

植栽基盤造成技術に関する共同研究報告書

平成7年1月

建設省土木研究所環境部緑化生態研究室
社団法人日本造園建設業協会

「Copyright © (1995) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は、一部の転載、複写は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

植栽基盤造成技術に関する共同研究報告書

建設省土木研究所

環境部緑化生態研究室	室長	半田真理子
	主任研究員	藤崎健一郎*
	"	藤原宣夫
	研究員	飯塚康雄

社団法人

日本造園建設業協会	資材委員長	黒沼茂治
	技術委員長	三村欣司
	資材委員	立山富士彦
	"	権蛇次夫
	技術委員	高橋一輔
	"	松田武彦
	技術調査部長	矢野明
	事業部長	西秀甫

* 現日本大学農獣医学部

要 旨

本研究は、緑化工事において植栽基盤の概念の確立、普及とともに植栽基盤造成技術の開発が必要とされている現状を踏まえ、①植栽基盤の成立条件、②植栽基盤が備えるべき物理性、③植栽基盤整備工法と使用機械などについて検討するとともに、望ましい植栽基盤の造成工事を実現する上で重要な事項となる、④植栽基盤の調査と設計について考え方を取りまとめたものである。

本研究の実施にあたって、建設省土木研究所が建設省研究所等共同研究実施規定（昭和55年4月1日、建設省訓第4号）の規定に基づき、社団法人日本造園建設業協会との間で「植栽基盤造成技術の開発に関する研究」に関する共同研究を平成2年度から平成5年度までの4年間で実施し、その成果を整理し取りまとめた上で本共同研究報告書を作成した。

キーワード：植栽基盤、植栽基盤整備工法、土壌改良、有効土層、排水工、緑化、植栽、環境

はじめに

地球環境保全に高い関心が寄せられている今日、自然と調和した生活環境創造のための有力な方法として緑化の重要性が以前にもまして増大している。この状況に応えるべく緑化関係者は質の高い緑化を一層推進するように努める必要があり、そのためには植栽自体を適切に行うことはもとより、植栽以前の段階から植物が良好に生育するような植栽基盤を造成しなければならない。

一般に自然状態の緑地においては土壌はやわらかく、雨水の浸透も良く、保水力も充分なために雨水の流失が少ない。また、土壌微生物の生息地にもなっているため、植栽の良好な成長が確保され、光合成も活発で二酸化炭素の固定が盛んに行われ、蒸散量も多い。このように、良質な土壌は植物の良好な生育を通じて微気象緩和など環境保全機能を高め、併せて生態系保全機能も備えている。

一方、人の生活に身近な公園、道路、宅地等の用地として、良好な条件下にある土壌を確保することは困難な状況になりつつあり、むしろこれらの用地における緑地の土壌は固結、排水不良など植物にとって過酷な条件下になりがちである。また、重機による造成も多く、そのため植栽しても土壌は硬く、根は伸びにくく、透水性も悪いため根腐れを生じ、良好な生育が困難になる。このような中で、緑化の機能を十分に発揮させ、今日緑化に課せられた役割を果たしていくためには、自然状態に見られるような良好な条件を備えた植栽基盤を造成する必要がある。

しかし、現状においては十分な植栽基盤整備がなされているとは言い難く、その背景として技術的な問題に加え、植栽基盤の重要性に関する認識の不足をあげざるを得ない。したがって、質の高い緑化の実現のためには、植栽基盤の概念の確立、普及とともに植栽基盤造成技術の開発が必要とされる。

このような観点から本研究は、①植栽基盤の成立条件、②植栽基盤が備えるべき物理性、③植栽基盤整備工法と使用機械、などについて検討するとともに、望ましい植栽基盤の造成工事を実現する上で重要な事項となる、④植栽基盤の調査と設計、について考え方を取りまとめたものである。

また、本研究は、建設省土木研究所と社団法人日本造園建設業協会が共同研究として平成2年度から5年度までの4ヵ年に亘り実施したものであり、この共同研究報告書はその成果を取りまとめたものである。

最後に、本研究の実施に際して多大な御協力と御指導をいただいた関係諸機関及び関係各位に、感謝の意を表する。

平成7年1月

建設省土木研究所

環境部 緑化生態研究室長

半 田 真理子

目 次

は じ め に

第1章 研究の目的と背景

1. 研究の目的及び範囲	1
1) 目 的	1
2) 研究の範囲	2
2. 基盤整備不良地における生育事例	3
事例1～事例10	4
まとめ	16
3. 不良植栽地発生の背景と課題	19
1) 不良植栽地発生の背景	19
2) 「植栽基盤」の概念の確立と普及	19
3) 制度上の課題	20
4. 植栽基盤整備の研究の歴史	21

第2章 植栽基盤の成立条件

1. 植栽基盤の定義及び構造	23
1) 植物生育目標	23
2) 植栽基盤の定義とその意義	25
3) 植栽基盤の成立条件	29
4) 植栽基盤の構造	30
2. 緑化計画における植栽基盤の位置づけ	33

第3章 植栽基盤の備えるべき物理性

1. 緑地の植栽基盤における物理性の意義	34
2. 透 水 性	35
1) 湿害の生じやすい地形と構造	35
2) 植栽基盤における透水性	37
参考資料 1	39
参考資料 2	39
3. 硬 度	40
1) 硬すぎる植栽地盤の発生原因	40
2) 植栽基盤の硬度	40
参考資料 1	42

参考資料 2	4 3
参考資料 3	4 5
4. 土層厚と植物の生育	4 7
1) 土層厚に関する問題点	4 7
2) 高木植栽基盤の有効土層厚	4 7
3) 草本及び地被植物植栽基盤の有効土層厚	4 8
4) 低木植栽基盤の有効土層厚	4 8
参考資料 1 蒸発散量から推定した必要土層厚	5 0

第4章 植栽基盤整備工法と使用機械

1. 植栽基盤成立条件と工法	5 3
2. 有効土層整備工法	5 4
1) 有効土層整備工の分類	5 4
2) 工法の選択	5 5
3) 有効土層整備の方法	5 5
3. 排水工	5 9
4. 植栽基盤整備工に使用する機械	6 4
1) 工種と使用機械	6 4
2) 客土盛土工及び客土置換工に用いる機械	6 5
3) 耕耘工に用いる機械	6 5
4) 排水工に用いる機械	6 6
5) 植栽基盤整備工に使用する機械の問題点	6 6
5. 土壌改良材について	6 8
1) 土壌改良材の種類	6 8
2) 土壌改良材の使用に至るプロセス	6 8
3) 不良要因と土壌改良材の選択	6 9
4) 土壌改良材の使用量（混合割合）	7 0

第5章 植栽基盤の調査と設計

1. 植栽基盤整備工とその設計	7 2
2. 各段階における植栽基盤整備工の調査及び設計の作業内容	7 3
1) 基本設計段階における植栽基盤整備工の調査及び設計	7 3
2) 植栽実施設計段階における植栽基盤整備工の調査及び設計	7 8
3) 施工着手時点における現場と設計内容の照合	7 8
3. 調査法	7 9

第6章 今後の課題

植栽基盤整備のための普及・啓発活動	80
-------------------------	----

参考資料

1. 植栽地盤調査事例集	85
2. 小苗コンテナ植栽試験	137
3. 高木植栽試験	153

第1章 研究の目的と背景

1. 研究の目的及び範囲

1) 目 的

緑化工事での植栽樹木の枯死や生育不良の原因の中で、最も多いと推測されているものが植栽地の地盤不良であり、大規模な造成がなされた場所での植栽施工が増えるにつれ、この問題はより顕著になってきている。

本研究では、このような問題が生ずる社会的、技術的な背景と実態を調査し、それに対して、主として技術的な側面から検討し、有効な対応策を得ることを目的とした。

また、研究の過程において、植栽基盤の成立条件及びその整備の方法やそれに付随するいくつかの事項について基本から見直し、整理することによって、本報告が技術解説書としても役立つように配慮した。

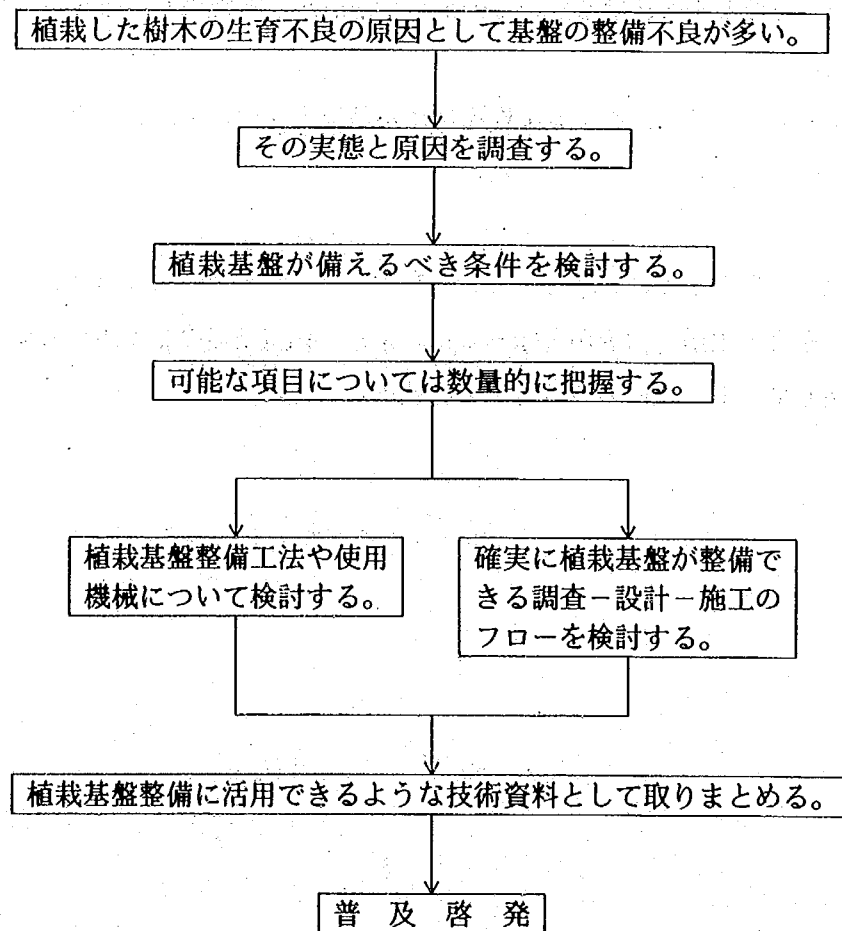


図1-1 研究フロー

2) 研究の範囲

① 土壌条件

植物の生育に関与する土壌条件としては、物理性、化学性及び近年関心が高まっている生物性などの項目があげられるが、本研究では主として物理性、その中でも透水性と硬度を対象とした。それは不良な植栽地が生ずる原因のうち、最も多く、かつ甚大な影響を与えるものが透水性不良と硬すぎる（固結状態）だからである。

多くの場合、植栽地の地盤がこのような状態になるのは、大規模な造成によって表土が削り取られ下層の固結した地盤が露出してしまうため、あるいは重機の走行によって締め固められてしまうためである。近年、地盤のこのような状況は一層著しくなり、良質客土の入手困難とともに、植栽施工上の大きな問題となっている。土壌の化学性（肥沃度、酸度等）も植物の生育にとって、もちろん重要である。しかし、化学性については、施肥等の実施によって育成管理の段階でもある程度対応できるのに対し、物理性の改良は工事完了後ではかなり困難である。また、透水性不良や固結状態の基盤はただちに植物の枯死につながることから、まずこれを改良することを植栽基盤整備の第1目標とすべきであり、このような観点から本研究では地盤の透水性と硬度を中心として取り上げた。

なお、本研究では、植栽に適する条件を備えた基盤を「植栽基盤」と呼ぶこととし、はじめにその定義及び成立条件について整理した。

② 対 象

本研究では、対象とする植栽地として、通常の公共緑地を念頭に置いた。すなわち、海浜埋立地等の特殊な条件の場所は対象から除外した。また、植栽基盤の施工法等の検討にあたっては、ある程度普及している一般性のあるものの範囲内とした。

2. 基盤整備不良地における生育不良

気候に恵まれ雨の多い日本では、自然の山野には植物が勢い良く繁茂するのが普通である。しかし、造成地の固い地盤では植物は正常に生育できず、地盤不良のまま植栽施工を行ったため、樹木が枯死したり、幹が枯れ下がったり、衰弱した状態からいつまでも回復できないままに育っている植栽地をしばしば見かける。本項はそのような事例を調査し、生育状態とそれらの植栽地の地盤の状態との関係について考察した。



写真 1-1

良好な植栽基盤に植えられた樹木はこのように素晴らしい成長を示す。

(東京都・水元公園のポプラ)

事例1. 工場緑地

東北地方のある工業団地内の工場の周辺緑地である。

この工場は1983年に操業を開始し、緑化もこの年に行われている。調査は92年に行ったので植栽後9年目である。樹木の生育は極めて不良で、周辺緑地で正常に育っているものは1本もない。辛うじて生きている状態の樹木が大半で、枯死したもの、根元まで枯れてから再萌芽しているものが数本見られる。樹種は、サワラ、イチョウ、ナナカマド、ソメイヨシノ、ケヤキ、メタセコイアなどである。

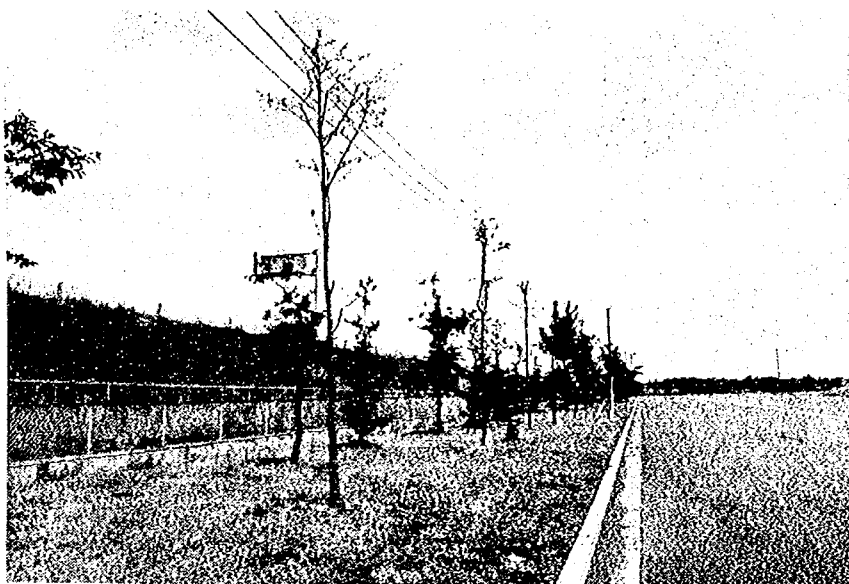


写真1-2

全般の状態。手前のわずかに葉のついているものはイチョウ。これと比べると葉の多い暗緑色のものはサワラ。

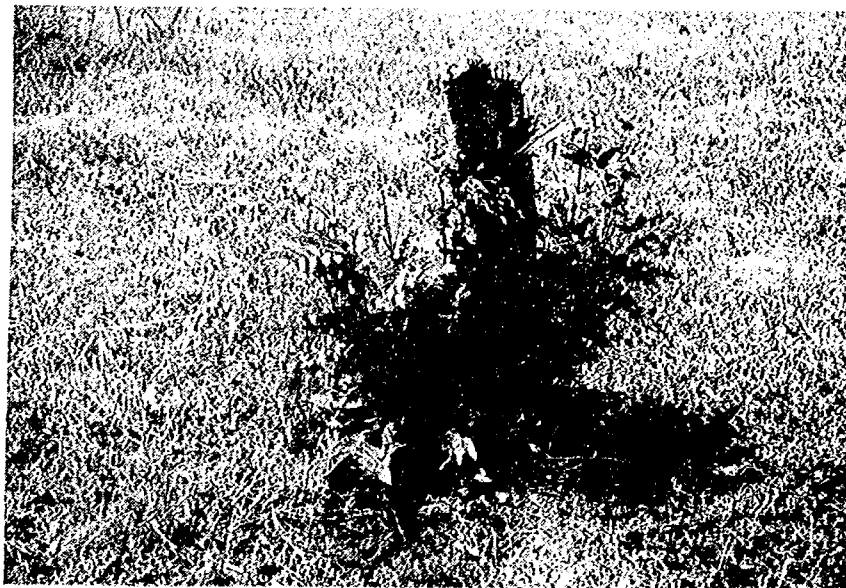


写真1-3

根元まで枯れ下がり、再萌芽しているナナカマド。このような状態のものが数本ある。



写真 1 - 4 植栽地の基盤の断面

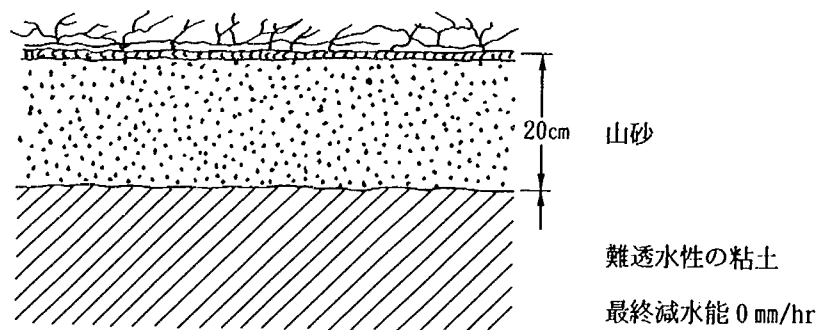


図 1 - 2 植栽地の基盤の断面図

この工場緑地の地盤は生育不良を引き起こす1つの典型的なタイプになっている。つまり、平坦地で下層にほとんど水が浸透しない緻密な粘土層があり、その上に薄い植栽用土層が乗っている。このような構造の地盤では、雨の多い季節には上層が水で飽和し根ぐされを起こし、晴天が続くと乾燥し水分不足に陥るため樹木は衰弱する。

事例 2. 公園の舗装した広場内の植枿

これは東北地方の大きな公園の中心にある舗装した広場の中の植枿である。植枿の直径は約 3 m で、黒土が客土してある。ケヤキが植栽してあるが生育は極めて不良である。関係者の話では植栽後 5 ～ 6 年経ったが年々枯れこんできているとのことである。ケヤキの自然樹形とはかけはなれた樹形になり、枝の伸びは小さく小枝は細かく活力が乏しい。これまでの経過から見てさらに衰弱していくであろうと推測される。

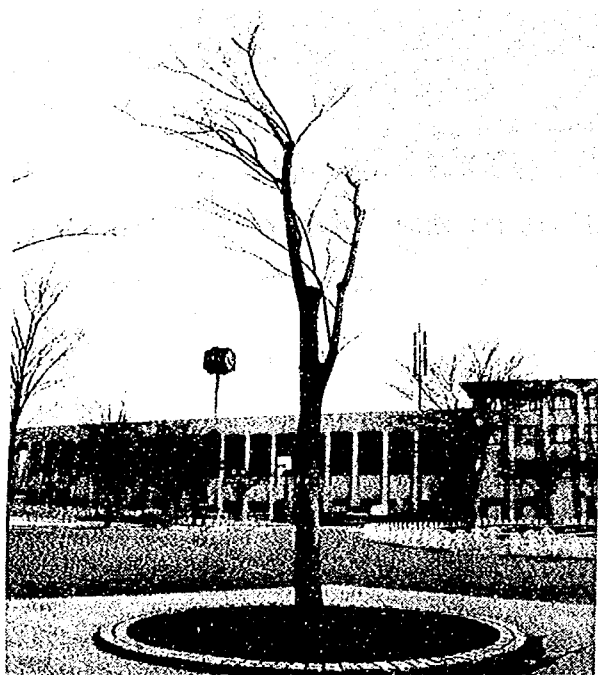


写真 1 - 5

年々衰弱し枯れ込んでいるケヤキ。

この植枿は 4 月中旬の調査で、深さ 40 cm 以下に水が溜まっていた、下層に難透水性の土層があることが分かった。つまり、下図のような構造になっていて雪解けや長雨の時期には飽水状態になる。

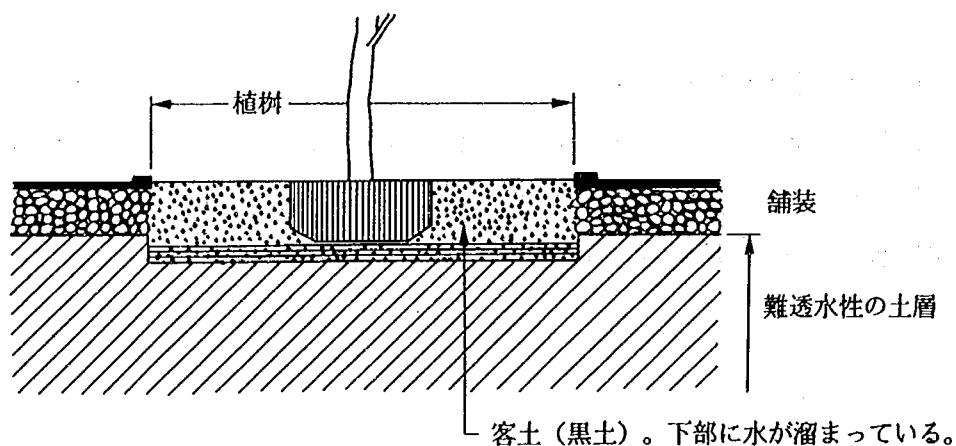


図 1 - 3 植栽地の基盤の断面図

事例3. 住宅団地の緑地

東北地方南部の住宅団地の緑地である。この団地では緑地、街路樹等に多数の枯損木が生じ、施工後10年経った現在でも写真のような不良木が残っている。最もひどい例では、45本植えた街路樹のケヤキが1本残らず枯損したところがある。



写真1-6

このマテバシイは植栽後約10年経っているが、残った枝葉も現状維持で大きくならない。

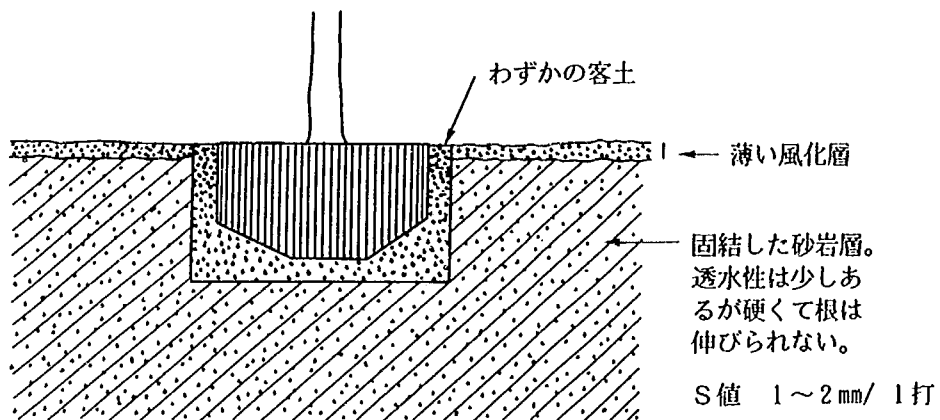


図1-4 上の写真のマテバシイの砂岩層に植穴を掘って植えてあるが、周囲の砂岩は固くて根を伸ばすことができないので、植穴内の客土と薄い風化層にしか根は伸びていない。ただ、透水性はややあるので完全枯死には至っていない。



写真1-7 小さい植穴の中で枯死した樹木の根系の状態。
元の根鉢のままで、根が外部に伸びていない。

事例 4. 播種した宿根草

いわゆる“ワイルドフラワー”の播種地の例である。フランスギクを播種したが、締め固められた地盤のため大半は生育不良で草丈や葉張りも極端に小さい。1株だけ他の株の数十倍もある大きい株（写真右側の株）があるが、この株に接して客土が施してあり、（樹木用客土、ジュートマットでマルチングしてある）その客土の中へ根を伸ばしていた。良質土が柔らかく盛土してあるところで生育したフランスギクと、固く締まって透水性不良な地盤で生育したフランスギクとの間には、同一の植物とは思えないほどの成長差が生じている。

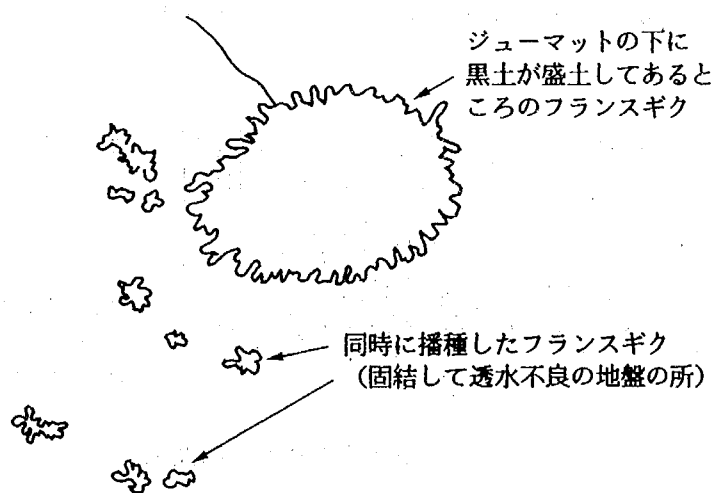


写真 1-8 及び 図 1-5 同時に播種したフランスギクの
土壌の違いによる成長量の差

事例 5. 住宅団地棟間緑地のクロマツ

関東地方のニュータウンの棟間緑地に植えられたクロマツである。植栽後20年経っているが樹高は3.7 mしかなく、片枝で葉色も良くない。全く成長せず、生きているだけの状態である。クロマツのような強健な樹種でなければ枯死していたのではないかと考えられる。



写真 1-9

植栽後20年経てば植林したマツであれば10mを越える。これは植えた時より貧弱になっている。

地盤の断面を見ると20cmまでは褐色の火山灰であるが、その下は砂利層で、土壤貫入計が全く打ち込めない。

建築工事などで砂利が敷かれた上に僅かの土を盛って植栽したものと思われる。

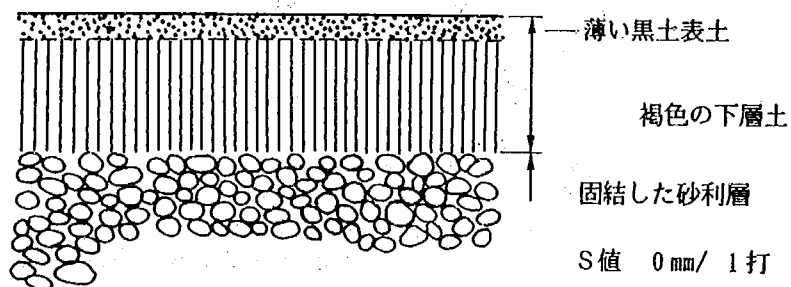


図 1-6 植栽地の基盤の断面図

事例 6. 児童公園のスタジイ

植栽してから20年経つが、樹高 3 m、枝張り 4 m で、植栽時と比べると、枝張は大きくなっているものの樹高は全く増加していないと推測される。幹の上部は枯れ、葉は小さく活力に乏しい。



写真 1-10

植栽後20年経つが、3 mの大きさのままで成長しないスタジイ。

地盤を見ると、表層15cmは黒土であるが、その下は碎石まじりの固結層で、透水性も極めて不良（1時間浸透量 0 mm）である。40cm以下は柔らかいので、重機により締め固められた地表上に客土をして植栽したと推測される。

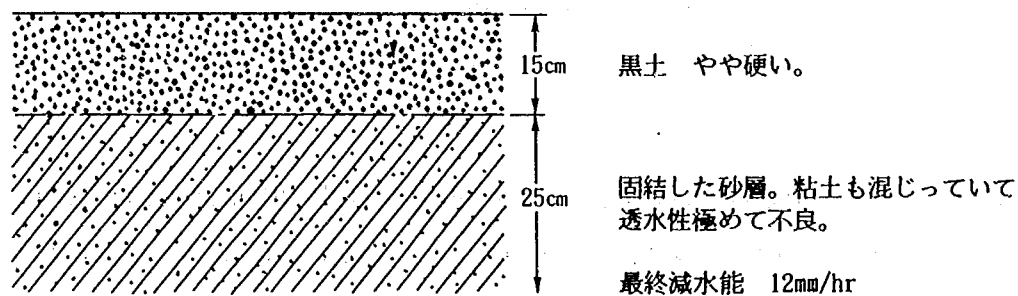


図 1-7 植栽地の基盤の断面図

事例7. 高速道インターチェンジ内のケヤキ、ハウチワカエデ

広いインターチェンジ内の低くなった場所に植えられた植栽後15年の数本のケヤキと1本のハウチワカエデである。個々の樹木で生育状態に差があるが、いずれも不良で枯枝が目立つ。ひどいものは幹の下部まで枯れ下がってようやく生きている状態である。葉は小さく、内側に折れたようになっている。植栽後の成長は認められず、逆に小さくなっている。

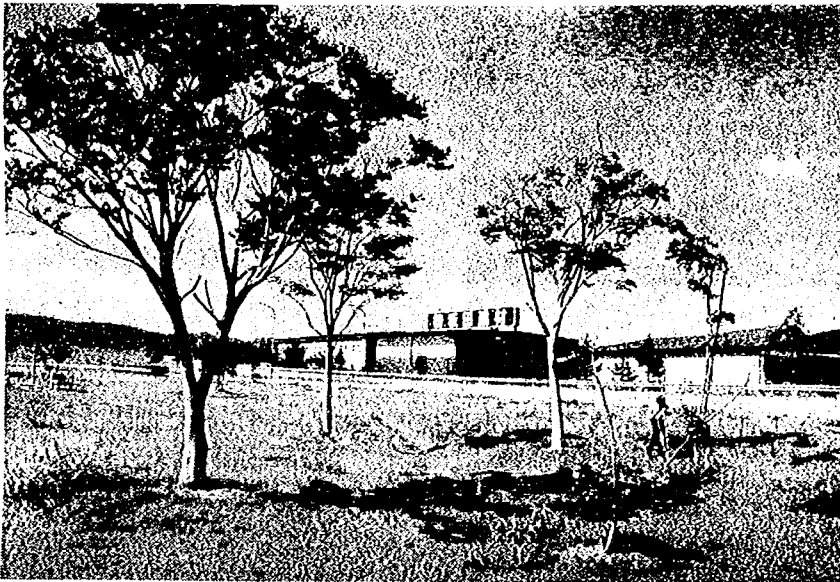


写真1-11

程度の差はあるが、いずれも生育不良。特に右端のケヤキと右手前のハウチワカエデは、ようやく生きている状態である。

地盤は表層5～7cmが柔らかい黒土層で、その下は礫混じりの固く締まった山砂である。透水性も極めて不良で、試験のために掘った孔3ヶ所のうち2ヶ所は湧水した。ここでは固結、透水不良というだけでなく、地形的に水が集まってくる場所ということが状況を一層不利にしている。

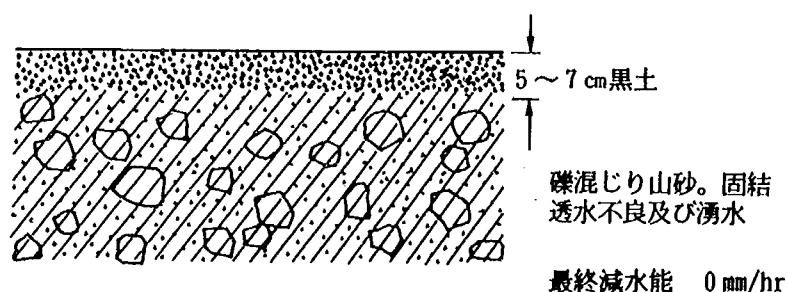


図1-8 植栽地の基盤の断面図

事例 8. 高速道インターチェンジのヒマラヤスギ

これも植栽後10年以上経つが、ほとんど成長せず、下枝が枯れ上がり、枝張りが小さく葉量は少なく、勢いも弱い。ヒマラヤスギ本来の樹形とはかけ離れた樹形となっている。

また、いまだに支柱を設置したままであるが、これは根張りが小さく倒伏する恐れがあるためであろう。

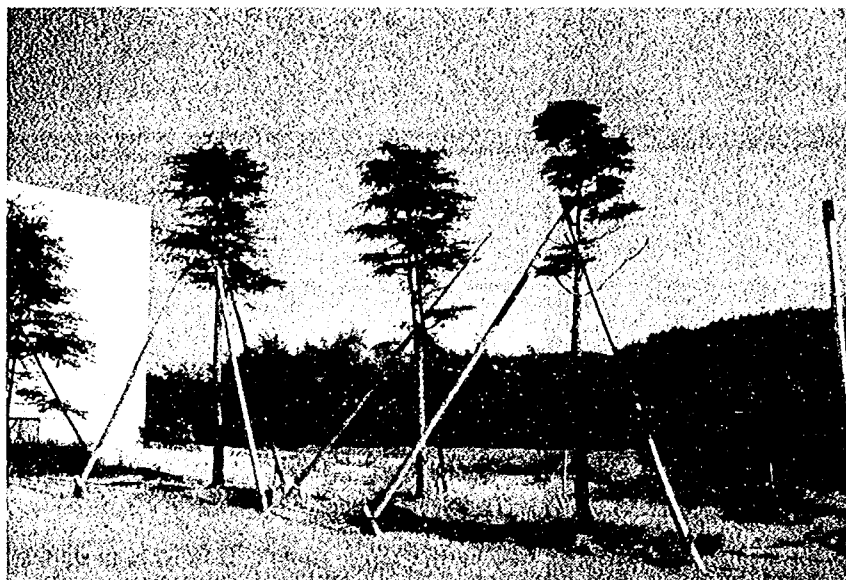


写真 1-12

本来の堂々とした樹形になれず、ようやく生きているだけのヒマラヤスギ。

地盤は表層10cmが黒土で軟らかく、その下はシラス（火山性の砂）である。シラスは固く締まっているが透水性はそれほど悪くなく、ここでは固さが障害となって根系が浅い。また風当たりが強いところに植栽されていることが相乗作用となって、このように不良な結果を招いているものと推測された。

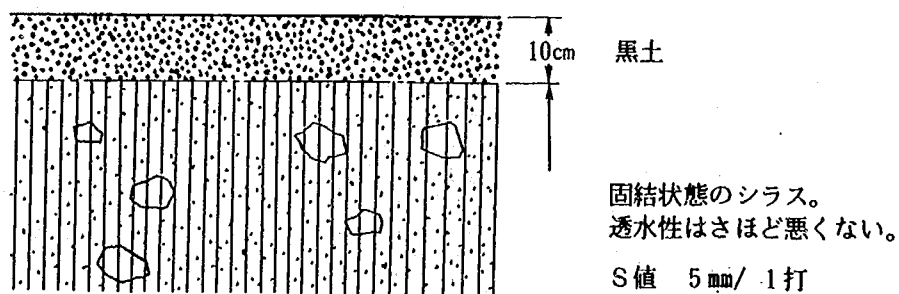


図 1-9 植栽地の基盤の断面図

事例9. 道路中央分離帯のユリノキ（良好な事例）

関東南部ニュータウン内の広い道路の中央分離帯に密植された植栽であり、森林状に生育している。ポット苗を1㎡当たり1～2本という密度で植栽されたところで、このユリノキは1mの大きさの苗木を植えて5年しか経っていないが、すでに樹高9.5m、枝張り5mになっている。事例1～8に比べて驚異的な成長をとげている。当然樹勢もよく、葉も大きく新枝の伸びも大きい。



写真1-13

1mの苗木を植えて5年で10m近くになったユリノキ。

植栽地の地盤にはカマボコ型に盛土した厚い黒土の層があり、この厚さが事例1～8と大きく異なる。

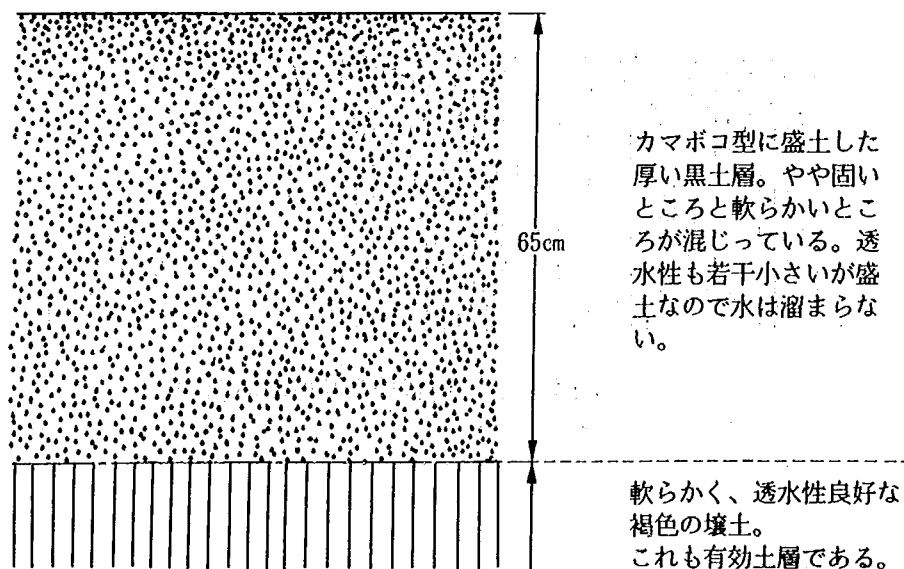


図1-10 植栽地の基盤の断面図

事例10. 緑道植栽帯内のシラカシ（良好な例）

関東南部のニュータウン内の緑道の植栽帯でシラカシが多いがいずれも良好な生育を示している。不良地の樹木と比べて目立つのは、①葉量が極めて多く、密生していて幹や枝がほとんど見えない、②新枝の伸びが旺盛、③葉が大きく色つやが良い等である。



写真1-14

旺盛な生育をしているシラカシ。

葉量が多く、新枝の伸びが大きく全体に活力がある。

地盤は事例9とよく似ていて、厚い黒土層が褐色の壤土層の上にのっている。この黒土層も褐色壤土層も透水性は良好で、かなり軟らかい。

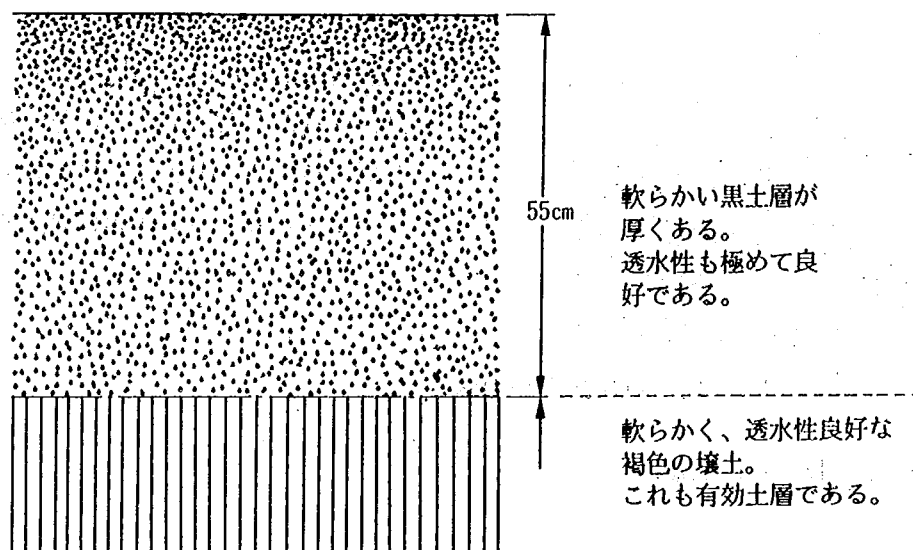


図1-11 植栽地の基盤の断面図

■ま と め

以上 8 ヲ所の不良事例と 2 ヲ所の良好事例を見てきたが、ここにあげた不良事例はいずれも次のような特徴を持っている。

- a. 下層が「透水不良」、「固結」、「透水不良及び固結」のいずれかの性質を持った土層である。
- b. 上層（表層）に良質土層があるが高木の生育にとってはあまりにも薄すぎる。

下層が固結していても透水良好な場合や斜面の場合は、樹木はずんぐり型で樹高は伸びないが、ある程度の枝張りや葉量を保つ。ただし、葉は小さく新枝の伸びもほとんどない。この場合、透水性はあるので根ぐされを起こすことはないが、根系が薄く有効土層が乾燥しがちなので、少ない水分供給量内で生存していくしかないから、ある程度以上大きくなれないわけである。

下層が透水不良の場合は過湿害が生ずるから樹木は大きい生育阻害を受け、枝や幹が枯れ下がったり、枯死したりする。生き残った場合、条件のよい時期に徒長枝のような枝が急速に伸びるが条件が悪化したときにまた枯れ下がり、これを繰り返しながら辛うじて生き続けている。

このように不良土層の上に薄い良好土層がのっている状態の地盤がつくられる要因としては、

- a. 造成地の切土面が露出し表層となっている。
- b. 盛土ではあるが土木工事の仕様で締め固められた。
- c. 特に締め固める意図はなかったが、工事の過程で重機などによって締め固められた。
- d. 土木工事や建設工事で砂利やコンクリート片が埋められてしまった。

といった経緯により、不良土層が形成された後に、芝が生育する程度の厚さ（10cm程度）の客土盛土を行ったことによるところが多い。樹木の植栽は植穴を掘ってその中だけ客土をする、いわゆる“壺穴”植栽である。不良植栽地にはこのタイプが最も多い。

植物が育つにはそのための土壌条件があり、土壌条件の整備（植栽基盤整備）をすることは植栽工事の基本条件である。植栽工事関係者は植栽基盤整備の重要性を認識しなければならない。

以下には事例調査でみられた不良な植栽地盤を図示して解説した。

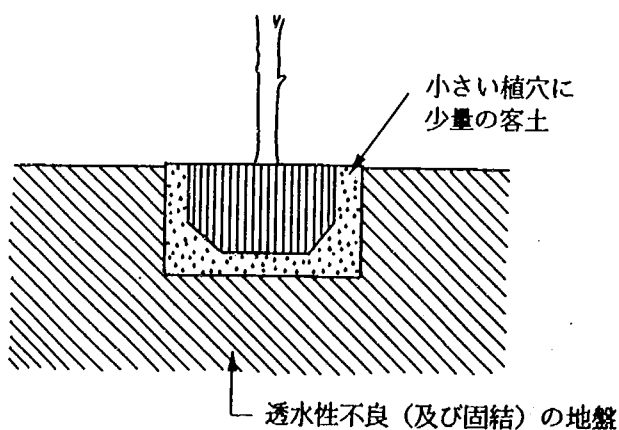


図 1-12 不良地盤例 1

透水性不良な地盤に植穴を掘って少量の客土をただけで植栽するやり方は最も不適切な工法である。

植栽樹木のすべてが枯死あるいは極めて生育不良となると考えてよい。地盤の透水性は良好であるが固結状態で根が周囲に伸長できない場合は何年か生存しているが次第に衰弱することが多い。

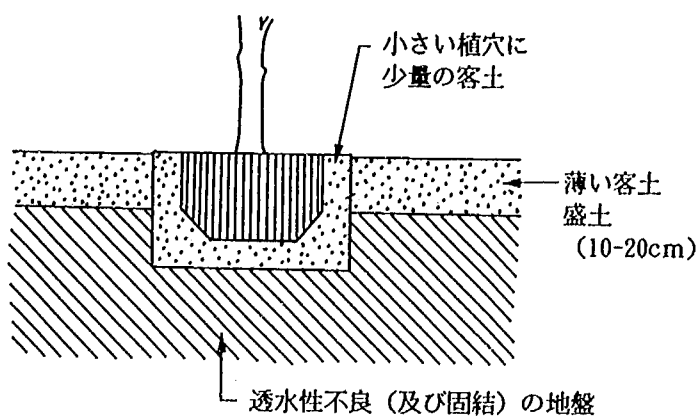


図 1-13 不良地盤例 2

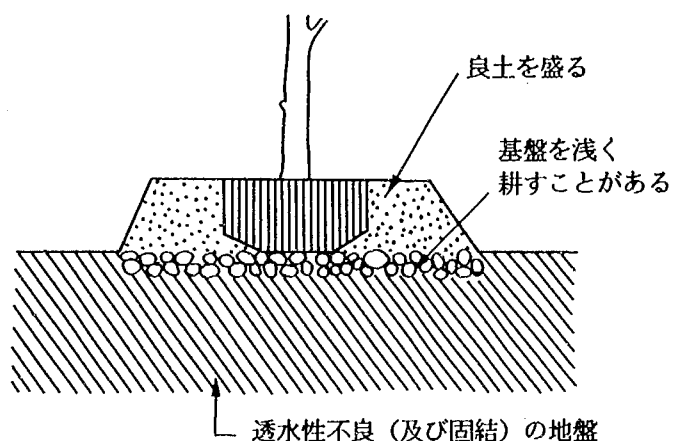


図 1-14 不良地盤例 3

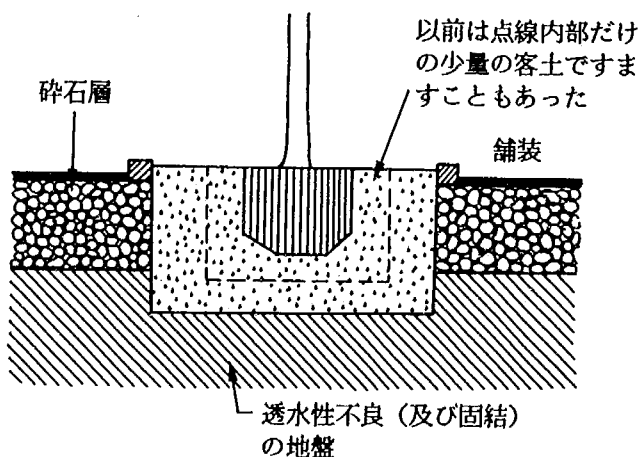


図 1-15 不良地盤例 4

例 1 との違いは表層に客土盛土していることである。客土盛土は芝生をつくるために実施されることが多く、樹木の生育は例 1 と同じように植穴客土で対応しようとしている。

客土盛土の厚さが増すにつれて生育は良好になるが、何10cm以上であれば順調に育つか、ということは明らかにされていない。

このタイプで下層基盤の透水性が良好、あるいはやや傾斜がある、または暗渠によって排水できる、等の条件があれば生育は相当改善され、少なくとも枯死、枝枯れ、幹の枯れ下がりとはほとんど見られなくなる。ただし、成長は一部の樹種を除き大きく制限される。

これはいわゆる“高植え”である。

“高植え”という工法は透水性不良の地盤のところで枯らさないための技術であるが、同時に伸ばさない技術でもあった。

根が伸長する土層は周囲より高く盛り上げてあるため乾燥しやすい上、通例盛土部分は必要最小限とされるので根が伸びられる範囲が小さく、常に水分不足の状態におかれることになるため、成長が抑制される。ただし、盛土が大きければ、それに応じて成長量も増える。

街路樹の植枡や舗装した広場内の植枡である。植枡内は良土を客土してあるが周囲は碎石層に囲まれ、下方は固い地盤であることが多い。植枡と地盤の関係が図のようになっていて地盤の透水性が不良な場合は樹木の生育は極めて不良になる恐れが強い。

地盤の透水性は良好でも固い場合は、根系は植枡内でいっぱいになり、それ以上伸びられないので次第に衰弱する。地盤に亀裂があったり工事で掘り返された

箇所があれば根はその部分をたどって伸びるので、樹木は多少成長できる。地盤及び周囲の土層が透水性良好で且つ軟らかい場合のみ、この植枡に植えられた樹木は大きく成長できる。

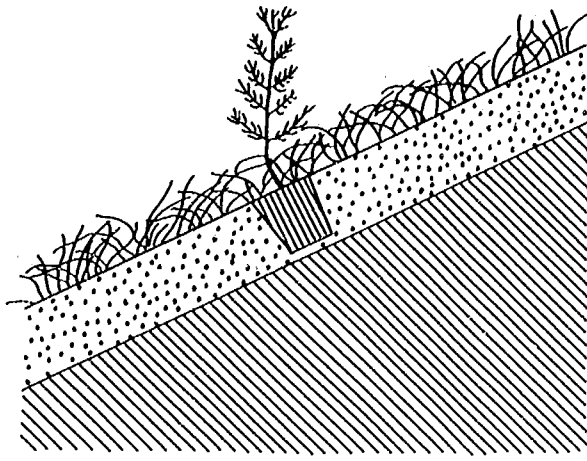


図1-16 不良地盤例 5

法面は崩壊を防ぐため固く締めるのが通例であり、樹木の植栽のために客土盛土をするとしても緩斜面に限られ、盛土厚も十分にはとれない。

しかし、侵食防止のために導入した草本が繁茂することによって次第に肥沃な土層が厚くなっていき、長期的には地盤の条件が改善されると考えられているため、樹木を植栽する場合は苗木の段階から育てれば生育できる。

ただし、この場合であっても、固い切土面ではアカマツ、クロマツ、ヤマハンノキ、ヒメヤシャブシなど特定の樹木以外は成長できない。

3. 不良植栽地発生の背景と課題

植栽地の地盤の不良による生育不良樹木は毎年多数発生していると推測されるが、その背景と課題について以下に述べる。

1) 植栽不良地発生の背景

① 要求水準の曖昧さ

植栽された樹木は、工事完成時に生育目標を満足している状態であることはほとんどなく、その後一定期間成長を続けて生育目標を達成する。

工事完了時の検査では材料検査に合格した樹木が活着しているか否かが検査基準となり、生育程度が問われるだけの十分な時間は経過していない。従って潜在的にその後の生育に支障をきたす要因が存在していたとしても、検査項目に登場しない限りチェックはされない。

その後生育不良要因を内在したまま管理を続け一定年月が経過しても、それらの要因を除去しない限り順調な生育が望めなくなり、特に物理性については一旦植栽してしまうと生育阻害要因の除去が困難である。

しかしながら、管理の過程において植栽樹木が枯れるあるいは順調に生育しないことがあっても大きな災害を引き起こすことはまず無く、多少枯れていても生育目標を変えることで妥協が成り立つことが多い。それが極端になると検査は合格したものの2～3年で著しい生育不良をきたすことになる。さらには、これまでの公共緑化は量的拡大に追われて品質面まで十分に力を注ぎきれなかったきらいがあり、植栽樹木の生育状況に対する要求水準の曖昧さと生育不良に対する処置を未解決にしたまま今日に至っているケースが多い。

② 植栽地の土壌及び地盤の多様さ

仮に植栽対象地の全てが不良な地盤であったならば、植栽基盤整備への取り組みはもっと真剣なものになり、対策も進んでいたであろう。道路の舗装をするのに必ずその基盤となる路盤、路床を整備してから舗装するのと同じように、植栽基盤を整備しなければ植物を植えない、ということが常識になっていたはずである。

ところが従来は改良しなくても良好な生育をする現場が多数あったし、今後もまだそういうところはかなりあるであろう。特に火山灰土壌で広く被われている関東地方のような条件のところでは、大規模造成地でなければそのまま対応できる。

植栽地の土壌や地盤は良好地から極不良地まで各種のケースがある。良好地の存在はこの問題への取り組みの絶対的な必要性をばやけさせ、不良地の多様さは対処の方法を複雑かつ困難にしている。

③ 植物の生理・生態に対する認識の不足

日本は気候に恵まれ、山々は森林で被われ、放棄した畑や水田は数年の内に藪にかえってしまう。このような情景を見ていると「植物は簡単に育つもの」という錯覚に陥りがちである。「植物が繁茂するのは土壌条件のいいところ」ということを植栽工事に係わる全ての人が認識することが、基本的に必要である。

2) 「植栽基盤」の概念の確立と普及

緑化関連各界において「植栽基盤」という概念はまだ確立したものではない。植栽不良地の発生を防ぎ植栽樹木の品質の向上を図るためには、植栽基盤という概念を確立し、その整備の徹底を図

ることが必要である。そのためには、全国的に利用できる基礎的な技術解説書の整備など普及に努めることが重要である。

3) 制度上の課題

最も望ましいことは調査－設計－施工の流れの中に、植栽基盤整備が必ず行うべき工種として組み込まれることであり、各段階において次のような対処が必要である。

- ① 設計の前の土壌調査（植栽地地盤調査）が実施されること。
- ② 植栽設計の中に植栽基盤整備設計が含まれること。
- ③ 施工前に植栽地の土壌や基盤の状態のチェックを行い、不適切な場合には設計変更を行うこと。

以上のことを要約して下図に示す。

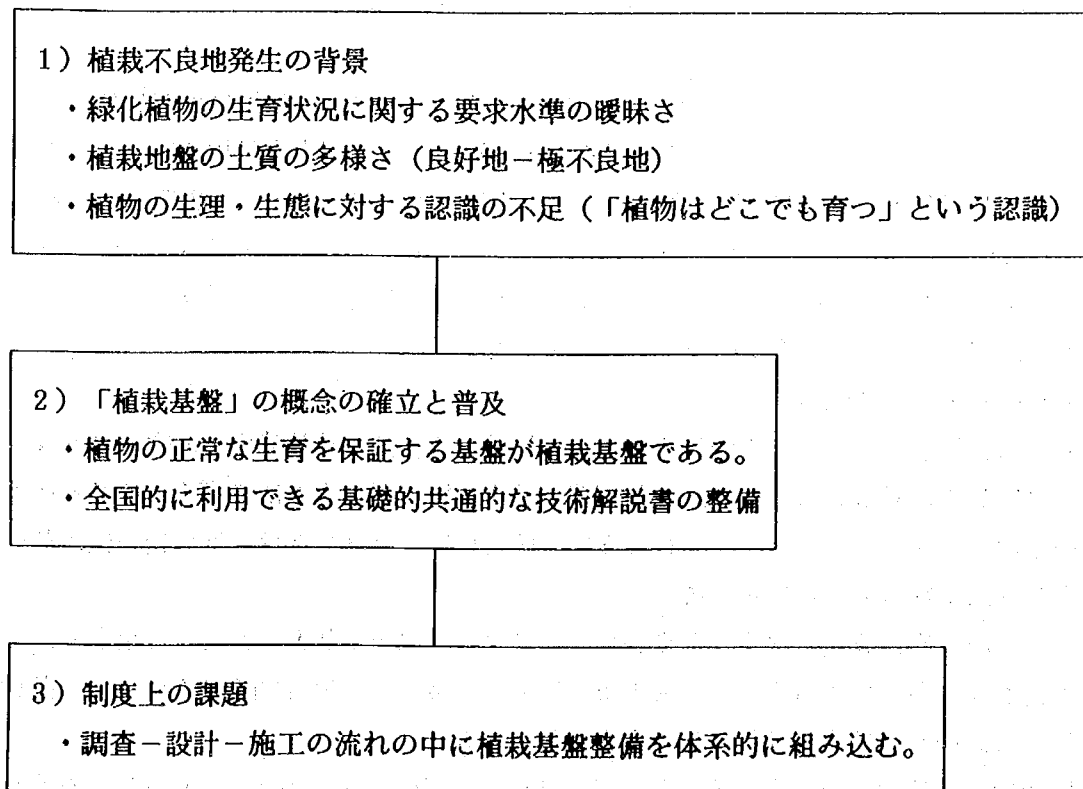


図1-16 不良植栽地発生の背景と解決のための課題

4. 植栽基盤整備の研究の歴史

植栽した樹木が高率に枯死したり生育不良に陥る現象は、大規模な住宅団地や工業団地の造成、大規模な公園の建設、高速道路建設等に伴って発生した。調査報告書などの文献を見るとこの問題に真先に取り組んだのは住宅公団（現在、住宅・都市整備公団）であった。

住宅公団は1955年に発足しているが、この翌年1956年には「名古屋市周辺の土壌と植栽に関する研究」を実施している。

この研究では団地の土壌が粘土質で土壌改良を行わないと樹木の順調な生育は望めないとし、客土をする、草を生やす、土壌改良材を混合するの3つの方法を勧めている。

1967年には関東地方の団地で1956年から1958年に植栽された樹木の追跡調査の結果が出されているが、枯死及び、行方不明の樹木が多い。枯死原因についてははっきりと示されていないが土壌にも大いに問題があったであろうと想像される。

1968年の調査研究期報No.22では、これらの団地土壌の化学性について調査し（物理性の調査は行っていない）、客土、改良材の使用、施肥を提言している。このころの日本造園学会の植物関係の研究は芝に関するものが多く、その成果が応用されている。

1968年の「植栽設計のための基礎的研究」では臨海埋立地の土壌、水田埋立地の土壌、大阪千里丘陵の重粘土と3ヵ所の調査を行っている。この報告書では樹木の生育不良の原因は固結した難透水性の基盤のため根系が発達しないこと、また過湿と乾燥が繰り返されることである、と指摘している。物理性の不良が生育不良の主原因であることはこのように早期の段階ですでに示されていた。

1971年の「南多摩地区造園植栽基本計画」では自然林地の土壌断面と造成地土壌断面との比較、硬度、透水性の比較を行っている。また、「緑地土壌学」という分野を創成し、林学や農学と異なる観点から研究しなければならない、と述べている。

1978年の「南多摩地区緑化樹木生育実態調査報告書」は、多摩ニュータウンで初期に植栽された樹木の生育が極めて不良であったことから、その原因と対策を追求、検討したものである。

*「不良+極不良」木の割合が、イチョウ79%、コナラ70%、サクラ44%、ケヤキ39%、クロマツ12%

この報告書において緑化木の生育と植栽基盤との関係について総合的、かつ詳細な調査が行われており、現在でも参考になる事例が多く含まれている。例えば、自然土壌のクロボク、下層の赤土、稲城砂土、礫土の4種類の土壌で樹木の生育状態が大きく異なることや、有効土層の厚さについての調査例などについて述べられている。

1980年の「多摩ニュータウンB-3地区緑化基本設計報告書」においては植栽基盤整備工法について初めて本格的に具体的な提案を行っている。これは1983年の「南多摩地区緑化設計指針（案）」においてさらに発展し、1987年の「南多摩地区緑化設計指針 昭和62年版」となって一応の完成を見る。この昭和62年版は体系付けられた詳細な植栽基盤整備のためのマニュアルであるが、対象を南多摩地区に限定している。

次に、日本道路公団における植栽基盤関係の研究は試験所と各建設局で実施されてきた。試験所の報告に土壌に関する研究が記載されたのは1977年が最初であり、「造園用客土の理化学性に関する研究」というタイトルであった。以降1978年「土壌改良材の効果に関する試験」、1981年「表土利用に関する調査研究」、1982年「土壌改良に関する調査」、1983年「樹木の生育阻害要因と調査手法の確立に関する研究」、1984年「不良土地における改良範囲設定に関する調査」、1985年「深根及び浅根系樹木の根系範囲の設定に関する研究」、1987年「道路植栽木の過湿害予防手法の検討」、1989年

「人工植栽基盤造成に関する試験」と続いている。

一方、1977年「北陸自動車道植栽土壌の実態調査研究報告書」に、雪解け後の湿害を回避するため盛土をして植栽したところ樹木の生育が非常に良くなったということが記されている。はからずも植栽基盤整備の1つの手法を実践していたのである。

各建設局では（社）道路緑化保全協会に委託し多数の研究を実施しており、その中に植栽地の土壌についてふれているものがいくつかある。植栽基盤をメインテーマとして取り組んだものには1981年の「植栽基盤に関する調査研究」があり、これはタイトルに“植栽基盤”とうたっているように従来の“土壌調査”の主体が化学性に偏りがちだったのに対し、物理性、なかでも硬度と透水性を重視している点で、一つの転機となった報告書である。この頃から緑地土壌の主たる生育阻害要因が物理性にある、ということが関係者の間では共通の認識となってきている。

1984年には試験所技術資料 707号「樹木と生育基盤について」が出されるが、この研究では硬さ及び透水性と樹木の生育との関連について詳しい調査が行われている。植栽基盤の硬度と透水性の基準値はここまでの研究によってほぼ確定したと言える。同じ年に出された「東北自動車道植栽マニュアル作成に関する調査研究」の中では通常の植穴の周囲にその数倍の大きな耕耘区域をつくることが提案されているが、これは植栽地全体を改良するということがまだ困難だった頃の過渡的な妥協策と考えられる。

その後1986年に「植栽基盤整備の効果に関する研究」や「土壌改良の効果に関する調査研究」「常磐自動車道植栽基盤改良追跡調査」などが出されているが、1984年の報告によって一つの区切りがつき、その確認作業や、より特殊なテーマに主題が変わってきていることが読み取れる。

（財）日本緑化センターでは1984年「緑化樹木に対する土壌改良資材施用試験報告書」、1986年「緑化樹木に対する土壌改良の現況」、1987年「緑化地の土壌改良」を出し、この時期集中的に緑化土壌改良の研究に取り組んでいる。

これらのタイトルから分かるように緑化センターの取り組みは“植栽基盤”という概念ではなく、あくまで従来の“土壌改良”という考え方で物理性、化学性の双方にわたって総合的な考察を行っている。農学や林学の土壌学の影響が強い。

建設省では1982年「都市公園技術標準解説書」を出し、植栽値の基盤造成、有効土層について述べている。また、関東地方建設局では「昭和62年度公共用緑化樹木植栽適性化調査報告書」（関東地方植栽技術マニュアル（案））の中で植栽基盤整備工について詳細に言及している。このようなマニュアルは他の地方建設局でもつくられている。

また、すでに1976年に「道路緑化技術基準」が建設省都市局長・道路局長から通達され、この基準の運用等を示した「道路緑化技術基準・同解説」が社団法人日本道路協会から刊行されている。その後、1988年に改正が行われている。この中では植栽基盤整備に関係する調査から改良法まで最新の知見が整理され述べられている。建設省土木研究所の研究成果が、この「道路緑化技術基準・同解説」の基礎的資料として活用されている。

日本造園学会では1980年以降、1988年まで春季大会分科会で植栽基盤及び緑化土壌について取り上げている。

第2章 植栽基盤の成立条件

1. 植栽基盤の定義及び構造

1) 植物生育目標

植栽基盤整備の目的は、植栽した植物（高木、低木、草本等）が良好な生育を達成できるようにすることであるが、「生育良好」とはどのような状態のことであろうか。これはいろいろな表現ができるが、基本的には①植栽した植物が活着し、②順調な成長をすること、及び③植栽目的を達成するために十分な期間にわたって良好な生育状態を保つことである。

植栽した植物の生育状態を「枯死」から「旺盛な生育」までとして、大まかに分類したのが下図である。各々の分級の樹木の状態を次ページ以下に写真で示した。

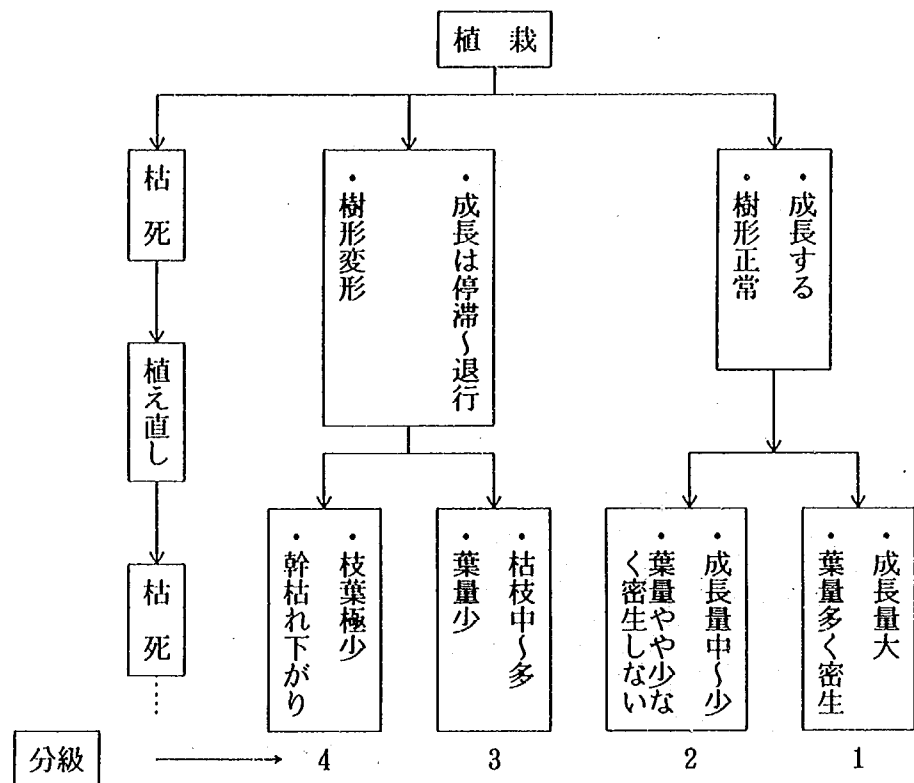


図2-1 植栽樹木の生育状態の分級

植栽基盤整備に際しては、分級1又は2の生育が達成できるように基盤設計を行う。ただし、現状では分級1と2を区分して設計及び施工するほどの技術水準には達していないので、分級3以下を回避することを目的として整備することになる。



写真 2 - 1

分級 1 の生育状態の例

- 樹勢は旺盛で、新枝の伸びが大きく、葉量が多く密生し、幹や枝が見えないほどである。葉は大きく正常な形をしている。
- 樹形は正常で自然樹形に整う。
- 落葉の時期も正常である。



写真 2 - 2

分級 2 の生育状態の例

- 樹勢は旺盛とまでは言えないが、衰弱の徴候は見られない。新枝の伸びは中くらい。葉量はやや少なく枝・幹が見える。葉の大きさは普通～中。
- 樹形は正常だが、ややずんぐり形のこともある。
- 落葉期は正常である。

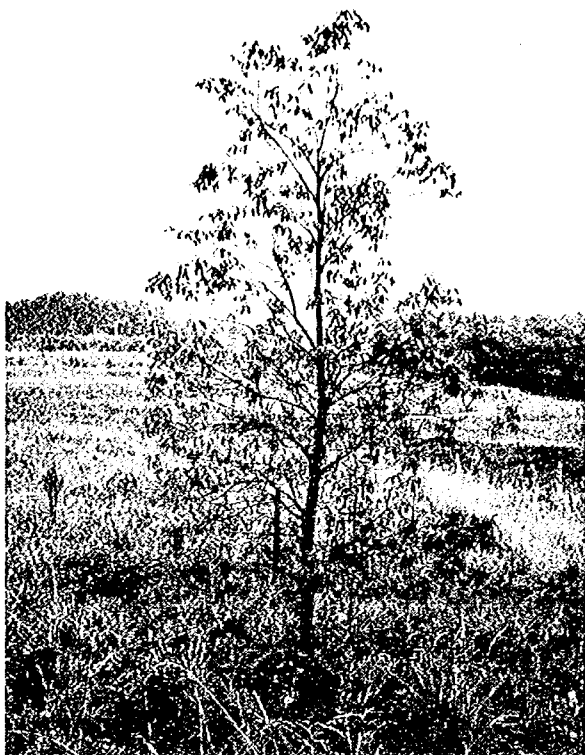


写真 2 - 3

分級 3 の生育状態の例

- 樹勢には衰弱の徴候が見られ、枯枝が目立ち葉量は少なく、葉は小さいものが多く、また変形が見られる。
- 樹形は変形している。
- 落葉も早くなることが多い。



写真 2 - 4

分級 4 の生育状態の例

- 樹勢は非常に衰弱していて幹が枯れ下がり、葉量も極度に少なく、小さい。
(ただし徒長枝がある場合は大きい葉がつく。)
- 樹形は全く変形してしまう。
- 落葉も早くなることが多い。

2) 植栽基盤の定義とその意義

「植栽基盤」という用語は1980年頃から使われてきたが、その内容について詳しく検討されたこ

とはなく、各種の調査報告書、研究報告書等では定義なしに用いられてきた。それらの中では植栽地の土層をある広がりを持って考えた場合、それが植栽基盤であるという解釈をとっている。つまり植物が順調に生育できるか否かに関係なく植栽基盤としてきたのである。

一方、道路などで基盤と言え、その上を通行する自動車等の重さによって舗装が破壊されないような条件を備えたものを指し、そのためにはどのような構造にしなければならないか詳しい規定がある。

「植栽基盤」も同じように考えるべきではないだろうか。植栽された植物が正常に生育できる土層であって初めて「植栽基盤」と称することができるのである。

以上のような考え方に立って「植栽基盤」を次のように定義する。

「植栽基盤」の定義

植物の根が支障なく伸長して、水分や養分を吸収することのできる条件を備えており、ある程度以上の広がり（＊１）があり、植物を植栽するという目的に供せられる土層（＊２）を植栽基盤という。なお、排水層がある時はこれを含む。

＊１ 「ある程度以上の広がり」を規定することは難しいが、理論的な目安としては、植栽された植物の目的の大きさまで成長するのに支障とならない広さ、ということになる。

＊２ 土層は自然土壌に限定されない。人工土壌によって造成された植栽基盤もありうる。

「植栽基盤」を明確に規定することの意義は大きい。道路を造るときに路床、路盤が整備されて舗装ができるように、植栽工事においては植物が正常に生育する条件が満たされた土層を必ず整備しなければならない、ということになるからである。

<注> 「植栽基盤」と類似の用語

植栽基盤を上記のように限定された意味で使用することにした場合、これに該当しない植栽地の地盤は何と呼べばいいのか。本書では次のように用語を使い分けることとした。

(1) 植栽地……植栽する区域や場所

(2) 植栽地盤、または植栽地の地盤

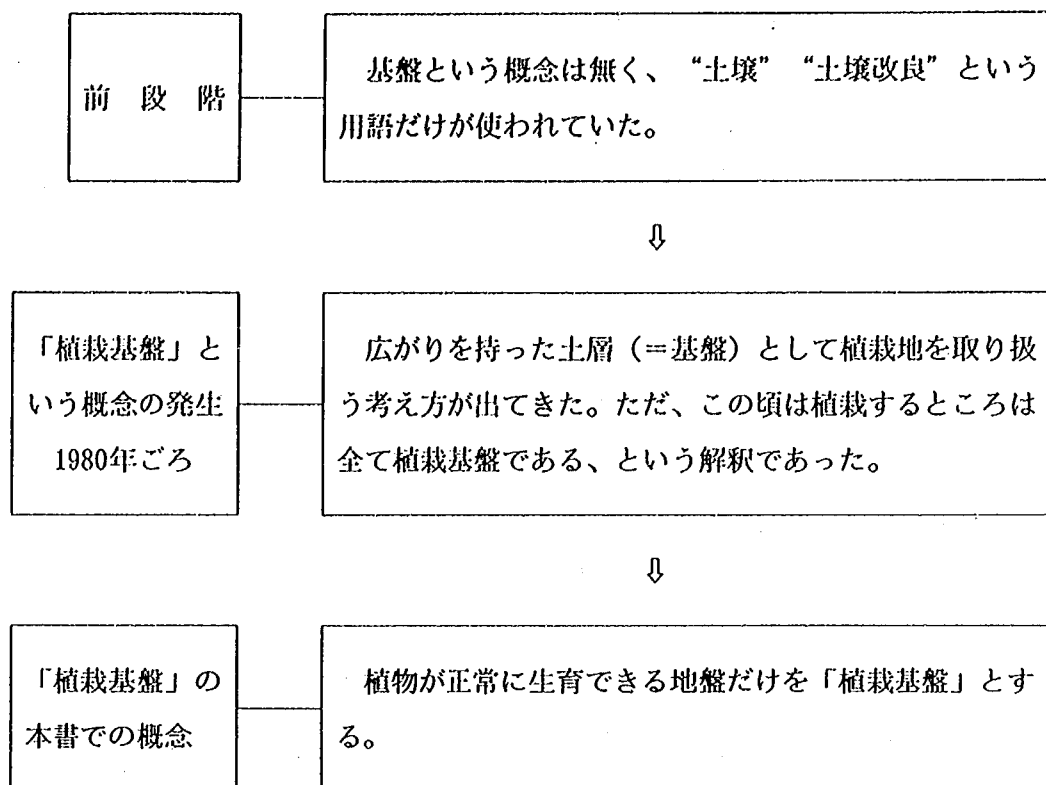
① 植物の生育にとって良好な条件の所も不良な条件の所も含めて、植栽する場所の地盤を総称する用語。たまたま良好な条件の場所であれば地盤＝植栽基盤となる。

② 植栽基盤以外の部分。たとえばその下層も地盤と呼ぶ。

(3) 植栽基盤……植物が順調に生育できる条件を備えており植栽するという用途に用いられる地盤。つまり植栽の目的のために改良整備された地盤、または良好な自然土地。

(4) 土壌または土……地盤や基盤を構成する素材を質的に見るときの呼称。本研究では土壌学的に厳密な定義はしていない。

<参考>「植栽基盤」という概念の成立までの経過



参 考 資 料

■「植栽基盤」という用語の成立

「植栽基盤」という用語の最初の使用例は定かではないが、1980年頃から緑化関係の文献に「植栽基盤」あるいはこれに類似した用語が用いられてくる。それらを下表に列記した。

年	用 語	出 典
1980	植栽基盤	「多摩ニュータウンB－3地区緑化基本報告書」 (日本住宅公団南多摩開発局、日本造園学会)
1981	〃	日本造園学会春季大会発表要旨 p. 43
〃	〃	「植栽基盤に関する調査研究」 (日本道路公団、道路緑化保全協会)
〃	生育基盤	「緑化・植栽工の基礎と応用」(土質工学会編)
1982	植栽基盤	造園雑誌、分科会報告
1983	植栽地盤土壌	「南多摩地区緑化設計指針(案)」 (住宅・都市整備公団南多摩開発局)
1988	植栽基盤	「道路緑化技術基準・同解説」(日本道路協会)

これらは表現に若干の違いはあるものの、いずれも「基盤」という用語が含まれており、ほぼ同じ概念を現しているものと考えられる。

それまでは「土壌」、「土壌改良」という用語が使われていたのに対し、この頃から「植栽基盤」ないし類似の用語が採用されるようになってきた背景には、“「土壌」という言葉では対応できない状況がある”、ということが関係者の共通の認識になってきたことがあげられる。

土壌に替わって「植栽基盤」が用いられるようになった理由には、次のようなものが考えられる。

- ① 従来、植穴客土のやり方では、いかに良質の土壌を用いても樹木の生育が順調に進まない事例が多くなった。植栽地全体あるいは少なくとも「植穴」より広い範囲を改良する必要がある、という認識が広まってきた。植栽地全体を表す用語としては、質的な表現である土壌では不適切で、広がりを含んでいる植栽基盤という用語のほうが合致する。
- ② 植栽用地には表土が削りとられて下層の地層が露出しているところが多くなってきたが、このようなところは「土壌」とは呼びにくい。（＊）

（＊）「土壌」の定義

- a. 「ある土壌生成要因のもとでの土壌生成作用によって作られた地殻最表層の生成物で、主に動植物の遺体起源の有機物と、母材起源の無機物とにより構成されている。」（沼田真編「生態学辞典」、築地書館 1974）
- b. 「土壌は地表部における気候、生物、母材、地形の自然環境因子と人間活動及び時間的因子の影響で、岩石の風化物である無機物質と動植物、微生物の遺体及びその分解物である有機物質の相互作用によって垂直方向に分化した物理性、化学性、生物性の異なる土層の集合した体制で、高等植物の根の生育を支持できる部位を言う。」（高井康雄、三好 洋、「土壌通論」、朝倉書店 1977）
- ③ 自然土壌に植栽する場合と異なり、大規模な造成地では植栽地ができあがってから対策を考えても手遅れであり、当初から植栽に適した基盤として整備していくように計画しなければならない、という認識が高まってきた。これは土木工事で構造物の基盤を整備するのと同じ考え方であるから、「土壌」ではなく「植栽基盤」という用語の方が適切である。

