家畜ふん堆肥の成分的特徴(2)

鶏ふん堆肥,豚ふん堆肥および牛ふん混合堆肥の化学成分

誌名	福岡県農業総合試験場研究報告
ISSN	13414593
著者名	小山,太 高椋,久次郎
発行元	福岡県農業総合試験場
巻/号	20号
巻号補足	
掲載ページ	p. 97-100
発行年月	2001年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

AgriKnowledge

家畜ふん堆肥の成分的特徴
第2報 鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥および牛ふん混合堆肥の化学成分

小山太・高椋久次郎
(畜産研究所)

家畜ふん堆肥の有効利用を図るために，福岡県内の鶏ふん堆肥および豚ふん堆肥の化学成分を明らかにした。
1. 副資材を含まない採卵鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥は，チップを含む肉用鶏堆肥やオガクズを含む豚ふん堆肥に比べ含水率と炭素含量が低く，リン酸，石灰，苦土，ソーダ含量が高い。特に採卵鶏ふん堆肥は，飼料中に含まれるカルシウム含量が高いことから石灰含量が20％と著しく高い。
2. 採卵鶏ふん堆肥は，新鮮ふんに比べ窒素や炭素の含量が低く，リン酸や加里など無機塩類含量が高いことから，堆肥化の過程で有機物含量の減少と窒素の揮散が促進され，相対的に無機塩類濃度が高くなることが示唆された。
3. 鶏ふんまたは豚ふんに，副資材を含んだ牛ふんを混合して発酵処理した堆肥は，窒素および無機塩類含量が低く，肥料成分のバランスがよい土壌改良資材となり，流通が促進されうる。

[キーワード：堆肥，鶏ふん，豚ふん，牛ふん，化学成分]

Properties of Livestock Feces Compost. (2) Chemical Properties of Poultry Feces Compost and Pig Feces Compost. KOYAMA Futoshi and Kyujirou TAKAMUKU (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818－8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 20 : 97－100 (2001)

We analyzed chemical properties of the compost made from poultry feces or pig feces with a view to utilizing and circulating them in Fukuoka Prefecture. The results were as follows :

1) Layer feces compost and pig feces compost without bulking agents contained lower amounts of moisture and carbon but higher amounts of phosphorus pentaoxide, calcium oxide, magnesium oxide and sodium oxide, than chicken feces compost and pig feces compost with sawdust. Especially, the proportion of calcium oxide in layer feces compost was as much as 20 percent, probably from a high content of calcium in the feed.
2) Compared with chicken fresh feces, layer feces compost contained lower amounts of nitrogen and carbon but higher amounts of inorganic fertilizers such as phosphorus pentaoxide and potassium oxide. From this result, it is assumed that the relative amount of inorganic components of the compost increased because organic matter decreased and nitrogen evaporated during fermentation of the feces.
3) Compost made from poultry feces or pig feces mixed with cattle feces that contained bulking agents contained lower amounts of nitrogen and inorganic components, which shows that the compost is more balanced fertilizer. Therefore, we conclude that the compost is useful and can be circulated for better soil management.

[Key words : compost, poultry feces, pig feces, cattle feces, chemical properties]

緒　言

家畜ふん尿を原料とする堆肥は，土壌改良効果に優れ，地力を維持する効果がある[2]が，反面，堆肥に含まれる肥料成分を把握したうえで投入量を調節しなければ，肥料成分の過剰投入や供給不足を生じる[14]。家畜ふん堆肥の有効活用を図るためにはその成分を明らかにしておく必要がある。全国規模での家畜ふん堆肥の成分調査は，1978年[10]と1983年[9]，1995年[15]に行われ，1995年の調査で堆肥の成分が以前より高くなっていることが報告されている。福岡県では1986年に技術指導指標値[3]を定めているが，それ以降，県内で生産された堆肥の成分を広範に調査・分析した事例はない。第1報[5]では，牛ふん堆肥の化学成分について報告したが，本報では牛ふん堆肥より成分が高い[1]鶏ふん堆肥および豚ふん堆肥の化学成分を明らかにした。

試験方法

1　材料の採取

福岡県内の堆肥化施設で採卵鶏ふん堆肥，肉用鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥を各々約1kgずつ採取し，分析に供した。採卵鶏ふん堆肥は，鶏の飼養中ケージ下の床にふんを落下させ，鶏の出荷と同時に除ふん後，撹拌乾燥ハウスで発酵させて製品化していた。採取試料は55検体で，発酵に要した期間は平均で71日間であった。また，採卵鶏ふんに牛ふんを混合して発酵させた堆肥を15検体採取した。平均の発酵期間は120日間であった。肉用鶏ふん堆肥は，採卵鶏と同様に出荷後に一括して除ふんし，撹拌乾燥ハウスまたは堆積して強制通気による発酵を行ったもの（17検体）で，発酵に要した期間は平均178日間であった。また，肉用鶏ふんに牛ふんを混合して発酵させた堆肥を24検体採取した。平均の発酵期

