

家畜ふんたい肥の利用促進に関する研究（第2報）

眞部幸子・井上雅美・吉尾卓宏

Research on utilization of livestock excrement compost(the second report)

Sachiko MANABE, Masami INOUE, Takahiro YOSHIO

要 約

畜産農家148戸、耕種農家18戸のたい肥サンプルの成分分析を行った。家畜ふんたい肥を耕種農家が生産したたい肥と比較すると、T-NおよびC/Nに有意差はなく、K₂O、MgOが高い。耕種たい肥・家畜ふんたい肥ともにC/N30未満がそれぞれ94%、95%を占め、化学肥料の削減が可能な有機質資材であることがわかった。

乳牛ふんたい肥のうち開放型たい肥化施設で処理されたものは、たい肥舎・密閉型たい肥化施設に比べK₂Oが高く、豚ふんたい肥は、たい肥舎<開放型<密閉型の順に肥料の特性が強くなった。

家畜ふんたい肥の肥料価値は、C/N10未満の豚ふんたい肥が最も高くたい肥現物1 tあたり25,435円/t、乳牛ふんたい肥が最も低く4,531円/tだった。県内流通たい肥の中心価格帯が1,000~3,000円/tなので、家畜ふんたい肥は化学肥料に比べ安価な肥料である。

キーワード 家畜ふんたい肥、成分分析、C/N、肥料価値

緒 言

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の施行により家畜ふんたい肥の生産が増加し、県内流通たい肥の成分を明らかにすることとたい肥の利用促進が求められている。成分分析により畜種ごとの特性を把握し、利用性について検討する必要がある。

ここでは、(1)家畜ふんたい肥と耕種農家の生産したたい肥(以下、耕種たい肥)の成分を比較、持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律の第2条の1(以下、持続農業法・土壌改善に関する技術)および同県技術マニュアル¹⁾に照らして利用性を検討(表1)、(2)家畜ふんたい肥の処理方式による成分値含有率および畜種による腐熟度の違いを把握、(3)家畜ふんたい肥の肥料価値について検討を行った。

材料および方法

1 材料

茨城県内で平成17年4~12月に生産された家畜ふんたい肥および耕種農家が生産したたい肥畜産農家150検体：乳用牛54戸、肉用牛28戸、養豚58戸、養鶏7戸の各戸1点、馬のみ1戸3点、耕種たい肥：18戸各1点

2 処理方式の区分²⁾

たい肥舎、開放型たい肥化施設、密閉型たい肥化施設

3 成分分析法等

1) 成分分析³⁾

NおよびC/Nを乾式燃焼法(NC-1000、住化分析センター)で、P₂O₅をモリブデン青法により分光光度計で、K₂O・Ca・MgO・Cu・Znを原子吸光法(AA-6650、島津製作所)で測定した。

pH・ECは、現物：DW=1:10抽出で測定した。

表1 持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律の第2条の1(土壌改善に関する技術)の区分

C/N	持続農業法(県技術マニュアル)	たい肥の利用目的
30以上	たい肥等施用技術*(土づくり)	土壌改良材型
10以上30未満	たい肥等施用技術*(肥料代替)	土づくり兼肥料型
10未満	対象外	肥料型

2) 腐熟度判定法

腐熟度の判定には、コマツナの発芽試験⁴⁾および酸素消費量⁵⁾(コンポテスター・富士平工業)を測定した。

コマツナの発芽試験は、外観評価を採用した⁴⁾。50粒を供試し、葉・根・細根を確認したものを5点、葉・根を確認したものを4点、葉あるいは根どちらか一方を確認したものを3点、芽を切ったものを2点、未発芽を1点とし各粒数を乗じて加重平均をし外観評価の点数とする。

