

島根県産堆肥の特性評価

静間愛樹¹⁾, 海田真帆¹⁾, 平川 愛¹⁾, 佐藤邦明¹⁾, 増永二之¹⁾

Characterization of animal manure composts produced in Shimane

Aki SHIZUMA, Maho KAIDA, Ai HIRAKAWA, Kuniaki SATO, Tsugiyuki MASUNAGA

Abstract We analyzed and characterized the properties of animal manure composts produced in Shimane as fundamental data for their efficient use for agricultural production and the promotion of organic farming in Shimane. The characteristics of composts are summarized in each animal manure types as follows. Chicken manure compost (ChMC) contained Acid Detergent soluble organic matter about two times higher than did cattle manure (CMC) , pig manure (PMC) and wood/bark composts (WBC) . This indicated ChMC contained relatively high readily decomposable organic matter. Besides, ChMC had higher pH and EC values and Ca, P and Mg contents than did the other composts. PMC contained relatively high Cu and Zn, which indicated we should be careful about Cu and Zn accumulation when it is continuously applied to a field. Chicken manure ash compost had high pH and EC values and contained micro-nutrients significantly high comparing with the other composts. It may be used for the purpose different from the other composts such as micro-nutrients amendment. The composition of the composts varied in producing places even though the type of animal manure was the same. It is necessary to conduct a study on the better usage of the compost considering soil and crop types through the examination of the nutrient efficiencies in farm fields based on the results obtained in this study.

Keywords : chemical properties, nutrient content, organic farming, organic matter

はじめに

現在、島根県では持続可能な農業・農村生活を将来にわたって実現することを目指し、島根県農業技術センターを中心として有機農業の推進に取り組んでいる。島根県が推進する「有機農業」では、化学的に合成された肥料及び農薬を使用しないこと並びに遺伝子組換え技術を利用しないことを基本として、地域資源を有効活用することが挙げられている¹⁾。

有機農業において堆肥は、養分供給および土づくりの

ために最も重要な資材である。堆肥とは、稲わらなどの収穫残渣、樹皮（バーク）などの木質、家畜ふん尿などの有機質資材を堆積し、好氣的発酵により、土壌施用後農作物に障害を与えなくなるまで腐熟させたものをいう。有機農業に限らず慣行農法においても、土壌改良や地力維持を目的として使用される²⁾。農林水産省による平成 25 年畜産統計などからの推計³⁾によれば、我が国の家畜排せつ物発生量は乳用牛が年間約 2,357 万 t、肉用牛が約 2,442 万 t、豚が約 2,238 万 t、採卵鶏が約 745 万 t、ブロイラーが約 514 万 t であり、合計で約 8,295 万 t であった。島根県における畜産排せつ物の発生量は、2010 年度時点で年間 61 万 6000 t であるが、その利活用率は 99 % に達し、ほぼすべてが堆肥化され、畜産

¹⁾ 島根大学生物資源科学部

農家及び耕種農家などで活用されている⁴⁾。また、島根県では、「島根県たい肥利用マップ」を作成し、県内産堆肥の利用促進を図っている。本研究では、島根県の有機農業の推進および農業生産において島根県産堆肥を有効利用するための基礎データ収集を目的として、島根県産堆肥の特性評価を行った。

材料および実験方法

島根県内64地点(図1)より採取した県内産堆肥71点を以下の分析に供試した。堆肥の種類の内訳は、牛ふん堆肥49点、鶏ふん堆肥6点、鶏ふん焼却灰1点、豚ふん堆肥4点、木質・パーク堆肥7点、ぼかし肥料1点、混合堆肥1点、汚泥発酵堆肥1点、牛ふん・鶏ふん堆肥1点であった。

pH(H₂O)、ECは、生の堆肥を用いてガラス電極法にて測定した。pH(H₂O)、EC以外の分析には、堆肥を40℃で72時間乾燥後、粉碎機を使用して、粒径1mm以下に粉碎したものをを用いた。

全炭素と全窒素は、80℃で24時間加熱後、TNアナライザー(住化分析センターSUMIGRAPH NC-22F)にて測定した。

全量分析は、小山ら(1987)⁵⁾をもとに次の手順で行った。堆肥約50mgに濃硝酸を1mL加え、テフロン容器内にてなじませた後、テフロン蓋をして金属容器で密閉し、160℃で4時間加熱した。ドラフトにて一晩放冷し、金属容器からテフロン管を取り出して、蒸留水でテフロン蓋や容器に付着した分解液を25mL容メスフラスコに流し入れて定容した。Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, S, ZnをICP(SHIMADZU ICPE-9000)にて測定した。

