

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン

未利用資源堆肥化解説書

畜ふん編



長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会

平成10年3月

はじめに

現在、人類は、地球の温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨・雪、土壌浸食、森林破壊、砂漠化、海洋汚染、野生生物の減少など地球規模もしくは地域に関わる環境問題に直面している。この環境問題を解決するためには、自然と調和した人間と社会の関わり方を明確にし、環境への負荷の軽減が重要となる。そのためには、自然環境の機構や人間生活の負荷が環境全体に及ぼす影響を考える必要がある。

すなわち、この環境問題の根源は、経済成長と社会発展による資源・エネルギーの大量消費や排出物の急増、人口の急増等に起因するものである。この中で、排出物の急増は、地域環境レベルの汚染源としても無視できない状況である。

第4次長崎県産業廃棄物処理計画報告書（平成8年4月）によると、本県の平成5年の産業廃棄物及び特別管理産業廃棄物の総排出量は、約414.5万トンで、これを排出状況の種類別に見ると、家畜糞尿が約172.1万トンで全体の41.5%を占め、次いでばいじん、汚泥等が約95.4万トンで23.3%となっている。

この多量に排出される家畜糞尿に対する対策は、排出の抑制 中間処理による減量化の徹底 資源化と再生利用の促進等が考えられるが、 とは現況から判断して極めて困難であり、 に重点をおいた対策を推進し、循環型の社会システムへの転換を図ることが急務となっている。

従来から家畜糞尿は、農業分野において土壌改良材の有機質堆肥として広範囲に利用されているが、日本の農業が、時代の変化と共に都市近郊型農業に進んでいく傾向にあり、そのために、家畜糞尿の安定した需要と供給が困難になっている。その原因の一つには、有機質堆肥として質的に優れているものの、その糞特有の臭気が人間の生活環境に少なからず影響を及ぼしているからである。

以上の問題点を解決するために、長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会では、平成9年度から、家畜糞の有効利用の一環として、農作物に対して安全で、土壌づくりに適し、環境にやさしい堆肥化に関する技術・研究開発に、県の研究機関、民間・大学等とが共同して取り組んでいる。

本冊子は、家畜（牛、豚）糞の『堆肥化有効利用推進事業』の一環として、平成9年度に行った研究成果を、解説編と資料編としてわかりやすくまとめたものである。本冊子が農業現場をはじめ広く関係者に有効にご活用いただければ幸甚に存じます。

平成10年3月

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会
委員長 玉利 正人（長崎大学教授 農学博士）

目 次

第1章 解説編

第1節	ガイドライン作成の目的	1
第2節	畜ふんから堆肥を作るには	4
1	堆肥を作るための材料	5
2	堆肥を作るための条件	9
3	堆肥を作る作業工程	12
4	堆肥を作るときの留意点	16
第3節	畜ふん堆肥化事例	18
1	牛ふん堆肥化	18
2	豚ふん堆肥化	21

第2章 資料編

第1節	堆肥作りの実証試験	24
1	実証試験条件の設定	24
2	実証試験結果	26
第2節	参考資料	41
1	長崎県における産業廃棄物（畜ふん）の現況	41
2	長崎県環境保全型畜産確立基本方針	42
3	堆肥利用事例	44
第3節	長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会	46
1	委員・技術アドバイザー名簿	46

第 1 章 解 説 編

第 1 節 ガイドライン作成の目的

この未利用資源堆肥化解説書・畜ふん編は、処理に困っていた畜舎での畜ふんを資源として再び利用することを目的として作成された。

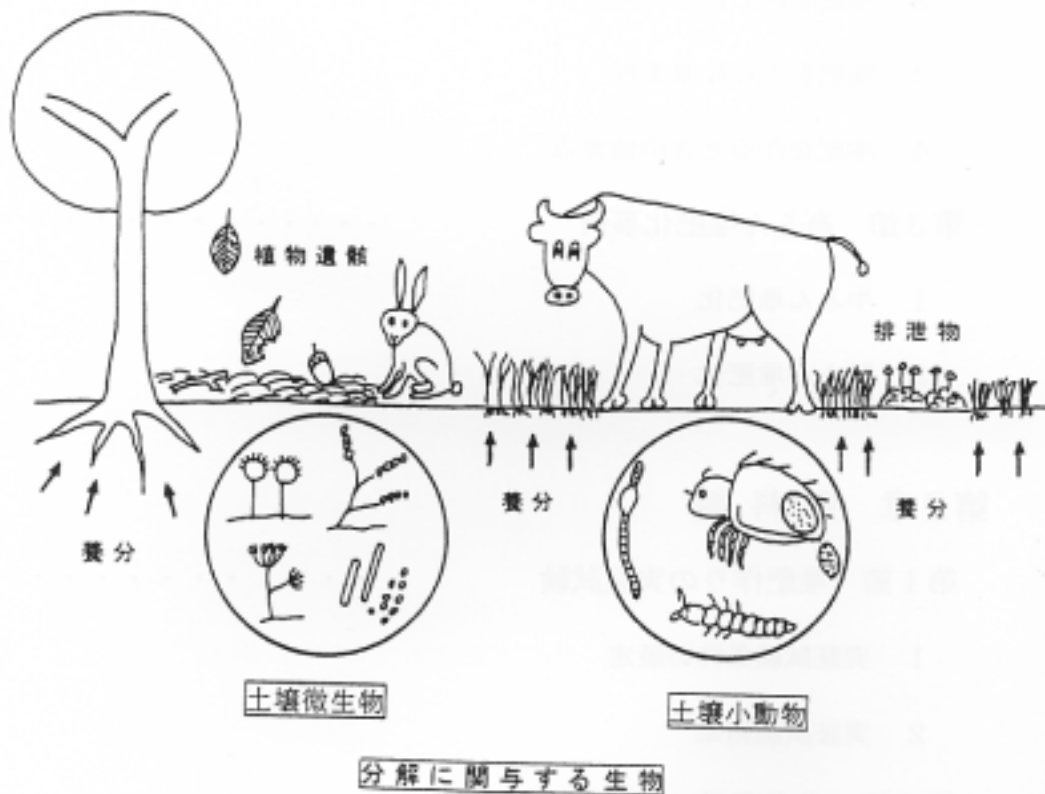


図 1 土壤生物の生態系での役割

図に示すように、自然界は種々の動植物の食物連鎖によって循環しており、生態系が健全な状態に保たれている限りそこには不用なもの、無駄なものはなく、ひどい悪臭や汚水が発生することはない。

この中で、土壤微生物および土壤小動物は「自然界の掃除屋さん」ともいわれており、動植物の遺骸および排泄物を分解し、それを植物に栄養成分として与える役割を担っている。

この土壌微生物たちの働きのため、全ての動植物の遺骸や排泄物は土壌に還元することができ、自然界では地表がゴミで埋め尽くされるということはない。

従って、こうした自然界の物質循環の考え方にそった方法で堆肥作りを行えば、環境にやさしい循環型の農業が営まれるものと思われる。

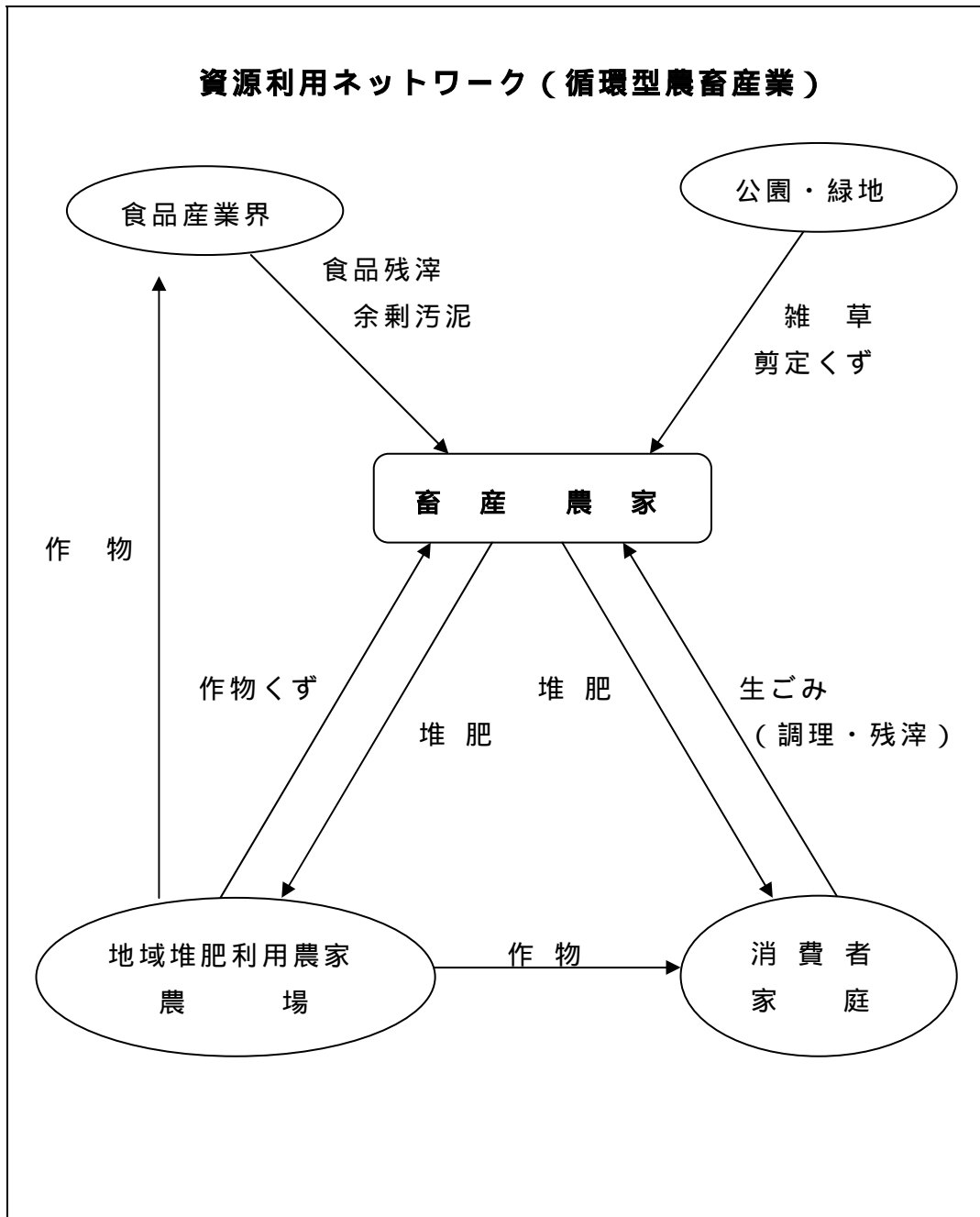
近年、環境保全型農業が提唱され地力増進のためにも堆肥の利用が推奨されているところであるが、堆肥の臭気および熟度に問題がある場合も見受けられ、大いに普及しているという現状にはなっていない。

この解説書は、畜ふんを資源として有効に活用するために、炭素率調整および土壌微生物による堆肥材料の十分な腐熟分解を行うことにより悪臭の少ない完熟した堆肥を製造することを目指しており、環境保全型農業の推進のため作成したものである。