酸素消費量は3 μg/min/g以下であれば、散布後に急激に分解することはないとされている⁵⁾。

4 肥料成分の1kgあたり単価およびたい肥の肥料価値の算出方法

平成16年農業物価指数⁶⁾から、窒素およびリン酸質肥料のうち最も流通量の多い硫酸と溶りんを基準に全国平均価格を用いて下記のとおり試算する。

- ・肥料成分単価(円/kg)
= 全国平均単価(円/袋)
÷ (化学肥料重量(kg/袋) × 保証量%)
- ・たい肥現物 1 tあたりの肥料価値(円/t)
= 現物中成分% × 1,000kg
× 肥料成分単価(円/kg)

結果および考察

1 家畜ふんたい肥・耕種たい肥の成分含有率および利用率

各畜種由来別の分析結果は表2のとおりであった。全家畜ふんたい肥の成分含有率平均値は、耕種たい肥にくらべK₂O(p<0.01)およびMgO(p<0.05)が有意に高かった(表2)。土壌改良効果の指標になるC/Nおよび肥料成分(N, P₂O₅)については、有意差はなかった(表2)。

畜種別に見ると耕種たい肥の平均値に比べ牛ふんたい肥・馬ふんたい肥のC/Nは耕種たい肥より高く土づくり的特性が強い。豚ふんたい肥・鶏ふんたい肥はC/Nが低く肥料の特性が強かった。

C/N30以上の「土壌改良材型」は耕種たい肥6%・家畜ふんたい肥5%と少なく、C/N30未満のたい肥が家畜ふんたい肥では95%・耕種たい肥では94%であった。ともに化学肥料の削減が可能なのが大部分を占めた(図1)。

牛ふんたい肥は、乳用牛・肉用牛ともに全てのたい肥が「たい肥等施用技術」に該当した。「土づくり兼肥料型(C/N10以上30未満)」が、乳牛ふんたい肥で93%、肉用牛ふんたい肥で89%であった。

一方、豚ふんたい肥・鶏ふんたい肥にはC/N30以上の「土壌改良材型」はなく、C/N10未満であり「たい肥等施用技術」に該当しない肥料の特性がきわめて強いものが、それぞれ16%・29%存在した。

表2 耕種農家が生産したたい肥および家畜ふんたい肥の成分分析結果(水分・pH・ECは現物中, 他は乾物中)

畜種 (検体数)	水分 %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Cu mg/kg	Zn mg/kg	C/N	pH	EC mS/cm	
耕種 (18)	平均	40.6	2.9	2.5	1.4	3.9	0.9		14.8	7.3	2.7	
	S.D.	18.5	1.7	1.8	1.0	5.4	0.4		5.9	1.3	2.2	
家畜ふんたい肥 (150)	平均	45.3	3.0	3.5	2.5	1.6	1.2		17.4	8.4	3.8	
	S.D.	18.9	1.1	2.5	1.2	2.6	0.6		6.1	0.8	1.9	
乳用牛 (54)	平均	55.8	2.5	2.0	2.4	1.1	1.0		19.2	8.6	3.1	
	S.D.	14.4	0.7	1.0	1.3	0.6	0.4		6.0	1.4	2.0	
肉用牛 (28)	平均	48.7	2.3	2.3	2.3	0.5	0.8		22.4	8.2	3.4	
	S.D.	16.0	0.6	0.9	1.0	0.6	0.3		7.0	0.8	1.6	
豚 (58)	平均	35.8	3.7	5.2	2.6	1.5	1.5	225	600	13.8	8.2	4.4
	S.D.	18.8	1.1	2.7	1.2	0.6	0.7	145	325	3.9	0.8	1.8
養鶏 (7)	平均	30.1	3.4	6.1	3.9	9.9	1.5		415	12.9	8.9	5.6
	S.D.	14.7	1.6	3.2	1.6	8.2	0.7		202	4.4	0.9	1.7
馬 (3)	平均	45.4	1.7	0.9	1.4	1.6	0.4			18.3	8.4	3.4
	S.D.	10.2	0.2	0.1	0.4	2.3	0.1			1.0	0.5	0.8

