

土 木 研 究 所 資 料

都市緑化における下水汚泥の利用

平成3年3月

建設省土木研究所
道路部緑化研究室

「Copyright © (1991) 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、複製は、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。」

都市緑化における下水汚泥の利用

緑化研究室 室 長 半田真理子
主任研究員 小澤 徹三
飯塚 康雄
吉永 裕康
室 長 井上 忠佳*
室 長 前田 博**
主任研究員 田代 順孝***
主任研究員 有村 恒夫****

* 現 建設省中部地方建設局

** 現 公害防止事業団

*** 現 千葉大学園芸学部

**** 現 日本道路公団福岡建設局

要 旨

主として都市緑地における下水汚泥の有効利用を図ることを目的とし、肥料や土壌改良材として利用する際の下水汚泥の特質、下水汚泥を利用する側からの意見等について、消化脱水汚泥やコンポスト化汚泥についての各種植栽試験や造園施工業者を対象としたアンケート調査等を行ってきた。本報告書では、使用する言葉の意味の相違等も含め利用する側からの使用時等の注意事項等を、「都市緑化における下水汚泥の施用指針(案)」(昭和62年3月、建設省都市局)に説明や新しいデータ等を加えるとともに、施工手順等について取りまとめたものである。

キーワード：下水汚泥，有効利用，都市緑化

本資料を読む前に

本資料は、建設省都市局により昭和62年3月に策定された「都市緑化における下水汚泥の施用指針(案)」(以下、本資料において「施用指針(案)」という。)に、最新の知見やデータ等を、補足説明として付け加えた形式となっている。また、項目の順序等については「施用指針(案)」に拠らず、現場技術者が読み易いと思われる形式に再編集し、一部「施用指針(案)」の中身を省略しているところもあるので、正確に比較を行うには「施用指針(案)」を参照する必要がある。省略等については、本文中に示してあるので、参考にされたい。

次に、本文の例を示し、読み方等を示すものとする。

1.1.1 下水汚泥の処理処分状況

〔施用指針(案)：P.1～2：「解説」より抜粋〕

下水処理過程において発生する汚泥の量は、下水増加を続けるものと考えられる。現在、汚泥の約76%が

表1-1 下水汚泥の処分状況(昭和5

処分形態 処理形状	陸上埋立	海面埋立
脱水ケーキ	970	430
焼却灰	142	140
乾燥汚泥	8	0
消化・濃縮汚泥	1	0
計(%)	1,121(50)	570(26)

注) 乾燥汚泥には堆肥化汚泥を含む

〔補足説明〕

表1-1において使用されている数値は、最終処分している状態の容積であり、焼却灰は焼却した状態の容

表1-1, 1 下水汚泥の処分状況(昭和5

処分形態 処理形状	陸上埋立	海面埋立
脱水ケーキ	970	430
焼却灰	852	840
乾燥汚泥	16	0
消化・濃縮汚泥	1	0
計(%)	1,839(47)	1,270(32)

① 枠の中には各項目に関連する「施用指針(案)」の記載事項を抜粋して載せた。

『〔施用指針(案)：P.*，P.★～P.▲：「解説」より抜粋〕』とあるように、全て「施用指針(案)」に表示されている該当ページの中から「解説」の部分抜き書きしたものである。また、枠内の表の番号(表1-1等)や枠内の標題の番号についても全て「施用指針(案)」より、そのまま引用したものである。

なお、枠内の図や表の番号の付け方や表示方法は「施用指針(案)」によって異なる。従って抜粋した関係上、枠内だけを通して見ると連番号になる。

② 枠書きの下に、『〔補足説明〕』として、新しい知見や各種試験等の結果、判明したことをできるだけ分かり易く、簡潔に示したものである。

図表番号は「表-*.*」等と示し、枠内の「表-*.*」とは、異なっている。

はじめに

近年、下水汚泥を含む廃棄物の処理が、問題的なものになりつつあり、その問題を一挙に解決するためにリサイクルということが重要視され初め、実際にリサイクルの義務付け等を法制化しようとする動きもある。また、特に、有機質資源のリサイクルは、二酸化炭素に係る地球温暖化の防止等の地球環境の保全、「地球に優しい環境づくり」などの立場からも時代の要請であるといえる。

緑化研究室においては、昭和60年度から平成元年度にかけての5ヵ年間に、建設省都市局による「都市緑化における下水汚泥の施用指針(案)」(昭和62年3月)の作成に参画し、継続的に下水汚泥を有効利用する方法の一つとしての緑化樹木に対する各種効果の確認、造園施工会社に対するアンケート調査や試験植栽の追跡調査等を行ってきた。本書は、前述の「都市緑化における下水汚泥の施用指針(案)」を基本とし、緑化研究室の研究を中心として新しい各種知見や調査結果等を踏まえ、現場での利用者がよく分かるように研究成果としての補足説明を加え、下水汚泥を施用するにあたっての留意事項の取りまとめ等を行ったものである。

第1章では、下水汚泥の発生状況、処分状況や有効利用状況等の下水汚泥の処理処分に関する最新動向を明らかにするとともに、下水汚泥の効果等について示している。

第2章では、どのようにして下水汚泥が発生するか、各種下水汚泥の名称、特性や取扱い性の改善に関する試験結果、下水汚泥の肥料成分や重金属成分に関する留意事項等を示している。

第3章では、土壤調査手法について、現地において実際に行っていく方法、分析項目等やその時の各種判断値について、標準的なものを示している。

第4章では、実際の施工に際しての物理性や化学性に関する土壤改良手法、植栽地においてよくみられる生育不良原因とその対策等について述べている。

第5章においては、土木研究所で行ってきた植栽試験の成果を示しながら、追跡調査手法等について明らかにしている。

本研究の実施に際して、アンケートに御協力頂いた造園施工会社の方々、資料提供等の御協力を頂いた土木研究所下水道部、財公園緑地管理財団の関係各位に、末尾ながら感謝の意を表する次第である。

平成3年3月

建設省土木研究所道路部緑化研究室

室長 半田 真理子

目 次

第1章 下水汚泥施用の目的とその効果	1
1.1 下水汚泥の現況	1
1.1.1 下水汚泥の処理処分状況	1
1.1.2 下水汚泥の有効利用状況	5
1.2 下水汚泥を緑地へ施用する目的	6
1.2.1 下水汚泥の緑化における効用	6
1.2.2 土壌改良材としての下水汚泥の効果	7
1.2.3 肥料としての下水汚泥の効果	8
第2章 下水汚泥の種類と特性	11
2.1 下水汚泥の処理の流れ	11
2.2 下水汚泥の種類と特性等	15
2.2.1 下水汚泥の種類と特性	15
2.2.2 下水汚泥の取扱い性等の改善	18
1) 試験手法等	19
2) 試験結果等	21
2.3 下水汚泥の成分等	22
1) 主要肥料成分	24
2) その他成分	24
第3章 土壌調査等	29
3.1 土壌調査	29
3.2 土壌調査の分析項目	33
第4章 下水汚泥施用の目安及び施工	37
4.1 下水汚泥施用の目安	37
4.2 施 工	43
第5章 追跡調査等	50
5.1 追跡調査の基本事項	50
5.2 追跡調査等の事例	54
1) 試験区の概要	54
2) 調査方法	55
3) 調査結果の概要	57
5.3 汚泥分析事例等の整理	70
5.4 今後の課題	72
資料編	73

第1章 下水汚泥施用の目的とその効果

1.1 下水汚泥の現況

1.1.1 下水汚泥の処理処分状況

[施用指針(案)：P.1～2：「解説」より抜粋]

下水処理過程において発生する汚泥の量は、下水道の整備とともに年々増加しており、今後も増加を続けるものと考えられる。現在、汚泥の約76%は陸上及び海面の埋立てにより処分されており、有効利用は16%である(表1-1)。汚泥には多量の肥料成分や有機物が含まれており、適正な施用を行うことによって土壤改良材及び肥料として十分な効果を有することが明らかになっており、汚泥の緑農地への有効利用の促進が期待されている。

一方、近年の緑地整備においては、切土・盛土による造成地、海岸埋立地、残土の投棄地等劣悪な土壌条件の下に緑化を図らねばならない場合もあり、有機質を含む汚泥は、植栽基盤整備のための資材として有望である。

このような状況に鑑み、本指針は、都市緑化における汚泥の適正な施用を図るための技術的な指針を示すものである。

表1-1 下水汚泥の処分状況(昭和59年4月1日～昭和60年3月31日)

処理形状	陸上埋立	海面埋立	有効利用	その他	計(%)
脱水ケーキ	970	430	177	10	1,587(71)
焼却灰	142	140	34	0	316(14)
乾燥汚泥	8	0	139	0	147(7)
消化・濃縮汚泥	1	0	0	178	179(8)
計(%)	1,121(50)	570(26)	350(16)	188(8)	2,229(100)

注) 乾燥汚泥には堆肥化汚泥を含む

(単位：1,000 m³/年)

[補足説明]

表1-1において使用されている数値は、最終処分形態時の数値である。即ち、乾燥汚泥は乾燥している状態の容積であり、焼却灰は焼却した状態の容積を示している。そのため、この表の状態での他の処分形態との比較を行うことは、全体像をつかむ上では適当であるとは考えられない。そこで、全体像をつかむ上で、全て同じ土俵に乗せるため、下水処理後の状態である脱水ケーキ(脱水汚泥)を標準状態として表現することになると、上記「指針(案)」中の表1-1は、本文中の表-1.1となり、「汚泥の約79%が陸上及び海面の埋め立てに使用されており、有効利用は約17%である」となる。

下水処理の過程においては、沈澱やろ過の過程において排出する土砂や一般廃棄物的な滓類、そし

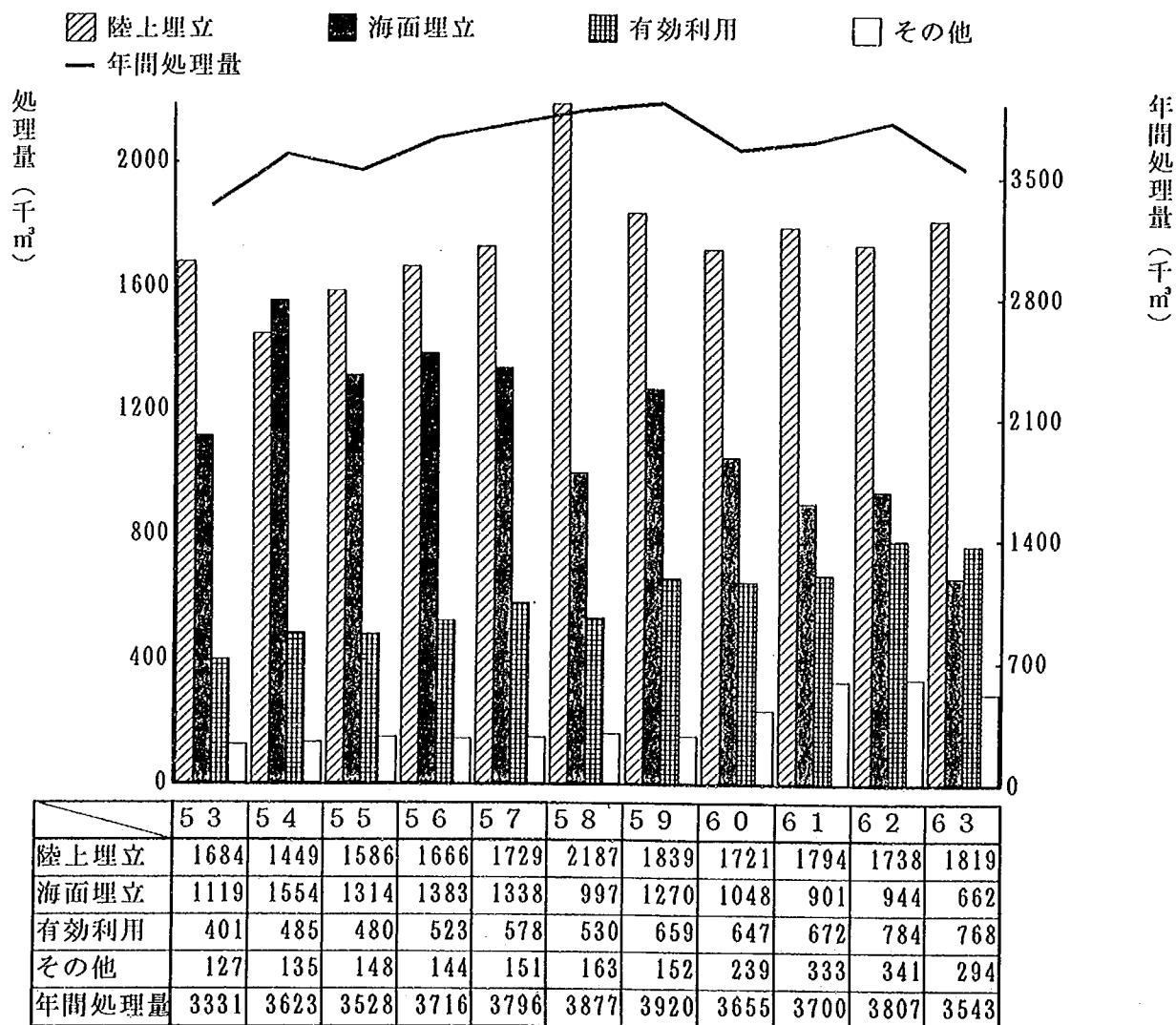
て沈殿池で沈殿除去された汚泥ならびに下水に多量に含まれる有機物を細菌類に食べさせる過程で生じる細菌類の菌体や排出物等を総合して下水汚泥としている。終末処理場から発生する最終的な汚泥類は、現在 40%程度の普及率の下水道事業を 20 世紀末に 70%程度に上昇させる計画を含む第七次

表 1-1 下水汚泥の処分状況 (昭和 59 年 4 月 1 日～昭和 60 年 3 月 31 日)

処分形態 処理形状	陸上埋立	海面埋立	有効利用	その他	計(%)
脱水ケーキ	970	430	177	10	1,587(40)
焼却灰	852	840	204	0	1,896(48)
乾燥汚泥	16	0	278	0	294(8)
消化・濃縮汚泥	1	0	0	142	143(4)
計(%)	1,839(47)	1,270(32)	659(17)	152(4)	3,920(100)

注) ・乾燥汚泥には堆肥化汚泥を含む (単位: 1,000 m³/年)

・数字は脱水ケーキに換算した時の値である (発生時の容積を示す)。

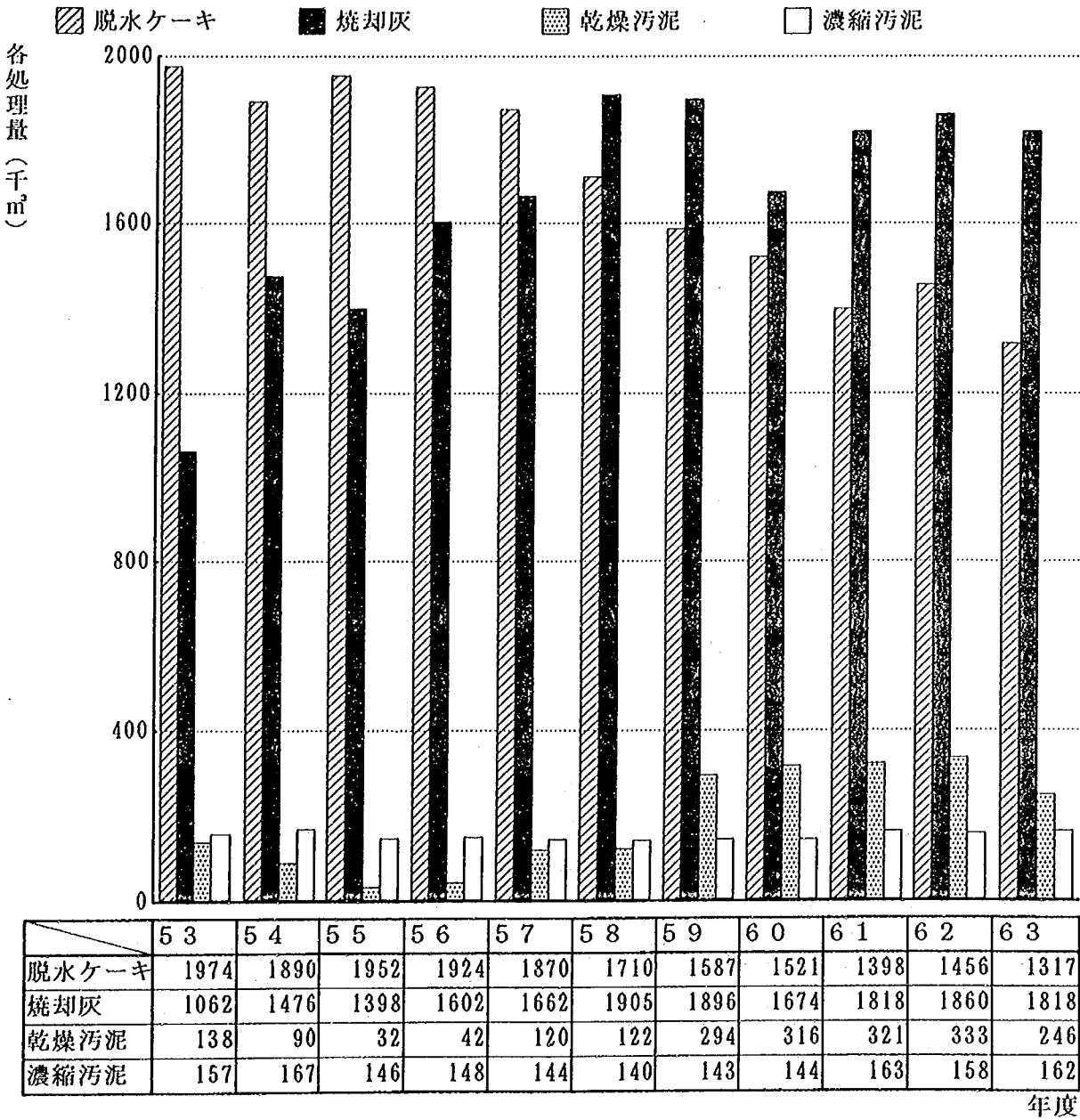


年度

図一 1. 1 下水汚泥の処理処分状況

下水道整備新五ヵ年計画の進展に伴い、今後ますます増大するものと予想され、さらに、瀬戸内海、東京湾、湖水等に関する水質浄化に伴う三次処理や窒素、リン酸分の除去等の高度処理の実施等による汚泥類の増加を考慮に入れると、汚泥発生量は一層増大するものと見込まれる。他方、埋め立て処分地は有限であり、都市化の進展にともなってその確保は次第に困難となっており、その費用は肥大化している。東京や千葉のものを東北等に持ち込んだりしており、ゴミ問題として実際に大きな社会問題化しつつある。従って、今後は、減量化に努めるとともに、資源の有効利用の観点からリサイクルをさらに推進する必要がある。

図ー 1. 1 から明らかなように、多少のデータのバラツキはあるが、処理量は上昇傾向にあるが、陸上埋立量は頭打ち状態に、海面埋立は減少傾向に、そして有効利用は順調な上昇傾向にあることが分



図ー 1. 2 処理形態別変化

かる（ただし、このグラフは、全て脱水ケーキ換算を行って処分量の再算定を行っている）。

また、図-1.2より明らかなように、処理形態別に見ると昭和58年度から脱水ケーキそのままの状態の処理ではなく、焼却や乾燥汚泥化したりして、減容化を図っていることが明白になってきている。グラフでは、比較のために全て脱水ケーキ換算を行っているが、実際に最終処分を行う時の容積では、焼却灰では容積が脱水ケーキの六分の一、乾燥汚泥では二分の一になる。逆に言えば、脱水ケーキ状では、処分が困難になってきているということである。そこで、考えていかなければならないのは、排出する場所で処分を行っていくことであるが、そのための一つの手段が都市緑地における下水汚泥の有効利用であると言える。

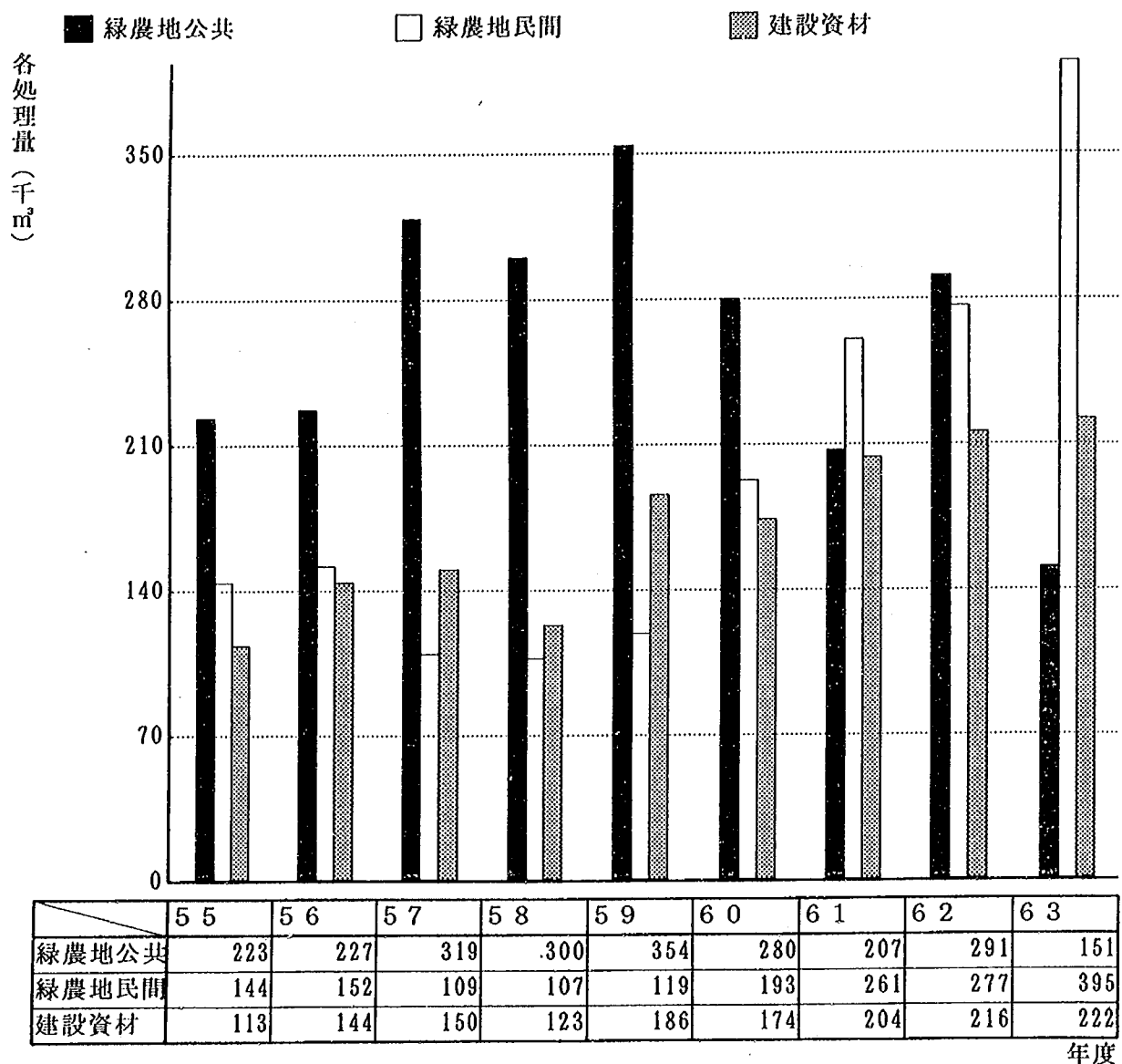


図-1.3 利用形態別汚泥処理量変化

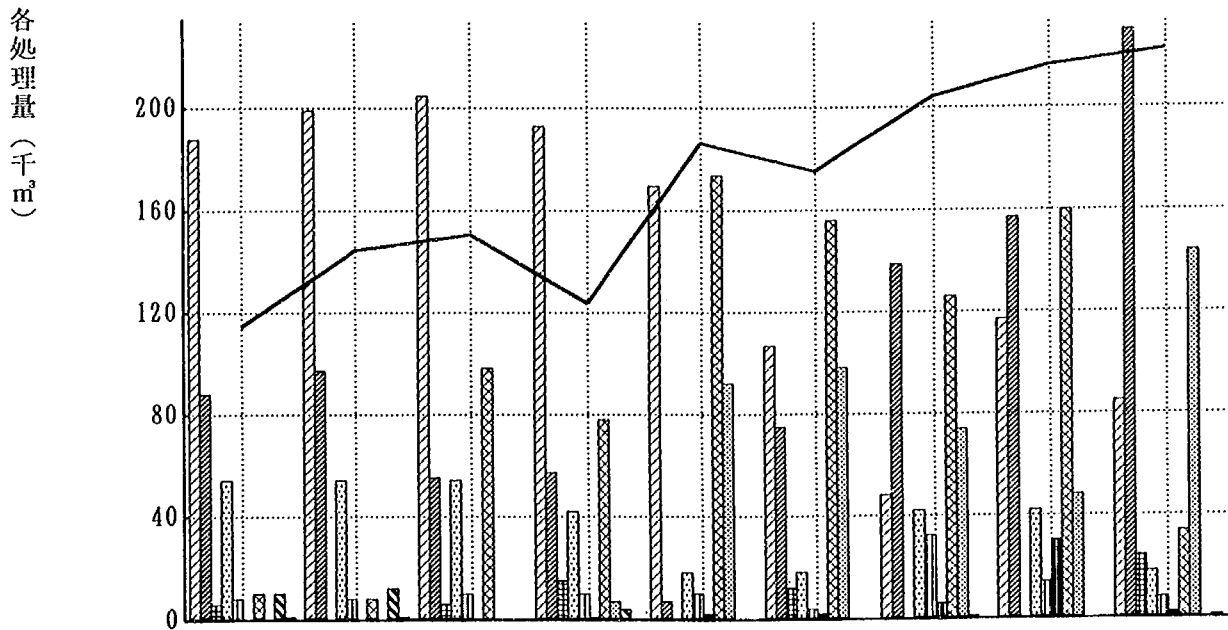
1.1.2 下水汚泥の有効利用状況

有効利用されている下水汚泥の利用形態別数量の経年変化を見たものが、図－1.3である。

これを見ると、緑農地利用の中でも地方公共団体等の公共団体が有効利用している量は減少傾向にあるが、処理を民間に委託しているところは、どちらかと言えば増加傾向にある。有効利用までも民間に委託して行っているのは、近年の行財政改革や第三セクター等による民間活力の活用等と無縁ではないと思われる。また、減容のための焼却処理が増えるに従って、ほとんど焼却灰を用いると考えられる建設資材利用については増加する傾向があるのも明白であり、焼却灰としては非常に特殊な利用形態しか考えられない緑農地利用を追い越しつつあるのが現状と言えよう。

以上のことは、図－1.4の処理形態別の年変化のグラフにより、有効利用されている下水汚泥の各

公共処理脱水汚泥 民間処理脱水汚泥 公共処理焼却灰 民間処理焼却灰泥
 公共処理乾燥汚泥 民間処理乾燥汚泥 公共処理コンポスト 民間処理コンポスト
 公共処理消化汚泥 民間処理消化汚泥 建設材利用



	5 5	5 6	5 7	5 8	5 9	6 0	6 1	6 2	6 3
公脱水汚泥	188	199	205	193	170	107	48	117	85
民脱水汚泥	88	97	55	57	7	75	139	157	230
公焼却灰	6	0	6	15	0	12	0	0	24
民焼却灰	54	54	54	42	18	18	42	42	18
公乾燥汚泥	8	8	10	10	10	4	32	14	8
民乾燥汚泥	0	0	0	1	2	2	6	30	2
公コンボス	10	8	98	78	174	156	126	160	34
民コンボス	0	0	0	7	92	98	74	48	144
公消化汚泥	10	12	0	4	0	0	1	0	0
民消化汚泥	1	1	0	0	0	0	0	0	1
建設材利用	114	144	150	123	186	175	204	216	222

年度

図－1.4 有効利用の処理形態別変化

形態についての年変化量等を見ていくと明らかになる。付け加えれば、コンポスト化による下水汚泥の処理量も増加傾向を示していると考えられる。

また、以上の図全ては、最終的に公的機関等から渡された時の状態により把握しているため、本当の最終処分状況を示しているものとは考えられないので、より焼却灰等の処理量が増えるものと考えられる。図-1.4からは、ほぼ、脱水汚泥型、焼却灰型、乾燥汚泥型の3種類の処理方式が釣り合ってきており、着実に汚泥処理の民間移管の状況が進行しているのが判明した。

現実には汚泥処分が困難な状況になりつつある現在においては、下水汚泥のより一層の減容化による最終処分場の延命策、コンポスティング等の有効利用による資源としてのリサイクリングを行わない限りは、まさしく成長の限界等の問題が生じて来るものと考えられる。

1.2 下水汚泥を緑地へ施用する目的

1.2.1 下水汚泥の緑化における効用

[施用指針(案)：P.9：「解説」より抜粋]

汚泥は処理の方法によりその成分含有量または種類に差が見られるが、一般に汚泥を施用した場合の樹木・芝生等の植栽基盤に対する主な効用として以下の二つがあげられる。

① 土壌改良材としての効用

土壌の団粒化促進、保水性向上等の土壌の物理性の改善及び石灰系脱水汚泥の場合には土壌改良材としての酸度矯正の効果

② 肥料としての効果

汚泥中の窒素及びリン酸の肥効による土壌の化学性の改善

[補足説明]

下水汚泥を緑地で使用する目的は、肥料効果（土壌化学性の改良が中心）及び土壌改良効果（有機質の補充という意味も含み、主として土壌物理性の改良が中心）を期待するからであるが、無機質である土質的なものと有機物とがうまく混合、複合し、「土壌」を作っていくためには微生物を主とした生物類の働きが重要となってくるため、有機質資材投入による改良効果は直ぐに表れるものとは考えられない（自然が作り出した最高の土壌である「表土」は、長年月かかり産み出されたものであるとされている）。元々、土壌改良材としては、単独に100%投与しても、植物に害をなすものであってはならないと考えられるが、下水汚泥を土壌改良材として大量に投与する場合は、使用する下水汚泥の品質に注意しなければならない。

良質のコンポスト化汚泥を除き、気楽に下水汚泥関連製品を使用する場合は、全ての汚泥関連製品を、土壌改良材ではなく、有機質肥料として捉える方が適切であると考えられる。「コンポスト(Compost)」とは、有機質を好気性醗酵させ完熟させたものの総称とされ、ただ醗酵過程を経させ作成されたものではなく、ここに、種々誤解が生じているのではないのかと考えられる。

一般的にいえば、熟成の度合を示すものに、炭素率 (C/N 比) があり、有機物中の窒素の量と炭素の量の比率を示すものであるが、肥料でおよそ 10 以下の値を示し、土壤改良材としてはおよそ 15~30 程度が望ましい値である。これらの値に従って、従来のコンポストや汚泥肥料等を見直して行く必要があるものと言える。

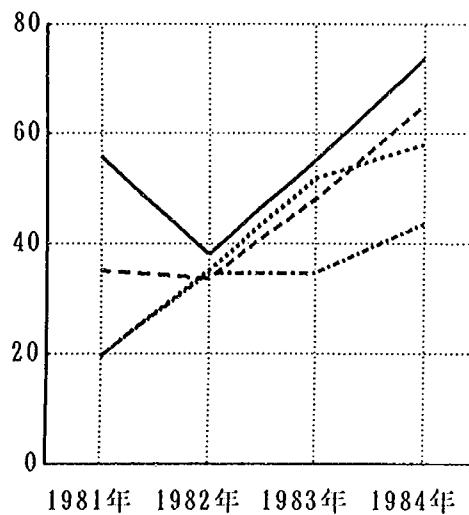
1.2.2 土壤改良材としての下水汚泥の効果

[施用指針(案)：P. 9~10：「解説」より抜粋]

図 2—1 は都市残土を消化脱水汚泥により、土壤改良した事例で、汚泥混入後の土壤の団粒化度の変化を表したものである。1 年目では、汚泥は土壤に均一に混合した状態ではなく、団塊となって土壤中に分布した状態であったと考えられる。しかし、3 年目になると団塊状の汚泥は崩れ、細かな粒子に変化している。土壤の団粒化では、土壤と混入後 2 年を経た 3 年目には、団粒化の効果が現われており、汚泥は緑地の土壤の物理性を良好なものへと変化させる働きを持つと考えられる。

図 2—1 土壤の団粒化度

汚泥 45%区 —————
 汚泥 30%区 - - - - -
 汚泥 15%区
 対 照 区 —————



(出典：下水汚泥の都市緑化への
 利用に関する調査, 1985)

[補足説明]

長谷川式土壤貫入計による測定においては、マサ土を用いた汚泥施用試験では、一般には年数とともに土が締まってくるとされているが、土が堅く締まってくる傾向も、柔らかくなったという傾向もみられなかった。また、施用による効果として真の団粒化度を考えるならば、混入されたことによる周辺の土壤の団粒化がそれに当たると考えられるが、確かに効果はあるが、その程度はあまり大きくなく、やはり、汚泥自体も含めたトータルな団粒化度として考えていく必要があるものと思われる。

汚泥を利用した土壤改良材としては、腐植を供給する有機質系土壤改良材としての効果が一番期待できるものと考えられる。しかし、そのためには汚泥類にさらに土壤コロイドを形成させ易くなるよ

うなもの、例えばシルト等をうまく交ぜ合わせて行く手法が開発される必要がある。現在用いられている客土としての黒土（表土）は、年々少なくなっていると言われており、実際に単価も上昇している。表土の形成には数百年単位の時間が必要であるとされているが、できる限り短時間で表土に近いものを作り上げるには、これらの有機質資材が混入されることにより土に馴化し、腐植等として「土壌」化されることが必要とされる。それに伴い、土壌の生物性の確保が行われるものと考えられるが、残念ながら、土壌の生物性についてまで研究された事例はほとんど見られないので今後の研究が期待される場所である。

1.2.3 肥料としての下水汚泥の効果

〔施用指針(案)：P.10～11：「解説」より抜粋〕

一般的に汚泥は窒素とリン酸を含むことから、その肥料的な効果は十分に考えられるが、カリが少ない点に留意する必要がある。また、汚泥のPHは、凝集材の種類により異なり、消石灰等を凝集材に用いて脱水した状態（石灰系脱水汚泥）では強アルカリ性であるが、さらに、コンポスト化すると弱アルカリ性となる。一般に、有機高分子を凝集材に用いた汚泥では、消化脱水汚泥、コンポスト化汚泥いずれもPHは弱酸性となる。

リン酸は主に土壌のPHによりその溶解度や可給度が変化する。植物に吸収されやすい可給態リン酸はPH6～7で最大になることが知られている。よって、土壌のPHを調整することにより汚泥中のリン酸の有効利用率を高めることもできる。

汚泥の有機態窒素は、土壌中の微生物によって無機化されて植物に吸収される有効態窒素となるが、その際、C/N比（炭素率）が高いと多くの窒素は微生物に取り込まれてしまって窒素飢餓を起こすことがある。これは、有機物を分解する微生物が窒素と炭素を取り込んで増殖するためである。C/N比が30以上のときは微生物体としての固定が窒素の無機化を上回り、15～30の範囲では微生物体窒素固定と無機化はほとんど等しく、C/N比が15より小さい時は無機化が微生物体としての固定を上回ることが知られている。汚泥のC/N比と汚泥の窒素の無機化率との関係からすると、消化脱水汚泥及び石灰系コンポスト化汚泥では窒素の無機化率は高く窒素の緩効的な効果を期待できる。一方、粗大有機物（もみがら、オガクズ等）混入による高分子系コンポスト化汚泥では、C/N比が高めになるが、窒素飢餓を引き起こすほどではなく、消化脱水汚泥、石灰系コンポスト化汚泥と同様に窒素の緩効的な効果が期待できる。

〔補足説明〕

汚泥は、肥料成分のバランスをうまくとれば、非常に安価で、環境保全的にも、さらに植物体にとっても有効な有機質肥料であるといえる。しかし、下水汚泥の肥料成分の分析例をみると、表-1.2に示すような成分形態をしていることがあり、必ずしも栄養成分のバランスがとれているとは考えられない。

表一 1. 2 下水汚泥の成分分析例

汚 泥 類	含水率 %	全窒素 %	全炭素 %	炭素率 (C/N比)	全リン酸 %	全カリウム %	全カルシウム me/100g
消化脱水汚泥	81.9	2.14	27.45	12.8	6.0	0.20	9.05
コンポスト化汚泥	24.5	1.78	27.87	15.6	6.3	0.14	14.36
(袋明記の成分)	20~30	3~5	23~29	4.6~9.6	5~6	0.35~0.45	PH: 7~8

- 注) ・コンポスト化汚泥の上段の数値は実際の分析値、下段の数値はコンポスト化汚泥の入っていた袋に明記してあった数値である。
- ・コンポストの袋明記の全炭素は、有機物 40~50%の値を 1.724 で除して算出した。
- ・消化脱水汚泥、コンポスト化汚泥の全リン酸及び全カリウムの値は meq/100 g の値を % に換算した。

表一 1. 3 試験用土壌の分析結果

土壌	土性	PH (H ₂ O)	EC mS/cm	CEC me/100g	NH ₄ -N mg/100g	NO ₃ -N mg/100g	置換性カ me/100g	有効リン酸 mg/100g	全窒素 %
マサ土	LS	6.4	0.01	5.3	1.83	0.01未満	0.07	2.6	0.1未満

注) ・下水汚泥の試験植栽に用いたマサ土の土壌分析結果

実際に土木研究所で行ってきた試験植栽の例をみると、試験用土壌としては、表一 1. 3 の成分を持つ砂質土により、表一 1. 2 の成分の汚泥類を混合し、使用したところ、ほぼカリウム欠乏と見なしうる症状が現われた。文献等によるカリウム欠乏時に表れる葉の被害症状を以下に示すものとする。

「カリウムは植物体の多くの部分に比較的多量に含まれており、特に成長点等の生理活性が盛んに行われている新しい組織に集中するようになるので、カリウム欠乏は古い組織に現れるのが一般的である。カリウム欠乏症状としては、①成長点の付近にある葉又は旧葉では周辺部を除いた部分が暗緑色化する、②旧葉の周辺部分が黄化する、③黄化したところが褐色→赤褐色→褐灰色に変化していく、となる。樹木に近い果樹の場合をみると、生育の初期にはあまり症状が現れず、ある程度生育が進んだ段階で旧葉から直に新葉まで欠乏症状が現れるときられているが、葉の中心部にも小さな褐色の斑点や穴が生じたり、樹種によっては葉の萎縮、奇形等が生じることもある。」

多量元素の植物体含量をみると、表一 1. 4 のようになり、水素、炭素、酸素が空気や水から作られる有機物等に由来することを考慮すれば、比較的多量に含有されていることが分かる。また、土

表一 1. 4 多量元素の概略含有量

元 素 名	乾 物 中 %
炭 素 (C)	49
酸 素 (O)	43
水 素 (H)	6
窒 素 (N)	1 ~ 3
カ リ ウ ム (K)	0.3 ~ 6.0
カルシウム (Ca)	0.1 ~ 3.5
硫 黄 (S)	0.05~ 1.5
マグネシウム (Mg)	0.05~ 0.7
磷 (P)	0.05~ 1.0

(1977, 木内より)

壤中の含有量については、林地や耕地で大方 0.3~0.5%程度とされているので、それに見合うカリウム肥料を施す必要がある。特に緑化では、緩効性のカリウム分としてケイ酸カリが望ましいといわれている。施用量としては、対象土壌により異なるが、大方一般的な化成肥料の比率に合わせればよいものと考えられる。

さらに前述したように、汚泥に対し即効的な肥料としての効果を期待するならば、C/N 比(炭素率)では一般に 10 以下のものを利用するとよい。また、緩効的な肥料として使用するならば、C/N 比で 15~30 以下 (10 以上) のものの使用が考えられる。

第2章 下水汚泥の種類と特性

2.1 下水汚泥の処理の流れ

[施用指針(案)：P.5～6：「解説」より抜粋]

下水処理場における下水の一般的な処理フローは図1-1のとおりである。まず、スクリーン、沈砂池、最初沈殿池において、それぞれ下水中の大きなゴミ、砂、沈降性固形物が除かれる。最初沈殿池流出水中に残留する細かな浮遊性物質及び溶解性物質は、活性汚泥と呼ばれる微生物の集合体に大量に保持されているエアレーションタンクで処理される。活性汚泥に酸素を供給（エアレーション）すると、活性汚泥は溶解性汚濁物質を摂取し、同時に増殖する。エアレーションタンクからの活性汚泥は、最終沈殿池において沈降して上澄みの処理水と分離され、浄化された処理水は河川、海等へ放流される。

下水処理後に残留する固形物を汚泥といい、最初沈殿池から引き抜かれる初沈汚泥と最終沈殿池から引き抜かれる活性汚泥を主成分とする余剰汚泥とからなる。これらの汚泥は水分と有機物を多量に含むため、量が多く腐敗し易い。このため、汚泥の減量化及び安定化を目的とした汚泥の処理が行われる。減量化のためのプロセスには、濃縮、脱水、乾燥及び焼却がある。安定化のためのプロセスは有機物を分解する消化、コンポスト化及び焼却がある。

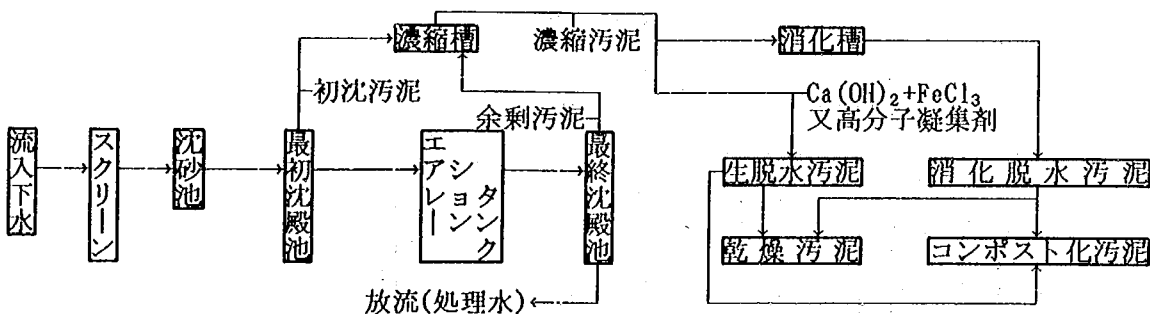


図1-1 下水処理と汚泥処理の一般的なフロー（標準活性汚泥法）
(日本土壤肥料学会編 下水汚泥 1979 より一部修正)

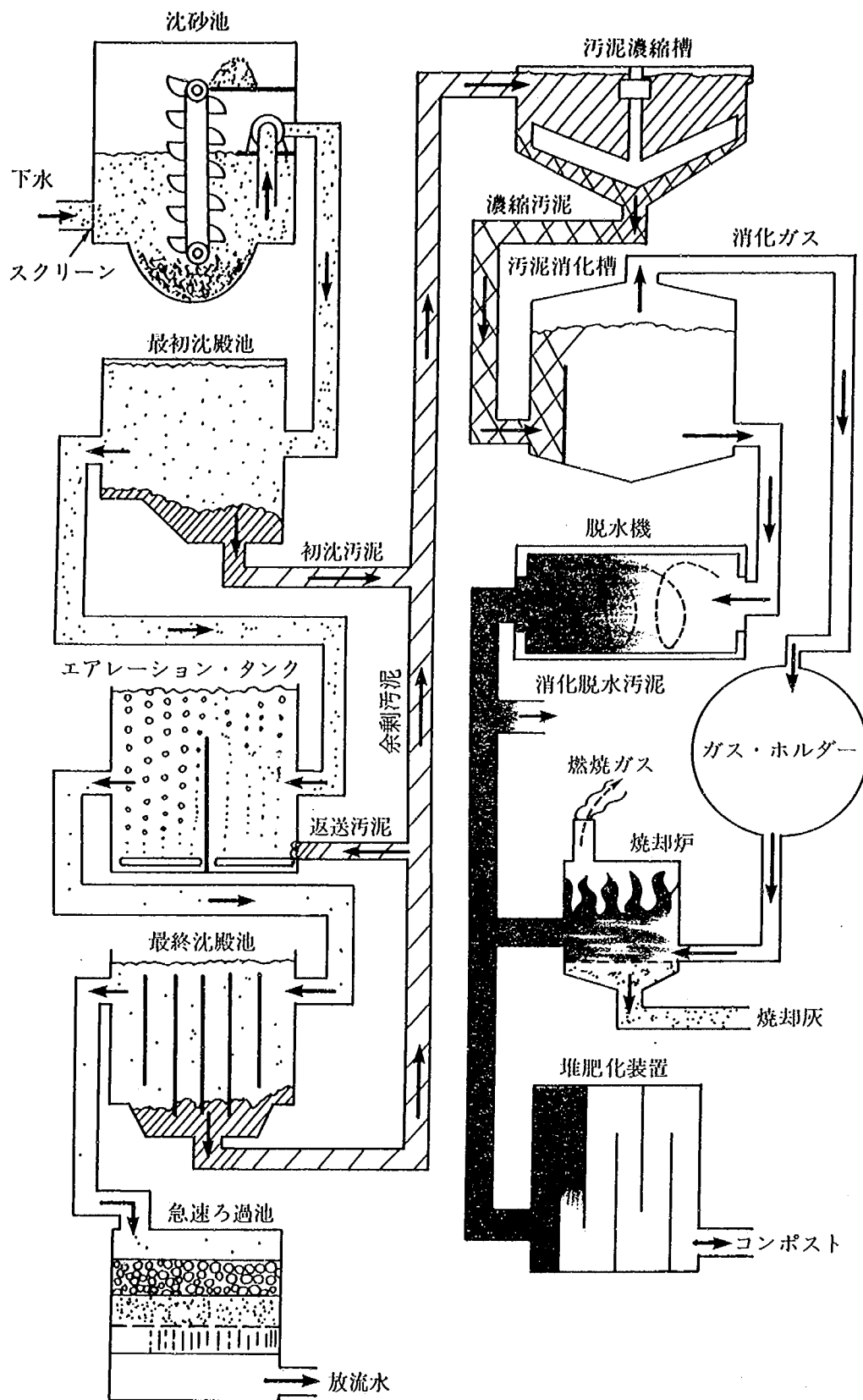
[補足説明]

下水処理及び汚泥処理の一般的流れ（活性汚泥法）を示すと、大方以下の通りである（図-2.1）。また、主な施設の役割等について以下に解説を示す。

・沈砂池

流入汚水中の土砂を沈めて除去すると共に、大きなゴミをスクリーンで取り除く施設

・最初沈殿池



図一 2. 1 下水処理及び汚泥処理の模式図

汚水をこの池でゆっくり流すことにより小さな浮遊物を沈殿させる施設。底にたまった浮遊物（泥）を初沈汚泥とか引抜汚泥とか言い、汚泥濃縮槽に送られ処理される。

- ・エアレーションタンク

汚水中に活性汚泥（好気性微生物を多量に含んだ泥で、この汚泥を返送汚泥と言う。）を加え、空気を吹き込むことにより微生物活動が活発になり、小さな汚れを大きな塊にさせ、沈殿させ易くする施設。また、凝集剤添加によるリン酸の除去やエアレーションを一部停止し、嫌気性による脱窒の促進等の、所謂高度処理を行うこともある。

- ・最終沈殿池

沈殿し易くなった塊を底に沈ませ、上澄みとしてきれいな水を作る施設。底の汚泥は、一部がエアレーションタンクに返送され、他は汚泥濃縮槽に送られる。

- ・急速ろ過池

碎石や砂等により、目に見えない小さなゴミ等を取り除く施設。特に厳しい水質規制を行っているところに設置する。

- ・汚泥濃縮槽

発生した汚泥のうち、返送汚泥を除いた分である余剰汚泥の水分を減らし、体積を小さくするための施設。次に脱水するものについては、凝集剤である水酸化カルシウムと塩化第二鉄からなるものや高分子系のものを加える。

- ・汚泥消化槽

濃縮した汚泥の体積をさらに小さくするとともに、悪臭等の発生原因である有機物を分解するために嫌気性醗酵を行い、ガスとして分解する施設。発生したガスはガスホルダーに送られる。この後、脱水するものについては凝集剤を添加する。

- ・脱水機

消化汚泥を、取り扱い等の改善を行うため、さらに水分を減少させるための施設。

- ・ガスホルダー

汚泥消化槽で発生したガス（消化ガスと言い、主にメタンガス）を、主として消化槽の加温や焼却炉の燃料等として再利用するための施設。

- ・焼却炉

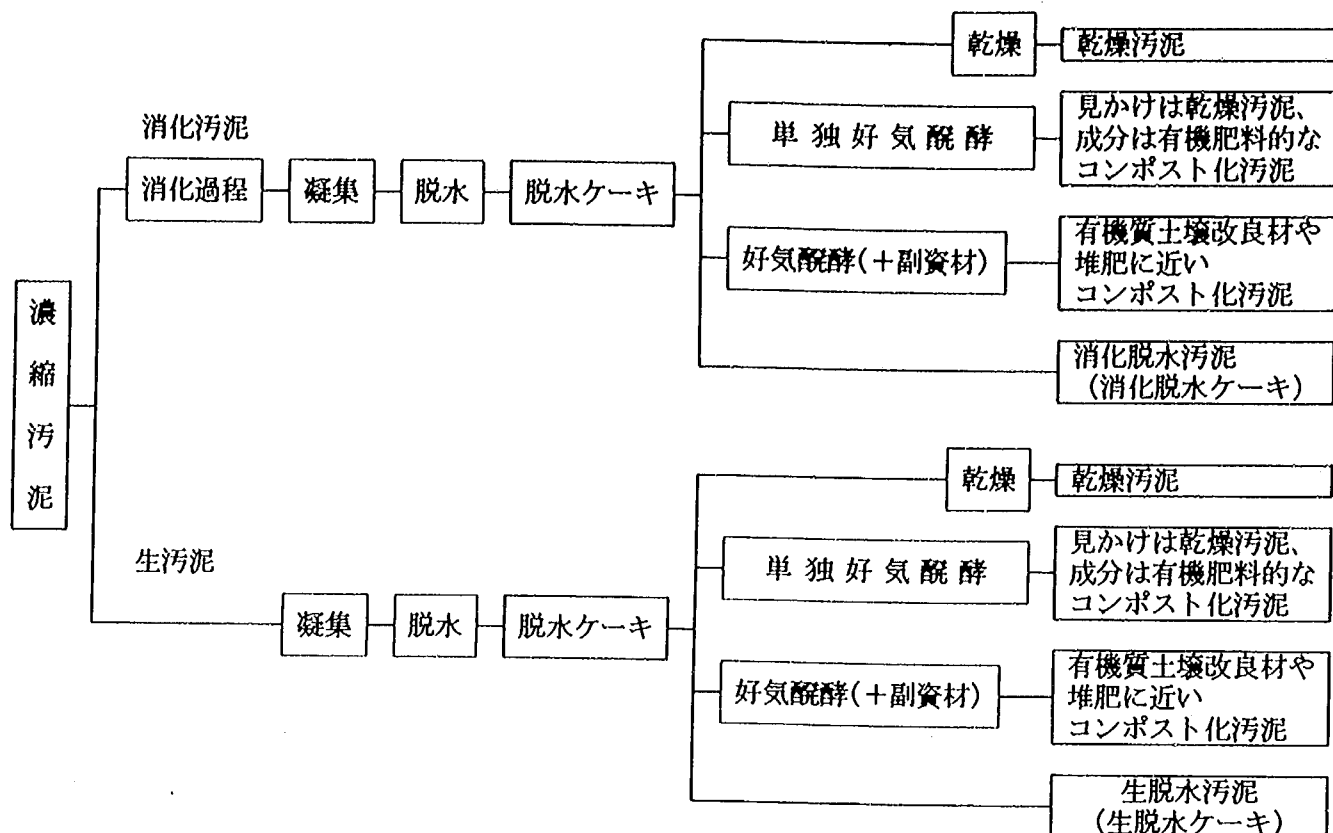
濃縮後の脱水汚泥や消化脱水汚泥の容積をさらに減少させるために、汚泥そのものを焼却し、焼却灰とする施設。焼却灰は、建材の材料や埋め立てに使われたりなどの最終処分がなされる。

- ・堆肥化装置

濃縮脱水汚泥（生脱水汚泥とも言う）、消化脱水汚泥を主原料に、必要により樹皮（バーク）やモミ殻等の副資材を混入し、好気性醗酵によりコンポスト（堆肥）を製造する施設。

以上は、下水処理の立場に立った場合の処理水や汚泥類の流れをみたものであり、かなり複雑な感じがするので、緑農地に施用するという観点で下水汚泥を整理してみたものが、図－2.2である。

同じ脱水ケーキでも、消化脱水ケーキと生脱水ケーキがあること、これがさらに凝集剤の種類によ



消化過程……汚泥消化槽により嫌気性醗酵を行い、有機物をメタン等に還元し、長期の醗酵で有害菌等进行处理すると共に、処分する有機物量を減少させる。ガスは有効利用され、ボイラー等の燃料等になる。

凝 集……浮遊物を沈殿凝集させ易くするため、高分子系又は石灰系薬剤を加える。

脱 水……プレス脱水，遠心脱水等

副 資 材……バーク（樹皮），おがくず，モミ殻等

乾 燥……火力乾燥，天日乾燥

図－2.2 緑農地利用の観点からみた下水汚泥処理

り，高分子系と石灰系に分かれる。石灰系は水酸化カルシウムと塩化第二鉄より成る凝集剤なので，それを使うものは，ほとんどが強アルカリ性(pH 10 前後)になるので注意を要する。また，高分子系には，ポリアクリルアミドを主成分にしているものが多く，pH の変化はほとんどないので，一般的に使用するには高分子系の凝集剤を使用したものの方が良い。しかし，強酸性土壌や好アルカリ性植物等を対象とする時には，石灰系のものも使用し得る。

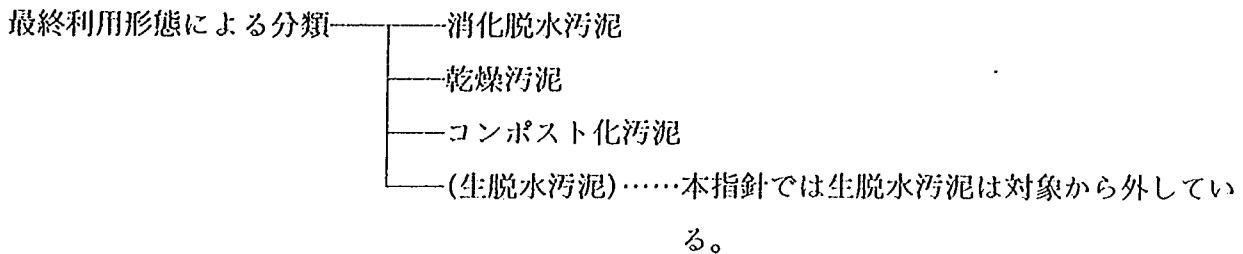
コンポスト化汚泥については，副資材として何を使用しているかに注意していく必要がある。バークやおがくずを使用されているものについては，C/N 比や堆肥化期間等のコンポストの腐熟度に注意していく必要がある。副資材が入っていないものについては，ほぼ有機質肥料としての取り扱いをした方が賢明であると思われる。

2.2 下水汚泥の種類と特性等

2.2.1 下水汚泥の種類と特性

[施用指針(案)：P.5～8, P.15～17：「解説」より抜粋]

下水汚泥は、どの単位プロセスで汚泥処理を終了させるかによって、幾つかの種類に分類されるが、現在、一般的に、緑地への利用が行われている、又は、利用が可能である下水汚泥は、最終利用形態により以下のように分類される。



(1) 消化脱水汚泥

脱水汚泥は、真空吸引力、機械的圧力又は遠心力といった物理的な力で濃縮汚泥中の水分を除去した汚泥であり、含水率は70～80％程度である。濃縮汚泥のままでは脱水は困難であるため、脱水前に薬品（凝集剤）を添加し、調整を行う。このための一般的な薬品としては、石灰、塩化第二鉄等の無機系薬品及び高分子系凝集剤の有機系薬品がある。脱水汚泥中の有機物の割合は一般的に高いが、濃縮と脱水の間に消化を行う場合は、有機物は減少する。消化方式では嫌気性消化が一般的であり、嫌気性菌の働きにより有機物を分解し、汚泥の固形物を減少させる。この過程を経てから脱水されたものを、消化脱水汚泥と言う。これは、生脱水汚泥（消化されないで脱水された汚泥）に比較して、取り扱いに関する汚泥の性状、易分解有機物量、滅菌性、臭気等において改善されたものであり、施工時にも周辺環境への配慮を必要とする通常の緑化における脱水汚泥の施用では、消化脱水汚泥を利用対象とする。

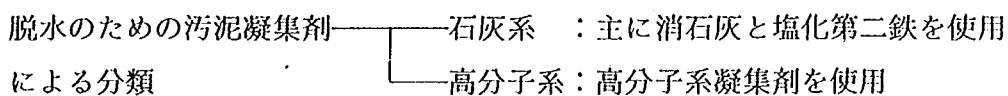


表 2-2 消化脱水汚泥の特徴と問題点

消化脱水汚泥の特徴	消化脱水汚泥の問題点
・発生量が大きく、このまま処分されるものも多い。 ・乾燥汚泥化及びコンポスト化はこれを原料としてさらに処理されるものであり、この処理段階でそのまま利用できれば利用コスト的には他の汚泥に比べてはるかに有利である。	・含水率が高い場合が多く、この場合、粘土状となり、作業性があまり良くない。 ・未醗酵の状態の有機物を含むため、臭気を発することがある。

