

副資材の特長を生かした畜産堆肥のつくり方

全国畜産有機資源リサイクル協会 専務理事(東京農業大学客員教授)松崎 敏英

1. はじめに

35年も前のことだが、スクリーンプレス方式による「家畜ふん脱水機」がようやく完成し、分離された低水分の豚ふんが、2~3日で70℃以上の高温になり、半月もしないうちにパサパサな堆肥になった時の感激は忘れられない。

この方式は、当時米国から導入された“すの子式豚舎”のふん尿処理の救世主になると期待された。ところが、分離液(搾汁)の浄化処理で行き詰り、水質汚濁の凶器になりかねないことを知った時の失望も記憶に新しい。

そして、このことが昔ながらの畜舎内でのふんと尿の分離が最も確かな家畜ふん尿の処理と利用の原則であることを改めて思い知らされた貴重な経験になった。1)

家畜生ふんの連続堆肥化処理法(戻し堆肥またはタネ堆肥法)は、この失敗を教訓にして行なわれたものである。畜舎内で分離された生ふんを発酵乾燥させ、低水分になった家畜ふん堆肥に、ほぼ同量の生ふんを混合して水分を調整し、再び発酵乾燥させる。

出来上がった堆肥の半量は農地に還元し、残りの半量を生ふんの水分調整用に再利用する。この作業を繰り返し行う堆肥化処理法である。1) 現在では、発酵エネルギーが多い鶏ふんの発酵乾燥に多く取り入れられている方式である。

ところで、私自身がこの堆肥化処理法に疑問を持っているのは、堆肥化処理中に多量の窒素がアンモニアガスになって揮散してしまうことと、環境への影響である。乾燥度の高い発酵乾燥鶏ふんを生産するために、全窒素量の約半分がアンモニアガスになって失われる。製品の水分は、乾燥状態に近い20~25%にまで低下させることが出来るので、利用し易くはなるが、堆肥化処理中の悪臭の発生や肥料経済的にも問題がある方式だからである。もちろん、豚ふんや牛ふんを堆肥化する場合も、程度に差はあるにしても、同じような現象を回避することは出来ない。2)

また、このことは、連続堆肥化処理法に限ったことではない。窒素含量の高い有機物をそのまま堆肥化したり、または炭素含量の高い副資材の添加量が少ない時は、必ずおこる現象である。ふん尿中の窒素含量に見合った量の炭素源を副資材として添加しない限り、この問題は決して解決することはない。

ここでは、堆肥化処理の主役である微生物の働きを、彼等のエネルギー源である炭素と、栄養源である窒素の変化から、家畜ふん尿の堆肥化に炭素源を多く含む副資材の添加の必要性を二、三の優良事例から考える。

2. 堆肥生産における有機物分解の原理原則

図1に代表的な有機性廃物の堆肥化処理中における炭素率の変化の概念図を示した。いずれも水分を60~65%に調整し、おが屑などの副資材を添加しない場合の炭素率の経時変化である。炭素率が15~20以上の稲わら、都市ごみ及び牛ふんは、堆肥化処理中の炭酸ガス発生量がアンモニアガスの発生量よりも多いため、炭素率は、低下しながら限りなく10に近づく。これに対して、炭素率が10以下の汚泥や鶏ふんは、炭素率が10に近い値になるまで上昇する。

しかし、炭素率が9~10である豚ふんの炭素率は、堆肥化処理中にほとんど変化しない。すなわち、有機物の堆肥化処理中における炭素率の変化は、10より高いものも、また10より低いものも、いずれも堆積発酵中に限りなく10前後の値に近づく。そして次第に安定した腐植物質に変化する。

このことは、土壌を構成する安定した土壌腐植の炭素率は、7~12程度の範囲にあり、平均すると10前後の値であることから納得できる。稲わらや麦わら、落葉などが堆肥の主原料であった頃は、炭素率の低下と腐熟の程度は、ほとんど同じ経過を辿るものと考えられていた。しかし、今日のように堆肥の原料が多様化すると、それぞれの原料ごとに、また原料の配合割合が異なるごとに炭素率の変化は違ってくる。したがって、最近では炭素率の変化から堆肥の熟度を判定するのは不可能になってしまった。

