

樹木の水平根と鉛直根が持つ崩壊防止機能

佐藤秀・山井昌之・阿部和時・石垣逸朗（日大生物資源）

Abstract : Root distribution investigation and root pull-out experiment for *Cryptomeria japonica* were performed to clarify differences of function to prevent shallow landslide between lateral roots and tap roots. What a lot of lateral roots grow in a top soil layer and a trunk to 3.0m distance in radius was shown by the root distribution investigation, and it was estimated that they have great influences to the function of preventing shallow landslide. An aim of the root pull-out experiment was to clarify a difference of displacement of lateral and tap roots at which the maximum pull-out resistance was shown. As a result of experiments, the displacement before maximum pull-out resistance appearing was not able to find a difference with a lateral and tap root. In other words, lateral and tap roots do not have a distinguished function for preventing shallow landslide.

Key words : landslide, roots, root pull-out experiment

要旨：森林の崩壊防止機能に果たす水平根と鉛直根の働きの違いを明らかにするため、スギを対象に根系分布調査と引き抜き試験を実施した。根系分布調査では表層部分と樹幹から約3.0mの距離まで多くの水平根が生育していることが示され、崩壊防止に大きい影響を持つと推定された。引き抜き試験では水平根と鉛直根によって発揮される抵抗力が表れるタイミングのずれを明らかにすることを目的とし、引き抜き抵抗力と根の変位を測定した。試験の結果、最大引き抜き抵抗力が表れるまでの変位量に水平根と鉛直根で違いを見出すことはできなかった。すなわち水平根と鉛直根を区別して崩壊防止機能を考える必要はないことになった。

キーワード：崩壊防止機能、根系、引き抜き試験

I はじめに

根の崩壊防止に関する既往の研究では、崩壊が発生した斜面の地形地質植生等のデータを収集し、統計解析によって、20年生以下の森林で崩壊が多いこと、また、樹木の引き倒し試験（抜根試験）により伐採後10～20年で崩壊防止力が最小になることが示された。さらに、樹木の根を含んだ土のせん断試験、根の引き抜き試験から崩壊防止力の定量的評価を行ってきた。しかし、力学的研究では崩壊地底面に多く生育する鉛直根の働きを明らかにする研究が多く、崩壊地側面に生育する水平根に関する研究は十分でなかった。

崩壊地底面と側面とでは土質が異なり、鉛直根と水平根の崩壊防止効果に違いがあると考えられる。図-1に示すように、崩壊地底面（鉛直根）では土が硬く、崩壊土砂の変位が生じると直ちに根の抵抗力が表れるが、崩壊地側面（水平根）は土が軟らかいため根の抵抗力が発揮されるまでより大きい崩壊土砂の変位が必要であると推測される。

この研究では、崩壊地底面に生育する水平根と崩壊地側面に生育する水平根について、崩壊防止力の最大値が表れる時間のズレを明らかにすることを目的とした。さらに、水平根の分布状況を調べるために調査した。

II 試験地と調査方法

試験地：本研究は日本大学生物資源科学部藤沢演習林内の20年生のスギを対象に行った。

根系分布調査方法：試験木を選定し、樹幹から3.5m離れた地点に幅1.2m、深さ1.0mの土壤断面を掘り、ここに0.2mメッシュの格子枠を押し当てて各メッシュ内に出現した根系の直径を測定した。メッシュの数は横6、縦5個になる。この測定が終了したら3.0mの地点の同様の土壤断面を掘り、同じ測定を行う。この測定を繰り返し、樹幹から0.5mの位置の土壤断面まで測定を行った。

引き抜き試験方法：引き抜き試験は、図-2に示すように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、残した根の頭の部分をつかみ、これを引き抜いて抵抗力を測定する試験である。根を引き抜く際に根の変位も同時に測定した。

III 調査結果

根系分布調査：表-1は、樹幹から0.5mおきの土壤断面に出現した根の直径階級別本数を表している。樹幹から近いほど根の本数が多く、太い根の本数も多いことが

示されている。図-3は深さの違いによる根の断面積合計を表しており、地面に近い深さ0.2~0.4mに根が多く集中していることが分かる。図-4に調査地の深さ方向の土壤硬度を示したが、深さ10cmで土壤硬度が20mmもあり、やや締め固められた状態であった。しかし、深さ0.2~0.4mの硬度は地表部分より軟らかくなっているため、根が集中して生育していると考えられる。

