

■知っておきたい土壌調査と土壌改良のチェックポイント

2016.04・大森僚次

1. 土壌調査の範囲とその方法・値の目安

良好な植生環境を実現し、それを維持するためには植栽基盤の整備は欠かせず、そのためには事前の土壌調査は必須である。

1-1. 土壌調査委の範囲と初期の調査項目

開発場所における以前の植生調査は、大まかでよいが調査はすべきである。それにより範囲および初期分析項目が決まる。

(1) 注意事項

以前の様子	注意事項
山林、原野などの自然状態	植生状況から地下水の高さを判断
埋立地	できる限り埋めたてた土壌の種類をヒヤリング
工場跡地	重金属類およびセメントなどによる固化材の影響を把握
工場以外の開発跡地	セメントなどによる固化材の影響を把握する

(2) 深さと範囲

以前の様子	深さ	範囲
山林、原野などの自然状態	1 m程度	土壌色、質が明らかに変わる場所ごと
埋立地	1 m程度	100 m ² 又は植栽エリア毎で狭い方
工場跡地	1 m程度	100 m ² 又は植栽エリア毎で狭い方
工場以外の開発跡地	1 m程度	100 m ² 又は植栽エリア毎で狭い方

(3) 採取点数と分析 (※点数は深さ1 m内で土壌種類が明らかに違う場合、その部分は追加分析が必要。)

以前の様子	採取点数	通常土壌分析	重金属等土壌分析
山林、原野などの自然状態	1 点以上	pH、EC、	特別必要なし
埋立地	2 点以上	pH、EC	特別必要なし
工場跡地	2 点以上	pH、EC	政令に元づく資料閲覧
工場以外の開発跡地	2 点以上	pH、EC	特別必要なし

(4) 現地初期調査手法 (※検土壌調査では、土壌の違いを調査し調査範囲を決めた後、スコップなどで掘削し調査する。)

以前の様子	現地初期調査手法
山林、原野などの自然状態	検土杖調査後、スコップ、小型バックホウで掘削
埋立地	検土杖調査後、スコップ、小型バックホウで掘削
工場跡地	検土杖調査後、スコップ、小型バックホウで掘削
工場以外の開発跡地	検土杖調査後、スコップ、小型バックホウで掘削

<初期調査項目に対する解説>

- ①湧水の有無、および地下水の高さの確認。地下水が高いと根腐れにより、枯死や予想されていた樹高が得られないなど、設計時の意図とは違った植生なる可能性がある。
- ②岩盤の位置。地下に根域が広がらないということから、設計時の意図とは違った植生なる可能性がある。
- ③土壌硬度の調査。締固められた土壌や土壌の性質上、土壌の硬度が高い場合、根域が広がらず十分な成長が得られず、最悪場合枯死する可能性がある。
- ④土性の判断。土性は粘土の量によってその土壌を区別するものである。当然、粘土が多いと土壌は粘り気が強くなり、透水性が確保できなくなる事は予想がつき。逆に粘土が少ないと砂に近い性質となってゆき、保水性はなく植生によってよい土壌とは言えない。
- ⑤pH、ECについては安価に分析が可能であり、この数値によりおおよそどのような化学性を持った土壌なのか判断がつく。ある程度適正な範囲あるのもであれば、土壌改良により使用可能なものと判断がつく。また、次の段階での分析項目の設定にも指針がこれで決めることが可能である。
- ⑥透水係数については、コア採取による分析と現場での簡易的な透水試験がある。初期分析の場合はこの現場での透水試験で十分である。代表的な透水試験法としては長谷川式が一般的である。

1-2. 実施設計時の分析項目

計画・基本設計時の調査において、植生に対して利用可能な現況土なのか、改良が必要なのか、それとも大幅な改良が必要か使用不可かが判断ができる。この判断から、おおよその土壤改良コストや使用不可能な土壤の処分費用、または購入客土材の量などが判断できることから、実施設計には必要不可欠な情報源なり、次の分析項目の設定や植物の選定に大いに役立つと思われる。また、実施設計時にはさらに詳細に樹種の選定や土壤改良材、肥料などの設計が必要になることから、次のとおり分析項目を示す。

