

生石灰処理による豚ふんの粒状肥料化 (第2報) 畑作物への施用効果

宮崎成生・大村裕顕

摘要：生石灰処理によって製造された粒状豚ふん肥料を畑作物に対して施用し、その効果を検討した。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

1. 粒状豚ふん肥料の畑地での窒素無機化は遅く、作物に対して緩効的に働くため、作物栽培には速効性化学肥料の併用が必要であった。
2. 粒状豚ふん肥料は、施用直後に畑作物をは種しても発芽障害はなかった。
3. 粒状豚ふん肥料は、養分効果および土壌酸性矯正効果をもっていた。施用量は、基肥として窒素換算で標準基肥の50%であり、残りの窒素、リン酸およびカリウムは化学肥料で補う必要があった。この条件であれば、同時に土壌pHが維持できた。

キーワード：粒状豚ふん肥料、畑作物、緩効性、酸性矯正効果、基肥

Production of Granular Fertilizer from Pig Wastes by Mixing with Calcium Oxide

II. Application Effect for Crops

Naruo MIYAZAKI and Hiroaki OMURA

Summary: In order to confirm the effect of granular pig waste fertilizer application for the growth of crops in upland fields, an experiment was carried out for granular pig waste fertilizer with calcium oxide treatment application.

1. Nitrogen mineralization of granular pig waste fertilizer in upland field was slow, in crops culture using readily available fertilizer was also needed.
2. Seeding immediately after manuring didn't inhibit germination.
3. Granular pig waste fertilizer had both nutrient and liming effect. Application amount of granular pig waste fertilizer was 50% of standard basal application in nitrogen and the deficiency of nitrogen, phosphoric acid and potash were supplied by chemical manure. In this case, soil pH was maintained at the same time.

Keywords: granular pig waste fertilizer, upland field crop, slow-release, liming effect, basal application

I 緒言

家畜ふん尿は、国内で年間9,700万 t 産出³⁾され、我が国最大級の産業廃棄物である⁶⁾。同時に、家畜ふん尿は、肥料成分を含む有用な有機物資源であり、農地施用が最も望ましい処理利用方法である。

畜産業は、専業化、経営規模の拡大化および偏在化^{3,17)}から、耕種農業との距離が遠くなっており、家畜ふん尿処理物の利用には広域流通が必須となっている。そのため、家畜ふん処理物には、品質の安定性あるいは取扱いの簡便性などが重要となり、新しい家畜ふん尿処理方法が求められている。

岐阜県畜産試験場、三重県農業技術センター、愛知県農業総合試験場と栃木県農業試験場の4県で家畜ふん堆肥等の流通促進をめざして試験を行った²⁾。前報⁸⁾では、豚ふんに生石灰を添加することによって簡易に粒状肥料にする技術、製品の成分組成および性質について明らかにした。実際に製造した粒状豚ふん肥料を利用するにあたっては、肥効を確認する必要がある。そこで、畑作物において粒状豚ふん肥料の施用試験を行い、化学肥料の代替率および土壌への影響を検討したので報告する。

なお、本稿の一部は、日本土壌肥料学会静岡大会で報告⁹⁾した。

II 試験方法

1. 窒素無機化測定試験

直径4~8mmの粒状豚ふん肥料（豚ふん100kgに生石灰31kg、大谷石粉10kg、木炭粉10kgの割合で混合し製造した製品、水分6.5%、全窒素（T-N）0.99%）を試験に供した。林地表層土壌（表層多腐植質黒ボク土pH 5.0、全炭素（T-C）10.29%、T-N 0.54%、炭素率（C/N比）19.1）を用い、STANFORD法¹⁾に準拠して、無機態窒素量を測定した。すなわち、供試土壌（乾土20g相当）に粒状豚ふん肥料1gを混和したものを30℃で一定期間培養後、0.01M CaCl₂ 100mlを加え窒素画分をろ過抽出し、さらに無窒素培養液20ml（0.002M CaSO₄·2H₂O, 0.002M MgSO₄, 0.005M Ca(H₂PO₄)₂·H₂O, 0.0025M K₂SO₄）を加えCaCl₂と同様にろ過して、

