

アカマツ同令単純林における材積, 重量, 熱量の成長に関する研究

関屋, 雄偉

<https://doi.org/10.15017/15002>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 38, pp. 39-159, 1964-11-28. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



いたったのである。しかしこの種の研究は、測樹学的研究と木材の理学的ないし化学的研究との境界領域にまたがるため、従来の研究文献がきわめて少なく、本研究においても前記の着想の一部を実証的に究明することができたに過ぎない。

稿を草するに当り終始御指導を賜った井上由扶教授、木梨謙吉助教授をはじめ、重量測定、熱量測定に御助言をいただいた木材理学教室、森林化学教室の方々、併せて調査に御援助をいただいた熊本営林局、日田営林署、水俣営林署、熊本県農地林務部、芦北地方各町村森林組合の関係各位に心から感謝の意を表するものである。また調査測定に御助力をいただいた長正道、永松謙一、百野勇、緒方一範、伊藤正己、松田道雄、長谷川潔美、井部栄昭の諸氏に深甚の謝意を表したい。

第1章 序 説

I 研究の目的

林業経営の窮極的目標は林木生産を通じて経済性を獲得するにあり、これを達成するための手段的目標として目的生産物の選択が行なわれる。すなわち、経営者は林業経営の形態、規模、環境などに応じて生産目標を選び、これに適合する樹種、作業法、伐期令、施業技術などを予定して森林の持続的な組織化をはかるのである。このような森林經理の方式から定型化された森林組織化の単位、いわゆる森林の施業単位が作業級または施業団であるが、現実的にこの施業単位に課せられた標準化の重要な要素は作業法の均一性であって、樹種、伐期令などの均一性にはある程度の違いが許容せられている。

しかるにわが国における近年の森林作業法は、国土保全的ないし保健、観光的使命の森林を除き、経済林業に属する森林の大部分では皆伐作業法が用いられているのが現状である。ことに最近では、木材需要の量的質的な変革^{注1)}ともなう木材増産対策としての林種転換が推進され、皆伐法による針葉樹の一斉的人工林化が急速に進展し、択伐法^{注2)}ないし漸伐法による天然更新または混交林造成はほとんど影をひそめるにいたった。その適否は別として、このようなわが国の現実からみると、森林組織化の単位を伐採種によって分別する従来の作業法分類はこれを重視する意味が少なくなり、むしろ目的生産物による施業単位の区分が重要と考えられる。

これをわが国の用材林業についてみると、古くは四谷丸太、吉野の樽丸、飢肥の弁甲材などのように、その地域社会における需要と自然的条件の必然性から、目的生産物に指向する生産技術が発達し、また薪炭林についても黒炭の佐倉炭、白炭の備長炭、茶の湯用の枝炭、鉄工用の松炭などのように、その地域の自然条件と社会的需要を反映して盛衰をたどってきたものである。このような個々の生産物用途を目標とする林業経営は、その後西欧技術の輸入にともなう木材用途の多様化と交通の発達による流通経済圏の広域化などによって次第に変化を余儀なくせられたが、木材そのものを利用する用材と、熱量を利用する薪炭材の区分は、現在にいたるまで普遍的に林木生産の目標として持続され、森林組織化にあたって用材林と薪炭林に大別されている。

しかし前述のごとく、今日の木材需要および将来の需要動向^{注3)}からみると、需要構造の変革にともない、森林からの目的生産物は構造材、原料材および燃料材に分けられる。した

がってそれぞれの生産目的にそう森林組織化のための森林施業単位としては、構造材生産林、原料材生産林、燃料材生産林の3つが考えられる。この場合、構造材生産林は木材の形態的利用を目的とするのに対し、原料材生産林は木材組成物質の利用が目的であり、燃料材生産林は木材のもつ熱量の利用を目的とするものであって、それぞれ林木に対する利用目的を異にするものといえよう。

第1の構造材生産林にあっては木材の形態的利用をはかるものであるから、木材の容積すなわち材積に生産の重点がおかれるものである。ゆえにこれを満足するような樹種ないし品種、伐期令、施業方法の選択が行なわれるべきであって、従来の用材林作業法がこれに該当するものと思われる。

