

家畜ふんたい肥の高度利用に関する研究
(腐植酸を指標とした家畜ふんたい肥の土づくり効果の検討)

大林康信・眞部幸子¹⁾・井上雅美²⁾

Research on advanced use for domestic animal excrement compost
(Examination of effect of soil-making of domestic animal excrement compost
when humus acid is assumed to be index)

Yasunobu OBAYASHI, Sachiko MANABE and Masami INOUE

要 約

茨城県内で生産された家畜ふんたい肥及び液状コンポストを用いてたい肥等の腐植酸含量等を土づくり効果の指標として活用しながら家畜ふんたい肥の価値向上と土作り効果の明確化をねらった試験を実施した。家畜ふんたい肥の団粒形成効果については、畜種によって効果に違いが見られた。液状コンポストでは、団粒形成効果と土壌CECの増加が確認出来たが、土壌や液状コンポストの成分によって効果に違いが見られた。

キーワード：家畜ふんたい肥，液状コンポスト，腐植酸，団粒形成，CEC

緒 言

家畜ふんたい肥の利用促進に関する研究（H16～H18）^{1),2)}により，県内で流通する家畜ふんたい肥の肥料成分及びC/N（炭素率）が明らかになった。C/Nが10以上30未満のものが全体の80%を占め，家畜ふんたい肥が土壌改良材と有機質肥料の中間的な性質を持つことがわかった。

これまでは，土壌改良効果の指標としてC/Nが用いられてきたが，C/Nはオガクズ等水分調整材の投入によって増減する。オガクズは分解しづらく，オガクズ入りたい肥の施用を嫌う耕種農家が多い。

腐植酸は，土壌の団粒構造の形成や保肥力を高める働きがあり，土づくり効果の指標として活用できる可能性がある。腐植酸を分析することで家畜ふんたい肥の商品価値の向上と，土づくり効果の明確化をねらって試験を実施した。

材料および方法

1 牛ふんたい肥の腐植化度の解明及び団粒形成に与える影響の検討

- 1) 現所属：茨城県畜産課
- 2) 現所属：茨城県南農林事務所

1) 県内で生産された乳牛ふんたい肥16点のC/Nおよび腐植酸含量・腐植酸のC/Nの測定を行った。腐植酸の抽出は，土壌改良資材品質表示基準に従った。³⁾

抽出した腐植酸のRF（相対色度）および ΔLogK （色調係数）を測定し，熊田法⁴⁾に基づき腐植酸の分類を行った。

2) C/Nの異なる2つの乳牛ふんたい肥（C/Nは12および25，各0.4g）を黒ボク土（風乾土23.1g）に添加し，畑状態保温静置法⁵⁾（30℃，2週間）により培養した。たい肥無添加区を対照区とし，同様に培養した。

培養土壌を2mm・1mm・0.5mm・0.25mmの篩を用いて水中篩別し（水中浸漬1分・上下振とう30回/分・5分間），乾燥後重量を測定して団粒分画区分率とした⁵⁾。

2 家畜ふんたい肥の連用が土壌の腐植化度等に与える影響の検討

1) 試験区

表1のとおり

2) 土壌のC/NおよびCECを測定した。

3) 土壌から0.1MNaOH・0.1MNa₄P₂O₇の1:1混合液で腐植物質を抽出し，36N硫酸で沈殿，希硫酸（1+1000）で洗浄し腐植酸を得た。熊田法⁴⁾

表1 試験区

試験区	たい肥施用量	備 考
化学肥料区	なし	
牛ふんたい肥定量区	3.5t/10a/年	毎年1回春施用
牛ふんたい肥50%代替区	約9t/10a/年	毎作ごとに化学肥料代替率50%・肥効率30%で施肥設計する。
鶏ふんたい肥定量区		
鶏ふんたい肥50%代替区	0.9t/10a/年 約1.3t/10a/年	毎年1回春施用 毎作ごとに化学肥料代替率50%・肥効率60%で施肥設計する。

