

根域の片側が制限されたソメイヨシノ (*Prunus × yedoensis*) の生長特性

Growth Characteristics of 'Somei-yoshino' (*Prunus × yedoensis*) Restricted One Side of Root Zone

細野 哲央* 高畑 裕介** 藤井英二郎***

Tetsuo HOSONO Yusuke TAKABATAKE Eijiro FUJII

Abstract: The root system of roadside trees of urban areas does not develop to a driveway side, but develops inside a planting belt or under a sidewalk in many cases. It seems that the state where one side of root zone is restricted affects growth of trees.

In this research, we considered experimentally the influence of restriction on one side of a root zone of a cherry tree (*Prunus × yedoensis*) often planted as a roadside tree. We installed the wall which restricts root zone in the ground of the field at faculty of Horticulture, Chiba University. We planted 6 trees 20cm, 35cm, 50cm and 100cm away from the wall, respectively. We measured about the amount of growth, the growth direction and so on of those roots, branches, and trunks. As a result, we found that dry weight of roots is significantly heavy in trees 20cm away from the wall. Branches of the side of root zone restrictions in trees 20cm away from the wall tended to grow well. Therefore, many branches will grow to driveway side when a cherry tree (*Prunus × yedoensis*) is planted nearby driveway. We consider that the time and effort for removing such branches as a traffic obstruction may be more consumed.

Keywords: 'Somei-yoshino' (*Prunus × yedoensis*), roadside tree, urban tree, root zone restriction, tree growth characteristics

キーワード: ソメイヨシノ (*Prunus × yedoensis*), 街路樹, 都市樹木, 根域制限, 樹木の生長特性

1. 研究の背景および目的

街路樹は、二酸化炭素固定や生物相の保全等の生物的機能、微気象緩和や大気汚染物質の捕捉等の物理的機能、生理的疲労の低減や心理的安らぎの提供等の生理・心理的機能など、様々な機能の発揮を期待されて都市に植栽される。しかし、都市の中で街路樹が生育することのできる空間は、きわめて限定されていることが多い。すなわち、地上部については、電柱や電線、信号、交通標識などの道路占有物と競合するほか、建築限界などのような法律上の空間的競合が発生することもある。また、地下部の根系については、本来的に植栽帯や植栽樹の幅員が狭く根域が十分に確保されていないうえ、上下水道管などの地下埋設管と競合する。とくに車道側については、通交車両の転圧による固結や道路工事のために、街路樹の根が伸長していることは少ない。したがって、街路樹の根は、植栽帯や植栽樹の内部もしくは歩道側へ展開し、車道側へは展開しないという、根域の片側が制限された状況であることが普通である。

土壌容積は樹木の生長量に大きな影響を及ぼし、土壌容積が小さいほど樹幹や根系の生長が抑制されることが既往研究^{1)~4)}によって明らかにされている。しかしながら、実際の街路樹でよくみられるように根域の片側が制限された場合、樹木の生長にどのような影響が生じるかについて調べた研究はほとんどみられない。また、既往の樹木の根域制限に関する研究は、コンテナを利用することが多く、圃場に直接植え付けて実際の街路樹の植栽方法に近い状態で実験した研究もほとんどみられなかった。仮に、根域の片側制限により樹木の地上部や根系にアンバランスな生長が起こるとすれば、樹木構造上の力学的な均衡が脆弱となり、わずかな腐朽や支持根の切断が倒伏事故の引き金となる可能性も考えられる。そこで、本研究では、圃場に植栽した樹木の根域の片側を制限することで、樹木の生長にどのような影響が生じるかについて調べることを目的とした。

