

千葉県内で生産される家畜ふん堆肥の特性

吉橋泰彦

キーワード：家畜ふん堆肥，化学性，成分含量，副資材，堆肥化方式

I 緒 言

2021年にみどりの食料システム戦略、2022年にみどりの食料システム法が制定され、持続可能な食料システムの構築が国を挙げて進められている。千葉県もみどりの食料システム法に基づき、千葉県環境負荷低減事業の促進に関する基本的な計画を2023年に策定し、目標を2030年までに化学肥料使用量の20%低減及び有機農業の取組面積1,200ha、農林水産業における温室効果ガス7.4%削減としている。そのための活動として、堆肥施用による土壌改善及び炭素貯蓄の推進、家畜ふん堆肥の有効利用を促進するための堆肥成分や堆肥生産者の情報発信を行うこと等が計画されている。

千葉県は畜産算出額が全国第8位（2022年）で、全国有数の畜産県であり、ふん尿の排出量も多い。本県では、この多量に発生する家畜ふん尿を堆肥として有効かつ適正に農地で活用していくために、4つのシステムが開発されている。すなわち、「堆肥利用促進ネットワークシステム」（千葉県農林水産部畜産課、1995、以下堆肥ネットとする）、「堆肥のクオリティーチャート作成システム」（牛尾ら、2001、以下堆肥クオリティーチャートとする）、「家畜ふん堆肥利用促進ナビゲーションシステム」（牛尾ら、2004、以下堆肥ナビとする）及び「施肥設計支援システム『エコFIT』」（斉藤ら、2006、以下エコFITとする）である。堆肥ネットは畜産農家から耕種農家への堆肥の生産・品質に関する情報伝達に利用されている。堆肥クオリティーチャートは、堆肥を化学性から有機質肥料的堆肥と土づくり的堆肥に区分し、その成分特性を視覚的に判別するために用いられている。堆肥ナビは、堆肥の品質評価を行うツールである。そして、エコFITは、堆肥の農地への適正な施用量の決定に使用されている。

千葉県では、毎年、堆肥ネット登録希望者の堆肥の成分分析を行っており、2006年から2012年に分析したデー

タを元に、その成分の実態と推移について2015年に報告している（大嵩ら、2015、以下、前回調査とする）。しかし、畜産を取り巻く情勢の変化により、堆肥の成分や特徴に変化が生じていることが予想される。そこで本研究では、2013年から2023年の分析データを解析し、前回調査と比較するとともに、近年流通している家畜ふん堆肥の特徴を明らかにし、利用に当たっての留意点等を取りまとめ、ここに報告する。

II 材料及び方法

1. 解析データ

家畜ふん堆肥の実態の解析には、堆肥ネットに登録があり2013年から2023年に分析した堆肥のデータを使用した。畜種別の内訳は、牛ふん堆肥140点、豚ふん堆肥62点及び鶏ふん堆肥54点であった。過去の堆肥との比較には、前回調査におけるデータを用い、畜種別の内訳は、牛ふん堆肥212点、豚ふん堆肥69点及び鶏ふん堆肥33点であった。

家畜ふん堆肥は、副資材使用の有無、使用されている副資材の素材によって特性が変わることから、副資材の使用状況を整理した。

さらに、堆肥の特性に関係が深い堆肥化方式についても整理し、解析した。堆肥化方式は、攪拌等を人が行う堆積方式（以下、堆積）、開放施設で機械が攪拌を行う開放型攪拌方式（以下、開放攪拌）、断熱性能の高い密閉発酵槽で機械が攪拌を行う密閉型攪拌方式（以下、密閉攪拌）に区分した。

2. 堆肥の化学性分析方法

分析項目は、水分含量（以下、水分とする）、pH、EC、窒素（N）全量（以下、窒素とする）、リン酸（ P_2O_5 ）全量（以下、リン酸とする）、加里（ K_2O ）全量（以下、加里とする）、石灰（ CaO ）（以下、石灰とする）、苦土（ MgO ）（以下、苦土とする）、銅（ Cu ）（以下、銅とする）、亜鉛（ Zn ）（以下、亜鉛とする）及び炭素（C）全量（以下、炭素とする）であり、窒素及び炭素からC/N比を算出した。

分析は、肥料分析法（農林水産省農業環境技術研究所、1992）に準じて行った。水分含量は現物当たりの重量比で示した。pH及びECは現物と純水の重量比を1:10で混

2024年8月5日受領 (Received August 5, 2024)

2024年10月29日登載決定 (Accepted October 29, 2024)

本研究は、畜産環境保全総合対策推進事業の一環として実施したものである。

合し、30 分間振とう後に測定した値で示した。それ以外の項目は、乾物当たりの重量比で示した。窒素は硫酸法で、リン酸はバナドモリブデン酸アンモニウム吸光光度法（日立製作所社製、U-2001 使用）で、炭素は燃焼法（住化分析センター社製、SUMIGRAPH NC-900 使用）で測定した。加里、石灰、苦土、銅、亜鉛は試料を塩酸分解した後、原子吸光光度法（日立製作所社製、Z-2000 使用）で測定した。

Ⅲ 結果及び考察

1. 家畜ふん堆肥に含まれる副資材の状況

牛ふん堆肥、豚ふん堆肥及び鶏ふん堆肥で副資材を含むものの割合は、それぞれ 66%、55%及び 33%で、牛ふん堆肥及び豚ふん堆肥で多かった（第 1 表）。前回調査と比較すると、いずれの畜種の堆肥においても副資材を含む堆肥の割合は増加した。最も利用されている副資材は、牛ふ

