

5 オーチャードグラスの生育に及ぼす肥料 形態と施肥比率の影響に関する研究

※ 落合昭吾 佐藤勝郎 久根崎久二 小針久典 伊藤陸郎 小原繁男 ※※

(※現 岩手県畜産試験場外山分場 ※※現 雪印種苗KK東北支店技術顧問)

目	次
緒 言	
共通試験方法	
I 緩効性窒素肥料および硝化抑制剤の肥効特性について	
1. 試験方法	
2. 結果および考察	
II 窒素肥料の形態の影響	
1. 試験方法	
2. 結果および考察	
III 磷酸肥料の形態の影響	
1. 試験方法	
2. 結果および考察	
IV 三要素の施肥比率の影響	
1. 試験方法	
2. 結果および考察	
V 要約	
VI 参考文献	

緒 言

最近の草地造成は、山系開発にみられるように次第に奥山化するとともに大規模化している。このようななかで、放牧地では施肥回数の省略による施肥作業の省力化とともに、年間平均した牧草生育が望まれている。他方採草地では、牧草作業が始まると、とかく追肥時期が遅れ勝ちとなり、牧草生産の阻害要因になっているが、これを回避する一手段として、収量性があるとともに肥効が後期まで持続する肥料が望まれている。これらの問題に対処するため、比較的長く肥効の持続が期待できる緩効性窒素肥料及び

硝化抑制剤を取りあげ、^{1)~3)}その肥効特性並びに利用の方法等について検討した。また牧草栽培の目的は、家畜のための粗飼料生産であることから、牧草は収量の確保とともに飼料的栄養組成の向上も重要である。特に最近粗飼料が原因とされる家畜の生理障害の発生も指摘されていることから^{6)~17)}東北地方の草地の主体草種であるオーチャードグラスを供試し、肥料の形態および三要素の施肥比率が、収量ならびに草質に及ぼす影響について検討したものである。

試験方法 (共通)

1. 試験期間 1972年～1977年
2. 試験場所 岩手畜試内(岩手県岩手郡滝沢村)の圃場、岩手火山灰土壌²⁹⁾
3. 試料分析 NはKJEDALL法、NO₃-NはBRENNER法、Pは比色法、Kは炎光法、Ca、Mg、Mn、Fe、Zn、は原子吸光法によった。

I 緩効性肥料の肥効特性

1. 試験方法
 - 1) 試験年次 1972年～1977年
 - 2) 供試草地 1967年、1974年造成オーチャードグラス草地
 - 3) 供試肥料 IB:IBDU (IB-N31%)、IB化成。GUP:GUP (T-N27%、GUP-N25%、P₂O₅26%)、GUP化成。CDU:化成肥料。DD:DD (DD-N66.6%)、TU:大粒化成。ASU:ASU (T-N47%、ASU-N45.8)、アミノ態N:有機化成。BB肥料:磷

安、尿素、硫酸、塩化。尿素、熔燐、過石、塩加。

2. 試験結果および考察

1) 肥効特性

肥効特性を検討するため、年間早春の1回の

みの施肥で、年間5回の刈取り条件で検討した。緩効性窒素肥料はI B単体とI B60%含有肥料、硝化抑制剤はT U 3%化成、対照肥料はB B肥料を用い比較検討した。(表1)

表1 緩効性窒素と硝化抑制剤の肥効特性

1972

成分	含有率	生 草 収 量 (kg/a)						乾 物 収 量	供 試 肥 料
		5. 19	6. 26	7. 31	9. 6	10. 19	合 計		
I B	100	109.7	70.5	232.7	152.6	58.6	624.1	109.0	IBDU (単肥配合)
I B	60	246.7	95.8	188.7	102.5	29.2	662.9	124.8	IB化成10-15-10
T U	3	242.5	229.9	127.8	51.0	24.7	675.9	121.5	TU大粒化成
対照	0	192.2	183.2	83.7	50.9	21.1	531.1	101.9	BB20-10-20

注) 2.4-3.6-2.4 kg/a (早春全施)、含有率はT-Nに対する成分%

窒素全量が緩効性のI B 100%肥料では、1・2番草の生育が抑制され、3・4番草で収量が高まり、5番草収量も他肥料より高い収量分布を示し、春から秋までの肥効の持続が伺われた。I B60%含有肥料では1番草と3・4番草に収量の高まりがみられ、速効性窒素により1番草収量が高められたが、その分、後期収量は低下した。T U化成では、前期収量が他肥料より高く、分施多収型の採草地むきの収量性を示

した。

2) 緩効性窒素肥料の種類と肥効の持続性

供試肥料中、肥効の持続性は、D Dを緩効性肥料として用いた場合が最も長かったが、高含量になるほど年内の収量性は低く、後期収量や年間合計収量からみると、含有率50%がD Dの緩効性肥料としての適量と思われる。

表2 DD・GUP・ASUの肥効特性

1974

成 分	含有率	生 草 収 量 (kg/a)						乾 物 収 量	供 試 肥 料	
		6. 3	7. 8	8. 8	9. 11	10. 22	合 計			
DD	100	104.9	48.4	35.0	66.8	53.3	308.4	63.2	DD	単 肥 配 合
DD	75	261.8	68.0	50.8	79.7	49.7	510.0	96.2	DD	
DD	50	304.7	120.4	73.9	79.9	42.8	621.7	115.1	DD	
DD	25	277.0	166.2	65.2	47.2	24.1	579.7	109.2	DD	
GUP	100	115.1	166.7	154.7	72.3	41.2	550.0	98.1	GUP	肥 配 合
GUP	75	296.2	153.3	122.9	55.5	31.8	659.7	123.2	GUP	
GUP	50	336.6	131.7	89.5	61.8	26.7	646.3	122.3	GUP	
GUP	25	333.3	132.0	70.4	60.1	24.4	620.2	120.0	GUP	
ASU	10	297.1	198.5	62.7	43.7	17.5	619.5	115.7	ASU	合
ASU	5	281.4	195.3	64.0	40.3	18.1	599.1	110.1	ASU	
対 照	0	345.7	133.6	76.9	55.2	20.0	631.4	121.2	尿 素	

注) Nを基準 2.4-P₂O₅-2.4 kg/a (早春全施・過石・塩加使用)

表3 IB・CDUの肥効特性

1975

成 分	含有率	生 草 収 量 (kg/a)						乾 物 収 量	供 試 肥 料
		5. 2 1	6. 2 4	7. 2 8	9. 1	10. 2 3	合 計		
I B	50	156. 2	234. 7	85. 0	52. 4	33. 6	561. 9	104. 2	複合燐加安 555
CUD	50	145. 7	178. 4	83. 1	54. 5	33. 5	495. 2	96. 4	複合燐加安S555
対 照	0	179. 3	205. 2	76. 2	63. 2	36. 3	560. 2	100. 8	化成15-15-15

注) N-P₂O₅-K₂O=2.4-2.4-2.4kg/a (早春全施)

CUDとIBを複合燐加安でみるとIBがやや前期収量が高い傾向がみられたが、肥効の持続には大差がないものと思われる。(表3)

IBの肥効特性は表1のとおりであるが、連年施用すると表4のように、IB 100%肥料でも、前期高後期低の収量分布となった。

これは、IBの粒が晩秋まで残存しているところから、窒素が年間を通じて供給されたため季

節生産性にあった収量分布となったものと思われる。又IBの粒径も肥効持続に影響する。3年間の収量から検討するとIB 60%含有肥料が4・5番草収量の低下も少なく、年間収量も多収なところから、適含量と思われる。GUPはIBに比べ3番草以降の収量が低く、肥効の特続性はやや劣るが、夏期降水量不足の時はIBを上廻る傾向がみられた。

表4 IBの含有率と肥効特性

1973 ~ 1975

成 分	含有率	生 草 収 量 (kg/a)						乾 物 収 量	供 試 肥 料
		1 番 草	2 番 草	3 番 草	4 番 草	5 番 草	合 計		
I B	100	176. 6	138. 5	85. 0	85. 4	44. 2	529. 7	101. 0	I B D U
I B	80	236. 9	137. 3	84. 4	92. 3	43. 7	594. 6	109. 8	尿 素
I B	60	244. 5	140. 5	77. 7	93. 7	42. 5	598. 9	110. 0	過 石
I B	40	263. 8	149. 1	73. 4	77. 7	36. 7	600. 7	108. 8	塩 加
I B	20	245. 3	148. 4	65. 7	70. 2	30. 6	560. 2	106. 6	
I B	0	233. 4	160. 9	68. 7	55. 9	23. 4	542. 3	101. 6	

注) N-P₂O₅-K₂O=2.4-1.12-1.92kg/a (早春全施)

表5 IB・TU・アミノ態Nの肥効特性

1973

成 分	含有率	生 草 収 量 (kg/a)						乾 物 収 量	供 試 肥 料
		5. 2 5	6. 2 6	8. 6	9. 1 2	10. 1 7	合 計		
I B	100	93. 1	60. 2	38. 4	125. 8	71. 0	388. 5	77. 6	I B D U (単肥配合)
I B	80	203. 7	90. 0	51. 1	140. 9	60. 4	546. 1	98. 9	I B 化成10-10-10
I B	60	261. 4	111. 0	51. 2	141. 2	42. 0	606. 8	107. 3	I B 化成10-15-10
TU	6	262. 4	206. 7	65. 8	78. 1	25. 5	638. 5	112. 7	TU大粒10-10-10
TU	3	274. 7	177. 3	40. 8	68. 9	18. 3	580. 0	105. 7	TU大粒10-10-10
アミノ	25	269. 9	177. 5	33. 6	64. 0	15. 4	560. 4	102. 6	苦土有機化成5-5-5
対 照	0	287. 9	157. 5	39. 2	49. 2	13. 4	547. 2	95. 9	B B 20-10-20

注) N-P₂O₅-K₂O=2.4-2.4-2.4kg/a (早春全施)

アミノ態窒素には緩効性は期待できなかった。
(表5)

3) 硝化抑制剤の肥効の持続性

1972年にTU化成で3番草まで高収量が認められたが(表1)、それ以降の試験では2番草まで収量が高いが、3番草で急減することが多

く、硝化抑制剤の期待できる肥効の持続は2番草までと思われる。又硝化抑制剤の含有率を増すと肥効の持続は長びく傾向はみられるものの、その効果はあまり期待できないものと思われる。
(表2.5.6)

