

土壌中における家畜ふん堆肥の分解特性

花ヶ崎敬資、望月智代、真境名元次、守川信夫
長利真幸、鈴木直人、宮城正男

I 要 約

国頭マージに埋設した堆肥の分解特性を調べるため、乾燥牛ふん、牛ふん堆肥、牛ふんオガコ堆肥、牛ふんバガス堆肥、乾燥豚ふん、豚ふん堆肥、豚ふんオガコ堆肥、豚ふんバガス堆肥、鶏ふん堆肥の9種類の試料を埋設して時間の経過ごとに重量、炭素、窒素残存率を測定したところ、結果は以下のとおりとなった。

1. 牛ふん試料では、重量と炭素残存率が乾燥牛ふん、牛ふんオガコ堆肥、牛ふん堆肥、牛ふんバガス堆肥の順に早く減少した。
2. 豚ふん試料では、重量と炭素残存率が乾燥豚ふんで最も早く減少し、各種堆肥で同様の減少傾向を示した。
3. 各試料を畜種ごとに比較すると、重量、炭素残存率が鶏、豚、牛の順に早く減少した。
4. 窒素残存率は全ての試料で減少傾向があったが、豚ふん堆肥、乾燥豚ふん、鶏ふん堆肥で特に早く減少し埋設後100日でほぼ半減した。

II 緒 言

家畜排せつ物法の施行により家畜ふん尿の野積み・素掘りが禁止され、家畜ふん尿の利用促進のための技術が望まれており、家畜ふん尿を積極的に堆肥化して土壌に還元することが重要である。家畜ふん堆肥を土壌に還元することで自然循環機能を維持し、地力増強および肥料効果が期待される。

沖縄県は亜熱帯海洋性気候に属しており、気温が高いため土壌中の有機物の分解が早い。また、降水量が多いため土壌中の腐植含量が乏しい¹⁾。このように沖縄県の土壌は地力に乏しく、一般に土壌への堆肥施用は作物生育にとって良好であり、生産性も向上することが知られている²⁾。これは、堆肥の施用により、物理、化学および生物的な面から総合的に土壌環境を改善するためである³⁾。堆肥中の有機物は土壌中でゆっくり分解されて、養分を除々に放出する³⁾。また、作物に吸収される大部分の窒素は土壌中の有機物から放出されることが分かっており³⁾、堆肥中の窒素がどの時期にどの程度放出するかを把握することで適正な施肥設計ができる。しかし、実際に、沖縄の土壌中で堆肥中の炭素、窒素が、時間の経過とともにどの程度無機化（分解）されるか分かっていない。そこで、本研究では国頭マージに埋設した各種家畜ふん堆肥や乾燥ふんの重量、炭素、窒素量を時間の経過ごとに測定することで、土壌中での堆肥の分解特性を調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間

試料の埋設は2004年7月26日に行い、掘出しの最終日は埋設から685日目の2006年5月29日である。掘出しは最初の6ヶ月間は1ヶ月ごと、7ヶ月目以降は2ヶ月ごとに埋設物を掘り出した。

2. 試験地

沖縄県畜産研究センターの圃場（国頭マージ 土性；clay loam 埴壤土）において行った。試験区は除草剤により雑草を除草した。

3. 供試試料

試料として牛ふん堆肥, 豚ふん堆肥, 牛ふんオガコ堆肥, 牛ふんバガス堆肥, 豚ふんオガコ堆肥, 豚ふんバガス堆肥, 乾燥豚ふん, 乾燥牛ふん, 鶏ふん堆肥を用いた。牛ふん堆肥は当研究センターの繁殖牛舎から排出された牛ふんを用い, 豚ふん堆肥は当研究センターの肥育豚舎から排出された豚ふんを用い, それぞれ乾燥後堆肥化を行った。オガコとバガスを副資材として用いた堆肥の混合量を表1に示した。牛ふんオガコ堆肥と牛ふんバガス堆肥はオガコとバガスそれぞれを風乾後, 先に説明した牛ふんに水分70%となるように混合して堆肥化した。豚ふんオガコ堆肥と豚ふんバガス堆肥はオガコとバガスそれぞれを風乾後, 先に説明した豚ふんに水分65%となるように混合して堆肥化した⁴⁾。堆肥化には小型堆肥化実験装置(富士平工業社製)を用いた⁴⁾。乾燥牛ふん, 豚ふんについては天日乾燥したものを用いた。鶏ふん堆肥は市販のものを用いた。

