

養豚経営における豚ふん堆肥生産方式の実態調査

鈴木和美・大泉長治・佐二木茂明

A Case Study of Pig Waste Composting System on Pig Farming

Kazumi SUZUKI, Choji OIZUMI and Shigeaki SAJIKI

要 約

養豚経営32戸の堆肥生産方式について実態調査を行ったところ、次の結果を得た。

1. 投入原料に副資材や戻し堆肥を多く混合する施設は密閉横型堆肥化施設（以下密閉横）、堆肥舎であり、ハウス乾燥施設（以下ハウス乾燥）や開放回行型堆肥化施設（以下開放回行）、密閉縦型堆肥化施設（以下密閉縦）では副資材や戻し堆肥の混合量は少なかった。
2. 開放直線型堆肥化施設（以下開放直線）利用は腐熟度得点が高く有機物推定分解率（以下分解率）の高い製品が多く、堆肥舎利用では経営により様々な製品があり、密閉縦利用の製品は低水分で粉状であった。
3. 完熟製品は臭気が弱く、分解率が高く、臭気や分解率は完熟の目安になると考えられた。
4. 植物系副資材が混合されると容積重が小さくなり、堆肥推定歩留まり（以下歩留まり）は大きくなった。豚ふん主体では容積重が0.58、歩留まりは重量比0.27、堆積比0.39であった。
5. 投入原料が豚ふん99%以上の肥料成分の平均は乾物中で窒素4.6%、りん酸7.5%、加里3.2%であり、炭素窒素比（以下C/N比）は7.9と低く、電気伝導率（以下EC）は7.2mS/cmと高かった。
6. 販売価格を生産費で割った値の平均はバラ堆肥0.21、袋詰め堆肥0.60であり、いずれも生産費の方が高いものの袋詰め堆肥販売の方が収益性が良いと推察された。

緒 言

養豚経営から排出するふん尿は自家または近隣耕種農家において有機質肥料として利用されてきた。しかし近年養豚経営の大規模化による多量のふん尿処理が必要になったこと、また住宅地や観光施設の隣接によるふん尿散布後の臭気や衛生問題から、豚ふん尿の堆肥化処理の必要性が増し、養豚農家においても施設整備の要望が多い、そこで各種堆肥化施設による堆肥生産の特徴を明らかにするため、すでに堆肥化施設を利用し堆肥生産を行っている養豚経営32戸の堆肥生産方式について実態を調査したのでその概要を報告する。

材料及び方法

県内各地区の養豚経営32戸において導入されている堆肥化、乾燥施設の稼働状況を聞き取り調査するとともに、原料置き場、製造途中、施設からの搬出物、製品として保管中の各場所からサンプリングし、水分含量、有機物含量、容積重等の調査をした。主な調査内容、分析方法は酪農経営で行った調査¹⁾に準じ次のとおりである。

1. 調査期間 1999年5月~12月

2. 調査項目

(1) 投入原料

ふん尿量は飼養頭数及び規模算定に用いる排せつ量²⁾により一日の豚ふん尿投入量を推定した。敷料の種類及び量、混合副資材の種類及び量。

(2) 堆肥生産の方法

堆肥化施設の種類及び規模、堆肥生産工程、堆肥化施設の稼働方法、稼働時間、滞留日数、堆積切返し回数、堆肥生産日数等

平成13年8月31日受付

(3) 労働時間

施設への投入、搬出、管理にかかる時間、堆積切返しにかかる時間、袋詰めにかかる時間、なお荷積み、配達、宣伝等の販売にかかる時間は除いた。

(4) 堆肥販売

販売荷姿、販売価格、なお堆肥生産量は投入原料、堆肥水分、堆肥有機物推定分解率等から推定した。

(5) 堆肥生産にかかる費用

施設投資額、償却費、労働費、電気代、副資材費、燃料費、修理費、袋代、その他実費とし、租税公課、保険料、資本利子は含めなかった。投資額は補助事業による圧縮を行わなかった。年間償却費は定額法で残存価格を1割とし法定耐用年数³⁾を用いて求めた。また労働費は畜産物生産費の調査報告から1時間当たり1,600円⁴⁾とし、燃料費は軽油代70円/L×4L/時間×使用時間とし、潤滑油代は軽油代の30%とした。⁵⁾なお野積み工程のある場合は集計から除いた。

3. 分析項目

(1) 水分含量

加熱減量法⁶⁾に準じて105℃により堆肥原料、搬出物、堆肥製品の水分含量を測定した。

(2) 有機物含量

強熱減量法⁶⁾に準じて600℃により堆肥原料、搬出物、堆肥製品の有機物含量を測定した。

(3) 分解率

灰分は変化しないものとし、堆肥原料、搬出物、堆肥製品の有機物含量から推定した。なおサンプリングが同一日時のため参考値であり、明らかに堆肥製品の原料がサンプリングした堆肥原料と異なる場合は集計から除いた。

