

## クスノキ衰退木の処置と樹体の生理状態

西谷 裕子\*・高瀬 雅子\*\*・福田 健二\*・鈴木 和夫\*

### Physiological Status of Declining Camphor Trees after Therapy

Yuko NISHIYA\*, Masako TAKASE\*\*, Kenji FUKUDA\* and Kazuo SUZUKI\*

#### I. は じ め に

近年、都市の樹木、特に巨樹・老樹の風致的、文化的価値が見直され、関心が一般的に高まっていることを背景に、樹勢回復を目的とした処置が主として樹木医の指導の下に各地で行われている。このような処置の有効性を科学的に明らかにすることは、樹勢衰退の要因の解明同様、きわめて重要な課題となってきた。

東京大学の構内には古くから多くの樹木が植栽されており、緑豊かなキャンパスを形作っている。1993年の構内樹木調査の結果によると、胸高直径10 cm以上の樹木数は構内全体で3,841本、樹種数160種以上にのぼる。そのうちイチョウが最も多く292本、次いでケヤキ280本、スダジイ249本、サクラ類194本、エノキ181本、クスノキ157本、ミズキ、シュロ、マテバシイの順に多く生育している。最も馴染み深い樹種はイチョウであろうが、安田講堂前や総合図書館前、本郷通り沿いに多く植栽されているクスノキも本学の緑を語る上で欠かすことのできない存在であろう。特に安田講堂前に南北対称に植栽されている2本のクスノキのうち、南側の個体は胸高直径が108 cmで、キャンパス最大のクスノキであり、その太さは構内樹木のうち11番目に数えられる。

総合図書館前には噴水を挟んで東西対称に、クスノキが2本植栽されている。これらのクスノキは昭和3年(1928年)にロックフェラー財団の援助により総合図書館が建設された際に植栽されたもので、樹齢70年以上、樹高約20 m、胸高直径約90 cmの太木である。安田講堂前のクスノキと並び、景観的にも本学のシンボリックな存在である。

しかし、1995年には、西側の個体(以下、LW)は東側の個体(以下、LE)と比較して枝葉の密度が著しく減少するなど、衰退していることが明らかとなった(図-1)。従来から総合図書館前はクスノキの根元付近までコンクリートで舗装されており、雨水の浸透および通気性が悪く、クスノキが利用しうる水分量は制限されていたものと考えられる。

1985年4月から1987年3月にかけて、両クスノキを挟む形で法学部4号館および文学部3号館の建築工事が行われた。校舎とクスノキの間は地下1階部から地上部に向かって吹き抜けの構造のピロティとなっている。樹体に近接する建築工事による踏圧の影響、校舎建築以前は根系の発達範囲であったと推測される部分が地下ピロティとなったことにより根系が傷害を受け、また新校舎に被陰されLWは南西方向、LEは南東方向からの日照時間が減じた部位があるものと

\* 東京大学大学院農学生命科学研究科森林科学専攻

Department of Forest Science, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

\*\* 現勤務先: 神奈川県自然保護センター

Present address: Kanagawa Prefectural Nature Conservation Center.

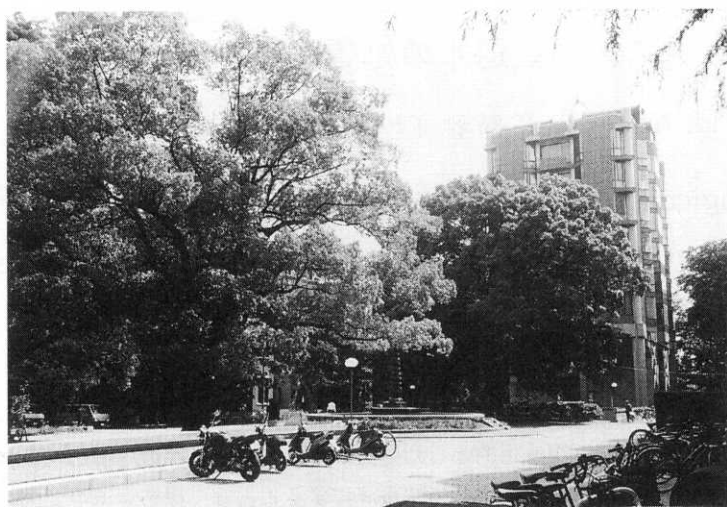


図-1 図書館前のクスノキの衰退 (1995年).

Fig. 1. Declining of a camphor tree (1995).

手前 LW, 奥 LE.

推測されることから、建築工事は両クスノキの生理状態に影響を及ぼしたものと考えられる。この建築工事以来、LW は衰弱し始めたと推測される。当時、石井紫郎副学長および藤本強文学部長からの要請もあって、景観維持と貴重木の保存のため、両クスノキを対象に樹勢回復処置を行った。

そこで、本報告では、これらのクスノキの樹勢回復処置前後の生理状態を水分生理およびフェノロジー、葉のクロロフィル量などの面から把握し、樹勢衰退の生理的内容を明らかにし、回復処置の有効性を評価することを目的とした。孤立木である安田講堂前の北側個体 (以下、C1)、本郷通り沿いに並木状に植栽された個体 (以下、C2, C3) についても対照木として調査を行った。

