

京都大学農学研究科

○堤大三・小杉賢一朗・水山高久

ジオグリーンテック株式会社

長谷川秀三

1. はじめに

植物根系は、土壌養水分の吸収、地上部支持等の機能を有する他、斜面の安定化にも寄与しており、重要な器官である。しかし、植物根系は土壌中に存在し、その調査には多くの困難が伴うため、特にその成長機構には未解明な部分が数多く残されている。この問題に対する解決策の一つとして、根系成長モデルの利用が挙げられる。根系成長モデルとは、根系の成長機構を数学モデルによって表現し、計算機を用いてシミュレーションする事によりその成長を再現・予測するものである。また、モデル化した成長機構の妥当性を検討するのに有効であると考えられている。発表者らはこれまで、特に斜面上に生育する植物の根系形状に着目し、2次元および3次元の根系成長モデルを構築し、根系成長機構の検討を行ってきた（堤ら, 2001, 2002）。しかし、これまでのモデルシミュレーションは、仮想的な水分条件のもとで行われており、実際の降水量等は用いられていない。また、実斜面で観察された根系形状との比較も十分に行われておらず、モデルの検証は不十分であった。ここでは実際に観測された気象条件（降水量、気温）をもとに斜面における土壌水分移動を計算し、3次元の根系成長をシミュレートした。また、得られた根系形状のモデル計算結果を、実際に観察した根系形状と比較し、作成した3次元モデルの有効性を検証した。

2. 現地調査

現地調査は、中国南部江西省大獲村にある水文試験地で行った。試験地において、土質は風化花崗岩、年平均降水量は、1486-1954mm（'94-'01）、年平均気温は 27.8℃、斜面勾配は 15-40°、主に見られる樹種はマツ（*Pinus massoniana*）である。また、全体として植生は乏しく、人為的な攪乱により荒廃が進んだ地域である。この試験地では降水量・気温が継続的に観測されている。根系の現地調査は2002年6月に行った。調査の対象としたのは、2年生のマツ稚苗の根系である。尾根部に近い2個体を選び、掘り取ってその形状を調べた。掘り採った根系をデジタルカメラで撮影し、形状を記録した。また、各根の長さ、分枝間隔、最大次数等の根系の特性を計測した。根系の調査と同時に、土壌の採取、斜面勾配と土層深の測定を行った。

3. モデル

図1にモデルシミュレーションの流れを示す。図1において、可能蒸発散量の推定には、Thorntwaite法を用いた。土壌水分移動は、Richards'式を基礎式とし、有限要素法を用いて計算した。ここで計算に必要な土壌の水分容量、透水係数は、現地で採取した土壌サンプルの実測値をもとに、Lognormalモデルにて計算した値を用いた。根系による土壌水分吸収の計算は、Feddesのモデルを用いた。また、根系成長については発表者らがこれまでに提案した根系成長モデル（堤ら, 2001, 2002; Tsutsumi et al., 2003）を用いて計算した。この根系成長モデルが従来のモデルと異なる点は、(1)根の伸長を単なるベクトルの和で表すのではなく、実際の伸長機構であると考えられている偏差成長で表現、(2)土壌水分の影響（水分屈性）を考慮、(3)斜面上の根系成長に適応可能である、という事が挙げられる。以上のモデルを用いて、根系の成長期間である2000年4月から2002年3月の期間のシミュレーションを行った。

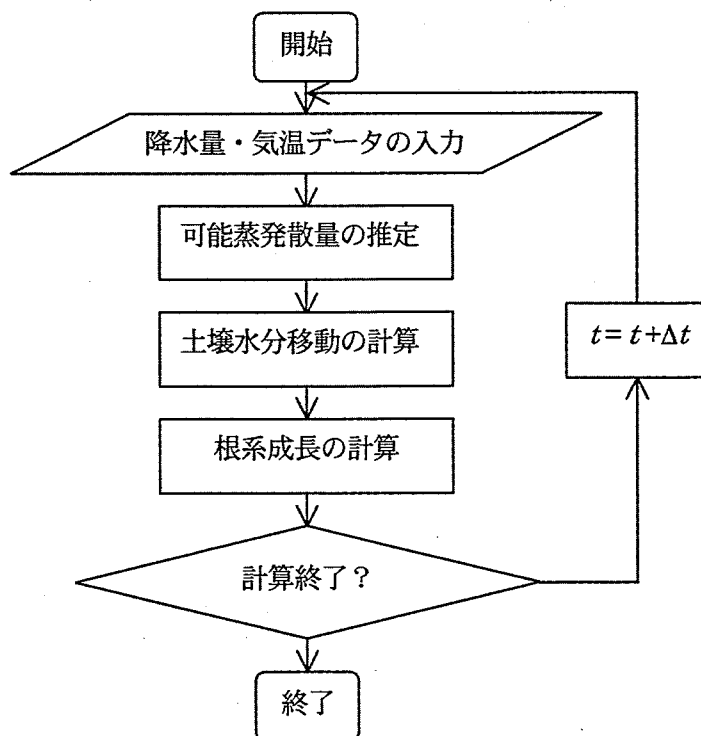


図1 モデルシミュレーションの流れ

4. 結果と考察

表1に、根系調査を行った斜面の勾配、土層深、土壌硬度を示す。また、図2に、掘り取った根系の形状を示す。斜面1における根系は、土層が浅いため主根の発達が抑制されている。また、斜面1, 2共に、土壌硬度が高いため、根系の成長が抑制され、全体として疎な根系となっている。しかし、斜面に生育する根系の特徴である非対称性（山側の側根は上方に、谷側の側根は下方に、それぞれ偏って伸長する）は、両者ともに現れている。

