

## 剪定手法の違いがケヤキ (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino) 成木の成長に及ぼす影響

Influences of different pruning methods to growth of a zelkova tree (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino)

細野 哲央\* 入山 準\*\*

Tetsuo HOSONO Jun IRIYAMA

Abstract: This research was aimed at analyzing growth characteristics of zelkova trees (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino) pruned with 2 kinds of methods, "Kiritsume" and "Sukashi". "Kiritsume" is a pruning method to cut branches short. "Sukashi" is a pruning method to cut back branches at a diverging point, a traditional Japanese pruning technique. 15 trees approximately 350cm in height was used in this study to measure their growth for one year. 5 trees were pruned with "Kiritsume" and other 5 trees were pruned with "Sukashi", and the others were not pruned as control plots. The results showed that trees pruned with "Kiritsume" had a tendency to extend many branches from trunk. This result suggested that "Kiritsume" was a method to disturb tree form and to cause a crowd of branches and leaves inside a tree crown. The results also showed that pruning with "Kiritsume" weakened tree roots. Because trees pruned with "Kiritsume" was smaller in dry weight of current roots than control trees. These results suggested that "Sukashi" was a pruning technique not to disturb tree form and weaken tree roots, but to keep tree size and control tree vigor.

Keywords: Pruning method "Kiritsume", Pruning method "Sukashi"

キーワード：切り詰め剪定, 透かし剪定

### 1. 研究の背景と目的

造園樹木の剪定は、混み合っている枝を分岐部分で切り返す「枝透かし剪定」が基本であり、枝透かし剪定で樹形を縮小できない場合の「次善の手段」(日本造園建設業協会)<sup>1)</sup>として、枝を途中から短く切除する「切り詰め剪定」が実施される。しかしながら、街路樹や公園木などの公共の樹木については切り詰め剪定が実施されていることの方が多くのが実情である。

切り詰め剪定は、切り口周辺の不定芽から不規則に枝が伸長するために樹形が乱れる原因となり、また切り口から枯れ込みが生じやすいことが知られている。しかし、このような知見には経験的、定性的なものが多くみられる。公共の樹木に切り詰め剪定が実施される要因として、剪定頻度の低下や市民要望により極端な樹形の縮小が要請されることや剪定技術が未熟であることなどが考えられるが、より根本的な要因として、切り詰め剪定が樹木の成長に与える負の影響が科学的に実証されていないことが挙げられると思われる。

剪定が樹木の成長に与える影響について調査した研究は多くはない。植栽後 3.5 年経過したユーカリ類 (*Eucalyptus pilularis* Sm., *Eucalyptus cloesiana* F. Muell.) の樹冠を剪定により縮小した Philip ら<sup>2)</sup>の実験では、無剪定の場合と比較したときの幹周の増加量は、樹冠を 20%縮小した場合は差がないが、50%縮小した場合は剪定の 8 か月後まで少なく、樹冠を 70%縮小した場合は剪定の 12 か月後まで少なくなった。また、樹高の増加量については、無剪定の場合と樹冠を縮小した場合の差はほとんどみられなかった。13 年生のイエローバーチ (*Betula alleghaniensis* Britton) の樹高を切り下げた DALE ら<sup>3)</sup>の実験では、剪定後 1 年間の胸高直径の増加量について、無剪定の場合と比較して、樹高を 50%、65%に切り下げた場合には差がみられなかったが、樹高を 75%に切り下げた場合は少なくなった。また、剪定後 2 年目の胸高直径の増加量については、無剪定の場合と比較して、樹高

を 75%、65%に切り下げたグループには差がみられなかったが、樹高を 50%に切り下げた場合には逆に多くなった。4 年生のシラカシ (*Quercus myrsinifolia* Blume) を異なる強度で剪定した石井ら<sup>4) 5)</sup>の実験では、無剪定に比べて強剪定が根の数と肥大成長を大きく抑制すること、強剪定によって葉面積の拡大と葉数および根系成長量の減少が生じることが指摘された。以上のように、樹冠の縮小や樹高の切り下げ、剪定の量に着目して樹木成長への剪定の影響を調べた先行研究がみられるもの、切り詰め剪定や枝透かし剪定といった剪定の手法が樹木の成長に与える影響を定量的に明らかにした調査研究はほとんど例がない。また、先行研究の調査項目は、樹高や幹直径、樹形などに限られているものが多く、地上部や根系の成長について多角的な検討を加えているものはわずかである。

