

ケヤキの生育に及ぼす土壤物理性の影響

増田 拓朗, 藤原 賢一, 吉田 重幸

EFFECTS OF PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL ON GROWTH
OF *ZELKOVA SERRATA* MAKINO

Takuro MASUDA, Kenichi FUJIWARA and Shigeyuki YOSHIDA

We investigated the effects of physical properties of soil on growth of *Zelkova serrata* MAKINO in Yashima Chuo Park constructed by banking of decomposed granite soil. The results were as follows.

- 1) Root growth of *Z. serrata* was hampered in compacted soil that showed high solid ratio.
- 2) Improvement of physical properties of soil by digging accelerated root growth, but the effect of mixing organic matter (peat moss) into soil were not appeared in a year.
- 3) Even soil was dug, surface soil was compacted to the condition before dug by human trampling.
- 4) Root of *Z. serrata* was found where solid ratio of soil was under 60% and soil hardness measured by Yamana's soil hardness tester was under 20 mm (6.3 kg/cm²).

塩田跡地にマサ土を盛土することによって造成された屋島中央公園において、ケヤキの生育に及ぼす土壤物理性の影響について調査を行なった。

その結果、次の点が明らかになった。

- 1) かたく締固められた固相率の高い土壤条件がケヤキの根系発達を阻害し、生育不良の主要な原因となっている。
- 2) 掘り返しによる土壤物理性の改善は根系発達を促すが、有機物（ピートモス）混入の効果は1年では認められず、更に長期間の追跡調査が必要である。
- 3) 掘り返し処理を行なって土壤を軟らかくしても、表土は利用者の踏圧を受けて、半年後には再び元のかたさに戻ってしまう。
- 4) ケヤキの根系分布がみられるのは、固相率60%以下、気相率20%以上、土壤硬度20mm (6.3 kg/cm²) 以下のところである。

緒 言

緑地土壤の問題点のひとつとして、造成時におけるブルドーザーや大型ダンプカーなどの重車両による転圧によって、土壤が密に締固められることが指摘される。森本⁽¹⁴⁾は、工場緑地の調査を行ない、土壤のち密さが樹木生育不良の主要な原因であると指摘し、岡本⁽¹⁾は造成時の転圧による土壤の固結化が植栽木の活着率を悪くすると述べている。北村ら⁽⁴⁾は、実験的に土壤を転圧し、数種の造園樹木の生育に及ぼす土壤硬度の影響について調べている。

また、利用者の踏圧によって土壤物理性が悪化し、それが樹木の生育に大きな影響を及ぼすことも報告されている^{(3) (10) (12) (13) (15)}。

このような研究成果をふまえて、緑地土壤の調査手法および土壤改良方法の標準化をしようという努力がなされている⁽⁶⁾が、緑地造成に用いられる土壤は様々であり、性質も異なる。標準化のためには、なお多くの調査研究が必要と考えられる。

香川県は大部分が花崗岩地帯であり、緑地造成にも花崗岩の風化土であるマサ土が多く用いられている。筆者らは、植栽基盤としてのマサ土の特性、およびその改良方法について研究を進めているが、今回、塩田跡地にマサ土を盛土して造成された屋島中央公園において、ケヤキの生育と土壤物理性の関係、および若干の土壤改良効果について調査

し、2～3の知見を得たので報告する。

なお、本調査を行なうにあたって、快く許可下さった高松市公園緑地課長紀伊勝己氏、および関係者の方々に深く感謝いたします。

調査地の概要

屋島中央公園は高松市東部の塩田跡地に造成された大規模な住宅団地の一角に設けられた近隣公園であり、遊歩道をめぐらした植栽部とグラウンド部から成っている。あらかじめ計画された植樹帯は築山状に盛土されており、そこに植栽されている樹木はほぼ健全な生育を示していた。これに対し、グラウンド周辺部に植栽されているケヤキ（9個体）はいずれも先枯れ、胴ぶきなどの症状を呈し、生育不良であった。

この生育不良原因を探るため、予備調査を行なったところ、土壌の pH, EC, 塩分濃度については、樹木の生育に対して問題となるような点は見出されず、土壌物理性——転圧、踏圧によって密に締固められている——に問題があると考えられた。そこで次のような調査を実施した。なおグラウンド部の土層は、浚渫された海底土砂の上にマサ土が厚さ約 50 cm 盛土されている。

