



神奈川県

環境農政部農業振興課

KANAGAWA

未利用資源たい肥化 マニュアル

平成22年3月

あいさつ

平成18年に施行された神奈川県都市農業推進条例では、基本理念の一つとして「農業生産に当たり、都市から生じる食品廃棄物その他の有機性資源を農業の自然循環機能の維持増進に活用することにより、都市と農業の共存が図られることを旨として行わなければならない。」と定められています。

本県の農業は、人口約900万人を抱える大都市の中で営まれ、新鮮で安全・安心な食料等を供給するとともに、良好な景観形成や県土の保全など多面的な機能を提供しています。このような都市農業の持続的な発展を図るためには、食品廃棄物（おから、コーヒーかす等）、街路樹せん定くずや生ごみなどの都市部から排出される有機性廃棄物の農業利用を進めることも重要な課題となっております。

また、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）の施行後、食品廃棄物の再生利用等については、食品製造業などでは一定の効果はあがっているものの、スーパーやレストランなど食品小売業や外食産業での取組が低迷していることから、平成19年には法律が一部改正され、再生利用等の取組が更に求められております。

本県では、平成3年度から食品廃棄物など未利用資源のたい肥化に関する技術開発に取り組み、平成9年3月にはたい肥化方法や使い方、効果などを解説した「未利用資源堆肥化マニュアル」を発行しております。

このたび、旧マニュアルの内容に、その後神奈川県農業技術センターで実施した生ごみの農業利用に関する研究成果等を加え、改定することになりました。本冊子が未利用資源の農業利用を進める上で、みなさまに広く御活用いただければ幸いと存じます。

平成22年3月

神奈川県環境農政部農業振興課長
露木 洋一

目 次

第1章 資材別たい肥の製造方法

1	はじめに	1
2	おから(豆腐かす)	3
3	コーヒーかす	13
4	茶かす	24
5	せん定くず	32
6	野菜くず	39
7	生ごみ	48
8	参考文献	65
	〈参考資料〉「複数の有機物の組み合わせによる土壌条件を考慮した有機物施用」	67

第2章 有機物の腐熟度検定法

1	はじめに	70
2	現場で行える判定方法	70
3	植物を用いる判定方法	75
4	実験室で行う判定方法	78

第3章 先進事例紹介

	先進事例紹介	85
--	--------	----

第4章 関係法令

1	肥料取締法について	96
2	食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律 (食品リサイクル法)について	102

参考資料

1	県内の生ごみたい肥及びせん定くずたい肥の成分値	105
2	たい肥用原料の入手先	105
3	農林水産省関連補助事業	106

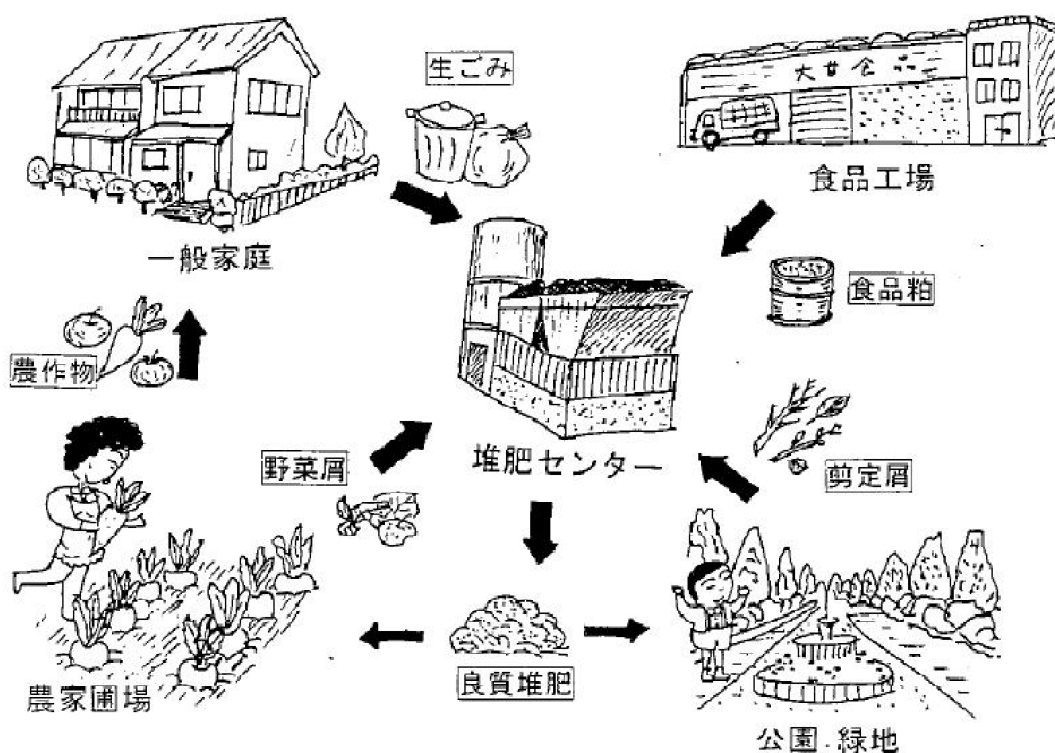
第1章 資材別たい肥の製造方法

1 はじめに

(1) 未利用資源たい肥化の目的

神奈川農業の持続的な発展を図るためには、有機性廃棄物である未利用資源の農業利用技術の開発は欠かせない問題である。未利用資源の農業利用では、たい肥化による利用が最も実用性が高いと考えられる。下記に未利用資源活用によるリサイクルのイメージ図を示した。家庭や公共施設、農園から出される未利用資源をたい肥化し、農耕地や緑地に還元する資源リサイクル社会を実現することは、都市と農業が共存するためにも重要である。

都市と共存する資源リサイクル社会



未利用資源リサイクルのイメージ図

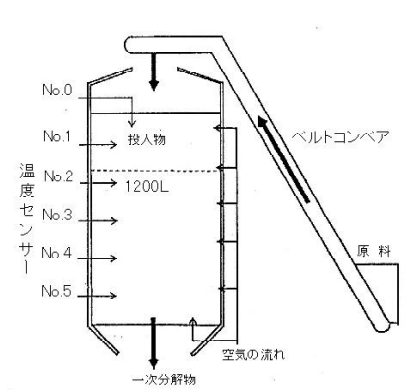
(2) 試験用たい肥化プラントについて

神奈川県農業総合研究所（現 神奈川県農業技術センター）における、おから、コーヒーかす、野菜くず等のたい肥化試験は、密閉縦型たい肥化プラントを使用し実施した。本プラントは未利用資源たい肥化試験のために平成4年に、国庫補助を得て導入したものである。その概要は次のとおりである。

ア 一次発酵槽(ミニプラント)

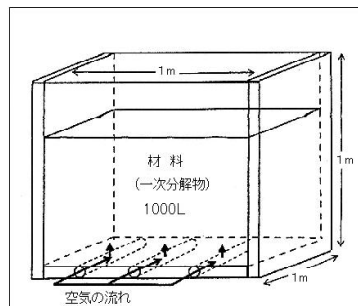
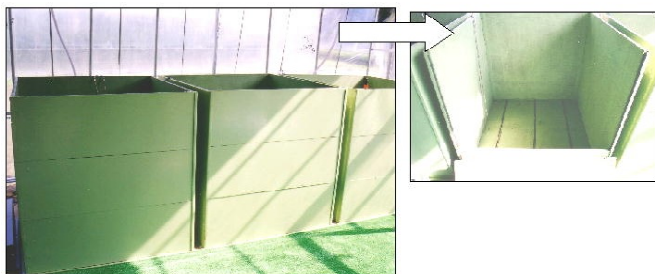
容積1,200Lの密閉型発酵槽(東海プラント株式会社製造)である。形状は、円筒型の密閉型発酵槽である。上部から原料を毎日200L投入し、下部から取り出す方式であり、内部にかくはん装置はもたず、6か所から供給する空気の流量制御だけで発酵を制御する。

かくはん装置がないため、あらかじめ原料を混合する必要があるが、通常のたい積方法に近い条件が再現できる。また、一次発酵槽、二次発酵槽ともに、ピートモスを使った微生物脱臭装置を併設し、悪臭の発生は完全に抑制可能である。



イ 二次発酵槽(箱型発酵槽)

通気装置のついた容積1,000L(1m×1m×1m)の箱型発酵槽であり、下部に3本の通気装置が付いている。たい肥は前面の板をはずして投入や取り出しを行う。この装置が、3連で設置されている。



2 おから(豆腐かす)

(1) おからの特性

ア 種類と発生量

おからは、かつては食品として、また家畜の飼料、作物の肥料として有効に使われていた。しかし、貿易の自由化と円高の進行は、家畜の飼料を外国製の濃厚飼料に変え、おからの使用が減少した。また、食生活の変化により総菜としての食品利用は激減し、新たな加工原料の用途が模索されている。このように、おからの需要が減少した今日、分解が速く腐敗しやすいため貯蔵が困難であり、また生産者は零細企業が多く処理設備が設置困難であることなど、その処理に多くの問題を抱えている。

おからは、豆腐製造で豆乳を採るときにろ過残さで、大豆の皮及び細胞壁を主体とする不溶性部であるが、おからの中には絞り切れなかった豆乳が残っており、易分解成分が多い。豆腐だけでなく、油揚げや凍豆腐の製造も豆腐と同様であり、おからを発生する。また豆腐には、絹や木綿などの種類があるが、いずれも豆乳生産後の処理による違いであるため、おからの性状に大きな違いはない。

農林水産省食品流通局食品油脂課（現 農林水産省総合食料局食品産業振興課）の調査によると、1990年の全国の豆腐類（豆腐、油揚げ、凍豆腐）製造のために使用する大豆は545,000t、2008年度では493,000tであり、約50万tで推移している。豆腐製造に当たっては、原料大豆の約1.3～1.4倍のおからが生産され、年間約744,600tのおからが生産されていることになる。

神奈川県内に豆腐店は803事業所（1991年）があり、1事業所あたりの平均値では、年間29.3tの大豆を使い、34.4tの豆腐かすを排出している。このため神奈川県内では1年間に約27,600tのおからが生産されていると考えられる。

イ たい肥化特性

おからの成分は、原料が大豆単独であるため、比較的均一である。成分分析の一例を第1表に示した。おからの平均水分は約80%であり、非常に高い。成分の乾物含量は、たん白質24.5%、脂質13.0%、粗繊維18.4%、灰分3.5%であり、栄養分が豊かな良質の食品材料といえる。このように水分含量が高く栄養分が豊かであるため、微生物の増殖にも適しており、短時間で腐敗が起こり、強い悪臭を発生するという欠点をもっている。

第1表 おからの成分分析値

(群馬県工業試験場 mgは1kg中のmgを示す)

項目	含水率	蛋白質	脂肪	粗繊維	灰分	K	Ca	P	Mg	Fe	Cu
生含量	80.2%	4.9%	2.6%	3.7%	0.7%	0.31%	662mg	693mg	352mg	15mg	1.3mg
乾物量		24.5%	13.0%	18.4%	3.5%	1.59%	0.33%	0.35%	0.18%	80mg	6.5mg

水分含量が高く、容易に腐敗するため、生産されたものは直ちにたい肥化するか、もしくは乾燥し、水分含量を30%以下に低下させる必要がある。また、たん白質が多く窒素含量が高いため、炭素率の高い素材と組み合わせることも有効である。長野県ではエノキ茸の廃培地と組み合わせて良質のたい肥を生産しているように、木質との組み合わせが良好であると考えられる。成分的には肥料成分が高く、出来上がったたい肥は有機肥料的な考えで少量使用が好ましい。

また、窒素成分が多いため、たい肥化の過程でアンモニア揮散による悪臭の発生や環境の汚染が懸念されるため、密閉型発酵槽の使用や脱臭装置の設置が必要となる。

(2) 密閉型発酵槽によるたい肥化試験結果

ア たい肥化装置

一次発酵槽は、容積1,200Lの密閉型発酵槽（ミニプラント、東海プラントKK）を用い、連続してたい肥化する実験を行った。ミニプラントは上部から投入し下部から取り出す方式であり、内部にかくはん装置はなく、6か所から供給する空気だけで発酵を制御する方法である。

二次発酵槽は、容積1,000L（1m×1m×1m）の箱型発酵槽を用いた。下部に3本の通気装置が付いている。

イ 供試原料

おから（平塚市内の豆腐店より入手）と、出来上がったおからたい肥の製品をリターンとして約20%混合した。第2表に原料の成分を示した。おからの含水率は、平均79.2%、最大83.7%、最小77.5%であり、投入ロットごとに大きな違いはなかった。また、混合物（投入物）の含水率は、平均74.5%、最大78.5%、最小67.5%であった。

第2表 おからのたい肥化に伴う成分含量の変化

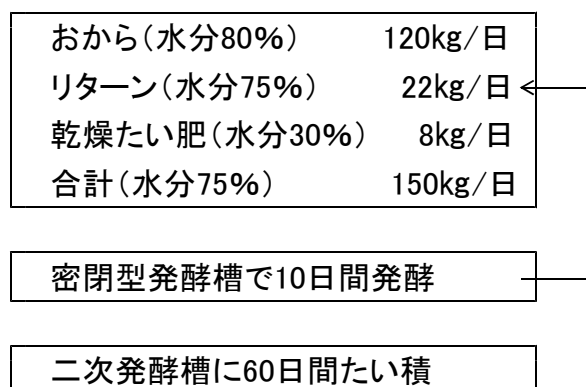
（含水率以外は乾物含量）

試料名	項目	含水率	全窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
おから	平均	79.2%	4.36%	0.83%	1.60%	0.31%	0.16%
	偏差	1.16	0.319	0.068	0.120	0.032	0.015
投入物	平均	74.5	4.29	1.06	2.04	0.46	0.21
	偏差	2.67	0.356	0.132	0.182	0.051	0.021
一次発酵物	平均	71.7	3.41	1.39	2.63	0.72	0.27
	偏差	2.46	0.760	0.246	0.382	0.096	0.042
二次発酵物 (2か月)	平均	36.0	3.63	2.39	4.04	1.06	0.43
	偏差	3.12	0.176	0.181	0.044	0.041	0.048

ウ たい肥化方法

この密閉型発酵槽では、原料（おから）の水分含量は40%以下では発酵せず、70%が最適であった。しかし、80%でも良好な発酵がみられ、通気が保証されれば、おからは水分調節しないでも可能である。発酵に最適な空気流通量は、15~20L/minである。また、微生物資材を使用するよりも、リターン（一次発酵物）を混合する方が分解が早いという試験結果も得られている。

おから単独たい肥の製造のフローを、第1図に示した。連続して毎日150kgの原料を一次発酵槽（ミニプラント）に投入し、毎日、一定量（約100kg）を切り出す方法であり、一次発酵槽の滞留期間は10日間、二次発酵槽は約2か月間たい積した。原料投入後6時間で70℃を超え、良好な温度上昇効果がみられた。また、二次発酵槽に移してから50℃以上の発熱が継続した。



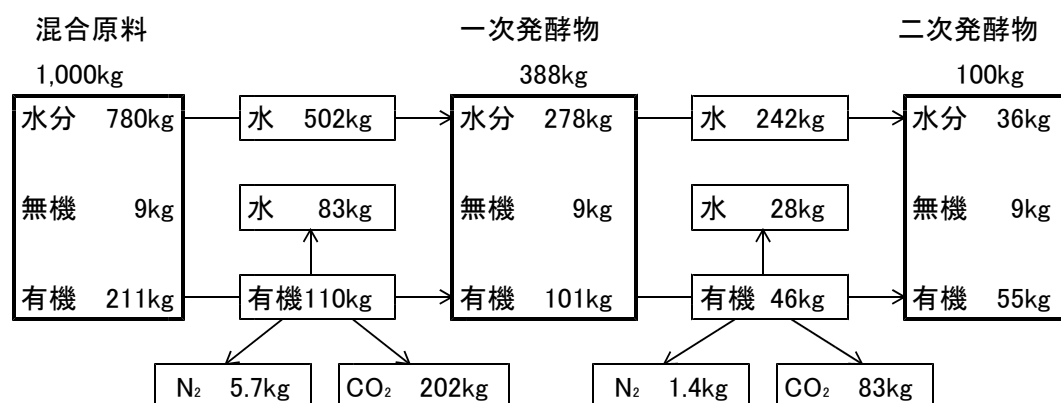
第1図 おから単独たい肥の製造フロー

(神奈川県農業総合研究所 現神奈川県農業技術センター)

おからたい肥の成分を第2表に示した。おからには窒素が多く、リン酸が少ない特徴があるが、たい肥化に伴い窒素は減少し、リン酸やカリの成分比は増加するため、二次発酵を終えた製品は、窒素3.6%、リン酸2.4%、カリ4.0%と、ややリン酸が少ないものの比較的バランスの取れたたい肥となった。たい積中に窒素が減少するのは、発熱によりアンモニアとして揮散したためであり、これが発酵中の悪臭の原因になっている。

ミニプラントによる一次発酵と、箱型発酵槽による二次発酵の水と有機物の物質収支を第2図に示した。原料の78%が水分であり、有機物が約21%、無機物が約1%である。これが一次発酵により水分71.6%、有機物26%、無機物2.3%となり、二次発酵により水分36%、有機物26%、無機物2.3%となった。量で見ると無機物は変化しないが、一次発酵により有機物の52%が分解され、二次発酵が終わると有機物の分解率は74%にも及び、有機物の2/3が分解されたことになる。

水分は、原料では780kgあったものが一次発酵では502kg減少し、二次発酵では242kg減少したが、有機物分解に伴い、一次発酵では83kg、二次発酵では28kg、合計111kgの水が生成されることになる。このため、原料1,000kgから841kgの水が蒸散する計算となる。このとき放出される二酸化炭素は285kgである。また、窒素の損失は一次発酵で5.7kg、二次発酵で1.4kgであり、原料に含まれる窒素の75%が損失することを示している。



第2図 おから単独たい肥の製造過程における物質収支

(3) 実用化の事例

ア 家畜ふんと混合した「エコたい肥」

神奈川県畜産研究所（現 神奈川県畜産技術センター）では、おからの有効利用の方法として、おからと家畜ふんを混合してたい積発酵させ「エコたい肥」と命名し、販売した（1991～96年。現在は生産されていない）。

(ア) たい肥化装置

一次発酵槽は容量20m³のかくはん装置付き密閉型発酵装置（中部飼料KK）を用いた。温度の上昇しにくい冬期間は6m³の密閉型発酵槽も併用した。二次発酵は屋根付きたい肥舎を用いた。

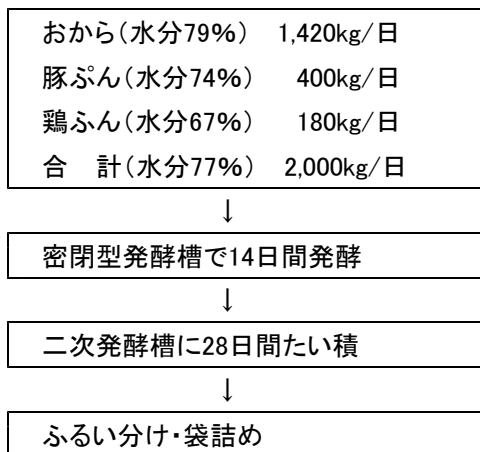
(イ) たい肥化方法

横浜豆腐組合から搬入されるおからと畜産研究所で発生する豚ふんと鶏ふんを用いて製造した場合、含水率はおから79%、豚ふん74%、鶏ふん67%、これらの混合物は約77%であった。

たい肥の製造フローは第3図に示した。1日平均、おから1,420kg（最大1,800kg、最小1,000kg）、豚ふん400kg（380～450kg）、鶏ふん180kg（150kg～200kg）を連日投入してたい肥化を行った。密閉発酵槽で約14日間一次発酵を行い、その後通気装置の付いた屋根付きたい肥舎で4週間二次発酵を行った。この間1週間に1回切り返しを行った。完成した

製品は、振動ふるいによりふるい分けして、10kgずつ袋詰した。外気温の高い夏期と低い冬期では発酵状態に違いが出るため、夏期では発酵槽による強制発酵は1段階であるが、冬期には補助的にもう1段階使用した。

水分含量は、発酵槽による強制発酵により夏期では38%まで低下したが、冬期では52%程度であったため、もう1回小型発酵槽に投入した結果、27%まで低下させることができた。いずれの時期も二次発酵を終えた製品の水分含量は25%以下まで低下した。この水分条件では、微生物の活動はほぼ抑制された。



第3図 エコたい肥製造のフロー

(神奈川県畜産研究所 現:神奈川県畜産技術センター)

(ウ) 製品の特徴

製品の含水率は22%程度であり、取り扱いやすくかつ品質が安定する乾燥状態となっていた。現物で全窒素は3% (乾物で3.86%)、リン酸は3.4% (乾物4.4%)、カリ2.3% (乾物2.96%) であり、肥料成分が多く、かつバランスも良い。このたい肥1,000kg中には、窒素30kg、リン酸34kg、カリ23kgが施用されたことになり、野菜類の多くは、化学肥料を施用しないで、エコたい肥だけで栽培が可能である。

第3表 おからとエコたい肥の成分含量

(含水率以外は乾物含量)

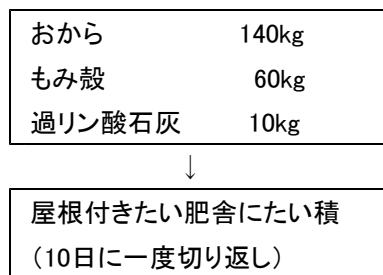
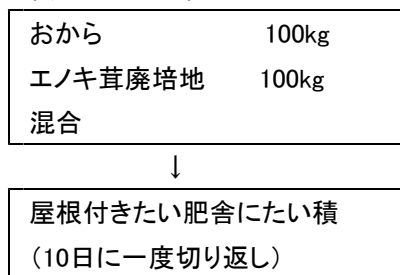
試料名	含水率	全窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
おから	81.1%	4.68%	0.98%	1.58%	0.70%	0.34%
エコたい肥	22.2	3.86	4.40	2.96	6.08	1.23

イ おから・エノキ茸廃培地混合たい肥

長野県農事試験場は、おからとエノキ茸を栽培した後の培養残さを使用し、良質のたい肥を製造する方法を開発している。

(ア) たい肥化装置

屋根付きたい肥舎



第4図 エノキ茸廃培地混合たい肥の製造
フロー（長野県）

第5図 もみ殻混合たい肥の製造
フロー（長野県）

(イ) たい肥化方法

エノキ茸廃培地混合たい肥は、おからとエノキ茸廃培地（エノキ茸培養残さで菌糸や米ぬか等を含む）を1：1で混合する。また、もみ殻混合たい肥は、おからともみ殻を7：3で配合し、さらに過リン酸石灰を5%混合する。これらを混合した後、屋根付きのたい肥舎にたい積する。この混合比率で、含水率は50%程度、C/N比は20程度になり、発酵には適した条件になる。たい肥舎内でたい肥化すると、温度変化の上昇がみられるが、もみ殻混合たい肥の方が急激に上昇して早期に下降する傾向にあり、エノキ茸廃培地混合たい肥では変化が緩やかである。

もみ殻混合たい肥では、たい積発酵中にアンモニアの揮散が多いため、配合時に過リン酸石灰（過石）を添加するとアンモニアの揮散が軽減され、アンモニアの揮散量をエノキ茸廃培地混合たい肥以下に抑えるには、過石5%程度の添加が適量である。

たい積に伴う成分変化を第4表に示した。エノキ茸廃培地にはリン酸が多く含まれているため、たい肥化した製品もリン酸が高く、窒素1%、リン酸1.5%、カリ0.7%程度の肥料バランスの良いたい肥となった。過石添加もみ殻混合区も同様の成分であったが、過石無添加もみ殻混合区ではリン酸含量の少ないたい肥となった。過石無添加もみ殻混合区はpHが高く推移し、アンモニア態窒素が減少した。また、いずれのたい肥も硝酸態窒素は検出されなかったため、硝酸化成は生じていないと考えられる。

このように、おからとエノキ茸廃培地またはもみ殻の混合により、簡単な施設で良質のたい肥の製造が可能である。エノキ茸廃培地では問題がないが、もみ殻を使用した場合は、過リン酸石灰を5%程度混合する

と、発酵中のアンモニアの揮散が防げ悪臭防止に役立つだけでなく、製品の肥料バランスが良くなる。また、たい肥化にあたっては約1か月間のたい肥化中に2回以上の切り返しが必要であり、また、この時水分が不足するようであれば切り返しと併せて水を散布する。

第4表 有機物混合たい肥の成分変化 (長野県農事試、成分は現物量)

資材名	窒素	リン酸	カリ	アンモニア態窒素
おから	1.03%	0.16%	0.45%	0.00%
エノキ茸廃培地	0.62%	1.61%	0.48%	0.11%
おから+廃培地たい肥	1.05%	1.48%	0.67%	0.29%
おから+もみ殻	0.94%	0.33%	0.65%	0.11%
おから+もみ殻+過石	1.14%	1.54%	0.51%	0.38%

(ウ) 製品の特徴

これらたい肥化物を水稻の基肥に用いて栽培を行ったところ、通常有機物施用で問題となりやすい夏場までの土壌の強還元化はかなり軽減された。エノキ茸廃培地混合たい肥1t/10a施用の水稻は初期からの生育、葉色、窒素吸収が慣行栽培と同等であり生育抑制はみられなかった。過石無添加もみ殻混合たい肥施用区では窒素の損失によるとみられる生育不足が生じたのに対し、過石添加区では良好であり、エノキ茸廃培地混合たい肥と同様な効果が得られた。おからともみ殻はともにリン酸に乏しく基肥のたい肥のみの施用では不足するが、過石5%の添加でこの補充に役立ち、慣行のリン酸施用量に近い施用量とすることができる。

(4) おからたい肥化の注意事項

おからは含水率が80%あり、腐敗しやすい有機物であるが、密閉型発酵槽の利用により混ぜ物をしないでもおから単独でたい肥化が可能である。おからはたい肥化過程で有機物の約75%が分解し、水と二酸化炭素及びアンモニア等になるため、たい肥の製造歩留りは悪い。そのためおから単独ではたい肥製造としては効率が悪いが、完成したたい肥は窒素が3.6%含まれており、肥料効果が高い。また、たい積中に有機物分解に伴い窒素の損失も著しいため、窒素を有効に利用するためには、他の炭素率の高い有機物と混合することが必要である。

おからと混合する資材は、エコたい肥のように家畜ふんを混合すると肥料成分の高い資材となり、おから単独たい肥と同様に10aあたり現物1,000kg施用すれば、多くの野菜では無肥料で栽培が可能になることとなる。

木質やもみ殻のように炭素率の高い資材と混合してたい肥化することは、

たい肥化が容易になり、特殊な密閉型発酵槽を用いなくても良い利点がある。特にキノコ廃培地の使用は適しており、ここに示した長野県の事例以外にも石川県（長谷川，1991）でも実用化している。これ以外にも炭素率が高く水分含量の低いものなら何でも使用でき、枯れ草や芝草の利用、街路樹せん定くずとの混合などが可能である。また、コーヒーかすと組み合わせて良好なたい肥を製造することもできる。

(5) おからたい肥の使用方法

ア おから単独たい肥の使い方

肥料成分が高いために、多量施用しないよう注意が必要である。製品の含水率を20%とすると、たい肥1,000kg中に、窒素30kg、リン酸20kg、カリ35kgが含まれているため、野菜類の多くは、化学肥料を施用しないで、たい肥だけで栽培が可能となるが、窒素の肥料効果は1/2程度しかないので、化学肥料との併用が安全である。

おからたい肥を500kg/10a以上使用する場合は、基肥の量を半減する。また、連用する場合は、土壌診断を行い、土壌養分の蓄積に留意する。

培土として使用する場合は、リン酸を補う必要がある。また、多量に施用しすぎると作物の生育阻害を招く恐れがあるので、混合量は容積比で25%以下、重量で10%以下に留める必要がある。

作物別のおおよその施用量は、以下のとおりである。

- ・果菜類育苗培土：おからたい肥を容積比で20%（重量比5%）、過リン酸石灰を4g/L混合。
- ・鉢物花きの培土：おからたい肥を容積比で10%（重量比3%）、過リン酸石灰を2g/L混合。
- ・露地畑（野菜）：おからたい肥500kg/10a施用し、基肥を標準量の1/2施肥する。
- ・施設畑（野菜）：おからたい肥500~1,000kg/10a施用し、基肥を標準量の1/2施肥する。
- ・水田（水稲）：おからたい肥500kg以下を施用し、基肥を1/2にする。

イ おから家畜ふん混合たい肥の使い方

肥料成分が高くバランスが良いため良質のたい肥であるが、多量施用しないよう注意が必要である。製品の含水率を20%とすると、たい肥1,000kg中に、窒素30kg、リン酸34kg、カリ23kgが含まれているが、窒素の肥料効果は1/2程度しかないので、化学肥料との併用が安全である。その他の注意はおから単独たい肥に準じる。

作物別のおおよその施用量は、以下のとおりである。

- ・果菜類育苗培土：おからたい肥を容積比で20%（重量比5%）混合。
- ・鉢物花きの培土：おからたい肥を容積比で10%（重量比3%）混合。
- ・露地畑（野菜）：おからたい肥500kg/10a施用し、基肥を標準量の1/2施肥する。
- ・施設畑（野菜）：おからたい肥500～1,000kg/10a施用し、基肥を標準量の1/2施肥する。
- ・水田（水稲）：おからたい肥500kg以下を施用し、基肥を1/2にする。

ウ おからエノキ茸廃培地混合たい肥の使い方

エノキ茸廃培地やもみ殻等の混合により養分が少なくなるので、一般のたい肥とほぼ類似した使用が可能である。製品の含水率は40%程度であり、たい肥1,000kg中に、窒素6kg、リン酸16kg、カリ5kgが含まれている。作物別のおおよその施用量は、以下のとおりである。

- ・露地畑（野菜）：おからたい肥1,000kg/10a施用し、基肥は標準施肥とする。
- ・施設畑（野菜）：おからたい肥2,000kg/10a施用し、基肥は標準施肥とする。
- ・水田（水稲）：おからたい肥500kg施用し、基肥は標準施肥とする。