それでは「植栽基盤」とは何であろうか。「植栽基盤」を定義した文献はほとんど見当たらない。この用語が使われだしてから出された報告書、マニュアル、緑化関係図書のほとんどが、これを自明の言葉として定義無しで用いている。わずかに、造園雑誌48（2）p. 134特別報告；緑化事業における植栽基盤整備マニュアル（1984）に次のような定義と解説が見られる。

植栽基盤；植栽しようとする場所の土壌、土層、あるいは表層地質を含めての総称。

（解説）緑化基盤、植栽基盤、緑化地土壌、植栽地土壌などが類似の用語であるが、一定の広がりを持ち、ある程度の深さまで検討の対象とすると、土壌というよりも基盤という捉え方がよい。

この定義ではその状態にかかわらず植物を植えるところは植栽基盤である、というように読み取れる。

これに対し、一般に基盤というものはその上に造られるものを確実に支えられるように整備されるのが必要条件であるから、植栽基盤に関しても植栽された植物が正常に生育できる基盤（造成地、自然土壌のいずれかの場合もあるが）でなければ植栽基盤とは言えない、という解釈が成立つはずである。

3) 植栽基盤の成立条件

植栽地の地盤が植物が正常に生育する土層であるためには次のような条件が満たされなければならないことが、これまでの多くの研究から判明している。

a. 物理的条件

- ① 透水性が良好であり、かつ下層との境界などで水が停滞しないこと。
- ② 硬さが適当であること。
- ③ 適度の保水性があること。
- ④ 植物の種類、大きさに対応して、ある程度以上の土層厚及び広がりを持つこと。

b. 化学的条件

- ① 根系の伸長に障害を及ぼす有害物質を含まないこと。
- ② 酸度が適当であること。
- ③ ある程度以上の養分を含んでいること。

上に示した各条件は、それぞれ基準値が数値で示されることによって実際に運用できるわけであるが、aの①、②、④については第2章の3項で検討する。

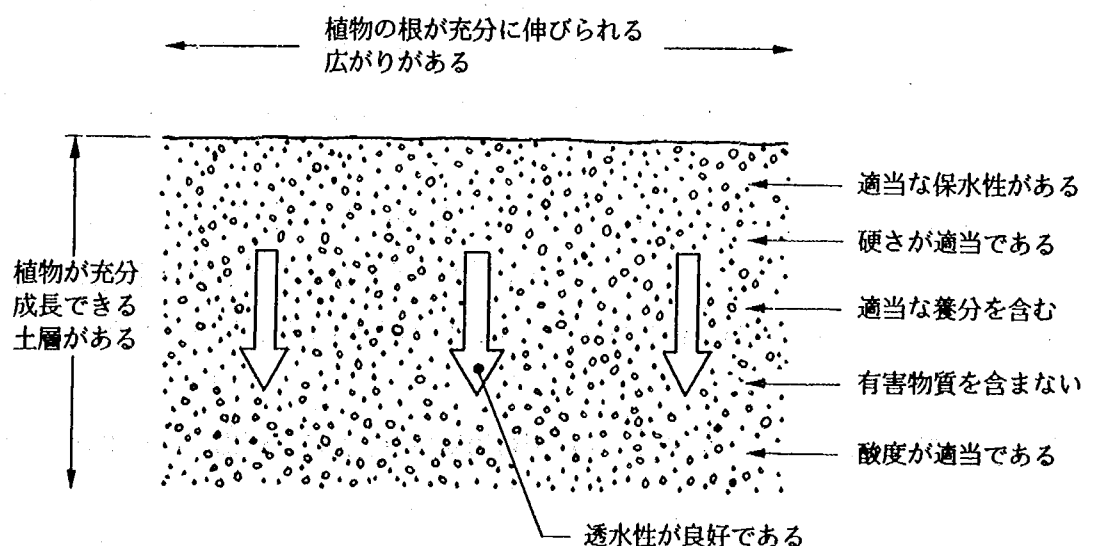


図2-2 植栽基盤に必要とされる条件

上に述べた植栽基盤成立条件を図示したものが上図である。

4) 植栽基盤の構造

前項で説明した条件を満足するためには、植栽基盤は次の2つの部分から構成されなければならない。

- a. 植物の根が容易に伸長し、養分や水分を十分に吸収できるような土層部分（このような土層を有効土層と呼ぶ）。土層の厚さ及び広がり、そこに植栽する植物の成長を妨げない大きさであること。……有効土層
- b. このような土層は当然透水性は良好であるが、さらにその底部で水が停滞することのないようにする排水部分……排水層

つまり 植栽基盤＝有効土層＋（排水層） となる。

なお、排水層については、有効土層の下位の地盤が透水性良好な場合など、整備を要しない場合もある。

それでは有効土層とはどういうものなのか。そのあたりから植栽基盤の構造について見ていくことにする。

① 有効土層の定義

「有効土層」という用語の意味する範囲には、使用分野による相違が見られるため、ここでの定義を明確にしておきたい。一般に、農業分野で次のような定義のもとにこの用語が用いられている。

〔有効土層〕

耕地土壌の生産力分級では、作物根の伸長にとって有効な土層の厚さが重要な分級基準の1つになる。地力保全基本調査では、作物根がかなり自由に貫入しうると認められる土層を有効土層という。基岩や盤層あるいは、硬度計による緻密測定値が29mm以上を示し、厚さ10cm以上の土層、極端な礫層及び地下水面があれば、その上層までを有効土層と考える。地表下50cm以内に存在する盤層など、有効土層を制限している土層が、心土耕などによって改良すると、作物根が貫入できる層になると認められる場合には、その層以下でも有効土層と考えてよい。

水田、草地では有効土層50cm以上、畑、樹園値では有効土層1m以上あれば、良好な（1等級）耕地とみなされる。しかし、緻密度20～23を越えると根群の伸長は著しく悪くなるので、生産力との関係は緻密度29以下の有効土層の深さより、緻密度20～23以下の根群伸長良好土層の方が深い。

（三好、嶋田、石川、伊達編「土壌肥料用語事典」p.29 農山漁村文化協会 1983）

上記解説にもあるように実際に植物の生育にとって主に関係するのは、根群伸長良好土層である。また、植栽基盤整備工をおこなう場合、耕起によって得られる土層は20～23mmより軟らかい値を示すため、23～29mmの値は施工上あまり意味を持たない。

この2つの理由から本研究では上記の用語解説では「根群伸長良好土層」と称している土層に相

当する部分を「有効土層」と呼び次のように定義することとする。（図2-3参照）

有効土層とは物理的、化学的に根の伸長を妨げる条件が小さく、根群が容易に伸長できる土層のことを言う。

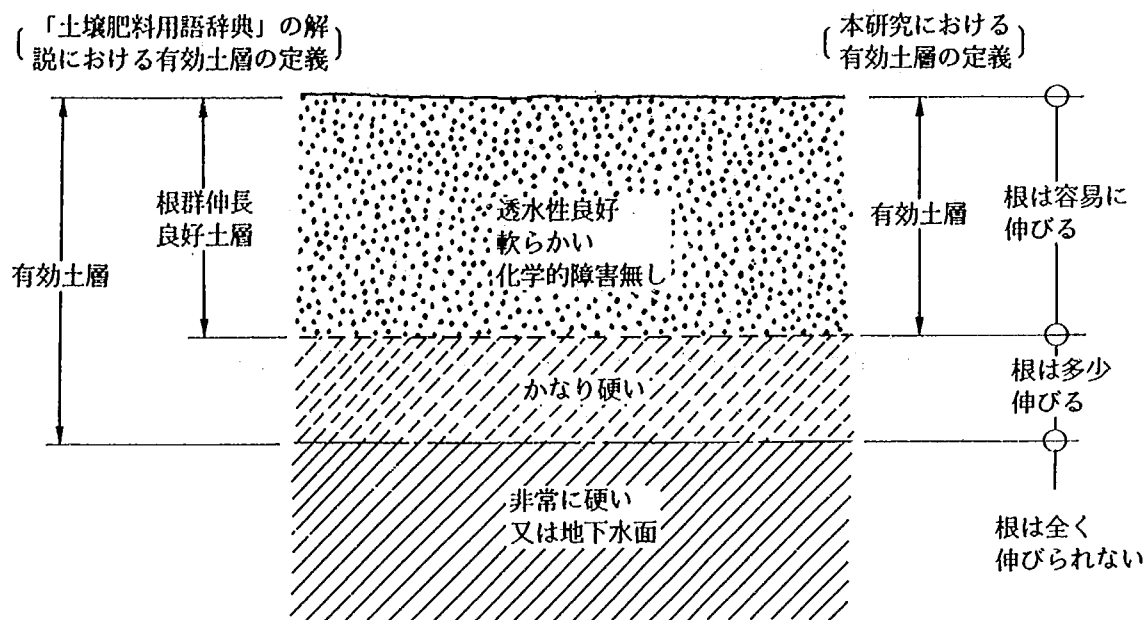


図2-3 “有効土層”の2つの考え方

② 有効土層の構造

有効土層の大きさを含めた構造については、

- 植物の根の分布
- 施工の現実性

の2面から検討が必要である。植物ができるだけ自然に支障が少なく根を伸長できる構造でなければならないが、一方施工の面で技術的に困難であるとか、経費がかかりすぎるようでは実現しにくくなるからである。

まず植物の根の分布の面から検討を行うが、草本や低木に比べて根系の分布域が大きい高木について考えることとする。

高木の根系はすべての深さで一様な分布をしているわけではなく、細根（水分や養分を吸収する根）は表層に、太根（支持根）は下層に主に分布している。細根の分布範囲は土壌条件や樹木の大きさ、樹種による違いはあるが、ほぼ地表から30～40cmの間に大半が分布している。これは表層に養分や腐植が集積していて膨軟で透水・通気良好な状態になっているためである。

これを基本とし、さらに植栽基盤改良の技術的、経済的な難易度を考え合わせるとモデル的な植栽基盤の構造は下図のようなものになる。

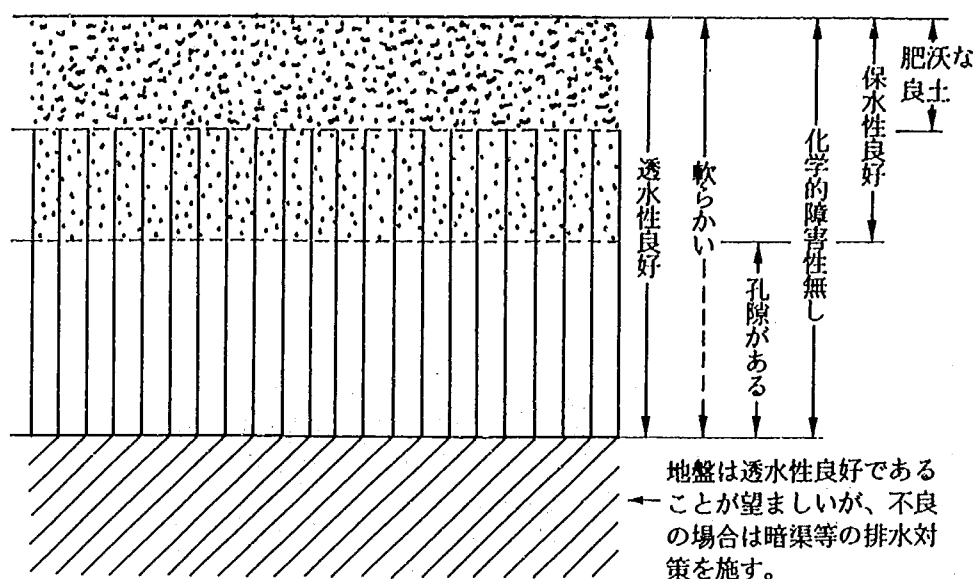


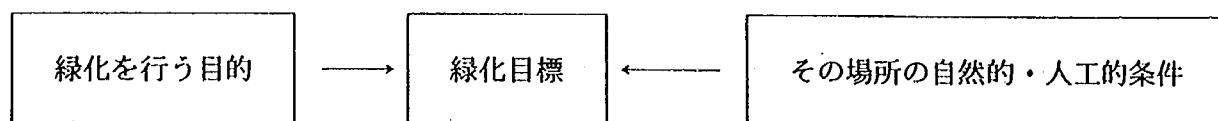
図 2 - 4 植物の生育と整備のし易さを考慮した場合の植栽基盤構造モデル

2. 緑化計画における植栽基盤の位置づけ

植栽基盤を前項のように定義した時に1つの疑問が生じてくる。「植物が正常に生育できる構造と広がりを持った土層だけを植栽基盤」とするなら、どうしてもその条件を満たすことのできない制約を持った植栽地、例えば街路樹の植枿とか法面についてはどう考えればよいのか、ということである。このような不完全な植栽地は一切認めない、とすることは現実的ではない。これらを含めて緑化の対象地と扱うにはどうすればよいのだろう。

この疑問に答えるためには、緑化目標という概念を導入するのが分かりやすい。

緑化計画を行う際には計画者が意識する、しないにかかわらず必ず緑化目標がある。緑化目標は、緑化の目的とその場所の様々な制約条件によって決まる。



緑化の目的とは、

- a. 何のためにその場所を緑化するのか、ということであり
- b. そのためにはどんな植物が適当か、どのように組み合わせるのがよいか。
- c. どのくらいの大きさになるのが望ましいか。当初からその大きさに植栽するのか、あるいは何年後にはその大きさに到達することが望ましいか。

ということが考えられていなければならない。

このように見えてくると緑化対象地は植物（特に高木）の生育という観点からは、次のようなタイプに分けることができる。

イ. 制限なく、その樹木本来の大きさに達するまで成長させたい緑地—広い公園等

ロ. ある大きさに止めておきたい緑地—小庭園等

ハ. 充分成長させたいが、地盤の制約があって我慢せざるを得ない緑地—街路樹等

つまり前項で定義した“植栽基盤”は基本的にはイ. に対応するものであるが、ロ. のような場合には意図的に変形したり、ハ. のように制約によるやむを得ない対応として、不完全な植栽基盤をとらざるを得ない場合がある。

不完全な植栽基盤しか整備できず緑化目標に対応した樹木の生育が期待できないとき、ある程度は管理のレベルをあげて、地盤の能力不足を補うことができる。緑化目標を達成する上で植栽地の地盤と管理とは相互補完的な関係にある。

また、植栽地の地盤の中には、初めは不良地でも時間が経つにつれて次第に改善されていく可能性を持ったところと、その可能性がほとんどないところがある。あまり急勾配ではないのり面等は前者で、舗装された中の小さい植枿等は後者である。

第3章 植栽基盤が備えるべき物理性

1. 緑地の植栽基盤における物理性の意義

農学や林学における土壌学では化学性（養分の種類、量、腐植、pH等）に関する記載が圧倒的に多く、それに関連して施肥の技術が詳細に研究され、土壌改良という言葉がリン酸や苦土石灰を多投することを意味していることさえある。これは農業においては毎年耕耘することが作業体系の一環として組込まれていて、固さや透水不良が問題になることは少なく、また林業では適地に植林することが原則になっているために、同様にこれらのことはそれほど大きな問題にはならないためである。

ところが公共緑地においては、特に大都市周辺の大規模な開発に伴う緑地においては、地盤土壌の物理性がまず第一に問題となるケースが多い。

土壌の物理性として植物の生育に影響を与えるとされる項目には、透水性、硬度、三相分布、有効水分保持力、粒径組成（土性）等があるが、この中でも透水性と硬度が特に問題となる。それは「透水不良のために根腐れを起こす」「固すぎで根が伸びられず衰弱する」というように、生育阻害要因としてこれらの条件が作用するからである。しかも、これらは第一義的な影響要因であり、これらを改良しなければいくら肥料をやっても効果は乏しい。

このような透水性と硬度の不良が生育阻害のレベルにまで達している例は出現頻度が高く、公共緑地の地盤の大きな特徴となっている。

先にも述べたように本研究では透水性と硬度を検討対象として取り上げることとしている。この2項目以外の物理性についても植物生育に影響を与えるものがあるが、以下に述べるように、他の項目は2項目との関係が深く、植栽基盤の物理性条件としては、この2項目にすることが妥当と考えられる。

三相分布は硬度（緻密度）と高い相関があるので、硬度を測定すると間接的に緻密度についてもおよその見当がつけられる。しかも硬度の測定は三相分布の測定に比べてはるかに容易である。土性は、緑地の地盤においては透水性とかなり関係が深く、一般的には粒度の粗い土性では透水性良好で粘土では不良になる。ただし固結した切土面やよく締め固めた盛土面では土性に関係なく透水性は不良になる。なお自然土壌では粘土でも表層は多量の腐植と微生物の作用によって団粒化し透水性良好になっているが造成地土壌ではこのような状態は見られない。有効水分保持力（保水性）は硬度、透水性が適切な範囲にある場合はある程度のレベルにあるのが通例で、不足して生育抑制要因になることはあるが、生育阻害のレベルまで達することは少ない。

2. 透 水 性

1) 湿害の生じやすい地形と構造

地盤の透水不良が植物に及ぼす影響は大きく、一般には固さの影響より強く現れる。例えば下图の2例を比べてみると、a. の場合の方が樹木の生育ははるかに不良になり、枯死することも珍しくないのに、b. では生育の遅滞抑制が見られるものの枯死や極度の不良におちいることは少ない。

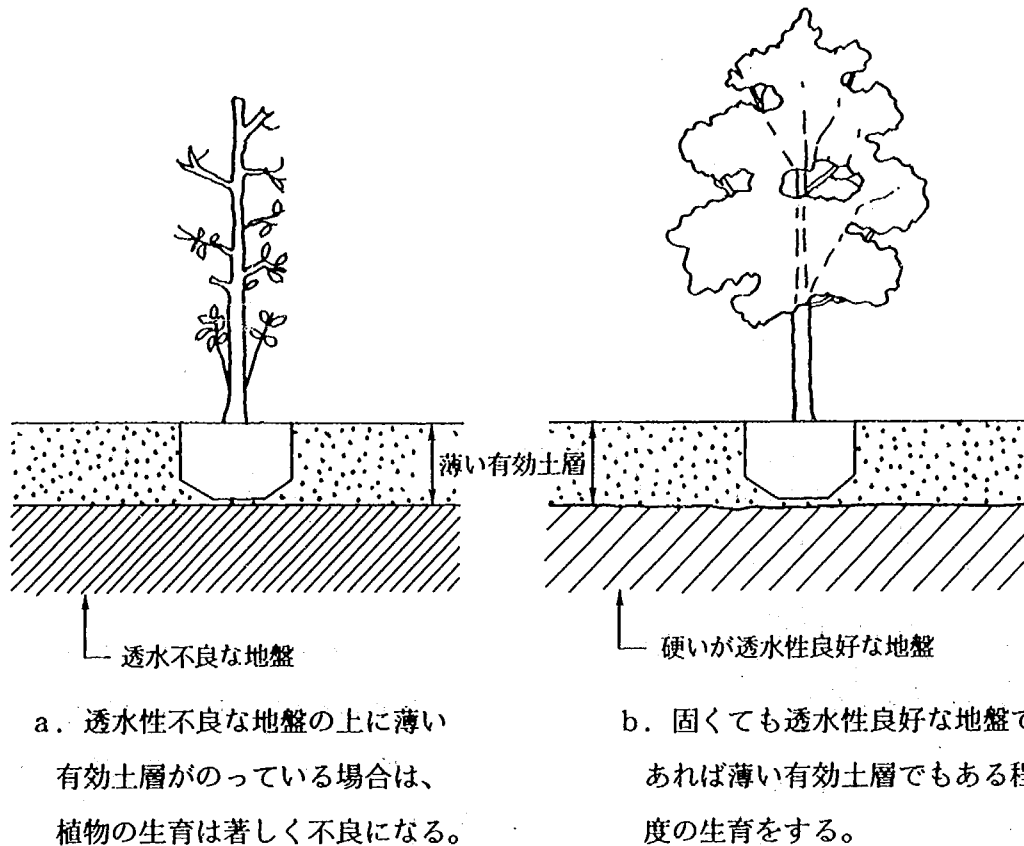


図3-1 透水不良な地盤と良好な地盤における樹木の生育の違い

図3-2に湿害の生じやすい地形と地盤構造の例を示す。

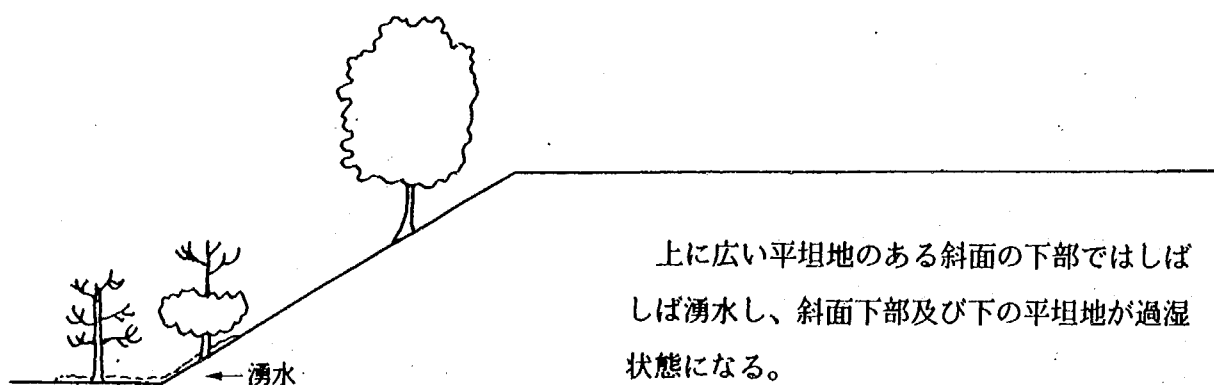
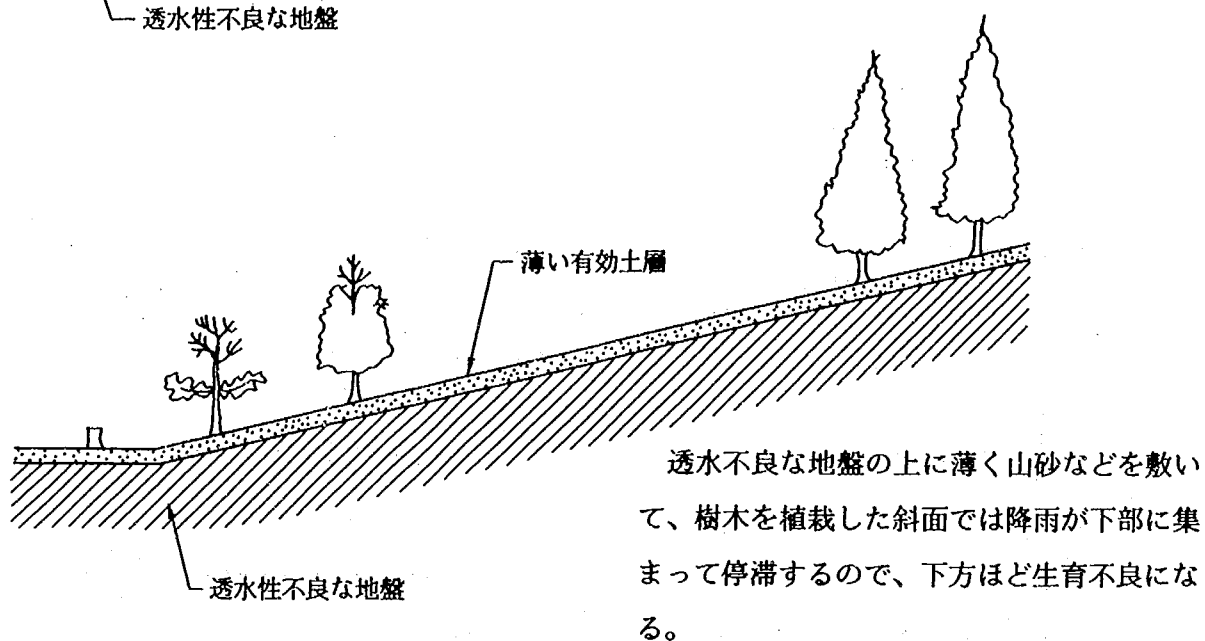
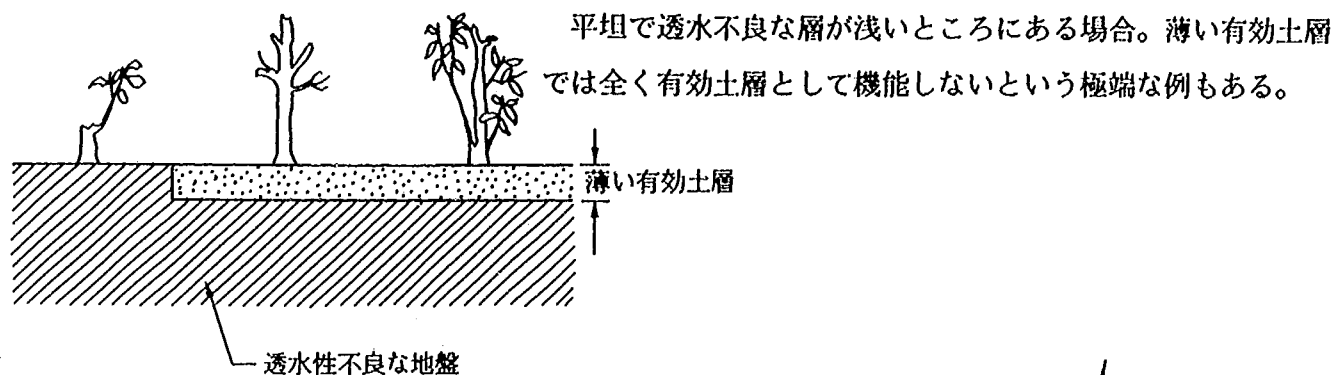


図3-2 湿害が生じやすい地形と地盤構造

2) 植栽基盤における透水性

植栽基盤の有効土層は透水性が良好であることが基本条件である。望ましい透水能は最終減水能表示で30mm/hr以上、透水係数表示で 1×10^{-3} cm/sec以上とされている。

また、下層の地盤の透水能は4mm/hr (約 1×10^{-4} cm/sec) 以上とされる。

植栽地における植物の生育と透水性との関係については、日本道路公団、住宅・都市整備公団などで調査がなされてきたが、断片的なものが多く、透水性の目標値については 10^{-3} 台から 10^{-4} 台までいくつかの主張があった。

しかし、1985年頃から 10^{-3} とすることにまとまってきた。その根拠となったのは次に示す研究報告である。

表 3 - 1 現場透水試験の判断基準値

最終減水能 (mm/hr)	減水速度 (cm/sec) 換算	判 定	
10以下	2.8×10^{-4} 以下	×	不 良
10~30	$2.8 \times 10^{-4} \sim 8.3 \times 10^{-4}$	△	やや不良
30~100	$8.3 \times 10^{-4} \sim 2.8 \times 10^{-3}$	○	良
100 以上	2.8×10^{-3} 以上	◎	優 良

- ・日本道路公団試験所報告
 - ・日本造園学会関東支部大会研究発表報告要旨第4号p.23 (1986)
- } による。

<注>前項の数値は実感として分かりにくいので1日の透水速度に換算した数値を下に示した。経験的には「植穴に注いだ水が一晚で無くなる場所では根腐れは生じない」と言われている。

表 3 - 2 透水係数、最終減水能、透水速度の数値対照表

透 水 係 数 (cm/sec)	最終減水能 (mm/hr)	1 日の透水速度 (cm/day)
1×10^{-5}	0.4	1
1×10^{-4}	4	9
3×10^{-4}	10	24
8×10^{-4}	30	72
1×10^{-3}	36	86
3×10^{-3}	100	240

この研究は長谷川式簡易現場透水試験器を用いて行われたため元々の表示は最終減水能 (mm/hr) でなされ、これを透水係数 (cm/sec) に換算している。

最終減水能30mm/hr以上が植栽基盤の透水能力としては適切ということであるが、これは 720mm/日であるから、大半の大雨は1日以内に浸透できる。

これは過大な値のようにも思われるが、植栽緑地の地盤は均一でないことからなるべく安全側に見ておく方がよいことや、透水、通気性は単に根腐れを起こすか否かに止まらず、これが良好なほど植物の生育に好結果を及ぼすことから、このくらいに見ておく方がよい。

また、植栽基盤の施工に際しても、締め固めない客土盛土や、耕耘を行った場所ではこの値を容易に達成できるため、その面で問題になることも少ない。

下層基盤は透水係数 10^{-4} cm/secまでは排水は必要ない、としているが、これは1日の透水量がおよそ10cmまではそのままよく、これ以下になったら暗渠排水などが必要になる、ということである。有効土層の透水係数が 10^{-3} 台で下層の地盤が 10^{-4} 台なら大雨のときは下層に浸透しきれない水が停滞するのではないかという疑問が生ずると思うが、以下のような理由から、これはあまり心配することはない。

農業分野で水が3日間停滞する湿害が生ずる、としているが1日10cm浸透するところでは3日間で30cm＝300ミリメートルとなる。3日間で300mmの雨はめったにない豪雨であるからこれくらいの透水性があればたいがいの場合に対応できると考えてよい。

参 考 資 料 1

近年出された緑化関係の2～3の技術書にあげられた透水性の目標値は次の通りである。

関東地方植栽技術マニュアル (1988)	透水係数 $10^{-2} \sim 10^{-4}$ cm/sec (p. 242)
南多摩地区緑化設計指針(案) (昭和58年) (昭和62年)	<58年版> 10^{-4} cm/sec 以上
	<62年版> ・生育良好 10^{-3} 以上 ・生育正常 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ ・生育不良 10^{-4} 以下 ・著しく不良
道路緑化技術基準・同解説 (1988)	現場透水性 10^{-3} cm/sec (減水速度 36mm/h 以上)

参 考 資 料 2

■農業分野における透水性の基準値

- a. 過湿状態は1～2日であれば回復できるが、3日以上になると決定的な被害が生ずるとされている。

(高井、早瀬、熊沢：植物栄養・土壌肥料大辞典 養賢堂 1976)

(注) しかし、畑の場合は緑地土壌に比べてはるかに肥沃であり湿害がおこりやすいこと、畑作物は草本であり腐敗しやすいことなどを考慮しなければならない。緑化木がこのように短期間で回復不能の被害を受けるかどうかは疑問である。

- b. 耕地における透水性の目標基準値は、畑地では飽和透水係数 10^{-4} cm/sec以上、下降浸透量50mm/day以上、水田ではそれぞれ $10^{-4} \sim 10^{-5}$ cm/sec、15～20mm/dayである。

(三好、嶋田、石川、伊達：土壌肥料用語事典 農山漁村文化協会 1983)

- c. 養水分吸収の中心となる細根の分布は(中略)透水係数 10^{-5} cm/sec以下(中略)では存在し得ないことを明らかにした。(中略)50～80cmの深さに不透水層(透水係数 10^{-5} cm/sec以下)が存在すればそれを破碎する必要がある。(文献はa. に同じ)

- d. (果樹では)透水係数 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ cm/secを示す土壌の場合は透水不良で根の伸長を停止し、その土壌の上層で根の腐敗現象を認めることが多い。その数値が $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec位であれば透水良好で多量の降雨でも土層中に滞水することなく、直ちに空気が入りうる層が、根の発達も良好の土層であることを示している。(文献はa. に同じ)

<注> 以上のように農業の分野では、野菜・果樹とも透水係数 10^{-4} cm/secを下限としている(ただし、リンゴは 10^{-3} cm/sec)が、公共緑化では地盤の均質性や植栽方法(緑化では根を切って移植する)において不利となることがあるので、より安全側に見て 10^{-3} 台くらいにしておく必要がある。

3. 硬 度

1) 硬すぎる植栽地盤の発生原因

公園等に植栽した樹木が数年経ってから徐々に衰弱してくる例がしばしば見られる。根を掘り起こして見ると植穴の中に根系が充満しているのに周囲の土層が固いためにそれ以上広がることができず弱ってきたものである。

植物の根は地盤が固すぎる場合には伸長することができず、従って生育も続けられないということになる。

この問題は、○大公園の造成

○大規模な住宅地の造成

○工場緑地、防災緑地の造成

○高速道路の建設

など、下層地盤が露出したり、盛土を重機で締め固める工事が多くなるに伴って多く発生するようになってきた。

2) 植栽基盤の硬度

根の伸長阻害が起こる硬度についての公共緑化の分野での厳密な研究は少なく、またそれらの値は必ずしも一致しない。伸長阻害硬度についての値が一致しない理由としては次のようなことがあげられる。

a. 地盤の状態のバラツキと測定の条件

造成地に限らず自然土壌の場合でも硬度のバラツキは大きく、測定地点が数cmずれても値が大きく変化することがよくある。たまたま石礫に当たったりしても変動するし、また土質によって測定値が過大になることや過少になることがある。水湿状態によっても硬度は大きく変化する。

b. 植物の種類による耐性の差

泥岩や砂岩の法面にアカマツの直根が食い込んでいることがある。マツ類、ハンノキ類などは他の植物に比べて固い地盤に対する抵抗力が強いことが知られており、植物の種類によって根系の耐性の程度は異なる。また現地で実生から育った個体と、根を切って移植した植物とでは根系の発達様式が違うことも報告されている。

このため、種や個体条件によっても伸長阻害硬度の判断が異なってくる。

c. 生育状態の判断

根系の伸長だけでなく地上部の生育状態と地盤の硬度との関係を判定しようとすると、問題はさらに難しくなる。

まで、生育状態の客観的判断基準がないという問題があり、判定者の主観を排除するために数値で表現できる樹高と枝張りだけを取り上げるとすると、葉の密度などが数値に現れず、必ずしも生育状態が正しく反映されとは限らない。

また根系の分布は均一ではなく、地盤の状態も均一ではないから、硬度を測定した箇所の値と

生育状態が対応しないことがある。かなり徹底的な地下部（根系と地盤の双方）の調査を行って、初めて地上部の生育状態との関係が正確にとらえられるが、このような調査を行うのは容易ではなくその事例は極めて少ない。大部分の調査は部分的な測定値と地上部の生育状態とを対比させたものであるから、相関関係にバラツキが見られるのは当然である。

植栽地の地盤が固すぎるために植物の生育が不良になる、という現象についてはかなり早く（1970年以前）から分かっていたが、その研究は長い間散発的に行われていただけであり、硬度の改良目標値も23mmとか25mm（山中式土壌硬度計の指標硬度）とされている例が多かった。

次にそのような報告例をいくつかあげる。

- ① 植栽基盤の判定基準（土壌硬度）は表3-3による。

表3-3 植栽基盤の総合判定基準（硬度のみ掲載。以下省略）

調査項目	要因強度基準			
	1	2	3	4
	樹木の生育にとり 優良である。	多くの樹種が正常 に生育する。	若干の改良により 多くの樹種が正常 に生育する。	樹木は正常に生育 し難い。かなりの 改良を要す。
硬度 山中式 mm	21未満	21-24	24-27	27以上

（関口有方他「研究学園都市竹園2号公園他緑地基盤調査」1978、この表は造園雑誌41（4）p.35 1978より抜粋）

- ② 土壌硬度は25mm以下を目標に耕耘を行う。

（東北自動車道 盛岡～西根、碓ヶ関～青森調査研究報告）

- ③ 芝を造成する場合の硬度は27mmを越える場合、樹木を植栽する場合は硬度23mmを越える場合に耕耘の必要がある。

（日本道路公団、道路緑化保全協会「植栽基盤に関する調査研究報告書」1981、p.35）

しかし、この基準値は次第に低下し、次第に20mm以下ということで統一されるようになる。その根拠になったのが下表の基準値である。

表 3 - 4 長谷川式土壤貫入計の判断基準値（関東ローム等の火山灰土）

S 値 (cm)	対応する山中式 土壤硬度 (mm)	根の侵入の可否	固さの表現
0.7 以下	27以上	多くの根が侵入困難 ××	団 結
0.7～1.0	27～24	根系発達に阻害あり ×	硬 い
1.0～1.5	24～20	根系発達阻害樹種あり △	締まった
1.5～4.0	20～11	根系発達に阻害なし ○	軟 ら か
4.0 以上	11以下	膨軟すぎ △	膨軟すぎ

上記はある特定の層の S 値の判断基準値であるが、これを測定点の硬さの良否の判断に利用する場合は、一応の目安として固結層（S 値 0.7cm 以下）が連続して 5 cm 以上の厚さで続くか、硬い層（S 値 1 cm 以下）が連続して 10 cm 以上の厚さで続く場合は根系発達にとって阻害になる植栽基盤であると判断した。すなわち耕耘などの土壤改良が必要な状態と判断した。（「土壤改良の効果に関する調査研究」p. 55 日本道路公団（新潟建設局）、（社）道路緑化保全協会（1987）、及び日本道路公団試験所報告 p. 9（1990））

上の表で S 値というのは長谷川式土壤貫入計の 1 回の打ち込み深さのことで、軟らかい基盤であれば打ち込み量は大きくなり、固ければ小さくなる。1 回に 1.5 cm 以上打ち込めるくらいの固さであれば根系は支障なく伸長できる、ということである。この数値は山中式土壤貫入計の示度では 20 mm に相当する。

次頁以降に示すように農業分野でもほとんど 20 mm を採用しており、硬度においては緑化の基準は一致している。

なお上表では軟らかすぎ（膨軟すぎ）でも生育不良になる、という見解を取っているが、農業分野ではこの程度の軟らかさでは必ずしも不良にならず、一層良くなっている。よく耕耘された軟らかい土と粗おこし程度の土塊の多い土との違いであろうか。

参 考 資 料 1

■諸マニュアルにおける植栽基盤の硬度の基準値

関東地方植栽技術マニュアル（案）	山中式土壤硬度計 16～23mm 長谷川式土壤貫入計 2.3～1.1 cm / 1 drop
南多摩地区緑化設計指針 （昭和62年度）	長谷川式土壤貫入計 平均値 1.5 cm 以上 また、1 cm 以下が 3 回連続した場合は不可
道路緑化技術基準・同解説	山中式土壤硬度計 20mm 以下 長谷川式土壤貫入計 1.5 cm 以上

参 考 資 料 2

■農業分野における研究報告

a. 土壌の硬度と根群分布良好比率

表-① 土壌の硬度と根群分布良好比率 (三好)

土 壌	指標硬度 mm	12, 13	16, 17	20, 21	22, 23	26, 27	28, 29
	作 物						
砂 質 土	コ ム ギ	100	90	82	32	2	0
	畑 水 稲	100	96	80	63	8	8
	カンショ	82	82	79	68	18	0
	ラッカセイ	80	92	60	28	0	0
	ト マ ト	90	87	82	38	16	16
	ナ ス	100	100	92	66	0	0
	カボチャ	100	100	86	86	8	2
	ピーマン	100	93	85	19	0	0
	ナ シ	100	83	73	38	0	2
	ブ ド ウ	78	60	92	40	6	3
	キュウリ	100	76	86	41	0	0
	ス イ カ	100	73	93	43	0	0
	牧 草	80	83	76	68	16	3
壤 質 土	コ ム ギ	91	92	80	29	0	0
	カンショ	100	80	59	59	10	4
	ラッカセイ	80	79	72	80	8	0
	ナ ス	100	80	73	80	18	0
	レ タ ス	84	94	82	76	16	0
	サトイモ	100	100	67	7	8	4
	牧 草	100	80	58	56	8	2
粘 質 土	イ チ ゴ	100	76	59	36	13	6
	ソラマメ	100	92	-	-	-	-
	キュウリ	86	86	80	30	8	4
	レ タ ス	100	86	62	6	0	0
	ミ カ ン	100	80	63	39	0	0
	クローバ	100	92	76	80	10	2
火 灰山 土	コ ム ギ	100	82	86	40	6	6
	カンショ	100	100	83	82	0	0
	ラッカセイ	100	96	94	48	0	0

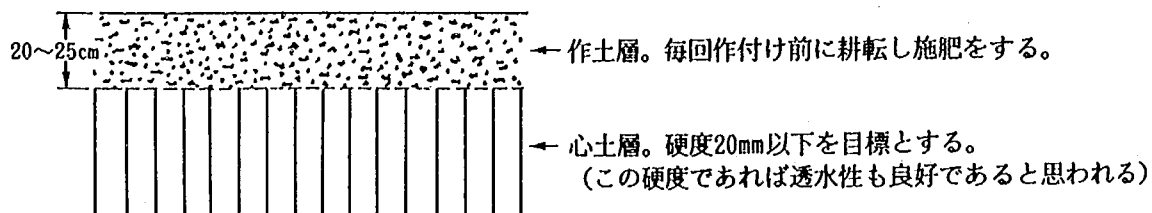
土壌物理研究会

「土壌の物理性と植物生育」

養賢堂 (1979)

表一①を見ると根群分布良好比率は作物の種類や土壌の種類によって異なり、多くの作物では指標硬度21, 22mmと22, 23mmの間に大きな差がある。つまり土壌硬度22～23mm付近で根の伸長に障害が現れることが読みとれる。また硬度26～27mm以上になると大半の作物の根は伸長できなくなる。

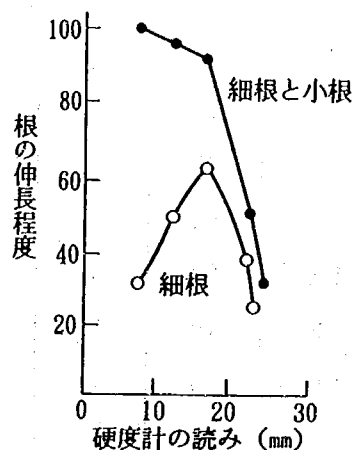
ここに例をあげたような研究結果から畑土壌の改良目標値がつくられているが、これを見ると、全ての種類の土壌に対し作土の厚さ20～25cm、心土の緻密度20mm以下、となっている。（緻密度＝土壌硬度と考えてよい。）つまりこの場合畑地は下図のような構造であるが、心土の硬度は20mm以下であるから作物の根は作土層だけではなく心土にも伸長できる。



図一① 畑地基盤の改良目標

しかし作土層は当然心土より柔らかく、肥料分も主としてこの層に与えられるから根系の大部分はこの層に分布することになるだろう。このような構造は緑地の植栽基盤の構成にとっても参考になるので、付記しておく。

次に果樹の分野における研究を見る。図一②にミカンの根の伸長と土壌硬度との関係を示す。これによると17mmから22mmにうつると急激に根の発達が不良になっている。



図一② 硬度計の読みとミカン根の伸長（古賀）

樹園地の土地目標値の表では、どの土壌でも有効根群域の緻密度（＝硬度）は20mm以下となっている。果樹園の場合は畑と違って耕耘することは少なく、緑地の基盤と似た状態にあるから、畑地よりいっそう参考になる。リンゴ園の改良目標値では20mm以下、非火山性土壌では22mm以下と2通りの基準になっている。ミカン園の改良目標値は土壌の種類に関係なく20mm以下となっている。

表一② 樹園地の土壌改良目標値（果樹）

項 目	岩屑土	黒砂土	褐色 森林土	灰色 台地土	赤色土	黄色土	褐色 低地土	灰色 低地土
有効根群域の深さ（cm）	60～80	60～80	60～80	60～80	60～80	60～80	60～80	60～80
” のち密度（mm）	20以下	20以下	20以下	20以下	20以下	20以下	20以下	20以下
地下水位（地表面より）（cm）	-	-	-	-	-	-	100以上	100以上

以上のように農業の分野においては有効土層の硬度の改良目標をほとんど山中式土壌硬度計の指標で20mm以下としている。

参 考 資 料 3

■法面緑化の分野における研究

生育基盤の硬度を山中式土壌硬度計の指標で、10mm、15mm、20mm、25mm、30mmに設定した土壌にケンタッキー31フェスクなどの草本植物とアカマツ、ヤマハンノキの苗木を植栽し、根系の発達状態を観察、測定した。

その結果、ほとんどの植物の根は硬度が25mm以上になると伸長することができなかった。したがって20mmと25mmの間に根の伸長が抑制される硬度があることが分かる。

（山寺喜成：急勾配斜面における緑化工技術の改善に関する実験的研究 1990年）

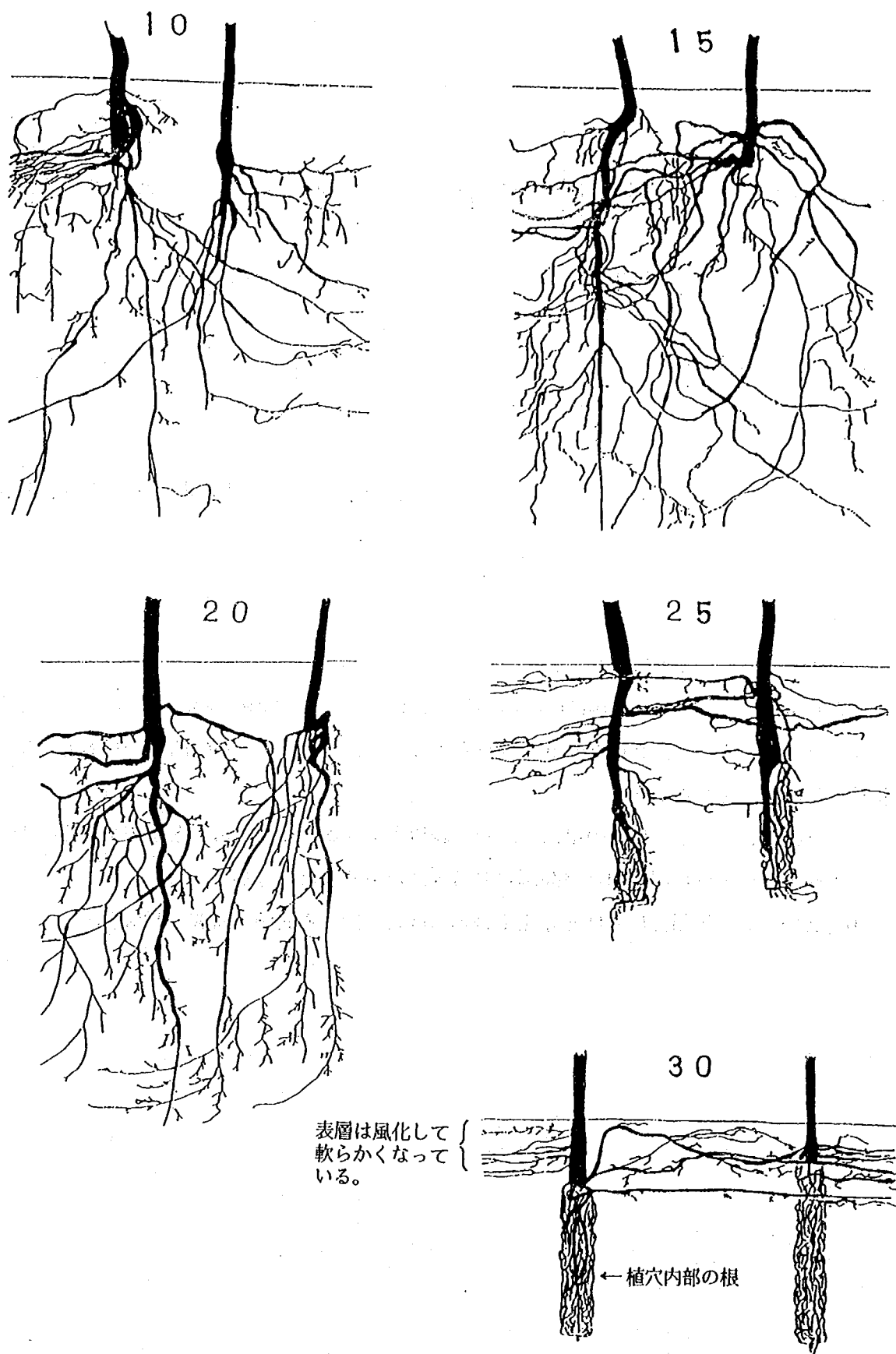


図-③ 生育基盤の硬さ別にみたアカマツ1年生苗植栽木の根系伸長（植栽2年後）

（数字は山中式土壌硬度計指数mm）

（山寺喜成：急勾配斜面における緑化工技術の改善に関する実験的研究 1990年）

4. 土層厚と植物の生育

1) 土層厚に関する問題点

植物の地上部の量と地下部（根系）の量は概ね比例すると考えてよい*。大木にはそれを支える大量の根があるし、小さな草にはわずかの根しかない。

*土壌の質との関係では、物理性・化学性共に良質で肥沃な土壌では根量が少なく、やせた劣性の土では根量は多くなる。

したがって植栽基盤整備に際しても大木を育成したい場合には良質な土塊の土量を多くしなければならない。土量は次の式により算出される。

$$\text{土量} = \text{厚さ} \times \text{面積} (\times \text{土壌の質})$$

(ここで土量とは、有効土層の土量である。)

この式のうち面積は公園や緑地の場合は大木を育成する場合でも充分なほど広いが、舗装地の植樹などでは逆に小さすぎることが多い。しかしながら、必要面積がどのくらいかという問題には明確な解答が出されていないのが現状である。

さて本項では有効土層の厚さについて検討する。検討の視点としては、a. 根系の分布状態、b. 蒸発散量の2つが考えられるが、蒸発散量については研究の蓄積に乏しいため、本研究では主として根系の分布状態から検討を行い、蒸発散量については、参考資料を記載するに止めた。

なお、根系の分布状態は植物体の大きさにより異なるため、以下では、高木、草本及び地被植物、低木に分け考察を進めた。

2) 高木植栽基盤の有効土層厚

2章の4で述べたように、高木の根系はその主な機能によって吸収根（細根）と支持根（太根）とに分けられる。吸収根は一般に地表から30～40cmくらいの範囲に大半が分布している。支持根は横走して浅いところに伸びることもあるが通常は下方に向かって伸び1.5～2.0m付近まで伸びる。（もっとも、これはこのあたりで土壌条件が根の伸長に適さない条件に変わることが多いためと推定される。）

このように根系分布の面から検討すると高木植栽基盤厚としては2つの考え方が導かれる。

第1の考え方は「高木といえども吸収根を養うだけの土層厚があれば成長にはさして支障がないはずである。したがって40cm程度、余裕を見て60cmくらいの厚さがあれば充分である」というものである。

第2の考え方は「自然状態で生育する高木は1.5～2.0mの深さまで根を伸ばすのだから、やはりそれくらいは必要である」というものである。

客土盛土によって植栽基盤を造成する場合は、コスト面から盛土厚は60cm程度以下になるのが通例である。その厚さで高木でも順調に生育している事例が多いが、

a. この客土盛土の下層が全く根が入らない層なのかどうか。

b. このようなところに植栽された樹木が、どれくらいまで大きくなっているのか。

という点の調査資料が乏しいので、この厚さで充分であると断言することはできない。

有効土層が60cm程度の場合にははじめから大木を植えることは避け、樹高4～5mまでのものを植栽した方が根系がその土層厚に順応して伸びる。また、このような場合支持根は深く入ることができないから横走する形に変わることが予想される。なお大木を移植する場合は根鉢の厚さだけでも60cmを越えるので、少なくとも植穴周辺はこの土層厚では足りないことは自明である。

第2の考え方は、樹木にとってより良い状態であることは確かであるが、全層を盛土で対応するのは経費の点で難点がある。しかし支持根の侵入層は栄養分等はさほど配慮しなくてもよいと考えて、下層は現地盤を掘り起こして根が伸びられる大小の孔隙をつくるだけにすれば、全層を盛土で造る方法に比べて相当の経費減が可能になる。将来20mにも達するような大木を育成する場合には、この考え方に従って下層を深く掘り起こし、上層に盛土をするか土壌改良材や肥料を混合した改良層を造るのが現実的な対応となる。

3) 草本及び地被植物植栽基盤の有効土層厚

緑化工事において草花や地被植物の植栽地は、客土盛土をするかトラクターなどで耕耘して整備され、客土盛土または耕耘層の厚さは15～20cm程度のことが多い。ただしノシバのような耐乾性の強い植物を除き、通常の植物ではさらにその下層も根が伸長出来る構造になっているほうがよく、この両者を合わせて30～40cmあれば、たいがいの干ばつ時でも無灌水で耐えられることが経験的に知られている。

先にあげた農業分野における基準では、有効根群域必要深として40～50cm、そのうち作土層（耕耘して肥料、堆肥などを混入する土層）は20～25cmとなっている。この数値は上記の緑化における草本及び地被植物のための土層厚にかなり近い。ただ農業の方が作物の豊かな収穫をあげるために土層厚にも余裕が必要で、これを差し引いて考えると両者はほとんど一致と言っても良い。したがって草本植物では、全有効土層30～50cm、そのうち良土層が15～20cm、が妥当な数値である。

4) 低木植栽基盤の有効土層厚

低木は上記の高木と草本との中間の値をとることになるから、その有効土層厚は草本の有効土層厚の最大値としてあげた約40cmから、高木の有効土層厚の下限としてあげた約60cmまでが、妥当な値になる。ただし低木の場合も高木、草本と同じく40～60cmの全層が肥沃な良土層である必要はなく、その半分の20～30cmが良土層で下層の20～30cmは耕耘層、または赤土など透水性があり比較的柔らかい土の盛土層であれば充分である。

以上の検討の結果示された数値にはかなりの幅があるが、その中で大きい方の値を取るか小さい方の値を取るか、選択の指標となる条件としては次のようなものがある。

a. 成長の目標。どれだけ大きくしたいかということである。これは高木において特に問題となる。

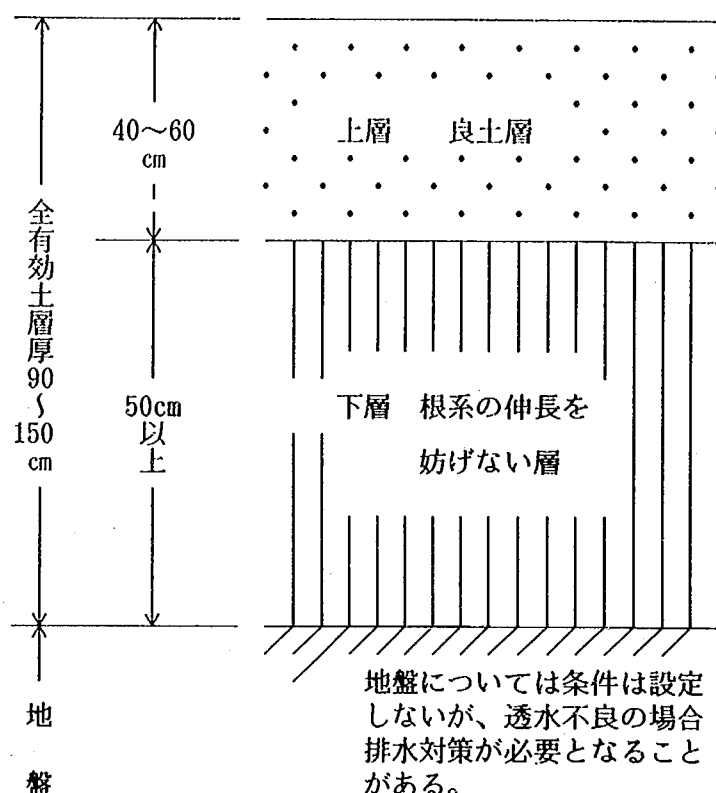
15mを越える大木になることを期待するのであれば、有効土層厚は1.5m内外は必要である。庭

園などで4～5 mに抑えたいのであれば60 cm程度の土層厚で良い。

b. 土壌の質。腐植が多いとか火山灰土のような保水性の良い土であれば薄くても良いし、粒子の粗い土や土塊のままの部分の多い土であれば厚さが必要である。

c. 植物の種類によっても必要な土層厚には大きな違いが生ずる。耐乾性の強弱だけでなく、根系の環境順応性が関連する。マツ類、ポプラ、ヤナギ等は土層が薄い場合でも、根が長く横走してあまり支障なく成長する。また一般にやせ地に強いとされる植物は耐乾性も強い。

以下に植栽基盤の有効土層厚を図示したが、各施工現場では上記のような条件を配慮して、適切な数値を選択する必要がある。



「良土層」とは硬度、透水性、保水性、保肥性が良好で、化学的障害性のない土層である。適量の養分を含んでいることも望ましい条件であるが、施肥によって補うことができるので必ずしも充分でなくても良い。

この層は透水性良好で適度な硬度を持ち、根の伸長が容易な土層である。

図3-3 高木植栽基盤の土層厚

<注>

- ① 厚さの数値の幅の中で、どの程度の厚さを選択するかについては、前ページの考え方を参照すること。
- ② 上層は客土盛土をするか、現場土を改良して造成することになる。出来れば腐植や養分の多い土層であることが望ましい。
- ③ 下層は現場の基盤が軟らかく透水性良好な場合は特に整備する必要は無い。固結層の場合は掘り起こして軟らかくする。透水不良の場合はさらに暗渠が必要になる。

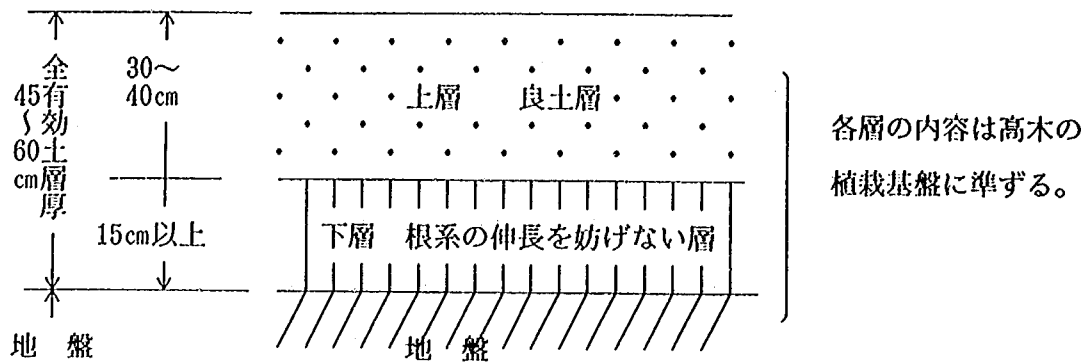


図 3 - 4 低木植栽基盤の土層厚

<注>適用の注意は高木植栽基盤の<注>を参照のこと

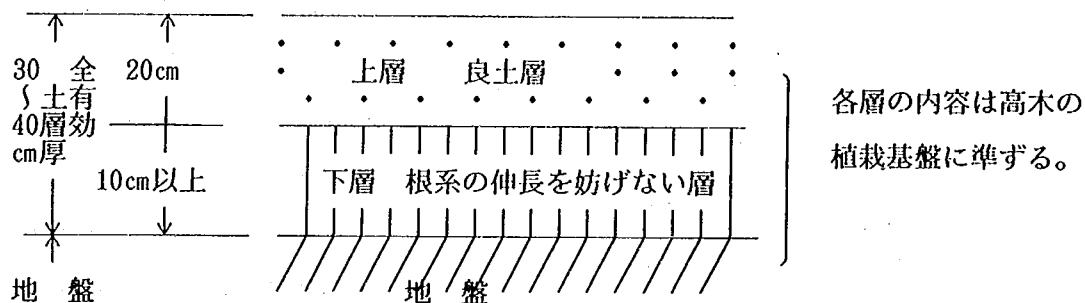


図 3 - 5 芝生、地被、草花等の植栽基盤の土層厚

<注>適用の注意は高木植栽基盤の<注>を参照のこと

参 考 資 料 1

■蒸発散量から推定した必要土層厚

1本の樹木とその周辺の土壌表面から1日に蒸発散する水の量が分かれば、数十日の長期無降水に耐えるのに根系の分布する土壌（根圏土壌）にどれくらいの水分が保持されていれば大丈夫かということが理論的に推定できる。実際には蒸発散量の測定はかなり難しく、緑化の分野ではほとんど行われていない。したがってこの方法で厳密な推定をするのは困難であるが、経験的な値を補足し計算をしてみた。

長期間にわたって雨が降らない場合、植物の根が吸収できる範囲に残っている水分量は、

根圏土壌残存有効水分量

$$= \text{〔根圏の当初の有効水分量 + 下層からの補給量〕} - \text{〔1日の蒸発散量} \times \text{無降水日数〕}$$

となるが、

$$\text{根圏の当初の有効水分量} = \text{根圏土壌体積} \times \text{有効水分保持率}$$

となる。

ところが、この式に関連する因子は大変に多く、そのことがこの問題を複雑なものにしている。

a. 根圏土壌体積＝厚さ×広がり

根圏土壌の体積は厚さ×広がりという式で表現することができる。一般に樹木の根系は表層に近い浅いところ（数値的には30～40cmとか、50cm以内など）に細根の大部分が分布している例が多いから、同じ体積であれば厚さが大きくて広がりが小さい形より、厚さは40～50cmでも広がりの大きい形の方が有利であると考えられる。

b. 有効水分保持率

雨が降ると土壌中の孔隙が水で満たされるが、雨があがると大きな孔隙に溜った水は重力によって下方に移動していく。およそ24時間でこのような水は排出される。その後に残った水の内、土壌に固く結びつき吸収できない水を除いたものが、植物が利用する水分であり、有効水と呼ばれる。

有効水の保持率は土壌の種類によって大きな差があり、火山灰土（壤土）で腐植を多く含むクロボク土では現地容積比で13～20%もあるのに対し、砂土では5～10%程度である。砂土の最低とクロボク土の最高とでは4倍の差がある。

c. 下層からの補給量

土層中の下層から上層への水分の移動は土質によって著しく異なる。下層が固結ないしそれに近いときはほとんど期待できないと考えられるので、計算上は無視した方が良いでしょう。比較的地下水が浅く、砂質の土層の場合は下層からの補給量は大きい。

d. 蒸発散量

蒸発散量を左右する条件としては、地下水分、日射の強さ、気温、相対湿度、風、地表面の状態、植物体の大きさ（葉量）、活力、種類などがある。

また、成長が速く活力旺盛な植物ほど蒸散量は当然大きくなるが、そのような個体でも地中の水分が減少して来ると蒸散量が減少してくる。このように蒸発散量はきわめて複雑な諸条件の総合作用によって日々変化している値である。以下に蒸発散量の測定例を参考としてあげる。

- ミカン園 3 mm 前後／日（「植物栄養土壌肥料大辞典」）
- トウモロコシ 最大 10mm 前後／日（「土壌肥料用語辞典」農文協）
- アルファルファ " 7 ～ 8 mm／日（「土壌肥料用語辞典」農文協）
- ショウガ " 5 mm／日（「土壌肥料用語辞典」農文協）
- ブナ林 8 月平均 2.5mm／日（「ブナ林の自然環境と保全」ソフトサイエンス社）
- 東京都庁前のイチョウ（胸高直径35cm 前後）最大 200 ℓ／本・日（東京都の資料）
- 上野警察署前のプラタナス（" 15cm）" 380 ℓ／本・日（東京都の資料）
- ネズミモチ H. 2.5m 80cm × 80cm のコンテナで夏期40日間耐えた。
- ノシバ 20cm 厚の土層無灌水、夏の気温で20日間耐えた。

一般に大まかな目安としては1日の蒸発散量は2～3 mmとされている。仮に有効水分保持率15%

のクロボク土が80cmの厚さであるとすれば、乾燥までに用する日数は、

$$(800\text{mm} \times 0.15) \div 2 \text{ (or 3) mm/日} = 60 \sim 40 \text{ 日}$$

となる。しかし植物は地中の水分が少なくなると、蒸発散量を減らしたり、落葉したりして抵抗するから実際にはこれより長期間の無降水に耐えられると考えられる。

(計 算 例)

1日の蒸発散量はミカン園で3mm、クワ園で4～7mmと推定されている。クワ園は毎年枝を切りつめて更新させ若枝を大きく伸ばすので蒸散量も大きくなる。ここではミカン園の3mm/日を用いて次のような計算を行った。

表一③ 無降水日数と必要有効土層厚

無降水日数	必要水分量mm	必要有効土層厚 cm		
		①	②	③
30日	3mm×30日=90mm	90	60	45
40日	120	120	80	60
50日	150	150	100	75

(*) ① 有効水分保持率 10%の土壌

② " 15% "

③ " 20% "

また1日 200ℓの水を蒸散する場合、これが3mmの減少ですむために必要な面積は、

$$x \text{ m}^2 \div \frac{200 \text{ ℓ}}{3 \text{ mm}} \approx 70 \text{ m}^2 \approx 8 \text{ m} \times 9 \text{ m}$$

となる。つまり、前ページに例としてあげた東京都庁前の胸高直径35cmのイチョウは8m×9mの範囲で深さ80cmまで細根が伸びていれば、計算上は無降水でも40日間はしおれないですむということになる。

第4章 植栽基盤整備工法と使用機械

1. 植栽基盤成立条件と工法

第2章で述べたように植物が正常に生育するためには、植栽基盤が備えていなければならないいくつかの条件がある。それらの条件がどのような工法によって実現できるかを考えてみると下図のようになる。

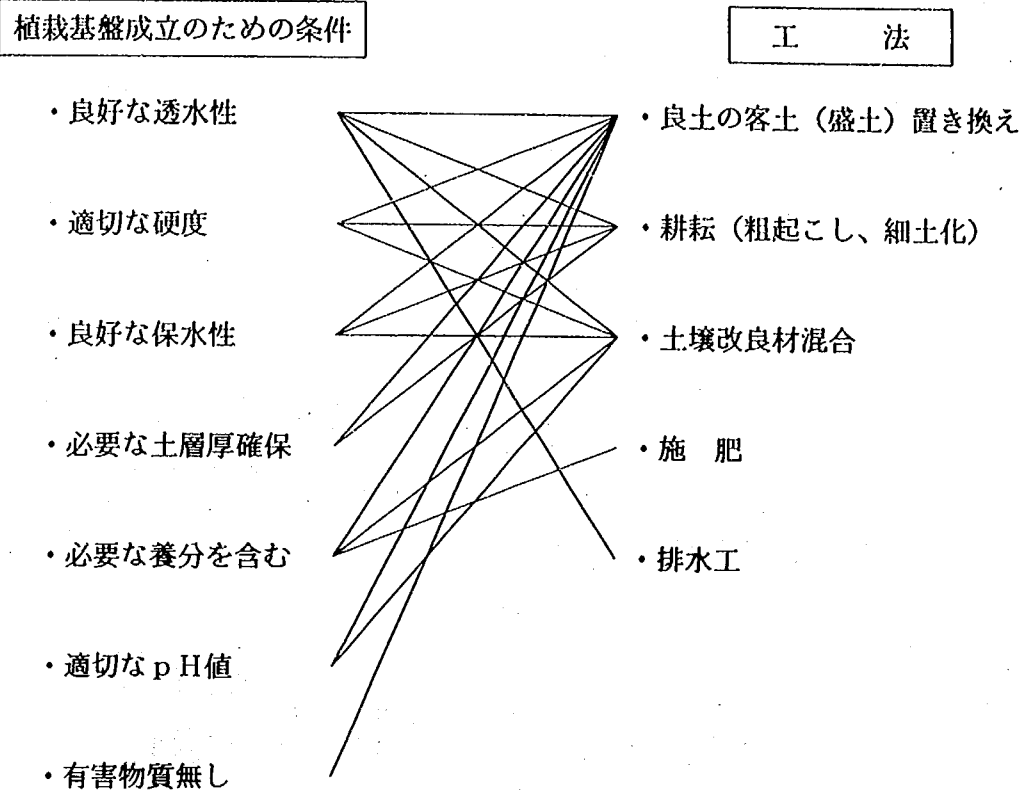


図4-1 植栽基盤成立条件と工法との関係

これを見ると良土の客土（盛土）及び置き換え工法は、全ての条件を満たす適用範囲の広い工法であることが分かる。また客土する土が良質である場合は、質的にもレベルの高い植栽基盤になる。

耕耘工はこれに比べ、多くの場合腐植や養分の極めて少ない下層地盤を掘り返すことになるので、そのままでは質的にもレベルの低い植栽基盤ができることになるため、これを補正するためには土壤改良材や肥料を混合する必要がある。

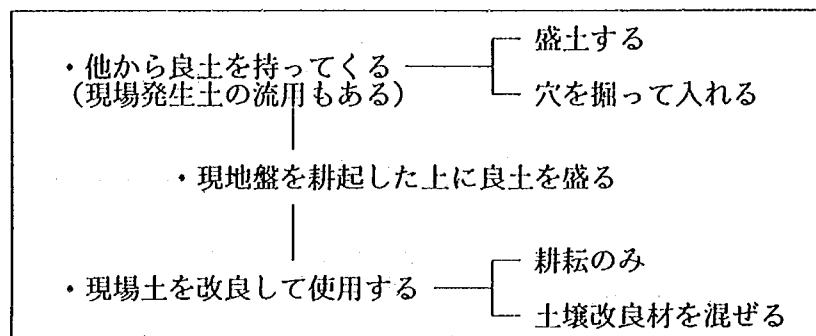
2. 有効土層整備工法

1) 有効土層整備工の分類

植栽基盤整備は大別して「有効土層整備工」と「排水工」とに分類できる。有効土層を整備する方法は大別すると2つである。即ち、

- ① 他から良質の土壌を持ってくる。（ただし最近では現場発生土を改良して使うこともある。）
- ② 現地土を耕耘改良して使用する。

他から運んできた良土は現地盤の上に盛ることもあるし、穴を掘って入れることもある。現地土の改良は単に耕耘だけのこともあるし、土壤改良材を混合することもある。また耕耘した上に盛土することもある。これをまとめると下図のようになる。



これを工法として表わすと下図のようになる。

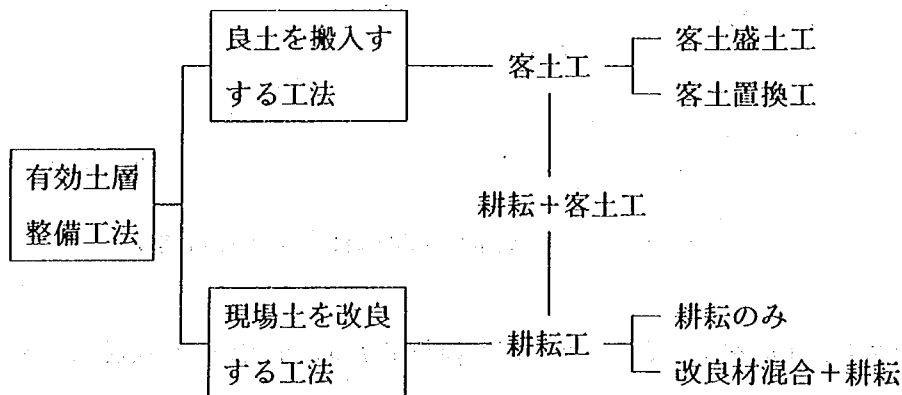


図4-2 有効土層整備工法の分類

また、植栽基盤整備を計画し、実施に移すに際しては、次図のようなチェックが必要である。

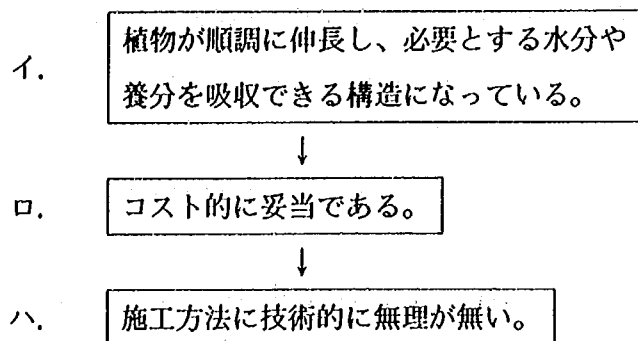


図4-3 植栽基盤整備工法適否のチェック項目

2) 工法を選択

客土工にするか耕耘工にするか、その複合工法にするかは主として良質な客土を必要量確保できるか否かによって決められる。

これまでの施工や試験経験では良質の自然土壌（いわゆる黒土、畑土、森林表土など）は、植物の生育の点で土壌改良材や肥料を混合した改良土と比べて勝っているという事例が多いから、客土用土が入手できる間はそれを使う、というのが通例である。

客土用土が充分に入手できないときは、

- a. 下層は耕耘工にして表層だけに客土盛土工を行う。
- b. 全層耕耘工にし、植枡や植穴の中だけ客土を入れる（客土置換工、植穴客土工）。
- c. 全く客土を使わないで耕耘工と土壌改良材や肥料だけで植栽基盤をつくる。

のいずれかを選択することになる。

しかし、石礫地、あるいは固い岩盤のように地盤を掘ることができない場所では客土盛土工を採用せざるを得ないし、人工地盤のように元々土壌のないところも当然盛土工になる。

客土置換工は舗装の中の植枡やグリーンベルトなどで行われることが多い。このような場所では舗装工事に使った碎石やコンクリート片が土に混入していて、植栽用土として不適当なことがあるので入れ換えた方がよい。また、樹木の生育に必要な土量を充分満たすことができない場合が多いので良質の客土を入れることによって量の不足を質的にカバーする、という意味もある。

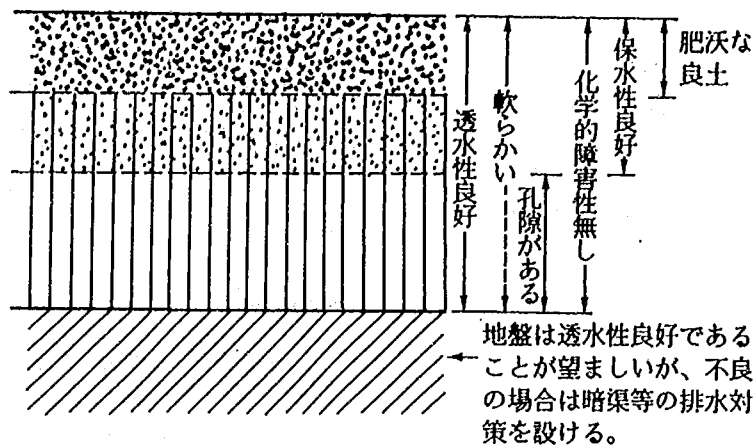
3) 有効土層整備の方法

有効土層整備法は前にも述べたように、植物の生育に適した土層構造になっていることが基本であるが、それだけでなく技術的に困難でないこと（既存の工法により容易に施工できること）、経済的に無理がないこと、という条件も満たす工法でなければ普及しない。土層の構造としては次ページの上段に再掲した植栽基盤整備モデル（案）が上記の3つの条件を考慮したものである。従来から普通に行われている全層の黒土盛土であっても、この条件は充分に満たされるわけであり、さまざまなタイプが考えられるが、土層の数によって1層タイプ、2層タイプ、3層タイプと分けるのが最もわかりやすい。

1層のタイプは施工法としては最も簡単であるが、全層がある程度良好な土層でなければならぬから、高木植栽では良土が大量に入手できる場合でないと実現が難しい。草本や低木のように有効土層が薄くても正常に生育できるものはこの1層タイプでの対応が容易である。工法としては客土盛土方式と耕耘方式とがある。後者では耕耘の際、土壌改良材や肥料の混合が必要となることが多い。

