

家畜生ふんの農業利用(1)

誌名	農業技術
ISSN	03888479
巻/号	2612
掲載ページ	p. 560-564
発行年月	1971年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波事務所
Tsukuba Office, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat



家畜生ふんの農業利用 (1)

——水 稲 ・ や さ い——

松崎 敏英 野中富士夫

はじめに

長い農耕の歴史のなかで、家畜排泄物が肥料として、また地力維持資材として果たした役割は大きい。

従来、家畜の飼養頭数は、農家の経営規模に見合ったものであり、排泄物を土地還元することは当然のことであった。しかしながら、経済の異常な成長にともなう専作的な規模拡大により、園芸、畜産部門は飛躍的な発展を遂げ、とくに都市近郊の畜産経営は、農地をはなれた企業的な性格を強めており、その結果、衛生的な処理の限界を越えた排泄物による水質汚濁や悪臭などの公害が、大きな問題になっている。第1表は神奈川県内の家畜排泄物のB.O.D量と人間のそれを比較したものである。家畜排泄物のそれは、人間の約2倍であり、そのすさまじさは想像以上のものがある。しかしながら県内における家畜ふん尿の年間排泄量は約100万tであるから、4万haの耕地に10a当り年間2.5tを還元すれば、問題は一挙に解決することにもなる。

第1表 神奈川県における家畜から排泄されるB.O.D量の人間換算 (頭数45年2月現在)

家畜(体重:kg)	排泄量(1頭羽1日量)			県内における家畜から排泄されるB.O.D量の人間換算
	ふん	尿	B.O.D	
牛(500~600)	25kg	6kg	640g	計 9,248,000 人分
豚 (配合飼料 (40~80))	3	3	200	
鶏 (1.6)	0.15	—	10	
人			13	5,315,041人

一方、集約多肥栽培地帯において発生している各種の要素欠乏や過剰症の多くは、堆きゅう肥等有機物施用量の激減が主役であり、化学肥料の多用と連用がこれに拍車をかけていることは、各種の調査からも明らかである。問題は、いかにして畜産農家と耕種農家の間にパイプを継ぐかである。利用する側は堆肥化された性状の良好なふん(きゅう肥)を希望するが、水分が多く、堆肥化しにくいふんを、いかにして急速に堆肥化させ扱いやすいものにするかが、この分野における技術面の焦点になっている。

家畜排泄物を農業利用する場合の形態としては、①

きゅう肥、液肥として、② 生ふんのまま、③ 火力や天日乾燥したもの、④ 固液分離機による固形物、⑤ 分離固形物を堆肥化したもの、⑥ 固液分離液などがある。たしかに生ふんの施用は、汚物感や悪臭、扱いにくさなど、利用面で多くの問題はあるが、ふんの処理に必要な施設や経費を考えれば、最も現実的な方法でもある。しかし、多くの作物について施用限界量や適正施用量、土壌や作物に対する影響などについて、すぐに現場に適用できるような実用的な成果は案外少ないのが現状である。生ふんの施用においては、その成分含量、すなわち養分供給量を考慮し、作物の生育や収量をよりすぐれたものにするための適正施用と、ふんの処理に重点をおき、作物に悪影響を与えない限り、多量に施用する限界施用とがある。いずれにしても、施用量は、作物の種類、作期、土壌条件などで異なり、施用量決定のための調査は膨大なものとなる。したがって内容については充分とはいえないが、本稿においては主要な農作物に対する生ふんの限界施用量を中心に、神奈川県内の農業関係試

験研究機関で行なった調査結果の概要について述べる。

水田に対する施用法

水田に対し未熟な有機物を多用すると、急激な分解によって、土壌の酸化還元電位が低下する。とくに水稲の生育が旺盛な盛夏の湛水時には、2価鉄や有機酸、硫化水素ガスなどにより、根の障害をう