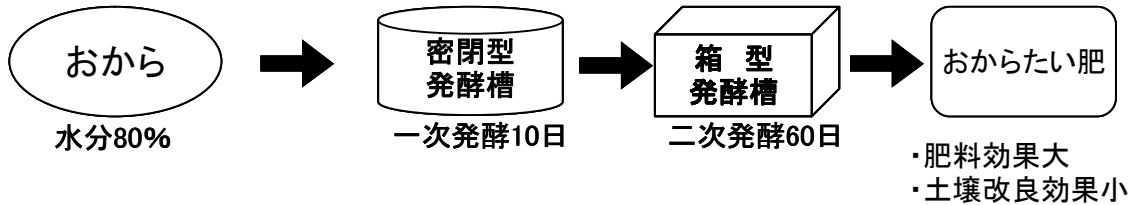
エ たい肥の保管方法

- ・肥料成分が高いために虫が発生しやすく、保管には注意が必要である。
- ・製品の含水率を30%以下にすれば微生物活性が停止し、長期保存が可能である。

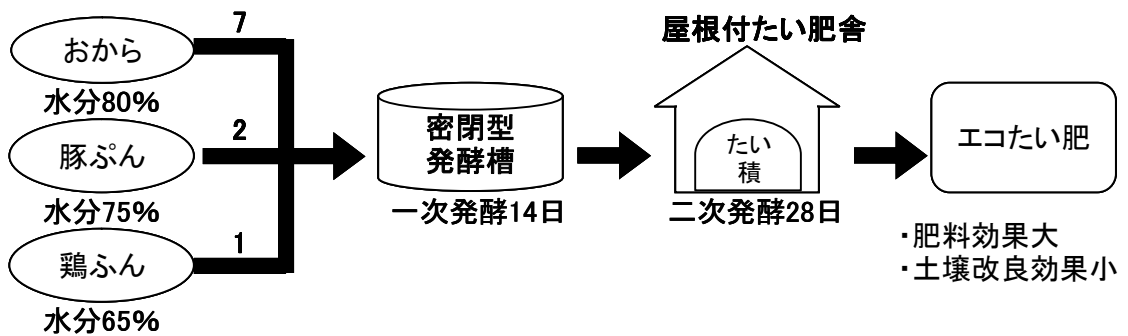
(6) おからを使用したたい肥製造マニュアル

おから 炭素率の高い資材と組み合わせて使う

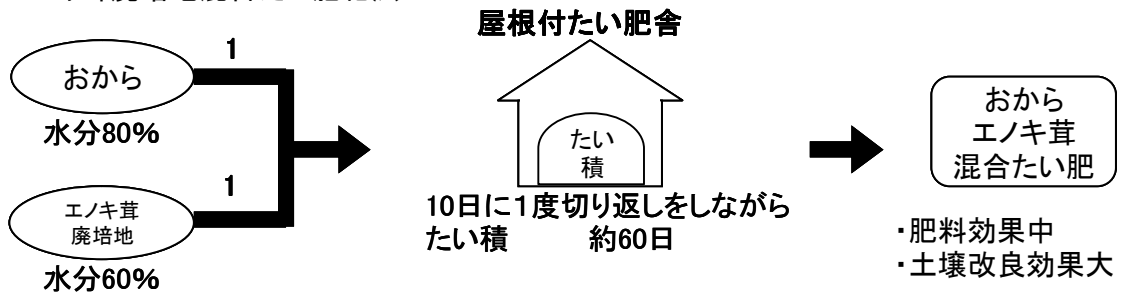
ア おから単独たい肥化法



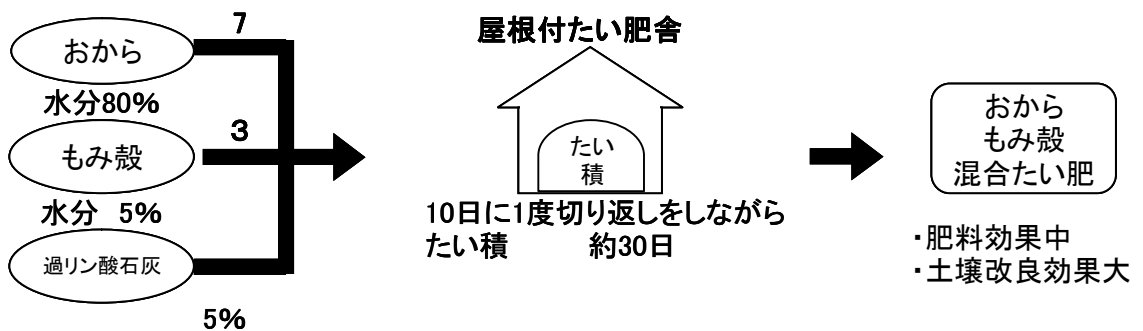
イ おから家畜ふん混合たい肥化法



ウ おからエノキ茸廃培地混合たい肥化法



エ おからもみ殻混合たい肥化法



3 コーヒーかす

(1) コーヒーかすの特性

ア 種類と発生量

コーヒーは食生活に定着し、消費量も安定している。コーヒーかすは、コーヒーを飲用するためにばいせん・粉碎したコーヒー豆を熱水抽出した残さである。家庭や喫茶店等の小規模に排出されるかすは、一般廃棄物として処理されているが、清涼飲料製造会社の缶飲料に使用されたものが廃棄物として問題になっている。コーヒーかすを発生する事業所は、神奈川県内に7事業所あるが、年間1tという小さな零細企業から年間7,000tもある大企業まで幅が広い。県内の年間発生値は、10,000t程度で、大企業1社でほとんどを占める。コーヒーかすの発生量は、生豆の品質やばいせん度、抽出条件、かすの水分量によって異なるが、生豆の1.5~2.5倍(平均2倍)程度である。

コーヒー豆は国内では生産できないため輸入に頼っているが、その大部分は生豆として輸入され、2007年は年間389,818tにも及んでいる(第5表)。単純に計算すると、コーヒーかすは約78万t(2007年)も排出されていると試算される。

第5表 コーヒー豆の輸入量

(単位 t)

年度	生豆	ばいせん豆	インスタントコーヒー	コーヒーエキス	合計(生豆換算)
1985	231,193	237	15,699	5,818	252,947
1990	291,339	3,130	14,830	15,542	324,841
1995	300,563	2,536	16,297	12,761	332,157
2000	382,230	3,271	18,660	11,929	416,090
2005	413,264	5,683	20,223	11,436	450,606
2007	389,818	6,921	18,431	10,608	425,778

注)生豆以外は生豆に換算した値 日本でのコーヒー輸入量の推移(全日本コーヒー協会)

イ たい肥化特性

コーヒーかすの性状は、粉碎方法によって粒径が異なるが、数mm以下の黒色の粉末である。熱水抽出してあるため水分含量が高く65%程度あり、pHは弱酸性の5.8程度である。無機物は少なく、ほぼ99%が有機物である。分析例を第6表に示した。乾物の成分含量は、窒素約2%、リン酸約0.2%、カリ約0.3%であり、窒素以外の成分は少ない。微量元素は少ないが、マンガンと鉄の含量がやや高い傾向がみられる。とくに鉄は原料により大きな違いがでる場合がある。

窒素成分は少ないが、表に示したように、28日間の培養によっても窒素は全く無機化せず、逆に有機化傾向が長期間維持される。このためたい肥化し

ないかぎり、コーヒーかす単独では農業用の資材としては使用できないと考えられる。有機化による窒素飢餓の原因となるだけでなく、コーヒーかすには発芽や生育を阻害する物質が含まれるため、そのまま土壌にすき込むことはできない。しかし、コーヒーかすは粒状で多孔質の形状をしているため、通気性が良く、さらに弱酸性であることから悪臭の主因であるアンモニアを吸着できることなど、優れた特徴があるため、たい肥化の副資材としては極めて有益な資材である。コーヒーかすは、他の資材を等量以上混合すれば作物生育障害が消滅するため、おからや家畜ふん等の窒素成分の多い他の資材と混合し、肥料化する方法が好ましいと言える。

第6表 コーヒーかすの成分分析例 (成分は乾物表示、日本肥糧検定協会 1992)

試料名	コーヒーかすA	コーヒーかすB	コーヒーかすC	
水分含量(現物%)	66.3	3.70	4.99	
容積重(現物g/mL)			0.55	
pH(1:10)	5.8	5.9	5.1	
EC(mS/cm)			0.65	
有機物(%)	98.8	98.9	98.7	
粗脂肪(%)			6.1	
全炭素(%)			55.2	
全窒素(%)	1.99	2.00	2.17	
C/N比			25.4	
NH ₄ -N(mg/kg)			3.68	
NO ₃ -N(mg/kg)			0.14	
全P ₂ O ₅ (%)	0.24	0.22	0.24	
全K ₂ O(%)	0.27	0.26	0.44	
CEC(meq/100g)			26.5	
MgO(%)	0.26	0.24	0.20	
MnO(mg/kg)	36.8	37.3		
B ₂ O ₃ (mg/kg)	3.30	13.0		
Fe(mg/kg)	1190	1970	44	
Cu(mg/kg)	39	25	18	
Zn(mg/kg)	15	9	6.7	
As(mg/kg)	0.09	0.06	<0.1	
Cd(mg/kg)	ND	ND	<0.1	
Hg(mg/kg)	0.03	0.03	0.02	
水溶性フェノール(mg/100g)			840	
窒素の無	7日後	<0	<0	<0
機化率	14日後	<0	<0	<0
(%)	28日後	<0	<0	<0

(2) コーヒーかす単独たい肥化試験結果

コーヒーかすの特性を知るために、コーヒーかす単独たい肥の製造試験を行った。

ア たい肥化装置

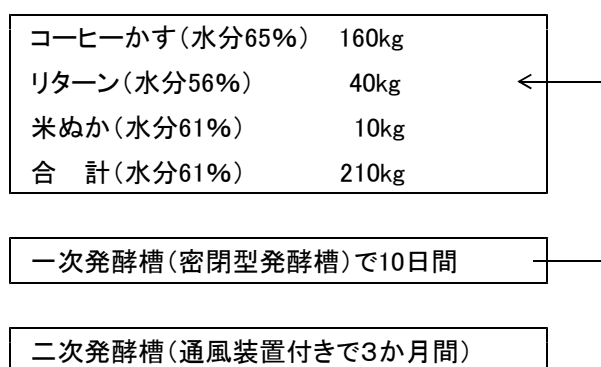
一次発酵槽は、容量1,200Lの小型の強制通風装置付き密閉型発酵槽（ミニプラント）により、二次発酵は通風装置の付いた容量1,000L箱型発酵槽を使用した。

イ 供試原料

缶コーヒーのコーヒーかす（コカコーラボトリングKK海老名工場）、米ぬか

ウ たい肥化方法

コーヒーかすを連続して投入する方法によりたい肥化を行った。一次発酵は、密閉型発酵槽（ミニプラント）により7～10日間、二次発酵は通風装置の付いた容量1,000Lの箱型発酵槽において3か月間たい積した。その製造フローは第6図に示した。1日1回の投入とし、1回の投入量は210kg（約400L）とした。水分調節は行わなかったが、発酵促進の意味で米ぬかを5%程度混合した。また有用微生物を添加する目的で、一次発酵を終えたもの（リターン）を少量混合した。これらの原料を混合かくはんした後、一次発酵槽に投入した。



第6図 コーヒーかすたい肥製造のフロー

コーヒーかすの最適たい肥化条件は別の試験により求め、最適な水分条件は65%であること、空気流量は5L/min程度であることがわかっているため、これに従い条件設定をした。米ぬかはコーヒーかす単独では不足するリン酸を補う意味で添加したが、添加しなくても発酵温度の上昇に大きな違いはみられない。

実験プラントは上部から投入し、下部から取り出す方式である。原料投入後、7時間で60℃以上の発熱があり、良好な発酵をした。二次発酵槽に移してから50℃以上の発熱が継続した。切り返しは、1か月に1度の割で2回実施した。

たい肥化に伴う成分変化を第7表に示した。コーヒーかすの水分含量は64.6%、投入物（原料混合物）の水分含量は60.7%であり、最適発酵水分含量であるため、水分調節は行わなかった。水分含量は一次発酵で56.4%、二次発酵で30.8%に減少した。コーヒーかすたい肥は乾燥しすぎる傾向にあり、給水を行う必要もある。

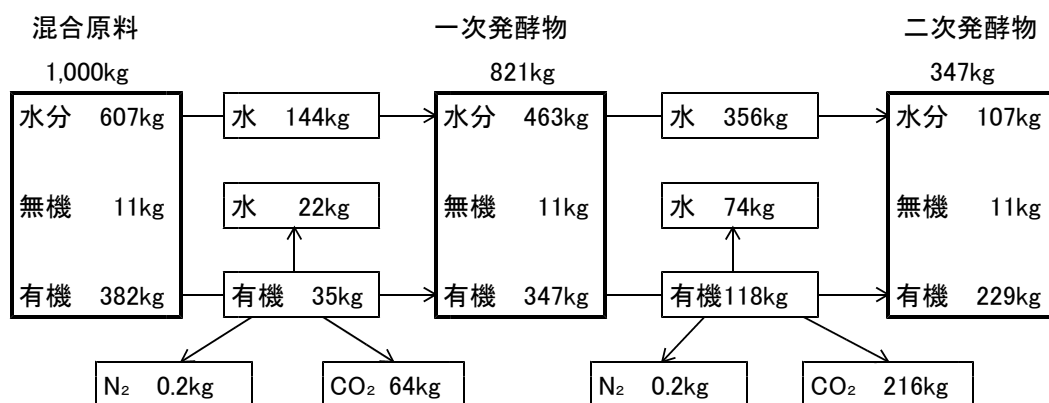
コーヒーかすには窒素が多く、リン酸やカリが少ない特長がある。これに米ぬかを混合したため投入物ではリン酸が増加した。たい肥化に伴い窒素の増加に比べ、リン酸やカリの増加が著しいため、二次発酵を終えた製品は、窒素3.0%、リン酸1.1%、カリ1.4%の比較的バランスの取れたたい肥となった。

第7表 コーヒーかすのたい肥化に伴う無機成分の変化 (水分以外は乾物含量)

試料名	水分	灰分	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
コーヒーかす	64.6%	1.38%	2.29%	0.19%	0.34%	0.07%	0.13%
投入物	60.7	2.69	2.44	0.92	0.75	0.09	0.25
一次発酵物	56.4	3.71	2.63	0.75	0.87	0.19	0.22
二次発酵物	30.8	5.33	3.83	1.66	1.78	0.16	0.34

ミニプラントによる一次発酵と、たい積槽による二次発酵の水と有機物の物質収支を第7図に示した。投入原料の61%が水分であり、有機物が約38%、無機物が約1%である。これが一次発酵により水分56.4%、有機物42.2%、無機物1.4%となり、二次発酵により水分31.0%、有機物65.7%、無機物3.3%となった。量で見ると無機物は変化しないが、一次発酵により有機物は10%しか分解されなかったが、二次発酵では分解が進み、有機物の分解率は40%になった。

水分は・原料では607kgあったものが、一次発酵では144kg減少し、二次発酵では356kg減少したが、有機物分解に伴い、一次発酵では22kg、二次発酵では74kg、合計96kgの水が生成されることになる。このため原料1,000kgから596kgの水が蒸散する計算となる。このとき放出される二酸化炭素は280kgと計算される。また窒素の損失はほとんどなく二次発酵が完了しても0.4kgであり、原料に含まれる窒素のわずか4%しか損失しない。



第7図 コーヒーかす単独たい肥の製造過程における物質収支

(3) おから・コーヒーかす混合たい肥化試験結果

おからを単独でたい肥化した場合は、アンモニアの発生が著しく悪臭が発生するとともに窒素成分が無駄になる。またコーヒーかすを単独でたい肥化した場合は、悪臭の発生は全くみられないが、作物根に対する障害が残る問題がある。そこで両者の欠点を補い、新たな良質たい肥を製造する方法を検討した。

ア たい肥化装置

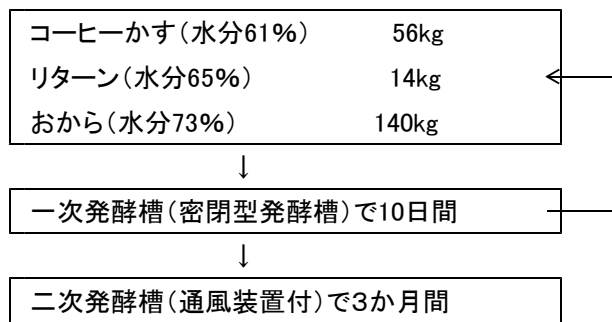
一次発酵槽は、容量1,200Lの小型の強制通風装置付き密閉型発酵槽（ミニプラント）により、二次発酵は通風装置の付いた容量1,000L箱型発酵槽を使用した。

イ 供試原料

おからは平塚市内の豆腐店から毎日入手した。コーヒーかすはコカコーラボトリングKK海老名工場から10日に1度入手し、保存物を使用した。

ウ たい肥化方法

おからとコーヒーかすを容積あたり1:1に混合し、リターンを10%相当量加え、かくはん混合後、一次発酵槽内に投入した。そのフローを第8図に示した。密閉型発酵槽で7~10日間の一次発酵を行い、その後、二次発酵槽に投入し、約3か月間たい積発酵した。

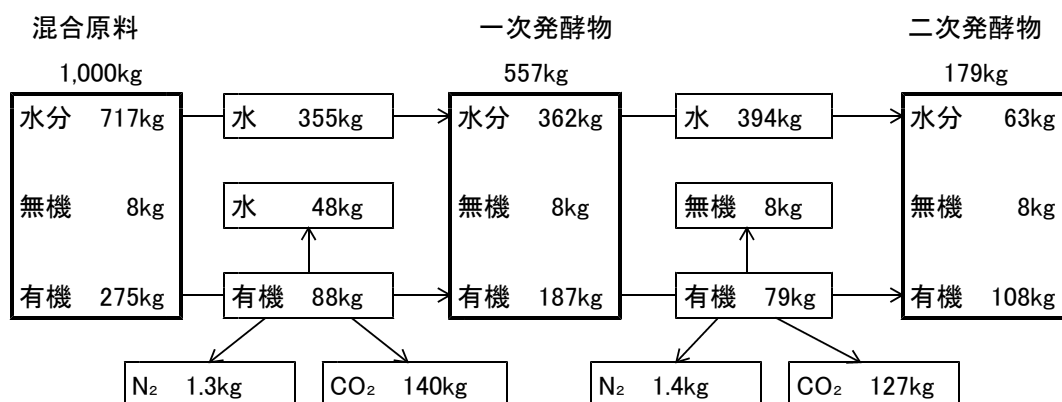


第8図 おからコーヒーかす混合たい肥製造のフロー

たい肥の品温の変化は、原料を一次発酵槽に投入後、約3時間程度で約75℃まで上昇した。また、二次発酵でも75℃程度までの温度上昇が認められ、発熱は著しい。

たい積発酵に伴う成分変化は第8表に示した。一次発酵を終えたものは含水率が65%と高いため、通風装置の付いた箱型発酵槽により3か月間二次発酵を行うと含水率は35%に低下し、良好なたい肥になった。二次発酵を終えた製品は、乾物含量で窒素5.5%、リン酸1.2%、カリ1.5%であり、窒素成分の高いたい肥となった。

一次発酵と二次発酵により生じる物質収支を計算したものを、第9図に示した。一次発酵で約30%の有機物が分解し、最終的には61%の有機物が分解した。その結果、原料混合物1,000kgから179kg(水分35%)のたい肥が生産された。この間に、783kgの水と266kgの二酸化炭素が放出され、窒素は2.7kgが揮散したが、悪臭はほとんど発生しなかった。



第9図 おからコーヒーかす混合たい肥製造過程における物質収支

第8表 おからコーヒーかすのたい肥化に伴う成分変化 (水分以外は乾物含量)

試料名	水分	灰分	窒素	リン酸	カリ	石灰
おから	79.5%	4.37%	4.0%	0.79%	1.37%	0.31%
コーヒーかす	66.3	1.45	2.1	0.24	0.25	0.05
投入物	71.7	2.87	3.1	0.54	0.83	0.18
一次発酵物	65.0	4.22	3.8	1.05	1.43	0.32
二次発酵物	35.3	7.07	5.5	1.22	1.55	0.39

(4) 実用化の事例

ア 植物性原料との混合たい肥

コーヒーかす、果実皮、ウーロン茶かす等を混合したたい肥を生産している事例がある。

(ア) たい肥化装置

生産施設は、建屋（約1,000m³）の一部の中を仕切って、各種原料のたい積場所、たい肥の製造場（通風設備付き）にしている。

(イ) たい肥の原料

コーヒーかす、ウーロン茶かす、ミカン皮かす

(ウ) たい肥化方法

コーヒーかす、ウーロン茶かす、ミカン皮かすを混合した後、たい肥舎でたい積・発酵する。発酵促進のために、微生物資材を添加している。たい積中の発酵温度60℃に管理し、切り返しは月に1回の割で実施し、6か月で製品としている。年間生産量は1,200tであり、コーヒーかすの混合は、水分調整と発酵菌の繁殖効果を期待している。

製品は、一部袋詰めされている。水分含量は64～73%、全窒素1.4～1.9%、リン酸0.1～0.4%、カリ0.2～0.3%である。10kg袋詰めの末端価格は210円程度である。

経済連を通じて、管内の農協・農家を対象として販売している。経済連では、本たい肥の幼植物試験を実施して肥効及び安全性の確認をし販売していることから、農家の信頼感も高く、安定した販売がなされている。

イ 家畜ふんとの混合たい肥

豚ふんの処理方法として、近くから入手できるコーヒーかすはたい肥の理化学性の改善、臭気の軽減に有効であることに着目して、混合たい肥の生産を開始した事例がある。

(ア) たい肥化装置

たい肥舎（約600m³）の中を仕切って、原料、たい肥のたい積場所とし

ている。

(イ) たい肥の原料

コーヒーかす及び豚ふん

(ウ) たい肥化方法

コーヒーかすに豚ふんを混合し、たい積発酵する。このとき発酵促進のために、微生物を添加している。たい積期間は約3か月であり、たい肥の管理温度60℃とし、3か月のたい積中に数回の切り返しを実施する。

完成した製品の成分は、水分50%、全窒素1.6%、リン酸0.8%、カリ0.5%である。これを袋詰めし、販売している。製品は、農協を通じて県内の農家に販売されている。

ウ 汚泥との混合たい肥

下水汚泥は悪臭が発生しやすいが、悪臭の抑制を目的としてコーヒーかすを使用している事例がある。

(ア) たい肥化装置

下水処理場の一郭に、原料保管、たい積・発酵するための仕切り槽を含む建屋(1,200㎡)を建築している。たい肥舎には通気設備を備えている。

(イ) たい肥の原料

下水汚泥、コーヒーかす

(ウ) たい肥化方法

製造方法は下水汚泥中心で、コーヒーかすの混入率は4%程度で、コーヒーかすは発酵促進材的な利用法である。

下水汚泥とコーヒーかすを混合し、たい積発酵する。このとき、発酵促進のための微生物を添加する。たい肥化期間は14日であり、この間に2回切り返しを行う。たい肥の管理温度は80℃としている。生産量は、日量1.5tである。

できた製品の成分は、水分28%、全窒素2.5%、リン酸4%、カリ0.3%であり、袋詰めして農協を通じて出荷し、地場で消費されている。

(5) コーヒーかすたい肥化の注意事項

コーヒーかすは水分が65%程度であり、たい肥化には適した水分含量である。また小型の粒形のため通気性が良い、臭気の吸着性が良い、糸状菌の増殖に適している等の利点があり、たい肥化のための副資材としては適した資材である。しかし、コーヒーかすには作物生育を阻害する作用があるため、多量に使用すると作物生育に障害を起こすことがある。この障害は、フェノール系の物質であろうという推察もあるが、コーヒーかすに含まれる窒素の

有効化率が低く、窒素の有機化に伴う障害の可能性もある。この障害を除外するためには、長期間たい積するか、他の資材を等量以上混合することが必要である。

また、コーヒーかすはたい肥化過程で窒素の損失がほとんどなく、悪い臭気も発生しないため、おからや家畜ふんのように窒素が多量に揮散し、悪臭を発生する原料と混合すれば、良質のたい肥が生産されると考えられる。そのためたい肥化プラントは、腐りやすく悪臭の発生しやすい有機物の発生源に建設し、比較的腐りにくく遠距離輸送のきくコーヒーかすを運搬してくるシステムが好ましい。コーヒーかすの混合たい肥は、野積みのたい積発酵でも可能であるが、密閉型の発酵槽の使用が効率的である。また、悪臭の発生は少ないため、特別な脱臭装置は必要ないといえる。

(6) コーヒーかすたい肥の使用方法

ア コーヒーかす単独たい肥

コーヒーかすには窒素は多く含まれているが、それ以外の成分含量は少ない。しかし、その窒素はほとんど有効化せず、肥料効果は期待できない。また、コーヒーかす単独でたい肥化したものは6か月以上のたい積がないと作物に障害を及ぼす危険がある。施用量は一般のたい肥と同じと考えて良いが安全を考え、1,000kg/10a以下が好ましい。また、多量に施用した場合は、窒素飢餓の危険性があるので、基肥窒素を5kg/10aほど増肥することが好ましい。

イ おから・コーヒーかす混合たい肥

おからと混合すると、作物に障害を及ぼさない良質のたい肥が生産できる。おから混合たい肥は肥料成分が高いために、多量施用しないよう注意が必要である。おおよその施用量の目安は、以下のとおりである。

- ・ トマト育苗培土：無肥料で栽培するには、コーヒーかす豆腐かす混合たい肥を容積比で10～20%混合し、さらに過リン酸石灰を4g/L混合してリン酸を補給する。
- ・ 鉢物花きの培土：無肥料で栽培するには、コーヒーかす豆腐かす混合たい肥を容積比で5～10%施用し、さらに過リン酸石灰を1g/L混合してリン酸を補給する。
- ・ 露地野菜：化学肥料を標準施肥したたい肥として使用する。窒素成分が多いが、肥効率は低いため、施用量は500kg～1,000kg/10a程度が適している。
- ・ 施設野菜：化学肥料を標準施肥し、たい肥として使用する。施用量は、1,000kg/10a程度とする。窒素成分が多く含まれているため、連年施

用の場合は、蓄積効果に注意する。

ウ その他の混合たい肥

混合している原料の性質に影響されるが、コーヒーかすを30%以上混合していれば、肥料効果の高い家畜ふんと混合しても肥料効果は抑制されるので、施用量は一般たい肥並と考えて良い。

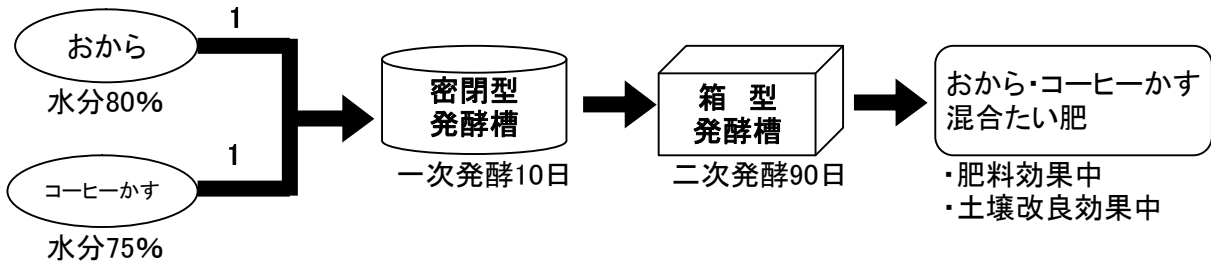
エ たい肥の保管方法

- ・肥料成分が高いために虫が発生しやすく、保管には注意が必要である。
- ・製品の含水率を30%以下にすれば微生物活性が停止し、長期保存が可能である。

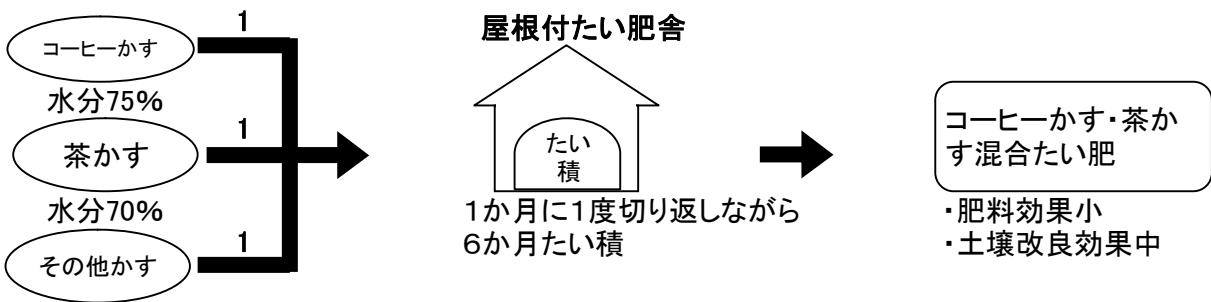
(7) コーヒーかすを使用したたい肥製造マニュアル

コーヒーかす 単独では作物に障害がある。他の資材と混合してたい肥化する。
脱臭効果大

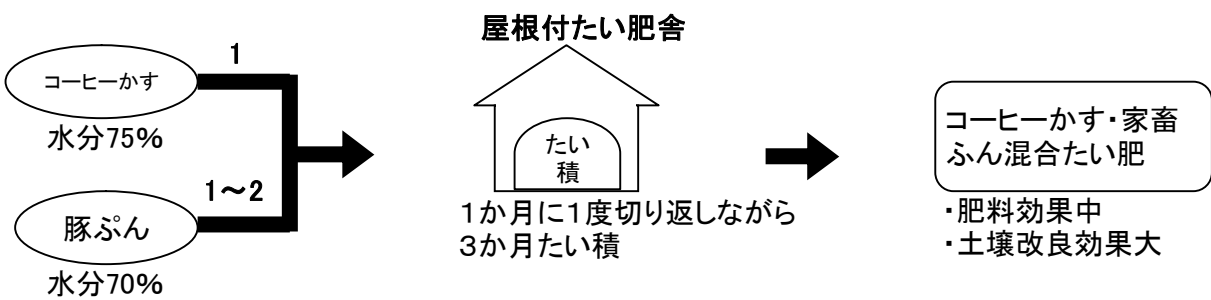
ア おから・コーヒーかすたい肥化法



イ コーヒーかす・茶かす混合たい肥化法



ウ コーヒーかす・家畜ふん混合たい肥化法



4 茶かす

(1) 茶かすの特性

ア 種類と発生量

お茶は、家庭や事業所で行うように急須等の容器を使って入れる飲み方が一般的であるが、近年は缶飲料が急増してきた。茶類缶飲料は、紅茶やウーロン茶が一般的であったが、1982年11月いすず商事が緑茶の缶飲料を駅弁用として販売して以来、大きな支持を受け、以後、1994年まで緑茶缶は、年々倍近い生産量の増大となってきた。また1994年から混合茶が発売され、種類が多様化してきている。

全国清涼飲料工業会資料より茶かす量を推定した結果を第9表に示した。これは、各種飲料の生産量を基準にし、250gの飲料を製造するのに2gの原料が必要であり、これから5gの茶かす（水分70%）が発生する条件で算出した値である。この結果、年間300万kLの茶系飲料が生産されれば、2.4万tの茶原料が使われ、6万tの茶かすが生産されることになる。

また、生産企業が限定されるのが茶かすの特徴であり、大手3社で約75%（1995年）を占め、これに6社を加えた9社で95%の生産量を占めている。この結果、茶かすが排出される場所は限定されることになる。1995年と2007年を比較するとウーロン茶等の生産量は横ばいに対し、緑茶、ブレンド茶の生産量が増加している。

第9表 飲料生産における原料と茶かす量の推測

年次	1995年			2007年		
	飲料生産量	原料使用量	かす排出量	飲料生産量	原料使用量	かす排出量
緑茶飲料	453,000kL	3,624t	9,000t	2,467,000kL	19,736t	49,340t
ウーロン茶飲料	1,213,000kL	9,704t	24,000t	961,000kL	7,688t	19,220t
紅茶飲料	699,000kL	5,592t	14,000t	973,000kL	7,784t	19,460t
抹茶飲料	210,000kL	1,680t	4,000t	240,000kL	1,920t	4,800t
ブレンド茶飲料	-----	-----	-----	894,000kL	7,152t	17,880t
その他茶飲料	430,000kL	3,440t	9,000t	162,000kL	1,296t	3,240t
合計	3,005,000kL	24,040t	60,000t	5,697,000kL	45,576t	113,940t

全国清涼飲料工業会資料より作成

イ たい肥化特性

茶かすの分析結果を第10表に示した。茶かすの水分含量は65～70%あるが、ここに示したものはすべて55℃で通風乾燥した乾燥物であるため、水分含量が低い。灰分量は少なく、95%が有機物である。pHは5程度の弱酸性である。窒素含量は3.6～5.0%と高いため、C/N比は10～14と低くなる。

リン酸は0.45～0.83%とやや少ない。カリは緑茶とウーロン茶かすは0.8～1.0%程度あるが、紅茶かすは0.36%と低い。CECは逆に、緑茶とウーロン茶かすの40meqに対し、紅茶かすは66meqと高い。その他の成分は少ないが、鉄は緑茶に比べ発酵させたウーロン茶と紅茶では高い値を示す。

茶にはタンニンが多く含まれているため、水溶性フェノールが多く含まれているが、紅茶かすは他のかすに比べ少ない傾向がみられた。窒素の無機化試験結果では、緑茶では28日後に25～36%と良好であるが、発酵させたウーロン茶と紅茶かすでは、逆に有機化する傾向が認められた。

第10表 各種茶かすの成分

(日本肥糧検定協会1995,成分は乾物表示)

項目(単位)	緑茶かす (神奈川県)	緑茶かす (兵庫県)	ウーロン茶 (京都府)	ウーロン茶か す(兵庫県)	紅茶かす (京都府)	
含水率(現物%)	5.01	6.53	14.90	8.35	5.86	
容積重(現物g/mL)	0.22	0.17	0.18	0.16	0.26	
pH(1:10)	5.5	5.2	5.8	4.8	5.5	
EC(mS/cm)	1.0	1.1	1.5	1.4	0.4	
有機物(%)	96.4	96.4	95.2	95.5	96.6	
粗脂肪(%)	4.7	5.0	2.8	4.9	1.1	
全炭素(%)	51.0	51.4	51.5	52.1	50.0	
全窒素(%)	5.02	4.55	3.72	3.63	4.54	
C/N比	10.2	11.3	13.8	14.4	11.0	
NH ₄ -N(mg/kg)	9.11	15.4	13.6	5.83	2.71	
NO ₃ -N(mg/kg)	0.24	0.32	0.36	0.44	0.14	
全P ₂ O ₅ (%)	0.83	0.67	0.48	0.45	0.65	
全K ₂ O(%)	0.80	0.83	1.01	1.05	0.36	
CEC(meq/100g)	40.0	36.3	46.5	42.5	66.3	
CaO(%)	0.73	0.76	0.73	0.78	0.77	
MgO(%)	0.27	0.25	0.26	0.28	0.28	
Fe(mg/kg)	114	110	352	425	458	
Cu(mg/kg)	19	17	17	13	28	
Zn(mg/kg)	21	19	34	43	28	
As(mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Cd(mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Hg(mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
水溶性フェノール (mg/100g)	3020	4030	2900	3500	816	
窒素の 機化率 (%)	7日後 14日後 28日後	<0 25 36	<0 11 25	<0 <0 <0	<0 <0 <0	<0 <0 <0