0.01M CaCl₂および無窒素培養液のろ液から無機態窒素を水蒸気蒸留法¹¹⁾で定量した。抽出した土壌試料は、培養を継続し、一定期間ごとに同一操作を繰り返した。

なお、供試条件を設定した試料を保温前に0.01M CaCl₂ 100mlで洗浄、無窒素培養液添加後、実験を開始した。

2. ポット試験

供試試料は、粒状豚ふん肥料（豚ふん100kgに生石灰20kg、大谷石粉10kg、木炭粉10kgの割合で混合した製品）を用いた（第1表）。供試土壌は、林地表層土壌（表層多腐植質黒ボク土）pH 4.8, NO₃-N 2.52 (mg/100g)を用い、試験規模は、1/5000 a ワグネルポット2連で行った。作物は、1994年ネギ、ハウレンソウ、1995年ニンジン、シュンギク、1996年チンゲンサイ、コカブの6作を栽培した。ネギは、1ポットあたり3株、ネギ以外の作物は、1ポットあたり2株栽培した。硫酸1g、過石3g、硫酸カリ0.5gを施用したものを対照区とした。基肥窒素の100%を粒状豚ふん（16g）にし、過石3gおよび硫酸カリ0.5gを施用したものを100%PK区とした。基肥窒素の75%を粒状豚ふん肥料にし、硫酸0.25g、過石3g、硫酸カリ0.5gを施用したものを75%PK区とした。基肥窒素の50%を粒状豚ふん肥料にし、硫酸0.5g、過石3g、硫酸カリ0.5gを施用したものを50%PK区とした。基肥窒素の100%を粒状豚ふんにし、過石および硫酸を施用しなかったものを100%区とした。基肥窒素の50%を粒状豚ふん肥料、50%を硫酸で施用し、過石および硫酸を施用しなかったものを50%区とした。ネギ作付前にポットあたり、ようりん10g、苦土炭カル7.5gを施用した。作物の収量調査および跡地土壌のpH、導電率（EC）の測定を行った。pHは1:2.5水浸出液をガラス電極法で、ECは1:5水浸出液を導電率計で測定した¹¹⁾。

3. 畑作物ほ場試験

供試試料は、粒状豚ふん肥料（豚ふん100kgに生石灰10~40kg、大谷石粉10kg、木炭粉10kgの割合で混合し製造した製品）を用いた（第2表）。作物は、1992年ハクサイ、1993年スイートコーン、ブロッコリー、1994年ニンジン、1995年小麦、コマツナ、コカブ、1996年ジャガイモ、キャベツの9作を栃木県農業試験場畑ほ場で栽培した。土壌は、表層多腐植質黒ボク土（第3表）で、試験

第1表 ポット供試肥料の化学性

水分 %	pH 1:5	T-N %	NH ₄ -N mg/100g	NH ₃ -N mg/100g	T-P ₂ O ₅ %	T-K ₂ O %	アルカリ分 %
5.1	12.5	1.38	3.31	1.62	3.2	1.0	26.6

規模は、1区3.6m²の2連であった。

化学肥料を標準施用¹⁴⁾したものを対照区とした。基肥窒素の100%を粒状豚ふんにし、リン酸およびカリを対照区と等しくなるよう不足分を化学肥料で補ったものを100%代替区とした。基肥窒素の75%および50%を粒状豚ふん肥料にし、窒素、リン酸、カリの総量が対照区と等しくなるよう化学肥料を施用したものをそれぞれ75%代替区および50%代替区とした。化学肥料および稲わら堆肥を標準施用したものを稲わら堆肥区とした。全処理区において、ハクサイ作付前に、ようりん25kg/a、苦土炭カル10kg/aを施用した。無窒素区は、2作目から設置した。作物の収量調査および跡地土壌のpH、ECの測定を行った。

4. 飼料作物ほ場試験

供試試料は、粒状豚ふん肥料（豚ふん100kgに生石灰30

～35kg、大谷石粉10kg、木炭粉10kgの割合で混合し製造した製品）（第4表）を用いた。作物は、1995年トウモロコシ、1996年イタリアンライグラス、トウモロコシの3作を栃木県畜産試験場ほ場で栽培した。土壌は、表層多腐植質黒ボク土（pH 7.5, EC 0.13mS/cm）で、試験規模は、1区6m²の3連であった。化学肥料を標準施用¹⁴⁾したものを対照区とした。畑作物ほ場試験と同様に100%代替区、75%代替区および50%代替区を設定した。作物の収量調査および跡地土壌のpH、ECの測定を行った。

