

チモシー草地に対する効率的窒素施肥配分

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	松中, 照夫 木曾, 誠二 能代, 昌雄
巻/号	62巻2号
掲載ページ	p. 115-121
発行年月	1991年4月

チモシー草地に対する効率的窒素施肥配分*

松中照夫**・木曾誠二***・能代昌雄***

キーワード チモシー, 窒素肥料, 施肥配分, 施肥法, 施肥効率

これまで、年間2回刈取り利用のチモシー採草地を対象にして、収量を効率よく増加させるための窒素(N)の施肥時期^{1,2)}、施肥量^{3,4)}を1番草および2番草についてそれぞれ別個に検討してきた。しかし、年間のN施肥量が同じでも各番草に配分される施肥量が異なると、採草地の年間収量は大きく変化することが指摘されており⁵⁻⁷⁾、放牧草地では、牧草の季節生産性を平準化するためのN施肥配分法が検討されている^{8,9)}。したがって、採草用のチモシー草地におけるN施肥法を考える場合、各番草ごとの施肥時期や施肥量だけの検討でなく、年間収量を増加させるために一定のN施肥量を各番草へどのように配分するのが最も効率的であるかを明らかにすることも、重要な検討課題であると思われる。

本報告は、チモシー草地における年間のN施肥量を同一にして、1番草と2番草に対する施肥配分の違いが収量に及ぼす影響を改めて明らかにし、それがどのような要因に起因するかをNの施肥効率の面から検討したものである。

1. 試験方法

1) 供試草地とN施肥処理

本試験には1983年に造成し、1985年の2番草刈取り(8月22日)まで均一栽培を行ったチモシー(品種:センボク)単播草地を供試した。この草地の土壌は、腐植が10.3%、全窒素は0.44%、pH(H₂O)は6.2、陽イオン交換容量は27.8 meq/100 g、リン酸吸収係数は1840で、北海道農牧地土壌分類第2次案¹⁰⁾によれば、黒色火山性土に分類される。

本試験の年間のN施肥量は、チモシー草地に対する北海道施肥標準¹¹⁾に準じて160 kg/haとした。これを第

* 草地に対する効率的施肥法に関する研究(第9報)

本報告の一部は、1988年4月、日本土壤肥科学会神戸大会において発表した。

** 北海道立根釧農業試験場(現在、北海道立北見農業試験場099-14 北海道常呂郡訓子府町弥生)

*** 同上(086-11 北海道標津郡中標津町桜ヶ丘)

1990年4月12日受理

日本土壤肥科学雑誌 第62巻 第2号 p. 115~121 (1991)

1表に示したように、試験前年の秋(1985年9月17日)と試験当年の早春(1986年5月8日)、および1番草刈取り後(同年7月10日)の3時期に、それぞれの施肥量を異にして配分した。このうち、前年秋と早春の施肥が1番草に対する処理であり、1番草刈取り後の施肥が2番草に対する処理である。このほかに無N区を設けた。以下で用いる処理区の名称は、第1表に示した処理区番号を用いる。とくに、前年秋のN分施肥量によって処理区を3系列に分け、1区から5区を秋0系列、6区から8区を秋20系列、さらに9区から11区を秋40系列と呼ぶことにする。系列を異にする1, 6, 9区は前年秋と早春の合計N施肥量(以下では、これを1番草に対するN施肥量という)と1番草刈取り後のN施肥量(以下では、これを2番草に対するN施肥量という)が同じであるが、1番草に対する前年秋と早春のN施肥配分が異なっている。3, 7, 10区および5, 8, 11区についても、同様である。

なお、すべての処理区にはリン酸(P₂O₅)とカリウム(K₂O)を共通に施肥した。その施肥量は前年秋、早春、1番草刈取り後の各時期に、P₂O₅-K₂Oとしてそれぞれ40-40, 60-150, 40-100 kg/haである。本試験で用いた肥料は硫酸アンモニウム、過リン酸石灰および塩化カリウムである。試験は3反復で実施し、試験区の配置は乱塊法とした。また、1区当たりの面積は9 m²(3 m×3 m)である。

