

## 海岸クロマツ枝葉の空間分布

野口宏典・坂本知己 (森林総研)

要旨：海岸林が果たす防風機能や防潮機能を定量的に評価するためには、海岸林の枝葉空間分布に関する情報が不可欠である。そこで、日本の海岸林の主要樹種であるクロマツの枝葉空間分布に関する測定を行ない、下記のような解析を行った。茨城県東海村の村松海岸林の海側林縁から内陸側に向かって9本目までのクロマツを測定対象として、それぞれのクロマツの幹、一次枝、二次枝の分岐や先端部の座標と直径を測定した。葉に関しては、1本の二次枝に着いた葉を円筒形の葉群と見做し、その直径と両端の座標を測定した。枝体積と葉体積は、概ね、樹冠の中央付近の高さに多く分布した。枝、葉、幹の体積を比較すると、樹冠下層部では、幹、枝、葉の順、樹冠中央部では、枝、幹、葉の順となった。枝葉体積と枝下高直径の関係は、概ね、アロメトリー式で近似することができた。

キーワード：海岸クロマツ林、枝葉空間分布、防風機能、防潮機能、アロメトリー

## I はじめに

風、飛砂、津波・高潮等が海の近くの建物や農地などに引き起こす災害を軽減する機能を海岸林は果たす。海岸林の防災機能を定量的に評価するための手法として、近年、数値シミュレーションが発展してきた(1)。しかしながら、海岸林が防災機能を果たす上で重要な役割を担うと考えられる枝葉層の扱いは、数値シミュレーションの中で必ずしも適切なものではなかった。その原因として、海岸林の枝葉の空間分布に関する情報が、十分になかったことが挙げられる。

これまでも海岸林の空間分布に関する研究は行なわれてきており、立木密度、樹高、樹冠長といった項目が対象となってきた(2)。しかし、風や津波氾濫流等の流体に対する樹木の抵抗体としての働きを評価する場合に必要となる、枝葉の体積や流れ方向への投影面積の空間分布は明らかにされていない。

そこで本研究では、海岸林枝葉の空間分布を把握することを目的として日本の海岸林の主要樹種であるクロマツ枝葉の空間分布に関する測定を行ない、解析した。

## II 方法

茨城県東海村の村松海岸林の海側林縁から内陸側に向かって9本目までのクロマツを測定対象とした。汀線から続く砂浜の幅は100m以上あり、砂浜は標高10m程度の砂丘につながる。この砂丘の頂部の内陸側に海側林

縁は位置する。

測定対象としたクロマツの幹、一次枝(幹から出ている枝)、二次枝(一次枝から出ている枝)の分岐位置や先端部の三次元座標と直径を測定した。測定対象点の高さの測定には水準器付き測高桿を、水平座標の測定にはコンパスグラスと巻尺を用いた。

葉に関しては、1本の二次枝に着いた葉を円筒形の葉群と見做し、円筒の直径と円筒の両端にあたる枝上の点の座標を測定した。いくつかのクロマツ葉群をサンプルとして選び、その葉群の葉を全てむしりとり、葉群に含まれる葉の体積を実際に測定し、葉群円筒の体積と実際の葉体積の関係を導き(図-1)、葉群円筒の体積から葉

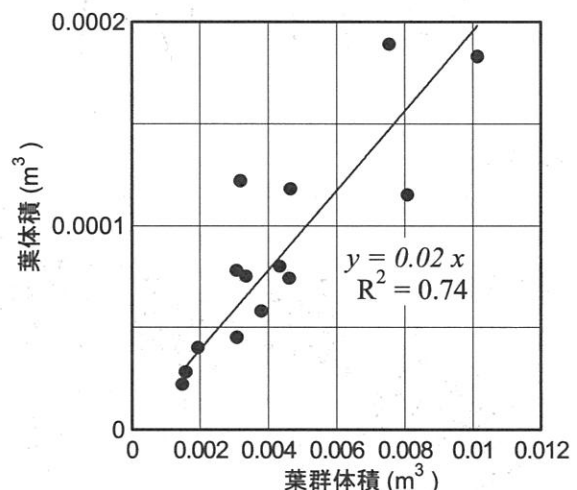


図-1. 葉群体積と葉体積の関係

体積を計算した。葉群に含まれる実際の葉の体積は、メスシリンダを用い、メスシリンダに葉を入れる前後での水位の変化から求めた。

枝体積と幹体積は、枝と幹を円錐台が繋がったものと見做し、枝と幹の直径と座標の測定値から円錐台の体積を計算し、それを足し合わせることで求めた。

### III 結果と考察

1. クロマツの樹形 幹、一次枝、二次枝の分岐位置や先端部の三次元座標と直径の測定結果から、9本のクロマツそれぞれの幹と枝の構造や他のクロマツとの位置関係を再現することができる(図-2 a)。また、葉群に関する測定結果から、葉群の分布状況も再現することができる(図-2 b)。

