

近中四農研資
Misc. Pub. Natl. Agric.
Res. Cent. West. Reg.

ISSN 1347-1236

MISCELLANEOUS PUBLICATION
of THE NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
for WESTERN REGION

February, 2008 No.5

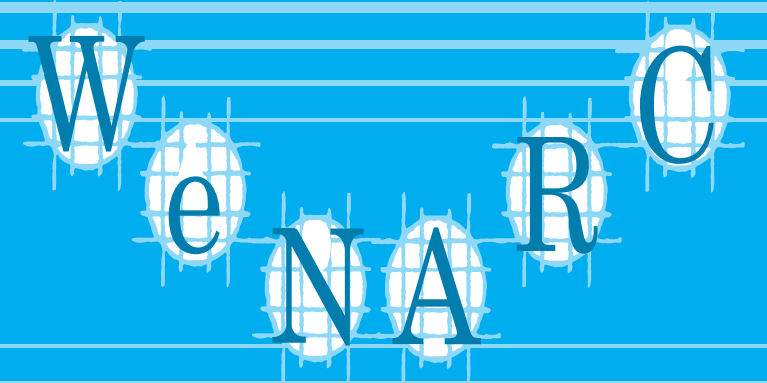
平成20年2月 第5号

近畿中国四国農業研究センター研究資料

近畿中国四国農業研究センター研究資料

第5号

Misc. Pub. Natl. Agric. Res. Cent. West. Reg. (Feb.2008)



独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
近畿中国四国農業研究センター

NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
for WESTERN REGION

近畿中国四国農業研究センター研究資料

第5号

所長 保科次雄

編集委員会

委員長	鳥越洋一
委員	家常高 松田長生
	土屋健一 (2007年4月~2007年5月)
	山縣真人 (2007年4月~2008年1月)
	楠田 宰 (2008年2月~)
	岩崎和雄 尾関秀樹
	黒瀬義孝 福本昌人
	菊池彰夫 濱本 浩
	高橋佳孝 杉本育己
	五味靖明

MISCELLANEOUS PUBLICATION
of THE NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
for WESTERN REGION

No. 5

Tsuguo HOSHINA, Director General

EDITORIAL BOARD

Yoichi TORIGOE, Chairman

Takashi IETSUNE	Nagao MATSUTA
Kenichi TSUCHIYA	Makoto YAMAGATA
Osamu KUSUDA	Kazuo IWASAKI
Hideki OZEKI	Yoshitaka KUROSE
Masato FUKUMOTO	Akio KIKUCHI
Hiroshi HAMAMOTO	Yoshitaka TAKAHASHI
Yasumi SUGIMOTO	Yasuaki GOMI

近畿中国四国農業研究センター研究資料 第5号

(平成20年2月)

目 次

善通寺市における生ゴミ，剪定枝堆肥化に関する研究 吉川省子・伊吹俊彦・井上久義・渡邊修一・石川葉子・花野義雄・ 岡野寛二・永田賢嗣	1
---	---

MISCELLANEOUS PUBLICATION
of THE NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
for WESTERN REGION

No. 5 February 2008

CONTENTS

Study of composting from city garbage and pruning residues
of roadside trees in Zentsuji, Kagawa 1
Seiko YOSHIKAWA, Toshihiko IBUKI, Hisayoshi INOUE, Shuichi WATANABE,
Shoko ISHIKAWA, Yoshio HANANO, Kanji OKANO, Kenji NAGATA

〔 近中四農研資 5 〕
1 - 30 (2008)

善通寺市における生ゴミ，剪定枝堆肥化に関する研究

吉川省子・伊吹俊彦*・井上久義**・渡邊修一・石川葉子・花野義雄**・
岡野寛治***・永田賢嗣****

Key words: 生ゴミ，剪定枝，堆肥化，化学性，堆肥効果

目 次

I 緒 言	1	III 考 察	26
II 試験概要	2	IV 摘 要	28
1 予備試験	2	謝 辞	28
2 夏期堆肥化試験	6	引用文献	29
3 冬期堆肥化試験	17	Summary	30

I 緒 言

地球温暖化やダイオキシンなど，私たちの生活に環境問題が大きく関わってくるようになった。家庭から毎日出される生ゴミについても環境を守るためにリサイクルする機運が高まり，家庭から自治体まで幅広く様々な活動が行われている¹⁾。多くの自治体で，バイオマスニッポン総合戦略の下，さまざまなバイオマス活用事業が取り組まれており，地域の環境を保全し，かつ地域の活性化を図ることが重要課題となっている。

現在，善通寺市は紙類およびプラスチック類の分別を実施しており，住民の意識が高まり，可燃性ゴ

ミの増加抑制になっていると思われる。一方，こうした分別を徹底することにより，可燃性ゴミに占める生ゴミの割合が増して燃えにくくなり，重油の消費量が増大する結果を招いている。ゴミの分別収集により可燃性ゴミの増加が抑制されつつあるが，毎年5,000トンの燃えるゴミが発生し，その収集・処理に約3億円の経費がかかっている。このため，善通寺市では，可燃性ゴミから生ゴミを分別収集し，焼却に要する経費を低減できる新たな処理方法の確立が重要な課題になっている。

また，市内の道路が整備され，舗道には街路樹が多数植栽されて街並みが美しくなった反面，街路樹の剪定枝や落葉などの量が増加し，処理費用がかさむようになってきている。

(平成19年9月11日受付，平成19年12月11日受理)

広域農業水系保全研究チーム

*現 畜産草地研究所

**中山間耕畜連携・水田輪作研究チーム

***滋賀県立大学

****研究支援センター

一方、これまで農地や家庭菜園には主に化学肥料が投入されてきたために、化学肥料にはふくまれていないミネラル成分や土壌微生物に必要な有機物などが不足している。毎日食する野菜や魚介類などの生ゴミにはこうした成分が豊富に入っており、これを土に戻すことは地力増進につながる。

こうした中、普通寺市では、可燃性ゴミの処理に要する経費の節減、資源の有効利用とリサイクルの推進、環境保全の実現などを目的とする「環境共生のまちづくり事業」に取り組んでいる。生ゴミと剪定枝を安価に堆肥化処理することができれば、可燃性ゴミの焼却に要する経費や温室効果ガスである炭酸ガスの低減につながり、有機性資源の土壌還元による地力の増進が期待されるなど環境保全型の地域社会の実現が可能になる。

このため、本研究は、生ゴミと剪定枝から悪臭のない堆肥を製造する資源循環型の堆肥化システムを構築する上での問題点の摘出と対応技術を検討するために、普通寺市から委託を受けて平成18年5月から平成19年3月まで実施したものである。

II 試験概要

1 予備試験

1) 材料の種類、混合割合の検討

(1) 目的

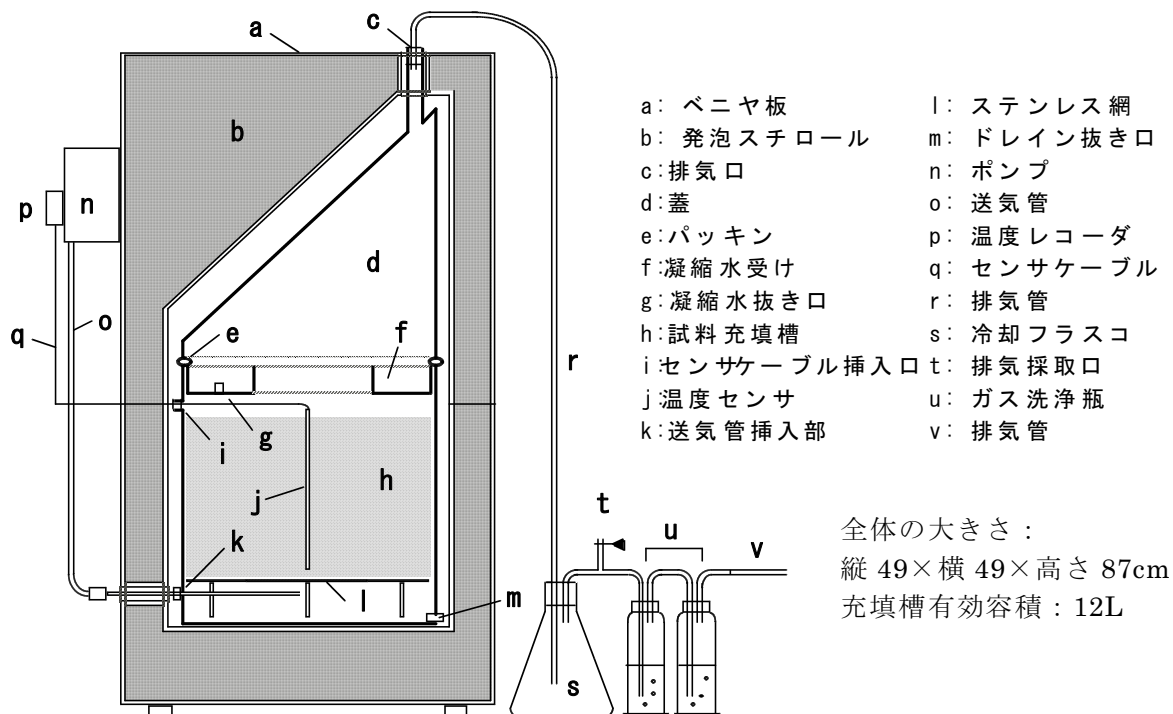
生ゴミ、剪定枝を主な材料とした堆肥化において、臭いの発生を抑え、かつ材料中の乾物が効果的に分解される条件を検討する。このため小型の堆肥化装置を用いて、各種素材の混合割合と材料中の乾物分解程度を検討する。

(2) 方法

小型堆肥化実験装置（富士平工業「かぐやひめ」）を用いて、供試素材の混合割合と材料中の乾物の分解程度を比較する。

a 小型堆肥化実験装置

装置の概要を第1図に示す。密封可能な円筒形容器（内径25cm、試料充填槽（図のh）高さ約25cm）



第1図 小型堆肥化実験装置（かぐやひめ）の概要図

と、この容器の外周を断熱材（発泡スチロールを充填した木枠）で覆う構造のものに通気装置・流量計、温度計などを装備した試験装置である。少量の材料でも堆肥化試験ができるように保温性を高めているのが大きな特徴である。試験中に生成した凝集水を回収できるよう、蓋（図のd）に角度をつけ、凝集水受け（図のf）を備えている。排気中の水分は冷却フラスコに結露させることができる。

b 材料

以下の材料を使用した。

生ゴミ：善通寺市給食センターから出た調理くず、残飯等 水分*1：75%程度

剪定枝（切断）：市内街路樹（広葉樹）を粗切断したもの（切断長15~30cm） 水分：43%程度

モミガラ：善通寺市内ライスセンターで産出したもの 水分：9%程度

草：近中四農研四国センター生野地区ほ場のり面の雑草 水分：12%程度

堆肥：市販の袋詰め堆肥，種堆肥として使用 水分：58%程度

消臭剤：愛媛県工業技術センター開発の環境浄化微生物「えひめAI-2」（エコ大使）*2 添加量は材料質量の1%を目安とした。

c 試験構成及び材料混合比率

試験構成を第1表に示す。

予備試験は試験1~3の3回行い、1回あたり2台の小型堆肥化実験装置を用いて材料比率の違いや

第1表 材料混合割合検討の試験構成

試験区	期間		生ゴミ	材料比率 (%)				エコ大使添加 (g)
	開始	終了 日数		剪定枝	モミガラ	草	堆肥	
1 A	6/20	6/29 9	71	15	3	5	5	なし
	B	同上	78	12	2	4	4	なし
2 C	6/29	7/ 6 7	75	13	3	4	4	20
	D	同上		同上				なし
3 E	7/10	7/22 12	49	51	0	0	0	20
	F	同上		同上				なし

注) 材料比率の合計は四捨五入の関係で数値が100%にならない場合がある。

消臭剤（エコ大使）の使用の有無による分解程度などを比較した。試験期間は7日~12日間とした。材料は分解目的の生ゴミ、剪定枝の他に水分調整のために、モミガラ、草、堆肥の混合も検討した。

試験1では生ゴミと剪定枝の割合を若干変え、また、容積重が異なるように設定した。

試験2では材料の比率を同じとして、一方の試験区に消臭剤を添加した。

試験3では生ゴミと剪定枝の量をほぼ同量とした。善通寺市では、剪定枝と比較して、モミガラ、草、堆肥の入手が困難な場合が考えられたので、これらの資材を使用しない場合の堆肥化状態を検討した。一方の試験区には消臭剤を添加した。

(3) 結果および考察

a 試験1

材料の割合および容積重を変えて堆肥化過程を検討した結果を、第2表に示す。また、温度の推移を第2図に示す。

乾物の分解率は36%、37%とほぼ同じで差がなか

第2表 試験1の堆肥化結果

	詰込み時				取出し時				乾物分解	
	材料	乾物	水分(率)	容積重	材料	乾物	水分(率)	容積重	量	率
	g	g	g (%)	g/cm ³	g	g	g (%)	g/cm ³	g	%
A	3328	1358	1970(59.2)	0.38	2070	853	1217(58.8)	0.30	505	37.2
B	4898	1832	3066(62.6)	0.53	3241	1167	2074(64.0)	0.44	665	36.3

*1 水分表示はすべて湿量基準 以下同様

*2 「えひめAI-2」（エコ大使）は納豆，ヨーグルト，ドライイースト，白砂糖や三温糖，水道水を混ぜて良く振り，35℃で1週間培養して作る。

った。期間後半の温度は材料の少ない区 (A) で材料の多い区 (B) よりも低く推移しており、堆肥化実験装置への詰め込み量の違いによる影響が現れたものと推察される。

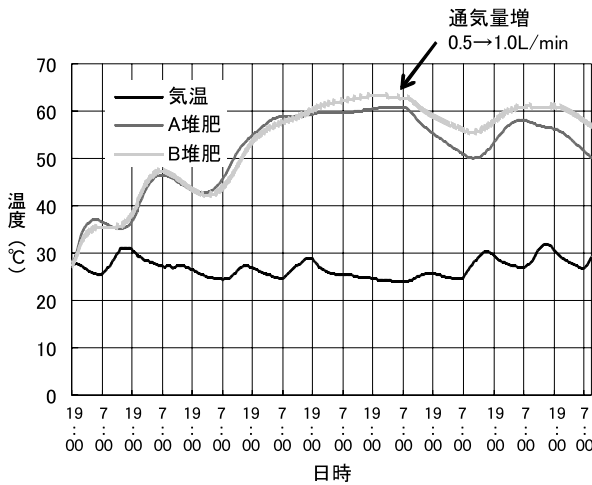
b 試験 2

エコ大使を添加した区 (C) と添加しない区 (D) を比較した (第3表, 第3図)。添加の有無による分解率, 発酵温度への影響は認められなかった。

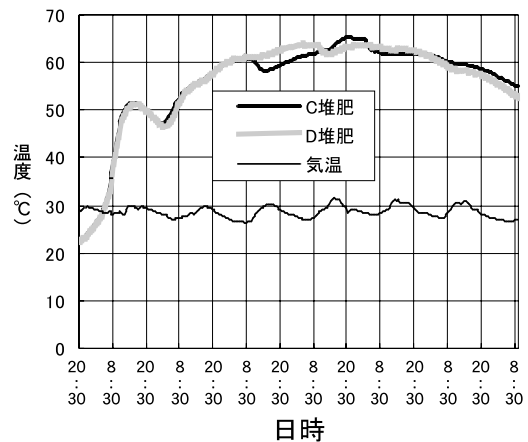
c 試験 3

材料を生ゴミと剪定枝のみとして, 現物比率でおよそ1:1となるように調製し, エコ大使を添加し

た区 (E) と添加しない区 (F) を比較した (第4表, 第4図)。試験3では試験2に比べて剪定枝の混合割合がほぼ4倍で, 他の材料 (モミガラ, 草, 堆肥) が混合されていない。そのため, 詰め込み時の水分が54%程度と10ポイント程度低い。1日当たりの乾物の分解率は, 試験2よりやや低下しているが, 堆肥化期間が長かったため, 分解速度が低下する試験後期の影響が現れたためと考えられる。剪定枝を多く含んだ材料でも一般的に堆肥化に適していると言われる水分範囲 (55~70%くらい)⁹⁾ であれば, 分解が十分進むことが確認できた。なお, エコ大使添加による分解促進の効果は確認できなかった。



