

## 土壌断面標本(土壌モノリス)の作製法

穴戸 信 貞\*

### 1. はじめに

土壌断面の標本である土壌モノリスは地表面からある深さ(普通1m)までの土壌断面を切り出し、展示用に加工した物であり、モノリスという言葉は、単一(mono)の石(lith)に由来する<sup>1)</sup>。

1970年代、北海道では農用地の造成が大規模に行われ、原野(泥炭地)や山林が普通畑や草地へと耕地化された。このため北海道内の典型的土壌の未耕地状態での分布地は急速に減少した。そこで、大規模な農用地造成が行われた地域近傍での未耕地の土壌断面を土壌モノリスとして当研究室では保存している。これは、土壌調査の研修などに資するだけでなく、耕地化による土壌の長期的な変化を把握する際の基礎データともなる。

日本国内でのモノリスの収集・保存・展示は研究機関、大学あるいは博物館などさまざまなところで行われているが、体系的に収集している機関は少ない。世界的にはオランダ Wageningen にある ISRIC (International Soil Reference and Information Center) で国際的な収集と展示が行われている<sup>2)</sup>。

本文では土壌モノリスを作製するための試料の採取法と、室内で、その試料から土壌モノリスを作製する方法について記述する。

### 2. 土壌モノリス作製のための土壌試料の採取と作製法

土壌モノリスの作製についてはいろいろな方法が提案されている。従来は切り出した土柱を箱に詰めそのまま展示する方式が多かったが<sup>1, 2, 3)</sup>、最近では土柱の

裏面を樹脂で固め薄く仕上げる方法や現地で断面に樹脂を吹き付け固化し、剥ぎ取る方法がよく採用されている<sup>4, 5, 6)</sup>。標本の大きさ、土壌の物性や含水量などを正しく把握し、それぞれの条件に適合した方法で作製する必要がある。筆者は幅約10cm、深さ約95cm、厚さ約5cmの土壌モノリスを作製している。この大きさのモノリスを作製するには幅約15cm、深さ約100cm、厚さ約10cmの柱状土壌試料を現地で採取し、その後、適度に乾燥させ、上記のモノリスの大きさに整形した後、合成樹脂を浸潤させ、固化している。本文ではこの手順・方法について述べる。

#### 2. 1 野外での柱状土壌試料の採取法

##### 2. 1. 1 用具および器材

土壌モノリスを作製するため、現地で土壌断面調査を行うとともに、柱状土壌試料を採取するのに必要な用具や器材は草刈り鎌、剪定鋏、スコップ、折り尺、移植ごて、包丁、ナイフ、柱状土壌試料採取缶(土壌モノリスの背板となるステンレス製の缶、以下採取缶という、図-1)、柱状土壌試料保護枠(採取缶をはめ込んだ柱状土壌試料を保護するための木枠、以下保護枠という、図-2)、新聞紙、ビニールシート、ビニールテープ、ガムテープおよびマジックインキである。

##### 2. 1. 2 柱状土壌試料の採取

1) 試坑地点を選定し、図-3上段に示すように、正面に調査用の垂直な土壌断面を、手前に作業の昇降用の階段を付けたピットをスコップで試坑する。この時、土壌断面の奥(背後)および階段の手前の地表面には、掘削した土砂を堆積しない。すなわち、掘削土

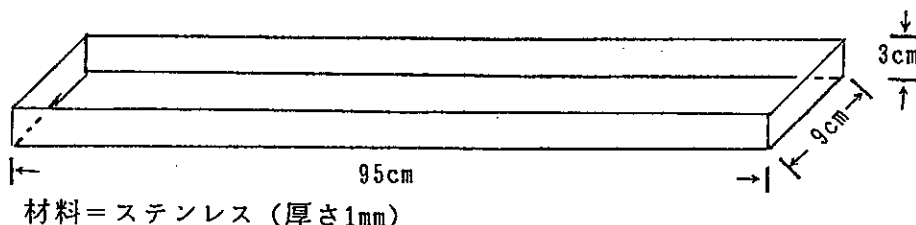
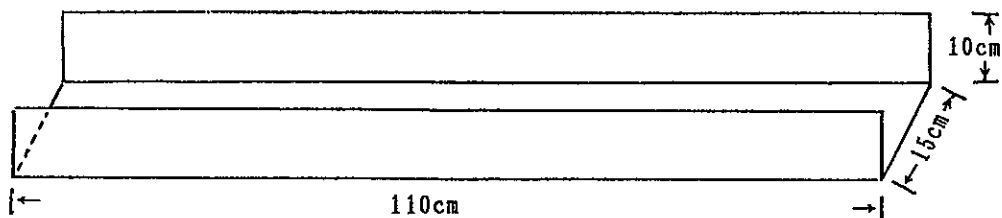