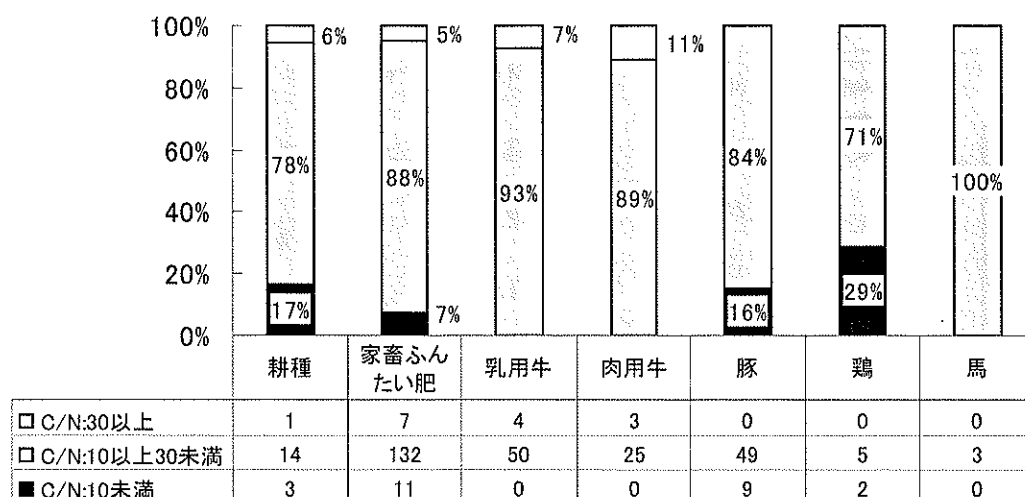


図1 家畜ふんたい肥等における各C/N区分の占める割合(単位：分析点数)

2 家畜ふんたい肥の畜種および処理方式の違いによる特性

1) 牛ふんたい肥の特性

牛ふんたい肥の各処理方式における成分含有率は表3のとおりであった。

乳牛ふんたい肥では、開放型たい肥化施設処理はたい肥舎・密閉型に比べ有意にK₂Oが高かった(p<0.01)(図2)。開放型たい肥化施設の水分蒸散能力を期待した尿の混入割合の増加や戻したい肥の利用による蓄積等が原因として推測される。

牛ふんたい肥全体では現物中K₂O含有率とECは非常に高い相関があり、K₂O過剰が懸念される場合には、ECの測定により簡易にK₂O含有率を推定できることがわかった(図3, 表4)。乳牛ふん・開放型処理であることが

わかっているたい肥では、 $y=0.4701x-0.1557$ でK₂Oが推定できる。

肉用牛では27戸/28戸がたい肥舎で処理を行っており、たい肥舎での処理が中心であった。

表3 牛ふんたい肥の処理方式による成分分析値の違い(水分・pH・ECは現物中, 他は乾物中)

畜種 (検体数)		水分 %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	C/N	pH	EC mS/cm
乳用牛										
たい肥舎 (29)	平均	58.9	2.6	2.1	1.9	1.1	0.8	17.8	8.4	2.7
	S.D.	13.3	0.7	1.1	0.9	0.7	0.3	4.6	0.9	1.6
開放型 (17)	平均	47.8	2.5	2.0	3.6	1.0	1.2	20.8	9.1	4.5
	S.D.	15.0	0.6	0.9	1.3	0.5	0.5	5.7	0.5	2.2
密閉型 (3)	平均	53.1	2.3	1.4	2.2	1.3	1.0	26.0	9.0	2.6
	S.D.	4.5	0.4	0.4	0.3	0.7	0.3	3.2	0.1	0.5
肉用牛										
たい肥舎 (27)	平均	49.1	2.3	2.4	2.3	0.6	0.9	22.4	8.2	3.3
	S.D.	16.1	0.6	0.9	1.0	0.6	0.3	7.1	0.8	1.6