引き抜き試験：図-5は根の直径との最大引き抜き抵抗力の関係を、水平根と鉛直根に分けて示した。両者の間に明瞭な違いはなく、直径が大きいほど最大引き抜き抵抗力が大きくなる傾向が示された。

図-6、図-8は、それぞれ水平根と鉛直根の引き抜き試験結果で、引き抜き抵抗力と根の変位量の変化を表している。水平根、鉛直根ともに引き抜き抵抗力は徐々に上昇してピークに達し、ここで根が引き抜けて、あるいは破断して急減するパターンを示した。試験を行った全ての根でこのようなパターンがみられ、水平根と鉛直根の違いは確認できなかった。根の変位は試験開始からピークまで10~20mm程度生じ、ピーク後に根が引き抜けると一挙に増大する。

図-7、図-9に試験開始から引き抜き抵抗力のピーク値までの変位と引き抜き抵抗力の関係を示した。水平根と鉛直根とともに引き抜き抵抗力と変位が徐々に増加する傾向が示された。水平根の方は引き抜き抵抗力が減少する部分があるが、これは枝分かれしていた支根が破断したためと考えられる。これにともなって不規則に変位が上昇する部分が表れた。

図-10に根の変位と最大引き抜き抵抗力の関係を示した。水平根と鉛直根の間に違いは認められなかった。水平根と鉛直根ともに、最大引き抜き抵抗力が生じる変位量は約2~25mmの範囲内で多く、引き抜き抵抗力が強い根の方が変位が少ない傾向がみられた。

IV 考察

根系分布調査では深さ40cm程度までに非常に多くの根が分布していること、樹幹からの距離が3.0m程度までは多くの根が生育していることが示された。これらの根は水平根であり、水平根による崩壊防止効果を明らかにすることが重要な課題であると考えている。

引き抜き試験で対象とした根の直径は約1.5~12.5mmであった。この範囲内で水平根と鉛直根で、引き抜き抵抗力が生じる際の変位の表れ方に違いを認ることはできなかった。

この原因是、試験地への人の立ち入りが多く表層部分が転圧されて土壤硬度が15~22mmあり、下層部分と大きい違いがないことが考えられる。すなわち、水平根が生育していた土質条件と、鉛直根が生育している土質条件に違いがないことが原因と思われる。一般的な林地で

は、表層部のA層と下層のB、C層とでは明らかに土質的違いがあり、変位の生じ方にもその影響が表れると考えている。

V おわりに

今後は、土壤層が搅乱されていない林地において同様の調査を継続し、水平根と鉛直根の崩壊防止機能の違いを明らかにしたいと考えている。また、主要な広葉樹についても試験対象としてスギ、ヒノキ等の人工林樹種との違いについても検討したいと考えている。