酸性デタージェント繊維(ADF)は、セルロースとリグニンを含み、難分解性有機物の指標になる。また、酸性デタージェント溶液可溶有機物(AD可溶有機物)は、ADF以外の有機物で、易分解性有機物の指標になる⁶⁾。これらの分析は、日本土壌協会(平成22年)⁷⁾および小柳ら(2007)⁶⁾をもとに次の手順で行った。三角フラスコに堆肥約1gを測りとり、約100mLの酸性デタージェント溶液となじませ、200℃に加熱したホットプレートで沸騰してから1時間加熱し、放冷後、あらかじめ恒量(105℃, 2時間)しておいたろ紙でろ過した。ろ過後のろ紙をオープンにて105℃で2時間加熱し、放冷後、重量を測定し、ADF+灰分を求めた(式1)。その後、あらかじめ恒量(105℃, 2時間)しておいたろ

紙ごと入れ、マッフル炉にて600℃で1時間加熱し、放冷後、重量を測定し、ADFと灰分を求めた(式2)。

$$\text{加熱後の重量} - \text{ろ紙の重量} = \text{ADF} + \text{灰分} \quad (\text{式1})$$

$$(\text{ろつぼ} + \text{灰分}) - \text{ろつぼ} = \text{灰分}$$

$$(\text{ADF} + \text{灰分}) - \text{灰分} = \text{ADF} \quad (\text{式2})$$

培養試験は、50mL容遠沈管にまさ土5gと堆肥0.1gを入れ、まさ土の最大容水量の60%になるように水分を加え、遠沈管の口をポリエチレンフィルムで覆い、30℃で28日間培養した。培養0日目、7日目、28日目に遠沈管に2M塩化カリウム溶液を32mL加え、30分間振とう後、ろ過してろ液を得た。NO₃-Nは銅・カドミウム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法にて、NH₄-Nは分光光度計(SHIMADZU UV-1800)にてインドフェノール法 Weatherburn の簡便法で測定した。



図1 堆肥の採取地点

結果および考察

1) 堆肥の分析結果

表1に牛ふん堆肥、鶏ふん堆肥、豚ふん堆肥、木質・パーク堆肥の成分組成の平均値を示した。

(1) pH, EC

全国農業協同組合中央会の推奨基準⁸⁾では、家畜ふん堆肥のpHは8.5以下、ECは5dS・m⁻¹以下とされており、パーク堆肥のECは3dS・m⁻¹以下とされている。pHは、牛ふん堆肥では61%が、鶏ふん堆肥では6点中5点が推奨基準⁸⁾のpH8.5を超えていた(図2)。ECは、すべての鶏ふん堆肥および牛ふん堆肥49点中5点で推奨基準⁸⁾である5dS・m⁻¹を上回り(図3)、多量に施用した場合の塩類過剰のリスクがあると考えられる。牛ふん堆肥49点中44点と豚ふん堆肥は5dS・m⁻¹を下回った(図3)。木質・パーク堆肥は、パーク堆肥の推奨基準⁸⁾であ

る $3dS \cdot m^{-1}$ 以下であった (図3)。

(2) 全炭素 (TC), 全窒素 (TN)

全炭素は、鶏ふん堆肥は無機成分が多いため、他の堆肥より少なかった (表1)。全窒素は、牛ふん堆肥、木質・バーク堆肥と比べて、鶏ふん堆肥、豚ふん堆肥で多く (表1)、糞の質の違いが反映されたと考えられる。C/N 比は、木質・バーク堆肥で他より高く、分解が他よりも遅いと推測される (表1)。

(3) 全量分析

Ca 含量は、牛ふん堆肥で $17g \cdot kg^{-1}$ 、豚ふん堆肥で $31.4g \cdot kg^{-1}$ 、木質・バーク堆肥で $25.8g \cdot kg^{-1}$ であるのに対して、鶏ふん堆肥では $105g \cdot kg^{-1}$ と多かった (表1)。鶏ふん堆肥で Ca 含量が多い理由として、餌に貝殻を添加することが考えられる。P 含量と Mg 含量は、牛ふん堆肥、木質・バーク堆肥に比べて、鶏ふん堆肥、豚ふん堆肥で比較的多かった (表1)。K 含量は、木質・バーク堆肥で少ない傾向にあった (表1)。Al 含量は、牛ふ

ん堆肥、鶏ふん堆肥、豚ふん堆肥に比べて木質・バーク堆肥で多かった (表1)。これらの違いには、糞および添加資材の質と量の影響が反映していると推察される。

(4) 酸性デタージェント繊維 (ADF),

酸性デタージェント溶液可溶有機物 (AD可溶有機物)

