マサ土の保水性改善に及ぼす土壤改良剤の効果

増 田 拓 朗*
渡 辺 幸 照*
吉 田 重 幸*

Effects of Soil Conditioners on The Improvement of Water Retentivity of Masa-soil

Takuro MASUDA
Yukiteru WATANABE
Shigeyuki YOSHIDA

摘要：マサ土に2、3の土壤改良剤を混入し、保水性改善に及ぼす効果を検討した。実験にはクスノキ2年生ポット苗を用い、半年間生育後、夏期に灌水を停止し、生育状態および蒸発散量を調査した。シオレ始めるまでの日数とその間の蒸発散量（ $pF1.8 \sim 3.8$ の土壤水分量に相当）の間には高い正の相関が認められ、パーライト混入の効果が最も大きかった。シオレ始めてから枯れるまでの日数は、有機質土壤改良剤混入区が長かった。

1. はじめに

植栽基盤としてのマサ土の問題点として、養分（とくに窒素）が不足していること、保水性が低いこと、転圧・踏圧によって非常に緻密に固結することなどが指摘されている。筆者らは、これまでにマサ土による造成緑地における土壤物理性（三相分布、土壤硬度）の問題点³⁾、マサ土中の窒素含有量および土壤改良剤混入が樹木の生育に及ぼす効果⁴⁾などについて報告しているが、今回、3種の土壤改良剤を用いて、マサ土の保水性改善に及ぼす効果について実験を行ない、2～3の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

- (1) 実験場所 香川大学農学部実験圃場内ガラス室
- (2) 実験期間 植え付け 1984年4月18日
灌水停止 1984年8月23日～11月26日
- (3) 実験材料および実験区の設定

土壤改良剤として、パーク堆肥、オガクズ牛糞堆肥、真珠岩パーライト（以下単に「パーライト」と記す）の3種を用い、それぞれの土壤改良剤について、マサ土に対する混入比（容積比）を、1：4（20%区）、2：3（40%区）の2段階とし、対照区（マサ土100%）と合わせて計7通りの実験区を設定した。マサ土は香川県三木町産のもので、5mmの篩を通過した部分を使用した。植物材料としては、クスノキ（*Cinnamomum Cam-*

phora Siep.）2年生ポット苗を用いた。ポット苗は鉢土を水でよく洗い落とした後、ワグナーポット（1／5000a）を用いて植え付けた。1区あたりの反復数は5個体とした。また、樹木からの蒸散と土壤表面からの蒸発を比較検討するために、樹木を植栽しない土壤だけのポットを1区あたり1ポットずつ設置した。

(4) 実験方法

植え付け後、8月22日までは通常の管理（灌水、除草）の下で生育させ、8月22日夕方に十分灌水した後、翌23日から灌水を停止した。灌水停止後、毎日夕方ポットの重量を測定し、水分減少量（蒸発散量）を求めた。

なお、8月23日の測定前に、ポットを少し傾けて底に残っている余剰の重力水を排出させた。ポットの重量はほぼ重力水が抜けたと考えられる8月23日の測定値を初期値とした。この時の土壤水分は圃場含水量（ $pF 1.8$ ）に相当すると考えられる。重量測定と同時に供試樹の生育状態（シオレ、枯れなど）を観察した。重量測定は、各ポットの重量の変化がなくなる（風乾状態に達する）まで行なった。供試樹は9月15日（灌水停止後24日目）までにすべて枯死し、ポットの重量変化もほとんど0となったが、土壤だけのポットは10月下旬ないし11月下旬まで重量の減少を示した。最終的に11月26日で測定を打ち切った。

