

# フイードロット廃棄物の堆肥化

Composting of Feedlot Waste

by E, P, Taiganides

Animal Wastes, P 241~253 (1977)

堆肥化とは、腐植土中の有機物が分解されることであり、好気、耐熱性微生物の働きによるものである。その結果として生ずる腐植は25%以上の菌あるいはその死殻を含み、ゆっくりと発酵しやすい状態にある。特に、必要以上の加熱、悪臭の発生、ハエの発生が起らぬように、ゆっくりと成されなければならない。

堆肥化過程において到達した高温度は排泄物中の病原菌、雑草の種子や害虫の幼虫を死滅させる効果を持ち、さらに生の排泄物中に含有していた化学栄養素を保持するので、作物栄養価が高いという特徴がある。

堆肥化は主として生物学的な現象に基づいており、その過程に含まれる微生物に影響する環境条件を設定するに当たり、高い分解速度と同時に安定した最終産物が得られるように制御されなければならない。

堆肥化を充分に行なうための要因としては含水率、通気条件、(C/N)比、リン、カリウム含有量、温度、PH、粒径さらに微量栄養素ならびに好気性微生物の生育に直接関わる微環境条件などがあるが、特に前3者が重要である。

## 1 含 水 率

堆肥化は40~60%の含水率において良く行なわれ、他の生物学的処理が90%以上の高含水率で行なわれるのと異なり、40~60%の固体分を有する家畜糞の処理には堆肥化が適している。堆肥化において、糞中に含まれる微生物の生育およびそこで起こる生化学的反応を促進するためには、初期において適当量の水分を加えて含水率を40~60%に調整することが重要である。

十分な水分が与えられなければ、高温度になる時点で対象物を乾燥させてしまう恐れがあり、一方極端に湿度が多いと嫌気状態に陥って結果的に悪臭などの原因となる。

したがって含水率が低くれば水分を吹きつけたりし、また高過ぎたならば、わらやおがくず等を加えて水分を吸収させ、所定の含水率に調整することが望ましい。

ただし、調整材として高セルロースの麦わら、もみ殻等は水分をはじくので好ましくない。

いったん分解が始まり、堆肥化が進行すれば含水率は減少し、しまいには10~15%の含水率に達する。

75%以上の含水率では高温にならず、さらに堆積した対象物の混合、通気に多量のエネルギーを要し、またハンドリング時に機械類に付着するという問題も生じてくる。

すなわち、極端に高い、あるいは低い含水率では分解発酵が促進されず、工程を長びかせる結果

となり、また出来上った物も発酵不十分であることが多い。

## 2 通 気

通気は好気性微生物にとって必要な酸素を供給することである。この時、空気、酸素双方の供給量が重要となる。

そこで自然あるいは機械的な通気を必要とし、特に空気を一律に供給可能な機械的通気は堆肥化を早めるのに効果がある。

堆積した対象物を時々切り返して自然に空気と接触させたものは、これに湿気を与えたり、他の条件を適度な状態に保っておくと、8～12週間で堆肥になる。一方機械的な通気では、堆肥化を2～3週間にまで短縮することができる。

堆肥化終了後の利用目的にもよるが、最終産物を安定させるために数週間から数ヶ月におよぶエージングが必要だが、農地に施用する場合のようにエージングを要しないこともある。

しかし、堆肥を一般の家庭園芸用として市販することを考えるならば、数ヶ月におよぶエージングは不可欠である。

堆肥化対象物当りの通気率や送風量の制御が必要であり、最適通気率は対象物の物性、環境要因含水率ばかりでなく、堆肥化工程の各段階によっても影響を受けるので、工程中に通気率を変化させる必要がある。

最初の2、3日間で嫌気状態が緩和され、好気状態へと変化するので、この期間に酸素消費率が最大となる。通常は最初の2日間を経て熱分解期間に入ってから通気を強化するのが好ましい。

熱分解段階は約1週間で終了し、次に温度が低下し始めた時に通気を減少させ、堆肥の冷却を遅らせるように配慮する必要がある。

しかし堆肥化は多くの要因の影響下にあり、通気率を一意的に定めることはできない。

したがって通気作業は、経験者の判断に負う所が大であり、少なくとも供給量の10%の酸素が堆積対象物の隅々まで行きわたって、50～70℃の温度が維持されるように配慮しなければならない。

