

土壤保水材の試験施用結果と施用効果について

白石省三

Water Supply for Roadside Trees by Using Water Absorbing Material and its Effect

Shozo SHIRAIISHI

Abstract

Roadside trees are planted along median strip and sidewalk as a part of servicing projects of national highways, prefectural highways, etc.

In Setouchi region the amount of rainfall is less than that in the other parts of Japan (Average rainfall is about 1,200~1,500mm a year). In such dry condition through all the year around, great energy, cost and time are required to maintain and manage roadside trees. In spite of these efforts, weakening and death of roadside trees become to occur frequently.

Therefore, we carried out some tests of soil mixed with water absorbing materials aiming at temporary stock of rain water and keeping water contents for a certain period, and studied its effect.

“Nice Keep N-75” (Square granule) and “Expandmesh II” (Mesh sheet) were used as water absorbing materials. These are made by Acrylicacid salt-Vinylalcohol copolymer mixed with Styren Butadiene Rubber.

Laboratory test was carried out to compare water contents decrease caused by natural drying among two kinds of soil. One was plain soil, the other was soil mixed with 1% (ratio of weight) “Nice Keep N-75”. At the beginning of the test, water contents of the specimens were both about 14%, but water content of the former decreased to 3~5% after 3 days. On the contrary, the latter kept 5~8% for a duration of 20 days. It became clear that the above material is effective for water absorbing.

“Expandmesh II” was used at the actual test at street trees. The water content of soil was about 14% just after a rainfall. At the area without the water absorbing material, it went down under 5% on and after 5 days. On the contrary, it kept more than 8% after 10 days at the area with the water absorbing material.

Low striped bamboos were planted in the road side trees belt under this test. At the area without the water absorbing material, the death rate of trees was about 15% and tree condition was not good generally. At the area where the water absorbing material was used, there was almost no death and the condition was better.

1 まえがき

ここ数年来、瀬戸内地域においては、国道、県道および市町村道の整備事業が急ピッチで進められており、こ

れらの道路整備事業の一環として、中央分離帯や歩道に街路樹が植えられるようになった。そのために、従来に比べて景観がよくなり快適になったといえる。

これまでに各機関においては、景観、適性、植栽後の

維持管理，経済性などの面から，多くの研究や試みが実施され，優れた樹種が選定されてきた。しかしながら，現状では，植栽後の維持管理（灌水，除草，消毒など）に多大の経費を要しているだけでなく，樹勢の劣化，枯死といったケースが多く発生している。瀬戸内地方は年間を通じて少雨，乾燥型の気候であることから，特に植栽土壌の乾燥に起因すると考えられる樹木の劣勢，枯死が目立っている。したがって，今後においては，このような観点からの樹木の選定，維持管理法，土壌改良などの研究開発が望まれている。

このような事状を背景にして，“降雨時の余剰水をプールして，一定期間土壌水分を保持する”ことを目的にして，保水材を入れた土壌を用いた試験を室内および街路において実施し，その施用効果の判定を行った。

2 街路樹に対する環境

2・1 瀬戸内地方の気象の概要

図-1は，日本における湿度による気候を示したものであるが，瀬戸内地方は瀬戸内型と呼ばれる夏乾冬乾の気候であって，国内においては極めて乾燥状態にある地域であるといえる。また，畑地カンガイの面からは，図-2に示すように，瀬戸内東部はその必要度が極大地帯であるとしている。このような状態を降雨量の面から見ると，図-3に示すように，年平均（昭和41～55の平均）降雨量は1,200～1,500mm程度であり，全国的にも降雨量が少ない地域である。

以上のように，瀬戸内地方は降雨量が少なく，年間を通して乾燥状態にあり，特に夏期においてはカンガイを欠かせない地域であるといえる。

2・2 街路樹の植栽状況

試験施用を行った地域の街路樹は，おおむねつぎのような配置および環境の下に植栽されている。

- ① 道路は，旧地盤上に1～3m盛土されているケースが大半で，路床盛土材は，砂質土，礫質土のような保水性に乏しい土が主体となっている。
- ② 街路樹植栽部には，腐植土などの「土壌改良材」が添加されているとはいえ，抜本的な改良になっているとはいえない。
- ③ 植栽部を除いて，車道および歩道ともにアスファルト舗装されている。したがって，雨水はほとんど地下に浸透せず，側溝を通して速やかに場外に排出される。
- ④ 夏の乾燥期には，街路樹の維持のために灌水が行

