

飼料作物に対する

牛ふん尿施用限界と問題点

神奈川県畜産試験場 鈴木 進

はじめに

わが国の畜産経営の変革は著しいものがあり、農地をもたない畜産農家が多くなっています。このような畜産経営の中で、毎日多量に排泄される家畜ふん尿の処理は、経営上最大関心事であり、ふん尿の処理方法の如何が、経営を規制する事態になっております。家畜のふん尿は昔から、優れた有機質肥料として、また土壌の改良資材として貴重な資源であり、その効果については、あらためて論ずるまでもありません。しかし家畜ふん尿は優れた土壌改良資材であると同時に、産業廃棄物に指定されている汚物として、し尿と同様処理されなければならない相反する性格をもつに至りました。家畜ふん尿に対するこのような状勢のなかで昭和39年以降今日まで「家畜ふん尿処理利用のための土地還元に関する試験研究」が数多く実施されていますが、その結論的なものは、衛生工学的に浄化処理するよりも農地への還元が最も確実な問題解決法であるといわれています。しかしながら限られた農地への還元は限度があり、ふん尿処理のための施設整備をせまられ、その建設費とランニングコストは畜産経営を圧迫し、また施設の利用が適切でないため、しばしば水質汚濁や

悪臭、害虫発生等畜産公害の原因となっています。一方では耕種農家や施設園芸農家では、有機質不足のために地力の減退や連作障害になやまされています。このような有機質資源の偏在を解消し、あわせて環境保全と地力維持をはかるため、家畜ふん尿の堆肥化技術や、地域ぐるみの流通化問題など、各方面から検討されています。そこで限られた農耕地に対する家畜ふん尿の多量還元が行なわれている現状から、神奈川県畜産試験場では、牛ふんの飼料作物に対する多量連続施用試験を昭和44年から実施しており、土壌の変化、飼料作物の生育収量、飼料価値等について検討中でありますので、その施用限界量と問題点について考察してみたいと思います。

家畜ふん尿の排泄量

家畜ふん尿の排泄量は家畜の種類や飼料の種類などで違いはあるが、平均すると牛は1日ふん28kgと尿14kg、豚はふん3kgと尿5kg、鶏は150gのふんを排泄します。第1表はわが国に飼養されている家畜の年間のふん尿排泄量を人間のし尿と比較したものです。家畜から排泄されるふんは、年間約5,966万tで、人間の約13.2倍に相当する膨大な量であります。尿も人間の0.81倍に相当す

第1表 家畜ふん尿の排泄量

種類	頭羽数	排泄量 kg/日/頭		全国年間排泄量 (t)	
		ふん	尿	ふん	尿
牛乳牛	1,979,000	28	14	40,971,980	20,485,000
	2,030,000				
豚	8,780,000	3	5	9,614,100	16,024,000
鶏	165,675,000	0.15		9,070,706	—
計				59,656,786	36,509,000
人	111,939,643	0.1	1.1	4,086,000	44,944,000

(注) 1. 家畜頭羽数は53年2月現在、神奈川県農林水産統計年報第26号による。
2. 人口は52年人口統計による。



青刈とうもろこしの試験地における生育状況左から化成区、牛ふん10t、20t、40t施用区

(神奈川畜試54.7.9)

る3,650万tが排出されています。この家畜ふん尿の総排泄量9.617万tの全量が、かりに全国農地552万haに還元されるとすれば10a当たり年間1.7tの量になります。

ふん尿施用の限界

家畜ふん尿多量施用の限界は、土壌と作物双方に対する可能性の限界をさぐろうとするものであり、ふん尿施用土壌の変化、作物の収量性、収穫物の品質、環境保全等各種の条件を充分考慮する必要があります。