農業指導者のみならず現場農家での手引き書として利用されることを希望する。

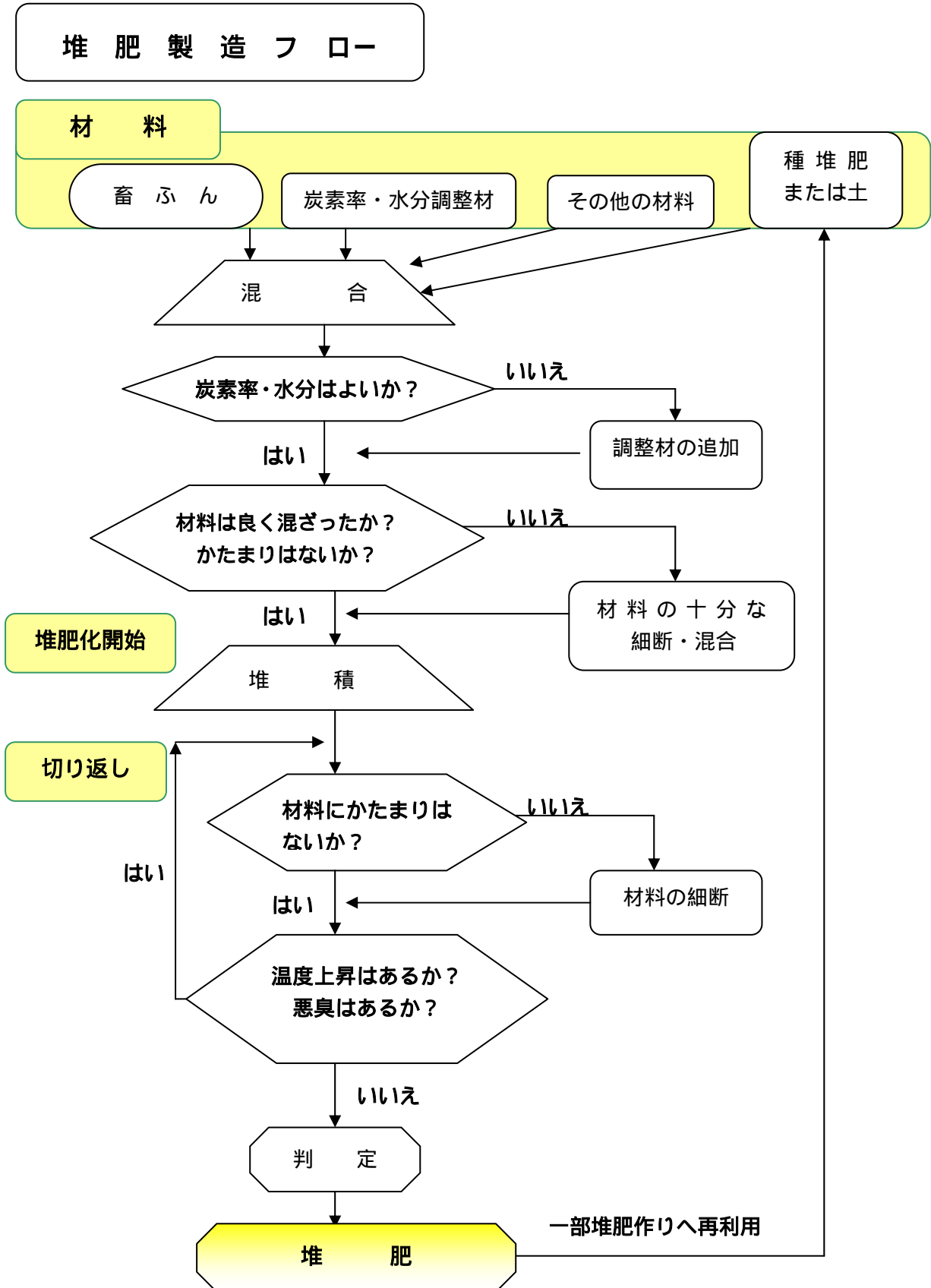
なお、次頁の概念図に示すような資源利用の地域ネットワークが構築できれば、さらに円滑な循環型農業の推進が図られるものと思われる。

概念図



第2節 畜ふんから堆肥を作るには

この節では、臭いと汚物感のある生ふんを環境に配慮して臭気が少なく比較的簡単に出来るだけ短時間で堆肥化するための材料、条件、工程について解説する。



1 堆肥を作るための材料

1 - 1 畜ふん

牛ふん、豚ふん、鶏ふんなどの畜ふんは、窒素分、水分、糖質および未分解の有機物が多く微生物分解を受けやすい。

従って、これらの畜ふんは、発酵しやすい材料として堆肥をつくる上で非常に優れているが、堆積材料全体からみて、単独では炭素不足のためアンモニア発生を起こしやすく、もみがら等植物性の材料を混ぜ合わせないと悪臭公害を招く。なお、ここでいう畜ふんとは必ずしも固液分離後のふんのみを指すものではない。



事例 1 : 材料一時置場 (豚ふん)



事例 2 : 材料一時置場 (牛ふん) 牛



事例 3 : 材料一時置場 (牛ふん) 牛

固液分離後の尿は水分調整のために、堆肥作りの後期に堆積の山に散布することも可能であり、もみがらのような炭素分の多い材料に散布して発酵熱による蒸発、分解も行われている。

事例 4 :
豚尿をもみがらと土と
の混合物に散布してい
る事例



1 - 2 炭素率調整材

炭素率（C / N比）とは、その材料が含む炭素分（C）と窒素分（N）の相対比率をいう。

わら、もみがら、おがくず、バークなどの炭素率の高い材料は、窒素含有量の多い畜ふんと混合することにより堆肥化時のアンモニア発生防止に効果がある。炭素率は、おがくず、バーク、もみがら、わらの順で高いが、おがくず、バーク等の木質を利用した場合は分解が遅いため、最低でも半年の腐熟期間を設けなければ圃場に使用できないので留意が必要である。

2～3カ月で完熟堆肥を作りたいが、おがくず、バークのような木質材料も使いたいという場合は、その使用量を堆肥材料全体の5%以下に留める必要がある。

さらに、木質材料の中には塩分を多く含むものや防腐処理を行っているものもあるので、このことにも留意が必要である。

これらの炭素率調整材は堆肥化するときに必要な水分調整、通気性の改善の働きもあり、堆肥作りには不可欠の材料とすることができる。

ここではこれらの利点を考え、扱いやすさ、コスト、安全性を考慮して炭素率調整材として特にもみがらを推奨する。

1 - 3 種堆肥

堆肥作りの基本は、有機物の微生物分解であるから多様な微生物の存在が必要であり、かつ、それらの微生物を堆肥材料に供給することが不可欠である。

微生物の供給源としてあらかじめ良好な完熟堆肥がある場合には、これを種堆肥として使用する。無い場合は、石・礫などを含まない土を微生物源として使用することもできる。

有機物を多く投入した圃場の土や雑草を引き抜いたときの根のまわりの土も有効である。

微生物源として発酵促進剤（市販品で土壌細菌等を培養したのものがある）を混合して使用する例も見受けられる。

いずれにしても、製造した堆肥が完熟であれば、次回からの種堆肥はその完熟堆肥を使用すればよく、使用量は堆肥材料の10%が目安である。

事例 5 :
種堆肥として使用する
完熟堆肥



事例 6 :
微生物の供給源として
使用する山土



1 - 4 その他の有機質材料

堆肥の製造は、畜ふん・炭素率調整材・種堆肥の3つが揃えば十分であるが、さらに圃場での物理性の改善、微生物相の改善、微量要素も含めた肥料成分の改善を図るためには、その他の有機質材料と混合することによる堆肥原料の多様化が考えられる。

その他の有機質材料としては作物残滓、生ゴミ（調理残滓）、雑草、樹木の剪定くず、食品工場の廃物などが挙げられる。これらのうち、余り手間をかけずにコストもかからず利用できるものがあれば堆肥材料として利用することを推奨する。

事例 7 :

剪定くずを材料にした
使用例



事例 8 :

食品工場より排出された
茶がらかスとコーヒ -
カスを材料にした使用例



2 堆肥を作るための条件

2 - 1 水分調整

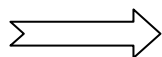
堆肥化には、好気性微生物と嫌気性微生物の両方の働きが必要である。

有機物を微生物で分解するには、水分の存在が極めて重要であり、従って微生物が活動できるような水分に調整することが必要となる。

微生物は、水分 40～60%の間でよく活動するので、堆肥化の全期間において、堆肥材料を適正な水分に保つためには蒸発分を考慮して水分 55～60%にすることが望ましい。

水分がそれよりも多すぎると、通気不足もあいまって嫌気腐敗分解を起こし硫化水素およびメチルメルカプタンなどの硫黄系悪臭物質が発生しやすくなる。

逆に、水分が少なすぎると微生物の活動が抑制され、堆肥材料の分解が進まない。



p.29 第2章 資料編 2 - 2 (2) 水分

現場で行われている水分の測定法としては、材料を手のひらで握りしめて指の間から水がしみ出てこなければ水分 60%程度で、さらに手のひらで握った塊を指で少しつつくと崩れる状態が 40%程度といわれている。非常にラフな判別法ではあるが、一応の目安になる。

現場によって適正な水分値は異なるので、色や外観など自分なりの判定法あるいは経験を持つことが必要である。

2 - 2 炭素率調整

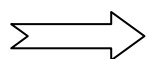
堆肥化時のアンモニア等悪臭物質の発生を防ぎ、有機物の分解が進んだ良好な堆肥を作るには、炭素率の調整が最も重要である。

堆肥化を始めるときは、炭素率が 30～40 となるように材料を調整するのが望ましい。畜ふんを例にとると、牛ふんは 15～20、豚ふんは 10～15、鶏ふんは 6～10 である。

従って、ふん単独で堆肥化すると炭素不足のため過剰な窒素がアンモニアとなり悪臭の原因となる。アンモニア臭気が鶏ふん > 豚ふん > 牛ふんの順に強く

なっていくのはその炭素率によっている。

堆肥化時に発生するアンモニア等の悪臭を防ぐためには炭素率 50～60 の稲ワラ、70～80 のもみがら、100 を超えるおがくずなどを混合し、炭素率を 30～40 となるよう調整することが重要である。



p. 30 第 2 章 資料編 2 - 2 (4) 炭素率

現場では一応の目安として畜ふんなどの動物性材料とワラ・もみがら・おがくず・作物残滓などの植物性材料（炭素率調整材）を容積比で 1：3 になるように混合すると堆肥化時の悪臭は緩和される。

現場で炭素率を計算するための資料として堆肥材料の炭素率表と計算例を以下に示す。

表 1 各種堆肥材料の成分表

（単位は炭素率・水分以外は乾物％）¹

資材名		炭素率 (C/N 比)	炭素	窒素	リン酸	カリ	苦土	石灰	水分 (%)
家畜 ふん	牛ふん	15 - 20	40 - 45	2.0 - 2.5	2.0 - 2.5	1.5 - 2.0	0.5 - 1.0	1.5 - 2.0	約 80
	豚ふん	10 - 15	40 - 45	3.0 - 4.0	5.0 - 6.0	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5	4.0 - 4.5	約 70
	鶏ふん	6 - 10	35 - 40	5.0 - 6.0	6.0 - 7.0	3.0 - 4.0	1.0 - 1.5	10 - 15	約 65
わ ら 類	稲わら	50 - 60	35 - 40	0.5 - 1.0	0.2 - 0.5	2.0 - 2.5	0.2	0.5	約 10
	麦わら	60 - 70	40 - 45	0.5 - 1.0	0.1 - 0.3	2.0 - 2.5	0.2	0.5	約 10
	もみがら	70 - 80	35 - 40	0.3 - 0.5	0.1 - 0.3	0.5	0.1	0.1	約 10
樹 木	バーク	500	45 - 50	0.0 - 0.1	0.1 - 0.2	3.0 - 4.0	0.1 - 0.2	2.0 - 2.5	約 30
	おがくず	500	45 - 50	0.0 - 0.1	0.0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.1 - 0.2	0.3 - 0.5	約 10

¹ 藤原俊六郎・加藤哲朗(1990)：図解 ベランダ・庭先でコンパクト堆肥 農山漁村文化協会

< 炭素率計算例 >

豚ふん W1=1000kg ともみがら W2=300kg を混ぜ合わせたときの炭素率を計算する。

この時、豚ふん中の水分 M1=70% 炭素分 C1=40% 窒素分 N1=3%

もみがら中の水分 M2=10% 炭素分 C2=35% 窒素分 N2=0.5%と仮定する。

炭素の合計量を計算する

炭素量は次式で表される。

$$\text{炭素量 (C)} = \{ (100 - M1) / 100 \times C1 / 100 \times W1 \} + \{ (100 - M2) / 100 \times C2 / 100 \times W2 \}$$