## II. 樹勢回復処置の概要

この処置は、LW, LE 両クスノキの保全を第一とし、建築物の重厚感を損なわず、建築物との一体感を強めること、噴水廻りを学生の憩いの場として活用できるようにすることを基本方針として行われた (図-2)。初めに、両個体の枝の剪定を行い、コンクリート舗装とその下の碎石を撤去した。次に、樹体周囲の土壤改良すなわち踏圧によって固くなった土壤を柔らかくするための耕耘と、樹体への養分供給のための施肥を行った。まず、樹幹から半径 5.5 m 範囲の土壤を深さ 30 cm まで耕耘し、バーク堆肥、緩効性化学肥料、リン肥料を攪拌混入し、1 m 深の DO パイプを設置した。DO パイプとは、直径 3~5 cm 程度の黒曜石系土壤改良材を網袋に詰めて筒状にしたもので、孔隙が大きく、土壤の通気性、透水性を改善する目的で用いられる資材である。深さ 30 cm まで耕耘した部位の外周 (LW では東側、LE では西側) の土壤を幅 50 cm、深さ 50 cm の帯を放射状に配置した形で耕し、バーク堆肥、黒曜石系土壤改良材、緩効性化学肥料、リン肥料を攪拌混入した。土壤を耕耘する際には根系を切断しないように注意したが、やむを得ず根系を切断した場合には切り口にチオファネートメチル剤等の殺菌剤を塗布した。

土壌改良後、土壌への水分供給を向上させるため、一部の範囲で透水性インターロッキングブロックによる舗装を行った。インターロッキングブロックとは、コンクリートとモルタルを加圧して製造されたブロックであり、ブロック相互のかみ合わせ効果により舗装構造として機能する。舗装は、土壌面から碎石、サンドクッション、透水性インターロッキングブロックの順に行った（図-3）。樹冠の投影された円形の範囲は、透水性・通気性および DO パイプの効果を向上させ、根系の発達を促し生理活性を高めるために穴のあいた植生用インターロッキングブロック（緑化ブロック）による舗装を行った（図-4）。

工事期間は 1996 年 4 月から 6 月の 2 ヶ月間で、経費は約 2 千万円であった。

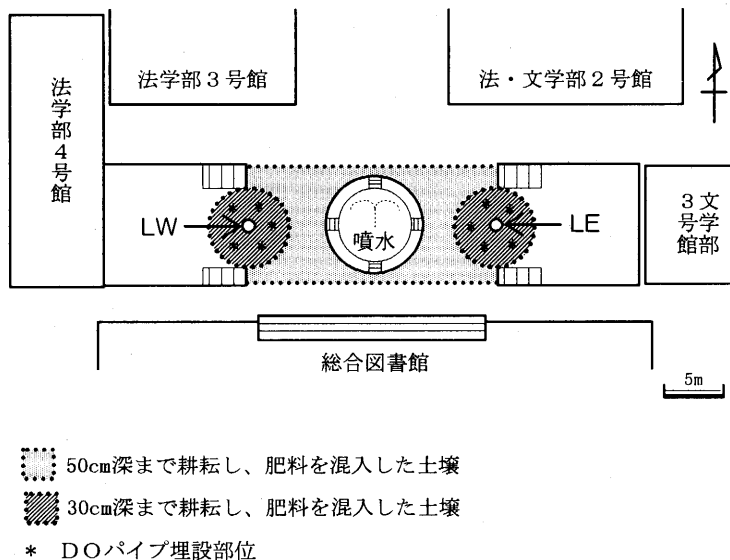


図-2 樹勢回復処置概要図。

Fig. 2. A plan for the therapeutic treatment.

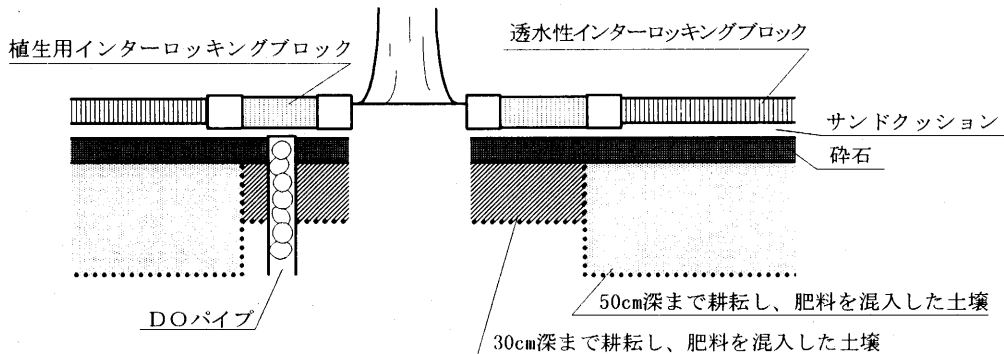


図-3 処置後の舗装構造。

Fig. 3. Cross section of the pavement.

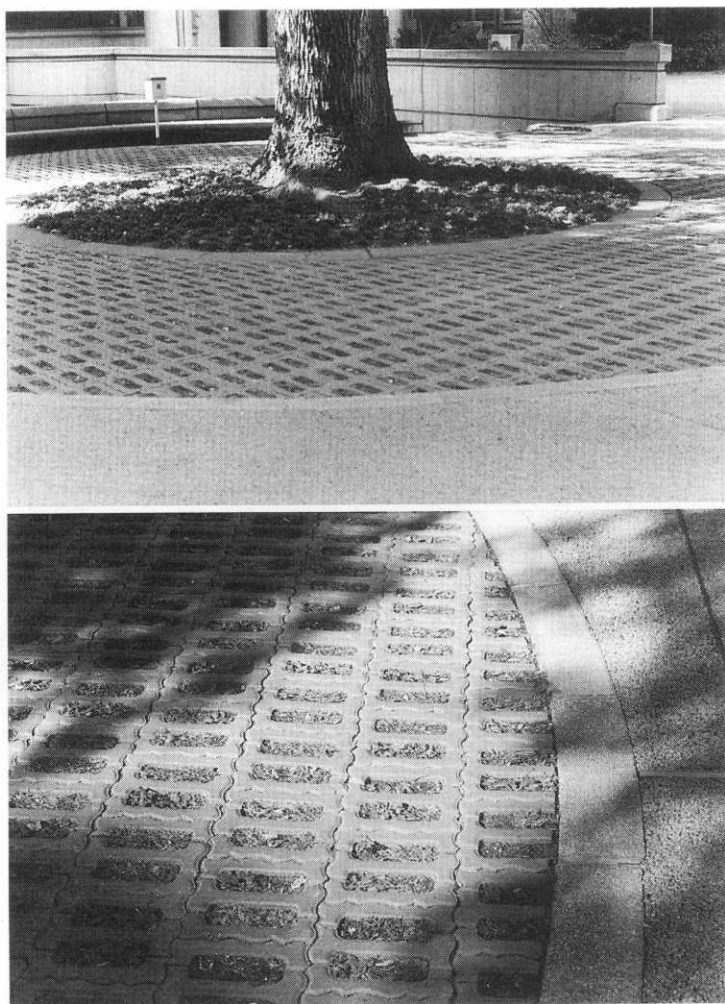


図-4 処置後のクスノキ根元周囲の植生用インターロッキングブロック舗装.

