

## 論文

ヒノキ成木における幹温度の垂直変動と気温との関係\*<sup>1</sup>

— 幹の年間呼吸量推定に向けて —

荒木眞岳\*<sup>2</sup>

荒木眞岳：ヒノキ成木における幹温度の垂直変動と気温との関係 九州森林研究 59：85—86, 2006 ヒノキの成木を対象に、幹温度の日変化と垂直変動を調べ、気温と幹温度との関係を検討した。幹温度は気温の日変化に追従した。昼間の同時刻における幹温度は幹の上部ほど高かった。日平均幹温度は幹内で大きな差がなかったが、根元近くでは顕著に低かった。日最高幹温度は、日最高気温よりも低く、幹内では幹の下部ほど低かった。日最低幹温度は幹内で差がなかった。日平均幹温度と日平均気温、日最高幹温度と日最高気温、および日最低幹温度と日最低気温との間には、いずれも良好な直線関係が得られた。したがって、年間の幹呼吸量を推定する際これらの関係を用いれば、通年の気温のデータから、毎日の日平均幹温度、日最高幹温度および日最低幹温度が推定できる。

キーワード：ヒノキ、幹温度、垂直分布、気温、幹呼吸

## I. はじめに

地球温暖化が問題になるにつれ、森林の持つ二酸化炭素吸収能力が注目されている。森林生態系の炭素収支を明らかにするためには、幹など木部器官の呼吸量の推定が重要な要素である (7)。筆者はこれまで、ヒノキの成木を対象に幹の呼吸速度をいろいろな高さで測定してきた (2)。年間の呼吸量を推定する場合、呼吸速度と幹温度の指数関係を用いてスケールアップされることが多い (例えば 4)。また、幹温度は幹内の部位によって異なることが報告されている (6)。そこで本研究では、幹温度の日変化と垂直変動を調べ、気温から各呼吸測定部位の幹温度が推定可能かどうかを気温と幹温度の関係から検討した。

## II. 材料と方法

調査は茨城県加波山にある約50年生のヒノキ人工林で行った。林分密度は1087本/ha、標高は270m、年平均気温は13.1℃、年平均降水量は1350mmである。被圧木から優占木を含むヒノキの成木5本(胸高直径14.9~27.5cm、樹高15~19m)を測定木とし、地上高約1.3, 4, 6, 8, 10, 12, 14mの7ヶ所(1本は14mを除く6ヶ所。合計34ヶ所)において、樹皮下1cm深さの幹温度を測定した。測定にはT-type熱電対を用い、3分間隔でほぼ24時間行った。この幹温度の日変化の測定を、2000年12月から2003年2月まで、1~2ヶ月間隔で計18回行った。気温は、地上高12mにおいて15分間隔で通年測定した(Espec RS-10)。

測定部位34ヶ所それぞれについて、測定日における日平均幹温度、日最高幹温度、および日最低幹温度を求めた。測定部位ご

とに、日平均幹温度と日平均気温との関係を直線回帰(n=18)した。同様に、日最高幹温度と日最高気温、および日最低幹温度と日最低気温との直線関係を調べた。なお、日最高および日最低幹温度についても検討したのは、日平均幹温度から呼吸速度を推定する際、幹温度の変化幅を考慮に入れた補正法(1,5)があるためである。

## III. 結果と考察

幹温度は気温に追従した日変化を示し(図-1)、幹温度と気温との間にヒステリシスが認められた(図-2)。特に、気温の上昇に対して幹温度の上昇は遅れ、日最高幹温度に達する時刻は日最高気温の時刻より1~3時間ほど遅かった(図-1)。その遅れは測定日や部位によって異なり、一定の傾向を見出せなかった。したがって、気温の日変化から幹温度の日変化を推定することは難しいと考えられた。

昼間の同時刻における幹温度は幹の上部ほど高く、特に幹温度のピーク前後で幹内の温度差が大きかった(図-1)。同時刻における幹内の温度差の最大は6.04℃であった。しかし、日平均幹温度では幹内の温度差は小さく(図-3)、その差は最大で1.90℃であった。日平均幹温度は日平均気温より若干低く、温度差は小さいものの幹の下部ほど低い傾向が認められ、特に地上高1.3mでは年間を通じて他の高さより低かった(図-3)。

日最高幹温度は、測定日や部位によらず日最高気温より低かった(図-1, 3)。幹内では幹の下部ほど低く、特に地上高1.3mで顕著に低かった(図-3)。一方、日最低幹温度は日最低気温よりやや高く、幹内ではほとんど差がなかった(図-1, 3)。した

\*<sup>1</sup> Araki, M.: Vertical variations of stem temperature and relationships between stem and air temperature in *Chamaecyparis obtusa* trees.

