

適地適木調査

土じょう理化学分析法

昭和48年4月

林野庁造林保護課
林業試験場土じょう部

目 次

I	土壤の化学性の分析	1
1	pH の 測定	1
2	置換酸度の測定	5
3	置換性石灰 (IN KCl 浸出) の定量	8
4	炭素の定量	12
II	土壤の理学性の測定	21
1	採土円筒による試料の採取	23
2	採土円筒試料の処理	26
3	透水速度の測定	28
4	細土、根、礫の分別・秤量	30
5	細土の含水率、真比重の測定	32
6	理学性算定過程の計算	38
7	理学性の表示	39
III	分析・測定値の一覧表	42
1	土壤の化学性分析値一覧表	42
2	土壤の理学性測定値一覧表	43
IV	分析・測定値の区分	44
V	林野土壤の分類表	45

I 土壌の化学性の分析

1. pH の測定

土壌の pH は土壌の懸濁液中の水素イオン濃度（活量）を現わす指数であり、土壌酸性を知る手がかりとなる。
式で表せば次の通りである。

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+]$$

$[H^+]$ — 水素イオン濃度 mol/l

懸濁液としては普通水が、時には $1N\ KCl$ が用いられる。測定は比色法およびガラス電極による測定法があるが、現在は主としてガラス電極法が用いられる。

〔装 置〕 ガラス電極 pH メーター

往復しんとう機

〔試 薬〕 中性磷酸塩標準液 ($pH\ 7$)

フタル酸塩標準液 ($pH\ 4$)

〔操 作〕

(1) pH メーターの調整

まず中性磷酸塩標準液を $50\ ml$ ビーカーにと

り、その中に検出部をひたし、約1分后 ^{*}PHメーターの針が表-1に示す値に一致するように調正つまみ (*adjustment*) で調整する。電極をとりだし水洗し、次にフタル酸塩標準液中にひたし、1分后、同じように、メーターの針が表-1に示す値と一致するように補正つまみ (*correction*) で調整する。補正つまみを動かした場合は、必ずもう一度中性燐酸塩標準液中にひたし、指示値が表-1に示す値と±0.05 目盛以内で一致するかどうか確かめる。

ガラス電極の使用にあたっては、比較電極内に塩化カリウムの結晶の存在をたしかめ、もしなければ飽和塩化カリウム溶液を補充する。補充口のゴムキャップははずして使用する。使用後は、ゴムキャップをはめ、ガラス電極とともに純水中につけて保存する。

表-1 標準緩衝液*3のPHの値

温 度 °C	フタル酸塩 PH 4	中性磷酸塩 PH 7
0	4.01	6.98
5	4.01	6.95
10	4.00	6.92
15	4.00	6.90
20	4.00	6.88
25	4.01	6.86
30	4.01	6.85
35	4.02	6.84
40	4.03	6.84

*1. 電極を測定液に浸けてメーターの針が安定してから読むことが必要であり、安定するのに約1分かかる。砂時計など用いると便利である。

*2. 被検液をかえるときは、電極を純水でよく洗い、濾紙で、こすらないように、軽く水滴を吸いとる。

*3 標準緩衝液 (pH メーター用) は市販されている。

(2) 土壌の pH 測定

風乾細土試料 20g を上皿天秤を用いてパラフィン紙上に秤取し、200 ml 三角フラスコに移し入れる。純水*1 50 ml をメスシリンダーで加えてゴム栓をして往復振とう機で1時間振とうする。懸濁液を 100 ml ビーカーにうつし入れ、pH を測定する。ただし毎回ビーカーを揺動してから電極を測定液に浸けて、約1分後にメーターの針の指示を読み取る。

*1 純水はオルガノ式イオン交換樹脂の小型を実験室におけば簡単に得られる。

[注 解]

土壌に対する水の比率は 1 : 2.5 (重量比) を用いるが、F、H層などでこの割合の水を加えても懸濁液を得にくい場合には 1 : 5 とし、測定記録には *印などをつけ 1 : 5 の比を明記しておく。

2. 置換酸度の測定

〔 装 置 〕 往復しんとう機

自動ビュレット : 50 ml , 廻転コップ付

マグネチック・スタレー

〔 試 薬 〕

(1) 1N KCl : 特級 KCl 74.6g を純水にとかし、メスフラスコを用いて 1ℓ に定容したものを
用いる。

(2) 0.1N NaOH (標準溶液) : 市販品あり、シ
ュ酸によってファクターを決定したものを
用いる。
なお ファクター決定については後述。

(3) フェノールフタレイン指示薬 : 0.1% アルコ
ール溶液 (市販品あり)

〔 操 作 〕

風乾細土試料 60g を 300 ml 容の三角フラスコ
にとり、1N KCl 溶液 150 ml を加えて、ゴム栓
をして振とう機を用いて 1 時間振とうするか、あるい
は 1 日間ときどき振とうしながら静置する。乾燥炉

紙(東洋濾紙 NO. 131. NO. 6 もしくは NO. 50
が望ましい) で濾過、最初の濾液数 ml は捨て、
濾液 25 ml を、ホールピペットを用い 200 ml
容三角フラスコにとり、フェノールフタレイン(3滴)
を指示薬として、0.1N NaOH 標準溶液で滴定する。
滴定の終点は無色からうす桃色になり、そのうす桃色
が15秒間放置しても消えない時である。

[計 算]

a : 濾液 25 ml に受けた 0.1N NaOH ml 数

f : 0.1N NaOH のファクター

$$\text{置換酸度 (y)} = 5 \times a \times f$$

ファクターの決定方法

ファクターのわかっているシュウ酸(市販品あり)