■居住地周辺及び人の出入りの多い場所での使用の際には、臭気などの点に留意しなければならない。

■施用にあたっては、既存の土壌へ汚泥を十分に攪拌混合しなければならない。この際、できるだけ空気との接触が可能となるように留意すべきである。たとえば、土壌と汚泥とをサンドイッチ状にして施用し、汚泥が空気と接触のない状態になると、粘性で軟らかい性状の改善は進行せず、本来の土壌改良材としての機能を効果的に発揮できない。

■大規模な土壌改良を行う場合には、消化脱水汚泥は大量に確保ができること及び安価であることにおいて有利である。

■消化脱水汚泥は植栽基盤造成において、土壌改良の効果及び肥料等としての効果を持ち、総合的な地力増進が期待できる。

(2) 乾燥汚泥

乾燥汚泥は、脱水汚泥を加熱又は天日により乾燥した汚泥で、含水率は5～15%程度である。乾燥処理では有機物は分解されないため、固形物中の有機物の割合は脱水汚泥と変わらない。

表 2—3 乾燥汚泥の特徴と問題点

乾燥汚泥の特徴	乾燥汚泥の問題点
・含水率が5～15%と低く、そのため保存性に優れている。 ・粒状なので、作業性に優れている。	・未醗酵の有機物を含み、排水不良地等に施用された場合に醗酵に伴う臭気への配慮が必要である。

■消化脱水汚泥の性状と比較して、保存性及び作業性は大幅に改善され、また、臭気に関しても通常の施用においてはほとんど問題はない。従って、滞水地あるいは排水不良地等の条件の悪い場所を除いて、一般の公園緑地に利用することができる。

■含水率が低いことから、他の汚泥よりは長期間の保存が可能である。

■肥効成分の含有率の点からすると、含水率が低いため製品重量あたりの窒素含有率は他の汚泥より高い傾向を示す。

(3) コンポスト化汚泥

コンポスト化汚泥は、脱水汚泥を単独に、又はオガクズ、モミガラ等を添加して好氣的に醗酵させ、有機物を分解・安定化させたものである。醗酵過程には一次醗酵と二次醗酵があり、一次醗酵では易分解有機物を分解するとともに、病原菌、寄生虫、雑草等の種子を不活性化する。二次醗酵では一次醗酵後に残留する有機物をさらに分解し、汚泥を完熟させる。

■保存性において若干の問題は残すが、醗酵が進んで安定化されており、土壌改良材及び作業性の良い点でも優れている。

■他の汚泥にも共通することであるが、肥料的な施用を行う場合には、肥料成分の相互の比率に不均衡があるので、成分のバランスをはからなければならない。とくに、カリの不足を補充することが望ましい。

表 2-4 コンポスト化汚泥の特徴と問題点

コンポスト化汚泥の特徴	コンポスト化汚泥の問題点
・含水率20～50%で、消化脱水汚泥に比べて保存性は改善されている。 ・性状は粗粒状又は細粒状で、作業性は良い。 ・十分に醗酵したコンポスト化汚泥は他の汚泥に比べて臭気の発生は少ない。 ・総合的にみて、最も公園緑地の施用に適した汚泥である。	・長期保存の場合にはカビ等が発生することがある。

[補足説明]

緑農地に使用され得る下水汚泥の種類とその特性を示したのが、表-2.1である。原材料である汚泥や使用されている凝集剤の種類、副資材の有無等毎に肥料、コンポスト別にまとめたものである。

表-2.1 下水汚泥の種類と特性等

汚 泥 の 種 類	原 汚 泥	凝 集 剤	臭 気	p H	留 意 事 項
消 化 脱 水 汚 泥	消化汚泥	高分子系	×	◎	主に嫌気醗酵によって消化（分解）した汚泥を凝集沈殿させて脱水したもので、粘土状であり、取扱い性が良くない。
		石灰系	×	×	
乾 燥 汚 泥	消化汚泥 生 汚 泥	高分子系	△	◎	汚泥を火力又は天日で乾燥させ、粉末状やペレット状にしたもの。粉末は取扱い性が悪く、使用し難い。濡れると悪臭を発する。 石灰系凝集剤を使用したものは、アルカリ性が強く肥料としては用途が限られる。 高濃度有機質肥料的性質のため、肥料効果は強いが、過剰害も生じ易い。
	消化汚泥 生 汚 泥	石灰系	△	×	
コンポスト化汚泥 (汚泥のみ使用)	消化汚泥 生 汚 泥	高分子系	△	◎	脱水汚泥を好気醗酵させ、高温微生物活動（初期一次醗酵時に60℃前後以上）により悪臭等の原因の有害有機物や病原菌を減少させる効果を狙ったもの。しかし、汚泥は通気性が悪く単独で完全な堆肥化を行うことは難しく、未熟品の可能性もあり、脱水汚泥とあまり変わらないものとなることもある。 流通品の定義は曖昧で一定していない。
	消化汚泥 生 汚 泥	石灰系	△	×	
コンポスト化汚泥 (副資材を併用)	消化汚泥 生 汚 泥	高分子系	○	◎	脱水汚泥にバークやおが屑等の副資材を混入、好気醗酵させたもの。完熟品は悪臭等もなく、緑地に使用するには、最も好ましい。未熟品はC/N比が高く、窒素飢餓をおこしたり、副資材の有害物質（おが屑のフェノール類等）の害作用が生ずる場合もある。
	消化汚泥 生 汚 泥	石灰系	○	△	

(注) 望ましい方から、◎→○→△→× の順序となる。

堆肥 (compost, コンポスト) とは、『造園用語辞典 (東京農業大学造園学科編: 1985, 6, 10: 彰国社)』によると、「稲わら、麦わら、落葉、草本性の茎葉、青草、野菜くず、米ぬかなど粗大有機物を積み込み、好気性の微生物の働きにより分解、腐熟させたもの。積み込む場合、硫酸や石灰窒素などや家畜の糞尿などを添加し、微生物の活動を促進させ、有機物の分解を促進させる。堆肥の効用としては、窒素・リン酸・カリの肥料の三要素の緩効性の肥効、石灰・苦土および微量元素などの供給源となり、土壤の化学性の改良による肥料成分の保持力の増加や緩衝作用の増大、腐植の増加により土壤の孔隙が増えるなどの土壤物理性の改善により通気性・透水性・保水性が良好となる。また微生物・小生物の活動が活発になるなどの効用がある。家畜の糞尿と敷きわら、それに添加物としての稲わらを積み込んだものをきゅう肥と言う。」と書いてある。このような性質を持っているものを、堆肥、コンポストと呼び、堆肥化施設により機械的に製造されたものを言うのではない。

しかし、実際には下水汚泥そのものにカリウム分が少ないので、副資材を入れないコンポストは、概してカリウム分が少ないが、畑地等での農業利用や保肥能力が小さい砂質土等での緑農地利用等以外は天然の供給が多少あるので、それほど神経質になる必要はあまりないものと言える。

2.2.2 下水汚泥の取扱い性等の改善

[施用指針(案): P. 12~14: 「解説」より抜粋]

・作業性

■汚泥を利用する場合の作業性の良否は汚泥処理の状態によって異なる。消化脱水汚泥は水分70~80%で粘性の高い粘土状であり、多くの場合そのままではコンポスト化汚泥等と比べて作業性があまり良くない。乾燥汚泥はペレット状で一般に作業性は良い。コンポスト化汚泥は含水率20~50%でパラパラとした土のような性状で作業性は良い。

・臭気

■臭気は汚泥が急速な醗酵 (一次醗酵) をする時に発生し易い。十分に醗酵したコンポスト化汚泥ではほとんどない。また、乾燥汚泥は乾いた状態であれば臭気の心配はないが、水を含んだ状態になると消化脱水汚泥と同じ条件になるので臭気を発することがある。したがって、周辺に人家などが密集する場所や人の出入りの激しい所で消化脱水汚泥又は乾燥汚泥を使用する場合は臭気に配慮をしなければならない。

・保存性

■含水率の低い乾燥汚泥やコンポスト化汚泥は消化脱水汚泥より、保存性において優れている。

・価格、その他

■消化脱水汚泥は原則として安価に入手することが可能である。コンポスト化汚泥や乾燥汚泥では袋詰めやその他の諸経費が必要となることがある。現在、公共団体等が製造販売して流通しているコンポスト化汚泥や乾燥汚泥の価格は建設物価版等の資料を参考にできる。

■脱水汚泥が発生している処理場はほとんど全国各地に存在するが、コンポスト化及び乾燥汚

泥化している処理場は少ない。

■処理場毎の入手条件については当該処理場を管理する県又は市町村の下水道部局でも情報を得ることができる。

表 2-1 汚泥の適性

	臭気等の性状	保存性	作業性	発生量	コスト
消化脱水汚泥	△	△	△	○	○
乾燥汚泥	△	○	○	△	△
コンポスト化汚泥	○	○	○	△	△

○：優れている △：やや劣っている

[補足説明]

平成元年（1990）に行った造園業者に対するアンケート調査（228社中、123社回答有り）においても、コンポスト化汚泥、乾燥汚泥や消化脱水汚泥を使用したくない理由の第一位（「臭気がひどい」と「風で飛散し易く、又土壤に混入しにくいので扱いにくい」の2項目の合計とみなした。）で、平均55社中42社以上の約76%以上が取扱い性等の改善を求めているのが分かった。逆に言えば、どのような点を改善したら使用するかの第一位となったのが、この事項であり、実際、平均55社中50社以上の約90%以上が改善を望んでいることを示している（資料編参照）。そこで、特に取扱い性等がよくないとされている消化脱水汚泥について、その取扱い性の改善のため、各種の資材を混合し、それらの混合資材の性状の変化を昭和63年度（1988）調べたので以下に示す。

1) 試験手法等

(1) 材 料

① 汚 泥

使用した材料は、1988年10月に霞ヶ浦湖北流域霞ヶ浦浄化センターより入手した消化脱水汚泥を使用した。見かけは黒色の「おから」に近いが、ある程度のまとまりになると「プリン」のような弾性を示した。100℃近くに加熱した場合にはかなりの糞臭がしたが、室温程度での臭気は耐えられないものではなかった。

② 真珠岩パーライト（粉状）

真珠岩を焼成し膨脹させたものであり、多孔質で保水性に優れており、緑化用の土壤改良材に大量に使用されている。水分と同時に臭気の吸着も考えられ、さらに、混合後の土壤改良効果の増大も期待される。

③ ケイ酸カルシウム（粒状）

軽量気泡コンクリート（A. L. C. : Air Lightweight Concrete）を作成する時の残材（廃棄物）であり、結晶内に多数の隙間を持ち、水分や悪臭成分を吸着する機能があるとされ、畜産用脱臭

表一 2. 2 資材の主な成分

試料	含水率 (%)	含水比 (%)	比重 1	比重 2	pH(H ₂ O)	EC (μ S)	測定条件
消化脱水汚泥	82.6	474.6	0.85		8.3	1,200	1: 5
パーライト	42.9	75.2	0.17	0.23	10.6	70	1:10
ケイ酸カルシウム セメント	13.4	15.5	0.59	0.59	10.7	520	1: 5
	0.2	0.2	1.23	1.51	13.0	7,600	1: 5
オガ屑(2mmパス)	10.9	12.2	0.21	0.26	5.5	200	1:10
ピートモス	45.6	83.8	0.09	0.15	3.9	170	1:20
ベントナイト	8.7	9.5	0.67	0.78	10.1	1,700	1: 5
バーミキュライト	5.2	5.4	0.46	0.50	6.1	24	1:10
焼結ゼオライト	24.9	33.2	0.18	0.18	7.3	51	1: 5
赤土(2mmパス)	44.5	80.2	0.68	0.81	6.4	45	1: 5
山砂(2mmパス)	8.7	9.5	1.01	1.26	6.5	20	1: 5

- (注)・「比重 1」は試料を軽く詰めた時のかさ比重,「比重 2」は少し固く詰めた時のかさ重
・パーライトは防散処理品のため水分を含み,やや比重が大きい。
・「測定条件」: 原物(1)と水との重量混合比。
・「含水率」W 1: 物質中の水の重さとその物質全体の重さの比を百分率で示したもの。
・「含水比」W 2: 物質中の水の重さとそれ以外の部分の重さの比を百分率で示したもの。
・含水率: W 1 と含水比: W 2 との間には, 右式の関係が成立する。 $W 1 = \{W 2 \div (100 + W 2)\} \times 100$

材, 堆肥醗酵用水分調整材等として, 販売されている。

④ ポルトランドセメント

のり面吹付用に土や土壌改良材等と混合し, 厚層吹付用に実用化されており, 汚泥の固化と同時にその処理物は植栽基盤としても用いることができるものと考えられた。

⑤ オガクズ (2 mm の篩を通過したもの)

主に, 杉, ラワン, ベイツガのオガクズで, 敷きわらの代用品として, 畜舎に撒かれており, 糞尿の脱水, 防臭等の用途に使用され, 最後にはそのまま堆肥化されることが多い。

⑥ ピートモス

水ごけの泥炭を乾燥させたものであり, 植物生育培地として, 世界中で使用されており, 吸水性及び保水性がある。

⑦ ベントナイト粉

モンモリロナイトを主成分とする粘土であり, 膨潤性が強く, 吸水膨脹する。保肥力もあり, 砂地で肥料等と混ぜて施用したりする。

⑧ バーミキュライト

蛭石を焼成し膨脹させたものであり, 吸水性強く, 園芸資材としてよく利用されている。土壌改良材や培地として使用される。

⑨ 焼結ゼオライト

沸石 (ゼオライト) を焼結したものであり, 保水性や保肥性がある。陽イオン交換容量が大きく, 土壌改良材としても使用されるが, 触媒に使用されることもある。膨潤性は示さない。

⑩ 赤 土 (関東ローム心土, 2 mm の篩を通過したもの)

火山灰土壌の心土を示す名称であり, 一般に多孔質であり, 保水量や保肥力がある。また, リン酸吸収係数が大きいのも特徴である。

⑪ 山 砂 (稻城砂, 2 mm の篩を通過したもの)

保水性等の効果が期待され, 最も安価で手に入れ易いものである。

使用した材料の主な特性を表-2.2 に示す。

(2) 混合方法

消化脱水汚泥との混合方法としては, ①ローラーで伸ばし麺状等に切断する, ②小さな穴から押し出し麺状にする, ③ヘラでかき混ぜる, という3方法を検討したが, 結局のところ, できるだけ均質に混合させるには「かき混ぜる」しかないため, ③の方法で直接混合を行った。

混合比は容積比を用いた。混合比40%とは, 汚泥のほぐしていないもの(比重0.85)の容積1に対して資材の容積0.4を加えて攪拌したものである(ほぐした汚泥の比重は約0.6)。

2) 試験結果等

前述した資材を消化脱水汚泥と種々の割合で混合し, なじませるために2~3日間室温で放置した後に, 観測測定した結果をまとめたのが表-2.3である。

これらの結果から大方以下のような事柄が判明した。

- ・パーライトは取扱い性は良いが臭気の吸収効果は期待できない。
- ・ケイ酸カルシウムは取扱い性は良いが, ややアルカリ性でありアンモニア臭がでる。
- ・セメントは汚泥を固化するが, 5%程度の混合でもかなりのアンモニア臭がした。
- ・オガ屑は取扱い性の向上及び臭気減少効果が認められる。
- ・ピートモスはそれ自身が水分を吸うとグニャグニャになり, 改善効果が少ない。
- ・ベントナイトは膨潤するので, 混ざったものの取扱い性が良くない。
- ・バーミキュライトは取扱い性は多少劣るが, 脱臭効果はかなりある。
- ・焼結ゼオライトは取扱い性は良いが臭気吸収効果はあまり認められなかった。
- ・赤土は少量では効果が薄い, 多量に入れば効果がかなりある。
- ・混合する資材の粒子が細かい粉状のものは, 汚泥の水分は良く吸収するが, かえってベトベトする傾向がある(ベントナイト, 山砂, セメント等)。

疎粒で多少堅固な構造を持ち, 水分と臭気を良く吸収し, 且つ安価な資材が好ましいというのが結論である。この点で, オガ屑と赤土が好ましいと言える。しかし, オガ屑はフェノール, テルペン等の植物生育に良くない物質が含まれていること等の問題が挙げられ, 今回の試験では赤土を混合するのが最も無難な方法であると言えよう。即ち, 汚泥と同量の赤土を混合することにより取扱い性や臭気の問題は大方解決できるものと考えられる。

表-2.3 混合した場合の特性

混合資材	混合比(容積%)	取扱性	臭気	pH(H ₂ O)	EC(μS)
パーライト	10	×～△	×	6.7	1,950
	20	○	△	6.4	2,200
ケイ酸カルシウム	10	△	×	7.1	2,100
	20	○	×	7.3	2,300
	40	◎	×	8.9	1,200
セメント	5	○	××	8.7	1,200
オガ屑	5	△	△	6.5	1,600
	10	×～△	△	6.3	1,700
	20	◎	○	6.3	1,700
ピートモス	10	△	△	6.4	1,800
	20	△～○	△	6.3	2,100
ベントナイト	5	×	△	6.6	2,100
パーミキュライト	20	○	○	7.7	1,500
	40	○	◎	7.8	1,300
焼結ゼオライト	10	△	△	8.3	1,100
	20	△～○	△	8.1	1,000
	40	○～◎	△	7.6	830
赤 土	10	△	×	6.1	1,900
	20	△	△	6.0	2,000
	50	△～○	○	7.3	1,300
	100	○～◎	◎	7.0	920
山 砂	10	△	△	6.2	1,900

(注) ×：取扱い性が悪い。
△：取扱い性が良いとはいえない。
○：取扱い性が良い。
◎：取扱い性が極めて良い。

・悪臭がある。
・悪臭が僅かにある。
・悪臭がほとんどない。
・悪臭が全くない。

2.3 下水汚泥の成分等

[施用指針(案)：P. 8, P. 12, P. 46, P. 47：「解説」より抜粋]

汚泥の成分は、汚泥の種類及び汚泥の発生時期、並びに処理場の立地条件によって、若干の変動がみられる。脱水汚泥と乾燥汚泥の成分は同等なので、ここでは、脱水汚泥とコンポスト化汚泥の主要な成分を表 1—3 に示す。

(a) 肥効成分

■汚泥中の肥効成分の主なものは窒素及びリン酸である。またマグネシウム、鉄といったミネラル分も豊富である。これらの成分量は季節や処理場によって異なるため、年間の平均的な汚泥の成分分析資料を処理場等から入手し、肥効成分の内容を把握することが望ましい。

(b) 重金属

■公園緑地への施用にあたっては、常時利用者がいることを前提として考える必要があり、重金属含有量については、年間の平均的資料を処理場等から入手し、特殊肥料としての基準に合致していることを確認することが望ましい。

■汚泥が業として生産又は輸入される肥料である場合、肥料取締法では特殊肥料として扱われる。
特殊肥料は、その生産又は輸入に際して都道府県知事に届け出ることが必要であり、また含有

する可能性のある有害物質について以下のように定められている。

「乾物 1 kg につき、ひ素 50 mg 以下、カドミウム 5 mg 以下、水銀 2 mg 以下であり、かつ、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令の別表第 2 の基準に適合するもの」
(上記、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準について以下に示す。)

■汚泥の緑地利用における法的な規制は、現在の時点においてないが、緑地利用における法的環境とその解釈については、次のような見解が示される。

「汚泥中の肥効成分の利用又は汚泥の土壌改良効果の発揮を目的として下水汚泥を公園緑地（当該下水汚泥を生じる下水道管理者の管理するものを除く）に施用する場合には、肥料取締法第二条第 1 項の『肥料』に準じて取扱うのが望ましい。従って、当該下水道管理者は汚泥の引渡し形態に応じて同法第二条第 4 項の『生産業者』又は『販売業者』として同法第二十二條第 1 項に定める特殊肥料の生産業者の届出、又は同法第二十三条第 1 項に定める販売業務についての届出を行っておくのが望ましい。」

(建設省都市局下水道部下水道企画課)

表 1-3 汚泥の主要な成分

試料			項目	pH	全窒素 (乾物%)	リン酸 (乾物%)	カリウム (乾物%)	C/N 比	備 考
脱水 汚泥	凝集剤	消石灰 + 塩化第二鉄		10.1	2.7	1.1	0.91	7.9	Ca 21.3% 注①
				12.2	3.14	2.43	0.04	7.2	CaO 28.11% 注③
				12.5	2.16	1.03	0.18	—	CaO 27.53% 注④
堆肥 化汚泥	凝集剤	有機高分子		6.1	5.39	4.24	0.45	7.7	注②
				7.8	2.28	3.18	0.04	6.5	CaO 24.61% 注③
				7.8	2.30	3.68	0.11	9.0	Ca 21.3% 注③
	(凝集剤)有機高分子 + もみがら	塩化第二鉄		8.0	1.63	2.52	0.25	9.2	Ca 22.4% 注③
				6.2	1.24	1.75	0.51	19.6	注③
				6.6	1.90	1.86	0.57	16.1	
	(凝集剤)有機高分子 + 樹皮			6.8	3.30	2.36	0.20	10.6	注②
				6.6	3.57	1.7	0.60	9.3	注③

注①1983, 下水汚泥資源利用協議会, 再生と利用, No. 21, P. 44 (取手市内の住宅団地下水処理場の脱

注②1980, " 水ケーキ)

注③: 1983, " , 下水汚泥コンポストの指標, P. 143 (日立市池の川処理場)

注④1984, " , 下水汚泥コンポスト入門
, 再生と利用, No. 26, P. 102

表 4-1 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令 (1970)

物 質 名	濃度基準(検液中 mg/ℓ以下)
アルキル水銀化合物	検出されないこと
水銀又はその化合物	0.005
カドミウム又はその化合物	0.3
鉛又はその化合物	3
有機リン化合物	1
六価クロム化合物	1.5
ひ素又はその化合物	1.5
シアン化合物	1
P C B	0.003

注) 汚泥を純水に入れて振りまぜ、検液中に溶出した金属の濃度を測定します。

[補足説明]

1) 主要肥料成分

汚泥の主要肥料成分は窒素及びリン酸であり、ミネラル分も含まれているが、季節的要因、地域的要因等によるロット単位や時間単位の変動が多いので、年間の平均的成分分析表と同時に最新の分析結果を入手する必要がある。表-2.4からも分かるように、同じ処理場においても大方2割前後の変動があり、複数の下水処理場に関わる一括的な堆肥製造施設があれば、これ以上に変動が大きくなり、各種汚泥のようにC/N比をみると判定値の前後を微妙に変動しているような状況になる。正確な情報を入手することにより、肥料や土壌改良材としての使用に耐え得るかどうか、C/N比等のそれらの品質を判断するのに必要な正確な値を得ることができると同時に、それらの用途に見合った適正な使用量が判明するものと言えよう。分析項目としては、肥料項目として、全窒素・全燐酸・全カリウム・全カルシウム、判断指標に関連する項目として、pH・全炭素が必要である。pHやC/N比は植物の生育に重要な指標であり、使用する際の判断基準になるからである。

2) その他成分

重金属含有量についても主要肥料成分と同様であり、年間の平均成分分析表と同時に最新の分析結果を入手する必要がある(表-2.5参照)。

今回行った造園の施工業者123社に対する下水汚泥のアンケート調査においても、使いたくない理由の第二位(この質問に回答した平均55社中35社で約64%)を占めており、重金属含有量が安全基準値の範囲内であるような証明を求めており(同様に平均55社中38社で約68%)、これも第二位の改善要求であった。このように、重金属の問題は利用者にとってかなりの関心事であると言える(アンケート調査については資料編参照)。

汚泥中の重金属については、「指針(案)」にもあるとおり、農林水産省の基準として汚泥を含む販

表一 2. 4 各種下水処理汚泥と同一処理場汚泥の成分変動 (主要肥効成分)

種 類	項 目	全窒素 (乾物%)	リン酸 (乾物%)	カリウム (乾物%)	全炭素 (乾物%)	C/N比	カルシウム (乾物%)	マグネシウム (乾物%)
* 各種汚泥	平 均 値	2.9	3.1	0.14	22.0	12.1	14.1	0.70
	標 準 偏 差	1.5	2.0	0.17	6.8	8.6	10.6	0.44
	変異係数%	52	65	121	31	71	75	63
B処理場 産 汚泥	平 均 値	3.9	2.8	0.08	27.2	7.5	16.0	1.06
	標 準 偏 差	0.8	0.4	0.03	3.4	2.4	2.7	0.52
	変異係数%	21	14	38	13	32	17	49

(注)・日本土壤学会編：下水汚泥—リサイクルのために—, P. 147; 博友社 1979 より一部改造して引用

・C/N 比に関しては, 理論的最大値と最小値を算出し提示した。

(*: 神奈川県下の多くの処理場で生産される汚泥の分析値をまとめたもの。)

表一 2. 5 各種下水処理汚泥と同一処理場汚泥の成分変動 (重金属含有量)

種 類	項 目	ひ 素 (p p m)	カドミウム (p p m)	水 銀 (p p m)
* 各種汚泥	平 均 値	6.2	5.8	1.8
	標 準 偏 差	4.5	3.6	0.5
	変異係数%	73	62	28
B処理場 産 汚泥	平 均 値	4.6	4.4	1.4
	標 準 偏 差	1.1	0.8	0.2
	変異係数%	24	18	14

(注)・日本土壤学会編：下水汚泥—リサイクルのために—, P. 147; 博友社 1979 より一部改造して引用

(*: 神奈川県下の多くの処理場で生産される汚泥の分析値をまとめたもの。)

売特殊肥料として, 含有する可能性のある有害物質が基準以下にあるように規制され, 加えて金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令の基準に適合することが望ましいとされている。上記の基準値をわかりやすいように書き直すと, 表一 2. 6 のとおりであり, 含有濃度及び溶出量が規制されているのが, ひ素, カドミウム, 水銀であり, 含有濃度に拘わらず溶出する量が規制されているのが, 鉛, 有機リン, 六価クロム, シアン, アルキル水銀, PCB (ポリ塩化ビフェニール) である。これに対して汚泥中に, どのような重金属が含まれているかを調べ, 整理したものが, 表一 2. 7 及び表一 2. 8 である。

これらの表からも分かるように, 汚泥中には重金属含有量の規制範囲を越えることも有り得るが, 前述の一般的に有害と思われる重金属類とは別に, 汚泥中に多く含まれる重金属は, 亜鉛, 銅, マンガンである。これらの重金属類は, 人間に対する直接的な害作用よりも, 種類によっても異なるが, 植物に対する影響が考えられる。特に, 土壌が酸性に傾くと顕著な過剰害が生じてくるものと考えられる。

表一 2. 6 特殊肥料指定のための基準値 (農林水産省)

項 目	含有濃度 (mg/kg 乾物)	溶 出 量
		有害な産業廃棄物に係わる判定基準を定める 総理府令 (溶出試験) (mg/l)
ひ 素	50	1.5
カドミウム	5	0.3
水 銀	2	0.005
鉛	—	3
有機リン	—	1
六価クロム	—	1.5
シ ア ン	—	1
アルキル水銀	—	検出されないこと
P C B	—	0.03 mg/l
亜 鉛	—	—
銅	—	—
ニ ッ ケ ル	—	—

表一 2. 7 汚泥中の重金属含有量の例

規 模	小		中		小	
工場排水	無		有		無	
凝 集 剤	なし (脱水せず)		無 機 + 有 機		有 機	
試料	I - a	I - b	II - a	II - b	III - a	III - b
元素	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
マンガン	68	70	420	340	8,110	1,110
鉄	6,100	5,900	28,000	27,200	22,200	10,300
亜鉛	721	770	2,210	2,430	751	1,013
銅	167	175	808	587	94	121
全クロム	43.2	36.6	420	296.6	77.4	64.3
六価クロム	2.2	1.6	3.0	3.6	1.4	1.3
水銀	2.0	2.5	3.3	4.2	1.8	2.9
カドミウム	2.0	2.0	6.5	5.4	2.2	2.2
鉛	56	60	104	119	48	54
ひ素	1.2	1.4	5.6	5.1	4.2	2.3
ニッケル	38	24	418	276	32	47

規 模	大		大		大	
工場排水	小		有		小	
凝 集 剤	無 機		無 機		無 機	
試料	I - a	I - b	II - b	III - a	III - b	III - c
元素	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
マンガン	2,000	850	170	1,350	900	850
鉄	23,300	27,300	44,000	22,500	23,100	28,400
亜鉛	540	1,300	3,240	740	920	1,320
銅	1,300	1,800	1,300	300	280	340
全クロム	909	672	823	180	122	157
六価クロム	1.0	2.0	8.7	2.0	2.3	2.7
水銀	0.82	1.16	1.76	1.30	1.15	1.74
カドミウム	8.9	22.3	64.2	16.0	11.6	16.0
鉛	91	127	635	159	136	150
ひ素	4.9	6.2	6.8	3.5	2.2	3.2
ニッケル	370	910	540	110	67	87

(注) ・日本土壤肥料学会編：下水汚泥—リサイクルのために—：博友社 1979, P. 70

・試料の I, II, III は処理場別, また, a: 余剰汚泥, b: 濃縮 (混合) 汚泥, c: 消化汚泥

表-2.9に日本の土壌表層(0~10 cm)中における重金属類の含有量の測定例と、農作物ではあるが、植物に対する悪影響がでる濃度を試験した例を示す。ただし、緑化樹木での場合と多少異なるものと考えられるが、緑化樹木での検証例がほとんど無いので、ある程度の目安と考えるのがよい。というのも、一つの考え方として、pHに異常がない限り、そのような重金属が溶出して来ることはあまりないと言われているからである。

表-2.10に英国における下水汚泥の施用ガイドラインの例を表わし、以下に計算例として、それによる1 m²当たりの年間施用量を示すので参考にされたい。

[計算例]

① 亜鉛等の共存の例(汚泥の成分を、Zn:1,850 ppm, Cu:420 ppm, Ni:270 ppmと仮定)

$$\begin{aligned}\text{亜鉛当量} &= 1,850 \text{ ppm} + 2 \times 420 \text{ ppm} + 8 \times 270 \text{ ppm} \\ &= 4,850 \text{ ppm}\end{aligned}$$

表-2.9 土壌中の重金属類含有量と植物に対する限界濃度の測定例

元素名	土壌中の含有量(ppm) ¹	植物に対する毒性(ppm) ²
ひ素	16.0 (0.4 ~ 179)	III価イオン: 高(稲5) V価イオン: 中(稲10、大麦70)
カドミウム	0.51 (0.18 ~ 2.5)	中~低(稲10、 トウモロコシ250)
クロム	33.0 (6.3 ~ 810)	III価イオン: 低(稲・小麦200) VI価イオン: 中(稲・小麦<30)
銅	67.0 (4.4 ~ 822)	中~低(稲40~65、小麦100)
水銀	0.24 (0.028 ~ 1.8)	中(稲50)
ニッケル	20.0 (3.3 ~ 660)	中(稲10~50)
鉛	33.0 (9 ~ 479)	低
亜鉛	111 (10 ~ 622)	中~低(稲10~50、 トウモロコシ200~600)

(注) 1: 長野県下の農耕地100点、未耕地46点の土壌分析結果;
牧幸男ら; 1973; 上段は平均値, 下段は(最小値~最大値)
2: 無機塩類として各元素を土壌に添加し, 作物生育阻害発現する限界濃度を測定: 山添文雄

表-2.8 脱水ケーキ中の重金属元素調査例

元素名	最低値(ppm)	最高値(ppm)
カドミウム	1.50	12.5
クロム	10.1	2,480
銅	44	790
水銀	0.85	1.52
ニッケル	11	530
鉛	9.46	262
亜鉛	300	3,400
マンガン	50	4,400

(注) 日本土壌肥料科学会編: 下水汚泥一リサイクルのために一: 博友社 1979, P. 72

表一 2.10 英国における下水汚泥の施用ガイドライン

元素名	限界量(汚泥中、g/m ² ・年)	備 考
ヒ素	0.0333	亜鉛、銅、 ニッケルが共 存している時 は、亜鉛当量 を用いる。
カドミウム	0.0167	
クロム	3.3333	
銅	0.9333	
水銀	0.0067	
ニッケル	0.2333	
鉛	3.3333	
亜鉛	1.8667	

(注)・亜鉛当量 = $Zn + 2Cu + 8Ni$ (全て ppm)

(Department of Environment & National Water Council 1977,
Standing Technology Comittee Report, No.5 より一部抜粋, 改変)

施用限界量が, $1.87 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年}$ であるから,

$$1.87 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年} \div 4,850 \text{ ppm} \approx 385 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年}$$

すなわち, このような濃度の重金属を含んでいる汚泥は, 年間, 1 m^2 当り, 乾物として約 385 g の汚泥を施用することができるということになる。

② クロムの例 (汚泥の成分を, $\text{Cr} : 1,240 \text{ ppm}$ と仮定)

$$3.33 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年} \div 1,240 \text{ ppm} \approx 2,685 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年}$$

この汚泥を使用する時は, 年間, 1 m^2 当り, 乾物として約 2.6 kg 施用可能であることが分かる。

第3章 土壌調査等

3.1 土壌調査

[施用指針(案)：P. 20～23：「解説」より抜粋]

1. 土壌調査

緑化における一般的な土壌調査には表3-1に示される内容がある。また、参考にすべき資料等がない場合には、調査を行うことが必要である。

汚泥施用にあたっては次のような項目について把握する。

- 既存資料収集及び聞き取り調査は現場土壌調査を行う際に、有効な手掛りを与えるものである。
- 植栽基盤造成方法に関する情報収集では、特に人工的に造成された基盤（埋立地・残土処理地・都市残滓埋立地等）では十分な情報の収集が必要である。
- 現場土壌調査では、次の方針に基づいて調査項目を選択する。
 - ① 土壌断面調査のうち試坑断面調査はいずれの場合にも行うことが望ましい。
 - ② 土壌改良では主として土壌物理性（粒径組成、三相構造、透水性等）を重点的に把握する。
 - ③ 肥料的施用では主として土壌化学性（PH、全窒素、可給態リン酸、置換性カリウム等）を重点的に把握する。
 - ④ 本指針では、汚泥の施用量の目安を全窒素量をもとに検討するので、土壌改良及び肥料的施用のいずれの場合にも、全窒素は調査対象とする。

表3-1 土壌調査の内容

調 査 項 目	内 容
既存資料収集聞き取り調査	気象、地形（地形図）、地質・母材・堆積様式（地質図、土木・建築のボーリング資料）、土壌・土壌統（土壌図）、植生（現存植生図）、土地利用（土地利用図）、災害、人工改変（土地改良など）、栽培植物（林木、果樹、作物など）の種類及び管理法等に関する資料収集・聞き取りを行う。
植栽基盤造成方法に関する情報収集	1. 旧地形と造成地盤面との関係を、切土地点、盛土地点、切土深さ、盛土厚等を造成図をもとに面的に把握する。 2. コンクリート塊、木材片等の夾雑物混入の有無、位置、深さ等の情報を図化する。 3. 造成用土木機械の種類、土砂運搬経路、造成時期等の資料を収集する。
現場土壌調査	1. 土壌断面調査 ① 簡易断面調査（検土杖調査および簡易試坑調査） ② 試坑断面調査（基本断面調査） ① 簡易断面調査 簡易断面調査を主体にして、盛土厚さ、土性、硬さ、乾湿状態等を調査項目とする。調査地点数は造成方法の種類や情報量によって異なるが、現地踏査を基本として判断する。 ② 試坑断面調査 層位（深さ）、土性、土色、硬度、構造・孔隙、腐植、石礫、根の分布、乾湿など。 2. 分析試料の採取 簡易断面調査だけの場合は、攪乱土を採取し、基本断面調査の場合は不攪乱土も採取する。

[補足説明]

(1) 既存資料収集及び聞き取り調査

周辺の緑化地や公園等の類似の事例についても、工事状況の資料収集、植栽後数年を経た状態の植栽木の生育状況の調査等を行っていくと今後の土壌調査方法や項目についての参考となる情報を得ることができる。

(2) 植栽基盤造成方法に関する情報収集

さらに、造成後の現地状況の把握を行っていく必要がある。即ち、造成後の地形、降雨後の水みち、滞水箇所、のり面での湧水等の把握を行う必要がある。また、できれば、造成時にどの土砂がどのあたりに使われたかを把握しておくが良い。しかし、実際上は、その日その日の現場状況によって変わるので詳細な情報収集の制度を考慮しておけばさらに良くなる。

(3) 現場土壌調査

調査地点の選定にあたっては、前項(1)及び(2)において収集した情報を考慮し行うものとする。即ち、地形及び降雨後の地表面上の状況等に留意し、各種土質調査、土工工事に使用された土砂の種類や土取り場所の土質状態等の把握をする。さらに、必要な土壌の性状を示し、その搬入を事前に依頼しておくことが、手戻りもなく最良の方法と考えられる。

・地形状況

地形状況については、その起伏と水の流れ、又は水が流れないこと等との関連について考慮していかなければならない。盛土について言えば、斜面下部と斜面上部とでは水質の状況が異なり、切土については水みちや土壌母材等について考慮していく必要もある。平地においては、特に降雨後の地表面の性状、水たまりや水の流れる経路等に注意するものとする。

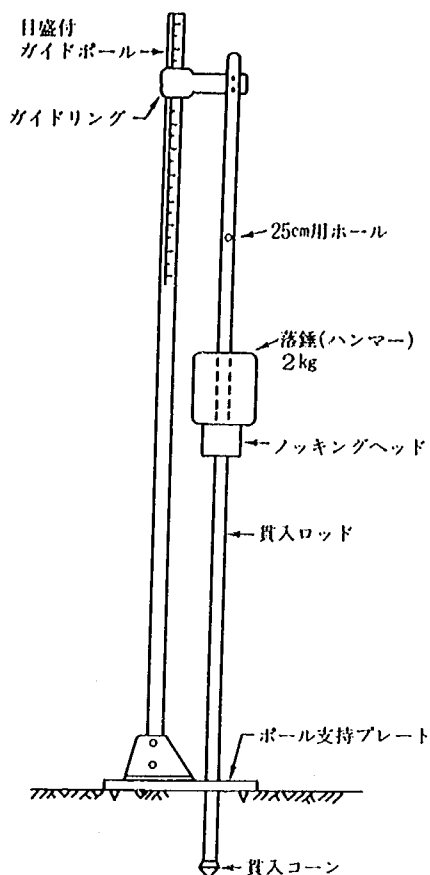
・土壌母材の変化

切土以外の、盛土や平地においては、その工事過程において種々の土工材料が混入して使用され、造成されることが多い。できるだけ、どの辺の土が使われたかを把握しておく必要がある。また、平地においては、ほとんど造成されないこともあるので、工事前の土地利用状況（畑、水田等）についても注意するものとする。

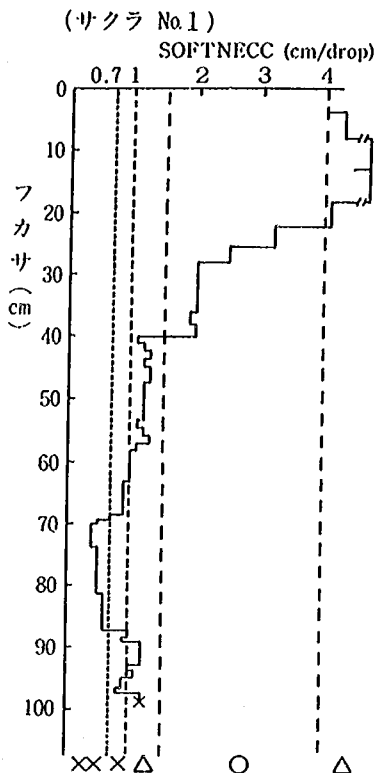
調査地点を選定する前に、前述した点に留意し、調べた方がよさそうな地点について、大まかな調査を検土杖を用いて行うとよい。また、さらに詳細な調査を行うには、試坑断面調査を行うことが望ましいが、経済性の点から行うことが難しい場合には、前述の検土杖調査の際に、以下のような手法で調査を行い、測定地点数を増加させた方が精度が高い調査を行うことができるものといえる。

① 土壌硬度

土壌硬度は、土壌の緻密度（土壌の締め具合）を示す指標である。従来は山中式土壌硬度計が使われていたが、現在では長谷川式土壌貫入計が多く用いられている。これは、山中式が土壌断面に対して垂直に測定するため試坑が必要なのに対し、長谷川式は地表面に対し連続的垂直に測定するため試坑を掘る必要がないためである。長谷川式土壌貫入計は、貫入コーンに一定の高さから2 kgの落錐を落下させ、1回当りの貫入深さ（cm）を軟らか度（S値）として表示するものである。



処理例



フカサ (cm)	SOFTNECC (cm/drop)	フカサ (cm)	SOFTNECC (cm/drop)
1)	4.8	31)	24.8
2)	8.3	32)	24.5
3)	13.4	33)	25.8
4)	18.6	34)	25.5
5)	22.7	35)	26.8
6)	25.9	36)	28.5
7)	28.4	37)	27.8
8)	30.4	38)	27.5
9)	32.4	39)	28.8
10)	34.4	40)	28.5
11)	36.4	41)	29.8
12)	38.3	42)	29.5
13)	40.3	43)	30.8
14)	41.4	44)	30.5
15)	42.6	45)	31.8
16)	43.9	46)	31.5
17)	45.1	47)	32.1
18)	46.4	48)	32.7
19)	47.7	49)	33.3
20)	48.9	50)	33.9
21)	50.1	51)	34.5
22)	51.3	52)	35.1
23)	52.5	53)	35.7
24)	53.7	54)	36.3
25)	54.8	55)	36.9
26)	56.0	56)	37.5
27)	57.3	57)	38.1
28)	58.4	58)	38.6
29)	59.4	59)	39.8
30)	60.4	60)	40.8
31)	61.4	61)	41.8
32)	62.4	62)	42.8
33)	63.4	63)	43.1
34)	64.3	64)	46.8
35)	65.2	65)	46.9
36)	66.1	66)	47.7
37)	67.0	67)	48.3
38)	67.9	68)	48.8
39)	68.8	69)	49.5
40)	69.5	70)	50.8
41)	70.8	71)	50.8
42)	70.4	72)	51.2
43)	70.8	73)	51.6
44)	71.2	74)	72.8
45)	71.6	75)	72.4
46)	72.8	76)	72.8
47)	72.4	77)	73.2
48)	72.8	78)	73.6
49)	73.2		
50)	73.6		

図ー 3. 1 長谷川式土壌貫入計及びデータ処理例

(図ー 3. 1 参照)。

② 透水性 (簡易現場透水性)

透水性の測定には、試坑を掘り、各層毎に 100 cc のサンプラーにより乱さない土壌を採取し、室内実験で測定する方法もあるが、植栽基盤全体を対象とする場合は、現場条件に合わせて測定できる長谷川式簡易現場透水試験により行うとよい。これにより、測定地点数を飛躍的にふやすことができる。

最終減水能の値の計算方法を以下に示す (最初に水深 10 cm まで注水し、1 時間後に再度 10 cm 深になるように再注水する)。

- ・再注水後 40 分まで水がある場合

$$\text{最終減水能 (mm/hr)} = (h_4 - h_3) \div (t_4 - t_3) \times 60$$

h_2 : 再注水時 (t_2) の読取値

h_3 : 再注水後 20 分後 (t_3) の読取値

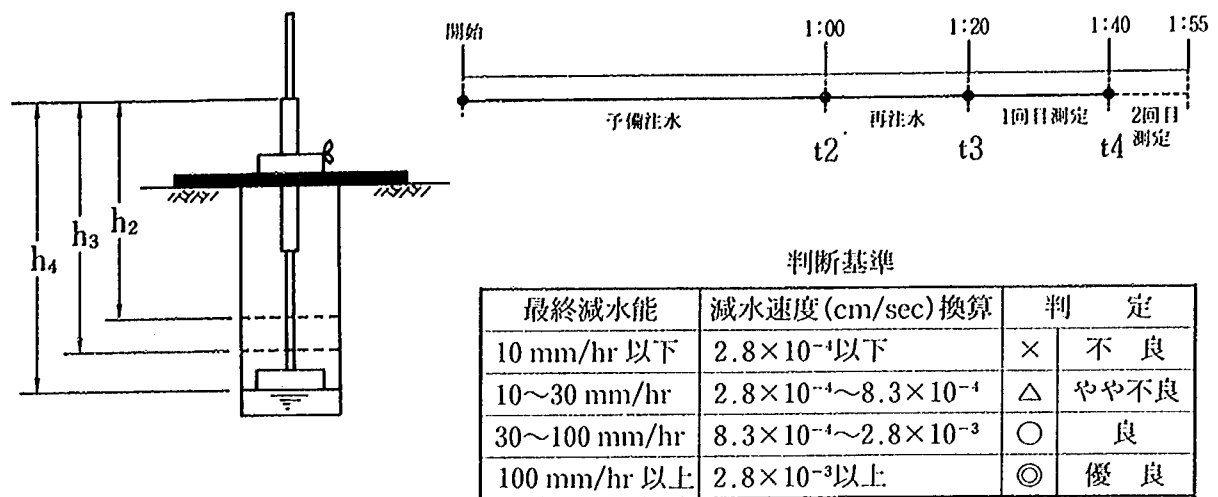
h_4 : 再注水後 40 分後 (t_4) の読取値

- ・再注水後 20 分の測定時に水があり、40 分後に水がなくなっている場合

$$\text{最終減水能 (mm/hr)} = (h_3 - h_2) \div (t_3 - t_2) \times 60$$

- ・再注水後 20 分の測定時に水がなくなっている場合

$$\text{最終減水能} = 300 \text{ mm/hr 以上}$$



図一 3. 2 長谷川式簡易現場透水試験器

③ 土 性

土性（国際法）とは、礫（径 2 mm 以上）を除いた細土の粒径組成、即ち、砂、シルト、及び粘土の割合により分類するものである。一般的には、室内での篩い分け試験及び沈降試験による粒径分析に基づいて行う。特に、保水性に関しては、シルト分が多くなるほど有効水分が増加することが知られている。しかし、実際上は、ほとんどが現場での指頭法による簡易法（農学会法）を用いることが多い。この方法では、壤土又は砂壤土に分類される土壤であればよい。国際法と農学会法の相違は、粒径区分の違いによるものである。

④ 土 色

土壤の色彩を調べることにより、腐植含有量を簡便に把握できる。腐植が多い程、暗褐色→黒褐色→黒色となる。また、赤褐色、黄褐色の場合は通気性が良く酸化状態にあることを、緑灰色、青灰色、灰褐色の場合は還元状態にあることを示しており、ドブ臭を伴うことがある。このような還元状態の判定には、 α - α -ジピリジル液による呈色反応（還元鉄に触れると赤色になる）を利用すると簡単に把握できる。

⑤ pH (H₂O)

測定は、室内で土壤 1 に対し蒸留水 2.5 の割合で作った懸濁液について、ガラス電極 pH メーターを用いて行うのが一般的である。しかし、現在は、現場で測定できる色々な携帯式的ものがでてるので、多少信頼性に乏しい面もあるが、大まかな値、傾向を知るには簡単にできる。これで、多くのサンプルを測定し、あまりにおかしな値を生じたものについて正式のガラス電極法により再度確認する方法が最良であると考えられる。pH (H₂O) で 4.5~8.0 の間であればほとんど問題ない。

⑥ 電気伝導度 (EC)

電気伝導度は土壤溶液中の電解質の量を示す指標となるものである。測定は電気伝導度計を用いてミリジーメンス (mS) で表わすことが多い。農業では肥料成分の目安となるが、緑化では過剰

表-3.2 土壌の明度と腐食含有量

明度	土壌 (マンセル)	
	火山灰土壌	非火山灰土壌*
1	15%以上	15%以上
2	10%前後	5~8%
3	5~8%	2~5%
4	3%以下	5%以下

* 黒泥土壌を含む

な塩分の把握に使われることが多い。植栽地としては、0.5~1.0 mS 以下であることが望ましい。これも、正式には室内で測定するが、現在では携帯式のもの普及しており、現場で多くの測点をとった方が全体としての精度があがり、且つ経済的である。

また、空気に触れると急に強酸性土壌になる酸性硫酸塩土壌の検出にも利用できる。これは、多くの場合が生物起原とされるイオウ分を大量に含み、これらが空気中の酸素に酸化され、硫酸が生じるために起こる現象であり、電解質量がかなり多い値となることが多いためである。その他には、農業で利用されるハウス内土壌でも、降雨がなく、ハウス内地表面から水分が蒸発したり、植物に水分や養分が吸収されるため、地表面部分に塩類集積が生じることがあり、このような土壌を客土等

表-3.1 土性の簡易判定法(農学会法)

●水		●水	
		土を少量の水でしめらせ指の感じによって粘土と砂の量をきめる	
合と現 の砂地 感とで じの粘 方割土	粘分 土析 によ る	記 号	区 分
ザラザラと ほとんど砂 だけの感じ	12.5 } 以下	S	砂土
大 部 分 (70~80%) 砂の感じで わずかに粘 土を感じる	12.5 } 25.0	SL	砂壤土
砂と粘土が 半々の感じ	25.0 } 37.5	L	壤土
大部分粘土 で 一 部 (20~30%) 砂を感じる	37.5 } 50.0	CL	埴壤土
ほとんど砂 を感じない でヌルヌル した粘土の 感じが強い	50 以上	C	埴土
			土粘性を細 判工定で
			
			棒にもハシ にもならな い
			
			棒にはでき ない
			
			鉛筆くらい の大きさに できる
			
			マッチ棒く らいの太さ にできる
			
			コヨリのよ うに細長く なる

3.2 土壌調査の分析項目

[施用指針(案): P. 22~24: 「解説」より抜粋]

2. 土壌調査の分析項目

汚泥の施用において検討対象となる土壌分析の主要な項目及び分析方法を表3-2に示す。これらの項目のうち土壌改良においては物理性、肥料的施用においては化学性について、主として分析する。

表 3—2 分析項目と分析方法

分 析 項 目	
物理性	・ 粒径組成 ・ 三相構造(三相分布)
化学性	・ pH(H₂O, KCl) ・ 全窒素 ・ 可給態リン酸 ・ 置換性カリウム ・ EC(電気伝導度)

土壌の性状に応じて分析項目を追加することができる。例えば、物理性では、有効水分、透水係数など、化学性では、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、置換性塩基類（置換性マグネシウム、置換性カルシウム、置換性マンガンなど）、全炭素など。

3. 調査分析結果のまとめ

調査分析の結果は、表 3—3 に示す分級基準（以下土壌分級という）に従い、調査項目について「1」から「4」までのランクに分級する。

本指針ではこの区分に従って、汚泥の施用量のめやすを検討する。

表 3—3 土壌分析結果による土壌分級

出典：緑化事業における植栽基盤整備（一部修正）

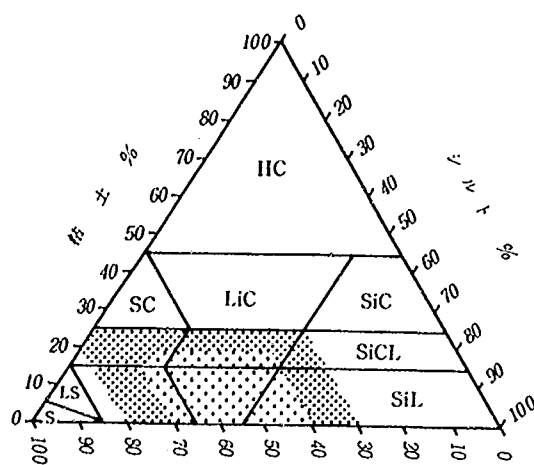
マニュアル 造園雑誌 48(2) 1984 年

評価因子・分級	1 (優)	2 (良)	3 (不良)	4 (極不良)
粒径組成			(三角座標に示す)	
固相率** %	20 > (40 >)	20—30 (40—50)	30—40 (50—60)	40 < (60 <)
pH(H ₂ O)	5.6～6.8	4.5～5.6 6.8～8.0	3.5～4.5 8.0～9.5	3.5 > 9.5 <
全窒素 %	0.12 <	0.12～0.06	0.06 >	
可給態リン酸 mg/100 g	20 <	20～10	10 >	
電気伝導度 mS	0.2 <	0.2～1.0	1.0～1.5	1.5 <

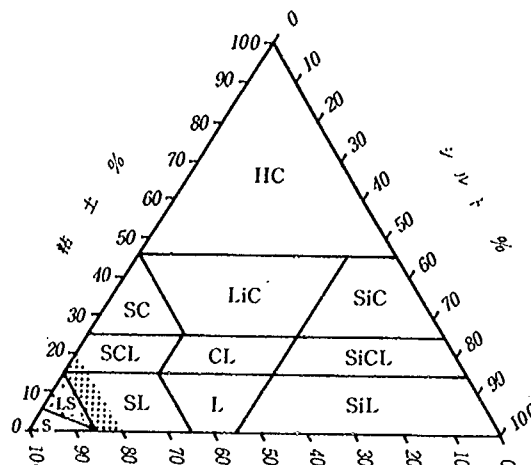
** 有効水分を pF 1.8～3.0 とした場合。鈣質土壌の場合は () に表示

[補足説明]

植物が健全に生育するためには、その生育基盤となる植栽基盤が整備されていることが必要である。植物の生育は根系によって決まるといっても過言ではなく、根系の生育度合いや大きさにより吸収される水分や養分の量が左右され、それに合わせ植物の生長も左右される。そこで、緑化の目的や期待される機能に見合った大きさに育つように、根系の生育空間を確保してやる必要がある。



砂 %
(ローム土)



砂 %
(マサ土)

図 3-2 粒径組成の分級

根系を生育させるためには、根系が水分や養分を吸収できるような状態に置いてやる必要がある。根の呼吸ができるように、そして根系の成長が可能なような空間を確保してやらなければならない。そのためには、根系が呼吸できると共に物理的に成長できるようなある程度軟らかく通気性のある地下空間を作り出し、確保していく必要がある。人間に喩えると、まず食物や水が必要なのではなく、呼吸できるような空気を、そしてそれを可能にする生活空間を確保しなければならないということであり、それから水分や栄養物が必要となってくるということである。もちろん、その空気や生活空間が汚染されていないことが前提条件であり、植物の場合で言えば、土壌が極端に汚染、極端な化学的数値を示さないこと (PH 異常、重金属汚染、油性物質汚染等) が前提条件である。同様に、人間に喩えると、硫酸、水酸化ナトリウム、六化クロムや PCB 等のミストが舞っている空気中では、人間は生存できないのと同じことである。化学的阻害要因がなく、排水性、通気透水性及び保水性が良好な土壌を確保していく必要があるということである。上表の主な調査項目は、前項の現場土壌調査において示したので、ここでは主として室内分析を行う必要がある調査項目について示すものとする。

① 土壌物理性

土壌物理性に関する調査項目については、ほぼ「3.1 土壌調査, (3)現場土壌調査」のところで示した。汚泥のように分解され易い有機物を多量に含んでいるものは、通気透水性が不良で過湿になり易い条件下で酸素を大量に消費し無酸素状態、即ち還元状態となり、さらに嫌気性条件下で醗酵又は腐敗により、二酸化炭素、メタンや硫化水素等が発生することにより、植物の根系に非常なダメージを与え最終的には根系自体をも腐敗等されるに至るようになる。通気・透水性等の土壌物理性の確保が汚泥等の施用の前提条件である。上表等にもある粒径組成、固相率や有効成分等を測定しておけばさらに良いものといえる。

② 土壤化学性

pH, EC の測定は「3.1 土壤調査, (3)現場土壤調査」で示したように, 土壤化学性や土壤物理性の測定以前の問題であり, 土壤化学性とは切り離して考えるべきものといえる。上表からも分かるように, これら以外は栄養としての肥料分に関する項目であるからである。

下水汚泥は窒素分やリン酸分が比較的多く有効な肥料と言えるが, これらに比べるとカリウム分が非常に少なく, バランスを欠いていると言える。地殻は平均 2.3% のカリウムを含んでいるが, 土壤は平均 1.4% のカリウム含量で地殻に比べると少なく, 母岩の風化に伴い土壤中に含まれるようになるものと考えられるが, 母岩に近い下層土に植栽されることが多い緑化樹では, 汚泥をそのまま使用しても, 大量でなければ, それ程問題は起こらないが, 養分保肥能力に欠ける疎粒の砂質土(マサ土等)や酸性土壤等ではカリウム不足の問題が生じることがあるので, 緩効性である有機態の窒素分やリン酸分に合わせ, 緩効性カリウム肥料(ケイ酸カリ肥料)の併用が望ましい。

分析項目としては, 全窒素, 可給態リン酸等を測定しておけば, 土壤分級を実行することができるものといえる。

第4章 下水汚泥施用の目安及び施工

4.1 下水汚泥施用の目安

[施用指針(案)：P. 25～34；「解説」より抜粋]

3. 汚泥施用量の目安 (一部略)

土壤改良では施用量は一般的に容積の割合で示すが、本指針ではその容積の割合を汚泥の窒素成分量に換算して示す。このことにより、施用における窒素等の過多を避けることができる。

肥料的な施用においては、施用量は一般に、窒素成分量で示す。

以上のことから、本指針においては、窒素成分量を基準として汚泥の施用量の目安をたてるものである。

3-1 土壤改良における施用量のめやす

1. 有機質系の土壤改良材の種類

汚泥を含む有機質系の土壤改良材には表3-4のような種類のものがある。

2. 施用量の事例

- ① 土壤改良における有機系資材の利用は、土壤の性質、改良資材の性質、乾湿、植栽植物等多くの条件に影響されること、有機資材の成分量のバラツキ等から、一律に適正な施用量を定めることは難しい。

表3-4 有機質系の土壤改良材の種類

素 材	名 称	効 果 の 問 徴
有 機 質 系	樹 皮	パ ー ク 堆 肥
	モ ミ 殻	モ ミ 殻 堆 肥
	炭 化 植 物	草 炭
		泥 炭
		若 年 炭
	炭 化 植 物 (化学処理)	ニトロフミン酸アンモン
		ニトロフミン酸マグネシウム
	下 水 汚 泥	消 化 脱 水 汚 泥 乾 燥 汚 泥 コ ン ポ ス ト 化 汚 泥
	家 畜 糞 尿	オ ガ 屑 入 り 牛 糞 堆 肥