そこで本研究では、切り詰め剪定、枝透かし剪定がされた樹木の幹、枝、葉、根系の成長について様々な指標を用いて測定することにより、剪定手法の違いが樹木成長に及ぼす影響を定量的に明らかにすることを目的とした。

### 2. 研究の方法

#### (1) 材料

本研究では、街路や公園などの緑化樹として多く用いられているとともに、切り詰め剪定が実施されていることの多いケヤキ (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino) を対象とした。ケヤキの成木の自然樹形は、枝が斜め方向に四方に伸長し盃型をしている<sup>6)</sup>。幼齢木は成長量の検討が比較的容易であるものの、自然樹形の形態まで生育しておらず、頂芽優勢など成長特性が成木とは異なることから、本研究では、実際に切り詰め剪定の対象となる成木を実験材料とした。具体的には、建設物価調査会<sup>7)</sup>の物価版による樹高 350 cm, 目通り幹周 15 cm, 枝張り 120 cm の寸法規格のケヤキとし、千葉県成田市の苗圃で生産された根巻き苗(根鉢・直

\*千葉大学大学院園芸学研究所

\*\*入山造園

径 40 cm×深さ 40 cm) を用いた。なお、実験地搬入時における実験材料の目通り (高さ 120 cm) 位置の幹周平均 (標準偏差) は、14.73 cm (0.81 cm) であった。

## (2) 実験地及び実験区の設定

実験地は千葉県柏市の柏の葉フィールドセンターの実験圃場である。実験材料は、合計 15 本を用い、隣接する樹木が成長したときに地上部および根系部の分布が重ならないように 300 cm の間隔をあけて千鳥状に植え付けた。植栽および剪定は、落葉樹の移植および剪定の適期である落葉期間に実施した。植栽は 2015 年 2 月 3 日に行い、布掛支柱をかけた。実験材料は、切り透かし剪定グループ、切り詰め剪定グループ、対照区として剪定をしない無剪定グループに分け、日当たりの違いなどによる影響がないように植栽位置はランダムにした (図-1)。剪定は 3 月 5 日に実施した。切り透かし剪定は、主幹を分岐部分で切り返し、樹高を 300 cm でとめた。また、自然樹形が想定された樹冠の輪郭線の内側の枝の分岐部から切り返し、樹冠の輪郭線上の小枝には手は入れなかった。樹冠内部にある樹形を乱す枝についても分岐部分から切除した。切り詰め剪定は、主幹を 300 cm の高さで切り詰め、すべての枝について一次枝ないし二次枝の途中から切除した。剪定した枝を定温乾燥機により 80℃で 48 時間乾燥させた重量 (乾燥重量) の平均値 (標準偏差) は、切り透かし剪定区が 965.34g (96.28g)、切り詰め剪定区が 1002.79g (29.54g) で両者に有意な差はみられなかった (t 検定)。実験期間中、灌水は植え付け時のみ実施し、除草は 6 月 15 日および 7 月 29 日に実施した。施肥や薬剤散布は行わなかった。

## (3) 測定項目

### 1) 幹および枝の成長

胸高直径、枝の乾燥重量について測定した。胸高直径は、2015 年 3 月、6 月、8 月、10 月に地際より 120cm の高さで測定した。枝の乾燥重量は、2015 年に伸長した枝と幹から萌芽した胴吹きについて、2016 年 2 月に採取して乾燥重量を測定した。

### 2) 葉の成長

色濃度、葉緑素含量 (SPAD 値)、葉数、葉面積について測定した。色濃度は、葉色カールスケール (富士平工業株式会社) を用い、2015 年 10 月に 5m 離れた距離から個々の樹木の葉の色濃度を評価した。SPAD 値は、葉緑素計 SPAD-502Plus (コニカミノルタセンシング株式会社) を用い、2015 年 8 月、10 月に、1 本あたり 30 枚の葉を着葉位置 (高さおよび方位) に偏りのないように選り測定した。葉数は落葉直前の 2015 年 11 月にすべての個体から採取し、枝と幹から萌芽した胴吹きに分けてカウントした。葉面積は、採取した葉を直射日光の当たらない風通しの良い室内で自然乾燥させ、2016 年 2 月に 1 本ごとの枝と胴吹きの葉について合計値を算出した。葉面積の算出には、スキャナーで PC に取り込んだ葉の画像データについて葉面積解析ソフト Photoshop CS6 (Adobe Systems Software Ireland Ltd.) の面積測定ツールを用いた。

