

温帯常緑針葉樹林の林冠構成木の年輪幅変動に みられる周期性

武田 明正・百村 帝彦
三重大学生物資源学部

The Periodicities of Ring-width Fluctuation of the Canopy Trees growing in Warm-temperate Ever-green Coniferous Forest

Akimasa TAKEDA and Kimihiko HYAKUMURA
Faculty of Bioresources, Mie University

Abstract

To determine the effects of environmental factors on the radial growth of mature trees in a natural stand, ring-width series (1887 to 1987) in canopy trees growing in warm-temperate forest of the Mie university was investigated.

- (1) The mean ring-width series, calculated on cores from 76 canopy coniferous trees (*Abies firma* Sieb. et Zucc.: 29, *Cryptomeria japonica* D. Don: 6, *Tsuga sieboldii*: 41) showed stagnant radial growth (1896 to 1906, 1913 to 1929) and successive increase in radial growth after 1945. The reasons for these fluctuations in radial growth could not be determined for lack of long term meteorological records on the university forest.
- (2) Spectrum analysis on the mean ring-width series indicated periodicity in radial growth, the periods being 2.2, 3.3, 10-11.5, 22.2, 90.9 years and so on.
- (3) Some of these periods could be found in an annual mean temperature series and annual precipitation series, these being the longest nearby meteorological records (Nagoya meteorological observatory).

The university forest is apart 110 km or more from the meteorological observatory, and thus the coincidence of these periods indicates to possibly be due not to microclimatic causes but global scale climatic variation.

Key words: Conifers · Ring-width · Climate · Spectrum analysis · periodicity

I はじめに

林木の肥大成長に影響をあたえる環境要因を明らかにすることは、木材の効率的生産の基礎として重要な課題

であるが、苗木とちがいで、成木を対象とした場合には、その樹体の大きさによる制約のため、実験的研究が困難である。しかし、肥大成長過程の最終的な結果である年輪幅の変動と環境要因との関係を統計的に解析するという、経験的方法によって、両者の関係が推測できる¹⁾。

本報は、温帯常緑針葉樹林の主要な林冠構成木である

モミ・ツガなどの常緑針葉樹類の成長特性を知るため、年輪幅の経年的変化の特徴を経験的方法で明らかにし、それらの肥大成長におよぼす環境要因ことに気候要因の影響を知る一助にしようとするものである。

II 材料と方法

供試材料は、林木の肥大成長がほぼ停止したと考えられる、1989年10月から翌年の1月にかけて、三重県一志郡美杉村川上にある、三重大学生物資源学部附属演習林の16林班い小班と11林班ろ小班（標高約450-660 m）の天然生林の林冠構成木など76本から成長錐をもちいて採取したコアである。

その内訳は、モミ (*Abies firma* Seib. et Zucc.) 29本、ツガ (*Tsuga sieboldii* Carr.) 41本、スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) 6本である。なお、コアは、斜面下部側（樹冠の葉量の多い側）の地上高約40 cmを標準的位置として採取した。

供試木の平均胸高直径は、 60.9 ± 23.0 cm（最大111.4 cm, 最小20.4 cm）平均推定樹齢は、 295.2 ± 174.4 年（最高706年, 最低36年）であり、それらの樹齢別本数は、それぞれ、400年以上20本、399-300年18本、229-200年12本、199-100年12本、100年未満14本である。また、100年未満のうち、50年に達しないものが1本あった。

採取したコアは、保護ケースに入れて研究室に持ち帰り、測定までの間は、密閉して乾燥を防ぎ、低温庫内に

保存した。年輪幅の計測にあたっては、コアの表面をカッターナイフで整えたのち、それぞれ直交する4面について、その年輪幅を1/10 mmまで測定できる目盛り付きのルーペをもちい、最小目盛りの1/2まで読み取り、得られた数値の平均値を求め年輪幅とした。