第2図 試験1の温度推移 (6.20~6.29)



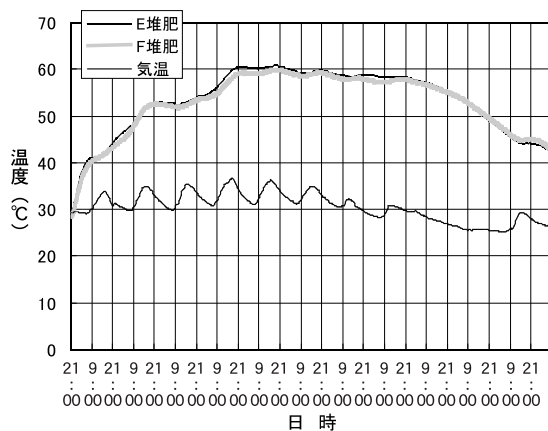
第3図 試験2の温度推移 (6.29~7.6)

第3表 試験2の堆肥化結果

	詰め込み時				取出し時				乾物分解	
	材料	乾物	水分(率)	容積重	材料	乾物	水分(率)	容積重	量	率
	g	g	g (%)	g/cm ³	g	g	g (%)	g/cm ³	g	%
C	5045	1776	3269 (64.8)	0.50	3498	1336	2162 (61.8)	0.36	440	24.8
D	5030	1771	3259 (64.8)	0.50	3445	1285	2160 (62.7)	0.35	486	27.4

第4表 試験3の堆肥化結果

	詰め込み時				取出し時				乾物分解	
	材料	乾物	水分(率)	容積重	材料	乾物	水分(率)	容積重	量	率
	g	g	g (%)	g/cm ³	g	g	g (%)	g/cm ³	g	%
E	4989	2294	2698 (54.0)	0.50	3308	1386	1922 (58.1)	0.34	908	39.6
F	4800	2208	2592 (54.0)	0.48	3113	1357	1756 (56.4)	0.32	851	38.5



第4図 試験3の温度推移 (7.10~7.22)

(4) まとめ

生ゴミは水分が高く、そのままの状態では発酵が進まないことから、通気性を確保するために物性改良材としての副資材が必要となる^{8, 9)}。ここで検討したモミガラおよび草は有機物の分解が迅速に進行するに適した割合で生ゴミと混合することで、その役割を果たすことが確認できた。一方、剪定枝などの木質系資材は分解が遅く⁶⁾、これのみで高い温度での発酵は起こらないので、60℃程度の高温を経た安全な堆肥を作るには、分解の速い材料との混合が必要となる。モミガラなどを加えず、剪定枝のみで生ゴミの物性改良材としての機能を担うことでも十分な乾物分解と温度上昇があることを確認した。分解を目的とする素材、すなわち生ゴミと剪定枝のみを混合した材料においても試験3では水分54%で分解が進んでいることから、従来から言われているように水分55~70%くらい⁹⁾に調整すれば通気性が確保されて堆肥化が可能であると考えられる。なお、微生物添加による堆肥化促進効果は無いあるいはほとんど無い^{5, 17)}とする例が多く、この試験においても種堆肥混合や環境浄化微生物；エコ大使添加の乾物分解に対する効果は明らかでなかった。

2) 臭気の検討

(1) 目的

善通寺が堆肥化処理を計画している生ゴミは腐りやすく、腐敗臭が強烈であるため、できるだけ新鮮な生ゴミを用いて速やかに堆肥発酵させることが臭

気対策上重要である。ここでは、生ゴミの堆肥化過程で発生する臭気成分を測定するとともに、エコ大使の消臭効果について予備的に検討する。

(2) 方法

小型堆肥化実験装置（富士平工業「かぐやひめ」）からの排気のアンモニア、硫化水素、メルカプタン類濃度を、ガス検知管（GASTEC(株)製）により測定する。また、エコ大使の添加、排気的水中通過や土カラム通過が臭気に及ぼす影響を調べる。

(3) 結果および考察

得られた結果を第5表に示す。

小型堆肥化実験装置からの排気の臭気成分を測定した場合（B）と、第1図の冷却フラスコ（S）を通した後の排気の臭気成分、第1図のガス洗浄瓶（u）を通過した後の排気の臭気成分を測定した場合（D）では、水で洗浄することによりアンモニアが捕集され、排気中のアンモニア濃度が減少する結果が示された。エコ大使を添加した区（C）と添加しない区（D）の比較では、エコ大使の消臭効果は認められなかった。小型堆肥化実験装置での発酵温度がほぼ60℃以上と、エコ大使に含まれる菌の至適温度（納豆菌、乳酸菌ともに30~40℃）を超えていることが消臭効果に影響していることが考えられる。また、C区について、実験装置からの排気を土カラムを通す場合と通さない場合を比較したところ、排気を土に通して臭気成分を吸着させることにより、アンモニアだけでなく、硫化水素やメルカプタン類の濃度も下げることができた。

これらの予備的な試験結果から、生ゴミの堆肥化処理過程で発生する悪臭を抑制するためには、既に実用化されている土壤脱臭装置による生物脱臭法、あるいはスクラバによる化学的脱臭法で対応することが可能と考えられる。しかしながら、それらの脱臭性能については、実用規模での検討が必要である。

(4) まとめ

生ゴミ堆肥化過程では、アンモニア、硫化水素、メルカプタン類などの悪臭成分が発生していた。そ

第5表 小型堆肥化実験装置からの排気の臭気分析

試験区	通気条件等	採気条件	アンモニア (NH ₃)	硫化水素 (H ₂ S)	メルカプタン類	その他
B	1L/min 通気 温度 ≒ 60 °C (6/29, 9 日目)	・そのまま	> 1000mg/kg	4mg/kg	12mg/kg	アセトアルデヒド, 硫化カルボニルは測 定不能(濃縮が必要)
C	1L/min 通気 温度 ≒ 60 °C (7/3, 4 日目)	・水溜付き ・水中通過	46mg/kg	7.3mg/kg	18mg/kg	〃
D	1L/min 通気 温度 ≒ 60 °C (7/3, 4 日目)	・水溜付き ・水中通過	40mg/kg	8.7mg/kg	18mg/kg	〃
C	1L/min 通気 温度 61.5 °C (7/4, 5 日目)	・水溜付き	275mg/kg	9.1mg/kg	19mg/kg	〃
C	1L/min 通気 温度 61.5 °C (7/4, 5 日目)	・水溜付き ・土がらみ通過	3mg/kg	≒ 0	≒ 0	〃

第6表 夏期堆肥化試験開始時の材料組成, 消臭剤添加の有無

試験区	乾物(kg)				水分		エコ大使(消臭剤)
	生ゴミ	剪定枝(切断)	剪定枝(粉砕)	合計	(kg)	(%)	
混合区	100	154	156	410	642	61.0	添加(材料質量の1%程度)
標準区	102	0	277	379	695	64.7	無添加

注) 堆肥化開始(8月1日)の水および消臭剤の添加後の組成

これらの悪臭を抑制するには、堆肥から発生する悪臭成分を土壤装置やスクラバなどで除去する脱臭法の利用が有効であると考えられた。予備試験では堆肥温度が60℃以上の温度条件が維持されたため、消臭剤(エコ大使)の効果は明らかではなかった。

2 夏期堆肥化試験

1) 堆肥化過程の材料の分解割合や温度の経過

(1) 目的

生ゴミ、剪定枝を材料とした夏期の堆肥化において、臭気の発生を抑えつつ分解を進行させる条件を検討する。

(2) 方法

1つの堆積が1000kg程度の2つの堆積を作って定期的に切り返しを行って堆肥化し、分解程度を比

較・検討した。

a 試験構成

第6表に試験構成を示す。混合区の材料は生ゴミ、剪定枝(切断)、剪定枝(粉砕)とし、消臭剤を添加した。標準区の材料は生ゴミ、剪定枝(粉砕)とした。

b 材料

混合した材料は以下のとおりである。
生ゴミ：善通寺市内の自衛隊の食堂および廃棄業者収集の残飯、調理くず 水分：76%程度
剪定枝(切断)：市内街路樹(広葉樹)の剪定枝を粗切断したもの 水分：25.0%
剪定枝(粉砕)：満濃公園の剪定枝を粉砕したもの 水分：48.6%

第7表 堆肥化期間中の各種操作

試験区	期 日																
	8					9					10						
	/1	/10	/21	/28	/30	/5	/11	/18	/21	/23	/28	/3	/5	/9	/13	/16	/17
混合区	始	返	返		返		返		返			返					終
	I-10	I-10	I-8		I-8		I-8		I-8								
水	59		83	53	100	20	50	20	40	20	30	40	10	10	10	10	
標準区	始	返	返		返		返		返			返					終
水					86	20	50	20	40	20	30	40	10	10	10	10	

注) 始：材料混合・堆肥化開始 終：質量測定・堆肥化終了 返：切返し+質量測定

I - 数字：エコ大使添加 (数字は添加量：kg) 数字：水を添加 (数字は添加量：kg)

消臭剤：愛媛県工業技術センター開発の環境浄化微生物「えひめAI-2」(エコ大使)(作り方は1の予備試験の1) - (2) - b材料の項参照)

c 堆肥化材料の調製および堆肥化期間中の操作

生ゴミ，剪定枝を現物質量で1：1程度の比率目標，混合後の水分目標60～65%として，これら材料が均一に混ざるよう調製して試験に供した。調製した材料は第6表に示す組成・水分であった。試験区の生ゴミの乾物は約100kg，剪定枝の乾物は277，310kg，水分は添加した水・消臭剤も含めて642，695kgであった。

堆肥化期間中の各種の操作を第7表に示す。

8月1日に堆肥化を開始し，切り返しは，およそ10日間隔で行い，その際に質量測定と消臭剤(10月3日は除く)の添加を行った。消臭剤の添加量は材料の1%程度を目安とした。水の添加は，堆肥化材料水分が40～60%程度となるよう切り返し時などに適宜行った。試験開始後77日(約2.5ヶ月)で調査・試験を終了した。

夏期試験の材料の混合前と堆積中の様子を写真1および写真2に示す。

d 測定項目・方法

堆肥質量：ホイローダ(TCM610)のバケットで堆肥化材料をすくい上げ，ロードセル式のトラックスケールにホイローダとともに載せて質量を測定し，ホイローダのみの質量を差し引いた。

水分：100g程度の堆肥化材料を80℃，48時間で乾

燥し，乾燥前後の質量から算出した。湿量基準で示した。

粗灰分：公定法¹⁸⁾を参考に測定した。粉碎した堆肥化材料を80℃で恒量となるまで乾燥し，これを磁製ルツボに約2g採って，灰化炉(マッフル炉)内にて550℃で4時間燃焼させた。燃焼せずに残ったものを粗灰分，減量分を有機物とした。同一サンプルについて6～8回測定して平均した。

堆肥温度・気温：自動記録温度計で堆肥化材料表面から30cm以上内側の温度を30分間隔で測定・記録した。

容積重：堆積の幅，奥行き，高さを測定し，体積形状を四角錐と仮定して容積を算出した。この値で堆肥質量を除して容積重とした。

(3) 結果および考察

a 堆肥化過程における質量等の変化

堆肥化の開始時，切り返し時，終了時における質量，水分，容積，乾物等を第8表，第9表および第5図に示す。

混合区では，開始時1052kgの現物質量が有機物の分解，水分の蒸発により減少し，77日(約2.5ヶ月)でおよそ半分の513kgとなった。水分は開始時61%であったものが，50～60%を目標に随時水分調整を行ったが，開始20日後には31%と下がった。その後も水分添加を繰り返して終了時の水分は51%であった。

標準区においては，開始時1074kgの現物質量は77日でおおよそ半分の509kgとなった。水分は開始時64.7%，最低値39%であった。終了時の水分は54%

第8表 夏期堆肥化の経過 (混合区)

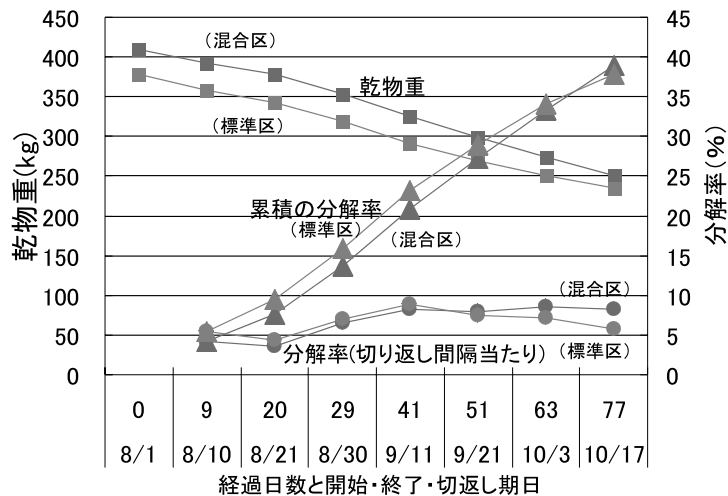
期日 経過日数	8/1 0	8/10 9	8/21 20	8/30 29	9/11 41	9/21 51	10/3 63	10/17 77						
現物(kg)	1052	794	804	545	636	555	663	543	601	524	572	532	572	513
水分(%)	61.0	50.5	51.1	30.5	40.4	36.2	46.6	40.2	46.0	43.0	47.8	48.6	52.2	51.1
水分量(kg)	642	401	411	166	257	201	309	218	276	225	273	259	299	262
乾物(kg)	410	393	393	379	379	354	354	325	325	299	299	273	273	251
粗灰分率(%)	13.8	17.7		16.7		14.5		16.9		20.3		19.5		18.8
粗灰分(kg)	57	70		63		51		55		61		53		47
有機物量(kg)	354	323		316		303		270		238		220		204
乾物分解量(kg/日)		1.9		1.3		2.8		2.4		2.6		2.1		1.6
乾物分解率(%/日)		0.47		0.33		0.73		0.69		0.80		0.70		0.59
累積乾物分解量(kg)		17.3		31.5		56.2		85.6		111.6		136.8		159.4
累積乾物分解率(%)		4.20		7.68		13.70		20.86		27.20		33.35		38.86
有機物分解量(kg/日)		3.3		0.7		1.4		2.7		3.2		1.5		1.2
有機物分解率(%/日)		0.95		0.22		0.45		0.91		1.18		0.63		0.53
累積有機物分解量(kg)		30.1		37.9		50.8		83.7		115.6		133.5		149.9
累積有機物分解率(%)		8.51		10.71		14.36		23.66		32.70		37.75		42.41
容積(m ³)	2.52	1.89	2.16	1.76	1.78	1.62	1.58	1.33	1.46	1.27	1.49	1.22	1.36	1.30
容積重(kg/m ³)	417	420	373	309	357	343	419	410	413	411	385	438	420	395

