

家畜糞尿の草地還元に関する研究

久根崎久二、佐藤勝郎、落合昭吾、小原繁男※、小針久典※※、伊藤陸郎、(※農蚕普及課)
(※※岩手県畜産試験場外山分場)

目 次

諸 論	1) 試験期間
I 家畜糞尿の多量施用に関する試験	2) 供試草地地
1. 試験方法	3) 試験処理
1) 試験期間	(1) 牛糞尿施用に対する化学肥料の併用
2) 供試草地	(2) 牛尿施用に対する化学肥料の併用
3) 試験処理	(3) 鶏糞施用に対する化学肥料の併用
(1) 牛糞尿の多量施用	2. 結果と考察
(2) 豚糞の多量施用	1) 牛糞尿施用に対する化学肥料の併用について
(3) 鶏糞の多量施用	て
4) 1区面積及び区制	(1) 糞尿と化学肥料併用による収量
2. 結果と考察	(2) 糞尿と化学肥料併用による無機成分
1) 牛糞尿の多量施用について	(3) 糞尿と化学肥料併用による土壤の化学性
(1) 収量及び草生密度	2) 牛尿施用に対する化学肥料の併用について
(2) 牛糞尿の施用量と牧草の硝酸態窒素含量	て
(3) 牛糞尿の施用と牧草の無機成分	(1) 牛尿と化学肥料併用による収量
(4) 牛糞尿の施用と土壤の理化学性	(2) 牛尿と化学肥料併用による無機成分
2) 豚糞の多量施用について	(3) 牛尿と化学肥料併用による土壤の化学性
(1) 収量及び草生密度	3) 鶏糞施用に対する化学肥料の併用について
(2) 豚糞の施用量と牧草の硝酸窒素含量	て
(3) 豚糞の施用と牧草の無機成分	(1) 鶏糞と化学肥料併用による収量
(4) 豚糞の施用と土壤の理化学性	(2) 鶏糞と化学肥料併用による無機成分
3) 鶏糞の多量施用について	(3) 鶏糞と化学肥料併用による土壤の化学性
(1) 収量及び草生密度	3. 小 括
(2) 鶏糞の施用量と牧草の硝酸態窒素含量	III 要 約
(3) 鶏糞の施用と牧草の無機成分	IV 参考文献
(4) 鶏糞の施用と土壤の理化学性	
3. 小 括	
II 家畜糞尿施用に対する化学肥料の併用に関する試験	
1. 試験方法	

諸 論

畜産経営の多頭羽化、専門化に伴ない家畜糞尿による畜産公害が大きな問題となり畜産経営の発展を阻害するようになってきた。このことは飼料生産基盤である土地に立脚しない購入飼料依存型の畜産の増加と、多頭飼育に伴う糞尿処理の決定的な方法が確立されていないことと、化学肥料の普及や省力化と相俟って、糞尿の施用を敬遠させ無価値な処理対象物とさせた社会情勢にあった。

家畜の糞尿処理は畜舎構造や、糞尿の性状が多様多様であるため、その処理方法は多様にならざるを得ないが、近年、地力の低下や化学肥料の高騰などの諸情勢により糞尿等有機質肥料の土地還元の必要性が再認識され、糞尿の処理は土地還元を前提とした方向に進むことが、物質循環系における畜産公害の解消と地力向上の面からも必然と考えられる。

糞尿の土地還元利用を促進するためには、これら糞尿による作物の安定多収栽培技術の検討とその確立が必要である。

特に牧草など飼料作物への糞尿の多量施用が硝酸態窒素の蓄積や、無機成分含量とバランスに影響を及ぼし、家畜の生理障害も指摘されている。

このため家畜糞尿の草地への多量施用が牧草収量や草地に及ぼす影響について検討した。

また東北地方など飼料生産基盤を十分備えた畜産経営では、草地・飼料畑に対する極端な糞尿の多量施用のケースは少ないものと思われるが、糞尿等有機質肥料の施用は地力の向上に欠かせないものであり、化学肥料高騰の折、積極的な糞尿の活用を努め、効率的な化学肥料の併用が必要である。

そのため、牛糞尿、牛尿、鶏糞施用に対する化学肥料の併用法を、収量の増加と、牧草の無機成分の改善、維持の面から検討した。

したがって、本研究は牧草に対する家畜糞尿の施用限界量を収量及び草質の両面から検討し併せて標準的な糞尿の施用に対する化学肥料の併用法について検討したものである。

I 家畜糞尿の多量施用に関する試験

1. 試験方法

1) 試験期間

昭和48年～51年（鶏糞の一部は47年～）

2) 供試草地

昭和46年播種オーチャードグラス草地

3) 試験処理

供試糞尿は固液分離牛舎からの牛尿、ロストル牛舎や自然流下式牛舎からの牛糞尿（液状厩肥）と、豚糞、鶏糞の4種を用いた。施用量は主に糞尿の窒素成分を基準にして施用した。

(1) 牛糞尿の多量施用

項目 区名	施 用 量 (kg/a)		肥 料 成 分 量 (kg/a)					施 肥 配 分
	尿	糞尿混合	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
牛尿区	N 5	3,300 (625)	5	0.7	9.6	1.0	0.3	春(4月上旬) 30%
	N 10	6,600 (1,250)	10	1.4	19.2	2.0	0.6	
	N 15	9,900 (1,875)	15	2.1	28.8	3.0	0.9	2 番刈後 20%
	N 20	13,200 (2,500)	20	2.8	38.4	4.0	1.2	
糞尿区	N 5		5	2.7	7.8	3.4	1.2	4 番刈後 20%
	N 10	2,100 (1,250)	10	5.4	15.6	6.8	2.4	
	N 15	4,200 (2,500)	15	8.1	23.4	10.2	3.6	秋(11月中旬) 30%
	N 20	6,300 (3,750)	20	10.8	31.2	13.6	4.8	
BB肥料	(20 - 10 - 20)	12 kg	2.4	1.2	2.4			
無肥区								

() は原糞尿換算量

供試糞尿の肥料成分含有率（4ヶ年平均）

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	備 考
尿	0.15	0.02	0.29	0.03	0.01	糞と尿の混合割合はN成分で6:4とし 1) 2) た。
糞	0.39	0.31	0.51	0.38	0.15	
糞尿（混合）	0.24	0.13	0.37	0.16	0.06	

(2) 豚糞の多量施用

区 名	項 目	散布量 (kg/a)	肥料成分量 (kg/a)					供試糞の成分 (4ヶ年平均%)		施用時期
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO			
豚 糞	N 2.5	300	2.5	3.66	1.11	4.14	1.14	水分 70.3 %	晩 秋 (11月)	
	N 5	600	5	7.32	2.22	8.28	2.28	N 0.84		
	N 10	1,200	10	14.64	4.44	16.56	4.56	P ₂ O ₅ 1.22		
	N 15	1,800	15	21.96	6.66	24.84	6.84	K ₂ O 0.37		
	N 20	2,400	20	29.29	8.88	33.3	9.12	CaO 1.38		
対照	BB肥料		2.4	1.2	2.4			MgO 0.38	1/2-1/4-1/4	

(3) 鶏糞の多量施用

散布時期	項目	散布量 (kg/a)	肥料成分量 (kg/a)					供試生鶏糞成分 (4ヶ年平均)	
			N	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	CaO	MgO		
①年 3回分施		300kg	5.6	6.1	4.1	13.7	1.6	水分 62.1	
②春 施用		500"	9.4	10.2	6.9	22.8	2.7	N 1.87±0.18 CaO 4.55±1.34	
③夏 施用		800"	15.0	16.2	11.0	36.4	4.3	P ₂ O ₅ 2.03±0.94 MgO 0.54±0.25	
④秋 施用		1,200"	22.4	24.4	16.6	54.6	6.5	K ₂ O 1.38±0.50	

4) 1区面積及び区制

1区面積 2m × 2m、3反覆

2. 結果と考察

1) 牛糞尿の多量施用について

固液分離牛舎から出る牛尿と、ロストル牛舎や自然流下式牛舎を想定しての糞尿混合の牛糞尿を用いて、草地への多量施用の影響を検討した。牛尿は原尿に比べ約5倍、牛糞尿は原糞尿に比べ約2²⁾倍に稀釈されている。

施用量は窒素成分を基準にa当たり5~20kgの4段階を設け、春30%、2番刈後20%、4番刈後20%、晩秋30%に配分施用した。

(1) 収量及び草生密度

牛尿、牛糞尿施用による牧草の収量は施用初年

目はa当たり窒素成分20kg相当(N20区)施用までは施用量が多いほど多収を示したが、施用2年目以降は牛尿区はN15区が最も多収を示したがN10区との差は縮まる傾向を示した。牛糞尿区は2年目以降N15区とN10区との収量の有意差はなく、施用4年目にはN10区が最も多収を示した。(表-1、図-1)

草生密度を示す裸地率はN15区以上では年々増加する傾向を示し、許容基準である50%を越す傾向を示した。N10区以下では裸地率が50%以下に維持されている。(表-2、図-1)

したがって、収量及び草生密度維持の面からの施用限界量は連年施用する場合には、牛尿、牛糞尿ともa当たり窒素成分量で10kg相当量(原尿

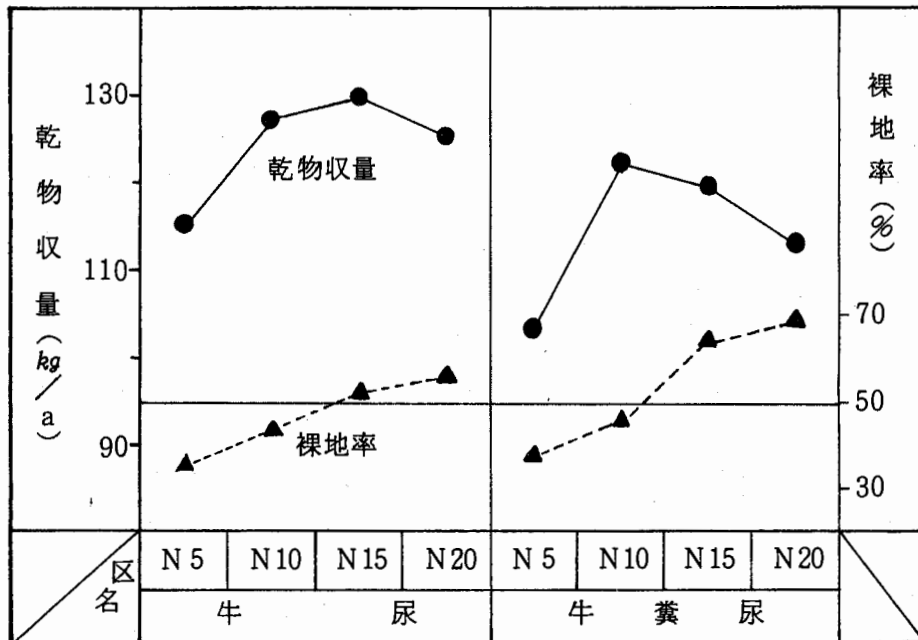
表-1 生草収量と乾物収量 (kg/a)

区分	年次 項目	1 (S48)		2 (S49)		3 (S50)		4 (S51)		4ヶ年平均	
		生草	乾物	生草	乾物	生草	乾物	生草	乾物	生草	乾物
牛尿	N 5	556.4	99.5	714.8	125.2	626.3	113.0	671.0	114.9	642.1	113.2
	N 10	697.3	115.0	872.1	139.9	743.9	127.5	770.9	127.1	771.0	127.4
	N 15	713.2	118.9	783.7	127.9	768.8	135.9	795.2	129.5	765.2	128.1
	N 20	793.6	132.3	772.0	126.9	742.8	131.4	759.2	125.1	766.9	128.9
糞尿	N 5	516.3	93.6	683.0	126.3	539.2	95.9	596.7	103.7	583.8	104.9
	N 10	588.5	101.6	781.4	129.7	702.1	119.6	766.5	122.3	709.6	118.3
	N 15	599.0	105.0	835.3	129.9	709.0	121.7	758.2	119.8	725.4	119.1
	N 20	628.1	107.6	736.7	117.5	657.3	117.2	692.0	113.2	678.5	113.9
BB肥料		554.8	110.5	524.9	102.7	489.6	96.8	466.0	88.0	508.8	99.5
無肥区		266.3	58.5	220.1	46.1	181.9	41.3	104.3	27.0	193.2	43.3

表-2 裸地率 (%)

区分	年次	牛尿				糞尿			
		1 (S48)	2	3	4	1 (S48)	2	3	4
N 5		34.8	37.9	41.5	36.7	40.3	38.5	45.5	38.0
N 10		37.5	40.6	45.0	43.8	41.3	43.8	49.0	46.2
N 15		40.7	45.7	47.9	52.0	45.2	51.7	66.5	64.8
N 20		50.3	57.0	58.0	56.0	48.7	64.4	69.5	68.5
BB肥料		26.0	31.3	28.3	30.5				

図-1 乾物収量及び裸地率



(施用4年目)

1,250 kg、原糞尿 2,500 kg) であると考えられる。
³⁾ 牧らは生牛糞尿を a 当たり 3 t 施用でも牧草の生育障害は認められないとし、⁴⁾ 阿部らは牛尿の施用限界量は a 当たり 1.2 t 程度と報告しているの
 ほぼ同じ傾向である。

(2) 牛糞尿の施用量と牧草の硝酸態窒素含量

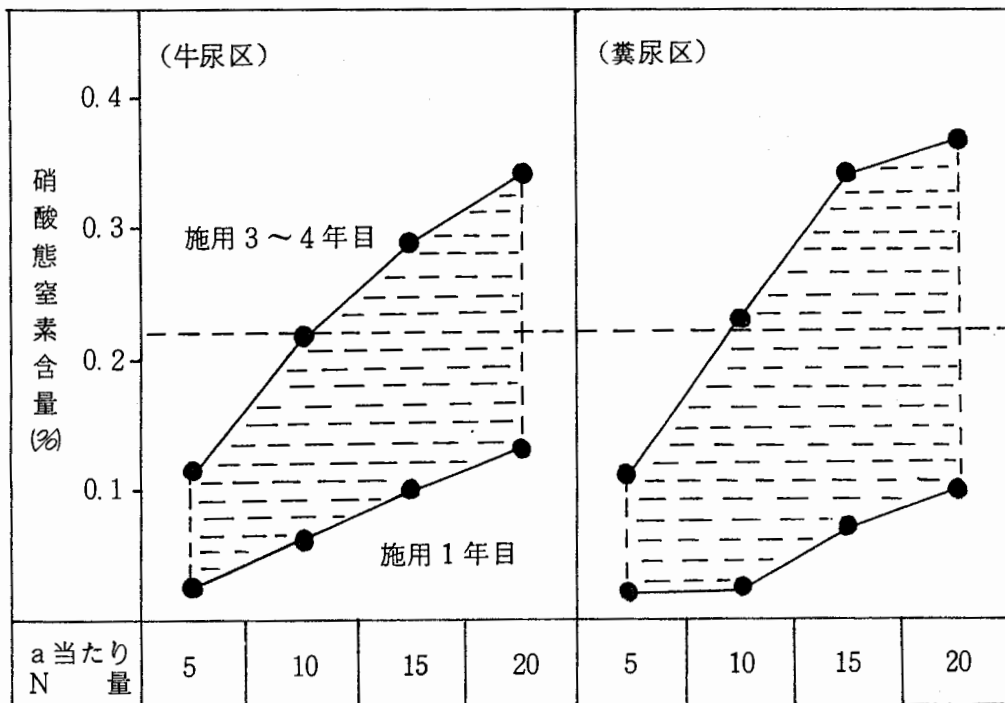
飼料中の硝酸態窒素含量の危険限界に関する研究報告^{5) 6)}は数多くあるが、BRADLEY の危険水準である乾物当たり 0.22% を基準にして糞尿の施

用量と硝酸窒素の関係をみると、糞尿施用初年目の牧草中の硝酸態窒素含量は少なく、a 当たり窒素成分 20 kg 相当 (N20 区) までの施用では年間平均で BRADLEY の基準値 0.22% を越すことはなかったが、連年施用により施用年次の経過と共に高まる傾向を示し、牛尿では施用 2~3 年目以降年衡状態に達し、牛糞尿 (混合物) 施用では漸増の傾向を示した。

表-3 牧草中の硝酸態窒素含量 (乾物)

区分	年次 番草	施用 1年目 (昭48) 平均	施用 2年目 (昭49) 平均	施用 3年目 (昭50) 平均	施用4年目 (昭51)					平均 (加重)
					1番	2番	3番	4番	5番	
					5/28	7/1	8/3	9/3	10/13	
牛尿	N5	0.02	0.11	0.11	0.14	0.05	0.19	0.09	0.08	0.12
	N10	0.06	0.25	0.21	0.25	0.17	0.29	0.21	0.13	0.22
	N15	0.10	0.29	0.27	0.33	0.17	0.30	0.34	0.18	0.27
	N20	0.13	0.34	0.31	0.34	0.20	0.32	0.37	0.20	0.29
糞尿	N5	0.02	0.04	0.08	0.13	0.08	0.16	0.12	0.04	0.11
	N10	0.02	0.08	0.15	0.29	0.14	0.28	0.24	0.09	0.23
	N15	0.07	0.24	0.28	0.37	0.29	0.40	0.36	0.18	0.34
	N20	0.10	0.34	0.33	0.40	0.35	0.40	0.40	0.23	0.37
BB肥料		0.04	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

図-2 牛糞尿の施用量と硝酸態窒素含量 (年平均DM%)



3) 7) 牧らと沢村らはa当たり生牛ふん尿を3t施用で牧草の硝酸態窒素含量がBRADLEYの示す危険水準に達するとし、池田らは8)7年連続年間1頭分の糞尿を5~7aに還元する限り牧草の収量や品質に特に影響ないと報告しているが、本試験でもほぼ同じ傾向を示し、連年施用による牧草中の硝酸態窒素含量は年間平均で、牛尿、牛糞尿ともN10区(a当たり原尿1,250kg、原糞尿2,500kg)でBRADLEYの基準値0.22%に達した。(表-3、図-2)したがって、糞尿連年施用の場合、牧草中の硝酸態窒素含量の面からBRADLEYの基準値を安全基準とすると、10a当たり成牛2頭

分の年間排泄糞尿量が施用限界量と考えられる。9)香川も乳牛2頭分の糞尿の施用は特に問題は少ないとしている。

10) 桂は硝酸態窒素の含有率は一般に春よりも夏や秋で高い傾向にあると報告しているが、番草別硝酸態窒素含量は、糞尿の施用を早春、2番刈後、4番刈後、晩秋に分施したため、1番草と3番草4番草の硝酸態窒素含量が高い傾向を示し、晩秋の草の硝酸態窒素含量は比較的低い傾向を示した。