出典：緑化事業における植栽基盤整備マニュアル，造園雑誌 48(2) 1984 年(一部修正)

有機系資材による土壌改良の例の中から比較的良好な結果の得られた事例をあげると表3—5のようになる。これから有機系資材による土壌改良の適正量はある程度幅を持ったものとなる。

まず、汚泥以外の有機系資材による土壌改良をみれば佐賀県でのピートモス $12\ell/m^2$ に油粕 $1,500\text{ g}/m^2$ を加えるといった比較的少量資材の混入から、愛知県でのパーク堆肥 $100\text{ kg}/m^2$ にパーライト $20\ell/m^2$ を加えるといった資材を多用した例等がある。

- ② 汚泥に関しては、表3—6に示す武蔵丘陵森林公園の圃場実験例を取り上げる。養分に欠ける土壌においては、水分約80%の消化脱水汚泥で混入厚25cmで $15\sim 25\text{ kg}/m^2$ (容積比約10~15%)程度の施用が適量として考えられた。 $50\text{ kg}/m^2$ (容積比約30%)の施用では施用初期の汚泥の土壌中での醗酵による枯損が増加する、窒素の過剰による植物体の軟弱化が観察される等の障害が現れている。しかし、消化脱水汚泥 $16\text{ kg}/m^2$ の施用でケヤキの生育にやや窒素が過多となった事例もあり、消化脱水汚泥の適正施用量を単純に重量で比較することは出来ない。窒素成分の比較によることが薦められる。

3. 本指針における施用量のめやす

本指針においては表3—6に示される施用事例を参考に消化脱水汚泥の施用量を容積比で約

表3—5 緑地の土壌改良に関する施用事例

場所	地形	地形の 改 変	盛土・埋立 土の 種 類	造成後 の土性	造成後 の 水 は け	客土の厚さ	改良資材の種類と量	基肥の種類と量	枯 損 原 因 枯損率(%)
福岡	平地	部分改変	山土・山砂	礫土	不良	30~50 cm	表面散布 ピートモス $35\ell/m^2$ パーライト $75\ell/m^2$ キノックス $20\text{ kg}/m^2$	表面散布 スーパーソイル $12\text{ kg}/m^2$	乾害・塩害 高木 0 中木 4 低木 0.4
愛知	平地	不変		砂土	過良	全面客土 28~52 cm 植穴客土 $0.11\sim 0.3\text{ m}^3$	全面客土 パーク堆肥 $100\text{ kg}/m^2$ 植穴客土 パーライト $20\ell/m^3$	ウッドエース $7\text{ kg}/m^2$ 300 g/本 100 g/本 丸山一号 $7\text{ kg}/m^2$ 300 g/本 100 g/本	寒風害 高木 3 中木 4 低木 2
群馬	平地	全面改変	畑土	礫土	良	20~100 cm	グリーンキッカー $10\text{ kg}/m^2$	ウッドエース $20\text{ g}/本$	乾害 高木 0 中木 10 低木 5
佐賀	平地	全面改変	山土・山砂	壤土	過良	0.2~0.3	ピートモス $12\ell/m^2$	油粕 $1500\text{ g}/m^2$	0
福岡	平地	不変		壤土	過良	全面客土 45 cm 植穴客土 $2\sim 3\text{ m}^3$	ホワイトローム $33\ell/m^2$ 198ℓ/本 ピートモス $12.5\ell/m^2$ 75ℓ/本 パーク堆肥 $10\text{ kg}/m^2$ 60 kg/本		乾害 高木 0 中木 0 低木 3

表3-6 土壤改良のための消化脱水汚泥の利用例

観察 期間 (年)	土 壤	植 栽 種	脱水汚泥混入量		体積率 (%)	施用汚泥中 の窒素成分 (g/m ²)	その他 (g/m ²)	生 育 状 態 等	文 献
			厚さ(cm)	重量(kg/m ²)					
3	工事残土 軽植土	トウカエデ イチヨウ	25	23	15	110	カリ 20	生育旺盛	1
				46	30	230	カリ 20	生育旺盛 やや窒素過多 葉色がやや青緑色	
				69	45	340	カリ 20	生育旺盛 窒素過多 葉色は青緑色	
1	砂土	ケヤキ		4				生育良好	2
				8				生育良好	
				16				地下部の発達が貧弱 幹が軟弱な形質	
2	下層土 (心土) 砂質壤土	イロハ モミジ		6	5	38	カリ 20	生育やや不良	1
				12	10	77	カリ 20	良好	
				24	15	150	カリ 20	やや窒素過多 枝がねじれ、葉色はやや青緑色	
				51	40	310	カリ 20	窒素過多 夏期に乾燥被害大	
3	圃場	コウライシバ	20	乾2 燥4 汚泥6		48	カリ 20	生育良	1
						144	カリ 20	刈り込み、踏圧に弱い	
						288	カリ 20	刈り込み、踏圧に弱い	
2	マサ土	ヒラド	0~200		33			1年間野積後に植栽 汚泥による根腐れ、枯損なし	3
		フサアカシア							
		ベニカナメモメ							
		ヤマモモ							
		キンモクセイ							
		クス							

1. 建設省土木研究所 1985 下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査(V)
2. 伊藤忠夫・益子義明 1980 脱水ケーキの利用による砂地の改良に関する試験 69 pp 茨城県土木部下水道課・茨城県林業試験場
3. 政比呂志 1979 下水汚泥混合土の安定化への試行

5~20%とした。これを土壤の条件(本指針においては土壤全窒素量)別に、表3-7に示した。ただし、汚泥の施用量は汚泥が含有する全窒素量で示した。このことにより、汚泥施用による窒素過多等の条件をチェックすることができる。

表3-7 土壤改良における施用量のめやす(窒素成分量)(単位:g/m²)

土 壤 混入深さ	全 窒 素 分 級 「1」の土壤	全 窒 素 分 級 「2・3」の土壤	全 窒 素 分 級 「4」の土壤
10 cm までの場合	10~15	30~ 45	45~ 60
20 cm までの場合	20~30	60~ 90	90~120
30 cm までの場合	30~45	90~135	135~180

(注) 土壤分級ランクは表3-3による。

表中の数値は汚泥施用量を汚泥中の全窒素量に換算して示したもの。

土壌改良における施用量は、植栽する植物に応じて汚泥の混入厚を考慮する必要がある、混入厚は植物の細根等の進入する深さをめやすにする。一般には、地被植物ではおよそ 10 cm、低木ではおよそ 20 cm、高木ではおよそ 30 cm 以上をめやすとする。

汚泥の全窒素量とそれに相当する汚泥の製品量には、汚泥の含水率、乾物重当たりの汚泥の窒素含有量が関与している。その関係式は「注 5」のように示される。また、両者の対応関係の例を示すと、表 3—8 のようになる。

表 3—8 窒素の施用量と汚泥の製品量

全窒素量 (g/m ²)	汚泥	消化脱水汚泥	乾 燥 汚 泥	コンポスト化汚泥
10		2	0.44	0.57
15		3	0.66	0.86
20		4	0.88	1.14
25		5	1.11	1.43
30		6	1.33	1.71
35		7	1.55	2.00
40		8	1.78	2.29
45		9	2.00	2.57
50		10	2.22	2.86
60		12	2.66	3.43
90		18	4.00	5.14
120		24	5.33	6.86
135		27	6.00	7.71
180		36	8.00	10.29

(単位：kg/m²)

注 1：消化脱水汚泥は含水率 80%，窒素含有率 2.5%（乾物重当たり）として

注 2：乾燥汚泥は含水率 10%，窒素含有率 2.5%（乾物重当たり）として

注 3：コンポスト化汚泥は含水率 30%，窒素含有率 2.5%（乾物重当たり）として

注 4：窒素量は形態を問わない全窒素量

注 5：汚泥製品量(kg/m²)と全窒素量(g/m²)との関係式

$$A = Nt \div (1 - W/100) \div Ni/100 \div 1,000$$

$$= 10 Nt / (100 - W) \times Ni$$

A：汚泥製品量，Nt：全窒素量

W：汚泥含水率(%), Ni：汚泥窒素含有率(乾物重当り)(%)

例えば、全窒素量として 60g/m²の量に相当する汚泥を施用しようとした場合、表 3—8 から

消化脱水汚泥では 12 kg/m², 乾燥汚泥では 2.7 kg/m², コンポスト化汚泥では 3.4 kg/m²の汚泥が必要とされることがわかる。

3-2 肥料としての施用量のめやす

1. 肥料としての汚泥の施用量のめやす

肥料としての施用では窒素成分量が施用量のめやすとされる。

表 3-9 に肥料としての窒素成分の施用量の事例を示す。

2. 本指針における施用量のめやす

本指針における施用量のめやすは表 3-9 に準拠する。

ただし、汚泥を肥料として用いる場合は、汚泥の含有成分のうち、特にカリが一般に不足していることが多く、肥料のバランスを考えた場合、カリ肥を補充することが必要とされる場合がある。

なお、窒素成分量から汚泥製品の換算は表 3-8 による。

表 3-9 緑化樹木の暫定施肥基準 (都農試 1980 改訂)

① 自然循環系が保たれ、落葉も土壤に還元される場合：年間

施用量 樹 目			単 木 (g/樹)			植 込 (g/m ²)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
針 葉 樹	低	木	5~10	5~10	5~10	10~15	10	10
	高	木	15~20	15	15			
落葉広葉樹	低	木	10	10~15	10~15	15~20	15	15
	高	木	15~25	20	20			
常緑広葉樹	低	木	10~15	10~15	10~15	20~30	20	20
	高	木	20~30	20	20			

② 都市公園等で落葉が除去される場合：年間

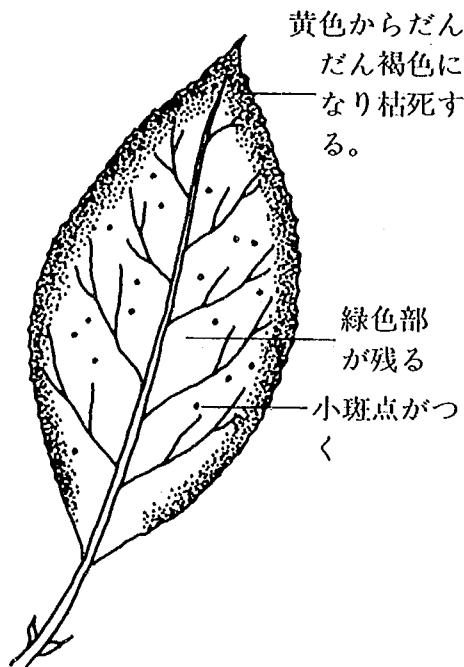
施用量 樹 目			単 木 (g/樹)			植 込 (g/m ²)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
針 葉 樹	低	木	10~15	10~15	10~15	15~20	15	15
	高	木	20~30	20	20			
落葉広葉樹	低	木	10~20	10~20	10~20	20~30	20	20
	高	木	30~40	30	30			
常緑広葉樹	低	木	10~20	10~20	10~20	20~30	20	20
	高	木	30~50	30	30			

[補足説明]

土壌改良材として使用する場合についても、「施用指針(案)」にある通り窒素分の総量で判定すべきである。というのも、前述したように、汚泥製品は基本的に有機質肥料として捉えた方が安全であることが多いからである。しかし、実際に土木研究所で、常緑広葉樹の苗木を用いて試験した事例では、マサ土を使用した上で、窒素量として 61 g/m^2 という、表 3—9 でいう植え込みの場合の最大値の 2 倍程度の消化脱水汚泥を混入した場合が比較的成績がよかったので、上記の表の値はかなりの安全率があるものと考えられる。

普通の土のところに混入し、カリウム肥料を併用しないような場合を想定するなら、1.5～2 倍程度の量を混入しても問題はないものと考えられる。もちろん、カリウム肥料を併用した方がより良いのは当然である。実際に、土木研究所の試験においても、保肥性がほとんどなく、肥料分に乏しい場合の極端な例であるマサ土において、表 3—9 の 2 倍以上の量を混入した場合に、カリウム不足と思われる症状を呈していた。

また、汚泥を凝集させる場合に使われる凝集剤で、無機質系のものにはアルミニウムを主剤としているものがあり、このアルミニウムが土壌中に入ると、植物体のカルシウムの吸収を阻害したりリン酸と反応し固定化するといわれているので、注意する必要があるものと考えられる。



リンゴの葉のカリウム分欠乏時の症状の事例
〔前田正男：施肥講座 3 果樹の栄養診断〕
と施肥；(社)農山漁村文化協会 1967〕

図— 4. 1 カリウム欠乏症・葉縁焼けと小斑点

4.2 施 工

[施用指針(案)：P. 35～45：「解説」より抜粋]

4. 施工

(1) 全面混入

■盛土地，切土地，マサ土地，砂地等で土壤の栄養分が不足している場合に適しており，土壤改良の施用に適している。

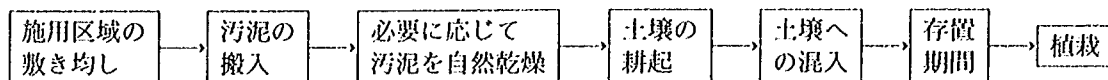


図3-3 全面混入の手順

- ① 施用区域の敷地の不陸を除くため，ブルドーザー等を用いて敷地の不陸を整地する。
- ② 汚泥の搬入に先立って，混入量を計算し，重量又は体積で搬入量を明確に設計する。
- ③ 搬入後，汚泥の施用厚さを均一にしなければならない。汚泥の敷き均しにはマニヤスプレーター等の農業機械又はブルドーザー等の土木施工機械を用いる。
- ④ 特に，消化脱水汚泥を施用する場合には，混合・耕起までの一定期間，汚泥を自然乾燥させれば，混合・耕起の際の作業能率が向上する。
- ⑤ 汚泥の混入厚は植栽植物の種類によって異なるが，一般的にはおよそ 20 cm から 30 cm である。
- ⑥ 耕起の種類には次のようなものがある。
 - ・普通耕：表層約 20 cm の部分を，ディスクハロー，プラウ耕起又は耕耘機を使用する方法。
 - ・深耕：深い土壤改良層を確保したい場合，盛土工の前に行う。深耕用機械(ショペレーター，深耕ロータリー等)，バックホー等による掘削反転で地表下 40～60 cm 部分を耕起する方法。
 - ・混層耕：性質の異なる表層と下層を反転置換し，土層構造の連続化を図る工法。地表下 0.5～1.0 m の土層の改良を目的に行う。
 - ・心土破碎耕：下層が緻密で通気性及び透水性が不良な場合，この下層基盤を破碎して改良土壤層を確保する工法。盛土耕，混層耕の前後に行うことも多い。
- ⑦ 植栽樹種，土壤条件，施工規模等を考慮して適切な耕起を選定する。プラウ，ディスクハロー，ショペレーター，バックホー等の機械の操作は混入効果を大きく左右するため，実施にあたっては十分な施工管理が必要である。
- ⑧ バックホー又は耕耘機を用いて，汚泥と土壌を混合する。機械による混合の回数は，汚泥の種類，施用量及び土壌の種類によって異なるが，一般の埴壤土から壤土の場合，以下

を標準とする。

- ・消化脱水汚泥 15%以上（体積比）混入の場合は、バックホー 3 回以上攪拌又は耕転機 2 回以上攪拌。

- ・消化脱水汚泥 15%以下（体積比）混入の場合、又はその他の種類の汚泥混入の場合は、バックホー 2 回以上攪拌又は耕転機 1 回以上攪拌。

⑨ 混入後は不陸を整地し排水勾配を 2～3 %程度とする。

⑩ 汚泥を大量に施用する場合や含水率が高い場合には、施用時期等を勘案して、醗酵、安定化又は乾燥のため植栽までに一定の存置期間を設けることを考慮する。存置期間を設定すべき場合は次のとおりである。

- ・消化脱水汚泥を堆積比で 15%（約 30 kg/m²）を越えて大量に混入する場合。

- ・消化脱水汚泥を堆積比で 15%（約 30 kg/m²）程度混入し、且つ、ふりい根の樹木を植栽する場合。

- ・汚泥が醗酵し易い初夏から初秋にかけて施用する場合。

- ・施用する汚泥の種類、施用量、施用時期、植栽種等の条件に応じて、存置期間は変わるものであるが、一般に、1～2 ヶ月の期間を標準とする。

(2) 全面盛土

■切土面等で固い基盤が露出している場合、地下水位が高い場合、強酸性土等の不良土壤が露出している場合等、耕起して利用できるような既存の土層が不足している場合。

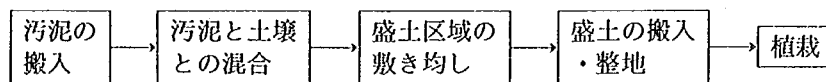


図 3-4 全面盛土の手順

① 混入量を計算し、重量又は体積で搬入量を明確に算出する。搬入後、汚泥を敷き均ししなければならない。汚泥の敷き均しにはマニヤスプレーター等の農業機械又はブルドーザー等を用いる。

② バックホー又は耕転機等を用いて、汚泥と土壌とを混合する。機械による混合の回数は、汚泥の種類、施用量及び土壌の種類によって異なるが、一般の埴壤土から壤土の場合、以下を標準とする。

- ・消化脱水汚泥 15%（体積比）以上混入の場合は、バックホー 3 回以上攪拌又は耕転機 2 回以上攪拌。

- ・消化脱水汚泥 15%（体積比）以下混入の場合又はその他の種類の汚泥の混入の場合は、バックホー 2 回以上攪拌又は耕転機 1 回以上攪拌。

③ 盛土搬入区の敷地の不陸をブルドーザー等を用いて整地する。

④ 盛土に使用する土は表 3-3 の土壌分級の「2」以上のものを用いる。また、盛土の搬入

後ブルドーザー等で整地する。

(3) 植穴客土

■植樹及び街路のように全面的客土のできない場合に適用する。混合土壌が下層土、工事残土等の有機物に欠ける土壌を利用する場合に有利である。

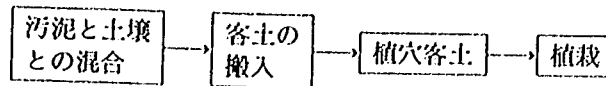


図 3—5 植穴客土の手順

- ① 客土用の土壌に汚泥を混合する。混入量は窒素量を指標とする。
- ② 客土量は植穴の容積から根鉢の容積を引いたものをめやすとする（表 3—10 参照）。
- ③ 雨水等の滞留を防止するため植栽区域の排水には十分留意する。

表 3—10 緑化木の植穴形状と客土量

植 穴 形 状	高 木		低 木
	幹周り約 60 cm	幹周り約 15 cm	高さ約 60 cm
深さ (cm)	約 100 cm	約 40 cm	約 10～20 cm
植穴径 (m)	1.8～2.0 m	0.7～0.8 m	0.4 m
客土量 (m ³)	約 2.0 m ³	約 0.15 m ³	約 0.03 m ³

(4) スポット施用

■植栽地又は植栽予定地の養分がやや不足する場合、不足成分を追肥として補う意味で行う。

- ① 施用量を算出し、必要な汚泥の量を搬入する。
- ② 最も一般的な方法はつぼ肥である。輪肥は最も望ましい施肥方法であるが、手間を多く必要とする。置肥の場合は、深さ 5～10 cm にすき込むことが必要である。

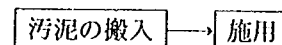


図 3—6 スポット施用の手順

■土壌中での醗酵，作業性又は臭気の問題から，コンポスト化汚泥又は乾燥汚泥が適しており，消化脱水汚泥はやや不適であるが，事前に乾燥すれば，又は醗酵，安定化のための存置期間を設ければ利用可能である。

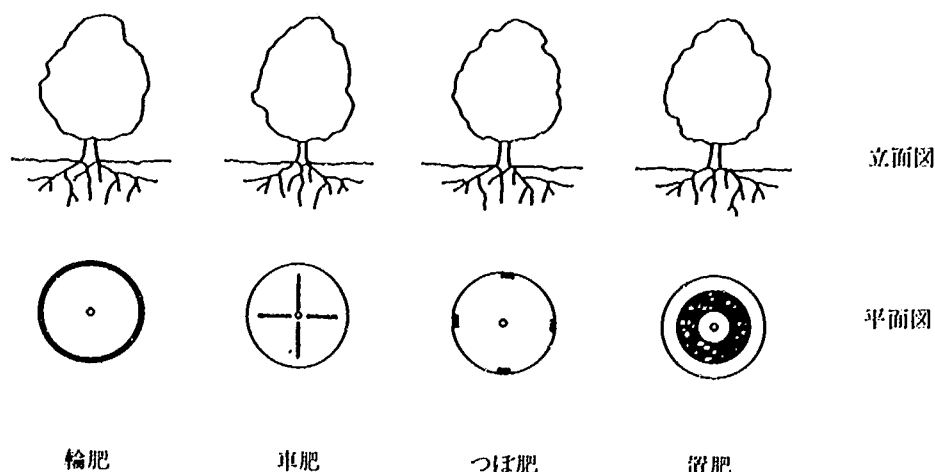


図 3—7 施肥の方法と施肥の位置

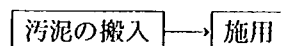
出典：日本緑化センター；工場緑化ハンドブック 1976

(5) 地表散布

■植栽地又は植栽予定地の養分がやや不足する場合、不足成分を追肥として補う意味で行う。

とくに、芝生のような面的な植被に用いる。しかし、臭気や緑地利用者への接触等の問題が予想されるため利用は限定され、コンポスト化汚泥以外の汚泥の場合には、緑地利用者の立入らない緑地帯又は非供用時の都市公園等が対象とされる。

① 施用量を算入し、必要な汚泥の量を搬入する。



② 地表散布には十分醗酵が完了したコンポスト

化汚泥が適し、芝生に散布する場合は目土と

混合して散布することができる。

図 3—8 地表散布の手順

[補足説明]

土壤改良材又は肥料として土壤に混入するということは、土壤改良工、即ち、植栽基盤の改良法について主として述べていることになる。また、下水汚泥を土壤に施用する時は、各種土壤条件特に土壤の物理性について良好な値であることが必要とされていることは、既に今までに何度も強調してきたことである。そこで、土壤改良工全体の話として捉え、以降、述べていくものとする。

植栽基盤の改良の基本的方針としては、大別すると2種類のものが考えられる。1つは、現地盤をなんらかの方法で改良する方法であり、残りは客土を行うものである。施工性の良さ、後の生育等を考慮すれば、当然ながら客土工が有利であると考えられるが、使用する客土自体の入手が難しくなりつつあること、改良材として汚泥類を代表とする有機性廃棄物を再利用できること、置き換える場合の残土処理の問題等があり、経済性、資源の有効利用、建設廃棄物の減少等を考慮していけば、現地盤の改良を積極的に行っていくべきであると考えられる。

また、植栽基盤の改良手法としては、大別すると、物理性を主に工学的手法により改良する土壤の物理性改良法と各種資材を混入して化学性を中心に改良する土壤の化学性改良法に分類される。しかし、物理性改良と化学性改良の相違は各種資材を混入するか否かにつきるので、ここでは主に土壤の物理性の改良を中心に示し、化学性の改良については、各種資材を混入することになるが、混入する行為自体が物理性の改良に繋がるため、混入する資材について示すものとする。また、生物性の改良も考えられるが、物理性及び化学性の改良により生物の生育地下空間を確保でき、さらに有機質資材を併用することで、その健全な生育を期待できるものと考えられるので、ここでは特に示さない。

(1) 物理性改良法

① 固結土壤（S 値で 1.0～1.5 以下）

固結土壤に対しては、耕すか客土を行うことになるが、ここでは、耕す場合について示すものとするが、その場合については、その効果の永続性を考慮して、各種土壤改良材、特に無機質系土壤改良材を混入することが多い。しかし、主に表層に関しては、肥料分の補充、土壤の生物性の改良等ということもあり、汚泥類等の有機質系土壤改良材を混入、又は無機質系と混合して投入するとよい。

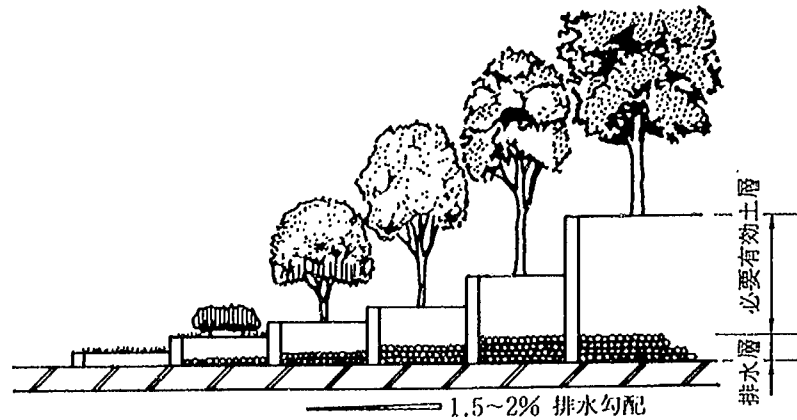
- ・全層改良：深耕＋有機質土壤改良材＋パーライト（＋暗渠排水）
- ・表層改良：表層耕＋有機質土壤改良材＋パーライト
- ・下層改良：深耕＋パーライト（＋暗渠排水）

耕したり混合したりする場合は、主にバックホーを用い、できるだけ耕した場所をキャタピラやホイールで走行しないようにするとよい。

② 過湿土壤（最終減水能で 10～30 mm/hr、透水係数で $2.8\sim 8.3\times 10^{-4}$ cm/sec 以下）

過湿土壤と固結土壤は関連が深く、過湿土壤の下層には不透水層として固結土壤があることが多い。客土工を行う場合は、表面の排水勾配（3～5 %以上）を確実にとってから、その上に客土を行うべきであろう。基本的な対策としては、不透水層を破壊するか暗渠等を設置し、水を下方又は側方に逃すようにすることであるが、粘土分やシルト分が多いことも原因の一つになることもあるので、そのような場合は各種土壤改良材等を混入する必要がある。

- ・全層透水不良：深耕＋黒輝石パーライト＋暗渠排水（＋真珠岩パーライト）
 - ：表層耕＋高植え
 - ：厚い盛土植栽（元地盤での表面排水勾配を取る必要あり）
 - ：高植え＋黒輝石パーライト底敷き＋通気管
- ・下層透水不良：下層への暗渠排水又は不透水層の破壊
 - ：高植え
- ・高地下水位：盛土植栽（＋暗渠排水）
 - ：高植え
- ・地下停滞水：暗渠排水又は不透水層の破壊



必要有効土層厚		~15 cm	30 cm	45 cm	60 cm	90 cm	150 cm~
排水層圧		—	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm	30 cm~
適用樹木等	芝	A	C	C	C	C	C
	地被植物・低木	—	A	C	C	C	C
	大低木・中木	—	A	B	C	C	C
	高木(浅根性)	—	—	A	B	C	C
	〃 (深根性)	—	—	—	A	B	C

—：植栽することが困難，生育不可能

A：灌水によって水分を補えば生育可能

B：若木の段階から植栽しておけば生育可能

C：通常の維持管理だけで十分生育可能

図— 4. 2 人工地盤上の必要有効土層厚 (興水原図・修正)

：高植え+通気管

・地表水集中：表面排水（3～5％以上）

：盛土植栽

樹種によっては，過湿であっても停滞水さえなければ生育するものもあるが，一般的とはいえない。また，暗渠排水の効果は，土質条件等によるが両側1 m 前後といわれており，設置にあたり考慮する必要がある。また，土壤地下部の状態によっては，非常に局地的な地下停滞水が生じることもあるので，現場での調査を密にするか，植物が枯れ下がる傾向が現われたりしたら，注意する必要がある。盛土のり面下部については，湧水等のために過湿になる傾向がある。汚泥類を代表とする有機質系の土壤改良材を使用する時は，必ず過湿になっていないことの確認が必要である。醗酵，腐敗等により，土壤が還元状態となり，施用したことが逆効果となることが多い。

③ 乾燥（一般には，透水係数で $10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm/sec}$ 以上）

乾燥には色々な形態のものがああり，砂質土によるもの，有効土層が不足しているもの，傾斜が急なもの，表層に不透水層があるもの等が考えられる。前述した対策手法の一つである高植えは，現地の条件等によるが，乾燥し易い傾向があり，これは有効土層の不足が主な原因と考えられる。

- ・有効土層不足：耕耘や盛土による有効土層厚の増大
- ・保水性不良：真珠岩パーライト（20%以上）＋有機質土壤改良材
：保水性が大きい火山灰土や盛土や客土

- ・雨水浸透不良：表層の耕耘＋地被植物植栽

盛土のり面上部については、乾燥し易い傾向があるので注意する必要がある。その他には、保水剤の添加等が考えられるが使い方に注意を要する。有効土層厚については、樹種、土性等により異なり一概には言えないが、図－4.2を参考にすると良い。

(2) 化学性改良

植物の生育空間を確保するという意味での化学性の改良であり、主として有害物質を含んでいる及びそれに準じた土壤状態でないように改良を行うということであり、肥料成分の過不足による症状とは多少異なる（それらの有害な状態により、肥料成分等の析出やアンバランス等により影響がでるとも言えるが）。

- ・アルカリ性土壤：遮断層を設け、土壤の入れ替えや盛土（有機質土壤改良材の混入）
：深耕＋暗渠排水（アルカリ分を洗い流す）
：ピートモス等（酸性土壤改良材、酸性肥料）の混入
- ・強酸性土壤：炭酸カルシウムや石灰苦土（弱アルカリ性物質）の混入
：遮断層を設け、土壤の入れ替えや盛土（有機質土壤改良材の混入）
：硫酸酸性土壤には「酸化剤＋炭酸カルシウム等」の混入
- ・有害物質：遮断層を設け、土壤の入れ替えや盛土
：ガスの湧出にはパイプ等によるガス抜き又はゴム膜等による完全遮断層の設置と客土
- ・グライ土壤：土壤の入れ替えや盛土（＋暗渠排水等）
：耕耘＋無機質系土壤改良材（黒輝石パーライト等）＋暗渠排水等
：バンダーによるオゾン吹き込み等の強制酸化等

アルカリ性土壤に汚泥類を混入すると、アンモニア臭が出てくる傾向があるので場所等によっては注意する必要がある。また、強酸性土壤においては、高分子系ではなく、逆にアルカリ性の強い塩鉄系の凝集剤を使用した汚泥類を用いるのも、実績はあまりないが、一つの方法である。

以上、土壤改良を行う場合についての原因とその対策手法について示してきたが、化学肥料を中心に使用してきた従来の考え方を再検討し、地域的、ひいては世界的規模での物質循環を考慮した、有機性廃棄物の再利用を図っていくこと、さらに、二酸化炭素のリサイクル、固定等の観点においても推進していく必要があり、樹木を育てる環境を整備する最も基本的な事項である土壤改良を前提とした緑化を行っていかなければならない。

第5章 追跡調査等

5.1 追跡調査の基本事項

[施用指針(案)：P. 48, P. 67～70：「解説」より抜粋]

2. 追跡調査

汚泥には窒素、リン酸等の肥効成分が含まれ、また、その性状が土壌改良資材としても有効な働きを持っており、今後とも緑地への利用が普及拡大していくことが予想される。

しかし、現在、緑地における汚泥の利用は経験が浅く、従って、その施用に関する技術的な蓄積は必ずしも十分なものとは言い難い。施用に関する技術的な向上のためにも必要に応じ施用に関する追跡調査を行うことが望ましい。

追跡調査は、①土壌に関する項目、②植物の生育に関する項目等について行うことが望ましい。

(1) 土壌に関する追跡調査の項目

土壌調査の追跡調査には、汚泥の混入による土壌の肥料成分（窒素、リン酸、カリウム等）の変化、土壌モニタリングがある。土壌モニタリングは植物や人間に対して、有害である物質の土壌への蓄積を監視するものである。しかし、土壌のモニタリングには確立した方法はまだなく、ここでは財団法人下水道協会編の「下水汚泥施用土壌モニタリング方法(案)」を参考にし、その方法を概説する。

■土壌モニタリングにあっては、モニタリングの基本計画を定め、行わなければならない。
基本計画の内容は以下の通りである。

- ・モニタリングの土壌採取地の決定
- ・採土方法
- ・分析項目及び方法

■モニタリング対象項目

対象項目は、施用土壌について、分析を実施する。

(ア) 亜鉛について

亜鉛は植物の生育に必須の成分である半面、過剰では阻害作用があるものとして環境庁水質保全局長名の通達で、管理基準項目になっている。また、施用汚泥中の濃度が比較的高く土壌中での濃度変化が現れ易いこと、分析の精度も高いことなどから、必ず分析する。

(イ) 銅について

上記管理基準項目ではないが、亜鉛と同様に施用汚泥中の濃度が比較的高く、土壌中での

濃度変化が現れ易いこと、分析の精度も高いことなどから、必ず分析する。

(ウ) pH(H₂O)

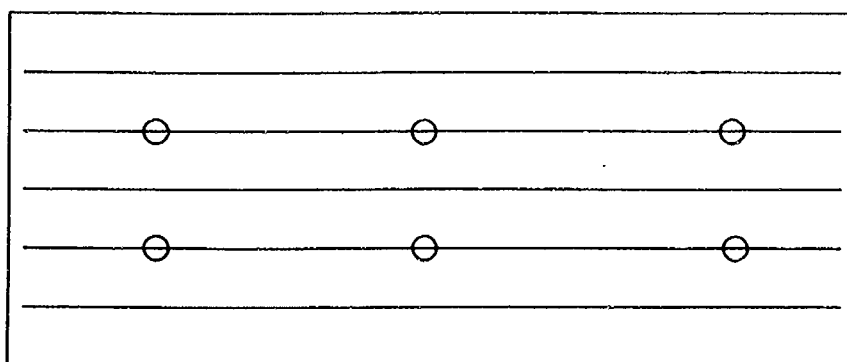
簡易な分析項目であること、植物の生育への影響が大きいことから、汚泥、土壌とも必ず分析する。

この他には、必要に応じてニッケル、マンガン、塩酸(0.1 N)浸出亜鉛、銅、全窒素、全リン酸、交換性カリウム、交換性マグネシウム、可給態窒素、リン酸、全炭素、CEC、粗孔隙易、有効水保持について分析する。

■採土方法(土壌サンプリング)

土壌のサンプリングは、モニタリング対象地の土壌の一画を選び、その地形、広さ等を勘案して表層土壌の数箇所から採集して混合し代表試料を得る。

モニタリング対象土壌の一画程度を下図のように想定し、等間隔で採取地点6箇所程度を決定する。対象区画の地形、広さによっては採集地点数を適宜増減し、採取地点を決定する。ただし、最小採取箇所数は3箇所を下まわらないこととする。



○：採取地点の位置

参考図—1 採取地点選択の例

(2) 植物に関する追跡調査の項目

■植物の成長に関する項目

参考表—1に示すような項目があるが、一般的にはそのうち大きさからみた成長量を追跡することが多い。なかでも総生産量(樹高、枝張り、胸高直径)を指標として生長量を比較することが多い。

■植物の活力に関する項目

樹木の主として形態の部分に着目して、各々に評価基準を設け、その総合点で判定する方法が行われる。この評価基準には科学技術庁(1972)などがある。

参考表—1 生長に関する調査項目

調 査 項 目			調 査 方 法 の 概 要
重 さ か ら 見 た 生 長 量	新 梢 の 枝 葉 部 重 量		新梢全体（枝部+葉部）の重量を上皿直示天秤で計測。
	新梢の枝重	生 重 量	新梢の枝部のみの重量を上皿直示天秤で計測。
		乾 燥 重 量	完全風乾後の重量を上皿直示天秤で計測。
	新 梢 の 葉 部 重 量		新梢の葉部のみの重量を上皿直示天秤で計測。
大 き さ か ら み た 成 長 量	連 年 生 長 量	新 梢 の 長 さ	新梢の枝部のみの長さを物差しによって計測。
		新 梢 の 元 口 径	新梢の枝部の元口をノギスで計測。
		新 梢 の 末 口 径	新梢の枝部の末口をノギスで計測。
		新梢の葉の縦の長さ	物差しで計測。
		新梢の葉の横の長さ	物差しで計測。
		新梢の小葉の縦の長さ	物差しで計測。
		新梢の小葉の横の長さ	物差しで計測。
		新 梢 の 葉 面 積	自動面積計（林電 I AAM-5 型）により計測。
		新 梢 の 小 葉 の 面 積	自動面積計（林電 I AAM-5 型）により計測。
	総 生 長 量	樹 高	地表面より樹冠の先端までの高さを測高器により計測。
		枝 張 り（東 西 方 向）	枝幅を東西の方向に樹冠を中心として巻尺により計測。
		枝 張 り（南 北 方 向）	枝幅を南北の方向に樹冠を中心として巻尺により計測。
		胸 高 幹 周 囲	地上 1.2 m の高さにおける幹の周囲を巻尺により計測。
		根 元 幹 周 囲	根際の幹の周囲を巻尺により計測。
数 量 か ら み た 生 長 量	主 枝 数		幹から直接分枝した枝（胴吹きを除く）を主枝としてカウントした。
	新 梢 の 総 数		樹冠を構成すると思われる枝条の新梢（徒長枝を除く）をカウントした。
	新 梢 の 分 枝 数		新梢の分枝した枝をカウントした。
	新 梢 の 芽 数		新梢に形成されている冬芽の数をカウントした。
	新 梢 の 葉 数		新梢から分離した葉の枚数をカウントした。
	枝 葉 の 密 度		魚眼レンズで撮影した全天空写真からプラニメックス（SONY）で計測。
形 か ら み た 生 長 量	枝 条 角		各調査木ごとに 5 本内外の主枝の内側の枝条角を分度器により測定し、得られた結果の平均値をその調査木の枝条角とした。
	樹 冠 頂 角（東 西 方 向）		東西方向から撮影した写真を基に全円分度器によって計測。
	樹 冠 頂 角（南 北 方 向）		南北方向から撮影した写真を基に全円分度器によって計測。

（出典：土木研究所，道路植栽の生長度合判定法に関する研究，1983）

参考表—2 科学技術庁の樹木活力の評価基準

測定項目	評価基準			
	1	2	3	4
樹勢	旺盛な生育状態を示し、被害が全くみられない	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	生育状態が、劣悪で回復の見込みがない
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、細い	枝は極度に短小、しょうが状の節間がある
梢端の枯損	なし	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、枝および葉の密度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	枯枝が多く、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	著しい小さい
葉の色	正常	やや異常	かなり異常	著しく異常
ネクロシス	なし	わずかにある	かなり多い	著しく多い
萌芽期	普通	やや遅い	著しく遅い	
落葉状況	春または秋に正常な落葉をする(年1回)	正常なものに比してやや早い(年1回)	不時落葉する(年2回)	不時落葉する(年3回以上)
紅(黄)葉状況	正常	幾分色が悪い	葉が部分的に紅(黄)葉するが、色が悪い	紅(黄)葉せず、汚れた状態で落葉する
開花状況	良好	幾分少ない	わずかに咲く	咲かない

[補足説明]

追跡調査を実施することは、非常に大切なことである。これによって、初めて、汚泥等の施用の効果の評価を行うことが可能となるからである。また、産業利用とは異なり、緑化地においては、それほど、重金属について神経質になる必要はない。ただ、周辺環境に与える影響と緑化地利用者に直接触れるところでは注意する必要がある。しかし、植物の生育に影響を与える程の重金属の含有量では問題となるため、樹木活力の調査が必要となる。特に、葉の状態、葉色、葉形、ネクロシス（組織の一部が壊死）、クロロシス（葉緑体が合成されず主に白っぽい部分）、枝葉密度、葉のつき方等に留意

していく必要がある。

土壌分析項目については、これだけ行えば言うことはないが、毎年の調査については pH (H₂O), EC (電気伝導度), 全窒素, 全炭素, 交換性カリウム程度の分析でよく, 植物生育に何等かの障害がみられた時や対象地の排水の分析値に何等かの以上が生じている時にはさらに詳細な調査を行った方がよいものといえる。また, 土壌サンプリングについては, 一般的にはこの方法でよいが, 対象地内の場所により生育の様子がかかなり異なっている場合で, 生育や地形要因別にサンプリングを行い, 生育の差の原因を調査したい場合については, サンプリング数を多くし, 混合試料を作る際の混合箇所数を少なくし, 分析数量を多くとる必要がある。実際に土木研究所で行ってきた植栽試験の例や文献による事例に関し, 次の「5.2 追跡調査等の事例」において示すものとする。

5.2 追跡調査等の事例

1) 試験区の概要

試験区は建設省土木研究所構内にあり, 火山灰土上にマサ土を 50 cm 盛土し, マテバシイ (ポット苗, 樹高 1 m 前後) を鉢つきのまま植栽し, 試験区を設定した。ただし, バックホウ (0.3 m³) を用いて混合, 造成を行った。試験区の種類は表—5.1, 試験区の施工状況は図—5.1 のとおりである。

また, 試験に用いた土壌の分析結果は表—5.2, コンポスト化汚泥, 消化脱水汚泥, 固形肥料の成分分析結果は表—5.3 (ただし, 汚泥類はいずれも霞ヶ浦浄化センターより入手) のとおりである。

表—5.1 植栽試験の仕様

処 理 区	処理区 NO.	面 積 m ²	施与量 (各区) kg	面積当 施与量 kg/m ²	混合深 m	使 用 土 量 m ³	体積当 施与量 kg/m ³	窒素量 g/m ²
消化脱水汚泥区	D 6	31.5	1,500	地表面下30cm溝状施用				
	D 5	31.5	2,500	79.4	0.44	13.9	180.4	306
	D 4	31.5	2,000	63.5	0.43	13.5	147.7	245
	D 3	31.5	1,500	47.6	0.46	14.5	103.5	183
	D 2	31.5	1,000	31.7	0.43	13.5	73.8	122
	D 1	31.5	500	15.9	0.40	12.6	39.7	61
対照区(固形肥料区)	A	18.0	28	1.6	0.30	5.4	5.2	192
バーク堆肥区	B	18.0	540	30.0	0.48	8.6	62.5	
コンポスト化汚泥区	C 1	18.0	120	6.7	0.48	8.6	13.9	89
	C 2	18.0	240	13.3	0.48	8.6	27.8	178
	C 3	18.0	360	20.0	0.50	9.0	40.0	267
	C 4	18.0	500	27.8	0.43	7.7	64.6	371
	C 5	18.0	620	34.4	0.53	9.5	65.0	460
	C 6	18.0	360	地表面下30cm溝状施用				

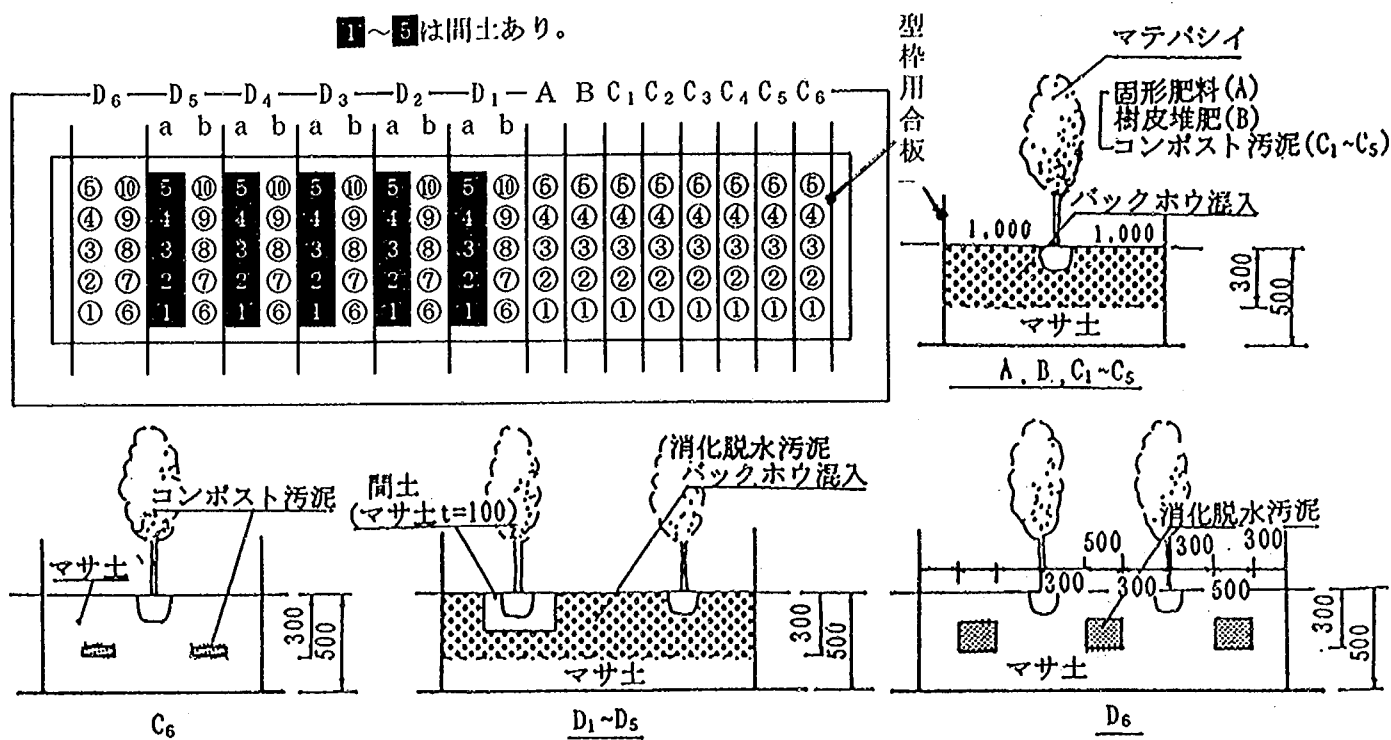
注) ・混合深は, 混合施工後に各処理区の 2 ヲ所で測定した平均値である。

・固形肥料は遅効性 IB 肥料 (N-P-K-Mg: 12-6-6-2) を使用した。

表—5.2 試験用土壌の分析結果 (昭和 62 年 10 月測定)

土壌	土性	PH (H ₂ O)	EC mS/cm	CEC me/100g	NH ₄ -N mg/100g	NO ₃ -N mg/100g	置換性カ me/100g	有効磷酸 mg/100g	全窒素 %
マサ土	LS	6.4	0.01	5.3	1.83	0.01未満	0.07	2.6	0.1未満

2) 調査方法



図— 5. 1 試験区の施工状況

前述の植栽試験地において、植栽樹木の生育状況調査、植栽地の土壌調査を行うことにより、汚泥類の施用効果を確認した。

表— 5. 3 汚泥類の成分分析結果 (昭和 62 年 10 月測定)

汚 泥 類	含水率 %	全窒素 %	全炭素 %	炭素率 (C/N比)	全リン酸 %	全カリウム %	全カルシウム me/100g
消化脱水汚泥	81.9	2.14	27.45	12.8	6.0	0.20	9.05
コンポスト化汚泥	24.5	1.78	27.87	15.6	6.3	0.14	14.36
(袋明記の成分)	20~30	3~5	23~29	4.6~9.6	5~6	0.35~0.45	PH: 7~8

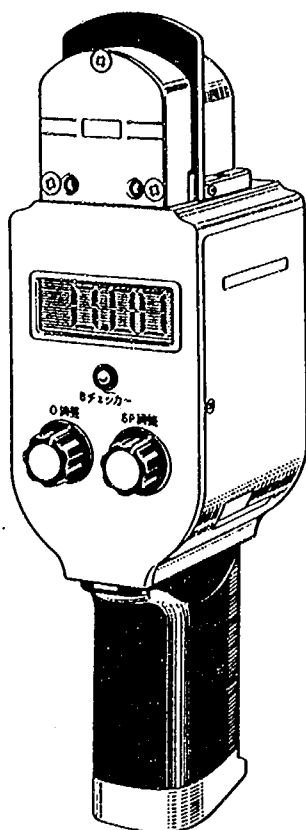
注) ・コンポストの袋明記の全炭素は、有機物 40~50%の値を 1.724 で除して算出した。

・消化脱水汚泥、コンポスト化汚泥の全リン酸及び全カリウムの値は meq/100 g の値を %に換算した。

(1) 樹木の成長量

樹木の成長量等を確認するため、以下の項目について測定を行った。

- ・樹 高……地表から樹木の最も高い頂芽まで測桿 (測長ポール) で測定
- ・枝 幅……東西南北の二方向を測桿 (測長ポール) で測定
- ・根元径……地上 5 cm の部位をノギスで測定
- ・葉 色……新旧の各葉をグリーンメーター (富士写真フイルム(株)製 GM 1) で計測



主 要 諸 元	
測定波長	670nm付近と赤外域の2波長
指 示 値	2波長における吸光度差(光学濃度差)
測定範囲	吸光度(光学濃度) 0.00~4.00
測定精度	吸光度(光学濃度) ± 0.02 (0.00~2.00) $\pm 2\%$ 以内(2.00~4.00)
繰返精度	0.01以内
寸 法	252×70×70 (mm)
重 量	約800 g
測定原理	植物では、670nm 付近の赤色光等を利用してクロロフィルが光合成を行っている。しかし、赤外域の光は利用されず、クロロフィルが多いほど反射するとされている。そこで、この2波長の吸光度差によりクロロフィル量を推定し、生長のための力を推し量ることができる。

図—5.2 グリーンメーター

表—5.4 樹木活力指標の評価基準(科学技術庁資源調査会より)

測定項目	評 価 基 準			
	1	2	3	4
樹 勢	旺盛な生育状態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余り目立たない。	異常が明らかに認められる。	生育状態が劣悪で回復の見込みがない。
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。
枝の伸張量	正 常	幾分少ないがそれ程目立たない。	枝は短小となり、細い。	枝は極度に短小しょうが状の節間がある。
梢端の枯損	な し	少しあるが、それ程目立たない。	かなり多い。	著しく多い。
枝葉の密度	正常、枝及び葉の密度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	枯枝が多く、葉の密生が少ない。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
ネクロシス	な し	わずかにある。	かなり多い。	著しく多い。
萌芽期	普 通	やや遅い。	著しく遅い。	
落葉状況	春又は秋に正常な落葉をする(年1回)。	正常なものに比してやや早い(年1回)。	不時落葉する(年2回)。	不時落葉する(年3回以上)。
紅(黄)葉状況	正 常	幾分色が悪い。	葉が部分的に紅(黄)葉するが、色が悪い。	紅(黄)葉せず、汚れた状態で落葉する。
開 花 状 況	良 好	幾分少ない。	わずかに咲く。	咲かない。

・活力度……科学技術庁資源調査会の4ランク評価法で実施

なお、図-5.2にグリーンメーター、表-5.4に4ランク評価法を示す。

(2) 土壌の理化学性

各試験区毎に5カ所で土壌の採取を行い、深さ30cm程度の土壌を掘り起こし、根系や夾雑物を取り除き、混合の上サンプリングを行った。サンプリング土壌は風乾細土化し分析を行った。

なお、パーク堆肥混合区(B区)、コンポスト化汚泥最多混合区(C5区)、コンポスト化汚泥溝状施用区(C6区)、消化脱水汚泥施用・生育良好区(D4区)、消化脱水汚泥溝状施用区(D6区)では、調査木の根元にトレンチを掘り、根系及び周辺土壌の観察を行った。

表-5.5 土壌調査方法

測定項目	測定方法
PH(H ₂ O)	ガラス電極法(1:2.5)
電気伝導度(EC)	EC計(1:5, 25℃換算)
有機炭素量	チューリン法
全窒素定量	ケルダール法
全リン酸定量	バナドモリブデン法
塩基置換容量(CEC)	セミマイクロショーレンベルガー法
置換性カリウム	原子吸光法(1N酢酸アンモニウム)
土壌硬度	長谷川式土壌貫入計(60cmまで)
土壌断面観察	土壌断面の観察等

3) 調査結果の概要

(1) 樹木生育状況調査結果

測定結果は、巻末の資料編に示す。樹高、根元径、枝張りを測定したところ、樹高、枝張りについては、ほぼ同じ結果を示していたので、樹高を中心に述べるものとする。

① 樹高

これを見ると、固形肥料区が2年間ほぼトップを維持し、前年度に比べ伸びが少し落ちているが、少なくとも肥料の効力は維持しているものと考えられる。実際に、施用窒素量がほぼ同じであるA区、D3b区、C3区の検定を行ったところところ5%水準で有意であった。コンポスト化汚泥区は、施用量が少ないものを除き、成長が低下の傾向にあるものと判断されるが、溝状施用のC6区>C2区>C3区>C4区>C1区で5%有意であったが、C1区では2年目によりやく生長の回復の傾向がみられる。消化脱水汚泥区では、D1~D5の「a」のもの、即ち間土を行ったものについては、D2a区が最良で、D4a, D5a辺り(150~180 kg/m³)が限界であると1%の有意水準で判断された。逆にD1区付近の値では間土が生長阻害要因となっており、間土の有効性はD5区辺りから5%水準の有意差がみられた。間土をしないD1~D5の「b」のものについてみるとD3b, D4b(100~150 kg/m³)辺りが限界であるとみられる。D1b区の生育が最良であり固形肥料よりもよく(1%有意)、D1b区~D2b区付近に最良値があるものと考えられる。B区(パーク堆肥)も、C1区とほぼ同様に、2年目にしてようやく回復基調がみられたが、何等かの害作用又は窒素量等の問題が考えられる。溝状施用のC6, D6区については、間土ありの区とほぼ同じように2年目にして生長し始めた傾向がみられるが、同じコンポスト量であるC3区とC6区ではその有効性を確認できなかった。さらに、D6区については

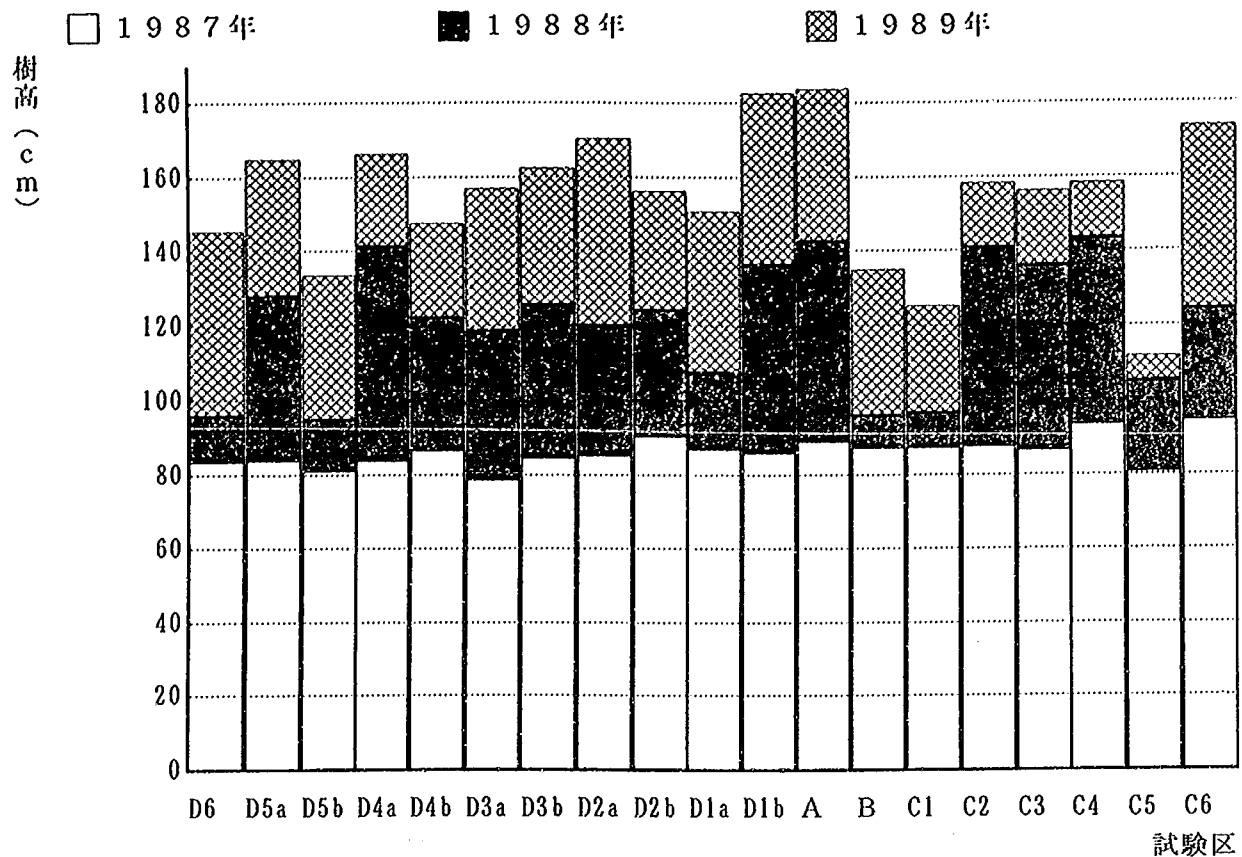


図-5.3 樹高の経年変化状況

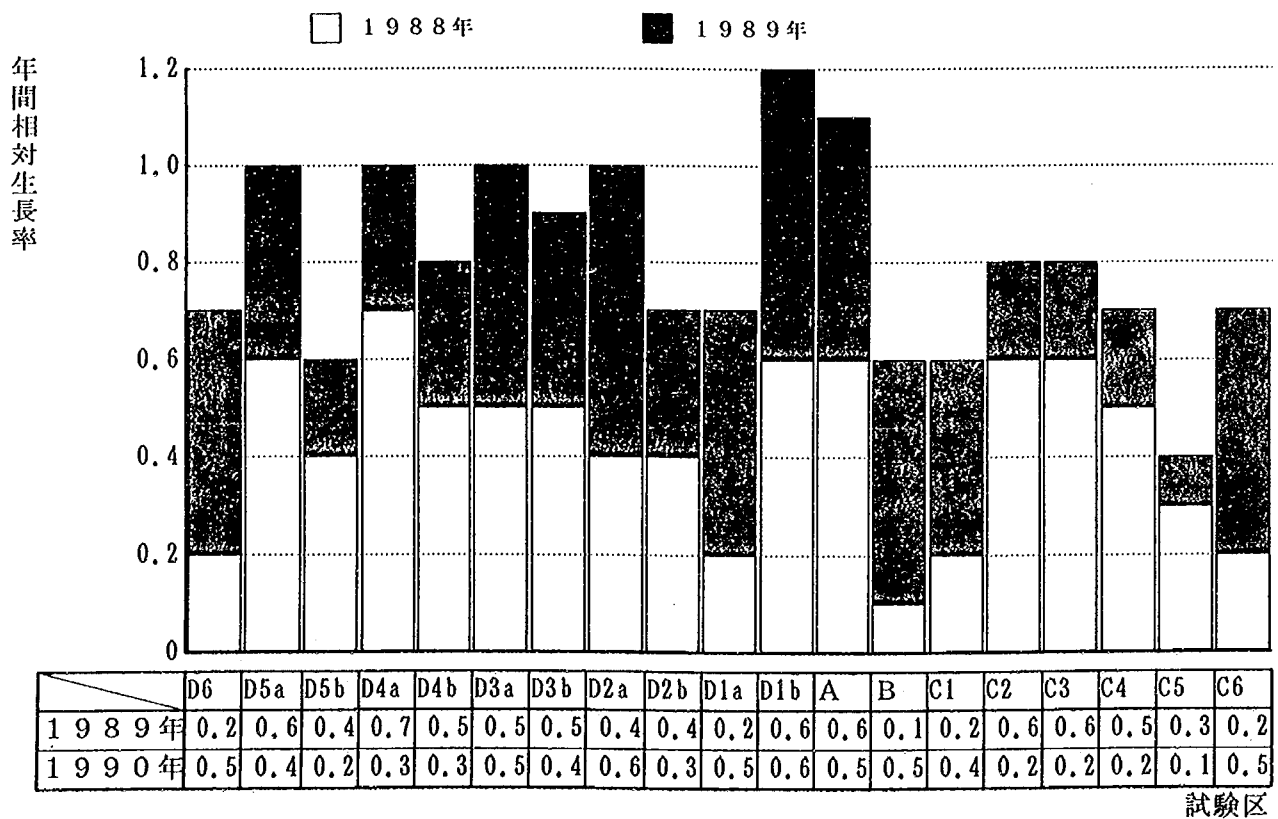


図-5.4 相対生長率の経年変化1 (樹高)

