

## 【特集】みどりのリサイクル

# 剪定枝葉堆肥化物の性状と品質向上

久保倉宏一

KUBOKURA Kouichi 福岡市保健環境研究所廃棄物試験研究センター 主任研究員

福岡市は、平成8年に「緑のリサイクルセンター」を設置し、ごみとして持ち込まれた剪定枝葉をチップ化して堆肥としている。同センターでは、街路樹管理の剪定枝葉のみならず、一般家庭や園芸業者により自己搬入される植物発生材も同様に受け入れて堆肥化を行っており、年間処理量は平成11年度以降は約4500トンで推移している。チップ化から堆肥化物の出荷までには、約8~10カ月程度を必要とするが、製品としての出荷可否は堆肥化物のC/N比を定期的に測定し、おおむねN1.5%以上、C/N比25以下のものを製品として出荷している。

出荷された堆肥化物は公園樹木や街路樹に土壌改良剤として利用されているが、まれに樹木の成長が悪いまたは枯れるなど、施用による弊害が生じることも報告<sup>1,2)</sup>されていることから、製品としての品質安定と堆肥としての性能向上が求められている。そこで、堆肥化物をフルイにより分別することで品質安定化と堆肥化期間の短縮可能性を検討したところ、興味ある知見が得られた<sup>3)</sup>のでその概要を紹介したい。

### 剪定枝葉堆肥化処理の目的

植物材料には多くの易分解性有機物が含まれているため、そのまま土中に入れると土壌

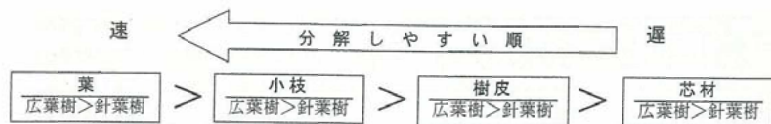
微生物による急激な分解のため、酸素が消費され、植物の生育を阻害したり根腐れを起したりする。このためこの易分解性有機物を微生物により分解(堆肥化)してから利用するわけである。分解された有機物は、炭素は炭酸ガスに、水素は水になり放出される。また、窒素は微生物の菌体構成要素として取り込まれ、堆肥化物中に固定される。

一方、難分解性有機物も土中に施用されると微生物の増殖により徐々に分解されていくが、微生物は窒素分を必要とするため、堆肥化物の窒素分が少ないと土中の肥料窒素を消費してしまい、結果として植物が利用できる窒素分がなくなって窒素飢餓という障害が発生する。もともと、剪定枝葉は炭素分を多く含み、窒素分が少ないので、剪定枝葉堆肥化処理にはこの窒素分調整という機能も持っている。堆肥としての窒素の調整度合はC/N比という指標で表され、一般に25~20のC/N比であれば、作物に対する障害はほとんどないとされる。

### 剪定枝葉堆肥化の速度

緑のリサイクルセンターでは、持ち込まれる選定枝葉は広葉樹や針葉樹の樹種にかかわらず受け入れている。また枝、葉および芯材の部位の区別なく、直径10 cm以下の部位は





▲図1 植物資材の部位と樹種による分解速度の違い

すべて受け入れてチップ化後、発酵堆肥化処理を行っている。

しかし、植物資材は樹種や部位で発酵分解速度が異なり、葉は分解しやすいが枝・幹となるにつれて分解しにくく、広葉樹は分解しやすいが針葉樹は分解しにくくなるといわれる。この関係をまとめると図1に示すとおりである。品質が安定した堆肥化物を製造するには、選定枝葉の部位や樹種の違いにより堆肥化処理を分けて行うことが望ましいが、実際上困難であり、選定枝葉焼却量の減量のためには区別なく広い種類を受け入れることが望まれる。

