

土壌条件が樹木の水分動態に与える影響

矢野 義治*

YANO, Yoshiharu*: Influences of the Soil Conditions on the Water Relations of Trees

植物園や公園の樹木は、造成の過程で移植されたものがほとんどである。緑化木の移植は、断根や摘枝摘葉などの外科的手術とも言える大きな損傷を樹木に加えることになる。移植した樹木は、自然状態で生育した樹木に比べて一時期とは言え生長の停止や停滞をまねき、その後の生育に重大な影響をおよぼすと考えられる。また、移植においては樹木に与える損傷からくる生育障害のみでなく、移動地の土壌条件が著しく異なることから、土壌水の植物体への移動に変調をきたし枯死する事例さえ見受けられる。

公園等の緑化樹木について、移植時の種々の損傷に対する処理法や多様な環境条件下でも支障なく生育させるための管理法の確立は、重要な技術的課題である。しかし、現状では経験的な技術の蓄積による対応のみであり、樹木の生理、生態などに基づく科学的に解明された理論による技術は少ない。

植物の生育に必要な水分動態に関して1960年代から、土壌-植物-大気連続体(Soil-Plant-Atmosphere Continuum: SPAC)のモデルで説明しようとする試みが行われてきた(Cowan 1965)。SPACのモデルは、植物体における水の移動を水ポテンシャルで理論化しようとするものであり、熱力学の理論によるものである。このような物理的法則をもちうれば、実験による定量的な測定が可能になる。植物体の樹液流速の測定法は、周辺科学の進歩に伴ない種々の方法が開発された(Closs 1958, Marshall 1958, 森川 1974 など)。筆者は、先に蒸散流速計で樹液流速を測定し、その妥当性について検討した(矢野 1989)。

本報告は、スギの移植した個体と天然に成長した個体における樹液流速を測定し、移植による断根や摘枝などの影響について検討した。また、性質の異なる土壌で育成したタブノキとスダジイの樹液流速を測定し、土壌条件との関連を考察した。

材料および方法

実験に供試したスギ(*Cryptomeria japonica*)は、筑波実験植物園内の自然保護林としているアカマツ林の林縁に自生する樹高約11 m、胸高直径15 cmの個体と、これに近接してほぼ同一生育環境の場所に1982年に移植した樹高約9 m、胸高直径12 cmのものである。土壌条件の違いによる樹木の成長度や樹幹の樹液流速の測定は、ポット苗のタブノキ(*Persea thunbergii*)とスダジイ(*Castanopsis cuspidata*)の2種を供した。タブノキおよびスダジイを植栽して養生したマスの大きさは、1 m×2.2 m×0.6 m(深さ)でこれに1.5 m³の土壌を充填した。土壌の混合防止および伸長した根が他の土壌区画に出ないように、マスの2辺はコンクリートで他の2辺は合板で区切った。また、底部は10 cmの厚さに碎石砂利を敷きつめ自然排水が可能な状態にした。試験に用いた土壌

* 国立科学博物館 筑波実験植物園, Tsukuba Botanical Garden, National Science Museum, Tsukuba, 305.

は、西山層泥岩（細粒質半固結堆積物）、安山岩風化土壌（火山岩風化物）そしてクロボク土（洪積世火山灰風化物）である。泥岩と安山岩は、川砂やバーク堆肥を添加して土壌改良を行った試験区も作った。

スギの樹幹の樹液流速の測定は、1989年8月19日、タブノキとスダジイは1989年8月24日の午前8時から30分毎に午後5時までに行った。樹液流速の測定は、蒸散流速計（Model HP-1、林電工株式会社製）を用いた。使用した蒸散流速計は、ヒートパルス法(Closs 1958)を応用した測定方法で、取り扱いが簡便なうえに、供試植物に与える損傷が少なくかつ連続して測定出来るなど多くの利点がある。蒸散速度の種々の測定方法との比較検討もされており手軽に行なえる方法の一つである（館野 1984）。しばしばこの計測器による測定で測定誤差を生じるが、これは熱源やサーミスタの挿入位置、深さや方向によるものであり、測定条件の設定は同一にすることが大切である。今回の測定は、樹木の幹の西側に地面より1.2 mの高さ（タブノキとスダジイは0.6 m）の位置にセンサーを取りつけた。また、センサーは外気と断熱するために綿とガラスウールで覆い、さらにアルミホイルで雨水や風等の影響を受けないようにした。

