

# 第1章

## 日本における都市樹木診断



## 第 1 章 日本における都市樹木診断

1-01	街路樹診断の開発と導入の歴史・経緯	29
1-02	診断機器の変遷	31



## 街路樹診断の開発と導入の歴史・経緯

街路樹・公園樹木・建物外構などの都市樹木に、倒木や落枝の危険を回避するための診断が全国各地で実施されるようになりました。街路樹診断協会が創立25年を迎えるまでに、海外からの知見や機材の導入、診断技術やカルテの開発、現場実証試験や調査、そして普及啓発活動などの様々な取り組みがなされてきました。都市樹木の危険回避の診断が認知され世に広まったことは、長年その開発に関与してきた者にとっては感慨深いところがあります。ここでは日本において都市樹木診断のベースとなった街路樹診断がどのような経緯で導入され発展してきたかについて記しておきます。

都市部の倒木や落枝による事故の多くは戦後植栽された成長の旺盛な樹木によるものでした。都市化や工事の影響を受け傷んだ樹木、間違った剪定など管理不良による傷害、狭小な植栽地での生育不良などが原因ですが、20世紀後半頃の樹木による事故は自然災害との認識が一般的でした。しかし、樹木管理者にとっては多大な手間と心労を要する頭の痛い問題であり、当時東京都建設局に在籍した山本三郎課長もそのうちの一人であったと聞きます。

樹木による事故は自然災害とまだ思われていた1992年に、東京農工大学の渡辺直明先生から、海外に倒木危険度診断技術が存在することを一部の樹木医に知らされました。そして、1996年日本樹木医会発行のツリードクター4号に「樹木の力学的適応とVTA (Visual

Tree Assessment) 法による樹幹内部の診断」と題して、日本緑化センターに在籍された堀大才先生によって倒木危険度判定手法が紹介されました。VTA診断はドイツのカールスルーエ研究所のクラウス・マテック博士らの調査と研究により、樹体に現れるボディランゲージと樹体内部の欠損の関係を力学的視点から解明し、樹体に現れた兆候確認と診断機器を用いた樹体強度欠損部位の大きさによって、その樹木の倒木危険性を判定する画期的な診断手法でした。

1996年には樹体内部診断機器のレジストグラフ\*1が樹木医の有志によってドイツより3台調達されました。他にインパルスハンマー（応力波伝播速度測定器）やフラクトメーター（コアサンプル材の強度試験機）、エンドスコープ（内視鏡スコープ）なども輸入されています。そして有志によりレジストグラフ研究会が結成され、渡辺直明先生の指導の下、それら機器類の精度や特性の確認試験を繰り返していました。

同年夏に東京の表参道ケヤキ並木の大き木が倒伏し、幸いにして人身事故に至らなかったものの関係者が青ざめる倒木が発生しました。

1996年当時、日本樹木医会のツリードクター編集委員長は山本三郎氏であり、有賀一郎（現・街路樹診断士認定委員長）、笠松滋久（現・副会長）、神庭正則（前・会長）が編集委員会に参加していました。神庭と笠松はレジストグラフ研究会のメンバーでもあり、編集委員会の中で倒木防止手法に関する情報交換がなされました。編集委員会に所属していたことで

様々な文献や最新情報に触れる機会に恵まれたのも幸いでした。

そして、東京都が表参道のケヤキ 164 本に対して VTA 診断手法に基づき調査を実施したのを皮切りに、樹木の腐朽実態を把握するために試験的な診断が数か所の路線で行われ、その間に診断手法やカルテ様式が構築されていきました。山本三郎氏らの熱意により 1998 年 10 月に東京都は街路樹診断の事業化をプレス発表し、その年から街路樹診断事業が開始されました。

東京都が街路樹診断事業を実施するためにはその受け皿が必要であり、診断技術者の育成が急務となりました。診断にあたっては樹木の育成管理や診断と治療に精通した樹木医が適任とされましたが、当時はまだ診断機器類は普及しておらず、樹木の危険性を判定できる樹木医も限られていました。また、診断には責任が伴いますが、万が一の場合に備え責任を負える体制が要望されました。そのような経緯から個人ではなく法人として責任が負え、技術者の育成が図れる体制を確立すべく、樹木医が在籍する法人格を持った 11 社の企業が集まり、街路樹診断協会が 1998 年 8 月に創立されることになりました。