(2) たい肥化の事例

ア 茶かす単独たい肥

茶かすの有効利用促進のために、茶かすのたい肥化特性を検討した群馬県畜産試験場の事例を紹介する。

(ア) たい肥化装置

屋根付きたい肥舎に高さ1mにたい積。切り返しは20日目に1度行った。

(イ) たい肥の原料

茶かす：緑茶（煎茶）の抽出かす。水分含量72.3%。

米ぬか：水分含量23.6%。

(ウ) たい肥化方法

茶かす単独及び米ぬか混合区の2区を設定した。原料の混合割合は、第11表に示した。これを自走式かくはん装置の付いたビニールハウス内に高さ1mにたい積し、発酵した。切り返しは、自走式かくはん装置により1日1回行った。40日間たい積発酵したときの発酵前後の成分分析値を第12表に示した。

茶かす単独では水分含量が72.3%あり、発酵温度も最大30℃程度までしか上昇しなかった。たい肥化した製品のpHは5.3と酸性であり、またC/N比も大きく変化してないところからみて、良好な発酵は行われていないことを示している。

これに対し、米ぬかを混合するにより水分含量は62.4%まで低下した結果、50℃近い発酵温度が長期間持続した。この場合もpHはやや酸性の6.3であり、たい肥化条件が完全に好氣的な条件になっていないものと考えられた。

茶かすのように水分含量が高く、たい積時の圧密により空気が通りにくくなる資材は、本試験事例のように嫌気条件になりやすいといえる。この対策のためには、水分含量を60%以下にし、おがくずのような粗大有機物を混合するか、あるいは強制通気装置付きの発酵槽を使用することが必要である。

第11表 茶かす試験の原料混合比率

(群馬畜試, 1993)

試験区名 (乾物)	茶かす		米ぬか		混合物	
	使用量(乾物)	水分	使用量(乾物)	水分	使用量(乾物)	水分
茶かす単独	800kg(222kg)	72.3%			800kg(222kg)	72.3%
茶かす+米ぬか	800kg(222kg)	72.3%	150kg(115kg)	23.6%	950kg(337kg)	62.4%

注()内は乾物量を示す

第12表 茶かすのたい肥化に伴う成分変化

(乾物含量, 群馬畜試, 1993)

試料名		pH	T-C	T-N	C/N比	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
原料	茶かす		41.4%	4.6%	9.0	0.82%	0.53%	0.66%	0.31%
	米ぬか			2.4		3.9	2.5		
	混合物			3.8		1.9	1.2		
製品	茶かす単独	5.3	42.7	4.4	9.7	0.91	0.56	0.51	0.28
	茶かす米ぬか	6.3	41.5	4.0	10.4	1.3	0.64	0.47	0.41

イ 家畜ふんとの混合たい肥

茶かすには悪臭を弱める力があるため、家畜ふんと混合したたい肥を製造した、群馬県畜産試験場の事例を紹介する。

(ア) たい肥化装置

自走式かくはん機付きビニールハウス（4m×22m）を原料の乾燥及に使用。屋根付きのたい肥舎に高さ1mにたい積、切り返しはしない。

(イ) たい肥の原料

紅茶かす：ビニールハウス内で乾燥したものを使用した。水分含量20.6%。

豚ふん：水分含量76.6%。

(ウ) たい肥化方法

紅茶かすは水分含量が70～80%と高いため、紅茶かすをあらかじめ自走式かくはん機付きビニールハウスにおいて乾燥させた。約10cmに敷き詰め、1日1回かくはんした結果、水分含量を40%以下にするためには、夏期晴天時で3日間、冬期で7日間ほどが必要であった。

乾燥した紅茶かす（水分20.6%）95kg（乾物75kg）と、豚ふん（水分82.7%）280kg（乾物48kg）を混合し、たい積発酵した。混合物の水分含量は64.8%であった。紅茶かすと豚ふんの比率は、乾物で約3：2であった。たい積期間は60日間とし、この間切り返しは実施しなかった。

たい積発酵中の温度変化は5日目で70℃近くまで温度が上昇し、約30日間、50℃以上の高温が持続した。温度変化からみる限り、発酵状態は良好である。

たい肥化に伴う成分変化を第13表に示した。製品のpHは約8と高く、アンモニアの発生が伺えた。また、たい積発酵に伴い窒素含量が低下し、炭素率が高くなる傾向が認められた。これは、試料採取時のばらつきとともに、たい肥化に伴うアンモニアの揮散であると考えられた。

第13表 紅茶かす・豚ふん混合たい肥のたい肥化に伴う成分変化(乾物含量, 群馬畜試)

試料名	水分	pH	T-C	T-N	C/N比	P2O5	K2O	CaO	MgO
原料	紅茶かす	20.6%	39.2%	4.5%	8.7	0.7%	0.5%	1.0%	0.3%
	豚ふん	76.6%	41.3	3.6	11.5	5.5	1.5	4.1	1.6
	混合物	64.8%	40.0	4.2	9.5	2.6	0.9	2.2	0.8
製品		7.9	43.0	2.4	17.9	3.2	2.0	—	—

ウ コーヒーかすと組み合わせたたい肥

C/N比が低く水分の多い紅茶かすに、C/N比が高く通気性の良いコーヒーかすを混合することにより、たい肥化をしやすくすることができる。

(ア) たい肥化装置

屋根付きたい肥舎

(イ) たい肥の原料

紅茶かすとコーヒーかす

(ウ) たい肥化方法

C/N比の低い紅茶かすと高いコーヒーかすを、第14表に示したように、それぞれを単独、等量もしくは倍量(重量比)の比率で混合し、たい肥化実験を行った。原料を混合した後、通常のたい積方法でたい肥化を行った。たい積後、最初の2か月は月に2～3回の切り返しを行い、その後は切り返しなしで2か月、計4か月たい積した。

4か月たい肥化後の成分分析結果を第14表に示した。コーヒーかすに比べ紅茶かすは窒素が多いため、紅茶の配合比率が高くなるほどC/N比は低下している。有機物の分解率は乾物量の減少率で示したが、コーヒーかす単独(1:0)では16%しか分解していないのに対し、紅茶かす単独(0:1)は64%の分解がみられた。等量混合(1:1)でやや分解率が低いが、混合物は50%程度の分解率を示している。

コーヒーかすの比率が高いほど通気性がよく、たい肥化は効率よく行われたが、コーヒーかすのもつ作物生育阻害の危険性が増すため、コーヒーかす:紅茶かすは1:2で、全体の1/3以下にコーヒーかすの混合率を抑える方が良いとしている。また、発酵促進のためには、微生物資材を総重量の約2%添加すればたい肥化が促進されるとしている。

第14表 コーヒーかす・紅茶かす混合たい肥の成分

(たい積4か月後、乾物含量, 長野農事試, 1993)

コーヒー:紅茶	T-C(%)	T-N(%)	C/N比	有機物分解率(%)
1:0	48.3	3.12	15.5	15.9
2:1	47.3	4.02	11.8	53.8
1:1	46.0	4.88	9.4	38.2
1:2	47.6	6.03	7.9	52.8
0:1	47.3	7.47	6.3	63.9
原料	コーヒーかす	47.7	2.00	23.4
	紅茶かす	44.8	4.29	10.4

(工) 施用効果

それぞれの配合比で製造されたたい肥を、露地ほ場に10aあたり2t施用して、レタスを栽培した結果を第15表に示した。いずれのたい肥も対照区である無たい肥区よりも収量が高い傾向がみられ、なかでもコーヒーかすの配合比率が高いほど収量が高くなる傾向がみられた。また、コーヒーかすと紅茶かすを1:2で混合したたい肥を施用した畑の土壌三相を調査した結果、たい肥の施用により固相率が低下し、土壌孔げきが増加することが伺え、施用効果は高いとしている。

第15表 コーヒーかす・紅茶かす混合たい肥の施用効果

(たい積4か月後、乾物含量, 長野農事試, 1993)

供試試料 コーヒー:紅茶	夏レタス 1球重(指数)	秋レタス 1球重(指数)
1:0	513g(139)	352g(132)
2:1	490g(132)	368g(138)
1:1	460g(124)	323g(121)
1:2	482g(130)	335g(125)
0:1	415g(112)	340g(128)
無たい肥区	365g(100)	267g(100)

(3) 茶かすたい肥化の問題点

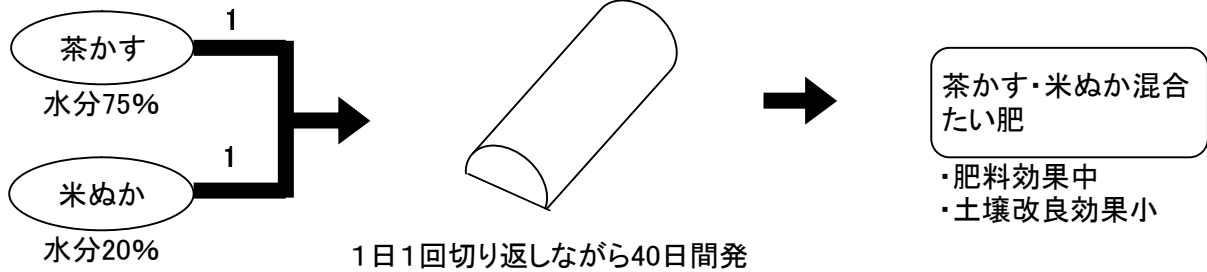
茶かすは窒素含量の高い植物質資材であり、たい肥化の原料としては貴重な性質をもっているが、水分含量が高く、そのままではたい積発酵しにくい。乾燥により低水分化すれば用途は拡大できるが、通風乾燥をしないと乾燥しにくく、乾燥過程でカビが多量に発生する危険性がある。このため水分低下のためには加熱乾燥が好ましいが、エネルギーがかかる欠点がある。このように、水分調節が茶かすの有効利用の最大の問題点といえる。

高水分の茶かすを省力的かつ有効に利用するためには、他の資材と混合することが必要であり、コーヒーかすのようなすき間を作りやすい資材が適しているといえる。さらに、茶かすには臭気を抑制する効果も期待できるため、家畜ふんとの混合も適している。このように、副資材として使用すれば、茶かすは優れた農業資材として期待できる。

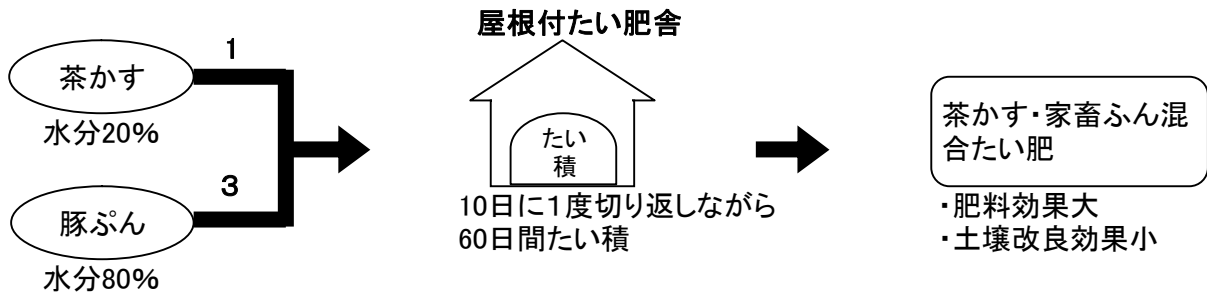
(4) 茶かすを利用したたい肥製造マニュアル

茶かす タンニンが多いため、他の資材と混合してたい肥化して使う。
脱臭効果がある

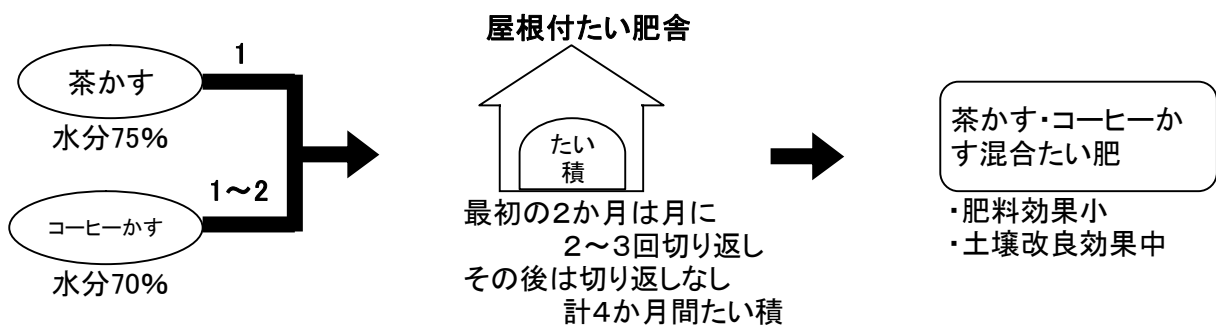
ア 茶かす・米ぬか混合たい肥化法 自走式かくはん装置付ビニールハウス



イ 茶かす・家畜ふん混合たい肥化法



ウ 茶かす・コーヒーかす混合たい肥化法



5 せん定くず

(1) せん定くずの特性

ア 種類と発生量

せん定くずの正確な発生量の把握は困難であるが、平成3年度に横浜市の焼却場に持ち込まれたせん定くずは約1万tであり、県全体では42,000t（1991, 県調査）とされている。しかし、焼却等の自家処分されている量が相当あり、その量を考慮すると県全体では10万tを超えると想定される。樹木のせん定は、一般には夏（7～8月）と冬（11～12月）の2回に集中して行われるため、せん定くずの発生量は月により異なるが、7月～12月に年間総排出量の70%が集中する。樹種も時期によって異なり、4～6月はケヤキ、サクラ、マテバシイ、7～9月はプラタナス、ユリノキ、イチョウ、10～12月はサワラ、トチ、シイノキが多くみられる。

第16表 せん定くずの処理実績(平成15～19年度 横浜市資源循環局)

年度	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年
せん定くず搬入量	4,239 t	3,647 t	5,316 t	4,255 t	5,049 t
たい肥出荷量	1,538 t	1,642 t	1,322 t	1,170 t	1,130 t

せん定くずのたい肥化は横浜市では、平成4年度より開始され、グリーンコンポストという名称で出荷しており、平成19年度には、5,049tが処理され、1,130tのせん定くずたい肥が生産されている。現在までに他の市町村でもせん定くずのたい肥化事業が実施されている。また、民間企業でもせん定くずのたい肥化が実施されているところがある。

(参考)

特殊肥料生産業者リストURL

<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/nogyosinko/hiryo/main/list.html>

イ たい肥化特性

せん定くずは、炭素分が多く窒素の少ない枝と窒素の多い葉を含むため、たい肥化の原料としては適している。街路樹に多いのは、イチョウ、ユリノキ、サクラ、ケヤキ、トウカエデ等が多く、公園にはマテバシイやクスノキ等の常緑樹が多く植えられている。このうちたい肥化に適しているのは広葉樹であり、針葉樹は分解に長期間を必要とする。また、せん定は夏と冬に集中的に行われるが、新枝や葉の多い夏せん定くずはC/N比が低く、たい肥化には適している。冬せん定くずの場合は硬い枝が多いため、分解に長期間を必要とする。せん定くずの種類や部位、季節による違いを調査した結果を第

17表に示した。夏せん定くずで葉の多い物は、粉碎すればそのままたい肥化が可能であるが、冬せん定くずや針葉樹が多い場合には、多少の窒素源の添加が必要な場合がある。また、夏せん定の場合でも、せん定くずを長期間放置し、乾燥させれば木質が硬化するとともに落葉し、冬せん定くずと似た性格になるので、注意が必要である。

第17表 せん定くずの季節別部位別成分

(水分以外は乾物含量,神奈川県農業総合研究所, 1986)

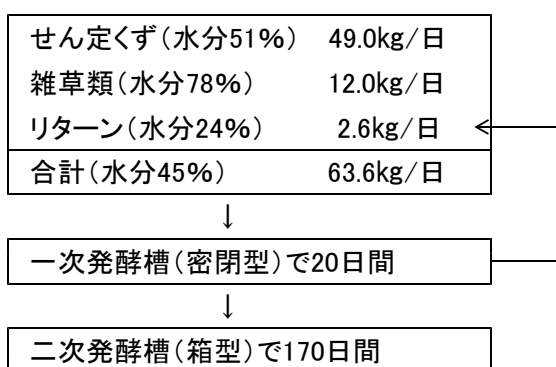
樹種	部位	季節	水分	全炭素	全窒素	C/N比	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	炭酸ガス発生量
マテ バシ イ	葉	春	59.9%	52.6%	1.52%	34.6	19.7%	16.7%	34.0%	3.11mg/g
		秋	54.1	50.9	1.40	36.1	18.0	16.9	34.8	3.18
	枝	春	63.2	52.6	0.77	68.4	25.4	20.5	26.4	2.12
		秋	50.8	52.4	0.71	73.9	27.4	21.3	25.5	1.52
イチ ヨウ	葉	春	74.0	50.8	2.49	20.4	8.1	17.0	29.3	4.70
		秋	71.1	49.4	2.32	21.3	6.4	16.4	37.5	2.78
	枝	春	59.2	50.9	0.81	62.9	25.4	20.5	25.9	2.43
		秋	52.9	52.2	0.75	69.6	23.2	23.6	30.4	2.62
スギ	葉	春	61.1	52.5	0.85	61.8	13.7	18.9	36.5	2.34
		秋	58.7	49.3	0.79	62.4	12.3	21.1	35.5	2.94
	枝	春	54.8	53.9	0.38	141.7	30.4	20.1	28.6	1.58
		秋	50.9	53.2	0.34	156.6	25.9	23.0	27.8	1.74
クロ マツ	葉	春	59.3	53.5	0.97	55.2	18.6	15.9	33.5	3.55
		秋	58.7	49.3	0.79	62.4	19.3	18.0	36.5	2.11
	枝	春	56.4	53.9	0.51	105.7	21.2	25.4	33.4	2.54
		秋	50.9	53.2	0.34	156.6	20.5	22.7	36.4	2.00

(2) 密閉型発酵槽によるたい肥化試験結果

ア たい肥化方法

強制通気装置の付いた1, 200L容の連続投入式密閉型発酵槽(ミニプラント)により20日間一次発酵、強制通気装置の付いた1, 000L容の箱型二次発酵槽で6か月間たい肥化を行なった。そのフローは第10図に示した。

せん定くずはオガコ製造機(タイムリー)により破碎、野菜くずはワラカッター(山本製作所, CD250C)にて切断した投入原料は、桑枝及び観賞樹木せん定くず(含水率51%) 49kg、雑草類(含水率78%) 12kg、リターン(一次発酵物, 含水率24%) 2.6kg、合計63.6kg(約200L)を混合後、一次発酵槽に連日投入した。一次発酵は密閉型発酵槽で20日間程度、二次発酵は箱型発酵槽170日間たい積した。



第10図 せん定くずたい肥の製造フロー

投入物の平均含水率は45.4%であり、たい肥化のためには水分が少なく、発酵槽の中は乾燥していたため、時々かん水した。そのため一次発酵槽切り出し品の平均含水率は54%と原料よりも増加した。

二次発酵槽の投入時の含水率は43.4%であり、60日のたい積によっても含水率は46%であったため、切り返し時にかん水した。その結果、170日後には含水率は72.8%になり有機物の分解も急激に増加し、63.7%の有機物が分解した。

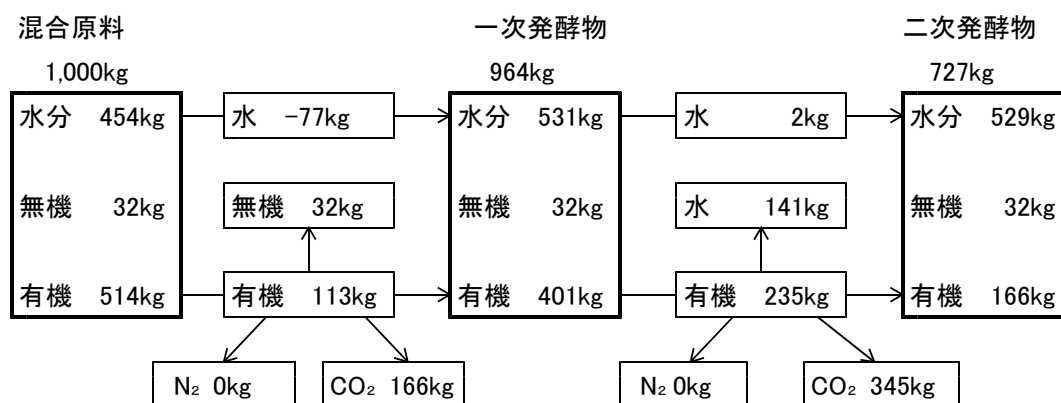
物質収支のモデルを第11図に示したが、一次発酵では有機物の分解が少なく、二次発酵で有機物の分解が促進された。二次発酵を終えると有機物の68%が分解し、木質の分解が進むため、しっとりとした感じの良質のたい肥となった。以上の結果、せん定くずはわずかな野菜くずを加え、水分を適切に保持すれば良質のたい肥となることが明らかとなった。しかし、これは夏に実施したため新枝と葉が含まれていたことによると考えられ、冬せん定くずについての試験が必要である。

第18表 供試材料と一次発酵生産物量

資材名	回数	現物量	含水率(%)	乾物量	有機物量	無機物量
桑枝せん定くず	5	211.0kg	51.4±5.7	109.9kg	103.2kg	6.62kg
観賞樹せん定くず	4	133.5kg	22.1±0.5	103.4kg	99.2kg	4.26kg
トウモロコシ・雑草	3	83.4kg	77.5±20.1	16.8kg	14.4kg	2.37kg
リターン	1	17.9kg	24.4	13.5kg	12.7kg	0.83kg
投入物	7	445.8kg	45.4±2.02	243.6kg	229.5kg	14.1kg
切り出し品	5	429.6kg	54.0±39.0	193.1kg	179.0kg	14.1kg
一次発酵分解率		3.6%		20.7%	22.0%	0.0%

第19表 二次発酵による変化

資材名	月日	現物量	含水率	灰分率	乾物量	有機物量	無機物量
二次投入物	8/3	256.4kg	43.4%	6.51%	145.0kg	135.6kg	9.5kg
切り返し1	10/4	216.4kg	46.3%	8.12%	116.2kg	106.8kg	9.5kg
切り返し2	1/22	215.8kg	72.8%	16.13%	58.6kg	49.2kg	9.5kg
二次発酵分解率		15.8%			59.6%	63.7%	0.0%



第11図 せん定くず混合たい肥の製造過程における物質

(3) 実用化の事例

平成4年より実用規模のたい肥化を実施している横浜市のグリーンコンポスタの事例を紹介する。

ア たい肥化装置

破砕機 (バトルクラッシャー方式, 処理能力 5 t/h)

粉碎機 (回転カットハンマークラッシャー方式, 処理能力 5 t/h)

屋外たい肥盤

切り返し用機械 (バックホウ)

イ たい肥化方法

横浜市の破砕機は直径10cm以下、長さ1.5m以下のせん定くずに対応している。芝や笹を除くせん定くずを破砕機で15cm以下に破砕した後、粉碎機でさらに粉碎し、2～3cmの細かなチップ状にする。

チップ状にした物を山状にたい積する。チップが数cmと荒いため通気性が良いので、高さ2m程度にたい積する。せん定くずの含水率は、夏場で40%、冬場で35%程度であるが、たい肥化に適した含水率は60%程度のため、原料の含水率を測定し、必要に応じ加水する。

たい積場所は一般には、屋根付きのたい肥舎が好ましいが、せん定くずは水分が不足しやすいので屋外にたい積することが適している、たい積中に表

面は乾いた状態になりやすいが、内部は60%程度の含水率で安定していることが多いため、表面だけでなく、内部の含水率を測定しておく必要がある。

たい積は6か月以上行うが、この間、切り返しを1か月に1回程度行い、このときに水分が少なければ加水する。葉の少ない冬せん定くずや針葉樹が多い場合は、6か月程度のたい積では不十分であり、1年程度たい積発酵することが好ましい。

ウ 製品の特徴

製品の分析結果を第20表に示したが、窒素が多くリン酸が少ないたい肥である。せん定くずは炭素が多いために含まれる窒素からの肥料効果はほとんど期待できないが、土壌の物理性改良にはきわめて効果の高いたい肥である。また、重金属の有害成分も少ない良質の有機物である。

第20表 グリーンコンポスト分析結果

成分名	分析値
窒素	1.41～1.64%
リン酸	0.316～0.379%
カリウム	0.400～0.610%
カルシウム	2.47～3.16%
マグネシウム	0.508～0.597%
マンガン	376～410mg/kg
く溶性ホウ素	16.2～23.3mg/kg
鉄	0.801～1.76%
総水銀	0.02mg/kg
ヒ素	不検出
カドミウム	不検出
銅	5.6～10.3mg/kg
亜鉛	14.0～21.8mg/kg

(4) せん定くずたい肥化の注意事項

葉と枝がバランス良く混合した原料を使うことが大切であり、枝だけではたい肥化は困難である。枝だけの場合や針葉樹だけの場合は窒素を補ってたい積することが好ましく、窒素源としては、米ぬか、油かす、鶏ふんなどの有機肥料が適している。また、「おから」のような養分の多い未利用資源を利用することも適している。せん定くずは樹種によっては、作物根に有害なフェノール類を多く含む物があるので注意が必要である。一般に針葉樹にフェノール類は多く含まれているが、広葉樹でも、イチョウ、クリ、サクラには多く含まれている。これらの資材は、たい積期間に十分に注意する必要がある。最低6か月のたい積すれば、全く問題はなくなる。

せん定くずをたい肥化するためにはチップ化しなければならず、チップが小さいほどたい肥化は早いですが、チップ化に要する処理時間が長くなる。チップの大きさが、数mm程度までチップ化したときは、たい積の山の高さを低く、高さ1.5m程度までにし、チップが数cm程度なら2m程度までの高さにたい積する。

せん定くずは通気性が良いためあまりたい積規模が小さいと発酵熱が蓄積せず、温度が上昇しなくなる。また、乾きやすいため、水分が不足すると発酵しなくなるので、含水率を55～65%程度に保持することが必要である。

(5) せん定くずたい肥の使用方法

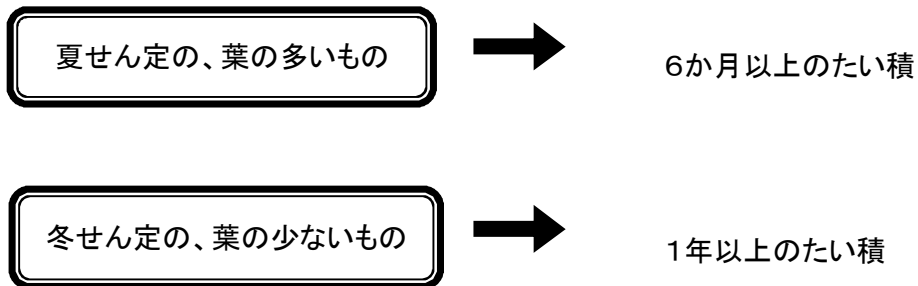
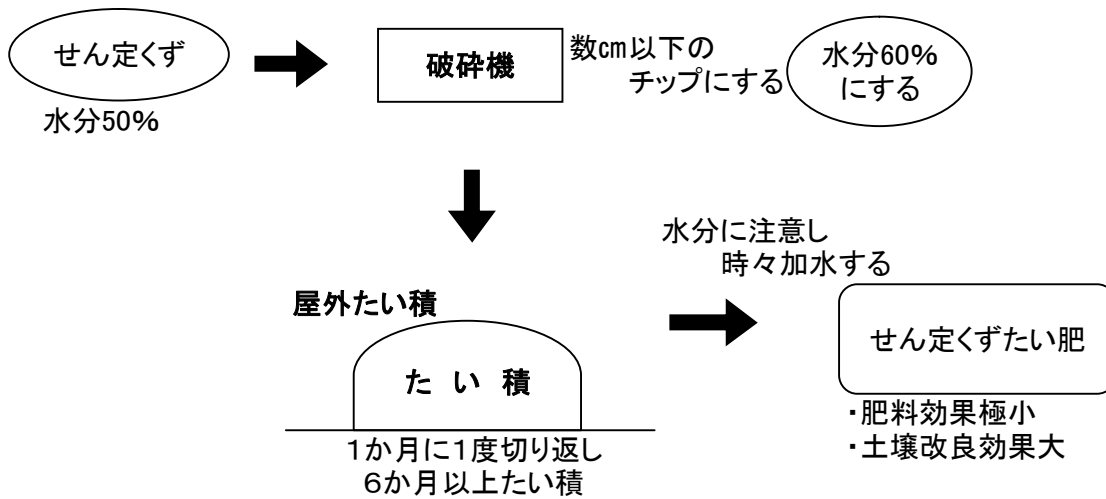
完熟したせん定くずたい肥は、そのまま使えばバークたい肥や腐葉土と同様に使用することができる。一般のたい肥と同じ効果が得たい場合は、窒素源としてせん定くずたい肥1,000kgあたり、鶏ふん40～50kg（油かすなら20kg，尿素なら5kg，硫安なら10kg）を混合して、2～3か月間たい積しておくが良い。

- ・野菜用の培土：用土の30～40%（容積比）混合し、化学肥料を加える。
- ・花き用の培土：用土の30～40%（容積比）混合し、化学肥料を加える。
- ・露地野菜：10aあたり1作1t程度とする。根菜類に施用するときは、前作に施用することが好ましい。作付け2～4週間前に施用することが好ましい。
- ・施設野菜：10aあたり1作1～2tとする。連作しているほ場では問題はないが、新たに栽培する場合は、窒素飢餓の危険性があるので、窒素を10%程度増肥することが必要である。また、作付け2～4週間前に施用することが好ましい。

(6) せん定くずを使用したたい肥製造マニュアル

せん定くず 長期間のたい積が必要。
夏せん定と冬せん定ではたい積期間が違う。

製造方法



6 野菜くず

(1) 野菜くずの特性

ア 種類と発生量

野菜くずはほ場にすき込まれたり、ほ場周辺にたい積し分解処理することが多いが、都市近郊農業においては、その処理が問題になっている。三浦のような大農業地域においても、集積投棄している野菜くずの処理が大きな問題となっている。環境保全型農業の展開が行われている今日、野菜くず等の農業廃棄物処理が重要な問題となりつつある。野菜類は種類が多く、その性状も様々である。

野菜くずの発生量は正確には把握されていないが、軟弱野菜の類を除くと一般的に1haあたり生重で5～20tの野菜くずが排出される。神奈川県野菜畑は12,000ha程度あるため、全県で60,000～240,000tの野菜くずが排出される計算になる。野菜くずは含水率が高く90%以上あるため、乾物量にすれば12,000t以下にすぎないが、腐敗が早く不潔感が強い等の問題がある。一例として、三浦地域における野菜くずの作物別発生量及び排出量の試算結果を第21～22表に示す。三浦地域全体では年間約11万tもの野菜くずが排出されると試算されている。

第21表 作物別野菜廃棄物の排出量 (神奈川県農業総合研究所 2001)

作物名	収量 (kg/10a)	廃棄物量(kg/10a)		算定の基礎(三浦試験場調査)
		生鮮重	乾物重	
春キャベツ	5,400	4,000	280	外葉とくず玉の混合物(水分93%)
早春キャベツ	8,000	6,800	470	外葉とくず玉の混合物(水分93%)
カボチャ	2,000	825	230	茎葉(水分60%、425kg)、くず果(水分85%、400kg)
メロン	3,300	2,930	370	茎葉(水分70%、730kg)、くず果(水分93%、2200kg)
スイカ	4,300	1,340	180	茎葉(水分60%、140kg)、くず果(水分92%、1200kg)
ダイコン	11,000	4,900	490	茎葉(水分90%、2700kg)、くず果(水分90%、2200kg)

神奈川県農業総合研究所三浦試験場調査(H13)より作成

第22表 三浦地域における野菜くずの排出量と成分量 (神奈川県農業総合研究所 2002)

