

ヤエヤマヒルギ・オヒルギの風に対する強度について

琉球大学農学部 佐藤 一紘
小田 一幸

1. はじめに

筆者の一人佐藤は、マングローブ林の防災機能を明らかにし、自然状態にあるマングローブ林のその効果と評価し、さらに積極的に活用するための研究を進めている。マングローブがどれだけの風に耐え得るかを知らる事は、現在あるものの評価のためにも、また今後造成する場合の配置、密度、経費と効果等を検討するためにも重要である。ここでは、沖縄における主要なマングローブの、ヤエヤマヒルギ、オヒルギについて引き倒し試験をした結果と、風速と風圧の若干の測定結果とから、その強度と抵抗性について述べる。本研究は一部、文部省科学研究費(58860023)によった。

2. 測定方法

a) 強度

西表島船浦のマングローブ林で、適宜の大きさの立木を選び、樹高、胸高直径、樹冠形等を測定して、風心の高さを決め、そこに横方向の引張り荷重を加え、折損時の荷重を読み取った。マングローブ林の中は、泥濘で足場が悪いので、作業の簡便さを考慮し、引張りには荷締め器を、張力の測定には吊り秤(300kg)を用いた。ワイヤーロープの代わりに、ナイロンスリンを用いた。胸高直径8cmをこえるものは、300kgでは殆ど折れなかった。

b) 風速と風圧

自然状態で、種々の風速に対する風圧を測定するには、長期間を要する。また、実物の樹木について、風洞を用いるにも種々の困難がある。そこで簡便法として、立木を根元で伐り、それを自動車に立てたまま積み、その走行速度を逆に風速とみなして、その時の荷重を測定し、樹冠形から風心を求め、風心に加わる荷重を計算し、それを風圧とした。根元は、自動車の後方向へ自由に回転できるように、ボルトで台に取り付けた。そのボルトから70cm上で幹にワイヤーロープを取り付け、そこから前方に延した先に、吊り秤を取り付けた。秤りと幹の間には、ターンパツ

