

鉍質畑土壤の飼料作物に対する牛ふん施用 効果に関する研究

原田昭彦・池宗勝三郎・中藪正之・栗本省二*

要 約

原田昭彦・池宗勝三郎・中藪正之・栗本省二(1976)：鉍質畑土壤の飼料作物に対する牛ふん施用効果に関する研究。広島農試報告 37：83～96

鉍質土壤に対する牛ふんの施用効果について知見を得るため、飼料作物に対する肥効と土壤の理化学的性質の変化について検討した。ソルガム～ライ麦体系において、年間 α 当り4.6 tの乳牛ふんを3年間連用しても生育障害は認められず、収量は牛ふんの増施につれて増収した。牛ふん施用によって土壤中の置換性塩基は著しく富化した、その構成比には著しい変化を認めなかった。また、年間 α 当り3.2 t程度の牛ふん施用により土壤は著しく膨軟になり、生長有効水分量もかなり増加したが、土壤浸透能や易耕性の改善に対しては大きな期待がもてなかった。牛ふん施用の増加につれて作物体の硝酸態窒素の増加が認められた。また、ソルガムでは、グラスタナー症に関係があるとされる $K/(Ca+Mg)$ 比も大きくなる傾向が認められた。鉍質畑土壤のソルガム～ライ麦体系における牛ふん施用量の上限は、ソルガムに対して α 当り1.5～2 t、ライ麦に対して0.4～0.5 tと考えられた。また、牛ふん中成分を栽培作物により有効に利用するには、年間 α 当り1 t程度の施用が好ましいと考えられた。

I 緒 言

従来、家畜の排泄物はわらや草木などの粗大有機物と混合堆積したものを厩肥として耕地に還元するのが一般的であった。しかし、最近では家畜飼養の規模拡大が進み、農地をはなれた飼養が増えたことや、農家労働力の不足によって厩肥の製造・運搬・施用などが著しく困難になったことなどのため、耕地に対する厩肥での家畜排泄物還元は激減しつつある。その結果、大部分の家畜排泄物は生ふん状態のまま限られた耕地へ還元するか、耕地還元せずに浄化や焼却処理を余儀なくされている現状にある。そして、このような人為処理のできない排泄物は悪臭や水質汚濁などの公害源にさえなっている場合も少なくない。

一方、地力保全基本調査結果¹⁵⁾によれば、県下農耕地のうち土壤的な生産制限因子、阻害因子および土壤悪化の危険性のない良好な耕地は皆無に近く、とくに普通畑の68%を越える大部分は土壤養分が少なく、過乾のおそれが大きく、浅耕土で耕起碎土が困難であり、侵食を受けやすいなど、数多くの強い生産阻害要因をもつことが示されている。そして、これらの阻害要因を除去する

実際的手段として、塩基類やりん酸の増施、土層改良などと併せて有機物の施用がきわめて有効かつ重要であるとされている。

このような背景から、家畜排泄物を地力の維持増進のため、肥料および有機物資源として農耕地へ還元することの重要性が、その合理的処理の必要性とあいまって、最近とくに強調されるようになってきた。家畜排泄物の土地還元に関しては、ここ10年来数多くの研究が実施され、その成果も蓄積されてきた¹⁴⁾。しかし、作物の生育・収量・品質や土壤成分・理化学性への影響など家畜排泄物施用に伴う問題は広範多岐にわたるため、未だ残された課題が少なくない。

そこで、本研究は県下に広く分布するせき薄な鉍質畑土壤に対する牛生ふんの施用効果について知見を得るため、飼料作物に対する肥効と土壤の理化学的性質の変化について検討したので、その結果について報告する。

II 試 験 方 法

試験は供試作物として夏作にスイートソルガム、冬作にライ麦を用い、広島農試高冷地試験地において、1970年から'72年までの3年間に6作実施した。いずれの作物も畦幅60cm、播幅15cmとし、ソルガムは α 当り0.2kg

* 現広島県立畜産試験場

を5月下旬に、ライ麦はa当り 0.5kgを10月中旬に播種した。刈取りは、ソルガムは8月上旬と9月下旬の2回、ライ麦は5月中旬に行なった。試験圃場の土壌は流もん岩に由来する強粘質で腐植を「含む」せき薄な鉱質土壌で、その一般的理化学性は第1表のとおりである。各試験区の面積は15㎡で、2反復とした。

試験区の構成は第2表に示すとおり、牛ふん多量・中量・少量の各施用区と化学肥料（三要素と炭カル）のみを施用した対照区、さらに期間中に肥料や石灰質資材をまったく施用しなかった無肥料区を設けた。なお、2年目に牛ふん施用の各処理区を二分し、無肥料栽培の残効区を追加した。牛ふんは全量基肥として表層に全面散布後、深さ15cmに耕起しすき込んだ。供試牛ふんはほぼ新鮮に近い乳牛のもので、成分含量は、水分81.5%、N 0.49%、P₂O₅ 0.36%、K₂O 0.34%、CaO 0.50%、MgO 0.30%であった。

なお、土壌および作物体の分析法はつぎのとおりである。

〔土壌関係〕

化学性：地力保全基本調基における分析法による。

pF水分率：100mlの金属円筒で採土し、pF1.5は土柱法、pF2.0は吸引法、pF 3.0, 4.2は遠心法によった。

コンシステンシー：日本工業規格による。

インタークレート：シリンダー法による⁵⁾。

ただし、浸入水円筒は直径30cm、高さ30cmのものを、緩衝水円筒は直径59cm、高さ30cmのものを使用した。測定時の円筒内水深は10cm±1cm、円筒打込みの深さは10cm、浸入水量の測定時間は90分とした。

〔作物体関係〕

全窒素：ガンニング氏変法による。

硝酸態窒素：森らの方法¹³⁾に準じて、熱水抽出後フェノール硫酸法による。

りん酸：灰化、けい酸分離後バナドモリブデン酸法による。

加里：灰化、けい酸分離後炎光光度法による。

石灰および苦土：灰化、けい酸分離後原子吸光光度法による。

Ⅲ 試験結果

1. ソルガムおよびライ麦の生育と収量

生育 観察によれば、牛ふん施用各区の発芽ならびに初期生育時の障害はまったく認められなかった。牛ふん施用各区は対照区に比べ、発芽期が2～3日早まり、発芽率が良く、また草丈の伸長も初期より順調であった。しかし、ソルガム1番刈後の牛ふん施用区の草丈は対照区に比べ大差を認めなかった。なお、ライ麦は刈取時に

第1表 供試土壌の性質

層位	深さ (cm)	pH (H ₂ O)	T—C (%)	T—N (%)	C/N	CEC (me)	置換性塩基 (mg/100g)			塩基飽和度 (%)	りん酸吸収係数	トルオーグリン酸 (mg/100g)	土性
							CaO	MgO	K ₂ O				
1	0~14	6.8	1.72	0.17	10.1	14.0	228.0	42.3	34.7	77.9	1,010	32.7	LiC
2	14~40	5.1	0.41	0.05	8.2	10.1	90.6	8.5	12.8	38.6	960	4.3	LiC

注) 採土時期 1970年5月(試験前)

第2表 試験区の構成と処理内容

(kg/a)