①～⑤と⑥～⑩のものでは1%の有意さで生育に差がみられた。外縁効果、特に砂質系のため北向きの有利差か元地盤に根が到達しているためだと考えられる。さらに、同じ汚泥量ならば(D 3 a 区と D 6 区) 溝状施用の方が有効であった(1%有意水準)。

しかし、当初の樹高に差があるので、生長率により比較してみると、図-5.4 のようになる。伸び率でみると、次のような傾向がみられた。

- a) 消化脱水汚泥区の間土なしでは、最適施用量は D 1 であるが、施用許容量としては D 4 程度であると考えられる。
- b) 消化脱水汚泥区の間土ありでは、最適施用量は D 2 ～D 3 付近であるが、施用許容量としては D 4 ～D 5 程度であると考えられる。これは、間土の外側に消化脱水汚泥を混合しているため、消化脱水汚泥のしみ出し効果のためであると言える(溝状施用と比較すれば明白である)。
- c) バーク堆肥区は、初年度何等かの障害が生じているのは、しみ出し効果の小さい D 1 a 区、純粹に土壌のみの影響を受けていると見做し得る溝状施用の D 6 区、C 6 区と比較すれば明白である。
- d) コンポスト化汚泥区では、最適施用量は C 2 ～C 3 であるが、施用許容量としては C 4 程度であると考えられる。しかし、全体にコンポスト化汚泥区では2年目に何等かの障害が生じていると考えた方がよいと言える。
- e) 溝状施用の D 6 区及び C 6 区に関しては、ほぼ同様な傾向を示しており、消化脱水汚泥もコンポスト化汚泥もあまり大差がないものと見做し得るのではないかと考えられる。

樹高の伸び自体で見ても、生長率で見てもほぼ同様な傾向が見られたと言え、今回使用したコンポスト化汚泥やバーク堆肥には、何等かの障害があるものと考えられる。

なお、参考として、葉張りの測定結果も図-5.5、図-5.6 に示す。

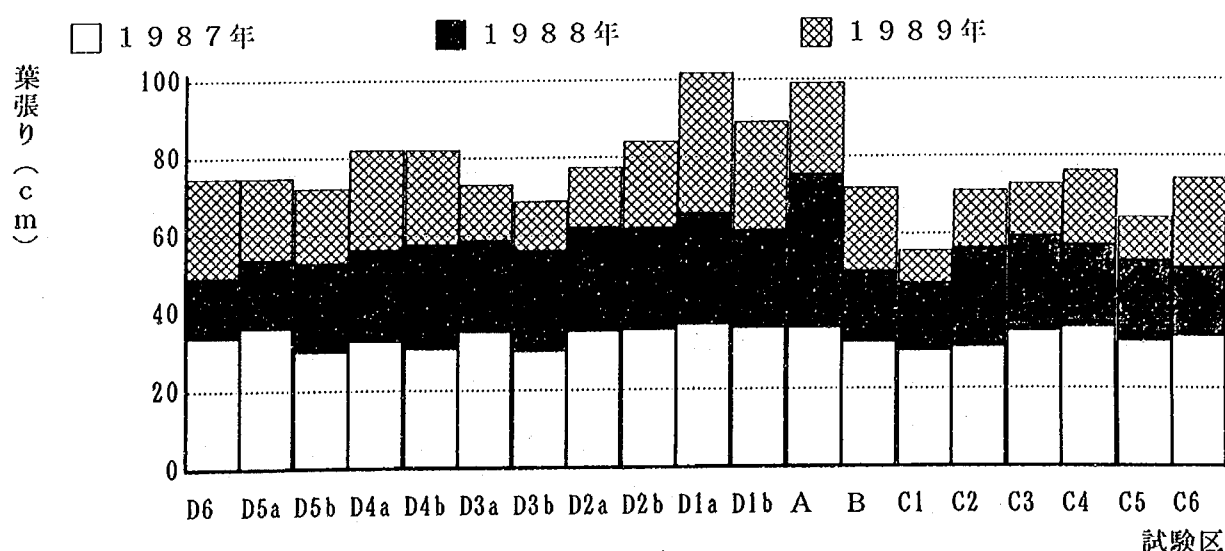


図-5.5 葉張りの経年変化状況

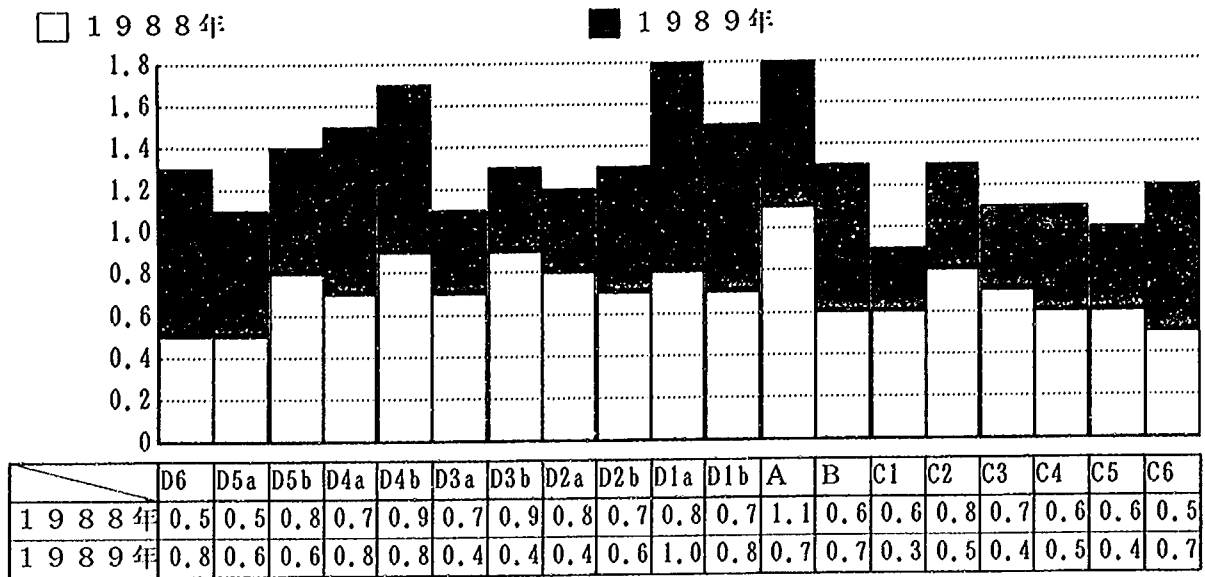


図-5.6 相対生長率の経年変化2 (葉張り)

② 根元径

基本的な傾向は樹高や葉張りと同じであるが、植栽後2年目では、かなりの速さで生長を続けていることが分かった。図-5.7, 図-5.8にそれぞれ生長量, 生長率を示す。

樹高や葉張りとはかなり異なるのは、樹高や葉張りは比較的コンスタントに生長しているが、根元径は植栽後1年目の生長がそれ程なく、2年目から厚さが増している点である。これは、樹木の生長の仕方等と関連があるのかも知れない。

③ 材 積

樹高を高さ、根元径を直径とする円錐に試験樹木を想定し、材積として捉え、その生長量で比

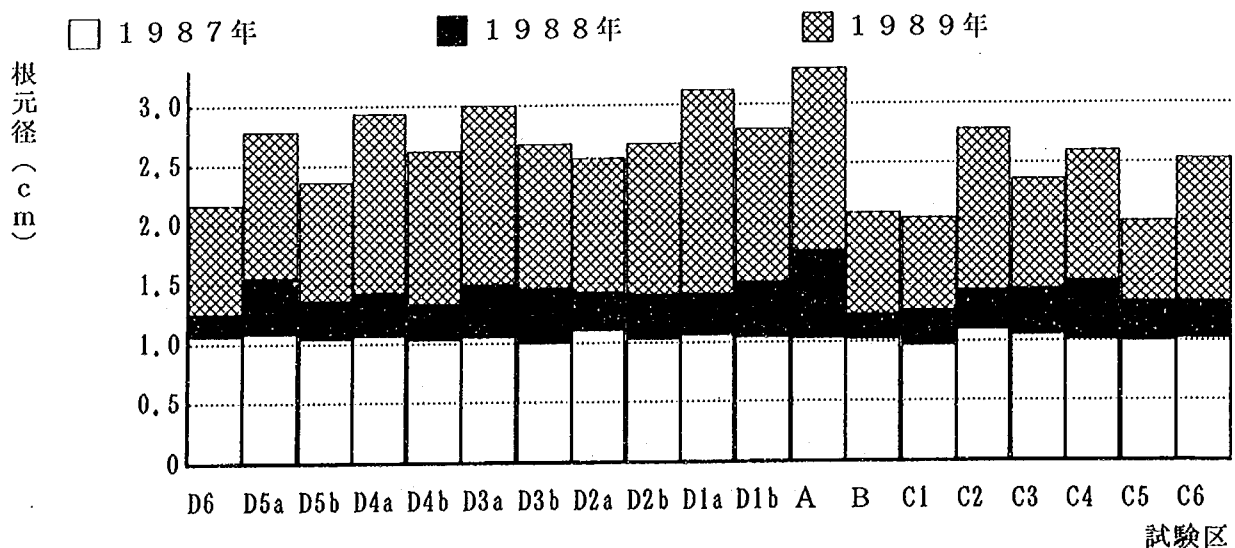
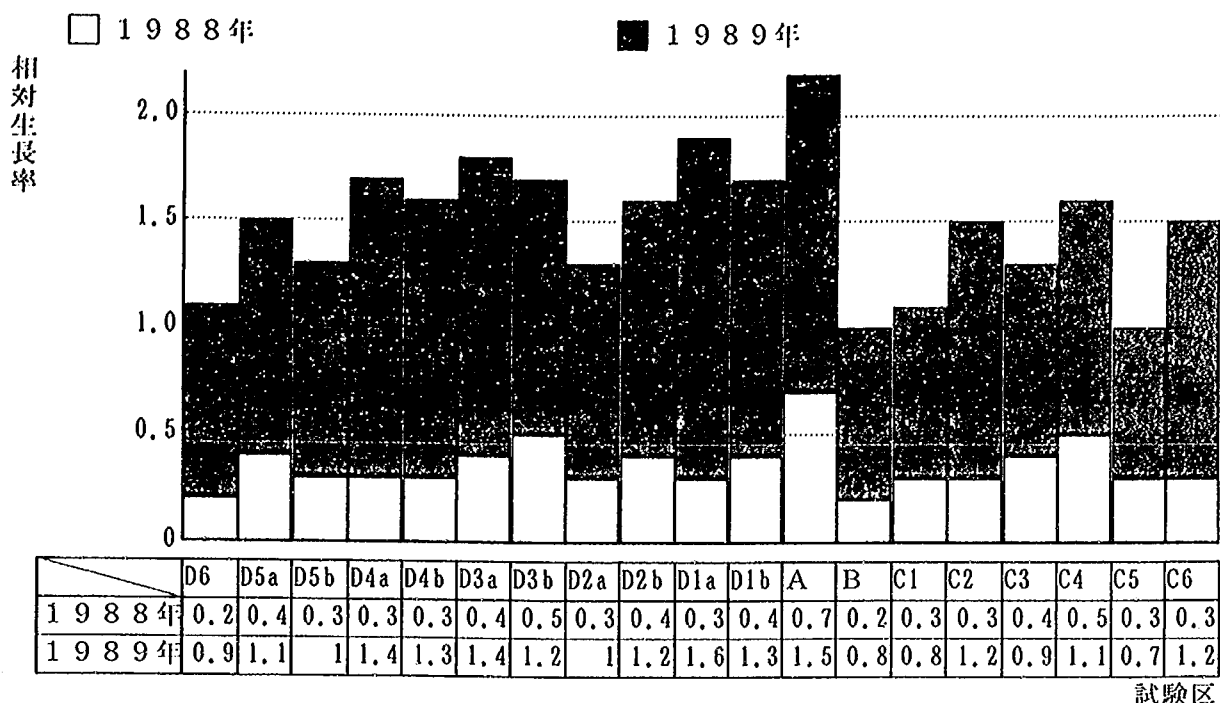


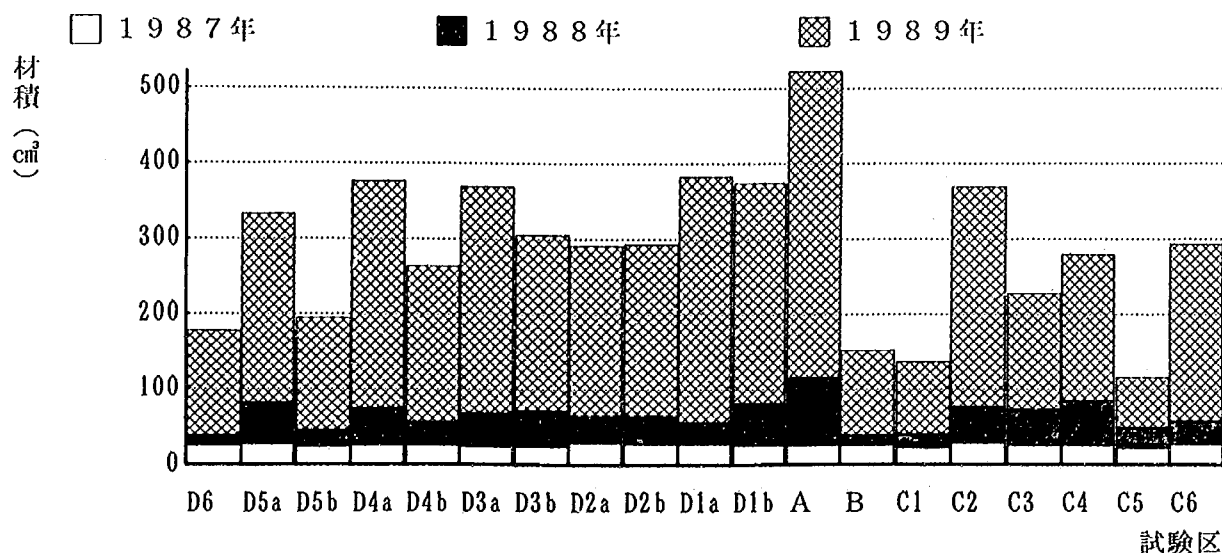
図-5.7 根元径の経年生長状況



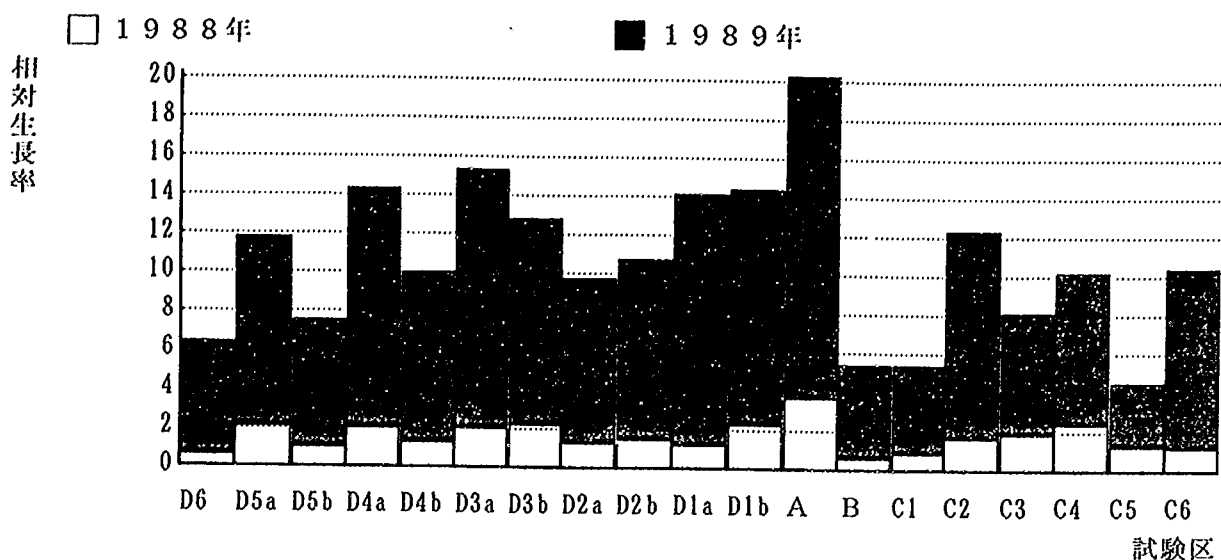
図一5.8 相対生長率の経年変化3 (根元径)

較したものが図一5.9, 図一5.10である。

樹高と根元径の総合的結果である材積として捉えてみると、D3b→D4b→D5bと変化していくにつれて材積は少なくなっているが、D3a→D4a→D5aもほぼ同様に变化しており、間土有り、間土無しの結果が明瞭に表れていると考えられる。しかし、固形肥料区(A区)がかなりの差をつけ生長しており、バランスのとれた施肥設計が求められていると言えよう。材積でみると、やはり、1年程度では生長の成果が明確に表れないことや、パーク堆肥(B区)での生長の悪さがかなり目に付くと言える。さらに、溝状施用も、それ程効果的な方法であるとは言えない可能性を否定することはできない。



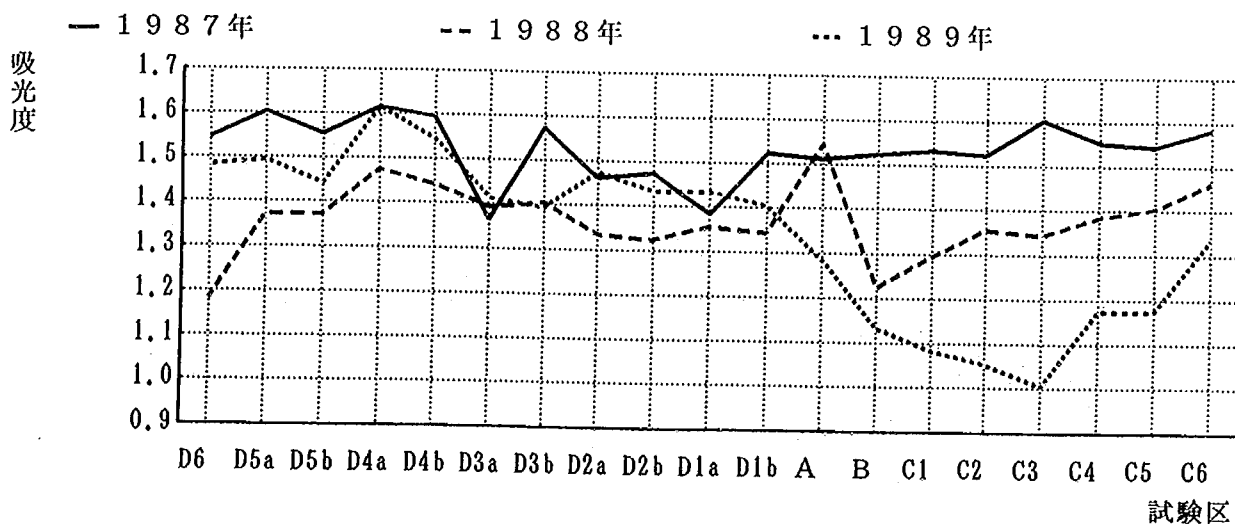
図一5.9 材積の経年生長状況



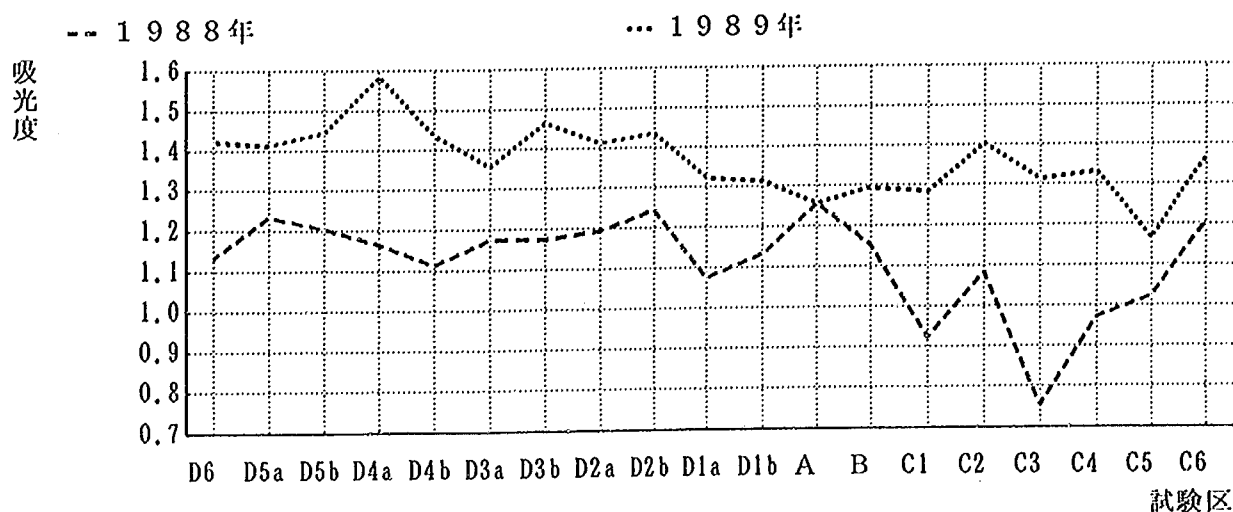
図一 5.10 相対生長率の経年変化 4 (材積)

④ 吸光度差 (グリーンメーター読取値)

図一 5.2 に示したグリーンメーターを使用し、新葉と旧葉とに分けて測定した。図一 5.11 及び図一 5.12 に経年変化を示す。コンポスト化汚泥区では、旧葉の GM 値が年々低下傾向にあるのに対し、新葉では上昇傾向が見られた。これは、旧葉のクロロフィル等が新葉にシフトしつつあるものと考えられるが、どちらにしろ消化脱水汚泥区と比べ全般的に値が低い傾向にある。しかし、1988 年の新葉のグラフのパターンが、1989 年の旧葉のグラフのパターンと似ており、その意味では 1990 年の測定結果が期待されるところである。消化脱水汚泥区においては、新葉の値は全て上昇している。しかし、旧葉の値は幾分乱れており、傾向としては値が回復基調にあるものと見做し得る。バーク堆肥区では、旧葉の値の低下率が減少しつつある。固形肥料区では、旧葉の値は低下しつつあるが、新葉の値は変化しておらず、これが、緩効性肥料の徐放性によるものではないのかと考えられた。



図一 5.11 旧葉の GM 値の経年変化

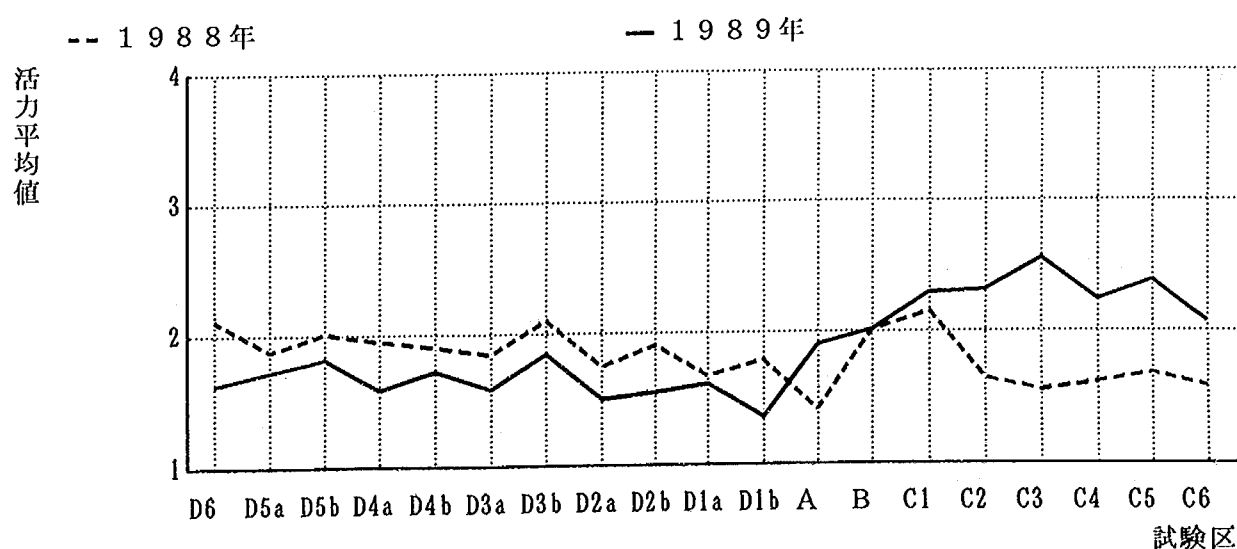


図一 5.12 新葉 GM 値経年変化

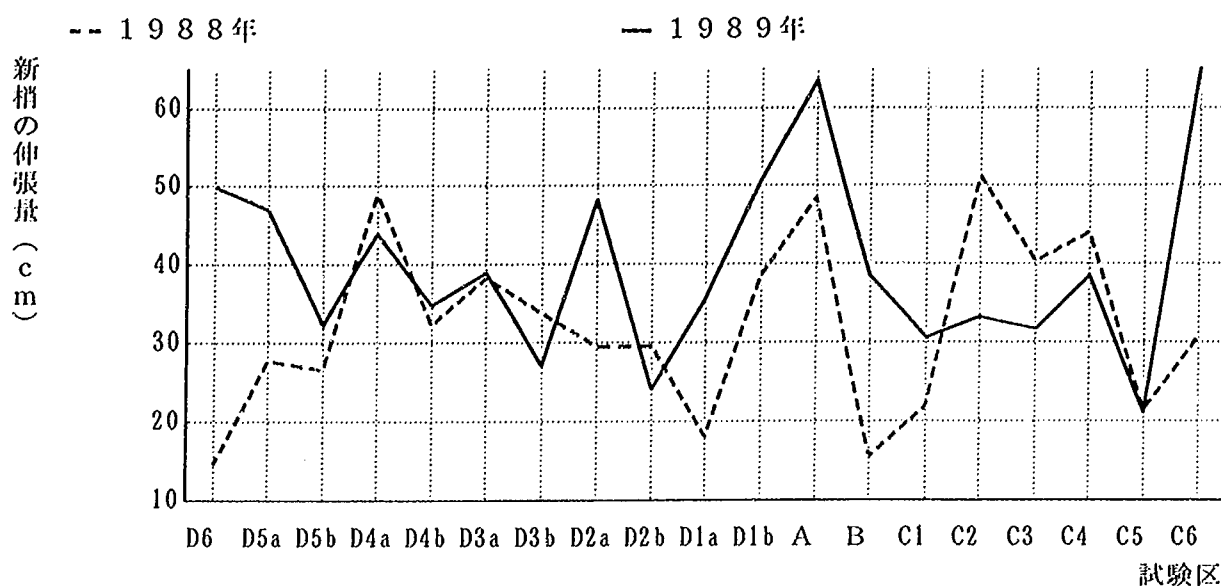
⑤ 活力調査結果 (ランク評価法)

調査樹木の地上部生育状況を総合的に判断するため、科学技術庁資源調査会方式(表一 5.4 参照)を基本にした活力度調査を行ったものを整理したのが図一 5.13 である。ただし、総合値として表現するために活力平均値を使用している。また、活力値と相関が強いと言われる新梢の伸張量についても測定を行ったので、その経年変化を図一 5.14 に示す。ただし、この新梢の伸張量については、この 2 年間では多少測定方法が異なるので、前述の活力度の経年変化の補完的なデータとして見做すものとする。

結果としては、活力においても、新梢の伸張量についても、コンポスト区より消化脱水汚泥区の方が、良い傾向が見られた。



図一 5.13 活力平均値の経年変化



図一 5.14 新梢の伸張量の経年変化

(2) 土壌調査結果

① 土壌の物理性調査結果 (長谷川式土壌貫入計計測)

長谷川式土壌貫入計を用いて、汚泥等の施用が土壌の緊密度にどのような影響を与えるかを、土壌の固さの連続分布 (地表から 60 cm 深まで) を見ることによって調査した。

1988 年と 1989 年の 2 回測定し、1 年後の土壌硬度の変化を調べたが、マサ土が自然に固化するような傾向等はみられなかった。対比させ、巻末資料として調査結果を示すので参考にされたい。

② 土壌の化学性調査結果

1987 年の施工に用いたマサ土が、汚泥類を混入してから、1 年後、2 年後にどのように変化したのかを各成分毎に示すものとする。

・PH (H₂O)

汚泥が大量に硝酸化成し、これによって生じた硝酸イオンにより塩基が容脱し、酸性化されているが、本試験では、消化脱水汚泥の大量施用区で pH が低い現象がみられたのみであった。図一 5.15 に pH の経年変化を示すが、1987 年の値が一定なのは、造成に用いたマサ土の分析値を使用したためである。

・EC (電気伝導度, μS : マイクロ・ジーメンズ)

電気伝導度は、土壌中に溶けている水溶性塩類濃度に比例するものであるため、一般的には、肥料分の測定、特殊塩類土壌のチェック等に用いられている。図一 5.16 にその経年変化を示すが、特に問題はなかった。試験区の値を見ていくと、D 6 区、C 6 区、A 区、B 区を除いて、ほぼ汚泥の施用量に比例している。

・全窒素 (%)

1987 年のマサ土の測定値は 0.1% 未満であり、今回はグラフより省くが、大方汚泥類の施用量に比例する傾向がみられた。

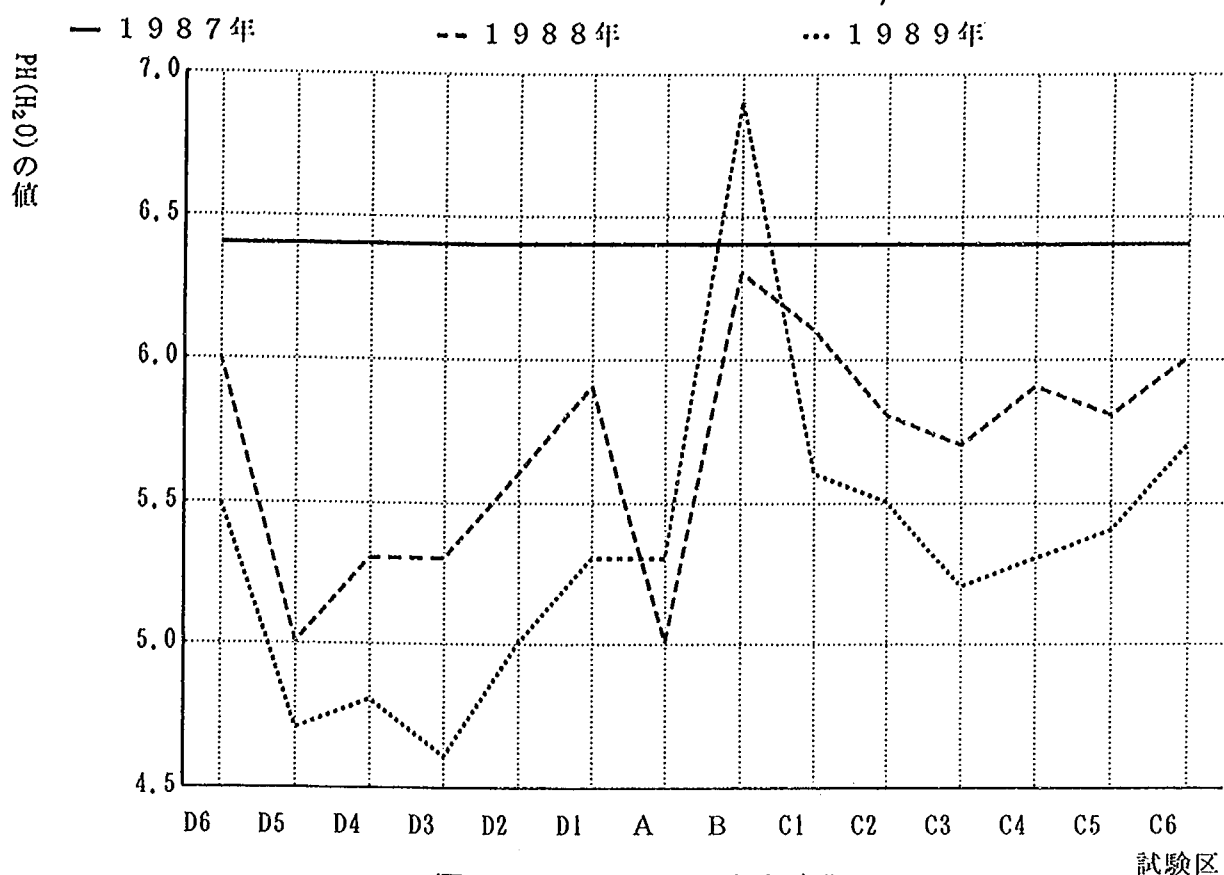
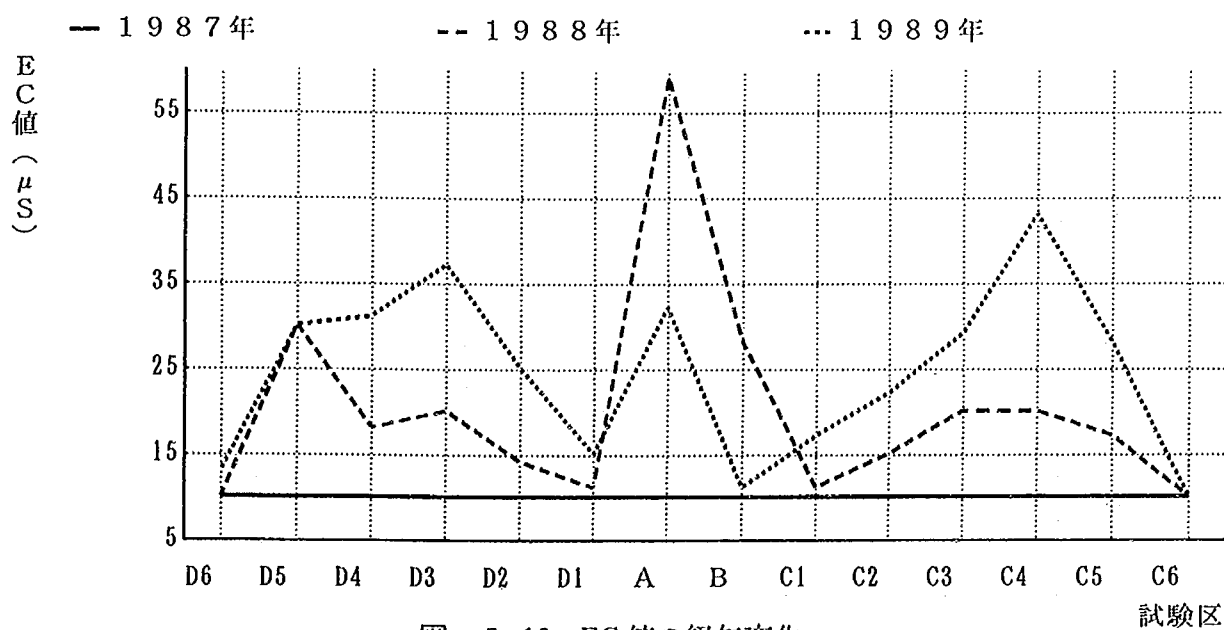


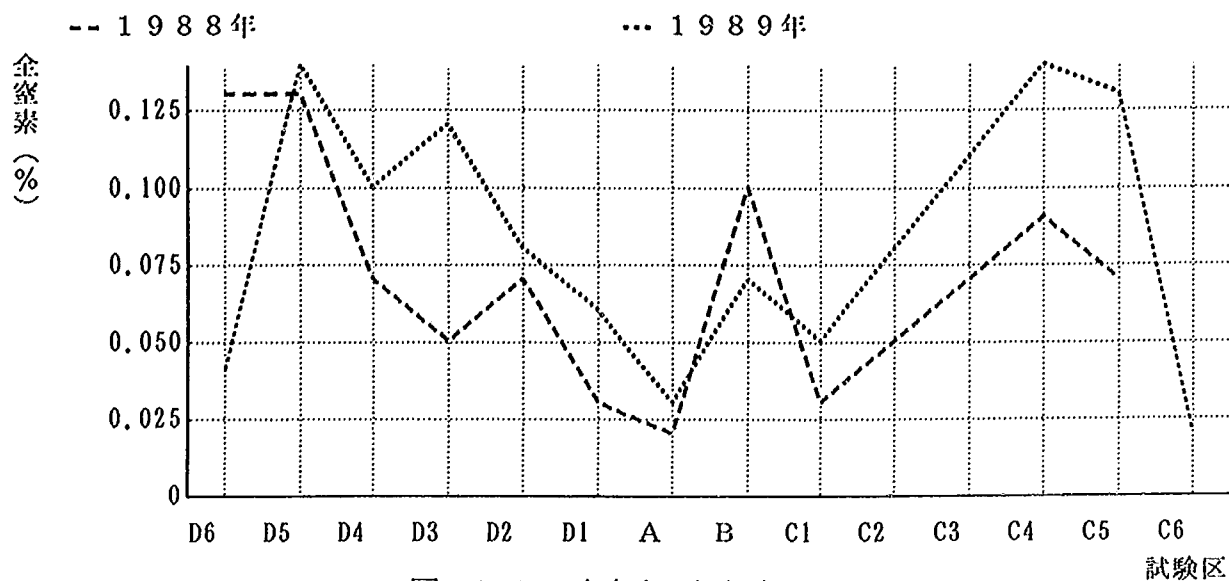
図5.15 PH(H₂O)の経年変化



図一 5.16 EC 値の経年変化

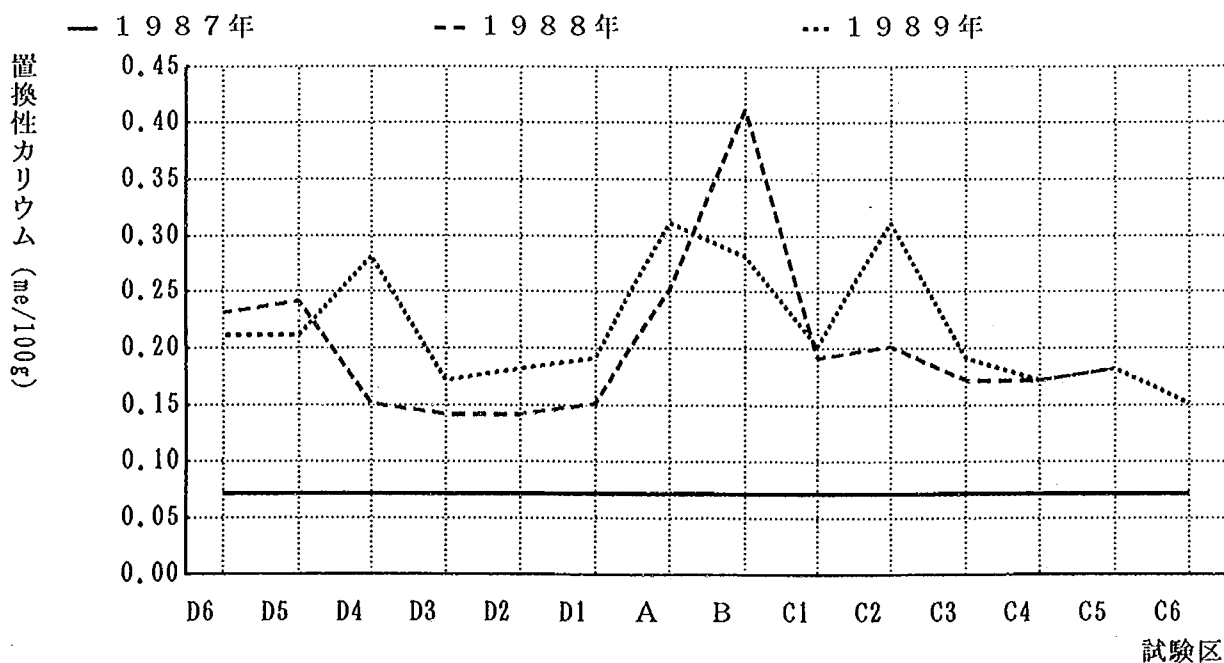
・置換性カリウム (me/100 g, ミリグラム当量)

汚泥類に由来する置換性カリウムは、特異値はあるが、大方 0.10~0.15 me/100 g であり、消化脱水汚泥でも、コンポスト化汚泥でも、大きくは変化していない。汚泥類に比べれば、固形

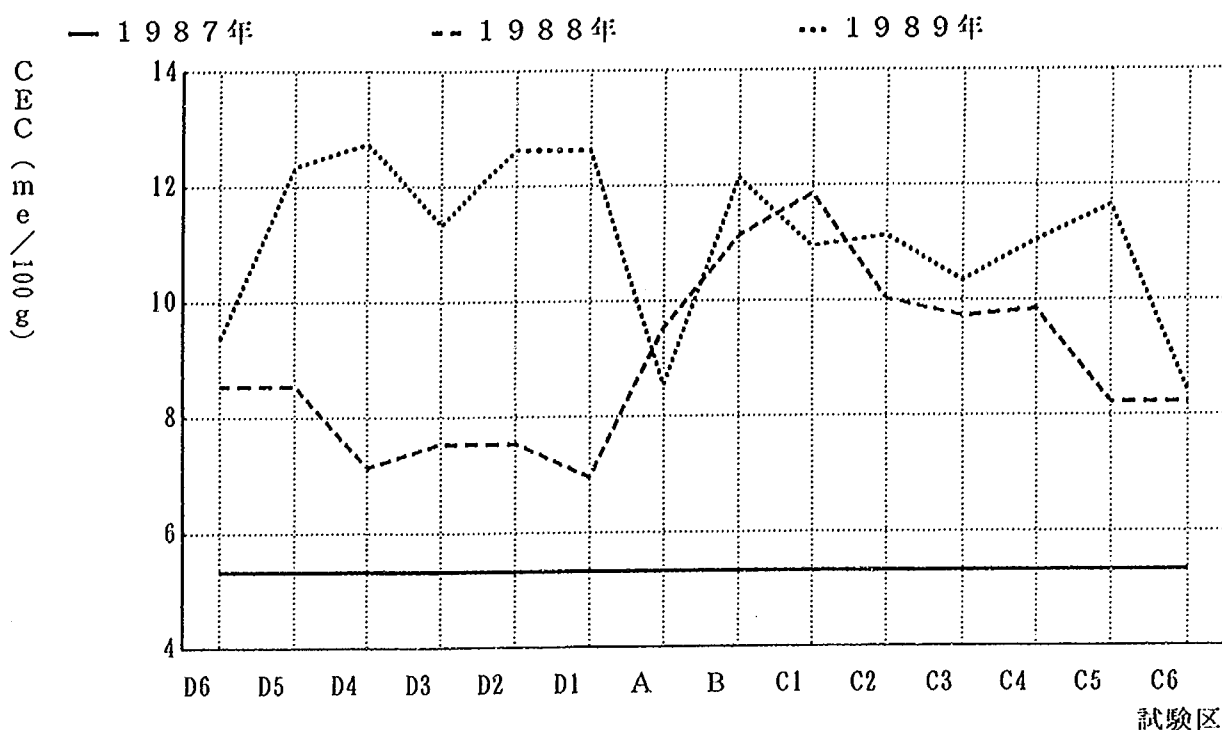


図一 5.17 全窒素の経年変化

肥料区やバーク堆肥区は約2倍程度多く含んでおり、一般に言われているとおり、汚泥類にはカリウム分が少ないことが分かる。また、1987年の値は造成土であるマサ土に含まれているカリウムの分析値であり、一般の耕地では少なくとも0.5~1.5 me/100g程度と言われているので、それに比べればかなり低い値であると言える。これも、砂質土では粘質土に比べて、置換性カリウム含量が低いとされていることを裏書するものである。これらの相乗効果により、実際にかんりのカリウム分欠乏症状が試験樹木に表れた。



図一 5.18 置換性カリウムの経年変化



図一 5.19 CEC の経年変化

・ C. E. C. (Cation Exchange Capacity : 陽イオン交換容量, me/100 g)

土壤中では最も陽イオン交換を行うのは粘土と腐植であり、その意味でも今回使用した造成土であるマサ土は砂分が多く、粘土分が少なく、且つ腐食をほとんど含まないものであった。その意味で、脱水汚泥やコンポスト化汚泥を混入したものは汚泥そのものの効果により値が高くなっているものと考えられるが、固形肥料を施用した A 区においても値が上昇しているが、これらはサンプリング誤差や測定誤差等によるものと思われる。また、D 6 区や C 6 区の値からみても、およそ 8~10 me/100 g 以下は誤差分と見做し得るものといえよう。均一な攪拌は不可能に近いことを考慮すれば、D 5 区から D 1 区、C 1 区から C 5 区へと混入量が変化しているにも拘わらず、CEC の値がそのような変化する傾向がみられないことは、色々な誤差の相乗効果の結果であるものと考えられる。しかし、汚泥類や植物根等の有機物に由来する CEC の値の増加もあることを考えれば、特に砂分の多い土壌においては混入による直接的な効果とも認められよう。

・ 全リン酸 (%)

1987 年の値は造成土であるマサ土の値であり、0.003% であった。消化脱水汚泥区、コンポスト区とも、D 1 区から D 5 区、C 1 区から C 5 区にかけて、ほぼ混入量に応じた値の変化を示しており、全窒素と同様に肥料効果を満足するものであった。消化脱水汚泥のみでは、全リン酸の値は 6.05% を示し、コンポスト化汚泥では、6.27% の値を示していた。

・ C/N 比 (炭素率, 全炭素 ÷ 全窒素)

植物体の C/N 比は通常 25~40 程度であるが、それらが土壌中に入ると微生物分解を受けて

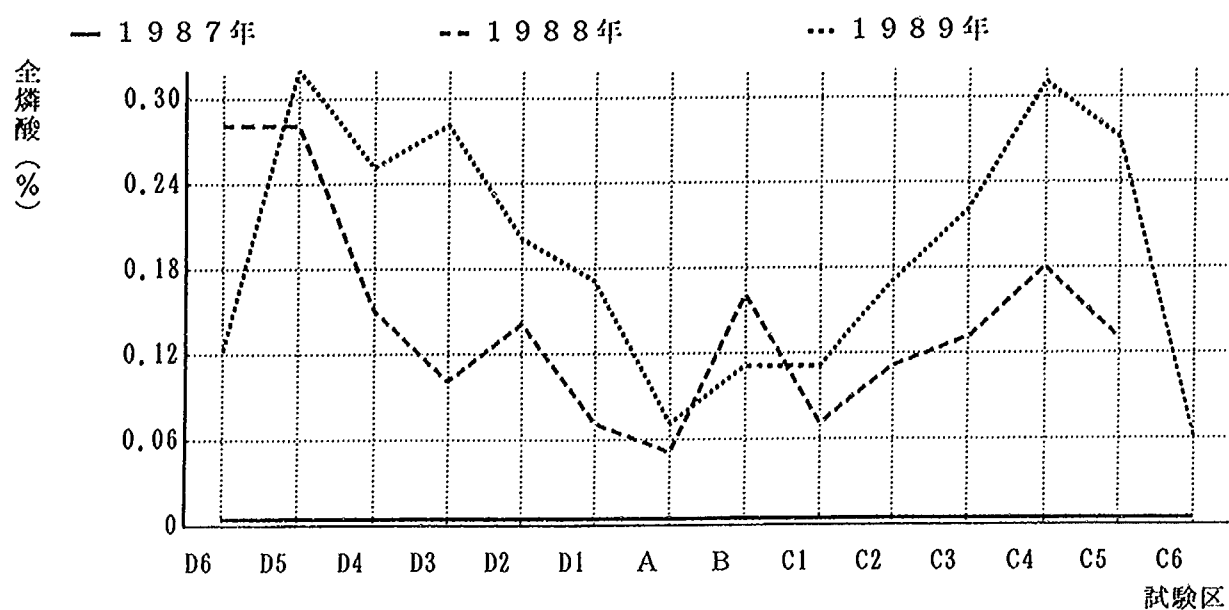


図-5.20 全リン酸の経年変化

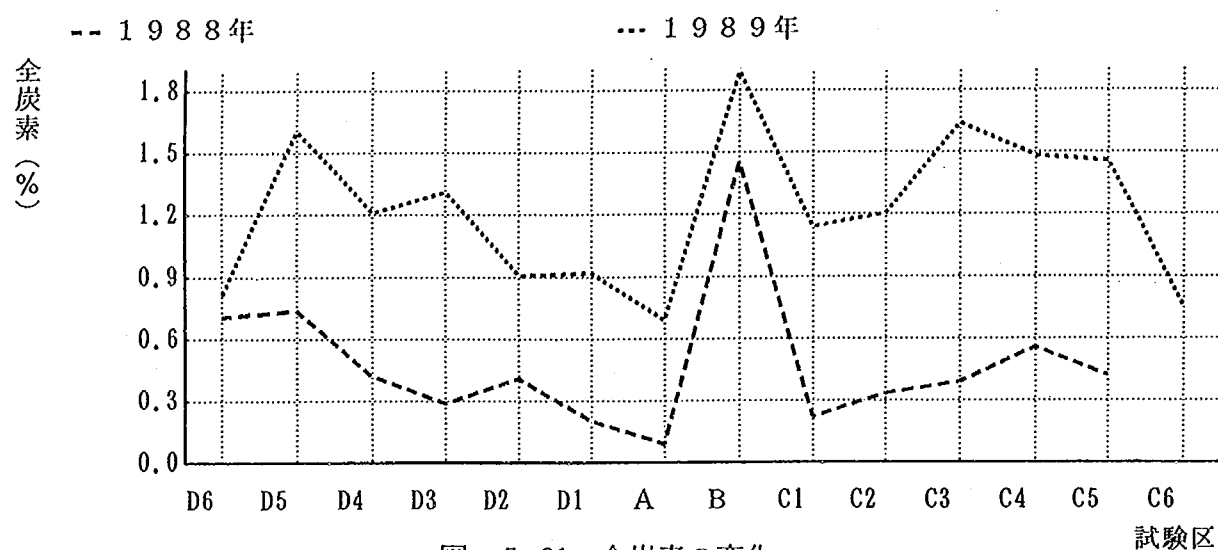


図-5.21 全炭素の変化

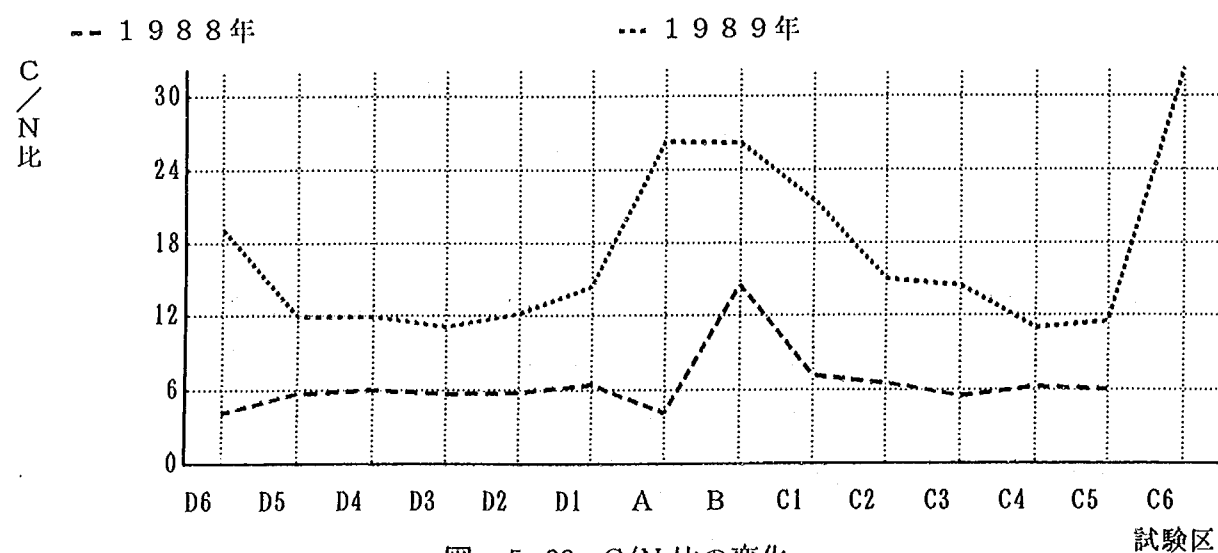


図-5.22 C/N 比の変化

微生物の食料として炭素分が消費され、二酸化炭素として放出される。この間、窒素分に関してはほぼ微生物に繰返し利用され土壤中に保持される。そのため、最終的には、好気性微生物の C/N 比である 10 前後に落ち着くようになる。しかし、その過程において、食料である炭素分があまりに多くなると猛烈に微生物が増え、微生物体を構成するアミノ酸の成分である窒素分が不足し、土壤中の窒素分を巡って植物体と窒素分の取り合いを演ずるようになる。これにより、植物体が窒素不足現象を呈することがあり、これが一般によく言われる窒素飢餓である。

混合土壌の C/N 比を見る限り、1988 年においては、ほとんどが 6 以下の値を示しているにも拘わらず B 区のみが 12 以上の値を示していた。パーク堆肥の C/N 比は、日本パーク堆肥協会の品質基準によると、B 級で 45 以下とされてはいるが、やはり比較的值が高いことが分かる。実際に、全炭素の値を見ると、B 区のみが非常に値が大きいことがわかる。また、消化脱水汚泥、コンポスト化汚泥について改めて分析してみたところ、消化脱水汚泥では、C/N 比 12.8 ($27.45 \div 2.14$) から 10.1 ($13.8 \div 1.37$)、コンポスト化汚泥では 15.6 ($27.87 \div 1.78$) から 8.4 ($21.7 \div 2.58$) となっており、消化脱水汚泥ではこなれてきている値を示しているが、コンポスト化汚泥では、どちらかと言えば肥料に近い値となっていた。コンポスト化汚泥では全窒素が増加しており、サンプリングや分析に何等かの誤差等があったものと思われた。しかし、コンポスト化汚泥施用区で見られた 1 年目の成績が良く、2 年目になると肥料成分バランスの不良のためと考えられる生育不良、また、多量施用区での生育不良が続いていること等からどちらかと言えば肥料的要素が強かったのではないのかと推測される。コンポストと付くからには濃度障害と思われる症状が出るべきではないと考えられよう。

③ 根系調査結果

植物の生育に必要とする養分は、ほとんど根から吸収されており、その意味では根の状況が植物生育を決めるといっても過言ではない。そこで、消化脱水汚泥やコンポスト化汚泥が土壤中に混入されることにより植物の根がどのような対応を行っているかを調査した。即ち、樹木の根系を観察するという調査を行った。これらについては、1 年目と 2 年目の観察結果を別添資料として図示するものとする。これらの比較等から判明したことを簡単に示すと、A 区（固形肥料区）では表層も下層も根が多い、B 区（パーク堆肥区）では 2 年目にしようやく根がパーク堆肥中に侵入するようになった、C 区（コンポスト汚泥区）では 1 年目では根が避けたり、腐朽していたものが見られたが、2 年目からは腐朽の症状は見られなくなったが根を広げている様子はなかった、D 区（消化脱水汚泥区）では 1 年目では一部腐朽根も見られたが 1、2 年目とも生育しているものも見られた、しかし根が広がっている様子は見られなかった。

試験植栽木の根では枯根又は腐朽根が多く見られたが、これは汚泥類や肥料が原因となり、濃度障害、有機物分解による酸素消費や単なる泥濘という性状に伴う酸素不足等を基にする根の呼吸障害等が大きな原因であると考えられる。このような害作用は、関連する根系から地上部にまで及ぶ影響を与えることもあると言われており、健全な根系を切断して発根を促す根回し（根切り）とはかなり異なるものであると考えられる。