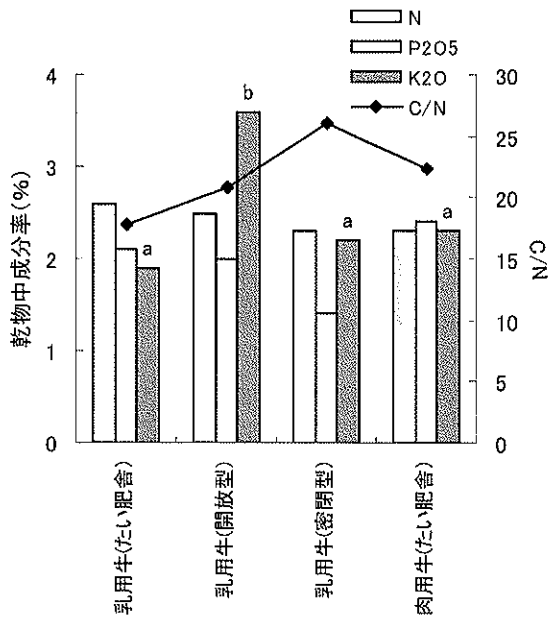


図2 牛ふんたい肥の乾物中成分率
(異符号間に有意差有り:p<0.05)

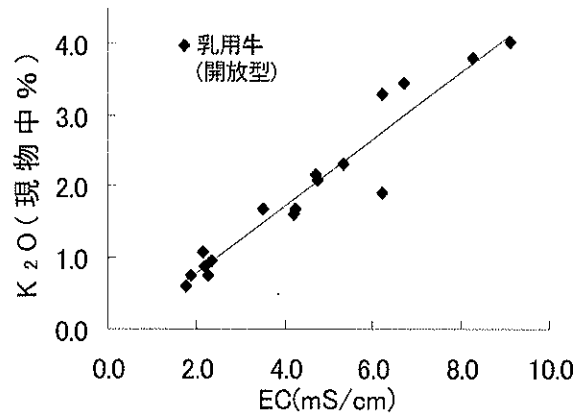


図3 牛ふんたい肥の現物中K₂O%とECの相関

表4 牛ふんたい肥の現物中K₂O%とECの相関

乳用牛	たい肥舎	開放型	密閉型	肉用牛	全牛ふん
	$y=0.1787x+0.2684$	$y=0.4701x-0.1557$	$y=0.4541x-0.1644$	$y=0.4004x-0.1298$	$y=0.3953x-0.1244$
	$r=0.75^{**}$	$r=0.96^{**}$	$r=0.99$	$r=0.92^{**}$	$r=0.88^{**}$
	$n=29$	$n=17$	$n=3$	$n=27$	$n=76$

** : p<0.01

2) 豚ふんたい肥の特性

豚ふんたい肥の各処理方式における成分含有率は、表5のとおりであった。

水分率は密閉型<開放型<たい肥舎の順に有意に高くなり、Nはたい肥舎<開放型<密閉型の順に高くなった(表5, 図4)。よって、たい肥舎<開放型<密閉型の順に肥料の特性が強いと見える。

また、豚ふんたい肥・開放型処理区では、

牛ふんたい肥のように開放型処理区でK₂Oが突出して高くなる傾向は見られなかった。現物中K₂O含有率とECの相関は牛ふんたい肥・開放型処理区ほど強くなく、ECはK₂Oの簡易推定には適さないと思われる(表6)。

表5 豚ふんたい肥の処理方式による成分分析値の違い(水分・pH・ECは現物中, 他は乾物中)

