求めた。

原料草とサイレージの一般成分は、実験Ⅰ・Ⅱとも常法^⑪により求めた。なお、サイレージの有機酸は、サイレージ100 gに水400 mlを加え、一夜冷暗所に放置後口過した汁液を用い、乳酸はBarker and Summerson法、揮発性脂肪酸は水蒸気蒸留後、ガスクロマトグラフィーで、揮発性塩基窒素は水蒸気蒸留法で求めた。サイレージのpHは、ガラス電極pHメーターで測定した。

結 果

原料草の一般成分と乾物消化率は、表1に示すとおりである。

表1. 原料草の一般成分と乾物消化率

実験	ほ場放置 日 数	水 分	乾 物 中				in vitro 乾物消化率
			粗蛋白質	粗 脂 肪	N F E	粗 繊 維	
		— % —	%				— % —
I	0	81.9	11.8	5.1	45.8	30.9	69.7
	1	65.5	12.0	4.6	47.3	29.7	69.4
	3	60.0	11.2	3.8	46.7	32.5	67.7
	7	16.9	10.6	3.4	46.3	33.6	65.9
II	0	71.9	8.4	3.3	47.8	34.6	54.7
	1	67.5	8.4	3.4	47.9	34.9	53.7
	3	24.1	7.6	2.7	47.5	36.8	53.8
	7	43.4	7.7	2.8	46.5	37.6	49.3

実験Ⅰ・Ⅱに共通して、ほ場放置により低下する傾向が認められる一般成分は、粗蛋白質と粗脂肪であり、逆に粗繊維は若干増加する傾向が認められた。また、in vitroによる乾物消化率も、ほ場放置によりいずれも低下する傾向を示した。

サイレージの一般成分は、表2に示すとおりである。

表2. サイレージの一般成分

実験	ほ場放置 日 数	水 分	乾 物 中			
			粗蛋白質	粗 脂 肪	N F E	粗 繊 維
		— % —	%			
I	0	83.9	12.2	5.6	39.6	36.5
	1	67.0	11.0	4.6	42.8	35.3
	3	62.5	11.1	4.7	44.0	34.6
	7	21.5	10.4	2.6	45.8	35.6
II	0	73.8	8.7	4.1	42.3	38.6
	1	68.9	9.2	4.3	41.7	37.9
	3	27.5	8.2	2.1	46.7	37.1
	7	42.0	8.4	2.6	43.4	39.2

実験Ⅰ・Ⅱに共通して、粗蛋白質と粗脂肪は、原料草と同様に若干低下する傾向を示した。なお、可溶無窒物は、低水分化により若干増加する傾向が認められたが、実験Ⅱの7日区は、降雨のため若干低下した。

サイレージの発酵品質は、表3に示すとおりである。

表3. サイレージの発酵品質

実験	ほ場放置 日数	pH	原 物 中					VBV T-N ×100
			乳 酸	酢 酸	プロピオン酸	酪 酸	総 酸	
			%					
I	0	4.17	0.71	0.43	0.07	0.11	1.32	8.6
	1	4.05	1.33	0.26	0.01	0.03	1.63	7.5
	3	4.25	1.10	0.22	0.01	0.10	1.43	8.1
	7	5.75	0.02	0.03	痕跡	0	0.05	2.6
II	0	3.85	1.48	0.29	0.01	0.08	1.86	10.0
	1	3.94	1.45	0.26	0.01	0.10	1.82	9.3
	3	5.70	0.04	0.08	痕跡	痕跡	0.12	3.8
	7	4.19	1.26	0.26	痕跡	0.04	1.56	6.4

実験Ⅰでは、1及び3日区が、0日区に比して乳酸含量が多く、総酸含量に対する乳酸の割合が高く、揮発性塩基窒素の割合が若干低く、いずれも発酵品質の改善が認められた。また、7日区は、過度の低水分化により、サイレージ発酵がほとんど認められなかった。実験Ⅱでは、刈倒し時の原料草水分が0日区でも71.9%と中水分であり、1日区と同様発酵品質は良かった。また、3日区は、過度の低水分化により、実験Ⅰの7日区と同様に有機酸はほとんど存在しなかった。降雨後再予乾した7日区は、有機酸組成も0、1日区と同様に良好であり、揮発性塩基窒素の割合は、6.4%と低いものであった。