コンポスト化汚泥に関しては、植栽時の分析結果では約 15.6 ということであったが、袋の表示を見ると窒素 4 %, 有機物 45% (全炭素は $45 \div 1.72 = 26.16\%$) で、C/N 比は 6.54 ということになる。土中にあるコンポスト化汚泥を採取し、1989 年に再度分析を行ったところ、8.4 という値となりどとらかといえば袋の表示に近いものであった。多少のバラツキはしょうがないと考えられるが、肥料かそうでないかは施用する場合に非常に大きなインパクトを与えるものであるため、安全側に立った配慮が必要とされるものと考えられる。一般的に、C/N 比が 10 以下のものは鶏糞に代表されるように有機質肥料と押して取扱うが、C/N 比が 15~20 程度のものは有機質の供給という土壤改良的効果が大きく根に障害を与えるほどではないとされている。コンポストとは「堆肥」のことであり、植栽側の常識としては、C/N 比が 15~20 程度或いは 15~30 程度のものを示し、10 以下のものは有機質肥料に分類されるべきものである。単に製造上で発酵過程を経たからとかコンポスト・マシンにより製造したからとかで示されるとかなりの誤解が生じるものと考えられる。

施工に際しては、今回はバック・ホーを使用し、混合を行ったが、全般に十分な混合が行えたとは言えなかった。層状に分布していたり、塊状に分布していたりしたので、実際上はさらに大きな容量のバック・ホー等が現場で使われることを考えれば、さらに不均一になる可能性が大きいと言えよう。この点から考えると、間土を設けることは有効な対策の一つになるものと言える。しかし、どうしても 1 年目の生育がよくならないので、間土ではなく、根鉢の周りについては、汚泥の量を減らす等の工夫を行い、植栽を行えば 1 年目から生育がよくなるものと考えられる。根の状況の経年変化については、資料編を参照されたい。

5.3 汚泥分析事例等の整理

(1) 事例の整理

汚泥類を用いた試験は、前項の事例も含め、かなりの数に達すると思われるので、収集した幾つかの文献資料については、その分析値等について一覧にまとめたので参考にされたい(資料編参照)。年度の異なるものも含め作業を行った。

また、下水汚泥の種類については、以下の分類に従った。

- ・消化脱水汚泥 (石灰系凝集剤使用) 脱水汚泥
- ・消化脱水汚泥 (高分子系凝集剤使用) 脱水汚泥
- ・乾燥消化脱水汚泥 (石灰系凝集剤使用) 乾燥汚泥
- ・乾燥消化脱水汚泥 (高分子系凝集剤使用) 乾燥汚泥
- ・コンポスト化汚泥 (石灰系凝集剤使用)
- ・コンポスト化汚泥 (高分子系凝集剤使用)

事例において行っている試験の目的や調査事項等について整理してみると、①汚泥の諸性質、②施用効果 (肥料, 土壤改良剤)、③適正施用量 (肥料, 土壤改良材, 下水汚泥の有害性) にまとめられるので、以下にその概略を述べるものとする。

(2) 汚泥の諸性質

文献中で使用している汚泥の種類毎の肥料成分と重金属濃度の値を整理したものが、表—5.6, 表—5.7である。極端な値を除けば、ほぼ0.1~0.4%程度以下であり、カリウム分が少ないのがよく分かる。窒素についても、ほぼ2.0~3.0%程度である。逆に、リン酸についての方が、思ったよりもバ

表—5.6 事例にみる各種汚泥の3要素含有率

汚 泥	項 目	含有率(%、乾物当り)					
脱水汚泥 (石灰系)	T-N	2.5	2.9	3.2	2.5	(平均 2.8)	
	P ₂ O ₅	1.4	2.5	3.9	2.5	(平均 2.6)	
	K ₂ O	0.04	0.25	0.25	0.25	(平均 0.2)	
脱水汚泥 (高分子系)	T-N	2.1	4.2			(平均 3.2)	
	P ₂ O ₅	0.83	3.4			(平均 2.1)	
	K ₂ O	0.07	0.41			(平均 0.2)	
乾燥汚泥 (石灰系)	T-N	2.4					
	P ₂ O ₅	2.9					
	K ₂ O	0.01					
コンポスト (石灰系)	T-N	1~2					
	P ₂ O ₅	2~3					
	K ₂ O						
コンポスト (高分子系)	T-N	2.8	2.15	2.7	2.8	(平均 2.6)	
	P ₂ O ₅	1.35	3.2	1.9	3.4	(平均 2.5)	
	K ₂ O	0.13	0.41	1.04	1.8	(平均 0.8)	

表—5.7 事例にみる重金属含有率

汚 泥	項目	含有率 (ppm、乾物当り)							
脱水汚泥 (石灰系)	As	11.1							(平均)
	Cd	0.8							
	Cr	73							
	Cu	125							
	Hg	1.27							
	Mn	892							
	Ni	18.8							
	Pb	54.3							
	Zn	777							
脱水汚泥 (高分子系)	As	18.8	21.7	45.2	58.0				35.9
	Cd	1.60	1.62	1.53	1.49				1.6
	Cr	151	218	295	207				217.8
	Cu	203	242	517	326				322
	Hg	1.49	0.93	0.90	0.95				1.1
	Mn	1,674	6,146	7,980	7,901				5,925
	Ni	39.0	72.0	211.0	96.0				104.5
	Pb	57.6	93.0	141.0	141.0				108.2
	Zn	1,139	1,917	3,200	2,664				2,230
コンポスト (石灰系)	As			6.69					
	Cd	0.37	3.91	4.20					2.8
	Cr								
	Cu	42.6	588.0	418.8					349.8
	Hg								
	Mn								
	Ni								
	Pb								
	Zn	54.4	68.8	982.7					368.6
コンポスト (高分子系)	As	0.6	0.6	2.2	8.8	9.1	14.3		5.9
	Cd	1.0	0.8	0.8	2.7	1.0		2.3	1.4
	Cr								
	Cu	123.0	123.0	124.0	194	62.0	190.0	147	211.1
	Hg	0.7	0.7	0.5	0.7				0.7
	Mn	200	232	192	1,040	1,554	595	271	583.4
	Ni	14.0	8.0	70.0	11.0	56.0	12.0	6.0	14.4
	Pb								46.0
	Zn	856.0	498.0	501.0	1,046	479.0	948.0	727.0	963.8

ラツキがみられる。分析方法やサンプリングの方法等を考慮すれば、窒素とカリウムに関しては、それ程変化がないのではないのかと考えられる。

重金属濃度に関しては、やはりかなりのバラツキがみられるが、ひ素、クロム、銅、亜鉛に関しては、全体的に濃度が高く、樹木に関しては明確な限界濃度が判明していないが、農作物の限界濃度でみると、多少の障害が生じることがあるものと思われる。今後の、障害濃度の明確化が望まれる。それによつては、高吸収植物が判明する可能性もある。

5.4 今後の課題

「5.2 追跡調査等の事例, 3) 調査結果の樹要」でも分かるように、今回の試験は、如何に多くの下水汚泥を処理処分できるかという観点から、調査研究を行ってきたものである。その結果判明したことは、大方次のように要約できる。

- ① 施用する下水汚泥の名称やその意味が、生産する側と消費する側とで、慣用的、翻訳的に異なっており、混乱する場合がある（本文 P. 17～18 参照）。

生産する側は、消費する側の慣用法を尊重するとともに、消費側は化学的な分析値に留意していく必要がある（本文 P. 54～70 参照）。

- ② 消化脱水汚泥の取扱い性の改善には、乾燥した赤土（火山灰土）の混合が最適との結論ができたが、重量、輸送等の問題もあり、実際に施用するには、リサイクルのシステムを先ず作成することが重要となってくる（本文 P. 19～22 参照）。

- ③ 消費する側がかなり気にしている重金属等については、実際の場合での溶出の試験等を行っていくとともに、パンフレットの作成等の広報活動を強化する必要があるのではないかとと思われる（本文 P. 24～28 参照）。

- ④ 汚泥特有のカリウム不足の問題は、土壌の特性に合わせて処理していくとよいが、一般的には、カリウム肥料の施用を併用した方が安全ではある。

なお、砂質土（マサ土）では、カリウム不足の症状が現れたことが確認された（本文 P. 35～42 参照）。

- ⑤ 下水汚泥を多く処理するために考案された、間土を設ける手法は有効であるが、施用量によつては、当初の1年間の生育に問題があるので、さらに有効にするためには、間に単なる土の代わりに少量の下水汚泥を入れた混合土壌を用いるとよいと思われる（本文 P. 54～70 参照）。

- ⑥ 溝状施用に関しては、その有効性に関して残念ながら明確な結論は得られなかった（本文 P. 54～70 参照）。ただし、多くの根が溝状の固まった消化脱水汚泥やコンポスト汚泥に侵入している形跡はみられなかった（本文 P. 69～70 参照）。

今後は、以上の結果を踏まえ、さらに追跡調査を継続するとともに、下水汚泥を含め、リサイクル・システムを念頭に入れた、植栽作業を伴う剪定屑や木質系建設廃棄物等の有効利用に関し、消費する側からの望ましい「堆肥」の作成等を含めた、生産する側への「堆肥」のあり方について、検討するとともに、施用にあたっての基本的な事項の検討や確認等を行っていきたいと考えている。

資料編

1. 調査項目等一覧	75
2. 汚泥分析事例等調査	76
汚泥分析事例文献リスト	
汚泥分析事例	
3. アンケート調査結果	123
アンケート調査概要	
アンケート用紙（コンポスト汚泥・乾燥汚泥）	
アンケート用紙（消化脱水汚泥）	
コンポスト汚泥・乾燥汚泥アンケート調査結果集計	
消化脱水汚泥アンケート調査結果集計	
コンポスト汚泥・乾燥汚泥アンケート調査結果（その1～3）	
消化脱水汚泥アンケート調査結果（その1～3）	
4. 樹木関連調査	138
・根元径，樹高及び枝幅測定結果	139
1987年（昭和62年）9月	
1988年（昭和63年）10月	
1989年（平成元年）10月	
・グリーン・メーター測定結果	142
1987年（昭和62年）9月	
1988年（昭和63年）10月	
1989年（平成元年）10月	
・活力値測定結果	145
1988年（昭和63年）10月	
1989年（平成元年）10月	
・根系調査結果（1988年と1989年の比較）	147
B区，C区，C6区（溝状施用）	
Da区（間土有），Db区（間土無），D6区（溝状施用）	
5. 土壌関連調査	153
・混合土壌の化学性分析結果	153
1988年（昭和63年）10月及び1989年（平成元年）10月	
・粒径組成調査結果	154
1987年（昭和62年）10月	

・貫入計等調査結果.....	155
1988 年(昭和 63 年)10 月	
1989 年(平成元年)10 月	
6. 分散分析結果.....	161
C1 区～C4 区・C6 区・A 区・B 区	
C3 区・C6 区 (同窒素量)	
D3 区～D6 区 (同窒素量)	
D1a 区～D5a 区・D6 区	
D1b 区～D5b 区・A 区・B 区	
D1a 区・D1b 区, D2a 区・D2b 区, D3a 区・D3b 区	
D4a 区・D4b 区, D5a 区・D5b 区	
A 区・C3 区・B 区・D3b 区	
7. 引用・参考文献.....	172

調査項目等一覧

調査項目名 年 度	事例 調 査	取 扱 い 性 調 査	ア ン ケ ー ト 調 査	樹 木 関 連 調 査						汚 泥 関 連 調 査								土 壌 関 連 調 査											
				樹 高	根 元 直 径	枝 幅	G M 値	活 力	根 系	P H	E C	水 分	C	N	P	K	Ca	C	N	N H N	N O N	E x K	P	P H	E C	C E C	粒 径	質 入 計	
昭和 62 年度	○	—	—	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—		
昭和 63 年度	—	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	○	○	—	—	○	○	○	○	○	—	○		
平成元年度	—	—	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	○	○	—	—	—	○	○	—	—	○	○	○	○	—	○		

注 1) GM 値：グリーン・メータでの測定値，EC：電気伝導度，C：炭素，N：窒素，NH-N：アンモニア態窒素，NO-N：硝酸態窒素，
Ex-K：交換性カリウム，P：リン酸，K：カリウム，Ca：カルシウム，CEC：陽イオン交換容量，粒径：粒径組成，
質入計：長谷川式土壌質入計測定，活力：活力調査，根系：根系調査

注 2) ①事例調査（資料編：「2. 汚泥分析事例等調査」参照） ②取扱い性調査（本編：P. 18～22 参照）
③アンケート調査（資料編：「3. アンケート調査結果」参照） ④樹木関連調査（資料編：「4. 樹木関連調査」参照）
⑤汚泥関連調査（本編：P. 55 及び資料編：「5. 土壌関連調査，・混合土壌の化学性分析結果」参照）
⑥土壌関連調査（本編：P. 54 及び資料編：「5. 土壌関連調査」参照）

2. 汚泥分析事例等調査

本調査は、昭和 62 年度（1987 年～1988 年）に、各地で行われてきた下水汚泥による土壌改良事例について、主に汚泥の施用条件を中心に取りまとめたものである。

No. 1～No. 26 までは肥料効果、肥料成分に関する取りまとめであり、No. 27～No. 34 までは重金属に関する取りまとめである。

汚泥分析事例文献リスト

- 1：伊藤 忠夫：“脱水ケーキの利用による砂地土壌の改良に関する試験(I)”，Vol. 4, No. 13, 1981
 - 2：伊藤 忠夫：“脱水ケーキの利用による砂地土壌の改良に関する試験(II)”，Vol. 4, No. 14, 1981
 - 3：吉田 昭和：“下水汚泥の緑農地利用”，Vol. 5, No. 16, 1982
 - 4：塘 隆男：“下水汚泥の木本植物への使用効果の2，の例”，Vol. 6, No. 21, 1983
 - 5：田代 順孝：“樹木及び芝生に対する下水汚泥の施用効果について”，Vol. 6, No. 22, 1983
 - 6：山田 要，海老原 武久：“下水汚泥の農用地利用について”，Vol. 6, No. 23, 1983
 - 7：野村 琥：“北海道における汚泥の農用地利用について”，Vol. 6, No. 21, 1983
- 以上「再生と利用」
- 8：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団：“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査(II)”，昭和56年(1981)
 - 9：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団：“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査(III)”，昭和58年(1983)
 - 10：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団：“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査(IV)”，昭和59年(1984)
 - 11：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団：“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査(V)”，昭和60年(1985)
 - 12：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団：“コンポスト汚泥等の緑化への利用に関する調査”，昭和62年(1987)
 - 13：建設省都市局：“都市緑化における下水汚泥の施用指針(案)”，昭和62年(1987)
 - 14：埼玉県下水汚泥資源利用推進委員会：“下水汚泥資源利用に関する調査研究”，昭和62年(1987)
 - 15：建設省都市局下水道部，日本下水道事業団：“下水汚泥の処理，処分に関する調査，下水汚泥の農地利用に関する調査，昭和59年度”，昭和60年(1985)
 - 16：埼玉下水汚泥資源利用推進委員会：“下水汚泥資源利用に関する調査研究，昭和58年度報告書”，昭和59年(1984)
 - 17：安部 喬：“大阪市における下水汚泥の有効利用”
 - 18：山田 啓成，寺田 邦男：“下水汚泥の芝におよぼす影響に関する研究(その1)”，大阪市下水道局，下水汚泥の有効利用調査，昭和51年(1976)
 - 19：島崎 孝信，福智 真和：“下水汚泥の肥料効果に関する研究(第6報～第9報)”，大阪市下水道局，下水汚泥の有効利用調査，昭和46年(1971)
 - 20：島崎 孝信，福智 真和：“下水汚泥の肥料効果に関する研究(第1報～第5報)”，大阪市下水道局，下水汚泥の有効利用調査，昭和44年(1969)
 - 21：塘 隆男：“緑化植物の肥培と下水汚泥の施用について”，下水汚泥の緑化利用に関するセミナー講演集，下水汚泥資源利用協議会，昭和60年(1985)

- 22：茨城県林業試験場：“有機性汚泥の環境保全的評価および農林水産業への利用に関する研究”，報告書 No. 21，昭和 59 年（1984）
- 23：茨城県林業試験場：“有機性汚泥の環境保全的評価および農林水産業への利用に関する研究”，報告書 No. 22，昭和 60 年（1985）
- 24：長谷川 秀三，川九 邦雄：“有機質土壌改良資材（バーク堆肥と汚泥類）の緑化樹に対する施用効果について”，造園雑誌，Vol. 46，No. 5，研究発表論文集，1983
- 25：林 満：“下水汚泥コンポストの牧草・芝草に対する肥効試験”，財団法人札幌市下水道資源公社，昭和 60 年（1985）
- 26：馬場 昂，五十嵐 太郎：“砂丘地の野菜と土壌に及ぼす下水汚泥堆肥の長期連用効果”，有機質廃棄物のコンポストに関するシンポジウム講演集，下水汚泥資源利用協議会，昭和 60 年（1985）
- 27：東京都建設局，日本土壌検定株式会社：“コンポストの施用効果と安全性調査委託報告書”，昭和 61 年（1986）

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量 kg/m ²	生重量 kg/m ²	含水量 %	乾物量	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
1	面積0.28 m ² . 容量 100 l の シンタク スポット	脱水汚泥 石灰系	砂	10cm	ケヤキ 播付け後 90日後の 稚苗	無施用区													
						汚泥 1 kg 区	脱水汚泥	1	1	60				10	16	0.2			
						汚泥 2 kg 区	脱水汚泥	2	2	60				20	31	0.3			
						汚泥 4 kg 区	脱水汚泥	4	4	60				40	62	0.6			
						汚泥 8 kg 区	脱水汚泥	8	8	60				80	125	1.3			
						汚泥16kg 区	脱水汚泥	16						160	250	2.6			

	含水量 %	乾物量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成: 乾物あたり (%)					2.5	3.9	0.04			

: 文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

* : 文献中の数字を基に換算した。

† : 文献中の数字と#の部分の数字を基に換算した。

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量 kg/m ²	生重量 kg/m ²	含水量 %	乾物量	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
1	面積0.28 m ² ，容量 100 l の シンタク スポット	脱水汚泥 石灰系	砂	10cm	ケヤキ 播付け後 90日後の 稚苗 等25種	カリ無施 用区	脱水汚泥	3	3	60				30	47	0.5			
						基準量基 肥区	脱水汚泥	3	3	60				30	47	0.5			
							硫酸カリ									18			
							合 計												
						基準量分 肥区	脱水汚泥	3	3	60				30	47	0.5			
							硫酸カリ									9			
							硫酸カリ 追肥									9			
							合 計												
						倍量基肥 区	脱水汚泥	3	3	60				30	47	0.5			
							硫酸カリ									36			
							合 計												
						倍量分肥 区	脱水汚泥	3	3	60				30	47	0.5			
							硫酸カリ									18			
							硫酸カリ 追肥									18			
							合 計												

	含水量 %	乾物量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり（%）					2.5	3.9	0.04			

10：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（IV）”，昭和59年（1984）

No. 3 11：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（V）”，昭和60年（1985）

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量 %	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO			
10	圃場試験 昭和56～ 59年	脱水汚泥 石灰系	心土系の 工事残土 LiC	25cm	イチョウ トウカエ デ	対 照 区	カリ肥料								20						
11						15 % 区	脱水汚泥	23		80					110	110	11				
							カリ肥料									20					
							合 計														
						30 % 区	脱水汚泥	46		80				230	230	23					
							カリ肥料								20						
							合 計														
						45 % 区	脱水汚泥	69		80				340	340	45					
							カリ肥料								20						
合 計																					

試験区	施用物	生重量	乾物量	含水量 %	pH	EC mS/cm	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
対 照 区	土壌分析 値			26.8	6.17	0.074						
15 % 区	土壌分析 値			29.4	7.73	0.204						
30 % 区	土壌分析 値		33.2		7.92	0.219						
45 % 区	土壌分析 値		37.7		7.93	0.241						

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり（%） 比重 0.6	80				3.2	2.5	0.25			

10：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（IV）”，昭和59年（1984）
 No. 4 (1) 11：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（V）”，昭和60年（1985）

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	含水量 %	乾物量	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
10 11	ポット 内径37cm 深さ31cm	脱水汚泥 石灰系	下層土 (心土) SCL	25cm	イロハ モミジ	対 照 区												
						腐 葉 土	腐 葉 土											
						5 % 区	脱水汚泥	6	80				38	30	3			
						10 % 区	脱水汚泥	12	80				77	60	6			
						20 % 区	脱水汚泥	24	80				150	120	12			
						40 % 区	脱水汚泥	51	80				310	240	24			
						5 % + K区	脱水汚泥	6	80				38	30	3			
							ケイ酸 カリ								20			
							合 計											
						10% + K区	脱水汚泥	12	80				77	60	6			
							ケイ酸 カリ								40			
							合 計											
						20% + K区	脱水汚泥	24	80				150	120	12			
							ケイ酸 カリ								79			
							合 計											
						40% + K区	脱水汚泥	51	80				310	240	24			
							ケイ酸 カリ								158			
							合 計											
						化肥1区	複合肥 6-4-3						39	26	20			
						化肥2区	複合肥 6-4-3						79	52	39			
						化肥3区	複合肥 6-4-3						160	110	80			
						化肥4区	複合肥 6-4-3						320	210	160			

No. 4 (2)

	含水量 %	乾物量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり (%) 比重 0.6					3.2	2.5	0.25			

: 文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

* : 文献中の数字を基に換算した。

† : 文献中の数字と#の部分の数字を基に換算した。

No. 5 (1) 11: 建設省土木研究所緑化研究室, 財団法人公園緑地管理財団 “下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査 (V)”, 昭和60年 (1985)

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量 %	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
11	ポット 内径37cm 深さ31cm	脱水汚泥 石灰系	砂土 S	25cm	ツバキ ヤブツバ の園芸品 種	15 % 区	脱水汚泥	25		80			160	130	13			
						30 % 区	脱水汚泥	59		80			380	300	30			
						45 % 区	脱水汚泥	89		80			570	450	45			
						15%+ K区	脱水汚泥	25		80			160	130	13			
							カ リ 肥								22			
							合 計											
						30%+ K区	脱水汚泥	59		80			380	300	30			
							カ リ 肥								22			
							合 計											
						45%+ K区	脱水汚泥	89		80			570	450	45			
							カ リ 肥								22			
							合 計											

試験区	施用物	生重量	乾物量	含水量 %	pH	EC mS/cm	N %	P ₂ O ₅	K ₂ O	C %	CaO mg/100g	MgO mg/100g
15 % 区	土壌分析 値			7.69	8.24	0.157	0.13			0.63	196.28	4.94
30 % 区	土壌分析 値			10.23	8.00	0.295	0.14			0.87	342.75	7.02
	土壌分析値 1年後				6.70	0.600	0.09			0.60	272.49	40.63
45 % 区	土壌分析 値			17.33	8.41	0.366	0.16			0.31	524.44	14.79
山土 15 % 区	土壌分析 値			7.98	6.47	0.341	0.15			0.73	35.17	4.14
山土 30 % 区	土壌分析 値			13.98	6.13	0.5115	0.12			1.33	33.54	4.24
	土壌分析値 1年後				5.09	0.220	0.08			0.59	257.97	6.21
山土 45 % 区	土壌分析 値			14.72	6.01	0.560	0.20			1.48	40.05	4.44

No. 5 (2)

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり (%) 比重 0.6					3.2	2.5	0.25			

10：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（IV）”，昭和59年（1984）

Na 6 11：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（V）”，昭和60年（1985）

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量 %	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
10 11	圃場試験 昭和56～ 58年	脱水汚泥 石灰系	心土系の 工事残土 LiC	15cm	コウライ シバ	対 照 区												
						15 % 区	脱水汚泥	14		80			68	68	7			
						30 % 区	脱水汚泥	27		80			140	140	14			
						45 % 区	脱水汚泥	41		80			200	200	20			

試験区	施用物	生重量	乾物量	含水量 %	pH	EC mS/cm	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
対 照 区	土壌分析 値			33.9	6.36	0.079						
15 % 区	土壌分析 値			34.0	7.61	0.191						
30 % 区	土壌分析 値			34.3	7.72	0.228						
45 % 区	土壌分析 値			34.7	7.72	0.249						

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり (%) 比重 0.85		80			2.5	2.5	0.25			

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	含水量	乾物量 t/10a	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	圃場試験	脱水汚泥 高分子系		15cm	青刈り ソルゴー	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.5 t 区	脱水汚泥			0.5									134
						汚泥 1.0 t 区	脱水汚泥			1.0									125
						汚泥 2.0 t 区	脱水汚泥			2.0									122

	含水量 %	乾物量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	圃場試験	脱水汚泥 高分子系			ハウレン ソウ	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.5 t 区	高分子汚 泥		0.5										128
						汚泥 1.0 t 区	高分子汚 泥		1.0										113
						汚泥 2.0 t 区	高分子汚 泥		2.0										126

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量 kg/10a	生重量 kg/10a	含水量	乾物量	pH	EC	N kg/10a	P ₂ O ₅ kg/10a	K ₂ O kg/10a	C	CaO	MgO
2	埋め立て 砂地	脱水汚泥	砂	25cm	イヌマキ クロマツ ヤマモモ マリキ トベラ 等25種	無施用区	山土	150 (m ² /10a)											
							パーク 堆肥	2000	2000					5.7	9.1	0.7			
							鶏糞	1700	1700					24.3	28.8	16.2			
							合 計							30.0	37.9	16.9			
						脱水ケー キ表層混 入区	山土	150 (m ² /10a)											
							パーク 堆肥	2000	2000					5.7	9.1	0.7			
							鶏糞	1700	1700					24.3	28.8	16.2			
							脱水汚泥	20 (m ² /10a)						200.0	312.0	3.2			
							塩化カリ 追肥									11.2			
							合 計							230.0	349.9	32.7			

	含水量 %	乾物量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり (%)					2.5	3.9	0.04			
パーク堆肥の組成：乾物あたり (%)					0.8	1.3	0.3			
鶏糞の組成：乾物あたり (%)					2.7	3.2	1.8			

文 献	方 法	汚 泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量 t/10a	生重量 t/10a	乾物量	含水量 %	pH※	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
11	ライシ メーター	脱水汚泥 高分子			柑橘 (南柑20 号)	汚泥施用 区	脱水汚泥 53年	4	4		65	7.5							
							脱水汚泥 54年	8	8		65	7.5							
							脱水汚泥 55年				65	7.5							
							脱水汚泥 56年	8	8		65	7.5							
							共通肥料 55年以外												
							共通肥料 55年												
						除草剤区	共通肥料 55年以外							20	12	18			
							共通肥料 55年							0	0	0			
						対 照 区	共通肥料 55年以外							20	12	18			
							共通肥料 55年							0	0	0			

試験区	施用物	施用量	生重量	乾物量	含水量	pH※	EC	N %	P ₂ O ₅	K ₂ O me/100g	C %	CaO me/100g	MgO me/100g
汚泥施用 区	土壌分析 値54年①					4.72		0.136		0.63	1.01	7.46	2.78
	土壌分析 値55年①					4.70		0.144		0.65	1.06	7.50	2.66
	土壌分析 値56年②					6.62 5.97		0.156		0.77	1.27	15.26	3.18
除草剤区	土壌分析 値54年①					4.67		0.105		0.58	0.71	7.62	2.56
	土壌分析 値55年①					4.68		0.113		0.60	0.78	7.48	2.54
	土壌分析 値56年②					7.73 6.97		0.133		1.36	0.99	23.50	2.98
対 照 区	土壌分析 値54年①					4.87		0.105		0.86	0.81	8.61	2.77
	土壌分析 値55年①					4.92		0.132		0.71	0.94	8.25	2.94
	土壌分析 値56年②					7.40 6.70		0.148		2.11	1.04	17.64	2.69

※: 上段はH₂Oより推定 下段はKCL

No. 9 (2)

	乾物量	含水量 %	pH※	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO %	MgO %
汚泥の組成：乾物あたり (%)			<u>7.5</u>							
汚泥の組成：生重あたり (%)		65	<u>7.5</u>		0.75	0.29	0.026		0.34	0.11

X：pH値より推定

※：上段はH₂O 下段はKCl

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量 %	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
2	埋め立て 砂地	脱水汚泥	砂	25cm	ウィーピンググラス 播種量 20g/m ² ルーサン 播種量 5g/m ²	脱水汚泥区	脱水汚泥	4		60			40.0	62.4	0.6			
						化成肥料区	化成肥料						40.0	29.0	37.7			
						パーク堆肥区	パーク堆肥			65			8.7	21.4	4.3			
						化成肥料 + パーク堆肥区	パーク堆肥			65			8.7	21.4	4.3			
							化成肥料						31.3	22.7	29.5			
							合 計											

試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	C %	CaO me/100g	MgO me/100g
脱水汚泥区	土壌分析値				8.6		0.008	10.5	0.39	0.07	10.0	0.70
化成肥料区	土壌分析値				8.6		0.006	10.5	0.50	0.04	8.7	0.66
パーク堆肥区	土壌分析値				8.8		0.005	11.9	0.53	0.10	8.5	0.91
化成肥料 + パーク堆肥区	土壌分析値				8.7		0.008	13.2	0.94	0.10	9.0	0.75
無施用区	土壌分析値				8.8		0.005	10.8	0.51	0.06	9.6	0.70

No.10 (2)

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり (%)					2.5	3.9	0.04			
化成肥料の組成：乾物あたり (%)					14.0	10.0	13.0			
パーク堆肥の組成：乾物あたり (%)					0.53	1.30	0.26			

文 献	方 法	汚 泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N g/m ³	P ₂ O ₅ g/m ³	K ₂ O g/m ³	C g/m ³	CaO g/m ³	MgO g/m ³	収量指数
6	水田	脱水汚泥 高分子系		15cm #	水稻	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.3 t 区	脱水汚泥		0.3*										112
						汚泥 0.9 t 区	脱水汚泥		0.9*										105

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

文 献	方 法	汚 泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N g/m ³	P ₂ O ₅ g/m ³	K ₂ O g/m ³	C g/m ³	CaO g/m ³	MgO g/m ³	収量指数
6	ライシメ ーター試 験	脱水汚泥 高分子系	淡色黒ボ ク土	15cm #	畑水稻	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.25 t 区	脱水汚泥		37.5*				1.57*	1.27*	0.15*		1.12*	0.30*	103
						汚泥 0.5 t 区	脱水汚泥		75.0*				3.22*	2.55*	0.31*		2.25*	0.60*	123
						汚泥 1.0 t 区	脱水汚泥		150 †				6.30*	5.10*	0.61*		4.50*	1.20*	166

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

: 文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

* : 文献中の数字を基に換算した。

† : 文献中の数字と#の部分の数字を基に換算した。

文 献	方 法	汚 泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	ライシメ ーター試 験	脱水汚泥 高分子系	黒ボク土		畑水稻	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.25 t 区	脱水汚泥		0.25										118
						汚泥 0.5 t 区	脱水汚泥		0.5										108
						汚泥 1.0 t 区	脱水汚泥		1.0										109

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

文 献	方 法	汚 泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 g/m ²	含水量	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C g/m ²	CaO g/m ²	MgO g/m ²	収量指数
6	現地水田	脱水汚泥 高分子系		15cm	# 小麦 (水 田裏作)	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.3 t 区	脱水汚泥		45*				1.89*	1.53*	0.18*		1.35*	4.41*	124
						汚泥 0.9 t 区	脱水汚泥		135*				5.67*	4.59*	0.55*		4.05*	1.08*	129

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

: 文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

* : 文献中の数字を基に換算した。

† : 文献中の数字と#の部分の数字を基に換算した。

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	現地水田	脱水汚泥 高分子系			小麦 (水 田裏作)	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.3 t 区	脱水汚泥		0.3										105
						汚泥 0.9 t 区	脱水汚泥		0.9										147

	乾物量 t/10a	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成 : 乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	ライシメ ーター試 験	脱水汚泥 高分子系			小麦 (畑)	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.25 t 区	脱水汚泥		0.25										110
						汚泥 0.5 t 区	脱水汚泥		0.5										122
						汚泥 1.0 t 区	脱水汚泥		1.0										124

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成 : 乾物あたり (%)					4.2	3.4	0.41		3.0	0.8	

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	圃場試験	脱水汚泥 石灰系			青刈り ソルゴー	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.5 t 区			0.5										120
						汚泥 1.0 t 区			1.0										130
						汚泥 2.0 t 区			2.0										126

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成: 乾物あたり (%)					2.9	1.4	0.25		14.6	0.6	

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C g/m ³	CaO g/m ³	MgO g/m ³	収量指数
6	圃場試験	脱水汚泥 石灰系			ホーレン ソウ	対 照 区	慣行施肥												100
						汚泥 0.5 t 区	石灰汚泥		0.5										128
						汚泥 1.0 t 区	石灰汚泥		1.0										113
						汚泥 2.0 t 区	石灰汚泥		2.0										126

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成: 乾物あたり (%)					2.9	1.4	0.25		14.6	0.6	

10：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（IV）”，昭和59年（1984）
 No.15 11：建設省土木研究所緑化研究室，財団法人公園緑地管理財団“下水汚泥の都市緑化への利用に関する調査（V）”，昭和60年（1985）

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	含水量 %	乾物量	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
10 11	圃場試験 昭和56～ 58年	脱水汚泥 石灰系	心土系の 工事残土 LiC	15cm	コウライ シバ	対 照 区												
						15 % 区	乾燥汚泥	19					460	550	21			
						30 % 区	乾燥汚泥	38					920	1100	42			
						45 % 区	乾燥汚泥	57					1400	1700	63			

試験区	施用物	生重量	含水量 %	乾物量	pH	EC ms/cm	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
対 照 区	土壌分析 値		33.9		6.36	0.079						
15 % 区	土壌分析 値		33.8		7.56	5.252						
30 % 区	土壌分析 値		33.9		7.87	0.286						
45 % 区	土壌分析 値		33.7		7.77	0.316						

	含水量 %	乾物量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり（%） 比重 0.85					2.4	2.9	0.11			

≡：文献に記されていないが，換算のため適当な数字を仮に設定した。
 ＊：文献中の数字を基に換算した。
 †：文献中の数字と≡の部分の数字を基に換算した。

24：長谷川 秀三，川九 邦雄“有機質土壌改良資材（バーク堆肥と汚泥類）の緑化樹に対する施用効果について”，

No.16

造園雑誌，Vol.46, No.5, 研究発表論文集，1983

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量 %	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
24	圃場試験	乾燥汚泥 石灰系	関東ロー ム 赤土心土	15cm	サンゴジュ シラカシ	バーク堆 肥区	バーク堆 肥	13	13	62								
						活性汚泥 区	乾燥汚泥	0.7	0.7	7								
						バーク堆 肥+活性 汚泥区	バーク堆 肥	13	13	62								
							乾燥汚泥	0.7	0.7	7								
							合 計											
						下水汚泥 区	脱水汚泥			78								

	乾物量	含水量 %	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
乾燥汚泥の組成：生重あたり (%)		7			7	2.7	0.3			
脱水汚泥の組成：生重あたり (%)		78			0.6	0.5	0.01			
バーク堆肥の組成：生重あたり (%)		62			0.5	0.2	0.1			

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量	pH	EC	N g/m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
27	圃場試験	汚泥コン ポスト 石灰	火山灰 黒色土	30cm	マテバジ イ ケヤキ	無施用区												
						固形肥料 区	固形肥料											
						コンポスト 区	コンポスト											
						大量施用 区	コンポスト											

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %
汚泥の組成：乾物あたり（%）					1～2	2～3			16～18	
固形肥料の組成：あたり（%） （ちから複合固形 6-4-3）					6	4	4			

No.18 (1)

6：山田 要，海老原 武久：“下水汚泥の農用地利用について”，Vol.6, No.23, 1983

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/10a	含水量	乾物量	pH	EC	N kg/10a	P ₂ O ₅ kg/10a	K ₂ O kg/10a	C	CaO	MgO
6	圃場試験	汚泥コン ポスト (石灰系)	淡色黒ボ ク土	20cm	ケヤキ	1	バーク堆 肥	3000										
							バーク堆肥 2年目	1000										
							化成肥料						18.0	7.5	7.5			
							化成肥料 2年目						18.0	7.5	7.5			
						2	コンポスト 汚泥	3000										
							コンポスト 汚泥2年目	1000										
							化成肥料						18.0	7.5	7.5			
							化成肥料 2年目						18.0	7.5	7.5			
						3	コンポスト 汚泥	4198										
							コンポスト 汚泥2年目	1198										

	含水量	乾物量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
脱水汚泥の組成：生重あたり (%)			8.0		1.87	2.83	0.09		20.37	0.72
バーク堆肥の組成：生重あたり (%)										

※：文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

*：文献中の数字を基に換算した。

†：文献中の数字と※の部分の数字を基に換算した。

文 献	方 法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/10a	含水量	乾物量	pH	EC	N kg/10a	P ₂ O ₅ kg/10a	K ₂ O kg/10a	C	CaO	MgO
6	圃場試験	汚泥コン ポスト (石灰系)	淡色黒ボ ク土	20cm	ポルトガ ルゲッケ イジュ シノブヒ バ	4	バーク堆 肥	3000										
							バーク堆肥 2年目	1000										
							化成肥料						12.0	5.0	5.0			
							化成肥料 2年目						12.0	5.0	5.0			
						5	コンポスト 汚泥	3000										
							コンポスト 汚泥2年目	1000										
							化成肥料						12.0	5.0	5.0			
							化成肥料 2年目						12.0	5.0	5.0			
						6	コンポスト 汚泥	3799										
							コンポスト 汚泥2年目	1799										

	含水量	乾物量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
脱水汚泥の組成：生重あたり (%)			8.0		1.87	2.83	0.09		20.37	0.72
バーク堆肥の組成：生重あたり (%)										

: 文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

* : 文献中の数字を基に換算した。

† : 文献中の数字と#の部分の数字を基に換算した。

No.19 22：茨城県林業試験場，“有機性汚泥の環境保全的評価および農林水産業への利用に関する研究”，報告書 No. 21, 昭和 59 年(1984)

文献	方法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量	pH	EC	N g/8m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
22	砂丘	汚泥コンポスト 高分子系	砂丘砂	—	クロマツ 幼齡林	汚泥コンポ スト 2 kg 区	コンポスト 汚泥						35.9					
						汚泥コンポ スト 4 kg 区	コンポスト 汚泥					69.9						
						汚泥コンポ スト 8 kg 区	コンポスト 汚泥					139.9						
						牛糞堆肥区	牛糞堆肥					35.2						
						森林用化成 肥料区	化成肥料					20.9	13.6	9.6				

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり (%)					2.7	3.2	1.8			

#: 文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

*: 文献中の数字を基に換算した。

†: 文献中の数字と#の部分の数字を基に換算した。

文献	方法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量	pH	EC	N g/8m ²	P ₂ O ₅ g/m ²	K ₂ O g/m ²	C	CaO	MgO
23	苗畑	汚泥 コンポスト 高分子系	火山灰性黒色土	—	ベニカナメモチ マサキ 挿木1年生苗 ケヤキ 実生1年生苗	汚泥少量区	コンポスト 汚泥	2.0					22.0	13.8	1.3			
						汚泥中量区	コンポスト 汚泥	4.0				44.0	27.6	2.7				
						汚泥多量区	コンポスト 汚泥	8.0				88.0	52.3	5.3				
						牛糞厩肥区	牛糞厩肥	7.7				44.0	86.5	16.3				
						化成肥料	化成肥料	—				13.0	8.6	5.9				
						無肥料区												

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %
汚泥の組成：乾物あたり(%)			4.5		2.15	1.35	0.13	37.0	1.11	0.47
牛糞厩肥の組成：乾物あたり(%)			7.0		1.76	3.46	0.65	32.8	3.36	1.01

No.21

6: 山田 要, 海老原 武久: “下水汚泥の農用地利用について”, Vol. 6, No. 23, 1983

文献	方法	汚泥	土壌	施用厚	植物	試験区	施用物	生重量	乾物量 t/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	圃場試験	汚泥コンポスト 高分子系	黒ボク土		陸稲	対照区	慣行施肥												100
						汚泥0.5t区	汚泥 コンポスト		0.5										98
						汚泥1.0t区	汚泥 コンポスト		1.0										115
						汚泥2.0t区	汚泥 コンポスト		2.0										118

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成: 乾物あたり (%)					2.8	1.9	1.04		1.2	0.4	

文献	方法	汚泥	土壌	施用厚	植物	試験区	施用物	生重量	乾物量 L/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	ライシメ ーター試 験	汚泥 コンポスト 高分子系			青刈り トウモ ロコシ	対照区	慣行施肥												100
						無堆肥区													93
						汚泥堆肥 0.5t区	汚泥 コンポスト		0.5										114
						汚泥堆肥 1.0t区	汚泥 コンポスト		1.0										123
						汚泥堆肥 2.0t区	汚泥 コンポスト		2.0										146

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成: 乾物あたり (%)					2.8	1.9	1.04		1.2	0.4	

文献	方法	汚泥	土壌	施用厚	植物	試験区	施用物	生重量	乾物量 L/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	ライシメ ーター試 験	汚泥 コンポスト 高分子系			青刈り ライ麦	対照堆肥区													100
						汚泥堆肥 0.6t区	汚泥 コンポスト		0.6										115
						汚泥堆肥 1.2t区	汚泥 コンポスト		1.2										173
						汚泥堆肥 2.0t区	汚泥 コンポスト		2.0										186

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり(%)					2.8	1.9	1.04		1.2	0.4	

文献	方法	汚泥	土壌	施用厚	植物	試験区	施用物	生重量	乾物量 L/10a	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO	収量指数
6	ライシメ ーター試 験	汚泥 コンポスト 高分子系			サント ウサイ	対照堆肥区													100
						汚泥0.8t区	コンポスト汚泥		0.8										141
						汚泥1.6t区	コンポスト汚泥		1.6										150
						汚泥3.2t区	コンポスト汚泥		3.2										98

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり(%)					2.8	1.9	1.04		1.2	0.4	

No.23

6：山田 要，海老原 武久：“下水汚泥の農用地利用について”，Vol.6，No.23，1983

文 献 方 法 汚 泥 土 壌 施用厚 植物 試 験 区 施 用 物 生重量 乾物量
 L/10a 含水量 pH EC N P₂O₅ K₂O C CaO MgO 収量指数

6	ライシメ ーター試 験	汚泥 コンポスト 高分子系			コンニ ャク	対照区	慣行施肥													100	
						汚泥0.5t区	コンポスト汚泥		0.5												112
						汚泥1.0t区	コンポスト汚泥		1.0											134	
						汚泥2.0t区	コンポスト汚泥		2.0											162	

	乾物量	含水量	pH	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %	収量指数
汚泥の組成：乾物あたり(%)					2.8	1.9	1.04		1.2	0.4	

文献	方法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 g/本	乾物量	含水量 %	pH	EC	N g/本	P ₂ O ₅ g/本	K ₂ O g/本	C	CaO	MgO
4	植穴 施用	汚泥 コンポスト	火山灰土 黒ボク土漸移層	植穴下層	イチヨウ 樹高 4 m	無施用区	化成肥料											
							同上 2 年目											
						化学肥料区	化学肥料6-4-3	500					合計 30	合計 39	合計 15			
							過石(17)	112										
						汚泥 コンポ スト区	コンポスト 汚泥	4600		65								
							過石(17)	85					合計 30	合計 39	合計 15			
							硫石	27										
						パーク堆肥	パーク堆肥	6500		59			合計 30	合計 39	合計 15			
							硫石	14										

	含水量 %	pH KCl	EC	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C %	CaO %	MgO %
汚泥の組成：生重あたり(%)	65.0	4.7		0.65	0.72	0.03	17.6	0.49	0.14
パーク堆肥の組成：生重あたり(%)	59.0	5.5		0.46	0.60	0.12	14.2	2.01	0.34
土壌の組成(0～15cm)：乾物あたり(%)		4.8	0.1	0.40			5.35		
土壌の組成(15～30cm)：乾物あたり(%)		4.5	0.1	0.32			4.15		

No.24(2)

4：塘 隆夫：“下水汚泥の木本植物への使用効果の2.の例”，Vol. 6, No. 21, 1983

文献	方法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量	乾物量	含水量	pH	EC	N g/本	P ₂ O ₅ g/本	K ₂ O g/本	C	CaO	MgO
4	植穴 施用	汚泥 コンポスト	沖積土 土厚60cm 地下水位 60cm	植穴下層	アキニレ 樹高3 m	無施用区	化成肥料											
							同上2年目											
						化学肥料区	化学肥料 6-4-3	500 g/本					合計 30g/本	合計 39g/本	合計 15g/本			
							過石(17)	112 g/本										
						汚泥 コンポスト区	コンポスト 汚泥	4600 g/本		65 %								
							過石(17)	85 g/本					合計 30g/本	合計 39g/本	合計 15g/本			
							硫石	27 g/本										
						パーク堆肥	パーク堆肥	6500 g/本		59 %			合計 30g/本	合計 39g/本	合計 15g/本			
							硫石	14 g/本										

	含水量 %	pH KCl	EC	N %	P ₂ O ₅	K ₂ O	C %	CaO	MgO
汚泥の組成：生重あたり(%)	65.0	4.7		0.65	0.72	0.03	17.6	0.49	0.14
パーク堆肥の組成：生重あたり(%)	59.0	5.5		0.46	0.60	0.12	14.2	2.01	0.34
土壌の組成(0～15cm)：乾物あたり(%)		5.1	0.1以下	0.08			0.95		
土壌の組成(15～30cm)：乾物あたり(%)		4.0	0.1以下	0.07			0.91		

文献	方法	汚 泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
☆	林業 苗畑	汚泥 コンポスト	火山灰土 (黒ボク土)	—	スギ アカマツ	汚泥コンポ スト 5 kg 区	コンポスト 汚泥	5										
						汚泥コンポ スト 2.5kg 区	苗畑肥料 12-13-10	0.1										
						パーク堆肥区	コンポスト 汚泥	2.5										
						無施肥区	苗畑肥料 12-13-10	0.1										
							パーク堆肥	1										
							苗畑肥料 12-13-10	0.1										
							苗畑肥料 12-13-10	0.1										

試 験 区	施 用 物	生重量 kg/m ²	乾物量	含水量	pH (KCl)	EC	N	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	C	CaO %	MgO mg/100g
コンポスト汚 泥 5 kg 区	土壌分析値				5.4			10.5	3		0.20	30
コンポスト汚 泥 2.5kg 区	土壌分析値				4.7			12.5	3		0.20	30
パーク堆肥区	土壌分析値				4.3			13.3	3		0.18	30
無施肥区	土壌分析値				4.2			11.5	3		0.17	28

	乾物量	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
汚泥の組成：生重あたり (%)										

#: 文献に記されていないが、換算のため適当な数字を仮に設定した。

*: 文献中の数字を基に換算した。

†: 文献中の数字と=の部分の数字を基に換算した。

文献	方法	汚 泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	生重量 kg/本	乾物量	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
☆	造林地 伐跡4区 樹木の上 部から生 じた落ち 葉を 毎年化学 肥料散布	汚泥、 コンポスト	壤土～砂質壤土	—	キリ樹高 2.5～5.5m 胸高直径 3.5～10.0cm	少量区 多量区 化学肥料区	コンポスト 汚泥	4										
							コンポスト 汚泥	8										
							化学肥料	72 (g/本)										

試験区	施用物	生重量 kg/本	乾物量	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C %	CaO	MgO
少量区	土壌分析値 5 cm 深				6.4 (5.9)					6.9 (6.5)		
	土壌分析値 20cm 深				6.2 (5.7)					5.7 (5.1)		
	土壌分析値 40cm 深				6.0 (5.7)					1.1 (4.2)		
多量区	土壌分析値 5 cm 深				6.7 (5.9)					7.1 (5.9)		
	土壌分析値 20cm 深				6.2 (5.7)					6.3 (6.9)		
	土壌分析値 40cm 深				5.6 (5.8)					3.8 (4.3)		
化学肥料区	土壌分析値 5 cm 深				5.6 (5.5)					3.9 (5.8)		
	土壌分析値 20cm 深				5.7 (6.1)					3.8 (5.2)		
	土壌分析値 40cm 深				5.7 (6.0)					3.0 (4.0)		
無散布区	土壌分析値 5 cm 深				6.1 (6.1)					5.0 (7.1)		
	土壌分析値 20cm 深				5.8 (6.3)					3.0 (6.3)		
	土壌分析値 40cm 深				5.6 (6.4)					1.1 (3.1)		

	乾物量	含水量	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C	CaO	MgO
汚泥の組成：乾物あたり(%)										

文献	方法	汚泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施 用 物 t/10a	生重量 t/10a	乾物量	含水量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
7	0.5m ² 本 枠内に土 壌を充填	脱水汚泥 石灰系	黒ボク土		春小麦 大豆	対照区					5.7	0.38		26.1	0.10	426		5.6	23.4	34.6
						0.5区	脱水汚泥	0.5												
						1.0区	脱水汚泥	1												
						2.0区	脱水汚泥	2												
			褐色低地土		春小麦 大豆	対照区														
						0.5区	脱水汚泥	0.5												
						1.0区	脱水汚泥	1												
						2.0区	脱水汚泥	2												

土 壤	施用厚	植 物	試験区	施 用 物	生重量	乾物量	含水量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
黒ボク土			0.5区	土壌分析値													
			1.0区	土壌分析値							1.02*		1.03*		1.25*	1.09*	1.31*
			2.0区	土壌分析値				1.09*	1.05*		1.09*	1.50*	1.12*		1.21*	1.07*	1.74*
褐黒色低 地土			0.5区	土壌分析値													
			1.0区	土壌分析値							1.08*		1.12*		0.99*	0.96*	1.18*
			2.0区	土壌分析値				0.95*	1.11*		1.10*	1.23*	1.16*		1.01*	0.94*	1.25*

	乾物量	含水量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
汚泥の組成: 乾物あたり			11.1	0.8	73	125	1.27	892		18.8	54.3	777

*: コントロールに対する比

No.28(1)

15：建設省都市局下水道部, 日本下水道事業団：“下水汚泥の処理, 処分に關する調査, 下水汚泥の農地利用に關する調査, 昭和 59 年度”, 昭和 60 年(1985)

文献	方法	汚泥	土 壤	施用厚	植 物	試験区	施 用 物	生重量	含水量	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
15	砂丘地圃場 1区20m ² 昭和53~59 年まで連用 毎年春1回 施用	脱水汚泥 高分子系	砂丘地土壌	20cm	パレイショ (前作, 2年 目より開始) ハクサイ (後作)	下水汚泥 1.5t 連 用区	脱水汚泥													
						下水汚泥 1.5t 連 用跡地区	脱水汚泥													

試験区	施 用 物	生重量	含水量	乾物量	As	Cd	Cr	Cu ppm	Hg	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb	Zn ppm
下水汚泥 1.5t 連 用区	土壌分析値 58年①							9.5		334.5		8.8		59.5
	土壌分析値 58年②							5.1		297.8		7.9		43.5
下水汚泥 3.0t 連 用区	土壌分析値 55年①							18.0		297.8		7.9		43.5
	土壌分析値 55年②							6.3		292.6		9.5		58.9
	土壌分析値 58年①							13.2		378.9		8.4		71.2
下水汚泥 3.0t 連 用跡地区	土壌分析値 58年②							6.4		320.8		8.7		49.7
	土壌分析値 55年①							5.9		260.4		6.2		42.4
対照区	土壌分析値 55年②							5.1		260.2		6.1		36.8
	土壌分析値 58年①							4.6		243.7		7.1		36.3
	土壌分析値 58年②							4.4		250.9		7.6		35.7

注：①は地下0~20cm
②は地下20~40cm

	含水量	乾物量	As ppm	Cd ppm	Cr ppm	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
土壌の組成：乾物あたり ①(0～20cm)						4.6		252.0		5.0		36.2
土壌の組成：乾物あたり ②(20～40cm)						4.5		232.0		5.0		36.2
汚泥の組成：乾物あたり 昭和53年			45.2	1.53	295	517	0.90	7980		211	141	3200
汚泥の組成：乾物あたり 昭和54年			58.0	1.49	207	326	0.95	7901		96	141	2664
汚泥の組成：乾物あたり 昭和55年			21.7	1.62	218	242	0.93	6146		72	93	1917
汚泥の組成：乾物あたり 昭和53～55年の平均値			41.6	1.55	240	362	0.93	7342		126	125	2594

注：①は地下0～20 cm
②は地下20～40 cm

No.29

7：野村 琥：“北海道における汚泥の農用地利用について”，Vol.6, No.21, 1983

文献	方法	汚泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施 用 物 l/10a	生重量 l/10a	乾物量	含水量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
7	0.5m ² 木 枠内に土 壌を充填	脱水汚泥 高分子系	黒ボク土		春小麦 大豆	対照区					5.7	0.38		26.1	0.10	426		5.6	23.4	34.6
						0.5区	脱水汚泥	0.5												
						1.0区	脱水汚泥	1												
						2.0区	脱水汚泥	2												
			褐色低地土		春小麦 大豆	対照区														
						0.5区	脱水汚泥	0.5												
						1.0区	脱水汚泥	1												
						2.0区	脱水汚泥	2												

土 壌	施用厚	植 物	試験区	施 用 物	生重量	乾物量	含水量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
黒ボク土			0.5区	土壌分析値													
			1.0区	土壌分析値							1.02*		0.98*		1.63*	0.97*	1.48*
			2.0区	土壌分析値				1.14*	1.34*		1.10*	1.30*	1.02*		1.14*	1.03*	1.48*
褐色低地土			0.5区	土壌分析値													
			1.0区	土壌分析値							1.06*		1.00*		0.98*	0.87*	1.07*
			2.0区	土壌分析値				1.17*	1.07*		1.14*	1.15*	1.04*		1.02*	0.98*	1.15*

	乾物量	含水量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
汚泥の組成：乾物あたり			18.8	1.6	151	203	1.49	1674		39.0	57.6	1139

*：コントロールに対する比

文献	方 法	汚泥	土壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量	生重量	含水量	乾物量	As	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn ppm
16	圃場試験 昭和57年 ～60年	汚泥 コンポ スト 石灰系	水山灰 植壤土		桑 (一ノ瀬)	有機物 施肥肥区	土壌分析 終了時①						0.30		71.0						68.8
							土壌分析 終了時②						0.26		69.2						68.6
							土壌分析 終了時③						0.19		51.6						78.6
						桑桑残渣 区	土壌分析 終了時①						0.22		79.3						68.4
							土壌分析 終了時②						0.21		65.1						70.6
							土壌分析 終了時③						0.26		63.2						89.1

	含水量	乾物量	As	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn ppm
汚泥の組成：乾物あたり (ppm)				3.91		588						68.8

注 土壌分析終了時①：0～15 cm
 土壌分析終了時②：15～30 cm
 土壌分析終了時③：30～45 cm

16：埼玉県下水汚泥資源利用推進委員会，“下水汚泥資源利用に関する研究 昭和58年度報告書”，昭和59年（1984）

文献	方 法	汚泥	土壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量 t/10a	生重量 t/10a	含水量	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
16	圃場試験 昭和57年 ～60年	汚泥 コンボ スト 石灰系	火山灰 埋壊土		桑 (一ノ瀬)	石灰コン ポスト少 量区	汚泥コン ポスト 57年	2	2													
							58年以降	1.5	1.5													
						石灰コン ポスト 中量区	汚泥コン ポスト 57年	4	4													
							58年以降	1.5	1.5													
						石灰コン ポスト 多量区	汚泥コン ポスト 57年	6	6													
							58年以降	1.5	1.5													

試験区	施用物	施用量	生重量	含水量	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
石灰コン ポスト少 量区	土壌分析 終了時①						0.33		51.0						73.8
	土壌分析 終了時②						0.30		46.0						67.6
	土壌分析 終了時③						0.31		48.5						62.5
石灰コン ポスト中 量区	土壌分析 終了時①						0.57		68.7						108.9
	土壌分析 終了時②						0.31		55.0						85.6
	土壌分析 終了時③						0.41		50.5						65.7
石灰コン ポスト多 量区	土壌分析 終了時①						0.63		70.3						117.0
	土壌分析 終了時②						0.38		48.3						76.1
	土壌分析 終了時③						0.37		42.6						54.4

	含水量	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
汚泥の組成：乾物あたり (ppm)				0.37		42.6						54.4
												ppm

注 土壌分析終了時①：0～15cm
 土壌分析終了時②：15～30cm
 土壌分析終了時③：30～45cm

文献	方法	汚泥	土壌	施用厚	植物	試験区	施用物	施用量 kg/a	生重量	含水量 %	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
16	水田・水田二毛作において小麦作前に汚泥施用 昭和57年～60年	汚泥コンポスト 石灰系	礫質灰白低地土壌		小麦-農林61号 水稻-日本晴	石灰コンポスト少量区	汚泥コンポスト	60	60	9.1											

試験区	施用物	施用量	生重量	含水量	乾物量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn ppm
対照区	土壌分析値第1作						0.42		34						115
	土壌分析値第2作						0.41		36						116
	土壌分析値第3作						0.45		32						121
	土壌分析値第4作						0.42		33						110
	土壌分析値第5作						0.41		34						117
	土壌分析値第6作						0.40		32						114
石灰コンポスト少量区	土壌分析値第1作						0.42		37						123
	土壌分析値第2作						0.43		39						124
	土壌分析値第3作						0.44		34						126
	土壌分析値第4作						0.46		35						118
	土壌分析値第5作						0.46		36						128
	土壌分析値第6作						0.44		35						123

	含水量	乾物量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn ppm
汚泥の組成：乾物あたり			6.69	4.20		418.8						982.7
土壌の組成：乾物あたり			9.08	0.37		35.2						99.9

注：土壌分析値は原文のグラフから読み取った。

16: 埼玉県下水汚泥資源利用推進委員会 “下水汚泥資源利用に関する研究 昭和58年度報告書”, 昭和59年 (1984)

文献	方法	汚泥	土壌	施用厚	植物	試験区	施用物	施用量 kg/a	生重量	含水量 %	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
16	水田 コムギ・水 田二毛作に おいて小麦 作前に汚泥 施用 昭和57年～ 60年	汚泥 コンボ スト 石灰系	礫質灰 白低地 土壌		小麦- 農林61号 水稻- 日本晴	石灰コン ポスト多 量区	汚泥 コンポスト	120	120	9.1											