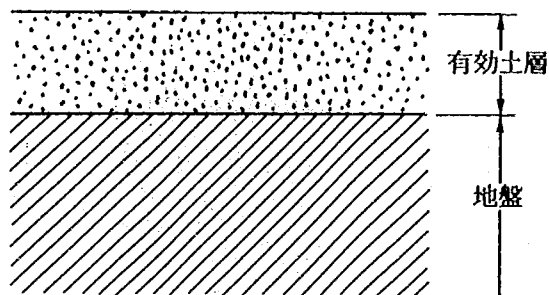
2層のタイプは良土の客土が充分に入手できない場合などに行われ、大別して「耕耘+客土盛土方式」と「耕耘2回方式」とになる。前者は地盤を粗起しして有効土層の下層部分を造った上に客土盛土をする。粗起し層は高木植栽地では太根（支持根）分布域であり、また排水層を兼ねる。後者は客土用土の入手が困難な場合に取りられることが多いが、初めに有効土層予定厚の全層を粗起しする。通常これだけでは土塊が大きすぎて保水性が乏しく細根の発達にも不適当なので、上層部を再度耕耘する。2回目の耕耘はトラクターによるロータリー耕耘が適している。この際土壌改良材、堆肥などを混合することもある。なお現在のロータリー耕耘では深さ15～20cmが限界である。

3層のタイプは「全層粗起し+上層再粗起し+表層ロータリー耕耘」を一例として示した。2層タイプの上層部全体を肥沃な土壌にできない場合の対応として、表層部のみを肥沃な土壌とするものである。



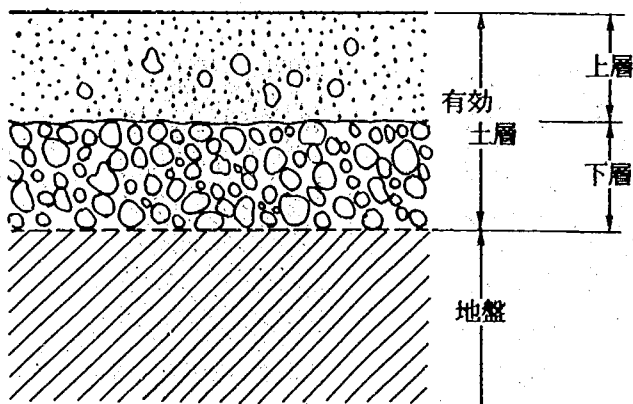
有効土層の構造

図4-4 植栽基盤整備モデル(案) (P.36の図再掲)



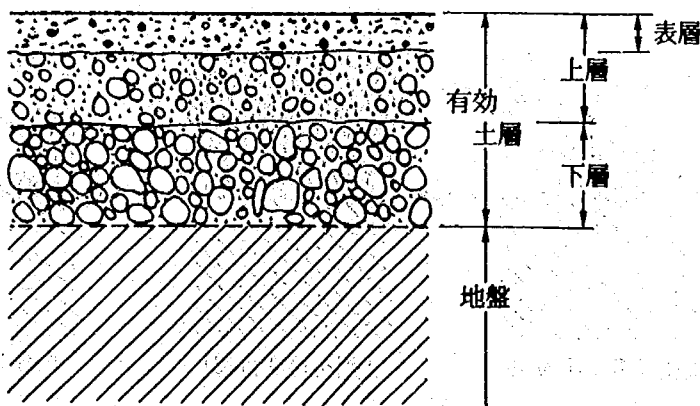
タイプ1 1層

草本や低木のように有効土層が薄くてもよい場合とか、良土が大量に入手できる地方ではこのタイプでの整備が可能である。



タイプ2 2層

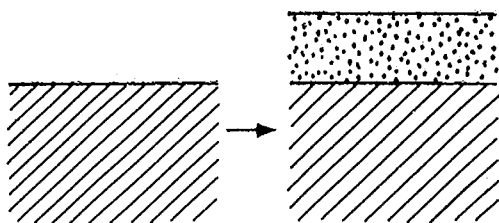
有効土層が厚い場合は上下2層にして下層は透水性良好で、かつ根系の伸長を妨げない層とし、上層はこの他に保水性、保肥性に優れ、できれば肥沃な土壌であることが望まれる。



タイプ3 3層

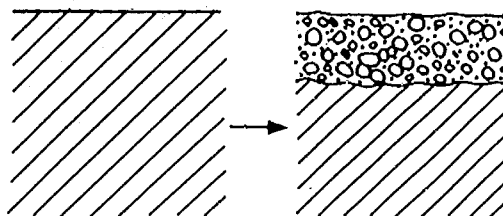
有効土層が厚い場合、上層全体を肥沃な土壌にはできないことがある。その時は表層だけでも保肥性に優れ、養分も多い土壌にする。

1層のタイプ



a. 客土盛土方式

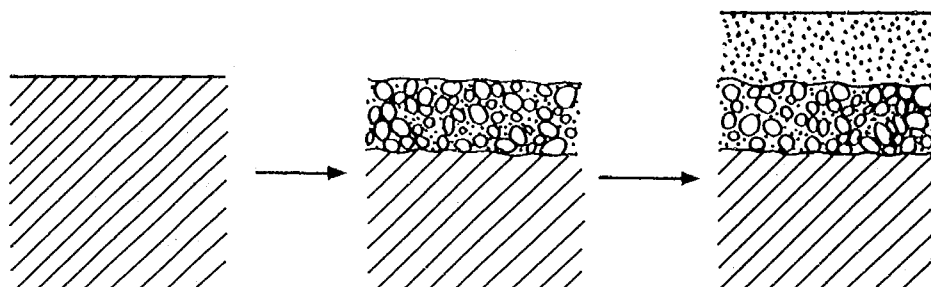
地盤の上に客土を盛土する。



b. 耕耘方式

地盤を粗起しする。これだけでは
植栽基盤として不十分な場合は再度
粗起しするかロータリーで耕耘する。

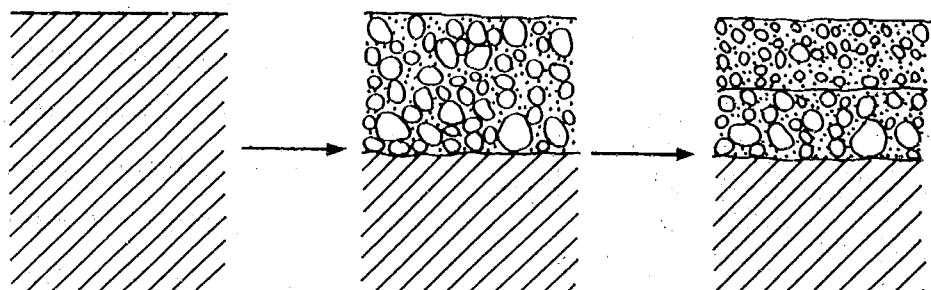
2層のタイプ



地盤を粗起しする

その上に客土を盛
土する

a. 耕耘(粗起し)
+ 客土盛土方式

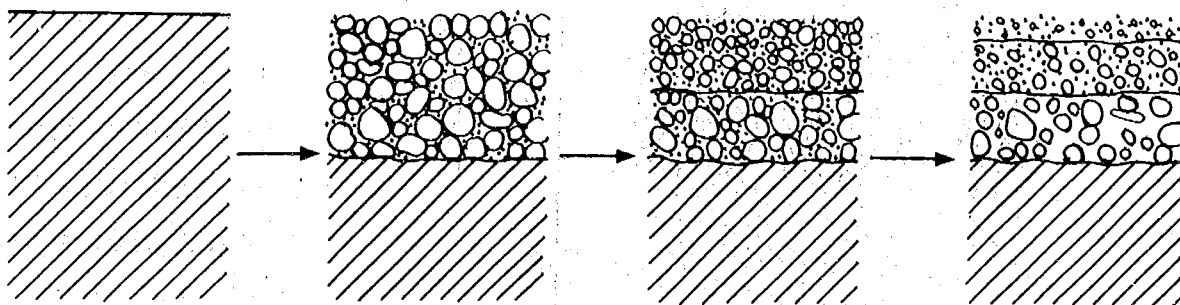


地盤を粗起しする

上層を再度粗起しする。またはロー
タリーで耕耘する。このとき土壤改
良材や肥料を混ぜることが多い。

b. 粗起し2回方式
または粗起し
+ ロータリー耕耘

3層のタイプ



地盤を粗起しする

上層を再度粗起し
する

表層をロータリー
で耕耘する

有効土層整備法

3. 排水工

植栽基盤とは植物の根が支障なく伸長できる土層である、という定義にしたがえば、植栽基盤は有効土層の底面より下の位置で排水が可能であるように整備することが原則となる。

実際には、特に排水工を設けなくても自然に排水される場合と、排水工を行わなければ降雨が停滞する場合とがあり、それに関係する条件は主として次の2つである。

- a. 植栽基盤の地形
- b. 地盤の透水性

降雨の移動経路をこの2つの条件に即して見ると次のようになる。

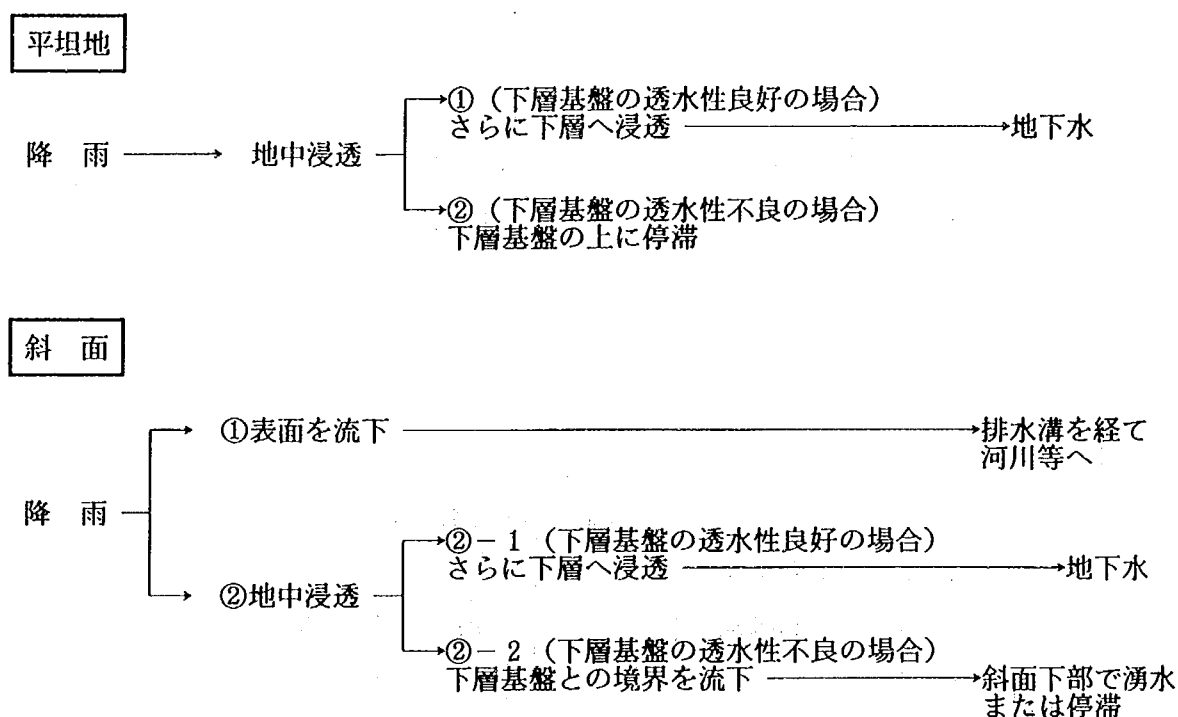


図4-5 植栽基盤における雨水の流れ

したがって平坦地の②の場合に排水工が必要、ということになるが、斜面でも②-2で植穴を下層地盤まで掘り込む場合には排水工が必要になる。

なお、下層地盤の透水性の良否の判断については次のように考える。

洪水による畑の冠水等の経験から、水の停滞が3日続くと植物に大きな影響があるとされている。したがって大量の雨が降ったとき、それが2日間(48時間)以内に浸透排水されれば生育障害が起らないと考えられる。大量の降雨として梅雨期などの連続降雨を考え、300mmと設定すると、

$$300\text{mm} \div 2\text{日} = 150\text{mm/日}$$

$$300\text{mm} \div 48\text{時間} = 6.3\text{mm/時} (\approx 2 \times 10^{-4} \text{cm/秒})$$

となり、これ以上の透水能があれば特に排水工をとらなくても、過湿による根腐れは起こらないといふことになる。

なお、透水係数 10^{-4} 台というのは農地の下層地盤の透水能の基準とも一致する。

排水工法を図4-5の雨水のフローに従って整理するならば、斜面では地中に浸透するのは表層に有効土層がある場合か、一部を掘り込んで客土を行った場合である。平坦地では「地中に浸透したものがさらに下層へ浸透していくかどうか」、浸透しないところでは、「暗渠管を敷設して雨水管に排水できるかどうか」によって工法が分かれる。

排水工法選択のフローを図4-6に、また各工法の概略図を図4-7～9に示す。

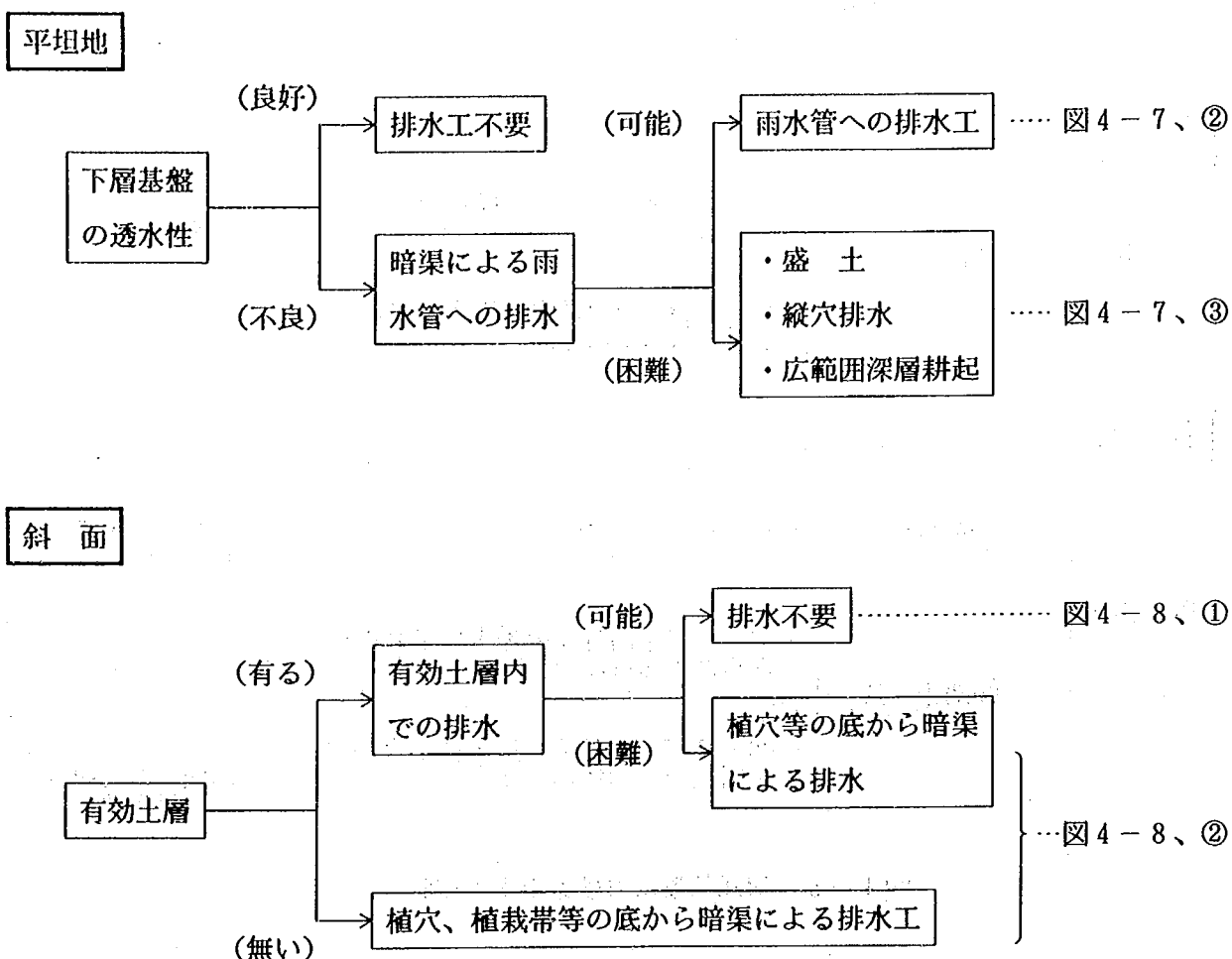
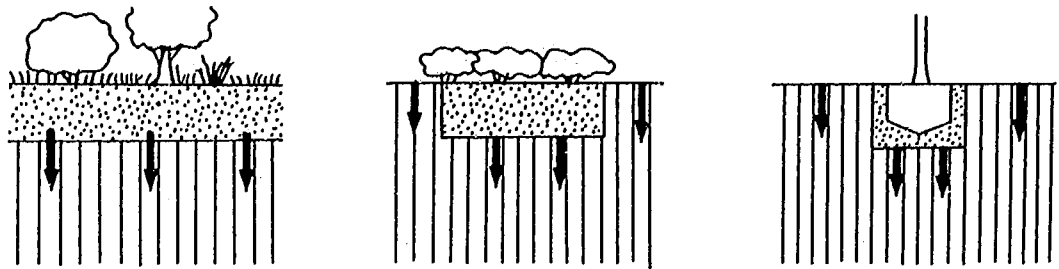


図4-6 植栽基盤の排水工法選択のフロー

①地盤の透水性良好……排水不要



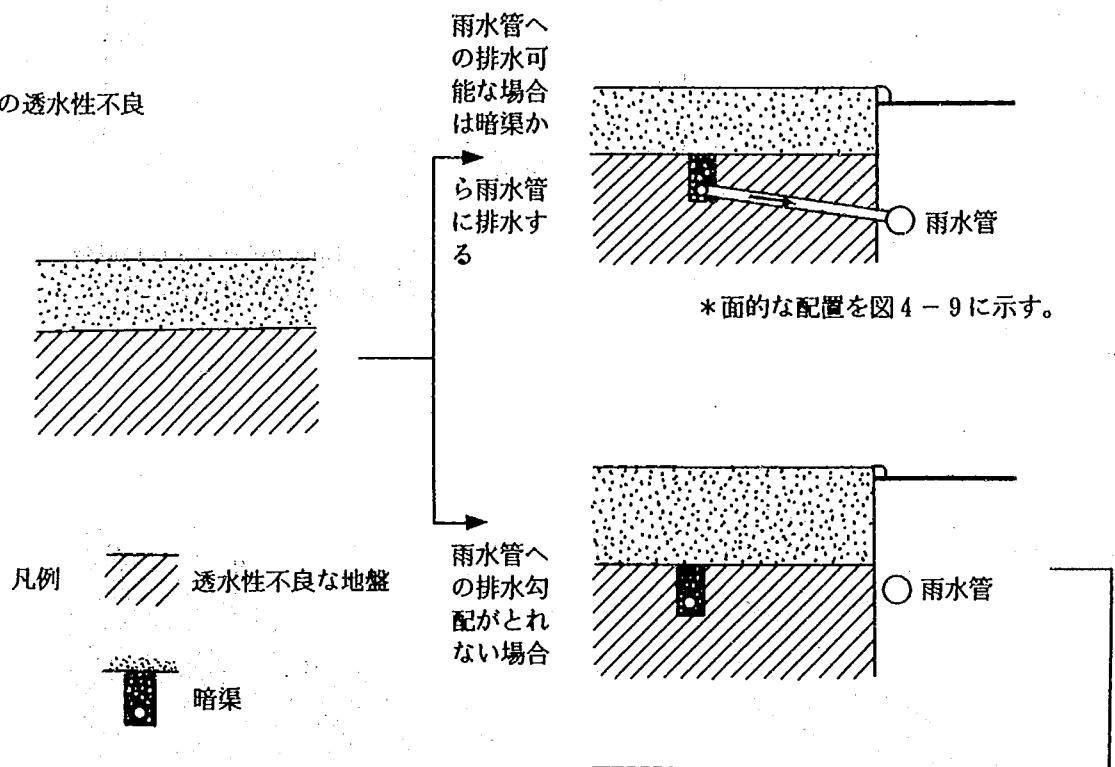
凡例

有効土層

透水性良好な下層基盤

雨水の流れ

②地盤の透水性不良



凡例 透水性不良な地盤

暗渠

③

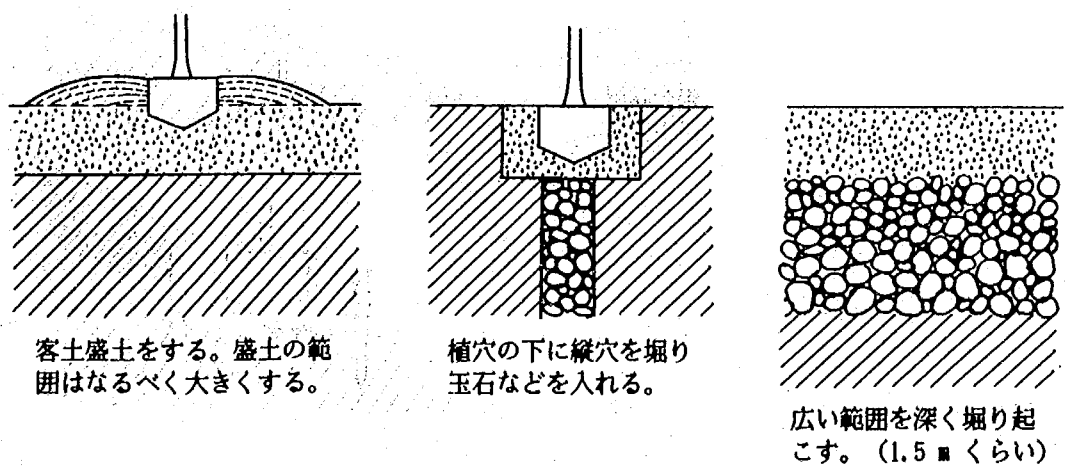
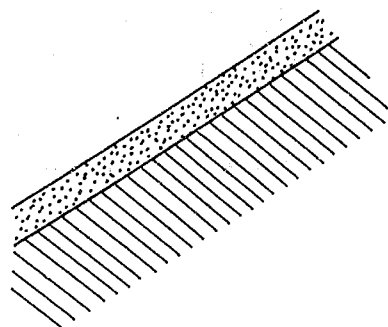
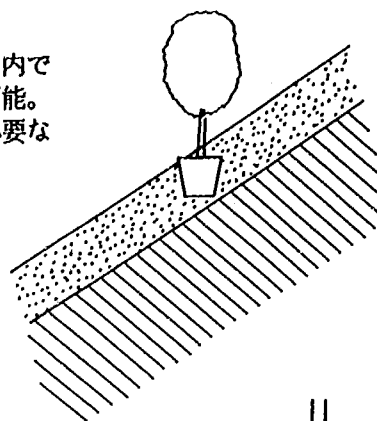


図4-7 平坦地における排水工法

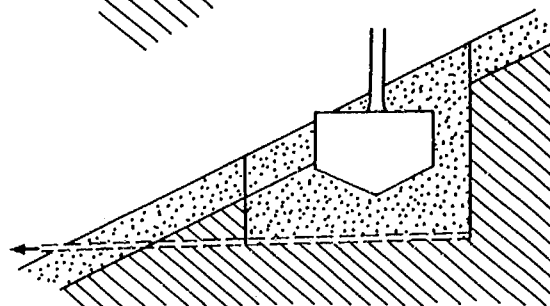
①有効土層のある斜面



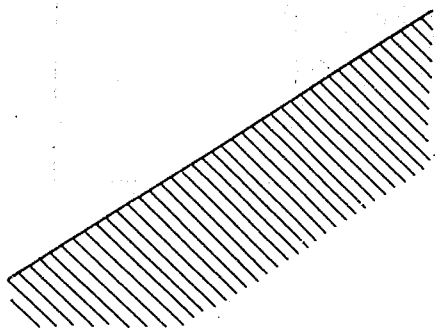
有効土層内での排水可能。
排水工必要なし



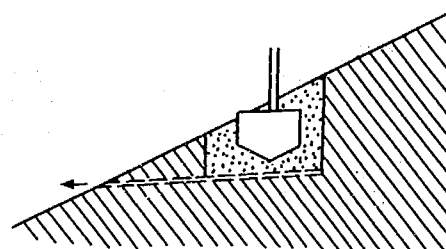
有効土層内で排水できない場合
植穴底より暗渠排水をとる



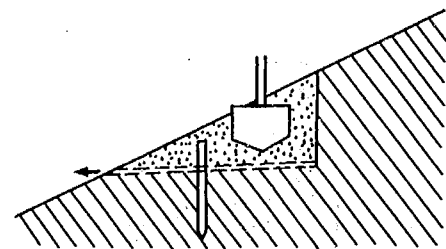
②有効土層のない斜面



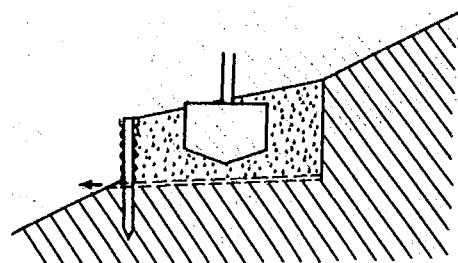
法面の崩壊を
まねかない範
囲での植栽基
盤整備を行う。
その底部に暗
渠を設置して
排水する。



a



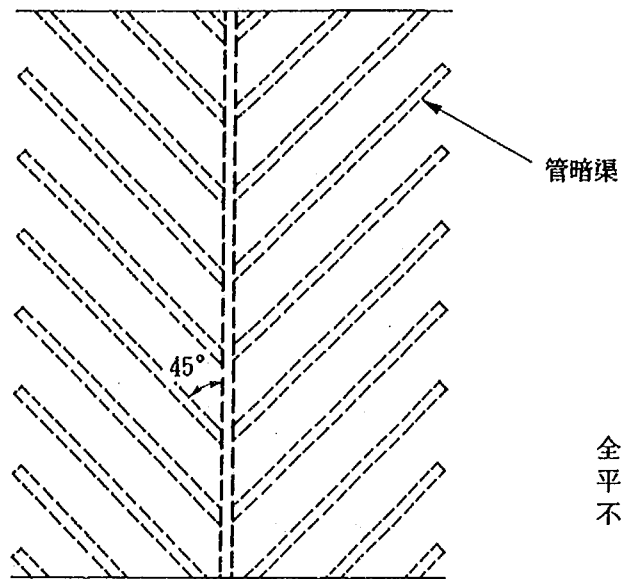
b



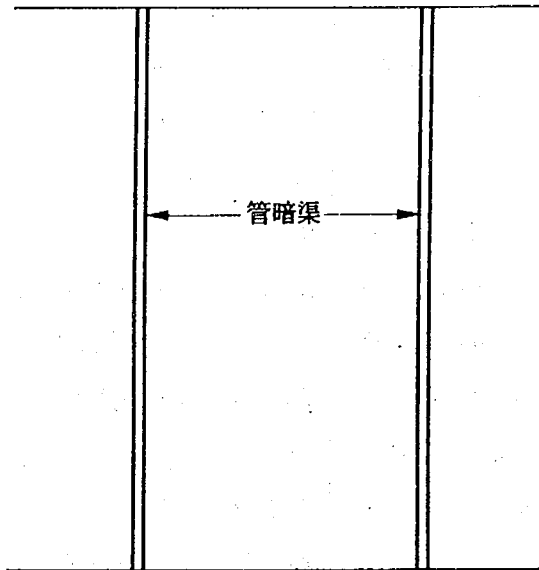
c

図4-8 斜面における排水工法

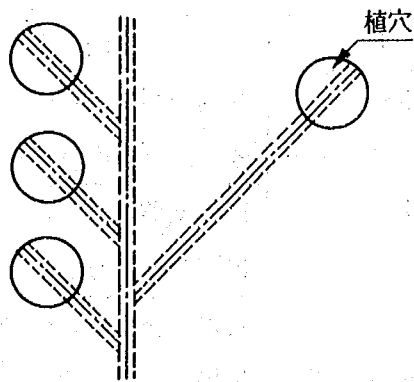
□平面図



全面排水工（平面図）
平坦地で下層地盤が極めて透水性
不良の場合



全面排水工（平面図）
平坦地で下層地盤の透水性がやや
不良の場合



植穴排水工（平面図）

図 4 - 9 全面的な排水工

（原図は「南多摩地区緑化設計指針 昭和62年版」 p. 15、16、17）

4. 植栽基盤整備工に使用する機械

1) 工種と使用機械

植栽基盤整備工に使用する機械を、現在の使用実態より下表のように整理した。

表 4 - 1 植栽基盤整備工に使用する機械

工 種	目 的	用 途	適 用 機 械	施 工 条 件 ・ そ の 他
客土盛土工	植栽基盤の盛土造成	場外運搬	・ダンプトラック (2t、4t、10t)	一般道路使用による運搬で、道路制限・現場搬入路条件等により、使用機械は異なる。
		場内運搬	・ダンプトラック	場内運搬路のトラフィカビリティーが良い場合。
			・クローラードンプ	場内運搬路のトラフィカビリティーが悪く、運搬距離が比較的長い場合。
			・ショベルローダー	比較的運搬距離が短く、トラフィカビリティーが悪い場合や狭幅員施工等。
		敷 均 し	・バックホー ・ミニバックホー (0.06~0.12) ・バックホー (0.2~1.0)	山状に置かれた盛土材の敷均し。 重機接地圧をかけることが少ないことから、固結を防ぎ植栽基盤の盛土造成方法として望ましい。
			・湿地ブルドーザー	トラフィカビリティーが悪く、押出し、敷均しの必要性がある場合、または大規模造成に利用
客土置換工	樹木根回り及び不良土壌の置換	運 搬	同 上	同 上
		置 換	・バックホー ・ショベルローダー	掘削…バックホー 客土入れ…バックホー・ショベルローダー
耕耘工 1	透水性の改良	粗 起 し	・バックホー	植栽基盤を造るため固い基盤の粗起しを行う。
粗起し工	土層の連続性の確保		・リッパードーザー	岩盤・重粘土等の硬盤、又は大規模な施工に用いる。但し植栽基盤への導入に当たっては、現場の条件など充分考慮する必要がある。

工 種	目 的	用 途	適 用 機 械	施 工 条 件 ・ そ の 他
耕耘工 2 中層耕耘工	吸収根発達域の 拡大 土層の連続性の 確保	中層耕耘	・ バックホー	2回耕耘などによって土塊を細かくする。
耕耘工 3 表層耕耘工	表土の透水性・ 保水性の改良	表層耕耘	・ ロータリートラクター ・ ハンドトラクター (耕耘機)	普通土の表層耕耘。 礫、木の根、ゴミ等の夾雑物を含まない軟質の土壌で耕耘の深さは20cm程度まで。
排 水 工	有効土層底部での排水	暗渠排水	・ バックホー ・ トレンチャー	溝水掘り暗渠。 狭い溝、石礫のない土層。
		縦 排 水	・ アースオーガー	175φ～ 500φの穿孔。

2) 客土盛土工及び客土置換工に用いる機械

客土盛土工は以前にはブルドーザーを用いて敷均しをすることもよく行われていたが、この方法では植栽基盤を固めてしまうことが多いので、最近ではダンプトラックから下ろした小山状の土の頂部をバックホーのバケットで崩して均す方法が主流になってきている。面積が広い場所とか、地盤が軟らかくダンプトラックの走行が困難なため、ブルドーザーによる押出し敷均しを行う場合は、接地圧を極力小さくするため湿地ブルドーザーや軽量のブルドーザーを選定し、かつ敷均しのための走行回数を少なくして植栽基盤の締め固めを避けるようにすることが重要である。

運搬はダンプトラックが普通であるが、狭いところでは小回りのきくタイヤショベルローダーが使われている。この場合は工事現場の一隅にダンプから下ろした土を置き、それをタイヤショベルローダーで小運搬することになる。ごく近距離ではバックホーも使われる。またトラフカビリティが悪い場合は、キャタピラー付きの運搬車を使うこともある。

客土置換工では面積が大きい場合は客土盛土工と同じであるが、小さい植樹などの掘削、土入れ等は小型バックホーや人力で行う。

3) 耕耘工に用いる機械

耕耘工は粗起し工、中層耕耘工、表層耕耘工に分けられる。

粗起し工は固結した土層を破碎して団塊状にし、孔隙をつくり透水性を改善することによって、支持根が伸長できる土層を造ることを主目的とする。また破碎された層は実質的に植栽基盤の排水層ともなる。

中層耕耘工は吸収根発達域の拡大及び上・下の土層の連続性を高めることを目的とするもので、粗起し工によって大小の土塊となったものをさらに細かくする。

以上の2工程は主にバックホーを用いるが、

- a. バックホーでは作業困難な固い基盤（砂岩、凝灰岩、重粘土等）の場合
- b. 施工面積が広大な場合

の粗起し工にはリッパードーザーを用いることがある。また中層耕耘工でもバックホーは効率が低いので、大規模な工事ではまれにスタビライザーを使うことがある。しかし、この機械は調達困難なことがある。

表層耕耘工はトラクターにロータリーをつけて行う。細かく砕土することによって保水性や保肥性を高め吸収根の発達を促進させる。しかし石礫、コンクリート片、木の根、大きな草の根塊などがあると作業できなくなるので、はじめにこれらの夾雑物を除去しておかなければならない。また乾燥して固結した粘土のように固すぎる基盤でも使用できない。耕耘の深さは最大20cmである。

表層耕耘工は、a. 草花、地被、小型低木の寄植を行う場合

- b. 表層に堆肥や肥料を混合する場合

などによく実施されるが、この工事直後は表層が軟らかくなり過ぎて、特に雨の後などは立入困難になるので注意が必要である。

4) 排水工に用いる機械

ほとんどの場合バックホーを用いて溝を掘る。溝幅に応じて機械やバケットの大きさを変更する。幅30cm以上、深さ2.5mまで対応できる。

石礫や木の根の無い土層で狭い溝を掘る場合は、トレンチャーが使われることもある。溝幅13～25cmで深さは1mまで対応できる。

垂直に深い穴を掘って玉石などを詰めて浸透排水する場合は、アースオーガーで直径17.5cmから50cmまでの孔を掘ることができる。

5) 植栽基盤整備工に使用する機械の問題点

植栽基盤整備工ではバックホーが最も多く使用される。その理由はバックホーが1台でいろいろな作業種に対応できるという汎用性にある。しかし、バックホーは元来植栽基盤整備工を目的として作られた機械ではないので現状ではいくつかの難点があり、改良が要望されている。以下に植栽基盤整備工で改良を要する主要な作業種をあげる。

① 粗起し工

現在は大半がバックホーで作業が行われているが、効率が低いため大面積の作業には適さない。一方リッパードーザーは相当の大面積でないと導入できない。バックホーで効率よく粗起しができる方法が求められる。

② 中層耕耘工及び表層耕耘工

耕耘の程度（品質）を一定にするのが難しい。土質や乾湿の状態によって破碎された土塊の大きさが著しく異なる。またバックホーによる耕耘では細かく砕土しにくい。細かくするためには、

- a. ショベルを入れる幅（歩み幅）を小さくする。
- b. すくった土塊を上持ち上げて、バケットを震わせながら落とす。
- c. 掘り返しを2回以上行う。

などの方法があるが、aとbは作業効率や仕様の明確さの点で問題がある。

またバックホーでの耕耘工は著しく効率が悪いので、狭いところでも使えてこれに代わる手頃な機種あるいはアタッチメントの開発が望まれる。

次にトラクターによる表層耕耘工には、

- a. より深く耕耘できる
- b. 多少の石や木の根があっても支障なく作業できる
- c. 硬い基盤でも耕することができる

等の機能を満たす機種の開発が期待される。

5. 土壌改良材について

1) 土壌改良材の種類

大都市周辺では開発の進展や自然保護のため、良質の客土を入手することが困難になっている。またマサ土、粘性土、凝灰岩、砂岩等の地層が広く分布する地方では表土の形成が少なく、従前から客土の入手が困難であった。そのため、土壌改良材の重要性が増大しているが、その適切な使用方法についてはまだ十分な研究がなされていない。改良材の種類は非常に多く、年々新たな製品が出されているが、大別して有機質系、無機質系、高分子系の3タイプに分けられる。

公共緑化の分野ではこれまでバーク堆肥と黒曜石パーライトの使用量が圧倒的に多かったが、最近はその他の堆肥類やピートモス、汚泥コンポストの使用も増えているようである。

2) 土壌改良材の使用に至るプロセス

土壌改良材の使用は、

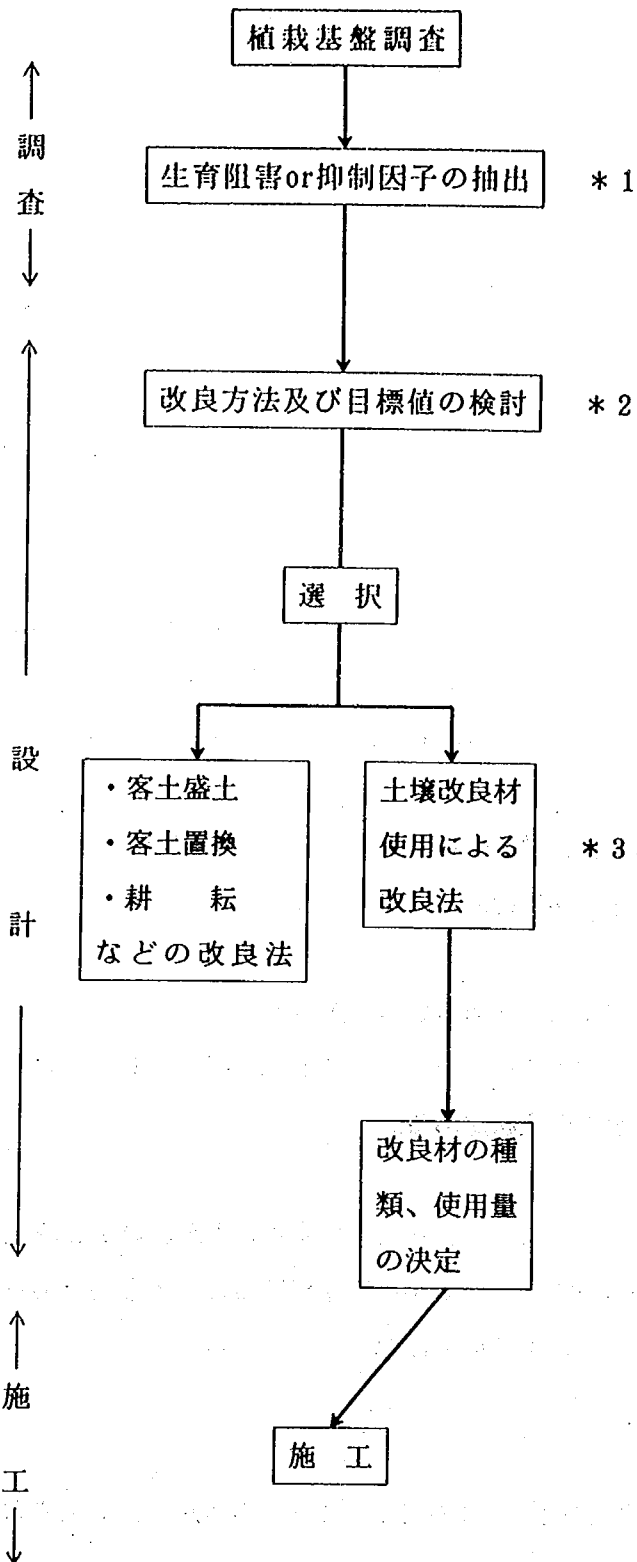
- a. 現地土の改良に用いる場合
- b. 客土の改良に用いる場合

の2タイプがある。

現地土の改良に用いる場合は、その地盤が植物の生育にとってどのような障害または抑制因子を持っているかを調査し、それを改良する方法を検討する。

改良法は数例考えられるのが通例であるから、経費や改良効果を考え合わせていずれかの方法を選択する。この際、良質の客土が入手できれば、その方が経費の面及び改良効果の面ですぐれていることが多いが、近年では良質の客土の入手が難しくなっている。

改良材を使用する場合の、種類、使用量（混合割合）及び施工方法について検討プロセスをフローにして図4-10に示した。



* 1 緑化関係の植栽基盤における生育阻害及び抑制因子としては次のようなものがある。
(長谷川秀三「公害と対策」1986年12月号p. 29)

- 1) 固 結
- 2) 過 湿
- 3) 乾 燥
- 4) 養分不足
- 5) pH不良
- 6) 有害物質の存在
- 7) グライ土

* 2 改良方法は不良の原因によって異なるが、客土盛土はいずれの原因に対しても有効。その他には耕耘、排水工、施肥、酸度矯正等。

* 3 良質客土の入手困難な場合、初めて土壌改良材が採用されることが多い。

図 4-10 土壌改良材の使用に至るプロセス

3) 不良要因と土壌改良材の選択

土壌改良材は現地土あるいは客土の欠点を改良するために使用するわけであるから、不良の原因に対応して使い分けなければならない。

これに対しては、改良材の種類が多いこと、土質によって改良効果が異なること、研究事例が少ないこと（*）、などからまだ定説といえるものはないが、おおむね次のようなことがいえる。この項目以外のものとしてpH異常、有害物質等があるが、特殊な事例であるためここでは省略する。

（*）研究ではなく実際の施工事例は多いが、追跡調査が行われていないので、効果について確実に実証することが困難である。

① 固結、硬すぎる地盤の改良

これは耕起することによって改良されるが、粘性土や一部のマサ土などはそのままでは降雨によって再固結するので改良材の混合が必要になる。

そのために使用される改良材としては、有機質系改良材（堆肥類、ピートモス）、パーライトが主なものである。またヘドロの改良に高分子系の改良材が使われたこともある。粘性土に対しては砂を混ぜることも多い。

② 透水性の改良

これは①と密接な関係があるので、①の改良がなされると同時に解決することが多い。ただし、水分を多く含む粘性土は軟らかくても透水不良のことが多く、硬度と透水性は比例しない。

粒子の粗い改良材を混合することによって改良できるので、砂、黒曜石パーライトなどが使われる。

透水不良で過湿害の発生しやすいところでは、堆肥やピートモスの使用は還元状態を引き起こすので、使用不可とされているが、排水工を適切に行えば使用できる。

③ 乾燥しやすい土壌の改良

保水力の高い資材と、土壌を団粒化して保水力を高める資材とがある。

前者にはピートモス、真珠岩パーライト（粒子の細かいパーライト）、バーミキュライト、粘土などがあり、後者には各種の堆肥や有機質系改良材がある。

④ 養分不足

施肥（近年緩効性化成肥料の使用が増加している）によって対処することが多いが、改良材では堆肥類がこの用途に使われる。ただかなり大量に施すか、数年続けることが必要である。品質不良の堆肥は逆に窒素を吸収してしまうことがあるので注意が必要である。

4) 土壌改良材の使用量（混合割合）

改良材の適正な使用量の決定に関与する要因は図4-11のように様々であるが、最も大きな因子は土質である。

土質の内容としては、土性、構造、腐植の量などが関係する。例えば粘土やシルトの割合が多ければ一般に透水性改善のために混合する改良材の必要量は多くなる。

また透水係数の改善のレベルを 10^{-4} 台にするか 10^{-3} 台にするかによっても異なる。

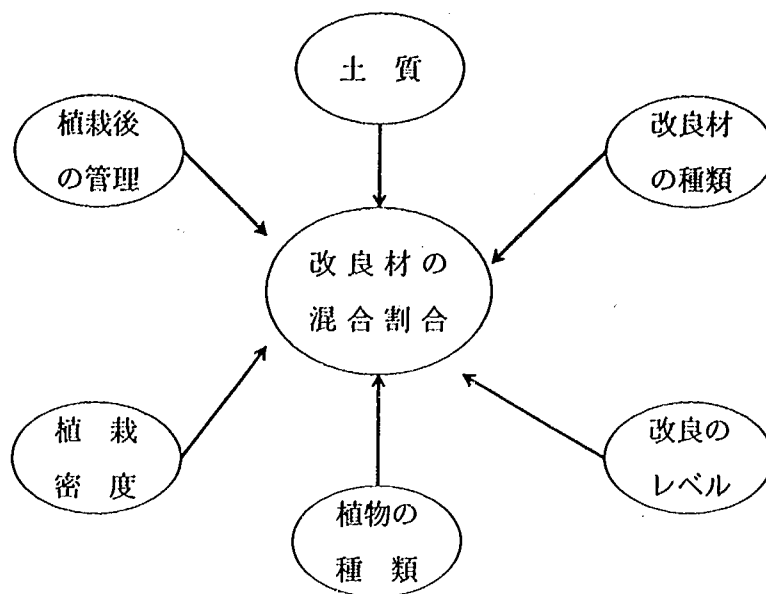


図4-11 土壤改良材の混合割合に関する因子

硬度の改良について考えた場合、マツ類は根の貫通力が強いので改良のレベルが低くてもすむから、改良材の混合率は少なくても良い。

植栽密度が高い場合表層の土の状態が年を経るにつれて良くなっていく例がみられ、当初の改良のレベルがある程度低くてもすむことがある。

また植栽後の管理が適切であれば基盤土壌は改善されていくが、管理不良で踏圧の激しいところなどでは、当初からレベルの高い改良をしておくことが求められる。

しかし、通常このようなきめ細かい配慮の下に植栽基盤の改良が行われることは少なく、改良材の混合比はどの程度が適切なのかもよく分かっていない。

また試験研究や経験から、使用する改良材の種類や混合割合についてわかっている場合でも、経済的に必要量を使用できないこともある。

実際の使用にあたっては、そのような研究データと経済面を総合して混合割合が決められることになる。施工事例を見ると、最低5%から最大30%という混合比がほとんどであるが、重埴土で45%という例もある。

透水性のように容易に現地で改良試験のできるものは、それぞれの現場で試験を行って混合比を決めるという方法も考えられる。

第5章 植栽基盤の調査と設計

1. 植栽基盤整備工とその設計

植栽基盤整備が確実に実施されるようになるためには、「植栽基盤整備工」という工種を独立したものとして確立し、「用地造成工」と「植栽工」との間に「植栽基盤整備工」を挿入することが有効である。（下図参照）

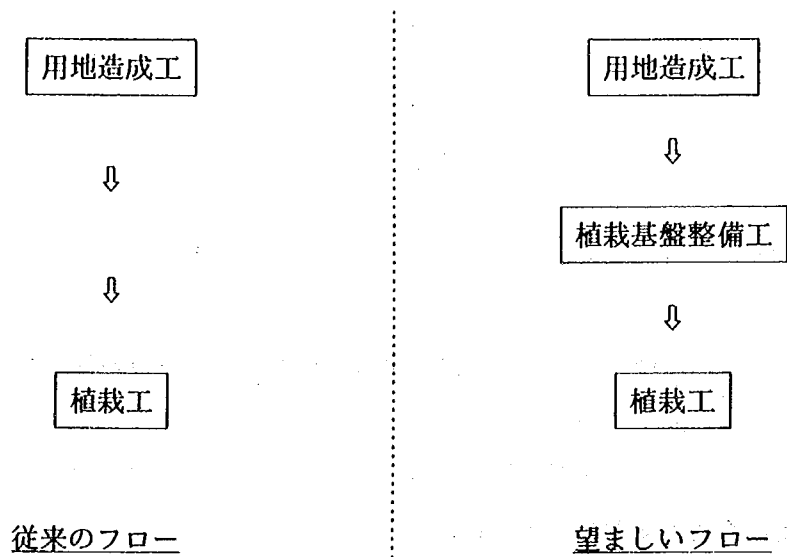
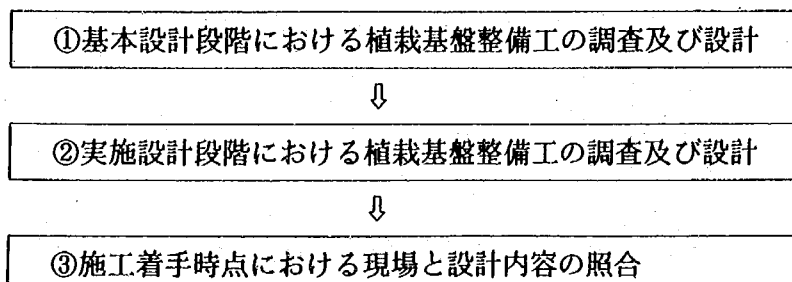


図5-1 植栽工に至る工事のフローの改善

また植栽基盤整備工の実施のためには、植栽設計とともに植栽基盤整備工を必ず行わなければならない。以下の項では植栽基盤整備のための調査と設計について標準的な例を取りあげて検討した。しかし、調査から施工に至る流れは各施工現場によってかなり異なるので、応用にあたってはより詳しい検討が必要である。なお詳細な検討方法については、今後マニュアル等の整備により普及を図る必要があるだろう。

さて、植栽基盤整備工の調査・設計には概ね次の3段階がある。（ただし、小さな公園などでは①が省略されることがある。）次項では、この段階別に調査、設計の作業内容について述べる。



2. 各段階における植栽基盤整備工の調査及び設計の作業内容

1) 基本設計段階における植栽基盤整備工の調査及び設計

① 造成工事着手の有無による調査の意味

植栽基盤整備工に関する調査では、対象地の造成がすすんでいるか否かが大きな問題である。調査時に造成未着手であれば、調査は著しく困難であり、かつ不完全な内容にならざるを得ない。なぜならば造成の前後で地盤の状態は全く異なるものになり、造成前の調査結果はほとんど意味を持たなくなるからである。

したがって、調査時点で造成工が行われていない場合は、造成工の設計図から造成面の基盤の状態を想定し、推測によって植栽基盤整備工の設計を行うことになる。この場合、近くに大きな切土面があれば造成後の地盤を知る上で参考になる。

一方、造成工事が終了している場合は、地盤の状態がわかるので有効な調査ができる。造成後暫定的な飛砂防止用植生などが施工してあれば、さらに判断しやすい。

② 植栽設計との関係

「植栽基盤調査」、「植栽基盤設計」、「植栽設計」の三者は相互に影響しあうものである。つまり下図のような関係にある。

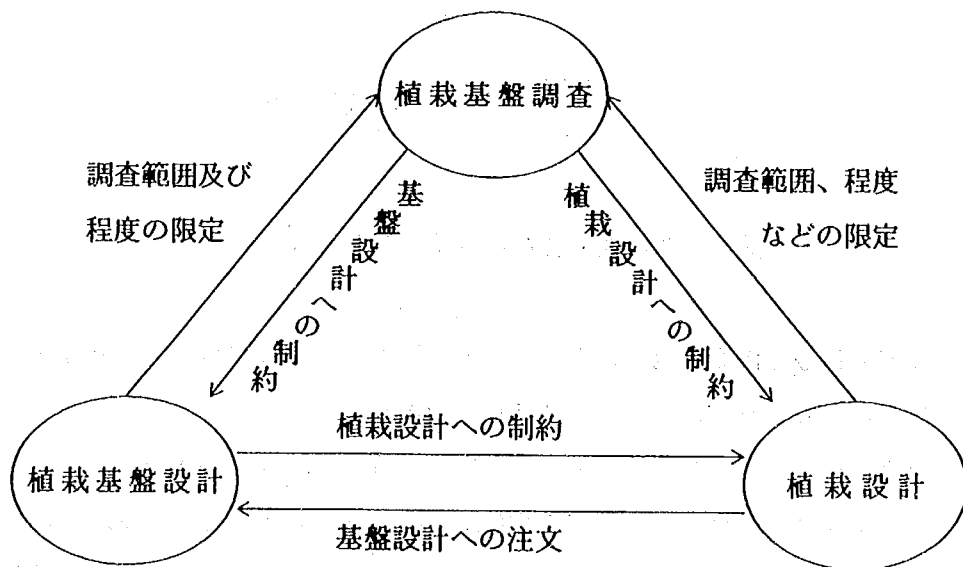


図5-2 「植栽基盤調査」、「植栽基盤設計」、「植栽設計」の関係

これまでの植栽設計では地盤の状態より、発注者の希望や設計者のデザインの意図を優先して設計される例が多かった。しかし、最近のように地盤の状態や客土の供給状況が厳しくなってくると、地盤の状態を植栽設計に反映させることを考慮しなければならない。

③ 調査及び設計の進め方

植栽基本設計段階における植栽基盤調査及び設計の進め方には2つのケースがある。

Aー植栽基本設計が先にできていて、それをチェックするために地盤の調査と設計をする場合

である。

Bー植栽基本設計はまだ無く、先に地盤の調査を行う場合である。このケースでは「植栽基盤設計」と「植栽設計」は平行してすすめられる。

Bが本来あるべき進め方なのでこれに従って述べる。図5-3に地盤調査から植栽基本設計までのフローを示す。まず対象とする敷地の地盤の概要と問題点を把握することが重要である。基本設計段階における調査項目及び内容は表5-1のとおりである。なお、調査密度は今後の課題とされる。

次に調査結果を地盤現況図と地盤現況問題図として取りまとめる。両図の作成例を図5-5に示す。そして、これらをもとに植栽基盤基本設計、植栽基本設計を実施することとなる。植栽基盤基本設計のフローと設計例を図5-4、5-7に示す。

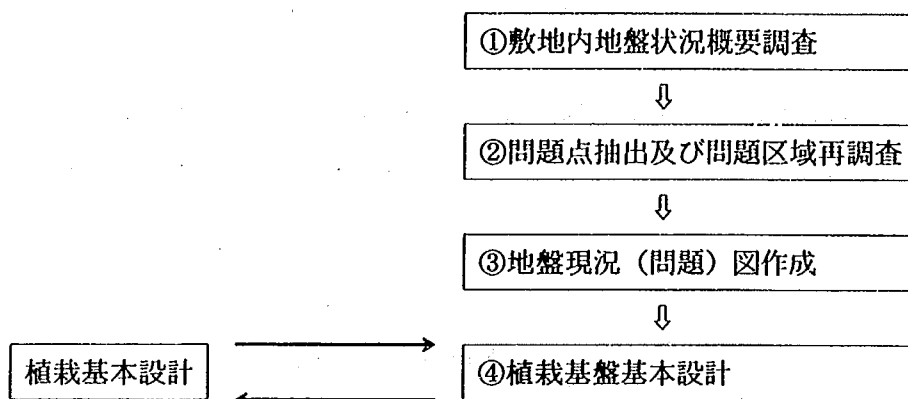


図5-3 地盤調査から植栽基盤基本設計までのフロー

- ① はじめは敷地内を踏査し、検土杖、土壌貫入計などでおおまかな調査をする。
- ② 問題のありそうな部分をさらに詳しく調査する。
- ③ 問題区域を主体として地盤現況図を作成する。（図5-5参照）
- ④ 現況図ができれば、これを照合しながら植栽基盤基本設計をするが、これは一方で植栽基本設計と対応するものであるから、この両者を突き合わせながら進めなければならない。

表 5 - 1 基本設計段階における地盤調査項目

調 査 項 目	調 査 方 法
1. 地形 傾斜の方向、勾配、集水地形の有無	・ 現場踏査、簡易測量及び造成図参照。
2. 地盤の物理性 ・ 透水性 ・ 硬 度 ・ 土 性	・ 簡易現場透水試験器など。 ・ 長谷川式土壌貫入計、山中式土壌硬度計など。 ・ 指頭法、室内での分析法など。
3. 地盤の化学性 ・ pH ・ 生育阻害物質の有無	・ 電極法など。 ・ 土壌を採取し植物栽培試験を行う。
4. 排水系統確認 ・ 埋設物確認	・ 造成計画図より雨水管の位置、深さ、埋設物の位置、深さを確認する。
5. 客土供給	・ 発注者等との打合せ。

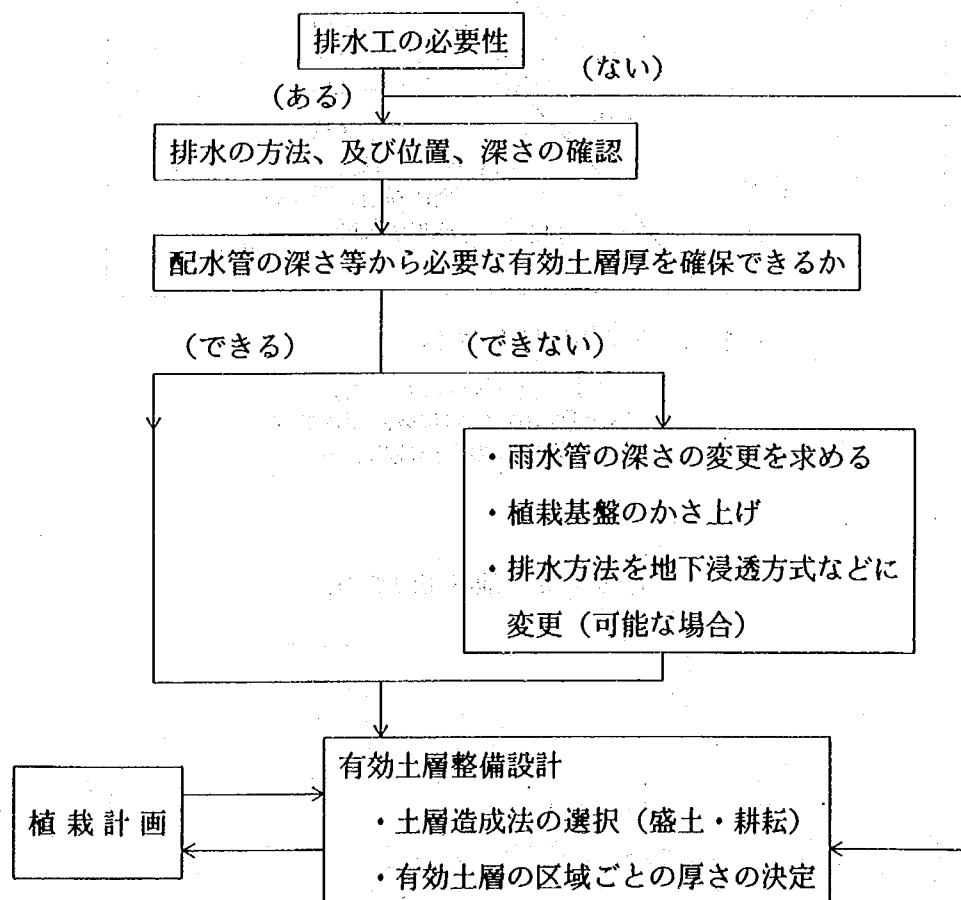
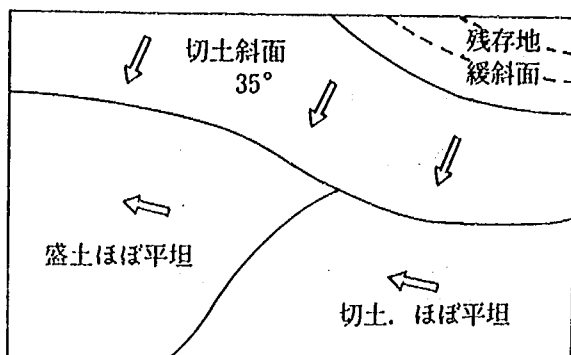
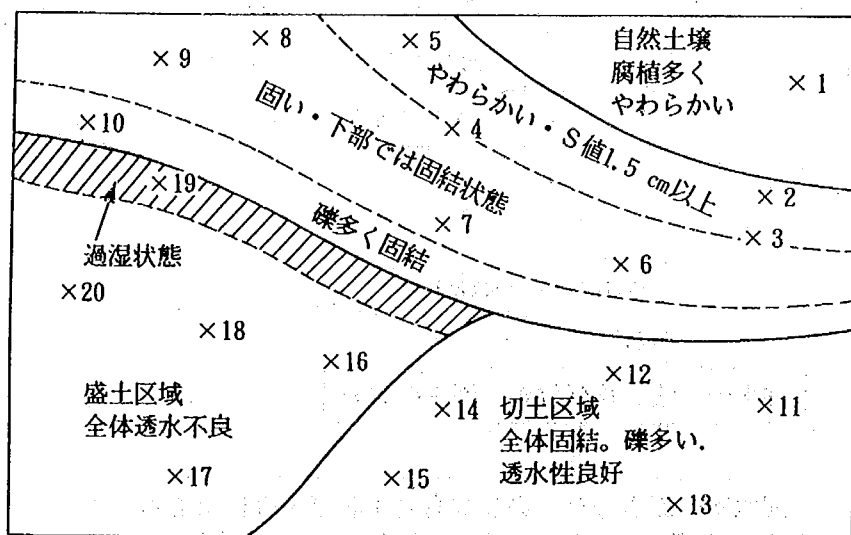


図 5 - 4 植栽基盤基本設計のフロー



地表水の流れの方向

地盤現況図－1
造成後の地形図の例
(全体が平坦な場合は必要ない)



地盤現況図－2 地盤現況問題図の例

×透水性及び硬度調査地点。
このほか雨水管の位置、深さの確認。
その他埋設物の有無確認が必要。

図 5－5 地盤現況図の例

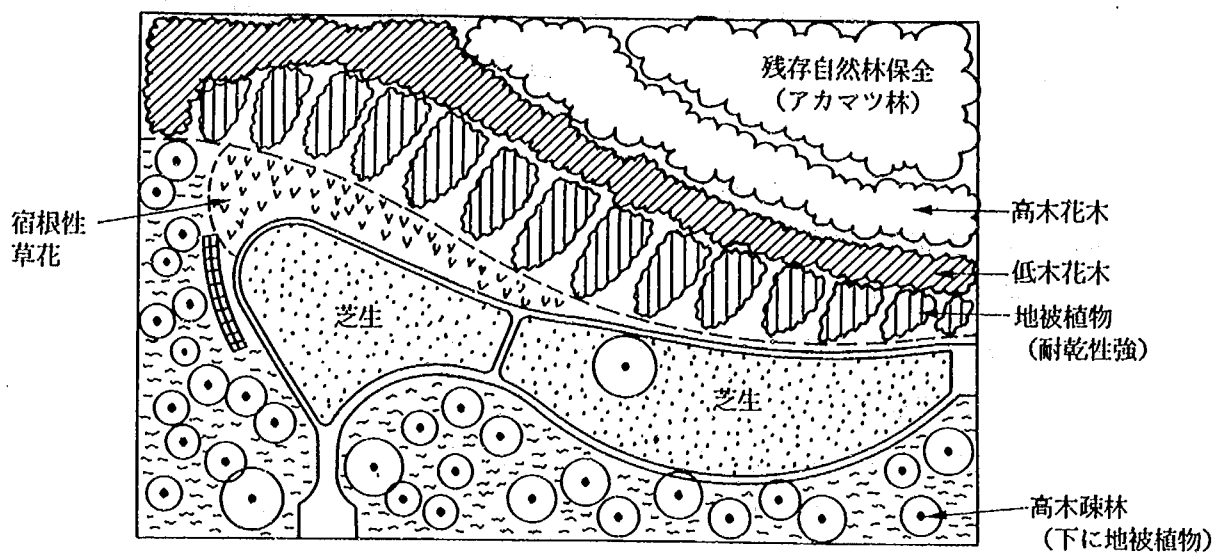


図 5 - 6 植栽基本設計図の例

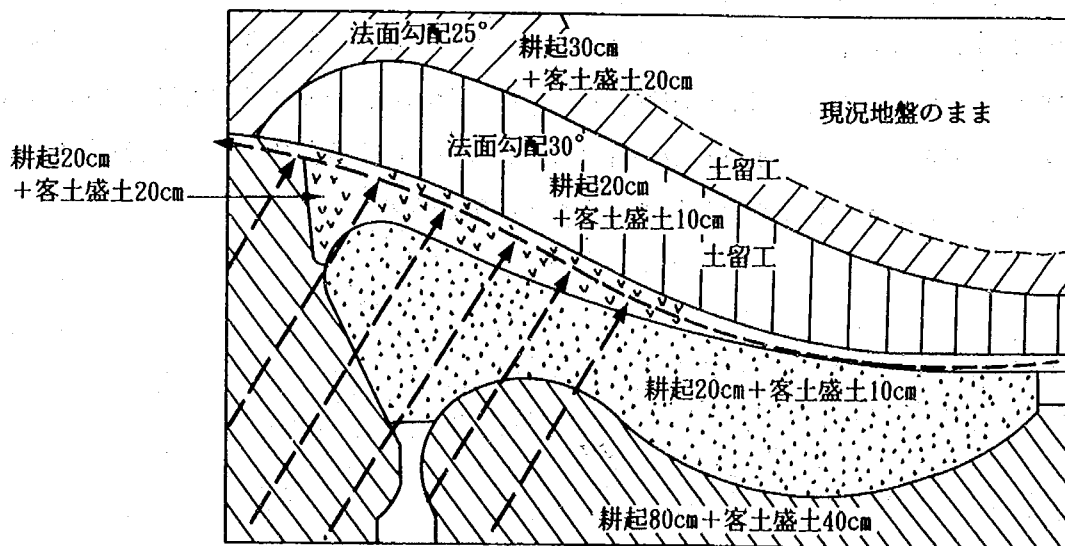


図 5 - 7 植栽基盤基本設計図の例

上の植栽基本設計に対応している。

← 暗渠

2) 植栽実施設計段階における植栽基盤整備工の調査及び設計

① 調 査

調査は基本設計後新たな造成等が無ければ、現地と前記の現況問題図の照合だけでよい。基本設計時点で造成工未完で実施設計前に造成が行われた場合は、前述した調査をこの時点で行う。

② 設 計……第4章参照のこと

a. 排水工の設計（必要な場合）

- ・全体の排水系統
- ・各区域及び樹木個体ごとの排水法の詳細

b. 有効土層の設計

- ・土層造成法（基本設計で検討しているので、原則としてそれに従う）
- ・土層厚、土層の構造、土壌の質を高木、低木、草本に応じて策定する。（ただし、あまり細別しない方がよい）

3) 施工着手時点における現場と設計内容の照合

1)、2)の過程がきちんと順序を踏んで実施されれば植栽基盤整備は設計書どおりに整備され、植栽工事は基盤不良のおそれ無しに施工できるはずであるが、実際には工程の途中で発生した要因により、状況が変化している場合もあり、特に先行する建築や土木の工事がある時は、注意しなければならない。

従って植栽工事に着手する前に、植栽基盤設計図と現場を照合し、排水不良とか固結土層など植物の生育にとって不適切な箇所が無いかをチェックすることが必要である。もしそのような場所が見つかったら、充分な対応を図るため、工期の問題も含め発注者側と打ち合わせ対応策を検討することが必要である。すでに施工着手時におけるこのようなやり方が定着しているところもあるので、それがさらに拡大普及していくことが望まれる。

3. 調査法

植栽基盤や土壌の調査項目は多数あるが、本研究では透水性と硬度についてのみ検討を行ったので調査法もこの2項目について取り上げる。それぞれ現在行われている主な調査法について、比較検討しやすいように方法、実用性等を一覧表で示した。

① 透水性

一般には次の3つの方法が行われている。

名 称	定水位透水試験法	簡易現場透水試験法	植 穴 透 水 試 験 法
使用器具	採土円筒及び付属試験器具	長谷川式簡易現場透水試験器	な し
方 法	採土円筒に現地土層を乱さないように採取して、実験室内で定水位での透水量を測定する。	現地に $\phi 15$ cm 程度の穴（深さは通常40～60 cm）を掘り、器具をセットして、減水深を測定する。	植穴の中に適当に水を注ぎ、一定時間後に水が残っているかどうかを調べる。
実 用 性	緑地土壌では礫や固結のため採土が困難で使えない場合が多い。	簡便でやりやすい。水量も少なくすむ。	最も簡便だが、水が多量に必要なので、もっと小さい穴ですませられるとよい。
データの信頼性	礫の無い軟らかい土では信頼性が高いが、礫の多い土では低くなる。	注水のやり方を慎重に行うこと、側壁への浸透を充分に行うこと。この2点が守られれば信頼性が高い。	実用的には充分であるがデータとしての客観性は不足。

② 硬 度

従来は山中式土壌硬度計による測定が主であったが、近年は長谷川式土壌貫入計による測定が増えている。

名 称	山中式土壌硬度計方式	長谷川式土壌貫入計方式
使用器具	山中式土壌硬度計	長谷川式土壌貫入計
方 法	穴を掘り垂直な断面をつくってその壁面に硬度計を差し込んで硬さに応じた抵抗値を測定する。	先端が円錐形になった金属棒に沿って2 kgの重しを落下させ、1回ごとに打ち込まれる深さを記録する。
実 用 性	断面をつくるのに多大な労力を要するのが大きな欠点。したがって測点を多数とれない。法面緑化のように表層の硬さを測定するだけでよい場合は便利。器具はやや重い、小さいので携帯できる。	穴を掘らなくてすむ点が利点。また硬さが連続的に記録できることも優れている。 短所は礫が多いと打ち込めないことがある。また打ち込めても硬さが過大な値として出やすい。また器具が大きく重いので携帯できない。

第6章 今後の課題……植栽基盤整備のための普及・啓発活動

植栽工事において植栽基盤整備が必ず実施されるようになるためには、次のような事項について多方面での普及・啓発が必要である。

① 植栽基盤整備の重要性

緑地の存在が都市の環境改善に及ぼす効果については多くの研究が行われているが、植栽された植物が良好な生育をすることによって、はじめてその効果も充分に発揮されるのである。そのためには植栽基盤整備の重要性が広く認識されなければならない。

② 「植栽基盤」という概念の確立

道路の建設においては路床、路盤などの基盤を確実に造った上で舗装を行うという基本が確立されているが、植栽工事においては最も基本である植栽基盤というものの概念さえもこれまで確立されていなかった。植物が正常に生育するように整備された地盤が植栽基盤である、という概念が早急に共通の認識になることが必要である。

③ 緑化工事の工程における植栽基盤整備工の実施のためのプロセスの確立

植栽基盤整備が確実に行為されるためには調査及び設計の段階から、そのための項目が組み込まれていなければならない。工事の流れの中のどこに植栽基盤の調査・設計を組み入れるかについては図6-1参照。

④ 管理段階における対応

施工が終って管理段階になってからは、定期的に見回りを行い生育状況を観察することが必要である。施工時に見落とした欠点や、気付いても改良できなかった不良地点がこの段階で明らかになってくるから、不良の原因を究明し、適切な対策を講ずる。このようなことが必ず実施されるべきである。

また普及・啓発の手段としては次のようなものが有効と考えられ、実施が望まれる。

① 植栽基盤のマニュアル、技術指導書の作成

施工現場で地盤不良の問題に関与する人が緑化の専門家とは限らないので、基礎的なことから易しく解説した分かりやすい解説書が刊行されることが望まれる。

② 緑化問題専門の雑誌の発行

問題を常に身近に感じさせるためには、一般書籍より定期刊行物である雑誌の方が効力を持つ。そこで緑化技術（調査、設計、施工）専門の雑誌の発行が望まれる。事例を主とした理解しやすい内容が良い。

③ 関連業界への啓発活動

緑化業界のみならずこの問題と関連の深い他の建設業界へも積極的な啓発活動を行うことが望まれる。具体的には関連する雑誌への記事掲載、諸講習会・シンポジウムの開催等が考えられる。

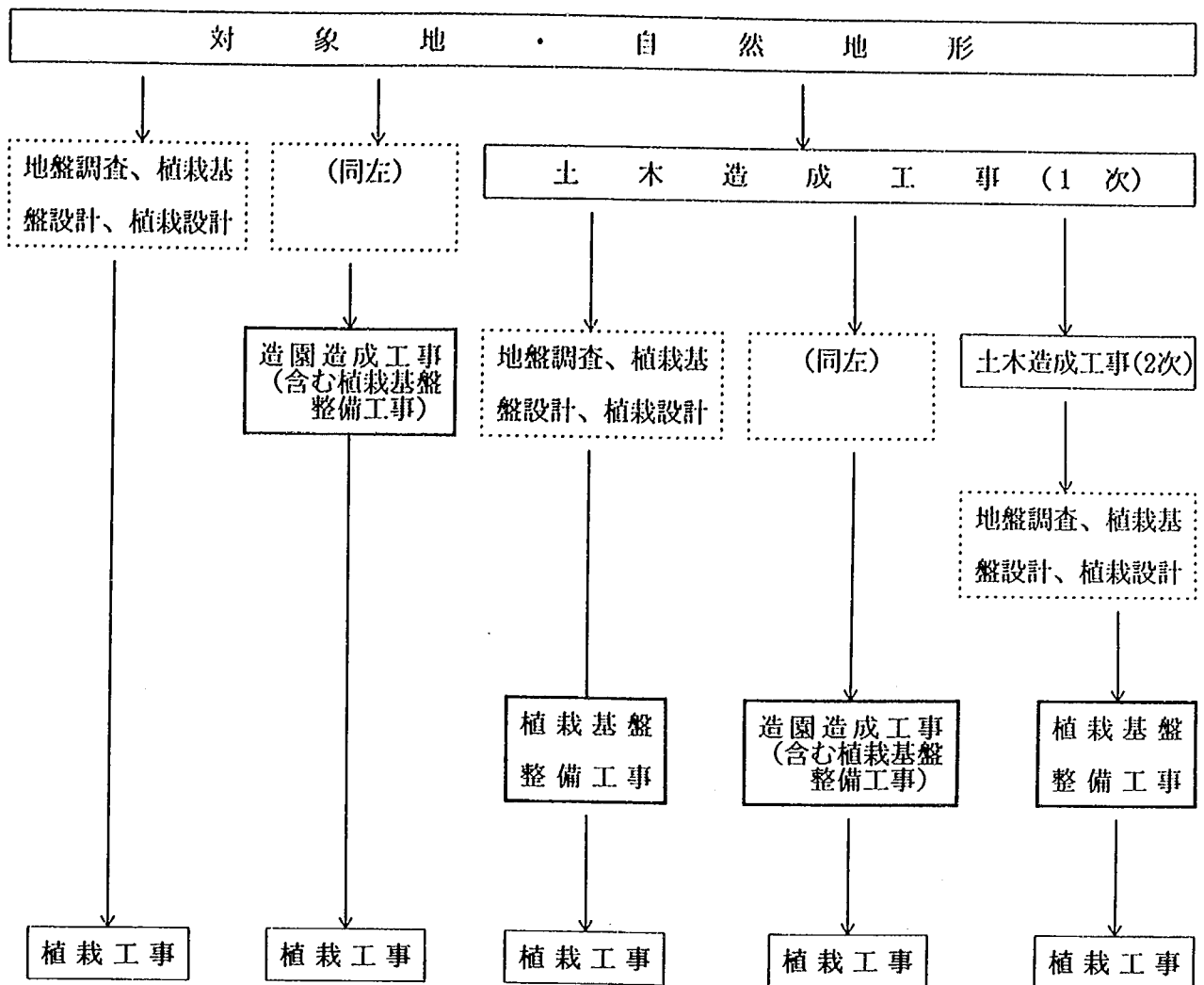


図 6 - 1 造成工事のプロセスと植栽基盤整備の時期

参 考 資 料

- 1 . 植 栽 地 基 盤 調 査 事 例 集
- 2 . 小 苗 コ ン テ ナ 植 栽 試 験
- 3 . 高 木 植 栽 試 験

参 考 資 料

1 . 植 栽 地 基 盤 調 査 事 例 集

目 次

調査地 1.	新横浜・元石川線中央分離帯……良好地の事例	8 7
調査地 2.	港北ニュータウン緑道 5 号……良好地の事例	9 2
調査地 3.	多摩ニュータウン諏訪南公園	9 7
調査地 4.	多摩ニュータウン奈良原公園	9 9
調査地 5.	多摩ニュータウン鶴巻近隣センター	1 0 4
調査地 6.	多摩ニュータウン都営諏訪団地及び児童公園	1 0 5
調査地 7.	港北ニュータウン川和富士公園	1 1 1
調査地 8.	M株式会社工場緑地	1 1 3
調査地 9.	住宅団地周辺緑地	1 2 8
調査地10.	高速道インターチェンジ	1 3 2
調査地11.	高速道インターチェンジ	1 3 6

