

樹木の生長解析法に関する研究 (6)

—— 生長錐片測定の誤差 ——

藤本 幸司*

Studies on the Method of Analysis of Tree Growth (6)

On the Errors affecting the Increment Core Measurement

Kōji FUJIMOTO

Synopsis: This report deals with the errors affecting the increment core measurement in a Sugi stand. The major results are as follows;

- 1) At the measurement of increment cores that have the very narrow annual ring width (the annual ring width for the last 5 years < 2 mm), the plus errors are considerably caused by a skip of some annual rings in those counting (Fig. 1).
- 2) At the measurement in winter, there is the tendency that minus errors increase gradually in number and in size as an annual ring width widens (Fig. 3 and 5). While, at the measurement in other warm season, the greater part of the errors shows also minus value, but they have not a tendency such as the errors of the winter measurement. And their values are relatively smaller than that in winter (Fig. 4).
- 3) The core measured value at the laboratory is better than that at the field, but the errors lean slightly to minus side (Fig. 2).
- 4) At the field measurement, the increment core keeps some deformation that have been caused by the compression. Accordingly, it is desirable, especially in winter, to measure the core at the laboratory after it was soaked for a few minutes in water.

* 森林計画学講座 助教授

要 旨 生長錐を用いて、直径生長量を調査しようとするときに生ずる誤差のうち、錐片測定 of 誤差について検討を加えた。調査に用いた樹種はスギである。調査結果を要約すると、次のとおりである。

1) 年輪巾の非常に狭い錐片(5年間の年輪巾2mm未満のもの)では、年輪の数え落しによる正の誤差が、かなり多く生じた(Fig.1)。

2) 気温の低い冬期の測定では、年輪巾が広くなるにつれて、負の誤差がふえ、またその値もしいだいに大きくなる傾向がうかがわれた(Fig.3,5)。これに対して、気温の比較的高い時期の測定では、やはり負の誤差を多く出すものの、冬期のような負の誤差の増大傾向は見うけられず、またその大きさも、冬期測定値に比べ比較的小さいものであった(Fig.4)。

3) 錐片採取後、それを直ちにその場で測定する現場測定値に比べ、研究室に持ち帰ってから測定する研究室測定値は、誤差がやや負に偏するとはいうものの、かなり良い成績を示した(Fig.2)。

4) 以上のように、生長錐によって採取された錐片には、多少とも圧縮による変形がうかがわれる。したがって、その測定にあたっては、特に冬期の調査においては、研究室で1~2分水中に浸した後、測定するのが望ましいと考えられる。

はじめに

立木の材積生長量を査定しようとするとき、生長錐がよく用いられる。そして、この生長錐調査資料を用いての林分材積生長量予測方法も、いろいろ研究され、報告されている。しかしながら、生長錐調査資料収集段階での誤差、あるいは穿孔の樹木に及ぼす影響、さらにその対策などについては、報告が比較的少ないようである。このうち前者については、生長錐挿入方向について高田¹⁾の、また後者については、主として穿孔後の隆起(異常生長)についてSCHÖPFER^{2),3)}の報告がみられる。筆者も、これらについて数年来、若干の実験、調査を試みてきたが、今回は、生長錐により取り出された錐片を、測定する際に生ずる誤差について、報告したいと思う。

錐片は、樹木から採取される時、生長錐の挿入、生長錐よりの取り出しなど、小さい錐片にとって、非常に大きな力に加えられる。われわれは実際に、錐片が生長錐より取り出される時、かなり圧縮されて出てくるのを、しばしば目にするのである。かかる大きな力に加えられた錐片が、はたして本来の年輪巾を持つものかどうか、筆者は疑問なしとしない。生長錐がいかにか正しい方向に挿入され、錐片がいかにか正しく測定されようとも、その錐片が何らかの変形を受けているとするならば、生長量測定上、大きな問題であろうと思う。

本稿を草するにあたり、山畑教授には種々ご教示いただいた。また試料の採取、現場測定に際しては、演習林、森林計画学研究室の方々に多大のご協力、ご援助をいただいた。ここに記して、満こうの謝意を表するしだいである。

調査方法

調査は昭和47年12月4日、愛媛大学農学部付属演習林米野々事業区2林班は小班、スギ人工林分で行なった。本林分は林齢約40年、本数1750本/ha、直径階範囲6~44cm、平均直径18.5cmという過密林分であった。