そして、当然のことながら、炭素率が低い鶏ふんや汚泥などに対して、わらや落葉などの炭素率の高い有機物を添加せず、そのまま堆肥化すれば、多量のアンモニアガスの発生を免れることは出来ない。時には1,000ppmもの高濃度になることも稀ではない。窒素含量の高い有機素材に対し

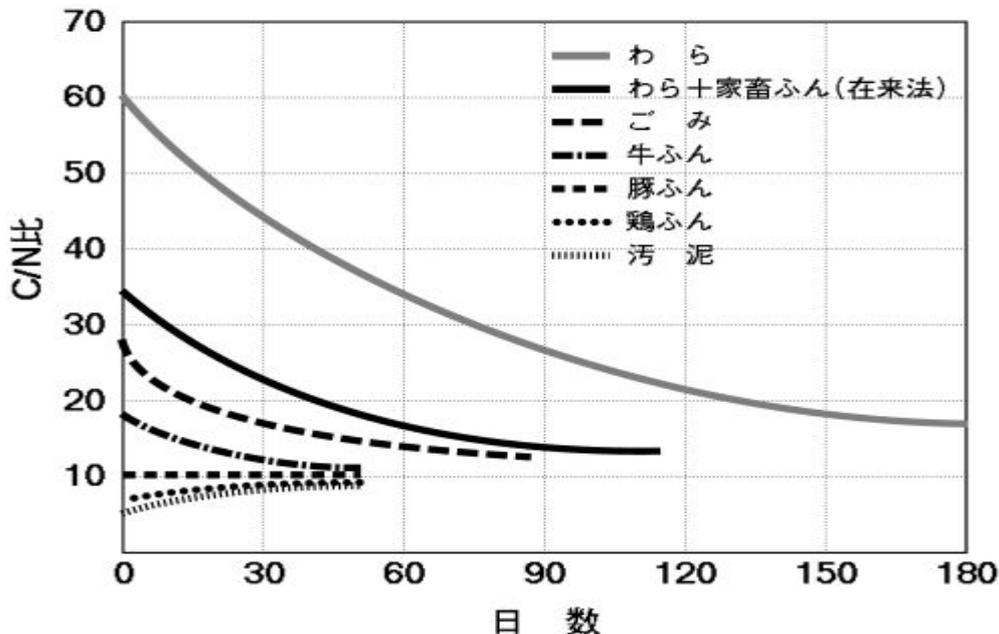
ては、炭素率の高い有機物を多量に添加しなければならないのは、このような理由によるものであり、家畜ふん尿に対する副資材の添加は、堆肥の品質だけでなく環境保全上の見地からも当然行なわれなければならない基本的な作業である。昔の農家の人は、このことを忠実に守っていたわけである。

かつて、堆肥づくりは、稲わらや麦わらなどの農場の残さの他、雑草や落葉などの粗大有機物に対し、自家の家畜のふん尿や下肥を添加して生産されていた。夜久³⁾や橋本⁴⁾が行なった堆肥の分析調査結果を見ても、地域や農家間に現在のような極端な成分の違いは見られなかったし、堆肥が商品として流通するなどとは想像もできないことであった。そして、それぞれの農家が堆肥を生産していた頃は、堆肥づくりが悪臭や水質汚濁などの公害の原因になることはなかった。

長い農耕の歴史を通して、これほどまでに家畜ふん尿が悪者扱いされたことはない。農薬と化学肥料の使用を、その極限にまで減らし、地域循環型の環境保全型農業にこれほど重要な資源は他に見当たらない。

ここでは、この貴重な家畜ふん尿と相性がよい副資材を上手に利用している優良事例を紹介する。

図1 堆肥化処理中のC/N比の変化(概念図)



3. 副資材の上手な利用例

(1) 中西徳人さんの究極の戻し堆肥法

畜産農家の悩みの一つにおが屑の不足と高騰がある。木材輸出国の資源保護と製品輸出が多くなったため、廃材の発生量が急減したからである。中西さんが理事長をつとめる宮崎の「西の原牧場協同組合」も例外ではない。少しでもおが屑の購入量を少なくするため、「戻し堆肥法」を採用することにした。当初はまともなものは出来ず、試行錯誤を重ねたが、現在ではたくさんの見学者が訪れるまでになった。中西さんの戻し堆肥づくりのポイントは、おおむね次のとおりである。