10 ml をとり、(ホールピペットを用いる) フェノール
フタレイン 1 へ 2 滴加えて、0.1N NaOH にて滴
定する。

ファクター計算

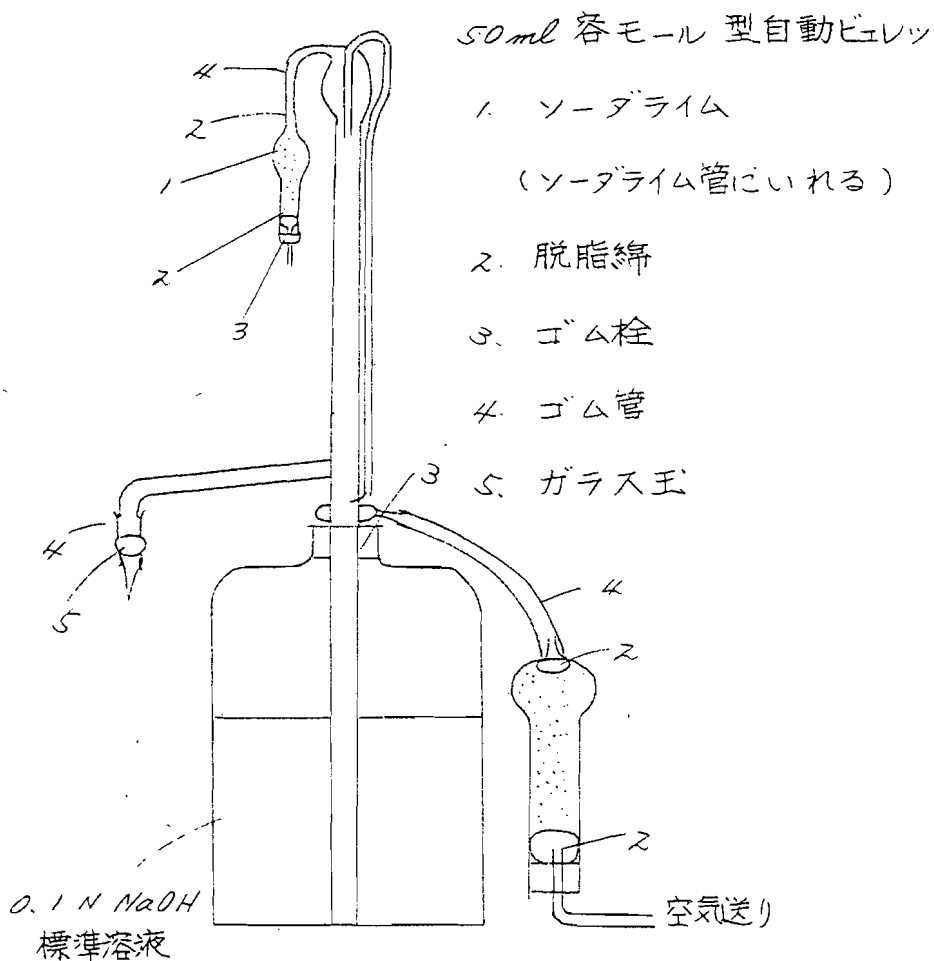
x : 消費した 0.1N NaOH ml 数

$$\frac{10}{x} = f$$

[注 意]

0.1 N NaOH 標準溶液の保存法

NaOH 溶液は空気にさらすと、空気中の炭酸ガスを吸収し、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) を生成し、溶液中の NaOH の量が減少する。したがって、空気にさら



した NaOH 溶液をそのまま標準溶液として使うわけにはいかない。

この NaOH 溶液の保存は使用する自動ビュレットを上図のようにすれば安全である。

3. 置換性石灰 ($1N$ KCl 浸出) の定量

〔表 置〕 50 ml 自動ビュレット

マグネチックスターラー

〔試 薬〕

(1) EDTA $0.01M$ 水溶液 ^{*1} — ドータイト Zn (市販の特級品) 約 $3.7g$ を純水に溶解して、全容積を 1 l とする。ポリエチレン試薬瓶中に保存し、後記の方法により標定しておく。

(2) TEA ($1:1$) 水溶液 ^{*2} — トリエタノールアミン (市販のドータイト TEA) と純水の等容混合物を、必要な日毎につくる。

(3) KOH ($8M$) 水溶液 — KOH (市販の特級品) $225g$ を純水に溶解し、全容積を 500 ml とする。ポリエチレン試薬瓶中に密栓して保存する。

(4) KCN (5%) 水溶液 ^{※3} — KCN 1 g を純水 20 ml に溶解する。使用の日毎に作る。(KCN は、固体でも水溶液でも、空気中の CO_2 を吸収して、次に K_2CO_3 に変化してゆく。その際極めて有毒なシアンガスを発生する。KCN 溶液を酸性にすると、同様の反応が一時に起る。

それ故、KCN を添加した滴定すみの液を流しなどに捨てるときは、流しを水で充分に洗ってから、多量の水を流しながら、排水孔の近くには捨てる。KCN は毒性の極めて強い薬品であるから、保管や取扱いに細心の注意を要する。)

(5) Patton - Reeder 指示薬 — 市販のドーアイト NN 稀釈粉末をそのまま用いる。

(6) Ca 標準溶液 — 市販の Ca 標準溶液 (1000 p.p.m 溶液 (Factor 記入)) をそのまま用いる。(原子吸光分析用として市販されている場合が多い。)

[操 作]

1 N - KCl で浸出された液の 10 ml をピペットで 300 - ml 三角フラスコに取り、これに純水 150 ml

TEA 溶液 5 ml 8 M KOH 4 ml, 5% KCN
5 滴を順次加入してゆく。KOH 溶液を加えた時から
約 3 分間^{*(*)} (3 分間用砂時計を用いると便利) したら、
Patton - Reeder 指示薬を約 0.1 g 加える。しぶ
きをあげない程度の速さで攪拌し (マグネチックスタ
ラー使用) 指示薬が溶解し終わったら、50 ml ビュ
レットから、0.01 M、EDFA 溶液で直ちに滴定し
はじめる。

溶液の色は、Ca 含量の多い場合は赤色であるが 滴
定がすすむにつれて次第に紫色に変わる。

紫色になるまでは、後流誤差の生じない限度内の速さ
で滴定し、以後変色にやや時間がかかるから EDTA
を一滴一滴加入し、最後の一滴で青色に変色する点を
終点とする。

[EDTA の標定]

Ca 標準溶液の 10 ml をピペットで 300 ml 三角
フラスコに取り、これに純水 150 ml, TEA 溶液
(1:1) 5 ml, 8 M KOH 溶液 4 ml 5% KCN
溶液 5 滴, Patton - Reeder 指示薬 約 0.1 g を順

次加入して、EDTAで滴定する。

定量の際の細かい注意及び手順は、試料中のCa量の操作法と全く同様に行なう。

[計 算]

$$\left(\begin{array}{c} \text{EDTAの} \\ \text{モル濃度} \end{array} \right) = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Ca標準液の} \\ \text{モル濃度} \end{array} \right) \times 10}{\text{EDTA 溶液の滴定数}}$$

Ca 標準溶液は 1000 P.P.m. であるから、モル濃度は次の様になる。

$$\left(\begin{array}{c} \text{Ca標準液の} \\ \text{モル濃度} \end{array} \right) = \frac{1}{40.08} \times F = 0.02495M$$

F : Ca標準液の Factor

$$\left(\begin{array}{c} \text{置換性Ca} \\ \text{me/100g} \end{array} \right) = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{EDTA溶液の} \\ \text{モル濃度} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{EDTA 溶液の} \\ \text{滴定数 ml} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{浸出に用いた土の} \\ \text{重量 g} \end{array} \right)} \\ \times 2 \times \frac{\left(\begin{array}{c} \text{浸出に用いた} \\ \text{Kcl量 ml} \end{array} \right)}{10} \times 100$$

[注 釈]