調査方法

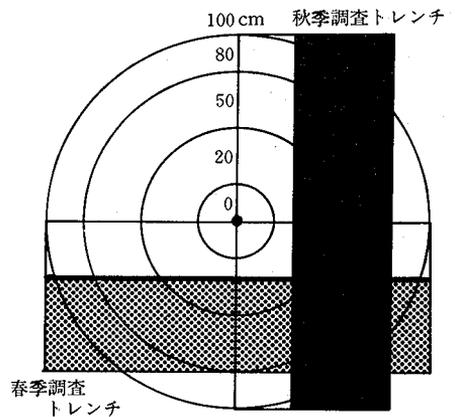
グラウンド周辺部に植栽されているケヤキ9個体を調査対象とし、春季調査を1980年5月23日～6月6日に、秋季調査を同年11月5日～11月17日に実施した。

調査木の形状寸法および活力度を表一に示す。活力度は科学技術庁資源調査会の示す方法⁽⁸⁾に準じて行なった。

調査は、まず表土の硬度を樹木の根元から半径 20 cm 以内、20～50 cm, 50～80 cm, 80～100 cm の各距離毎にわけ（図一）、山中式土壌硬度計を用いて測定した。次に9個体のケヤキを3個体ずつ3区に分け、下記のような調査および処理を行なった。

表一 調査木の形状寸法および活力度

No.	樹高(m)	胸高直径(cm)	活力度	処理区
1	4.5	5.5	2.4	III
2	4.8	5.5	2.3	I
3	4.7	5.7	2.5	II
4	5.0	5.9	2.7	III
5	4.8	5.7	2.2	II
6	4.8	6.0	2.5	I
7	4.9	5.7	2.4	III
8	3.4	6.0	3.2	I
9	3.9	5.7	2.3	II



図一 土壌調査平面図

I 区 春季無処理，秋季のみ土壌断面調査

II 区 春季土壌断面調査，そのまま埋戻し（処理 A），秋季土壌断面調査

III 区 春季土壌断面調査，埋戻し時にピートモスを容積比で15%混入（処理 B），秋季土壌断面調査

土壌断面調査は、樹木の根元から 30 cm 離れたところに幅 50 cm, 長さ 2 m, 深さ 60 cm のトレンチを掘って行った。秋季には、春季のトレンチと直交するようにトレンチを掘り、処理部と無処理部の比較ができるようにした（図一）。土壌断面調査を行なった後、容積 100 cm³ の円筒採土器（底面積 20 cm², 高さ 5 cm）を用いて非攪乱的に土壌試料を採取し、容積重、三相分布、透水係数等の測定を行なった。採土後、根を切らないように注意して根元まで土を突き崩し、根系観察を行なった。また、長谷川式土壌貫入計⁽⁹⁾を用いて、動貫入試験を行なった。

結果と考察

(1) 土壌硬度

樹木の根元からの距離別にみた表土の硬度を図-2 に示す。調査時および処理の違いにかかわらず、樹木の根元から離れるに従って土壌硬度が増加している。根元から半径 20 cm 以内では 16~20 mm 程度の値であるが、50~80 cm では 24~26 mm, 80~100 cm では 26~28 mm という大きな値を示し、グラウンド中央部では 30 mm を超える。春に掘り返し処理を行なったところでも、秋には表土の硬度は無処理部と同程度にまでなっており、これは利用者の踏圧による影響が大きいものと考えられる。

土壌硬度の垂直分布を図-3 に示す。春季調査における樹木正面の土壌断面、その横 40~80 cm の断面、および秋季調査における無処理部の断面では、ほぼ同様の値を示しており、深さ 30 cm 前後の中間層で土壌硬度 20 mm を超え、50 cm 以下の下層で 25 mm を超えている。一方、処理部では中間層の値が 10~13 mm, 下層でも 17~22 mm を示し、掘り返し処理の効果が認められる。表土は掘り返し処理を行なったところでも踏圧の影響を受けてかたく締まっているが、中間層以下には影響は及んでいない。人間の踏圧による影響は深さ 10~20 cm までであり、それ以下には及ばない⁽²⁾ といえる。