堆肥	牛ふん	豚ふん	オガコ	バガス	計
牛ふんオガコ堆肥	3.0		0.39		3.39
牛ふんバガス堆肥	3.0			0.40	3.40
豚ふんオガコ堆肥		3.0	0.44		3.44
豚ふんバガス堆肥		3.0		0.46	3.46

4. 試験方法

各試料を炭素含量が1.5gになるよう重量を測定し, 30~40gの風乾土と混ぜて埋設試料とした(炭素の割合を約5%に設定)。各試料をガラス繊維ろ紙筒に詰め, その上から防根通水シートで覆って土壌中に埋設した(ガラス繊維ろ紙筒埋設法⁵⁾)。

5. 調査方法

埋設サンプルの重量および窒素, 炭素量を測定した。窒素, 炭素量はNCアナライザー(NC-90A)を用いて測定した。そして, 重量, 窒素, 炭素残存率を算出した。

試験区の気温と土壌中の温度はおんどり(株式会社ティアンドデイ)により測定し, 降水量は気象庁のデータで観測地として名護のものを用いた。

IV 結果

図1に調査期間中の月平均気温と土壌温度，および合計降水量を示した。どの時期においても土壌温度は気温より下回っていた。降水量の多かった2005年6月で土壌温度が気温に比べ4℃程度，顕著に下がっていた。

