

シンポジウム「北海道における草地生産の可能性と問題点」

生産コストからみた草地の生産性と規制要因

松中 照夫 (根釧農試)

草地酪農においては、良質の自給飼料を乳牛に十分給与して個体乳量を上げるほうが、経営外から購入する濃厚飼料の多給に依存するより、収益性の高い安定した経営ができる¹⁾。草地面積の拡大が困難となってきた現在では、単位面積当たりの牧草収量を高めることが、良質自給飼料確保のために不可欠である。しかも、牧草生産費を可能な限り低くするほうが、経営的に有利であるため、草地の肥培管理面では、施肥量の増加によるより、牧草に対する施肥効率を高める必要がある。

そこで、草地の収量規制要因を明らかにし、それに基づき、主として施肥管理の面から低コストで牧草収量を高める対策について考えてみることにする。

1. 収量規制要因としての草種構成

1) 高収草地と低収草地の比較

根室地方 758 か所の採草地の収量、草種構成および土壌の化学性などについての実態調査結果によると²⁾、高収草地の階層では、基幹イネ科牧草であるチモシーの冠部被度が明らかに高い(図1)。低収草地の階層ではチモシー被度が低く、草種構成の悪化程度を示す植生不良率(ケンタッキーブルーグラス、レッドトップおよび広葉雑草の冠部被度と裸地割合の合計値)²⁾が高かった。マメ科牧草の被度は極低収層でやや低下したが、全般的には大きな差異が認められなかった。

収量階層別の土壌の化学性には、図1のような著しい差異がなかった。また聴取によって調査した施肥量についても、各階層間に大きな違いがなかった。したがって、高収草地と低収草地で大きく異なったのは、草地の草種構成であることが明らかにされた。

2) 草種構成の相違と施肥反応

ケンタッキーブルーグラスやレッドトップはチモシーに比較すると、増肥に対する増収効果が明りょうでない³⁾。それゆえ、これらの草種割合の多少は、施肥量が同じでも収量に差異をもたらすと考えられる。そこで先の実態調査結果から、草地の草種構成をケンタッキーブルーグラス、レッドトップおよび広葉雑草の冠部被度と裸地割合を合計した植生不良率²⁾で区分し、

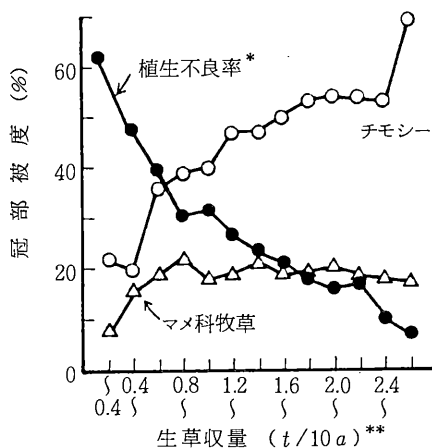


図1 収量で階層区分した各区分の草種構成(松中ら, 1984)

*ケンタッキーブルーグラス, レッドトップ, 広葉雑草の冠部被度と裸地割合の合計値

** 6月下旬の生草収量で, 根釧地方の1番草刈り取り適期より10日程度早い時期の実測値

各区分ごとに施肥量と収量の関係を検討した(図2)。その結果、植生不良率が10%未満と良好な草種構成を示す草地では、施肥量の増加による増収効果が明らかであった。しかし、植生不良率が30%以上と草種構成の悪化した草地では、施肥量を増加しても収量の増加が認められなかった。さらに同じ施肥量であっても他の区分より常に低収であった。したがって、ケンタッキーブルーグラス、レッドトップや雑草などの侵入により草種構成が悪化した草地では、増肥によって収量を増加させることが困難である。このことは、草地の草種構成を良好に保つことが、収量を高く維持するための必須条件であることを示唆している。

3) 経年化する草地の収量および草種構成の変化

草地の収量は、一般に経年化するに伴い低下する傾向がある。根釧地方でも実態調査結果によれば⁴⁾、経年化するに伴う収量の低下傾向が明らかに認められ、しかも、その傾向は土地帯によって大きく異なった(図3)。

