

## 1980年以降の主要な論文とその要約（年代順）

Ziemer, R.R.: 林地斜面の安定における植生の役割、XⅧ回IUFRO論文集、89～96、1981

根系の補強強度は土の剪断抵抗力の粘着力の補強として働くことから、伐採や土壌水分変化に伴う斜面安全率の変化を概念図として示した。

中根周歩・中川勝範・高橋史樹：アカマツ根の山火枯死・腐朽に伴う引張強度の低下、日本林学会誌、65(5)、155～165、1983

山火事跡地および健全地からアカマツ根系を採取し、万能試験機で引張強度試験。

結果：健全木の単位断面積あたりの引張強度は $2.11\text{kgf}/\text{mm}^2$ 。

塚本良則・峰松浩彦・城戸 毅・小宮山浩司：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、1984

斜面タイプを4分類し、根系の原位置引き抜き抵抗力の実測値を用いて斜面安全率の計算を行った。

結果：引き抜き抵抗力は土壌や岩盤の有無と関係なく同じであること、水平根と斜出根で差がないこと、斜面タイプによって根系の崩壊防止機能は異なることなどを示した。

阿部和時・岩元 賢・三森利昭：樹木根系の土壌緊縛力について—スギ苗畑における実験結果からの検討—、38回日林関東支論、217～220、1986

原位置引き抜き試験によりスギ根系の強度を測定。結果： $T=8.064D^{1.447}$

石垣逸朗・阿部和時・岩元 賢：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、日大農獣医学部学術研究報告、43、24～29、1986

群馬県宝川の新規崩壊地において残存根系を調査した。

結果：崩壊底面より周縁部のほうが、残存根系が10～100倍多かった。

河野良治・竹下 幸・志水俊夫：シラス台地における根系分布とその抵抗力、30回日林九州支論、287～288、1977

薄井五郎・成田俊司・清水 一・柳井清治：日高地方における海岸段丘斜面の崩壊(V)、32回日林北海道支論、294～295、1983

薄井五郎・成田俊司・清水 一・柳井清治：北海道日高地方の海岸段丘斜面における広葉樹二次林がもつ根系による土壌緊縛力、95回日林論、597～599、1984

阿部和時・岩元 賢・Ziemer, R.R.: 崩壊地周縁と底面における根系の崩壊防止効果の比較、第38回日林関東支論、1986

現場せん断試験機を用いて、崩壊地の周縁と底面の剪断抵抗力を測定した。

塚本良則・峰松浩彦・藤浪武史：樹木根系の斜面安定効果—主として水平根の量と働きについて—：緑化工技術、12(1)、11～20、1986

スギの水平根の原位置引き抜き試験を行い、水平根を含めたスギ人工林の林齢ごとの崩壊防止機能をモデル計算した。結果： $T=1.795D^{1.595}$  林齢20年前後までが水平根垂直根とも少なく危険な時期になること、水平根のネット効果が大きいことを示した。

阿部和時・岩元 賢・三森利昭・石垣逸朗・垂水秀樹：斜面安定に影響する根系分布と引き抜き抵抗に関する一考察、97回日林論、595～597、1986

石垣ほか1989と同じ。

塚本良則：樹木根系の崩壊防止機能に関する研究、東京農工大学演習林報告、23、65～124、1987

根系の崩壊防止機能に関する研究の集大成。根系の引き抜き試験を行い、水平根と垂直根で差がないこと、スギと広葉樹で差がないことなどを示した。また、水平根を含めた上界理論による斜面安全率の計算を行い、水平根が場合によっては効果的な崩壊防止機能を発揮することなどを示した。スギと広葉樹で差がなく、また一般林地と岩盤地でも差がなく、さらに土壌含水率でも差がないとし、 $T=2.80D^{1.45}$

石垣逸朗・阿部和時・岩元 賢・垂水秀樹：樹木根系が斜地の安定効果にはたす役割についてⅡ—根系分布と崩壊の関係—、日大農獣医学部学術研究報告、44、13～17、1987

群馬県宝川などで立木根系を掘り取り、深さ方向の根系分布を調べた。

結果：深さ20～50cmに多く分布。

森岡 昇・北川勝弘・近藤 稔・八川 久：集運材用ワイヤロープの支柱としての立木の強さ(V)スギ小径木根系の強度分布、98回日林論、667～669、1987

名古屋大稲武演習林内のスギ根系の万能試験機による引張り強度を測定した。

結果：4.19kgf/mm<sup>2</sup>。

陶山正憲・原 敏雄：治山用緑化樹種の根系強度について、緑化工技術、13(2)、19～23、1988

治山用樹種9種の根系について万能試験機による引張り強度を測定した。

結果：全ての樹種で $T(\text{kgf})=aD^b$ となり、a、b値はクロマツ2.325、2.202、アカマツ5.149、1.572、マルバグミ4.936、1.732、ヤマハンノキ0.499、2.830、ヤマザクラ1.143、2.413、ケヤキ1.120、2.535となった。引張り強度(kgf/mm<sup>2</sup>)は、クロマツ4.44、アカマツ2.76、マルバグミ3.72、ヤマハンノキ3.65、ヤマザクラ5.02。