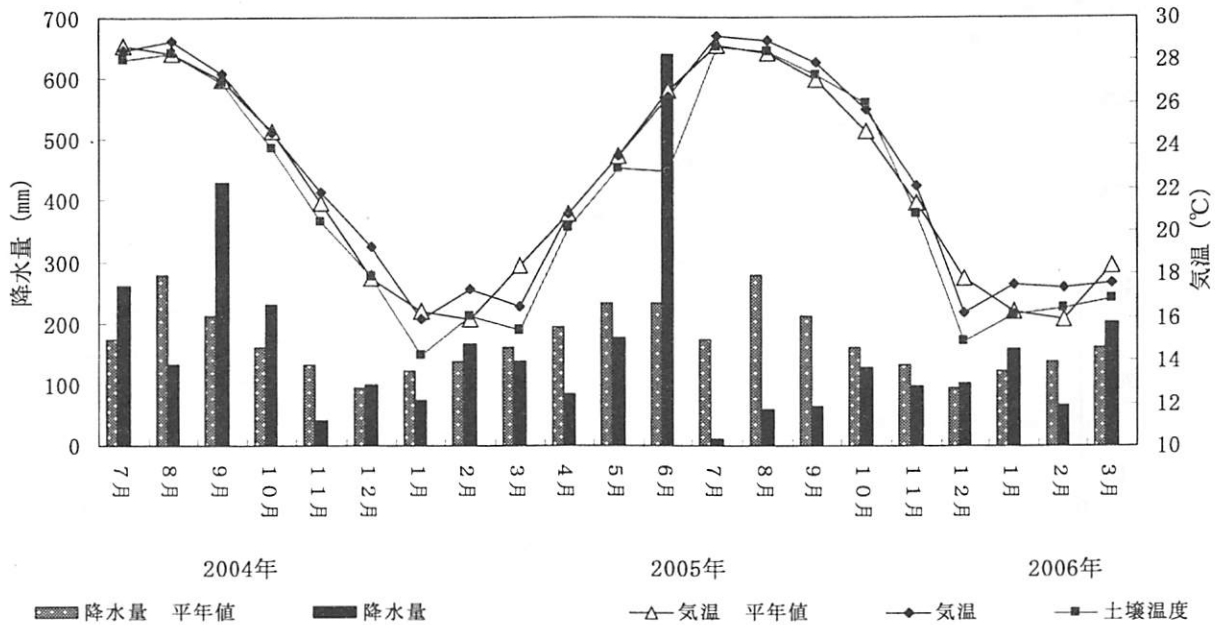


図1 調査期間中の月平均気温と土壌温度，および合計降水量

表2に各試料の炭素(C)，窒素(N)の割合とC/N比の値を示した。牛ふん堆肥試料では，それぞれ豚ふん堆肥試料に比べ炭素含量が高く，窒素含量が低かったため，C/N比が高かった。牛ふん試料では，オガコ堆肥でC/N比が25.9，バガス堆肥で17.6と，牛ふんのみの堆肥(13.8)に比べ高い値であった。しかし，堆肥化していない乾燥牛ふんでも23.3と高い値を示した。豚ふんでも，オガコ堆肥でC/N比が14.0，バガス堆肥で15.0と豚ふんのみの堆肥(8.0)に比べ高い値を示し，牛ふんと同様の傾向があった。豚ふん堆肥，乾燥豚ふん，鶏ふん堆肥ではC/N比が10未満の値で低かった。

表2 各試料の炭素(C)，窒素(N)含量とC/N比

	C(%)	N(%)	C/N比
(牛ふん試料)			
牛ふん堆肥	45.94	3.33	13.8
牛ふんオガコ堆肥	51.28	1.98	25.9
牛ふんバガス堆肥	46.30	2.62	17.6
乾燥牛ふん	47.74	2.05	23.3
(豚ふん試料)			
豚ふん堆肥	42.29	5.28	8.0
豚ふんオガコ堆肥	44.31	3.16	14.0
豚ふんバガス堆肥	41.27	2.75	15.0
乾燥豚ふん	45.49	4.66	9.8
(鶏ふん試料)			
鶏ふん堆肥	40.94	4.32	9.5

注) DM

図2, 3に各試料の重量残存率の推移を示した。図2から、重量残存率は乾燥牛ふんで牛ふん堆肥試料に比べ早く減少した。図3においても、重量残存率は乾燥豚ふんで豚ふん堆肥試料に比べ早く減少した。また、豚ふん堆肥はオガコ、バガスを用いた堆肥に比べ150日まで早く減少した。鶏ふん堆肥においては、400日まで、乾燥豚ふんと同様の減少傾向を示し、685日目では乾燥豚ふんより低い、20%の残存率を示した。また、各試料を牛と豚で比較すると、豚が牛に比べ早く減少した。