試料木として、各直径階約2本、計40本を選び、胸高部に3方向から生長錐を挿入した。採取した錐片は、現場で直ちに最近5年間の錐片長を測定するとともに(現場測定値)、ビニール袋に入れて研究室に持ち帰った。数日後、これを取り出して、水中に1~2分浸した後、実体顕微鏡および現場測定に用いたルーペで、再び測定した(研究室測定値)。さらに、試料木を伐倒、胸高円板を採取し、生長錐挿入部を実体顕微鏡で、正確に測定した(円板測定値)。

以上の調査の結果、広い年輪巾の資料がやや不足すると思われたので、昭和48年10月15日と、同年12月7日の2回にわたって、他の比較的生長の良い林分(1林班は小班)で、補足調査を行なった。ただし、この2回の補足調査では、胸高円板の採取は行なわなかった。

なお、錐片の採取には、スウェーデン製のPresslerの生長錐を用いた。

結果および考察

1) 昭和47年12月の調査結果について

円板測定値を真値として、現場測定値および研究室測定値の誤差を図示すると、Fig. 1, Fig. 2のとおりである。

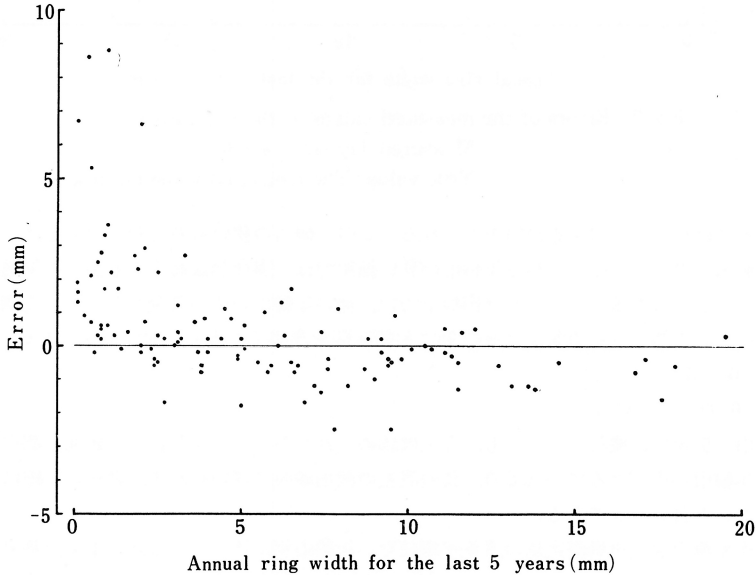


Fig. 1 Errors of the measured values at the field.

Measured day : Dec. 4th in 1972

True value : The measured value on disk

イ) 現場測定値

年輪巾の狭い間は、正の誤差が非常に目立つ。特に5年間の年輪巾2mm未満のものでは、28個中26個が正の誤差を示した。また、その誤差量も最大9mm近くで、非常に大きく、とうてい生長量計算に用いられるべき値ではない。このような結果がでた主な原因は、測定年輪の数え違いであろうと考えられる。すなわち、かかるうっ閉した暗い林内では、錐片長1mm内に数個もの年輪を、正確に数えることはむずかしく、数え落しが生じたものと推察される。

ついで、年輪巾がだんだん広くなるにしたがって、漸次負の誤差がふえ、5年間の年輪巾が5mm以上になると、逆に負の誤差の方が多くなって来る。7mm以上のものでは、そのほぼ%が負の誤差を示した。

誤差の平均値についても、ほぼ同様の傾向が認められる。すなわち、年輪巾の狭い間はかなり大きな正の値を示すが、漸次減少し、5年間の年輪巾が5mm付近で負の値となる。それ以後もゆるやかな減少傾向を示すものの、それはあまりはっきりしたものではない。いま、5年間の年輪巾7mm以上のものを一括し、その誤差(Δ)の平均値および95%信頼区間を求めてみると、次のようになる。

$$\bar{\Delta} = -0.490 \pm 0.248 \text{ mm}$$

$$|\bar{\Delta}| = 0.710 \pm 0.186 \text{ mm}$$

ここで、このような比較的年輪巾の広い錐片に、主として生ずるであろうと思われる誤差の原因について考えてみると、内部年輪が最外部年輪に必ずしも平行していないこと、および圧縮による錐片の変形をあげることができる。このうち、前者の原因で生ずる誤差は、ほぼ正負相半ばして生ずるであろうから、上述のような誤差の負に偏する傾向は、後者の錐片の変形が、主因となるものと推察される。