2. 研究の方法

本研究では、街路樹等によく利用される樹種であること、短期間の実験であるため、樹勢が旺盛で生長が早いことが重要な条件と考えられたことから、ソメイヨシノ (*Prunus × yedoensis*) を実験材料とした。実験供試木は、品質が均一で植え付け後に良好な生育が期待できる健全な接ぎ木苗を植木生産業者から購入した。苗は、樹高約 3m で、本実験開始の数日前に、茨城県の苗圃から根鉢半径約 15cm、鉢の深さ約 25cm で掘り取られ、麻布により根巻処理が施された。根鉢の土壌は、関東ロームで腐植が多く含まれている。実験は千葉大学園芸学部松戸キャンパスの研究圃場で行った。圃場の土壌は関東ロームで腐植が多く含まれており、実験供試木の根鉢の土壌と性質において大きな違いはみられない。まず、実験区域の全面を深さ約 30cm まで耕耘し、南東から北西方向に溝を掘ったうえで、標準的なコンクリートブロック (横 39cm、縦 19cm、厚み 10cm) を縦方向に 5 段積み、横方向に 25 個並べた根域制限壁を 5m の距離をあけて 2 列設置した (図-1 参照)。根域制限壁の大きさは横幅 975cm、縦幅 95cm である。設置後は、設置時に掘り上げた土壌を用いて、根域制限壁の天端とグラウンドレベルが同じになるように埋め戻した。実験は、実験供試木の生育期間を考慮して、2010 年 3 月から 10 月にかけて行った。植栽を行ったのは、3 月 16 日である。実験供試木の根元の主幹の中心から根域制限壁までの距離が 20cm、35cm、50cm および 100cm の 4 種類のグループを設定し、1 グループあたり 6 個体、計 24 個体を植え付けた。なお、20cm グループは実験開始早々に実験供試木の根が根域制限壁に達することを想定している。また、100cm グループは、実験期間中に根が根域制限壁に達することのない対照グループとして設けた。配植は、日当たりの違いによる影響がないようにランダムにし (図-1)、根巻きが施されている状態のまま根鉢を崩さないように植栽した。また、簡易的な支柱として、竹 1 本を根域制限壁の反対側に斜めに掛けた。支柱は樹高の 2/3 程度の高さで樹木に結束し、実験期間中の根の伸

*千葉大学環境健康フィールド科学センター

**富山県土木部

***千葉大学大学院園芸学研究科

長に影響がないように幹から約100cm離れた位置に打ちこんだ。実験期間中、灌水は地表面が乾いた時のみ行い、除草は月に2~3回程度刈払機により行った。その他、剪定や施肥等の管理は行っていない。

4月から10月までの月1回、実験供試木の樹高および根元幹周を測定した。なお、実験供試木は実験期間終了時、落葉期に入っているため、本研究では葉に関する測定については実施していない。10月および11月に、主幹のうち、実験開始前に伸長していた分(既存主幹)および実験期間伸長分について、長さおよび80℃で48時間乾燥後の重量(乾燥重量)を測定した。主幹から実験開始前に発生していた一次枝についても、実験開始前に伸長していた分(既存枝)と実験期間伸長分を区別したうえで主軸長および乾燥重量を測定した。また、主幹から実験期間中に発生した節間のある胴ぶき(胴ぶき枝)については、伸長量および乾燥重量を測定し、主幹から実験期間中に発生した節間のない胴ぶき(胴ぶき芽)については乾燥重量のみを測定した。

2010年12月および2011年1月までの間に、ブロックサンプリング法により実験供試木の根系調査を行った。ブロックサンプリング法とは、実験供試木から一定範囲内の土壌を複数のブロックに切り出して採集し、根量を測定する方法である。本研究では、水平面は、主幹からの距離が15cm, 15~30cm, 30~60cm, 60~90cm および90~120cmの同心円状のブロックに分割した。なお、最も主幹に近い15cmのブロックは、実験開始前の根鉢の半径に該当する。したがって、15cmブロックよりも外側に分布している根については、実験開始後に伸長したものと考えることができる。水平面は、さらに根域制限壁に対して平行な面と垂直な面に分割した。水平面および垂直面で分割した4ブロックのうち、根域制限壁側に面している2ブロックを根域制限側ブロック、反対側の2ブロックを非制限側ブロックと定義する。垂直面の深さは25cmごとに分割し、深さ125cmまでの5層位を調査対象とした。なお、最も浅い25cmのブロックは、実験開始前の根鉢の深さに該当する。したがって、それより深い位置に分布している根については、実験開始後に伸長したものと考えることができる。