III 結果および考察

1. 窒素無機化特性

窒素の無機化率は、培養4週間後5%、8週間後8%であった（第1図）。恒温槽を用いたモデル試験であるため、

第2表 畑ほ場供試肥料および稲わら堆肥の化学性

有機物名	作物名	水分 %	pH %	T-N %	T-P ₂ O ₅ %	T-K ₂ O %	アルカリ分 %	生石灰* 添加量
粒状豚ふん	1 作 ハクサイ	30.4	12.6	1.23	1.8	0.6	38.5	30
	2 作 スイトコーン	10.9	11.7	2.09	2.9	0.9	17.4	10
	3 作 ブロccoli	7.0	11.1	1.44	3.0	0.9	15.6	10
	4 作 ニンジン	5.1	12.5	1.38	3.2	1.0	26.6	20
	5 作 小麦	5.1	12.5	1.38	3.2	1.0	26.6	20
	6 作 コマツナ	4.9	12.6	0.82	2.6	0.7	42.7	30
	7 作 コカブ	5.4	13.3	0.57	1.8	0.4	55.3	40
	8 作 ジャガイモ	6.8	12.6	1.17	28.0	0.9	43.3	30
	9 作 キャベツ	6.5	12.8	0.82	2.1	1.0	46.7	32
	平均	9.1	12.4	1.21	2.6	0.8	34.7	25
稲わら堆肥	平均	61.1	7.7	1.86	0.7	2.5	2.6	—

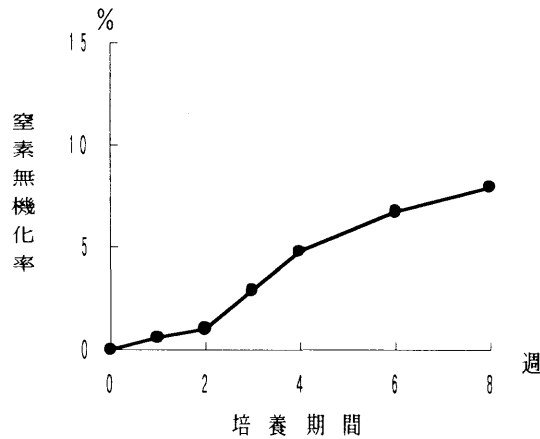
注. *現物重量比で生豚ふん100に添加した生石灰

第3表 供試土壌の理化学性

pH	T-C %	T-N %	C/N比	CEC meq/100g	交換塩基			塩基飽和度 %	リン酸吸収 係数
					CaO mg/100g	Mgo mg/100g	K ₂ O mg/100g		
1:2.5	%	%							
6.2	8.55	0.67	12.8	34.6	476	105	34	66.4	2212

第4表 飼料作物供試肥料の化学性

作物名	水分 %	pH 1:5	T-N %	T-P ₂ O ₅ %	T-K ₂ O %	アルカリ分 %
1 作 トウモロコシ	4.9	12.6	0.82	2.6	0.7	42.7
2 作 イタリアンライグラス	4.9	12.6	0.82	2.6	0.7	42.7
3 作 トウモロコシ	5.2	12.8	0.92	2.1	0.8	41.6



第1図 粒状豚ふん肥料の窒素無機化率の推移

第5表 ポットの作物（可販部）収量比

作物名	100%PK	75%PK	50%PK	100%	50%	対照	無窒素
1作 ネギ	86	98	134	80	75	100(55.0)	58
2作 ホウレンソウ	31	65	71	35	60	100(34.0)	25
3作 ニンジン	93	128	94	28	17	100(16.3)	83
4作 シュンギク	103	100	122	77	43	100(29.7)	85
5作 チンゲンサイ	44	57	74	51	105	100(70.5)	27
6作 コカブ	82	109	108	74	89	100(42.6)	73
平均	73	93	101	58	65	100	59