2) 調査時期および調査・分析方法

1番草および2番草の刈取りは、いずれも各番草の出穂期に当たる1986年の6月30日と8月28日に行った。刈取りの高さは地上約5 cmである。それぞれの刈取り時には、30 cm×30 cmの枠内のチモシーの全茎数を有穂茎(出穂茎と穂ばらみ茎の合計)とそれ以外の茎(以下、伸長茎と呼ぶ)に分けて計数した。全茎数に占める有穂茎数の割合を有穂茎率とした。刈取ったチモシー地上部(以下、茎葉部と呼ぶ)を70°Cで48時間以上通風乾燥し、乾物重を測定した後、粉碎して分析に供した。このときの茎葉部乾物重が各番草収量に相当す

第 1 表 各 処 理 区 対 する N 施 肥 量

処 理 区 番 号	1 番 草 (kg/ha)			2 番 草 (kg/ha)
	前 年 秋	早 春	合 計	1 番 草 刈 取 り 後
秋 0 系 列				
1	0	40	40	120
2	0	60	60	100
3	0	80	80	80
4	0	100	100	60
5	0	120	120	40
秋 20 系 列				
6	20	20	40	120
7	20	60	80	80
8	20	100	120	40
秋 40 系 列				
9	40	0	40	120
10	40	40	80	80
11	40	80	120	40
12	0	0	0	0

る。また、1番草生育の途中である6月2日にも刈取り調査を実施した。この時期は、チモシーの生育期でいえば幼穂形成終期に当たる¹⁾。

茎葉部のNは、前報¹⁾と同じく粉碎した試料を硫酸と過酸化水素を用いて分解し、水蒸気蒸留法によって定量した。

3) N の 施 肥 効 率 の 計 算 方 法

Nの施肥効率(N_e)は、単位施肥N量当たりの増収量(無N区との収量差)と考えることができるので、年間のN施肥量をN_f、N施肥区と無N区における1番草収量と2番草収量を合計した年間収量をそれぞれYおよびY₀とすると、

$$N_e = (Y - Y_0) / N_f \quad (1)$$

で与えられる。

ところで、施肥Nのチモシーによる見かけ上の吸収利用率(N_{ab})は、N施肥区と無N区における1番草および2番草刈取り時の茎葉部N含有量を合計した、年間の茎葉部N含有量をそれぞれN_tおよびN₀とすると、

$$N_{ab} = (N_t - N_0) / N_f \quad (2)$$

で計算され、さらに吸収されたNの増収効率(N_{dm})を

$$N_{dm} = (Y - Y_0) / (N_t - N_0) \quad (3)$$

と考えれば、(1)式は次のように表現できる。すなわち、

$$N_e = \frac{(N_t - N_0)}{N_f} \times \frac{(Y - Y_0)}{(N_t - N_0)} \quad (4)$$

$$= N_{ab} \times N_{dm} \quad (5)$$

で、N_eはN_{ab}とN_{dm}の2因子に分けることができ

る。以下では、N_eをN施肥効率、N_{ab}を施肥Nの利用効率、さらにN_{dm}を吸収Nの増収効率と記述する。

2. 試 験 結 果

1) 同 一 系 列 内 に お け る 乾 物 収 量 の 処 理 間 差

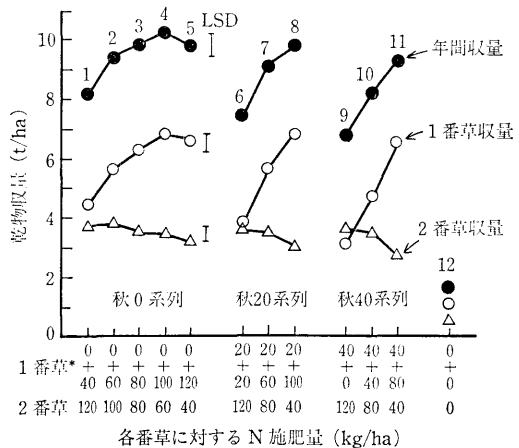
いずれの系列においても、年間収量は年間のN施肥量が同一であるにもかかわらず、1番草と2番草の施肥配分の相違によって大きく異なった(第1図)。すなわち、年間収量は秋0系列の5区の場合を除き、2番草より1番草に対するN施肥量を多くするほうが多収となった。

1番草収量は1番草に対するN施肥量が多いほど明らかに増加した。ただし、秋0系列では、早春のN施肥量を100 kg/ha以上にしても1番草収量が増加しなかった。

2番草収量は2番草に対するN施肥量を多くしても、1番草の場合ほど明らかな増加を示さなかった。それゆえ年間収量の処理間差は、1番草収量における処理間差とほぼ一致した。

