

IV．土壌の調べ方

以上、土壌のいろいろな性質や特徴について述べてきたが、実際の土壌かどのような性質や特徴をもつか明らかにするためには、フイールトにおいて試孔 (Soil pit) を掘り、土壌断面 (Soil profile) を作成し、その形態的特徴などを調べるとともに、必要に応じて試料を採取し、実験室で各種理化学性などについて分析する必要がある。以下フイールトでの調査方法について、簡単に解説する。

1．土壌調査

1) 土壌調査のために準備するもの

土壌調査に出掛けるに当たって準備する必要があるものとしては、おおよそ次のようなものか上げられる。

鍬、スコップ、土壌コテ、なた、剪定鋏、スケール、ルーペ、記載用紙、筆記用具、カメラ、フィルム、地質図、地形図、植生図、土地利用図、空中写真、雨具など。

2) 試孔点の選定と土壌断面の作り方

(1) 試孔点の選定

試孔点の選定は、基本的には土壌の生成や分布と関係の深い、地形、地質、植生などの生成環境条件を勘案して選定するか、調査の目的に応じて、選定のポイントが多少異なることもある。

例えば、土壌図作製のためには、ある範囲の調査地に分布する全ての土壌の種類と、その分布状態を知ることが大切であるか、植栽予定地の土壌調査においては、造林阻害要因を持つ土壌など、分布する土壌の特性

などを明らかにすることか大切である。また、土壌の生成分類などの研究のためには、研究目的とする土壌の典型的なものにできるだけ近いものを、選ぶ必要がある。

いすれにしても、経費や時間の点から、試孔を幾つも掘る訳にはいかないし、調査・研究を効率的に進めるためにも、試孔の選定には慎重を期し、できるだけ数を絞ることも大切である。そのためには、検土杖 (Soil auger) の使用も、礫質土以外では、土壌の概況を調へるのに有効である。

(2) 試孔の掘り方

先ず、試孔予定地の地表植生を刈り払うか、断面設定予定線の先の地表植生は、断面調査や写真撮影に必要であるから、できるだけ自然状態を荒らさないで保存しなければならない。

根、特に大きな根は掘削の際、断面を乱す恐れがあるので、鋸か剪定鋏で早めに切り取る。最終的に幅 1 m、深さ 1 ~ 1.5 m、あるいは基岩までの深さの断面を作るか、断面記載や試料採取などの作業を容易にするために、縦方向を少し長めの穴にし、断面の対面に階段を作っておくと便利である。

これら一連の断面作成作業に際して、土壌の硬軟、粘り具合、石礫や根の分布状態などについて概略を把握しておくと、後の断面調査の際に大変役に立つ。



写真28 土壌断面調査

(3) 土壌断面の整え方

素掘りが終わったら、先ず、Ao層の表面を片手で軽く押さえながら、剪定鋏で断面に沿ってAo層を切り揃える。次に、土壌層位の特徴や変化が観察しやすいように、断面内の鍬やスコップの跡を土壌コテで削りとり滑らかにすると共に、植物の根を切り揃える。

多少突出した程度の礫は、無理に取り除くと断面が乱れるので、そのまま残しておく方がよい。

3) 土壌断面の調べ方

断面を整えたら、以下の手順に従って、先ずAo層や層位を区分し、次に各層位毎にいろいろな性質や特徴について調べ、それらを断面記載用紙などに記録する。

(1) Ao層（有機物層）の区分

Ao層を、分解・腐巧の程度に応じて以下のように区分する。

L層 新鮮な落葉落枝層

F層・腐朽層（原形が識別できない程腐朽が進んでいるか、植物組織はまだ認められるもの。きのこ類や糸状菌の菌糸束が発達していることが多い）

H層・腐植層（植物組織が認められない程分解が進んだもの）

一般に、Ao層は乾燥、過湿、寒冷などの、有機物の分解作用を阻害する要因のある所で厚く発達し、乾燥した所ではF層か、過湿な所ではH層が良く発達する傾向がある。

(2) 鉱質土層の区分

鉱質土層は、先ず腐植の集積により暗色を呈するようになったA層、一般に遊離酸化鉄による黄褐色～赤褐色を呈するB層、及び母岩の風化碎屑物からなる母材層である淡色のC層に区分する。更に、必要に応じて、それらを色、堅さ、土性、根の分布、構造の発達程度、礫含量などの違いに基づいて、 A_1 ・ A_2 層、 B_1 ・ B_2 層、 C_1 ・ C_2 層などに細分する。

基岩はD層とすることが多い。

(3) 層界(Horizon boundary)