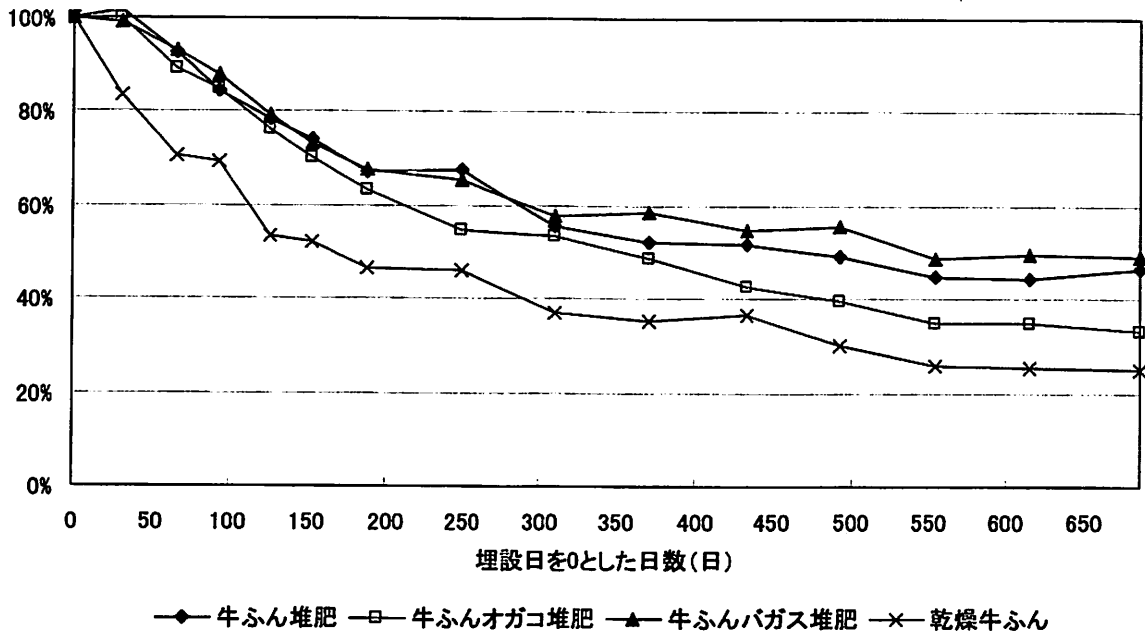


図2 牛ふん試料における重量残存率の推移

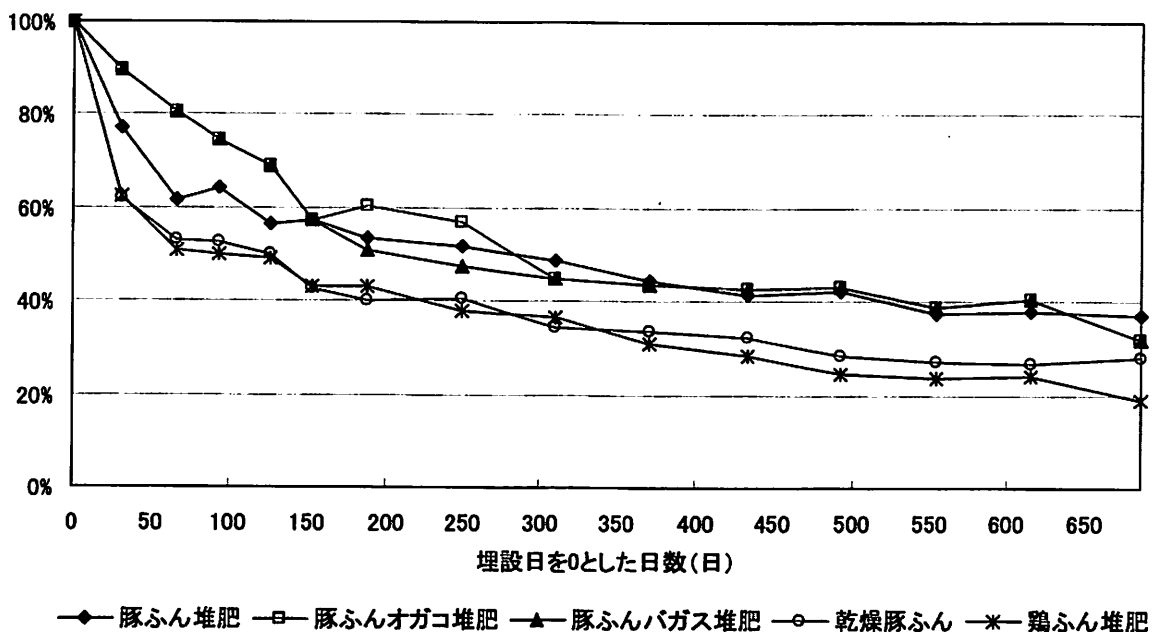


図3 豚ふん試料や鶏ふん堆肥における重量残存率の変化

図 4, 5 に各試料の炭素残存率の推移を示した。全体的に重量残存率に比べ埋設後 150 日まで早く減少する傾向があった。図 4 から重量残存率と同様、炭素残存率は乾燥牛ふんで牛ふん堆肥試料に比べ早く減少した。また、牛ふん堆肥試料を比較すると、200 日までほとんど差がないが、それ以後は牛ふんオガコ堆肥、牛ふん堆肥、牛ふんバガス堆肥の順に早く減少した。図 5 から重量残存率と同様、炭素残存率は乾燥豚ふんで豚ふん堆肥試料に比べ早く減少した。また、豚ふん堆肥試料を比較すると、ほとんど差がなかった。鶏ふん堆肥は豚ふん堆肥より早く減少し、乾燥豚ふんと同程度の減少傾向を示した。各試料を牛と豚で比較すると、豚が牛に比べ早く減少した。