作物名	栽培面積 (ha)	廃棄物量(t)		含有成分量(t)				
		生重	乾重	窒素	リン酸	カリ	苦土	石灰
キャベツ	1,144	61,800	4,290	112	30	167	184	47
カボチャ	225	1,800	520	13	6	24	37	10
メロン	79	2,300	290	8	3	15	11	4
スイカ	456	6,100	730	14	4	32	1	2
ダイコン	822	40,300	4,030	81	24	165	73	18
合計	2,726	112,300	9,860	228	67	403	306	81

イ たい肥化特性

野菜くずは窒素をはじめ肥料成分含量が高く(第23表)、たい肥化すれば有効な資源に生まれ変わらせることができる。しかし、たい肥化する上での最

大の問題は含水率の高さであり、乾燥するか水分調節材を添加し、たい肥化に適した含水率である60%程度にすることができれば、良質のたい肥の生産が可能になるといえる。

第23表 野菜類の成分特性

(肥飼料検査所分析,含水率以外は乾物含量)

作物名	含水率	灰分	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
キャベツ	85.3%	12.5%	3.36%	1.24%	5.16%	1.89%	0.47%
コマツナ	89.2	25.7	3.82	1.59	10.7	2.23	0.69
ハクサイ	85.0	28.8	3.82	1.82	11.0	4.67	1.03
タマネギ	81.3	6.1	1.30	0.57	1.21	1.60	0.28
ニンジン	73.2	8.4	1.55	0.70	4.16	0.69	0.18
ジャガイモ	79.3	5.6	1.77	0.64	3.02	0.02	0.18
ナガネギ	87.9	8.1	3.72	1.15	3.38	0.87	0.40
キュウリ	93.8	12.4	3.04	2.21	6.87	0.52	0.34
ダイコン(葉)	91.9	19.8	2.71	0.51	7.53	3.86	0.39
ダイコン(皮)	93.8	15.3	2.56	0.61	8.62	0.32	0.21
カボチャくず	60.6	25.2	2.67	0.91	4.56	8.95	1.97
メロンくず	81.9	23.3	1.69	0.48	4.17	8.65	2.47

(2) 密閉型発酵槽によるたい肥化試験結果

ア 野菜くず混合たい肥化試験

(ア) たい肥化装置

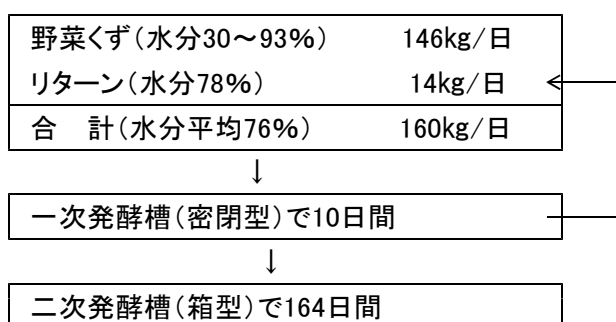
強制通気装置の付いた1,200L容の連続投入式密閉型発酵槽(ミニプラント)により10日間一次発酵、強制通気装置の付いた1,000L容の箱型二次発酵槽で164日間たい肥化を行なった。

(イ) 供試試料

野菜くずはワラカッター(山本製作所KK)にて切断した後、混合し一次発酵槽に投入した。

(ウ) たい肥化方法

10種類の野菜とムギワラ約3,000kgに10%のリターン(一次発酵物)を混合し、21回に分けて密閉型発酵槽によるたい肥化処理を行った。投入1回の平均は160kg、約300Lであった。たい肥化方法のフローは第12図に示した。



第12図 野菜くずたい肥の製造フロー

第24表 野菜くずたい肥の供試材料と一次発酵物の成分

資材名	回数	現物量	含水率(%)	乾物量	有機物量	無機物量
トウモロコシ茎葉	9	1037.9kg	77.0±17.3	210.9kg	186.3kg	24.6kg
サツマイモ茎葉	8	923.1kg	76.6±3.3	215.7kg	185.5kg	30.2kg
ラッカセイ茎葉	5	171.9kg	36.7±32.9	74.3kg	65.6kg	8.7kg
キャベツくず	3	241.9kg	81.8±6.3	40.6kg	29.6kg	11.0kg
モロヘイヤ茎葉	3	148.0kg	75.4±2.3	9.2kg	7.8kg	1.4kg
ナス茎葉	2	182.2kg	66.5	59.4kg	53.0kg	6.4kg
レタスクず	2	199.5kg	92.8	14.4kg	9.6kg	4.8kg
ムギワラ	2	22.2kg	30.3	15.9kg	13.5kg	2.4kg
プロッコリー茎葉	1	18.3kg	76.6	4.3kg	3.7kg	0.6kg
コマツナくず	1	75.7kg	80.0	15.1kg	13.6kg	1.5kg
タヌキマメ茎葉	1	44.9kg	63.6	16.3kg	14.5kg	1.8kg
リターン	21	297.5kg	68.4±0.4	92.2kg	74.2kg	18.0kg
投入物	21	3363.1kg	76.4±5.5	794.4kg	679.6kg	114.8kg
切り出し品	28	1796.8kg	78.5±1.6	511.9kg	398.3kg	113.6kg
一次発酵分解率		46.6%		35.6%	41.4%	1.0%

第25表 野菜くずたい肥の二次発酵による変化

資材名	月日	現物量	含水率	灰分率	乾物量	有機物量	無機物量
二次投入物	8/9	389kg	77.5%	13.7%	87.5kg	73.8kg	13.7kg
切り返し1	10/4	185kg	72.6%	27.1%	50.7kg	37.0kg	13.7kg
切り返し2	1/22	152kg	69.5%	29.7%	46.2kg	32.5kg	13.7kg
二次分解率		60.9%			47.2%	56.0%	0.0%

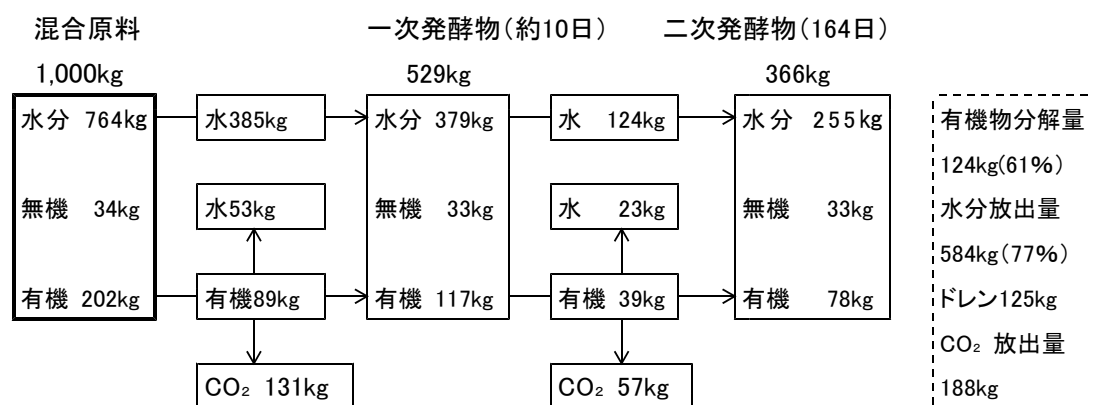
投入物の含水率は最高88%、最低58%とふれが多かったが、平均含水率は76.4%と適水分状態であった。野菜くずだけのため分解途中で多量の水が発生し、125kgのドレン(廃液)が発生した。

二次発酵を164日間行った結果を第25表に示した。最初の56日で約50%

の有機物が分解したが、その後の分解は緩やかであり、その後の108日で数%しか分解しなかった。二次発酵を終えると有機物の61%が分解したが、木質化したナスやブロッコリーの茎の分解は遅れていたため、やや茎が目立ち、荒い形状であった。

野菜くずたい肥の物質収支モデルを第13図に示したが、一次発酵で有機物の42%が分解し、二次発酵でも同程度が分解した。一次発酵で無機物が1%減少しているが、これはドレンとして外部に流出した量である。

本試験結果、野菜くずだけでもたい肥化は可能であったが、たい積中にアンモニアガスや悪臭を伴う黒い排水(ドレン)が大量に発生するため、密閉型発酵槽と脱臭装置が不可欠であり、野菜くず単独のたい肥化のためには大型プラント設置が必要と考えられる。



第13図 野菜くずたい肥の製造過程における物質収支モデル

イ ダイコンたい肥化試験

野菜くずたい肥製造の可能性を知るために、水分が多く窒素等の栄養成分が少なく、悪臭の原因である硫黄化合物を含み、野菜くずの中でも最もたい肥化しにくいと考えられるダイコンの根部(可食部)を、せん定くずを水分調節材に使用してたい肥化する条件を検討した。

(ア) たい肥化装置

通気装置付き円筒型80L容試験発酵槽(東海プラントTP-80L型)

(イ) 供試試料

ダイコン切断物: 農業総合研究所内産ダイコンの根部をワラカッターで細断したもの

せん定くずおがくず: 農業総合研究所内産観賞樹木のせん定くずをおがくず状にしたもの

(ウ) たい肥化方法

ダイコン細断物とせん定くずを混合したもの約75Lを試験発酵槽に入れ、5L/minの空気を供給した。発酵促進剤やリターンは使用しないで、12日目に切り返し、38日間発酵させた。

試験区は次の3区を設定した。試験時期は平成7年12月15日～8年1月22日であった。

- ①ダイコン6おがくず4区 容積比でダイコンとせん定くずを6：4の比率で混合
- ②ダイコン5おがくず5区 容積比でダイコンとせん定属を5：5の比率で混合
- ③ダイコン4おがくず6区 容積比でダイコンとせん定くずを4：6の比率で混合

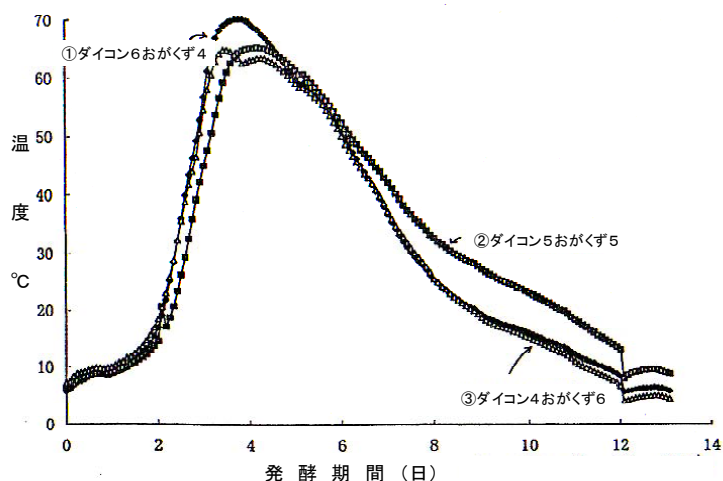
ダイコンの含水率は84.4%、おがくずは10.7%であった。ダイコンとおがくずを6：4で混合した場合の含水率は71.0%、5：5混合では66.1%、4：6混合では59.4%であった。

第26表 ダイコンとおがくずの含水率と比率

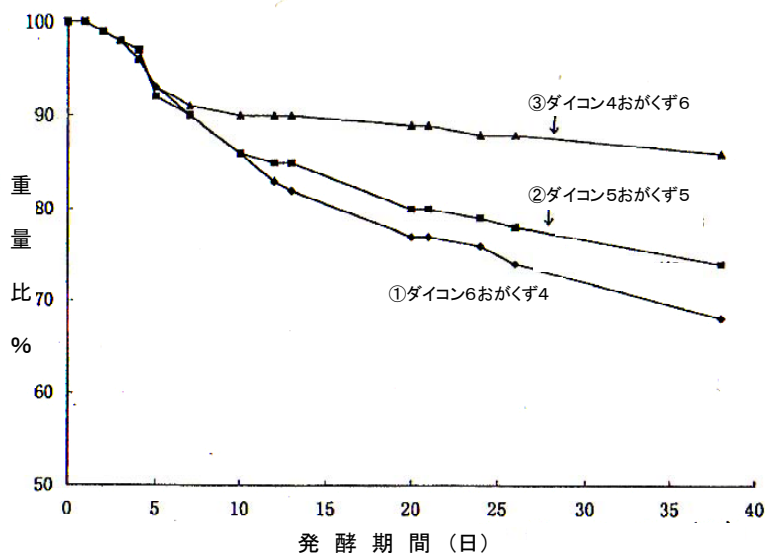
ダイコン	含水率84.4%	比重0.64
おがくず	含水率10.7%	比重0.21

第27表 ダイコンとおがくずの混合割合

試験区名	ダイコン	おがくず	合計	含水率
ダイコン6:おがくず4区	30.7kg(48L)	6.7kg(32L)	37.4kg(80L)	71.0%
ダイコン5:おがくず5区	25.6kg(40L)	8.4kg(40L)	34.0kg(80L)	66.1%
ダイコン4:おがくず6区	20.5kg(32L)	10.1kg(48L)	30.6kg(80L)	59.4%



第14図 ダイコンたい肥化時の温度変化



第15図 ダイコンたい肥化時の重量変化

たい積中の温度変化は第14図に示した。外部温度が低い時期であり、かつ発酵補助剤も使用しなかったため最初の2日間はほとんど発熱しなかった。2日以後上昇し4日目には70℃に達したが、その後緩やかに低下し、10日を過ぎると20℃まで低下し、12日目に切り返しをしたが、以後ほとんど発熱しなかった。温度上昇は「6：4区」が最も速かったが、「5：5区」は長期間発熱が継続した。

含水率は、発酵がすすむにつれ含水率は上昇し、すべての区で20日以降は70%を越えた。含水率の変化は「5：5区」が安定した傾向にあった。容積の変化は、2日目まではほとんど変化せず、発熱が著しくなった2～6日目の減少が著しかった。ダイコンの多い方が減少が著しく、30日の時点で、「4：6区」では25%程度の減少であったが、「6：4区」では35%以上減少した。重量の変化を第15図に示した。重量も容積と同じ傾向であるが、30日を過ぎても減少が緩やかに継続している。

以上の結果、ダイコンはおがくずと組み合わせれば十分たい肥化が可能であり、38日の発酵で良好な性状になった。混合比率はダイコン5におがくず5が好ましいと考えられた。

(3) 実用化の事例

野菜くずはほ場処理または投棄される以外に有効に利用されている例はほとんどみられない。野菜くずが有効利用されているのは、家畜ふん等のたい肥の中に混合されている事例がある程度である。食品企業や市場等で野菜くずの処理装置が導入されている例もあるが、これは「家庭ごみ処理装置」と同

様の構造をした装置が使用されており、野菜くず減量化を目的とした処理装置であり、良質のたい肥生産装置とは言い難い。

(4) 野菜くずたい肥化の注意事項

高水分で形状が様々な野菜くずをたい肥化するためには、野菜くずの破碎装置と水分調節の方法のふたつが重要な問題である。破碎機は、木質の場合は繊維を細断するためにハンマークラッシャーのような組織をつぶす方式が好ましいが、野菜くずをつぶすと水が出るため、組織をつぶさないで刃物で切断する方式が適している。

水分調節のためには、おがくずのような低水分資材の混合が最も容易な方法であるが、添加するおがくずを分解するためには長期間の二次発酵を必要とするため、野菜の茎のような低水分資材を組み合わせたい肥化することが好ましいといえる。

野菜くずは水分が多く、発酵途中でアンモニアの揮散や有機酸の生成に伴う悪臭が発生するため、脱臭装置の付いた密閉型発酵槽の使用が好ましい。密閉型発酵槽の中には、おがくず等の基材を使って野菜くずを発酵する方式の装置もあるが、これは野菜くず減量化のための装置であり、たい肥を製造するための機械ではないため、できた製品は2か月以上の二次発酵が必要である。

(5) 野菜くずたい肥の使用法

完熟した野菜くずたい肥は、そのまま牛ふんたい肥などと同様に使用することができるが、野菜くずを主体としたたい肥は、カリが多めの傾向にあるので、施用時にカリ施用量を削減する等、注意が必要である。その事例として、以下に神奈川県農業技術センターで製造された野菜くずたい肥の特性と使用法を示す。

○野菜や花きに使う培土としての利用法

用土と野菜くずたい肥、腐葉土を50% : 20% : 30%の割合（体積比）で混合し、化学肥料を少量加える。

○野菜の栽培への利用法

1 m²当たり 1 作 1 ~ 2 kg 程度施用する。

○花きの栽培への利用法

1 m²当たり 1 作 1 kg 程度を施用する。

このたい肥は牛ふんたい肥に比べ、若干肥料効果の高いたい肥なので化学肥料の使用量を2割程度減らして使用すること。

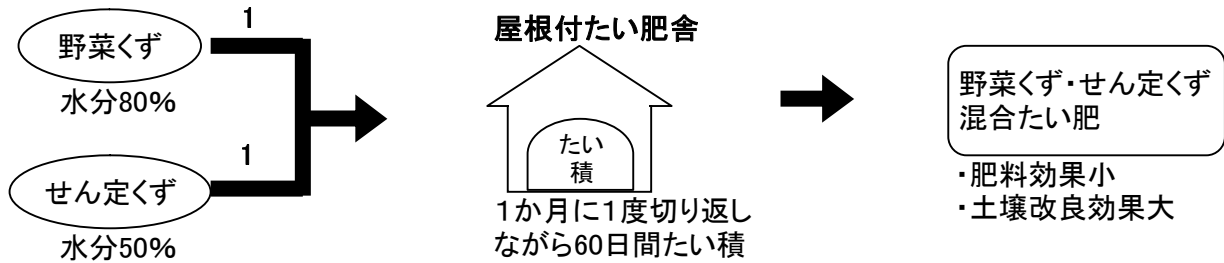
神奈川県農業技術センター産野菜くずたい肥の成分分析事例

肥料取締法に基づく表示	
肥料の名称	野菜くずたい肥
肥料の種類	たい肥
届出を受理した都道府県	神奈川県 第17-1号
表示者の氏名又は名称及び住所	神奈川県知事 松沢 成文 神奈川県横浜市中区日本大通1
正味重量	キログラム
生産した年月	平成20年4月
原料	野菜残さ、稲わら、もみ殻 備考：生産に当たって使用された重量の大きい順である。
主要な成分の含有量等（乾物あたり）	
窒素全量（%）	2.2%
りん酸全量（%）	1.7%
加里全量（%）	6.6%
炭素窒素比（C/N比）	8
水分含有量（%）	43.1%

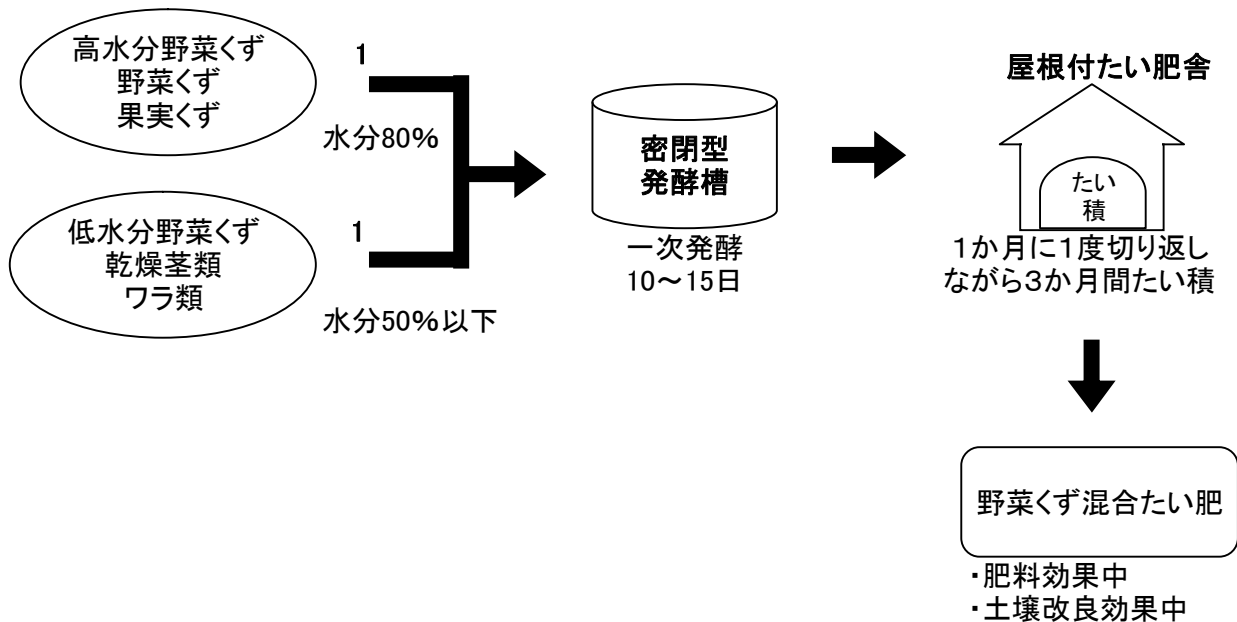
(6) 野菜くずを使用したたい肥製造マニュアル

野菜くず 水分が多いため、低水分資材と混合することが必要

ア 野菜くず・せん定くず混合たい肥化法



イ 野菜くず混合たい肥化法



7 生ごみ

(1) 種類と発生量

生ごみは、食品の製造、流通、消費などの各段階においてに発生する廃棄物であり、食品製造業から発生するものは産業廃棄物、一般家庭、食品流通業及び飲食店業等から発生するものは一般廃棄物に分けられる。環境省の「環境白書・循環型社会白書（平成19年度版）」によると、平成17年度における前者は312万t、後者が1,584万t（うち一般家庭から発生するもの1,058万t）、合わせて1,895万tである。

一方、農林水産省大臣官房統計部「平成19年度食品循環資源の再生利用等実態調査結果の概要」によれば、食品循環資源の再生利用率は食品産業全体では59%であった。再生利用の用途別仕向け割合では、「肥料化」が39%と最も高く、次いで「飼料化」の37%となっている。業種別にみると、食品製造業、食品卸売業及び食品小売業では「肥料化」「飼料化」が大半を占めている。一方、外食産業では他の業種に比べその割合は低くなっている。

(2) 食品リサイクルに関する法・制度

食品廃棄物の再利用を促進するための法律として、平成12年に食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（以下「食品リサイクル法」という。）が制定された。食品リサイクル法は平成19年に改正され、平成24年までに達成すべき再生利用等実施率の目標を業種別に定めている。（食品製造業85%、食品卸業70%、食品小売業50%、外食産業40%）

また、生ごみを肥料化する場合には、肥料取締法に基づき、特殊肥料として都道府県知事に届出を必要とする。詳細は、第4章に掲載する。

(3) 生ごみのたい肥化方法

生ごみの含水率は約80%と非常に高く、腐敗しやすいため、生ごみ排出後、早期の効率的、衛生的処理が必要である。水分が高い場合、嫌気の状態となり、悪臭が発生しやすくなる。このため、生ごみのたい肥化では①水分の低い資材（おがくず等）と混合する。もしくは、②加温などにより水分を低下させる（生ごみ処理装置の利用）ことによって、適正な水分条件にすることが必要である。また、pHについては、生ごみは分解初期には分解により有機酸などの酸物質が生成され、pHが低下しやすいため、pH変化に留意することが必要である。以下にそれぞれの詳細について記載する。

ア 含水率の低い資材(おがくず等)と混合によるたい肥化方法

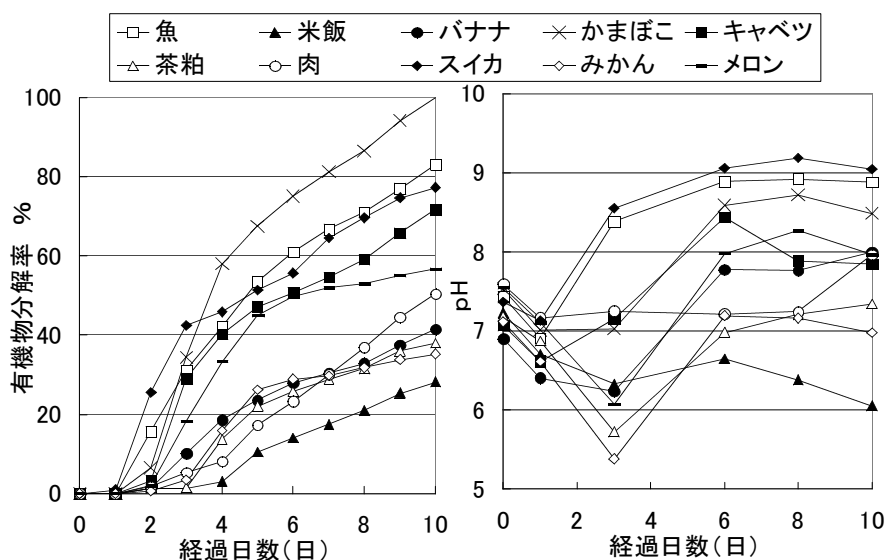
(ア) たい肥化時の資材の水分調整

生ごみの含水率は約80%と非常に高く、腐敗しやすいため、生ごみ排出後、早期の効率的、衛生的処理が必要になる。このため、生ごみは、水分の低い資材(おがくず等)と混合したたい肥化に適した含水率(50~60%)にすることが必要である。仮比重では、0.5程度に調整することで良好なたい肥化が可能となる。

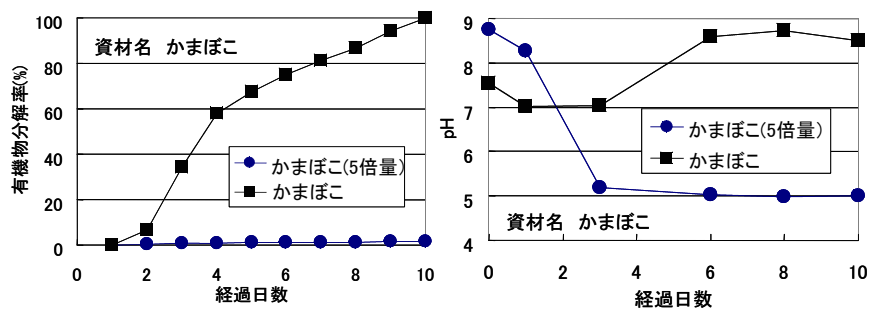
(イ) たい肥化時のpH制御

生ごみは分解初期には分解により有機酸などの酸物質が生成され、pHが低下し、その後分解が良好に進行するとアンモニアが生成され、pHは上昇する。

生ごみの素材ごとの有機物分解率、pH変化を調査した結果、この時のpH変化や分解率の変化は、素材により異なり、米飯等でpHの低下が大きく、分解率が低い傾向が認められた(第16図)。また、生ごみ材料の混合割合が大きい場合、pHの低下が著しく、分解率が低下する傾向も認められた(第17図)。このように、生ごみの混合割合や素材によっては、pHの低下が大きくなり、pHの低下が著しい場合(pH5以下)、うまくたい肥化が進行しないことが多い傾向にある。このため、生ごみのたい肥化においては、水分、通気条件の維持に加え、材料配合等により、pHを7以上に維持することが必要である。



第16図 各生ごみ素材分解時の有機物分解率及びpH変化



第17図 生ごみ素材投入量による生ごみ分解の変化(かまぼこ)

生ごみ処理物（生ごみ処理装置の生成物）とせん定くずの混合物を対象に、アンモニアガス通気によりpH条件を変化させ、それぞれの条件でのたい肥化状態を検討したところ、アンモニアガスの通気によりpHを7以上に維持した場合、資材の品温の上昇は極めて良好となり、油脂の分解も促進され、油脂含有率はアンモニアガス無添加区7.4%に対しアンモニアガス添加区4.6%と低い値を示した。

このように、生ごみの混合割合や素材によっては、pHの低下が大きくなり、pHの低下が著しい場合（pH5以下）、うまくたい肥化が進行しないため、石灰等のアルカリ系資材、油かす、鶏ふん等のアンモニアを発生する傾向にある資材を混合することによりpHを調整すると、効率的なたい肥化が可能になる。一方、pH8.5以上では、アンモニア等の臭気物質の揮散が多くなる。このため、生ごみのたい肥化では、必要以上にpHを上げず、pHを7～8.5程度に維持するのが良い。また、生ごみは、悪臭が発生しやすいため、十分な臭気対策をおこなうことが必要である。実際に生ごみのたい肥化を行っている事例では、脱臭装置の設置や各種のたい肥化装置の利用等、臭気対策に十分な配慮がなされている。

(参考)

平成16年度 「関東東海北陸農業」 関東東海・土壌肥料部会 研究成果情報
 生ごみ処理物混合たい肥製造における効率的たい肥化条件
http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryuu/kankou/seika/kanto16/12/16_12_11.html

(ウ) 生ごみたい肥化のための原材料特性把握のための指標

各種生ごみ資材（たい肥化材料）のpH4抽出液の炭素含有量、窒素含有量と油脂含有炭素量から算出したC/N比（集計C/N比）は、当該材料の混合たい肥化時pHとの相関関係が高いため、たい肥化時のpH変化を把

握、制御するために有用であり、たい肥原料の集計C/N比で事前にたい肥化時pHを推定することで、効率的なたい肥化が可能となる。

(参考)

平成20年度関東東海北陸農業・関東東海・土壌肥料部会成果情報 [成果情報名] 食品廃棄物たい肥化時pHの事前推定指標としてのたい肥原料の集計C/N比
http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/kanto20/10/20_10_06.html

イ 加温などにより水分を低下させる生ごみのたい肥化方法(生ごみ処理装置の利用)

生ごみは前述のように含水率が高く、腐敗しやすいため、そのままでは、たい肥化しにくい素材である。このため、生ごみを加温等により水分を低下させ、効率的衛生的に処理するため、近年、多くのメーカーから加温、かくはん等の機能を持つ電動式生ごみ処理装置が販売され、利用されている。本項では、生ごみ処理装置を用いた生ごみのたい肥化方法について解説する。

(ア) 生ごみ処理装置の分類

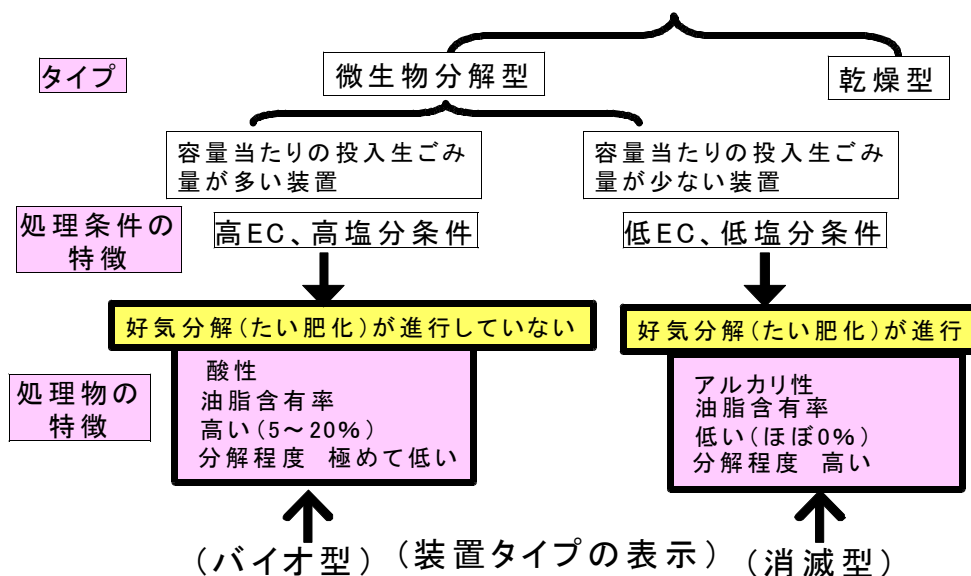
生ごみ処理装置は大きく分けて、微生物で分解するタイプ(微生物分解型)と温風等で生ごみを乾燥するタイプ(乾燥型)に分類される。また、微生物分解型には比較的短期間(1～数日間隔)で内容物の取り出しを行うバイオ型と長期間(3～6か月間)取り出しを行わず分解を継続する消滅型に分類される。処理規模では、1～1.5kg/日処理の家庭用と数十～数百kg/日処理の事業所用がある。それぞれの装置の特徴は以下のとおりである。

(イ) 微生物分解型生ごみ処理装置の分類

微生物分解型生ごみ処理装置を利用した生ごみのたい肥化方法について調査したところ、①菌床量当たりの投入生ごみ量が多い装置では、好気分解が進んでいないため、生成物は分解状態が未熟でpHが低く、油分の含有率も高い場合が多い、及び、②投入生ごみ量が少ない装置では装置内で生ごみの好気分解が進行しているため、未分解の成分は高負荷型に比べ、アンモニアが生成し、pHが上昇しており、油分の含有率も低い、というように、装置の処理条件により大きく2種類に区分できた。

現在の生ごみ処理装置は、①がバイオ型、②が消滅型と称されているものである。これらの装置で製造される製品は、それぞれ処理方式により特性が異なるため、その特性に応じた利用が必要である(第18図)。