①化学性	pH、EC、リン酸吸収係数
	pH、EC は初期値の分析で十分である。リン酸吸収係数は火山灰土か否かを判断する材料となる。これがわかることによりリン酸の施与量など判断をする事が可能である。
②物理性	有効水分保持量、飽和透水係数、固相率、土壤硬度
	飽和透水係数は現地での簡易試験で利用。また、有効水分量は pF1.8~3.0 を分析。土壤硬度は植栽予定地においては 15cm 毎に現地で中山式土壤硬度計にて調査を行う。
③養分	アンモニア態窒素、硝酸態窒素、有効態リン酸、置換性カリウム
	養分は pH、EC によって大まかに予想ができるが、近年、セメント改良などの固化材影響より大きく数値がかわることがある。このため、最低限この項目は分析を行った方がよいと思われる。特に pH、EC が異常値を示す場合、カルシウムの量は分析を行うべきである。
④その他	腐植物質
	腐植物質は有機物（根の老廃物や生物遺骸、落葉樹の落葉など）を微生物等の生物が分解した後の物質で黒化したものである。この量が多いと土壤の団粒化構造がより構築され植生に対し良い物理性、化学性を保つ土壤が形成される。 分析をすべきではあるが、決定的な要素ではないので、黒化が進んでいるか目でみて判断をし、微生物を活性化させるため、えさである有機性の改良材は投入するか否かの判断をする材料としたい。

1-3. 分析項結果と土壤の基準

① 造園・農業で言われる土壤の基準は以下の通りである。

	形態等	欠乏症状の出やすい含有率	健全土壤の含有率	過剰症状の出やすい含有率
窒素	NO ³⁻ -N 硝酸態	0.5mg以下	3~8mg	砂質土10mg, 粘質土20mg以上
	NH ⁴⁺ -N アンモニア態	2.5mg以下	5~15mg	20mg以上
リン	P ₂ O ₅ 有効態	8~20mg以下	30~100mg	300~500mg以上
カリウム	K ₂ O 置換性	10mg以下 野菜は10~20mg以下	15~20mg	30~40mg

(注) 高橋英一・吉野実・前田正男(1980)より作成,参考文献=「野菜の要素欠乏・過剰症」症状・診断・対策 渡辺和彦著

評価因子・分級	1(優)	2(良)	3(不良)	4(極不良)	
飽和透水係数	m/s	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ 以下
有効水分保持量	L/m ³	120以上	120~80	80~40	40以下
固相率 <small>純質土の場合は()に表示</small>	%	20以上(40以下)	20~30(40~50)	30~40(50~60)	40以上(60以上)
礫含有	wt/%		20~40	40~60	60以上
pH(H ₂ O)		5.6~6.8	4.5~5.6 6.8~8.0	3.5~4.5 3.5~4.5	3.5以下
EC	ds/m	0.1~0.2	0.2~0.5	0.5~1.5	1.5以上 0.2以下
全窒素	g/kg	1.2以上	1.2~0.6	0.6以下	
有効態リン酸	mg/kg	200以上	200~100	100以下	
陽イオン交換容量	cmol(+)/kg	20以上	20~6	6以下	
置換性石灰	cmol(+)/kg	5.0以上	5.0~2.5	2.5以下	

一般的には上記の別表 1、2 が基準になっている。すべての試験を行うとすると膨大な金額になり、分析点数を減らす必要性が出てくる。現在、養分も含め分析機械は安価で分析可能なもの RQ-FLEX や SFP-3 などがあるためこれら利用した分析により安価に大量に分析を行うことにより精度高いデータを得ることができ、それをより良い形で植生基盤の設計に反映することが可能となっている。

そのため、指標もこれらにあわせた方向で作成した方がより効果的であると考えられる。

② 分析の必要ないと思われる項目

養分についてであるが、別表 2 ついての全窒素は分析を行う上で、非常に高価であり、また、全窒素おける植物への窒素の供給量は有機態無機態の両方であり、より植物に吸収しやすい無機態の窒素量を把握できないことから、安価に簡易分析できる NH₄、NO₃ を調査しこの合計で判断する方が望ましいと思われる。また、カルシウムであるが必須分析項目ではなく pH が異常に高い場合、またはレピナスなど石灰をより要求する植物を植えるときのみで良いと考えられる。

