

県樹クスノキの生理生態学的研究

神戸大学農学研究科

野口結子

1. はじめに

クスノキ (*Cinnamomum camphora*) は、1966年より兵庫県の県樹に指定されている樹木である。季節を問わず葉をつける常緑樹であり、雄大で美しい樹形に成長して景観を保てることから、神戸市内では街路樹や公園樹、社寺の植栽木として多く選ばれている。一方暖温帯に多く自生するクスノキは比較的乾燥条件に強く、樹齢が高くなっても枯れずに老大木に成長する特性がある。老大木となったクスノキはご神木として神戸市内でも重要な存在となっており、例えば灘区神前町の春日大社に生育する県指定の天然記念物「神前の大クス」、灘区高羽町の丹生神社で市民の木に指定されている「丹生のクスノキ」があり親しまれている。更に中央区の相樂園や須磨区の須磨離宮公園にもクスノキの大木が現存する。

しかし、上記のような境内の大木や神戸市内の街路樹であるクスノキが公共の場において成長し大型化すると、道路上に張り出した大枝の落下や肥大成長した根が植栽マスを乗り越え通行の妨げになるなど、人の安全に関わる問題が発生し得る。枝の落下を防いだり市街地の見通しを良くするために、成長した街路樹はしばしば強剪定されるが、この結果急激な枝葉の減少により樹勢が低下したり、本来の美しい樹形が失われるなど、植物の生理的、また景観的な問題が発生する。このようなクスノキの旺盛な成長特性について知るためには、比較的若齢のクスノキだけでなく、実際の老大木を対象に調査する必要がある。老大木は樹高が大きいため、地上付近の幹から高い位置にある枝葉まで水を輸送することが不可欠となる。実際の老大木において、高さが異なる幹内の水輸送について把握するには、樹幹内部の組織を観察したり、幹内を流れる水流の観察を直接行う必要がある。

さらに、主にクスノキの葉を特異的に吸汁するカメムシ「クスベニヒラタカスミカメ」(以下、カメムシ、図1, 左) が2015年秋に国内で発見され、その後数年間で爆発的に増加している(長島ら2016)。成虫は葉に口吻を突き刺して吸汁し、葉柄内に卵を産み、世代交代のサイクルが早いいためすぐに数が増える。被害葉には独特の茶褐色の斑点が多数でき(図1, 右)、産卵された葉柄は黒ずみ、落葉しやすくなる。このカメムシにより、クスノキでは早期落葉が発生して樹勢低下を引き起こす可能性があるとして危惧されている。カメムシの被害はすでに神戸市内でも確認されており、クスノキの天然記念物や保存木



図1. 左：クスベニヒラタカスミカメ（成虫,6月初旬より西宮市内で確認）
右：カメムシの吸汁を受けて斑点ができ始めたクスノキの葉

の健康状態に影響が及ぶことが懸念されている（安永ら、2016）。

そこで本研究の目的を、神戸市内の街路樹周辺の安全と景観を守り、かつ県樹クスノキの健康状態を保つことができる維持・管理方法を提案することとした。今年度は、老木木のクスノキの内部組織の観察、また老木木と街路樹におけるクスベニヒラタカスミカメによる被害の基礎的な調査を実施した。

2. 資料と方法

本研究では、西宮市内の樹齢 100-150 年のクスノキ老木木 3 個体、神戸市内のクスノキ街路樹を対象に、平成 29・30 年に調査を行った。西宮市内の調査地では直径約 1.5m、樹高約 25m のクスノキ老木木を 3 個体（弁才天、毘沙門天、えびす）を選び、ロープで樹冠に登り、地上部から約 3 m の樹幹下部、約 20 m の樹幹上部から直径 1.8 mm、長さ 1.5 cm の円柱形の木片サンプルを採取した（図 2）。サンプルを持ち帰り、スライディングマイクロームでサンプルから厚さ約 26 μ m の薄さの切片を切り出し、サフランニン・ファストグリーン二重染色を施した後で顕微鏡観察を行った。また、樹冠上部の葉におけるカメムシの被害を調べた。

神戸市内では、神戸大学構内のクスノキ 2 個体、中央区加納町 3 丁目の歩道橋から手が届くクスノキ個体の葉のラベリング観察を行い、街路樹におけるカメムシの被害観察を行っている（図 4）。また、灘区の葺合高校周辺道路、神戸大学農学部周辺道路における落葉の様子を観察した。



図 2. 調査の様子（左）と採取した木片サンプル（右） 図 3. 加納町における葉のラベリングの様子

3. 結果・考察

西宮市内で調査した 3 個体の解剖画像の解析から、道管の直径が樹幹下部の組織よりも樹幹上部で大きい傾向が見られた（図 4,5）。

樹木の内部には水を輸送する組織である道管が多数のストローのように並んでおり、道管直径が太いほど大量の水を輸送できる。しかし、樹高が高くなり根から葉までの通水距離



図 4. 木片サンプルの年輪解剖画像(えびす)
(上 3 枚：樹幹上部, 下 3 枚：樹幹下部)