ん堆肥は木質類で 21%、豚ふん堆肥はもみ殻で 24%、鶏ふん堆肥は木質類及び戻し堆肥で 11%であった。

前回調査では、その後の副資材の入手難が予測されており、戻し堆肥の利用率増加が推測されていた。しかし、戻し堆肥の利用率は牛ふん堆肥が 16%から 19%に増加したが、戻し堆肥のみを副資材とする堆肥は 3%から 0%に減少した。豚ふん堆肥では利用率は 9%から 3%に減少し、鶏ふん堆肥は 3%から 11%へ増加した。

2. 堆肥化方式と化学性

家畜ふん堆肥の堆肥化方式の種類別割合を第 2 表に示した。前回調査では全ての畜種で堆積の割合が高かった。しかし、今回の調査では牛ふん堆肥は、堆積が前回調査の 82%から 41%に半減し、開放攪拌が 10%から 49%に増加し最も高くなり、密閉攪拌は 8%から 10%でわずかな増加に留まった。豚ふん堆肥は、堆積が 64%から 29%へ減少し、開放攪拌が 5%から 22%に、また密閉攪拌が 31%から 49%に増加し、牛ふん堆肥と異なり密閉攪拌が最も

第1表 2013年～2023年及び2006年～2012年調査における家畜ふん堆肥の畜種別の副資材の状況

堆肥の畜種	調査期間	副資材を含む 堆肥の割合 (%)	副資材の内訳 (%)					戻し堆肥の 利用率 (%)
			木質類	稲わら	もみ殻	戻し堆肥 (単独)	その他	
牛ふん	2013～2023年	66	21	1	8		36	19
	2006～2012年	58	16		4	3	36	16
豚ふん	2013～2023年	55	8		24		23	3
	2006～2012年	48	6		17	1	23	9
鶏ふん	2013～2023年	33	11		4	11	7	11
	2006～2012年	15		3	6	3	3	3

注1) 「副資材を含む」とは、副資材の混合割合が10%以上。

2) 調査データで副資材の記載が無い、又は記載があっても割合が無いものは副資材を含まないものとした。

3) 「その他」とは、複数の副資材を混合している、又は食品残渣等の列記した以外のもの。

4) 「戻し堆肥の利用率」とは、副資材に戻し堆肥を利用（単独又は混合）している堆肥の割合。

5) 今回調査は、牛ふん堆肥140点、豚ふん堆肥62点及び鶏ふん堆肥54点。

6) 前回調査は、牛ふん堆肥212点、豚ふん堆肥69点及び鶏ふん堆肥33点。

第2表 2013年～2023年及び2006年～2012年調査における家畜ふん堆肥の畜種別の堆肥化方式の割合 (%)

堆肥の畜種	調査期間	堆積	開放攪拌	密閉攪拌
牛ふん	2013～2023年	41	49	10
	2006～2012年	82	10	8
豚ふん	2013～2023年	29	22	49
	2006～2012年	64	5	31
鶏ふん	2013～2023年	30	41	30
	2006～2012年	70	9	22

注1) 登録時に選択する施設種類で、密閉型発酵装置に選択があれば「密閉攪拌」

密閉型発酵装置がなく、箱型発酵処理又は開放直線・回行型攪拌施設に選択があれば「開放攪拌」

上記施設がなく、堆肥舎、堆肥盤、バックコンテナ、乾燥処理施設の選択を「堆積」とした。

2) 2013年～2023年は、牛ふん堆肥92点、豚ふん堆肥45点及び鶏ふん堆肥37点。

3) 2006年～2012年は、牛ふん堆肥188点、豚ふん堆肥58点及び鶏ふん堆肥23点。

第3表 2013年～2023年調査における家畜ふん堆肥の畜種別の堆肥化方式と化学性

堆肥の畜種	堆肥化方式	水分 (%)		EC (mS/cm)		窒素 (%)		加里 (%)		C/N比		データ数
		平均値	RSD	平均値	RSD	平均値	RSD	平均値	RSD	平均値	RSD	
牛ふん	堆積	39.0	44.0	4.7	42.1	2.3	25.3	3.7	34.8	11.2	39.8	38
	開放攪拌	36.3	36.5	3.9	45.8	2.0	30.3	3.3	41.9	13.2	34.1	45
	密閉攪拌	35.2	48.4	4.2	53.5	1.9	31.4	3.2	61.3	12.1	31.8	9
豚ふん	堆積	44.3	a 38.0	3.2	a 44.3	2.8	a 16.2	2.0	a 51.4	9.3	a 42.9	13
	開放攪拌	34.3	ab 36.2	4.4	a 28.6	3.3	ab 34.3	2.8	ab 36.5	10.4	a 48.7	10
	密閉攪拌	28.4	b 19.8	4.0	a 32.5	4.1	b 21.4	3.0	b 28.9	8.4	a 21.9	22
鶏ふん	堆積	26.9	37.0	5.5	48.5	3.3	37.2	3.1	44.7	9.2	23.8	11
	開放攪拌	20.9	35.6	4.8	26.8	3.1	24.4	4.2	24.4	9.1	20.7	15
	密閉攪拌	19.5	34.9	4.9	25.5	3.8	30.1	3.9	19.7	8.5	19.0	11