2) 乾 物 収 量 の 系 列 間 差

秋0系列の1区、秋20系列の6区および秋40系列の9区は、1番草に対するN施肥量が40 kg/haで同じであったが、これらの処理区の1番草収量は1区 > 6区 > 9区と、前年秋のN施肥量が多い系列の処理区ほど低収となった(第1図)。これらの処理区には、2番草に対して120 kg/haのNが施与されていたが、2番草収量には大差がなかった。このため、1、6、9区における年間収量の差異は、1番草収量の系列間差と同様であった。1番草および2番草に対するN施肥量がともに80



第 1 図 窒素の施肥配分の相違が牧草収量に及ぼす影響
* 前年秋のN施肥量+早春のN施肥量で示す。
図中の数字は処理区番号を示し、LSDは最小有意差(有意水準5%)を示している。

第2表 1・2番草刈取り時における有穂茎数および有穂茎率

処理区 番号	N施肥量 (kg/ha)		有穂茎数 (本/m ²)		有穂茎率 (%)	
	1番草*	2番草	1番草	2番草	1番草	2番草
秋0系列						
1	0+ 40	120	680	300	48	16
2	0+ 60	100	710	260	47	13
3	0+ 80	80	790	260	51	13
4	0+100	60	820	250	54	12
5	0+120	40	820	170	53	8
秋20系列						
6	20+ 20	120	650	340	51	19
7	20+ 60	80	740	220	45	11
8	20+100	40	830	130	54	7
秋40系列						
9	40+ 0	120	560	290	44	16
10	40+ 40	80	740	240	48	13
11	40+ 80	40	780	150	49	8
12	0+ 0	0	320	20	36	2
LSD**			80	40	5	3

* 前年秋のN施肥量+早春のN施肥量で表示.

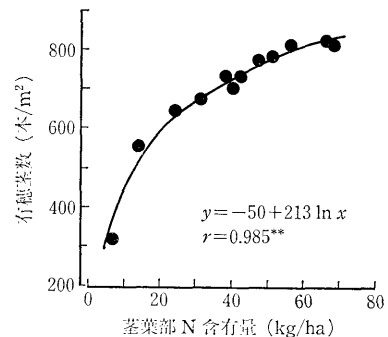
** 最小有意差 (有意水準5%).

kg/ha で等しい3, 7, 10区においても, 上記と同様, 前年秋のN施肥量が多い系列の処理区ほど低収となる傾向が認められた. 一方, 1番草に対するN施肥量が等しく120 kg/haであった5, 8, 11区の間では, 1番草収量に大きな差異が認められなかった. しかし11区の2番草収量は5, 8区よりやや低収となったため, 年間収量では5区と8区がほぼ等しく, 11区でやや低収となった.

オーチャードグラス採草地では, 前年秋のN分施が1番草の有穂茎数を多くするため¹²⁾, 秋にNを分施することで1番草収量が増加し, これが年間収量の増加に寄与すると指摘されている⁶⁾. しかし, 本試験では, 1番草に対するN施肥量が同じなら, Nを秋に分施した処理区の1番草における有穂茎数が, 前年秋にNを分施しなかった秋0系列の処理区の有穂茎数を大きく上回ることにはなかった(第2表). したがって, 前年秋のN分施によって1番草収量がとくに増加することも認められなかった. むしろ1番草に対するN施肥量が同じなら, その全量を早春に施与するほうが1番草収量を多くし, これが年間収量の増加につながった.

3) 茎葉部 N 含有量

同一系列内での茎葉部N含有量は, 1番草における幼穂形成終期および刈取り時, さらに2番草刈取り時のいずれの時点においても, 各番草に対するN施肥量が多い



第2図 幼穂形成終期(6月2日)の茎葉部N含有量と1番草刈取り時の有穂茎数との関係

図中の数式はx軸成分とy軸成分の回帰式を示し, rは相関係数で, **は1%水準で有意であることを示している.

ほど増加した(第3表). チモシー草地の1番草刈取り時における有穂茎数は, 幼穂形成終期までの茎葉部N含有量が多いほど増加すると指摘されているが¹³⁾, 本試験においても同様の結果が認められた(第2図). ただし, この時期の茎葉部N含有量が55 kg/ha程度以上では, 有穂茎数の増加はわずかとなった. また, 幼穂形成終期の茎葉部N含有量を55 kg/ha程度にするためには, 第3表から早春に100 kg/haのNが施与されれば十分であった.

