

土と施肥の基礎知識

6 その 土の有機成分

東京農業大学 名誉教授 後藤 逸男
全国土の会 会長



1950年生まれ。東京農業大学大学院修士課程を修了後、同大学の助手を経て95年より教授に就任し、2015年3月まで教鞭を執る。土壌学および肥料学を専門分野とし、農業生産現場に密着した実践的土壌学を目指す。89年に農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」を立ち上げ、野菜・花き生産地の土壌診断と施肥改善対策の普及に尽力し続けている。現在は東京農業大学名誉教授、全国土の会会長。

1. 腐植と有機物

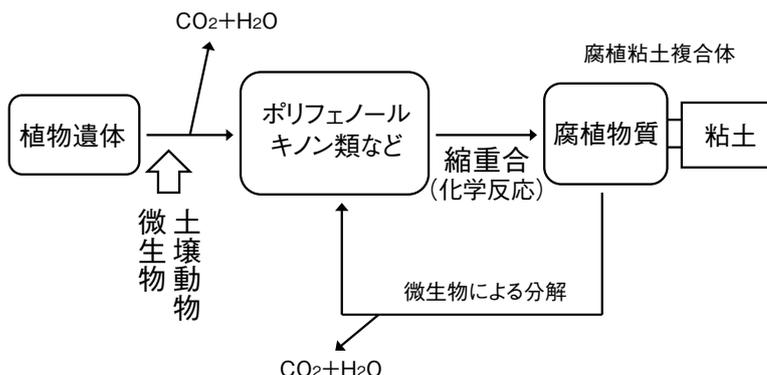
畑や水田に穴を掘ってみると、作土と呼ばれる表層15〜20cmはその下層より色が黒い。この黒い物質が腐植と呼ばれる土の中の有機成分である。ただし、正確には有機物≠腐植ではなく、腐植とは土壤有機物中の主要成分との表現が正しい。

多くの人が、土の色が黒いほどよい土で、土づくりの基本のひとつが腐植を増やすことと誤解しているようだが、どちらも間違いである。日本には、世界で最も色が黒い土「黒ボク土」が広く分布するが、自然の状態では酸性が強く、可給態リン酸が乏しいやせた土である。一方、同じような黒い土でも、ウクライナを中心とする中央ヨーロッパには「チェルノーゼム（黒土）」と呼ばれる世界で最も肥沃な土が分布する。すなわち、見た目だけでよい土かどうかを見分けることはできないが、多量の腐植を含む黒ボク土は水はけ・水持ち（土壤物理性）がよいので、酸性を改良して、適切な施肥管理を行えば、肥沃な土になる。

2. 腐植の正体

腐植とは植物が腐つてできた物質と考えて間違いない。図1のようなプロセスでできる。植物が枯れて土に戻ると、土壤動物や土壤微生物の作用で植物中の有機物の大部分が二酸化炭素と水に分解され、リグニン・ポリフェノール・キノンなどのように構造が複雑で、微生物による分解を受けにくい成分が残る。それらが土壤中で加水分解や縮重合などの複雑な化学反応を経て腐植となる。

図1：土壌中での腐植の生成プロセス



この腐植は粘土と化学的に結合して、腐植粘土複合体を生成する。この結合はたいへん強固で、切断する

3. 有機物を施用しても腐植は増えない

植物の遺体が土壤動物と微生物により分解されて腐植となる過程で、まずはフルボ酸ができる。そのフルボ酸ができるまでには数百年、その後腐植酸になるまでには数千年の歳月を要することが知られている。ということ、有機物を施用しても、それらが腐植になるまでには途方も

には土に水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）を加えて、煮沸する方法を用いる。そのようにして黒ボク土から抽出した腐植が写真1の左で、墨のように真っ黒だ。この黒い液に硫酸を加えて中和すると写真1の右のように、黒い物質が沈殿し、上澄は黄金色となる。黒い沈殿が腐植酸（フミン酸）、黄金色の液体がフルボ酸で、この両物質が腐植の正体である。腐植酸は土の保肥力を高め、フルボ酸は鉄・銅・亜鉛などの金属元素と結合（キレート化）して、それらの移動を助ける働きを果たす。わかりやすく表現すると、腐植酸は土の胃袋を大きくし、フルボ酸は微量元素の運び屋ということになる。なお、腐植の成分にはフルボ酸、腐植酸のほかに、アルカリや酸処理によっても土から溶出しないヒューミンと呼ばれる物質も含まれる。

