

土壌改良及び表層被覆による流出抑制技術構築のための 自然降雨を用いた浸透性能評価

九州大学工学部
九州大学持続可能な社会のための決断科学センター
九州大学大学院工学府
九州大学大学院工学研究院

学生会員
正会員
非会員
フェロー会員

岡山 創一
巖島 怜
小河原 洋平
島谷 幸宏

1. 背景と目的

都市化による浸透域の減少及び局所的集中豪雨の増加等により、都市型水害が頻発している。浸透域を増加させる対策は、都市部においては困難であるため、既存の浸透域の浸透性能を改善して流出抑制を図る対策が有効である。その方法として、土壌改良による浸透能の改善、及び表層被覆による浸透性能の確保が挙げられ、後者は雨滴衝撃による表層構造変化による浸透性能低下を抑制するために行われる。本研究は、これらの流出抑制技術の構築を目的とし、土壌改良及び表層被覆を行った土壌の浸透特性を自然降雨条件下で連続観測した。

マルチング（玉砂利）、トース土の3種類とした。

トース土とは、浸透・保水性能を向上させるため団粒構造にした土である。改良土は、既往研究において高い浸透効果を示した、真砂土70%+腐葉土30%混合土、真砂土70%+竹チップ30%混合土（いずれも体積比率）の2種類とした。

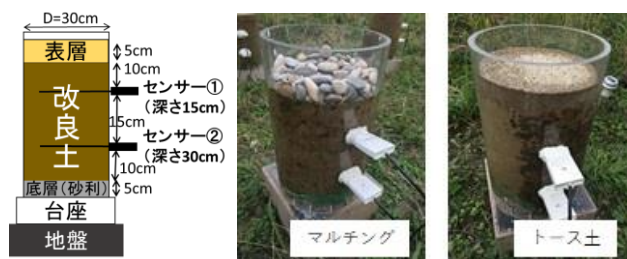


図1 実験装置図

2. 実験方法

土壌改良及び表層被覆を行った真砂土を充填したアクリル円筒に加えて雨量計を屋外に設置し、土壌水分量及び雨量を連続観測した。実験装置図を図1に示す。雨量は、Onset社製RG3-M雨量計を使用して1分毎に測定した。同時に、土壌の体積含水率を、深さ15cm、深さ30cmの2ヶ所において、Campbell Scientific社製CS616 TDR土壌水分計センサーを使用して1分毎に測定した。装置は基礎地盤の地下水位の影響を排除して設置した。土壌は締固めを行い、その方法として、10cm厚毎に、10.5kgのタコ（底面積：64cm²）を20cmの高さから外側を縦、横、斜めの8方向に1回ずつ、内側縦、横の4方向に1回ずつ、中心に1回落下させた後、アクリル円筒の淵にそって高さ2cmの位置から30回落下を3周、その内側に高さ2cmの位置から12回落下を2周した。

実験ケースは、表層3種類、表層以下の改良土2種類を組み合わせた6ケースとし、各ケース2個ずつ、計12個の試料を用いた。表層は、表層なし、

3. 結果および考察

3.1 材料間の比較

最大降雨強度23.0mm/h、総降雨量197.6mmを記録した2016年9月28日及び9月29日の降雨に関して、図2は表層マルチングの場合、図3は表層トース土の場合の、深さ15cmにおける体積含水率及び雨量の時間変化を図示したものである。改良材が腐葉土の場合（実線）と竹チップの場合（点線）の浸透特性比較を行う。

表層マルチングの場合、改良材が腐葉土であれば、降雨後水が抜けるまで長時間を要することから、腐葉土は高い保水性をもつ。一方、改良材が竹チップであれば、降雨後速やかに水が抜けることから、竹チップは透水性の高い材料である。（図2）

表層トース土の場合、改良材による浸透特性の相違は無い。改良材がいずれの場合も、土壌水分量がピークに達した後数時間一定の値を保つ。これはトース土がもつ強い保水性によるものである。（図3）

