

アカマツ、スギ、メタセコイア立木の幹木部温度の 日変化と季節変化

—とくに日中低下について—*

Diurnal and Seasonal Fluctuations of Stem Wood Temperatures in Standing
Pinus densiflora, *Cryptomeria japonica* and *Metasequoia glyptostroboides*
Trees with Special Reference to Daytime Depressions*

根岸 賢一郎**, 林 田 好 広**, 八木 喜徳郎***

Ken'itiroo NEGISI**, Yoshihiro HAYASHIDA** and Kitokuroo YAGI***

I は じ め に

いわゆる樹皮呼吸として、林木の幹や枝の樹皮表面から放出される CO_2 は、大部分が内部の組織の呼吸に由来するとかんがえられている。したがって樹皮呼吸速度の日変化は、温度に依存するはずであるが、実際には温度と平行しないばあいも多く、ときには温度の高い昼間に呼吸速度が低くなる、日中低下がみとめられる^{3,4,8-11,15-17,19,20}。

アカマツ¹⁶、シラカシ¹⁹、ホオノキ¹⁵での樹皮呼吸の日中低下は、夏を中心にした生育期間の晴天の日に、幹の根元にちかい部位でいちじるしい。樹皮呼吸の日中低下の原因としては、水分不足による呼吸自体の低下^{3,4,17}や、呼吸によって排出された CO_2 の蒸散流によるもちさり^{9,11,18}が検討されているが、それ以外に、気温に対する樹体温度の差、とくに根元ちかくの木部での温度の日中低下も関係が深い^{11,19,20}とかんがえられている。

生立木の幹の温度は、気温にくらべて時間的におくらべて変化し、変化の幅も小さい。また木部では、蒸散流を介しての地温の影響が大きい。こうした現象は百年以上もまえに、すでにみとめられていたが⁷、1930年代以降、自記記録式の抵抗温度計や熱電対温度計の発達によって、くわしく調べられるようになった^{21,22}。その後、幹各部の温度の時間的変化と、樹体の熱伝導

*研究費の一部は、文部省科学研究費補助金256099（昭52年度）および56480045（昭56～58年度）によった。

**東京大学農学部林学科

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

***東京大学農学部演習林田無試験地

University Forest Experiment Station at Tanashi, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

率、比熱、密度、含水率などとの関係が解析され、その結果にもとづく温度の予測もこころみられている^{2,12)}。また、皮焼けや凍害などの高温、低温による幹の被害との関連や、穿孔虫類の生息環境として、樹皮や木部の温度が調べられてきた^{1,5,6,13,23,24)}。

以上のように幹の温度については、古くから関心をもたれ、計測がおこなわれてきた。しかし、さきにのべた樹皮呼吸の日変化の検討に重要な、木部温度の日中低下についての資料は、充分ではないようにおもわれる。そこでここでは、アカマツ、スギ、メタセコイア立木の幹木部温度の日変化を16か月間にわたって計測し、日中低下がみられる条件、すなわち、季節、天候、部位などについて検討した。

表—1 試料木の大きさと幹木部温度計測部位（計測開始時）

Table—1. Dimension and age of the sample trees and locations of the wood temperature measurements on the stem at the beginning of the measurement

樹 種 Species		アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	メタセコイア <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	
樹 齢 Age	yr	ca. 70	ca. 50	27	
樹 高 Height	m	16.4	13.5	21.3	
枝下高 Clear length	m	8.5	4.8	1.7	
胸高直径 DBH	cm	41.5	25.0	71.0	
計測部位*					
Location of measurement		記号 (高さm/幹直径cm)			
下 部		{ P _{0.3} (0.3/44.3) P _{1.3} (1.3/41.5)	C _{0.3} (0.3/29.0)	M _{0.3} (0.3/90.0)	
Lower			—	M _{1.3} (1.3/71.0)	
中 部		P _{5.0} (5.0/30.8)	C _{5.0} (5.0/21.2)	M _{5.0} (5.0/42.6)	
Middle					
上 部		P _{10.2} (10.2/21.5)	—	M _{11.5} (11.5/21.2)	
Upper					

* 計測部位記号は樹種と計測高をしめす

An abbreviation of the species and the height of measurement (height on the stem m/stem diameter at the height of measurement cm)

II 材 料 と 方 法

計測は東京大学農学部付属演習林田無試験地でおこなった。試料木は表—1のようにアカマツ、スギ、メタセコイアの3樹種、各樹種1本ずつの計3個体で、いずれも試験地庁舎の周辺

(I 林班 3 小班) からえらんだ。アカマツは樹皮呼吸の研究対象として、もっとも多く調べてきた樹種なので、またメタセコイアは落葉針葉樹として、常緑のアカマツとの比較のために材料とした。なおスギはアカマツ試料木付近に生育している個体で、温度計端子に余裕があったので調べた。

温度の計測には自記抵抗温度計($-20^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 、アナログ12点記録、千野製作所 EF2200-12) をもちいた。測温抵抗体は Pt100 Ω を直径4.7mm、長さ100mmの金属保護管におさめたもので、感温部は保護管の先端から20mmの範囲に封入されている(千野製作所 R 5-1)。

木部温度は表-1のように高さをかえて、アカマツ、メタセコイア各4か所、スギ2か所で計測した。計測高として幹下部では、地ぎわにちかい0.3mと胸高の1.3mをえらんだ。計測の深さを樹皮表面から約10cmとしたので、幹直径は20cm以上あることがのぞましい。このことを念頭に計測の上限の高さをアカマツ10.2m、スギ5m、メタセコイア11.5mとした。なおアカマツ、メタセコイアでは、上部と下部のほぼ中間として、5mの高さについても計測した。