■概 要

広い車道の中央分離帯の森林状の植栽を行っている。大部分はポットで育てた苗木を1㎡当り1～2本の密度で植栽しているが、部分的に成木植栽もしている。

植栽基盤については下图のように十分な配慮がされている。

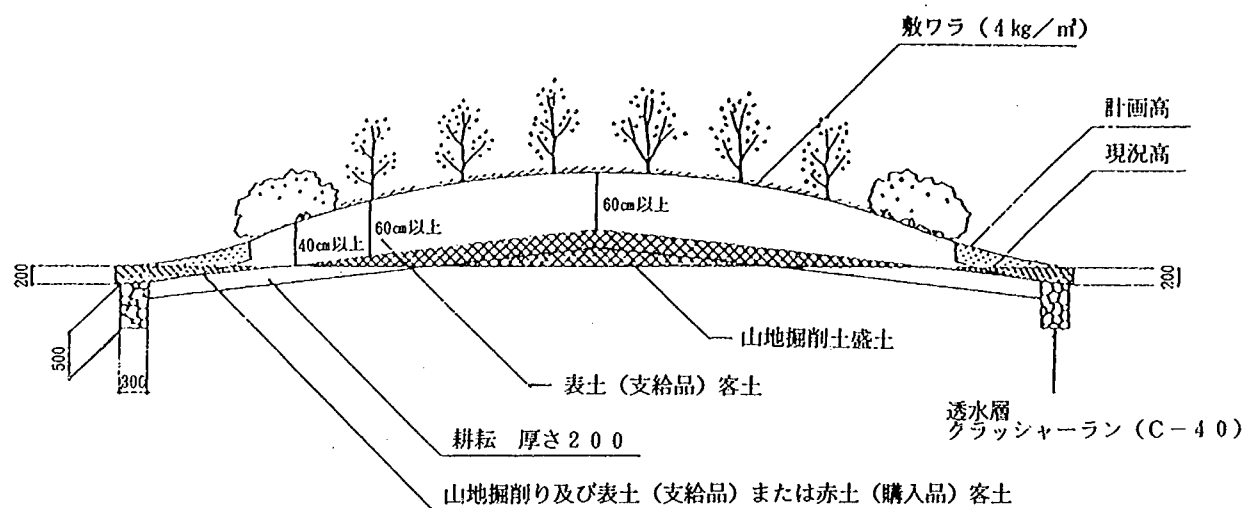


図 新横浜・元石川線中央分離帯の植栽基盤断面図

すなわち、基盤を20cm耕転した上にカマボコ状に黒土を60cmの厚さで盛っている。植栽は1986年に行われ、高木と低木が混植されている。6年後の92年に調査を行ったが、生育状態は全般に極めて良好で、大部分のところではうっ閉し被圧されて枯れる樹木も生じているほどである。いずれの樹種も葉色濃く、葉量多く密生し伸長量も大きい。特に良く成長している区域では落葉が10cm内外の厚さで積っている。

高木の成長量を2～3示す。

樹 種	植栽時樹高	6 年 後 の 樹 高
ク ス	0.5～0.7 m	5.5m、 5.1m、 4.5m
シ イ	0.5～0.7	6.0、 5.6、
シラカシ	0.4～0.5	4.0、 3.9、 3.5
ユリノキ	0.6～0.8	9.5、 7.3、 5.8

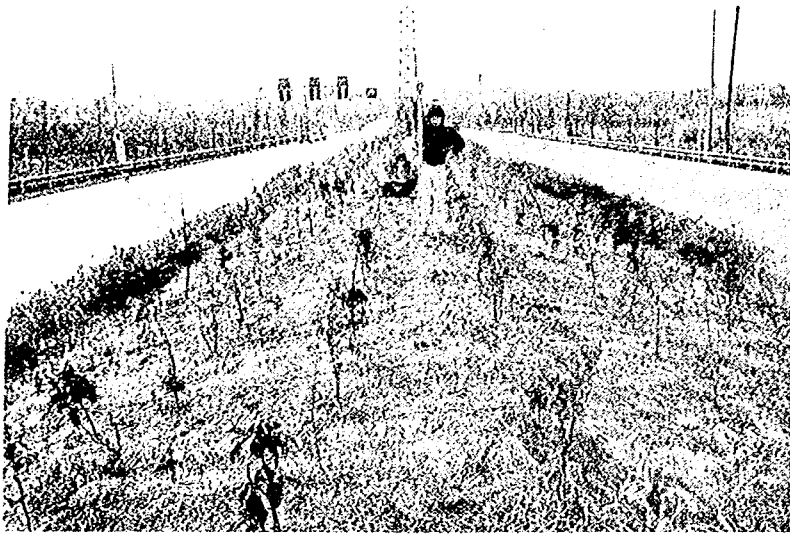


写真 植栽当初の状態（1986年）



写真 6年後の状態（1992年）

（ただし上の写真と全く同一の地点ではない）

調査箇所：港北ニュータウン元石川線中分 樹種：タブノキ 生育状況：良好



状況

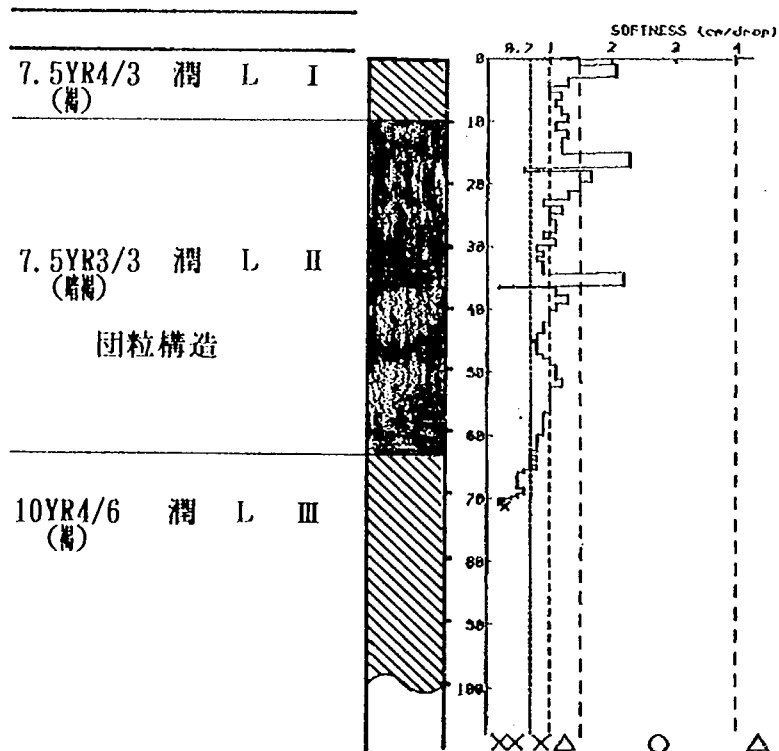
H: 8.05m C: 62cm W: 5.9 × 5.5m

極めて良好である。新枝の伸びが50cmくらい見られる。

土壌は意外に硬いが、透水性は極めて良好である。

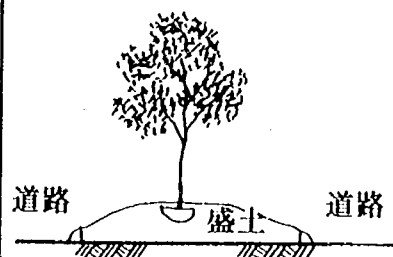
検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果



最終減水能	評価
1, 740 mm/hr	○

植栽工法



調査箇所：港北ニュータウン元石川線中分

樹種：苗木植栽

生育状況：良好



状況

シイノキ(2-d)

H: 5.6m C: 30cm

ユリノキ(無)

H: 5.75m C: 19.5cm

シイノキ(無)

H: 5.55m

ヤブニッケイ(2-d)

H: 3.75m

タブノキ

h: 5.0m

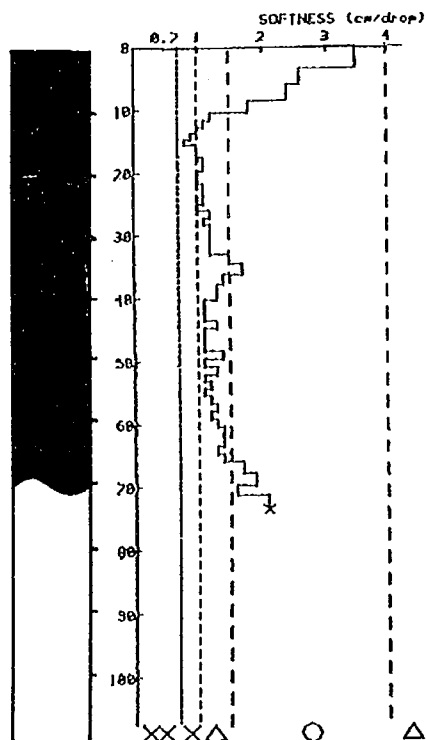
樹木が密生していて、極めて良好である。トベラなども3m程度に成長している。

検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果

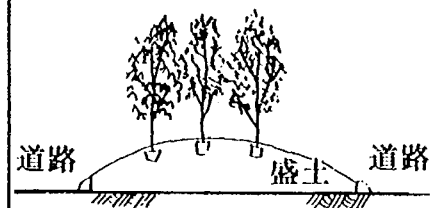
7.5YR3/3 潤 L I
(弱)

黒ボク

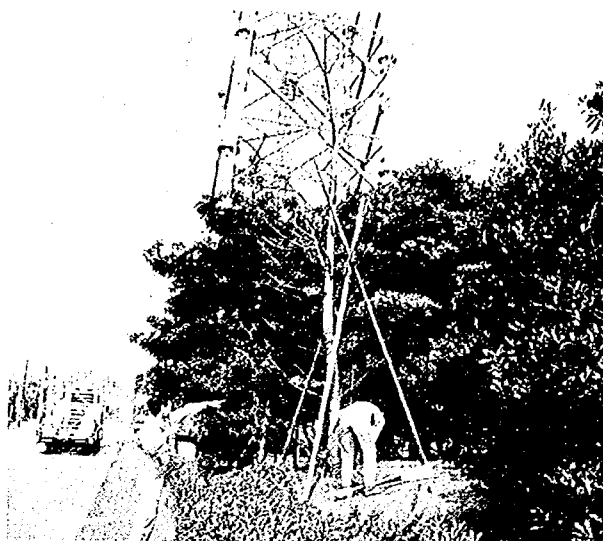


最終減水能	評価
960 mm/hr	○

植栽工法



調査箇所：港北ニュータウン元石川線中分 樹種：ユリノキ 生育状況：良好



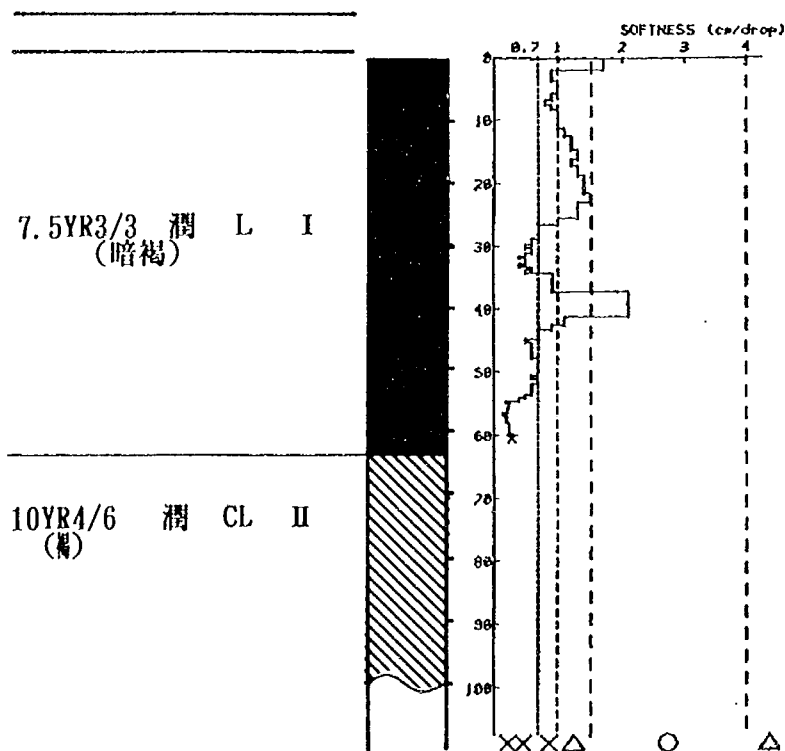
状 況

H: 9.5m C: 51cm W: 4.6 × 5.2m

極めて良好である。

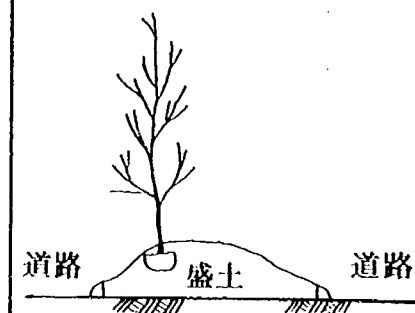
検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果



最終減水能	評価
20 mm/hr	△

植栽工法



■概 要

40cm 耕起した上に黒土を 40cm 盛土する、という設計になっているが調査地点では黒土層が 60cm 以上あるところもあった。下層は砂混じりの赤土（砂質壤土）で約 40cm は柔らかく、その下は固い基盤になっている。

調査は 1992 年 9 月と 93 年 3 月に行った。高木ではクスノキ、シラカシとケヤキが多く植栽され低木ではツバキ、アオキ、ヤツデなどがある。植栽後 7 年たっているがケヤキは樹高 10m 内外、シラカシは 7～8 m になっている。いずれも生育状態は良好である。

- ・葉量多く、密生して幹や枝が少ししか見えない。
- ・よく成長していて新枝の伸びも大きい。
- ・ふところ枝以外は枯枝がほとんど無い。
- ・葉色が濃く、葉が大きい。



写真 港北 N. T. 緑道 5 号の樹木の生育状態。高木はシラカシ

調査箇所：港北ニュータウン緑道5号

樹種：シラカシ1

生育状況：良好



状 況

H : 7.05m C : 60cm W : 5.65×6.15m

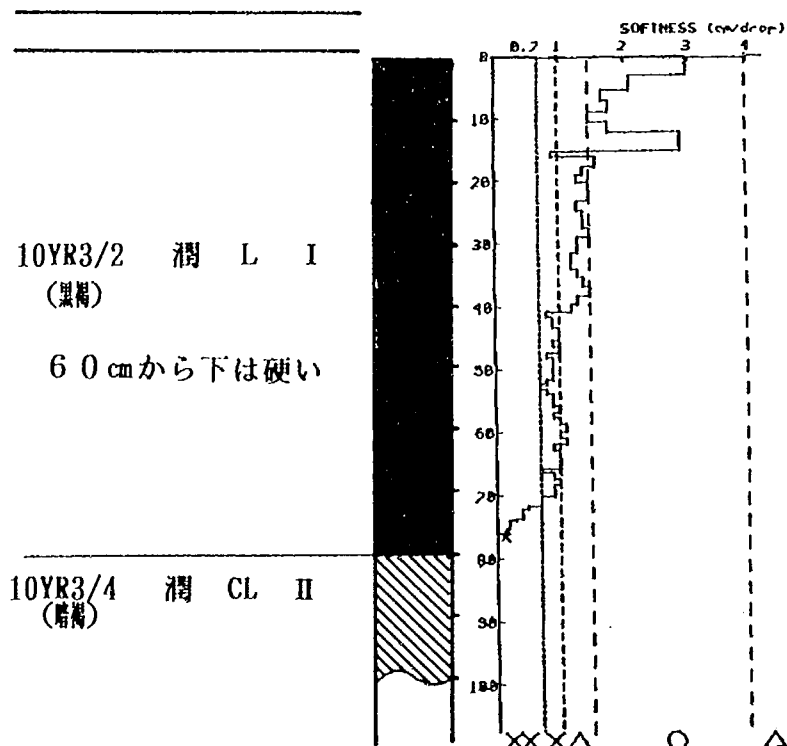
下層を40cm耕耘後、その上に40cm黒土を盛土した。

生育は良好である。

土壌は80cmまで黒土がみられる。深さ60cm以下では硬くなる。透水性は極めて良好である。

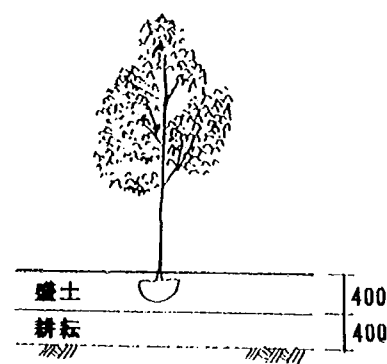
検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果



最終減水能	評価
1,080 mm/hr	○

植栽工法



調査箇所：港北ニュータウン緑道5号

樹種：シラカシ2

生育状況：良好



状 況

H: 7.5m C: 67cm W: 6.6 × 6.2m

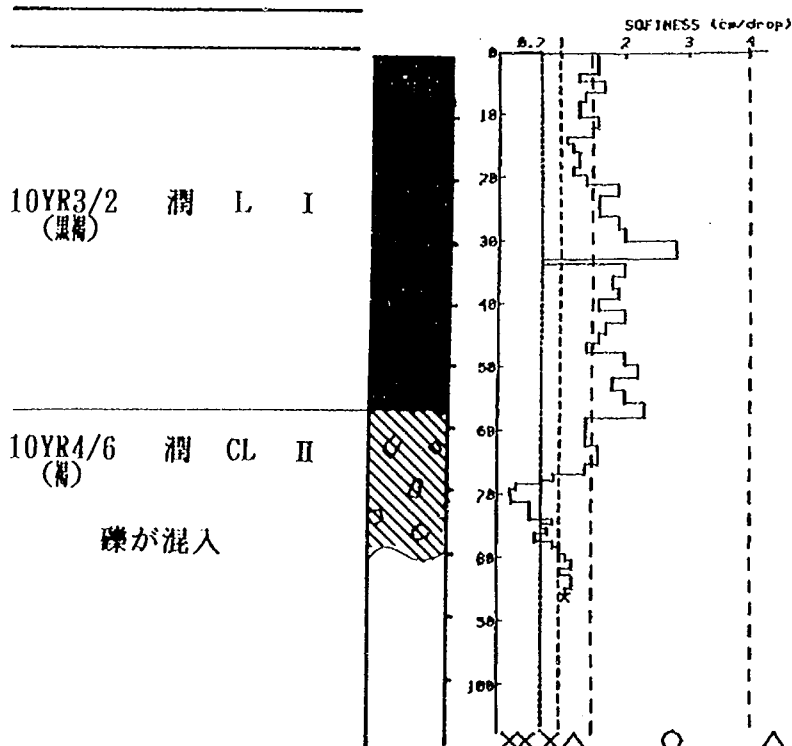
下層を40cm耕耘後、その上に40cm黒土を盛土した。

生育は良好である。

土壌は57cmまで黒土がみられる。

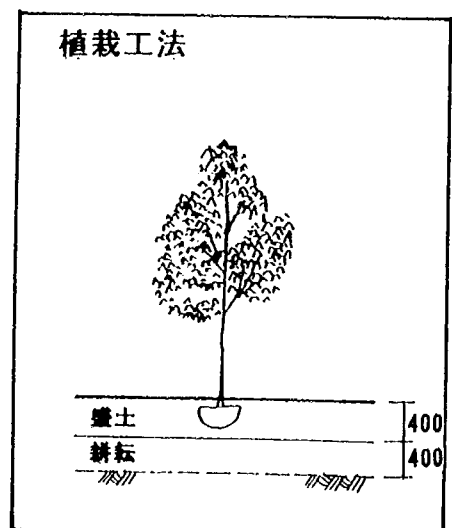
検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果



最終減水能	評価
1, 680 mm/hr	○

植栽工法



調査箇所：港北ニュータウン緑道5号

樹種：ケヤキ1

生育状況：良好



状 況

H: 9.05m C: 79cm W: 9.5 × 8.2m

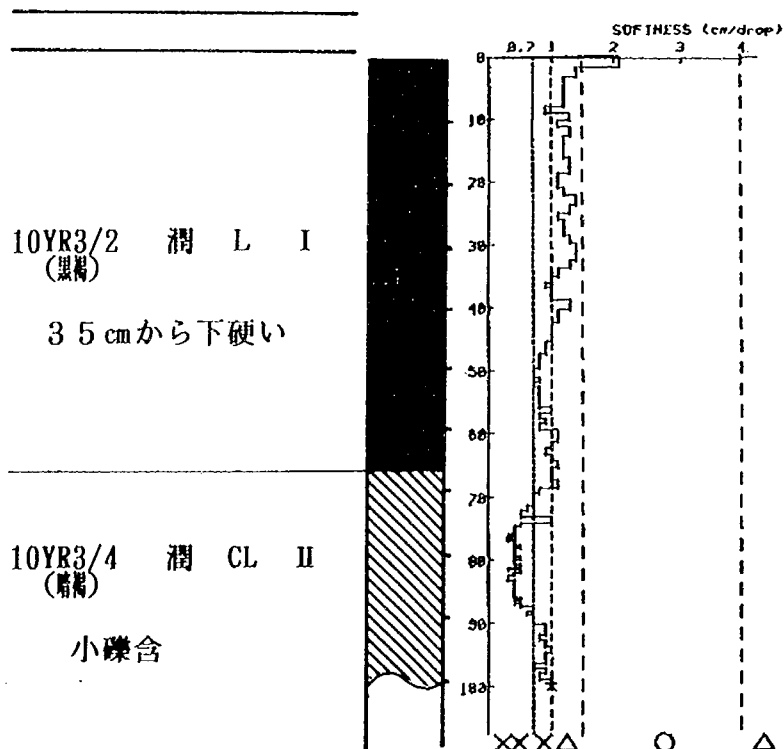
下層を40cm耕耘後、その上に40cm黒土を盛土した。

生育は良好である。

土壌は65cmまで黒土がみられる。深さ35cm以下では硬くなる。透水性は極めて良好である。

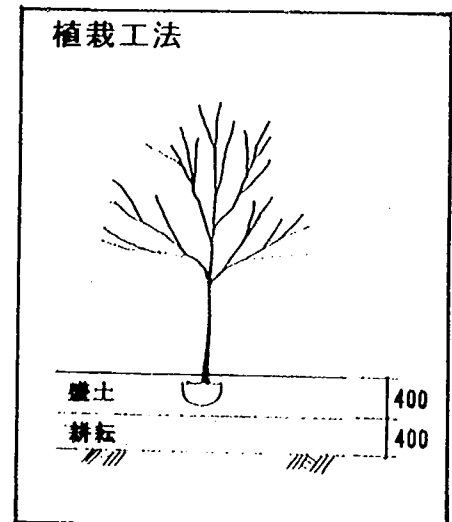
検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果



最終減水能	評価
2, 880 mm/hr	○

植栽工法



調査箇所：港北ニュータウン緑道5号

樹種：ケヤキ2

生育状況：良好



状況

H: 10.5m C: 81cm W: 9.0 × 9.0m

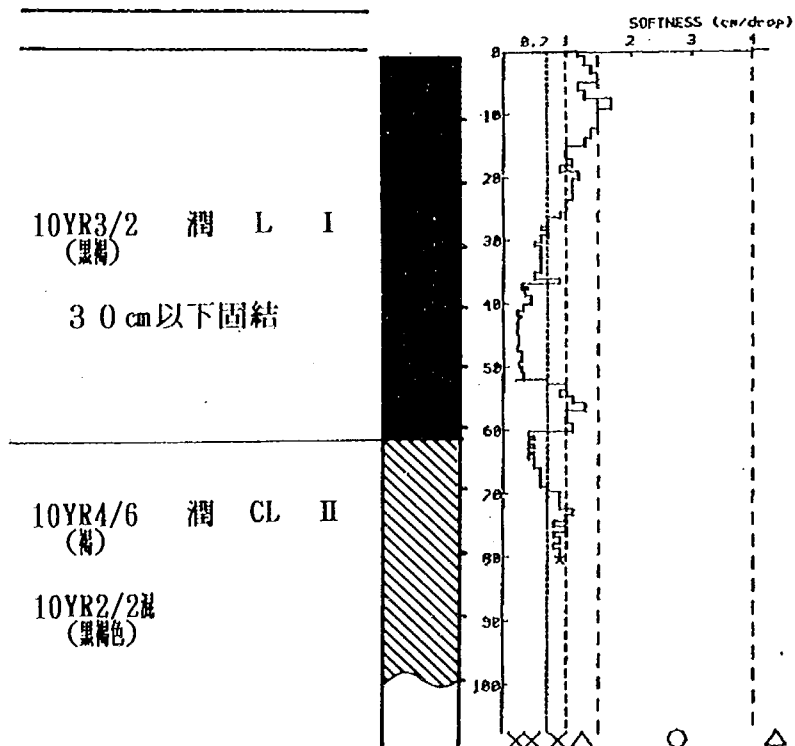
下層を40cm耕耘後、その上に40cm黒土を盛土した。

生育は良好である。

土壌は60cmまで黒土がみられる。深さ30cm以下では硬くなる。透水性は極めて良好である。

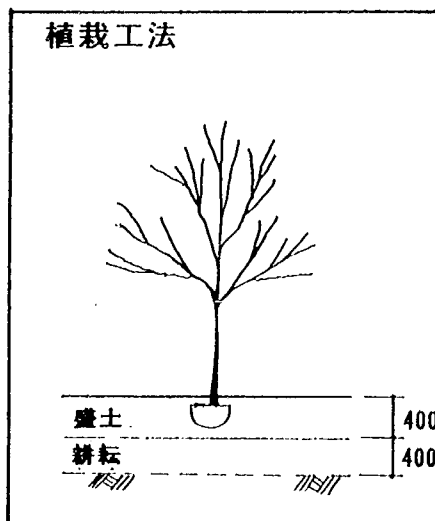
検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果



最終減水能	評価
21, 600 mm/hr	○

植栽工法



■概 要

10m以上の大きさに育ったケヤキやメタセコイアが多数あり、良好な生育をしているように見えるが、近寄ってよく見ると必ずしも良好とは言えない。葉のついている時はわからなかったが、小枝の伸びが小さく、枝先の分枝が細かい。つまり成長量が小さい。しかし枯枝は無く、衰弱しているわけではない。植栽後18年である。

基盤は表土を大きい丘状に盛土したものでかなり厚い。透水性は非常に良いがかなり固く、そのため根の伸長が妨げられ常に乾燥状態にあるものと推定した。植栽基盤造成の原則である、「重機で締め固めないこと」という注意事項がまだ徹底していなかった頃の施工のためであろう。



写真

この公園は植栽地に丘陵状の盛土をし、表土を80cm全面に客土している。そのため全体に成長は良好で大きく育っている。ただ枝の伸長が小さいが、これは表層が踏圧によって固くなり、近年成長が衰えてきているのではないかと推定した。

(次ページ土壌貫入計の結果参照)

調査箇所：多摩ニュータウン諏訪南公園

樹種：ケヤキ

生育状況：やや不良



状 況

H: 12.0m C: 120cm W: 8.0 × 8.0m

表土を盛土した上に植栽されている。

樹木は大きく生長しているが、小枝の伸長は小さく、枝先が細かく分枝している。

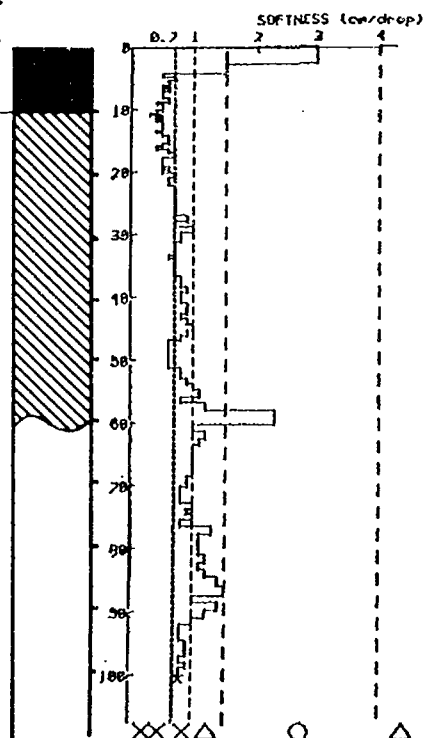
土壌は比較的硬いが、透水性は良好である。

検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果

7.5YR3/2 潤 L I
(黒褐)

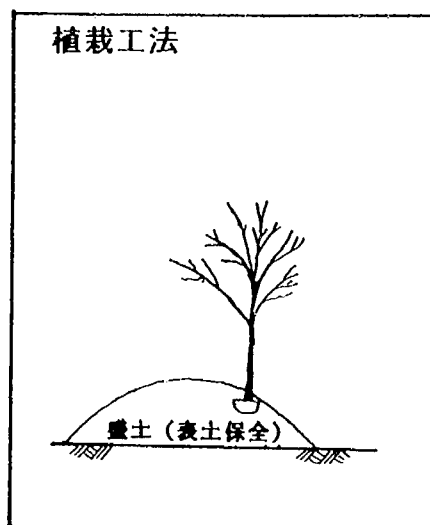
7.5YR4/6 潤 L II
(褐)



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
440 mm/hr	○

植栽工法



■概 要

平坦地及び斜面に植栽してある。平坦地に植栽された樹木の生育は大半が極めて不良であるが、ソメイヨシノを列植し暗渠をいれてあるところだけはやや良好である。排水をとることの効果が実証されている例である。

斜面では大きめの植穴を掘ってその底に土木用マットを敷いて排水をとるやり方で植栽し成功している。20° くらいの緩斜面なので子供達がよく遊ぶらしく、踏圧によってかなり固められているが、それが無ければ良好な成長を示したものと思われる。なお、斜面下部は過湿状態になって枯れ、切株だけが残っていた。植栽14年たっている。

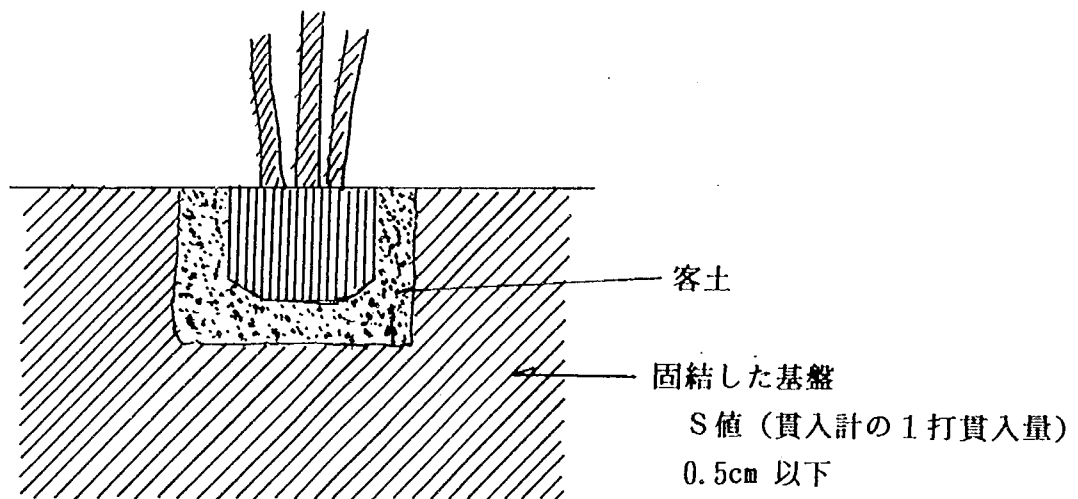


図 生育不良地の基盤の状態

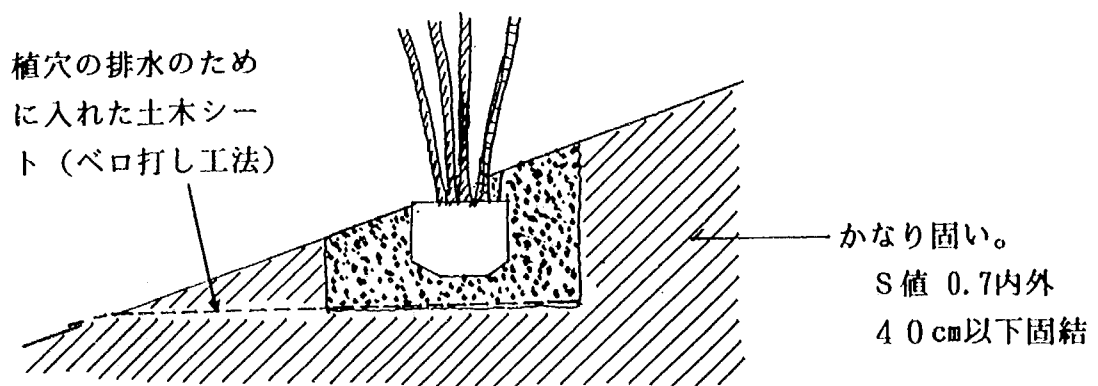


図 斜面の植栽方式。生育は良好なもの不良なもの混在

調査箇所：多摩ニュータウン奈良原公園平坦地

樹種：マテバシイ

生育状況：不良



状 況

H : 4.65m W : 2.7 × 2.7m

平坦地に植栽されている樹木で、生育は極めて不良である。葉色は不良で枯れ枝がある。

土壌は極めて硬いが、透水性は良好である。土壌中には碎石が混入している。

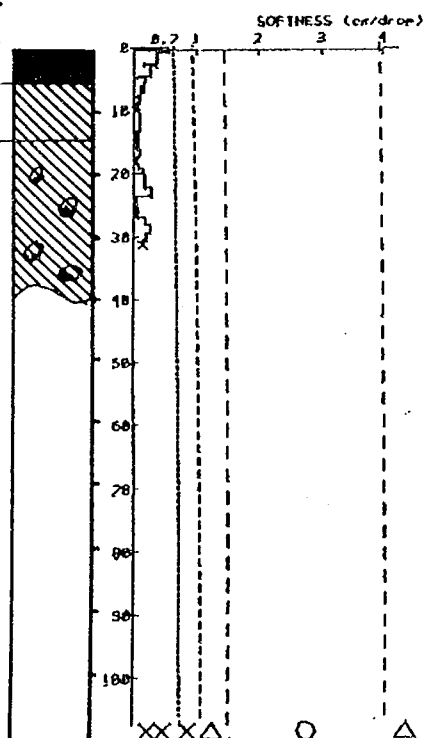
検土杖調査結果

7.5YR2/1(黒)	潤	L	I
7.5YR3/3	潤	L	II
(暗褐)			

7.5YR3/3	潤	L	III
(暗褐)			

碎石が多く混合し
極めて硬い

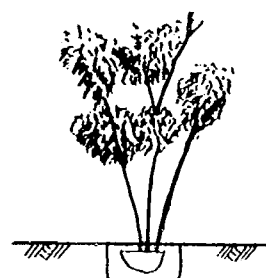
土壌貫入計測定結果



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
3 4 0 mm/hr	○

植栽工法



調査箇所：多摩ニュータウン奈良原公園平坦地

樹種：ソメイヨシノ

生育状況：不良



状 況

平坦地に植栽されている樹木で、生育は極めて不良である。

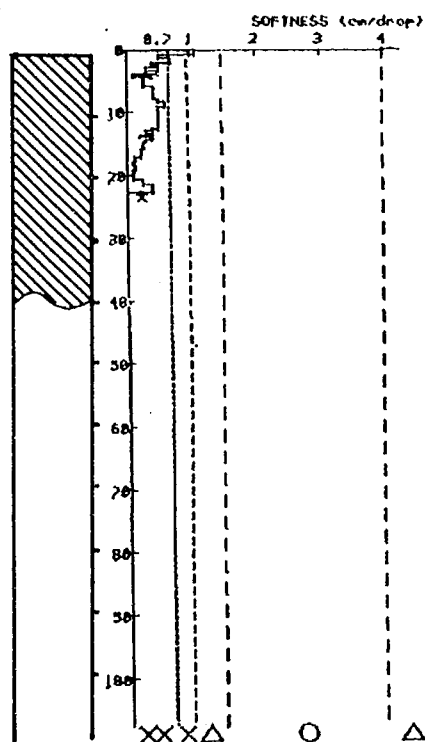
土壌は碎石が混入し、極めて硬い。また透水性も極めて不良である。

検土杖調査結果

10YR3/4 潤 L I
(暗褐)

碎石混 固結層

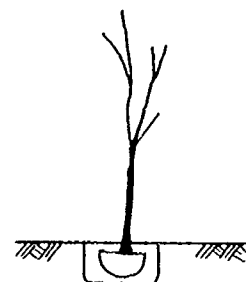
土壌貫入計測定結果



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
0 mm/hr	×

植栽工法



調査箇所：多摩ニュータウン奈良原公園平坦地

樹種：シラカシ

生育状況：良好



状 況

H : 6.0m

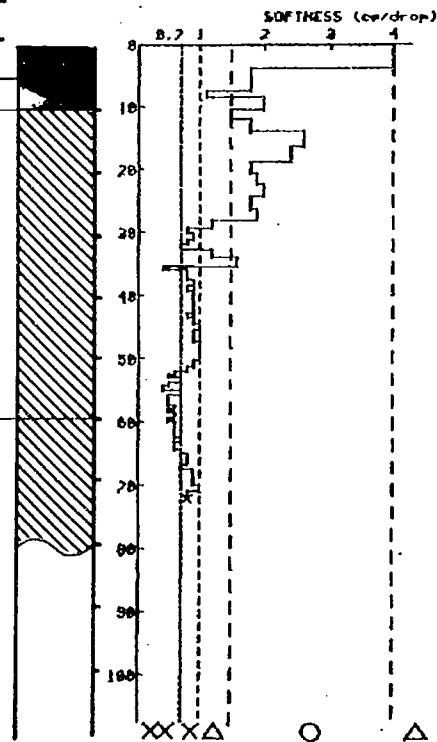
平坦地に約90cm盛土され植栽されている樹木で、生育は良好である。

土壌は盛土層は軟らかく、基盤層では極めて硬い固結層となる。

検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果

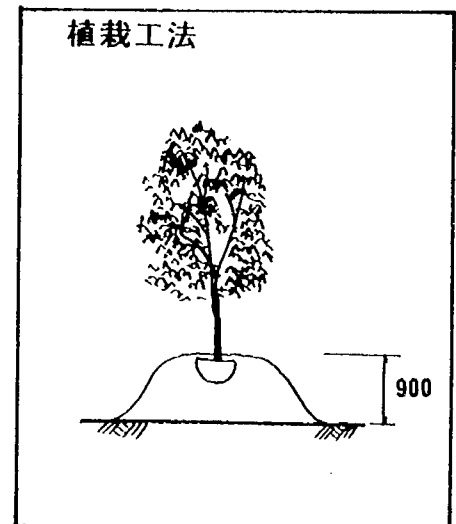
10YR2/1(黒)	潤 L I
10YR3/3(暗褐)	潤 L II
10YR3/4 (暗褐)	潤 CL III
10YR3/4 (暗褐)	潤 CL III'
固結層	



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
—	—

植栽工法



調査箇所：多摩ニュータウン奈良原公園斜面

樹種：コナラ

生育状況：不良



状 況

H : 7.45m (株立) W : 6.8 × 5.65m

エゴノキ

H : 7.9m (株立) W : 5.1 × 6.15m

ヤマザクラ

H : 8.0m W : 6.0 × 6.55m

ミズキ

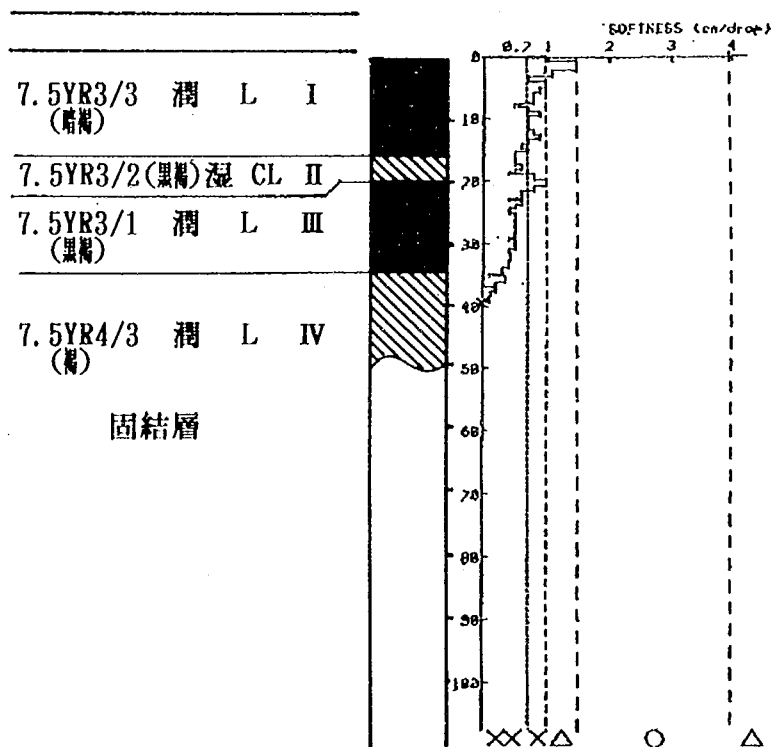
H : 9.0m W : 6.05 × 8.2m

この斜面の樹木の生育状況は良好であるが、最近の伸長量は小さいようである。斜面下部においては浸水し、成長は不良である。

土壌は表層30cmまでは比較的軟らかいが、その下は固結したローム層である。

検土杖調査結果

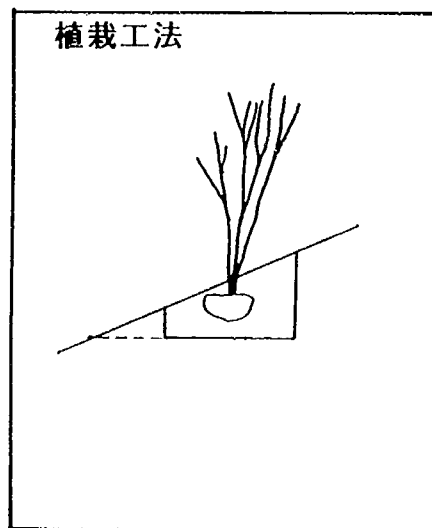
土壌貫入計測定結果



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
5 1 mm/hr	○

植栽工法



■概 要

ここには植栽基盤の透水性あるいは排水の重要性について、明瞭に実証できる植栽例がある。下の写真で右のエンジュと左のクスノキは同じ年に植栽されたものであるが、エンジュの方は植穴客土だけで排水をとっていない。クスノキの方は暗渠排水を入れてある。エンジュの樹高は 2.5m で植栽後ほとんど大きくなっていない。クスノキは樹高 8 m で葉量も多い。

ただし、エンジュが枯れていないということは、下層基盤の透水性がかなり良いことを示しているし、クスノキの方は暗渠を入れるために掘削した溝に根を伸ばしていることが大きく影響していると思われる。

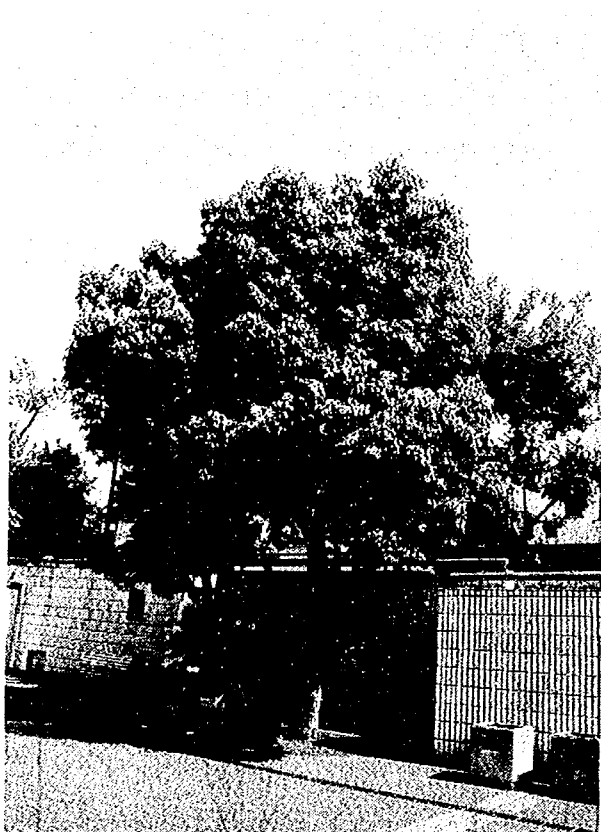


写真 クスノキ、樹高 8 m で
葉量も多く、活力良好である。
暗渠が入れてある。

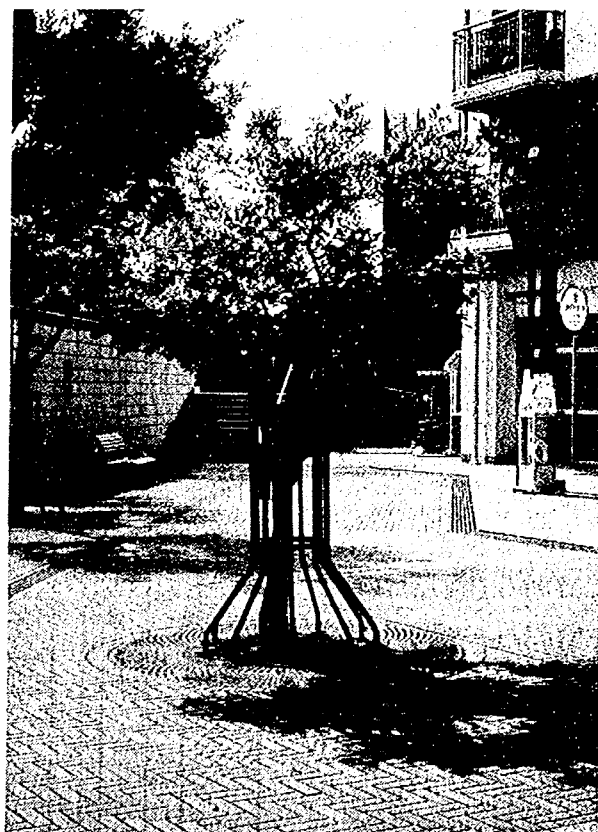


写真 エンジュ、樹高 2.5m
左のクスノキと同じ年に植栽し
たもの。暗渠が入っていない。

■概 要

造成して固く締め固められた基盤に小さな植穴を掘ってその中だけ客土して植栽した事例である。多摩ニュータウン内では初期の施工例で経験が乏しいため、植栽基盤についての配慮がされていない事例である。

調査は1992年9月と93年3月に行った。生育は極めて不良で、枯損木も多かったと推定される。植栽後20年たっているが、残存木はほとんど成長していない。基盤は透水性が極めて不良なところと、透水性は良好であるが固いところとがある。また浅いところに碎石層が出てくる場所があった。

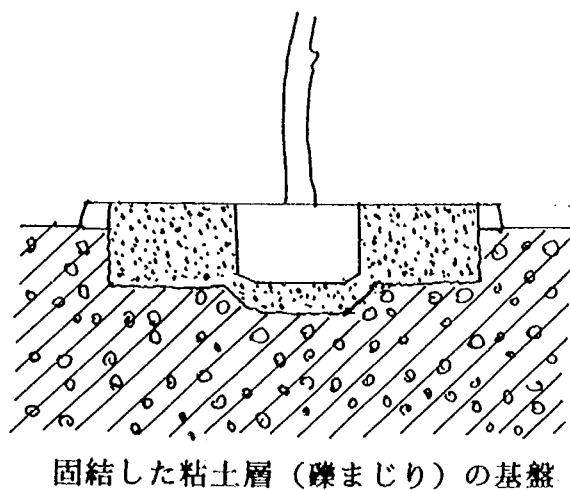
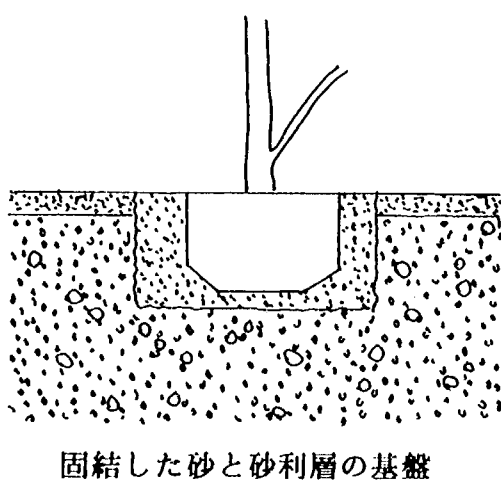
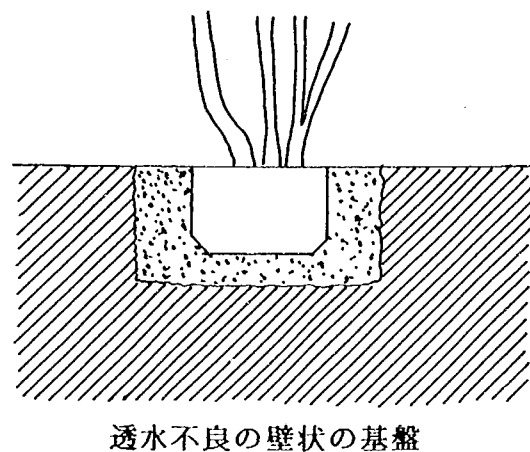
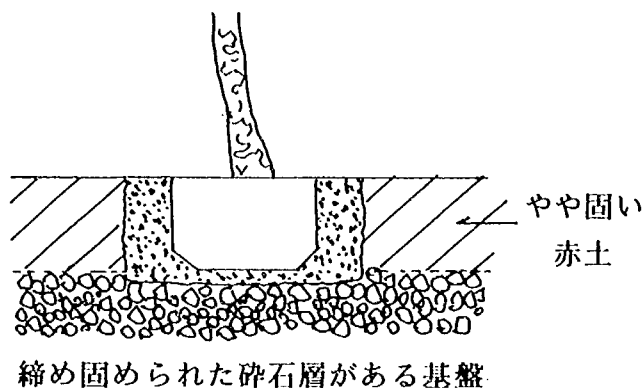


図 生育不良地に見られた基盤の例（諏訪団地）

調査箇所：多摩ニュータウン都営諏訪団地

樹種：クロマツ

生育状況：不良



状 況

H: 3.7m C: 31cm

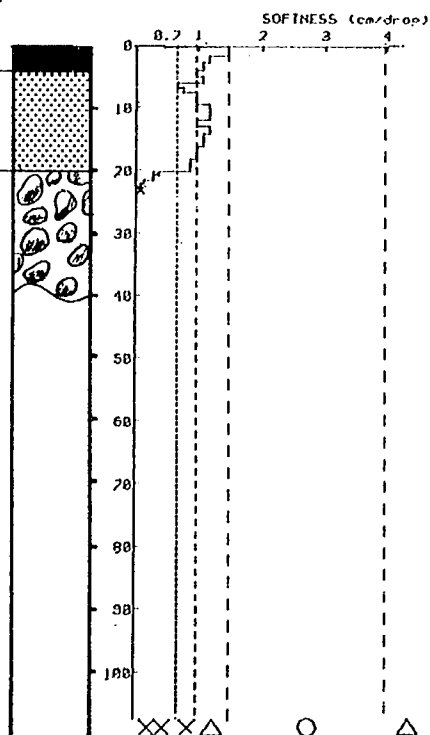
片枝で極めて不良である。葉色も悪い。

検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果

10YR3/3(黒)	潤	L	I
10YR4/4 (青)	潤	SL	II

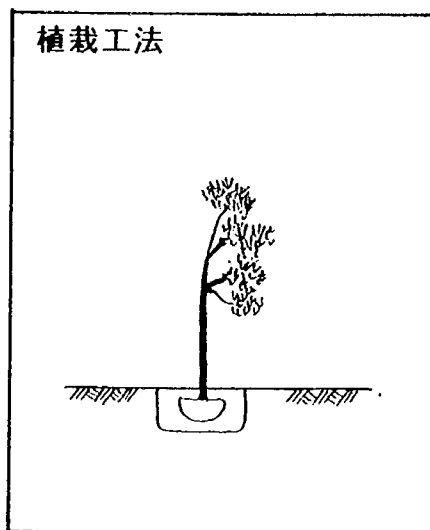
潤 G III



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
300mm/hr 以上	◎

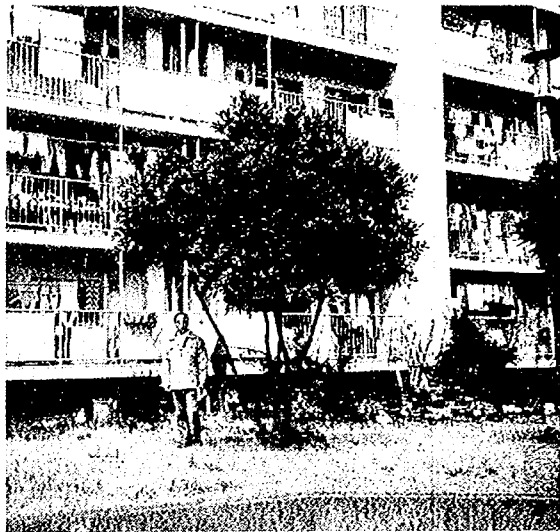
植栽工法



調査箇所：多摩ニュータウン都営諏訪団地

樹種：マテバシイ

生育状況：不良



状 況

H : 4.65m W : 4.3 × 4.25m

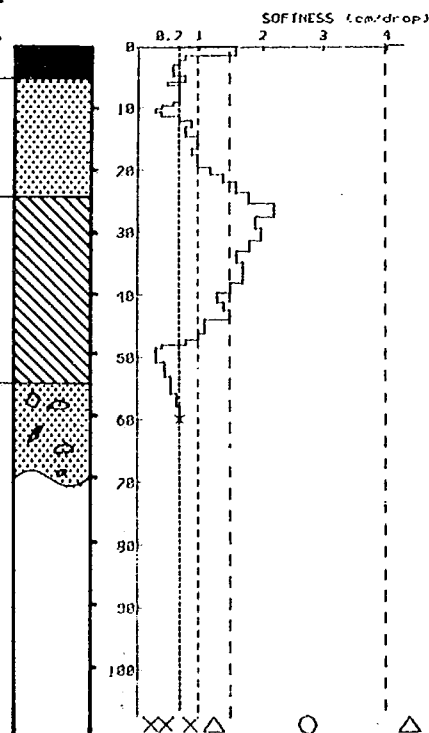
生育は極めて不良である。

土壌はカベ状を呈し、硬いロームである。部分的に砂が混ざっているところが見られる。透水性は極めて不良である。

検土杖調査結果

10YR3/3(黒褐)	潤	L	I
10YR4/4 (褐)	潤	SL	II
カベ状			
10YR3/4 (暗褐)	潤	CL	III
カベ状			
10YR3/4 (暗褐)	潤	SL	IV
碎石混入			

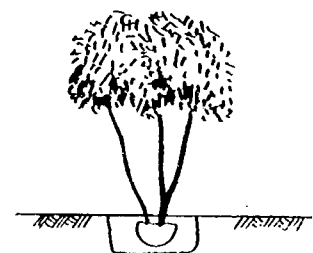
土壌貫入計測定結果



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
12 mm/hr	×

植栽工法



調査箇所：多摩ニュータウン都営諏訪団地

樹種：マテバシイ

生育状況：不良



状 況

H: 3.3m C: 26cm W: 3.05

生育は極めて不良である。しかし昨年の枝の伸びは30~40cmと良好である。輪状施肥を行ったためらしい。

土壌は稲城砂の固結層が表面より続く。しかし透水性は非常に良好である。

検土杖調査結果

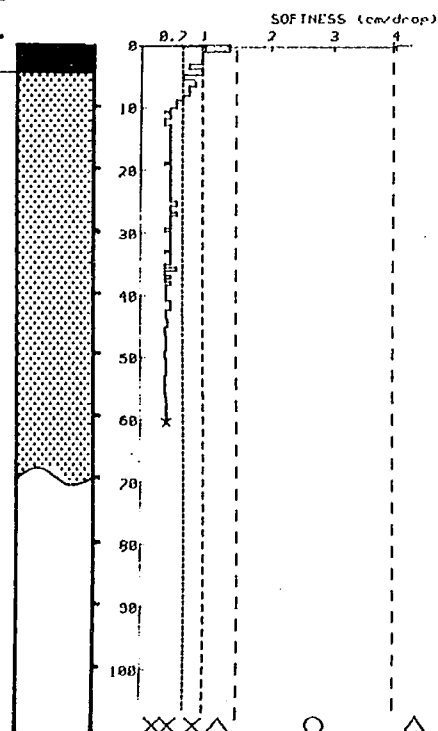
土壌貫入計測定結果

10YR3/2 潤 SL I

2.5Y4/6 (黄褐) 潤 S II

↓
湿

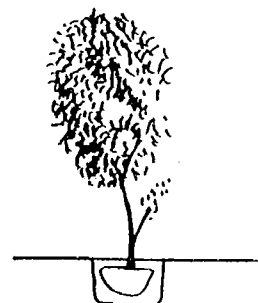
稲城砂



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
480 mm/hr	◎

植栽工法



調査箇所：多摩ニュータウン都営諏訪団地

樹種：ケヤキ

生育状況：不良

児童公園



状 況

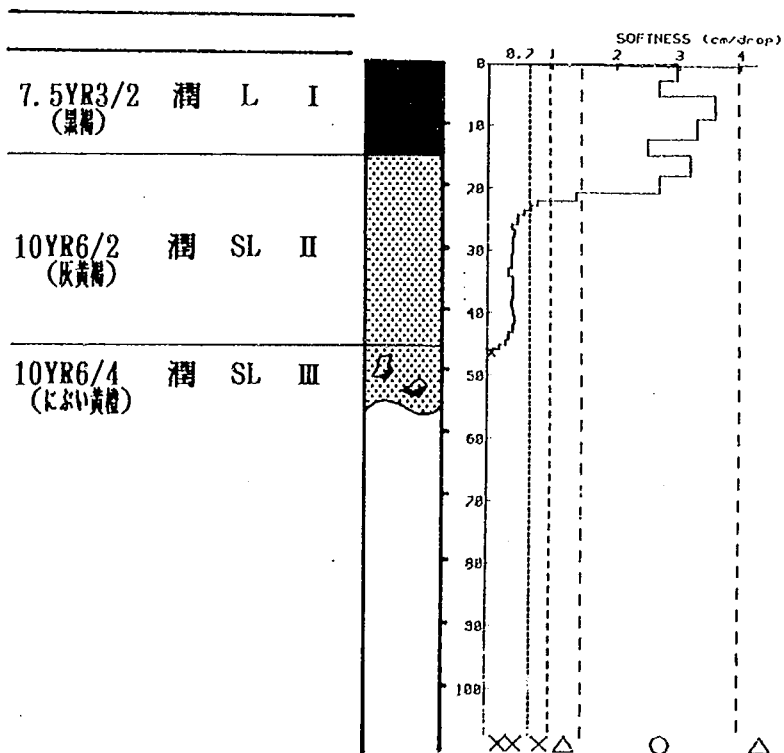
H: 6.15m W: 4.2 × 4.1m

生育は極めて不良である。周囲の縁石はただ表面においてあるようだ。

15~20cm客土してあるが、その下の層は固結したシルト混じりの砂層である。透水性も極めて不良である。

検土杖調査結果

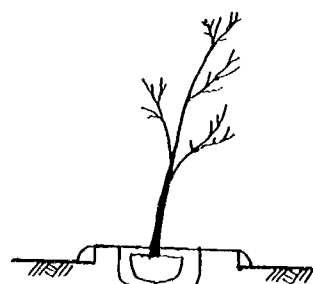
土壌貫入計測定結果



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
0 mm/hr	×

植栽工法



調査箇所：多摩ニュータウン都営諏訪団地

樹種：スタジイ

生育状況：不良

児童公園



状 況

H: 3.1m C: 42cm W: 4.2 × 4.1m

生育は極めて不良で、上に伸長せず樹形はずんぐり形をしている。葉は小さく、幹の上部は枯れている。

土壌は15cmは黒土が客土してあるがその下の層は固結した碎石混じり層である。透水性も極めて不良である。

隣のクロマツは他の樹木よりは生育は良好であるが伸長量は小さい。

検土杖調査結果

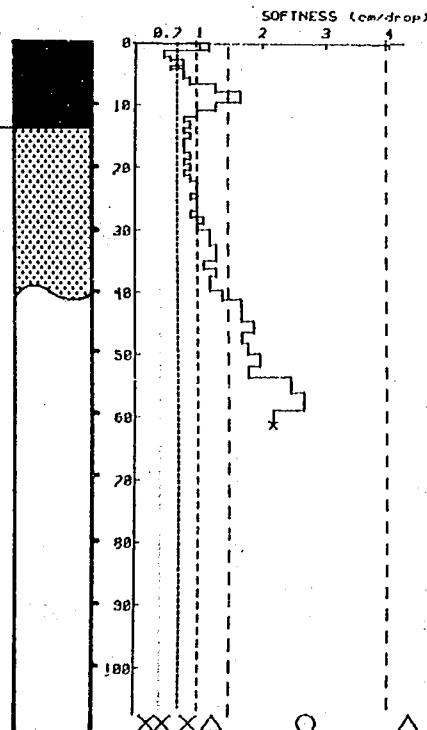
土壌貫入計測定結果

10YR2/2 潤 L I
(黒褐) 碎石混

2.5Y5/4 潤 SL II
(黄褐)

稲城砂(粘土層)

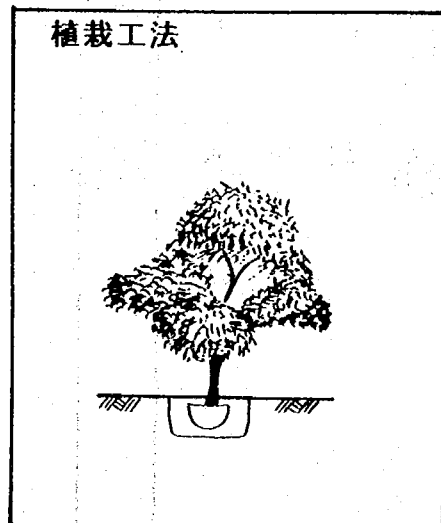
35cm以下湿



現場透水試験測定結果

最終減水能	評価
0 mm/hr	×

植栽工法



■概 要

基盤が硬く、5～45cmの間はS値（土壌貫入計の1打貫入量）が0.7cm以下である。またコンクリート片が混入している。透水性は良好である。

樹木（シラカシ）は葉が少なく色も薄く、衰弱していることが一目でわかる。透水性は良好であるが硬い基盤に植栽された樹木は、大きく枯れ込むことはないが成長が停滞する場合が多い。

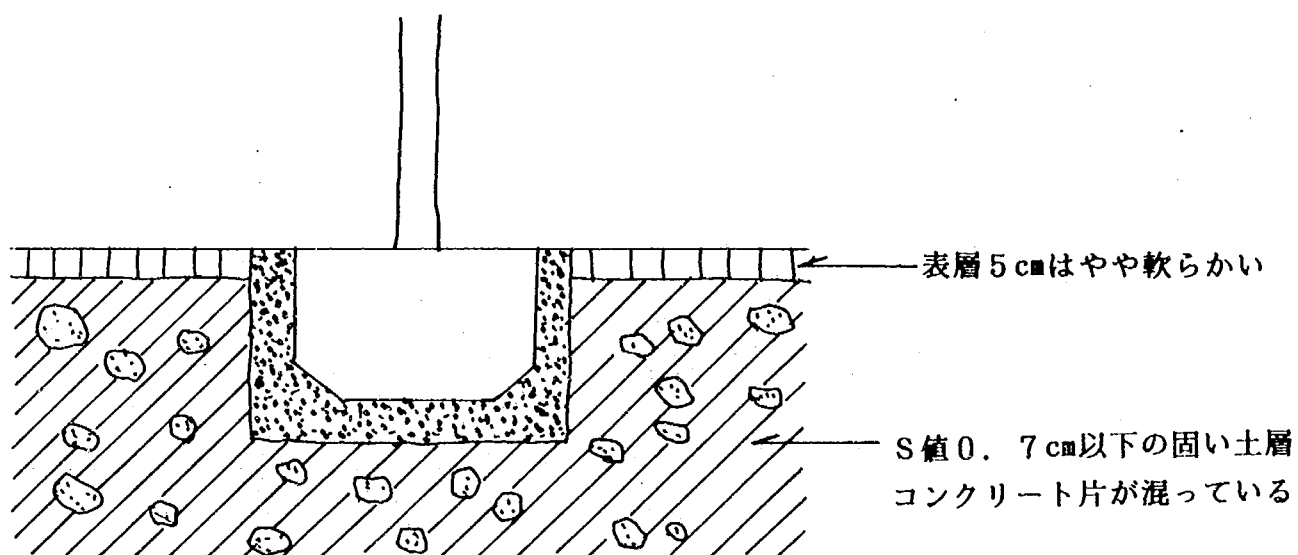


図 生育不良の基盤の例

調査箇所：港北ニュータウン川和富士公園

樹種：シラカシ

生育状況：不良



状況

H: 5.0m C: 29cm W: 2.5 × 2.8m

枯れ枝が全体の20%をしめ、全体に葉が少ない。また葉色も薄く、小さい。

土壌にはコンクリートが混入して極めて硬い。

検土杖調査結果

土壌貫入計測定結果

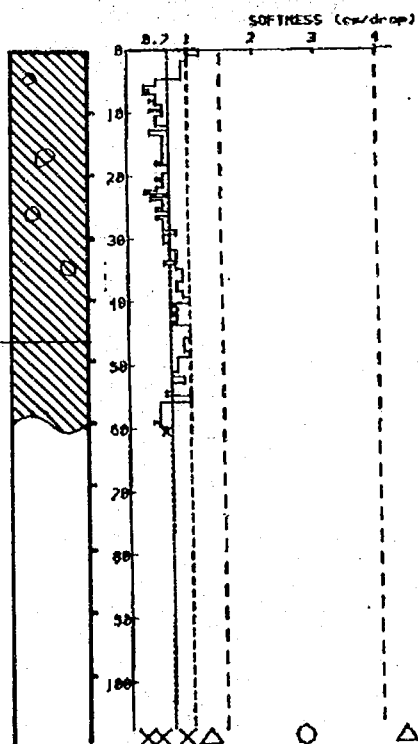
10YR3/3 潤 L I
(暗褐色)

コンクリート礫混入

10YR2/1 } 潤 L II
(黒) 混

10YR2/3 }
(暗褐)

固結層



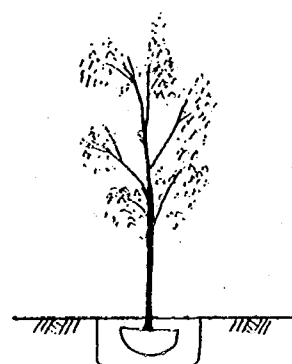
最終減水能

評価

152 mm/hr

○

植栽工法



■概 要

この工場は東北地方北部のある工業団地内に建設されている。高速道の側にあるためその緑地の樹木が極めて生育不良であることを時々目にしていたが、本研究の事例調査地として取り上げることとし、主旨を話して了解を求めたところ

- ・工場名は伏せること
- ・調査報告書を提出すること

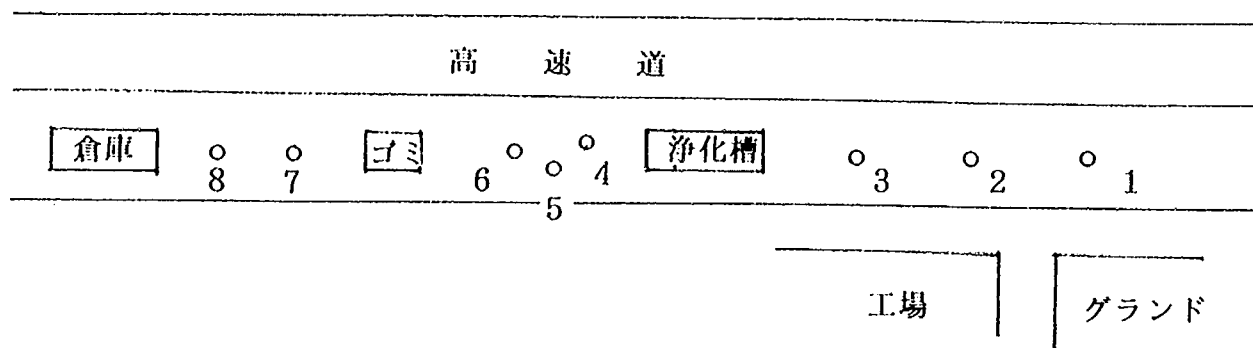
という条件で許可していただいた。

以下にあげるのは、その報告書である。

なお調査は1992年7月に行ったが、本工場付近は全域が粘土地帯で透水性が極めて不良であるにもかかわらず、植栽基盤改良を行わずに植栽していることが生育不良の原因であることがわかった。

1. 調査地及び樹木の育成状況

今回の植栽基盤調査地は工場建物の西側で高速道に沿った細長い周辺緑地である。植栽工事は昭和58年（1983年）に行われているので今年で9年目である。工場敷地内の各緑地の中でももっとも樹木の生育が不良で写真1～6に見られるように、植えつけ後10年近くになるのにほとんど成長していないどころか、むしろ当初より貧弱になっているといつてよい状態にある。



図－1 調査地、数字は土壌硬度及び透水性を測定した地点



写真－1 樹木の生育状況

イチョウ、サワラ、ハウチワカエデ、ソメイヨシノなどが植えられているが、生育は全般に極めて不良である。

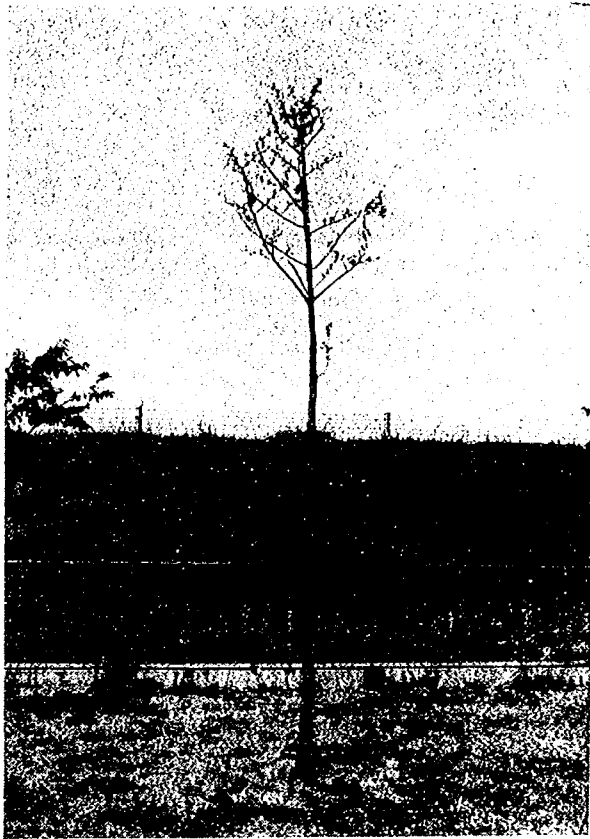


写真-2 イチョウの生育状態

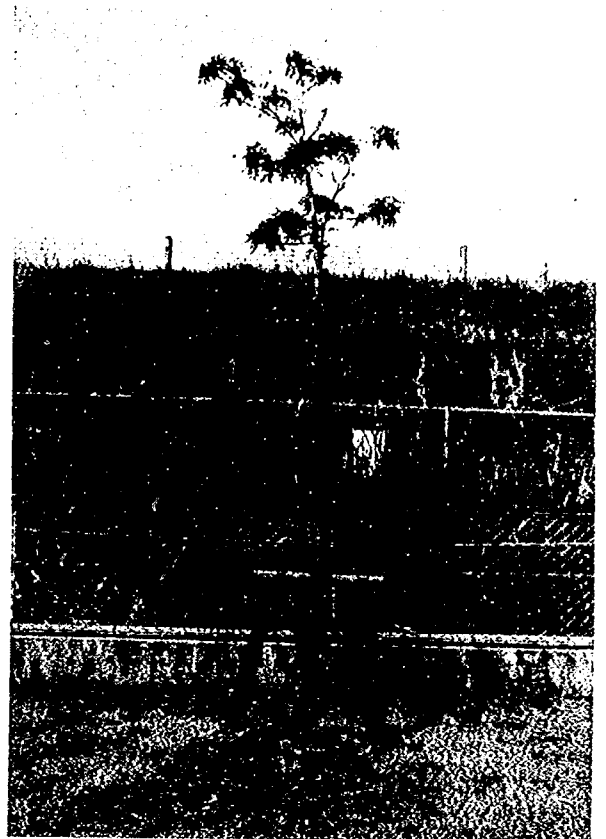


写真-3 ナナカマドの生育状態

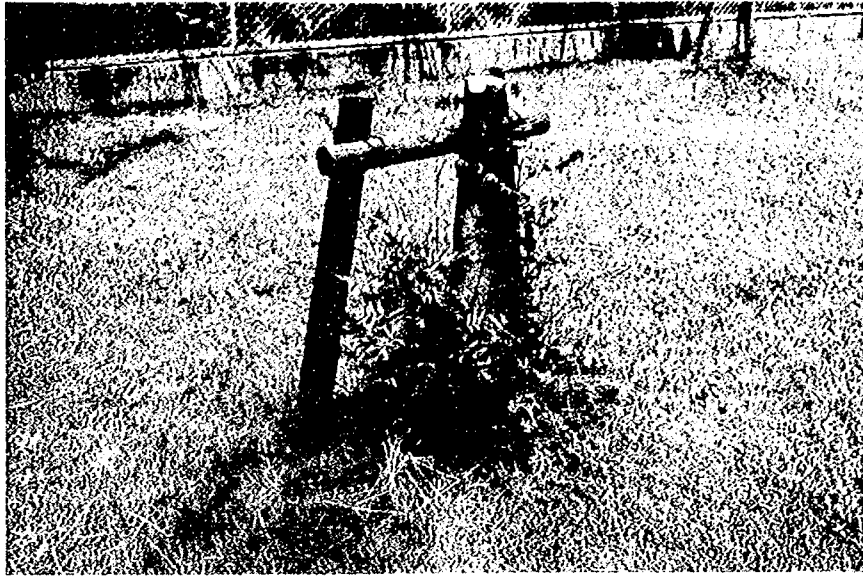


写真-4 サワラの生育状態



写真-5 ソメイヨシノの生育状態

樹種別の生育状態。いずれもきわめて不良



写真－6 ほとんど枯れて根元からわずかに萌芽しているナナカマド

この区域全域にわたってほとんどの樹木が生育不良である。樹木の生育状況を判定する方法として、活力度評価法がある。これは、次表のような評価基準にしたがって樹木の生育の状態を判定するものである。やや主観的な判定法であるが、熟練者が行えば、判定者による差異は数値で、0.5内外である。