以上の手順で分割したブロックの範囲内に実験供試木の根はほぼ全て含まれている。ブロックの切り出し後、荻住(1979)の区分により、細根(2mm以下)、小径根(2~5mm)、中径根(5~20mm)、大径根(20~50mm)および特大根(50mm以上)に根を分類し、それぞれの乾燥重量を測定した。

3. 結果および考察

(1) 根系の生長

本実験において植栽時の根鉢の外側に伸長していた根は、細根・小径根・中径根の3種類であった。中でも、細根および小径根は分布が広範囲に確認され、根域制限の影響を強く受けている可能性が高いと思われた。したがって、以下では全根と細根および小径根について詳細な検討を加えていくこととする。

全根の乾燥重量は、グループ間で有意差がみられなかった($p>0.05$: Tukey 検定)。また、細根・小径根の乾燥重量についても同様の結果であった。水平面および垂直面で分割したブロックにおける全根の乾燥重量では、グループ間で有意差はみられなかった($p>0.05$: Tukey 検定)。また、これらのブロックにおける小径根や細根の乾燥重量についても、同様の結果となった(図-2, 図-3)。

植栽時の根鉢に該当するブロック(根鉢半径15cm, 深さ25cm)における全根の乾燥重量については、グループ間で有意差はみられなかった($p>0.05$: Tukey 検定)。植栽時の根鉢の外側のブロックにおける全根の乾燥重量についても、同様の結果となったため、植栽後に伸長した根の量もグループで差がないことが分かっ