注. () は可販部の重さ g/株

第6表 ポット跡地土壌のpH

作物名	100%PK	75%PK	50%PK	100%	50%	対照	無窒素
2作 ホウレンソウ	6.7	6.4	6.1	6.8	6.2	5.5	5.9
3作 ニンジン	7.3	6.3	6.7	7.4	6.2	5.5	5.5
4作 シュンギク	7.7	6.7	6.6	7.9	6.7	5.1	5.6
5作 チンゲンサイ	7.8	7.0	6.6	8.2	6.9	4.9	5.6
6作 コカブ	8.1	7.2	6.8	8.5	7.2	4.9	5.8

第7表 ポット跡地土壌のEC

作物名	100%PK	75%PK	50%PK	100%	50%	対照	無窒素
2作 ホウレンソウ	0.37	0.31	0.40	0.23	0.23	0.33	0.34
4作 シュンギク	0.58	0.64	0.78	0.30	0.23	0.77	0.42
6作 コカブ	0.47	0.89	0.98	0.20	0.20	1.14	0.37

注. 単位はmS/cm

自然条件下の畑ほ場には、そのままあてはまらないが、粒状豚ふん肥料の無機化速度はかなり遅いと思われる。粒状化によって、窒素有機画分が石灰で固められ、また、肥料のpHが非常に高く微生物による分解が遅延した¹⁰⁾ためと考える。粒状豚ふん肥料は、畑作物に対して基肥として利用ができ、施用する場合には、初期に不足する窒素分を化学肥料等速効性のもので補う必要がある。特に、短期間で収穫する作物に対しては、窒素供給効果は少ないと推測する。

2. ポット試験

粒状豚ふん肥料を施用した直後には種しても発芽障害はなかった。未熟堆肥を施用した場合、有機酸などの多量生成により発芽障害が起こることがある。しかし、粒状豚ふん肥料は生ふんに生石灰を添加して製造するため、有機酸などが生成しても中和され発芽障害の発生が抑止されたと考える。

作物可販部の収量比の平均は、50%PK区が対照と同等であり、75%PK区がやや劣り、次いで100%PK区で

あった。リン酸およびカリを施用した場合、粒状豚ふん肥料施用比率の増加にともない収量は減少した。リン酸、カリを補わなかった50%区、100%区の収量は、対照区に比べ甚だしく劣り、リン酸およびカリの施用を必要とした。この傾向は、ニンジンとシュンギクで顕著にあらわれた。ハウレンソウは、硫酸由来の窒素の影響を大きく受けており、粒状豚ふん肥料施用比率の多い区および無窒素区の収量は極めて少なかった（第5表）。

このように、リン酸およびカリの供施によって、粒状豚ふん肥料の窒素肥効が高まり硫酸の施用量を1/2程度削減が可能であった。

跡地土壌のpHは、同じ作付では、粒状豚ふん肥料の施用比率の大きい区が高く、また、作付回数が増えるごとに粒状豚ふん肥料を施用した区は上昇したが、対照区は低下し、粒状豚ふん肥料の石灰量の影響を受けた（第6表）。つまり、粒状豚ふん肥料の畑土壌での酸性矯正効果が確認できた。

土壌のECは、対照区と比較して粒状豚ふん肥料施用

第8表 畑作物（可販部）の収量比

作物名	100%代替	75%代替	50%代替	対照	稲わら堆肥	無窒素
1作 ハクサイ	74	79	88	100(841)	95	—
2作 スイートコーン	95	86	103	100(130)	105	88
3作 ブロccoli	81	81	102	100(189)	111	50
4作 ニンジン	140	34	91	100(172)	47	60
5作 小麦	108	124	128	100(30)	101	127
6作 コマツナ	57	71	86	100(371)	118	37
7作 コカブ	32	84	77	100(296)	96	22
8作 ジャガイモ	75	84	90	100(233)	140	55
9作 キャベツ	94	102	90	100(542)	115	78
平均	84	83	95	100	103	65