*1 EDTA 滴定においては、イオン価に関係なく、1ヶの金属イオンと、1分子の

EDTAが反応するから、濃度は規定度(N)でなく、モル濃度(M)で表はす。

EDTAは安定な試薬であるが、保存が悪いとカビ等が生えることがあるから、なるべく使用の時調製し、標定するとよい。

*2 TEAは強アルカリ性溶液中で3価の金属イオン(Fe^{3+} , Al^{3+} , Mn^{3+})と結合するのでいんペン剤として用いる。

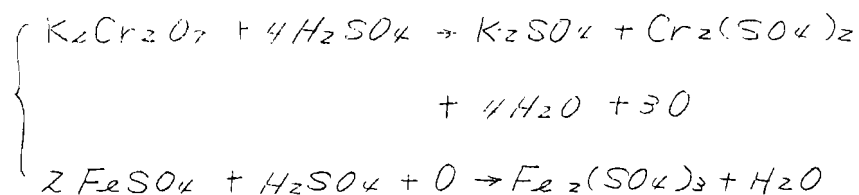
*3 KCNはアルカリ性溶液中で多くの金属(Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+})と錯塩を作るので最も広く用いられるいんぺい剤である。

*4 KOHを加入後の時間(3分間)は、溶液中に共存している Mg^{2+} を $Mg(OH)_2$ として沈澱させるのに必要な時間である。

4 炭素の定量

[概要]

土壌の炭素の定量法として、乾式または湿式燃焼法



〔 装 置 〕

油浴 : 金属性容器又はビーカーに流動パラフィンを入れ、金網上で加熱し、浴中に挿入した温度計により 180℃ に調節する。三角フラスコの溶液を均一に加熱するため、三角架を油浴中に沈め、その台とする。

自動ビュレット : 回転コップ、着色試薬瓶付
マグネチック スターラー

〔 試 薬 〕

(1) $N-K_2Cr_2O_7$ 重クロム酸カリウム溶液

(酸化液 紅橙色) :

特級重クロム酸カリウム約 49g を上皿天秤で秤取し 純水約 1ℓ に溶解する。清浄な共栓試薬瓶中に保存する。とりだすときは瓶内を一様にしめてから、乾いたピペットで正確に 10 ml とって試料に加える。

(2) 濃硫酸 (分解補助剤) : 比重 1.84

1級品

(3) $0.2\text{ N-Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 硫酸

第1鉄アンモニウム溶液 (滴定液、淡緑色) : 特

級硫酸第1鉄アンモニウム (俗称 Mohr 塩)

80 g を濃硫酸 10 ml を加えた 1 l 純水に溶解し、要すれば濾過し、褐色瓶中に保存する。長期間の保存にたえないので 必要に応じ必要量だけつくる。

(4) デフェニルアミン溶液 (指示薬、無色) :

: 特級硫酸 100 ml を純水 20 ml 中へ注意しながら注入し 放冷後まだあたたかいうちに、特級デフェニルアミン 0.5 g を溶解し、滴瓶中に保存する。

(5) 磷酸溶液 (終点明示用) : 磷酸 (特級、比重

1.70) / 容と 純水 / 容とを混合する。

[操 作]

(1) 酸 化

風乾細土 5 ~ 6 g をメノウ乳鉢で圧碎し、その約

0.1 ~ 1 g (0.1 mg まで^{注5)}精秤)を 100 ml 容三角フラスコに秤取する。また乾燥減量を同時またはなるべく近い時期に測定する。

$N-K_2Cr_2O_7$ 溶液 10 ml をピペットで加え、フラスコを回転して土壌とよく混和した後、濃硫酸を 10 ml 加える。(濃硫酸の添加は、大体一定量を注意して加えるためピペットを使用するものである。)

ただちに三角フラスコに、小型ロートで蓋をして、あらかじめ加熱してある油浴に浸し、10分間加熱する。最初有機物の分解により烈しく発泡するが、約5分で静まる。その後は底面から弱い発泡が続く。加熱中は時々フラスコを回転して、フラスコの内壁についた土壌粒子を洗い落す。

10分間加熱後 直ちに油浴から取り出し、フラスコの外壁の油を紙および布でぬぐいとり、フラスコの内容物を、500 ml コニカルビーカーにとる。フラスコおよびロートは、純水で充分に洗い、洗液をコニカルビーカーに移す。純水を加えて合計

を約 250 ml として、滴定に供する。液が緑色を呈する場合は酸化液の不足を示すものである。したがって、試料の採取量を減じて再度実験をおこなう。

(2) 滴 定

指示薬 5 ~ 6 滴と磷酸溶液 10 ml (メスシリンダーまたは 駒込ピペットを使用) を加えた後、マグネチックスターラーで溶液を攪拌しながら、 50 ml ビュレットから、 0.2 N 硫酸第 1 鉄アンモニウム溶液を徐々に加える。

この場合、コニカルビーカーの内壁に滴定液および内溶液が附着するので時々純水で洗い落しながら滴定する。

溶液は最初やや紫を帯びた緑色であるが、滴定液を加えるに従って、次第に堇青色の色調を増す。明瞭な堇青色に達したならば注意して、滴下量を加減しながら滴定を続け、(終点が近い) 液が堇青色を失って灰緑色に変わった点を終点とする。

(3) ブランク定量

土壌試料を加えないで上記の酸化および滴定を行う。

(4) 硫酸第ノ鉄アンモニウムの規定度

重クロム酸カリウム（特級品）を粉碎し シャーレにひろげ、 $145^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{C}$ の電気定温器中で1時間乾燥後、放冷し、その約 $0.35\sim 0.4\text{ g}$ を 50 ml ビーカーに入れ、精秤する。ビーカーの内容物を 500 ml コニカルビーカーに注意して移し、移しおえた 50 ml ビーカーをまた精秤する。秤量差から 500 ml コニカルビーカーに採取した重クロム酸カリウムの量を求める。

同様にして、さらに 2ケのコニカルビーカーに重クロム酸カリウムを採取する。

各コニカルビーカー中の結晶を純水にとかし、約 250 ml とする。濃硫酸 10 ml と磷酸溶液 10 ml および指示薬 5~6 滴を加えて 0.2 N 硫酸第ノ鉄アンモニウム溶液で滴定する（ 40 ml 前後入るはずである）

〔計 算〕

硫酸第 / 鉄アンモニウム溶液の規定度 :

$$N = \frac{\text{秤取した } K_2Cr_2O_7 \text{ の } g \text{ 数}}{0.04903 \times Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O \text{ 溶液の } ml \text{ 数}}$$

3 回の平均値で示す (有効数字 4 つ)

〔炭素量の計算〕

試料中の炭素含有率 % (絶乾 ±)

$$X = \frac{3 \times N \times (B - V)}{W \times (100 - d)} \times 100$$

B : ブランフ定量の滴定液の消費 (ml)