サイレージの成分消化率と栄養価は、表4に示すとおりである。

表4. サイレージの成分消化率と栄養価

実験	ほ場放置 日数	消 化 率					栄 養 価*		
		乾 物	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	DCP	TDN
			%					%	
I	0	62.4	64.8	61.9	77.8 ^A	57.3 ^B	71.8	7.5 ^A	66.2
	1	66.3	68.3	60.0	78.9 ^A	62.7 ^{AB}	76.0	6.6 ^B	68.4
	3	63.9	66.0	58.6	75.6 ^A	62.1 ^{AB}	72.1	6.5 ^B	66.8
	7	65.9	68.2	61.7	63.0 ^B	65.0 ^A	75.1	6.4 ^B	66.6
II	0	48.5	51.0	49.3 ^{AB}	71.9 ^A	46.2	54.6	4.3 ^A	51.6
	1	51.4	53.4	50.6 ^A	71.2 ^A	46.5	60.0	4.7 ^A	53.7
	3	52.8	54.6	42.6 ^B	57.1 ^B	53.4	58.7	3.5 ^B	52.9
	7	49.4	51.1	42.5 ^B	65.1 ^B	43.7	60.0	3.6 ^B	49.9

* 乾物中 異なる文字間に有意差 (P < 0.01) あり

ほ場放置により、実験Ⅰ・Ⅱに共通して粗脂肪の消化率及びDCPが、いずれも有意 (P < 0.01) に低下した。なお、可溶無窒物は、最も低水分の処理区が高くなり、特に実験Ⅰでは高水分の0日区に比して7日区は有意 (P < 0.01) に高かった。粗蛋白質は、実験Ⅰでは差が認められず、実験Ⅱで1日区が、

3、7日区に比して有意(P<0.01)に高かった。

その他の成分消化率及びTDNは、実験Ⅰ・Ⅱに共通して、いずれも差が認められなかった。

養分の損失率と回収率は、表5に示すとおりである。

表5. 養分の損失率と回収率

実験	ほ場放置 日数	ほ場損失		収穫損失		貯蔵損失		回収率	
		DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN
				%				%	
Ⅰ	0	0	0	5.7	5.7	37.4	38.0	59.0	58.5
	1	0	0.5	3.2	3.2	25.9	12.3	71.7	84.5
	3	7.3	3.0	11.7	4.7	20.3	12.6	65.2	80.8
	7	15.4	7.9	8.0	8.3	22.0	16.6	60.7	70.4
Ⅱ	0	0	0	9.0	9.0	11.7	13.2	80.4	79.0
	1	1.1	1.9	2.2	2.2	5.0	9.6	91.9	86.7
	3	17.8	1.7	21.7	26.0	13.0	9.5	56.0	65.8
	7	15.4	9.8	3.5	3.7	11.8	4.2	72.0	83.2

注) 損失率は、各作業時の割合、回収率は、全作業を通じた割合

ほ場放置による養分損失率は、実験Ⅰ・Ⅱに共通して、放置日数の増加と過度の低水分化により高まった。すなわち、DCPでは0%から17.8%へ、TDNでは0%から9.8%まで高まり、特にDCPの損失率が高い傾向を示した。収穫時の養分損失率は、実験Ⅱの3日区でDCP 21.7%、TDN 26.0%と最も高くなったが、実験Ⅰの7日区は同様の水分含量にもかかわらずDCP 8.0%、TDN 8.3%と比較的損失率は低いものであった。また、DCPとTDNの間にも損失率には差が認められなかった。貯蔵時の養分損失率は、排汁、上部廃棄、取出し中の変敗及び発酵損失の合計を示した。実験Ⅰでは、DCP、TDNのいずれも水分含量が高いほど損失率が高く、実験Ⅱでは、処理間に明確な差は認められず、DCPで5.0~11.8%、TDNで4.2~13.2%の範囲であった。

刈倒し草からの養分回収率は、実験Ⅰ・Ⅱに共通して中水分サイレージが最も高い傾向を示した。すなわち、DCP回収率は高水分サイレージが59.0%、中水分サイレージは65.2~91.9%、低水分サイレージ(実験Ⅱ-7日区を含む)は56.0~72.0%であり、TDN回収率は、それぞれ58.5%、79.0~86.7%、65.8~83.2%の範囲であった。