注) 同一期日の左欄は切返し前, 右欄は水等の添加・切返し後

第9表 堆肥化の経過 (標準区)

期日 経過日数	8/1 0	8/10 9	8/21 20	8/30 29	9/11 41	9/21 51	10/3 63	10/17 77						
現物(kg)	1074	846	846	628	628	524	610	479	529	478	518	499	539	509
水分(%)	64.7	57.6	57.6	45.4	45.4	39.1	47.7	39.3	45.0	43.7	48.1	49.9	53.6	53.7
水分量(kg)	695	487	487	285	285	205	291	188	238	209	249	249	289	273
乾物(kg)	379	359	359	343	343	319	319	291	291	269	269	250	250	236
粗灰分率(%)	17.3	21.1		25.0		20.4		22.5		27.7		27.9		24.7
粗灰分(kg)	66	76		86		65		65		75		70		58
有機物量(kg)	314	283		257		254		225		195		180		177
乾物分解量(kg/日)		2.3		1.4		2.6		2.4		2.2		1.6		1.0
乾物分解率(%/日)		0.60		0.40		0.77		0.74		0.75		0.58		0.41
累積乾物分解量(kg)		20.4		36.2		60.0		88.4		110.0		129.1		143.5
累積乾物分解率(%)		5.39		9.56		15.83		23.31		29.02		34.06		37.84
有機物分解量(kg/日)		3.4		2.4		0.3		2.4		3.1		1.2		0.2
有機物分解率(%/日)		1.08		0.83		0.14		0.94		1.37		0.61		0.11
累積有機物分解量(kg)		30.5		56.4		59.5		88.2		119.0		133.3		136.1
累積有機物分解率(%)		9.73		17.98		18.98		28.13		37.94		42.51		43.40
容積(m ³)	1.56	1.22	1.28	1.15	1.33	1.07	1.13	0.87	1.09	0.99	1.05	0.95	1.01	0.91
容積重(kg/m ³)	688	693	661	546	472	490	540	551	485	483	493	525	534	559

注) 同一期日の左欄は切返し前, 右欄は水等の添加・切返し後



第5図 堆肥化における乾物重および分解率の推移

であった。

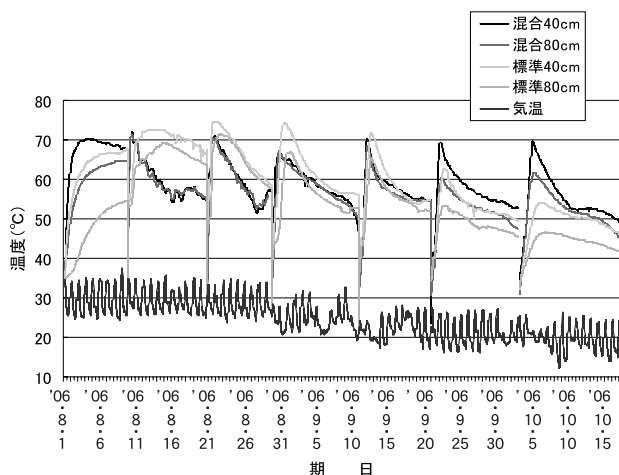
両試験区の乾物の分解率は、全期間（77日）で混合区159kg、39%（0.50%/日）、標準区144kg、38%（0.49%/日）とほぼ同じであり、剪定枝の切断・粉碎の違いが乾物分解率に影響することはないと考えられる。

今回の試験と同じ強制通気を行わず、堆積して定期的に切り返しを行う堆肥化方法においては、一次発酵と二次発酵を合わせた全期間の処理日数がおおむね150～180日程度、乾物分解率は30%程度を目安として行われている¹⁾。生ゴミは一般的に易分解性有機物の糖類、タンパク質などが多く含まれる。これらは堆肥化の初期に分解され、分解速度が速く、分解の割合も多い⁸⁾。また、堆積の規模が比較的小さい今回の試験では、質量あたりの表面積が大きくなるため、空気の供給が多くなって発酵が促進される。一方、分解が遅い²²⁾ 剪定枝の乾物の比率は2つの試験区で試験開始時におよそ75%と大きい。このことは全体としての分解率を低くすることになるが、試験では乾物分解率はおよそ40%であり、生ゴミ由来の有機物はそのほとんどが分解されたものと推定でき、堆肥化は十分進行した¹⁰⁾ と考えられる。

b 堆肥化材料の温度推移

温度推移を第6図に示す。

混合区、標準区ともに材料の温度は、混合・堆積後から上昇し、最高温度は70℃を越えた。堆積の高



第6図 夏期堆肥化における温度推移

さは1.2m～0.8mであり、材料の表面に近い堆積上端から深さ40cmの位置の温度は、深さ80cmの位置よりも高く推移した。

混合区では、8月10日の切り返し後暫くして水分が低下して温度が60℃を下回り、水分の不足があると考えられた。

ただし、測定位置のうち、最も温度が低い混合区の深さ80cmの位置においても、60℃以上の温度が19日あり、雑草種子や細菌が死滅する十分な高温・期間^{9, 23)} が確保されたと推定される。

(4) まとめ

生ゴミ、剪定枝を材料として、切断・粉碎した剪定枝の混合比率が異なる2つの処理区（混合区、標準区）を設けて堆肥化試験を行った。夏期の約2.5ヶ月の試験で、乾物の分解はおよそ40%であり、易分解性有機物の十分な分解があったと推察される。最高温度は70℃を超えて、雑草種子や細菌が死滅する処理期間（60℃が2日以上⁹⁾）があったと推定される。

2) 臭気成分分析、および、堆肥の化学分析等

(1) 目的

夏期堆肥化試験において臭気成分分析および堆肥の化学分析を行い、エコ大使の消臭効果、および、堆肥の化学性の変化等について検討する。

(2) 方法

a 臭気成分

悪臭物質として22物質が規制対象となっている。そのうち、生ゴミ堆肥化で問題となりやすい以下の7成分について測定する。規制基準は敷地境界における値であるため、堆肥置き場の端の、堆肥堆積場所から約10m地点を境界とした。測定は、臭気が問題となりやすい堆肥の切り直し直後に行った。

検知管はGASTEC(株)製のもの、FID、FPDは島津臭気分析ガスクロマトグラフシステム（本体は島津GC-14B）を用いる。検知管以外の測定方法は、環境庁告示72号¹³⁾ に準じた方法である。

a) アンモニア

検知管,あるいはホウ酸捕集後,測定;試料空気をポンプで吸引し,ポンプ出口に取り付けた試料採取用バッグに採取する.その試料空気をホウ酸溶液を入れた2連ガス吸収びんに一定量吸引して捕集する.捕集液にフェノール・ペンタシアノニトロシル鉄(Ⅲ)酸ナトリウム溶液および次亜塩素酸ナトリウム溶液を加え,アンモニウムイオンと反応して生成するインドフェノール青の吸光度(波長640nm)を測定してアンモニアを定量する.

b) イオウ系4成分(硫化水素,メチルメルカプタン,硫化メチル,二硫化メチル)

前項と同様にして採取した試料空気を,液体酸素で冷却した試料濃縮管に一定量を吸引することによって,濃縮管に被検成分を濃縮する.その濃縮管を液体酸素で冷却した状態でガスクロマトグラフに接続し,試料濃縮管にキャリアガスを流し,その流量が安定し,かつ検出器(FPD)が安定していることを確認した後,試料濃縮管を70℃まで約2分間で加熱昇温させ,被検成分をGCに導入する.4成分の各標準試薬を一定量GCに導入したときのピーク位置,高さと比較して被検成分の濃度を求める.カラム充填剤は,オキシジプロピオニトリルをChromosorb Wにコーティングしたものをを用いる.

c) トリメチルアミン類

前々項と同様にして採取した試料空気を,希硫酸を入れた2連ガス吸収びんに一定量吸引して捕集する.2連のガス吸収びん中の捕集溶液を合わせて全容50mLのメスフラスコに移し,さらに吸収びんの内部を捕集溶液で洗浄し,この洗浄液を加えて定容し,分析試料溶液とする.この溶液を一定量注射器により分取し,分解びん中にシリコンゴム栓を通して注入した後,0.2~0.3L/minの流量で窒素を2~3L流すことにより発生するトリメチルアミンを,液体酸素で冷却した試料濃縮管に捕集する.その後は,前項と同様の操作により分析するが,検出器(FID)を用いる.カラム充填剤は,ジグリセロール,テトラエチレンペンタミン,水酸化カリウム

をChromosorb Wにコーティングしたものをを用いる.

d) 酢酸エチル

検知管により測定する.

b 一般化学性

a) pH

風乾試料5gに50mLの蒸留水を加え,軽くかき混ぜて懸濁状態とした後,pH計ガラス電極を上澄液に浸し,指示値の安定を待ってpH値を読み取る²⁾.

b) EC

風乾試料5gをポリ容器に秤量し,50mLの蒸留水を加え,密栓して30分浸透する.容器をゆるく回転させながら懸濁液に電気伝導率計の電極を浸し,表示値を読み取る⁴⁾.

c) 無機態窒素(アンモニア態窒素,硝酸・亜硝酸態窒素)

分析試料5gをポリ容器に秤量し,2M塩化カリウム液100mLを加え,1時間浸透する.しばらく静置し,上澄液を傾斜法によって分取し,試料液とする.100mLの三角フラスコに2%ホウ酸液を5mLとり,蒸留装置の冷却器の下端に置く.試料液10mLを蒸留フラスコにとり,酸化マグネシウム0.2gを加え,毎分7~8mLの溜出速度で溜出液量が30~50mLになるまで蒸留を続ける.溜出液に混合指示薬(プロムクレゾールグリーンとメチルレッドのエタノール溶解液)を1~2滴加え,ビュレットを使用して中和滴定に要した標準硫酸液の滴定値を求め,アンモニア態窒素濃度を計算する.別に,試料液を加えない試薬のみのブランクについても同様の操作で滴定値を求めて差し引く.

硝酸・亜硝酸態窒素については,上記のようにアンモニア態窒素測定用の溜出液を採取した後,再度100mLの三角フラスコにホウ酸液を5mLとり,蒸留装置の冷却器の下端に置き,デバルダ合金0.2gを蒸留フラスコの投入口より添加して蒸留を続け,アンモニア態窒素測定と同様の操作で滴定値を求める³⁾.

d) 全炭素および全窒素

乾式燃焼法を用いる。有機化合物等を構成する全炭素及び全窒素を高精度で分析する方法として Pregl-Dumas法がある。この原理は、試料を完全燃焼させ、発生した燃焼ガス中の炭素はすべてCO₂に、窒素はすべてN₂の形態に変換すると同時に、他の成分を除き、最終的には、CO₂とN₂を別々に熱伝導度検出計(TCD)によって計測するものである。この方法に基づいて測定簡便化・自動化を図った自動分析装置が開発され、そのひとつとして市販されているNCアナライザーを用いる。なお、これにより求めた炭素と窒素の含有割合の比率からC/N比を求める²⁾。

e) リン

湿式分解後、バナドモリブデン酸法により測定する。分解は、風乾試料約200mgを、マイクロウェーブ分解装置(アクタック株)スピードウェーブMWS2)用の分解容器に正確に秤量して、硝酸2 mL、過酸化水素2 mLを添加して約15分間電磁波をかけることで行う。分解液を100mLに定容としたものを試料液とする。試料液の20mLを50mLメスフラスコにとり、フェノールフタレイン(フェノールフタレインのエタノール溶解液)を指示薬としてアンモニア水で中和し、濃硝酸数滴を加え指示薬の色を消す。全量が35mL程度になるように水を加えてから、バナドモリブデン酸試薬(メタバナジン酸アンモニウムとモリブデン酸アンモニウムの希硝酸溶解液)10mLを加え、よく攪拌した後定容とする。30分間放置後、波長420nmで吸光度を測定する。別に、標準リン酸液(リン酸一カリウムを一定量希硝酸に溶かしたもの)と試料液を加えない試薬のみのブランクについても同様の操作により吸光度を測定する²¹⁾。

f) カリウム, カルシウム, マグネシウム, ナトリウム

湿式分解(前項のリンの試料溶液調製法を参照)による試料溶液中のこれら4元素を、ICP(Inductively Coupled Plasma)発光分析装置(セイコーインスツルメンツ SPS1500Vr)により定量する。発光分析法の原理は、高温で電離したアルゴン炎中に

試料を導入し、高温により化合物のほぼ完全解離と原子の励起を起こし、その励起発光したスペクトルを分光器で分光することにより、目的とする元素のスペクトル強度を測定するものである。同時測定を行うため、測定波長は互いの干渉を避けて、K, Ca, Mg, Naをそれぞれ766.5nm, 317.9nm, 279.5nm, 589.6nmとする。各標準液は、塩化カリウム、炭酸カルシウム、金属マグネシウム、塩化ナトリウムを一定量必要に応じて塩酸に溶かして調製する。各元素は酸化物として表示する^{2,3)}。

c) 木質成分

樹木は数多くの化学成分から成り立つが、この中の「ヘミセルロース」「セルロース」「リグニン」は主要化学成分と呼ばれ、樹木の幹部分では全成分のうち95%を占めている。このうち、リグニンは非常に安定であり、樹木を固くして微生物などによる腐植を受けにくくしている成分である。リグニン分解は、まず白色腐朽菌によってリグニンが小さい分子にされた後、この低分子のリグニンを放線菌やバクテリアが分解することが知られている。本試験では、剪定枝の分解も重要であるため、以下の①、②の手順により、堆肥の木質成分分析を行う¹²⁾。

①中性デタージェント(ND)分析法—細胞壁物質と細胞内容物

試料中の中性の不溶部分を界面活性剤(デタージェント)で処理することにより細胞内の糖類、タンパク質、脂質などを乳化溶解させ、これらを繊維状の細胞膜物質から分離する方法をその基本としている。中性デタージェント可溶の部分を細胞内容物(CC)、不溶の部分を細胞壁物質(CW)とし、乾物はCCとCWから構成されるものとする。CCとCWともに、灰分と有機物部分に分けられる。CCの有機物部分には、タンパク質、単・少糖類、デンプン、有機酸、脂質などが含まれる。CWの有機物部分には、ヘミセルロース、セルロース、リグニン、熱変成タンパク質が含まれる。