図-1 柱状土壌試料採取缶



材料＝横面、厚さ0.3cm、底面：厚さ1cmの合板

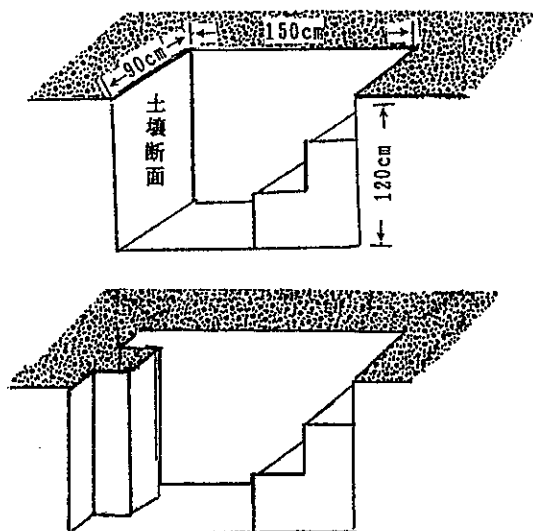
図－2 柱状土壌試料保護枠

砂はピットの両サイドに排除する。地表面の落葉や落枝は土壌モノリスの一部になるので、これらも現状のままに残す。断面を整形した後、断面写真や周辺の景観を撮影し、土壌断面調査を定法にしたがって行う。これらの写真や調査結果は土壌モノリスとともに展示されるが、自然の土色は写真ではなかなか再現しにくい場合が多い。特に泥炭土は水分が多く、反射したりする。したがって、ストロボ使用の有無、シャッタースピードあるいは絞りを変更して数枚の写真を撮影している。また、土壌断面にスケールを当て、採取月日、地点などを記載したカードを添えた場合と添えない場合でも写真撮影をする。

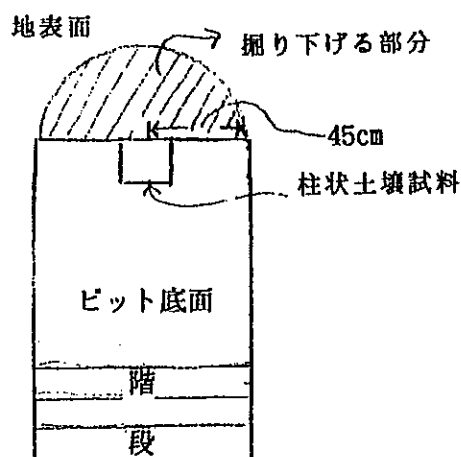
2) 次に、柱状土壌試料に採取缶をはめ込む作業を行う。土壌断面の中央部から柱状土壌試料を採取するため、断面中央部を幅約30cmで再度平滑に削る。採取缶をA<sub>0</sub>層も入るように当てがい、採取缶の縁に包丁を当てて、採取缶の縁に沿った切れ目（包丁の刃の幅の溝）を土壌断面に入れながら、少しずつ採取缶を土壌断面に差し込む。この時、木の根などは剪定鋏で切り取るとともに、採取缶の中央部が膨らまないように留意する。このようにして、土壌断面と採取缶の底面を密着させる。なお、膨軟な土壌は崩れ易いので注意が必要である。また、砂、砂礫、浮石やスコリアなど単粒状の構造を呈する土壌も崩れやすいので、この場合は柱状土壌試料の採取のための土壌断面にやや傾斜を付けると良い。

3) つぎに、土壌モノリスの原体となる柱状土壌試料を垂直断面から浮き出させ、この3側面に保護枠を密着させる作業に移る。なお、保護枠は試料の採取時や運搬時に柱状土壌試料が攪乱されたり、崩壊したりするのを防止するためのものである。