陽イオン交換容量については、土性区分および礫の含有率から判断はおおよそ可能であるため必須分析項目ではないと思われる。

1-4. 土壤改良可能な土壤基準と理想的な土壤の基準

① 初期調査において判断する項目と実施設計時行う分析項目、分析結果および樹種により分析が必要な項目に分けその理想値と土壤改良不可の値を記した。

		単位	理想的な土壤基準	最低限の土壤基準	土壤改良可能土壤	土壤改良不可土壤
初期調査	土性		-	-	-	-
	土壤硬度	mm/cm ²	15以下	20以下	-	
	飽和透水係数	m/s	10 ⁻⁵ 以上	10 ⁻⁶ 以上	10 ⁻⁷ 以上	10 ⁻⁸ 以上
	pH		6.0~7.0	5.5~8.5	4.0~9.0	3.5以下9.5以上
	EC	ds/m	0.1~0.5	1.0以下	1.5以下	2.0以上
実施設計時調査	礫含有率	wt%	20	40	-	50以上
	固相率	%	20~30	40以上	50以下	60以上
	有効水分保持量pF1.5~3.0	L/m ³	100以上	80以上	30以上	10以下
	硝酸態窒素	mg/100g	合計で15~20	合計で5	-	-
	アンモニア態窒素	mg/100g			-	-
	有効態リン酸	mg/100g	50~100	20	-	-
置換性カリウム	mg/100g	15~20	10	-	-	
条件付調査	置換性石灰	mg/100g	-	-	-	-
	置換性マグネシウム	mg/100g	-	-	-	-
	陽イオン交換容量	me/100g	20以上	6以上	-	-

※-は時に基準を設けないことを示す。
 ※条件付きについては、陽イオン交換容量を除きpH7.5を超える場合調査必要項目。
 ※陽イオン交換容量含む条件付調査項目は果樹など特殊ものを植栽する場合必要となる。
 ※リン酸吸収係数は目安には掲載をしていないが、有効態リン酸が低い場合、分析し、その結果を施肥設計に反映する必要がある。

参考までに分析法は以下の通りである。

		分析法
初期調査	土性	
	飽和透水係数	長谷川式、定位水位法、変位水位法いずれか
	pH	試料: 純水=1:5ガラス電極法
	EC	試料: 純水=1:5電気伝導率計法
実施設計時調査	礫含有率	乾燥～粉碎～選別
	固相率	吸引法
	有効水分保持量pF1.5～3	加圧法、遠心法
	硝酸態窒素	SFP-3、RQ-FLEX同等以上精度の分析法
	アンモニア態窒素	SFP-3、RQ-FLEX同等以上精度の分析法
	有効態リン酸	トルオグ法もしくはブレイ第2法
条件付調査	置換性カリウム	SFP-3、RQ-FLEX同等以上精度の分析法
	置換性石灰	SFP-3、RQ-FLEX同等以上精度の分析法
	置換性マグネシウム	SFP-3、RQ-FLEX同等以上精度の分析法
	陽イオン交換容量	全農式同等以上の分析法

