

畜産環境情報

第57号

2015年4月



一般財団法人 畜産環境整備機構

畜産環境情報 <第57号>

目 次

1. 家畜排泄物堆肥のリン資源としての有効活用

-作物収量確保、土壌リン酸蓄積の抑制
及びリン資源節約をめざして-

東北大学大学院農学研究科

伊藤 豊彰 1

2. 静岡県の畜産と畜産環境対策について

静岡県畜産技術研究所 飼料環境科 科長

片山 信也 17

3. 神奈川県畜産環境対策の取り組みについて

神奈川県 環境農政局 農政部 畜産課

畜産環境グループ 主任技師

松本 哲 27

家畜排泄物堆肥のリン資源としての有効活用

—作物収量確保、土壌リン酸蓄積の抑制及びリン資源節約をめざして—

東北大学大学院農学研究科

伊藤 豊彰

1. リン資源の枯渇問題

(1) 不可欠だが限りある資源

リン酸は作物の必須栄養素であり、持続的な作物生産に不可欠である一方、リン(リン鉱石)は有限の自然資源である。リン鉱石の約80%は化学肥料に使用されており、増大する食料需要を保証するためには、リン資源の確保が不可欠である。

人口増加と間接的な穀物消費が高まる肉類消費の増大、エネルギー作物の生産奨励によって、世界的に食料生産の機運が高まりリン酸肥料の需要が増加している。これに伴い、リン酸肥料は価格が上昇し、資源確保が困難になりつつある¹⁾。

リン鉱石の価格は、2008年の暴騰後も高い状態が維持され、2011年には2007年以前の2倍以上となっている。2009年にはリン資源の枯渇を懸念する論文^{2, 3)}が著名な科学雑誌に相次いで掲載され、世界的にリン危機が注目された。

(2) 経済的鉱量

1) アメリカ地質調査所 2010年

リン資源は早々に枯渇するのだろうか? アメリカの地質調査所(United States Geological Survey; USGS)は、世界の鉱物資源の埋蔵量を調査、公表しており、リン鉱石の経済的鉱量(Reserve、推計時点

の技術によって経済的に生産できるリン鉱石の量(選鉱後の P_2O_5 で30%以上のリン鉱石の重量))を予測している。USGSの2010年のリン鉱石推定値⁴⁾を年間生産量で割った単純耐用年数は約100年となり、またCordellら⁵⁾は50から100年で現在のリン資源は枯渇すると予測した。

2) 国際肥料開発センター(IFDC)

しかし、国際肥料開発センター(IFDC)が世界のリン鉱石の資源量を精査したところ、リン鉱石の経済的鉱量が大幅に修正された⁶⁾。表1に示したように、IFDCの推定量が反映され、リン鉱石の経済的鉱量(USGS)は2010年から2011年において4倍以上に増加した。その大きな原因は、モロッコと西サハラの資源量が約9倍に増えたことであり、新たなリン鉱石保有国としてアルジェリアが追加され、ロシアとシリアのリン鉱石埋蔵量が大幅に修正された。

3) アメリカ地質調査所 2015年

さらに2015年公表のリスト⁷⁾では、新たなリン鉱石資源国としてインド、イラク、カザフスタン、メキシコ、ペルー、サウジアラビア、ベトナムが追加され、オーストラリアの資源量が大幅に増加した。これは、IFDCが提案した資源量推定

表1 世界のリン鉱石の経済的鉱量(×100万トン)^{4,7)}

産出国	公表年		
	2010	2011	2015
アメリカ合衆国	1,100	1,400	1,100
アルジェリア	-*	2,200	2,200
オーストラリア	82	82	1,030
ブラジル	260	340	270
カナダ	15	5	76
中国	3,700	3,700	3,700
エジプト	100	100	715
インド	-	-	35
イラク	-	-	430
イスラエル	180	180	130
ヨルダン	1,500	1,500	1,300
カザフスタン	-	-	260
メキシコ	-	-	30
モロッコと西サハラ	5,700	50,000	50,000
ペルー	-	-	820
ロシア	200	1,300	1,300
サウジアラビア	-	-	211
セネガル	80	180	50
南アフリカ	1,500	1,500	1,500
シリア	100	1,800	1,800
トーゴ	60	60	30
チュニジア	100	100	100
ベトナム	-	-	30
他の諸国	950	620	300
(合計)	15,627	65,067	67,417

*:記載なし。2010年時点ではリン鉱石の主要産出国ではないと判断。

値⁸⁾を考慮した資源量推定が修正された結果である。これにより、リン鉱石の耐用年数は300~400年に大幅に増加した^{8,9, 10)}。

しかしながら、リン資源の有限性の問題が解決したわけではなく、少し余裕ができただけである。リン資源保全の重要性は、現在も変わらないと考えるべきである。

2. リン資源を節約する方法

(1) 輸入に依存する資源

リンは今後も増加する人口を支える持続的な食料生産に不可欠である一方、食料生産のために最も多くのリンが使用されている。わが国はリン鉱石をすべて輸

入に依存しており、リンのリサイクルや使用量の節減は非常に重要なテーマである。

大竹¹¹⁾によれば、わが国に持ち込まれるリンは約72万トン(Pとして)であるが、そのうち50%が肥料に仕向けられている(表2)。カロリーベースで食料の約70%を海外に依存しているために食料と飼料に含まれるリンの輸入量も多く、17万トンに達し、製鉄に必要な鉄鉱石と石炭に含まれるリンも15万トンになる。これらが国内で農業-食料消費と鉱工業生産を通じて排出され、リサイクル利用が可能なリンは23万トンあるとしている(表2)。

表2 日本に持ち込まれるリンとリサイクル可能なリンの量¹¹⁾

リンの持込み量(P万トン)		リサイクル可能なリンの量(P万トン)	
食料、飼料	17	下水汚泥として	5
鉄鉱石、石炭	15	製鋼スラグとして	10
化学工業原料	26	化学工業で使用	8
(うち、リン酸肥料に)	(22)		
化学肥料	14		
(合計)	72		23

(2) リサイクル資源

下水処理場で発生する下水汚泥と製鉄業で副産物として発生する製鋼スラグがリサイクルリン資源として重要であるとしているが¹¹⁾、飼料の輸入依存が高いため家畜生産過程で発生するふん尿由来リン酸量も非常に多く、化学肥料として利用されるリン酸の約60%にも相当する(図1)。わが国の農業分野では、家畜

排泄物は再利用可能な最も重要なリン資源であり、適切に活用すべきである。

3. 家畜排泄物リン酸の再利用における課題

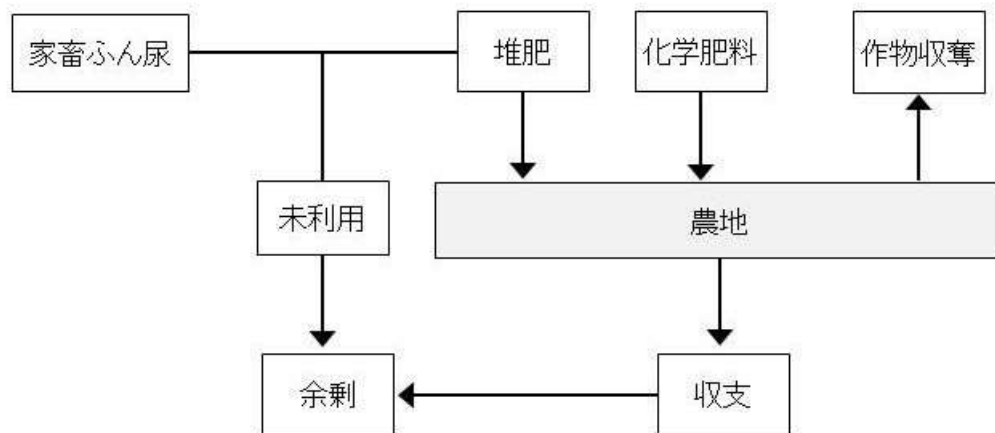
(1) 過剰なリン酸

わが国では家畜排泄物の多くは堆肥として農業利用されているが、未利用の排泄物由来リン酸が多だけでなく、過剰

なリン酸（余剰分）がわが国の農地に投入されている（図1）。家畜排泄物のリン酸は農業利用されなければ、リン酸流出による水質汚染の原因となる。家畜ふん尿や家畜ふん堆肥の過剰施用は土壤リン酸蓄積を助長し^{12)、13)}、土壤病害が発生しやすくなる場合がある。

例えば、黒ボク土の畑ではアブラナ科根こぶ病の休眠孢子（負に帯電）が土壤に正荷電部位に吸着するために、発病が抑制されている。しかし、多量のリン酸が蓄積すると、土壤の正荷電量が低下し、休眠孢子の吸着率が減少するために根こぶ病が発病しやすくなる¹⁴⁾。

化学肥料	家畜ふん堆肥	作物収奪	未利用ふん尿	余剰
227	75.1	60.7	54.3	295



水田では化学肥料が、畑地・野菜・果樹・茶・飼料作物では化学肥料と家畜ふん堆肥が投入され、作物の主産物(収穫部分)と副産物(収穫物以外の部分)が生産される。主産物は農地から持ち出され、作物収奪となる。副産物は農地に還元される。農地に投入されるリン酸(化学肥料、家畜ふん堆肥)から作物収奪を差し引いたものがリン酸収支となる。これに未利用の家畜ふん尿リン酸を加えたものが余剰と計算される。

図1 2005年におけるわが国の農地におけるリン酸のフローと余剰量 (kgP₂O₅/ha)¹¹⁾

(2) 家畜ふん堆肥のリン酸

このような土壤リン酸の過剰な蓄積は、水系へのリン酸流出リスクを高め、富栄養化による藻類の異常発生、水質悪化の原因ともなる。家畜ふん堆肥によって土壤リン酸蓄積が助長される理由は、堆肥が含有する窒素とリン酸のバランス

が作物が必要とするものと大きく異なるためである。わが国の家畜ふん堆肥の成分組成(表3、畜産環境整備機構)によれば、そのリン酸含量は乾物重あたりで約2%(乳用牛ふん堆肥)から6%(採卵鶏ふん堆肥)にもなり、牛ふん堆肥は全窒素の約1.3倍のリン酸を、豚ふん堆肥

と鶏ふん堆肥は全窒素の約2倍のリン酸を含んでいる。

作物は一般的に必要とする窒素量の約1/5~1/2のリン酸を必要とするだけなので、農地に窒素とリン酸を等量施肥したとしてもリン酸は土壤に蓄積していく。通常、窒素供給が作物の生育に最も強く影響するために、堆肥の窒素供給量を最も重視して施肥設計をたてることが多い。このような作物への窒素供給量をベースにした堆肥施用体系では、過剰なリン酸が農地に投入されることになる。特に、窒素に対しておよそ2倍のリン酸を含む豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥を用いた場合は、土壤リン酸の蓄積は急速に進行することになる。

わが国の土壤リン酸蓄積は進行中であること¹⁵⁾、輸入飼料を通じた家畜ふん由来のリン酸持込み量が多いこと(図1)を考えると、家畜ふんを堆肥化して、そのリン酸を適切に利用するとともに化学肥料リン酸使用を削減するのは必然であり、このことは環境汚染防止とリン資源節約を同時に解決するという意味で社会的な意義も非常に大きい。

表3 わが国の家畜ふん堆肥の養分含量
(畜種別堆肥の平均値)¹⁶⁾

畜種	試料数	水分		全N			全P ₂ O ₅			全K ₂ O			全CaO		
		(現物%)			(乾物%)			(乾物%)			(乾物%)			(乾物%)	
乳用牛	318	52	2.2	1.8	2.8	4.4	14	0.7	1.1	1.2	2.2				
		52	2.2	2.6	2.8	3.0	13	0.6	1.2	1.0	2.8				
肉用牛	304	37	3.5	5.6	2.7	8.3	13	1.1	2.8	1.1	6.4				
		22	2.9	6.2	3.6	26	9.7	0.9	2.5	1.1	10				
採卵鶏	127	33	3.8	4.2	2.9	8.9	13	1.1	1.8	1.1	6.3				
		27	3.8	4.2	2.9	8.9	13	1.1	1.8	1.1	6.3				

上段の数値は平均値、下段の数値は標準偏差値を表す。

(3) 適切な利用

家畜ふん堆肥リン酸を適切に利用するには、作物のリン酸必要量または作物別の標準施肥量を堆肥リン酸で施用し、不足する窒素施肥量を化学肥料によって補う方法、すなわちリン酸ベースによる堆肥施用技術を確立することが必要である。リン酸ベースでの家畜ふん堆肥施用体系では、窒素ベースに比較して堆肥施用量が少なくなるので、堆肥からの有効態窒素供給では作物の必要量を満たすのは困難であり、化学肥料窒素が必要になる。

(4) リン酸ベース(Pベース)での利用

この分野の研究はアメリカ合衆国で活発に行われきた。例えば、EghballとPower¹⁷⁾は、リン酸ベース(Pベース)での家畜ふん堆肥施用によって、窒素供給量を基準とした窒素ベース(Nベース)の堆肥施用体系や化学肥料を用いた慣行体系と同等のコーン収量を確保でき、土壤の可給態リン酸の蓄積を抑制できることを明らかにしている。