表6 緩効性窒素と硝化抑制剤の併用効果

1976・1977

成分	含有率	生草収量 (kg/a)						乾物収量	供試肥料
		1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	合計		
I・D	50・10	243.2	111.8	94.5	84.7	51.0	585.1	106.8	IB・DD(単肥配合)
I・B	50	248.7	112.2	90.8	84.7	41.6	577.8	108.2	IBDU(単肥配合)
D・D	10	287.0	137.7	62.7	63.7	26.0	576.9	103.8	DD(単肥配合)
G・A	20・1	279.1	129.9	87.0	67.6	28.7	592.2	105.0	化成15-15-15
GUP	20	292.9	154.1	65.2	63.1	25.8	601.0	107.7	化成15-15-15
ASU	1	289.7	130.2	57.5	59.5	23.8	550.6	99.9	化成15-15-15
GUP	50	252.6	134.3	84.1	70.0	25.9	566.8	92.3	化成15-15-15
対 照	0	270.4	120.4	48.6	49.5	20.2	509.0	104.3	化成15-15-15

注) $N-P_2O_5-K_2O=2.0-2.0-2.0\text{kg/a}$ (早春全肥) I・D=IB+DD、G・A=GUP+ASU

4) 緩効性窒素と硝化抑制剤の併用効果

1・2番草に作用する速効性窒素を硝化抑制剤で抑え、後期収量を緩効性窒素に期待した併用の効果は、緩効性窒素単用に比べ肥効の持続は長びく傾向はみられた。(表6)

5) 施肥回数の省略効果

IB60%含有肥料の1回施肥は5番草収量は

劣るものの、ほぼ速効性肥料の3回分施に匹敵した収量性を示し、施肥回数の省略が可能となることが伺われた(図1)。更にIB60%含有肥料の2回分施、あるいはIB割合を高めることにより、収量の平準化効果が大きくなる(表7)。又5番草の低下は利用方法で対処することもできる(表8)

表7 施肥回数と収量性

1972～1975

施肥法	I B 含有率	生草収量 (kg/a)						乾物収量	供試肥料
		1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	合計		
早春全量施肥	100	171.0	124.8	127.4	126.3	65.5	615.0	111.7	IBDU(単肥配合)
	60	238.9	146.7	103.5	90.6	26.9	606.6	112.3	IB化成050号
	0	230.3	177.0	66.2	54.9	21.8	550.2	104.1	IB212号
2回分施	100	179.9	91.5	82.7	137.0	81.5	564.6	106.9	IBDU(単肥配合)
	60	201.5	102.2	96.8	147.5	64.7	612.7	112.6	IB化成050号
	0	235.8	71.7	56.3	136.9	48.1	548.8	106.2	BB212号
3分施	0	246.4	74.1	124.9	69.7	84.1	599.2	114.0	BB212号

注) $N-P_2O_5-K_2O=2.4-3.6-2.4\text{kg/a}$

図1 IB入肥料の1回施肥と速効性肥料3回分施の比較 (生草kg/10a/日)

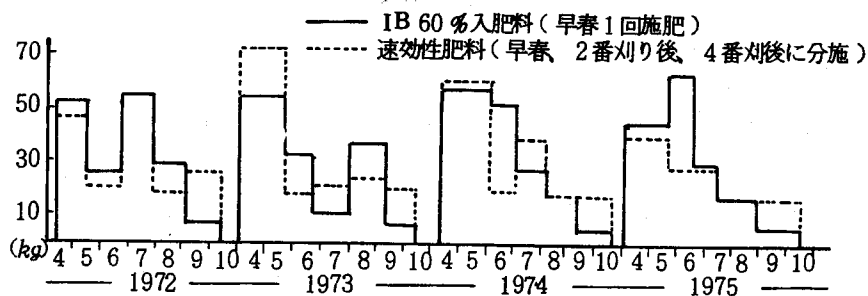


表8 利用法と収量 (kg/a)

1975

利用回数	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	合計	乾物	刈取月日
5	208.5	112.2	121.5	67.9	47.1	557.2	96.9	5.19、6.19、7.20、8.30、10.16
4	293.3	153.1	101.6	62.0		610.0	116.5	5.30、7.11、8.18、10.16
3	321.1	192.7	109.9			623.7	135.7	6.9、8.8、10.16
2	276.2	137.2	(75.1)			488.6	109.7	6.19、8.30 (10.16)

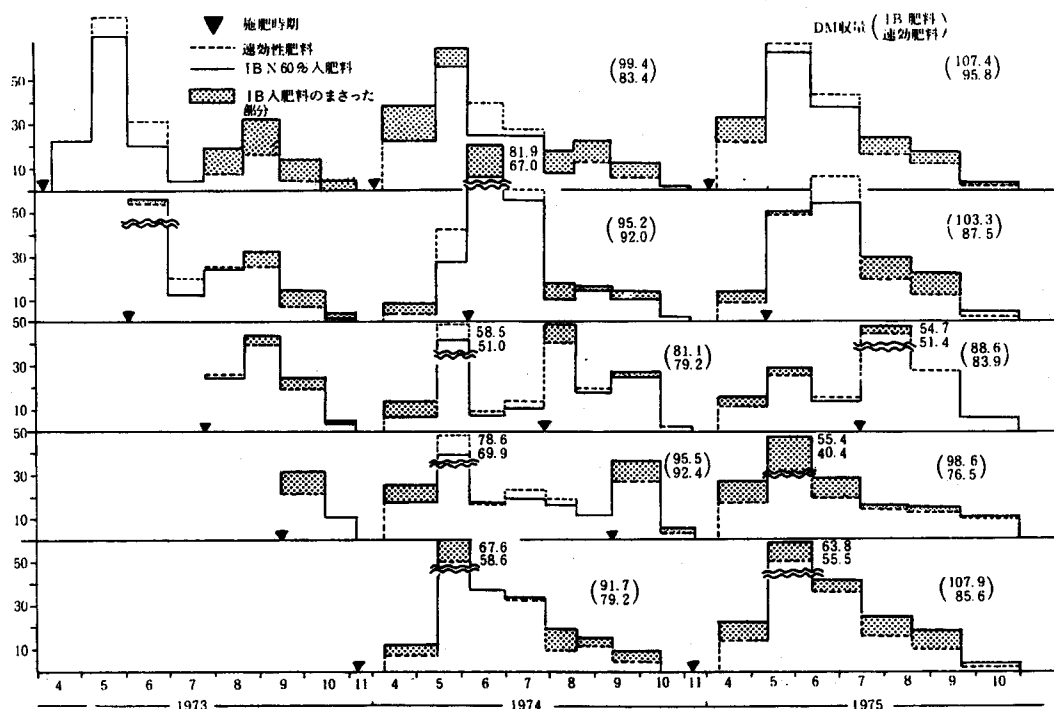
注) $N - P_2O_5 - K_2O = 2.4 - 1.12 - 1.92 \text{ kg/a}$ (早春全施 IB 60%)

6) 年1回の施肥時期と収量の平準化

放牧地では、収量の維持とともに、各季節平準化した、あるいは家畜の増体と共に後期に収量の高まる収量分布が望まれている。春期および牧草生育の停止した晩秋施肥では、前期に偏った収量分布を示したが、スプリングフラッシュ

後の7月から秋期牧草の生育収量が期待できる9月施肥は平準化効果が高かった。しかし収量分布の平準化により年合計収量は減少した。収量は、平準化効果ともIB肥料が速効性肥料にまさる傾向を示した。(図2)

図2 時期別再生速度の比較 (生草kg/10a/day)



7) NO₃-N含有率

年間の施肥量を一度に施すことにより、硝酸態窒素の蓄積が懸念される。春1回施肥では施肥直後の1番草で速効性肥料、ASU5%肥料で高まりがみられ、又短草利用の速効性肥料での含有率が高かった。IB、GUPとも含量が高いほど硝酸態窒素の蓄積が少ない傾向がみられた。

IB60%以上、GUP75%以上含有肥料では、夏期3番草で硝酸態窒素が高まる傾向がみられ、肥効の持続を示しており、収量からみた適含量と一致した。(表9) 又夏期の施肥は硝酸態窒素が蓄積しやすく、硝酸態窒素上からは蓄積の少ない秋が施肥適期と思われる。(表10)

表9 NO₃-N含有率 (DM%)

1974

成分	含有率	6.3	7.8	8.8	9.11	10.22	成分	含有率	6.3	7.8	8.8	9.11	10.22
GUP	100	0.01	0.09	0.18	0.11	0.03	IB	100	0.01	0.05	0.21	0.19	0.04
GUP	75	0.01	0.06	0.14	0.09	0.02	IB	80	0.03	0.04	0.17	0.17	0.02
GUP	50	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	IB	60	0.04	0.04	0.14	0.12	0.01
GUP	25	0.07	0.04	0.02	0.02	0.01	IB	40	0.06	0.03	0.03	0.03	0.01
ASU	10	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	IB	20	0.08	0.03	0.04	0.04	0.01
ASU	5	0.20	0.04	0.02	0.01	0.01	対照	0	0.22	0.05	0.02	0.01	0.01

注) N成分 2.4 kg/a (早春全施)

表10 施肥時期とNO₃-N含有率 (DM%)

1974

施肥時期	含有率	5.14	6.5	6.29	7.26	8.19	9.13	10.11
4月	60	0.04	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.02
	0	0.36	0.13	0.06	0.04	0.01	0.01	0.01
7月	60	0.03	0.01	0.01	0.03	0.43	0.26	0.11
	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.45	0.26	0.11
11月	60	0.03	0.08	0.04	0.03	0.03	0.08	0.01
	0	0.07	0.11	0.09	0.02	0.01	0.01	0.01

注) 含有率: T-Nに対するIB-N(%), 施肥量 2.4-1.12-1.92 kg/a

8) 緩効性窒素含有肥料における窒素と加里の比

緩効性肥料では、施用後はじめに速効性窒素部分が効き、遅れて緩効性窒素の肥効が発現す

るために、窒素と加里とを同量施用の場合に、初め加里高の施肥となり、無機成分バランスを悪化させることが多かった。(表11)

表11 緩効性肥料と無機成分含有率 (DM%)