- ・各区ごとに施用1～5年目区の土壌を採取する。5試験区×施用年数=計25点
- ・作付けは、夏作(トウモロコシ)と秋冬作(キャベツ・ハクサイ)の年2作
- ・オガクズ牛ふんたい肥N-P₂O₅-K₂O=0.6-0.7-1.5、鶏ふんたい肥N-P₂O₅-K₂O=2.5-6.5-4.4(現物%)等

に基づきRFおよびΔLogKを測定し、腐植化度を分類した。さらに、重量法により腐植酸量を測定した。

3 液状コンポストの土づくり効果の検討

1) 液状コンポストの腐植化度の解明

(1) 平成20年度に県内で生産された液状コンポスト3点の成分分析を行った。分析項目は、SS量・全窒素量・全リン酸量・全カリ量・大腸菌数・全炭素量・腐植酸炭素量・フルボ酸炭素量・腐植化度とした。

(2) 腐植酸の抽出は、液状コンポスト1.5mlに1NNaOHを100μlを加え、攪拌後遠心(14,300rpm,10分)し上澄みを得る。上澄みに濃硫酸を数滴加え攪拌し1晩静置し、遠心(14,300rpm,10分)して、上澄みをフルボ酸分画・沈殿物を腐植酸分画とした。

(3) 腐植化度の分類は、熊田法⁹⁾に従った。腐植酸は、0.1N NaOH溶液で溶解し、適宜0.1N NaOH溶液で希釈して400nm,600nmの吸光度を測定した。溶液中の有機炭素量は重クロム酸カリウム-硫酸混液を用いた比色法⁹⁾により測定した。

2) 液状コンポストが土壌のCEC及び団粒形成に与える影響の検討

(1) 県内農家で生産された液状コンポスト3点を供試した。100mlのUMビンに2mmの篩でふるった山砂または黒ボク土の風乾土を20g入れ、液状コンポストを5ml添加し、ポリエチレンフィルムで蓋をして、蒸留水で最大容水量の60%に調整しながら30℃で2週間培養し

た。培養終了後、試料を40℃で24時間風乾し分析材料とした。

(2) 対照区は蒸留水を添加し、CECは簡易バッチ法により測定した。

(3) 団粒形成は、団粒分析装置(DIK-2001)を用い水中篩別法で測定した。振幅幅3.8cm・上下動30回/分で行った。篩は2mm・1mm・0.25mmを用いた。培養後の土壌を4mmの篩にかけ、団粒分析を行った。⁵⁾

4 豚ふんたい肥及び鶏ふんたい肥の団粒形成に与える影響の検討

1) 県内農家で生産されたたい肥各6点を供試した。対照区はたい肥無添加とした。

2) 供試たい肥の成分分析を行った。分析項目は、水分・pH・EC・全炭素量・全窒素量・炭素率(C/N)・一般成分とした。

3) 100ml容のUMビンに2mmの篩でふるった黒ボク土の風乾土(23.1g)を入れ、豚ふんたい肥、鶏ふんたい肥を0.4g添加した。ポリエチレンフィルムで蓋をして、蒸留水で最大容水量の60%に調整しながら30℃で2週間培養後、風乾し分析材料とした。⁵⁾

4) 団粒形成は団粒分析装置(DIK-2001)を用い水中篩別法により測定した(振幅幅3.8cm上下動30回/分)。篩は2mm・1mm・0.5mm・0.25mmを用いた。⁵⁾

結 果

1 乳牛ふんたい肥の腐植化度の解明及び団粒形成に与える影響の検討

1) 乳牛ふんたい肥のC/Nが高いほど、有機物中の腐植酸割合が低くなった(図1)。

乳牛ふんたい肥のC/Nの平均値は21.6(sd=6.8), 腐植酸のC/Nの平均値は10.4(sd=1.1)であり, 腐植酸C/Nとたい肥のC/Nとの相関は認められなかった(図2)。