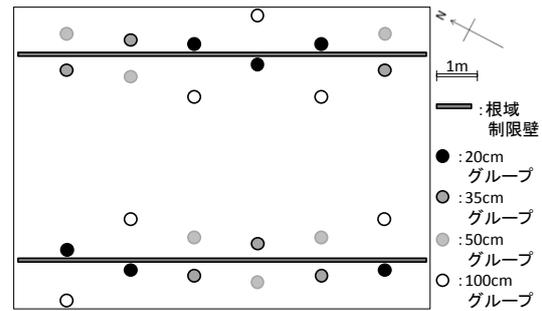


図-1 実験供試木の配植

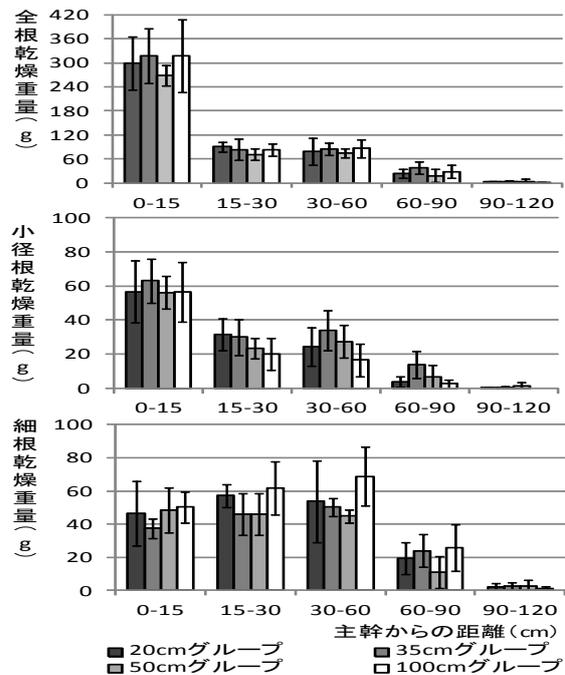


図-2 水平面で分割したブロックにおける全根・細根・小径根の乾燥重量

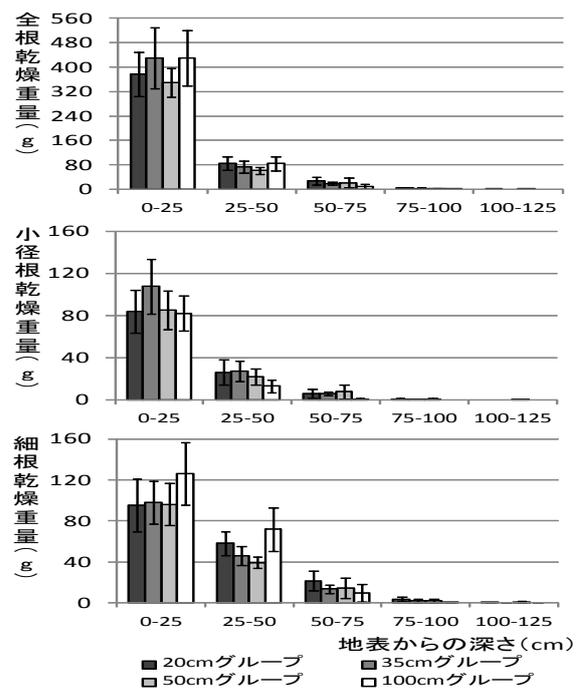


図-3 垂直面で分割したブロックにおける全根・細根・小径根の乾燥重量

た。また、植栽時の根鉢に該当するブロックにおける小径根や細根の乾燥重量についても、グループ間で有意差はみられなかった ($p>0.05$: Tukey 検定)。ただし、植栽時の根鉢の外側のブロックにおける小径根に対する細根の乾燥重量割合については、有意差が認められた ($p<0.05$: Kruskal-Wallis 検定)。多重比較検定の結果では有意差は認められなかったものの、100cm グループが他グループよりも多い傾向 (20cm グループ : $p=0.1121$, 35cm グループ : $p=0.0767$, 50cm グループ : $p=0.1121$) が確認された (Steel-Dwass 検定 ; 図-4)。したがって、根域制限のない100cm グループで根鉢の外側へ伸長していた根については、他グループに比べて、小径根に対する細根の割合が多いという傾向が認められる。呉 (1998) によると、コンテナで生育するケヤキの細根は、直径の大きなコンテナでは広範囲に分布し、節間も長かったのに対して、直径の小さなコンテナでは根元近くに密集して根詰まりが生じたとされる。この結果も勘案すると、本実験では、根域制限がない場合と比べると、根域の片側制限がある場合は、根鉢外への細根伸長量が抑制される可能性が示唆されたと考えられる。

土壌容積 1cm^3 当たりの根の乾燥重量については、全根の乾燥重量で比較した場合、グループ間で有意差はみられなかった ($p>0.05$: Tukey 検定)。一方、植栽時の根鉢の外側の根に限定して乾燥重量を比較した場合には、20cm グループが他グループよりも有意に大きい (35cm グループ : $p<0.05$, 50cm グループおよび 100cm グループ : $p<0.01$) ことが確認された。細根においても、同様に 20cm グループが他グループよりも有意に大きい (35cm グループ : $p<0.05$, 50cm グループおよび 100cm グループ : $p<0.01$) ことが確認された。また、小径根においても、20cm グループが 50cm グループおよび 100cm グループよりも有意に大きい (50cm グループ : $p<0.05$, 100cm グループ : $p<0.01$) ことが確認された (図-5 ; Tukey 検定)。したがって、全根の密度についてはグループ間に差はみられなかったが、根域が制限された状態で植栽されたのちに根鉢の外側へ伸長した根については、20cm グループが他グループよりも密度が高い状態になっていたと考えられる。

グループごとに、根域制限側ブロックと非制限側ブロックについて、根の乾燥重量を比較した結果、全根では有意差は確認されなかった ($p>0.05$: t 検定)。しかし、植栽時の根鉢の外側の根に限定して比較すると、20cm グループの細根において、根域制限側ブロックの根の乾燥重量が有意に大きいことが認められた (図-6)。したがって、20cm グループにおいて根域が制限された状態で植栽されたのちに伸長した細根については、根域制限側により多く展開していたと考えられる。