(4) 容積重

山中式容積重測定装置により測定した。

(5) 腐熟度得点

「現地における腐熟度判定基準」⁷⁾を基とし表1のとおり指標で採点した。なお色については水分が多いと黒

っぽく見えるため、試料の乾物10g相当を100mlの蒸留水に溶解した色で判定した。臭気は重要な指標として20点の配点をした(以下臭気得点)。温度については、測定していないことも多いため配点を10点とし、実測値のある場合はそれを参考にし、ない場合は堆積時の水分が70%未満の時は60℃以上とし、堆積時の水分が70%以上の時は60℃未満とした。

(6) 堆肥推定歩留まり

戻し堆肥は変化しないものとして、戻し堆肥を除いた重量及び堆積で図1に示すB/Aの値を推定した。

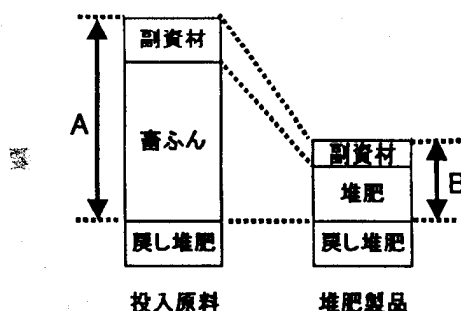


図1 堆肥歩留まりの推定 (B/A)

(7) 肥料成分

千葉県堆きゅう肥利用促進ネットワークに示された値を乾物中の成分に修正して用い、野積み工程のある場合は集計から除いた。

結 果

1. 堆肥化施設・乾燥施設の使用状況

今回調査した養豚経営で使用されていた施設は、堆肥舎、ハウス乾燥、開放直線、開放回行、密閉縦、密閉横であり、これらを利用した堆肥生産方式の概略は図2、使用状況は表2のとおりである。

表1 腐熟度得点の採点方法

現地における腐熟度判定基準 (1983、原田) から作成	
色 10	こげ茶~黒(10) 褐色(5) 黄褐色(2) (水に溶解した色で判定)
形 10	現物の形をほとんど認めない(10) 混合物の形状を少々認める(8) 混合物の形状を認める(5) 混合物の形状が目立つ(2)
臭気 20	堆肥臭・土臭もしくはほとんど無臭(20) 弱いアンモニア臭等の臭気がある(15) 異臭やアンモニア臭を強く感じる(10) 腐敗臭・ふん尿臭がある(2)
水分 10	60%未満(10) 60%以上70%未満(5) 70%以上(2)
最高温度 10	70℃以上(10) 60℃以上(8) 50℃以上(5) 50℃未満(2)
堆肥化 期 間 20	ふんのみ 2ヶ月以上(20) 20日以上2ヶ月未満(10) 20日未満(2) 作物収穫残渣 との混合物 3ヶ月以上(20) 20日以上3ヶ月未満(10) 20日未満(2) 木質物との混 合物 6ヶ月以上(20) 20日以上6ヶ月未満(10) 20日未満(2)
切返し 回 数 10	10回以上(10) 6回以上10回未満(8) 3回以上6回未満(5) 3回未満(2)
通気 10	有りもしくは堆積の切返し20回以上(10) 無し(0)

注) *完熟 (81点以上)、中熟 (31~80点)、未熟 (30点以下) とする

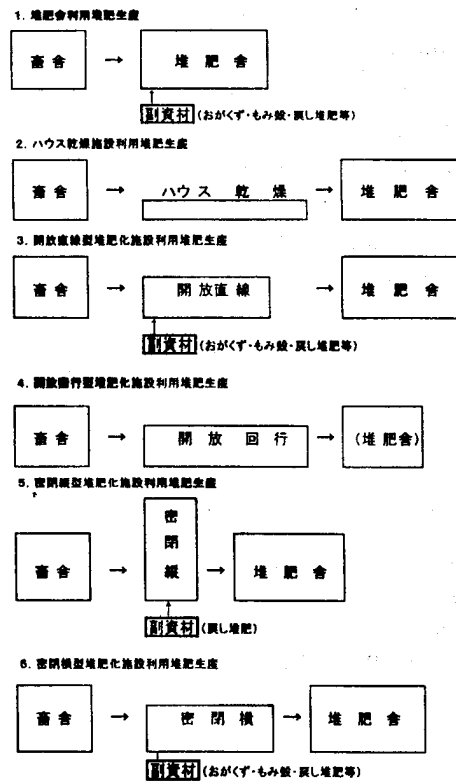


図2 堆肥生産方式の例

投入原料中に占める豚ふんの割合が密閉横、堆肥舎では少なく、それぞれ56.7%、73.3%であり副資材や戻し堆肥が多く使われていた。これに対して豚ふん投入割合が多かった施設は、ハウス乾燥、開放回行、密閉縦でありそれぞれ98.7%、97.2%、97.1%であった。戻し堆肥は堆肥舎、開放直線、密閉縦、密閉横で利用する経営があった。

堆肥舎は8例で投入原料水分56.9~76.9%、搬出物水分は32.1~74.0%と範囲が広がった。また施設内の滞留日数30~180日、搬出物分解率12.9~54.3%も範囲が広がった。