表－1 樹木活力度評価基準（7段階評価のものもある）

測定項目	評価基準			
	1	2	3	4
樹勢	旺盛な生育状況を示し、被害が全く見られない	幾分被害の影響を受けているが、あまり目立たない	異常が明らかに認められる	生育が劣悪で回復の見込がない
樹形	自然樹形を保っている	若干の乱れはあるが、自然樹形に近い	自然樹形の崩壊がかなり進んでいる	自然樹形が完全に崩壊され、奇形化している
枝の伸長量	正常	幾分少ないがそれ程目立たない	枝は短小となり細かい	枝は極度に短小しょうが状の節間がある
梢端の枯損	無し	少しあるが、あまり目立たない	かなり多い	著しく多い
枝葉の密度	正常、枝及び葉のバランスがとれている	普通、1に比してやや劣る	やや疎	枯葉が多く葉の発生が少ない 密度が著しく疎
葉形	正常	少し歪がある	変形が中程度	変形が著しい
葉の大きさ	正常	幾分小さい	中程度に小さい	著しく小さい
葉色	正常	やや異常	かなり異常	著しく異常

今、この評価基準にもとづいて写真2～5の樹木を判定してみよう。

表－2 当地植栽木の活力度

測定項目	イ チ ョ ウ	ナ ナ カ マ ド	サ ワ ラ	ソ メ イ ヨ シ ノ
樹 勢	4	4	4	4
樹 形	4	4	3.5	4
枝の伸長量	4	4	4	4
梢端の枯損	2	2	2	3
枝葉の密度	4	4	3.5	3.5
葉の大きさ	4	4	4	3
葉 色	2	2	1	1
平 均	3.4	3.4	3.1	3.2

(※) 判定基準の内、「葉形」は不適切なことが多いのではぶいた。

当地の樹木の特徴は

- ①葉や枝の量が著しく少なく、疎らである。
- ②葉が小さい。
- ③枝の伸びがほとんど無い。

ということで、やっとのことで生存している状態である。植栽後9年でこの状態であるから、このままでは回復の望みはない。

ただし、すべてがこのように極めて不良な状態にあるわけではなく、一部には正常に近い生育をしているものもある。

2. 調査とその結果

1) 調査項目と方法

このように長期間にわたって樹勢が良くならないころでは、基盤が硬く、また透水性が不良なことが多い。そこで、調査は土壌の硬度と透水性について行った。図-1に示すような8点を選びそれぞれの地点で調査した。硬度については長谷川式土壌貫入計を用い、透水性については同じく長谷川式簡易現場透水試験器を用いて判定した。また不良地2ヵ所、良好地1ヵ所は深さ60cmまで掘って断面を観察した。

2) 結 果

当地の植栽基盤は非常に特徴ある構成になっている。それは、図-2に典型的に見られるように、壁状の緻密な粘土層が当緑地の基盤を成していて、その上に20cm厚の山砂が盛ってある、という構成である。

表-3 緑地植栽基盤現地透水性

調査孔の深さ40cm

	樹 木 名	20分後 減水量 (mm)	40分後 減水量 (mm)	最終減水能 (mm)	判 定
生 育 不 良 地	1. イチョウ	0	3	9	不 良
	2. イチョウ	1	2	3	不 良
	3. サワラ	0	0	0	不 良
	4. ソメイヨシノ	0	0	0	不 良
	5. イチョウ	0	0	0	不 良
良 好 地	6. ソメイヨシノ	12	16	12	やや不良
	7. ソメイヨシノ	3	6	9	不 良
	8. ナナカマド	48	74	78	良
躍 進 森	9. ケヤキ	0	0	0	不 良
	10. イトヒバ	10	17	21	やや不良
	11. ドウダンツツジ	0	0	0	不 良

表-4 植栽基盤土壌硬度

(No. 1)

No. 2		No. 3		No. 4	
1.4) 0.9	0.8) 1.7	33.5) 1.6	1.7) 3.3	38.2) 1.5	
2.3) 0.9	2.5) 0.7	35.1) 1.4	4.0) 1.1	39.7) 1.9	
3.2) 0.9	3.2) 0.7	36.5) 1.3	5.1) 1.2	41.6) 2.0	
4.1) 0.7	3.9) 0.7	37.8) 1.4	6.3) 0.9	43.6) 1.2	
4.8) 0.5	4.6) 0.7	39.2) 1.4	7.2) 0.8	44.8) 1.2	
5.3) 0.4	5.3) 0.7	40.6) 1.7	8.0) 1.0	46.0) 1.4	
5.7) 0.5	6.0) 0.5	42.3) 1.8	9.0) 1.0	47.4) 1.5	
6.2) 0.6	6.5) 0.6	44.1) 2.1	10.0) 0.9	48.9) 1.8	
6.8) 0.7	7.1) 0.7	46.2) 2.1	10.9) 1.0	50.7) 1.5	
7.5) 0.8	7.8) 0.5	48.3) 2.0	11.9) 0.9	52.2) 1.2	
8.3) 0.5	8.3) 0.5	50.3) 1.7	12.8) 1.1	53.4) 1.2	
8.8) 0.8	8.8) 0.6	52.0) 1.4	13.9) 1.1	54.6) 1.5	
9.6) 0.7	9.4) 0.5	53.4) 1.9	15.0) 1.1	56.1) 1.4	
10.3) 0.6	9.9) 0.5	55.3) 1.8	16.1) 1.2	57.5) 1.2	
10.9) 0.8	10.4) 0.4	57.1) 1.8	17.3) 1.0	58.7) 1.7	
11.7) 0.8	10.8) 0.6	58.9) 1.7	18.3) 1.5		
12.5) 0.7	11.4) 0.4	60.6	19.8) 1.4		
13.2) 0.7	11.8) 0.8		21.2) 1.3		
13.9) 0.6	12.6) 0.6		22.5) 0.5		
14.5) 0.7	13.2) 0.7		23.0) 0.5		
15.2) 0.7	13.9) 1.0		23.5) 0.4		
15.9) 0.9	14.9) 1.0		23.9) 0.4		
16.8) 0.9	15.9) 1.0		24.3) 0.5		
17.7) 0.8	16.9) 1.0		24.8) 0.3		
18.5) 0.9	17.9) 0.8		25.1) 0.4		
19.4) 1.2	18.7) 1.1		25.5) 0.4		
20.6) 1.0	19.8) 1.2		25.9) 0.7		
21.6) 0.8	21.0) 1.3		26.6) 0.7		
22.4) 0.8	22.3) 1.5		27.3) 0.9		
23.2) 1.0	23.8) 1.6		28.2) 1.1		
24.2) 1.1	25.4) 1.7		29.3) 1.6		
25.3) 1.1	27.1) 1.3		30.9) 1.7		
26.4	28.4) 1.3		32.6) 1.6		
貫入計被損の	29.7) 1.0		34.2) 1.4		
ため以後計測	30.7) 1.2		35.6) 1.2		
出来ず	31.9) 1.6		36.8) 1.4		

(No. 2)

No. 5		No. 6		No. 7	
2.0) 2.2		1.2) 1.9	29.7) 0.3	1.5) 2.6	54.0) 0.8
4.2) 1.4		3.1) 1.1	30.0) 0.4	4.1) 1.9	54.8) 0.7
5.6) 1.4		4.2) 1.1	30.4) 0.6	6.0) 1.4	55.5) 0.8
7.0) 1.0		5.3) 1.4	31.0) 2.6	7.4) 1.9	56.3) 0.7
8.0) 1.2		6.7) 1.2	33.6) 1.8	9.3) 1.7	57.0) 0.7
9.2) 1.0		7.9) 1.4	35.4) 1.5	11.0) 1.8	57.7) 0.6
10.2) 0.8		9.3) 1.4	36.9) 1.6	12.8) 1.9	58.3) 0.8
11.0) 0.7		10.7) 1.5	38.5) 1.6	14.7) 2.0	59.1) 0.8
11.7) 0.6		12.2) 1.5	40.1) 1.9	16.7) 2.2	59.9) 0.9
12.3) 0.5		13.7) 1.6	42.0) 1.6	18.9) 2.4	60.8) 0.9
12.8) 1.1		15.3) 1.5	43.6) 1.3	21.3) 2.5	61.7
13.9) 1.5		16.8) 0.9	44.9) 1.6	23.8) 2.1	
15.4) 1.8		17.7) 0.8	46.5) 1.5	25.9) 0.9	
17.2) 1.8		18.5) 0.8	48.0) 1.7	26.8) 1.0	
19.0) 2.7		19.7) 1.7	49.7) 1.4	27.8) 0.9	
21.7) 2.7		21.4) 1.5	51.1) 1.4	28.7) 1.0	
24.4) 1.7		22.9) 1.0	52.5) 1.3	29.7) 1.0	
26.1) 1.9		23.9) 0.5	53.8) 1.6	30.7) 1.2	
28.0) 1.8		24.4) 0.3	55.4) 1.4	31.9) 1.1	
30.2) 2.4		24.8) 0.3	56.8) 1.5	33.0) 1.2	
32.6) 2.2		25.1) 0.4	58.3) 1.5	34.2) 1.2	
34.8) 2.1		25.3) 0.3	59.8) 1.5	35.4) 1.4	
36.9) 2.6		25.7) 0.2	61.3	36.8) 1.3	
39.5) 3.8		26.0) 0.3		38.1) 1.7	
43.3) 3.2		26.2) 0.3		39.8) 1.6	
46.5) 1.8		26.5) 0.2		41.4) 1.4	
48.7) 1.8		26.8) 0.3		42.8) 1.3	
50.5) 1.7		27.0) 0.3		44.1) 1.3	
52.2) 3.1		27.3) 0.3		45.4) 1.3	
55.3) 3.2		27.6) 0.4		46.7) 1.2	
58.5) 2.1		27.9) 0.3		47.9) 1.4	
60.6		28.3) 0.2		49.3) 1.1	
		28.6) 0.3		50.4) 1.0	
		28.8) 0.3		51.4) 1.1	
		29.1) 0.3		52.5) 0.8	
		29.4) 0.3		53.3) 0.7	

(No. 3)

No. 8	
2.4) 2.6	55.1) 0.6
5.0) 1.5	55.7) 0.6
6.5) 1.9	56.3) 0.7
8.4) 2.3	57.0) 0.5
10.7) 2.8	57.5) 0.6
13.5) 2.5	58.1) 0.7
16.0) 2.4	58.8) 0.7
18.4) 2.0	59.5) 0.5
20.4) 2.0	60.0) 0.5
22.4) 2.4	60.5) 0.5
24.8) 2.0	
26.8) 1.6	
28.4) 1.7	
30.1) 1.8	
31.9) 1.4	
33.3) 1.3	
34.7) 1.4	
36.1) 1.5	
37.6) 1.5	
39.1) 1.3	
40.4) 1.4	
41.8) 0.6	
42.4) 1.6	
44.0) 1.0	
45.0) 1.0	
46.0) 1.0	
47.0) 1.0	
48.0) 1.0	
49.0) 1.0	
50.0) 0.8	
50.8) 0.7	
51.5) 0.8	
52.3) 0.7	
53.0) 0.6	
53.6) 0.7	
54.3) 0.8	

(注) No. 1 は貫入計が破損したため
計測できず。

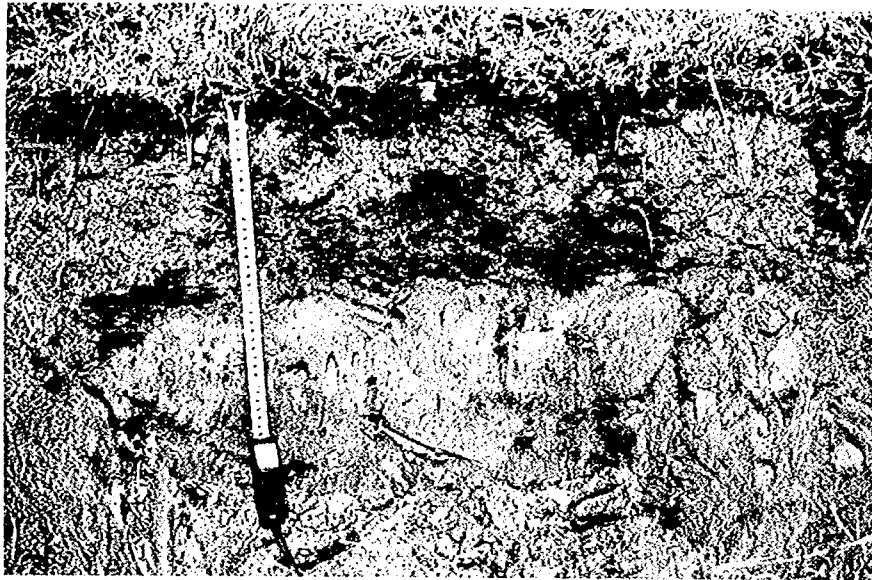


写真-7 生育不良地の植栽基盤の断面。ちょうど20cm厚さに
山砂があり、その下は壁状の粘土。

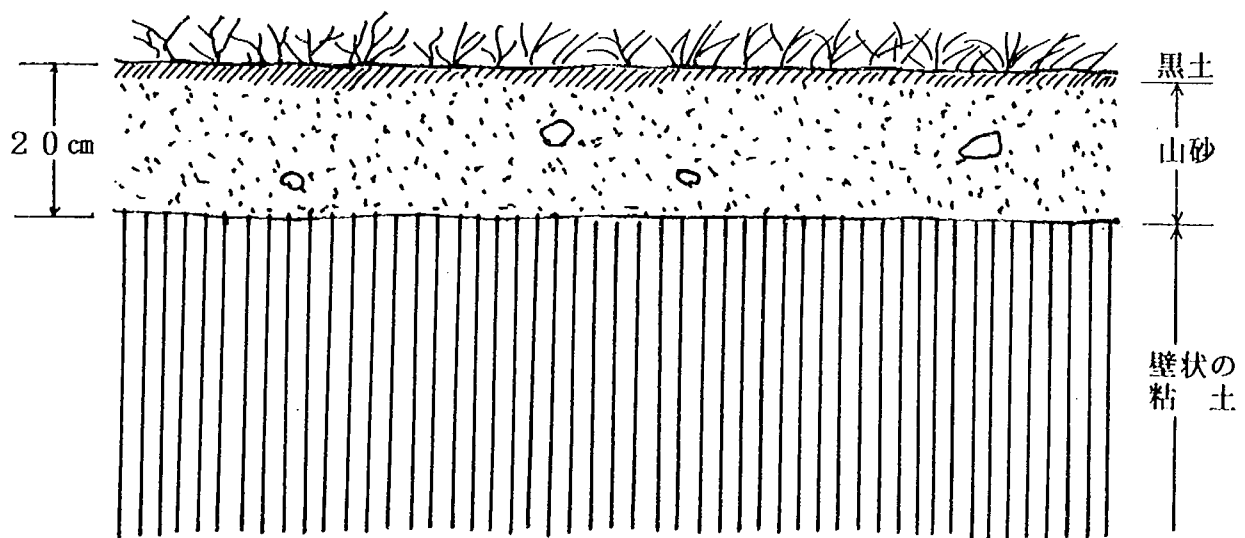


図-2 上の写真を図示したもの。壁状の粘土は当地の
元々の基盤である。



写真-8 生育不良なナナカマドのところ。直径 1.5mの範囲。
黒土を客土してあるが、下が粘土なので客土の効果が
出ていない。

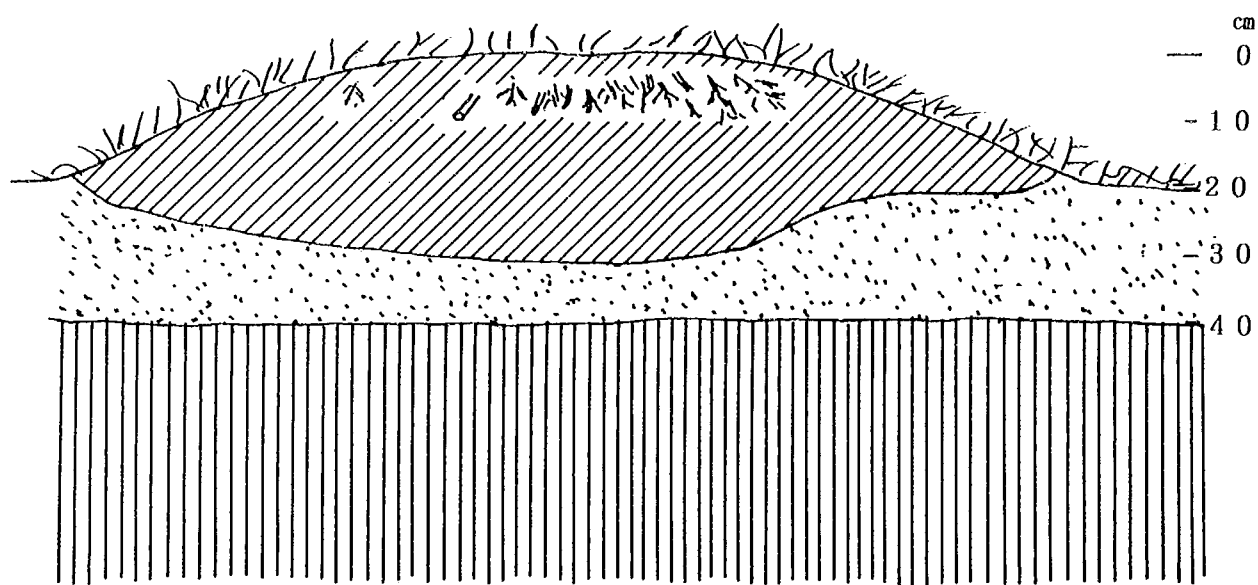


図-3 粘土の上に山砂が20cmのっている構成は同じ。山砂を
10cmほど掘り、さらに20cmくらい盛りあげるような形
で黒土を入れて植えてあるが、生育は極めて不良。根
が上の方の中央部にしか無い。

また、この粘土層の透水性は表-3からわかるように著しく不良で、1時間たっても1mmも水がしみこまないところは何箇所もある。硬度についても根の伸張を阻害するほど硬い層になっている。著しく透水性が悪く、かつ硬い壁状の緻密な粘土層が水平にあって、その上に山砂のような透水、通気良好な層があると、

○雨が多いときは水がたまって過湿状態が長く続く。

○粘土層は水の移動が遅いため晴天が続くと、山砂層が乾燥し切ってしまう。

○根系は粘土層には全くといってよいほど伸張できず、山砂層の中でも下方は過湿になるので上方にだけ分布する。したがって根系分布も乾燥に弱い形態になる。という現象がおこり、樹木はほとんど生きているだけという状態におちいる。当地の樹木はまさしくそのような生育状態にある。

これに対し、一部にある生育良好地では、山砂の厚さは同じく20cmで、下層は粘土であるが、粘土層が壁状ではなく、大～小の塊りになっていてその間に砂や砂利がはさまこまれている。明らかに何かの工事のために深くまで掘り返され、そのときに粘土の間に砂、砂利がまじったのである。ここの場合は、浄化槽やマンホール工事に伴う掘り返しであったと思われる。



写真-9 マンホールの側の良好なソメイヨシノ



写真-10 比較的良好な生育をしているナナカマドの
ところ。太い長い根がのびている。左下方
の太い根はとなりのソメイヨシノの根



写真-11 この緑地ではかなり
良好な生育をしてい
るナナカマド

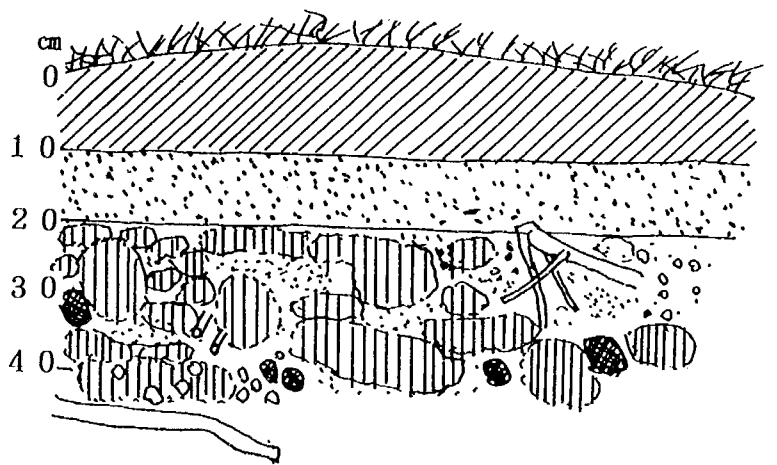


図-4 上の写真の断面を図示したもの

黒土の客土は厚いところでも15cmであるから
不良地のナナカマドより、むしろ少ない。20cm
以下にある粘土が壁状でなく大小の塊状になっ
ていて、その間に砂や砂利がつまっている。工
事で掘りあげた場所であろう。したがって透水
性も良いことが生育良好の原因になっている。

また、正門を入ってすぐの右手にある「躍進の森」は8 m内外のケヤキを始め数種類の樹木が良好な生育をしているので、高速道沿いのこの緑地とは異なる基盤になっているものと考え、調査してみたら、驚いたことに、やはり壁状の粘土層の上に山砂を盛る、という構成になっている。ただし次の2点が異なる。

- a. 山砂の厚さが30 cmで、10 cm厚い。
- b. 両側が低くなっていて排水がとれるようになっている。

この2点のうちb. の条件が特に重要で、地盤は水平であるが、全体が周囲より高いために排水されて過剰な水分が停滞しないということが良好な生育を支えているのであろう。

また、「躍進の森」では「高植え」方式の植え方をしていないことも注目に値する。排水をとれないところではしばしば高植えが行われるが、これは単に生かしておくだけのための手法であり、旺盛な生育を保証するものではない。



写真－12 「躍進の森」はこのように良好な生育をしているのに根系が分布できる土壌層は30 cmしかない。全体が高くなっていて、両側に排水できるようになっていることが生育良好の原因であろう。各樹木が、高植えになっていないことにも注意。

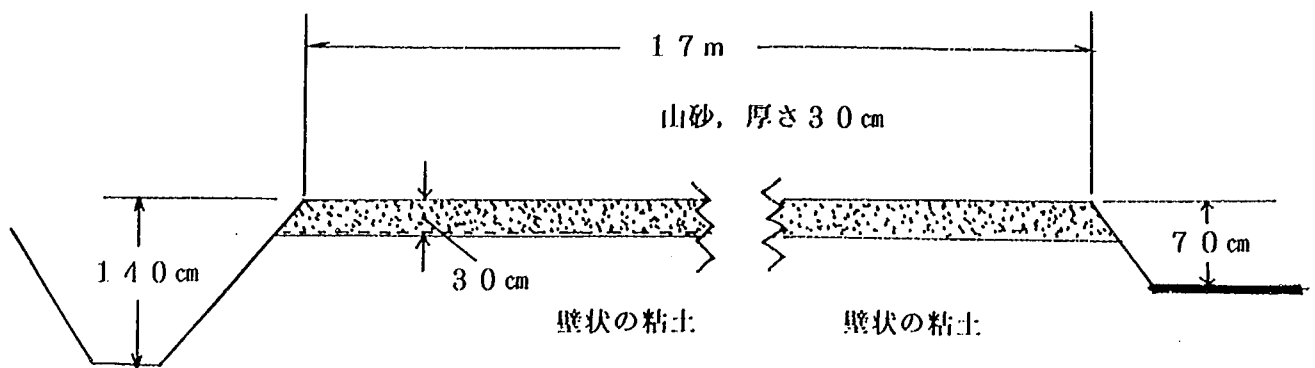


図-5 「躍進の森」と名づけられた緑地は、樹高8 m内外のケヤキを主体に、アカマツ、イトヒバ、スギ、ハウチワカエデ、ウメ、ソヨゴ、ドウダンツツジなどが植栽しており、いずれも良好な生育をしている。

ところが、植栽基盤は表層30 cmが山砂で、その下は壁状の粘土である。不良地との違いは、①山砂の厚さが10 cm多い、②両側が低くなっていて、排水できるようになっている、という2点である。

■概 要

東北地方中部にある丘陵地を造成した住宅団地である。約20年前に施工されたが、切り盛りが大きく下層の不良基盤が広く露出したところに、植栽基盤整備を行わずにそのまま植栽したため枯死木が非常に多く発生した、とのことである。

調査地点は周辺緑地の一部で 10° くらいの緩傾斜の切土面である。表層20cmは風化しているがその下は砂岩で、土壤貫入計の1打貫入量（S値）が1mm～2mmと極めて固い。スコップで穴を掘ることができず、ツルハシを使ってやっと掘り崩すことができる。

透水性は 5×10^{-4} 前後で、さほど悪くないが、0のところや湧水してきたところもあった。このような基盤に小さい植穴を掘って客土して高木、低木を植栽してある。植栽された樹木の切株の数から推定して半数以上は枯死したと見られる。残存している樹木にも正常なものは1本もなく、幹の枯れ下がり、枝枯れ、成長停止、樹形変形といった状態のものばかりである。

ただクロマツとドイツトウヒが成長は極めて遅いものの枝枯れ、幹枯れ等無く、樹形も損なわれずに生存している。針葉樹は広葉樹に比べて瘠悪、乾燥という条件にかなり耐えられる、ということがわかる。

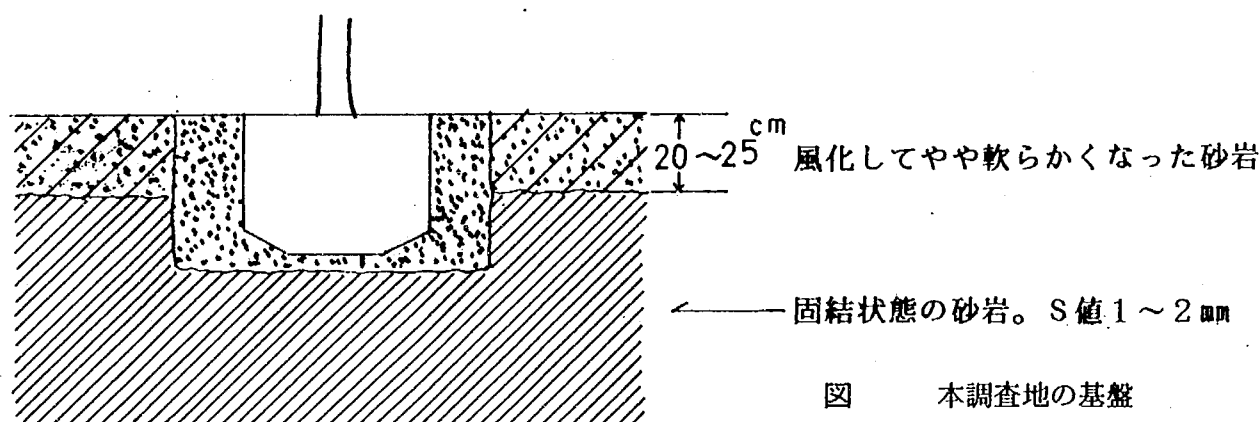


図 本調査地の基盤

表 透水試験結果
(深さ60cm)

位置	減水深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透 水 係 数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
No. 1	6	10	12	3.3×10^{-4}
2	0	0	0	0
3	11	19	24	6.7×10^{-4}
4	7	13	18	5.0×10^{-4}
5	-5	-9		

土壤貫入計測定結果 緩衝緑地

(単位 : mm)

1992. 1. 16

No 1 (法面中腹)					No 2 (法面中腹)				
55	178	240	264	288	20	165	250	303	317
73	182	242	266	289	60	171	255	304	317
86	187	243	268	290	76	179	260	306	318
99	192	244	269	292	87	185	265	307	319
108	197	246	270	293	90	191	270	308	319
113	202	248	272	295	96	198	274	309	320
120	207	250	273	297	103	204	278	310	320
126	212	251	274	298	109	209	281	311	(
132	216	253	276	300	115	213	285	312	中
140	220	254	278	(	122	218	288	312	
146	224	255	279	中	128	222	291	313	止
152	228	257	280		134	227	294	314	)
156	231	258	281	止	140	231	297	315	
162	234	259	283	)	147	236	299	315	
168	236	261	284		152	241	300	316	
172	238	263	286		158	246	302	317	
No 3 (法面上部)									
20	164	236	259	278	295	314			
53	170	238	260	279	296	315			
73	176	240	261	280	297	316			
87	183	242	262	281	299	317			
95	190	244	263	282	300	318			
100	194	246	264	283	301	319			
106	200	248	265	284	302	320			
113	203	249	266	285	303				
120	207	250	267	286	304				
125	214	252	268	287	305				
132	216	253	269	288	307				
137	219	253	270	289	308				
142	224	254	272	290	309				
148	228	255	273	292	310				
153	231	257	275	293	311				
160	234	258	276	294	312				



写真 透水性調査の孔を開けるため掘り出した基盤。固結した砂岩である。

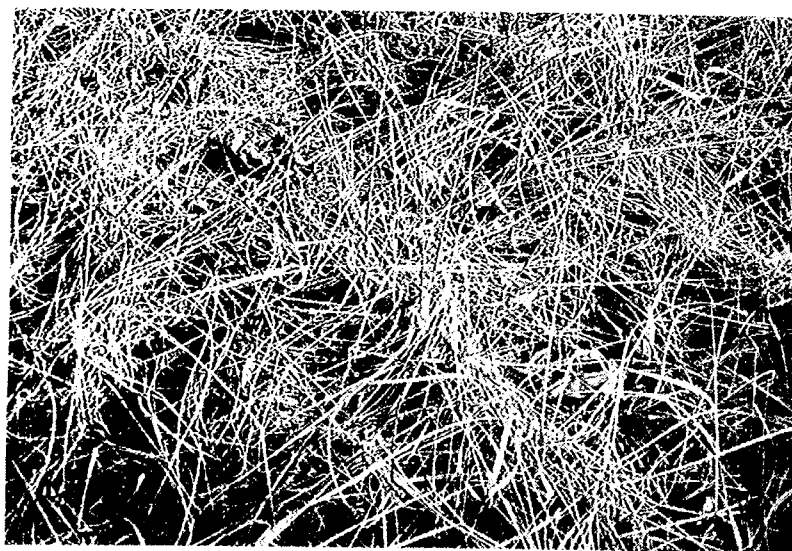


写真 丈夫な法面緑化草として使われる通常80cmくらいに育つケンタッキー31フェスクが、細い針金のような葉で草丈20cm～30cmである。



写真 ほとんど枯れて根元の部分だけで生きているサザンカ。
紅葉している。



写真 すっかり枯れてしまった
キンモクセイ。後に葉の少ない
マテバシイがある。



写真 上部が枯れたケヤキ。



写真 アオキも辛うじて生き
ているだけ。

■概 要

すり鉢状のインターチェンジ低部に植えられたケヤキ、ハウチワカエデなどが極めて不良である。全面にノシバを張ってあるが低部ではミズゴケ、スギ類に変わってしまっている。植栽木の中には枯死したものも多く、よく見ると切株が残っている。

残存している樹木も枝が大きく枯れ込み、樹形が著しく変形している。新枝の伸びはごく小さく、葉は内側に曲っていて色も淡い。

基盤は礫混りの山砂が締め固められて固結状態になっていて、表層5～7 cmだけ黒土が敷いてある。透水性は著しく不良で調査孔3ヶ所中2ヶ所は湧水してきた。

樹高8 m（現在は枯れ下がって6 m）のケヤキの植栽地は次ページのように若干の盛土をしてあるが、この程度では8 mのケヤキが順調に生育するには不足であることがわかる。

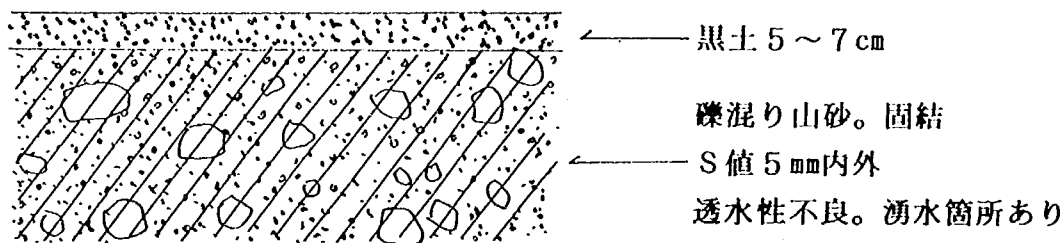
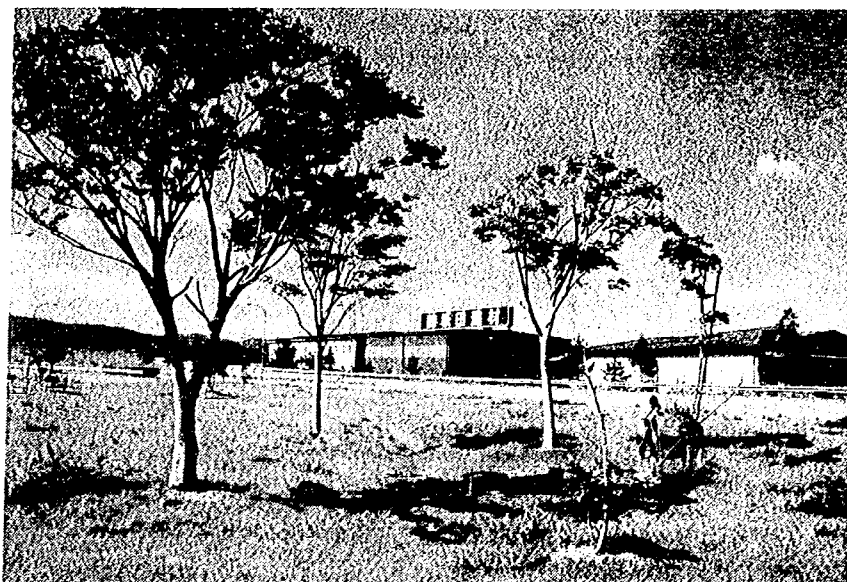


図 ケヤキ、ハウチワカエデ生育不良地の基盤



写真

枯枝が目立つケヤキと
ハウチワカエデ

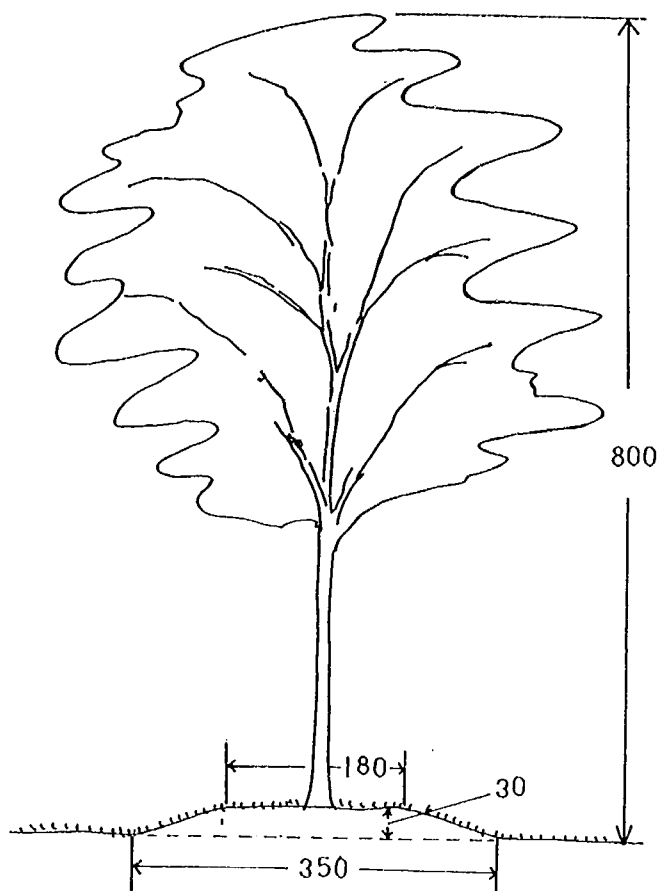


図 盛土の量と植栽時の大きさ

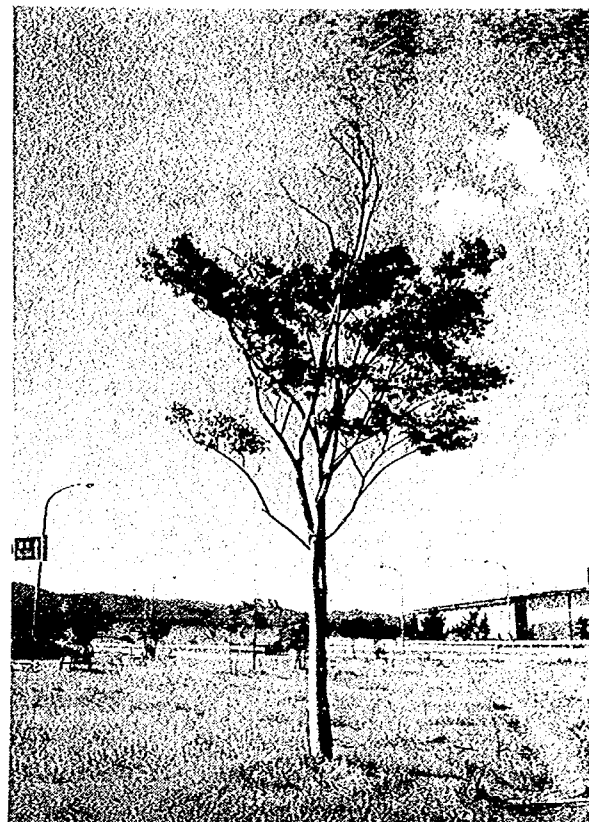


写真 左図のケヤキ。2 mくらい
枯れ下がっている。

基盤不良であることがわかっていたので、図のように盛土してケヤキを植えてあるが、この程度の盛土では6 mくらいまでしか支えられず、それも葉量、葉の大きさ、形など不良の状態でしか維持できないことがわかる。

地形的に水が集まってくるところなので水分不足にはなりにくく、過湿の状態になっていることが多い。



写真 比較的良好なケヤキ

上の写真のケヤキは樹高12mで枝張りも10m×11mあり、前ページのケヤキに比べるとはるかに良好な生育をしている。しかし近寄って注意して見ると上方の葉はV字型に折れた形をしていて小さく、枯枝もある。そろそろ上方への成長が停止してずんぐりした樹形になりかけている。基盤は下図のように高い所で50cmの盛土になっているので、インターチェンジのループのところのように水が溜ることはない。しかし、固く締め固められていて、20～25cm以下ではS値が5mm内外になっている。

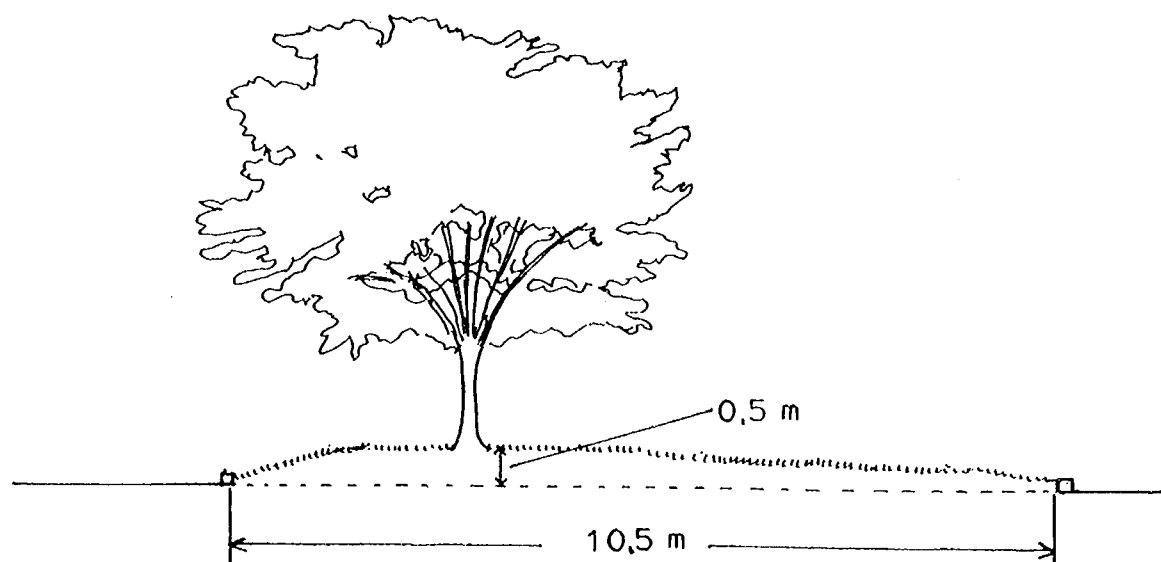


図 上の写真のケヤキの植栽地の状況



写真 上方への伸びが止まってずんぐりした樹形
 になったコブシ

このコブシはリュウキュウツツジの植込地の中に植栽されていて、一見良好な生育をしているように思えるが、上長成長が止まって横張り型の樹形になっている。硬度を調査してみると、深さ30 cm内外で土壌貫入計のS値が5 mm前後になる。つまりリュウキュウツツジの植栽用の客土の範囲にコブシの根圏がある、ということが推定される。土層が薄い場合水分不足に陥りやすく、高所の葉が十分な水の供給を受けられなくなり、上長成長が停止してしまうものと考えられる。

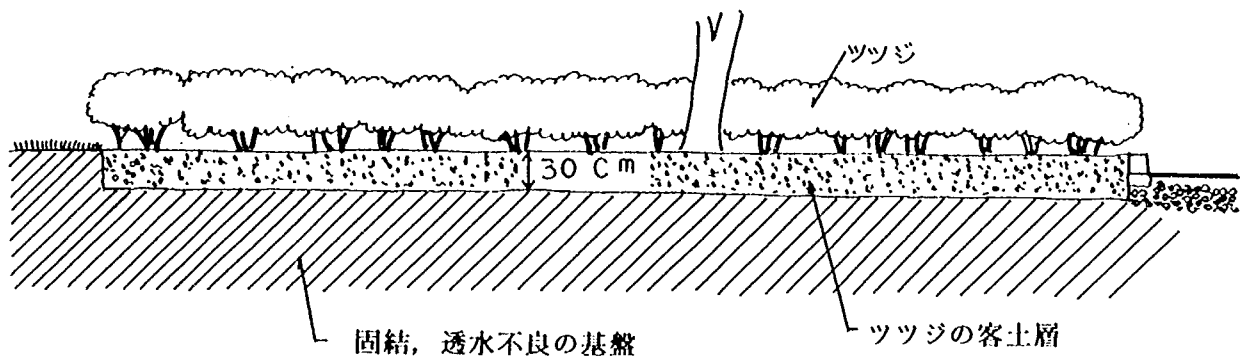


図 上の写真の植込地の基盤断面図

■概 要

ほとんど傾斜のない平坦地である。全般に生育不良で植栽後10年たってもあまり伸びていない。一部に特に生育不良の区域があってほとんど枯死状態のヤマモミジや樹形が崩れて上方にしか葉のないヒマラヤスギがそれぞれ数本ある。

基盤はシラスの上に黒土が10cm盛土してある。シラス上部で値が7～8mmである。現場透水能は18～20mm/hrである。他の調査地と比べて硬度や透水性の点ではさほど悪い条件ではないが、黒土層が10cmしかなくその下がほとんど栄養分を含まないシラスであることが影響しているのではないかと推定した。

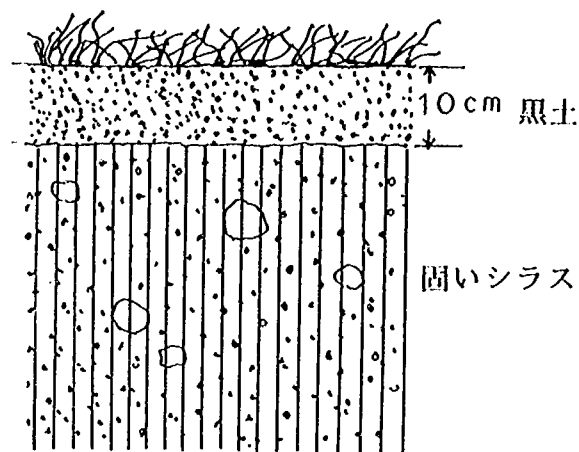


図 生育不良地の基盤断面図



写真 ほとんど枯れてしまいわずかに胴吹きしているヤマモミジ



写真 下方の枝葉が枯れ落ち上部に貧弱な葉があるだけのヒマラヤスギ

参 考 資 料

2 . 小 苗 コ ン テ ナ 植 栽 試 験

目 次

1. 試験目的	1 3 9
2. 試験地	1 3 9
3. 試験材料	1 3 9
4. 試験方法	1 4 0
5. 試験結果	1 4 2
6. 考 察	1 4 7
生育状況写真.....	1 4 8

1. 試験目的

本試験は、小さなコンテナ（ワグナーポット）を用いて、土壌の種類、締固め強度、土壌改良材の量、樹種などの各種の要因の影響を調べることを目的とする。

2. 試験地

建設省土木研究所（茨城県つくば市大字旭1）内、緑化実験圃場

3. 試験材料

(1) 供試植物

① シラカシ

- ・ 茨城県内で生産されたコンテナ苗を用いた。
- ・ 材料調達の都合上、生産場所の異なる次のイ、ロの2群の苗を用いた。
- ・ 各試験区で5反復の内、イから2本、ロから3本を供試した。

イ 樹高 55.4 ± 3.8 cm（最低51cm、最高62cm）

根元付近の幹直径 5.5 ± 0.6 mm（最低5mm、最高7mm）

ロ 樹高 95.4 ± 11.7 cm（最低76cm、最高128cm）

根元付近の幹直径 8.9 ± 0.8 mm（最低8mm、最高10mm）

② マテバシイ

- ・ 茨城県内で生産されたコンテナ苗を用いた。

樹高 74.8 ± 7.6 cm（最低63cm、最高90cm）

根元付近の幹直径 6.1 ± 0.7 mm（最低5mm、最高10mm）

(2) 供試土壌

① マサ土

- ・ 茨城県笠間産
- ・ 物理特性（原材料の測定値であり、利用時の状態を示すものではない。）

礫（2mm以上） 32.8%

礫を除く細土の組成

粗砂（0.2～2.0mm） 59.0%

細砂（0.02～0.2mm） 26.5%

シルト（0.002～0.02mm） 9.5%

粘土（0.002mm以下） 5.0%

② ローム

- ・ 茨城県稲敷郡江戸崎産
- ・ 物理特性（原材料の測定値であり、利用時の状態を示すものではない。）

自然含水比	91.40%
土粒子の比重	2.472
粘土特性	
礫分（2.0mm以上）	0.0 %
砂部（2.0～0.074mm）	32.0%
シルト・粘土分（0.074mm以下）	68.0%
最大粒径	0.84mm

(3) 土壤改良材及び肥料

- ① パーライト 粒径 3 ～ 5 mm
- ② バーク堆肥
- ③ 化成肥料 成分 6 - 4 - 3

4. 試験方法

(1) 試験区の構成

① 樹 種

シラカシ及びマテバシイの2種

② 土 壤

マサ土及びロームの2種

③ 土壤改良材及び締固め強度

イ 締固め区

土壤改良材無し。

土壤充填時に土壤硬度（山中式土壤硬度計による指標硬度）が30mm程度となるまで締固めた。

ロ 無処理区

土壤改良材無し。

締固めせず。

ハ 改良材20%区

土壤改良材を体積比20%程度混入（パーライト10%、バーク堆肥10%）。

締固めせず。

ニ 改良材30%区

土壤改良材を体積比30%程度混入（パーライト15%、バーク堆肥15%）。

締固めせず。

④ 反 復

各組合せにつき5反復。

⑤ 試験区名の記号説明

・ 植物材料

P : *Pasania edulis*、マテバシイ Q : *Quercus myrsinaefolia*、シラカシ

・ 土壌の種類

S : Sandy soil、マサ土

L : Loamy soil、ローム

・ 改良条件

C : (Compacted)、固結 (山中式土壌硬度計による指標硬度30mm程度まで締固め)

O : 対照 (改良材 0%)

20 : 改良材体積比20% (パーライト10%、バーク堆肥10%)

30 : 改良材体積比30% (パーライト15%、バーク堆肥15%)

(2) 試験区の配置

植栽されたコンテナ (1/2000 a ワグナーポット) は、土木研究所内の緑化実験圃場に図-1 のように配置した。なお、記号については前項の記号説明参照。

	マテバシイ ローム	シラカシ ローム	マテバシイ マサ土	シラカシ マサ土	
北	PLC (5本)	QLC (5本)	PSC (5本)	QSC (5本)	南
	PLO (5本)	QLO (5本)	PSO (5本)	QSO (5本)	
	PL20 (5本)	QL20 (5本)	PS20 (5本)	QS20 (5本)	
	PL30 (5本)	QL30 (5本)	PS30 (5本)	QS30 (5本)	

図-1 試験区の配置

(3) 植栽方法

① 用 土

- ・ コンテナ (1/2000 a のワグナーポット) に前述のような用土を充填した。
- ・ 排水を確保し、土壌の流出を防ぐため、排水口には藁縄を詰めた。
- ・ 締固めを行うコンテナでは、土壌の充填中に、本試験用に製作した木製の下駄で踏み固めることにより、土壌硬度が約30mm前後となるようにした。
- ・ 土壌改良材を用いる試験区では、土壌と改良材を混合した後にコンテナに充填した。

② 植 栽

- ・ 植栽は平成3年7月17日に行った。
- ・ コンテナ苗の根鉢の大きさに穴をあけて植栽した。
- ・ 根の土は洗い落としてから植栽したほうが土壌の影響が早く現われるとの考えがあったが、活着に影響するとの判断から、土をつけたまま植栽した。

③ 施 肥

- ・ 植栽直後に、成分 6 - 4 - 3 で粒状の化成肥料を各コンテナに 5 g ずつ表面に施用した。

④ 灌 水

- ・ 植栽後、活着するまでの間は、晴天が続いた時に適宜灌水を行った。

5. 試験結果

(1) 土壌硬度

土壌の充填は平成 3 年 7 月に行い、締め固め区については、木製の下駄状の用具を製作し、指標硬度が 30mm を超えるまで踏み固めた。他の区は、ほぐした土を充填している。

その後の土壌硬度の変化を図-2 に示す。平成 3 年の 7 月と 11 月を比較すると、時間の経過にしたがって、締め固め区では土壌硬度が減少し、他の区では硬度が増加したことがわかる。3 年 11 月と 4 年 6 月の比較では、土の区でも硬度が減少している。マサ土の締め固め区に比べ、ロームの締め固め区で減少率が大きい。

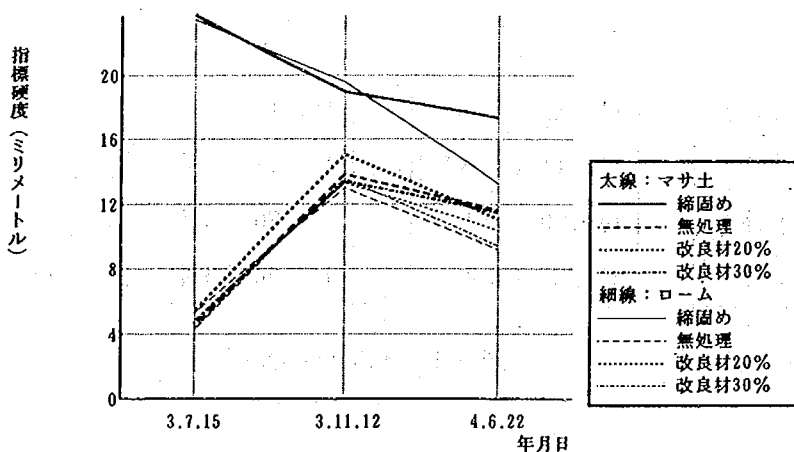


図-2 土壌硬度の変化

平成4年6月22日における土壌強度を図-3（マテバシイ植栽区）及び図-4（シラカシ植栽区）に示す。締固め区と他の区の違いが大きい、無処理区と改良材施用区との差は小さい。また、ロームよりもマサ土の方が強い傾向がある。特に締固め区においてこの差が大きい。

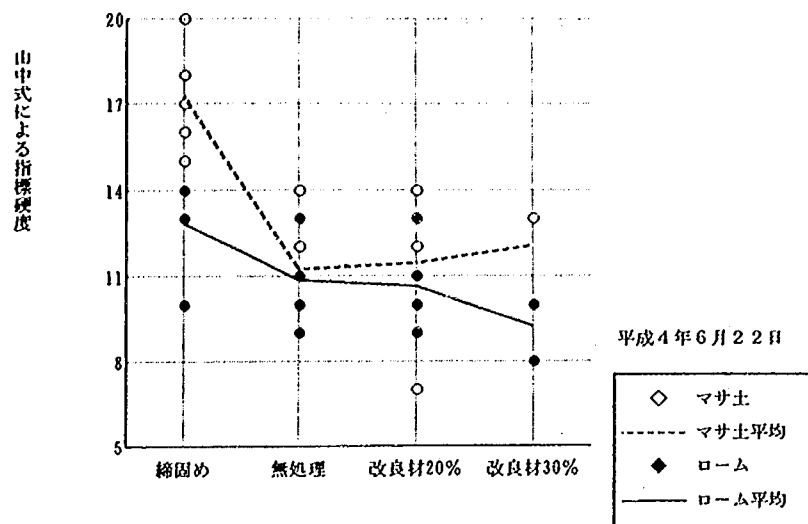


図-3 土壌硬度（マテバシイ植栽）

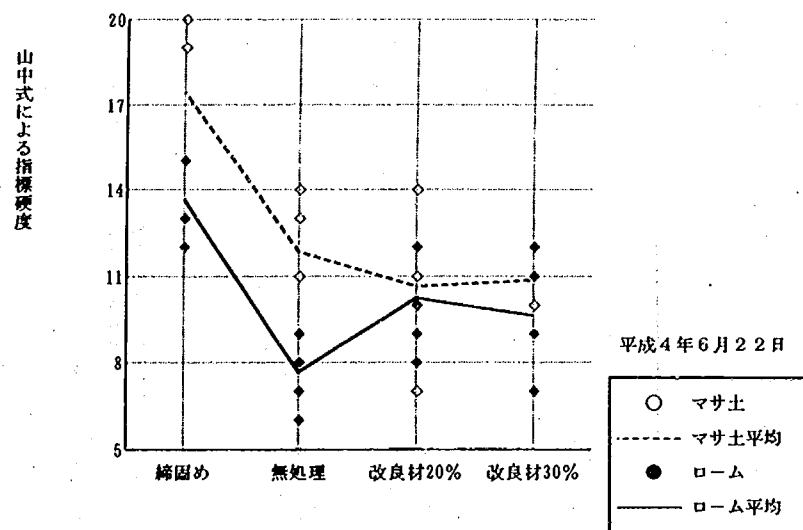


図-4 土壌硬度（シラカシ植栽）

(2) 透水係数

透水性の測定は、平成3年7月15日に、樹木を植栽する前のコンテナで行った。土壌を充填したワグナーポットを1週間以上屋外に置いた後、測定の前日に冠水するまで水を注いだ。当日さらに水を注ぎ、2時間以上冠水させた後に測定を行った。

測定結果を表-1及び図-5に示す。

表-1 透水係数

土 壤	処 理	透水係数 (cm/sec)	透水係数 (cm/hour)
マサ土	締 固 め	4.67×10^{-5}	0.17
	無 処 理	2.76×10^{-3}	9.94
	改良材20%	3.29×10^{-3}	11.84
	改良材30%	6.70×10^{-3}	24.12
ローム	締 固 め	8.57×10^{-5}	0.31
	無 処 理	4.21×10^{-3}	15.16
	改良材20%	4.93×10^{-3}	17.75
	改良材30%	6.67×10^{-3}	24.01

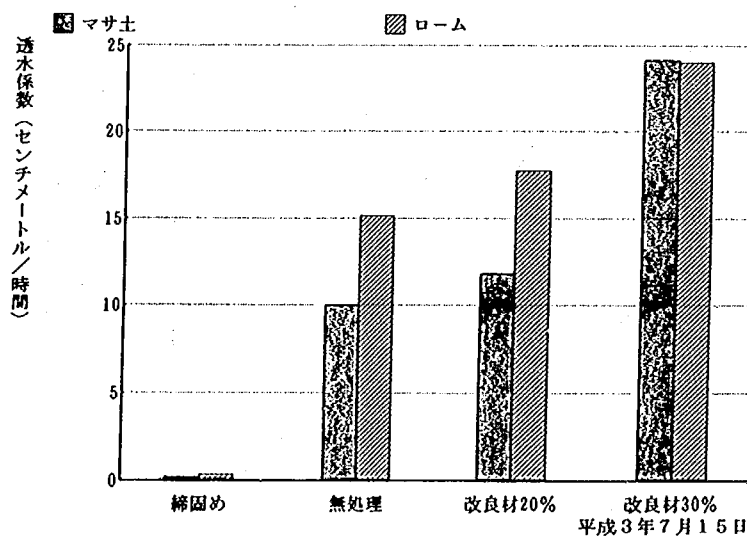


図-5 透水係数

(3) 新梢の長さ

各個体から1本ずつ先端に近い枝を選び、当年度に伸びた新梢の長さを6月22日に測定した。測定結果を図-6 (マテバシイ) 及び図-7 (シラカシ) に示す。

マテバシイについては、ロームに比べてマサ土の方が2倍程度長く伸びる傾向がみられた。シラカシについてはこのような差はなかった。締固め及び土壤改良材による差は両樹種とも小さかった。

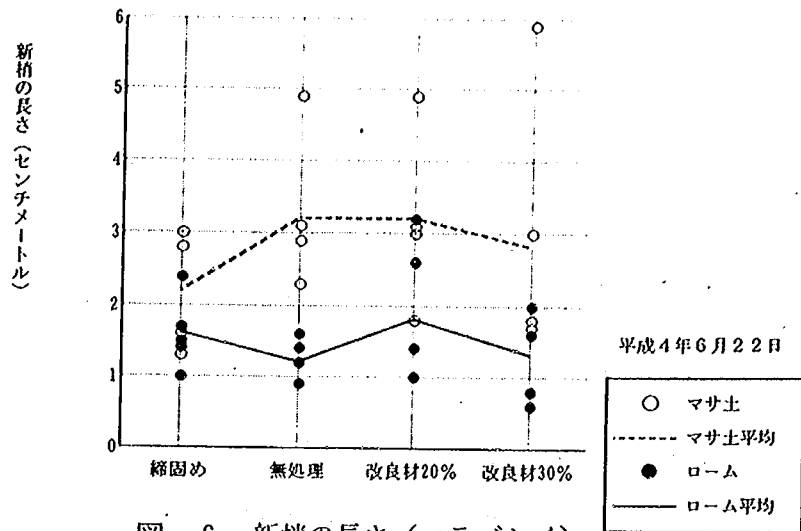


図-6 新梢の長さ(マテバシイ)

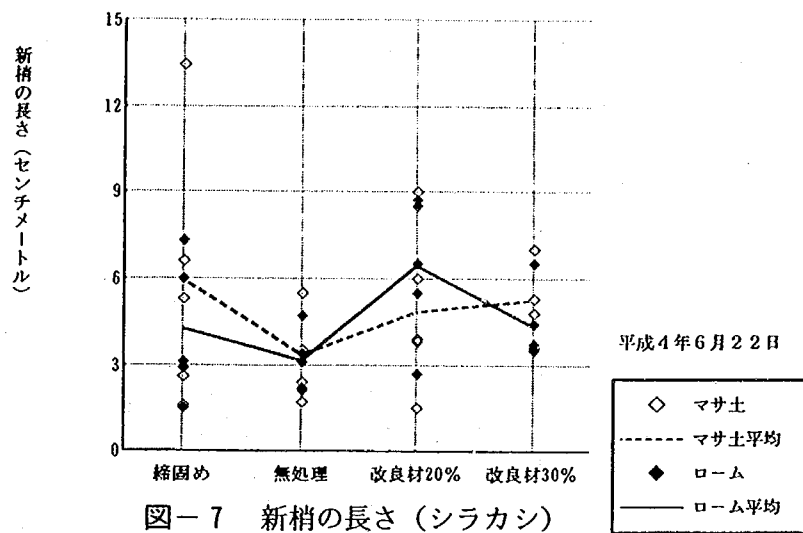


図-7 新梢の長さ(シラカシ)

(4) 葉の長さ

各個体から当年に展開した葉の中で最大のものを選び、葉の長さを測定した。測定結果を図-8 (マテバシイ) 及び図-9 (シラカシ) に示す。

土壌条件による差はほとんどみられなかった。

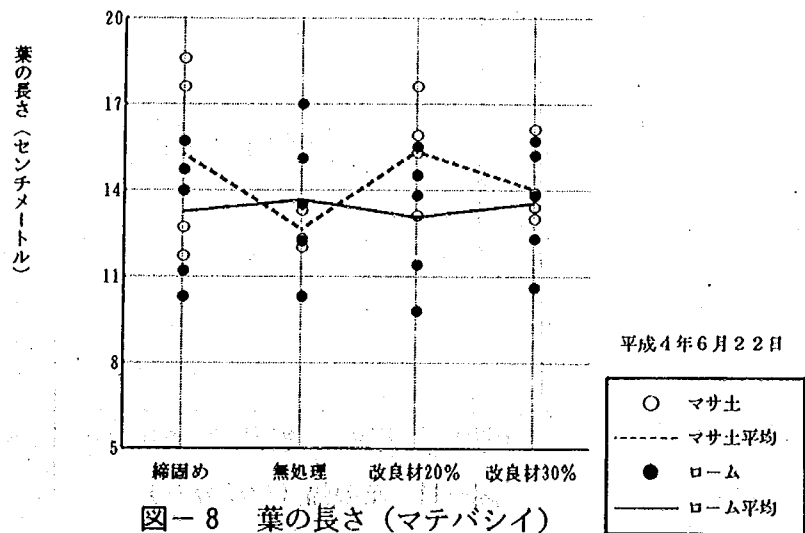
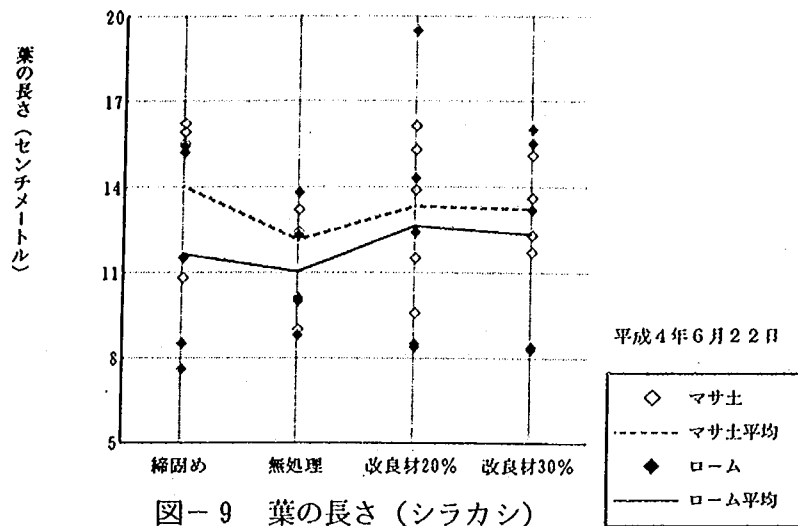


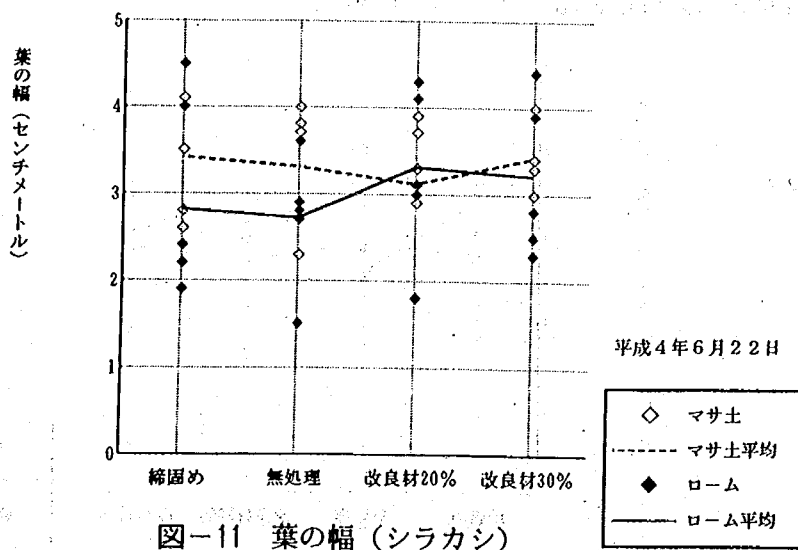
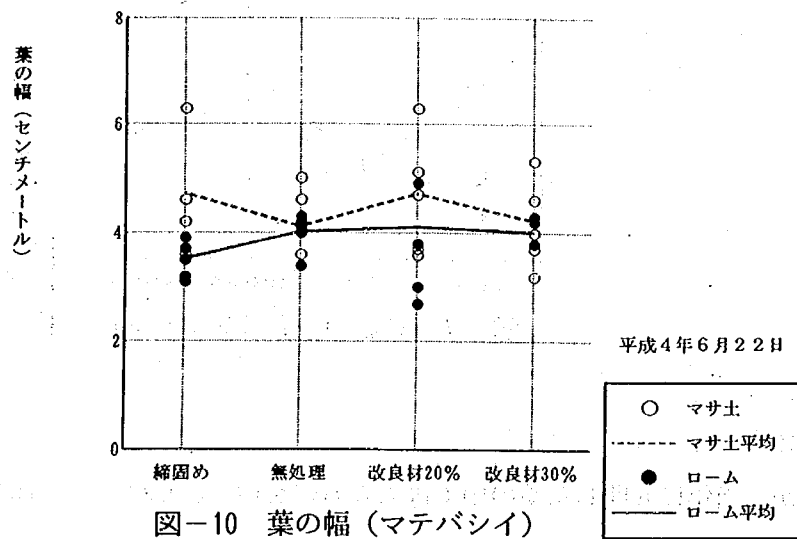
図-8 葉の長さ(マテバシイ)



(5) 葉の幅

各個体から当年に展開した葉の中で最大のものを選び、葉の長さを測定した。測定結果を図-10 (マテバシイ) 及び図-11 (シラカシ) に示す。

土壌条件による差はほとんどみられなかった。



(6) 葉色の濃さ

各個体の中で平均的な葉色の葉を選び、グリーンメーターを使用して緑色の濃さを測定した。測定結果を図-12（マテバシイ）及び図-13（シラカシ）に示す。マテバシイにおいては、ロームに比べてマサ土の方が葉色が濃いという傾向がみられた。シラカシにおいてはその差は小さかった。締固め及び土壌改良材による差には一定の傾向はみられなかった。

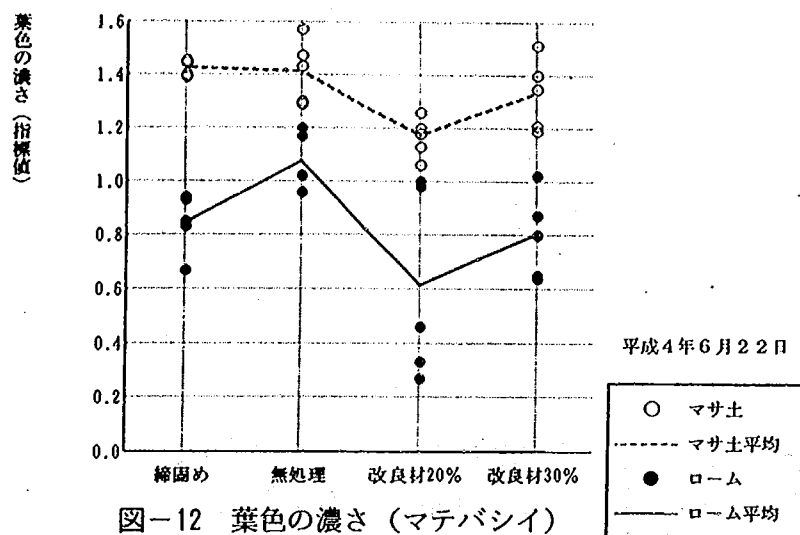


図-12 葉色の濃さ（マテバシイ）

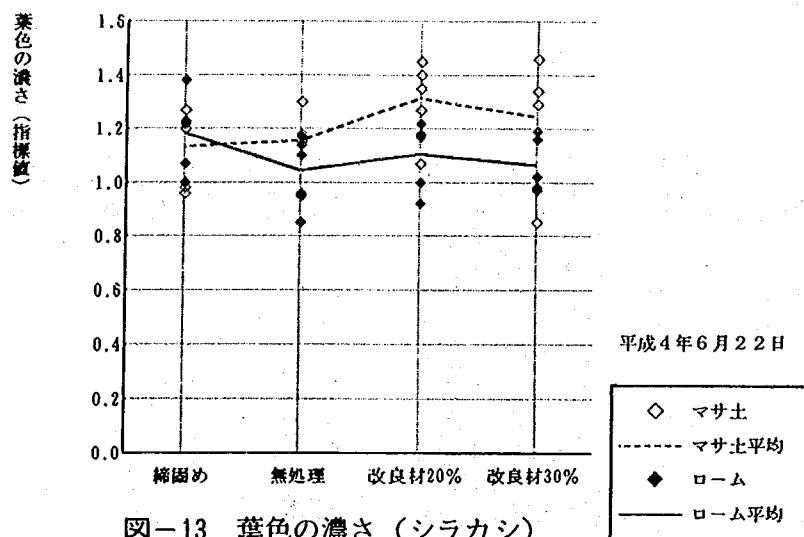


図-13 葉色の濃さ（シラカシ）

6. 考 察

土壌条件と植物の生育との関係について次のような結果となった。

- ① ロームとマサ土とを比較すると、新梢の長さ、葉色等において、マサ土の方が良好であった。
- ② 締固め及び土壌改良材による差異はあまりみられなかった。

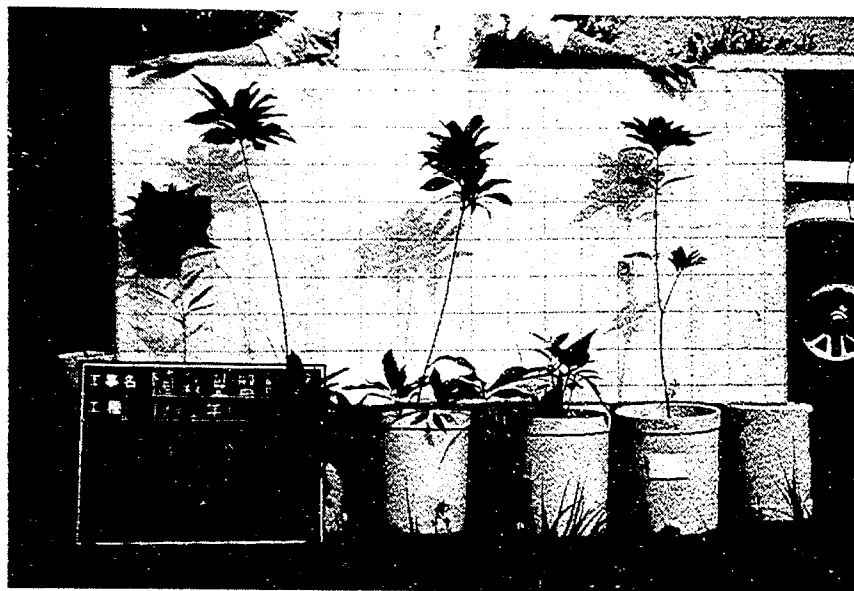
締固め区と他の区では、ポットを手で持ち上げても重さの違いがわかるほど密度の違いがあり、土壌硬度及び透水係数にも差があったが、土壌硬度が早期に低下したために植物の生育には差が現われなかったものと考えられる。



締固め区



無処理区



改良材20%区

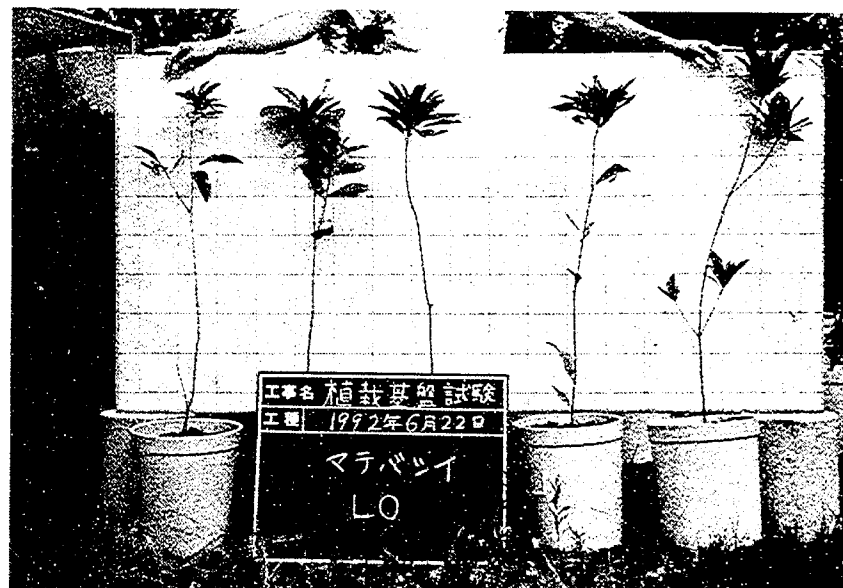


改良材30%区

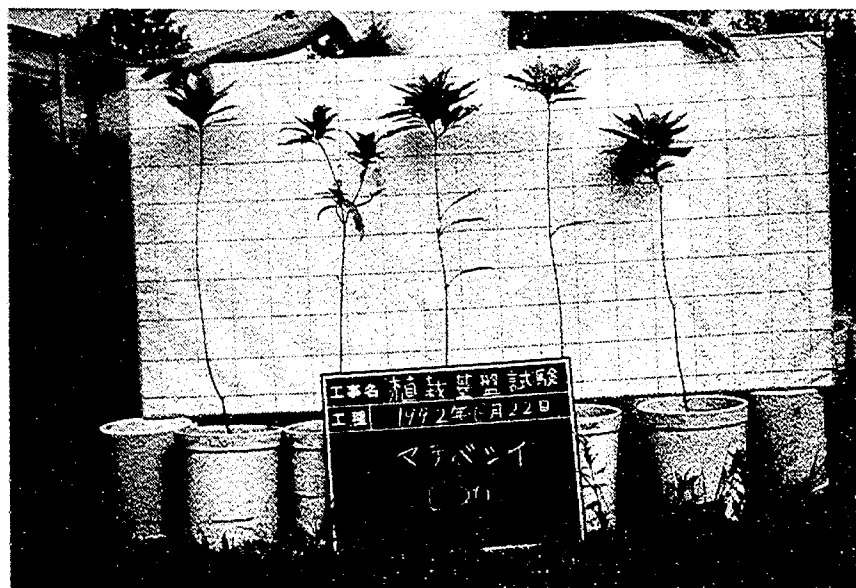
写真-1 樹木の生育状況1 (マテバシイ、マサ土)