第2の原料材生産林にあっては、木材組成物質の利用をはかるものであるから、木材の実質すなわち容積当り重量に生産の重点がおかれるべきものである。したがって容積のはかに容積当り重量の最大を加味する点において構造材生産林と異なってくるものである。ゆえに原料材生産林にあっては、この目的を満足するような樹種、伐期令、施業方法の選択が行なわれるべきであって、高林または低林を対象とする場合がありえよう。

第3の燃料材生産林にあっては木材のもつ熱量の利用を目的とするものであって、従来の薪炭林作業法がこれに該当するものと思われる。

以上の生産目的による林分の大別を前提とし、それぞれに対する目的生産物の量的単位すなわち林木の容積、重量、熱量の相互関連を明らかにする目的をもって本研究に着手したのである。すなわち本研究は林木の重量成長ならびに熱量成長の経過を測樹学的に分析・究明し、これを材積成長の経過と対比して、それぞれの特性と相互間の関係を明らかにすることにより、構造材生産林、原料材生産林、燃料材生産林としての合理的施業法の基礎とすることを目的とするものである。

研究対象としてはアカマツ林の同令林分を選んだ。その根拠はつぎのとおりである。

(1) 同令単純林を研究対象としたのは、わが国林業に対する現実的な適用性への考慮ならびに研究方法の純化をはかるためである。すなわち近年わが国の林業生産には、大勢として木材需要の量的質的変革にともなう木材増産対策としての林種転換、人工林化の推進が認められ、作業法の単純化が著しい。その必然的結果としてほとんど皆伐作業法が用いられ、同令単純林の造成が行なわれている。このようなわが国の林業の実態に即応するために同令単純林を研究対象とした。

(2) 同令単純林を形成し、しかも構造材、原料材、燃料材としての用途をもち材積、重量、熱量の各成長量を相互関連して研究する代表的な樹種という条件を満足する研究対象としては、アカマツ林が最適と認められる。すなわちアカマツはわが国の温帯北部より暖帯南部にわたって最も広く分布する主要樹種であり⁶³⁾、樹性上いたるところに同令単純林を出現し、その蓄積は全森林資源の10%以上を占め、わが国の代表的針葉樹の1つである¹⁴⁾。その用途はきわめて広く、土木建築、坑木その他各種の構造用材としてはもとより、紙パルプ工業の発展にともない原料用材として重視されている。一方アカマツはまた古くより薪炭材として用いられ、さらに特殊用炭としても使用されるものである⁶⁴⁾。

以上のように、わが国における主要樹種の1つであり、その分布範囲が広く、しかも森林資源としても重要な位置を占めるアカマツは、陽樹であるという樹性により同令単純林

の造成が容易であるばかりでなく、その利用が構造用材、原料用材、薪炭材の各分野にわたっているので、同一樹種で生産目的を異にする森林施業單位に属する森林の成長関係の究明を目的とする本研究においては最適と認められる。ゆえにアカマツ同令単純林を選び、アカマツ林における材積、重量、熱量の相互関係を明らかにして、各成長および各成長相互の関係の法則性を見出し、林業経営における合理的施業法の基礎とするために本研究はなされたものである。

II. 研究の方法

林木の重量については木材の性質の指標の1つとして古くから関心がもたれ、STEPHEN H. SPURR and WEN-YEU HSIUNG⁴⁷⁾ は「木材の狭年輪は高密度と良質の指標であるとする今日の考え方が紀元前3世紀頃 THEOPHRSTUS によって主張された」とのべている。しかし今日の科学的測定は18世紀頃 MUSSCHENBROCH (1762), DUHAMEL DU MONCESU (1780) などによって始められ、それ以後数多くの詳細な研究報告がなされるにいたった。すなわち CHEVANDIER and WERTHEIM (1848) はフランスにおいて樹種別に比重と強度に関する広範な試験を行ない、さらにドイツ、オーストリアに移って NÖRDLINGER (1860) ROBERT HARTIG による一連の研究報告 (1869~1901), BERTO, OMEIS (1895), SCHWAPPACH (1897~98) 等による詳細な研究は、比重と年令、樹冠級、地位、成長率との関係を考察している。カナダでは STERNS (1918) に始まり、HALE その他の研究は林木の成長性と木材密度とを関連づけている。さらに TURNBULL (1937) は南アフリカにおいてマツの比重と強度に関する研究を発表している。アメリカでは JOHNSON (1896) によって研究が始められ、B. H. PAUL その他が U. S. Forest Product Laboratory で重要かつ詳細な研究を行なっている。これらの研究は TRENDLENBURG (1952), KOLLMAN (1951) 等によって集大成されつつある。