ロ) 研究室測定値

誤差の出現頻度をみると、5年間の年輪巾0.5mm以下のもので、やや正の誤差が目立つが、全体としては、ほぼ

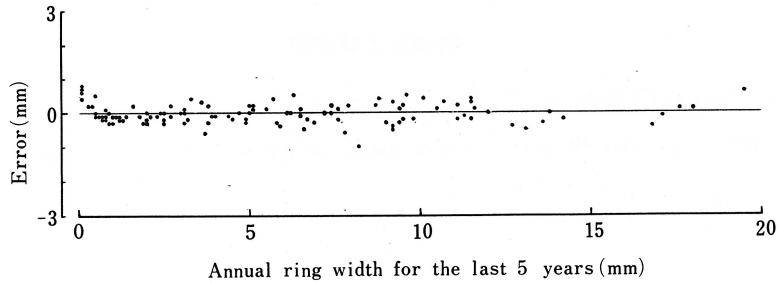


Fig. 2 Errors of the measured values at the laboratory.
 Measured day : Dec. 4th in 1972
 True value : The measured value on disk

正負相半ばか、あるいはやや負に偏する傾向がみられる。この年輪巾の狭いものでの正の誤差は、やはり測定年輪の数え違いが主な原因と考えられる。かかる年輪巾の狭い錐片では、実体顕微鏡下でも個々の年輪を正確に区別することはできず、やむをえぬ誤差と言えよう（円板上では、他の年輪巾の広い部分からたどって測定した）。

ついで、全資料について誤差平均値およびその95%信頼区間を求めてみると、次のようである。

$$\bar{\Delta} = -0.028 \pm 0.054 \text{ mm}$$

$$|\bar{\Delta}| = 0.223 \pm 0.034 \text{ mm}$$

この値は、年輪巾の広狭別に検討してみても、大差は認められなかった。すなわち、研究室測定値には、現場測定値のような、年輪巾が広くなるにつれての、負の誤差の漸増傾向は認められず、錐片の圧縮による影響も、ほとんど現われていないと言えそうである。

ここで、この研究室測定値と現場測定値の誤差平均値を、年輪巾別に比べてみると、まず、符号を考慮に入れた場合 ($\bar{\Delta}$) は、5年間の年輪巾2mm以下のものと、10mm以上のものに有意の差が認められる。すなわち、2mm以下のものでは、信頼度95%において、現場測定値が研究室測定値より過大に、また10mm以上のものでは、逆に過小に測定されるということが出来る。これに対して絶対値 ($|\bar{\Delta}|$) では、ほとんどの年輪巾において有意の差が認められ、研究室測定値がはるかにすぐれていると言える。

以上のように、研究室測定値の誤差は、全体としてやや負に偏してはいるが、その値はごくわずかであった。この負の値が生長錐挿入時の圧縮によるものか、あるいは乾燥によるものかは定かでないが、生長錐挿入方向による誤差、年輪の非平行性による誤差などを考慮に入れるならば、問題にすべき大きさではなからうと思う。

なお、研究室でのルーベ測定値と実体顕微鏡測定値との間には、ほとんど差は認められなかった。簡単なルーベでも、明るい所で落ち着いて測定すれば、かなりの精度は期待できると言える。

2) 昭和48年10月および12月の調査結果について

上述のごとく、現場測定値の誤差には、年輪巾が広くなるにつれて、だんだん負の誤差が大きくなる傾向がうかがわれた。しかしながら、年輪巾の広い部分の資料数がやや少なく、また変動もかなり大きかったため、その傾向はあまりはっきりしたものではなかった。また、年輪巾の狭いものの誤差には、年輪の数え落しという、年輪巾の広いものにあまり現われない誤差が、非常に大きな部分を占めていた。そしてこれが、このような現場測定値の誤差の傾向を、より強くしているように思えた。このような年輪の数え落しという誤差は、本来注意すれば除きうるものであるから、もしこれがなければ、この傾向は一層不明瞭なものになったであろうと思われる。そこで、この点をさらに検討するため、補足調査を行ない、前回の調査でやや不足した、このような年輪の数え落しという誤差の比較的起りにくい、年輪巾の広い錐片の資料を集めることにした。