- 1 裏日本型 --- 夏乾冬湿
- 1' " --- 夏適冬湿
- 2 表日本型 --- 夏冬適湿
- 2' " --- 夏乾冬適
- 2'' " --- 夏適冬乾
- 3 南海型 --- 夏湿冬適
- 3' " --- 夏湿冬乾
- 4 瀬戸内型 --- 夏乾冬乾

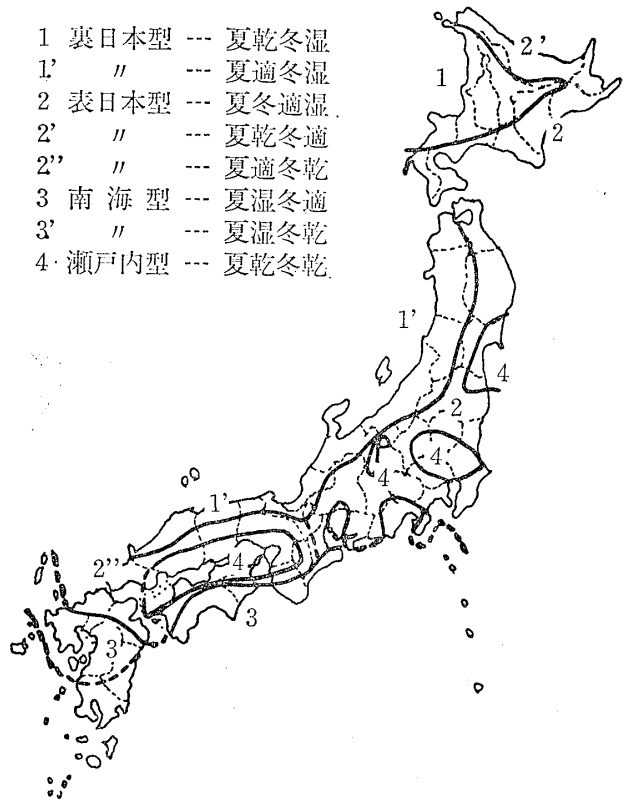


図-1 湿度による気候区分
(農業土木ハンドブック, 1964 による)

Fig.1 Climate classification in terms of humidity

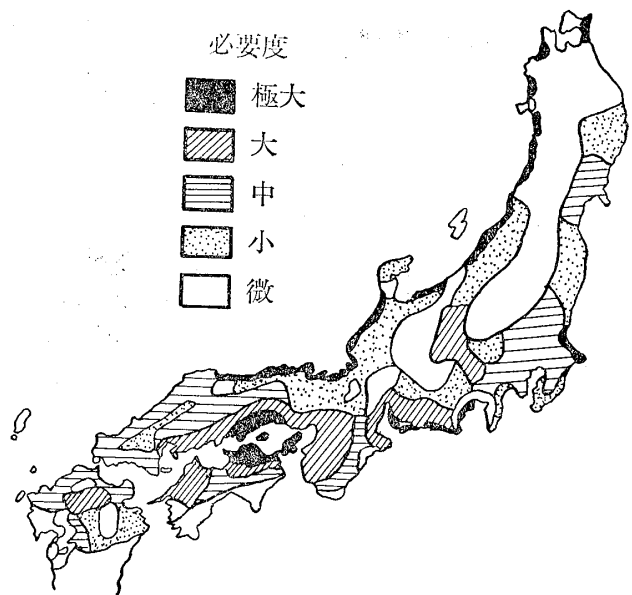


図-2 夏作期間の畑地カンガイの必要度による区分
(農業土木ハンドブック, 1969 による)

Fig.2 Classification of requirement degree of irrigation for farm during summer season