2. 土壌改良の方法とその設計

土壌改良では、以下の順で設計を行ってゆく。

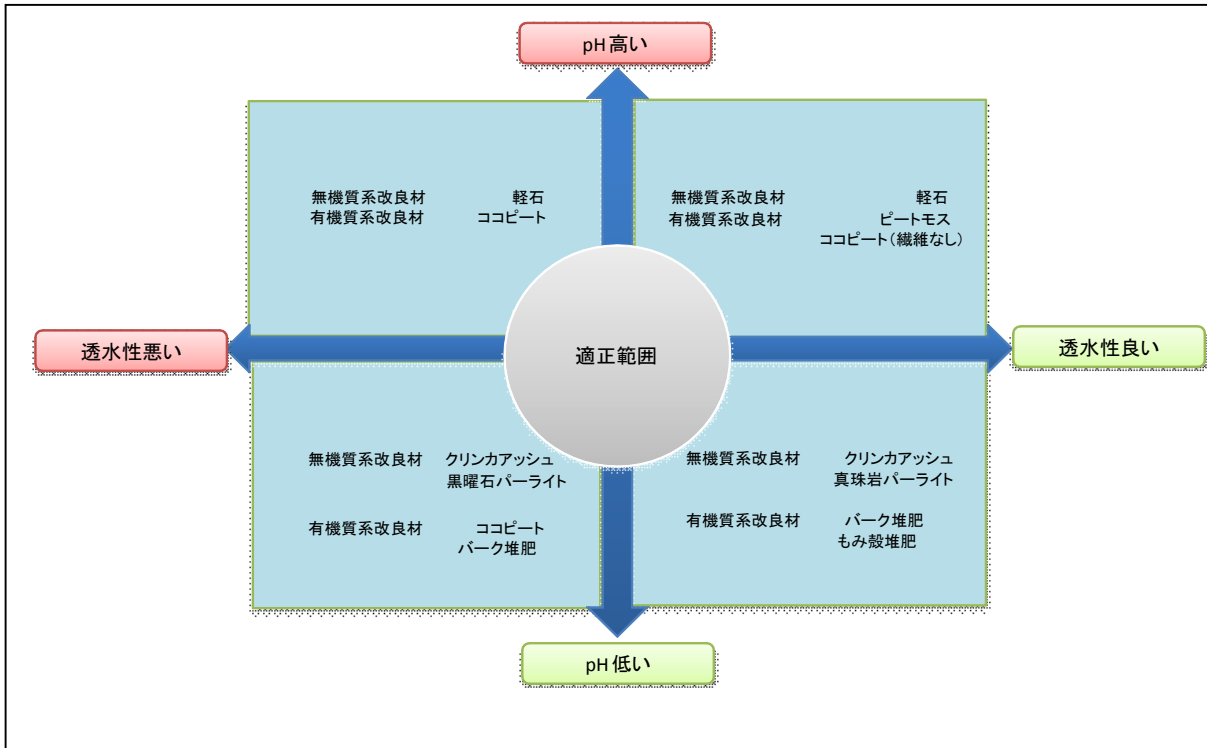
・肥料、土壌改良材の選択→・改良土壌量の把握→・肥料・改良材量の把握

2-1. 肥料、土壌改良材の選択

土壌改良材を主に物理性の改善面より選択する必要がある。この場合、将来的な団粒構造維持や微生物面および養分の継続的な供給の期待から有機物系土壌改良材の使用は欠かせない。ただ、重粘性土や地下水が高い場所では急激な嫌気発酵が起こる場合があるので使用せずに無機質系土壌改良材を使用する必要がある。

一般的な有機系土壌改良材はピートモス、バーク堆肥、もみ殻堆肥、ココピート。
無機質改良材では真珠岩パーライト、バーミキュライト、炭類が考えられる。

図1に主な改良材による、pHと透水性での改良材の選択法を示した。



行ってはいけない事を列挙すると以下通りである。

- ① 透水性の悪い土壌に有機物を大量投入しない事。透水性の悪い土壌を改良する場合は無機質系改良材および砂質土を混合し物理性を並行して改善をする事。
- ② セメント系固化材を使用した土壌は改良材との相性をあらかじめ試験する事。
- ③ 透水性によって土壌改良材の粒度は指定を行う事。

2-2. 代表的な土壌の特徴と土壌改良のモデル

以下の土壌別の施肥量および改良のモデルを例示する。

※注意事項 木質系堆肥＝パーク堆肥、剪定枝堆肥、もみ殻堆肥の高炭素含有率堆肥
クリンカアッシュ＝10mmアンダー p H9.0 以下のもの又は炭類

(1) 関東ローム

関東ロームは火山灰土であり、リン酸吸収係数が非常に高い、黒色を呈してない場合は、有機物の施与は必要であり、同時にリン酸の高い肥料を使用すべきである。また、pHは低い事が多いので、pHの高めの無機質および有機質系の堆肥を利用すると石灰等の改良は必要と無くなる。