なお、この補足調査では、陶高円板を採取しなかったため、真値としては研究室測定値を用いた。いま、前回(昭和47年12月)の調査結果のうち、5年間の年輪巾5mm以上のものについて、研究室測定値を真値とした場合の、現場測定値の誤差を求めてみると、Fig. 3のようである。本図の誤差の傾向は、Fig. 1の年輪巾5mm以上の部分のそれと、ほぼ一致しており、それぞれの回帰式を求めてみても、ほとんど等しい値を与えている。

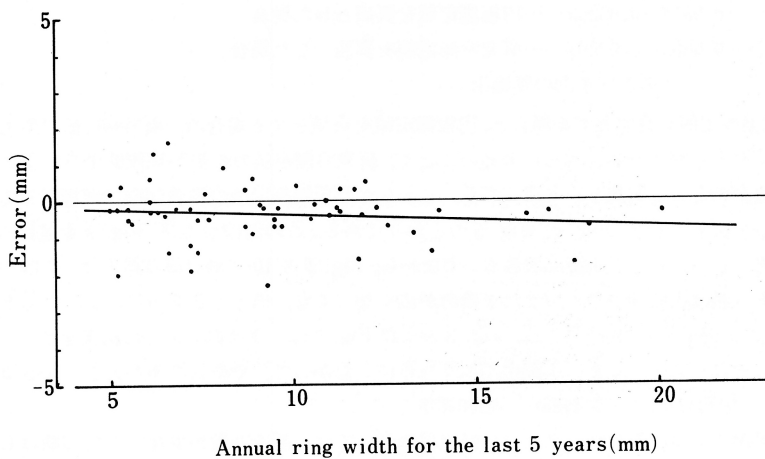


Fig. 3 Errors of the measured values at the field.
 Measured day : Dec. 4th in 1972
 True value : The measured value at the laboratory

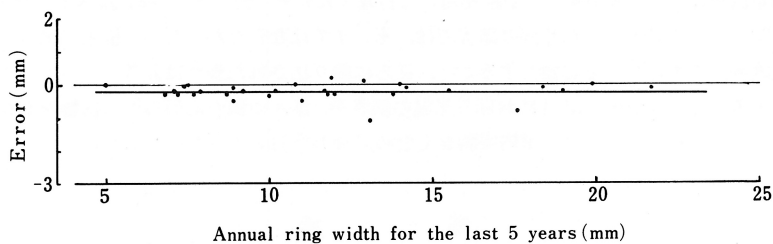


Fig. 4 Errors of the measured values at the field.
 Measured day : Oct. 15th in 1973
 True value : The measured value at the laboratory

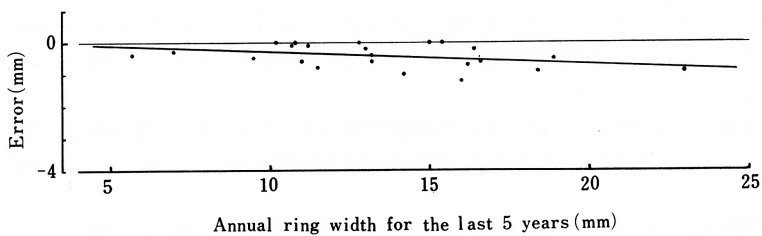


Fig. 5 Errors of the measured values at the field.
 Measured day : Dec. 7th in 1973
 True value : The measured value at the laboratory

$\hat{\Delta} = -0.0814 - 0.0325x \dots$ 円板測定値を真値とした場合

$\hat{\Delta} = -0.0503 - 0.0329x \dots$ 研究室測定値を真値とした場合

(x : 最近5年間の年輪巾)

すなわち、研究室測定値を真値とする場合と、円板測定値を真値とする場合の、現場測定値の誤差の間には、たいした違いはないものと推察される。さらに前述のごとく、研究室測定値の誤差が比較的小さいことも考え合わせると、ここで、研究室測定値を真値として用いても、じゅうぶん現場測定値の誤差傾向は把握できるものと思われる。

2回の調査結果を図示すると、Fig. 4、Fig. 5のとおりである。この両図および Fig. 3を見比べると、Fig. 4が他とやや様相を異にしていることが読み取れる。すなわち、Fig. 4の10月測定値の誤差は、やはり負に偏して現われてはいるが、その値は比較的小さく、また年輪巾が広がっても、ほとんど変わらないようである(年輪巾と誤差との相関係数は $r=0.0597$)。これに対して、Fig. 3およびFig. 5は、ほぼ似かよった結果を示しており、有意の差(信頼度95%)こそ認められないが、年輪巾が広がるにしたがって、やや負の値が大きくなる傾向がうかがわれる($r=0.1561 \dots$ 昭和47年, $r=0.4728 \dots$ 昭和48年)。