採取缶をはめ込んだ土壌断面において、採取缶の位置を中央にし、幅約15cm、深さ約100cmの部分を残して、その両側を包丁やスコップを用いて、削剝する。このようにして、厚さ約10cmの土柱を垂直断面から浮き出させる（図－3下段）。そして、保護枠を

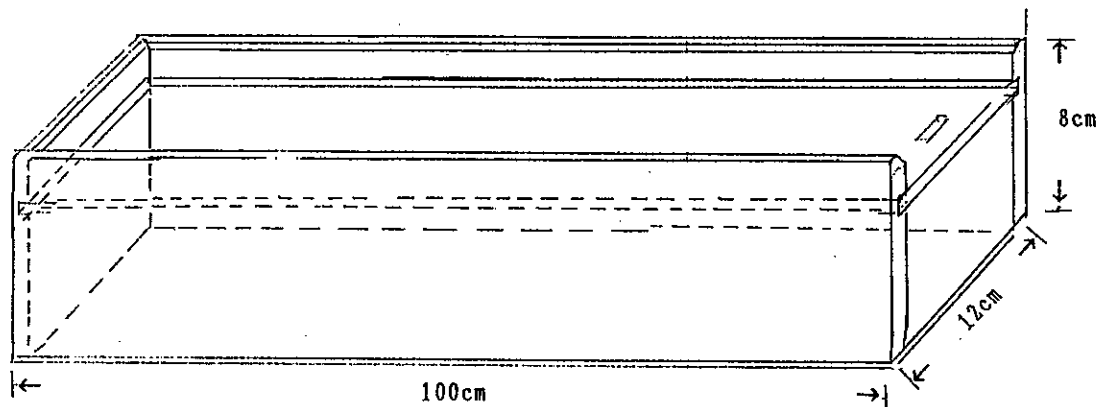


図－3 土壌断面および柱状土壌試料の作り方



図－4 柱状土壌試料を採取するための周囲の掘り方（水平断面）

この土柱にはめ込み、試料の3面を保護枠に密着させる。なお、一度押し込んだ保護枠を外そうとすると、土壌試料が崩壊するので、そのような事は行わない。4) つぎは、保護枠で3面を保護した柱状土壌試料を垂直断面から切り離し、運搬用に包装した状態で採取する作業である。



材料横＝厚さ1cmのラワン材、底0.5cm合板  
 外側＝ニス塗り  
 前面＝透明ガラス(0.3cm)  
 継ぎ目＝木工ボンド+釘（頭は木にする）

図-5 土壌モノリス標本展示箱

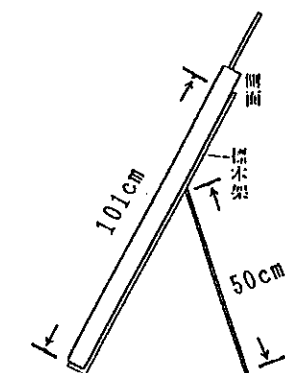


図-6 土壌モノリス展示用標本架台

保護枠を支えながら、柱状土壌試料と土壌垂直断面との接続部を中心として、45cmの半円の部分を円柱状に掘り下げる。この場合に、柱状土壌試料がカマボコ型になるように、垂直断面と柱状土壌試料の接続部を掘る（図-4）。20～30cm掘り下げる毎に、出来上がった柱状土壌試料を新聞紙4～5枚重ねて包み、土壌試料を崩壊させないように注意しながら、4～5cm間隔で、ビニールテープを螺旋状に巻き付ける。巻き付けたビニールテープは収縮するため、良い具合にゴムバンドで留めた状態になる。なお、ピット内に溜った掘削土は、作業の支障になるため、時々ピット外に排除する。

深さ約70cm程度まで掘り下げたら、これらの作業を中止する。そして、柱状土壌試料の最下端の部分（深さ約110cm）にスコップを差込み、スコップを梃子として軽く作用させ、柱状土壌試料を垂直断面から切り離す。この場合に、柱状土壌試料の下部約30cmの部分がその上部と同様に、カマボコ状に分離されるように、両側から、移植ごてなどで切れ目を入れなが

ら行う。階段手前の部分をあらかじめ平坦にし、その上にビニールシートを敷く。そこに垂直に立って、保護枠に入った柱状土壌試料をゆっくりと水平に傾倒する。柱状土壌試料の下部を整形した後、上部の部分と同様に新聞紙で包み、ビニールテープで巻く。ついで、新聞紙に包まれ保護枠に入った柱状土壌試料を下に敷いてあるビニールシートで再度包み、ビニールテープを約10cm間隔で巻く。マジックインキで採取点等を書き込み、なるべく振動や荷重を与えないようにして実験室に持ち帰る。

