

測樹学における方法論

山科 健二 (森林経理学研究室)

Kenji YAMASHINA

The Method of Forest mensuration

測樹学が学としての体系をととのえたのは、ドイツであったことは周知の事実であるが、その名称は各時代、各学者により次のような種々なものがみられる。

Holztaxation, forstliche Stereometrie, forstliche Körperlehre, Holzmesskunst, Holzmesslehre, Baumschätzung, Holzmesskunde, Holzmasseenermittlung, Messung der Waldbestände.

また英米では forest measurement, forest inventory, forest mensuration 等といわれ、フランスでは dendrométrie, または stéréométrie forestière といわれている。

わが国では測樹学, 林木材積測定学, 森林計測学, 森林測定学という呼び名がある。

一般に測樹学に最も深い関係のあるものは森林生産計画, 林木成長論, 森林施業論, 森林経営学等であり, 森林資源調査等に拡大された場合には国家の林業政策と密接な関係を有し, また一方育林技術の成果判定の基礎ともなるのである。これは農学等ではみられない特殊なもので, 林学においては重要な基礎学であり, 一面応用学でもある。

堀田氏は「測樹学は一個樹もしくは全体の形状, 体積の測定及び生長に関する理論を研究し併せてこれ等の測定に必要な年令の査定法, 器械の構造並びに使用法等を論ずる学科なり」といわれ, 吉田氏は「測樹学とは単木または林木の全部または一部につき, その材積, 年令及び生長量を査定するの理論及び実行方法を講究せんとする学である」といわれ, 嶺氏は「測樹学は樹木あるいはその集団である林分の材積, 年令及び成長量を査定する技術を研究する学問である」といわれている。

中山氏は「林木材積測定学とは, 単木または林分, さらにまた広地域の森林の材積を測定し, あるいはまたその成長量を測定する方法を研究する学問である」といっておられる。

西沢氏は「森林調査にあたって, われわれが望む林分の材積および成長量を費用と効率の両面を考慮にいれてどのような手段によって推定し, 全体を調べないための

標本抽出誤差をどのようにして評価するかということとは測樹学において非常に大切な問題であろう。このようなことは今までの測樹学では基本的な理論および測定技術を提示するだけで手一杯であった。近来, 近代統計学および航空写真の発達とともに測樹学においても母集団と標本との関係をみきわめながら, 調査を行なっていく技術が要望されている」といわれている。測樹学という言葉からは個樹の測定に重点があるようにとられ易いが, この名称等についてはここではふれないでおく。

測樹学は将来如何なる方向に進むべきであるか筆者が考えている一試案を, 過去および現在のものを批判しながら提案してみたい。

測樹学における樹木計測法の発展

個樹木の全体, すなわち幹, 樹皮, 枝, 葉, 根等の測定に関する研究であるが, これらについては今まであまりやられていない。それは必要がなかったといえそれまでであるが, 今後その必要性は出てくるように思われる。これらの測定方法の確立も大切であると思われる。特に太い枝分れの多い広葉樹の測定に関しては研究の分野が多く残されている。造林において, 植栽本数, 間伐の問題を追究する場合, 集団生理的な研究が重要な課題となる。その場合, 樹木の幹, 枝, 葉, 根等の容重量を測定することが必要となる。これは植物的な森林生産構造の解明に役に立ち, 育林作業の基礎ともなる。これらの測定方法としては種々の方法が考えられるが, 集団樹木についてこれ等の要素の測定研究もやらねばならないと思う。勿論いままでの概念からすれば, この問題は測樹学の分野からはみではいるが, 今後この方面の測定は大いに必要であり, 測樹学が幹材積測定のみ小さくかたまっている必要はないと思う。したがって視野の広い立場から, この面のより精密な研究が行なわれなければならないと思う。

測樹学における林分材積調査法

この方面の研究に関しては従来から測樹学において多

く論ぜられ、多くの業績が発表されてきたのである。

これ等の方法には種々あるが、10数年前までは測樹学の中でも重視されていた Probestamm-verfahren、具体的には、Draudt法、Urich I, II, III法、Hartig法、Tischendorf法、Neubauer法、Speidel法、戸沢法、Kopetzki-Gehrhardt法、Hohenadl法等はすでに過去のものとなり、実際には使われなくなってきている。そして以前から行なわれていたのであるが、胸高直径と樹高の毎木調査を実施し、その林分に適合度の高い2変数材積式を使用する方法が現在も生きており、いまのところ樹高が比較的正確に測定された場合には、理論的には林分材積調査のうちですぐれた方法と考えられる。しかしこの方法には、調査経費、測り落しの誤差、樹高測定の不正確さ等の問題が生じてくる。調査経費に関しては、測定の目的と測定対象木の価値によってきまる問題であり、ここでは一応ふれなくてよい。測り落しの問題であるが、林地が平らで、林木が一斉である場合は比較的測り落しが少ない。傾斜地で、測定本数が多く、下草木がしげって歩行が困難な場合にはおこり易い。しかしこれは、調査ずみの木にしるしをつける方法について工夫すれば、測り落しは大分少なくなる。一例として白い塗料を山がわからやや巾広くふきつける方法も考えられる。また測定者の注意力の訓練も必要である。