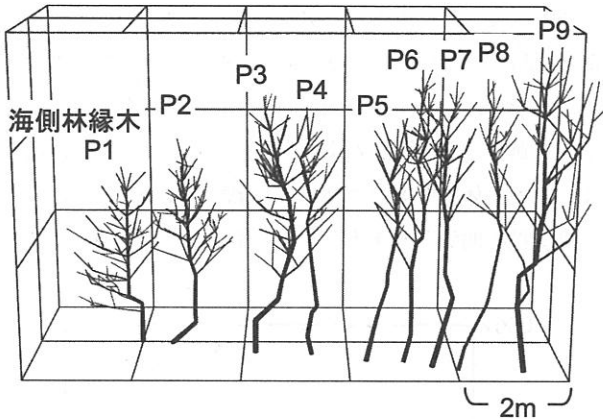
2. 各種形質値と海側林縁木からの距離の関係 海側林縁から2本目までのクロマツの樹高は3本目以降に比べて

低かった(図-3)。枝下高は、海側林縁木が最も低く、2本目と3本目も4本目以降に比べて低かった。

枝下高直径には、海側林縁から3本目までの値が4本目以降に比べて大きい傾向が見られた(図-4)。

3. 枝・葉・幹の体積と海側林縁木からの距離の関係 それぞれのクロマツの枝、葉、幹の体積を比較すると、どのクロマツにおいても幹の値が一番大きく、続いて枝、葉の順であった(図-5)。幹と枝では、体積と海側林縁木からの距離との間に明瞭な関係は見られなかったが、

