

泥炭土の不攪乱試料採取法と透水係数測定法の改良

井本博美*・宮崎毅*・中野政詩**

Improvement in Sampling and Measurement of Hydraulic Conductivity of Undisturbed Peat Soil

Hiromi IMOTO*, Tsuyoshi MIYAZAKI* and Masashi NAKANO**

* Graduate School of Agricultural and Life sciences, The University of Tokyo

** Faculty of Agriculture, Kobe University

1. はじめに

泥炭土は、湿原植物遺体が生化学的分解を十分うけな
 いまま堆積した高有機質土壌であり、繊維性有機物を母
 体とし、水平方向に繊維が重なることによる異方性があ
 るといわれている。三相構成のほとんどは水でしめら
 れ、固相の割合が極めて少なく、乾燥収縮が著しく大き
 い。さらに繊維性有機物、埋木等が存在するが、通常
 の100 cc サンプラーやシンウォールサンプラーではサイ
 ズが小さ過ぎる上に、試料が圧縮されたり、繊維の引
 張り等により乱されたりする。これら为了避免のため
 は、まず、刃物や鋸等を用いて丁寧に繊維を適当なサイ
 ズに切断、角ブロック試料として採取し、これを供試す
 ことが適当である。しかし、角ブロック試料そのものが
 柔らかく壊れやすいため、特に慎重な調整が必要とな
 る。

これらの問題に対処するためのサンプリング法として
 は、乱さない試料採土でのピット法、及びピストン法が
 権平昌司(1961)によって述べられ、さらにピートサン
 プラー法、固定ピストン法、フォイルサンプラー法、ブ
 ロックサンプリング法、凍結サンプリング法等が、土質
 工学会の高有機質土の力学的性質及び試験方法に関する
 研究委員会報告(1990)でまとめられている。そのほか、
 類似の試料調整法として、山崎不二夫(1961)が、乾燥
 密度測定を目的とした整形用型板使用による整形方法を
 まとめている。

つぎに、角ブロック試料を用いて飽和透水係数を測定
 する場合、一般に泥炭では異方性があるといわれている
 ので、同一試料で測定ができるように、試料の固定方法、
 固定解除方法、遮水方法、測定装置に特別な工夫を要す
 る。これまで、この問題については、農業土木学会泥炭

地開発委員会(1961)、土質試験の方法と解説(1990)に
 よってまとめられてきた。それらによると、パラフィン、
 グリース、石膏によって試料形状を固定する方法が示さ
 れている。最近でも、粕淵(1995)が石膏によって試料
 形状を固定する方法を提示した。笹田ら(1996)は飽和
 透水係数を定水位法により測定した。しかしながら、こ
 れらの方法では、一方向の飽和透水係数を測定すると、
 その試料は破棄され、同一試料をさらに方向を変えて測
 定に供試できないという弱点があった。

本研究では、泥炭の特異性を考慮したサンプリング
 法、試料固定法、同一試料を用いた異なる方向の飽和透
 水係数測定法について新たな改良を加えたので、ここ
 に報告する。なお、測定対象とした泥炭土は、湿原であ
 る高位泥炭及び、未耕地の防風林(中間泥炭)、耕地であ
 る客土下の泥炭(中間泥炭、低位泥炭)である。

2. 試料採取地の概況

サンプリング地は、北海道石狩平野東部に位置する美
 唄市にある北海道農業試験場美唄分室管理の湿原、湿原
 周辺の耕作地である水田、畑及び、耕作されずに植林さ
 れている防風林である。

この地区の泥炭は陸地化型泥炭で、高位、中間、低位
 の各層から成っており、さらに下層にはグライ層があ
 る。耕作地では表層20~40 cmに客土がされ、下層に泥
 炭層が見られる。高位、中間泥炭層部分ではほぼ繊維性
 有機物でしめられ、低位泥炭層部分では繊維性有機物と
 泥、さらに埋木を含む。試料は軟らかく、壊れやすいた
 め慎重なサンプリングが必要となる。

* 東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1 ** 神戸大学農学部 〒657-0013 神戸市灘区六甲台町
 1-1

キーワード: 泥炭土, 物理性測定, 飽和透水係数, サンプリング

3. サンプルング法

本研究での対象とするサンプルング深さは、地表面より下 130 cm ほどとした。

湿原の高位泥炭は、地下水位が年間を通じて 0~15 cm と高く、ミズゴケが群生し表層は軟らかくスポンジ状で、下層は根、さらに水苔の堆積物である。そこで、まず幅 10 cm、長さ 20 cm、深さ 10 cm のステンレス缶を用意し、表層より刃渡り 30 cm の牛刀でこの容器に入るよう一辺 10 cm 高さ 20 cm の角柱状試料を切り出した。湿原の泥炭は採取後鉛直方向にも水平方向にも膨張するため、容器への移し替えは迅速におこなった。採取状態を保存するため、容器内に水も加えた。最後にステンレス缶を水を張ったプラスチック容器に入れ密閉し輸送した。