グループごとに、根域制限側ブロックと非制限側ブロックについて土壌容積 1cm^3 当たりの根の乾燥重量 (g/cm^3) を比較した結果についても、全根では有意差は確認されなかった ($p>0.05$: Mann-Whitney 検定)。しかし、植栽時の根鉢の外側の根に限定して比較すると、20cm グループの根において、根域制限側ブロックの土壌容積 1cm^3 当たりの根の乾燥重量が有意に大きいことが認められた (図-7)。したがって、20cm グループにおいて根域が制限された状態で植栽されたのちに伸長した根については、根域制限側で非制限側よりも密度が高い状態となっていたと考えられる。岩田ら (1996) は、東京の表参道に植栽された街路樹のケヤキの根系を調査した結果、根が縁石に沿って伸長する現象を確認している。その原因については、縁石と植栽帯内の土壌に生じた間隙が、雨水の流入や通気が良好で根系の発達に好適な環境条件を作り出したためと考察されている。本研究も、根域制限壁と土壌に間隙が生じているという条件は当該既往研究と同一である。したがって、根系の発達に好適な環境となっていた根域制限

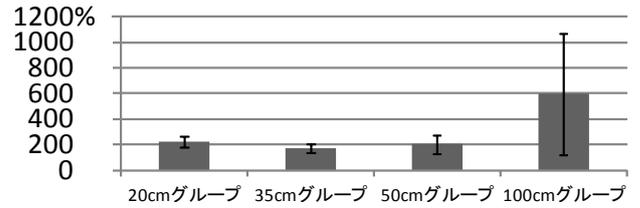


図-4 植栽時の根鉢の外側のブロックにおける小径根に対する細根の乾燥重量割合 (グループ間で $p<0.05$: Kruskal-Wallis 検定)

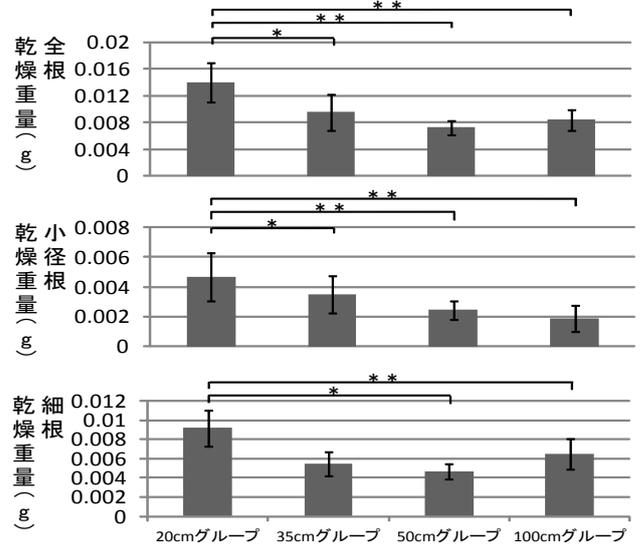


図-5 土壌容積 1cm^3 当たりの植栽時の根鉢の外側の根の乾燥重量 (** : $p<0.01$ * : $p<0.05$: Tukey 検定)

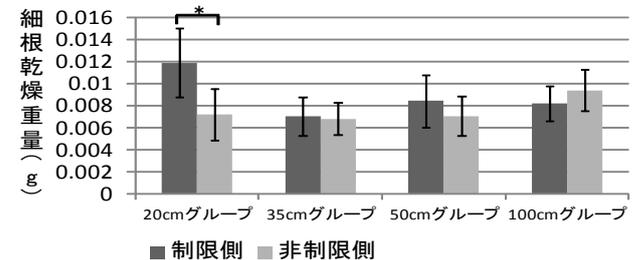


図-6 根域制限側ブロックの細根と非制限側ブロックの細根の乾燥重量 (* : $p<0.05$: t 検定)

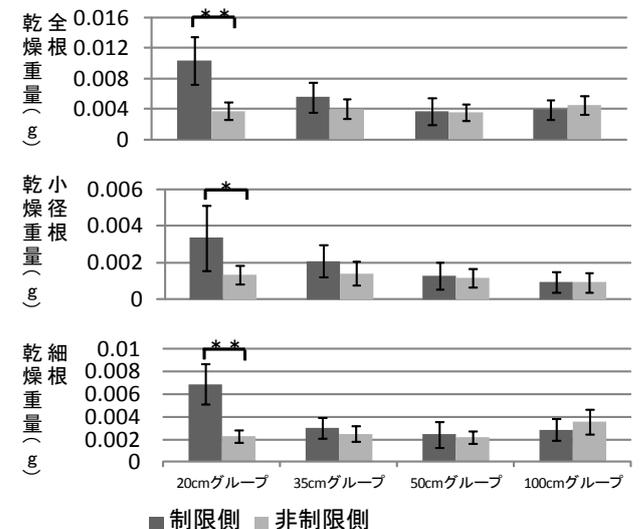


図-7 根域制限側ブロックの根と非制限側ブロックの根における土壌容積 1cm^3 当たりの乾燥重量 (** : $p<0.01$ * : $p<0.05$: Mann-Whitney 検定)