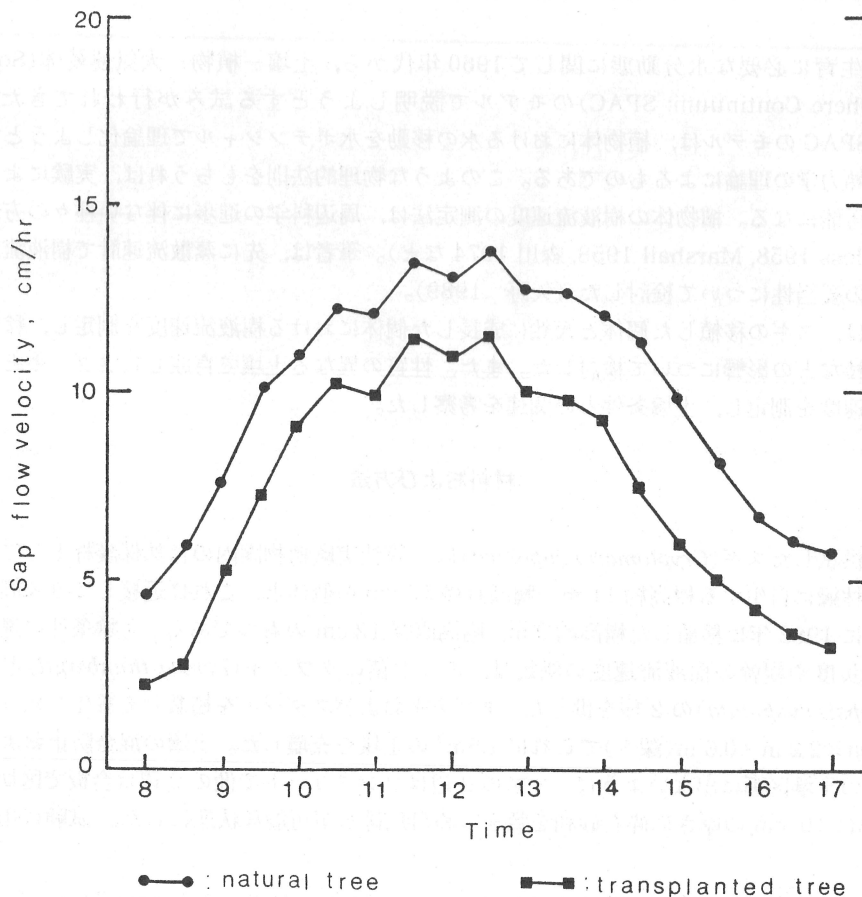


Fig. 1. Diurnal changes of sap flow velocity of *Cryptomeria japonica* on 19 August, 1989.

結果および考察

移植樹と天然樹の樹液流速速度

移植して7年を経過したスギと幼樹から移動しないで育った天然樹の樹幹の樹液流速速度の日変化を Fig.1 に示す。樹液流速速度は日の出とともに急速に速くなり、午後 12 時 30 分に最大の 13.8 cm/hr を示しその後は減少に向っている。この樹液流速速度の日変化のパターンは、既報の結果（森川 1974, 矢野 1989）と同様の傾向を示した。樹液流速速度は移植樹の方が、常に 2.5~3.0 cm/hr 小さかった。測定した 2 本のスギは、生育環境や生育状態がほぼ同一条件であり、樹液流速速度の差は移植に伴う土壌条件の変化や断根などが影響していると考えられる。筆者は、アカマツの移植樹周辺の土壌水分環境と根系分布が、樹液流速速度に影響することを示した（矢野 1989）。移植樹の周辺土壌は、かなりの年月を経過しても、埋戻し土の硬度や固相率に変化が見られず隣接する不攪乱土壌よりも土壌水分保持力が小さいと言える。したがって、スギの移植樹においても土壌水分環境の劣悪性が、樹液流速速度に影響をおよぼしたものと考えられる。

公園の植栽や都市緑化のための樹木は、造成時に断根や摘葉の処理をして移植される。また、果樹や桑も利用目的によって、毎年あるいは1年に数回の摘枝・摘葉が行なわれる。このような樹木に対する処理が、その後の生育や活力に大きな影響をおよぼすことは十分に推測されることである。桑枝条の摘葉処理と樹液流速速度の変動（関口・佐藤 1980）や、緑化樹木の摘葉および断根が樹木の水分動態に与える影響についての報告（千葉 1986）があるが、樹木の生理的分野からの解明の報告は非常に少ない。

樹木の摘葉や断根処理が樹液流速速度に深く関係することは確かであるが、樹種による変動も大きい。今後多くの樹種についての測定結果の集積が、移植樹木の取り扱い方法に有益な情報となるであろう。