けやすい。さらにこれと窒素過多の影響が併発するとき、倒伏や病虫害を誘発する。ここに水田に対する生ふん施用の危険性とむずかしさがあるといえよう。

しかしながら、水田は比較的平坦な沖積地帯に分布するものが多く、とくに耕地整理や大規模な基盤整備が行なわれた水田は、ふんを搬入するための道路条件がよく、排水も容易であるから、ふんの投棄場所としては好条件をそなえている。水田に対する生ふん施用があまり積極的でないのは、畑地より有機物の施用効果が少ないことも理由の1つであろうが、前記したような危険性がより大きな理由と思われる。しかしながら、効果が少な

いからといって、化学肥料のみに頼ったのでは、水田といえども、遠からず地力は低下し、水稲作は不安定なものとなる。したがって、水田に対しては、よく腐熟した有機物をいかにして施用するかが、問題解決の決め手となる。

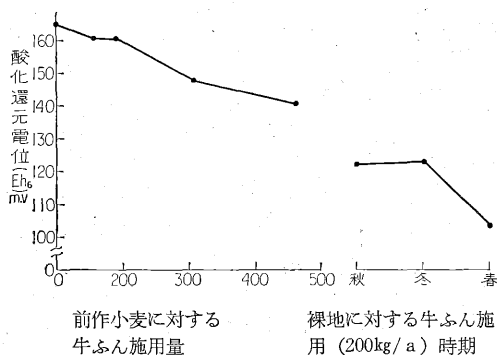
そこで水稲刈取後、裏作を作付けしないで生ふんを田面に散布し、土壌と混合して有機物の分解を図り、かつ窒素の無機化を促進させる方法と、裏作に小麦を作付し、牛ふんを施用して同様な効果をねらう2つの処理を行なった。これにより生成された硝酸態窒素は、雨水により、また湛水後は灌漑水により流亡、溶脱するから、窒素過多による水稲の過繁茂を防ぐことができる。しかも乾田期間中に易分解性有機物を分解し減少させておくことは、水稲移植後における土壌の異常還元防止→効果も期待できる。さらに裏作を対象に家畜ふんを施用し、作物を栽培した場合は、耕耘による土壌攪乱や微生物活性の促進により、生ふんの変化はいつそう顕著になる。このような発想のもとに、施用による水稲への悪影響を除き、かつ水田地力を増進させるような生ふんの施用法について検討した。

裏作の作付を行わず、秋(10月)、冬(1~2月)、春(4月)の各期に生牛ふんを田面に散布し、耕土10cmに混合、放置し、そのあと地に地区の標準施肥量で水稲の作付を行なったものは、ふん処理をしなかった。標準区より玄米収量は5~10%増加した。しかしながら、水稲刈取後すぐに牛ふんのすき込みをした秋すき込み区と比較して、水稲の移植時期に近い春にすき込んだ区は、湛水後の酸化還元電位の低下が著しく、電位は100mVまで低下し、水稲の生育も軟弱であった。

裏作小麦に対する牛ふんの施用効果は次のとおりであった。標準化学肥料区の窒素量にあわせて、牛ふんを施用したものは、初年目、2年目とも標準区より9~14%減収となり、牛ふんの肥効は明らかに化学肥料よりも劣った。しかしながら、牛ふんの窒素の肥効を化学肥料の3分の1とし、窒素量で標準施肥の3倍相当量を牛ふんで代替(牛ふん450~700kg/a)したところ、化学肥料と同等か、またはそれ以上の小麦の収量が得られ、とくに元肥窒素のみ牛ふんで代替(牛ふん300~400kg/a)し、追肥は化学肥料によったもの小麦収量は最も高かった。

水稲に対する未熟有機物の施用は、その害作用によって効果がマスクされることが多い。そこで、前作小麦に施用した牛ふんの水稲に対する影響を調査した。すなわち、水稲に対しては、前作小麦に対する牛ふんの処理とは関係なく地区の施肥基準に基き、均一栽培を行ない、

前作の小麦または裸地に施用した牛ふんの水稲に対する影響についてのみ調査した。前作小麦で施肥窒素量と同量の窒素を牛ふんで施用したあと地の玄米収量は、標準化学肥料区より劣った。しかし牛ふんの窒素の肥効を化学肥料の3分の1として、窒素量で標準施肥の3倍相当量を牛ふんで代替したあと地の水稲の生育収量は化学肥料のみによる標準施肥と同等かやや高い収量が得られた。2カ年を通じ、裏作小麦に対し、標準施肥量の2~3倍量に相当する窒素を施用したものは、小麦収量だけでなく、あと作水稲の収量も高く、このような処理法は水田における牛ふんの処理と利用に新しい方向を示すものといえよう。