最近の比重ないし重量に関する外国の文献では、STEPHEN H. SPURR and WEN-YEU HSIUNG (1954) の針葉樹における成長率と比重の関係の報告⁴⁷⁾, BENSON H. PAUL (1957) による *Red pine* 植栽林における間伐の成長と比重への影響の報告⁴⁾, CLIFFORD A. MUERS (1960) によるパルプ原木としての *Ponderosa Pine* の立木全乾重量の推定に関する報告⁵⁾ R. W. WELLWOOD (1960) による *Western Hemlock* 二次林の林木の比重と繊維長の変異⁵⁹⁾, A. R. GILMORE 等による南イリノイ州における *Shortleaf Pine* と *Loblolly Pine* の比重に関する報告^{1, 2)}, ARNO P. SCHNIEWINS (1961) の *California Red Fir* の比重と曲げ強度に及ぼす地位その他要素の影響に関する報告³⁾ などがある。

わが国における重量に関する主要な研究は、北村義重 (1935) の北海道産主要樹種の年輪幅と比重、抗圧強の関係についての報告²⁶⁾, 大沢正之等 (1943) のアカエゾマツの樹幹内における木材比重の偏異についての報告³²⁾, 渡辺治人 (1947) のキリシマアカマツの樹幹における容積重の分布についての報告⁶⁰⁾, 矢沢亀吉等 (1951) のアカマツ樹幹、枝条における含水率、比重、収縮率等に関する報告が^{61, 62)}あげられる。また平井信二は林木の重量成長に関する研究と題してカラマツ、オウシウトウヒ、スギ、ストロブマツについて一連の報告^{7, 8, 9, 10, 11, 12)} (1947~1958) を行ない、蕪木自輔、加納孟によるエゾマツ、トドマツを用いての木材々質の森林生物学的研究 (1950~1956) の詳細な報告^{20, 21, 22, 23)}がなされている。

以上の研究報告は木材理学的立場からの研究が大部分であって、単木樹幹内における比重の変化、分布および比重と年輪密度、年輪幅、秋材率、成長率、繊維長および強度その他の要素との関係に関するものが多い。しかし最近では単木の樹幹析解にもとづく成長経過により重量成長の理論式の展開が飯塚寛(1959)によって試みられている^{17,18,19)}。

SACHS, J., SCHWAPPACH, A. および DUNLAP, F. 等によって木材の真比重は平均1.56の数値が得られているが、木材の比重(容積重)は種々の因子の影響をうけてその値に差異を生じる。これらの因子として TRENDLENBURG は遺伝的素質、環境、生理機構をあげ、各因子の総合された働きの結果、林木は個体内、個体間のいずれにおいても大きなバラツキをもつとしている⁵⁸⁾。

林木の容積重は上記のような因子の影響をうけて大きなバラツキを有するため、既往の林木の重量に関する研究は単木ないし単木間に関するものが大部分であるが、林分の実質量ないし重量的にみた森林生産力の推定に関する研究も若干みられる。すなわち CLIFFORD A. MYERS はその報告⁵⁾の中で、立木と土地条件を重量で測定しうる可能性を強調しており、SCHWAPPACH, A. (1898) はドイツ産主要樹種について幹材の平均重量を付記した表を作製し⁴⁹⁾、HILDEBRANDT, G. (1953) はドイツトウヒの全乾重量単位表示の収穫表を調製し¹³⁾、わが国では辻本克己(1963) がリュウキユウマツの重量収穫予想表⁷⁵⁾を報告している。また四手井綱英(1960)による林地生産力の研究⁴⁸⁾は、造林学的見地よりこれを研究したものである。

以上は木材または林木の重量に関するものであるが、つぎにはその熱量に関する既往の研究について概観してみる。木材の燃焼は一度燃焼をし始めると、空気の補給が充分であり、燃焼温度がつぎの部分の発火点に達する限り続くものであって、木材の燃焼熱量に関しても古くから多くの実験が行なわれている。しかし近代の科学上信頼しうる実験は、三浦伊八郎、西田屹二²⁸⁾によれば、GOTTLIEB, J. (1883) の行なったものが最初とせられ、その後 PARR and PARIDSON, J. (1922) は近代科学的な方法による精密な実験を行なっている。わが国では筒木徳二が針葉樹11種、広葉樹24種について測定を行ない、津田恂(1926)は九州産材の針葉樹10種、広葉樹45種について測定し⁵⁷⁾、三浦伊八郎(1938)は多数(42種)の樹種について熱量を測定している。最近では里中聖一(1957)は北海道産主要木材の熱量を測定している^{44,45)}。