この式に数値を代入して

$$\begin{aligned} \text{炭素量 (C)} &= \{ (100 - 70) / 100 \times 40 / 100 \times 1000 \} + \{ (100 - 10) / 100 \times 35 / 100 \times 300 \} \\ &= 120 + 95.5 \\ &= 214.5 \text{kg} \end{aligned}$$

窒素の合計量を計算する

窒素量は次式で表される。

$$\text{窒素量 (N)} = \{ (100 - M1) / 100 \times N1 / 100 \times W1 \} + \{ (100 - M2) / 100 \times N2 / 100 \times W2 \}$$

この式に数値を代入して

$$\begin{aligned} \text{窒素量 (N)} &= \{ (100 - 70) / 100 \times 3 / 100 \times 1000 \} + \{ (100 - 10) / 100 \times 0.5 / 100 \times 300 \} \\ &= 9 + 1.35 \\ &= 10.35 \text{kg} \end{aligned}$$

炭素率を計算する

$$\begin{aligned} \text{炭素率 (C/N)} &= 214.5 / 10.35 \\ &= 20.7 \end{aligned}$$

計算例から炭素率 13.3 の豚ふん 1000kg に炭素率 70 のもみがら 300kg を混合すると炭素率は 20.7 まで改善されることが判る。

2 - 3 材料の十分な細断、混合

微生物分解の速さは有機物の大きさ、形状にも左右される。堆肥化時のふんが大きな塊状のままでは通気性も良くなく、有機物分解が進みにくいので、材料を十分に細断、混合して好気性微生物が十分に働ける環境を与えてやる必要がある。

発酵食品特に味噌を作るときに、蒸した材料にコウジ菌を混ぜる場合、コウジ菌をふりまくだけでなく蒸した材料とコウジ菌を十分混ぜ合わせる事が味噌コウジ作りのポイントとなっている。

この例のように、有機物を微生物分解するときは、十分な混合が必要である。

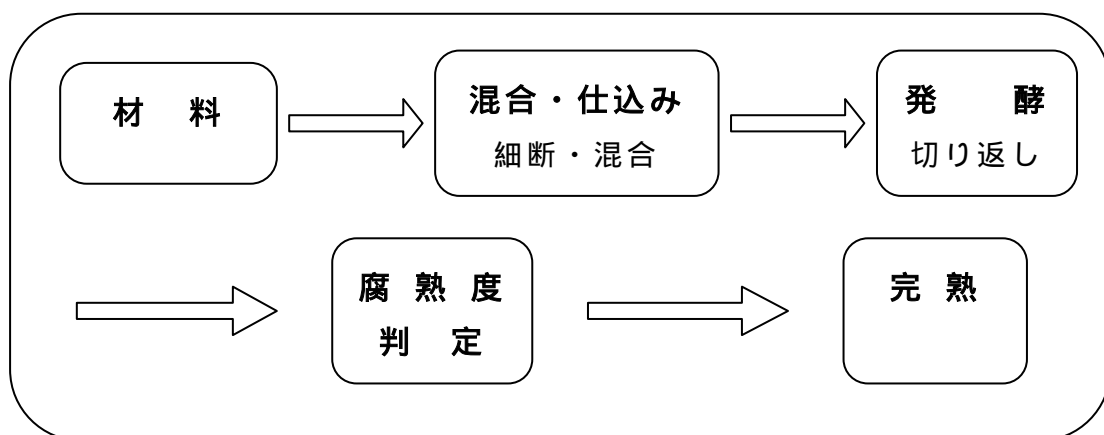
材料の細断、混合方法は現場により様々なものになるが、例として管理機（耕耘機）でかき混ぜる方法、パワーショベルを用いる方法などがあり、手間の比較的かからない方法を選択する。

3 堆肥を作る作業工程

ここでは、パワーショベルやボブキャットなどの移動機械を用いてバッチ式に積み上げた混合材料（仕込み材料）を切り返し、発酵（有機物分解）を促し、最終的に堆肥を作るまでの工程について説明する。

発酵終了までの期間は約8週間である。

（作業工程フロー図）



3 - 1 仕込み

まず、畜ふん、炭素率調整材、種堆肥、その他の材料を堆肥化する場所と別の場所でサンドイッチ式に交互に野積みし、その後その山を堆肥化する場所へ移す。この時、材料の細断・混合が十分でない場合には切り返しを繰り返すか又は材料を 20～30cm の厚さに広げてトラクタ又は管理機で混ぜ合わせた後に堆積場所に移動する。特に畜ふんは塊になりやすい。

微生物分解を促進するためには、塊状のものは細かく砕くことが必要である。

堆積する高さは、作業のしやすさおよび通気性を保持する意味で 1.5m 程度がよく、さらに堆積物が雨にさらされないよう配慮する必要がある。

堆肥舎がない場合は、堆肥の山をビニールシートなどで覆う。この時、稲わらなどの束を使って堆肥の山と覆いの間に空隙を確保する。

事例 9 :
ポブキャットを使った
仕込み事例



事例 10 :
トラクタを使った
仕込み事例



3 - 2 発酵

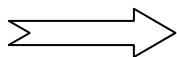
仕込みが完了してから、1～2日後に堆積物の中心は、60以上の温度を示す。温度の経過を見て、温度が下がりだした時に切り返しを行う。

第1回目の切り返しは仕込みから2～4週間後に行う。

堆積物の表面から20～30cm程度の深さまでは、外気の影響を受けて高温にはならないので、切り返しの時になるべく外側の未分解堆積物を内側に、内側の高温分解した部分を堆積物の外側に持ってくるように切り返しを行うことで堆肥化は促進される。

その後再び堆積物内部の温度が上昇するので、その温度が下降したら同じ要領で切り返しを繰り返す。このことによって、堆肥材料に含まれる雑草種子の発芽抑制や土壌病原菌の死滅などが期待でき、より安全な堆肥が得られる。

切り返しを繰り返すことによって堆肥化が進むと、堆積物内部で温度の大きな上昇が生じなくなる。発酵が終了すると、外気温と堆積物内部の温度差がなくなり、アンモニア等の悪臭は消える。



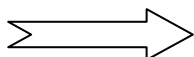
p. 27 第2章 資料編 2 - 2 (1) 温度

p. 32 第2章 資料編 2 - 2 (5) 臭気

3 - 3 腐熟度判定

堆肥の熟度を判定するための方法として、コマツナによる幼植物試験法、花粉管生成試験法、円形ろ紙クロマトグラフィー法、ミミズ評価法などの種々の方法がある。

現場では、目視による外観の変化、臭気の有無など以下に示す判定表を参考にしてもよい。



p.15 第1章 表2 判定基準の一例

表 2 現地における腐熟度判定基準

色	黄 ~ 黄褐色	(2)
	褐色	(5)
	黒褐色 ~ 黒色	(10)
形状	現物の形状をとどめる	(2)
	かなりくずれる	(5)
	ほとんど認めない	(10)
臭気	糞尿臭強い	(2)
	糞尿臭	(5)
	堆肥臭	(10)
水分	強く握ると指の間からしたたる.....70%以上	(2)
	強く握ると手のひらにかなりつく.....60%前後	(5)
	強く握っても手のひらにあまりつかない....50%前後	(10)
堆積中の 最高温度	50 以下(2) 50 ~ 60 (10) 60 ~ 70 (15) 70 以上(20)	
堆積期間	家畜糞だけ.....	20 日以内 (2) , 20 日 ~ 2 か月 (10) 2 か月以上 (20)
	作物収穫残渣との混合物.....	20 日以内(2), 20 日 ~ 3 か月(10) 3 か月以上(20)
	木質物との混合物	20 日以内(2), 20 日 ~ 6 か月(10) 6 か月以上 (20)
切返し回数	2 回以下 (2)	
	3 ~ 6 回 (5)	
	7 回以上 (10)	
強制通気	なし (0)	
	あり (10)	

注 ()内は点数を示す。

これらの点数を合計し、未熟 (30 点以下)、中熟 (31 ~ 80 点)
完熟 (81 点以上) とする

4 堆肥を作る時の留意点

4 - 1 堆肥を作るときの悪臭緩和のための一工夫（悪臭対策）

堆肥を取り扱う上で最も嫌われる問題の一つが悪臭であり、施用する農業者のみでなく、周辺の住家にも迷惑をかけることになる。

アンモニア等の悪臭は、仕込み時に堆積の上から厚さ 20～30 cm に臭いのない完熟堆肥で覆うことで緩和される。

これは、一つには高温発酵時に最も発生しやすいアンモニアを完熟堆肥で吸着させて外部への臭気の拡散を少なくするためである。

もう一つには、外気の影響を受けやすい堆積物表面を完熟堆肥で断熱することにより、堆肥材料の高温を保ち微生物分解を促進するためである。

これらの工夫によって少しでも悪臭は緩和される。

4 - 2 堆肥の安全性・有効性

堆肥化は有機物を土壌に還元する目的で行うものであるから、施用する堆肥は、植物および動物ひいてはヒトにとって有害でないことが原則である。

有害な成分としては、肥料取締法に規定する水銀、ヒ素、カドミウムのほか銅、亜鉛などの重金属および病原菌、塩分などがある。

従って、堆肥材料は有害物質を含有する可能性の少ないものを選ぶ必要がある。堆肥中の水銀、ヒ素、カドミウムについては肥料取締法に基づく農林水産省告示によって乾物中、水銀 2 mg/kg 以下、ヒ素 50mg/kg 以下、カドミウム 5mg/kg 以下であることと規定されている。

平成 5 年に策定された特殊肥料の推奨基準（民間基準）では、銅が 600mg/kg 以下、亜鉛が 1,800mg/kg 以下となっている。さらに、この基準では、作物の生育に異常がないことの判定法としてコマツナによる幼植物試験が推奨されている。病原菌については明確な基準は設けられてないが、堆肥を作るときの発酵熱で菌の死滅が期待できるので、繰り返し作業が重要である。

雑草種子についても病原菌と同様発酵熱で発芽を抑えることが可能である。

「堆肥を使ったら雑草が生えてきた」という場合は、腐熟時に温度が十分上がっていなかったことが予想される。

塩分に対する基準はないが、タバコ栽培の例では塩分を含む堆肥は使用されない。施設栽培などの雨よけ条件における土壌では塩濃度障害が問題となって

いる場合が多いので塩分はなるべく少ない方が望ましい。

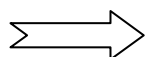
肥料としての有効性については、有機質肥料の推奨基準（民間基準）で窒素・リン酸・カリのそれぞれの含有量が乾物当たり1%以上となっている。