注. () は可販部の重さkg/a

第9表 畑ほ場跡地土壌のpHの推移および試験終了時のEC

項目	作物名	100%代替	75%代替	50%代替	対照	稲わら堆肥	無窒素
pH	1作 ハクサイ	7.4	7.2	7.1	6.6	6.7	—
	2作 スイートコーン	7.7	7.5	7.1	6.1	6.3	7.0
	3作 ブロccoli	7.7	7.4	6.9	5.9	6.1	6.3
	4作 ニンジン	7.5	7.1	6.5	5.6	5.7	6.5
	5作 小麦	7.4	7.0	6.6	5.9	6.2	6.4
	6作 コマツナ	7.6	7.1	6.6	5.8	5.9	6.3
	7作 コカブ	7.7	7.3	6.6	5.6	5.7	6.3
	8作 ジャガイモ	7.6	7.2	6.7	5.6	5.8	6.3
	9作 キャベツ	7.9	7.6	7.1	5.6	6.0	6.4
EC	9作 キャベツ	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05

注. ECの単位は mS/cm

区は同程度あるいはやや低く推移しており、粒状豚ぶん肥料施用による影響はみられなかった(第7表)。

3. 畑作物ほ場試験

粒状豚ぶん肥料は、生豚ぶん100に対して添加した生石灰の量が10~40であり、生石灰添加量が増えるに従って、窒素、リン酸およびカリは減少し、アルカリ分は増加した。稲わら堆肥は、各作付ごとの成分変動が少なく、その平均値を示した(第2表)。

作物可販部の収量比の平均は、多い順に稲わら堆肥区、対照区、50%代替区、75%代替区、100%代替区、無窒素区であった。栽培した大半の作物は、この傾向にあった(第8表)。

コマツナおよびコカブの収量は、粒状豚ぶん肥料施用区で極めて低かった。これは、粒状豚ぶん肥料の窒素無機化が遅いので、短い期間で栽培する作物では初期生育が遅れ、収量が減ったと想定される。

稲わら堆肥区の収量が多い理由としては、堆肥に含まれている肥料成分が標準施肥に上乘せされたことが考えられる。すなわち、稲わら堆肥の成分組成の平均値から有姿重重で80~200kg/aの施用によって、畑に供給される養分量は各作付ごとにaあたり窒素0.58~1.45kg、リン酸0.22~0.54kg、カリ0.78~1.95kgとなる。

小麦およびニンジンの収量は、施用肥料の違いによる

傾向がなかった。小麦は、無窒素区においても収量が多いことから、土壌由来の養分の影響を強く受けたと推定される。ニンジンも、栽培期間中の高温寡雨の影響が推定され、対照区の収量が目標値400kg/aの半分程度であった。

ジャガイモ栽培において、100%代替区では、塊茎に亀の甲症およびそうか病の発生がみられ減収した。土壌pH上昇の影響(5,13)が推定される。ジャガイモへの窒素100%代替施用は注意を要する。

以上のことから、標準栽培と同等の収量を得るためには、粒状豚ぶん肥料による基肥窒素代替率を50%程度にする必要がある。

跡地土壌のpHは、連用により対照区、稲わら堆肥区、無窒素区の順で低下したが、粒状豚ぶん肥料施用区では維持または上昇した。石灰の投入量の多い100%代替区、75%代替区は高い値となり、土壌pHの面からも、粒状豚ぶん肥料の施用量は、代替率で基肥窒素の50%までである(第9表)。

跡地土壌のECは、対照区を含めすべての試験区で低く、粒状豚ぶん肥料等有機物の施用による影響はみられなかった(第9表)。

4. 飼料作物ほ場試験

作物の収量比は、いずれの場合も、対照区、50%区、

第10表 飼料作物の収量比

作物名	100%代替	75%代替	50%代替	対照
1作 トウモロコシ	85	96	97	100(428)
2作 イタリアンライス	74	86	99	100(451)
3作 トウモロコシ	79	91	92	100(598)
平均	79	91	96	100

注。()は収量kg/a

第11表 飼料畑跡地土壌のpH

作物名	100%代替	75%代替	50%代替	対照
1作 トウモロコシ	7.6	7.5	7.4	6.9
2作 イタリアンライス	8.1	8.0	7.9	6.8
3作 トウモロコシ	7.7	7.5	7.3	6.8

第12表 飼料畑跡地土壌のEC

作物名	100%代替	75%代替	50%代替	対照
1作 トウモロコシ	0.12	0.10	0.10	0.10
2作 イタリアンライス	0.22	0.17	0.16	0.16
3作 トウモロコシ	0.13	0.14	0.16	0.17

