

土 壤 有 機 物 の 意 義 と そ の 代 替 物

名古屋大学農学部

熊 田 恭 一

土壌有機物の意義はいろいろな角度からながめることができるが、ここでは主として物質循環という立場から考えてみることにする。まずはじめに、わが国の自然植生である森林の下にみられる、土壌—森林土壌—の場合をとりあげよう。

樹木は光合成によって炭酸ガスから有機物をつくり、各種の無機養分と水を吸収して生長する。

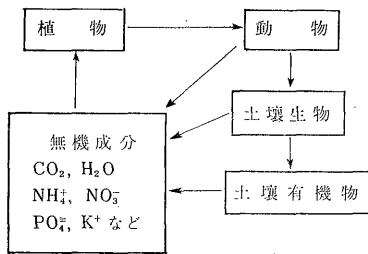
樹木の一部は動物の食糧となる。落葉、落枝や動物の死体は、地上に堆積し、土壌生物によって分解されて、元の無機成分となり、再び樹木に吸収利用される。その間に一部の有機物は土壌有機物として土壌中に集積する。

このような物質循環は生物的小サイクルとよばれ、第1図のように表わされる。

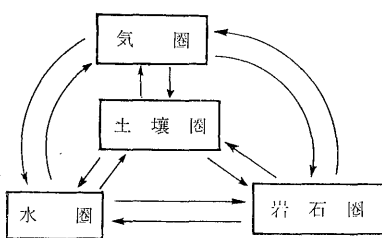
しかしこのサイクルは完全に閉じられたものではなく、循環する元素の一部は、第2図のように、土壌を去って、地球の他の分圏へと移行し、逆にこれらの分圏からも土壌圏へと移行してくる元素がある。このような大規模のサイクルは、地球化学的大サイクルとよばれる。

これら2つのサイクルは、土壌の種類によって著しくその内容を異にしているが、その一例として、わが国の森林土壌のうち最も分布

第1図 生物的小サイクル



第2図 地球化学的大サイクル

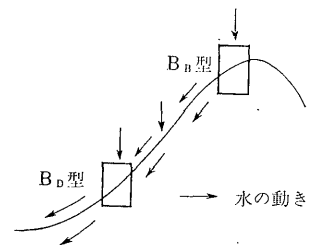


面積の広い褐色森林土の場合について、サイクルの一面を説明しよう。

褐色森林土は、BA型からBF型まで6つの型に区分されているが、これは土壌のもつ水分環境に対応する。前者ほど乾性、後ほど湿性である

第3図で 第3図 褐色森林土Bb型とBd型

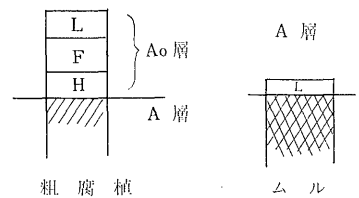
は、山地でBB型とBD型のみられる位置と、水の動きを模式的に示したのである。



前者は山頂付近や尾根すじに、後者は山の斜面下部などに現出する。これらの土壌での有機物の集積形態には著しい相違がある。

第4図の 第4図 粗腐植とムル

ようにBB型ではL層(落葉)、F層(褐色・繊維状)、H層(黒褐色・無



定形)の3層からなるAo層があり、その下のA層の有機物量は少ない。この型を粗腐植型という

BD型では、地上にはL層のみがみられ、その下のA層は厚く、黒褐色を呈して有機物に富みしばしば団粒構造が発達する。これはムル型である

このような土壌有機物の集積型の相違を生んだ理由は、土壌の水分環境にあるとされている。第3図からも容易に理解されるように、BD型では年間を通じて適度な水分が供給保持され、また斜面上部からの養分補給もあるために、生物活動は活潑で、生物遺体の分解も順調に進行する。腐植は粘土と密に混和して、団粒を発達させる。