1) まず、堆肥の山が70℃以上の高い品温になるように発熱させる。切り返しのたびに堆肥の山が水蒸気で見えなくなるようならば、第1の関門は通過している。

2) 堆肥の山を切り崩したときに、写真1に示すように、上部だけでなく、下の方まで白色の菌がびっしり発生し、

サラットした手ざわりの堆肥になり、ほとんど悪臭が感じられなくなるまで切り返しをする。この段階では、まだ戻し堆肥としての能力は十分とはいえない。

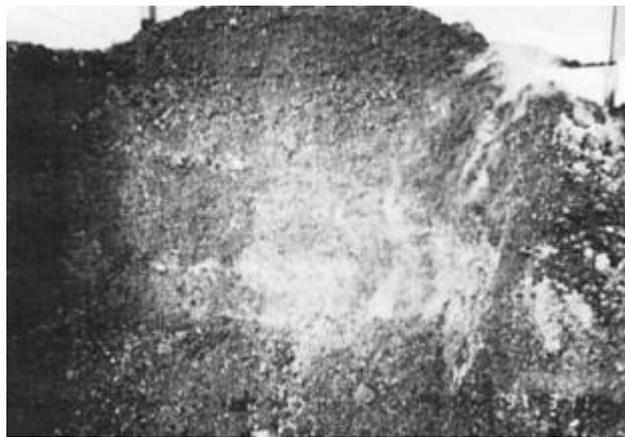


写真1 堆肥の山の上から下まで白い菌がビッシリ発生した堆肥の山

- 3) 重要なのは、次の変化を見逃さないことである。さらに1～2回切り返しをすると、白色の菌がほとんど見られなくなる。この変化は、堆肥の山の微生物が初期段階のものから、目には見えないが仕上げ段階の微生物に世代交替をした証である。
- 4) この堆肥1容に対して、夏期はほぼ同量のおが屑を、また冬期は2倍量のおが屑を混合し、20～30cmの厚さに畜舎に敷き込む。これが最高の戻し堆肥法による敷料だが“究極の敷料”ではない。
- 5) 究極の戻し堆肥法による敷料は、4)の敷料をすぐに畜舎に敷き込まないで、2～3日間そのまま堆積しておく。

この間に添加した生のおが屑と戻し堆肥とをよくなじませてから畜舎に敷き込む。乾燥した生のおが屑を嫌う牛に対する中西さんの優しい思いやりである。

これだけよく腐熟させた戻し堆肥の陽イオン交換容量は、抜群に高い値を示すことは間違いない。水分は低く、臭気は全く感じられないばかりでなく、水分や臭気の吸収力も著しく大きい。また、この戻し堆肥そのものが、その牛舎管理に相応しい微生物の集団であるから、微生物資材の添加などは全く必要ない。堆肥は、メロン栽培農家など、堆肥の品質にうるさい農家の評判が高いことはいうまでもない。そして、おが屑の使用量を半分にすることが出来た。

牛飼いの名人は、牛と話が出来るというが、中西さんは、微生物とも話が出来るのではないかとそんな錯覚にとられることがある。

(2) 相性がいいコーヒー粕と茶がらの組合わせ

三浦半島は、渥美半島と並ぶ最も古い野菜産地の一つである。ここでも熱心な農家ほど多くの堆肥を使用している。地元には堆肥原料はほとんど無いので、40～50キロも離れた畜産農家の家畜ふん堆肥に依存してきた。最近品不足のためフェリーにトラックを積んで南房総や、相模湾の向う側の伊豆半島にまで家畜ふん堆肥の購入に出掛ける農家が多い。

このようなことになることを予期し、また農作物の種類や作期に合わせた堆肥を自分で作っている意欲的な農家集団がある。

貴重な畜産堆肥は従来どおり地域外に求めることに変わりはないが、これに野菜屑の他、食品工場から排出されるコーヒー粕や茶がらを混ぜ、自分の堆肥を自分で作る農家が多い。昨年、創立10周年を祝った三浦半島有機物再生利用組合(田村信雄会長、会員268名)がそれである。