試験区名	夏作 ソルガム				冬作 ライ麦			
	牛ふん 施用量	成分量			牛ふん 施用量	成分量		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
対照区	—	(3.5)	(2.0)	(3.5)	—	(1.0)	(0.6)	(0.7)
無肥料区	—	—	—	—	—	—	—	—
牛ふん少量区	600	2.9	2.2	2.0	314	1.5	1.1	1.1
牛ふん中量区	2,625	12.9	9.5	8.9	612	3.0	2.2	2.1
牛ふん多量区	3,571	17.5	12.9	12.1	1,020	5.0	3.7	3.5

注) ()は化学肥料による成分量

牛ふん多量区および中量区で毎年かなりの倒伏がみられたが、ソルガムではいずれの試験区でもほとんど倒伏を認めなかった。

収量 収量調査の結果は第3表に示すとおりである。この結果によれば、ソルガム、ライ麦のいずれも牛ふん施用の効果は明らかに認められる。すなわち、牛ふん施用量の多いほど増収し、とくに多量区と中量区において顕著である。この場合、対照区に対する収量指数は各作物とも作数を重ねるにつれて増加の傾向を示し、多量区と中量区の第4作目以降は200～250の高水準にまで達した。また、牛ふん少量区は施用窒素成分量が対照区と同程度であるにもかかわらず、第3作目以降の収量は対照区よりもかなり多収となった。

ソルガムの刈取回数別の収量は、対照区の場合1番刈りに比べ2番刈りが著しく多いのに反し、牛ふん施用の各区では第1作を除き1番刈りの方が多収となっているのが特徴である(第4表)。このことは、牛ふんを全量基

肥としたため、これの肥効が施用初期に発現しやすいことに起因するものと考えられる。

一方、残効区の収量は無肥料区に比べ著しく多収を示した。その程度は牛ふん施用量の多かった区ほど大で、多量残効区で3～4倍、中量残効区で2～3倍、少量残効区で約2倍といずれも無肥料区より多収であった。

2. 土壌の化学性

土壌の反応および置換性塩基 土壌の反応および置換性塩基を第5表および第1図に示した。表土の水浸pHは試験期間中7.0～7.7とかなり高い水準で経過した。その程度は牛ふん施用量および施用歴による差異をほとんど認めなかった。

また、下層土の水浸pHは表土に比べて明らかに低いが、対照区に比べ牛ふん施用各区は1前後高くなっており、牛ふん施用が下層土にまで影響していることがうかがえる。

第3表 ソルガムおよびライ麦収量の推移

試験区名	乾物収量 (kg/a)						収量比					
	ソルガム			ライ麦			ソルガム			ライ麦		
	第1作	第3作	第5作	第2作	第4作	第6作	第1作	第3作	第5作	第2作	第4作	第6作
対照区	100	101	92	84	36	31	100	100	100	100	100	100
無肥料区	28	28	27	21	8	9	28	28	29	25	21	30
牛ふん少量区	80	134	133	53	67	34	80	133	145	62	188	112
牛ふん中量区	132	171	175	84	76	65	132	170	191	100	213	212
牛ふん多量区	134	185	189	95	84	76	134	184	207	112	236	246
少量残効区	—	53	50	—	14	16	—	53	55	—	39	51
中量残効区	—	79	60	—	21	21	—	79	66	—	59	67
多量残効区	—	104	74	—	34	29	—	104	80	—	96	95

第4表 ソルガムの刈取り時期別収量

(乾物kg/a)

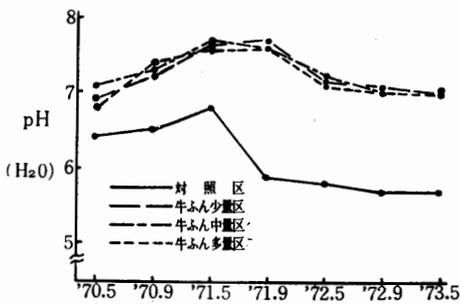
試験区名	1番刈り			2番刈り		
	第1作	第3作	第5作	第1作	第3作	第5作
	対照区	28	40	26	72	61
無肥料区	5	17	10	23	11	17
牛ふん少量区	21	82	64	59	52	69
牛ふん中量区	52	94	87	80	77	88
牛ふん多量区	56	101	92	78	84	97
少量残効区	—	24	22	—	29	28
中量残効区	—	41	24	—	38	36
多量残効区	—	55	31	—	49	43

表土の塩基置換容量は牛ふん施用量の増加につれて増大しており、施用前に比べ終了時には多量区で約2倍、中量区で1.6倍、少量区で1.3倍となっている。しかし、残効区では牛ふん施用により一旦増大した影響が、多量および中量施用で2年後もかなり残っていたが、少量施用では対照区と同程度にまで再び低下した。また、置換性塩基はいずれも牛ふんの増施とともに著しい増加傾向を示し、終了時のその量を対照区に比べれば、牛ふん多量区で約3倍、中量区で約2倍、少量区で約1.5倍となっている。

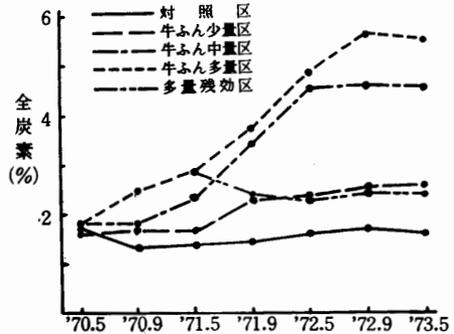
しかし、牛ふん施用各区の置換性塩基は、単純に積算的な増加傾向をとらず、いずれもおよそ施用3作目がピークとなり、その後は苦土のように増減のほとんどないものと、石灰・加里のように減少傾向をたどるものと2つに分れた(第2図)。一方、残効区の置換性塩基は、いずれも減少傾向を示すが、この場合石灰・苦土は2年後においてもなお牛ふん施用前より多いのに反し、加里

は牛ふん施用中止後1作目ですでに施用前と同程度にまで減少した。つまり、牛ふんを施用又は中止した場合の置換性塩基の動向は、石灰・苦土に比べ加里の増減幅の大きいことが特徴である。上述のように牛ふん施用により塩基置換容量および置換性塩基のいずれも増加するが、後者の増加程度がより大であるため、塩基飽和度は各施用区とも対照区より高くなった。

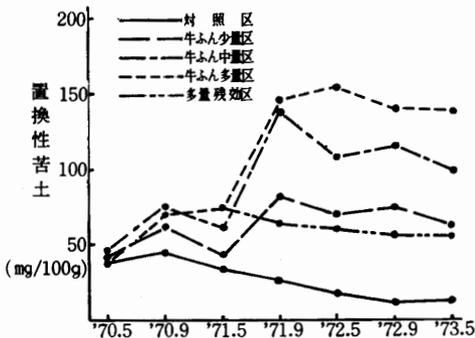
全炭素および全窒素 土壌の全炭素および全窒素は第5表および第3図に示すとおりである。表層土の全炭素は牛ふん施用の増施とともに増加し、3年間牛ふんを施用した跡地の全炭素量は、多量区5.64%、中量区4.60%、少量区2.61%で試験開始前の1.72%に対して、それぞれ3.3倍、2.7倍、1.5倍の増加であった。試験開始以降に施用した牛ふん量と炭素含量の増加量から、二、三の仮定に基づいて、施用炭素の土壤集積率を示すと第6表のとおりである。集積率は多量区で約31%、中量区で約38%、少量区で約43%で、明らかに牛ふん施用量の多少に