### 3) 根系の成長

各区における平均葉数に近い個体を 2 本ずつ選定し、植え付け後に伸長した根系について、石井<sup>4)</sup> や細野<sup>8)</sup> など、根系調査に関

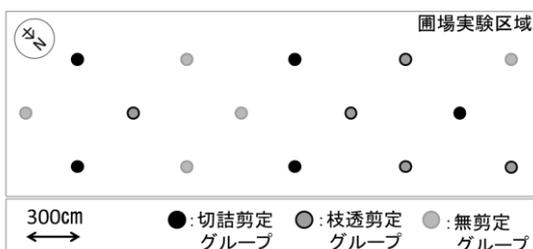


図-1 植栽配置図

する多くの先行研究で用いられているブロックサンプリング法により調査を行った。調査対象とする範囲は、水平方向について幹芯からの距離 20-50cm と 50-80cm のブロックに分割し、垂直方向について地際からの深さ 0-20 cm と 20-40 cm のブロックに分割した。調査対象となるブロックを図-2 に示す。各ブロックのサンプルは、荻住<sup>9)</sup> による分類を参考に、小径根よりも小さな根 (0.5 cm 以下) とそれよりも大きな根に分けた。調査は 2016 年 1 月に実施し、採取した根の乾燥重量を測定した。

### (4) 統計処理

検定は Tukey の全群比較により、統計的有意水準は 5% 未満とした。解析にはエクセル統計 2012 (株式会社社会情報サービス) を使用した。

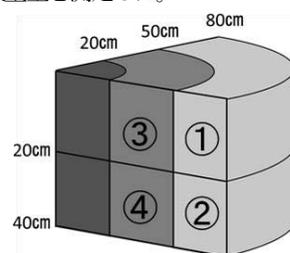


図-2 根系調査の対象

## 3. 結果

### (1) 幹および枝の成長

#### 1) 幹胸高直径成長率

すべての測定月において有意な差は認められなかった。最終測定月である 10 月の平均成長率 (標準偏差) は、切り透かし剪定区が 105.7% (1.0%)、切り詰め剪定区が 104.6% (0.4%)、無剪定区が 105.4% (1.6%) であった。

#### 2) 当年枝および胴吹き枝の乾燥重量 (図-3)

当年枝では、切り詰め剪定区および枝透かし剪定区よりも無剪定区の方が有意に乾燥重量が大きいことが認められた (切り詰め剪定区について  $p=0.0003 < 0.01$ 、枝透かし剪定区について  $p=0.0052 < 0.01$ )。胴吹き枝では、枝透かし剪定区よりも切り詰め剪定区の方が有意に乾燥重量が大きいことが認められた ( $p=0.0085 < 0.01$ )。また、当年枝および胴吹き枝の全量では、切り詰め剪定区および枝透かし剪定区よりも無剪定区の方が有意に乾燥重量が大きいことが認められた (切り詰め剪定区について  $p=0.0050 < 0.01$ 、枝透かし剪定区について  $p=0.0043 < 0.01$ )。

### (2) 葉の成長

#### 1) SPAD 値および葉色カールスケール (図-4)

SPAD 値では、測定を実施した 8 月および 10 月のいずれにおいても、無剪定区および枝透かし剪定区よりも切り詰め剪定区の方が有意に高いことが認められた (無剪定区について  $p=0.00003 < 0.01$ 、枝透かし剪定区について  $p=0.000011 < 0.01$ )。

葉色カールスケール値も、無剪定区および枝透かし剪定区よりも切り詰め剪定区の方が有意に高く、葉色が濃いことが認められた (無剪定区について  $p=0.00003 < 0.01$ 、枝透かし剪定区について  $p=0.00008 < 0.01$ )。