樹高測定の不正確さについてであるが、これは測樹における重大問題であり、いまだに困難な問題を多く包んでいる。それはウッペイした本数の多い林中、梢が見えにくく、各林木の高低差がある場合等には困難となる。このような場合には如何なる精巧な測高器を使用するとしても、梢端が見えないのであるから正確な測定ができない。ここに樹高測定の宿命的な困難さすら感じられるのである。しかしそれかといってこれから逃げ出すわけにはいかない。なんとかこれをうちやぶる創意が期待される。しかし比較的疎林であり、Kroneのすきまから梢が見える場合、あるいは樹高が斉一で、林縁木から推定できる場合等には、測高器も役に立ち相当正確に樹高が推定できる。この場合といえども訓練をつんだ測定者が行なうことが必要である。すなわち樹高測定については、あらかじめ充分な訓練をして、勘を大いに養っておかねばならない。眼のよい素質のある者が樹高測定の訓練を大いにやれば、ついには目測でもって、測高器の下手な使い手より、より正確に樹高を判定するところまで到達できるのである。測高器の改良と同時に、こういう人間の到達できる可能性の面をも忘れてはならない。(卑近な例だが、サーカスをやる人の勘のようなもの) また毎木樹高測定の実施をやらなくて、胸高直径を函

数としたもの、すなわち1変数材積式を樹高曲線により層化する方法もよく用いられる。1変数材積式の主なものには、Speidel式、Kopezky式、戸沢式、local volume式、高田式等がある。

一方1変数材積式を材積により層化する方法として、Algan表があり、その他のものとしては、標準樹高曲線法、標準曲線による林木幹材積表等がある。とくに高田氏の1変数材積式に関する、すぐれた一連の研究があるが、今後の発展を期待したい。

一方近代統計学の発達にはみるべきものがある。これを森林に利用して、木梨氏がSchmacher氏の業績を参考にしながら、わが国の測樹に森林標本調査法を導入した。これはある意味では革新的な前進であった。この理論的な客観的な価値は高く評価されねばならないが、plot samplingの手法を、わが国のような山岳林中、樹種が多く、極端に変異性にとんでいるところに適用するには、その適用方法に再検討すべき多くの問題がある。それは理論に対する過信や無理解が実際に適用する場合誤りをおかす可能性をもっているからである。

また一方Hempel氏の“Deckungszahlverfahren”の考えから示唆をうけて、Bitterlich氏は“Winkelzählprobe”(plotless sampling)という新しい考えを導き出した。これは、角見透し法、ともいわれるもので単位面積当りの胸高断面積測定法としては画期的なものであった。その後増山氏はBitterlich氏の方法を積分幾何学により証明した。これは幾何学的確率論が森林調査に応用できる分野のあることを例示したものと見える。その後平田氏、甲斐原氏、Strand氏等により、毎木樹高測定によらない林分平均樹高推定法が発表された。plot samplingとplotless samplingとは本質的に異った概念から出発したものであるが、これらが現実生きてきた林分材積調査法となるためには、測定器械の改良等が行なわれねばならない。

広地域の森林調査

これは人により、森林資源調査、国家森林資源調査、大規模な森林調査等と呼ばれる場合があるが、これらの言葉から大体の概念はつかんでいただけるものと思う。

Harrison氏は「国家森林資源調査とは、森林面積とその所有形態にかんする記載、立木蓄積、成長量、さらに年伐量(木材の自然消失量すなわち枯損量をふくむ)の推定である」(中山氏による)と定義している。

わが国の森林資源統計が不正確であることは周知の事実であるが、この面の適確な推定が行なわれねばならない。大地域の森林を一括して調査し、1つの地方、また国の森林統計をつくることは目下急務の課題である。

この方法には census と sampling survey とがあり、現在 sampling survey を行なっている国が多い。世界ではじめて行なったのはスエーデン、フィンランドおよびノールウェーであり、アメリカ、カナダ、イギリスでも行なわれてきた。

わが国でも1953～1954年にかけて area sampling が、林野庁計画課、統計数理研究所および林業試験場が共同で企画し実行したが、調査結果の詳細は何故か公表されていない。これとは別に林野庁が主体となり1960～1961年にかけて、全国の総蓄積を95%の信頼度で、推定誤差を3%以内で推定するため10,000個の plot 抽出調査が行なわれつつある。