V : 本定量の滴定液の消費量 (ml)

N : 硫酸第 / 鉄アンモニウム溶液の規定度

3 : 炭素の mg 当量

W : 土壌試料重量 (mg)

d : 土壌試料の乾燥減量 (土壌の理学性の測定のうち、細土の含水率測定参照)

〔注 釈〕

注 1) 炭水素自動定量装置 C-N コーダー等

2) 粉末にして 少し温めると溶解しやすい。

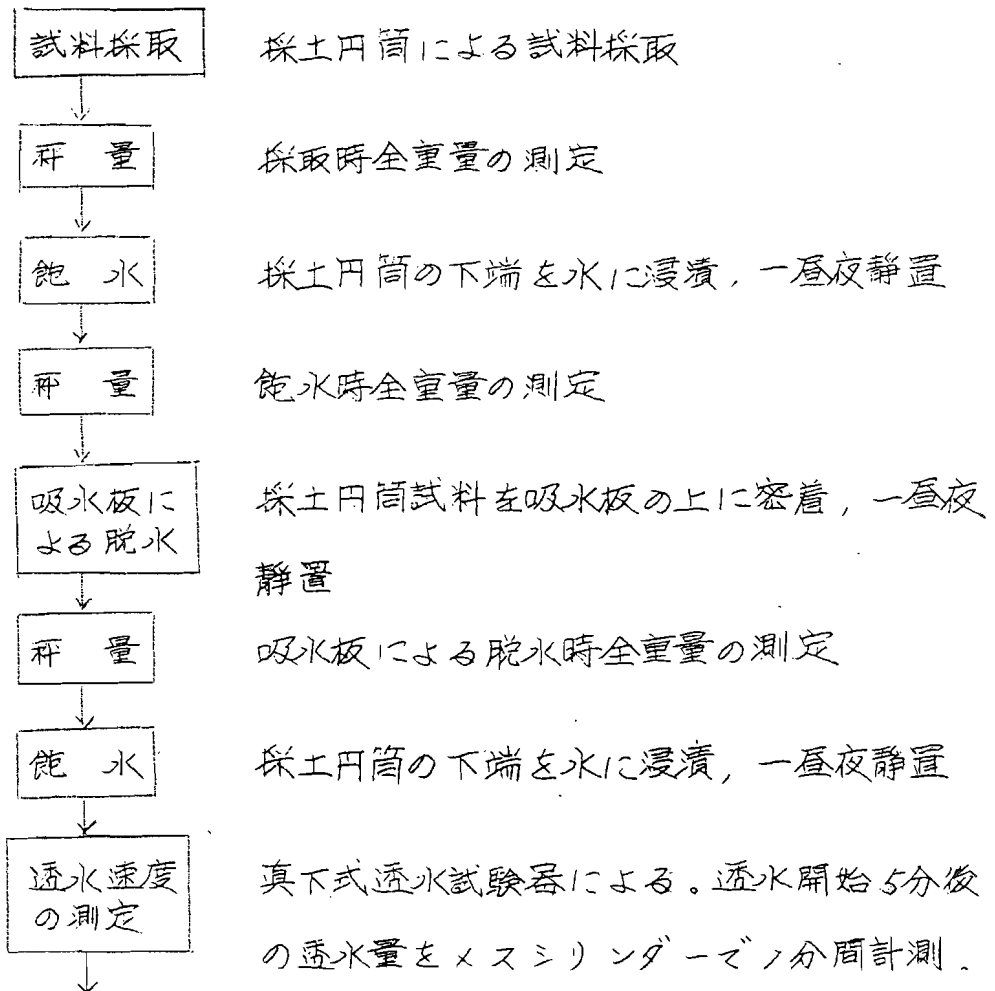
3) 試料採取量の目安

試料炭素含量 %	採取量
50 ~ 40	30 ~ 37 mg
40 ~ 30	37 ~ 50 mg
30 ~ 20	50 ~ 100 mg
20 ~ 10	100 ~ 150 mg
10 ~ 5	150 ~ 300 mg
5 ~ 2	300 ~ 750 mg

Ⅱ 土壤の理学的の測定

〔概要〕

400 CC容採土円筒を用い、現地の土壤断面から自然状態の土壤を採取し、理学的の測定を行う。各種測定の順序は次のとおりである。



↓
風 乾

試料をバットにひろげ風乾

↓
秤 量

風乾時全重量の測定

↓
試料の
別 篩

2mmの円孔篩, 乳鉢を用い細土, 根, 礫
にふるいわけ。

↓
根, 礫の
水洗

2mmの円孔篩中で水洗, 根と礫を分ける。

↓
乾 燥

定温乾燥器で一昼夜乾燥

↓
秤 量

根, 礫の乾燥重量測定

細土の含水率測定

細土の真比重測定

礫の真比重測定

理 学 性 の 算 出

ノ 採土円筒による試料採取

〔機器類〕 400 cc容採土円筒(図ノ), 土壌ゴテ,
包丁(または小刀), 剪定バサミ, ビニールテープ, 濾
紙。

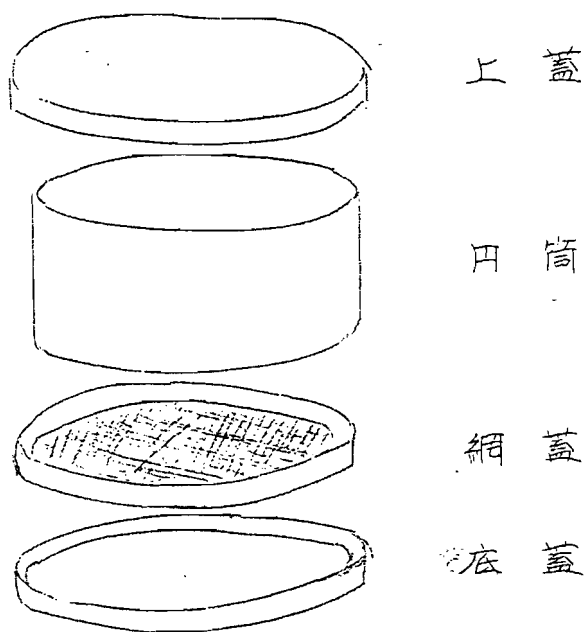


図 1 採土円筒

〔操 作〕 土壌断面の各層位の^{※1}のほぼ中央部から, 自然
状態の土壌を, 採土円筒に採取する。

採土円筒は, 上皿天秤(感度1g)を用い, あらかじめ
風袋重量を秤量しておく。

採取する部位よりノCmぐらい上部に、傾斜面に平行に、およそ20〜30Cm四方の広さの面を作り、表面を平らにする。

この上に、上、下蓋および網蓋をはずした円筒を、刃の部分を下にして静置する。^{*1}円筒から2〜3Cmはなれたまわりに、根や礫の所在を確かめながら、深さ4〜5Cmほどの広い溝を掘り、土柱を作る。