## 2. 2 室内での柱状土壌試料の整形・固化法

### 2. 2. 1 用具および器材

室内で柱状土壌試料を整形し、固化して土壌モノリスを作製するのに必要な用具および器材は包丁、ナイフ、剪定鋏、鋸、鉄切り鋸、ドライバー、千枚通し、ピンセット、カッターナイフ、大型電気掃除機、ペンチ、霧吹きおよび土壌モノリス作製用外枠（5cm角の角材で作製した木枠で、内幅は約15cmで長さは約110cm。以後、木枠と呼ぶ）、表面仕上げ用接着剤としての木工用ボンドCH18（酢酸ビニル樹脂エマルジョンの夏冬兼用型）、使用時には2～10倍の水希釈液にし、さらに1%程度の中性洗剤を含む）、土塊表面に湿潤状態の外観（濡れ色）を呈させるため最終仕上げ用のビニライトVYHH（塩化ビニル・酢酸ビニル共重合樹脂）、使用時にはアセトン：2と、メチルイソブチルケトン（MIBK）：1の混合液で5～10%に希釈）、土壌モノリスを展示するための土壌モノリス展示用箱（外径の高さ100cm、幅12cm、厚さ8cmで、正面にガラス板が挿入されるように、側板の内側を溝切り加工したもの、図-5）および土壌モノリス展示用標本架台（展示用箱5本立て用、図-6）である。

## 2. 2. 2 柱状土壌試料の整形

野外で採取してきた柱状土壌試料を作業室に運び込み、作業台の上に置く。この時に、採取缶のはめ込みである面を下にし、カマボコ型の凸面を上向きに置く。柱状土壌試料を包んだビニールシート、新聞紙および保護枠を取り除き、新しいビニールシートと新聞紙を敷いた後、外枠に柱状土壌試料をはめ込む（入らない場合は柱状土壌試料を削る）。水分が多い場合はそのまま2～3日放置する。通常の酸性褐色森林土では直ちに処理できるが、降雨直後に採取した試料や湿性土壌試料では数日間放置し、乾燥させる。

柱状土壌試料上端の落葉・落枝は散逸しないように、外枠と落葉・落枝との間に新聞紙を充填しこれらを固定する。柱状土壌試料の構造面を露出するため、千枚通しを用いて土壌表面から徐々に土塊を削り取る。削り取った土塊の一部は展示用箱等に、修正用土塊として深さ1mの層序通り保存しておく。柱状土壌試料の厚さが7cm程度になったら、電気掃除機で削り取った切削試料を吸引除去しながら、土壌構造をはっきりと露出させ厚さを約5cmにする。なお、土壌構造が大きく、土壌試料が外枠（厚さ5cm）よりはみ出す場合は、試料を包丁で切り取り、平滑に仕上げる。1日でこの整形作業が終了しない場合は、濡れ雑巾を被せ、乾かないようにし、次の日に整形作業を続ける。落葉・落枝は剪定鋏で切り取り、外枠の厚さに合わせる。その後、必要に応じて保存しておいた土塊試料で表面の補修を行う。

## 2. 2. 3 樹脂の注入

整形終了後、最初は6～10倍の水で希釈し、1%相当の中性洗剤を加えた木工用ボンドを、整形した試料面に、駒込ピペットで2～3回滴下し、一様に浸透させる。木工用ボンドの希釈倍率は、透水性の悪い土壌ほど薄くする。また、このような土壌は崩れ難いので少量の樹脂で足りる。砂、礫や泥炭などのルーズで透水性の良い土壌ほど濃くし、また、多量の樹脂を必要とする。

1夜放置後、4～5倍に希釈した木工用ボンド（洗剤1%含む）を駒込ピペットで滴下し浸透させる。木工用ボンドの滴下・浸潤は2～3日繰り返す。なお、樹脂が過剰になると表面に被膜が出来て白濁したり、光沢を生じたりするので使用量は最小限にとどめる。滴下終了後、乾燥固化するまで（約1カ月）、日陰に放置する。