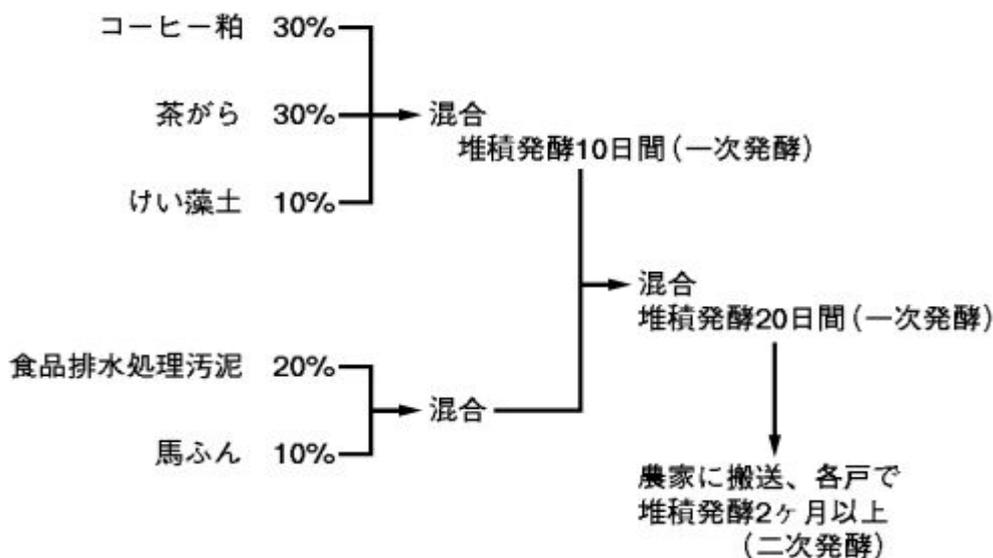
コーヒー粕と茶がらの組み合わせの試みは、組合創立以前にさかのぼる。私も何回か相談を受け協力はしたが、これは田村組合長の並々ならぬ苦心の末の発見であった。コーヒー粕は粘り気がなく、サラットしているので扱い易いばかりでなく、発酵もし易い。しかし、野菜の生育は思わしくなかった。これに対して、茶がらは通気性が悪く、発酵しにくいばかりでなく、切り返しをすると大きな団子状になり、時には野球のボールのように硬い固りになってしまった。また、切り返しをする時に車輪がスリップするなどの欠点があった。

ところが、この両者を混ぜると、お互いの欠点を補い合うばかりでなく、予期した以上の高品質の堆肥が出来ることを発見した。また自分で堆肥づくりの一部、またはほとんど全部に関与することになるため、年間の計画に基いた堆肥生産、例えば、施設野菜用、路地野菜用、苗物用など、使用時期に合わせた腐熟度を異にする堆肥の生産をするようになった。

図2にこの組合が行なっている堆肥づくりの基本的な例を示した。その特長は、多くの堆肥センターで行なわれているような、ワンパターンの堆肥処理でない。基本的な素材であるコーヒー粕と

茶がらは中間処理施設で混合し、一次発酵処理をする。これに対し、場合によっては食品排水処理汚泥や馬ふんなどが添加されることもある。そして、農家の要望に応じて一次発酵、または二次発酵されたものが各農家に届けられる。多くの場合、自分で別途購入した家畜ふん堆肥や野菜屑、その他の資材を混合し、それぞれの好みに合わせた堆肥づくりが行なわれる。

図2 堆肥化処理の基本的な工程



茶がらやコーヒー粕、またはこれらが混合された一時発酵堆肥の必要量は、組合員から地区の責任者に連絡される。地区の責任者は、その内容をFAXで組合長に報告する。組合長はこれらを一括して中間処理施設に連絡する。

すなわち、基本的な素材は、組合が責任をもって各組合員に配送するためのお手伝いをするが、各素材の組み合わせをどのようにするかは、各人に任されている。したがって、人それぞれの好みによって多様な素材を組み合わせた堆肥の生産が行なわれている。表1・2に原料及び堆肥の分析例を示した。

表1 農家を使用しているコーヒー粕と茶がらの分析例
(現物中%)

項目	コーヒー粕	茶がら
水分	64.1	76.7
粗灰分	0.04	0.84
有機物	35.86	22.46
全窒素	0.77	0.89
全リン酸	0.06	0.07
全カリ	0.13	0.21