本研究は、平成18年度日本大学学術研究助成金によって実施した。

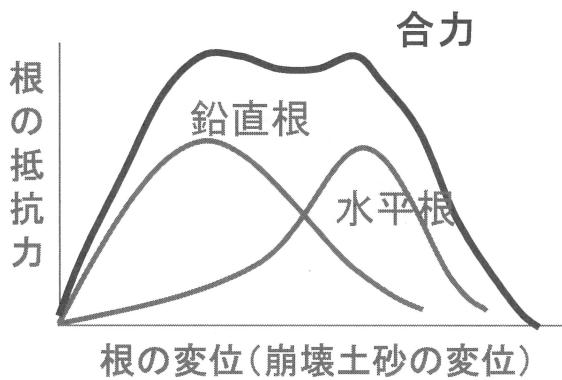


図-1 崩壊土砂の変位に伴って生じる水平根と鉛直根の崩壊防止力の表れ方の予測模式図

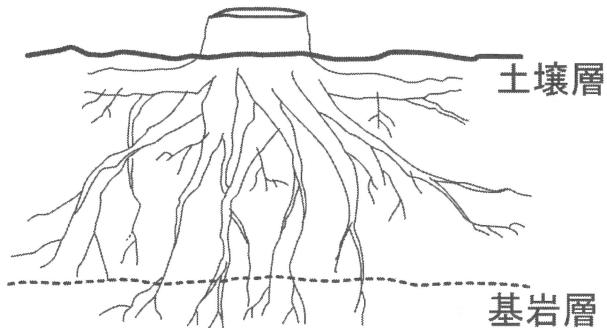


図-2 引き抜き試験の模式図

表-1 樹幹から0.5mおきの階級別の根の本数

直径(mm)	距離(m)						
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
1~2	42	18	8	11	4	4	9
2~4	30	22	10	7	5	5	2
4~6	9	7	2	2	1	2	1
6~8	9	1	2	2	1	0	0
8~10	1	0	0	0	0	0	0
10~15	0	2	1	0	0	0	0
15~20	0	0	0	0	0	0	0
20~25	0	0	0	0	0	0	0
25~	2	0	0	0	0	0	0

