

## 生長方向の異なるスギの根が持つ崩壊防止力の違い

藤井栄梨子 (日大院生物資源)・阿部和時・石垣逸朗 (日大生物資源)・垂水秀樹 (日大水上演習林)

要旨：樹木根系による崩壊防止力は、崩壊地側面を横断して生育する水平根と、崩壊地底面より深くまで生育する鉛直・斜出根によって発揮される。水平根は主に A 層、鉛直・斜出根は主に B, C 層に生育するので、土壌状態が異なり、それぞれが持っている崩壊防止力には違いがあると考えられる。また、根の生長方向と崩壊が発生した際に根が引き抜かれる方向も崩壊防止力に影響を及ぼすと推定できる。これらの点を明らかにするため、根の引き抜き方向を様々な角度に設定して土中から引き抜き、根の抵抗力と根の変位量を測定する引き抜き試験を行った。根を土中から引き抜いたときの最大引き抜き抵抗力と、その最大引き抜き抵抗力が出現するまでの根の変位量について、引き抜き角度ごとに水平根と鉛直・斜出根の違いを調査した。試験の結果、水平根と鉛直・斜出根の最大引き抜き抵抗力が出現するまでの変位量は、水平根は 1200mm 以内、鉛直・斜出根は 200mm 以内に多く現れる違いが見られた。

キーワード：引き抜き試験, スギ, 根系, 崩壊

### I はじめに

樹木根系による崩壊防止力は、崩壊地側面を横断して生育する水平根と、崩壊地底面より深くまで生育する鉛直・斜出根によって発揮される。水平根と鉛直・斜出根は、それぞれの根が生育する土壌状態が異なるため、異なった崩壊防止力を発揮すると考えられる。すなわち、これまでの研究 (1) では 1 本の樹木のそれぞれの根の最大引き抜き抵抗力の合力を樹木の崩壊防止力としていた。しかし根が引き抜かれるときの変位を考慮した場合、それぞれの根が生育する土壌状態が異なるため崩壊土砂の変位に影響を及ぼし、根の最大引き抜き抵抗力が現れるまでの変位に差が生じる可能性があるため、単純に最大引き抜き抵抗力の合力を樹木の根による崩壊防止力とすることはできないと考えられる。

また、根の生長方向と崩壊が発生した際に根が引き抜かれる方向 (根の引き抜き角度) も崩壊防止力に影響を及ぼすと推定できる (1, 2)。既往の研究では根の生長方向と反対方向に根を引き抜き、その際の引き抜き抵抗力を用いて、崩壊防止力と見なすことが多かった。しかし、崩壊が生じるときに根が引き抜かれる方向は生長方向に対して、様々な角度をなすことになる。

これらの 2 点に着目して、以下の研究目的を設定した。  
①最大引き抜き抵抗力が現れるまでの変位と最大引き抜き抵抗力の関係に、水平根と鉛直・斜出根で差異があるのか明らかにする。  
②根の引き抜き角度が最大引き抜き抵抗力に与える影響を明らかにする。

### II 調査地概要・調査方法

調査地は、日本大学付属水上演習林内の 40 年生のスギ人工林地で行った。土壌は適潤性褐色森林土で礫が多く含まれ、斜面傾斜は約 30° であった。

引き抜き試験は、試験木の地上部を伐倒し根株と根株に近い根を取り除き、残した根の頭部に変位計を取り付け、さらに力計をつけた根系固定器具で根をつかみ、これを引き抜き、引き抜き抵抗力とそのときの根の変位を測定する方法である。試験前に分度器を使って引き抜き方向を決定した。根の引き抜き方向は根の生長方向と反対方向を 0° として、0°, 30°, 45°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180° の 8 方向へ引き抜いた。太い根は抵抗力が強いので動滑車を利用した。測定した根の本数は水平根 135 本、鉛直・斜出根 59 本で、対象とした根の直径は 0.7~17.4mm である。