土壌条件と樹液流速速度

アカマツやセンダンにおいて、土壌中の水分含有量が減少するにしたがって、樹液流速速度が小さくなることを報告した（矢野 1989）。今回は、土壌の水分保持力に深く関連する客土や有機物投与などの土壌改良を行った土壌で育成した樹木について、樹液流速速度と成長度を測定し、土壌条件がこれらにおよぼす影響について考察する。

タブノキを植栽した土壌は、緑化樹木の植栽基盤としての使用が困難とされている養分の少ない半固結状態の泥岩と、その土壌改良土および対照としたクロボク土の4種類を用いた。タブノキの樹液流速速度の日変化と土壌条件の関係を Fig. 2 に示す。土壌条件の違いにもかかわらずほぼ同様のパターンで日変化をした。すなわち早朝は小さい値から始まり、時間の経過とともに高くなり一つのピークが 11 時にあり、日中はほぼ横ばい状態が続き、夕方に向って再び小さくなった。11 時から 14 時の間でクロボク土で 24~31 cm/hr と大きく、一方最小を示した有機物混合泥岩で 14~16 cm/hr であった。日中横ばいで経緯したのは、この時間帯にうす雲が発生したために樹木の蒸散量の変化が小さかったことによるものと思われる（森川 1974）。土壌条件による樹液流速速度の大きさの順序は、測定開始の状態で日中も継続されており、土壌条件と深くかかわっていると思われる。また、タブノキはクロボク土において早朝から 15.2 cm/hr の樹液流速速度が測定されており、活発な水分移動のある樹種と言える。植栽基盤の土壌に、種々の改良や改善を行った人工的な土壌で、育成した樹木の樹液流速速度には大きな差が見られ、植栽土壌の重要性が改めて認識された。また、各種の改良土壌のもとで育成した樹木の生育度合にも差が見られた。すなわち、樹液流速速度の大きい土壌ほど良好な生育状態であった。

