

19 攪乱森林土壌を用いた根系の土質強度補強効果の土壌水分依存性について

東京大学農学部 ○加藤誠章 執印康裕 李昶雨

1.はじめに

斜面崩壊の多くは降雨イベントにより起こるが、その原因の一つは斜面の土の飽和度が上がることによって土質強度や根系による土質強度補強効果が低下することである。降雨による森林土壌内の土壌水分条件の変化については現段階でも十分に正確に定量化がなされているが、土壌水分条件に対応した土質強度や根系による土質強度補強効果の変化については十分な定量化がなされていない。

根系による土質強度補強効果を測定するには、根系を含む森林土壌のせん断試験を行うことが考えられるが、不攪乱で採取されたサンプルはサンプルごとの違い並びにその要因が大きく、現段階で根系の土質強度補強効果を抽出して議論することは非常に困難である。根系による土質強度補強効果の土壌水分条件依存性についての研究は模擬根系を用い、豊浦標準砂を試料として行われているのみである。しかしながら、標準砂は森林土壌と粒径等が大きく異なるため、森林土壌と性質が大きく異なる可能性がある。

本研究では、森林土壌を母材とする試料を用い、土質強度と模擬根系による土質強度補強効果の土壌水分条件に対する依存性について、土壌水分制御が可能な一面せん断試験機を用い検討を行った。

2.実験手法

使用したせん断試験機は、内径 19.8cm の塩ビ管からなり、上部の高さ 5cm の可動部と、下部の固定部からなる。試料は、東京大学千葉演習林内袋山試験地で採取した森林土壌を 2mm のふるいにかけた後に有機物を除いたもので、せん断面の上下 5cm に一定の方法で圧密した。せん断面の土壌水分は、サクシオンが 0~50-cm H_2O の範囲では攪乱土の下部に砂柱を連結させ、砂柱下部と連続した定水位タンクの水面の高さを変えることにより制御し、50~380-cm H_2O の範囲では、試料の下層にポンプとテンシオメーターを取り付け、テンシオメーターの値に応じてポンプを動作、停止させることにより制御した (図 1 参照)。また、模擬根系は直径 0.27cm、長さ 10cm の竹串を用い、せん断面の上下 5cm に鉛直に 24 本挿入した。

3.実験結果

3.1 土壌水分特性について

袋山サンプルの土壌水分特性曲線を豊浦標準砂のものとおわせて図 2 に示す。袋山サン

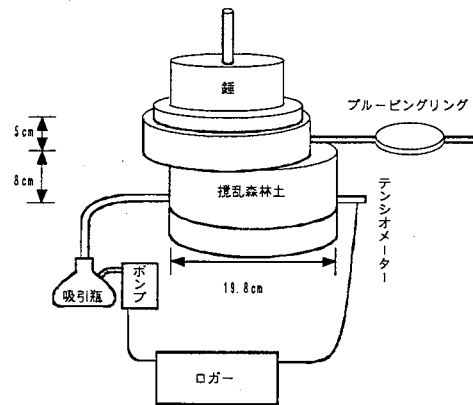


図 1.せん断試験機模式図

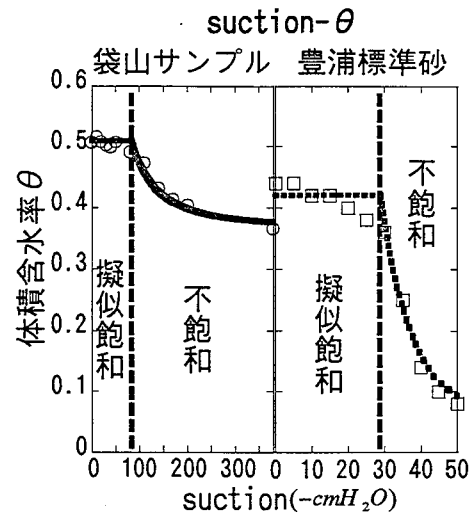


図 2.土壌水分特性曲線

プルは限界毛管水頭までは含水率が飽和の場合とほぼ等しく擬似飽和状態であると言え、サクシオンがさらにかかると含水率が減少している。豊浦標準砂と比較したとき、袋山サンプルは限界毛管水頭が大きく、また、不飽和領域での含水率の落ち込みも小さいことがわかる。