間は140日間であった。一方，豚ふん堆肥は，堆肥化した製品堆肥を水分調整材として新鮮ふん尿に混合後，撹拌または堆積による処理を行い，平均57日間で製品化したもの（24検体）と，オガクズを副資材として平均134日間で堆積発酵させた堆肥（10検体）があった。採取期間は1994年1月から1999年11月までであった。また，豚ふん尿に牛ふんを混合して発酵させた堆肥を12検体採取した。平均の発酵期間は115日間であった。また，堆肥の成分と原料の成分を比較するために，採卵鶏の排せつ後12時間以内の新鮮ふんと肥育豚のふん尿混合物各1検体を採取し，分析に供した。

2　調査項目および分析方法

含水率は，採取した堆肥を105℃で48時間通風乾燥し，減少した水分量から求めた。pHおよびECは，混合比が1：5になるように堆肥10gに50mlの脱イオン水を加え，30分間振とう後，pHメーターとECメーターで測定した。窒素含量は，堆肥をケルダール分解した後，セミミクロ蒸留法により定量した。リン酸，加里，ソーダ，石灰，苦土の分析にあたっては，供試堆肥を105℃で48時間通風乾燥後，超遠心式粉砕機を用いて直径0.5mm大に粉砕し，湿式灰化法により分解した分解液をろ過後，分析に供した。リン酸含量は，バナドモリブデン酸アンモニウム法により420nmの波長で定量した。加里およびソーダ含量は，炎光光度法で定量した。石灰，苦土含量は飼料分析基準[13]に従い，原子吸光光度法で定量した。全炭素含量は，乾燥粉砕試料約5mgを供試し，CHN元素同時分析装置（FOSSHERAEUS社製CHN－O RAPID）により定量した。

結　果

1　畜種別，副資材別堆肥の化学成分値

各堆肥および新鮮ふんの化学成分を第1表に示した。調査した採卵鶏ふん堆肥はすべて副資材を含んでおらず，含水率は21.0％であった。これはオガクズチップを副資材としている肉用鶏ふん堆肥の含水率42.1％に比べ低かった。また，豚ふん堆肥は，副資材を含まない堆肥の含水率は27.9％で，オガクズを副資材とする豚ふん堆肥の含水率38.4％に比べ低かった。pHは，いずれの堆肥も8.0を上回り，アルカリ性を呈した。無機塩類濃度の指標となるECは，採卵鶏ふん堆肥が12.6dS／mと肉用鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥に比べ高かった。全国農業協同組合中央会では1：10で振とうして求めたECが5dS／m以下という値を良質堆肥の品質推進基準[9]として定めているが，今回の調査結果を1：10の希釈率に換算すると6dS／mとなり，この基準をやや上回る値を示した。窒素含量は，採卵鶏ふん堆肥が3.6％，肉用鶏ふん堆肥が3.9％と同程度であったが，豚ふん堆肥ではオガクズを含む堆肥の3.3％に比べ，副資材を含まない堆肥が5.4％と高かった。リン酸含量は，採卵鶏ふん堆肥が8.5％，肉用鶏ふん堆肥が5.8％，副資材を含まない豚ふん堆肥が7.9％，オガクズを含む豚ふん堆肥が6.4％と，いずれも副資材を含まない堆肥のリン酸含量が高かった。採卵鶏ふん堆肥の加里含量は，肉用鶏ふん堆肥よりやや低い4.0％を示したが，石灰，苦土，ソーダ含量は肉用鶏ふん堆肥に比べいずれも高く，特に，石灰含量は肉用鶏ふん堆肥の3.4倍であった。副資材を含まない豚ふん堆肥の加里含量は，オガクズ入り豚ふん堆肥に比べ高く，石灰，苦土含量も同様の傾向が認められた。炭素含量は，採卵鶏ふん堆肥の28.3％に比べ，肉用鶏ふん堆肥が36.6％と高かった。しかし，豚ふん堆肥の炭素含量は副資材の有無による差は認められなかった。