これらの多くの報告は木材化学的な立場からの研究であり、樹種別に測定することに重点をおいた幹材部、樹皮部の単位重量当りの燃焼熱量の測定であって、ある樹種に限定して個体内、個体間の熱量について測定研究したものはなく、ことに熱量の立場より林木および林分を測定した報告は見受けられない。

著者はさきに林木の個体内における熱量の分布、個体間における熱量の差および林木の熱量の時系列的な変化をクヌギを用いて実験測定した結果^{53,54)}、容積熱量も比重と同様に個体内、個体間にかかなり大きなバラツキはあるが、重量の場合と同様、時系列的に有意な変化をなし、熱量の立場からの生産力把握の可能性を確めた。

以上述べたように既往の文献では、材積、重量および熱量の相互関連について林分を研究した報告はない。ゆえに本研究では測樹学的な立場から林木の重量、熱量の問題を取扱い、内部的な個々の変異を含めて単木および林分の重量、熱量を、測樹学的に計測できる年令、胸高直径、樹高、幹材積、年輪密度等の因子との関連において把握せんとするもの

である。

しかるに林分を構成する全林木について直接的に重量または熱量を測定することは困難である。したがって林分の幹材積の重量および熱量推定のためには、まず林分からの標本木の採取法を検討する必要がある。この予備的実験として本研究においては、福岡県朝倉郡朝倉町宮野に所在する八坂山国有林のアカマツ同令単純林を選び、林分を構成する各直径級より標本木を採り、林分の材積平均木と重量平均木および熱量平均木との相互関係を同令単純林について検討し、これにより林分の重量および熱量推定のための標本木採取法を決定した。つぎに林令を異にするそれぞれの同令単純林を選定し、予備実験の結果から得られた林分からの標本木採取法により供試木を選出し、これについて全乾重量および燃烧熱量を測定し、年令の変化に対する重量および熱量の変化を研究し、これにもとづいて林分の材積、重量、熱量の各成長の時系列的な変化および各成長量の相互関係を調査することにした。この場合の調査対象としては、アカマツの短伐期育成林業として著名な芦北地方のアカマツ林を選んで行なった。

III 研究の梗概

つぎに本研究の全貌とその組み立て方を示すため、各章の梗概とその関連について説明を試みよう。

この研究はアカマツ同令単純林を用いての実験結果にもとづき、林木の重量、熱量を測樹学的に計測可能な因子との関連についての統計的研究と、これらの実験結果を用いて林分の材積、重量、熱量の各成長相互の関係の帰納的な研究とによって構成され、5章からなりたっている。すなわち第1章においては、わが国の森林経営の実態から森林の施業組織単位に用途区分からの生産目標を取り入れ、本研究の目的がこの施業組織化に資することにあることを明らかにし、さらに研究方法とこれに関連する既往の研究報告についてのべたものである。第2章では同令単純林における林木の標準比重および標準容積熱量と胸高直径、樹高、幹材積、胸高年輪密度、胸高平均比重との関係、単木重量および単木熱量と胸高直径、樹高、幹材積との関係およびこれらの因子を用いての単木重量、単木熱量の重回帰式を求めるとともに、同令単純林における材積、重量、熱量それぞれの立場よりみた林木構成を比較検討して林分の材積平均木、重量平均木、熱量平均木の相互関係を明らかにし、林分の重量、熱量の推定のための標本木の採取法を究明している。

第3章においてはアカマツ同令単純林における材積、重量、熱量の時系列的变化を明らかにするため、まず林分材積収穫表の調製を試み、林分材積の年令に対する変化を明らかにした。つぎに前章において検討した同令単純林の重量推定のための標本木採取法にしたがって、年令を異にする各林分より標本木を採取し、年令を異にする林木の標準比重、単木重量と年令、胸高直径、樹高、幹材積との関係を主副林木別に検討するとともに、それらの関係の主副林木による相違を統計的に明らかにしている。またこれらの測定結果を用いて単位面積当り林分重量を表示する林分重量収穫表の調製を行ない、林分重量の年令に対する変化を明らかにしている。さらに同令単純林の林分熱量を推定するため、前記各標本木の熱量を測定して年令を異にする林木の標準容積熱量および単木熱量と年令、胸高直径、樹高、幹材積との関係を主副林木による相違を、重量の場合と同様に統計的に明らかにしている。またこれらの測定結果を用いて単位面積当り林分熱量を表示する林分熱量収