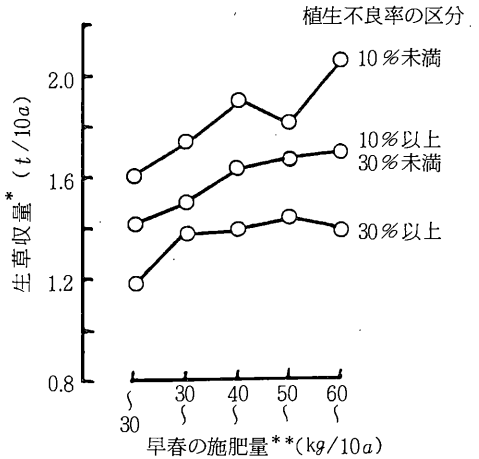


図2 草種構成の良否が草地の施肥反応に及ぼす影響(松中ら, 1984)

* 図1と同じ。

** 化成肥料現物施用量である。用いられた化成肥料の保証成分はほぼ類似しており平均含有率は、N-P₂O₅-K₂O-MgO = 11-21-19-5%であった。

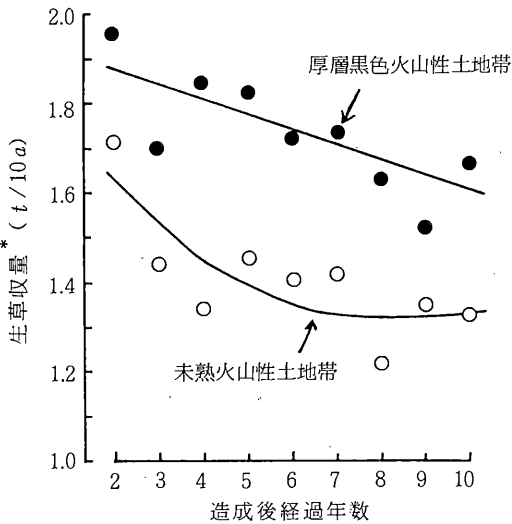


図3 収量の経年変化(松中ら, 1983)

* 図1と同じ。

主要草種の冠部被度の経年変化を図4に示した。アカクローバやラジノクローバ・シロクローバの被度の経年変化は、土壤間差が明りょうでなかった。しかし基幹草種であるチモシーの被度は土壤間差が明らかであった。すなわち、未熟火山性土地帯のチモシー被度が、厚層黒色火山性土地帯のそれを上回る年次はなく、厚層黒色火山性土地帯に比較するとチモシー被度の経年的な低下傾向が明らかであった。ケンタッキーブルーグラスとレッドトップの合計被度は、チモシーとは逆に、どの年次でも未熟火山性土地帯のほうが高かった。さらに、この土地帯におけるケンタッキーブルーグラス・レッドトップの割合は、見か

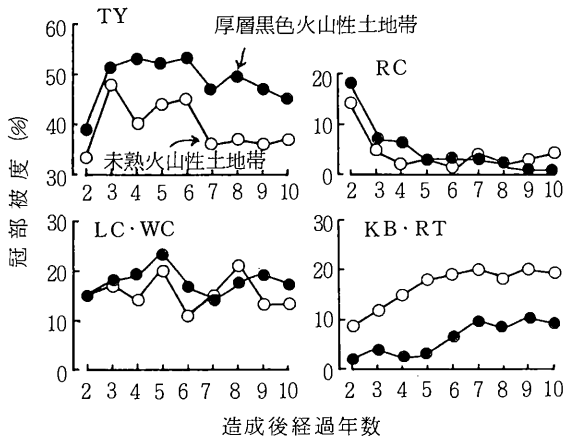


図4 草種別冠部被度の経年変化(松中ら, 1983)

TY:チモシー, RC:アカクローバ, LC:ラジノクローバ
WC:シロクローバ, KB:ケンタッキーブルーグラス
RT:レッドトップ

け上チモシーやアカローバ被度の低下と交替するかのごとく、5年目まで直線的に上昇した。厚層黒色火山性土地帯のケンタッキーブルーグラス・レッドトップ被度は比較的強く推移した。