第1図 最高分けつ期(49年7月28日)における土壌の酸化還元電位 (Eh)

第1図に示すごとく、小麦作で牛ふんを多く施用すると、湛水後の酸化還元電位は低下するが、裸地にふんを散布し、土壌と混合したものよりは高く維持されている。

ふんの施用量が多いにもかかわらず、電位の低下が少ないことは、中耕による土壌の攪拌や作物栽培が未熟有機物の分解促進に役立ったものと思われる。すなわち、水稲の施肥基準を変更しない範囲での裸地に対する牛ふん施用は、水稲刈取後なるべく早い時期に行なうことが望ましく、おそくとも冬期間中には土と混合しておくのがよい。この場合の牛ふん施用量は、a当たり200~250kgが一応の目安となろう。なお裏作に対しては、牛ふんの窒素の肥効を化学肥料の3分の1として施用すれば、ほぼ化学肥料と同程度の肥効が期待でき、あと作水稲の生育収量も良好であった。

試験地土壌は泥炭質土壌壤土型水田であり、有機物の施用効果が低いばかりでなく、過剰害が起りやすい土壌である。この種の水田においても、生ふんの施用法さえあやまらなければ、年間200~500kg/a程度の牛ふん施用が可能であることから、一般水田においては、まず安全な施用量と思われる。

畑地に対する施用法

畑土壌は水田土壌よりはるかに大きな微生物活性が期待できる。このことは水田より、より多量のふん処理が可能であることを意味するが、施用にあたっては、水田作のように限られた作物だけでなく、作期別、土壌別にも異なった適量と施用限界量があるから、調査は膨大なものとなる。そこで、すべての条件は満足できないまでも、代表的な畑作物である野菜、飼料作物、桑果樹、花木について、ほ場における施用限界量について検討した。

とくに記載のないものは腐植質火山灰土壌における成績である。

1) 野菜に対する生ふん施用

けいふん（施用法：とくに記載のないものは生ふんを全面散布し、耕土に混合）ニンジン：化学肥料を使用せず、ふん単用で50~300kg/aを施用したものは、化学肥料を標準量施用したものより10~15%増収した。一般に生ふん施用により全重に対する上物重の割合が高まった。さらに300kgを全面散布せず、作条に施用したものは、化学肥料単用に比し20%も増収したが、根の伸長が抑制されることから、局所施用の場合は、300kg附近に施用の限界があり、全面散布でも300kgくらいが適量と思われる。

ニンジン収穫後のあと地にホーレン草を栽培したが、前作ニンジンで200kg以上の生ふんを施用した区のホーレン草の収量は、化学肥料専用区の2~3倍の収量があり、きわめて高い残効を示し、品質もすぐれていた。

キャベツ：ニンジンと同様の試験構成で生ふん処理を

行なった。100~300kg施用で、化学肥料の標準量を施用したものよりキャベツの結球重が高まった。とくに全重に対する結球部の占める割合が高かったのは200kg施用したものであった。

このあと地に無肥料で小かぶを栽培したところ、前作に200kg以上のふんを施用した区の生育は良好であり、ニンジンあと地のホーレン草の成績とほぼ同様な結果が得られ、品質もよく、生ふんの残効が想像以上に大きいことを確認した。

バレイショ、トモロコシ：施用限界量が高い作物に属するようである。バレイショでは400kg/a以上の多量施用で、腐敗個数が多くなることに問題はあるが、両作物とも200~800kgの施用でも化学肥料標準量施用よりも、はるかに高い収量が得られた。その原因の1つは、これらの作物の吸肥力が高いことにもよるが、生ふん施用による障害性が他の作物と比較して少ないことも考えられる。

ピーマン：200~800kg/aの生ふんを施用した。200~400kg施用で、最高収量を示したが、800kgの多量施用でも化学肥料標準量施用と変わらない収量が得られた。しかしながら茎葉は過繁茂となり、200~400kg施用よりも収量が低下することから、施用適量は200~400kg、限界施用量は800kg附近にあるものと思われる。