堆肥中の AD 可溶有機物の割合は、牛ふん堆肥、豚ふん堆肥、木質・バーク堆肥に比べて、鶏ふん堆肥で2倍程度多く、堆肥中の易分解性有機物量の割合が多いことがわかった (図4)。C/N 比と ADF の割合には有意な正の相関がみられ (図5)、高 C/N 比の堆肥は難分解性有機物量の割合が多いことが示された。これより、C/N 比と ADF は同様の堆肥の分解性を示す指標となることが考えられる。一方で、豚ふん堆肥は、AD 可溶有機物が牛ふん堆肥や木質・バーク堆肥と同程度であったが ADF が多めであった (図4)。C/N 比も牛ふん堆肥、木質・バーク堆肥に比べて低いことから (表1)、ADF と AD 可溶有機物の割合で堆肥の評価をする場合には注意が必要である。

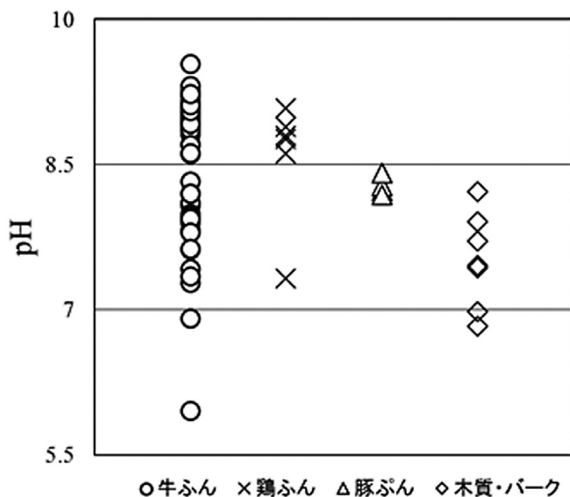


図2 pHの分布

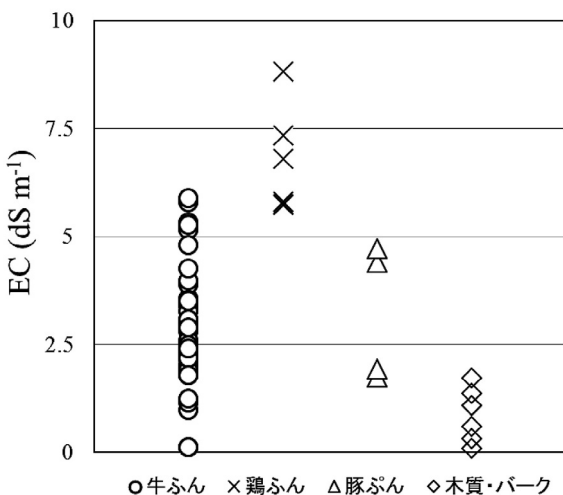


図3 ECの分布

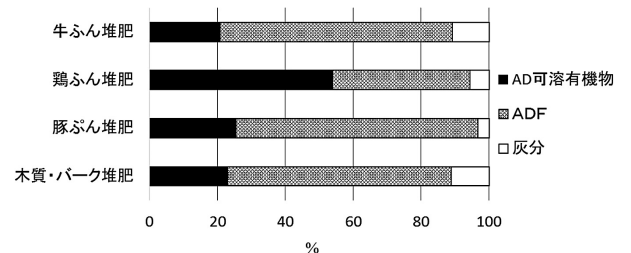


図4 堆肥別の ADF, AD 可溶有機物の割合

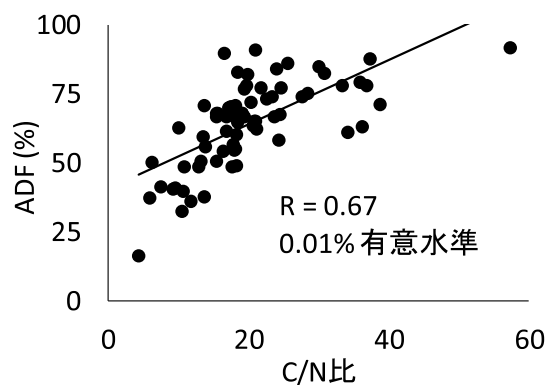


図5 C/N 比と ADF 割合の相関図

(5) 培養試験

培養試験では、いずれの堆肥においても無機態窒素 (NO_3-N, NH_4-N) の放出はみられなかった。これは、アンモニアの揮散と微生物による無機態窒素の取り込みが原因であると考えられた。