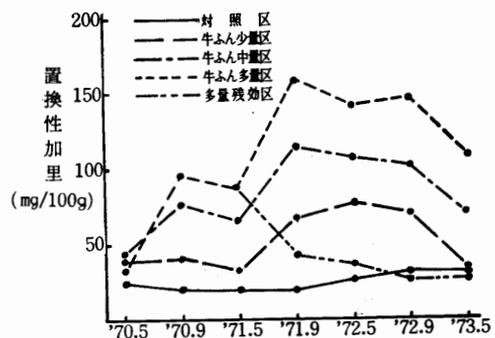
第1図 pHの経時変化



第3図 全炭素の経時変化



第2図 置換性塩基の経時変化



第5表 跡地土壌の化学的性質

試験区名	pH (H ₂ O)	置換酸 度(Y ₁)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	C E C (me)	置換性塩基 (mg/100g)			塩基飽和 度 (%)	MgO K ₂ O (mg/ 100g)	トルオー グリン酸 (mg/ 100g)
							CaO	MgO	K ₂ O			
対 照 区	5.7 (5.0)	3.7 (15.8)	1.56 (0.49)	0.14 (0.06)	11.1 (8.2)	16.0 (13.2)	152.9 (58.7)	13.5 (11.4)	31.4 (17.4)	43.1 (23.5)	1.0 (1.5)	24.3 (1.2)
無肥料区	7.0 (5.0)	0.2 (18.1)	1.28 (0.41)	0.12 (0.05)	10.7 (8.2)	15.9 (12.7)	289.3 (70.4)	37.3 (10.9)	13.2 (12.7)	78.6 (26.0)	6.6 (2.0)	18.8 (1.2)
牛ふん 少量区	7.0 (6.0)	0.3 (3.5)	2.61 (0.53)	0.20 (0.07)	13.1 (7.6)	18.7 (12.9)	326.9 (164.3)	62.7 (23.3)	33.6 (8.8)	82.9 (56.6)	4.4 (6.2)	53.0 (2.0)
牛ふん 中量区	7.0 (5.4)	0.7 (7.6)	4.60 (0.51)	0.39 (0.07)	11.8 (7.3)	22.7 (12.6)	435.3 (100.1)	96.4 (29.0)	72.1 (38.8)	96.0 (46.0)	3.1 (1.7)	161.6 (3.5)
牛ふん 多量区	7.0 (6.4)	0.7 (0.2)	5.64 (0.51)	0.47 (0.07)	12.0 (7.3)	28.3 (13.4)	536.7 (139.9)	137.8 (38.9)	108.3 (113.9)	99.6 (53.7)	3.0 (0.8)	185.4 (5.9)
少量残 効区	7.1 (4.9)	0.3 (18.3)	1.60 (0.38)	0.15 (0.05)	10.7 (7.6)	15.8 (11.9)	290.6 (59.9)	46.1 (10.7)	12.7 (10.5)	82.3 (23.5)	8.5 (2.4)	24.6 (1.2)
中量残 効区	7.1 (5.6)	0.3 (0.3)	1.83 (0.40)	0.16 (0.05)	11.4 (8.0)	16.8 (12.4)	312.5 (130.7)	49.2 (16.6)	17.1 (8.3)	82.7 (46.0)	6.7 (4.7)	31.6 (1.6)
多量残 効区	7.1 (6.3)	0.4 (0.9)	2.29 (0.42)	0.20 (0.05)	11.5 (8.4)	19.2 (12.5)	341.7 (145.1)	58.0 (22.8)	27.2 (9.1)	81.8 (52.0)	5.0 (5.9)	49.6 (3.1)

注) * 塩基飽和度には Na₂O を含まない。

** 当量比

上段は表土(0~14cm)・下段()内は下層土(14~30cm), 採土時期 1973年5月

より集積率の異なることが示されている。

全窒素も全炭素と同様牛ふんの施用量に応じて増加し、試験開始前の0.17%に対して、多量区0.47%、中量区0.39%、少量区0.23%となり、それぞれ2.8倍、2.3倍、1.4倍の増加であった。したがって、炭素率は牛ふん施用による変化をほとんど認めなかった。

なお、牛ふん施用各区の全窒素の集積推移を第4図に示した。これによれば、全窒素が0.35%前後までは、牛ふん窒素の70~80%が土壌中に集積するが、その後の集積程度は次第に緩慢となる傾向を示した。

このように牛ふん施用により増加した全炭素および全窒素は、これの施用を中止すれば漸次減少する。その程度は、多量残効区および中量残効区では、一旦増加した

量の影響が施用中止2年経過後も残るのに反し、少量残効区では、中止後半年~1年でおおむね試験開始時の量にまで減少した。

一方、下層土の全炭素および全窒素は牛ふん施用各区とも試験開始時に比べ、同程度かごく僅か増加したに過ぎず、表層土より牛ふん施用の影響が少ないことを示している。

有効態りん酸 跡地土壌の有効態りん酸としてトルオーグ法による測定結果を第5表に示した。試験開始時の有効態りん酸は圃場前歴の影響をうけて、約33mgと高い水準にあったが、牛ふん施用量に応じてさらに著しく増加し、多量区で185mg、中量区で162mg、少量区で53mgとなり、開始前に比べそれぞれ5.9倍、5.2倍、2.2倍の増

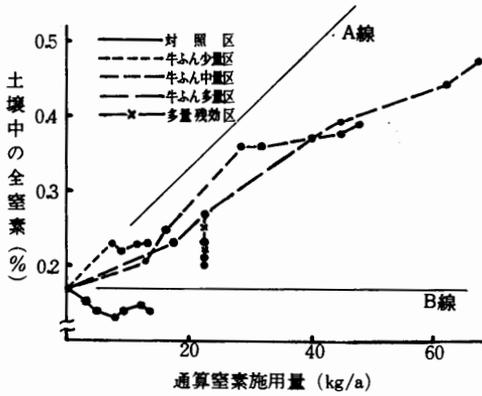
第6表 牛ふん中炭素の集積率

試験区名	牛ふん総施用量 (kg/a)	同左炭素量 (kg/a)	跡地土壌の炭素 量 (kg/a)	土壌の炭素増加 量 (kg/a)	施用炭素の集積 率 (%)
牛ふん少量区	2,742	217	358	93	42.9
牛ふん中量区	9,771	767	554	289	37.7
牛ふん多量区	13,773	1,088	600	335	30.8