サトイモ：100~400kg/aを施用したところ、100kgでは化学肥料標準量施用より、やや収量が劣ったが、200kgで上芋重が最高となり、300kgでは減収した。したがって、200kg附近に施用適量があり、限界施用量は300~400kgくらいと推定される。

トマト：待肥として、あらかじめ200~500kg/aの生

第2表 ふんの種類と栽培条件

供試ふん	成 分 (%)				供 試 作 物	品 種	播 種 植 付 期	収 穫 期
	水分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
けいふん	50.8	1.95	—	—	ニンジン	金 港 3 寸	7月1日	10月1日
	50.8	1.95	—	—	キャベツ	長岡交配中早生	7月22日	9月3日
	—	—	—	—	ホーレンソウ	ミンスターランド	10月14日	9月30日
	—	—	—	—	小カブ	金町小カブ	10月14日	11月16日
	70.8	1.5	1.6	0.7	バレイショ	男しやく	3月24日	7月15日
	70.8	1.5	1.6	0.7	トモロコシ	ゴールドデューク	5月13日	8月4日~17日
	70.8	1.5	1.6	1.3	ピーマン	新 緑 2 号	5月13日	6月25日~10月21日
	80.5	2.0	1.5	0.6	サトイモ	石 川 早 生	5月9日	11月24日
	84.0	1.6	1.7	0.8	ト マ ト	ひ か り	5月8日	6月8日~8月28日
	67.4	1.95	2.0	1.28	ヤマトイモ	在 来	4月18日	11月22日
70.8	1.95	1.35	0.87	ハクサイ	王 将	9月4日	12月5日~25日	
豚ふん	79.8	0.65	0.47	0.51	バレイショ	男しやく	3月27日	7月6日
	87.8	—	—	—	トモロコシ	ゴールドデューク	5月21日	8月12日
	77.5	0.6	0.45	0.5	カンショ	タ マ ユ タ カ	5月24日	11月13日

ふんを条間に溝施用しておき、植付時に根付肥として各処理とも側条に50kgを施用した。このような方法で、ふんを施用した場合は、生育全期間および時期別収穫量とも化学肥料のみによる標準栽培と生ふん施用との間には、ほとんど収量に差がなく、待肥としての生ふん施用は、ふんの肥効を高め、かつ、障害性を軽減するのに役立つようである。

ヤマトイモ：100~400kg/aの生ふんを施用したところ、ふんの施用量に関係なく、化学肥料標準量施用より、いずれも高い収量が得られた。しかし、上芋の収量と品質は、200kg施用が良好であり、これ以上の多量処理をすると型の乱れが起こり、品質の低下を招くことになる。したがって、400kg以上の施用も可能ではあるが、200kg附近に施用適量があるものと思われる。

ハクサイ：100~300kg/a施用では、200kgが最もよい結果が得られた。300kgでは化学肥料標準量施用とほぼ同等であったが、200kg施用より明らかに収量が劣ることから、施用適量は200kg、施用限界量は400kg程度と推定される。

豚ふん（施用法：とくに記載のないものは生ふんを全面散布し、耕土に混合）バレイショ：500~2,000kg/aの生ふん施用を行なったところ、1,500kg施用の芋重は、化学肥料標準量施用したものより87%も増加し、最も高い収量が得られた。2,000kgでは1,500kgよりやや収量は低下したが、なお化学肥料よりはるかに高い収量であった。したがって施用適量は、1,500kg、限界施用量は2,000~3,000kg附近にあるものと推定される。なお生ふんの施用量とバレイショの貯蔵性についても検討したが、一定の傾向は認められなかった。

トモロコシ：500~2,000kg/aの生ふんを施用したが、2,000kgの施用で莢重が最も高く、500~1,500kgの施用では、明らかに化学肥料標準量施用より収