各計測高について、幹の北側部分の樹皮表面から中心にむけて直径5mm程度の穴をあけ、測温抵抗体を挿入し、シリコンゴム接着剤で固定して、感温部が樹皮表面から10cm前後の深さに位置するようにした。木部温度と平行して、アカマツ試料木のちかくの林内で、気温(地上1.3m)および地中温度(地下0.3m)の計測もおこなった。

1978年4月28日に測温抵抗体のとりつけをおこない、同年5月1日から温度計測をはじめた。計測は翌1979年8月31日までつづけ、同年9月4日に測温抵抗体をとりはずした。

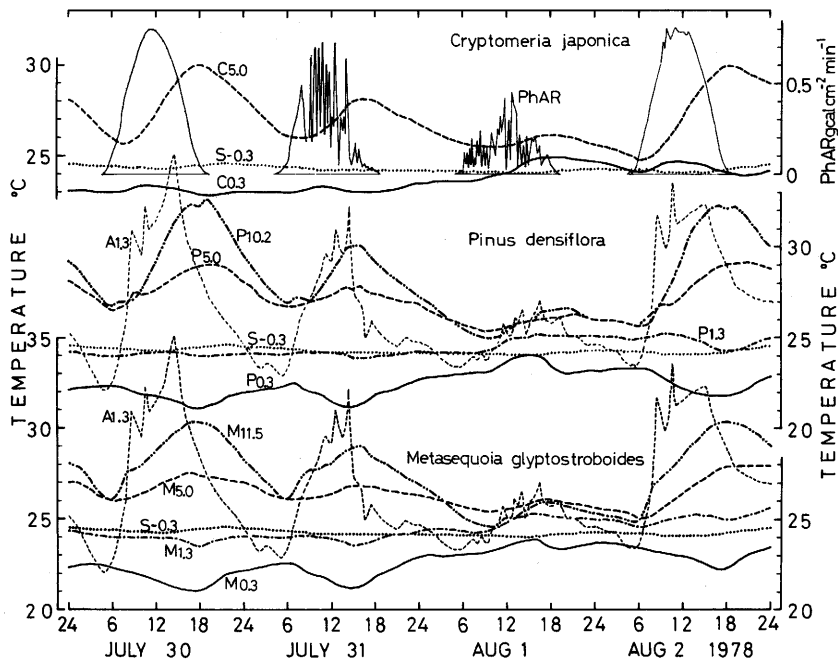
III 結果と検討

1 夏の幹木部温度の日変化

図-1は生育のさかなな夏季にみられる木部温度の日変化の例である。日変化は計測高によってちがいが、その差は晴天のほうが雨天よりもいちじるしい。

1978年7月30日は日射量の経過からもあきらかなように快晴であった。アカマツ、メタセコイアの高い部位の木部温度の日変化は、気温にくらべておくれただけでなく、最低温度はあがり、最高温度はさがり、したがって日較差は小さかった。高さ5mでは最高温度がさらに低くなり、いっそう日較差が小さくなるが、似た傾向の経過をしめした。これらに対して高さ1.3mの木部温度には、あまりめだつた変化がなく、アカマツでは日中に多少の上昇が、メタセコイアでは夕方ちかくに小さな低下が、みられる程度であった。さらにアカマツ、メタセコイアの0.3mの木部温度は気温と反対の日変化をしめし、明け方が最高で、その後夕方まで低下をつづけて最低となり、夜から翌朝までは上昇をつづけた。なおスギの0.3mでの日変化は、アカマツ、メタセコイアの1.3mでみられた経過にちかかった。測定部位が低いほど最高温度がさがり

が、下部では最低温度も低下した。



図—1 夏季の幹木部温度の日変化

Fig. 1 Diurnal fluctuations in the stem wood temperature measured at different heights in the summer

TEMPERATURE : air temperature at a 1.3m height ($A_{1.3}$), soil temperature at a 0.3m depth ($S_{-0.3}$), and stem wood temperature of *Pinus densiflora* (P), *Cryptomeria japonica* (C), and *Metasequoia glyptostroboides* (M). Other figures, besides P, C, and M, represent height of the stem part measured. PhAR : photosynthetically active horizontal radiation flux density.

地ぎわちかくの木部温度の日変化が高いところとちがうのは、Iでのべた蒸散流を介してうける地温の影響が、大きいためである。夏の日中の木部温度は、蒸散流による通導組織の冷却と、気温や放射などにより温度が上昇した樹皮からの加熱とによって上下する。蒸散流速度は蒸散にともなう水分欠差の増大によって日中はやくなり、その冷却作用もつよくなるので、0.3mの木部温度は日中低下したとおもわれる。なお0.3mの木部温度と地下0.3mの地中温度との比較は、根からの吸水が地下のかなり深い層からおこなわれたことをしめしている。高さ1.3mの木部では、日中、冷却と加熱が相殺するために、日変化が小さくなったとかんがえられる。これより上部になるにしたがって、蒸散流を介しての地温の影響は小さくなる。

以上の木部温度の日変化の傾向は、ほぼ3樹種に共通してみとめられるが、樹種間に多少の差がある。高い部位でアカマツの木部温度がメタセコイアより高温になるのは、メタセコイアでは葉がよくしげり、幹にほとんど直射光があたらないのに対して、アカマツでは樹冠にすぎ

まが多く、幹がしばしば直射光をうけたためとおもわれる。またスギの幹は直射光にさらされることは少ないが、ほかの2樹種にくらべて直径が細く、したがって熱容量が小さいので気温などの影響が大きい。このため、高さ5mの木部温度の日較差が大きかったり、0.3mで日中低下がみられなかったとかがえられる。