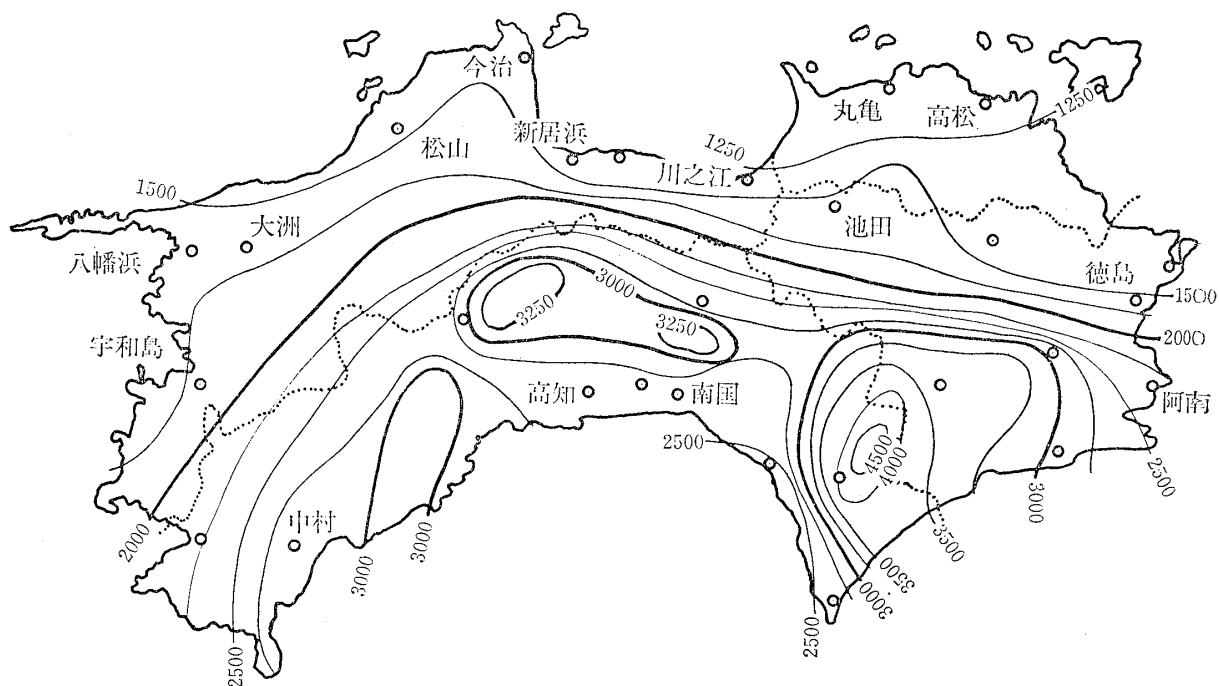


図-3 四国地方の年平均降雨量（昭和41～55年）（建設省四国地方建設局編「管内概要図」昭和62年度による）
Fig.3 Average annual precipitation in Shikoku district (1966～1980)

われているが、頻繁に手入れされていない植栽帯の地表面は半固結状となっており、容易に水を通さない。したがって、折角灌水した水もその大半は浸透せず、植栽帯から溢流してしまう状態にある。

- ⑤ 街路樹は、舗装面や周辺の建築物からの輻射熱の影響を受けており、温度的にもかなり苛酷な条件下にあるといえる。

以上のように、一般の街路樹は保水性の乏しい土壤に植栽されているのみならず、地下水や雨水の恩恵も受けられない厳しい環境下に置かれているといえる。したがって、植栽土壤は降雨時やその直後を除くと慢性的な乾燥状態にあって、適切な土壤管理や灌水などの人的保護がない限り、街路樹は常に“土壤乾燥による枯死”の運命をたどることになる。

四国地方における国道の街路樹帯に対する灌水は、図-4に示すように、約60%の箇所において実施されている。しかし、その実施率は年間平均降雨量によって差異があり、雨が多い太平洋側では小さく、雨が少ない瀬戸内側では大きい。灌水は、雨が少ない夏期に平均2回程度実施されており、1回の灌水管理基準は、中低木で5～10l/m²である。

図-5は、街路樹植栽帯の概念図であるが、一般的にいって、地下水面は旧地盤の中にあつて、植栽直後はもちろん、街路樹がかなり成育するまでは地下水の恩恵をうけることは少ないものと考えられる。

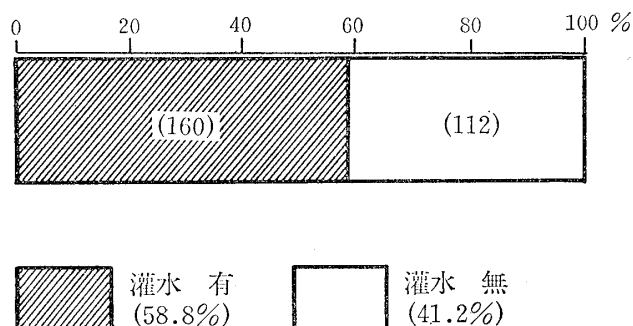


図-4 四国地方建設局管内国道の灌水実施状況（四国技術事務所，1988 による）

Fig.4 Actual conditions of sprinkling along the national road in Shikoku district

