

非破壊かつ簡便な方法でのコナラ樹幹直径変化の測定方法

川端自人・大谷内久憲・本江一郎(日大生物資源)

要旨: 歪みゲージを使った、簡易なツールによる、非破壊での樹幹周の日変化を、長期にわたって測定した。測定対象はコナラで、樹幹周の日変化のパターンの検証や、肥大成長の状況の把握、分析を行なった。日照に伴う樹幹周の減少、降雨に伴う樹幹周の増大が観測でき、日照が連続した期間に肥大成長し、降雨の日は肥大成長が停止することが読み取れた。ツールは機械的な作動部が無く、単純構造であるため、野外での使用にも十分に耐えた。

キーワード: 歪みゲージ、樹幹周、日変化、肥大成長

1 はじめに

樹木の幹や枝の直径は、成長に伴う肥大成長だけでなく、日単位の周期で、微小(数マイクロメートルのオーダー)な変動を繰り返している。この変動は、樹木の葉からの水分の蒸散と、根からの吸水による、樹体内の水収支の変化を表しているとされている(2, 3, 6)。従って、その変動パターンを読み取ることで、対象樹木の水ストレスの状態や、健全度の推測が可能となる。

従来の樹幹径の測定は、差動トランスデューサやレーザ式寸法測定器(1, 3, 4)などの、高価な機材による測定であったり、樹木の樹皮を剥がすなどの破壊測定であった。そのため樹木医などが、対象樹木を診断する際には、現場での利用が難しく、実証データも少なかった。本研究では、歪みゲージを使い、非破壊で樹幹径の変化を測定する方法を考案し、コナラを対象木として長期測定を行った。

II 測定方法

歪みゲージによる樹幹直径変化の測定は、従来、樹皮を剥いで、形成層あるいは木部に直接、歪みゲージを接着して行う(6)。この方法は破壊測定であり、樹木医などが対象とする、保存樹などの測定では応用できない。また、樹皮の剥ぎ取りや、歪みゲージの貼り付けに技術を必要とし、簡便に測定をすることができないと考えた。

1. 装置の概要

そこで歪みゲージを、樹脂製のテープに貼り付け、テンションを掛けながら幹に巻き付ける方法を試した(図-1)。つまみ付きのネジで、テンションの掛かり具合の、微妙な調節ができるようにした(図-2)。

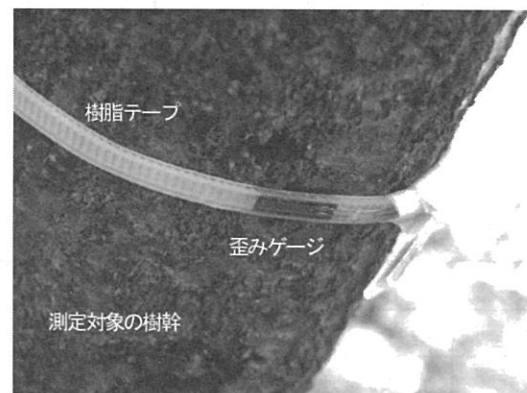


図-1. 歪みゲージを貼付した樹脂テープ

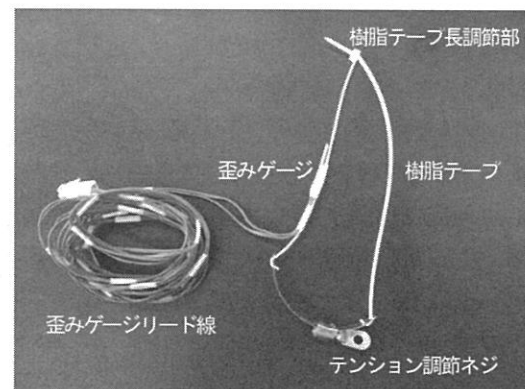


図-2. 樹幹周測定樹脂テープ

歪みゲージ付き樹脂テープは、枝の太さに合わせて、長さを調節した。緩み無く巻き付けた後で、ネジを回してテンションを掛けるよう調節した。この時に、ロ

Yorihito KAWABATA, Hisanori OYACHI, and Ichirou HONGO (College of Bioresources Science Nihon Univ., 1866 Kameino Hujisawa-si Kanagawa-ken 252-8510) A nondestructive and simple measuring method of diameter-change of *Quercus serrata* tree trunks

ガーへの入力端子にテスターを接続して、ロガーの記録範囲内でテンションの掛かり具合を確認した。

歪みゲージは、Wheat-stoneブリッジ回路を経て、データロガーに接続した。出力電圧は、ロガーの感度の関係で、直流アンプで100倍に増幅している。またブリッジ回路は、使用した樹脂の温度補償のため2ゲージ法で接続している。図-3に使用回路を、表-1に使用機器の一覧を示す。