ハウス乾燥は2例で投入原料水分は70.5%及び73.2%、搬出物水分は14.2%及び21.3%、搬出物分解率は13.0%及び18.5%であった。施設内の滞留日数及び攪拌は経営によりそれぞれで24日及び45日、1日当たり3回及び16回であった。

開放直線は8例で投入原料水分59.2~80.0%、搬出物水分は23.8~70.6%と範囲が広がった。また施設内の滞留日数24~140日や、搬出物分解率も24.2~64.5%と範囲が広がったが、搬出物分解率は他の施設より高い傾向にあった。施設内の攪拌は1例は週1回の攪拌であったが、他の経営では1~3回/日であった。

開放回行は2例で発酵槽はトラック状が1例、円形が1例であった。いずれも攪拌機が稼働しながら投入原料を発

表2 堆肥化施設・乾燥施設の使用状況

(範囲 最小~最大)

例数	堆肥舎 8	ハウス乾燥 2	開放直線 8	開放回行 2	密閉縦 11	密閉横 1
投入豚ふん 1 t 当たりの面積 (m ²)	89.4 (9~155)	360 (225~495)	120.6 (56~248)	46.6 (34~59)		
投入豚ふん 1 t 当たりの容積 (m ³)			136.3 (50~297)	49.2 (47~51)	12.9 (6~30)	44.0
投入原料中豚ふん割合 (重量%)	73.3 (35.9~98.4)	98.7 (97.3~100)	87.6 (60.9~100)	97.2 (95.7~98.8)	97.1 (84.0~100)	56.7
投入原料中副資材割合 (重量%)	13.9 (1.6~64.2)	1.4 (0~2.7)	2.0 (0~6.5)	2.8 (1.3~4.3)	0.5 (0~3.0)	9.0
投入原料中戻し堆肥割合 (重量%)	12.8 (0~49.2)	0.0	10.4 (0~39.1)	0.0	2.4 (0~13.0)	34.3
投入原料水分 (%)	69.1 (56.9~76.9)	71.9 (70.5~73.2)	69.6 (59.2~80.0)	71.2 (66.9~75.5)	69.4 (63.9~73.1)	77.9
投入原料有機物 (乾物%)	82.8 (80.6~85.7)	81.2 (79.7~82.8)	83.3 (75.8~93.9)	74.5 (72.4~76.6)	80.3 (73.1~86.2)	83.7
搬出物水分 * (%)	57.9 (32.1~74.0)	17.7 (14.2~21.3)	38.7 (23.8~70.6)	27.2 (24.0~30.3)	28.9 (24.3~32.0)	68.3
搬出物有機物 * (乾物%)	75.3 (69.2~79.8)	78.4 (76.2~80.7)	72.0 (57.9~91.0)	67.6 (64.6~70.5)	72.1 (64.4~80.6)	81.8
搬出物有機物 推定分解率 * (%)	32.5 (12.9~54.3)	15.8 (13.0~18.5)	47.0 (24.2~64.5)	36.9 (29.7~44.0)	33.2 (22.2~42.2)	12.1
施設内の滞留日数 (日)	84.4 (30~180)	34.5 (24~45)	78.3 (24~140)	90 (60~120)	12.5 (8~30)	17
施設内の攪拌		9.5回/日 (3.0~16.0)	1.6回/日 ** (1.0~3.0)	1.3回/日 (1.0~1.5)	6.9時間/日 (3.4~12.0)	1.0時間/日

* 測定値欠、推定不可の場合有り ** 攪拌が1回/週の1例は除いて集計した

酵槽中の堆肥の上に散布していくシステムになっていた。投入原料水分66.9~75.5%、搬出物水分は24.0~30.3%、搬出物分解率は29.7~44.0%であった。施設内の滞留日数及び攪拌は60~120日、1.0~1.5回/日であった。

密閉縦は11例で搬出物水分は24.3~32.0%平均28.9%と低かった。施設内の滞留日数は調査時点にふん尿量が少なかった1戸が30日と長めだったが平均では12.5日と短かった。しかし酪農調査での密閉縦の施設内滞留日数の8.2日¹⁾に比較すると長く、搬出物の有機物推定分解率も33.2%で他の施設に比べ低い傾向ではなかった。施設内の攪拌は数分間攪拌、数分間停止の繰り返しで通算では3.4~12.0時間/日、平均では6.9時間/日であった。

密閉横は1例で投入原料水分は77.9%と高かったが、ふん尿混合のスラリーを戻し堆肥、おがくず、米ぬか、おから、食用廃油等多くの副資材と混合していた。搬出物水分も68.3%と高かった。施設内の滞留日数は開放型施設より短く17日、搬出物分解率は12.1%であった。施設内の攪拌は20分間回転、7時間40分停止のサイクルで1日の攪拌時間は1時間であった。

2. 堆肥・乾燥製品の特徴

複数の施設の併用で堆肥生産されることも多かったが、各経営が処理の中心と考える施設に区分し、その堆肥、乾燥製品の特徴は表3のとおりである。

表3 堆肥製品の特徴

(範囲 最小~最大)