2・3 植栽帯土壤の性質

試験施用を行った街路樹帯の土壤について、土質試験を実施した。試験の結果は表-1および図-6に示す通りである。この試験結果によれば、植栽帯の土壤は、粘性土分を4～7%含有し、細礫を多く含んだ比較的粒度配合の良い砂質土で、日本統一分類法によれば、“礫(G)～細粒分混り砂(S-F)”に該当する。なお、この土は通称‘マサ土’と呼ばれ、瀬戸内地方に広く分布する花崗岩類の風化したもので、道路盛土や植栽土などに利用されている。

この試験によれば、自然含水比が13～15%となっているが、この土は降雨のあった翌日に地表部（不飽和帯）

表-1 植栽土壌‘マサト’の土質特性
Table 1 Properties of soil ‘Masado’ in shrubbery zone

項目	特性
粒度組成	礫分45~49%, 砂分46~49%, 粘性土分4~7%
均等係数 U_c	12~14
日本統一土質分類	G~S-F (礫~細粒分混り砂)
比重 G_s	2.65~2.70
自然含水比 W_n	13~15%

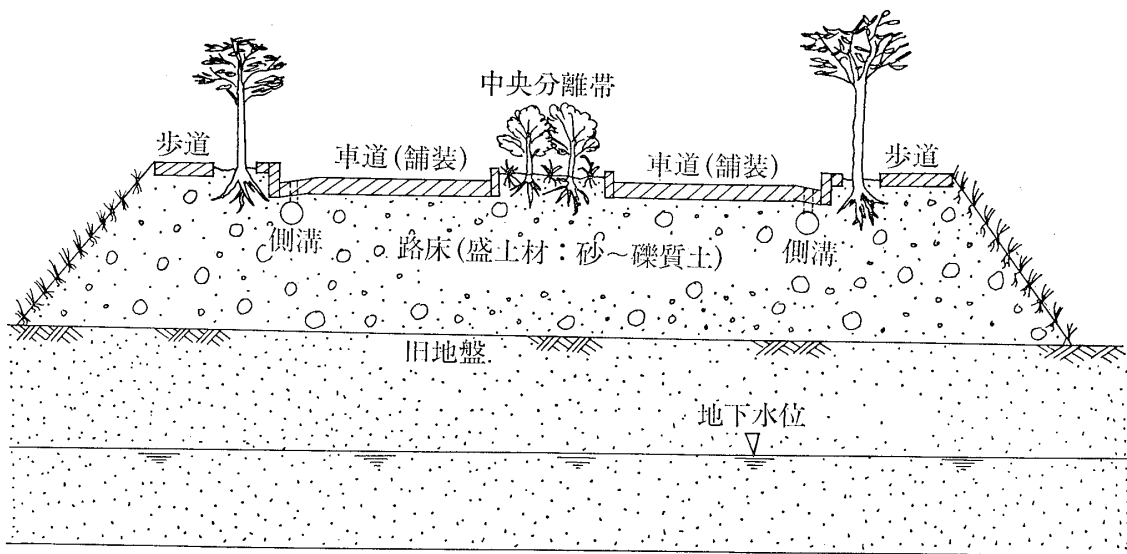


図-5 街路樹植栽帯見取り図
Fig.5 Sketch of plantation zone on the road

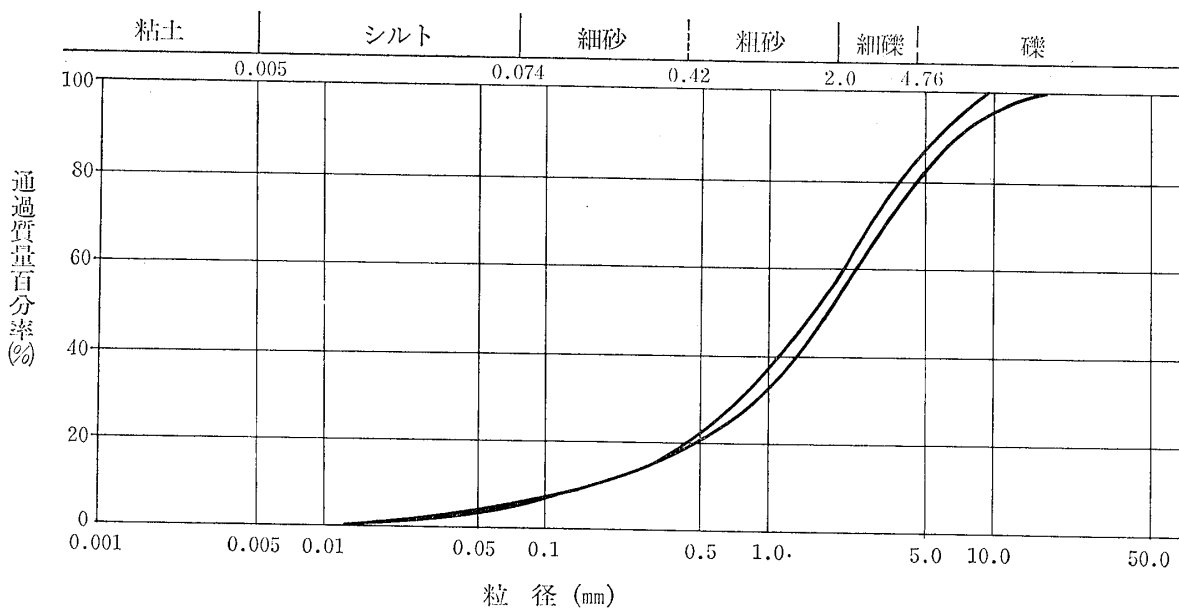


図-6 植栽帯土壌の粒径加積曲線
Fig.6 Grain size accumulation curve of soil in plantation zone

から採取したものである。実際には、天候によって3～20%の範囲で変化するものと推定される。

3 土壌保水材の形状と性質

試験に使用した土壌保水材は「ナイスキープ N-75」および「エキスパンドメッシュⅡ型」で、これらは高吸水性樹脂であるビニールアルコール-アクリル酸塩共重合体を基材とし、これに膨張量調整、強度および整形性を持たせるために、スチレンブタジエンゴム (SBR) などの物質を混ぜ合わせたものである。