注) 1. 牛ふんの炭素含量は7.9% (対乾物42.9%)として算出した。

2. 土壌量は深さ14cm, 容積重は試験開始時1.10, 試験終了時の多量区0.76, 中量区0.86, 少量区0.98として算出した。

加であった。また、下層土の有効態りん酸は牛ふん施用によりほとんど変化を認めなかった。



第4図 土壌中の全窒素の集積

注) A線は吸収流亡がなかった場合の仮定値(仮比重0.9、深さ14cm)
B線は試験開始時の値
分析は各作収穫後

3. 土壌の理化学性

土壌孔隙 牛ふん施用各区および対照区の第6作跡地について、表土の孔隙率および容積重を測定した結果は

第7表のとおりである。牛ふんの施用又は施用量の増加につれて、容積重は減少し、逆に全孔隙率が増加しており、牛ふん施用により仮比重の小さい軽しょうな土壌に変化していることを示している。しかし、孔隙の大きさ別の分布は牛ふん施用によりかなり異なっている。すなわち、 $<pF1.5$ の非毛管孔隙率は牛ふん施用によって、 $1\sim2\%$ と僅かに減少しているが、貯水能に関係のある $<pF3.0$ の孔隙率は牛ふん多量区で 12% 、中量区で 10% 、少量区で 3% とそれぞれ対照区より増加している。さらに、土壌粒子と強く結合していると考えられる $>pF4.2$ の孔隙率は非毛管孔隙と同様対照区よりも僅かに減少している。したがって、孔隙のうち生長有効水分を規制する $pF1.5\sim3.0$ の孔隙が、牛ふん施用によって著しく増加していることがうかがえる。すなわち、牛ふん施用によって約 $2\sim4$ 倍に生長有効水分量が増加しているのが特徴である。

土壌のコンシステンシー 土壌の液性限界・塑性限界・収縮限界などは、粘質な鉱質土壌における機械作業にとって重要な指標となる。そこで、第4作の期間中に採土し、これらを測定した結果を第8表に示した。これによると、牛ふん施用量が増加するにつれて、液性限界(LL)・塑性限界(PL)・収縮限界(SL)などいずれも多水分側に移行し、とくに牛ふん多量区では、対

第7表 土 壌 の 容 積 重 と 孔 隙 率

試験区名	容積重 (g/ml)	真比重 (g/ml)	固相率 (%)	孔 隙 率 (%)				生長有効水分量 (%)	
				全孔隙	$<pF1.5$	$<pF2.0$	$<pF3.0$		$>pF4.2$
対 照 区	1.07	2.63	40.5	59.5	17.7	21.4	22.7	31.6	5.0
牛ふん少量区	0.98	2.56	38.2	61.8	17.0	21.8	25.5	30.7	8.5
牛ふん中量区	0.86	2.52	33.9	66.1	16.5	29.3	33.1	26.0	16.6
牛ふん多量区	0.76	2.49	30.5	69.5	15.3	28.9	34.1	26.2	18.8

注) 1. 採土時期は第6作収穫後、採土部位は $0\sim14$ cm
2. 生長有効水分量は $pF1.5\sim3.0$ とした。

第8表 土 壌 の コ ン シ ス テ ン シ ー

試験区名	液性限界	塑性限界	塑性指数	流動指数	LL/ PL	PLに相当する pF	収縮限界	PL— SL (%)	収 縮 比 R
	LL(%)	PL(%)	PI(%)	If(%)			SL(%)		
対 照 区	51.5	28.7	22.8	5.8	1.79	—	18.0	10.7	1.64
牛ふん少量区	56.2	31.6	24.6	16.5	1.78	3.9	19.3	12.6	1.65
牛ふん中量区	60.8	35.5	25.3	19.6	1.71	2.3	21.8	13.7	1.64
牛ふん多量区	84.3	50.8	33.5	30.8	1.66	1.6	32.0	18.8	1.37

注) 採土時期は第4作播種後29日目、採土部位は $0\sim10$ cm

照区よりもそれぞれ、33%、22%、14%と著しく増加している。このため、機械作業の好適水分範囲を示す一指標とされているPL-SL水分も、牛ふん施用量の増加にしたがい増大している。

土壌の浸透能 土壌の浸透能（浸入強度）は、傾斜畑で発現しやすい土壌侵食を規制する土壌要因の一つと考えられている。そこで、第4作跡地について、牛ふん施用が浸透能におよぼす影響を知るため、インタークレートを測定し、結果を第9表に示した。供試圃場の浸透能はベーシックインタークレートで40mm/h前後とやや不良である。観察によると、牛ふん施用により明らかに土壌が膨軟になり、浸透能の向上が予測されたが、測定の結果浸透能の向上は僅かで、多量区58mm/h（ベーシックインタークレート）、少量区51mm/h、多量残効区41mm/hであった。これは、後述するように牛ふん中に含有された1価カチオンの影響により、土粒子が分散し膨潤するため浸透能の向上が抑制されたのではないかと考えられる。

第9表 土壌のインタークレート

試験区名	D = CT ^a		ベーシックインタークレート (mm/h)
	C	n	
対 照 区	8.84	0.611	38.9
牛ふん少量区	5.69	0.703	51.4
牛ふん多量区	6.82	0.694	57.6
多量残効区	5.87	0.668	40.5

注) 測定時期は第4作の収穫後

4. 作物体の無機成分

無機成分含有率 供試作物を収穫時に採取し、これらの無機成分含有率を分析した結果は第10表に示すとおりである。本結果によれば、硝酸態窒素、りん酸および加里は牛ふんの増施とともに増加しており、とくに多量区および中量区において高い含有率を示している。一方、牛ふん施用区の石灰および苦土は対照区に比べ同等か減少の傾向がみられる。したがって、 $K/(Ca+Mg)$ は牛ふん施用により高まり、さらに牛ふん増施とともに高まる傾向が認められる。

また、残効区の各無機成分はおおむね対照区と同等の含有率を示すが、ただりん酸は対照区よりもかなり高く、牛ふんにより施用されたりん酸が他の無機成分に比べ肥効の持続性が長いことがうかがわれる。

無機成分吸収量 各無機成分の3年間合計吸収量を第

11表に示した。これによれば、いずれの無機成分も牛ふんの増施につれて増大しているが、特にりん酸と加里が他成分に比べ著しく増加していることが特徴的である。

無機成分の吸収利用率 各無機成分の試験期間通算の吸収利用率を第12表に示した。牛ふん施用各区の無機成分吸収利用率は、加里>窒素>りん酸>石灰・苦土の順となり、それぞれ54%以上、10~32%、4~14%の範囲で、いずれの成分も牛ふんの増施につれて低下している。そして、成分間で若干異なるが、牛ふん少量区がおおむね対照区に近似した吸収利用率を示している。

IV 考 察

1. 飼料作物の生育・収量への影響

従来、畑地あるいは水田に施用する有機物は稲わらや堆肥が一般的であるが、これらを一時的に多量施用した場合は、畑作物の発芽率が低下し、初期生育が抑制されて、減収になることが指摘されている^{17,20)}。しかし、本研究における牛ふん施用各区では、ソルガム、ライ麦のいずれも生育障害をまったく認めず、対照区に比べ発芽期が早まり、発芽率も良好で、生育は初期より旺盛に推移した。これは、牛ふん施用によって、粘質でせき薄な鈣質土壌の理化学性が早期に改善されたことと、牛ふんを全量基肥として施用したことに基因するものと考えられる。松崎ら¹⁰⁾も火山灰土壌においてa当り4tの多量施用した場合でも飼料作物の初期生育に異常を認めず、発芽状況を良くし、初期生育が旺盛になったことを報告している。これらのことから、一般的なすき込施用法をとる限り、ソルガムでa当り3~4t、ライ麦で1t程度の牛ふん多施用でも発芽期の障害が発現しにくいものと判断される。