#### 2) 葉数 (図-5)

無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区において全量では有意な差は認められなかった。しかし、当年枝の葉に限定すると、切り詰め剪定区よりも無剪定区の葉数が有意に多いことが認められた ( $p=0.0180 < 0.05$ )。また、胴吹きの葉に限定すると、無剪定区および枝透かし剪定区よりも切り詰め剪定区の葉数が有意に多いことが認められた (無剪定区について  $p=0.000006 < 0.01$ 、枝透かし剪定区について  $p=0.000008 < 0.01$ )。

#### 3) 乾燥重量 (図-6)

無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区において有意な差は認められなかった。しかし、当年枝の葉に限定すると、無剪定区および枝透かし剪定区よりも切り詰め剪定区で有意に大きいことが認められた (無剪定区について  $p=0.0206 < 0.01$ 、枝透かし剪定区について  $p=0.0205 < 0.01$ )。また、胴吹きの葉に限定すると、無剪定区よりも切り詰め剪定区で有意に大きいことが認められた ( $p=0.0418 < 0.05$ )。

乾燥重量を葉数で除して葉1枚当たりの平均乾燥重量を算出した結果、無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区において有意な差は認められなかった。当年枝、胴吹の枝に限定した結果も同様であった。

#### 4) 葉面積 (図-7)

葉面積は、無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区のそれぞれにおいて、各区の平均葉数に最も近い葉数の1個体を選出し、全葉の面積を測定した。その結果、無剪定区の代表個体は、全葉が7788.2cm<sup>2</sup>、当年枝が6425.9 cm<sup>2</sup> (全葉の82.5%)、胴吹が1362.2 cm<sup>2</sup> (全葉の17.5%)、枝透かし剪定区の代表個体は、全葉が21888.5cm<sup>2</sup>、当年枝が21730.2 cm<sup>2</sup> (全葉の99.3%)、胴吹が158.3cm<sup>2</sup> (全葉の0.7%)、切り詰め剪定区の代表個体は、全葉が8794.6cm<sup>2</sup>、当年枝が3451.2cm<sup>2</sup> (全葉の39.2%)、胴吹が5343.4cm<sup>2</sup> (全葉の60.8%)であった。これらを代表値として、各個体の葉数で除したものを1枚当たりの葉面積とみなして算出した。その結果、全量では、無剪定区よりも枝透かし剪定区の方が1枚あたりの葉面積が有意に大きいことが推定された ( $p=0.0461<0.05$ )。当年枝の葉に限定すると、無剪定区および切り詰め剪定区よりも枝透かし剪定区で1枚あたりの葉面積が有意に大きいことが推定された (無剪定区について  $p=0.0367<0.05$ , 切り詰め剪定区について  $p=0.0165<0.05$ )。胴吹の葉に限定した場合には、1枚あたりの葉面積に有意な差はみられなかった。切り詰め剪定区の葉は、肉眼による観察では他区よりも大きく見えたが、測定データ上では確認することができなかった。

#### (3) 根系の成長

##### 1) 乾燥重量 (図-8)

植え付け後に伸長した当年根は、すべて小径根かそれよりも細い細根で構成されていた。

全量 (①+②+③+④) については、切り詰め剪定区よりも無剪定区の重量が大きかった ( $p=0.0226<0.05$ )。元の根鉢に隣接す

る水平方向20-50 cmのブロック (③+④) では、切り詰め剪定区よりも無剪定区の重量が大きかった ( $p=0.0032<0.01$ )。これに対して、元の根鉢から離れている水平方向50-80 cmのブロック (①+②) では、無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区において有意な差は認められなかった。元の根鉢から離れている水平方向50-80 cmのブロックでは、垂直方向0-20 cmのブロック (①) と垂直方向20-40 cmのブロック (②) に分割して検討した結果も、無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区において有意な差は認められなかった。

垂直方向0-20 cmのブロック (①+③) では、無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区において有意な差は認められなかった。しかし、元の根鉢に隣接する水平方向20-50 cmのブロック (③) に限定して検討した結果は、切り詰め剪定区よりも無剪定区の重量が大きかった ( $p=0.0353<0.05$ )。また、垂直方向20-40 cmのブロック (②+④) でも、無剪定区、枝透かし剪定区、切り詰め剪定区において有意な差は認められなかったが、元の根鉢に隣接する水平方向20-50 cmのブロック (④) に限定して検討すると、切り詰め剪定区よりも無剪定区および枝透かし剪定区の重量が大きかった (無剪定区について  $p=0.0472<0.05$ , 枝透かし剪定区について  $p=0.4923<0.01$ )。