わが国では、リン酸施肥の適正化の観点から家畜ふん堆肥の適正投入量を検討した研究は十分ではない。リン酸ベースの家畜ふん堆肥施用体系を構築するためには、作物に対する堆肥リン酸の可給性を評価し、化学肥料リン酸に相当する堆肥中の有効態リン酸量を知ることが必要となる。

4. 家畜ふん堆肥の有効態リン酸供給量の評価

(1) 家畜ふん堆肥の肥効

家畜ふん堆肥リン酸の肥効は、過リン酸石灰と同等¹⁸⁾、または同等以上¹⁹⁾、で

あることが報告されている。しかし、原料ふんの畜種や製造方法が異なる家畜ふん堆肥のリン酸の形態や溶解性は大きく変動すると考えられる。家畜ふん堆肥は、有機態と無機態のリン酸を含んでおり、その無機態リン酸は過リン酸石灰のように容易に水に溶けるものから、アパタイトのように非常に溶けにくいものまであり、化学肥料のように溶解性を予測できない点が堆肥リン酸を施肥設計に組みにくい原因である。家畜ふん堆肥の有効態リン酸を評価することによって、堆肥リン酸の有効活用が可能となる。

(2) 家畜ふん堆肥の評価

そこで、家畜ふん堆肥の有効態リン酸量を推定するために、最初に横田ら²⁰⁾と伊藤ら²¹⁾の報告をもとにして、多様な家畜ふん堆肥のリン酸組成(有機態リン酸の割合や無機態リン酸の形態)の特徴について解説した。次に、家畜ふん堆肥のリン酸組成と溶解性(=作物に対する可給性)との関係²²⁾を明らかにして、リン酸組成に基づく有効態リン酸評価法が適切である根拠を明らかにした。

なお、堆肥に含まれる有機態リン酸は微生物によって無機化され、実際には有効態リン酸として機能していると考えられるが、本稿では、家畜ふん堆肥の主要なリン酸形態である無機態リン酸の性質と可給性に焦点を当てることとした。

5. 家畜ふん堆肥のリン酸組成

(1) 抽出法による分画

全国で生産された家畜ふん堆肥を用いて、土壌リン酸の分画法を有機質資材に適用した逐次抽出法²³⁾によって無機態リ

ン酸を分画して、リン酸組成を特徴づけた。逐次抽出法は脱イオン水、0.5M 重炭酸ナトリウム溶液(pH=8.5)、0.1M 水酸化ナトリウム溶液、1.0M 塩酸溶液を用いて、試料：溶液比=1：200、16時間の振とう抽出によって堆肥を順次、抽出する方法^{20, 21)}である。

この方法では、水に溶けやすいリン酸から先に抽出され、脱塩水および0.5M 重炭酸ナトリウムで抽出されるリン酸の合計は、後半の0.1M 水酸化ナトリウム抽出リン酸(鉄、アルミニウム型リン酸)と1M 塩酸抽出リン酸(難溶性のアパタイト型リン酸)と比較して水に対する溶解性が高い。相対的に溶解性が高い前2画分の合計を「易溶性リン酸」と呼ぶことにした。最後の1M 塩酸抽出によって無機態リン酸のほぼ全量が溶解するはずなので、抽出されなかった“残さ”のリン酸は有機態であるとした。

(2) 有機態リン酸

乳用牛ふん、肉用牛ふん、豚ふん、採卵鶏ふん、ブロイラーふんを主原料とした、それぞれの堆肥の有機態リン酸の割合(平均)は、それぞれ13%、12%、7%、22%、34%であった(表4)。家畜ふん堆肥のリン酸の主体は無機態であり、これは堆肥化過程でふん中の有機態リン酸の大部分が無機化したためと考えられる。鶏ふん堆肥で有機態リン酸の割合が高いが、その主成分はリン酸モノエステル(フィチンが主成分)であった²⁴⁾。これは、鶏ふん堆肥の製造では、急速加熱による短期間での製造(有機物分解は抑制される)や乾燥処理によって有機態リン酸が分解されずに残存しやすく、また

ブロイラーふん堆肥は乾燥処理で製造される場合が多く、相対的に堆肥化が不十分(未熟堆肥)であるために有機態リン酸の割合が高いと考えられた²¹⁾。

(3) 無機態リン酸

家畜ふん堆肥の逐次抽出法で分画された無機態リン酸の組成は畜種によって異なり(表4)、溶解性の最も高い水抽出リン酸の割合は、鶏ふん堆肥で最も低かった。易溶性リン酸(水抽出リン酸+重炭酸ナトリウム抽出リン酸)の割合は、牛

ふん堆肥(肉牛ふん堆肥≒乳牛ふん堆肥)では約70%、豚ふん堆肥では約50%、鶏ふん堆肥(採卵鶏ふん堆肥=ブロイラーふん堆肥)では約30%であり、変動係数は15~32%と比較的小さく、畜種によって特徴のある傾向を示した。難溶性の塩酸抽出リン酸は、採卵鶏ふん堆肥で最も高い割合(全リン酸の47%)を示し、ブロイラーふん堆肥は有機態リン酸(残さ画分)の割合が最も高かった(34%)。

表4 原料ふんの畜種が異なる家畜ふん堆肥のリン酸組成^{20,21)}

種類	試料数		全リン酸含量 gP ₂ O ₅ /kg	易溶性リン酸 割合 ^{*2} (%)	全リン酸に占める各画分の無機態リン酸の割合(%)				
					水抽出	重炭酸Na抽出	水酸化Na抽出	塩酸抽出	残さ ^{*3}
乳牛ふん堆肥	42	平均	21.6	65	34	31	10	13	13
		SD ^{*1}	7.7	14	15	11	10.0	8.6	6.8
肉牛ふん堆肥	31	平均	21.6	72	49	23	5.1	11	12
		SD	9.7	11	11	10	2.2	13	8.2
豚ふん堆肥	61	平均	58.9	49	33	16	5.1	39	7.0
		SD	28	10	9.9	7.6	6.2	46.8	4.8
採卵鶏ふん堆肥	32	平均	61.4	30	21	9.4	1.6	47	22
		SD	15	5.8	5.3	2.8	0.89	12	13
ブロイラーふん堆肥	16	平均	46.1	31	26	5.0	1.7	34	34
		SD	12	10	9.9	4.1	0.70	11	17

*1: 標準偏差

*2: 全リン酸に対する水抽出リン酸と重炭酸Na抽出リン酸の合計の割合。

*3: 逐次抽出で溶解しなかったリン酸で、主に有機態リン酸と考えられる。

(4) リン酸カルシウム

家畜ふん堆肥は通常、アルカリ性であるが、アルカリ条件でリン酸に対してカルシウムが多い場合(Ca/P モル比が2以上)は、難溶性のリン酸カルシウム(ヒドロキシアパタイトなど)が形成されやすいとされている²⁵⁾。採卵鶏ふん堆肥は他の畜種の堆肥に比べてカルシウム含量が非常に高く(表3)、表4のすべての試料でCa/P モル比が2以上であった。これは、採卵鶏の飼料には卵殻形成を助け、リン酸栄養を補強するためのリン酸カル

シウムが添加されるため、難溶性リン酸カルシウムが生成しやすいことが易溶性リン酸割合が低い原因と考えられた。また、肉牛ふん堆肥に比べて乳牛ふん堆肥の易溶性リン酸割合がわずかに低い理由にも、後方でカルシウム含量が高いことが関係していると考えられた²⁰⁾。

6. 家畜ふん堆肥の無機態リン酸の溶解性と有効態リン酸

(1) 連続抽出法

上記の逐次抽出法では、4つの抽出液の

性質が大きく異なるため、それぞれの抽出液で溶解するリン酸の形態を特定することは困難である。さらに、上記の易溶性リン酸が家畜ふん堆肥の有効態リン酸量を示す根拠は明確ではない。それは、重炭酸ナトリウムに溶解するリン酸が水に溶解するのかが不明なためである。

そこで、Dahlgrenと Walker²⁶⁾の連続水抽出法によって家畜ふん堆肥のリン酸を連続的に抽出し、水に対するリン酸溶解曲線を測定した。このリン酸溶解曲線をPierreら²⁷⁾の方法に従って最大値を持つ非線形モデル式で回帰し、最大溶解量(P_{max})を推定した。この P_{max} と易溶性リン酸量との関係を検討した。

(2) 家畜ふん堆肥からの連続水抽出

家畜ふん堆肥(牛ふん4点, 豚ふん5

点, 採卵鶏ふん5点, ブロイラー鶏ふん2点)の連続水抽出によるリン酸溶解曲線の代表例を図2に示した。家畜ふん堆肥1gに対する添加水量0.5L付近までは無機態リン酸が急激に溶解し、その急激な溶解が終了した以降ではリン酸溶解は非常に緩やかになり、一定の値に収斂するパターンを示した。

この方法によって求めた最大溶解リン酸量(P_{max})は逐次抽出法の易溶性リン酸とほぼ1:1の関係を示した(図3)。また、水添加量が0.5L/堆肥1gあたりまでに急激に溶解したリン酸量と、その後の緩やかに溶解したリン酸量は、それぞれ逐次抽出法の水抽出リン酸量と、重炭酸ナトリウム抽出リン酸量と近い値を示した。

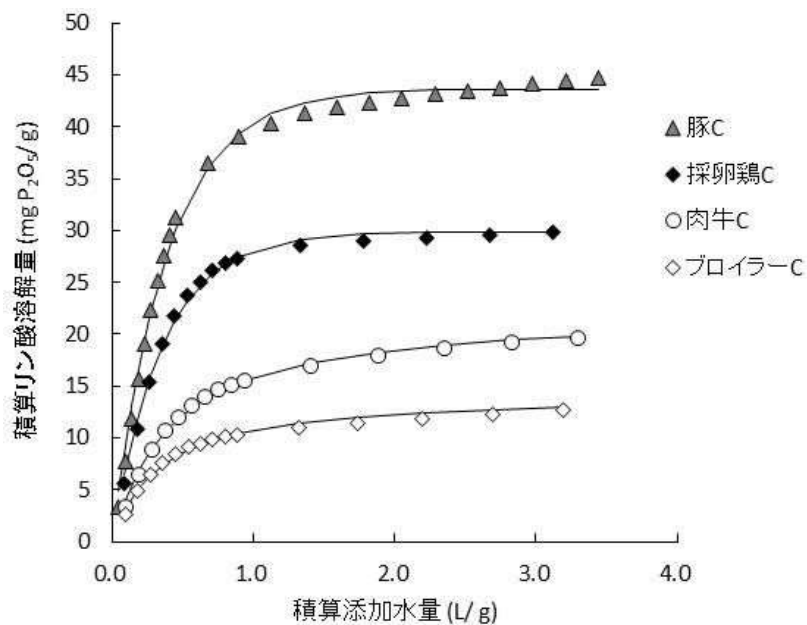


図2 連続水抽出法による家畜ふん堆肥の無機態リン酸溶解曲線²²⁾

(上記の豚ふん堆肥と採卵鶏ふん堆肥は、 $P(v)=P_{max} * [1-\exp(-k_1*v)]$ に、肉牛ふん堆肥とブロイラーふん堆肥は $P(v)=P_{max} * (P_{max} * k_2 * v) / (P_{max} * k_2 * v + 1)$ の曲線で回帰した。P(v): 積算リン酸溶解量、 P_{max} : 最大溶解リン酸量、 k_1 , k_2 : 定数、v: 添加水量)