	有効土層	1㎡あたり改良土量	肥料				土壌改良材		
			種別ナンバー	肥料施用量		有機系土壌改良材	無機系土壌改良材	その他	
芝	10～20cm	100L～200L	1,3,5	300～400g		木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ15%		
花壇	15～30cm	150L～300L	6	150～200g		木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ15%		
樹木		樹高	根鉢径	種別ナンバー	針葉樹	広葉樹	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ15%	
	高木	4～5m	80～100cm	6.8	260～330g	400～500g	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ15%	
	中木	2～3m	40～60cm	6.8	130～200g	200～300g	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ15%	
	低木	1m前後	20～30cm	6.8	70～100g	100～150g	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ15%	
仕様肥料の種別ナンバー									
		肥料の大きさ、重さ							
		1～3mm	3～6mm	6～12mm	15g				
NPK＝643		1	3	5	7				
NPK＝364		2	4	6	8				

(2) 真砂土

真砂土は花崗岩の風化物であり、見た目は山砂のようにきれいであるが、シルト部分多くあり、固相率は非常に高い場合がある。このため透水性も悪く、有効水分も少ない。これらの点に注意し、できるだけ固相率を下げる改良が必要となる。

	有効土層	1㎡あたり改良土量	肥料				土壌改良材		
			種別ナンバー	肥料施用量		有機系土壌改良材	無機系土壌改良材	その他	
芝	10～20cm	100L～200L	1,3,5	300～400g		木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ20%		
花壇	15～30cm	150L～300L	5,6	150～200g		木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ20%		
樹木		樹高	根鉢径	種別ナンバー	針葉樹	広葉樹	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ20%	
	高木	4～5m	80～100cm	5.6,7.8	260～330g	400～500g	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ20%	
	中木	2～3m	40～60cm	5.6,7.8	130～200g	200～300g	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ20%	
	低木	1m前後	20～30cm	5.6,7.8	70～100g	100～150g	木質系堆肥 15%	クリンカアッシュ21%	
仕様肥料の種別ナンバー									
		肥料の大きさ、重さ							
		1～3mm	3～6mm	6～12mm	15g				
NPK＝643		1	3	5	7				
NPK＝364		2	4	6	8				

(3) 黒土

黒土の多くも火山灰土が多く、リン酸吸収係数を測定し1500以上あった場合は6、8番の肥料を使用する必要がある。黒化した部分が腐植の影響である場合はこの設計通り有機物の投与はほとんどいらないと思われる。

	有効土層	1㎡あたり改良土量	肥料				土壌改良材		
			種別ナンバー	肥料施用量		有機系土壌改良材	無機系土壌改良材	その他	
芝	10~20cm	100L~200L	1.3.5	300~400g		木質系堆肥10%	クリンカアッシュ15%		
花壇	15~30cm	150L~300L	5.6	150~200g		木質系堆肥10%	クリンカアッシュ15%		
樹木		樹高	根鉢径	種別ナンバー	針葉樹	広葉樹	木質系堆肥10%	クリンカアッシュ15%	
	高木	4~5m	80~100cm	5.6.7.8	260~330g	400~500g	木質系堆肥10%	クリンカアッシュ15%	
	中木	2~3m	40~60cm	5.6.7.8	130~200g	200~300g	木質系堆肥10%	クリンカアッシュ15%	
	低木	1m前後	20~30cm	5.6.7.8	70~100g	100~150g	木質系堆肥10%	クリンカアッシュ15%	
仕様肥料の種別ナンバー									
	肥料の大きさ、重さ								
	1~3mm	3~6mm	6~12mm	15g					
NPK=643	1	3	5	7					
NPK=364	2	4	6	8					

(4) 砂質土

砂質土はシルトをあり有効水分の高いものも一部あるが、おおむね透水係数が良く水持ちが悪い、また、保肥力もなく、有機物も少ない事から、保水性を改善する事が第一となる。