a. 枝と幹



b. 葉と枝と幹

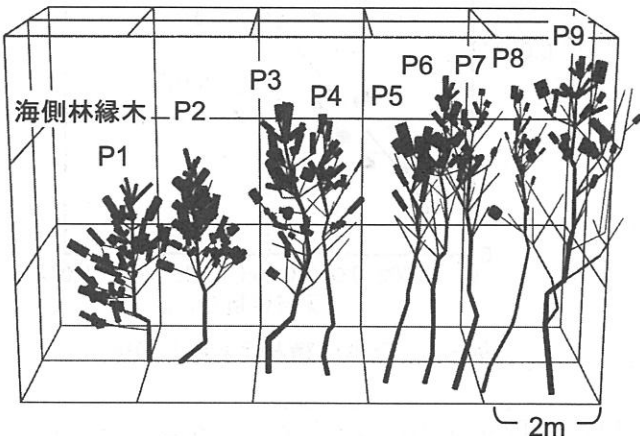


図-2. クロマツの樹形

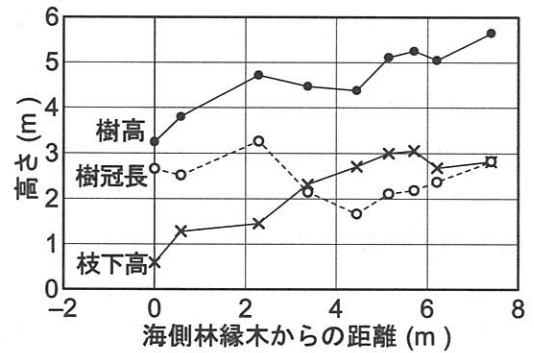


図-3. 樹高等と海側林縁からの距離の関係

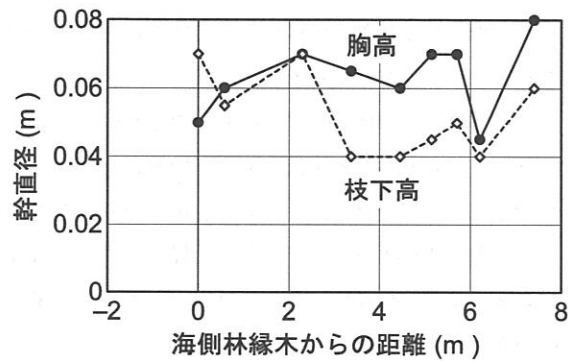


図-4. 幹直径と海側林縁からの距離の関係

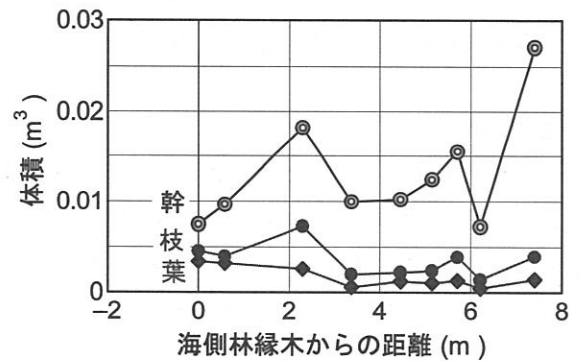


図-5. 幹、枝、葉の体積と海側林縁からの距離の関係

葉の体積は、海側林縁木から3本目までに比べて、4本目以降では小さくなった。

4. 枝体積と葉体積の垂直分布 9本のクロマツそれぞれの高さ 50cm ごとの枝体積、葉体積、幹体積の分布を図-6に示す。幹体積は、基本的に最下部で最大となり、上方に向って減少していく分布となった。枝葉は、海側から3本目までは、4本目以降に比べて、低い位置から存在している。枝体積は、上方や下方への偏りは少なく、概ね樹冠の中央付近の高さに多く分布していた。葉体積も、枝体積と同様に樹冠の中央付近の高さに多く分布していたが、枝体積に比べると、上方に多い傾向が見られた。

それぞれのクロマツの枝、葉、幹の体積を比較すると、樹冠下層部では、幹が最も大きく、続いて枝、葉の順であり、樹冠中央部では、枝が最も大きく、続いて幹、葉

の順となる傾向があった。樹冠上層では、どれも値が小さいこともあり、枝、葉、幹の間にはっきりとした大小関係は見出せなかった。

5. 枝葉体積と幹直径の関係 クロマツの幹直径と枝葉の体積の関係に対して、アロメトリー解析を行なった。アロメトリーとは生物体の形質値の間に見出される指数関数的な関係である。図-7は、幹直径（胸高と枝下高）と枝、葉それぞれの体積の関係を両対数軸上に描画したものである。両対数軸の図で引かれる近似直線の傾きは、べき乗式の乗数（アロメトリー係数）となる。

両対数軸上において、枝体積、葉体積ともに、胸高直径との関係は近似直線からばらついたものであったのに比べ、枝下高直径との関係は直線的になった（図-7）。これは、胸高から枝下までの枝が欠落したため、胸高直径と枝体積、葉体積との関係が複雑になったためだと考