乾燥によって割れ目や、剝離を生じた場合には、必要に応じて、保存しておいた同一土層の修正用土塊を

周囲と同じような状態に埋め、補修を行う。この時には4～5倍希釈の木工用ボンドを用い、修正後乾燥する。

## 2. 2. 4 固化試料の整形と湿潤土色の呈色

乾燥後、整形固化した柱状土壌試料と木枠が木工用ボンドにより接着している場合には、その部分をカッター等で切り離し、外枠を取り外す。柱状土壌試料の下側にはめ込まれている採取缶を中心にして、柱状土壌試料を鉄切り鋸または鋸で幅9.9cm、長さ95cmの大きさに切り、幅は9cmの採取缶が正面から見えないようにする。柱状土壌試料を静かに持ち上げ、下に敷いた新聞紙を取り除き、新しい新聞紙を敷く。鉄切り鋸での切断面の近傍には、木工用ボンドが浸透していないため、この部分の土壌試料は固化していない。このため、筆を用いてボンドを切断面に塗り、この部分を固化する。木工用ボンドで固化した試料の構造面は、湿潤状態の外見（濡れ色）を呈している場合もある。その時にはそのまま展示できる。しかし、試料表面が乾燥した外見を呈する場合は、5～10%のビニライトを噴霧して、試料表面を、湿潤状態のような外見

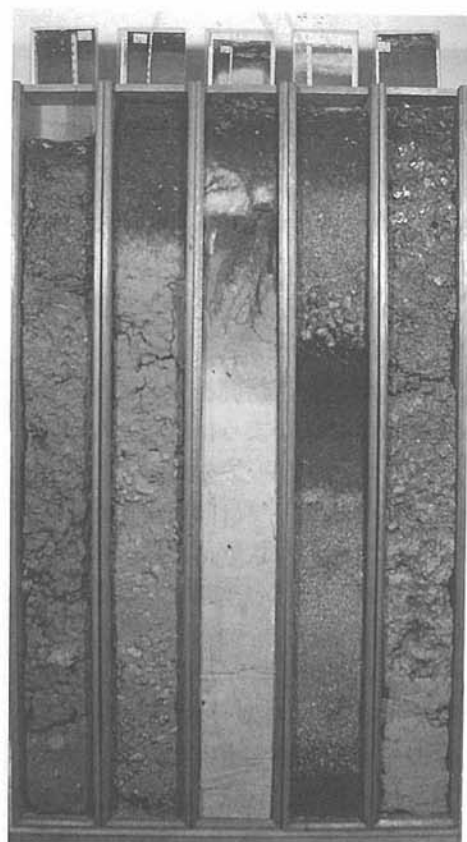


写真-1 展示用架台に納まった土壌モノリス  
左から表-1のNo.38、13、34、2、23

にする。なお、樹脂の噴霧は排気が整った部屋で行う。また、噴霧はその都度、試料表面の外見を確認しながら、適度の土色が得られるまで繰り返す。これが多すぎると表面に光沢が生じる<sup>1)</sup>。

この後、試料が乾燥すると、土壤モノリスは完成である。この土壤モノリスを展示用箱に入れ、ガラスをはめ込み、展示用架台に乗せて展示する。展示用架台の上には断面写真の他に、採取地点、土壤分類、断面記載および分析値等を記載した用紙も掲示することが望ましい（写真-1）。

### 3. おわりに

当研究室では表-1に示す41カ所の土壤試料を採取し、土壤モノリスを作製している。このようなモノリスははじめにも述べたように、土壤調査の研修などに利用されるだけでなく、耕地化による土壤の長期的な

変化を調べる基礎資料にもなるものである。今後、展示場所を確保するとともに、このような面での土壤モノリスの活用を図っていきたい。なお、上述のこの他に、以下の点も土壤モノリスの作製に際して留意する必要がある。

- 1) 柱状土壤試料の採取は、非常に労力と時間を要する。特に、事前に調べた典型的な土壤断面を現地で探すのは容易ではない。
- 2) 土壤モノリスを作製することが困難な土壤がいくつかある。

泥炭土や黒泥土などでは乾燥に伴いかなりの収縮を生ずる。このような土壤では、作製する土壤モノリスの1.5倍の大きさで、柱状土壤試料を採取し、室内で約1カ月間放置することにより、徐々に乾燥させる。その後、土壤モノリスの作製にとりかかる。しかし、この場合にも、乾燥収縮による土壤構造の変化はある程度避けられない。