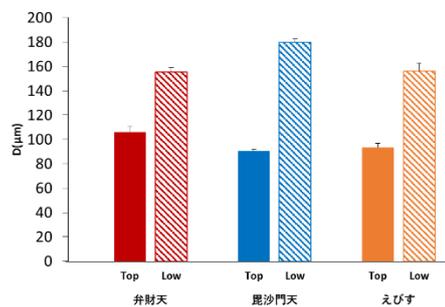


図 5. 樹幹上部(Top)と樹幹下部(Low)の道管直径

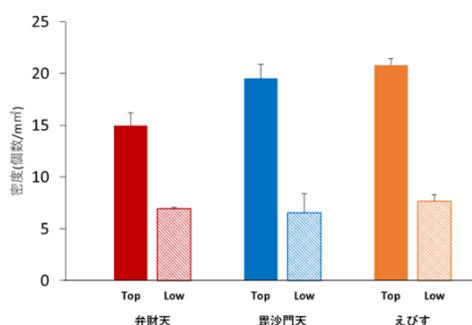


図 6. 樹幹上部(Top)と樹幹下部(Low)の道管密度

が長くなると、道管内の水に強い抵抗がかかり、太い道管ほど通水機能を失う現象（エンボリズム）が起こりやすくなる（Petit *et al.*, 2010）。道管の通水機能が失われると葉に水が届かなくなるが、葉に近い樹幹上部の道管が図 4 のように細くなると、強い抵抗がかかっても道管の通水機能が失われにくくなる。一方、一定面積あたりに存在する道管の個数（道管密度、個/mm²）は樹冠上部の方が高かった（図.6）。このことから、クスノキ老大木の樹幹上部では多くの細い道管により通水機能の損失に対する安全性が高められ、樹幹下部では太い道管により高い通水性を維持する組織レベルでの適応的な変化が見られた。



図 7. 空が見えるほどに落葉が進んだ個体
(2017.9.8 撮影)

調査した老大木の中には、林内が明るくなるほどに激しく落葉している個体があった（図 7）。このような個体の樹幹上部の葉では、カメムシの被害を受けた葉が多く見られた。クスノキは毎年主に梅雨前と秋の 2 回、新葉を展開するが、カメムシの被害はどちらの時期に展開した葉にも及んでおり、老大木の樹高 20m 付近の高い位置にもカメムシが生育していることが裏付けられた。さらに、萌芽した枝の未熟な葉にもカメムシの吸汁した後の褐色斑点が見られた。クスノキの葉は通常半年から 1 年ほどで葉



図 8. 葉が全て落葉した樹幹上部の枝
(2018.1.18 樹高 20m付近で撮影)

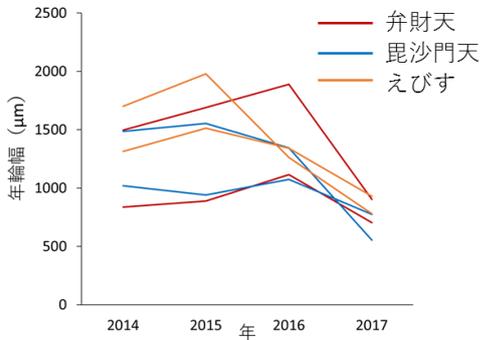


図 9. 老木 3 個体の年輪成長幅の推移

寿命を迎え赤から黄色に変化し落葉するが、落葉期よりも早い時期の林内にはまだ緑色のカメムシ被害葉が多く落葉していた。カメムシの成虫は展葉後の 6 月下旬から見られ、その後吸汁痕のある葉が増加した。枝を振ると成虫が何匹も飛び立ったり、1 枚の葉裏に成虫と幼虫の両方が確認された事もあり、活発に増殖していることが確認された。11 月頃からはカメムシがあまり見られなくなり、この時期以降に萌芽したとみられる葉には吸汁痕はついていなかった。しかし冬までに葉が全て落葉した枝も見られた (図.8)。このことから、カメムシの活動期間中であればほとんどの葉に吸汁痕がつき、早期落葉などの被害が出ることが推測される。

さらに 2014 年から 2017 年の老木木の樹幹下部の年輪成長幅を測定したところ、2015 年から 2017 年にかけて成長幅が減少する傾向にあった (図.9)。2015 年秋ごろより報告され始めたこのカメムシによる大量の早期落葉が起こった結果、樹木の成長量が徐々に減少していく可能性がある。今後もこのような年輪成長幅の減少が起こると、取り返しのつかない樹勢低下につながる可能性がある。

神戸市内の街路樹観察においても、ほとんどの葉にカメムシの吸汁痕が見られた。2017 年 11 月に中央区加納町 3 丁目の歩道橋から枝を観察した結果、梅雨前の 5 月頃に展葉した後にカメムシに吸汁された葉と、その枝先に 2018 年の春に展葉する予定のいくつかの冬芽が確認された (図 10. 左)。一方で、春の成長から冬芽が形成されるまでの間に、その年 2 回目の枝成長 (2 次成長) を行った枝も観察された。2 次成長した枝の葉には吸汁痕がある