1) 牛ふん連続多量施用試験

牛ふん連続多量施用試験地は腐植質火山灰土壌で、生牛ふんを10a当たり毎作10t、20t、40tの施用区と、化成区としてN、P₂O₅、K₂O各10kgを施用し、使用した生牛ふんは排泄直後の新鮮物でその分析値は第2表に示した。ふんの性状は固液分離がほぼ完全に行なわれ、わら類の混入はなく、ふんの全面散布直後に大型ロータリーで耕土10~15cmにすき込みました。

第3表 牛ふんの多量連用と土壌の全窒素、全炭素の変化

処理	項目 年次	全窒素(%)			全炭素(%)			炭素率		
		47	48	50	47	48	50	47	48	50
化成区		0.38	0.32	0.34	4.10	4.81	4.17	10.79	15.03	12.27
10t施用区		0.43	0.45	0.43	5.02	5.67	5.37	11.67	12.60	12.49
20t	"	0.41	0.44	0.50	4.95	6.07	5.84	12.07	13.80	11.68
40t	"	0.35	0.49	0.65	3.93	6.97	7.52	11.23	14.22	11.57

注1) 昭和44年より毎作施用

注2) 年間トウモロコシとイタリアンライグラスを作物

(神奈川農総研 1976)

第2表 供試ふんの分析値

(対乾物%)

	灰分	有機物	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
生牛ふん	31.01	68.99	2.06	7.80	0.89	3.95	1.67

2) 土壌の全炭素および全窒素の変化

第3表は生牛ふんを6カ年間連用した試験土壌の理化学性の変化を示したものです。十分腐熟した家畜ふんの適量施用は、土壌中の微生物に栄養源を与え、この有用細菌が活発に増殖し、土中の有機物や鉱物類を分解し作物に養分を供給し、また施用養分の効率を高める作用をしますが、新鮮で未熟なふん尿を多量に施用すると、易分解性の窒素の過剰な蓄積と、土中微生物の急激な増殖と、有機物の分解により土壌中の酸素の消耗と、炭酸ガスの発生が旺盛となり、作物に有害な有機酸が多く生成され、また土中の可給態窒素の欠乏状態をおこし有害となりますので、土壌中の窒素含量と炭素含量は、作物に対する影響の度合いを知る目安となります。そこで牛ふん施用開始後3年までは、施用量を増しても土壌の全炭素含量は殆ど変化しないが、4年目から次第に増加し、かつふん

第4表 牛ふんの多量連用と風乾土水分、容積重、最大容水量の変化

処理	項目 年次	風乾土水分 (%)			容 積 重			最 大 容 水 量		
		47	48	50	47	48	50	47	48	50
化 成 区		5.9	5.2	5.0	99.61	101.22	101.70	66.25	63.73	64.22
10 t 施用区		5.9	6.1	5.5	96.80	89.70	94.94	70.61	80.36	76.30
20 t "		5.8	5.6	5.4	95.69	94.76	90.66	72.23	72.73	83.64
40 t "		5.9	5.3	6.6	99.86	83.31	81.30	65.14	84.81	102.43

(注) 第3表と同じ

(神奈川農総研 1976)

第5表 牛ふんの多量連用とPF—水分率の変化

(Vol %)

処理	PF 年次	0			1.5			2.7			3.0		
		47	48	50	47	48	50	47	48	50	47	48	50
化 成 区		70.43	68.24	68.95	53.20	53.31	52.21	37.03	39.52	37.98	32.22	33.52	33.08
10t 施用区		72.94	74.58	76.99	48.60	58.58	54.64	35.95	35.96	37.49	32.73	30.24	32.74
20t "		73.67	73.25	80.40	50.78	62.04	59.02	34.84	38.81	35.36	31.64	33.07	30.80
40t "		69.42	69.95	89.61	44.91	58.68	61.31	38.14	36.97	34.02	33.50	33.21	30.96

(注) 第3表と同じ

(神奈川農総研 1976)

の施用量の多い区ほど全炭素含量は顕著な上昇がみられます。しかし10t施用区の炭素含量は、ほとんど増加しなかった。全窒素含量についても炭素含量とはほぼ同じ傾向を示しています。炭素率については処理区間に特徴的な変化は認められません。