②酸性デタージェント法—繊維とリグニン

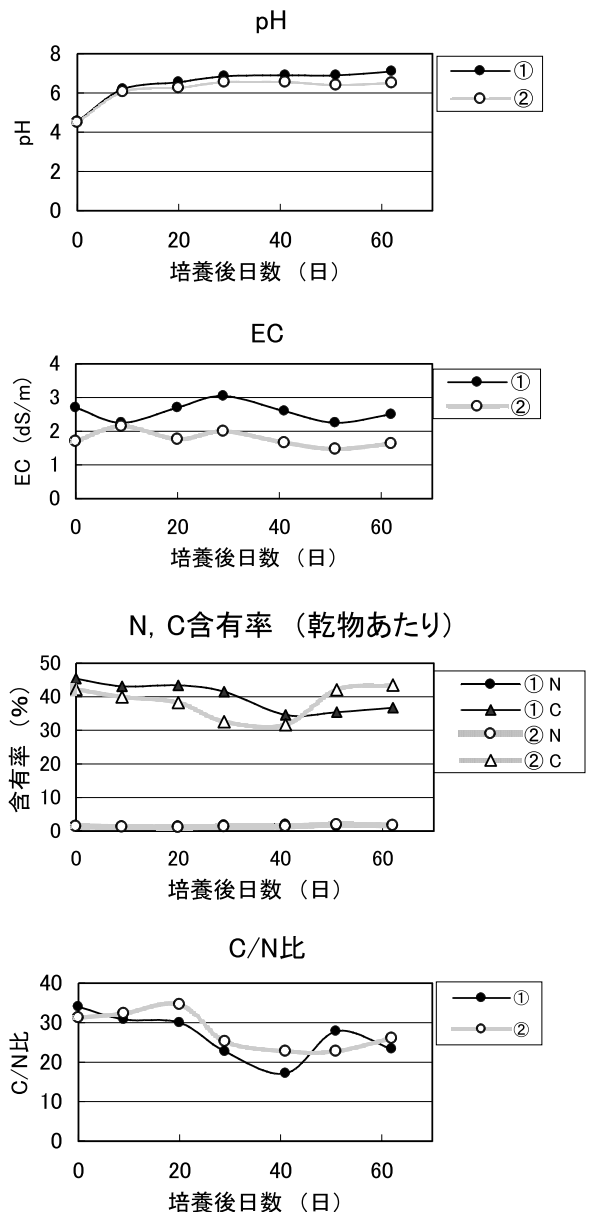
1 Nの硫酸溶液に界面活性剤を溶解した処理液と試料を煮沸することにより、まず界面活性剤の作用でC C成分の溶液中への分散が起こり、次いで、それが酸で分解されると同時にC W中のヘミセルロース、セルロースも加水分解を受ける。このとき、ヘミセルロースのかなりの部分は加水分解を受けて流出するが、セルロースの結晶領域は抵抗性を示す。したがって、この処理での残渣として得られるものの主成分は、有機質ではリグニンとセルロースであり、無機質では灰分が残っている。この処理残渣の有機物部分を酸性デタージェント繊維、または、セルロースとリグニンを主体とするところからリグノセルロースと呼ぶ。次にリグニンを定量する場合には上で得られた残渣を72%の硫酸で処理する。この操作で、セルロースは完全に加水分解され、リグニンが残渣として得られるので、これを定量する。

①、②において、灰分量は、600℃の電気炉中で2時間灰化することにより求める。①、②の操作を行い、それぞれの操作で得られる乾物量の差し引きにより、有機物、灰分、ヘミセルロース、セルロース、リグニンの量を求める。具体的な操作や試薬の調製については文献²⁰⁾を参照されたい。

また、剪定枝の分解を促進する対策が必要となる可能性が考えられるため、以下の補足試験において、木質成分の分解に有効といわれる²⁰⁾白色腐朽菌を剪定枝に接種してどの程度分解が進むかを木質成分分析により調べ、生ゴミ堆肥化での分解程度と比較する。

(補足試験) 白色腐朽菌の剪定枝分解効果の検討

白色腐朽菌は、キノコ栽培工場(株ホクト)から



第7図 堆肥の化学性の変化

- ① 混合区 (生ゴミ + 切断/粉碎剪定枝 + エコ大使)
- ② 標準区 (生ゴミ + 粉碎剪定枝)

第10表 夏期堆肥化試験中の臭気分析結果

	アンモニア NH ₃	硫化水素 H ₂ S	メチルメルカプタン MM	硫化ジメチル DMS	二硫化ジメチル DMDS	トリメチルアミン TMA *	酢酸エチル
規制基準(mg/kg)	1~5	0.02~0.2	0.002~0.1	0.01~0.2	0.009~0.1	0.005~0.07	3~20
切り返し1回目(8.10)							
混合区(1m上)	0.26	0.00006	0.00004	0.00009	≒0	0.00292	13
標準区(〃)	0.29	0.00357	0.00009	0.00114	0.00010	0.00305	13
境界	0	0.00005	0.00005	0.00015	≒0	-	-
切り返し2回目(8.21)							
混合区(1m上)	0.5	0.00004	0.00039	0.00007	≒0	0.00384	4
標準区(〃)	0.4	0.00006	0.00038	0.00012	≒0	0.00561	2.7
境界	0.27	0.00013	0.00023	0.00054	≒0	0.00644	-

*分離が悪いピークも含む

譲り受けたブナシメジ廃菌床を用いた。プラスチックコンテナ（寸法52×36×30cm）に剪定枝（水分40.1%）を現物で5.0kg入れ、その上に廃菌床（水分49.0%）を0.5kg（少量区）あるいは1.0kg（多量区）敷き詰め、さらにその上に剪定枝を5.0kg入れて、水分60%になるように水を加えた。それを25℃の恒温室（25℃区）あるいは堆肥置き場（戸外区）において、適時水分補給をしながら、2006年8月6日から9月27日までの52日間培養した。培養後、乾物分解率を求めた。さらに、多量25℃区と、多量戸外区について、試料全量を混合し、一定量を粉砕して木質成分分析に供した。試験は2連制で行った。

終了時に6.5～7.1、ECは開始時は1.7～2.7dS/m、終了時は1.6～2.5dS/m、C/N比は開始時は31～34、終了時は23～26であった（第7図参照）。堆肥の化学性を有機質肥料等推奨基準と比較すると、リン含量が低いほかは適合しており、成分的には問題がなかった。

c 木質成分

コンテナに剪定枝を充填して、白色腐朽菌（ブナシメジ）廃菌床を混合した処理等の乾物分解率（2連の平均値）を第8図に示す。乾物分解率は対照（無処理）の5%に対して、廃菌床を混合した処理

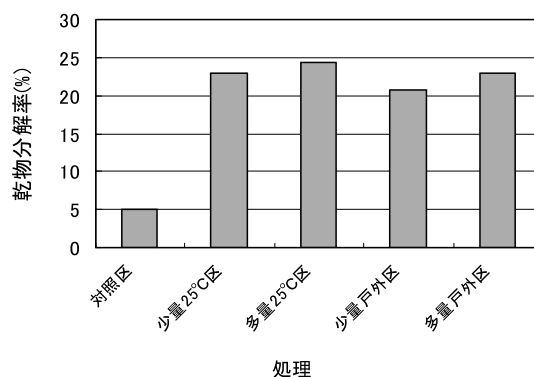
(3) 結果および考察

a 臭気成分

臭気分析の結果を第10表に示す。臭気が最も問題となると予想される、堆肥化初期の切り返し2時点における結果である。測定した境界地点において、7種類のガスすべて、規制値をはるかに下回り、臭気は問題とならなかった。

b 一般化学性

堆肥化過程の化学性の変化を第7図に、材料と堆肥の化学性を第11表に示す。pHは開始時に4.5～4.6、



第8図 白色腐朽菌（ブナシメジ廃菌床）の剪定枝接種試験における乾物分解率

第11表 夏期堆肥化試験材料と堆肥の化学性

	pH (1:10)	EC (1:10) (dS/m)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	
材料	生ゴミ (混合区)	4.7	2.4	0.39	2.6	1.1	
	生ゴミ (標準区)	3.8	3.5	0.10	3.0	3.5	
	剪定枝 (切断)	5.4	1.5	1.2	0.30	1.8	1.6
	剪定枝 (粉砕)	6.0	0.37	0.3	0.06	1.2	0.7
堆肥	混合区	7.1	2.5	1.6	0.36	2.1	1.9
	標準区	6.5	1.6	1.7	0.18	1.6	1.1
有機質肥料等推奨基準		<5	>1	>1	>1		

	MgO (%)	Na ₂ O (%)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₂ ,NO ₃ -N (mg/100g)	C (%)	C/N比	
材料	生ゴミ (混合区)	0.14	5.4	53.6	0.7	47.7	17.8
	生ゴミ (標準区)	0.80	11.9	24.3	1.2	47.6	14.6
	剪定枝 (切断)	0.21	0.9	6.9	0.0	49.8	43.6
	剪定枝 (粉砕)	0.15	1.4	1.6	0.0	38.9	114.0
堆肥	混合区	0.24	2.4	5.9	3.4	36.7	23.3
	標準区	0.21	2.1	6.2	3.1	43.5	26.1
有機質肥料等推奨基準					有機物で>60	<30	

第12表 木質成分の分析結果 (乾物当たり含有量 (%))

試料	有機物	灰分*	ヘミセルロース	セルロース	リグニン
①	67.37	32.63	9.74	28.98	18.88
②	84.41	15.59	10.58	41.97	21.96
③	88.95	11.05	13.78	46.59	20.67
④	77.27	22.73	1.66	26.66	30.63
⑤	64.57	35.43	(0.49)	25.16	23.06
⑥	94.00	6.00	8.32	39.78	22.17
⑦	81.56	18.44	9.72	43.75	19.71

*600°C2時間灰化法

- ①…ブナシメジ廃菌床混合粉碎剪定枝(25°C室培養)
 ②…ブナシメジ廃菌床混合粉碎剪定枝(戸外培養…夏場)
 ③…対照粉碎剪定枝
 ④…堆肥(混合区)(生ゴミ+切断/粉碎剪定枝+エコ大使)
 ⑤…堆肥(標準区)(生ゴミ+粉碎剪定枝)
 ⑥…もとの切断剪定枝(街路樹)
 ⑦…もとの粉碎剪定枝

() 内の数字はマイナスを表す。

区では20~25%であり、少量区よりも多量区が、戸外区よりも25°C区がやや高い結果となった。

木質成分の分析結果を、第12表に示す。

堆肥標準区(⑤)でヘミセルロースがマイナスの値を示しているが、これは堆肥化が良く進むと観察される現象である。一般的に、堆肥化過程において、まず分解されるのは低分子の糖類やタンパク質、アミノ酸などの易分解性有機物であり、続いて、ヘミセルロース、セルロースが分解され、リグニンは極めて分解されにくいことが知られている。ここでは、堆肥化により、混合区(④)、標準区(⑤)ともにヘミセルロースはほとんど分解されており、また、セルロースも元の剪定枝の含有量に比べて小さくなっており、両者の分解が進んだと推測される。リグニン量は相対的に増加していた。したがって、第12表の結果から、従来言われているように、ヘミセルロース、セルロース、リグニンの順に分解されやすいことと、リグニンの分解までは至っていないことが確認された。

岡野ら(2004)²⁰は、培地重量の3%重のツクリタケ穀粒種接種により、81日間のオガクズ敷の乾物分解率は20%であり、ヘミセルロースは11.3%から6.1%、セルロースは38.3%から35.3%、リグニンは21.8%から21.6%となったと報告している。ブナシメジ廃菌床を用いた剪定枝の分解促進試験では、接種量が多かったこともあり、より短期間で、上記の岡野らの結果と同程度の剪定枝の分解が得られた。このように、白色腐朽菌(ブナシメジ廃菌床)の接

種は剪定枝の分解促進に効果があることを認めた。生ゴミとの混合堆肥化による剪定枝分解効果を、白色腐朽菌(ブナシメジ廃菌床)の接種による剪定枝分解効果と比較すると、生ゴミと混合して堆肥化する(④、⑤)ことにより、白色腐朽菌(ブナシメジ廃菌床)接種(①、②)と比較して培養日数の違いを考慮しても、同程度以上に分解が進行することがわかった。

その他、写真3のように、コウカアブと思われる大きくて黒くて扁平な幼虫が多数発生した。石灰窒素0.5%を混合することにより防除できた。その他の防除方法としては網掛けや忌避材利用などが考えられる。

(4) まとめ

夏期試験では、生ゴミと切断あるいは粉碎剪定枝の現物質量がほぼ1:1になるように混合し、水分を調整しながら切り返しを行うことにより堆肥化が順調に進行し、臭気もとくに問題とはならなかった。これらのことから、剪定枝など分解しにくい木質系有機物を水分調整剤に利用しても、適正な水分調整による通気性の確保、切り返しによる好気状態の確保が可能であり、良好な堆肥の発酵と悪臭の少ない堆肥の製造が実現できると推察される。

3) 堆肥による発芽への影響

(1) 目的

堆肥の発酵程度や成分によって、発芽等作物の生理が影響を受けることが知られている。そこで、夏期に生ゴミ、剪定枝等を材料として生成された堆肥による作物への影響を把握するため、土壤中に堆肥を混入することによる植物(コマツナ)の発芽への影響について調査を行った。

(2) 方法

コマツナの発芽・生育に関わる試験は、「植物に対する害に関する栽培試験法(抄)」(農蚕園芸局長通知)¹⁹に基づいて行った。これは、ノイバウエルポット(直径11.3cm、高さ6.5cm、面積100cm²)を用いた幼植物(コマツナ)試験である。

a 供試土壌

試験には、近畿中国四国農業研究センター四国研究センターの鶴ヶ峰圃場下層土（洪積土壌）を用いた。供試土壌の特性は以下の通りである。

- ・真比重（土粒子の比重） 2.635
- ・土色 10YR3/3～2.5Y4/3（マンセル土色帖による）
- ・粒径組成（第13表） レキを除いた土壌の砂分は72%と多く含まれ、土性は砂壤土（Sandy Loam）であった。なお、試験には土壌の2mm以下画分を用いた。

b 供試堆肥

2006年8月1日より10月17日にかけて行われた堆肥化試験によって生産された堆肥のうち、剪定枝粉砕分の堆肥を用いた。

堆肥構成物を10mm篩及び2mm篩で分別した結果を第14表に示す。構成物は全般に細長いものが多く、大きさを特定することは難しいが、便宜上各篩に残留したものを、それぞれ10mm以上画分、2～10mm画分、2mm以下画分として取り扱った。

第13表 供試土壌の粒径組成

25-38mm	19-25mm	19-9mm	9-5mm	5-2mm	2mm以下
0%	1%	4%	4%	10%	81%
砂分 72% シルト 15% 粘土分 13%					

第14表 使用堆肥の特性

使用堆肥(粉砕)	現物重 (割合%)		乾物重 (割合%)		水分量 水分率	
	重	割合	重	割合	水分量	水分率
全体	4764	100	2579	100	2185	46%
10mm以上	1391	29%	809	31%	582	42%
2-10mm	2073	44%	1047	41%	1027	50%
2mm以下	1300	27%	724	28%	576	44%

なお、10mm画分、2～10mm画分は未分解の枝などであり、直径約10cmのポットに入れるには大きすぎるため、生育試験には2mm以下の画分のみを使用した。2mm以下画分の堆肥はなお未分解の細かい枝等を多量に含んでいた。

c 試料の調製

試験土壌は、1t/10a、3t/10a、5t/10aの堆肥を土壌に投入する場合を想定して調製し、各試験土壌における植物（コマツナ）の生育を未投入土壌の場合と比較した。

なお、投入量は以下のように求めた。

1000kg/10aの投入量の場合

$$1000\text{kg}/10\text{aの投入量} = 10^3\text{kg}/1000\text{m}^2 = 10^3\text{kg}/10^3\text{m}^2 = 10^6\text{g}/10^7\text{cm}^2$$

圃場の堆肥混入深を約10cmと仮定すると

$$1000\text{kg}/10\text{aの投入量} = 10^6\text{g}/10^8\text{cm}^3 = 10^{-2}\text{g}/\text{cm}^3$$