これらの結果から、経年化に伴う草地の収量低下は、基幹イネ科牧草であるチモシーの減少、マメ科牧草ではアカローバの減少、さらに生産性の低いケンタッキーブルーグラス・レッドトップの増加に象徴される草種構成の悪化と対応していることが理解できる。また、経年的な収量低下の土壌間差は、上述した草種構成の悪化する速度が土壌によって異なり、これを反映したものと思われた。

以上のように、①高収草地と低収草地での草種構成の差異(図1)、②草種構成の悪化した草地における施肥反応の鈍化(図2)、さらに③草地の経年化に伴う収量の低下と草種構成の悪化との対応(図3、4)などの結果から総合的に考えると、草種構成が草地の収量規制要因としてとくに重要であると指摘できる。

もともと草種構成は、草地の利用方法や利用回数⁵⁾によって大きく影響される。土壌の養分環境⁶⁾、理化学性⁴⁾、および施肥管理条件⁷⁾なども、草種構成の変遷に強く影響する。また、草種間の競争力の差異⁸⁾によっても草種構成は変化する。道東地方のように冬期の気象条件が厳しく、牧草に冬枯れ⁹⁾が発生する地域では、草種構成に及ぼす気象条件の影響も無視できない。

したがって、草地の草種構成は、上述したいくつかの要因を反映した総合的な結果と考えられるため、それぞれの要因単独より草地の収量を大きく規制するのであろう。

2. 低コスト増収対策

草地の牧草生産費は、その多くが農機具費に占められているが、肥料費はそれに次いで大きな割合を占め、牧草生産費の20数%に達する(図5)。そこで、以下では施肥量の節減、あるいは施肥量が同じでもその増収効果を高めることによって牧草生産費を低下させ、しかも、草種構成を良好に保って高収を維持する対策について考えてみたい。

1) マメ科牧草の維持

混播草地における草種構成の悪化は、マメ科牧草の衰退、あるいは消滅に起因することが多い。マメ科牧草が維持された草地では、マメ科牧草からイネ科牧草へ窒素の移譲があるため¹⁰⁾少肥で高収が期待できる²⁾とともに、生産された牧草の栄養価も高い。マメ科牧草の維持は、草種構成の安定および低コストで良質な牧草生産という両面から重要である。

マメ科牧草は、遮光に弱く、生育適温がイネ科牧草より高い¹⁰⁾。春の低温・長日条件は、イネ科牧草の節間伸長を促進してマメ科牧草を遮光し、その生育を抑制する。したがって、採草利用は、もともとマメ科牧草に不利な条件にある。それゆえ、利用管理面でのマメ科牧草の維持対策は、イネ科牧草に遮光される前の採草または放牧利用が考えられる。

施肥管理の面では、リン酸とカリの施肥がとくに重要である。大村ら⁷⁾が根釧地方のオーチャードグラスを基幹とする混播草地で15年間にわたって実施した三要素試験の結果によれば、リン酸とカリの施肥

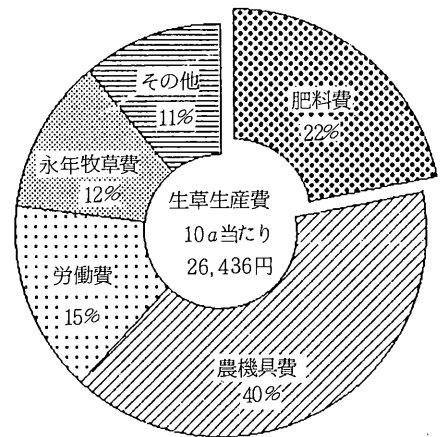


図5 牧草生産費の内訳
(農林水産統計, 1984)