### III 結果と考察

1. 水平根と鉛直・斜出根が持つ引き抜き抵抗力の差異  
変位量、最大引き抜き抵抗力 (以下、抵抗力) の関係を水平根と鉛直・斜出根ごとに図-1 に示す。

図-1 に示すように、全体的に水平根は変位量 1200mm 以内で抵抗力 4kN 以内、鉛直・斜出根は変位量 1000mm 以内で抵抗力 3kN 以内にプロットされた。水平根、鉛直・斜出根ともに変位量 200mm 以内、抵抗力 1.5kN 以内の値が水平根は約 7 割、鉛直・斜出根は約 9 割を占めており (図中の四角で囲んだ断面)、両者に明瞭な違いは見られなかった。

また水平根は鉛直・斜出根に比べて抵抗力 2kN 以上、変位量 200mm 以上の値が多いという特徴がみられた。

Eriko FUJII(Grad.of Bioresource Sci.Nihon University,1866 Kameino,Fujisawa,Kanagawa,252-8510), Kazutoki ABE, Iturou ISHIGAKI(Coll.of Bioresource Sci.,Nihon Univ.,1866 Kameino,Fujisawa,Kanagawa,252-8510), Hideki TARUMI(Univer. For. in Minakami, Nihon Univ., Minakami,Tone,Gunnma 379-1727)

Difference of landslides prevention power of *Cryptomeria japonica*. roots with different direction of growth

## 2. 根の引き抜き角度が引き抜き抵抗力に与える影響

水平根は、根の引き抜き角度を8方向に設定した。それぞれの調査本数は、 $0^\circ$  18本、 $30^\circ$  20本、 $45^\circ$  17本、 $60^\circ$  14本、 $90^\circ$  43本、 $120^\circ$  12本、 $150^\circ$  3本、 $180^\circ$  8本の合計135本である。また鉛直・斜出根は6方向に設定した。それぞれの調査本数は、 $0^\circ$  22本、 $30^\circ$  3本、 $45^\circ$  1本、 $60^\circ$  2本、 $90^\circ$  23本、 $120^\circ$  8本の合計59本である。鉛直・斜出根は $0^\circ$  と $90^\circ$  が多く、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$  は1~3本と少ないため、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $120^\circ$  の3方向の値だけを用いた。水平根と鉛直・斜出根を角度ごとに変位量と抵抗力の関係調べ、図-2、3に示す。

水平根は引き抜き角度 $0^\circ$  のとき変位量100mm以内で抵抗力3kN以内、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$  は変位量200mm以内で抵抗力1.5kN以内、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  は変位量400mm以内で抵抗力1.5kN以内、 $120^\circ$ 、 $150^\circ$  は変位量1000mm以内で抵抗力1kN以内、 $180^\circ$  は変位量200mm以内で抵抗力1kN以内にそれぞれ多くプロットされた(図中の四角で囲んだ断面)。このことから図-2に示すように $0^\circ$ 、 $30^\circ$  と $45^\circ$ 、 $60^\circ$  と $90^\circ$ 、 $120^\circ$  と $150^\circ$  の4つのグループに分けることができる。角度が小さいと変位量は小さく抵抗力は大きい、角度が大きくなるにつれて変位量は増加し、抵抗力は減少する傾向がある。しかし $180^\circ$  のような根の生長方向と同じ方向に引き抜かれる場合、根を引き抜くとすぐに根は破断したため変位量も抵抗力も小さいと考えられる。

鉛直・斜出根の場合は引き抜き角度 $0^\circ$  のとき変位量100mm以内で抵抗力1kN以内、 $90^\circ$  は変位量200mm以内で抵抗力2kN以内に多く現れ、 $120^\circ$  は変位量1000mm以内で抵抗力2kN以内に多くプロットされた(図中の四角で囲んだ断面)。このことから図-3に示すように、角度が小さいとき変位量と抵抗力は小さいが、角度が大きくなるにつれて変位量と抵抗力は増加すると考えられる。