成分名	緩効性含有率	K			Ca			Mg			P		
		春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
GUP	100	3.11	4.92	3.51	0.19	0.31	0.38	0.12	0.22	0.23	0.24	0.41	0.37
	75	3.30	4.69	3.55	0.20	0.25	0.39	0.14	0.25	0.24	0.22	0.44	0.35
	50	3.50	4.45	3.60	0.24	0.27	0.39	0.16	0.25	0.26	0.22	0.46	0.38
	25	3.30	3.75	3.26	0.23	0.32	0.40	0.18	0.30	0.30	0.22	0.50	0.38
(対照)	0	3.30	3.75	2.90	0.27	0.37	0.49	0.18	0.28	0.28	0.26	0.47	0.37
ASU	5	3.50	4.53	3.96	0.23	0.29	0.43	0.18	0.26	0.25	0.27	0.52	0.49

成分名	緩効性 含有率	Ca/P(％比)			K/Ca+Mg(当量比)		
		春	夏	秋	春	夏	秋
GUP	100	0.79	0.58	0.95	4.10	2.88	3.06
	75	0.91	0.55	1.11	3.93	3.30	2.65
	50	1.09	0.58	1.12	3.55	3.22	2.28
	25	1.05	0.51	0.94	3.21	3.17	2.20
(対照)	0	1.04	0.79	1.22	2.98	2.31	1.56
ASU	5	0.85	0.56	0.88	3.40	3.23	2.41

窒素成分としてIB50%、速効性窒素50%含有の肥料の場合の加里の適正比率について検討した。加里の併用量を減ずるほど収量も低下する傾向を示したが、施用窒素の半量までは収量の低下は少なかった。牧草中のCa、Mgは加里の併用量を少なくするほど高まり、M/Ca+Mg(当量比)は低下した。当量比2.2を基準とす

ると、1番草では加里の併用量は施用窒素の半量が適当と思われる。しかし、後期には、いずれの比率でも加里不足の傾向を示し、加里の追肥で増収する場合もみられ、窒素とともに加里も緩効性であるならば、収量の向上とともに、¹⁹無機成分バランスも改善されるものと思われる。(表12.13.14.15)

表12 緩効性肥料における加里比率と収量

1975～1977

K ₂ O (kg/a)	生草収量		1977 年生草収量 (kg/a)							3年平均 乾物収量
	1975	1976	5.30	6.29	7.29	8.29	10.26	合計	DM	
2.4	727.2	588.7	245.6	128.7	133.2	69.1	43.2	619.8	117.2	116.0
1.8	707.1	533.9	240.6	110.6	112.5	61.4	34.0	559.1	107.9	110.4
1.2	733.7	536.9	225.7	121.0	110.3	44.7	35.7	537.4	106.8	113.3
0.6	659.9	479.4	192.4	122.3	103.9	34.8	33.3	486.7	100.1	105.6
0.3	597.6	455.3	164.5	119.8	85.6	29.3	33.9	433.1	91.5	99.7

IB 1.2, UN1.2, P₂O₅1.2 kg/a. 早春全量施肥

表13 跡地土壌の化学性

1977.10

項目	K ₂ O (23 mg/100g)					CaO (250 mg/100g)				
K ₂ O (kg/a)	2.4	1.8	1.2	0.6	0.3	2.4	1.8	1.2	0.6	0.3
mg/100g	5.5	5.2	5.2	4.8	4.8	210	225	225	225	242
項目	MgO (30 mg/100g)					PH (H ₂ O) (6.20)				
K ₂ O (kg/a)	2.4	1.8	1.2	0.6	0.3	2.4	1.8	1.2	0.6	0.3
mg/100g	6.0	7.0	7.3	8.0	7.8	5.85	6.01	5.94	6.00	5.96

注) () 内は試験開始前土壌(1975.4)

表 14 無機成分含有率 (乾物%)

1977

K ₂ O	5.30	6.29	7.28	8.29	10.26	5.30	6.29	7.28	8.29	10.26
(kg/a)	K					Ca				
2.4	4.36	3.37	3.32	3.06	1.30	0.27	0.39	0.45	0.48	0.78
1.8	3.41	3.09	2.06	2.23	0.97	0.25	0.43	0.55	0.56	0.78
1.2	2.61	1.47	1.76	1.81	0.65	0.33	0.51	0.56	0.58	0.82
0.6	1.80	1.55	1.64	1.72	0.88	0.33	0.52	0.59	0.60	0.88
0.3	1.42	1.40	1.40	1.86	0.69	0.38	0.52	0.57	0.60	0.80
K ₂ O	Mg					P				
2.4	0.19	0.22	0.29	0.32	0.36	0.32	0.33	0.44	0.48	0.30
1.8	0.19	0.25	0.33	0.36	0.38	0.31	0.36	0.45	0.49	0.33
1.2	0.21	0.28	0.33	0.36	0.40	0.32	0.34	0.43	0.48	0.34
0.6	0.22	0.31	0.35	0.37	0.44	0.31	0.35	0.40	0.49	0.34
0.3	0.24	0.33	0.38	0.40	0.46	0.30	0.35	0.37	0.47	0.33
K ₂ O	K/Ca + Mg					Ca/P				
2.4	3.80	2.28	1.85	1.57	0.48	0.90	1.18	1.02	1.00	2.60
1.8	3.06	1.88	0.97	0.99	0.35	0.81	1.19	1.22	1.14	2.36
1.2	2.00	1.11	0.82	0.79	0.22	1.03	1.40	1.30	1.21	2.41
0.6	1.32	0.78	0.73	0.73	0.28	1.06	1.39	1.48	1.22	2.59
0.3	0.94	0.71	0.60	0.75	0.22	1.27	1.39	1.54	1.28	2.42

注) N 2.4 (IB50%、速効性50%) - P₂O₅ 1.2 - K₂O (表) kg/a 早春1回施肥

表 15 カリの追肥効果

処 理	5.30	6.29	7.28	8.29	10.26	合 計	乾物収量
1 回 施 肥	261.3	105.3	87.6	51.1	21.5	526.8	99.0
1回施肥+K追肥	261.3	105.3	87.6	74.4	26.5	555.1	103.7

注) 2.4 (IB50%) - 1.2 - 1.2 kg/a 早春施肥、加里追肥3 番刈後0.6 kg/a

なお、肥効特性を検討した結果、利用効果の認められたIBについて、県内流通銘柄としてIB入BB肥料を設定した。

また、IBの肥効特性とその利用法の概要については、昭和51年度第26回日本畜産学会東北支部会で発表した。

II 窒素肥料の形態の影響

1. 試験方法

1) 試験年次 1972年～1974年

2) 供試肥料 窒素肥料(硫安、塩安、硝安、尿素)と磷酸肥料(過石、熔燐)を組合せ、加里は塩加を用いたほか、対照としてBB肥料(燐安、尿素、硫安、過石、塩加)を用いた。施肥比率はN:P₂O₅:K₂O=2:1:2として、年間N成分で2.4～3.0 kg/aを3回に分施した。

3) 供試草地 1967年造成オーチャードグラス単一草地

2. 結果および考察

1) 年間収量

窒素肥料の種類にかかわらず、熔燐組合せは、過石組合せに比べ低収の傾向であった。収量は硝安が最も高く、次いで、過石との組合せでは硫安と尿素はほぼ同等の収量を示したが、熔燐組合せでは尿素が硫安に劣った。尿素と熔燐との組合せによる収量低下は他にも認められてお

²⁰り、又炭カル追肥での収量低下例も知られており。急激な酸度矯正、アルカリ化で施用窒素の揮散を招き、肥効を減じたものと思われる。²¹塩安は施用窒素中最も低収であり、当火山灰土壌のように緩衝力の低い土壌では産草量を低下させたものと思われる。また燐安主原料のBB肥料は尿素と過石組合せなみの収量性を示した。

(表16)

表 16 合計収量の年次推移 (kg/a)

項目	K ₂ O	塩 加									無 肥
	P ₂ O ₅	過 石				熔 燐				燐 安	
	N	硫 安	塩 安	硝 安	尿 素	硫 安	塩 安	硝 安	尿 素	尿・硫	
生草 収量	1972	748.0	723.7	757.3	699.3	663.1	700.6	706.2	668.3	706.7	177.1
	1973	429.7	391.9	479.0	465.4	440.9	430.5	462.3	411.1	454.1	132.3
	1974	625.1	621.9	670.9	593.7	648.8	589.0	636.1	619.4	583.0	157.8
	平 均	600.9	579.2	635.7	586.1	584.3	573.4	601.5	566.3	581.3	155.7
乾物 収量	1972	135.5	127.9	140.9	130.0	120.5	126.0	129.9	123.7	126.7	41.7
	1973	86.0	78.9	95.5	94.6	88.2	87.5	92.6	83.9	91.6	32.6
	1974	125.1	122.0	132.1	121.1	130.7	115.8	128.1	128.1	118.7	37.5
	平 均	115.5	109.6	122.8	115.2	113.1	109.8	116.9	111.9	112.3	37.3

表 17 時期別施肥効果 (尿素・過石・塩加 = 100)

3ヶ年平均

項目	K ₂ O	塩 加									無 肥
	P ₂ O ₅	過 石				熔 燐				燐 安	
	N	硫 安	塩 安	硝 安	尿 素	硫 安	塩 安	硝 安	尿 素	尿・硫	
生草 収量	春	101	97	108	100	98	92	100	92	96	19
	夏	102	95	109	100	103	94	100	99	100	23
	秋	89	77	103	100	91	82	91	92	98	22

2) 時期別収量性

どの時期でも高い収量性を示したのは、硝安であった。硫安は春期から夏期の収量性は高いが、秋期は低下する傾向を示した。²²²⁴尿素は過石

との組合せで、各時期比較的安定した収量性を示した。尿素と熔燐の組合せによる収量低下は春期と秋期で大きかった。(表17)

表 18 土壌の化学性

1974. 11

項 目		試始 始前 土壌	加									無肥
			過 石				熔 磷				磷安	
			硫安	塩安	硝安	尿素	硫安	塩安	硝安	尿素	尿・硫	
P H	H ₂ O	6.36	5.01	5.52	5.85	5.89	5.43	5.83	5.90	5.95	5.47	6.33
	KCl	5.38	4.54	4.87	5.21	5.13	4.75	5.06	5.04	5.07	4.73	5.79
T-N (%)		0.60	0.59	0.62	0.56	0.60	0.57	0.60	0.57	0.53	0.59	0.60
置換性塩基 (mg/100g)	CaO	283	62	156	235	208	113	182	160	148	104	503
	MgO	18	3	3	5	5	20	16	24	25	6	19
	K ₂ O	28	16	13	13	11	14	16	15	15	15	14
有効態 P ₂ O ₅		tr	1.2	1.0	0.6	0.3	2.2	0.8	0.6	0.4	1.2	tr
CaO/MgO		15.7	20.7	52.0	47.0	41.6	5.7	11.4	6.7	5.9	17.3	26.4
MgO/K ₂ O		0.6	0.2	0.2	0.4	0.5	1.4	1.0	1.6	1.7	0.4	1.4