4 - 3 堆肥を作るときの環境への配慮

堆肥を作るときに留意しなければならないことの一つに、悪臭の発生防止と並んで作業工程中での汚水の流出防止がある。

畜ふんの一時的置き場や堆肥の山等が、雨水で流出しないように適正な堆積・雨よけ対策といった環境保全対策を日頃から万全に行うことが肝心である。

なお、「長崎県環境保全型畜産確立基本方針」に基づき、環境汚染のない畜産経営・畜ふんの資源化に務めることが望まれている。



p.42 第2章資料編 第2節 参考資料

2 長崎県環境保全型畜産確立基本方針

第3節 畜ふん堆肥化事例

1 牛ふん堆肥化



(1)牛ふん
あらかじめ牛ふん量の8割のもみがらと混ぜ合わせてある。



(3)活性汚泥と土ともみがら
2:1:5の混合物
食品工場ですでに混ぜ合わせた物を搬入する。



(2)堆積場所へ搬入する。

材 料



(4)牛ふんともみがらの混合物の山
使用量は全体の約50%



(5)活性汚泥と土との混合物の山
使用量は全体の約50%

混合・仕込み



(6) 材料の混合を良くするために、別の場所へ移動する。



(7) さらにもとの場所へ移動する。

堆肥化 開始



(8) 十分に混ぜ合わせた堆肥の山。堆肥化が始まる。
雨天の時はビニールで覆いをする。
温度測定をするために温度計を差し込んでいる。

切り返し



発酵終了・保管



(10) 発酵が終わって温度が下がった堆肥の山。
ここまで4回切り返しを行った。



(11) できあがった堆肥は雨よけの場所で保管する。

2 豚ふん堆肥化

材 料



- (1) 豚ふん
生豚ふんを置いた時に他の堆肥材料を薄くかぶせている。
豚ふん使用量は発酵床と合わせて全体の1 / 2



- (2) もみがら
炭素率と水分を調整するために使用する。
使用量は全体の1 / 6



- (3) 茶かすとコーヒ - かすの混合物の山
その他の有機質材料として使う。
使用量は全体の1 / 9



- (5) 種堆肥
完熟堆肥を戻して使う。
使用量は全体の1 / 9

完熟堆肥から

堆肥化 開始

(6) 材料をサンドイッチ状に積み上げ



(7) サンドイッチ状に積み上げた材料を
堆積場所へ積む。



(8) 堆積場所に材料を積み上げたところ。
堆肥化が始まる。
中央部の筒は臭気採取用具。



切り返し



(9) 切り返し途中の堆肥の山。

(10) 材料をトラクタで打てるように
薄く広げているところ。



(11) トラクタのロータリーで細断混合。
材料のかたまりは細断し、
十分に混合する。



(12) トラクタでの細断・混合作業は終了。
材料が砕かれ混合しているのがわかる。



(13) 元の堆積場所へ積み上げる。

発酵終了・保管

(14) 完熟した堆肥



一部を種堆肥として
材料に再利用する。

第 2 章 資 料 編

第1節 堆肥作りの実証試験

畜ふんを資源として利用するための堆肥作りを行い、堆肥化時および堆肥使用時の特性変動値、環境影響および有効性等について実証試験を行った。

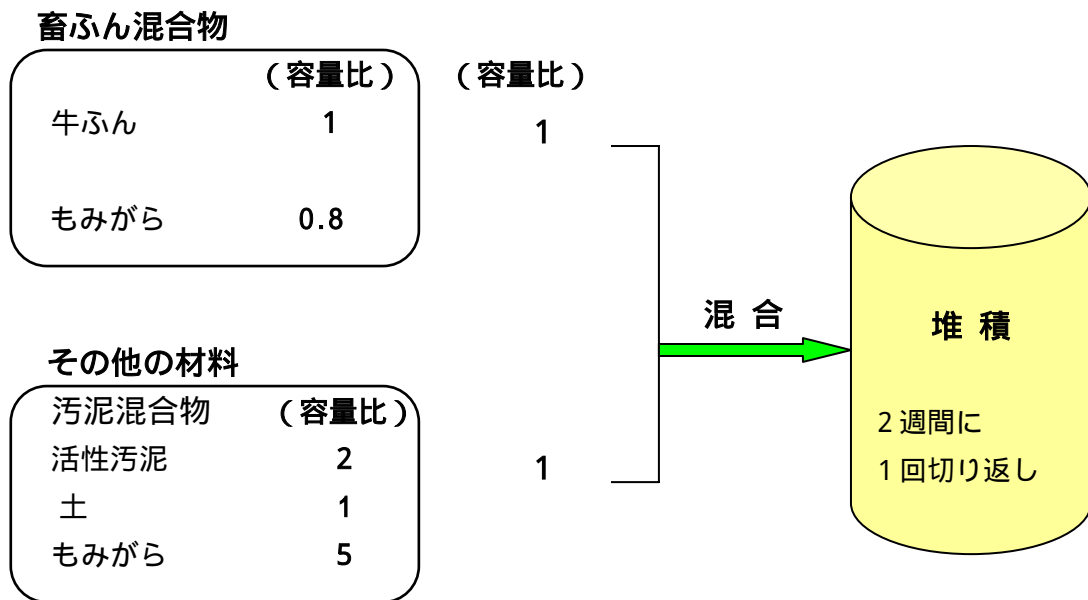
1 実証試験条件の設定

1 - 1 牛ふん堆肥化実証試験

H酪農場（所在地：諫早市）にて、発生する牛ふんとN水産加工協同組合からの汚泥を利用して堆肥作成を行った。

畜ふん混合物（牛ふん・もみがらの混合物）と汚泥混合物を1：1の比率にて混合し堆肥化を行った。

(1)牛ふん堆肥化素材



(2)堆積規模：10m³程度

(3)堆肥化作業工程：平成9年8月13日（水）堆肥化実証試験開始
堆積物を2週間に1回切り返し。

1 - 2 豚ふん堆肥化実証試験

D養豚場（所在地：諫早市）にて、下記の容量比にて混合し堆肥化を行った。

(1) 豚ふん堆肥化素材

畜ふん混合物

発酵床（豚ふん尿 + もみがら）

畜ふん（純豚ふん）

炭素率調整材

純もみがら

種堆肥

戻し堆肥（完熟）

その他の材料

汚泥混合物
（活性汚泥 2 : 土 1 : もみがら 5）

食品かす混合物
（茶がら 1 : コ - ヒ - がら 2）

（容量比）

2

1

1

0.7

0.7

0.7

混合

堆積

2週間に
1回切り返し

(2) 堆積規模：10 m³程度

(3) 堆肥化作業工程：平成9年8月13日（水）堆肥化実証試験開始。
堆積物を2週間に1回切り返し。

2 実証試験結果

2 - 1 試験方法・項目

畜ふんの堆肥化期間中は、以下の項目について現地及び試験室(長崎県衛生公害研究所・長崎県工業技術センター)でモニタリング調査を行った。

分析項目	備考
温度	棒状温度計
pH	ガラス電極法
水分	乾燥秤量法
全炭素(T-C)	C S 測定装置
全窒素(T-N)	ケルダール分解法
特定悪臭物質 アンモニア 硫黄系化合物 脂肪酸類 トリメチルアミン	環境庁告示第9号「悪臭物質の測定の方法」に準拠 検知管
臭気濃度 臭気指数	嗅覚測定法(三点比較式臭袋法)
微生物試験 大腸菌群数 一般細菌数 (中温菌 37) (高温菌 50) 病原性大腸菌 0 - 157	食品衛生検査指針のデソキシコレ - ト寒天培地混釈法に準拠 食品衛生検査指針の標準平板菌数測定法に準拠 免疫磁気ビ - ズ法(厚生省通知 衛食第 207 号)
肥料成分含有試験	肥料成分分析法に準拠
発芽試験	コマツナによる幼植物試験法に準拠

2 - 2 試験結果

(1) 温度

堆肥の温度は、堆肥の山の頂上より 30cm 内部を棒状温度計を用いて測定した。

図 1 に牛ふん堆肥化時の温度経過を示す。この時、切り返しは、図に示しているように 2 週ごとに 8 週目まで定期的に行っている。

これは実証試験でのデータ取りのため定期的な切り返しを行ったためで、現場で必ず 2 週間ごとに切り返すことを奨めるためではない。

図でもわかるように堆積の温度は仕込み後すぐに上昇し切り返しを行ったときに一時的に温度は下がるものの再び発酵熱のため上昇する。

そして図の 8 週目（4 回目）切り返しの後には温度の大きな上昇は見られないので切り返しを終了した。

今回の実証試験のように頻繁な切り返しを行う方法の他に、温度が 60 とかなり下がってから切り返しを行い、切り返す回数を減らすことも現場では可能であるが、基本的には切り返す回数が多いほど堆肥化期間は短くなると考えてよい。