室内試験に対しては、土の中に均等に混ぜることができる角型粒体の「ナイスキープ N-75」を使用した。街路樹帯に対しては、土中に面的に設置することができるように加工されている「エキスパンドメッシュⅡ型」を使用した。この「エキスパンドメッシュⅡ型」の土壌保水材は、幅 39cm、長さ 19.2cm、厚さ 0.3cm の切れ目加工をした板状のもので、使用時には、図-7 に示すように引き伸ばして網状にし、約 0.4m×1.5m を標準施用面積としている。

「エキスパンドメッシュⅡ型」の吸水倍率と経過時間との関係は図-8 に示す通りで、約60時間で最大値に達しており、吸水が比較的徐々に進行することがうかがわれる。また、表-2 は水の種類による吸水倍率の相異を示したものであり、塩水やセメントミルクに比べ、一般の地下水に対しては吸水性がよいことがわかる。

上記の実験結果を要約すると、つぎのようになる。

- ① 保水材の外部にある水を吸い込み、その分だけ体積は膨張する。
- ② 外部の水量が、保水材が吸い込むことができる量よりも少ない場合には膨張は途中で止まる。反対に、多い場合には最大倍率になるまで吸水膨張する。
- ③ 吸水した保水材の外部に水がなくなったとき（土壌乾燥など）には、保水材内部の水は外部に滲出し、体積は減少する。
- ④ 以上のように、外部(土壌)の水の状況に応じて、保水材は吸水膨張と滲出収縮を繰り返すが、保水材の性質は長期間にわたって大きく変化することはないであろう。

4 高吸水性樹脂の安全性

高吸水性樹脂の安全性については、下記のような試験結果が得られており（応用地質㈱）、安全性は高いといえることができる。

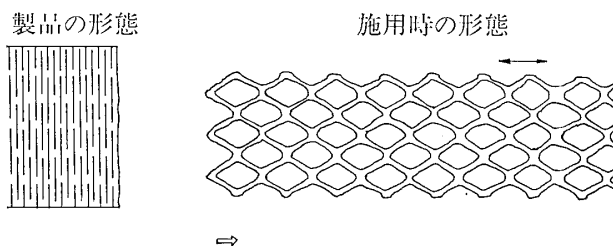


図-7 土壌保水材「エキスパンドメッシュ型」の形状
Fig.7 Shape of the water holding material 'Expandmesh'