剪定バサミ、包丁を用い、円筒のまわりの土、根を少しずつ取除きながら円筒内室周に等しい2〜3mmの土柱をていねいに作りあげ、^{*2}円筒を静かに押し、土柱を円筒内に押し込む。この操作を土柱をこわさないよう慎重に繰返し、採取位置まで円筒を押し込む。

円筒を押し込む際、一方に強く力が加わると反対側に間隙ができたり、土柱がこわれたりするので、円筒全体に等しい力を加える必要がある。

つぎに、円筒上面の余分の土を、剪定バサミ、包丁を使い切りとり、平らに調整する。

円筒の、上蓋に接合する部分の土を拭いとり、上蓋をかぶせる。ついで円筒の底から5〜10Cmの土層に土

鍬ゴテをさし込み、土塊と一緒に円筒を掘り取る。このとき円筒内の土柱と外部とに重なる根があれば、掘り取る前に截断しておく。

採土円筒の土面を下にし、底部の土塊を剪定バサミ、包丁を使って、ていねいにとり除き、平らに調製する。網蓋に接合する部分の土を拭い、沙紙をおき、網蓋、底蓋の順にかぶせる。

円筒の外壁に附着した土をふきとり、水分の蒸発を防ぐため蓋と円筒部の間をビニールテープでふさぐ。

採土円筒番号、採取した深さ、層位を記載する。

採取した試料はなるべく早く処理する。これが不可能であれば約 $3 \sim 5^{\circ}\text{C}$ の冷蔵庫中に保存しておく。

※1 太根、硬い礫がある場合、同一層内で適宜採取位置を移動する。

※2 疎しような土壌または砂質土壌ではあらかじめこのような土柱を作ることは困難である。剪定バサミ、包丁を使い、慎重に、土や根をとり除くと同時に、円筒を押え込むようにしなくてはならない。

2 採土円筒試料の処理

〔機器類〕 上皿天秤(感度 $1g$)、ホウロウ鉄製バット、網台、吸水板

〔操作〕 (1) 採取時全重量の測定

採土円筒に密着しているビニールテープを除き、外面を布できれいに拭い、上皿天秤を用い重量を測定する。
この値から採土円筒風袋重を差し引き採取時全重量を得る。

(2) 飽水時全重量の測定

中に網台をしいたホウロウ鉄製バットを用意する。

採土円筒の下蓋をはずし、上蓋をゆるめ、バットの中の網台に静置する。バットの中に静かに水を入れ、採土円筒の下端の約 $5mm$ 程度が常に水に浸漬するようにし、 $\nearrow$ 昼夜静置する。

^{*3}
 $\nearrow$ 昼夜水に浸漬後、円筒を取り出し、ややかたむけ過剰な水分を除く。同時に網蓋に附着している水分を布でかるく拭いとる。たぐちに上および下蓋をはめて上皿天秤で秤量する。

得られた秤量値から採土円筒風袋重を差し引き飽水時全

2 採土円筒試料の処理

〔機具類〕 上皿天秤（感度 $\times 9$ ）、ホウロウ鉄製バット、網台、吸水板

〔操作〕 (1) 採取時全重量の測定

採土円筒に密着しているビニールテープを除き、外面を布できれいに拭い、上皿天秤を用い重量を測定する。この値から採土円筒風袋重を差し引き採取時全重量を得る。

(2) 飽水時全重量の測定

中に網台をしいたホウロウ鉄製バットを用意する。

採土円筒の下蓋をはずし、上蓋をゆるめ、バットの中の網台に静置する。バットの中に静かに水を入れ、採土円筒の下端の約5cm程度が常に水に浸漬するようにし、 $\times 3$ 昼夜静置する。

$\times 3$
ノ昼夜水に浸漬後、円筒を取り出し、ややかたむけ過剰な水分を除く。同時に網蓋に附着している水分を布でかるく拭いとる。たぐちに上および下蓋をはめて上皿天秤で秤量する。

得られた秤量値から採土円筒風袋重を差し引き飽水時全

重量を求める。

※3 ノ昼夜水に浸漬しても土壌の表面まで水を吸いあげない場合は、秤量後、温アルコール水（約50℃）を土壌の表面に噴霧するか、または小型コックなど蒸し器内に採土円筒試料を入れ、1～2時間蒸して土壌をうるおし、水の吸いあげを可能にしてから再びノ昼夜水に浸漬し、秤量する。

(3) 吸収板による脱水時全重量の測定飽水時全重量測定後の採土円筒を上面を下にし、下蓋、網蓋をはずす。濾紙はそのまゝ残しておく。採土円筒に吸収板を乗せ、濾紙、土壌と吸収板を密着させる。ついで吸水板を下にして網台の上に置き、上蓋をゆるめノ昼夜静置する。ノ昼夜経過後、網蓋、下蓋をはめ上皿天秤で秤量する。得られた値から採土円筒風袋重を差し引き、吸水板による脱水時全重量を求める。

