

海岸クロマツの樹冠フラクタル次元に関する一考察

九州大学農学部 舛木 順二・溝上 展也
今田 盛生

1. はじめに

樹冠の主要構成要素は葉であるため、林木の成長量の指標としての役割は大きい。これまでも、スギやヒノキなどの針葉樹では、樹冠形を放物線などの関数に近似することにより、回転体の体積や表面積から樹幹の成長予測が可能であることが明らかにされている¹⁾。

しかし、海岸に成立するクロマツは気象要因などによって樹冠形状が複雑になる傾向があり、関数で近似できない形状を呈することが多い。そこで筆者らは、海岸クロマツの成長モデル構築のための基礎資料を得るために、樹冠形状をフラクタル次元により定量的に捉え、フラクタル次元と個体サイズ、形状比および葉密度との関係をそれぞれ検討したので報告する。

2. 解析方法と調査地

調査地は鳥取県東部の汀線から0.5km~2kmの距離に位置する海岸林(浦富海岸, 鳥取砂丘, 湖山池周辺)であり、対象木として隣接木の影響を受けない疎開木17本を選定した。対象木の、樹高、胸高直径、枝下高、枝下直径、樹冠幅、を測定し樹冠の写真撮影を行った。対象木の概要を表-1に示す。樹冠の写真はコンピュータ上で2値画像処理し、ボックスカウンティング法を適用し²⁾、フラクタル次元を算出した。

3. 結果および考察

まず、個体サイズと樹冠のフラクタル次元の関係を見るために、樹高とフラクタル次元の相関を調べた(図-1)。その結果、フラクタル次元と樹高との間に相関($r = 0.075$, $p > 0.1$)はみられなかった。スギのフラクタル次元の林分内変動を調べた結果によると、劣勢木で低く(約1.70)、介在木および優勢木で高く(約1.85)なっている³⁾。今回の対象木は全て疎開木であるにもかかわらず、そのフラクタル次元は約1.70から1.85の間にあり、しかもその変動は個体サイズに依存していない。

つまり、海岸クロマツの樹冠形状はスギより多様であるといえる。

次に、樹幹の形状比(樹冠長/枝下直径)とフラクタル次元との関係を調べた。図-2に示すようにフラクタル次元と形状比との間には負の相関($r = -0.871$, $p < 0.0001$)がみられる。樹冠の2値画像のフラクタル次元は、葉が空間をどのように占めているか、すなわち葉密度を表していると考えられている⁴⁾。つまり、葉密度の高いものほど、伸長成長に対する肥大成長の比率が高いといえる。トドマツやカラマツの疎開木では形状比は個体サイズに関係なく一定となる傾向がみられるが⁵⁾、今回対象とした海岸クロマツの疎開木では、形状比はばらつき、その変動は樹冠形状の違いに依存していることが分かった。

先にも述べたように樹冠のフラクタル次元は、葉密度を表していると考えられるが、両者の比較は行われていない。そこで、葉密度とフラクタル次元の関係について検討する。葉密度は、通常、近似された放物線体や円錐体などの体積に対する葉重量で表されるが、上記のように海岸クロマツの樹冠は関数で近似できるほど単純でないので、本研究では葉密度を樹幹表面積あたりの葉重量と定義した。まず、パイプモデルを用いると葉重量は次式で表される⁶⁾。

$$WL = A \cdot DL^2 \quad (1)$$

ここで、WLは葉重量、DLは枝下直径、Aは樹種に固有の定数とする。

また、樹冠部の樹幹を理想的に円錐体とすると樹幹表面積は次式で表される。

$$S = \pi(DL/2)^2 \sqrt{1 + 4(CRL/DL)^2} \quad (2)$$

ここで、Sは樹幹表面積、CRLは樹冠長とする。

したがって、葉密度は次式で表される。

$$WL/S = 4A/\pi \sqrt{1 + 4(CRL/DL)^2} \quad (3)$$

ここで、Aは樹種固有の定数であることを考慮して、

葉密度指数 FDI を次式のように定義する。

$$FDI = 1 / \sqrt{1 + 4(CRL/DL)^2} \quad (4)$$

図-3 にフラクタル次元と葉密度指数 FDI との関係を示すが、両者には正の相関 ($r = 0.915$, $p < 0.0001$) がみられる。このことから、フラクタル次元は葉密度の指標として有効であると考えられる。

以上の結果、海岸クロマツ疎開木の樹冠のフラクタル次元は、個体サイズに関係なく変動するが、形状比とは負の相関があることが分かった。今後は林内木や老齢木でも同様の解析を行い、フラクタル次元によって、成長予測が可能かどうか検討する必要がある。

引用文献

- (1) 阿部 信行: 北海道林試研報, 14, 27~36, 1976
- (2) 小林 正吾: 北海道林試研報, 15, 1~164, 1978
- (3) 溝上 展也・増谷 利博: 日林誌, 76, 242~248, 1994
- (4) 篠崎 吉郎ほか: 日生態誌, 14, 133~139, 1964
- (5) 竹下 敬司: 九大演報, 55, 55~104, 1985
- (6) 寺本 佳代ほか: 九大演報, 72, 159~168, 1995

表-1 対象木の概要

	平均値	最大値	最小値	標準偏差
樹 高 (m)	3.53	8.48	0.86	2.22
枝 下 高 (m)	0.38	1.43	0.09	0.423
樹 冠 長 (m)	3.14	7.07	0.74	1.88
胸高直径 (cm)	8.30	25.8	1.00	8.39
枝下直径 (cm)	11.3	27.4	3.00	7.72
樹 冠 幅 (m)	3.17	8.30	1.01	2.05

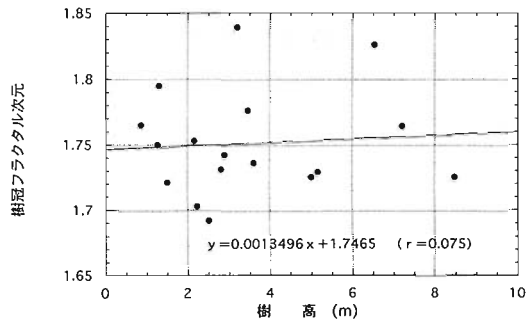


図-1 樹高と樹冠フラクタル次元の関係

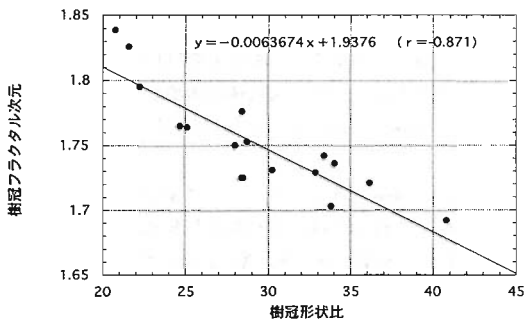


図-2 樹冠形状比と樹冠フラクタル次元の関係

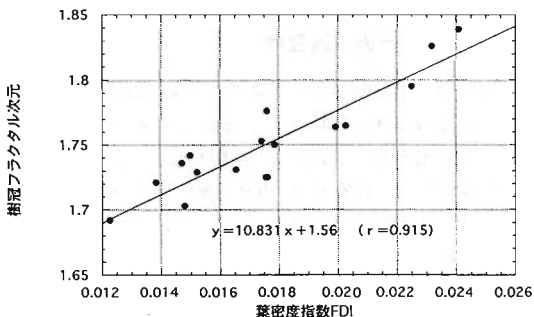


図-3 葉密度指数と樹冠フラクタル次元の関係