写真1：黒ボク土から分離した腐植酸とフルボ酸

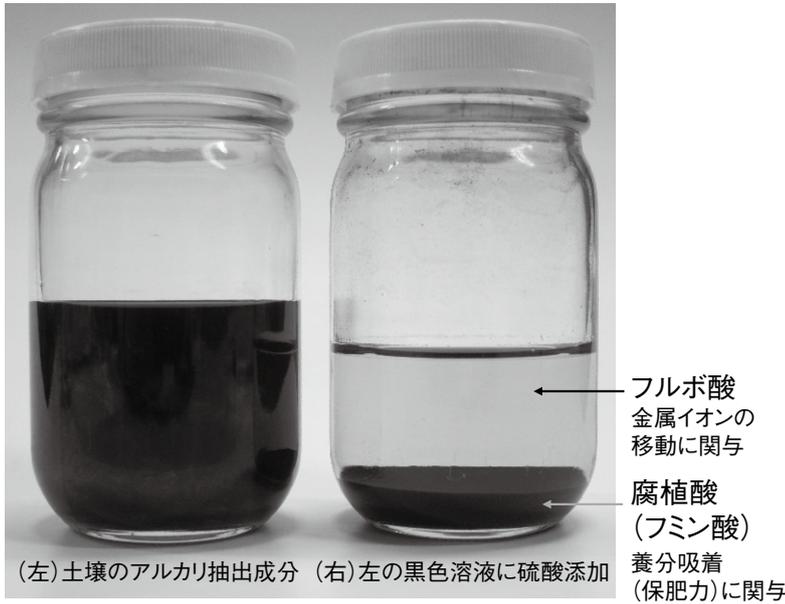
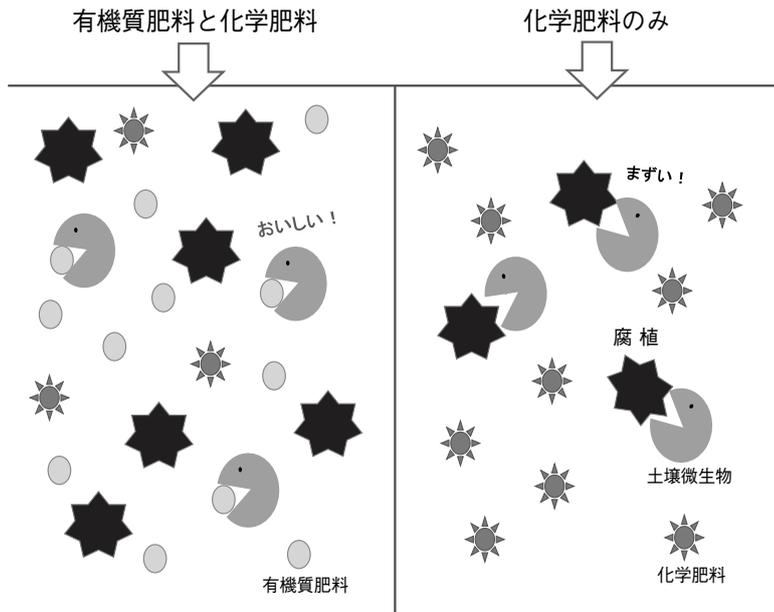


図2：化学肥料の施用と土の腐植が減るメカニズム



土づくりに有機物が必要なわけを土壌微生物のえさと考えると、堆肥だけが有機物ではなく、油かすや魚かすなどの有機質肥料や緑肥もおいしいえさとなる。堆肥とは施用前に微生物による分解を受けた資材であるので、いわば有機物のかすで、微生物にとっては有機質肥料や緑肥のような新鮮有機物のほうがおいしいはずだ。ただし、通気性の悪い水田に新鮮な有機物を多量に施用すると、微生物が食べ過ぎて、土の中の酸素が欠乏し二酸化炭素が増え、根腐れを起こしやすくなるので、水田には堆肥のほうが無難だ。

ない時間が必要ということである。農家にその話をすると、熱心な人は「そんなことはないはずだ。真っ黒な完熟堆肥を施用した土の腐植含有量を測定したら施用前より増えた」という。しかし、それは錯覚で、一般の土壌診断分析での腐植分析では、土をピロリン酸ナトリウムと水酸化ナトリウムという試薬で処理して、抽出された有機物の色の黒さを測定する。そのなかには堆肥中の黒色物質も溶け出るため、腐植含有量が

が見かけ上、増えることになる。土づくりの基本のひとつが適切な有機物の施用であることは間違いないが、有機物を施用しなければならぬ理由は、腐植を増やすためではなく、腐植を減らさないためだ。フルボ酸や腐植酸が長期間にわたって土の中に存在するわけは、土壤微生物による分解を受けにくい、わかりやすく表現すると「まずくて、硬くて微生物が食わない」ためである。農耕地では施肥や耕うんを行な

い、農産物を生産・収穫するため、未耕地に比べて微生物数が多い。それらの微生物の多くが有機物を「えさ」とする従属栄養微生物であるので、有機物を分解してエネルギーを獲得する。もし、有機物を一切施用しないで、化学肥料だけで営農を続けると、土の中で微生物のえさが不足して飢餓状態となる。そこで、図2の右のように微生物は生き延びるためにまずくて硬い腐植を食べ、その結果として腐植含有

量が減少する。このような現象がいわゆる地力の消耗であり、多くの水田で起こっている。化学肥料だけの施肥に加えて、収穫後のワラや籾殻を水田から持ち出せば、そのような地力の消耗がより一層促進される。一方、図2の左のように適切に有機物を施用すれば、微生物は柔らかくておいしい有機物をえさにするので、まずい腐植には見向きもしない。すなわち、腐植含有量は減らないわけである。しかし、とくに園芸では土づくりのためと堆肥を多量施用する傾向にある。堆肥が完熟すればするほどリン酸やカリが濃縮される。完熟堆肥をたくさん施すほど土の養分過剰が進むので、注意したい。