注) 土壌のPH (KCl) と置換性CaO (mg/100 g 乾土) の関係

$$y(\text{CaO}) = 370.503 - 1690.749x + 196.416x^2 \quad (r=0.991)$$

$$y(\text{CaO}) = -1528.368 + 341.795x \quad (r=0.960) \quad x(\text{PH})$$

表 19 牧草中の無機成分含有率 (DM%)

1972 ~ 1974

項目	K ₂ O P ₂ O ₅ N	加									無肥
		過 石				熔 磷				磷安	
		硫安	塩安	硝安	尿素	硫安	塩安	硝安	尿素	尿・硫	
N	%	3.01	3.14	3.09	2.75	2.86	3.09	2.94	2.57	2.74	2.48
P	%	0.36	0.35	0.37	0.39	0.35	0.34	0.34	0.36	0.33	0.42
K	%	4.01	4.01	3.84	3.91	4.08	4.07	3.88	3.93	3.95	3.12
Ca	%	0.39	0.40	0.42	0.39	0.33	0.34	0.34	0.34	0.35	0.40
Mg	%	0.17	0.17	0.20	0.19	0.22	0.24	0.25	0.25	0.21	0.30
Ca / P		1.08	1.14	1.14	1.00	0.94	1.00	1.00	0.94	1.06	0.95
K / Ca+Mg		3.06	3.02	2.62	2.85	3.01	2.84	2.64	2.67	2.90	1.79
Fe	ppm	136	133	121	116	172	150	128	128	127	148
Mn	ppm	135	161	116	94	113	127	73	63	118	119
Zn	ppm	34	34	33	36	34	34	33	35	7	36

注) Ca/P (%比) K/Ca+Mg (当量比)

表 20 牧草中無機成分含有率と刈取 10 日前平均気温の関係 (無肥)

1972 ~ 1974

成 分	Mg	Ca	P	Mn	Zn	N	K	Fe
r	0.840	0.839	0.686	0.573	0.569	0.522	0.293	0.179

注) 晩秋 5 番草は相関関係からはずれることが多く、除外した。

表 21 施肥区に於ける相関関係

1972～1974

x	気 温	気 温	気 温	気 温	K	Ca (1)	Ca (2)
y	Mg	Ca	P	K	Ca	Mg (1)	Mg (2)
係 数	0.840	0.560	0.457	-0.017	-0.184	0.542	-0.366

注) (1)は過石組合せ区、(2)熔燐組合せ区、他は施肥区全体

3) 土壌化学性の変化

化学肥料の施用により、PHは低下した。PHの低下は、熔燐組合せに比べ過石組合せで著しい。窒素肥料別には、副成分に硫酸根をもつ硫酸施用での置換性 CaO、MgO含量の低下が著しく、次いで、BB（燐安）、塩酸根をもつ塩安の順で、尿素、硝安は比較的低下が少なかった。熔燐施用による塩基の補給効果は大きく、硫酸、塩安との組合せでも置換性 CaO、MgOを増加させ、土壌の塩基比も改善される傾向がみられた。（表 18）

4) 牧草中の無機成分含有率

牧草中の無機成分含有率も土壌と同様の傾向を示し、Ca、Mgは硫酸、塩安で少なく、Kは高く、このためK/Ca+Mg比は硫酸、塩安で高く、尿素、硝安で低まった。硫酸は塩安よりも多収であるが、無機含量は悪化した。

又、熔燐との組合せにより、硫酸、塩安でもMg含有率が増し、K/Ca+Mg比は低下した

が、尿素、硝安では変らないことが多かった。

これは熔燐中のMgとCaとの拮抗作用によるものと思われる。過石施用により、CaとPが結合した形で吸収されるため牧草中のCaとPが高くなる傾向がみられた。（表 19）

表20、21に刈取り前の温度と無機成分の²⁹関係を示した。温度の影響はMgで大きく、次いでCaで、Kは温度の影響は小さく、すなわちKは低温時にもよく吸収されることを示している。

熔燐施用による牧草中のMgの高まりを施用1年目でみると、土壌酸性化の著しい硫酸では1番草から高まり、次いで塩安では2番草で高まったが、尿素、硝安での高まりは5番草であった（表22）。1番草の無機成分含有率を表19に示したが、熔燐施用により塩安ではK/Ca+Mg比は改善される傾向がみられるが、硫酸では、その傾向は小さかった。すなわち、硫酸及び塩安はイネ科草地用肥料としては無機含量上からは好ましくないものと思われる。

表 22 施肥1年目のMg含有率の推移（DM%）

1972

N	P ₂ O ₅	5.19	6.26	8.1	9.6	10.19	N	P ₂ O ₅	5.19	6.26	8.1	9.6	10.19
硫 安	過石	0.15	0.17	0.18	0.20	0.17	硝 安	過石	0.19	0.20	0.22	0.25	0.20
	熔燐	0.16	0.19	0.22	0.22	0.21		熔燐	0.17	0.21	0.22	0.25	0.24
塩 安	過石	0.18	0.19	0.21	0.24	0.17	尿 素	過石	0.16	0.20	0.24	0.22	0.20
	熔燐	0.17	0.20	0.24	0.25	0.22		熔燐	0.15	0.21	0.23	0.21	0.21

注) $N - P_2O_5 - K_2O = 2.8 - 1.4 - 2.8 \text{ kg/a}$ を早春 $\frac{1}{2}$ 量、1番草刈取後と3番草刈取後に $\frac{1}{4}$ 量施用熔燐はCP20%、CMg15%を使用

表 23 1 番草の無機成分含有率 (DM%)

1972 ~ 1974

項 目	K ₂ O	加									無 肥
	P ₂ O ₅	過 石				熔 磷				磷 安	
	N	硫 安	塩 安	硝 安	尿 素	硫 安	塩 安	硝 安	尿 素	尿・硫	
K	1 年目	4.52	5.47	4.33	4.90	4.65	5.02	4.18	4.31	4.55	3.21
	2 年目	3.36	3.60	2.91	3.36	3.50	3.27	3.17	3.34	4.21	2.80
	3 年目	2.98	3.17	2.76	2.81	2.93	3.03	2.62	2.81	2.86	2.19
Ca	1 年目	0.27	0.33	0.33	0.29	0.24	0.29	0.28	0.26	0.27	0.26
	2 年目	0.31	0.33	0.35	0.38	0.25	0.29	0.28	0.28	0.26	0.25
	3 年目	0.29	0.31	0.32	0.32	0.20	0.29	0.25	0.25	0.29	0.23
Mg	1 年目	0.15	0.18	0.19	0.16	0.16	0.17	0.17	0.15	0.16	0.13
	2 年目	0.16	0.16	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.17	0.16
	3 年目	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.15	0.17	0.13
P	1 年目	0.37	0.39	0.35	0.31	0.31	0.30	0.27	0.27	0.35	0.32
	2 年目	0.29	0.29	0.27	0.27	0.28	0.25	0.26	0.26	0.27	0.30
	3 年目	0.23	0.23	0.22	0.23	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.21
$\frac{Ca}{P}$ (% 比)	1 年目	0.73	0.85	0.94	0.94	0.77	0.97	1.04	0.96	0.77	0.81
	2 年目	1.07	1.14	1.30	1.41	0.89	1.16	1.08	1.08	0.96	0.83
	3 年目	1.26	1.35	1.45	1.39	1.05	1.45	1.32	1.32	1.53	1.10
$\frac{K}{Ca+Mg}$ (当量比)	1 年目	4.48	4.47	3.45	4.52	4.72	4.50	3.82	4.36	4.36	3.46
	2 年目	3.00	3.15	2.24	2.41	3.09	2.76	2.72	2.87	3.99	2.83
	3 年目	3.03	2.92	2.49	2.54	3.36	2.72	2.53	2.90	2.57	2.53

5) 牧草中の微量元素

Mn、Feとも硫安、塩安で高く、硝安、尿素で低い傾向を示し、硫安、塩安の副成分により、溶解度が増したためと思われる。又 Mnは過石組合せで高く、Feは副成分として含有する熔磷との組合せで高い傾向がみられた。Znには一定の傾向はみられなかった。(表19)

WCa 60、SO₄ 28、Fe、Al) 熔磷 (CP 20 CMg 15、CSiO₂ 20、CCa 30、CFe 4、Cu、Mo、Mn) 苦土重焼磷 (TP 35、CP 19、WP 16 CMg 4.5、CCa 20、SiO₂ 9、Fe) 磷安 (AN 16、SP 7、WP 41)、ポリ磷安 (AN 12、SP 52) … SP 中 (オルソ P 38、トリ P 2、ピロ P 12)、 尿素、塩加

3) 年間施肥量を早春に 1/2、2 番刈後と 4 番刈後に 1/4 ずつ分施した。刈取りは年間 5 回刈を行なった。

本報告の概要は、昭和52年度第27回日本畜産学会東北支部会で発表した。

2. 結果および考察

III 磷酸肥料の形態の影響

1) 定着

1. 試験方法

オーチャードグラスの定着は、過石、磷安が、熔磷、ポリ磷安にまさる傾向がみられ、根の発達の未熟な幼植物には、吸収しやすい水溶性磷

1) 試験年次 1973 ~ 1977 年

2) 供試肥料 過石 (SP 17、WP 14、

酸が適している。オーチャードグラスとラジノクロバの混播草地における、クロバの定着では、苦土重焼燐、熔燐が過石にまさった。(表 24、25)

2) 収量性

造成時の燐酸施用量が多いほど、利用 1 年目

収量が多い傾向がみられた。種類別には過石の収量が高いが、これと同等か、まさる収量性を示すのは、苦土重焼燐、ポリ燐安で、過石より劣るのは、熔燐、燐安であった。ポリ燐安は、利用 1 年目の 1 番草収量は低い、年合計収量では対照燐安にまさる収量性を示した。

