

サンパウロ州におけるエリオッティマツの蓄積および生長量の推定

九州大学農学部 長 正道, 稲員良子, 西澤正久
サンパウロ州森林院 ノボル・ハガ, ヒデヨ・アオキ

1. はじめに

サンパウロ州の主要造林樹種はユーカリと亜熱帯性マツのはぼ2つに限定されている。その中でマツはサンパウロ州に導入されて20数年しか経っていないにもかかわらず生長旺盛であること、および需要の拡大に伴ない、サンパウロ州の奨励林木として造林面積が年々増大している。しかしその蓄積や生長量推定の方法は確立されていない状態である。そこで蓄積および生長量推定方法の一つとしてカウンターパートへのトレーニングを兼ね、エリオッティマツ (*Pinus elliottii*) に対し系統的標本抽出調査法 (Systematic line-plot sampling) を試みたので、その結果を報告する。

2. 調査の対象地

蓄積および生長量推定のための調査対象地はサンパウロ市より西(内陸部)へ330 Km入った Águas de Santa Bárbara 州有林を選んだ。ここは650 mの標高を有し、全林地がほぼ平地林である。年平均気温20°C, 年平均降水量1,300 mmを示し、サンパウロ州ではおおむね平均的な地形と気象条件を呈している。造林樹種はエリオッティマツ, オオカルパマツ (*Pinus oocarpa*), テーダマツ (*Pinus taeda*), ホンジュアマツ (*Pinus hondur*), カシアマツ (*Pinus kh-asia*), その他のマツ3,056 ha, およびユーカリを含め5,000 haを有する。これらは何れも第1期造林地で、その前歴は草原およびセハード(灌木林)である。その中で調査は区画 (Talhão) 毎8, 面積500 m × 500 m (25 ha) の20年生エリオッティマツを対象とした。植栽本数4,400本/ha, 50%間伐2回実施, 残存木本数1,100本/ha (推定) となっている。林内は過湿地と山火事跡(3年前)が部分的にあり, 生長は必ずしも良好ではない。

3. 調査計画

調査は林分変異係数C=30%, 目標精度e=10%とおさえ, プロットサイズa=0.04 haとして次のとおり計画した。ここにA=25 haである。

①プロット抽出個数

$$n = \frac{4C^2A}{e^2A + 4aC} = \frac{4 \times (30)^2 \times 25}{(10)^2 \times 25 + 4 \times 0.04 \times (30)^2} = 34$$

②プロット抽出誤差

$$e = 2C \sqrt{\frac{A-na}{nA}} = 2 \times 30 \sqrt{\frac{25-34 \times 0.04}{34 \times 25}} = 10.01 (\%)$$

③プロット抽出率

$$p = \frac{n}{N} \times 100 = \frac{na}{A} \times 100 = \frac{34 \times 0.04}{25} \times 100 = 5.44 (\%)$$

④プロット抽出間隔

$$d = \sqrt{\frac{A}{n}} \times 100 = \sqrt{\frac{25}{34}} \times 100 = 85 (m)$$

なお, 調査プロットは円形 (r=11.23m) とした。また林分材積生長量推定のため各プロットで3本の標本木を一定間隔(1, 11, 21番目の林木毎)にとり生長錐により最近10年間のコア(生長錐片)および樹皮厚を現地で測定することにした。

以上の調査計画はプロット抽出方向を磁北にとり5千分の1地図上にプロット設定位置図を作成した。実際はプロット2個を追加し計36プロットとなった。

4. 現地調査

現地調査は調査員3, 補助者2の計5人により1982年11月9, 10, 23, 24, 25日の5日間により実施し, 36プロット中, 林外にはみ出した1プロットを除き35プロットを調査完了した。

調査工期は集計の対象とした32プロットの結果から1プロット当り

①85m測線測量5.72分(全体に占める比率21.62%)

②プロット区画設定4.41分(16.57%)

③毎木調査9.13分(34.67%)

④生長錐調査7.22分(27.14%)

となり, 1プロット当り平均26.5分, 1日平均7プロットの工期であった。

5. 調査結果の取りまとめ

調査結果の取りまとめは、(1) 本数および材積の推定、(2) 林分材積生長量の推定、の2項目について行なった。なお、プロット材積の計算をはじめとする本数、材積、ならびに生長量推定のための計算はすべてマイクロコンピューター（日立ベーシックマスター、Level-3）によって行なった。計算結果はそれぞれ次のとおりである。

(1) 本数および材積の推定

A: 本数 (x)

1 プロット当り平均本数

$$\bar{x} = \Sigma(x) / n = 37.5 \text{ (本)}$$

その分散

$$V(\bar{x}) = [\Sigma(x - \bar{x})^2 / n(n-1)] [(N-n)/N] = \frac{s_x^2}{x} = 0.5273$$