処理方式 (検体数)	水分 %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Cu mg/kg	Zn mg/kg	C/N	pH	EC mS/cm
たい肥舎 (28)	平均 46.1	3.5	4.5	2.0	1.3	1.2	186	495	14.3	8.0	3.8
	S.D. 20.1	1.1	2.3	1.1	0.5	0.6	104	248	3.6	0.8	1.9
開放型 (15)	平均 30.3	3.8	6.3	3.2	1.6	1.9	270	731	14.0	8.5	4.5
	S.D. 13.1	1.0	3.5	1.3	0.5	0.9	211	457	4.6	0.8	1.5
密閉型 (15)	平均 22.2	4.2	5.5	2.9	1.7	1.7	254	664	12.5	8.4	5.4
	S.D. 4.8	0.9	1.6	0.5	0.7	0.7	111	224	3.2	0.6	0.9

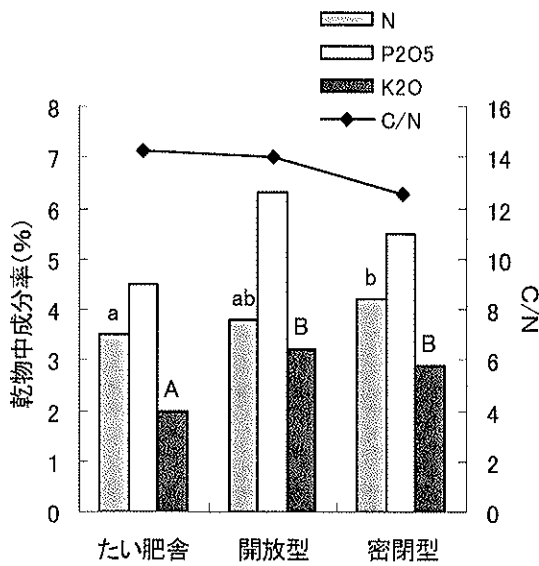


図4 豚ふんたい肥の乾物中成分率
(同一成分の異符号間に有意差有り：p<0.05)

表6 豚ふんたい肥の現物中K₂OとECの相関

たい肥舎	$y=0.3735x-0.1956$	$r=0.78^{**}$	$n=28$
開放型	$y=0.3989x+0.4409$	$r=0.59^*$	$n=15$
密閉型	$y=0.1884x+1.2603$	$r=0.37^{**}$	$n=15$
全豚ふん	$y=0.4144x-0.0654$	$r=0.72^{**}$	$n=58$

**：p<0.01，*：p<0.05

3) 畜種による腐熟度の違い(図5)

牛ふんたい肥の腐熟度に関する項目の結果は図5のとおりであり、酸素消費量が3 μg/min/g以下、かつ、発芽試験で対照区以上の評価を得たものは、6点/16点であった。

豚ふんたい肥の腐熟度に関する項目の結果は図5のとおりであり、酸素消費量が3 μg/min/g以下、かつ、発芽試験で対照区以上の評価を得たものは、測定した13点中には存在しなかった。発芽試験値(外観評価)と酸素消費量には、負の相関がみられた。

牛ふんたい肥と豚ふんたい肥の腐熟度を比較すると、牛ふんたい肥の方が発芽試験値(外観評価)がよく、酸素消費量が低かった(p<0.01)。牛ふんたい肥は豚ふんたい肥より腐熟度が高いといえる。

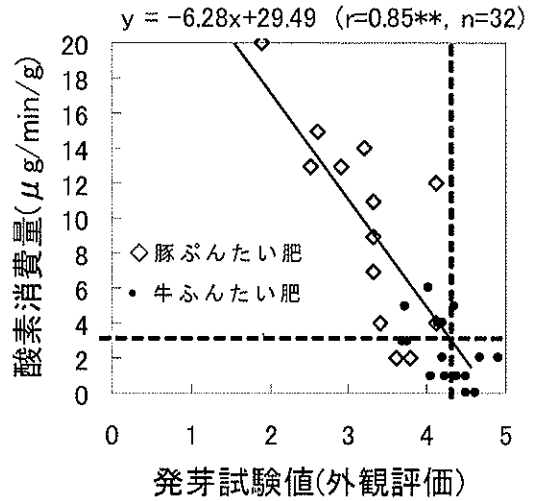


図5 発芽試験と酸素消費量の分布
(発芽試験対照区平均：4.3)