7月31日は夕方まで雲の多い晴天で、最高気温は前日よりも低かった。高い部位の木部温度の最高もさがったが、日変化の傾向は各部位とも、ほぼ前日と同じであった。

7月31日夕方から8月1日夕方までは曇または雨で、降雨量は両日で21.5mmに達した。雨天のばあいの木部温度の日変化は晴天とはかなりちがいが、また計測高による差が小となる。高い部位では気温と同様に木部温度も変化が少なく、日較差は小さかった。日中でも水分欠差が生じにくいと、蒸散流を介しての地温の影響が小さく、下部では木部温度の上昇がつづいた。

8月2日は快晴で、木部温度の日変化はふたたび7月30日、31日と同じ傾向となった。なお、0.3m、1.3mの木部温度は、前日雨天のもとで上昇をつづけ、地温との差が大きくなったためか、とくにアカマツでは前よりもあきらかな日中低下がみられた。

2 冬の幹木部温度の日変化

図-2は生理活動の低下した冬季にみられる木部温度の日変化で、メタセコイアが完全に落葉した時期の例である。夏におこったような幹の上下間での日変化の傾向の差はみられない。

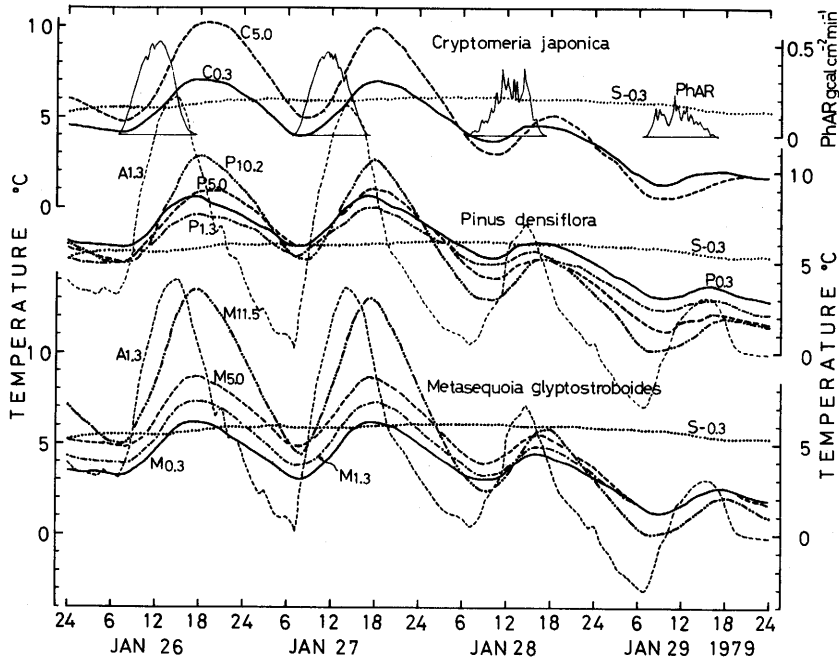
1979年1月26日、27日は快晴で、木部温度はどの計測高でもおくれはあるが、気温と似た傾向の日変化をしめした。日較差はいずれも気温より小さいが、とくに幹下部のふとい部位でせまかった。高さによって木部温度にちがいがあり、その程度に樹種差がみられる。この差の原因としては、葉の有無による樹皮表面への放射の影響と蒸散流を介しての地温の影響がかがえられる。

すなわち落葉樹のメタセコイアでは、葉がしげっている時期とちがって直射光が幹にあたるために、幹のほそい高い部位ほど最高温度があがった。また蒸散流を介しての地温の影響はほとんどないために、下部の木部温度は地温より低いことが多い。その結果、幹の上下による温度差が大きくなったとおもわれる。

これに対してアカマツは冬も葉があり、蒸散流は夏季にくらべれば速度が小さいが、それを介して気温にくらべ相対的に高い地温が影響し、日中、幹下部の木部をあたためるとかがえられる。幹上部に直射光があたる程度も比較的小さいので、幹の上下の温度差がメタセコイアにくらべ少ないことになる。なおスギでも、蒸散流の影響がかがえられる。

1月28日は曇天、1月29日は曇から雨となり29.5mmの降雨量があった。したがって気温も木部温度も日較差が小さかった。メタセコイアでは直射光による放射の影響が少なくなり、幹の上下による温度差が小さくなり、どの部位も温度が低下した。またアカマツ、スギでは蒸散流

を介しての地温の影響が小となり、下部の木部温度も高い部位と同様にさがり、地温よりも低下した。



図一 2 冬季の幹木部温度の日変化

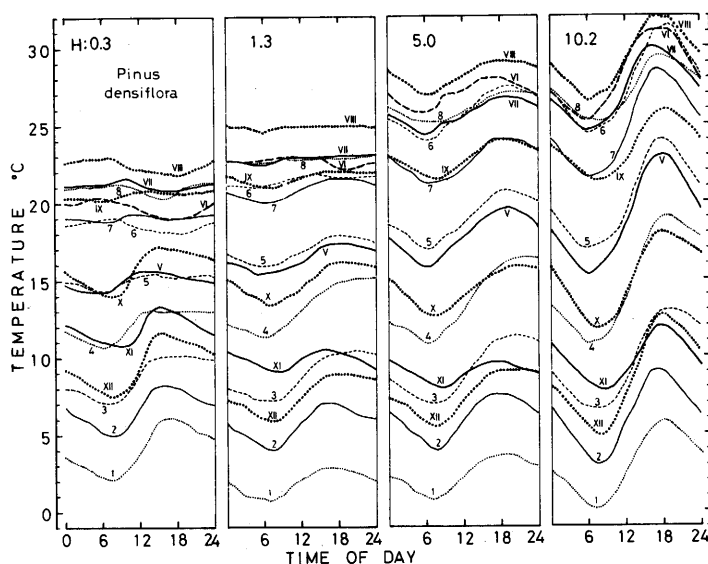
Fig. 2 Diurnal fluctuations in the stem wood temperature measured at different heights in the winter

Note as in Figure 1.

