

熱帯土壌概説 (3)

有光 一登

フェラルソル (i)

FAO-Unesco 世界土壌図の図示に使われている土壌単位 (Soil Unit) の中で、熱帯に分布する典型的な土壌として、まずとりあげなければならないのはフェラルソルである。湿潤熱帯の熱と水の潤沢な気候条件下で、この土壌は生成される。この土壌は赤・黄、あるいは灰色の色調をもち、熱帯・亜熱帯地域の古くて安定した緩斜地形面に分布する。主に石英・カオリン・遊離酸化物・有機物で構成されているが、深さ別の性質の変化は非常に緩慢で、層位の境界は判っきりしない。この土壌は風化が深くまで進行して土層が深い。比較的透水性が良いので耐食性は高い。この土壌の分布範囲は主として南米とアフリカの湿潤熱帯圏で、アジアの湿潤熱帯には意外に分布が少ない。分布は乾燥地帯にも及んでいるが、それはこの土壌が生成された後に気候条件が変化したものと考えられている。

この土壌は農作物にとっては肥沃度が非常に低い。雨季に十分な水が供給されても自然の植生が疎で、裸地になっている場合もしばしばあるが、一方では密な降雨林が成立している場合もあり、こういう場所では一般に焼畑が行われている。

この土壌はブラジルでラトソル、フランスでソルフェラリティック、米国でオキシソルと呼ばれているものである。フェラルソルというのは、ラテン語のフェルムとアルミニウムから合成してフェラルとし、それに土壌を意味するソルを付け加えたものである。鉄とアルミニウムの酸化物、土壌学でいう三・二酸化物に富んだ土壌だということを意味している。

フェラルソルは FAO-Unesco 世界土壌図の土壌単位の説明では「オキシック B 層を持つ土壌である」とだけ簡単に説明されている。そしてオキシック B 層は、同じく FAO-Unesco 世界土壌図のテキストでは次のような性質を持つものと規定されている。

粘土の移動集積を示すアルジリックな性質や、ナトリウムの集積によるナトリックな性質を持たず（このような性質を持っているとアクリソル、ニトソル、ブラノソルなど他の種類の土壌だということになる）、

- 1) 最低 30 センチメートルの厚さがあり、
- 2) 細土中の交換性塩基（カリ、カルシウム、マグネシウムなど）とアルミニウムの量が、粘土 100 グラム当りに換算して 10 ミリグラム 当量以下しかない（ここで細

ARIMITSU, Kazuto: Soils in the Tropics (3) Ferralsols (i)

農林水産省林業試験場土壌部

土というのは径2ミリメートル以下の土粒子で、これ以上の大きさの粒子は土壌ではなく礫として扱う。粘土は径0.02ミリメートル以下の粒子である),

3) 細土の塩基交換容量は粘土100グラム当りに換算して16ミリグラム当量以下であり(粘土の種類によっては例外もある),

4) 痕跡量程度以上の長石、雲母、火山ガラス、苦鉄鉱物(鉄とマグネシウムを含む鉱物)といったケイ酸・アルミ一次鉱物を含まず,

5) 細土の土性は砂質壤土よりも粘土質で、15パーセント以上の粘土を含み,

6) B₁, B₂, B₃といった亜層位の境界は不鮮明で,

7) 礫の量は容積にして5パーセント以下である。

野外の土壌断面調査でフェラルソルを識別する場合のことを考えてみよう。上に述べたように、フェラルソルはオキシックB層をもっており、このオキシックB層を土壌断面で識別しなければならない。上記の条件に照らして、アルジリック層やナトリック層の無いこと、1)~7)の項目を満足することがオキシックB層であるための条件であるが、2), 3)は野外の調査では判定ができないし、4), 5)も野外で正確に判断するのは難しい。オキシックB層の規定は米国のソイルタクソノミー(1975年設定の新分類)のオキシック層の規定とはほぼ同じなので、その説明も参考にすると、オキシック層の野外での判定については以下のように記されている。

1) 多くの場合オキシック層は、掘ったばかりの新鮮な土壌断面はカベ状に見えるが、時間のたった古い断面では、非常に弱くて粗いブリズム状の構造が認められる。また弱い塊状構造がみられるものもある。数立方センチメートル程度の大きさのオキシック層土壌の塊を指の間で押しつぶすと、湿っていても乾いた状態でも非常に細かい土粒に碎かれる。この細かい土粒は径1ミリメートル以下で、非常に安定な粒子である。可塑性が低く、非常にもろいので、湿った状態の土塊を指の間で押し砕いても、指の圧力で土塊全体が変形する前に破碎される(可塑性があり、もろくなければその抵抗で変形した後碎けるとみられる)。