##### 2) 根密度

根の密度 (土壌1cm<sup>3</sup>あたりの根の乾燥重量: g/cm<sup>3</sup>) を算出した結果は、乾燥重量の結果と同様であった。すなわち、元の根鉢に隣接する水平方向20-50 cmの範囲に分布する根は、切り詰め剪定区では無剪定区よりも密度が低く、とくに、深い位置にある根は (垂直方向20-40 cm)、枝透かし剪定区よりも密度が低くなっていた。

##### (4) 枝葉および根系の乾燥重量の相関 (図-9)

植栽後に成長した枝葉と根の乾燥重量の相関を検討した。その結果、当年根は、当年枝および胴吹枝の全量と強い正の相関がみ

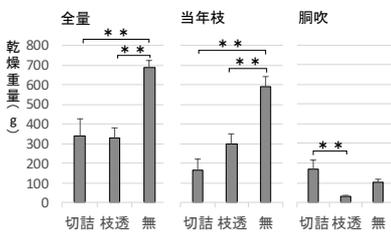


図-3 当年枝および胴吹枝の乾燥重

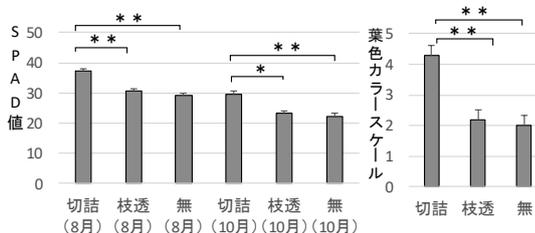


図-4 SPAD値および葉色カラースケール

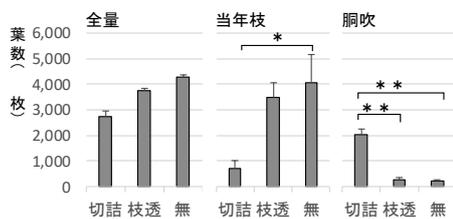


図-5 葉数

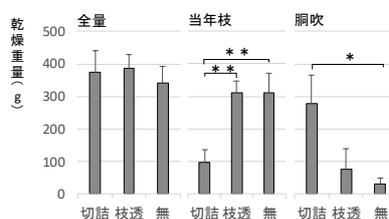


図-6 葉の乾燥重量

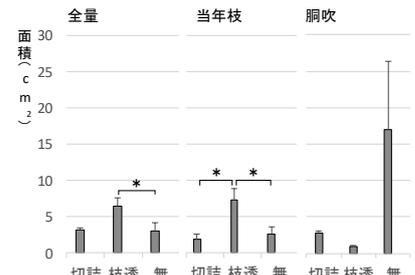


図-7 葉の1枚当たりの面積

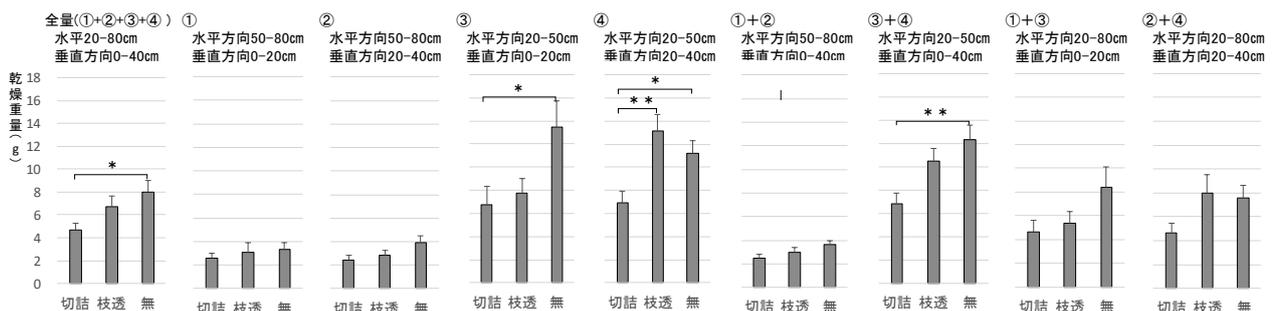


図-8 根系の乾燥重量

られた ( $r=0.8343$ )。当年枝に限定して検討した結果も、強い正の相関がみられ ( $r=0.8715$ )、また、胴吹枝との間にも弱い負の相関 ( $r=-0.4589$ ) がみられた。