1番草に対するN施肥量が同じである1, 6, 9区の

第 3 表 1・2 番草における茎葉部N含有量

処理区 番 号	N施肥量 (kg/ha)		N 合 有 量 (kg/ha)			
	1 番草*	2 番草	幼 穂 形成終期	1 番草 刈取り時	2 番草 刈取り時	年間合計**
秋 0 系列						
1	0+ 40	120	31	44	78	122
2	0+ 60	100	40	57	68	125
3	0+ 80	80	51	70	61	131
4	0+100	60	56	83	56	139
5	0+120	40	68	100	49	149
秋20系列						
6	20+ 20	120	24	38	63	101
7	20+ 60	80	42	61	54	115
8	20+100	40	66	86	44	130
秋40系列						
9	40+ 0	120	14	31	64	95
10	40+ 40	80	38	49	52	101
11	40+ 80	40	47	82	42	124
12	0+ 0	0	7	14	11	25
LSD***			10	10	8	13

* 前年秋のN施肥量+早春のN施肥量で表示。

** 1 番草刈取り時と 2 番草刈取り時の茎葉部N含有量の合計。

*** 最小有意差 (有意水準 5%)。

1 番草刈取り時における茎葉部N含有量を比較すると 1 区 > 6 区 > 9 区であり、前年秋のN分施肥量が多い処理区ほど刈取り時の茎葉部N含有量が少なかった (第 3 表)。3, 7, 10 区, さらに 5, 8, 11 区を比較しても, 上述した結果と全く同様の結果であった。

2 番草刈取り時における茎葉部N含有量を, 2 番草に対するN施肥量が同じ処理間で比較すると, 前年秋にNを分施していない秋 0 系列の処理区のほうが, 秋にNを分施した秋 20 系列や秋 40 系列の処理区の茎葉部N含有量を上回った。秋 20 系列と秋 40 系列の処理区とでは, 2 番草に対するN施肥量が同じなら, 茎葉部N含有量は同程度であった。

同一系列内での茎葉部N含有量の年間合計量は, 年間のN施肥量が同じであるにもかかわらず, 1 番草に対するN施肥量が多い処理区ほど多かった。また, 秋 0 系列の処理区における茎葉部N含有量の年間合計量のほうが, 秋 20 系列および秋 40 系列の処理区より多かった。

4) N 施肥効率

本試験では年間のN施肥量がいずれの処理区も 160 kg/ha であったため, N施肥効率の処理間差は年間収量の処理間差と一致している (第 4 表)。すなわち, 同一系列の処理間でN施肥効率を比較すると, 秋 0 系列の 5 区の場合を除き, 1 番草に対するN施肥量を多くする

第 4 表 N施肥効率 (N_e)*1, 施肥Nの利用効率 (N_{ab})*2 および吸収Nの増収効率 (N_{dm})*3

処理区 番 号	N施肥量(kg/ha)		N_e	N_{ab}	N_{dm}
	1 番草*4	2 番草			
秋 0 系列					
1	0+ 40	120	41	0.60	68
2	0+ 60	100	48	0.63	77
3	0+ 80	80	51	0.66	77
4	0+100	60	54	0.71	76
5	0+120	40	51	0.78	65
秋20系列					
6	20+ 20	120	36	0.48	77
7	20+ 60	80	47	0.56	83
8	20+100	40	51	0.65	78
秋40系列					
9	40+ 0	120	32	0.44	73
10	40+ 40	80	41	0.47	87
11	40+ 80	40	48	0.62	77
LSD*5			5	0.09	8

*1 単位は乾物重 kg/施肥 N kg.

*2 単位は吸収 N kg/施肥 N kg.

*3 単位は乾物重 kg/吸収 N kg.