したがって、堆肥化速度の異なる剪定枝葉の混合物を効率よく発酵堆肥化させ、品質が安定した堆肥化物を継続的に製造するには、堆肥化処理方法に工夫や対策が求められる。

### 剪定枝葉堆肥後の状況

緑のリサイクルセンターでは、剪定枝葉を約20 mmに破碎チップ化し、発酵ヤードで堆積山とし、C/N比25以下となるまで月に1回切返しの管理を行っている。この間、破碎チップは緑茶色から徐々に黒色が増していき、製品出荷時にはほぼ黒色になり、堆積山の体積は最初の60%にまで減少する。

しかし、現在のC/N比熱度管理による出荷判定では、必ずしも堆肥化期間が長いものからC/N比が25以下となるわけではない。時によって2月以上も遅く堆積を開始した山の方が速くC/N 25以下となる場合がある。

さらに、出荷製品は全体的には黒色であるが、よく見ると堆積開始時の破碎された木と比較してほとんど変化していないものもかなり見受けられる。これは、破碎された剪定枝葉の樹種や枝と葉の違いによるものと考えられるが、堆積時の外観を残しているのはサイズが大きな幹部などが主である。サイズが小さなものは、小枝や枝先の破片と思われるものであり、非常に脆い状態となっており手にとって折り曲げると容易に2つに折れて、分解が進んでいると考えられる状態である。また、葉類は原形を留めておらず、粒子状となっているため確認することができない。

このようにサイズが大きなものと小さなものはまったく異なった性状であるので、この両者をフルイにより分離すれば、製品堆肥化物の品質向上が図れると考えられる。

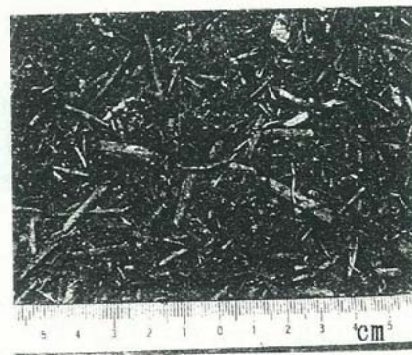
### フルイによる堆肥化物の分別

日常、出荷管理として定期的には実施している破碎・堆積後、約8カ月を経過した堆積山のC/N測定サンプルをメッシュサイズ8 mmの園芸用フルイにより篩って、フルイ上に残ったもの（以後「8 mm ↑」という）とフルイを通過したもの（以後「8 mm ↓」という）の2つに分別して試験を行った。今回は、延べ33件の選定枝葉堆肥化物を用いて、分別前および分別後の2種（8 mm ↑、8 mm ↓）の計3種を調査対象とした。

堆肥化物をフルイ分別した8 mm ↑と8 mm ↓の代表的な外観例を写真1および写



▲写真1 サイズが大きな堆肥化物（8 mm ↑）



▲写真2 サイズが小さな堆肥化物（8 mm ↓）

真2のとおりであるが、8 mm ↑と8 mm ↓の重量比は乾燥状態で平均24:76であった。

8 mm ↑は、8~10カ月の発酵堆肥化期間が経過しているにもかかわらず、依然として生の枝や幹の粉砕物であるということが容易に判別できる。大きさは主に20~30 mmの木片であるが、場合によって、長さが40~50 mmの物が含まれることがある。選定枝葉受入時の破碎機のフルイサイズが20 mmであるので、長さ20 mm以上のものはないと思われるが、実際は長さ20 mm以上の破碎物が縦向きにフルイを通過してしまうため、長さ50 mmという木片が認められる。この木片は周囲が柔らかな丸みの形状となり色も黒茶色であるが、2つに折り曲げても生木の時と同じように鋭角的断面を生じて折れるだけである。また、断面は淡茶色であり新鮮な木部の色に近く、全体的に生木の構造を保っている。このようなことより8 mm ↑は堆肥化熟度が低いと考えられる。

一方、8 mm ↓はそのほとんどが2~5 mm程度の粉末状の物であり、色は黒色に近いものである。一部、長さが1~2 cm程度の木片が含まれているが、太さは5 mm程度以下であり、非常にもろい状態である。これを