3 季節と幹木部温度の日変化

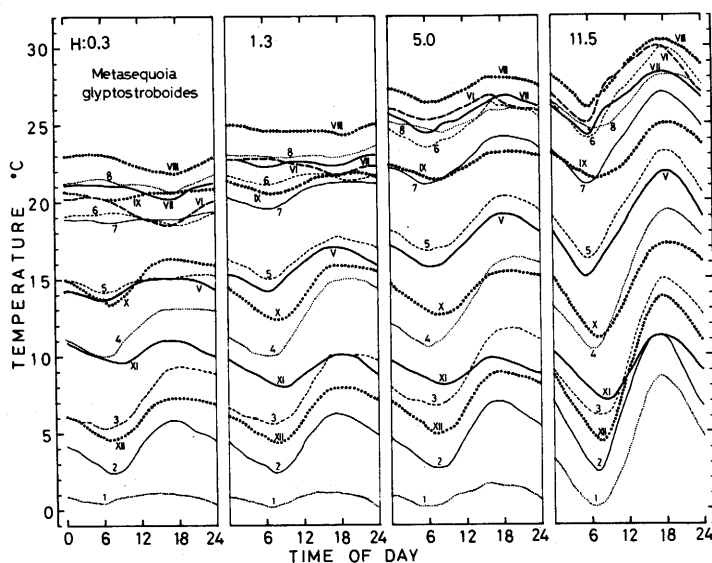
夏と冬の日変化の例からあきらかなように、木部温度は気温よりもおくれて変化し、日較差が小さいだけでなく、蒸散流を介して地温の影響をうける。地温の影響は、蒸散のさかんな夏季の晴天の日に、地面にちかい幹下部ほど大きく、日中、地温が気温よりもいちじるしく低いために、木部温度の日中低下としてあらわれる。

日中低下がどのような季節にみられるかを知るために、アカマツとメタセコイアについて、計測期間の各月から晴天の日を1日えらび、各部位ごとに木部温度の日変化を図一3、図一4にしめす。幹下部で地温の影響があきらかなのは、6月～8月の夏季で、0.3mでは蒸散流による冷却で日中低下がみとめられ、1.3mでは蒸散流による冷却と気温、放射による加熱が相殺して、変化の少ないことが多い。



図一3 いろいろな季節における晴天下のアカマツ幹木部温度の日変化

Fig. 3 Diurnal fluctuations in the stem wood temperature measured at different seasons of the year in the *Pinus densiflora* tree
H : height (m) of the stem part measured. Other figures besides the curves represent the months, May to Dec., 1978 (V~XII) and Jan. to Aug., 1979 (1~8).



図一4 いろいろな季節における晴天下のメタセコイア幹木部温度の日変化

Fig. 4 Diurnal fluctuations in the stem wood temperature measured at different seasons of the year in the *Metasequoia glyptostroboides* tree

Note as in Figure 3.

両樹種とも高い部位ほど、年間の温度の変動幅は大きかった。前にのべたように、アカマツで夏季に高い部位の木部温度が高いのは、樹冠のすきまから幹に直射光があたるためであり、メタセコイアで冬季に下部の木部温度が低いのは、蒸散流を介した地温の影響がないためであろう。

日変化の季節差を検討する別の方法として、各月ごとに毎日の最低および最高温度がみられる時刻の頻度分布をまとめ、図-5 にしめす。なお雨の日は気温の日変化が小さいうえに、さまざまなもののぞいた。