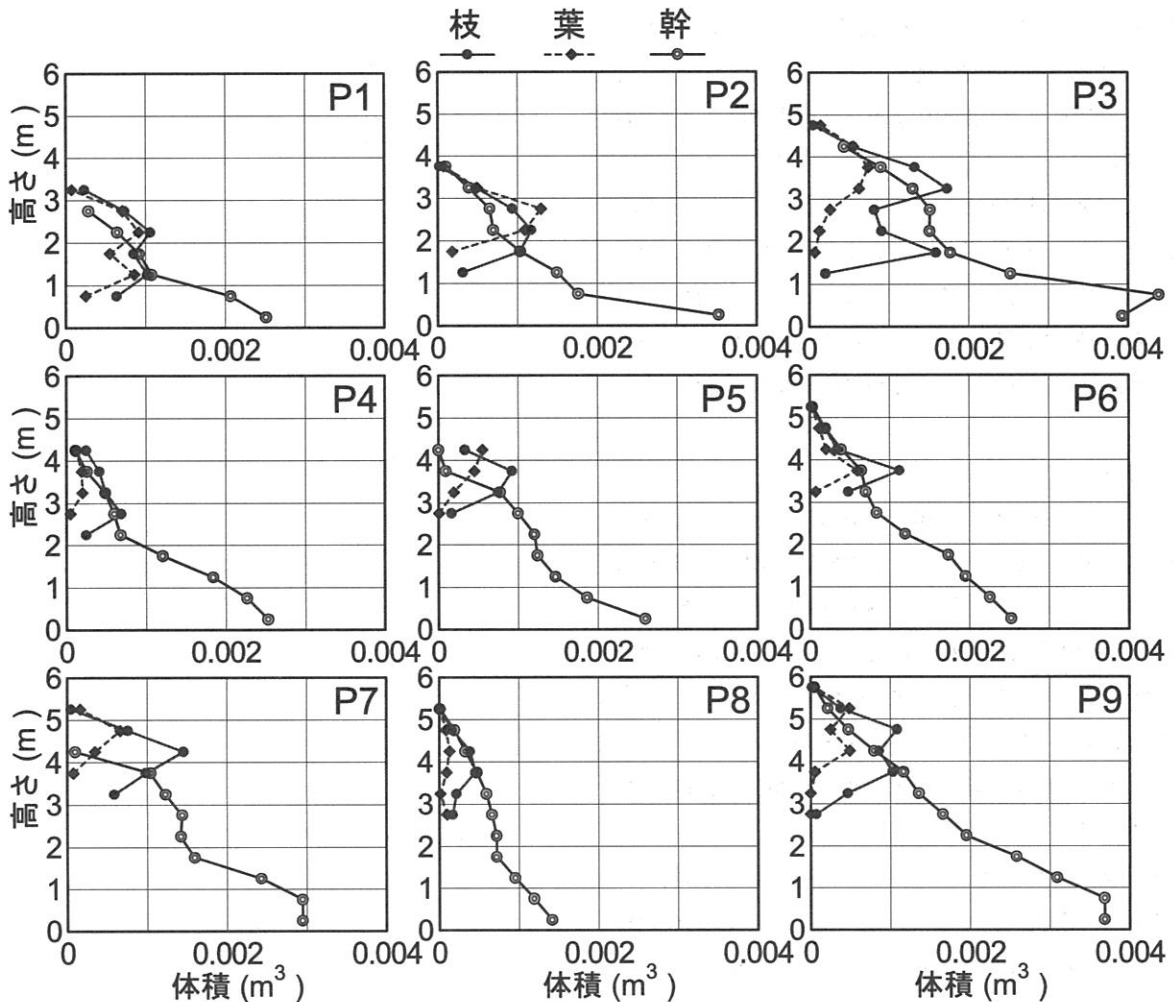


図-6. 枝、葉、幹の体積の垂直分布

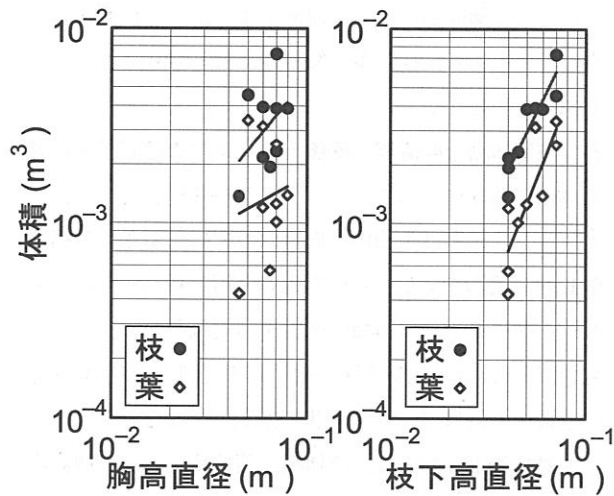


図-7. 枝葉体積と幹直径の関係

えられる。

サンプル数が少ないのでアロメトリー係数について詳細に議論しないが、アロメトリー係数は形状的特性の点で意味を持つ数字である。例えば、一定量の葉を支持するためには一定の面積の通導パイプが必要であるとするパイプモデル(3)仮説によると、葉重量は枝下高断面面積に比例することになり、断面面積は直径の2乗に比例するので、葉重量と枝下高直径の関係のアロメトリー係数は2となる。十分な数のサンプルがある場合には、パイプモデル仮説等を用いることにより、枝下高直径と葉体積、枝体積の関係について、アロメトリー係数から形状的特性について検討することが可能になると考えられる。

#### IV まとめ

クロマツの枝、葉、幹体積の空間分布を測定し、1) 枝と葉は樹冠上層、下層よりも中央部に多い、2) 樹冠下層部では、幹が最も大きく、続いて枝、葉の順であり、3) 樹冠中央部では、枝が最も大きく、続いて幹、葉の順であった、等の空間分布傾向を把握した。

また、測定を行なったクロマツ林では、アロメトリー式により、枝下高直径から枝と葉の体積をある程度の精度で推定できることが確認された。

枝、葉、幹の空間分布(図-6)の解析をさらに進めることができれば、アロメトリー式による枝と葉の体積の推定と合わせることで、枝下高直径等の簡易に測定できる形質値から枝葉分布の推定を行なうことが可能になる。

#### 引用文献

- (1) 原田賢治・油屋貴子・HAMZAH, L.・今村文彦 (2000) 防潮林の津波に対する減衰効果の検討. 海岸工学論文集 47: 366-370
- (2) KANAZAWA, Y., KIYONO, Y. and FUJIMORI, T. (1990) Relationship between canopy depth and other dimensions of coastal *Pinus thunbergii* Parlat. forests in Japan. *Tree Physiol.* 7: 317-327
- (3) SHINOZAKI, K., YODA, K., HOZUMI, K. and KIRA, T. (1964) A quantitative analysis of plant form - the pipe model theory I. Basic analyses. *Jap. J. Ecol.* 14: 97-105