森岡 昇・藤野繁春・安達久章：集運材用ワイヤロープの支柱としての立木の強さ(VI)引抜きに対する細根の抵抗力、日本林学会誌、71(4)、155～159、1989

名古屋大稲武演習林内のスギ根系の原位置引き抜き試験を行った。

結果： $T(\text{kgf})=3.221D^{1.338}$  (Dは直径mm)。

石垣逸朗・阿部和時・岩元 賢：樹木根系が斜地の安定効果にはたす役割についてⅢ—土壤緊縛力について—、日大農獣医学部学術研究報告、46、150～156、1989

群馬県水上と林試千代田試験地においてスギとコナラの原位置引き抜き試験を行った。

結果：スギ1が $T=4.31D^{1.08}$ 、スギ2が $T=12.94D^{1.08}$ 、コナラが $T=4.01$ 、 $D^{1.41}$ であった。

阿部和時・岩元 賢：樹木根系分布のシミュレーションモデル—斜面安定解析への適応を考慮したモデル—、日本林学会誌、72、375～387、1990

根系分布シミュレーションモデルを作成しスギに適用した。DBH、H、最大根系侵入深から深さ10cmごとの直径階別根系本数が求められる。

阿部和時：根系の引き抜き抵抗力によるせん断補強強度の推定、日本緑化工学会誌、16(4)、37～45、1991

根系を含む土塊のせん断試験と根系の引き抜き抵抗力の測定を行い、根系が土の粘着力増加分として働くこと、せん断試験に代わって原位置引き抜き試験が有効であることを示した。また引き抜き時の抵抗力のモデルを示した。

阿部和時・趙 廷寧・王 玉奎：中国黄土高原における森林の崩壊防止機能の研究(I)、日本緑化工学会誌、18(1)、19～26、1992

中国黄土高原のアブラマツとニセアカシア根系分布を調べた。

野々田稔郎・林拙郎・川邊洋：根系の引張強度と曲げ強度から推定した樹木根系の斜面安定効果、日本林学会誌、76(5)、456～461、1994

花崗岩地帯のスギ15年生人工林で崩壊地測量と残存根調査および持ち帰った根系を万能試験機により引張試験を行った。

結果： $T(\text{kgf})=2.754D^{2.06}$  (Dは直径mm、直径10mmで $4.03\text{kgf}/\text{mm}^2$ )。崩壊地の根系の破断直径は3.9mm以下が多く10mm以上は少ない。この結果を簡易ヤンプー法で斜面安定解析した。

阿部和時：原位置一面せん断試験によるスギ根系の斜面崩壊防止機能の研究、日本緑化工学会誌、22(2)、95～108、1996

苗畑のスギ根系について原位置引き抜き試験を行った。また、その結果から根系補強モデルを作成した。

結果： $T=1.98D^{1.6}$

阿部和時：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、森林総研研究報告、373、105～181、1997

スギを対象に深さ方向の根系の体積分布、直径階別本数、平均根系体積を定量化し、根系分布再現モデルを提案した。また引き抜き抵抗力が土の粘着力増強効果となることを示した。阿部氏の研究の集大成。

阿部和時：樹木根系の斜面崩壊防止機能、森林科学、22、23～29、1998

これまでの根系分布と根系の崩壊防止機能のまとめ。根系の崩壊防止機能は土の剪断抵抗力の粘着力補強分としてはたらくこと、補強強度についての国内外の研究例では、100～1800kgf/m<sup>2</sup>(平均565kgf/m<sup>2</sup>)であること、ヒノキの引き抜き抵抗力は伐採後6年ではほぼ0となること、直径10mm以下の根系は樹種の違いがあまりないこと。

陶山正憲・玉井幸治：樹木根系の斜面安定化機能の評価方法に関する一考察、静岡大学農学部演習林報告、No.23、37～44、1999

樹根を含む土層(不攪乱)の一面剪断試験。スギとヒノキの稚樹(樹齢不明)。

結果：剪断強さは根系の有無と関係なく自然含水時に対して飽和含水時は60%となった、根系の増強分は粘着力の増加分であった、根系の容積重量R(kg/m<sup>3</sup>)と剪断強さ増強分 $\Delta\tau$ (kg/m<sup>2</sup>)とはスギが $\Delta\tau=42.64(R-0.6571)$ 、ヒノキが $\Delta\tau=24.77(R-0.9374)$ であった。