葉の乾燥重量については、当年根と当年枝および胴吹の葉の全量には弱い負の相関がみられた ( $r=-0.4686$ )。また、当年枝の葉に限定して検討した結果も、弱い正の相関がみられ ( $r=0.6071$ )、胴吹の葉との間には、強い負の相関 ( $r=-0.8488$ ) がみられた。

#### 4. 考察

##### (1) 地上部の成長

枝全体の成長量については、無剪定区では切り詰め剪定区および枝透かし剪定区よりも大きかったことから、剪定が枝の成長量を抑制したと考えられる。ただし、胴吹枝の量に関しては、切り詰め剪定区が枝透かし剪定区よりも多かったことから、切り詰め剪定は胴吹きが発生しやすい剪定手法であると考えられる。

切り詰め剪定区においては、当年枝の葉数では無剪定区よりも少ないが、葉重量では無剪定区、枝抜き剪定区よりも重かった。胴吹の葉数では無剪定区、枝抜き剪定区よりも多く、葉重量でも無剪定区よりも重かった。したがって、切り詰め剪定の反応として、当年枝の葉数が少なくなったが、一方で1枚1枚の葉の重量が重く生産されたと考えられる。切り詰め剪定区の葉は、無剪定区、枝抜き剪定区の葉よりも葉緑素量が多く濃い葉をもっていたことから、葉の厚みが他区よりも厚くなったものと考えられる。

枝抜き剪定区においては、無剪定区と比べて葉の数と重量に有意な差は見られなかった。ただし、1枚あたりの葉面積については、枝透かし剪定区が無剪定区よりも大きいと推定された。また、当年枝に限った場合も無剪定区、切り詰め剪定区よりも大きいことが推定された。

剪定が翌年の枝の成長量を抑制した分、切り詰め剪定がされた個体は、胴吹を多く発生させ厚い葉を生産する。これに対して、枝抜き剪定がされた個体は、1枚1枚の葉を大きく生産する。このように、樹木は剪定を受けた時に、胴吹や葉の厚み、面積を調整することにより、本来生産される数、重量と同程度の葉を確保するのではないかと推察される。ただし、切り詰め剪定は、樹冠内部の不定芽・潜伏芽から多くの胴吹を発生させるために、樹形が乱れやすく樹冠内部の枝葉が込み合いやすくなると考えられる。これに対して、枝透かし剪定は、翌年に伸長する枝の成長を抑制しながらも、胴吹の発生量は無剪定と異なる。したがって、自然樹形を維持しやすく、樹冠内部が込み合わないために枯れ枝が発生しにくい剪定手法であると考えられる。

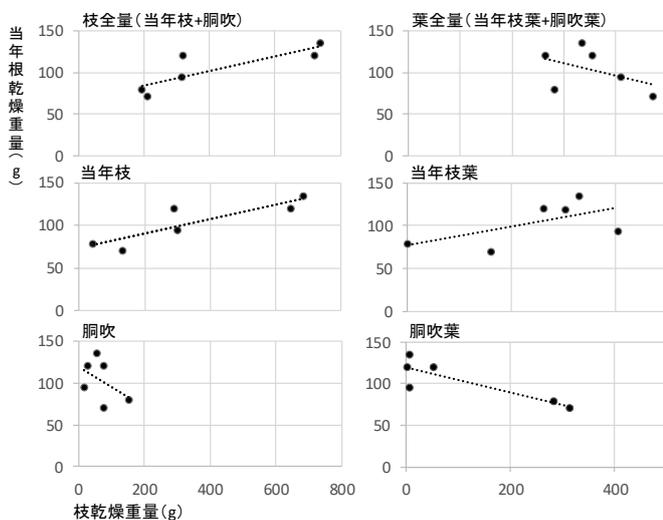


図-9 枝葉および根系の乾燥重量の相関

##### (2) 根系の成長

当年に伸長した根の重量は、切り詰め剪定区が無剪定区よりも小さかった。元の根鉢に隣接する水平方向 20-50 cm の範囲に分布する根の重量についても、切り詰め剪定区が無剪定区よりも小さかった。とくに深い位置 (垂直方向 20-40 cm) にある根の重量は、枝透かし剪定区よりも小さいことが明らかとなった。