表 24 オーチャードグラスの定着に及ぼす基肥燐酸肥料の影響

供 試 肥 料	越冬前 (1975. 11. 5)				越冬後 (1976. 4. 20)			
	草 丈	株 数	茎 数	分けつ数	草 丈	株 数	茎 数	分けつ数
	cm	本/30×30cm	本/株		cm	本/30×30cm	本/株	
過 石	9.5	74.0	226.7	3.1	6.2	46.0	351.3	7.6
熔 燐	7.9	75.3	214.0	2.8	5.0	57.0	247.7	4.3
燐 安	9.1	74.5	201.5	2.7	6.5	45.7	322.7	7.1
ポ リ 燐 安	8.1	76.0	212.3	2.8	5.6	55.0	238.7	4.3

注) 基肥: $N-P_2O_5-K_2O=0.96-1.60-1.44\text{ kg/a}$ (1975. 9. 12)

表 25 混播草地の定着に及ぼす基肥燐酸肥料の影響 (越冬前)

1976. 11

肥 料 名		苦土重焼燐		熔 燐		過 石							
$P_2O_5\text{ kg/a}$		1.6		1.6		0.8		1.6		3.2		6.4	
草 種		Or	La	Or	La	Or	La	Or	La	Or	La	Or	La
草 丈	cm	7.4	3.2	7.5	1.7	7.7	1.8	7.4	2.8	7.8	3.7	8.6	4.1
株 数	本/30×30cm	97	37	117	39	111	43	120	30	90	71	93	49
茎 数	cm	242	106	218	109	238	118	251	80	197	198	231	124
分けつ数	本/株	2.5	2.9	1.9	2.8	2.1	2.7	2.5	2.7	2.2	2.8	2.5	2.5

注) Or: オーチャードグラス La: ラジノクロバ 分けつ数の La は葉数
基肥: $N、K_2O$ とも 0.8 kg/a 施用

表 26 収量と無機成分含有率に及ぼす燐酸肥料の影響 (3ヶ年平均)

1975~1977

供試肥料	生 草	乾 物	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/Ca+Mg
	kg/a	kg/a	%	%	%	%	% 比	当 量 比
過 石	548.7	109.4	0.32	3.09	0.45	0.26	1.41	1.80
熔 燐	473.5	97.5	0.30	3.37	0.39	0.31	1.30	1.92
燐 安	514.4	103.2	0.29	3.07	0.41	0.28	1.41	1.80
ポリ燐安	578.0	112.6	0.31	3.06	0.40	0.27	1.29	1.86

注) 年間施肥量: $N、P_2O_5、K_2O$ とも同量施用 $0.2\sim0.24\text{ kg/a}$

表 27 基肥の燐酸肥料の違いが収量に及ぼす影響

1977

供 試 肥 料		苦土重焼燐	熔 燐	過 石			
基肥燐酸量	kg/a	1.6	1.6	0.8	1.6	3.2	6.4
生草収量	kg/a	801.9	691.5	686.3	755.8	818.6	903.4
乾物収量	kg/a	129.3	117.7	115.3	125.6	131.1	141.8
まめ科率	生草%	38.9	31.3	28.2	28.2	34.8	36.0

注) 造成時基肥燐以外は同一肥料使用 ($N-P_2O_5-K_2O=2-1-2\text{ kg/a}$)

3) 磷酸肥料の追肥法と収量性 窒素、加里と共に3回に分施よりまさる傾向を
 熔燐、苦土重焼燐では早春全量施肥の収量が、示したが、過石は分施の収量がまさった。(表28)

表 28 磷酸肥料の施肥法が収量と無機成分に及ぼす影響 (3ヶ年平均) 1975~1977

磷酸施 肥法	供試肥料	生草収量	乾物収量	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/Ca+Mg
		kg/a	kg/a	%	%	%	%	% 比	当 量 比
早春全 量施肥	苦土重焼燐	599.2	114.6	0.40	3.62	0.34	0.29	0.85	2.26
	熔 燐	541.2	107.4	0.39	3.39	0.35	0.31	0.90	2.02
	過 石	571.0	110.7	0.41	3.49	0.39	0.27	0.95	2.14
3 回 分 施	苦土重焼燐	568.4	112.3	0.38	3.01	0.38	0.31	1.00	1.73
	熔 燐	531.7	106.2	0.39	3.17	0.37	0.32	0.95	1.81
	過 石	592.7	115.6	0.40	3.07	0.39	0.28	0.98	1.85

表 29 ポリ燐安施用土壌の変化 1977. 11

項 目	PH				有効磷酸 (<i>mg</i> /100 <i>g</i>)		置換性塩基 (<i>mg</i> /100 <i>g</i>)					
	H ₂ O		KCl				CaO		MgO		K ₂ O	
土深 (<i>cm</i>)	0 ~	10 ~	0 ~	10 ~	0 ~	10 ~	0 ~	10 ~	0 ~	10 ~	0 ~	10 ~
ポ リ 燐 安	5.62	6.25	5.06	5.60	4.0	1.6	198	355	7	12	14	8
対 照	5.96	6.32	5.19	5.51	2.4	1.1	233	305	13	19	21	5

表 30 磷酸試験跡地土壌の化学性 1977

項 目		試験前	過 石	熔 燐	燐 安	ポリ 燐 安	早春全量施肥			3 回分施		
							重焼燐	熔 燐	過 石	重焼燐	熔 燐	過 石
PH	H ₂ O	6.20	5.91	6.26	5.94	5.66	6.01	6.14	5.79	6.08	6.20	5.80
	KCl	5.45	5.40	5.50	5.10	5.10	5.20	5.35	5.20	5.25	5.35	5.20
有効態	P ₂ O ₅	0.6	2.2	1.8	1.8	2.6	3.9	2.9	3.1	2.7	1.9	2.2
置換性 塩基 (mg/100g)	CaO	250	200	203	125	133	200	203	230	230	388	225
	MgO	30	4	49	7	4	23	46	8	23	46	9
	K ₂ O	23	11	17	12	9	18	18	11	11	20	10
CaO/MgO		8.3	50.0	4.1	17.9	33.3	8.7	4.4	28.8	10.0	8.4	25.0
MgO/K ₂ O		1.3	0.4	2.9	0.6	0.4	1.3	2.6	0.7	2.1	2.3	0.9

注) 土壌PH (KCl) と置換性CaO (mg/100g乾土) の関係

$$y(\text{CaO}) = -69610.597 + 26179.597x - 2452.065x^2 \quad (r=0.7138)$$

$$y(\text{CaO}) = -986.095 + 227.780x \quad (r=0.453) \quad (x=\text{PH})$$

4) 土壌の化学性の変化

土壌 PHは、熔燐、苦土重焼燐で高く、次いで過石で、燐安、ポリ燐安ではPHの低下、すなわち置換性塩基の減少傾向が目だった。一般には過石で、置換性CaOが高まる。MgOは、熔

燐、苦土重焼燐で多く、磷酸肥料の副成分効果が大きく、土壌の置換性塩基の比も比較的良効に保たれた。土壌に固定されることが少なく、浸透性のあるといわれるポリ燐安土壌では、有効態磷酸がやや多い傾向がみられた。又置換性

K₂Oは一般に熔燐で多い傾向がみられる。これは施用量に対して、牧草による収奪が少ないためと思われる（表30）。

5) 無機成分含有率

牧草中の無機成分含有率は、Kは熔燐で高く、Ca、Pは過石高く、Mgは副成分として含有する熔燐、苦土重焼燐で高かった。

早春に燐酸を全量1回施用よりは、窒素、加里とともに分施する方が無機成分含有率からみると望ましく（表28）、NPKバランスのとれた施肥が必要である。

IV 施肥比率の影響

1. 試験方法

1) 試験年次 1973年～1978年

2) 供試肥料 尿素、過石、塩加

2. 結果および考察

1) 三要素含有率と収量

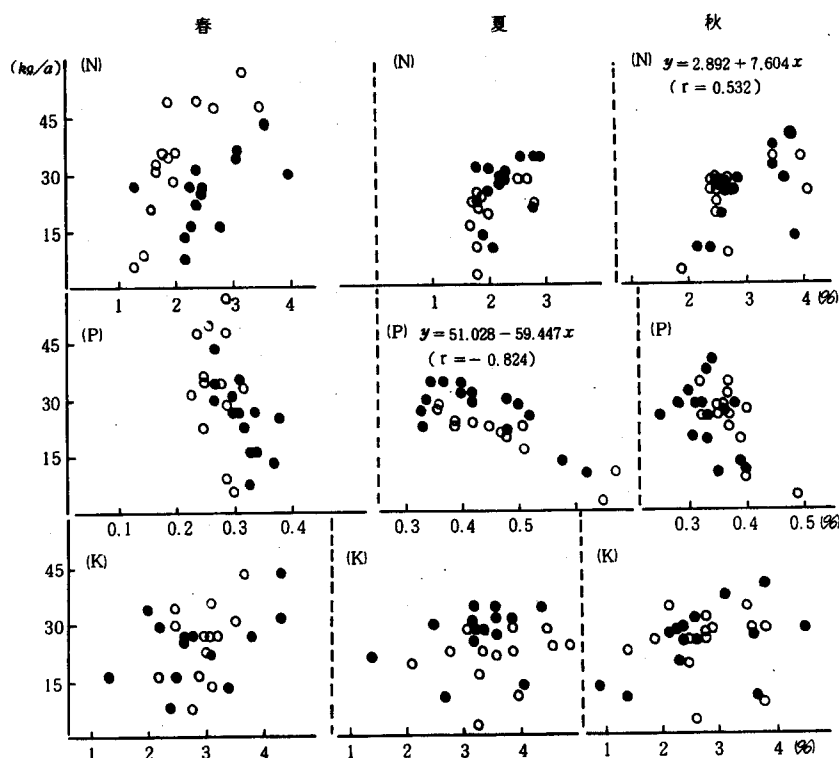
図3に時期別N、P、K含有率と乾物収量の関係を示した。

N、春期には含有率を高めるとともに乾物収量も増加する傾向がみられ、すなわち窒素増施で増収する可能性のあることを示している。夏期は含有率を高めても収量は、ある線以上はあがらず、施肥限界が知られる。秋期は、N%を高めると収量も増加する傾向はみられるが、増加割合は春より小さい。