年間生草収量と年平均硝酸態窒素含量の間には高い相関々係があり(図-3)、a当たり生草収量が牛尿では約800kg、牛糞尿では約750kg以上の

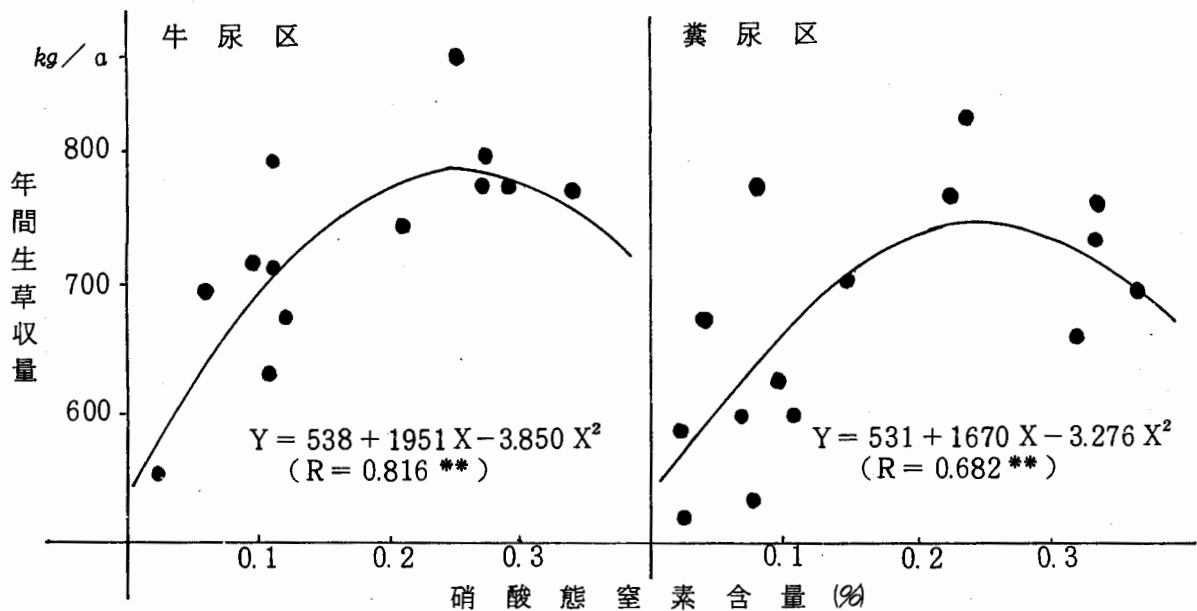


図-3 年間生草収量と硝酸態窒素含量の関係

多収草では硝酸態窒素含量がBRADLEYの安全基準値0.22%を越す傾向にある。

11) 桂らは草丈を10a当たりN追肥量で除した値と硝酸態窒素含量の関係はオーチャードグラスではその値が7~8以上であれば硝酸態窒素濃度は0.2%以下であるという指標を示している。

(1) 牛糞尿の施用と牧草の無機成分

牧草の無機成分含量は牛尿、牛糞尿の施用量を増すほどK含量が高まり、Ca、Mg含量が低下し、K/Ca+Mg(m·e)が高まる傾向を示した。

また年次経過と共にKの吸収が顕著に高まり、Ca Mgの吸収がおさえられ、K/Ca+Mg(m·e)は高まり、施用4年目にはその比が6程度まで高められgrass tetany発症の基準値の2.2より極めて高い値を示した。

12) 家畜のくる病に関連すると云われているCa/P(%比)は1~2が適当であるといわれているが牛尿、牛糞尿の多量施用により牧草中のP、Caとも低下するが、Pに対してCaの相対的な吸収低下が多く、Ca/P比は年々低下する傾向を示した。

したがって牛尿、牛糞尿の多量施用は牧草中にKの過剰吸収と拮抗的にP、Ca、Mg吸収低下がおり無機成分バランスを悪化させる傾向を示した。

(表-4、図-4)

¹³⁾橋本はイタリアンライグラスを用いて大量の糞尿を連用すると、K/Ca+Mg(me)が高まりMgの欠乏と相まって牧草の品質が低下することを指摘している。

番草別の無機成分は(表-5、図-5)いづれも、夏季の3~4番草が高い含量を示すが、K/Ca+Mg(me)は1番草ではCa、Mg含量が顕著に低いため、その比は低くなり、2番草では低い傾向を示し、秋に向って上昇した。したがって春、秋の牧草はK/Ca+Mg(me)が高くなっており、佐藤¹⁴⁾らがミネラル含量の時期別変動で春にK/Ca+Mg(me)比が高いことを指摘しているが、糞尿施用では特にその傾向がよい。

表-4 牧草中の無機成分(乾物%)とバランス

		施用1年目							施用3年目						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P
牛尿	N5	2.59	0.75	4.20	0.70	0.41	1.93	1.53	3.17	0.64	5.59	0.30	0.31	4.54	0.77
	N10								3.49	0.67	5.95	0.28	0.34	4.70	0.68
	N15	3.19	0.74	5.31	0.51	0.41	2.87	1.13	3.62	0.71	6.35	0.27	0.32	5.33	0.62
糞尿	N5	2.59	0.81	3.84	0.64	0.45	1.77	1.30	2.83	0.88	5.17	0.32	0.31	4.09	0.60
	N10								3.47	0.84	5.91	0.29	0.35	4.52	0.56
	N15	2.95	0.86	4.98	0.53	0.41	2.65	1.01	3.72	0.86	6.26	0.29	0.36	4.71	0.55
		2.81	0.77	3.22	0.65	0.51	1.38	1.38	2.80	0.88	3.40	0.44	0.40	2.03	0.82
		施用2年目							施用4年目						
牛尿	N5	3.16	0.69	5.79	0.34	0.33	4.34	0.81	3.21	0.59	6.98	0.26	0.31	6.00	0.72
	N10	3.51	0.74	6.33	0.31	0.36	4.49	0.69	3.49	0.64	7.50	0.25	0.32	6.41	0.64
	N15	3.71	0.74	6.50	0.32	0.36	4.71	0.71	3.62	0.68	7.80	0.23	0.33	6.73	0.55
糞尿	N5	2.64	0.99	5.37	0.37	0.35	3.74	0.61	2.83	0.80	6.42	0.26	0.32	5.41	0.53
	N10	2.98	0.93	5.87	0.32	0.35	4.34	0.56	3.51	0.82	7.32	0.26	0.34	5.93	0.52
	N15	3.47	0.90	6.38	0.34	0.36	4.53	0.62	3.63	0.91	7.76	0.26	0.34	6.29	0.47
BB肥料		2.99	0.80	3.61	0.51	0.48	1.83	1.04	3.04	0.89	4.17	0.36	0.37	2.85	0.66
相関関係	K ₂ O含量とMgO量							$Y = 0.494 - 0.023x \quad r = -0.649 \text{ ※※}$							
	" とCaO含量							$Y = 0.366 - 0.003x \quad r = -0.076$							
	" とK/Ca+Mg(m, e)							$Y = -3.165 + 1.269x \quad r = 0.925 \text{ ※※}$							

図-4 糞尿の多量施用による無機成分含量 (乾物%) とバランス

(N5区)

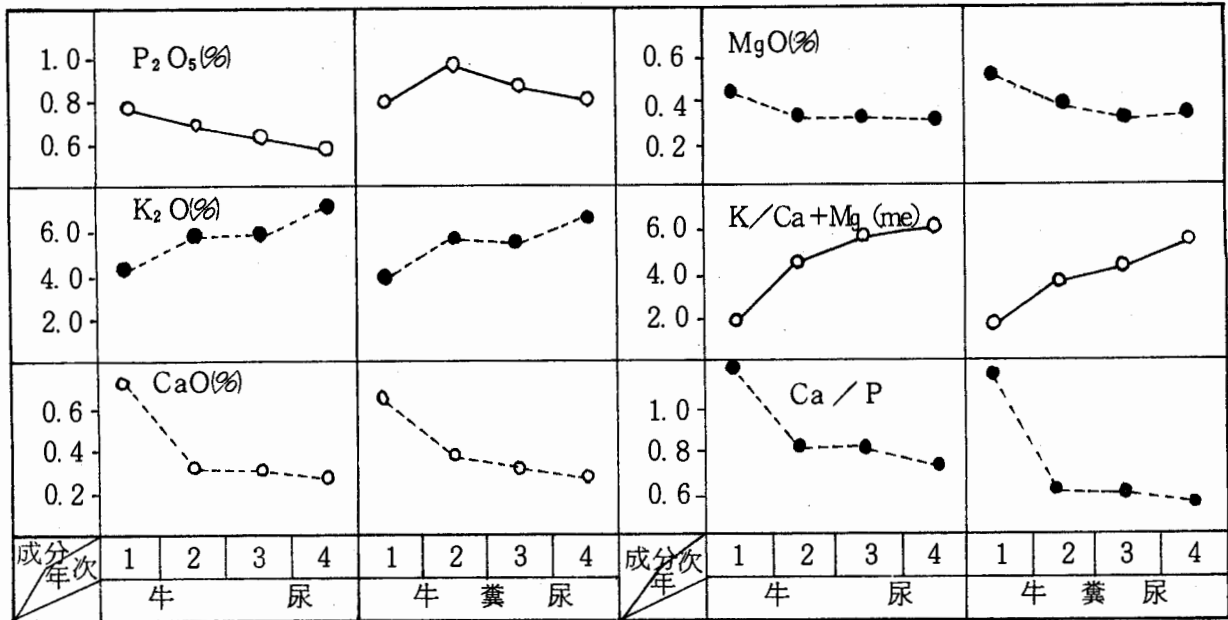
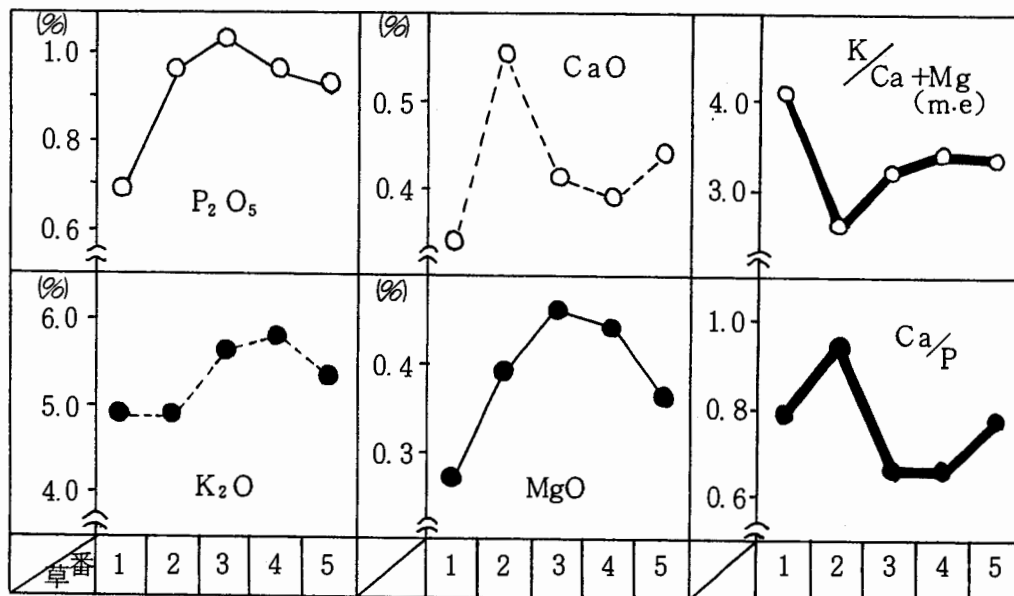


表-5 番草別無機成分(%)とバランス (4ヶ年平均)

番草 成分 区名	1 番 草							4 番 草						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P
尿 N 5	2.80	0.55	5.27	0.32	0.26	4.60	0.95	3.23	0.85	6.11	0.38	0.42	3.78	0.73
糞尿 N 5	2.40	0.69	4.88	0.33	0.27	4.11	0.78	2.20	0.97	5.76	0.39	0.44	3.43	0.66
BB肥料	3.01	0.69	3.46	0.41	0.33	2.37	0.97	2.84	1.09	3.61	0.55	0.57	1.60	0.83
	2 番 草							5 番 草						
尿 N 5	2.79	0.65	5.49	0.59	0.35	3.04	1.49	3.38	0.69	5.63	0.40	0.36	3.71	0.95
糞尿 N 5	2.39	0.96	4.88	0.55	0.39	2.66	0.94	3.18	0.93	5.31	0.44	0.36	3.35	0.77
BB肥料	2.57	0.80	3.69	0.52	0.44	1.94	1.07	3.16	0.89	3.45	0.58	0.47	1.66	1.07
	3 番 草							平 均						
尿 N 5	3.26	0.75	6.02	0.42	0.42	3.57	0.92	3.03	0.67	5.64	0.40	0.34	3.84	0.98
糞尿 N 5	3.07	1.03	5.60	0.41	0.46	3.18	0.65	2.72	0.87	5.20	0.41	0.36	3.40	0.77
BB肥料	2.71	1.01	3.72	0.55	0.53	1.72	0.89	2.91	0.84	3.60	0.49	0.44	1.94	0.96

図-5 牛糞尿施用による番草別無機成分 (糞尿 N5 区平均)



次に糞尿の多量施用による牧草中の微量元素含量、Cu、Mn、Fe、Znについてみると、化学肥料区、無肥区に比べ牛糞尿多量施用ではCu、Mn Feはやや低下する傾向を示すが、Znはほとんど差

がなかった。¹⁵⁾川島が示している無機栄養素の要求量を満しており、家畜に対する毒性限界にはほど遠く、糞尿の施用が微量元素に及ぼす影響は少ないと考えられる。(表-6)

表-6 微量元素 (乾物中 ppm)

区名	番草成分	5月28日 (1番草)				8月3日 (3番草)			
		Cu	Mn	Fe	Zn	Cu	Mn	Fe	Zn
牛尿	N5	9.1	34.0	113.3	28.8	13.6	68.2	113.6	25.9
	N10	8.6	45.3	149.5	28.8	11.1	81.8	100.0	25.0
	N15	9.1	63.4	138.2	29.5	14.5	87.5	106.8	27.3
	N20	8.2	81.6	113.3	30.4	13.6	114.8	100.0	27.3
牛糞尿	N5	6.3	28.3	106.5	34.0	12.5	33.0	75.0	23.6
	N10	6.8	32.9	117.8	26.5	10.7	35.2	150.0	27.3
	N15	13.6	39.7	124.6	31.0	11.1	42.0	113.6	31.8
	N20	11.1	31.7	113.3	29.5	10.7	37.5	131.8	29.5
BB肥料		13.6	89.5	163.2	22.0	12.5	145.0	138.2	35.6
無肥区		10.2	70.3	201.7	28.1	13.1	126.9	142.8	18.1

(4) 牛糞尿の施用と土壌の理化学性
牛尿、牛糞尿の施用による土壌の化学性の変化をみると、Ca、Mg、Kの変化は表-7、図-7の通りである。

¹⁶⁾尾形は糞尿の連用の場合、PやK過剰に基づくCa、Mgの欠乏あるいは塩類濃度障害等があることを述べているが、置換性Caは牛尿区では施用量を増すと減少し、牛糞尿では増加の傾向を示した。

Mg、Kは牛尿、牛糞尿区とも施用量に伴ない高まる傾向を示したが、牛尿施用ではCaやMgに比べKが相対的に多く蓄積され、MgO/K₂O比が特に低下し、塩基間の不衡を生づる。

13) 橋本は加里集積土壌の改良策として適切な方法はなく、降雨等による流亡と飼料作物による奪取にまつよりほかに方途がなく、糞尿多量連用の問題点としている。

表-7 糞尿の多量施用による土壌の理化学性 (施用4年目10月末)

区分	項目	層位	PH (H ₂ O)	腐植 (%)	T-N (%)	置換性塩基 mg / 100			MgO / K ₂ O	有効リン酸 mg	Zn (ppm)	土壌硬度mm
						CaO	MgO	K ₂ O				
牛尿	N 5	0~5	6.55	11.0	0.72	427	42.0	83.0	0.5	6.4	6.85	16.8
		5~10	6.35	10.6	0.68	220	23.5	65.5	0.4	3.8	3.10	
		10~15	6.27	10.2	0.63	185	21.5	57.0	0.4	-	3.55	
	N 10	0~5	5.82	11.6	0.92	330	75.3	107.0	0.7	6.8	15.60	15.8
		5~10	6.19	11.7	0.71	155	19.5	67.5	0.3	3.8	8.30	
		10~15	6.05	10.8	0.64	120	18.5	62.5	0.3	3.4	5.40	
N 15	0~5	6.07	11.7	1.18	197	59.0	105.0	0.5	6.0	23.70	15.60	
	5~10	5.75	11.4	0.84	87	20.5	71.0	0.3	3.2	13.55		
	10~15	5.73	10.1	0.68	65	13.0	59.0	0.2	3.2	7.90		
牛糞尿	N 5	0~5	7.07	13.0	0.64	515	116.0	108.5	1.1	13.2	2.85	12.0
		5~10	7.05	12.2	0.55	362	62.0	81.0	0.8	5.0	6.70	
		10~15	6.50	11.6	0.60	197	34.0	57.0	0.6	4.0	3.95	
	N 10	0~5	6.67	16.0	0.70	65	159.0	124.5	1.3	19.8	10.60	7.8
		5~10	6.51	13.2	0.61	45	103.5	110.5	0.9	4.6	3.55	
		10~15	6.29	11.8	0.61	240	67.5	91.5	0.7	3.6	3.30	
	N 15	0~5	6.55	17.6	0.73	637	211.0	162.5	1.3	34.0	11.25	7.8
		5~10	6.40	14.7	0.62	417	126.0	133.0	0.9	20.4	5.60	
		10~15	6.22	12.9	0.57	265	81.0	112.0	0.7	8.2	3.10	
BB肥料区	0~5	5.76	9.5	0.65	210	11.0	19.0	0.6	2.8	3.55	18.1	
	5~10	6.01	10.7	0.58	230	14.5	12.8	1.1	2.6	5.00		
	10~15	6.05	10.8	0.55	197	16.3	4.0	4.1	0.8	3.10		

図-7 土壤の置換性塩基/100g当たり
(施用4年目)

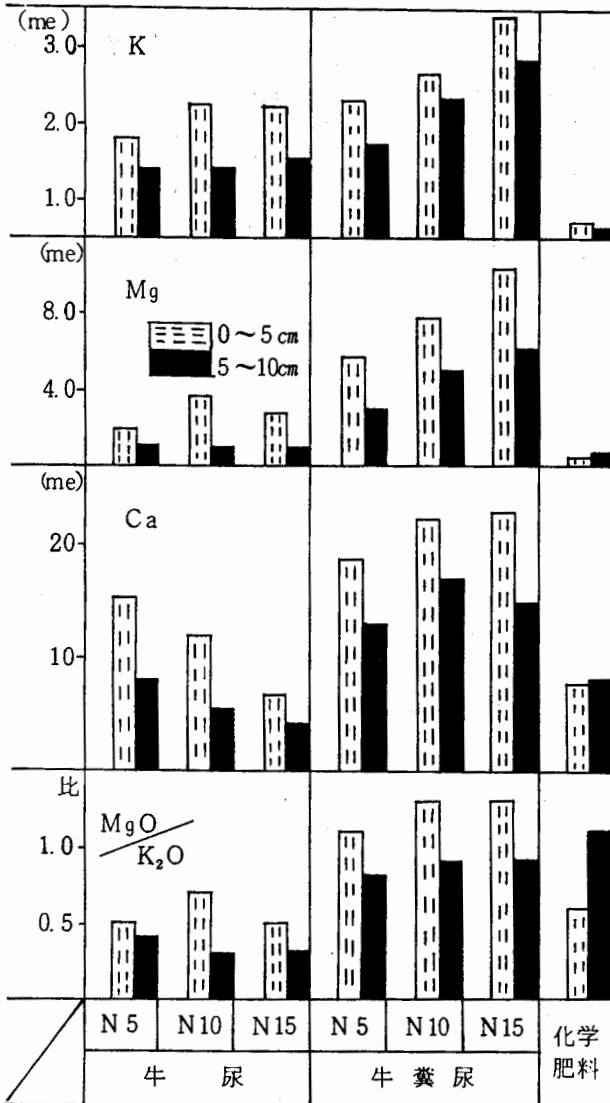
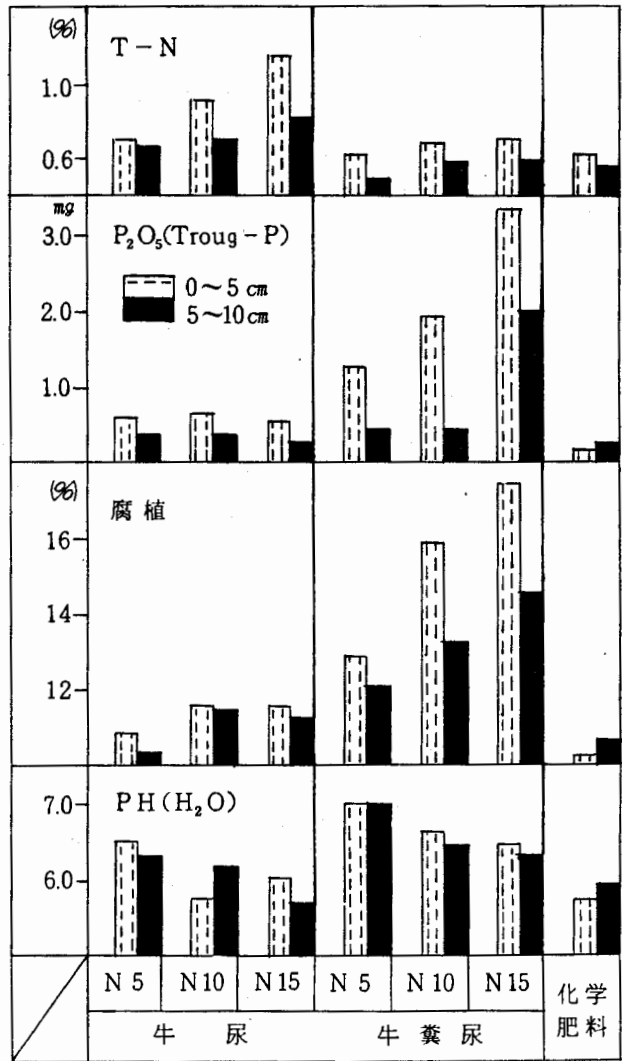