層位の境界、即ち、層界については、推移状態と形状を調へる。

① 層界の推移状態

層界の推移状態は、一般に、ある層位が次の層位に変化するまでの幅によって、以下のように区分する。

3 cm未満・明瞭（記載では実線を用いる）

3 ～ 5 cm 判然（記載では一点鎖線を用いる）

5 cm以上 漸変（記載では点線を用いる）

② 層界の形状

層界の形状については、平坦（比較的）、波状、不規則、不連続など

の特徴を記載する。

層界の推移状態や形状は、腐植集積作用、水分環境、内部透水性、及び母材の堆積様式などの違いや、母材の不均一性、及び人間活動の結果などを反映していることが多い。



写真29 森林下に発達した自然土壌（層界が判然～渐变）

(4) 土色(Soil color)

各層位の土色の記載には、マンセル表色法(A. H. Munusell, 1905)に基づいて作成された、土色帳を用いると便利である。

これは、三属性（色相、明度、彩度）による色の表示方法であり、言

葉で表現し難い土色を、極めて客観的に表現でき、再現性も高いので、土壌学のみならず、いろいろな分野で国際的に採用されている。

土色を調べるに際しては、調べようとする層位の土塊と、土色帳の各ページの色片とを対比しつつ、先ず色相のページを決定する。次いで、そのページのY軸に沿って明度を、また、X軸に沿って彩度を決定し、〔色相 明度／彩度〕の順で7.5YR4/6のように記載する。

そのようにして調べた土色のうち、暗色系統の色は腐植含有量に、黄褐色～赤褐色系統の色は遊離酸化鉄の含有量や脱水結晶化の程度に、また、灰色系統の色は遊離酸化鉄の溶脱の程度などに、それぞれある程度対応する。そのため、土色を詳しく検討することによって、それまでその土壌が受けてきた、あるいは現在受けつつある各種生成過程を解明する手掛かりが得られる。



写真30 茶畑の人工土壌（機械耕耘による明瞭な層界が認められる）
（ソ連、グルジア）

(5) 腐植含有量(Humus content)

各層位の腐植含有量を、主として黒色の程度に基づいて区分する。区分の基準は国によって異なるか、わか国で一般に用いられているものは、次のとおりである。

表18 腐植含有量区分と判定のめやす

| 腐植含有量区分 | 腐植含有率 | 土色（明度） |
|---------|--------|-------------|
| あり | 2％以下 | 明色（5～7） |
| 含む | 2～5％ | やや暗色（4～5） |
| 富む | 5～10％ | 黒色（2～3） |
| すこふる富む | 10～20％ | 著しく黒色（1～2） |
| 腐植土 | 20％以上 | 軽鬆で真黒色（2以下） |

腐植含有量判定に際しては、砂質な土壤では実際の含有率より高めに、また埴質な土壤では低めに見えることか多いので、注意が必要である。また、砂礫そのものの色は除外する。

腐植含有量は、植生の種類、Ao層の発達状態、水分環境、母材の種類などと密接な関連をもっている。

(6) 土壤構造(Structure)

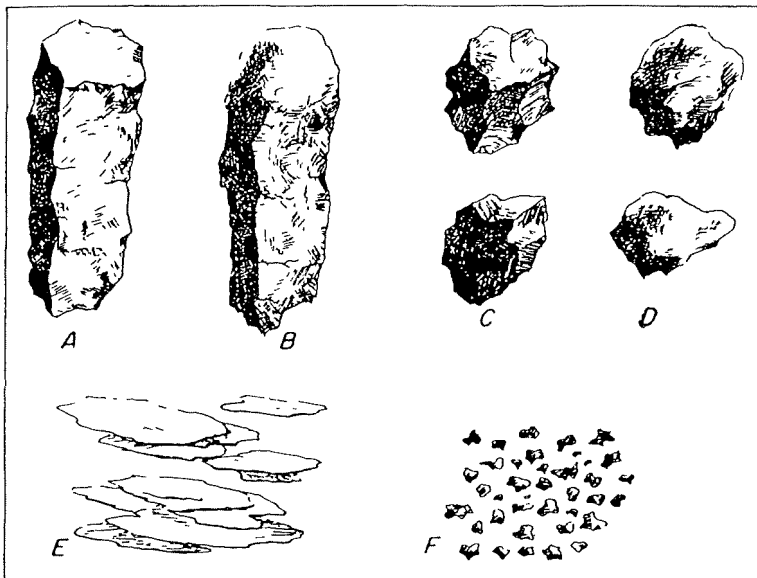
土壤構造を調べるには、目的とする層位からやや大きめの土塊を取りだし、両手でそれを揉みほくしていきながら、生じた小土塊を良く観察する。それらの中に形、大きさ、内部の緻密度などの特徴が類似したグループが存在するならば、それらが土壤構造である。揉みほくすのに抵抗が大で、不規則な大きさ、形になるものは構造ではない。