同時期に建設省（現・国土交通省）でも試験的な診断の導入がなされるなどして、街路樹診断は徐々に知られるようになりましたが、街路樹診断の推進は東京都が先導的役割を果たしてきたと言えるでしょう。東京都はその後、街路樹診断技術を応用して街路樹移植適性診断を 2001 年に導入しました。2004 年には「元気な街づくり PT」により街路樹に限

らず東京都が管理する全ての都市樹木に診断が広がる契機となりました。そして、2014 年に東京都は大径木再生指針を策定し防災診断を実施することになり根株の診断方法が確立されました。

2015 年に国土交通省が道路緑化技術基準の改訂を行い、植栽の健全な育成とともに道路交通の安全の確保に重点を置くことが明確化されました。国土交通省は続けて 2017 年「都市公園の樹木の点検・診断に関する指針（案）」を策定し、公園樹木の安全確保のための点検や診断が示されました。これらにより全国自治体の樹木管理者に、樹木の点検や診断の必要性が一気に浸透していくことになりました。

このような経緯で街路樹診断は各地に広まりました。市場ニーズに対応すべく街路樹診断協会は、関西と九州に支部を設立し、2009 年に一般社団法人化、2010 年に街路樹診断士資格制度をスタートさせるなどの発展を続けてきました。これまで、東京都や国土交通省、そして各地の自治体の要望に応えるべく、多くの診断手法や技術開発、そして街路樹診断士の育成を図ってきました。

近年では電線地中化などで根が切断される被害が増えてきました。時代とともに新たな課題が生じてきます。また i-Tree など新しいコンピュータープログラムや診断機器類をはじめとする技術の進歩は目ざましいものがあります。今後も街路樹診断協会は、国内外を問わず積極的に最新技術の導入や開発を推進し、新たな課題をも解決していかねばなりません。

\*1 現在「レジ」と呼ばれる貫入抵抗測定器は当時「レジストグラフ」の名称であった。

### ● 1. 診断機器とは

街路樹診断事業の開始から25年余、樹木診断機器類も多様化し性能も飛躍的に向上しました。診断機器は樹木内部の傷み具合を測る目的で、外観診断における判断の補助として用いられるもので、複数種の機器から環境に合わせて選択できるため、複雑な都市環境におかれる樹木の診断にも対応できます。(適切な診断機器の選択が最重要であることは忘れてはなりません。) また、導入可能な診断機器の多くは Mattheck & Breloer (1995) が提供した VTA 指標、客観的な数値基準である t/R 率を照合する目的で運用されています。

### ● 2. 機器診断の開発と変遷

1996年からこれまでを振り返ると、診断機器はPCの進化と呼応して高機能化し、情報の量と質が格段に増加する変化点が複数回ありました。ここではそれを、点、線、面、空間の時代と今後の発展性の5段階で表現することとします。

また新たな測定原理の機材もいくつか登場しているため補足しています。(各機器の活用の動向については街路樹診断士認定講習テキスト中のグラフに詳解)

### ● 3. 点の時代 (1990年代まで)

既製の林業検査器材であるインクリメントボアやシャイゴメーターに加え、VTA技術の目的に沿った弾性波伝達速度を測るインパルスハンマーなどの機器が開発され市場導入さ

れていました。樹幹での弾性波伝達速度を算出し、得られた数値が基準値を下回ると内部異常があると判定する方法でした。構造が単純なため、同様のものが多く販売されたので、大学、県試験場各所で標準的な計測器ともなりました。ただ国内では樹種ごとの基準値が収集、公開されなかったためその活用期間は短く、現存し使用されているものはほぼありません。