3) 土壌の物理性の変化

第4表に試験土壌の水分、容積重、及び最大容水量の推移を示した。風乾土の水分含量と牛ふん施用量との間には一定の傾向は認められない。また容積重と施用量との間にも初めは一定の傾向は認められなかったが、年次の経過とともに施用量の増加に伴ない年々減少を示した。しかし10t施用区と化成区との間には特に差は認めなかった。最大容水量はふん連用6年目になり影響がみられるようになり、特に40t区は著しく増加した。また土壌の保水性についてはPFの低い領域では、最大容水量と同じ傾向がみられ、ふん連続施用3年目では施用量と保水性との間には差は認められないが、年次の経過とともに差が生じはじめ、PF 0~1.5の範囲では施用量が増加すると明らかに水分含量も増加する。しかしPF 2.7~3.0域では逆に、ふん施用量が少ないほど高い水分率を示すようであった。第5表にPF水分率の年次変化を示した。

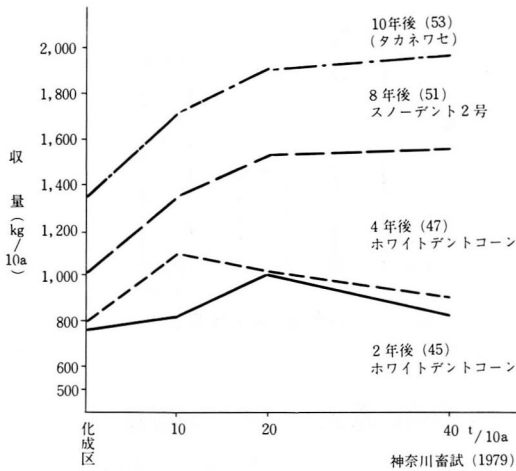
4) 土壌の変化からみたふん尿施用限界

土壌の全炭素および全窒素含量は、ふんの施用量と比例関係にあり著しく富化されます。また容積重も施用量と明らかな関係があり、最大容水量や、保水力も同様に大きな変化が認められます。このように1作10t施用では、土壌の全窒素および全炭素の供給と消費はほぼ平衡しているものと思われ、20t施用では窒素や炭素はやや蓄積傾向にあり、40t施用では明らかに蓄積がみられ、多量施用は土壌の有機物分解能力を上回る施用量であると考えられる。このような観点からふん尿限界施用量は、1作20t年間40t以下に限界があるといえます。しかし、この施用限界量は、あくまで有機物についてのみいえることであって、土壌のもつ複雑な性質、いわゆる地力を加味したふん尿施用限界量の判断は、更にきめ細かな検討が必要であります。

5) 飼料作物の生育収量

牛ふん多量連続施用試験の成績から、乾物収量の変化について第1図、第2図に示した。

青刈とうもろこしの乾物収量をみると、2年目と4年目、8年目と10年目が2分されているが、これは品種間差もあろうと思われませんが、年次の経過にともない安定した乾物多収傾向を示しています。その傾向は2年目では20t区、4年目では10t区が最高収量を示し、40t区では兩年とも減収し化成区と殆ど同程度の収量であった。また8年目