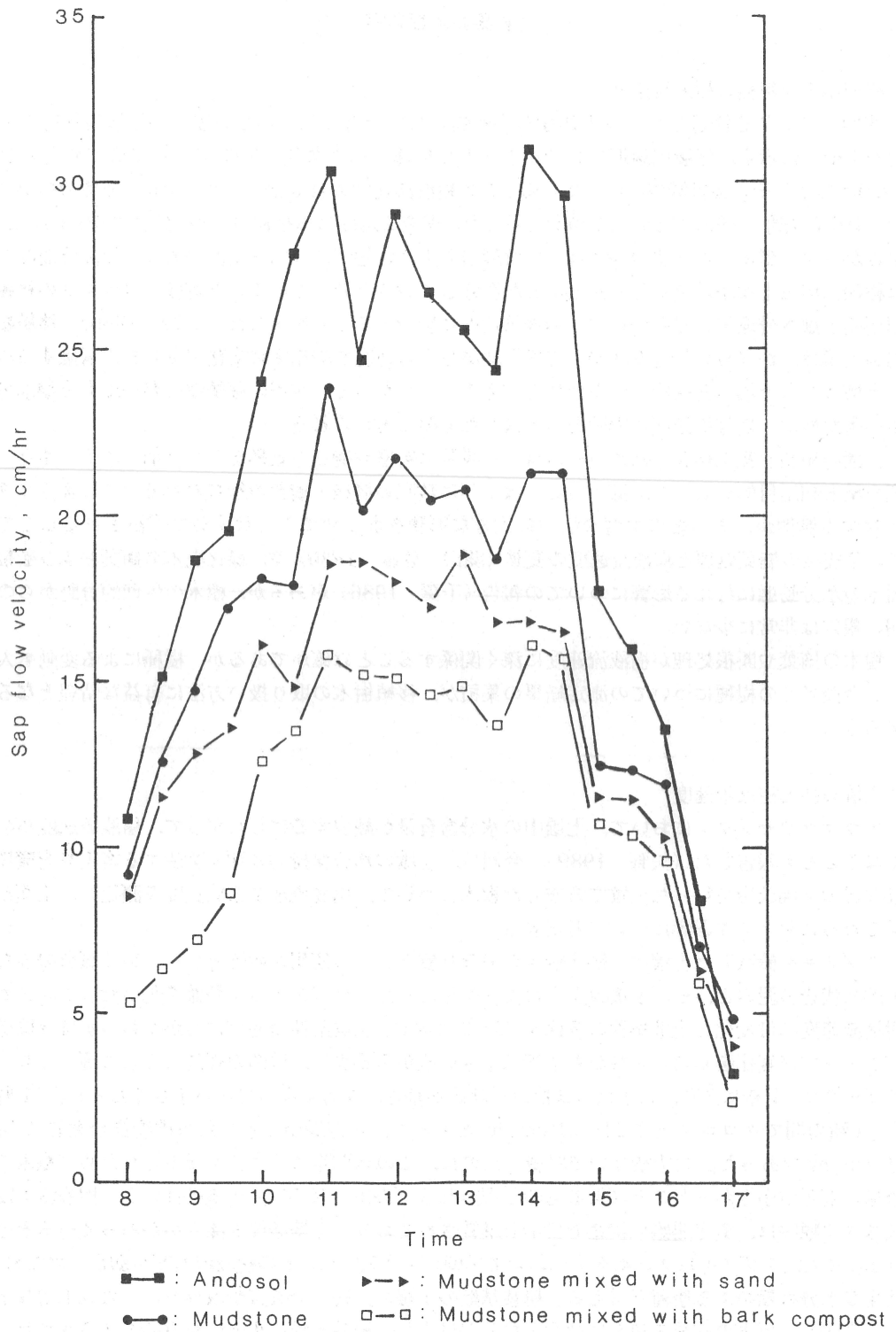


Fig. 2. Diurnal changes of sap flow velocity of *Persea thunbergii* on 24 August, 1989.