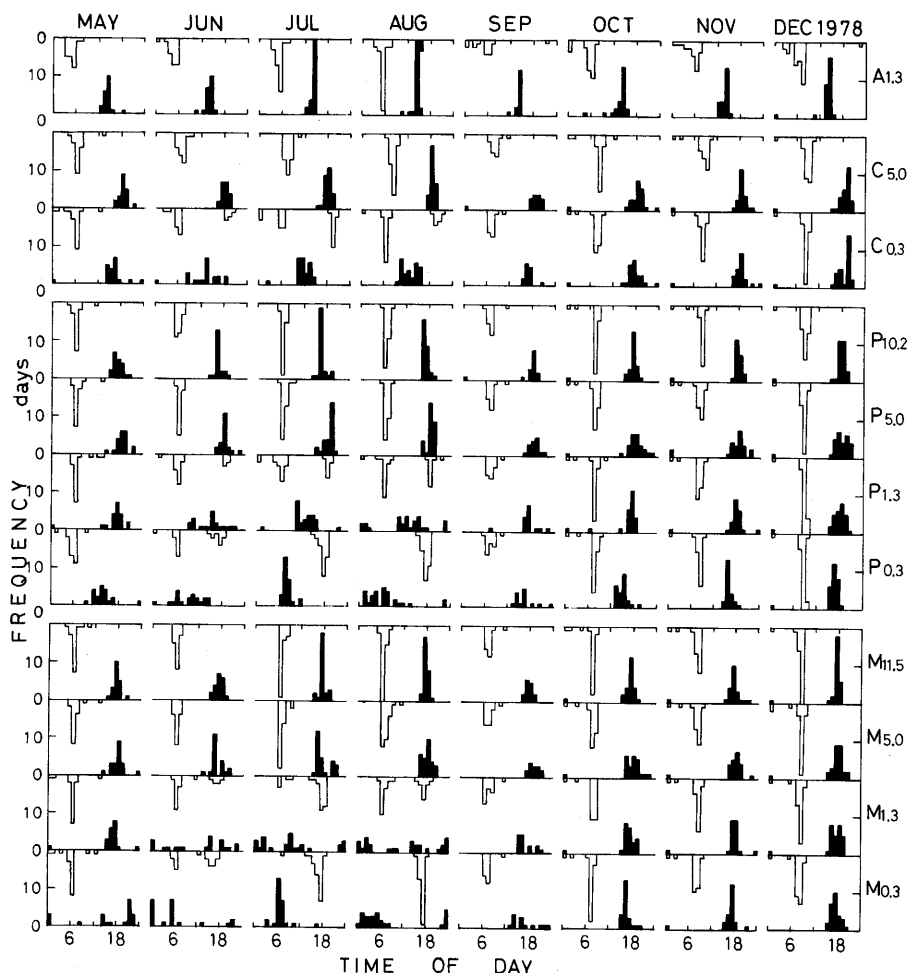


図-5 幹木部温度、気温の日最高・最低値出現時刻の月別頻度

Fig. 5 Frequency distributions of the times at the daily maximum and the minimum stem wood and air temperatures for each month
FREQUENCY : time at the maximum (black bars) and the minimum (white bars) temperatures except on rainy days. Lettering as in Figure 1.