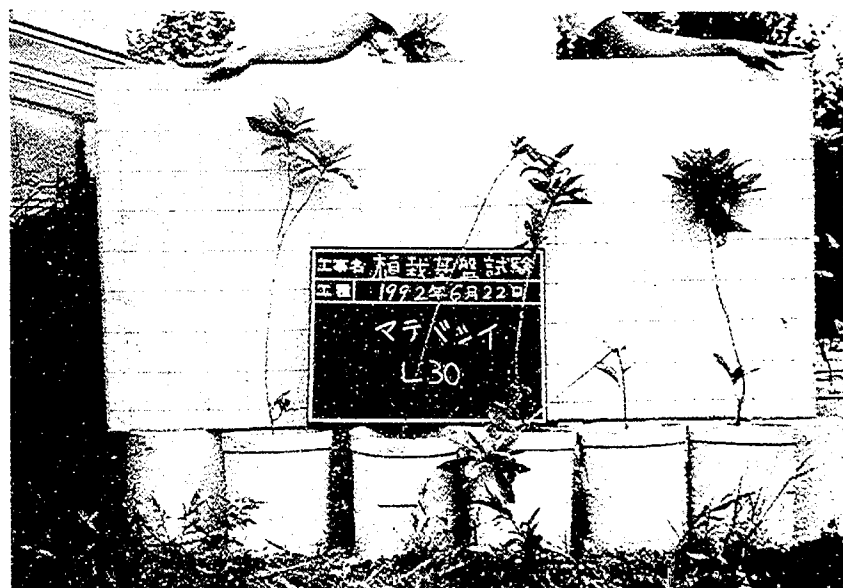
締固め区



無処理区



改良材20%区



改良材30%区



締固め区



無処理区



改良材20%区



改良材30%区

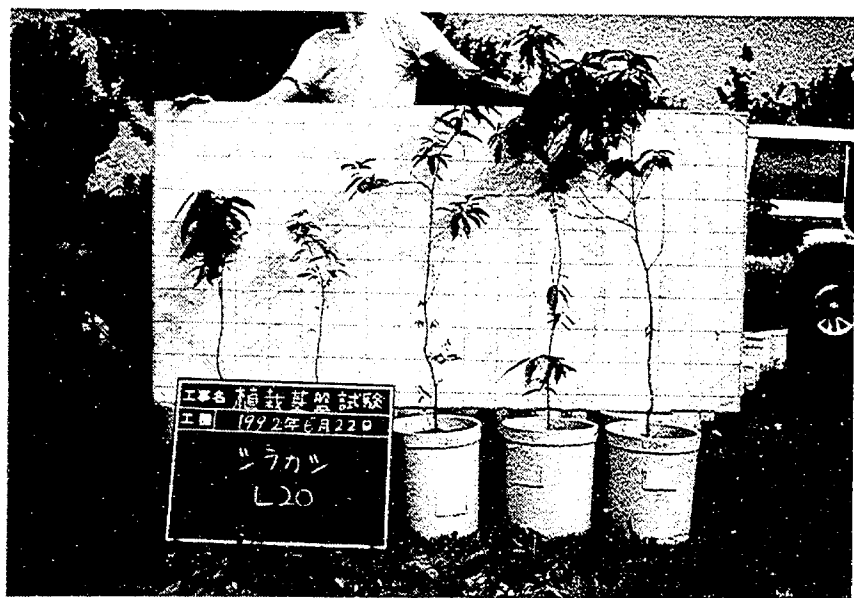
写真-3 樹木の生育状況3 (シラカン、マサ土)



締固め区



無処理区



改良材20%区



改良材30%区

3 . 高 木 植 栽 試 験

目 次

I. 植えつけまでの経過及び試験内容

1. 試験の目的	1 5 7
2. 試験の内容	1 5 7
(1) 試験区と試験期間	1 5 7
(2) 試験地	1 5 8
3. 各試験地の植えつけまでの経過	1 5 8
(1) 千葉試験地	1 5 8
① 所在地及び試験地の状況	1 5 8
② 植栽基盤の造成	1 5 9
③ 試験区の構成	1 6 0
④ 植栽基盤の物理性	1 6 3
⑤ 植えつけ	1 6 8
(2) 東京試験地	1 7 0
① 所在地及び試験地の状況	1 7 0
② 試験区の構成	1 7 0
③ 植栽基盤の物理性	1 7 1
④ 植えつけ	1 7 1
(3) 大阪試験地	1 7 7
① 所在地及び試験地の状況	1 7 7
② 試験区の構成	1 7 7
③ 植栽基盤の物理性	1 7 9
④ 植えつけ	1 7 9
(4) 福岡試験地	1 8 4
① 所在地及び試験地の状況	1 8 4
② 試験区の構成	1 8 4
③ 植栽基盤の物理性	1 8 6
④ 植えつけ	1 8 7

II. 植えつけ後の経過

1. 経過の概要	193
2. 各試験地の経過	193
(1) 千葉	193
(2) 東京	193
(3) 大阪	193
(4) 福岡	194

III. 結果及び考察

1. 生育状況の概要	196
(1) 各試験地の生育状況の比較	196
① 千葉試験地	196
② 東京試験地	196
③ 大阪試験地	196
④ 福岡試験地	196
(2) 試験区間の比較	196
① 千葉試験地	197
② 東京試験地	197
③ 大阪試験地	198
④ 福岡試験地	198
2. 枯死した本数	198
(1) 千葉試験地における枯死の状況	198
(2) 大阪試験地における枯死の状況	199
(3) 福岡試験地における枯死の状況	200
■ 1. 樹高成長量のグラフ	203
■ 2. 枝張成長量のグラフ	205
■ 3. 根元周成長量のグラフ	207
3. 総合考察	209
(1) 壺穴式植栽法と樹木の生育	210
(2) 土壌改良材及び施肥の効果	210
(3) 基盤の地質の差による生育への影響	210
(4) 樹木の成長のリズム及び植栽試験の判定の難しさ	210

<付> A. 生育状況写真

・ 千葉試験地の生育状況	212
--------------	-----

• 東京試験地の生育状況.....	2 1 6
• 大阪試験地の生育状況.....	2 2 0
• 福岡試験地の生育状況.....	2 2 5
B. 各試験地の降雨量.....	2 2 8
C. 植栽試験地管理要領.....	2 4 0

I. 植えつけまでの経過及び試験内容

1. 試験の目的

緑化木が植栽基盤の不良のために枯死したり、生育不良に陥っている例は全国的に極めて多いと推測される。植栽事例の調査とヒヤリングにより得られた事例については第1章に述べたが植栽現場は基盤の条件も一定ではなく、また植えつけた樹木の根系の状態、植栽時期、その他多くの条件が絡み合うため、基盤不良の影響を明確に示すにはそれだけでは充分でない。

その点、植栽試験では条件を目的に合わせて設定でき結果を比較対照することが容易である。そこで、不良な植栽基盤が樹木の成長に及ぼす影響をわかりやすく示すことができるような試験を行うこととした。この試験はこれまでの種々の研究や調査によってある程度明らかになっている植栽基盤と樹木の成長との関係を明確な条件の下で確認することを目的としている。

2. 試験の内容—共通内容と試験地

(1) 試験区と試験期間

試験計画をたてるにあたって、次の2点に留意した。

- ① 従来、樹木を用いた試験は供試木の活力や根系の状態が不揃いでそのための活着不良、生育不良が大きく影響し、試験の条件が結果に正しく現れない例が多い。これを避けるため、今回の試験では全てシラカシのコンテナ栽培樹木を使用することとした。
- ② 条件設定を欲張って多くしすぎると、試験区間の差がはっきり出ないことが多い。これを避けるため試験の条件設定は、単純で区による違いが大きく出るようなものとした。

試験地は後で述べるように4ヶ所とし、それぞれの試験地に5つの試験区を設けた。

試験区は、現在実際に現場で行われている植栽基盤改良工法を参考として樹木の生育にとって極めて不適当なものから、適切なものまで5種類を考えた。基盤の良否のチェック項目としては、透水性と硬度の2つに絞った。

試験区の構成は基本的には次の5つであるが、2試験地では少し変化させてある。

<1区>

硬くて透水性の悪い基盤に小さい植穴を掘っただけで、暗渠排水もとっていない。根鉢の周囲の植え付け用客土は現場土にパーライトとバーク堆肥を混合した改良土を用いた。

この区は雨が續くと、すぐ根腐れをおこして枯死することが予想される。

<2区>

1区と同じ大きさの植穴法であるが、底に暗渠排水をとったという点が異なる。

暗渠を掘る機械としてミニバックホーを使用した。そのショベル幅が40cmであったため、実際には幅50~70cmの幅で溝状に掘り起こすことになった。この溝の底に排水管を設置し埋め戻した後、植穴を掘って根鉢の周囲に客土をして植えつけた。従って暗渠排水を行っただけでなく、狭い幅の荒起こしもしたことになる。

< 3 区 >

幅 2.5mの範囲を荒起こしして固結した基盤を掘りくずし、底には排水管を設置した。表層15cm内外はロータリーで耕耘し、土塊を細かく砕いた。（東京と大阪試験地ではバックホーによる荒起こしだけで植栽できる状態になったので耕耘はやらなかった）

土壤改良材は使用せず、植えつけも現場土だけで行った。

< 4 区 >

3区と同じ範囲を荒起こししてその区域の土の量の20%の土壤改良材（パーライト10%、バーク堆肥10%）を混入した。また暗渠排水をとった。植えつけは改良した現場土をそのまま用いた。

< 5 区 >

4区と同様であるが土壤改良材は30%（パーライト15%、バーク堆肥15%）。

土壤改良材を混入したのは、荒起こししたただけであると降雨のため元のように固結してしまう土があるので、これを防ぐためである。

尚、前述したように試験区の内容を少し変更した試験地があるが、それは各試験地のところで説明する。

使用樹木は樹高 3 m内外のコンテナ栽培のシラカシで、各区 6 本（6 反復）とした。

生育期間については高木の成木であれば 3 年（3 生育シーズン）は必要であると考え、平成 3 年春から平成 5 年秋までの 3 年間とすることとした。

(2) 試験地

試験地の選定は次の 2 点を考慮して行った。

- a. 盛土地と切土地の両方選定する。
- b. 我国の緑地の主要な土質の場所を選定する。

試験地は次の 4 ヶ所に設けた。

- ① 千葉試験地 千葉県君津市 民有地 農地 （盛土区 関東ローム）
- ② 東京試験地 東京都八王子市 住宅・都市整備公団造成地
（切土区 関東ローム下層固結壤土）
- ③ 大阪試験地 大阪府豊中市 公園内芝生広場 （盛土区 埴土+砂壤土）
- ④ 福岡試験地 福岡県大野城市 緑化木苗畑 （切土区 マサ土）

この選定は、関東地方の代表的な土である関東ロームの盛土地及び丘陵地開発で問題となる固い下層基盤、近畿以西に広く分布し緑化関係者を悩ませている粘土とマサ土を含んでいるという点で、この試験の目的を相当程度充足できると考えられた。

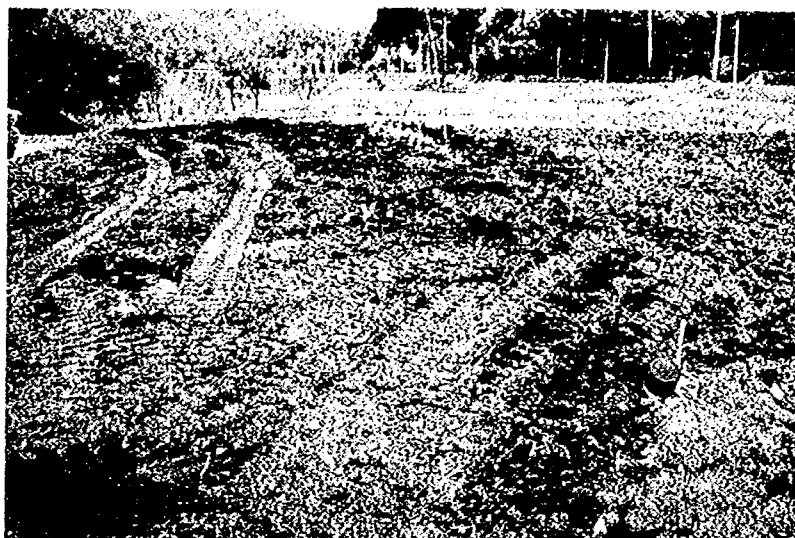
3. 各試験地の植え付けまでの試験経過

(1) 千葉試験地

① 所在地及び試験地の状況

千葉県君津市馬登。元は水田であったが、砂土で約 1 m くらい埋め立てたところである。周囲

は山林や水田である。君津市の一部は海に面しているが、現地は海岸線から7 km離れており潮風の影響は無い。試験はこの地盤の上にやや埴質の関東ロームを80cm盛土して行った。



写真－1

千葉試験地の原状

② 植栽基盤の造成

土木工事では土地造成に際しての盛土締固めの工法について詳しい仕様を決めている。緑化工事においても往々にしてこの基準にしたがって締固めた基盤が植栽地となることがあるし、意図的に締固めを行わなくてもダンプカーやブルドーザーが何度も走り回った結果、固結状態になった基盤に樹木を植えなければならない例は珍しくない。

千葉試験地では標準的な土木工事の盛土締固め工の仕様に従って植栽基盤を造成し、それがどのような性質を持った基盤になるかを調べることを目的の1つとした。

〔基盤造成に用いた土〕

いわゆる関東ロームの表層の黒土を取り去った下にある俗に赤土と呼ばれる層。やや埴質の土である。その土性は写真2のヒモ状に伸ばした状態によって推測できる。



写真－2

千葉試験地の土の土性直径2～3 mmの細いヒモになるが、曲げるとすぐ折れる。

[まき出し厚さ]

1回のまき出し厚さは30～40cmで、これを3回行い1回毎に締め固めた。仕上がりの厚さで80cmとなった。

[使用機械]

まき出し及び締め固めに用いたのは21tonの湿地用ブルドーザーでキャタピラーの幅は95cmであった。造成地は5～6回往復して締め固めた。

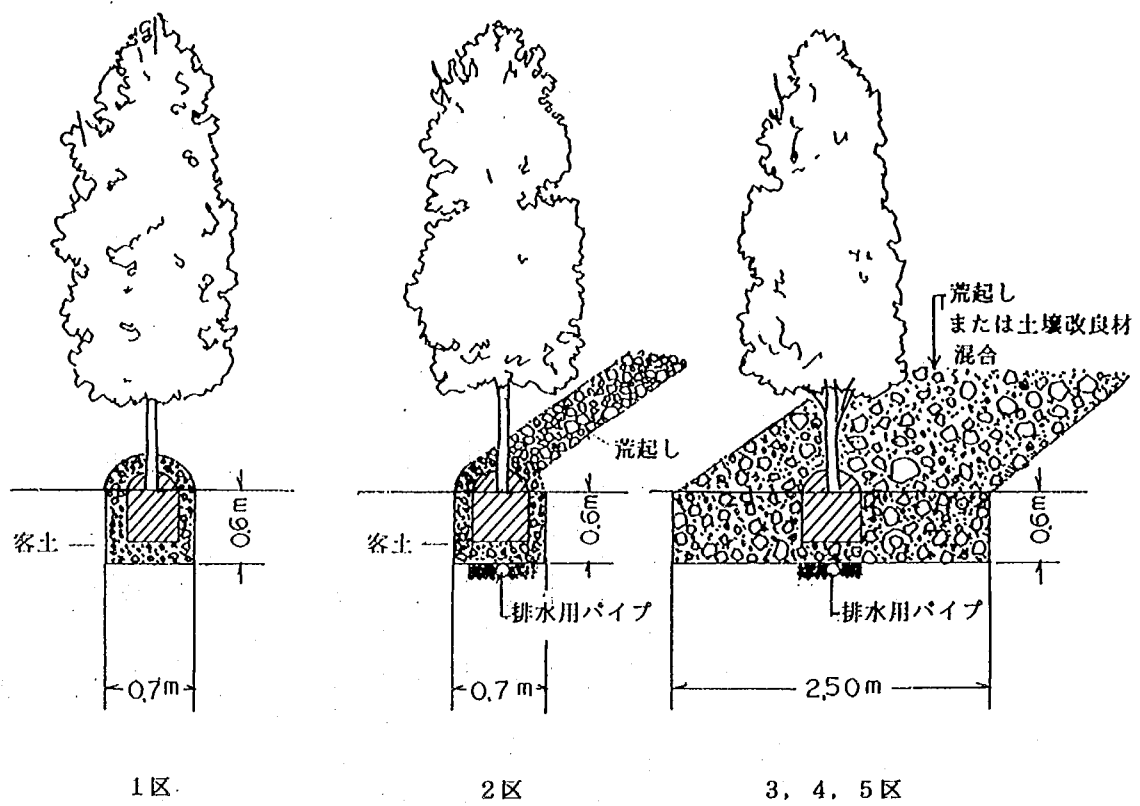
[作業月日]

1991年4月24日に造成を行ったが高さが10cmほど足りないところがあった。翌日続行する予定であったが降雨のため作業できず放置。この後しばらく雨が続いて5月20日になってようやく再開、完成した。

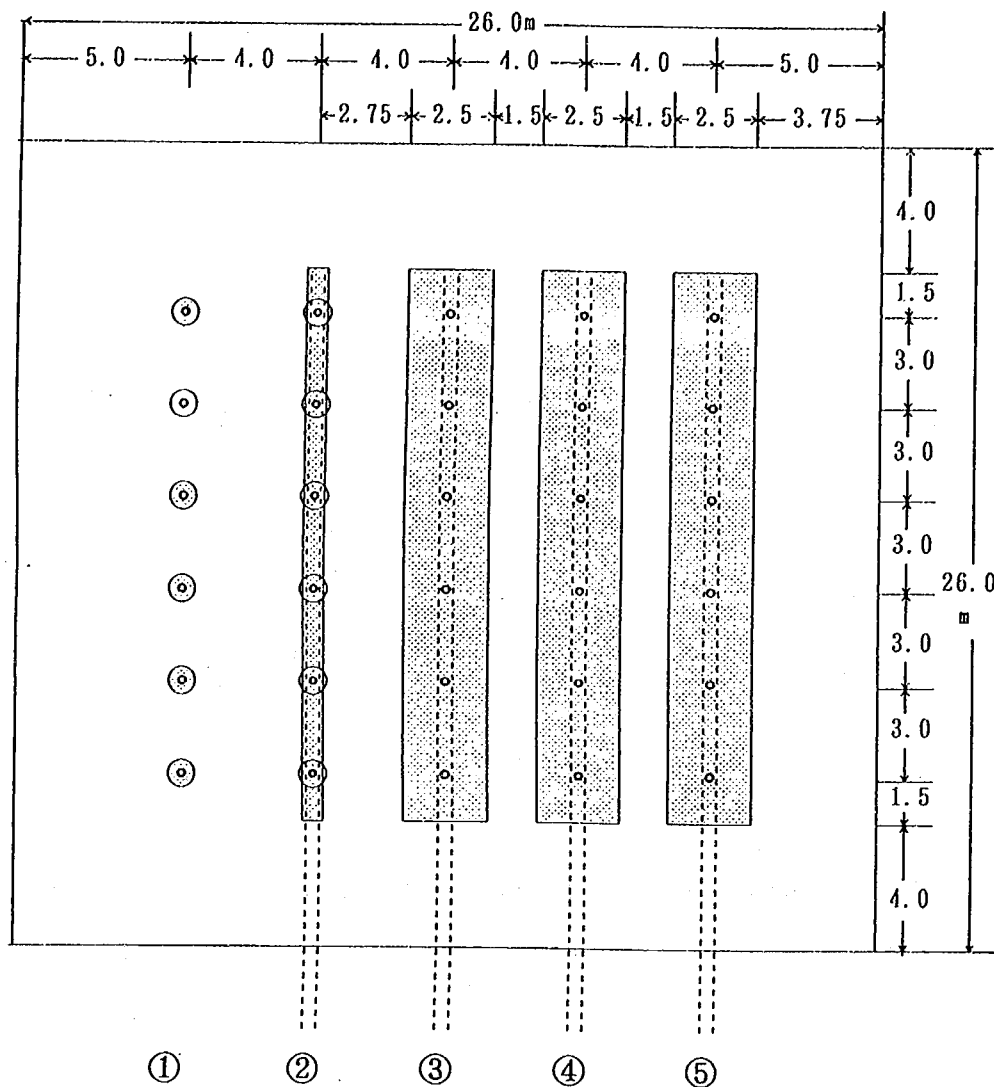
③ 試験区の構成

千葉試験地は4区と5区が他区と異なる。4区は幅2.5m深さ0.6mの範囲を荒起こしし、土壌改良材を30%（パーライト15%+バーク堆肥15%）混入してある。他の試験地の5区と同じである。

千葉試験地の5区は、赤土（火山灰起源の壤土。いわゆる関東ローム）をバックホーのショベルで盛土し、ブルドーザーによる転圧を行っていない。このように柔らかい盛土によって植栽基盤を造成したのは4試験地のうち、千葉試験地の5区だけである。また、この区では土壌改良材は混入せず、植えつけも現場土だけで行った。千葉試験地の試験区構成を図示したのが図-1及び2である。



図ー1 各試験区の断面。これは4試験地共通であるが、東京試験地の5区は暗渠が入っていない。



①<1区>円筒状植穴。直径 0.7m、深さ 0.6m。植えつけは改良土を客土。

暗渠排水無し。

②<2区>幅 0.6m、深さ 0.7mの溝掘削。底に暗渠設置。植穴は直径 0.7m、深さ 0.6m。

改良土を客土。

③<3区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こし。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

土壤改良材無し。植えつけは現場土。

④<4区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こしと共にパーライト15%、バーク堆肥15%、計30%の土壤改良材混合。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

⑤<5区>バックホーによる盛土。土壤改良材無し。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

図-2 千葉試験地の構成

④ 植栽基盤の物理性

基盤造成後、硬度と透水性について測定した。

硬度の測定は長谷川式土壌貫入計を用いて、深さ60cmまで行った。測定箇所数は改良前の基盤で5ヶ所、改良後の基盤では2区、3区、4区、5区各々5ヶ所計25ヶ所である。

また、透水性の測定は改良前基盤では深さ20cmの穴を6ヶ所掘り（水深10cmだから10～20cmの地層で測定したことになる）測定した他、1区の植穴の底（深さ60～70cm）でも行った。また改良後の基盤では2区、3区、4区、5区の各々5ヶ所、計25ヶ所で行った。これは4つの試験地で同様に行った。図-3に測定箇所の位置を示す。

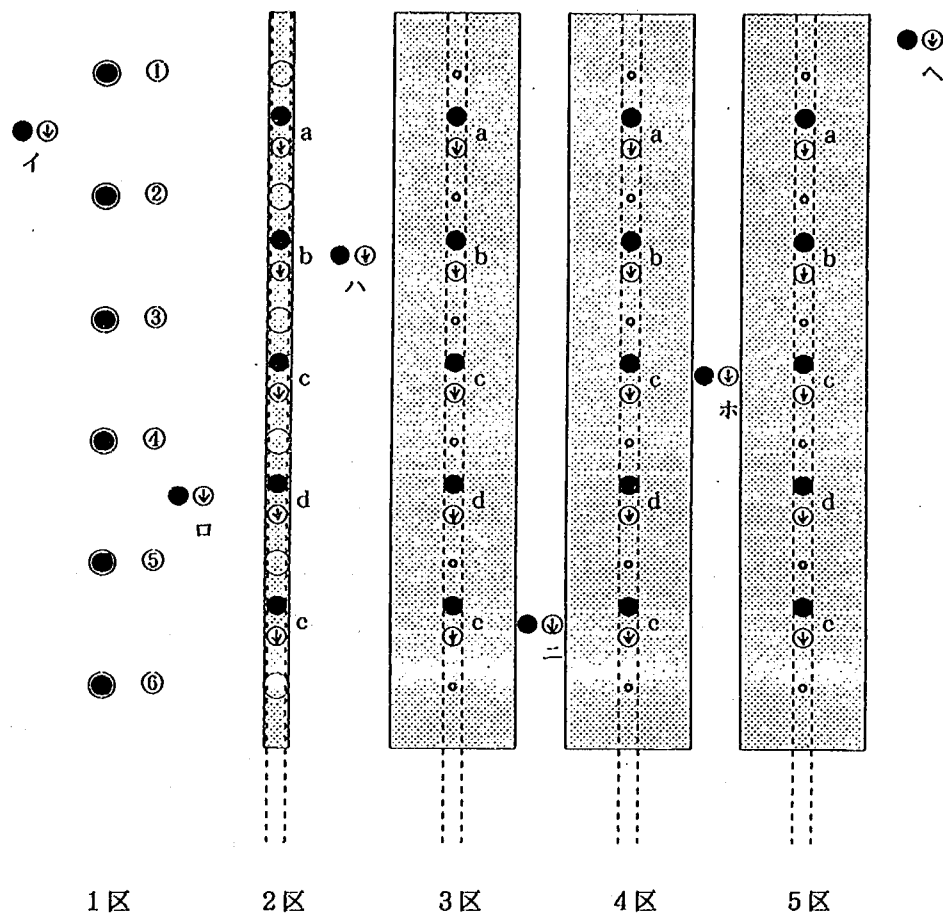


図-3 基盤の硬度及び透水性の測定位置

透水性 ● 硬度 ⊕

イ、ロ、ハ、ニ、ホ、ヘ 改良前の硬度及び透水性（深さ10～20cm）

①、②、③、④、⑤、⑥ 改良前の透水性（深さ60～70cm）

a、b、c、d、e（各4ヶ所）改良後の硬度及び透水性（深さ10～20cm）

a. 硬度

<改良前基盤>

千葉試験区の基盤は前述のように21tonの湿地ブルで30cmまきだし締め固め、という方法で

造成したが5月21日の測定では表層の10~20cmと下層の50~60cmにやや固い部分が見られるが、全体にかなり軟らかい状態にあることが分かった。これは造成時に雨が多く、水分が多いまま造成せざるを得なかったためである。しかし、締め固めは充分に行っているから、乾燥してくれば硬度は増大すると思われる。

<改良後基盤>

荒起こしをした2区、3区、4区及び転圧しないで盛土をした5区は、当然、更に軟らかい状態になっている。

もっとも軟らかいところでは、貫入計の1打撃貫入量（軟らか度、S植）で40cm/dropの所がある。第2区は平均8cm以上になる。通常1打撃貫入量が1.5cm以上であれば山中式土壤硬度計で20mm以下であり、硬度の点からは植物の生育は良好である、とされているから、8cmという値が如何に軟らかいか分かる。同様に3区は平均6.1cm、4区は6.8cm、5区は3.7cmであった。いずれも極めて軟らかい。5区で他よりやや固いのは、盛土の際にバックホーが乗ってしまった部分があることと、土が乾いていたことの為と考えられる。

b. 透水性

<改良前基盤>

硬度は極めて低い（軟らかい）にもかかわらず透水性は不良であった。改良前基盤の浅いところ（20cm）では透水係数が 10^{-4} から 10^{-5} のレベルでほとんどが「不良」と判定される。深いところでは更に不良で1区の植穴の底（70cm）の透水係数は測定した全箇所ですべて極めて不良であった。40分の測定時間内に1mmも減水しなかったのである。つまり千葉試験地の基盤は造成後間もない時点では、「軟らかいにもかかわらず透水性は極めて不良」という状態であった。

<改良後基盤>

このような透水性が改良後にどのように変わったかを見ると、区によってやや違う。2区では、注いだ水が見る間に減ってしまうため測定できない所が5ヶ所中3ヶ所で他の2ヶ所もかなり早い。3区と4区も早い。4区では透水係数が 10^{-3} 台の所がある。5区では 10^{-5} 台のところがあるが、これは整地の時バックホーが誤って進行してしまったため表層が固められたところであろう。4区で 10^{-3} と透水性がやや低くなっているのは土壤改良材混合のために堀り起こしをていねいにやって土塊が細かくなっている為であり、2区で極めて水が抜けやすいのは、大きな土塊がそのままになっているためである。

土壤貫入グラフの見方

■ は 0.7cm/drop 以下で山中式土壤硬度計では27mm以上となり、根の侵入が困難な土層。

▤ は 1.5cm/drop 以下では山中式では20mm以上となり根系発達に阻害が見られ始める、ないし侵入困難までの土層。

〔 ケヤキ、クヌギなどの根圧の強い耐堅密性の強い樹種では 1.0cm以下から阻害が顕著になる。しかし、タブノキ、クス、カシなどの常緑広葉樹では 1.5cm以下になると阻害が始まる。〕

これらの土層がある厚さ以上存在すると根系の伸長が規制される。

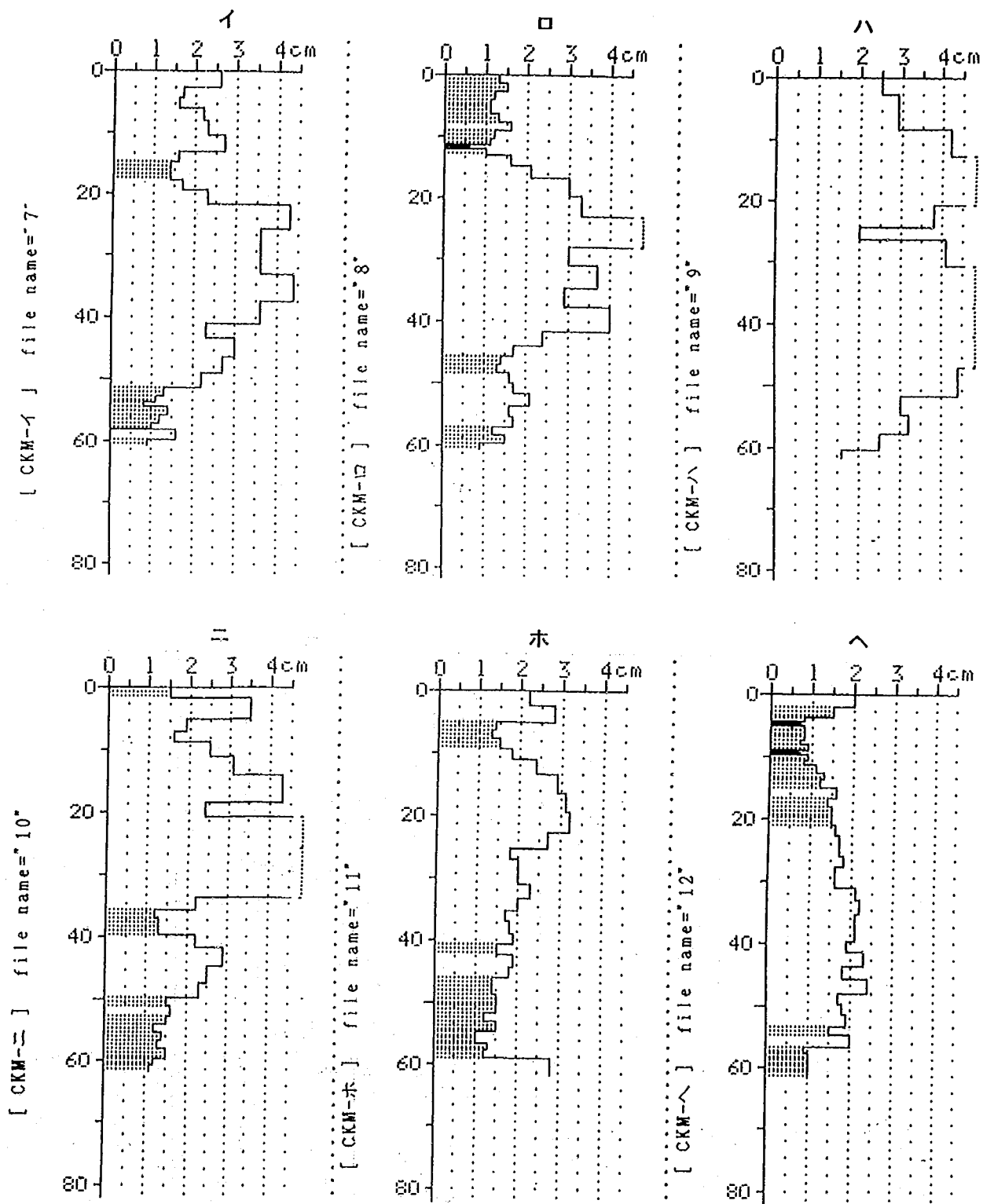


図-4 土壌貫入計測定結果 千葉試験地改良前基盤

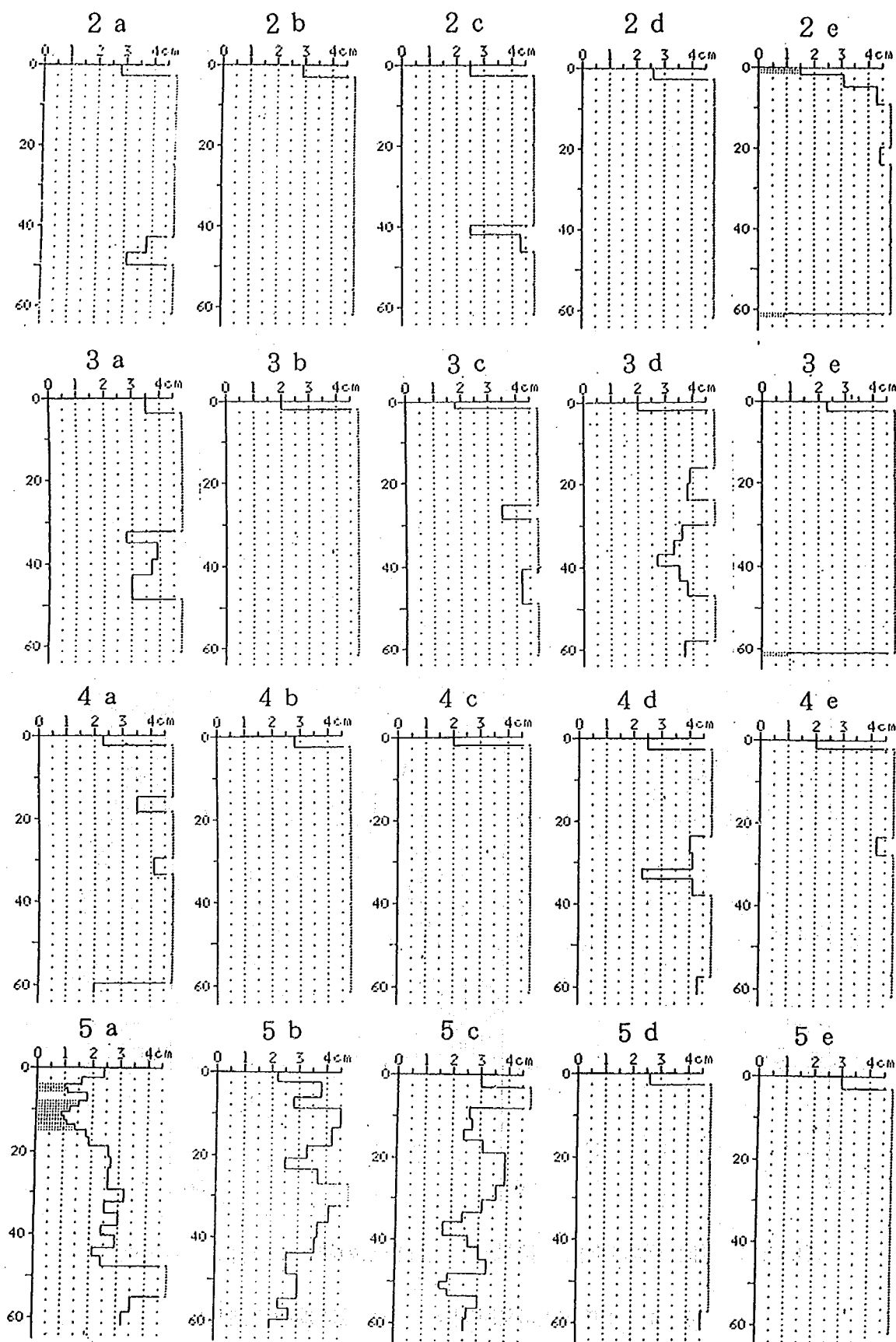


圖-5 土壤貫入計測定結果 千葉試驗地改良後基盤

表-1 透水試験結果 千葉試験地

1991. 5. 15

I. 改良前基盤（深さ10cm~20cm）

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
イ	1 3	2 4	3 3	9.2×10^{-4}
ロ	4	1 1	2 1	5.8×10^{-4}
ハ	2	5	9	2.5×10^{-4}
ニ	3	8	1 5	4.2×10^{-4}
ホ	1 3	3 2	5 7	1.6×10^{-3}
ヘ	1 5	3 3	5 4	1.5×10^{-3}

II. 第1区植穴底

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
①	2	3	3	8.3×10^{-5}
②	2	5	9	2.5×10^{-4}
③	1 0	2 0	3 0	8.3×10^{-4}
④	5	8	9	2.5×10^{-4}
⑤	3	5. 5	7. 5	2.1×10^{-4}
⑥	4	7	9	2.5×10^{-4}

III. 基盤改良区域

上段は最終減水能 (mm/時) 下段は透水係数 (cm/秒)

()内は深さ20cmの孔内の水深10cmの水が 0になるまでの時間)

位置	第2区	第3区	第4区	第5区
a	4,000 (1分30秒) 1.1×10^{-1}	18,181 (20秒) 5.1×10^{-1}	7,229 (50秒) 2.0×10^{-1}	97 (62分) 2.7×10^{-3}
b	2,182 (2分45秒) 6.1×10^{-2}	7 (12時間) 1.9×10^{-4}	125 (48分) 3.5×10^{-3}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}
c	5,128 (1分10秒) 1.4×10^{-1}	o 水位が全く下がらない	8,955 (40秒) 2.5×10^{-1}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}
d	4,800 (1分15秒) 1.3×10^{-1}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}	50 (2時間) 1.4×10^{-3}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}
e	1,846 (3分15秒) 5.1×10^{-2}	23(4時間20分) 6.4×10^{-4}	27,272 (13秒) 7.6×10^{-1}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}

-は透水が速すぎて給水が間に合わないところ

⑤ 植え付け 5月21日

千葉試験地で使用した樹木は直径60cm、深さ45cmのコンテナ（プラスチックのドラムカンを半分にしたもの）で育成されたもので、その樹高、枝張り、根元径は表-2に示してある。いずれも根系の発達は良好であった。

1区は写真-4のように根鉢の回りが数cmしか空きの無い状態である。改良土（現場の赤土+パーライト15%+バーク堆肥15%）を客土し水ぎめして植えつけた。底部は約20cmの厚さで改良土を入れた。

2区も1区と同じ仕様で植栽した。

3区、4区、5区は特に改良土を客土するということはないで周囲の現場土を掘り崩して根鉢の周囲に入れたが、4区は全体が改良土になっている。

肥料は豆タン状の固形肥料まるやま1号（6-4-3）を8個、根鉢の周囲に等間隔で深さ10cmの所に埋めた。これはおよそチッソ 100g、リンサン70g、カリ50gになる。

根鉢が大きくしっかりしているので支柱は取り付けなかった。



植え付け

写真-3

供試木。大きいコンテナに入っている。

（千葉試験地）



写真-4

根鉢の状態

（千葉試験地）

表-2 供試樹木の寸法と状態 千葉試験地

91.5.14

試験区	樹木 番号	樹 高 m	枝 張 m			根元周 cm	状 態
			A 方向	B 方向	平 均		
1	①	3.80	1.40	1.25	1.33	17.0	葉多いが小さい。新葉20%
	②	3.55	1.20	1.50	1.35	18.0	葉多く大きい。新葉30%
	③	3.50	1.20	1.05	1.13	17.9	葉多いが枝張小さい。新葉40%
	④	3.35	1.05	1.45	1.10	18.7	葉多いが枝張小さい。新葉30%
	⑤	3.30	1.20	1.20	1.20	15.6	葉少ないが新葉率高く60%
	⑥	3.40	1.15	1.10	1.13	18.0	葉多く新葉も60%と多い。
	平均	3.48	1.20	1.21	1.21	17.5	
2	①	3.75	0.95	1.10	1.03	20.3	葉少なく、新葉は5%
	②	3.55	1.40	1.30	1.35	18.6	葉多く90%が新葉。ほとんど新葉の
	③	3.50	1.10	1.35	1.23	20.3	葉多く新葉は10% 感じ
	④	3.40	1.65	1.50	1.58	16.4	葉多く新葉は60%
	⑤	3.35	1.15	1.20	1.18	20.0	葉多く密だが新葉は無し
	⑥	3.15	1.00	1.00	1.00	16.9	葉中量で新葉は10%
	平均	3.45	1.21	1.24	1.23	18.8	
3	①	3.75	1.60	1.40	1.50	18.2	葉少なく新葉は無し
	②	3.60	1.40	1.35	1.38	17.6	葉多く 90%が新葉。ほとんど新葉の
	③	3.40	1.45	1.50	1.48	18.2	葉多く 50%が新葉 感じ
	④	3.30	0.95	1.05	1.00	16.5	葉少なく枝張小さいが新葉 90%
	⑤	3.20	0.95	1.00	0.98	17.4	葉中程度で枝張小さい。新葉 10%
	⑥	3.20	1.55	1.40	1.48	18.7	葉多く、大きい。新葉 90%
	平均	3.41	1.32	1.28	1.30	17.8	
4	①	3.60	1.45	1.20	1.33	18.6	葉多く新葉は 10%
	②	3.70	1.40	1.50	1.45	16.5	葉多く新葉率高く 70%
	③	3.50	1.45	1.80	1.63	17.0	葉多く新葉 95%とほとんどが新葉
	④	3.40	1.55	1.30	1.43	16.8	葉が特に多い。新葉が 70%
	⑤	3.25	1.00	0.90	0.95	16.7	葉少なく枝張小さい。新葉は無し
	⑥	3.30	1.10	1.10	1.10	17.5	葉中程度で新葉は 30%
	平均	3.46	1.33	1.30	1.32	17.2	
5	①	3.70	1.25	1.35	1.30	18.4	葉多く新葉は 95%とほとんどが新葉
	②	3.60	0.85	1.00	0.93	16.4	葉少なく小さい。全て新葉。枝先の
	③	3.30	1.10	1.30	1.20	19.5	葉中程度で新葉無し 枯れあり
	④	3.30	1.30	1.00	1.15	16.5	葉多く新葉 50% 枝先の枯れあり
	⑤	3.20	1.00	1.35	1.18	18.0	葉中程度で新葉無し
	⑥	3.50	1.00	1.00	1.00	17.9	葉多く新葉 50%
	平均	3.43	1.08	1.17	1.13	17.8	

(2) 東京試験地

① 所在地及び試験地の状況

東京試験地は住宅・都市整備公団が八王子市小比企町に造成中の八王子ニュータウンの中に設定した。数mから10mくらいにカットしたと思われる切土の平坦な宅盤である。地質はかなり砂を感じる壤土で、表層10cmほどは軟らかいが、その下は極めて固い。掘り上げたものは大小の塊状になるが、容易に砕けてサラサラした細かい粒子になる。水を含ませてヒモ状に伸ばそうとしてもワリバシ程度にしかならず曲げるとすぐに折れる。



写真－5

東京試験地の原状。
平坦な宅盤。



写真－6

東京試験地の土の
土性。千葉の土ほど
細くならない。砂
が多い。

② 試験区の構成

1区、2区、3区は1. 2. 1) で述べた通りである。4区は千葉と同様に土壤改良材30%混合区で排水をとってある。5区は土壤改良材30%混合で排水をとっていない。つまり、4区と5区は基盤改良法は同じだが4区では排水をとってあり、5区ではとっていないという点が異なる。

③ 植栽基盤の物理性

a. 硬度

<改良前基盤>

東京試験地は切土面がそのまま露出しているため極めて固い基盤であった。表層の20cm程度までは風化して軟らかいがその下は1打貫入量(S値)が0.3~0.4cm/dropとなり、極めて固い。ただ1ヶ所だけやや軟らかい場所があった。

<改良後基盤>

荒起こし後の基盤は極めて軟らかくなっている。図-8を見ると60cmまでの平均1打貫入量(S値)は2区で4.9cm、3区で5.8cm、4区で5.3cm、5区で7.1cmである。

b. 透水性

<改良前基盤>

深さ20cmと70cmとでほとんど変わらず、透水係数で 10^{-4} 台である。「やや不良」から「不良」の範囲である。しかし、千葉試験区の70cmで見られた「0」という極端に不良の所は無かった。

<改良後基盤>

透水性は非常に良くなり遅いものでも透水係数が 10^{-2} 台で「良好」と判定される。千葉試験区では 10^{-3} 台や 10^{-5} 台があったのに東京試験区では最も不良の所でも 10^{-2} 台になっているのは、こちらの方が砂質であることと乾燥していて粘りがなかったためと考えられる。

④ 植え付け

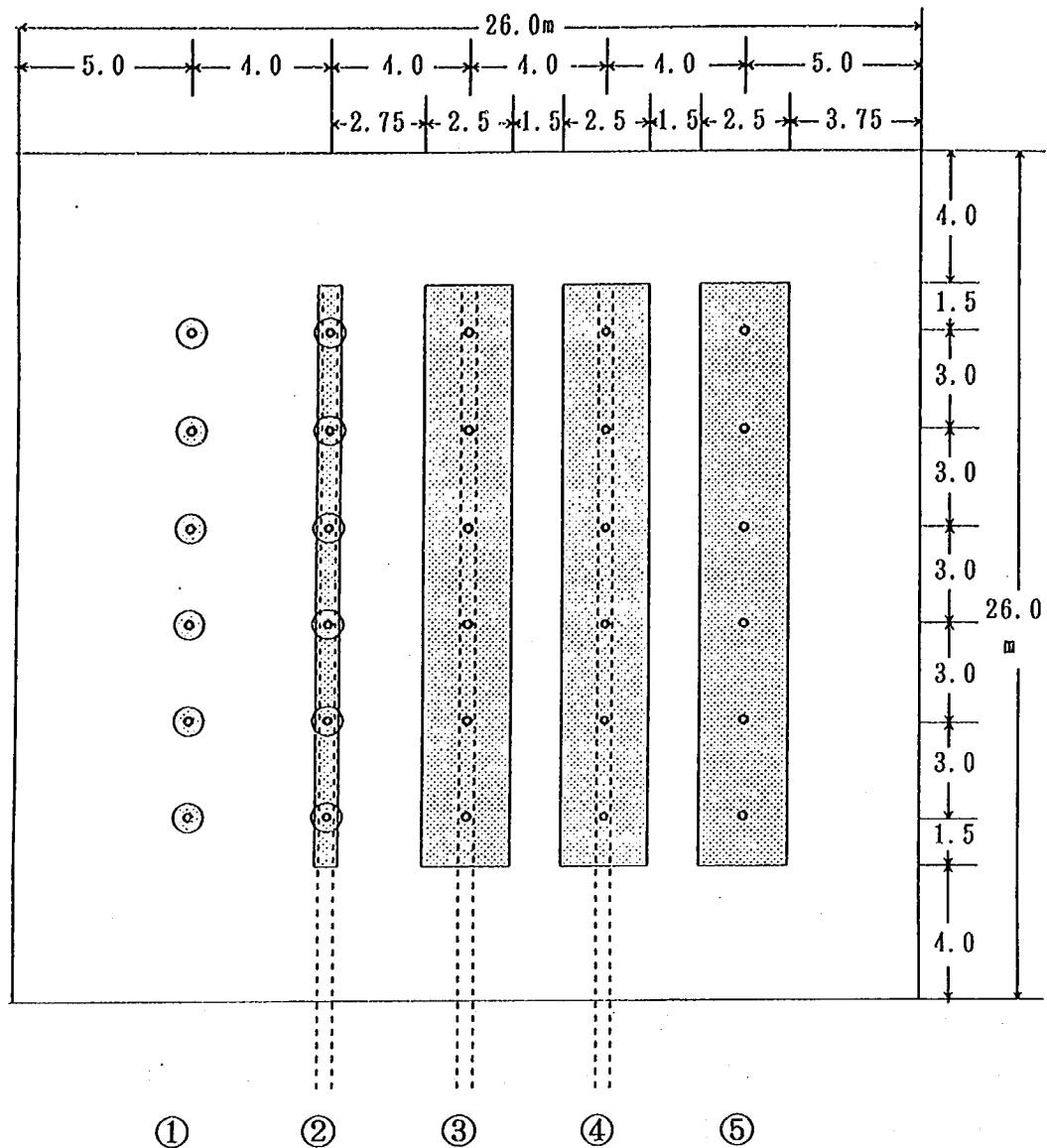
植え付けは千葉試験地と同様である。ここでも支柱は必要無しと判定して省略した。

コンテナで育成した樹木であったが、施工に要した3日間晴れて暑い日が続いたため、コンテナ内の水分が不足して枝の先や葉がしおれたり枯れたりしたものが数本でた。気がついてすぐ灌水したので先端部の枯れだけで済んだが、コンテナ樹木と言えども植え付け前の水管理が必要なることを反省させられた。



写真-7

東京試験地の土を荒起こした状態。サラサラしていて細かく砕け易い。



①< 1区>円筒状植穴。直径 0.7m、深さ 0.6m。植えつけは改良土を客土。

暗渠排水無し。

②< 2区>幅 0.6m、深さ 0.7mの溝掘削。底に暗渠設置。植穴は直径 0.7m、深さ 0.6m。

改良土を客土。

③< 3区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こし。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

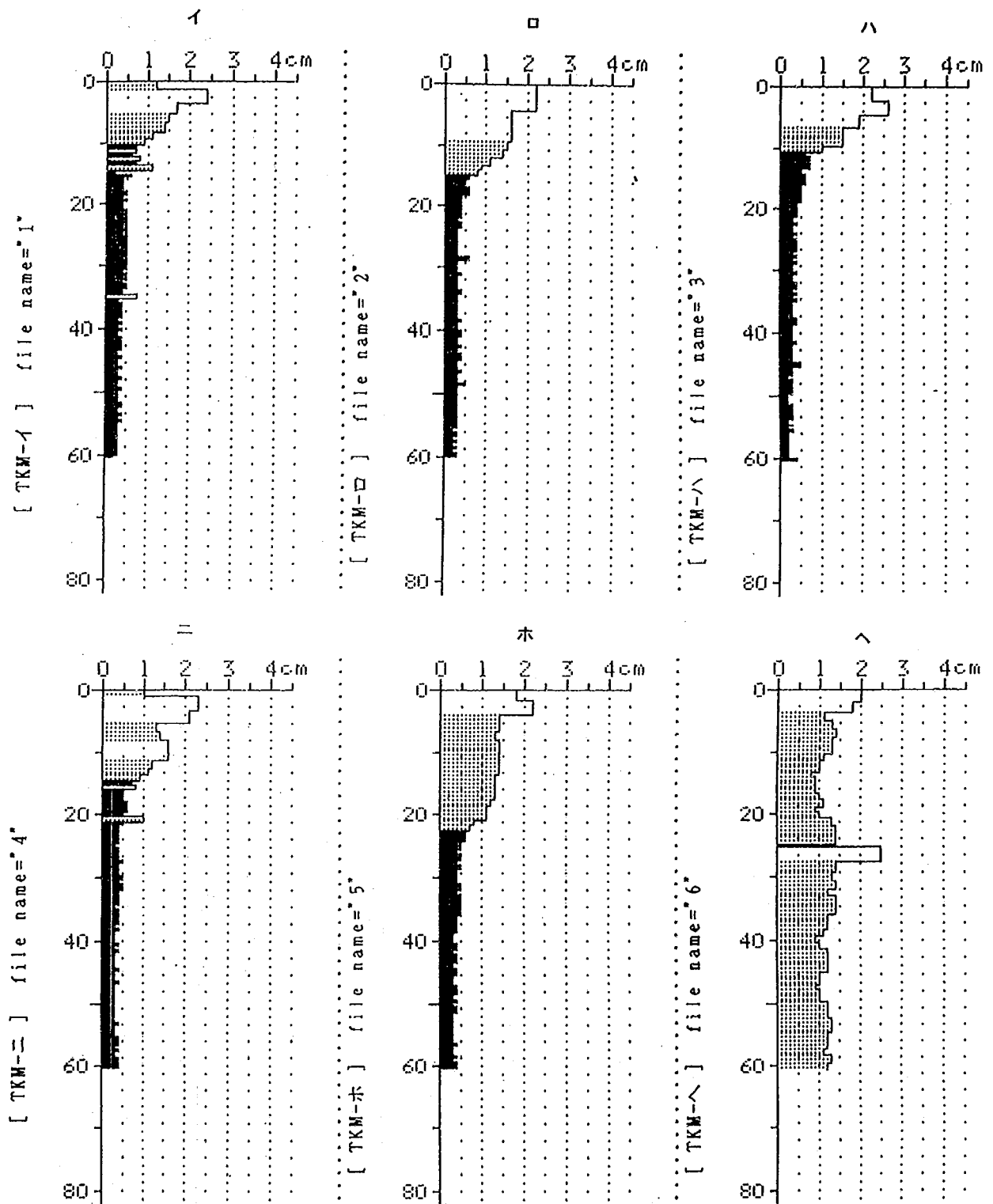
土壌改良材無し。植えつけは現場土。

④< 4区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こしと共にパーライト15%、バーク堆肥15%、計30%の土壌

改良材混合。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

⑤< 5区>< 4区>と同様の基盤改良。ただし、暗渠排水無し。

図-6 東京試験地の構成



■は根系の伸長極めて困難な区域

▨は根系の伸長に障害がある区域

図-7 土壌貫入計測定結果 東京試験地改良前基盤

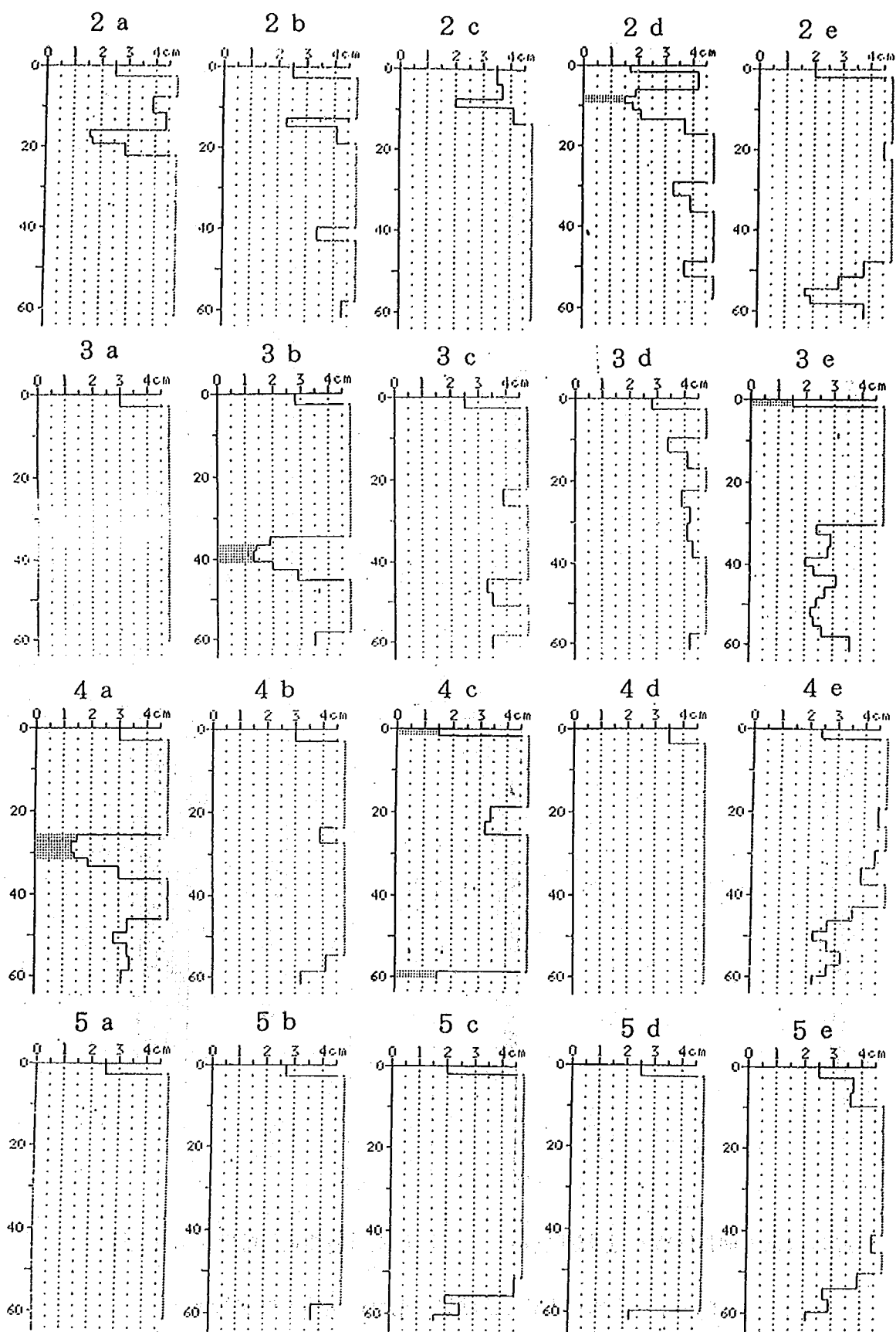


圖-8 土壤貫入計測定結果 東京試驗地改良後基盤

表-3 透水試験結果 東京試験地

1991. 5. 23

I. 改良前基盤（深さ10cm~20cm）

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
イ	7	13	18	5.0×10^{-4}
ロ	6	12	18	5.0×10^{-4}
ハ	4	8	12	3.3×10^{-4}
ニ	2	4	6	1.7×10^{-4}
ホ	2	3	3	8.3×10^{-5}
ヘ	2	4	6	1.7×10^{-4}

II. 第1区植穴底

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
①	6	16	30	8.3×10^{-4}
②	13	20	21	5.8×10^{-4}
③	3	5	6	1.7×10^{-4}
④	5	13	24	6.7×10^{-4}
⑤	2	4	6	1.7×10^{-4}
⑥	2	4	6	1.7×10^{-4}

III. 基盤改良区域

上段は最終減水能 (mm/時) 下段は透水係数 (cm/秒)

()内は深さ20cmの孔内の水深10cmの水が 0になるまでの時間)

位置	第2区	第3区	第4区	第5区
a	2,703 (2分13秒) 7.5×10^{-2}	2,158 (2分47) 6.0×10^{-2}	—	3,333 (1分48秒) 9.3×10^{-2}
b	4,000 (1分30秒) 1.1×10^{-1}	5,128 (1分10秒) 1.4×10^{-1}	—	1,948 (3分05秒) 5.4×10^{-2}
c	—	5,130 (1分07) 1.4×10^{-1}	4,839 (1分24秒) 1.3×10^{-1}	2,469 (2分43秒) 6.9×10^{-2}
d	—	1,893 (3分07秒) 5.3×10^{-2}	—	1,714 (3分30秒) 4.8×10^{-2}
e	2,500 (2分24秒) 6.9×10^{-2}	4,138 (1分45秒) 1.1×10^{-1}	—	1,310 (4分35秒) 3.6×10^{-2}

—は浸透が早く給水が間に合わなかったところ

表-4 供試樹木の寸法と状態 東京試験地

1991.5.14

試験区	樹木 番号	樹 高 m	枝 張 m			根元周 cm	状 態
			A 方向	B 方向	平 均		
1	①	3.60	1.25	0.90	1.08	18.2	葉中程度。新葉3% 枝張小さい
	②	3.10	1.45	1.50	1.48	16.7	葉多く新葉10%
	③	3.05	1.40	1.20	1.30	20.0	葉多く新葉3%と少ない
	④	3.05	1.30	1.55	1.43	15.0	葉多が新葉無し
	⑤	2.95	1.50	1.25	1.38	16.2	葉多く新葉も多く80%
	⑥	2.70	1.40	1.65	1.53	17.0	葉多く新葉70%
	平均	3.08	1.38	1.34	1.36	17.2	
2	①	3.40	1.10	1.30	1.20	18.3	葉中程度。新葉60%で葉傷みある。
	②	3.20	1.35	1.20	1.28	18.3	葉多く新葉70%
	③	2.95	1.30	1.60	1.45	16.0	葉中程度。新葉50%
	④	3.10	1.20	1.25	1.23	17.2	葉多く新葉80%
	⑤	3.00	1.20	1.10	1.15	16.0	葉多く新葉10%と少ない。
	⑥	2.70	1.20	1.20	1.20	17.0	葉多く新葉20%
	平均	3.06	1.23	1.28	1.25	17.1	
3	①	3.05	1.30	1.40	1.35	17.7	葉多く新葉90%葉縁白い
	②	3.10	1.20	1.00	1.10	17.8	葉中程度で新葉10%
	③	3.00	1.30	1.40	1.35	18.6	葉多く新葉60%上の葉枯れている
	④	3.00	1.50	1.20	1.35	15.9	葉多く新葉90%とほとんど新葉
	⑤	3.00	1.50	1.20	1.35	18.5	葉多く新葉90%
	⑥	2.80	1.20	1.10	1.15	14.5	葉多く新葉20%その半分が枯れた
	平均	2.99	1.33	1.22	1.28	17.2	
4	①	3.40	1.20	1.70	1.45	17.2	葉多く新葉80%若干枯れた
	②	3.10	1.30	1.35	1.33	17.2	葉多く新葉40%
	③	3.10	1.30	1.30	1.30	16.8	葉中程度で新葉40%
	④	2.95	1.15	1.30	1.23	17.8	葉多く新葉80%
	⑤	2.90	1.20	1.10	1.15	16.8	葉中程度で新葉は3%と少ない
	⑥	2.80	1.50	1.20	1.35	17.3	葉多く新葉は5%
	平均	3.04	1.28	1.33	1.30	17.2	
5	①	3.20	1.35	1.25	1.30	17.5	葉中程度で新葉90%と多い。
	②	3.00	1.40	1.25	1.33	20.0	葉多く新葉90%
	③	3.00	1.15	1.15	1.15	19.2	葉中程度で新葉は5%
	④	3.05	1.10	1.30	1.20	18.2	葉多く新葉は20%
	⑤	2.80	1.30	1.30	1.30	15.4	葉多く新葉50%
	⑥	2.80	1.25	1.75	1.50	15.2	葉多く新葉80%
	平均	2.98	1.26	1.33	1.30	17.6	

(3) 大阪試験地

① 所在地及び試験地の状況

大阪試験地は大阪府豊中市服部緑地内に設定した。

芝生広場として使われていた所で南東方向に 5.5% の緩い勾配がついているが地形の凸凹は無く、平坦である。周囲は森林で北東側だけ芝生の続きになっている。

基盤は埋立地で、灰青色の粘土と軟らかい砂岩の小塊が混じりあっている。服部緑地内で粘土層と砂岩層が互層として現れたところを掘り崩して埋立用土として用いたものと推測される。



写真 - 8

大阪試験地の原状
芝生広場の一部。右方
に緩く傾斜している。

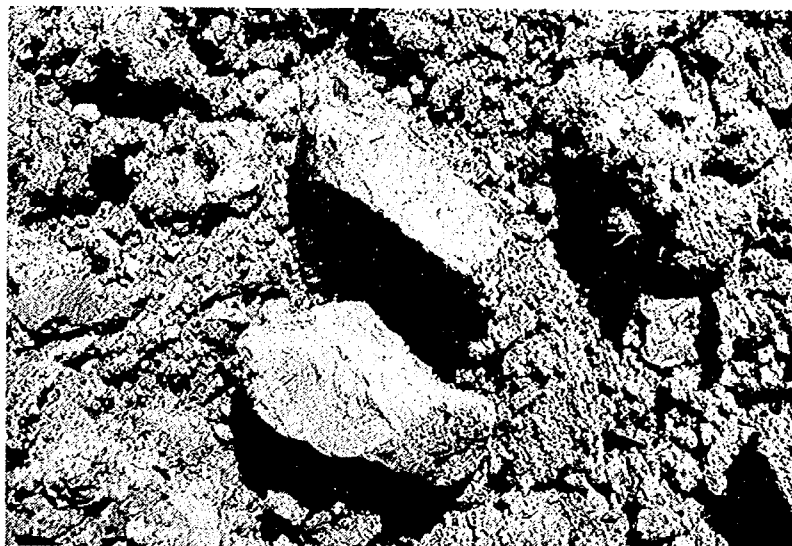
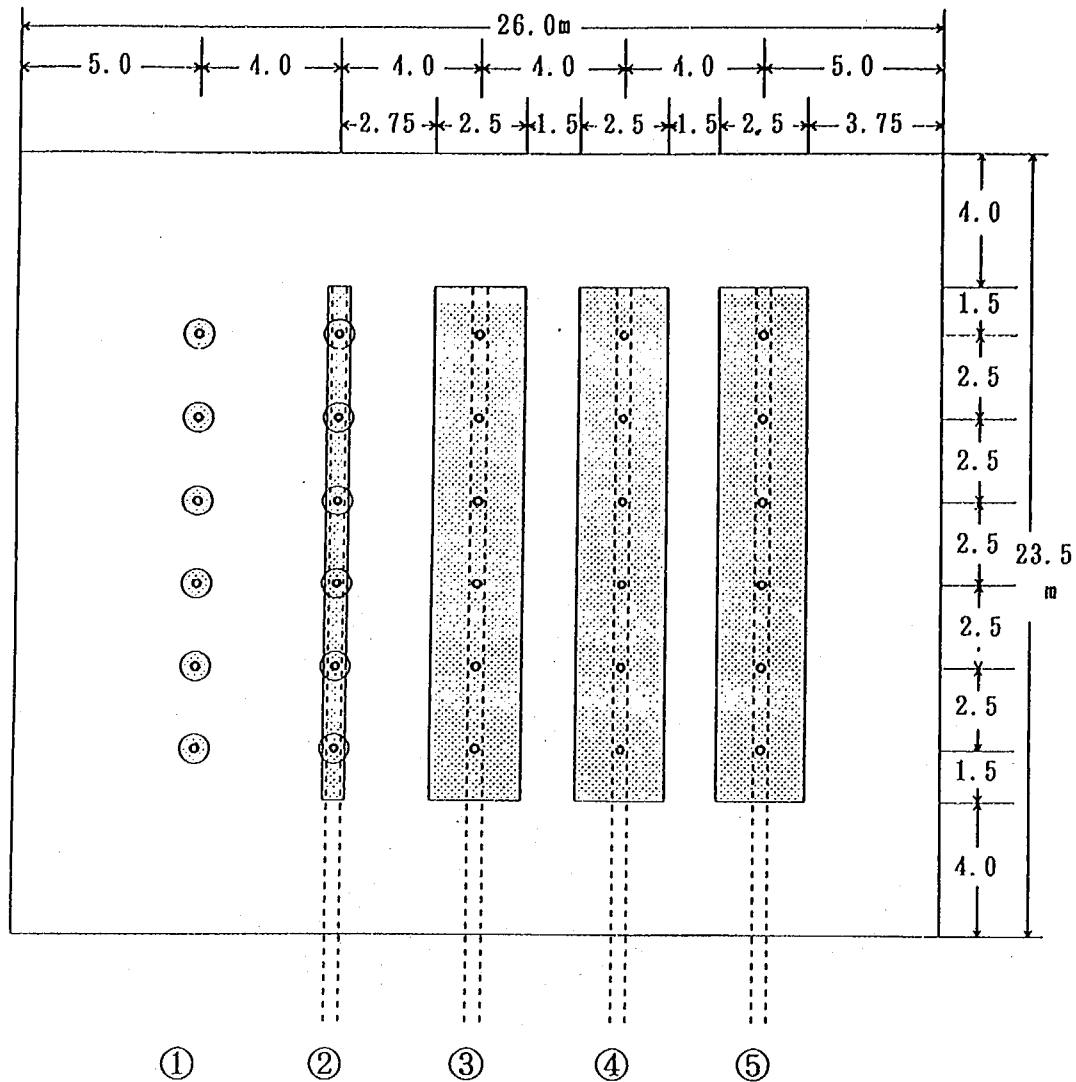


写真 - 9

大阪試験地の土を荒
起こした状態。粘土
と砂岩とが混じり合っ
ている。

② 試験区の構成

I. 2. 1) で説明した 5 つの区を設定した。ただ、用地幅がやや狭かったため各区内の樹木の間隔を 2.5m にした。



①<1区>円筒状植穴。直径 0.7m、深さ 0.6m。植えつけは改良土。

暗渠排水無し。

②<2区>幅 0.6m、深さ 0.7mの溝掘削。底に暗渠設置。植穴は直径 0.7m、深さ 0.6m。

改良土を客土。

③<3区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こし。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

土壌改良材無し。植えつけは現場土。

④<4区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こしと共にパーライト10%、バーク堆肥10%、計20%の土壌改良材混合。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

⑤<5区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こしと共にパーライト15%、バーク堆肥15%、計30%の土壌改良材混合。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

*大阪試験地は敷地幅が狭いため、樹木の間隔が他試験地より 0.5m狭い。

図-9 大阪試験地の構成

③ 植栽基盤の物理性

a. 硬度

<改良前基盤>

かなり固い所が多いが、やや固い所や軟らかい所も混在している。埋め立てた時大きい砂岩塊や固い粘土塊があった所は固く、小さく砕かれたものが堆積した所は軟らかくなっているものと推測される。

最も固い所は深さ20cm以下の1打貫入量(S量)は0.6cm以下である。最も軟らかい所は1打1.5～3.0cmである。硬度の点から見れば不良が70%程である。

<改良後基盤>

改良後は充分軟らかくなっており樹木の生育にとって支障は無い。第5区が特に軟らかくなっている。

b. 透水性

<改良前基盤>

浅い所(20cm)では透水係数が 10^{-4} 台でやや不良から不良である。70cmでは 10^{-5} 以下となり極めて不良である。硬度の点ではさほどでもないにもかかわらず透水性が不良なのは粘土が混じっているためである。

<改良後基盤>

改良後は1ヶ所を除き 10^{-2} 台から 10^{-1} 台で「優良」と判定される。他の区で見られたような給水が間に合わないほど急速に浸透していく箇所が無いのは、荒起この時砂岩の部分が細かく砕けてしまい大きな土の塊がほとんど無かったため、大きい孔隙ができなかったためである。

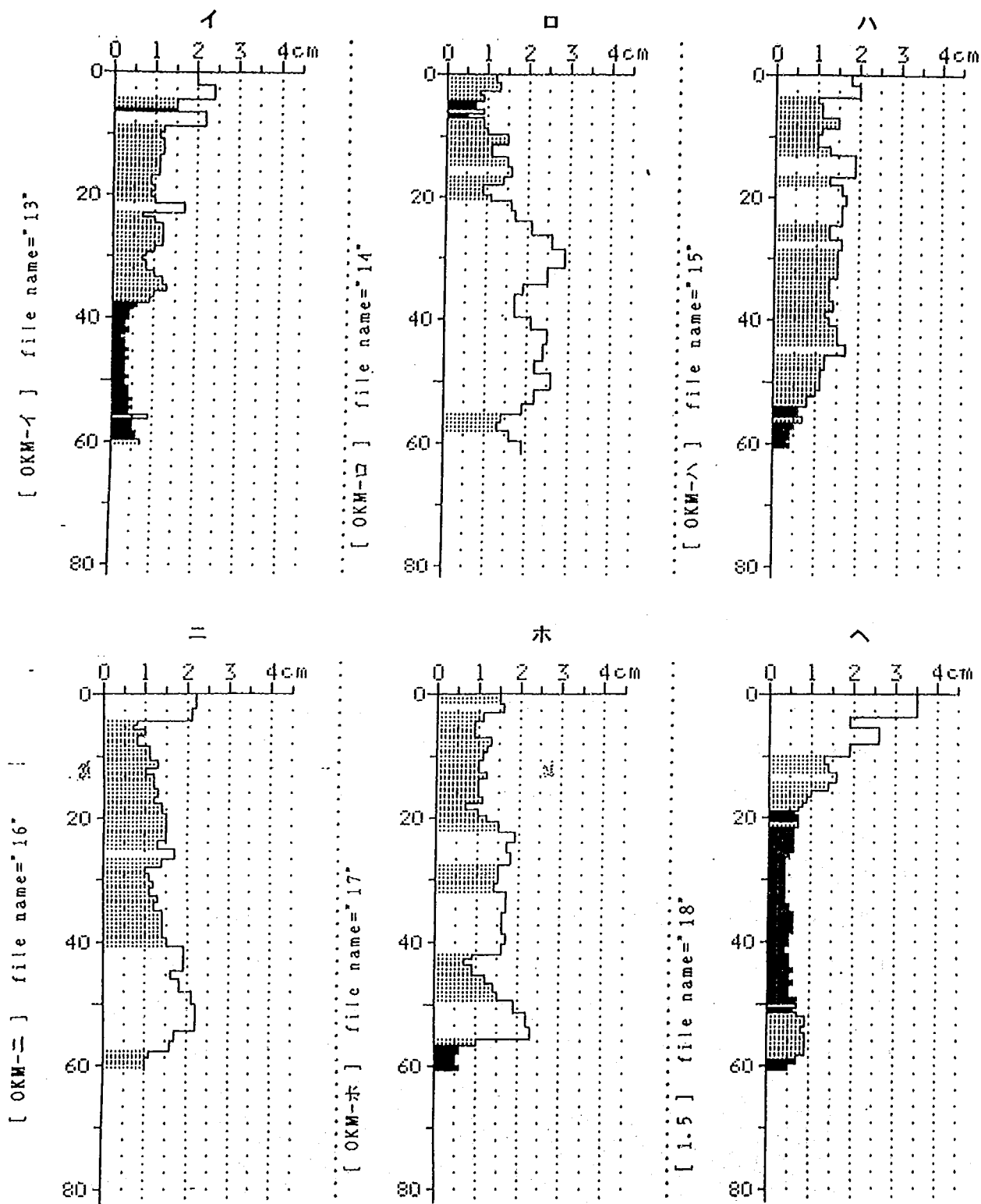
④ 植え付け

供試樹木が育成されたコンテナは径46cm、高さ50cmで根鉢は径46cm、高さ40～45cmであった。千葉及び東京のものより小さい。したがって、1区での根鉢周囲の客土の厚みは12～13cmとなる。底にはやはり20cm内外の客土を入れてある。コンテナ内の根系がしっかりしているので支柱は必要ないと思ったが初めてのことで念のため半数だけ取りつけた。