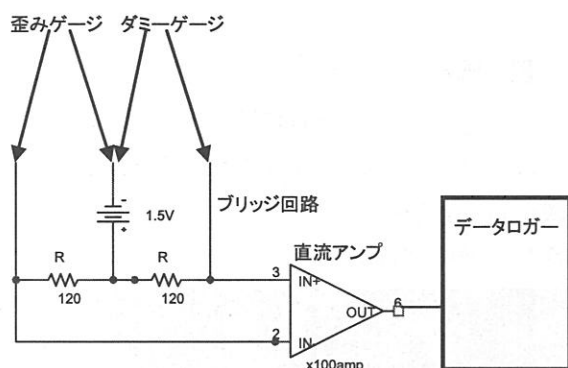


図-3 測定用回路

表-1 使用機器一覧

歪みゲージ	KFG-5-120-C1 (共和電業社)
ブリッジ回路	自製
直流アンプ	超低消費電力アンプ T-UVA001 (トータル工業)
データロガー	HOBO U12 (オンセット社)

データロガーに記録される値は、ゲージに加わった歪みに比例する電圧値であり、歪みに変換することで、樹脂テープの長さの変化を知ることができる。樹脂の弾性範囲内での樹脂テープの歪みは、樹幹周の変化に比例する。従って、樹幹周の変化した絶対値を求めることはできないが、樹幹周の変化パターンを知ることができる。

2. 樹幹径の測定

大学構内(神奈川県藤沢市)のコナラを対象に、2007年4月から10月までを実施した。測定箇所は2箇所、地上約1.5m直径5cmの幹(測点1)と、地上約2m直径10cmの幹(測点2)に樹脂テープを巻き付けた。測定期間の6ヶ月について、ほぼ連続したデータを得

ることができた。

III 結果

図-4に、展葉の終わった後の、5月16日から29日の2週間の樹幹周変化データを示す。グラフ上のデータは、降雨量のみアメダスの辻堂の記録を利用した。グラフの左縦軸は、歪みゲージ出力電圧で、単位は $\times 100V$ 、降雨と日照は右縦軸に示していて、単位はそれぞれ $\times 10mm/時間$ 、 $\times (1/100)lum/sqf$ である。

今年の5月は、気温・降雨ともに平年並み、日照が平年より多い状況だった。17日と25日にまとまった降雨があった。17日は累積20mmの雨が降ったが、日照も合計4時間ほどあった。25日は40mmの雨が降り、日照は無かった。

図-4では、それぞれの測点ともに、晴天の日は幹周が肥大成長をしながら、日単位の周期変化していた。25日の雨の日は、雨の降りはじめに、吸水による増大があり、日照による大きな減少がおこらなかった。ただし17日については、短時間だが、2回の日照の増加に伴う減少が観測できた。

また、両測点のグラフの全体的な傾きが、肥大成長を表していると考えられる。雨の25日には、肥大成長が明確には読み取れなくなることが分かった。2つの測点の傾きは異なっており、測点2の方が傾きが大きかった。つまり、直径10cmの幹の方が、肥大成長の速度が早かった。

図-5に、同期間の測点2の樹幹周変化の速度のグラフを示す。値は10分間当たりのゲージ電圧変化量であり、単位はV。樹幹周が増大している時がプラス、減少するとマイナスになる。

このグラフからは、雨の降りはじめに一旦急激な増大のあることが分かった。また、日照の強弱の変化に対して、かなり細かく樹幹周が増減していることも分かった。

図-4には無いが、降雨の無い曇天の場合を他の期間で見ると、樹幹周の大きな変動は無く、変化速度も0(ゼロ)近傍で上下するケースが多かった

IV 考察

樹幹周の変化は、水ストレスによる変化、肥大成長

に基づく変化、降雨や湿度による樹皮・師部の膨張による変化などが重畳している。今回の測定結果で得られた、特定の気象条件での歪みゲージ出力電圧パターンを、従来の知見を元に考察してみる。

①日照の無い雨天の場合、降雨直後の急激な樹幹周の増大は、樹幹流による樹皮および師部の膨張が大きな原因と考えられる。その中から、水ストレスによる変化をとらえることは困難であった。ただし、変化速度のグラフは、降り初めの急激な速度変化を除けば、曇天の日の速度のパターン（大きな変動が無い）と類似していた（4）。

