

樹木の斜面安定効果

岐阜大学工学部 正会員 ○田中 祐一郎

1. はしがき： 森林の洪水調節効果や山崩れ防止効果は、定性的にはよく知られ、植樹運動が各地で展開されている。しかし定量的にはどの程度の効果があるか今一つ明らかにされていない。本研究は樹根の斜面安定機能とその効果を定量的に評価すべく試みた、一つの方法を提案しようとするものである。

2. 根系の形状と大きさ： 苺住¹⁾は各種の根系に関し、詳細かつ膨大な研究を行なっている。樹木が倒伏する場合、根系と土が一体となって抜ける場合が多い。このときの体積を根鉢という。苺住は樹種による、根鉢の形状を直径3種、深さ3種の計9種に区分することにより、幹の太さDとの間に直線的な関係にあるとして、図1に示すような結果を得た。図2に示すように、根鉢をの形状を回転楕円体の半分と考えることにすると、その体積V、表面積S、離心率e、重心の位置Gはそれぞれ次のようになる。

$$V = 2\pi ab^2/3 \quad (1)$$

a > b のとき、

$$S = \pi \left\{ a^2 + \frac{b^2}{2e} \ln \left(\frac{1+e}{1-e} \right) \right\} \quad (2)$$

$$e = (a^2 - b^2)^{1/2} / a \quad (3)$$

$$OG = 3b/8 \quad (4)$$

3. 樹根の引き抜き抵抗力： 樹木の根元にワイヤーを掛け、樹木を引き抜く時の最大張力を、引き抜き抵抗力と名付けた試験が多くの人によって実施されている。

図3はその結果を示したもので、横軸には幹の太さおよび樹齢を記入してある。この試験の様子を図4のようにモデル化する。根系は地表面付近の水平根と鉛直根（主根）に大別されるが、図のように地表面のA点を支点に転倒モーメントが作用すると考える。先の根鉢の形状より、根鉢の重量Wおよび表面に作用する粘着力Fは、土の粘着力をCとすると、

$$W = \gamma_s \cdot V \quad (5)$$

$$F = C \cdot S \quad (6)$$

と表せる。ここに γ_s は土の単位体積重量である。(5)(6)式を用いて、A点の周りのモーメントの釣り合いを考えることにより、引張り力Pは次のように求められる。

$$P = \frac{\pi ab^3}{4h} \gamma_s \cos \theta + \frac{3}{8h} bSC \quad (7)$$

4. 根系の斜面安定効果： 今一辺がL、他辺がL'なる長方形斜面にn本の樹木のある場合を考える。樹根の作用をも加味した、斜面全体での平均的な粘着応力をC'とすると、斜面全体での基面に作用するすべり抵抗力 τ は

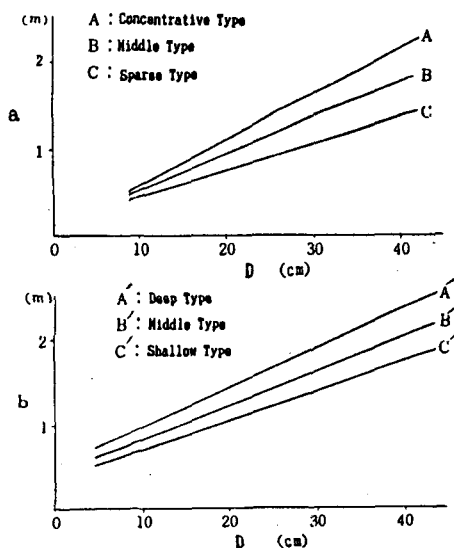


図1. 根鉢の大きさと幹の太さの関係¹⁾

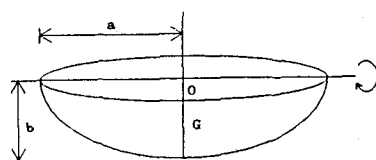


図2. 根鉢のモデル

$$\tau = LL' C' = LL' C + nP \quad (8)$$

となる筈である。(8)式の両辺を LL' で割り、

$$C_P = \frac{n}{LL' C} P \quad (9)$$

とくと、

$$C' = C (1 + C_P) \quad (10)$$

となる。(9)式の LL'/n は樹木1本あたりの面積の意味であり、これを根鉢の面積を基準に、根系圏面積 $m\pi a^2$ (m は1以上の係数)で表わすことにすると、(7)、(9)式より樹根の存在による影響を表わす係数 C_P は次のように求められる。

$$C_P = \frac{1}{4mab h} \left(\frac{\gamma_s b^4}{C} \cos \theta + \frac{3b^2 S}{2\pi} \right) \quad (11)$$

(10)式は樹根の存在により、土の粘着応力は樹木の無い場合に比べて $1 + C_P$ 倍大きくなることを意味している。図5は C_P の計算結果の一例を示したものであり、 C が小さい程その影響は大きくなることが判る。また根鉢のタイプによる変化も系統的によく示されている。1969年の黒部上流域での土砂崩壊事例²⁾の検討の際、 $C_P = 2.2$ とした結果崩壊土量は $3,000$ 万 m^3 と実測値に一致した。苅住による這い松の樹根図より $m = 1.6$ として(11)式を用いて計算すると、 $C_P = 2.18$ となり妥当な値を得ることができる。

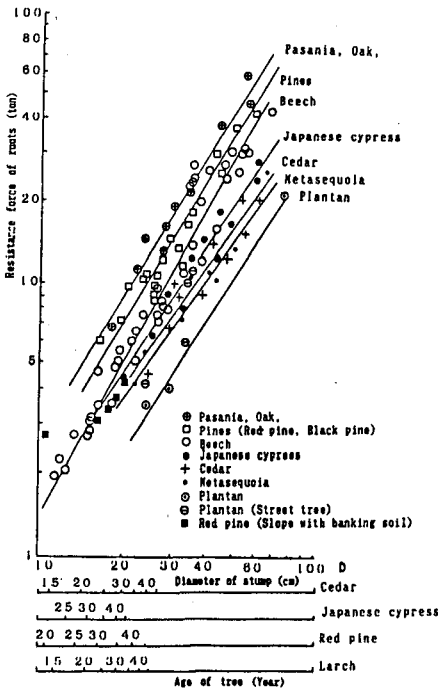


図3. 引き抜き抵抗試験¹⁾

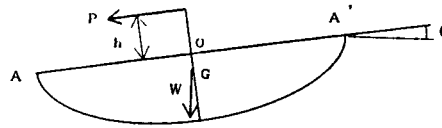


図4. 引き抜き抵抗試験のモデル

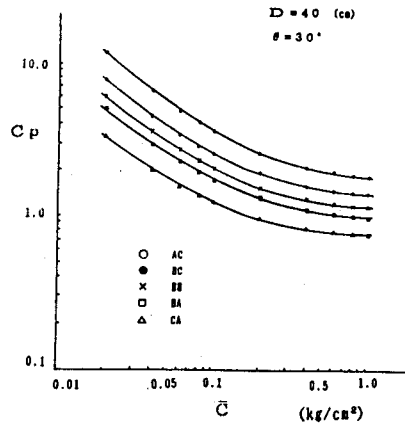


図5. C_P の計算結果の一例

5. むすび： 以上樹根の斜面安定効果について、簡単な考察を加えた。その結果、樹木の存在は粘着応力を $1 + C_P$ 倍だけ増加させることが明らかとなった。

(参考文献) 1) 苅住昇、樹木根図説、誠文堂新光社、昭和54年 2) 田中祐一郎、舞鶴高専紀要、第18号、1983、PP.60-66。