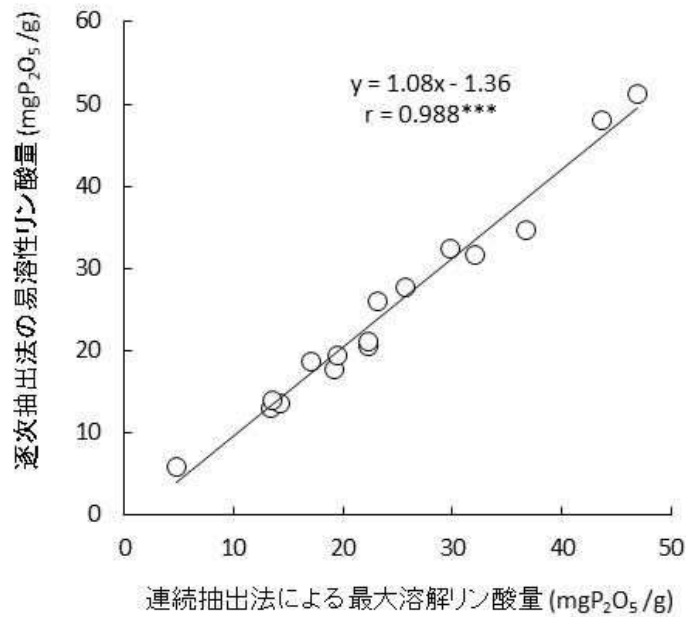


図3 易溶性リン酸量（逐次抽出法）と最大溶解リン酸量（連続水抽出法）との関係²²⁾

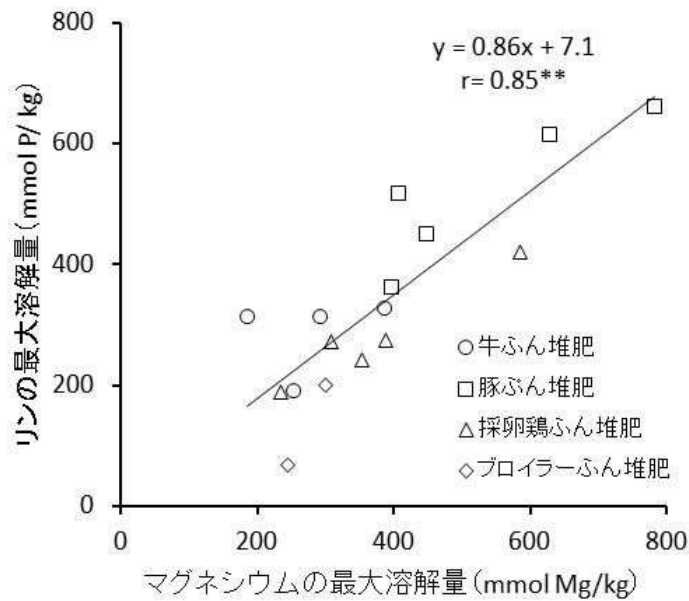


図4 連続水抽出法によるマグネシウムとリンの最大溶解量の関係²²⁾

この結果から、逐次抽出法における水抽出リン酸は過リン酸石灰のような速効性リン酸に相当すること、重炭酸ナトリウム抽出リン酸は徐々に水に溶解するリン酸であることがわかる。水抽出リン酸

と重炭酸ナトリウム抽出リン酸の合計（易溶性リン酸）は、全量が水に溶解し、作物に吸収されうる有効態リン酸と考えることができる。また、連続水抽出において同時に溶解したカルシウム、マグネ

シム、カリウムとリン酸の溶解曲線を比較すると、マグネシウムとリン酸の溶解曲線が類似しており、 P_{max} はマグネシウムの最大溶解量と1:1に近い正の相関を示した(図4)。このことから、易溶性リン酸(= P_{max})はマグネシウムと結合したリン酸が主体であると推定された。

(3) ストラバイト(MAP)

Komiyamaら²⁸⁾によれば、豚ふん堆肥の10試料中9試料に、結晶性リン酸塩としてストラバイト($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$, MAP)が含まれ、このMAPは多量の水に完全溶解すること、水溶性リン酸の66%(9試料の平均)を占めることを明らかにした。この結果も含めて考えると、家畜ふん堆肥中の無機態リン酸には多量の水で溶解する「水溶性リン酸」が存在し、その主な形態はマグネシウムを含む化合物であると言える。さらに、この水溶性リン酸(=易溶性リン酸)は作物が吸収することができる形態なので、家畜ふん堆肥の「有効態リン酸」とすることができる。

(4) リン酸の肥効率

家畜ふん堆肥リン酸の作物に対する有効性を表す指標として、肥効率がある。これは、栽培試験における水溶性の化学肥料リン酸の利用率に対する堆肥リン酸の利用率の割合で表される。家畜ふん堆肥リン酸の肥効率は100%、またはそれ以上であることが報告されてきた^{18, 19, 29)}。

このことは、家畜ふん堆肥に含まれる多様な形態のリン酸は全体として、水溶性の化学肥料リン酸と同程度以上に作物に吸収されることを意味している。その理由として、堆肥に含まれるリン酸は、その一部は溶解速度が遅いこと(緩効的)

や有機物に覆われていることによって土壌の固定を受けにくいことが推測されている²⁹⁾が、その詳細は明らかにはなっていない。

家畜ふん堆肥施用後の土壌の可給態リン酸値が、褐色低地土とリン酸固定力の高い黒ボク土で大きく異なる²⁹⁾ことからわかるように、この“肥効率”は、土壌のリン酸固定力の違いによって変動する。土壌別に肥効率を求めなくてはならない面から、多様な土壌、作物、堆肥を活用する農業現場では肥効率は使用しにくいと思われる。

(5) 家畜ふん堆肥の有効態リン酸

本稿の「有効態リン酸」は、水溶解性を根拠にして設定しているの、単純な指標となっている。易溶性リン酸の値を用いて、家畜ふん堆肥の有効態リン酸の割合を「牛ふん堆肥で70%、豚ふん堆肥で50%、鶏ふん堆肥で30%と設定すること」は可能であり、これによって、家畜ふん堆肥のリン酸を比較的容易に施肥設計に取り込むことができる。

堆肥は本法による有効態リン酸以外に、難溶性ゆえに土壌固定を受けにくく、“有効態”とされなかった他の画分のリン酸も作物に利用される可能性がある。このことから堆肥の有効態リン酸は水溶性の化学肥料リン酸よりも見かけの利用率は高いと推定され、上記の“有効態リン酸”の推定値は、余裕をもった値(=等量の化学肥料リン酸に比べて作物の利用可能量は多い)であり、安心して使用できる家畜ふん堆肥の有効態リン酸推定法とも言える。

7. 家畜ふん堆肥のリン酸を有効に利用し、環境汚染を抑制する

(1) リン酸ベース (Pベース)

施用体系

上記の有効態リン酸をもとに設計した家畜ふん堆肥施用体系 (Pベース施用) で作物の収量は十分に確保されるのだろうか? わが国では、堆肥のリン酸ベース施用体系による栽培試験結果はなく、著者らが実施した飼料用トウモロコシの例^{30, 31)} について紹介する。

東北大学大学院農学研究科複合生態フィールド教育研究センターの非アロフェ

ン質黒ボク土圃場で栽培試験を3年間行った。土壌のリン酸固定力は非常に大きく、リン酸吸収係数は19.6 g P₂O₅/kgであり、トルオーグリン酸は0.14 g P₂O₅/kgで適正範囲であった。

堆肥としては、デントコーン栽培でピュラーな牛ふん堆肥と、有効態リン酸割合が大きく異なる鶏ふん堆肥を用いた(表5)。両者で有効態窒素割合の推定値はほぼ等しいが、全リン酸濃度は鶏ふん堆肥が高く、有効態リン酸割合は牛ふん堆肥が高い(表5)。

表5 栽培試験に用いた堆肥の成分含量(3年間分の平均)³⁰⁾

コンポスト	窒素(gN/kg)		リン酸(gP ₂ O ₅ /kg)			カリウム(gK ₂ O/kg)	副産材等
	全窒素	有効態*1	全リン酸	有効態*2	全カリウム		
牛ふん堆肥	28	8.3 (30%)	25.4	19.8 (78%)	58.3	敷料の稲わら、副産材オガクズを含む	
鶏ふん堆肥	26	7.5 (28%)	59.1	20.0 (34%)	44.8	採卵鶏ふん、副産材なし	

*1:有効態窒素の推定は、牛ふん堆肥は草地試験場²²⁾、鶏ふん堆肥は榎橋・矢野²³⁾に従った。()内の数値は全窒素に対する割合。
*2:逐次抽出法における水可溶および重炭酸ナトリウム可溶性リン酸の含量(易溶性リン酸)を有効態リン酸とした。()内の数値は全リン酸に対する割合。

(2) 実験処理区の構成

実験処理区は、牛ふん堆肥と鶏ふん堆肥の窒素(N)ベース施用とリン酸(P)ベース施用、化学肥料慣行施肥、無施肥、である(表6)。堆肥施用量は、Nベース施用とPベース施用では堆肥の有効態窒素または有効態リン酸の施用量がデントコーンの標準施肥量(150 kgN/ha、150 kgP₂O₅/ha = 化学肥料慣行施肥区の施肥量)となるように設計した。

有効態リン酸については、水抽出リン

酸と重炭酸ナトリウム抽出リン酸の合計値(易溶性リン酸)とした。Pベース区では堆肥で供給される有効態窒素量が150 kgN/haに満たないため、不足分を化学肥料窒素で補った。化学肥料は、肥効調節型肥料のLPコート(70日タイプと40日タイプを2:1で混合)、重過リン酸石灰、塩化カリウムを用いた。

Nベース区の年間の堆肥施用量は、牛ふん堆肥では乾物18.1 Mg/ha (Mg/ha = t/ha)(水分含量50%とすると現物で36.2

Mg/ha)、鶏ふん堆肥では乾物 21.4 Mg/ha (水分含量 25%とすると現物で 28.5 Mg/ha)となり、P ベース区の堆肥施用量はN ベース区の約 40%に低下した。

これによって P ベース施用体系の 1 作あたりの有効態リン酸投入量は、N ベー

ス区よりもかなり削減された。P ベース施用による全リン酸投入量(1作あたり)の削減量はさらに大きく、N ベース区に比べて 266 kgP₂O₅/ha (牛ふん堆肥)と 801 kgP₂O₅/ha (鶏ふん堆肥)が削減された。

表6 1年あたりの有効態養分投入量と堆肥施用量(3年間の平均)³⁰⁾

	養分投入量						堆肥の施用量 (乾物でMg ha ⁻¹)	
	有効態N(kg ha ⁻¹)			有効態P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				全P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) 計
	堆肥	化学肥料	計	堆肥	化学肥料	計		
牛ふん堆肥/Nベース	150	0	150	359	0	359	461	18
牛ふん堆肥/Pベース	64	86	150	152	0	152	195	7.7
鶏ふん堆肥/Nベース	150	0	150	419	0	419	1279	21
鶏ふん堆肥/Pベース	60	90	150	150	0	150	478	8.1
化学肥料 慣行	0	150	150	0	150	150	150	0
無施肥	0	0	0	0	0	0	0	0

(3) 乾物収量と養分吸収

家畜ふん堆肥の N ベース区、P ベース区のデントコーンの乾物収量は、3年間とも化学肥料慣行体系より高かった(図5)。デントコーンの窒素とリン酸の吸収量は乾物収量と比例関係を示し、P ベース区の養分吸収量は N ベース区や化肥慣行区とほぼ同等だった。

牛ふん堆肥と鶏ふん堆肥の P ベース区のリン酸吸収量は化肥慣行区(速効性の化学肥料リン酸)よりも多かった。このことは、逐次抽出法による堆肥の有効態リン酸(易溶性リン酸)は、リン酸固定力の高い黒ボク土においても堆肥が供給できる有効態リン酸を評価するうえで適

切であることを示唆する。これらのことから、P ベース施用体系においても慣行体系と同等以上の窒素とリン酸が作物に供給されたと考えられた。

(4) 可給態リン酸

3年間の栽培試験によって土壌の可給態リン酸(トルオーグリン酸)は増加した。3年間の栽培試験後のトルオーグリン酸含量は、N ベース区が 0.25、0.49 gP₂O₅/kg (それぞれ、牛ふん堆肥および鶏ふん堆肥施用区)であったのに対して、P ベース区では 0.19、0.30 gP₂O₅/kg となり、可給態リン酸の増加はかなり抑制された。

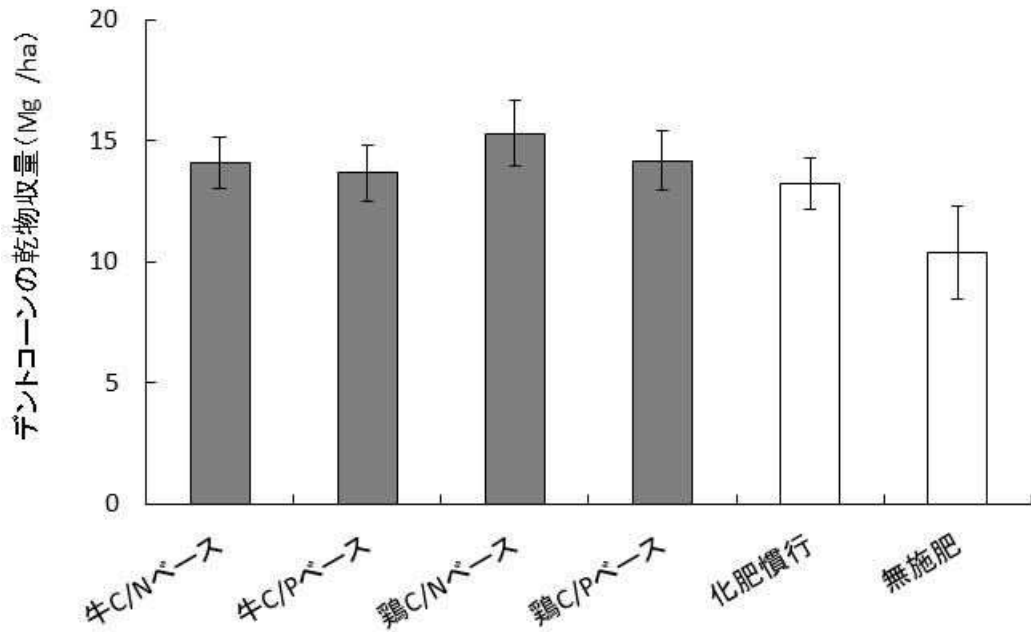


図5 デントコーンの乾物収量³⁰⁾
(3年間の栽培試験結果の平均、縦棒線は標準誤差。)