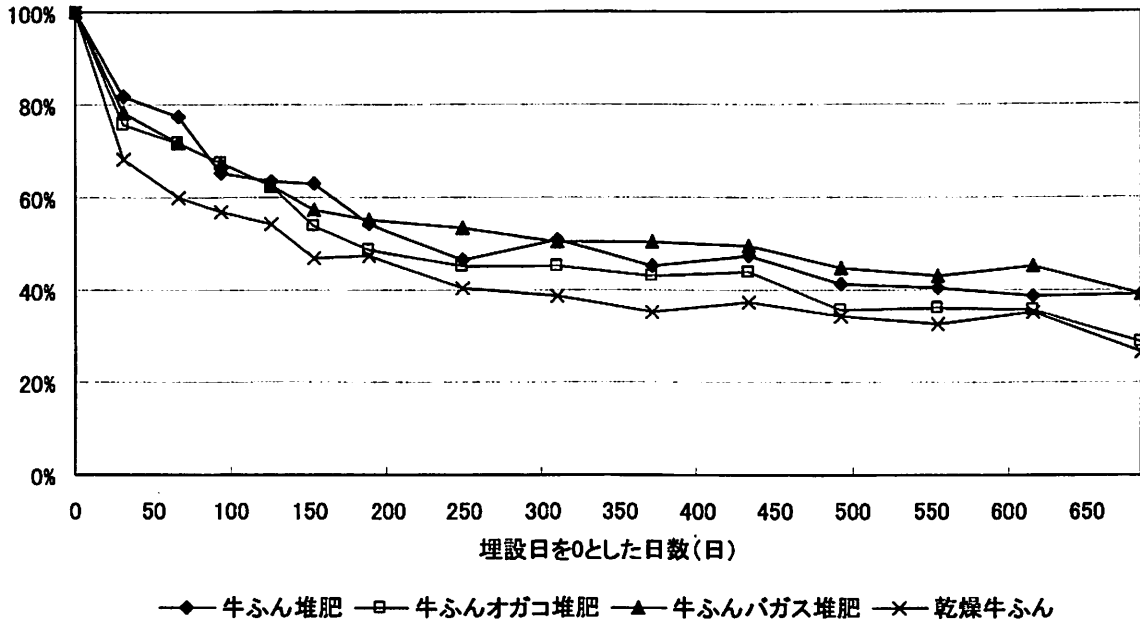


図 4 牛ふん試料における炭素残存率の推移

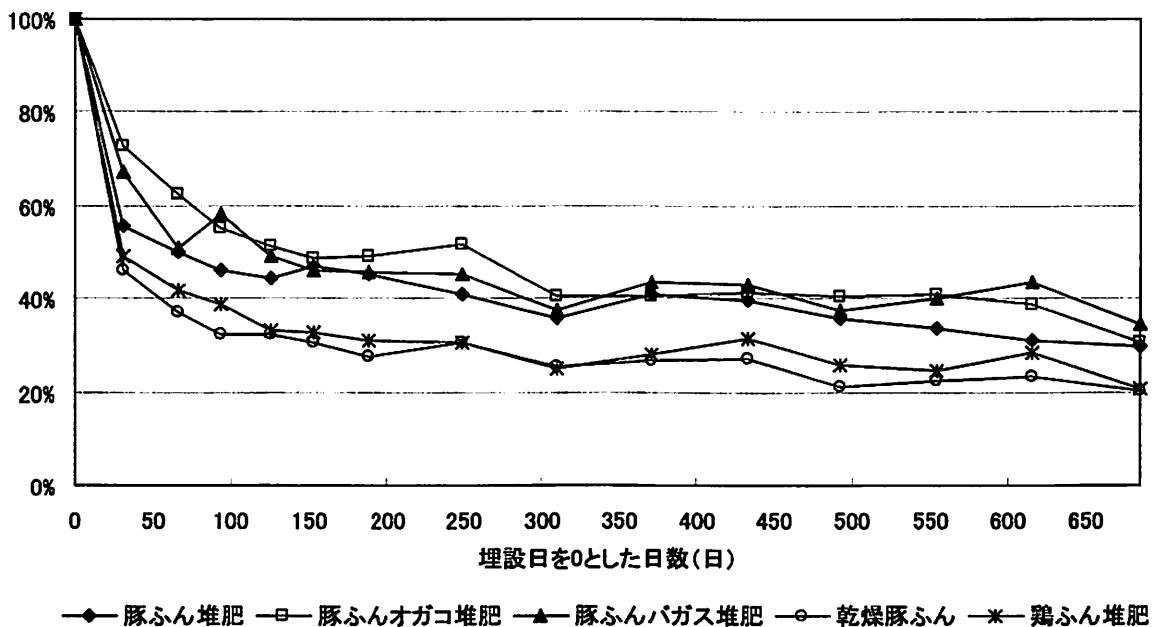


図 5 豚ふん試料や鶏ふん堆肥における炭素残存率の推移

図6, 7に各試料の窒素残存率の推移を示した。窒素残存率は重量, 炭素残存率に比べ緩やかに減少していく傾向が見られた。牛ふん試料では, 減少に際だった差は見られないが, 最終的に残存率は乾燥牛ふんが最も高く, 牛ふん堆肥が最も低かった。豚ふん試料では, バガス堆肥とオガコ堆肥で比較的減少が緩やかで, 豚ふん堆肥, 鶏ふん堆肥, 乾燥豚ふんでは早く減少し100日で0.5程度となった。

