

Ⅲ. 堆肥化における有機物の化学的变化

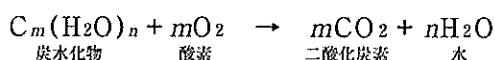
1. 堆肥化における化学反応

堆肥資材中の堆肥化可能な有機物は、炭水化物、脂肪及び蛋白質である。これらの有機物は、堆肥化の過程において好機条件の下で微生物により分解されたり、生物体に合成される。

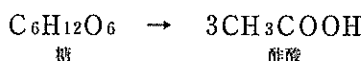
このような有機物が分解・合成する化学反応は、簡略化すると次のようになる。

(1) 炭水化物の分解

炭水化物は $C_m(H_2O)_n$ の形で表され、次の反応式のように酸素と反応して最終的には二酸化炭素と水とに分解される。この反応は、燃焼と同じであるが、堆肥化の場合は、生物が有する酵素が触媒として働いて低温で反応が進む。

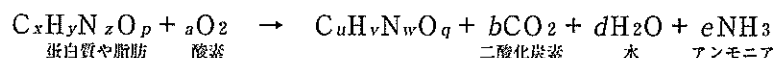


堆肥資材中への酸素の供給が不足して嫌機的な状態になると、次の反応式に示すように、有機酸が生じて pH が低下する。pH が低下すると反応速度は小さくなり、pH が 5 以下になると反応はほとんど停止してしまう。



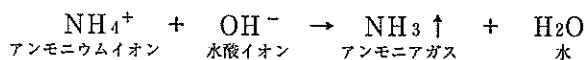
(2) 蛋白質及び脂肪の分解

蛋白質や脂肪は次の反応式のように分解して分子量の小さな物質になり、同時に二酸化炭素、水及びアンモニアを生じる。



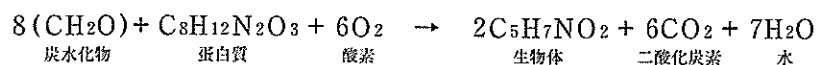
ここで生じたアンモニア NH_3 は水に溶けて水酸化アンモニウム NH_4OH になり、堆肥資材の pH を高める働きをする。このような反応により堆肥資材が弱アルカリ性になれば、堆肥化の速度が高まることとなる。

堆肥資材の pH があまり高くなりすぎると堆肥化の速度が低下することが知られているが、堆肥資材中では次の反応式に示すように、水に溶けていたアンモニウムイオン NH_4^+ はアンモニア NH_3 になって気散するので、堆肥資材の pH が 10 以上になることはほとんどない。



(3) 生物体の合成

生物は有機物を取り込んで自分の体を合成して増殖する。このとき好気性生物は次の式のように酸素を取り込み、二酸化炭素と水とを合成する。生物体を構成する蛋白質を合成するには、炭素のほかに窒素、リン及び微量元素を必要とするが、この反応式では生物体を $C_5H_7NO_2$ と簡単に表し、リンや微量元素については省略している。