*4 前年秋のN施肥量+早春のN施肥量で表示。

*5 最小有意差 (有意水準 5%)。

ほど、N施肥効率が高まった。また、秋0系列の1区と秋20系列の6区および秋40系列の9区のN施肥効率を比較すると、年間収量の場合と同様に、1区>6区>9区であった。3, 7, 10区の処理間および5, 8, 11区の処理間で比較しても、秋0系列の処理区のN施肥効率が前年秋にNが分施された系列の処理区のN施肥効率を上回った。

5) 施肥Nの利用効率

施肥Nの利用率は、同一系列内で比較する限り、1番草に対するN施肥量が多い処理区ほど高かった(第4表)。

系列を異にする1, 6, 9区における施肥Nの利用率は、前年秋にNを分施した6, 9区より、1番草に対するN施肥量の全量を早春に施与した1区のほうが高かった。3, 7, 10区の処理間および5, 8, 11区の処理間における施肥Nの利用率の差異も上述した結果と同様であり、前年秋のN分施量が多い系列の処理区ほど施肥Nの利用率が低かった。

6) 吸収Nの増収効率

吸収Nの増収効率は、同一系列内でみると、1番草または2番草のいずれかに120 kg/haのNが施与された処理区において低下した(第4表)。また、秋0系列の2, 3, 4区における吸収Nの増収効率は同程度であった。

吸収Nの増収効率を系列間で比較すると、前年秋にNが分施された6区と9区がほぼ等しく、前年秋にNが施与されなかった1区の吸収Nの増収効率は6区や9区より低下した。3, 7, 10区および5, 8, 11区でも同様であった。したがって、吸収Nの増収効率は、施肥Nの利用率とは逆に、前年秋にNを分施した系列の処理区のほうが秋0系列の処理区より高まった。

3. 考 察

本試験では、年間のN施肥量と同じであるにもかかわらず、年間収量の処理間差が明らかであった。これはN施肥配分の違いがN施肥効率に大きな影響を及ぼしたことを示している。このN施肥効率がNの施肥配分によって変化した要因を施肥Nの利用率と吸収Nの増収効率に分けて考えてみたい。

まず始めに2番草に対するN施肥量は等しいが、1番草に対するN施肥量のうち、前年秋と早春のN施肥配分が異なる処理間でのN施肥効率の違い、いいかえるとN施肥効率の系列間差について検討する。

(5)式によれば、N施肥効率は施肥Nの利用率と吸収Nの増収効率の積で与えられる。吸収Nの増収効率は、すでに述べたように、前年秋にNを分施した処理区のほ

うがNの秋分施を行わなかった処理区を上回っていた。したがって、前年秋にNを分施した処理区においてN施肥効率が低下したのは、前年秋のN分施によって施肥Nの利用率が大きく低下し、この低下程度が吸収Nの増収効率の増加程度より大きかったことに起因すると考えられる。

もともと、チモシー草地に対して前年の秋にNを施与しても、施与された後にチモシー体内や土壌中に保持されていたN量は、チモシー地上部の枯死、脱落や土壌からの流亡によって翌春までに減少する³⁾。このことは、前年秋のN施肥に由来するチモシーの利用可能N量が減少することを意味している。本試験においても、1番草刈取り時における茎葉部N含有量は、1番草に対するN施肥量が同じでも秋のN分施量の多い処理区ほど少なかった。さらに、2番草に対するN施肥量が同じでも、Nを前年秋に分施した処理区の2番草刈取り時における茎葉部N含有量が、前年秋にNを分施しなかった処理区のそれを上回ることにはなかった。それゆえ、前年秋に分施されたNの一部が1番草刈取り時まですでに失われていたことは明らかである。この前年秋のN施肥に由来するチモシーの利用可能N量の減少が、Nの秋分施を実施した処理区における施肥Nの利用率の低下をもたらした要因であろう。したがって、先の報告³⁾でも指摘したように、チモシー採草地に対して前年の秋にNを施与する必要はないと考えられる。

次に、1番草と2番草に対するN施肥配分の違いがN施肥効率に及ぼす影響を、秋にNの分施をしなかった秋0系列の処理区を中心に考えてみる。

N施肥効率は、いずれの系列においても2番草より1番草に対するN施肥量を多くするほど高まる傾向を示した。しかし秋0系列では、1番草に対してNを最も多く施与した5区のN施肥効率は必ずしも最高とはならなかった。5区の施肥Nの利用率は、秋0系列のうちでは最高であったが、吸収Nの増収効率が低かった。それゆえ、5区では吸収されたNが収量の増加に寄与できず、これがN施肥効率を低下させた要因である。この結果は、2番草より1番草に対してNを多く施与するほうがN施肥効率を高めることができるが、1番草に対するN施肥量の全量を早春に施与する場合、一定以上のNを施与してもN施肥効率が高まらないことを示唆している。