なお、製品の利用法については、p58「イ 生ごみ処理装置の製品（生ごみ処理物）の利用方法」に示す。



第18図 生ごみ処理装置の分類

(4) 生ごみたい肥の特性

ア 生ごみたい肥の主要成分値の特徴と成分値の変動幅について

第28表に生ごみたい肥化物の成分値の事例として生ごみ処理装置で製造された生ごみ一次処理物の成分値を示した。主に給食の残飯や食堂などから排出された残さを利用したものは窒素成分がリン酸、カリに比べ高い傾向にある。また、市場などの残さのように野菜くずの主なものはカリの多い傾向にある。更に、骨や貝殻、卵殻の投入が多いもの（家庭生ごみ、ラーメン店残さ等）は石灰の含有量が多くなる傾向にある。このように主体となる素材により成分特性は異なるので、これらを考慮した利用が必要である。

また、水分の低い各種資材と混合して、水分調整し、たい肥化した場合、生ごみたい肥は副資材（水分調整材）の種類や混合割合によって製品の特性は変化するので、副資材として利用した材料の特性、副資材混合比を考慮し、製品特性を把握して利用することが必要である。

一方、生ごみについては、その成分値の変動についても懸念されている。そこで、第29表に生ごみたい肥化物の成分値の事例として生ごみ処理装置で製造された生ごみ処理物の成分値の年間変動を示した。

窒素、リン酸、カリなど主要無機成分含有率の時期別変動を調査したところ、同一処理装置での変動係数は、窒素、リン酸、カリで神奈川県内のハウス乾燥で製造された牛ふんたい肥と同等程度であった。

成分値は装置の菌床の種類、容量や操作条件などの処理条件に依存してい

る反面、同一の装置での成分値の経時的変動は比較的小さく、農業利用に際しては、同様な範囲の排出源から素材を収集し、素材を混合均質化し、利用することにより、成分の安定した製品の安定供給が可能と考えられる。以上のことから、生ごみは、成分面からは、収集、利用方法により十分農業利用が可能な資材になりえると考えられる。

また、牛ふんなどの比較的安定して得られる他資材との混合することも量、品質を安定確保のためには有効な手段となると考えられる。

第28表 事業所用生ごみ処理物の内容成分値の調査事例

		(成分は乾物当たり)															
供試 資材名	pH	EC	粗灰分	TC	TN	C/N比	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na	Fe Zn Mn Cu Cd					
		(ds/m)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
微生物 分解 型	BJ3	4.7	4.8	4.6	48.0	2.6	18.3	0.6	0.7	0.6	0.1	0.7	526	24	24	3	0.2
	BJ4	5.2	5.6	7.9	48.2	3.4	14.3	1.6	0.9	2.5	0.5	0.7	177	36	60	4	0.1
	BJ5-1	5.4	5.5	8.7	48.2	3.9	12.3	0.8	0.8	2.3	0.2	1.1	827	41	73	53	0.1
	BJ5-2	6.0	6.3	11.6	49.7	3.5	14.3	0.9	1.0	3.8	0.9	1.0	485	27	70	7	0.1
	BJ6	5.0	4.5	4.5	49.7	3.7	13.5	0.8	0.5	0.5	0.2	0.8	1678	27	14	5	0.3
	BJ7-1	5.1	5.0	6.6	46.5	3.4	13.7	0.9	0.9	1.9	0.2	0.8	57	24	21	5	0.2
	BJ7-1	5.1	4.9	6.9	45.5	3.1	14.9	0.8	1.2	1.8	0.2	0.8	584	31	24	7	0.2
	BJ8	5.1	8.1	19.8	43.9	3.1	14.4	1.6	1.3	5.7	0.4	0.5	296	32	67	10	0.3
	BJ9-1	5.6	3.4	6.7	48.4	3.3	14.5	0.7	0.5	2.0	0.2	0.7	511	30	51	12	0.1
	BJ9-2	5.2	3.6	8.9	47.5	3.2	15.0	0.8	0.6	1.4	0.2	0.7	2604	46	86	14	0.1
	BJ10	6.1	2.6	17.1	47.7	5.3	9.0	5.7	0.3	8.9	0.3	0.8	525	67	14	4	0.2
	BJ11	4.1	8.9	12.0	39.6	2.9	13.6	1.1	3.2	1.4	0.3	1.2	685	32	36	8	0.2
	BJ12	5.1	5.3	16.0	46.4	4.4	10.5	1.0	0.9	4.3	0.2	0.7	353	43	33	19	0.2
BJ13	5.4	4.5	6.7	51.9	4.0	13.1	2.8	1.3	0.5	1.0	0.5	156	53	102	6	0.1	
乾燥 型	DJ1-1	4.7	6.4	6.5	43.9	3.0	14.6	0.7	0.9	0.3	0.2	0.6	244	25	10	20	0.04
	DJ1-2	4.3	4.7	5.0	46.6	3.4	13.6	0.6	0.6	0.5	0.2	0.5	187	18	1	19	0.04
	DJ2	4.9	5.1	4.6	45.9	3.0	15.1	0.6	1.2	0.3	0.2	0.6	71	24	18	8	0.13
	DJ3	5.3	3.3	5.7	46.4	2.9	16.0	0.7	0.6	1.7	0.1	0.6	32	21	11	9	0.12
	DJ4	5.1	3.6	6.4	47.2	2.6	18.5	0.5	0.5	1.8	0.1	0.6	62	15	13	7	0.08

事業所用装置供試材料一覧

種別	装置No.	調査サンプル数	使用材料
微生物 分解 型 (B)	BJ1	6	老人ホーム食堂
	BJ2	12	工場食堂生ごみ
	BJ3	1	学校給食生ごみ
	BJ4	1	工場食堂生ごみ
	BJ5	2	工場食堂生ごみ
	BJ6	1	市役所食堂生ごみ
	BJ7	2	学校給食+家庭生ごみ
	BJ8	1	家庭生ごみ
	BJ9	2	工場食堂生ごみ+刈り芝
	BJ10	1	ラーメン店残さ
	BJ11	1	野菜屑
	BJ12	1	ホテル生ごみ、汚泥等
	BJ13	1	食堂生ごみ他

種別	装置No.	調査サンプル数	使用材料
乾燥 型 (D)	DJ1	2	学校給食生ごみ
	DJ2	1	学校給食生ごみ
	DJ3	1	病院生ごみ
	DJ4	1	レストラン生ごみ

装置No.のDは乾燥型, Bは微生物分解型を示す. J は事業所用を示す。

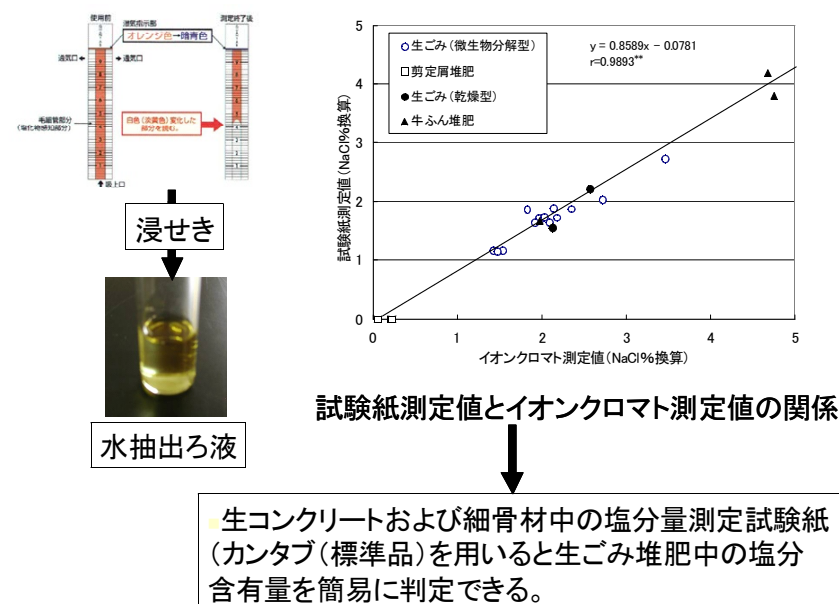
第29表 微生物分解型(事業所用)生ごみ処理物の内容成分値の年間変動

生ごみ処理物	pH	EC	粗灰分	T-C	T-N	C/N比	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	Cd
		(dS/m)	(%)	(%)	(%)		(%)	(mg/kg)								
BJ1																
最大値	4.7	4.5	3.7	48.5	2.9	21.3	0.5	0.5	0.4	0.1	0.9	1029	24	20	4	0.16
最小値	4.0	3.5	2.8	41.7	2.3	15.7	0.4	0.4	0.2	0.1	0.5	243	18	12	2	0.11
平均値	4.3	3.9	3.4	47.4	2.7	18.6	0.5	0.5	0.3	0.1	0.8	664	21	17	3	0.13
標準偏差	0.2	0.4	0.3	2.1	0.2	1.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	360	2	3	1	0.02
変動係数(%)	5.0	8.0	7.9	4.4	6.4	8.5	7.8	6.3	16.4	6.3	13.5	35.0	9.2	15.2	15.3	11.3

イ 生ごみたい肥に含まれる塩分について

生ごみ処理物139点を収集調査したところ、NaClの平均値は、1.98%であった。これを基にして、処理物中のナトリウム濃度よりたい肥の適正施用量(1t/10a)、土壌の仮比重を用い、生ごみ処理物施用時の土中NaCl濃度を試算したところ、作物生育に影響を与える土壌中NaCl濃度500mg/kg(文献値)より低く、降雨による流亡もあるため、平均的な生ごみ処理物であれば、土壌状態、作物生育に与える影響は極めて小さいと考えられる。

しかし、たい肥とする原材料によっては、NaCl濃度が高いものもある(例 漬け物残さ等)。そこで、本県では、「生コンクリートおよび細骨材中の塩化物イオン測定試験紙(太平洋マテリアル社カンタブ)」を利用して測定した塩化物イオン測定値はイオンクロマトグラフの塩化物イオン測定値(実際の値)と高い相関があることを明らかにした(第20図)。試験紙も数百円で購入できるため、簡易に塩分含有量を測定する手法として、現場でのチェックを推奨する。



第20図 塩分量測定試験紙を用いた生ごみたい肥中塩化物イオン(塩分)の測定

(参考)

平成17年度関東東海北陸農業・関東東海・土壌肥料部会成果情報

[成果情報名] 生ごみ処理物塩分(塩化物イオン)含有量の簡易測定法

http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/kanto17/12/17_12_03.html

ウ 生ごみたい肥に含まれる油脂分の影響について

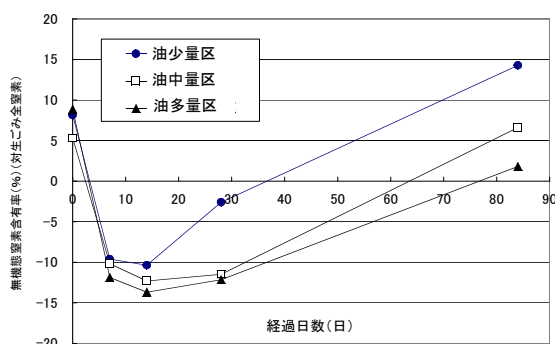
生ごみたい肥に含まれる油脂分の影響を調査するため、生ごみ処理装置の生成物(生ごみ処理物)へ食用油を添加作成した試料を添加した土壌でのコマツナのポット栽培試験による作物生育への影響調査及び生ごみ処理物への食用油を添加作成した試料でのビン培養試験による油脂分存在の窒素成分の無機化への影響調査を行った。ポット栽培試験では、コマツナの発芽率、生育量は低い傾向にあった(第30表)。また、ビン培養試験では、油脂添加量が多いほど無機態窒素割合が低く推移する傾向にあった(第21図)。以上のことから、油脂分が残存しているたい肥では、油脂分による発芽抑制や窒素無機化の遅延による作物生育の障害が懸念される。

第30表 油添加生ごみ処理物施用時のコマツナ生育状況

供試資材名	処理物 油含有率 (%)	発芽率 (%)	収量(g/ポット)			
			1作	2作	3作	3作合計
油無添加区	5.0	98.7	15.6	23.9	29.0	68.5
油添加区少	12.3	73.3	12.9	10.3	23.8	47.0
油添加区多	18.7	42.7	5.3	12.6	22.4	40.3
化学肥料区 ²⁾		94.7	36.9	44.0	44.9	125.8
無肥料区		100.0	5.6	2.0	2.2	9.8

2) 橋加安42号(N14-P14-K14) 施用量N0.5g/ポット

第1作 播種:2001年6月14日 発芽調査:6月29日 収量調査:7月27日
第2作 播種:2001年7月27日 収量調査:9月4日
第3作 播種:2001年9月4日 収量調査:10月29日



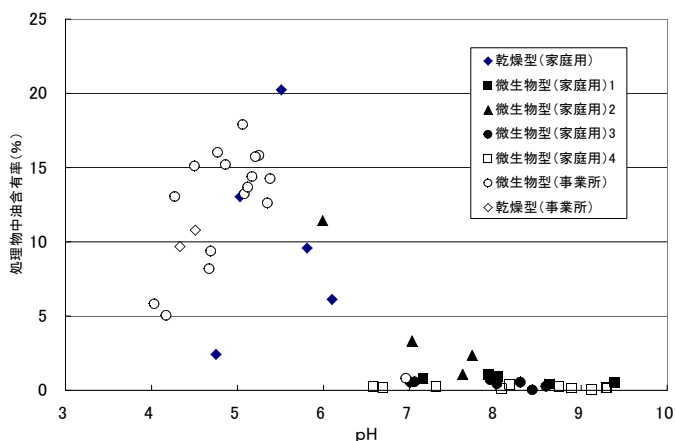
第21図 油含有率の違いによる生ごみ処理物窒素無機化傾向の変化

第22図に生ごみ処理物の油含有率とpHの関係を示した。

ごみ処理物の油含有率については、高いもので20%程度であり、ほとんど

認められないものもあった。

また、油含有率とpHの関係は、処理物のpHが7以上では油含有率が極めて低い値になった。このため、処理物のpHは油含有率推定の指標となり、pH8以上では、油分に起因する悪影響は無いと考えられる。

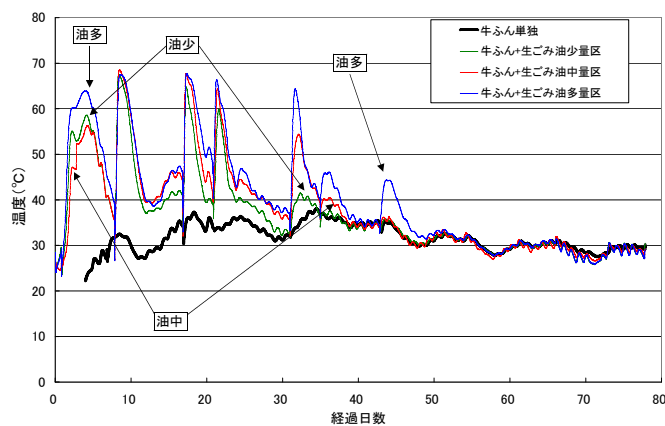


第22図 生ごみ処理物の油含有率とpHの関係

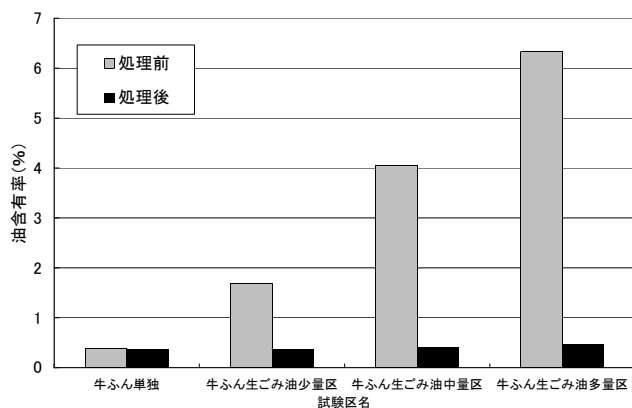
一方、処理物のpHが低い場合、油分の分解が十分に行われていないため、熟成処理が必要となる。

その一例として、牛ふん、生ごみ処理物(3 : 1 (重量比))を混合してたい肥化試験をおこなったところ、処理物の添加により著しい温度上昇が認められ、牛ふん単独と比較し極めて高くなった。また、油含有率の高い区で温度上昇が大きい傾向にあり、良好なたい肥化処理が可能であった(第23図)。また、含有油成分は各区とも、たい肥化の間にほとんど分解した(第24図)。

このように、生ごみ処理物を牛ふんなどの他の有機物と混合たい肥化処理することによって油分を分解することができる。



第23図 生ごみ処理物と牛ふん混合たい肥化時の温度変化



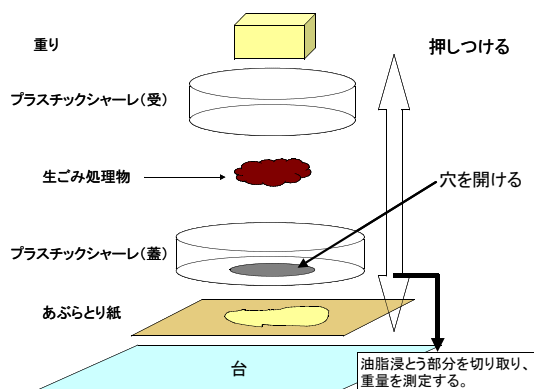
第24図 生ごみ処理物と牛ふん混合たい肥化時の油含有率の変化

エ 油分の簡易測定方法

生ごみたい肥の油脂含有率は、たい肥の作物生育への影響を把握するのに非常に重要と考えられるが、油脂の定量には、有機溶媒を用いる手法が主であり、測定可能な場所は限定される。

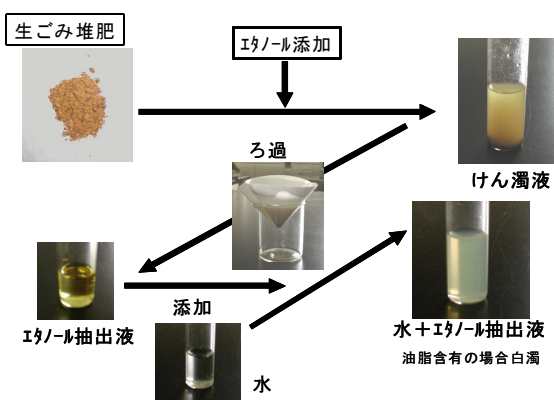
そこで、油取り紙への油脂分の浸とう度合い及びエタノール抽出液の水混合時の白濁度合いによる処理物中の油脂含有程度の簡易判定（第25図）を検討したところ、油脂含有率約5%以上の値の検出が可能であった。たい肥pHに加え、本法の適用により、現場での簡易な油脂含有判定が可能である。

油取り紙への油脂分の浸とう度合い利用



第25図 含有油分の簡易判定方法

エタノール抽出液の水混合時の白濁度合い利用



(参考)

平成15年度 「関東東海北陸農業」 関東東海・土壌肥料部会 研究成果情報
生ごみ処理物含有油脂成分の作物への影響と簡易判定法

http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/kanto15/13/15_13_02.html

(5) 生ごみたい肥の使用法

ア おがくず等低含水率の副資材と混合して製造したたい肥の利用方法

生ごみ自体は、非常に肥料効果の高い素材だが、生ごみは水分が高いため、各種の副資材と混合してたい肥化される。このため、生ごみたい肥は副資材の種類や混合割合によって様々な性質を持っている。

窒素成分の肥効率（有機物に含まれる窒素成分が作物に吸収される割合）は、C/N比20以上で0、15～20は10%、10～15は20%、10以下で30%以上とされているので、C/N比20以上の製品では、肥料効果はほとんど無く、土壌改良効果が大きいので、一般的なたい肥と同等に露地野菜 1 t/10a、施設野菜 2 t/10aを施用する。それ以外のたい肥では、分析値を基にその有効成分量を考慮し、施用量を決定することが必要である。

イ 生ごみ処理装置の製品(生ごみ処理物)の利用方法

生ごみ処理物についてノイバウエルポットでの植害試験を行ったところ、たい肥化（好気性分解）が進行していた高pH、低油脂の生ごみ処理物では、生育阻害が認められなかったのに対し、低pH、高油脂の生ごみ処理物では発芽阻害、生育不良が認められた。このように、pH、油脂含有率が異なる両生ごみ処理物で植物生育への影響が異なる結果が得られた。このため、生ごみ処理物の利用に際しては、このような特性を考慮した上で利用方法を決定することが必要であると考えられる（第26図）。

以下にそれぞれの使用方法（例）を示す。

① 低pH、高油脂の生ごみ処理物（バイオ型）の使用法

この生ごみ処理物は未熟なため、以下の2つの利用方法が考えられる。

①-1 土壌中で熟成

施用後、すぐには種、定植をおこなうと作物に障害を与える。このため、施用約1か月程度経過してから、は種、定植を行う。

①-2 せん定くずなどの他の有機物との混合たい肥化

せん定くずなどの他の有機物と混合たい肥化することにより熟成が進み、良質なたい肥として利用することが可能になる。詳細は以下の参考資料を参照のこと。

参考資料 p 67 複数の有機物の組み合わせによる土壌条件を考慮した有機物施用



第26図 ノイバウエルポットによる植害試験生育状況(2週間経過時)

② 高pH、低油脂の生ごみ処理物（消滅型）の使用法

「(ア) 含水率の低い資材(おがくず等)と混合によるたい肥化方法(p49)」と同様に使用することができる。肥料効果の高いものも多いので、C/N比、成分値等から肥料効果を推定し、減肥などを行うなどして利用する(たい肥の肥効の推定 作物別施肥基準(神奈川県 平成19年3月p71))。

ただし、取り出した生成物には前日投入の生ごみも含まれるため、若干の熟成期間を設けることが必要である。また、菌床としておがくず等難分解性の資材を用いている場合、菌床資材の腐熟のため、更に数か月の熟成期間を設けることが必要である。

(6) 生ごみたい肥の農業利用の留意事項

生ごみの農業利用を推進するためには、利用者である農家にいかに利用しやすい形で生ごみたい肥を提供するかが重要であり、農業利用を考えた場合、量、品質の確保が必要となる。

生ごみを素材としたたい肥は、一般的には、リン酸、カリウム成分が少ないため、成分バランスを考慮し、地域で入手可能なリン酸、カリ含有率の高い資材と組み合わせた利用が好ましいと考えられる。また、副資材の特性などによりたい肥の特性は異なるため、どのように製造された製品かを確認することが必要である。

また、たい肥のpHが低い場合は、好気的な微生物分解が十分に行われていない可能性がある。たい肥のpHが低い場合は、油脂含有率も高い傾向にあり、そのままでは利用しにくい状態であるため、処理物のpHが低い場合、利用に際しては、更に他の資材と混合して分解を進めることが必要となるものもある。

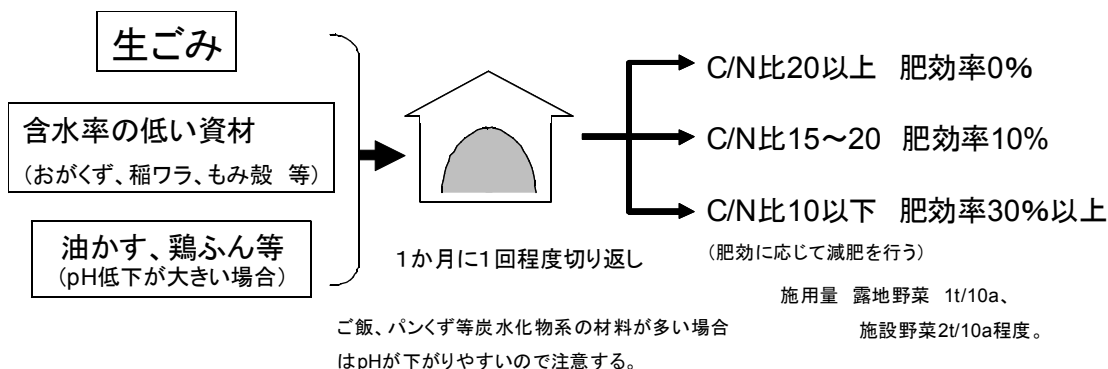
たい肥化が不十分で未熟な状態の場合、すぐには種、定植をおこなうとガス害等による生育障害が起きる可能性があるため、たい肥の熟度、品質に注

意することが必要である（有機物の腐熟度検定法 第2章 p70）。

この他、生ごみは排出時の分別状況が悪い場合、プラスチックなどの他の資材が混入してくる可能性があるため、原料の生ごみの分別状態にも十分に注意する必要がある。

(7) 生ごみを利用したたい肥製造マニュアル

ア 生ごみと含水率の低い資材(おがくず等)と混合によるたい肥製造

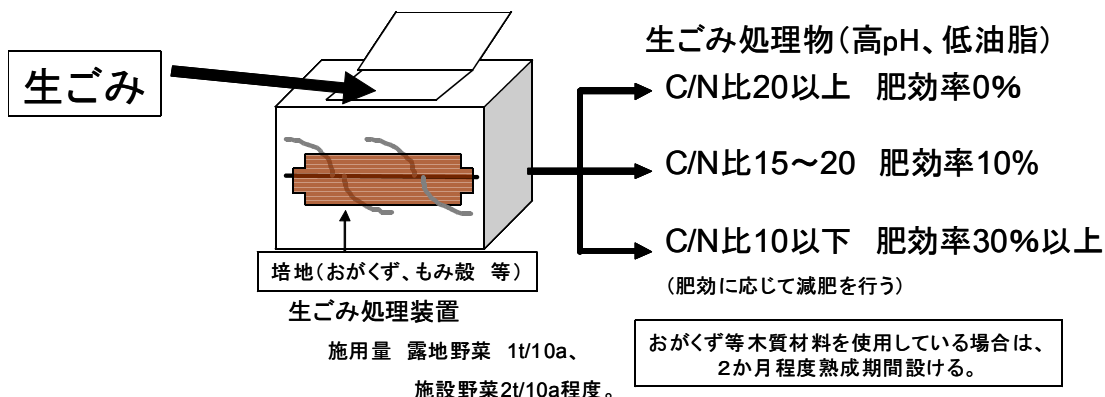


仮比重0.5以下に調整

イ 生ごみ処理装置を利用したたい肥製造

(ア) 生ごみ処理機(消滅型)

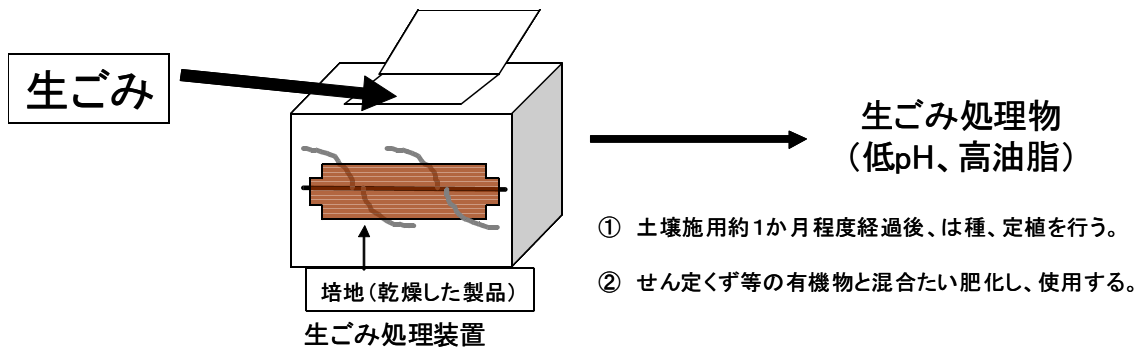
(多量の培地(おがくず等)に生ごみを連日投入、40~50°Cで制御) 1~3か月ごとに取り出し



ご飯、パンくず等炭水化物系の材料が多い場合はpHが下がりやすいので注意する。

(イ) 生ごみ処理機(バイオ型)

(乾燥した製品を培地に生ごみを連日投入、60°Cで制御) 7~10日ごとに一部取り出し



(8) 都市農業における生ごみ等食品廃棄物循環システムの成立要因の解明

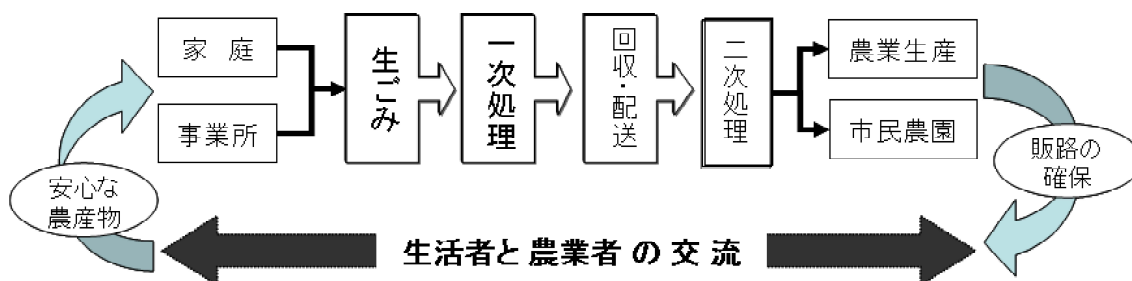
ア 都市農業におけるリサイクルの方向性

神奈川県は都市農業の小規模家族経営体が多く、さらに畑作、園芸作物生産が主体である。都市に近接した神奈川県では、ごみの排出削減、環境への負荷軽減、循環型社会の形成などの目的で、有機資源の地域内循環に向けた取り組みが市民団体などによって行われてきている。また、事業系生ごみについても、生ごみ処理機器の普及とともに排出される生ごみ処理物の利用促進が求められている。

ここでは、県内での生ごみリサイクル活動の事例調査をもとに、都市農業における小規模で行うことが可能な生ごみ等食品廃棄物リサイクルの方向性と地域モデルを提示する。

イ 生ごみ処理物の活用とその効果

県内でのリサイクル活動事例については第3章で紹介するが、家庭用あるいは事業系の生ごみをたい肥化处理し、生産者がたい肥として利用する形式が多い。生産された農産物を地域で、あるいは排出した家庭へ販売する経済活動が生まれる（第27図）。



第27図 県内の活動事例にもとづく生ごみのリサイクルフロー

注目されるケースとして市民農園への利用があり、この活動は農業の担い手と遊休農地対策として期待される。

都市農業におけるリサイクルは、排出する生活者、利用する農業者の双方にメリットがあることで継続した活動となる。

- ・ 農業者・・・地域住民の農業への理解促進と販路の確保
- ・ 生活者・・・ごみの減量と安心な地域農産物の購入、農業体験など農業者との交流

図に示すとおり、生ごみのたい肥化には一次処理、回収・配送作業、二次処理の行程がある。農業生産、市民菜園のいずれにおいても、たい肥の受け入れ側である農業者の協力が不可欠であるため、農業と環境の行政機関の両者が事業体制を整備し、サポートするコーディネート機能が重要となる。

ウ 農地利用についてのポイント

有機性資源の農地利用推進のためのコーディネート機関の役割は以下の通りである。

- ① 地域内リサイクルシステムの組み立て
- ② たい肥受け入れ農業者の募集
- ③ たい肥の安全性を担保する生ごみ処理のルール作り
- ④ 製造行程の情報提供とたい肥の成分分析
- ⑤ たい肥の適正利用のための技術指導體制づくり
- ⑥ 農業利用の場合：販路への支援（環境や地産地消への貢献の広報）
- ⑦ 市民農園の場合：農園利用方式など開設と農業アドバイザーの設置

農業者が生ごみを廃棄物から資源としての利用することへの理解を得るため、情報交換の機会（研修会、実証展示）を設けることでたい肥の利用促進が図られる。

エ 生ごみの一次処理

一次処理は、生ごみたい肥の利用促進と農産物への安心確保のため、異物混入を防ぎ、分別を徹底する。

家庭生ごみの場合は、生活者が参加しやすく継続できる仕組みを提案する。特に腐敗させない水分調整のコツを習得させることで、一次処理が習慣化しごみの減量が実感できる。

現状の活動では、処理容器（バケツ式）のリース事業や発酵資材の配布など利用者負担軽減対策や、段ボールを使った失敗の少ないたい肥化方法の普及がとられている。研修会の開催やマニュアルの配布を行うのが有効で、すでに活動している団体を生ごみ活用アドバイザーとして活用することで、生活者への波及効果が促進される。

事業系生ごみの場合は、回収作業を考えた水分調整の実施と、処理物の保管施設の確保に留意する。一次処理物の含水量が10%以下を目安とする。

オ 回収・運搬

家庭あるいは事業所の一次処理物を回収したい肥化施設へ運搬するには、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に即した対応が求められるため、市町村の見解、合意が必要である。家庭ごみの場合は、地域のごみ収集所を活用した回収が効率的で、生ごみのたい肥化拡大に当たっては、この回収システムの整備がポイントとなる。