また、肥料の流亡防止にもできるだけ大きな粒子のものを使いと良い。

ただし、過剰な施用は肥料やけを起こしやすいのでの注意が必要である。

	有効土層	1㎡あたり改良土量	肥料				土壌改良材		
			種別ナンバー	肥料施用量		有機系土壌改良材	無機系土壌改良材	その他	
芝	10~20cm	100L~200L	3.5	300~400g		ココピート20%	炭類5mmアンダー15%		
花壇	15~30cm	150L~300L	5.6	150~200g		ココピート20%	炭類5mmアンダー15%		
樹木		樹高	根鉢径	種別ナンバー	針葉樹	広葉樹	ココピート20%	炭類5mmアンダー15%	
	高木	4~5m	80~100cm	5.6.7.8	260~330g	400~500g	ココピート20%	炭類5mmアンダー15%	
	中木	2~3m	40~60cm	5.6.7.8	130~200g	200~300g	ココピート20%	炭類5mmアンダー15%	
	低木	1m前後	20~30cm	5.6.7.8	70~100g	100~150g	ココピート20%	炭類5mmアンダー15%	
仕様肥料の種別ナンバー									
	肥料の大きさ、重さ								
	1~3mm	3~6mm	6~12mm	15g					
NPK=643	1	3	5	7					
NPK=364	2	4	6	8					

(5) 粘性土

飽和透水係数 10^{-7} m/s以上で非常に水抜けが悪い状態の土壌である。改良により改善が見込められる場合は有機物の投入は良いが、基本的には施用しないほうが良いと思われる。山砂による透水性の改善と共に、無機資材での有効水分の改善を行う事が最善と思われる。

	有効土層	1㎡あたり改良土量	肥料				土壌改良材		
			種別ナンバー	肥料施用量		無機系土壌改良材		その他	
芝	10~20cm	100L~200L	1.3.5	300~400g		山砂30%	クリンカアッシュ15%		
花壇	15~30cm	150L~300L	5.6	150~200g		山砂30%	クリンカアッシュ15%		
樹木		樹高	根鉢径	種別ナンバー	針葉樹	広葉樹	山砂30%	クリンカアッシュ15%	
	高木	4~5m	80~100cm	5.6.7.8	260~330g	400~500g	山砂30%	クリンカアッシュ15%	
	中木	2~3m	40~60cm	5.6.7.8	130~200g	200~300g	山砂30%	クリンカアッシュ15%	
	低木	1m前後	20~30cm	5.6.7.8	70~100g	100~150g	山砂30%	クリンカアッシュ15%	
仕様肥料の種別ナンバー									
	肥料の大きさ、重さ								
	1~3mm	3~6mm	6~12mm	15g					
NPK=643	1	3	5	7					
NPK=364	2	4	6	8					

(6) 特殊土壌について

特に近年は高度成長時代の建物からの再開発が進んでおり、以前のセメント固化剤を使用した土壌が残土となり植栽土壌と仕様されるケースが増加傾向にある。これは残土利用からは素晴らしい事であるが、高pHによる植栽への影響は決して良いものではなく、使用するのであれば、確実に改良する必要があると思われる。さまざま技術の発展で、pH 降下剤があるが、雨水や灌水、また植栽帯以外からの流入の影響から完全なものとはいいがたく、やはり、良質客土などでの中和・改良、その後、再度改良材を使用するといった改良法がより確実で、メンテナンス時も大きな問題はおこらないと思われる。いずれにしても調査、テーブル試験を確実にを行う事をお勧めする。

3. 土壌改良部分と排水層部分

必要な有効土層および排水層の目安は以下のとおりである。

分類	土壌改良部分	排水層部分
芝	0～20cm	30cm
花壇	0～30cm	30cm
樹木	低木	10～30cm
	中木	10～40cm
	高木	10～60cm
		30cm

3-1. 土壌改良での留意点

- ①施肥は直接根に触れないところに行う。
- ②できるだけ有機質系改良材は排水層もしくは底部には施用しない。
- ③樹木は最低鉢穴の改良が基準であるが、土壌改良は期待する根の伸長部分の2/3以上行くと良い。
- ④セメント系固化材の影響もしくは構築物からのセメント類の影響が考えられる場合、一部遮水も考慮する必要がある。
- ⑤地下水が高い場合は、十分に客土厚をとるか、排水路で導くか、もしくは通気パイプなど利用する。
- ⑥岩盤等がありこれを破壊することができない場合は、客土厚を十分確保する必要がある。

以上