国有林自体の中でさえ過伐だとか、過伐でないとかの概念的な議論がよく行なわれるが、これは森林資源統計がしっかりしていないからおこることであって、どれだけの森林蓄積があり、どれだけの成長量があり、現在どれだけの必要であり、またどれだけのものを何時までに間に合わせねばならぬか等のことを考察するうえにも必要な基礎資料である。

国家森林資源調査にあたっては、空中写真、地上写真 sampling plot、既応の森林調査の基礎資料等の成果を如何に組合わせて実行するかが問題となってくると思う。この場合にも空中写真判読技術の熟練が是非必要である。空中写真は森林測量分野では威力を充分發揮している。森林調査の材積測定部門では解決すべき種々の問題が残されているが、その通覧性と迅速性においては空中写真の右に出るものはないであろう。

成長量の測定および予測

林分成長量の測定や予測に関する研究は、アメリカの Meyer 氏、Spurr 氏、ドイツでは Loetsch 氏、わが国では、大友氏、西沢氏、木梨氏等のすぐれた一連の研究があるが、この問題は森林経営における收穫規整は勿論のこと、造林学上の指針としても特に重要な課題である。

特定樹種の択伐林と皆伐林の成長量の比較試験等は重要な問題であるが、試験地設定にあたって十分な注意をしないと、主観的に走り、客観的な正確な判断ができない場合が生ずる。これ等の試験には、条件の同じ段階から両作業を行ない、年数をかけて比較していくより手はない。固定試験地を設置し、既応の観念にとらわれずこれ等の問題を根本的に追究する必要が感じられる。

以上、測樹学の発展方向を4方向に分けて、考察してみたのであるが、今後とも広い視野に立って、研究者の

創意と実践により、斯学を大いに発展せしめねばならないと考えるものである。

参 考 文 献

- (1) 堀田正逸：測樹学 1—3, 1928
- (2) 木梨謙吉：推計学を基とした測樹学, 1—3, 103—153, 1954
- (3) 甲斐原一郎：林業技術 4—6, 1958
- (4) 片岡秀夫：近代的森林調査法の実務 215—252, 1959
- (5) 嶺 一三：測樹 7, 104—106, 1952
- (6) 松下嘉米男・林知己夫：森林調査の実際 1—4, 1955
- (7) 西沢正久：森林測定法 2, 1959
- (8) 同 上：林業試験場研究報告 129, 1—18, 1961
- (9) 中山博一：林木材積測定学 1—3, 215—272, 1957
- (10) 中山 巖：森林航測概要 173—194, 1961
- (11) 岡崎文彬：森林経営計画 153—174, 1955
- (12) 同 上：林学概論 192—208, 1957
- (13) 林野庁編：航空写真による森林調査 84—148, 1955
- (14) 鈴木外代一：測樹学 1—7, 1943
- (15) 鈴木太七・平田種男訳編：測樹学新論抄 11—19, 1958
- (16) 高田和彦：森林計画研究会会報 62 4—8, 1959
- (17) 鳥飼愛美武：森林計画研究会会報 91 3—8, 1961
- (18) 吉田正男：測樹学要論 1—10, 1930
- (19) Bruce, C., and F. X. Schumacher : Forest Mensuration 3—4, 103—125, 1950
- (20) Chapman, M. F., and W. H. Meyer : Forest Mensuration 1—7, 1949
- (21) Prodan, M. : Messung der Waldbestände 1—4, 1951
- (22) Spurr, S. H. : Forest Inventory 3—31, 424—434, 1952
- (23) ——— : Aerial Photographs in Forestry 3—6, 1948
- (24) Vanselow, K. : Einführung in die forstliche Zuwachs- und Ertragslehre 1—3, 33—56, 1941
- (25) Wiedemann, E. : Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. 8—59, 1951

Résumé

The science of forest mensuration deals with measurement in the tree, the measurement of stands, forest survey in a large area and the determination or prediction methods of the stand increments.

(a) Measurement in the tree:

In the measurement of the standing trees, the volume have need to be measuerd more accurately. On the other hand, it is necessary to regulate the method of the measurement of leaves, branches, stems and roots.

(b) The measurement of stands:

The "Winkelzahlprobe" method of Bitterlich is a new idea in the measurement of stands.

The better methods of plot sampling and plotless sampling of estimating stand volume are essentially.

(c) Forest survey in a large area:

Aerial photographs completely cannot replace ground methods in forest mensuration, but they can yield much information more quickly than the ground methods in a large area.

(d) The determination or prediction methods of the stand increments:

W. H. Meyer, H. S. Spurr, F. Loetsch, E. Ōtomo, M. Nishizawa and K. Kinashi have studied the new methods of growth prediction commonly used today.

The estimation of growth is an essential problem in forest management.