ソルガムの収量は牛ふんのみのa当り600kg施用で80~130kg（生草で500~800kg）の収量を認め、さらに牛ふんの増施につれて増収を示し、3.6tの施用では130~190kg（生草で0.8~1.2t）の多収を示した。一方、ライ麦も牛ふんの増施につれて増収し、1t施用で80~100kg（生草で400~500kg）に達したが、600kg以上の施用になると過繁茂となり倒伏が激化して、収穫作業が困難となった。一般にこれら飼料作物の目標収量はソルガムで生草a当り1t、ライ麦で300kgとされているが⁸⁾、現実にはソルガムの場合500kg前後の収量となっている⁴⁾。本研究結果によればソルガムの収量は牛ふんの600kg施用で慣行収量となり、2.6t以上の施用でおおむね目標収量に達している。また、ライ麦では牛ふんの300kg施用ではほぼ目標収量を得た。したがって、この種のせ

第10表 ソルガムおよび

試験区名	T-N			NO ₃ -N			P ₂ O ₅		
	ソルガム		ライ麦	ソルガム		ライ麦	ソルガム		ライ麦
	1刈	2刈		1刈	2刈		1刈	2刈	
対 照 区	1.62	1.27	1.35	0.13	0.04	0.07	0.48	0.46	0.59
無 肥 料 区	0.85	0.84	1.27	0.03	0.04	0.07	0.85	0.89	0.77
牛ふん少量区	1.07	0.93	1.30	0.03	0.03	0.06	0.83	0.83	0.76
牛ふん中量区	1.25	1.31	1.51	0.14	0.18	0.08	0.71	0.65	0.83
牛ふん多量区	1.47	1.42	1.81	0.21	0.23	0.13	0.73	0.70	0.95
少量残効区	0.78	0.86	1.36	0.03	0.03	0.05	0.92	0.89	0.84
中量残効区	0.89	0.87	1.28	0.03	0.04	0.06	0.89	0.85	0.80
多量残効区	1.13	0.95	1.36	0.04	0.04	0.08	0.85	0.80	0.80

注) 残効区は1971年および'72年の2ヶ年平均値, その他の区は1970~'72年の3ヶ年平均値

第11表 ソルガムおよびライ麦の無機成分吸収量

試験区名	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	ソルガム	ライ麦	計	ソルガム	ライ麦	計	ソルガム	ライ麦	計
対 照 区	4.09	2.24	6.33	1.37	0.89	2.26	7.90	5.07	12.97
無 肥 料 区	0.67	0.47	1.14	0.70	0.28	0.98	2.32	1.13	3.45
牛ふん少量区	3.36	2.00	5.36	2.82	1.18	4.00	11.28	4.79	16.07
牛ふん中量区	6.14	3.38	9.52	3.21	1.87	5.08	16.31	8.07	24.38
牛ふん多量区	7.46	4.60	12.06	3.63	2.41	6.04	18.75	9.92	28.67
少量残効区	0.85	0.40	1.25	0.93	0.25	1.18	2.97	0.92	3.89
中量残効区	1.23	0.53	1.76	1.20	0.33	1.53	4.44	1.27	5.71
多量残効区	1.85	0.86	2.71	1.44	0.51	1.95	5.97	2.04	8.01

注) 残効区は2ヶ年合計値その他の区は3ヶ年合計値

第12表 無機成分の吸収利用率

試験区名	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	ソルガム	ライ麦	計	ソルガム	ライ麦	計	ソルガム	ライ麦	計
対 照 区	32.6	59.0	38.4	11.2	33.9	16.4	53.1	187.6	75.6
牛ふん少量区	30.9	34.0	32.0	32.1	27.3	30.5	149.3	110.9	135.7
牛ふん中量区	14.1	32.3	17.6	8.8	24.1	11.7	52.4	110.2	63.4
牛ふん多量区	12.9	27.5	16.2	7.6	19.2	10.2	45.3	83.7	53.9

注) 3年間の通算吸収利用率

ライ麦の無機成分含有率

(乾物%)

K ₂ O			CaO			MgO			K/(Ca+Mg)(me/me)		
ソルガム		ライ麦	ソルガム		ライ麦	ソルガム		ライ麦	ソルガム		ライ麦
1刈	2刈		1刈	2刈		1刈	2刈		1刈	2刈	
3.14	2.48	3.13	0.59	0.51	0.30	0.38	0.37	0.14	1.71	1.49	3.80
3.05	2.66	3.05	0.57	0.58	0.26	0.39	0.43	0.15	1.67	1.42	3.96
3.52	3.13	3.09	0.51	0.50	0.28	0.35	0.39	0.17	2.12	1.78	3.58
3.67	3.19	3.57	0.45	0.47	0.34	0.35	0.39	0.20	2.36	1.89	3.47
3.91	3.48	3.90	0.46	0.45	0.37	0.40	0.40	0.20	2.31	2.08	3.55
3.01	2.75	3.12	0.53	0.57	0.28	0.44	0.46	0.16	1.67	1.37	3.76
3.30	3.08	3.06	0.49	0.58	0.28	0.39	0.42	0.16	1.98	1.59	3.73
3.53	3.20	3.21	0.51	0.51	0.34	0.39	0.38	0.18	2.04	1.84	3.35

(kg/a)

CaO			MgO		
ソルガム	ライ麦	計	ソルガム	ライ麦	計
1.57	0.48	2.05	1.11	0.22	1.33
0.45	0.10	0.55	0.34	0.05	0.39
1.70	0.44	2.14	1.28	0.26	1.54
2.19	0.76	2.95	1.79	0.45	2.24
2.29	0.95	3.24	2.04	0.52	2.56
0.57	0.09	0.66	0.46	0.05	0.51
0.74	0.11	0.85	0.56	0.06	0.62
0.88	0.21	1.09	0.66	0.11	0.77

(%)

CaO			MgO		
ソルガム	ライ麦	計	ソルガム	ライ麦	計
4.7	1.6	3.1	—	—	—
13.9	7.1	11.5	17.4	7.8	14.2
4.4	7.1	4.9	6.1	7.4	6.4
3.4	5.6	3.9	5.3	5.1	5.2

き薄な鉍質土壌のソルガム～ライ麦体系における生育または収量面からみた年間牛ふん施用適量はa当り3 t前後、限界施用量は4 t以上であろうと考えられる。ただライ麦に対しては過繁茂による倒伏を考慮すれば、施用適量は300～400kg、限界施用量は500kg前後が妥当とみられる。松崎ら¹⁰⁾はイタリアンライグラスおよびソルガムに対する牛生ふんの施用適量は2 t程度、限界施用量は4 t以上であろうと述べているが、ソルガムの施用適量が本結果に比べ低くなっているのは、松崎らの研究が鉍質土壌よりも肥沃度が高いと考えられる腐植質火山灰土壌における結果のためと推察される。

