

大径材に対応した北海道カラマツ細り表の作成

北海道立林業試験場 山田健四・八坂通泰・大野泰之
中川昌彦・櫻井 謙

はじめに

北海道の人工林の主要な造林樹種であるカラマツの資源は、充実期に入っている。平成 19 年度の北海道林業統計(2)によれば、カラマツの齢級別面積に占める 10 齢級以上の面積割合は約 3 割に達し、大径材となる高齢級カラマツ資源は増加している。

木材資源の利用に際し、収穫される木材の価値や用途を見極め、最も価値の高い採材や利用形態を判断するためには、玉切りした丸太の末口直径を立木段階で把握する必要がある。この目的で使われるのが細り表である。現行の北海道カラマツ細り表(1)は平成 6 年 3 月に発行され、広く利用されているが、掲載されている最大の胸高直径が 36cm であり、充実期に入ったカラマツ資源に十分に対応できていないといえない。

これに対応するために、新たに大径材の細りデータを収集し、既存のデータと合わせて大径材に対応した北海道カラマツ細り表を作成したので報告する。

調査方法

細りデータは、北海道の林業普及指導組織を通じ、全道から胸高直径 30cm 以上の個体を目安に収集した。測定項目は個体ごとに胸高直径、樹高、伐採断面ごとの断面高と断面の皮なし直径(2方向の平均値)、皮部厚(両側2方向の平均値)である。平成 19 年度から 20 年度にかけて合計で 248 個体、1,806 断面のデータを収集した。現行の細り表作成時に利用したデータのうち、記録が残っていた 382 個体、2,756 断面のデータと合わせて、630 個体、4,562 断面のデータを用い、細り表を作成した。

細り表の作成においては、相対幹曲線式の考え方(4)に従った。基準直径として、梢端からの相対樹高 0.9 の位置の皮なし直径 D0.9 を用いた。樹高 Ht の個体で任意の高さ h の皮なし直径 d においては、相対樹高 rh および相対直径 rd は以下の式で定義される。

$$rh = (Ht - h) / Ht \quad (1)$$

$$rd = d / D0.9 \quad (2)$$

なお、D0.9 は測定していないため、DBH と直近上位の測定位置の皮部厚、皮なし直径から線形近似により求めた。相対幹曲線式はスギ、ヒノキなどで利用されている以下の 3 次式を用いた(3,5)。

$$rd = a1 * rh^3 + a2 * rh^2 + a3 * rh \quad (3)$$

ここで、様々な林分から集めた様々なサイズの個体においては、幹曲線の形状を規定するパラメータ a1~a3 が変化することが考えられる(3)。このため、各パラメ

ータが樹高 Ht と胸高直径 DBH によって線形に変化すると仮定し、式(3)を以下のように変形する。

$$rd = (a1 + b1 * Ht + c1 * DBH) * rh^3 + (a2 + b2 * Ht + c2 * DBH) * rh^2 + (a3 + b3 * Ht + c3 * DBH) * rh \quad (4)$$

この式(4)を用いて、前述の細りデータと最も適合するパラメータの推定を行った。パラメータの推定には、一般化線形混合モデル GLMM を用いた。断面直径は個体ごとに測定しているため、個体を表す変数 ID をランダム要因とした。相対値である rd は応答変数としてはふさわしくないため、絶対値である断面直径 d を応答変数とし、式(2)および式(4)より得た以下の式(5)をモデル式として採用し、誤差構造に正規分布を指定した。

$$d = D0.9 * \{ (a1 + b1 * Ht + c1 * DBH) * rh^3 + (a2 + b2 * Ht + c2 * DBH) * rh^2 + (a3 + b3 * Ht + c3 * DBH) * rh \} \quad (5)$$

式(5)のフルモデルから AIC (赤池情報量規準)を用いた変数減少法によりモデル選択を行い、最も説明力のあるモデルを選択した。

得られたモデル式から、任意の DBH と樹高による地上高 2m 以上 1m ごとの皮なし直径を求める細り表を作成した。

統計解析には統計パッケージ R2.9.1 を用い、GLMM には lme4 ライブラリのコマンド lmer()を用いた。

結果と考察

収集されたデータの個体サイズは胸高直径で 8~56cm、樹高で 10~34m の範囲であった(図-1)。この範囲の組み合わせであれば、これらのデータから作成されたモデルによる予測が可能と考えられる。

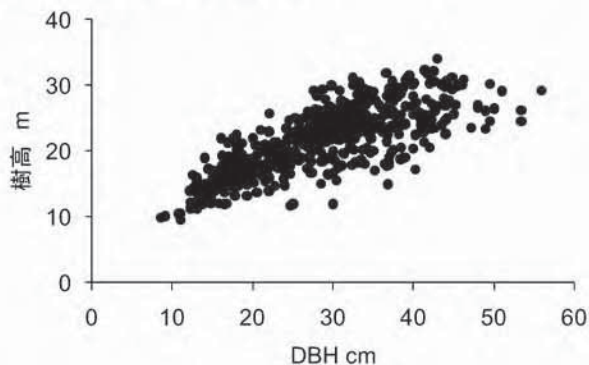


図-1. 個体データのサイズ分布

表-1. GLMM の結果

Random effects:			
Groups	Variance	Std. Dev.	
ID	0.0017547	0.04189	
Residual	2.2626872	1.50422	