図-8 土壤のT-N、P₂O₅腐植、PH



十分留意すべきであることを指摘している。

2) 豚糞の多量施用について

(1) 収量及び草生密度

豚糞の施用による牧草の収量は表-8、図-9の通りで施用2年まではa当たり窒素成分20kg相当量施用(N20区)までは施用量が多いほど多収を示した。4ヶ年平均のa当たり生草収量は840kg(乾物140kg)であった。

裸地率はN10区以上で高まる傾向を示し、N15区で許容基準の裸地率50%を越し、草生密度の低下がみられた。(表-8、図-9)

したがって、収量及び草生密度維持の面からの施用限界量は連年施用する場合にはa当たり窒素成分で10kg相当量(豚糞1,200kg)と考えられる。

また全窒素は施用量を増すほど増加し、牛尿でその高まりが顕著であった。

尾形¹⁶⁾はふん中のリンは土壤中で有機リンとして畜積される割合が高く、Pの肥沃性は著るしく高まることを述べているが、有効態磷酸は牛糞尿区で多量施用するほど増加した。(図-8)

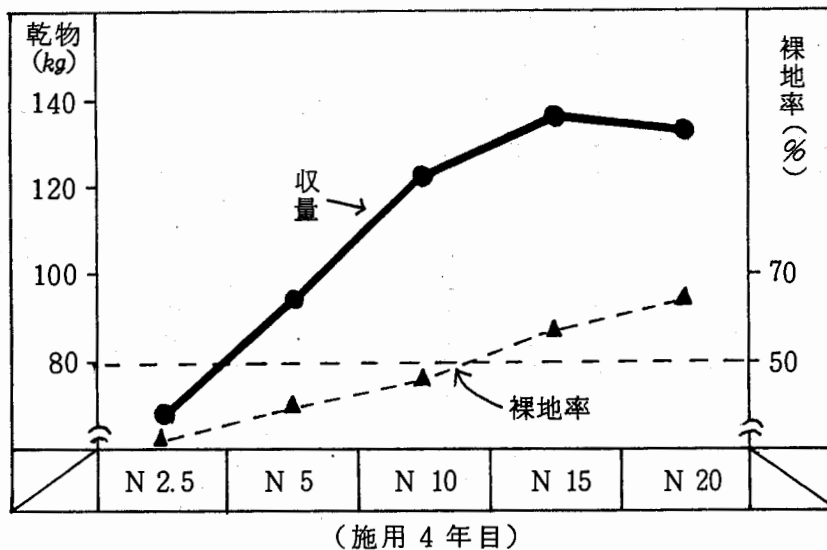
腐植含量は有機物の施用量に応じて増加し、土壤PHは牛尿、牛糞尿の施用により改善されるが、多量施用を連用行なうことにより、PH値は低下する傾向を示した。

尾形¹⁶⁾は尿や液状厩肥の分離液のみを連用する場合には酸性化が早いので、土壤の酸性化防止には

表-8 収量と草生密度(裸地率)

項目 年次 区分	収 量 (kg/a)										裸 地 率 (%)				
	施用1年		施用2年		施用3年		施用4年		4ヶ年平均		施用	施用	施用	施用	
	生草	乾物	生草	乾物	生草	乾物	生草	乾物	生草	乾物	1年目	2年目	3年目	4年目	
糞 尿	N2.5	426.9	87.9	511.5	103.8	487.2	95.2	320.1	67.8	436.4	88.7	32.8	35.7	33.1	32.7
	N5	525.8	101.0	681.9	122.5	682.3	126.9	480.4	94.2	592.6	111.2	37.5	39.1	38.8	40.0
	N10	615.8	115.2	863.3	145.4	810.7	140.3	688.9	122.6	744.7	130.9	36.0	48.8	43.5	46.0
	N15	688.4	126.6	893.4	149.8	933.1	153.6	829.2	135.9	836.0	141.5	42.7	55.7	52.5	57.2
	N20	727.9	128.6	946.2	150.0	903.3	149.6	823.5	134.8	850.2	140.8	49.8	57.6	66.0	65.4
BB肥料	554.8	110.5	524.9	102.7	489.6	96.8	466.0	88.0	508.8	99.5	26.0	31.3	28.3	30.5	

図-9 乾物収量 (kg/a) と裸地率



(2) 豚糞の施用量と牧草の硝酸態窒素含量
 豚糞の施用による牧草の硝酸態窒素含量(年間平均%)は施用初年目では窒素成分でa当たり20kg相当量(N20区)でBRADLEYの基準値の0.22%を越したが、連年施用により硝酸態窒素含量は高まりN5~N10区でその基準値を越した。したがって、BRADLEYの基準値を安全基準とすると連年施用する場合、硝酸態窒素含量の面からの施用限界量はa当たり窒素成分量で5~10kg(豚糞a当たり600~1,200kg)の間であると考えられる(表-9、図-10)
 番草別硝酸態窒素含量は高温で牧草の生育の停

滞する3番草(8月上旬刈)、4番草(9月上旬刈)で高く、冷涼な5番草で低下する傾向を示した。(図-10)

年間生草収量と年平均硝酸態窒素含量の間には高い相関が認められ(図-11)、a当たり約750kg以上の多収草で硝酸態窒素含量がBRADLEYの基準値0.22%を越す傾向にあった。

(3) 豚糞の施用と牧草の無機成分

豚糞の施用による牧草の無機成分含量は化学肥料施用(BB2.4-1.2-2.4)に比べKの吸収が少なくP、Ca、Mgが高まる傾向を示し、百瀬ら¹⁷⁾が述べている様にK/Ca+Mg(me)は低く維持

される。(表-11)

図-10 豚糞の施用量と牧草の硝酸態窒素含量 (DM%)
と番草別硝酸態窒素の変化

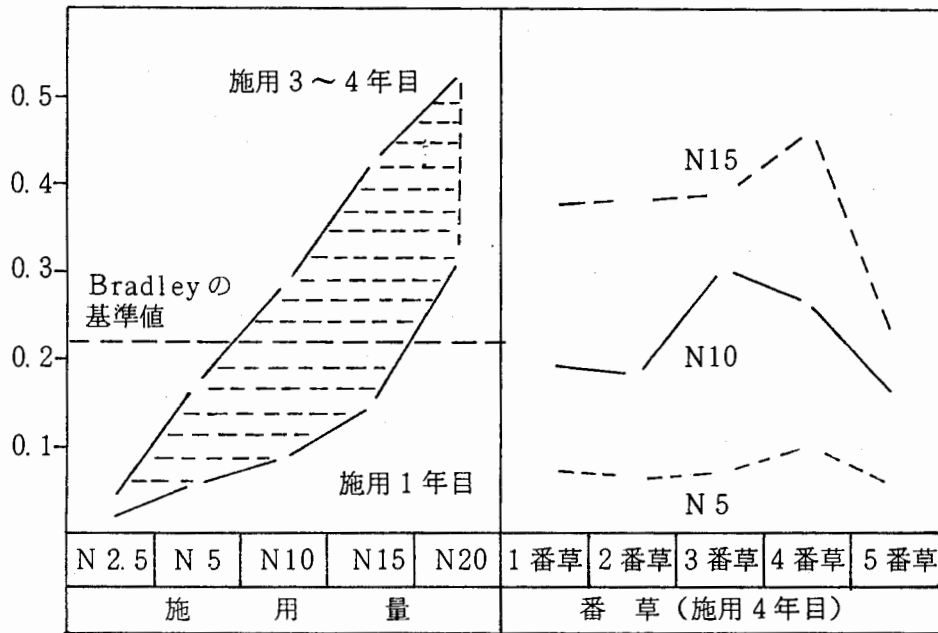
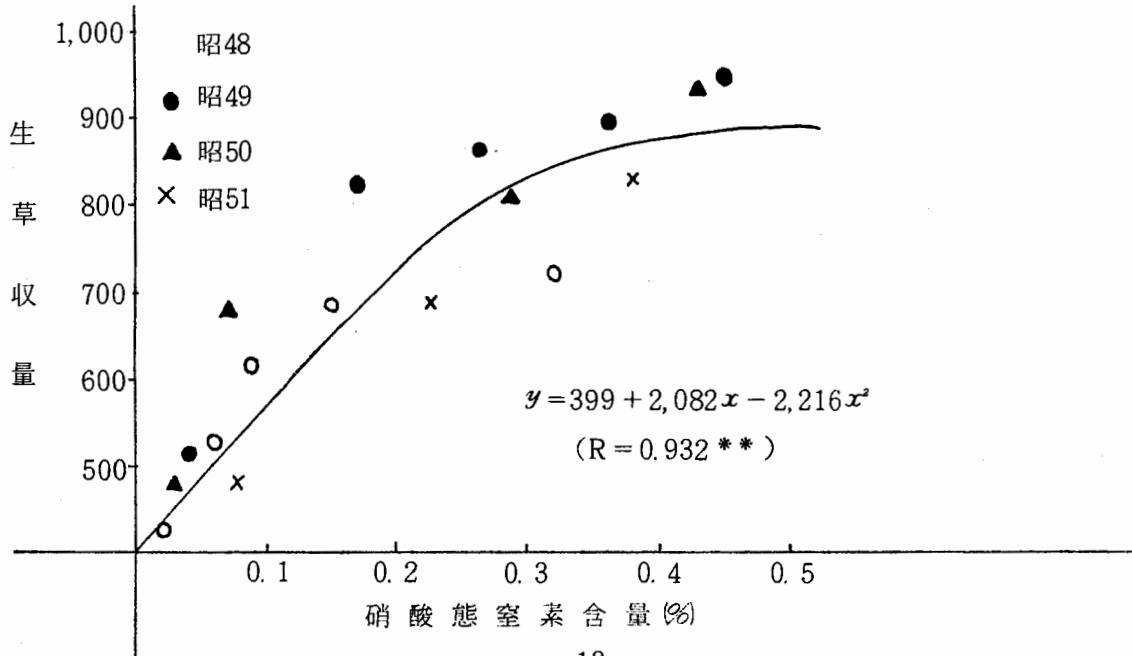


表-9 硝酸態窒素含量 (年平均と番草別、乾物%)

区名	施用年次	施用1年目(平均)	施用2年目(平均)	施用3年目(平均)	施用4年目(昭51)					年平均
					1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	
豚糞	N 2.5	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05	0.05	0.02	0.03
	N 5	0.06	0.17	0.07	0.08	0.07	0.08	0.11	0.06	0.08
	N 10	0.09	0.26	0.29	0.20	0.19	0.31	0.27	0.16	0.23
	N 15	0.15	0.36	0.43	0.38	0.39	0.40	0.47	0.22	0.38
	N 20	0.32	0.45	0.53	0.56	0.59	0.58	0.56	0.29	0.52
B B 肥料		0.04	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

図-11 年間生草収量と硝酸態窒素含量の関係



多量連年施用による無機成分の変化はPの増加が顕著で、Caが低下する傾向を示し、K、Mgは平衡状態にあった。したがって、無機成分バランスK/Ca+Mg (me)は低く維持され、収量及び硝

表-11 豚糞の施用と無機成分量 (DM%) とバランス

区名	年次成分	施用 1 年 目							施用 2 年 目						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P
豚糞	N2.5								2.98	1.03	2.46	0.61	0.55	1.07	0.97
	N5	3.06	0.86	3.34	0.56	0.50	1.56	1.07	3.52	1.03	2.78	0.59	0.56	1.21	0.94
	N10	3.45	0.92	4.00	0.58	0.48	1.85	1.03	3.78	1.05	4.26	0.57	0.58	1.84	0.89
	N15	3.84	1.01	5.02	0.52	0.51	2.39	0.84	3.78	1.01	4.75	0.53	0.56	2.16	0.86
	N20								3.82	1.01	5.70	0.45	0.51	2.94	0.73
BB肥料		2.81	0.77	3.22	0.65	0.51	1.38	1.38	2.99	0.80	3.61	0.51	0.48	1.83	1.04
		施用 3 年 目							施用 4 年 目						
豚糞	N2.5	2.83	1.03	2.59	0.45	0.46	1.41	0.72	2.66	1.27	2.87	0.42	0.51	1.51	0.54
	N5	3.10	1.02	2.97	0.43	0.45	1.67	0.69	2.78	1.26	3.37	0.39	0.49	1.87	0.51
	N10	3.62	1.01	3.96	0.42	0.47	2.19	0.68	3.41	1.10	4.00	0.36	0.46	2.38	0.54
	N15	3.76	1.01	4.80	0.34	0.44	3.00	0.55	3.64	1.08	4.89	0.34	0.48	2.89	0.52
	N20	3.88	1.00	5.35	0.35	0.45	3.26	0.57	3.79	1.04	5.64	0.33	0.48	3.36	0.52
BB肥料		2.80	0.88	3.44	0.44	0.40	2.03	0.82	3.04	0.89	4.17	0.36	0.37	2.85	0.66

表-12 番草無機成分(%)とバランス (3ヶ年平均)

区名	番草成分	1 番 草							4 番 草						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P
豚糞	N2.5	2.65	0.81	2.94	0.38	0.33	2.09	0.77	2.87	1.34	2.30	0.57	0.67	0.91	0.70
	N5	3.14	0.84	3.35	0.37	0.36	2.29	0.72	3.34	1.29	2.57	0.56	0.62	1.07	0.71
	N10	3.59	0.94	4.22	0.36	0.39	2.79	0.63	3.82	1.13	3.76	0.54	0.62	1.60	0.78
		2 番 草							5 番 草						
豚糞	N2.5	2.63	1.07	3.10	0.45	0.44	1.75	0.69	3.01	1.18	1.39	0.70	0.61	0.53	0.97
	N5	2.94	1.08	3.71	0.40	0.46	2.12	0.61	3.16	1.17	1.71	0.69	0.62	0.65	0.97
	N10	3.35	0.99	4.33	0.39	0.47	2.47	0.65	3.81	1.10	2.59	0.57	0.56	1.14	0.85
		3 番 草							年 平 均						
豚糞	N2.5	3.11	1.48	2.69	0.58	0.67	1.06	0.64	2.82	1.11	2.64	0.49	0.51	1.31	0.72
	N5	3.11	1.34	3.10	0.51	0.61	1.36	0.62	3.13	1.10	3.04	0.47	0.50	1.55	0.70
	N10	3.51	1.14	4.55	0.49	0.56	2.13	0.70	3.60	1.05	4.07	0.45	0.50	2.12	0.70

酸態窒素含量の面からの施用限界量である a 当たり窒素成分 10kg 相当量 (N10 区) までの施用では $K/Ca+Mg$ (m・e) は良好に維持された。一方 Ca/P は P の増加により年次経過と共に低下した。(表-11、図-12)

豚糞の晩秋施用による牧草の番草別無機成分は

P、Mg は 1 番草が最も低く 3~4 番草が高い値を示し、K は 1、2 番草が最も高く、順次低下し、括抗的に Ca が高まった。したがって、 $K/Ca+Mg$ (m・e) は 1 番草が最も高く順次低下し、 Ca/P は高温時に低く、秋に高まる傾向を示した。

(表-12、図-13)

図-12 豚糞の施用による無機成分の変化 (N5 区)

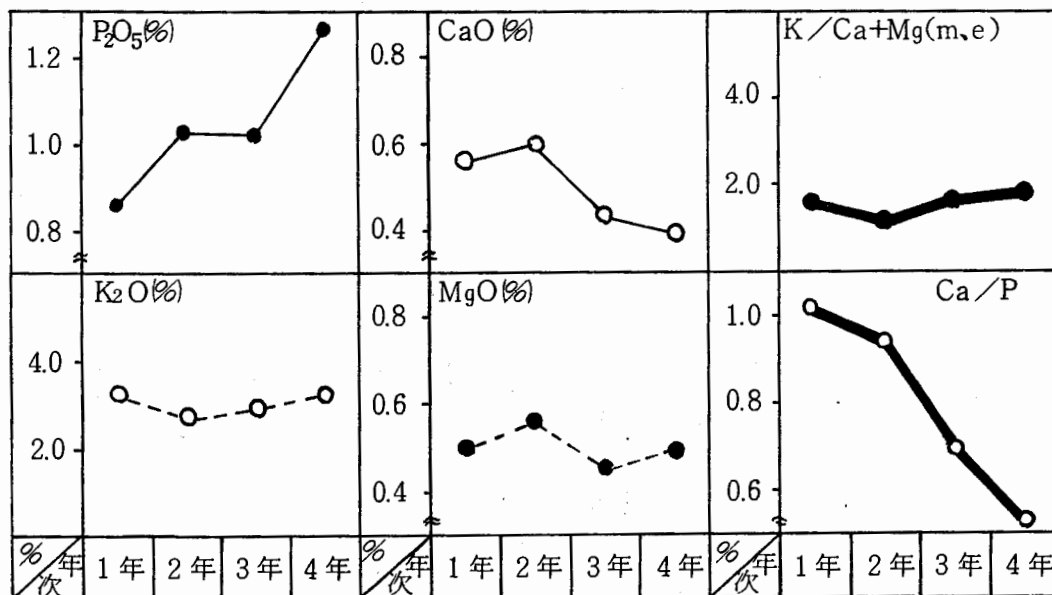
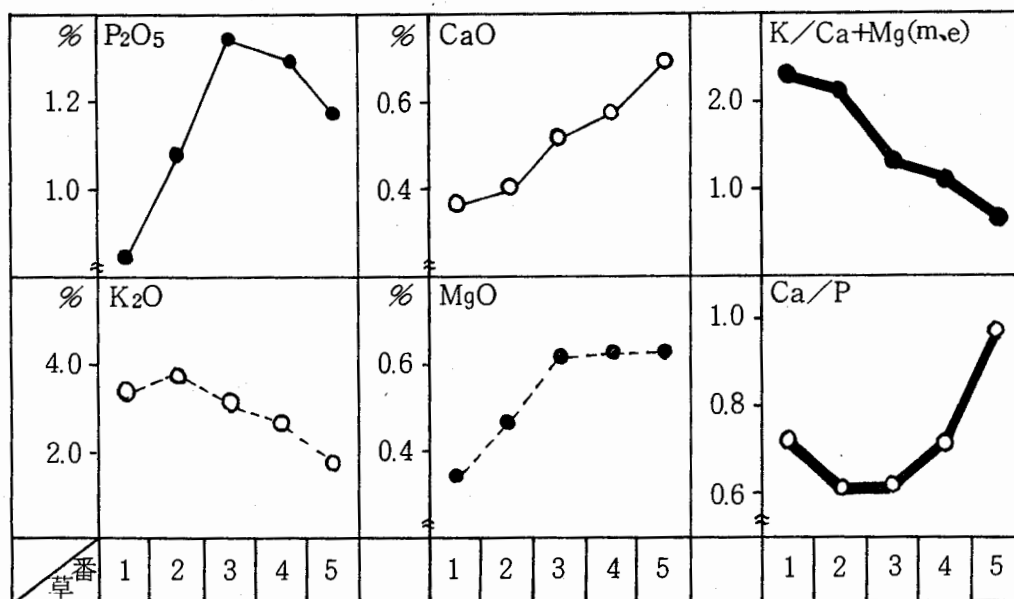