乳牛ふんたい肥の腐植酸は, すべてRp型であった(図3)。

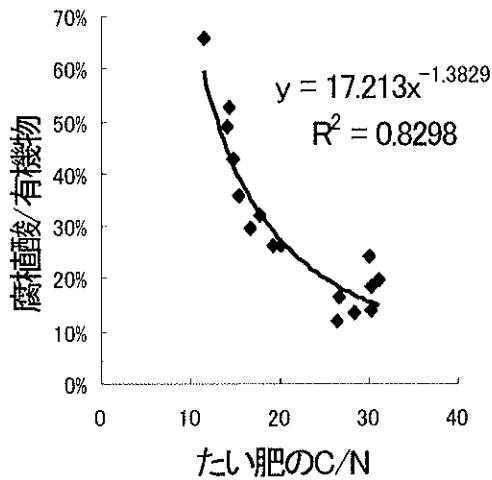


図1 乳牛ふんたい肥のC/Nと腐植酸含量

2) 乳牛ふんたい肥を黒ボク土に添加すると, 対照区に比べC/N=12たい肥区では0.5mm以上の団粒分画が有意に増加し, たい肥添加により団粒形成が促進された。C/N=25たい肥区では対照区に比べ0.5~1.0mmの分画が有意に増加した。C/Nの低いたい肥は, C/Nの高いたい肥に比べ団粒形成を促進する傾向がみられた(図4)。

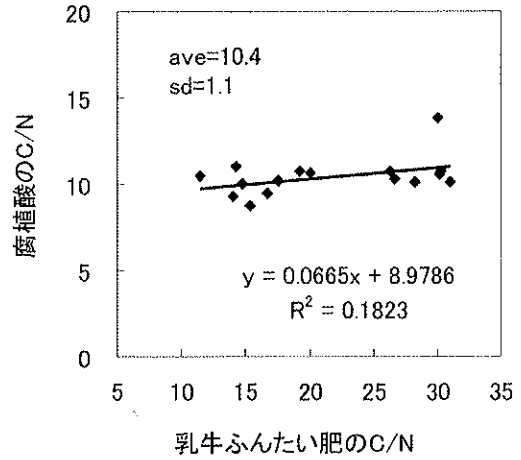


図2 乳牛ふんたい肥の腐植酸のC/N

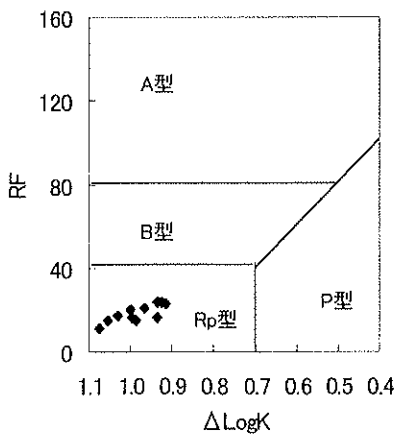


図3 乳牛ふんたい肥の腐植酸の分類型

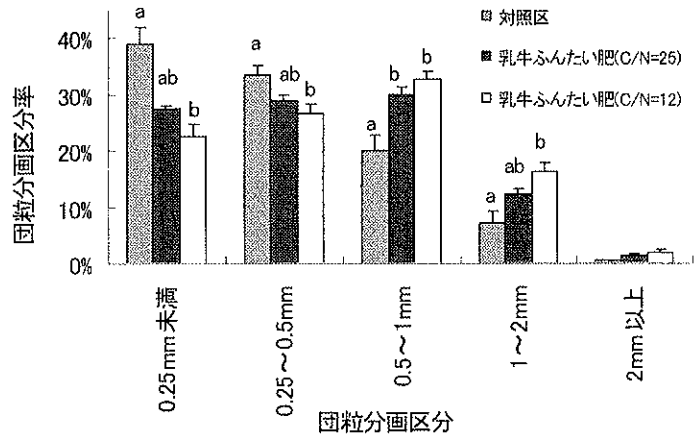


図4 牛ふんたい肥による畑状態保温静置法(2週間・30℃)における黒ボク土の団粒形成効果

2 家畜ふんたい肥の連用が土壌の腐植化度等に与える影響の検討

1) 家畜ふんたい肥連用土壌のC/Nは, 施用1年目が最も高く, 順に低くなり3年目を以降安定した(図5)。

2) 土壌のCECは化学肥料区<鶏ふんたい肥50%代替区<牛ふんたい肥50%代替区=鶏ふんたい肥定量区=牛ふんたい肥定量区(Tukey法:p<0.05)で高くなり, たい肥施用による保肥力の向上と, 土壌中炭素の増加が確認できた(図