武田一夫・山田哲司・岡村昭彦・伊藤隆広：斜面表層崩壊に対するミヤコザサ地下茎の補強効果、日本緑化工学会誌、26(3)、198～208、2001

北海道の国道沿い自然斜面で地震による崩壊地測量と根系量調査を行い、根系は室内万能試験機で引張強度試験。両者の結果から斜面安定解析。

結果：断面積0.15cm<sup>2</sup>以下で22MPa(約2kgf/mm<sup>2</sup>)。

神原孝義・大谷健一・佐藤創・島田宏行：樹木根系を考慮した表層崩壊の安定度について、平成14年度砂防学会大会要旨集、404～405、2002

原位置引き抜き試験。トドマツ37年生2本。

結果：引き抜き抵抗力T(kgf)と根の直径D(mm)は、垂直根では $T=0.875D^{1.71}$ (直径10mmで約0.57kgf/mm<sup>2</sup>)、水平根では $T=13.64D^{0.89}$ (直径10mmで約1.34kgf/mm<sup>2</sup>)であった。ただし、水平根の決定係数は0.47で低い。この結果と6本の掘り取り調査から、斜面安定に及ぼす間伐の効果を検討した。

北原 曜・阿部和時・大倉陽一・川浪亜紀子・安部哲人：斜面安定に及ぼす森林の水平根の効果、平成14年砂防学会研究発表会概要集、2002

1999年広島土砂災害の崩壊地を対象にアカマツと広葉樹の引き抜き抵抗力の実測値を用いて、斜面安全率をモデル計算した。

結果：アカマツ $T=1.09D^{1.70}$ 、広葉樹 $T=1.13D^{1.74}$ 、水平根の効果がきわめて大きいことを示した。

野毛伴基：信州大学農学部専攻研究論文、2002

信大手良沢山演習林で、ヒノキの原位置引き抜き試験を行った。

結果：補強強度は立木間中央が最も小さく500～1000kgf/m<sup>2</sup>であること、 $T=1.248D^{1.801}$ であることを示した。

北原 曜・野毛伴基・小野 裕：ヒノキ林における水平根の崩壊防止効果、113回日林論、2002

ヒノキ水平根の原位置引き抜き試験を行った。

結果：等高線方向と斜面方向で引き抜き抵抗力に差がなかった。 $T=1.248D^{1.801}$ 。立木間中央が補強強度が最も小さいことを示した。

水野隆次：伐採経過年数にともなう森林根系の力学的評価—伐採後1～15年ヒノキ根系を対象として—、信州大学農学部専攻研究論文、2004

伐採後の経過年数に伴う腐朽の影響をみるために、ヒノキ水平根の原位置引き抜き試験を行った。

結果：伐後6年で直径8mm以下の水平根は引き抜き抵抗力が0となった。

白井隆之：信州大学農学部専攻研究論文、2004

立木間中央の根系による補強強度を信大手良沢山演習林のヒノキ林で調べた。

結果：間伐により立木の成長が順調に進めば崩壊防止機能は高まることが明らかにされた。

相馬健人：信州大学農学部専攻研究論文、2004

信大手良沢山演習林と構内演習林のヒノキで原位置引き抜き試験を行った。

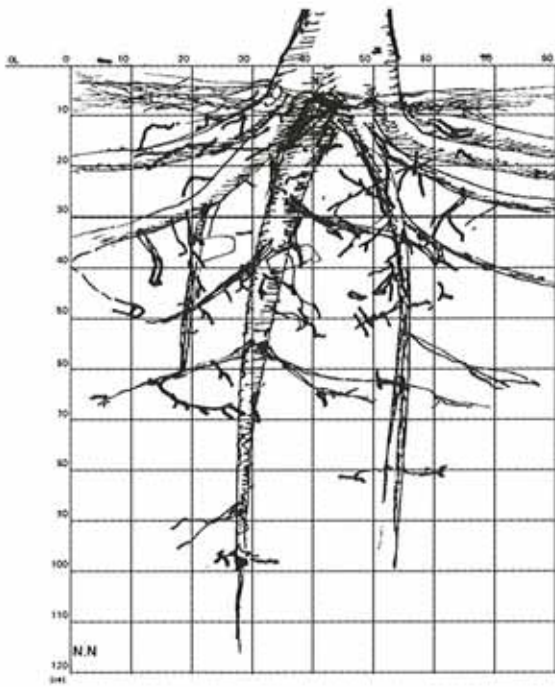
結果：引き抜き抵抗力は、土質地質、抜け方(破断と全根抜け)で差がなかったが、土壌を飽和にすると7割になった。自然含水状態で $T=2.348D^{1.682}$ 、飽和に近い状態で $T=1.587D^{1.694}$ 。

久保田 遼：信州大学農学部専攻研究論文、2005

カラマツ根系の原位置引き抜き試験を信大手良沢山演習林(マサ土)で行った。

結果：地質や土壌などに関係がなかった。 $T=1.253D^{1.463}$ でスギの5割、ヒノキの7割程度であった。

## コナラ 根系図



提供：諏訪地方事務所林務課