3 家畜ふんたい肥の肥料的価値

化学肥料の肥料成分(窒素・リン酸)1 kgあたりの単価を試算すると、全窒素は1 kgあたり164円、リン酸は1 kgあたり303円となる(表7)。

家畜ふんたい肥の現物中成分含有率を算出し、上記の単価を乗じてたい肥現物1 tの肥料的価値を試算した(表8)。C/N10未満の豚ふんたい肥が25,435円/tで最も高く、C/N10~30の牛ふんたい肥が4,531円/tで最も低くなった。

なお、たい肥に含まれる肥料成分を全て肥料的価値に換算した。施用した年に肥効として現れる部分と、翌年度以降への残効を含め試算している。

茨城県内で流通している家畜ふんたい肥の中心価格帯は1,000~3,000円/現物1 tであり、全体の48%を占めている(表9)⁷⁾。試算した家畜ふんたい肥の肥料的価値は流通価格より高く、化学肥料に比べ安価な肥料であると推定できる。

表7 肥料成分あたりの単価

	N	P ₂ O ₅
化学肥料①	硫安20kg/袋	溶リン20kg/袋
保証量②	21%	20%
肥料含量 ③=①×②	4.2kg	4.0kg
1袋あたり全国平均価格④	688円/袋	1,213円/袋
肥料成分1kgあたり単価⑤	164円/kg	303円/kg

④=平成16年農業物価指数より

⑤=④÷③

表8 たい肥現物1tの肥料的価値

(単位:円/t)

	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	計
乳用牛(C/N:10-30)	1,804	(1.1%)	2,727	(0.9%)	-(0.9%)	4,531
肉用牛(C/N:10-30)	2,132	(1.3%)	3,939	(1.3%)	-(1.3%)	6,071
豚(C/N:10-30)	3,608	(2.2%)	8,484	(2.8%)	-(1.5%)	12,092
豚(C/N:10未満)	5,740	(3.5%)	19,695	(6.5%)	-(2.7%)	25,435
鶏(C/N:10-30)	2,952	(1.8%)	12,726	(4.2%)	-(2.4%)	15,678
鶏(C/N:10未満)	5,904	(3.6%)	13,332	(4.4%)	-(3.4%)	19,236

() は、たい肥現物中含率

たい肥現物 1 t あたりの肥料的価値(円/t) = 現物中成分% × 1,000kg × 肥料費単価(円/kg)

表9 茨城県内におけるたい肥の販売価格⁶⁾

(単位:円/現物 1 t)

t当たり価格	乳用牛	肉用牛	豚	鶏	その他	計
1,000円未満	1	5		1		7
1,000~3,000円	13	15	24	7	2	61
3,000~5,000円	4	4	10	1		19
5,000~10,000円	1	3	19	3		26
10,000~20,000円	2		3	4		9
20,000円以上			2	2		4
計	21	27	58	18	2	126

参考文献

- 1) 茨城県(2005), 茨城県持続性の高い農業生産方式の導入に関する指針, p119
- 2) 中央畜産会(2000), たい肥化施設設計マニュアル, p33
- 3) 財団法人日本土壌肥料協会(2000), たい肥等有機物分析法
- 4) 農林水産技術会議事務局(2004), 家畜ふんたい肥の品質評価・利用マニュアル, p23-24
- 5) 財団法人畜産環境整備機構(2005), たい肥の品質実態調査報告書, p7

6) 農林水産省大臣官房統計部(2005), 平成16年農業物価指数, P13

7) 小舩恵二(2005), 茨城県農業総合センター専技情報No.26「県内で作成されたたい肥マップについて」