Fig. 4. Paving around stems of camphor trees after therapy.

### III. 材 料 と 方 法

各調査木の生育状況を図-5 に、樹高、胸高直径を表-1 に示す。

LW, LE は孤立木で、樹冠はほぼ球状である。外観上、LW は LE に比べて枝葉の密度が低く、当年枝を含むと思われる枯れ枝が観察される。また、LW は LE に比べて葉色がやや薄い。

C1 は LW, LE と同様に孤立木であるが、剪定を受ける回数が多く、LW, LE に比べて樹高が低く、樹形は盆栽的である。根元付近にはベンチやゴミ箱があり、訪れる人も多い。また、北側が急斜面となっている高台上に植栽されている。

C2, C3 は並木状に植栽されており、外観上健全で、枝葉の密度が高く、葉色も濃い。歩道と道路に挟まれた緑地帯に生育し、踏圧を受けていない。

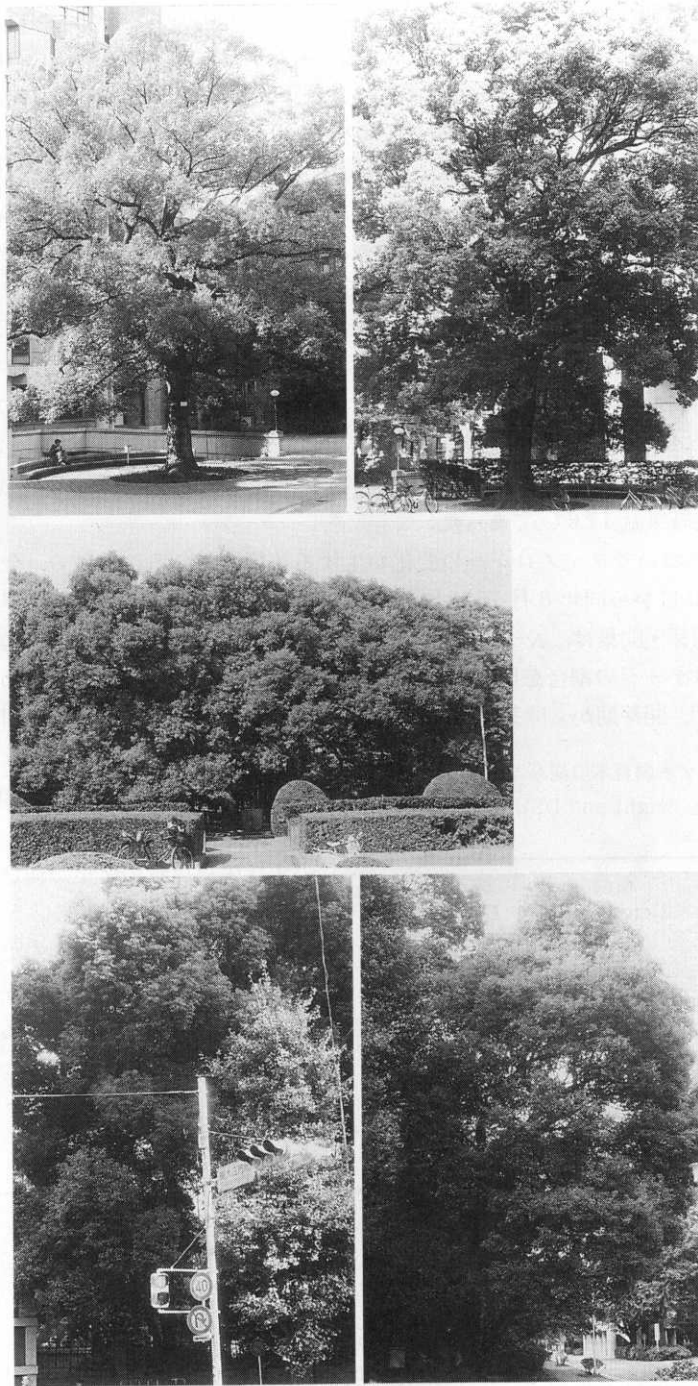


図-5 クスノキ調査木.

Fig. 5. Observed trees of *Cinnamomum camphora*.  
 左上 LW, 右上 LE, 中 C1, 左下 C2, 右下 C3 (1997 年 11 月 2 日撮影).