注. 単位は mS/cm

75%区、100%区の順で多く、粒状豚ぶん施用比率が高いほど減少した（第10表）。

土壌のpHは、対照区が作付前に比べ低下したが、粒状豚ぶん肥料施用区は維持あるいは上昇した（第11表）。

土壌のECは、対照区を含めすべての試験区で低く、粒状豚ぶん肥料施用による影響はみられなかった（第12表）。

以上のことから、飼料作物の場合も各種畑作物と同様に標準栽培と同等の収量を得るためには、基肥窒素代替率を50%程度とするのが適当と判断された。また、この程度の代替率で土壌pHを適度に維持できることが示された。

IV 総合考察

粒状豚ぶん肥料は、窒素約1%、アルカリ分約50%を含み肥料取締法の公定規格のうち特殊肥料の指定名、石灰処理肥料に該当する⁴⁾。窒素の効果と酸性矯正効果の両側面をもち、畑作物主に露地野菜あるいは飼料作物への施用はこれらの効果が期待できる。

栽培試験から標準肥料同等の収量を得るためには、基肥窒素の50%を粒状豚ぶん肥料で代替することが可能で、不足する窒素、リン酸およびカリを化学肥料で補うことで、化学肥料窒素の施用量を減らすことができる。この場合、同時に土壌pHの維持効果もある。ただし、粒状豚ぶん肥料は窒素無機化が遅いので、生育期間の短い作物については代替率を下げる必要がある。また、酸性土壌を好む作物に対するの施用には適さない。

一般に流通している家畜ふん堆肥は、熟度、副資材の相違あるいは成分の変動により作物別に一律の施用基準での対応を困難にしている。粒状豚ぶん肥料は、成分変動がないことから施用量が計算でき、やや緩効的な肥料としての利用ができる。化学肥料窒素の使用量を減らすことができる。

豚ぶん（水分75%）1tから粒状豚ぶん肥料は約850kg製造され⁸⁾、減容率は小さい。基肥窒素1.5kg/aの露地野菜を想定すると、窒素を1%含むことから粒状豚ぶん肥料の適正施用量は75kg/aである。肥育豚500頭規模の場合、毎日ふん約1tを産出するため、年間に約40haの面積を必要とし、大規模養豚経営には導入が難しい。

県の施肥基準¹⁴⁾によると露地野菜では苦土炭カル10~20kg/aであり、アルカリ分換算で約4倍の施用量にあたる。本試験では、9作の総施用量は、アルカリ分換算で50%代替区が252kg/aとなり、施肥基準に従った場合の42kg/aに対し約6倍にあたったが、9作後であっても土壌pHは適正值であった。このことから、黒ボク土壌

においては、土壌pHの面からも基肥窒素の50%代替施肥が可能である。しかし、緩衝能の低い土壌の場合には、窒素、リン酸入り石灰処理肥料として苦土炭カルの代替利用が考えられ、その場合、基肥窒素不足分を化学肥料で増肥する。

県内の畑土壌は黒ボク土が大半を占めている。土壌環境基礎調査によると、県内の野菜畑および飼料畑のpHの平均値は、経年的に適正範囲で推移しているが、一部地点では大きく下回り^{15,16)}、石灰質肥料の施用が必要である。また、石灰質肥料を施用しないほ場もあり、土壌pH矯正および維持の面で粒状豚ぶん肥料を受け入れる耕地は広く存在する。

豚ぶん堆肥を多量施用した場合、土壌中に含まれる銅および亜鉛濃度が高まる報告⁷⁾がある。豚ぶんは、飼料由来の銅および亜鉛を含むことがあり、堆肥化によって容積が減少し濃縮されると高濃度になることが考えられる。これらの濃度の高い堆肥を極多量施肥する場合、連用による土壌汚染が懸念される。

しかし、この石灰処理方法では、水分75%のふん100kgから水分10%の粒状豚ぶん肥料が85kgが製造され濃縮がない。固形分に関しては、石灰により約1/3に希釈される。さらに、施用量にはpHの面から限界があるため、銅、亜鉛による土壌汚染はないと考える。