②図-4の測点1の傾きから、幹周の肥大成長量を読み取ると、19日から24日の6日間で0.260Vとなる。長さに換算すると、4.1μメートル/日である。

この肥大成長が、1日24時間、同じ速度で行なわれると仮定すると、図-5における変化速度（10分当たりの電圧変化量）は、 $0.260V \div 6日 \div 24時間 \div 6(10分) = 0.0003V$ となる。この値を、図-5の19日～24日に2点鎖線で示した。つまり、水収支だけの樹幹周変化速度における基軸（速度ゼロ）となる。

水収支だけの樹幹周変化速度の日変化パターンは7つに分類されている（6）。この新しい基軸を元にグラフを見ると、19日から20日までは、深夜～夜明けの速度が0に近いので、タイプI（1日の水収支がゼロのタイプ）に、21日以降は、深夜の速度が徐々に大きくなるので、タイプII（わずかに蒸散>吸水のタイプ）に分類することができる。特に24日は、昼間にプラスのピークが現れるが、日照の減少もあるので、この日をタイプIII（一時的な水ストレスのタイプ）と見るかどうかは断定できない。以上、前後の降雨の状況からみて、妥当なタイプ分類判断であると考えられる。

樹幹周測定用の樹脂テープでは、幹周の数値での測

定は難しいが、樹幹周変化のパターンの観測は可能であることが分かった。

樹幹周測定用樹脂テープは、安価な素材で制作できるので、使い捨ても可能である。また、機械的な作動部が無く、精密な調整も不要であり、野外での使用にも十分に耐える。

しかしその性能は、樹脂の弾性に依存しているので、次の課題があると考えている。

- ・樹脂の弾性係数の直線性の検証
- ・樹脂の弾性の限界値の検証
- ・より適した素材の検討

今後さまざまな環境での樹幹周の変化を観測することで、樹木の生理活動の分析・評価、さらには樹木の健康度の診断に活用できると考えられる。

引用文献

- (1) 本江一郎・益子裁太・斎藤史子・片岡寛純(1997) レーザー寸法測定器を用いたブナ幼樹の年間直径変化量の測定. 日林論 108 : 295~296.
- (2) 鍛代邦夫・鈴木弘樹・本江一郎 (2001) ブナ苗木の光合成と樹幹直径の日変化. 日林学術講 112:90.
- (3) 益子裁太・本江一郎・片岡寛純(1995) 可視光レーザー寸法測定器を用いたブナ苗木開葉時の樹幹径の日変化量について. 日林論 106 : 381~382.
- (4) 高橋英夫・北原宏一(東電)・鈴木弘樹・本江一郎 (2001) レーザー寸法測定器を用いたブナ苗木1成長期間の直径成長測定について. 日林学術講 112:91.
- (5) 高橋智美・鍛代邦夫・本江一郎(2003) 水不足によるブナ苗木の枯死とその前後における直径の日変化について. 日林学術講 114:497.
- (6) 上田正文・柴田叡式「ひずみゲージ法」によって測定した樹木の幹・枝部の直径日変化と水分状態. 樹木医学研究第6巻2号(2002)