各調査木の処置前の水分生理状態を把握するために、1995年12月8日にLW, LE および C1 の日中の木部圧ポテンシャル ( $\Psi_w$ ), P-V 曲線法による水分特性を測定した (SCHOLANDER *et al.*, 1965; TYREE and HAMMEL, 1972)。各供試木につき午後12時前後に樹冠の南側の高さ7m付近の陽光の当たる樹冠下部 (C1では中央部) の枝を10~15cm採取し、直ちにプレッシャー・チャンバーを用いて日中の  $\Psi_w$  を測定した。測定は各供試木につき2回以上行い、ばらつきが小さいことを確認した上で最も高い値を用いた。また、各調査木と同じ部位から枝を採取して実験室に持ち帰り、P-V 曲線法による実験に供した。LWについては高さ10mの樹冠中央部の枝についても測定した。同様の方法で、処置後の1997年8月20日、21日の午前11時から午後2時にかけてLW, LEの日中の  $\Psi_w$  を、同年11月1日および2日にLW, LE, C1, C2, C3の全調査木について高さ10mの枝の日中の  $\Psi_w$  を測定した。また、11月1日に採取した枝を用いてP-V曲線法による水分特性の測定を行った。日中の  $\Psi_w$  の測定日の気象条件は、以下の通りであった。1995年12月8日の天候は晴れ、最高気温11.7℃、1997年8月20日および21日の天候は晴れ、最高気温はそれぞれ32.3℃、33.4℃、1997年11月1日の天候は快晴、最高気温18.0℃、11月2日は晴れ、最高気温17.6℃であった。

樹木の衰退においてフェノロジーの変化が生ずる可能性があることから、全調査木について1997年3月19日から同年6月16日にかけて1週間間隔で開芽・開葉および1年生葉の落葉を観察した。開芽・開葉は、表-2の基準に従い、双眼鏡を用いて樹冠全体を観察し、樹冠全体に対する各開芽ステージの割合を目視によって判定した。開芽ステージIIの状態が50%に達した観察日を開芽期、開芽期から開芽終了期 (開芽ステージI=0%) までの期間を開芽期間、開芽ス

表-1 クスノキ調査木の樹高と胸高直径  
Table 1. Tree height and DBH of camphor trees

調査木 Sample tree	樹高 Height (m)	胸高直径 DBH (cm)
LW	19.0	92
LE	21.5	79
C1	13.0	77
C2	14.0	51
C3	23.0	97

テージIVが観察されてから全ての展葉が終了する (開芽ステージIV=100%) までの期間を展葉期間と定義した。一般に、クスノキの1年生葉は春に新葉が伸び出すとまもなく落葉することが知られている (平井, 1996)。そこで、各調査木の1年生葉の落葉期と開芽期を比較するために、開芽・開葉の観察と並行して1年生葉の着葉量の割合を観察した。

表-2 開芽ステージの評価基準

Table 2. The criteria of phenological stages of camphor trees in spring flush

開芽ステージ Stage	開芽と開葉の状態 Phenological observation
I	葉が芽鱗に包まれた状態 Buds resting
II	芽が膨らみ、芽鱗の間から葉の緑が見える状態 Buds swollen with appearing green leaves between bud scales
III	葉が展葉中である状態 Leaves folding
IV	葉が展葉を終了した状態 Leaves unfolded

また、水ストレス下では樹木の葉のクロロフィル量の減少が生ずる可能性があることから (TOGNETTI *et al.*, 1994), 1997 年 9 月 24 日および 11 月 1 日に、各調査木から葉を 5~6 枚ずつ採取し、葉のクロロフィル量を測定した。各葉の中央部から主脈を避けてコルクボーラーで直径 1 cm の円形の葉片を抜き、この葉片の重量を測定後、80%アセトンを加えクロロフィルの分解を抑えるために冷却しながら乳鉢で磨砕し、クロロフィルを抽出した。抽出液を 80% アセトンで定容し、分光光度計で 645 nm と 663 nm での吸光度を測定した。測定値から葉の生重当たりのクロロフィル a (Chl a), クロロフィル b (Chl b) および総クロロフィル量を求めた (ARNON, 1949)。

なお、構内の樹木は約 5 年周期で基本剪定を施されている。C1, C2, C3 は 1997 年 3 月に、LW, LE は樹勢回復処置に伴って 1996 年 4 月に剪定が行われた。

表-3 クスノキ調査木の日中の木部圧ポテンシャルと水分特性値

Table 3. Midday xylem pressure potentials and water relation parameters of camphor trees

測定年月 Date of measurement	調査木 Sample tree	採取部位 Sampling part	$\Psi_w$ (MPa)	$\Psi_s^{sat}$ (MPa)	$\Psi_w^{up}$ (MPa)	$\epsilon_{max}$ (MPa)
Nov. 1, 1997	LW	樹冠中部	-1.21	-2.51	-2.90	53.5
	LE	樹冠中部	-0.91	-2.10	-2.41	43.9
	C1	樹冠中部	-0.85	-2.31	-2.99	29.0
	C2	樹冠中部	-1.20	-2.14	-2.38	45.5
	C3	樹冠中部	-1.20*	-1.87	-2.29	16.2
Dec. 8, 1995	LW	樹冠中部	-1.15	-2.59	-2.93	43.9
	LW	樹冠下部	-0.90	-2.14	-2.48	27.9
	LE	樹冠下部	-0.55	-1.86	-2.23	23.6
	C1	樹冠中部	-0.70	-1.97	-2.70	12.6

\* Measurement on November 2, 1997.

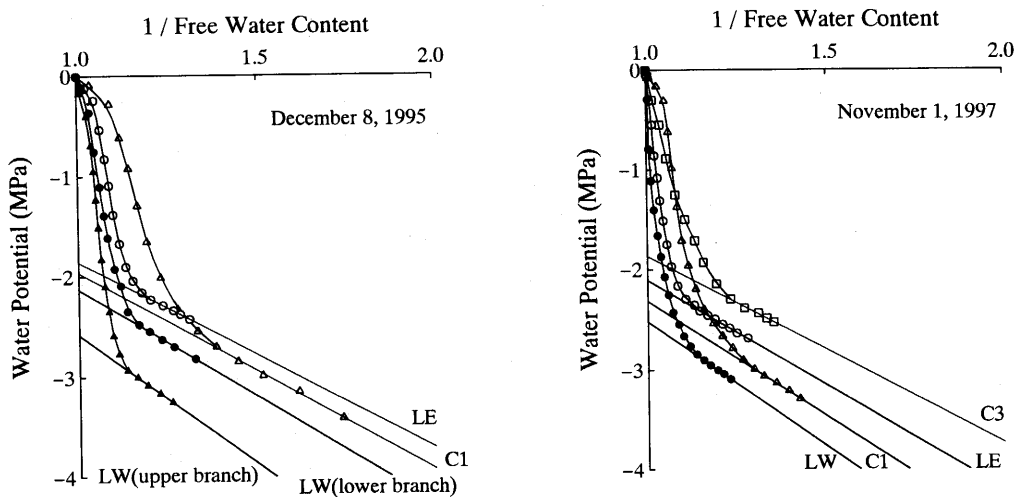


図-6 クスノキ調査木の P-V 曲線。

Fig. 6. P-V curves of camphor trees.