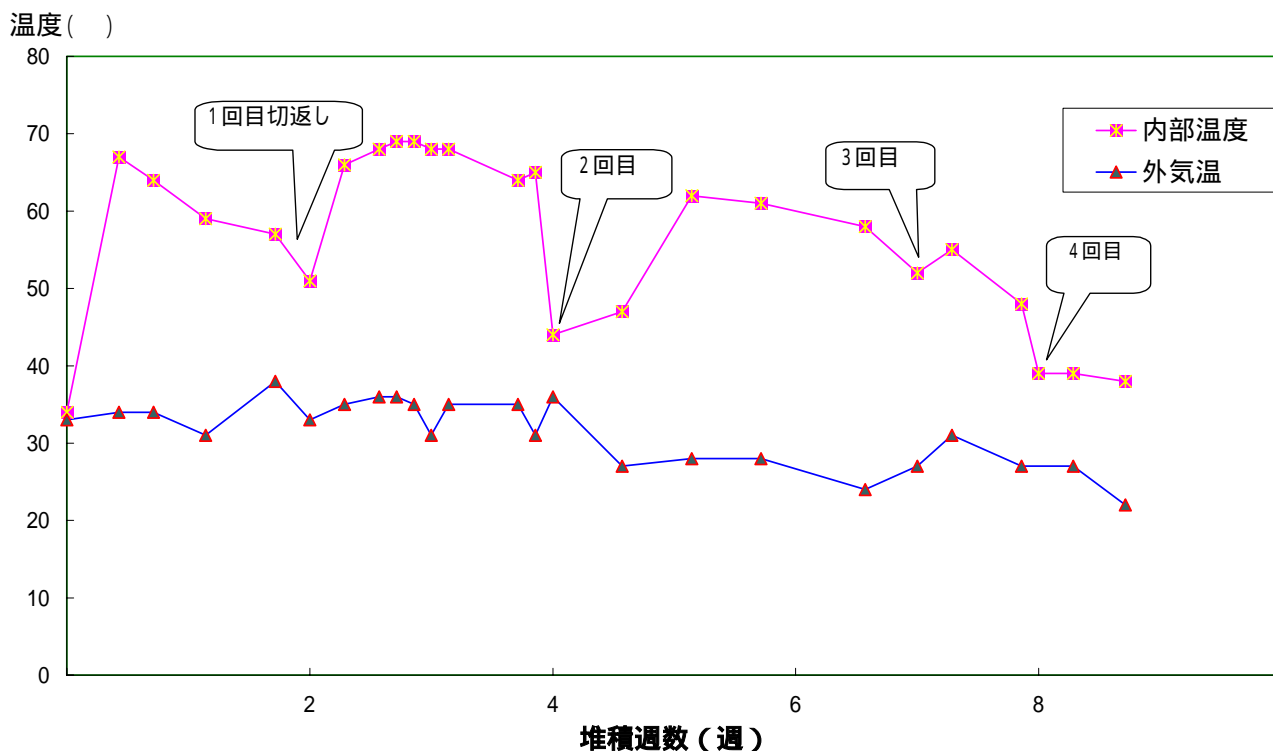


図2の豚ふん堆肥化時の温度経過では、2回目の切り返し後に堆積中の最高温度を示している。

この原因は、切り返し時にトラクタを用いることにより堆積物の細断・混合が十分に行われ発酵が進んだためである。

この結果を見て実証試験を行った豚舎では、ボブキャットによる混合で行っていた仕込みをトラクタによる細断・混合に切り換えて堆積時間の短縮を図っている。

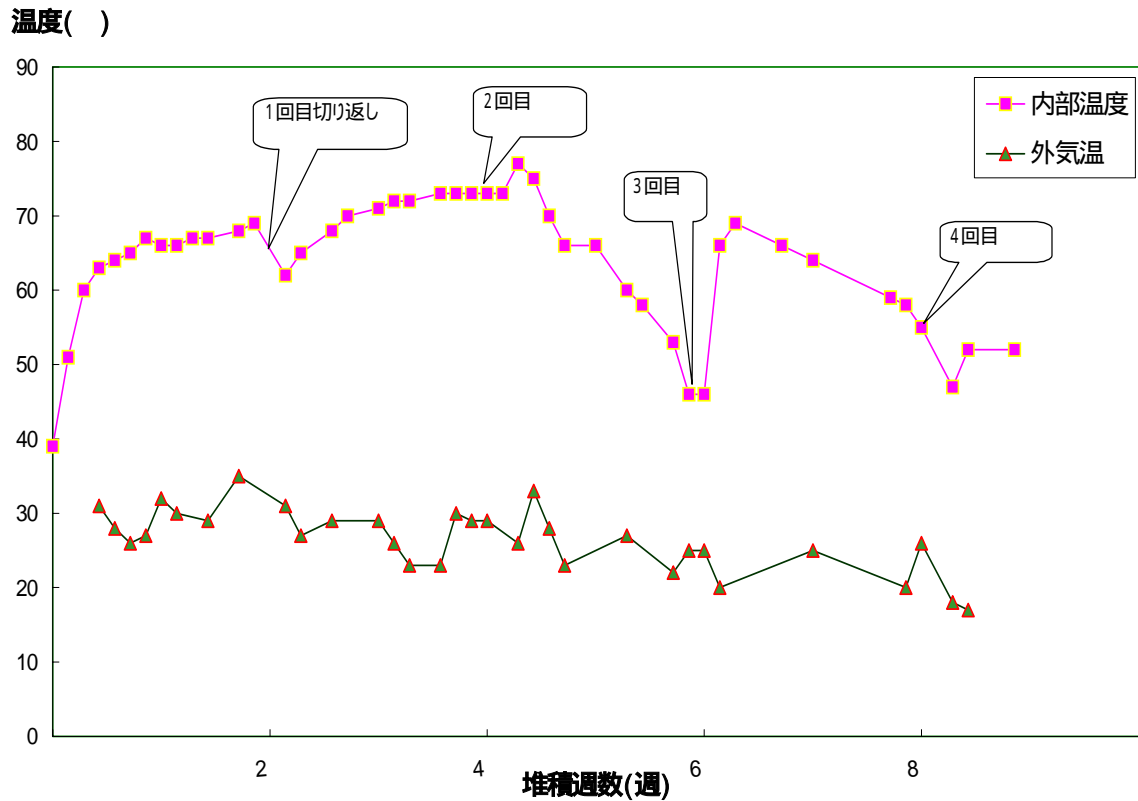


図2 豚ふん堆肥化時の温度経過

(2) 水分

水分は仕込み時、4回切り返しの時および4回目の切り返し後約2週間経過時にサンプリングを行い、乾燥 - 秤量法で測定した。その結果を図3に示す。

豚ふんは仕込み水分60%で堆積を始め、完熟時(10週目)には水分35%になった。

牛ふんでは仕込み水分が75%と高かったため、終了時の水分は50%となった。

どちらも25%減少している。

このように、堆肥作りに際しては堆積内部の温度上昇に伴う水分の蒸散は必ず起こるので全堆肥期間を通じて微生物が十分に働くために必要な水分の確保が重要になってくる。

牛ふん、豚ふんとも水分調整はもみガラを使用しているが、その使用量の差によって仕込み水分が異なった。現場によって集められる材料は様々であるが、仕込み水分が60%に近くなるように調整することが必要である。

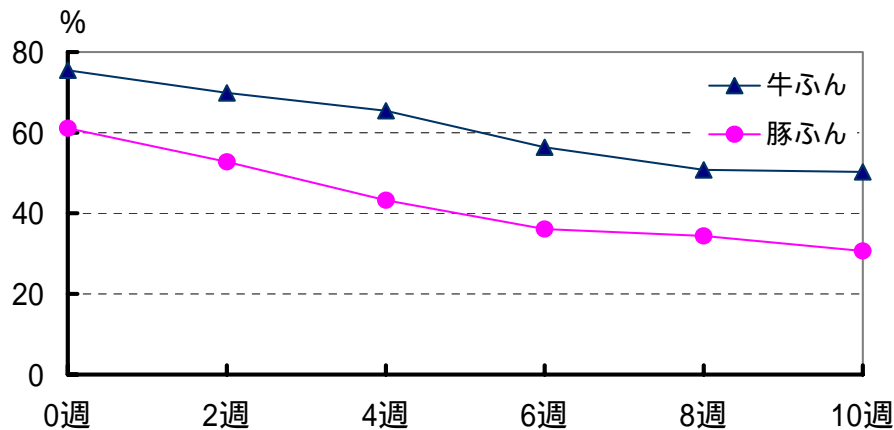


図3 畜ふん堆肥化時の水分変化

(3) pH (H₂O)

pHは、水分測定と同時に常法に従って測定した。その結果を図4に示す。牛ふん・豚ふんともpHは6~7の間で推移した。

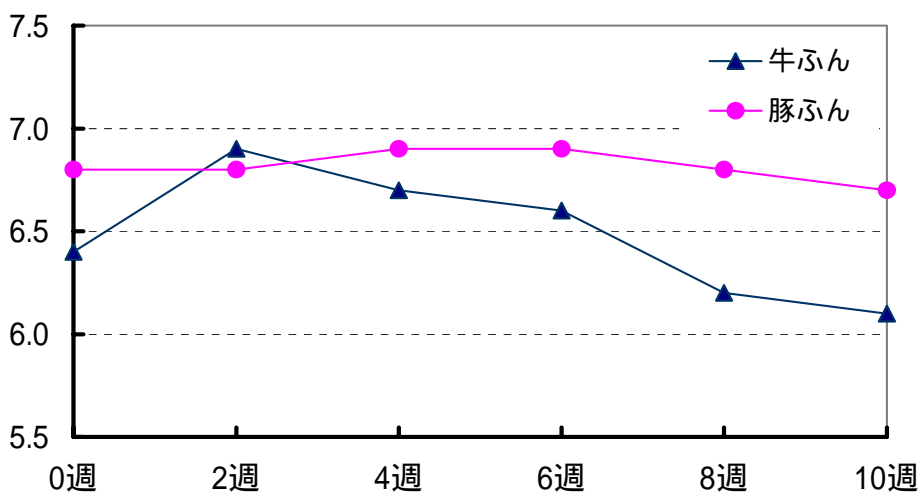


図4 畜ふん堆肥化時のpH変化

(4) 炭素率 (C/N比)

炭素率は水分を測定すると同時にサンプリングを行い、全窒素 (T - N) はケルダール法、全炭素 (T - C) はCS自動測定装置を用いて測定した。

牛ふんおよび豚ふんの炭素率経時変化を図5に、牛ふんのT - C・T - N・炭素率の経時変化を図6に、豚ふんのT - C・T - N・炭素率の経時変化を図7に示す。炭素率は有機物の微生物分解とともに順調に低下し、最終時は15 ~ 20の範囲となった。

