

土壌診断の方法について

長谷川 秀 三

(ジオグリーンテック(株) 代表取締役)



1 土壌の不良要因と土壌診断

樹木の生育が土壌条件に大きく左右されることは、樹木医・緑化技術者であれば疑いをもつものは誰もいないと思う。しかし、比較的最近まで植栽された樹木の生育不良と土壌条件との因果関係がよく分かっていなかった。

近年、生育不良が見られる緑化木の多くは、地盤が重機で造成された場所に植栽されており、その生育不良原因の大部分は、土壌の物理性不良、特に土壌の硬すぎによる根系の発達不良と、根腐れを引き起こす土壌の通気透水性不良であることが分かってきた。

まれに土壌の化学性不良による生育不良（強酸性や強アルカリ性、塩分等有害物質など）が問題となることもあるが、特定な場所だけに見られる問題であることも分かってきた。また在来樹木は化学性に対しては適応幅が広く、養分要求度も低いので、果樹や農作物のように石灰や肥料を施さなくても、わが国の普通の土ならば問題なく育っている。

以上により、樹木の生育不良を生じる主な土壌要因は土壌の硬すぎと透水性不良といえる。

さて、土壌診断の目的は土壌の良否を判定することであるが、特に土壌の不良要因を特定してその阻害度を判定することが重要である。そうだとしたら土壌のどこをどう調べてどう診断をしたらよいかの手法が求められる。これらがはっきりしていなかったため、土壌診断として種々の化学分析を行い、樹

木の生育との因果関係がはっきりしないまま、農作物のような診断を出していた例が多い。この結果、的はずれな診断がなされ、本質的な対策がおざなりになっている例も見られた。

現実には、土壌診断は限られた時間と費用の中で実施することが多い。そのため生育との関係が深い土壌条件を的確に把握して土壌調査を行うことが重要である。

大部分の樹木医・緑化関連技術者が扱う土壌は森林ではない緑地の土壌と考えられるので、ここでは主にそのような環境における物理性を主とする土壌診断を中心に述べる。

2 土層状況の確認調査

土壌の診断に際してまず必要となるのは土層状況の確認である。これにより植栽基盤の全体像が把握できる。その方法として土壌断面調査と検土杖調査の2つが用いられる。

(1) 土壌断面調査

土層の確認で最も信頼性があるのは、一定の大きさの穴を掘り土層面を露出させて調べる「土壌断面調査」である。穴の大きさは、断面部分が概ね50～100cm、深さ1 m程度、奥行1 m程度とすることが多い。

土壌断面調査では土壌層位とその厚さ、土色、指触土性、水湿状況、硬さ（山中式や指頭法による）などを調査すると共に、各種測定のための土壌試料を採取する。（詳細は土壌調査ハンドブック等参照）

土壌断面調査は造成緑化地では掘削のための労力・経費がかさむだけでなく、掘削ができない場所も多い。

(2) 検土杖調査

このため、簡易な手段として検土杖が用いられる。検土杖とは鉄棒の先に一定の長さの土壌採取筒が付属した器具で、農研式と長谷川式の2種が広く用いられている。(図1)

農研式は、農耕地で広く使用されている手押しの検土杖である。比較的簡便に使用できるが、手押しで土壌に挿入するため、硬く締まった土壌が多い緑化地では表層部分しか挿入できないことも多い。

長谷川式大型検土杖は、農研式では入らないことが多い。硬く締まった造成緑化地等の土層確認のために開発された検土杖である。農研式と異なるのは固い土層に挿入するため、土壌採取部分がより強固で大きいことと、挿入のためのランマー（落錘）がついていることである。また、採取部分が大きいので、簡易な化学分析（pH等）用の試料を採取することも利点である。