## 3. 考察

水平根と鉛直・斜出根による変位量と最大引き抜き抵抗力の現れ方は、図-1に示したように両者ともに変位量200mm以内、抵抗力1.5kN以内に集中し(図中の四角で囲んだ断面)、明瞭な違いを示すことはできなかった。

しかし引き抜き角度を考慮すると、図-2、3に示したように水平根と鉛直・斜出根の最大引き抜き抵抗力が現れるまでの変位とは、異なって現れる。引き抜き角度が $0^\circ \sim 45^\circ$  では水平根と鉛直・斜出根の変位量と抵抗力に大きな違いはないが、 $90^\circ \sim 150^\circ$  では水平根は変位量が増加し、抵抗力は減少する傾向を示し、鉛直・斜出根は僅かではあるが変位量も抵抗力も増加する傾向が見られる。

## IV 終わりに

本研究はスギを対象として、水平根と鉛直・斜出根の引き抜き角度による変位と最大引き抜き抵抗力の違いについての比較を行った。引き抜き角度を変化させることで、両者の変位量と抵抗力に違いが現れた。しかし水平根と鉛直・斜出根の調査本数に大きな差があること、角度別の調査本数にもばらつきが見られるため、今後さらに細かい比較を行っていく必要があると考える。また、樹木の根系分布についても、変位と抵抗力にどのような影響を与えるのか調べていく必要があると考えている。

## V 参考文献

- (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) GRAY, D.H. and OHASHI, H. (1983) Mechanics of fiber reinforcement in sand. the Journal of Geotechnical Engineering, 109 (3) : 335~353.

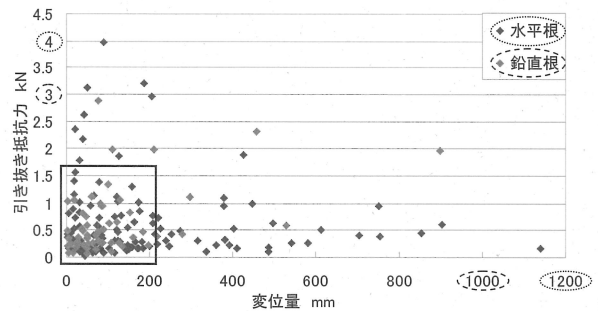


図-1. 水平根と鉛直・斜出根の変位量と抵抗力の関係

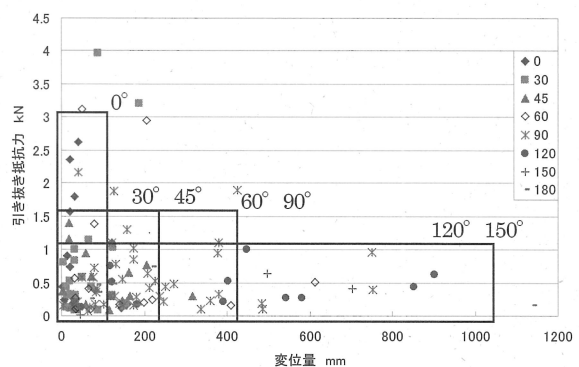


図-2. 水平根の変位量と抵抗力の関係

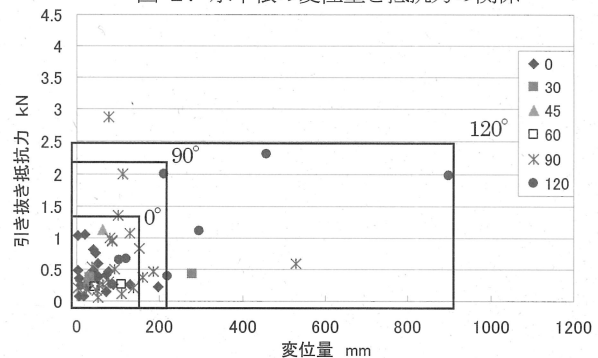


図-3. 鉛直・斜出根の変位量と抵抗力の関係