ポットの試験土壌体積は500cm³であるので1t/10aの場合のポットへの投入量は10⁻²g/cm³×500cm³=5g/potとなる。

これと同様に3000kg/10a、5000kg/10aの場合はそれぞれ15g/pot、25g/potとした

未投入（対照）、1000kg(1t)/10a、3000kg(3t)/10a、5000kg(5t)/10aそれぞれの試験土壌の特性は第15表のようになった。

第15表 試験土壌の特性

	容水量 (100g当り)	乾燥密度 (g/cm ³)	pH	EC (μS/cm)	CEC (meq/100g乾土)
対象	36	1.41	7.4	51	5.63
1t/10a	38	1.39	7.4	66	6.65
3t/10a	37	1.32	7.4	88	5.64
5t/10a	38	1.33	7.4	127	8.56

第16表 試験ポットの特徴

No	ポット重 (g)	試料土壌 (g)	現場密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	乾燥試料 (g)	乾燥密度 (g/cm ³)	開始時の給水量 (g)	目標重	
対照	1	132.23	727.67	1.46	2.33	711.07	1.42	131	991
	2	132.11	721.29	1.44	2.33	704.84	1.41	130	983
1t/10a	3	132.11	701.59	1.40	2.05	687.52	1.38	133	967
	4	132.22	713.58	1.43	2.05	699.27	1.40	136	981
3t/10a	5	132.21	666.19	1.33	2.86	647.67	1.30	123	922
	6	132.13	690.97	1.38	2.86	671.76	1.34	128	951
5t/10a	7	132.18	679.92	1.36	3.45	657.27	1.31	129	941
	8	132.15	693.75	1.39	3.45	674.46	1.35	132	958

各試験土壌について容水量、pHはほとんど差は見られなかったが、投入堆肥の増加に伴って乾燥密度は減少する傾向が認められ、EC値は増加した。また、CECについては、5t/10aの試料で8meq/100g乾土と他の試験土壌に比べて若干高くなったが、その他各試験土壌間には明瞭な傾向は認められなかった。

なお、容水量は濾紙上に置いた試験土壌の乾土100gに水100gを加え、一昼夜放置した後に試験土壌中に保留された水量を示す。また、EC、pHは乾燥試験土壌にその5倍の蒸留水を加え、よく攪拌した後に計測した時の値である。

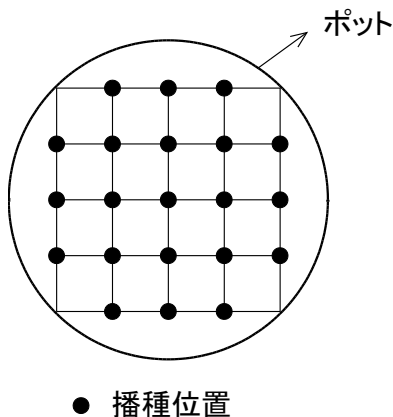
試験は対照、1t/10a、3t/10a、5t/10aそれぞれの試験土壌それぞれについて2ポットずつ、計8個のポットを用いて行った。各ポットの特徴は第16表に示す。

栽培試験に当たっては、各ポットとも播種前に容水量の半分の水分を含むように給水し、以降、この水分を基準として、全てのポットとも同様に水管理を行った。ここで、表中の「開始時の給水量」とは、最初にこの水分量に達するまで加えた給水量を示す。

d 播種

コマツナの種子は、第9図に示すように約2cm間隔のメッシュを組み、各ポットとも21粒の種子をその交点に播種した。

播種は10月27日に行い、以降、屋外にポットを設置し、その経緯を追跡した。



第9図 ポットの播種位置

(3) 結果および考察

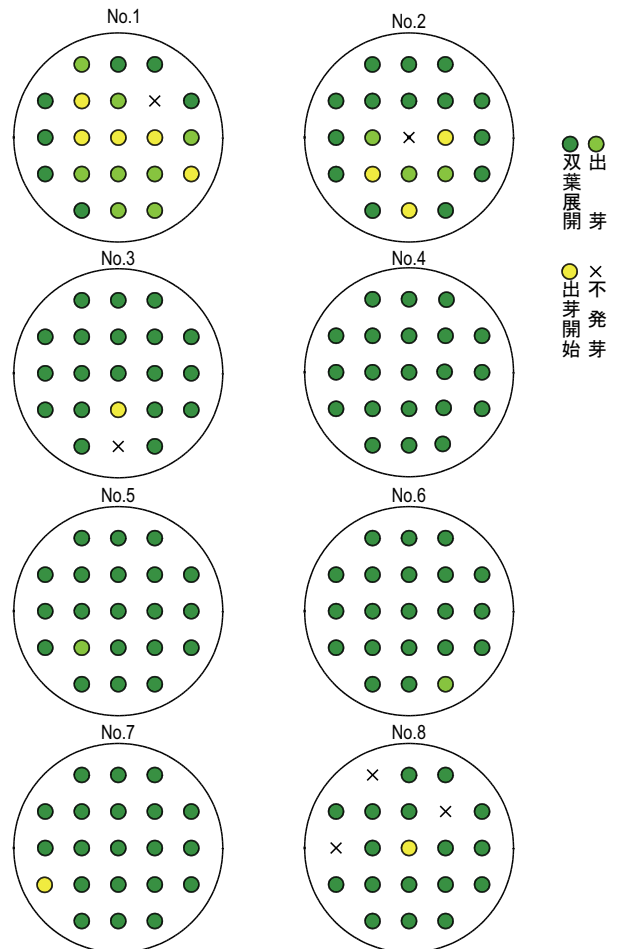
10月27日播種後、3日後の10月30日に発芽した。

各処理毎1~2個の程度の不発芽が見られたが、発芽率は95%以上となった。ただし、ポット8(5t/10a)のみは3個の不発芽が見られた。原因は不明であるが、同じく5t/10a処理のポット7での発芽率が100%であることから考え、給水時の種の浮き上がりまたは播種深度が深すぎるなど管理面での不具合が原因の一つとなっていることも想定される。

なお、播種後4日(発芽後2日)にあたる10月31日の状況を第10図に示す。

(4) まとめ

生ゴミから生成した堆肥を用いた時のコマツナの発芽への影響について、堆肥を1t/10a、3t/10a、5t/10a相当、畑心土(砂壤土)に投入した場合を想



第10図 10月31日の状況(播種後4日)

第17表 冬期堆肥化試験の処理，開始時の材料組成

試験区	堆積状態	処理			乾物(kg)		水分 (kg)
		切返し	材料追加	消臭剤添加	生ゴミ	剪定枝	
追加 標準	自然堆積	約10日毎	有	無	120	56	176
	同上	約10日毎	無	無	121	56	177
木枠漆喰	漆喰塗り木枠詰込み	なし	無	無	52	24	76
木枠エコ大使	木枠詰込み	なし	無	材料の1%程度	51	24	75
木枠標準	同上	なし	無	無	52	24	76
メッシュバッグ	メッシュバッグ詰込み	なし	無	無	55	26	81

注) 堆肥化材料は生ゴミと剪定枝(満濃公園，未切断)を混合したもの。全ての区で同じ。水分は65.1%

定して試験を行った。この結果，次のことが明らかとなった。

- ①土壌への投入は2mm画分以下の堆肥を用いたが，これによって，乾燥密度が若干改善されるとともに，土壌中ECの増加が認められた。一方，土壌pHやCECには大きな変化は認められなかった。
- ②播種後3日程度で発芽が見られたが，各処理について1～3個程度の発芽しない種子が見られた(発芽率92～100%)が，堆肥投入量に対して明瞭な傾向は認められなかった。これから，夏期堆肥の土壌投入による発芽への影響はほとんど見られないといえる。不発芽は，給水時の種の浮き上がりまたは播種深度が深すぎるなど処理面での不具合が原因の一つとなっているものと考えられた。

(5) 問題点

搬入される生ゴミには剪定くずが含まれているため，粉碎した場合であっても堆肥にならない枝等の多くの残留物が含まれていた。例えば，今回使用した堆肥では，10mm以上画分が重量比で約30%，2mm以上では約75%含まれている。生ゴミ堆肥を圃場に還元する場合，今回試験では行えなかったが，粗大な残留物の作物栽培への影響等について，実際の圃場を使用した試験を通じて明らかにしていく必要がある。このほか，多くは見られなかったが，ビニル等の残留物も存在した。圃場への還元を考える場合，その分別法や処理法についても検討する必要がある。

3 冬期堆肥化試験

1) 堆肥化過程の材料の分解割合や温度の経過

(1) 目的

冬期の気温が低い状況で生ゴミ・剪定枝の混合材料の堆肥化において，定期的に生ゴミを追加する処理，および切り返し省略をねらった発酵容器を使用した処理における分解過程を調査し，適切な堆肥化方法を策出するための資料とする。発酵容器としては，孔を開けた木枠やメッシュバッグを推奨している町村や堆肥化施設がある²⁴⁾ことから，ここでも類似の方法を試みることにした。

(2) 方法

a 試験構成・堆肥化期間中の操作

第17表に冬期堆肥化試験の処理と，開始時の材料組成を示す。

追加区および標準区は材料を自然堆積し一定期間毎に切り返しを行い，追加区には堆肥化材料を追加した。木枠・メッシュバッグ区は切り返しおよび生ゴミ追加を行わず，この内，木枠エコ大使区には消臭剤(エコ大使)を添加した。

12月5，6日に堆肥化材料の混合を行い，7日に質量測定，追加区，標準区の堆積および木枠，メッシュバッグへの詰め込みを終えて堆肥化試験を開始した。

2月26日に質量を測定して試験を終えた。

期間中の操作は第18表に示す。

第18表 堆肥化期間中の各種操作 (冬期試験)

試験区	期 日														
	12/7	12/15	12/27	1/5	1/6	1/13	1/16	1/18	1/20	1/24	1/28	2/2	2/5	2/15	2/26
追加区	始	返	返+	返	返+	返+	返	返	返	返	返	返	返	返	終
ゴミ		48.5	67.4			105.4									
枝		12.7													
水				2.5		6		6	6	20	6	6	20	20	
窒															
標準区	始	返	返+	返	返+	返+	返	返	返	返	返	返	返	終	
水				2.5		20		6	10	6	6	20	6	6	20
窒															
木枠漆喰	始	量				量								量	終
木枠エコ大使	始	量				量								量	終
エコ	2.3				1.0										
木枠標準	始	量				量								量	終
メッシュバッグ	始	量				量								量	終

注) 始：材料混合・堆肥化開始
 終：質量測定・堆肥化終了
 返：切り返し 返+：切り返し+質量測定
 量：質量測定 ゴミ：生ゴミ追加量 (現物kg)
 枝：剪定枝追加量 (現物kg) 水：水の添加量 (kg)
 窒：石灰窒素添加量 (kg)
 エコ：消臭剤 (エコ大使) 添加量 (kg)

a) 追加区, 標準区

およそ10日毎に切り返しを行った。追加区では、第1, 2, 4回目の切り返し時に生ゴミを追加し、第1回目の切り返し時には剪定枝も追加した。

12月27日にはコウカアブ幼虫駆除のために石灰窒素を2.5kg (0.5%目安) 添加・混合した。

水分は50~60%を目標に水を添加しながら調整した。

b) 木枠, メッシュバッグ区

80cm立方のふた付きの木箱を3個用意し、それぞれの全面に10cm四方ごとにφ12mmの孔を空け、このうち一つの木枠は内側全面を消臭効果があるとされる漆喰*1で塗装した。

また、堆肥熟成用のメッシュバッグ (タヒロンメッシュバッグ, ㈱田中産業製) を用意した。これは、容量1m³の円筒形をした塩ビ製で、全体が2mmのメッシュでできている。そのため通気性がよく、水分調整を適正に行えば、二次発酵以降の切り返しをしなくてもいいので手間が省け、切り返し時の臭気に悩まなくて済む。また、堆肥材料から発生するア

ンモニアがメッシュの内側に結露している水分に溶け込むことにより、アンモニアの揮散を抑制し、また、堆肥材料へのハエやアブの侵入、産卵を防ぐことから、ハエやアブの発生を抑制するとされている²⁴⁾。

木枠3個とメッシュバッグ1袋に、上記と同じ材料を一定量入れ、以下の処理区を設ける。

- ・木枠漆喰区…内面を漆喰塗装した木枠に入れた区
- ・木枠エコ大使区…木枠に入れ、開始時と30日後の2回、エコ大使を材料の1%を希釈して表面に散布した区
- ・木枠標準区…木枠に入れただけの区
- ・メッシュバッグ区…メッシュバッグに入れた区

材料詰め込み後、切り返しはせずに、温度測定とおよそ20日間隔で質量測定を行った。

b) 堆肥化材料の調製

生ゴミ、剪定枝 (未切断) が均一になり、混合後の水分目標60~65%として調製した。その結果現物質量で生ゴミ：剪定枝がおよそ4：1となった。

c) 材料

生ゴミ：善通寺市内の自衛隊食堂および給食センターの残飯, 調理くず 水分：76%程度

剪定枝 (未切断)：満濃公園の剪定枝 水分：43%程度

消臭剤：愛媛県工業技術センター開発の環境浄化微生物 「えひめAI-2」 (エコ大使)

d) 測定項目・方法

堆肥質量：追加区, 標準区では、ホイールローダ (TCM610) のバケットで堆肥化材料をすくい上げ、運搬車に積み込み、ロードセル式のトラックスケールに運搬車を載せて質量を測定して、運搬車のみの質量を差し引いた。木枠, メッシュバッグ区では、木枠またはメッシュバッグをロードセルを介してつり下げ、測定した。

* 1 漆喰 (主成分 消石灰 (水酸化カルシウム))

硫化水素ガス, メチルメルカプタンガスの消臭, ホルムアルデヒド, トルエン, キシレンなどの吸着除去, 抗菌機能, 防カビ機能 (アルカリに由来していると考えられる) があると表示されている。

水分：100 g 程度の堆肥化材料を80℃、48時間で乾燥し、乾燥前後の質量から算出した。湿量基準で示した。

堆肥温度・気温：自動記録温度計で堆肥化材料表面から30cm以上内側の温度および高さ約1.5mの位置の気温を30分間隔で測定・記録した。

生ゴミのみの分解率：プラスチック繊維で編んだ茶袋に生ゴミを入れて堆積および木枠・メッシュバッグの堆肥化材料に埋め込んだ。投入前と回収後の質量、水分から分解率を算出した。

(3) 結果および考察

a 堆肥化過程における質量等の変化

冬期堆肥化試験の様子を写真4～6に示す。また、

堆肥化の開始時、切り返し時、終了時における質量、水分等を第19, 20, 21表に示す。

追加区では、開始時505kgに生ゴミ、剪定枝、石灰窒素を追加した結果、合計の質量(添加した水は除く)は742kg(乾物246kg)であり、終了時161kg(乾物90kg)となった。堆肥化81日間の乾物の分解は156kg、分解率は約64%であった。水分は開始時65%が生ゴミや水の追加を行いながら、50~60%を目標に調整した結果、最低値42%とやや不足気味で推移した。

標準区では、開始時507kgに石灰窒素の追加があったので、合計の質量は510kg(乾物180kg)であり、終了時に143kg(乾物65kg)であった。堆肥化81日間の乾物の分解は115kg、分解率は約64%であった。

第19表 冬期堆肥化の経過 (追加区)