手にとって折り曲げると容易に2つに折れて分離し、その断面は表面と同様に黒茶色である。したがって、8 mm ↓は長さ1~2 cm程度の木片を含むもの、それらを含めて発酵分解を受けていると考えられる。

### サイズによるC/N比の違い

33件の分別前と8 mm ↑および8 mm ↓のC/N比の平均、範囲および標準偏差などを表1に示す。

この結果、分別前のC/N比は平均30.0であるが、分別すると、8 mm ↓は平均24.2、8 mm ↑は平均41.6となり、8 mm ↓と8 mm ↑のC/N比には約1.6倍の開きができる。また、品質のばらつきを示す標準偏差は、分別前の3.69と8 mm ↑の4.20と比較して

表1 剪定枝葉堆肥化物のC/N比分析結果

	分別前	8 mm ↓	8 mm ↑
C/N比平均	30.0	24.2	41.6
C/N比範囲 (最大~最小)	39.2~ 21.8	29.2~ 18.6	53.4~ 32.0
標準偏差	3.69	2.43	4.20
25以下の数	4件	21件	0件

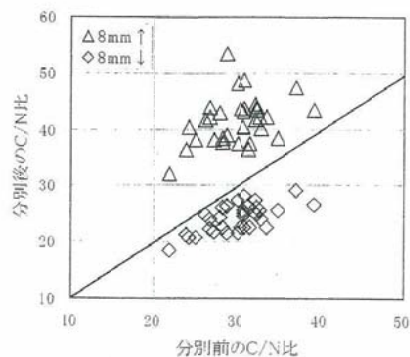
\*サンプル数は33件



8 mm ↓は2.43と小さく、品質が安定しており管理上好ましいと考えられる。

分別前のC/N比に対して8 mm ↓と8 mm ↑のC/N比をそれぞれプロットすると図2に示すとおりとなる。分別後のC/N比が、グラフ中に引いた45度の直線よりも下にあれば分別前よりもC/N比が低下し、上にあれば分別前よりもC/N比が高くなることを表わしている。図2から明らかであるように、8 mm ↓ C/N比は分別前よりすべて低くなり、8 mm ↑ C/N比は分別前よりすべて高くなっている。

つぎに、これらC/N比の変化に対して統計的な差のt検定を行うと、分別前と8 mm ↓および分別前と8 mm ↑のC/N比には、それぞれ危険率1%にてC/N比に有意差が認められた。すなわち、フルイによる分別という一つの操作にて、元の堆肥化物とは異なったもの(8 mm ↓と8 mm ↑)を得ることができるといことが分かる。このことは、分別前では調査33件中4件(12%)しかC/N比管理値を満足していないが、分別後の8 mm ↓では21件(64%)がC/N比管理値を満足し、反対に、8 mm ↑はすべてがC/N比30以上であることから明らかである。