- 6)。
 3) 土壌の腐植化度はすべてA型であった(図7)。
 4) 土壌中の腐植酸量は化学肥料区に比べ増加する傾向があるが、鶏ふんたい肥50%代替区

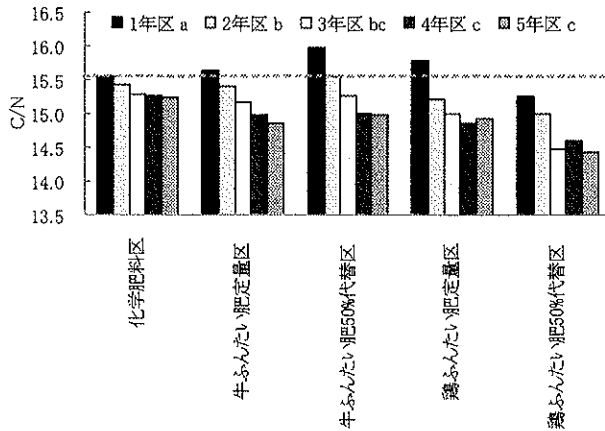


図5 家畜ふんたい肥連用土壌のC/Nの変化

のみ増加しなかった。

牛ふんたい肥区では、施用量に応じた腐植化度の低下や腐植酸の増加が確認できたが、鶏ふんたい肥区では一定の傾向がみられなかった(図8)。

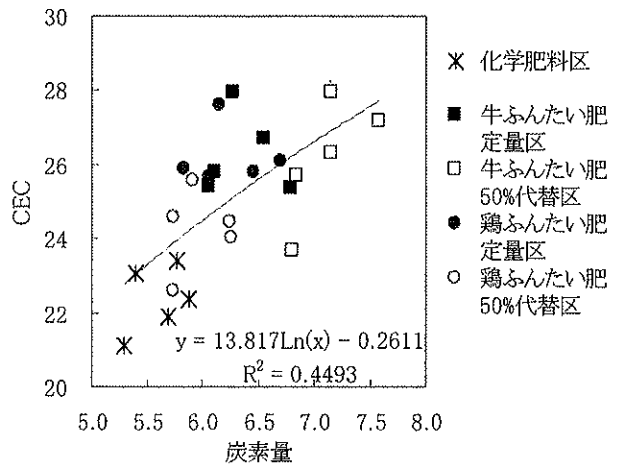


図6 家畜ふんたい肥施用土壌の炭素量とCEC

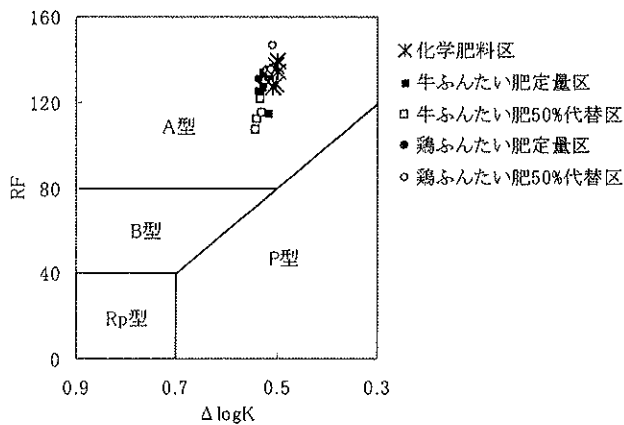


図7 家畜ふんたい肥連用土壌の腐植化度

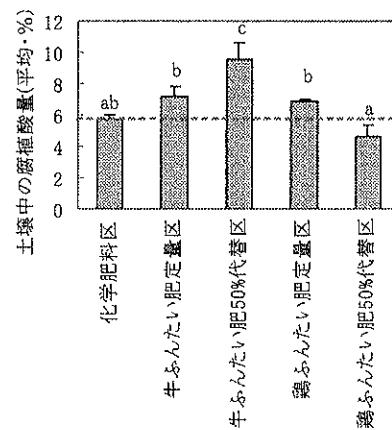


図8 家畜ふんたい肥連用土壌の腐植酸量

3 液状コンポストの土づくり効果の検討

- 1) 液状コンポストの腐植化度の解明
 (1) 液状コンポストの成分値を表2に示す。
 SSが高いものほど、全炭素量が多い傾向がみられた。
 また、腐植酸炭素に比べフルボ酸炭素の方が多かった。
 (2) 液状コンポストの腐植酸の腐植化度は、Rp型またはP型であった(図9)。
 (3) 液状コンポストのフルボ酸の腐植化度は、

RF(相対色度)が最大で2.2と著しく低い。

- 2) 液状コンポストが土壌のCEC及び団粒形成に与える影響の検討
 (1) 液状コンポスト(試料A, B, C)の成分値及び腐植化度および供試土壌の腐植化度を示す(表3, 図10)。黒ボク土の腐植化度はA型、山砂はP型、液状コンポストはRp型に分類された。
 (2) 山砂に液状コンポストを添加・培養しても、土壌CEC(陽イオン交換容量)の変化は

確認できなかった。しかし、黒ボク土に液状コンポストを添加した場合、炭素量が多い試料A・Bで土壌CECの増加が確認できた(図11, $p < 0.01$)。

(3) 山砂に液状コンポストを添加・培養すると、粒径ごとの対照区の団粒形成率を比較した場合、2mm以上区・1~2mm区で団粒形成率の増加が確認できた(図12, $p < 0.05$, $p < 0.01$)。

表2 県内で生産された液状コンポストの成分値等

サンプル	SS mg/L	大腸菌群数 個/ml	全炭素 mg/L	腐植酸炭素 mg/L	フルボ酸炭素 mg/L	T-N mg/L	T-P ₂ O ₅ mg/L	T-K ₂ O mg/L
No.1	76,000	<300	17,850	873	2,926	24,000	7,500	3,493
No.2	28,000	110,000	14,860	853	3,533	17,250	1,600	3,252
No.3	21,000	1,000	10,450	759	1,657	11,125	5,940	3,975
No.4	12,000	1,000	9,220	524	3,033	8,000	260	4,337
No.5	12,000	<300	5,600	363	887	2,050	2,350	4,337
No.6	5,100	0	2,550	443	667	7,300	420	3,012
No.7	2,700	0	1,640	449	613	2,880	300	1,084
No.8	2,020	0	1,560	285	400	2,930	500	4,096
No.9	2,000	0	1,280	225	427	4,185	270	964
No.10	1,670	0	600	49	400	1,818	250	843
No.11	1,530	1,927	840	83	427	683	489	580
No.12	910	0	610	43	373	1,703	580	1,325
No.13	370	500	680	78	400	1,055	340	1,566
No.14	150	0	620	75	560	3,765	180	4,698

