



# ガリバーと小人の国

森林総合研究所 東北支所 地域研究監

新山 馨

ガリバー旅行記に、ガリバーが小人の国で大きな荷車の上に横たえられて運ばれるシーンがあります。小人たちはガリバーの服を仕立てようと思いますが、大きすぎて身長や体重を直接には測れません。そこで、小人たちはガリバーの親指の周囲長を測り、その値からガリバーの身長や胸囲、体重などを推測します。このような体の一部のサイズと、他の部分のサイズの関係性を相対成長関係またはアロメトリーといいます。樹木ではしばしば胸高直径と樹高の関係や、胸高直径と葉の量などが、この相対成長式で表されます。相対成長という概念はイギリス人のジュリアン・ハクスリーが1941年にネーチャーという雑誌に書いています（ボックス1）。

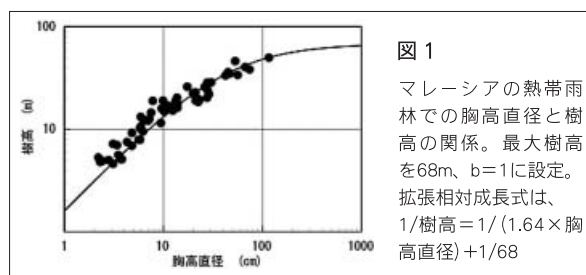
ボックス1

**相対成長式**  $Y = aX^b$

- Y：推定しようとする量、たとえばガリバーの身長や、樹高、葉量など
- X：測定できる量、例えばガリバーの親指の周囲長や、樹木の胸高直径など
- a：係数
- b：相対成長係数

この式で、もし  $b=1$  なら、体の2つの部分が全く同じ割合で変化することになります。しかし、人間の成長を考えると、頭の大きさ (Y) と身長 (X) は同じ割合では変化せず ( $b < 1$ )、しだいに頭の成長は止まり、相対的に顔が小さくなり、大人では6等身から8等身になります。もし  $b=1$  なら、大人になってもドラえもんのような3等身の赤ん坊体型になってしまいます。このように成長に伴い各部の割合が変化していくことを本来は相対成長関係と呼んできました。

樹木の場合は、無限に樹高が高くなることはないで、最大樹高を考慮した拡張相対成長式になります。図1で示したのはマレーシアの熱帯雨林の胸高直径と樹高の関係です。  $b=1$ 、最大樹高68mで、図のような樹高カーブになります。一方、いろいろな樹種の胸高直径と最大樹高だけの関係



を見ると、  $b=2/3$  に近い値になることが知られています。これは物理的に幹が座屈しない強度を保つよう樹種ごとの樹高の限度があるからです。物理学的に幹が折れない値を計算すると  $b=2/3$  の値になると言われています。

葉量は胸高直径の2乗 ( $b=2$ ) に比例することが知られています。これは幹や枝の断面積と葉量が比例することを意味します。幹や枝は、葉を維持するために水や栄養塩を通すパイプであり、樹木はパイプの太さに見合った分しか葉が着けられないからです（図2）。このように樹木では、枝分かれしても枝分かれする前後で枝の合計断面積が同じであることが知られています。この法則は日本ではパイプモデル、欧米ではダ・ヴィンチ・ルールと呼ばれています。既に15世紀に、天才レオナルド・ダ・ヴィンチは、その手稿の中で「1本の木で、その高さの各段階におけるすべての枝の太さを合わせたものは幹の太さに等しくなる」と言明しているのです（マンデルブロ著「フラクタル幾何学」より）。

樹木の形には、このように相対成長関係（アロメトリー）やダ・ヴィンチ・ルールという美しい法則性が隠れています。小人の国の小人達に負けず、みなさんも樹木をよく観察して、ぜひ新しい法則を見つけて下さい。

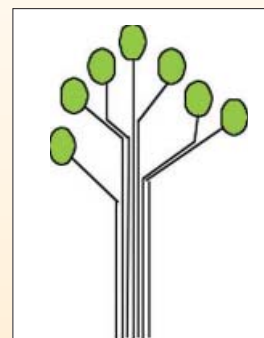


図2  
パイプモデルのイメージ。葉量に見合った分のパイプ＝枝＝維管束が幹から枝まで続いている。