カ たい肥化の二次処理

たい肥化施設は、地域内農業者のほ場に設置することでスムーズな利用が図られるが、設置農家の選定の他、周辺住民の理解が必要となる場合がある。

県内の活用団体はせん定枝チップや家畜ふんたい肥など、他の有機質資源と混合して利用しやすいたい肥製造を行っている。切り返し、熟成の作業は農業者個々では労務負担が大きく、市民団体が実施する住民参加方式や農業者団体の共同作業も行われている。

キ 都市農業の理解促進とリサイクル

農業利用の場合は、いずれもリサイクル参加者との交流会、作業体験が実施されている。農業体験は、生活者にとって農産物への安心感を高めると共に、生ごみ処理のルール維持とリサイクルを持続させる基本となる。また、農業者のこだわりを伝える機会となり、販路確保や拡大につながる。

市民農園の場合は、生活者の農業への関心高いものの栽培技術は未熟であるため、市民菜園を継続利用と促進のためには、収穫の喜びを早期に体験させる、失敗させない対策が求められる。

調査事例によると、農業者が指導者となり、農作業管理の現地指導や定期的な栽培の研修会を開催する農園利用方式をとっている。さらには種、育苗技術をクリアするために、野菜苗の共同購入も実施されている。市民菜園でのこのような取組は、周辺の農業者へは市民農園への理解と、さらには農業者のたい肥利用へもつながることが期待できる。

8 参考文献

本マニュアル（おから～野菜くずに関する部分）作成にあたり、本県の試験結果を中心に記述したが、実用化事例等は「再生有機物肥料化促進事業」に関わる他府県の試験結果を中心に引用した。本マニュアルを作成するにあたって参考にした文献は下記のとおりである。

また、本マニュアルの生ごみに関する内容の一部は、科学技術庁科学技術振興調整費「環境と資源の持続的利用に資する資源循環型エコシステムの構築に関する研究」（平成7～12年）、農林水産省先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「生ごみ処理物を利用した高品質融合コンポスト製造システムの開発」（平成14～16年）及び新たな農林水産政策を推進する実用化技術開発事業「都市系食品バイオマスの資源化・リサイクル促進戦略」（平成17～20年）で行われたものである。

第1章 2～6（おから～野菜くず（平成9年初版））に関する部分

- 1) 藤原俊六郎ら，未利用資源の農業利用に関する研究(第1報)-縦型発酵槽を用いたオカラ単独堆肥の製造-, 神奈川農総研報, 137, 25-34(1996)
- 2) 竹本稔ら，未利用資源の農業利用に関する研究(第2報)-縦型発酵槽を用いたコーヒー粕単独堆肥製造-, 神奈川農総研報, 137, 35-42(1996)
- 3) 藤原俊六郎ら，未利用資源の農業利用に関する研究(第3報)-オカラ・コーヒー粕混合による堆肥製造-, 神奈川農総研報, 137, 43-50(1996)
- 4) 藤原俊六郎ら，未利用資源の農業利用に関する研究(第4報)-縦型発酵槽を用いた野菜屑の堆肥化法-, 神奈川農総研報, 138, 21-30(1998)
- 5) 藤原俊六郎ら，街路樹剪定屑の堆肥化について，神奈川農総研報, 128, 67-80(1986)
- 6) 神奈川県農業総合研究所，平成7年度試験研究成績（農業環境）（1996）
- 7) 農産業振興奨励会，平成4年度再生有機肥料安定供給推進事業報告（1993）
- 8) 農産業振興奨励会，平成5年度再生有機肥料安定供給推進事業報告（1994）
- 9) 農産業振興奨励会，平成6年度再生有機肥料安定供給推進事業報告（1995）
- 10) 農産業振興奨励会，平成7年度再生有機肥料安定供給推進事業報告（1996）
- 11) 食品産業センター，平成2年度大豆加工食品副産物高度利用研究開発事業報告書（1991）
- 12) 食品産業センター，平成3年度大豆加工食品副産物高度利用研究開発事業報告書（1992）
- 13) 食品産業センター，平成4年度大豆加工食品副産物利用促進対策事業報告書（1993）
- 14) 長野県農事試験場，平成6年度試験研究成績（1995）

15) 長谷川和久, 農業技術体系, 第7巻追録第2号, 農文協(1991)

第1章 7 (生ごみ) (平成21年改定) に関する部分

- 1) 竹本稔ら: 生ごみ処理装置における生ごみ分解関連因子の検討, 環境技術, 31(3), 222-230 (2002)
- 2) 神奈川県農業総合研究所・(株) デジアイズ: 有機物のたい肥化方法及び装置, 特許出願番号2002-024134 (2002. 1. 31)
- 3) 竹本稔: 食品廃棄物のたい肥化とその農業利用に関する研究, 神奈川県農業技術センター研究報告, 147, 1-220 (2005)
- 4) (独) 農業・生物系特定産業技術研究機構 中央農業総合研究センター 土壌肥料部資材利用研: 生ごみと地域の有機性資源を活用した野菜生産のために-農林水産高度化事業「生ごみ処理物を利用した高品質融合コンポスト製造システムの開発」成果トピックス, 5-6 (2005)
- 5) 竹本稔ら: ハウス乾燥方式により神奈川県内で生産された牛ふんたい肥の特徴, 土肥誌, 73(2) 161-163 (2002)
- 6) 高橋英一: 耐塩性植物と塩性環境の農業利用, 塩集積土壌と農業 日本土壌肥料学会編, 148-154, 博友社, 東京 (1991)
- 7) 神奈川県環境農政部農業振興課: 神奈川県作物別施肥基準 (2007)
- 8) 生物系廃棄物リサイクル研究会: 生物系廃棄物のリサイクルの現状と課題 -循環型経済社会へのナビゲーターとして- (1999)
- 9) 竹本稔: 生ごみ処理装置処理物の成分特性 日本土壌肥料学雑誌, 73(2) 155-159(2002)
- 10) 竹本稔: 「環境保全型農業における有機物を使った土壌管理技術」、農耕と園芸 2007.1月号 pp25-29、誠文堂新光社、(2007.1)
- 11) 藤原俊六郎: たい肥のつくり方・使い方 原理から実際まで (農文協) (2003)

また、発生量等については、以下の統計資料を参照した。

- 1) 豆腐用原料大豆の概算使用状況 (日本豆腐協会)
- 2) 日本のコーヒーの輸入量の推移 (全日本コーヒー協会)
- 3) 2007年清涼飲料生産量と1人当りの消費量 (日本清涼飲料検査協会)
- 4) せん定枝のリサイクル (グリーンコンポスト) 実績 (横浜市資源循環局)

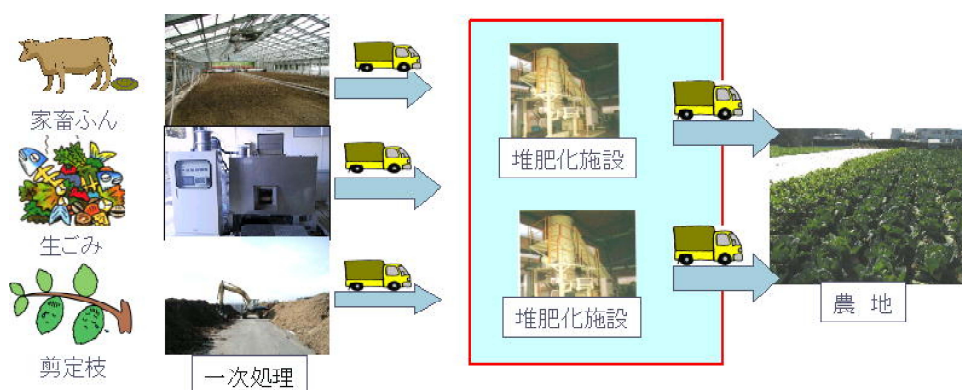
〈 参 考 資 料 〉

複数の有機物の組み合わせによる土壌条件を考慮した有機物施用

特性の異なる複数の資材を混合してたい肥化することで、単一の資材により製造されたたい肥に比べ、含有成分のバランスの良いたい肥の製造が可能となる。そのような利用法その一例として「生ごみ処理物、せん定くず混合たい肥の施用効果」について紹介する。

研究の成果

本試験では、排出場所で水分低減などの一次処理を施したそれぞれの有機物を混合して熟成化するシステム（第1図）を想定し、生ごみ処理物、せん定くずたい積物等の混合による高品質たい肥製造利用技術について検討を行った。



第1図 生ごみ処理物を利用した混合たい肥製造システム想定

生ごみ処理物、せん定くず、牛ふんを混合して製造したたい肥について、成分特性を検討したところ、牛ふんたい肥と比較し、窒素含有量がカリ、リン酸に比べ高い製品となった（第1表）。

第1表 生ごみ混合たい肥の成分含有率

供試資材名	(乾物当たり)						
	TC (%)	TN (%)	C/N比	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
生ごみ処理物、せん定くず混合たい肥	39.6	4.0	9.9	1.5	2.3	3.5	0.9
牛ふんたい肥	32.1	2.7	11.8	4.4	6.1	5.9	2.3

選定した2種類の混合比の生ごみ処理物混合たい肥を選定し、キャベツ→スイートコーンの作型においてたい肥連用栽培試験を実施した。試験区の構

成は第2表に示した。

たい肥には、各種の肥料成分が含まれる。このため、たい肥等の有機物から供給される肥料成分を考慮し、施肥設計に組み入れることが必要である。

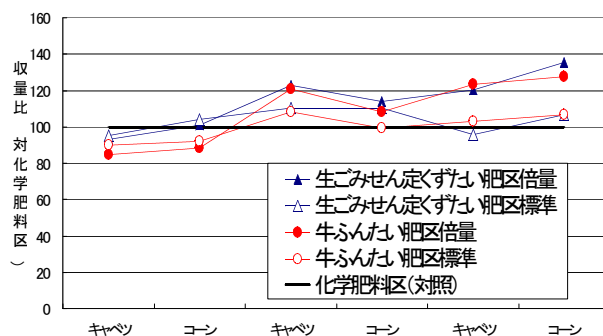
本県では、「神奈川県作物別施肥基準」においてたい肥等有機物に含まれる肥料成分を考慮した、たい肥施用法としてたい肥中の成分含有率と各成分の有効化率（肥効率）から有効成分量を算出し、これを差し引いて化学肥料の施肥量を決定する方法を推奨している。

本試験では、たい肥施用区については窒素 5 kg/m²の減肥栽培を実施した。

第2表 試験区構成

試験規模	1区:3m×3m、2連制
供試たい肥	生ごみせん定くずたい肥;生ごみ処理物:せん定くずたい積物=10:6混合物作成 牛ふんたい肥
供試作物	キャベツ(品種;金系201号); 11月中旬定植、翌年5月収穫 スイートコーン(品種;ハニーハンタムピーター610); 6月中旬播種、8月下旬収穫
栽植密度	キャベツ 60×40cm スイートコーン 60×30cm
施肥量	キャベツ;基肥N:P ₂ O ₅ :K ₂ O=10:15:10g/m ² 追肥 6:0:4g/m ² (2月)、8:0:8g/m ² (3月) スイートコーン;基肥N:P ₂ O ₅ :K ₂ O=20:15:20g/m ²
試験区	生ごみせん定くずたい肥施用区 各たい肥施用区は化学肥料よりN5g/m ² 削減し、施用 標準区:N15g/m ² 相当量 倍量区N30g/m ² 相当量の各たい肥を施用

キャベツ、スイートコーンそれぞれの収量は、6作（キャベツ3作、スイートコーン3作）ともに生ごみ混合たい肥区は、化学肥料区と同等かそれ以上の収量で推移していた（第2図）。また、供試した生ごみ処理物混合たい肥は、牛ふん単独たい肥に比べ、リン酸、カリ含有率が低いため、栽培跡地土壌における交換性カリ、有効態リン酸の上昇も抑制される傾向にあった。また、ナトリウムの集積も認められなかった（第3表）。



第2図 キャベツ及びスイートコーン収量比の推移

第3表 跡地土壌分析結果(平成18年スイートコーン作付跡)

試験区名	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	P ₂ O ₅ (mg)	交換性塩基(mg)				CEC (meq)	塩基飽和度(%)			
				CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	合計
生ごみせん定くずたい肥区倍量	6.5	0.10	10.5	508	77	103	3	41.4	43.7	9.2	5.3	58.2
生ごみせん定くずたい肥区標準	6.6	0.09	10.8	468	71	97	4	39.9	41.9	8.8	5.2	55.9
牛ふんたい肥区倍量	7.1	0.10	39.9	687	128	246	8	46.7	52.4	13.6	11.2	77.2
牛ふんたい肥区標準	7.0	0.10	30.2	590	107	204	8	43.2	48.7	12.2	10.0	70.9
化学肥料区	6.5	0.08	9.1	443	69	99	2	39.0	40.5	8.7	5.4	54.6
初期土壌	6.6	0.06	9.3	533	108	83	---	39.1	48.6	13.7	4.5	66.8

(P₂O₅(有効態リン酸(トルオーグ))、交換性塩基、CECは乾土100g当たり)

以上のことから、生ごみ処理物とせん定くずなどの複数の資材を混合し、たい肥の成分を調整して利用することによって、土壌養分バランスを維持しながら、通常と同等な栽培を行うことが可能と考えられた。

複数の資材を混合利用してたい肥製造することにより環境及び土壌の状態に配慮した(適した)有機物施用が可能となると考えられる。

第2章 有機物の腐熟度検定法

1 はじめに

一般にたい肥を製造する場合は、たい積期間、色、香り、手触りなどから経験的に判断している。しかし、これでは正確な判断ができず、基準化できないため、何等かの指標が必要である。腐熟度の検定方法には、現場で容易に可能な評価方法もあるが、判定者の主観が入りやすいことなど、正確な判断はできないことが多い。

客観的な方法としては、生物の反応を利用する方法と化学分析による方法がある。生物反応は、ミミズや作物種子を使い有害物質の有無を検定する方法である。化学成分の指標としては炭素率(C/N比)、BODやCOD、還元糖割合などが用いられている。このように多くの方法があるが、あらゆる有機物にはん用的に使えるものは少ない。

腐熟化検定の方法としては、できるだけはん用性のある方法であることが望ましい。ここでは、各種の腐熟度の判定方法から、比較的容易に行なえるものを選び、その方法を説明する。

2 現場で行える判定方法

(1) 評点法

外観上の性状やたい積状態からみた腐熟の判定方法を評点で現し、基準化するもので、生産現場で経験的に行われていたことを数量化したものである。色々な提案があるが、ここでは原田(1983)がまとめたものを紹介する。

ア 用意するもの

なし

イ 方法

たい肥の状態を現場で評価する基準を第1表に示した。この基準に従って採点する。

ウ 腐熟の判定

各点数を合計する。合計点が30点以下は未熟、31～80点は中熟、81点以上は完熟と評価する。各項目を適切に評価できれば、信頼のおける結果が得られる。

第1表 現地における腐熟度判定基準(原田, 1983)

色	黄-黄褐色(12), 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	ふん尿臭強い(2), ふん尿臭弱い(5), たい肥臭(10)
水分	強く握ると指の間から滴る…70%以上(2), 強く握ると手の平にかなり付く…60%前後(5), 強く握っても手の平にあまり付かない…50%前後(10)
たい積中の最高温度	50°C以下(2), 50~60°C(10), 60~70°C(15), 70°C以上(20)
たい積期間	家畜ふんだけ…20日以内(2), 20日, 2か月(10), 2か月以上(20) 作物収穫残さとの混合物…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(0)

注0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

(2) 品温評価法

たい肥化の過程では、たい積発酵中に温度が上昇した後低下する。切り返しを行えば再び上昇するが、腐熟が進むにつれ、温度上昇の傾向は小さくなる。この現象を利用して評価する方法である。

ア 用意する物

温度計(深さ50cm程度まで測れるもの。電気式自記記録方式が良いが、棒状温度計のときは、周囲を金属で覆い破壊防止加工がなされるものを使用する)

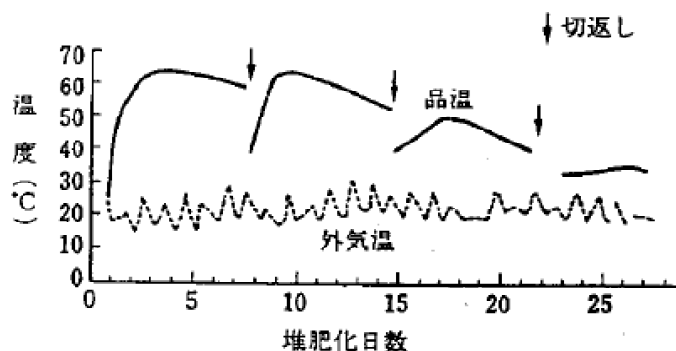
イ 方法

たい積している山の上部(20~30cm)と下部(50~60cm)の2か所について、

毎日測定し、記録する。自記記録方式温度計の使用が便利である。

ウ 腐熟の判定

測定例を図1に示したように、切り返しをしても温度の上昇がみられなくなると、完熟状態になっていると考えられる。しかし、切り返しの時に、水分含量の過湿や乾燥があった場合や、たい積の規模を小さくした場合は温度上昇が妨げられるので注意が必要である。また、バークやおがくずを多量に含むたい肥では判断が困難な場合がある。



第1図 牛ふんのたい肥化における温度変化(原田 1983)

(3) 色評価法

たい積物は、たい肥化がすすむと黒褐色の腐植様物質が生成し、製品は黒色を帯びてくる。たい積物のこれらの色の変化を腐熟度の判定に利用する。

ア 用意するもの

なし

イ 方法

たい積物の各部位をサンプリングし、たい肥化物の色合いを観察する。

ウ 腐熟の判定

腐熟が進めば色が黒くなるので、その程度で判定する。

未熟：褐色もしくは暗黄色

中熟：暗褐色

完熟：黒褐色

この方法による腐熟度の判定は特に難しい。このため、判定にあたっては同種の腐熟したたい肥との相対比較を行う事が大事である。また、最初から着色している汚泥類のたい肥、バークたい肥等には適用困難である。

(4) 臭気評価法

未熟なたい肥にはアンモニア臭等の悪臭があり、完熟したたい肥には特有の臭気があるため、それを判断の基準にする方法である。

ア 用意するもの

なし

イ 方法

たい積物の各部位をサンプリングし、臭いをかぐ。

ウ 腐熟の判定

未熟なものでは、主にアンモニアに由来する強い刺激臭がある。さらに、硫化水素による強い刺激臭やカプタン類による卵が腐ったような臭いが感じられる場合は、嫌気性発酵が行なわれた可能性がある。また、バークたい肥の場合、針葉樹に特有な芳香すなわち木の香が残っているものは未熟である。

完熟すれば、ほとんど刺激臭が感じられなく、かつたい肥臭を感じる状態になる。たい積物の表層(0～20cm)ではかなり刺激臭の減少が早いですが、下層では刺激臭が残っているような全体が不均一である場合は、まだ完熟になっていない。このため、たい積物からサンプリングする場合、表面から少なくとも50cm以下の部位も必ず調査し、全体の均一性を確認することが必要である。

(5) 手触り評価法

たい肥化の進行により組織が破壊されてゆく。この状態を手触りで判定する方法である。

ア 用意するもの

なし

イ 方法

たい積物を指でねじって、粒子の崩れ具合や長い繊維質の千切れ具合等を観察する。たい積物によっては、水洗残さ物や水洗後乾燥物について、崩れ具合を観察した方が判定しやすいことがある。

ウ 腐熟の判定

未熟な物は、原料の状態が強く感じられ、もんだり千切ったりしても崩れない。完熟すると、指で力を入れると崩れやすくなり、わらたい肥のように植物質のものでは、もむと崩れるようになる。

試料をたい積物からサンプリングする場合、各部位から満遍なく採取する事が大事である。家畜ふんきゅう肥や汚泥たい肥のように、粗大有機物を含まない資材は測定困難である。

(6) ポリ袋評価法

たい肥化の過程では、BOD, COD源となる易分解性物質が減少する。たい肥化初期には、これら易分解性物質が多いために二酸化炭素が多量に発生するが、腐熟するにしたがって二酸化炭素の発生量が少なくなることを利用した判定法である。

ア 用意するもの

ポリ袋（幅20cm、長さ30cm程度のもの）

イ 方法

- ① 約300gのたい肥をポリ袋に入れる。
- ② 袋の中の空気を追い出して輪ゴムで袋の口を密封する。
- ③ 約3～4日間、室内に放置する。できれば室温は25℃程度がよい。

ウ 腐熟の判定

ポリ袋の膨らみ状態を観察する。

たい肥を入れたポリ袋がガスで膨らむようなら未熟、ポリ袋が膨らまなければ完熟である。

(7) 硝酸検出法

たい肥化の過程において、初期は有機物分解に伴うアンモニアが発生するが、後期にはアンモニアが微生物により硝酸に変化する。この硝酸の発現を

検出する方法である。

ア 用意するもの

200mL容ポリビン、硝酸イオン試験紙(メルコクワント製等)、純水

イ 方法

- ① 100mLの純水を入れてあるポリビンに、生たい肥50gを加える。
- ② 手で数回振とうし、10分ほど静置する。
- ③ 上澄み液に硝酸イオン試験紙を浸け、発色をみる

ウ 腐熟の判定

硝酸の生成がみられなければ未熟、完熟すれば硝酸の生成がみられる。たい肥原料によって硝酸の生成量は異なるので、一概に評価できないが、抽出液中に数mg/Lあれば完熟しているといえる。

硝酸の測定は、ジフェニルアミンを用いる方法があるが、硝酸イオン試験紙を使用するのが、簡易である。また、ポータブル型の硝酸イオンメーターの利用も良い。

ポリビンに純水100mLを入れた所と、それにたい肥50gを入れた所に線を引いておくと、水と試料をその都度測定しなくても良いので、現場での測定では便利である。

(8) ミミズ評価法

ミミズは腐熟した栄養分の多いたい肥に生息するが、未熟な未分解有機物の中に含まれるフェノール類やアンモニア等のガスを嫌う傾向が強い。このミミズ行動を観察する事によりたい積物の腐熟度をみる方法である。

ア 用意するもの

容器(プラスチック製の透明でないコップがよい)、黒い布(遮光用)、ミミズ数匹(体長50mm以上のシマミミズが望ましい)

イ 方法

- ① たい積物をコップに1/3程度入れる。水分条件は60~70%程度(手で強く握ると水が出るくらい)とする。
- ② ミミズをコップの中に落とし、直後及び1日後のミミズの行動、色調の変化を観察する。
- ③ 容器を黒布で被覆するか、または遮光した室内で試験することが望ましい。室温は20~25℃が適当である。

ウ 腐熟の判定

未熟：入れた直後に逃亡しようとする。1日後死滅する。

中熟：入れた直後、多少嫌がる。1日後、色に変化したり動きが悪くなる。

完熟：入れた直後、すぐ潜る。1日後も変化なく、元気である。

ミミズは、過剰気味に湿ったたい肥に放たれると、その瞬間、これを降雨と間違えて明所でもはい出そうととすることがあるので水分条件には注意する。また、ミミズは中性弱酸性を好むので腐熟度とは別に試葉紙等でpHを記録しておく。

試験しようとするたい肥がもとの生息環境と酷似している場合には、未熟物であってもミミズはそれを好むことがあるため、できればあらかじめ人工培土で飼育し、一定の生息環境に馴らしてから判定に供する。

3 植物を用いる判定方法

(1) 幼植物試験法

作物種子の利用は、ハツカダイコンやキュウリ、ハクサイ、コマツナの種子を利用して発芽率や生育量を調査する方法が行なわれている。これらは、土壌と混合して栽培試験を実施しているが、土壌から立ち枯れ菌などの有害微生物を持ち込む危険性もある。これを回避するためには、熱水抽出法が好ましい。

ア 用意するもの

コマツナ種子、シャーレ、200mL容三角フラスコ、ビーカ、ろ紙、ガーゼ、アルミホイル、熱湯、物差し、低倍率の光学顕微鏡

イ 方法

生試料10g（乾燥試料は5g）を200mL容三角フラスコにとり、沸騰水100mLを加え、アルミホイルでふたをする。1時間放置後、ガーゼ2枚を重ねてろ過する。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30～50粒をまく。このとき対照として、水10mLをいれたものを用意しておく。

このシャーレにふたをして室温または20℃に保持し、3～6日後に発芽率と根の状態を観察する。

抽出に熱水を用いるのは、抽出しやすくするとともに殺菌効果を持たせることにある。沸騰水を使わないで60℃の熱水を使うことも良い。この時は1時間に1度程度かくはんしながら60℃の恒温槽に3時間保持した後、ろ過し、同様に処理する。

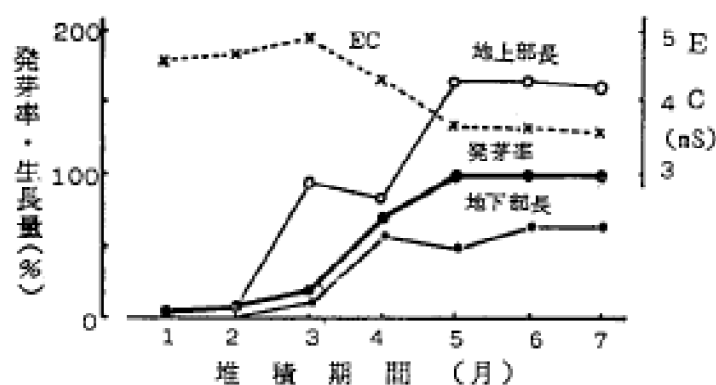
抽出液に含まれる有害物だけでなく、抽出液の塩濃度が高いと根に障害を生じる。抽出液のECを測定し、5 mS/cmを超える場合は、1 mS/cm程度に希釈した液についてもあわせて試験を実施する。

ウ 腐熟の判定

調査は、発芽率と根長を物差しで測定し、水で栽培した対照区に対する比率(%)で表示する。その例を第2図に示した。

発芽率が80%以上になることが必要であるが、発芽率が100%近くになっても根に異常がみられることがある。根に障害を及ぼす物質があれば根は褐変する。さらに、未熟で易分解性物質が多い時は根の周囲に褐色のゼリー状物質ができ、その周囲に細菌が多量に分布することがある。

さらに詳しい情報を得たい場合は、根を切り取りLactPhenolCottonblue液等の色素で染色し、50~100倍の光学顕微鏡で、細根の状態を観察する。微弱でも障害を受けていれば、主根は伸びても細根の伸びが悪く、その状態は顕微鏡で観察できる。このように、発芽率とともに根の観察を行えば、弱い障害も検定できる。



第2図 たい肥化に伴う幼植物検定結果と抽出液ECの変化(藤原、1988)

(2) 花粉管生長試験法

花粉管と根毛は性格が類似している。この性質を利用し、花粉管の生長状態から植物根に対する反応性を推定する方法である。寒天培地に対する試料の注入の方法の違いから、穴に試料を注入する「ウエル法」と培地に試料を混合する「培地法」の二つがあるが、両者とも結果に大きな差異はない。

ア 用意するもの

保温器(20℃)、ホットプレート、プラスチックシャーレ、ビーカ、カバーガラス、100メッシュふるい、ノギス、コルクボーラー、ガーゼ、ろ紙(東洋No. 6)、ショ糖、ホウ素、寒天、チャ花粉

イ 方法

花粉はチャの花粉を用いるが、-20℃で保存すればいつでも利用できる。有機物に2倍量の水を加え、24時間常温で浸漬した後、二重のガーゼでしぼり、そのろ液をろ過(東洋No. 6)する。この、ろ過した液を被検液とする。

(ア) ウエル法

培地は、ショ糖8%、寒天1.2%、ホウ素17mg/Lを加え、pHを5.5に調

整し、加熱溶解後、シャーレに固化したものを用いる。これに第3図のように5個の穴(ウェル)をコルクボーラーで6か所開ける。チャ花粉は100メッシュのふるいを通してガラス板上に薄く散布する。カバーグラス(18×18mm)で均一に花粉をかき取り、穴から中心に向けて一筋の線状に花粉を置床する(第3図)。穴にたい肥抽出液の原液(1/1), (1/2), (1/3), (1/4), (1/5)の5段階の液と、対照として水を、それぞれ50 μ lを穴に注入する。25 $^{\circ}$ Cで20時間暗所で培養する。

(イ) 培地法

培地の組成はウェル法と同じであるが、pH調整の前に被検液を培地の(1/3), (1/7), (1/16)の濃度となるよう加える。また、被検液を加えないものを対照区とする。培地にカバーグラスで均一に花粉をかき取り、放射線状に花粉を置床する。その後、25 $^{\circ}$ Cで20時間暗所で培養する。

ウ 腐熟の判定

25 $^{\circ}$ Cで20時間培養後、花粉管の伸びの状態を観察する。有機物中に植物根生育阻害物質があれば、花粉管の生長が阻害されるため、対照区と花粉管の伸びを比較する。この方法により得られる結果は、発芽試験とよく一致し、短時間でできる。また、発芽試験に比べると肥料濃度に影響されない特徴がある。

(ア) ウェル法

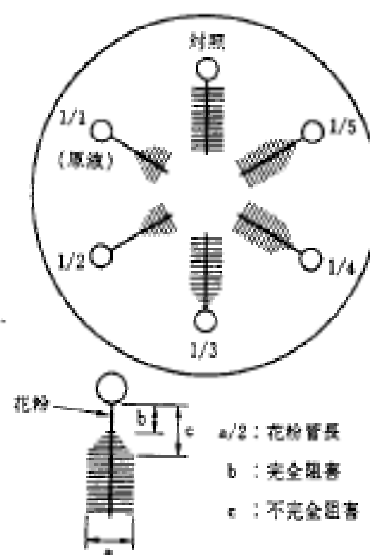
花粉管が障害を受け、生育が阻害されている部分の長さをノギスで測定し、阻止長とする。阻止域が5mm以下なら安全、10mm以上なら強い阻害と判定する。

(イ) 培地法

花粉管の長さをノギスで測定し、対照区を100とした指数(%)で表示する。伸び率が80%以上なら問題がない。

(3) ポット栽培試験法

たい肥の腐熟度や効果を判定するには、作物栽培試験が最も適している。ポットにおける様々な栽培方法があるが、ここでは肥料の効果の判定方法として用いられている農林水産省(1984)の方法を紹介する。



第3図 花粉管生長試験ウェル法
(小西,1986)

ア 用意するもの

ノイバウエルポット、土壌(2mm目のふるいを通した風乾土)、コマツナ種子

イ 方法

- ① 土壌は、2mmのふるいを通した風乾土を用い、ノイバウエルポットあたり500mL使用する。土壌水分は、最大容水量の50~60%となるよう水を加える
- ② たい肥の使用量が少ないので、できるだけ細かく砕き、均質化する。
- ③ たい肥使用量は、乾物あたりの窒素量が2%以下の資材では乾物換算で5g、2%以上の資材では窒素(N)として100mgを標準施用量とし、この量の2倍量、3倍量、4倍量の区を設定する。なお、これらの全区について、窒素(N)、リン酸(P205)、カリ(K20)として、それぞれ25mgに相当する硫酸アンモニア、過リン酸石灰、塩化カリをそれぞれのポットに施用する。
対照区として、窒素(N)、リン酸(P205)、カリ(K20)、それぞれ25mgに相当する硫酸アンモニア、過リン酸石灰、塩化カリを施用した区を設ける。
- ④ 資材及び肥料は、容器内で均一に混合する。
- ⑤ コマツナ種子を、ポットあたり20粒または25粒をは種する。は種は、種子が等間隔となるようます目状にピンセット等を用いて行い、は種後、風乾土で種子が隠れる程度に覆う。
- ⑥ 水分は、は種後10日間は初期に設定した量(最大容水量の50~60%)を保持し、その後は作物生育に応じて、適宜給水する。
- ⑦ 栽培温度は、原則として15~25℃に保ち、3週間栽培する。

ウ 腐熟の評価

以下の調査項目について調査し、対照区と比較する。未熟であれば作物に生育阻害がみられる。作物生育が対照区と同等またはそれ以上であれば完熟している。

供試土壌：土壌の種類、土性、pH、EC、塩基置換容量、最大容水量

跡地土壌：pH、EC、アンモニア態窒素、硝酸態窒素

作物生育：発芽率、集長、生体重、生育状態の異常の有無

4 実験室で行う判定方法

(1) 外観色測定法

有機物は、たい肥化中に微生物の働きにより分解する過程で黒色化する。この外観色を腐熟の尺度として利用する方法であり、外観色をマンセルの色体系にあてはめる方法や、抽出液の色調を吸光特性から表現する方法がある。

