

空中写真濃度計測による森林蓄積の推定に関する研究

長, 正道

<https://doi.org/10.15017/14806>

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 48, pp.113-292, 1974-03. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

結 言

森林経営計画にきわめて重要な基礎資料である森林資源の把握，なかんずく林木の蓄積ならびに生長量の正確な測定は森林計測学の重要な役割の一つである。

従来，その測定方法は全数調査あるいは標準地法等から標本抽出調査法 (Sampling) に移行し，きわめて能率的かつ高精度の調査・推定方法が究明され，あわせて多くのサンプリング手法がその調査手段として林学林業の分野に導入され実用化されてきた。^{3) 5) 8) 12) 38) 39) 40) 66) 82) 92) 97) 99) 106)}

しかし複雑な森林地形，多種多様な樹種，林齢，疎密度，蓄積度等の林分構成要因を有するわが国の森林に対し，とくに近年とみにその傾向を強めつつある山村劣勢事情の窮迫化とあいまって，経済成長の高度化，それに伴う森林資源，とくに用材，工業用材の需要の増加等の諸条件から，森林資源の測定も一層の緊急度が要求されるにいたっている。

一方，近年，空中写真の光学的および技術的な著しい進歩により，森林調査をはじめとする各分野，なかんずく森林計測学部門における蓄積ならびに林分生長量推定への利用開発のための実験研究が各方面においてすすめられつつあり，森林資源の推定に対する新しい手法としてその成果が大きく期待されている。^{4) 9) 23) 29) 35) 46) 47) 59) 60) 61) 70) 73) 91) 96) 97) 103) 107) 113) 117) 120)} しかしその実用化に対しては種々の制約，たとえば空中写真の撮影時期，撮影高度，撮影面積，撮影方法等の撮影条件，カメラ，レンズの解像力，使用感光材料の種類および性能と現像焼付引伸処理等の写真器材条件，ならびに写真の判読測定装置，判読者の技術的および人的問題等の判読条件，等々の面から現段階では蓄積推定のための空中写真の利用は必ずしも十分な成果をあげるにはいたっていない。

このような経緯にかんがみ，1952年以降各種森林の蓄積調査に携ってきた著者は，とくに1956～1960年の5年間，6回にわたる九州大学宮崎演習林，面積2919haの天然生広葉樹林サンプリング調査^{1) 10) 41) a, b, c, 102)}の経験から，広面積を対象とするこのような奥地山岳林の森林調査はとくに空中写真の適切かつ有効な利用がもっとも必要であることを痛感し，1960年以降主として九州の国有林，公・私有林および九州大学粕屋，早良，宮崎各演習林等の森林において空中写真による蓄積推定に関する各種の調査実験研究を試みてきた。そしてスギ，ヒノキ，マツ，およびモミ，ツガ，天然生広葉樹等，九州における主要樹種について各種の空中写真材積式を作製し，あわせて空中写真による蓄積推定とその精度に対する分析検討を行ない，空中写真による森林調査法，なかんずく蓄積推定の方式を究明するにいたった。

さらに，その測定を客観的すなわち科学的・機械的に行なうことにより判読者の経験(熟練)度や個人誤差等の誤差要因を消去し，かつ推定精度を高め蓄積推定の高能率化を図ることを目的として，既往の空中写真判読測定装置による空中写真判読測定方法とあわせ，新しく写真濃度計測装置 (Photo densitometer) を計測システムとして林学部門に導入し，1966年以降は主として空中写真の濃度計測による蓄積推定の研究を行なった。そしてその基礎的実験研究および理論的考証の結果から空中写真濃度計測による森林蓄積推定の可能性とその実用化に対する見とおしをえ，これにもとづきスギ，ヒノキ，マツ等の針葉樹および天然生広葉樹林に対する各種の調査実験研究を行ない，それらの回帰および精度の分

析検討により、空中写真濃度計測による森林蓄積推定の可能性を究明するにいたった。また写真濃度計測装置、A-Dコンバーター、ユニバーサルカウンター等の計測装置に新しくデジタルタイマーおよびデジタルレコーダーを組合せることにより写真濃度の自動計測化をみるにいたった。また既設の透過式濃度計測装置に対し反射式濃度計測装置の増設を行ない、従来、ポジフィルムに限定されていた濃度計測から直接印面紙写真使用の可能性を図り、その実用化に対し新しい方法を開発した。

すなわち、以上の実験研究ならびに写真濃度計測装置の能率改善のための工夫の成果から、今後の森林調査、なかんずく蓄積推定のシステムを現在一般的に実施されているサンプリング調査とあわせ空中写真判読測定ならびに空中写真濃度計測方式との組合せによるいわゆる二重標本抽出調査法 (Double sampling) または三重標本抽出調査法 (Triple sampling) 等により一層高精度、高能率的に行なうことが期待されるものである。

以上の研究経過ならびにそれらの各成果にもとづき、本論文は空中写真濃度計測による森林蓄積の推定に関する研究を基軸とし、その構成を第1章で写真濃度計測のシステムとその計測要因 およびそれらの理論の設定を既往の空中写真判読測定、すなわち Interpretation との対比のもとに行ない、第2章で濃度計測の基礎的実験を自動計測化システムとあわせ各計測装置について試みた。そして第3章では各種濃度計測要因に対する分析検討を基礎的に行ない、計測装置ならびに濃度計測の森林蓄積推定への利用化とその可能性をえたのち、第4章で実際に森林空中写真濃度計測による各種の蓄積推定方式を主として回帰に対する分析検討のうえにたって行ない、第2章および第3章における基礎的実験研究の成果を実際の林分について実証した。これにより濃度計測による蓄積推定の可能性とその方式を究明したのち、第5章で大面積森林を対象に二重標本抽出法による蓄積推定をその林相区分とあわせて行なった。そして最後に第6章で研究成果の要約とともに森林空中写真濃度計測における問題点と今後の課題および濃度計測にもとづく森林蓄積の自動計測化への展望について若干の論及を試み、全体を総括した。