注 神奈川県肥料検査所による有機物は、平均的な数値を記載

表2 農家を使用している標準的な方法による
堆肥の分析例

項目	現物中(%)
水分(%)	65.85

有機物 (%)	28.72
pH	4.93
全窒素 (%)	1.08
全リン酸 (%)	0.18
全カリ (%)	0.10
石灰 (%)	0.10
苦土 (%)	0.04
ひ素 (ppm)	0.83
カドミウム (ppm)	0.09
水銀 (ppm)	0.06
亜鉛 (ppm)	12.3
銅 (ppm)	7.48
マンガン (ppm)	41.2
鉛 (ppm)	検出せず

注 神奈川県肥料検査所による有機物は、平均的な数値を記載

共通した堆肥づくりの注意点は次のとおりである。

- 1) 野菜屑は、少なくとも2～3か月前に堆肥と混合しておく。
 - 2) 使用する家畜ふん堆肥は、牛ふん堆肥が最も有効である。鶏ふんは悪臭を発生しやすいので添加量はなるべく少なくする。
 - 3) 未熟な家畜ふん堆肥を使用するときは、少なくとも1～1か月半余計に熟成させる。
 - 4) 現在までのところ、特定の微生物資材の添加によって、堆肥の腐熟が促進されるとか、施用効果が高まるなどの事例は認められていない。
- この組合の活動については、文献5)が詳しいのでお目通し頂ければ幸である。

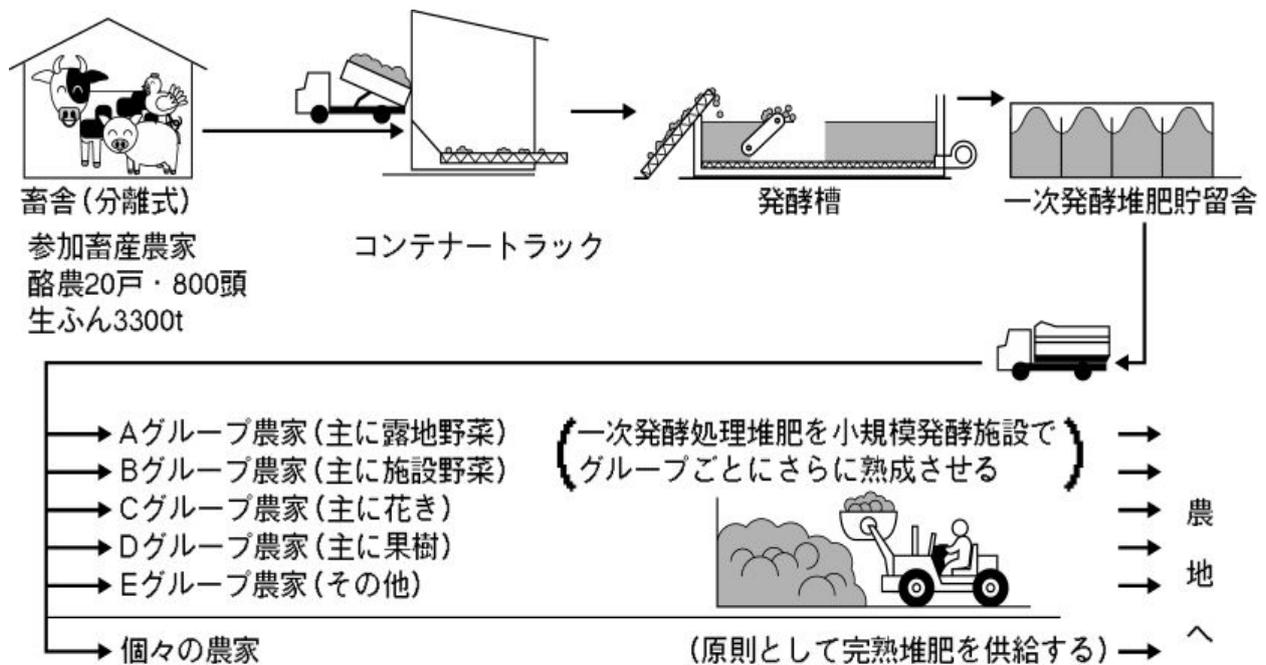
(3)このようにすればセンターは甦る

神奈川県伊勢原市農協の堆肥センターは、わが国でも最も長い間運転を続けている施設の一つである。私もこのセンターの開設に当ってお手伝いをした一人であるが、22年もの間、休むことなく運転を続けているこの施設と、関係者の皆さんから教えて頂くことが大変多かった。