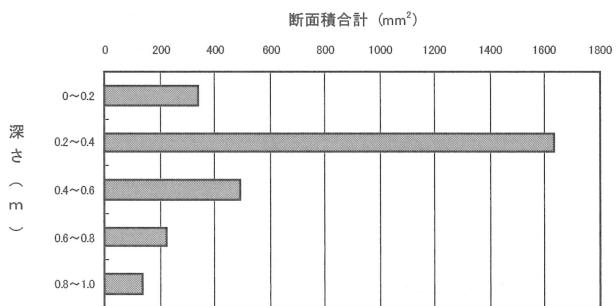


図-3 深さの違いによる根の断面積合計

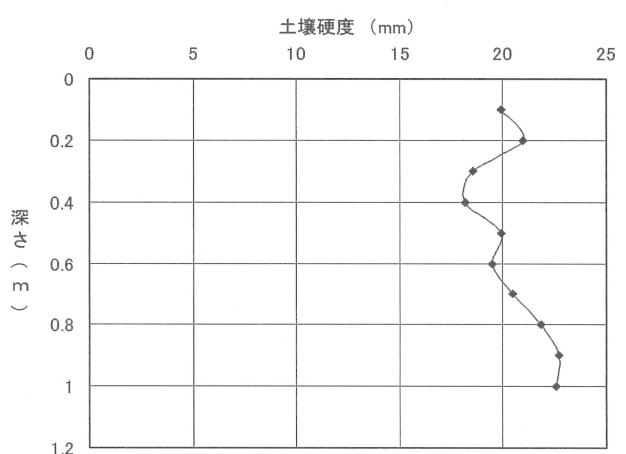


図-4 調査地の土壤硬度

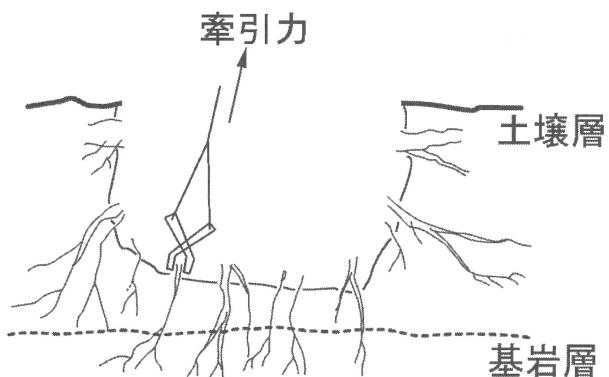


図-5 直径ごとの最大引き抜き抵抗力

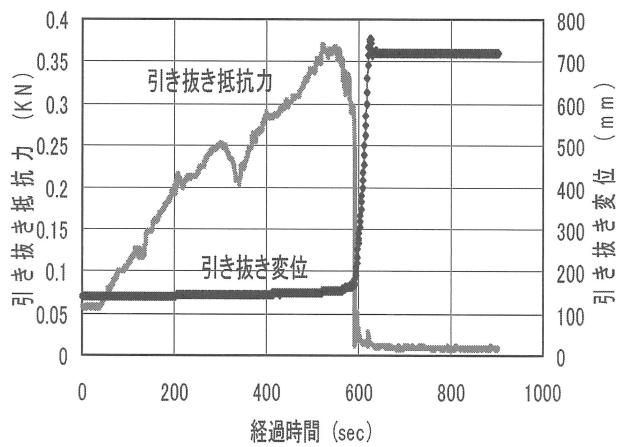


図-6 水平根の変位と力の表れ方（全体）

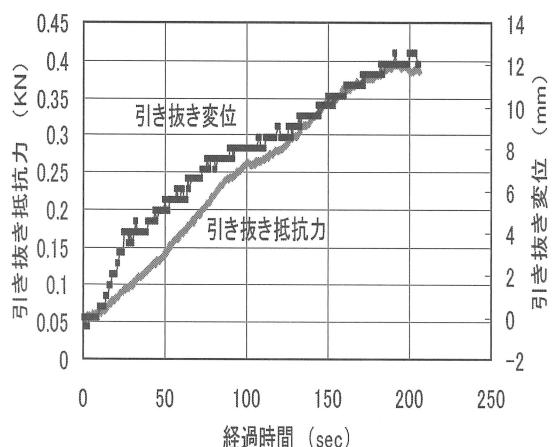


図-9 鉛直根の変位と力の表れ方（ピーク）

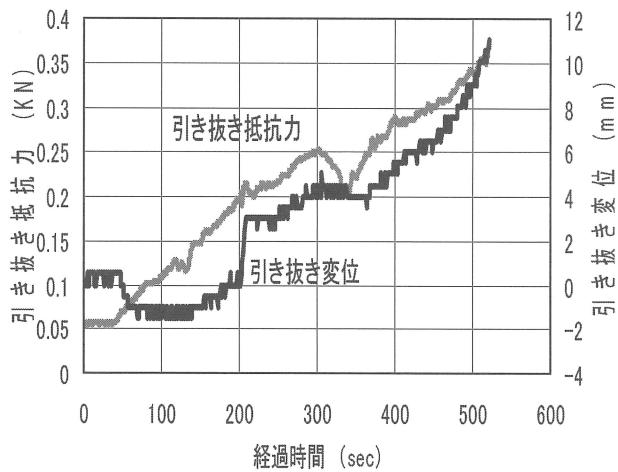


図-7 水平根の変位と力の表れ方（ピーク）

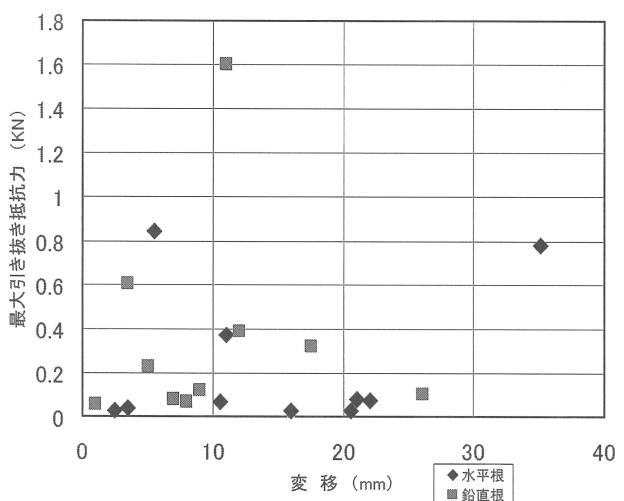


図-10. 水平根と鉛直根の最大引き抜き抵抗力における変位

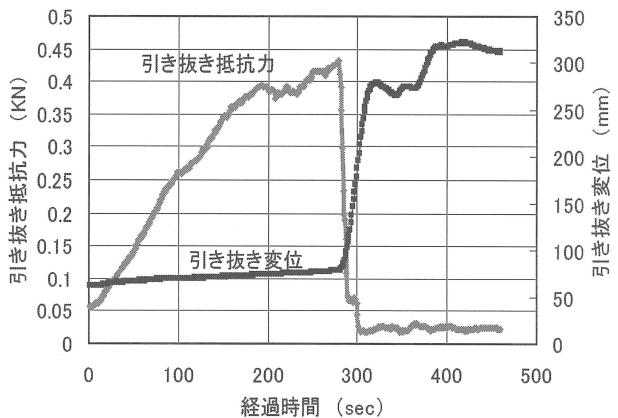


図-8 鉛直根の変位と力の表れ方（全体）