客土下の泥炭層（水田、畑）では、牛刀及び、刃渡り約 30 cm くらいの目の細かい鋸で一辺 20 cm の立方体を切り出し、深さ 100 cm~130 cm までを連続してサンプルングした。切り出しから梱包の間に形状が壊れることを防ぐため、適宜あらかじめサイズを決めておいた板をあてがい補強もした。また、試料の上下方向、南北方位を認識できるようプラスチックラベルを添付した。採取後、蒸発防止と、試料固定のためラップで全体を覆い、さらにビニル袋に入れガムテープで密封した。

耕作地の客土部分は、従来法であるシンウォールサンプラー、100 cc サンプラーを用いてサンプルングをおこなった。

輸送後の試料は、10°C 以下の冷暗実験室にて保存した。

4. 飽和透水係数の測定

1) 試料整形

泥炭土試料は、もろくて壊れやすいので、図-1 に示すような試料整形装置を用いて再整形した。サンプルング試料を固定板と可動板で固定し、スリットに牛刀または包丁をあてがい、測定に適するような大きさに食パンを切るように慎重に切断した。これにより、5~20 cm の任意の大きさの試料が得られ、各種測定法にあわせて整形ができる。

2) 試料の固定

従来は、試料を石膏、パラフィンまたはグリセリン、セメント等により固定していたが（農業土木学会泥炭地開発研究委員会（1961）、土質試験の方法と解説（1990））、一度使用すると後は使用できず、測定は終了となる。本実験では、試料を傷めず、同一試料を鉛直、水平方向を変えて再測定できるように発泡ウレタンフォームで固定し

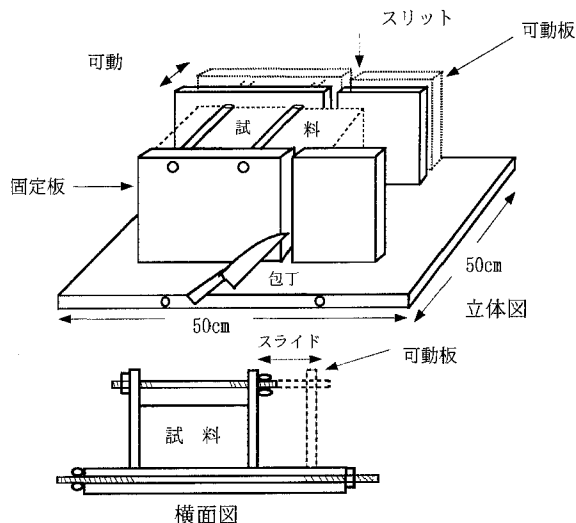


図-1 試料整形装置

Fig. 1 Out line of the peat sample cutter.

た。まず、図-2 に示すように試料サイズの 2 倍程度の面積のある箱を段ボールまたは発泡スチロール（厚さ 1 cm）で作製し、箱壁面に圧力を抜く小穴をあける。整形試料を箱中心に置き、試料と箱壁面の間に発泡ウレタンフォーム（セメダインハイSPANフォーム）を充填し固定する。充填から発泡ウレタンフォームが固まるまで 1 日ほど放置する。このとき、試料表面にはラップをかぶせ蒸発を防ぐ。箱壁面の小穴と上面の開放とにより圧力が逃げるので試料の圧迫、変形等を起こすような影響は少ない。固定後発泡ウレタンフォームは膨らみイギリスパン風になるので、箱からせり出した部分及び、底部の発泡スチロールを切り取り、上下の試料面をそろえる。これを固定試料とする。

3) 変水頭、定水頭測定法の手順

a) 装置

泥炭試料の透水性は、試料ごと、または測定の方角によって著しく変わるといわれている。測定において試料の差し替えが容易にできること、変水頭でも定水頭でも使用可能なような装置が望ましい。そこで、図-3 のような変水頭・定水頭測定装置を開発した。

測定装置は、上・下のアクリル板で固定試料を挟み、ねじ棒で固定するようになっている。上のアクリル板にはエア抜きバルブ、給水バルブ及びスタンドパイプ用の穴をあけ、下のアクリル板には直径 5 mm の穴を多数あけ良好な通水性を保った。通水・給水に伴う試料の散逸を防ぐため試料上下に 2 mm 目の金網を置いた。給水バルブに給水タンクを接続し、測定に必要な給水として用