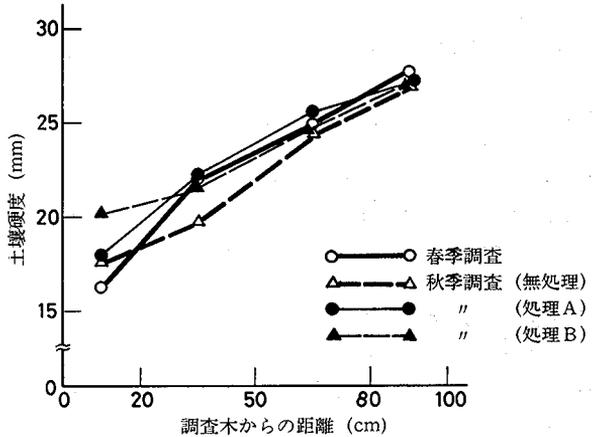


図-2 調査木からの距離と表土の硬度の関係

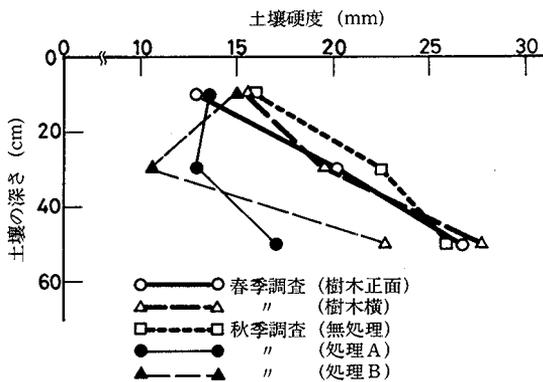


図-3 土壌硬度の垂直分布

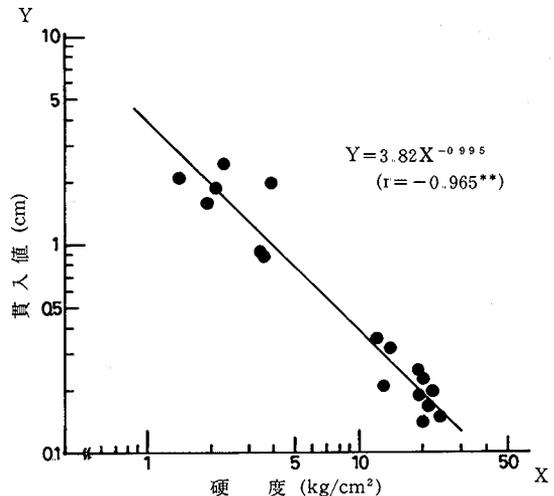


図-4 山中式土壌硬度計の測定値と長谷川式土壌貫入計の貫入値との関係

長谷川式土壌貫入計による動貫入試験結果と、山中式土壌硬度計の測定値の間には高い相関関係 ($r = -0.965^{**}$) が認められた (図-4)。山中式土壌硬度計の測定値は硬度 (単位面積あたりの貫入抵抗値; kg/cm^2) で表わしたが、絶対硬度 (単位体積あたりの貫入抵抗値; kg/cm^3) で表わしても ($r = -0.968^{**}$)、指標硬度 (mm) で表わしても ($r = -0.960^{**}$)、ほぼ同様の相関関係が得られた。どの単位を使うかについては、種々議論のあるところであるが、ここでは詳しい検討はさし控えたい。

詳細な土壌調査を行なうには、土壌断面調査が必要であるが、土壌のかたさを診断するという意味では、動貫入試

験が簡便であり、また山中式土壌硬度計の測定値との相関も高く、有力な手段といえる。

(2) 固相率

土壌のち密さの程度を表わす指標として、土壌硬度のほかに固相率、容積重がよく用いられる。理論的には、土壌の真比重が一定ならば、固相率と容積重の間には正比例の関係が成り立つ。今回調査したマサ土の真比重は2.55~2.65の範囲にあり、両者の間に一次の直線関係が成り立つと考えてよい。すなわち固相率、容積重のどちらを指標としてもよいわけであるが、ここでは固相率を用いて検討する。

固相率の垂直分布を図-5に示す。土壌硬度の垂直分布と同じ傾向がみられる。すなわち、春季調査および秋季調査における無処理部の土壌断面では、中間層以下が固相率64~68%を示しているのに対し、処理部では、中間層約55%、下層60~63%の値であり、土壌改良効果が認められる。ただし処理A(掘り返しのみ)と処理B(ピートモス混入)の違いは明らかでない。

(3) 透水係数

定水位法により飽和透水係数を測定したところ、すべての土壌試料が $10^{-1} \sim 10^{-3}$ (cm/sec) のオーダーの値を示し、特に土壌改良効果との関係は見出されなかった。土壌硬度および固相率から考えて、 10^{-4} のオーダー以下の低い値も出るのではないかと予測したのであるが、比較的高い値が得られた。この理由として、調査地の土壌が礫を多く含む非常に砂質なマサ土であり、植質土壌ほど透水性が悪くならないことがあげられる。また、粒径が粗いため、測定時のエッジ・エラーが無視できず、透水量が過大に評価されている可能性もある。

(4) 土壌物理性と根系分布の関係

調査期間中を通して、地上部の生育状態には各区の差はみられなかった。しかし、秋季調査において、根系分布に顕著な差がみられた。以下、土壌物理性と根系分布の関係について検討する。