を欠除すると、マメ科牧草の割合が著しく低下し、リン酸欠除ではレッドトップが、またカリ欠除ではケンタッキーブルーグラスがそれぞれ主体草種となる(図6)。また、土壌の酸性化は、マメ科牧草を衰退させてヒメスイバなどの広葉雑草の侵入を容易にする。それゆえマメ科牧草維持のための施肥の基本は、リン酸を十分に施肥し、さらに、土壌の酸性化を防止するために石灰や苦土を補給した上で、少窒素・多カリの施肥とすることである。

草地造成(更新)当初には、マメ科牧草が十分維持されている。この時点から、上述した利用および施肥の基本にしたがって草地を管理すれば、マメ科牧草の衰退に起因する草種構成の悪化が防止できると思われる。

2) 草種構成に対応した施肥法

現実の混播草地の草種構成は、必ずしもマメ科牧草が十分に維持されたものばかりとはいえない。木曾ら¹⁾は、草種構成を基準にしてチモシー・アカクローバ・シロクローバ(ラジノクローバを含む)混播草地を表1に

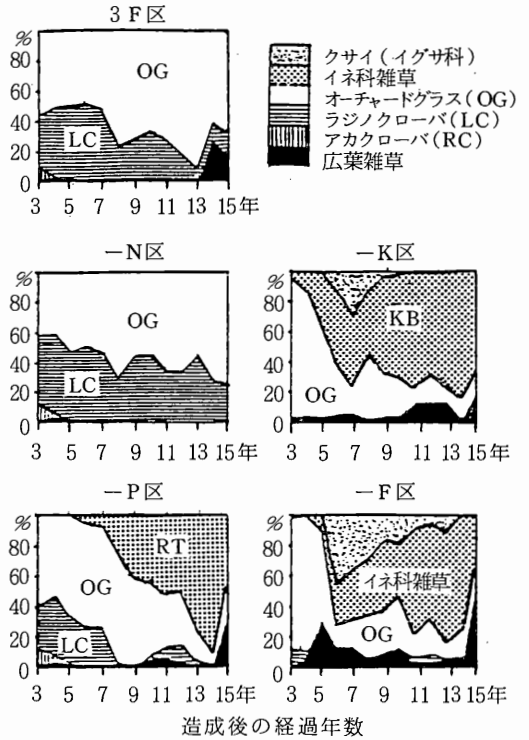


図6 草種構成の変化(重量比%, 1番草)(大村ら, 1985)

表1 チモシーを基幹とする混播採草地の類型区分(木曾ら, 1985)

区分	草種構成における特徴	N施肥適量*1 (kg/10a・年)
タイプ①	チモシー・アカクローバ・シロクローバ*2の生育がおう盛な草地	4 ~ 6
タイプ②	チモシー・シロクローバ(30%程度)	6 ~ 8
タイプ③	チモシー・シロクローバ(10%程度)	10 ~ 14
タイプ④	チモシー単一となった草地	14 ~ 16
タイプ⑤	地下茎型牧草*3や雑草の侵入が著しい草地	*4

*1: 目標年間生草収量=4.5t/10a, *2: ラジノクローバを含む, *3: ケンタッキーブルーグラスやレッドトップなど, *4: N施肥量を増加させても生草収量で4.5t/10aを上回ることが少なく更新する必要のある草地。

示した5タイプに類型区分した。そしてこの5タイプの草地について、根釧地方の主要な火山性土ごとに窒素の用量試験を数多く実施したところ、草地の各タイプによって窒素施肥量の増加に伴う増収効果が大きく異なったという(図7)。この結果に基づき、目標収量を生草で4.5t/10aとした場合の窒素施肥適量を表1のように提案している。マメ科牧草の割合が少なく、チモシーが大部分を占めるタイプ③や④に比較し、マメ科牧草が十分に維持されたタイプ①では、窒素施肥量が1/2以下でも同じ収量が得られる。低コストで高収を得るのに、マメ科牧草の重要性が理解できる。

