

# 環境に適応して変化するハナノキ

2608 加藤沙彩 2502 安藤光佳莉 2516 鈴木結葉 2605 大竹宝良

## 要旨

恵那高校に植栽されたハナノキと天然のハナノキを比較すると、8月頃に植栽の異常落葉が見受けられた。私たちはその原因を解明し、保全活動に繋げるべく、調査を行った。道管、孔辺細胞、葉の面積の3種類を計測したところ、「道管1本の平均面積」「道管 $1\mu\text{m}^2$ あたりの葉面積」の比較において、天然より植栽の方が小さいことが分かった。よって、植栽は環境に適応して、道管や葉を小さく変化させたと考えられる。

## 1. 目的

東海丘陵要素の内、植栽のハナノキ(以下植栽と表記する)と天然のハナノキ(以下天然と表記する)を比較し、それぞれの特徴を発見することで、自生地以外の環境下では生育しにくい原因を解明し保全活動に繋げる。



天然  
(瑞浪市日吉町)

植栽  
(恵那高校玄関前)

## 東海丘陵要素について

東海地方固有の植物であり、湧水湿地や栄養分に乏しい土地など他の植物が生育しにくい環境に多く生息する。その多くは絶滅危惧種に指定されている。

## 2. 仮説

- (1) 植栽はエンボリズムを起こさないよう、天然と比較して道管を細く、孔辺細胞を小さく変化させているのではないかと。
- (2) 天然の東海丘陵要素は湿地に分布していることから、植栽のものは水不足が原因で落葉時

期が早いのではないかと。

## エンボリズムについて

エンボリズムとは、道管にかかる強い張力によって通導組織に気泡が発生し(キャビテーション)、そこに張力がかかり続けることで気泡が瞬時に拡大し、通導組織に空気が充満することで道管内の水柱が絶たれている状態のことである。張力には、蒸散による上方からの張力と重力による下方への張力があり、土壤水分が大きく低下すると蒸散による張力は強くなる。

## 3. 実験器具・ソフト・試料

- ・簡易マイクローム(ケニス株式会社)
- ・顕微鏡デジタルシステム
- ・GIMP for Windows(画像処理ソフト)
- ・Surface Go & Surface pen
- ・ImageJ(画像解析ソフト)
- ・染色液(赤 102 号 0.12%)
- ・実験試料…天然(瑞浪市日吉町大洞池付近)

1 個体から前年枝 3 本(天A・天B・天C)のうち共通の3年枝から2本(天A・天B)

植栽(恵那高校玄関前)

1 個体から前年枝 3 本(植A・植B・植C)

## 4. 実験の手順

《実験A》

- ① 実験試料を染色液に浸し、道管が使用さ

れていることを確認する。

- ② ミクロトームを用いて染色した茎を 10  $\mu\text{m}$  の厚さに薄く切り、断面を採取する。
- ③ 顕微鏡デジタルシステムを用いて②で採取した断面を撮影、観察する。
- ④ ImageJ を用いて③で撮影した画像を解析し、蒸散に使用された道管の面積を測定する。

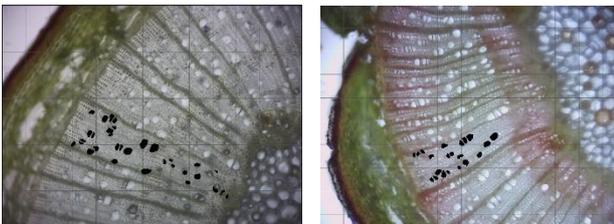
顕微鏡デジタルシステムで撮影した画像



天然

植栽

ImageJ.exe による画像解析後の画像



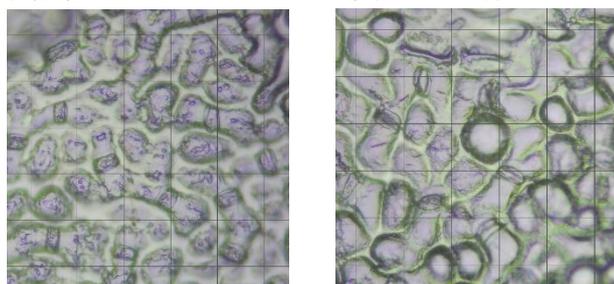
天然

植栽

《実験B》

- ① 実験試料の葉(前年枝 1 本あたり 3 枚)の背軸面にトップコート塗り、乾かす。
- ② セロハンテープをトップコートの塗布部に貼り付け剥がし、テープに付着した孔辺細胞を採取する。
- ③ プレパラートに孔辺細胞の付着したセロハンテープを張り、顕微鏡デジタルシステムで孔辺細胞を含む葉の背軸面の細胞を撮影、観察する。
- ④ ImageJ を用いて③で撮影した画像を解析し、孔辺細胞の面積を測定する。