次に，各堆肥の成分と原料である新鮮ふんとの化学成分について比較した。採卵鶏ふんの窒素含量と炭素含量は，7.4％，35.0％で堆肥に比べて高いが，リン酸，加里，石灰，苦土，ソーダの各含量はいずれも堆肥より低かった。豚ふんにおいても，窒素および炭素含量が堆肥に比べて高く，リン酸，加里，石灰，苦土，ソーダは低かった。

2　牛ふんを混合して発酵処理した鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥の化学成分値

県内には鶏ふんまたは豚ふんに牛ふんを混合して発酵処理する大型施設があり，これらの施設における堆肥の化学成分を第2表に示した。各堆肥化施設における混合割合を聞き取り調査した結果，鶏ふんと牛ふん混合の場

第1表　鶏ふん堆肥および豚ふん堆肥の化学成分（含水率,pH,EC以外は乾物当たり含有率）

畜種	副資材	検体数	含水率	pH	EC	T－N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	T－C	C／N比
			%		dS/m	%	%	%	%	%	%	%	
採卵鶏	無	55	21.0	8.66	12.62	3.62	8.46	3.98	19.73	1.96	0.91	28.3	7.4
			± 5.5	±0.53	±2.27	±1.02	±2.20	±0.70	±4.75	±0.33	±0.28	± 4.4	±2.0
肉用鶏	チップ	17	42.1	8.34	10.75	3.94	5.81	4.32	5.86	1.78	0.77	36.6	8.1
			± 8.5	±0.79	±1.54	±0.75	±1.35	±0.61	±1.48	±0.46	±0.12	± 3.2	±2.7
採卵鶏（新鮮ふん）		1	76.2	6.76	6.58	7.35	4.47	2.41	10.85	1.05	0.39	35.0	4.8
豚	無	24	27.9	8.28	10.08	5.41	7.93	3.27	6.54	2.39	0.80	35.5	6.8
			± 3.2	±0.33	±0.54	±1.01	±2.85	±0.45	±1.15	±0.23	±0.16	± 1.5	±1.4
豚	オガクズ	10	38.4	8.24	8.04	3.29	6.44	2.71	5.08	1.86	0.79	37.0	11.3
			±10.1	±0.70	±2.61	±0.85	±2.37	±0.93	±1.82	±0.43	±0.50	± 7.4	±3.4
豚（新鮮ふん尿）		1	71.7	6.52	6.79	5.80	5.83	2.26	4.17	1.48	0.78	42.4	7.3

1）上段が平均値，下段が標準偏差

第2表　牛ふんを混合した鶏ふん堆肥および豚ふん堆肥の化学成分（含水率，pH，EC以外は乾物当たり含有率）

畜　種	n	含水率	pH	EC	T－N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	T－C	C／N比
		%		dS/m	%	%	%	%	%	%	%	
採卵鶏	15	55.9	8.75	5.49	2.60	3.31	3.02	4.04	1.27	0.53	38.5	13.4
		± 8.3	±0.58	±1.06	±0.50	±1.05	±0.77	±1.49	±0.43	±0.13	± 2.5	± 6.3
肉用鶏	24	40.0	9.05	7.59	2.35	4.35	3.29	3.42	1.52	0.77	39.6	15.4
		± 7.3	±0.37	±0.76	±0.12	±1.05	±0.69	±0.50	±0.45	±0.16	± 1.1	± 4.8
豚	12	63.4	8.53	5.49	1.89	2.88	2.19	2.46	0.85	1.00	40.9	21.3
		± 6.2	±0.80	±0.72	±0.49	±0.62	±0.25	±0.34	±0.14	±0.17	± 1.3	±10.0

1)　上段が平均値，下段が標準偏差

合，重量割合で牛ふんが全体の70～85％混合されていた。また，豚ふんと牛ふん混合の場合は重量割合で50％の牛ふんが混合されていた。採卵鶏ふんと牛ふんを混合して発酵処理した堆肥は，含水率が55.9％，炭素含量が38.5％と採卵鶏ふん堆肥に比べていずれも高かったが，ECは5.5dS／mと採卵鶏ふん堆肥に比べ半分以下の値を示し，窒素，リン酸，加里，石灰，苦土，ソーダの各含量も低かった。また，肉用鶏ふん，豚ふんも牛ふんを混合して発酵処理した堆肥の炭素含量が高く，EC，窒素，リン酸，加里，石灰，苦土の各含量が低かった。

第3表　各堆肥を1t施用した場合の肥料代替量

堆　肥　名	含水率	T－N	P_2O_5	K_2O
	%	kg	kg	kg
採卵鶏ふん堆肥	20	20	47	29
豚ふん堆肥（副資材なし）	30	27	39	16
採卵鶏ふん＋牛ふん混合堆肥	55	6	10	12
豚ふん＋牛ふん混合堆肥	60	4	7	8