2. 土壌の理化学性への影響

地力保全基本調査結果¹⁵⁾によれば、調査対象の県下普通畑7,461haの生産力可能性等級はⅢ等級*が54.6%、Ⅳ等級**が12.9%の面積比率となっており、大部分の普通畑は土壌の生産力阻害要因の多いことを示している。そして、これら阻害要因の中で最も主要な項目としては、耕うんが困難なこと、過乾のおそれが大きいこと、塩基・りん酸を中心に養分含量の低いこと、急傾斜畑で侵食のおそれが大きいこと、などとなっている。そこで鉍質畑土壌に牛ふんを施用した場合、これら土壌要因に対する改良効果あるいは牛ふん施用にとまらぬ土壌の特徴的な変化について以下考察する。

* 正当な収量をあげ、また正当な土壌管理を行なう上に、土壌的にみてかなり大きな制限因子あるいは阻害因子があり、あるいは土壌悪化の危険性のかなり大きい土地

** 正当な収量をあげ、また正当な土壌管理を行なう上に、土壌的にみてきわめて大きな制限因子あるいは阻害因子があり、あるいは土壌悪化の危険性がきわめて大きく、耕地として利用するにはきわめて困難と認められる土地

全炭素 従来の多くの研究結果から^{7,9,17)}、全炭素は堆厩肥・牛ふんなどの施用量の多いほど増大することが明らかにされている。この蓄積が直ちに作物の収量増大に定量的に結びつくとは限らず、このため鈹質土壤に限定しても、生産力を前提とした全炭素の含有基準は現在のところ判然としていない。しかし、これらの成分の蓄積が培地としての土壤能力を高めることは間違いないとされている。このような観点から、鈹質土壤に対する牛ふん施用と有機物の蓄積程度との関係、既存有機物量を維持するに要する牛ふん量などにつき検討した。

3年間連年施用した牛ふん全炭素の土壤への集積率は第6表に示すとおり、a当り13.8t施用の多量区で約31%、9.7t施用の中量区で約38%、2.7t施用の少量区で約43%の集積率であった。この炭素集積率は牛ふん施用による既存有機物の分解を考慮しない見掛上の値であること、算出要因に二、三の仮定を設けていること、などのため正確さの点で若干欠ける点はあるが、県下鈹質畑土壤における牛ふんの施用量から腐植の増加程度を予測する場合にある程度役立つものと考えられる。

つぎに、各試験区的全炭素の試験期間中の推移を第3図に示したが、これより鈹質土壤において2%水準の全炭素量を維持するか、あるいは若干増加させるための牛ふん施用量は、隔年にa当り0.9t程度を施用するか、毎年これに近似した施用量が必要であろうと考えられる。

置換性塩基 連年多量の牛ふんを土壤に施用した場合、塩基の集積により土壤が過飽和になるおそれと、好ましいとされる置換性塩基の構成比と牛ふん中塩基の構成比とがかなり異なるため、牛ふん施用土壤の塩基構成比が不均衡になるおそれがある。第5表にみられるように、牛ふんを3年間連用した跡地土壤の塩基飽和度はその施用量に応じて高まっているが、多量区においても100%以上には至っていない。また、土壤の水浸pHは牛ふんの施用期間中7.0~7.7とかなり高い範囲で推移したが、8以上になることはなかった。塩基置換容量は第5図に示したように、土壤の全炭素量ときわめて高い正の相関を有し、牛ふん施用にともなう全炭素量の増加につれて塩基置換容量もまた増加する。したがって、牛ふん施用により置換性塩基が集積しても、直ちに塩基飽和度の大幅な上昇を認めなかったものと考えられる。

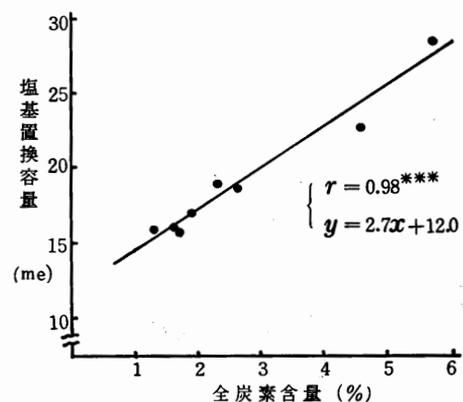
つぎに、堆厩肥施用が土壤の置換性塩基におよぼす影響について、橋元ら⁷⁾は腐植質火山灰土壤において厩肥を多量施用した場合、⁶⁾苦土に比べ加里が多量に集積し、このため作物の生育障害をまねくおそれのあることを指摘している。また、好ましい土壤置換性塩基の構成比に

ついて、山本¹⁸⁾は、畑地土壤の改造基準として置換性石灰と苦土との当量比は10以下がよいことを報告し、BEARら²⁾は土壤における理想的な塩基比率は石灰：苦土：加里が65：10：5であると述べている。本研究において、置換性塩基は石灰・苦土・加里のいずれも牛ふんの増施とともに著しく増加したが、石灰・苦土に比べ加里がとくに著しく増加したということとはなかった。すなわち、牛ふん3年連用後の多量区で施用前に比べ石灰2.4倍、苦土3.0倍、加里3.1倍、中量区でそれぞれ1.9倍2.3倍、2.1倍となっている。したがって、石灰/苦土は施用前に約4であったものが牛ふんの3年連用後も3~4の範囲に保たれ、また苦土/加里も3~4の範囲を示し、いずれも試験開始時と大差を認めなかった。この結果後述するように、牛ふん施用によって、ソルガムおよびライ麦中の加里の含有率は確かに高くなったが、石灰・苦土は対照区に比べ同等かやや低くなった程度で、著しい変化を認めなかった。そして、このような塩基状態が作物生育に悪影響を与えるようには観察されなかった。

なお、前述したように牛ふん施用中止後の土壤置換性塩基の動向は、石灰・苦土に比べ加里の減少程度が著しく、牛ふん施用を中止した場合の畑地では、他成分よりも一層加里の肥培に留意する必要があると考えられる。

上述のように、牛ふん施用により、その含有成分のみで土壤のpHは高い水準に維持され、置換性塩基は著しく富化する。しかし、本研究の範囲では置換性塩基の構成比は著しい変化を認めず、作物生育にも悪影響は観察されなかった。したがって、年間a当り4.6t程度の牛ふんを3年連用した範囲では、塩基の構成比からみた土壤の化学性が悪化するようには考えられない。

土壤孔隙および浸透能 土壤の全孔隙率は牛ふんの増



第5図 跡地土壤の全炭素含量と塩基置換容量との関係

施につれて増加している。これを孔隙の大きさ別にみると、浸透能に関係の深い $< pF 1.5$ の非毛管孔隙率は1~2%と僅かではあるが減少し、貯水能や生長有効水分に関係する $< pF 3.0$ の孔隙率は3~12%と増加し、さらに土壌粒子と強く結合していると考えられる $> pF 4.2$ の孔隙率は非毛管孔隙率と同様に牛ふん施用により僅かに減少している。つまり、牛ふん施用の土壌孔隙への影響は貯水能や生長有効水分を規制する毛管孔隙率の増加が特徴となっている。つぎに、供試圃場の浸透能は40mm/h（ペーシックインテークレート）で、これはアメリカ合衆国土壌保全局の分級によれば¹⁶⁾、7区分のうちの「中位（20~36mm/h）」に分類される。この浸透能が牛ふん多量区の場合58mm/hにまで向上したが、その程度は僅少で「やや速い（63~127mm/h）」以上の分級にまでは至らなかった。