このような新しいそして長期間におよぶ研究の遂行に対し、九州大学、木梨謙吉教授には終始ご懇切なご指導ご助言と調査に対するご便宜およびご鞭撻をたまわり、井上由扶教授には調査実験研究上に多大の便宜を与えられかつご指導と貴重なご助言およびご鞭撻をいただいた。また空中写真に関する理論的問題に対して末勝海教授に、空中写真による森林調査法について青木尊重助教授、関屋雄偉助教授、農林省林業試験場、西澤正久経営第二科長、同中島巖航測研究室長、同樋渡幸雄技官、同大貫仁人技官、新潟大学、高田和彦助教授、なかんずく各種サンプリング手法に関して西澤科長に、写真濃度計測上の問題に関して中島室長に種々のご指導とご助言をいただいた。また著者の空中写真判読測定について研究着手当初よりそのご指導をいただき各調査にご協力いただいた熊本営林局計画課、宮崎博之技官、写真濃度計測問題および装置等に関し各種のご助言をいただいた株式会社応用電気研究所技術部スタッフ、自動計測化システムに関しタケダ理研工業株式会社福岡営業所関係者各位、各種現地調査、空中写真判読測定、写真濃度計測実験等に武田憲昭、菱川和郎、光安一夫、井原直幸、高田義美、石井正、常岡雅美、古賀泰博、斉田佳昭、永松謙二、佐藤義明、Guenji YAMAZOE、尹鍾和、Muk-Kong CHIENG、新本光孝、松尾和幸、安里練雄、高木勝久、宗像勇の各氏に、また資料取り纏め、内業計算、作表整理、製

図等に白水善子, 井上綾子, 常岡雅美, 松尾和幸, 安川和子の各氏にそれぞれご協力をいただいた。とくに後半の写真濃度波形グラフの読みとり・計測および各種計算に松尾和幸, 安川和子両氏, 電算機プログラムの作製に常岡雅美氏のご協力をいただいた。その他直接間接にご指導, ご協力をいただいた先学者各位, 九州大学森林経理学教室, 同演習林研究部, 同調査部の関係者各位とともにここに記し深甚の謝意を表する次第である。

また, 本実験研究のための各種現地調査に際し, 熊本営林局計画課, 同えびの, 矢部, 都城, 小林, 玖珠, 八代, 大分各営林署, 前橋営林局山口営林署 (福島県), 農林省宮崎種畜牧場, 佐賀県背振村, 九州林産株式会社湯布院事務所, 大分県日田市事務所林務課, 熊本県および宮崎県各林務部, 九州大学粕屋, 宮崎, 早良各演習林等, なかんずく本研究調査のためその後半の殆どを調査対象地として利用したえびの営林署歴代署長, 同白鳥製品事業所歴代主任, 同中摩エイ氏らに種々の便宜とご援助をいただいた。あわせて関係者位に對し心からの謝意を表する次第である。

なお本研究はその一部を熊本営林局委託調査費 (昭和 33~36年度, 空中写真による材積推定の研究), 文部省科学研究助成金各個研究 (同36~38年度, 空中写真による材積推定に関する研究), 同試験研究 (同41~42年度, 空中写真濃度測定による蓄積推定の研究), 同一般研究 C (同45~46年度, 森林蓄積計測の自動化に関する研究) (以上いずれも代表者, 九州大学, 木梨謙吉教授), 同総合研究 (同 43~45 年度, 未開発林の調査と評価法に関する総合的研究, 代表者, 宇都宮大学, 近藤正巳教授), および同奨励研究 A (同46年度, 空中写真における等濃度レベルおよび波形面積と樹種, 年齢別材積に関する研究) 等の各研究費によったものである。

また回帰の分析検討のための計算ならびに空中写真濃度の自動計測化システムに関連した諸計算は, その一部を九州大学演習林研究部の小型電子計算機 OLIVETTI PROGRAMMA-101, および九州大学大型計算機センターの FACOM 230-60 FORTRAN を利用した。

第 1 章 空中写真の濃度と森林蓄積および Interpretation との関係

§ 1—1 Interpretation による森林蓄積の推定とその問題点

1. Interpretation による森林蓄積推定の概要

1) 空中写真材積式の種類とその調製

森林または林分に対し全数 (毎木) 調査, 標準地調査, あるいはサンプリング等により蓄積推定を行なう場合, 胸高直径, 樹高等の各測定要因に対する測定精度, プロット抽出個数, プロットサイズ等の調査方法とともに立木幹材材積式はきわめて重要な役割を有すると同様に, Interpretation すなわち空中写真の像の判読測定によって森林または林分の蓄積推定を行なう場合にも空中写真材積式が重要な役割を有する。そして立木幹材材積式の種類, 調製方法等が数多くあると同じように空中写真材積式についても多くの種類とその調製方法を有する。^{23) 35) 44) 67) 70) 73) 97) 103) 107) 108) 113) 117)}

すなわちその種類, したがってそれに伴う各種の調製方法は, 空中写真による蓄積推定の方法, 目的, あるいは写真の種類, 調査の工期等にもとづく推定精度に大きく関連する。たとえばきわめてマクロな蓄積推定を行なう場合には林分としての材積式, それも独立変