T - Cも有機物の微生物分解の熱源として利用され、順調に低下している。T - Nは試験期間を通じて大きな変動はなかった。

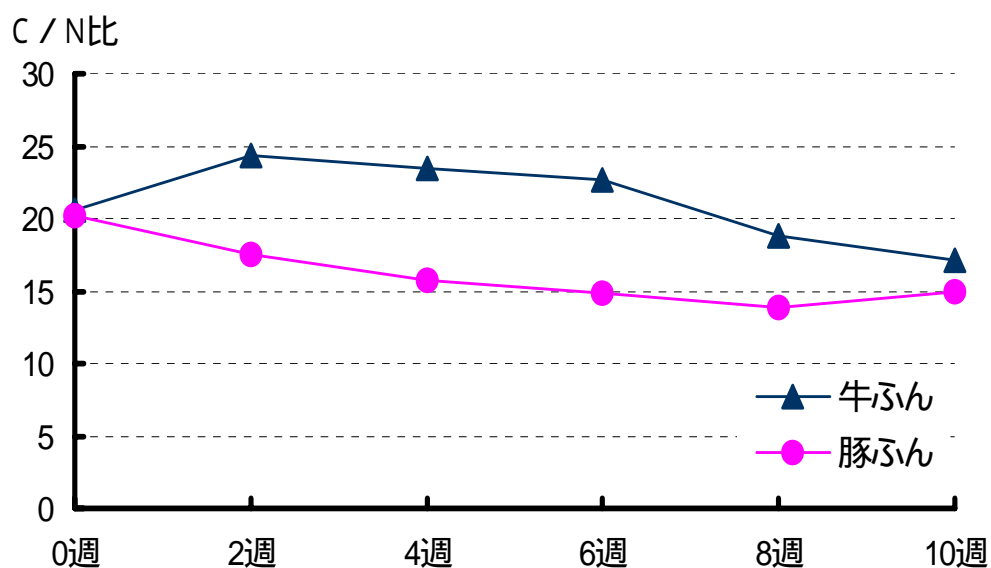


図 5 堆肥化時の炭素率経時変化

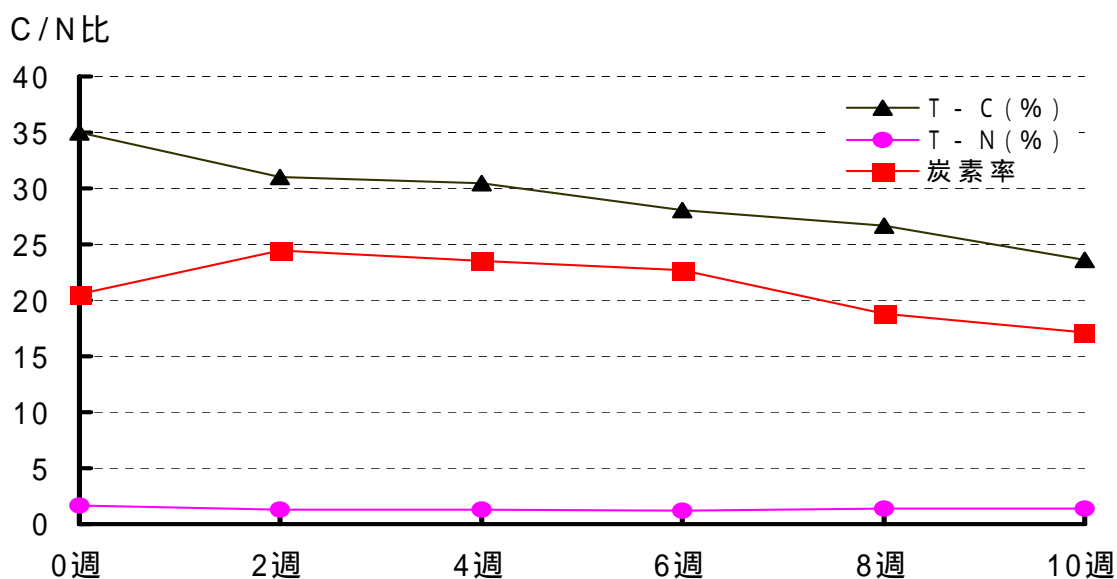


図 6 牛ふん堆肥化時の T - C ・ T - N ・ 炭素率変化

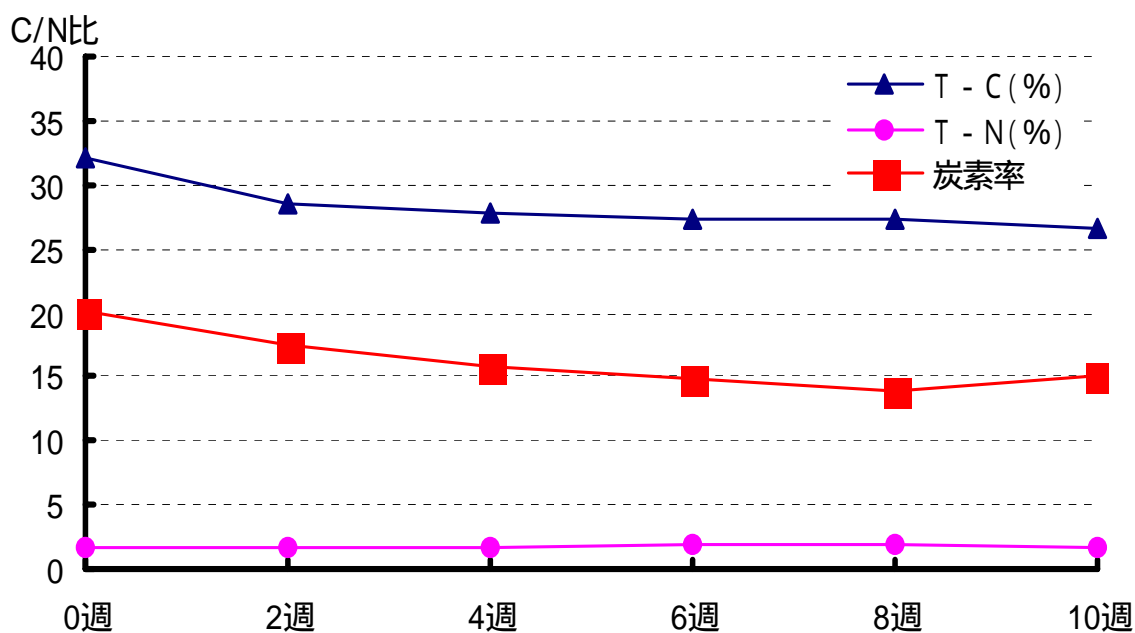


図 7 豚ふん堆肥化時の T - C ・ T - N ・ 炭素率変化

(5) 臭気

堆肥化の進行に伴う堆積部からの発生臭気と堆肥堆積場所の周辺臭気について、臭気濃度の推移をモニタリングした。

(5) - 1 発生臭気

発生臭気の指標としてアンモニア濃度をアンモニア検知管で測定した。臭気は、堆積部頂上の一定面積（約 700 cm²）より 50 ℓ を強制的に吸引した。

アンモニア（NH₃）の測定結果を図 8 と図 9 に示す。牛ふんおよび豚ふんとも、第 1 回目の切り返し後の 16 日目の測定が最高値を示したが、以後漸減し 36 日過ぎたころから低濃度の臭気発生に落ち着いた。また、牛ふんのアンモニア濃度は、豚ふんに比べ早く低下した。

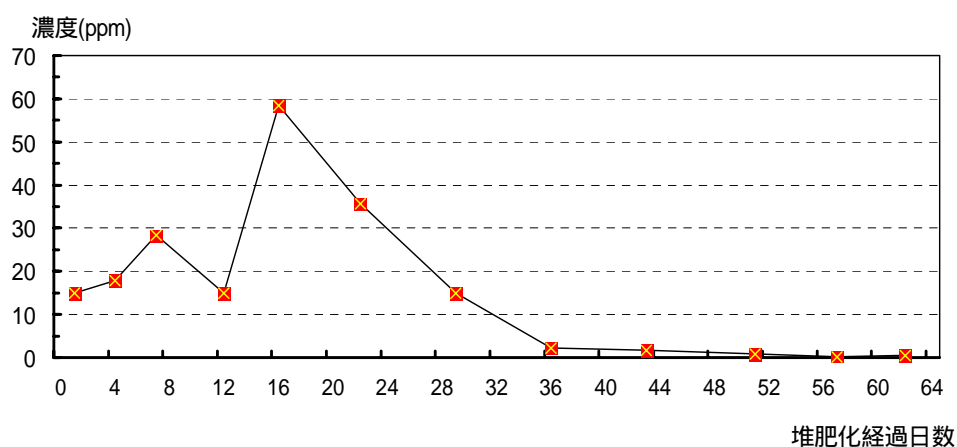


図 8 牛ふん堆肥化時の発生NH₃濃度推移

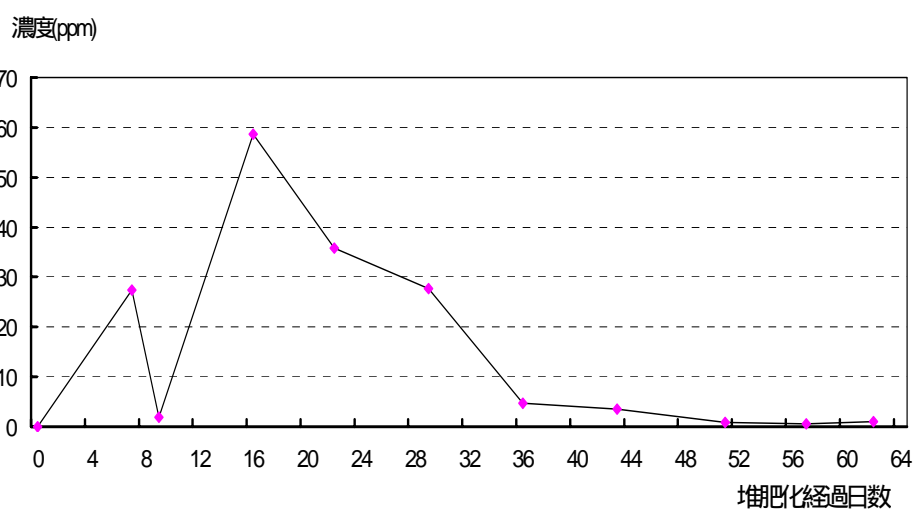


図 9 豚ふん堆肥化時の発生NH₃濃度推移

(5) - 2 初期時・中間時臭気

堆肥化開始後 7 日目および 22 日目に嗅覚測定法と機器分析法により、堆肥から発生する臭気を測定した。結果は表 1 に示した。

表 1 . 畜ふん堆肥化時の発生臭気

(悪臭物質濃度 単位 : ppm)

測定項目 \ 測定対象		牛ふん堆肥化発生時臭気		豚ふん堆肥化時発生臭気	
		7 日	22 日	7 日	22 日
堆肥化開始後経過日		7 日	22 日	7 日	22 日
悪臭物質濃度	アンモニア	28.3	35.6	27.5	35.9
	トリメチルアミン	< 0.0005	0.0054	< 0.0005	< 0.0005
	硫化水素	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001
	メチルメルカプタン	0.011	0.046	< 0.001	< 0.001
	硫化メチル	0.014	0.22	0.018	0.031
	二硫化メチル	0.011	0.13	< 0.001	0.003
	プロピオン酸	< 0.0005	< 0.0005	0.0052	< 0.0005
	n - 酪酸	< 0.0005	< 0.0005	0.0015	< 0.0005
	n - 吉草酸	< 0.0005	< 0.0005	0.0005	< 0.0005
	i - 吉草酸	< 0.0005	< 0.0005	0.0008	< 0.0005
臭気濃度 ¹		720	10,000	1,500	690
臭気指数 ²		29	40	32	28
臭気の強度		強い	強い	強い	強い
臭気の質		ふん臭	ふん臭刺激臭	ふん臭土臭	ふん臭土臭

¹ 臭気のある空気を無臭の空気で臭気が感じられなくなるまで希釈した場合の当該希釈倍数をいう。

² 臭気濃度の値の対数に 10 を乗じた値。

(5) - 3 周辺臭気

アンモニア (NH₃) について悪臭防止法に定める規制基準 (1 ~ 2 ppm) と比較するため、堆肥堆積部周辺 (約 5 ~ 6m) で測定した。結果は図 10 と図 11 に示す。

いずれの測定値も悪臭防止法に基づく敷地境界における規制値以下の濃度であった。

なお、周辺臭気には畜舎からの影響もあり、発生臭の気変化とは必ずしも一致しなかった。

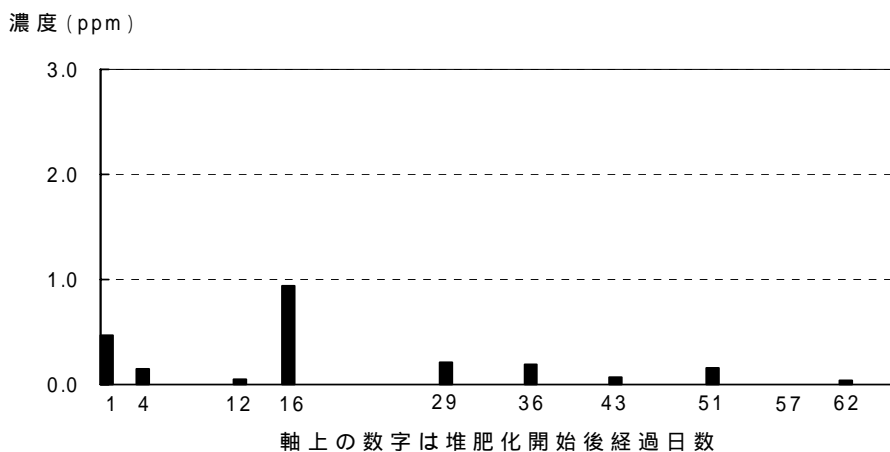


図 10 牛ふん堆肥化時の周辺NH₃濃度

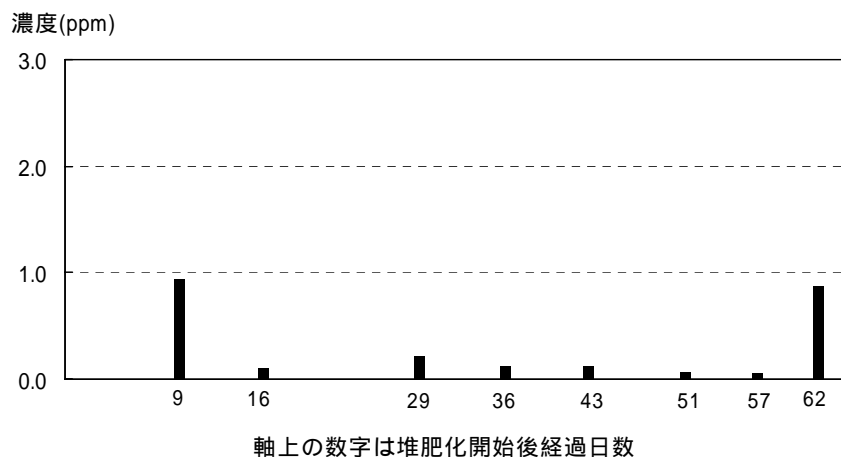


図 11 豚ふん堆肥化時の周辺NH₃濃度

(5) - 4 完熟堆肥の臭気

完熟堆肥（堆肥化開始後 9 2 日経過堆肥）について嗅覚測定法と機器分析法により発生臭気を測定した。結果は表 2 に示した。

表 2 完熟堆肥臭気測定結果

(悪臭物質濃度 単位：ppm)

測定対象		牛ふん完熟堆肥	豚ふん完熟堆肥
測定項目			
悪臭物質濃度	アンモニア	<0.1	<0.1
	トリメチルアミン	<0.0005	<0.0005
	硫化水素	<0.01	<0.01
	メチルメルカプタン	<0.002	<0.002
	硫化メチル	<0.001	<0.001
	二硫化メチル	<0.0009	<0.0009
	プロピオン酸	<0.0005	<0.0005
	n - 酪酸	<0.0005	<0.0005
	n - 吉草酸	<0.0005	<0.0005
	i - 吉草酸	<0.0005	<0.0005
	臭気濃度	6 2	5 8
臭気指数	1 8	1 8	
臭気の強度	弱い	弱い	
臭気の質	堆肥臭気	堆肥臭気	

< 参 考 >

悪臭防止法に規定する悪臭物質濃度の敷地境界線の地表における規制基準 (単位 ppm)

	A 区域	B 区域
アンモニア	1	2
トリメチルアミン	0.005	0.02
硫化水素	0.02	0.06
メチルメルカプタン	0.002	0.004
硫化メチル	0.01	0.05
二硫化メチル	0.009	0.03
プロピオン酸	0.03	0.07
n - 酪酸	0.002	0.006
n - 吉草酸	0.0009	0.002
i - 吉草酸	0.001	0.004

