

分析サンプルの取り方 および土の誕生とその正体

プリティローズ

主幹

関 祐 二

前回は土の調べ方の第一歩として、現場でまずやってみる「土壌断面調査」について、その方法をひと通り説明しました。

圃場における縦の変化は、それまでの来歴を忠実に語ってくれます。

この断面調査によって、その圃場の土層が作土層と心土層の2つに分かれている、あるいは3つに分かれているということが観察されるはずです。この断面形態によって、土壌化学分析もそれぞれの層の化学性を調べ、改良法を検討することになります。

そこで、土壌化学分析の正確さを保つための正しい分析サンプルの取り方を述べてみます。

広い面積の土の量、例えば10a当たり作土20cmの深さとしても比重1.0の仮定で200tの土の量があります。この200tの中から分析に供するものはほんの100gぐらいです。しかも、それぞれの分析

項目については、さらに少ない量のサンプルから数字を出していきます。その数字から計算して改良資材や施肥量を決定するのです。

それゆえ、この土のサンプリングは、現場において実に大事なことなのです。しかし、現実には表面の土をサッとすくい取って分析依頼してしまっているのが実態ではないでしょうか。

そこで正しいサンプリング方法を説明します。まず、圃場におけるサンプリング地点の決め方ですが、まず外部の影響を受けているようなところは避けます。サンプリング地点を1か所で行う場合もありますが、正確さを求める場合、5か所から少しずつ取り混合して、その中から適量を分析試料として持ち帰ることとなります(図1)。

サンプリングをする時期ですが、施肥直後でなければ特に制約はありません。

さて、具体的な試料の取り方ですが、断面調査

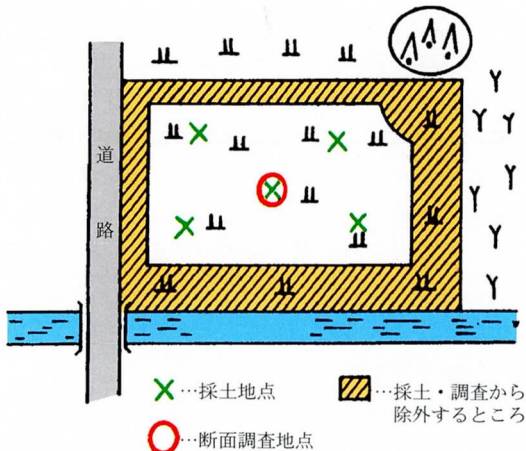


図1 採土地点の決め方

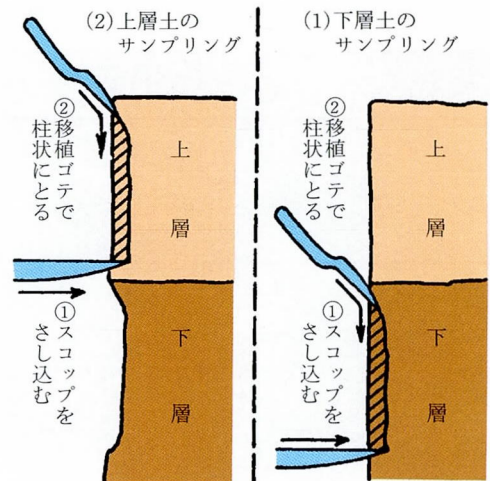


図2 サンプリングの方法

をして観察をすべて終え、その後、サンプリングを行うのが合理的です。というのは、作土層と心土層の確認とそのそれぞれについてのサンプル採取が一連の作業でできてしまうからです。注意点はごく表面の粗大有機物は取り除き、先に下層を取り、後で上層を取ります(図2)。このとき、柱状に取って均一化を図って下さい。

このようにして、断面調査と分析サンプルを取り終えたら、握りこぶし2つ分くらいをビニール袋に入れ、必要事項をマジック等で記して持ち帰ることになります。

これを分析機関に依頼するわけですが、分析表に表れてくるそれぞれの数値を理解できないのでは何の役にも立たないので、これらが土のどんな性質を表しているのかという話をします。

私たちが土の分析と称しているものは、一般分析と呼ばれているもので、その分析項目はpH、EC、CEC、交換性カルシウム、交換性マグネシウム、交換性カリ、有効態リン酸、リン酸吸収係数などがあります。

分析表のそれぞれの項目が何の意味を持つのか知るには、実はちょっと遠回りをする必要があります。それは、土って何だろう、どんな物質なんだろうという極めて基本的部分に触れないわけにはいきません。つまり土の正体を知ることです。

私たちは身近にある自然の物質、例えば水とか空気については、それがH₂Oであるとか、窒素が80%で酸素が16%ぐらい混ったものとか知っています。しかし、土についてはどうでしょうか？