豚ぶん堆肥は、多量施用を繰り返すことによって、可給態リン酸の短期間での過剰蓄積⁷⁾あるいは硝酸態窒素の地下水汚染¹²⁾が懸念されるが、石灰処理の方法ではpHの面から施用量に限界があるため、それらを防止できる。

ポット、畑作物ほ場および飼料作物ほ場試験のいずれも跡地土壌のECは低かった。作物に吸収されなかった養分の多くは、流亡したと考える。畑作物ほ場試験において、9作の窒素総施用量は、aあたり対照区および粒状豚ぶん肥料施用区が15.1kg、稲わら堆肥区は、堆肥由来の窒素8.9kgが多く投入され24.0kgであった。しかし、稲わら堆肥区の収量比は103にとどまった。作物の窒素吸収量は収量に比例することから、上乘せされた窒素の多くは作物に利用されなかったといえる。堆肥等の有機物を利用するにあたって、堆肥由来の肥料分を評価せず、土壌改良資材の側面のみを強調して堆肥を多量施用することは、環境負荷および資源の無駄使いとなる。今後、有機性廃棄物を肥料として利用する場面が増えると予想され、そこに含まれる肥料分を考慮して施肥することは環境保全の面から重要である。

粒状豚ぶん肥料の窒素は緩効的に働くため、作物栽培には基肥として速効性の窒素分を併用し、また、不足するカリおよびリン酸を補う必要があり、施用時に労力を

かけることになる。今後、製造時に硝酸石灰、過石、硫加等資材を混合し肥料成分を調整して、一回の施用で三要素および石灰を供給できる製品が望まれる。この石灰処理方法は、家畜ふん処理のひとつの方法となり得る。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、農林水産省農業研究センター中村文夫氏、同原田靖生氏、農林水産省畜産試験場羽賀清典氏にはご指導いただいた。また、栃木県畜産試験場の本澤延介氏には飼料作物の管理を行っていただいた。ここに記して厚く感謝の意を表す

V 引用文献

1. George Stanford and S.J. Smith (1972) Nitrogen Mineralization Potentials of Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36: 465-472.
2. 岐阜県・栃木県・三重県・愛知県 (1997) 家畜ふん尿堆肥の成型及びブレンドによる高付加価値化技術の確立。平成6~8年度地域重要新技術開発促進事業研究成果報告書。
3. 原田靖生 (1997) 家畜ふん尿の環境保全的循環システムへの展望。平成8年度家畜ふん尿処理利用研究会報告書: 1-6.
4. 肥料協会新聞部 (1991) 肥料公定規格集: 2.
5. 猪野誠・屋敷隆士 (1987) ジャガイモ亀の甲症の発生に及ぼす気象及び土壌環境の影響。千葉農試研報. 28: 97-107.
6. 環境庁編 (1997) 平成9年版環境白書 (各論): 136.
7. 加治俊幸・池田健一郎・草水 (1990) 各種家畜ふんの連用が作物の収量、土壌の化学性に及ぼす影響。鹿児島県農業試験場研究報告: 33-50.
8. 宮崎成生・大村裕顕 (1997) 石灰処理による家畜ふんの粒状肥料化 (第1報) 製造方法及び製品の性質。栃木農試研報46: 19-28.
9. 宮崎成生・大村裕顕 (1997) 石灰処理による家畜ふんの粒状肥料化—畑作物への施用—。土肥要旨集43: 187.
10. 西尾道徳・藤原俊六郎・菅家文左衛門 (1988) 有機物をどう使いこなすか。農文協 東京: 80-82.
11. 農林水産省農蚕園芸局農産課編 (1979) 土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法: 44-46, 71-73.
12. 朴光来・山本洋司・日高伸・加藤茂・熊澤喜久雄 (1995) 埼玉県における露地野菜畑土壌からの浸透水中のNO₃-N濃度と $\delta^{15}N$ 値。土肥誌66: 146-154.
13. 谷井昭夫 (1985) ジャガイモそうか病の発生生態。研究ジャーナル8(7): 26-30.
14. 栃木県 (1996) 農作物施肥基準。
15. 栃木県 (1990) 栃木県農耕地土壌の実態。
16. 栃木県農業試験場 (1994) 平成5年度土壌環境基礎調査 (定点調査) 成績書。
17. 栃木県農務部畜産課 (1998) 環境保全型畜産確立対策試料: 1.