注1) 異なる文字間にはSteel Dwassの多重検定により、5%水準で有意差がある。牛ふん及び鶏ふんは全ての項目で有意差がなかった。

第4表 2013年～2023年及び2006年～2012年調査における家畜ふん堆肥の畜種別の化学性

堆肥の畜種	項目	水分 (%)	pH	EC (mS/cm)	窒素 (%)	リン酸 (%)	加里 (%)	石灰 (%)	苦土 (%)	炭素 (%)	C/N比	銅 (mg/kg)	亜鉛 (mg/kg)
牛ふん	平均値	39.2	8.7	4.5	2.2	2.4	3.5	3.5	1.6	25.2	11.9	39	239
	(前回)	(42.4)	(8.9)	(5.7)	(2.2)	(2.3)	(3.6)	(3.7)	(1.5)	(32.4)	(15.5)	(46)	(236)
	最大値	64.8	9.8	15.2	4.2	5.6	7.2	10.0	3.1	54.3	27.0	113	1,847
	最小値	8.5	5.7	0.2	0.5	0.5	0.1	0.7	0.6	4.2	4.8	3	45
	RSD	37.4	8.2	51.0	28.6	47.4	41.9	50.7	34.4	39.4	35.9	61.7	76.7
豚ふん	平均値	34.6	8.5	4.1	3.6	6.5	2.7	6.5	2.4	31.1	8.9	233	1,143
	(前回)	(37.3)	(8.2)	(6.2)	(3.5)	(6.1)	(2.5)	(6.0)	(1.9)	(35.2)	(10.9)	(254)	(740)
	最大値	64.2	9.2	7.3	5.5	12.6	5.5	22.0	7.2	55.8	19.0	605	5,310
	最小値	14.1	7.2	1.2	1.9	1.9	1.0	1.7	0.4	12.4	4.4	20	185
	RSD	37.6	5.0	33.8	27.6	40.8	36.1	56.1	48.3	31.6	35.7	56.7	93.8
鶏ふん	平均値	23.0	8.6	5.5	3.6	5.7	3.8	15.8	1.8	29.2	8.4	55	495
	(前回)	(20.6)	(9.1)	(8.6)	(2.9)	(6.6)	(4.1)	(20.3)	(1.8)	(25.2)	(9.3)	(75)	(492)
	最大値	52.9	10.1	9.3	6.6	17.5	7.0	30.5	4.9	49.5	14.4	182	985
	最小値	9.0	5.7	0.7	1.0	2.1	0.7	1.2	0.9	8.7	2.7	20	180
	RSD	44.8	9.2	31.8	33.6	42.8	28.0	44.6	38.5	27.9	24.8	47.7	29.9

注1) 平均値、最大値、最小値、RSDは2013年～2023年調査の値、(前回)は2006年～2012年調査の平均値。

2) 2013年～2023年は、牛ふん堆肥140点、豚ふん堆肥62点及び鶏ふん堆肥54点。

3) 2006年～2012年は、牛ふん堆肥212点、豚ふん堆肥69点及び鶏ふん堆肥33点。

高かった。鶏ふん堆肥は、堆積が70%から30%へ減少し、開放攪拌が9%から41%に増加し最も高くなり、密閉攪拌が22%から30%にやや増加した傾向は牛ふん堆肥と同じであった。千葉県の畜産は農家戸数が2008年の2,123戸から2024年は913戸に減少し、畜種を問わず1戸当たり飼育頭数が1.7倍～2.2倍となった(農林水産省, 2024)。経営の拡大とともに、労力削減と堆肥化期間の短縮を目的として、開放攪拌及び密閉攪拌の施設が普及したと推察された。

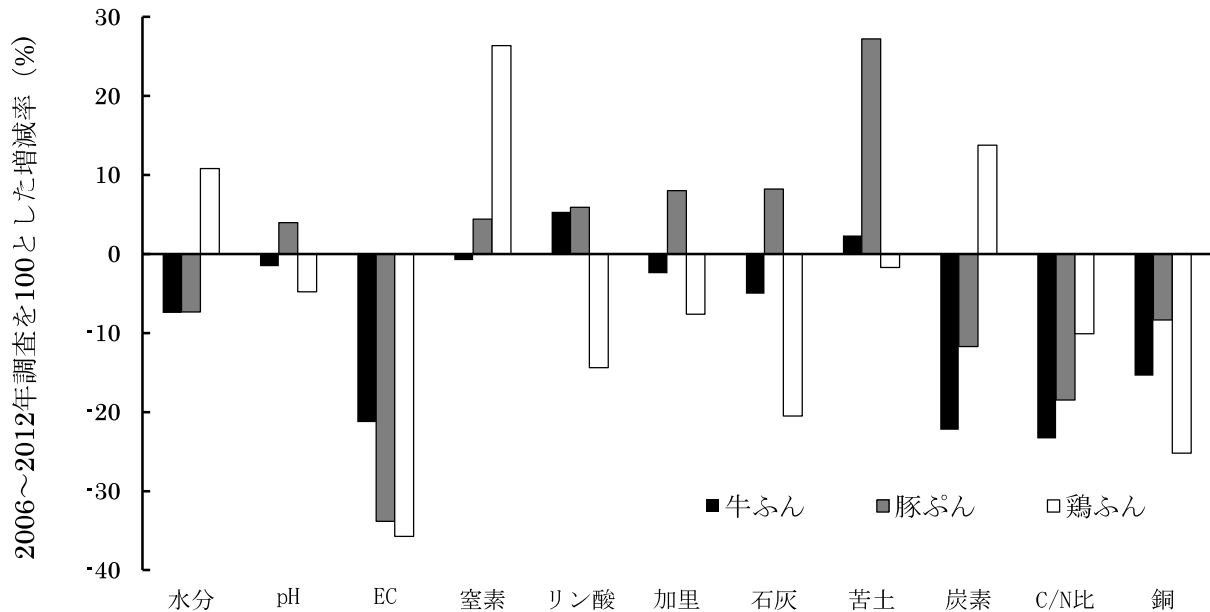
今回調査の家畜ふん堆肥の堆肥化方式の種類別の化学性を第3表に示した。水分は全ての畜種で堆積が最も高く、次いで開放攪拌、密閉攪拌であった。堆肥化方式による水分の差は最大で、牛ふん堆肥が3.8%pt、次いで鶏ふん堆肥が7.4%ptであり、豚ふん堆肥は15.9%ptで最も大きかった。堆肥化方式による差は、C/N比を除く他の成分についても牛ふん堆肥が最も小さかった。豚ふん堆肥で主流となった密閉攪拌は、堆積及び開放攪拌と比較して、