3. 実験結果

(1) 供試樹の大きさ

植え付けにあたっては、各区の供試樹の大きさに差が

* 香川大学農学部

表－1 植え付け時および灌水停止時の樹高，地際直径，葉数（葉数は灌水停止時のみ）

	植え付け時（4月18日）		灌水停止時（8月23日）		
	樹高（cm）	地際直径（mm）	樹高（cm）	地際直径（mm）	葉数（枚）
対照区（マサ土）	56.4（13.5）	6.3（0.9）	63.8（14.7）	7.9（1.0）	143（57）
パーク堆肥20％区	54.3（7.8）	7.0（0.4）	62.2（7.7）	7.9（0.6）	205（86）
パーク堆肥40％区	56.1（8.4）	6.6（1.3）	63.2（9.7）	7.9（0.8）	128（66）
オガクズ牛糞堆肥20％区	52.2（5.9）	7.0（1.4）	59.5（6.5）	8.1（1.3）	149（56）
オガクズ牛糞堆肥40％区	55.1（8.9）	7.0（1.1）	60.4（6.8）	8.1（1.2）	102（26）
パーライト20％区	51.0（10.6）	7.0（0.4）	57.7（12.5）	8.7（1.2）	104（27）
パーライト40％区	52.9（8.7）	6.2（0.8）	58.8（8.5）	7.6（0.6）	90（28）

注1） カッコ内の数字は標準偏差を示す。

注2） 各項目とも5％水準で各区の間に有意差なし（Duncan法による）

でないように，用意したポット苗 100 個体の中から比較的形状寸法のそろったものを35個体（5 個体× 7 区）選び，各区に配分した。表1に植え付け時（4月18日）の各区の樹高および地際直径を示したが，ともに各区の間に有意差はみられなかった。

灌水停止時（8月23日）の各区の樹高，地際直径および葉数も表1に示した。各区の生長量の間に若干の差が出るのではないかと予想したが，樹高，地際直径および葉数のいずれも各区の間に有意差は認められなかった。ただ，葉数の標準偏差がやや大きく，区の中でのバラツキが大きくなっているようであるが，葉数の影響の有無については後で検討する。

(2) 灌水停止期間中の気象条件

蒸発散の程度は気象条件に大きく左右されることが考えられる。灌水停止後からすべての供試樹が枯れるまでの期間（8月23日～9月15日）の気象条件（平均気温，日照時間，日射量）を図1に示す。なお，これらのデータは香川大学農学部科学研究委員会管理の自動気象観測装置（農学部実験圃場内に設置）の観測データから借用したものである。試験開始後2週間は安定した天候（晴天）が続いたが，9月7日以降やや天候が崩れた。後で述べるように，蒸発散量は最初の数日間は1ポットあたり 100 g/day 程度の値を示したが，次第に減少し9月5日以降は10 g/day以下になっており，7日以降の天候不順の影響はあまり大きくはなかったと思う。

(3) 供試樹の生育状態と蒸発散量

灌水停止からシオレ始めるまでの日数はパーライト混入区が最も長く（20％区 11.7日，40％区 14.0日），次いでオガクズ牛糞堆肥混入区（10.3日，11.7日），パーク堆肥混入区（9.7日，9.7日）であり，対照区は9.3日と最も短かった（表2）。

この間の蒸発散量（ポットの重量は重力水がほぼ抜け

たとえられる8月23日の測定値を基準とした。したがって，この間の蒸発散量は pF 1.8～3.8の土壤水分量に相当すると考えられる）も，表2に示すとおり，日数とよく似た傾向を示している。ただし，先にも述べたように，灌水停止時に樹高，地際直径にはほとんど差がなかったものの葉数にはややバラツキがみられた。日数は蒸発散量だけでなく葉数の影響も受けているかもしれない。そこで，蒸発散量と葉数を独立変数，日数を従属変数として重回帰分析を行なってみたところ，次式のような結果が得られた。