秤量後、採土円筒資料を2-2の操作にしたがい、再度水に浸漬、飽水させ、次の透水速度測定に備える。

3. 透水速度の測定

〔機器類〕 真下式透水試験器 (図2)、100 ml 容、500 ml 容、1000 ml 容のメスシリンダー、ストップ・ウォッチ

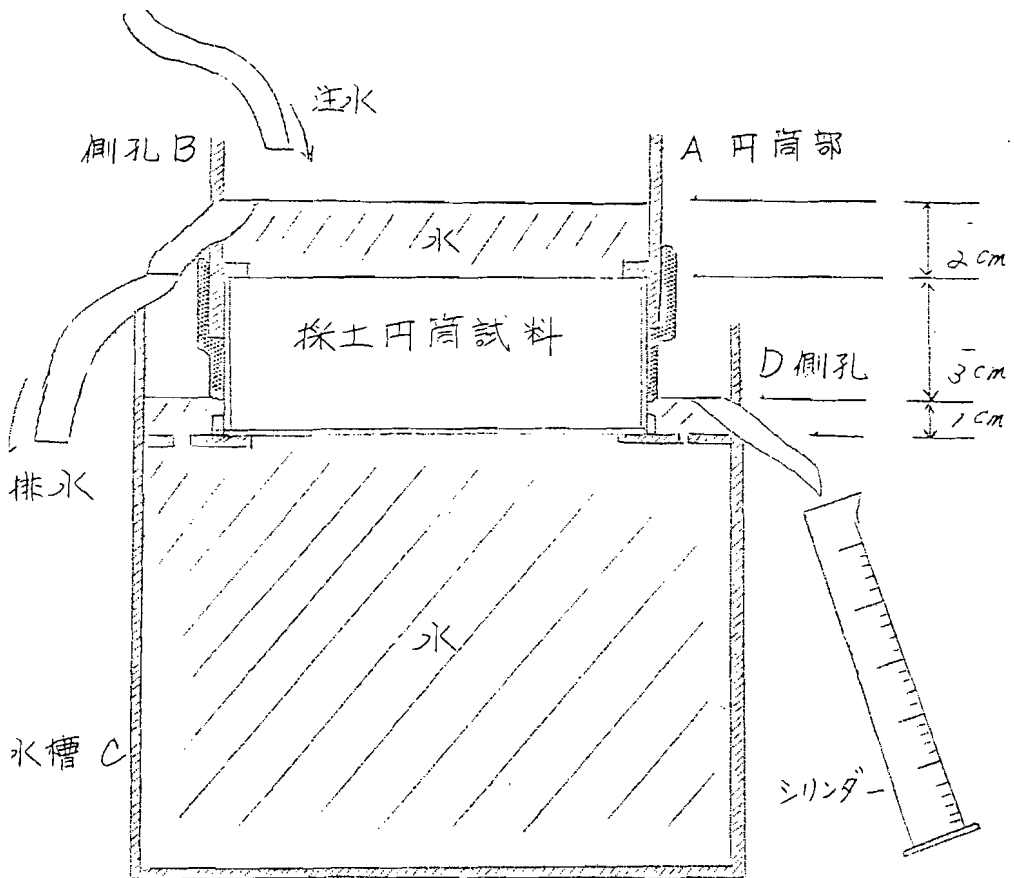


図2 真下式透水器 (1/2)

真下式透水性試験器は側孔Bをもつ円筒部Aと側孔Dをもつ水槽、付属のゴムチューブからなる。円筒部内壁には採土円筒にかゝるリングがとりつけてあり、水槽の内壁には採土円筒の底をささえるリング状の台がある。

円筒部に注がれた水は採土円筒内の土壌を透過し、水槽に達し、側孔Dから排水される。なお、円筒部に注がれた余剰の水は側孔Bからたづちに排水される。

（操作） あらかじめ水槽中に水を満しておく。充分に飽水した採土円筒の上蓋をはずし、透水試験器の円筒部をかぶせる。採土円筒とのつなぎ目にゴムチューブをはめ、間隙から水がもれないよう注意し密着させる。つぎに底蓋をはずし、採土円筒を水槽内の台にのせる。注水により試料の表面がこわれないように、試料の上に濾紙をのせ、水道水を円筒部に注ぐ。側孔Bから水が出始めると同時に時間をはかる。5分後に、メスシリンダーを用いノ分間の透水量を測定する。

透水量は土壌構造のちがいによってかなりの差違がある。したがってメスシリンダーは大へ小各種を揃えておき、透水量のか多により適宜選んで使用する。

4. 細土、礫、根の分別・秤量

〔機器類〕 ホウロウ鉄製バット、上皿天秤(感度 $1g$)、同(感度 $0.1g$)、外径 $15cm$ の平底磁製蒸発皿、その他いろいろな大きさの平底磁製蒸発皿、鉛製バランスー、径 $2mm$ の円孔篩、乳鉢、杓の乳棒、刷毛、ピンセット、メッシュ網

〔操作〕 透水速度の測定を終えた採土円筒試料を、ホウロウ鉄製バットにあける。試料をくずし、うすくひろげる。採土円筒は各部分に分け、濾紙とともにバットの隅におく。高温をさけ、日蔭で風乾する。土塊は、とくに埴質土壌の場合は、乾燥すると固結するので風乾の過程で指でほぐしておく。このとき礫や根はできるだけ選び出し、バットの隅におく。

十分に乾燥したならば、風乾全重量の測定、および礫、根の分別を行う。

上皿天秤(感度 $1g$)上に外径 $15cm$ の平底磁製蒸発皿をのせ、バランスで平衡を得ておく。

採土円筒および濾紙に附着している土壌を刷毛を使ってバット内に回収する。ついでバット内の試料をすべて

上の磁製蒸発皿に移し、秤量する。得られた値は固体部分の風乾時全重量である。

ついで試料中の礫、根をできるだけ選り出し、ほかの磁製蒸発皿にとり出す。残された試料は乳鉢に移し、木の乳棒を挟んで軽く圧砕、2mmの円孔篩に移し、ふるい分ける。篩内に残された試料は再度乳鉢にもどし圧砕、ふるい分ける。この操作を繰返し、篩に根と礫および若干の土壌が残るまで続ける。篩を通った細工はよく混ぜて広口試料ビンに保存、細工含水率および真比重測定用に供する。

篩上に残された部分は、さきに蒸発皿に分けた根、礫と合し、次の洗滌を容易にするため、蒸発皿中に温湯を注ぎ一夜放置する。

蒸発皿の内容物を2mmの円孔篩に移し（内容物が少い場合は小さい篩がよい）、篩の中で水洗する。洗後ピンセットを使い根をとり出す。細かい根は、ボールなどに水をはり、篩をなかば水中に没し、浮いた根をメッシュ網を使ってすくい取る。礫は篩の中に残されている。

このようにして分けられた根、礫は別々に蒸発皿^{*}にと

り、湯煎上で乾燥後、 105°C の定温乾燥器で一昼夜乾燥し、上皿天秤（感度 0.1g ）で秤量、根および碟の乾燥重量を得る。

※ノ 試料により根、碟の量はさまざまである。したがっていろいろな大きさの蒸発皿を用意しておくとう便利である。

5. 細土の含水率および真比重の測定

(1) 細土含水率の測定

〔機器類〕 天秤（感度 1mg ） 小型秤量ビン、デシケーター、定温乾燥器

あらかじめ秤量ビンの風袋重 — 恒量を測定しておく。

（ 1mg まで精秤）

〔操作〕 細土 $1\sim 2\text{g}$ を秤量ビンにとり、天秤で 1mg まで精秤（測定値 A ）。これを 105°C の乾燥器内で一昼夜乾燥後、デシケーターに移し室温まで放冷、のち天秤で $\sqrt{1\text{mg}}$ まで精秤（測定値 B ）する。

次式により細土の含水率を求める。

$$\text{細土の含水率 \%} = \frac{\text{乾燥減量 (g)}}{\text{供試細土重量 (g)}} \times 100 =$$

① 乾燥減量 = 測定値 A - 測定値 B

② 供試細土重量 = 測定値 A - 秤量ビン恒量

(2) 細土および礫の真比重測定

① 比重ビンによる測定

〔機器類〕 天秤 (感度 1mg), 50 ml 容比重ビン

〔図 3〕 砂皿、恒温水槽

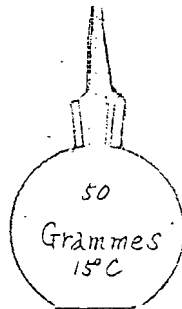


図 3. 比重ビン

〔操作〕 あらかじめ含水率を求めてある風乾細土約 5g をパラフィン染包紙にとり、1mg まで精秤し、比重ビンに移し入れる。用いたパラフィン染包紙の重量をはかり、差し引いて、供試細土の重量 (測定値 A) を得る