このうち外観色の測定は、市販されている携帯可能な色彩色差計により現場で迅速に実施できる。

ア 用意するもの

色彩色差計、小型容器

イ 方法

現物でも測定可能であるが、水分状態によって色調が異なるため、乾燥粉砕物を試料とする。

粉砕試料を瓶のふたなどの小型容器にとる。容器が透明なときは、反射光を最小にするため容器を黒色の紙の上に置く。これに、色彩色差計(ミノルタCR型等)の受光部をあて、色彩を測定する。数か所測定し、その平均値をとる。

たい積による腐熟が進むにつれ、主として明度が増加し、色相や彩度はあまり明確な変化はしない。明度を表示する単位なら何でも良いが、ハンター色のL値かCIA表色による Y_{xy} 表示のY値を利用するのが良い。

ウ 腐熟の判定

通常の場合Y値が12~13になれば腐熟しているといえる。しかし、完成したたい肥を水分調整のために原料に混合する方式では、最初からY値が低いため判別しにくい。同一処理でたい肥化するときの品質モニタとしては優れた方法である。

(2) pHとECの測定

pHとECの変化からたい肥化を把握する方法である。土壌は乾土：水が1：5で抽出されるが、たい肥は乾物：水が1：10で抽出する。

ア 用意するもの

pHメータ、ECメーター、ポリビン、50mL容メスシリンダー

イ 方法

- ① 乾燥試料5g(生試料では10g)をポリビンに量り採る。
- ② 純水50mLを加え、30分間振とうする。
- ③ ECメーターでECを測定する。結果は25°CのmS/cmで表示する。
- ④ pHメーターでpHを測定する。

ウ 腐熟の判定

たい肥化過程でアンモニアが発生し、たい肥はpH8程度のアルカリになる。腐熟が進みアンモニアが硝酸に変化するとpHは低下し、ECが上昇する。この変化から腐熟度を判定する方法であるが、原料により変化は異なるので、個々に基準を定める必要がある。

(3) 炭素率測定法

たい肥化に伴い、微生物が炭素を分解し、炭素率(炭素含量を窒素含量で割った値でC/N比ともいう)が低下する現象を把握する方法であり、古くから腐熟の指標として利用されている。

ア 用意するもの

窒素・炭素自動分析計

イ 方法

- ① 試料は乾燥微粉細たい肥を用いる。
- ② 50～500mgを量り採り、窒素・炭素自動分析計で分析する。試料の採取量は、使用装置によって異なる。
- ③ 炭素と窒素の分析結果から炭素率を求める。

ウ 腐熟の判定

一般に、炭素率が25以上なら未熟、10～20なら完熟しているといえる。しかし、鶏ふんや汚泥のように原料の炭素率が10以下のものでは、たい肥化によりアンモニアが飛散し、逆に炭素率が上昇することがあるので、注意が必要である。

(4) 円形ろ紙クロマトグラフィー

ろ紙による一次展開クロマトグラフィーにより生じるパターンによって腐熟度を判定する方法である。特殊な器具を必要としない利点があるが、おがくずなどの木質が混合したものには使えない欠点がある。

ア 用意するもの

通風乾燥器、シャーレ、試薬瓶のふた、試験管、ビーカー、ろ紙(No. 6, 径9 cm)、硝酸銀、0.1mol水酸化ナトリウム液

イ 方法

乾燥粉碎試料0.1g(生試料は0.2g)を試験管にとり、0.1mol水酸化ナトリウム液10mLを加え、時々かくはんしながら数時間保持後、静置または遠心分離により上澄み液を得る。これを図に示した試薬瓶のふたに数mL入れる。

あらかじめ0.5%硝酸銀を含有させ乾燥した直径9 cmのろ紙を用意し、図のように切ったものを2つのシャーレの内ぶたの間にはさみ、展開する(第4図)。

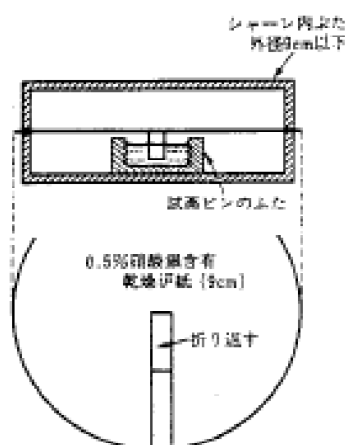
中心部から液を吸い上げ、中心部から同心円を描くが、その円が直径6 cm程度になると展開を完了する。展開時間は条件によって異なるが、15～30分程度である。完了すると、液吸い上げ部を切り捨てた後、直射目を避け、室内で乾燥させる。

展開装置としてコンウェイの拡散ユニットを2枚使えばより便利である。

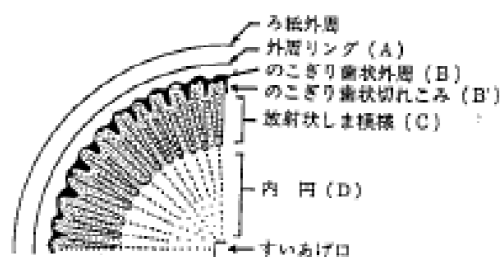
ウ 腐熟の判定

クロマトグラムの発現理論は明確にされていないが、第5図に示したパターンが得られ、のこぎり歯状外周(B)の状態では判断する。未熟物は、のこぎり歯状切れ込みがみられず周囲がなだらかであるが、たい積期間が長く腐熟するにしたがい切れ込みが明確になる。このパターンの違いから腐熟の程度を判定する。

この方法は簡易であるが、結果が数値化できないことと、木質系の物質が混合すると判定できなくなる欠点がある。



第4図 円形ろ紙クロマト用簡易装置



第5図 円形ろ紙クロマトグラム

(5) ゲルクロマトグラフィー

たい肥化に伴いアミノ酸などの低分子有機化合物が減少し、高分子の腐植様物質が増加する。これを分子ふるいにより分子量の変化のパターンとして解析する方法である。

この方法は、汚泥類のたい肥化過程をモニタリングする手法としては、優れた方法であり維持費も安い。

ア 用意するもの

ゲルクロマト装置(約60万円程度で容易に自作できる)、遠心分離器、振とう器、0.1molアンモニア液、1mL注射器

イ 方法

たい肥生試料10g(乾燥試料5g)に水25mLを加え60分間振とう抽出する。これを遠心分離し、上澄み液をろ過する。このろ液を試料とし、0.1~0.5mLをカラムに注入する。

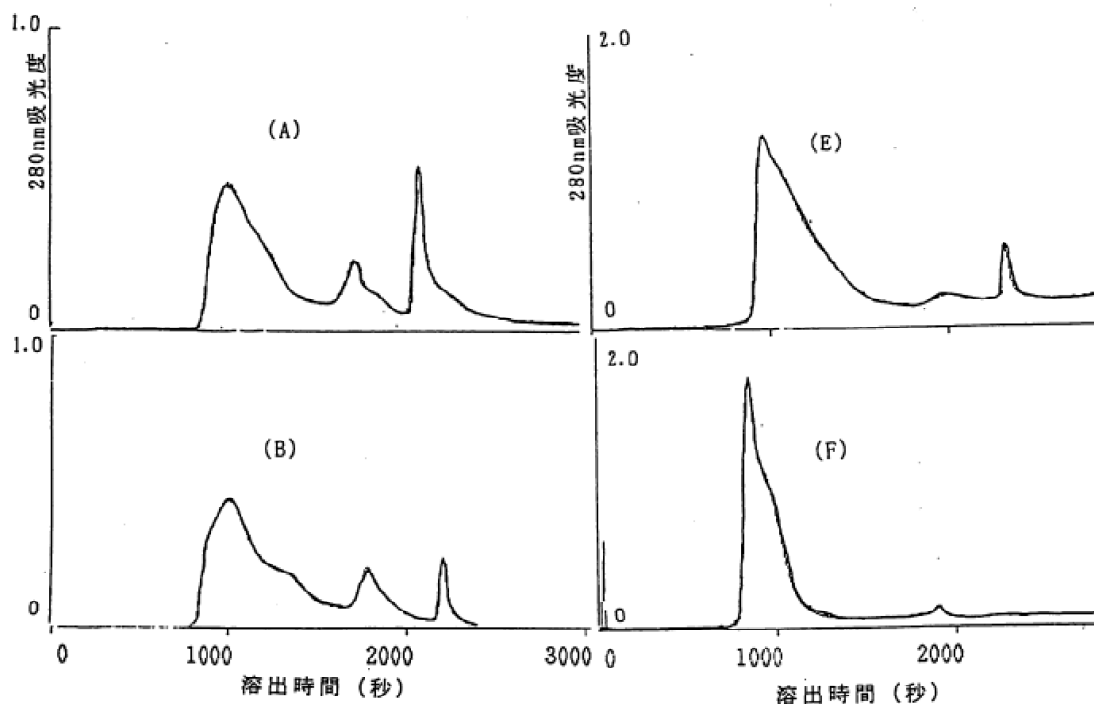
分離カラムはセファデックスG-15相当品を用い、内径13mm、長さ25cm程度のカラムに充てんする。溶離液は0.1molアンモニア水を自然落下方式で40mL/h程度の流速で流し、280nmの吸光度を測定してクロマトグラムを得る。

カラムの大きさにもよるが、1時間程度で分析は完了する。

ウ 腐熟の判定

クロマトグラムは、第6図に示したようなパターンの変化をする。原料では低分子のピークがみられるが、たい肥化に伴い低分子成分が減少し、分子量1,500以上のピークが主体になる。すなわち、腐熟が進むにつれ、複雑でなだらかな山型が、ひとつのピークをもった単純な形態に変化する。

たい肥化の腐熟判定としては、得られたクロマトグラムが単純になった時点を完熟とする。この方法は原料や処理様式によりパターンが異なるが、低分子の易分解性物質の多い資材には適した方法である。



第6図 ゲルクロマトグラムの例 (神奈川県、野菜くずたい肥)

(6) 陽イオン交換能(CEC)測定法

たい肥化過程でカルボキシル基やフェノール性水酸基が生成され、陰荷電が増大するため、陽イオン交換能(CEC)が増大する。この陽イオン交換能を測定することにより、腐熟を判定する方法である。

ア 用意するもの

① 器具

ガラスろ過器付きウイトろ過器、300mLビーカー、滴定ビューレット(0.05mol水酸化ナトリウム液用)、300mL三角フラスコ、吸引サッカー

② 試薬

1 mol酢酸バリウム溶液(pH7.0)、0.05mol水酸化ナトリウム液、0.05mol塩酸液、チモールフタレイン指示薬

イ 方法

- ① ガラスろ過器をウイトろ過器にセットして、先端をピンチコックで閉じる。風乾微細たい肥を200mg程度ガラスろ過器に入れる。
- ② 0.05mol塩酸液を25mL添加し、ガラス棒で時々かくはんしながら20分保持する。
- ③ ウイトろ過器にフラスコをセットし、ピンチコックを外し、ゆるやかに吸引しながら、ろ過する。
- ④ ②～③の操作を繰り返す。
- ⑤ ガラスろ過器上の試料を吸引しながら蒸留水で塩素イオンの反応がなくなるまで洗浄する。通常150mL程度で十分である。
- ⑥ ウイトろ過器内に新しい300mL容のビーカーを入れ、ピンチコックを閉じる。
- ⑦ 1mol酢酸バリウム液25mLを加える。ガラス棒で時々かくはんしながら1時間保持する。
- ⑧ ピンチコックを外し、吸引しながら酢酸バリウム液を三角フラスコに吸引ろ過する。
- ⑨ ⑦～⑧の操作を繰り返す。
- ⑩ 蒸留水で十分洗浄する。通常150mLで十分である。
- ⑪ この酢酸バリウムと洗液を合せたものを、0.05mol水酸化ナトリウム液で滴定する。
- ⑫ 空試験として、同容の酢酸バリウム液に蒸留水を加えたものについても同様に0.05mol水酸化ナトリウム液で滴定する。この両者の滴定値の差から有機物100gあたりの乾物CECを算出する。

ウ 腐熟の判定

灰分の量を除外したAshfree値に計算し、腐熟度を判定する。生ごみコンポストでは60meq/100g以上(Ashfree値)、他のたい肥では70meq/100g以上(Ashfree値)が完熟の目安である。

5 参考文献

- 1) 松崎敏英：家畜ふん尿の農業利用に関する研究，神奈川農研報，118, 1～38 (1977)
- 2) 原田靖生：家畜ふんたい肥の腐熟度についての考え方，畜産の研究，37, 1079～1086 (1983)
- 3) 吉野実：家畜糞尿たい肥類の簡易腐熟度判定法，農業及び園芸，54, 755～758 (1979)
- 4) 藤原俊六郎：シャーレを使った簡易腐熟度検定法，土肥誌，56, 251～252

(1985)

- 5) 小西茂毅ら：花粉管生長テストによるたい肥の腐熟度検定法とその特徴, 土肥誌, 57, 456～461 (1986)
- 6) 農林水産省農産園芸局農産課編：堆きゅう肥等有機物分析法 (1979)
- 7) 農林水産省園芸局長通達第1943号 (1984)
- 8) HERTELENDY, K. : Paper Chromatography a Quick Method to Determine the Degree of Humification, IRCWD News, November (1974)
- 9) YOSHIDA, T. and KUBOTA, H. : Gel Chromatography of Water Extract from Compost, J. Ferment. Technol., 57, 582～584 (1974)
- 10) INOKO, A. : On Some Organic Constituents of City Refuse Composts Produced in Japan. Soil Sci. Plant Nutr., 25, 225～234 (1979)

第3章 先進事例紹介

神奈川県漬物工業協同組合「神漬グリーンリサイクルセンター」

大和市の学校給食生ごみリサイクル事業

富士通株式会社・川崎工場

NPO法人日本食品リサイクルネットワーク

川崎・ごみを考える市民連絡会・あさお生きごみ隊

相模原いきごみ隊と農業生産法人青空農園による「なまごみさん、おかえり
やさいプロジェクト」

神奈川県漬物工業協同組合「神漬グリーンリサイクルセンター」

1 設置目的

当組合では、原料野菜を漬物用に加工する過程において発生する野菜残さを、衛生的かつ高速でコンポスト化することで資源として有効活用し、また当センターで製造されたコンポストを生産農家に還元することにより、土づくりにこだわった野菜の生産に寄与することで、業界の発展と環境の保全に資することを目的として、平成9年3月12日に竣工しました。

2 処理方法

処理方式としては、破砕処理した後、スクリーンプレスで脱水固液分離させ、固形物は乾燥処理を経て発酵を行い、たい肥化し、液体は一部液肥として利用し、残りは活性汚泥処理後、下水排水しています。

3 処理状況と処理物の特性

平成9年4月から平成21年1月までの142か月間で約23,000 tの野菜残さを処理し、1,200 tのたい肥（特殊肥料）の湘南グリーンを製造しています。処理コストは月約450万円かかるため、採算ベースにのせるには1日8 t以上処理する必要があります。

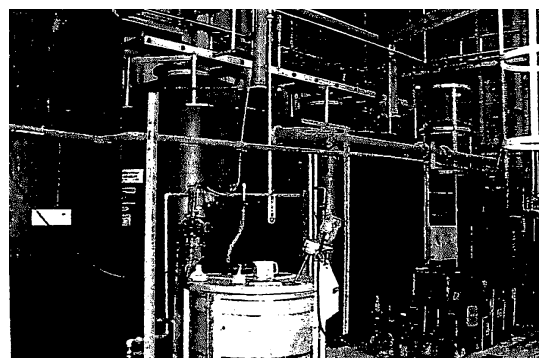
このように当センターで製造された処理物は湘南グリーンという名称で神奈川県知事に届出を行っています。湘南グリーンの特徴としては、処理原料の比率がほぼ一定なため、肥料成分も安定している上、特殊な菌を使用せず自然菌なので安全性についての問題はありません。ただし、一次発酵のコンポストであるため、肥料成分が高く未熟有機物であるため、たい肥として使いこなすには、それを踏まえて、ボカシたい肥として使用するなどの技術が必要となります。

4 リサイクルの取組み

以上のように製造されたたい肥は、契約栽培の農家へ還元し、それによって生産された野菜を、漬物原料として購入することで、循環型リサイクルシステムを形成することが可能となり、当初目的の野菜残さの減量化と資源化は軌道に乗っています。また、農家へ還元するほか有機肥料メーカーに販売し、市販されています。



工場全景



水処理装置

大和市の学校給食生ごみリサイクル事業
(市事業名:資源循環型生ごみ処理機設置事業)

1 設置目的

大和市では、食育教育の一環として、生徒が資源リサイクルや、野菜納入農家との交流により農業や食の大切さを学んでいくことを目的として、公立小学校（給食単独調理校）に順次業務用電動生ごみ処理機を設置し、給食残さの処理に取り組んでいます。

2 処理方法

学校内では、生ごみ処理機で微生物による一次発酵までを行い、給食用野菜を納入している地元農家において二次発酵を行っています。

生ごみ処理機の処理方式は、高速発酵（好気性発酵）処理方式を採用し、投入した生ごみは、微生物により 24 時間で約 1 / 5 に減量するとともに、一次発酵が完了します。

処理能力は、小学校の児童数に応じて、およそ 1,000 人規模の小学校には 150 kg / 日、それ以下の小学校には 50~70 kg / 日を目安に処理機を設置しています。

3 処理状況と処理物の特性

(1) 処理状況など

平成 18 年度は、2 校で約 17 トンの給食残さを処理し、約 4.7 トンの一次処理品が生成され、また平成 19 年度は、4 校で約 32 トンの給食残さを処理し、約 8 トンの一次処理品が生成され、地元農家で二次発酵を施したのち農作物栽培に利用しました。

処理物の特性としては、学校給食の残さという面から、栄養バランスが優れていること、異物の混入がなく、農地への影響が少ないことなどが挙げられます。

(2) 給食残さ処理物を用いたボカシたい肥の連用効果について

大和市の給食残さ等を利用してコマツナを栽培しているやまと野菜研究クラブのボカシたい肥（給食残さとせん定くずたい積物及び牛ふん乾燥物とを混合）について、農業技術センターが検討を行いました。

混合たい肥施用の影響についてはコマツナの生育状況調査結果から、単年度施用区及び 2 年連用区とも比較対象とした牛ふんたい肥施用区と同等であり、生育への障害はなく、当該ボカシたい肥は、2 カ年連用しても作物への障害がなく、牛ふんたい肥と同様の効果があることが確認できました。

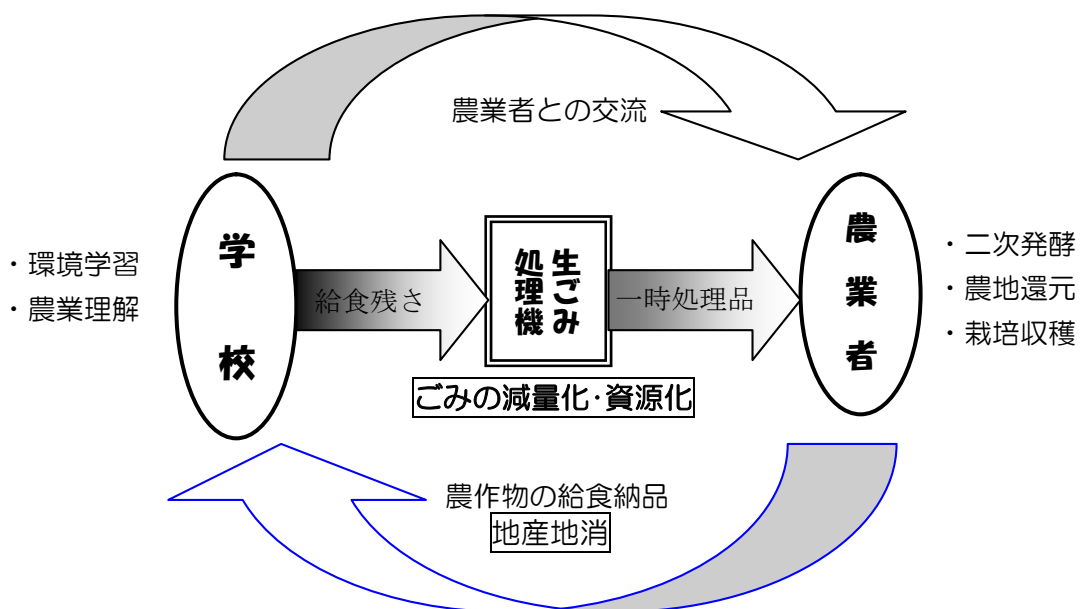
分析データ

分析項目 試験区	pH	TC (%)	TN (%)	C/N 比	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	油脂混 合率
給食残さ処理物	5.3	47.4	3.3	14.4	0.6	0.8	2.1	0.1	12.3
混合たい肥	8.1	33.2	3.6	9.3	1.4	2.3	4.2	0.9	0.3
牛ふんたい肥	-	32.1	2.7	11.8	4.4	6.1	5.9	2.3	-

4 資源循環システムの取組み

農家が受け入れた処理物は、地元農家では、3(2)のとおりボカシたい肥化して野菜栽培に利用されています。生産された野菜は、学校給食用に納品されることで、地域における資源循環システムを形成しています。

大和市では、単独調理校8校のうち、国、県の補助事業により5校、市単独事業により1校への設置が完了しており、最終的には単独調理校全8校への設置を目指し、資源循環システムの拡大を図るとともに、市民周知に努めていきます。



富士通株式会社・川崎工場

1 設置目的

富士通株式会社・川崎工場では、工場内の社員食堂から発生する生ごみを原料にしたたい肥の本格的生産を1997年度より開始し、現在も継続して実施しています。

この取り組みは、工場廃棄物ゼロを目指す活動の一環として行っているものです。

2 処理方法

生ごみ処理装置を導入して、厳密な水分・温度管理のもと24時間の発酵により完全発酵に近いたい肥の生産を行っています。

食堂で1日平均9,500食分の食事が作られ毎日0.65 tの生ごみが排出されています。午前中にはちゅう房で調理過程から出る調理くずを、午後には残飯等を処理室に運び、重量を計測したうえで生ごみ処理装置に投入します。その後かくはんしながら24時間発酵乾燥を繰り返すことでたい肥が生成されます。

3 処理状況と処理物の特性

2007年度には生ごみを年間161 t 処理し、41 t の肥料を生産しました。生産量の8割は市内の提携農家に無料で提供、収穫された作物の一部は、毎週金曜日に工場内で従業員に販売しています。

生ごみ処理装置の外観及び肥料



肥料成分については、1997年4月に財団法人日本肥糧検定協会に成分分析を依頼し、市販のたい肥と同レベルであるとの結果が出ています。現在、定期的に成分分析を行い、肥料取締法に基づいた表示をして希望者に配布しています。以下のデータは、最近行った分析結果の成分表です。

分析結果 (2008年12月時点)

水分	窒素全量	リン酸全量	カリウム全量	塩素
3.51%	2.95%	0.56%	0.48%	1.12%

4 リサイクルの取組

生ごみからたい肥を生産することで、川崎市の焼却場に持ち込む生ごみをほぼ”ゼロ”にすることができているため、廃棄・焼却処分時のエネルギー消費や大気汚染を抑制し、環境保全に貢献しています。

さらに、富士通グループの全国13工場でも川崎工場をモデルに同様の取り組みを実施しています。

「のびのびグリーン」と名付けられたこのたい肥は、工場内の緑化や近隣住民の家庭菜園等に利用されて好評を得ています。今までは「ゴミ」だったものが食物循環の出発点になっています。

NPO法人日本食品リサイクルネットワーク

1 設置目的

事業系や家庭の食品残さ等を生ごみ処理機で処理した一次生成物の排出者と、農業での利用先とのパイプ役となり、環境にやさしい循環型社会づくりの実現に向けた貢献と、環境教育に寄与することを目的に 2004 年 7 月に認証を受けたNPO法人です。

2 処理方法

都内を中心に、13 事業所が企業の社員食堂から排出された食品残さをバイオ発酵の生ごみ処理機で処理し、特殊肥料の届け出を行っています。当NPOはその肥料を回収し、農地利用を進めています。

作物の作付け時期に合わせたたい肥の投入時期は、年 1～2 回程度ですが、食品廃棄物の一次処理物は年間随時発生します。また、当団体が各事業所へは処理物を回収する間隔は、1～2 か月に 1 回程度です。そこで、事業所と団体それぞれで一次処理物を保管する施設を設置しています。また、長期保管で変質しないように、処理物の水分は 10%以下となるように調整しています。



3 利用状況と処理物の特性

(1) 利用状況など

年間の事業所からの排出量は 40 t です。そのうちの 1 / 3 は栃木県の農業者 20 件の組織で利用されています。水田に投入して米を生産し、生産された米は事業所の社員食堂で使用される仕組みです。

神奈川県では、農業者が農作業を指導する農園利用方式の市民農園をモデル的に実施しています。10 a の畑で 30 名の生活者が会員となり、生ごみたい肥をすき込んだ畑を利用して野菜を栽培しています。春と秋野菜を作付けする前に勉強会を開催するほか、一斉作業日を設けて野菜苗の植え付けと管理作業を農家アドバイザーが指導します。

(2) 処理物の特性

分析結果 (6事業所の平均値)

水分	全窒素	リン酸全量	カリウム全量	炭素窒素比 (C/N比)
8.5%	3.1%	0.6%	0.6%	15.7

4 リサイクルの取組み

生ごみ処理機の導入をすすめても、各事業所が処理物の受け皿となる農業者との接点が薄く、農地への利用が進んでいませんでした。また、農業者の高齢化が進む中で、重たい肥の利用を敬遠する傾向も見られます。さらに、たい肥を使った農産物の付加価値も評価されにくいというのも現状です。

このような中で市民農園の方式は農地利用と担い手の確保という面から、都市の中のリサイクルの有望な方法だと考えています。団塊世代の方々は、「野菜を作りたい」というニーズが強いことが実感できました。さらに農家アドバイザーが指導することで、初年度から「おいしい野菜をたくさん収穫できる」という満足感を達成できるので、何年も同じ方に使って頂けますし、口コミで広がっていくこともあります。市民農園は農地利用からの課題もあるとは思いますが、遊休農地対策として今後検討していただきたい方法だと思います。

市民農園はたい肥の肥料効果を展示する効果もあります。畑の出来具合が良好なので、近所の農業者の方からも肥料の問い合わせがあり販売につながっています。

現状では事業所からのたい肥の回収は労務負担が大きいため、この方式を拡大させるためには人材の確保が必要になってくると思います。

川崎・ごみを考える市民連絡会・あさお生きごみ隊

1 設置目的

川崎・ごみを考える市民連絡会（以下川崎ごみ連）は、持続可能な資源循環型社会をめざし、平成4年から循環型ごみ処理の提案の活動を始めました。ペットボトルやペーパーリサイクル、廃食油のリサイクルをはじめとする分別収集と資源化の提案の一つに、生ごみのリサイクルがあります。受け入れ農家を探して協力家庭とつなげる方法により、「生ごみたい肥化のルート」をつくっていきました。

あさお生きごみ隊は、川崎ごみ連の会員と麻生区民が一緒になって立ち上げ、麻生区内の家庭生ごみのリサイクルを行う団体です。平成17年から活動を始めました。

2 処理方法

各家庭で生ごみは、バケツ式の処理器を使って一次処理を行います。この処理器は川崎市の助成制度と団体の補助により参加の家庭に配布します。生ごみと一緒に混合する資材は団体から配布します。

平成20年度から川崎市との協働事業により、家庭での一次処理物を月に2回、市の環境局の担当が回収して、たい肥化施設まで運搬することになりました（川崎市、市民、農家との協働による生ごみリサイクルモデル事業）。

たい肥化施設では私達団体が、せん定枝や落ち葉たい肥などと混合し、数日後さらに切り返し作業を行って熟成させています。完成したたい肥は、たい肥場提供農家などリサイクルにご理解のある市内農家の方々に使って頂いています。

3 処理状況と処理物の特性

(1) 処理状況など

協働事業に参加している家庭は2地区合計で45世帯です。1世帯1回平均の回収量は約5kgなので、年間で5.4tの生ごみをたい肥することができます。



(2) 処理物の特性

あさお生きごみ隊のたい肥は、「あさお生きごみ隊生ごみたい肥」の名称で特殊肥料に登録しています。

分析結果

水分	全窒素	リン酸全量	カリウム全量	炭素窒素比 (C/N)
45.9%	2.0%	2.2%	2.2%	8

4 リサイクルの取組みと農業

農家の方々は、当然他の肥料も使っているのですが、私たちの提供するたい肥はほんの一部にすぎませんが、生産された野菜は、直売所や市内の店舗などで販売されています。また平成 20 年度には、たい肥投入の畑で生産された野菜を生ごみ提供者に配布し、生ごみの提供（市民）→たい肥化（ごみ連など団体）→野菜生産（農家）→野菜を食べる（市民）→生ごみ提供という資源循環の環をつくることができました。

年に数回、リサイクル事業の参加者とたい肥を利用している農家の方との交流会を開催します。自分の出した生ごみのたい肥化過程を知ってもらうためのたい肥場の見学、農家の方の畑での手作りの食事会や意見交換会を通じて、農業への関心とたい肥化への取組みの意欲が高まるようです。特に野菜を無駄なく使おう、質の良いたい肥を使ってもらうため、家庭での処理（小さく切る、水切りをしっかりとる）をきちんとしようなどの意識変化が現れます。

私達の活動は、生ごみを地域内でたい肥化する小さな循環活動です。しかし、都市の中で食と農がつながるきっかけをつくっています。この小さな循環をいくつもつくれば、地域農業が消費者とつながり合い、顔の見える関係を保ち、長く続けていくことに貢献できるのではないかと考えています。

相模原いきごみ隊と農業生産法人青空農園による「なまごみさん、おかえりやさいプロジェクト」

1 設置目的

荒廃農地の担い手として、農業に関わる人や物、制度につなげ都市農業の振興を目指す青空農園は 2000 年に設立されました。2003 年には生ごみ減量を目指し、相模原いきごみ隊が誕生しました。この二つが連携して、家庭からの生ごみを資源化してたい肥として畑にもどし、畑の野菜を家庭に届ける循環システムを実践しています。

2 処理方法

当初は、一週間分の密閉バケツに入ったボカシあえ生ごみを回収し、一週間保管後、液肥をぬいて畑にすきこんでいました。今は、バケツの他に、米ぬかと腐葉土を混ぜた基材を入れた段ボールで処理した生ごみ（月一回回収）も一緒に青空農園のたい肥場へ持ち込んでいます。発酵の様子を見ながら、鶏ふんや米ぬか、落ち葉を混ぜ込んでたい肥を作っています。今年、たい肥の成分分析を行い、よい結果が得られました。

3 処理状況と処理物の特性

いきごみ隊の各家庭からの生ごみを青空農園が回収、同時に畑からの野菜を届けるという形で実践されています。野菜代と運営費を会費として各家庭が負担しています。生ごみを出して野菜を購入している家庭は、バケツと段ボールをあわせて 50 件、一年間に処理する生ごみは約 4 トンになります。生ごみがたい肥となって野菜が生産されている畑に戻されているという実感から、ビニール等の異物混入はほとんどありません。青空農園は、土壌改良材というより有機肥料としての利用を考えています。

4 リサイクルの取組み

現在はいきごみ隊の他に、生ごみの資源化に取り組んでいる三つの市民グループとの連携ができています。全国の生ごみ資源化へ向けた活動を紹介しているたい肥化協会が、仲立ちとなっていていただき川崎と綾瀬にもいきごみ隊が誕生しています、相模原市も市民活動と一緒に生ごみの資源化に取り組んでできていて、今年度から有機性資源活用への助成制度をスタートさせました。

いきごみ隊に参加されている中には、子育て中の若いお母さんも多く、収穫体験を皆さんで楽しまれ、稲刈りの手伝いや、時には出荷作業を一緒にすることもあります。地元の、朝どりの安心安全な野菜が畑と生ごみをつないでいます。農家と連携した小さな市民グループがたくさん誕生することが今後の目標です。

第4章 関係法令

1 肥料取締法について

肥料取締法は昭和25年に制定された法律で、「肥料の品質等を保全し、その公正な取引と安全な施用を確保するため、肥料の規格及び施用基準の公定、登録、検査等を行い、もって農業生産力の維持増進に寄与するとともに、国民の健康の保護に資すること」を目的としている。

ここでは、たい肥化のマニュアルということから、特殊肥料に焦点をあてて記載している。普通肥料を含めた肥料取締法全体については、神奈川県作物別施肥基準や、ポケット肥料要覧等を参考としていただきたい。

