

樹木根系が斜地の安定効果にはたす役割について (2)

誌名	日本大學農獸醫學部學術研究報告
ISSN	00780839
著者	石垣, 逸朗
巻/号	44号
掲載ページ	p. 13-17
発行年月	1987年3月

樹木根条が斜地の安定効果にはたす役割について—II

根系分布と崩壊との関係

石垣逸朗*¹・阿部和時*²・岩元賢*²
垂水秀樹*³

(昭和61年10月24日受理)

The Effect and Part of Tree Roots on the Stability of Slopping Ground—II

Relationships Between Root Distribution and Landslide

Ituro Ishigaki*¹, Kazutoki Abe*², Masaru Iwamoto*²
and Hideki Tarumi*³

The investigation of tree root distribution was made in order to study the effect and part played by tree root system on slope stability.

The following results were obtained

- (1) The depth of landslide was approximately equal to the depth of the terminated plane of the tree root distribution. And landslides didn't occur within the soil layer in which many roots distributed. Because it was considered that the shear strength of soil layer containing roots was increased.
- (2) The feature of root distribution would be more clearly affected by the soil condition than the character of tree species. Even roots of Japanese cedar and White oak which are deep rooted species, penetrated only one meter deep in the soil containing many rocks and stones in Minakami Nihon University Forest.

Key words: Landslide, Cutting diameter, Root distribution, Slided tree

傾斜地における土層の安定を考えた場合、その斜地に生育している草木、特に樹木根系が斜地の土層移動（この場合、表層土壌をさす）阻止にある程度プラスの効果を発揮することは、すでに認められているところである。しかし、表層崩壊に対して根系がどの程度作用しているかについての明確な力学的評価を受けている段階には至っていないのが現状である。著者らは、崩壊と根系のはたす役割の因果関係究明に先がけ、崩壊地底面およびその周縁部に残存する根系の分布状況について、残存根系

が底面部よりも周縁部に数多く集中し、比較的浅い土層に根系の崩壊阻止能力があるとし、これも、林齢の高い林地や植生状態の良好な林地ほど高い傾向を示すことについて報告した[1]。樹木根系がもつ斜地の崩壊防止効果の定量的評価は、根系の平面的・垂直的な分布特性、分布密度、緊縛力など、総合的関連性に立脚した解析と評価を必要とする。これらのための基礎的資料として、前報[1]にひき続き、今回樹木根系の分布状態について報告する。

*¹ 日本大学農獣医学部 森林工学研究室 (Lab. Forest Engineering, Coll. Agr. & Vet. Med., Nihon Univ.)

*² 国立林業試験場 (For. and Forest Prod. Res. Inst.)

*³ 日本大学農獣医学部 演習林事務室 (Exp. Forest, Coll. Agr. & Vet. Med., Nihon Univ.)

調査地および調査方法

調査は、昭和59、60年の2ケ年にわたり林業試験場宝川理水試験場および本学水上演習林で行った。各調査地の概要については、すでに報告済みであるのでここでは省略する[1, 2]。今回、前報[1]の未報告部分である立木根系の分布調査と崩落木根系の切断直径調査、および水上演習林内の24、26年生スギ林分とコナラを中心とした広葉樹林の3ヶ所で深さ方向の根系量の変化について調査を行ったので報告する。

1. 根系分布の調査方法

この調査は、宝川理水試験地、水上演習林での調査対象木とも次のような手順で調査測定を行った。すなわち、崩壊地に隣接して生育している立木、および調査林分内の平均的な樹木を無作為に選出した後、地上部を伐採し

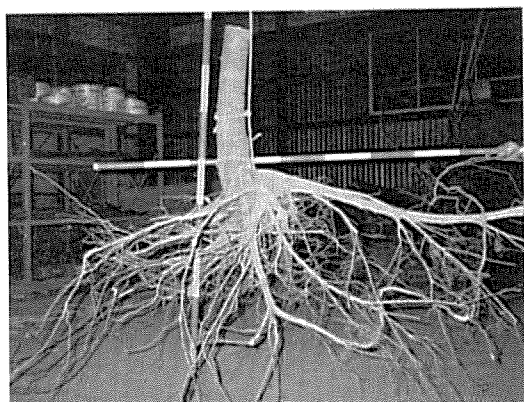


Fig. 1 A form of root distribution (Konara : Quercus serrata THUNB)

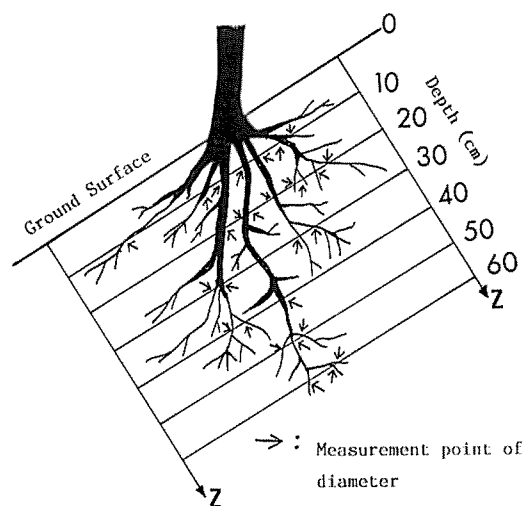


Fig. 2 The method for investigation of tree roots.