写真-10

大阪試験地の供試樹木。コンテナの大きさは深さ50cm。上部の直径45cm。下部の直径40cm。根鉢の高さは40cm。



■は根系の伸長極めて困難な区域 ▨は根系の伸長に障害がある区域

図-10 土壌貫入計測定結果 大阪試験地改良前基盤

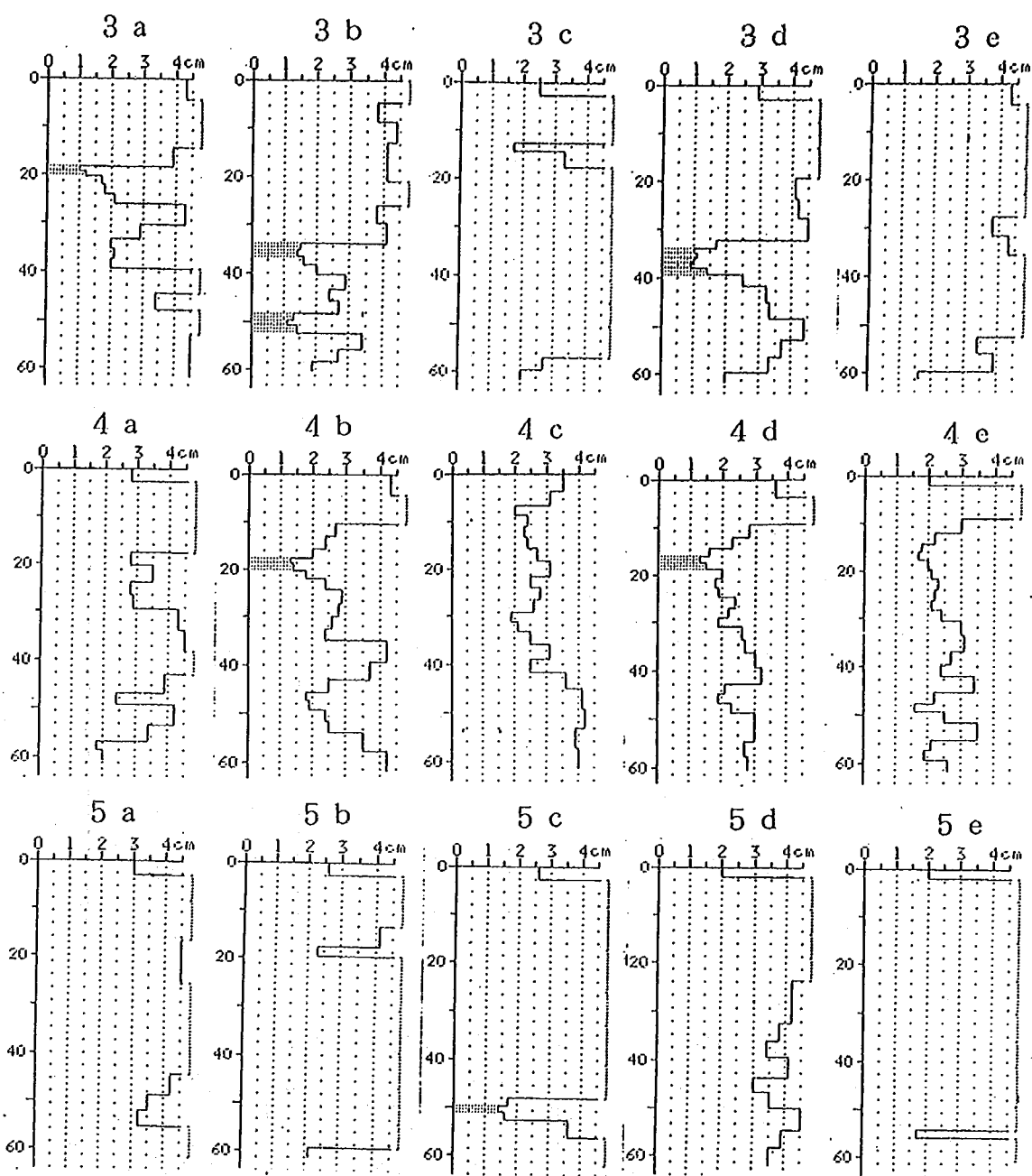


圖-11 土壤貫入計測定結果 大阪試驗地改良後基盤

表-5 透水試験結果 大阪試験地

1991. 5. 13

I. 改良前基盤 (深さ10cm~20cm)

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
イ	5	9	12	3.3×10^{-4}
ロ	3	5	6	1.7×10^{-4}
ハ	2	5	9	2.5×10^{-4}
ニ	3	8	15	4.2×10^{-4}
ホ	2	11	27	7.5×10^{-4}
ヘ	4	6	6	1.7×10^{-4}

II. 第1区植穴底

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
①	0.5	1.5	3	8.3×10^{-5}
②	0	0	0	
③	0	0.5	1.5	4.2×10^{-5}
④	2.0	3.0	3	8.3×10^{-5}
⑤	3.0	6.5	10.5	2.9×10^{-4}
⑥	0	0	0	

III. 基盤改良区域

上段は最終減水能 (mm/時) 下段は透水係数 (cm/秒)

()内は深さ20cmの孔内の水深10cmの水が 0になるまでの時間)

位置	第3区	第4区	第5区
a	3,000 (2分00秒) 8.3×10^{-2}	214 (28分) 5.9×10^{-3}	10,345 (35秒) 2.9×10^{-1}
b	1,511 (3分58秒) 4.2×10^{-2}	4,082 (1分28秒) 1.1×10^{-1}	3,488 (1分43秒) 6.9×10^{-2}
c	9,523 (38秒) 2.6×10^{-1}	171 (35分) 4.8×10^{-3}	1,161 (5分10秒) 3.2×10^{-2}
d	5,310 (1分08秒) 1.8×10^{-1}	16,200 (22秒) 4.5×10^{-1}	500 (12分) 1.4×10^{-2}
e	3,870 (1分33秒) 1.1×10^{-1}	706 (8分30秒) 2.0×10^{-2}	3,125 (1分55秒) 8.7×10^{-2}

表-6 供試樹木の寸法と状態 大阪試験地

91.5.14

試験区	樹木 番号	樹 高 m	枝 張 m			根元周 cm	状 態
			A 方向	B 方向	平 均		
1	①	3.25	1.20	1.15	1.18	14.2	全て新葉
	②	3.10	1.15	1.20	1.18	15.8	葉少ない
	③	3.00	1.40	1.20	1.30	15.1	新葉無し。上部に葉無し。
	④	2.85	1.20	1.45	1.33	14.7	葉多い。新葉 10%
	⑤	2.80	1.40	1.25	1.33	15.7	葉多い。新葉 50%
	⑥	2.65	1.10	1.10	1.10	16.0	葉多いが新葉無し。花穂あり。
	平均	2.94	1.24	1.23	1.24	15.3	
2	①	3.20	1.10	1.00	1.05	17.0	葉少なく新葉無し
	②	3.05	1.20	1.15	1.18	14.6	葉多く新葉 50%
	③	3.10	1.40	1.10	1.25	16.8	葉多く新葉無し
	④	2.85	1.30	1.20	1.25	16.8	葉多く新葉 80%
	⑤	2.80	1.40	1.25	1.33	14.1	葉多く上部のみ新葉あり 3%
	⑥	2.60	1.50	1.50	1.50	16.5	葉多く新葉 20%上部にある
	平均	2.93	1.32	1.20	1.26	16.0	
3	①	3.20	1.10	0.90	1.00	14.0	葉やや少ない。新葉無し
	②	3.15	1.30	1.20	1.25	16.3	葉多いが新葉無し
	③	3.00	1.10	0.95	1.03	14.8	葉多いが上部落葉。新葉無し、花穂
	④	2.80	1.00	1.10	1.05	16.8	葉多い。新葉1%と少ない。あり
	⑤	2.85	1.15	1.10	1.13	15.7	葉多いが新葉無し。
	⑥	2.50	1.20	1.10	1.15	14.8	葉多いが新葉少ない1%
	平均	2.92	1.14	1.06	1.10	15.4	
4	①	3.10	0.95	0.80	0.88	16.8	葉少なく枯枝あり。新葉5%
	②	3.00	1.50	1.40	1.45	17.9	葉多いが新葉少なく2%
	③	3.00	1.50	1.30	1.40	15.9	葉多く新葉も 30%とやや多い
	④	2.95	1.30	1.10	1.20	16.1	葉多くそのうち新葉が 80%
	⑤	2.85	1.20	1.50	1.35	15.8	葉多いが新葉は少なく2%
	⑥	2.60	1.20	1.20	1.20	16.1	葉多いが新葉少なく1%
	平均	2.92	1.28	1.22	1.25	16.4	
5	①	3.20	0.90	1.20	1.05	13.5	葉少なく新葉は5%
	②	3.05	1.20	1.10	1.15	15.8	葉多いが新葉無し
	③	3.10	1.40	1.40	1.40	15.0	葉多く、そのうち新葉が90%
	④	3.00	1.20	0.90	1.05	14.8	葉多いが新葉無し
	⑤	2.65	1.20	1.20	1.20	16.0	葉やや少なく新葉も無し
	⑥	2.95	1.20	1.40	1.30	15.5	葉多いが新葉無し
	平均	2.99	1.18	1.20	1.19	15.1	

(4) 福岡試験地

① 所在地及び試験地の状況

福岡県大野城市の苗畑の一部に試験地を設けた。平坦地で周囲は4～5mの植木群に囲まれている。

地質はマサ土で切土の場所であったが苗畑として使っていたもので表層は軟らかくなっている。しかし、下の方は固く、透水性は極めて不良である。



写真-11

福岡試験地の原状
苗圃として使われて
いた。

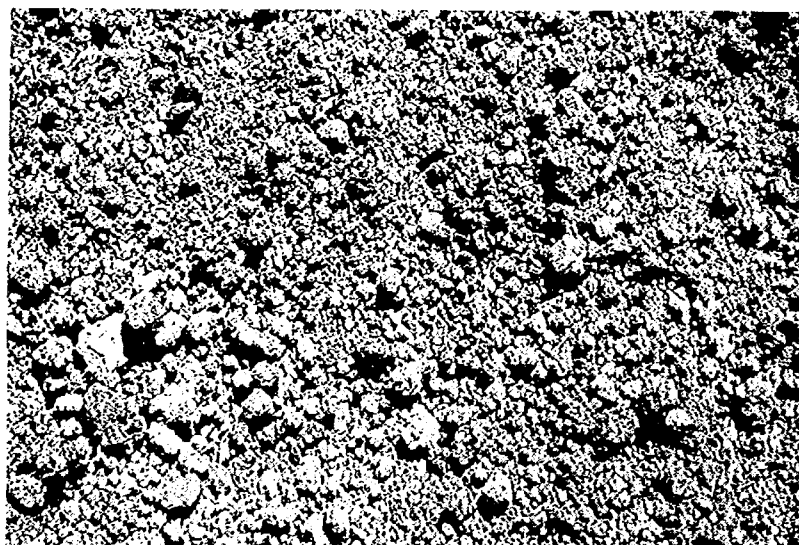
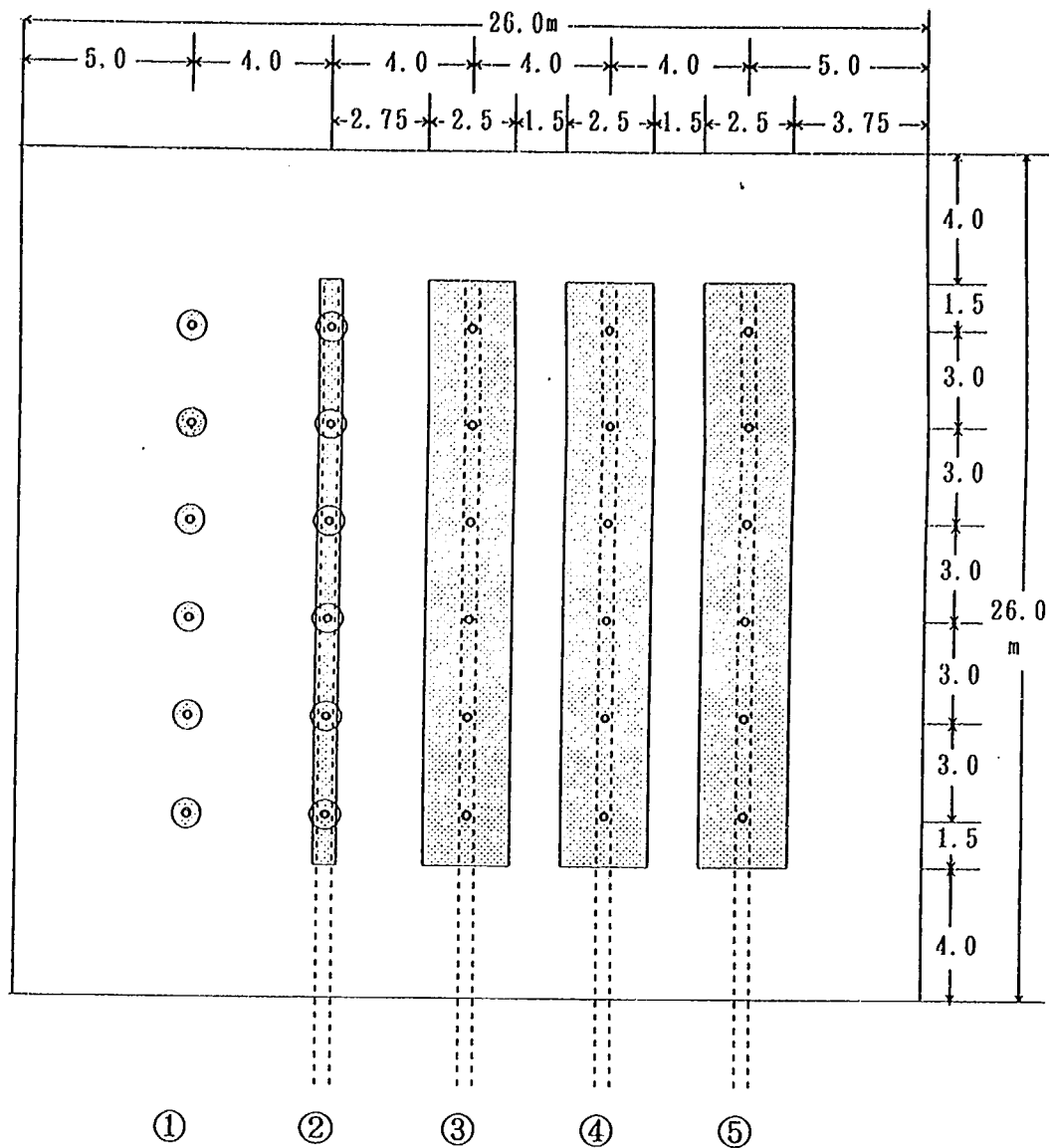


写真-12

福岡試験地の土を
掘り上げたところ。
砂状で白っぽい。

② 試験区の構成

大阪試験地と同じである。



①< 1区>円筒状植穴。直径 0.7m、深さ 0.6m。植えつけは改良土。

暗渠排水無し。

②< 2区>幅 0.6m、深さ 0.7mの溝掘削。底に暗渠設置。植穴は直径 0.7m、深さ 0.6m。

改良土を客土。

③< 3区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こし。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

土壤改良材無し。植えつけは現場土。

④< 4区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こしと共にパーライト10%、バーク堆肥10%、計20%の土壤改良材混合。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

⑤< 5区>幅 2.5m、深さ 0.6m荒起こしと共にパーライト15%、バーク堆肥15%、計30%の土壤改良材混合。中央部に深さ 0.7mで暗渠設置。

図-12 福岡試験地の構成

③ 植栽基盤の物理性

a. 硬度

<改良前基盤>

比較的軟らかい所と固い所がある。これは前述のように苗圃にしていたので、木が植えられていた場所は軟らかく、間の所は固いためである。最も軟らかい箇所では平均 2.5cmのS値であり、最も固い所では 0.6cm以下である。

<改良後基盤>

荒起こし後はどの区も軟らかいが、2区が特に軟らかくなった。1打で15cm近くも貫入している。これはこの付近が元から軟らかかったためと考えられる。

b. 透水性

<改良前基盤>

透水性はかなり悪く、20cmの浅い所でも透水係数 10^{-4} 台が多い。70cmでは更に悪く、 10^{-4} から 10^{-5} 台となっている。

<改良後基盤>

全体には当然良くなっているが、中に全く減水しない所や 10^{-4} 、 10^{-3} の所がいくつかある。これは土の中に含まれるシルト分などの微粒子により目づまりが生じたためではないかと思われる。ここのマサ土は一見すると粗砂のように見えるが、実際には微粒子が混じっているため非常に透水性が悪い。

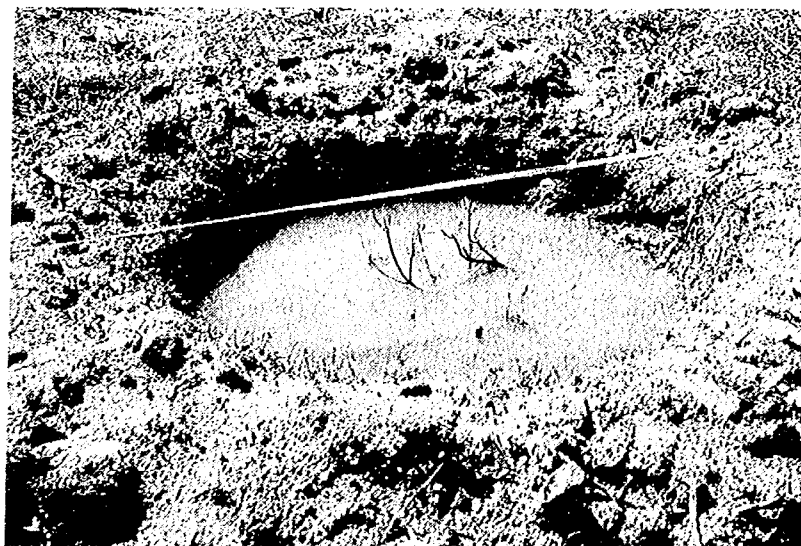


写真-13

木を掘り取った後に、水が溜まっている。水が緑になっていることからかなり長時間滞水していたことが分かる。

(福岡)

④ 植え付け

この試験値の樹木はコンテナが最も小さく、根鉢は上面直径35cm、高さ30cmであった。植穴は径70cm、深さ60cmであるから、根鉢の周囲には17~18cmの客土層があり底には30cm厚で客土が入ったことになる。

この試験地でも支柱は省略した。



写真-14

1区に植え付けているところ。根鉢が小さいので植穴周囲の余裕が大きい。



写真-15

植え付けた状態。

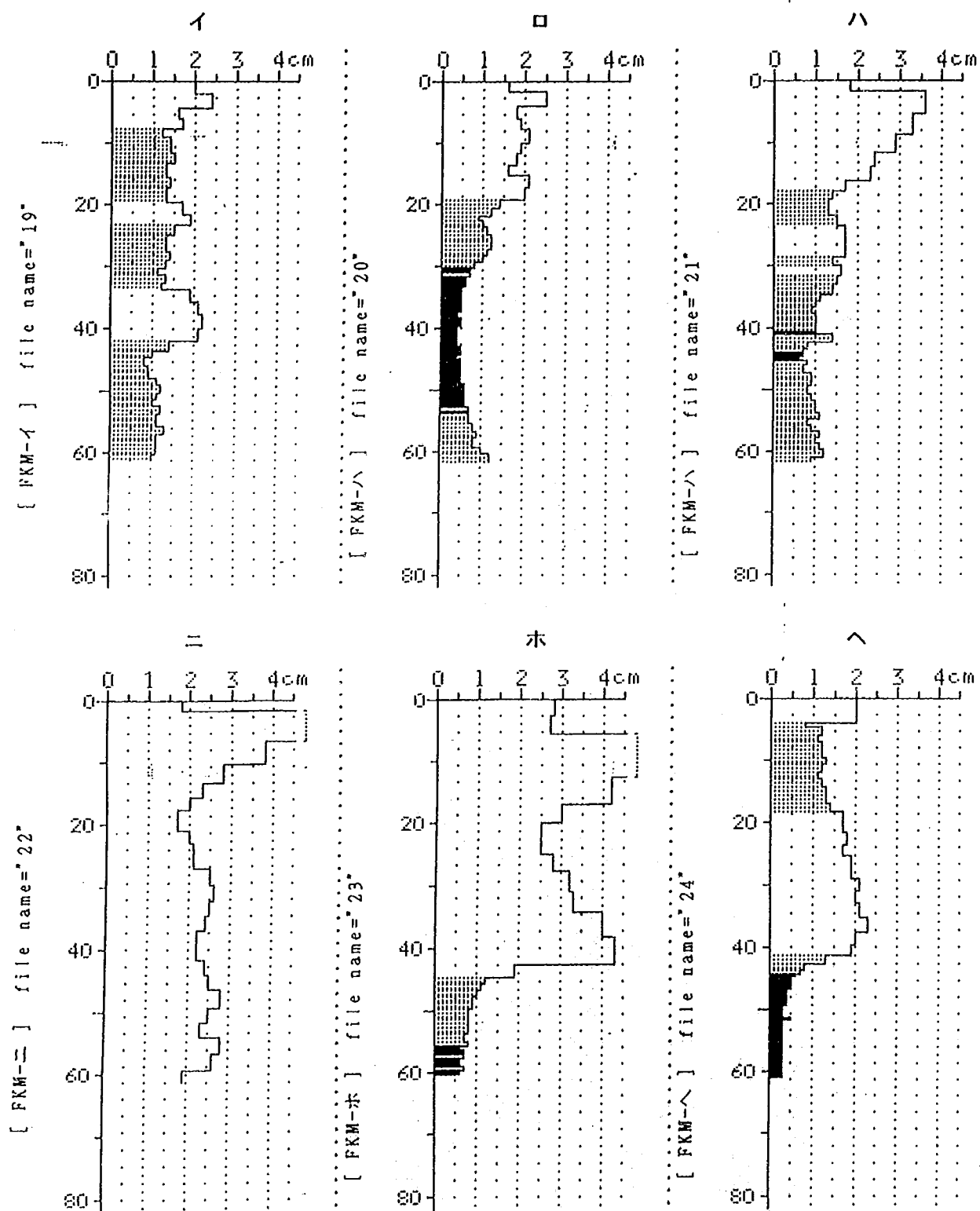


図-13 土壌貫入計測定結果 福岡試験地改良前基盤

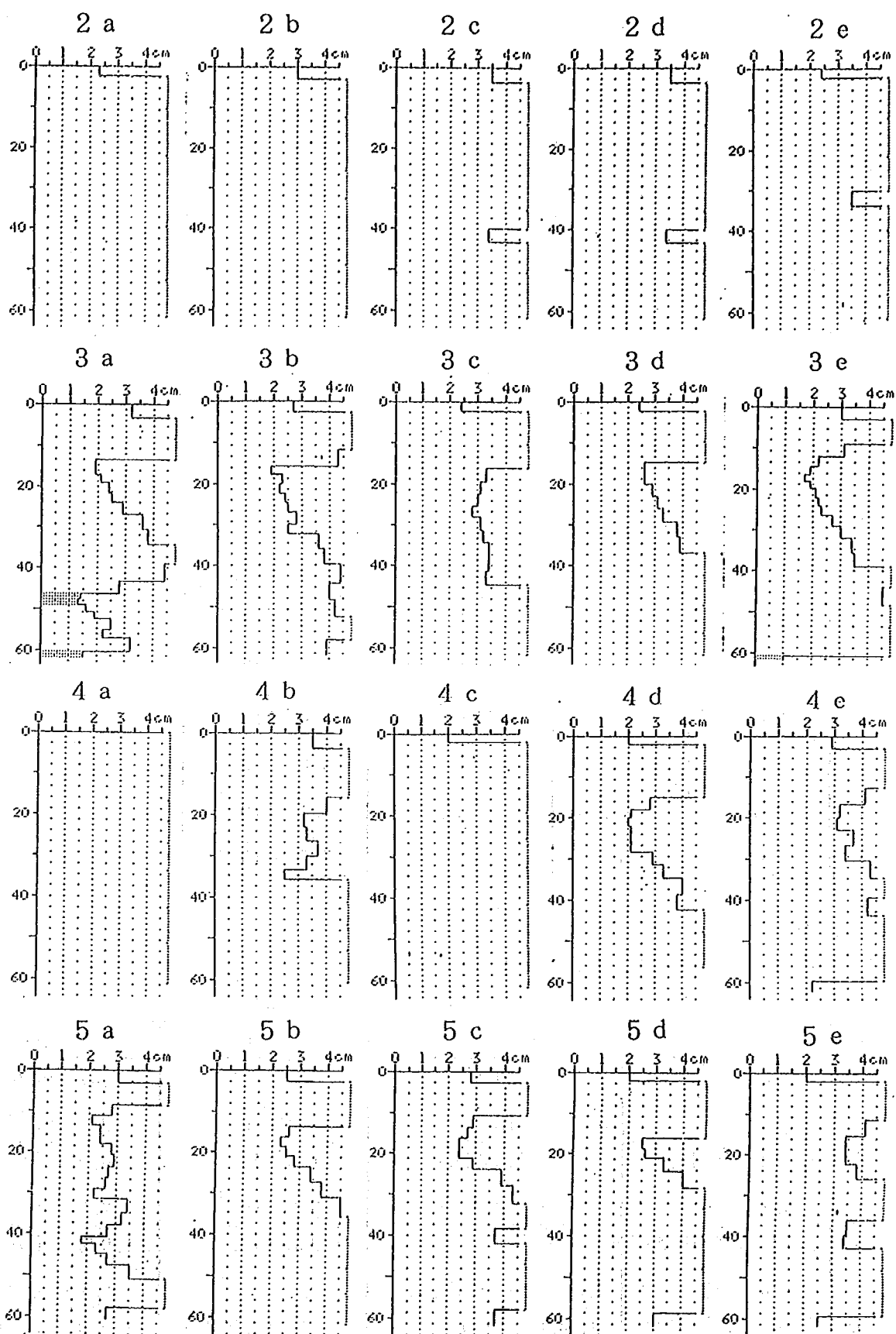


圖-14 土壤貫入計測定結果 福岡試驗地改良後基盤

表-7 透水試験結果 福岡試験地

1991. 5. 15

I. 改良前基盤（深さ10cm~20cm）

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
イ	1 3	2 4	3 3	9.2×10^{-4}
ロ	4	1 1	2 1	5.8×10^{-4}
ハ	2	5	9	2.5×10^{-4}
ニ	3	8	1 5	4.2×10^{-4}
ホ	1 3	3 2	5 7	1.6×10^{-3}
ヘ	1 5	3 3	5 4	1.5×10^{-3}

II. 第1区植穴底

位置	減 水 深 (mm)		最終減水能 (mm/時)	透水係数 (cm/秒)
	20分後	40分後		
①	2	3	3	8.3×10^{-5}
②	2	5	9	2.5×10^{-4}
③	1 0	2 0	3 0	8.3×10^{-4}
④	5	8	9	2.5×10^{-4}
⑤	3	5. 5	7. 5	2.1×10^{-4}
⑥	4	7	9	2.5×10^{-4}

III. 基盤改良区域

上段は最終減水能 (mm/時) 下段は透水係数 (cm/秒)

()内は深さ20cmの孔内の水深10cmの水が 0になるまでの時間)

位置	第2区	第3区	第4区	第5区
a	4,000 (1分30秒) 1.1×10^{-1}	18,181 (20秒) 5.1×10^{-1}	7,229 (50秒) 2.0×10^{-1}	97 (62分) 2.7×10^{-3}
b	2,182 (2分45秒) 6.1×10^{-2}	7 (12時間) 1.9×10^{-4}	125 (48分) 3.5×10^{-3}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}
c	5,128 (1分10秒) 1.4×10^{-1}	o 水位が全く下がらない	8,955 (40秒) 2.5×10^{-1}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}
d	4,800 (1分15秒) 1.3×10^{-1}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}	50 (2時間) 1.4×10^{-3}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}
e	1,846 (3分15秒) 5.1×10^{-2}	23(4時間20分) 6.4×10^{-4}	27,272 (13秒) 7.6×10^{-1}	1,000 (6分) 2.8×10^{-2}

表-8 供試樹木の寸法と状態 福岡試験地

91.5.14

試験区	樹木 番号	樹 高 m	枝 張 m			根元周 cm	状 態
			A方向	B方向	平 均		
1	①	2.95	1.20	1.15	1.18	12.8	葉少なく, そのうち新葉50%
	②	2.65	1.10	0.90	1.00	12.5	葉多いが, 新葉少なく3%
	③	2.60	1.20	1.15	1.18	11.4	葉多いが, 新葉少なく5%
	④	2.55	1.30	1.05	1.18	11.5	葉中程度で, 新葉2%
	⑤	2.50	1.15	1.10	1.13	12.8	葉多く, 新葉無し
	⑥	2.10	1.20	1.35	1.28	12.5	葉多く新葉無し。梢折れている。
	平均	2.56	1.19	1.12	1.16	12.3	
2	①	2.85	1.25	1.25	1.25	12.2	葉多いが, 新葉無し
	②	2.75	1.10	1.20	1.15	12.1	葉少なく, 新葉無し
	③	2.75	1.60	1.10	1.35	13.2	葉多いが, 新葉無し
	④	2.55	1.40	1.50	1.45	13.5	葉多いが, 新葉無し
	⑤	2.50	1.20	1.50	1.35	12.4	葉多いが, 新葉少なく3%
	⑥	2.25	1.00	1.15	1.08	11.4	葉多いが, 新葉少なく1%
	平均	2.61	1.26	1.28	1.27	12.5	
3	①	2.80	1.15	1.20	1.18	13.3	葉多いが, 新葉無し
	②	2.65	1.75	1.40	1.56	12.0	葉中程度で, 新葉無し
	③	2.65	1.35	1.30	1.33	12.6	葉中程度で, 新葉無し。落葉した枝
	④	2.55	1.50	1.20	1.35	11.7	葉中程度で, 新葉3% あり
	⑤	2.60	1.10	1.10	1.10	12.5	葉多いが, 新葉無し。落葉部分5%
	⑥	2.40	1.35	1.20	1.28	12.2	葉多いが, 新葉少なく2%
	平均	2.61	1.37	1.23	1.30	12.4	
4	①	2.90	1.40	1.25	1.33	12.3	葉中程度で, 新葉は少ない 2%
	②	2.75	0.70	1.25	0.98	11.5	葉多く, 新葉は5%
	③	2.70	1.15	1.60	1.38	13.0	葉多く, 新葉は無し
	④	2.00	1.20	1.15	1.18	12.0	葉中程度で, 新葉が3%
	⑤	2.60	1.15	1.30	1.23	12.3	葉多く, 新葉は5%
	⑥	2.55	1.30	1.65	1.48	11.3	葉中程度で, 新葉は3%
	平均	2.58	1.15	1.37	1.26	12.1	
5	①	2.80	1.10	1.15	1.13	11.5	葉少なく, 新葉は無し
	②	2.80	1.20	0.80	1.00	12.7	葉中程度で, 新葉無し
	③	2.65	1.40	1.40	1.40	12.4	葉多いが, 新葉少なく1%
	④	2.60	1.30	1.35	1.33	13.8	葉中程度で新葉1%。落葉あり。
	⑤	2.55	1.00	1.10	1.05	10.6	葉多く, 新葉無し
	⑥	2.55	0.95	1.70	1.33	12.4	葉少なく, 新葉3%
	平均	2.66	1.16	1.25	1.21	12.2	

表-9 試験地の試験内容一覧

試験区の内容				試験地			
N0	植栽地形状	土壌	排水	千葉	東京	大阪	福岡
1	壺状植穴掘削	客土	無	○	○	○	○
2	同上	同上	有	○	○	○	○
3	60cm深全面粗起こし 表層15cm耕耘	改良材無	有	○	○	○	○
4	同上	改良材20%	有			○	○
5	同上	改良材30%	有	○	○	○	○
6	同上	同上	無		○		
7	バックホーによる 盛土	良土客土	有	○			
比較検討 できる 項目	①小さい壺状植穴と広範囲の基盤改良地との 生育差			○	○	○	○
	②壺状植穴での排水の有無による生育への影 響			○	○	○	○
	③耕耘だけの場合と改良材を混合した場合の 生育の差			○	○	○	○
	④改良材混合率の違いと生育への影響					○	○
	⑤広い改良区での排水の有無と生育への影響				○		
	⑥耕耘方式とバックホー盛土方式における 生育の差			○			

Ⅱ．植え付け後の経過

1. 経過の概要

植え付けは4試験地とも1991年（平成3年）5月に行ない、93年（平成5年）秋に終了した。ただし東京試験地は都合上93年9月末で終了させ、試験木を撤去したので早めに終わった。

試験期間中の3年間、樹高と枝張（直交する2方向）を7月と11月に測定し、根元周を10月に測定した。またこの際に写真の撮影を行なった。

管理要領を巻末にのせた。

2. 各試験地の経過

(1) 千 葉

千葉試験地では1区の5本が1年目に早々と枯死してしまったが、その他の区の間では差が無く、壺穴排水区の2区が最も良いように見えた。

2年目の秋に大阪ほどではないが葉の黄変が見られたので12月に全樹木1本当たり 300 gの乾燥ケイフンを施した。しかしこれは効果が無かったので4月末に各樹木 100 gの尿素を与えた。5月末で5区（改良材無し）では葉色の回復が感じられたが、4区（改良材あり）は依然として黄色のままなので5月10日に再度尿素を 100 gずつ施用した。梅雨に入って雨が続くようになって急速に葉色が濃色になった。夏の測定で成長量も増大していることが分かった。

(2) 東 京

本試験地は乾燥気味に推移したためか、大阪、千葉に比べて成長が劣った。葉色は大阪のように極端な黄色にはならなかったが、緑色が薄く、活力が乏しい印象を受けた。

1区が2年目夏頃から他区より成長が低下し、葉量が少なくなり枯枝が目立つようになったが、最後まで枯死には至らなかった。

2区も1区ほどではないが3～5区よりは不良であることが分るようになった。2年目の12月に乾燥ケイフンを1本当たり 300 g施用し、翌年4月に尿素 100 g／本を与えたが他区ほどは効果が生じなかった。乾燥の影響ではないかと推測した。

(3) 大 阪

大阪は枯死木は少なかった。1年目の梅雨明け後、小雨のため夏に灌水をしている。また除草の手間をはぶくため耕耘した範囲を除き、間の区域にマットを敷いた。（2年目の7月）

2年目の秋に葉が著しく黄変した。5区が最もひどく、4区がこれに次ぎ、1～3区も緑色が薄くなった。窒素欠乏と判断し平成4年12月に乾燥ケイフンを施した。量は1区に 150 g／本、2区に 200 g／本、3～5区は 300 g／本とした。しかしこれは効果が見られなかったため、5月26日と6月16日に液肥（10－5－5）を 150倍に薄めて次のように施した。

1区	0
2区	20ℓ/本
3～5区	80ℓ/本

6月16日施用の後雨が続き、葉色が急速に濃緑色に変化した。またこの年の成長量は前年までと比べて目覚ましく増大した。

(4) 福岡

福岡は1年目の雨が多く枯死木が多数発生した。したがって1年目で事実上試験が半ば終了した形になったが、補植して残る2年間も観察を続ける方が良いと考え、91年10月に補植を行なった。

表-10 枯死したため植えかえた樹木

区	補植木 No
1	1、2、3、4、5、6
2	3、5、6
3	1、2、3、4、5、6
4	1
5	1、5

またバーク堆肥の代りにピートモスを使用した区、及び底穴排水、あげ底排水による改良法試験区を92年5月に追加した。その内容は次ページの図-15に示す。また91年には福岡は2度強い台風襲われ、試験木の葉にかなりの影響がでた。

2年目は雨の少ない年だったため枯死は少なく、1区で3本枯れたただけであった。本試験地は他試験地と比べると補植後も生育は不良であった。

3年目は再び多雨の年となり枯死及び衰弱する樹木が多かった。(詳細はⅢで述べる)

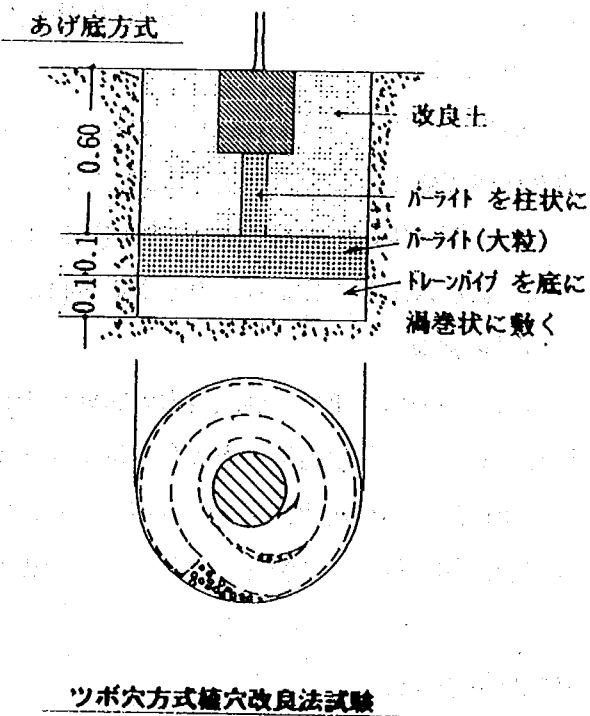
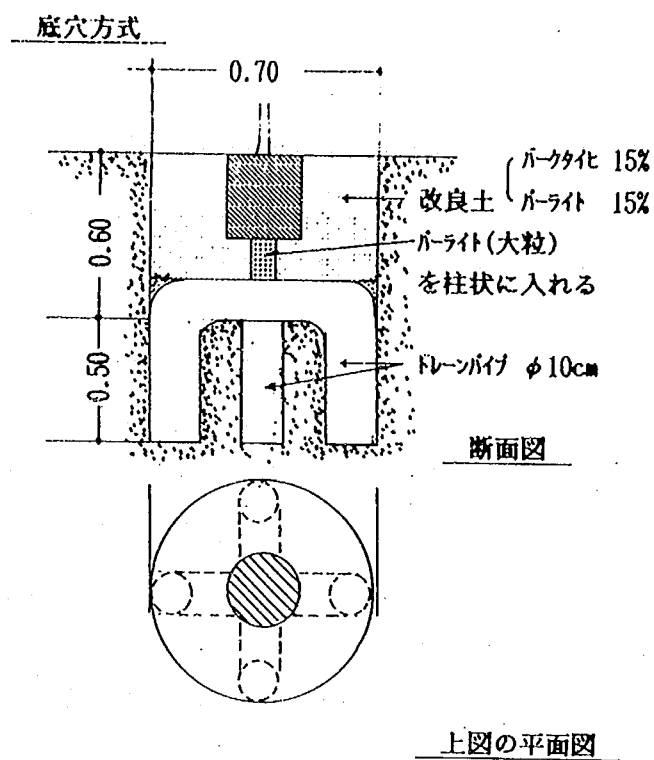
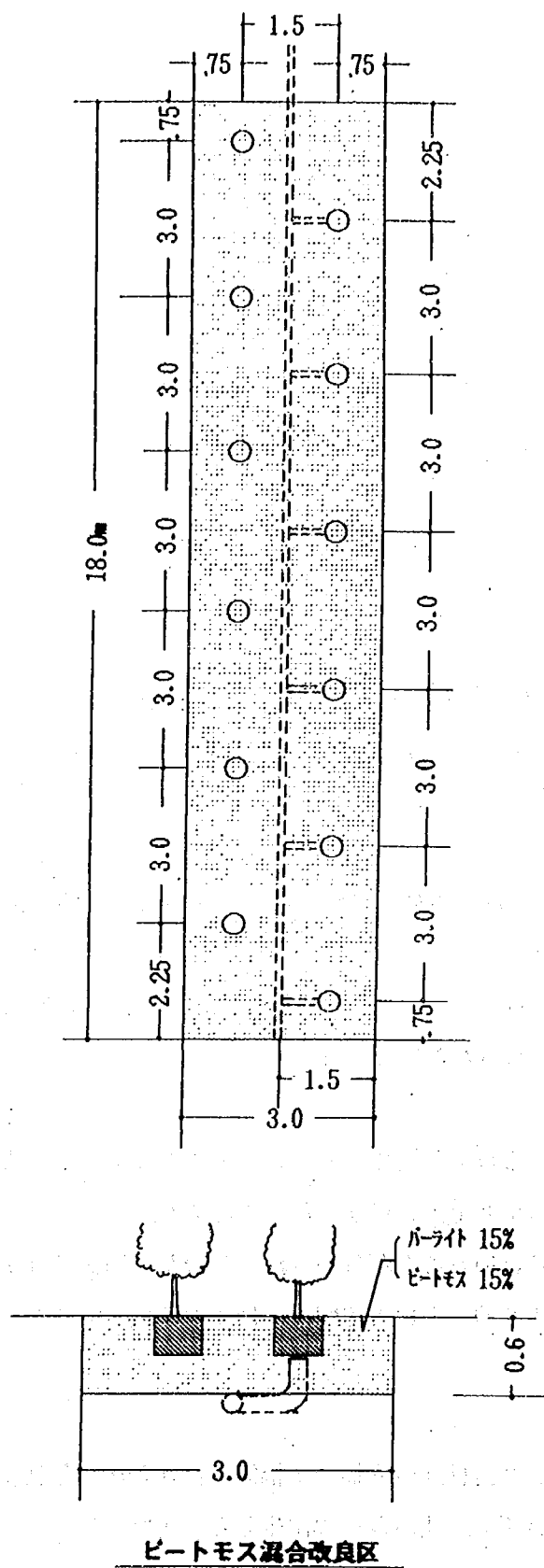


図-15 福岡試験地の追加試験

Ⅲ．結果及び考察

1. 生育状況の概要

(1) 各試験地の生育状況の比較

ほとんど同じ内容の試験を行っているので、試験地間の生育の差は少ないであろうと考えていたが、予想に反して各試験地間の生育状況や成長量には大きな差が生じた。総合的に見ると大阪が最も良く、次いで千葉、東京、福岡の順であった。以下に試験地ごとの生育状況の概要を述べる。

① 千葉試験地

この試験地では1区と他区との対照が著しく、1区では全数が枯死してしまったのに、2区～5区はいずれも生育良好で暗渠排水の効果が明瞭に示された。これは本試験地が赤土をブルドーザーで締め固めて、透水性が極めて不良の基盤を造成したためである。

2区～5区の生育は大阪と同じような経過をたどり、やはり2年目の秋に軽度の葉の黄変があり、施肥を行った。成長量は大阪に次いで良好であった。

② 東京試験地

本試験地では1区でも1本も枯死しなかった。これは植穴の底で 10^{-4} cm/秒の透水係数となっており、雨水が停滞することが少なかったためと推定される。しかし、全体的に成長は大阪、千葉に比べて劣った。やや乾燥気味に推移したためと考えられる。

③ 大阪試験地

この試験地は2年間は枯死木が1本だけであった。成長も最も良かったが2年目までは他試験地と比べて抜きんで良いというほどではなかった。

ところが3年目に急速に伸びて圧倒的に1位になってしまった。これは2年目の秋に窒素飢餓により葉が黄変してしまったのでやや多目の施肥を行ったためである。

④ 福岡試験地

福岡試験地は1年目に供試樹木の50%以上に当たる17本が枯死するという予想外の生育不良状態を示した。これは当地の土壤が微粒子を多く含むマサ土で、耕耘したところでも降雨によって速やかに透水不良状態に戻る性質があるためであるということが分かった。そのため補植及び試験区の追加を行って試験を続けたが、その後も他の3地区と比べて明らかに生育不良であった。

(2) 試験区間の比較

4ヶ所の試験地共1区は「壺穴植栽、排水無し」、2区は「壺穴植栽+幅50cm深さ70cmの带状耕耘+暗渠排水」であったが、この2者の生育状態には極めて明瞭な差異が生じた。1区では大半の樹木が枯死した。福岡と千葉では5月に植栽したものが、梅雨の長雨と梅雨明け後の暑さで短期間のうちに枯死してしまう個体が多かった。

大阪では3年目になってようやく3本枯れたが、生存しているものも生育状態は他区に比べて明らかに不良である。

このように透水不良の基盤では排水をとることが決定的な意味を持つことが明らかになった。

東京では枯死はしなかったが、1区の樹木は活力に乏しく葉量が少ない。また枯枝が多く、樹高、枝張りも小さい。これは湿害ではなく乾燥害ではないかと推定した。

1区と他区との差は明瞭であったが、2区から5区までの差ははっきりしなかった。試験設定時の予想では、

(不良) 2区 < 3区 < 4区 < 5区 (良)

と5区の成長が最も良く、次いで4区、3区、2区と低下していきだろうと考えたが、そのようにはならなかった。単純平均で比較した最終成長の順位は表-11のとおりである。

表-11 最終成長量の順位

成長 の 順位	樹 高			枝 張			幹 周		
	千 葉	東 京	大 阪	千 葉	東 京	大 阪	千 葉	東 京	大 阪
1	2	4	3	5	5	3	2	4	3
2	4	5	2	2	4	4	5	5	2
3	5	2	4	3	2	5	4	2	4
4	3	3	5	4	3	2	3	1	5
5	1	1	1	1	1	1	1	3	1

*…ほとんど差なし

(福岡試験地は補植を行っており比較できないので除外)

このように成長量の順位を見ると、全体的には2区から5区の間には差が見られない、ということになる。

推測であるが上記のようになった理由を以下に述べる。

① 千葉試験地

本試験地では枝張りと根元径は大きく増大したのに樹高があまり増加しなかったのが特徴であるが、その原因は不明である。枝張りでは2区と3区と5区が良く、4区が劣っている。

4区は改良材を入れており、3区と5区は入れていない。ここでも改良材によるマイナス現象が見られる。

2区が壺穴式であるにもかかわらず良好であるのは、周囲の固い基盤で根張りが生育障害を受けるほどはまだ伸長していないこと、施肥量は他と同じなのでその点でのマイナスは無いことによるものと考えられる。

② 東京試験地

本試験地は4区と5区が良く、2区と3区は劣り、1区はさらに劣る。4区と5区はどちらも

改良材を15%+15%混入してあるが5区では暗渠排水をとっていない。排水をとっていないにもかかわらず5区に障害が現れなかったということはこの試験地の基盤の透水性がそれほど不良ではないということを示している。壺穴、排水無しの1区で枯死木が無かったことは、このことを一層明瞭に証明している。

本試験地の基盤は測定時の観察でも乾燥した印象を受けることが多かった。他の3区で改良材によるマイナスの影響が出ているのに、当地では改良材混入区の方が良いのは、乾燥気味の条件下でバーク堆肥が保水効果を発揮したものと考えられる。（*）

（*）バーク堆肥は必ずしも保水力を高めるとは言えず、逆に保水力を低下させるという試験報告もあるが、施用後1年以上たてば、腐植化が進み保水機構を増大させると考えられる。

また、他試験地では良好な2区が、ここではやや不良なのは3～5区に比べ、乾燥による生育制限を受けたものと解釈した。

③ 大阪試験地

1区を除いた2区から5区の中で改良材を最も多く混合した5区が最も劣り、改良材を使わなかった3区が最大の成長を示した。この理由は、2年目の秋の著しい葉の黄変から判断して、バーク堆肥による窒素欠乏によると考えるのが妥当であろう。この障害に対しては急いで施肥をして対応したが、施肥量がまだ不足だったのかあるいは窒素飢餓によるダメージがバーク堆肥が多いところほど大きく、回復が遅れたかのどちらかと考えられる。

④ 福岡試験地

（樹勢の観察では2区>3区>4区>5区と2区が最も良い。ピートモス区も不良。）

本試験地は排水不良の土質であるため有機質系の土壌改良材（バーク堆肥）は還元状態を招き生育にマイナスの影響を与えたと考えられる。3区（改良材無し）より4区（バーク堆肥10%、パーライト10%）が悪く、5区（バーク堆肥15%、パーライト15%）がさらに悪いというのは、そのような解釈をすれば納得できる。2区は植穴内だけ客土してあるので、バーク堆肥の割合は5区と同じくらいであるが、根鉢と暗渠管を直結して排水してあるので、他区より根系域での雨水の停滞が少なかったのであろう。

ピートモスは栄養分を含まないので還元状態になりにくい、とのことであったが保水力が高いということがマイナスに作用したと思われる。

2. 枯死した本数

枯死は福岡試験地で最も多く、次いで千葉、大阪の順であり、東京試験地では0であった。

（1）千葉試験地における枯死の状況

千葉試験地では1年目の7月初旬にすでに1区に萎れや新芽の枯れが発生したが、夏の暑さの到来と共に急速に枯れが生じ、この年のうちに4本枯れ、2年目には残る2本のうち1本が枯れた。さらに残った1本もほとんど枯死に近い状態になったが、この年は雨が少なかったためか辛うじて生き延び、3年目もそのままなんとか生存している。

その他の区では4区No.3、5区No.2が不良であるが、これは幹に傷がついていることが原因である。

区	1	2	3	4	5
生育状態	●	○	○	○	○
	●	○	○	○	●
	●	○	○	●	○
	●	○	○	○	○
	●	○	○	○	○
	◎	○	○	○	○

図-16 千葉試験地における樹木の生育状態

(●枯死 ◎枯死に近い ●一部枯損 ○正常)

(2) 大阪試験地における枯死の状況

大阪試験地では1区のNo.1、2、5、6の4本が枯死した。このうちNo.6は1年目に枯れたが、他の3本は3年目に枯死した。その他では5区No.5が葉が少なく枯枝があるが、その他は健全である。5区No.5の生育不良の原因は不明である。

区	1	2	3	4	5
生育状態	●	○	○	○	○
	●	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	●	○	○	○	●
	●	○	○	○	○

図-17 大阪試験地における樹木の生育状態

(●枯死 ●一部枯損 ○正常)

(3) 福岡試験地における枯死の状況

福岡試験地における1年目の生育状態の経過を表-12に示す。

表-12 福岡試験地における1年目の枯死木

(植付け1991年 5月17日、() は一部枯損や萎れ)

年月日	枯 死 木	計
91.6. 5	3区-(3)、5区-(5)	(2)
6.21	1区-(3)、(4)、(6) 2区-(3) 3区-2、3、(5) 5区-5	3 (5)
7.17	1区-1、2、3、4、5、6 2区-3、5、6 3区-1、2、3、5、6 5区-5	15
8. 7	1区、2区、3区は同上 5区-1、5、(6)	16 (1)
8.28	1区、2区同上、3区-全木枯死 4区-(1)、5区同上	17 (2)
11.28	同上	17 (2)

福岡試験地の1年目は枯死は1区で生ずるだけ、という予想を大幅に越えた大量の枯死木発生という結果になった。前記の最終結果を分かりやすく図-18に示した。

区	1	2	3	4	5
内 容	壺 排水 穴 無し	壺 暗 穴 渠 排水	幅暗改 2 渠良 ・排水 5 水無 m し 耕 耘	幅暗ババ 2 渠 ・排水 5 水堆イ m 肥ト 耕 1010 耘 %%	幅暗ババ 2 渠 ・排水 5 水堆イ m 肥ト 耕 1515 耘 %%
生育 状態	● ● ● ● ● ●	○ ○ ● ○ ● ●	● ● ● ● ● ●	● ○ ○ ○ ○ ○	● ○ ○ ○ ● ●

図-18 福岡試験地における1年目の生育状態

(●枯死 ●部分枯損or落葉or萎れ ○枯損、落葉、萎れ見られず)

この結果については次のように考察した。

この年は雨の多い年で、福岡試験区は特に多かった。そのため排水をとらず植穴を掘っただけで植栽した1区で根腐れによる被害が発生したのは当然である。

しかし3区の全滅や、2、5区での枯死木の発生は予想外であった。これらの結果から当試験地の土壌は耕耘して一度は透水性良好な状態になっても、降雨によって容易に透水不良状態に戻ってしまう性質を有していることが推測できる。暗渠排水管を60cm下に配していたにも関わらず、3区では100%枯死し、2、4、5区でも被害が出たのは、3区には土壌改良材が入っていないために、他区との差が出たものと解釈できる。(2区では植穴に改良材を混ぜた土を客土してある。)

4区と5区との差は5区にはバーク堆肥が5%多いので、過湿条件下で還元状態がより促進されたのであろうと推測した。

さて、福岡試験地ではこのように大量に枯死したので、91年10月30日に枯死木を抜取り、新たに植栽して第2回目の試験を行った。なお、バーク堆肥よりピートモスの方が還元作用が少なくて良いのではないかという考えや、暗渠をとれない場合の簡易な排水法として縦穴排水があるという考えから、これらを翌92年4月22、23日さらに追加施工した。

92年は前年とは違って雨の少ない年だったため枯死木は少なかったが、それでも1区(壺穴、排水無し)は3本枯れた。他区はこの年は1本も枯れなかった。

ところが93年は一転して再び多雨の年になった。しかし今回は1区では枯死5本及び極度の衰弱1本となったものの、2区は枯死0、3区は芽は生きているが全く落葉しているもの1本、4区では芽は生きているものの全く落葉したもの3本、5区は枯死1本、全く落葉で芽は生存3本であっ

区	1	2	3	4	5	追加1	追加2	
内 容	壺 穴 排 水 無 し	壺 穴 暗 渠 排 水	幅暗改 2渠良 ・排材 5水無 mし 耕 耘	幅暗ババ 2渠 ・排クラ 5水堆イ m肥ト 耕1515 耘%%	幅暗ババ 2渠 ・排クラ 5水堆イ m肥ト 耕1515 耘%%	縦 穴 排 水 (底 あ げ)	ピ ー ト モ ス 20 %	
							A	B
生 育 状 態	●	○	○	●	◎	●	●	●
	●	○	○	●	●	○	●	●
	◎	○	○	○	○	○	●	●
	●	○	○	◎	●	●	●	●
	●	○	◎	◎	◎	●	●	◎
	●	○	○	◎	◎	○	●	●

図-19 福岡試験地における補植再試験の生育状態

(●枯死 ◎全落葉またはそれに近い ●部分枯損or落葉or萎れ
○枯損、落葉、萎れ見られず)

た。追加試験区では縦穴排水区（底あげ区）枯死 2 本、ピートモス区 A は枯死 1 本、枯枝目立ち葉量 50% くらいのも 5 本、ピートモス区 B は枯死 3 本、ほとんど枯死 1 本、枯枝目立つもの 2 本、という結果であった。これを図-19 に示した。

このように排水無しの壺穴式植栽は不適切であることが再試験でも明らかになった。注目すべきことは 2、3 区が枯死木が無かったのに対し、土壌改良材を混合した 4 区と 5 区及びピートモス区で枯死に近い全落葉木が多かったことである。このことは排水不良の土質に有機質系の改良材を使うのは適切でない、ということを示していると考えられる。

壺穴式でも縦排水及び底あげ式は 1 区と比べて枯死数が 3 分の 1 であり、効果があったことが分かる。

また 2 区、3 区が前回は枯死が多かったのに今回はほとんど無かったのは根鉢の底から暗渠までパーライトの筒をつないだためであろう。4 区、5 区も同様にしたがそれでも大きな被害があったのはバーク堆肥の還元作用によるものと考えられる。

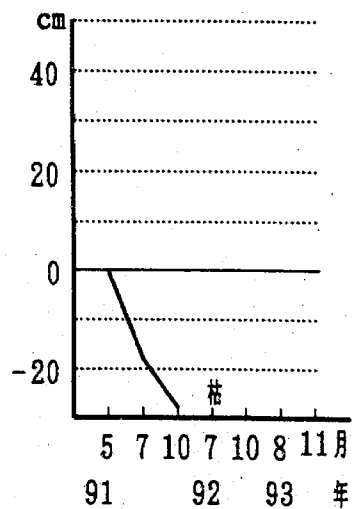
東京試験地には枯死した樹木は無いが、1 区の樹木は他区より明らかに生育不良である。

以上のように 1 区（壺穴、排水無し）では、福岡、千葉ではほぼ 100%、大阪では約 70% が枯死し、従来普通に行われているこのような植栽法が透水不良の地盤では極めて不適当であることが示された。

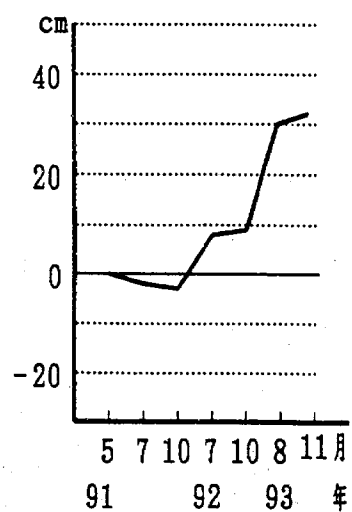
東京試験地では枯死にまでは至らなかったのは透水係数が 10^{-4} cm/sec 台で著しい不良ではなかったためと考えられる。

1. 樹高成長量

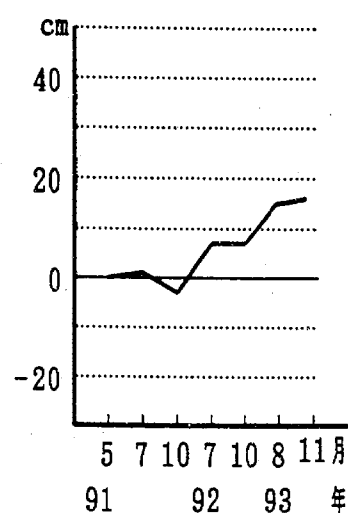
(千葉 1 区)



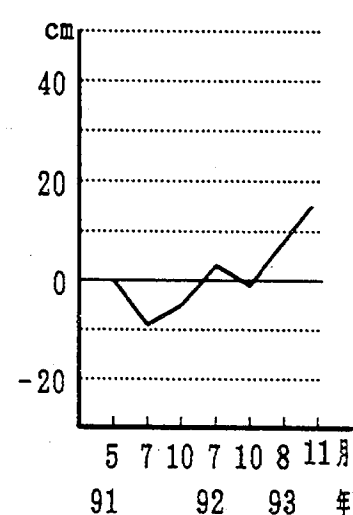
(千葉 2 区)



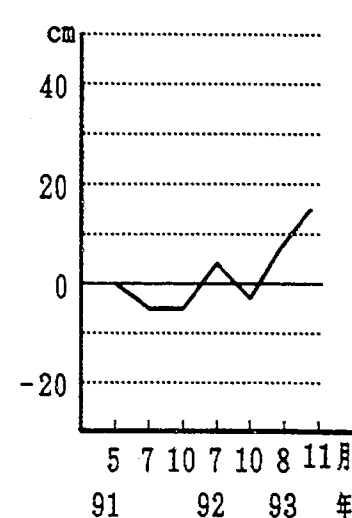
(千葉 3 区)



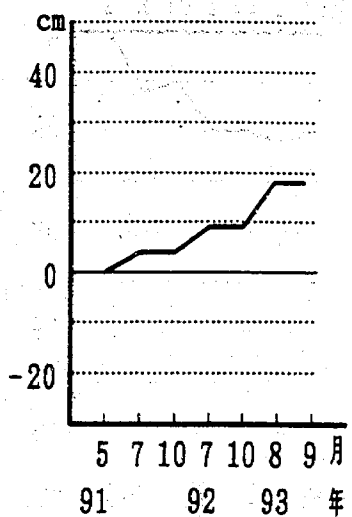
(千葉 4 区)



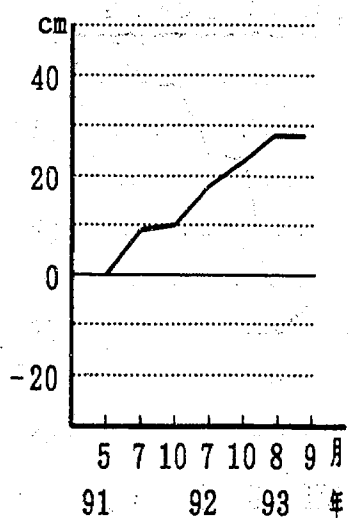
(千葉 5 区)



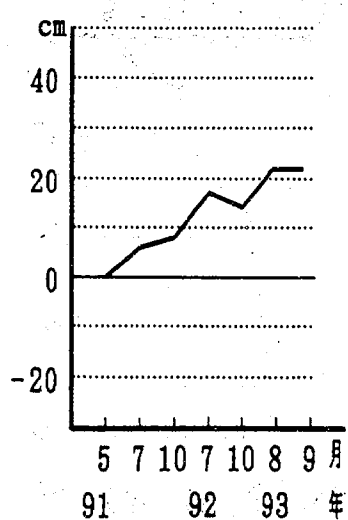
(東京 1 区)



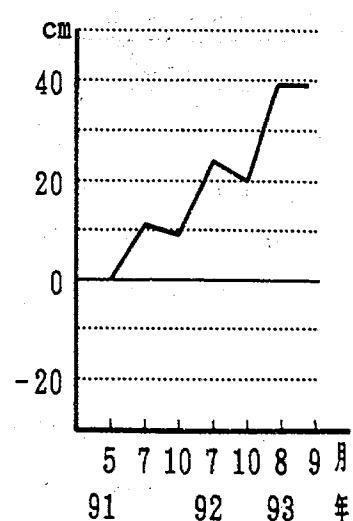
(東京 2 区)



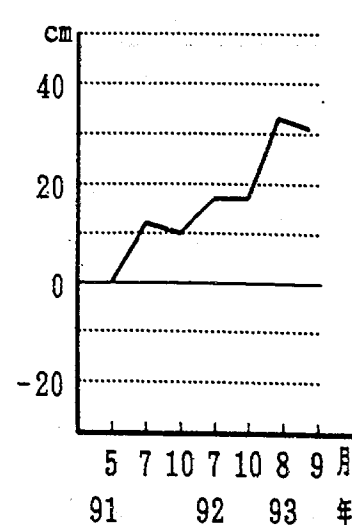
(東京 3 区)



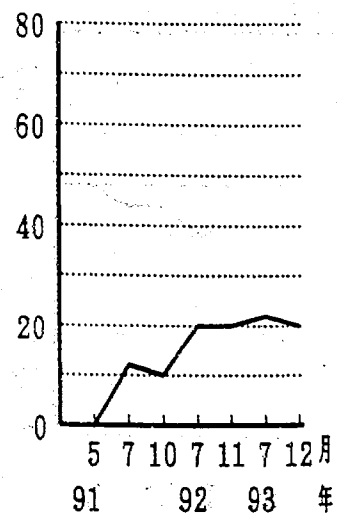
(東京 4 区)



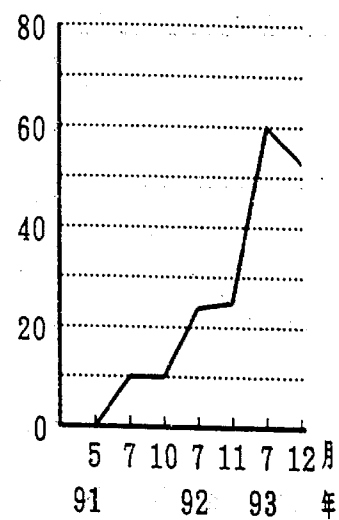
(東京 5 区)



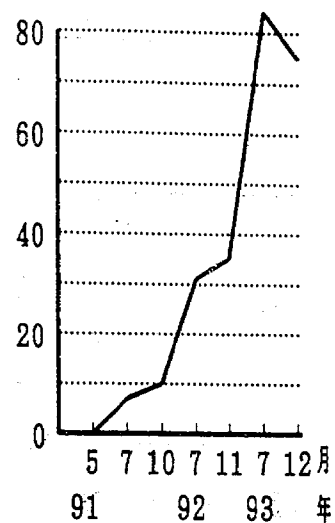
cm (大 阪 1 区)



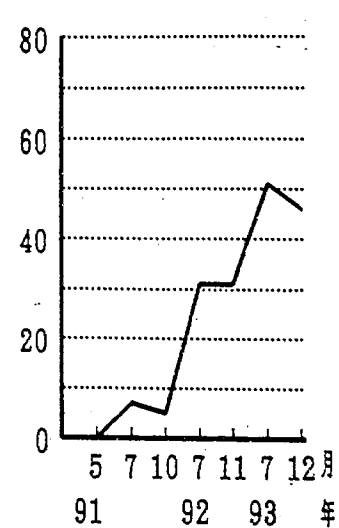
cm (大 阪 2 区)



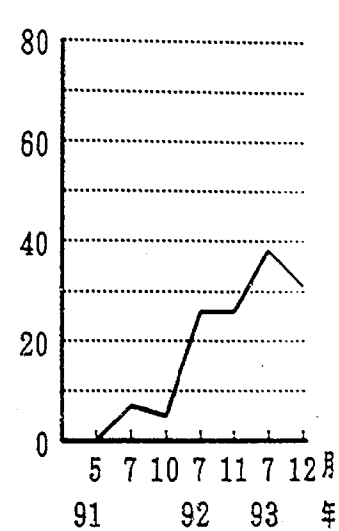
cm (大 阪 3 区)



cm (大 阪 4 区)

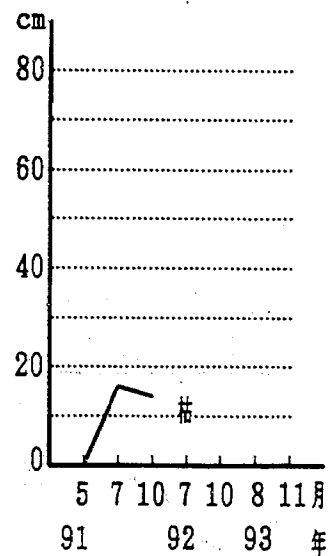


cm (大 阪 5 区)

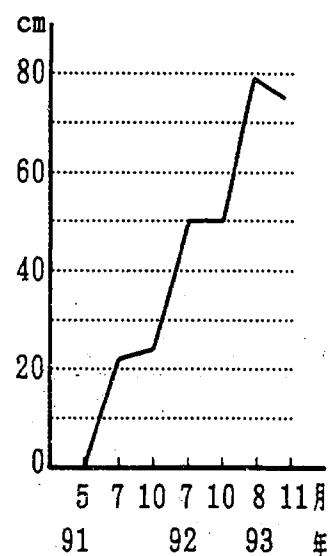


2. 枝張成長量

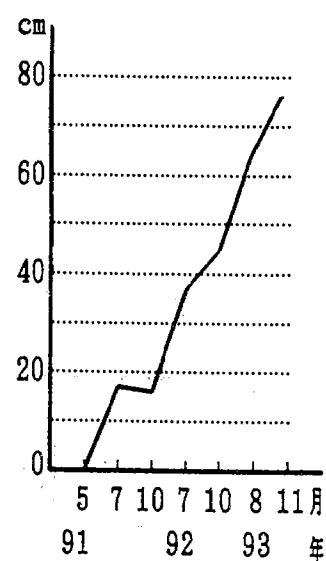
(千葉 1 区)



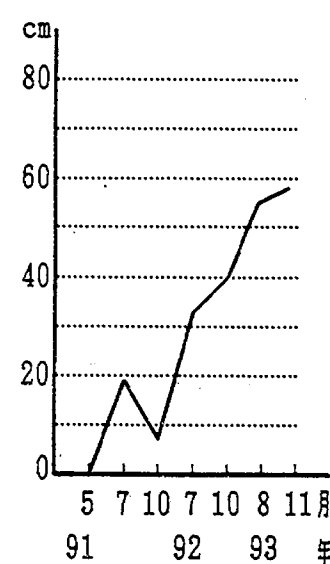
(千葉 2 区)



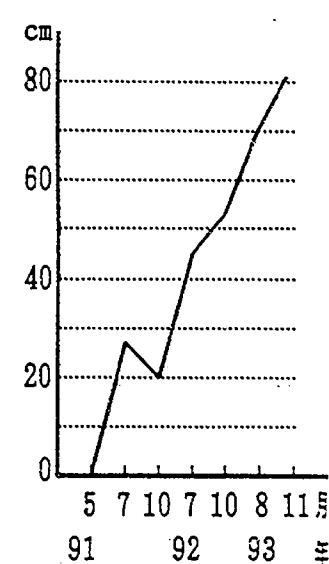
(千葉 3 区)



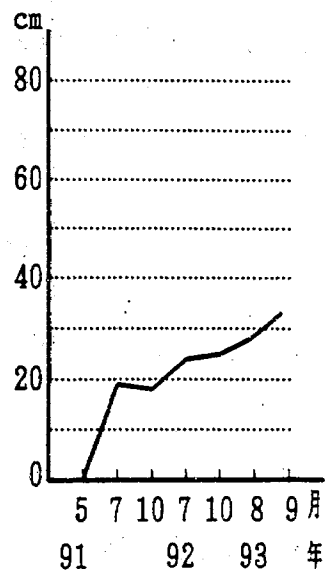
(千葉 4 区)



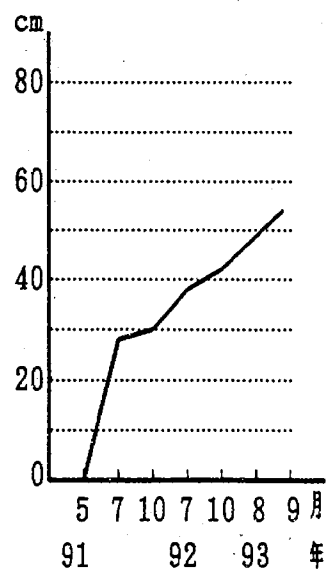
(千葉 5 区)



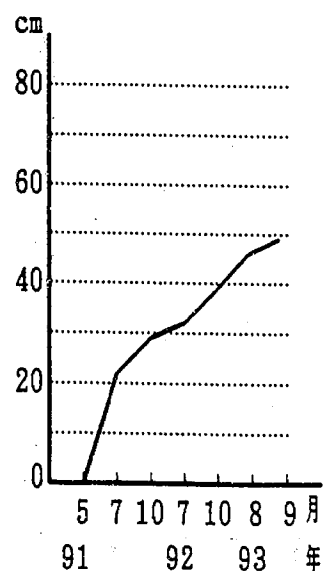
(東京 1 区)



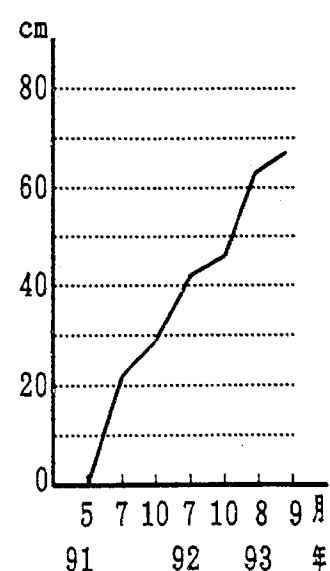
(東京 2 区)



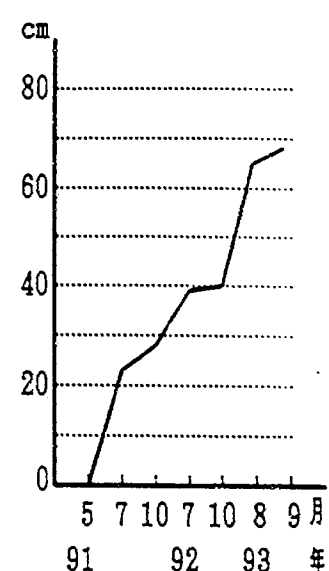
(東京 3 区)



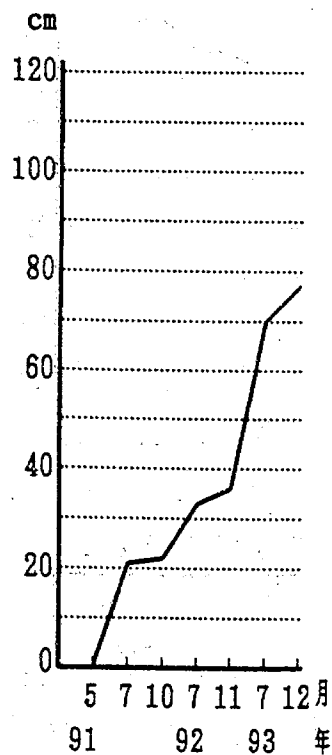
(東京 4 区)



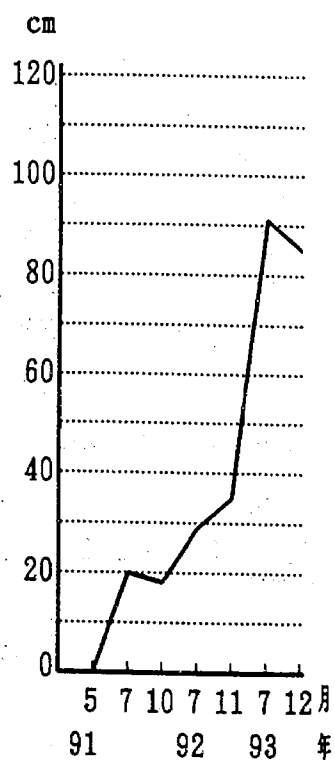
(東京 5 区)



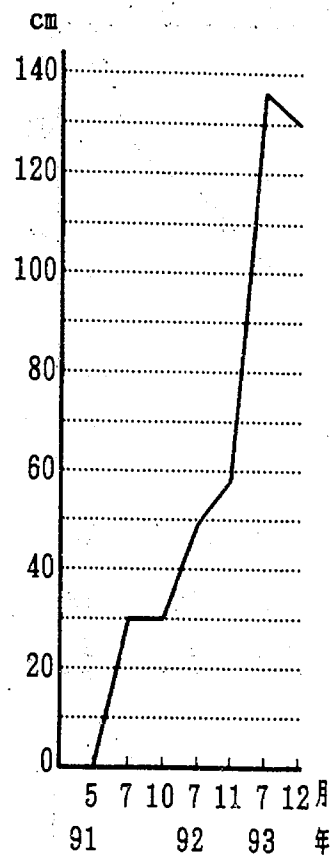
(大 阪 1 区)



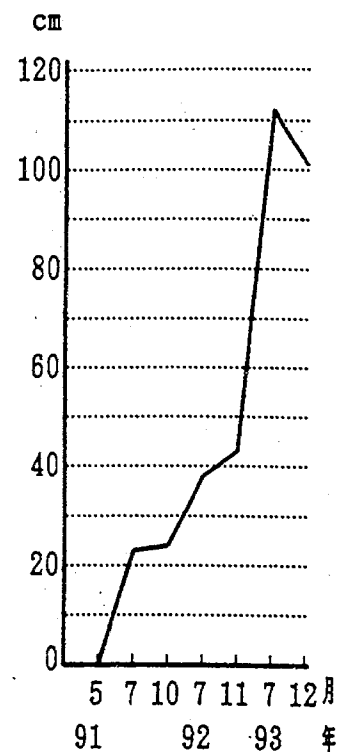
(大 阪 2 区)



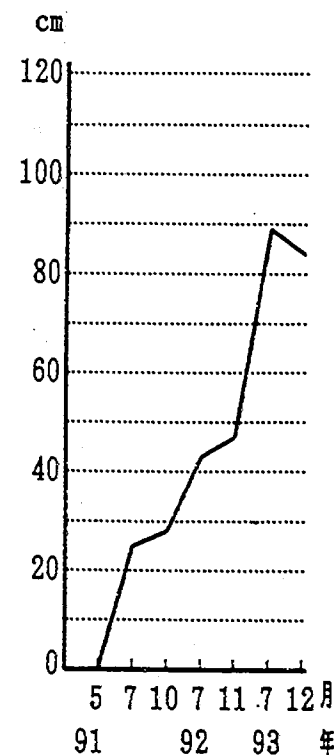
(大 阪 3 区)