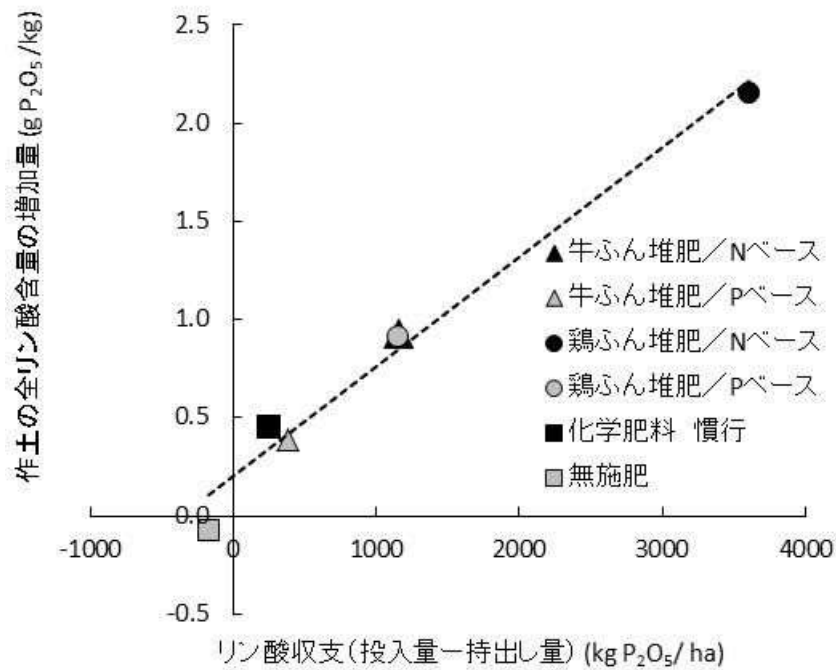


図6 デントコーン栽培に伴う土壌(作土)の全リン酸含量とリン酸収支³⁰⁾
(試験開始時から3年後の土壌の全リン酸含量の増加量と
3年間におけるリン酸収支の関係)

(5) リン酸収支

3年間の栽培後の土壌(作土、表層15cm)の全リン酸含量の増加量は、リン酸収支(堆肥と化学肥料で投入された全リン酸量からデントコーンが吸収したリン酸量を差し引いた余剰リン酸)と密接な直線関係を示した(図6)。特に鶏ふん堆肥のNベース施用区では、リン酸収支超過(投入量過剰)が大きく、土壌のリン酸蓄積量が顕著に増加した。Nベース区と比較してPベース区の土壌全リン酸含量の増加量は牛ふん堆肥区で41%、鶏ふん堆肥区で42%に抑制された。

(6) リン酸の無駄ない活用

家畜ふん堆肥の有効態リン酸量を基準にして堆肥施用量を決定し、不足する窒素成分は化学肥料で補う体系(リン酸ベース施用体系)では、化学肥料リン酸は全く施肥されないばかりか、堆肥由来のリン酸投入量も削減される。この体系で家畜ふん堆肥を施用した場合、リン酸固定能の高い黒ボク土においても十分なリン酸と窒素を供給し、飼料用トウモロコシの収量を確保することができた。有効態リン酸を簡易に評価し、それに基づいて家畜ふん堆肥施用量を決定することによって、家畜ふん堆肥のリン酸をむだなく活用することができ、環境保全効果(土壌リン酸蓄積の抑制)とリン資源の節約が可能となる。

(7) 家畜ふん堆肥のク溶性リン酸

畜産環境整備機構の事業によって、家畜ふん堆肥のリン酸肥効率が肥料分析に用いられる、2%クエン酸可溶性リン酸によって精度よく推定できる成果が得られた³⁴⁾。このク溶性リン酸は、上記の易溶性

リン酸よりも抽出量が多いので、ク溶性リン酸をもとにした堆肥施用量設計では、さらなる家畜ふん堆肥リン酸の効率的な利用がはかられる。多くの生産現場での活用に期待したい。

引用文献

- 1) 大竹久夫(2011)リン資源枯渇危機とはなにか。大阪大学出版会。
- 2) Gilbert N. (2009) The disappearing nutrient(養分消失). *Nature*, 461:716-718.
- 3) Vaccari D. A. (2009) Phosphorus: A looming crisis(リン:迫る危機). *Scientific American*, 300: 54-59.
- 4) U.S. Geological Survey (2011) Mineral Commodity Summaries(鉱物商品概要). (http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/index.html)
- 5) Cordell D., J.-O. Drangert, S. White (2009) The story of phosphorus: global food security and food for thought(世界の食糧安全保障と判断材料としてのリン). *Global Environmental Change*, 19: 292-305.
- 6) 西尾道徳(2013)西尾道徳の環境保全型農業レポート, No.234 リン鉱石埋蔵量の推定値が大幅に増加 (<http://lib.ruralnet.or.jp/nisio/?p=2835>)
- 7) U.S. Geological Survey (2015) Mineral Commodity Summaries(鉱物商品概要). (http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/index.html)
- 8) IFDC (2010) World Phosphate Rock Reserves and Resources(世界のリン鉱石の備蓄と資源量). International Fertilizer Development Center, Muscle

- Shoals, AL 35662, USA. ISBN 978-0-88090-167-3.
- 9) Dawson C. J. and J. Hilton (2011) Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus. (限られた資源の肥料としての利用: 窒素とリンの生産とリサイクル) *Food Policy*, 36:S14-S22.
- 10) Van Kauwenbergh S. J., M. Stewart and R. Mikkelsen (2013) World Reserves of Phosphate Rock... a Dynamic and Unfolding Story (リン鉱石の世界備蓄、その展開). *Better Crops*, 97:
- 11) 三島慎一郎・神山和則(2010)近年の日本・都道府県における窒素・リン酸フローと余剰窒素・リン酸の傾向に関する算出方法とデータベースおよび運用例, 農業環境技術研究所報告, 27: 117-139.
- 12) 伊藤豊彰・橋本三尚・井上博道・三枝正彦(2001)デントコーン栽培における附属農場産牛ふんコンポストの肥料代替効果および適正投入量, 川渡農場報告, 17: 1-8.
- 13) 瀧 典明・熊谷千冬・畑中 篤(2006)灰色抵地土焼土壌への家畜ふん堆組連用に伴うリン蓄積, 宮城県古川農業試験場報告, 6: 35-41.
- 14) 村上圭一・中村文子・後藤逸男(2004)土壌のリン酸過剰とアブラナ科野菜根こぶ病発病の因果関係, 土肥誌, 75: 453-457.
- 15) 小原 洋・中井 信(2004)農耕地土壌の可給態リン酸の全国的変動 農耕地土壌の特性変動(II), 土肥誌, 75: 59-67.
- 16) (財)畜産環境整備機構(2007)家畜ふん堆肥の肥効を取り入れた堆肥成分表と利用法, 畜産環境整備機構.
- 17) Eghball B and Power JF (1999) Phosphorus-and Nitrogen-based manure and compost applications (リンおよび窒素ベースによるふん尿と堆肥の施用). *Soil Sci. Soc. Am., J.*, 63: 895-901.
- 18) Sikora LJ, Enkiri NK (2003) Availability of poultry litter compost P to fescue as compared to triple super phosphate (重過リン酸石灰と比較した鶏ふん堆肥の利用性). *Soil Sci.*, 168: 192-199.
- 19) 小柳 渉・和田富広・安藤義昭(2005)家畜ふん堆肥中リン酸の性質と肥効. 新潟畜産研報, 15: 6-9.
- 20) 横田 剛・伊藤豊彰・三枝正彦(2003)製造条件の異なる牛ふん堆肥の無機態リン酸組成. 土肥誌, 74: 133-140.
- 21) 伊藤豊彰・小宮山鉄兵・三枝正彦・森岡幹夫(2010)豚ふんおよび鶏ふん堆肥のリン酸組成. 土肥誌, 81, 215-223.
- 22) Komiyama T., T. Ito and M. Saigusa (2014) Measurement of the maximum amount of water-extractable phosphorus in animal manure compost by continuous and sequential water extraction (連続・逐次抽出法による家畜ふん堆肥の水溶性リン酸の測定). *Soil Sci. Plant Nutr.*, 60:196-207.
- 23) Frossard, E., Tekely, P. and Grimal, J.Y. (1994) Characterization of phosphate species in urban sewage sludges by high-resolution solid-state ^{31}P NMR (固相リン-31 NMR による下水汚泥のリン

- の形態分析) . *European Journal of Soil Science*, 45 : 403-408.
- 24) Yokota, T., Ito, T. and Saigusa, M. (2003) Measurement of total phosphorus and organic phosphorus contents of animal manure composts by the dry combustion method (乾式燃焼法による家畜ふん堆肥の全リンおよび有機態リンの測定) . *Soil Sci. Plant Nutr.*, 49 : 267-272.
- 25) Toor, G.S., Hunger, S., Peak, J.D., Sims, J.T. and Sparks, D.L. (2006) Advances in the characterization of phosphorus in organic wastes: environmental and agronomic applications (有機性廃棄物中のリンの形態: 環境保全的な作物への施用) . *Advances in Agronomy*, 89 : 1-72.
- 26) Dahlgren, R.A. and Walker, W.J. (1993) Aluminum release rates from selected Spodosol Bs horizons: Effect of pH and solid-phase aluminum pools (スポドソルにおけるアルミニウム放出速度: pHと固相アルミニウムの影響) . *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 57 : 57-66.
- 27) Pierre, G-M., Walter, M.T. and Steenhuis, T.S. (2005) Simple models for phosphorus loss from manure during rainfall (降雨時のふん尿からのリン流出モデル) *J. Environ. Qual.*, 34:872-876.
- 28) Komiyama, T., S. Niizuma, E. Fujisawa and H. Motikuni (2013) Phosphorus compounds and their solubility in swine manure compost (豚ふん堆肥のリン酸化合物の水溶性) . *Soil Sci. Plant Nutr.*, 59:419-426.
- 29) 加藤雅彦・小宮山鉄兵・藤澤英司・森國博全 (2010) 畑条件での牛糞・鶏糞堆肥と重過リン酸石灰の併用による肥料由来の可給態リン酸の不可給化の抑制. *土肥誌*, 81 : 367-371.
- 30) Komiyama T., T. Ito and M. Saigusa (2014) Effects of phosphorus-based application of animal manure compost on the yield of silage corn and on soil phosphorus accumulation in an upland Andosol in Japan (Pベースによる家畜ふん堆肥施用によるサイレージ用トウモロコシの収量と黒ボク土へのリン蓄積への影響) . *Soil Sci. Plant Nutr.*, 60:863-873.
- 31) 伊藤豊彰,小宮山鉄兵,三枝正彦(2005) 黒ボク畑におけるリン酸ベースでの家畜ふん堆肥施用がデントコーンの収量および土壌無機態リン酸蓄積に与える影響—施用1年目での評価, 複合生態フィールド教育研究センター報告, 21: 27-31.
- 32) 草地試験場 (1983) 草地試験場資料, No.58-2, 46-49.
- 33) 棚橋寿彦,矢野秀治 (2004) 鶏ふん堆肥の窒素含量に基づく肥効推定法, *土肥誌*, 75: 257-260.
- 34) (財)畜産環境整備機構 (2013) 高肥料成分たい肥調製・利用技術開発普及事業報告書 (平成22~24年度) .