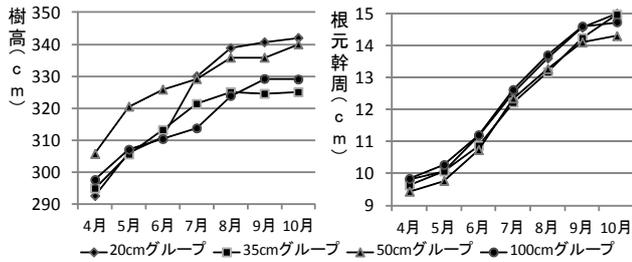


図-8 測定日ごとの平均樹高および平均根元幹周

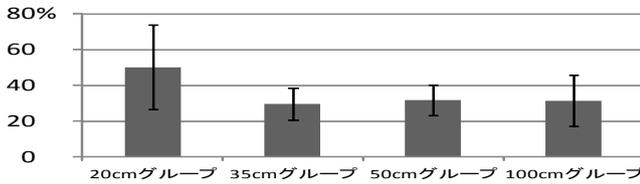


図-9 既存枝の乾重量に対する実験期間伸長分乾重量の割合 (グループ間で $p < 0.05$: Kruskal-Wallis 検定)

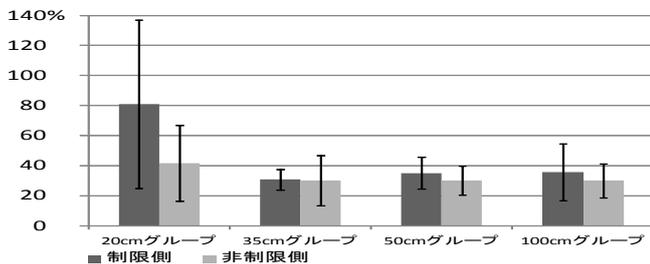


図-10 根域制限側と非制限側における既存枝の乾重量に対する実験期間伸長分乾重量の割合

壁と土壌の間隙へと細根が伸長していった結果、密集状態となった可能性が考えられる。

(2) 地上部の生長

測定日ごとの平均樹高および平均根元幹周 (図-8)、樹高伸長量および樹高伸長量分の乾燥重量、平均根元幹周増加量は、いずれもグループ間で有意差はみられなかった ($p > 0.05$: Tukey 検定)。

また、既存枝の実験期間における主軸伸長量および伸長分の乾燥重量、胴ぶき枝の伸長量および乾燥重量と胴ぶき芽の乾燥重量についても同様の結果であった。既存枝の乾燥重量に対する実験期間伸長分の枝の乾燥重量の割合については、有意差が確認された ($p < 0.05$: Kruskal-Wallis 検定)。多重比較検定の結果では、有意差はみられなかったものの、20cm グループが他のグループよりも多い傾向 (35cm グループ : $p = 0.0509$, 50cm グループ : $p = 0.0767$, 100cm グループ : $p = 0.0767$) が認められた (Steel-Dwass 検定 ; 図-9)。

既存枝の実験期間における主軸伸長量および伸長分の乾燥重量については、全てのグループにおいて、根域制限側と非制限側の間に有意差はみられなかった ($p > 0.05$: t 検定)。また、胴ぶき枝の伸長量および乾燥重量と胴ぶき芽の乾燥重量についても同様の結果であった。根域制限側と非制限側における既存枝の乾燥重量に対する実験期間伸長分乾燥重量の割合についても有意差はみられなかった ($p > 0.05$: t 検定 ; 図-10)。ただし、20cm グループにおいて制限側における割合が大きい傾向がうかがわれた ($p = 0.1847$)。