Table 1 The factors of investigation trees

	Sugi 1	Sugi 2	Konara
Tree age (th)	24	26	31
Diameter			
breast high (cm)	12.5	12.2	12.1
Stump diameter (cm)	18.6	17.5	23.0
Tree height (m)	12.5	10.4	13.0

Sugi 1, 2 : Cryptomeria japonica D. Don
 Konara : Quercus serrata THUNB

根系全体を掘り出す。そして、掘り出した根系を Fig. 1 に示すようにつりさげ、次に Fig. 2 のように地表面より 10 cm 間隔毎の深さの面を想定し、各根系がこの面を横切る点でノギスにより直径を測定する。この場合、深さ 10 cm 間隔の土層区間内の根系長も測定した。なお、直径、長さの測定に際して直径 1 mm 以上のすべての根径について測定を行った。

これらの測定結果より、深さ 10 cm 毎の本数、直径、長さなどの根系分布に関連する諸因子の変化を把握することができる。

Table 1 に水上演習林内での測定対象木の諸因子を示す。なお、水上演習林内において、これらの調査と同時に、崩壊阻止効果に最も大きな影響力を持つ根系の引抜き強度の試験も同時に行ったが、この結果については次回に報告する。

調査結果および考察

宝川理水試験地での調査結果

1. 立木根系分布調査

調査対象木として選定した立木は、第一崩壊地では49年生のブナ、第二崩壊地では17年生のスギ、第四崩壊地では6年生のスギである。測定は前述したように、掘り出した根系すべてを深さ 10 cm 間隔に区切り、その直径と長さを計測した。Fig. 3 にその計測結果を示す。これは、根系材積に換算した深さ方向の変化を示したもの

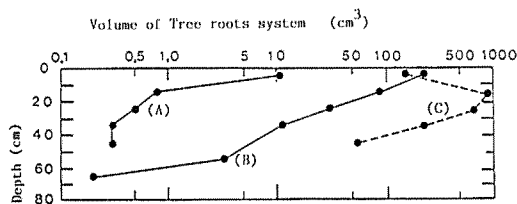


Fig. 3 The distribution of Stumpage roots system in depth direction.

A : Cryptomeria japonica D. Don (6th)
 B : Cryptomeria japonica D. Don (17th)
 C : Fagus crenata BLUME (49th)

である。なお、第一崩壊地のブナ生育地には巨礫が非常に多く根系全体を裸出させることが不可能なため、掘り出した部分だけの測定値を示した。故に、実際の根系材積はここに示す値よりも大きく、残根の分布状況より検討してみても 2 m 以深まで分布しているものと考えられる。

Fig. 3 に見られるように、6 年生のスギ根系はまだまだ貧弱であり、主根でも直径は最大 1 cm にも満たなく、深さ方向の伸長も約 50 cm までしか侵入していない。一方、17 年生のスギ根系を見た場合、6 年生のスギ根系にくらべ最大で約 10 倍以上の根系材積があり、深さ方向にも約 80 cm までの根系伸長が見られた。49 年生のブナ根系の場合、17 年生のスギにくらべ根系材積でさらに約 10 倍以上の値が測定され、深さ方向にもさらに深く侵入していることが推定出来る。前報[1]で示したように、崩壊のすべり面が生じた平均深は、第一、第二、第四崩壊地ともそれぞれ、1.9 m, 0.8 m, 0.5 m であり、いずれの場合も Fig. 3 に示されるように深さ方向への根系の分布がなくなる付近ですべり面が発生している。

このようなことから、崩壊地底面での残根本数も少なく、切断直径も小さいという測定結果が得られたものと考えられる。

このことから推察して、根系が深さ方向へ数多く分布する土層では、根系による抵抗力も大きくなり、崩壊時におけるすべり面も発生しにくくなるものと思われる。

2. 崩落木根系の切断直径調査

崩壊土砂とともに下方に崩落して裸出している根系について、その切断した直径と地際からの深さについて測定を行った。

測定木として、第一崩壊地のブナ（胸高直径：23 cm・

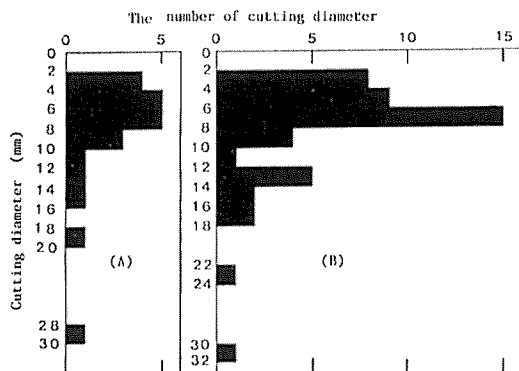


Fig. 4 The number of cutting diameter at the slided trees.