静岡県の畜産と畜産環境対策について

静岡県畜産技術研究所 飼料環境科 科長

片山 信也

1. 静岡県の畜産のプロフィール

静岡県は、県東部を中心に、富士山、伊豆半島等の著名な観光資源を擁しており、旅館営業施設数が全国第1位であるなど、国内有数の観光県という印象が強いかもしれません。しかし、東京、名古屋等の大消費地に近く、東海道の主要幹

線によって東西が結ばれているという恵まれた経済立地環境は、観光だけでなく、多彩な産業の集積にも大きく貢献しており、本県は「ものづくり県」とも言えるでしょう。二輪車、楽器、茶系飲料、プラモデルなど全国シェア第1位の製品が数多くあります。

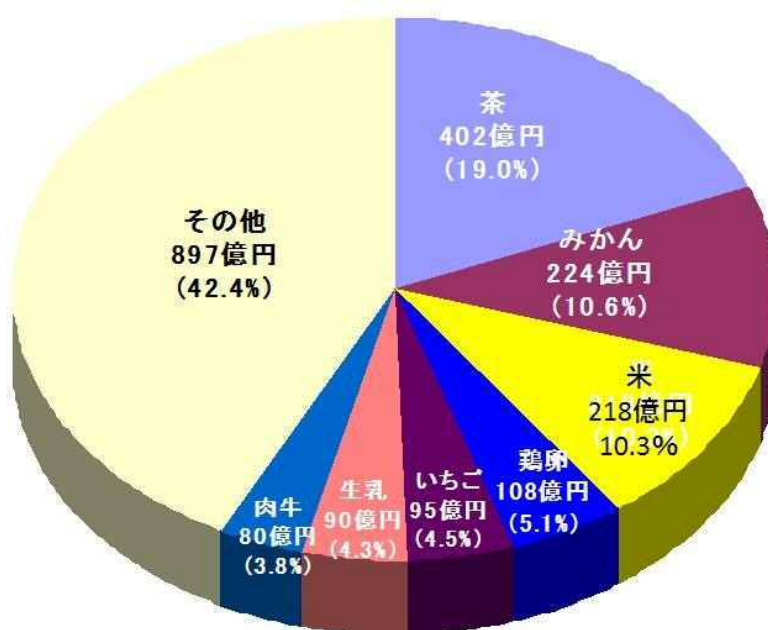


図1 農業算出額の構成割合 (平成24年度 静岡県の農林水産業)

農林水産業においても、産業的な立地に加え、温暖な気候と変化に富んだ自然環境を利用した数多くの農産物が生産されています。中でも、茶とみかんは本県を代表する農産物で、品目別産出額の全国順位は、茶は第1位、みかんは第3位です。また、温室メロン、イチゴのほか、ばらやガーベラなど花卉の施設園芸も盛んに行われており、畜産物も含め、新技術の導入や新品種の導入により品質の高い多彩な農産物が全国に向け出荷されています。

平成24年の農業産出額では、総額2,114億円のうちの約5割を占める産出額上位5品目に、茶、みかん、米、イチゴと並び鶏卵が含まれています(図1)。全国比から見ると農業産出額の品目構成では、茶・果実・花きの割合が高く、米・畜産の割合が低く見えますが、農業生産額上位10位には4品目(鶏卵・生乳・牛肉・豚肉)が入っており、全体の約2割、

400億円超を畜産の産出額が占めています。

2. 静岡県の畜産の現状

全国の傾向と同じく、家畜飼養戸数は全体的に漸減傾向です(表1)。高齢化、後継者不足、飼養環境の混住化に伴う廃業が主なものですが、TPP等を前にした先行きの不透明感も中小規模の畜産経営の将来の決断を早める一因になっているようです。飼養頭羽数の減少は、1戸あたりの規模拡大で緩和されてきましたが(表2)、それも限界に達した感があります。ただし、採卵鶏では、県東部に大型経営が進出した結果、飼養羽数・生産額のいずれも大幅に増加しています。昨今話題の畜産クラスターでは、採卵鶏以外にも複数の大規模農場の計画があがっていることから、局地的に飼養頭羽数が増加に転じる可能性もありそうです。

表1 静岡県の畜産戸数の推移

	乳牛	肉牛	豚	採卵鶏	ブロイラー
H7	710	580	440	250	109
H12	540	430	300	117	70
H17	424	273	206	-	51
H20	365	214	187	99	47
H21	338	212	168	85	42
H22	314	199	165	-	41
H23	302	191	154	78	38
H24	291	167	148	83	37
H25	275	165	140	74	42

(静岡県農林水産統計)

表2 静岡県の畜産農家1戸当たり飼養頭羽数の推移

	乳牛	肉牛	豚	採卵鶏(千羽)	ブロイラー(千羽)
H7	37.5	61.4	462.0	19.3	16.2
H12	42.0	81.9	581.3	38.8	19.8
H17	45.0	101.1	750.5	—	23.0
H20	48.2	130.8	759.4	38.2	26.4
H21	48.2	122.6	768.5	37.1	35.4
H22	50.6	128.6	782.5	—	34.7
H23	52.0	126.2	796.8	42.0	36.8
H24	52.6	140.1	820.9	48.2	38.4
H25	54.9	140.6	862.1	59.2	30.4

(静岡県農林水産統計)

3. 畜産環境問題

畜産経営に起因する苦情発生件数は、平成16年11月の「家畜排せつ物法」の完全施行に対応するため、畜産農家の家畜排せつ物処理施設整備や関係機関による技術指導等により、平成15年以降大幅に減少しました。ただし、依然として「悪臭」と「水質汚濁」に関する課題は解決に至っていません。畜種別には、乳牛＝豚>採卵鶏の順に苦情が多く、また苦情

内容は悪臭関連が全体の約6割を占めています(表3)。悪臭については、発生原因が多岐にわたるため、対策に苦慮しているのが実態です。さらに、水質関連の規制強化も続いていることに加え、富士山の世界遺産登録を受けて、自然環境の保全に対する関心も高まっています。そのことから、今まで以上に「水質汚濁対策」と「悪臭対策」は、重点的な対応課題になると思われます。

表3 畜産経営に起因する環境汚染問題の発生状況

苦情内容		水質汚濁	悪臭	害虫	水質汚濁と悪臭	水質汚濁と害虫	悪臭と害虫	水質汚濁・悪臭・害虫	その他	合計	悪臭関連の割合(%)
年 度	H19	0	15	1	1	0	2	1	2	22	86%
	H20	4	13	0	2	0	0	0	4	23	65%
	H21	2	16	1	0	0	2	0	0	21	86%
	H22	1	18	0	1	0	2	0	7	29	72%
	H23	5	16	3	2	0	1	0	4	31	61%
	H24	1	17	3	2	0	2	0	3	28	75%
	H25	3	11	0	4	0	2	0	6	26	65%
	H26	2	22	2	2	1	2	0	3	34	76%
26年度苦情割合(%)		6%	65%	6%	6%	3%	6%	0%	9%		
年 内 訳	乳用牛	1	8	1	0	1	2	0	1	14	71%
	肉用牛	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0%
	豚	1	10	0	2	0	0	0	1	14	86%
	採卵鶏	0	2	1	0	0	0	0	0	3	67%
	ブロイラー	0	2	0	0	0	0	0	0	2	100%
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%

(H26年7月1日現在)

4. 畜産環境対策と資源循環推進

環境関連の重要事業としては、経営に対する調査・巡回指導等により、環境汚染防止技術の普及、浸透を促進し、畜産農家が地域に融和した畜産経営の健全かつ安定的な発展を促進するとともに、畜産バイオマス資源の積極的な活用による資源循環型畜産の推進が進められています。県は、静岡県資源循環型畜産確立推進部会を設置し、畜産経営環境保全実態調査事業、畜舎排水指導事業、悪臭防止及び害虫発生予防対策指導事業を実施していますが、中でも県の農業生産全体に波及する事業である堆肥の流通促進事業に力を入れています。

また、静岡県良質堆肥流通促進協議会が平成12年に発足し、地道な活動を続けてきました。「堆肥共励会」や県内各地で実施してきた各種勉強会の効果もあり、以前に比べると畜産サイドと耕種サイドとの連携は非常に強固なものになってきています。また、堆肥施用を容易にするための家畜ふん堆肥施用量計算プログラム(静岡畜技研・飼料環境科)を開発・公開することで堆肥施用のハードルを下げています。(5.項で御紹介しています。)

5. 資源循環に関する県内研究機関の研究成果

昨今の資源循環型農業への関心の高まりと、生産資材価格の高騰に伴い、堆肥にも、環境保全と生産物の高品質化を両立させる高度な施用技術が求められています。多様な土壌・気象条件を活用した多彩な農産物生産が展開されている本県では、果樹・茶業・砂地等、栽培条件や

作物別に研究が進められています。その中で資源循環に関する研究成果のいくつかを簡単にご紹介します。(既に発表済みのデータなので、詳細はネット等で検索可能です。)

(1) 堆肥連用土壌においてはリン酸、カリ化学肥料は無施用でよい (静岡農林技研・土壌環境科)

[要約] 堆肥を連用し、土壌中の可給態リン酸含量が改善基準値上限以上、交換性カリが改善基準値の範囲内ならば、キャベツ栽培においてリン酸とカリの施肥は堆肥中成分(堆肥施用量2~5 t/10a)のみでよい。

[背景・ねらい]

土作りのため堆肥施用が推奨されているが、現在のところ、堆肥中の肥料成分を考慮した施肥設計は定着していない。そのため、過剰施肥となることが多く、作物に吸収されなかった肥料成分(リン酸、カリ)の土壌蓄積や、それらの流出による地下水汚染等の環境汚染が懸念されている。そこで、稲わら堆肥、豚ふん堆肥、バーク堆肥を30年間連用した畑において、堆肥+窒素化学肥料で施用(リン酸、カリ肥料無施用(リン酸とカリは堆肥中成分のみ))する施肥法が作物収量、土壌養分量に与える影響を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

a. 堆肥のみ施用では、豚ふん堆肥区を除き化学肥料単独の三要素区と同程度の収量は確保できない(図2・2007~2009年)。しかし、堆肥+窒素化学肥料の施用により、リン酸、カリ肥料を施用しなくても、キャベツの収量は、3年間連続して三要素区と同等若しくはそれ以上である(図

2・2010～2012年)。

b. 跡地土壌の可給態リン酸含量は、豚ふん堆肥区が極端に多く、バーク堆肥区で最も少ない。しかし、いずれも改善基準値上限を上回り、減少傾向は認められない(図3左)。

c. 跡地土壌の交換性カリ含量も、豚ふん堆肥区が最も多く推移する。堆肥+窒素化学肥料施用後、全ての区で交換性カリ

含量は減少傾向で、豚ふん堆肥区を除き、改善基準値の範囲内まで減少している(図3右)。

d. 土壌中の可給態リン酸含量が改善基準値上限以上、交換性カリは改善基準値の範囲内ならば、リン酸とカリの施肥は堆肥中成分のみでよい。この時のリン酸、カリの施肥量は三要素区より少なくても収量は低下しない(図2、3)。

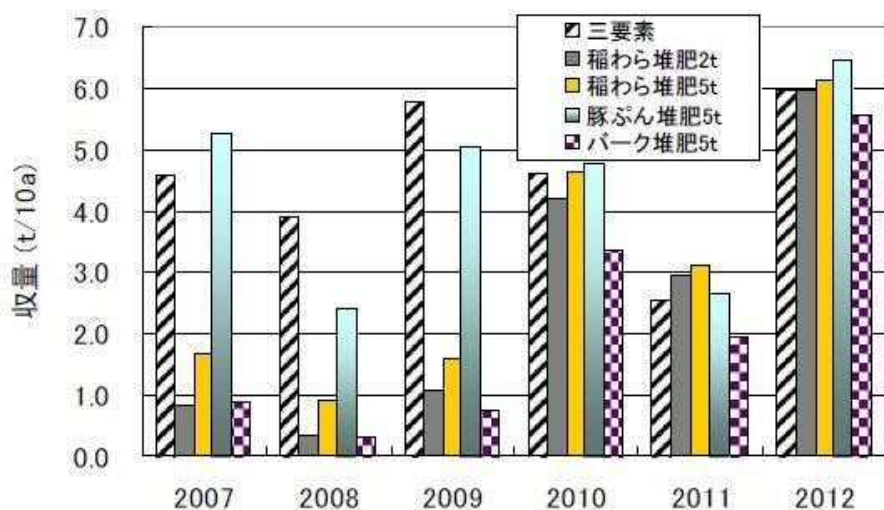


図2 キャベツの収量(調製重)の推移

注: 2007～2009 堆肥のみ施用、
2010～2012 堆肥+窒素化学肥料

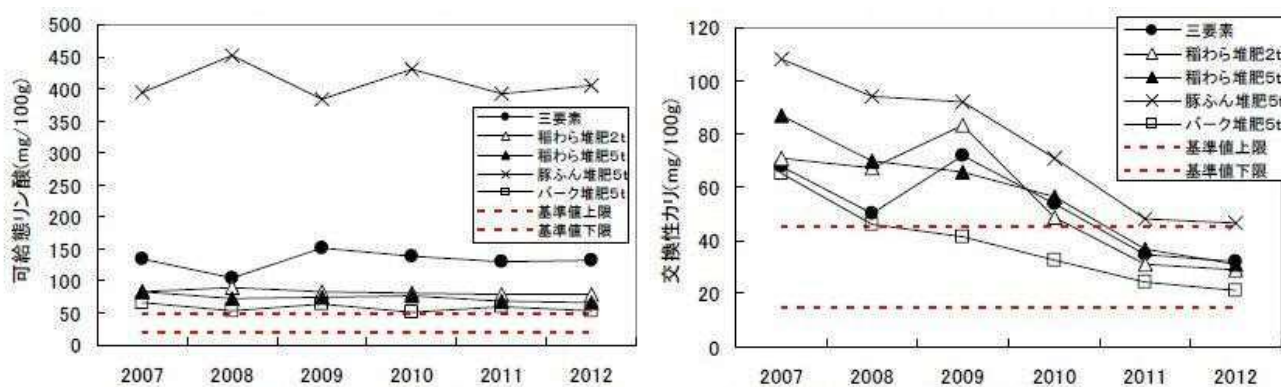


図3 跡地土壌の可給態リン酸と交換性カリの推移

(2) 砂地露地畑における牛ふん堆肥由来窒素の動態

(静岡農林研・生産環境部)