Pでは、春、秋期ではPを高めても収量への影響は明確ではなく、夏期はむしろPを高めることにより、収量の低下する傾向さえみられる。

Kは、春期には含量を高めることにより、収量の増加する傾向もみられるが、その他の時期では明確ではない。すなわち牧草中のK含有率を抑えながらも収量をも高める方法のあることを示唆している。

図3 牧草中の三要素含有率と乾物収量



注) ● 1976年, ○ 1977年

表 31 番草別収量

1976~1977

時期別施肥量 (kg/a)			乾 物 収 量 (kg/a)						生草収量
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	1 番草	2 番草	3 番草	4 番草	5 番草	合 計	合 計
0.5	0.5	0.5	31.1	9.1	25.8	11.8	25.8	103.6	503.1
0.0	0.5	0.5	11.4	7.0	11.9	9.8	9.5	49.6	230.6
1.0	0.5	0.5	41.8	14.9	31.3	12.6	32.5	133.1	674.6
2.0	0.5	0.5	39.1	25.8	26.5	14.9	27.5	133.8	689.6
0.5	0.0	0.5	26.2	9.0	24.9	11.2	26.1	97.4	462.7
0.5	1.0	0.5	30.5	9.3	24.8	11.5	26.3	102.4	482.1
0.5	2.0	0.5	29.3	10.1	26.1	11.2	27.9	104.6	506.9
0.5	0.5	0.0	22.6	9.2	19.8	9.9	17.6	79.1	353.1
0.5	0.5	1.0	31.1	10.5	27.9	11.0	28.4	108.9	543.6
0.5	0.5	2.0	33.9	11.0	27.6	11.2	28.6	112.3	583.3
0.0	0.0	0.0	6.9	5.6	7.3	7.5	7.6	34.9	144.8
0.25	0.25	0.25	19.0	8.3	20.7	10.4	20.2	78.6	351.0
1.0	1.0	1.0	41.8	15.1	31.7	13.6	34.6	136.8	730.5
2.0	2.0	2.0	50.1	24.8	31.4	14.6	36.9	137.8	907.3

注) 年間施肥量は時期別施肥量の3倍。早春、2番刈後、4番刈後に施肥

表 32 時期別収量の N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 1 : 1 対比

1976~1977

施肥料	N	0	2	4	1	1	1	1	1	1	0	0.5	2	4
	P ₂ O ₅	1	1	1	0	2	4	1	1	1	0	0.5	2	4
	K ₂ O	1	1	1	1	1	1	0	2	4	0	0.5	2	4
春	1 番草	37	134	126	84	98	94	73	100	109	22	61	134	161
	1 + 2	46	141	161	88	99	98	79	103	87	31	68	142	186
夏	3 番草	46	121	103	97	96	101	77	108	107	28	80	123	122
	3 + 4	58	117	110	96	97	99	79	103	103	39	83	120	122
秋	5 番草	37	126	107	101	102	108	68	110	111	29	78	134	143
年 合 計		48	128	129	94	99	101	76	105	108	34	76	132	152

注) 施肥量 1 = 0.5 kg/a を早春、2番刈、4番刈後に施用

表 33 N / K₂O 比と乾物収量指数

N / K ₂ O		1	1	1	1	1	1	施 肥 量	供試草地
		0	0.25	0.5	1	2	4	(kg/a)	造成年度
試 験 年 次	1973	37		95	100	109		1 = 2.4 kg/a	1970 年
	1974	46		92	100	105		1 = 2.4 kg/a	1970 年
	1975	58	76	92	100	98		1 = 4.8 kg/a	1967 年
	1976	82			100	111	116	1 = 1.5 kg/a	1974 年
	1977	66			100	104	110	1 = 1.5 kg/a	1974 年
平 均		58	76	93	100	105	113		

表 35 施肥比率と栄養性

1976・1977 平均

特別施肥量 (kg/a)			乾 物 %							
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN	栄養比
0.5	0.5	0.5	17.13	6.61	39.75	26.34	10.16	12.12	55.70	3.60
0.0	0.5	0.5	15.12	6.14	40.77	26.06	11.89	10.67	55.63	2.53
1.0	0.5	0.5	21.59	6.79	36.51	26.44	8.66	15.24	53.77	2.53
2.0	0.5	0.5	24.04	7.28	35.09	25.29	8.29	16.88	52.25	2.10
0.5	0.0	0.5	17.52	6.45	39.78	26.27	9.99	12.39	55.46	3.48
0.5	1.0	0.5	17.27	6.61	39.88	26.19	10.05	12.20	55.65	3.56
0.5	2.0	0.5	17.93	6.87	38.57	26.81	9.81	12.68	55.59	3.38
0.5	0.5	0.0	21.69	6.87	38.16	25.34	7.94	15.37	54.18	2.53
0.5	0.5	1.0	16.22	6.24	39.48	26.79	11.26	11.46	54.37	3.74
0.5	0.5	2.0	16.16	6.19	36.90	27.10	12.64	11.40	53.97	3.73
0.0	0.0	0.0	15.84	6.33	42.61	25.12	10.09	11.21	56.41	4.03
0.25	0.25	0.25	16.30	6.41	42.55	25.94	10.13	11.52	57.05	3.95
1.0	1.0	1.0	21.52	6.73	35.79	26.30	9.66	15.20	53.10	2.49
2.0	2.0	2.0	22.84	6.59	32.93	25.96	11.68	16.07	50.70	2.15

注) 年間施肥量は時期別施肥量の3倍

P₂O₅ の増施ではDCP、TDNとも変化はなかった。三要素とも増施するとDCPが高まるが、TDNは含量は低下する傾向がみられた。

(表 34、35)

7) 土壌の化学性と牧草中の無機成分含有率

N高の施肥により牧草中の無機成分含有率及びそのバランスは良好に保たれるが、土壌中の

表 36 時期無機成分含有率とNO₃-N含有率 (DM%)

2ヶ年平均

時期別施肥量 (kg/a)			N			P			K			Ca		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.5	0.5	0.5	2.30	3.23	2.68	0.31	0.42	0.33	2.75	3.35	2.41	0.33	0.40	0.42
0.0	0.5	0.5	2.18	2.85	2.23	0.37	0.58	0.40	3.40	4.07	3.66	0.31	0.37	0.43
1.0	0.5	0.5	3.11	3.79	3.46	0.27	0.37	0.30	1.99	3.15	2.59	0.35	0.49	0.41
2.0	0.5	0.5	4.04	3.85	3.65	0.27	0.34	0.28	2.23	2.51	2.41	0.41	0.52	0.42
0.5	0.0	0.5	2.43	3.23	2.76	0.22	0.33	0.25	3.06	3.56	2.59	0.33	0.39	0.40
0.5	1.0	0.5	2.47	3.15	2.67	0.34	0.50	0.36	2.64	3.28	2.13	0.35	0.44	0.49
0.5	2.0	0.5	2.46	3.26	2.89	0.38	0.48	0.38	2.59	3.23	2.32	0.36	0.45	0.45
0.5	0.5	0.0	2.75	3.77	3.89	0.34	0.48	0.39	1.33	1.43	0.88	0.44	0.53	0.61
0.5	0.5	1.0	2.30	2.99	2.50	0.30	0.40	0.31	3.75	3.89	3.57	0.29	0.37	0.34
0.5	0.5	2.0	2.35	2.83	2.58	0.30	0.42	0.32	4.34	3.61	4.45	0.25	0.31	0.26
0.0	0.0	0.0	2.16	3.05	2.40	0.33	0.62	0.35	2.37	2.72	1.39	0.38	0.47	0.58
0.25	0.25	0.25	2.27	2.96	2.59	0.33	0.52	0.33	2.47	3.23	2.32	0.39	0.44	0.47
1.0	1.0	1.0	3.08	3.79	3.46	0.31	0.40	0.33	3.06	3.61	3.06	0.33	0.44	0.41
2.0	2.0	2.0	3.64	3.56	3.77	0.27	0.35	0.34	4.27	4.43	3.80	0.33	0.40	0.29

2) 時期別施肥効果

N、 P_2O_5 、 K_2O 、各々 0.5 kg/a 施肥を基準として、施肥比率を変えた時の乾物収量指数を表32に示した。

収量性は三要素併用での効果が最も大きく、単要素では、Nの施用効果が大きく、次いで K_2O で、 P_2O_5 は春以外明確な効果は認められず、イネ科牧草では、Nと K_2O の施肥比が主に収量を構成していることを示している。

3) Nの施肥限量

P_2O_5 と K_2O の施肥量を固定し、Nの施用量のみ増加させると、各時期とも 1.0 kg/a (N : K_2O 比 2 : 1) で収量はピークに達する。しかし、三要素とも施肥量を増加させると春期は 2.0 kg/a 、夏期は 10 kg/a がピークとなり、秋は 10 kg/a で収量は横ばいとなった。すなわち、春期施肥ではN成分で $2.0 \sim 1.0 \text{ kg/a}$ 間夏期および秋期の施肥では 1.0 kg/a が施肥限量と推定される。(表31、32)

4) 施肥 N : P_2O_5 の比

年間N施肥量 2.4 kg/a の時の P_2O_5 と K_2O の併用量を変え検討した結果を表34に示した。施肥比率 2 : 1 : 2 のとき収量指数が100のとき、2 : 2 : 2 で93、2 : 4 : 2 で94、施肥N : P_2O_5 比は 2 : 1 が適当と思われる。

5) 施肥 N : K_2O の比

P_2O_5 の施肥量を無視し、Nと K_2O の比率

での収量を図4に、収量指数を表33に示した。施肥 K_2O が多くなると収量は増加する傾向がみられるが、N : K_2O = 1 : 1 を越すとその伸びは鈍化する(図4)。すなわち岩手火山土壌におけるオーチャードグラス主体の採草地では、N : P_2O_5 : K_2O = 2 : 1 : 2 の施肥比率での収量性が高いものと思われる。