一般に、土壌への有機物施用により全孔隙率とくに粗孔隙率が増加し、その結果浸透能が向上するとされている²¹⁾。三木ら¹¹⁾も鈣質土壌への堆肥施用により、非毛管孔隙率が高くなり透水速度が増大したことを報告している。しかし、高橋ら¹⁷⁾は鈣質水田への堆肥施用により全孔隙率が増大するが、なかでも $pF 3.2$ 以上の微細孔隙率の著しい増加が特徴であると述べ、また、橋元ら⁷⁾は火山灰畑への厩肥の施用は $pF 2.7$ から 3.8 までの範囲では、厩肥施用の影響はほとんどなく、永久シオレ点 ($pF 4.2$) に対応する孔隙の増加することを報告している。このように、堆肥や牛ふんの施用によって、土壌の全孔隙率が増加することは確かであるが、大きさ別孔隙率への影響については必ずしもこれらの結果は一致していない。この原因は、それぞれの研究ごとに対象とする土壌の種類、有機物の質などが異なるためと考えられる。とくに、宮本ら¹²⁾は家畜の排泄物を土中へ投入したとき、それに含まれる塩類の影響で浸透能が極端に低下する場合のあることを報告しているが、本研究においても年間 a 当り 4.6 t におよぶ多量の牛ふんを連用した場合にも、上述のように土壌の浸透能の向上程度はごく僅かに過ぎなかった。このことは、牛ふんは他の粗大有機物とちがって、土壌の理化学性の変化が浸透能の向上にそのまま結びつきにくいことを示唆しているものと考えられる。

土壌の易耕性 耕うんの好適水分範囲に関する指標については、現在のところ必ずしも明確な規定がないようであるが、山沢¹⁹⁾は、碎土作業に適当な水分は索性限界~収縮限界のうち破砕抵抗の少ない索性限界に近い水分であるとし、また、BAVER¹⁾も索性限界と収縮限界との間に相当するとみなされる軟らかい碎易なコンシ

テンシー区分が耕うんに最適であるとしている。そこで、牛ふん施用が土壌の易耕性におよぼす影響を判断する一つの目安として、索性限界 (PL) - 収縮限界 (SL) の水分量を比較したところ、第8表に示すように、牛ふんの増施につれて PL - SL 水分は確かに増加するが、その程度は年間 a 当り 3.2 t 以下では2~3%の増加にとどまり、4.6 t におよぶ多量施用によって初めて8%程度の著しい変化を認めている。このことは、土壌構造の内容を反映するとされている収縮比においてもこれと同様の傾向が認められる。すなわち、年間 a 当り 3.2 t 以下では影響が小さく、4.6 t 以上の施用で著しい変化が認められる。つまり本結果によれば、牛ふん施用によって鈣質土壌の易耕性は確かに改善されるが、これの著しい効果を期待するためには、年間 a 当り 3.2 t 以下の施用では効果が小さく、4.6 t 以上の多量施用の必要なことがうかがわれる。

上述の結果から、この種の強粘質鈣質土壌においては、年間 a 当り 3.2 t 程度の牛ふん施用で土壌は膨軟となり、生長有効水分量もかなり増加するが、土壌浸透能や易耕性の改善に対しては大きな期待ができていく。したがって、土壌を悪化させないための耕うん時期の選択や多雨時の土壌侵食などに対しては、牛ふん施用の有無にかかわらず十分な配慮が必要であると考えられる。

3. 飼料作物の無機成分への影響

供試作物による試験期間通算の三要素吸収利用率は、成分間で若干異なるが、牛ふん少量区がおおむね対照区に近似している。そして、施用量の増加につれて低くなり、多量区では窒素 16%、りん酸 10%、加里 54% を示し、少量区よりもそれぞれ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2.5}$ といずれも低くなっている。このことは、おそらく牛ふん少施用に比べ多施用の場合は、多量の肥料成分が投下される結果、溶脱や脱窒などによる損失量が増加するとともに土壌中の蓄積量も増加し、相対的に作物の吸収利用率が低下するものと考えられる。このことはさらに、牛ふんの多施用時には多量の肥料成分により土壌の肥沃度が向上する反面、圃場より溶脱する成分により環境汚染のおそれのあることを示唆している。

GRUNES ら⁶⁾は、飼料中の $K/(Ca+Mg)$ が 2.2 を越えたものを牛に投与した場合、グラスステニー症発病の可能性が高くなることを指摘している。本研究においてソルガム中の $K/(Ca+Mg)$ は牛ふんの多施用につれて高くなる傾向が認められ、とくに1番刈りでは対照区の 1.7 に対し、少量区 2.1、中量区・多量区 2.3 を示し、 a

当り 2.6 t 以上の施用ではグラスステニー症発病の限界を越えている。一方、ライ麦中の $K/(Ca+Mg)$ は牛ふんの施用による大きな変化が認められず、各区とも 3.5~4.0 の高い範囲を示したが、このことがライ麦の吸肥特性に起因するものかどうかは本研究の範囲では不明である。

また、BRADLEY ら³⁾ は、乳牛が硝酸中毒を起こす硝酸態窒素の最低限界量は飼料中に乾物当り 0.2%であることを報告している。供試作物の硝酸態窒素は牛ふんの増施につれて増加するが、この傾向はとくにソルガムで著しく、1 番刈・2 番刈りとも少量区 0.03%、中量区 0.14~0.18%、多量区 0.21~0.23% となっており、 α 当り 3.6 t 施用では硝酸態窒素が 0.2% 以上の高含量となり、硝酸中毒発現の限界量を越えている。

上述のことから、無機成分を指標とした品質面からのソルガムに対する牛ふんの施用量の上限は、 α 当り 2.6 t 以下であろうと考えられる。また、ソルガム~ライ麦体系における無機成分の吸収利用率からみて、牛ふん中成分を栽培作物により有効利用するには、年間 α 当り 1 t 程度が好ましいと考えられる。

牛ふんを飼料作物に施用する場合、営農上はその限界量がどれくらいかが問題となる。そして、限界施用量は作物の生育、収穫物の品質、土壤の理化学的性質および環境汚染の四つの主要因により規制される。本研究においては、環境汚染面からの検討は充分なし得なかったが、他の三つの要因について検討した結果をまとめると次のとおりである。

ソルガムについては、作物の生育および土壤的な面では α 当り 3.6 t の施用も可能であったが、収穫物中の無機成分を指標とした品質面を考慮すると、1.5~2 t 程度の施用が限界と思われる。

ライ麦については、 α 当り 0.6 t 以上の施用になると倒伏が激化するため、0.4~0.5 t 施用が限界と思われる。

V 摘 要

鉦質畑土壤の飼料作物に対して乳牛ふんを 3 ヶ年間 6 作連用し、作物の生育・収量、土壤の理化学的性質および作物体の無機成分におよぼす影響について検討した。

1) ソルガムに α 当り 3.6 t、ライ麦に 1 t の牛ふんを施用しても作物の生育障害は認められず、発芽状況は良くなり、初期生育が旺盛になった。

2) 収量は牛ふんの増施につれて増収し、牛ふんのみ

の年間 α 当り 4.6 t 施用でソルガムは生草 1 t、ライ麦は 0.5 t 程度の収量が得られた。しかし、ライ麦は 0.6 t 以上の牛ふんを施用すると倒伏が激化した。