〔要約〕 砂地露地畑に施用した重窒素標識牛ふん堆肥は、施用2年後までに堆肥由来窒素の17~18%が溶脱し、10~13%が作物に吸収される。堆肥施用量が窒素換算で10~40 g/m²の範囲において、施用量の違いが堆肥由来窒素溶脱率及び利用率に及ぼす影響は小さい。

〔背景・ねらい〕

砂地露地畑では、地力を高めることを目的に堆肥等の有機物が施用されてきたが、他の土壌に比べて透水性が良いため窒素が溶脱しやすく、有機物施用により環境に大きな負荷を与えることも懸念される。従って、作物生産と環境保全との調和がとれた有機物施用法を確立するためには、作物吸収と土壌残存だけでなく溶脱も含めた有機物由来窒素の動態を解明することが重要である。そこで重窒素で標識した牛ふん堆肥を用い、堆肥の窒素施用量の違いがニンジン・スイートコーン体系(年2作)における堆肥由来窒素の収支に及ぼす影響を明らかにする。

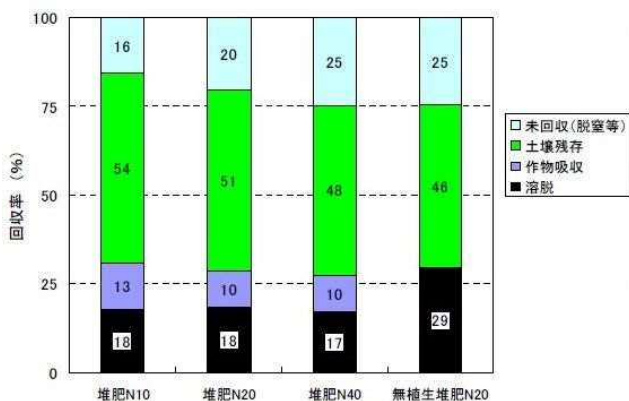


図4 1年目に施用した標識堆肥由来窒素の2年後における回収率

〔成果の内容・特徴〕

a. 1作目に施用した標識堆肥由来窒素は、施用2年後までに17~18%が溶脱し、10~13%が作物に吸収される。溶脱率及び利用率はいずれも、堆肥窒素施用量にかかわらずほぼ同じである。これに対し無植生堆肥N20区の溶脱率は、同じ施用量の栽培区(堆肥N20)に比べ著しく多くなり、溶脱率と利用率の合計とほぼ等しくなる(図4)。

b. 堆肥N10~40区の1年目に施用した標識堆肥由来窒素の溶脱は、施用当年が10~11%、2年目が7~8%、作物による吸収では施用当年が8~10%、2年目が2~3%となり、いずれの年次も堆肥窒素施用量にかかわらずほぼ同じになる(図5)。このことから堆肥窒素施用量が10~40 g/m²の範囲では、施用量の違いが溶脱率及び利用率に及ぼす影響は小さい。

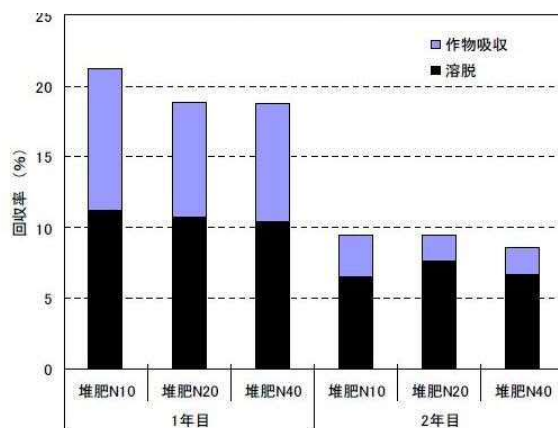


図5 1年目に施用した標識堆肥由来窒素の年次別溶脱率と利用率

c. 堆肥N10~40区の標識堆肥由来窒素は、施用2年後においても施用量の半分程度が土壌中に残存しており、その71~85%が表層(0~10 cm)に、残りは下層

に存在する(図4、6)。一方無植生堆肥N20区の施用2年後における土壌残存率は、堆肥N20区に比べ減少する。これは植生の有無により、地表面付近の地温に影響を及ぼしたことが原因の一つと考えられる。

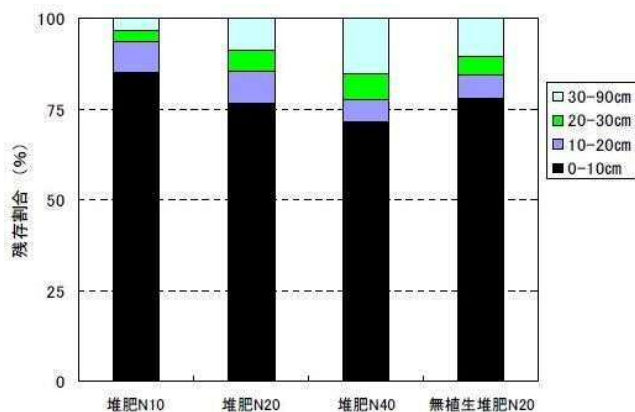


図6 1年目に施用した標識堆肥由来窒素の2年後の土壌別残存割合

(3) 砂地地帯における牛ふん堆肥の窒素投入量と浸透水の窒素濃度 (静岡農林研・生産環境部)

[要約] ニンジン主体の露地野菜を輪作する砂地地帯において、ニンジン播種前に牛ふん堆肥を施用すると仮定し、堆肥施用後1年間の窒素溶脱量を計算した結果、堆肥窒素投入量が400 kg/ha以下であれば浸透水の年平均窒素濃度は10 mg/Lを超過しないと考えられる。

[背景・ねらい]

砂地露地畑では、地力を高めることを目的に堆肥等の有機物が施用されてきたが、環境保全型農業を推進するため有機物のより積極的な活用が求められている。しかし、他の土壌に比べて透水性がよいため窒素が溶脱しやすく、有機物の施用

により環境に大きな負荷を与えることも懸念される。そこで、作物生産と環境保全との調和がとれた有機物施用技術を確立するため、堆肥窒素投入量と浸透水の窒素濃度の関係について明らかにする。

[成果の内容・特徴]

- 調査地域における品目別施肥窒素投入量はニンジン、サトイモ、スイカが多く、この3品目で全体の82%を占める(表4)。
- 調査地域において浸透水の年平均窒素濃度を10 mg/L以下に維持するための窒素溶脱量の上限值は、年間浸透水量から11,888 kg/年と見積もられる。
- 牛ふん堆肥をニンジン播種前に施用すると仮定し、堆肥施用後1年間の窒素溶脱量を計算すると、堆肥窒素投入量が400 kg/ha以下であれば、年間窒素溶脱量は最大でも11,800 kg未滿で浸透水の年平均窒素濃度は10 mg/Lを超えないものと予測される(図7)。また堆肥窒素投入量が400 kg/haの場合、窒素溶脱量全体に占める堆肥の割合は15%で、溶脱窒素の大部分は化学肥料由来と考えられる(図7)

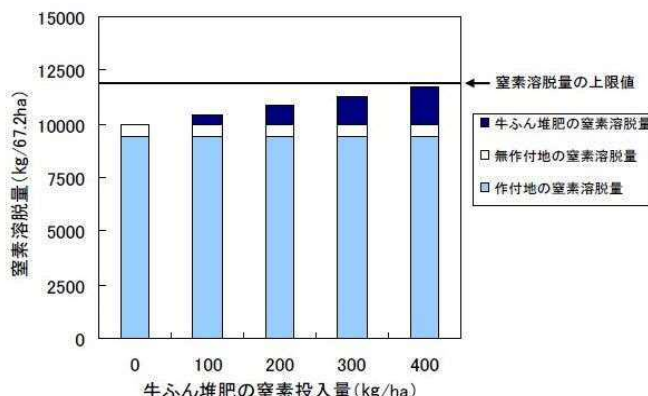


図7 調査地域における年間窒素溶脱量の予測

表4 作付品目と面積及び施肥窒素投入量(掛川市2004/11~2005/11)

夏作品目	作付面積 (ha)	作付割合 (%)	施肥窒素投入量 (kg)	冬作品目	作付面積 (ha)	作付割合 (%)	施肥窒素投入量 (kg)
カンショ	20.4	30.4	1632	ニンジン	39.8	59.1	5970
サトイモ	18.1	26.9	5430	メキャベツ	1.3	1.9	507
スイカ	15.5	23.1	3410	ダイコン	0.5	0.8	170
カボチャ	2.1	3.2	588	ソルゴー	1.4	2.1	—
シロネギ	1.3	1.9	260	無作付	24.2	36.1	—
ラッカセイ	0.3	0.4	—				
エダマメ	0.2	0.3	—				
無作付	9.3	13.8	—				
合計	67.2	100.0	11320	合計	67.2	100.0	6647

(4) 家畜ふん堆肥施用量計算プログラムの開発

(静岡畜技研・飼料環境科)

[背景・ねらい]

県内で栽培される作物は種類が多く作型

や土壌の違いにより施肥設計も異なり、家畜ふん堆肥の施用を前提とした施肥設計が立てにくいため、県内作物用の家畜ふん堆肥の施用量を簡易に決定する計算プログラムを作成した。



図8 家畜ふん堆肥施用量計算プログラム初期設定画面

作業型	作物の種類	作物名 (作型・土壌・地域)	堆肥投入 方式	新法に必要な元肥量(kg/10a)			堆肥投入量(kg)			堆肥利用率に必要な元肥量(kg/10a)			堆肥利用率に必要な元肥量(kg/10a)		
				N	P	K	10aあたり	10aあたり	N	P	K	N	P	K	
38	畜産作物	ニシキコシ(中)	肥料投入	5.0	7.0	6.0	1,350	6,748	3.9	4.5	0.0	19.6	22.7	0.0	
39	畜産作物	ニシキコシ(西)	肥料投入	5.0	7.0	6.0	1,350	6,748	3.9	4.5	0.0	19.6	22.7	0.0	
40	畜産作物	ニシキコシ(東)	肥料投入	2.0	7.0	7.0	752	3,759	1.4	5.6	3.7	7.0	28.1	16.3	
41	畜産作物	ニシキコシ(南)	肥料投入	3.0	10.0	10.0	1,126	5,639	2.1	7.9	5.0	10.5	39.7	24.9	
42	畜産作物	ニシキコシ(北)	肥料投入	2.0	7.0	7.0	752	3,759	1.4	5.6	3.7	7.0	28.1	16.3	
43	畜産作物	ニシキコシ(中)	肥料投入	1.5	5.0	6.0	564	2,820	1.1	4.0	2.5	5.3	19.5	12.5	
53	野菜(果菜)	トマト(中)	肥料投入	21.0	21.6	20.0	4,496	22,492	17.4	13.4	0.0	67.1	67.0	0.0	
54	野菜(果菜)	トマト(西)	肥料投入	20.0	26.0	22.0	4,948	24,741	16.1	17.0	0.0	80.9	84.9	0.0	
55	野菜(果菜)	トマト(東)	肥料投入	9.8	10.6	9.8	2,204	11,021	8.0	6.6	0.0	40.2	32.9	0.0	
56	野菜(果菜)	トマト(南)	肥料投入	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
57	野菜(果菜)	トマト(北)	肥料投入	8.0	10.0	8.0	1,798	8,997	6.6	6.7	0.0	32.8	33.6	0.0	
58	野菜(果菜)	ナス(中)	肥料投入	20.0	26.0	22.0	4,948	24,741	16.1	17.0	0.0	80.9	84.9	0.0	
59	野菜(果菜)	ナス(西)	肥料投入	9.8	10.6	9.8	2,204	11,021	8.0	6.6	0.0	40.2	32.9	0.0	
60	野菜(果菜)	ナス(東)	肥料投入	14.0	14.0	14.0	3,148	15,744	11.5	8.3	0.0	57.4	41.3	0.0	
61	野菜(果菜)	ナス(南)	肥料投入	44.0	48.0	34.0	7,647	38,237	37.9	34.1	0.0	189.5	170.3	0.0	
62	野菜(果菜)	ナス(北)	肥料投入	15.0	15.0	15.0	3,374	16,869	12.3	8.8	0.0	61.5	44.2	0.0	
63	野菜(果菜)	キュウリ(中)	肥料投入	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
64	野菜(果菜)	キュウリ(西)	肥料投入	6.0	6.0	6.0	1,350	6,748	4.9	3.5	0.0	24.6	17.7	0.0	
65	野菜(果菜)	キュウリ(東)	肥料投入	12.0	10.0	6.0	1,350	6,748	10.9	7.5	0.0	54.6	37.7	0.0	
66	野菜(果菜)	キュウリ(南)	肥料投入	0.0	10.0	9.0	1,126	5,639	2.1	15.9	4.0	10.5	79.7	19.9	
67	野菜(果菜)	キュウリ(北)	肥料投入	6.0	18.0	10.0	2,249	11,246	4.2	18.9	0.0	21.0	69.6	0.0	
68	野菜(果菜)	キュウリ(中)	肥料投入	14.0	18.0	10.0	2,249	11,246	12.2	18.9	0.0	61.0	69.6	0.0	
69	野菜(果菜)	キュウリ(西)	肥料投入	3.0	10.0	9.0	1,126	5,639	2.1	15.9	4.0	10.5	79.7	19.9	
70	野菜(果菜)	キュウリ(東)	肥料投入	12.0	20.0	12.0	2,698	13,495	9.8	15.1	0.0	49.2	75.4	0.0	
71	野菜(果菜)	キュウリ(南)	肥料投入	18.0	25.0	21.0	4,723	23,617	14.2	16.4	0.0	71.2	81.9	0.0	
72	野菜(果菜)	キュウリ(北)	肥料投入	23.0	23.0	23.0	5,173	25,866	18.9	13.8	0.0	94.4	67.8	0.0	