このように草種構成のタイプによって窒素施肥適量の異なることが明らかになったが、農家慣行の施肥

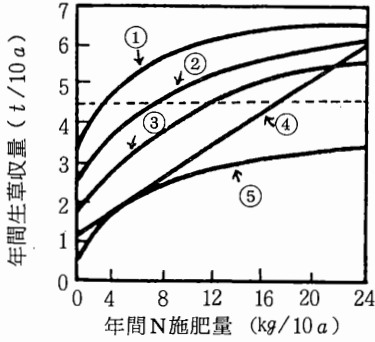


図7 草種構成で類型区分した各種草地の窒素施肥反応(木曾ら, 1985)

* 図中の①～⑤は, 表1の草地タイプを示す。

表2 年間慣行施肥量 (kg/10a) (松中ら, 1983)

成分	造成後経過年数									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
N	8	7	7	8	8	7	8	8	6	
P ₂ O ₅	10	9	7	10	9	9	10	9	8	
K ₂ O	13	11	12	13	13	12	12	11	11	

量は, 草地造成後の経過年数によって草種構成が大きく変化しているにもかかわらず, ほとんど差異がなかった(表2)。このことから, 草地の施肥管理が極めて画一的であることがわかる。この慣行リン酸およびカリ施肥量は, マメ科牧草の維持に相当とされる施肥標準量¹²⁾(リン酸=10kg/10a, カリ=20~22kg/10a)より少ないこと, さらに窒素施肥量は, 表1からみてタイプ②以外の草地の草種構成に対応していないなどの問題点がある。リン酸やとくにカリの施肥量をさらに増加させることのほかに, 例えばタイプ①の草地では窒素施肥量が多いので, この余剰分をタイプ③や④の草地にふり向け, このタイプの草地で不足する窒素施肥量を補うというような草種構成に対応したきめ細かい施肥管理を実施すべきであろう。

3) 土壌診断に基づく施肥設計

土壌の肥沃度の差異は, 土壌から牧草へ供給される養分量に影響する。土壌診断によって, 土壌肥沃度を的確に把握し, それに基づいた施肥設計を立てる必要がある。

三浦ら¹³⁾が行った実態調査結果では, 放牧草地の土壌養分含量は採草地より高い値を示した。これは, 放牧家畜のふん尿還元による影響と理解できる。ところが, この両草地に対する施肥量はほとんど差異がない(表3)。土壌診断の結果が生かされていない例である。土壌診断に基づき施肥量を決めること

表3 草地の利用形態別施肥実態 (kg/10a) (三浦ら, 1981)

利用形態	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
採草地	7.4 ± 2.60	8.0 ± 3.99	11.2 ± 4.71	1.5 ± 1.51
放牧地	7.9 ± 2.91	8.5 ± 4.50	11.6 ± 4.34	1.6 ± 1.61

(平均値 ± 標準偏差)

は, 施肥の低コスト化の基本である。

4) 自給肥料の有効利用

酪農経営では, 必然的に自給肥料(きゅう肥, 尿, 液状きゅう肥)が生産される。これらは貴重な養分源である。自給肥料現物1t当たりの減肥可能量の目安は, 表4のように設定されている¹²⁾。これらの

有効利用は、化学肥料の節減に寄与する。

ただし、自給肥料の施用時期や施用される草地の土壤の理化学的性質によってその肥効は大きく異なる¹⁴⁾。養分保持力が劣り、透水性が良好な土壤に対して、牧草の養分吸収が衰える晩秋以降に多量の自給肥料が施用されると、自給肥料の肥料成分の一部が越冬期間中に流亡し、その肥効を低下させることがあるためである¹⁴⁾。

自給肥料を有効に利用して施肥量の節減を図るには、土壤の理化学的性質を考慮し、最も有効な時期に施用すべきである。

5) 施肥時期、施肥配分の適正化

同じ施肥量であっても、施肥時期によって牧草収量は明らかに異なる。図8は、チモシーの1番草収量に対する早春の窒素施肥時期の影響を示したものである¹⁵⁾。

チモシーの1番草収量は、有穂茎(出穂茎+穂ばらみ茎)の茎数が多いほど増加する¹⁵⁾。萌芽期の窒素施肥は、この有穂茎数を増加させる効果を有するため、1番草の高収をもたらす。また1番草刈取り後の施肥時期も、チモシーの2番草収量に影響する。チモシーの2番草収量は、1茎重が大きいほど高収となる¹⁶⁾。この1茎重は、1番草刈取り後10日間程度経過した時期の窒素施肥によって増大するため、この時期の窒素施肥は2番草収量を増加させる(図9)。