3) 鉦質土壤において、2%水準の全炭素量を維持するか若干増加させるための牛ふん施用量は、隔年に α 当り 0.9 t 程度か、毎年これに近似した量と考えられた。

4) 牛ふんの施用により、その含有成分のみで土壤の pH は高い水準に維持され、置換性塩基は著しく富化した。しかし、置換性塩基の構成比は著しい変化を認めず作物生育にも悪影響は観察されなかった。

5) 年間 α 当り 3.2 t 程度の牛ふん施用により、土壤は著しく膨軟となり、生長有効水分量もかなり増加したが、土壤浸透能や易耕性の改善に対しては大きな期待ができなかった。

6) ソルガム中の $K/(Ca+Mg)$ がグラスステニー症発病の限界値とされている 2.2 を越えたのは、 α 当り 2.6 t 以上の牛ふんを施用したときであった。また、ソルガム中の硝酸態窒素が、硝酸中毒発現の限界量とされている 0.2% を越えたのは、3.6 t の牛ふんを施用したときであった。

7) 牛ふん施用区の無機成分吸収利用率は、加里>窒素・りん酸>石灰・苦土の順となり、それぞれ 54% 以上、10~32%、4~14% の範囲で、いずれの成分も牛ふんの増施につれて低下した。

8) 鉦質畑土壤のソルガム~ライ麦体系における牛ふん施用量の上限は、ソルガムに対して α 当り 1.5~2 t ライ麦に対して 0.4~0.5 t と考えられた。また、牛ふん中の成分を栽培作物により有効利用するには、年間 1 t 程度の施用が好ましいと考えられた。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、種々の助言と援助をいただいた高冷地試験地滝広徳男主任*、土壤肥料部岡田正行部長、また校閲の労をとられた土壤肥料部河本泰主任研究員に厚く感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 1) BAVER, L.D.: 1956. Soil Physics (3rd. ed.).
- 2) BEAR, F.E., PRINCE, A.L. and MALCOLM, J.L.: 1945. The potassium needs of New Jersey soils. N.J. Agr. Exp. Sta. Bul. 721 (三井進午・今泉吉郎監修: 1958. 作物の要素欠乏一診断と対策一. 博友社.)

* 現企画調査部主任研究員

287 より引用)

- 3) BRADLEY, W.B., H.L. EPPSON and O.A. BEATH : 1940. Livestock Poisoning by oat hay and other plants containing nitrate. Wyo. Agr. Exp. Sta. Bull. 241.
- 4) 中国四国農政局統計情報事務所：1974. 農林水産統計速報 49(46).
- 5) 土壤物理性測定法委員会：1972. 土壤物理性測定法. 養賢堂. 168~173.
- 6) GRUNES, D.L., P.R. STOUT and J.R. BROWNELL : 1970. Grass tetany of ruminants. Advances in Agronomy 22 : 332~374.
- 7) 橋元秀教・小浜節雄・辻藤吾：1971. 腐植質火山灰土壌における厩肥連用の効果. 九州農試報 16 : 25~61.
- 8) 広島農業協会編：1971. 畜産ハンドブック. 広島農業協会. 302~303.
- 9) 神奈川農総研：家畜ふんの農業利用に関する研究. 神奈川県農業共同研報 1 : 44~46.
- 10) 松崎敏英・古藤実・杉本正行・土肥和男・根本勝男：1972. 家畜生ふんの農業利用. 農業技術 27 : 25~28.
- 11) 三木和夫・森哲郎：1965. 鉍質畑の地力に対する有機物の役割とその補給様式に関する研究 第2報 有機物施用跡地の理化学性の変化について. 東海近畿農試研報 15 : 112~123.
- 12) 宮本征一・長堀金造：1974. 除塩の基礎. 土壤の物理性 29 : 27~32
- 13) 森哲郎・井田明・中村博美：1966. 青刈飼料作物の硝酸塩含量について. 東海近畿農試研速報 3 : 34~37.
- 14) 農林水産技術会議事務局：1975. 「家畜ふん尿及びその処理物の土地還元に関する試験研究の既往成果」集録.
- 15) 農林省農蚕園芸局農産課：1976. 地力保全基本調査中間集計.
- 16) 渋谷勤次郎：1974. 北上山地における草地造成に伴う降雨流出関係の変化に関する調査報告(1). 農土試技報 A10 : 1~23.
- 17) 高橋和夫・中野啓三・久保田徹・鈴木新一：1968. 暖地鉍質水田における厩肥連用の効果について. 四国農試報告 18 : 15~68.
- 18) 山本毅：1966. 畑地土壌の改造. 農林水産技術会議事務局編 土壤肥料分野における技術集録. 60.
- 19) 山沢新吾：1966. 農業機械 実験便覧. 養賢堂. 211~227.
- 20) 吉沢孝之：1971. 暖地水田における稲わら・麦わらの施用法. 農及園 46 : 599~605.
- 21) 湯村義男：1970. 土壤の物理性に及ぼす有機物施用の影響. 日本土壤肥料学会編 近代農業における土壤肥料の研究 第1集. 養賢堂. 39~43.

Effects of Application of Cattle Excretion on Forage Crop
Cultivation in the Mineral Soil Field

Akihiko HARADA, Katsusaburo IKEMUNE, Masayuki NAKAYABU and
Shoji KURIMOTO

Summary

Using the mineral soil fields, some experiments were conducted to find the effects of cattle excretion on the growth of forage crops and the physico-chemical properties of the soil for three years from 1970 to 1972.

Forage sorghum and rye were cultivated successively in the same field every year under several different levels of application. Applications of cattle excretion to the field were repeated for three years.

The results obtained were summarized as follows;

1. No injurious effects of the cattle excretion application to the growth of crops was observed even in the successive application of 4,500kg/a/year for three years and the yields of sorghum and rye were increased as the applied amount was increased.

2. The application of cattle excretion resulted in the increment of exchangeable cations in the soil and cation exchange capacity of the field, however, it scarcely changed the component ratio of exchangeable cations. Furthermore, it decreased the bulk density and increased the rapidly available moisture, but it had little contribution to the improvement of infiltration capacity and soil tilth.

3. Utilized proportion of inorganic components of excretion was high in potassium, middle in nitrogen and phosphorus and low in calcium and magnesium, when it applied to the mineral soil field. However, the utilized proportions were decreased as the applied amount was increased. Moreover, the heavier application resulted in the higher concentration of nitrate nitrogen in both crops and higher ratio of $K/(Ca+Mg)$ in sorghum.

4. Through the discussions of the results obtained here, it was considered that, in the successive cultivations of forage sorghum and rye, the maximum limits of application seemed to be 1,500-2,000kg/a for a sorghum cultivation and 400-500kg/a for a rye one. Furthermore, the favorable amount of application to the forage crop cultivation in the mineral soil-fields was inferred to be around 1,000kg/a/year from the view point of efficient utilization of the nutrients in cattle excretion for the crop growth.