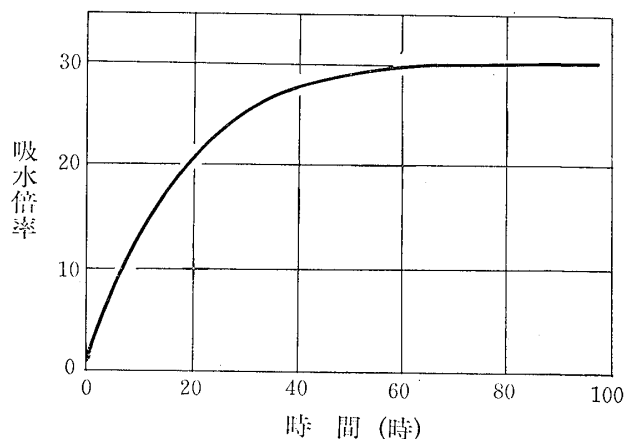


図-8 「ナイスキープN-75」の吸水速度
Fig.8 Relationship between weight change due to water absorption and elapse time for 'Nice Keep N-75'

表-2 水の種類と吸水倍率
Table 2 Weight change due to water absorption of water holding material for variety of water

水の種類	吸水倍率
純水	25
一般の地下水	20~25
塩水化した地下水	5~20
海水	5以下
セメントミルク	5以下

- ① マウスおよびラットにおける経口毒性試験——
——LD₅₀>10,000mg/kg
(LD₅₀: 48時間50%致死量)
- ② ラットにおける垂急性毒性試験——毒性なし
- ③ ウサギを用いた皮膚一次刺激試験——刺激性なし
- ④ ウサギを用いた粘膜一次刺激試験——刺激性なし
- ⑤ モルモットを用いた抗原性試験——
——抗原性は認められない
- ⑥ 人における皮膚刺激性試験——刺激性なし
- ⑦ ヒメダカにおける急性毒性試験（魚毒試験）——
——LC₅₀>100ppm

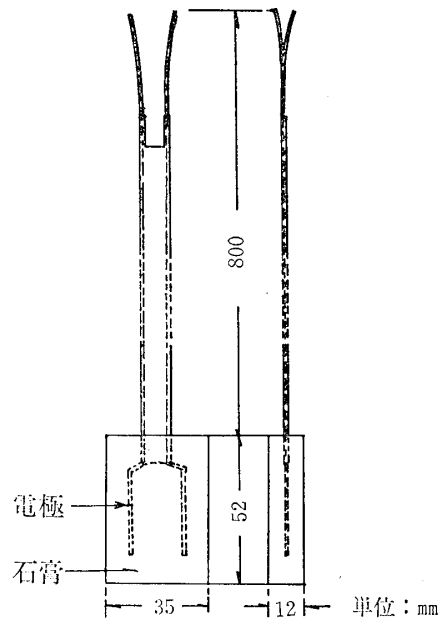
(LC₅₀: 48時間50%致死量)