▲図2 分別前と分別後のC/N比の変化

### サイズ選別導入に向けて

サイズによる分別は剪定枝葉堆肥化物の品質安定に効果大きいことが明らかとなったが、分別工程導入の効果を想定されるものも含めてまとめてみると以下のとおりである。

#### ①堆肥化物の品質安定

篩い分けされるサイズによりその性状が異なることが明らかであり、大サイズと分別すると製品のC/N比は安定化しばらつきを小さくすることが可能である。

#### ②堆肥化物の早期出荷

大サイズの分別により堆肥化物のC/N比を5ポイント程度低下することが可能であるので、堆肥化期間を数か月間短縮して出荷することが可能である。

#### ③返送による発酵細菌供給

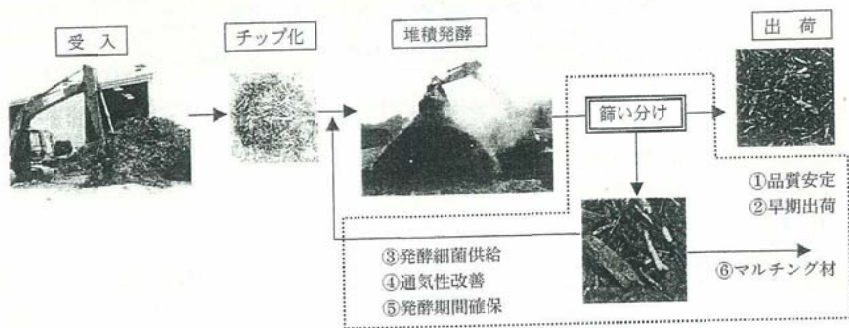
発酵後の返送は汚泥や糞尿堆肥化の場合しばしば行われる。分別した8 mm ↑はその表面には分解微生物を多く持っているため、種菌として剪定枝葉の生破砕物に混合することで、初期の堆肥化速度が増加すると考えられる。

#### ④返送による通気性改善

堆肥化が進行し易分解物が分解され小さくなると、全体的に堆積山の通気性が低下して中心部まで酸素が供給されなくなる。結果、微生物分解が低下して堆肥化速度も低下する。そこで、8 mm ↑を堆積山に加えることにより、堆積山の通気性を向上させることができ、同時に水分調整にも効果があると考えられる。

#### ⑤難分解物の発酵期間確保

剪定枝葉の本部や芯材は堆肥化速度が遅いので、堆肥化期間を長く必要とするが、8 mm ↑はこのような部材に該当するので堆肥化期間を長くしないと堆肥化できない。8 mm ↑を再度元に戻せば、従来の2倍の堆肥



▲図3 発酵堆肥終了後の分別を取り入れた剪定枝葉堆肥化の行程の概要  
(点線で囲んだ部分が、追加すべき行程と想定される分別効果)

化期間をかけるため堆肥化することができ

#### ⑥マルチングとしての利用

粉碎生チップをマルチング材として用いることも多いが、易分解生物が多く含まれているため容易に分解されたり、破砕時の刺が残っていて取り扱いにくい場合がある。堆肥化後の分別8 mm ↑は、分解されにくい部分であり、周囲は発酵分解を受けてかなり丸くなっているため、取り扱いも易しいため、マルチング材として利用することが可能である。

以上を踏まえて発酵堆肥終了後の分別を取り入れた選定枝葉堆肥化の工程の概要を図3に示す。今回調査の8 mm フルイによる分別では、8 mm ↑:8 mm ↓=25:75の割合で分別されるが、この分別割合はフルイ目の大きさで変更することができるので、その適正值に関しては実証実験などで検討していく余地がある。

### 今後の選定枝葉堆肥化

福岡市では、選定枝葉堆肥化物はこれまで主として公共事業に使用されてきたが、平成

17年3月より緑のリサイクルセンターなどにおいて一般市民にも配布を開始した。これは廃棄物である剪定枝葉が堆肥となって姿を変えていることを多くの市民に理解してもらうことができるので、循環型社会実現を目指す廃棄物行政にとっても好ましいことである。しかし、従来よりも多くの利用者が選定枝葉堆肥化物を利用するということは、利用による弊害を起こすことが許されない。したがって、堆肥化物供給側には従来よりも一層厳しい品質管理が求められるということであるので、堆肥化物品質分析や調査研究の立場からわれわれも選定枝葉堆肥化物の品質安定に、さらに貢献していきたいと考える。

#### <参考文献>

- 1) 矢幡久：臨海地区における緑化の土壌改良法に関する調査研究報告会、2000年11月、福岡国際ホール、福岡市
- 2) 前田進他：リサイクル堆肥の芝地への施用効果試験、日本造園学会九州支部平成13年度福岡大会、2003年、福岡市
- 3) 久保倉幸一他：サイズ分別による選定枝葉堆肥化物の品質向上に関する試験、福岡市環境研究所報、29、167-171、2003
- 4) 建設省監修：植物発生材堆肥化の手引き、平成10年

【特 集】  
みどりの  
リサイクル