おく。きわめて腐植にとむ土壌では5gをとると量が多く、次につづく操作が困難になる。このような場合は適宜減量し称取する。

比重ビンの5分目ぐらいまで純水を加え、砂皿上で突沸しないよう充分に注意し、約30分間煮沸する。つぎにあらかじめ煮沸した熱水を加え比重ビンを目だし、30℃の恒温に保たれた水槽中に没する。この操作は比重ビンに気泡の入らないよう手早くしなくてはならない。約1時間静置する。

1時間後、比重ビンを水槽からとり出し、布で拭乾、1時間放冷後、称量する（測定値B）。

別に、同じ比重ビンに自純水だけを入れ、上記と同じ操作を行い称量する（測定値C）。

細土の真比重は次式により求められる

$$\text{細土の真比重} = \frac{A'}{(A' + C) - B}$$

ただし、A'は試細土の乾燥重量 次式による

$$A' = \left(\frac{100 - \text{細土水分率}}{100} \right) : A$$

細土の真比重は小数位以下2桁まで求める。

礫の真比重も同様にして測定する。ただし礫が大型の場合は鉄製乳鉢を使い砕いて測定に供する。なお採土円筒試料に含まれる礫が少量（10g以下）の場合は測定を行わずに、平均礫比重2.7を用いてもよい。ちなみに花崗岩の真比重は2.65、またとくに鉄含有量の多い鉱物を除けば一般に石礫の真比重は2.6～2.8である。

② 空気比較式比重計による真比重の測定

〔機器類〕 バックマン空気比較式比重計（930型）

（図4）、上皿天秤（感度0.1g）

この測定法は操作が簡単であり、しかも迅速に測定ができる。

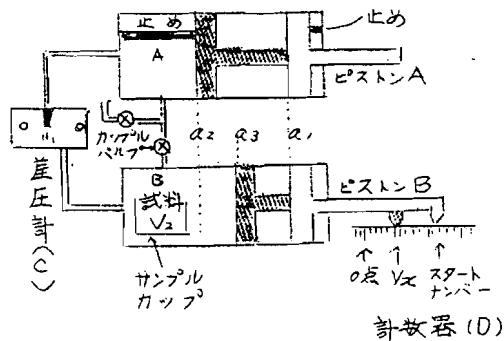


図4 空気比較式比重計の構造

比重計の構造は、図4に示すとおり、A、B両気密室
からなり、両者は差圧計指針Cを介して連続し、両室内
の気圧に差があれば示される。また、両室に手まわしの
ピストンがついていて、B室のピストンの移動は計数器
に直示される。

〔操作〕、①カップルバルブを開き、ピストンAを
「止め」(a₁)まで後退させ、同時にピストンBは計数
器のスタートナンバーの位置に合わせる。②風乾細工
20〜30g (0.1gまで精秤)をサンプルカップに入れ
てB室に設置し、B室を気密にして15秒待ち、カッ
プルバルブを閉める。③手まわしで、A、B両ピストンを
動かし、Aピストンが「止め」に当たる点(a₂)まで進
める。この間、差圧計の指針をスケール内におくように
(A、B両室の気圧差をなるべく小さく保つように)B
ピストンを進めてa₃に達する(ピストンが動かなくな
る)。④10秒待つて、指針Cが0点を指すようにB
ピストンを動かし補正し、カップルバルブを開いて0点
指示の変わらないことを認めて、計数器Dの数値を読みと
る。この数値(cc)が試料の実容積を示すように校正

されている。

① 実子エックは上の操作と同じであるが、サンプルカップをきれいにし、空の状態で行う。もし計数器の読みが0でなかったならば①実子エックを繰返し行い、0との差を子エックする。①実補正は次の風袋法による。もし子エックされた①実が0より大きければ、容積の測定値よりそれを差し引き、0より小さければそれを容積測定値に加える。

求めた風乾細土の実容積から乾燥細土の直比重を計算するには次式を適用する。

$$\text{細土の真比重} = \frac{W_s - \frac{W_d}{100} W_s}{V_s - \frac{W_d}{100} W_s}$$

ただし、 W_s : 供試風乾細土重量

V_s : 供試風乾細土の実容積

W_d : 風乾細土の乾燥減量(%)
含水率

〔注意〕

① 比重計の温度は周囲の気温と大体平衡状態にあること、

$$10 - (3 + 2 + 1)$$

試料とカップ付装置の温度に差が 2.5°C 以上あつてはならない。②試料は風乾試料を用いる。湿ったもの、乾燥釜で乾燥した試料は用いない。③試料の量は、サンプルカップ（容量 50cc ）の7分目程度がよい。軽しようなA層は 20g 、B層、礫は 30g ぐらいが適当である。

6 理学性算定過程の計算

① 固体部分風乾重量の算出

細土風乾重量(g) = 風乾全重量 - (礫乾燥重量 + 根の風乾重量)

根の風乾重量(g) = 根の乾燥重量 $\times 1.1$ ^{*1}

② 細土の乾燥重量の算出

細土乾燥重量(g) = 細土風乾重量 $\times \frac{100 - \text{細土水分率}}{100}$

③ 生根重量(g)

生根重量 = 根の乾燥重量 $\times 2.7$ ^{*2}

④ 固体部分の体積の算出

細土体積(cc) = 細土乾燥重量 $\div$ 細土真比重

礫体積(cc) = 礫乾燥重量 $\div$ 礫真比重

$$\text{根体積(cc)} = \text{根の乾燥重量} \times 2.34^{*3}$$

⑤ 水分量の計算

$$\text{採取時水分量(g)} = \text{採取時全重量} - (\text{細土乾燥重量} + \text{礫乾燥重量(g)} + \text{生根重量})$$

$$\text{飽水時水分量(g)} = \text{飽水時全重量} - (\text{細土乾燥重量} + \text{礫乾燥重量} + \text{生根重量})$$

$$\text{⑥ 吸水板による脱水時水分量} = \text{吸水板による脱水時全重量} - (\text{細土乾燥重量} + \text{礫乾燥重量} + \text{生根重量})$$