図-13 豚糞施用による番草別無機成分 (N5 区、3ヶ年平均)



豚糞の施用による微量元素含量は化学肥料に比べて Mn の低下が認められたが、Cu、Fe、Zn は大差なかった。(表-13)

表-13 豚糞の施用と微量元素（乾物中 ppm）

区名	番草成分	5月26日（1番草）				8月3日（3番草）			
		Cu	MMn	Fe	Zn	Cu	Mn	Fe	Zn
糞	N 2.5	7.5	38.5	160.9	30.4	10.4	63.4	92.9	38.3
	N 5	7.5	29.5	147.3	29.5	11.1	45.3	106.5	36.5
糞	N 10	9.1	27.2	194.9	30.4	10.4	31.7	106.5	27.6
	N 15	12.5	31.7	201.7	36.5	11.1	23.8	133.7	29.5
	N 20	18.1	31.7	201.7	34.7	11.8	29.5	140.5	31.3
化学肥料		13.6	89.5	163.2	22.0	12.5	145.0	138.2	35.6

図-14 豚糞の施用と土壌の置換性塩基/100g乾土当たり

(4) 豚糞の施用と土壌の理化学性
 豚糞の施用による土壌の化学性の変化をみると、表-14、図-14、図-15の通りである。Ca、Mgは高くなり、Kが低く維持される。特にMgの増加が著しいため土壌のMgO/K₂O比は極めて高い値を示し、表層0~5cmではその値が10にも達した。
 全窒素は施用量による増加傾向は比較的少なかったが、有効態磷酸は豚

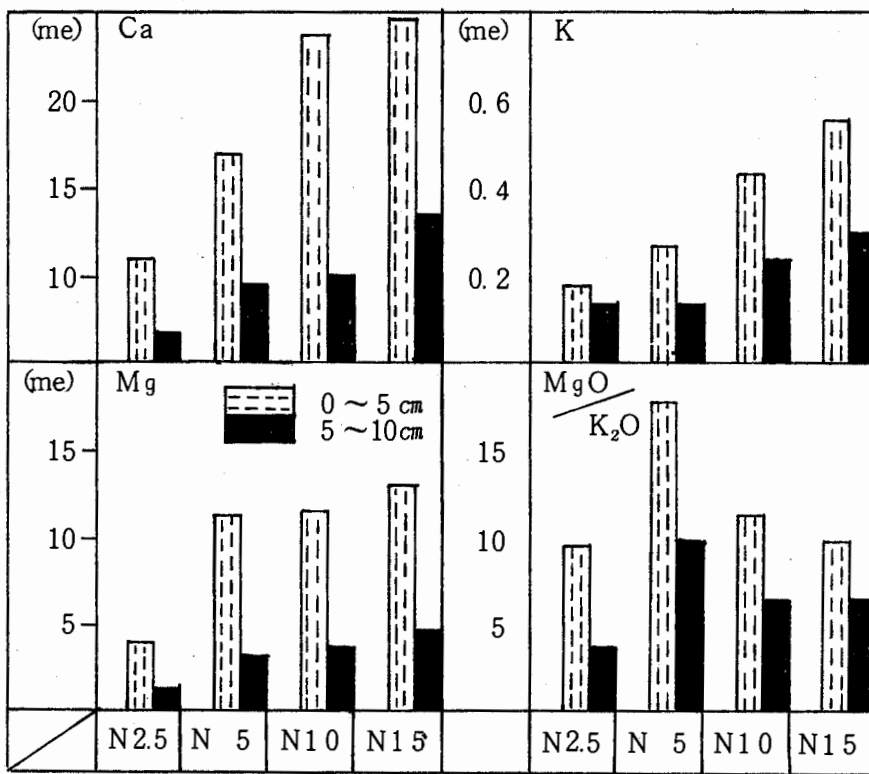


表-14 豚糞の施用による土壌の理化学性（施用4年目跡地10月末）

項目 区名	層位 (cm)	PH (H ₂ O)	腐植 (%)	T-N (%)	置換性塩基 mg/100			MgO K ₂ O	有効磷 酸 mg	Zn (ppm)	土壌硬 度 mm
					CaO	MgO	K ₂ O				
N2.5	0~5	6.23	11.6	0.63	307	83.0	8.5	9.7	5.6	9.35	15.4
	5~10	5.93	10.9	0.60	185	24.5	6.5	3.8	4.4	3.10	
	10~15	5.92	10.3	0.60	155	14.0	4.0	3.5	1.4	3.30	
N5	0~5	6.48	13.0	0.75	475	226.0	12.5	18.1	12.8	25.40	15.1
	5~10	6.23	11.1	0.60	265	65.0	6.5	10.0	7.2	4.80	
	10~15	6.04	9.8	0.61	222	35.0	5.0	7.0	4.4	3.95	
N10	0~5	6.86	14.2	0.65	670	237.0	20.5	11.5	35.2	26.70	11.4
	5~10	6.36	11.6	0.62	275	74.5	11.5	6.5	6.4	7.70	
	10~15	6.22	10.0	0.57	197	55.0	5.0	11.0	8.0	3.55	
N15	0~5	6.76	15.0	0.73	695	267.0	26.8	10.0	66.0	44.20	9.3
	5~10	6.33	11.5	0.64	377	92.5	14.0	6.6	11.2	9.15	
	10~15	6.05	10.4	0.58	240	67.5	7.8	8.7	9.8	6.25	

図-15 豚糞の施用と土壌のT-N、有効態P₂O₅ 腐植、PH

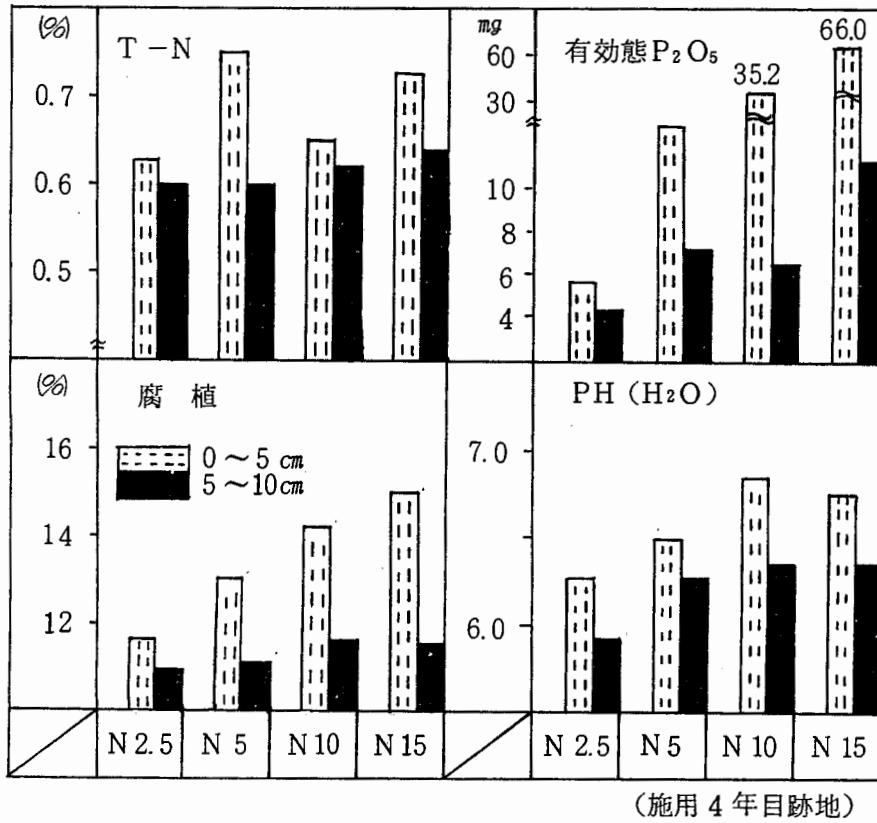


表-15 鶏糞の施用量と収量 (kg/a)

区名	項目 年次	乾 草					平 均	生 草
		1年目(昭47)	2年目(昭48)	3年目(昭49)	4年目(昭50)	5年目(昭51)		
春施用	300	109.5	96.6	123.5	123.9	122.0	115.1	695.7
	500	136.5	143.6	134.6	147.2	146.6	141.7	843.7
	800	152.1	155.3	148.1	153.4	144.1	150.6	934.4
	1,200	154.6	161.8	150.8	159.1	139.6	153.2	959.4
夏施用	300		90.4	107.8	133.4	125.6	114.3	625.1
	500		121.6	126.3	147.8	148.6	136.1	782.0
	800		129.8	119.4	159.8	148.2	139.3	815.9
	1,200		130.0	122.3	153.7	146.5	138.1	824.3
秋施用	300		113.6	127.4	133.7	117.3	123.0	693.8
	500		124.1	141.1	145.4	140.9	137.9	798.9
	800		141.7	146.8	162.5	155.4	151.6	915.0
	1,200		144.8	140.7	150.2	153.3	147.3	906.4
年三回分施	300	101.4	126.6	130.2	139.4	132.1	125.9	734.1
	500	124.6	144.0	139.7	146.2	161.1	143.1	858.9
	800	126.3	145.6	147.0	161.9	151.0	146.4	905.9
	1,200	129.8	134.8	123.5	164.7	152.4	141.0	935.7

糞施用により極めて高い増加傾向を示した。腐植含量は施用量の増大に伴ない高まり、PHも高まる傾向にあった。以上の様に豚糞の施用は土壤の化学性の改善維持に役立つものと考えられる。

3) 鶏糞の多量施用について

(1) 収量及び草生密度

鶏糞の施用による牧草の収量は施用初年目にはa当たり1,200kg施用までは多施用区ほど多収を

示したが、2～3年次以降は800kg施用区でピークに達した。時期別の散布では夏施用の収量は低い、春、秋施用の差はないが草生密度維持の面からは秋施用が望ましい。

鶏糞a当たり300kg施用による生草収量は約700kg、鶏糞500kg施用では約800kg可能で、鶏糞の肥効が高いことを示した。(表-15、図-16)

鶏糞施用による草生密度を裸地率でみるとa当

図-16 鶏糞の施用量と収量及び裸地率

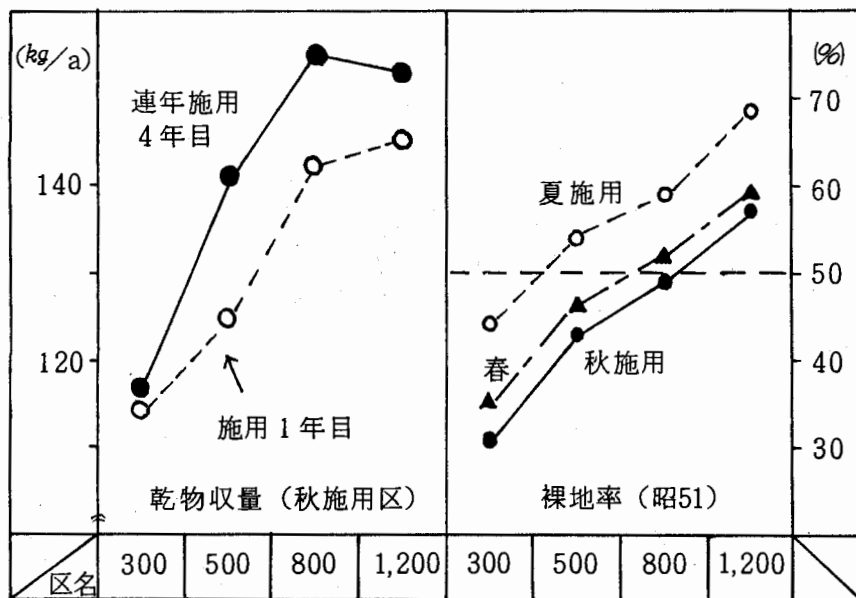


表-16 裸地率(%)の変化

(5番刈後調査)

区名	年次	1	2	3	4	5	区名	年次	1	2	3	4	5
		昭47	昭48	昭49	昭50	昭51			昭47	昭48	昭49	昭50	昭51
春施用	300	36.5	44.0	32.4	37.3	34.8	秋施用	300		36.5	28.3	35.8	31.8
	500	40.5	54.7	43.2	51.8	46.0		500		37.3	36.5	48.1	43.5
	800	43.9	54.0	56.4	57.1	52.7		800		49.7	42.2	51.8	49.0
	1,200	51.2	51.8	60.5	56.2	59.0		1,200		63.1	60.5	58.9	58.3
夏施用	300	42.3	46.1	40.0	51.9	44.5	年三回分施	300	35.7	37.8	30.0	41.7	36.7
	500	54.8	59.1	55.5	53.6	54.8		500	55.1	55.1	35.8	46.7	42.5
	800	56.3	61.5	65.0	58.3	59.0		800	58.3	58.3	47.5	51.7	52.0
	1,200	61.9	72.5	74.5	63.3	68.5		1,200	62.0	62.0	55.3	59.0	60.2

り鶏糞800kg以上の施用で多くなり、施用時期別では、夏施用>春施用>年三回分施>秋施用の順で、秋施用が草生密度維持に適している。(表-16 図-17)

収量及び草生密度維持の面からの鶏糞の施用は連年施用する場合a当たり500～800kg程度までで適量と考えられる。三浦らは生鶏糞a当たり800kgまでの基肥と400kgの追肥では多区ほど多収で

あることを報告している。

(2) 鶏糞の施用量と牧草の硝酸態窒素含量

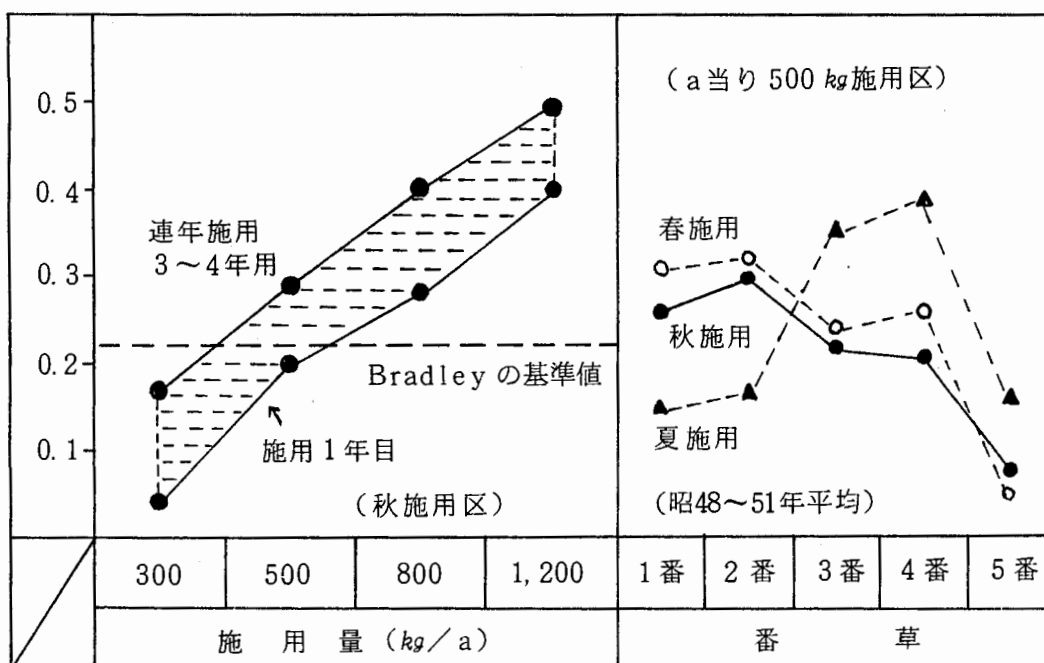
鶏糞の施用による牧草の硝酸態窒素含量（年平均乾物%）は施用初年目には a 当たり鶏糞 800 kg（窒素成分で15 kg相当）施用でBRADLEY の

基準値を越したが、2年次以降は鶏糞 500 kg施用（N10 kg相当）で0.22 %を越す傾向を示した。したがって、硝酸態窒素の面からの鶏糞の施用限界量は BRADLEY の基準値を安全基準とすると、連年施用する場合 a 当たり 300~500 kgと考えられる。

表-17 鶏糞の施用量と牧草中の硝酸態窒素含量

散布時期	年次・ 施用量	硝酸態窒素含量（乾物%）									
		年平均（%）					番草別（昭48~51年平均）				
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
春施用	300	0.02	0.11	0.08	0.13	0.13	0.19	0.10	0.10	0.08	0.02
	500	0.09	0.28	0.21	0.29	0.28	0.31	0.32	0.24	0.26	0.05
	800	0.21	0.37	0.40	0.37	0.45	0.48	0.48	0.37	0.39	0.11
	1,200	0.28	0.42	0.46	0.42	0.51	0.53	0.54	0.43	0.45	0.19
夏施用	300		0.11	0.15	0.17	0.16	0.04	0.05	0.30	0.28	0.08
	500		0.21	0.25	0.27	0.28	0.15	0.17	0.35	0.39	0.16
	800		0.25	0.29	0.36	0.34	0.20	0.29	0.41	0.46	0.22
	1,200		0.32	0.32	0.36	0.36	0.26	0.33	0.43	0.48	0.25
秋施用	300		0.04	0.11	0.17	0.11	0.14	0.13	0.10	0.07	0.02
	500		0.20	0.22	0.29	0.23	0.26	0.30	0.22	0.21	0.08
	800		0.28	0.32	0.40	0.37	0.36	0.46	0.31	0.34	0.10
	1,200		0.40	0.41	0.49	0.48	0.49	0.57	0.45	0.43	0.17
年三回分施	300	0.07	0.08	0.12	0.20	0.16	0.14	0.10	0.20	0.20	0.07
	500	0.13	0.23	0.26	0.31	0.35	0.28	0.28	0.35	0.35	0.16
	800	0.18	0.39	0.37	0.40	0.44	0.40	0.46	0.42	0.47	0.19
	1,200	0.24	0.50	0.46	0.50	0.52	0.49	0.59	0.49	0.53	0.29

図-17 鶏糞の施用量と牧草中の硝酸態窒素含量と番草別硝酸態窒素含量（PM%）



番草別の硝酸態窒素含量は春、秋施用区では1～2番草で高く、以後下降傾向を示し、夏施用では3～4番草で高い値を示した。(表-17、図-17)

年間生草収量と年平均硝酸態窒素含量の間には高い相関があり(図-18) a 当たり 800 kg 以上の多収草で硝酸態窒素が BRADLEY の基準値の 0.22 % を越す傾向を示した。

¹⁹⁾ 梅津は硝酸態窒素含量は茎と葉鞘に多く、葉身に少ないことを報告しているが、牧草の部位別硝酸態窒素含量をみると、刈取部位 0～20cm の間は全体の硝酸態窒素含量の 2 倍の濃度を示し、20～

40cm の間にはほぼ平均値と同じ値を示し、40cm 以上の部位には硝酸態窒素の蓄積は少ない。(表-18)

(3) 鶏糞施用と牧草の無機成分

鶏糞の施用による牧草の無機成分は牛糞尿施用と豚糞施用の中間的傾向を示した。

鶏糞 a 当たり 300 kg 施用区と化学肥料 (2.4 - 1.2 - 2.4) 施用が K/Ca+Mg (me) の面ではほぼ同じ値を示した。鶏糞の連年施用により K/Ca+Mg (me) は増加の傾向を示すが、その高まりは緩慢で比較的 low に維持される。鶏糞施