乾性型では水分に乏しいため生物活性は低く、落葉落枝は地上に堆積するし、養分のA₀層からの表面流亡も多い。

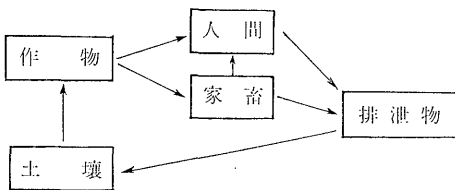
B_D型はB_B型に比し、樹木の生育は良好で、精英樹とされる見事な杉の生育はB_D型にみられるが、B_B型ではヒノキの生育も不良である。

上述した小サイクルと大サイクルの内容によって、植物の生育が大きく支配されることは、この例から明らかであろう。なお、この例は土壤水分の重要性を示すものである。知灌漑は、作物に直接水を供給することはもちろんであるが、土壤中での物質変化を順調に進めるためにも必要であること、したがって土壤自体への水分供給の重要性も指摘されるのである。

次に農耕地土壤に移る。農業は食糧その他、人間の生活に必要な生物資源を生産し、それを収穫物として圃場から運び出す。そのさい、土壤養分も収穫され、土壤肥沃度は低下する。

肥沃度の低下を防ぎ、より多くの収穫物をうるために、人間は土壤に作物養分を補給する。そこで自然土壤にみられたサイクル以外に、人間の関与するサイクルが新しく加わることになるが、この新しいサイクルの内容は、時代とともに移り変ってきた。

第5図 古い農業での物質循環



かつての古い農業、化学肥料出現以前の農業では、収穫物は人間や家畜の食料となり、その排泄物や収穫残渣は、堆厩肥・下肥その他として再び農地へ還元された。さらに、山の落葉・落枝もそのまま、あるいは堆肥として農地へ投入された。

このような古い農業では、人間が土壤に新しい物質循環過程をもちこんだことにはなるが、その姿は、自然の生み出したものを再び自然に戻すというもので、生物的小サイクルの規模を大きくした形である。古い農業は、自然界でのサイクルの中に人間がはいりこんで、これをう

まく利用していたといえる。

そこでは物質循環に大きな破綻をきたすことなく、人間は自然と調和していたのである。

化学肥料の出現にはじまる現代農業では、工場生産された多量の化学肥料が施用されるようになった。それによって収穫物の量は著るしく増大し、したがって収穫される養分量も多くなった。また、農産物の移動範囲もひろがっている。

たとえば、かつては村から近隣の町へ運ばれ、そのかわりに、町から村へと下肥の形で逆送されていたものが、現在では遠い農村から大都市へと集中し、さらには海外からの輸入も甚だ多い。収穫残渣や家畜排泄物の農地への還元も少なくなっている。かくして物質の移動は片道交通となり、第6図に示すIやIIのルートは極めて狭くなった。

このような状況は、先述の大・小2つのサイクルに深刻な影響を与えるようになってきている。

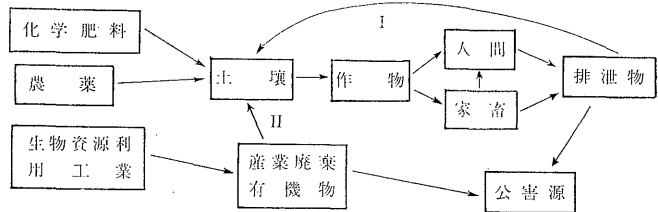
生物的小サイクルについてみると、肥料の主体を占める化学肥料の形態と施肥法の進歩には、まことに目覚ましいものがある。それは作物の増収に著るしい効果を発揮した反面、土壤の悪化をひきおこしている。

かつての老朽化水田での根腐れ、施設栽培にみられる濃度障害・ガス障害、みかんの異常落葉など、過剰な施肥による生育障害は技術的に克服されているが、化学肥料の施用自体が土壤環境の破壊を招来する可能性は、ますます増大してきたとみなければならない。病虫害の多発と農薬の施用によるその防除は、「いたちごっこ」であるとされていることにも注目すべきである。