(3) その他

造成後の新規植栽地などでは、造成時の担当者を確認すると、広い範囲の土層状況はもとより、その土壌をどこからもってきたか等の履歴もわかるので、有益なことが多い。

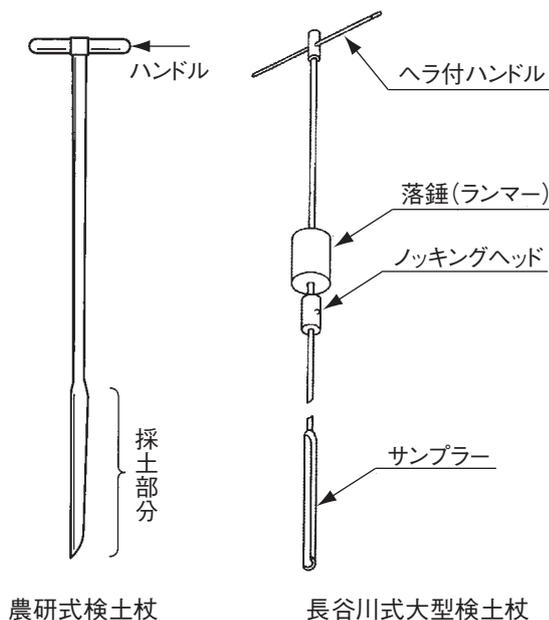


図1 検土杖

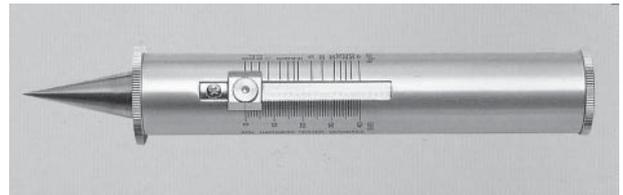


図2 山中式土壌硬度計

3 土壌硬度試験

土壌物理性の問題で最も多く見られるのが、土壌が硬すぎて、根系が発達できず乾燥害にあったり、根系範囲が規制されて大きく成長できない例である。このための調査として次のような土壌硬度試験が行われる。

(1) 山中式土壌硬度計試験

山中式土壌硬度計（「山中式」）(図2)は、土壌断面もしくは表層の硬度測定用器具であるが、法面の吹付緑化等特殊な場合を除き緑化分野での使用は少ない。

山中式は土壌断面調査では標準的な土壌硬度測定器具であるが、土壌断面を掘るのが固くて大変な労力を要することや、土壌断面の掘削許可が得られないことも多いため土壌断面調査それ自体が困難なことが多く、緑化分野での使用例は少ない。また礫が多い断面では測定が難しいことや、粒子の粘着力が少ない砂土では正しく測定ができないなどの問題もある。

(2) 長谷川式土壌貫入計試験

長谷川式土壌貫入計は「動的貫入試験機」の一種である(図3)。読取スケールがついたガイドポールが付属しているため、1打撃毎の深度の読取が極めて簡便であり、重さも軽い。このため、建設省・日本道路公団・日本住宅公団（いずれも当時の組織名）の各種関連マニュアル等における標準土壌硬度測定器具となっており、社団法人日本造園建設業協会の植栽基盤診断士資格における標準調査器具でもある。また、その判断基準値等は造園学会の委員会やその他で検討され、公表されている。

その測定原理は、まず2Kgのランマー（重り）を高さ50cmまで上げて放すと、ノッキングヘッドに

あたり、先端コーンが土壤に貫入する。その貫入量は土壤が軟らかいほど大きい。したがって1打撃毎の深度を記録すれば、深さ毎の土壤の硬度（軟らかさ）が得られる。これをグラフにすると、表層から測定深度までの連続した土壤の軟らかさ（S値）が把握できるグラフ（S値グラフ）が得られる。（図4）

これによって、概略の土層状況の確認も可能である。なお、山中式指標硬度とS値の関係が把握されており、長谷川式貫入計の結果を用いて山中式による研究知見の利用もできるようになっている。