## IV. 結果と考察

処置前の1995年12月の日中の $\Psi_w$ は、LW（樹冠中部、樹冠下部）、C1、LEの順に低く、外観的な衰退が見られるLW（樹冠下部）と外観上健全なLEの値の差は0.35 MPaであった（表-3）。P-V曲線法によって求めた飽水時の浸透ポテンシャル( $\Psi_s^{\text{sat}}$ )、萎凋点の水ポテンシャル( $\Psi_w^{\text{dp}}$ )も日中の $\Psi_w$ とほぼ同じ傾向を示し、いずれもLW（樹冠中部）が最も低い値を示した（表-3）。LW（樹冠下部）とLEの値の差は0.25~0.28 MPaであった（表-3、図-6）。細胞の弾性率( $\epsilon_{\text{max}}$ )はLW（樹冠中部）で最も高く、LW（樹冠下部）ではLEよりやや高い値を示した。一般に、強い水ストレス下にある個体ほど日中の $\Psi_w$ 、 $\Psi_s^{\text{sat}}$ 、 $\Psi_w^{\text{dp}}$ が低下すること、また、 $\epsilon_{\text{max}}$ が高くなることが知られている(SUZUKI, 1992)。このことから、LWは、生育環境がほぼ同じであるLEと比べて強い水ストレス下にあることが明らかにされた。

LWの日中の $\Psi_w$ 、 $\Psi_s^{\text{sat}}$ 、 $\Psi_w^{\text{dp}}$ の値は、枝葉の密度の減少が著しい樹冠中部では、樹冠下部よりそれぞれ0.25 MPa, 0.45 MPa, 0.45 MPa低かった。

以上の結果と、外観上、LWの枝葉の密度がLE、C1と比べて明らかに少なく（図-1、図-5）、当年枝と思われる細い枯れ枝が見られたことから、LWの衰退は進行性であると推測された。また、LEは、生育環境がLWとほぼ同じであり、LWと同様に校舎建築工事の影響を受けていることから、今後衰退する可能性が考えられた。

処置後14ヶ月以上経過した1997年の測定では、 $\Psi_s^{\text{sat}}$ はLW、C1、LE、C2、C3の順に、 $\Psi_w^{\text{dp}}$ はC1、LW、LE、C2、C3の順に低い値を示し、LW、LEの $\Psi_s^{\text{sat}}$ 、 $\Psi_w^{\text{dp}}$ の値の差は0.41 MPa~0.49 MPaであった（表-3、図-6）。LEとC2のP-V曲線と $\Psi_s^{\text{sat}}$ 、 $\Psi_w^{\text{dp}}$ の値はほぼ同じであった。

日中の $\Psi_w$ は、8月20日はLW、LEでそれぞれ-1.27 MPa, -0.94 MPa、8月21日はLW、LEでそれぞれ-1.42 MPa, -1.04 MPaであり、両日ともにLWでLEより0.33~0.38 MPa低い値を示した。11月の日中の $\Psi_w$ は、LW、C2、C3、LE、C1の順に低く、LWとLEの値の差は0.30 MPaであった（表-3）。

以上から、LEの水分生理状態はC2、C3と同程度に良好であるのに対し、LWは日中 $\Psi_w$ のおよび $\Psi_s^{\text{sat}}$ 、 $\Psi_w^{\text{dp}}$ の値が低く、処置後もLEと比べて強い水ストレス下にあることが明らかにされた。また、C1の $\Psi_s^{\text{sat}}$ 、 $\Psi_w^{\text{dp}}$ はLWと同様に低く、C1はLWと同程度の水ストレス下にあるものと考えられた。しかし、目視により、1995年より1997年のLWの枝葉の密度が高いことが観察されていることから、LWの衰退は進行していないものと考えられた。

LWと同程度の水ストレス下にあると考えられたC1の日中の $\Psi_w$ は最も高い値を示した。土壌の乾燥等により根が水ストレス下におかれると、アブシジン酸が増加し(RADIN, 1984)、葉の水ポテンシャルに拘らず蒸散が抑制される(TADIEU *et al.*, 1991; TADIEU *et al.*, 1992)。C1は、植栽地の土壌が踏圧などにより硬化していると推測されることから、慢性的な水ストレスにより気孔が閉鎖しやすくなっているものと推測され、日中の $\Psi_w$ が高い値を示したものと考えられた。

街路樹に関する研究では、土壌の入れ替えによって根のバイオマスが増加し、根の伸びと年輪成長が増加することが報告されている(WATSON *et al.*, 1996)。処置後のLWの水分生理状態には処置前と同様にLEとの差が認められたものの、LWの枝葉の密度が増加したことから、処置によって土壌への水分および酸素の供給が増加したと推測され、クスノキの根系が活発に機能し、樹勢が回復した可能性が考えられる。



1997年に行ったフェノロジー観察の結果、開芽期はLW, LE, C2では3月19日で、C3では3月24日であった(図-7)。開芽期間はLE, C2, C3で1~2週間であり、LWでは3週間で最も長い期間を要した。C1では、観察開始時の3月19日には全ての芽の開芽が終了していた。全ての展葉が終了する展葉終了期は、LW, LEでは5月19日で同じ時期であったが、展葉期間は、LWではLE, C2, C3より3週間以上短い値を示した。C1の展葉期間は調査木のうち最も短かった。1年生葉の100%の落葉は、LWとC1では4月22日に、LEではその1週間後の4月28日、C2, C3では6月2日に観察された。