腐熟度例数	堆肥舎利用			ハウス乾燥利用		開放直線利用		開放回行利用	密閉縦利用	密閉横利用
	完1	中5	未2	中1	未1	完6	中2	中2	中11	中1
水分(%)	32.1	56.7 (43.1~67.0)	73.6 (73.3~74.0)	29.4	14.2	37.0 (23.8~66.8)	24.0 (21.0~27.1)	27.2 (24.0~30.3)	28.2 (20.9~48.6)	69.6
有機物(%)	69.2	75.8 (69.9~79.8)	77.2 (76.3~78.2)	77.8	76.2	70.3 (57.9~87.6)	71.8 (68.2~75.3)	67.6 (64.6~70.5)	71.1 (63.7~80.4)	79.5
有機物推定分解率(%)	54.3	33.7 (12.9~51.9)	18.7 (15.0~22.4)	27.1	18.5	56.0 (39.3~64.5)	39.9 (32.2~47.6)	36.9 (29.7~44.0)	32.8 (21.9~42.2)	24.5
腐熟度得点(100)	83.0	52.2 (38~64)	25.0 (22~28)	52.0	30.0	84.0 (81~91)	71.0	73.0 (68~78)	68.2 (63~75)	76.0
色(10)	10.0	5.6	2.0	5.0	2.0	8.3	8.0	6.5	8.2	8.0
形状(10)	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0	8.0	5.0	5.0	6.6	5.0
臭気(20)	20.0	8.4	2.0	2.0	10.0	18.5	15.0	17.5	11.4	20.0
水分(10)	10.0	8.0	2.0	10.0	10.0	9.2	10.0	10.0	10.0	5.0
温度(10)	8.0	7.4	3.5	8.0	2.0	8.3	8.0	9.0	8.5	8.0
期間(20)	20.0	10.0	10.0	20.0	2.0	18.3	15.0	15.0	3.5	10.0
回数(10)	10.0	3.8	3.5	5.0	2.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
通気(10)	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	10.0	10.0
容積重(kg/L)	0.32	0.49 (0.41~0.69)	0.60 (0.49~0.76)	0.38	0.50	0.55 (0.39~0.70)	0.56 (0.46~0.67)	0.51 (0.46~0.56)	0.58 (0.52~0.64)	0.64
重量	0.24	0.51 (0.27~0.74)	0.81 (0.73~0.89)	0.38	0.27	0.27 (0.17~0.49)	0.33 (0.22~0.44)	0.33 (0.21~0.45)	0.29 (0.24~0.36)	0.49
堆肥推定歩留まり	0.51	0.73 (0.58~1.0)	0.97 (0.93~1.0)	0.79	0.43	0.41 (0.21~0.89)	0.40 (0.24~0.56)	0.41 (0.31~0.51)	0.43 (0.33~0.48)	0.61
堆肥生産日数(日)	120.0	99.1 (45~180)	30.0	315.0	30.0	136.3 (41~200)	55.3 (37.5~73)	105.0 (90~120)	35.1 (9~102)	77.0
切返し回数(回)	10	2.8 (1~4)	2.3 (1~3.5)	3	0	連続+1.3 (0~3.5)	連続+1.3 (0~2.5)	連続+0.5 (0~1)	連続+0.7 (0~1)	連続+1
施設面積(m ²)	141	108 (67~155)	36 (9~63)	294	495	233 (113~378)	151	40	-	-

*野積み工程のある場合を除く

堆肥舎利用は未熟製品から完熟製品まで様々な堆肥製品があった。色や臭気得点、製品分解率、堆肥生産日数、切返し回数がいずれも完熟>中熟>未熟の順で大きい数値を示した。完熟製品の臭気得点は20点、分解率は54.3%であった。また容積重、堆肥推定歩留まりは逆に完熟<中熟<未熟の順であった。未熟製品は水分が高かったが、近隣耕種農家へ堆肥原料としての無償提供等が行われていた。

ハウス乾燥利用は、1例は乾燥ふんとしての販売の製品

であり、1例は乾燥後堆肥舎で堆積発酵させていたが、いずれも30%以下の水分であった。

開放直線利用は完熟製品が6例で腐熟度得点は84点、中熟製品が2例で腐熟度得点は71点であり、完熟製品の方が、臭気得点、分解率が高く、堆肥生産日数が長く、施設面積が広がった。完熟製品の臭気得点は18.5点、製品分解率は56.0%であった。水分は1例(66.8%)を除くと比較的的低く、平均では完熟が37.0%、中熟では24.0%であっ

鈴木ら：養豚経営における豚ふん堆肥生産方式の実態調査

た。搬出後堆積の切返しは無しまたは移動程度が多かったが、2～3回程度の切返しをする経営もあった。

開放回行利用は中熟製品が2例、腐熟度得点73点、製品分解率36.9%、水分は低い傾向で27.2%、堆肥生産日数105日、搬出後堆積の切返し回数0.5回と移動程度であった。

密閉縦利用は中熟製品が11例、腐熟度得点は68.2点、製品分解率32.8%で、臭気の残る製品が多かった。水分は平均28.2%であり、いずれも良く乾燥した粒子の細かい粉状

のさらさらした製品であった。堆肥生産日数は35日、搬出後堆積の切返し回数0.7回と移動程度であり、搬出後すぐ袋詰めする経営から需要期まで堆肥舎でストックする経営があった。