Y ： 灌水停止からシオレ始めるまでの日数

X₁ ： この間の蒸発散量（pF 1.8～3.8の土壤水分量）

X₂ ： 葉数

図－1 灌水停止期間中の気象条件

表－2 灌水停止後、＜シオレ始める＞までおよび＜枯れる＞までの日数とその間の蒸発散量

	灌水停止～シオレ始め		シオレ始め～枯れ		灌水停止～枯れ	
	日数	蒸発散量(g)	日数	蒸発散量(g)	日数	蒸発散量(g)
対照区(マサ土のみ)	9.3 (2.9)	546(105)	5.3 (0.6)	58 (23)	14.7 (2.3)	604 (47)
バーク堆肥20%区	9.7 (1.5)	467 (28)	7.7 (2.5)	71 (23)	17.3 (2.3)	539 (33)
バーク堆肥40%区	9.7 (1.5)	501 (52)	10.7 (6.7)	88 (38)	19.7 (7.5)	589 (49)
オガクズ牛糞堆肥20%区	10.3 (2.1)	611 (80)	10.7 (1.5)	82 (14)	21.0 (2.6)	693 (40)
オガクズ牛糞堆肥40%区	11.7 (0.6)	708 (35)	9.0 (4.0)	76 (31)	20.7 (4.0)	785 (21)
バーライト20%区	11.7 (1.5)	655 (46)	6.7 (1.2)	44 (9)	18.3 (0.6)	699 (22)
バーライト40%区	14.0 (1.7)	803 (72)	5.3 (3.2)	32 (11)	19.3 (4.9)	835 (44)

注) カッコ内の数字は標準偏差を示す。

として

$$Y = 1.603 + 0.01517 X_1$$

標準偏回帰係数 X_1 : 0.8692

X_2 : 0.

重相関係数 $R = 0.8692$

寄 与 率 $R^2 = 75.55 (\%)$

葉数の偏回帰係数は0となり、日数には全く影響していないこと、日数と蒸発散量 (pF 1.8～3.8の土壤水分量に相当)の間には高い正の相関があることが認められた。

シオレ始めてから枯れるまでの日数は、対照区およびパーライト混入区が5.3～6.7日と短く、バーク堆肥混入区、およびオガクズ牛糞堆肥混入区が7.7～10.7日と長くなる傾向がみられた(表2)。この間の蒸発散量(pF 3.8～4.2の土壤水分量に相当すると考えられる)は、対照区、パーライト混入区で少なく、有機質土壌改良剤混入区で多い傾向がみられた(表2)。そこで、先ほどと同様に重回帰分析を行なってみた。

Y : シオレ始めてから枯れるまでの日数

X_1 : この間の蒸発散量(pF 3.8～4.2の土壤水分量)

X_2 : 葉数

として

$$Y = 3.067 + 0.1106 X_1 - 0.01774 X_2$$

標準偏回帰係数 X_1 : 0.8695

X_2 : -0.2899

重相関係数 $R = 0.9116$

寄 与 率 $R^2 = 83.11 (\%)$

葉数の影響も0ではないが、この間の日数もほとんど蒸発散量 (pF 3.8～4.2の土壤水分量に相当)に規定されているといつてよい。

灌水停止から枯れるまでの全日数は、対照区が最も短い、その他の区はあまり差がなく、日数とこの間の蒸発散量 (pF 1.8～4.2の土壤水分量に相当)との関係もはっきりしない。重回帰分析の結果は次のとおりである。

Y : 灌水停止から枯れるまでの日数

X_1 : この間の蒸発散量(pF 1.8～4.2の土壤水分量)

X_2 : 葉数

として

$$Y = 23.94 + 0.03898 X_2$$

標準偏回帰係数 X_1 : 0

X_2 : -0.5531

重相関係数 $R = 0.5531$

寄 与 率 $R^2 = 30.59 (\%)$

蒸発散量の偏回帰係数は0となり、日数は葉数だけの単回帰式で表わされるが、寄与率は30%しかなく、回帰式が全く意味を持たないことを示している。

(4) 蒸発散速度について

土壤水分量の変化を図2に示した。区によって初期の土壤水分量に差があるが、蒸発散速度(曲線の傾き)は各区ともよく似ており、また、曲線の傾きによっていくつかの段階に分けられるようである。そこで、曲線の傾きが大きく変わるところで、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期というように分けてみた。表3に示すように、各期毎の蒸発散速度は

図－2 土壤水分量の経時変化
(風乾状態を0として)