測定された年輪幅は、樹種や樹体の大きさなどの違いは考慮せずに、各年ごとに76本分すべてを合計し、平均年輪幅を求め、経年的変化の解析に供した。

III 結果と考察

1887年から1987年までの平均年輪幅の経年的変化をFig. -1に示した。この100年間、年輪幅は比較的大きな変動を示しており、ことに1896年頃から1906年頃までのほぼ10年間と、1913年頃から1929年頃までの約16年間の成長の停滞、ならびに、1945年以降の成長の継続的増大が特徴的であった。先に述べたように、供試木の推定樹齢は、706年から36年の広い範囲にわたっている。若齢木の年輪幅は、老齢木のものより著しく広いので、供試した平均年輪幅の変動には、100年未満の若齢木の年輪幅の関与が大きいと考えられるが、1945年以降の継続的増大の傾向は、その程度は小さいが、樹齢300年以上の老齢木にも、認められた。この増大傾向には、コア採取位置が低いと、根張りの発達による年輪幅拡大が関与している可能性もある。

一般に、林木の肥大成長は生育地の気象条件の影響を強くうけるので、観察された年輪幅の変動にも気象要素

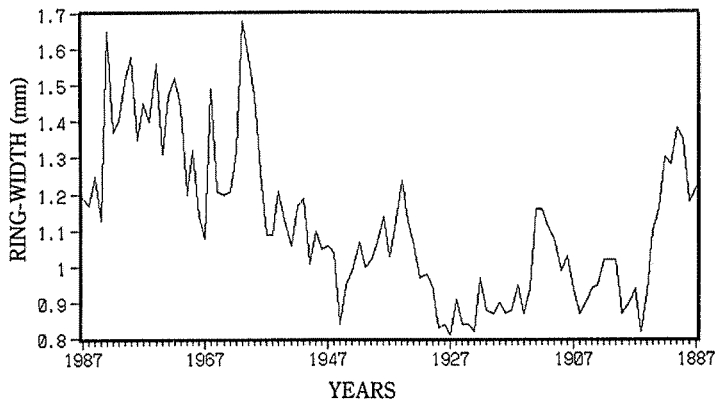


Fig. 1. Time series of mean ring-width (1887-1987) from warm-temperate conifers growing in Mie univ. forest.

の変動が関与していると推測されるが、本学の演習林には、100年にもおよぶ気象観測資料の蓄積がなく、これらの年輪幅の変動と気象要因との直接的な関係を論じることは難しい。そのうえ、肥大成長は、動物による葉の摂食などの生物的要因²⁾、さらには樹齢・開花・結実などの林木自身の内的要因^{3),4)}など、多様な要因の複合的影響下にある。したがって、年輪幅の変動がどのような要因によって引き起こされているのかを特定することは困難である。

ただ、複雑に変動する環境要因の中には、気候的要因のように、一年を周期として決まった順序で繰り返されるものがある。その規則的な変化は、年輪幅の経年的変化の中に周期性を与えるので、その周期性を目印として、年輪幅に影響をおよぼしている環境要因を識別できると考えられる。そこで、年輪幅の経年的変化にみられる周

期性を検出するため、まず、年輪幅時系列の自己相関を調べた。

Fig. 2 に示したように、年輪幅時系列のコレログラムは、有意水準 5% で、それぞれ、約 10, 20, 90 年と 110, 140, 150 (−55, −70, −75 を半周期と考える) 年などの周期の存在を推測させた。

年輪幅の経年的変化にみられるこれらの周期については、コアを採取した樹木の多くが、樹齢 300 年を越え、ほとんどが林冠構成木であるので、周辺の個体の庇陰やそれからの解放によるものではないと考えられる。また、ここで解析した平均年輪幅は、異なった樹種から得られた年輪幅を単純平均したものであり、樹種特性にもとづく年輪幅変動の差異もほとんど消えてしまっていると考えられるから、この周期性は、樹種によらない、普遍的な肥大成長過程に存在するものと考えられる。

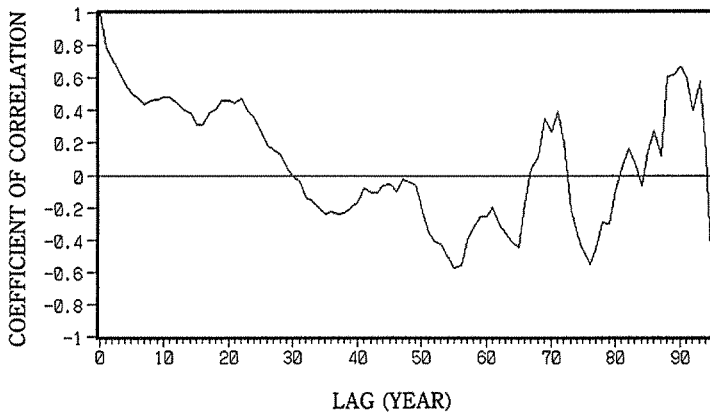


Fig. 2. Autocorrelation for mean ring-width series, examined.