水分とC/N比が低く、窒素と加里が高かった。鶏ふん堆肥は、窒素は密閉攪拌が堆積、開放攪拌より高く、加里は開放攪拌、密閉攪拌ともに堆積より高く、C/N比は密閉攪拌が堆積及び開放攪拌より低かった。ECは豚ふん堆肥では堆積が開放攪拌及び密閉攪拌より低く、鶏ふん堆肥では堆積が最も高くなり、畜種による一定の傾向は見られなかった。

堆肥化方式の違いが堆肥成分の違いに与える影響は、鶏ふん堆肥において窒素が開放攪拌に比べて密閉攪拌はより高いことが報告されているが(村上ら, 2003)、今回調査の窒素については、鶏ふん堆肥のみならず、豚ふんにおいても同様の傾向が見られた。

3. 今回調査(2013年～2023年)の家畜ふん堆肥の化学性

化学性の平均値、最大値、最小値、相対標準偏差(以下、RSDとする)及び前回調査の平均値を畜種別に第4表に示した。水分含量は牛ふん堆肥が39.2%と最も高く、次いで豚ふん堆肥が34.6%、鶏ふん堆肥が23.0%であった。



第1図 2013～2023年及び2006～2012年調査における家畜ふん堆肥の畜種別の化学性の比較

pHは牛ふん堆肥が8.7、豚ふん堆肥が8.5、鶏ふん堆肥が8.6であり、畜種間の差は小さかった。ECは鶏ふん堆肥が5.5mS/cmで最も高く、牛ふん堆肥が4.5mS/cm、豚ふん堆肥が4.1mS/cmであった。

窒素は豚ふん堆肥と鶏ふん堆肥が3.6%、牛ふん堆肥は2.2%であった。リン酸は豚ふん堆肥が6.5%で最も高く、次いで鶏ふん堆肥が5.7%、牛ふん堆肥が2.4%であった。加里は鶏ふん堆肥が3.8%で最も高く、次いで牛ふん堆肥が3.5%、豚ふん堆肥が2.7%であった。石灰は鶏ふん堆肥が15.8%で最も高く、次いで豚ふん堆肥が6.5%、牛ふん堆肥が3.5%であった。苦土は豚ふん堆肥が2.4%と高く、鶏ふん堆肥は1.8%、牛ふん堆肥は1.6%と低かった。

炭素は豚ふん堆肥が31.1%と最も高く、次いで鶏ふん堆肥が29.2%、牛ふん堆肥が25.2%であった。C/N比は牛ふん堆肥が11.9で最も高く、次いで豚ふん堆肥が8.9、鶏ふん堆肥が8.4であった。

重金属含量は、銅は豚ふん堆肥が233mg/kgと高かったのに対し、鶏ふん堆肥は55mg/kg、牛ふん堆肥は39mg/kgと低かった。亜鉛は、豚ふん堆肥が1,143mg/kgで最も高く、鶏ふん堆肥が495mg/kg、牛ふん堆肥が239mg/kgであった。

以上のように、各畜種を比較すると、牛ふん堆肥は水分、C/N比が高く、窒素、リン酸、石灰及び苦土が低かった。鶏ふん堆肥は水分が低く、EC、窒素、加里及び石灰が高かった。豚ふん堆肥はEC、加里が低く、窒素、リン酸、苦土、銅、亜鉛が高かった。