表－3 蒸発散速度の変化

	I 期	II 期	III 期
対照区	123 (28)	57 (4)	19 (6)
バーク堆肥20%区	89 (18)	44 (10)	18 (5)
バーク堆肥40%区	95 (19)	44 (10)	20 (6)
オガ・牛糞20%区	115 (28)	49 (14)	20 (5)
オガ・牛糞40%区	114 (22)	62 (18)	22 (4)
パーライト20%区	106 (21)	64 (14)	18 (4)
パーライト40%区	112 (24)	64 (22)	18 (3)

注1) 単位: g/日

注2) 「オガ・牛糞」は「オガクズ牛糞堆肥」

注3) カッコ内の数字は標準偏差を示す。

注4) I 期: 蒸発散速度90~120 g/day

II 期: 蒸発散速度40~60 g/day

III 期: 蒸発散速度約 20 g/day の期間のうちシオレ始めるまで。

各区ともほぼ同様の値を示し、I 期は90~120g/day、II 期は40~60 g/day、III 期は20 g/day 前後である。なお、III 期は供試樹がシオレ始めるまでとしそれ以後の値は含んでいない。樹木にとってはI、II 期の土壤水分が使いやすい水（易効水）といえよう。

さて、蒸発散速度には差はみられなかったわけであるが、それぞれの期間に相当する土壤水分量はどうか。各期間毎の土壤水分量を表4に示す。I 期の水分量は各区とも大差ないが、II 期の水分量は対照区が最も少なく、パーライト混入区が最も多くなっている。シオレ始めるまで（I、II、III 期の合計）の水分量は、パーライト混入区が最も多く、次いでオガクズ牛糞堆肥混入区となっている。シオレ始めてから枯れるまでの土壤水分量はバーク堆肥混入区およびオガクズ牛糞堆肥混入区

で多くなっている。

(5) 土壤表面からの蒸発量について

樹木を植栽したポットは灌水停止後24日間ですべて風乾状態に達したわけであるが、土壤だけのポットは対照区が70日、パーライト20%区、40%区および有機質土壤改良剤の20%区がほぼ80日、有機質土壤改良剤の40%区がほぼ90日を要した。もちろん、秋になって気温、日射量ともに低下してくるので、ただ単純に日数を比較することはできないが、樹木がある場合、ポット全体から水分が消費される（ポット全体に根が分布している）のに対して、土壤だけの場合、土壤表面からの蒸発だけであるので、水分消費の速度が遅いことは確かである。

8月23日（圃場容水量）を100%、風乾状態を0%とした時の土壤水分の経時変化を図3に示した。樹木を植栽したポットでは、対照区が他の区に比べてわずかに水分消費速度が速いほかはほとんど差がない。土壤だけのポットでは、水分消費速度は前者に比べてずっと遅くなる。9月15日の時点で残っている水分は、対照区が15%、パーライト20%区、40%区および有機質土壤改良剤の20%区が約20%、有機質土壤改良剤の40%区が約40%となっている。また、対照区とパーライト混入区、バーク堆肥混入区とオガクズ牛糞堆肥混入区がそれぞれよく似た曲線を示している。

4. 考 察

マサ土の保水性改善に及ぼす土壤改良剤の効果を明らかにするために実験を行なったが、とくにパーライトの効果が大きいことが認められた。40%混入区では対照区の約1.5倍の有効水（pF 1.8~3.8に相当する土壤水分）を含んでおり、灌水停止からシオレ始めるまでの日数も対照区の9.3日に対して14.0日と1.5倍を示した。岡本ら¹⁾は「真珠岩パーライトの保水力は著しく、40%区で