5 土壤水分の測定

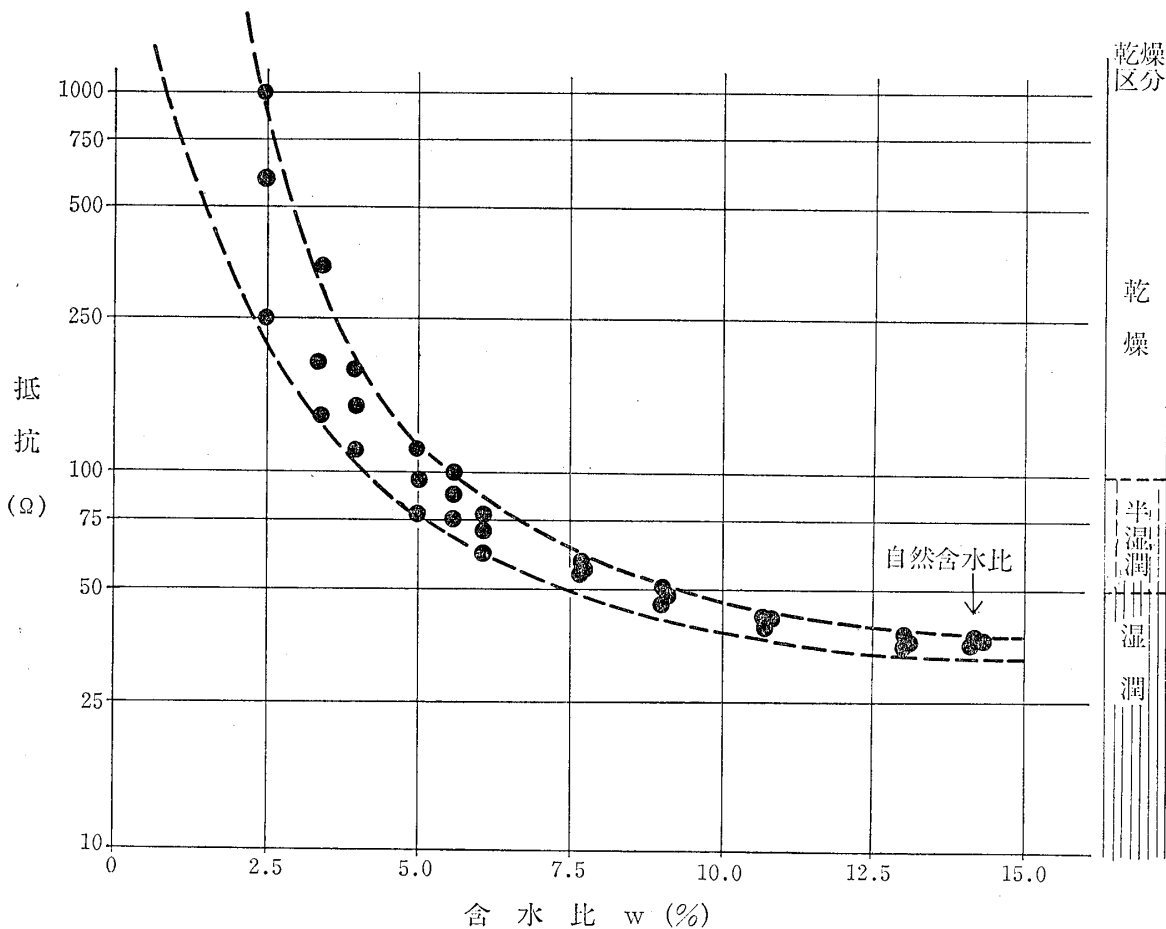
土壤水分の変化は、図一9に示すような土壤水分測定用石膏電極を用いて測定した。この土壤水分計は土壤の含水比の変化を抵抗値の変化としてとらえるものである。したがって、対象とする植栽帯に分布する‘マサ土’に関する含水比と抵抗値の関係を求めておく必要がある。

そこで、降雨直後に植栽帯から約5kgの‘マサ土’を採取し、3個の土壤水分計を埋設した‘マサ土’を入れた容器を室内の台秤上に置き、1日に2回程度の間隔で、土壤の自然乾燥にしたがって土の重量とそのときの抵抗値を測定した。

測定の結果は図一10に示す通りである。ここに、自然含水比を14%とした(表一1参照)。この図から明らかなように、土壤水分計による抵抗と含水比との間には良好な相関が認められ、求められた含水比の値の信頼性は高いものと考えられる。



図一9 土壤水分測定用石膏電極
Fig.9 Gypsum electrode for for measurement of soil humidity



図一10 ‘マサ土’の含水比と抵抗値との関係
Fig.10 Relationship between the value of water content of ‘Masado’ and the value of electric resistance

また、目視観察による土の状態と含水比および抵抗の値との関係を求めると、下記のように区分することができる。

土の状態	含水比 (%)	抵抗 (Ω)
湿潤	15~8	0~75
半湿潤	8~5	50~150
乾燥	5以下	100以上

6 施用試験

6・1 室内試験

この試験は、保水材の効果を調べるために行ったものである。

試験には、植栽帯から採取した‘マサ土’を用いた。容器としては、容量が5,000cm³の2つの素焼の植木鉢を使用し、一方の鉢には保水材「ナイスキープ N-75」を1% (重量比) 混入した“施用土”を入れ、他方の鉢は保水材を入れない“無施用土”を入れた。そして、それぞれの鉢には、土壌水分測定用石膏電極を3個ずつ挿