2) 堆肥別の特性評価

今回、供試した島根県産堆肥について堆肥別にその特性をまとめると以下ようになる。

牛ふん堆肥のpHの平均値は8.50、ECの平均値は2.80 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ であり、長崎県産の牛ふん堆肥 (pH 8.0, EC 5.9 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)⁹⁾と比較すると、pHは高く、ECは低かった。また、牛ふん堆肥の全炭素は34.83%、全窒素は1.72%、C/N比は21.68であり、長崎県産の牛ふん堆肥 (TC 35.6%、TN 2.0%、C/N比19.1)⁹⁾と比較すると、全炭素、全窒素とも少なく、C/N比は高く、肥料としての効果は小さい堆肥が比較的多いことが示された。

鶏ふん堆肥は、牛ふん堆肥や豚ふん堆肥、木質・バーク堆肥よりもC/N比が低く、AD可溶有機物の割合がADFの割合よりも多かったことから、分解性が高い堆肥であると考えられる。また、鶏ふん堆肥は牛ふん堆肥や豚ふん堆肥、木質・バーク堆肥と比較してpHやECが高く、カルシウムやリン、マグネシウム含量などが多かった(表1)。今回の分析結果より、鶏ふん堆肥は、窒素やリンが比較的多く、即効性のある堆肥として、作期が短期の栽培に向いていると考えられる。

豚ふん堆肥は、pH、ECとも家畜ふん堆肥の推奨基準を下回った(図2,3)。一方、豚ふん堆肥の銅、亜鉛含量は、牛ふん堆肥、鶏ふん堆肥、木質・バーク堆肥と比較して高く(表1)、連用には注意が必要と考えられる。

豚ふん堆肥の銅、亜鉛含量が多い理由として豚の飼料にこれらの成分が多く含まれている可能性が考えられる。豚ふん堆肥のC/N比は、牛ふん堆肥と比較すると低いが(表1)、ADFの割合が多めであるため(図4)、実際の肥効は遅く、豚ふん堆肥についてはC/N比を基準とした分解性の判断には注意が必要であると考えられた。豚ふん堆肥は、難分解性有機物量が多いことから作期が中期から長期の栽培に向いていると考えられる。

木質・バーク堆肥は、C/N比(表1)およびADF含量が高めであったことから(図4)、窒素肥効はあまり望めないと考えられる。また、アルミニウム含量が多めであり(表1)、pHが低い酸性土壌に多量施用するとアルミニウムのリン酸固定による可給態リン酸の低下が生じる可能性が示唆された。

鶏ふん焼却灰は、pH、ECが高く、また多くの微量元素が他の堆肥と比較して著しく多く(表2)、他の堆肥とは性質が大きく異なっていた。微量元素の添加資材としての価値が高い。

今回、島根県産堆肥の特性評価を行い、同じ畜種内であってもその成分組成は製造場所の違いによって差が見られた。今後は、今回の結果をふまえて、実際の圃場での施用試験により肥効を定量的に確認し、土壌や作物に合わせた堆肥の利用方法について検討を進める必要がある。

表1 家畜ふん堆肥と木質・バーク堆肥の成分組成

n	pH	EC dS m ⁻¹	TC (%)	TN (%)	C/N	g kg ⁻¹			
						P	Ca	Mg	K
牛ふん	8.50 ± 0.74	2.80 ± 1.35	34.83 ± 4.39	1.72 ± 0.38	21.68 ± 7.92	8.3 ± 3.8	17.0 ± 9.8	5.1 ± 1.9	18.6 ± 8.3
鶏ふん	8.58 ± 0.63	6.71 ± 1.23	26.94 ± 2.28	2.86 ± 0.52	9.71 ± 2.04	28.9 ± 4.1	105.0 ± 20.3	8.7 ± 0.8	22.6 ± 2.5
豚ふん	8.28 ± 0.10	3.20 ± 1.58	36.73 ± 3.92	2.38 ± 0.64	16.54 ± 5.66	24.0 ± 13.2	31.4 ± 15.4	8.8 ± 3.8	11.0 ± 2.6
木質・バーク	7.51 ± 0.49	0.90 ± 0.59	32.82 ± 8.21	1.45 ± 0.51	25.77 ± 11.67	5.6 ± 3.8	25.8 ± 22.4	3.3 ± 1.5	5.6 ± 3.1