図9 対象作物指定画面

【成果の内容・特徴】

- a. 対象は水稲・鉢以外の107作物で各作型・施肥時期別に430作型とした。必要データは、堆肥の畜種と水分・窒素・リン酸・カリ含有量、作付面積といった最小限とし、窒素のみ代替率と肥効率、リン酸・カリは肥効率だが、いずれも変更可能とした(図8)。
- b. 従来の家畜ふん堆肥施用量計算ソフトは元肥代替量の計算が基本であったが、茶やかんきつ類などの永年作物は、代替対象の施肥時期を選べる他、年間施用量の代替合計量を計算する「元肥と追肥を

- 堆肥代替」と「元肥追肥全て堆肥代替」の選択とした。また、土壌分析等で減肥が必要な場合は減肥割合を任意に指定可能とした(図9)。
- c. 堆肥施用量の他、別途施用する窒素、リン酸、カリそれぞれの必要量も計算される。家畜ふん堆肥利用者側からは精密な施肥設計が可能なツールは利用価値が高いが、一方で農地の肥料成分把握の必要性、堆肥成分のロット間差や均一散布が難しい等の課題があるため、計算プログラムが万能ではないことに留意する必要がある。

6. これからの資源循環

現在、全国各地で、資源循環を前提とした高栄養多収型飼料作物や飼料用イネの作付けの大幅な拡大や、畜産クラスター事業を背景にした大規模な家畜排泄物の再生エネルギー的利用計画等が次々と立案されています。次の10年は、めまぐるしく変化した過去10年よりも、さらに変化の激しいものになる可能性があります。

自動車について言えば、この10年でハイブリッド車が飛躍的に普及し、さらに電気自動車や燃料電池車が次のエコカーの主役の座を窺っています。地球温暖化を始めとする環境問題への対応は、どの産業にとっても大きなテーマです。これからの畜産にも、生産効率を追求した産業革新ばかりでなく、環境への貢献も強く要求されるのは間違いなさそうです。

神奈川県畜産環境対策の取り組みについて

神奈川県 環境農政局 農政部 畜産課
畜産環境グループ 主任技師

松本 哲

1. 神奈川県の概要

本県は日本列島のほぼ中央に、また関東平野の南西部に位置し、北は首都東京都に接し、東は東京湾に、南は相模湾にそれぞれ面し、西は山梨、静岡の両県に隣接しています。

本県の地形は大きく分けて、西部は山地、中央は平野と台地、東部は丘陵と沿岸部の三つに分けられます。

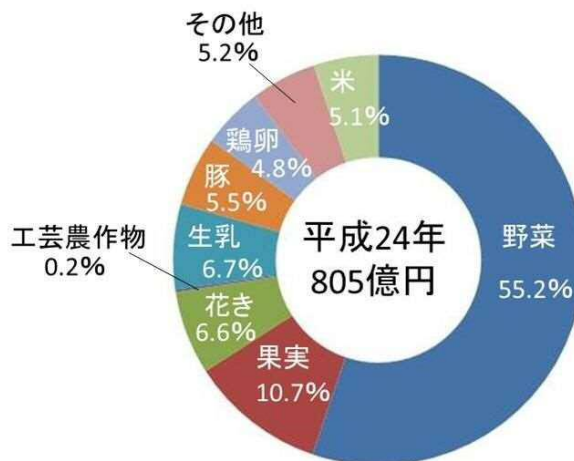
沿岸部における426kmの海岸線は変化に富み、東京湾側京浜地帯は高度に発達した港湾となっています。

また、箱根や湯河原の温泉地帯、丹沢の山岳地帯や4つの県立自然公園、史跡名勝を有する鎌倉等、本県は産業、文化とともに豊かな自然環境と観光資源に恵まれた郷土となっています。

本県の気候は、北西部に丹沢や箱根の山地をひかえ、東と南が平野と海に面し、また、太平洋の黒潮の影響を受けているため、温暖で雨量の多い太平洋側気候となっています。

2. 神奈川県の農業

本県の農業は、農家一戸当たりの耕地面積は0.73haと全国平均の1.82haと比べて規模は小さいですが、野菜や花きを中心に、高い技術力を活かして農地を高度に利用した土地生産性の高い経営が行われています。



※工芸農作物--茶、なたね、こんにゃくなど
収穫後、加工して用いる作物

図1 神奈川県の農業産出額内訳

※資料：農林水産統計年報

農地については、面積に占める畑の割合が80.0%と全国平均の45.7%と比べて高く、温暖な気候や大消費地に近いという利点を活かして、野菜や果実の他、牛乳、豚肉等生鮮食料を中心とした生産が盛んです。

また、販売については市場出荷や直売、契約出荷、観光もぎとり等様々な方法で行われています。

本県の平成24年の農業産出額は805億円で、野菜、果実、牛乳等の生鮮食料の割合が高いのが特徴です(図1)。

3. 神奈川県畜産

急速に進む都市化の中で、畜産を営む農家は環境問題等の制約を受けているものの、消費地に近いというメリットを活かした経営を行っています。

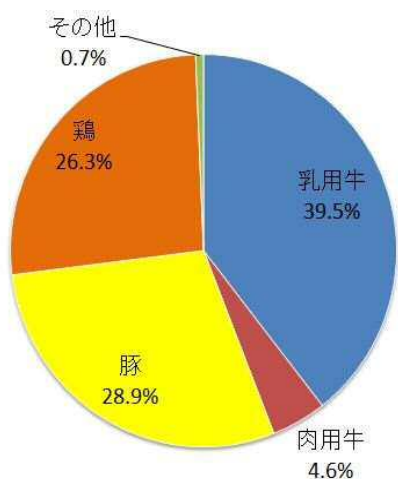


図2 神奈川県の畜産産出額内訳

※資料：農林水産統計年報

また、平成24年の本県の農業産出額805億円のうち、畜産部門は151億円(19%)となっています。151億円の内訳

としては、乳用牛が60億円(39%)、肉用牛が7億円(5%)、豚が44億円(29%)、鶏が40億円(26%)となっています(図2)。

(1) 乳用牛

乳用牛の飼養戸数・頭数は減少傾向が続いていますが、家畜改良増殖技術等を活用した牛の高能力化(乳量・乳質の向上等)等により、県民の約136万人に当たる牛乳を供給しています。平成26年は262戸・7,220頭となっています。

また、最近では一部の生産者が自ら乳製品の加工販売に取り組んでいます。

(2) 肉用牛

肉用牛の飼養戸数・頭数は、増加した後減少に転じ、近年はほぼ横ばいで推移しています。平成26年は79戸・4,660頭となっています。

また、消費者の求めるおいしい牛肉作りを目指すため、ブランド化の取り組みが行われています。

(3) 豚

豚の飼養戸数・頭数は減少傾向にありましたが、近年はほぼ横ばいで推移しています。平成26年は57戸・67,000頭となっています。

また、一部の生産者は生産主体の経営から転換し、豚肉やハム・ソーセージ等の加工品の直売を行っています。

(4) 採卵鶏

鶏の飼養戸数・羽数は減少傾向が続いていますが、近年は1戸当たりの飼養羽数はほぼ横ばいで推移しています。平成26年は56戸・1,061千羽となっています。

県の中央部には企業の経営による大規模な養鶏場が集中しています。一方で、横浜、川崎地域は鶏卵の直売を行う庭先養鶏場も多く、地場流通も盛んです。

(5) 家畜排せつ物処理状況

平成26年では、ふん処理については全ての畜種において堆肥化処理が主体となっています。

尿処理については乳用牛と豚が浄化槽での処理、次いで公共下水道での処理となっています。肉用牛はオガクズ等への吸着処理が主体となっています。

4. 神奈川県畜産環境対策

(1) 従来からの取組み

県畜産技術センターでは、都市化が進みつつあった本県の状況に対応して、古くから畜産環境に着眼した研究が行われており、いわゆる「神奈川方式」と呼ばれる家畜用浄化槽(杆デーションガッパ)や、家畜ふん乾燥ハウス(二段傾斜式)等の技術を確認し、県内のみならず他県に広く普及しており、実際の畜産現場で有効に利用される技術となっています(写真1)。



写真1 家畜用浄化槽(神奈川方式)

現在、県畜産技術センターの研究開発の方向として「環境と調和する畜産技術の開発」を掲げ、「省資源型家畜排せつ物処理技術の開発」「畜産経営から発生する臭気の抑制及び脱臭技術の開発」を研究目標に、畜産経営によって生じる家畜排せつ物を低コストで省力的に処理したり、畜舎及び家畜排せつ物処理施設から発生する臭気を抑制及び脱臭するための効率的で低コストな技術を開発する取組を行っています。

また、本県の施策としても家畜排せつ物処理施設等の整備のため、下記の2事業を推進してきました。

1) 畜産環境機械整備事業

本事業は、家畜排せつ物の土地還元を主体とした畜産環境整備に必要な機械、装置の貸付による導入を推進する事により、畜産経営に係る環境保全と畜産経営の健全な発展を図ることを目的としています。

本県では昭和56年度より(財)畜産環境整備リース協会(現(一財)畜産環境整備機構)のリース事業(昭和51年開始、現畜産環境整備リース)に合わせる形で、先述の機械、装置等を対象に本事業において畜産農家に対し利子補給(附加貸付料補助)を行ってきました。

平成21年度からは、畜産経営にかかる環境保全だけでなく、畜産経営の健全な発展を図ることを目的として、土地還元を目的としない機械についても事業の対象としています。

機械・装置等の貸付実績としては、平成11年度から平成25年度までで45

2件となります。

2) 畜産環境保全対策促進事業

平成11年11月の家畜排せつ物法の施行(完全施行は平成16年11月)を契機として、共同利用の堆肥化施設について国庫補助事業(1/2以内)を積極的に活用し、本県も上乘せ補助(1/10以内)をすることにより設置を促進してきました。

平成11年度から平成16年度までで県内24カ所、平成17年度から平成22年度までに県内8カ所を整備しました。この事業により乳牛1,550頭、肉牛286頭、豚11,775頭、鶏99,500羽分の家畜排せつ物が適正に処理されることとなりました。

さらに、家畜ふんの発生量のうち、堆肥化して土地還元利用する割合を「堆肥化率」と規定し、家畜排せつ物の有効活用の指標としています。

この堆肥化率については、平成12年に作成した県計画の中で、平成10年度の65%から平成20年度末には93%まで増加させる目標を設定しました。

平成19年3月には、農林水産省が家畜排せつ物法に基づく基本方針を変更し、堆肥化の推進と更なる利用の促進について示したため、本県は全国に先駆け県計画を見直し、平成20年2月に公表しています。この中で、堆肥化率については、小規模な畜産農家等堆肥化するまでもなく適切に畑に還元する処理が5%程度は行われると想定し、平成27年度末に95%まで増加させる目標を設定しています。

堆肥化率の進捗状況については、平成

26年については、94.9%とほぼ目標に近い数値となっています。

なお、全県的にみた堆肥の需給推計によると、家畜ふんを全量堆肥化した場合、需要量の約73%となり、堆肥の流通が十分に行われれば県内での利用が可能であるという結果になっています。しかし、現実には家畜ふんの発生地域と需要地域には、距離的なずれもあり、堆肥として十分活用されていないばかりか、地域によっては問題発生要因となる場合もあります。このため、今後はいかに「耕種農家のニーズに見合った堆肥生産を行い、うまくPRして流通させる」かが重要な課題と考えています。

(2) 畜産環境問題の現状

前述の取組みの下、既に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」(平成16年11月施行、以下、家畜排せつ物法)の適用を受ける全ての畜産農家が、本法律で規定されている「管理基準」に適合した施設等を整備し、ふん尿処理を実施しています。

しかし、畜産農家に対する苦情は依然として発生しています。

1) 畜産経営に起因する苦情の発生状況

近年苦情の発生件数は減少傾向にあるものの、平成26年は42件と前年から4件増えており、一進一退の状況となっています(表1)。

平成26年の苦情の内訳を見ると、水質汚濁関連が3件、悪臭関連が23件、害虫発生関連が5件、悪臭を含んだ複合的な苦情が4件、その他が7件となっており、悪臭関連の苦情割合が64.3%と、