A 区域 規制地域のうち、B 区域を除いた区域
 B 区域 主として工業の用に供されている地域、その他悪臭に対する順応のみられる地域

(6) 微生物試験

(6) - 1 大腸菌群数・一般細菌数の変動

牛ふん堆肥 (図 12)

大腸菌群数は、開始後 2.1×10^6 個/g から 1.4×10^3 個/g に急減した。その後、漸増傾向が認められたが、これはサンプリングに原因があるものと思われる。

中温菌、高温菌は、ともに若干の変動は認められたものの、それぞれ 10^8 個/g、 10^7 個/g オーダーで推移した。

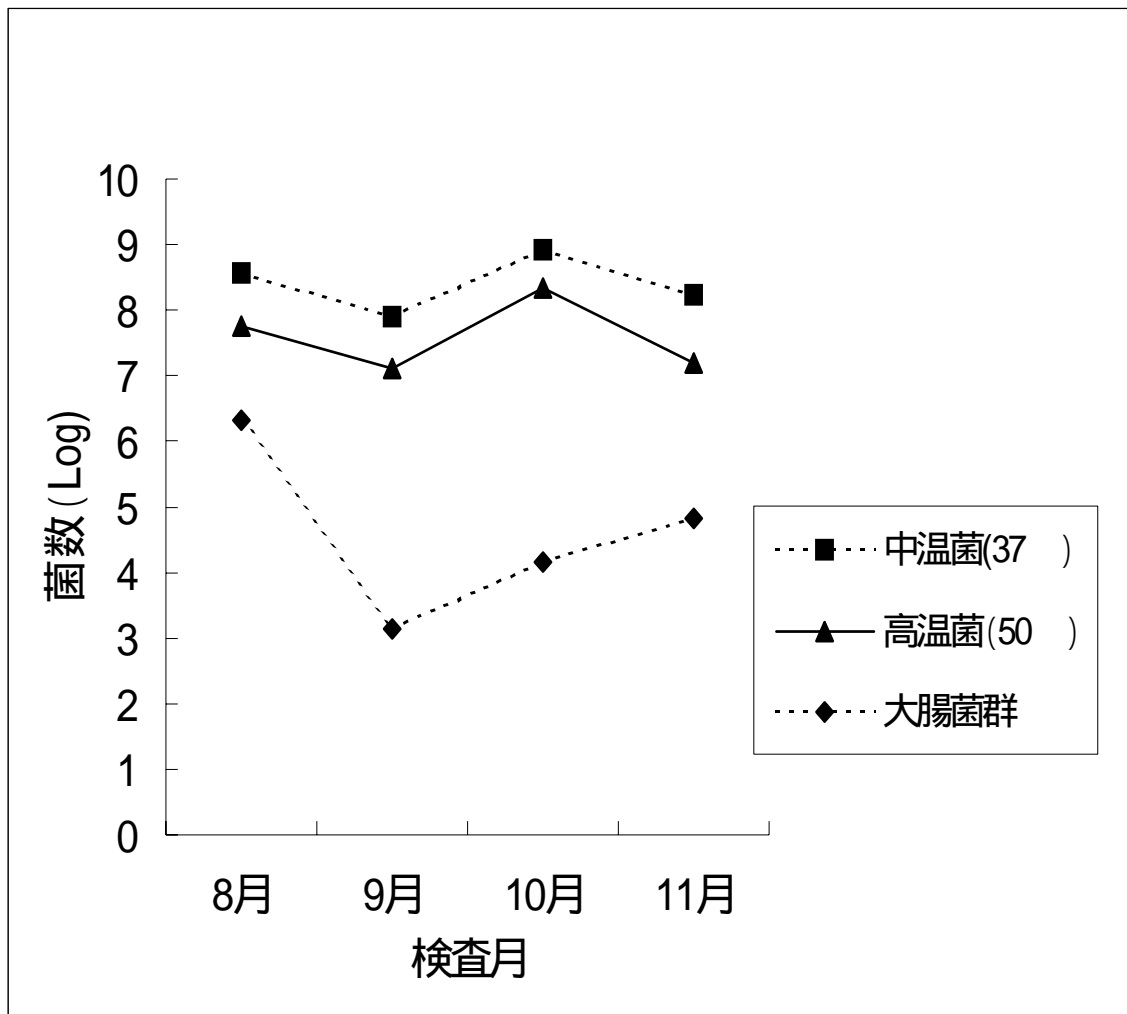
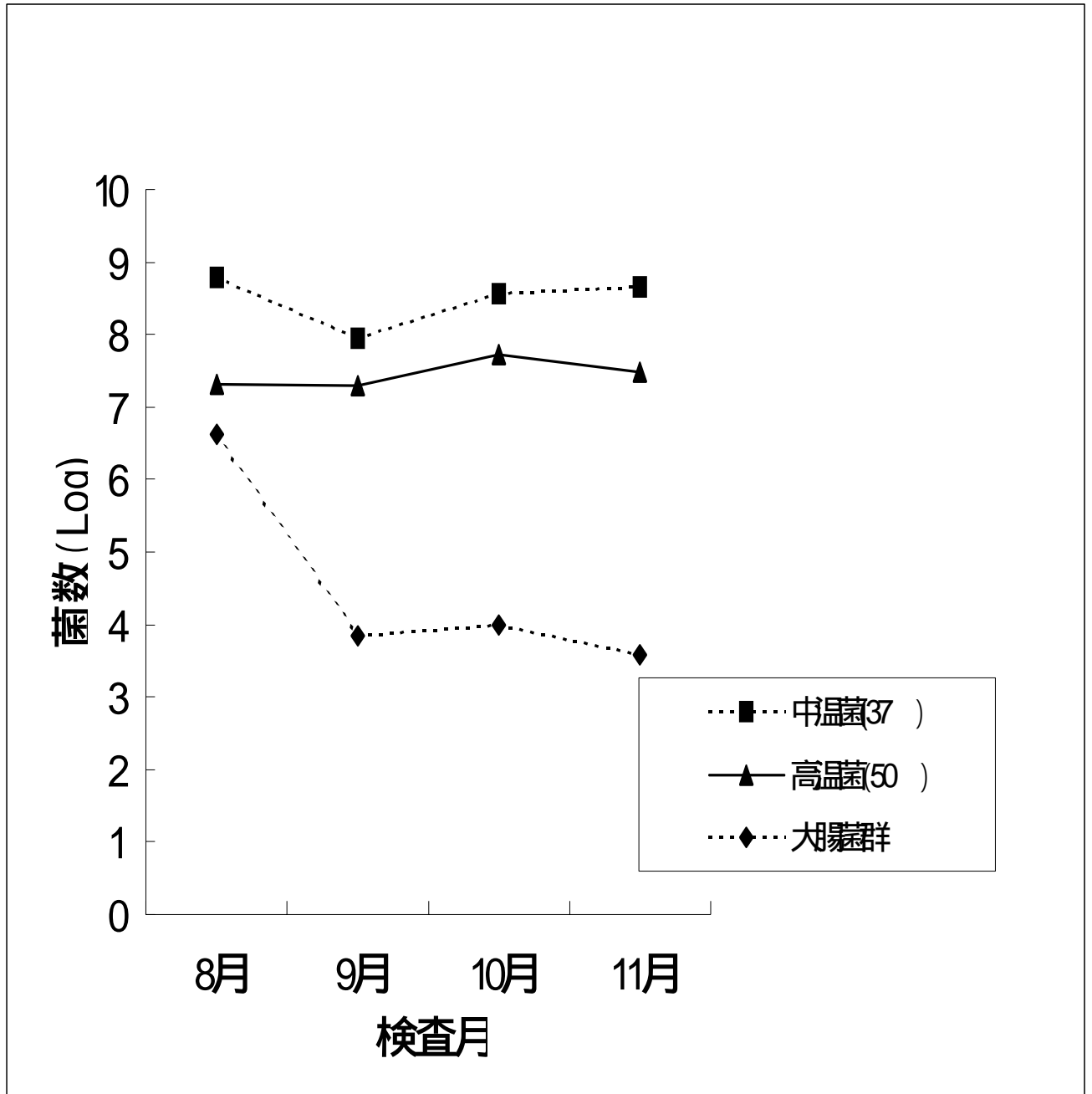


図 12 牛ふん堆肥化時における菌数の変動

豚ふん堆肥 (図 13)

大腸菌群数は、開始後 4.2×10^6 個 / g から 7.1×10^3 個 / g に急減した。その後は漸減傾向であった。

中温菌、高温菌は、ともに若干の変動は認められたものの、それぞれ 10^8 個 / g , 10^7 個 / g オーダーで推移した。



(6) - 2 病原性大腸菌試験 (0 - 157)

堆肥化工程の進行に合わせて、病原性大腸菌 (0 - 157) の確認試験を行った。
3回にわたって試験したがいずれも陰性であった。

表 3 病原性大腸菌 (0 - 157) 確認試験

牛ふん堆肥

採取月 検体 No	8月	9月	10月
1	陰性	陰性	陰性
2	陰性	陰性	陰性
3	陰性	陰性	陰性
平均	陰性	陰性	陰性

豚ふん堆肥

採取月 検体 No	8月	9月	10月
1	陰性	陰性	陰性
2	陰性	陰性	陰性
3	陰性	陰性	陰性
平均	陰性	陰性	陰性

(7) 有効性(効果)に関するモニタリング試験

(7) - 1 肥料成分分析

完熟堆肥(堆肥化開始後10週経過堆肥)について、肥料成分試験を行った。
分析結果は表4のとおりであった。表中の数値は水分とpH以外は乾物換算値である。

表4 完熟堆肥 成分分析結果

成分	単位	牛ふん堆肥	豚ふん堆肥
水分	%	50.3	30.7
pH	-	6.1	6.7
T - C	%	23.6	26.5
T - N	%	1.39	1.77
炭素率(C/N)	-	17.1	15.0
NH ₃ - N	mg%	128	339
NO ₃ - N	mg%	62	19
P ₂ O ₅	%	1.01	1.14
K ₂ O	%	0.70	1.09
CaO	%	0.25	1.55
MgO	%	0.32	0.73
Mn	%	300	330
Fe	mg/kg	1690	1510
Zn	mg/kg	87	250
Cu	mg/kg	9	73
Na	mg/kg	1700	4400
Cl ⁻	mg/kg	370	450

(7) 2 コマツナによる幼植物試験

牛ふん完熟堆肥および豚ふん完熟堆肥の発芽阻害性を調べるために、コマツナによる幼植物試験を行った。完熟堆肥10gに100mlの水を加え60℃で2時間抽出した後ろ過した。このろ液10mlをあらかじめろ紙2枚を敷いてあるシャーレに分注し、その上からコマツナ種子50粒を蒔いた。この時、対照として水10mlを用いたもので同様にコマツナ種子を蒔いた。このシャーレを20±3℃の状態に放置し、7日後に発芽数を調べた。試験は2連で行った。

結果を表5に示す。この結果から、完熟堆肥は発芽阻害がないことが認められた。

表 5 コマツナによる幼植物試験結果

	発芽数	発芽率(%)
水(対照)	45, 48	-
牛ふん堆肥	48, 45	100
豚ふん堆肥	45, 45	97

$$\text{注：発芽率(%)} = \frac{\text{発芽数の合計}}{\text{対照液(水)での発芽数の合計}} \times 100$$

第2節 参考資料

1 長崎県における産業廃棄物（畜ふん）の現況¹

平成6年度に実施した長崎県産業廃棄物実態調査結果によれば、平成5年の産業廃棄物総排出量は、約414.5万トンであり、そのうち家畜ふん尿が約172.1万トン（41.5%）と最も多い。