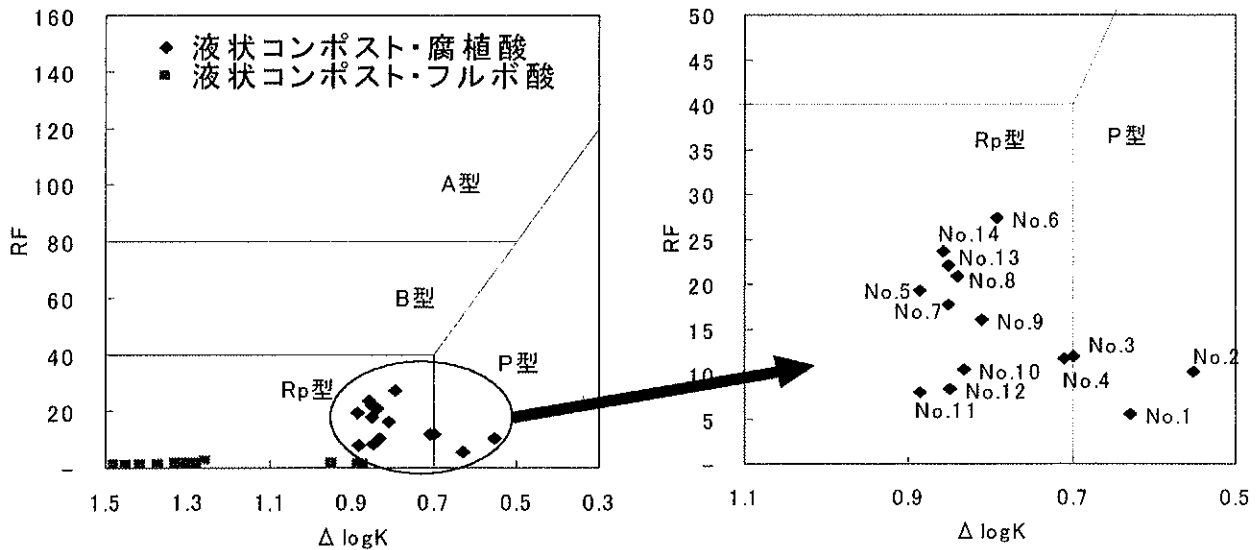


図9 液状コンポストの腐植化度

表3 液状コンポストの成分値

(単位：mg/L)

	全炭素	腐植酸炭素	フルボ酸炭素	T-N	T-P ₂ O ₅	T-K ₂ O
試料A	9,244	625	872	3,358	254	3,638
試料B	7,040	465	723	1,704	293	3,618
試料C	660	40	273	1,374	100	976