したがって、切り詰め剪定された個体は、無剪定の個体よりも根系が水平方向、垂直方向のいずれも未発達になると考えられる。また、水平方向における根量の違いは根株に近い方が顕著であると考えられる。一方、20 cm よりも深い位置に分布していた根が、無剪定の個体だけでなく枝抜き剪定された個体と比較しても未発達であったことから、垂直方向における根量の違いは根株から離れた方が顕著になると推察される。

これに対して、枝抜き剪定された個体と無剪定の個体は根系分布に違いがみられなかった。一般的には根系分布が狭い方が地上部を支持する力は小さくなると考えられる。切り詰め剪定は、根が地上部を支持する力を弱める可能性が示唆される。

##### (3) 枝葉および根系の乾燥重量の相関

植栽後に成長した枝葉と根の乾燥重量の相関を検討した結果、当年に伸長した根の重量が大きい個体ほど、当年枝および胴吹枝の全量およびそれらの葉の全量、当年枝およびその葉の重量が増加する関係がみられた。また、当年に伸長した根の重量が小さい個体ほど、胴吹きおよびその葉の重量が増加する関係がみられた。

#### 5. おわりに

本研究では、切り詰め剪定、枝透かし剪定がされた樹木の地上部や根系の成長について多角的な検討を行った。その結果、切り詰め剪定も枝透かし剪定も、ともに枝の成長を抑制し樹勢をコントロールすることが可能であるが、切り詰め剪定は樹形が乱れやすく樹冠内部の枝葉が込み合いやすくなり、根の支持力に影響を及ぼす可能性のある手法であることが明らかとなった。これに対して、枝透かし剪定はこのような問題は生じず、最適な剪定手法であると考えられた。

謝辞：本研究は平成 25 年度学術研究助成基金助成金 (若手研究 B : 25850238) の交付を受けて実施された。データの測定にご協力いただいた学生の皆様に深く御礼申し上げる。

#### 補注及び引用文献

- 1) 日本造園建設業協会 (2011) : 街路樹剪定ハンドブック-美しい街路樹づくりに向けて- (第3版), 150pp
- 2) Philip J. Alcorn, Jürgen Bauhus, R. Geoff B. Smith, Dane Thomas, Ryde James, Adrienne Nicotraa (2008) : Growth response following green crown pruning in plantation-grown *Eucalyptus pilularis* and *Eucalyptus cloeziana*, *Canadian Journal of Forest Research*, 2008, 38(4), 770-781
- 3) Dale S. Solomon and Barton M. Blum (1977) : Effects of pruning height on the diameter growth of yellow birch, *USDA Forest Service research note ne-233*, 1-3
- 4) 石井 匡志, 三島 孔明, 藤井 英二郎 (2003) : 剪定強度の違いがシラカシの地上部生長に及ぼす影響に関する実験的研究, *ランドスケープ研究 : 日本造園学会誌*, 66(5), 477-480
- 5) 石井 匡志, 三島 孔明, 藤井 英二郎 (2004) : 剪定強度の違いがシラカシの葉及び根系生長に及ぼす影響に関する実験的研究, *ランドスケープ研究*, 67(5), 475-478
- 6) 本研究では、ケヤキの成木について枝が斜め方向に四方に伸長し歪型をした成木型自然樹形の形態をとるものと定義する。
- 7) 建設物価調査会 (2015) : 建設物価 平成 27 年 1 月号, 983pp
- 8) 細野哲央・高畑裕介・藤井英二郎 (2013) : 根域の片側が制限されたソメイヨシノ (*Prunus × yedoensis*) の生長特性, *ランドスケープ研究* 76(5), 447-450
- 9) 荻住昇 (1979) : 樹木根系図説, 誠文堂新光社, 1140pp