図1に業種別排出量を、図2に種類別排出量を示す。

なお、平成17年度の家畜ふん尿は186.4万トンと見積もられており、平成8年4月に策定された「第4次長崎県産業廃棄物処理計画」では、この全量を有機肥料として再資源化する数値目標が掲げられている。

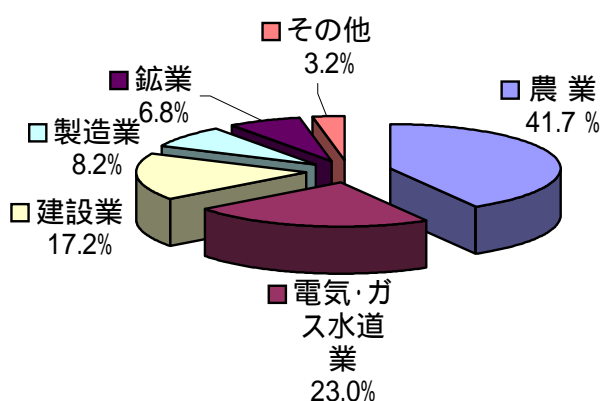


図1. 業種別排出状況 (平成5年)

	排出量 (万トン)
農業	172.7
電気・ガス・水道業	95.4
建設業	71.3
製造業	33.8
鉱業	28.1
その他	13.2
合計	414.5

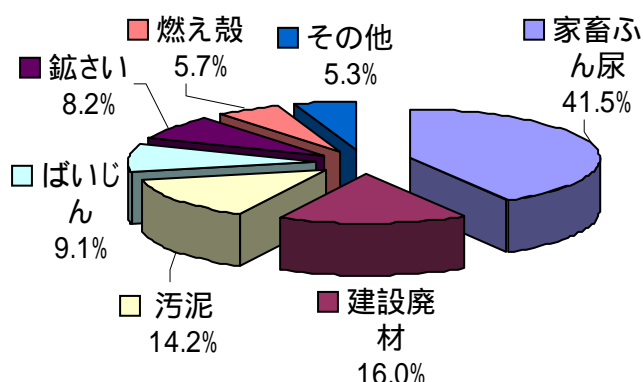


図2. 種類別排出状況 (平成5年)

	排出量 (万トン)家
畜ふん尿	172.1建
設廃材	95.4
汚泥	58.8
ばいじん	37.6
鉱さい	33.9
燃え殻	23.8
その他	22.1
合計	414.5

¹ 第4次長崎県産業廃棄物処理計画 (平成8年4月)

2 長崎県環境保全型畜産確立基本方針

第1 目的

畜産経営に起因する環境汚染が県下各地で発生している状況に鑑み、環境保全のための基本方針等を定め、畜産経営に起因する環境汚染の防止並びに堆きゅう肥の有効利用を図り、もって健全かつ安定的な畜産経営の発展に資する。

第2 基本方針

畜産経営に関する環境保全の最も重要な課題は、家畜ふん尿の処理及び利用に集約することに鑑み、基本方針を次のとおり定める。

1 家畜ふん尿の処理

家畜ふん尿は、環境汚染を起こさない方法により適切に処理し、価値の高い有機質肥料（堆きゅう肥）へ転換することを基本とし、畜産農家はその飼養規模、立地条件に即応した処理施設・機械の整備を行うものとする。

なお、新たに家畜ふん尿処理施設・機械を整備する場合は、農家の経費負担を軽減すると同時に地域的な畜産環境保全を達成するために、環境保全型畜産確立対策事業等による共同利用施設・機械の整備を積極的に推進するものとする。

2 家畜ふん尿の利用

家畜ふん尿は、有機質肥料として自己耕地へ還元することを基本とするが、自己経営内での利用が困難な経営においては耕種農家との連携による家畜ふん尿の有効利用を図るものとする。

なお、地域的な畜産経営の偏りによる環境汚染を防止するため、広域的な堆きゅう肥の流通と有効利用を積極的に推進するものとする。

3 畜産経営の移転

主として住居の集合している区域における畜産経営、その他立地条件により家畜ふん尿の適切な処理が困難な畜産経営にあつては、適地への経営移転を図り、併せて合理的な家畜ふん尿施設・機械を整備するものとする。

この場合、環境保全型畜産確立対策事業等により集団的経営移転を推進するとともに、移跡地において、畜産経営が再開されるなど環境汚染を再び引き起こすことがないように努めるものとする。

第3 環境汚染防止策

1 畜産農家の行う事項

家畜飼養者は、次の事項を履行するとともに、つねづね細心の注意を払い、環境整備に万全を期すること。

- (1) 畜舎、運動場等は清掃し、害虫、悪臭が発生しないよう常に衛生的に保つこと。
- (2) 家畜を飼養する場合は、その飼養規模に応じた尿溜、堆肥舎等を設置し、汚水の流出を防ぐこと。
- (3) 家畜ふん尿処理施設・機械は常に点検整備し、ふん尿、汚水を未処理のまま河川、海等の公共用水域へ放流しないこと。
- (4) 畜舎を新設または増設する場合は、周囲に悪影響を及ぼさないような場所を選定し、ふん尿及び汚水の処理に必要な施設・機器を整備すること。

2 農業協同組合等の行う事項

- (1) 畜産経営における家畜ふん尿の適切な処理と有効利用が行われているか実態を把握し、指導を行うこと。
- (2) 経営内での有効利用が困難な畜産農家に対しては、耕種農家との連携による有効利用が図られるように指導すること。
- (3) 地域内での処理・利用が困難な場合においては、堆きゅう肥の広域的な流通を推進すること。

3 行政機関、試験研究機関、その他公的な指導機関の行う事項

- (1) 試験研究機関は、家畜ふん尿処理方法及び利用方法について、その技術体系の確立に努めるものとする。
- (2) すでに環境汚染を発生し、又は発生する恐れのある畜産経営者に対しては、処理施設の設置、畜産経営の移転等について、指導助言に当たる。
- (3) 畜舎等に対する補助又は融資の実施に当たっては、設置場所及び家畜ふん尿処理又は利用施設が適当であるか等について審査し、必要に応じて助言指導する。
- (4) 関係法令の遵守について啓発するとともに、家畜ふん尿処理等に関する知識の普及に努めるものとする。

第4 指導体制等について

- 1 県は、市町村、農業協同組合等に対し、環境保全対策について、積極的な助言指導を行う。
指導は、振興局、支庁、農業改良普及センター、家畜保健衛生所が中心となって実施する。
- 2 市町村、農業協同組合等は、常に管内の家畜ふん尿の処理・利用等に関する実態を把握するとともに、上記機関の助言指導を受けて管内の畜産経営にかかる環境保全対策を指導する。
- 3 これらの指導が円滑に行われるよう、「長崎県環境保全型畜産確立指導事業」の強力な推進を図るものとする。

3 堆肥利用事例

このガイドラインに従って製造した堆肥を使って、白菜栽培を行った事例を以下に示す。

(1) 栽培条件

試験圃場	長崎県諫早市
播種期	平成9年10月6日
栽植距離	株間 40cm 条間 40cm 二条蒔き
収穫期	1月22日
施肥	表1のとおり
品種	黄ごころ 85

表 1 施肥量 (kg)

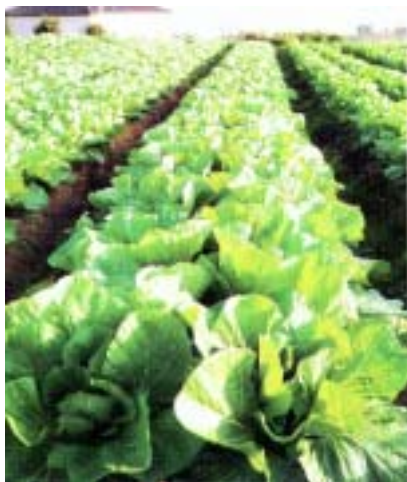
	全量	元肥	追肥
堆 肥	8,000	8,000	-
野菜有機	100	80	20
微生物資材	80	80	-

(2) 栽培結果

遅蒔き越冬型の厳しい条件下でも外葉が大きく青々とし、寒波の影響や病害もほとんどなく栽培された。玉は良く緊まっており、尻張りも良くボリューム感があった。

特に球頂部の包皮に品格があり箱詰めした場合に緑葉部と白色部の荷姿のバランスが他の品種に比較して抜群の揃いであった。また球内部の色は鮮やかな黄色で外葉の緑のバランスが良く、カット販売でも色彩感にあふれ高く評価された。

表2に白菜品種試験結果を示す。



播種後約50日



収穫された黄ごころ

表2 白菜品質試驗結果

株 No.	結球重 (g)	結球縱 (cm)	結球橫 (cm)	結球緊度
1	2,500g	34	19	0.20
2	1,340	23	16	0.23
3	1,540	23	17	0.23
4	1,680	37	19	0.13
5	1,500	36	19	0.12
6	1,720	37	21	0.11
7	1,720	39	20	0.11
8	1,660	39	20	0.11
9	1,700	36	20	0.12
10	1,520	35	18	0.13
11	1,740	37	21	0.11
12	1,760	37	20	0.12
13	2,040	39	21	0.12
14	1,700	37	19	0.13
15	2,020	38	19	0.15
16	2,000	39	21	0.12
17	2,320	40	23	0.11
18	2,500	41	22	0.13
19	1,600	36	19	0.12
20	640	39	17	0.06
平均	1,760	36.1	19.6	0.13

第3節 長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会

1 委員・技術アドバイザー - 名簿

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会委員 (五十音順)

	氏名	所属団体・職名等	備考	
委員長	玉利 正人	長崎大学教育学部教授	学術関係委員	大学
委員	池尾 辰馬	長崎県畜産課 畜産経営班課長補佐	畜産技術関係委員	行政機関
"	岡野 剛健	長崎県総合農林試験場 野菜花き部長	農業技術関係委員	試験研究機関
"	草野 政人	八江農芸(株)常務取締役	産業界関係委員	産業界
"	久保 克己	長崎県工業技術センタ - 工業材料科専門研究員	工業技術関係委員	試験研究機関
"	中須賀 孝正	長崎県農業技術課農業環境班 課長補佐	農業技術関係委員	行政機関
"	中村 保高	長崎県廃棄物対策課 産業廃棄物対策班課長補佐	産業廃棄物対策 関係委員	行政機関
"	永尾 嘉孝	長崎県農業技術課専門技術員班 課長補佐	農業技術関係委員	行政機関
"	村上 正文	長崎県衛生公害研究所大気科長	環境技術関係委員 (兼)事務局委員	試験研究機関
"	山口 俊彦	長崎県農業大学校畜産学科教授	畜産技術関係委員	試験研究機関
"	吉田 豊昭	長崎県畜産試験場次長	畜産技術関係委員	試験研究機関

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会技術アドバイザー - (五十音順)

	氏名	所属団体・職名等	備考
技術 アドバイザー	上田 成一	長崎県衛生公害研究所環境生物科 専門研究員	実証試験作業 (兼)事務局員
"	田中 辰明	長崎蒲鉾水産加工業協同組合課長	実験プラント管理
"	田中 久晶	長崎県衛生公害研究所大気科 専門研究員	実証試験作業 (兼)事務局員
"	土井 賢一郎	土井豚舎	実験プラント管理
"	久本 純造	久本牛舎	実験プラント管理

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン
未利用資源堆肥化解説書 - 畜ふん編 -

- 平成 10 年 6 月発行 -

編集・発行 長崎県衛生公害研究所

〒 852-8061 長崎市滑石町 1 丁目 9 番 5 号

TEL 095-(856)-8613

FAX 095-(857)-3421

NAGASAKIKEN-KEN EISEI KOGAI KENKYUSHO

9-5,NAMESI,1-CHOME,NAGASAKI,JAPAN

印刷所 川口印刷株式会社

長崎市田中町 1020-7

TEL 095-(838)-2181

FAX 095-(839)-5533