2) ハンドレンズの下や肉眼でみえる孔隙は少ない。

3) オキシック層内の亜層位(B₁, B₂, B₃など)の層界は不鮮明であり、母岩の構造を残した風化岩片はみられないか、あっても体積で5パーセント以下である(これは先述のFAO-Unescoのテキストの6), 7)の項目と同様である)。

4) 土色は判定の手がかりにならない。オキシック層はさまざまな色合いの灰色、褐色、赤色を呈しているか、あるいはそれらの色が斑紋になって混じり合っている。

5) 粘土の含有率は土壌の深さによってあまり変化しない。上位層が明らかに粘土量が少なく層界をはっきりしている場合には、オキシック層ではなくアルジリック層である可能性が大きいから、粘土皮膜の有無を注意してしらべる必要がある。

以上のようにソイルタクソノミーの説明を併せて参考にしても、フェラルソルの断面形態の特徴はなかなか鮮明に浮き彫りにできない。一見のっぺりして特徴的な

いのが特徴といえようか。野外の土壌調査でまず注意しなければならないのは、同じ湿潤熱帯に普遍的に分布するアクリソル、ニトソル、ルビソルなどの土壌と混同しないようにすることである。これらの土壌についてはいずれ説明するが、フェラルソルとこれらの土壌の最も重要な相違点は、アルジリックB層即ち粘土の移動集積層が、フェラルソルには無くてこれらの土壌では明瞭に認められるという点である。従って野外の土壌断面で粘土の移動集積の有無を識別することが、フェラルソル判定の重要なカギになる。

土壌断面内で粘土移動がありアルジリックB層が形成されると、このアルジリックB層は上位の粘土が洗脱された層にくらべて、より粘土質になる。その粘土含量の差は、これまたテキストの規定によれば、垂直距離にして30センチメートルの範囲で、洗脱層よりも20パーセント増し以上の粘土量でなければならないことになっていて、野外調査でもこの20パーセント増し以上の粘土差を、指の間で少量の土塊をすりつぶした時の感触で判別できる必要がある。もっと直接的には携帯用のハンドレンズで、土壌表面や孔隙の中の粘土皮膜の有無を確認して、粘土の移動集積の有無を確認することができる。粘土が表層から機械的に下層へ移動し集積すると、それが下層の土塊や孔隙の表面に膜状に沈着して、なめらかな膜面（粘土皮膜）を形成するので、これが粘土集積の証拠となる。

また、この他にアルジリックB層はその上位層の厚さの少なくとも10分の1の厚さを持っていないといけないとか、あるいは洗脱層と集積層を合わせた厚さが150センチメートル以上ある場合は、アルジリックB層は15センチメートル以上でなければならないといった厚さの規定もある。

粘土皮膜の有無の識別ができれば、アルジリックB層の存否を野外調査の際に確認することができるが、この識別はある程度経験を積まないと容易にはできない。アルジリックB層の存否を正確に判定するには、粘土含量の土壌深度別の変化、粘土鉱物の種類組成、微細構造、粘土の理化学的性質を実験室内に持ち帰った各層位別、各深度別の試料について分析する必要があるのはもち論である。

アルジリック層が存在しないからフェラルソルだと即断することもできない。形態的には特徴のはっきりしない土壌であるだけに、未熟なフルビソルや比較的若いカンビソルとも混同しないように注意する必要がある。

ここで注目したいのは、この土壌がフェラルソルつまり鉄とアルミニウムの酸化物（三・二酸化物）に富む土壌という意味の名称を冠せられているにもかかわらず、FAO-Unesco 土壌単位の規定では、先に述べた1)～7)の項目の中では、三・二酸化物に関する条件は直接的には何もふれられていないということである。フェラルソル、つまりオキシックB層を持つ土壌は、粘土が低活性でカリウム、カルシウム、マグネシウムなどの塩基を保持する能力を表わす塩基交換容量がきわめて低いということが重要な性質であるとして、2), 3)の項目でこの土壌の化学性が規定されている。