試験区	施用物	施用量	生重量	含水量	乾物量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn ppm
石灰コン ポスト多 量区	土壌分析 値第1作						0.48		40						135
	土壌分析 値第2作						0.47		42						136
	土壌分析 値第3作						0.46		39						138
	土壌分析 値第4作						0.48		39						127
	土壌分析 値第5作						0.52		39						138
	土壌分析 値第6作						0.48		38						133
いなわら 施用対照区	土壌分析 値第1作						0.42		33						111
	土壌分析 値第2作						0.41		33						116
	土壌分析 値第3作						0.41		32						113
	土壌分析 値第4作						0.41		33						113
	土壌分析 値第5作						0.41		32						116
	土壌分析 値第6作						0.39		33						115

	含水量	乾物量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn ppm
汚泥の組成：乾物あたり			6.69	4.20		418.8						982.7
土壌の組成：乾物あたり			9.08	0.37		35.2						99.9

注：土壌分析値は原文のグラフから読み取った。

23：茨城県林業試験場，“有機性汚泥の環境保全的評価および農林水産業への利用に関する研究”，報告書 No. 2，昭和 60 年（1985）

文献	方 法	汚泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量 kg/m ²	生重量 kg/m ²	含水量 %	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
23	苗畑	汚泥コン ポスト 高分子系	火山灰 性黒色 土		挿木苗 ベニカナ メモチ マサキ 実生苗 ケヤキ	汚泥堆肥 少量区	汚泥 コンポスト	2.0																
						汚泥堆肥 中量区	汚泥 コンポスト	4.0																
						汚泥堆肥 多量区	汚泥 コンポ スト	8.0																
						牛糞厩肥 区	牛糞厩肥	7.7																

試験区	施用物	施用量	生重量	含水量	乾物量	As	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
化学肥料 区	土壌分析 値 ①						0.3		40.0				10.1	10.7	53.2
	土壌分析 値 ②						0.3		38.8				10.2	10.7	51.1
汚泥堆肥 少量区	土壌分析 値 ①						0.4		39.6				9.8	14.2	67.5
	土壌分析 値 ②						0.3		35.8				8.9	12.7	40.7
汚泥堆肥 中量区	土壌分析 値 ①						0.4		49.0				9.5	9.2	152.3
	土壌分析 値 ②						0.3		35.1				9.1	7.7	47.7
汚泥堆肥 多量区	土壌分析 値 ①						0.6		68.0				10.8	11.1	197.2
	土壌分析 値 ②						0.3		40.3				9.8	8.2	65.1
牛糞厩肥 区	土壌分析 値 ①						0.4		43.2				10.3	9.5	67.2
	土壌分析 値 ②						0.3		39.7				9.8	11.0	51.2
無肥料区	土壌分析 値 ①						0.3		41.0				10.2	14.4	51.2
	土壌分析 値 ②						0.3		35.7				9.4	11.8	46.8

	含水量	乾物量	As	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
汚泥の組成：生重あたり				2.3		211.1				14.4	46.0	963.8
牛糞厩肥の組成：乾物あたり				0.7		90.2				7.5	4.2	310.9

注：①は地下0～10cm
②は地下10～20cm

No.33 (1)

15：建設省都市局，日本下水道事業団：“下水汚泥の処理，処分に関する調査，下水汚泥の農地利用に関する調査，昭和59年度”，昭和60年(1985)

文献	方法	汚泥	土壌	施用厚	植物	試験区	施用物	生重量	乾物量	含水量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
15	砂丘地圃場 1区20m ² 昭和53～ 59年まで 連用	汚泥コン ポスト 高分子系 昭和53～ 59年はM 市，57～ 59年はT 市のもの を用いた (原文参 照)	砂丘地 土壌	20cm	バイレショ (前作，2 年目より開 始) ハクサイ (後作)	汚泥堆肥 1.5t連用	汚泥 コンポスト													
						汚泥堆肥 3.0t連用	汚泥 コンポスト													

試験区	施用物	生重量	乾物量	含水量	As	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb	Zn ppm
汚泥堆肥 1.5t連用区	土壌分析値58 年①							7.7		248.8		7.1		49.5
	土壌分析値58 年②							4.8		252.3		7.8		43.1
汚泥堆肥 3.0t連用区	土壌分析値55 年①							9.5		265.7		7.0		58.9
	土壌分析値55 年②							6.1		262.0		8.3		41.9
	土壌分析値58 年①							12.4		267.8		8.2		62.6
	土壌分析値58 年②							5.6		268.8		8.7		51.8
	土壌分析値55 年①							5.9		260.4		6.2		42.4
対照区	土壌分析値55 年②							5.1		260.2		6.1		36.8
	土壌分析値58 年①							4.6		243.7		7.1		36.3
	土壌分析値58 年②							4.4		250.9		7.6		35.7

	乾物量	含水量	As	Cd	Cr	Cu ppm	Hg	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb	Zn ppm
土壌の組成：乾物あたり ①(0～20cm)												
土壌の組成：乾物あたり ②(20～40cm)						4.5		232.0		5.0		36.2

注：①は地下0～20cm
②は地下20～40cm

No.33(2)

15：建設省都市局下水道部，日本下水道事業団：“下水汚泥の処理，処分に関する調査，下水汚泥の農地利用に関する調査，昭和59年度”，昭和60年(1985)

文献	方法	汚泥	汚泥供給源	年度		含水量	乾物量	As ppm	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg ppm	Mn ppm	Mo	Ni ppm	Pb	Zn ppm
15	砂丘地圃場 1区20m ² 昭和53～59 年まで運用	汚泥コンボ スト 高分子系 昭和53～56 年はM市， 57～59年は T市のもの を用いた。 (原文参照)	M市	53年	汚泥の組成：乾物あたり			2.2	0.8		124	0.5	192		70		501
				54年	汚泥の組成：乾物あたり			0.6	1.0		123	0.7	200		14		856
				55年	汚泥の組成：乾物あたり			0.6	0.8		123	0.7	232		8		498
				53～55年 の平均値	汚泥の組成：乾物あたり			1.1	0.9		123	0.6	208		31		618
			T市	56年	汚泥の組成：乾物あたり			9.1	1.0		62	—	1554		56		479
				57年	汚泥の組成：乾物あたり			8.8	2.7		194	0.7	1040		11		1046
				58年	汚泥の組成：乾物あたり			14.3	—		190	—	595		12		948
				59年	汚泥の組成：乾物あたり			—	—		147	—	271		6		727
				56～59年 の平均値	汚泥の組成：乾物あたり			—	—		148	—	865		21		800

15：建設省都市局下水道部，日本下水道事業団：“下水汚泥の処理，処分に関する調査，下水汚泥の農地利用に関する調査，昭和59年度”，昭和60年(1985)

文献	方 法	汚泥	土 壌	施用厚	植 物	試験区	施用物	施用量 t/10a	生重量 t/10a	含水量 %	乾物量	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
15	圃場試験 3年で5 作。5回 施用	汚泥 コンポ スト	表層多 腐植質 黒ボク 土		ビール麦 青刈トウ モロコシ ビール麦 白菜 ビール麦	無肥料コ ンポスト 区	汚泥 コンポ スト1-2作	1.5	1.5	11.6														
							汚泥 コンポ スト3-5作	1.5	1.5	41.5														
						3要素コ ンポスト 区	汚泥 コンポ スト1-2作	1.5	1.5	11.6														
							汚泥 コンポ スト3-5作	1.5	1.5	41.5														

試験区	施用物	施用量	生重量	含水量	乾物量	As	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
無肥料区	土壌分析 値4年目						0.5		63.1				13.5	10.7	66.4
	土壌分析 値5年目						0.58		71.4				12.2	19.1	43.4
無肥料コ ンポスト 区	土壌分析 値4年目						0.7		90.0				15.4	11.6	75.3
	土壌分析 値5年目						0.55		87.5				13.6	20.2	82.5
3要素区	土壌分析 値4年目						0.6		59.2				12.5	19.6	55.6
	土壌分析 値5年目						0.69		74.9				13.2	19.1	65.3
3要素コ ンポスト 区	土壌分析 値4年目						0.8		91.6				15.2	16.2	75.2
	土壌分析 値5年目						0.63		87.9				12.9	21.3	78.4

	含水量 %	乾物量	As	Cd ppm	Cr	Cu ppm	Hg	Mn	Mo	Ni ppm	Pb ppm	Zn ppm
汚泥の組成：生重あたり 第1作～第2作	11.6			1.45		135.1				23.3	34.2	350.0
汚泥の組成：生重あたり 第3作～第5作	41.5			1.98		396.0				27.7	19.3	563.8
汚泥の組成：乾物あたり 第1作～第2作												
汚泥の組成：乾物あたり 第3作～第5作												

3. アンケート調査結果

アンケート調査概要

1) 対象業者

アンケート調査は、(財)道路緑化保全協会団体正会員 228 社の内、設計やコンサルタント業者を除く施工業者で、全回答業者数は 123 社になった。この内、3 社は業者名が不明であるが、全国の主要な造園業者はほとんど網羅している。従って、このアンケートは、緑化業者の声を代表していると考えられる。

2) アンケートの回答数

アンケートは 1990 年(平成元年)2 月～10 月にかけて、送付、回収、集計等が行われた。全回答社は 123 社であったが、「I. コンポスト化汚泥・乾燥汚泥」に関しては 122 社が有効であり(無回答が 1 社)、「II. 消化脱水汚泥」では 120 社が有効であった(無回答が 3 社)。

3) アンケートにおける汚泥の定義

汚泥を以下のように定義して、説明書きをつけ加えている。

- ① コンポスト汚泥とは下水汚泥をコンポスト化施設において一定期間醗酵させ堆肥化したもので、粉状または粒状のものをいいます。
 - ② 乾燥汚泥とは、下水汚泥を乾燥施設において火力乾燥しただけのもので、粉状または粒状のものをいいます。
 - ③ 消化脱水汚泥とは、脱水ケーキと呼ばれるもので、下水汚泥を脱水しただけの湿った暗褐色の粘土状のものをいいます。

I. コンポスト汚泥・乾燥汚泥についてお答え下さい。

質問1. コンポスト汚泥や乾燥汚泥が緑地や農地で肥料や土壌改良材として利用されていることをご存じですか？

1. はい
2. いいえ

(質問2.～5.には質問1.に「1. はい」と答えた方のみお答えください。)

質問2. コンポスト汚泥や乾燥汚泥を緑地や農地に施用した経験がありますか？

1. はい
2. いいえ

(質問3.～5.には、質問2.に「はい」と答えた方のみお答え下さい。)

質問3. 施用したのはコンポスト汚泥、乾燥汚泥のどちらですか？ また、それはどこの処理場の製品ですか？

1. コンポスト汚泥 (処理場名:)
2. 乾燥汚泥 (処理場名:)

質問4. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を使用した目的は何ですか？

1. 肥料
2. 土壌改良材
3. その他 ()

質問5. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を使用した効果はありましたか？

1. 肥料として大きな効果が認められた。
2. 肥料としてまずまずの効果が認められた。
3. 肥料としての効果はほとんど認められなかった。
4. 肥料としての効果は確認していないのでわからない。
5. 土壌改良材として大きな効果が認められた。
6. 土壌改良材としてまずまずの効果が認められた。
7. 土壌改良材としての効果はほとんど認められなかった。
8. 土壌改良材としての効果は確認していないのでわからない。
9. その他 []

質問6. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を今後も (は) 使用しますか？

1. 積極的に使用したい。
2. 設計書に組んであれば使用するが、自らはあまり使用したくない。
3. 設計書に組んで欲しくない。

(質問7.には、質問6.に「1. 積極的に使用したい。」と答えた方のみお答え下さい。)

質問7. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を積極的に使用したい理由は何ですか？

1. 効果が大きいから。
2. 価格が安いから。

3. その他 []

(質問8.～9.には、質問6に「2. 設計書に組んであれば使用するが、自らはあまり使用したくない。」又は、「3. 設計書に組んで欲しくない。」と答えた方のみお答え下さい。)

質問8. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を使用したくない理由は何ですか？

1. 臭気がひどいから。
2. 不潔だから。
3. 病原菌が含まれている恐れがあるから。
4. 重金属を含んでいる恐れがあるから。
5. 風で飛散しやすく扱いにくいから。
6. 効果がないから。
7. 入手が困難 (面倒) であるから。
8. 価格が高いから。
9. その他 []

質問9. コンポスト汚泥をどのように改良したら使用しますか？

1. 臭気を無くする。
2. 乾燥を徹底させる。
3. 病原菌が含まれていないことを証明する。
4. 重金属含有量が安全基準値の範囲内であることを証明する。
5. 風で飛散しないような形状にする。
6. 入手手続を簡便にする。
7. 価格を安くする。(円/20 kg 程度以下)
8. その他 []
9. どのような改良を加えても下水汚泥を原料とする資材は使用したくない。

以上でコンポスト汚泥、乾燥汚泥に関する質問を終わります。次は、消化脱水汚泥に関する質問です。

II. 消化脱水汚泥についてお答え下さい。

質問1. 消化脱水汚泥が緑地や農地で肥料や土壌改良材として利用されていることをご存じですか？

1. はい
2. いいえ

(質問2.～4.には質問1.に「1. はい」と答えた方のみお答えください。)

質問2. 消化脱水汚泥を緑地や農地に施用した経験がありますか？

1. はい
2. いいえ

(質問3.～5.には、質問2.に「はい」と答えた方のみお答え下さい。)

質問3. 消化脱水汚泥を使用した目的は何ですか？

1. 肥料
2. 土壌改良材
3. その他()

質問4. 消化脱水汚泥を使用した効果はありましたか？

1. 肥料として大きな効果が認められた。
2. 肥料としてまずまずの効果が認められた。
3. 肥料としての効果はほとんど認められなかった。
4. 肥料としての効果は確認していないのでわからない。
5. 土壌改良材として大きな効果が認められた。
6. 土壌改良材としてまずまずの効果が認められた。
7. 土壌改良材としての効果はほとんど認められなかった。
8. 土壌改良材としての効果は確認していないのでわからない。
9. その他[]

質問5. 消化脱水汚泥を今後も(は)使用しますか？

1. 積極的に使用したい。
2. 設計書に組んであれば使用するが、自らはあまり使用したくない。
3. 設計書に組んで欲しくない。

(質問6.には、質問5.に「1. 積極的に使用したい。」と答えた方のみお答え下さい。)

質問6. 消化脱水汚泥を積極的に使用したい理由は何ですか？

1. 効果が大きいから。
2. 価格が安いから。
3. その他[]

(質問7.～8.には、質問5に「2. 設計書に組んであれば使用するが、自らはあまり使用したくない。」又は、「3. 設計書に組んで欲しくない。」と答えた方のみお答え下さい。)

質問7. 消化脱水汚泥を使用したくない理由は何ですか？

1. 臭気がひどいから。
2. 不潔だから。
3. 病原菌が含まれている恐れがあるから。
4. 重金属を含んでいる恐れがあるから。
5. 土壌に混入しにくく扱いにくいから。
6. 効果がないから。
7. 入手が困難(面倒)であるから。
8. その他[]

質問8. 消化脱水汚泥をどのように改良したら使用しますか？

1. 臭気を無くする。
2. 乾燥を徹底させる。
3. 病原菌が含まれていないことを証明する。
4. 重金属含有量が安全基準値の範囲内であることを証明する。
5. 入手手続を簡便にする。
6. その他[]
7. どのような改良を加えても下水汚泥を原材とする資材は使用したくない。

以上で全ての質問を終わります。ご協力ありがとうございました。なお、汚泥等に関するご意見やご質問等がありましたら下の余白にお書き下さい。

コンポスト汚泥・乾燥汚泥のアンケート結果

1. コンポスト汚泥や乾燥汚泥が緑地や農地で肥料や土壌改良材として利用されていることを知っていますか？

1. はい[110 回答]
2. いいえ[12 回答]

質問 2. コンポスト汚泥や乾燥汚泥を緑地や農地に施用した経験がありますか？

1. はい[67 回答]
2. いいえ[43 回答]
無回答[12 回答]

質問 3. 施用したのはコンポスト汚泥、乾燥汚泥のどちらですか？ また、それはどこの処理場の製品ですか？

1. コンポスト汚泥[45 回答]
2. 乾燥汚泥[26 回答] (重複回答 6 社)
無回答[2 回答]

質問 4. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を使用した目的は何ですか？

1. 肥料[33 回答]
2. 土壌改良材[46 回答]
3. その他 ()[4 回答]
内訳：① {緑化用資材 (内容不明)}[1 回答]
② {芝生の目土}[1 回答]
③ {種子吹付土}[1 回答]
④ {工場よりの指示 (意味不明)}[1 回答]

無回答[2 回答]

質問 5. コンポスト汚泥を使用した効果はありましたか？

1. 肥料として大きな効果が認められた。[9 回答]
2. 肥料としてまずまずの効果が認められた。[17 回答]
3. 肥料としての効果はほとんど認められなかった。[1 回答]
4. 肥料としての効果は確認していないのでわからない。[12 回答]
5. 土壌改良材として大きな効果が認められた。[2 回答]
6. 土壌改良材としてまずまずの効果が認められた。[16 回答]
7. 土壌改良材としての効果はほとんど認められなかった。[2 回答]
8. 土壌改良材としての効果は確認していないのでわからない。[27 回答]
9. その他 [][6 回答]

- 内訳：① {終果判明せず}[4 回答]
② {化成肥料と同時使用のため確認していない}[1 回答]
③ {量的な限度があることが判明した}[1 回答]

重複回答 [27 回答] (25 社) 無回答 [2 回答]

質問 6. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を今後も (は) 使用しますか？

1. 積極的に使用したい。[22 回答]
2. 設計書に組んであれば使用するが、自らはあまり使用したくない。[85 回答]
3. 設計書に組んで欲しくない。[7 回答]

重複回答 [2 回答 (2 社) (1 & 2), (2 & 3)] 無回答 [9 回答]

質問7. (質問6で[1]を選択した人のみ)

コンポスト汚泥、乾燥汚泥を積極的に使用したい理由は何ですか？

1. 効果が大きいから。……………[7 回答]
2. 価格が安いから。……………[9 回答]
3. その他 [] ……………[9 回答]

内訳：① {将来の問題として資源の再利用化の推進} ……………[4 回答]

② {使用場所や方法によっては十分な効果が得られると思うから}
……………[1 回答]

③ {手間がかからない} ……………[1 回答]

④ {化学薬品ではないから} ……………[1 回答]

⑤ {パーク堆肥に比べて良好だから} ……………[1 回答]

重複回答 [5 回答(4 社)] 無回答 [2 回答]

質問8. コンポスト汚泥、乾燥汚泥を使用したくない理由は何ですか？

1. 臭気がひどいから。……………[38 回答]
2. 不潔だから。……………[16 回答]
3. 病原菌が含まれている恐れがあるから。……………[21 回答]
4. 重金属を含んでいる恐れがあるから。……………[39 回答]
5. 風で飛散しやすく扱いにくいから。……………[12 回答]
6. 効果がないから。……………[4 回答]
7. 入手が困難(面倒)であるから。……………[22 回答]
8. 価格が高いから。……………[9 回答]
9. その他 [] ……………[24 回答]

内訳：① {効果が確認できない} ……………[6 回答]

② {製品に対する知識が無い} ……………[5 回答]

③ {使用害の可能性はある} ……………[2 回答]

その他として各1回答であるが以下の回答があった

{効果が低いから}

{パーク堆肥施設を持つから}

{住宅地の使用に問題があるから}

{乾燥汚泥も吸水すると脱水汚泥と変わらないから}

{場所が偏在するから}

{労働者が嫌うから}

{必要としないから}

重複回答 [94 回答(51 社)] 無回答 [2 回答]

なお、質問6で今後も積極的に利用したいと答えた業者でも、この質問に回答をしている業者が4社あった。

質問9. コンポスト汚泥をどのように改良したら使用しますか？

1. 臭気を無くする。……………[47 回答]
2. 乾燥を徹底させる。……………[20 回答]
3. 病原菌が含まれていないことを証明する。……………[34 回答]
4. 重金属含有量が安全基準値の範囲内であることを証明する。……………[40 回答]
5. 風で飛散しないような形状にする。……………[14 回答]
6. 入手手続を簡便にする。……………[29 回答]
7. 価格を安くする (円/20 kg 程度以下) ……………[15 回答]
(150 円) [1 回答], (200 円) [2 回答], (300 円) [2 回答]
(400 円) [2 回答], (5 ～600 円) [1 回答], (記入なし) [7 回答]
8. その他 [] ……………[10 回答]
内訳: ① {効果が立証されれば} ……………[4 回答]
② {袋詰めにする} ……………[1 回答]
③ {成分を明確にするか等級を付ける} ……………[1 回答]
④ {花崗土地帯には有利である} ……………[1 回答]
⑤ {製品が一定となれば} ……………[1 回答]
9. どのような改良を加えても下水汚泥を原料とする資材は使用したくない
……………[3 回答]

重複回答 [126 回答] (58 社)

消化脱水汚泥のアンケート結果

質問 1. 消化脱水汚泥が緑地や農地で肥料や土壌改良材として利用されていることを御存知ですか？

1. はい [59 回答]

2. いいえ [61 回答]

無回答 [3 回答]

質問 2. 消化脱水汚泥を緑地や農地に施用した経験がありますか？

1. はい [21 回答]

2. いいえ [37 回答]

無回答 [1 回答]

質問 3. 消化脱水汚泥を使用した目的は何ですか？

1. 肥料 [13 回答]

2. 土壌改良材 [14 回答]

3. その他 () [1 回答]

重複回答 [6 回答 (6 社)] (使用経験無しと答えて回答している 1 社あり)

質問 4. 消化脱水汚泥を使用した効果はありましたか？

1. 肥料として大きな効果が認められた。 [3 回答]

2. 肥料としてまずまずの効果が認められた。 [10 回答]

3. 肥料としての効果はほとんど認められなかった。 [2 回答]

4. 肥料としての効果は確認していない。 [2 回答]

5. 土壌改良材として大きな効果が認められた。 [0 回答]

6. 土壌改良材としてまずまずの効果が認められた。 [5 回答]

7. 土壌改良材としての効果はほとんど認められなかった。 [2 回答]

8. 土壌改良材としての効果は確認していない。 [5 回答]

9. その他 {ある程度の効果は認めるが植付時に根腐れの原因となる} [1 回答]

重複回答 [9 回答 (9 社)]

質問 5. 消化脱水汚泥を今後も使用しますか？

1. 積極的に使用したい [8 回答]

2. 設計書に組んであれば使用するが、自らはあまり使用したくない [75 回答]

3. 設計書に組んで欲しくない [15 回答]

重複回答 [1 回答 (1 社)] 無回答 [23 回答]

質問 6. (質問 5 で [積極的に使用したい] と答えた人に対して)

消化脱水汚泥を積極的に使用したい理由は何ですか？

1. 効果が大きいから [2 回答]

2. 価格が安いから [5 回答]

3. その他 [] [3 回答]

内訳：① {資源の再利用になるから} [2 回答]

② {汚泥を改良段階から検討したいから} [1 回答]

重複回答 [2 回答 (2 社)]

質問7. (質問5で〔2.〕または〔3.〕を選択した人のみ)

消化脱水汚泥を使用したくない理由は何ですか？

1. 臭気がひどいから。……………[45 回答]
2. 不潔だから。……………[23 回答]
3. 病原菌が含まれている恐れがあるから。……………[33 回答]
4. 重金属を含んでいる恐れがあるから。……………[30 回答]
5. 土壌に混入しにくく扱いにくいから。……………[26 回答]
6. 効果がないから。……………[3 回答]
7. 入手が困難(面倒)であるから。……………[20 回答]
8. その他 [] ……………[22 回答]

内訳：{製品に対する知識がない} ……………[7 回答]

{効果が不明} ……………[6 回答]

{取扱等の手間がかかる} ……………[3 回答]

{作業者が嫌がる} ……………[2 回答]

重複回答 [113 回答(51 社)]

質問8. 消化脱水汚泥をどのように改良したら使用しますか？

1. 臭気を無くする。……………[53 回答]
2. 乾燥させる。……………[46 回答]
3. 病原菌が含まれていないことを証明する。……………[35 回答]
4. 重金属含有量が安全基準値の範囲内であることを証明する。……………[35 回答]
5. 入手手続を簡便にする。……………[25 回答]
6. その他 [(内容を記述した回答なし)] ……………[15 回答]
7. どのような改良を加えても下水汚泥を原料とする資材は使用したくない。……………[1 回答]

重複回答 [121 回答 (59 社)] 無回答 [3 回答], 質問5. で消化脱水汚泥を積極的に使用し

たいと答えた業者でも、この質問に対して回答をしている業者が3社ある。

コンポスト汚泥・乾燥汚泥アンケート結果

通し No	業者名	Q1 知?	Q2 経験	Q3 コンポスト 処理場名	Q4 目的	Q5 効果	Q6 使用	Q7 使用したい理由	Q8 使用したくない理由	Q9 どう改良したら使用?	コメント
1		1	1	2 札幌市	1	4	2		1.4.5.7	1.6	
2		1	1	1 尼崎環境事業局	2	8	2		4.7	4.6	
3		2							8		
4		1	1	1 札幌市山本処理場	2	8	2		1.4	4	
5		1	1	1 南多摩、三郷、つくば	1.2	2(※)	2		1.7	1.2	Q5のコメント：雨の日 使用に大変苦労があっ た。効果ある
6		1	1	1 相模川流域下水右岸処理場	2	8	2		9 効果がわからないから	9 効果が充分認められ れば	
7		1	1	1 環境開発公社	1.2	1.8	2		1.4	1.4	
8		1	1	2 広島市大洲下水処理場							
9		1	1	1 豊光産業	2	9(※)	2		1.2	1.3	Q5のコメント：最近な のではっきりせず
10		1	1	1 三共有機油	1.2	2.6	1	1.2			
11		1	1	1 秋田市コンポストセン ター	1	1	1	3 価格が安い、効果が大きい パーク堆肥に比べて良好		1.3.4	
12		1	2				2		1	1	
13		1	1	1 日立処理場	1	4	2		1.2.3.4.8	1.2.3.4.7 400円/20kg以下	
14		1	1	1 札幌市	1.2	2.6	2		4.5	1.4.5	
15		1	2								
16		1	1	1 長崎県コンポスト工場	2	8	2		7	6	
17		1	1	1 尼崎処理場	2	2.6	2		1.2.3.7	1.2.3.4.7 (門記入ナシ)	
18		1	1	2 大阪市中浜処理場							
19		1	1	2 広島市江波下水処理場	1	2	2		1.2.6	1.6	
20		1	1	2 広島市大洲下水処理場	1	1.8	1	1			
21		1	2				2		3.4.7	3.4	
22		1	1	1 郡山市衛生処理場	1.2	1.6	2				
23		1	1	2 須賀川地方衛生セン ター							
24		1	1	1 不明 (広島県)	2	6	3		1.4	1.2.3.4.5	
25		1	1	1 不明 (業者より購入)	1.2	2.8	2		1	1	
26		1	2				2		9 効果が他の土壌改良 材より低い	8 他の改良材と同等の効果が得られ、使い易ければ	
27		1	2				2		1.4	1.2.3.4.6	
28		1	1	2 尼崎	2	4.8	2		7	6	
29		1	1	2 金沢下水処理場	1.2	1.5	2		5	1	
30		1	1	1 福島県食肉流通セン ター	1	2	1	1.2.3 化学薬品と異な るから	1	1	
31		1	1	1	2	8	1	3 リサイクル商品だから			
32		1	2				2		1.2.3.4.5.6.7.8.9 パーク製造施設保有 パーク使用希望	1.2.3.4.5.6.8 花こう岩地帯の土壌改良材には有望と思われる	
33		1	2				2		4	4	
34		1	2				2		3.4.7	3.4	
35		1	1	2 陳旱市地5町立衛生セ ンター組合	1.2	2	2		1.2.3.4.7.9	1.2.3.4.5.6.8 袋詰にする	Q8のコメント：製品化 物の入手が面倒、役所支 給で使用
36		2									
37		1	2				1	2			
38		1	2				1	3			
39		1	1	2 不明	2	4.8	2		4.7	1.4.5.6	
40		1	1	2 春日井市営	2	4.8	2		9 現在のところ効果があるかどうか分からないから		
41		1	2				2		5.8	6.7 価格記入ナシ	
42		1	1	1 富山県内	1.2	2.6	2		1.5.8	1.5.7 400円/20kg以下	
43		1	2				2		4	1.7 価格記入ナシ	
44		1	1	1 新潟市焼却場	2	4.8	2			1.4	
45		1	2				2		1.2.4	1.3.4	
46		1	2				2		3.4	3.4	
47		1	1	1 山本処理場	2	8	2		5	5	
48		1	2				1	2			
49		1	1	1 郡山市経末処理場	3	9	1	3 将来において問題となることは必然であり、有効 利用が計られなければならない。			Q5のコメント：量的な 限度があることが判明さ れた
50			試験目的		緑化資材						
51		1	1	2 忘れた	2	6	1	3 資源の再利用化を推進して欲しい。	1.2.3.4.5.6.7 200円/20kg程度以下		
52		1	2				2		9	8	
53		2					2		4	4	
54		2					2		3	3.6	
55		2					2		7	6	
56		2					2		2.4	2.4	
57		2					2		1.2.3.4	1.3.4.5.6	
58		1	1	2	2	6	2		1.2	1.2	
59		2					2		9 使用経験なし	1.2.3.7 価格記入ナシ	
60		1	1	1 南多摩処理場	2	6	1	3 現在緑地で使用されている畑土・厩土は今後採取は供給や環境破壊の面でも困難になると思われるので コンポスト等を現地土や山砂等に混合し、積極的に土を作る必要があると思う。			
61		1	1	1 福岡市下水汚泥管理セ ンター	2	6	1.2	3 使用場所方法によっ ては十分な効果が得 られると思う	1.9 使用効果や価格面 では良いが、都心部や 住宅地での使用には 問題があるようです	1	Q6-1：使用場所によ り考慮すべきである
62		1	1	2 不明	1.2	9	2				Q5：結果調査していな い
63			ゴルフ場								
64		1	1	2 札幌市下水道資源公社	2	8	2		9 成分が今一つはっきりせず、効果に疑問が残る		
		1	1	2 多摩ニュータウン	1	4.8	2		1.4	1.4	

通し No	業者名	Q1 知?	Q2 経験	Q3 処理場名	Q4 目的	Q5 効果	Q6 使用	Q7 使用したい理由	Q8 使用したくない理由	Q9 どう改良したら使用?	コメント
65		1	1	1 光興業㈱	2	6	1 品質管理が充分で あることが前提 コンポスト のみ	9 乾燥汚泥のみ 乾燥汚泥は吸水すると 臭気がひどい	8 脱水汚泥と変らない。特に 臭気がひどい		
66		1	2								
67		1	1	2 甲野市	2	8	2		9 場所が偏在している	6	
68		1	2								
69		2					1				
70		1	2				2				
71		1	2				2				
72		1	1	1 豊川浄化センター	1	4	2				
73		1	2				2	9 その効果をハッキリ 確認していない(肥料 成分等)	8 ある程度の成分をはっきりさせるか等級を付け る		
74		1	2				2		1.8	2.7 300円/20kg以下	
75		1	1	1 日立市	1.3 芝生の 目土	1	1	2.3 芝生の目土を撤く より手間がかからない			Q6-1:積極的ではない が使用したい。設計書に は自分が入れた
76		1	1	1 札幌市	1.2	9	2		4.5		Q5のコメント:期間が 短い効果が出ていな いと思われる
77		1	1	1 岡山市	1	2	2.3		1.2.3.4	9	
78		1	1	2 不明、大阪市指定品 不明、15年前の使用	1.2	4.8.9	2		1.7.9 労務者が嫌う	2.6	Q5のコメント:継続し て管理を受けていないの で不明
79		1	2				1				
80		1	1	1 日立市下水施設、南多 摩、東松山市下水野 川	2	2	2		1.4.5	1.4.5	
81		1	1	1 処理場記入ナシ	2	5	1		1	8 製品が一定となれば	
82		1	2								
83		1	1	2 花巻造園園場	1	2.6	2		1.2	1.2.6.7 価格記入ナシ	
84		1	1	2 新潟市下水処理場	1	1	3		4	9	Q2:植木鉢を使用して 自分で実験した
85		2					2	9 具体的に身近になく 使用したことがない	1.3.4.6.7 500~600円/20kg以下		
86		1	1	1	2	6	2	1.2.3.4	1.2.3.4		
87		1	2				2	1.4.7	1.4.6		
88		1	2				3	1.2.3.4	1.3.4.5		
89		1	1	1 福岡市下水汚泥管理セ ンター	1	2.8	1	2			
90		1	2				2	7	6		
91		1	2				2	1.7	1.3.5.6		
92		1	2				2	9 効果わからない	6		
93		1	1	1 三共有機㈱	2	2.6	2	1.4	1.4		
94		1	1	1 広島市大洲処理場	1.2	2.7	2	6.9 使用害がおきる可 能性がある			
95		1	1	1 東京都南多摩処理場	1	2	1	2			
96		1	1	1 福岡市下水汚泥管理セ ンター	1.2	2.8	1	1.2			
97		1	1	1 福岡市	1.2	8	2		4.9	2.3.4	Q4のコメント:野菜裁 培で使用したことがある
98		1	1	1 南多摩方面の処理場	3	4.8.9	2		7	1.2.6	Q5のコメント:化成肥 料と同時に使用したので 確認していない
99		1	1	1 記入ナシ	2	8	2	9 効果が確認できない	8 使用未使用の差を明確にさせる		
100		1	1	1 大阪市	2	7	3	1.9 メタンガスと熱の 発生があった	2.8 質問8に述べた害 をなくして		
101		1	1	1 徳山市中央下水処理場	2	6	2	2.3.4.8	3.4.7 300円/20kg以下		
102		1	2				2	1.3.7	1.3.6		
103		1	2				2	4	1.3.4		
104		1	2				2	9	8 効果、安全性、経済性が立証されたら		
105		1	1	2 見附市下水処理場	2	9	2				Q5のコメント:使用、 未使用の比較をしていな いので効果確認出来ず
106		1	2				2	2.7	1.2.3.6		
107		1	2				2	8	6.7 価格記入ナシ		
108		1	2				2	3.4	3.4.7 150円/20kg以下		
109		1	1		1.2	1.6	2	3.4	3.4		
110		1	1				2	9 製品に対する知識が 無いので理解してい ない	8 製品に対する知識がないので良く理解できたら 使用したい		
111		1	2				2	7.9 詳しい情報を入手 していない	6		
112		1	2				1				
113		1	1	2 鹿児島市南部処理場	2	8	2		4		
114		1	1	1 化学工場の処理施設	3	1.8	2		7	3.4.6.7 価格記入ナシ	Q4のコメント:工場の りの指示
115		1	2				2	9 原物に未知	3		
116		1	2				2	1.3.4.5	1.2.4.5		
117		1	2				3	3.4.5.7	3.4.6		
118		1	2				2	1.3	1.3		
119		1	1	2 東京都南多摩処理場	1	4	2	3.4.6	3.4		
120		1	1	2 岩手県下水道公社、都 南浄化センター	1.2	4.8	2	4	1.2.3.4		
121		1	1	1 京都府下水道局伏見処 理場	1	3.8	3		1.3.4	1.3.4	Q4~Q9まで長いコメ ントあり(下記参照)
122		1	1	1 札幌市下水道資源公社	1.2	8	1	2			
123		1	2				2		5.8	5.7 200円/20kg以下	

- #121 (株)高石造園土木 Q 4 コメント：コンポスト汚泥による樹木の生育効果についての実験に用いた
- Q 5 コメント：樹木に施肥する場合と農産物（草木類）に施肥するのでは、効果があらわれる速さが異なると考えます。実験においては、施肥（コンポスト汚泥）の効果よりも個々の樹木の個体差のほうが影響が大きく、施肥したものとそうでないものとを比較した場合、生長率・樹勢・葉の色なども結論づけることができなかった。
- Q 6 コメント：樹木における施肥の効果（土壌改良は含まない）は数値的にあらわれにくいと考えます。気象（ビニールハウス栽培ではない）とか、土壌（畑ではない）の影響のほうが大きいと考えます。施肥した方がよいとは思いますが、目に見える効果はやせた土壌等の場合あらわれる可能性があると考えます。やはり樹木の生育にとっては土壌化学性（pH等）土壌の物理性の影響のほうが大きいと考えます。
- Q8-4コメント：重金属を含んでいます。
- Q8-7,8コメント：京都市では実験段階。
- Q 9 コメント：安全基準値に問題がある場合もあると考えますので、証明にあたっては土壌における残留性の問題、食物連鎖にとける人体への影響等を明確にして戴きたく思います。重金属含有量ゼロが最も望ましいのですが……

消化脱水汚泥アンケート結果

通し No	業者名	Q1 知?	Q2 経験	Q3 目的 その他	Q4 効果	Q5 使用	Q6 使用したい理由	Q7 使用したくない理由	Q8 どう改良したら使用?	コメント
1		1				2		5	2	
2		2				2		3	2	
3		1	1	2		2		1.5	1.2	
4		1	1	2		6	2	1.2.3.4	1.2.4	
5		1	1	2		4.8	2	1.3	1	
6		1	1	2		8	2	5	2	
7		1	1	1		4.8	2	1.2.4.5	1.2.4	
8		1	2			2		1.2.3.5	1.2.3	
9		1	2			2		1.7	1.2.5	
10		1	2			2		1	1	
11		1	2			2		1	1.2	
12		1	2	3	テニスコート表層	2		5.8	6	
13		1	2			2		3.4.7	1.2	
14		1	1	1		1	2	1.8 若い人が使用嫌がる	1.2	
15		1	1	1.2		2.6	2	1.2	1.2	
16		1	2			2		7	5	
17		1	1	2		2.6	2	1.3.4.7	2.3.4.5	
18		1	1	1		2	2	1.2.6	1.2.5	
19		1	1	1		1	2	1.2.3.4.5	1.2.3.4	
20		1	2			2		2.5.7	2.3.4	
21		1	2			2		8 使用経験なく不安	6	
22		1	2			3		1.2.3.4	1.2.3.4	
23		1	1	1.2		1.6	3	1.8	1.6	Q6コメント：製品化されておらず取扱保管が手間
24		2				2		8 どんなものか不明	6	
25		1	2			2		1.3.4.7	1.2.3.4.5	
26		1	2			2		7	5	
27		1	2			2		1	1	
28		1	2			2		1.2	1.2	
29		2			作業性がよければ→	1	2.3 リサイクル商品だから	8 効果わからず扱いにくそう		
30		2				3		1.2.3.4.5.6.7	1.2.3.4.5	
31		2				2		5	1	
32		2				2		4.5	4.6	
33		1	1	1.2		2	3	1.2.3.4.5	1.2.3.4	
34		1	1	1		2	3	1.2.3.4.5	1.2.3.4	
35		2				1	2			
36		2				1	3			Q6コメント：汚泥を改良段階から検討したいから
37		2						7	1.4.5	
38		1	1	2		3.7	3	1	1	
39		1	1	1.2		9	3	1.2.3.4.8	1.2.3.4.5	
40		2				2		1	1	
41		1	2			2		1.5	1.2	
42		2				2		3.4	3.4.5	
43		2				2				
44		2				2		3.4	3.4	
45		2				2		3.4	3.4	
46		1	1	1		2	1			
47		1	2			1	1.2			
48		1	1	2		3.7	1			
49		2		試験的に使用		1	3 資源の再利用		1.2.3.4.5	
50		2				2		8	6	
51		2				2		8 どんなものか不明	6 どんなものか不明	
52		2				2		3	3	
53		2				2		7	5	
54		2				2		2.4	3.4	
55		2				2		1.2.3.4.8	1.2.3.4	Q7のコメント：効果の程は全く不明
56		1	2			2		1.3	1.2.3	
57		2				2		8 使用経験なく不明		
58		1	1	1		2	2	1.5	1.2	
59		1	2							
60		2								
61		1	2							
62		2								

通し No	業者名	Q 1 知?	Q 2 経験	Q 3 目的 その他	Q 4 効果	Q 5 使用	Q 6 使用したい理由	Q 7 使用したくない理由	Q 8 どう改良したら使用?	コメント
63		2								
64		2								
65		1	2			3		1.5.8 物理性が悪い	6	
66		1	2							
67		1	2							
68		1	2							
69		2								
70		1	2			2		5	2.6	
71		2								
72		2								
73		2								
74		2								
75		2								
76		2								
77		1	1	1.2	2.6	2.3		1.2.3.4.5	1.2.3.4	
78		1	1	2	8	3		1.2.5.8 労働者が嫌う	7	
79		1	1	1.2	2.8	1	1 大きくないが効果ある		1.2.3.4.5	
80		2				3		1.2.3.4.5	1.2	
81		2				3		1.2.3.4.5.7	1.2.3.4.5	
82		1	2							
83		1	2							
84		1	2							
85		2				2		8	1.2.3.4.5	Q7コメント：効果がわからないし扱いにくそうである
86		1	2							
87		2				3		1.4.5	1.2.4	
88		1	2			3		1.2.3.4	1.2.3.4	
89		1	2			3		1.2.3.4.5	1.2.3.4	
90		2				2		7	5	
91		2				2		7	1.3.5	
92		2				2		8	5	
93		2				2		1.4.5	1.2.4	
94		2				2		6		
95		2				2		1	1	
96		2				2		1.2.7	1.2.5	
97		2				2		8	6	
98		2				2		7		
99		2				2		8 効果を知らない	6	
100		2				2		1.5.7	1.2.5	
101		消化脱水汚泥については無回答								
102		1	2			2		1.3.7	1.3.5	
103		1	2			2		4	1.2.3.4	
104		1	2			2		8	6	Q7、Q8コメント：一般化されていないので効果、安全性、経済性のPR不足
105		2								
106		1	2			2		1.2.3.7	1.2.3.5	
107		1	2			2		7	1.5	
108		1	2			2		3.4	3.4	
109		2				2		3.4	3.4	
110		2				2		8 知識が皆無	6 良く理解できたら使用も可	
111		2				2		5	1.4	
112		2				2		1.8	2.3.5	Q7コメント：樹木に使用したアークが無いため
113		2				2		3.4	3.4	
114		消化脱水汚泥については無回答								
115		消化脱水汚泥については無回答								
116		1	2			2		1.3.4	1.2.4	
117		2				2		3.4	3.4	
118		2				2		1.3	1.3	
119		2				2		7	5	
120		2				2		4	1.2.3.4	
121		2								
122		2				2		8 使用経験なし	6 使用経験なし	
123		2				2	3	8 よくわからない	6 よくわからない	

12 日産緑化(株)のコメント：Q 7：土壤改良材として使用する場合、対象地の土質及び施用量の多少により逆効果となる場合がある

：Q 8：高温処理によりセラミック化すれば土壤改良材として充分使える

23 日本植生(株)のコメント：最終余白欄：パーク等と混合した製品について、製品品質管理がしっかりしてあるものは、臭気もなく、作業性もよい。このようなものを積極的に採用される事を希望します。

29 日比谷花壇造園土木のコメント：最終余白欄：汚泥という言葉がよくないと思います。Re-soil... Eco-soil... etc はいかがでしょうか。

31 神戸企業(株)のコメント：最終余白欄：造園業界において、これらの効用が十分理解されていない

33 八江産業(株)のコメント：最終余白欄：脱水ケーキ、乾燥汚泥とも役所より無料で入手可能である

34 (株)山一緑化土木コメント：最終余白欄：肥料法によって、現在は使われていないようです。質問8で答えたようにして、なおかつ土壤にすみやかに混入出来るようにして、運搬も軽便になれば、肥料として土壤改良としても使用出来ると思います。

当社で使用した時は多めに使ったため土と混入出来ず、しばらく約6ヵ月以上土と分離していたようです。処理場名はいわき市北部浄化センターです。

39 関西植木(株)のコメント：Q 4：肥料や土壤改良にはある程度の効果が認められたが、植付け時には根腐れの原因となる

：Q 7：根腐れを起こしやすい。特に植付け時1ヵ年は活着に悪影響をおよぼす。

48 日特建設(株)のコメント：最終余白欄：緑化用の資材として使用したいが重金属の汚染チェックや管理を前提とした上でなければ社会的問題が発生しやすい場合が考えられる。

51 庭樹園(株)のコメント：最終余白欄：20年前に大阪市で一度使用した事があるがその当時は扱いにくく臭気があり、使用に耐えなかった。現在どの程度あつかいやすくなっているか不明のため、サンプル等あればアンケートに答えられると思う。

58 日鋼工営(株)のコメント：最終余白欄：消化脱水汚泥については、北海道の場合、冬季間野積み状態にして放置すると、寒暖の差により、凍結と溶融の繰返しによって乾燥し、粉末状態となり、又臭気も殆どなくなるので、運搬、土壌への混入も容易になります。(肥効成分の変化については未調査)従って、居住地区から離れた、場所が確保出来れば、この方法により、乾燥、脱臭のためのコストが低減できるのではないかと思います。

65 総合緑化㈱のコメント：質問7：脱臭および物理性の改良が必要であるが、そうなればコンポストになる。

：最終余白欄：いずれにしても汚泥だけでは利用しにくい。微生物活性は高いのであるから、脱臭などの化学処理をほどこすと共に、他の有機無機改良材を付加することで物理性を改良すれば、総合的な土壌改良材として有用と考えられる。

70 ライト工業㈱のコメント：最終余白欄：石灰系汚泥焼却灰であれば、土質改良材として、利用出来ると思われるが、養分に富む事からコンポスト化汚泥、乾燥汚泥については肥料として使用するほうが使用量から見ても妥当ではないかと考えられ、従って、土壌改良材としての使用については、現在のところ消極的利用にとどめないとユーザーが混乱して使用するので問題がある。農業使用でないからといって「地力増進法」を無視出来ないと考えますので、肥料としての当分の間取扱うよう、その指導力をお願いします。

79 藤造園建設㈱のコメント：最終余白欄：当社自営の農場に使用します。コンポスト化汚泥、乾燥汚泥は使用したことはありませんが、今後は価格によっては使用したいと思います。使用したのは「脱水汚泥」で、臭気湿気が多少あり、使用しにくく乾燥して、無臭になればもっとものぞましい。

85 古賀緑地建設のコメント：最終余白欄：これからの研究次第では使用価値が高まるのではないと思う。いずれにしろ下水汚泥というのは何等かの形で、処理しなければならないものである以上、肥料や改良材として、利用できればすばらしいと思う。これからも、環境の面や、社会の流れの中で、研究課題は山積みでしょうが、安全で、使い易く、効果があり、安価なものを創っていただきたいと思います。

105 グリーン産業㈱のコメント：最終余白欄：下水汚泥で法面吹付用材料等に使用出来るものが開発されれば積極的に使用して行きたい。

使用出来ない点は、「におい」にあります。何回か試験してみたが、使用できません。

123 業者名不明のコメント：最終余白欄：今後勉強していかなければならない分野だと思います。メーカーからカタログや分析表等取りよせてみます。

4. 樹木関連調査

本調査は、昭和 62 年度より平成元年度（1987 年～1990 年）に行われた調査であり、下水汚泥の有効性を確認するために行った植栽試験において、その有効性を評価する尺度としての、樹木の成長結果、葉緑素の状態、生育状況や地下部の根系の生育状況を観察したものである。

根元径、樹高及び枝幅測定結果・1987年（昭和62年）9月

区	No	根元径 (cm)	樹 高 (cm)	枝幅 (cm)	
				東 西	南 北
A	1	1.02	82.8	41	43
	2	0.99	89.8	29	30
	3	1.11	91.1	28	37
	4	1.08	90.0	35	31
	5	0.96	89.8	42	40
B	1	1.02	82.0	33	29
	2	1.05	82.4	28	33
	3	1.05	93.3	41	36
	4	0.96	88.6	28	25
	5	1.02	88.2	38	27
C1	1	0.96	85.3	27	32
	2	1.05	88.0	31	26
	3	0.96	68.2	27	27
	4	0.96	76.8	29	29
	5	0.96	76.2	40	28
C2	1	1.08	88.1	34	35
	2	1.05	88.6	30	29
	3	1.21	89.5	31	37
	4	1.11	85.9	28	31
	5	1.08	84.3	32	30
C3	1	1.05	92.6	33	33
	2	0.96	89.2	32	31
	3	1.15	95.2	34	36
	4	1.11	72.7	31	32
	5	0.96	89.8	41	42
C4	1	0.99	89.0	32	30
	2	1.08	90.2	41	44
	3	0.96	96.7	39	40
	4	1.08	100.8	29	26
	5	0.96	89.8	38	37
C5	1	1.02	78.0	30	32
	2	0.89	72.8	28	26
	3	1.02	70.9	34	29
	4	0.96	92.3	33	34
	5	0.89	86.7	29	21
C6	1	0.99	96.0	36	36
	2	0.92	88.0	26	26
	3	1.08	92.8	39	40
	4	1.11	101.2	32	38
	5	0.99	93.9	30	29

資材混入：昭和62年8月27日

植 栽：昭和62年8月31日

測 定：昭和62年9月27日

区	No	根元径 (cm)	樹 高 (cm)	枝幅 (cm)	
				東 西	南 北
D1	1	3.4	82.8	39	35
	2	3.4	80.8	32	33
	3	3.4	86.2	37	47
	4	3.3	93.0	39	31
	5	3.1	91.0	34	39
	6	3.4	72.8	28	37
	7	3.3	85.3	34	31
	8	3.2	89.2	29	42
	9	3.5	92.0	36	45
	10	3.0	89.0	35	37
D2	1	3.7	86.2	32	29
	2	3.5	81.1	40	41
	3	3.6	85.5	35	44
	4	3.0	80.5	40	28
	5	3.6	91.5	33	27
	6	3.2	90.8	29	33
	7	3.3	91.2	42	39
	8	2.8	87.2	31	37
	9	3.6	88.7	38	33
	10	3.2	93.1	37	33
D3	1	3.4	77.8	49	37
	2	3.3	87.0	22	31
	3	3.4	71.0	41	42
	4	3.1	71.5	33	32
	5	3.3	84.3	35	28
	6	3.0	80.4	34	29
	7	3.2	85.4	30	27
	8	3.1	83.5	31	26
	9	3.1	89.0	28	30
	10	3.1	83.3	38	24
D4	1	3.0	79.8	24	29
	2	3.7	86.0	45	34
	3	3.2	85.0	42	32
	4	3.3	88.5	36	31
	5	3.4	78.3	29	22
	6	3.5	87.8	26	34
	7	3.0	87.5	32	29
	8	3.2	90.0	36	33
	9	3.2	95.0	32	33
	10	3.2	71.0	24	27
D5	1	3.5	81.5	36	40
	2	3.4	88.2	40	29
	3	3.6	93.0	33	40
	4	3.2	71.8	35	32
	5	3.4	82.3	36	39
	6	3.1	70.0	24	26
	7	3.3	81.5	23	32
	8	3.4	75.7	34	35
	9	3.1	86.2	28	34
	10	3.4	90.5	35	29
D6	1	3.3	85.3	34	42
	2	3.3	82.3	30	32
	3	3.1	81.7	37	35
	4	3.3	83.4	38	32
	5	3.2	87.0	36	40
	6	3.5	85.2	28	32
	7	3.5	83.5	25	30
	8	3.3	78.0	30	35
	9	3.7	75.9	29	22
	10	3.0	88.8	38	42

根元径、樹高及び枝幅測定結果・1988年（昭和63年）10月

区	No	根元径 (cm)	樹 高 (cm)	枝幅 (cm)	
				東 西	南 北
A	1	1.80	147	86	68
	2	2.00	141	69	71
	3	1.90	130	42	70
	4	1.65	154	104	88
	5	1.45	142	90	64
B	1	1.35	103	52	57
	2	1.35	88	56	57
	3	1.30	102	50	56
	4	1.00	87	37	39
	5	1.15	100	54	42
C 1	1	1.85	119	68	60
	2	1.15	98	53	62
	3	1.00	75	35	40
	4	0.85	76	24	25
	5	1.45	116	56	49
C 2	1	1.55	149	59	65
	2	1.45	142	50	52
	3	1.20	137	55	38
	4	1.45	165	78	76
	5	1.50	111	48	40
C 3	1	1.30	133	55	51
	2	1.30	149	64	58
	3	1.45	127	63	66
	4	1.50	133	48	68
	5	1.60	138	61	56
C 4	1	1.50	138	59	66
	2	1.60	161	61	50
	3	1.70	149	57	69
	4	1.50	157	48	48
	5	1.20	112	54	54
C 5	1	1.50	113	56	63
	2	0.90	73	24	21
	3	1.20	95	45	37
	4	1.30	107	55	60
	5	(0.75)	(83)	(*)	
C 6	1	1.30	110	44	54
	2	1.20	143	40	53
	3	1.30	107	49	50
	4	1.35	125	51	47
	5	1.55	136	51	70

(*) C 5は枯損につき参考データである

考察における統計処理等ではこのC 5のデータは除外した

測 定：昭和63年（1988）10月25日

区	No	根元径 (cm)	樹 高 (cm)	枝幅 (cm)	
				東 西	南 北
D 1	1	1.50	111	67	66
	2	1.35	107	66	66
	3	1.45	105	72	86
	4	1.40	106	52	49
	5	1.30	110	60	68
	6	1.45	136	58	58
	7	1.40	123	60	41
	8	1.70	135	72	94
	9	1.60	149	60	70
	10	1.35	140	48	43
D 2	1	1.40	101	69	67
	2	1.20	84	59	50
	3	1.60	174	71	61
	4	1.30	107	71	56
	5	1.60	134	62	52
	6	1.30	130	58	50
	7	1.50	106	62	51
	8	1.40	123	70	65
	9	1.50	133	68	65
	10	1.50	129	69	55
D 3	1	1.60	110	72	70
	2	1.60	168	43	60
	3	1.30	109	55	75
	4	1.30	96	49	49
	5	1.60	111	57	54
	6	1.60	129	58	49
	7	1.60	111	64	53
	8	1.30	146	39	50
	9	1.40	134	73	63
	10	1.40	109	56	51
D 4	1	1.40	156	51	50
	2	1.60	137	59	68
	3	1.40	151	62	55
	4	1.40	138	55	50
	5	1.30	125	59	50
	6	1.50	136	62	61
	7	1.10	89	52	51
	8	1.50	146	72	72
	9	1.40	138	58	51
	10	1.10	102	51	44
D 5	1	1.60	134	57	54
	2	1.60	146	55	55
	3	1.70	120	57	59
	4	1.70	116	60	51
	5	1.20	123	47	44
	6	1.30	85	37	39
	7	1.40	100	50	66
	8	1.50	127	67	75
	9	1.40	126	56	49
	10	1.30	138	44	46
D 6	1	1.50	109	76	67
	2	1.30	102	45	49
	3	1.30	115	52	50
	4	1.30	98	42	51
	5	1.20	98	50	45
	6	1.40	107	60	65
	7	1.10	85	39	42
	8	1.10	82	44	45
	9	1.20	78	33	34
	10	1.00	86	39	45

根元径、樹高及び枝幅測定結果・1989年（平成元年）10月

区	No	根元径 (cm)	樹 高 (cm)	枝幅 (cm)		
				東 西	南 北	平 均
A	1	3.2	167	105	115	110
	2	3.6	183	80	90	85
	3	3.6	199	75	125	100
	4	3.2	203	115	90	103
	5	2.9	166	110	85	98
平 均		(3.3)	(183.6)	(97)	(101)	(99)
B	1	2.4	134	80	85	83
	2	1.3	170	80	60	70
	3	2.2	138	75	75	75
	4	1.8	113	60	70	65
	5	1.7	120	70	60	65
平 均		(2.1)	(135.0)	(73)	(70)	(72)
C 1	1	2.8	166	10	90	50
	2	2.5	151	80	80	80
	3	1.4	90	45	50	48
	4	0.9	75	25	25	25
	5	2.6	144	80	70	75
平 均		(2.0)	(125.2)	(48)	(63)	(56)
C 2	1	3.3	190	80	90	85
	2	2.3	159	65	70	68
	3	2.1	142	50	45	48
	4	3.5	173	80	90	85
	5	2.7	127	70	70	70
平 均		(2.8)	(158.2)	(69)	(73)	(71)
C 3	1	2.3	145	60	60	60
	2	1.9	153	60	65	63
	3	2.3	155	80	90	85
	4	2.6	160	70	90	80
	5	2.7	168	80	70	75
平 均		(2.4)	(156.2)	(70)	(75)	(73)
C 4	1	2.4	145	75	75	75
	2	2.7	160	80	70	75
	3	2.7	165	75	80	78
	4	3.0	180	90	75	83
	5	2.2	140	70	70	70
平 均		(2.6)	(158.0)	(78)	(74)	(76)
C 5	1	2.3	120	70	75	73
	2					
	3	1.8	100	50	50	50
	4	1.9	155	68	70	69
	5					
平 均		(2.0)	(111.7)	(63)	(65)	(64)
C 6	1	2.5	180	70	80	75
	2	2.3	168	67	60	64
	3	2.4	170	75	85	80
	4	2.8	140	70	75	73
	5	2.7	210	60	100	80
平 均		(2.5)	(173.6)	(68)	(80)	(74)