期日	12/7	12/27		1/16		2/5		2/26
経過日数	0	20		40		60		81
現物(kg)	505	198	268	194	299	157	177	161
水分(%)	65.1	59.8	63.2	42.2	53.3	47.4	53.3	44.1
水分量(kg)	329	118	169	82	160	74	94	71
乾物(kg)	176	80	96	112	140	83	83	90
乾物分解量(kg/日)	-	-	-	-	-	2.9	-	-
乾物分解率(%/日)	-	-	-	-	-	2.0	-	-
累積乾物分解量(kg)	-	-	-	-	-	-	-	157
累積乾物分解率(%)	-	-	-	-	-	-	-	63.5
容積(m ³)	0.59	0.48	0.56	0.43	0.46	0.38	0.37	0.33
容積重(kg/m ³)	857	417	478	449	652	410	479	490

注) 同一期日の左欄は切り返し前、右欄は水等の添加・切り返し後

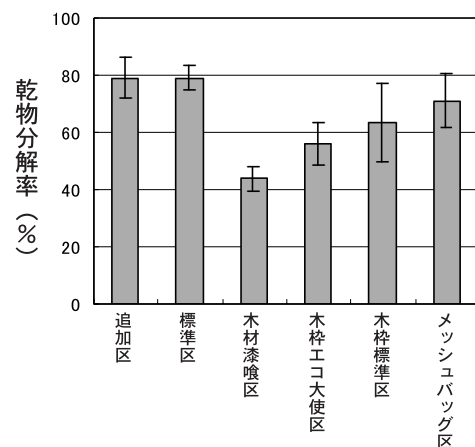
第20表 冬期堆肥化の経過 (標準区)

期日	12/7	12/27		1/16		2/5		2/26
経過日数	0	20		40		60		81
現物(kg)	507	198	200.5	168	188	137	157	143
水分(%)	65.1	51		45.2	51.1	47.1	53.8	54.4
水分量(kg)	330	101		76	96	64	84	78
乾物(kg)	177	97		92	92	73	73	65
乾物分解量(kg/日)	-	8.8		0.2		1.0		0.3
乾物分解率(%/日)	-	5.0		0.3		1.1		0.5
累積乾物分解量(kg)	-	80		85		104		114
累積乾物分解率(%)	-	45.2		48.0		59.0		63.7
容積(m ³)	0.54	0.45	0.51	0.41	0.43	0.36	0.35	0.31
容積重(kg/m ³)	932	437	396	412	434	379	451	464

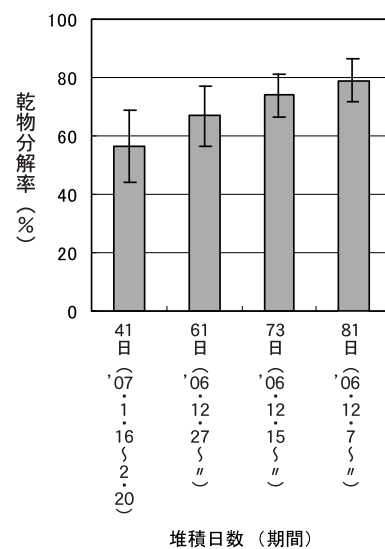
注) 同一期日の左欄は切り返し前、右欄は水等の添加・切り返し後

第21表 冬期堆肥化の質量・水分の推移(木枠・バッグ区)

	12/7	12/27	1/16	2/5	2/26	乾物分解率	
現物 kg	木枠漆喰	217	120	87	76	68	
	木枠エコ大使	215	118	99	87	79	
	木枠標準	218	128	99	85	79	
	メッシュバッグ	233	118	72	62	58	
水分 %	木枠漆喰	65.1			42.5		
	木枠エコ大使	65.1			55.4		
	木枠標準	65.1			48.9		
	メッシュバッグ	65.1			49.2		
乾物 kg	木枠漆喰	76			39	48.3 %	
	木枠エコ大使	75			35	52.9 %	
	木枠標準	76			40	47.2 %	
	メッシュバッグ	81			30	63.4 %	



第11図 生ゴミの乾物分解率



第12図 追加区の生ゴミの乾物分解率

生ゴミの投入がないので、1月上旬までの水分は追加区より低く推移した。水分添加を繰り返しながら50～60%を目標に調整し、終了時の水分は54%であった。

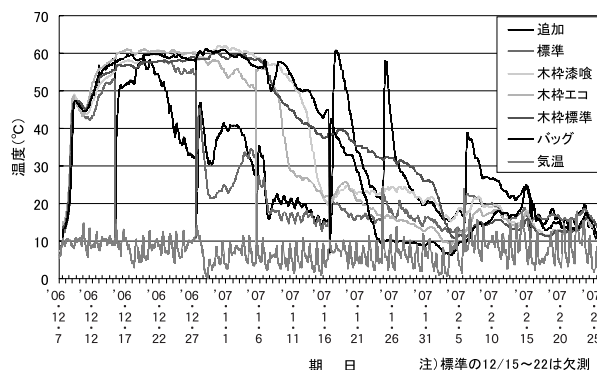
木枠区では漆喰、エコ大使、標準の順に開始時に現物217, 215, 218kg (乾物で76, 75, 76kg)であったものが81日間で現物68, 79, 79kg (乾物で39, 35, 40kg)となった。メッシュバッグ区では開始時に現物233kg (乾物で81kg)が81日間で現物58kg (乾物で30kg)となった。乾物分解率は木枠区で上記と同じ順に48, 53, 47%と追加区、標準区に比較して低かった。メッシュバッグ区では乾物分解率は63%であり、追加区、標準区とはほぼ同等であったものの、分解にばらつきがみられ、やはり切り返しが必要であることを示す結果となった。

プラスチック繊維で編んだ茶袋による生ゴミ分解率測定では、追加区、標準区で80%、木枠区では、40～64%、メッシュバッグ区では71%であった(第11図)。追加区と標準区では全期間を通しての分解率に差はないが、最後に追加された生ゴミの堆積日数が41日となり、分解率は57%と81日間堆積した場合に比べて小さい値となっていた(第12図)。

なお、冬期試験の剪定枝は、切断されず、剪定したままのものとなったため、生ゴミとの混合割合が夏期試験と同じでは均一に混合することが困難と観察され、結果として生ゴミ：剪定枝の現物質量は4：1程度となった。この場合でも、堆肥化材料調製には攪拌・混合を繰り返す必要があってこの作業に多くの時間を要しており、切断または粉碎の前処理が必要であると判断された。

b 堆肥の温度

温度推移を第13図に示す。いずれの試験区でも開始直後から堆肥温度は急激に上昇し、最高温度は60℃前後であった。堆積して切り返しを行っている追加区、標準区では、温度が徐々に低下するのに対して、木枠・メッシュバッグ区では高い温度が維持されていた。また、追加区、標準区は12月29日の気温低下の影響を受けており、断熱性の差がみられた。ただし、温度が高いことが必ずしも分解率を高くす



第13図 冬期堆肥化試験における温度推移

るわけではない^{14, 15)}ことに注意を要する。追加区と標準区の比較では、生ゴミの追加により温度上昇が起り、分解が盛んになることがわかる。

冬期は、冷風の吹き込みを防ぐために堆肥置き場をビニールカーテンで覆うなど工夫したものの、追加区と標準区については、病原菌や雑草種子の死滅するに足る温度・期間が得られたとは言い切れなかった。温度を高く保つために材料を増やしたり発泡スチロール板で囲むなどの工夫が必要である。

(4) まとめ

冬期に生ゴミ・剪定枝の混合材料の堆肥化試験を定期的に生ゴミを追加する処理(追加区)、および切り返し省略をねらった発酵容器を使用した処理(木枠・メッシュバッグ)を設けて、堆積後生ゴミを追加しない処理(標準区)と比較した。試験期間81日間の乾物分解は、追加区、標準区ともに64%と差がなかったが、追加区における堆積期間が短い生ゴミの分解率はやや小さく、乾物分解には生ゴミ追加から十分な期間が必要である。

堆積して堆肥化する試験区を夏期の試験と比較すると冬期試験では乾物分解率が大きく表れている。夏期の試験開始時における乾物に占める生ゴミ乾物の割合は平均およそ26%であったのに対して、冬期ではおよそ68%と高い。このため、生ゴミの乾物分解率が同じであっても、堆肥化材料全体の乾物分解率は冬期では夏期のおよそ2.6倍の値を示すこととなる。剪定枝の割合が夏期と同じであるとすると、冬期の乾物分解率はおよそ30%となり、夏期の試験

第22表 冬期堆肥化試験中の臭気分析結果

2006.12.15	アンモニア 硫化水素		メチルメルカプタン	硫化ジメチル	二硫化ジメチル	トリメチルアミン	酢酸エチル
	NH ₃	H ₂ S	MM	DMS	DMDS	TMA *	
規制基準(mg/kg)	1~5	0.02~0.2	0.002~0.1	0.01~0.2	0.009~0.1	0.005~0.07	3~20
生ゴミ投入反復区(上1m)	3	0.00005	0.00019	0.00026	0.00178	0.01707	7
通常区(上1m)	2.5	0.00001	0.00021	0.00011	0.00040	0.00959	8
境界	1	0.00004	0.00010	0.00007	—	0.01373	5
木枠漆喰区	46.5	0.00380	0.14866	0.09643	0.68399	0.05269	32
鍍区エコ大使区	40	0.00371	0.15909	0.12415	0.66117	0.08439	40
木枠標準区	90	0.00338	0.22979	0.12183	0.90926	0.08440	48
メッシュバッグ区	9	0.00350	0.03939	0.02630	0.20711	0.03877	30

*分離が悪いピークも含む

に比べて低いことになる。

木枠やメッシュバッグを容器として使った堆肥化では、温度は高く維持したものの、乾物分解率がやや低く分解にばらつきがみられ、切り返しにより通気性と均一性を確保することの重要性を示す結果となった。

2) 臭気成分分析, および, 堆肥の化学分析等

(1) 目的

気温の低い冬期に堆肥化試験を行い、夏期と比較してどのように堆肥化が進むかを、臭気成分分析および化学性分析により調べる。補助試験(木枠試験, バッグ試験)においては、化学性の分析のほか、漆喰とエコ大使の消臭効果について検討する。

(2) 方法

a 臭気成分

堆肥化試験中に、堆肥周辺, および, 木枠内(木枠の横方向の中央, 上から10cm位置, 手前から10cm位置)とバッグ内(バッグ内の上部)の空気中の7臭気成分について、夏期堆肥化試験と同様な方法で測定する。

b 一般化学性

夏期堆肥化試験と同様に、pH, 電気伝導度(EC), 全C(有機物含有率), 全N, 硝酸性N, アンモニア性N, 全りん酸(P₂O₅), 全カリウム(K₂O), 全カルシウム(CaO), 全マグネシウム(MgO), 全ナトリウム(Na₂O)を分析する。

c 木質成分

夏期堆肥化試験と同様に、堆肥化終了時の木質成分を分析する。

(3) 結果および考察

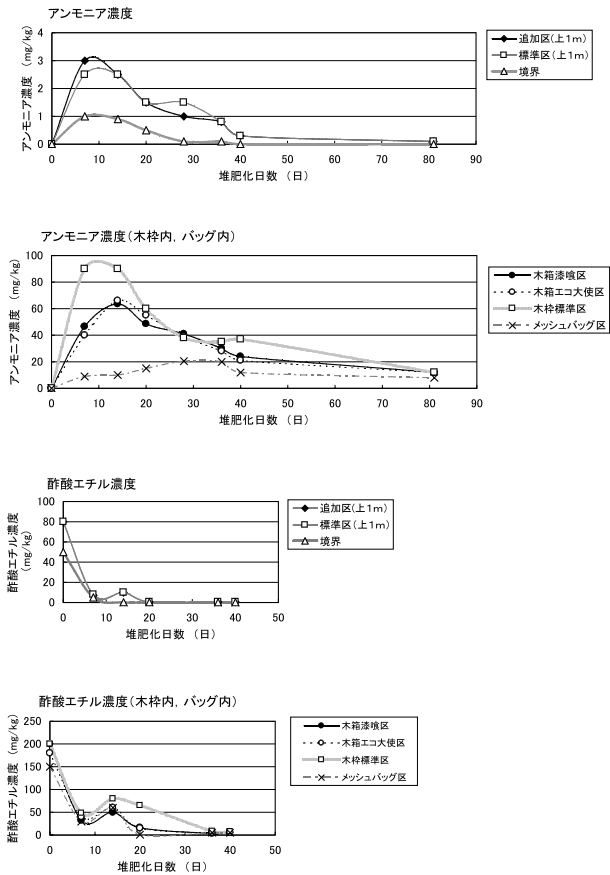
a 臭気成分

夏期の堆肥化試験では、開始後1~2週間の臭気が強かったことに基づき、冬期試験開始から8日目の臭気を測定した結果を第22表に示す。臭気は夏期試験よりも強く、堆肥化8日目において、境界地点でトリメチルアミンと酢酸エチル濃度が規制基準の下限値を超過していた。

アンモニアと酢酸エチル濃度を、経時的に測定した結果を第14図に示す。アンモニア濃度は開始後1~2週間でピークに達し、その後徐々に低くなった。酢酸エチル濃度は開始時に高く、その後低くなったが、境界地点において、開始後約10日間、規制基準の下限値を超過していた。メチルメルカプタンや硫化水素の消臭に効果があるとされる漆喰は、アンモニアと酢酸エチルに対しても3~5割程度の濃度低減効果が見られた。エコ大使は漆喰とほぼ同程度の濃度低減効果があり、これらの資材を利用した臭気抑制効果が期待できた。しかし、1ヶ月経過後には差がなくなったため、追加散布を行った結果、若干効果がみられた。

b 一般化学性

材料と堆肥の化学性を第23表に示す。pHは開始時に5.8, 終了時に7.0~7.7, C/N比は開始時は20, 終了時は9~12, ECは開始時は3.3dS/m, 終了時



第14図 冬期堆肥化試験のアンモニアおよび酢酸エチル濃度の変化

は5.4~6.5dS/mであった。

夏期試験に比べて生ゴミの比率がかなり高かったため、堆肥のC/N比は開始時から小さく、カリウム、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムなどの塩類やアンモニア態窒素濃度が高くなっており、中でもナトリウム濃度はNa₂Oとして7%にも達していた。また、無機態窒素濃度に関しては、夏期の堆肥ではアンモニア態窒素濃度は6 mg/100 g、硝酸・亜硝酸態窒素濃度が3mg/100 gであったのに対して、冬期の堆肥では、アンモニア態窒素濃度が200mg/100 g程度以上であるのに対して、硝酸・亜硝酸態窒素濃度が3 mg/100 g程度以下となっていた。このことから、無機態窒素は堆肥の発酵が進むにつれて一般にアンモニア態から硝酸態に変化することを考えると、冬期の堆肥化は十分進んでいなかったことが推察された。

c 木質成分

木質成分の分析結果を第24表に示す。

木質3成分(ヘミセルロース、セルロース、リグニン)では、堆肥材料が①の追加区では生ゴミ量が②~⑥よりも多いという違いはあるものの、①と②~⑥の堆肥間、あるいは①~⑥の堆肥間にはっきり