入し、試験開始前に十分な散水を行った。

これらの鉢を室内の風通しの良い日陰に設置し、原則として1日1回の割合で測定を実施した。

試験の結果は図-11に示す通りである。この結果によれば、試験開始時の両者の土壌の抵抗値は30~40Ωで、ほとんど飽和状態 (含水比: 約14%) であった。“無施用土”の方は、3日後には抵抗値が100~250Ω (含水比: 5~3%) となって乾燥状態になっている。これに対して、“施用土”の方は、この段階では抵抗値はおおむね50Ω以下 (含水比: 8%以上) を示しており、湿潤状態を保っている。さらに乾燥が進んでもおよそ20日後くらいまでは抵抗値が50~100Ω (含水比: 8~5%) で半湿潤状態が続き、その後抵抗値が急速に大きくなって乾燥状態になることを示している。これは、試験鉢からの水の蒸発に伴って土壌が乾燥するにしたがって、保水材中の水が土壌の方に供給され、それによって約20日後まで半湿潤状態が保たれたのであって、保水効果が著しいことを示したものと見える。

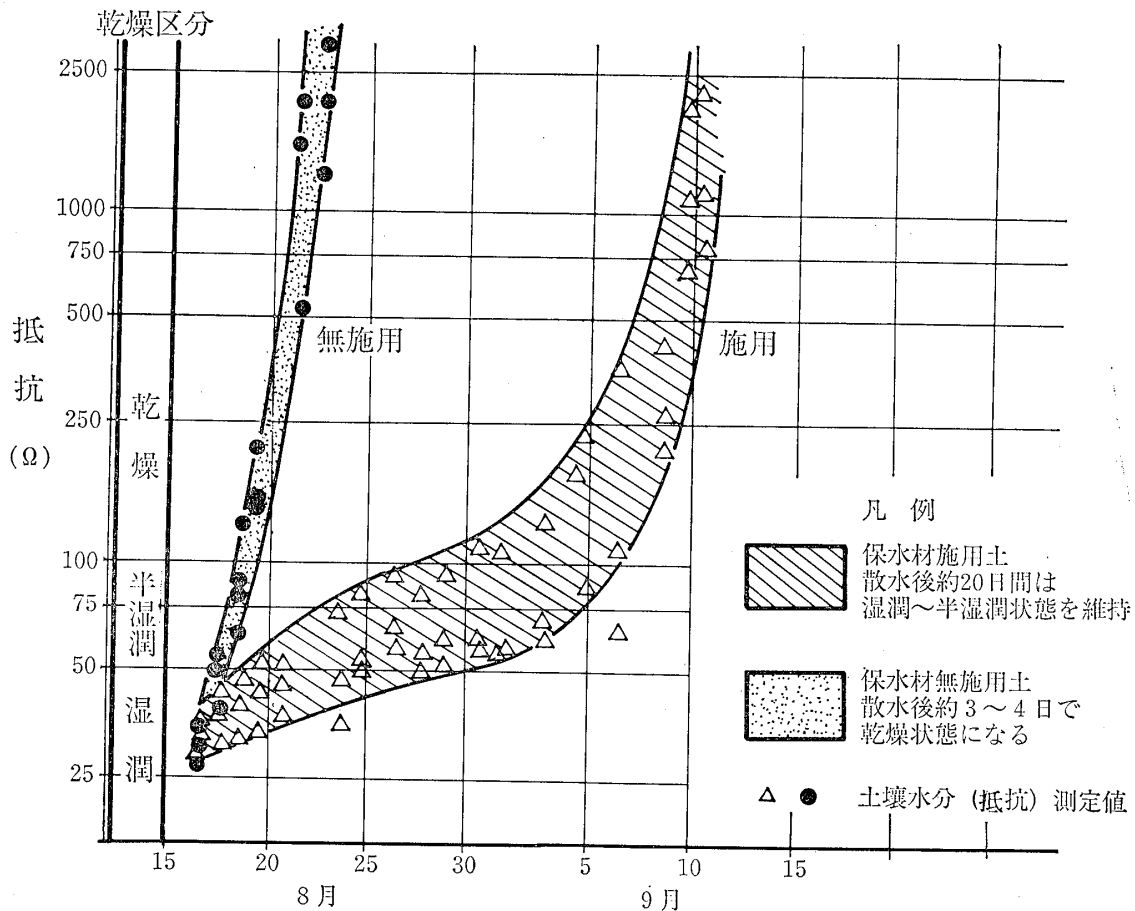


図-11 室内試験によって得られた‘マサ土’の乾燥過程における抵抗値の変化

Fig. 11 Variation of the electric resistance value in process of drying of ‘Masado’