図 10. 加納町の街路樹クスノキの被害枝

場合 (図 10. 中央) と無い場合 (図 10. 右) があった。後者はカメムシの活動期より後に枝が 2 次成長したため、吸汁の被害が少なくて済んだ可能性がある。今後は、葉身や葉柄にカメムシの被害が見られていない葉と被害

を受けた後の葉で、実際の葉の生理機能がどのように異なるかや、葉寿命がどの程度異なるかを定量的に調べ、樹木の成長に及ぶカメムシの影響を具体的に明らかにしていく必要がある。2018年の春の展葉期からは、展葉枚数とカメムシによる吸汁痕の広がり、落葉期を経時的に画像で記録し、解析する予定である。

葺合高校周辺や、神戸大学農学部周辺の道路では、それぞれ落葉期ではない時期に落葉した、吸汁痕のある葉が道路脇に溜まっていた（図.11）。落葉した葉が乾燥して枯葉のように積もると排水路等に葉が詰まる恐れがあるほか、吸汁痕のある緑色の葉が大量に落葉して足元がすべりやすくなるため、街路樹の落葉期に加えてこれまで以上に公道の清掃を行う必要性が高まる。さらに吸汁痕のある葉が市民にとって不快と認識されれば、市内に多く植栽されている県樹クスノキのイメージ低下につながる恐れがあると示唆される。

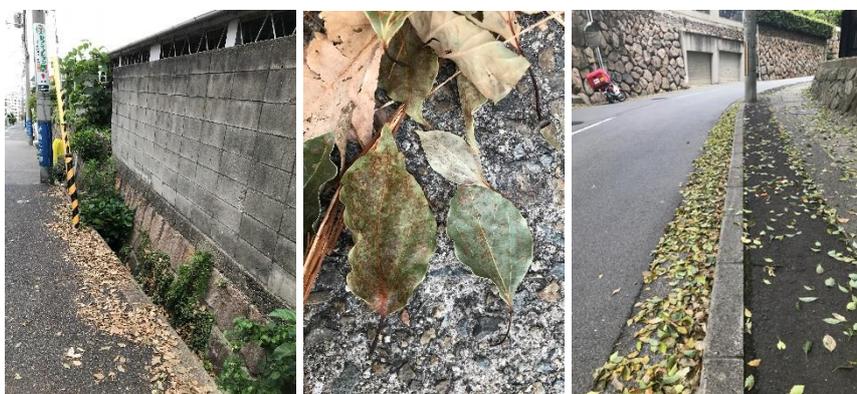


図 11. 左,中央：野崎通 2 丁目の道路脇に拭きだまった落葉（2017.7.20 撮影）
右：神戸大学農学部北側道路に積もった落葉（2017.8.26 撮影）

4. まとめ

兵庫県の樹であり、老木として残っているクスノキの樹冠に登って直接観察することにより、近年報告され始めたクスベニヒラタカスミカメの樹冠部における被害が、貴重な老木にまで及んでいることを確認した。吸汁された葉の生理機能が低下し、落葉数が増加すると、今後クスノキの老木や街路樹の樹勢が落ちる可能性がある。しかし、街路樹の防除を考えると、現在樹木類の登録農薬は圧倒的に少なく、クスベニヒラタカスミカメのような登録のない病害虫に対しては登録薬が存在しないため、被害への対応には難点がある（笹部,2017）。更に、殺虫剤による防除はカメムシ以外の生物に大きな影響を与えるため、クスノキの樹勢とカメムシの生態について今後も丁寧に観察しながら、慎重な防除を行う必要がある。

また、樹幹上下から採取した木片サンプルの解剖学的観察により、樹木組織のうち通水機能を担う道管の直径が、高さの勾配が大きな老木の通水機能を維持するように 1 個体の中で適応的に変化していることが明らかになった。これは、クスノキが大木化しても枯れず

に生き残るために有利な適応の一つであると考えられ、保護すべき老木木の重要な知見となる。

生きた樹木から小さな木片サンプルを採取して年輪成長幅の推移を調べることで、今後カメムシが葉を吸汁し続けることでクスノキの成長に与えるであろう影響を、定量的に評価できる可能性がある。樹木へのダメージを最小限に抑えつつも老木木や街路樹の健康を把握できる方法を今後も探索していきたい。

参考文献

長島聖大・岩崎拓・山田量崇 (2017) 2015 年に日本へ侵入したクスベニヒラタカスミカメ *Mansoniella cinnamomi* の分布拡大状況 (特集 昆虫をめぐる外来生物問題). 昆虫と自然 51(14), 26-29

安永智秀・穆 怡然・長島聖大・山田量崇・高井幹夫 (2016) 最近日本に侵入した外来カスミカメムシ : *Mansoniella cinnamomi*. Rostris No.60, 17-20

Petit G, Pfautsch S, Anfodillo T, Adams M (2010) The challenge of tree height in *Eucalyptus regnans*: When xylem tapering overcomes hydraulic resistance. New Phytologist 2010 vol: 187 (4) pp: 1146-1153

笹部雄作 (2017) 科学的診断・処置における課題と改善. 樹木医学研究 21 卷 (2017)1 号 p.26-31