\*<sup>2</sup> 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center. For. Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862

がって、日変化における幹温度の変化幅は、気温の変化幅より小さく、幹内では幹の下部ほど小さいことがわかった。

幹温度の幹内変動をもたらす主要因として、幹の太さによる熱容量の違い (5)、日射の影響 (3) が考えられた。他に樹液流による冷却効果 (3) も指摘されている。また、特に地上高1.3mで幹温度が低かった原因として、地温の影響が考えられる。

同じ気温環境下においても幹温度に垂直変動が見られたことから、測定部位 (n = 34) ごとに日平均幹温度と日平均気温との関係を調べた。いずれの部位においても、良好な直線関係 ( $R^2 >$

0.99, n = 18) が得られた (図-4 a)。同様に、日最高幹温度と日最高気温 (図-4 b)、および日最低幹温度と日最低気温 (図-4 c) との直線関係も良好であった。したがって、年間の幹呼吸吸量を推定する際、通年の気温のデータと以上の関係を用いることによって、毎日の日平均幹温度と幹温度の変化幅を推定することが可能である。

引用文献

- (1) Ågren G.I. and Axelsson B. (1980) Ecol. Model. 11: 39-54.
- (2) 荒木眞岳ほか (2002) 日林関東支論 53 : 93-94.
- (3) Edwards N.T. and Hanson P.J. (1996) Tree Physiol. 16: 433-439.
- (4) Edwards N.T. *et al.* (2002) New Phytol. 155: 239-248.
- (5) Ryan, M.G. (1990) Can. J. For. Res. 20: 48-57.
- (6) Stockfors J. (2000) Tree Physiol. 20: 1057-2062.
- (7) Valentini R. *et al.* (2000) Nature 404: 861-865.

(2005年11月15日 受付：2005年12月19日 受理)

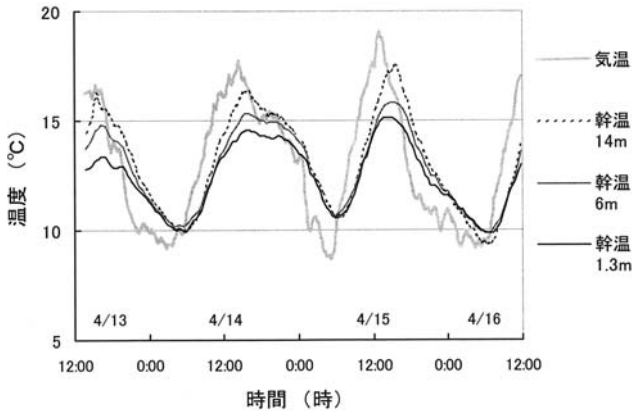


図-1. 気温と幹温度の日変化 (最大個体, 2001/4/13~16の例)。図を見やすくするため、幹温度は7ヶ所中3ヶ所について示す。

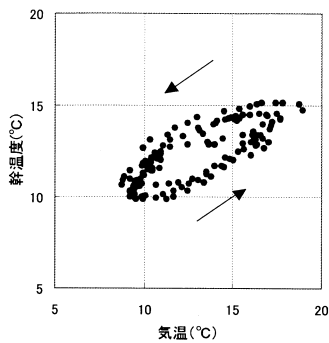


図-2. 日変化における気温と幹温度の関係 (最大個体, 2001/4/13~16, 地上高1.3mの例)。1点は30分ごとのデータ。矢印は時間の進行方向を示す。

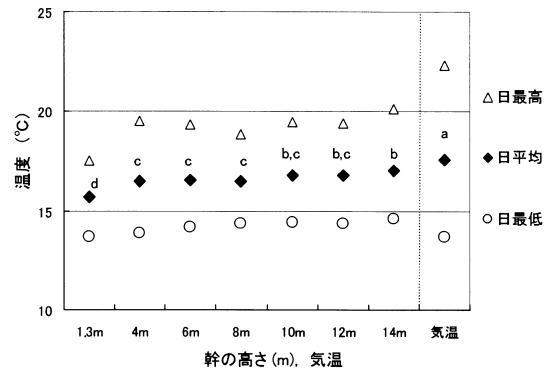


図-3. 日平均, 日最高, および日最低幹温度 (最大個体, 2002/10/14の例)。気温についても示す。異なるアルファベットは日平均に有意差があることを示す (Turkey-Kramer HSD test,  $p < 0.05$ ,  $n = 480$ )。

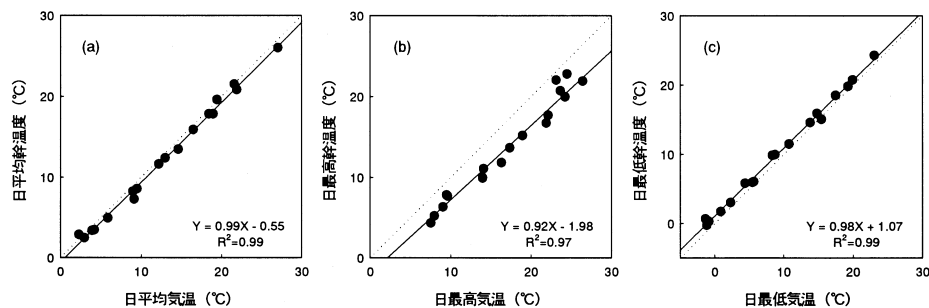


図-4. 日平均幹温度と日平均気温 (a), 日最高幹温度と日最高気温 (b), および日最低幹温度と日最低気温 (c) との関係 (最大個体, 地上高1.3mの例)。直線は回帰直線 ( $n = 18$ ) を, 点線は  $Y = X$  の線をあらわす。