樹木医的な利用例としては、国の天然記念物第1号の山高神代ザクラ樹勢回復作業での測定例がある。ここでは樹心に直交したL字線上の一定距離毎



土壤断面

に測定した結果を基に、土壤硬度推定断面マップが作成された。（図5）

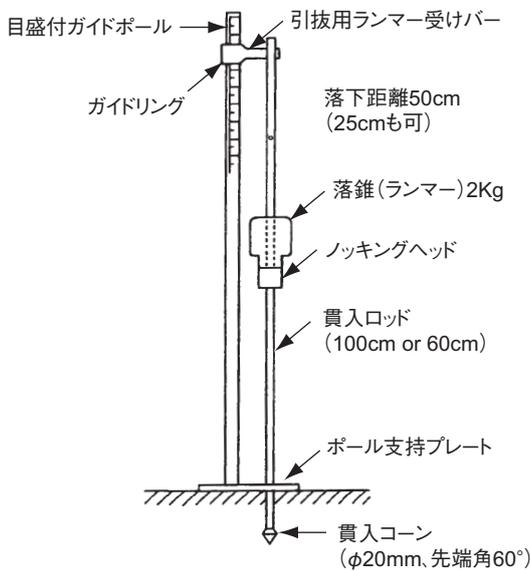


図3 長谷川式土壤貫入計

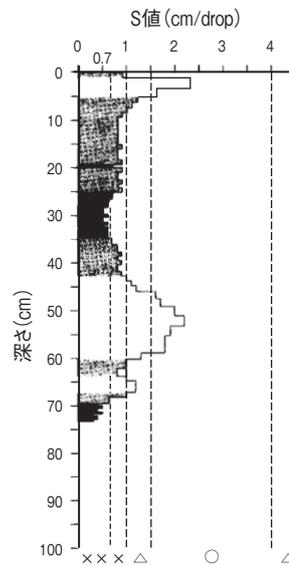


図4 S値グラフ

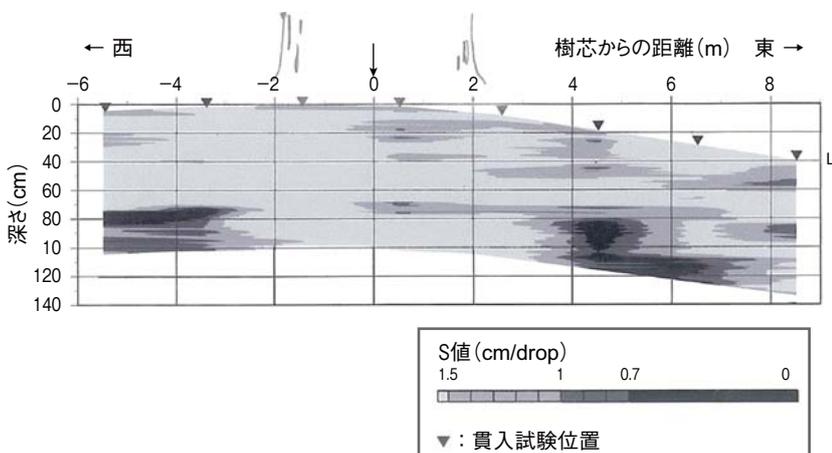


図5 長谷川式土壤貫入計による南側調査結果（土壤硬度推定断面図）

4 通気透水性の測定

次に多いのは、植栽基盤の通気透水性不良で生ずる過湿害、根腐れによる枯損や梢の枯れ下がりや枝枯れ等の生育障害である。

通気透水性の測定は、現地で測定する現場透水試験と、土壤断面調査時に円筒サンプラーに採取した試料を持ち帰って、試験室で測定するものに大別される。現場透水試験は、植栽基盤自体の透水性（排水性）の良否を見る試験で、生育の良否と相関が高い。後者は、礫の多い固い造成地では採取に手数と熟練を要し、後の手間もかかるため、大規模な調査以外あまり使用されない。

(1) 長谷川式簡易現場透水試験

現式シヨベル（ダブルスコップ）で直径15cm程度の穴を掘る。穴の深さは原則として植穴の深さとする。ここに

10cmの深さの水を入れ、一定時間後の水位の減少を計って土壤の透水性（植穴の水はけ）を推定する。（図6）

造園・緑化分野では測定が簡便に行えるこの現場透水試験が広く使用され、長谷川式土壤貫入計と同様に各公的機関のマニュアルに記載され使用されている。

5 その他の物理性測定

物理性のうち、保水性については、屋上や法面など、植栽基盤の厚さに制限がある場合は重要な要素であるが、硬さや通気透水性に問題がなく、根が十分に伸びられる空間があれば、樹木がそれなりの適応をするので、粗粒な砂土や礫土以外では診断の重要度は大きくない。