密閉横利用は中熟製品が1例、腐熟度得点は76点、製品分解率24.5%、水分69.6%、堆肥生産日数は77日であった。

3. 肥料成分・容積重・歩留まり

堆肥化施設別の乾物中肥料成分は表4、堆肥原料別の乾物中肥料成分、容積重、歩留まりは表5のとおりである。

表4 堆肥化施設別の肥料成分

(範囲 最小～最大)

例数	堆肥舎利用 7	ハウス乾燥利用 2	開放直線利用 8	開放回行利用 1	密閉縦利用 9
窒素(乾物%)	3.3 (2.3~5.2)	4.1 (4.0~4.2)	3.7 (1.7~5.2)	4.1	4.8 (4.3~5.3)
りん酸(乾物%)	5.7 (4.0~6.7)	6.7 (5.9~7.4)	7.6 (3.1~12.4)	8.2	7.1 (6.1~11.6)
加里(乾物%)	2.9 (0.8~5.3)	2.5 (2.4~2.6)	3.3 (1.7~4.6)	3.7	3.4 (2.8~4.2)
石灰(乾物%)	5.5 (3.3~10.7)	6.5 (6.4~6.6)	6.1 (2.8~7.8)	6.6	6.0 (4.3~8.6)
苦土(乾物%)	1.5 (1.1~2.0)	2.0 (1.9~2.2)	2.1 (0.8~2.5)	2.3	1.9 (1.4~3.2)
C/N比	11.3 (8~16)	9.5 (9~10)	11.4 (8~28)	8.0	7.7 (7~8)
EC(mS/cm)	5.3 (3.9~8.4)	5.8 (4.4~7.2)	4.4 (2.4~5.9)	4.5	5.2 (4.7~6.1)
PH (現物:水=1:10)	8.4 (7.9~9.1)	7.8 (7.0~8.5)	8.6 (7.1~9.1)	9.0	8.6 (8.2~8.9)
灰分(乾物%)	28.6 (22.8~44.9)	23.6 (20.4~26.9)	28.5 (13.8~45.3)	33.5	26.1 (21.6~37.8)

表5 堆肥原料別の肥料成分

(範囲 最小～最大)

重量比 例数	豚ふん 99%以上 10	植物系 副資材1%以上 6	植物性 副資材5%以上 7	鉱物系 副資材1%以上 3	鶏ふん 5%以上 1
窒素(乾物%)	4.6 (3.9~5.3)	3.8 (2.5~4.3)	2.9 (1.7~3.8)	4.9 (4.5~5.1)	5.2
りん酸(乾物%)	7.5 (6.2~11.6)	8.2 (5.9~12.4)	5.2 (3.1~7.4)	6.2 (6.1~6.3)	5.8
加里(乾物%)	3.2 (2.5~4.2)	3.2 (2.3~4.6)	3.0 (0.8~5.3)	3.2 (2.8~3.7)	3.6
石灰(乾物%)	6.2 (4.9~8.6)	7.9 (5.6~10.7)	4.1 (2.8~4.7)	5.5 (4.3~7.3)	5.1
苦土(乾物%)	2.1 (1.7~3.2)	2.3 (1.7~3.7)	1.5 (0.8~1.9)	1.6 (1.4~1.8)	1.3
C/N比	7.9 (7~9)	9.0 (7~11)	14.5 (9~28)	8.0	8.0
EC(mS/cm)	7.2 (6.0~8.2)	7.8 (5.9~11.1)	6.8 (2.1~12.3)	6.9 (5.5~8.3)	14.8
PH (乾物:水=1:10)	8.6 (7.1~9.1)	8.4 (6.7~9.3)	8.9 (7.6~9.3)	8.6 (8.3~9.0)	7.9
容積重 (kg/ℓ)	0.58 (0.50~0.69)	0.49 (0.32~0.70)	0.54 (0.39~0.76)	0.59 (0.54~0.63)	0.52
重量	0.27	0.26	0.57	0.28	0.52
堆肥推定 歩留まり	(0.18~0.36)	(0.17~0.38)	(0.28~0.89)	(0.24~0.32)	
体積	0.39 (0.27~0.48)	0.48 (0.21~0.79)	0.72 (0.43~1.00)	0.39 (0.33~0.44)	0.58

窒素は堆肥舎利用では2.3~5.2%と範囲が広く、ハウス乾燥利用は4.0及び4.2%、開放直線利用は1.7~5.2%、開放回行は4.1%、密閉縦は4.3~5.3%と範囲は小さく比較的高い傾向であった。リン酸及び石灰は範囲が広く、戻し堆肥を入れている経営でリン酸及び石灰が多い例があったが、ばらつきの原因が特定できないことも多かった。尿が敷料に吸着される飼養形態で加里が多くなっている例がみられた。

堆肥原料が豚ふん99%以上の窒素、りん酸、加里はそれぞれ4.6%、7.5%、3.2%であり、C/N比は7.9、ECは7.2mS/cmであった。植物系副資材が5%以上混合されると肥料成分はこれより低い濃度となり、C/N比は高く、ECは低い数値となった。