量が劣っていることから、適正施用量および施用限界量は、さらに高いところにあるものと思われる。

カンショ：500~1,500kg/aの生ふんを施用した。施用量を増すと、つる重は増加するが、上芋重は明らかに減少し、いわゆる“つるぼけ”となる。500kg程度の施用であれば、化学肥料標準量施用よりも増収するが、施用限界量もこの附近にあり、多量施用による減収の危険が大きい作物といえる。とくに供試品種は飼料用であったことから、食用のカンショ栽培では施用はさけるべきであろう。

以上、けいふんと豚ふんの施用量についてまとめてみると、けいふんでは、ニンジン、キャベツ、バレイショ、トモロコシ、ピーマン、トマト、ヤマトイモ、ハクサイについて検討したが、どの作物についても支障のない施用量は、200kg/aであり、ニンジン、キャベツ、ヤマトイモでは300kg、トモロコシ、ピーマンでは800kg処理も可能であった。

豚ふんについては、バレイショ、カンショ、トモロコシで検討したが、カンショはつるぼけとなるため、500kg以下にとどめるべきである。バレイショは1,500kg、トモロコシは2,000kg以上の施用も可能であり、想像以上に多量施用が可能であることを確認した。しかしながら、施用量はおおむね窒素量でけいふんと同量、すなわち、けいふんの倍量程度とするのが安全であろう。

生ふんの継続施用効果

1) けいふん 1作当たり生けいふん200kg/a 毎作施用、1作おき400kg施用、1作目のみ800kg施用、および

第3表 カリフラワーに対する堆肥および生豚ふんの連用効果

処 理	葉 重				花 蕾 重				花 蕾 重 比			
	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43
無 堆 肥	264	267	262	180	92	80	87	58	100	100	100	100
堆 肥 加 用	307	314	376	325	107	94	124	104	116	118	143	179
堆肥有機物相当豚ふん加用	324	299	369	246	114	89	122	79	124	112	141	136
窒素5kg/a相当豚ふん施用 (生ふん450kg)	308	388	376	401	108	101	124	128	117	127	143	221
窒素10kg/a相当豚ふん施用 (生ふん900kg)	316	302	365	399	111	90	121	128	121	113	138	221

第4表 豚ふんの連用（昭40~43）が土壌の理化学性におよぼす影響

(表土10cm, 対乾土)

処 理	T-C %	T-N %	C/N	PH		Y ₁	有効 磷酸 (トリオーグmg)	假比重	最大含水量	
				H ₂ O	KCl					
無 堆 肥	4.45	0.379	11.2	4.01	3.90	12.7	1.806	12.8	0.924	67.1
堆 肥 加 用	4.43	0.375	11.8	4.10	3.89	11.9	1.638	18.5	0.938	67.4
堆肥有機物相当豚ふん加用	5.02	0.418	12.0	4.15	3.89	11.0	1.854	17.9	0.928	68.0
窒素5kg/a相当豚ふん加用	5.41	0.433	12.5	4.86	4.20	3.6	1.743	24.8	0.905	71.8
窒素10kg/a相当豚ふん加用	6.40	0.496	12.9	5.17	4.29	2.4	1.722	37.0	0.877	72.1

化学肥料標準量毎作施用の4処理を行ない、バレイショ→ネギ→レタス→キャベツを継続して2カ年栽培した。

第1作バレイショは明らかにふん処理量の多いものほど増収した。第2作ネギ、第3作レタスともに毎作200kg施用が良好な成績を示したが、生ふん施用量の差が、収量におよぼす影響は少なくなり、第4作キャベツでは4つの処理とも、ほとんど差異が認められなくなった。

なお同様な試験構成で、トモロコシ→ダイコン→スイカ→ハクサイについて、また、ピーマン→タマネギ→ニンジンについても各2カ年の継続試験を行なったが、前記試験とはほぼ同様な結果が得られている。

このように、生ふんは極多量を一時に施用しても、相当長期にわたり効果は持続するようである。

2) 豚ふん 秦野盆地の火山砂土壤において、カリフラワーとキャベツを供試し、生豚ふんの連用効果について検討した結果は、前掲の第3表のとおりである。すなわち年次の経過とともに処理による収量差が大きくなり、豚ふんなど有機物を施用した区のカリフラワー収量と無堆肥の差は4年間で2倍以上になった。4年後に行なった土壤分析の結果は前掲の第4表のとおりである。有機物を施用した区の理化学性は比較的良好であるが、無堆肥や有機物少量施用では、土壤の酸性化が著しかった。カリフラワー収量の低下した主要因が、酸性化によるものと推定されたので、5年目には各区の酸性を石灰で同一になるように矯正し、キャベツで改良効果を調査した結果は第5表のとおりである。改良効果は顕著であ