6 化学性の測定

(1) pHの測定

酸度（pH）が樹木の生育不良原因になることは多くない。しかし地域によっては土中の黄鉄鉱（パイライト）が空気酸化されて硫酸が生じ、pHが3以下になるようなことがあったり、土質改良としてセメントや石灰を混ぜた土やコンクリートガラ等が多いアルカリ性土壤が都市緑化で問題になる可能性があるのでpHを把握しておくことは望ましい。

実用的には、ガラス電極を使用したpHメーターを用い、土：水の比率＝1：2.5の懸濁液で測定する。pH試験紙や比色液法は、強い酸・アルカリ性で

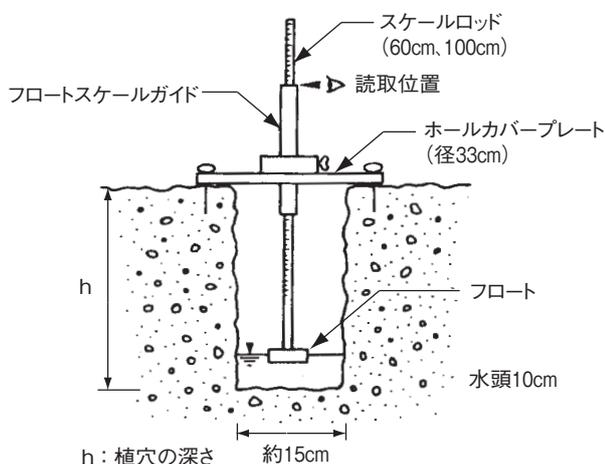


図6 長谷川式簡易現場透水試験器

ないと明確な呈色をしないことが多いので、異常値（例えばpH4以下あるいは9以上）を簡易に知る目的に使う。

(2) ECの測定

EC（電気伝導度）は、水に溶解してイオンになる土壤中の塩類の量を推定する手法であり、生育阻害物質の存在を知るために行う。例えば沿岸埋立地などの塩類濃度障害、工場跡地などの薬品類などによる障害などや、過剰の施肥による肥料濃度障害等の推定に利用される。

土：水＝1：5の比率の懸濁液をECメーターで測定する。手法が極めて簡易であることや、pHとECが同時に計れる簡易な機器もあることなどから、基本特性として把握しておくことが望まれる。

(3) 養分の測定

養分は、果樹のように短期間に実の多収穫を目的とする樹木を除き、緑化木では窒素（N）を除いて問題になることは少ない。特に三要素といわれるN,P,Kのうち、リン（P）やカリウム（K）についてはわが国では問題になることはほとんどない。窒素も有機質の腐植を含んでいれば問題ない。

<引用文献>

- 長谷川秀三・田畑衛・小澤徹三・佐藤吉之（1984）：重機造成地の植栽基盤の物理性と活力度の関係について-高速度道路植栽地を例として-, 造園雑誌, 48 (2), P104-122
- 森本幸裕・増田拓郎（1975）：踏圧による土壤の圧密と樹木の生育状態について, 造園雑誌, 39 (2), P1-9
- 日本ペドロロジー学会編（1997）：土壤調査ハンドブック 改訂版, 博友社
- 建設省都市局公園緑地課都市緑地対策室監修（1999）：植栽基盤整備技術マニュアル（案）, 財団法人日本緑化センター
- 社団法人日本造園学会 緑化環境工学研究委員会（2000）：緑化事業における植栽基盤整備マニュアル, ランドスケープ研究 63 (3), P224-241
- （社）日本造園建設業協会監修（2005）：植栽基盤整備ハンドブック, 社団法人日本造園建設業協会
- 北杜市教育委員会（2006）：天然記念物 山高神代ザクラ 天然記念物再生事業環境整備工事報告書

キーワード：土壤診断、土壤調査、物理性、化学性、土壤硬度、長谷川式土壤貫入計、簡易現場透水試験