春季および秋季調査における土壌の三相分布をそれぞれ図-6、7に示す。春季にくらべ秋季には根系分布のみら

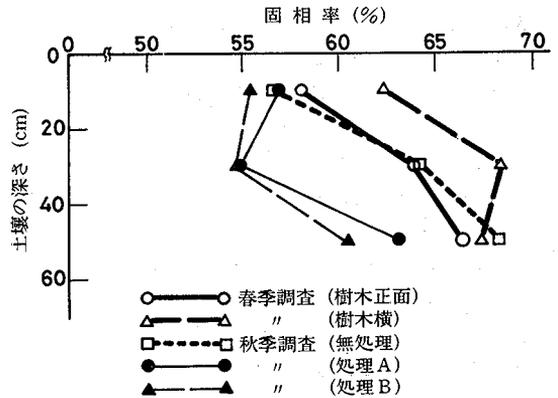


図-5 固相率の垂直分布

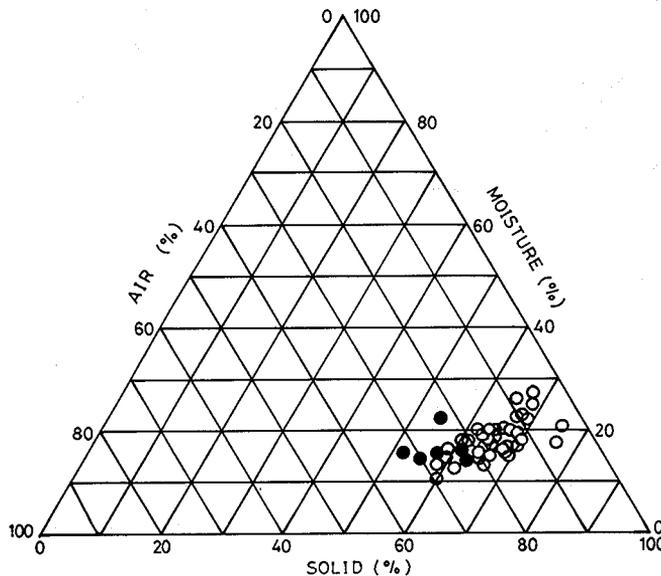


図-6 土壌の三相分布 (春季調査)

白丸：根系無，黒丸：根系有

れる個所が多くなっているが, これは土壌改良効果によるものと判断できる。根系分布のみられる個所は, 春季, 秋季とも固相率60%以下, 気相率20%以上のところである。丹原⁽⁷⁾ は, 温州ミカン園における「根群域土層として適正な土壌三相分布範囲を設定するとすれば, 固相率40~57%, 水分率20~45%, 空気率10~37%の範囲が得られる」

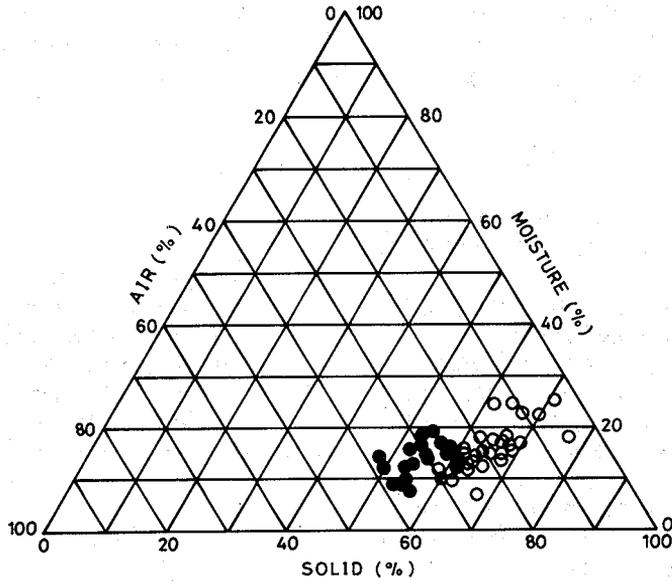


図-7 土壌の三相分布 (秋季調査)