3.2 土質強度について

サクシオンとみかけの粘着力 c の関係を図3に、サクシオンと内部摩擦角 ϕ の関係を図4に既往の豊浦標準砂の結果とあわせて示す。 $\tan \phi$ は、豊浦標準砂の場合サクシオンに関係なく一定であるのに対し、袋山サンプルの場合はサクシオンに対して一次関数的に増加することがわかった。また、 c は豊浦標準砂の場合、限界毛管水頭付近でピークを示すのに対し、袋山サンプルの場合擬似飽和領域においては、サクシオンに対し一次関数的に増大し、不飽和領域においては増加割合が減少することがわかった。

3.3 模擬根系による土質強度補強効果について

0~50-cmH₂Oの範囲で竹串を挿入した場合のサクシオンと $c, \tan \phi$ の関係を図5に示す。この範囲において袋山サンプルは擬似飽和状態にある。 $c, \tan \phi$ の増分は測定したサクシオンの範囲についてはサクシオンに対して有意な関係は検出されなかった。また、 $c, \tan \phi$ ともに袋山サンプルのほうが豊浦標準砂と比較して竹串の補強効果による増分が小さいことがわかった(図略)。

4. まとめ

土質強度特性と根系による土質強度補強効果の土壌水分依存性について、袋山サンプルと豊浦標準砂のそれぞれの実験結果を比較することにより、共通点並びに違いについて議論することが可能になった。

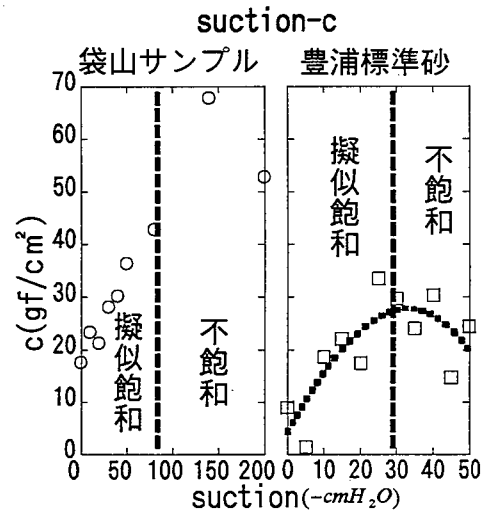


図3.サクシオンと粘着力 c の関係

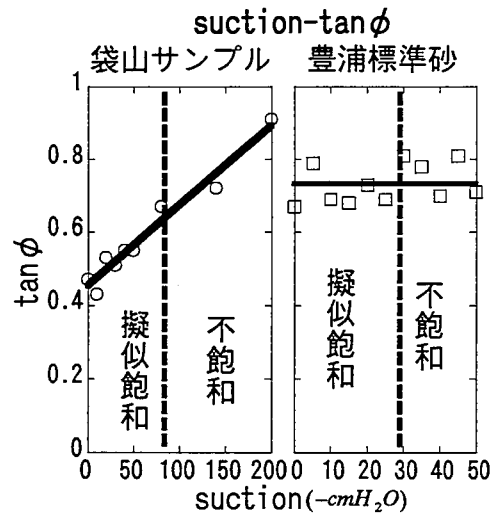


図4.サクシオンと $\tan \phi$ の関係

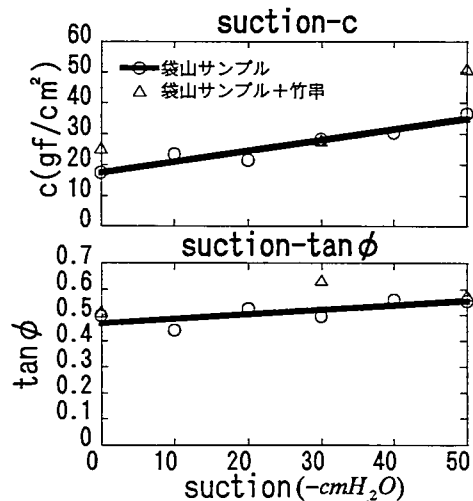


図5.竹串による土質強度補強効果