生活の中で実に縁深いものですが、このようにいざ問いかげられると正しく答えられません。

そこでこの正体を知るには、土のでき方からまず考えていくことにします。

まず頭の中で墓地を描いて下さい。墓地には真新しい墓、古い墓と様々あります。新しい墓は石屋さんがピカピカに磨いてあるので表面はツルツル、そして角もしっかりしています。ところが、古いものは表面はザラザラ、何かコケのようなものが生え、角もボロボロしています。最初は新しいものと同様だったはずですから、随分と様子が違ってきたわけです。

このように野外にさらされている岩石は風化作

用を受けることが分かります。

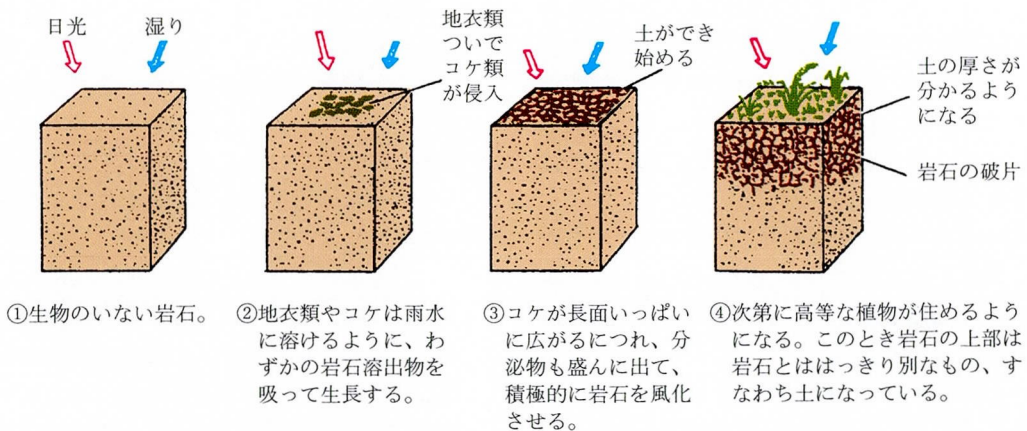
これについて、もう少し詳しく述べていくと、まず岩石は鉱物の集合体なので、それに温度差が加わると膨張と収縮の差から、ごく小さなひびが入り、そこに水がしみ込みます。この水が凍ると膨張し、そのひび割れを大きくします。そして、さらに水は岩石を溶かしてより大きなひび割れにしていきます。

こうなると水分もある程度保たれるようになり、下等な生物、バクテリアとかカビの仲間などが住みつくようになります。これらの生物は分泌物を出し、また岩石を溶かしていき、さらに高等な生物、地衣類とかコケ類とかの生息できる環境を作っていきます。この岩石から溶け出してきた無機成分を含んだものは岩石のスープと思ったらよいでしょう。そして、このような光合成をする植物の死骸は有機物を残して、これが変化し腐植を作ることになっていきます。風化によって岩石がぼろぼろになったものに有機物が加わることで、さらに高等な植物やさらにこの段階になると小さな昆虫類なども生息できるようになり、この循環はどんどん大きくなっていきます。

このような過程を進んでいく中で、硬い岩石だったものは、物理的、化学的、生物的風化作用によってぼろぼろの状態となり、土壌生成作用がこれに



写真1 土のできていく様子



(出展：全農肥料農薬部『土壌の知識』)

図3 生物のいない石から生物の住む土への変化 (前田、松尾：1990)

働き、いわゆる土ができてくるのです(写真1)。

もとの岩石のことを「母岩」といい、ぼろぼろになったものを「母材」といいます。岩石の風化作用と土壤生成作用とは別々に進行するものでなく、同時に進んでいくものと考えて下さい。この土の誕生の様子を図3に示してみました。

土のでき方が理解できたところで、今度は土の正体について考えてみましょう。

物質の三態という言葉がありますが、このことから土を見ていくことにします。

物質の三態とは気体、液体、固体という分け方ですが、土では気相、液相、固相という表現をしています。

この3つの中で、気相と液相は、その出入りは自由にできるものであり、土の正体を考える場合、まず除外して考えていきます。

そして、着目すべきは固体部分、つまり固相について、それがどんなものか追求していきます。

さて、土は何か、いくつかのものの混合物であるということはだれでも想像がつくと思います。

土は次の4つの物が混合物としてまとまっているものと考えて下さい。

- ①造岩鉱物(一次鉱物) ②粘土鉱物(二次鉱物)
③腐植 ④生物

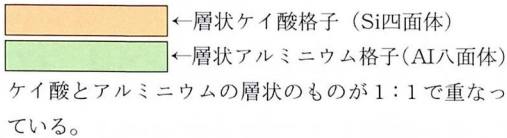
まず、①造岩鉱物についてですが、これは岩石が風化して土ができていく過程を説明しましたが、

この過程で岩石がすべて風化作用を受けてしまうのではなく、一部はこの作用に抵抗して、そのまま岩石の破片として残るものがあります。特に石英や長石はその風化抵抗性が強く、土の中に多く見いだされます。このことから別名、一次鉱物と呼ばれます。この役割は、土の中にある程度の割合が含まれることにより、土がサラサラした状態となる、つまり物理性の維持であり、また、この鉱物は土の中で溶け、無機成分を供給することも作物に役立っています。