以上から、LWでは、LE, C2, C3と比較して開芽期間が長く展葉期間が短いこと、1年生葉の落葉期が早いことが明らかにされた。また、C1の展葉期間、1年生葉の落葉期は、LWと同様の傾向を示した。

クスノキは夏季に二次伸長をし、その後、春季に展葉した葉の中には落葉するものも観察されたため、今回の調査結果からは個々の葉の寿命に関する正確な数値を出すことはできないが、開芽終了期と落葉期から単純に計算すると、LWの葉の寿命は他個体より20日前後短い。サトウカエデに関する報告では、

都市に生育するサトウカエデの落葉期は、林

地に生育するものより早い(CLOSE *et al.*, 1996a)。この報告によると、都市に生育するサトウカエデは、都市環境下の低い土壤水分、高い気温、高い大気飽差によって長期の水ストレスにさらされ、樹体が慢性的な水不足になり、落葉期が早まったとされている。また、都市に生育するサトウカエデの水分特性は、都市環境の低土壤含水率と高い大気飽差に応じて低下する(CLOSE *et al.*, 1996b)。これらのことと、LWでは葉の寿命が短いことから、LWは1985年の建築工事以来、長期間水ストレス下にあり、樹勢が弱まっていたものと考えられる。また、トウモロコシ、ヒマワリなどを用いた報告によると、葉の水ポテンシャルが低下し膨圧が低下すると、光合成量、呼吸量の低下に先立って葉の伸長速度が減少する(BOYER, 1970)。このことから、LWでは、水ストレスによって開芽の速度が抑制され、開芽期間が長かったものと考えられる。

また、葉の交代は、葉の単位時間当たりの物質生産量が最大に達したときに生じるのが、樹体全体の物質生産量を最大にするために理想的であるとされ(KIKUZAWA, 1991)、水ストレス下では、光合成生産量が減少する(Ni and PALLARDY, 1991; ELLSWORTH and REICH, 1992)。また、葉

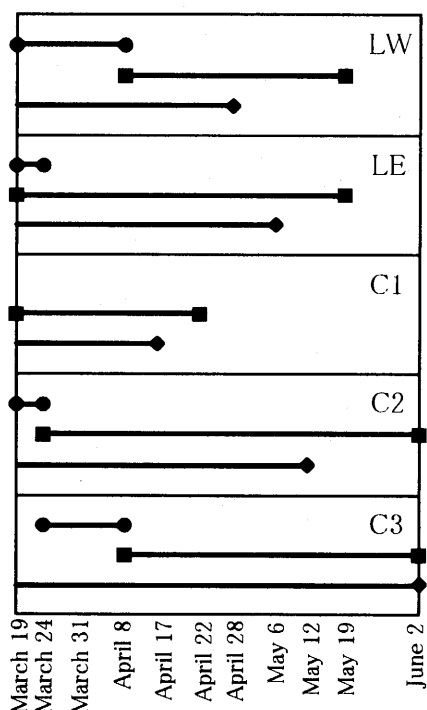


図-7 クスノキ調査木のフェノロジーの推移(1997)。

●—●: 開芽期間, ■—■: 展葉期間,  
—◆: 1年生葉の落葉期。

Fig. 7. Seasonal changes of phenological stages of camphor trees.

●—●: Budding period, ■—■: Leaf unfolding period, —◆: One-year-old leaf defoliation time.

齢が高くなるに従って光合成能力が低くなる (FIELD and MOONY, 1983)。これらのことから、水ストレス下にある LW では、葉当たりの光合成能力の低下が LE, C2, C3 と比べて早く生じ、落葉期が早いものと推測される。LW のように徐々に開芽を行い、速やかに展葉を終了し、また葉の寿命が短いというフェノロジー特性は、水ストレス下の衰退木に特徴的である可能性が示唆された。C1 は、LW と同様に展葉期間が短く落葉期が早かったことから、水ストレスにより LE, C2, C3 に比べ樹勢が低下しているものと考えられた。

葉のクロロフィル量は、Chl a, Chl b, 総クロロフィルともに LW および C1 では、LE, C2, C3 より有意に低い値を示した (表-4)。

ヨーロッパナを用いた報告では、水ストレス下にある樹体の水ポテンシャルの低下に伴ってクロロフィル量、気孔コンダクタンス、光合成生産量が減少する (TOGNETTI *et al.*, 1994)。以上から、LW では、長期の水ストレスによってクロロフィル量が減少したものと考えられる。また、C1 は LW と同様にクロロフィル量が少なく、P-V 曲線法による水分特性値が低かったことから、水ストレスに起因するクロロフィルの減少が生じている可能性が考えられる。

以上のように、LW は処置後も LE, C2, C3 と比較して日中の水ポテンシャルおよび P-V 曲線法による水分特性値、フェノロジー、クロロフィル量に差があるものの、処置前と比較して枝葉