(1) 肥料取締法における「肥料」とは

肥料取締法において「肥料」とは、「植物の栄養に供すること」または「植物の栽培に資するため土壌に化学的変化をもたらすことを目的として土地に施されるもの」及び「植物の栄養に供することを目的として植物に施されるもの」として定義されている。肥料とは植物を構成する成分を含み、その成分が栄養となって植物を生長させるものを言い、現在では葉面散布の普及に伴い、植物に施されるものも対象となった。

肥料取締法では、肥料を「普通肥料」と「特殊肥料」の2つに大別していて、このうち、「特殊肥料」とは、米ぬか、魚かす、たい肥等、農林水産大臣が指定した肥料をいい、それ以外のものを「普通肥料」という。

また、普通肥料のうち、有機質肥料として公定規格が定められているものは、魚かす粉末、草木性植物油かす、豆腐かす乾燥肥料などで、

食品残さ由来のものでも、生ごみのような混在廃棄物を肥料化したものは特殊肥料となる。

これらの肥料を生産、輸入、販売する際には、第1表に示すように、その種類に応じて、農林水産大臣又は都道府県知事に登録や届出をしなければならない。

第1表 肥料の種類と登録、届出

肥料の 生産	普通肥料 (指定配合肥料 を除く)	①化学的方法によって生産されるもの。 ②化学的方法以外によって生産され、けい酸、マンガ、ほう素を保証するもの。 ③汚泥を原料として生産されるもの。 ④①又は②を原料とした配合肥料。 ⑤輸入または外国で生産する普通肥料。 ⑥特定普通肥料。	農林水産大臣へ登録
		①化学的方法以外の方法で生産され、窒素、りん酸、加里、石灰、苦土を主成分として保証するもの(有機質肥料など)。 ②石灰質肥料。 ③都道府県を越えない区域を地区とする農協等が生産する配合肥料。	都道府県知事へ登録
	普通肥料 (指定配合肥料)	省令で定めた都道府県知事登録の肥料のみで配合された肥料	都道府県知事へ届出
		上記以外の指定配合肥料	農林水産大臣へ届出
	特殊肥料	生産及び輸入	都道府県知事へ届出
肥料の 販売	販売する肥料の種類は問わない。販売所が同一県内に数ヶ所ある場合は届出書1通にすべてを列記し、販売所が数県にある場合はそれぞれの都道府県に届け出る。		都道府県知事へ届出

(2) 特殊肥料とは

特殊肥料とは、米ぬかや魚かすなどのような農家の経験と五感によって識別できる肥料や、たい肥のように肥料の価値や施用量が含有する主成分の量のみならず依存しない肥料で、農林水産大臣が指定した肥料をいう。その種類と主な内容を第2表に示した。特殊肥料については、品質の保全や公正な取引の確保のための特別な措置を要しないと認められることから、登録や保証票を添付する必要はなく、その生産や輸入にあたっては都道府県知事に届け出ればよいこととなっている。

しかし、近年、自給的に使用されていたたい肥が広域流通されるようになり、原料にも食品残さなどといったこれまで利用されてこなかった有機物の利用が多くなり、その結果、適切な施肥のための品質表示の充実が求められるようになった。これらのことを受けて、平成12年10月からは、特殊肥料のうちの「たい肥」と「動物の排せつ物」については、品質表示が義務づけられた。品質表示の様式を第3表に示した。この表示の中で「主要な成分の含有量等」が記載されるが、これも汚泥肥料と同様に、たい肥の原料がさまざままでその成分が著しく異なることから、含有される成分量を保証する「保証値」ではなく、実際に含有されている量を示す「含有量等」という表現となっている。

なお、現在のところ、「特殊肥料と特殊肥料」あるいは「特殊肥料と普通肥料」を混合したものは、肥料として認めてはいない（ただし、公定規格では、一部の特殊肥料が複合肥料や配合肥料の原料として使用できる）が、平成16年11月から、たい肥の腐熟促進材としてのみ、尿素等の添加が認められるようになったが、その場合は材料として表示票に記載しなくてはならないとされている。

(3) 肥料販売業者としての届出

肥料の生産業者、輸入業者、販売業者は、販売業務を行う事業所ごとに、その所在地のある都道府県知事に肥料販売業者としての届出をしなければならない。この場合、生産業者や輸入業者として登録または生産の届出等をしていたとしても、生産や輸入した肥料を販売する拠点を持てば、生産や輸入の届出等とは別に、販売の届出を提出する必要がある。また、同一県内に販売事業場が複数ある場合は、届出書1通に各販売所を列記し、各事業所の廃止又は追加については変更届を提出する（すべての販売事業所が廃止されたときにのみ、廃止届を提出する）。肥料生産の登録又は届出は、肥料の銘柄ごとに行う必要があるが、肥料販売の届出はいわば業者としての届出であり、届出を行えば取り扱う肥料の種類は問わない。

なお、肥料取締法における販売業務とは、反復、継続して、広く不特定多数に頒布されることをさし、有償、無償は問わない。

第2表 特殊肥料の種類とその概要

区分	肥料の種類	概 要
イ	魚かす	原料を煮沸、圧搾し油分を採り乾燥したもの。魚荒かすを含む。一般に、魚かすは身かすともいわれる肉質部の多いものをいい、魚荒かすは骨質部の多いものをいう。(魚かす粉末は普通肥料)
	干魚肥料	魚体をそのまま乾燥させたもの。油分が多いため土壌中での分解はやや遅い。(干魚粉末は普通肥料)
	干蚕蛹	まゆから絹糸を採った後に残る蚕蛹をそのまま天日乾燥させたもの。油分が多い。(干蚕蛹粉末は普通肥料)
	甲殻類質肥料	カニ、シヤコ、エビの殻など甲殻類を乾燥したもの、あるいはイカ、タコなど軟体動物の加工かす。(甲殻類質肥料粉末は普通肥料)
	蒸製骨	動物の生骨を粗砕して加圧蒸製したもの。加熱蒸製してにかわを採った脱こう骨を含む。(蒸製骨粉は普通肥料)
	蒸製てい角	牛、馬などのひづめや角を粗砕し、加圧蒸煮したもの。(蒸製てい角粉は普通肥料)
	肉かす	主に豚の皮からそぎとった肉質、脂肪質からラードを採り、さらに圧搾して脂肪を採ったかす。(肉かす粉末は普通肥料)
	羊毛くず	羊毛を加工する際に発生するくずの総称。窒素5～9%を含むが、分解が遅く遅効性。
	牛毛くず	牛の皮を皮革に加工する際に発生するくずのうち、毛のくずのみを集めたもの。組成、性質等は羊毛くずと同様。
	粗砕石灰石	石灰石を粗砕したもの。主成分は炭酸カルシウム。
ロ	米ぬか	精米の際に発生する米の皮部、胚乳の一部及び胚の混合物。20%程度の油分を含む。(米ぬかを搾油したかすの米ぬか油かす及びその粉末は普通肥料)
	はっこう米ぬか	米ぬかをたい積して発酵させたもの。
	はっこうかす	アルコールかす、ビールかす、焼酎かす、ウイスキーかすなど、発酵法による蒸留かすの総称。加里を含むが、原料により含有量は一定しない。
	アミノ酸かす	たん白質を塩酸で分解してアミノ酸を製造する際に発生するヒューマス状のかす。窒素0.5～2.5%を含む。
	くず植物油かす及びその粉末	植物油原料の精選の際に排出されるくず植物種子や事故原料種子を別途に搾油したかす。植物の茎葉、雑草の種子、土砂などを含むため、品質は一定しない。
	草本性植物種子皮殻油かす及びその粉末	草本性の植物種子の皮殻を搾油して得られる油かす。芥子粉の製造の際に得られるものが主で、窒素3%、りん酸、加里それぞれ1%程度を含む。
	木の実油かす及びその粉末	カボックの種子以外の木本性植物の種子を搾油したかすの総称。桐の実油かす、ろうみ油かす、茶の実油かす、オリーブ実油かすなど。
	コーヒーかす	主としてインスタントコーヒーを製造する際の抽出かすを乾燥したもの。窒素を2%程度含む。
	くず大豆及びその粉末	半割等のくず大豆または水ぬれ等により変質した大豆を搾油工程を経ないで加熱変性させ、フレーク状に圧べんしたもの、またはこれを粉末にしたもの。窒素6%、りん酸1%、加里2%程度を含む。無機化率は普通肥料の大豆油かす及びその粉末より劣る。
	たばこくず肥料及びその粉末	たばこ製造の際に発生するくず及びたばこの茎葉からニコチンを抽出したかす、または、普通肥料のたばこくず肥料粉末に、石灰硫黄合剤などを加えて喫煙できない状態に変性させたもの。
	乾燥藻及びその粉末	海藻類(クロレラを含む)を乾燥したもの、または乾燥後粉末にしたもの。窒素1%程度、加里2～13%を含む。
	落棉分離かす肥料	紡績工場から排出される綿くずを集めたもの。窒素を0.5～1.5%含む。
	よもぎかす	みぶよもぎからベンゼンでサントニンを抽出したかす、またはよもぎを加工してもぐさを製造したかすを乾燥したもの。窒素2.5%、加里3.5%程度を含む。
	草木灰	植物体を燃焼させたかす。一般に、植物の茎葉、種子皮殻を比較的低温で燃焼させたもの。原料はさまざまであるため含有成分量は一定しない。アルカリ性を示す。

区分	肥料の種類	概 要
ロ	くん炭肥料	落ち葉及びじんあいなどをくん焼炭化し、人ふん尿を吸収させたもの。窒素0.7%、りん酸0.4%、加里0.7%程度を含む。
	骨炭粉末	動物の骨を空気を遮断し熱分解して炭化させた後粉碎したもの。活性炭の一種。製油、製糖工業において脱色剤として用いられた脱色骨炭粉末や回収骨炭粉末を含む。窒素1.2~1.6%、りん酸32~35%を含む。
	骨灰	骨を空気の流通下で燃焼したかす。りん酸35~38%を含む。
	セラックかす	ラックカイガラムシから天然樹脂セラックを製造したかす。窒素4%前後を含む。
	にかわかす	皮革製品の製造の際に副産されるにべ及びセービングくずから、にかわを抽出したかす。窒素4~5%を含む。
	魚鱗	魚のうろこを集めて乾燥したもの。窒素2~7%、りん酸2~18%を含む。(蒸製魚鱗及びその粉末は普通肥料)
	家きん加工くず肥料	家きんを加工する際に発生するくずを集めて、蒸煮乾燥、粉碎等の加工を施したもの。(蒸製毛粉は普通肥料) 含有分量は混入する部分によって異なり一定しない。
	はっこう乾ふん肥料	人ふん尿を調整槽内で発酵させた残留物を乾燥後粉末にしたもの。窒素1~2%、りん酸5%程度を含む。
	人ふん尿	人間の排せつしたふんと尿の混合物で下肥ともいう。凝集促進剤または悪臭防止剤を加え、脱水または乾燥したものは、普通肥料のし尿汚泥肥料。新鮮なものは作物に有害なため、貯蔵、腐熟させて施用する。
	動物の排せつ物	家畜や家きんのふんを集めたもの、またはこれらを天日又は火力乾燥したもの。凝集促進剤または悪臭防止剤を加え、脱水または乾燥したものは、普通肥料のし尿汚泥肥料。含有分量は、動物の種類や水分含量によって大幅に異なる。
	動物の排せつ物の燃焼灰	家畜や家きんのふんをボイラーで燃焼したもの。プロイラー鶏ふんのものが多い。
	たい肥	わら、もみがら、樹皮、動物の排せつ物その他の動植物質の有機質物(汚泥及び魚介類の臓器を除く。)をたい積または攪拌し、腐熟させたもの。
	グアノ	窒素質グアノ(普通肥料)、りん酸質グアノ、バットグアノの三種に大別される。りん酸質グアノは、降雨により流出した海鳥の排せつ物中の成分のうち、りん酸分だけが母岩の炭酸石灰と作用して生じた難溶性のりん酸三石灰が堆積したもの、バットグアノはこうもりの排せつ物と死体が堆積したもので、両方ともりん酸を多く含有する。
	発泡消火剤製造かす	てい角、蒸製毛粉などを原料として生産される化学消火剤の製造かす。窒素4~6%、りん酸1~2%を含むほか、多量のけいそう土を含む。
	貝殻肥料	貝または貝殻を粉碎したもの、または貝灰。主成分は炭酸カルシウムで可溶性石灰30~50%を含むほか、貝の粉末は若干の窒素を含む。
	貝化石粉末	古代に生息した貝類、貝類とヒトデ類その他の水生動物類とが混在して地中に埋没堆積し、風化または化石化したものの粉末。可溶性石灰30~50%を含む。
	製糖副産石灰	製糖の工程で、汁液の調整及びしょ糖の精製分離のため加えられた消石灰をろ別回収したもの。水分が多く成分含有量の変動が大きい。
	石灰処理肥料	果実加工かす、豆腐かすまたは焼酎蒸留廃液を石灰で処理したもので、乾物1kgにつきアルカリ分含有量が250gを超えるもの。
	含鉄物	褐鉄鉱(沼鉄鉱を含む。)、鉱さい(鉄分を10%以上含有するもの。)、鉄粉及び岩石の風化物(鉄分を10%以上含有するもの。)。ただし、普通肥料の鉱さいけい酸質肥料、副産石灰肥料等に該当するものを除く。
	微粉炭燃焼灰	火力発電所において、微粉炭を燃焼する際に発生する熔融された灰で、煙道の気流中から採取されるもの及び燃焼室の底にたまるもののうち、3mmの網ふるいを全通するもの。く溶性ほう素200~5000mg/kgを含む。
	カルシウム肥料	主としてカルシウム分の供給を目的として、葉面散布に用いるカルシウム化合物。塩化カルシウム、ギ酸カルシウム、EDTAカルシウム等が含まれる。

第3表 特殊肥料の表示について

肥料取締法に基づく表示
肥料の名称
肥料の種類
届出を受理した都道府県
表示者の氏名又は名称及び住所
正味重量
生産した年月
原料
主要な成分の含有量等

- ・表示が必要な肥料の種類は「たい肥」と「動物の排せつ物」の二種類のみ。
- ・内容量は「正味重量」表示とし、容量（リットル等）のみの表示はできない（併記は可）。
- ・原料は、使用された重量の大きい順に、最も一般的な名称をもって記載する。なお、動物由来たん白質が使用されている場合は、家畜等の口に入らないところでの保管・使用をするよう、注意書きを添えなければならない。牛のせき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の確認を受けた工程において製造されたものについてはその旨を記載する。
- ・腐熟を促進する材料を使用した場合は、その材料の名称を明記する。
- ・主要な成分の含有量等は、「現物あたり」又「乾物あたり」で下表に従い表示する。

第4表 成分含有量の表示について

項目	表示の要否	表示単位	表示桁数	誤差の許容範囲
窒素全量 りん酸全量 加里全量	すべてに必要	%	小数点以下 1桁	・表示値が3%以上の場合は表示値の±10% ・表示値が3%未満の場合は±0.3%
銅全量	原料に豚糞を使用した場合で、現物あたり300mg/kg以上含有される場合に必要。	mg/kg	整数	表示値の±30%
亜鉛全量	原料に豚糞又は鶏糞を使用した場合で、現物あたり900mg/kg以上含有される場合に必要。	mg/kg	整数	表示値の±30%
石灰全量	石灰を使用した（飼料としての添加を含む）場合で、現物あたり15%以上含有される場合に必要。	%	小数点以下 1桁	表示値の±10%
炭素窒素比	すべてに必要	—	整数	表示値の±30%
水分含有量	乾物あたりの数値で表示する場合に必要。	%	小数点以下 1桁	表示値の±10%

2 食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律(食品リサイクル法)について

(農林水産省ホームページより転載)

食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律の概要

(平成12年法律第116号。平成13年5月1日施行。最終改正平成19年6月13日)

1 趣旨

食品の売れ残りや食べ残しにより、又は食品の製造過程において大量に発生している食品廃棄物について、発生抑制と減量化により最終的に処分される量を減少させるとともに、飼料や肥料等の原材料として再生利用するため、食品関連事業者(製造、流通、外食等)による食品循環資源の再生利用等を促進する。

2 法律の概要

(1) 基本方針の策定等

- ① 主務大臣は、食品循環資源の再生利用等を総合的かつ計画的に推進するため、基本方針を定める。基本方針では、再生利用等を実施すべき量に関する目標を、業種別(食品製造業、食品小売業、食品卸売業、外食産業)に定めている。

※業種別目標は、その業種全体で達成されることが見込まれる目標である。

<u>食品循環資源</u>	： 食品廃棄物であつて、飼料・肥料等の原材料となるなど有用なもの
<u>再生利用</u>	： 食品循環資源を飼料・肥料・炭化の過程を経て製造される燃料及び還元剤・油脂及び油脂製品・エタノール・メタンとして利用し、又は利用する者に譲渡すること
<u>再生利用等</u>	： 発生抑制、再生利用、熱回収、減量(乾燥・脱水・発酵・炭化)

- ② 国は、食品循環資源の再生利用等を促進するために必要な資金の確保、情報の収集、整理及び活用、広報活動等に努める。

(2) 食品関連事業者による再生利用等の実施

- ① 食品関連事業者は、主務大臣が定める判断の基準となるべき事項に従い、再生利用等に取り組む。判断の基準となるべき事項では、再生利用等の実施の原則、食品循環資源の再生利用等の実施に関する目標、発生抑制の方法、特定肥飼料等の製造基準等について定める。

※ここで定める目標は、個々の食品関連事業者が取り組むべき目標である。

- ② 食品廃棄物等を多量に発生させる食品関連事業者(多量発生事業者)は、毎年度、食品廃棄物等の発生量や再生利用等の取組状況を主務大臣に報告しなければならない。
- ③ 主務大臣は、食品関連事業者に対し、必要があると認めるときは、指導、助言を行うことができる。
- ④ 主務大臣は、再生利用等が基準に照らして著しく不十分であると認めるときは、多量発生事業者に対し、勧告、公表及び命令を行うことができる。

(3) 再生利用を促進するための措置

- ① 食品循環資源の肥飼料化等を行う事業者についての登録制度を設け、委託による再生利用を促進。この場合、廃棄物処理法の特例等(運搬先の許可不要、料金の上限規制をやめ事前の届出制を採用、差別的取扱の禁止)及び肥料取締法・飼料安全法の特例(製造・販売の届出不要)を講ずる。
- ② 食品関連事業者が、肥飼料等製造業者及び農林漁業者等と共同して、食品関連事業者による農畜水産物等の利用の確保までを含む再生利用事業計画を作成、認定を受ける仕組みを設け、計画的な再生利用を促進。この場合、廃棄物処理法の特例等(①の内容に加え、収集先の許可の許可不要)及び肥料取締法・飼料安全法の特例を講ずる。

食品リサイクル法制度の仕組み

<取組担保措置>

基本方針の策定（法第3条）
→審議会の意見を聴取して策定

- ・食品循環資源の再生利用等を実施すべき量に関する目標等
(我が国全体の中期的目標を業種別に策定)

食品関連事業者の判断の基準となるべき事項の策定（法第7条）
→審議会の意見を聴取して策定

- ・基本方針の目標を達成するために取り組むべき措置等
(①食品関連事業者ごとの再生利用等の実施率目標、②発生抑制目標)

「食品循環資源の再生利用等」の定義

- ①食品廃棄物等の発生の抑制
- ②食品循環資源の再生利用
(法第2条第5項) 肥料・飼料
(法施行令第2条)
炭化燃料・還元剤、油脂・油脂製品、エタノール、メタン
- ③食品循環資源の熱回収
(法第2条第6項)
→省令で基準を策定
- ④食品廃棄物等の減量
(法第2条第7項)
→省令で手法を特定

報告徴収・立入検査
(法第23条)

指導・助言
(法第8条)
←判断基準を勧案

勧告・命令等
(法第10条)
←判断基準に照らして著しく不十分

定期報告（法第9条）
→省令で報告事項、様式、対象となるFC事業者の要件を策定

食品関連事業者
(法第2条第4項)
食品の製造、卸売、小売、外食
(法施行令第1条)
沿海旅客海運業、内陸水運業
結婚式場業、旅館業

うち食品廃棄物等の前年度の発生量100t以上の者
(FC事業の場合、本部+加盟者≥100t)
→法施行令第4条において発生量の要件を策定

<取組円滑化措置>

再生利用事業者の登録制度
(法第11条)
→省令で登録要件の詳細、必要書類等を策定

登録再生利用事業者

↑
食品循環資源

↑
食品関連事業者

※登録を受けた事業者に対し、一般廃棄物の収集運搬における卸し地の許可不要など特例を用意

再生利用事業計画の認定制度
(法第19条)
→省令で認定要件の詳細、必要書類等を策定

食品関連事業者

(収集運搬業者) 食品循環資源

↑ 特定農畜水産物等

再生利用事業者 → 農林漁業者等

↑ 特定肥飼料等

※認定を受けた計画の範囲内において、一般廃棄物の収集運搬の許可を不要とするなど特例を用意

食品リサイクル法における廃棄物処理法等の特例措置

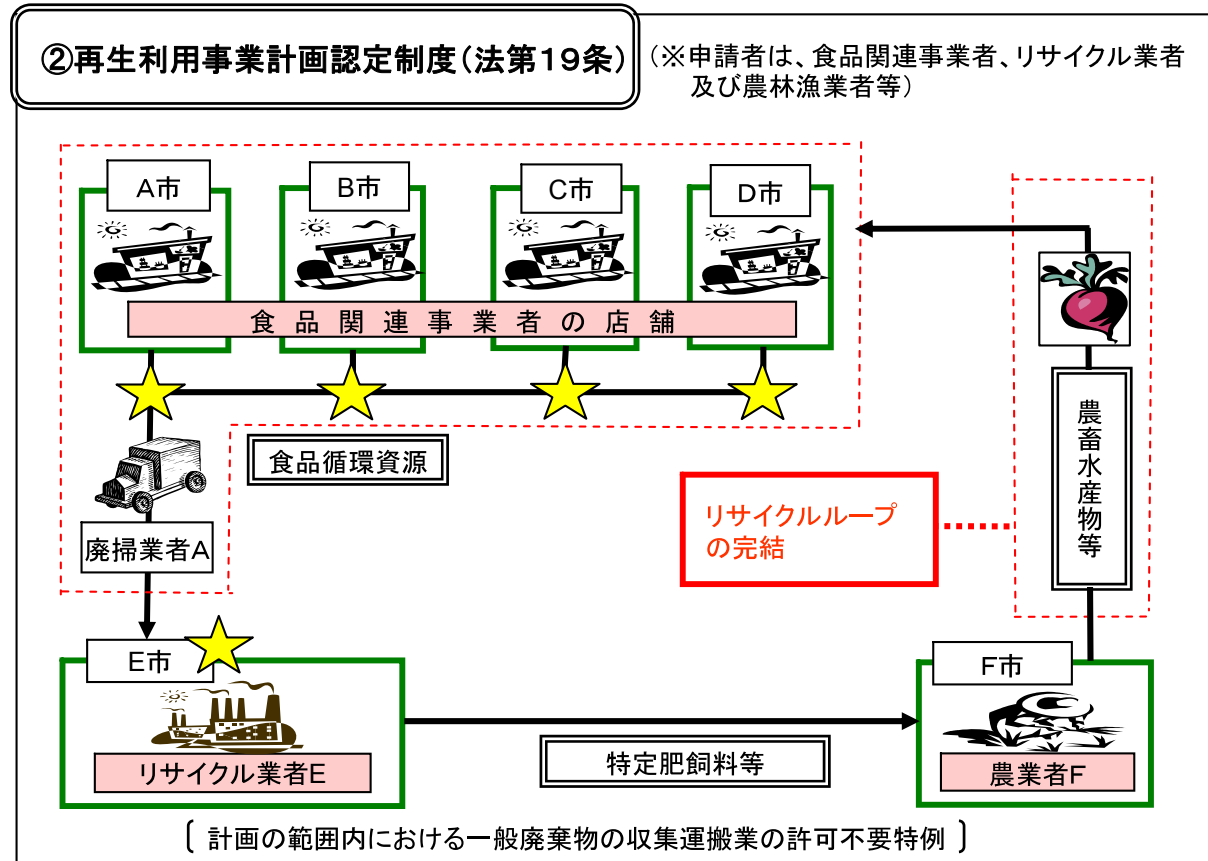
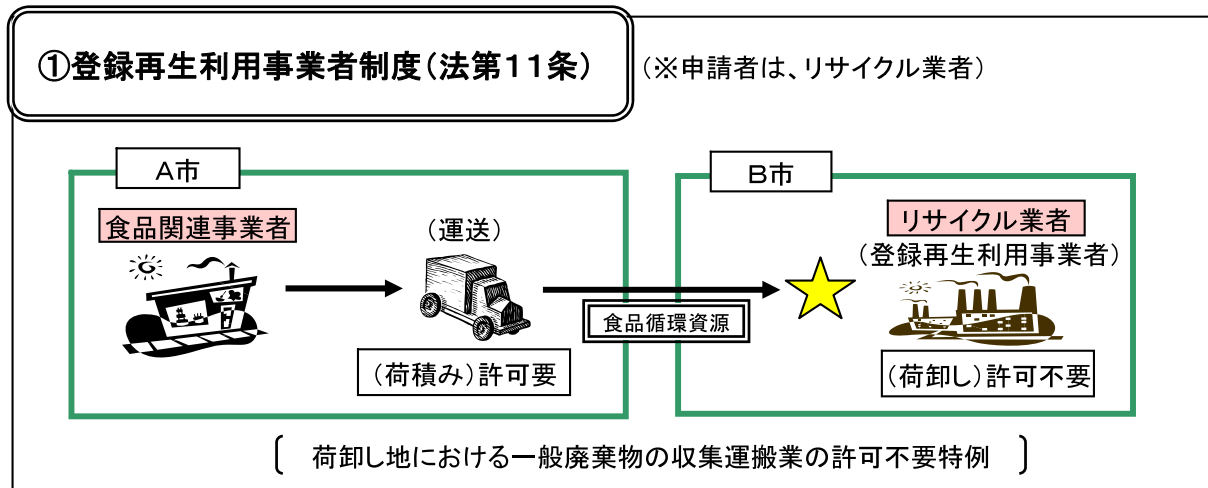
再生利用を円滑に実施するためには、広域的な再生利用の実施が必要です。

このため、食品リサイクル法においては、一般廃棄物の収集運搬業の許可について、

- ① 大臣登録を受けた再生利用事業者の事業場に持ち込む場合は、荷卸し地の許可を不要
- ② 大臣認定を受けた再生利用事業計画の範囲内においては、収集運搬に係る許可を不要とする等の廃棄物処理法の特例を設けています。（食品廃棄物等が廃棄物処理法上の廃棄物に該当する場合には、リサイクル業者は、処分業の許可、処理施設の設置の許可等の廃棄物処理法上の手続が必要です。）

また、手続きの簡素化を図る観点から、肥料取締法及び飼料安全法についても、登録再生利用事業者等に対し、製造、販売等の届出を不要としています。

一般廃棄物収集運搬業の許可の特例の内容 (★ = 業許可が不要となるポイント)



参考資料

1 県内の生ごみたい肥及びせん定くずたい肥の成分値

たい肥の一般成分分析結果（乾物当たり）

	水分(%)	窒素 全量(%)	リン酸 全量(%)	カリ 全量(%)	石灰 全量(%)	苦土 全量(%)	C/N比
せん定くず たい肥	データの個数	15	15	15	15	15	15
	平均	61.9	1.43	0.59	0.48	3.19	0.69
	最大値	76.7	2.98	1.55	1.35	6.76	1.17
	最小値	39.7	0.51	0.07	0.03	1.06	0.19
	標準偏差	9.98	0.60	0.40	0.37	1.52	0.33
生ごみ たい肥	データの個数	3	3	3	3	3	3
	平均	11.95	2.99	2.00	1.00	2.93	0.76
	最大値	14.35	3.79	4.78	2.30	6.05	1.36
	最小値	7.58	2.11	0.48	0.25	0.35	0.15
	標準偏差	3.10	0.69	1.97	0.92	2.36	0.61

※平成17～19年度の肥料立入検査結果による

2 たい肥原料の入手先

第1章に記載したたい肥の製造に当たり、副資材として使用する資材の問い合わせについては、以下を参考としてください。

(1) 家畜排せつ物

家畜ふんたい肥の成分、販売価格等については神奈川県畜産会のホームページで「堆肥流通情報マップ」を閲覧することができます。

連絡先：社団法人神奈川県畜産会

〒235-0007 横浜市磯子区西町 14-3

電話 045(761)4191 ファクシミリ 045(759)1162

「神奈川県堆肥流通情報マップ」のホームページアドレス

http://kanagawa.lin.go.jp/taihi/taihimap/taihi_top.html

(2) せん定枝

樹種、せん定枝の状態、料金については、リストの団体・企業等に直接お問い合わせ下さい。

(樹木チップ)

○緑の再生工場 フォレスト横浜

横浜市緑区長津田町 3641-1 電話 045(924)6211

(神奈川県内のせん定枝についてお問い合わせ)

○社団法人神奈川県造園業協会

横浜市中区常盤町 2-10 伸光ビル2階 電話 045(662)1767, 8793

(せん定枝、せん定枝たい肥)

○鎌倉市環境部資源循環課

鎌倉市御成町 18-10 電話 0467(23)3000 (代)

ホームページアドレス

<http://www.city.kamakura.kanagawa.jp/shigen/taihijou.html>

○開成町グリーンリサイクルセンター

足柄上郡開成町金井島 2318-1 電話 0465(85)5020

ホームページアドレス

http://www.town.kaisei.kanagawa.jp/forms/info/info.aspx?info_id=11422

3 農林水産省関連補助事業

たい肥製造施設等のバイオマス関連施設については、農林水産省の交付金の対象となる場合があります。平成21年3月現在では、農林水産省の「地域バイオマス利活用交付金」等が活用可能ですが、交付金の名称や補助対象は年度により変わる可能性がありますので、次に記載した農林水産省のホームページを御覧いただくか、農林水産省関東農政局へ問い合わせ下さい。また、たい肥散布機（マニユアスプレッダー）については、国の直接採択事業、県の補助事業の対象となる場合がありますので、下記へお問い合わせ下さい。

農林水産省「バイオマス・ニッポン」実現に向けての取組み

<http://www.maff.go.jp/j/nousin/zyunkan/biomass/index.html>

○農林水産省関東農政局

〒330-9722 さいたま市中央区新都心 2-1 さいたま新都心合同庁舎2号館
電 話 048(600)0600 (代)

○神奈川県環境農政部農業振興課農業企画・環境班

〒231-8588 横浜市中区日本大通 1
電 話 045(210)4414 (直)

○横浜川崎地区農政事務所 地域農政推進課

〒226-0015 横浜市緑区三保町 2076 (神奈川県横浜農業合同庁舎内)
電 話 045(934)2372, 2373 (直)
管轄地域 横浜市、川崎市

- 横須賀三浦地域県政総合センター 農政部地域農政推進課
〒238-0006 横須賀市日の出町 2-9-19 (県横須賀合同庁舎内)
電 話 046(823)0210 (代)
管轄地域 横須賀市、鎌倉市、逗子市、三浦市、葉山町
- 県央地域県政総合センター 農政部地域農政推進第一課
〒243-0004 厚木市水引 2-3-1 (厚木合同庁舎内)
電 話 046(224)1111 (代)
管轄地域 相模原市 (旧津久井郡地域を除く)、厚木市、大和市、海老名市、座間市、綾瀬市、愛川町、清川村
- 県央地域県政総合センター 農政部地域農政推進第二課
〒220-0207 相模原市津久井町中野 937-2 (津久井合同庁舎内)
電 話 042(784)1111 (代)
管轄地域 相模原市 (旧津久井郡地域)
- 湘南地域県政総合センター 農政部地域農政推進課
〒254-0073 神奈川県平塚市西八幡 1-3-1 (平塚合同庁舎内)
電 話 0463(22)2711 (代)
管轄地域 平塚市、藤沢市、茅ヶ崎市、秦野市、伊勢原市、寒川町、大磯町、二宮町
- 足柄上地域県政総合センター 農政部地域農政推進課
〒258-0021 足柄上郡開成町吉田島 2489-2 (足柄上合同庁舎内)
電 話 0465(83)5111 (代)
管轄地域 南足柄市、中井町、大井町、松田町、山北町、開成町
- 西湘地域県政総合センター 農政部地域農政推進課
〒250-0042 小田原市荻窪 350-1 (小田原合同庁舎内)
電 話 0465(32)8000 (代)
管轄地域 小田原市、箱根町、真鶴町、湯河原町

再生紙を使用しています



神奈川県

環境農政部農業振興課

横浜市中区日本大通 1 〒231-8588 電話(045)210-1111(代表) 内線4414・4415