第5表 キャベツに対する酸性改良と豚ふん施用効果 (kg/a)

処 理	結 球 重		結 球 重 比	
	未改良 (43)	酸性改良 (44)	未改良 (43)	酸性改良 (44)
無 堆 肥	262	277	100	100
堆 肥 加 用	343	308	131	111
堆肥有機物相当豚ふん加用	337	313	129	113
窒素 5 kg 相当豚ふん加用	308	308	118	111
窒素 10 kg 相当豚ふん加用	363	344	139	124

注) 昭和40~43年までカリフラワー、キャベツを栽培したあと地の酸性を調査し、窒素10kg相当豚ふん施用区の反応(PH 5.17)になるよう他の処理区の酸性を石灰で矯正し、試験した。

り、各区間の差は少なくなったが、なお連年豚ふんを多用した区との間には相当な収量差があり、ここに有機物施用の意義を見出すことができる。

4~5年間の有機物施用で、土壤の理化学性に明瞭な変化を求めるには、500~1,000kg/aの豚ふんを施用する必要がある、通常施用されている100kg程度の施用量では、地力維持効果はあっても、土壤の理化学性に明らかな変化を求めるのは無理なようである。この場合も適正施用量については、作目、土壤などにより差異のあることは当然であるが、葉菜類に対しては、豚ふん施用量の目標を窒素の標準施肥量の1.5倍程度とすれば、増収効果と土壤の理化学性の改良の双方に効果が期待できるものと思われる。(神奈川県農業総合研究所)

□試験研究の値うち□

研究成果の値うちをカネで表わすことがしばしば行なわれる。われわれ試験研究にたずさわる者が少なからざる抵抗を感じるこの1つである。とはいっても、目的のない試験研究はありようがない。ただ、成果の評価に難易があるから、近視眼的にされては困るという気持なのである。しよせん、農学は実践の科学であることに変わりはない。

農業の動向はこれからは数haに及ぶ大規模な試験を要求しよう。そのほ場を買うとなれば、平地地帯の水田で10a当り300万円としても1億円をはるかに突破する。そこで思うには、われわれが個々の課題に20~40万円ぐらいの予算しか組めない現状に照して、試験ほ場への高額投資は、なんとなく矛盾めいた気持を誘うものである。農林省ではようやく1,000万円単位の予算課題を計画するようになったが、それも共同する多数の国立場所に分配するので、せいぜい100万円単位の研究費になってしまふ。

どうも腑に落ちない気持から、このさい、研究成果の値ぶみをやってみようと考えた。たとえば奥越地方で起こった斑点米問題の解決は、地区周辺の約1,000haの産米が供出不能の危険

に暴されるとすれば、少なくとも4億円の損害を未然に防止したことになる。この成果には農試の主力を傾けたとはいえ、少額の予算で、いわば素手で稼いだようなものである。この同類は枚挙にいとまがない。

ところで大型の実用化試験はどうだろう。福井県で将来の本命ともいふべき水田地帯の大規模複合経営に高収益の野菜を転換導入して、基幹労働の1人当り年間100万円の収入を保証する技術組立てに成功するとしよう。これは現在の農業所得のほぼ倍増である。控え目に1万農民の将来に明るい希望を約束できるならば、軽くみて50億円の寄与に相当するのである。

もちろん、これは棚からボタ餅というわけにはいかない。実現への努力苦心はさておいて、これなら土地取得に注ぎ込むカネなど措しいようでは実は大したことはないと思つて落ちた次第である。

そこでこの世はすべて我が身に返ると思わねばならない。成果は一朝にして成らず、きびしい課題の選定、ねらいを実証するプロセスの立て方など、研究プロジェクトの実施には肩の荷の重さを忘れぬことが大切であろう。

(研究速報 No. 2より 福井県農業試験場長 滝嶋康夫)