土壤構造の形態による大まかな分類は、次のとおりである。

表19 土壌構造の形態による分類

| 土壌構造の形態 | 構造の種類 |
|--------------|------------------|
| 薄く平たい形状のもの | 板状構造、鱗状構造 |
| 縦長の形状のもの | 角柱状構造、円頭柱状構造 |
| 立方体のような形状のもの | 角塊状構造、亜角塊状構造 |
| 球状のもの | 粒状構造、団粒状構造、細粒状構造 |
| 無構造のもの | 単粒状構造、壁状構造 |

また、一般の土壌にみられる主な構造の形、大きさ、外面などの特徴は、図8のとおりである。



A：角柱状 B：円柱状 C：角塊状

D：亜角塊状 E：板状 F：粒状

図8 土壌構造の形状(Soil Survey Staff, 1951)

一般に、内部が堅密で、外形がシャープな構造は、強く乾燥する時期がある環境を、多孔質で軟らかく外形が不明瞭な構造は、常時湿潤であるような環境を指標する。また、土壌構造の種類や発達程度は、土壌の理学的性質全般に大きく影響する。

(7) 堅密度(Hardness)

堅密度は、一般には指や土壌コテで判定するか、正確に計る場合には、硬度計などを用いて測定する。

① 一般的な区分と判定のめやす

すこふる 鬆・土粒が単独で分離していて、ほとんど結合力のないもの。

しょう・土粒の結合が弱いので、指が土層内に容易に深く入るもの。

軟 土粒は比較的密に結合しているか、深い指の跡が容易にできるものの。

堅・土粒が密に結合していて、指の跡かわすかしか残らないもの。

すこふる堅 土粒が非常に密に結合していて、指の跡が残らないもの。

固結 土粒が極めて密に結合していて、土壌コテがほとんど入らないもの。

② 山中式硬度計と堅密度

山中式硬度計の指標硬度（単位mm）と、上述の堅密度区分との関係は、おおよそ次のとおりである。

しょう 5～10、軟 10～20、堅・ 20～25、すこふる堅 25以上

堅密度は、根系の発達の難易（一般に硬度25以上では、植物の根は伸長阻害を受ける）や、通気透水性の良否と密接に関連する。

(8) 孔隙(Porosity)

孔隙とは、土壌粒子間の隙間、根の腐朽跡、動物の通過跡、亀裂、土

壤構造間の隙間などである。そのうち、亀裂や構造間の隙間のような大きな孔隙は、その形態を空間的に区分するの困難であるし、土壤粒子間の隙間のような微細な孔隙は、肉眼による観察では識別が困難である。そのためフィールドでは、土塊を割った面における、肉眼で識別できる範囲の孔隙を観察して記載する。

① 大きさの区分

細 1 mm未満、小 1～2 mm、中 2～5 mm、大 5 mm以上

② 量の区分 (2.5 cm²平方当りの個数)

有り 1～3、含む 4～14、富む 15以上

孔隙の大きさや量は、土壤生物の活性度や、水分や空気の貯蔵、及び補給能力の判定に重要である。

(9) 土性(Texture)

一般に野外で用いる土性区分は次のとおりであり、各層位から採取した小土塊をよく湿らせ、触感によって土性を判定する。

① 土性区分

砂土 ほとんど砂ばかりのもの

砂壤土 …ほぼ1/3～2/3の砂があるもの

壤土…砂が少し (1/3以下) 感じられるもの

埴壤土 …粘りのある粘土に砂を少し感ずるもの

埴土・粘りのある粘土が大部分のもの

微砂質壤土…砂はほとんど無く、粘りの無い粘土が大部分を占めるもの

石礫土…大部分が礫からなるもの

土性は、母材の種類や風化の程度、及び通気透水性、水分や養分の保

持能力などの、土壌の理学性と密接な関連をもつ。

(10) 石礫(Gravel)