容積重は全体で0.32~0.76kg/Lの範囲で、植物系副資

材の混合で数値が小さくなる傾向にあり、また水分が高いとこれらの混合があっても大きな数値であった。堆肥原料が豚ふん99%以上の場合は0.50~0.69kg/Lの範囲で平均0.58kg/Lであった。

歩留まりは副資材の混合割合が多く、堆肥製品の水分が高い製品で大きな数値となる傾向があった。堆肥原料が豚ふん99%以上の場合は重量比では0.18~0.36の範囲で平均0.27であり、体積比では0.27~0.48の範囲で平均0.39であった。

4. 堆肥生産コスト

堆肥製品1t生産するためのバラ堆肥生産費を各施設別に算出した結果は表6のとおりである。各施設毎に生産量200t未満、200t以上500t未満、500t以上1,000t未満、1,000t以上に分類した。

表6 堆肥化施設別のバラ堆肥生産費* (1t当り)

生産量(t/年) 例数	堆肥舎利用			ハウス乾燥利用	開放直線利用			開放回行利用	密閉縦利用			開放直線+密閉縦利用		平均
	200>	200-500	500-1,000	200>	200>	200-500	500-1,000	500-1,000	200>	200-500	1,000~	200-500	500-1,000	
	1	1	2	1	1	3	1	1	4	6	1**	1	1	24
堆肥生産量(t/年)	190	210	745	170	120	280	800	550	138	302	2,350	310	500	412
販売価格 (千円)*	(無償)	(無償)	2.5	5.0	3.0	4.1	3.4	1.8	5.5	3.4	4.1	(袋販売のみ)	0.9	3.7
					(3.2-5.8)				(4.5-7.2)		(2.5-4.4)			(0.9-7.2)
投資額(千円)	78.5	17.1	27.3	83.9	137.8	181.8	79.3	85.6	161.8	88.2	37.5	101.2	100.3	104.1
			(23-32)		(81-279)				(64-231)		(63-115)			(17-279)
償却費(千円)	13.8	3.0	3.8	13.3	21.2	25.8	10.9	13.3	30.0	14.5	4.9	15.0	16.6	16.8
			(3.2-4.4)		(12.4-37.8)				(11.7-44.0)		(9.8-19.6)			(3.0-44.0)
維持費(円)	966	2,034	1,681	3,010	10,176	3,681	981	1,636	9,030	6,379	2,413	7,934	4,073	5,084
			(1,448-1,913)		(1,572-4,756)				(6,924-13,535)			(4,949-8,619)		(966-13,535)
内訳 労賃	787	1,589	774	2,092	5,765	1,845	168	566	3,172	2,112	456	1,318	1,363	1,939
電気代	0	0	400	88	1,000	1,174	150	982	4,864	3,573	1,021	6,387	2,400	2,385
副資材費	0	0	138	0	0	527	600	0	0	408	851	0	0	240
燃料費	179	45	166	242	1,312	137	38	88	432	286	85	229	311	280
修理・その他	0	400	203	588	2,100	0	25	0	563	0	0	0	0	240
生産費(千円)	14.8	5.1	5.5	16.3	31.4	29.5	11.9	14.9	39.0	20.9	7.3	24.4	20.7	22.0
			(5.1-5.9)		(14.0-42.5)				(25.2-52.2)		(14.8-25.5)			(5.1-52.2)
販売価格 /生産費*			0.42	0.31	0.10	0.20	0.29	0.12	0.15	0.17	0.56		0.044	0.21
					(0.08-0.42)				(0.09-0.18)		(0.12-0.22)			(0.04-0.56)

*無償・袋販売のみなど販売価格設定のない場合は除いて集計 **密閉縦+堆肥舎

堆肥製品1t当たりの投資額、維持費、生産費は生産量が多くなると低くなる傾向にあった。生産費は償却費の占める割合が大きかった。

生産量200t以上500t未満でみると、投資額は堆肥舎利用で17,100円と低く、開放直線利用は範囲が広く81,000~279,000円、密閉縦利用は63,000~115,000円、開放直線と密閉縦の併設利用は101,200円であった。維持費は密閉縦を利用すると高い傾向にあり、電気代が維持費の1/2以上を占めていた。

生産費は堆肥舎で5,100円、開放直線利用は14,000~42,500円、密閉縦利用は14,800~25,500円、開放直線と密閉縦の併設利用は24,400円であった。各施設を簡単に比較するため生産量200t以上1,000t未満の経営について、バラ堆肥生産費及び維持費を図3、4に示した。

販売価格は無償提供や、近隣耕種農家に安く提供する経営もあり900円から密閉縦利用の例で7,200円まであり、平均では3,700円であった。販売価格を生産費で割った値は0.04~0.56で平均では0.21であった。

10kg当たりの袋詰め堆肥生産費を表7に示した。年間1,000個以上の袋詰め堆肥販売をしている経営は6戸で全体の18.8%であった。

袋詰め堆肥生産費は236~356円であり平均では287円であった。内訳はバラ10kgの生産費が207円、袋詰め労働費24円、袋代15円、袋詰機械償却費40円であった。10kg当たりの販売価格は125~200円で平均172円であり、販売価格を生産費で割った値は0.41~0.81で平均0.60であった。