表-4 クスノキ葉中のクロロフィル量  
Table 4. Chlorophyll contents of camphor trees

調査木 Sample tree		平均値±標準偏差 Average±SD	
		24 Sept. 1997	1 Nov. 1997
Chl a*	LW	2.05±0.13 <sup>b</sup>	2.17±0.02 <sup>c</sup>
	LE	2.53±0.07 <sup>a</sup>	2.26±0.03 <sup>b</sup>
	C1	—	1.98±0.21 <sup>d</sup>
	C2	2.46±0.07 <sup>a***</sup>	2.48±0.27 <sup>a</sup>
	C3	2.79±0.13 <sup>a***</sup>	2.30±0.50 <sup>b</sup>
Chl b*	LW	0.72±0.07 <sup>b</sup>	0.75±0.03 <sup>bc</sup>
	LE	0.95±0.05 <sup>a</sup>	0.79±0.05 <sup>b</sup>
	C1	—	0.74±0.03 <sup>c</sup>
	C2	1.09±0.03 <sup>a***</sup>	0.94±0.08 <sup>a</sup>
	C3	0.97±0.31 <sup>ab***</sup>	0.89±0.14 <sup>a</sup>
Total Chl*	LW	2.77±0.20 <sup>b</sup>	2.92±0.03 <sup>c</sup>
	LE	3.48±0.12 <sup>a</sup>	3.05±0.03 <sup>b</sup>
	C1	—	2.72±0.23 <sup>d</sup>
	C2	3.55±0.10 <sup>a***</sup>	3.42±0.34 <sup>a</sup>
	C3	3.76±0.43 <sup>a***</sup>	3.19±0.64 <sup>abcd</sup>
a/b ratio	LW	2.83±0.11 <sup>a</sup>	2.90±0.13 <sup>a</sup>
	LE	2.65±0.09 <sup>b</sup>	2.87±0.14 <sup>a</sup>
	C1**	—	2.66±0.19 <sup>b</sup>
	C2**	2.26±0.05 <sup>c***</sup>	2.63±0.09 <sup>b</sup>
	C3**	3.11±0.90 <sup>ab***</sup>	2.59±0.20 <sup>b</sup>

\*  $\mu\text{g}/\text{mg}$

\*\* Measurement on October 16, 1997.

Averages in a row followed by a different letter are significantly different (*t*-test at  $p < 0.05$ ).

の密度が増加したことから、樹勢回復処置によって水分環境が改善されたと考えられた。このような処置の効果は大きな樹木の生理状態や外観に対して急激には現れにくいと考えられることから、今後も継続的に観察を続け、樹勢回復過程を調査する必要がある。

大学構内では、建築物や景観が重視され、樹木の生育環境を軽視した工事が行われることもあるが、貴重な樹木、巨樹の生育環境を考慮し、保護・保存を行うことは大学構内の景観を維持する上で今後益々重要であろう。

## 謝 辞

クスノキ樹勢回復工事資料を提供された(株)エコルの神庭正則氏に御礼申し上げる。また、調査に協力された佐々木潔州氏、松下範久氏、市原 優氏、楠本 大氏、菊池研介氏に御礼申し上げる。

## 要 旨

近年、衰退樹木に対する樹勢回復処置が多く行われるようになったが、このような処置に関する科学的知見は乏しく、処置の効果を科学的に明らかにすることが必要とされている。

東京大学総合図書館前に、クスノキ (*Cinnamomum camphora*) が2本、東西対称に植栽されている。1985年から1987年に両クスノキを挟む形で新校舎建設が行われて以来、西側の個体(LW)は東側の個体(LE)と比較して著しく枝葉が減少し、衰退が顕著となった。衰退の原因として、コンクリート舗装による根への水分および酸素の供給の制限、建築工事に伴う根系の傷害などが考えられた。そこで、1996年にLW, LEを対象に樹勢回復処置が施された。この処置の効果を検定するため、処置前後の樹体の生理状態について検討を加えた。処置前の1995年にLW, LEおよび外観上は健全な生育を示す安田講堂前の個体(C1)について日中の木部圧ポテンシャル( $\Psi_w$ )の測定およびP-V曲線法による水分特性値( $\Psi_w^{\text{up}}$ ,  $\Psi_s^{\text{sat}}$ 等)の測定を行った。処置後、1997年にLW, LE, C1および構内の健全個体(C2, C3)について水分生理状態の測定、フェノロジーの調査、葉のクロロフィル量の測定を行った。

処置前の調査では、日中の $\Psi_w$ と $\Psi_w^{\text{up}}$ ,  $\Psi_s^{\text{sat}}$ は、LWではLEと比較して低い値を示した。このことから、LWはLEに比べて強い水ストレス下にあることが示唆され、今後も衰退が進行する可能性があると考えられた。処置後のLWとLEの水分生理状態は処置前と同様の値を示し、処置後もLWはLEに比べて強い水ストレス下にあったものの、処置後、LWの枝葉の密度の増加が観察されたことから、衰退は進行していないものと考えられた。フェノロジー観察の結果、LWでは、他調査木と比較して開芽期間が長く、展葉期間が短いこと、1年生葉の落葉期が早いことが明らかにされ、このようなフェノロジー特性が水ストレス下の衰退木に特徴的である可能性が示唆された。葉のクロロフィル量は、LWで他調査木と比較して有意に低い値を示した。

以上のように、LWは処置後も健全個体と比較して水分特性値やフェノロジー特性、クロロフィル量に差が認められるものの、枝葉の成長は良好であり、樹勢回復処置が衰退の進行を停止させた可能性がある。このような処置の効果は、大きな樹木の生理状態などに速やかには反映しにくいことから、今後も継続的な観察が必要である。