n	mg kg ⁻¹				g kg ⁻¹			
	Cu	Zn	Mn	Ni	Na	Fe	Al	S
牛ふん	68 ± 32	161 ± 74	358 ± 126	16 ± 11	2.5 ± 0.4	3.3 ± 2.5	4.4 ± 3.8	5.6 ± 3.1
鶏ふん	164 ± 61	410 ± 57	559 ± 219	10 ± 14	8.4 ± 4.1	2.7 ± 2.7	3.7 ± 5.9	10.1 ± 1.8
豚ふん	293 ± 174	1504 ± 1870	422 ± 213	30 ± 17	3.1 ± 1.2	5.5 ± 4.1	1.3 ± 0.8	8.1 ± 4.2
木質・バーク	69 ± 42	94 ± 28	445 ± 82	32 ± 19	2.7 ± 0.9	6.9 ± 3.9	11.8 ± 6.0	4.8 ± 2.5

表2 その他の堆肥の成分組成

n	pH	EC dS m ⁻¹	TC (%)	TN (%)	C/N	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹							
						P	Ca	Mg	K	Cu	Zn	Mn	Ni	Na	Fe	Al	S
鶏ふん焼却灰	12.86	30.81	1.25	0.29	4.38	95.2	213.5	37.4	104.7	381	1847	3270	135	14.6	4.9	1.7	31.9
ぼかし肥料	8.72	5.24	34.16	4.51	7.57	26.9	68.4	7.8	19.6	154	239	286	34	4.7	0.6	0.1	8.9
混合堆肥	9.01	3.24	27.11	1.47	18.41	13.1	48.7	9.4	19.2	58	420	728	53	2.7	8.1	9.3	6.7
汚泥発酵肥料	8.53	3.02	34.77	5.53	6.28	29.4	19.9	4.5	2.6	651	585	211	16	4.6	2.7	23.0	9.3
牛ふん・鶏ふん	9.05	5.01	32.96	1.59	20.70	16.9	77.3	6.7	24.9	146	396	443	46	4.9	3.5	2.4	7.8

まとめ

本研究では、島根県の有機農業の推進および農業生産において島根県産堆肥を有効利用するための基礎データ収集を目的として、島根県産堆肥の特性評価を行った。

同じ畜種ふんを原料とする堆肥毎に特性をまとめる。鶏ふん堆肥は、堆肥中のAD可溶有機物の割合が牛ふん堆肥、豚ふん堆肥、木質・バーク堆肥に比べて2倍程度多く、堆肥中の易分解性有機物量の割合が多いことがわかった。また、鶏ふん堆肥は牛ふん堆肥や豚ふん堆肥、木質・バーク堆肥と比較してpHやECが高く、カルシウムやリン、マグネシウム含量などが多かった。豚ふん堆肥の銅、亜鉛含量は、他の堆肥と比較して多く、堆肥連用時にはそれらの蓄積に注意する必要があると考えられた。鶏ふん焼却灰は、pH、ECが高く、また多くの微量元素が他の堆肥と比較して著しく多く、微量元素資材としての利用など他の堆肥とは異なる用途が考えられた。

同じ畜種ふんを原料とする堆肥であってもその成分組成は製造場所の違いによって差が見られた。今後は、今回の結果をふまえて、実際の圃場での施用試験により肥効を定量的に確認し、土壌や作物に合わせた堆肥の利用方法について検討を進める必要がある。

謝辞

本研究は、地(知)の拠点整備事業(大学COC事業)「地域志向教育研究経費」および生物資源科学部ミッション推進研究費により実施した。関係各位に感謝する。

引用文献

- 1) 島根県(平成20年3月25日策定,平成25年3月29日改定)島根県有機農業推進計画
- 2) 藤原俊六郎・安西徹郎・小川吉雄・加藤哲郎(2010)新版土壌肥料用語事典第2版,農文協,東京
- 3) 農林水産省(平成27年)畜産環境をめぐる情勢
- 4) 島根県農林水産部(平成25年)島根県バイオマス活用推進計画
- 5) 小山雄生・須藤まどか(1987)ICP発光分光分析法による土壌,植物,動物試料中の多元素同時定量.土肥誌,58(5):578-585
- 6) 小柳渉・安藤義昭・棚橋寿彦(2007)有機質資材の分解特性とその指標.土肥誌,78(4):407-410
- 7) 財団法人日本土壌協会(平成22年)堆肥等有機物分析法2010年版
- 8) 全国農業協同組合中央会(1994)有機質肥料等品質保全研究会報告書
- 9) 大津善雄・藤山正史・生部和宏(2012)長崎県で生産される家畜ふん堆肥の化学性~県堆肥コンクールの出展堆肥からの事例~.長崎農林技セ研報(3):67-79