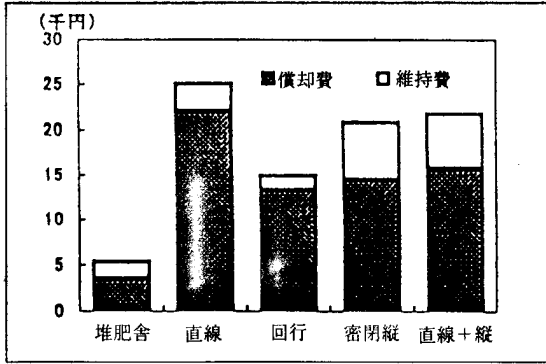


図3 バラ堆肥生産費(1t当り)(生産量200~1000t)

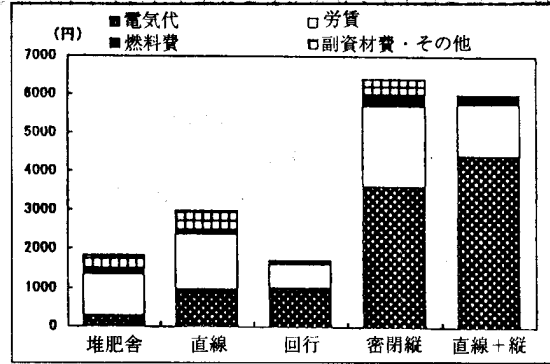


図4 バラ堆肥維持費(1t当り)(生産量200~1000t)

表7 堆肥化施設別の袋詰め堆肥生産費(10kg当り)

	開放直線利用	密閉縦利用		開放直線+ 密閉縦利用	平均
袋生産量 (個/年)	2,000~5,000	2,000~5,000	10,000~20,000	10,000~20,000	
例数	1	1	3	1	6
袋生産量 (個/年)	4,000	2,500	12,667	15,000	9,917
販売価格 (円)	200	125	168	200	172
			(125~200)		(125~200)
バラ10kgの生産費	119	252	210	244	207
袋詰労費	27	30	25	16	24
袋代	12	15	16	15	15
袋詰機械償却費	198	7	8	9	40
生産費 (円)	356	304	259	284	287
			(236~294)		(236~356)
販売価格/生産費	0.56	0.41	0.65	0.70	0.60
			(0.53~0.81)		(0.53~0.81)

表8 各施設の堆肥生産の特徴

	副資材 戻し堆肥	搬出物	堆肥舎	ローダーに よる切返し	施設 面積	脱臭のため 集臭	投資額	電気代 ***	備考
堆肥舎	多く必要	多様		多く必要	多	難	少	無(中)	副資材収集
ハウス乾燥	無	天候で水分異なる	発酵するには必要		多	難	-	-	ビニールハウスは張り替えが必要
開放直線・回行	必要	大小の粒状*	必要なことも		多	難	多	少(中)	投入時に副資材混合
開放散布装置付き	無	分解率高い			多	難	多	中	発酵槽内の観察
密閉縦	無**	水分低い	製品保管庫	無	少	易	多	多	搬出物・温度チェック
密閉横	多く必要	原料水分に左右	必要		多	易	-	-	原料水分注意

*ふん中心の場合 **水分によっては必要のことも有り *** (中): プロア使用

考 察

調査結果を基に各施設の堆肥生産の特徴を表8にまとめた。副資材、戻し堆肥を多く必要とする施設は堆肥舎、密閉横であり、ハウス乾燥や開放型で散布装置が付設されている場合は必要ない場合が多く、密閉縦は投入ふんの水分によっては必要のこともあると考えられた。

搬出物の特徴としては、堆肥舎は副資材の種類や量、堆積期間、切返し回数等の違いにより、各経営や季節によっても多様な製品になると考えられた。開放型の施設はふん中心の場合大小の粒状になり分解率の高い傾向があった。密閉縦は水分が高いと搬出困難になることがあり、どの経営においても水分が30%前後で粒子が細かくさらさら状になっていた。

一方密閉横は高水分でも搬出可能であり、原料の水分状態によりその搬出物の性状は異なると考えられた。

適当な水分の搬出物であれば堆肥舎で堆積し、切返しを行えばさらに分解が進むと考えられる。中島ら⁸⁾は臭いの評価点が高い堆肥は発芽率が高い傾向にあると述べており、今回の結果でも完熟製品は臭気が弱く分解率の高い傾向にあり、臭気や分解率は完熟の目安になると考えられた。

施設面積は堆肥舎が製品保管庫程度でよくローダーによる切返しを必要としない密閉縦のみ少し、投資額は堆肥舎が少なく、密閉縦は電気代がかかると考えられた。

脱臭のためには臭気を集める必要があり、これが行いやすいのは密閉型の排気口がある施設であった。しかし密閉型施設でも脱臭槽の充填材はほとんどオガクズが中心であり、投入時や施設周囲に臭う臭気対策に苦慮する経営もあった。ま