**キーワード:** クスノキ、樹勢回復処置、水分生理特性、フェノロジー、クロロフィル量

## 引用文献

- ARNON, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta VULGARIS*. Plant Physiol., **24**, 1-15.
- BOYER, J. S. (1970) Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiol., **46**, 233-235.
- CLOSE, R. E., NGUYEN, P. V. and KIELBASO, J. J. (1996a) Urban vs. natural sugar maple growth: I. Stress symptoms and phenology in relation to site characteristics. J. Arboric., **22**, 144-150.
- CLOSE, R. E., NGUYEN, P. V., KIELBASO, J. J. and SCHUTZKI, R. E. (1996b) Urban vs. natural sugar maple growth: II. Water relations. J. Arboric., **22**, 187-192.
- ELLSWORTH, D. S. and REICH, P. B. (1992) Water relations and gas exchange of *Acer saccharum* seedlings in contrasting natural light and water regimes. Tree Physiol., **10**, 1-20.
- FIELD, C. and MOONEY, H. A. (1983) Leaf age and seasonal effects on light, water, and nitrogen use efficiency in a California shrub. Oecologia, **56**, 348-355.
- 平井信二 (1996) 木の大百科. 642 pp. 朝倉書店, 東京.
- KIKUZAWA, K. (1991) A cost-benefit analysis of leaf habit and leaf longevity of trees and their geographical pattern. Am. Nat., **138**, 1250-1263.
- NI, B. R. and PALLARDY, S. G. (1991) Response of gas exchange to water stress in seedlings of woody angiosperm. Tree Physiol., **8**, 1-9.
- RADIN, J. W. (1984) Stomatal responses to water stress and to abscisic acid in phosphorus-deficient cotton (*Gossypium hirsutum*) plants. Plant Physiol., **76**, 392-394.
- SCHOLANDER, P. F., HAMMEL, H. T., BRADSTREET, E. D. and HEMMINGSEN, E. A. (1965) Sap pressure in vascular plants. Science, **148**, 339-346.
- SUZUKI, K. (1992) Water relations in trees and responses to infection. In Defence mechanisms of woody plants against fungi. 391-404. In BLANCHETTE, R. A. and BIGGS, A. R. (eds.), 458 pp, Springer-Verlag, New York.
- TARDIEU, F., KATERJI, N., BETHENOD, O., ZHANG, J. and DAVIES, W. J. (1991) Maize stomatal conductance in the field: its relationship with soil and plant water potentials, mechanical constraints and ABA concentration in the xylem sap. Plant, Cell and Environment, **14**, 121-126.
- TARDIEU, F., ZHANG, J., KATERJI, N., BETHENOD, O., PALMER, S. and DAVIES, W. J. (1992) Xylem ABA controls the stomatal conductance of field-grown maize subjected to soil compaction or soil drying. Plant, Cell and Environment, **15**, 193-197.
- TOGNETTI, R., MICHELOZZI, M. and BORGHETTI, M. (1994) Response to light of shade-grown beech seedlings subjected to different watering regimes. Tree Physiol., **14**, 751-758.
- TYREE, M. T. and HAMMEL, H. T. (1972) The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by pressure-bomb technique. J. Exp. Bot., **23**, 267-282.
- WATSON, G. W., KELSEY, P. and WOODTLI, K. (1996) Replacing soil in the root zone of mature trees for better growth. J. Arboric., **22**, 167-173.

(1997年10月31日受付)

(1998年3月16日受理)

## Summary

Recently, following the increasing concern for protection and preservation of urban trees, many therapeutic treatments for old or declining trees have been carried out according to instructions by tree doctors. For the development of therapeutic principles and techniques, it is important to evaluate the effectiveness of such therapeutic treatments scientifically.

There are two large camphor trees in front of the Central Library on the campus of the University of Tokyo which have been planted symmetrically east and west. Two buildings have been constructed between 1985 and 1987 on either side of the two camphor trees. After construction, the west-side camphor tree (LW) started declining. In 1994, the decline

of LW became remarkable, as both branch and leaf density of LW decreased compared to the east-side tree (LE). The causes of the decline are thought to be soil compaction and root injury occurring during construction and limited water and oxygen availability due to concrete paving around the stem base. In 1996, to improve the health of the declining tree, therapeutic treatment (soil improvement and pruning) was undertaken. In order to evaluate the effectiveness of the therapy, the physiological status of LW and LE were investigated before and after therapy. The physiological status of other camphor trees on the campus were also investigated. In 1995, before therapy, midday water potentials were measured and water relation parameters such as water potential at turgor-loss point ( $\Psi_w^{tlp}$ ) and osmotic potential at full turgidity ( $\Psi_s^{sat}$ ) were estimated by pressure-volume analysis. In 1997, following therapy, the water relations and chlorophyll contents were measured again. In addition, the phenology of budding and defoliation was also observed.

Prior to therapy, water relations of LW were lower than those of LE. Following therapy, both  $\Psi_w^{tlp}$  and  $\Psi_s^{sat}$  of LW were lower than those of LE. Differences between their water relation values remained unchanged before and after therapy.

Of all trees sampled, the longest budding period, the shortest leaf unfolding period and the fastest defoliation were all observed in LW. Leaf chlorophyll contents of LW were significantly lower than LE. However both branch and leaf density of LW increased after therapy. It was shown that the therapy has improved the root vitality of LW and prevented further decline. Such therapy does not work immediately on a large tree, therefore continuing observation is needed.

**Key words:** *Cinnamomum camphora*, Soil improvement, Water relations, Phenology, Chlorophyll content

# Formation Process of the Tokyo Metropolitan Forest for Water Supply Conservation—Some Forest Management Plans Proposed in the Meiji Era—

Keiko IZUMI

The Tokyo Metropolitan Forest for Water Supply Conservation has been managed since 1909 in order to conserve the water resources. This paper is intended to clarify the process of formation of Tokyo City Forest; the forerunner of the Tokyo Metropolitan Forest in the Meiji period. First, in the 1900's some foresters had already pointed out one of the most important subjects concerned with the present forest management—the adjustment of timber production and non-timber production. Second, the formation of Tokyo City Forest was one of the steps to settle the conflict between Tamagawa headwater areas and Tokyo city.

## Physiological Status of Declining Camphor Trees after Therapy

Yuko NISHIYA, Masako TAKASE, Kenji FUKUDA and Kazuo SUZUKI

To evaluate the effectiveness of a therapeutic treatment for a declining camphor tree on the campus of the University of Tokyo, water relations, phenology and chlorophyll contents were investigated before and after therapy. Water relation parameters, phenology and chlorophyll contents were different between declining and healthy trees. However an increasing branch and leaf density of the declining tree was observed. It is indicated that the therapy has improved root vitality of the declined tree and prevented further decline. Such therapy does not work immediately on physiological status of a large tree, therefore continuing observation is needed.