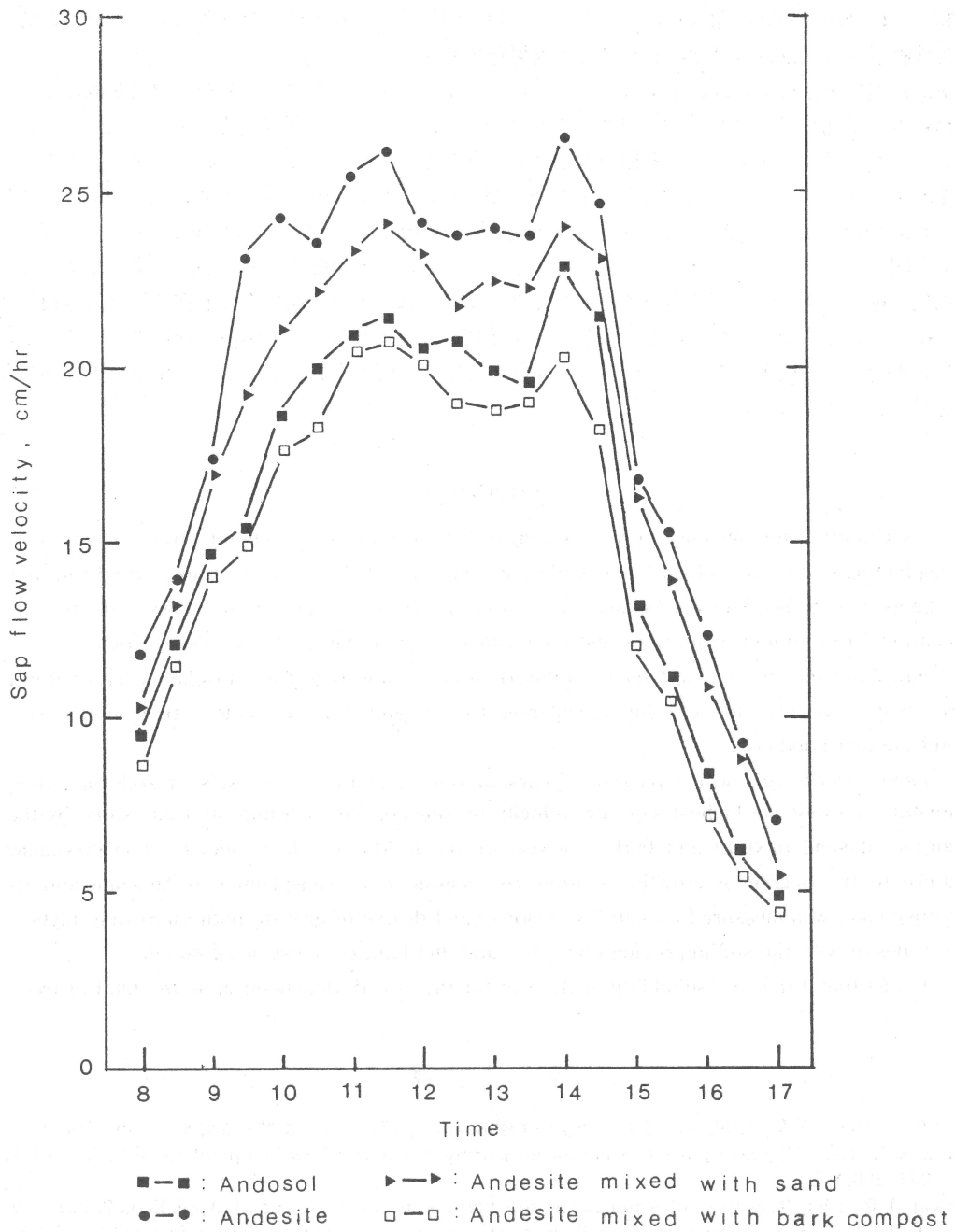


Fig. 3. Diurnal changes of sap flow velocity of *Castanopsis cuspidata* on 24 August, 1989.

試験に供した土壌の改良目的は、泥岩に川砂を混合することにより、泥岩の粘土質による通気・通水性の劣悪性に惹起される生育障害を改良するためのものであり、バーク堆肥の投与は有機物の添加により養分と水分保持力を増大しようとするためのものである。改良された土壌で育成した樹木の生育度合や樹液流速の大小は、土壌の水分保持力に影響されたものと推測されるが、この点

に関しては今後の研究課題にしたい。タブノキの生育状態や樹液流速から考えて、今回の砂混合と有機物添加の土壤改良は期待したほどの効果が望めなかった。

安山岩風化土壤とその改良土およびクロボク土で、スダジイを育成し樹液流速を測定した。これらの日変化を Fig. 3 に示す。日変化のパターンは、タブノキと同様の変化を示した。スダジイとタブノキでは、土壤条件による樹液流速に大きな違いが見られた。すなわち、スダジイの最大樹液流速を示した午後 2 時における土壤条件間の差は 5.1 cm/hr であったが、一方のタブノキは 14.8 cm/hr と大きな値であった。タブノキの方が土壤の影響を受けやすい樹種であると言える。土壤条件間で、タブノキは対照としたクロボク土で大きな樹液流速であったが、スダジイでは安山岩風化土壤、砂混合に続く 3 番目であった。クロボク土は、表層土壤であり植物の生育には良い条件を持っている土壤とされている。しかし、樹種によって土壤条件との関連に強弱のあることを示す結果を得た。今後多くの樹種について土壤条件と成育の関連を研究し、よい生長を示す土壤の条件を見出さねばならない。

Summary

We examined the influence of root pruning and defoliation at transplanting tree on their post-transplanting growth, and according to different properties of the soil to be transplanted with pot seedlings, we studied the degree and the course of growth in their relationship with the soil condition. Transpiration from trees and their vitality were measured by sap flow velocity.

Sap flow velocity of *Cryptomeria japonica* was low and high for transplanted and natural trees, respectively; the low rate for transplanted trees is probably ascribable to their inferior soil water content condition.

Persea thunbergii which passed 4 years of transplantation in 4 kinds of soils including mudstone showed the highest sap flow velocity in Andosol. The soil-improved mudstone by the addition of sand mixture and bark compost are small. The sap flow velocity showed similar pattern to the degree of growth. *Castanopsis cuspidata* as transplanted in Andesite and its improved soil was measured for sap flow velocity and degree of growth; both there were highest for Andesite with the soil-improving effect by sand and bark compost being noted.

It was found that the suitability of the soil for the growth depended upon the kind of tree.

文 献

- 千葉喬三, 1986. 摘葉, 断根, ならびに土壤条件が樹木の水分動態に与える影響. 造園雑誌 49: 102-107.
 Closs, R. L., 1958. The heat pulse method for measuring rate of sap flow in a plant stem. N. Z. J. Sci. 1: 281-288.
 Cowan, I. R., 1965. Transport of water in the soil-plant-atmosphere system. J. Appl. Ecol. 2: 221-239.
 Marshall, D.C., 1958. Measurement of sap flow in conifers by heat transport. Plant Physiol. 33: 385-396.
 森川 靖, 1974. ヒノキの樹液の流れ—林木の水分収支と関連して—. 東大演習林報告 66: 251-293.
 関口治郎・佐藤光政, 1980. 桑枝条中の樹液流速について. 日本蚕糸学雑誌 49: 237-238.
 館野宏司, 1984. イネ科飼料作物のヒートパルス法による蒸散流速と重量法による蒸散速度の比較. 日本草地学会誌 30: 117-121.
 矢野義治, 1989. 筑波台地表層火山灰土の土壤水分特性に関する研究 II. 筑波実験植物園研報 8: 37-44.