1)　化学肥料代替率は以下の数値を用いた
鶏ふん堆肥、豚ふん堆肥：T－N 70％ P_2O_5 70％ K_2O 90％
（福岡県農政部編，1997，有機質資材等の利用上の手引き）
牛ふんを混合した堆肥：T－N 50％ P_2O_5 65％ K_2O 90％
（中央畜産会編，1996，堆肥化施設設計マニュアル）

考　察

今回の調査では，流通を目的に生産された採卵鶏ふん，肉用鶏ふんおよび豚ふんを原料とする堆肥の化学成分値を求めた。その結果，肉用鶏ふん堆肥の含水率と炭素含量が採卵鶏ふん堆肥に比べ高かった。採卵鶏ふん堆肥ではふんのみを材料とするのに対し，肉用鶏では敷料として炭素含量の高いオガクズチップを使用し，これが堆肥中に混入するために，炭素含量が高くなったと考えられる。副資材としてオガクズを含む豚ふん堆肥が，副資材を含まない豚ふん堆肥より炭素含量が高かったのも同様の理由からと考えられる。鶏ふんと豚ふんは，堆肥化の過程で水分が蒸発し，短期間に含水率が低下する。これに対し，分解の遅いチップやオガクズなどの副資材を含む場合は，副資材が水分を保持し，含水率が低下しないことが副資材を含む肉用鶏ふん堆肥や豚ふん堆肥の含水率を高くした原因と考える。鶏ふん堆肥では，採卵鶏ふん堆肥の石灰含量が肉用鶏ふん堆肥に比べ著しく高かったことが特徴的であった。これは，鶏卵の卵殻形成のために肉用鶏に比べ3倍以上の高いカルシウム含量の飼料を給与している[8]ことが原因と考える。採卵鶏ふん堆肥を農地へ投入するにあたっては，石灰施用量を制限する必要がある。さらに，採卵鶏ふん堆肥の加里含量が肉用鶏ふん堆肥より低かったのは，採卵鶏飼料中のカリウム含量が肉用鶏飼料の半量であり，これが堆肥の加里含量に影響したと考えられる。その他の無機塩類含量は，肉用鶏ふん堆肥が採卵鶏ふん堆肥より低かったが，給与飼料中の無機塩類含量には差がないことから，両堆肥間の差はチップの有無による差と考えられる。鶏ふん堆肥および豚ふん堆肥の窒素と炭素含量が新鮮ふん尿に比べて低く，リン酸，加里，石灰，苦土，ソーダ含量が高かったのは，堆肥化によって易分解性有機物が減少し，窒素がアンモニアとして大気中に揮散する一方，リン酸，加里などの無機塩類は堆肥中に残存するため相対的に増加することを示すものと考えられた。

従来利用されていた福岡県の技術指導指標[3]では，採卵鶏ふん堆肥の乾物当たりの成分は，窒素が3.7％，リン酸が6.4％，加里が3.0％，石灰が11.3％，苦土が1.4％であったが，この値に比べ，今回の分析結果では採卵鶏ふん堆肥は窒素を除く各成分が高く，肉用鶏ふん堆肥は窒素と石灰を除く各成分が高く，豚ふん堆肥はすべての成分が高かった。1995年の全国調査[15]では，給与飼料の質の変化や副資材の混合割合の低下により1978，1983年の調査結果に比べて各肥料成分が高くなっていることを報告している。筆者らは，牛ふん堆肥の成分は技術指導指標より高い値を示すことを報告[5]し，その理由としてふん尿混合処理および屋内処理の増加を挙げた。鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥の原料であるふん尿の各成分値は技術指導指標の値と大きく変わらないにも関わらず，副資材を使用しない採卵鶏ふん堆肥と豚ふん堆肥の成分値は技術指導指標の値より高かった。このため，鶏ふん堆肥と豚ふん堆肥の変化も飼養形態や堆肥化過程の違いによるものと考えられる。採卵鶏経営は近年規模の拡大が進んでいる[11]。通常，鶏の飼養開始から淘汰までの間はほとんど除ふんを行わないが，規模の大きな農家ほど淘汰までの飼養期間が長くなる[7]ことから，飼養規模の拡大によって除ふんまでの期間が延びたため，床に堆積したふんの有機物が分解するとともに窒素が揮散[12]し，相対的に無機塩類含量が増加したものと考えられる。一方，養豚経営ではふん尿混合物を堆肥化する経営が増加しており，ふん尿混合物の水分調整材として製品