チモシー草地の年間収量を規制している1番草収量は、1番草刈取り時の有穂茎数が多いほど増加する^{1,3)}。本試験においても両者間にはきわめて密接な相関関係(相関係数 $r=0.968$)が認められた。しかし本試験の1番草刈取り時における有穂茎数は、早春のN施肥量が

100 kg/ha 程度以上となってもわずかしこ増加しなかった。それゆえ、Nが120 kg/ha 施与された秋0系列の5区と100 kg/ha のNが施与された4区の有穂茎数は等しかった。このため、5区の1番草収量は4区より増加しなかったものと思われる。したがって、本試験条件下で、1番草収量を最高にするためのN施肥量は4区の100 kg/ha 程度と考えられ、これ以上のNを早春に施与してもN施肥効率は高まらないと考えることができる。

ところで、1番草に対するN施肥量が上述した100 kg/ha までの範囲にあった1区から4区までの処理区のうち、1区では施肥Nの利用率が低いことに加えて、吸収Nの増収効率が低いこともN施肥効率低下させた要因と考えられた。しかし、2区から4区の吸収Nの増収効率は同等であったが、施肥Nの利用率が1番草のN施肥量に対応して高まっていた。それゆえ、2番草より1番草に対してNを多く施与するほうがN施肥効率を高めたのは、その施肥配分によっておもに施肥Nの利用率が高まったことに起因していると考えられる。このようなNの施肥配分の違いが施肥Nの利用率に影響を及ぼしたのは、以下に述べるチモシーの1番草と2番草における生育特性の相違に基づくものと思われる。

すなわち、チモシーの1番草生育期間には、1番草を構成する分けつのうち有穂茎となる分けつが、出穂を伴う節間伸長を行うため、乾物生産速度(CGR)が大きく、チモシーの養分吸収もきわめて旺盛である^{13,14}。これに対して、2番草では有穂茎数や有穂茎率が第2表に示したように1番草よりはるかに少なく、伸長茎が2番草を構成する分けつ茎の大部分を占める^{13~15}。しかし、この伸長茎は有穂茎のような節間伸長を行わない。したがって、2番草におけるCGRは1番草より大きく低下し、チモシーの2番草における養分吸収は、1番草より著しく劣っている^{13,14}。このため1番草より2番草に対してNを多肥しても、チモシーは施与されたNを十分に吸収できず、施肥Nの利用率が低下してN施肥効率の低下につながったのであろう。

以上のN施肥効率に基づく検討結果から、チモシー草地に対する年間のN施肥配分は、2番草より1番草に対するN施肥量を多くし、1番草に対するN施肥量は、当該チモシー草地の1番草収量を最高にする量を限度とし、その全量を早春に施与するのが最も効率的であると結論づけられる。

4. 要 約

チモシー採草地における年間のN施肥量を同一とし、1番草と2番草に対するN施肥配分の違いが収量に及ぼ

す影響を単位施肥N量当たりの増収量で与えられるN施肥効率に基づいて検討した。得られた結果は、以下のとおりである。

1) Nの施肥効率は、2番草より1番草に対してNを多く施与するほど高まった。これは、おもに施肥Nの利用率がこの施肥配分によって高まることに起因していた。

2) ただし、上述したNの施肥配分を実施しても、1番草に対するN施肥量が1番草収量を最高にするための量を上回ると、N施肥効率が低下した。

3) 1番草に対して施与するNは、前年秋と早春に分施するより、早春に全量施与するほうがN施肥効率を高めた。これは、Nの秋分施によって施肥Nの利用率が大きく低下するためであった。

4) したがって、Nの施肥効率からみたチモシー採草地に対する最も効率的な年間のN施肥配分は、2番草より1番草に対するN施肥量を多くし、1番草に対するN施肥量は、当該チモシー草地の1番草収量を最高にする量を限度とし、その全量を早春に施与することであった。