図-18 生草収量と硝酸態窒素含量の関係

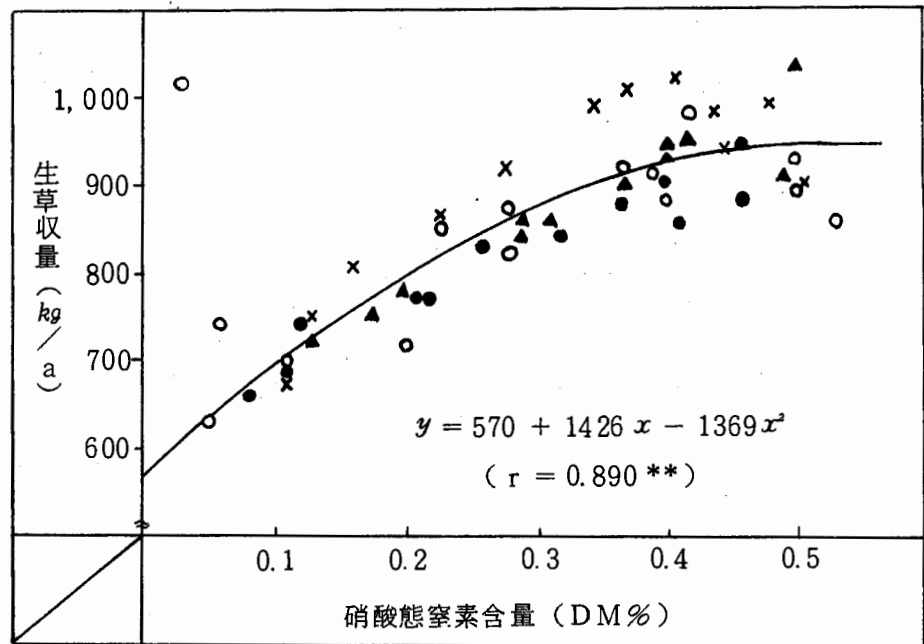


表-18 刈取部位別 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含有率 (乾物%)

部位 サンプル	全 体 の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量	刈 取 部 位 (刈取高さ 10 cm)		
		0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 cm ~
A	0.15	0.39	0.19	0.07
B	0.22	0.46	0.21	0.08
平均	0.19	0.43	0.20	0.08

用による施肥成分量は P、Ca 共多くなるが、牧草による吸収は P が高くなり Ca は漸減ないし平衡傾向を示し、そのため ¹²⁾ Ca/P (%) の低下があった。(表-19、図-19)

鶏糞の晩秋施用による牧草の無機成分は P は 3 番草をピークに低下し、Ca、Mg は春から秋に向かって増加傾向を示し、K は秋に低下し、K/Ca+Mg (me) は春から秋に向かって低下する傾向を示し Ca/P (比) は 5 番草で特に高い値を示した。

(表-20、図-20)

図-19 鶏糞の施用による無機成分の年次変化 (a 当たり 300 kg 秋施用区)

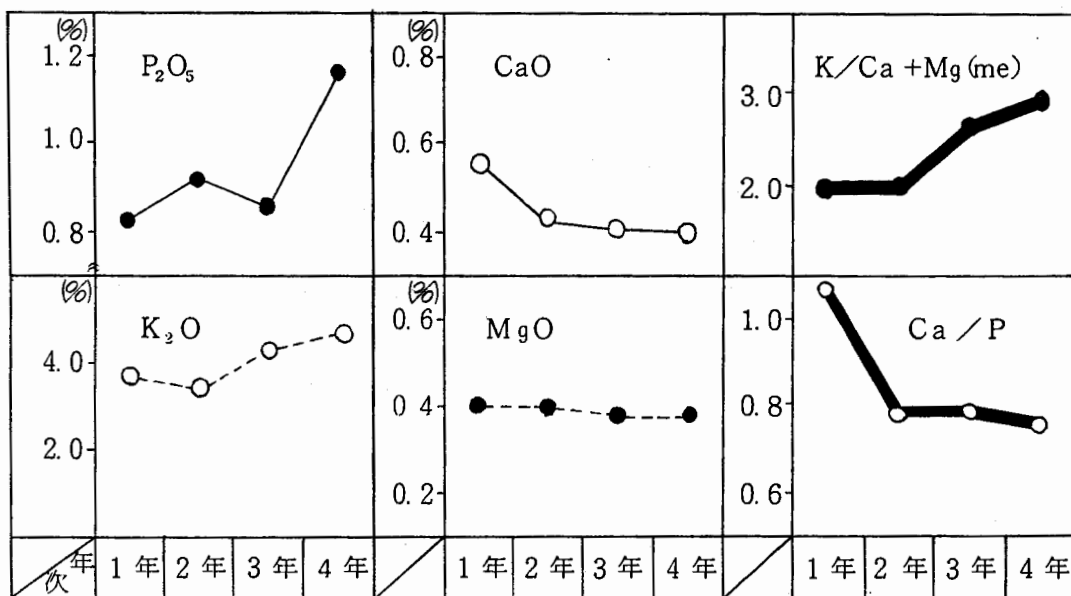


表-19 年次別無機成分含量とバランスの変化

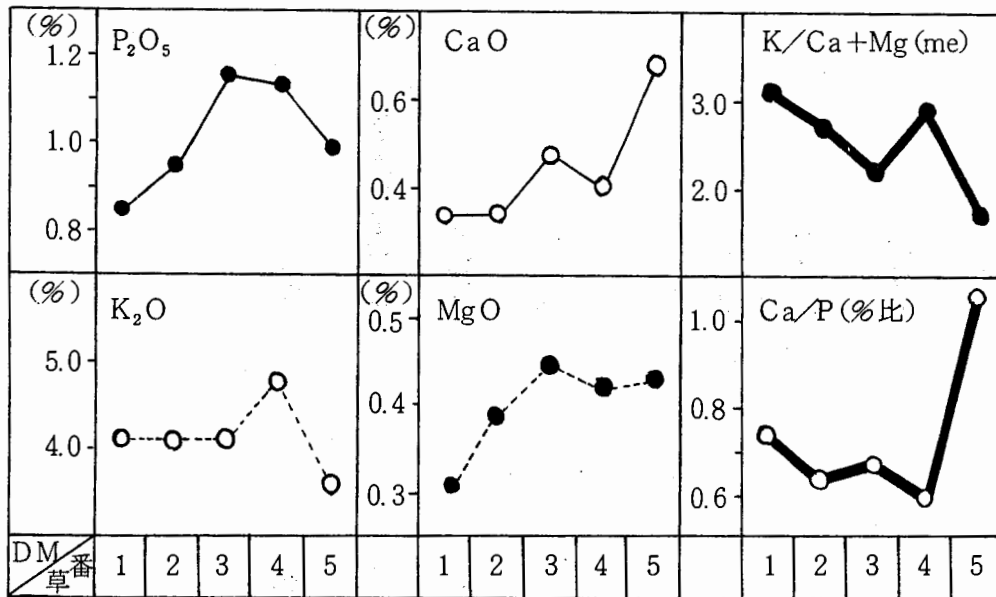
		施用2年次 (昭49)							施用4年次 (昭51)						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P
秋 施 用	300	3.05	0.92	3.40	0.43	0.40	2.06	0.78	2.91	1.16	4.67	0.40	0.38	2.99	0.56
	500	2.90	0.96	4.50	0.42	0.36	2.88	0.71	3.32	1.00	5.21	0.36	0.38	3.50	0.59
	800	3.46	0.99	5.21	0.42	0.42	3.10	0.69	3.66	0.98	5.69	0.35	0.38	3.86	0.58
化学肥料		2.99	0.80	3.61	0.51	0.48	1.83	1.04	3.04	0.89	4.17	0.36	0.37	2.85	0.66
		施用3年次 (昭50)													
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P	(X) (Y)		R	回 帰 式			
秋 施 用	300	3.20	0.85	4.23	0.41	0.38	2.67	0.78							
	500	3.42	0.87	4.49	0.41	0.37	2.89	0.77	K ₂ OとM O		-0.035	Y=0.387-0.001 X			
	800	3.76	0.89	5.05	0.39	0.37	3.32	0.72	K ₂ OとC O		-0.760**	Y=0.546-0.031 X			
化学肥料		2.80	0.88	3.40	0.44	0.40	2.03	0.82	K ₂ OとK/Ca+Mg		0.973**	Y=-0.478-0.744 X			

表-20 番草別無機成分含量とバランス

(3ヶ年平均)

番草 区 名 成 分		1 番 草							4 番 草						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P
秋 施 用	300	3.03	0.85	4.19	0.37	0.31	3.11	0.72	3.29	1.13	4.78	0.40	0.42	2.89	0.58
	500	3.31	0.82	4.49	0.34	0.30	3.53	0.68	3.37	1.10	4.85	0.40	0.43	2.89	0.60
	800	3.59	0.87	5.42	0.35	0.34	3.92	0.66	3.81	1.04	5.38	0.40	0.44	3.16	0.63
化学肥料		3.01	0.69	3.46	0.41	0.33	2.37	0.97	2.84	1.09	3.61	0.55	0.57	1.60	0.83
		2 番 草							5 番 草						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P
秋 施 用	300	2.96	0.95	4.09	0.37	0.39	2.67	0.64	2.91	0.99	3.60	0.64	0.43	1.73	1.06
	500	3.20	0.94	5.10	0.37	0.35	3.54	0.64	3.05	1.03	4.13	0.60	0.45	2.01	0.96
	800	3.64	0.94	5.91	0.37	0.41	3.75	0.64	3.65	1.01	4.41	0.54	0.43	2.31	0.88
化学肥料		2.57	0.80	3.69	0.52	0.44	1.94	0.97	3.16	0.89	3.45	0.58	0.47	1.66	1.07
		3 番 草							年 平 均						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P
秋 施 用	300	3.07	1.15	4.10	0.47	0.45	2.23	0.67	3.05	0.99	4.47	0.41	0.37	2.88	0.68
	500	3.09	1.00	5.09	0.42	0.42	3.02	0.69	3.21	0.94	4.73	0.40	0.37	3.08	0.70
	800	3.50	1.00	5.30	0.42	0.44	3.06	0.69	3.63	0.95	5.32	0.39	0.39	3.40	0.67
化学肥料		2.77	1.01	3.72	0.55	0.53	1.72	0.89	2.91	0.84	3.60	0.49	0.44	1.94	0.96

図-20 鶏糞施用による番草別無機成分 (300 kg秋施用区)



(4) 鶏糞施用と土壤の理化学性

表-20 鶏糞の施用による土壤の理化学性 (施用4年目跡地)

区名	項目	層位 (cm)	PH (H ₂ O)	腐植 (%)	T-N (%)	置換性塩基 mg/100			MgO/K ₂ O	有効磷 酸 mg	Zn (ppm)	土壤硬 度 mm
						CaO	MgO	K ₂ O				
秋施用区	300	0~5	6.91	11.6	0.65	570	97.5	25.8	3.8	25.6	15.00	16.1
		5~10	6.21	11.0	0.62	252	37.0	22.0	1.7	3.8	6.65	
		10~15	6.12	9.8	0.48	165	22.5	20.5	1.1	3.4	7.25	
	500	0~5	6.95	12.1	0.67	625	125.0	58.5	2.1	40.2	14.35	15.0
		5~10	6.37	11.4	0.61	252	35.0	34.3	1.0	9.8	5.20	
		10~15	6.32	10.5	0.55	185	27.5	27.5	1.0	4.8	3.75	
	800	0~5	7.17	13.1	0.77	815	181.0	81.5	2.2	128.0	14.80	12.8
		5~10	6.49	11.9	0.63	330	61.0	56.0	1.1	18.0	6.85	
		10~15	6.66	10.8	0.56	307	43.5	32.0	1.4	3.2	2.90	
化学肥料 (对照区)	0~5	5.76	9.5	0.65	210	11.0	19.0	0.6	2.8	3.55	18.1	
	5~10	6.01	10.7	0.58	230	14.5	12.8	1.1	2.6	5.00		
	10~15	6.05	10.8	0.55	197	16.3	4.0	4.1	0.8	3.10		

鶏糞の施用による土壤の化学性の変化は、Ca Mg の増加が顕著であり、Kの増加は比較的少なく、土壤のMgO/K₂O比は望ましい比率を示した。また有効態磷酸が高い増加傾向を示したが、

腐植含量は牛糞尿、豚糞施用に比べ少ない値を示した。土壤PHは鶏糞施用により高まり、土壤の化学性の改良効果が高いことを示した。(表-20 図-21、図-22)

図-21 鶏糞の施用と土壤の置換性塩基 / 100 g 乾土当り

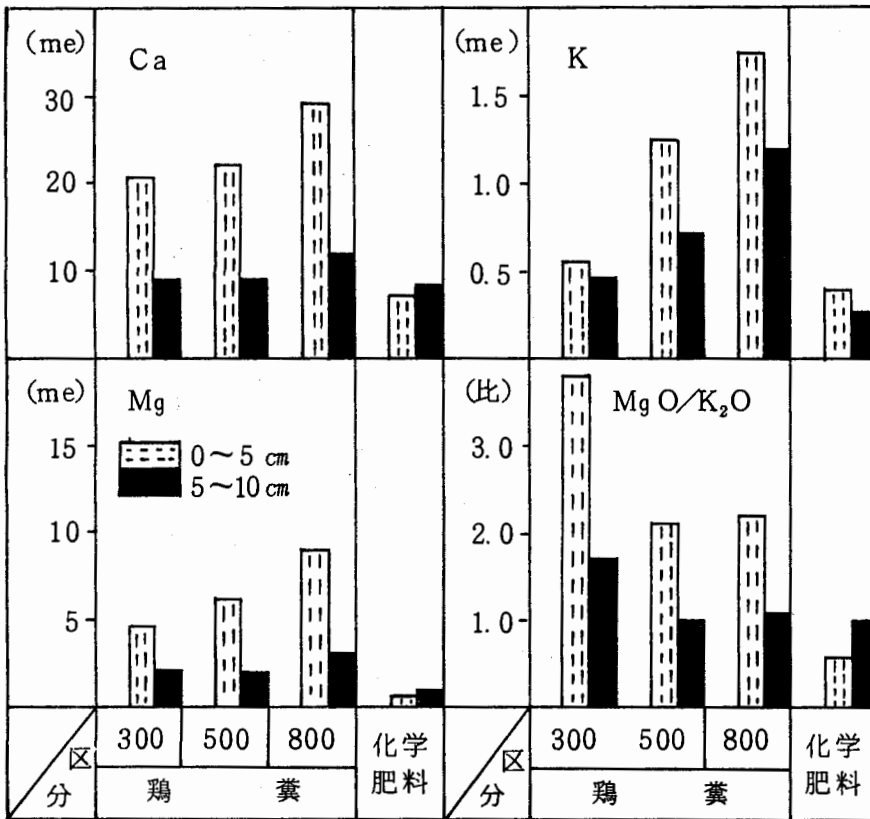
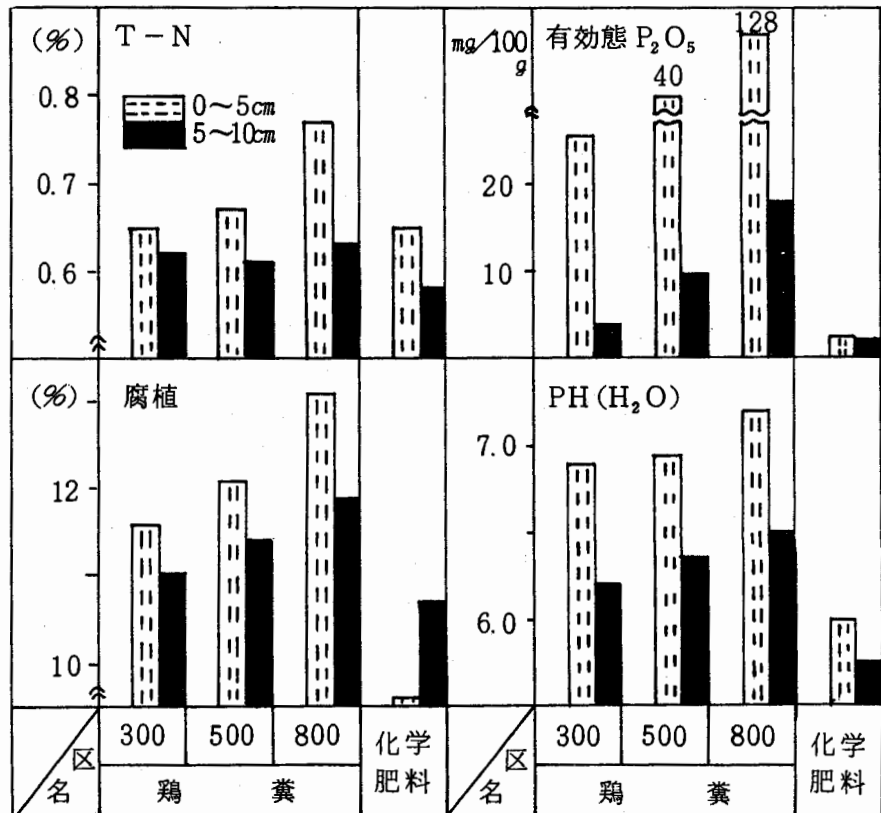


図-22 鶏糞の施用と土壤の全窒素、有効態磷酸、腐植、PH (鶏糞施用4年目跡地)



3. 小 括

家畜糞尿（牛尿、牛糞尿、豚糞、鶏糞）の草地への多量施用の影響について、オーチャードグラス草地を用いて、4ヶ年間に亘って検討した。

①収量及び草生密度維持の面からの施用限界量は、連年施用する場合には a 当たり窒素成分換算で約10kg相当量（原尿1,250kg、原糞尿2,500kg、豚糞1,200kg、鶏糞800kg）程度までである。

②糞尿の多量施用による牧草中の硝酸態窒素含量は施用初年目は比較的少なく、連年施用すると年次経過と共に高まったが、施用4ヶ年の結果から、BRADLEYの基準値の0.22%（乾物中）を越す年間糞尿の施用量は窒素成分で a 当たり、牛尿、牛糞尿は約10kg、豚糞、鶏糞は5～10kg相当量である。したがって、牛糞尿は10 a 当たり成牛2頭分の糞尿の施用までは収量及び硝酸態窒素含量の面から可能である。

③年間収量と牧草の年間平均硝酸態窒素含量の間には $y=515+1,484x-1,352x$ の回帰式($r=0.8492$ ※※) が得られ、 a 当たり750kg以上の多収牧草では硝酸態窒素含量がBRADLEYの基準値0.22%を越す傾向を示した。

④牧草の無機成分含量は、牛尿、牛糞尿の多量施用により、施用年次の経過と共にK含量の高まりが顕著で、拮抗的にCa、Mgが低下し、 $K/Ca+Mg$ (me) が高まり無機成分バランスを悪化させる傾向を示した。豚糞の施用ではKの吸収が少なく、P、Ca、Mgが高められ、 $K/Ca+Mg$ (me) が極めて低く、無機成分バランスは良

好に維持された。鶏糞の施用による無機成分は、牛糞尿と豚糞の中間的な傾向を示し、無機成分バランスは多量施用でも比較的良好であった。

⑤牛尿、牛糞尿の施用では牧草中のP、Ca、Mg含量が低下傾向を示すので、牛糞尿（液状厩肥）の施用に当っては、磷酸、石灰、苦土質肥料の施用が必要である。

⑥家畜糞尿の多量施用による土壌の理化学性は、牛尿の連年施用では置換性Caが少なく、Kが顕著に高まるため、PHは低く、土壌の MgO/K_2O 比が小さくなり土壌の塩基間の不均衡が生ずる。牛糞尿の多量施用でもKの過剰蓄積が認められた。

豚糞、鶏糞の施用では有効態磷酸の増加と置換性Ca、Mgの増加が顕著で土壌の化学性は改善維持される。

また土壌の物理性は、牛糞尿区が最も土壌を膨軟とし、次いで豚糞であり、家畜糞尿の施用はいづれも化学肥料に比べ土壌の物理性を改善した。

II 家畜糞尿施用に対する化学

肥料の併用に関する試験

1. 試験方法

- 1) 試験期間 昭和50年～51年
- 2) 供試草地 昭和46年播種オーチャードグラス草地
- 3) 試験処理
 - (1) 牛糞尿施用に対する化学肥料の併用。

区 名	項 目	糞 尿 施 用 量 (Mg/a)	化学肥料併用量(Kg/a)				施肥成分量 (Kg/a)				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
化併 学用 肥料区	糞尿少区	500	0	0	0	0	1.0	0.6	1.8	0.6	0.3
	1	(250)	1	0.5	0	0.25	2.0	1.1	1.8	0.6	0.55
	2	"	1	0.5	0.5	0.25	2.0	1.1	2.3	0.6	0.55
	3	"	2	1	0	0.5	3.0	1.6	1.8	0.6	0.8
	4	"	2	1	0.5	0.5	3.0	1.6	2.3	0.6	0.8
	5	"	2	1	1	0.5	3.0	1.6	2.8	0.6	0.8