このような事態は、リーベッヒにはじまる無機栄養説に立脚した栽培技術、水耕の思想の所産でこれを再検討すべき時期にあるといえよう。

歴史はくりかえすといわれるが、私共はこの辺で、かつての腐植栄養説の現代的な再登場に期待する必要もあると思われる。

第6図 現代農業での物質循環



大サイクルの方はどうであろうか。ここで私共が公害問題に直面していることは明白である。

農地と森林から搬出された有機物は、人間に利用されたのち、元の自然に返されることなく、都市とその周辺に局在化し、水質汚濁の大きな原因となっているのである。

このような状況を見ると、近代文明のひきおこした物質循環の乱れを正常化することが、土壌にとっても、また人間にとっても、是非とも実現されるべきであることは申すまでもない。それは果して、どのようにして実現されるであろうか。

農業技術のうち、土壌肥料分野に限定してみれば、近代の収量増加は、肥料・土壌改良・農薬の3本柱に負うところが大きいであろう。

しかし、植物は、水、空気、養分その他の生育因子があれば生育するという、水耕の思想は、栽培環境としての土壌の否定につながる。

肥料は無機質化学肥料の偏重へ動き、土壌改良も、無機質改良資材による化学性の改良に重点がおかれ、有機物の施用を軽視する傾向が助長されるならば、土壌の物理性の悪化を招き、さらには生物性の悪化をひきおこすことになる。

近年の農薬の多用は、このことを如実に示すものと考えられるが、これは土壌生物相の生活を保障する手段に欠けるところがあったためではなからうか。

実のところ、土壌生物の生活を保障することの具体的な意味やその手段について、私共はほとんど何も語りえない。ただ、現行の化学肥料と農薬の多用が、土壌生物相のバランスをくずしているであろうことは、容易に想像される。

また、土壌の有機物を供給することが、有機物がなければ生きていけない従属栄養性の土壌生物の生活を、保障する1つの不可欠な手段であろうことも十分に考えられる。さらに、有機物は他の無機成分とともに、適正な水分状態の下で、環境としての土壌を良好に維持することに寄与する。

これは、先述の褐色森林土B_D型の事例からも明らかである。有機物は、植物の生育にとり必須ではないが、作物の生産に不可欠だと云えよう。

一方において、生物資源として利用された有機物の残渣や廃棄物を、合理的に処理する場として、農地が注目されることも当然ではある。ただ

し、このことは、土壌を廃棄有機物の「ゴミステ場」とすることであってはならない。

有機物は土壌にとって望ましい形で還元され、土壌の生産機能の保全と育成に役立つものであるよう、十分に配慮されねばならない。

これまでに展開してきた考え方に立脚するならば、土壌・肥料と農薬は大きな転換期を迎えていることに気付く。

作物を栽培するために、直接作物の生育に寄与するものとして肥料・土壌改良剤・農薬を施用してきたが、それは土壌破壊をひきおこし、人間生活の侵害へいたる道でもあったことを反省し、作物のみならず、土壌にとっても、さらに人間にとっても望ましい形態の資材と、それらが停滞することなく、円滑にサイクルを形成するような方策の確立が必要である。

残念なことに、「望ましい資材の形態」と「円滑なサイクルを形成するための方策」について、現在提示できる資料は極めて少ない。

また、筆者は甚だ漠然と、次のようなことを考えているにすぎない。

従来の資材は、肥料・土壌改良剤・農薬という3本柱のどれかに該当するものとして、少なくとも観念的には別個に扱われてきた。

しかし、おそらくは三位一体的な資材と施用法が望ましいのではなからうか。その中では、現在の化学肥料はその形態を修正することによって、依然として重要な位置を占めるであろう。

同時に、各種の有機物は、そのままの形で、あるいは、例えば堆肥化というプロセスを経たものとして、併用されることであろう。

さらに、複雑な土壌生物相が高い活性を維持することによって、特定の病害虫の異常発生（エルトンのいう生態的爆発）を抑制するよう、土壌条件を整備する資材としての有機物も必要となろう。この有機物は単なる代替物以上のものである。

ところで、有機物問題はこれまで、個々の農家の営農上の問題として、自給肥料あるいは購入生産資材として扱われてきた。

しかし今後この問題は、このような狭い立場だけではなく、長期にわたる土壌の生産機能の保全と育成や、社会地球科学的物質輪廻の一環として、国家的な立場から扱われねばならない。