同じ畜種の堆肥であっても、最大値と最小値の差は大きく、RSDはpHを除きほぼ25%を超えておりばらつきが

大きかった。

4. 前回調査(2006年～2012年)と比較した時の今回調査(2013年～2023年)の家畜ふん堆肥の化学性の特徴

前回調査の化学性の平均値を第4表に、前回は100とした増減率を第1図に示した。また、水分、EC、窒素及び加里の階層別分布を第2～5図に示した。

(1)水分

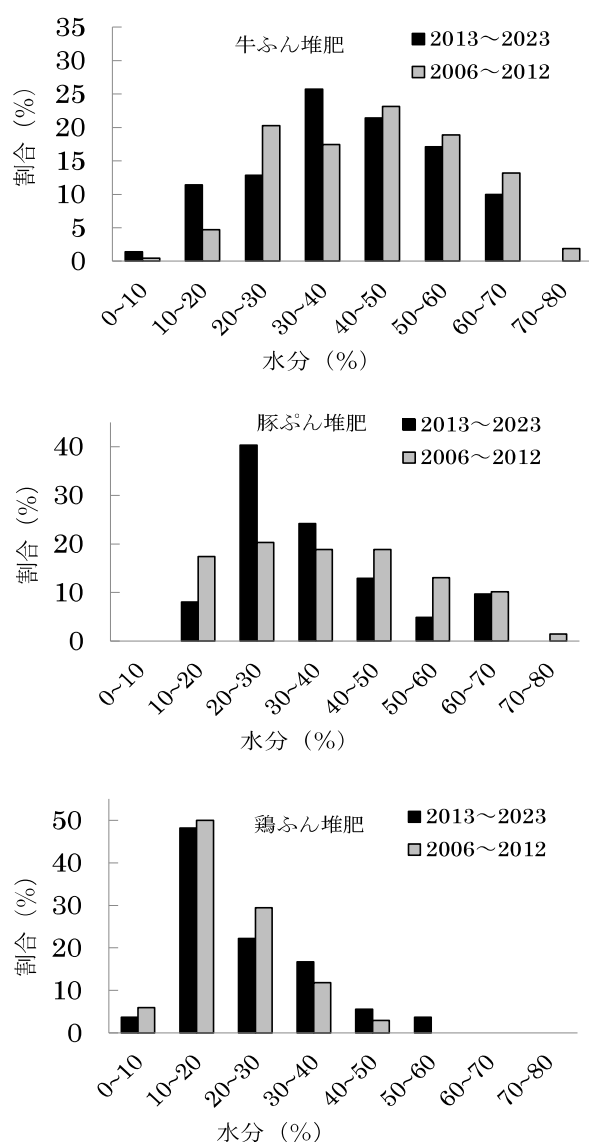
前回調査に比較して、牛ふん堆肥は水分が20～30% (20%以上30%以下、以下同様) 及び40～80%の堆肥の割合が減少し、10～20%及び30～40%の堆肥が増加した。豚ふん堆肥は水分が10～20%及び40～80%の堆肥の割合が減少し、20～40%の堆肥が増加した。特に、水分が20～30%の堆肥の割合は20%から40%へ大幅に増加した。鶏ふん堆肥は水分が30～60%の堆肥がやや増加し、20～30%の堆肥が減少した。その結果、水分の平均値を畜種間で比較すると、牛ふん堆肥及び豚ふん堆肥は前回調査より減少し、鶏ふん堆肥は増加した。

(2)pH

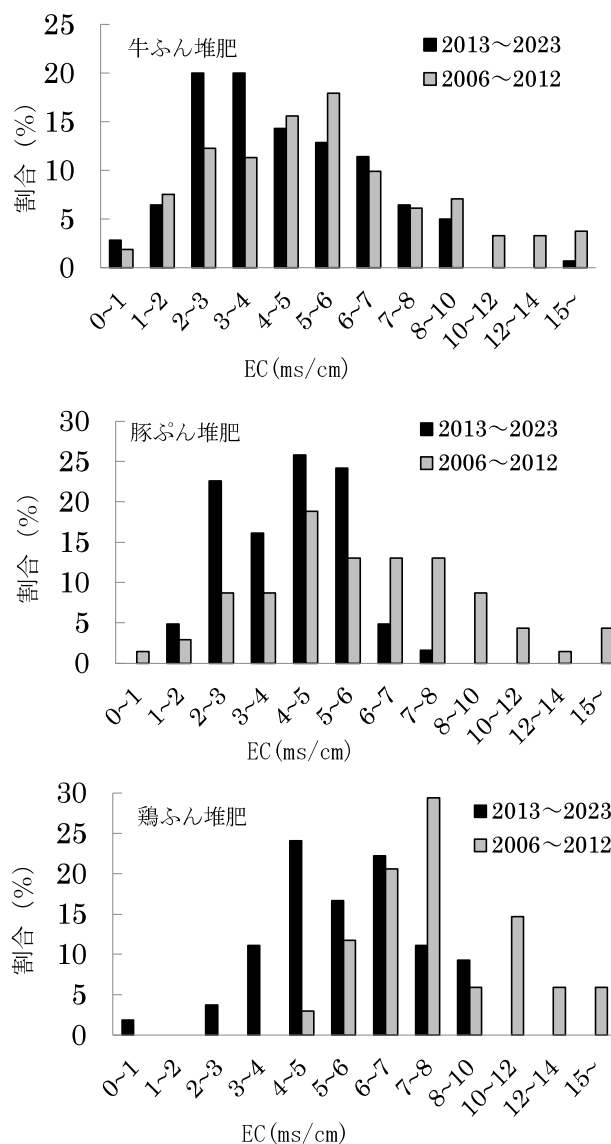
前回調査に比較して平均値は、牛ふん堆肥及び鶏ふん堆肥がやや低下し、豚ふん堆肥はやや上昇した。畜種間で比較すると、前回調査ではpHの平均値の差は最大0.9であったが、豚ふん堆肥のpH上昇と鶏ふん堆肥のpH低下により、今回調査のpHの差は0.2に縮小した。

(3)EC

牛ふん堆肥は、比較的ECが低い2～4mS/cmの堆肥の割合が増加した。豚ふん堆肥は、比較的ECが高い8～15mS/cmの堆肥の割合が減少した。鶏ふん堆肥は、ECが高い10～15mS/cmの堆肥の割合が減少しECが低い0～



第2図 2013～2023年及び2006～2012年調査における家畜ふん堆肥の水分の階級別分布



第3図 2013～2023年及び2006～2012年調査における家畜ふん堆肥のECの階級別分布

5mS/cmの堆肥の割合が増加した。その結果、ECはすべての畜種で減少する傾向が認められたが、前回調査でECが高かった豚ふん堆肥及び鶏ふん堆肥でその減少の程度が大きく、畜種間のECの差は小さくなる傾向が認められた。

(4)窒素、炭素及びC/N比

窒素は、豚ふん堆肥では4%以上の堆肥の割合が、また、鶏ふん堆肥では3.5%以上の堆肥の割合が増加した。その結果、前回の調査に比べて、牛ふん堆肥の窒素の平均値は大きな差はなかったが、豚ふん堆肥は若干増加し、鶏ふん堆肥は2.9%から3.6%に増加した。