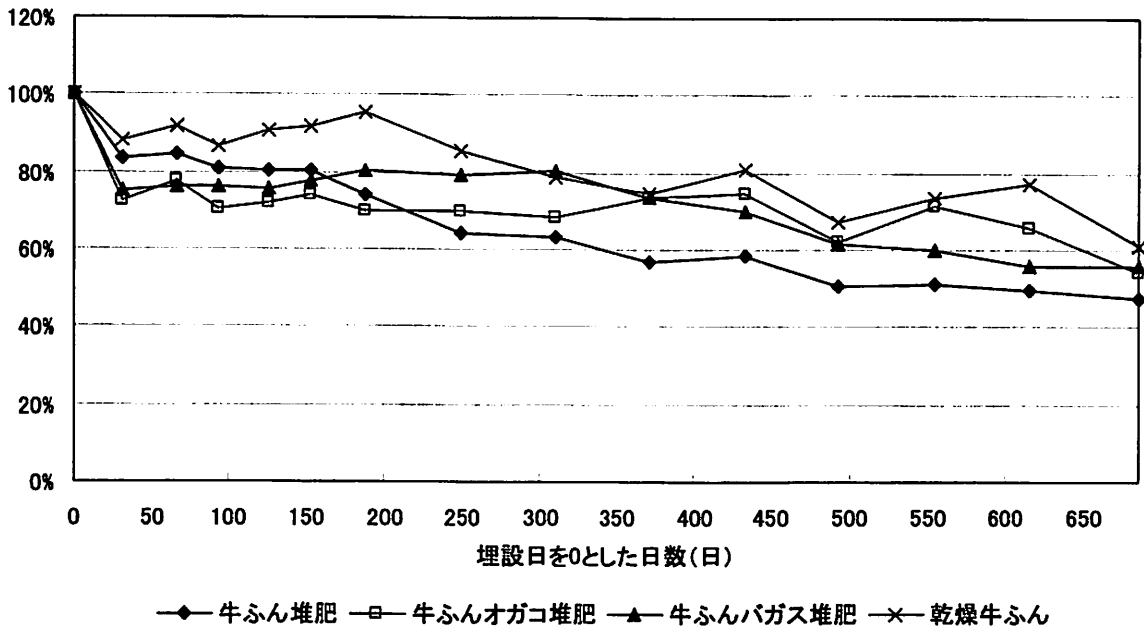


図6 牛ふん試料における窒素残存率の推移

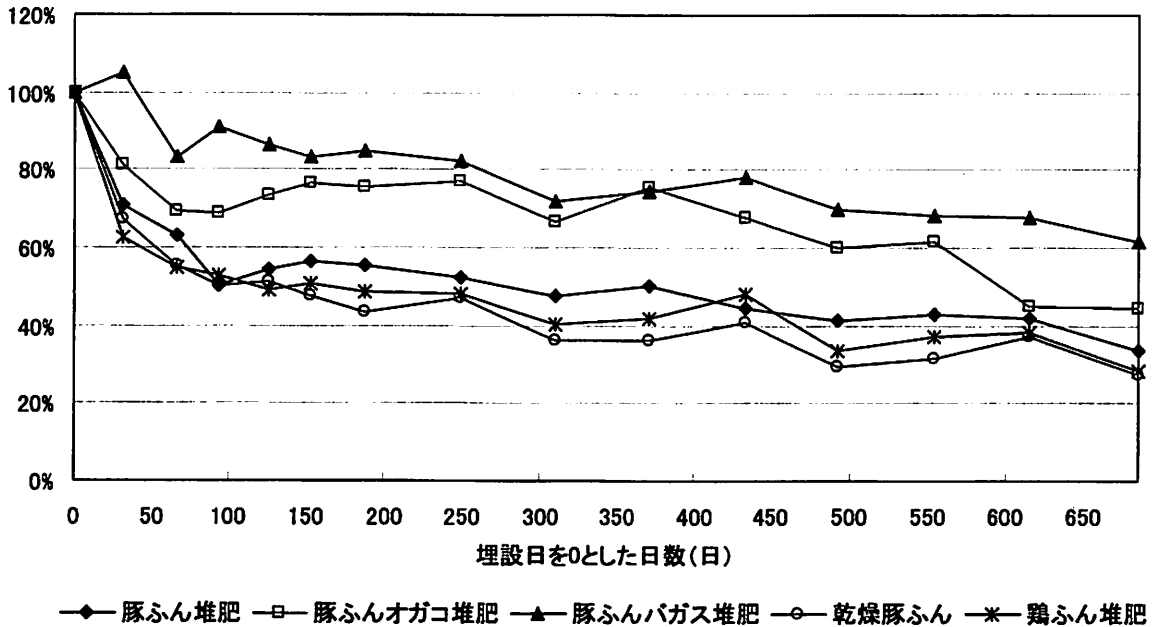


図7 豚ふん試料や鶏ふん堆肥における窒素残存率の推移

V 考察

家畜ふんは一般的に窒素含量が高く, C/N比(炭素比)が低いいため極めて分解されやすい資材である⁶⁾。これを腐熟させ, 土壌や作物に悪影響を及ぼさないで, 地力維持や作物の生産性を高めるに至ったものを堆肥としている。本研究では, 牛ふん, 豚ふんを用いて堆肥化を行った。そして, 副資材としてオガコとバガスを用いた堆肥についても調査した。一般に, オガコやバガスなどは木質または繊維質を

多く含む^{6,7)}ため、これらの副資材を用いた堆肥は土壌中での分解は遅いと推測される。さらに、微生物に対する分解抵抗性が強いリグニン含量は、バガス中約 20%でオガコの原料である木材より少ないとされており⁸⁾、オガコよりバガスの方が分解が早いと考えられる。