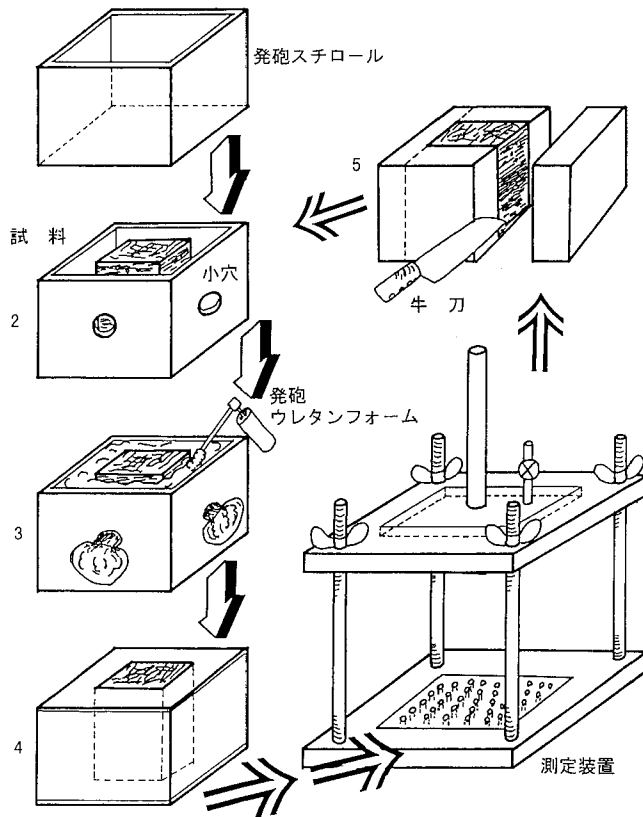


図-2 固定試料と手順

Fig. 2 Preparation of the peat sample for saturated hydraulic conductivity measurement.

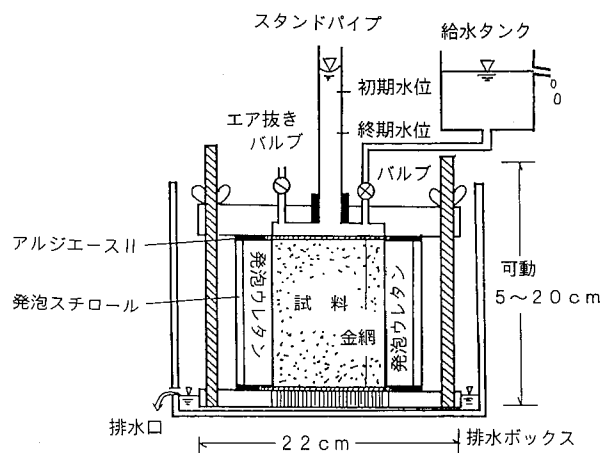


図-3 飽和透水係数測定装置

Fig. 3 Equipment for saturated hydraulic conductivity measurement.

いるとともに、定水頭試験用のタンクとしても使用した。試料断面積の大小は発泡ウレタンフォームの充填厚を変えることによって対応させることができ、試料の高さの変化は上のアクリル板を上下させて変えることができる。本測定では、一辺5~10 cm、高さ5~10 cmの試料測定をおこなった。

b) 手順

まずはじめに、固定試料を飽和させるために、試料が湛水するくらいの高さのあるプラスチック製の蓋付き箱を用意し、そこに水を入れ固定試料を沈める。このとき試料は、水に浮くので箱の蓋をゆっくり押さえつけ、そのまま12時間ほど放置し飽和させる。飽和した固定試料の発泡ウレタンフォームの切り取り部分は、若干の透水性があるため、遮水材として歯科用の歯形取りであるアルジエースIIを塗布し、遮水した。固定試料を上下アクリル板に装着し、ねじ棒で締め付け固定する。排水ボックスに入れ、再度下方よりゆっくり浸潤飽和させ測定を開始する。

給水タンクよりスタンドパイプへ給水させ、鉛直方向の透水係数を測定する。次いで装置から固定試料を取り出し、発泡ウレタンフォームと試料とを注意深く切り取り、水平方向に試料の向きを変え、発泡スチロール箱に入れ再び発泡ウレタンフォームで固定し、同様の測定をおこなった。測定終了後、発泡ウレタンフォームを切りとり試料を100℃で乾燥した。