項目 区名	糞尿 施用量 (Kg/a)	化学肥料併用量(Kg/a)				施肥成分量 (Kg/a)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
糞尿多区	1,000	0	0	0	0	2.0	1.2	3.6	1.2	0.6	
化併 学用 肥料区	1	(500)	1	0.5	0	0.25	3.0	1.7	3.6	1.2	0.85
	2	"	1	0.5	0.5	0.25	3.0	1.7	4.1	1.2	0.85
	3	"	2	1	0	0.5	4.0	2.2	3.6	1.2	1.1
	4	"	2	1	0.5	0.5	4.0	2.2	4.1	1.2	1.1
	5	"	2	1	1	0.5	4.0	2.2	4.6	1.2	1.1
BB212標区	10	2	1	2	0	2	1	2			
BB212多区	20	4	2	4	0	4	2	4			
BB211標区	10	2	1	1	0.5	2	1	1		0.5	

() は原糞尿換算量

(糞尿施用5年目草地)

施肥配分

項目 区名	時期 成分	早春追肥				(1番刈後+2番刈後)				備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
化併 学用 肥料区	1	0.5	0.25	0	0.125	0.5	0.25	0	0.125	糞尿施用 春 40% 1番刈後 30% 3番刈後 30%
	2	0.5	0.25	0.25	0.125	0.5	0.25	0.25	0.125	
	3	1.0	0.5	0	0.25	1.0	0.5	0	0.25	
	4	1.0	0.5	0	0.25	1.0	0.5	0.5	0.25	
	5	1.0	0.5	0.5	0.25	1.0	0.5	0.5	0.25	
BB212標区		1.0	0.5	1.0		1.0	0.5	1.0		
BB212多区		2.0	1.0	2.0		2.0	1.0	2.0		
BB211標区		1.0	0.5	0.5	0.25	1.0	0.5	0.5	0.25	

(2) 牛尿施用に対する化学肥料の併用

項目 区名	牛尿施 用量 (Kg/a)	化学肥料併用量 (kg/a)					施肥成分量 (kg/a)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	苦土石灰	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
牛尿単用区	1,500	0	0	0	0	00	2.0	0.12	4.4	0.25	0.12	
化 学 肥 併 用 区	1	(300)	2	1	1	0.5		4	1.12	5.4	0.25	0.62
	2	"	2	1	0.5	0.5		4	1.12	4.9	0.25	0.62
	3	"	2	1	0	0.5	10	4	1.12	4.4	5.75	1.62
	4	"	1	0.5	0.5	0.25		3	0.62	4.9	0.25	0.37
	5	"	1	0.5	0.25	0.25		3	0.62	4.65	0.25	0.37
	6	"	1	0.5	-	0.25	10	3	0.62	4.4	5.75	1.37

() 原尿換算量

(牛尿施用3年目草地)

施肥配分

項目 区名	時期 成分	早春追肥				(1番刈後+2番刈後)				備考
		N	P ₂ O	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O	K ₂ O	MgO	
化 学 肥 併 用 区	1	1	0.5	0.5	0.25	1	0.5	0.5	0.25	牛尿施用 春 40% 1番刈後 30% 3 " 30% 苦土石灰は晩秋施用
	2	1	0.5	0	0.25	1	0.5	0.5	0.25	
	3	1	0.5	0	0.25	1	0.5	0	0.25	
	4	0.5	0.25	0.25	0.125	0.5	0.25	0.25	0.125	
	5	0.5	0.25	0	0.125	0.5	0.25	0.25	0.125	
	6	0.5	0.25	0	0.125	0.5	0.25	0	0.125	

(3) 鶏糞施用に対する化学肥料の併用

施用区名	施用区	鶏糞施用量(kg/a)	化学肥料併用量 (kg/a)				施肥成分合計量 (kg/a)				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	苦土石灰	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
鶏糞少区		150	-	-	-		3.0	2.5	2.3	7.2	0.9
化学肥料併用区	1	"	2	1	2		5.0	3.5	4.8	7.2	0.9
	2	"	2	1	1		5.0	3.5	3.3	"	"
	3	"	2	0	1		5.0	2.5	3.3	"	"
	4	"	2	0	0		5.0	2.5	2.3	"	"
	5	"	2	1	1	10	5.0	3.5	3.3	12.7	1.9
鶏糞少区		300	-	-	-		6.0	5.0	4.6	14.4	1.8
化学肥料併用区	1	"	2	1	2		8.0	6.0	6.6	14.4	1.8
	2	"	2	1	1		8.0	6.0	5.6	"	"
	3	"	2	0	1		8.0	5.0	5.6	"	"
	4	"	2	0	0		8.0	5.0	4.6	"	"
	5	"	2	1	1	10	8.0	6.0	5.6	19.9	2.8
BB肥料区		0	2	1	2		2.0	1.0	2.0		

供試鶏糞の肥料成分

水分	水分	N	P ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO
鶏糞	55.0	2.00	1.69	1.55	4.81	0.63

施肥配分

鶏糞 - 晩秋施用
苦土石灰 - 晩秋施用

化学肥料 (尿素、過石、塩加) - 春 50 %
1 番刈後 25
2 番刈後 12.5
3 番刈後 12.5

4) 1 区面積及区別

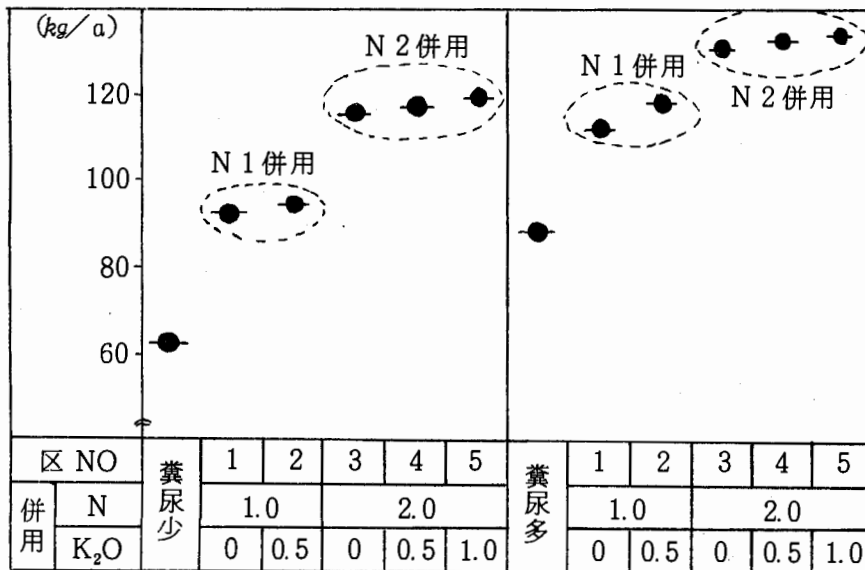
1 区面積 2 m × 2 m 3 反復

表 - 21 化学肥料の併用と収量 (kg/a)

区名	年次	併用 1 年目			化学肥料併用 2 年目							
		生草	乾物	指数	生 草 収 量					乾物 収量	左指数	
					6/7	7/8	8/17	10/14	合計			指数
糞尿少区		365.1	80.5	100	118.8	35.7	53.5	87.0	295.0	100	62.6	100
化学肥料併用区	1	470.4	102.8	127.7	188.7	60.1	98.7	101.1	448.6	152.1	92.7	148.1
	2	492.5	104.2	129.4	206.6	64.2	99.0	95.4	465.2	157.7	94.2	150.5
	3	610.6	125.0	155.3	235.2	96.2	140.0	108.2	579.8	196.5	115.9	185.1
	4	577.9	117.4	145.8	238.0	104.9	155.0	112.0	609.9	206.7	117.8	188.2
	5	650.9	131.1	162.9	239.8	108.0	152.9	116.7	617.4	209.3	119.4	190.7

年次 区名		併用1年目			化学肥料併用2年目							
		生草	乾物	指数	生草収量						乾物収量	左指数
					6/7	7/8	8/17	10/14	合計	指数		
糞尿多区		492.9	93.4	100	182.5	61.8	77.2	133.3	454.8	100	88.8	100
化学肥料 併用区	1	586.3	107.1	114.7	236.8	82.8	122.1	136.4	578.1	127.1	112.5	126.1
	2	551.2	108.3	116.0	235.8	105.5	117.7	138.4	597.4	131.4	118.1	133.0
	3	611.5	129.0	138.1	270.8	125.8	156.3	140.1	693.0	152.4	131.8	148.0
	4	670.0	128.4	137.5	269.9	131.1	157.6	147.8	706.4	155.3	133.3	150.1
	5	700.0	136.0	145.6	275.0	134.7	167.4	139.7	716.8	157.6	134.1	151.0
BB 212 標区		481.5	108.0	100	184.5	88.7	121.4	69.7	464.3	100	96.9	100
BB 212 多区		761.6	147.2	136.3	250.7	138.7	198.7	97.6	685.8	147.7	129.3	133.4
BB 211 標区					154.9	78.8	105.7	62.4	401.8	86.5	84.8	87.5

図-23 化学肥料の併用と乾物収量 (kg/a)



(昭和51年)

2. 結果と考察

1) 牛糞尿施用に対する化学肥料の併用。

牛糞尿に対する化学肥料の併用をN・Pの施用量とK肥料の併用比率を変えて苦土入り複合肥料を用いて、収量及無機成分バランスについて検討した。

(1) 糞尿と化学肥料併用による収量

牛糞尿施用草地への加里肥料の併用による増収効果は比較的少なく、N・P併用区に対して生草収量で約10% (乾物で5%)以下であった。このことは落合が施肥NとK₂Oの比率が同等まではK₂Oの施用量を増すほど収量の伸びは著るしいが、

それを越えてK₂Oが多くなると純化すると報告しており、糞尿と併用肥料のNとK₂Oの有効成分比が1:1を越えるためと思われる。

α当たり糞尿窒素1kg施用に対する化学肥料窒素1kg併用による乾物増収率は約50%、2kgでは85%であったが、糞尿窒素2kg施用に対する化学肥料窒素1kg併用による乾物増収率は約30%、2kg併用で約50%の増収であった。(表-21、図-23)、窒素成分でα当たり3kg施用する場合、糞尿:化学肥料の比が1:2と2:1の収量にはほとんど差が認められなかった。

(2) 糞尿と化学肥料併用による無機成分

牛糞尿連年施用牧草の無機成分含量はKが高く、Ca、Mgが低くなる傾向にある。¹⁶⁾糞尿施用に対するK肥料の併用比率を下げることにより、K含量の低下と拮抗してCa、Mg含量が高まり、K/Ca+Mg (me) 比の改善効果が認められるがオーチャードグラス草地では糞尿多量区 (a当り原糞尿で500kg、窒素成分で2kg相当) ではNPだけの併用 (a当りN成分で2kgまで) でもその比を

望ましい値の2.2に近づけることは困難である。糞尿少量区 (a当り原糞尿で250kg、窒素成分1kg相当) では加里の併用比率を下げ、窒素の施用量を増すことによりK/Ca+Mg (me) はかなり改善された。(表-22、表-24)。野村らは²¹⁾科牧草の混在比率が25%以上であれば厩肥を増してもK/Ca+Mg (比) が2.2以下の水準であるといい、マメ科牧草の混在維持が草質のバランス維持に重要であると報告している。

表-22 無機成分含量とバランス (年平均)

年次 区分 区名	併用1年目 (DM%)							併用2年目 (DM%)							
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca +Mg	Ca/P	
糞尿少区	2.13	0.84	4.14	0.38	0.32	2.98	0.74	1.81	0.89	4.07	0.32	0.31	3.22	0.59	
化学肥料併用区	1	2.11	0.78	3.58	0.43	0.35	2.32	0.90	1.79	0.86	3.55	0.37	0.36	2.42	0.70
	2	2.09	0.79	4.27	0.42	0.33	2.89	0.87	1.81	0.78	3.99	0.35	0.33	2.93	0.74
	3	2.60	0.71	3.38	0.49	0.38	1.97	1.13	2.03	0.75	2.89	0.44	0.41	1.71	0.96
	4	2.40	0.72	3.62	0.43	0.34	2.38	0.98	2.05	0.76	4.06	0.37	0.38	2.69	0.80
	5	2.27	0.74	4.28	0.40	0.31	3.06	0.89	1.92	0.81	4.56	0.32	0.31	3.61	0.65
糞尿多区	2.12	0.85	4.79	0.34	0.30	3.76	0.66	1.91	0.99	4.71	0.30	0.29	3.98	0.50	
化学肥料併用区	1	2.28	0.79	4.51	0.37	0.31	3.48	0.77	1.95	0.82	4.24	0.33	0.31	3.31	0.70
	2	2.12	0.77	4.56	0.36	0.32	3.37	0.77	1.88	0.77	4.45	0.30	0.30	3.69	0.64
	3	2.58	0.72	4.43	0.39	0.33	3.10	0.89	2.15	0.76	3.71	0.36	0.35	2.61	0.77
	4	2.49	0.70	4.78	0.36	0.31	3.59	0.84	2.16	0.76	4.11	0.32	0.34	3.08	0.70
	5	2.40	0.80	5.01	0.34	0.29	4.08	0.80	2.41	0.76	5.00	0.31	0.30	4.10	0.67
BB212標区	2.20	0.80	3.36	0.37	0.38	2.22	0.76	1.92	0.80	3.59	0.43	0.38	2.23	0.88	
“多区								2.47	0.80	4.36	0.38	0.34	3.04	0.78	
BB211標区								2.02	0.85	2.84	0.44	0.46	1.56	0.85	

図-24 化学肥料の併用とK/Ca+Mg (me)

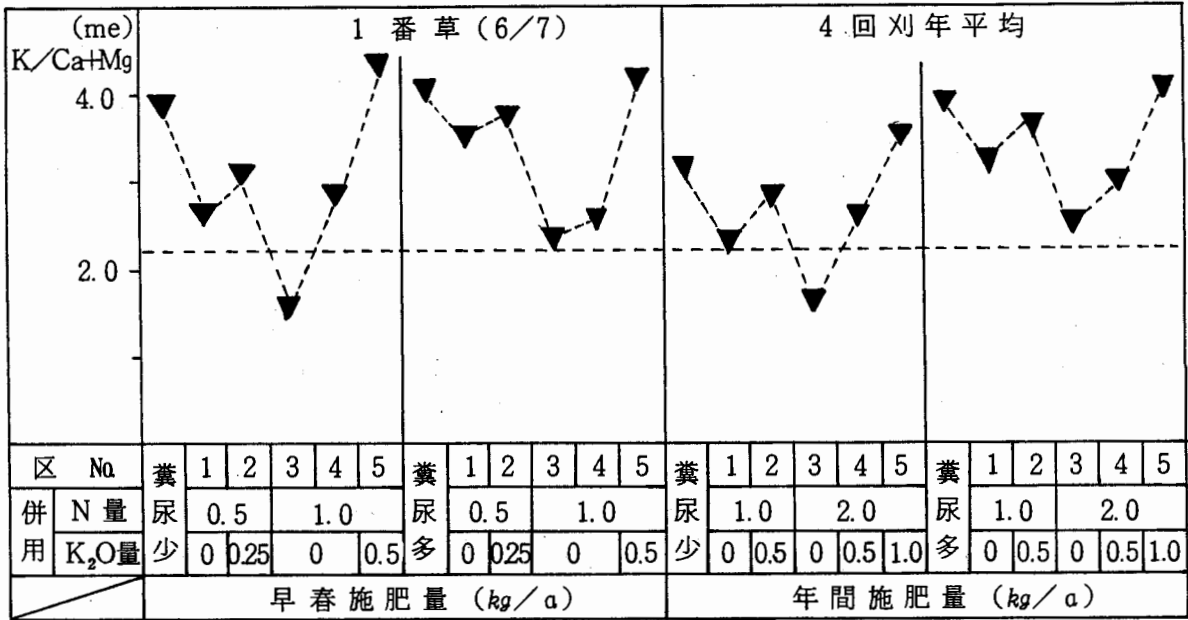


図-25 施肥加里と牧草の K/Ca+Mg (me)

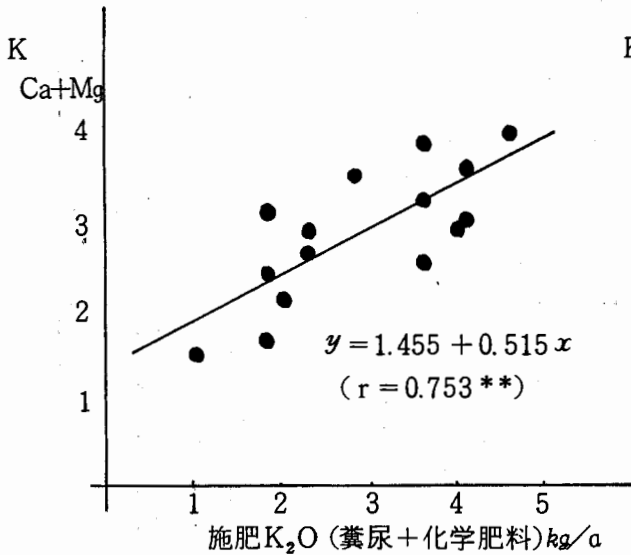
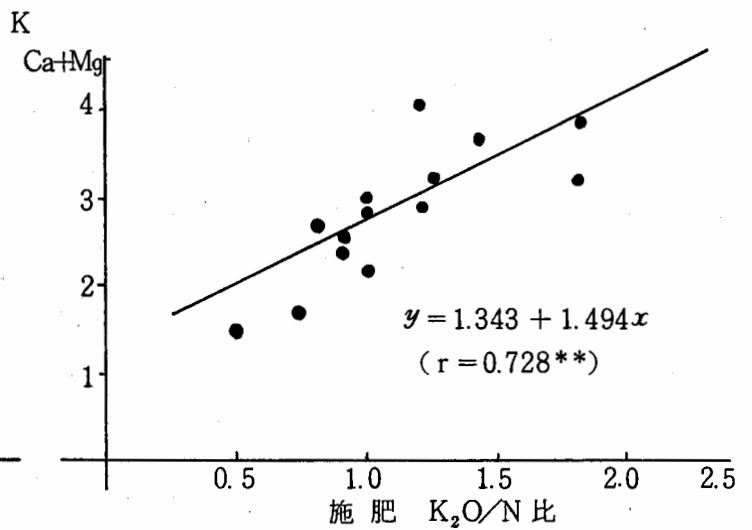


図-26 施肥 (糞尿+化学肥料) K₂O/N 比と K/Ca+Mg (me)



施肥加里 (糞尿+化学肥料) 及び施肥 K₂O/N 比と牧草の K/Ca+Mg (me) の間には相関関係があり、(図-25、図-26) K/Ca+Mg (me) を 2.2 の基準値に近づけるためには、年間 a 当たりの加里の施肥量を 2 kg 未満とし、窒素と加里の施肥成分比率を 1 : 0.7 以下とすることが望ましい。

したがって、オーチャードグラス単一草地では糞尿による加里の施肥量が連年 a 当たり 2 kg を越える場合には K 肥料の併用を控え、N P 肥料の併用と苦土、石灰質肥料の施用が牧草の無機成分含

量とバランスを良くするためには必要である。

また尾形¹⁶⁾は土壌の表面からだけの施用草地では糞中の P、Ca、Mg の溶出がおそいので、糞尿の連用を行わなければならない草地ではあらかじめ十分な石灰と溶りんの施用が必要であるとしている。

(3) 糞尿と化学肥料併用による土壌の化学性

牛糞尿の施用により土壌の置換性塩基量はすべ^{13)、16)、22)}て高められるが、加里の蓄積が特に顕著である。

化学肥料の併用を窒素と加里の併用比率を 1 : 0.5 以下とすると置換性加里の低下が認められる

が糞尿多区（a 当たり原糞尿 500 kg 施用）では、窒素の併用比率を高めても、加里肥料を併用すると乾土 100 g 当たり置換性加里が 30 mg 以上になり