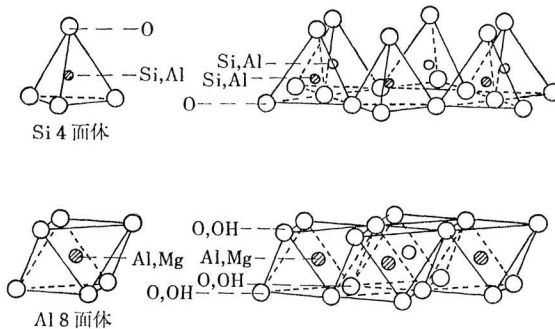


図-1 粘土鉱物の結晶の基本単位

フェラルソルのオキシックB層の粘土が、塩基の交換容量がきわめて小さく、塩基保持量もきわめて少なく、低活性な性質を持つのは、その粘土鉱物が1:1型の結晶構造を持っているからである。土壤中の粘土鉱物は多くの場合規則的な結晶構造を持っていて、層状の格子配列になっている。粘土鉱物の結晶格子の中では、ケイ素やアルミニウムのような小さなイオンが、それらの中心にある4面体や8面体になるような様式で、酸素イオンや水酸基でとり囲まれている。4面体は1個の Si^{4+} イオンまたは Al^{3+} イオンごとに、それを取り囲む4個のOイオンによって形成されているし、8面体では6個のOイオン及びOHイオンが Al^{3+} イオン、 Fe^{3+} イオンなどを取り囲んで基本単位を形成している（図-1 参照）。これをSi 4面体、Al 8面体などといい、これらの基本単位はそれぞれ2次的に結合して層状に配列している。こうしてSi 4

面体の結合した層とAl 8面体が結合した層が1:1または2:1の割合で平面的に重なり合って各種の粘土鉱物を形成している。2種以上の層状粘土鉱物の構造単位が規則正しく積み重なった規則混合層型鉱物や、不規則に積み重なった不規則混合層型鉱物もある（図-2 参照）。

フェラルソルのように高温、湿潤な条件下の安定した地形面で母材料の風化、粘土化が進行すると、2:1型の粘土鉱物はごく少なくなり、カ

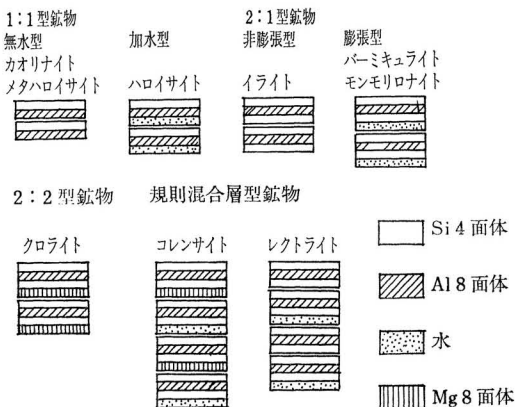


図-2 層状粘土鉱物の構造

オリナイトやハロイサイト、メタハロイサイトのような 1:1 型の粘土鉱物が大部分を占めるようになる。2:1 型の粘土鉱物では結晶格子の Si, Al 層中の Al はそれらと直径のあまり変わらない他の種類の元素と、結晶形に基本的な変化を生じることなく Si^{4+} が Al^{3+} と、 Al^{3+} が Mg^{2+} や Fe^{2+} と、というように置き換わることができる。こうした置換（同像置換という）によって陰電荷が生じ、その陰電荷を中和するために K^+ や NH_4^+ などの陽イオンが吸着される。ところが、フェラルソルに多く含まれる 1:1 型粘土鉱物ではこのような同像置換とそれに起因する陽イオンの吸着は起こらない。フェラルソルで粘土の陽イオン交換容量が小さく、交換性陽イオン量が少ないのは、このような理由による。

フェラルソルは前回表-1 で示したように、オーシック、ザンシック、ローディック、ヒューミック、アクリック、プリンシックの 6 つの土壌単位にわけられている。その各々の詳しい説明は次回にゆずることにする。

新刊紹介

◎オーストラリアの森林樹木 (D. J. BOLAND *et al.* : Forest Trees of Australia, 4th ed. CSIRO, Australia, B 5 判, 687 pp. 1984 (Reprinted, 1985), 邦価 13,500 円)

外国では表題、スタイルは踏襲したまま内容を新にした改訂版が次々出されることがよくあるが、本書もそのひとつで、1957 年に初版が出され、1962 年第 2 版、1970 年第 3 版、そして今回の第 4 版となっている。しかし単なる改訂版ではなく、初版が 230 ページであったのが約 3 倍（内容量からは約 4 倍）にふえ、文章、写真も全く改められている。内容ははじめの数 10 ページをオーストラリアの樹木について総括的に述べ、あとはオーストラリアの最重要 223 種（ユーカリ類 137 種、その他 86 種）について樹種ごとに 2 または 4 ページの解説（左ページに文章と分布図、右ページに樹形、葉、花、果実、樹皮などの写真）がある。8 人の権威ある専門家によって分担された説明文は樹木の形状、分布、生育地、近縁種、名前（学名、一般名）の由来、樹皮、葉、花、果実の特徴、材の特徴と用途などからなり、写真も美しく、オーストラリアの有用樹木を知るのにまことに都合がよい。（緒方 健）