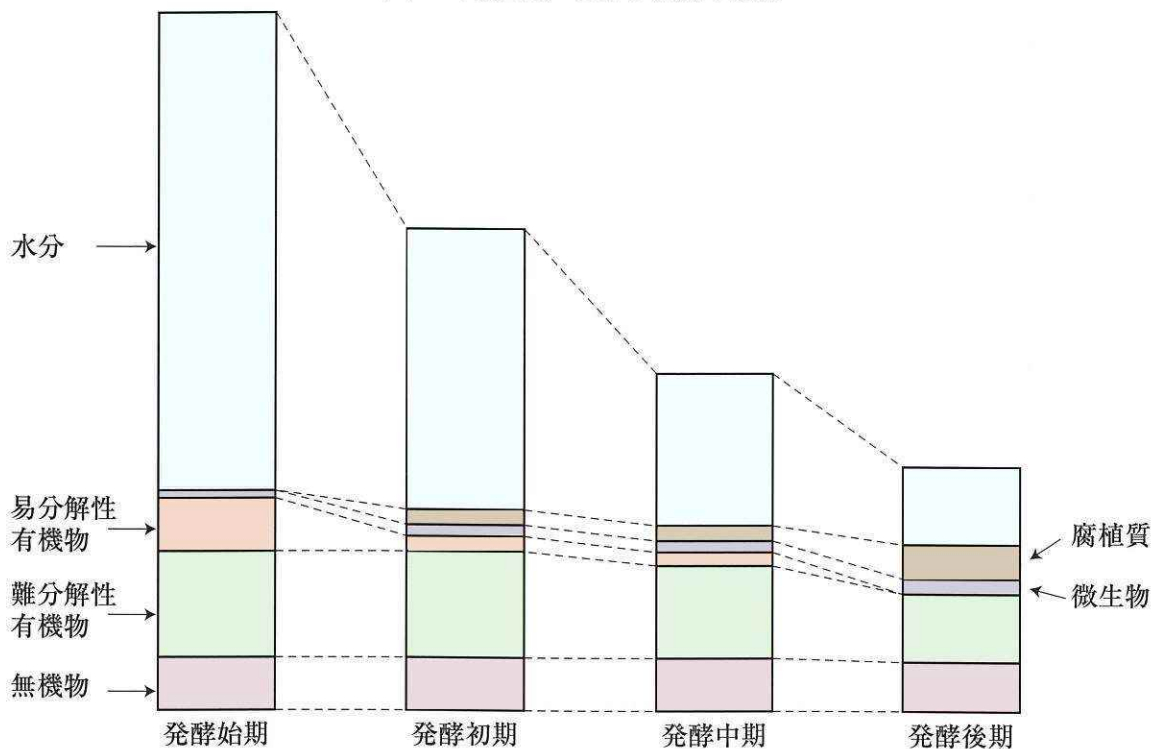


2. 堆肥化における組成変化

前述のように、堆肥化の過程において生分解可能な有機物は分解され、その一方で生物体の合成が行われる。

この場合、堆肥化の到達目標とは、「I. 堆肥化の目的」で説明したように、長期間の処理を行って有機物の大部分を分解し、ほとんど不活性に近い状態にすることではなく、作物に生育障害を起こさないで地力を維持し、作物の生産性を高めるような成分組成を持つようにすることまでである。したがって、堆肥化の過程で分解されるのは主に易分解性の有機物であり、その組成変化を図示すると図4のようになる。

図4 堆肥化における組成の変化



- 発酵初期** 分解しやすい有機物が好気性微生物の働きにより急激に分解される。
また、この際に発生した発酵熱により水分が蒸散する。
- 発酵中期** 大部分の分解しやすい有機物が好気性微生物の働きにより分解され、一部の分解しづらい有機物も分解される。
また、この際に発生した発酵熱により水分がさらに蒸散する。
この時期が、概ね「完熟」に相当する。
- 発酵後期** 分解しづらい有機物が好気性微生物の働きによりさらに分解される。
難分解性有機物の分解速度は易分解性有機物の分解速度に比べかなり緩慢である。
また、この際に発生した発酵熱により水分がさらに蒸散する。
一方、動植物遺体由来の腐植質が増加する。
この時期は、切り返し後にストック場所で堆積されている状態に相当する。

3. 微生物による有機物の分解・吸収機構

堆肥化の過程で働く主な微生物は、細菌、放線菌、糸状菌等である。

これらの微生物は、植物と同様に外側が堅い細胞壁で囲まれており、無機物やブドウ糖、アミノ酸などの低分子有機物はそのまま細胞壁を通して体内へ吸収できるが、堆肥資材中の大部分を占める高分子有機物はそのまま体内へ吸収できない。

このため、これら微生物は高分子有機物を分解するための酵素を細胞壁を通して対外へ分泌し（これを「細胞外酵素」という）、ブドウ糖やアミノ酸などの低分子有機物に分解した後で体内へ吸収している。

図5 微生物による有機物の分解と吸収