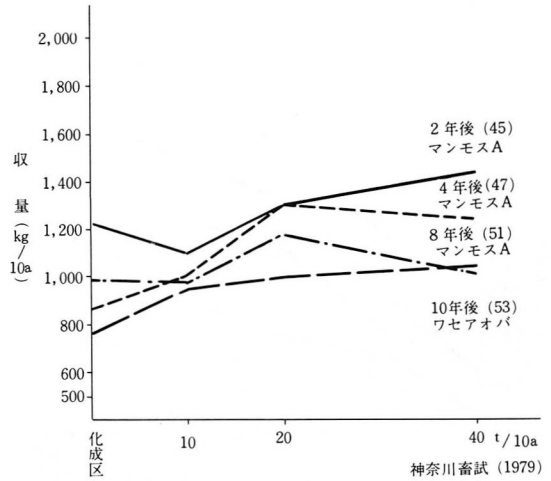


第1図 青刈とうもろこしの乾物収量

と10年目の収量は、10 t区から20 t区までは急速に増収を示しますが、40 t区は兩年とも横ばいで増収の傾向は認められなかった。そこで2年目の10 t施用区は化成区と殆ど同収量であり、4年目以降になって増収を示すことは、土壤に還元された未熟牛ふんは、2~3年位では有機物の分解が進まず、また、この程度の施肥量では肥料効果は期待できないのではないかと。しかし4年目以降になると、10 t区でも著しい増収傾向を示すことは、1作10 tから20 t施用までは、土壤中の全炭素と全窒素の供給と消費のバランスはほぼ均衡し、増収効果を表わすが、40 t施用区になると炭素と窒素の蓄積がみられ、有機物分解能を上回る施肥量であり、作物の生育を阻害することが考えられます。イタリアンライグラスの乾物収量についても、2年目の10 t施用区は、青刈とうもろこしと同様、化成区より収量が少なく、20 t区で増収しています。4年目以降になると施用区間に大差はなく20 t施用区までは増収しますが、40 t区では減少傾向であり、青刈とうもろこしと似ています。しかし、イタリアンライグラスは年次の経過とともに乾物収量は漸減しており、この点青刈とうもろこしと逆の傾向があり興味のあるところです。

6) 収量性からみたふん尿施用限界

青刈とうもろこし、イタリアンライグラスともに、化成区と比較して1作20 t施用区までは著しい増収効果が期待できますが、40 t施用区では、ほとんど横ばいしないし減収傾向を示すことから、ふ



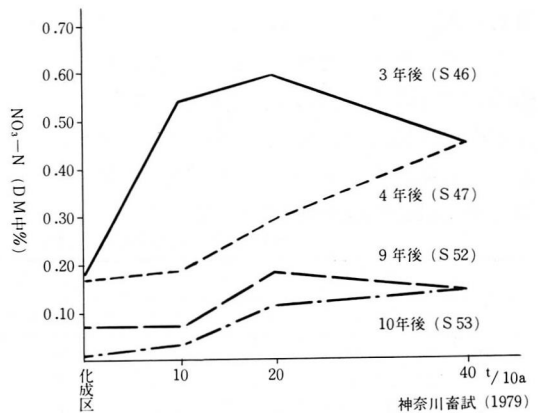
第2図 イタリアンライグラスの乾物収量

んの適正施用限界は1作20 t、年間40 t程度が適当と考えられます。

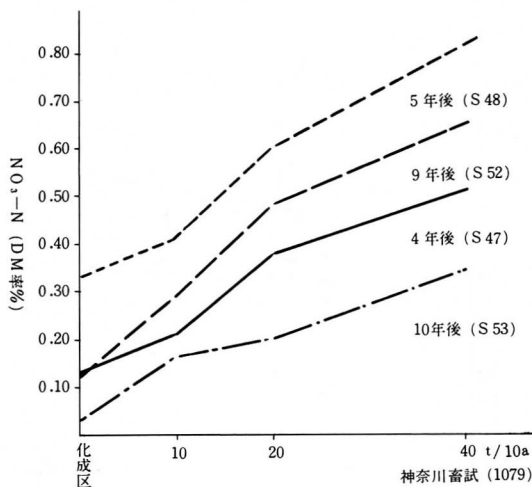
7) 作物の品質

ふん尿多量施用した作物体中には硝酸態窒素が異常に蓄積されます。飼料作物体中の硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)が、牛のいわゆる硝酸中毒の発生の恐れを生ずる量は、乾物中0.2%以上であるとされています。そこで多量連続施用試験の成績から第3図第4図にその含量の推移を示した。