全体の半数以上を占めています。

また、畜種別では乳用牛が22件、肉用牛が2件、豚が8件、採卵鶏が7件、

その他が3件となっており、乳用牛が52.4%と全体の半数以上を占めています(表2)。

表1 苦情の種類別発生件数及び割合

年	20		21		22		23		24		25		26	
水質汚濁	1	1.6%	2	3.6%	1	2.0%	0	0.0%	1	2.3%	1	2.6%	3	7.1%
悪臭	32	52.5%	27	49.1%	16	31.4%	20	52.6%	14	32.6%	19	48.7%	23	54.8%
害虫発生	3	4.9%	4	7.3%	5	9.8%	4	10.5%	4	9.3%	5	12.8%	5	11.9%
複合(悪臭を含む)	9	14.8%	6	10.9%	6	11.8%	1	2.6%	9	20.9%	5	12.8%	4	9.5%
複合(悪臭を含まず)	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
その他	16	26.2%	16	29.1%	23	45.1%	13	34.2%	15	34.9%	9	23.1%	7	16.7%
合計	61	100%	55	100%	51	100%	38	100%	43	100%	39	100%	42	100%

※資料：畜産課調べ

表2 家畜の種類別苦情発生件数及び割合

年	20		21		22		23		24		25		26	
乳用牛	34	55.7%	29	52.7%	30	58.8%	18	47.4%	26	60.5%	19	48.7%	22	52.4%
肉用牛	2	3.3%	4	7.3%	2	3.9%	0	0.0%	0	0.0%	1	2.6%	2	4.8%
豚	11	18.0%	9	16.4%	7	13.7%	11	28.9%	11	25.6%	11	28.2%	8	19.0%
採卵鶏	10	16.4%	9	16.4%	11	21.6%	6	15.8%	5	11.6%	5	12.8%	7	16.7%
その他	4	6.6%	4	7.3%	1	2.0%	3	7.9%	1	2.3%	3	7.7%	3	7.1%
合計	61	100%	55	100%	51	100%	38	100%	43	100%	39	100%	42	100%

※資料：畜産課調べ

2) 指導体制

本県では、前述の状況に対応するため、家畜排せつ物法の管理基準に基づく指導や畜産と耕種との連携を強化し、畜産経営の持続的な発展を図ることと、従来からの堆肥化に加え、生物系資源(バイオマス)としての利用に向けて調査・実証試験を実施し、環境と調和のとれた循環型社会を構築することを目的に、神奈川県畜産経営環境保全総合対策指導協議会(以下、協議会)が設置されています。本協議会は、県関係機関や県畜産関係団体(一般社団法人神奈川県畜産会、神奈川県酪農業協同組合連合会、一般社団法人神奈川県養豚協会、全国農業協同組合連合会神奈川県本部、神奈川県農業協同組

合中央会)等から構成される県協議会と、県内5つの地域における地域協議会により組織されています。

県協議会においては、家畜排せつ物法等に基づき、「神奈川県における家畜排せつ物の利用を促進するための計画」(以下、県計画)等について検討を行い、内容変更等が必要になった場合の見直しを行っています。

また、管理基準に従った家畜排せつ物管理を実現するために必要な事項の協議や、堆きゅう肥を耕種部門で利用するための基本的な方針(神奈川県畜産経営環境保全総合対策指導方針、以下、県指導方針)の策定等を行っています。

その他県関係機関や県畜産関係団体、

市町村担当者に対し、環境対策の知識・技術を習得することを目的として研修会等を行っています。

地域協議会では、先述の県指導方針を受けて地域指導方針を策定し、畜産経営に起因する環境汚染問題発生状況実態調査や家畜排せつ物の適正な管理の推進等の総合対策指導や水質汚濁防止対策指導、悪臭防止対策指導等を行っています。

(3) 新たな取組み

○畜産経営臭気発生源調査研究

平成26年度から協議会と県畜産技術センターが連携して、畜産現場で悪臭に対する効果的な対策を示すため、高額な費用と時間のかかる分析機器による分析を実施することなく、実際に臭気を嗅いで臭気物質を判断できる簡易手法の研究・開発を始めています。

○神奈川県畜産環境コンクール

生産者代表から畜産環境の美化に関するコンクールの開催の要望を受け、

県関係機関や県畜産関係団体等と協議を行い、平成25年度から本コンクールを開催しています。

1) 目的

畜産について広く県民の理解・信頼を得ること及び、畜産関係者への意識啓発を図ることを目的に、各畜産農家の創意工夫により実施される畜舎や施設周辺の環境美化・衛生向上等に対する取組についてコンクールを開催しています。

2) 概要

概要は表3のとおりとなります。

3) 審査方法

本コンクールは、まず県内5つの地域協議会が行う地域審査が開催されます。

地域審査会は、各地域(市町等)で実施される環境巡回に合わせ、県関係機関が主体となって行われ、畜舎の回りについてきれいな景観が形成されているか(畜舎周辺の環境美化)、臭気・騒音・家畜の疾病予防等の対策をしているか(畜舎等の衛生対策)、家畜ふん堆肥について農地等に還元されているか(資源循環の実施状況)、上記3つの取組みについて特色のある取組みが行われているか(特色のある取組み)の4つの項目について審査を行います。

地域審査会において成績上位であった事例については、県審査会に推薦されます。

平成26年度の県審査会では、協議会構成員の県関係機関や県畜産関係団体の他に、一般財団法人畜産環境

表3 コンクール概要

主催	神奈川県畜産経営環境 保全総合対策指導協議会
後援	一般社団法人 神奈川県畜産振興会
参加要件	乳牛部門 (概ね10頭以上飼養)
	肉牛部門 (概ね10頭以上飼養)
	養豚部門 (概ね100頭以上飼養)
	養鶏部門 (概ね2,000羽以上飼養)
表彰区分	最優秀賞 (1点)
	優秀賞 (3点)
	特別賞 (3点)
	努力賞 (2点)

整備機構や消費者団体等外部団体も加えた審査員により、各地域から推薦された事例について、先に述べた4項目の観点から審査基準に基づき書類による審査を行います。

その結果、4部門それぞれの総合得点1位の中から、最も総合得点が上位であった事例を最優秀賞、その他の各部門1位の事例を優秀賞、最優秀賞・優秀賞以外の事例の中で総合得点が上位だった事例を特別賞と決定します。また、各地域から推薦される上位事例には及ばないものの、あと一步の努力で推薦に到達出来るような事例については努力賞(平成26年度新設)として決定します。

4)表彰式

各受賞農家については、後日開催される神奈川県畜産環境コンクール表彰式において表彰されます(写真2)。

最優秀賞を受賞した畜産農家にはその栄誉を称えることと、周辺住民から見て畜産環境対策に取り組んでいる畜産農家であるということがわかるように、神奈川県知事賞(A2サイズの看板:写真3)が授与されます。

また、表彰式だけでなく、各受賞農家の取組事例についてスライドで紹介する等研修要素も取り入れており、毎年盛況の内に終了しています。

優秀賞を受賞された畜産農家からは、元々臭気等環境面については近隣に配慮して経営してきたが、今回優秀賞をいただいたことにより、この賞に恥じ

ないような経営をしていきたいという話がありました。

また、別の畜産農家からは、来年度受賞できるように頑張りたいといった話がありました。



写真2 表彰式の様子



写真3 最優秀賞(県知事賞)看板

5)優良事例紹介(平成26年度)

乳牛部門

○有限会社 石田牧場

有限会社石田牧場は、平成25年度、

平成26年度と連続して最優秀賞を受賞しています。

受賞のポイントとしては、①人に見せる農場という意識のもと、畜舎周辺に花等がバランス良く配置され、整理整頓、草刈り等が徹底して行われていること。②牛舎内を清潔に保ち、牛床の敷料にコーヒー粕とシュレッター紙を利用し、資源リサイクルへの貢献と臭気対策を行っていること。③良質堆肥を生産し、7割を飼料畑(作付延べ面積6ha)で自家消費すると共に、残り3割を果樹・耕種農家等に配達し、資源循環が確立されていること。④飼料作の少ない本県において、飼料畑で夏作にデントコーン、冬作にエン麦等の自給飼料を積極的に作り、牛に給与していること等が挙げられます。

飼養管理、堆肥作り、飼料作り等全てにおいて丁寧な作業を行っており、環境作りから牛乳生産まで常に消費者を意識して妥協無く取り組んでいる農場です(写真4)。



写真4 (有)石田牧場：牛舎周囲

肉牛部門

○石井牧場

石井牧場は、平成25年度、平成26年度と連続して肉牛の部優秀賞を受賞しています。

受賞のポイントとしては、①牛舎周囲にソテツの植栽や四季の花々を植えたプランターを置く等、環境美化に努めていること。②廃材チップやオガクズ等の敷料を近隣の製材所や工務店等から譲り受け、毎日こまめに取り換えて臭気・衛生害虫対策を行っていること。③県畜産技術センターが開発した、ペットボトルにサーモラベルを入れた『簡易温度計』を使用して堆肥の発酵温度管理を行い、良質堆肥を生産していること。④エコフィードの利用と共に良質な堆肥を近隣の耕種農家に供給しており、資源循環型農業が確立されていること等が挙げられます。

また、衛生管理への努力、近隣への配慮等を大切にして畜産経営を行っています(写真5)。



写真5 石井牧場：牛舎周囲

養豚部門

○有限会社 グリーンファーム

有限会社グリーンファームは養豚の部優秀賞を受賞しています。

受賞のポイントとしては、①畜舎周囲はよく清掃され、定期的な見回りと必要な修繕を行い、衛生的な生産環境を維持していること。②豚舎は清掃が行き届き、除ふん装置(スクレーパー)を毎日複数回稼働させることによりできるだけ豚舎内にふんが滞留しないようにしていること。③コンポストの適正な維持管理により、良質堆肥を生産していることと、浄化槽を丁寧に維持管理し、適切な排水処理をしていること。④堆肥は近隣市町の耕種農家からの要望があれば、ほ場への配達や散布作業を実施していること等が挙げられます。

生産管理だけでなく、衛生的な生産環境の整備や、家畜ふん尿処理施設の維持管理等の環境対策面の作業においても、きめ細やかな対応が行われています(写真6)。



写真6 (有)グリーンファーム：豚舎周囲

養鶏部門

○有限会社 元木農場

有限会社元木農場は養鶏の部優秀賞を受賞しています。

受賞のポイントとしては、①農場内はきれいに清掃されており、随所に木々等が植栽されていること。②鶏舎内はきれいに清掃されており、こまめな除ふんを行っていること。③良質堆肥を生産しており、耕種農家向けに配達を行っていること。④鶏舎周辺にバラやミカン・リンゴ等の様々な花や実のなる木が植栽され、丁寧な管理によりきれいな景観が形成されていること等が挙げられます。

また、コンポスト併設の脱臭装置では、発酵槽の臭気を集め、シャワー(水)でアンモニア等を脱臭処理した気体を排気口から排出していて、臭気対策に努めています。

本農場は近隣に住宅がある環境の中、地域に根付くために臭気や衛生害虫対策等に尽力すると共に、畜舎の環境美化に努めています(写真7)。



写真7 (有)元木農場：鶏舎周囲

なお、今回紹介できなかつた事例については、本県のホームページ(<http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f424/p5686.html>)に掲載していますのでご参照下さい。

5. おわりに

農林水産省が毎年行っている、畜産経営に起因する苦情発生状況調査では、全国で発生している苦情件数の内、悪臭関連が約6割を占めており、本県と同程度の割合となっています。

畜産経営において臭いをゼロにすることはできません。

また、1つの環境問題を解決しても、次は別の環境対策を求められる等、周辺住民の地域環境保全に対する質的要求は高くなってきます。

従って、畜産農家の環境対策の取組みには終わりが無いのが現状となって

います。

しかし、畜産農家の環境対策への取組みが周辺住民から見えること、さらには周辺住民との交流が深まることにより、畜産に対する周辺住民の理解を深めることはできると思います。

都市化の進んだ本県においては、周辺住民との共生関係を築くことは、今後の畜産経営においてますます重要になってきており、畜産環境対策は必須となっています。

このような畜産環境対策に取り組んでいる畜産農家にスポットを当てることと、周辺住民の理解促進を図る取組みとして、平成25年度から神奈川県畜産環境コンクールを開催しています。

今後も畜産農家が安心して経営を営めるよう、各関係機関と連携しながら様々な取組みを実施していきます。

発行人	織田 哲雄
発行年月日	平成 27 年 4 月 30 日
発行	一般財団法人 畜産環境整備機構 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 5-12-1 ワイコービル 2F TEL 03-3459-6300 (代) FAX 03-3459-6315 ホームページ http://www.leio.or.jp/



一般財団法人 畜産環境整備機構
〒105-0001 東京都港区虎ノ門5-12-1 ワイコービル2階
TEL. 03-3459-6300(代)
FAX. 03-3459-6315