

# コンポスト(堆肥)の中の微生物たち

東北大学大学院農学研究科先端農学センター 教授 中井 裕

## 微生物の数は膨大

われわれは微生物に囲まれて暮らしている。ヒトの皮膚の表面には1平方センチあたり10万個以上の微生物が付着しており、ふん便には、1g中に100億個から1000億個( $10^{10}$ ~ $10^{11}$ 個)が含まれ、消化管内に100兆個の腸内細菌が存在する。

ふん便は消化されなかった食べ物のかすのように思われるが、実に総量の3割から5割は微生物の体である。家畜もヒトと同じように多量の

微生物をふん中に排泄している。

## 堆肥の環境と微生物の変化

わが国では、家畜排泄物はコンポスト(堆肥)化して利用されることが多い。コンポストは、ミクロの目で見ると非常に複雑な環境である。微生物の働きによって、温度をはじめ環境の多くの因子が時々刻々変化してゆく(図1)。これらの変化した環境の因子が微生物に影響を与え、微生物の集団も時々刻々変化してゆくことになる。

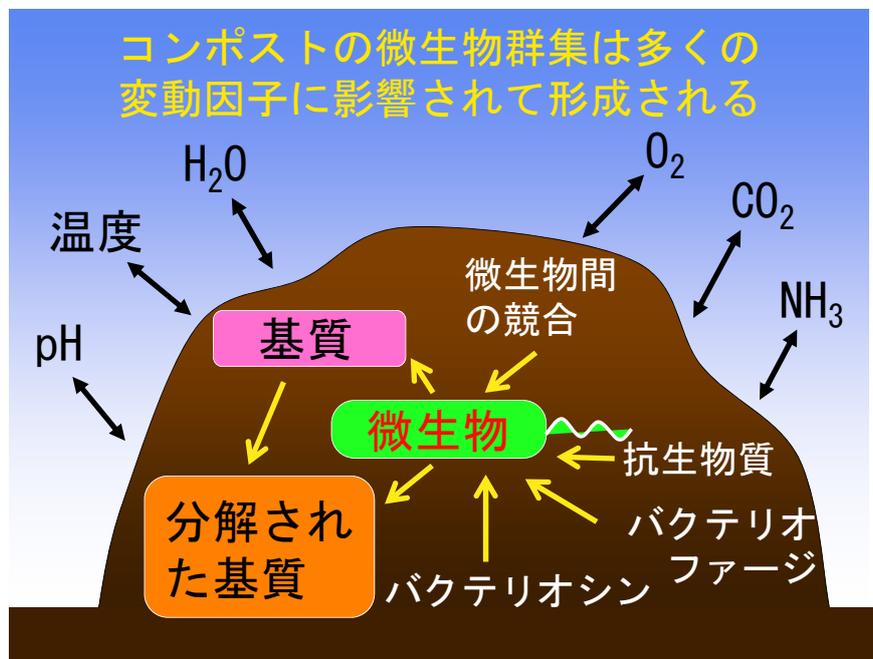


図1 コンポスト(堆肥)の中の微生物と環境因子

コンポストには多量の栄養分（基質）が含まれる。微生物たちは利己的であり、他の微生物に先んじて基質を利用しようとする。さらに分解された基質を利用する微生物も多種多様存在し、次なる微生物間の競争が生まれる。基質の量と質の変化に伴って、優占する微生物の種が変化する。

### **温度と微生物**

微生物の増殖に伴って、コンポストの温度は上昇し、70℃を超えることも珍しくない。牛乳に混入する微生物は62～65℃で30分間の低温殺菌で殺滅される。コンポスト化過程ではこれよりも高温に達し、さらにこの温度が数日以上にわたって持続する。これは一般の微生物にとって、とてつもなく過酷な高温環境である。

### **中温細菌と高温細菌の変遷**

コンポスト化の初期の過程では、常温を好む微生物（中温細菌）が棲息し、その呼吸により、コンポストの温度が上昇する。彼ら自らが作り出した熱により、高温期には中温細菌の多くは死滅することになる。そこで、中温細菌に替わって、高温に耐え、高温で増殖することができる高温細菌が優占的な微生物として登場する。

ついで、微生物の餌である基質の欠乏などにより、高温細菌の働きが鈍り、コンポストの温度は低下する。ここで、新たな中温細菌が登場する。最近の遺

伝子解析により、コンポスト初期の中温細菌と、ここで登場する中温細菌とは異なる種の細菌であることが明らかにされている。また、温度低下時には高温細菌は休止しているだけであり、死滅することはなく、再増殖の機会を待っていることも明らかにされつつある。すなわち、一次発酵終了後には、高温細菌と新たに出現した中温細菌が混在していることになる。

### **酸素と微生物と極限環境**

一方、コンポスト中では、酸素を好む好気性細菌が活発に活動するが、外から積極的に空気を供給しない限り酸素は欠乏する。すると酸素を好まない嫌気性細菌の活躍の場が生まれる。さらに、微生物の中には、抗生物質やバクテリオシンといった物質を作り出して、まわりの微生物を殺すものがある。このようにコンポストは、栄養分・温度・酸素の変化や微生物同士の競い合いが複雑に絡み合っ形成される極限環境である。

### **微生物が働きやすい環境条件へ**

現在、コンポスト中の微生物を自由にコントロールできる技術はなく、施設設計と、水分や通気などの条件調整によって、微生物が働きやすい環境条件を整えることがコンポスト技術の中心である。今後、微生物の種類を明らかにしてその機能を活用するコンポスト技術の開発が重要である。