(大 阪 4 区)

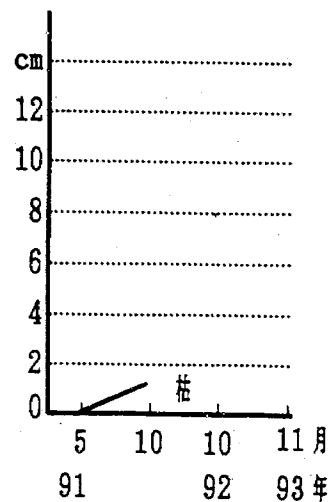


(大 阪 5 区)

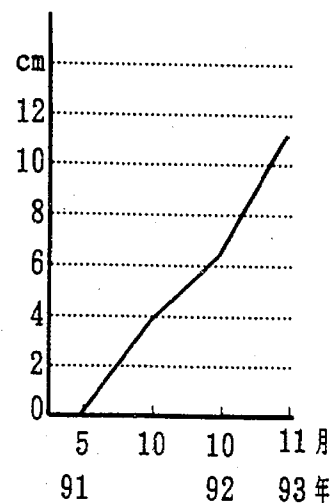


3. 根元周成長量

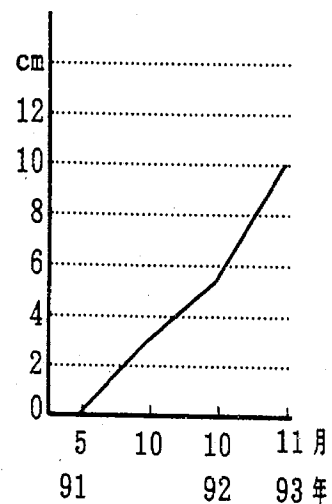
(千葉 1 区)



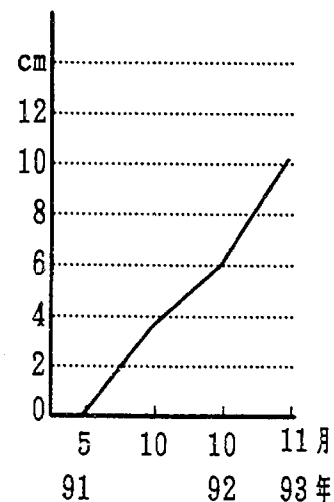
(千葉 2 区)



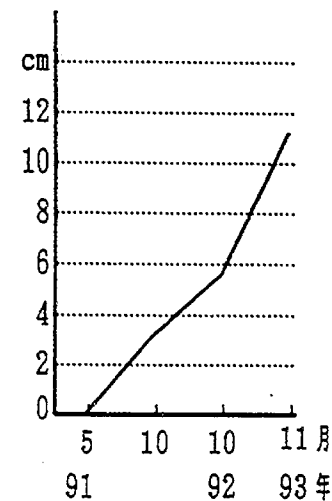
(千葉 3 区)



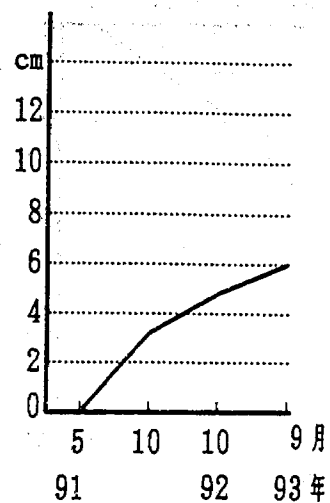
(千葉 4 区)



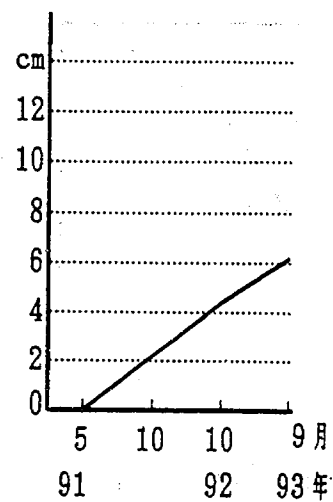
(千葉 5 区)



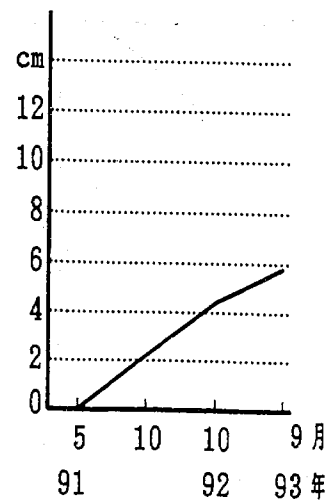
(東京 1 区)



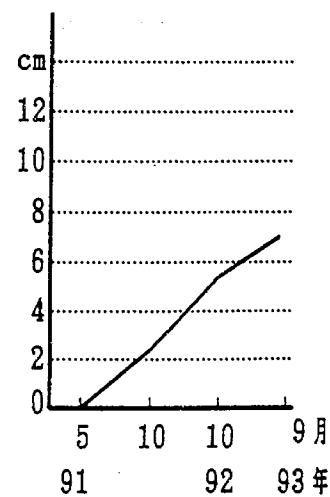
(東京 2 区)



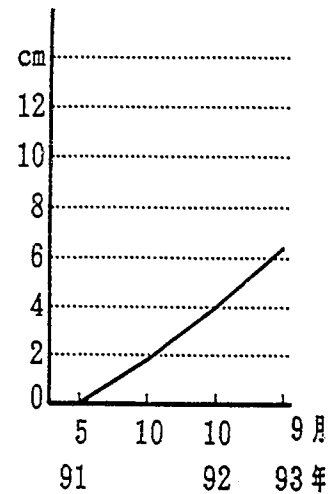
(東京 3 区)



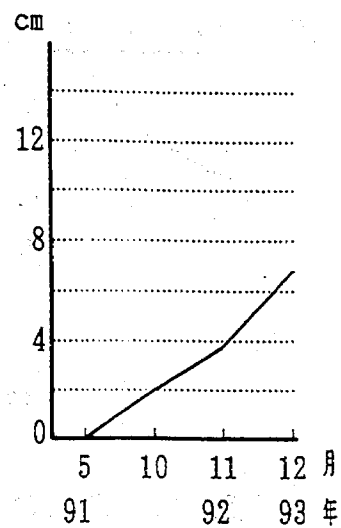
(東京 4 区)



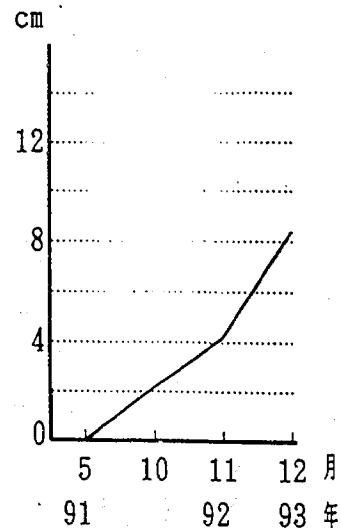
(東京 5 区)



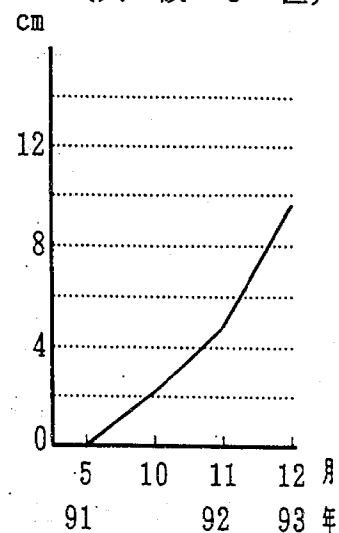
(大 阪 1 区)



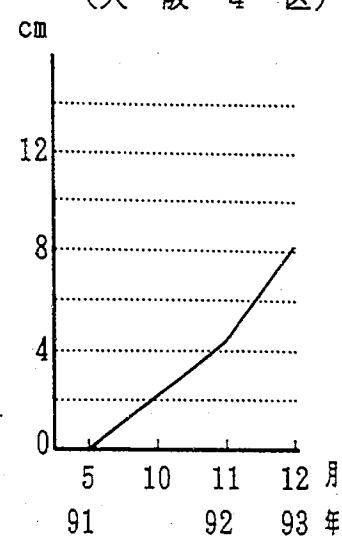
(大 阪 2 区)



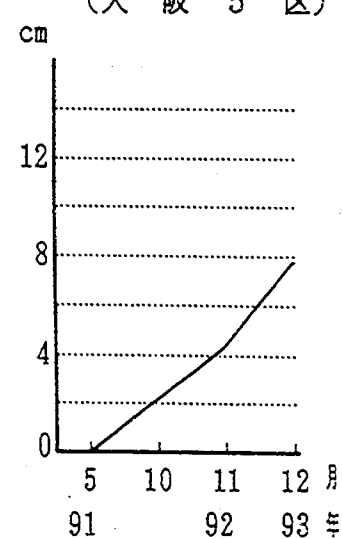
(大 阪 3 区)



(大 阪 4 区)



(大 阪 5 区)



3. 総合考察

まず始めに試験計画策定時に予想した内容と実際の結果とを比較対照した。

試験地 及び区	予想した内容	結 果
a 各試験地 1区	根腐れによる枯死	・福岡、千葉は全て枯死 ・大阪は4本枯死 ・東京は生育不良になったが枯死せず
b 各試験地 2区	始めは3～5区と同じくらい の成長をし、3年目 くらいから成長量が低下 する。	・東京は枝張で4区、5区より不良 ・大阪も枝張りで3区、4区より不良 しかし3年間ではそれほど目立った生育 不良地は無し。千葉では2区が最良
c 各試験地 3区	土壌改良材を混合してい ないので、混合した4区 5区より生育が劣る。	・東京では予想どおりだったが千葉では 3区と5区とほぼ同じで、かつ4区よ り良好。 ・大阪では3区がずば抜けて良し。 ・福岡では3区で1年目に全滅。4区、 5区ではそれほど枯死しなかった。
d 福岡、大阪 東京 4、5区 千葉 4区	土壌改良材を4区では10 %+10%、5区では15% +15%混入したので、多 いほど樹木の生育状態、 成長量が良くなる。	・福岡も大阪も改良材が多いほど成長量 が小さかった。 ・東京では4区と5区との差は小さくど ちらも1、2、3区より良好。
e 千葉 3、5区	締め固めた基盤を耕耘し た場合と、締め固めない ように注意して客土盛土 した場合とで差があるか どうか。	ほとんど差無し。
f 東京 5区	広く耕耘しただけで暗渠 排水をとっていない。排 水不良の影響がでるか。 耕耘深60cm。下層基盤の 透水係数平均 4.3×10^{-4} cm/sec ≈ 15 mm/時	3年間は目立った生育障害無し。 生育正常。

予想した内容と結果が一致したのはaの1区での枯死だけで、b、c、dは予想とはかなり異なるか、逆の結果となってしまった。(e、fは予想した内容は無し)

以下これらについて考察を述べる

(1) 壺穴式植栽法と樹木の生育

1区のような壺穴的植栽法では、基盤が透水不良であれば根腐れによる枯死、透水性がある程度あるが固い場合は次第に衰弱という結果がはっきりした。

大阪は 10^{-4} から 10^{-5} の透水係数であったが、1年目には1本しか枯死せず3年目に3本枯死した。東京では 10^{-4} 台で枯死は無く、大阪では 10^{-4} から 10^{-5} で多雨の年に枯死したことからこの試験では 10^{-4} 台が枯死するか否かの境界である、ということになる。

2区の結果を見ると、壺穴の前後に幅50cm内外深さ70cmの帯状の耕耘地がつき、暗渠排水が導入されるだけで生育状態が一変し、少なくとも3年間は幅2.5m耕耘の3、4、5区と差が無かった。この効果が樹木の大きさがどれくらいになるまで続くかは3年間の試験では分からないが、このようなわずかの改良で大きな効果がある、ということは本試験で見出された成果の1つである。

(2) 土壌改良材及び施肥の効果

本試験の設定条件のうち、結果から判断して不適切だったのは施肥量である。肥料の量が多いと基盤条件の差を肥料が打ち消してしまう、という考えがあったため当初の施肥量を少なくしたが、その結果逆に養分不足による成長抑制が生じ、基盤条件の違いが抑え込まれてしまうという現象を招いた。

しかも土壌改良材として混入したバーク堆肥が窒素飢餓を引き起こすという障害まで発生した。土壌物理性の試験を行ったのに化学性(養分量)によって大きな制約をうけてしまうという皮肉な結果が見られたのである。

またこのような経過から土壌改良材は肥料との関係をよく検討して使用しないと、誤った結果を導き出す恐れがある、ということも判明した。

もし当初から十分な量の肥料を施してあればかなり異なる結果が生まれ、土壌改良材の効果も予想通りのものになっていたのではないかと推定される。

(3) 基盤の地質の差による生育への影響

基盤地質の影響が予想外に大きかった。特に福岡のように改良の困難な土壤があることが分かったことは1つの収穫であった。その意味では試験地が1ヶ所でなく4ヶ所であったことは結果論であるが意義があった。

(4) 樹木の成長のリズム及び植栽試験の判定の難しさ

苗畑で育成されていた樹木を間隔を広げて植え付けた場合、しばらくの間は枝張の増大だけが続き樹高の伸びはほとんど無かった。(千葉試験地の場合は3年経っても樹高はさほど伸びていない。)

枝張と樹高のバランスがとれてからはじめて樹高が伸び出す、という性質を持っているようである。したがって何を成長の指標とするかによって、結果の判定が大きく違ってしまふ恐れがある。

数字に表現できない目で見ただけの感じも重要である。まかシラカシの場合7月まででその年の成長は終わってしまい、その後はほとんど成長していない。

幹周（根元周）の測定は今回は最も問題があった。地際から5～10cm上りのところに白いエナメルで印をつけて測定していたが、成長の旺盛なものは根張による太りの影響が出てきてしまった。根元周と言ってももっと上の方で測定すべきであった。

7月の測定値より同年の10月の測定値の方が小さくなることがしばしばあった。これは測定誤差や端部の枝や葉の枯損ということもあるが、葉がピンと立っている状態であるか否かとか、枝がだんだん下がってくるとかの影響もあるのではないかと思う。しかし、多くは10cm内外の差なので結果の判定を大きく変更させるほどのことではない。



千葉試験地の生育状況

(写真は93年11月)

千葉試験地では1区が一年目に6本中5本が枯死した。2区～5区には成長量に目立った差は生じなかった。4枚の単木写真で分かるように生育は良好であった。

1区No. 6

1区ではこの1本だけが辛うじて生き残り、他の5本は枯死した。

2区全景

2区は3～5区より条件は悪いはずなのに、3年間の生育は他区に劣らなかった。





3区全景

3区は良好であった。



4区全景

4区は若干枝張りが小さい傾向があったが、良好であった。



5区全景

幹の傷によって衰弱した1本を除き、他は良好であった。

2 区 No. 2



3 区 No. 1



4 区 No. 4



5 区 No. 3

ツボ穴式植栽区の樹木の枯死（千葉試験地）

千葉試験地では、1区の樹木は1年目の梅雨期に衰弱が始まり、梅雨あけには枯死した。



枯死した樹木を掘りあげて見ると、根の状態が、植え込んだ時のままで、ほとんど伸びることなく枯死してしまったことが分かる。

東京試験地の生育状況（写真は93年9月）

ここでは壺穴植栽の1区でも枯死したものは無かったが、生育は他区に比べて明らかに劣っている。また、2区及び3区は、4区、5区より不良で、改良材を混入した区が良いという結果が出ている。全体に乾燥による生育障害が見られ、大阪、千葉と比べて不良である。



1区全景

手前の1本はやや良好であるが、他の5本は衰弱が著しい。



2区全景

1区よりは良いが全体にこじんまりしており、勢いが弱い。



3区全景



4区全景

この区が最も良好で、
他区より樹高、枝張、活
力でまさる。

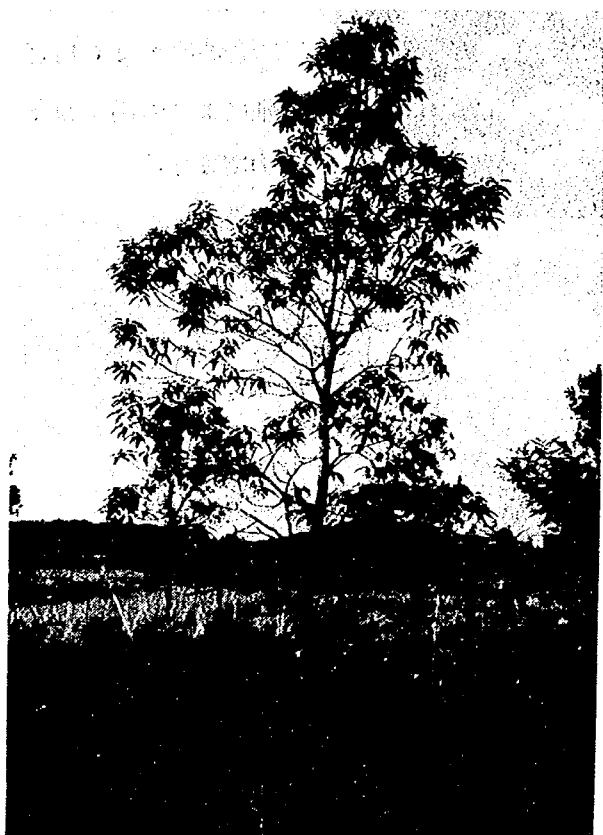


5区全景

2本不良木があるが、
その他は4区と同様に良
好である。

1区 No.4

葉量が少なく、枯枝もあり弱々しい。
壺穴植栽でも枯死しなかったが、明らかに衰弱している。



2区 No.4

1区の樹木よりは樹高も大きく、枯枝が少ないが、葉量が少なく健全な生育ではない。



3区 No. 4

2区の樹木より葉量が少ない。

(左下) 4区 No. 5

(右下) 5区 No. 6

いずれも1区、2区に比べると枝張りが大きく葉量も多いが、千葉試験地、大阪試験地の樹木に比べると葉量が明らかに少ない。

東京試験地は乾燥による生育障害を受けていたように思われる。



大阪試験地の生育状況（写真は93年11月）

大阪試験地は2年目の秋に葉の著しい黄化現象が見られたので、3年目に窒素肥料を多めに施用した。その後急に成長した。土壌改良材の使用の少ない3区、2区が特に伸び、多く混入した4区、5区はこれより劣った。排水を取らなかった1区は4本枯死した。



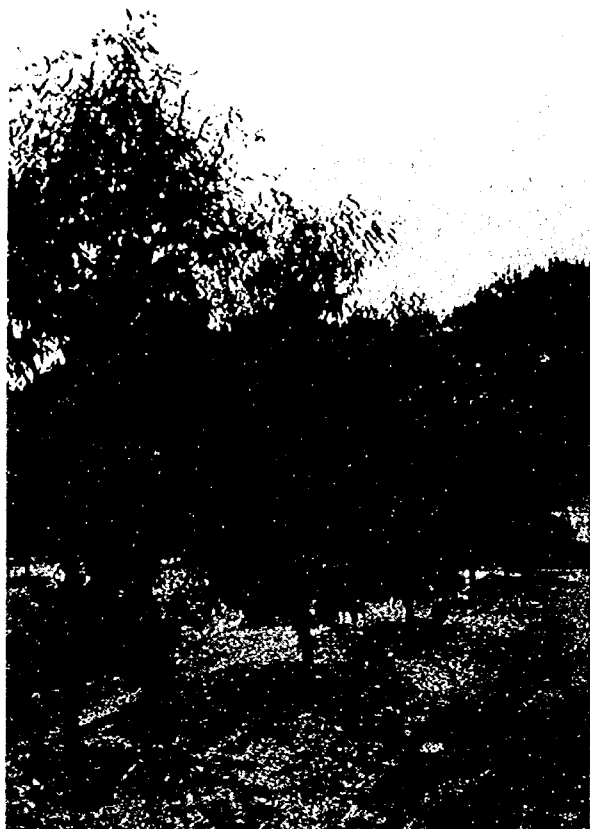
1区全景

他区に比べて明らかに小さい。この後さらに枯死木が発生し、3年目終了時には生存木は2本であった。



2区全景

葉量多く、また葉色も濃く良好である。



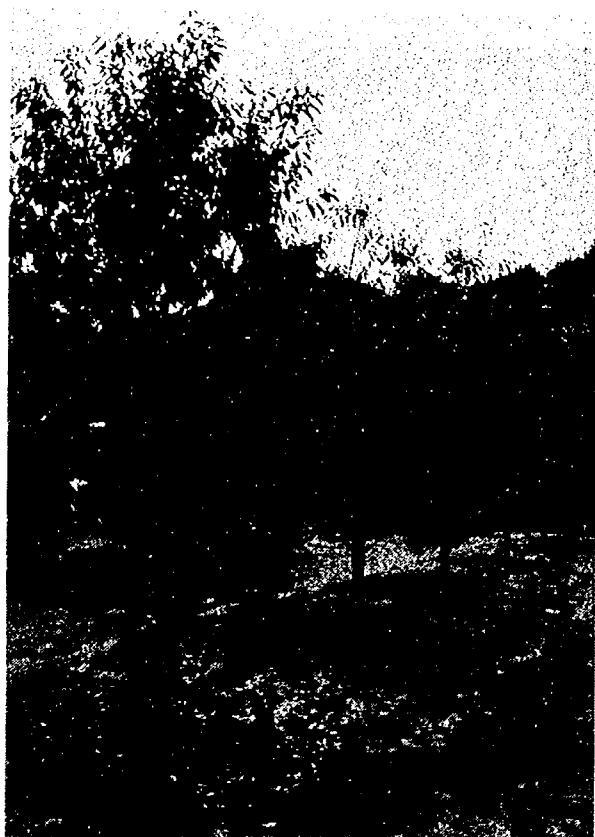
← 3区全景

4区全景（左下）

5区全景（右下）

3区が最も良く、ついで4区となり、5区が最も不良である。

土壌改良材は5区が最も多く、4区がそれに次ぎ、3区には混入していない。従って、成長はこれと反比例している。当初の施肥量不足がこのような結果を招いたものであろう。初めから充分施肥していれば異なる結果になったかも知れない。



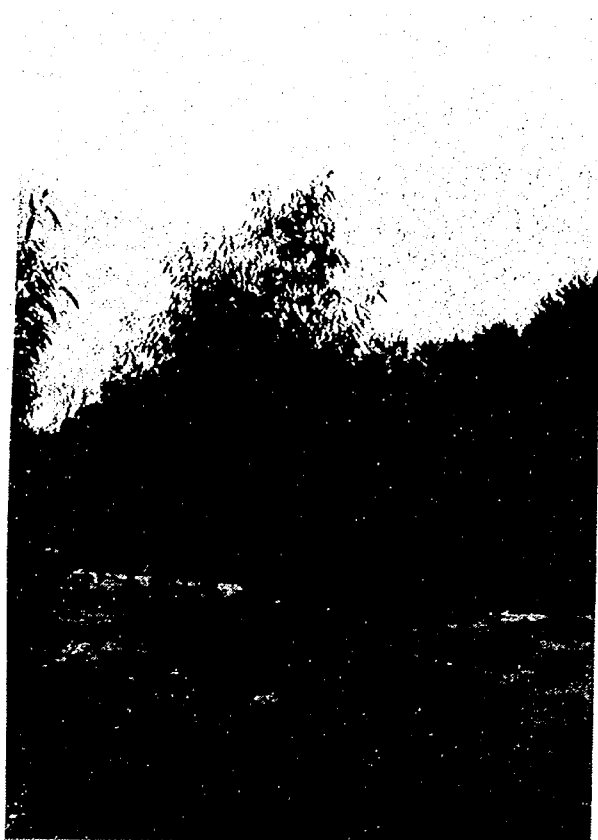
1区 No.3、4 (右) →

2区 No.3 (左下)

3区 No.2 (右下)

1区は樹高が小さく葉量もやや少ない。
(とはいえ東京、福岡等の樹木と比べるとこれでも良く見える。)

2区3区の樹木は葉量が多く密生していること、今年伸びた新枝の伸長量大きいことが目につく。





4区 No. 3

これも葉が密生し、新枝の伸長量が大きく、
良好な生育をしている。



5区 No. 6

これは樹高がやや小さいが、葉が極めて密生
していて活力旺盛である。

葉色の黄化現象



植栽後2年目の秋(92年秋)に、全試験区の樹木に葉色が黄化する現象が見られた。

大阪が最も著しく、次いで千葉が目立った。福岡では一部に著しい黄化があったが、植え換え時に施肥を行ったので全体としては軽度であった。東京は軽度であった。

大阪試験地No.5は全樹木が著しく黄化した。(92年11月)



上の写真の樹木の葉を近くで見た状態。

福岡試験地の生育状況（写真は93年12月）

この試験地は初年度に大半が枯死したため植え換えたが、その後も生育不良で、枯死木も多い。透水性不良なマサ土が基盤となっているためであるが、不良基盤の改良の困難さをまざまざとみせつけられた試験地であった。



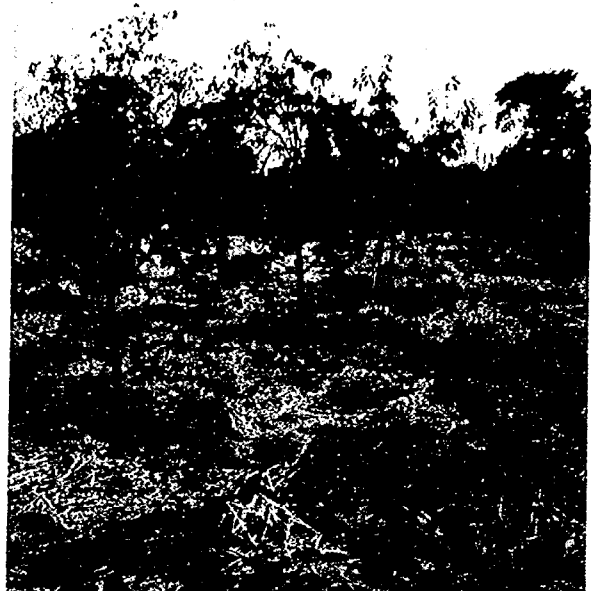
1区はほとんど枯死。植え換えたものも再び枯死。



2区は植え換えた後、全区の中で最も良くなったが、それでもこの程度である。他試験地の樹木の成長とは格段の差がある。



3 区



4 区

3 区は土壤改良材を混入した 4 区、
5 区より良好である。

5 区が大量の改良材を混入したにもか
かわらず不良であることは、改良材
の使用法の難しさを教えてくれるもの
である。

何れも他試験地に比べると極めて不
良である。



5 区



ピートモス混入区

(左上) 排水管を根鉢に直結した区

(右上) 排水管と根鉢の間が約20cm
離れている区

右上の区は枯死木が多く、ピートモスが水を保ち過ぎて不良になったものと考えられる。

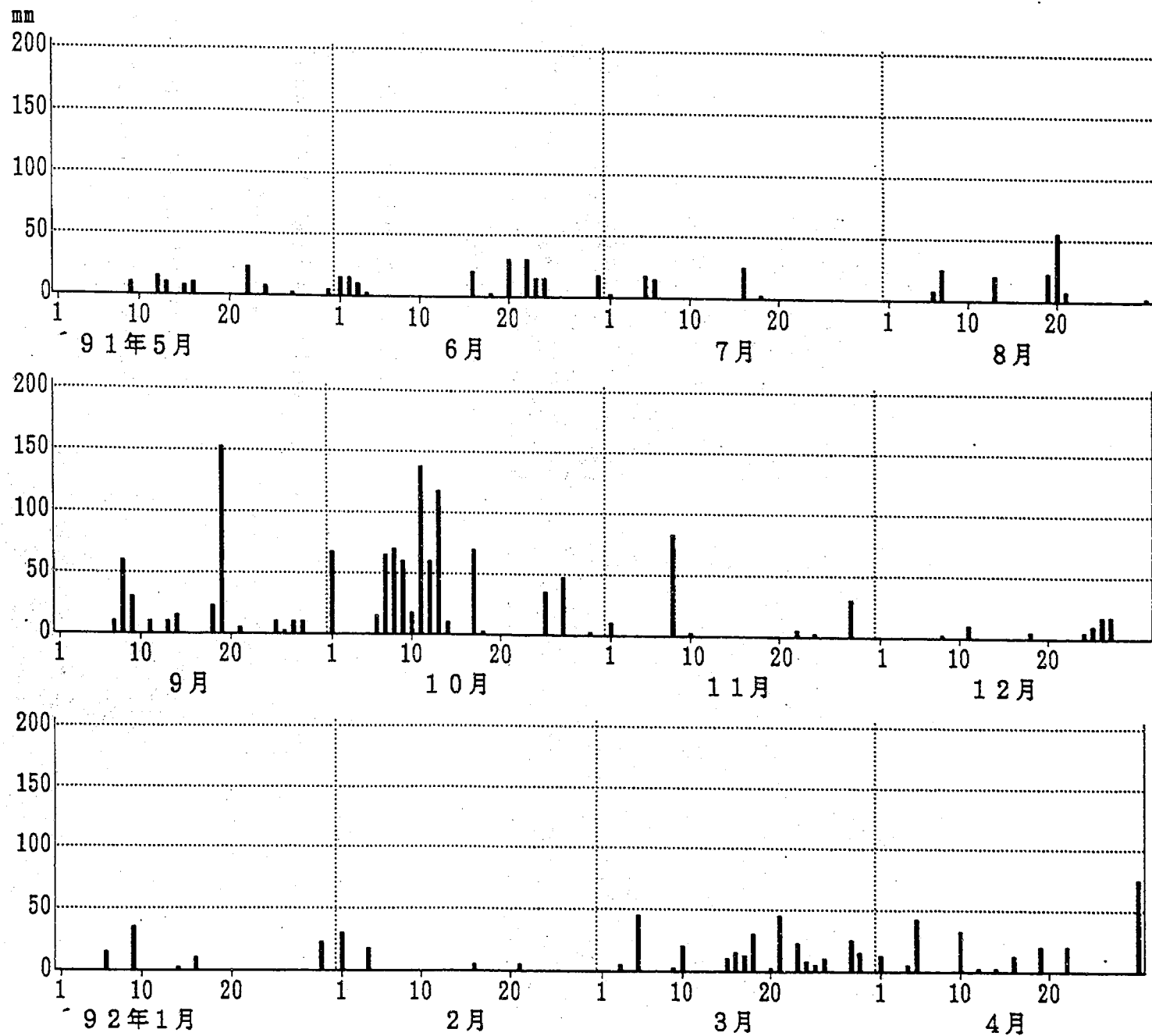


2区 No.4 (左下)

これが本試験地で最も生育旺盛な樹木である。他試験地のものと比べて生育状態に大差がある。

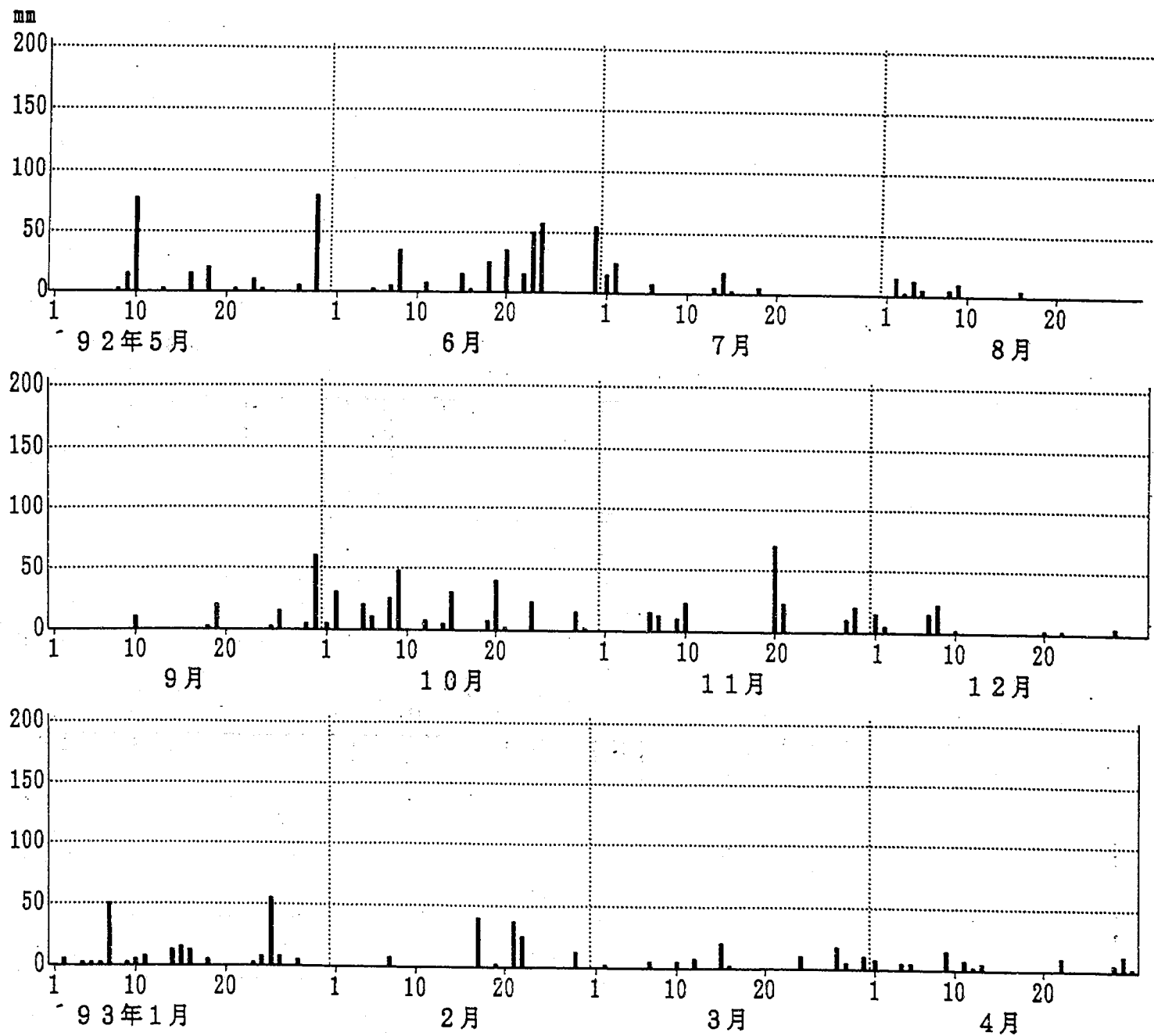
各
試
験
地
の
降
雨
量

千葉(坂畑)
No. 1



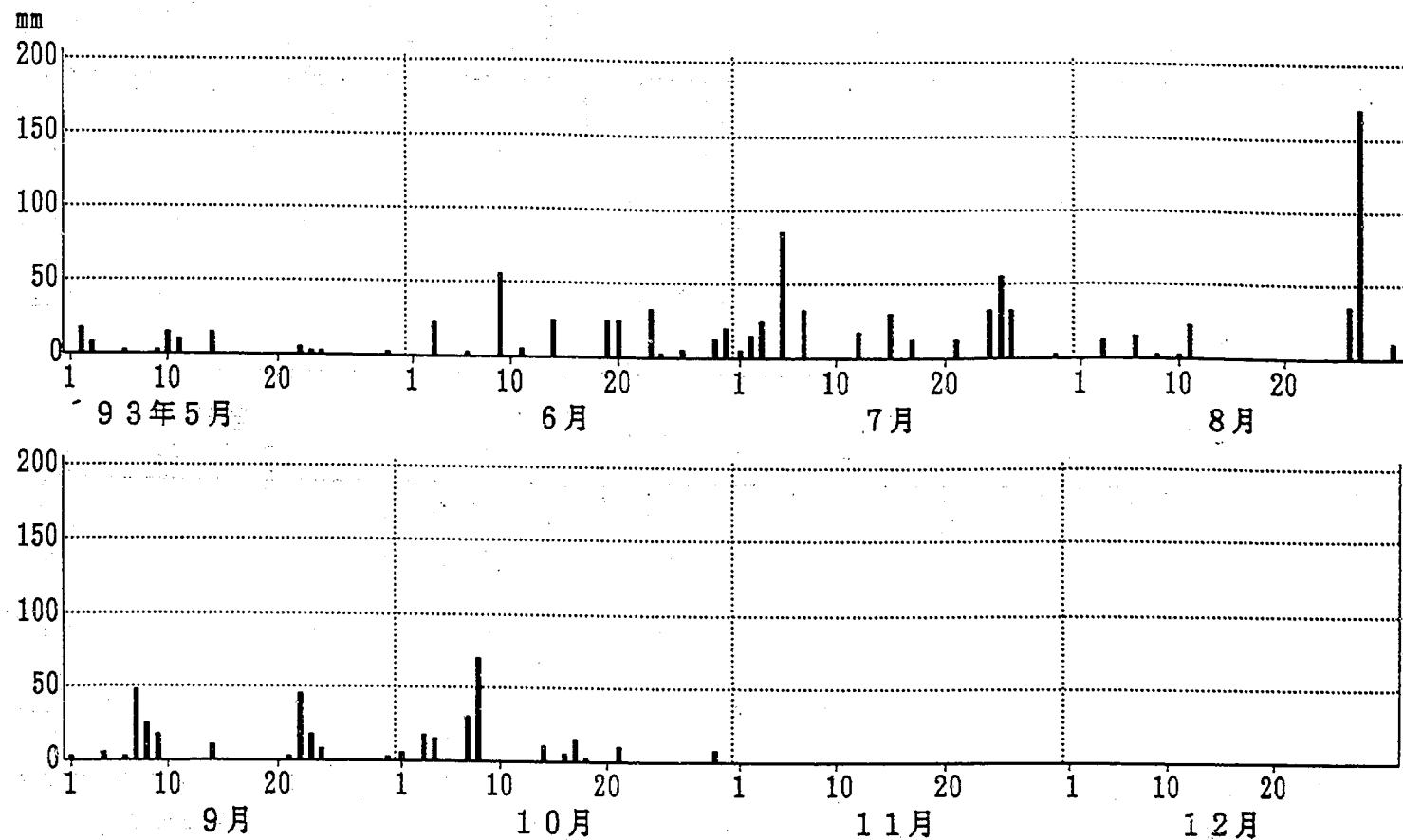
千葉(坂畑)

No. 2



千葉(坂畑)

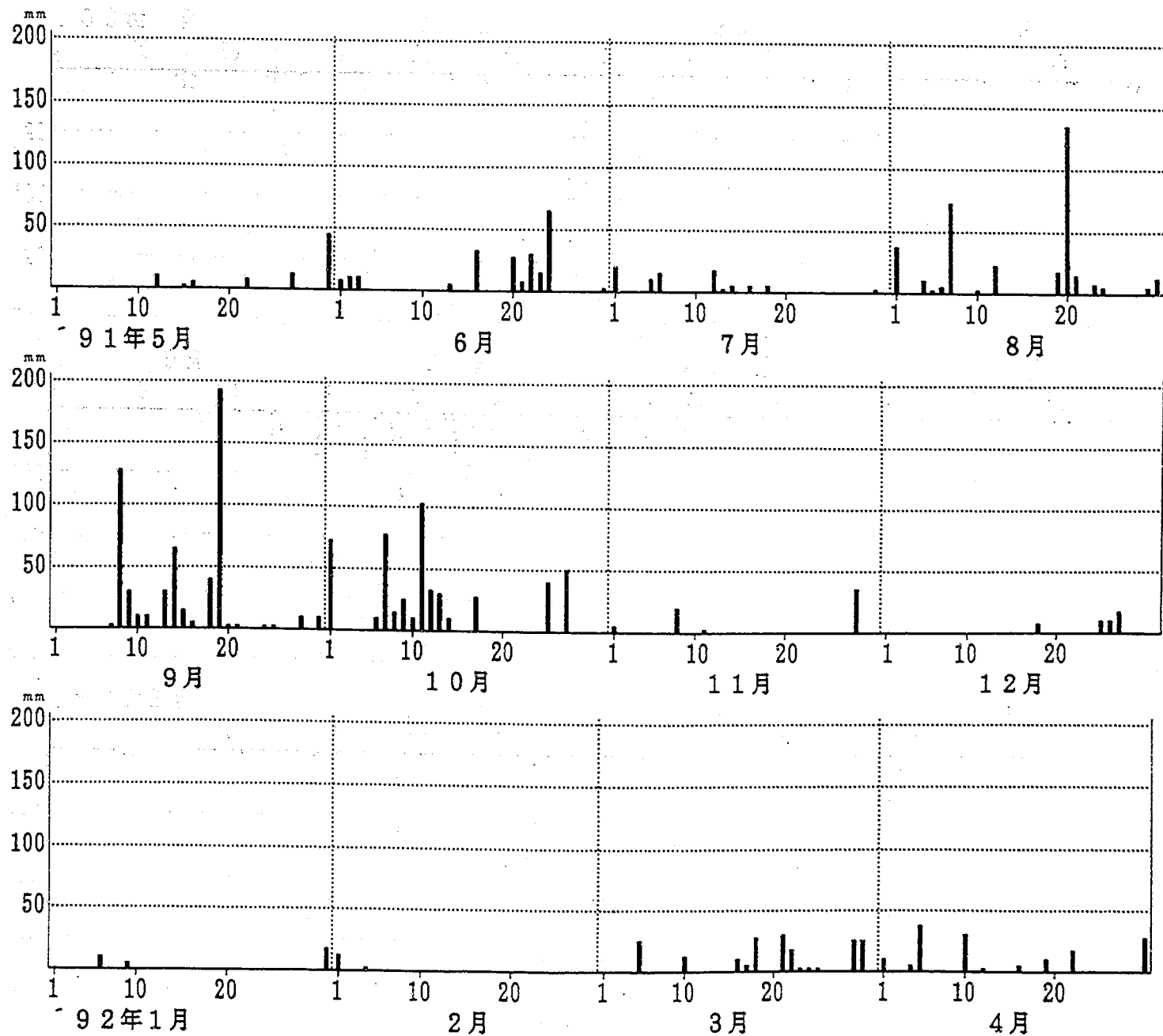
No. 3



各試験地の降雨量

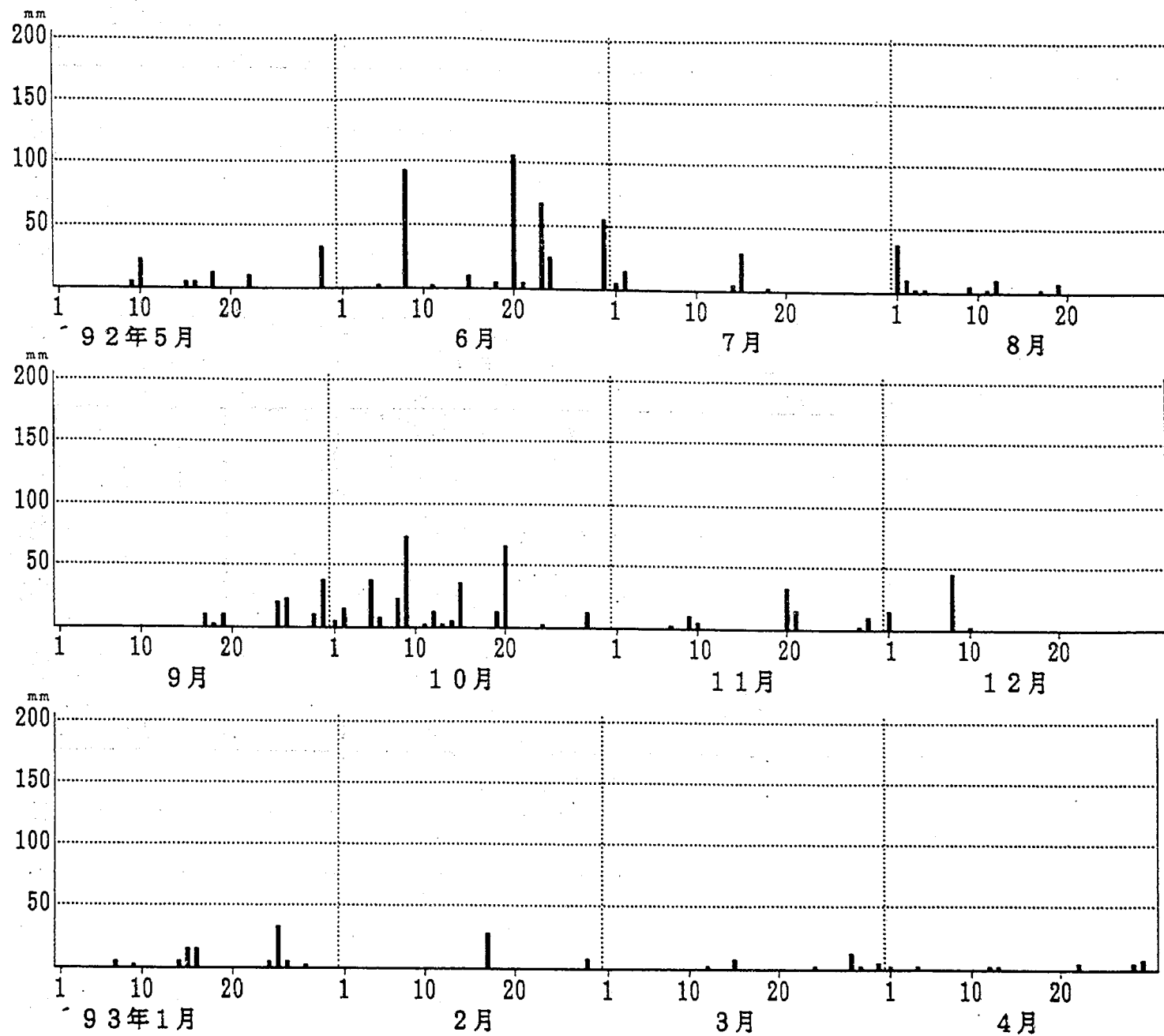
東京(八王子)

No. 1



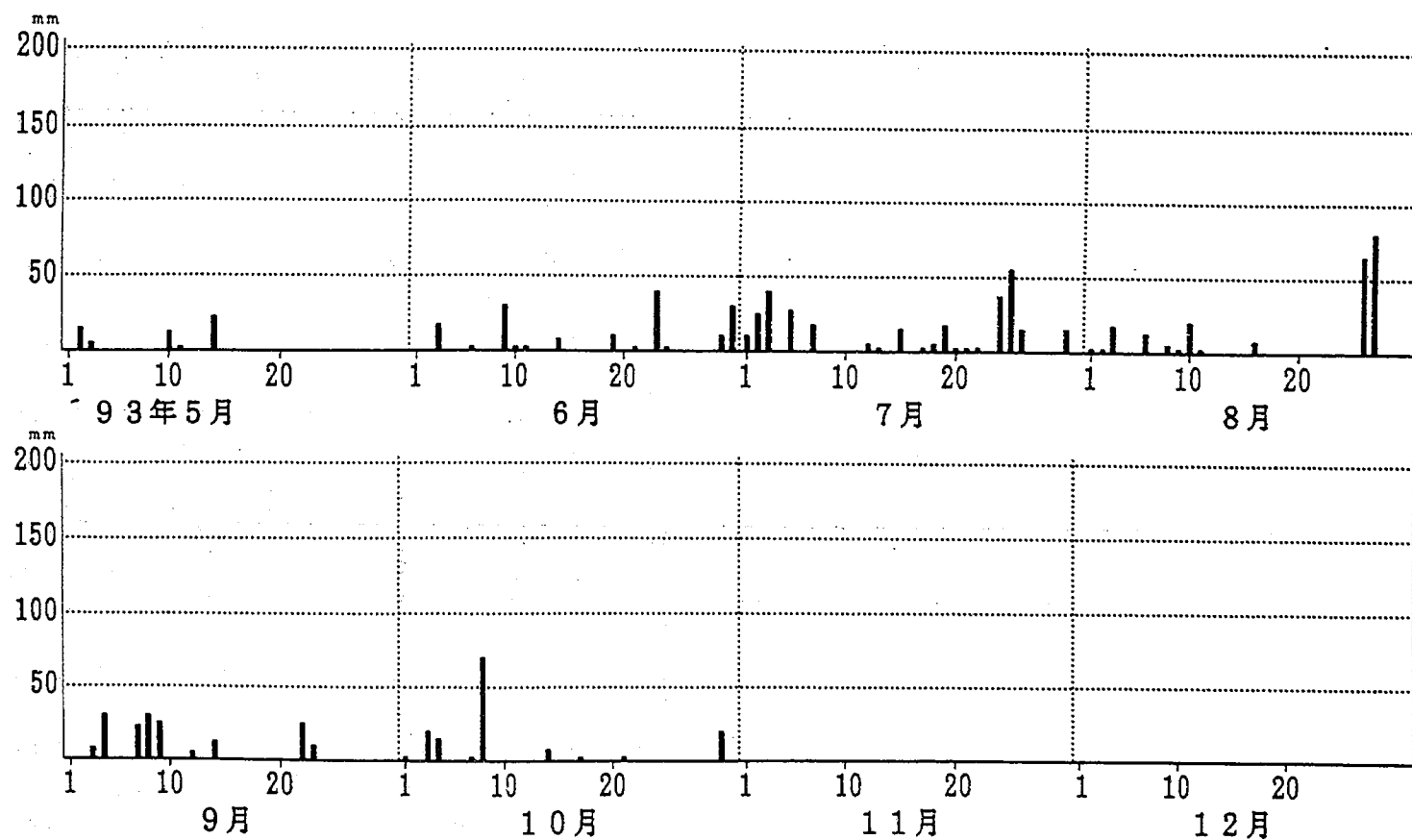
東京(八王子)

No. 2



東京（八王子）

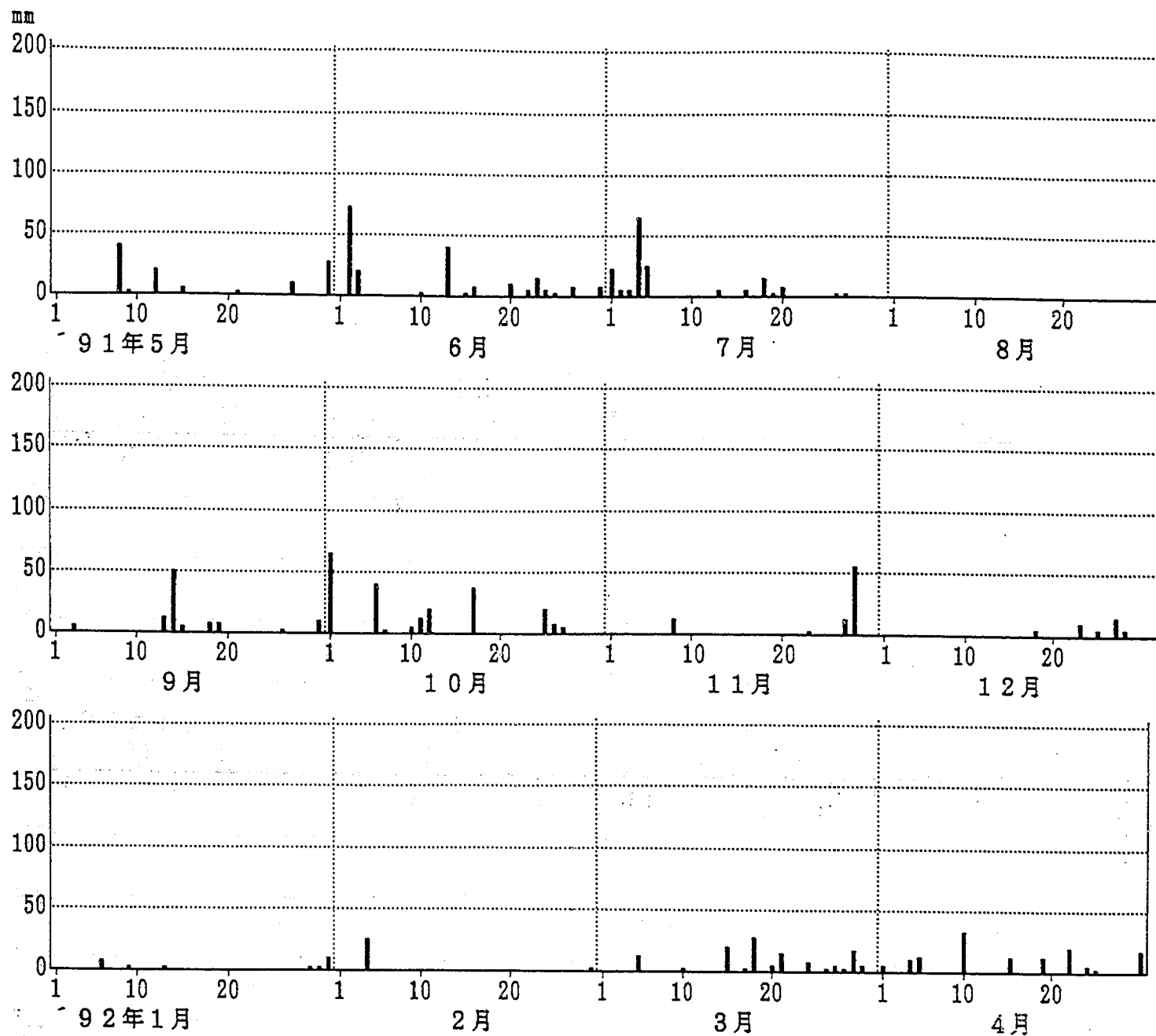
No. 3



各試験地の降雨量

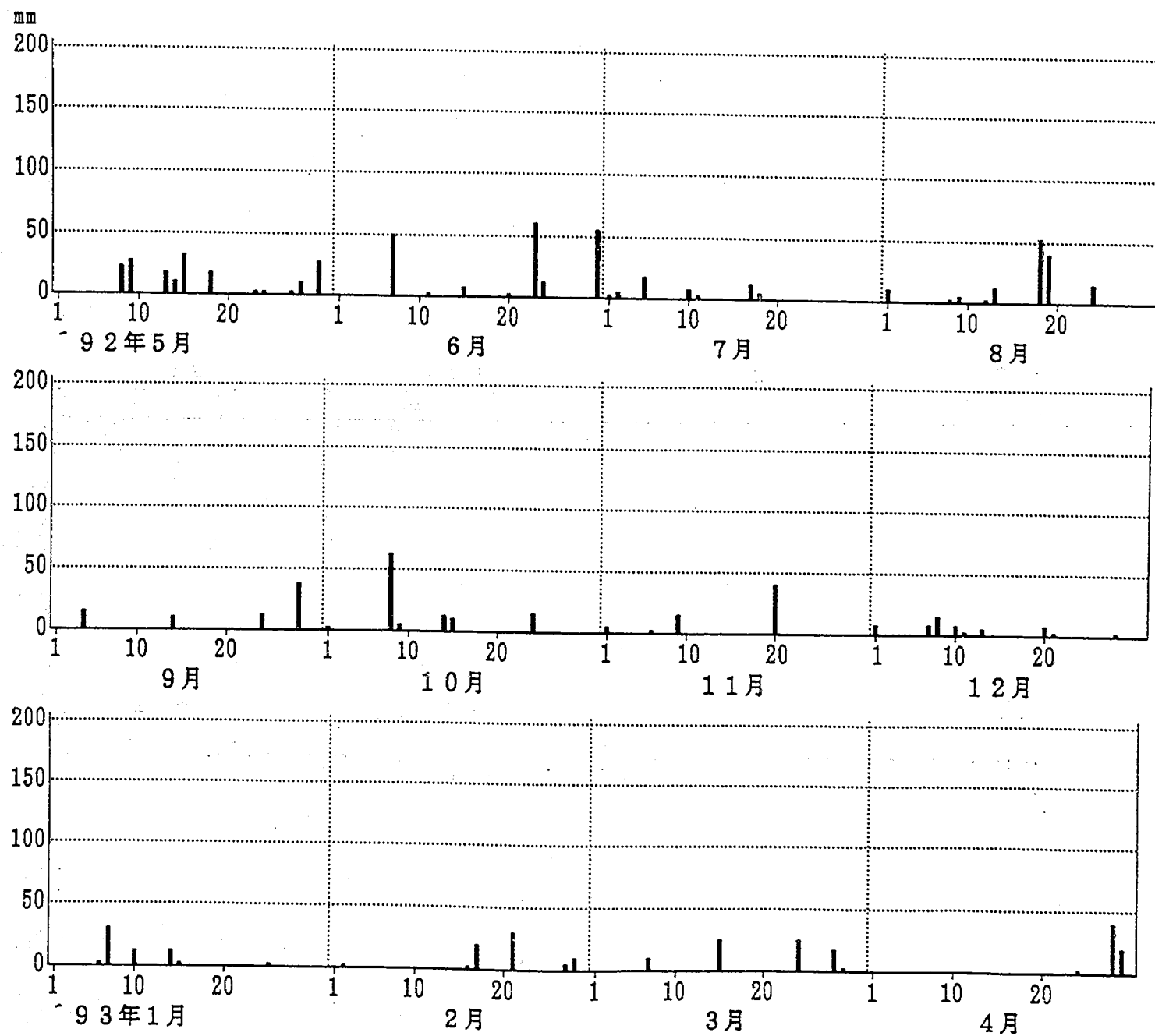
大阪(豊中)

No. 1



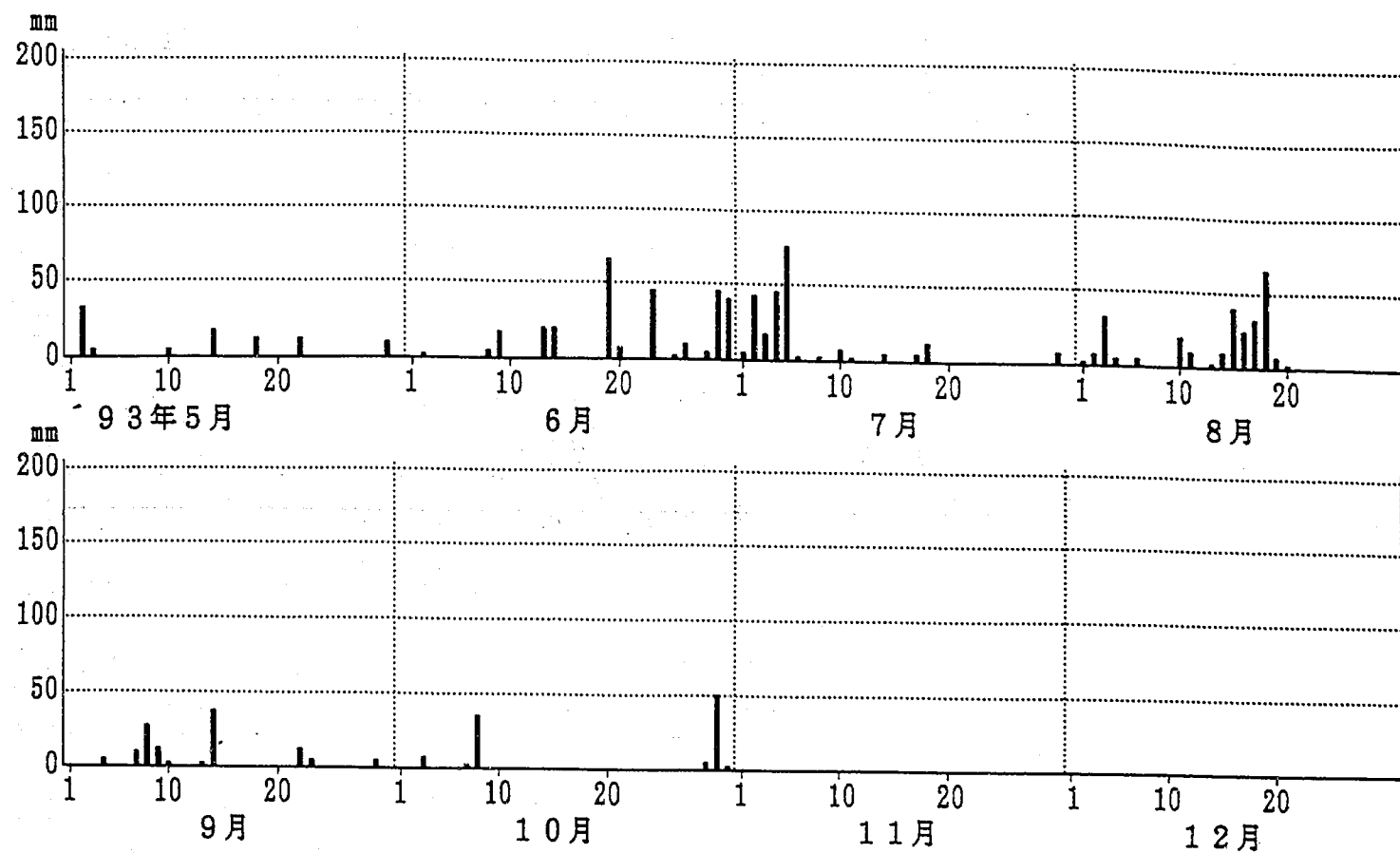
大阪（豊中）

No. 2



大阪（豊中）

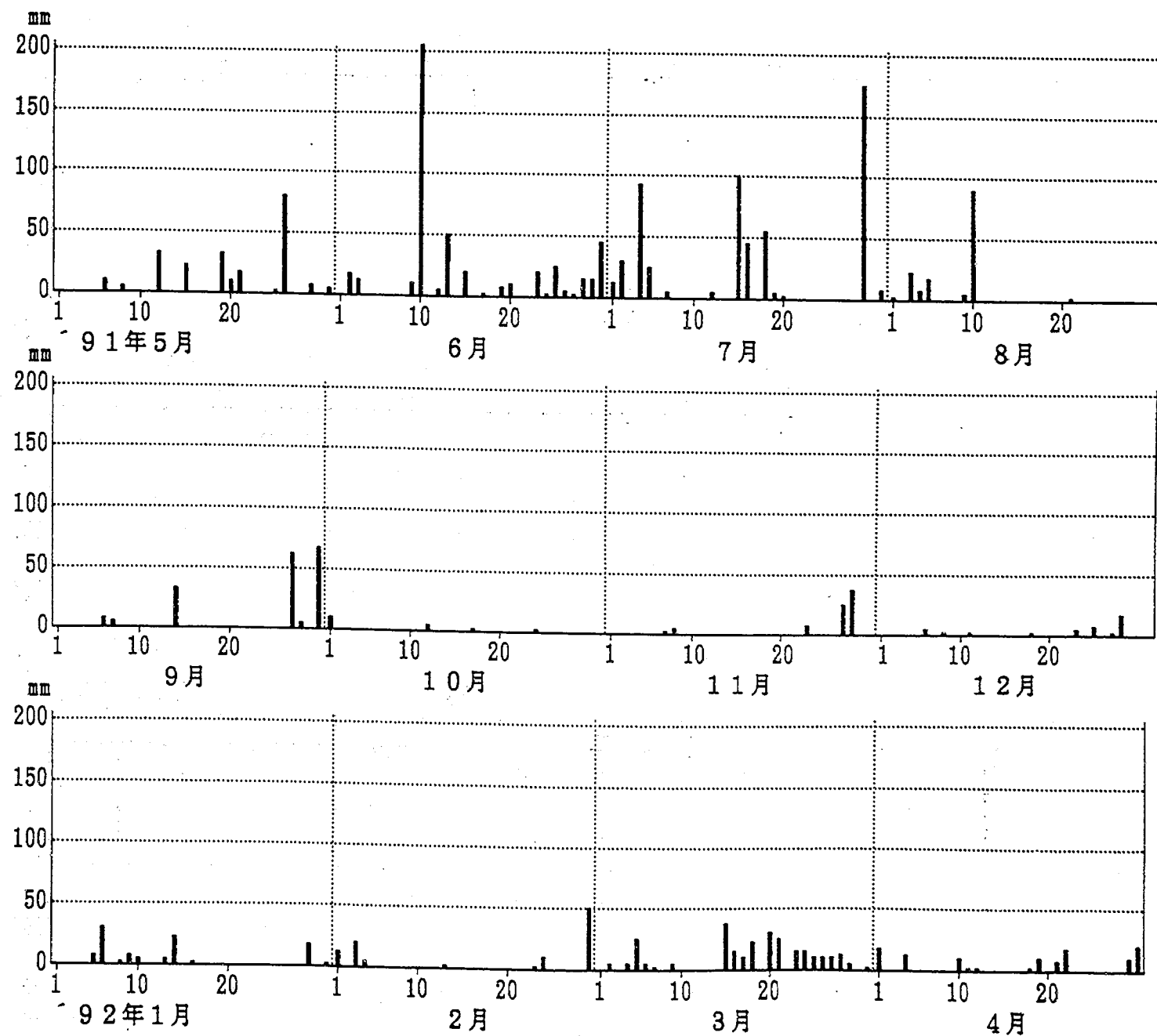
No. 3



各試験地の降雨量

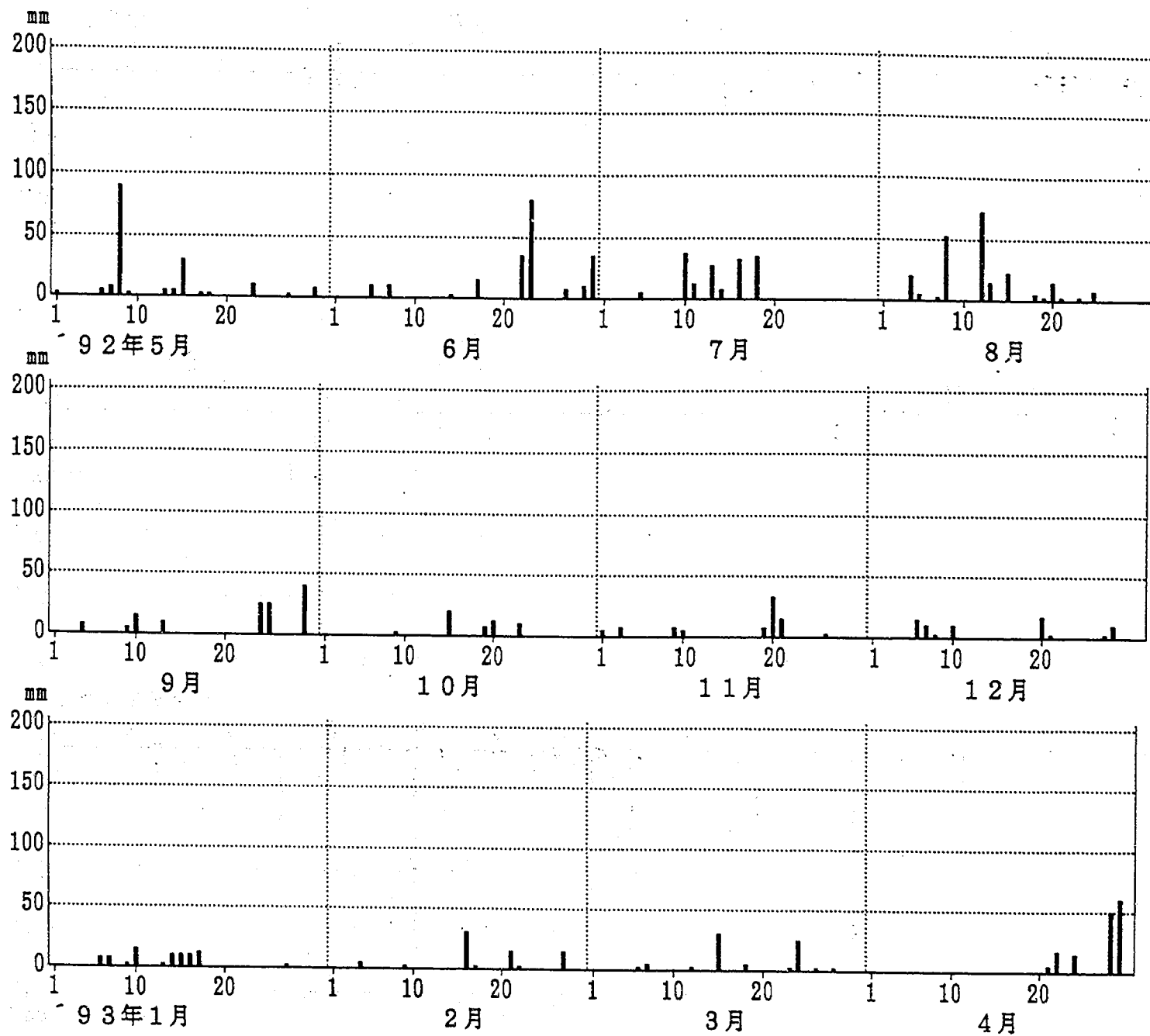
福岡(太宰府)

No. 1

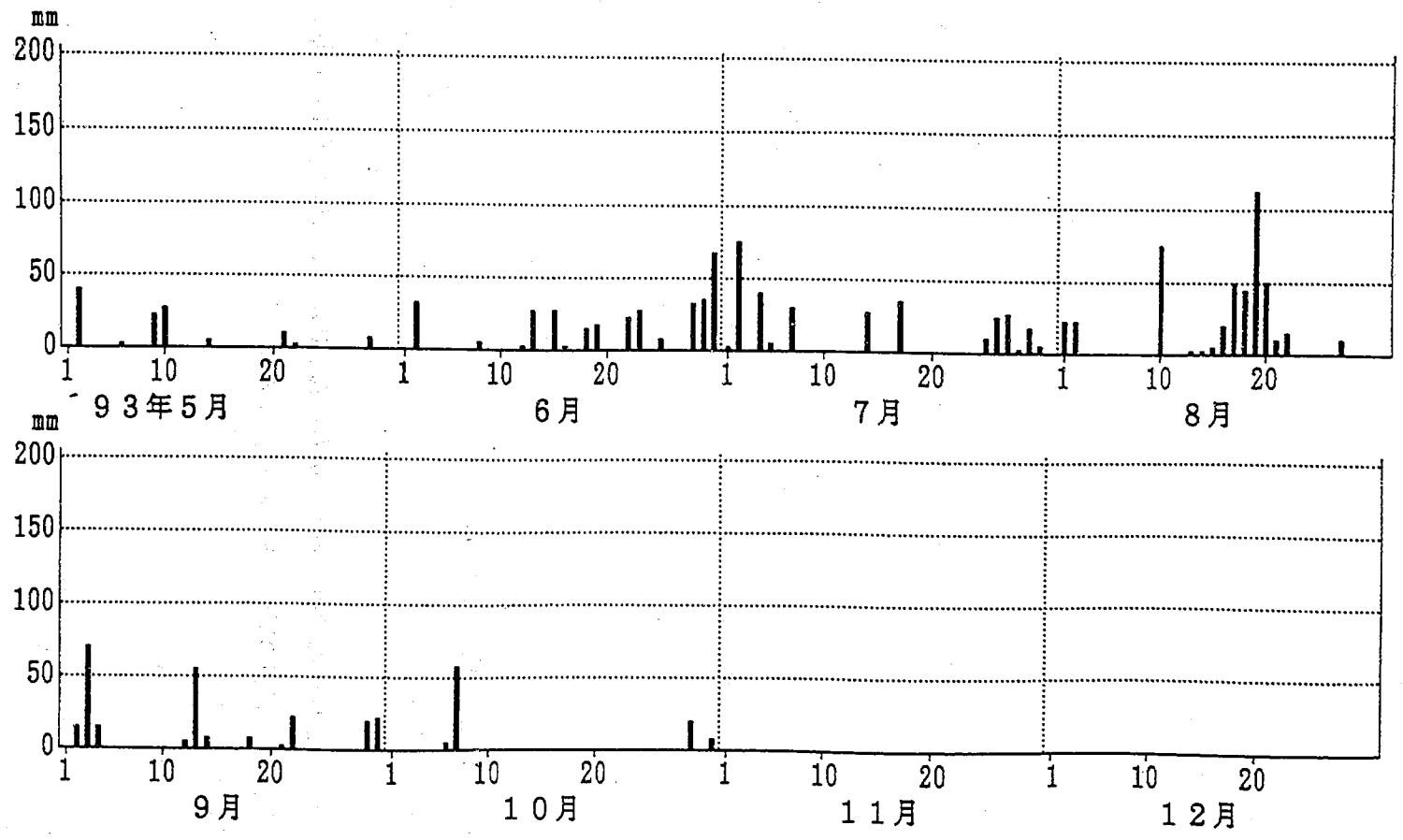


福岡（太宰府）

No. 2



福岡(太宰府)
No. 3



植栽試験地管理要領

A. 回数及び項目

1. 基本管理は見回り、観察です。

4～10月は月1回、毎月末にお願いします。

11月～3月は12月と2月に各1回見てください。

(見回りの内容はB. に書いてあります)

2. 臨時の管理としては次のようなことをお願いします。

① 夏期、晴天が続いて乾燥によって枯れるおそれが生じた場合の灌水。特に根系の未発達な1年目。

② 害虫が発生した時の防除。

(害虫発生期には1ヵ月1回の見回りでは不足かも知れません。もし可能なら2週間に1回に増やしていただけるとありがたいことです)

③ 除草

④ その他見回りの際気付いたこと。

B. 内容

1. 見回りの際は次ぎのようなことを気をつけて下さい。

① 虫害や病気が発生していないかどうか。

② 樹木の生長状態。

・第1区(壺状植穴。排水なし)は梅雨あけ後衰弱するかもしれません。その他の区は大丈夫でしょう。おおよそ「異常なし」か「衰弱の徴候がみられる」の2つに分けて下さい。

・衰弱のはなはだしい時は御連絡下さい。

③ その他何か気付いたらお知らせ下さい。

2. 臨時の管理

① 灌水

夏期に晴天が1週間続いたら見に行って下さい。特に第1区が危ないと思いますので気をつけて観察して下さい。

乾燥による衰弱の徴候が見られ出したらただちに十分な灌水をお願いします。同時にTELまたはFAXで当方に御連絡下さい。

② 病虫害については次のようにして下さい。

・樹木の生長に影響の無い程度の病虫害の場合は、そちらの判断で処置して下さい。

〔放置しておき、2～3日後にまた見に行く。
すぐ薬剤散布する。〕

- ・害虫の大発生や影響の大きい病気が発生した場合はただちに薬剤散布などの処置をし、当方に御連絡下さい。

③ 除草

1年目は必要ないと思いますが、そちらの判断で対処して下さい。生長に影響の無い程度の雑草は放置しておいて下さい。

除草剤は使わないで人手で取って下さい。

〔付〕生育状況の観察と生長量の測定

これについては調査担当者が出張して行ないますが、手伝いの方を1人つけて下さるようお願いします。また、4mまで計測できるスタッフを御用意ください。

毎年7月末、10月末に伺います。（電話で連絡します）

「植栽基盤造成技術の開発に関する研究」

試験地管理記録

試験地

199 年 月 日

記録者

1. 定期管理記録用紙

区	No	生育状況	病虫害、その他
第1区	①	正常・異常あり	
	②	正常・異常あり	
	③	正常・異常あり	
	④	正常・異常あり	
	⑤	正常・異常あり	
	⑥	正常・異常あり	
第2区	①	正常・異常あり	
	②	正常・異常あり	
	③	正常・異常あり	
	④	正常・異常あり	
	⑤	正常・異常あり	
	⑥	正常・異常あり	