同年代、電気探査(比抵抗法)の技術を応用し、抵抗量の増加を内部異常の有無と関連付ける機器も現れ、数値基準(点)での評価を行う機器が主体でした。

### ● 4. 線の時代 (1990年代中盤～)

前記 Mattheck は心部を腐朽に侵された樹幹では残された健全な外周の厚みが半径の1/3を下回ると樹木の自立に大きく影響することを発表し、当時、この確認のために成長錐やドリルなども用いられました。しかしその後、計測データを記録保持し、後日解析することを目的にレジストグラフ M など貫入抵抗測定器の導入が進みます。特殊なキリを直線状に材部深くへと回転貫入させ、先端の刃による回転せん断抵抗を連続する波形線として記録するものです。これらは「機器で記録する」という業務仕様を満たし、かつ強靱さとハンディさを持ち合わせていました。(現在まで続くレジの開発経過については会員ニュース No.15 p5、街路樹診断士認定講習テキストに詳解)



---

## ● 5. 面の時代 (2005 年頃～)

---

2000 年代初頭、前記、点の時代の計測原理である弾性波伝達速度計測と医療用途の高度技術であった CT 画像化技術とを組み合わせ二次元グラフ描画を行える診断機器が開発されました。FAKOPP 2D (洪)、PiCUS (独)、ARBOTOM (独) など。国内ではドクターウッズが製品化されました。これらの機器群は、弾性波速度の計測経路を多点化、多経路化し同時計測を行うことで断面を模した二次元グラフに高低分布で表示し、擬似的に断面を可視化できました。非常にわかりやすい断面で第三者への説明が容易になるメリットはありましたが、使用者側に根拠となる数値の知識や計測技術の十分な理解が必要で高い技術練度が求められました。この可視化機能は、前記シャイゴメーター、比抵抗法計測などへも応用されました。また、ガンマ線透過量の減衰率を使った「放射線簡易検査装置」は、これらとは異なる手法での断面画像化技術を開発し、断面描画のできるツリーガンマとして業務で活用されています。

---

## ● 6. 空間の時代 (2010 年代～)

---

先の二次元グラフ描画を複数層積み上げ、横断方向での画像処理を行うことで、擬似的に 3D 画像化 (透過像) できる診断機器として導入された Arbosonic3D (洪) は、二次元グラフ描画の表示もできました。現在の PC においては描画負荷を感じることもなく使い勝手は良好です。また、内部異常の存在位置の空間把握が容易なため、根元部の機器診断では非常に有益な情報を提供しています。一方、複層データの取得については、取得断面数と測定の手間

が比例するためコスト高となり、高密度での計測は限られた対象でしか行われていません。

---

## ● 7. 今後の発展性 (2025 年位～)

---

● 地下部根系の可視化。主に地質物理探査で用いられている電気探査、弾性波探査、反射波 (GPR) など既知の計測方法を利用し、一定太さ、密度の根の範囲について可視化し、有無の判断を行います。これまでも照合報告はなされましたが、すべて掘り取って照合しているものは皆無でした。近年、空気圧掘削・エアースコップにより根をほぼ切断せずに掘り出せるようになったため、試行照合数が増えて精度が上がるようであれば有益な診断手法となります。

● 1998 年 SIA 法としてドイツ語圏で運用されてきた、引張り負荷条件下での木の挙動を直接計測する技術。当協会で行った樹木支持力計測 (2000 年 内堀通り引倒し試験) に酷似しています。対象樹木の受風重心位置に直接引張り負荷をかけ、変位量から幹の中の異常、根の異常を推定します。運用可能な環境が限定され、活用の機会は非常に少ないですが、今後、国内と海外との記録互換、情報共有により、取得データの解釈が進む可能性があります。

● LiDAR や 3D 深度カメラなどで、外部形状を高精度に取得することで、経時的な僅かな変化を記録、評価します。樹幹傾斜はこれまでは目視計測で判断されてきましたが、画像、データ、その差分で評価できます。また寸法に加えて成長量 (材積) が概算できます。

● 時間を可視的に記録する計測。ドップラーカメラで樹幹の振幅量をリアルタイム取得し、倒伏の予兆となるような、周期の大きい樹幹の振幅、地際の浮き上がり挙動などが観察記録できるようになる可能性があります。