6) 栄養性

N高の施肥は、DCPを高めるが、NFE、TDNを低下させ、 K_2O 高の施肥ではTDNが低下する傾向がみられた。

図4 施肥 K_2O /N比と乾物収量指数

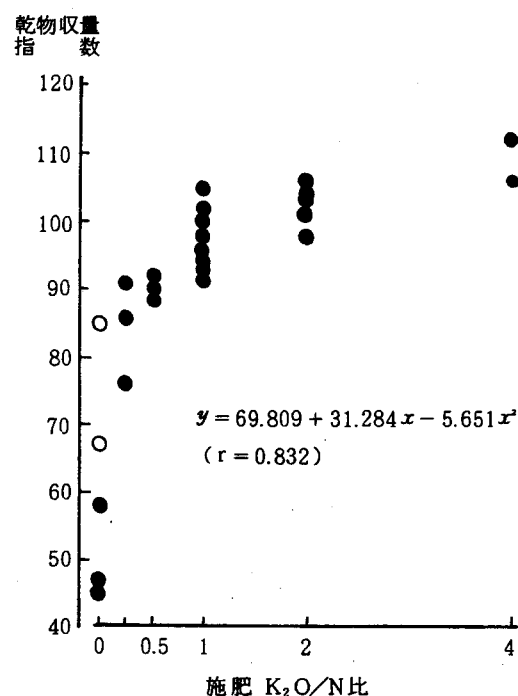


表34 Nと K_2O 変動の影響

1973~1975平均

三要素比率			収量 (kg/a)		(DM %)				
N	P_2O_5	K_2O	生 草	乾 物	粗蛋白質	粗 脂 肪	NFE	粗 纖 維	粗 灰 分
2	4	4	601.5	111.8	14.99	6.03	39.40	28.24	11.34
2	4	2	535.6	103.0	15.37	6.03	39.29	29.16	10.10
2	2	4	603.4	112.1	15.69	6.00	38.56	28.74	11.01
2	2	2	525.2	102.7	14.99	6.09	40.35	29.17	9.40
2	2	1	487.9	98.4	16.50	6.36	39.95	28.60	8.59
2	1	2	563.4	108.9	16.32	6.26	38.17	29.69	9.56
2	1	1	476.0	97.3	17.05	6.20	40.08	28.49	8.19

注) 三要素比率 2 = 2.4 kg/a 施肥

時期別施肥量 (kg/a)			Mg			K / Ca + Mg			Ca / P			NO ₃ - N		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	1番草	3番草	5番草	1番草	3番草	5番草	1番草	3番草	5番草	1番草	3番草	5番草
0.5	0.5	0.5	0.18	0.32	0.22	2.24	1.85	1.58	1.06	0.95	1.27	0.02	0.02	0.01
0.0	0.5	0.5	0.17	0.33	0.22	2.93	2.30	2.36	0.84	1.32	1.08	0.01	0.00	0.00
1.0	0.5	0.5	0.21	0.37	0.27	1.45	1.45	1.56	1.30	1.32	1.37	0.04	0.21	0.06
2.0	0.5	0.5	0.25	0.37	0.28	1.40	1.15	1.41	1.52	1.53	1.50	0.20	0.27	0.12
0.5	0.0	0.5	0.21	0.34	0.27	2.34	1.91	1.58	1.50	1.18	1.60	0.01	0.01	0.02
0.5	1.0	0.5	0.19	0.33	0.24	2.06	1.69	1.25	1.03	0.88	1.36	0.01	0.00	0.01
0.5	2.0	0.5	0.19	0.30	0.23	1.99	1.75	1.44	0.95	0.94	1.18	0.02	0.01	0.04
0.5	0.5	0.0	0.25	0.41	0.40	0.80	0.61	0.36	1.29	1.10	1.56	0.01	0.01	0.02
0.5	0.5	1.0	0.16	0.27	0.20	3.51	2.43	2.75	0.97	0.93	1.10	0.03	0.01	0.02
0.5	0.5	2.0	0.14	0.24	0.18	4.65	2.64	4.04	0.83	0.74	0.81	0.03	0.01	0.01
0.0	0.0	0.0	0.24	0.47	0.39	1.57	1.12	0.58	1.15	0.76	1.66	0.00	0.00	0.00
0.25	0.25	0.25	0.23	0.37	0.26	1.65	1.59	1.32	1.18	0.85	1.42	0.00	0.00	0.01
1.0	1.0	1.0	0.19	0.32	0.24	2.41	1.88	1.94	1.06	1.10	1.24	0.05	0.21	0.10
2.0	2.0	2.0	0.17	0.29	0.20	3.58	2.60	3.14	1.22	1.14	0.85	0.28	0.38	0.16

表 37 牧草中のK含有率との相関関係

1976 ~ 1977

項 目	回 帰 式	相 関 係 数
P (DM%)	$y = 0.344 - 0.006 x$	0.063
Ca (DM%)	$y = 0.585 - 0.062 x$	- 0.677
Mg (DM%)	$y = 0.356 - 0.031 x$	- 0.343
K / Ca + Mg (当量比)	$y = - 0.889 + 0.852 x$	0.852
Ca / P (%比)	$y = 1.641 - 0.164 x$	- 0.566

表 38 三要素比率と無機成分含有率 (DM%)

3ヶ年平均

三要素比率			(DM%)				Ca / P (当量比)	K / Ca + Mg (当量比)					
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P	K	Ca	Mg		1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	平均
2	4	4	0.44	4.78	0.30	0.19	0.68	4.09	3.16	4.30	2.75	4.51	3.76
2	4	2	0.45	3.49	0.36	0.23	0.80	2.49	2.47	2.95	1.68	2.10	2.34
2	2	4	0.36	4.56	0.30	0.19	0.83	3.87	3.44	4.66	2.67	4.02	3.73
2	2	2	0.39	3.16	0.38	0.22	0.97	2.48	2.27	2.33	1.59	1.78	2.09
2	2	1	0.41	2.12	0.44	0.25	1.07	1.48	1.29	1.29	1.17	0.97	1.24
2	1	2	0.32	3.33	0.33	0.22	1.03	2.88	2.42	2.39	1.72	2.60	2.40
2	1	1	0.40	2.31	0.50	0.30	1.25	1.40	1.18	1.39	1.07	0.93	1.19
2	0	0	0.28	1.22	0.40	0.31	1.43	1.14	0.88	0.39	0.61	0.32	0.67

置換性塩基は低下する。 K_2O 高の施肥は土、草中の K を高め表36のように無機成分とそのバランスを悪化させる。 N と K_2O 同比率の場合でも、施肥量が多くなるにつれ K_2O が増加し無機成分のバランスは悪化した(表36、42、43)

8) 施肥 K_2O/N 比と跡地土壌の K_2O 含量からの施肥判定

(1) $K_2O/N = 1$ の場合は収量性がすぐれ、採草地の施肥バランスとして適当であることを示した。

この時の土壌の置換性 K_2O は $11mg$ 前後(図5)で、その時の1番草の $K/Ca+Mg$ 比は2.40前後であった。すなわち、この値が当土壌でのオーチャードグラス採草利用の適正生育値と思われる。

図5 施肥 K_2O/N 比と置換性 K_2O の関係

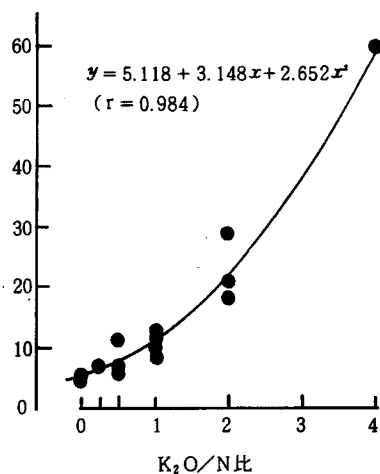
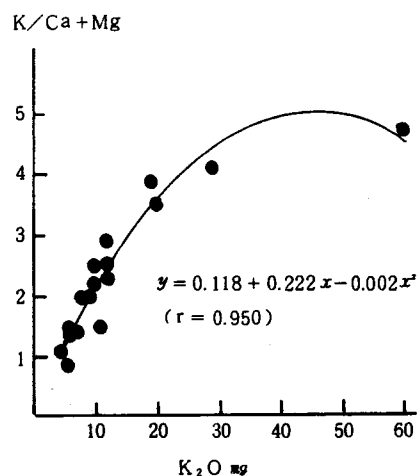


図7 土壌中の置換性 K_2O と牧草中の $K/Ca+Mg$ 比 (1番草)



る。

(2) $K_2O/N = 0.5$ の場合は、土壌中の置換性 K_2O は $7mg$ 前後、牧草中 $K/Ca+Mg$ 比1.7前後であった。

(3) $K_2O/N = 2$ の場合は、土壌中の置換性 K_2O は $22mg$ 前後、牧草中 $K/Ca+Mg$ 比3.6前後であった。

(4) $K_2O/N = 1$ でも施肥量を増すと土壌中の置換性 K_2O と牧草中の $K/Ca+Mg$ 比は増加する。表39のように年間施肥量 $3.0 kg/a$ で K_2O $19.2mg K/Ca+Mg$ 比2.4前後となり、収量の伸びが鈍化しており(図8)、このあたりが年間施肥限界と思われる。

図6 施肥 K_2O/N 比と牧草中の $K/Ca+Mg$ (1番草)

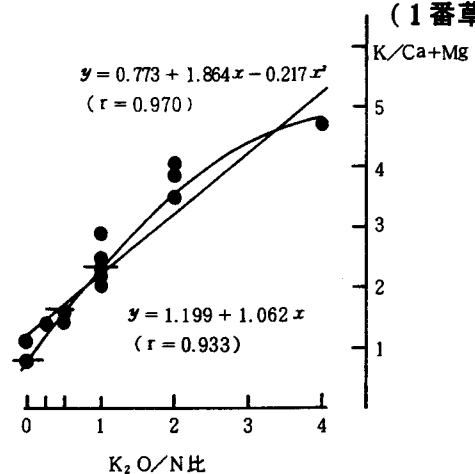


図8 年間施肥量とDM収量指数

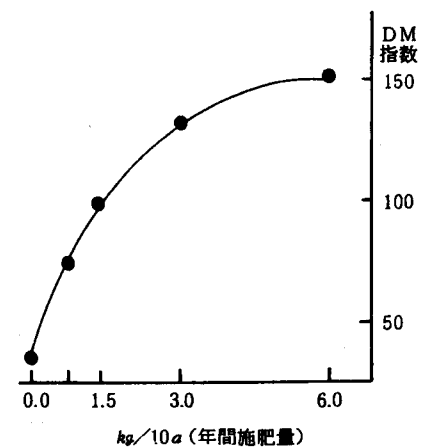


表 39 $K_2O/N = 1$ の時の施肥増の影響

1977

施 肥 量 (kg/a)	0	0.75	1.5	3.0	6.0
置 換 性 K ($mg/100g$ 乾土)	6.5	7.8	10.0	19.2	29.8
K/Ca+Mg (1 番草 当量比)	1.57	1.65	2.24	2.40	3.58