考 察

①石栗、②井上・大山及び③石栗・④齊藤らは、予乾処理によりサイレージの有機酸組成が良好となり、全窒素中のアンモニア態窒素の割合が低下すると指摘しており、本試験においても、過度の低水分化によってサイレージ発酵がほとんど認められなかった処理区を除き、高水分サイレージに対して、有機酸組成は明らかに良好となることが認められた。

⑤低水分化によるサイレージの成分消化率の変化については、高野らは乾物、粗蛋白質及び可溶無窒物が有意に低下し、⑥石栗は粗蛋白質と粗脂肪が低下し、逆に可溶無窒物が高まる傾向を示したと報告して

いる。しかし、須藤^②は、イタリアンライグラスの高、低水分サイレージ間には成分消化率に差が無かったと報告した。本試験においては、実験Ⅰ・Ⅱに共通して、粗脂肪の消化率が過度の低水分化により高、中水分サイレージに対して有意な低下を示し、逆に可溶無窒物の消化率は、若干高まる傾向を示したことは、石栗^⑦の報告と一致するものであった。また、実験Ⅱで粗蛋白質の消化率が若干低下した原因としては、一つには、ほ場放置による葉部脱落が影響したものとと思われるが、さらに、サイレージが高温発酵した可能性もあり、今後原料草水分とサイレージ発酵温度の関係について検討する必要がある。

サイレージの栄養価は、低水分化によりTDNが低下する場合と、高まる場合とが報告されており、本試験においては、実験Ⅰ・Ⅱに共通してDCPが有意に低下したが、TDNは、成分消化率のうち粗脂肪の低下と可溶無窒物が高まったことにより、両者が相殺され処理間の差が無くなったものと思われた。

養分回収率について、小川^①は、生草に対し降雨に合った予乾草は乾物消化率で9.0～10.1%、DCPで8.6%、TDNで11.3～13.2%それぞれ低下すると報告しており、本試験においても、実験Ⅱで降雨に合った場合も含めて、ほ場放置7日間で乾物消化率で5.5～9.9%、DCPで15.4～17.8%、TDNで7.9～9.8%それぞれ低下し、DCPを除き、ほぼ一致した。なお、DCPの低下は、ほ場放置期間が長く、反転、集草作業が多かったことが葉部脱落などにつながったと思われた。また、帰山^⑨らは、ほ場及び収穫時の回収率をDCPで91.4%、TDNで86.8～88.7%とし、高野^⑤らは、予乾サイレージの発酵過程の回収率を、DCPで89.8%、TDNで78.2%と報告している。この報告からはほ場、収穫及び貯蔵過程を通した養分回収率は、DCPが約82%、TDNが約68～69%と推定出来る。

本試験における中水分サイレージの養分回収率は、DCPが平均77.3%、TDNが平均82.8%であり、DCPではほぼ一致した。しかし、TDNは、本試験の方が若干高く、この原因は貯蔵過程での回収率が約88%と高かったためと思われた。

これらのことより、刈倒し草からの全養分回収率を高めるには、高水分サイレージより貯蔵損失が小さく、ほ場損失も比較的小さな中水分サイレージの調製が、最も効果的である。

引用文献

- 1) 小川 増弘：日草誌、26、(2)185-190 (1980)
- 2) 須藤 浩：畜産の研究、24、(1)226-230 (1970)
- 3) 井上 司郎・大山 嘉信：畜試報告、7、45-48 (1964)
- 4) 石栗 敏機・斉藤 恵二：北農、35、(6)別刷1-6 (1967)
- 5) 高野 信雄ほか：日草誌、14、(1)44-50 (1968)
- 6) 高野 信雄ほか：日草誌、15、(3)185-192 (1969)
- 7) 石栗 敏機：北農、34、(6)34-40 (1967)
- 8) 川鍋 祐夫・石田 良作：畜産の研究、23、(5)705-708 (1969)
- 9) 帰山 幸夫ほか：北農、36、(5)39-46 (1969)
- 10) 石栗 敏機：滝川畜試研報、17、37-40 (1980)
- 11) 高野 信雄・山下 良弘：日草誌、15、(2)121-125 (1969)
- 12) 農業技術研究所：飼料分析法 (1960)