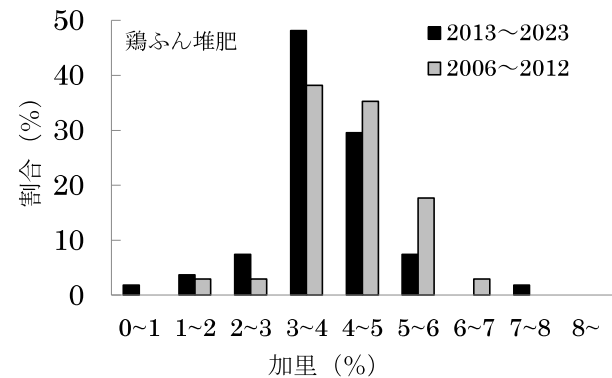
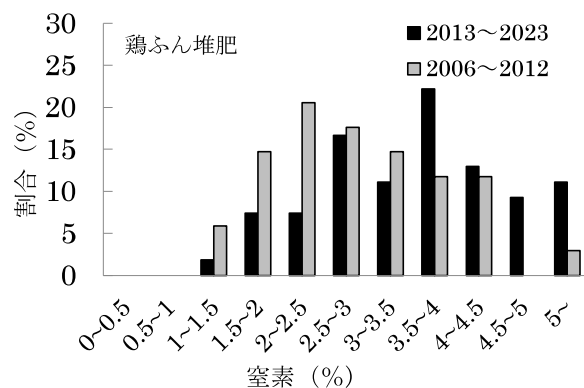
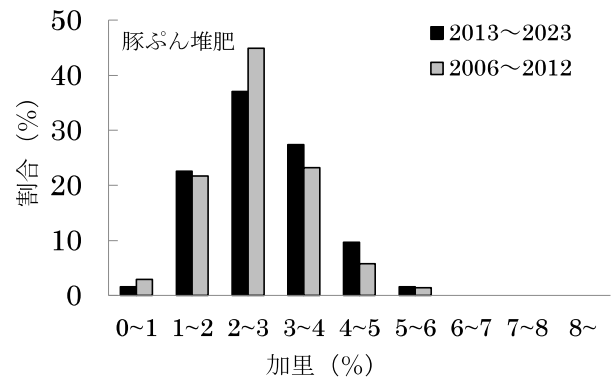
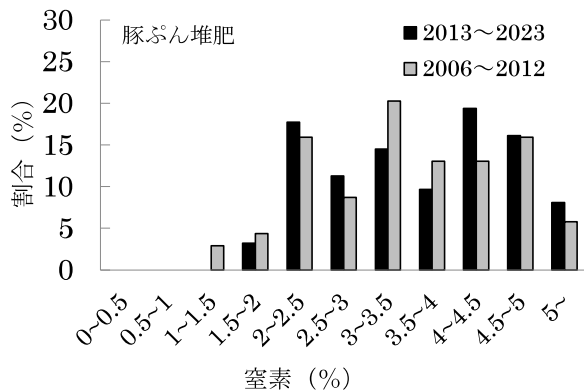
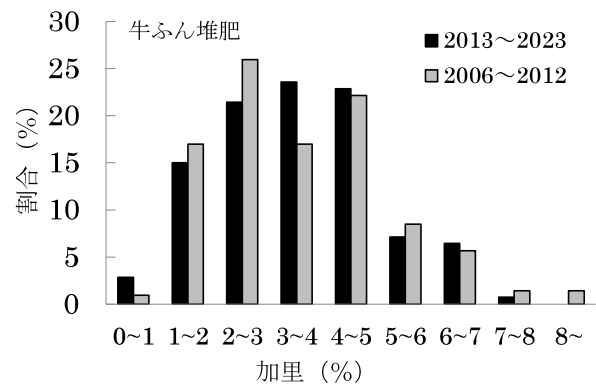
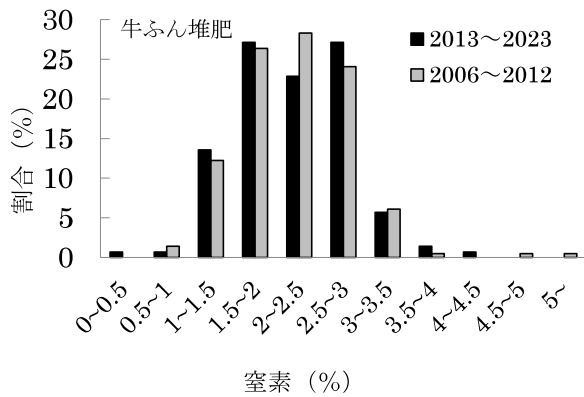
炭素は、前回調査と比べて、牛ふん堆肥は平均値で32.4%から25.2%に、豚ふん堆肥は35.2%から31.1%に減少したのに対し、鶏ふん堆肥は25.2%から29.2%に増加したことから、炭素は鶏ふん堆肥が牛ふん堆肥を上回り、豚ふん堆肥とほぼ同等となった。

以上のように、前回調査に比較して炭素が減少した牛ふん堆肥のC/N比は平均値で15.5から11.9に減少した。豚ふん堆肥は炭素がやや減少し、C/N比は10.9から8.9にやや減少した。鶏ふん堆肥は窒素、炭素ともに増加したが、窒素の増加率が高かったため、C/N比は9.3から8.4に若干減少した。

(5)リン酸、加里、石灰及び苦土

リン酸は、前回調査と比較すると、牛ふん堆肥は大きな差はなく、豚ふん堆肥はやや増加したが、鶏ふん堆肥は減少した。

加里を階層別分布で見ると、牛ふん堆肥は1～3%及び7%以上の堆肥の割合が減少し、1%未満及び3～4%の割合が増加した。豚ふん堆肥は2～3%の堆肥の割合が減少し、3～5%以上の割合が増加した。鶏ふん堆肥は、加里が4～7%の堆肥の割合が減少し、4%未満の堆肥の割合が増