これからお話する畜産堆肥の製造法と効果的な利用法は、10年程前にセンターがチャレンジした方式である。残念ながら現在は機能していないが、当時この方式の開発と普及に全力投球をされた近藤俊宣所長(当時)は、「農協が耕種農家と畜産農家の潤滑油として機能する最も効果的な方法だった」と当時を回想する。地域によって事情は異なるにしても、一考に値する貴重な事例と思われるのでご検討をお願いしたい。

この方式のあらましを図3に示した。コンテナトラックで堆肥センターに搬入された家畜ふんの一時発酵は、センターが行ない、二次発酵は、個人または地域を同じくする農家集団や経営形態を同じくする農家集団が担当する方式である。

図3 新しい堆肥の生産と供給の優良事例



多くのセンターの共通の悩みは、堆肥の需要が春と秋に集中することである。そして、製品の品質や臭気、施設の汚水対策等、責任の全てがセンターに集中する。にもかかわらず、ほとんどのセンターが赤字経営という割に合わない仕事である。

この方式の基本は、堆肥生産における危険の分散と、農家にとって一番重要なこと、つまり堆肥づくりに農家自身が参加することである。家畜ふんの堆肥化处理における一次発酵は半月、長くても20日もあれば十分である。二次発酵は、ゆるやかな変化だが少なくとも2~3か月かかる。しかし、この間は頻繁に切り返しをする必要はないし、一次発酵がうまく行われれば、畑の隅や人家から離れた所に簡単な雨よけをして堆積し、月に1回、多くても2回の切り返しをすれば、十分に使用に耐える堆肥ができる。

この方式の思わぬ効果は、農家自身が臭気の少ない品質のよい堆肥を作るため、わらや糞がら、落葉などの炭素源の多い副資材を添加し、納得のいく堆肥づくりをしたことである。その結果、昔の堆肥により近い品質の堆肥を作ることができたと言った近藤さんは当時を回想する。

ところで、堆肥の腐熟度について心配する人が多いが、昔の農家の人は、色と臭いと手ざわりで判定して何の問題もおこらなかった。

堆肥づくりの一部でも農家の協力が得られれば、堆肥センターは、本来の機能を発揮することが出来るし、それによって、より良質な堆肥が生産された事例である。堆肥の研究に生涯を捧げたハワードは、名著Soil and Health6(邦訳ハワードの有機農業)の中で次のように言っている。「やがて経験が全てを教えてくれるであろう」と。

農薬と化学肥料の施用を、その極限にまで少なくしようとする環境保全型農業は、堆肥による土づくりを基本とする地域循環型の農業である。その堆肥の生産と品質の確保は、農協と農家との共同作業で行なわれるべきだというのが近藤さんの持論である。

試験場での研究業務から離れて10年になり、数字での議論が十分でなかったことは残念であるが、何かのご参考にして頂ければ幸である。

(謝辞)長い間ご協力とご指導を頂きました田村信雄、中西徳人及び近藤俊宣の各氏に感謝申し上げます。

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 (1978)
- 2) 松崎敏英: 堆肥センターにおける堆肥の製造技術の実態と問題点, 総合農業研究叢書7, 農水省研究センター, 81~99 (1985)

- 3) 夜久孝: 農業生産の立場から見た山梨県の立地及び土壌条件の地域性に関する研究, 山梨農試研報6号(1962)
- 4) 橋本秀教・石川実: 堆きゅう肥の成分組成に関する研究—土壌との関連について, 茨城県農研報, 16, 1~29(1965)
- 5) 松崎敏英, 田村信雄: 農村と都市を結ぶ「三浦半島有機物再生利用組合」の活動, 有機廃棄物資源化大事典, 421-428, 有機質資源化推進会議, 農文協(1997)
- 6) Howard, A: Soil and Health, 1st ed., The Devin-Adair Co., USA (1947)