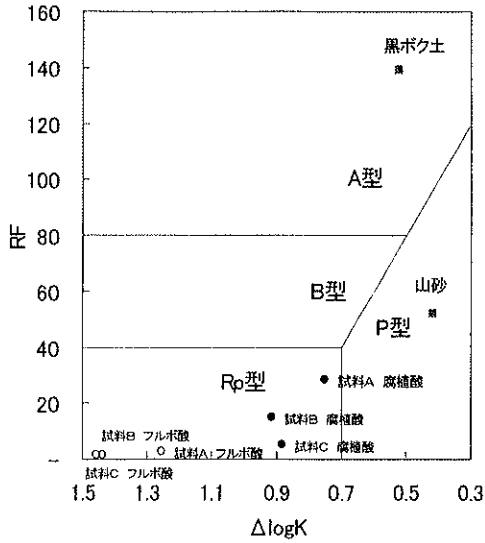


図10 液状コンポストおよび供試土壌の腐植化度

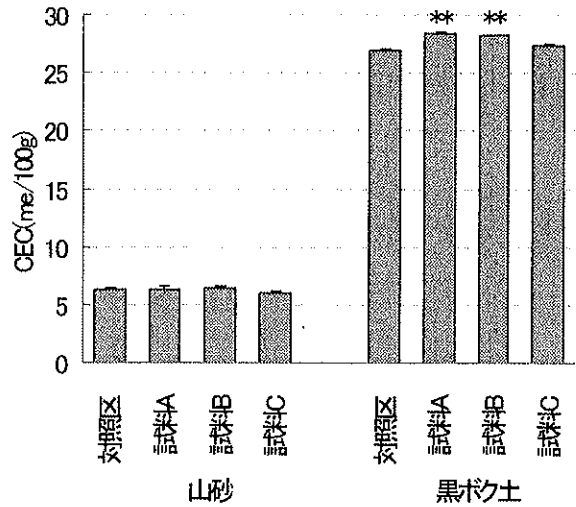


図11 液状コンポストが培養土壌に与えるCECの変化

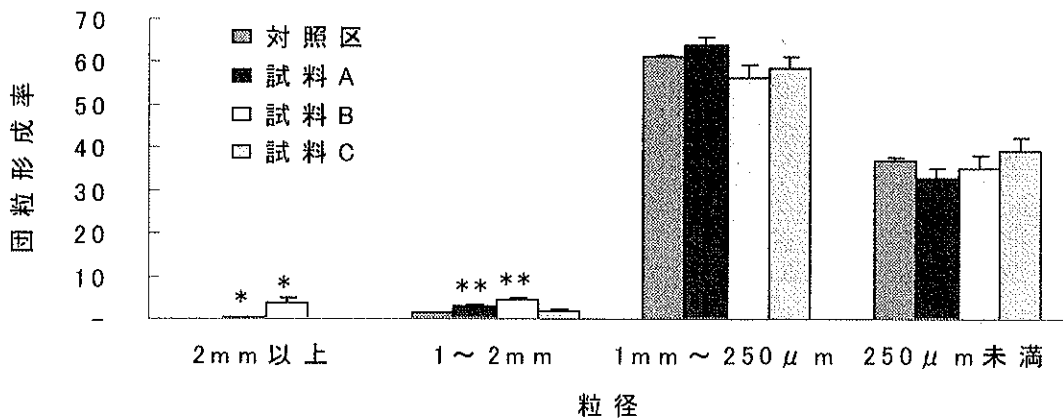


図12 液状コンポストが山砂の団粒形成に与える影響(山砂)

4 豚ふんたい肥及び鶏ふんたい肥の団粒形成に与える影響の検討

- 1) 豚ふんたい肥の成分分析結果を表4に示す。C/Nが低いたい肥 (No 1 ~ 3) と高いたい肥 (No 4 ~ 6) において、pH, EC, 一般成分に特徴的な差はみられなかった。
- 2) 鶏ふんたい肥の成分分析結果を表5に示す。C/Nが低いたい肥 (No 1 ~ 3) と高いたい肥 (No 4 ~ 6) において、同様にpH, EC, 一般成分に特徴的な差はみられなかった。
- 3) 豚ふんたい肥を黒ボク土に添加して団粒分画区分を調査した結果、C/Nの低いたい肥 (C/N10以下) と高いたい肥区 (C/N15以上) では分画区分割合に危険率5%水準で差は

みられなかった。また、対照区にくらべ2mm ~ 1mm, 0.5~0.25mmの分画区分において分画区分割合が減少した。(表6)。

- 4) 鶏ふんたい肥を黒ボク土に添加して団粒分画区分を調査した結果、豚ふんと同様にC/Nの低いたい肥 (C/N10以下) と高いたい肥区 (C/N10以上) では分画区分割合に危険率5%水準で差はみられなかった。対照区にくらべ2mm ~ 1mm, 0.5~0.25mmの分画区分において割合が減少した(表7)。

表4 豚ふんたい肥の成分分析結果

サンプル	水分 %	pH	EC (ms/m)	T-N (%)	T-P ₂ O ₅ (%)	T-K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	炭素率