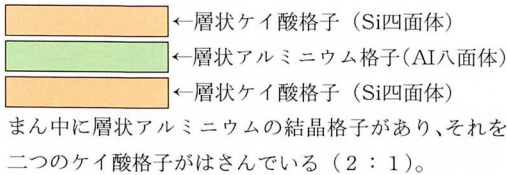
次に、②粘土鉱物ですが、この粘土という表現なら、だれでもあれかと考えつくかもしれませんが、粘土鉱物という言葉は土壤学特有の言葉であるし、その機能と構造に関しても、私たちの知る粘土の領域よりもかなり理化学的部分に考察を及ぼしていく必要があります。特徴は非常に小さい鉱物であることです。大体、0.0002 mm 以下です。このように微小でも、その重量当たりの比表面積は大変に大きく、このことから、化学的活性が強いことが挙げられます。

粘土鉱物のでき方ですが、岩石が風化を受け、その主成分であるケイ酸とアルミニウムがバラバラになって、それが土壤生成作用の過程で規則性のある、しかも、もとの鉱物とは全く構造の違う結晶になるのですが、これが粘土鉱物のでき方と考えられていますが、複雑な自然界の現象なので

① 1 : 1 型 (カオリン族)



② 2 : 1 型 (モンモリロナイト族)



③非晶質型 (アロフェン族)

特定の結晶構造を持たず、微細な粒子の集合体状の構造といわれ、微細な孔げきに富むと考えられている。ケイ酸に比べて、アルミニウムの比率が高い。

図 4 代表的な粘土鉱物の種類とその模式図

詳しくは分かっていません。

この粘土鉱物の構造については、X線回析という方法により、かなりよく解明されてきました。

これは基本的に、ケイ酸とアルミニウムが、それぞれ一枚の板のような形を作り、それが互いに何枚も重なっているような構造です。そして、この構造の違いによって何種類かの粘土鉱物があることも知られ、それぞれの農業上の機能面も詳しく研究されました。

代表的な粘土鉱物の種類とその構造を模式的に表してものを図示してみました (図 4)。

農業上の役割は大変に重要で、土の性質のかんりの部分を、含まれる粘土鉱物の種類とその割合が決定すると言ってもよいくらいです。

この役割は土の保肥機能です。

エジプト文明をはじめ、世界の文明発祥地が大河の下流域に発達したことは、河川がこの粘土鉱物を運び、そこの土地の農業生産力を高めたことが一因といわれています。現在の世界の穀倉地帯の土壌は優良な粘土鉱物、モンモリロナイトが主体です。

日本の非火山灰土の含むものはカオリナイトが主です。このため、生産力はあまり高くありません。また、火山灰土はアロフェンが主で、一応保

表 1 微生物の種類と大きさ、数

種類	大きさ	土壌1g当たりの数
小動物(線虫、昆虫の幼虫*)	100 μ ~ 200 μ	10 ~ 50
原生動物	2 ~ 10 μ × 5 ~ 200 μ	10 ³ ~ 10 ⁵
藻類	1.5 μ × 2 ~ 50 μ	10 ³ ~ 10 ⁵
かび(糸状菌)	3 ~ 10 μ × 3 ~ 100 μ	10 ³ ~ 10 ⁵
アクチノミセス(放線菌)	0.5 ~ 2 μ × 0.5 ~ 50 μ	10 ⁵ ~ 10 ⁶
バクテリア(細菌)	0.3 ~ 2 μ × 0.4 ~ 1.0 μ	10 ⁶ ~ 10 ⁸

*この表ではミミズを除く

(出展：全農肥料農業部『土壌の知識』)

肥力がありますが、他の理由で生産力に問題のある土壌です。

土に固有の物質として、粘土鉱物と③腐植が挙げられます。

これについては、一般によく知られた物質と思いますが、理化学的には、その構造はあまりにも複雑すぎてほとんど解明されていません。

定義としては、動植物の遺体やその排泄物が土に加えられると、微生物などの働きで分解と合成の複雑な過程を経て、黒色不足形のある一定の性質をもった物質になりますが、これが腐植です。腐植は粘土鉱物と結びつき、複合体として存在することも多いのです。その機能は保肥や保水、土を膨軟にする、微生物の働きを高める、無機養分の給源となる等、土の生産力を高める数々の要因に欠かせないものです。

土の正体の4つ目として、④生物を組成として入れておきます。これは、土の固相、つまり正体の一部をなしていると定義するだけの様々の反応や、栽培上の障害や促進、また、土壌改良の実際にも絶対的位置づけが土壌中の生物にあるからです (表 1)。

以上、土の正体ということで、①造岩鉱物、②粘土鉱物、③腐植、④生物をそれぞれ簡単に述べてきました。

次回は、これらの混合物がどのように機能しているか、そして、その機能を土壌分析の数値がどんなふうに表示しているのかを説明していきます。