第23表 冬期堆肥化試験材料と堆肥の化学性

	pH (1:10)	EC (1:10) (dS/m)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)
生ゴミ	5.8	4.9	4.5	0.89	3.1	1.5
材料 剪定枝	5.4	1.9	0.9	0.28	1.8	1.8
混合材料(開始時)	5.8	3.3	2.0	0.44	2.6	1.6
追加区	7.6	6.5	3.7	1.23	3.2	3.5
標準区	7.7	5.5	3.5	0.98	2.8	3.8
堆肥 木枠漆喰区	7.2	5.4	3.0	0.94	3.1	2.3
木枠エコ大使区	7.2	6.2	3.3	1.06	2.9	2.9
木枠標準区	7.1	5.8	3.4	1.11	3.2	2.0
メッシュバッグ区	7.0	6.0	3.4	1.13	2.7	2.4
有機質肥料等 推奨基準		<5	>1	>1	>1	
	MgO (%)	Na ₂ O (%)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₂ ,NO ₃ - N(mg/100g)	C (%)	C/N比
生ゴミ	0.12	7.62	50.1	0.0	44.7	9.8
材料 剪定枝	0.17	1.81	10.3	0.2	43.5	46.1
混合材料(開始時)	0.20	5.42	21.1	0.1	40.1	20.0
追加区	0.37	7.72	260	3.3	33.8	9.1
標準区	0.40	6.26	193	2.8	34.3	9.7
堆肥 木枠漆喰区	0.30	7.01	234	1.7	34.9	11.6
木枠エコ大使区	0.35	6.86	263	1.8	37.0	11.4
木枠標準区	0.32	3.60	310	1.9	36.0	10.5
メッシュバッグ区	0.34	5.74	299	1.7	36.4	10.8
有機質肥料等 推奨基準					有機物で>60	<30

第24表 木質成分の分析結果（乾物当たり含有量（%））

試料	有機物	灰分*	ヘミセルロース	セルロース	リグニン
①	77.43	22.57	6.28	21.20	14.76
②	74.08	25.92	6.89	20.49	16.36
③	76.94	23.06	4.54	21.15	17.53
④	78.30	21.70	7.81	21.45	15.54
⑤	78.33	21.67	3.72	19.82	17.50
⑥	78.53	21.47	5.20	18.94	16.84
⑦	94.16	5.84	13.79	28.97	20.32
⑧	89.23	10.77	8.75	12.49	6.36

*600℃2時間灰化法

- ①…追加区 ②…標準区 ③…木枠漆喰区
 ④…木枠エコ大使区 ⑤…木枠標準区
 ⑥…メッシュバッグ区
 ⑦…冬期堆肥化試験に用いた剪定枝
 ⑧…冬期堆肥化試験の開始時の混合材料

した差は見いだせない。

木質成分はヘミセルロース，セルロース，リグニンの順番で分解されやすい。夏期試験では，ヘミセルロースのほとんどが堆肥化により分解されて消失し，セルロース含有量にも減少がみられたのに対して，冬期試験では，開始時⑧と比較してヘミセルロースのほぼ半分以上が残っており，夏期ほど分解は進んでいないことがわかる。分解を促進するためには，材料を多くすること，堆肥化期間を長くすること，あるいは，堆肥温度を下げないために，表面を通気性のよい保温性資材（古毛布，ござなど）で覆う，冷気が吹き込まないように壁あるいはカーテンを設けるなどの対策が必要である。

（4）まとめ

冬期試験では，剪定枝は剪定したままのもので腕ほどの太さの枝も混合しており，かさばるため作業性が悪く，生ゴミと混合することが困難であり，結果的に生ゴミの割合が高くなった（生ゴミ：剪定枝の現物質量が4：1）。このように生ゴミの割合が高く，生ゴミの臭気を緩和する剪定枝の表面積が小さいという条件，また，外気温が低いため堆肥の温度を高温に維持しにくく分解速度が小さいという条件のために，夏期に比べて臭気が激しかった。とりわけ，酢酸エチルとアンモニアの発生が問題であり，エコ大使の添加あるいは漆喰の利用により，それらの濃度を3～5割抑えることができた。堆肥の化学性については，植物に必要とされず，塩類障害の原

因となりやすいナトリウムの濃度がNa₂Oとして7%にも達していたこと，また，アンモニア態窒素の硝化が進まず，アンモニア態窒素の濃度が200mg/100g程度以上となっていたことから，生ゴミの混合割合を高めすぎないこと，堆肥化期間を長くすること，保温対策を取ること等の対策が必要と考えられる。

3) 堆肥による発芽への影響

（1）目的

冬期に生ゴミ，剪定枝等を材料として生成された堆肥の発芽への影響を把握するため，土壤中に堆肥を混入することによる植物（コマツナ）の発芽への影響について調査を行った。

（2）方法

夏期の堆肥について行ったコマツナの発芽試験と同様に，「植物に対する害に関する栽培試験法（抄）」（農蚕園芸局長通知¹⁹⁾に基づいて試験を行った。これは，ノイパウエルポット（直径11.3cm，高さ6.5cm，面積100cm²）を用いた幼植物（コマツナ）の生育試験である。

a 供試土壌

試験には，夏期の試験と同じ近畿中国四国農業研究センター四国研究センター鶴ヶ峰圃場下層土（洪積土壌）を用いた。供試土壌の特性は以下の通りである。

- ・真比重（土粒子の比重）2.635
- ・土色 10YR3/3～2.5Y4/3（マンセル土色帖による）
- ・土性 砂壤土（Sandy Loam）

b 供試堆肥

2006年12月7日より2007年2月26日の冬期に行われた堆肥化試験によって生産された堆肥を用いた。冬期は，最初に生ゴミ等を搬入しそのまま堆肥化を図ったもの（標準区），途中に生ゴミ等を追加したもの（追加区）があり，双方について試験を行った。採取時の堆肥の水分率は約50%と夏期の堆肥と大

第25表 試験ポットの特徴

	No	ポット重 (g)	試料土壌 (g)	現場密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	乾燥試料 (g)	乾燥密度 (g/cm ³)	開始時の給水量 (g)	目標重 (g)	
対照区	1	132.26	600.15	1.20	2.31	586.61	1.17	95	827	
	2	132.41	600.00	1.20	2.57	584.98	1.17	95	827	
標準区	1t/10a	9	132.31	600.05	1.20	2.49	585.49	1.17	95	827
		10	132.28	600.08	1.20	2.57	585.02	1.17	95	827
	3t/10a	11	132.58	600.15	1.20	2.68	584.48	1.17	95	827
		12	131.86	600.00	1.20	2.62	584.68	1.17	95	827
	5t/10a	13	132.61	600.05	1.20	2.81	583.65	1.17	95	827
	14	132.09	600.03	1.20	3.17	581.57	1.16	95	827	
追加区	1t/10a	3	132.39	600.44	1.20	2.86	583.73	1.17	95	827
		4	132.25	600.63	1.20	2.89	583.77	1.17	95	827
	3t/10a	5	132.37	600.88	1.20	2.90	583.93	1.17	95	827
		6	132.29	600.11	1.20	3.29	581.02	1.16	95	827
	5t/10a	7	132.37	600.03	1.20	3.31	580.79	1.16	95	827
	8	132.35	600.10	1.20	3.26	581.14	1.16	95	827	

きな差はなかったものの、冬期の堆肥は夏期に比べて剪定枝のうち大きな枝の量が多く、それ以外の部分が非常にべたつき、堆肥の篩別や土壌への混入が困難な状態にあった。このため、採取堆肥を水分率約12%まで風乾した後、篩別等の処理を行った。

c 試料の調製

試験土壌は、1t/10a、3t/10a、5t/10aの堆肥を土壌に投入する場合を想定して調製し、各試験土壌における植物（コマツナ）の生育を未投入土壌の場合と比較した。なお、堆肥投入に当たっては、使用ポット（試験土壌500cm³、断面積100cm²、深さ5cm）に対して2～10mm画分、10mm以上画分ではスケールが大きすぎるため、試験土壌への投入は2mm以下画分の堆肥とした。

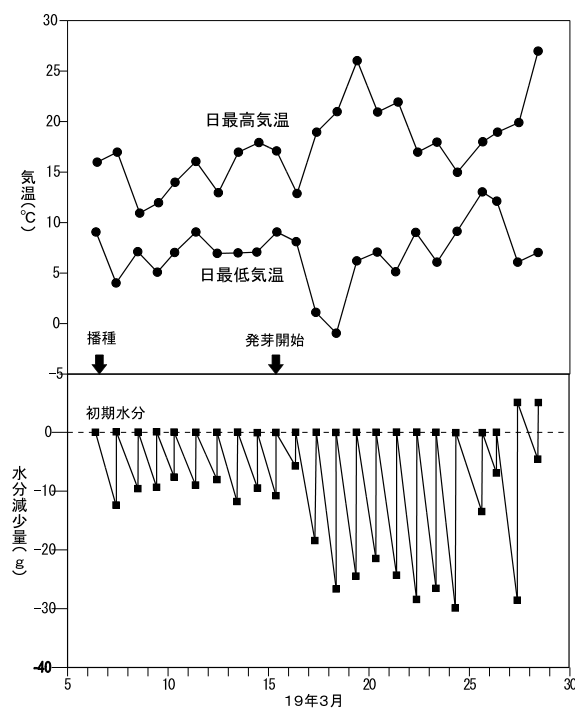
試験は対照と標準区、追加区のそれぞれに1t/10a、3t/10a、5t/10a相当の堆肥を投入した試験土壌を調製し、それぞれについて2ポットずつ、計14個のポットを用いて行った。

各ポットの特徴を第25表に示す。

d 播種

コマツナの種子は、夏の堆肥試験の場合と同様に第9図に示すように約2cm間隔のメッシュを組み、各ポットとも21粒の種子をその交点に播種した。

播種は2007年3月6日に行い、以降、屋外にポットを設置し、その経緯を追跡した。後述のように発芽まで長い時間を要したため、その間、灌水によってポット水分の管理を行った。第15図には播種後の



第15図 播種後の生育環境

最高、最低気温及び期間のポットの水分変化及び給水量を示す。図は、ポット1の場合であるが、いずれのポットも水分減少量はほぼ同じであり、給水量も同じであるので、各ポットとも同様な水分変化を示した。なお、給水は加える水による養分の補給をさけるため蒸留水を用いた。

(3) 結果および考察

a 堆肥の状態

風乾堆肥を夏期と同様に10mm及び2mmの篩で篩別した結果を第26表に示す。

第26表 使用堆肥の特性

標準区			追加区		
	重量(g)	水分率(%)		重量(g)	水分率(%)
風乾前堆肥量(g)	1970.9	49.8	風乾前堆肥量(g)	2042.8	46.8
風乾後堆肥量(g)	1102.2	12.1	風乾後堆肥量(g)	1179.1	11.7
	(100)			(100)	
10mm以上 (比率)	478.9 (43.4)	12.8	10mm以上 (比率)	675.0 (57.2)	11.6
2~10mm (比率)	472.1 (42.8)	11.5	2~10mm (比率)	387.7 (32.9)	11.9
2mm以下 (比率)	151.2 (13.7)	10.2	2mm以下 (比率)	116.4 (9.9)	10.0

構成物は全般に細長いものが多く、大きさを特定することは難しいが、便宜上各篩に残留したものを、10mm以上画分、2~10mm画分、2mm以下画分としてそれぞれ扱った。

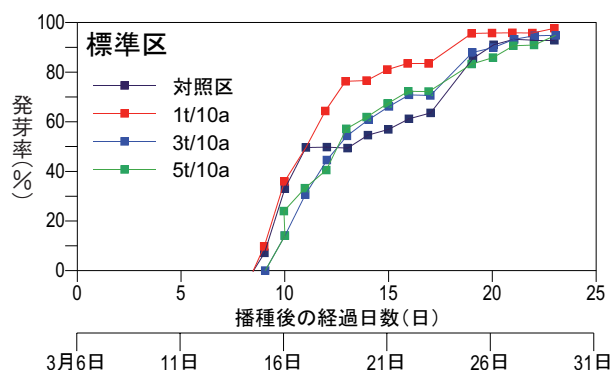
堆肥の状態は上述のように、いずれの区においても水分率は夏の場合と大差はないものの（水分率47~50%）、原因は不明であるが剪定枝以外の生ゴミ部分の堆肥は非常にべたついた。このため約12%程度まで風乾した後篩別を行った。この結果、標準区の堆肥は10mm以上画分、2~10mm画分ともに約43%であり、堆肥として使用する2mm以下画分は約14%となった。また、追加区においては、10mm以上画分、2~10mm画分はそれぞれ57%、33%あり、堆肥として使用する2mm以下画分は約10%にすぎなかった。夏期の堆肥が2mm以下画分が約30%あったのと比較すると標準区、追加区ともに大幅に減少していた。

堆肥化期間で生ゴミ等の体積が十分に減少し、温度も低下したことを考えると生ゴミの分解は進んだものと考えられる。夏期の堆肥化との相違点は、主に、剪定枝が細断されずに搬入されたことが挙げられる。このことから、2mm画分への剪定された細い枝の混入が減少したこと等が冬期に生成された堆肥の特徴が現れる原因の一つとなっているとも考えられる。

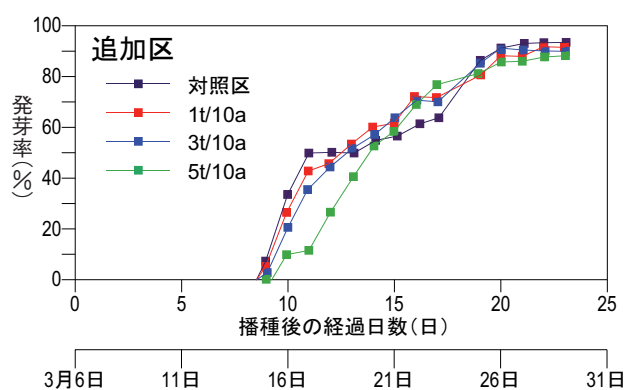
b 発芽状態

冬期の発芽試験は、第15図に示したように夏期に比べて温度が低かったため、発芽に非常に長い期間を要した。播種は3月6日に行ったが、発芽が始まったのが、9日後の3月15日で、以降3月29日に至るまで、約2週間かけて徐々に発芽が進んでいった。

第16図には標準区の、第17図には追加区の発芽の状況を示す。



第16図 標準区の発芽数の変化



第17図 追加区の発芽数の変化

いずれの場合も、発芽率は最終的には90%程度までは達した。標準区では、1t/10a区で発芽は他に比べて順調に進み、発芽数も42個中41個（97.6%）となった。3t/10a、5t/10a区はほぼ対照区と同様な変化を示し、1t/10a区よりも若干遅れる傾向が認められ、発芽数は42個中40個（95%）であった。また、対照区の発芽数は39個（93%）であった。これに対して追加区では、全般に標準区よりも遅くなる傾向が認められ、特に、5t/10a区では発芽が遅れ、発芽数も37個（88%）ともっとも悪い値となった。1t/10a区、3t/10aの発芽数はいずれも38個で（90%）で追加区は全体に標準区に比べ発芽が悪くなる傾向が認められた。

(4) まとめ

夏期に生産された堆肥は全般に良質で、土壤に混入後の発芽も良好であった。これに対して、剪定枝が細断されなかったことなども原因の一つになるもの



写真1 夏期試験の混合前の状態



写真2 夏期試験の堆積状態



写真3 コウカアブの幼虫と蛹の抜け殻



写真4 冬期試験で搬入された剪定枝



写真5 冬期試験堆積状態

写真6 木枠・バッグの試験区
左から木箱標準、木箱漆喰、木箱エコ大使、メッシュバッグ区

と考えられるが、冬期の堆肥は夏期に認められたような効果は認められなかった。特に追加区では、全般に発芽傾向が標準区に比べて悪く、夏とは逆に多く入れると発芽が悪くなる傾向が認められた。夏のよう高温で分解が早く進む時期とは異なり、低温の冬期では、熟成前に生ゴミの追加を繰り返すことによって堆肥の品質に影響を及ぼすことが危惧された。