石礫については、形状、大きさ、含有量、及び風化の程度などを調べる。

① 形状による区分

角礫 鋭い稜角のあるもの

半角礫 やや角ばった稜角を持つもの

円礫 丸みを帯びたもの

② 大きさによる区分

細礫 2～10mm

小礫 10～50mm

中礫 50～100mm

大礫 100～200mm

巨礫 200mm以上のもの

③ 含有量（面積比率）

あり 5%未満

含む 5～10%

富む 10～30%

すこぶる富む 10～30%

礫土 50%以上

④ 風化の程度

未風化…新鮮なもの

半腐朽 明らかに風化変質しているか、また堅さが残っているもの

腐朽…コテなどで切れる程完全に腐朽しているか、原形を保っていない

るもの

石礫の種類や風化の程度の識別は、母岩の種類、母材の堆積様式、母材の風化の程度、通気透水性など、土壌の基本的な性質を明らかにするために重要な情報を提供する。

(1) 溶脱・集積(Eluviation, Illuviation)

土壌中では、成分の一部が溶脱あるいは集積を受けていることがあるので、それらの物質の種類、溶脱あるいは集積の形状、その鮮明度、及び量などについて調べる。

① 溶脱・集積に関与する物質

粘土、Fe・Al・Mnなどの遊離酸化物、腐植、及び塩類などの溶脱あるいは集積について調べる。

② 溶脱の形状

周囲の土壌基質より彩度が低く、一般に灰白色を呈する部分か、層状であるかあるいは斑紋状であるかを調べる。

斑紋(mottle)の形状には、膜状、糸状、点状、雲状、管状などがある。

③ 集積の形状

周囲の基質より一般に彩度が高い部分の、形状を調べる。

集積の形状には、層状、被膜状、斑紋状、結核状、盤層などがある。

④ 溶脱斑・集積斑の鮮明度の区分

溶脱斑や集積斑と周囲の土壌基質の色とのコントラストについて、不鮮明、鮮明、非常に鮮明を、肉眼で判定する。

⑤ 斑紋の量的区分

斑紋の発達程度を、各層位におけるその面積比率によって、次のように区分する。

あり：認められる程度のもの

含む：10%未満

富む：10～30%

すこぶる富む：30%以上

溶脱・集積による各種生成物は、土壌の生成環境、特に水分環境を指標する重要な特徴であるが、過去に生成され、現在まで保存されてきた化石的なものもあるので、現在のみならず過去の立地環境条件も考慮に入れた慎重な取り扱いが必要である。

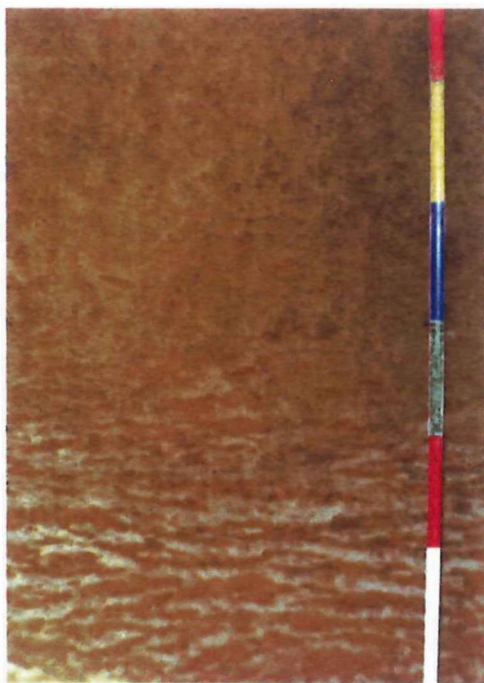


写真31 森林土壌の下層に見られる化石的斑紋
(ソ連、コーカサス)

(12) 水湿状態 (Moisture)

土壤の水湿状態の区分は、水か土壤にとの程度の負圧で保持されているかを、手や指を使って判定することによって行うか、一般的な判定基準は次のとおりである。

① 水湿状態の区分と判定のめやす

乾 土塊を強く握っても、手のひらに全然湿り気が残らないもの

潤：土塊を強く握ると、手のひらに湿り気が残るもの

湿・土塊を強く握っても水滴が落ちず、親指と人差指の間で強く押すと水のにしみ出るもの

多湿：土塊を手のひらで強く握ると、水滴が滲みでるもの

過湿：土塊を手のひらに乗せると、自然に水滴が落ちるもの

土壤の水湿状態は、調査前の降雨などの影響を強く受けていることもあるので、調査に際しては、それらの影響を十分に考慮に入れておくことも大切である。

(13) 根系 (Root system)

根系については、太さや分布量について調べる。

① 太さの区分

径20mm以上 . 太

20～10mm : 中

10～2 mm . 小

2 mm未満 ' 細

② 量的区分

分布量については、各層位内における根の切り口の面積比率の合計に

基づいて、次のように区分する。

20%以上：すこぶる富む

10～20%：富む

5～10%：含む

5%未満：あり

根系の分布状態は、土壤断面内の化学的及び理学的性質を良く反映する。特に、生理活動が最も盛んな2mm未満の細根は、土壤条件に非常に敏感であり、その特徴を強く反映する。調査に際して、もし可能な場合には、根系を木本類と草本類に区分し、それぞれの太さや量を調べる。