青刈とうもろこしの $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は、3~4年目ではふんの施肥量の増加にともない多くなるが、9年目10年目では最高0.18%以下であります。しかし、イタリアンライグラスの $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は、ふん施肥量の増加にともなって急激に増加します。10 t施用区は化成区に比べ2.1倍、20 t区は10 t区の2.1倍、40 t区は20 t区の1.4倍の蓄積量であ



第3図 青刈とうもろこしの硝酸態窒素含量



第4図 イタリアンライグラスの硝酸態窒素含量 (春1番刈草分析値)

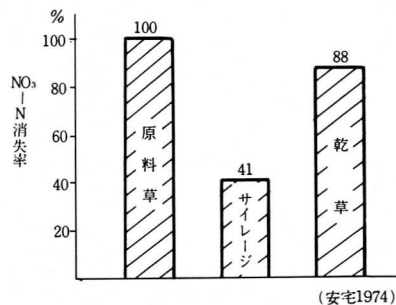
り、0.2%以下は化成区と10年目の10t区のみであります。このことから、青刈とうもろこしは年次の経過とともにNO₃-N含量は減少し蓄積が認められない。しかし、多量施用後4~5年間は硝酸含量が多いので注意が必要です。イタリアンライグラスは20t施用区以上は顕著な蓄積がみとめられるので、ふん尿施用限界は20t以下とし、牧草類の栽培と給与については細心の注意が必要です。

つぎに作物体中の糖含量についてふれたいと思います。飼料作物をサイレージに調製する場合、原料草の糖含量の高いもの程よい発酵をおこし、良質なサイレージができます。第6表に可溶性炭水化物(糖質)含量の推移を示した。

青刈とうもろこしは化成区と、ふん施用区では約6%程施用区の方が低い値を示しているが、ふん施用区間には差はみられない。イタリアンライグラスについても、化成区と、ふん施用区との間に顕著な差がみられ、特に4月刈取草に差が大きい。ふん施用区間では、特に差がない。いずれにしても、ふん尿を多量施用しますと糖含量は低下し

第6表 草種別可溶性炭水化物含量 (DM中%) 神奈川畜試(1979)

区 分	青刈とうもろこし (タカネワセ)			イタリアンライグラス (ワセアオバ)	
	雌 穂	茎 葉	計	53.4.5刈	53.5.10刈
化成区	34.31	26.04	27.81	25.96	10.87
10t 区	27.97	20.84	22.58	16.09	9.44
20t 区	27.55	19.68	21.37	16.39	8.71
40t 区	27.22	19.00	20.55	15.21	9.37



第5図 利用別NO₃-Nの消失率

たします。

ふん施用利用上からみた問題点

毎作20t以上の生ふんの施用は、収量や乾物率の低下と硝酸態窒素の蓄積、糖含量の低下を招くほか、早魃による発芽生育障害がみられますのでできるだけ完熟堆肥の施用が望まれます。また作物中の硝酸態窒素は、サイレージにすることにより減少します(第5図参照)。青草の給与は、特に生育初期のものは硝酸含量が多く、牛の嗜好性も劣りますので、できるだけサイレージ利用を奨めます。

環境上からみた問題点

家畜ふん尿を農地に還元する場合、特に悪臭と衛生害虫の異常発生に細心の注意が必要です。やむをえず農地に全面散布する場合は、直ちに覆土する方法を考え、強風時や住宅方向への風向きの際は散布を中止する位の配慮が必要です。神奈川県畜産試験場では、堆肥舎からのハエの発生、臭防止のため、堆積ふんにビニールを全面に被覆密閉し、2日間放置することにより、ハエや蛆は完全に死滅し、臭気も防いでいます。

おわりに

以上の試験結果と問題点を総合して、生牛ふんの連続多量施用の限界は1作20t、年間40tが適正量と思われます。多量施用は労力的にも容易なことではありません。農耕地に対しても極端な負荷をあたえず、かつ作物の養分吸収とふんの肥効を考慮した施用法がとられるべきであります。そのため、ふんの完熟堆肥化と適正な量を毎作農地に施用することが理想的な還元法と考えます。