

クヌギ根系による斜面崩壊防止機能の評価

黒川 潮, 岡田康彦, 松浦純生, 大丸裕武, 小川泰浩 (森林総合研究所)

I はじめに

樹木根系による斜面崩壊防止機能に関しては、これまで北村ら (3), 阿部 (1) によって検討されてきたが、いずれも針葉樹を対象としたものであり、広葉樹根系による崩壊防止機能の評価はほとんど行われてこなかった。近年、水源涵養機能や森林保全といった分野において広葉樹に対する要請は高まっており、広葉樹根系の斜面崩壊防止機能の定量化を行う必要がある。本報告ではクヌギを対象とし、現地調査による根系分布の測定および引き抜き試験により、鉛直根及び水平根によるせん断力補強強度の推定を行うことを目的とする。

II 試験地及び試験方法の概要

現地調査は茨城県かすみがうら市にある森林総合研究所千代田苗畑のクヌギ林内にて実施した。クヌギ林は関東ローム層に立地している。

苜住 (2) は代表的なクヌギの根系分布状態として、鉛直根は深根型で地中深くまで根が分布し、水平分布は集中型としており、根の広がりはいと小さいと評価している。特徴的な根系の分布形態として主に中・大径の斜出根、垂下根が発達するとしている。

現地での試験、調査は以下の手法で実施した。

① 根系分布調査

樹木根系の三次元的な空間分布を把握するために実施する。樹木根系を覆っている土を取り除き、地表面または根株中心からの根の位置、太さについて調査を行う。今回の調査にあたっては、樹高 14.6m, 胸高直径 25cm, 根株直径 36cm のクヌギを使用し、根株のまわりの土砂を取り除く作業に 3~6 人が従事して 8 日間を要した。

② 引き抜き抵抗カ調査

せん断力補強強度を算出するために必要な根の引き抜き抵抗カを測定するために実施する。測定したい樹木の根株を取り除き、1 本ずつ根を引き抜ける状態にした後、根の成長方向と反対側に引き抜き、根の引き抜き抵抗カを測定する。引き抜き抵抗カは、根が細い場合は根を固定している治具にバネばかりまたはデジタルフォースゲージを取り付けて直接引き抜きことで測定を行う。力が大きくなると人力で根を引き抜くことが困難になるので、

チルホールを用いて引き抜きを行う。引き抜き抵抗カの測定にあたってはロードセルを用い、測定データを逐一パソコンに取り込みピーク時の値を引き抜き抵抗カとした。

III 結果と考察

クヌギの根系分布調査を行った結果、直径 15mm 以下の根の本数は鉛直根が最も多いが、それ以上になると水平根の本数の方が多くなっていた。また水平根は主として 30~80cm の所に分布し、深さ 50~60cm が最も多かった。その一方、地表面付近の 0~10cm においては根が存在していなかった。

引き抜き抵抗カ調査は、クヌギの根 44 本を用いて測定を行った。既往の研究成果 (1) からスギにおいて根の引き抜き抵抗カ $P_0(N)$ と根の直径 $D(mm)$ との相関関係が明らかになっており、その方法に従ってデータの整理を行った。測定結果を図-1 に示す。これより、以下の相関式を得た。

$$P_0 = 20.4 \cdot D^{1.42} \quad (1)$$

根系分布調査で取得したクヌギの根の直径と本数をそれぞれ (1) 式に代入し、せん断力補強強度 ΔS を推定する。 ΔS は次の式で計算される。

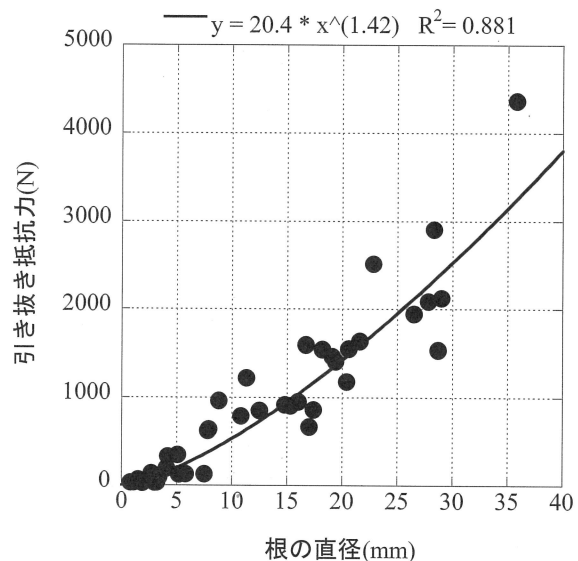


図-1. クヌギの根の直径と引き抜き抵抗カの関係

Ushio KUROKAWA, Yasuhiko OKADA, Sumio MATSUURA, Hiromu DAIMARU, Yasuhiro OGAWA (For and Forest Prod. Res. Inst., 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687) A method for evaluating the effect of the roots of *Quercus acutissima Carruth* on preventing shallow landslides

$$\Delta S = P_0(\cos \beta \tan \phi + \sin \beta) \quad (2)$$

$$\beta = \tan^{-1}(b/B) \quad (3)$$

ただし、 P_0 ：根の引き抜き抵抗力、 β ：せん断によって生じる根とせん断面の角度、 B ：せん断変位の 1/2 の長さ、 b ：根の変形係数、である。

計算の結果、調査したクヌギ 1 本の深さ 1m における鉛直根の ΔS は 73.1kN となった（ただし、土の内部摩擦角 $\phi=30^\circ$ とした）。さらに、中心から 50cm、100cm、150cm の位置での ΔS を同様に推定したところ、中心から 100cm までの水平根は鉛直根の ΔS よりも大きな値となった（図-2）。