このような補足調査における2つのパターンの出現については、調査回数が少ないので即断はしがたいが、Fig. 3およびFig. 5が、同じ12月の調査結果であることから、調査時における気温の違いが、このような結果をもたらした一因ではないかと推察している。いま参考のため、各調査日の平均気温を掲げると、次のようである(米野々事業区管理事務所観測値)。

昭和47年12月4日 1.9°C

昭和48年10月15日 10.5°C

昭和48年12月7日 0.7°C

この2回の補足調査は、同一人が同じ生長錐を用いて行なったため、個人測定誤差、器具誤差などは、ある程度考慮外においてもよいように思う。また今回の調査では、そこまではならなかったが、樹木が寒さで凍ると、非常に堅くなり、生長錐挿入に大きな力を必要とすること、さらに取り出された錐片は非常にもろく、ポロポロにこわれやすいことなどを考え合わせると、12月における気温の低さが、錐片の弾性に何らかの影響をもたらしたのではなかと推測される。この点については、室内実験をも含め、なお検討してみたいと思う。

総 括

生長錐による直径生長量調査に際しては、各種の誤差が介入する。本報においては、これらのうち錐片測定時に現われる誤差について検討した。調査に用いた樹種はスギである。今回の調査で比較的大きく現われたと思われる誤差としては、次のようなものをあげることができる。

1) 年輪の数え違いによる誤差(過失誤差)……そのほとんどは年輪の数え落しであり、正の誤差であった。年輪巾の狭い錐片に多く、かつかなり大きい値が出た。かかる樹木の多い、生長の悪い林分では、大きな問題となろう。本来、このような過失誤差は、研究室測定値のように、じゅうぶん注意して測定すれば、ある程度避けうるものであろうが、暗い林内での作業では、やむをえないものも多い。特に、5年間の年輪巾0.5mm以下という、極端に年輪巾の狭いものでは、明るい室内の実体顕微鏡下でも、個々の年輪を区別することはむずかしく、過失誤差と呼ぶに、ふさわしくない誤差とも言える。

これに対して、年輪の重複計数は、今回の調査では確認できなかったが、数える数が少ないだけに、起りにくいものと考えられる。しかし、偽年輪などの存在は、錐片上ではそれを見分けにくいだけに、注意を要する因子であろうと思う。

2) 測定年輪が樹表面と平行していないための誤差……この誤差は正負相半ばして出現することが期待される。年輪巾の広い錐片に多く、錐片の測定位置によっては、1mm程度の差の出ることも稀ではなかった。したがって、このような錐片では、数方向を測定して、その平均値を求めめるのが、望ましいと言える。

3) 錐片の変形による誤差……主として圧縮による変形であるから、誤差は負に偏して現われた。気温の低い冬の調査に大きく現われ、また年輪巾の広いものほど、やや大きいように思えた。錐片採取後、時間をおき、一度

水に浸したのち測定した研究室測定値には、ほとんどその影響は認められなかった。したがって、特に冬期の調査においては、1), 2)の誤差をおさえるためにも、測定環境の良い研究室(室内)での測定が、好ましいと言える。

4) その他……昭和47年12月の調査結果(Fig. 3)は、昭和48年12月の調査結果(Fig. 5)に比べ、かなり誤差の分散が大きくなっている。それは、昭和47年度の調査において、林内が非常に暗かったこと、2人の測定者が測定したこと、3本の生長錐を併用したことなどが、原因するものと考えられる。このような個人測定誤差、器具誤差(生長錐による誤差の違い)などについては、今回は、特に調査はしなかったが、これらもまた、生長錐による直径生長量測定上、重要な誤差の要因と考えられるので、今後の問題として考究していきたいと思う。

文 献

- 1) 高田和彦：成長錐の挿入方向について。日林講 64：87～89, 1955
- 2) SCHÖPFER, W.: Die Bohrspanentnahme von Waldbäumen. Allg. Forstzeitschrift Nr. 19: 297～300 und Nr. 22: 345～347, 1961
- 3) SCHÖPFER, W.: Die Auswirkungen von Zuwachsbohrungen in Fichtenbeständen. Allg. Forst und Jagdz. 133: 43～50, 1962

(1974年3月29日受理)