グライ土、疑似グライ土およびアロフェン質な土壤などでは、乾燥収縮に伴い、亀裂を生じたり、土色が変わることが多い。これらの対策も今後に残された課題である。

### 参考文献

- 1) 佐々木清一・谷口末吉：土壤断面モノリスの作製法について、ペドロジスト、11、109-114、(1967)。
- 2) 土壤調査法編集委員会編：野外研究と土壤図作成のための土壤調査法、p479-484、博友社、(1978)。
- 3) 鷹見守兄・的場節子：森林立地、XXIV、1、24-30、(1982)。
- 4) 浜崎忠雄・三土正則：土壤モノリスの作製法、農業技術研究所資料B、18、(1983)。
- 5) ペドロジスト懇談会編：土壤調査ハンドブック、土壤断面標本の作製法、p143-146、博友社、(1984)。
- 6) ペドロジスト懇談会編：多摩丘陵の歴史と土壤、一土壤標本(モノリス)の作製、p1-125、(1986)。
- 7) 小原 洋：土壤モノリス、土壤の事典、p347、(1993)。

表-1 土壤名(中分類)

|    | 採取地点      | 土 壤 名    |
|----|-----------|----------|
| 1  | 幌加内町 下幌加内 | 残積 未熟土   |
| 2  | 早来町 富岡    | 火山放出物未熟土 |
| 3  | 壮瞥町 上久保内  | 火山放出物未熟土 |
| 4  | 八雲町 台の上   | 火山放出物未熟土 |
| 5  | 白老町 竹浦    | 火山放出物未熟土 |
| 6  | 弟子屈町 美留和  | 火山放出物未熟土 |
| 7  | 伊達市 西関内   | 未熟火山性土   |
| 8  | 標茶町 虹別    | 未熟火山性土   |
| 9  | 共和町 ワイス   | 褐色火山性土   |
| 10 | 黒松内町 大春成  | 褐色火山性土   |
| 11 | 京極町 大春日   | 褐色火山性土   |
| 12 | 女満別町 大東   | 褐色火山性土   |
| 13 | 芽室町 北伏古   | 褐色火山性土   |
| 14 | 穂別町 福山    | 黒色火山性土   |
| 15 | 芽室町 基松    | 湿性黒色火山性土 |
| 16 | 函館市 銭亀沢   | 厚層黒色火山性土 |
| 17 | 清水町 美蔓    | 厚層黒色火山性土 |
| 18 | 三笠市 達布    | 酸性褐色森林土  |
| 19 | 三笠市 柏町    | 酸性褐色森林土  |
| 20 | 三笠市 達布    | 酸性褐色森林土  |
| 21 | 幌延町 南沢1   | 酸性褐色森林土  |
| 22 | 稚内市 大岬3   | 酸性褐色森林土  |
| 23 | 苦前町 旭     | 酸性褐色森林土  |
| 24 | 美瑛町 大久保   | 酸性褐色森林土  |
| 25 | 紋別市 小向    | 疑似グライ土   |
| 26 | 幌延町 南沢2   | 疑似グライ土   |
| 27 | 滝川市 東滝川   | 疑似グライ土   |
| 28 | 北竜町 美葉牛   | 疑似グライ土   |
| 29 | 浜頓別町 安別   | 疑似グライ土   |
| 30 | 稚内市 大岬2   | 疑似グライ土   |
| 31 | 富良野町 北落合  | 疑似グライ土   |
| 32 | 稚内市 大岬1   | 疑似グライ土   |
| 33 | 本別町 西仙美里  | 疑似グライ土   |
| 34 | 訓子府町 柏丘   | 疑似グライ土   |
| 35 | 天塩町 六志内   | ポドゾル     |
| 36 | 猿払村 浜猿払   | ポドゾル     |
| 37 | 猿払村 上猿払   | ポドゾル     |
| 38 | 剣淵町 美羽鳥   | 赤黄色土     |
| 39 | 豊富町 サロベツ  | 泥炭土      |
| 40 | 豊富町 サロベツ  | 泥炭土      |
| 41 | 豊富町 サロベツ  | 泥炭土      |



宍戸信貞\*

開発土木研究所  
土壤保全研究室  
主任研究員