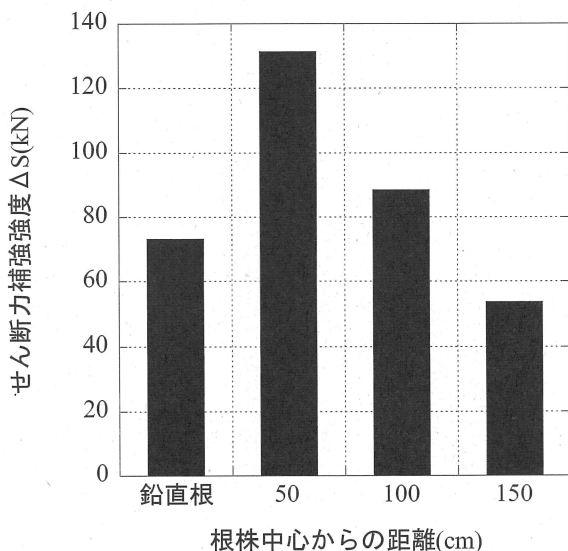


図-2. クヌギ根系のせん断力補強強度の推定

さらに、クヌギにおける調査結果との比較を行うため、代表的な針葉樹である根元直径 21cm のスギの根株についても根系分布調査を行った。クヌギと比較すると圧倒的に 5mm 以下の根が多く、鉛直方向にしっかりと根が発達する一方で、水平根がほとんど発達していないことがわかった。この結果を用いてスギのせん断力補強強度 ΔS の推定を行った。引き抜き抵抗力は阿部 (1) が求めた以下の相関式を使用した。

$$P_0 = 19.4 \cdot D^{1.60} \quad (4)$$

クヌギと同様にスギの ΔS を算出したところ、図-3に示すとおり、深さ 1m での鉛直根では 76.2kN となった。この値はクヌギの結果と比較するとほぼ同じとなったが、水平根に関しては 50cm のところで約 1/10、100cm の所では 1/100 以下の値しかなく、クヌギの根系はスギ根系と比較して水平根のせん断力補強効果が極めて高いことがわかった。

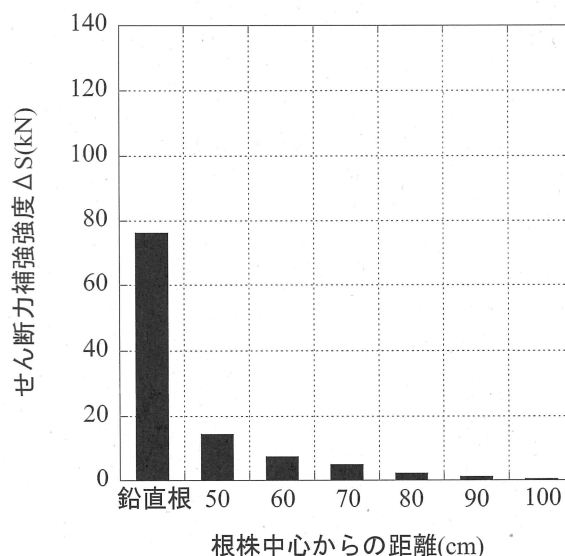


図-3. スギ根系のせん断力補強強度の推定

IV おわりに

本報告では、これまであまり調査事例のなかった広葉樹であるクヌギを対象とした樹木根系による崩壊防止機能の評価について検討を行った。鉛直根、水平根のそれぞれについて分布調査、引き抜き試験による定量化を行い、針葉樹（スギ）との比較においてその特性を明らかにした。広葉樹による斜面崩壊防止機能評価の事例はまだまだ少なく、今後とも継続して調査を行っていく必要があると考える。

根系分布は立地環境によって成長形態が異なってくるため、詳細な斜面崩壊防止機能の評価にあたっては実際の斜面における根系分布の実態を調査する必要があると思われる。また広葉樹に限らず樹木の根系は樹種ごとにさまざまな分布形態が存在するため、状況に応じて適切な評価が行えるようパターン分けやモデル化等の手法を用いて普遍化をはかる必要があると考える。

本研究は平成 20 年度中部森林管理局委託事業「樹木根系の斜面補強効果調査」により実施した。

引用文献

- (1) 阿部和時 (1997) 樹木根系が持つ斜面崩壊防止機能の評価方法に関する研究. 森林総研研報 373:105-181.
- (2) 荻住昇 (1979) 樹木根系図説. 1121pp., 誠文堂新光社, 東京.
- (3) 北村嘉一・難波宣士 (1981) 抜根試験を通して推定した林木根系の崩壊防止機能. 林試研報 313:175-208.