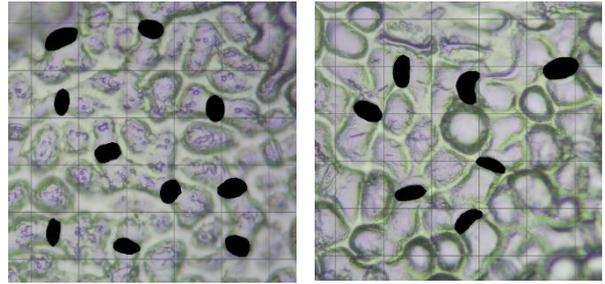
顕微鏡デジタルシステムで撮影した画像



天然

植栽

ImageJ による画像解析後の画像



天然

植栽

実験C

- ① 実験Aで使用した部分よりの葉を採取する。
- ② 複写機を用いて①で採取した葉を撮影する。
- ③ GIMP for Windows と ImageJ を用いて葉面積を測定する。

各実験は天然、植栽の各個体の地上から 2.5m 付近のシュート(芽鱗痕)を 3 か所採取し、シュートごとにそれぞれ 3 か所計測した後平均した。

## 5. 結果

《実験A》

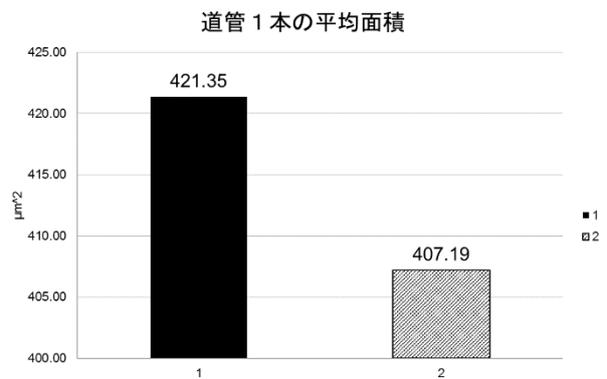


図 1

道管 1 本の平均面積は天然より植栽の方が約  $14.16 \mu\text{m}^2$  小さい。

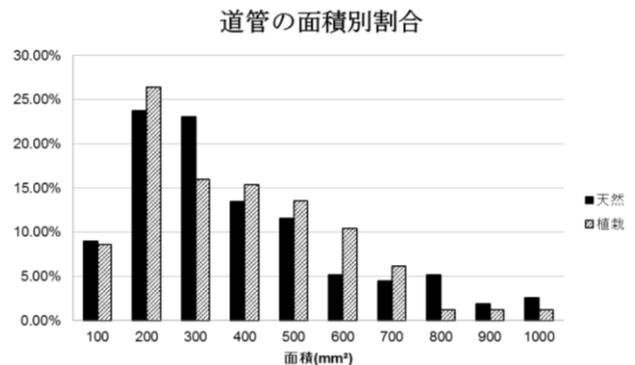


図 2

植栽は、天然と比べ  $800 \mu\text{m}^2$  以上の面積を持つ道管の数の割合が少ない。

《実験B》

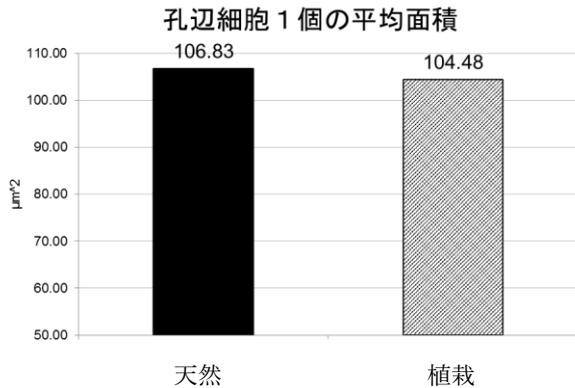


図 3

孔辺細胞 1 個の平均面積は天然と植栽で大きな変化は見られなかった。

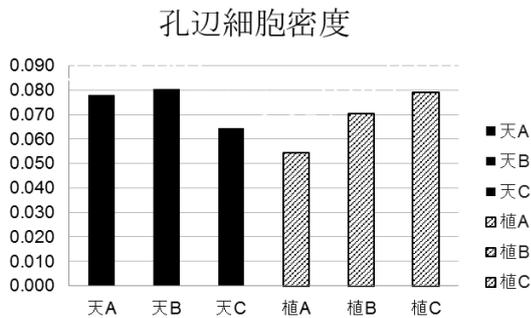


図 4

孔辺細胞の密度に大きな変化はない。

《実験C》

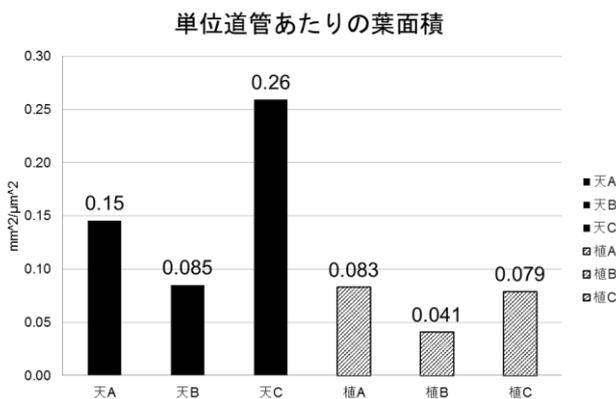


図 5

単位道管面積あたりの葉面積は天然より植栽の方が小さい傾向にある。

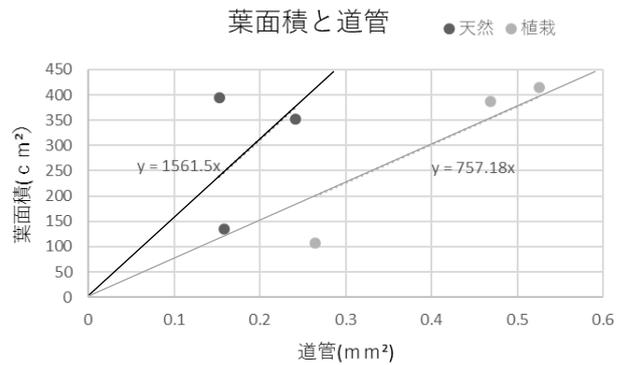


図 6

道管の増加量に対しての葉面積の増加量は、天然より植栽の方が小さい。

## 6. 考察

(1) 図 1 より、植栽は道管を小さく変化させた。また、図 2 より植栽の道管には、天然のものとは比べ面積の  $800 \mu\text{m}^2$  以上の大きな道管が少ない。よって、植栽は面積の大きな道管を減少させエンボリズムが起こることを回避している。

図 3・4 より、植栽されたハナノキは、孔辺細胞 1 個の平均面積や密度をあまり変化させていないことが分かる。

図 5 より植栽は単位道管面積あたりの葉面積を小さくすることで水の通導を遅らせ蒸散量を減少させた。それにより、蒸散による張力は弱くなりエンボリズムは起こりにくくしている。