標準誤差率

$$SE(\bar{x}) = \sqrt{\frac{s_x^2}{x}} = 0.73$$

標準誤差率

$$e(\bar{x}) = [SE(\bar{x}) / \bar{x}] \times 100 = 1.93 \text{ (\%)}$$

ha当り本数の推定

$$X_{(ha)} = \frac{1}{a} [\bar{x} \pm t \cdot SE(\bar{x})]$$

ただし t は n-1 = 34 のときの

$$t_{0.05} = 2.042, t_{0.01} = 2.750 \text{ より}$$

$$t_{0.05} \text{ のとき: } 902 \sim 976 \text{ (本)}$$

$$t_{0.01} \text{ のとき: } 889 \sim 989 \text{ (本)}$$

調査対象面積 (25ha) 当り本数推定

$$X_{(25ha)} = \frac{A}{a} [\bar{x} \pm t \cdot SE(\bar{x})]$$

$$t_{0.05} \text{ のとき: } 22,538 \sim 24,391 \text{ (本)}$$

$$t_{0.01} \text{ のとき: } 22,216 \sim 24,712 \text{ (〃)}$$

プロット抽出誤差率

$$E(\bar{x}) = [t \cdot \sqrt{V(\bar{x})} / \bar{x}] \times 100 = 3.95 \text{ (\%)}$$

林分変異係数

$$CV(x) = \left[\frac{\sqrt{s_x^2}}{\bar{x}} \right] \times 100 = \left[\frac{\sqrt{\Sigma(x - \bar{x})^2 / n - 1}}{\bar{x}} \right] \times 100 = 11.92 \text{ (\%)}$$

B: 材積 (y)

1 プロット当り平均材積 $\bar{y} = 6.157 \text{ (m}^3\text{)}$

その分散 $V(\bar{y}) = 0.19231$

標準誤差 $SE(\bar{y}) = 0.439$

標準誤差率 $e(\bar{y}) = 7.12 \text{ (\%)}$

ha当り材積の推定

$$t_{0.05} \text{ のとき: } 1315 \sim 1763 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$t_{0.01} \text{ のとき: } 1238 \sim 1841 \text{ (m}^3\text{)}$$

調査面積 (25ha) 当り材積の推定

$$t_{0.05} \text{ のとき: } 3,288.6 \sim 4,408.0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$t_{0.01} \text{ のとき: } 3,094.6 \sim 4,602.0 \text{ (m}^3\text{)}$$

プロット抽出誤差率 $E(\bar{y}) = 14.54 \text{ (\%)}$

林分変異係数 $CV(y) = 42.13 \text{ (\%)}$

(2) 林分材積生長量の推定

林分材積生長量の推定は35プロット \times 3 = 105本の標本木中1本を棄て104本によりH.A.MeyerのForest Mensuration (1953)の方式により行なった。その結果、材積生長量はha当り14.5627 m^3 となり、ここで求められたha当り材積149.599 m^3 から、生長率は

$$P = \frac{14.5627}{149.599} \times 100 = 9.73 \text{ (\%)}$$

となった。

6. 考 察

本林分は1962年にha当り4.400本が植栽されたあと1970年に50% (2,200本)が、次いで1978年に50% (1,100本)が間伐されている。したがって残存木本数は推定1,100本とされている。調査の結果はha当り938本となり、 $t_{0.01}$ のときの推定範囲889~989(本)に比してもやや少な目に出ている。これはその後の山火事や被圧木、あるいは過湿地による本数の減少が原因ではないかと思料される。

材積は本調査対象地であるÁguas de Santa Bárbara州有林ではエリオッティマツは造林成績が他に比しよくないとされており、したがって現在は殆んど造林の対象になっていない。調査結果はha当り平均153.9 m^3 となった。しかしこれは他のデータが無いため比較することができない。現在、この類いの蓄積推定は収穫(伐採)直前に1区画(Talhãõ, 500 m \times 500 m)の中で100 m \times 100 m (1 ha)の立木全部を伐倒し、この全伐倒木に対し区分材積を行なうことによって真材積の他、利用材積、皮内材積等を求めていることである。

林分材積生長量はha当り14.56 m^3 、生長率9.73%となった。これは成林地の林分材積生長量が平均でha当り20 m^3 とされているのに対してはやや低いといえる。なお、胸高直径を従属変数とする1変数材積式の材積の値が低直径階(8 cm以下)で負となってあらわれたことは今後検討の必要があると認められる。

なお、この種の調査はその後のデータ取りまとめの複雑さや時間等が常に問題となるところである。今回はこれらのデータ処理をすべてマイクロコンピューターによって試みた。これにより、プログラミングに対する所要時間を別にすれば、データパンチと計算結果のアウトプットに要した時間は蓄積推定に約40分、生長推定に約10分、両者で計50分程度で処理された。プログラミングはすべてテープに記録され保存されている。