表4 自給肥料現物1t当たりの減肥可能量 (kg, 北海道, 1983)

種類	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
堆肥	1.5	1.0	3.0
液状きゅう肥	2.0	0.5	4.0
原尿	5.0	-	11.0

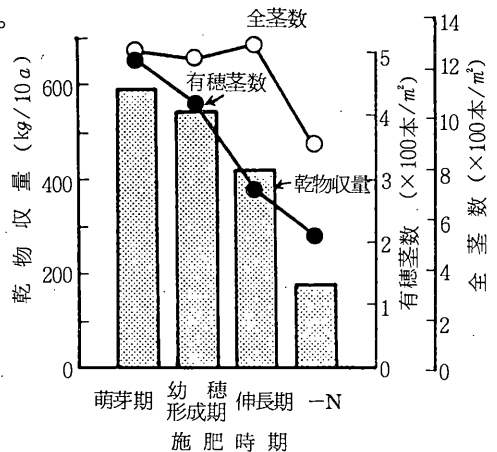


図8 早春の窒素施肥時期がチモシーの1番草収量に及ぼす影響 (松中ら, 1985) 品種: センボク

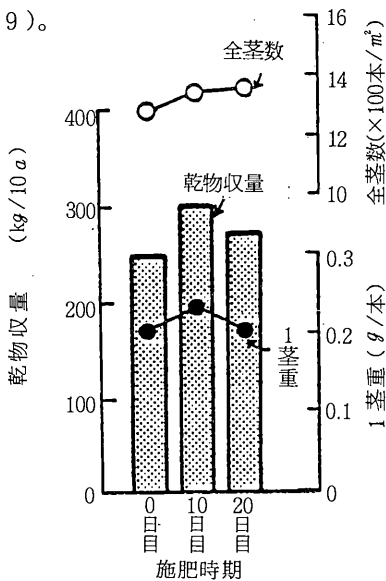


図9 1番草刈取り後の窒素施肥時期がチモシーの2番草収量に及ぼす影響 (松中ら, 1987) 品種: センボク

年間の施肥配分も、年間収量に差異をもたらす。オーチャードグラスに対する前年秋の窒素施肥は、1番草の有穂茎数を著しく増加させるため、前年秋と早春に窒素を分施することが1番草収量の増加につながる¹⁷⁾。ところが、チモシーに対する前年秋の窒素施肥は、1番草の有穂茎数を早春に全量施肥した場合より増加させることがない¹⁸⁾。それゆえ、1番草に対する窒素施肥量が同じなら、チモシーに対する前年秋の窒素施肥は、必ずしも必要でない。また、チモシーの2番草に対する窒素施肥量の増加は、1番草ほどの増収効果を示さない¹⁹⁾。

したがって、チモシーの年間収量を最も高めた窒素施肥配分は、早春：1番草刈取り後＝2：1であった（図10）。

これらのチモシーに対する窒素施肥時期、施肥配分に関する結果は、チモシーとマメ科牧草との混播草地においても全く同様であった。チモシー収量を効率よく増加させる施肥時期、施肥配分が混播草地においても適用できる¹⁹⁾。これは、チモシー収量が混播草地の収量（チモシー収量とマメ科牧草収量の合計）の大部分を占めるためである。

以上の結果は、チモシーを基幹とする採草地での例であるが、他草種の草地においても収量を増加させるために最も効率的な施肥時期や施肥配分があると考えられる。施肥量を変えずに施肥時期、施肥配分を適切にするだけで収量が増加することから、草地の収量を低コストで高収に維持するために、施肥時期および施肥配分の重要性が指摘できる。