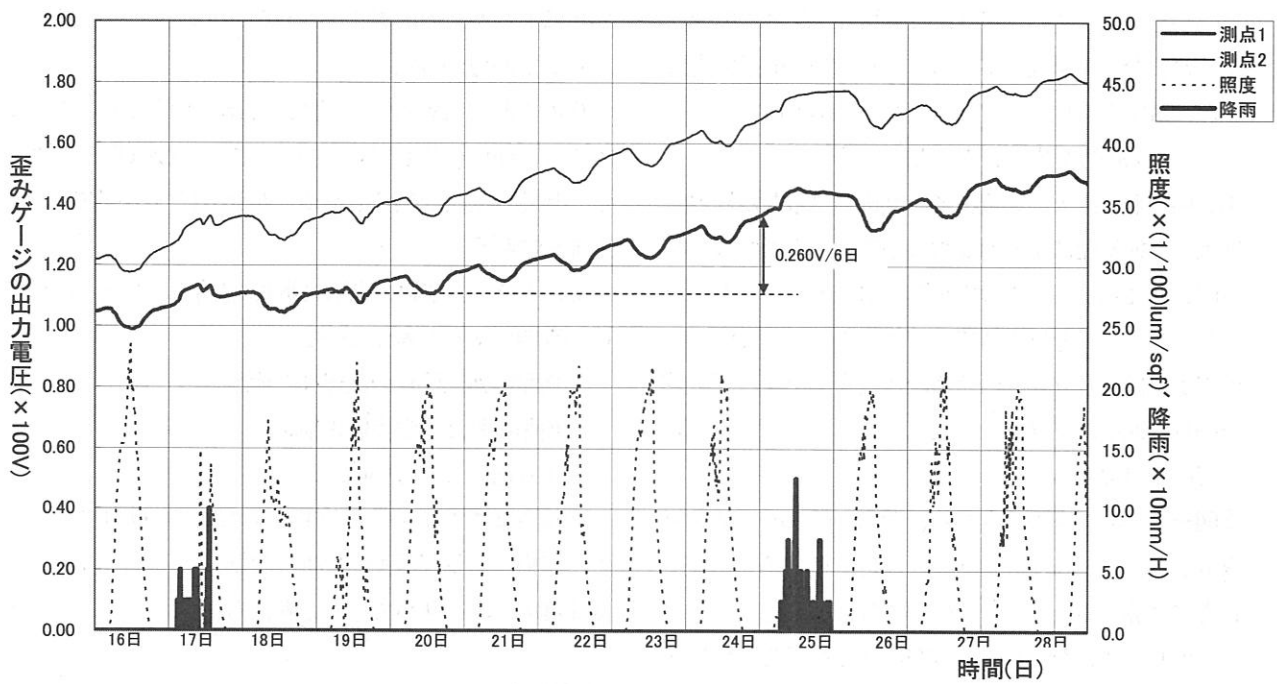


図-4 コナラ樹幹周 (歪みゲージ電圧) の日変化 (5月16日~29日)

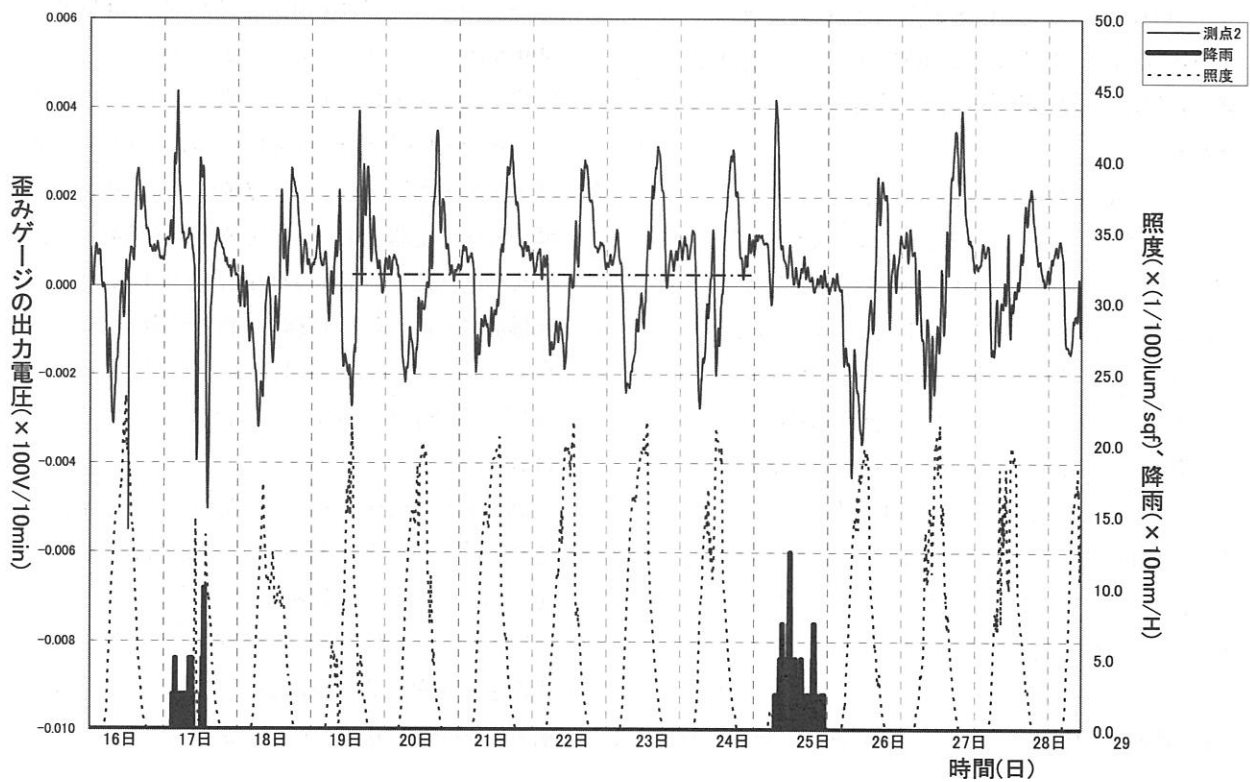


図-5 コナラ樹幹周 (歪みゲージ電圧) の日変化速度 (5月16日~29日)