堆肥を用いることが豚ふん堆肥の無機塩類含量の増加をもたらしたものと考えられる。

採卵鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥および牛ふんを混合して堆肥化した鶏ふん堆肥および豚ふん堆肥を1t施用した場合，どの程度の肥料成分量が化学肥料に相当するのか(以後，化学肥料代替量と呼ぶ)を試算し，第3表に示した。採卵鶏ふん堆肥では含水率を20％とした場合，窒素が20kg，リン酸が47kg，加里が29kgとなり，副資材を含まない豚ふん堆肥は，含水率を30％とした場合にそれぞれ27kg，39kg，16kgとなった。これらの値は，1t当たりの化学肥料代替量がそれぞれ2kg，4kg，9kgであるオガクズ入り乳牛ふん堆肥に比べ非常に高く，米ぬか油粕に近い[1]。また，両堆肥ともECが牛ふんの2～3倍と高いため，投入後に作物への濃度障害を生じる危険があり，牛ふん堆肥に比べて農地へ投入できる量が少なくなる。従って，これらの堆肥は有機質肥料と同様に成分値を正確に把握し，投入する必要がある。これに対し，牛ふんと混合して堆肥化した鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥の1t当たり化学肥料代替量は，窒素，リン酸，加里のいずれも低くなり，採卵鶏ふんと牛ふんの混合堆肥ではそれぞれ6kg，10kg，12kg，豚ふんと牛ふんの混合堆肥ではそれぞれ4kg，7kg，8kgと試算された。また，牛ふん堆肥は窒素やリン酸に比べて加里の含量及び肥効率が高い[5]が，窒素やリン酸含量の高い鶏ふん，豚ふんを混合して堆肥化することにより互いに不足する三元素の含量を補完できるため，このような堆肥は土壌改良資材としての価値が高まり，堆肥の需要が増加すると考えられる。また，成分が低いことから農地へ投入できる量も多くなる。従って，牛ふんとの混合処理は，鶏ふん堆肥，豚ふん堆肥の流通を促進するためのひとつの手法と考える。

謝　辞

堆肥試料の収集にあたり協力いただいた各地域農業改良普及センターの担当者諸氏ならびに炭素分析において御指導いただいた農林水産省畜産試験場飼養環境部汚染物質浄化研究室・羽賀清典室長に心より感謝申し上げます。

引用文献

1）伊達昇編（1993）有機質肥料と微生物資材．農林漁村文化協会．東京．37－39p
2）藤田彰・三宅規夫・神谷勇雄（1984）有機物及び土壌改良資材の連年施用が土壌の理化学性に及ぼす影響について．福岡農総試研報**A3**：63－66
3）福岡県農政部（1986）福岡県における家畜ふん尿処理利用指導技術指標．94p.
4）早田隆典（1998）堆きゅう肥からの加里の供給特性と適性施用量．有機質資材の分解特性の評価と利用技術に関する研究会資料4・1－4・7
5）小山太・高椋久次郎（1999）家畜ふん堆肥の成分的特徴（第1報）副資材と堆積場所の差違が乳牛および肉牛ふん堆肥の化学成分に及ぼす影響．福岡農総試研報**19**：110－114
6）栗原淳（1995）たい肥等特殊肥料の品質保全と自己認証制度．季刊・肥料71：22－37
7）日本養鶏協会編（1998）平成9年度素ひな導入廃鶏淘汰対策事業事例等調査結果報告書．45－46
8）農林水産技術会議編（1997）日本飼養標準，家禽．中央畜産会．東京．14－15p
9）農水省農蚕園芸局農産課編（1982）堆きゅう肥等有機質資源の品質－地力保全特殊調査－．地力保全対策資料．**60**：1－11
10）農林水産省草地試験場編（1983）家畜ふん尿処理利用研究会会議資料．13－18
11）農畜産業振興事業団編（1998）畜産の情報．18－19
12）清水幹生・川井光（1998）鶏糞からのアンモニア生成と抑制．畜産の研究**52**：1264－1269
13）飼料分析基準研究会編（1987）：飼料分析基準注解（第二版）．日本科学飼料協会．東京．29p
14）脇門英美・松元順・和合由員・小玉泰生・永田茂穂・森清文・鳩野哲也・山下純一・森田重則・市来征勝（2000）家畜ふん堆肥の連用が普通作物の収量に及ぼす効果．鹿児島農試研報**28**：1－12
15）山口武則（1997）家畜ふん堆肥の品質・成分的特徴．畜産技術**2**：10－17