※1 1.7 は根の風乾と乾燥の重量比である。

※2 2.7 は根の含水率(生重量に対する%)を63%とした係数である。

※3 根の真比重を平均1.56, 生根の乾燥減量(%)を平均63%としたときの係数である。

フ 理学的の表示

① 容積重 100cc 中のg数で示す。

$$\text{容積重(\%)} = \frac{\text{細土乾燥重量} + \text{礫乾燥重量}}{\text{円筒容積} - \text{生根体積}} \times 100$$

② 三相組成 (自然状態における土壌の、固相, 液相,

$$\rightarrow = \frac{(39) \text{細土絶乾重}}{\text{円筒容積} - (\text{礫体積} + \text{生根体積})} \times 100$$

気相なる 3 相の容積割合)

$$\text{固相}(\%) = \frac{\text{細土体積} + \text{礫体積} + \text{根体積}}{\text{円筒容積}} \times 100$$

$$\text{液相}(\%) = \frac{\text{採取時水分量}}{\text{円筒容積}} \times 100$$

$$\text{気相}(\%) = 100 - (\text{固相}\% + \text{液相}\%)$$

③ 最大容水量

$$\text{最大容水量}(\%) = \frac{\text{飽水時水分量}}{\text{円筒容積}} \times 100$$

④ 最小容気量

$$\text{最小容気量}(\%) = 100 - (\text{固相}\% + \text{最大容水量}\%)$$

⑤ 孔隙に関する表示

$$\text{全孔隙量}(\%) = 100 - \text{固相}(\%)$$

$$\text{細孔隙量}(\%) = \frac{\text{吸水板による脱水時水分量}}{\text{円筒容積}} \times 100$$

$$\text{粗孔隙量}(\%) = \text{全孔隙量}(\%) - \text{細孔隙量}(\%)$$

⑥ 透水速度

1 分間当りの透過水量 (Q cc) であらわす。

$$\text{透水速度} \quad p.r. = Q \text{ cc/min}$$

(参考)

透水係数 定水位透水係数 (K) はダルシーの法則に基づき、次式であらわされる。

$$K = \frac{Q}{A \cdot t} \cdot \frac{l}{h}$$

ただし、 K : 透水係数 (cm/sec)

Q : 透過水量 (cc)

l : 採土円筒試料の厚さ (4cm)

A : 同上の断面積 (100cm^2)

t : 時間 (60sec)

h : 水頭 (5cm)

温度補正 20°C 前後の水温で測定を行う場合は温度補正を必要としないが、 15°C 以下あるいは 25°C 以上のときは次表により補正を行なう。

$$K_{20} = K_T \cdot \frac{\eta_T}{\eta_{20}}$$

ただし K_{20} : 水温 20°C との透水係数

K_T : " $T^\circ\text{C}$ の "

η_{20} : " 20°C の水の粘度比

η_T : " $T^\circ\text{C}$ の "

水温(°C)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
水の粘度比	1.31	1.23	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.91	0.87	0.84	0.80

Ⅲ. 分析・測定値の一覧表

1. 土壌の化学性分析値一覧表 (例示)

断面 番号	立地 区分	地形 位置	土壌型 堆積賦	層位	深さ (層厚) cm	pH (H ₂ O)	置換 酸度 (y ₁)	置換性 石灰 (me/100g)	全炭素 %
1	代山 花崗岩 山地	微凸	BD(d)	A	0~13	4.4	12.0	1.8	6.3
		急斜面	残積	B ₁	14~28	4.5	10.8	0.4	2.8
		中腹		B ₂	29~56	4.9	4.6	0.1	2.2
2	同上	山頂	BC	A	0~15	5.0	6.6	3.3	5.2
		緩斜面	残積	B ₁	16~40	5.2	3.4	0.8	3.3
				B ₂	41~	5.2	2.1	0.5	2.4

2 土壤の理化学性測定値一覧表 (例示)

断面 番号 その他	容積 重 $\frac{g}{100cc}$	3相組成			最大 容水量 容積%	最小 容水量 容積%	非毛管孔隙 ↓ 粗毛管孔隙 ↓		透水性 $\frac{cc}{min}$
		固体	水	空気			細孔隙	粗孔隙	
		%	%	%			%	%	
化学性	68	24	48	28	65	11	46	30	80
分析値	79	30	51	19	66	4	50	20	40
一覧表 に同じ	98	33	54	13	67	0	55	12	18

Ⅳ. 土壌の化学性分析値および理学性測定値の区分

項目	単位	区 分				
酸 性	PH	強酸性	中酸性	弱酸性	微酸性	
		～4	4～5	5～6	6～	
置 換 酸 度	y.	極 小	小	中	大	極 大
		0～2	2～5	5～10	10～20	20～
置換性 石 灰	me/ 100g	極めて多い	多い	含む	富む	極めて富む
		0～1	1～2	2～5	5～10	10～
全炭素	%	極めて多い	多い	含む	富む	極めて富む
		0～15	15～3	3～6	6～12	12～
粗孔隙量	%	極 小	小	中	大	極 大
		0～15	15～25	25～35	35～45	45～
透 水 速 度	cc/ min	極 小	小	中	大	極 大
		0～5	5～30	30～100	100～300	300～

Ⅴ 林野土壌の分類表

土 壌 群 (記号)	土 壌 亜 群 (記号)	土 壌 型 および 亜 型 (例示)
I ホドゾル P	乾性ホドゾル Po	PoI, PoII, PoIII
	湿性ホドゾル鉄型 Pw(i)	Pw(i)I, Pw(i)II, (Pw(i)III)
	" 腐植型 Pw(k)	(Pw(k)I), Pw(k)II, Pw(k)III
II 褐色森林土 B	褐色森林土 B	BA, BB, BE, BD, BE, BF, BD(a)
	暗色系褐色森林土 dB	dBd, dB e dBd(a)
	赤褐系 "	rBA, rBB, rBe, rBD, rBD(a)
	黄褐系 "	yBA, yBB, yBc, yBD, yBD(a)
	表層グライ系 "	gBB, gBc, gBD, gBe, gBD(a)
III 赤色土 R	赤色土 R	RA, RB, RC, RD, RD(a)
	表層グライ系赤色土 gR	gRI, gRII (gRIII)
IV 黄色土 Y	黄色土 Y	YA, YB, Yc, YD, YD(a)
	表層グライ系黄色土 gY	gYI, gYII (gYIII)
V 黒色土 Bl	黒色土 Bl	Blc, BlD, BlE, BlF BlD(a)
	淡色クロボク土 lBl	lBlc, lBlD, lBlE, lBlF, lBlD(a)
VI 暗赤色土壌 DR	暗赤色土壌 DR	DRC, DRD, DRE DRD(a)
		DRC-ca, DRD-ca, ... DRD(a)-ca
		DRC-mg, DRD-mg ... DRD(a)-mg
VII グライ G		G
VIII 泥炭土 Pt		Pt
IX 未熟土 Im	受蝕土 Er	Er
	未熟土 Im	Im