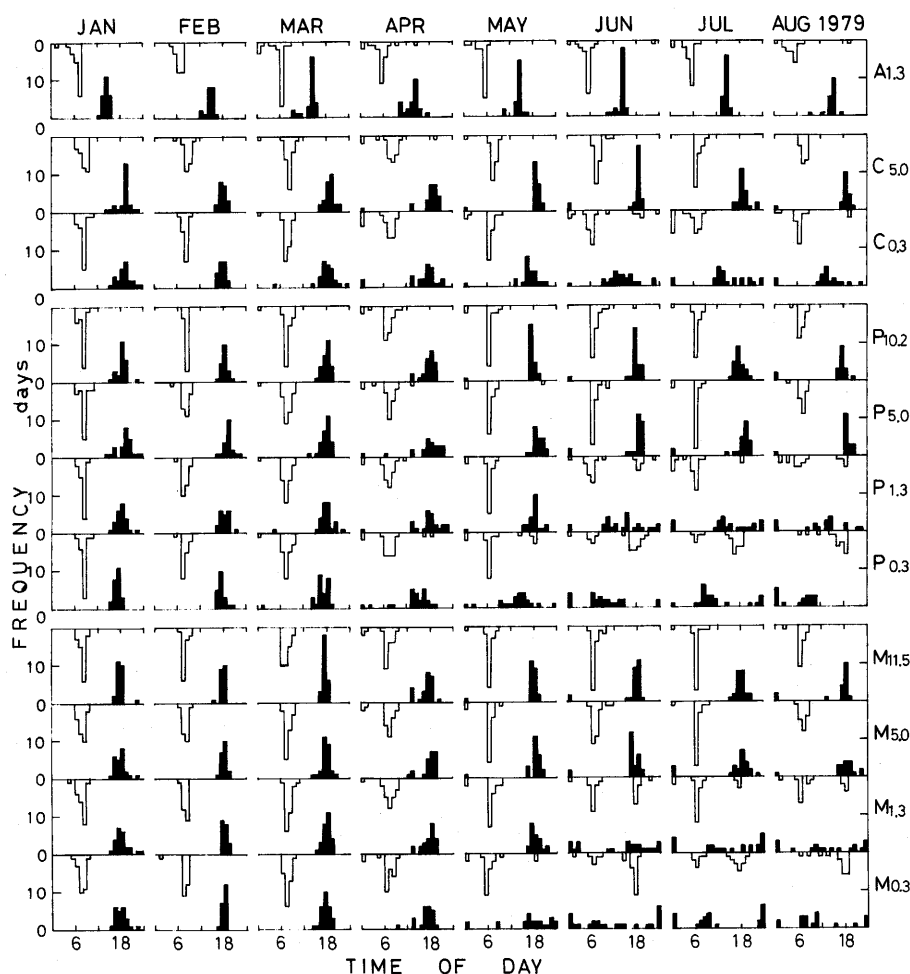


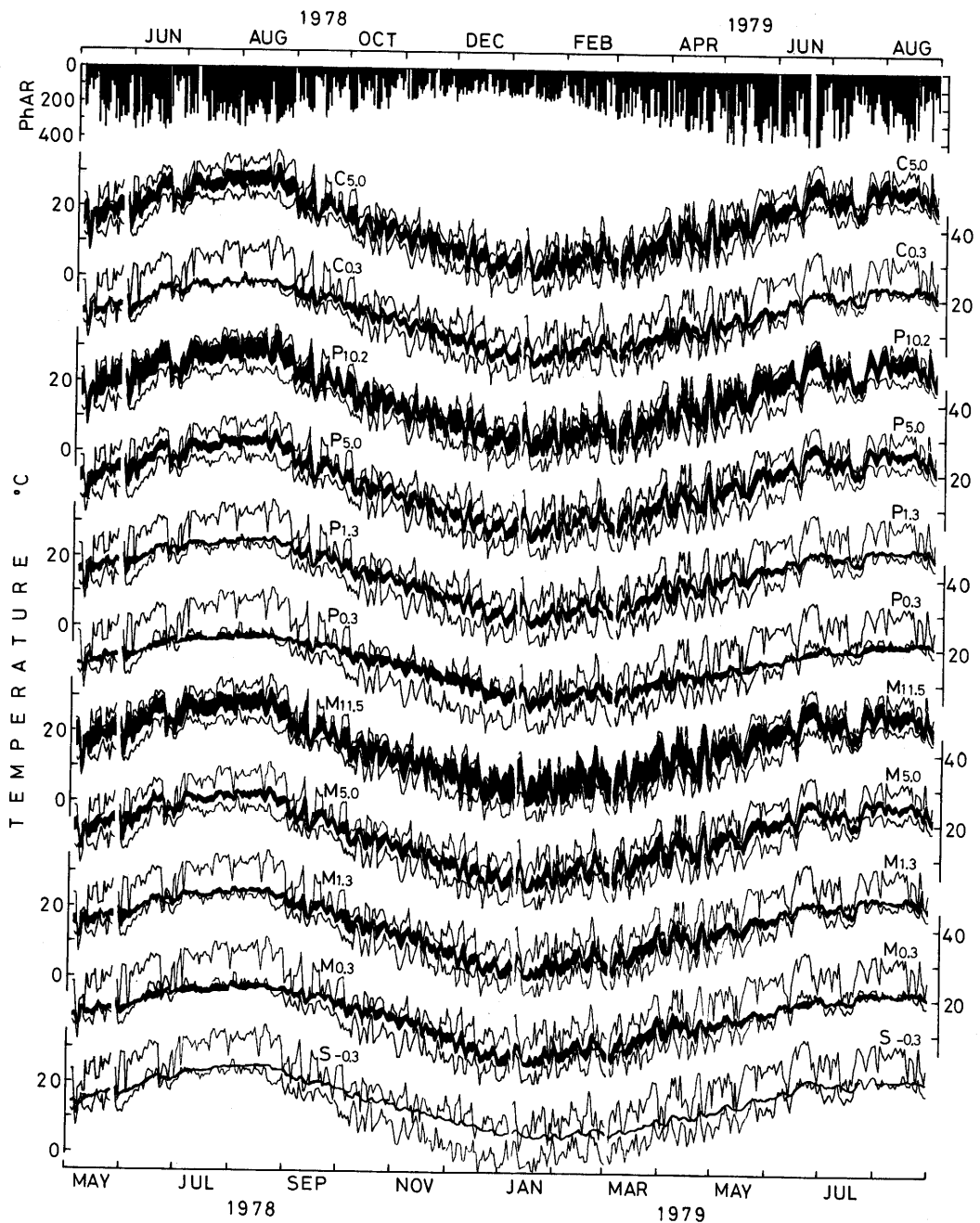
図-5 (つづき)

Fig.5 (continued)

年間をつうじて気温の最低は夜明け後まもなくに、最高は午後はやくにみられる。各樹種とも高い部位の木部温度の最低、最高値は、気温のばあいより多少おくれてみられることが多い。幹下部でも夏以外の季節には同じような傾向がみとめられるが、6月～8月には最低、最高温度とも日によってちがい、最低温度は夕方、最高温度は朝方のことが少なくない。すなわち、この時期には蒸散流を介した地温の影響によって、木部温度の日中低下がおこりやすいことをしめている。なお5月にも多少こうした傾向がみられる。

4 日最高、日最低温度の季節変化

各樹種、各計測部位の木部温度および地中温度の日最高、日最低温度を、気温の最高、最低値と比較して図-6にしめす。また、それぞれの値の月別平均値を表-2にまとめた。



図一6 幹木部温度，気温，地中温度の日最高・最低値の季節変化

Fig. 6 Seasonal fluctuations in the daily maximum and the minimum stem wood, air, and soil temperatures

TEMPERATURE : maximum (upper solid line) and minimum (lower solid line) of air temperature, and maximum (upper edge) and minimum (lower edge of black part) of stem wood, and soil temperatures, for each day. Lettering as in Figure 1. PhAR : photosynthetically active horizontal radiation flux density ($\text{g cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$).

表一2 幹木部温度(P.C.M.表一1), 気温(A), 地中温度(S)の日最高値, 日最低値の月別平均値

Table-2. Monthly mean of the daily maximum and the daily minimum temperatures in the stem wood (P, C, M in Table-1), the air (A), and the soil (S)

	P _{10.2}		P _{5.0}		P _{1.3}		P _{0.3}	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1978								
May	16.1	21.1	16.7	19.5	16.2	17.8	15.0	16.2
Jun.	21.4	26.6	21.5	24.4	20.3	21.5	18.4	19.5
Jul.	25.6	30.6	25.6	27.9	23.3	24.1	20.9	22.2
Aug.	26.4	31.2	26.5	28.8	24.2	24.9	21.7	22.8
Sep.	19.0	22.9	19.4	22.0	19.5	21.0	19.3	20.4
Oct.	13.5	17.8	14.0	16.4	14.6	16.6	15.2	17.3
Nov.	9.1	13.5	9.4	11.6	10.0	11.9	11.4	14.0
Dec.	4.2	8.9	4.5	7.2	5.2	7.2	6.9	10.2
1979								
Jan.	2.3	6.8	2.8	5.6	3.0	5.5	4.2	6.8
Feb.	4.9	9.4	5.6	8.2	5.7	7.7	5.9	8.1
Mar.	6.3	11.3	7.1	10.2	7.3	9.7	7.4	9.6
Apr.	10.9	15.6	11.4	14.5	11.5	13.6	10.8	12.7
May	15.5	20.8	15.9	18.8	15.1	16.8	14.1	15.2
Jun.	21.9	26.7	22.1	24.4	20.0	21.1	17.7	18.8
Jul.	22.1	26.3	22.2	24.6	21.0	22.0	19.5	20.5
Aug.	24.0	27.9	24.0	26.1	22.5	23.2	20.6	21.8
Mean*	13.3	18.0	13.7	16.4	13.4	15.1	13.1	15.0