また通気率の目安としては、排気が5%（体積比）の酸素を含むような割合を設定することである。

## 3 C/N 比

一般に全窒素量が1.5～2.5%を越えると、堆肥化にとって充分であり、それ以上の窒素添加を必要としない。しかし窒素分の性質やそれを如何に微生物が利用し易いものとするかを考えることは重要である。たとえば、水草などのような水生植物は窒素含有率が2～3%を越えても容易に堆肥化しないが、この場合には尿素、アンモニア硫酸塩、アンモニア硝酸塩の形で窒素分が補われなければならない。工業排水や汚水のような3.5～4.5%の窒素含有率を示す場合も同様のことが言えるが、この時は高濃度の重金属が堆肥化を困難にする。

この重金属による妨害は、対象物1トン当り50～100Kgの窒素分添加によって軽減できるが、

窒素分添加は酸度を高めることになるので、同量の石灰を加えてこれを中和する必要がある。酸度が上昇しても石灰を加えて中和しなければ、微生物の活動は弱まり、堆肥化が充分になされぬ結果となろう。堆肥化が完璧になされた時、その産物である腐植は2.5～3.5%の窒素含有率を示し、そのうち有効なアンモニア硫酸塩は50～70%にも及んでいる。

堆肥システムの設計、運用に最も広く活用されるパラメータは(C/N)比である。

堆肥化対象物の中で炭素分の分解に関与する微生物は、その成長と新陳代謝のために窒素を必要とし、この必要度は微生物の種類によって異なる。たとえば熱分解菌では炭素30に対して1の割合の窒素が必要であり、したがって初期(C/N)比の適正範囲は30～50%である。

(C/N)比30以下の材料は窒素不足の状態であり、酸素供給、通気率の両方とも充分に行なう必要がある。また50以上ならば、堆肥化初期において立遅れが生じ、適正值の場合の50%増の時間を要することもある。

炭素と窒素とは堆肥化中にバクテリアによって利用され、炭素分の一部はバクテリアの細胞に使われたり、成長のためのエネルギーとして消費され、残りはそのまま腐植中に残存する。エネルギーとして利用される部分は炭酸ガスに変わり、大気中に放出される。

一般に生糞中の有機物減率は7～99.9%の範囲である。

低分子の炭化水素は溶け易く、多くの微生物に利用され、堆肥化中には脂質、でんぷん、糖が各々77、88、99.9%消費する。セルロースやリグニンを含む天然繊維は分解されにくく、7%しか分解されず、しかも分解のために数週間を要する。

CO<sub>2</sub>の形で空气中に奪われる炭素分の減少と水分の減少とによって47～80%に及ぶ重量減が生じ、このうち水分の減少は35%ぐらいと考えられる。

炭素分の分解中に窒素は固定され、微生物体内に蓄えられる。このように炭素分が失なわれる一方、窒素分は蓄積される。

炭素分がCO<sub>2</sub>の形で空气中に放出されて(C/N)比が減少し、窒素分ももはや細胞の成長に必要ななくなると、過剰の窒素分はアンモニアの形で放出され、窒素分の減少が始まる。

おがくず混合の堆肥では、窒素分の減少は初期窒素含有率の3～8%の範囲である。

牛糞の堆肥化では、混合物の受け口における初期の嫌気期間に高い窒素分減少を示すようである。

初期の(C/N)比は高炭素含有の排泄物と高窒素含有の排泄物とを混ぜることによって達成される。たとえばおがくずは(C/N)比が390:1であるが、鶏糞では5:1である。しかし2種の排泄物を混ぜたものの(C/N)比を算定する際には、混合する2種の排泄物個々の炭素分と窒素分の性質が考慮されなければならない。もし炭素分が全くリグニンやセルロースから成っているときは、混合物の(C/N)比が30:1でも堆肥化に適当とは言えない。

最終的な(C/N)比は12:1～27:1となろう。もし最終値が20:1よりも高かったり堆肥中の炭素分が安定していないならば、この堆肥を土壤に施した時に土壤バクテリアが炭素分の分解のために窒素を消費するので、土壤中の窒素レベルが低下して作物の生育に影響を及ぼすようになる。堆肥中の窒素含有率は作物への悪影響を避けるため、1.2～1.5%の範囲に納められるべきである。

(岩手大学農学部 木村俊範)