第4図 2013~2023年及び2006~2012年調査における家畜ふん堆肥の窒素の階級別分布

第5図 2013~2023年及び2006~2012年調査における家畜ふん堆肥の加里の階級別分布

加した。その結果、前回の調査に比べて加里は、牛ふん堆肥は大きな差はなく、豚ふん堆肥はやや増加し、鶏ふん堆肥はやや減少した。

石灰は、前回調査と比較して牛ふん堆肥は大きな差がなく、豚ふん堆肥はやや増加し、比較的石灰が多い鶏ふん堆肥で、20.3%から15.8%へ減少した。

苦土は、豚ふん堆肥で増加し、他の畜種では大きな差は無かった。

(6) 重金属類

銅は全ての畜種で減少した。亜鉛は、牛ふん堆肥及び鶏ふん堆肥は大きな差はなかったが、豚ふん堆肥は前回調査に比較して54%増加した。

(7) まとめ

前回の調査では、全ての畜種で水分含量の低下、肥料成

分の高濃度化の傾向が報告されている(大嵩ら, 2012)一方、今回の調査では、水分含量、肥料成分の増減傾向がそれぞれの畜種で異なっていた。

牛ふん堆肥は、水分、EC、炭素、C/N比が低下し、窒素、リン酸、加里、石灰、苦土は大きな差はなかった。副資材を含む堆肥の割合が増加傾向にあり、木質類及びもみ殻を利用した堆肥が増加していることから、肥料成分の低い副資材の利用により、水分低下による肥料成分の高濃度化が進まなかったと考えられた。また、炭素、C/N比は堆肥化の工程により低下することから、十分な堆肥化期間を経た堆肥が増えていると推察された。

豚ふん堆肥は、水分、EC、炭素、C/N比が低下し、窒素、リン酸、加里、石灰、苦土、亜鉛が上昇したことによって、肥料成分の高濃度化が進んでいた。要因として、副

資材の利用は増加する傾向にあるものの、牛ふん堆肥と異なり、堆肥化方式が断熱密閉槽内で発酵温度を高めやすく水分が低下しやすい密閉攪拌型が主流となったことで、水分率が 20～30%と比較的低い堆肥の割合が大幅に増加したため、水分の低下によって成分の高度化が進んだと考えられた。亜鉛の高濃度化の原因は、離乳後の下痢症予防のため使用されてきた硫酸コリスチンの飼料添加が 2018 年に禁止となり、その代替として高濃度亜鉛が添加された飼料を利用している（小松ら，2020）ことと推察された。

鶏ふん堆肥は、EC、リン酸、加里、石灰、C/N 比が低下し、水分、窒素が上昇した。鶏ふん堆肥も副資材利用率は増加しているが、水分率が 30%以上の堆肥が占める割合は増加しており、一部堆肥化が不十分な農場があると考えられる。また、窒素は、ウインドレス鶏舎並びに密閉縦型式で高くなることが報告されている（村上ら，2009）。養鶏の大規模化に伴う鶏舎、堆肥生産施設の変化が堆肥の成分に影響していると推察された。

以上のように、今回調査では牛ふん堆肥及び豚ふん堆肥で水分が低下し、豚ふん堆肥では肥料成分の上昇が見られた。水分含量が低下しているため、現物投入量が同じ場合には、圃場に投入される成分が多くなることに留意する必要がある。鶏ふん堆肥は、窒素が上昇し、リン酸、石灰が低下していた。窒素全量 5%を超える割合が増加していることから、肥料的効果を踏まえた施用方法での活用が期待される。

農林水産省農産園芸局長通達「たい肥等特殊肥料に係る品質保全推進基準について」で、有機質肥料として望ましい EC の基準は 5mS/cm 以下とされている。前回調査と今回調査では、この基準を満たす堆肥の割合は、牛ふん堆肥が 49%から 64%、豚ふん堆肥が 41%から 69%、鶏ふん堆肥は 3%から 41%へ増加していることから、有機質肥料として利用しやすい堆肥は増加傾向にあるといえる。しかし、現在流通している家畜ふん堆肥の化学性は様々であり、有機質肥料としての利用する場合は、エコ FIT 等の活用により適正な施用量を算出する必要がある。

また、EC が 2mS/cm 以下が土づくり的堆肥の目安とされている（牛尾ら，2001）。この基準を満たす堆肥の割合は牛ふん堆肥が 10%から 9%、豚ふん堆肥が 4%から 5%、鶏ふん堆肥が 0%から 2%と前回調査と今回調査で大きな変化は無く、土づくりに適した特性を持つ堆肥の生産は前回調査に続き難しい現状であることが明らかとなった。

前回調査に比べて主要な堆肥化方式が、堆積から開放攪拌又は密閉攪拌へ変化した。近年、堆肥の窒素肥効パターンが AD 可溶有機物の量によって異なること、また、その量は密閉攪拌で製造された豚ふん堆肥で高いことが報告されている（棚橋・小柳，2010）。岐阜県では堆肥供給者リストへ堆肥化方式及び AD 可溶有機物の測定結果を掲

載している。当県でも同成分の測定が可能となれば、堆肥ネットへの堆肥化方式や成分の詳細な掲載によって、より適正な利用が期待できる。

今回の調査結果を活用することによって、使用目的に合った成分組成の畜種が選定されるとともに、土壤養分の過剰を引き起こさないような堆肥利用を進められることが期待される。さらに、個々の堆肥の肥料成分分析結果に基づき、エコ FIT 等を活用することで、環境への負荷にも配慮した堆肥施用が可能となる。