透水係数が著しく大きいと予想される場合は定水頭法で、また透水係数が小さい試料の場合は変水頭法に切り換えて測定を行った。

4) 結果

泥炭土の透水係数には異方性があるといわれている

(前田一男 (1955), 粕淵辰昭ら (1994))。しかし、これまで行われてきた測定は同一試料ではなく、隣もしくは近い位置から採取した異なる試料を用いたものであった。図-4 (a) は、中間泥炭の深さ0~90 cmまで10 cm毎の角ブロック試料を各層同一試料について鉛直、水平の2方向で測定したもので、異方性の存否が明瞭に認められた。深さ7~16 cmに存在する火山灰を含む層では異方性がなく、その下の中間泥炭層では異方性が現れ、特に深さ70~80 cmで異方性が最も大きく、水平方向の透水係数は鉛直方向の約35倍の値となった。

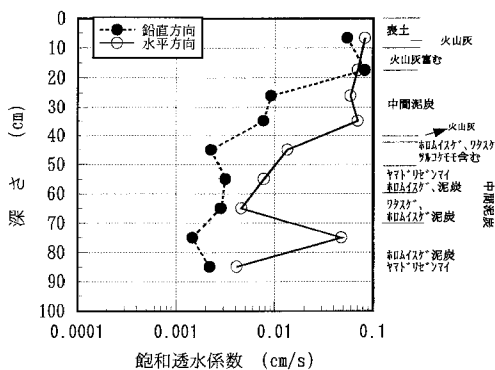
図-4 (b) は中間泥炭地に近く位置する低位泥炭地水田の透水係数測定値で、Fig. 4 (a) と同じ方法で測定したものである。どの深さにおいても透水係数の顕著な異方性は認められず、中間泥炭との違いが明確に示された。

尚、発泡ウレタンフォームは試料固定には適しているが、切り口をつけることにより透水性が若干生じることがわかった。そのため、歯形取りであるアルジエースIIを塗布することによって遮水が有効であった。

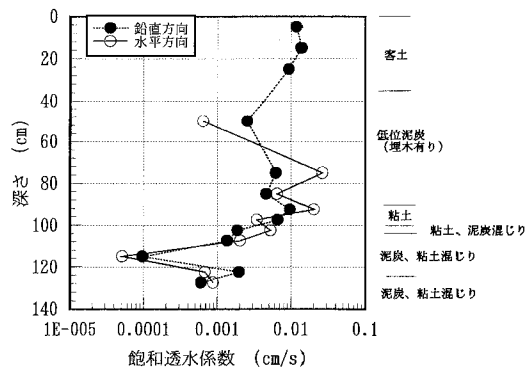
6. ま と め

1) 泥炭土のサンプリングは、通常のサンプリングが適用しにくい場合、牛刀、鋸等で角柱状に切り出すことが有効であった。また、切り出し後の試料崩壊を防ぐため補強板、ラップでの固定も有効であった。

2) 試料を発泡ウレタンフォームで固定したり、これを切り取って方向を変えて再固定することなどにより、従来の固定方法に比べると、同一試料の反復使用が可能となった。また、サイズの異なる角ブロック試料でも同一方法で固定することが可能となった。一方発泡ウレタ



(a) 中間泥炭 (防風林)



(b) 低位泥炭 (水田)

図-4 飽和透水係数分布

Fig. 4 Saturated hydraulic conductivities of windbreak forest and paddy field soils.

ンフォーム自身若干の透水性があるという欠点もわかった。

3) 飽和透水係数測定装置の改良により、同一試料を用いて、変水頭、定水頭法測定の両方が測定でき、異方性の測定も容易になった。その結果、同一試料における飽和透水係数の異方性を精度よく測定できた。

参 考 文 献

- 粕渕辰昭・宮地直道・神山和則・柳谷修自(1994): 美唄湿原の水環境の特徴と保全, 日本土壤肥料学会誌, **65** (3): 326~333.
- 粕渕辰昭(1995): 泥炭の密度, 水分張力, 飽和透水係数測定のための試料の取り扱い, 土壤の物理性 **72**: 9~12.
- 高有機質土の力学的性質及び試験方法に関する研究委員会(1990): 高有機質土の工学: 20~22.
- 権平昌平(1961): 泥炭土の試験方法について, 農業土木研究 **28** (5): 2~4.
- 笹田勝寛・河野英一・加藤誠・石川重雄(1996): 赤井谷地高位泥炭地の保全と水移動, 土壤の物理性 **75**: 23~30.
- 土質試験の方法と解説(1990): 地盤工学会, 486.
- 農業土木学会泥炭地開発研究委員会(1961): 泥炭土の試験方法について, 農業土木研究 **28** (5): 1~21.
- 前田一男(1955): 釧路泥炭地における透水試験, 土と基礎, **3** (10): 5~8.
- 山崎不二夫(1961): 泥炭土の試験方法について, 農業土木研究 **28** (5): 9~10. 受稿年月日: 1998年12月17日

受稿年月日: 1998年12月17日
受理年月日: 1999年3月11日