表 2 では各試料の C/N 比が豚より牛の方が高い値を示した。これは、反芻家畜である牛は粗飼料を摂取するため、ふんに繊維質を多く含み炭素含量が高いことが要因として推察される。また、牛ふん堆肥試料と比較すると牛ふんオガコ堆肥、牛ふんバガス堆肥、牛ふん堆肥の順に C/N 比が高く、副資材の効果からもこの順で、分解されにくいことが推察される。乾燥牛ふんでは C/N 比が 23.3 であり、牛ふんオガコ堆肥に次ぐ高い値を示したが、これは堆肥化を行っておらず、易分解性の有機物を多く含んでいるためと考えられる。そして、豚ふん堆肥試料と比較すると、豚ふんオガコ堆肥、豚ふん堆肥、豚ふんバガス堆肥の順に炭素の割合が高くなっていった。しかし、窒素の割合が豚ふんオガコ堆肥よりも豚ふんバガス堆肥で低く、C/N 比はバガスの方が高くなった。豚ふん堆肥は窒素の割合が乾燥豚ふんよりも高い値を示したため、C/N 比が乾燥豚ふんよりも低く、十分な堆肥化が進んでいなかった可能性が考えられる。

重量、炭素残存率の推移から、牛ふん試料では、乾燥牛ふん、牛ふんオガコ堆肥、牛ふん堆肥、牛ふんバガス堆肥の順に早く減少した。乾燥牛ふんは牛試料の中では最も早く減少したが、堆肥試料間では僅差であった。この結果から、牛ふん堆肥では、副資材による堆肥化の重量、炭素残存率に与える影響が小さく、特に、先に述べたリグニン含量の高いオガコの特徴からも、オガコ添加による堆肥化の効果はなく予想と反する結果となった。また、豚ふん試料の重量、炭素残存率の推移においても、乾燥豚ふんは豚ふん堆肥試料に比べ早く減少し、堆肥試料間では僅差であった。よって、豚においても、副資材添加による堆肥化での重量と炭素残存率に与える影響が小さかった。

窒素残存率の推移から、C/N 比が 10 以下の値で低かった豚ふん堆肥、乾燥豚ふん、鶏ふん堆肥は 100 日で約 50%の窒素を放出した。これらは窒素の割合がもともと高いことから、分解も早く減少が早くなったことが推察される。堆肥を実際の農地に用いる際、堆肥試料からの窒素放出の度合いを知ることで施肥設計で化学肥料の節減につながると考えられる。

今回行った埋設試験は植物根の侵入を防止して行うため、根からの炭素、窒素の吸収がなく実際の農地での条件よりも分解を過小評価する傾向がある⁹⁾ことを考慮しなければならない。

本研究では、沖縄本島北部の国頭マージにおいて調査を行った。2005 年 6 月（埋設から 360 日程度）では、降水量が平年の 2 倍以上あり、土壌温度が気温より 4 度も下がっていた（他の時期では 1~2 度下がり）。しかし、この時期においても残存率の推移から大きな変化はなく、降水量による影響はなかったと考えられる。

沖縄の土壌に関しては、他にジャーガルや島尻マージも存在するため、この土壌中での分解の傾向と比較して検討する必要がある。

VI 引用文献

- 1) 沖縄県畜産試験場(1999) 牧草・飼料作物栽培の手引き, 7
- 2) 真境名元次・宮丸直子・与古田稔(2002) 牛ふん堆肥施用がジャイアントスターグラス草地造成初期の生育性・生産性と品質および土壌成分に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 40, 92-97
- 3) 農文協編(2004) 畜産環境対策大事典, 2, 農文協, 129-135
- 4) 鈴木直人・花島大・黒田和孝・羽賀清典・坂井隆宏(2001) 畜産公害対策試験(11) バガスの家畜ふん尿堆肥化副資材利用における特性, 沖縄畜試研報, 39, 60-66
- 5) 前田乾一・鬼鞍豊(1977) ほ場条件における有機物分解比の測定, 土肥誌, 48, 567-568
- 6) 農文協編(2004) 畜産環境対策大事典, 2, 農文協, 114-117
- 7) 当真嗣尊(1989) 有機物利用による地力維持増強, 沖縄農試研報, 13, 101-109
- 8) 大屋一弘(1997) 有機廃棄物資源化大辞典, 286, 農文協
- 9) 財団法人日本土壌協会(2000) 堆肥等有機物分析法, 168-171