表1 斜面調査結果

		斜面1	斜面2
斜面勾配	[°]	31.0	37.0
土層深	[cm]	25.0	53.0
土壌硬度（山中式）	[mm]	25.8	21.5

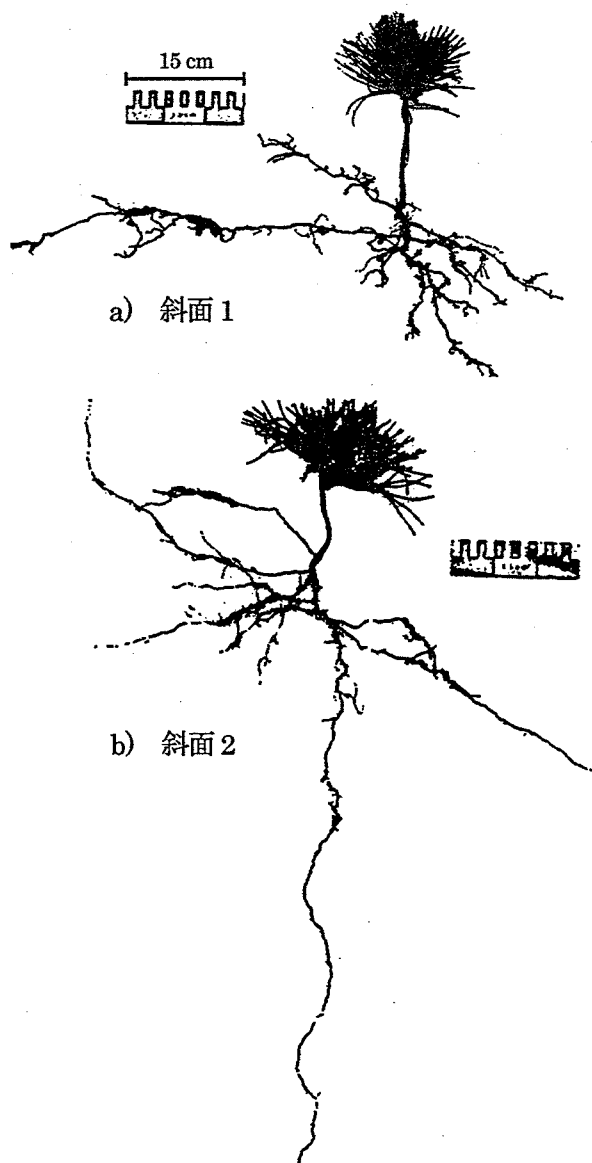


図2 実斜面での根系形状

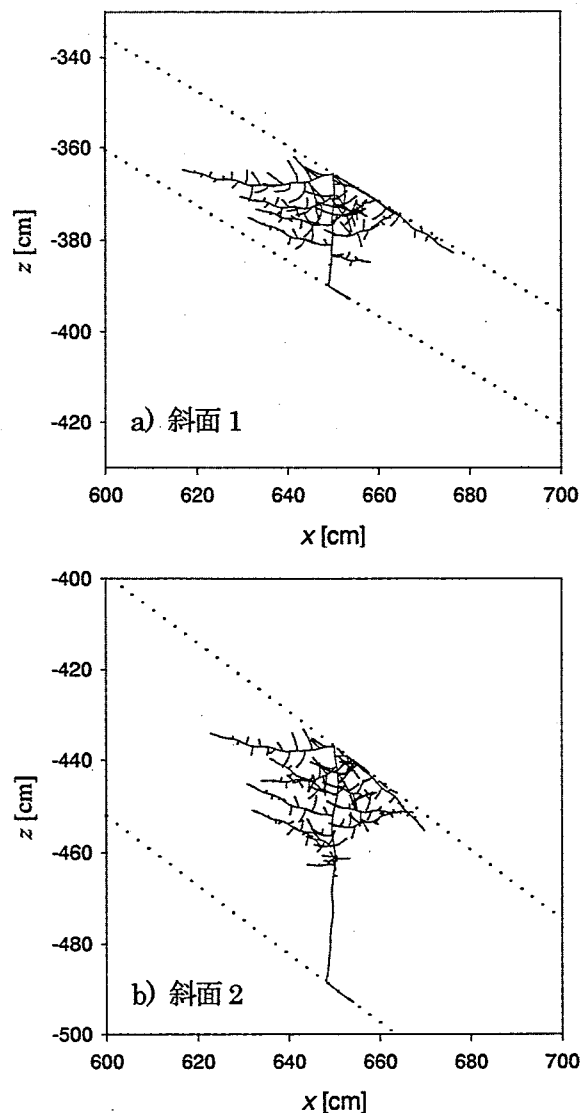


図3 モデル計算の結果

図3に、モデル計算により得られた根系形状を示す。斜面1, 2共に、実斜面で観察した根系形状を非常に良く再現している。特に、斜面上での根系の非対称性が明瞭に表現されており、根系成長に土壌水分による影響（水分屈性）が寄与している事が、確認された。

5. おわりに

実際に観測された水分条件を用いて、斜面における土壌水分移動と根系成長のモデルシミュレーションを行った。その結果は実現象を良く再現しており、提案した根系成長モデルの有効性が確認された。

引用文献

堤大三・山寺喜成・宮崎敏孝・小杉賢一朗・水山高久(2001)、日本緑化工学会誌 Vol. 26, No. 4, p. 309-319; 堤大三・小杉賢一朗・水山高久(2002)、3次元根系成長モデルの斜面への適用、砂防学会研究発表会概要集 p. 386-387; Tsutsumi D, Kosugi K and Mizuyama T (2003) Root system development and water extraction model considering hydrotropism. Soil Sci. Soc. Am. J. 67, 387-401