加里過剰となるので連年原糞尿換算で a 当たり 500 kg 以上の施用草地では加里肥料の併用は不用と考えられる。（表-23、図-27）

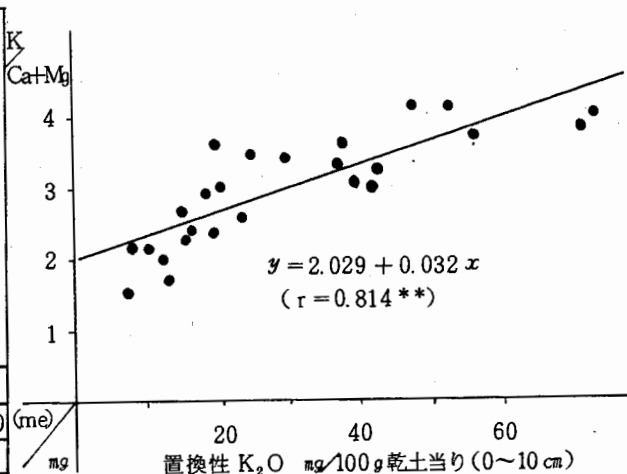
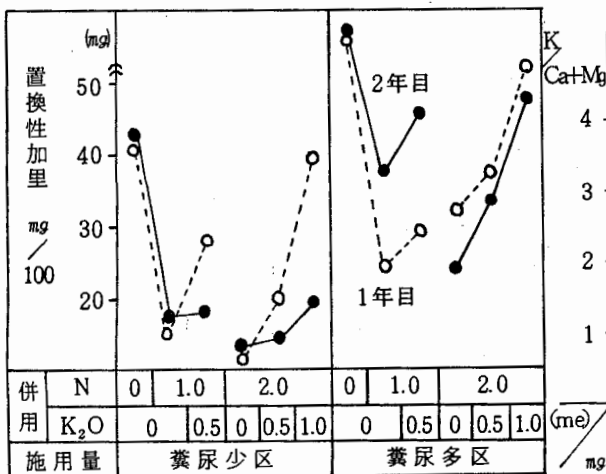
表-23 化学肥料の併用による土壌の化学性的変化

(跡地土壌 0~10cm)

区名	年次	併用 1 年 目					併用 2 年 目				
		置換性塩基 mg/100g			MgO / K ₂ O	有効りん酸	置換性塩基 mg/100g			MgO / K ₂ O	
		CaO	MgO	K ₂ O			CaO	MgO	K ₂ O		
糞尿少区		390	42.0	41.5	1.0	1.2	360	41.0	42.5	1.0	
化学肥料併用区	1	260	32.0	15.0	2.1	1.2	367	42.3	16.0	2.6	
	2	363	40.5	28.0	1.4	2.4	283	30.8	18.0	1.7	
	3	243	32.0	12.0	2.7	3.2	288	29.8	12.5	2.4	
	4	420	53.5	19.5	2.7	2.6	338	41.0	14.5	2.8	
	5	450	65.0	39.0	1.7	2.4	368	44.5	19.5	2.3	
糞尿多区		415	72.5	70.5	1.0	2.8	435	66.0	72.5	0.9	
化学肥料併用区	1	310	43.5	24.5	1.8	1.2	423	74.3	37.0	2.0	
	2	463	72.5	29.5	2.5	1.2	355	53.5	46.0	1.2	
	3	363	56.5	32.0	1.8	1.6	270	51.3	23.0	2.2	
	4	398	61.0	37.5	1.6	2.0	385	60.5	33.5	1.8	
	5	390	75.0	52.5	1.4	2.8	477	81.0	47.5	1.7	
BB212標区		260	25.0	10.0	2.5	3.2	275	17.0	7.5	2.3	
BB212多区							370	21.3	20.0	1.1	
BB211標区							245	32.0	7.0	4.6	

図-27 化学肥料併用による跡地土壌の変化 (0~10cm)

図-28 土壌の K₂O (mg) と牧草の K / Ca + Mg (me)



跡地土壌の置換性加里と牧草の加里含量及び K/Ca + Mg (me) の間には高い相関が認められ、牧草の K/Ca + Mg (me) を 2.2 に近づけるためには土壌の置換性加里は 10mg 程度におさ

える必要がある (図-28)。佐藤²³⁾は化学肥料の施用では土壌中の加里が 17mg / 100g 未満になる様に加里を施肥する必要があるとしている。

表-24 相 関 関 係

関	係	係 数	回 帰 式
(x)	(y)		
牧草の K ₂ O 含量(%)	と CaO 含量(%)	-0.671**	y = 0.624 - 0.061 x
"	と MgO "	-0.875**	y = 0.539 - 0.050 x
"	と K/Ca + Mg (me)	0.965**	y = -1.787 + 1.164 x
跡地土壌の K ₂ O (mg)	と 牧草の K ₂ O (%)	0.755**	y = 3.354 + 0.025 x
	と " K/Ca + Mg (me)	0.814**	y = 2.029 + 0.032 x
施肥 K ₂ O 量 (kg/a)	と 牧草の K ₂ O 含量(%)	0.773**	y = 2.773 + 0.427 x
	と " K/Ca + Mg (me)	0.753**	y = 1.455 + 0.515 x
施肥 K ₂ O / N 比	と " K/Ca + Mg (me)	0.728**	y = 1.343 + 1.494 x

2) 牛尿に対する化学肥料の併用について

(1) 牛尿と化学肥料併用による収量

牛尿施用 (原尿換算で a 当たり 300 kg、N 成分で 2 kg) に対する化学肥料の併用 (a 当り N 成分で 2 kg と 1 kg) による生草収量はそれぞれ約 700 kg と 600 kg であった。

牛尿施用に対する NPK の併用比率が 2-1-1 と 2-1-0 の収量差は約 5% で加里肥料の併用による増収効果は比較的少なく、これは牛尿の加里バランスが高いためと考²⁰⁾えられる。(表-25、図-29)

図-29 牛尿に対する化学肥料の併用と乾物収量 (kg/a)

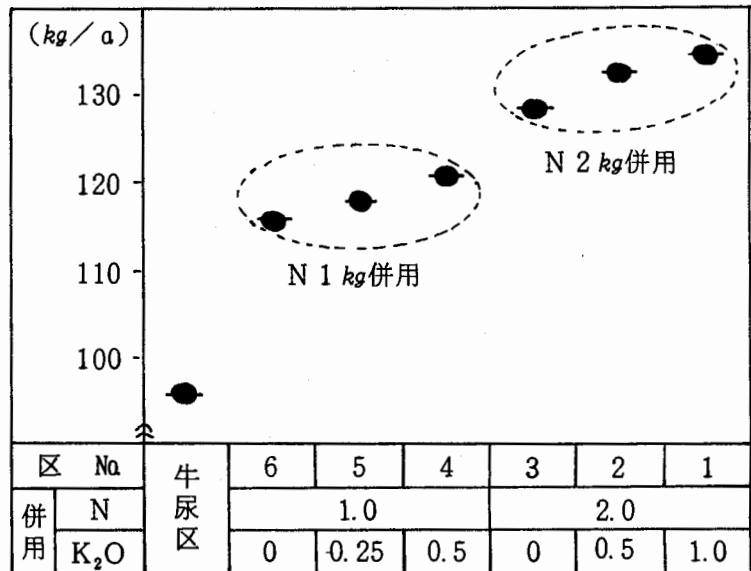


表-25 収 量 (kg/a)

年次 項目 区名	併用 1 年目			化学肥料併用 2 年目							2ヶ年平均			
	生草 収量	乾物 収量	指 数	生 草 収 量						乾物 収量	左 指数	乾物 収量	左 指数	
				6/7	7/8	8/17	10/14	合計	指数					
牛尿単用区	450.0	93.6	100.0	199.2	100.0	61.6	124.4	485.2	100.	97.1	100.	95.3	100.	
化学 肥料 併用 区	1	673.2	135.9	145.2	262.7	153.2	157.9	139.0	712.8	146.9	132.9	136.9	134.4	141.0
	2	658.3	132.2	141.2	248.2	148.4	158.3	144.5	699.4	144.1	132.3	136.3	132.3	138.8
	3	643.8	131.5	140.5	244.7	142.2	133.2	137.5	657.6	135.5	125.3	129.0	128.4	134.7
	4	556.8	115.8	123.7	241.1	126.2	112.3	149.6	629.2	129.7	125.4	129.1	120.6	126.5
	5	559.7	114.9	122.8	227.3	128.0	111.2	140.7	607.2	125.1	120.7	124.3	117.8	123.6
	6	549.0	112.3	120.0	232.0	128.2	103.4	132.9	596.5	122.9	118.1	121.6	115.2	120.9

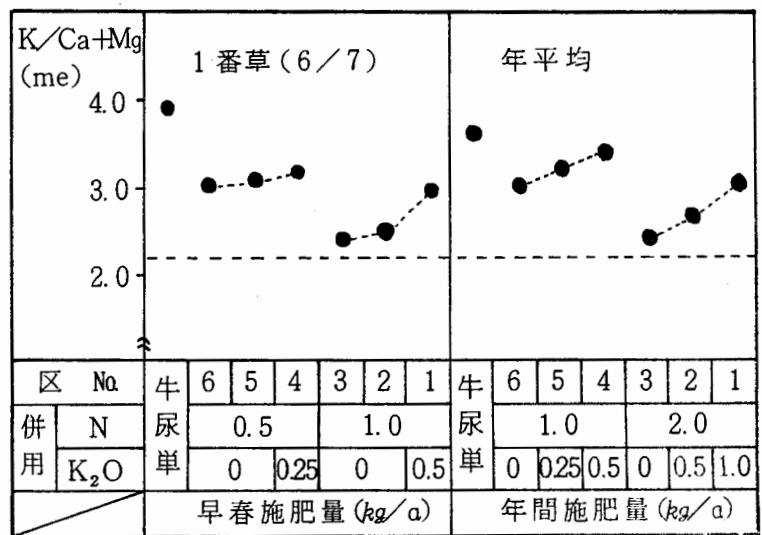
25) 北農試では液状厩肥の施用に対して、苦土石灰、過石、熔りん等の併用は増収効果を持つとしているが、本試験では苦土石灰の併用は増収を示さなかった。

(2) 牛尿と化学肥料の併用による無機成分

牛尿施用により牧草の無機成分はKの増加とCa、Mgの低下が認められ、K/Ca+Mg (me) は高まる傾向にある。

施肥(牛尿+化学肥料) K₂O/N比と牧草のK/Ca+Mg (me) 比の間には相関が認められ、牧草の無機成分バランス K/Ca+Mg (me) 比を2.2に近づける

図-30 牛尿と化学肥料の併用とK/Ca+Mg (me)



(併用 2 年目)

表-26 無機成分含量 (乾物%) とバランス

年次 成分 区名	併用 1 年目						併用 2 年目						相 関 々 係	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg		
牛尿単用区	2.20	0.64	4.50	0.39	0.34	3.10	1.84	0.61	4.34	0.31	0.29	3.64	K ₂ OとK/Ca+Mg(me) y = -1.328 + 1.035x (r = 0.755**) 施肥 K ₂ O/N比と K/Ca+Mg (me) y = 1.536 + 0.905x (r = 0.791**)	
化学 肥料 併用 区	1	2.66	0.63	4.22	0.41	0.36	2.75	2.42	0.62	4.15	0.34	0.34		3.04
	2	2.49	0.65	3.76	0.41	0.35	2.49	2.49	0.64	3.91	0.36	0.36		2.70
	3	2.55	0.67	3.48	0.42	0.38	2.18	2.26	0.65	3.67	0.37	0.38		2.43
	4	2.52	0.60	4.39	0.41	0.34	2.96	2.20	0.56	4.13	0.30	0.30		3.43
	5	2.45	0.60	4.14	0.41	0.34	2.79	2.16	0.58	4.17	0.32	0.32		3.24
	6	2.49	0.64	4.24	0.40	0.36	2.80	2.21	0.60	4.03	0.32	0.34		3.02

ためには、窒素肥料の併用を牛尿の窒素成分量と同等まで高め、化学肥料の三要素併用比率を2-1-0、または2-1-0.5とし、尿と化学肥料

による施肥成分全体の窒素と加里の比を1:1へ0.8となる様に化学肥料の併用を行なうことが必要である。また牛糞尿施用草地同様苦土石灰の施

用が必要であり、特に春のK施肥はさけた方がよい。¹⁶⁾(表-26、図-30)

(3) 牛尿と化学肥料併用による土壌の化学性
牛尿の連年施用により土壌の加里含量は高まり
MgO/K₂O 比は低下し、塩基間の不均衡が生ずる。
化学肥料の併用に当たり併用窒素量を増し、加里

比率を低下させることにより、牛尿単用に比べ、
加里の収奪に役立ち、加里含量を低下させ得るが
併用窒素2に対して加里が0.5以下の比率でない
と土壌に加里の蓄積が多くなる傾向にある。

(表-27、図-31)

表-27 土壌の化学性

年次 項目 区名	1 年 目 跡 地						2 年 目 跡 地					
	P H (H ₂ O)	置換性塩基mg/100g			有効 りん酸mg	MgO/ K ₂ O	P H (H ₂ O)	置換性塩基mg/100g			MgO/ K ₂ O	
		CaO	MgO	K ₂ O				CaO	MgO	K ₂ O		
牛尿単用区	6.37	320	29.0	24.5	1.8	1.18	6.30	318	33.0	43.0	0.8	
化学 肥料 併用 区	1	5.94	242	17.5	12.0	2.4	1.46	5.98	270	28.5	28.0	1.0
	2	5.80	215	19.0	8.5	1.2	2.24	6.04	258	21.3	15.5	1.4
	3	6.00	267	25.0	7.5	1.2	3.33	5.97	325	44.5	12.5	3.6
	4	5.90	250	19.0	18.5	0.8	1.03	5.95	276	23.0	28.0	0.8
	5	6.03	267	11.5	13.0	0.4	0.88	6.20	220	19.0	26.0	0.7
	6	6.02	250	34.0	15.5	1.6	2.19	6.27	368	54.8	26.0	2.1
相 関 係	土壌の置換性加里と牧草のK ₂ O含量						$y = 3.737 + 0.017x$ ($r = 0.590^{**}$)					
	K/Ca+Mg						$y = 2.421 + 0.026x$ ($r = 0.707^{**}$)					

(3) 鶏糞施用に対する化学肥料の併用
鶏糞 a 当たり 150 kg、300 kg に対する化
学肥料の併用法 (N 2 kg と P、K の加減)
と収量及び無機成分含量とバランスについ
てオーチャードグラスを用いて検討した。

(1) 鶏糞と化学肥料併用による収量

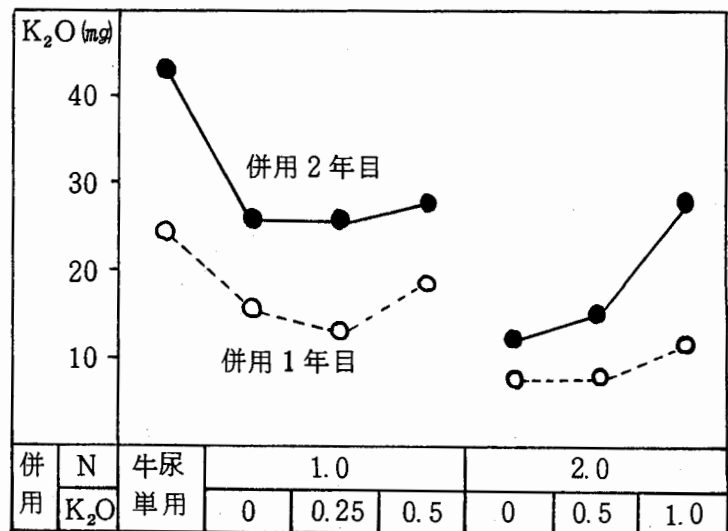
鶏糞 a 当たり 150 kg 施用による牧草生草
収量は 400 ~ 500 kg で、鶏糞 300 施用では
600 ~ 700 kg であった。

化学肥料窒素 2 kg 併用による乾物増収率
は鶏糞 150 kg 施用区 (N 成分で 3 kg) で約
50%、300 kg 施用区 (N 成分で 6 kg) では
約 20% であった。

磷酸、加里の併用の加減による収量は、K の併
用を増すほど収量が高まる傾向を示したが、a 当
たり 2 kg 併用と無加里の収量差は生草収量で約 13
%、乾物収量で約 7 % と少なかった。(表-28、
図-32)

^{26) 27)}
野村らは草地への追肥磷酸の肥効を高く評価し

図-31 化学肥料の併用による置換性加里の変化



ているが、a 当たり成分で 2.4 kg 以上施用した場
合の増収効果は少ないとしている。当試験でも鶏
糞を連年 a 当たり 150 kg (P₂O₅ 成分で 2.5 kg) 以
上の施用草地では磷酸の併用はオーチャードグラ
ス主体草の収量にあまり影響を及ぼさなかった。

表-28 収 量 (kg/a)

年次 項目 区名	併用 1 年目				化学肥料併用 2 年目								
	生草 収量	指 数	乾物 収量	指 数	生 草 収 量					乾 物			
					6/7	7/8	8/17	10/14	合計	指数	収量	指数	
鶏糞小区	498.8	100	104.2	100	208.7	53.0	67.8	77.0	406.5	100	91.9	100	
化学肥料併用区	1	770.0	154.4	141.6	135.9	286.0	138.9	164.8	140.0	729.7	179.5	141.8	155.7
	2	737.2	147.8	140.0	134.4	271.4	140.4	161.9	134.7	708.4	174.3	141.4	155.2
	3	701.2	140.6	134.9	129.5	279.6	128.3	149.5	126.2	683.6	168.2	139.1	152.7
	4	680.8	136.5	135.3	129.8	252.0	118.4	141.7	118.6	630.7	155.2	133.4	146.4
	5	697.7	139.9	135.4	129.9	275.7	135.3	150.7	138.9	700.6	172.3	143.0	157.0
鶏糞多区	716.2	100	138.2	100	258.7	101.0	126.0	117.7	603.4	100	124.7	100	
化学肥料併用区	1	856.3	119.6	153.9	111.4	324.3	167.0	198.9	163.3	853.5	141.4	162.3	130.2
	2	866.5	120.6	156.9	113.5	302.0	148.0	188.0	168.9	806.9	133.7	155.3	124.5
	3	865.3	120.8	157.5	114.0	288.7	152.3	201.0	163.4	805.4	133.5	156.0	125.1
	4	792.9	110.7	150.2	108.7	269.9	148.9	191.0	146.5	756.5	125.4	149.2	119.6
	5	828.1	115.6	145.9	105.6	294.0	162.2	183.3	162.2	802.2	132.9	155.4	124.6
BB肥料区	481.5	-	108.0	-	184.5	88.7	121.4	69.3	464.3	-	96.9	-	

(2) 鶏糞と化学肥料

図-32 鶏糞化学肥料併用と乾物収量 (kg/a)

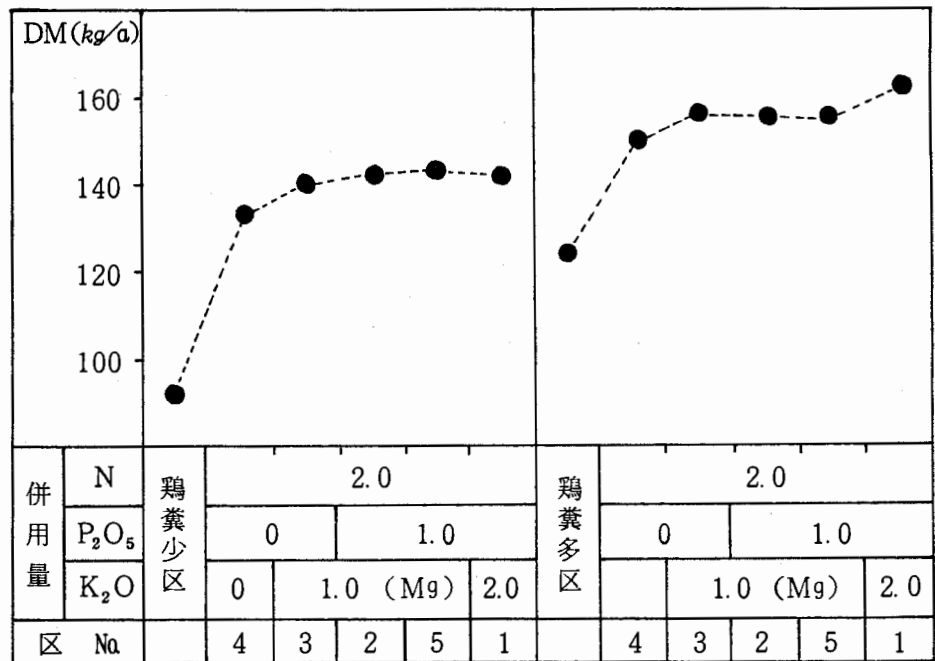
併用による無機成分

鶏糞の肥料成分はN、 P_2O_5 、CaOが高く K_2O が比較的低い構成を示す^{1) 2)}ため、鶏糞連年施用による牧草の無機成分含量は K_2O 含量の高まりが比較的少なく、Ca、Mgも比較的高く維持されるため、無機成分バランス $K/Ca+Mg$ (me)²⁸⁾の高まりは少ない。