A : var. grosseserrata (BLUME) Rehd. et Wils. D.B.H. 15 cm, 18 cm.
 B : Fagus crenata BLUME. D.B.H. 23 cm.

樹高：17 m）とミズナラ（胸高直径：15, 18 cm・樹高：13, 13 cm 2 本株立）を用いた。Fig. 4 にその切断直径別の根系本数を示す。これによると、切断直径は 10 mm 以下の根系が多い傾向を示しており、前報[1]の崩壊地底面および周縁部における残存根系の切断直径調査結果と比較してみても、10 mm 以上のものがやや多く見られる以外は、全体的によく一致している。このことは斜面の基盤構造にもよるが、斜面崩壊や立木の崩落によって根系が引抜かれる場合、直径 10 mm 以下の部分で切断されるものと思われる。

本学水上演習林での調査結果

根系分布調査結果のうち、根系の直径と長さの分布について、深さ方向の変化から根系分布の特徴について検討した。

1. 根系の直径階別にみた根系本数の分布

この調査は、Fig. 2 に示すように深さ 10 cm 毎に切断した根系を直径階別に分け、それを本数によって比較分類したもので、その結果を Fig. 5 に示す。これは、根系の直径階を 0~4.9, 5.0~9.9, 10 mm 以上の 3 段階に区分し、これを深さ 10 cm 毎の根系本数の分布状態をあらわしたものである。

この図を總体的に見た場合、表層から深さ 30 cm にかけては根系の出現本数も少ないが、比率的には太い根

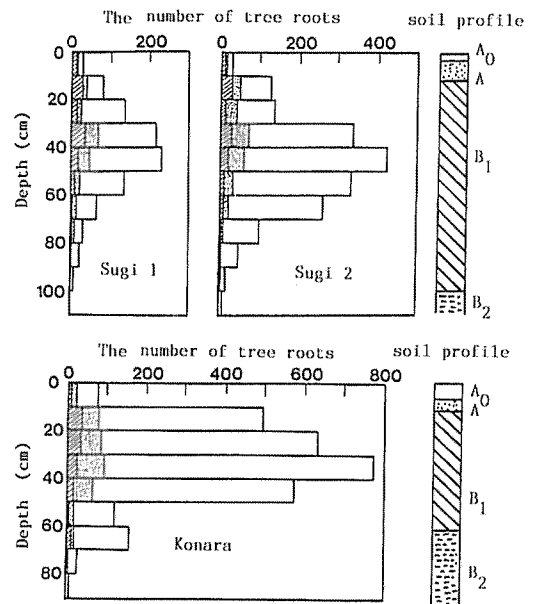


Fig. 5 The number of tree roots diameter with depth.

▨ : Diameter 10.0 mm~
 □ : Diameter 5.0~9.9 mm
 ◻ : Diameter 0~4.9 mm

の出現が多く、深さ 30 cm 以深では細根や小径根の分岐傾向が非常に多い。特に、40~50 cm にかけては、その根系の出現本数の分布が最も多くなる結果を得ており、これは、観察上からもその傾向がどの測定対象木にも見られた。

斜地の安定効果に大きな阻止能力を發揮すると考えられる直径 10 mm 以上の根系出現本数については、Fig. 5 よりいずれの測定対象木とも深さ 20~50 cm にかけて数多く分布する傾向を示している。また、本数にしても各深さとも20~30本程度あり、樹種、個体による差は認められないようである。故に、図にあらわされている根系本数の変化は、10 mm 以下特に 5 mm 以下の細根と小径根によるものであり、これらの根系は、斜地の移動阻止にあまり大きな効果を持たないものとする。

今回の調査対象木根系の侵入深を見ると平均的に約 1 m 前後であり、図に示すようにその侵入深としては、スギの方がコナラを上まわる結果を得ている。本調査地の土壤断面と侵入深とを対比した場合、根系の侵入できる深さは B₁ 層の下部より B₂ 層の上部までに限られており、これらのことから調査対象木根系の侵入深の違いは、樹種や個体の特性の相違から生じたものではないと思われ、それにかかわる因子として、土壌硬度等を含む表層土の物理的特性の変化および基盤構造が大きく影響しているものと考えられる。