Ⅲ 考 察

夏期試験では、生ゴミと切断あるいは粉碎剪定枝の現物質量がほぼ1：1になるように混合し、水分を調整しながら切り返しを行うことにより堆肥化が順調に進行し、臭気もとくに問題とはならず、2ヶ月程度で作物に施用してもほぼ問題がない堆肥を作ることができた。

一方、冬期試験では、剪定枝は剪定したままのもので腕ほどの太さの枝も混合しており、かさばるため作業性が悪く、生ゴミと混合することが困難であり、結果的に生ゴミの割合が高くなった(生ゴミ：

剪定枝の現物質量が4：1)。このように生ゴミの割合が高く、生ゴミの臭気を緩和する剪定枝の表面積が小さいという条件、また、外気温が低いため堆肥の温度を高温に維持しにくく分解速度が小さいという条件のために、夏期に比べて臭気が強く、とりわけ酢酸エチルとアンモニアが問題となった。エコ大使の添加あるいは漆喰の利用により、それらの濃度を3～5割抑えることができた。また、堆肥の塩類濃度が高くなり、特にナトリウムの集積とアンモニア態窒素の集積が問題となる可能性が考えられた。堆肥施用作物試験結果は、夏期試験とは逆に、施用量が多いほど生育が悪いという結果となった。

これらの結果から、生ゴミと剪定枝の堆肥化の留意点を挙げる。

①剪定枝の細断あるいは粉碎

搬入された剪定枝は十分細断あるいは粉碎されていたとは言えなかった。2～3ヶ月を経て作られた堆肥では、夏期は10mm以上画分が重量比で約30%、2mm以上では約75%含まれ、冬期では10mm以上画分

が43~57%, 2 mm以上画分が80~90%含まれていた。

このような堆肥を農地へ毎年施用していく場合、未分解の剪定枝が蓄積されていくことが予想される。培地に剪定枝が蓄積しても分解は緩慢なので化学性で問題が生じることは少ないが、大きな未分解の剪定枝が多くなると、耕作しにくくなったり、出芽を物理的に抑制したりするため、材料の剪定枝はできるだけ細断や粉碎しておくことが必要である。剪定枝の十分な細断が不可能な場合、1回2~3ヶ月程度の堆肥化では畑への施用には不適當な大きさのものも含まれる。篩い分けにより施用に適さない堆肥部分を分けて、堆肥化の物性改良材として再利用する方法も考えられる。剪定枝部分を数回再利用して、大きな剪定枝片が農地へ施用されないようにすることが可能であろう。これによって、剪定枝の堆肥化期間が長くなり、分解が十分進む。

なお、乾燥時に水をはじく性質（撥水性）が現れやすいので、堆肥の保存の際や多量施用した土壌では水分管理に注意を要する¹¹⁾。

②木質成分の分解促進

留意点①と関連するが、剪定枝の木質成分の分解が進んでいた方が、土壌のCEC（陽イオン交換容量）の増加などの化学性改良効果や土壌の膨軟化、排水性改善などの物理性改良効果が期待できる。

剪定枝など木質材料を含む堆肥化過程における分解は堆積初期は高温性の糸状菌や細菌が関与し、60~80℃の高温状態で分解が進む。この段階ではヘミセルロース、セルロース、リグニンといった木質の主要な成分の分解はほとんど行われず、木質材料以外の材料（ここでは生ゴミ）中の易分解性有機物の分解が行われる。後半には高熱性の嫌気性菌も働き、セルロースの分解もわずかに行われるが、木質成分の本格的な分解は高熱分解が過ぎ去り、堆肥の温度が下がり担子菌に属する木質腐朽菌の関与によって進められる。この時期は堆肥化過程では中、後熟期に相当する。木質腐朽菌にはヘミセルロースとセルロースのみを分解する褐色腐朽菌とリグニンも分解する白色腐朽菌が、木質成分の分解に関与する。しかし、こうした木質成分の本格的な分解はヘミセル

ロースを除いてかなりゆっくり進められることがわかっている¹¹⁾。

以上のような一般的に知られている堆肥化過程と比較すると、夏期試験ではヘミセルロースのほとんどとセルロースの一部が分解されており、中期（1次発酵期+ α ）の段階の堆肥であったと考えられる。冬期試験では、前期（1次発酵期）が終了するかしないかという段階の堆肥であったと考えられる。

生ゴミと合わせて堆肥化する方法では、白色腐朽菌接種と同等以上の効果が得られた。したがって、剪定枝の処理方法としては、本試験で試みた「生ゴミとの堆肥化」という方法は適切であると思われる。そうはいえ、剪定枝の分解は時間がかかる。本試験での堆肥化期間以上に、適切な水分状態で堆積しておくこと、木質成分の分解が進むので、より良好な堆肥ができ、より高い施用効果が期待できる。

③生ゴミの比率を高くし過ぎないこと

堆肥の成分面では、堆肥化過程では材料中の塩類は分解せずかえって濃縮されるため、生ゴミの比率が高いと塩類濃度の高い堆肥ができる。露地栽培の場合は雨により流亡するため問題にならないが、ハウス栽培の場合は塩類集積の問題が生じやすい。ナトリウムが集積すると土粒子を分散させやすくなるため土壌の団粒構造が壊れやすくなること、分散した粒子が集まって固結した層（クラスト）が生じやすくなることが知られている。

また、臭気の面でも、生ゴミの比率の低い方が問題は少ない。臭気成分が剪定枝の表面に吸着されることが考えられるため、剪定枝の表面積は大きいほど良く、細断あるいは粉碎したものが望ましい。夏期試験では生ゴミ：剪定枝=1：1であり、臭気の問題は少なく栽培試験でも良好な施用効果が得られたが、冬期試験では4：1であり、分解が不十分であったこともあり、逆の結果が得られた。これらから、生ゴミ：剪定枝の割合は1：1から多くとも2：1に抑える必要があると考えられた。

生ゴミの臭気抑制方法としては、腐敗する前に速やかに十分量の細断あるいは粉碎剪定枝と混合すること、消臭資材「エコ大使」を表面散布すること

が有効と考えられた。本試験ではエコ大使を表面散布すると悪臭濃度を3~5割程度抑えられた。その他には、予備試験の結果より、堆肥材料の山の底から空気をポンプで引き、その空気を土壌中に引き込んで土壌微生物の働きを利用して脱臭する方法が考えられる。また、冬期試験では漆喰の消臭効果も認められたことから、堆肥置き場の壁を消臭効果のある漆喰で覆う方法、またその他には、炭やベントナイトなど臭気成分を吸収する資材を混合すること、などが考えられる。

剪定枝は決まった時期にまとまって出ること、生ゴミは年間を通じて連続的に出ることを考慮して、取り組みやすい方法のひとつを以下に提案する。

十分量の細断あるいは粉碎剪定枝に、水分を60%程度に調整しつつ、生ゴミの投入と混合を繰り返し、生ゴミの最終投入後、夏期では1ヶ月、冬期では2ヶ月以上堆積させる。その際、生ゴミの累積現物投入量が現物質で剪定枝と同程度か、多くとも2倍程度までとする。

これらの点に留意すると、施用効果のある堆肥を作ることができると考えられる。施用量は、毎年施用する場合は、10aあたり1t程度、つまり1m²あたり1kg程度から取り組むことが適当であると考えられる。

しかしながら、2006年度の善通寺市の可燃ゴミの搬入量は仲善クリーンセンターによると、6,602,184kgであり、その半分が生ゴミであるとする3,301,092kg=約3,300tとなり、善通寺市シルバーセンターによる2006年度の剪定枝搬入量116,625kgの28倍と計算される。生ゴミのみを材料とする堆肥化の可能性については村上(2001)¹⁶⁾が検討しているが、こうした状況を考えると、生ゴミだけの処理を併用していく必要があると考えられる。

Ⅳ 摘 要

本研究では生ゴミ等堆肥化システム構築のための試験を行った。

その結果を以下に要約する。

①生ゴミと剪定枝の混合のみで、従来から言われて

いる堆肥化に適した水分範囲(55~70%くらい⁹⁾)に維持することで、とくに種菌を加えなくても温度が上昇し堆肥化は進行する。

②剪定枝の分解はかなり遅く、夏期の2~3ヶ月の堆肥化では、ヘミセルロースのほとんどとセルロースの一部が分解されたものの、リグニンはほぼ分解されずに残る。冬期はさらに遅く、2~3ヶ月の堆肥化では、ヘミセルロースも半分程度残っている。

③臭気は酢酸エチルとアンモニアの発生が問題であり、エコ大使の添加あるいは漆喰の利用により、それらの濃度を3~5割抑えることができる。

④夏期の細断された剪定くずを含む生ゴミから生成した堆肥については、土壌に混入した場合、各処理について1~3個程度の発芽しない種子が見られたもの(発芽率92~100%)、堆肥投入量に対して明瞭な傾向は認められず、全般に良好な発芽状況を示した。また、堆肥の施用により、土壌の乾燥密度が若干低下した。

⑤冬期の堆肥、特に、堆肥化中に生ゴミ等を追加投入した場合には、全般に発芽傾向が標準区に比べて悪く、夏とは逆に多く入れると発芽が悪くなる傾向が認められた。

謝 辞

本研究は、2006年度の善通寺市委託事業の資金により行われた。本研究に関して、善通寺市農林部の山下繁樹部長、熊谷智課長には貴重なご意見をいただき、また、山地祥嗣氏、香川昇氏、同市市民部の内田貴史氏には試験材料の調達等で便宜を図っていただいた。また、企画管理部連絡調整チームの野崎利幸氏には研究の連絡調整を図っていただき、研究支援センター業務第2科の十鳥科長補佐、喜多寿夫班長、秋山博樹氏、松崎健文氏ほか科員の方々には堆肥施設管理や堆肥試験で支援していただいた。ここに深く感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 中央畜産会 2000. 堆肥化施設設計マニュアル. 中央畜産会, 東京. 105-121.
- 2) 土壤標準分析・測定法委員会編 1986. 土壤標準分析・測定法. 博友社, 東京. 70-71, 104, 135-139, 155-160.
- 3) 土壤環境分析法編集委員会編 1997. 土壤環境分析法. 博友社, 東京. 179-185, 241-243.
- 4) 土壤養分測定法委員会編 1971. 土壤養分分析法. 養賢堂, 東京. 45-52.
- 5) 藤田賢二 1993. コンポスト化技術. 技報堂出版, 東京. 59-77.
- 6) 藤原俊六郎 1988. おが屑混合鶏ふん堆積物の腐熟度と施用方法について. 神奈川県園芸試験場研究報告36: 1-100.
- 7) 藤原俊六郎監修 1999. 家庭でつくる生ゴミ堆肥. 農文協, 東京.
- 8) 藤原俊六郎 2003. 堆肥の作り方・使い方—原理から実際まで—. 農文協, 東京. 44-53.
- 9) 羽賀清典 2006. 堆肥化の原理と方法, 堆肥とことん活用読本, 農文協, 154-161.
- 10) 原田靖生 1983. 家畜ふん堆肥の腐熟度についての考え方. 畜産の研究 37 (9): 1079-1086.
- 11) 堀 大才・三戸久美子 2003. 木質廃棄物の有効利用. 博友社, 東京. 27-29, 90-113.
- 12) 石橋晃監修 2001. 新編動物栄養試験法, 養賢堂, 東京. 488-496.
- 13) 環境省 1993. 悪臭規制物質分析方法マトリクス・改正, 環境省告示72号.
- 14) Miyatake F., K. Iwabuchi (2005). Effect of high compost temperature on enzymatic activity and species diversity of culturable bacteria in cattle manure compost. *Bioresource Technology* 96: 1821-1825.
- 15) Miyatake F., K. Iwabuchi (2006). Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Bioresource Technology* 97: 961-965.
- 16) 村上敏文 2001. 生ゴミコンポストの品質評価試験報告書 (善通寺市に提出). 1-8.
- 17) 中崎晴彦 1995. コンポスト化過程における微生物添加効果の定量的解析. *BIO INDUSTRY* 12 (3): 26-34.
- 18) 日本土壤協会 2000. 堆肥等有機物分析法. 日本土壤協会, 東京. 153-154.
- 19) 農林水産省 1984. 農産園芸局長通知農蚕第1943号「植物に対する害に関する栽培試験法(抄)». 1-5.
- 20) 岡野寛治ら 2004. ツクリタケ (*Agaricus bisporus*) 栽培によるオガクズを敷料とした乾燥牛糞の腐朽. 日本きのこ学会誌, 12: 99-104.
- 21) 作物分析法委員会編 1975. 栄養診断のための栽培植物分析測定法. 養賢堂, 東京. 59-63.
- 22) 佐藤 俊 1976. きゅう堆肥の生産利用からみた木質物類 (おがくず・樹皮) の特性. 畜産の研究 30 (1): 227-230.
- 23) 染谷 孝 2003. 堆肥の微生物安全性を巡って, 堆肥等有機質資材の品質の安定化及び安全性の評価 研究会資料. 九州沖縄農業研究センター, 1-12.
- 24) 戸田辰男 2006. メッシュバッグ方式で繰り返し不要, 悪臭なし. 堆肥とことん活用読本, 農文協, 東京. 134-137.

Study of composting from city garbage and pruning residues of roadside trees in Zentsuji, Kagawa

Seiko YOSHIKAWA, Toshihiko IBUKI*, Hisayoshi INOUE**, Shuichi WATANABE, Shoko ISHIKAWA,
Yoshio HANANO**, Kanji OKANO***, Kenji NAGATA****

Key words: garbage, pruning residues, compost, chemical properties, application effect of compost

Summary

A series of experiments were conducted to construct a system to compost city garbage and pruning residues of roadside trees. Results are summarized in the followings.

1. Mixing garbage and pruning residues was sufficient to obtain the required temperature for composting without inoculants to promote the process.
2. Decomposition process of pruning residues was a time-consuming process. For summer experiments, most of the hemicellulose and a part of the cellulose were decomposed during 2 to 3 months of the composting process, while most of the lignin remained intact. The process was even slower for winter experiments where approximately a half of the hemicellulose remained.
3. In the course of composting, offensive odor substances, ethyl acetate and ammonia, were generated. Addition of either "Eco-taishi" or plaster reduced their generation by 30 to 50 %.
4. Germination rates of Komatsuna (*Brassica rapa var. peruviridis*) seeds were tested in pot experiments by the application of compost. As to the compost produced in summer, the germination rate of as high as 92 to 100 % was observed irrespective of application rates. Soil density was slightly reduced by the application of the compost.
5. Contrary to summer compost, germination rates tended to decrease when winter compost was applied at high rates.

Research Team for Conservation of Agricultural Watershed

* National Institute of Livestock and Grassland Science

** Hillside Paddy Utilization Research Team

*** The University of Shiga Prefecture

**** Technical Support Section

近畿中国四国農業研究センター研究資料 第5号

平成20年2月14日 印刷

平成20年2月14日 発行

発行所 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

近畿中国四国農業研究センター

〒721-8514 広島県福山市西深津町6-12-1

発行者 保 科 次 雄

印刷所 株式会社デルタプリント

〒732-0802 広島市南区大州2丁目12-15