平成元年10月24日測定結果

区	No	根元径 (cm)	樹 高 (cm)	枝幅 (cm)		
				東 西	南 北	平 均
D 1	1	3.4	149	120	99	105
	2	2.9	171	105	100	103
	3	3.8	138	115	135	125
	4	2.7	153	90	80	85
	5	2.8	142	85	100	93
平 均		(3.1)	(150.6)	(103)	(101)	(102)
	6	2.7	146	80	80	80
	7	3.0	159	90	65	78
	8	3.0	199	125	135	130
	9	3.0	224	80	95	88
	10	2.3	184	70	70	70
平 均		(2.8)	(182.4)	(89)	(89)	(89)
D 2	1	2.6	175	90	90	90
	2	2.3	120	80	70	75
	3	2.3	182	65	70	68
	4	2.6	182	80	70	75
	5	3.0	193	80	80	80
平 均		(2.6)	(170.4)	(79)	(76)	(78)
	6	2.3	144	70	70	70
	7	2.7	150	80	80	80
	8	2.4	150	80	90	85
	9	3.1	160	100	110	105
	10	2.9	176	90	70	80
平 均		(2.7)	(156.0)	(84)	(84)	(84)
D 3	1	3.6	126	80	70	75
	2	3.2	176	50	70	60
	3	2.7	191	70	95	83
	4	2.3	141	80	70	75
	5	3.2	149	75	70	73
平 均		(3.0)	(156.6)	(71)	(75)	(73)
	6	2.8	138	70	60	65
	7	2.6	156	60	75	68
	8	2.9	157	50	80	65
	9	2.8	166	80	80	80
	10	2.3	194	60	70	65
平 均		(2.7)	(162.2)	(64)	(73)	(69)
D 4	1	3.1	162	80	90	85
	2	3.1	146	85	95	90
	3	2.4	157	70	80	75
	4	3.4	177	90	70	80
	5	2.7	188	90	70	80
平 均		(2.9)	(166.0)	(83)	(81)	(82)
	6	3.0	145	100	85	93
	7	2.1	117	90	90	90
	8	2.7	162	80	80	80
	9	2.9	144	85	85	85
	10	2.4	169	60	65	63
平 均		(2.6)	(147.4)	(83)	(81)	(82)
D 5	1	3.1	144	70	80	75
	2	2.9	167	80	65	73
	3	3.0	182	80	80	80
	4	2.6	156	100	75	88
	5	2.3	175	60	55	58
平 均		(2.8)	(164.8)	(78)	(71)	(75)
	6	1.5	95	45	40	43
	7	2.5	124	80	105	93
	8	2.6	136	105	90	98
	9	2.6	168	70	70	70
	10	2.6	145	55	60	58
平 均		(2.4)	(133.6)	(71)	(73)	(72)
D 6	1	2.5	158	100	95	98
	2	2.7	160	70	70	70
	3	2.4	176	75	70	73
	4	2.3	186	80	80	80
	5	2.2	180	85	80	83
平 均		(2.4)	(172.0)	(82)	(79)	(81)
	6	2.6	135	100	105	103
	7	2.0	141	75	70	73
	8	1.6	98	60	60	60
	9	2.3	128	65	70	68
	10	1.1	90	40	40	40
平 均		(1.9)	(118.4)	(68)	(69)	(69)

グリーン・メーター測定結果・1987年（昭和62年）9月

植栽時におけるグリーンメーター測定結果〔参考データ〕

区	No	1	2	3	4	5	平均	個体間の平均
A	1	1.41	1.48	1.44	1.49	1.42	1.45	1.514
	2	1.72	1.73	1.67	1.40	1.46	1.60	
	3	1.37	1.45	1.45	1.51	1.44	1.44	
	4	1.62	1.41	1.49	1.60	1.61	1.55	
	5	1.56	1.56	1.60	1.43	1.49	1.53	
B	1	1.51	1.42	1.42	1.47	1.41	1.45	1.524
	2	1.61	1.71	1.60	1.65	1.54	1.62	
	3	1.59	1.57	1.67	1.44	1.37	1.53	
	4	1.49	1.15	1.37	1.47	1.36	1.37	
	5	1.64	1.65	1.69	1.60	1.67	1.65	
C 1	1	1.24	1.54	1.53	1.35	1.42	1.42	1.532
	2	1.52	1.71	1.71	1.57	1.69	1.64	
	3	1.55	1.55	1.58	1.59	1.53	1.56	
	4	1.53	1.49	1.58	1.41	1.58	1.52	
	5	1.53	1.57	1.49	1.51	1.52	1.52	
C 2	1	1.58	1.45	1.54	1.46	1.57	1.52	1.518
	2	1.58	1.55	1.56	1.56	1.57	1.56	
	3	1.54	1.60	1.62	1.67	1.56	1.60	
	4	1.60	1.46	1.55	1.46	1.48	1.51	
	5	1.32	1.43	1.33	1.44	1.47	1.40	
C 3	1	1.59	1.65	1.58	1.53	1.63	1.62	1.600
	2	1.53	1.60	1.57	1.51	1.52	1.55	
	3	1.56	1.55	1.56	1.50	1.58	1.55	
	4	1.75	1.81	1.66	1.73	1.81	1.75	
	5	1.50	1.58	1.53	1.50	1.54	1.53	
C 4	1	1.53	1.44	1.56	1.64	1.43	1.52	1.552
	2	1.45	1.56	1.52	1.53	1.54	1.52	
	3	1.60	1.55	1.50	1.62	1.58	1.57	
	4	1.67	1.67	1.60	1.58	1.53	1.61	
	5	1.61	1.45	1.59	1.50	1.54	1.54	
C 5	1	1.48	1.52	1.45	1.40	1.47	1.46	1.536
	2	1.66	1.57	1.62	1.65	1.44	1.59	
	3	1.72	1.70	1.50	1.63	1.51	1.61	
	4	1.50	1.40	1.52	1.47	1.59	1.50	
	5	1.45	1.52	1.61	1.48	1.52	1.52	
C 6	1	1.57	1.64	1.56	1.72	1.55	1.61	1.584
	2	1.45	1.53	1.54	1.46	1.55	1.51	
	3	1.62	1.52	1.54	1.44	1.64	1.55	
	4	1.64	1.51	1.60	1.66	1.60	1.60	
	5	1.65	1.56	1.69	1.63	1.72	1.65	

測定：昭和62年9月27日

区	No	1	2	3	4	5	平均	個体間の平均
D 1	1	1.62	1.50	1.41	1.51	1.74	1.56	1.38
	2	1.15	1.35	1.38	1.24	1.29	1.28	
	間土あり	3	1.50	1.53	1.38	1.39	1.61	
	4	1.28	1.28	1.37	1.19	1.20	1.26	
	5	1.35	1.30	1.26	1.34	1.35	1.32	
間土なし	6	1.53	1.68	1.63	1.63	1.54	1.60	1.52
	7	1.55	1.44	1.55	1.58	1.46	1.52	
	8	1.60	1.65	1.68	1.54	1.61	1.62	
	9	1.42	1.50	1.45	1.49	1.42	1.46	
	10	1.30	1.47	1.40	1.47	1.36	1.40	
D 2	1	1.40	1.43	1.48	1.43	1.37	1.42	1.46
	2	1.45	1.46	1.50	1.46	1.35	1.44	
	間土あり	3	1.50	1.52	1.45	1.52	1.35	
	4	1.42	1.49	1.44	1.28	1.40	1.41	
	5	1.67	1.44	1.68	1.65	1.44	1.58	
間土なし	6	1.12	1.27	1.13	1.33	1.12	1.19	1.47
	7	1.58	1.63	1.65	1.71	1.70	1.65	
	8	1.37	1.43	1.42	1.46	1.47	1.45	
	9	1.45	1.24	1.50	1.24	1.37	1.36	
	10	1.66	1.66	1.71	1.72	1.65	1.68	
D 3	1	1.45	1.36	1.24	1.23	1.36	1.33	1.36
	2	1.50	1.59	1.47	1.54	1.25	1.47	
	間土あり	3	1.21	1.35	1.34	1.20	1.36	
	4	1.20	1.35	1.40	1.39	1.38	1.34	
	5	1.34	1.42	1.40	1.30	1.33	1.36	
間土なし	6	1.49	1.53	1.52	1.55	1.60	1.54	1.57
	7	1.51	1.61	1.50	1.60	1.59	1.56	
	8	1.55	1.50	1.52	1.51	1.51	1.52	
	9	1.61	1.64	1.60	1.66	1.61	1.62	
	10	1.58	1.52	1.55	1.67	1.66	1.60	
D 4	1	1.59	1.50	1.57	1.51	1.60	1.57	1.61
	2	1.59	1.57	1.55	1.60	1.64	1.59	
	間土あり	3	1.37	1.60	1.66	1.49	1.57	
	4	1.65	1.66	1.65	1.59	1.60	1.63	
	5	1.73	1.80	1.71	1.82	1.64	1.74	
間土なし	6	1.52	1.53	1.60	1.61	1.53	1.56	1.59
	7	1.62	1.61	1.64	1.61	1.59	1.61	
	8	1.60	1.57	1.44	1.59	1.48	1.54	
	9	1.63	1.65	1.61	1.64	1.67	1.64	
	10	1.50	1.57	1.60	1.62	1.59	1.58	
D 5	1	1.56	1.70	1.69	1.67	1.64	1.65	1.60
	2	1.68	1.61	1.65	1.57	1.58	1.62	
	間土あり	3	1.50	1.49	1.62	1.45	1.57	
	4	1.47	1.62	1.51	1.30	1.40	1.46	
	5	1.63	1.73	1.71	1.78	1.76	1.72	
間土なし	6	1.72	1.69	1.75	1.69	1.76	1.72	1.55
	7	1.53	1.68	1.74	1.51	1.56	1.60	
	8	1.54	1.50	1.57	1.32	1.39	1.46	
	9	1.51	1.33	1.47	1.33	1.39	1.41	
	10	1.60	1.55	1.50	1.56	1.54	1.55	
D 6	1	1.40	1.52	1.55	1.50	1.56	1.51	1.54
	2	1.50	1.33	1.53	1.57	1.44	1.47	
	3	1.78	1.86	1.78	1.70	1.67	1.76	
	4	1.81	1.68	1.73	1.78	1.66	1.73	
	5	1.67	1.53	1.52	1.55	1.67	1.59	
	6	1.36	1.31	1.29	1.34	1.36	1.33	
	7	1.42	1.36	1.36	1.46	1.38	1.40	
	8	1.49	1.57	1.41	1.55	1.56	1.52	
	9	1.64	1.58	1.59	1.53	1.39	1.55	
	10	1.53	1.46	1.54	1.55	1.61	1.54	

グリーン・メーター測定結果・1988年(昭和63年)10月

区	No	新 薬					平均	処理区平均	旧 薬					平均	処理区平均
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
A	1	1.10	1.15	1.19			1.15	1.25	1.21	1.31	1.39			1.30	1.54
	2	1.29	1.46	1.31			1.35		1.78	1.78	1.89			1.82	
	3	1.35	1.33	1.35			1.34		1.73	1.65	1.65			1.68	
	4	1.06	1.25	1.19			1.17		1.62	1.48	1.59			1.56	
	5	1.37	1.30	1.03			1.23		1.36	1.25	1.37			1.33	
B	1	1.11	1.02	1.00			1.04	1.15	1.06	1.24	1.13			1.14	1.22
	2	1.34	1.22	1.13			1.23		1.26	1.46	1.07			1.26	
	3	1.05	1.08	1.06			1.06		1.14	1.37	1.39			1.30	
	4	1.24	1.20	1.29			1.24		1.29	1.21	1.19			1.23	
	5	1.13	1.18	1.27			1.19		1.11	1.19	1.19			1.16	
C 1	1	1.10	1.25	1.02			1.12	0.92	1.42	1.28	1.56			1.42	1.29
	2	1.12	1.21	1.14			1.16		1.02	1.23	1.42			1.22	
	3	0.57	0.72	0.76			0.68		1.38	1.39	1.10			1.29	
	4	0.92	0.66	0.75			0.78		1.23	1.14	1.18			1.18	
	5	0.88	0.80	0.84			0.84		1.31	1.35	1.33			1.33	
C 2	1	1.23	1.34	1.28			1.28	1.08	1.54	1.55	1.57			1.55	1.35
	2	0.75	0.88	1.19			0.94		1.34	1.32	1.25			1.30	
	3	1.03	0.94	0.90			0.96		1.39	1.19	1.33			1.30	
	4	1.11	1.16	1.21			1.16		1.29	1.32	1.40			1.34	
	5	1.25	1.00	0.94			1.06		1.19	1.24	1.26			1.23	
C 3	1	1.20	0.91	0.95			1.02	0.75	1.44	1.33	1.48			1.42	1.34
	2	0.53	0.56	0.52			0.54		1.20	1.10	1.09			1.13	
	3	0.63	0.72	0.52			0.62		1.30	1.37	1.35			1.34	
	4	0.94	1.07	0.64			0.88		1.28	1.41	1.30			1.33	
	5	0.68	0.70	0.63			0.67		1.32	1.48	1.62			1.47	
C 4	1	1.06	0.70	0.98			0.91	0.97	1.38	1.24	1.38			1.33	1.38
	2	0.69	1.09	0.71			0.83		1.44	1.45	1.41			1.43	
	3	1.00	1.22	1.08			1.10		1.54	1.45	1.34			1.44	
	4	0.79	1.01	1.03			0.94		1.36	1.45	1.40			1.40	
	5	0.93	1.03	1.16			1.04		1.18	1.34	1.34			1.29	
C 5	1	0.85	0.76	0.84			0.82	1.02	1.20	1.21	1.18			1.20	1.40
	2	1.10	0.83	0.87			0.93		1.39	1.32	1.48			1.40	
	3	1.27	1.27	1.40			1.31		1.51	1.52	1.43			1.49	
	4	1.13	0.90	1.06			1.03		1.51	1.48	1.59			1.53	
	5	枯 損							枯 損						
C 6	1	1.31	1.37	1.03			1.24	1.20	1.58	1.65	1.63			1.62	1.46
	2	0.84	0.76	0.87			0.82		1.44	1.36	1.25			1.35	
	3	1.32	1.30	1.14			1.25		1.25	1.41	1.28			1.31	
	4	1.44	1.14	1.41			1.33		1.42	1.50	1.70			1.54	
	5	1.33	1.30	1.48			1.37		1.49	1.53	1.46			1.49	
D 1 間土あり	1	1.09	1.18	1.18			1.15	1.07	1.06	1.02	1.22			1.10	1.24
	2	1.23	1.01	1.01			1.08		1.37	1.29	1.36			1.34	
	3	1.20	1.09	1.06			1.12		1.45	1.19	1.42			1.35	
	4	1.14	1.13	1.26			1.18		1.17	1.11	1.25			1.18	
	5	0.91	0.89	0.72			0.84		1.30	1.11	1.33			1.25	
間土なし	6	1.21	1.05	1.32			1.19	1.13	1.35	1.02	1.26			1.21	1.35
	7	1.11	1.12	1.43			1.22		1.01	1.55	1.29			1.28	
	8	1.15	1.38	1.41			1.31		1.57	1.89	1.42			1.63	
	9	1.25	1.01	1.07			1.11		1.16	1.42	1.22			1.27	
	10	0.51	0.92	0.96			0.80		1.33	1.32	1.37			1.34	
D 2 間土あり	1	1.29	1.07	1.22			1.19	1.19	1.52	1.42	1.31			1.42	1.34
	2	0.86	0.79	0.99			0.88		1.20	1.30	1.28			1.26	
	3	1.48	1.65	1.50			1.54		1.35	1.45	1.22			1.34	
	4	1.11	1.09	1.05			1.08		1.24	1.35	1.11			1.23	
	5	1.31	1.27	1.22			1.27		1.41	1.50	1.40			1.44	
間土なし	6	1.16	1.24	1.13			1.18	1.24	1.19	1.18	1.13			1.17	1.33
	7	1.26	1.15	1.31			1.24		1.41	1.57	1.16			1.38	
	8	1.08	1.18	1.25			1.17		1.12	1.52	1.24			1.29	
	9	1.37	1.33	1.32			1.34		1.23	1.26	1.39			1.29	
	10	1.36	1.26	1.19			1.27		1.45	1.56	1.61			1.54	
D 3 間土あり	1	1.18	1.23	1.07			1.16	1.17	1.54	1.34	1.24			1.37	1.32
	2	1.33	1.42	1.30			1.35		1.40	1.31	1.30			1.34	
	3	1.13	1.25	1.07			1.15		1.23	1.32	1.22			1.26	
	4	1.09	1.04	1.01			1.05		1.27	1.11	1.26			1.21	
	5	1.16	1.25	1.09			1.17		1.36	1.52	1.32			1.40	
間土なし	6	1.33	1.35	1.44			1.37	1.17	1.39	1.22	1.39			1.33	1.39
	7	1.26	1.37	1.28			1.30		1.46	1.27	1.34			1.36	
	8	0.90	0.93	1.05			0.96		1.20	1.07	1.29			1.19	
	9	0.78	1.11	0.84			0.91		1.78	1.56	1.49			1.61	
	10	1.35	1.41	1.13			1.30		1.42	1.53	1.51			1.49	
D 4 間土あり	1	1.13	1.19	1.09			1.14	1.16	1.23	1.33	1.32			1.29	1.40
	2	1.41	1.41	1.35			1.39		1.32	1.53	1.53			1.46	
	3	0.44	0.88	1.24			0.85		1.28	1.22	1.31			1.27	
	4	1.21	1.12	1.15			1.16		1.09	1.28	1.48			1.28	
	5	1.28	1.16	1.35			1.26		1.68	1.71	1.65			1.68	
間土なし	6	1.09	0.97	0.90			0.99	1.11	1.57	1.49	1.42			1.49	1.47
	7	1.03	1.06	1.21			1.10		1.44	1.53	1.20			1.39	
	8	1.13	1.37	1.29			1.26		1.50	1.41	1.61			1.51	
	9	1.36	1.17	1.06			1.20		1.52	1.54	1.33			1.46	
	10	0.99	1.00	1.04			1.01		1.62	1.44	1.49			1.52	
D 5 間土あり	1	1.61	1.53	1.56			1.57	1.23	1.75	1.56	1.48			1.60	1.44
	2	1.21	1.28	1.38			1.29		1.33	1.21	1.38			1.31	
	3	0.74	0.96	1.00			0.90		1.42	1.44	1.33			1.40	
	4	1.27	1.32	1.10			1.23		1.52	1.52	1.50			1.51	
	5	1.15	1.16	1.12			1.14		1.44	1.29	1.49			1.41	
間土なし	6	新 薬 な し						1.20	1.39	1.37	1.08	1.21	1.43	1.30	1.37
	7	1.19	1.22	1.26			1.22		1.52	1.69	1.57			1.59	
	8	1.37	0.89	0.97			1.08		1.39	1.64	1.38			1.47	
	9	1.34	1.35	1.14			1.28		1.16	1.37	1.54			1.36	
	10	1.43	1.06	1.20			1.23		1.30	1.06	1.08			1.15	
D 6 # 1 ~ # 5 列	1	1.20	1.22	1.16			1.19	1.20	1.25	1.53	1.40			1.39	1.37
	2	1.13	0.93	1.31			1.12		1.38	1.30	1.26			1.31	
	3	1.24	1.19	1.35			1.26		1.33	1.42	1.42			1.39	
	4	1.22	1.16	1.16			1.18		1.47	1.35	1.29			1.37	
	5	1.15	1.24	1.31	1.09	1.32	1.22		旧 薬 な し						
# 6 ~ # 10 列	6	1.09	1.04	1.23			1.12	1.06	1.39	1.13	1.18			1.23	1.18
	7	1.19	1.27	1.18			1.21		1.20	1.11	1.35			1.22	
	8	1.15	1.08	1.10			1.11		1.03	1.05	0.91			1.00	
	9	1.00	1.18	0.96			1.05		1.21	1.30	1.29			1.27	
	10	0.84	0.86	0.67			0.79		1.23	1.12	1.13			1.16	

グリーン・メーター測定結果・1989年(平成元年)10月

区	No	新 築					平均	処理区平均	旧 築					平均	処理区平均
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
A	1	1.24	1.18	1.15			1.19	1.25	1.40	1.38	1.12			1.30	1.28
	2	1.22	1.29	1.27			1.26		1.43	1.40	1.50			1.44	
	3	1.36	1.33	1.29			1.33		1.52	0.84	1.49			1.28	
	4	1.25	0.95	1.17			1.12		0.91	1.49	0.93			1.11	
	5	1.28	1.38	1.41			1.36		1.28	1.24	1.34			1.29	
B	1	1.33	1.16	1.06			1.18	1.29	1.24	1.09	0.92			1.08	1.13
	2	1.27	1.43	1.36			1.35		1.32	1.25	1.25			1.27	
	3	1.38	1.34	1.32			1.35		1.25	1.05	1.19			1.16	
	4	1.47	1.31	1.31			1.36		1.09	1.06	0.83			0.99	
	5	1.22	1.32	1.10			1.21		1.18	1.21	1.04			1.14	
C 1	1	1.27	1.40	1.35			1.34	1.28	1.29	0.45	0.49			0.74	1.08
	2	1.24	1.50	1.60			1.45		1.36	1.46	1.34			1.39	
	3	1.21	1.40	1.35			1.32		1.42	1.14	1.04			1.20	
	4	1.03	1.06	1.14			1.08		1.22	1.14	1.19			1.18	
	5	1.35	1.13	1.17			1.22		0.93	0.97	0.78			0.89	
C 2	1	1.38	1.24	1.42			1.35	1.40	1.13	1.14	1.52			1.26	1.05
	2	1.37	1.49	1.47			1.44		1.02	0.90	1.07			1.00	
	3	1.51	1.54	1.41			1.49		0.61	1.35	0.90			0.95	
	4	1.43	1.42	1.37			1.41		1.44	1.45	1.22			1.37	
	5	1.39	1.12	1.39			1.30		0.61	0.52	0.84			0.66	
C 3	1	1.27	1.20	1.07			1.18	1.31	1.49	1.33	1.34	1.16	1.49	1.36	1.00
	2	1.49	1.49	1.34			1.44		0.43	0.61	0.54			0.53	
	3	1.28	1.21	0.94			1.14		0.84	0.91	1.34			1.03	
	4	1.42	1.62	1.37			1.47		1.41	1.10	0.66			1.06	
	5	1.38	1.40	1.35			1.38		1.41	0.87	0.85			1.04	
C 4	1	1.36	1.30	1.22			1.29	1.33	1.47	0.75	1.39			1.20	1.17
	2	1.07	1.37	1.28			1.24		1.13	1.37	1.37			1.29	
	3	1.43	1.43	1.29			1.38		0.45	0.80	0.95			0.73	
	4	1.38	1.36	1.40			1.38		1.32	1.35	1.36			1.34	
	5	1.09	1.01	1.15			1.08		1.24	1.35	1.27			1.29	
C 5	1	1.39	1.48	1.42			1.43	1.36	1.52	1.34	1.54			1.47	1.33
	2	1.48	1.16	1.38			1.34		1.07	0.87	1.36			1.10	
	3	1.32	0.50	1.18			1.00		1.11	0.80	1.14			1.02	
	4	1.48	1.58	1.60			1.55		1.65	1.29	1.52			1.49	
	5	1.50	1.45	1.41			1.45		1.43	1.66	1.61			1.57	
D 1 間土あり	1	1.23	1.30	1.36			1.30	1.32	1.54	1.43	1.29			1.42	1.43
	2	1.55	1.20	1.32			1.36		1.45	1.59	1.48			1.51	
	3	1.28	1.33	1.36			1.32		1.56	1.48	1.36			1.47	
	4	1.39	1.30	1.39			1.36		1.40	1.53	1.45			1.46	
	5	1.33	1.24	1.20			1.26		1.33	1.25	1.32			1.30	
間土なし	6	1.21	1.18	1.38			1.26	1.37	1.40	1.50			1.42	1.40	
	7	1.35	1.41	1.28			1.35	1.37	1.38	1.59			1.45		
	8	1.33	1.36	1.41			1.37	1.53	1.58	1.42			1.51		
	9	1.23	1.47	1.31			1.34	1.42	1.39	1.20			1.34		
	10	1.31	1.26	1.20			1.26	1.35	1.26	1.28			1.30		
D 2 間土あり	1	1.38	1.44	1.54			1.45	1.41	1.49	1.45	1.50			1.48	1.47
	2	1.34	1.32	1.37			1.34		1.40	1.38	1.41			1.40	
	3	1.57	1.64	1.35			1.52		1.61	1.44	1.51			1.52	
	4	1.40	1.37	1.41			1.39		1.50	1.42	1.61			1.51	
	5	1.29	1.39	1.34			1.34		1.46	1.59	1.26			1.44	
間土なし	6	1.21	1.09	1.32			1.21	1.35	1.16	1.42			1.31	1.43	
	7	1.49	1.34	1.39			1.41	1.67	1.58	1.49			1.58		
	8	1.39	1.37	1.41			1.39	1.43	1.27	1.53			1.41		
	9	1.52	1.40	1.58			1.50	1.44	1.43	1.37			1.41		
	10	1.63	1.68	1.57			1.63	1.35	1.46	1.55			1.45		
D 3 間土あり	1	1.37	1.42	1.29			1.36	1.35	1.43	1.35	1.41	1.45	1.43	1.41	1.41
	2	1.27	1.30	1.36			1.31		1.48	1.45	1.43			1.45	
	3	1.34	1.23	1.32			1.30		1.38	1.31	1.36			1.35	
	4	1.48	1.39	1.41			1.43		1.26	1.33	1.27			1.29	
	5	1.40	1.39	1.36			1.38		1.59	1.49	1.49			1.52	
間土なし	6	1.48	1.50	1.51			1.50	1.41	1.32	1.20			1.31	1.39	
	7	1.43	1.48	1.45			1.45	1.53	1.52	1.53			1.53		
	8	1.56	1.58	1.46			1.53	1.41	1.33	1.25			1.33		
	9	1.54	1.39	1.30			1.41	1.40	1.55	1.26			1.40		
	10	1.63	1.68	1.57			1.63	1.43	1.42	1.30			1.38		
D 4 間土あり	1	1.63	1.48	1.51			1.54	1.58	1.48	1.42	1.53			1.48	1.61
	2	1.74	1.56	1.52			1.61		1.77	1.73	1.80			1.77	
	3	1.68	1.58	1.57			1.61		1.46	1.65	1.58			1.56	
	4	1.44	1.51	1.42			1.46		1.51	1.49	1.58			1.53	
	5	1.69	1.72	1.67			1.69		1.77	1.70	1.74			1.74	
間土なし	6	1.55	1.43	1.46			1.48	1.40	1.57	1.47			1.48	1.54	
	7	1.30	1.40	1.33			1.34	1.40	1.50	1.46			1.45		
	8	1.41	1.39	1.56			1.45	1.41	1.55	1.47			1.48		
	9	1.24	1.33	1.29			1.29	1.62	1.60	1.59			1.60		
	10	1.61	1.56	1.55			1.57	1.64	1.71	1.70			1.68		
D 5 間土あり	1	1.22	1.27	1.33			1.27	1.41	1.46	1.63	1.49	1.54	1.31	1.49	1.49
	2	1.39	1.53	1.53			1.48		1.42	1.34	1.54			1.43	
	3	1.19	1.36	1.45			1.33		1.41	1.52	1.36			1.43	
	4	1.53	1.51	1.63			1.56		1.39	1.41	1.51			1.44	
	5	1.43	1.44	1.42			1.47		1.73	1.55	1.68			1.65	
間土なし	6	1.43	1.44	1.55			1.40	1.39	1.28	1.41			1.34	1.44	
	7	1.38	1.37	1.45			1.40	1.31	1.40	1.31			1.46		
	8	1.36	1.34	1.21			1.30	1.51	1.49	1.38			1.39		
	9	1.62	1.54	1.55			1.57	1.43	1.38	1.35			1.36		
	10	1.28	1.21	1.52			1.34	1.56	1.61	1.57			1.58		
# 1 ~ # 5 列	1	1.51	1.47	1.58			1.52	1.47	1.50	1.33	1.30			1.38	1.51
	2	1.68	1.65	1.65			1.66		1.55	1.55	1.48			1.53	
	3	1.56	1.23	1.70			1.50		1.61	1.58	1.76			1.65	
	4	1.06	1.57	1.35			1.33		1.65	1.29	1.54			1.49	
	5	1.46	1.31	1.39			1.39		1.32	1.33	1.46			1.37	
# 6 ~ # 10 列	6	1.60	1.60	1.56			1.59	1.36	1.54	1.57	1.56			1.56	1.44
	7	1.32	1.08	1.16			1.19		1.26	1.46	1.29			1.34	
	8	1.50	1.51	1.64			1.55		1.49	1.49	1.42			1.47	
	9	0.78	1.23	1.27			1.09		1.49	1.39	1.48			1.45	
	10														

活力値測定結果・1988年(昭和63年)10月

試験区	樹木No	新梢の伸び (cm)	樹勢	枝の 伸長量	節間の 長さ	葉形	葉色	ネクロシス	その他 害	コメ ン ト
A	1	56	1	1	1	2	2	1	2	虫食害、新葉黄斑
	2	45	2	1	1	2	1	3	2	虫食害、濃度障害あり
	3	32	2	1	1	2	1	2	1	濃度障害あり
	4	57	1	1	1	2	1	2	1	濃度障害あり
	5	51	1	1	1	1	1	1	2	虫食害、枝葉が硬
B	1	21	2	1	1	2	2	1	2	虫食害、旧葉色濃い
	2	6	3	3	1	3	2	1	2	虫食害、旧葉黄斑
	3	30	2	3	1	2	3	2	2	旧葉黄斑
	4	7	3	3	1	2	2	2	3	虫食害
	5	13	3	2	1	2	2	1	2	旧葉黄斑
C 1	1	39	2	2	1	3	2	1	3	全体に旧葉に黄斑あり
	2	11	3	2	1	2	2	2	2	虫食害、濃度障害ややあり
	3	11	3	2	1	2	2	1	1	枝葉硬くて少ない
	4	10	4	4	3	3	3	2	4	虫食害甚しい
	5	41	2	1	1	2	2	1	3	先端部葉枯死、新葉色濃い
C 2	1	59	1	1	1	2	2	2	1	濃度障害僅かにあり
	2	46	2	2	1	2	3	2	2	濃度障害新葉に少しあり
	3	53	2	1	1	1	2	1	2	虫食害
	4	73	1	1	1	2	2	1	1	虫食害
	5	21	2	2	1	2	2	1	4	虫食害
C 3	1	32	2	2	1	2	2	1	1	旧葉黄斑
	2	54	2	1	1	2	3	2	2	新葉虫食害(チップウシ)
	3	31	1	1	1	2	2	1	2	
	4	49	1	1	1	2	1	1	1	
	5	35	2	1	1	2	2	1	3	虫食害
C 4	1	44	1	2	1	2	1	2	1	
	2	65	1	2	1	2	2	1	1	
	3	47	2	2	1	2	2	2	2	虫食害濃度障害あり
	4	35	2	2	1	2	2	1	1	
	5	28	2	2	1	2	2	1	2	虫食害
C 5	1	22	2	2	1	2	2	1	1	葉縁ネクロシス
	2	3	4	4	1	3	3	2	1	濃度障害
	3	24	2	2	1	2	2	2	1	虫食害
	4	18	2	2	1	2	2	1	2	
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	
C 6	1	24	2	2	1	2	2	2	2	濃度障害、葉色濃い
	2	51	2	2	1	2	1	1	1	全体に葉色濃い
	3	15	2	2	1	2	1	2	2	虫食害、新葉色濃い
	4	28	2	2	1	2	2	1	1	
	5	35	1	1	1	2	1	1	1	
D 1	1	16	2	2	1	2	2	2	1	濃度障害
	2	20	2	2	1	2	2	2	2	濃度障害、虫食害、黄斑
	3	16	2	2	1	2	2	1	1	全体に黄斑、枝葉が良好
	4	15	2	2	1	2	2	1	1	全体に黄斑
	5	22	2	2	1	2	2	1	1	全体に黄斑
	6	45	2	2	1	2	2	2	1	濃度障害、旧葉黄斑(D 3-6-4)
	7	29	2	2	1	2	2	2	2	濃度障害、新葉黄斑(D 1-1-4)
	8	31	2	2	1	2	2	2	2	濃度障害、新葉黄斑(D 1-1-4)
	9	45	2	2	1	2	2	2	1	濃度障害、新葉黄斑(D 1-1-4)
	10	42	2	2	1	2	2	1	2	幼濃度障害、新葉濃く旧葉濃い
D 2	1	22	2	2	1	2	2	1	1	濃度障害あり
	2	8	2	3	1	2	3	2	1	全体に新葉濃く旧葉色濃
	3	65	2	2	1	2	2	1	2	旧葉、黄斑多し
	4	20	2	2	1	2	2	2	3	葉が細い
	5	32	2	1	1	2	2	1	1	旧葉、先端枯死、虫食害
	6	37	3	2	1	3	3	2	2	濃度障害あり
	7	11	2	2	1	2	2	2	1	濃度障害あり、虫食害
	8	36	2	2	1	2	2	2	2	濃度障害あり、虫食害
	9	36	2	2	1	2	2	2	2	虫食害
	10	27	2	2	1	2	2	1	2	虫食害
D 3	1	45	1	1	1	2	1	2	1	濃度障害大、新葉色濃い
	2	67	2	2	1	2	2	3	1	濃度障害、新葉に黄斑
	3	32	2	2	1	2	2	3	3	濃度障害、新葉色異常
	4	22	2	2	1	2	3	2	1	濃度障害、虫食害
	5	24	2	2	1	3	2	2	2	濃度障害、ネクロシスを、旧葉黄斑
	6	42	3	3	1	2	3	3	1	新葉黄斑
	7	21	2	2	1	2	2	2	2	旧葉黄斑
	8	53	3	2	1	2	3	2	3	新葉黄斑
	9	40	2	2	1	2	3	2	2	新葉黄斑
	10	12	3	2	1	2	2	2	2	虫食害、新葉色濃い
D 4	1	52	2	2	1	2	2	2	3	新、旧葉共に黄斑あり
	2	53	2	2	1	3	2	3	1	新葉濃度障害大、旧葉色濃
	3	60	2	3	1	2	3	2	2	旧葉黄斑
	4	40	2	2	1	2	2	2	1	旧葉黄斑
	5	39	2	2	1	2	2	2	2	旧葉黄斑
	6	40	2	2	1	2	2	2	2	旧葉黄斑
	7	1	3	3	1	2	2	2	2	虫食害
	8	51	2	2	1	2	2	2	2	濃度障害、虫食害
	9	36	3	2	1	2	2	2	3	濃度障害、虫食害
	10	32	2	1	1	2	2	2	1	虫食害
D 5	1	25	2	2	1	3	1	2	2	虫食害(葉面)、濃度障害
	2	40	2	2	1	2	2	3	1	旧葉黄斑、濃度障害
	3	12	2	2	1	2	2	2	2	虫食害
	4	32	2	2	1	2	2	2	1	虫食害、濃度障害
	5	29	2	2	1	3	2	2	2	虫食害、濃度障害
	6	5	3	3	1	2	2	2	2	旧葉黄斑
	7	11	2	2	1	2	2	2	2	濃度障害、虫食害
	8	45	3	2	1	2	2	3	2	虫食害、新しい濃度障害
	9	33	2	2	1	2	2	2	2	旧葉黄斑、濃度障害
	10	38	2	2	1	2	3	2	2	旧葉黄斑
D 6	1	23	2	2	1	3	2	1	2	葉のカンベンダ
	2	14	2	3	1	3	2	1	1	濃度障害
	3	21	2	2	1	2	2	2	1	虫食害
	4	18	3	3	1	3	2	1	3	虫食害
	5	9	3	3	1	3	2	2	2	濃度障害
	6	32	2	2	1	3	2	2	1	旧葉に黄斑ややあり
	7	9	3	3	1	3	2	2	2	旧葉の縁に褐色スポット
	8	16	3	3	1	2	2	2	1	小葉枯死
	9	2	3	3	1	3	2	2	2	旧葉黄斑
	10	0	4	4	1	3	4	2	2	旧葉黄斑

活力値測定結果・1989年（平成元年）10月

試験区	樹木 No	新梢の伸び cm 秋伸び春伸び	樹勢	枝の伸長量	梢端の枯損	葉形	葉色	ネクロシス	その他障害
-----	-------	--------------------	----	-------	-------	----	----	-------	-------

A	1	0 105	2	2	1	2	2	2	3
	2	16 60	2	2	1	3	2	2	2
	3	14 48	1	1	1	1	2	2	2
	4	0 41	2	2	1	3	2	2	3
	5	0 32	2	2	1	2	2	2	2

B	1	0 31	2	2	1	2	3	1	2
	2	21 50	2	2	1	2	2	1	2
	3	0 29	2	1	1	2	3	1	2
	4	0 22	3	3	1	2	3	2	2
	5	19 19	3	3	1	3	3	2	2

C1	1	0 30	2	2	1	2	2	2	3
	2	27 24	2	2	1	2	2	2	3
	3	9 13	4	3	1	2	2	2	2
	4	7 0	4	4	2	4	3	2	2
	5	22 20	3	3	1	2	2	2	2

C2	1	19 31	3	2	1	3	2	1	4
	2	11 18	3	3	1	4	3	3	3
	3	0 10	3	3	1	2	3	2	2
	4	26 31	3	2	1	3	2	1	3
	5	6 13	3	3	1	2	2	1	2

C2は初期は良かったが、今は完全に伸びは止まっている

C3	1	16 7	3	3	1	2	3	3	4
	2	7 7	4	3	1	3	4	3	3
	3	20 21	3	2	1	2	2	2	3
	4	24 22	3	3	1	2	2	2	2
	5	20 14	3	2	1	3	4	2	4

この区も初期は良かったが、今の伸びは止まっている

C4	1	11 12	3	3	1	3	2	3	3
	2	14 17	3	3	1	3	3	2	4
	3	25 23	2	2	1	3	2	2	3
	4	24 24	1	1	1	1	1	2	2
	5	20 22	3	3	1	3	3	2	2

この区も初期では良かったが、今の伸びは止まっている、弱っているのでアリマキ等も多い

C5	1	10 13	3	2	1	2	3	2	3
	2								
	3	7 9	3	3	1	2	2	2	2
	4	6 18	3	3	1	4	3	2	3
	5								

全体的に見て処理区中最悪。初年度からの伸びが無く、葉は小で色不良、虫害多し

C6	1	55 40	2	1	1	2	2	1	2
	2	19 19	3	2	1	3	3	2	3
	3	31 28	3	1	1	2	4	2	3
	4	26 24	3	2	1	2	3	2	2
	5	40 43	2	2	1	2	2	2	3

伸びはよいが、葉色は茶色で葉形も異常

試験区	樹木 No	新梢の伸び cm 秋伸び春伸び	樹勢	枝の伸長量	梢端の枯損	葉形	葉色	ネクロシス	その他障害
-----	-------	--------------------	----	-------	-------	----	----	-------	-------

D1	1	0 30	2	1	1	2	2	2	2
	2	0 53	2	1	1	1	2	1	1
	3	0 32	2	1	1	1	2	2	2
	4	0 39	2	1	1	2	2	1	2
	5	0 23	2	1	2	2	2	2	2
	6	0 26	2	1	1	2	1	1	2
	7	35 31	2	1	1	1	2	2	2
	8	0 59	1	1	1	1	1	1	1
	9	0 60	1	1	1	1	1	2	2
	10	0 42	2	1	1	1	1	2	2

最近の成長はA区に匹敵する。樹形はやや変っているが消化脱水汚泥処理区の中でも良好、合い間土有りのほうが順調

D2	1	35 39	2	1	1	1	1	2	2
	2	0 29	2	1	1	1	2	2	2
	3	36 0	3	2	1	2	1	1	1
	4	17 42	2	1	1	1	2	1	2
	5	0 42	2	1	1	2	1	2	1
	6	0 20	3	2	1	2	2	2	2
	7	0 22	2	1	1	2	1	1	1
	8	0 15	2	2	1	2	2	2	1
	9	0 36	2	1	1	1	1	2	1
	10	0 27	2	1	1	2	2	1	1

D3	1	0 0	3	4	1	2	1	1	2
	2	0 39	2	2	1	2	1	2	1
	3	33 50	2	1	1	2	1	2	1
	4	0 40	2	1	1	2	1	2	2
	5	0 31	2	1	1	1	1	2	1
	6	0 9	3	3	2	2	1	2	1
	7	0 29	3	3	1	2	1	1	1
	8	0 18	3	3	1	2	2	2	2
	9	0 30	2	1	1	2	2	2	1
	10	0 49	2	1	1	3	2	1	2

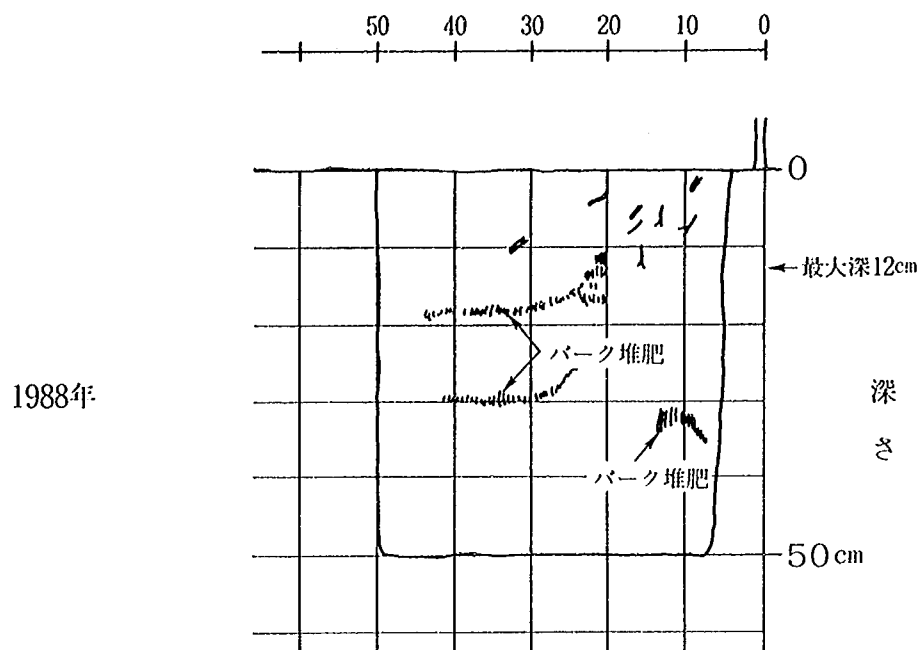
D4	1	0 34	2	1	1	2	1	2	1
	2	0 40	2	2	1	2	1	2	2
	3	26 9	3	3	1	2	1	2	2
	4	15 52	2	1	1	2	1	2	2
	5	0 42	2	1	1	1	1	1	1
	6	22 23	2	2	1	2	1	2	2
	7	0 24	3	2	1	2	1	2	1
	8	0 10	3	3	2	2	2	2	1
	9	27 11	2	3	1	1	1	2	1
	10	16 40	2	1	1	2	1	2	1

D5	1	21 9	3	3	1	2	1	2	1
	2	50 30	2	2	1	2	2	3	1
	3	0 50	2	1	1	2	1	2	2
	4	0 33	2	1	1	1	1	2	2
	5	0 41	2	2	1	2	2	2	2
	6	0 13	3	3	1	3	1	3	2
	7	0 33	2	1	1	1	1	2	1
	8	0 33	2	1	1	2	1	1	2
	9	34 28	2	2	1	2	2	1	2
	10	0 19	3	3	1	3	2	2	2

D6	1	0 43	2	1	1	1	2	1	1
	2	0 48	2	1	1	2	1	2	1
	3	0 47	2	1	1	2	2	1	2
	4	60 40	2	1	1	2	2	1	2
	5	45 47	1	1	1	2	1	1	1
	6	0 31	2	1	1	2	2	2	2
	7	0 44	2	1	1	2	2	2	2
	8	0 19	3	2	1	2	3	2	2
	9	20 36	2	1	1	2	1	1	2
	10	15 3	3	3	1	3	2	2	1

・根系調査結果（1988 年と 1989 年の比較）

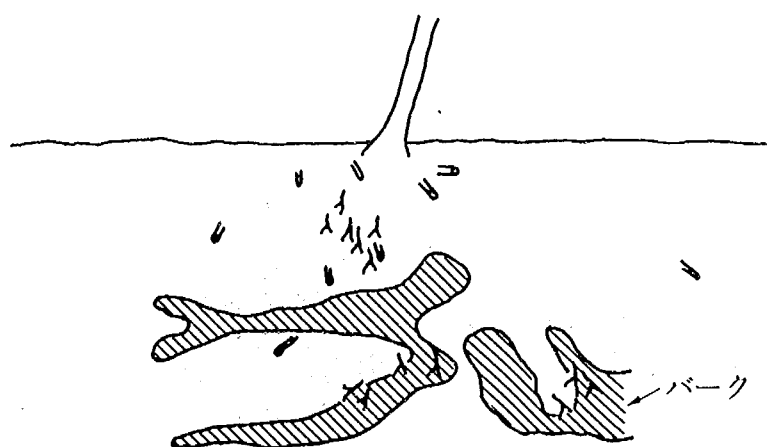
B 区根系調査結果（1988 年と 1989 年の比較）



良質腐植であれば根はそこに近付いていく（向肥性）が、ここではバークを避けている傾向が見える。

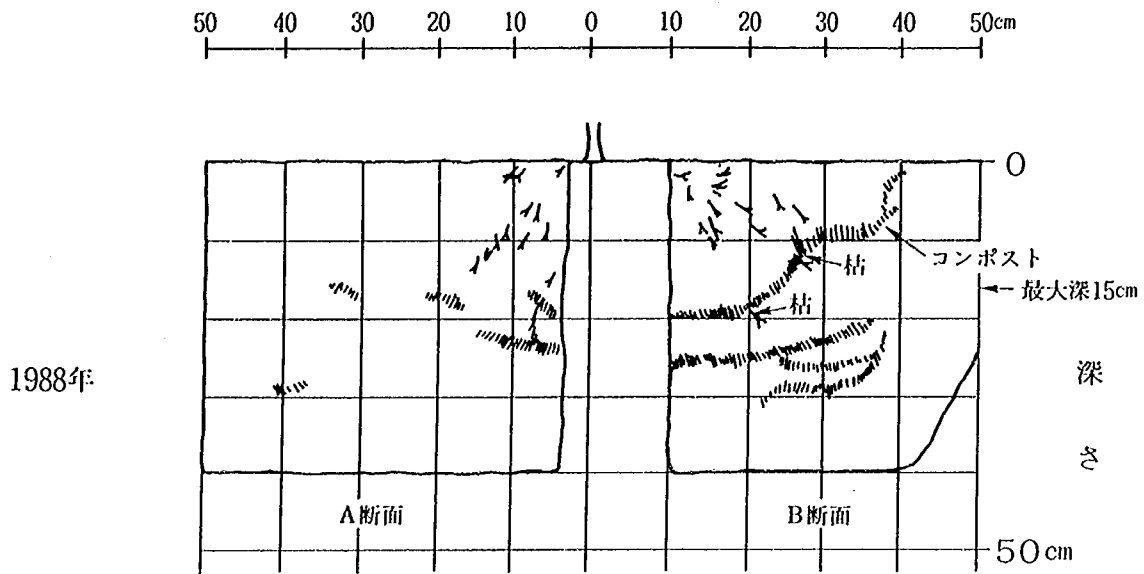
1年後

1989年



バーク中に根は多量に入っている。
根の形態的な障害は全く見られない。

C区根系調査結果 (1988年と1989年の比較)

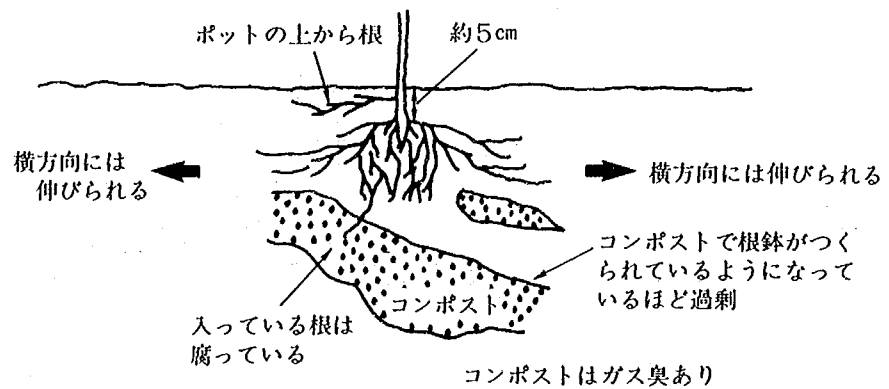


コンポスト化汚泥(コンポスト)のところで根が止って枯れている。
 平均混合深が 43 cm といっても深いところまで混ざるとは限らない。
 コンポストは層状に入って均等に混ざっていない。

C 4-2

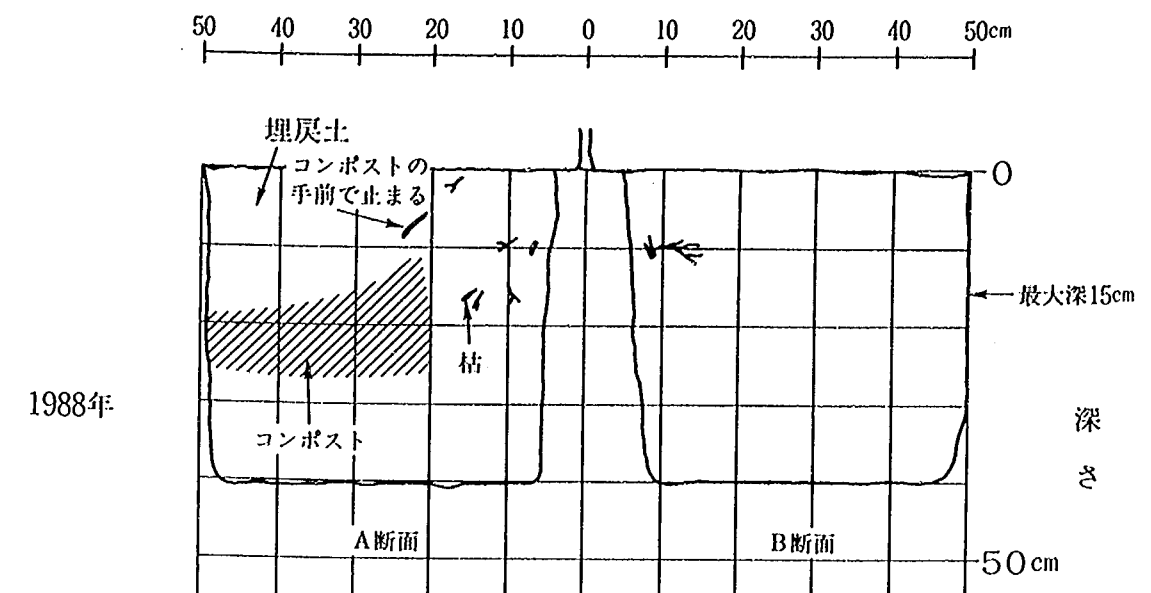
1年後

1989年



C 5-4

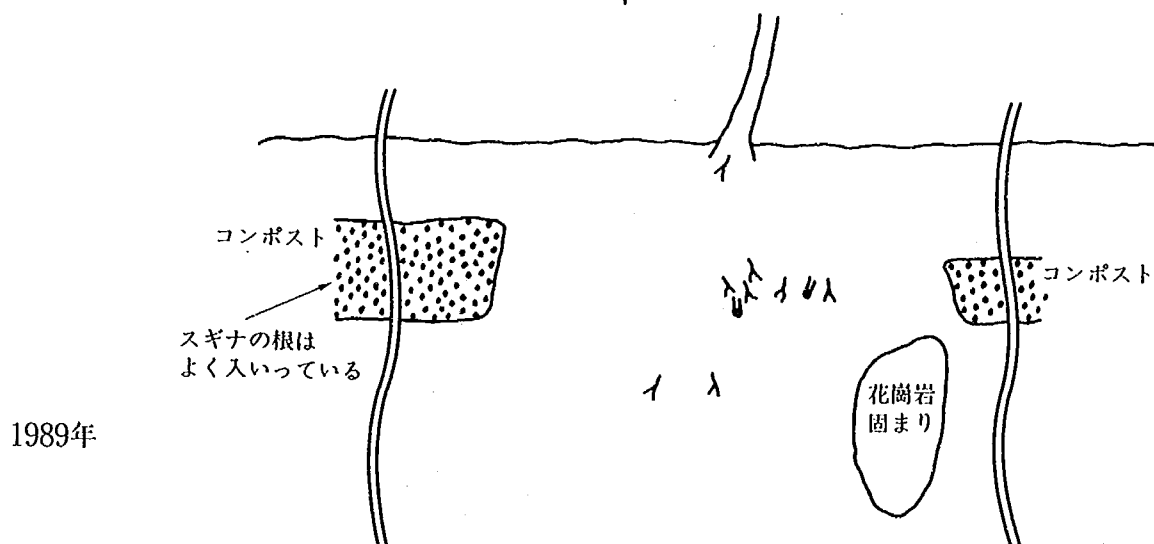
C 6 区（溝状施用）根系調査結果（1988 年と 1989 年の比較）



コンポスト上の埋め戻し土でもコンポスト手前で根が上っている。
さらにコンポスト溝から 5 cm 離れでも枯根が見られる。



1 年後



コンポストのほうに向って根は殆ど伸びていない。

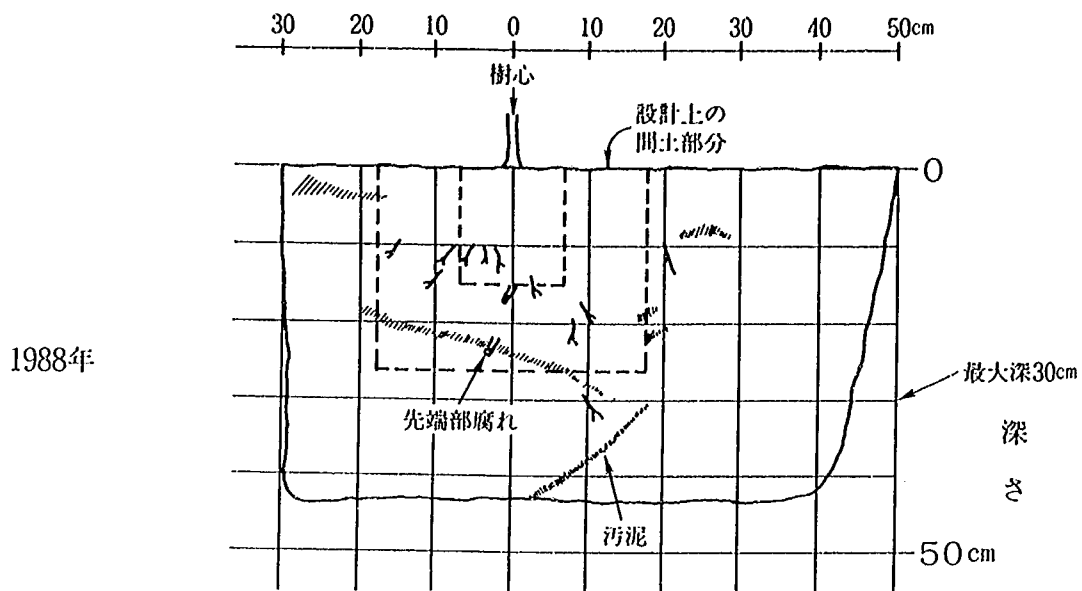
横に向っている根は表層 - 5 cm (コンポストより上) の 1 本のみ、あとはすべて下方へ向っておりコンポストを避けている。

この C 6-1 は比較的良い生育をしているが、コンポストを避けることによって、良い生育を得て、3 年目で根系も良好に発達している。

実際に $\phi 4$ mm ほどの中径根の先端は深さ 40 cm に達しており、根の最大幅は 40 cm ほどある。表層の根は最終的に表層の枯草の積った腐植層に達している。

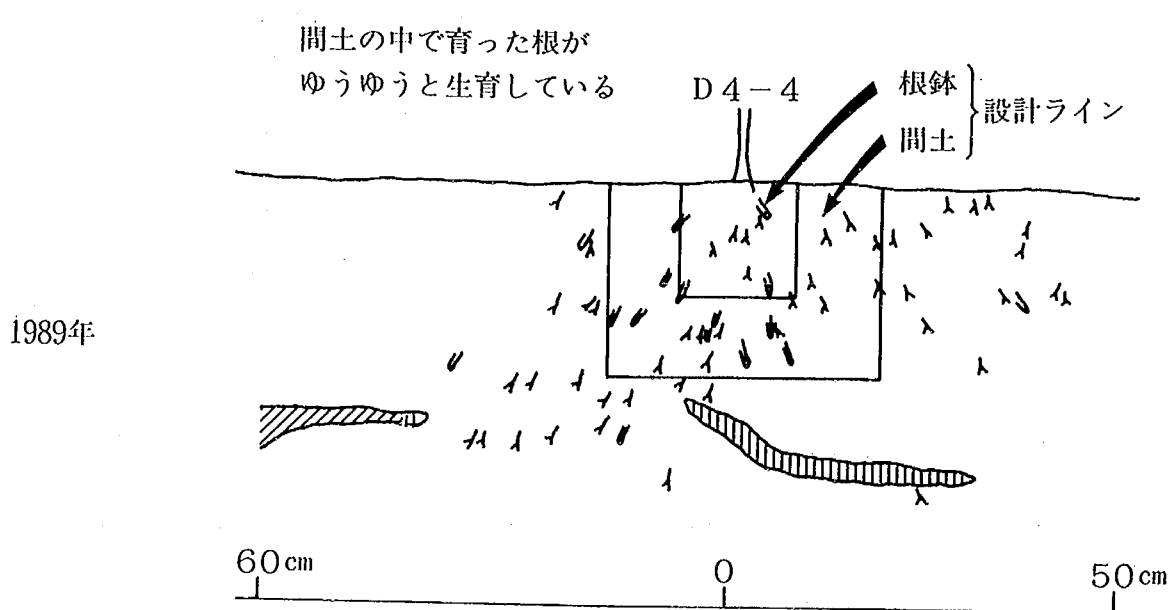
溝状コンポストに向って伸びて入り込んでいる根は 1 本も確認出来ない。すべて避けている。一部、近くに進んだ根も分岐してターンして戻っているのが確認された。

Da 区 (間土有) 根系調査結果 (1988 年と 1989 年の比較)