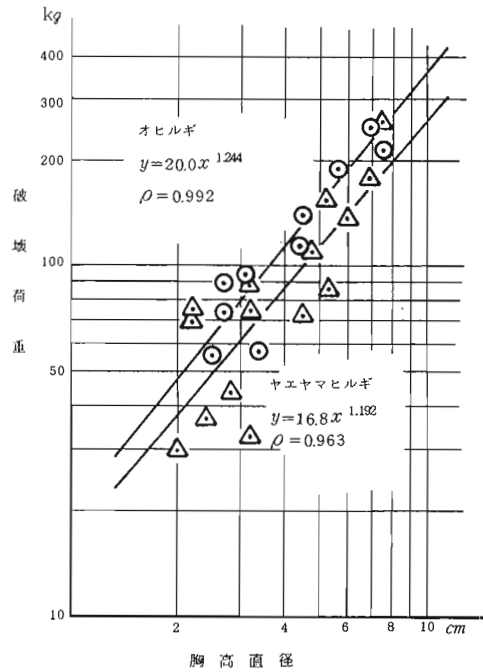


図-1 胸高直径と破壊荷重の関係

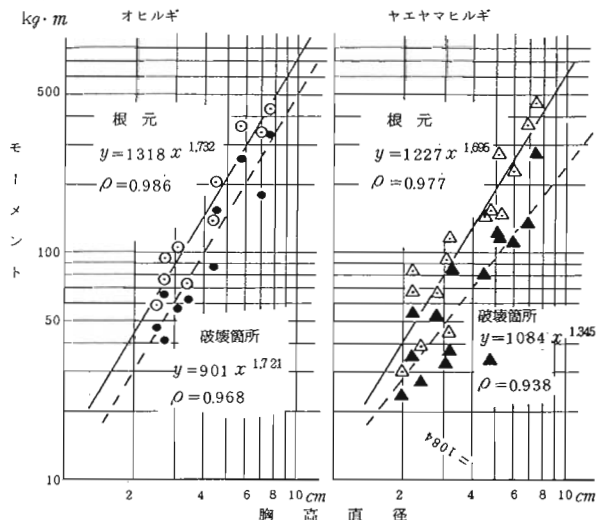


図-2 胸高直径と根元および破壊箇所のモーメント

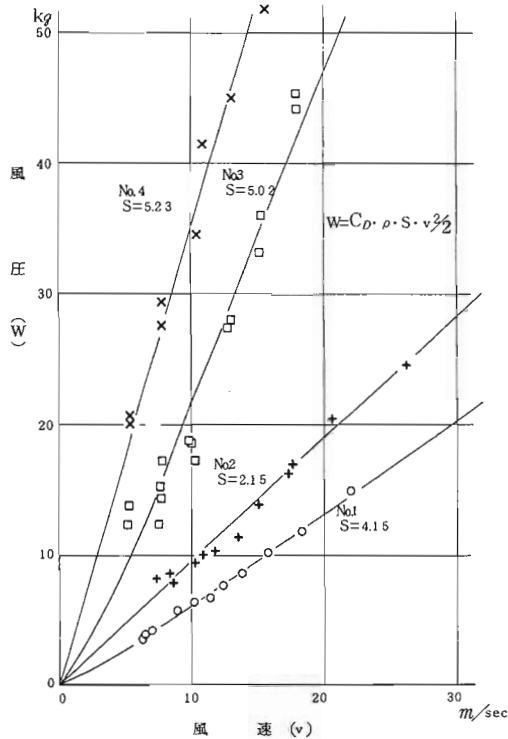


図-3 風速と風圧の関係

クルを入れ、停車時に荷重零になるよう調節した。自動車は、一定区間をできるだけ定速で走行するようにし、その区間に要した時間から風速を求めた。

3. 結果と考察

図-1に、折損破壊した時の荷重と胸高直径 (D_b) の関係を示した。一般に D_b と樹高とは、正の相関があるから、風心の高さとも正の相関があると考えられる。それ故、幹にかかる曲げモーメントと D_b との間には正の相関が予想される。ここでは、荷重と D_b との間に高い正の相関がある点について検討した。図-1のオヒルギについては、破壊荷重を P とすれば、

$$P = 20.0 D_b^{1.244} \quad (1) \text{ の回帰式を得た。}$$

一方、幹の断面を円と仮定し、風心から当該断面までの距離を l 、その直径を D 、縁応力を σ_c 、断面係数 W とすれば、そこに生ずる曲げモーメント M は

$$M = P \cdot l = \sigma_c \cdot W = \sigma_c \cdot \pi D^3 / 32 \text{ と示され、これから、} P = \sigma_c \cdot \pi \cdot D^3 / 32 \cdot l \text{ (2) を得る。} P \text{ に破壊荷重を与えて破壊強度を求めると、最大 } 689 \text{ kg/cm}^2, \text{ 最小 } 293 \text{ kg/cm}^2, \text{ 平均 } 486 \text{ kg/cm}^2 \text{ であった。また、(2) 式のなかの } D^3/l \text{ と } D_b \text{ の回帰式を求めると、}$$

$$D^3/l = 0.422 D_b^{1.271} \quad (\rho = 0.960) \text{ の形で高い相関がある。この式と } \bar{\sigma} = 486 \text{ を(2)式に代入すると、} P = 486 \cdot \pi \cdot 0.422 D_b^{1.271} / 32 = 20.1 D_b^{1.271} \text{ となり、(1) 式とはほぼ同じ形になる。結局、} P \text{ と } D_b$$

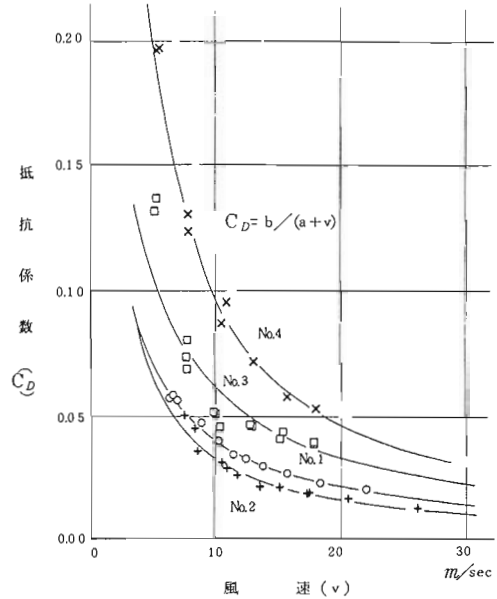


図-4 風速と抵抗係数の関係

との間の高い相関は、その間に断面係数を介している事で説明できる。同様にヤエヤマヒルギでは、 $\sigma_{max} = 1,070 \text{ kg/cm}^2, \sigma_{min} = 323 \text{ kg/cm}^2, \bar{\sigma} = 547 \text{ kg/cm}^2$ 、となり、(1)式に相当する回帰式は、 $P = 16.8 D_b^{1.192}$ となる。オヒルギと同様に、(2)式に代入して求めた式は、 $P = 20.6 D_b^{1.087}$ となつて、若干係数の違いが大きい。これは支柱根が荷重を分担し、かつ支柱根の分布範囲で幹の断面が小さくなる傾向があるためだと考えられる。ヤエヤマヒルギの破壊の把握の方法は、支柱根を含め今後検討を要すると思われる。

図-2は、枝や死節等の欠点の所に応力が集中して破壊が生じ、最大曲げモーメントがかかる根元より、かなり小さな値で破壊する事を示している。

風速と、風心での荷重として計算した風圧の関係を図-3に示した。樹冠の風向に対する投影面積を S 、空気の密度を ρ 、抵抗係数を C_D 、風速を v とすると、風圧 W は、 $W = C_D \cdot \rho \cdot S \cdot v^2 / 2$ で表わされる。この式から C_D を求め、 v との回帰を求めた。それは双曲線によく乗っており、回帰係数の a, b は樹冠の大きさに関係がありそうである。この C_D は、既応の多くの研究の値より、ずっと小さな値になっている。ここでは、風速零の時の樹冠の輪郭から S を求めたが、葉が団塊状になる性質から、実質の投影面積よりかなり過大になっていると思われる。これが C_D が小さい第一の理由であろう。風によって変形した樹冠の面積を用いて C_D を求めた報告もあるが、含まれる意味が大部違っており、なお多くの試料を得て検討したい。