2. 土壤深度別にみる根系長の分布

樹根の表層崩壊阻止効果を評価する方法として、表層土の厚さ、基盤岩の性質および根系の平面的、垂直的の伸長状況から定性的に評価する方法[3]と樹根の作用を土の粘着力の見かけの増加として扱ひ根系の引抜き抵抗力で表現する力学的評価方法[3, 4]等がある。

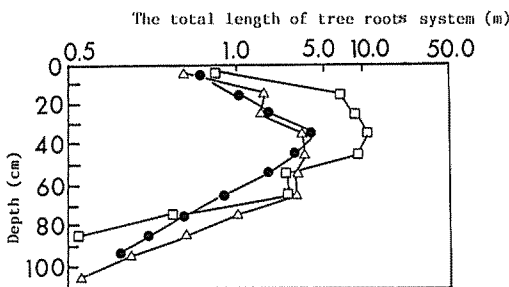


Fig. 6 The total length of tree roots by depth.
 —●—●—: Sugi 1 (*Cryptomeria japonica* D. Don)
 —□—□—: Konara (*Quercus serrata* THUNB)
 —△—△—: Sugi 2 (*Cryptomeria japonica* D. Don)

根系の引抜き抵抗力を考えた場合、樹根と土の粘着力が大きな問題となり、これにかかわる重要な因子の1つとして根系の長さをあげることができる。そこで今回この根系の長さについて土壤深度毎にその分布状態について調査を行った。Fig. 6 にその結果を示す。そして、この図の深度毎の分布形を知見すると、先に示した Fig. 5 の根系本数の分布様式とほぼ同じ傾向を示している。コナラの根系長が最も大きな値を示しており、スギと比べるとやや浅い所に集中しており、B₁ 層と B₂ 層の境界近く(深さ50~60 cm)になるとその差は少なくなるようである。

これらの数少ない調査結果から言えることは、深根性といわれるスギ、コナラにおいても、この調査地では深さ 1 m 程度までしか根系が侵入しておらず、根系の生育に関する樹種特有の性質も生育地の立地条件、特に土壌および基盤構造に強い影響を受けているようであり、深根性や浅根性といった形質だけによって根系の効果を判断することは望ましくないようであり、ここに崩壊と根系との因果関係解明の困難さがある。

摘 要

今回前報[1]に引き続き、樹木根系の斜地への安定効果を検証する目的で、林業試験場宝川理水試験場と本学水上演習林の二調査地において、立木根系の分布様式、崩落木根系の切断直径、深さ毎に見た直径階別の根系本数および深さ毎の根系長の分布のみ項目について、深さ 10 cm 毎にその量的分布状況を、調査し考察を行った。

その結果、宝川理水試験地は、垂直的な根系の量的分布が少なくなる付近(第一、第二、第四崩壊地それぞれ 1.9, 0.8, 0.5 m)ですべり面が発生していること、また崩落木の切断直径では、その径が 10 mm 以下の部分で切断されていること。

一方、本学水上演習林内では、根系の直径と長さの分布について、深さ方向の変化から根系分布の特徴を検討し、いずれの場合も深さ20~50 cm にかけて多く分布し B₁ 層から B₂ 層の境界深(さ50~60 cm)において少なくなる傾向のあることを知った。そして、根系の分布については樹種自体が持っている特質的なものよりも、その生育地の立地条件特に土壌および基盤構造に大きく影響を受けているものと推察された。

今後、根系の力学的評価のための引抜き試験等、より多くの樹種、土地条件、多数の基盤構造での調査を行い、根系の斜面安定に寄与する総合的評価について検討していかねばならない。次回、本学水上演習林で行った引抜き試験の結果について報告する。

謝 辞

本調査研究を遂行するに当たり、現地での調査およびデータ整理にご協力された下記の諸君に厚くお礼申し上げます。

安藤一浩・笠原康則・小山幸長・後藤 隆・和田賢治
石神利幸・永関昌樹・宮部茂光・小懸義信

文 献

- 1 石垣逸朗, 阿部和時, 岩元 賢, 垂水秀樹 1986: 樹木根系が斜地の安定効果にはたす役割について-I, 崩壊地における残存根系, 本誌, 43, 24~29.
- 2 石垣逸朗, 垂水秀樹 1983: 崩壊地の植生回復に関する研究-I, 地温の変化, 本誌, 40, 65-75.
- 3 塚本良則, 峰松浩彦, 城戸 毅, 小宮山浩司 1984: 斜面の基盤構造と樹木の斜面安定効果, 緑化工技術, 11(1), 1-7.
- 4 駒村富士弥, 渡辺武夫 1977: 樹木の斜面安定効果, 日林誌, 59(9), 338-340.