IV 摘 要

近年（2013～2023 年）、千葉県内で生産され流通している家畜ふん堆肥の化学性等の特性を解析するとともに、前回調査（2006～2012 年）と比較した。

1. 全ての畜種において副資材を含む堆肥が増加した。戻し堆肥の利用率の増減は畜種において差があった。
2. 堆肥化方式の割合は、前回は全ての畜種で堆積が最も高かったが、今回は牛ふん堆肥及び鶏ふん堆肥は開放攪拌、豚ふん堆肥は密閉攪拌が最も高かった。水分は堆積が最も高く、次いで開放攪拌、密閉攪拌であった。
3. 牛ふん堆肥は水分、C/N 比が高く、窒素、リン酸石灰及び苦土が低かった。一方、鶏ふん堆肥は水分が低く、窒素、EC、加里及び石灰が高かった。豚ふん堆肥は窒素、リン酸、銅、亜鉛が高かった。同じ畜種の堆肥であっても、成分の大小のばらつきが大きかった。
4. 今回調査結果を前回調査と比較すると、全ての堆肥で EC、C/N 比が低下した。牛ふん堆肥は水分が低下したが肥料成分に大きな差はなかった。豚ふん堆肥は、水分、炭素が低下し、窒素、リン酸、加里、石灰、苦土、亜鉛が上昇した。鶏ふん堆肥は、リン酸、加里、石灰が低下し、水分、窒素が上昇した。
5. EC5mS/cm 以下の有機質肥料として適した堆肥は前回と比べて増加した。一方、EC2mS/cm 以下の土づくり的堆肥は前回調査と同じく少なかった。

VII 引用文献

- 小松徹也・杉江建之介・犬養尚子・小山田敏文・澤田浩・山中典子・芝原友幸（2020）豚の亜鉛中毒の病態と診断—愛知県における中毒事例の紹介—。日本豚病研究会報 76: 24-31.
- 斉藤研二・牛尾進吾・金子文宣・安西徹郎（2006）施肥設計支援システム「エコ FIT」。https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/seika/kanto18/11/18_11_04.html. 最終アクセス 2024 年 8 月 5 日現在
- 大嵩洋子・安藤光一・久保田貴志（2015）近年千葉県で流

通している家畜ふん堆肥の化学性の特徴. 千葉農林
総研研報 7: 67-74.

千葉県農林水産部畜産課(1995)千葉県堆肥促進ネットワ
ークシステム. <http://www.pref.chiba.lg.jp/chikusan/taihiriyou/index.html>. 最終アクセス 2024 年 8 月
5 日現在

牛尾進吾・吉村直美・斉藤研二・安西徹郎 (2004) 家畜ふ
ん堆肥の成分特性と肥料的効果を考慮した施肥量を
示す「家畜ふん堆肥利用促進ナビゲーションシステム」.
土肥誌 75: 99-102.

牛尾進吾・吉村直美・鈴木節子・安西徹郎・中島信夫 (2001)
家畜ふん堆肥の成分特性を示す「堆肥クオリティーチ
ャート」. 土肥誌 72: 291-294.

農林水産省大臣官房統計部 (2024) 畜産統計 (令和 6 年 2

月 1 日現在). https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/pdf/tikusan_24.pdf 最終アクセス 2024
年 8 月 5 日現在

農林水産省農業技術研究所(1992)肥料分析法(1992 年版).
200pp. 日本肥料検定協会. 東京.

村上圭一・小阪幸子・藤原孝之・原正之 (2009) 三重県内
で生産された鶏ふん堆肥の成分特性. 土肥誌 80 (2):
165-167.

棚橋寿彦・小柳渉 (2010) 酸性デタージェント可溶有機物
と無機態窒素を指標とした牛ふん堆肥・豚ふん堆肥の
窒素肥効評価. 土肥誌 81 (4): 336-342. 西徹郎・松本
直治 (1979) 水田における休耕中の管理と休耕年数
の限度. 土肥誌 68: 94-97.

Properties of Compost Made with Domestic Animal Manures in Chiba Prefecture

Yasuhiko YOSHIHASHI

Key words: Domestic Animal Manure Compost, Chemical Properties, Component Content,
Water Absorbent Material, Composting Methods

Summary

We analyzed the properties of compost made with cattle manure, pig manure, and poultry manure as part of the latest (2013-2023) survey of Chiba Prefecture, and compared the results with those from the previous investigation (2006-2012).

1. The proportion of absorbent materials present in all the animal manure composts was higher than in the last survey. The proportion of recycled compost in the mix varied according to the type of animal manure used in the compost.
2. In the previous survey, simple stacking was the most common composting method for all type of manure composts, but this time, open mixing was the most common for cattle and poultry manure, while sealed mixing was the most prevalent for pig manure.
3. In this survey, the moisture content and C/N ration of cattle manure compost were high, whereas the nitrogen, phosphoric acid, calcium oxide, and magnesium oxide content was low. In contrast, the moisture content of poultry manure compost was low, and nitrogen, and electrical conductivity (EC), potassium oxide, and calcium oxide content was high. Even in compost made with the same type of manure, there was a wide variation in the relative proportions of the components.
4. The EC and C/N rations of all types of manure were lower than in the previous survey. The moisture content of cattle manure had decreased, but there was no significant difference in the fertilizer composition. The moisture and C/N ration of pig manure had decreased, but the nitrogen, potassium oxide, calcium oxide, magnesium oxide, zinc content had increased. For poultry manure, the phosphoric acid, potassium oxide, and calcium oxide contents had decreased, and the moisture and nitrogen contents had increased.
5. There was more compost with an EC of 5mS/cm than previously, and there was little an EC of below 2mS/cm.

* Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center; 180-1, Okanezawa, Mi-dori, Chiba 266-0014, Japan.