以上より、根域の片側だけが制限された場合は、制限前よりも枝の生長量が増加する可能性と、非制限側よりも制限側における生長が良好となる可能性が示唆された。そのような現象が生じる理由のひとつとして、根系の発達に好適な環境である縁石と植栽帯内の土壌に生じた間隙へ根が高密度に伸長していたことが考えられる。

4. まとめ

本研究では、根域に片側制限がある場合に、根鉢外への細根伸長量が抑制される可能性が示唆された。実験期間が2年にわたっていけば、有意な差が表れた可能性もあると思われる。その一方で、根域が最も制限されていた20cmグループにおいては、根域制限以降に根鉢から伸長した根の根域制限側の密度が高い状態となっており、根域制限壁と土壌の間隙へと根が集中して伸長した結果、密集状態となった可能性が認められた。根域制限側へ伸長した密度の高い根が根域制限壁に到達すると、既往研究⁶⁾でみられた現象と同様の生長パターンによって根域制限壁沿いに伸長していくと推測される。このような根は、肥大生長の過程で、縁石を損壊し車道側へ押し出す可能性もあると思われる。根が密集している分、根域が片側制限された街路樹は、より早い段階で、縁石の押し出しを引き起こす可能性も示唆される。

地上部については、生長の早いソメイヨシノを実験材料として用いたものの、約8カ月間の実験期間では有意差を確認することができなかった。ただし、20cmグループでは、根域が制限されている側の既存枝の生長が、根域制限状態になる前の生長に比べて良好であった可能性が示唆された。すなわち、土壌容積が小さいほど地上部の生長は抑制されるという既往研究^{1)~4)}の結果とは異なる傾向がみられたといえる。ただし、20cmグループにおける根域制限側の実験期間伸長枝の乾燥重量割合に大きな標準誤差が認められたことに加え (図-10 参照)、実験供試木の樹幹における軸方向の組織は、ねじれながらつながっている可能性も考えられる。したがって、根域の片側制限が制限方向への地上部の偏重生長を惹起する可能性については、さらなる調査が必要であると思われる。

本研究により、ソメイヨシノの根域の片側が制限された場合、根系や地上部の生長に様々な偏りが生じることが示唆された。とくに根域制限側に生じる根系の生長の偏りは、縁石の損壊や路肩工事の際の根系の大量切断が生じる可能性をもたらすものであり、街路樹の管理上、重要な課題になると思われる。すなわち、前者は、補修費の負担だけではなく、路肩通交車両の接触などの事故を招く可能性がある。また、後者は、樹勢の衰退を招く可能性があり、太根を切断する場合には、腐朽菌の侵入や支持根を失ったことによる倒伏を招く危険性もある。

本研究では、実験期間を長くすることでより顕著な結果が出る可能性も示唆された。実験期間の延長のほか、樹種による違いの検討なども今後の課題である。

引用文献

- 1) 前島重男・藤井英二郎・高崎めぐみ・藪内久士・小川吾郎・河村止 (1997) : コンテナ栽培におけるケヤキ幼齢木の成長特性に関する研究 : 千葉大学園芸学部学術報告 51, 111-117
- 2) 呉炎・三島孔明・藤井英二郎・中山敬一・藪内久士・小川吾郎・河村止 (1998) : 容積・形状の異なるコンテナにおけるキンモクセイの成長特性に関する研究 : 千葉大学園芸学部学術報告 52, 131-141
- 3) 呉炎・藤井英二郎・三島孔明 (2000) : コンテナの大きさ、栽培期間とキンモクセイの根系、地上部成長の関係 : 日本緑化化学会誌 25(4), 637-640
- 4) 呉炎・藤井英二郎・三島孔明・中山敬一 (2000) : 大きさの異なるコンテナで育てたキンモクセイの根の形態と活性に関する研究 : ランドスケープ研究 63(5), 451-456
- 5) 菊住昇 (1979) : 樹木根系図説, 誠文堂新光社, 1140pp
- 6) 岩田彰隆・木田幸男・甲野毅・菊住昇 (1996) : ケヤキ街路樹の根系生長が歩道に与える影響 : ランドスケープ研究 59(5), 49-52