穫表の調製を行ない、林分熱量の年令に対する変化を明らかにしている。

第4章では第2章で行なった実験結果にもとづき、まず同令単純林を構成する林木の材積、重量および熱量の各成長量相互の関係および胸高直径との関係を明らかにするとともに、同令単純林における材木構成と材積、重量、熱量の構成の関係を究明した。つぎに第3章で行なった測定研究の結果により、年令を異にする林木の材積、重量および熱量の各成長量の相互関係を明らかにしている。また調製を試みた林分材積収穫表、林分重量収穫表、林分熱量収穫表により、林分の材積、重量および熱量の各成長量の相互関係と特長を明らかにしている。

第5章は、これまでの各章において明らかにされたアカマツ同令単純林における林木の材積、重量および熱量の相互関係、材積、重量および熱量の各成長量の相互関係についての考察と研究の要約である。

注1. 林業統計要覧(1963)によれば、昭和12～15年の平均需要量が2,512万 m^3 に対して昭和25年の需要量2,675万 m^3 は6.5%の漸増に過ぎない。しかし昭和30年の需要量4,031万 m^3 は60.5%と急増している。近年の需要量は昭和31年4,433万 m^3 (昭和12～15年の平均需要量に対して176.5%)、昭和32年4,490万 m^3 (178.7%)、昭和33年4,457万 m^3 (177.4%)、昭和34年4,899万 m^3 (195.0%)、昭和35年5,342万 m^3 (212.7%)、昭和36年6,027万 m^3 (241.7%)であって、最近の需要量の増大は特に著しく、昭和36年は戦前の平均需要量の約2.4倍、戦後の昭和25年の約2.3倍、かなり増加した昭和30年の1.5倍に達している。一方薪炭材は昭和25年約4,000万 m^3 、昭和30年4,000万 m^3 、昭和35年3,400万 m^3 、昭和36年3,000万 m^3 と漸減している。

木材需要の内容を用途別にみると、建築用材、パルプ用材、坑木の各占有率は、昭和30年35.5%、19.4%、6.2%、昭和32年36.2%、20.9%、6.6%、昭和34年36.3%、23.7%、5.6%、昭和35年37.6%、24.6%、5.0%、昭和36年37.7%、24.3%、4.2%であって、建築用材はその占有率がほとんど変化しないが、パルプ用材は年々占有率が増大している。総需要量の増大とその占有率の増加をあわせ考えると、パルプ用材の需要の激増が認められる。

注2. 林野庁計画課編集による経営案10年史資料(自昭和22年至昭和31年)(1956)により、国有林における普通林地の作業級別面積の推移をみると、昭和22年には普通林地の55%は択伐作業であり皆伐作業は38%に過ぎなかったが、昭和29年には半々となり、昭和31年には逆に皆伐作業が普通林地の55%を占めるにいたっている。

注3. 木材資源利用合理化推進本部編「わが国における木材需要の長期的見通し」(1962)によれば、昭和40年には6,322万 m^3 (対昭和35年比率118.5%)、昭和45年には7,783万 m^3 (145.7%)に達し、昭和35年の需要量の約1.5倍と激増が予想されている。また用途別占有率をみると、昭和40年は土木建築用材56.9%、パルプ用材32.7%、その他10.4%、昭和45年は土木建築用材52.5%、パルプ用材39.3%、その他8.2%であって、土木建築用材、その他の需要量の占有率が低下し、パルプ用材の占有率の増大が予想される。総需要量の増加とその占有率の増大をあわせ考えるとパルプ用材の需要量の激増が認められる。

第2章 同令単純林における資料採取法

林分を構成する全林木について全乾重量や燃焼熱量を直接に実測することは困難であるから、その平均状態を示す標本木を供試木とし、これによって全林を推定するほかない。そこでまず全乾重量、燃焼熱量などの平均を示す標本木を見出すにはどうしたらよいかを