写真32 ヒノキ風倒木の根(下層が堅密・過湿なため、盤状になっている)

(長野県、三浦国有林)

(14) 菌根・菌糸(Mycorrhiza, Mycelium)

菌根菌のうち、外生菌根を形成する、糸状菌や担子菌などから発達する菌糸束、菌糸塊、及び菌糸網層などの、有無や発達程度を調査する。一般に菌糸は、乾燥系の土壌で良く発達し、特に強く乾燥するところでは、菌糸塊や菌糸網層が形成される。菌糸塊や菌糸網層は強い疎水性を示すところから、それらの発達した土壌では、益々乾燥化する。



写真33 松林下の土壌に発達した白色の菌糸塊
(フィリピン、バギオ)

(15) 母材の堆積様式

土壌の出発物資である母材が、どのようにしてそこに堆積したかを堆積様式という。堆積様式による土壌の区分は、次のとおりである。

残積土…基岩の風化生成物がその場で堆積したものを、母材として発達した土壌。

搬运土…土壌の断面上部は斜面上部から移動堆積したものからなるが、断面下部は基岩の風化物からなるもの。

崩積土…土壌母材全体が斜面上部から崩れてきたものからなるもの。

運積土…他所で風化されたものが、運搬されてきて堆積したものを母材としたもの。

一般に、残積土は土層が堅密で塩基類に乏しいなど、理化学性が不良であるが、崩積土は膨軟で水分・養分に富むなど、理化学性が良好であることが多い。

(16) 浸蝕(Erosion)

土壌浸蝕の要因としては、雨滴の衝撃、表面流去水、土粒の分散作用などがあるが、それらの作用は、地形、傾斜、植生、土壌母材の種類や堆積様式などによって異なる。土壌の浸蝕を、その形状に基づいて、以下のように区分する。



写真34 肥沃な表層土壌の局所的な面状浸蝕によるトウモロコシの不均一な作柄
(フィリピン、ミンダナオ)

面状浸蝕 (Sheet erosion) …地表流によって表層土壌が面状に流亡するもの。

雨溝浸蝕 (Rill erosion) …地表流水が集まって何本かの細流路を形成しているもの。

地隙浸蝕 (Gully erosion) …地表流水が集まって比較的大きな溝（幅45cm、深さ25cm以上）を形成しているもの。

一般に森林土壌では、最も肥沃な表層土壌が最も浸蝕で失われ易く、しかもその再生には大変なエネルギーと長時間を必要とするところから、土壌浸蝕がその肥沃度に及ぼす影響は極めて大きい。



写真35 地隙浸蝕（ケニア）

2. 環境要因調査

1) 調査地点の概況

地図上で調査地点の位置を確認するとともに、地名、地番、所有者、林分の林班名などを調べる。

2) 気候(Climate)

気候に関しては、調査地点付近の年降水量やその月別分布、年平均や月平均気温、相対湿度、日照時間、風速・風向などについて、理科年表や最寄りの観測施設などで、できるだけ詳しく調べる。

3) 地形(Topography)

地形に関しては、調査地周辺の大地形や小地形、及び試孔周辺の微地形を調べるとともに、クリノメーターで傾斜度や斜面の向きを計測する。また、地形図、空中写真、高度計などで海拔高を判定し、記載する。

4) 植生(Vegetation)

植生に関しては、調査地の自然林、二次林の別、周辺地域の植生、山林の利用の歴史などを調査する。また、試孔を中心にして10m四方位程度の範囲について、超高木階、高木階、低木階、草本階、地床階のそれぞれの階層毎に、全植物種の優占度を、下記の表19のような基準によって調べる。さらに、超高木や高木階については、樹種、樹高、胸高直径、及び樹齢なども記載する。

表20 植生の優占度区分

| 優占度 | 植物体が地表を覆う割合 | 固 体 数 |
|-----|----------------|-------|
| 5 | 75%以上 | 任 意 |
| 4 | 75%～50% | 任 意 |
| 3 | 50%～25% | 任 意 |
| 2 | 25%～5 % | 任 意 |
| | 5 %未満 | 非常に多数 |
| 1 | 5 %未満で比較的大きいもの | 比較的少数 |
| | 5 %未満で比較的小さいもの | 比較的多数 |
| + | 非常に少い | 非常に少数 |

また、植物の病虫害や風水害などの被害状況や、それらに関する経歴などについてもできるだけ調査し記録する。