	M _{11.5}		M _{5.0}		M _{1.3}		M _{0.3}	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1978								
May	15.8	20.6	16.4	19.0	15.4	17.2	14.6	15.7
Jun.	21.1	25.7	21.3	23.6	19.8	21.1	18.1	19.3
Jul.	25.1	29.2	25.3	26.7	23.1	23.9	20.8	22.2
Aug.	25.8	29.9	25.9	27.5	23.9	24.7	21.8	22.9
Sep.	18.6	22.3	19.2	21.5	19.1	20.9	19.2	20.4
Oct.	13.1	17.2	13.9	16.1	13.9	16.5	14.8	16.8
Nov.	8.8	13.0	9.4	11.6	9.4	11.8	10.5	12.5
Dec.	3.6	9.8	4.3	7.1	3.9	6.5	4.3	6.6
1979								
Jan.	2.0	8.4	2.4	5.2	1.9	4.3	1.9	3.9
Feb.	4.3	11.0	5.0	8.1	4.7	7.3	4.5	6.7
Mar.	6.1	12.9	6.7	10.4	6.3	9.5	6.2	8.9
Apr.	10.6	16.6	11.3	15.0	10.8	13.9	10.7	13.2
May	15.1	20.3	15.7	18.5	14.5	16.6	13.7	15.0
Jun.	21.4	25.9	21.7	23.8	19.8	21.0	17.8	18.8
Jul.	21.7	25.3	22.0	23.9	21.0	22.1	19.7	20.6
Aug.	23.5	26.9	23.7	25.4	22.6	23.6	21.2	22.0
Mean*	12.9	18.1	13.4	16.0	12.7	14.8	12.3	14.1

	C _{5.0}		C _{0.3}		A _{1.3}		S _{-0.3}	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1978								
May	15.9	19.6	14.8	16.5	13.3	21.6	15.4	15.9
Jun.	20.9	24.7	19.1	20.2	18.3	26.7	19.3	19.7
Jul.	25.1	28.4	22.4	23.3	22.6	31.5	23.1	23.4
Aug.	25.7	29.5	22.9	23.8	22.6	32.7	24.3	24.6
Sep.	18.8	22.1	18.6	20.0	16.8	23.3	20.4	20.9
Oct.	13.2	16.6	13.7	15.6	10.6	18.8	15.8	16.2
Nov.	8.7	12.1	9.3	11.4	5.9	14.0	12.0	12.3
Dec.	4.0	8.0	4.4	6.7	0.7	10.7	8.2	8.5
1979								
Jan.	2.5	6.3	2.2	4.5	-1.2	9.0	5.6	5.9
Feb.	4.8	8.7	4.8	6.9	1.8	10.9	6.3	6.6
Mar.	6.3	10.8	6.1	8.6	2.9	13.4	7.5	7.9
Apr.	10.6	15.0	10.1	12.2	7.7	16.9	11.0	11.4
May	15.0	19.0	13.8	15.3	11.5	22.0	14.6	15.0
Jun.	21.2	25.0	19.1	20.1	18.3	27.3	19.4	19.7
Jul.	21.6	24.7	20.4	21.5	19.4	26.8	20.6	21.0
Aug.	23.4	26.5	22.0	23.0	21.2	28.6	21.9	22.0
Mean*	13.0	16.8	12.4	14.1	10.2	19.1	14.1	14.4

*1978年5月から1979年4月までの12か月間の平均値
Mean value for the period May, 1978 to Apr., 1979

高い部位の木部温度は、アカマツが夏を中心にした時期に、メタセコイアが冬から春にかけての葉のない時期に、気温の変化幅の高いほうへずれている。いずれもすでにのべたように、幹が直射光をうけたためとおもわれる。高さ5mの木部温度の日較差は、高い部位にくらべてずっと小さく、変化の幅は各樹種とも気温の変化のほぼ中央にある。

幹下部の木部温度は晩春から夏季には、気温の変化幅の低いほうにずれていて、気温よりも地温の影響が大きいことをしめしている。とくに0.3mの木部温度は最低気温よりも低いことが多い。地下0.3mの地温との比較から、それより深い層の地温が、影響をあたえているとかがえられる。この時期の木部温度の日較差は前にのべた理由から、高さ1.3mのほうが0.3mよりも小さいことが多い。

秋からは地温が気温の変化幅の高いほうへずれ、その影響をうけて0.3mの木部温度も高いほうへかたよる。こうした傾向は、アカマツでは冬もつづくが、メタセコイアでは落葉とともにみられなくなる。

IV お わ り に

以上のように幹木部温度の日中低下は、胸高以下の地面にちかい幹下部で、夏季の晴天下におこりやすいことがあきらかになった。この条件は樹皮呼吸の日中低下のばあいと、よく似ている。

ここでは既製の測温抵抗体の大きさの関係から、樹皮表面下約10cmの幹木部温度を、いろいろな高さについて計測した。しかし、木部温度の日中低下が樹皮呼吸にどの程度の影響をあたえるかを検討するには、幹の各部分、軸方向だけでなく放射方向についても、それぞれの温度と呼吸速度を調べる必要がある。この方向にそった計測が、ここでのアカマツ試料木をふくめて、1981年夏からはじめられており^{10,11)}、現在も継続中である。