表－4 蒸発散速度別にみた蒸発散量

	I 期	II 期	III 期	小計	IV 期	V 期	合計
対照区（マサ土のみ）	369 (59)	115 (18)	62 (10)	546 (87)	58 (9)	22 (4)	626 (100)
バーク堆肥20%区	268 (48)	164 (30)	35 (6)	467 (84)	74 (13)	16 (3)	557 (100)
バーク堆肥40%区	285 (47)	190 (32)	26 (4)	501 (83)	88 (14)	17 (3)	606 (100)
オガクズ牛糞堆肥20%区	383 (54)	180 (26)	47 (7)	610 (87)	80 (12)	10 (1)	700 (100)
オガクズ牛糞堆肥40%区	342 (43)	309 (39)	57 (7)	708 (89)	75 (9)	13 (2)	796 (100)
パーライト20%区	318 (45)	278 (39)	59 (8)	655 (92)	44 (6)	15 (2)	714 (100)
パーライト40%区	337 (40)	403 (48)	63 (7)	803 (95)	32 (4)	11 (1)	846 (100)

注1) 単位: g、ただし、カッコ内の数字はパーセントを表わす。

注2) I 期: 蒸発散速度90~120 g/day、II 期: 蒸発散速度40~60 g/day、

III 期: 蒸発散速度約 20 g/day の期間のうち、シオレ始めるまで、

IV 期: シオレ始めてから枯れるまで、V 期: 枯れてから風乾状態まで

は対照区の約2倍の含水率（平均有効含水率）がみられる」と報告しているが、筆者らの実験でも灌水停止の数日後には、パーライト40%区の有効水含有量は対照区（マサ土100%）の2～3倍の値になっている。適度の灌水あるいは降雨が期待できるところでは、パーライト40%の混入によってマサ土の2～3倍の有効水を常に保持できるといえよう。ただし、パーライトはpF3.8～4.2の水分含有量が少なく、シオレ始めてから枯れるまでの日数が短いということも指摘しておかなければならない。

パーク堆肥混入区の有効水含有量は対照区を下回った。野田²⁾は「パーク堆肥による有効水分保持効果は、山砂、山土、赤土のいずれの用土においても認められなかった」「山砂へのパーク堆肥の施用は有効水分の保持期間をかえって短くした」としている。筆者らの実験では有効水の保持期間が短くなることはなかったが、保水性改善効果があまり認められないことでは同様である。パーク堆肥についてはC/N比がよく問題にされるが、水分条件でも問題があるといえよう。

なお、今回の実験では土壤に転圧を加えることはしなかった。土壤が転圧あるいは踏圧を受けた場合その孔隙分布が変わることが予想される。そうなった場合、土壤改良剤の保水性改善効果がどう変わるかということなどについては、今後更に検討していきたい。

文 献

- 1) 岡本明・敷根俊一・笹本英治（1984）：2,3の土壤改良材の施用が土壤物理性およびクスノキ幼木の

図-3 土壤水分量の経時変化

（圃場容水量を100，風乾状態を0として）

細い実線は裸地20%区，太い実線は裸地40%区
細い破線は植栽20%区，太い破線は植栽40%区

の生育に及ぼす影響，造園雑誌 47(5)，79～84

- 2) 野田敏秀（1982）：造園，緑化用土への有機質土壤改良材の施用が用土の保水性に及ぼす影響，環境緑化研究 第2集，109～134
- 3) 増田拓朗・藤原賢一・吉田重幸（1983）：ケヤキの生育に及ぼす土壤物理性の影響，香川大学農学部学術報告 34(2)，157～162
- 4) 増田拓朗・広畑晴彦・吉田重幸（1985）：マサ土への土壤改良剤の混入がヘデラの生育に及ぼす効果，造園雑誌 48(5)，109～114

Summary : The experiment was carried out to clarify the effects of some soil conditioners on the improvement of water retentivity of Masa-soil (decomposed granite soil). The soil conditioners used in the experiment were bark compost, sawdust compost and perlite. Seven experimental plots were set up and young Camphor trees were planted in each plot on April 18, 1984. The trees were cut off water after August 23 until died. Soil moisture content of each plot was measured every day. The results were as follows;

- 1) A close correlation was found between the days before beginning to wilt and available moisture content of soil.
- 2) Perlite retained more available moisture than the other two soil conditioners.
- 3) Bark compost showed almost no effects of the improvement of water retentivity of Masa-soil.