謝 辞 北海道大学岡島秀夫名誉教授には、本報告を校閲し貴重な助言をいただいた。記して感謝の意を表します。

文 献

- 1) 松中照夫・小関純一：早春の窒素施肥時期がチモシーの1番草生育に及ぼす影響，土肥誌，**56**，367~372(1985)
- 2) 松中照夫・小関純一：早春と1番草刈取り後の窒素施肥時期がチモシーの2番草生育に及ぼす影響，同上，**58**，62~69(1987)
- 3) 松中照夫：秋から春にかけての窒素施肥量，施肥配分がチモシーの1番草収量に及ぼす影響，同上，**58**，566~572(1987)
- 4) 松中照夫：早春と1番草刈取り後の窒素施肥量がチモシーの2番草収量に及ぼす影響，同上，**58**，573~577(1987)
- 5) 林 満・新田一彦：牧草の肥培管理技術の改善に関する研究(第1報)，牧草に対する追肥時期と配分法に関する試験，日草誌，**17**(別号1)，21~22(1971)
- 6) 坂本宣崇・奥村純一：牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究(第1報)，施肥法の相違が牧草生育の経年的変化に及ぼす影響，北海道農試集報，**36**，31~41(1977)
- 7) 木曾誠二・菊地晃二：チモシー(*Phleum pratense* L.)を基幹とする採草地の窒素施肥配分に関する研究，I. 窒素施肥配分が数種チモシー品種の乾物収量に及ぼす影響，日草誌，**35**，293~301(1990)
- 8) WOLTON, K. M., BROCKMAN, J. S. and SHAW, P. G.: The effect of time and rate of N application on the productivity of grass swards in two environments. *J. Br. Grassl. Soc.*, **26**, 123~131(1971)
- 9) NARASIMHALU, P., BLACK, W. N. and McRAE, K.

- B.: Effects of annual rate and timing of N fertilization on production of timothy, brome grass and reed canarygrass. *Can. J. Plant Sci.*, **61**, 619~623 (1981)
- 10) 北海道土壌分類委員会：北海道の農牧地土壌分類第2次案, 北海道農試資料, **10**, 1~89 (1979)
- 11) 北海道農政部：北海道施肥標準, p. 39 (1989)
- 12) 坂本宣崇・奥村純一：牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究 (第2報), 秋施肥の持つ意義, 北海道農試集報, **40**, 40~50 (1978)
- 13) 松中照夫：寒冷寒照地域のチモシー草地に対する窒素施肥法に関する研究, 北海道立農試報告, **62**, 1~72 (1987)
- 14) 脇本 隆・吉良賢二・堤 光昭：根釧地方における主要イネ科草種の生育過程, 北海道農試集報, **29**, 38~54 (1974)
- 15) 吉沢 晃・佐々木絃一：チモシーにおける収量構成分けつの推移, 北草研報, **14**, 72~73 (1980)

Studies on Effective Application of Fertilizer to Grassland (Part 9)

Effective Split Application Method of Nitrogen Fertilizer to Timothy Sward

Teruo MATSUNAKA,* Seiji KISO and Masao NOSHIRO

(Hokkaido Konsen Agric. Exp. Stn., *present address, Hokkaido Kitami Agric. Exp. Stn.)

The effect of differences in the methods of split application of fertilizer nitrogen (N) on the annual dry matter yield of timothy sward cut two times a year was investigated on the basis of efficiency of dry matter production per unit rate of N applied. The efficiency of N applied (N_e) was calculated by the following equation:

$$N_e = (Y - Y_0) / N_f$$

where Y and Y_0 were the annual yield of the sward receiving N fertilizer and no N fertilizer, respectively, and N_f was the total annual rate of N applied.

1) N_e increased when the rate of N applied for first flush was more than for second flush, even if the total annual rate of N applied was the same. This was because the split application method described above raised the recovery rate of N applied. The upper limit of the rate of N applied for first flush, however, was the optimal rate for maximum yield at the first cutting and the N_e decreased when the rate of N applied for first flush was over the limit.

2) Single N application for first flush in early spring gave a higher N_e than applying the same rate of N split into (1) after the second cutting and (2) the following early spring, since the split application of N after the second cutting lowered the recovery rate of N applied. Consequently, it appeared that application of N after the second cutting to the sward could be omitted.

3) From the results, it was concluded that the most effective split application method of N to timothy sward was as follows: the rate of N applied for first flush was more than for second flush. The N application for first flush was carried out only in the early spring and the upper limit of the rate at that time was the optimal rate for the maximum yield at the first cutting.

Key words application method of fertilizer, efficiency of N applied, nitrogen fertilizer, split application, timothy

(Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr., **62**, 115-121, 1991)