注) 施肥量 3.0は $N-P_2O_5-K_2O=3-3-3kg/a$ 表 40 施肥比率と NO_3-N 含有率 (DM%) と K/Ca+Mg (当量比)

1974

時 期		春 期 (1 番草)					夏 期 (3 番草)				
施肥量 (kg/a)	N	1.2	2.4	2.4	2.4	2.4	0.72	1.44	1.44	1.44	1.44
	P_2O_5	0.6	0.6	0.6	2.4	2.4	0.36	0.36	0.36	1.44	1.44
	K_2O	1.2	0.6	2.4	0.6	2.4	0.72	0.36	1.44	0.36	1.44
NO_3-N		0.03	0.10	0.19	0.15	0.23	0.12	0.23	0.30	0.29	0.33
K/Ca+Mg		3.14	1.93	3.36	0.70	3.52	3.39	1.79	4.09	2.48	3.99

表 41 N と K_2O の施肥比率と $NO-N$ 含有率 (DM%)

1975

時 期		春 期 (1 番草)					夏 期 (3 番草)				
施肥量 (kg/a)	N	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	P_2O_5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	K_2O	0.0	0.6	1.2	2.4	4.8	0.0	0.3	0.6	1.2	2.4
NO_3-N		0.21	0.27	0.27	0.28	0.36	0.14	0.18	1.20	0.21	0.22
K/Ca+Mg		1.23	2.00	3.68	4.77	6.04	0.50	0.50	0.52	3.03	4.04

表 42 跡地土壌の化学性

1975

施 肥 比 率			PH		T-N	有効態 P_2O_5 ($mg/100g$)	置 換 性 塩 基 ($kg/100g$)			MgO/K_2O	磷酸吸 収係数
N	P_2O_5	K_2O	H_2O	KCl	(%)		CaO	MgO	K_2O		
2	4	4	6.24	5.76	0.49	2.8	480.0	8.5	28.5	0.30	2,052
2	4	2	6.63	6.16	0.52	1.4	820.0	7.7	11.5	0.67	1,948
2	2	4	5.93	5.24	0.56	0.8	187.5	7.0	18.0	0.47	2,440
2	2	2	6.30	5.61	0.51	0.8	333.8	8.5	10.0	0.70	2,236
2	2	1	5.91	5.24	0.55	0.8	227.5	6.5	6.5	1.00	2,288
2	1	2	5.73	5.09	0.48	0.6	113.8	5.0	11.5	0.43	2,540
2	1	1	6.21	5.67	0.55	0.4	325.0	10.5	6.5	1.62	2,212
2	0	0	6.44	5.40	0.55	tr	205.0	11.5	4.5	2.56	2,376

注) 施肥比率 2 は年間施肥量 $2.4kg/a$ をあらわす

表 43 跡地土壌の化学性

1977

時期別施肥量 (kg/a)			PH		truog P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ 吸収係数	置換性塩基 (mg/100 g)		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	H ₂ O	KCI			CaO	MgO	K ₂ O
5	5	5	5.58	4.50	3.52	2,100	175.0	5.5	10.0
0	5	5	6.02	5.35	1.89	2,120	217.5	14.8	27.8
10	5	5	5.88	5.10	2.33	2,176	187.5	6.8	11.0
20	5	5	5.28	4.90	3.34	2,216	112.5	4.0	7.5
5	0	5	5.96	5.20	1.32	2,200	162.5	10.8	12.5
5	10	5	5.79	5.23	3.08	2,132	225.0	7.8	9.5
5	20	5	5.68	5.15	7.17	2,260	245.0	5.5	8.2
5	5	0	5.92	5.30	2.33	2,148	220.0	10.5	5.5
5	5	10	5.88	5.30	1.41	2,160	210.0	9.3	20.8
5	5	20	5.87	5.20	2.77	2,128	185.0	7.0	60.0
0	0	0	6.09	5.35	1.76	2,100	217.5	21.0	6.5
2.5	2.5	2.5	6.06	5.40	2.51	2,140	235.0	15.3	7.8
10	10	10	5.61	5.10	2.99	2,128	192.5	5.5	19.2
20	20	20	5.47	5.00	6.38	2,120	222.5	5.0	29.8

注) 年間施肥量は時期別施肥量の3倍

跡地土壌の置換性K₂Oから施肥を判定すると岩手火山灰土壌での採草利用では、造成時の草地肥沃度判定基準³⁾と合致し、次のように判定される。

- (1) 置換性K₂O 15mg(乾土100g中)以上の場合、加里過剰傾向にあり、更に20mgを越える場合、施肥K₂O/N比を下げ窒素高施肥にする。
 - (2) 置換性K₂O 15mg～8mgの場合は、採草地用施肥として適正と思われる。
 - (3) 置換性K₂O 8mg以下の場合、加里の増施で増収の可能性があるものと思われる。
- 又、当土壌における放牧利用では、K/Ca + Mg 当量比から、置換性K₂O + 施肥K₂O は17mg(乾土100mg中)以下が望ましいとの報告²⁾がある。

V 要 約

岩手火山灰土壌において、オーチャードグラス草地を用いて緩効性肥料による施肥回数の省

略の可能性とともに、肥料形態と施肥比率が牧草収量、草質、土壌に及ぼす影響について検討した。

1. 緩効性窒素肥料として、I B態窒素を用いた1回施肥が、速効性肥料の3回分施に匹敵した収量分布、収量性を示し、施肥回数を省略した年1回施肥による草地管理が可能なが知られた。その場合のI B態窒素比率は60%あたりが適量と思われた。

牧草生育の平準化を目的とした1回施肥は、硝酸態窒素の蓄積、夏枯れ等からみて9月施肥が適する。緩効性肥料では牧草中の硝酸態窒素の蓄積が少なかった。

2. 窒素肥料の種類で硝安の収量が高く、次いで硫安が高く、尿素、塩安の順であった。しかし、硫安、塩安では、硝安、尿素に比べ土壌中の石灰、苦土が減少が著しく、又牧草中の含量も低下し、無機成分バランスが悪化した。すなわち、草地用肥料としては硝安系、尿素系の肥料が適する。尿素は熔燐との併用で肥効を

減する事が多く注意を要する。

3. 磷酸肥料は、イネ科牧草の定着には過石
磷酸の酸性肥料がよいが、マメ科牧草の定着に
は熔燐、苦土重焼燐等がまいった。土壤改良と
苦土補給効果は熔燐で大きい、追肥に尿素を
用いると肥効を減じた。苦土重焼燐は苦土の補
給とともに収量性が高く、過石は収量性がある
とともに牧草中の石灰を高めた。

無機成分上からは、磷酸施肥は全量1回施用
よりも窒素、加里との併用分施が望ましかった。

4. イネ科牧草の収量は、窒素の影響が大き
く、次いで加里で、磷酸の影響は小さかった。
施肥比率は窒素：磷酸は2：1での収量が高く
窒素：加里は1：1で収量の伸びは鈍化した。
すなわち、収量からみた施肥比率は2：1：2
比率が良好であることを確認した。窒素増施に
よる増収性は窒素：加里（＝磷酸）2：1で頭
打ちとなった。時期別施肥適量は窒素成分で α
当り、春2 kg以下、夏と秋は1 kg以下で年間で
3 kg/ α 以内にあると思われる。施肥窒素と加
里の比と、土壤中の加里含量は、高い相関関係
が認められ、これらから施肥の適否が判定でき
るものと考えられる。無機成分含量とバランス
からは、加里に対して窒素が高い施肥比率が望
ましいものと思われる。

VI 参考文献

1. 塩谷正邦（1966）：農業及園芸41.
1875 - 1878
2. "（1966）：農業及園芸42.
113 - 116、419 - 423
3. 早瀬達郎（1967）：草地、飼料作物に
関する土壤肥料研究集録、全購連 158 - 165
4. 東北農試土肥2研（1970）：昭和44年
度東北ブロックにおける草地飼料作関係試験成
績概要 33
5. 畜試年報昭和38年度（1964）：77 - 78
6. 村上大蔵（1972）：日獣誌34 323 -
331
7. 村上大蔵（1972）：岩手大学農学部報
告11（2）111 - 119
8. 吉田繁（1971）：日畜会報42 417 -
418、533 - 534
9. 市川武雄（1974）：畜産の研究28
1091 - 1095
10. 篠原功（1975）：土肥講演要旨21
11 - 12
11. 川島良治（1969）：畜産の研究23
275 - 279、393 - 396、527 - 530
12. 原田勇（1975）：畜産の研究29
1531 - 1536
13. "（1976）：畜産の研究30
251 - 255
14. 梅津頼三郎（1970）：大分県畜試草地
部報告1
15. 吉野実（1973）：畜産の研究27
496 - 500
16. 宮崎昭（1977）：日畜会報48 53 - 61
17. 農林水産技術会議事務局（1976）：実
用化技術レポートNo. 34
18. 広田千秋（1975）：東北農業研究
166 - 168
19. 落合昭吾（1976）：昭和50年度岩手畜
試成績概要書 73 - 74
20. 東北農試草地部草地3研：（1979）：
昭和53年度東北域試験研究専門別（草地、飼料
作）打合せ会議資料37
21. 佐藤辰四郎（1973）：昭和50年度専門
別（草地飼料作）総括検討会議資料II
22. 渡辺潔（1969）：昭和43年度東北ブロ
ック会議草地飼料作関係試験成績概要書26
23. 山本毅（1968）：東北農試研報36
113 - 124
24. 山梁川忠士（1967）：草地飼料作物に
関する土壤肥料研究集録152 - 158
25. 尾形保（1973）：草地試研報2
20 - 27
26. 久根崎久二（1962）：昭和46年度岩手

畜試試験成績報告書 189 - 200

27. 坂本晃 (1962) : 昭和46年度青森畜試
試験調査成績書 249 - 257

28. 佐藤勝郎 (1972) : 昭和51年度岩手畜
試試験成績概要書 71 - 74

29. 吉田稔 (1968) : 岩手大学農報 9. 17

30. 佐藤勝郎 (1978) : 昭和52年度岩手畜
試試験成績概要書 131 - 132

31. 農林水産技術会議 (1967) : 草地土壤
生産力に関する研究