Fixed effects:			
Variables	Estimate	Std. Error	t-value
D0.9*rh ³	1.763586	0.179845	9.806
D0.9*rh ²	-2.773238	0.257597	-10.766
D0.9*rh	2.208908	0.094933	23.268
D0.9 *Ht*rh ³	0.036188	0.010643	3.400
D0.9 *DBH*rh ³	-0.034468	0.005426	-6.352
D0.9*Ht*rh ²	-0.066416	0.015125	-4.391
D0.9*DBH*rh ²	0.051415	0.007687	6.688
D0.9*Ht*rh	0.033807	0.005707	5.924
D0.9*DBH*rh	-0.020232	0.002909	-6.956

AIC= 17688

GLMM による解析の結果、個体のランダム効果の変動は残差の変動に比べて十分に小さかった(表-1)。したがって、今回のデータでは個体によるデータのばらつきは大きくなかったといえる。AIC によるモデル選択を行った結果、表-1 で示された全てのパラメータを含むフルモデルが採択された。このことから、サイズによってパラメータが変化しない式(3)よりも、パラメータが樹高と胸高直径の両方の影響を受けて変化する式(5)の方が、現実のデータをよりよく説明できるといえる。

新たに決定された幹曲線式と現行の細り表において、形状比 80 および 100 に相当する樹幹の形状をサイズごとに比較したところ(図-2)、新たに作成された細り表に示される樹幹形状は、サイズの大きい個体において現行のものに比べて若干梢殺(うらごけ)となる傾向があった。新たな幹曲線は大きいサイズでより多くのデータを用いた推定であることから、この形状が大径材での細りをより忠実に表現していると考えられる。

個体のサイズが樹幹形状に与える効果を見るために、決定されたモデル式と、パラメータがサイズに影響されない式(3)で予測した結果とを同様に比較すると(図-3)、決定されたモデル式では、大きいサイズで式(3)の予測結果よりもわずかに完満になる傾向が見られた。このことから、個体サイズの増大により、幹の形状はより完満になるといえる。

決定されたモデルを用い、使用したデータ範囲である胸高直径 56cm、樹高 34m までに対応する細り表を作成した。今後、これらを冊子体もしくは電子媒体により全道に普及することにより、カラマツ大径材の利用や長伐期化によるカラマツ資源の保続的利用につなげていきたいと考えている。

データの収集に当たっては、全道の普及指導組織および伐採現場の関係者の方々に全面的に協力をいただいた。また、統計解析に当たっては、千葉大学園芸学部の梅木清准教授に助言をいただいた。記して謝意を表す。

引用文献

(1) 北海道立林業試験場(監修) (1994) 北海道カラマツ細り表一表の見方・使い方。北海道林業改良普及協会, 札幌, 41pp.

(2) 北海道水産林務部 (2008) 平成 19 年度北海道林業統計。北海道水産林務部, 札幌, 111pp.

(3) 梶原幹弘 (1973) 林分相対幹曲線による林分細り表の作成方法。日林誌 55 : 379-387.

(4) 大隅眞一ほか (1971) 森林計測学。養賢堂, 東京, 415pp.

(5) 佐渡靖紀 (2005) 長伐期施業に対応する森林管理技術の開発—山口県スギ・ヒノキ人工林樹幹細り表の作成—。山口県林業指導センター試験報告 18 : 1-26.

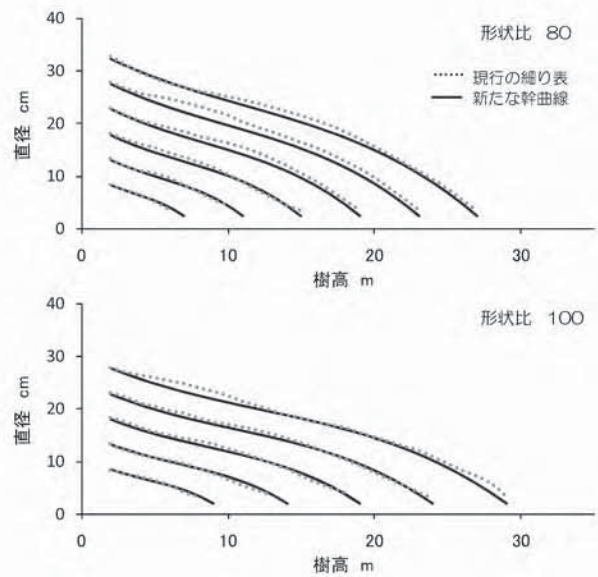


図-2. 現行の細り表と新たな幹曲線の比較

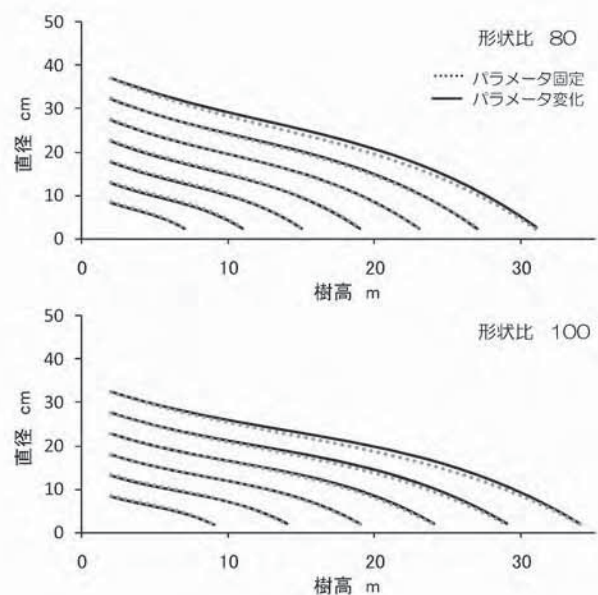


図-3. サイズによるパラメータ変化の効果