白丸: 根系無, 黒丸: 根系有

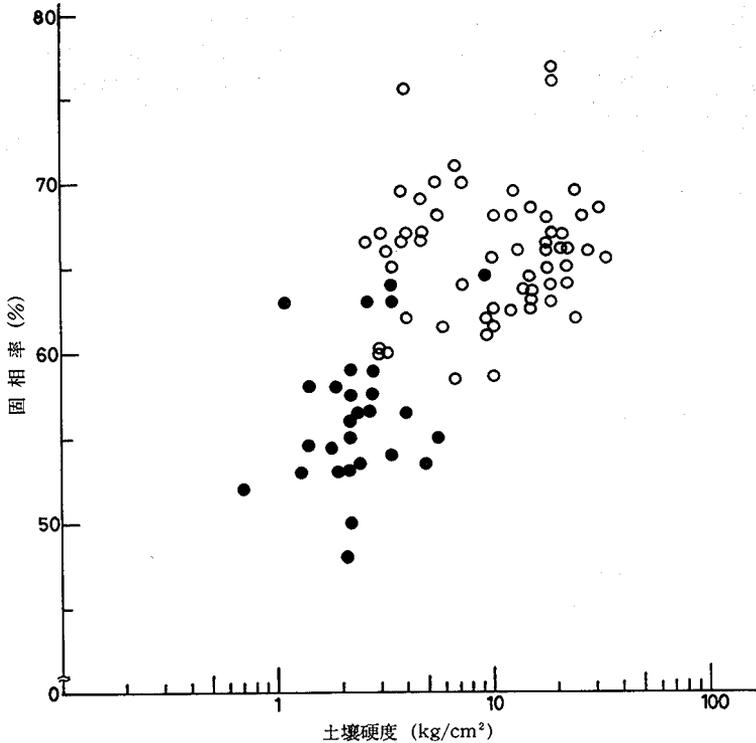


図-8 土壌硬度と固相率の関係 ($r=0.602^{**}$)

白丸: 根系無, 黒丸: 根系有

としている。固相率に関しては今回の調査でも同様のことがいえる。液相率、気相率に関してはいくらか異なる。土壌が砂質なマサ土であることから、液相率10~20%と小さな値を示すものが多く、液相率と根系分布の関係は認められなかった。

土壌の種類が同じであれば、固相率と土壌硬度の間には高い相関関係のあることが認められており⁽⁵⁾⁽¹¹⁾、今回の調査においても、図-8に示すとおり、両者の間に相関が認められる($r=0.602^{**}$)。根系分布のみられる範囲は、およそ土壌硬度 6.3 kg/cm^2 (20mm) 以下、固相率60%以下である。

文 献

- (1) 岡本認明：植栽基盤造成時の土壌の固結化が植栽木の活着と生育に及ぼす影響，環境緑化研究 **2**, 163-181 (1982)。
- (2) ———・木山 徹：踏圧土壌の物理性の改善を目的とした土壌改良剤の施用がクスノキ苗の生育に及ぼす影響，環境緑化研究 **2**, 1-59 (1982)。
- (3) 木山 徹・岡本認明：踏圧による土壌物理性の悪化がクスノキ幼木に及ぼす影響，日本造園学会秋季大会発表要旨，25-26 (1980)。
- (4) 北村文雄・野田坂伸也：造園樹木の生育に及ぼす土壌硬度の影響，造園雑誌 **38** (4), 32-37 (1974)。
- (5) 古賀 汎：温州ミカン園における下層土の物理性に関する研究，四国農試報 **25**, 119-232 (1972)。
- (6) 興水 肇：植栽基盤整備のための土壌調査の手法とその標準化，造園雑誌 **46** (1), 35-43 (1982)。
- (7) 丹原一寛：愛媛県における柑橘園土壌の物理性に関する研究，愛媛農試研報 **9**, 1-108 (1969)。
- (8) 日本公園緑地協会編：造園施工管理 技術編，153-154，同協会，東京 (1965)。
- (9) 長谷川秀三他：長谷川式土壌貫入計による緑化地の土壌調査，日本造園学会春季大会発表要旨，43-44 (1981)。
- (10) Burden, R. F., Randerson, P. F.: Quantitative studies of effects of human trampling on vegetation as an aid to the management of seminatural areas, *J. appl. Ecol.* **9**, 439-457 (1972)。
- (11) 増田拓朗他：街路樹土壌の特性と樹木の生育，造園雑誌 **44** (3), 155-160 (1981)。
- (12) 森本幸裕・増田拓朗：踏圧による土壌の圧密と樹木の生育状態について，造園雑誌 **39** (2), 34-42 (1975)。
- (13) ———：岐阜市の公園緑地におけるケヤキの生育と土壌条件について，京都芸短大「瓜生」**2**, 13-19 (1979)。
- (14) ———：固結土壌における樹木の生育とその診断に関する事例研究，京都芸短大「瓜生」**3**, 19-29 (1980)。
- (15) Lutz, H. J.: Soil Conditions of Picnic Grounds in Public Forest Parks, *J. Forestry* **43**, 121-127 (1945)。

(1982年10月30日受理)