No 1	51.2	6.5	0.7	3.2	6.1	0.6	2.1	1.5	8.9
No 2	32.5	8.9	2.8	4.5	5.0	3.2	1.9	2.3	8.1
No 3	44.0	8.3	3.2	3.7	3.9	2.7	1.7	2.9	9.1
No 4	70.4	8.9	0.8	2.2	4.9	1.4	2.9	2.9	18.8
No 5	67.4	9.1	0.9	3.3	1.1	1.2	2.0	0.4	15.8
No 6	37.6	8.9	5.1	2.4	3.9	3.3	1.4	2.3	15.3
平均	50.6	8.4	2.2	3.2	4.2	2.1	2.0	2.0	12.7
標準偏差	15.6	1.0	1.8	0.8	1.7	1.1	0.5	0.9	4.5

※ T-N・T-P₂O₅・T-K₂O・CaO・MgOは乾物中の値

表5 鶏ふんたい肥の成分分析結果

サンプル	水分 %	pH	EC (ms/m)	T-N (%)	T-P ₂ O ₅ (%)	T-K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	炭素率
No 1	19.8	7.1	4.3	6.1	2.9	2.9	1.2	21.2	6.6
No 2	26.1	8.6	5.2	5.1	3.3	3.8	1.3	17.3	7.4
No 3	19.0	6.0	6.2	4.1	4.4	4.5	20.4	2.8	7.5
No 4	35.9	8.0	6.0	4.6	2.1	3.2	5.3	1.1	9.9
No 5	40.7	9.3	2.3	3.9	4.0	3.1	2.2	2.9	10.0
No 6	9.9	8.3	5.5	2.4	5.7	3.9	22.4	2.4	12.6
平均	25.2	7.9	4.9	4.4	3.7	3.6	8.8	8.0	9.0
標準偏差	11.5	1.2	1.4	1.2	1.3	0.6	9.9	8.8	2.3