図 6 より、植栽の道管の増加量に対する葉面積の増加量は天然のものよりも小さいことから道管より葉面積を優先的に小さく変化させていることが分かる。

(2) 植栽は、単位道管面積あたりの葉面積や道管 1 本の平均面積を小さく変化させて体積流量を減少させようとしていると考えられる。そのことから、植栽は水不足が原因で落葉時期が早い可能性が高い。しかし、落葉時期が早い原因には日照度や土壌肥沃度、周辺気温の違い等も考えられる。

(補足) ハーゲンポアズイユの法則より、道管の半径を縮小させたり、単位道管あたりの蒸散量を減少させ道管内にかかる圧力差を小さくさせたりすることで道管内の体積流量を減少させている。

ハーゲンポアズイユの法則

$$Q = \Delta P \times \pi r^4 / 8 \mu L$$

Q = 体積流量                   $\Delta P$  = 圧較差

r = カテーテル半径    L = カテーテルの長さ

$\mu$  = 流体粘度

r (道管の半径)  $\times 2 \rightarrow Q$  (体積流量)  $\times 16$

$\Delta P$  (圧較差)  $\times 2 \rightarrow Q$  (体積流量)  $\times 2$

## 7. 結論

植栽は植えられた環境に応じて道管の面積や道管面積あたりの葉面積を小さく変化させた。また、植栽は水不足が原因で落葉時期が早い可能性が高い。

## 8. 展望

- ・同じ実験試料の当年枝・三年枝で各実験を行い、道管と葉面積の実験結果から、年代別の水の吸収量・排出量の変化を調べる。
- ・ハナノキと同じ東海丘陵要素であるシデコブシや、同じカエデ科であるイロハモミジでも同様の実験を行い、ハナノキの環境による変化の特徴を調査する。
- ・特定の植栽に大量の水を与え、他のものと落葉の具合を比較し、原因が水不足であることを確かめる。

## 9. 謝辞

本研究を行うにあたり、多くの方にご指導、ご協力をいただき心より御礼申し上げます。実験に使用する試料を提供してくださった渡辺さん、担当教員伊藤英先生に深謝致します。

## 10. 参考文献

若い読者に贈る美しい生物学講義 - 感動する生命のはなし更科功 - ダイヤモンド社 2019年  
植物生理・組織学的観察のための水揚げ染色法の研究とその教材化 (1)  
木材科学講座2 組織と材質 編者 古野毅・澤辺攻 海青社 1994年