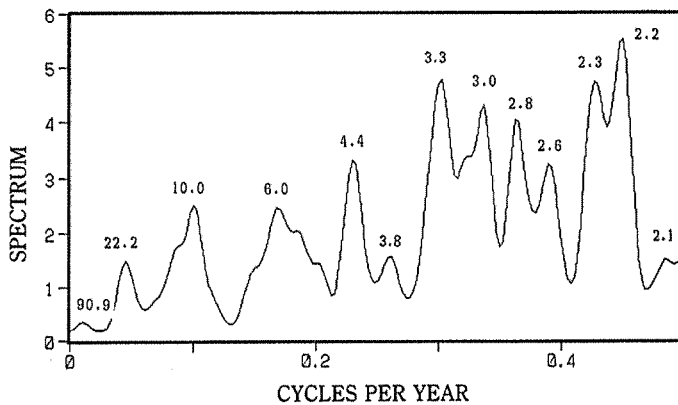


Fig. 3. Power spectrum of mean ring-width series, examined.

しかし、上記のように多くの周期が重なっているコログラムでは、周期の分離が十分ではないので、つぎに平均年輪幅のパワースペクトルを調べた。なお、その際には、通常平均年輪幅のほか、年輪幅の変動の中の長い周期をはっきりさせるための5カ年移動平均と、逆に、短い周期の変動を強調するため、平均年輪幅の移動平均に対する比(平均年輪幅/5カ年移動平均)を求めて、それらのパワースペクトルもそれぞれ計算した。

その結果、Fig.-3, Fig.-4, に示したように、平均年輪幅の経年的変化には、2.1年から90.9年にもおよぶ長・短さまざまな周期が検出された。

これらの周期が、どのような環境要因によって生じさせられているかを推測するための資料として、年平均気

温と年降水量のパワースペクトルを調べた。なお、前述のように、本学の演習林には、長期にわたる気象観測資料がないので、ここでは、名古屋地方気象台の資料⁵⁾を用いた。

Fig.-5 に示したように、年平均気温と年降水量とでは、それらの変動の周期に若干の違いがみられたが、いずれにおいても、2.2年から90.9年にわたる、多くの周期が検出された。これらの周期と年輪の変動に見いだされた周期とを比較すると(Tab.-1)、両者のうちには、共通した周期が認められる。

演習林は気象台から南西方向に直線距離にして約110 km以上離れた所にあり、その海拔高度も約400 m高い。そのうえ、局地的な地表の状態も異なるので、気象台で

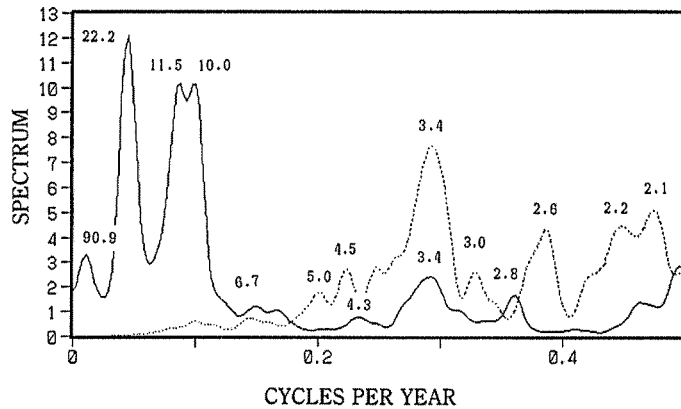


Fig. 4. Power spectrum of standardized series of mean ring-width, examined. Solid line shows 5 years moving average and broken line is ratio (Mean ring-width/Moving average).