※ T-N・T-P₂O₅・T-K₂O・CaO・MgOは乾物中の値

表6 豚ふんたい肥を添加して培養した黒ボク土の団粒分画区分割合

サンプル	2mm以上 (%)	2~1mm (%)	1~0.5mm (%)	0.5~0.25mm (%)	0.25mm以下 (%)
対照区	0.1	21.0	21.8	30.1	26.9
No 1	0.1	18.8	18.8	24.6	31.1
No 2	0.1	15.2	15.2	25.7	34.1
No 3	0.1	12.8	12.8	24.0	53.4
No 4	0.1	19.7	19.7	23.1	31.8
No 5	0.1	14.0	14.0	23.2	40.0
No 6	0.1	17.5	17.5	23.3	35.5
平均	0.1	16.3	16.3	24.0	37.6
標準偏差	0.0	2.5	2.5	0.9	7.6

表7 鶏ふんたい肥を添加して培養した黒ボク土の団粒分画区分割合

サンプル	2mm以上 (%)	2~1mm (%)	1~0.5mm (%)	0.5~0.25mm (%)	0.25mm以下 (%)
対照区	0.1	21.0	21.8	30.1	26.9
No 1	0.1	15.3	24.0	25.4	35.2
No 2	0.1	17.6	26.7	23.4	32.2
No 3	0.1	15.8	26.1	24.3	33.7
No 4	0.1	18.3	26.6	23.9	31.1
No 5	0.1	17.0	25.4	23.9	33.6
No 6	0.1	15.7	23.6	26.2	34.4
平均	0.1	16.6	25.4	24.5	33.3
標準偏差	0.0	1.1	1.2	1.0	1.4

考 察

乳牛ふんたい肥を黒ボク土に添加すると、団粒形成を促進する傾向がみられたが、豚ふんたい肥及び鶏ふんたい肥については団粒形成を促進する傾向は見られなかった。

これは従来からいわれている牛ふんたい肥は土づくり効果が高いということを裏付けるものと考えられるが、乳牛ふんたい肥は手動により水中篩別した成績であり、団粒分析装置で水中篩別した豚ふんたい肥及び鶏ふんたい肥とは水中浸漬時間、上下振とう時間等条件が異なる。

今後、条件をそろえた試験を実施して比較する必要があると思われた。

家畜ふんたい肥連用土壌のC/Nが、施用1年目が最も高く、順に低くなり3年目以降安定したのは、土壌中の残存窒素の影響と推測された。

家畜ふんたい肥の連用が土壌の腐植化度等に与える影響の試験において実施した土壌の腐植化度はすべてA型であったが、化学肥料区に比べたい肥施用区で腐植化度が低下するのは、たい肥の腐植化度がRp型であるためと推測された。

液状コンポストの腐植酸の腐植化度は、Rp型またはP型であったが、SSと大腸菌数が高くばっ気処理が不十分と推測されるものは腐植化度がP型またはP型に著しく近いRp型であった。また、適切なばっ気が行われていると考えられる液状コンポストの腐植化度はRp型であったのでばっ気処理の進行度が腐植化度に影響を与える可能性が考えられた。

参考文献

- 1)井上雅美・岡村英明・吉尾卓宏, 2005, 家畜ふん堆肥の利用促進に関する研究(第1報), 茨城県畜産センター研究報告第38号, p67
- 2)眞部幸子・井上雅美・吉尾卓宏, 2006, 家畜ふん堆肥の利用促進に関する研究(第2報), 茨城県畜産センター研究報告第39号, p25
- 3)昭和59年10月1日農林水産省告示第2002号
- 4)熊田恭一, 土壌有機物の化学, 1981, 第2版, P44, 学会出版センター
- 5)財団法人日本土壌肥料協会, 2001, 土壌機能モニタリング調査のための土壌, 水質及び植物体分析法