3. ま と め

牧草生産費に占める肥料費の割合は20数%で、これは農機具費に次いで大きい。収量を維持あるいは増加させつつ、施肥量の節減および施肥による増収効果の向上に努めれば、牧草生産費を低く抑えることができる。

草地の収量は草種構成の良否によって大きく影響される。とくに混播草地における草種構成は、おもにマメ科牧草が維持されることで良好に保たれる。しかも、マメ科牧草が維持された混播草地では、少ない施肥量で良質牧草が生産される。低コストで良質牧草を生産するために、マメ科牧草を維持することの重要性が改めて示唆される。

マメ科牧草を維持するには、草地造成（更新）後の当初から土壌の酸性化を防止し、十分なリン酸を施肥した上で、少窒素・多カリの施肥管理とする必要がある。現行の慣行施肥量は、造成（更新）当初のマメ科牧草が十分に存在する草地に対して、多窒素・少カリである。これは、マメ科牧草の衰退を助長すると考えられ、早急に改めるべきである。

このほか、現実の様々な草種構成の草地に対して、①草種構成に対応した施肥管理の徹底、②土壌診断に基づく施肥、③自給肥料の有効利用による施肥量の節減、④施肥時期および施肥配分の適正化といった対策が実施されると、低コストで収量の増加が期待できる。

文 献

- 1) 船本末雄（1983） これからの酪農成功の秘訣・北海道酪農協会 119 - 170.
- 2) 松中照夫・小関純一・松代平治・赤城仰哉（1984） 日草誌 30 : 59 - 64.
- 3) 早川康夫・橋本久夫・奥村純一（1967） 道立農試集報 15 : 101 - 112.
- 4) 松中照夫・小関純一・松代平治・赤城仰哉（1983） 日草誌 29 : 212 - 218.
- 5) 山神正弘（1978） 北海道土壌肥料研究通信・第25回シンポジウム特集号 13 - 27.

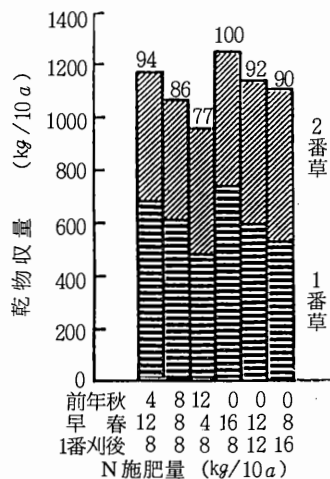


図10 窒素の施肥配分がチモシーの年間収量に及ぼす影響
（根釧農試，1987）

品種：ノサップ。図中の数字は、前年秋：早春：1番草刈取り後＝0：2：1で配分した区を100とした指数を示す。

- 6) 大村邦男・赤城仰哉(1985) 道立農試集報 53:33-42.
- 7) 大村邦男・赤城仰哉(1985) 道立農試集報 52:65-78.
- 8) 脇本 隆(1980) 道立農試報告 31:1-80.
- 9) 能代昌雄・平島利昭(1979) 日草誌 24:277-284.
- 10) 平島利昭(1978) 道立農試報告 27:1-97.
- 11) 木曾誠二・菊地晃二(1985) 北草研報 19:94-98.
- 12) 北海道農務部(1983) 北海道施肥標準 31-33.
- 13) 三浦俊一・村川栄太郎(1981) 畜産の研究 35:1499-1501.
- 14) 根釧農試(1985) 根釧地方の混播草地における乳牛液状きゅう肥の効率的施用法. 北海道農業試験会議資料 1-31.
- 15) 松中照夫・小関純一(1985) 土肥誌 56:367-372.
- 16) 松中照夫・小関純一(1987) 土肥誌 58:62-69.
- 17) 坂本宣崇・奥村純一(1978) 道立農試集報 40:40-50.
- 18) 松中照夫(1987) 土肥誌投稿中.
- 19) 根釧農試(1987) チモシーを基幹とする採草地の効率的窒素施肥法. 北海道農業試験会議資料 1-43.