これまで森林の呼吸消費量推定の計算には、ほとんど気温がつかわれてきたが¹⁴⁾、幹や枝の温度、すなわち樹体温度と気温には、条件によってかなりの差がある。この差が推定値にどのようにひびくか、検討の結果によっては樹体温度が計算に必要となろう。そのさいには、比較的資料のえやすい気温、地温、日射量などから樹体温度を推定するくふうも重要とおもわれる。

計測にご協力いただいた田無試験地の職員の皆様と、原稿をみていただいた真下育久教授に、あつくお礼申しあげます。

あ ら ま し

樹皮表面下約10cmの幹木部温度を、アカマツ、スギ、メタセコイア立木のいろいろな高さで、1978年5月から1979年8月まで計測した。えた資料から、樹皮呼吸の日中低下の原因のひとつとおもわれる、木部温度の日中低下について、とくに検討した。木部温度の日中低下は、蒸散流を介した地温の影響によるもので、地面にちかい幹下部で、夏季の晴天下におきやすい。この条件は樹皮呼吸の日中低下のばあいと、よく似ている。

引 用 文 献

- (1) 大後美保 (1943) : 植物生理気象学, 232p., 共立出版, 東京
- (2) DERBY, R.W. and GATES, D.M. (1966) : The temperature of tree trunks - calculated and observed. Amer. J. Bot. 53 : 580~587
- (3) EDWARDS, N.T. and McLAUGHLIN, S.B. (1978) : Temperature-independent diel variations of respiration rates in *Quercus alba* and *Liriodendron tulipifera*. Oikos 31 : 200~206
- (4) GEURTEN, I. (1950) : Untersuchungen über den Gaswechsel von Baumrinden. Forstwiss. Cbl. 69 : 704

～743

- (5) HAARLØV, N. and PETERSEN, B.B. (1953) : Temperaturmaliner i bark og ved af Sitkagran. Det forstl. Forsøgsv. i Danmark 21 : 43～91
- (6) 原田 泰 (1951) : 森林気象学, 327p., 朝倉, 東京
- (7) HARTIG, Th. (1874) : Ueber die Temperatur der Baumluft im Vergleich zur Bodenwärme und zur Wärme der den Baum umgebenden Luftschichten. Allg. Forst - u. Jagdztg. 49 : 145～152
- (8) 林田好広 (1980) : ヒノキ立木の幹呼吸量と肥大生長の季節変化, 91回日林論 : 265～266
- (9) ——— (1981) : ヒノキ立木の幹樹皮呼吸の日変化と樹液流速, 92回日林論 : 303～304
- (10) ———・小山谷之・松本陽介・八木喜徳郎・根岸賢一郎 (1982) : アカマツ大径立木の樹皮呼吸(1)樹液流速と呼吸の日変化, 93回日林論 : 237～238
- (11) ———・—————・—————・—————・————— (1982) : 同上(2)日中低下に及ぼす枝葉除去の影響, 同上 : 239～240
- (12) HERRINGTON, L.P. (1969) : On temperature and heat flow in tree stems. Yale Univ. Sch. For. Bull. 73 : 1～79
- (13) 川口武雄 (1962) : 森林物理学 (気象編), 161p., 地球出版, 東京
- (14) 根岸賢一郎 (1970) : 樹木の非同化器官の呼吸—森林の物質収支と関連して—, 日林誌52 : 331～345
- (15) NEGISI, K. (1972) : Diurnal fluctuation of CO₂ release from the bark of a standing *Magnolia obovata* tree. J.Jap.For.Soc. 54 : 257～263
- (16) ——— (1975) : Diurnal fluctuation of CO₂ release from the stem bark of standing young *Pinus densiflora* trees. *Ibid.* 57 : 375～383
- (17) ——— (1978) : Daytime depression in bark respiration and radial shrinkage in stem of a standing young *Pinus densiflora* tree. *Ibid.* 60 : 380～382
- (18) ——— (1979) : Bark respiration rate in stem segments detached from young *Pinus densiflora* trees in relation to velocity of artificial sap flow. *Ibid.* 61 : 88～93
- (19) ——— (1981) : Diurnal and seasonal fluctuations in the stem bark respiration of a standing *Quercus myrsinaefolia* tree. *Ibid.* 63 : 235～241
- (20) ——— (1982) : Diurnal fluctuations of the stem bark respiration in relationship to the wood temperature in standing young *Pinus densiflora*, *Chamaecyparis obtusa* and *Quercus myrsinaefolia* trees. *Ibid.* 64 : 315～319
- (21) REYNOLDS, E.S. (1939) : Tree temperatures and thermostasy. Ann. Missouri Bot. Garden 26 : 165～255
- (22) ROUSCHAL, E. (1939) : Die kühlende Wirkung des Transpirationsstromes in Bäumen. Ber. dtsh. bot. Ges. 57 : 43～66
- (23) 酒井 昭 (1982) : 植物の耐凍性と寒冷適応—冬の生理, 生態学—, 469p., 学会出版センター, 東京
- (24) 山本 光 (1948) : 森林保護, 463p., 産業図書, 東京

(1982年5月18日受理)

Summary

To study the occurrence of daytime depression in stem wood temperature, the daily course of temperature 10 cm deep beneath the bark surface was recorded at different heights on the stem in mature *Pinus densiflora*, *Cryptomeria japonica*, and *Metasequoia glyptostroboides* trees for the period May, 1978 to Aug., 1979. Usually, the wood temperature followed the air temperature after a time lag, showing a range of fluctuation increasing with height on the stem. But, under the clear weather in the summer, the temperature in the stem wood near the base fell in the daytime, from the maximum in the morning to the minimum in the evening. This depression is due to the cooling effect of the sap flow, and may be a cause of the daytime depression in bark respiration.