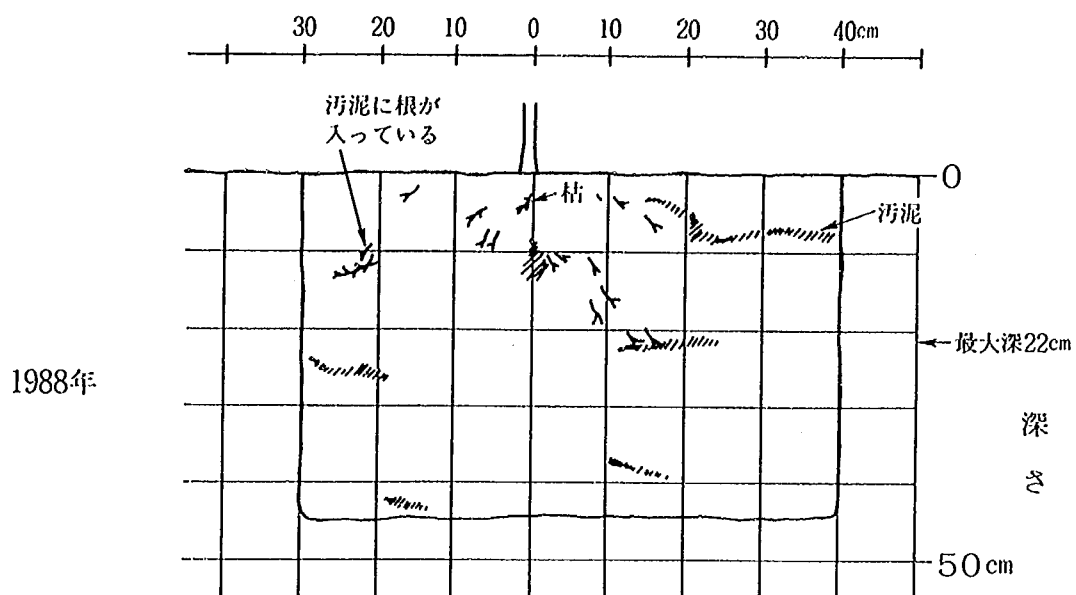


間土と思われる部分に根が集中しており、消化脱水汚泥に入った根は腐っている。
汚泥の分布もバラツキが多い。

1年後

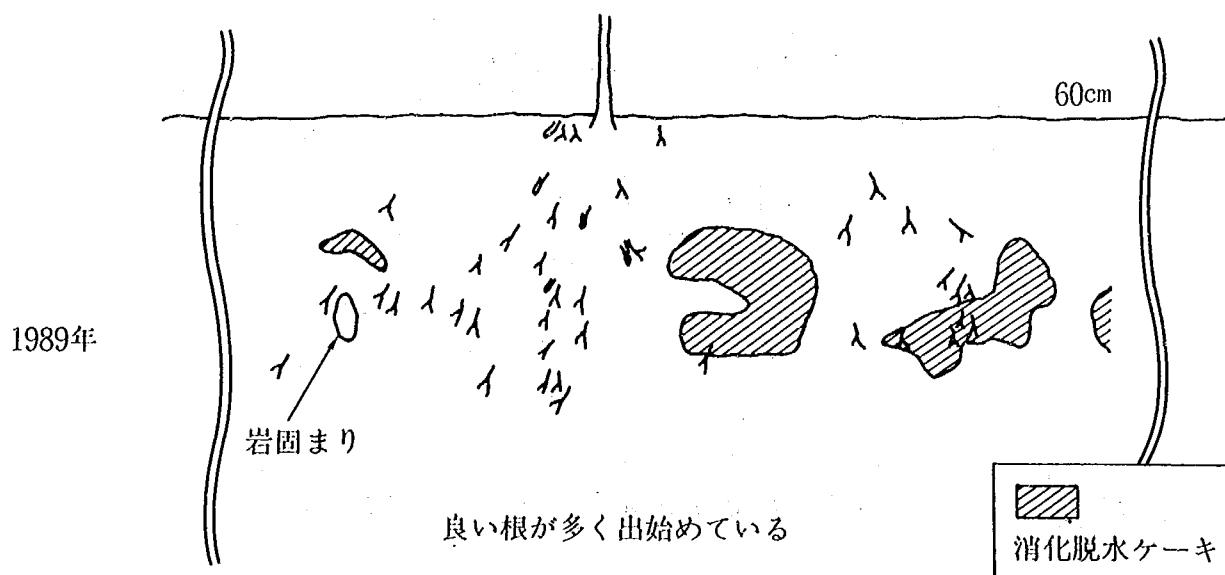


Db 区 (間土無) 根系調査結果 (1988 年と 1989 年の比較)

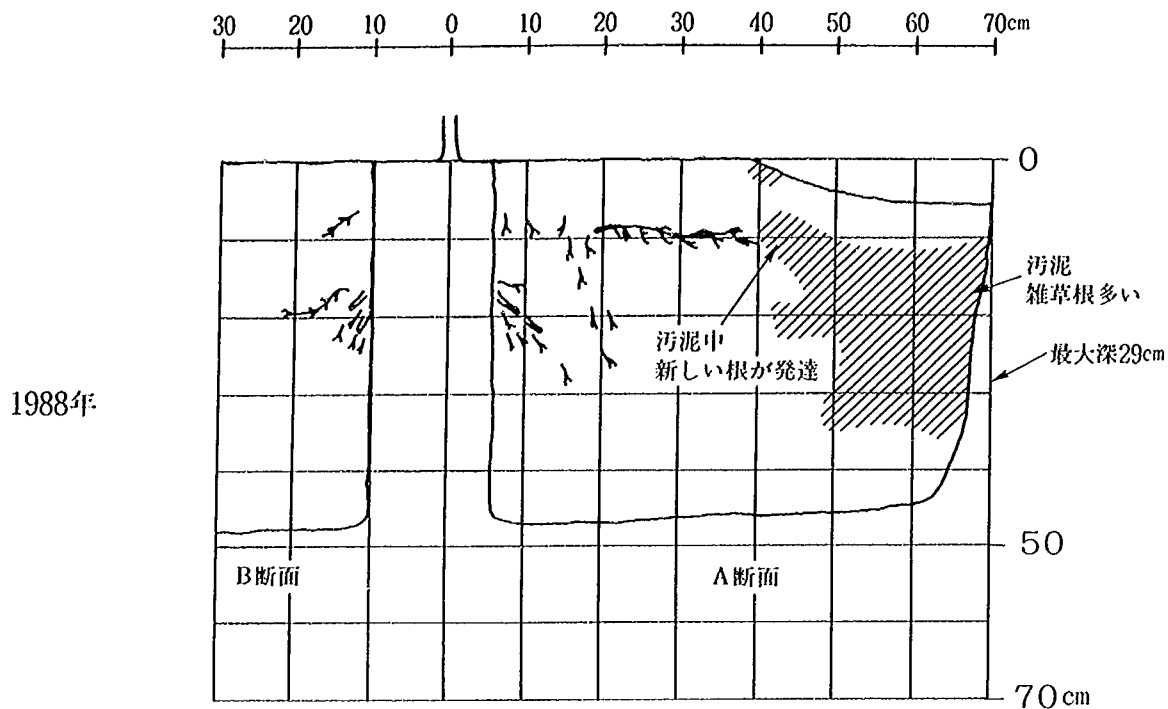


樹心から 20 cm 離れの汚泥に根が入っている事から見て、時間が経過すれば汚泥中に根が入る事が予想される。

1 年後

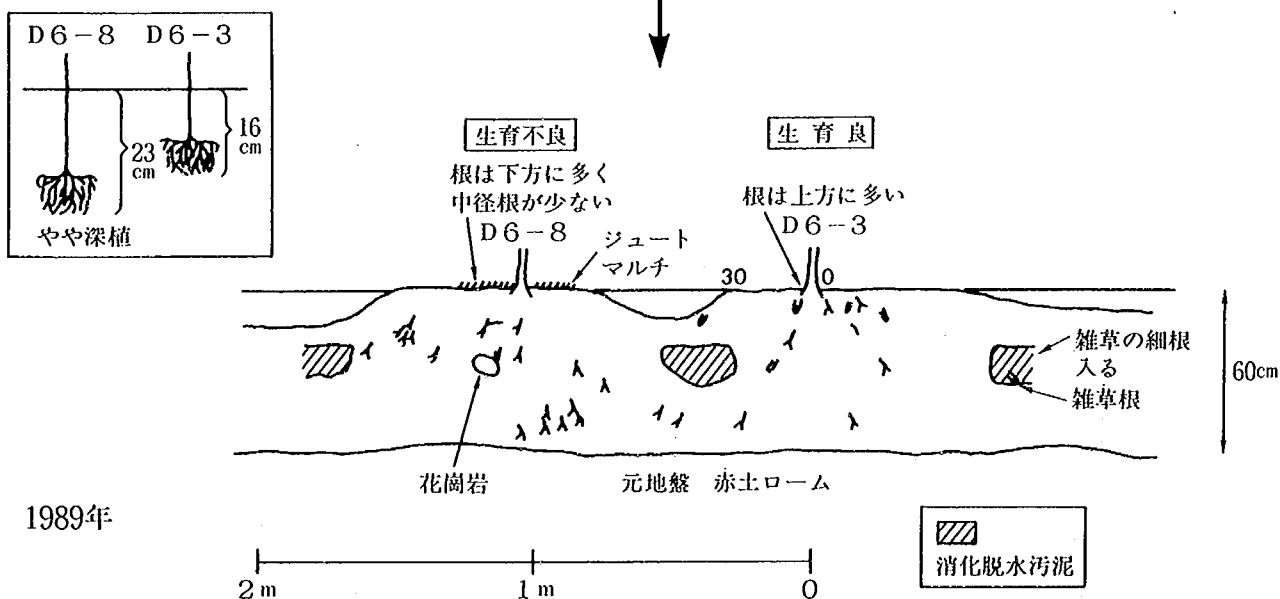


D 6 区（溝状施用）根系調査結果（1988 年と 1989 年の比較）



汚泥中に新しい根が発達しているので、今後の生育に期待が持てる。

1年後



D 6 :

D 6-3 細根は最大到達深が 30 cm 位で、中径根は横に伸びている。全体的に根は上方に多い。
D 6-8 太い根が全く無く、中径根以下の $\phi 2$ mm 位の根のみ、根が下方に集り、上方に無い。
両者共に根は汚泥には到達していない。

ここはシートによるマルチングがほどこされているので、表面近くの水分環境は良好である。したがって、根は浅いところで育っているが、一方は深植なので、この良好な浅い層で根が育ちにくいいため、生育差が出ているものと思われる。

5. 土壤関連調査

混合土壌の化学性分析結果・1988年（昭和63年10月）及び1989年（平成元年10月）

下水汚泥等を混合した土壌の化学性分析結果・1988年（昭和63年10月）

処 理 区	pH (H ₂ O)	E C μS	全 炭 素 %	全 窒 素 %	C / N	EX-K me/100g	CEC me/100g	全 磷 酸 %
A	5.0	59	0.08	0.02	4.0	0.25	9.5	0.05
B	6.3	28	1.44	0.10	14.4	0.41	11.1	0.16
C 1	6.1	11	0.21	0.03	7.0	0.19	11.8	0.07
C 2	5.8	15	0.32	0.05	6.4	0.20	10.0	0.11
C 3	5.7	20	0.38	0.07	5.4	0.17	9.7	0.13
C 4	5.9	20	0.55	0.09	6.1	0.17	9.8	0.18
C 5	5.8	17	0.41	0.07	5.9	0.18	8.2	0.13
D 1	5.9	11	0.19	0.03	6.3	0.15	6.9	0.07
D 2	5.6	14	0.40	0.07	5.7	0.14	7.5	0.14
D 3	5.3	20	0.28	0.05	5.6	0.14	7.5	0.10
D 4	5.3	18	0.41	0.07	5.9	0.15	7.1	0.15
D 5	5.0	30	0.73	0.13	5.6	0.24	8.5	0.28

注) EX-K=置換性カリウム

注) 土壌=マサ土、汚泥=消化脱水汚泥、コンポスト=コンポスト化汚泥

下水汚泥等を混合した土壌の化学性分析結果・1989年（平成元年10月）

処 理 区	pH (H ₂ O)	E C μS	全 炭 素 %	全 窒 素 %	C / N	EX-K me/100g	CEC me/100g	全 磷 酸 %
A	5.3	32	0.68	0.03	26.2	0.31	8.5	0.07
B	6.9	11	1.88	0.07	26.1	0.28	12.1	0.11
C 1	5.6	17	1.13	0.05	21.3	0.20	10.9	0.11
C 2	5.5	22	1.19	0.08	14.9	0.31	11.1	0.17
C 3	5.2	29	1.63	0.11	14.3	0.19	10.3	0.22
C 4	5.3	43	1.47	0.14	10.9	0.17	11.0	0.31
C 5	5.4	28	1.45	0.13	11.4	0.18	11.6	0.27
C 6	5.7	10	0.74	0.02	32.2	0.15	8.4	0.06
D 1	5.3	15	0.91	0.06	14.2	0.19	12.6	0.17
D 2	5.0	25	0.90	0.08	12.0	0.18	11.3	0.20
D 3	4.6	37	1.30	0.12	11.0	0.17	12.0	0.28
D 4	4.8	31	1.20	0.10	11.8	0.28	12.7	0.25
D 5	4.7	30	1.59	0.14	11.8	0.21	12.3	0.32
D 6	5.5	13	0.80	0.04	19.0	0.21	9.3	0.12
汚 泥			13.80	1.37	10.1			
コンポスト			21.70	2.58	8.4			

注) EX-K=置換性カリウム

注) 土壌=マサ土、汚泥=消化脱水汚泥、コンポスト=コンポスト化汚泥

粒径試験結果

試験終了日 62 年 10 月 日

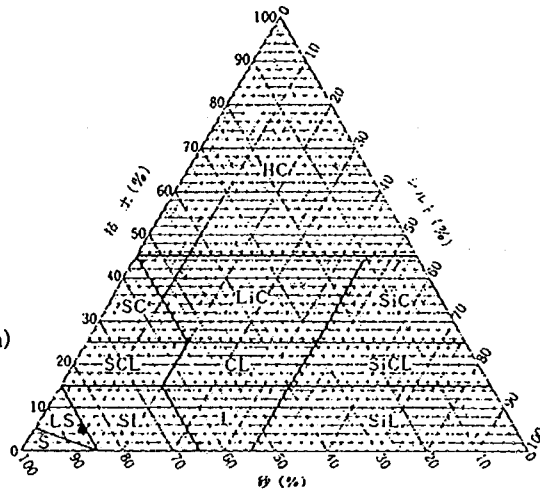
粒径組成

(試験法 JIS A 1204)

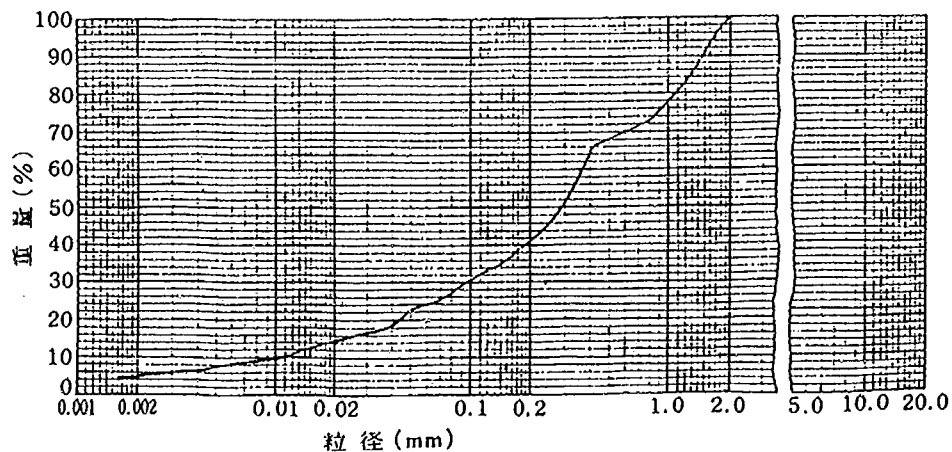
凡 例	土 壤 No.	土性名	礫を除く細土の組成 %				礫 %
			粗 砂	細 砂	シルト	粘 土	
○	——	LS	59.0	26.5	9.5	5.0	32.8
△	----						
□							

三角座標

- S 砂 土 (Sand)
- LS 壤質砂土 (Loamy Sand)
- SL 砂質壤土 (Sandy Loam)
- L 壤 土 (Loam)
- SiL シルト質壤土 (Silty Loam)
- SCL 砂質埴壤土 (Sandy Clay Loam)
- CL 埴 壤 土 (Clay Loam)
- SiCL シルト質埴壤土 (Silty Clay Loam)
- SC 砂質埴土 (Sandy Clay)
- LiC 軽 埴 土 (Light Clay)
- SiC シルト質埴土 (Silty Clay)
- HC 重 埴 土 (Heavy Clay)



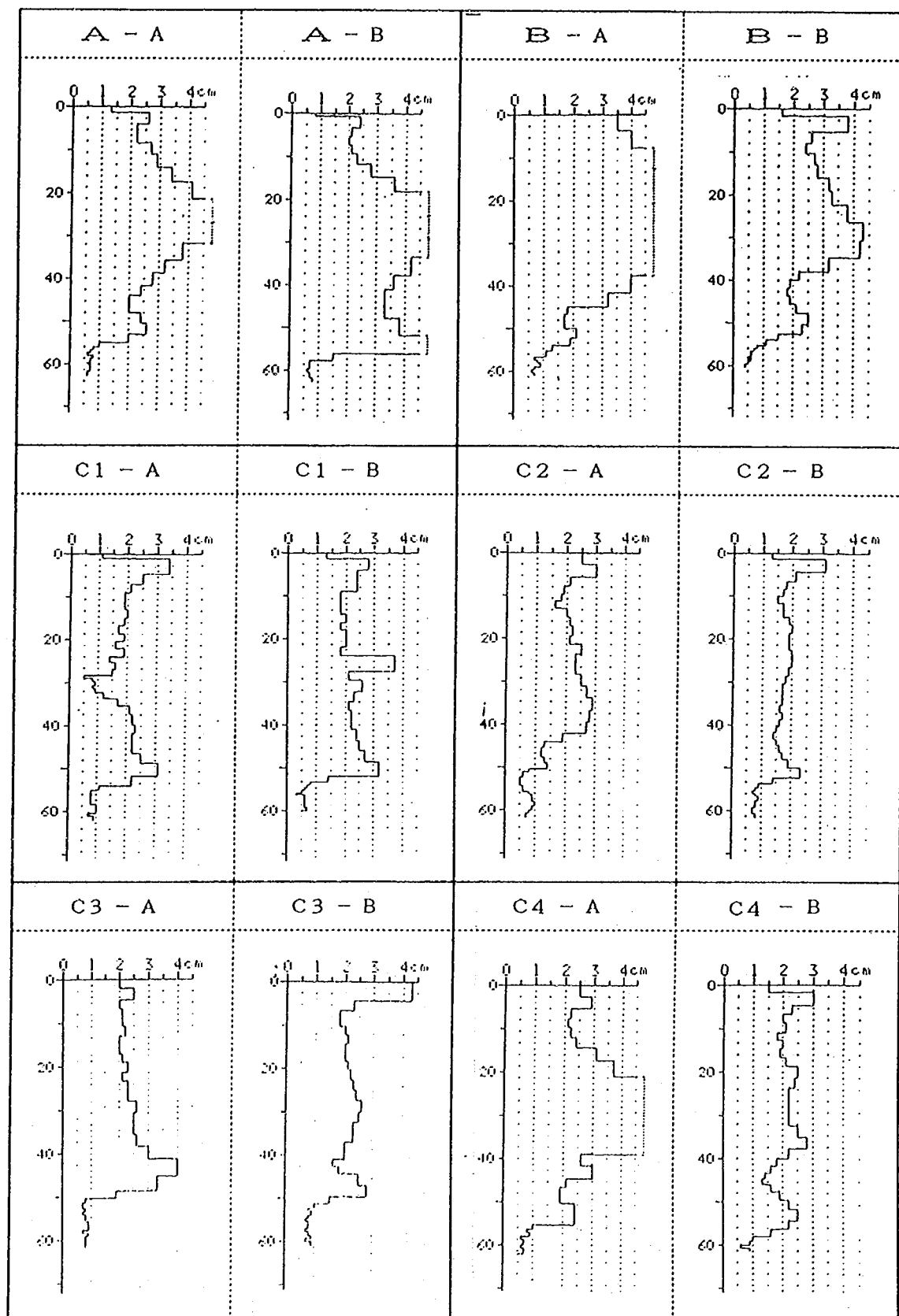
粒径加積曲線

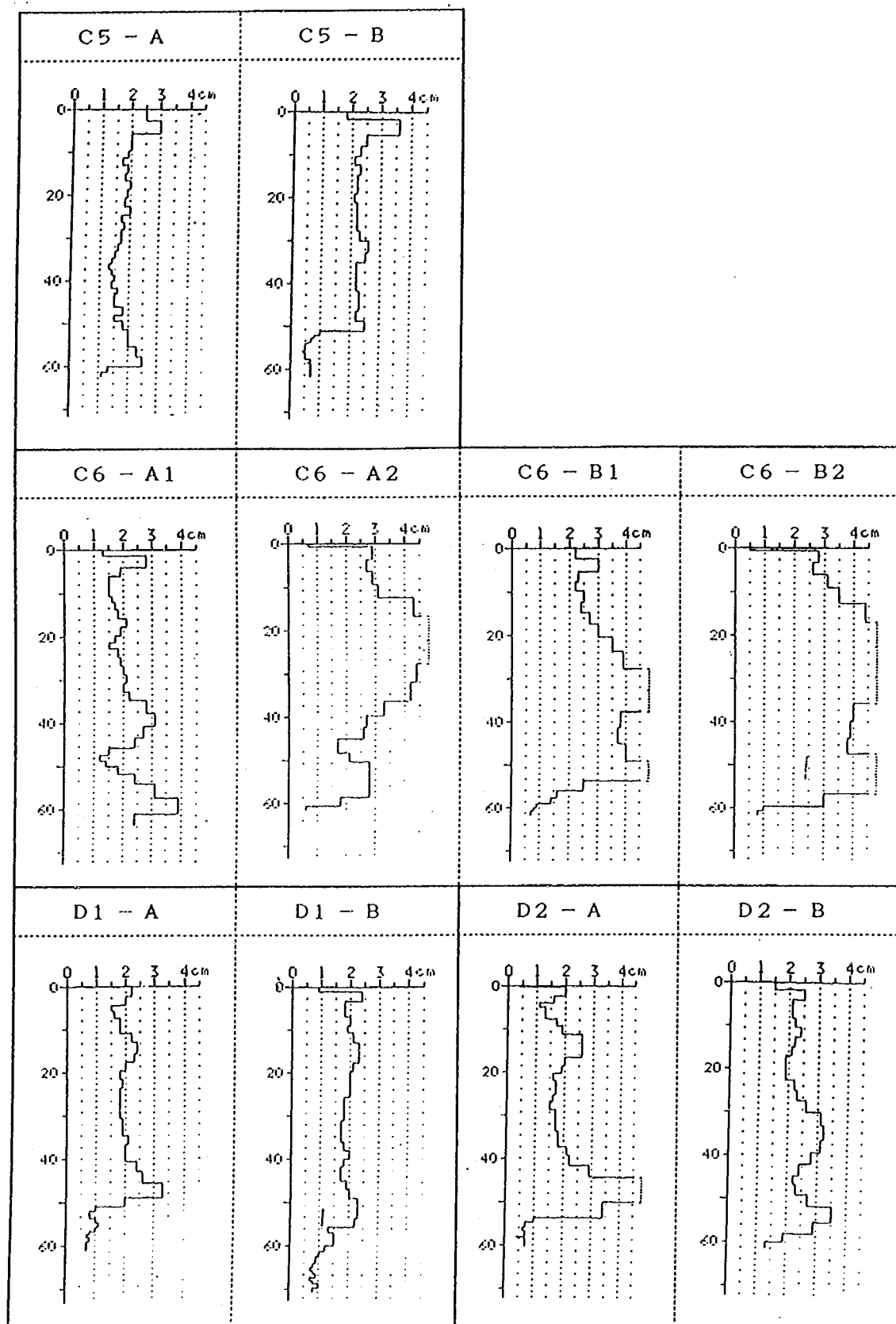


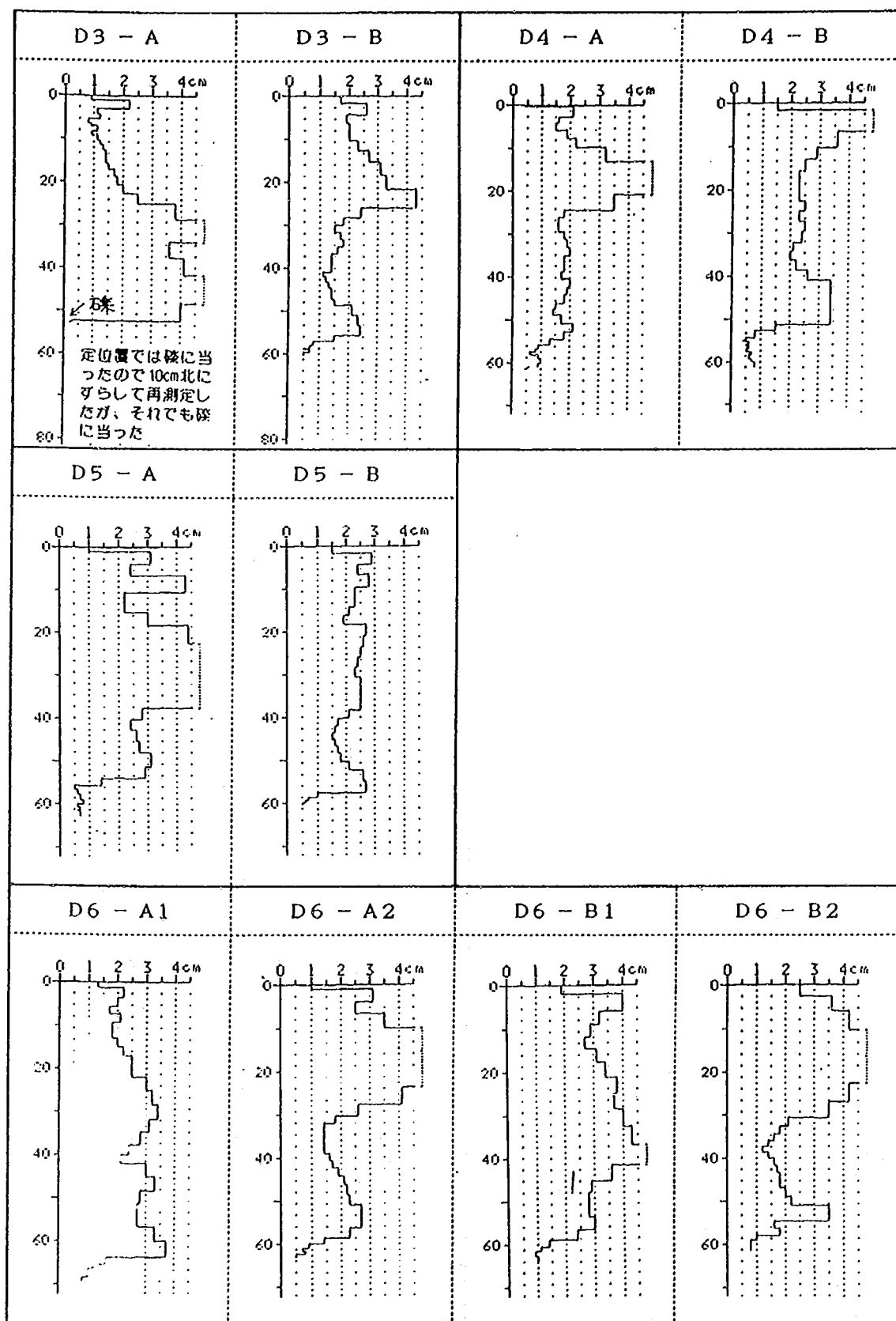
粘 土	シルト	細 砂	粗 砂	礫
-----	-----	-----	-----	---

貫入計調査結果 (1989年(平成元年)10月)

(注) 例で説明すると、A-A: 左側のサイズの大きな「A」は試験区を示し、
右側のサイズの小さな「A」は試験区内の任意の測定地点を示す。

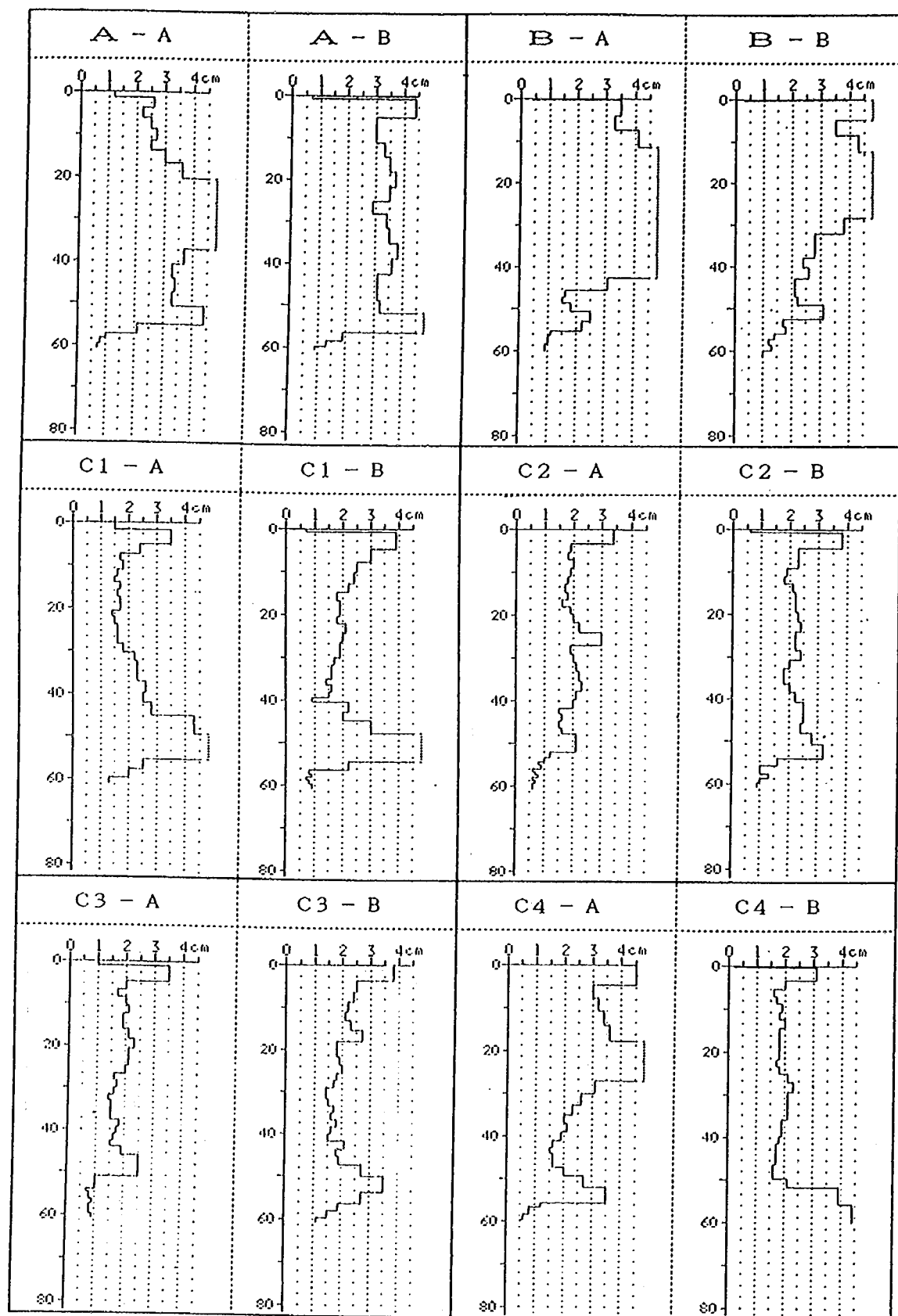


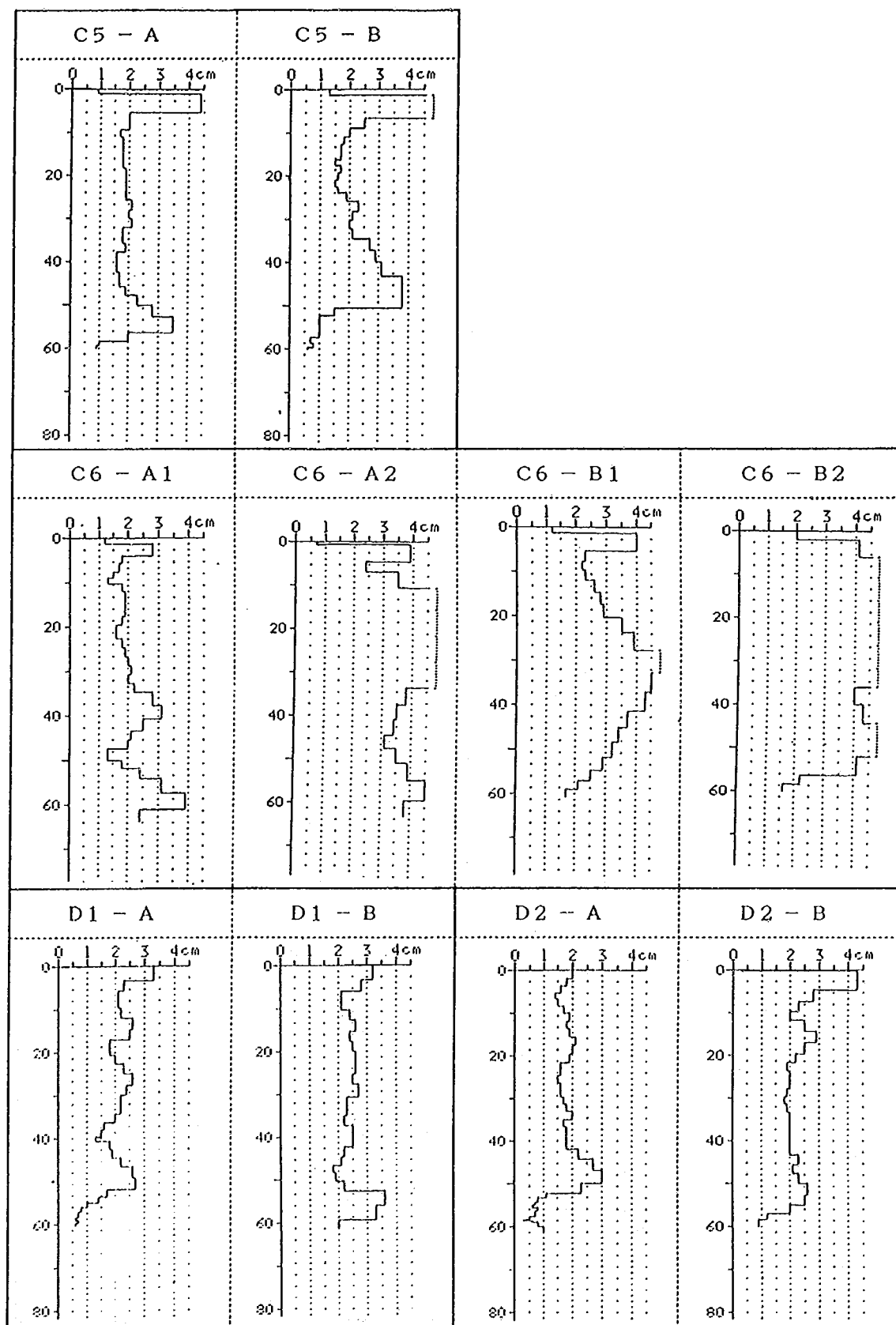


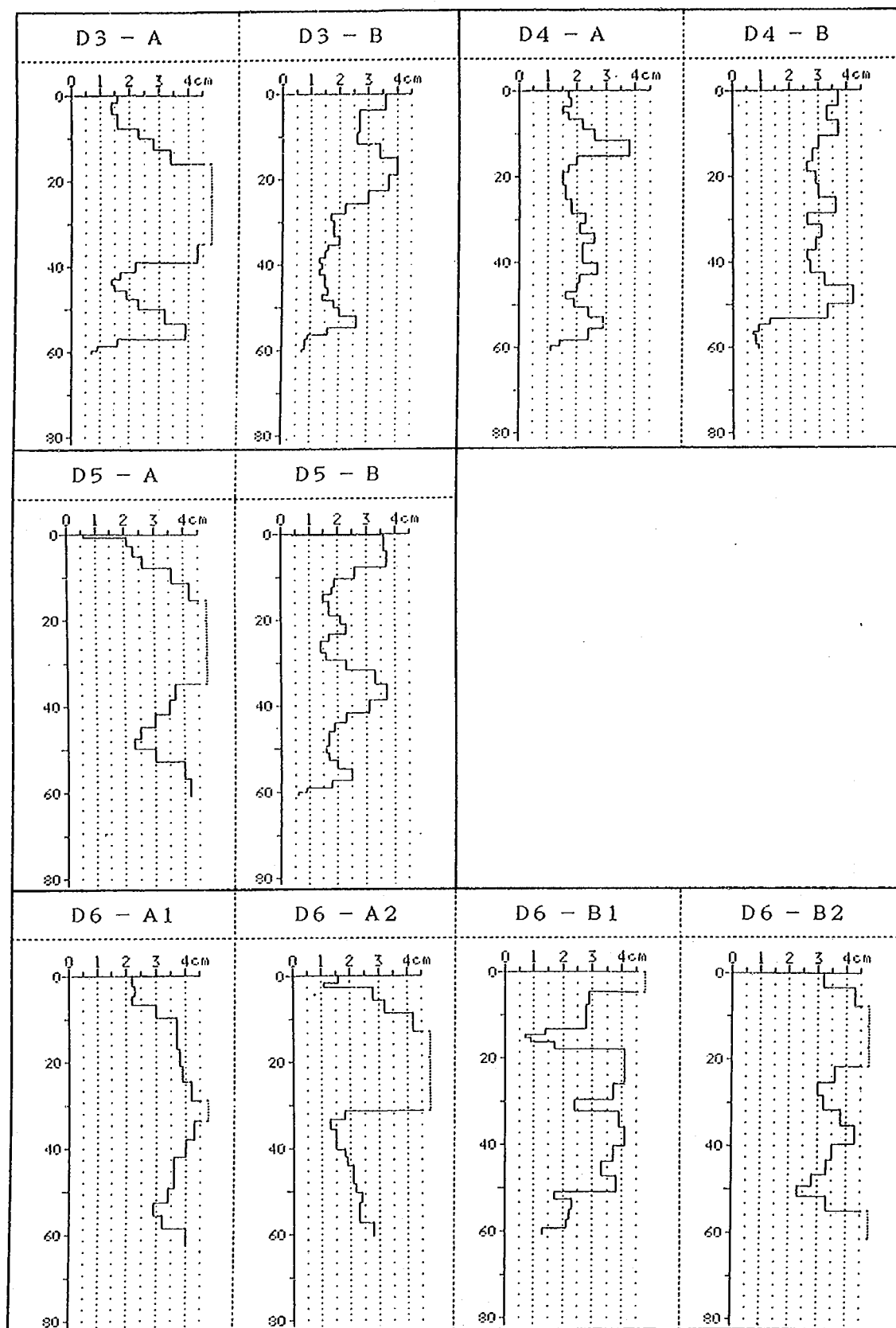


貫入計調査結果 (1988 年(昭和 63 年)10 月)

(注) 例で説明すると, A-A: 左側のサイズの大きな「A」は試験区を示し,
右側のサイズの小さな「A」は試験区内の任意の測定地点を示す。







6. 分散分析結果

分散分析結果 (C 1 区～C 4 区・C 6 区・A 区・B 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

COMPOST等

◆【データ名】

N量等

◆【要因】

A-1: 89 g

A-2: 178 g

A-3: 267 g

A-4: 371 g

A-5: 満267 g

A-6: 固形肥料192 g

A-7: パーク

◆【データ表】

[単位] = cm

繰返\要因	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
1回目	80.7	101.9	52.4	56.0	84.0	84.2	52.0
2回目	63.0	70.4	63.8	69.8	80.0	93.2	87.6
3回目	21.8	52.5	59.8	68.3	77.2	107.9	44.7
4回目	-1.8	87.1	87.3	79.2	38.8	113.0	24.4
5回目	67.8	42.7	85.9	50.2	116.1	76.2	31.8

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F検定 判定	F .05	F .01
A	869,309	6	144,885	2.68 *	2.42	3.47
誤差	1,513,475	28	54,053			

◎【検定の結果】 ○ 有意水準 5%でやゝ有意差があるようです。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1501 F .01=2021

A-6	A-5	A-2	A-3	A-4	A-7	A-1
1345	561	146	92	-165	-995	-1085
< 784 >	< 415 >	< 54 >	< 257 >	< 830 >	< 90 >	
< 1,199 >						
	< 469 >					
		< 311 >				
			< 1,087 >			
				< 920 >		
< 1,253 >						
	< 726 >					
		< 1,141 >				
			< 1,177 >			
< 1,510 * >						
	< 1,556 * >					
		< 1,231 >				
< 2,340 * * >						
	< 1,646 * * >					
< 2,430 * * >						

☆【判定の基準】 ◎【* * : 水準間には有意差がある】

○【* : やゝ有意差があるようだ】

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=38.3612

要因\	下限値	平均値	上限値
A-1	7.9 <=	46.3 <=	84.7
A-2	32.6 <=	70.9 <=	109.3
A-3	31.5 <=	69.8 <=	108.2
A-4	26.3 <=	64.7 <=	103.1
A-5	40.9 <=	79.2 <=	117.6
A-6	56.5 <=	94.9 <=	133.3
A-7	9.7 <=	48.1 <=	86.5

分散分析結果 (C 3 区・C 6 区 (同室素量))

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】
溝状COMPOST
◆【データ名】
N量
◆【要因】
A-1 : C 3
A-2 : C 6

◆【データ表】 [単位] = cm

繰返/要因	A - 1	A - 2
1 回目	52.4	84.0
2 回目	63.8	80.0
3 回目	59.8	77.2
4 回目	87.3	38.8
5 回目	85.9	116.1

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F検定 判定	F .05	F .01
A	21,996	1	21,996	0.44	5.32	11.30
誤差	402,566	8	50,321			

◎【検定の結果】 各要因間には有意差が認められません。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1636 F .01=2384

A - 2	A - 1
211	-258
<... 469 ...>	

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]
○ [* : やゝ有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=37.0133

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	32.8 <=	69.8 <=	106.9
A - 2	42.2 <=	79.2 <=	116.2

分散分析結果 (D 3 区D 6 区 (同窒素量))

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】
潜状ODI
◆【データ名】
N量
◆【要因】
A-1 : D 6 - 1
A-2 : D 6 - 2
A-3 : D 3 間有

◆【データ表】 [単位] = cm

繰返/要因	A - 1	A - 2	A - 3
1 回目	72.7	49.8	48.2
2 回目	77.7	57.5	89.0
3 回目	94.3	20.0	120.0
4 回目	102.6	52.1	69.5
5 回目	93.0	1.2	64.7

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F検定 判定	F .05	F .01
A	761.813	2	380.906	7.59 **	3.89	6.93
誤差	601.867	12	50.156			

◎【検定の結果】 ◎ 有意水準 1%で明らかに有意差が認められます。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1543 F .01=2163

A - 1	A - 3	A - 2
1053	564	-1544
<... 489 ... > < 2,108 * >		
<..... 2,597 * *>		

☆【判定の基準】 ◎ [* * : 水準間には有意差がある]
○ [* : やゝ有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=36.9525

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	51.1 <=	88.1 <=	125.0
A - 2	-0.8 <=	36.1 <=	73.1
A - 3	41.3 <=	78.3 <=	115.2

分散分析結果 (D 1 a 区～D 5 a 区・D 6 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

ODEI間有

◆【データ名】

N量

◆【要因】

A-1: 61g

A-2: 122g

A-3: 183g

A-4: 245g

A-5: 306g

A-6: 溝183g-1

A-7: 溝183g-2

◆【データ表】

[単位]= cm

繰返\要因	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
1回目	66.2	88.8	48.2	82.2	62.5	72.7	49.8
2回目	90.2	38.9	89.0	60.0	78.8	77.7	57.5
3回目	51.8	96.5	120.0	72.0	89.0	94.3	20.0
4回目	60.0	101.5	69.5	88.5	84.2	102.6	52.1
5回目	51.0	101.5	64.7	109.7	92.7	93.0	1.2

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F検定 判定	F .05	F .01
A	1,005,739	6	167,623	3.97 **	2.42	3.47
誤差	1,180,877	28	42,174			

◎【検定の結果】 ◎ 有意水準 1%で明らかに有意差が認められます。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1326 F .01=1785

A-6	A-2	A-4	A-5	A-3	A-1	A-7
703	572	424	372	214	-508	-1894
< 131 >	< 148 >	< 52 >	< 158 >	< 722 >	< 1,386* >	
<----- 279 ----->						
	<----- 200 ----->					
		<----- 210 ----->				
			<----- 880 ----->			
				<----- 2,108** ----->		
<----- 331 ----->						
	<----- 358 ----->					
		<----- 932 ----->				
			<----- 2,266** ----->			
<----- 489 ----->						
	<----- 1,080 ----->					
		<----- 2,318** ----->				
<----- 1,211 ----->						
	<----- 2,466** ----->					
<----- 2,597** ----->						

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]

○ [* : やゝ有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=33.885

要因\	下限値	平均値	上限値
A-1	30.0 <=	63.8 <=	97.7
A-2	51.6 <=	85.4 <=	119.3
A-3	44.4 <=	78.3 <=	112.2
A-4	48.6 <=	82.5 <=	116.4
A-5	47.6 <=	81.4 <=	115.3
A-6	54.2 <=	88.1 <=	121.9
A-7	2.2 <=	36.1 <=	70.0

分散分析結果 (D 1 b 区～D 5 b 区・A 区・B 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

ODEI間無

◆【データ名】

N 量

◆【要因】

A - 1 : 61 g

A - 2 : 122 g

A - 3 : 183 g

A - 4 : 245 g

A - 5 : 306 g

A - 6 : 固形肥料

A - 7 : パーク

◆【データ表】

[単位] = cm

繰返\要因	A - 1	A - 2	A - 3	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
1 回目	73.2	53.2	57.6	57.2	25.0	84.2	52.0
2 回目	73.7	58.8	70.6	29.5	42.5	93.2	87.6
3 回目	109.8	62.8	73.5	72.0	60.3	107.9	44.7
4 回目	132.0	71.3	77.0	49.0	81.8	113.0	24.4
5 回目	95.0	82.9	110.7	98.0	54.5	76.2	31.8

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F 検定 判定	F .05	F .01
A	1,130,127	6	188,354	4.25 **	2.42	3.47
誤差	1,240,038	28	44,287			

◎【検定の結果】 ◎ 有意水準 1% で明らかに有意差が認められます。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1358 F .01=1829

A - 1	A - 6	A - 3	A - 2	A - 4	A - 5	A - 7
1287	1195	344	-260	-493	-909	-1145
< 92 > < 851 > < 604 > < 233 > < 416 > < 236 >						
< 943 >						
< 1,455* >						
< 837 >						
< 649 >						
< 652 >						
< 1,547* >						
< 1,688* >						
< 1,253 >						
< 885 >						
< 1,780* >						
< 2,104** >						
< 1,489* >						
< 2,196** >						
< 2,340** >						
< 2,432** >						

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]

○ [* : やや有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=34.7234

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	62.0 <=	96.7 <=	131.5
A - 2	31.1 <=	65.8 <=	100.5
A - 3	43.2 <=	77.9 <=	112.6
A - 4	26.4 <=	61.1 <=	95.9
A - 5	18.1 <=	52.8 <=	87.5
A - 6	60.2 <=	94.9 <=	129.6
A - 7	13.4 <=	48.1 <=	82.8

分散分析結果 (D 1 a 区・D 1 b 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

間土の有無

◆【データ名】

D 1 区

◆【要因】

A - 1 : D 1 a 区

A - 2 : D 1 b 区

◆【データ表】

[単位] = cm

繰返\要因	A - 1	A - 2
1 回目	66.2	73.2
2 回目	90.2	73.7
3 回目	51.8	109.8
4 回目	60.0	132.0
5 回目	51.0	95.0

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F検定 判定	F .05	F .01
A	270,603	1	270,603	6.14 *	5.32	11.30
誤差	352,682	8	44,085			

◎【検定の結果】 ○ 有意水準 5 %でやゝ有意差があるようです。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1531 F .01=2231

A - 2	A - 1
837	-809
< 1,645* >	

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]

○ [* : やゝ有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=34.6442

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	29.2 <=	63.8 <=	98.5
A - 2	62.1 <=	96.7 <=	131.4

分散分析結果 (D 2 a 区・D 2 b 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

間土の有無

◆【データ名】

D 2 区

◆【要因】

A - 1 : D 2 a 区

A - 2 : D 2 b 区

◆【データ表】

[単位] = cm

繰返\要因	A - 1	A - 2
1 回目	88.8	53.2
2 回目	38.9	58.8
3 回目	96.5	62.8
4 回目	101.5	71.3
5 回目	101.5	82.9

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F 検定 判定	F .05	F .01
A	96.432	1	96.432	2.30 *	5.32	11.30
誤差	335.485	8	41.936			

◎【検定の結果】 各要因間には有意差が認められません。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05 = 1493 F .01 = 2176

A - 1	A - 2
472	-510
< 982 >	

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]

○ [* : や > 有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅 = 33.789

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	51.7 <=	85.4 <=	119.2
A - 2	32.0 <=	65.8 <=	99.6

分散分析結果 (D 3 a 区・D 3 a 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

- ◆【実験のタイトル】
間土の有無
- ◆【データ名】
D 3 区
- ◆【要因】
A - 1 : D 3 a 区
A - 2 : D 3 b 区

◆【データ表】 [単位] = cm

繰返\要因	A - 1	A - 2
1 回目	48.2	57.6
2 回目	89.0	70.6
3 回目	120.0	73.5
4 回目	69.5	77.0
5 回目	64.7	110.7

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F検定 判定	F .05	F .01
A	40	1	40	0.00	5.32	11.30
誤差	458.318	8	57.290			

◎【検定の結果】 各要因間には有意差が認められません。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1745 F .01=2544

A - 1	A - 2
14	-6
< 20 >	

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]
○ [* : やゝ有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=39.4932

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	38.8 <=	78.3 <=	117.8
A - 2	38.4 <=	77.9 <=	117.4

分散分析結果 (D 4 a 区・D 4 b 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

問士の有無

◆【データ名】

D 4 区

◆【要因】

A - 1 : D 4 a 区

A - 2 : D 4 b 区

◆【データ表】 [単位] = cm

繰返\要因	A - 1	A - 2
1 回目	82.2	57.2
2 回目	60.0	29.5
3 回目	72.0	72.0
4 回目	88.5	49.0
5 回目	109.7	98.0

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F 検定 判定	F .05	F .01
A	113,849	1	113,849	2.26	5.32	11.30
誤差	403,302	8	50,413			

◎【検定の結果】 各要因間には有意差が認められません。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1637 F .01=2386

A - 1	A - 2
524	-543
< 1.067 >	

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]

○ [* : やや有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=37.0471

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	45.4 <=	82.5 <=	119.5
A - 2	24.1 <=	61.1 <=	98.2

分散分析結果 (D 5 a 区・D 5 b 区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

間土の有無

◆【データ名】

D 5 区

◆【要因】

A - 1 : D 5 a 区

A - 2 : D 5 b 区

◆【データ表】 [単位] = cm

繰返\要因	A - 1	A - 2
1 回目	62.5	25.0
2 回目	78.8	42.5
3 回目	89.0	60.3
4 回目	84.2	81.8
5 回目	92.7	54.5

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F 検定 判定	F .05	F .01
A	204,776	1	204,770	7.01 *	5.32	11.30
誤差	233,632	8	29,204			

◎【検定の結果】 ○ 有意水準 5% でやゝ有意差があるようです。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05 = 1246 F .01 = 1816

A - 1	A - 2
722	-709
< 1,431* >	

☆【判定の基準】 ◎ [** : 水準間には有意差がある]

○ [* : やゝ有意差があるようだ]

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅 = 28.1971

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	53.2 <=	81.4 <=	109.6
A - 2	24.6 <=	52.8 <=	81.0

分散分析結果 (A区・C3区・B区・D3b区)

◆【一元配置の分散分析】◆

◆【実験のタイトル】

各混合物

◆【データ名】

N量

◆【要因】

A-1: 固形肥料

A-2: C3

A-3: パーク

A-4: D3間無

◆【データ表】

[単位] = cm

繰返\要因	A - 1	A - 2	A - 3	A - 4
1回目	84.2	101.9	52.0	57.6
2回目	93.2	70.4	87.6	70.6
3回目	107.9	52.5	44.7	73.5
4回目	113.0	87.1	24.4	77.0
5回目	76.2	42.7	31.8	110.7

◆【分散分析表】

要因\	平方和	自由度	平均平方	F検定 判定	F .05	F .01
A	563.875	3	187.958	4.12 *	3.24	5.29
誤差	729.696	16	45.606			

◎【検定の結果】 ○ 有意水準 5%でやゝ有意差があるようです。

◆【水準間の検定結果】◆

◆【水準間の検定】

F .05=1430 F .01=1972

A - 1	A - 4	A - 2	A - 3
895	44	-304	-1445
< 851 >	< 348 >	< 1,141 >	
< 1,199 >			
	< 1,489* >		
< 2,340** >			

☆【判定の基準】 ◎【** : 水準間には有意差がある】

○【* : やゝ有意差があるようだ】

◆【信頼区間の推定】

信頼区間の幅=35.2367

要因\	下限値	平均値	上限値
A - 1	59.7 <=	94.9 <=	130.1
A - 2	35.7 <=	70.9 <=	106.2
A - 3	12.9 <=	48.1 <=	83.3
A - 4	42.6 <=	77.9 <=	113.1

引用・参考文献

- 1) 日本土壤肥料学会編：下水汚泥ーリサイクルのためにー：博友社 1979
- 2) 山本昌宏：廃棄物（都市ごみ・し尿）の有効利用について：再生と利用 Vol. 9, No. 33 1986
- 3) 田中，中尾：米国におけるコンポスト化の現状：再生と利用 Vol. 9, No. 33 1986
- 4) 高本文男，山内敏雄：家畜糞尿の省力施用法，「地力維持・連作障害対策新技術」：(株)農林水産技術情報協会 1984
- 5) 後藤逸男，蛭木 翠：天然ゼオライトの特性とその多元的農業利用についてーゼオライトコンポストの性質と肥効ー：再生と利用 Vol. 10, No. 36 1987
- 6) 特集 下水汚泥の緑農地利用に関する調査・研究文献索引：再生と利用 Vol. 11, No. 39・40 合併号 1988
- 7) 山崎 傳：微量要素と多量要素ー土壤・作物の診断・対策ー：養賢堂 1966
- 8) 前田正男：施肥講座 3 果樹の栄養診断と施肥：(株)農山漁村文化協会 1967
- 9) 松永一成：下水汚泥有効利用のさらなる進展を！：再生と利用 Vol. 9, No. 32 1986
- 10) 安藤忠男，尾形昭逸：硝酸態窒素の迅速定量法：日本土壤肥料学雑誌 第 51 号
- 11) 土壤物理性測定法委員会：土壤物理性測定法：養賢堂 1975
- 12) 増田拓朗，藤原賢一，吉田重幸：ケヤキの生育に及ぼす土壤物理性の影響：香川大学農学部報告 Vol. 34, No. 2 1983
- 14) 川口圭三郎：土壤学概論：養賢堂 1980
- 15) 高井康雄，早瀬達郎，熊沢喜久雄：植物栄養・土壤・肥料大事典：養賢堂 1980
- 16) 三井進午：最新 土壤・肥料・植物栄養事典 増補版：博友社 1977
- 17) 川口圭三郎ほか：改訂最新 土壤学：朝倉書店 1980
- 18) 上原敬二：最新刊 造園大事典：加島書店 1978
- 19) 日本緑化工学会：緑化技術用語事典：山海堂 1990
- 20) (株)日本道路協会：道路緑化技術基準・同解説：丸善 1989
- 21) 長谷川秀三：土壤改良剤ー正しい知識と利用法：公害と対策 臨時増刊 Vol. 22, No. 14 1986
- 22) 日本土壤肥料学会：施肥位置と栽培技術ー現状と問題点ー：博友社 1982
- 23) 荻住 昇：樹木根系図説：誠文堂新光社 1979
- 24) 茨城県霞ヶ浦流域下水道事務所：霞ヶ浦 湖北流域下水道の概況(パンフレット)：茨城県 1990

都市緑化における 下水汚泥の利用

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2938号
平成3年3月(1991)
緑化研究室
半田真理子・小澤 徹三・飯塚 康雄
吉永 裕康・井上 忠佳・前田 博
田代 順孝・有村 恒夫

要 旨

主として都市緑地における下水汚泥の有効利用を図ることを目的とし、肥料や土壌改良材として利用する際の下水汚泥の特質、下水汚泥を利用する側からの意見等について、消化脱水汚泥やコンポスト化汚泥についての各種植栽試験や造園施工業者を対象としたアンケート調査等を行ってきた。本報告書では、使用する言葉の意味の相違等も含め利用する側からの使用時等の注意事項等を、「都市緑化における下水汚泥の施用指針(案)」(昭和62年3月、建設省都市局)に説明や新しいデータ等を加えるとともに、施工手順等について取りまとめたものである。

キーワード：下水汚泥，有効利用，都市緑化

郵便はがき

切手をは
て下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

緑化研究室 御中

No.178

No.178

配布先氏名

配布先住所

○

土木研究所資料第 2938 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 ⑩

土木研究所資料第 2938 号

○

都市緑化における下水汚泥の利用