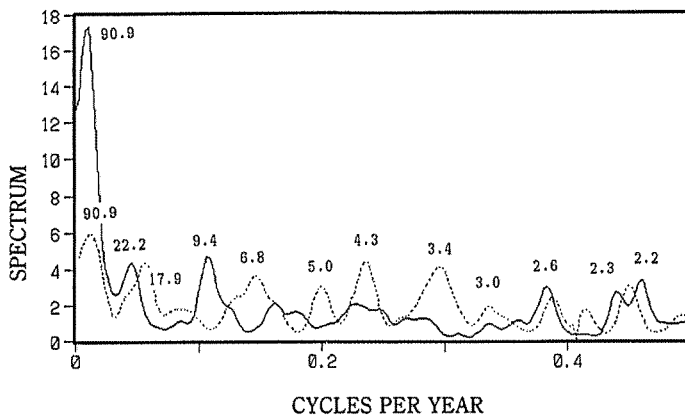


Fig. 5. Power spectrum of annual mean air temperature (solid line) and annual precipitation (broken line). These meteorological data (1887-1987) were recorded at Nagoya meteorological observatory, about 110 km apart from Mie university forest.

Table 1. Periods detected in mean ring-width and climatic conditions with spectrum analysis

Mean ring-width	(a)	2.1	2.2-2.3	2.6	2.8	3.0	3.3	3.8	4.4	6.0	10.0	22.2	90.9
Moving average-5 Years	(b)		2.2		2.8		3.4		4.3	6.0	10.0-11.5	22.2	90.9
Ratio	(a/b)		2.1-2.2		2.6		3.0	3.4		4.5			
Mean annual temperature			2.2-2.3		2.6		3.0	3.5		4.4		9.4	22.2 90.9
Annual precipitation			2.2		2.6		3.0	3.4		4.3	5.0	6.8	17.9 90.9

Note: Figures with a bar were small peaks on a large peak.

観測された気候の変化が直接的に小気候のスケール⁶⁾で供試木の肥大成長に影響をおよぼしているとは考えにくい。しかし、平均年輪幅と気候要因との間に、共通した周期がみられることは、中気候から大気候におよぶスケールでの気候の変化と年輪幅の経年的変化との間に、密接な関係のあることを伺わせた。

年輪幅と気温・降水量の経年的変化に検出された周期の中で、ことに2.2年、22.2年などは、わが国にとどまらず世界各地の気候要素においてよく知られている周期である。2.2年については、北半球の冬の平均気圧配置型の26か月周期⁶⁾や赤道域の準2年周期振動との関係⁷⁾が指摘されている。さらに、22.2年周期は太陽活動の周期性に起因する気候変化による年輪幅の変動ではないかと考えられている⁸⁾。また、本研究で計算した気候要因のパワースペクトルからは、はっきりしないが、年輪幅の変動のスペクトルにみられる10~11.5年の周期についても、太陽の黒点数の増減との関係が議論されている⁸⁾。そのほか、北アメリカ大陸に生育する樹木にみられる3.3年周期⁷⁾も、演習林に生育している温帯性の常緑針葉樹類の年輪幅の変動において検出されている。

以上のように、供試した林木の年輪幅の経年的変化には周期性が認められ、それが、地球的規模の気候現象と結び付きを持っているようにみえる。しかし、年輪幅の変動に周期性が現れる機構は明らかではなく、気候要因

にみられる周期性との関係の直接的な証拠は得られていない。それらは、今後の研究課題である。

終わりにあたり、適切な批評と助言をいただいた、三重大学生物資源学部、森林計画学研究室の田中和博助教授に対し、謝意を表する次第である。

引用文献

- 1) FRITTS, H. C. Tree Rings and Climate. Academic Press, London, p 246-375 (1976).
- 2) MOTT, D. G., L. D. NARIN and J. A. COOK. Radial growth in forest trees and effects of insect defoliation, Forest Sci., 3: 286-304 (1957).
- 3) TAPPEINER, J. C. Effect of cone production on branch, needle, and xylem ring growth of Sierra Nevada Douglas-fir, Forest Sci., 15: 171-194 (1969).
- 4) KOZLOWSKI, T. T. Growth and development of trees II. Academic Press, London, p 392-401 (1971).
- 5) 名古屋地方気象台. 百年誌, 110 pp (1990).
- 6) 吉野正敏: 気候学, 大明堂, 東京, 292 pp (1978).
- 7) LAMARCHE, V. C., Jr. Frequency-dependent relationships between tree-ring series along an ecological gradient and some dendroclimatic implications, Tree-Ring Bull. 34: 1-20 (1974).
- 8) LAMARCHE, V.C., Jr. and H. C., FRITTS. Tree-rings and sunspot numbers. Tree-Ring Bull. 32: 19-33 (1972).