た排気の配管の途中から排出される結露水はほとんど無処理で土壤浸透されている場合が多く今後何らかの対策が必要と考えられた。開放型の施設は攪拌時に臭気が強くなる傾向があり、攪拌の時間を考慮したり、施設を閉めきり攪拌を行うなどの工夫をしている経営もあった。

肥料成分は乳牛ふん尿が原料の堆肥¹⁾に比べると多い傾向にあり既報⁹⁻¹¹⁾と同様であった。植物系副資材を使用していた施設ではその混合により窒素が少なくなる傾向にあり、戻し堆肥が混合されリン酸や石灰が多い経営や、尿の混合で加里が多くなった場合¹⁰⁾も推定された。しかし成分のばらつきの原因は特定できないことも多く、堆肥原料や製造方法の聞き取りだけでは肥料成分の推定は難しいと考えられ、肥料成分の分析は必要であると考えられた。ECは千葉県堆きゅう肥利用促進ネットワークに示された値、現物：水＝1：10でも半分以上は5.0mS/cmを超え、乾物10g相当：水＝1：10で測定した数値はほとんどが5.0mS/cm以上であり、肥料成分を考慮し施用する必要があると考えられた。

袋詰め堆肥の販売は、堆肥10kgの生産費を除く袋詰めすることにより増える価格はよそ80円であった。袋詰め堆肥の販売価格を生産費で割った値をみると生産費のほうが高いもののバラ堆肥の値より大きく、袋詰め堆肥販売はバラ堆肥販売よりは収益性が良いと推察された。今回の調査農家では堆肥を袋詰めして販売している経営は6戸と少なかったが、袋詰めする労働力をどう調達するかが問題になるが、労働力が確保される場合はさらに増えていくことが考えられた。

養豚経営の場合「固形物処理はどうか。尿処理が問題だ。」という意見が多く聞かれた。豚ふんは乳牛ふんに比べ水分が低く副資材の混合量が少なくすむので、施設面積や施設投資額等において酪農経営より負担感が少ないためと推察された。一方で豚はふんと尿の割合を見ると尿のほうが多く、ふん尿分離処理が多く行われていたが、分離された尿は浄化処理した後適正に放流していた経営もあったが、経営によっては放流先に苦慮し処理水を土壤浸透していたり、浄化処理施設がなく無処理水を土壤散布している場合もあり問題点として残されている。限られた面積への過剰施肥や作物を耕作しない場所への土壤還元は、硝酸性窒素が地下浸透し地下水汚染の原因となるので今後早急に対応が必要であると考えられた。対応策の一つとして多量の敷料に尿を吸着する、発酵床豚舎¹²⁻¹⁵⁾、セルフクリーニング式オガコ養豚¹⁶⁻¹⁹⁾等の飼養形態があげられる。今回調査の経営でも発酵床豚舎は4戸、セルフクリーニング式を2戸が経営の一部に導入していたが、このような汚水を排出しない養豚経営は有効であると考えられた。

謝 辞

おわりに調査に協力頂いた養豚農家の皆様、各農業改良普及センターの畜産担当の諸氏、また肥料成分の分析値を提供くださった農業化学検査所の諸氏に、心から感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 鈴木和美・大泉長治・鮎川伸治・若松森雄 (1998)、千葉畜七研報22：21-32
- 2) 畜産環境整備機構 (1997)、家畜ふん尿処理・利用の手引き：3-5
- 3) 農林水産省 (1999)、平成11年農畜産業用固定資産評価基準：24-27、47、84-92
- 4) 農林水産省統計情報部 (2000)、農業経営統計調査報告 平成11年畜産物生産費：175-179
- 5) 千葉県 (1999)、千葉県における特定高性能農業機械の導入に関する計画：95
- 6) 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：27-28
- 7) 原田靖生 (1984)、昭和58年度家畜ふん尿処理利用研究会会議概要：17
- 8) 中島信夫・牛尾信吾・高野繁通・鈴木直美 (1994)、千葉農化検研究資料No 7：31-38
- 9) 山口武則・原田靖生 (1996)、平成8年度家畜ふん尿処理研究会資料：15-23
- 10) 千葉県農林水産部 (2001)、環境にやさしい家畜ふん尿処理利用の手引き：165-170
- 11) 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：152-162
- 12) 高島聖二・小島隆一・杉本清美・曾根一幸 (1994)、千葉畜七研報18：89-92
- 13) 夏目喜三嗣・林 一彦 (1985)、畜産の研究第39巻第11号：77-81
- 14) 牧 勇三ら (1985)、愛媛畜試総合助成対象事業試験成績報告書：100-108
- 15) 北海道立滝川畜試 (1997)、平成9年度北海道立滝川畜試年報：34-35
- 16) 近森 毅 (1999)、新豚舎と施設、養豚界臨時増刊：50-53
- 17) 伊禮判・高江洲善見・宇地原務・仲宗根實 (1995)、沖縄畜試研報33：93-98、99-104
- 18) 伊禮判・宇地原務・山城倫子・仲宗根實 (1996)、沖縄畜試研報34：91-94
- 19) 伊禮判・鈴木直人 (2000)、沖縄畜試研報38：50-55