化学肥料の併用により収量と $K/Ca+Mg$ (me)を望ましい値に近づける

ためには、Nと K_2O の併用比率を、a当たり鶏糞150kg施用では2対1、鶏糞300kg施用ではNだけの併用でよいと思われる。

また鶏糞施用では苦土石灰肥料の併用は無機成



分バランスの改善には効果を現わさず、鶏糞施用草地への苦土、石灰質肥料の施用は不要と考えられる。(表-29、図-33)

図-33 鶏糞・化学肥料の併用とK/Ca+Mg (me)

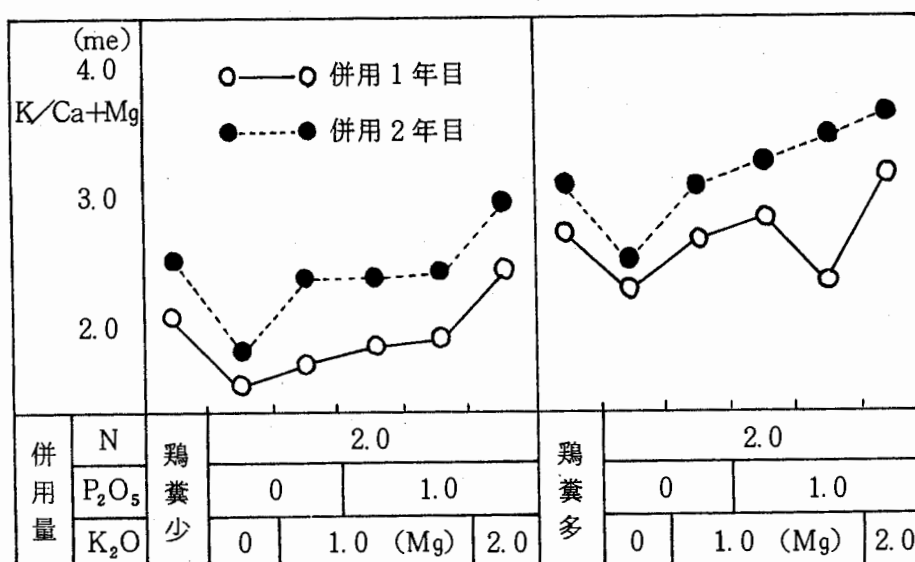


表-29 鶏糞・化学肥料併用と無機成分 (乾物%)

年次 区分	併用1年目 (年平均)						併用2年目 (年平均)						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K / Ca+Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K / Ca+Mg	
鶏糞少区	2.53	0.75	3.14	0.42	0.36	2.02	2.02	0.83	3.52	0.35	0.34	2.54	
化学肥料併用区	1	3.07	0.76	3.83	0.42	0.37	2.48	2.53	0.77	4.08	0.35	0.34	2.95
	2	2.93	0.79	3.07	0.46	0.38	1.85	2.57	0.79	3.60	0.40	0.36	2.37
	3	2.97	0.76	2.95	0.46	0.40	1.73	2.44	0.76	3.52	0.39	0.36	2.35
	4	3.10	0.77	2.55	0.47	0.39	1.50	2.67	0.78	2.95	0.41	0.39	1.85
	5	2.93	0.77	3.21	0.45	0.39	1.92	2.31	0.79	3.63	0.39	0.36	2.42
鶏糞多区	2.94	0.78	3.76	0.36	0.34	2.68	2.25	0.84	4.17	0.33	0.34	3.08	
化学肥料併用区	1	2.92	0.79	4.44	0.35	0.35	3.15	2.74	0.82	4.91	0.32	0.35	3.62
	2	2.87	0.77	4.08	0.37	0.37	2.83	2.74	0.81	4.55	0.33	0.36	3.25
	3	3.03	0.77	3.95	0.37	0.37	2.65	2.78	0.82	4.44	0.35	0.37	3.06
	4	3.09	0.77	3.49	0.40	0.37	2.33	2.71	0.82	3.96	0.39	0.40	2.50
	5	2.96	0.78	3.75	0.43	0.37	2.36	2.82	0.80	5.05	0.36	0.38	3.42
BB肥料区	2.20	0.80	3.36	0.37	0.38	2.22	1.92	0.80	3.59	0.43	0.38	2.23	
相関関係	牧草のK ₂ O含量とK/Ca+Mg (me)						$y = -0.731 + 0.864x$ (r=0.975**)						
	跡地土壌のK ₂ O (mg)と牧草のK ₂ O含量						$y = 3.244 + 0.039x$ (r=0.577**)						
	"とK/Ca+Mg (me)						$y = 1.956 + 0.041x$ (r=0.577**)						
	施肥K ₂ O量と牧草のK ₂ O含量						$y = 2.432 + 0.381x$ (r=0.921**)						

(3) 鶏糞と化学肥料併用による土壌の化学性
 鶏糞の施用により、土壌の置換性のCaO、MgO
 が高まりMgO/K₂O比が高く維持され、また有効
 態リン酸の高まりが顕著である。土壌の化学性や牧

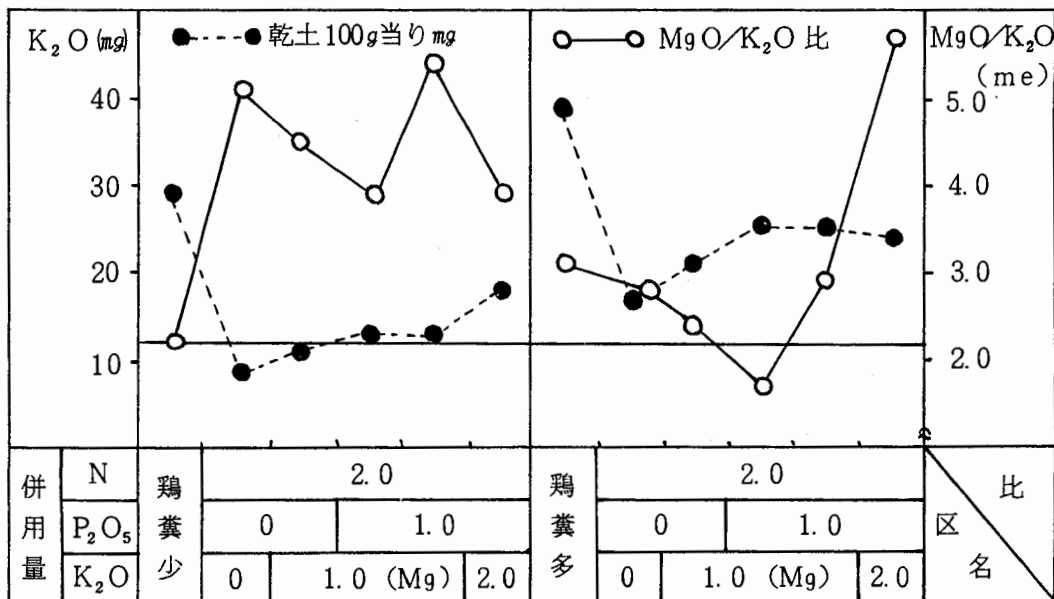
草の収量面から、鶏糞a当たり150kg以上連年施
 用草地への、追肥としての石灰、苦土質肥料と磷
 酸質肥料の施用は省略しても差しつかえないもの
 と考えられる。(表-30、図-34)

表-30 鶏糞と化学肥料併用による土壌の化学性

区名	項目	P H (H ₂ O)	置換性塩基 mg/100g			MgO/K ₂ O	有効りん酸 mg
			CaO	MgO	K ₂ O		
鶏糞少区		6.64	445	63.5	29.0	2.2	11.2
化併 学用 肥料区	1	6.52	507	70.8	18.0	3.9	34.2
	2	6.48	482	51.3	13.0	3.9	10.4
	3	6.39	457	49.0	11.0	4.5	16.4
	4	6.49	427	43.3	8.5	5.1	10.8
	5	6.51	597	70.8	13.0	5.4	17.0
鶏糞多区		7.10	805	119.0	39.0	3.1	31.4
化併 学用 肥料区	1	6.85	737	137.0	24.0	5.7	61.2
	2	6.28	507	43.3	25.5	1.7	16.0
	3	6.43	478	51.3	21.0	2.4	23.4
	4	6.39	500	48.0	17.0	2.8	21.6
	5	6.79	677	75.0	25.5	2.9	45.6
B B 肥料		5.95	275	17.0	7.5	2.3	2.4

(昭和51年10月末 0~10cm)

図-34 化学肥料の併用と土壌の置換性加里とMgO/K₂O比



3 小 括

(1) 牛糞尿に対する化学肥料の併用をNPの施用量とK肥料の併用比率を変えて、苦土入複合肥料を用いて、収量及び無機成分バランスについて検討した。

① 牛糞尿施用単地への加里肥料の併用による増収効果は比較的少ない。

② 糞尿連年施用牧草の無機成分含量はK含量が高く、Ca、Mgが低くなり、 $K/Ca + Mg$ (me)は高まり無機成分バランスが悪化する傾向を示す。

③ 糞尿多区 (a 当たり原糞尿 500 kg) では収量及び無機成分バランスの面からK肥料の併用は必要ない。

④ 糞尿少区 (a 当たり原糞尿 250 kg) では加里の併用比率を下げ、窒素の併用量を増すことにより $K/Ca + Mg$ (me)は改善される。

⑤ 施肥加里 (糞尿 + 化学肥料) 及び施肥 K_2O/N 比と牧草の $K/Ca + Mg$ (me) の間には相関々係が認められ、 $K/Ca + Mg$ (me) を基準値の 2.2 に近づけるためには、a 当たりの加里の年間施肥量を 2 kg 未満とし、窒素と加里の施肥成分比率を 1 対 0.7 以下とすることが必要である。

⑥ したがって、オーチャードグラス単一草地では糞尿による加里の施肥量が連年 a 当たり 2 kg を越える場合には加里肥料の併用を控え、NP 肥料の併用と苦土、石灰質肥料の施用が必要である。

⑦ 土壌の置換性加里と牧草の加里含量の間には $y = 3,354 + 0.025x$ 、 $K/Ca + Mg$ (me) の間には $y = 2,029 + 0.032x$ の関係があり、牧草の $K/Ca + Mg$ (me) を 2.2 に近づけるためには土壌の置換性加里が 10 mg 程度におさえる必要がある。

(2) 牛尿施用 (原尿換算で a 当たり 300 kg) に対する化学肥料の併用について検討した。

① 牛尿施用に対する NPK の併用比率を 2-1-1 と 2-1-0 の収量差は約 5% で加里肥料の併用による増収効果は少ない。

② 牛尿施用により $K/Ca + Mg$ (me) は高まる。牧草の無機成分バランス $K/Ca + Mg$ (me) 比を 2.2 に近づけるためには、化学肥料の三要素比率を 2-1-0 または 2-1-0.5 とし、尿と化学肥料による施肥成分全体の窒素と加里の比を 1:1 ~ 0.8 となる様に化学肥料の併用を行うこと。

(3) 鶏糞施用 (a 当たり 150 kg、300 kg) に対する化学肥料の併用法 (N 2 kg と P、K の加減) と収量及び無機成分含量とバランスについて検討した。

① 鶏糞 150 kg (N 成分で 3 kg) 施用に対する 300 kg 施用の増収率は 34% であり、化学肥料窒素 2 kg 併用による乾物増収率は 150 kg 施用区で 50%、300 kg 施用区で約 20% であった。

② P、K の併用の加減による収量は、K の併用を増すほど収量は高められたが、a 当たり 2 kg 併用と無加里の収量差は生草収量で 13%、乾物で約 7% であった。P の併用は鶏糞 a 当たり 150 kg (P O 成分で 2.5 kg) 以上の施用では収量に影響を及ぼさなかった。

③ 鶏糞施用による無機成分バランス $K/Ca + Mg$ (me) 比は比較的良好に維持されるが、化学肥料併用により収量増と $K/Ca + Mg$ (me) 比を望ましい値に近づけるためには、N と K_2O の併用比率を、鶏糞 a 当たり 150 kg 施用では 2 対 1、鶏糞 300 kg 施用では N だけの併用で良いと考えられる。

④ 鶏糞を a 当たり 150 kg 以上連年施用草地への追肥としての石灰、苦土、磷酸質肥料の施用

は省略しても差しつかえないものと考えられる。

III 要 約

家畜糞尿の施用限界量と多量施用の影響及び糞尿施用に対する化学肥料の併用法をオーチャードグラス草地を用いて検討した。

1 家畜糞尿を草地に連年施用する場合、収量及び草生密度維持の面からの施用限界量は α 当たり窒素成分量で10kg相当量（原尿1,250kg、原糞尿2,500kg、豚糞1,200kg、鶏糞800kg）である。

2 硝酸態窒素含量の面からの施用限界量はBRADLEYの0.22%を安全基準とすると、 α 当たり窒素成分量で牛尿、牛糞尿は約10kg、豚糞鶏糞は5~10kg相当量である。10 α 当たり成牛2頭分の糞尿の施用までは収量及び硝酸態窒素含量の面から可能である。また年間生草収量が α 当たり750kg以上の多収草は硝酸態窒素含量が0.22%を越す傾向を示した。

3 牛尿、牛糞尿の多量施用は土壌の加里の過剰蓄積をもたらし、塩基間の不均衡が生じるため、牧草中の無機成分含量はKが顕著に高まり、拮抗的にCa、Mが低下し、 $K/Ca+M$ (me)比は高まり、 Ca/P (%比)が低下し無機成分バランスを悪化させる傾向を示したので家畜への給与に当ってはCa、Mの補給に注意する。

豚糞は多量施用でもKの吸収が少なく、P、Ca、Mgが高く無機成分は良好に維持され、鶏糞の施用では無機成分含量とバランスは比較的良好であった。

4 牛糞尿、牛尿施用草地の牧草は加里含量が高くCa、M含量が低いため $K/Ca+M$ (me)などの無機成分バランスが悪化しているので、化学肥料の併用は、窒素に対する加里の併用比率を下げ、磷酸、苦土、石灰質肥料の施用が必要である。

また糞尿による加里の施肥成分量が連年 α 当たり2kgを越える場合には加里の併用を控えてよい。

5 鶏糞施用による牧草の無機成分とバランスは比較的良好である。

鶏糞 α 当たり150kg (P_2O_5 成分で2.5kg)以上の施用ではPの併用は収量に影響を及ぼさなかった。

収量増と無機成分バランスを良く維持するためには、鶏糞施用に対する化学肥料の併用は、鶏糞 α 当たり150kg施用草地への窒素と加里の比を2:1、300kg施用草地では窒素だけの併用で良いと考えられる。

IV 参考文献

- 1) 中央畜産会 家畜糞尿処理利用の実際とその知識 1969
- 2) 蟻川浩一 家畜糞尿の土壌還元を目安畜産コンサルタント 1973 No.106
- 3) 牧俊郎 岡部竜悦(石川畜試)、家畜(乳牛)糞尿の多量施用試験 第6回家畜糞尿処理利用研究会資料 1974
- 4) 阿部功(宮城畜試) 牧草栽培における牛尿の施用に関する試験 昭和48年度東北地域試験研究専門別(草地、飼料作)打合せ会議資料
- 5) 野本貞夫(埼玉畜試) 飼料作物等に起因する乳牛の硝酸塩中毒に関する研究 埼玉畜試研資50-1
- 6) 吉野実 牧草における硝酸集積の実態と家畜の硝酸中毒、畜産の研究 Vol.27-4 1973
- 7) 沢村浩ほか(北海道農試) 糞尿および処理物の土地還元利用 第6回家畜糞尿処理利用研究会資料 1974
- 8) 池田弘・塩各哲夫・窪田哲夫(農事試) 厩肥の液状利用に関する研究 第6回家畜糞尿処理利用研究会資料 1974

- 9) 香川義男 (神奈川畜試) 糞尿多施用畑のエサ作りと給与 酪農事情33 1973
- 10) 桂勇・高橋鴻七郎 (東北農試) 窒素施用量がオーチャードグラスの硝酸態窒素含量に及ぼす影響 昭和47年度東北地域試験研究専門別 (草地飼料作) 打合せ会議資料
- 11) 桂勇・高橋鴻七郎 (東北農試) 牧草々種の収量性と硝酸塩蓄積 昭和50年度東北地域試験研究専門別 (草地、飼料作) 打合せ会議資料
- 12) 原田勇 牧草の栄養と施肥 養賢堂
- 13) 橋本秀教 家畜糞尿の大量連続施用の問題点 畜産の研究 Vol130-1 1975
- 14) 佐藤勝郎 (岩手畜試) 加里の施用量が各草種のミネラル含量に及ぼす影響 昭和48年岩手県畜試試験成績書、
- 15) 川島良治 牛のミネラル栄養 畜産の研究 Vol 23-2、3 1969
- 16) 尾形保 家畜糞尿の施用と草生 ほ場と土壤 Vol 7-10、11
- 17) 百瀬清昭・太田金一 (山形畜試) 家畜糞尿の作物別利用法に関する試験 昭和50年度東北地域試験研究専門別 (草地、飼料作) 打合せ会議資料
- 18) 三浦正行・宇和野克行・阿部功 (宮城畜試) 牧草栽培における生鶏糞の施用に関する試験 昭和48年度冬期東北地域試験研究専門別 (草地、飼料作)
- 19) 梅津頼三郎 イネ科飼料作物中の硝酸態窒素に関する栽培学的研究 大分県畜試草地部報告 第1号 1970
- 20) 落合昭吾 (岩手畜試) 三要素の比率が牧草生産に及ぼす影響に関する試験 昭和51年度東北地域試験研究専門別 (草地、飼料作) 打合せ会議資料
- 21) 坂本晃・野村忠弘・広田千秋 (青森畜試) 牧草地に対する家畜糞尿の還元方法に関する試験 昭和50年度東北地域試験研究専門別 (草地、飼料作) 打合せ会議資料
- 22) 尾形保 環境汚染と農業 博友社 1975
- 23) 佐藤勝郎 (岩手畜試) 苦土と加里の施用量がオーチャードグラスのミネラル含量に及ぼす影響 昭和51年度東北地域試験研究専門別 (草地、飼料作) 打合せ会議資料
- 25) (北農試) 採草地における液状きゅう肥施用技術の確立 昭和51年度専門別 (草地、飼料作) 総括検討会資料 (1~2) 1977.3
- 26) 野村忠弘・坂本晃・広田千秋 (青森畜試) 厩肥、石灰、燐酸多量による牧草多収基盤の造成と維持 昭和47年度東北地域試験研究専門別 (草地 飼料作) 打合せ会議資料
- 27) 野村忠弘・坂本晃・広田千秋 (青森畜試) 福士郁夫・吉川芳秋・佐藤公一・今孝三 (秋田畜試) 斉藤孝夫、高玉精一・秋元武蔵 (宮城畜試) 熔燐による草地改良試験 昭和47年度東北地域試験研究専門別 (草地、飼料作) 打合せ会議資料
- 28) 久根崎久三・佐藤勝郎・落合昭吾・伊藤陸郎 (岩手畜試) 糞尿施用草地への化学肥料の併用法について 日本畜産学会東北支部会報 Vol 27-2 1977