3.2 表層間の比較

3.2.1 ピークまでの積算浸透量による評価

図2及び図3と同一の9月28日及び9月29日降雨に関して、降雨開始から水分量がピークに達するまでの10分毎の積算浸透量及び積算雨量の時間変化を図4（腐葉土30%混合土）及び図5（竹チップ30%混合土）に図示し、表層間の浸透性能比較を行う。降雨開始から体積含水率ピークに達するまでの体積含水率の上昇幅に土壌の体積を乗じたものが、即ち浸透量であると考えられる。そこで、試料の上層（高さ22.5cm）の浸透量を算出し、体積含水率は深さ15cmのセンサーで代表させた。積算浸透量(mm)は、深さ15cmのセンサーにおける体積含水率の10分毎の上昇幅に上層試料の高さ(mm)を乗じたもの（土壌の10分毎の浸透量）を求め、積算して算出したものである。高さは、225mmから表層部分50mmを除いた175mmとした。積算雨量(mm)も同様に、10分毎の雨量を積算して算出した。

改良材が腐葉土（図4）と竹チップ（図5）のいずれの場合も、表層マルチング（破線）及び表層トース土（点線）の場合と比較して、表層なしの場合（実線）ピークに達するまで長時間を要し、浸透が遅い。このため、表層被覆を行わない場合、ピークまでの間積算浸透量が積算雨量を大幅に下回り表面流出が大きく、雨滴衝撃により表層構造が変化し浸透能が低下した可能性がある。

表層マルチング及び表層トース土の間の時間差は、後者の場合トース土の保水性により水が一時的に表層部分に保持されることにより発生すると考えられる。この時間差は、腐葉土の場合僅かだが、竹チップの場合顕著である。

3.2.2 同一条件2試料間の相違による評価

図6は、同一条件（改良材は腐葉土、表層なし、センサー位置深さ15cm）の2つの試料の体積含水率及び降雨強度の変化を図示したものである。

表層マルチング及び表層トース土の場合、体積含水率のピーク値はほぼ一致しているが、図6より、表層なしの場合ピークの値が2試料間で異なっている。表層被覆を行わなければ、雨滴衝撃による表層攪乱が発生し、攪乱状態の相違により2試料間の浸透特性の相違が生じると考えられる。

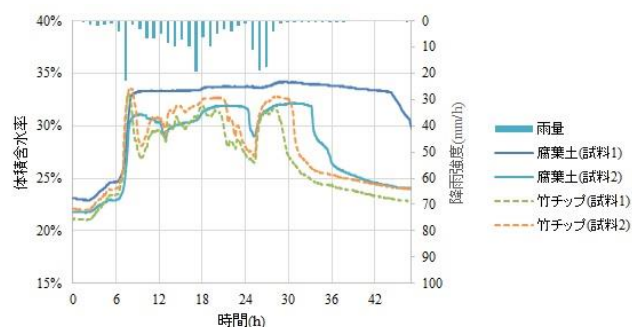


図2 体積含水率の経時変化（表層マルチング）

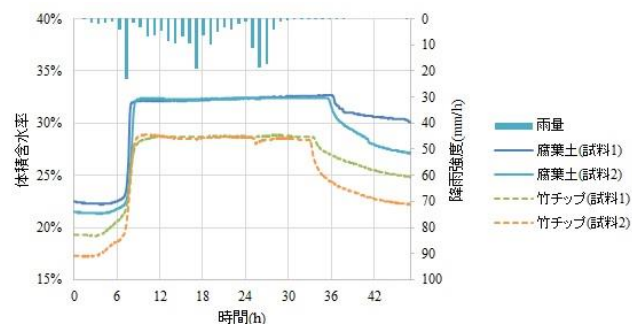


図3 体積含水率の経時変化（表層トース土）

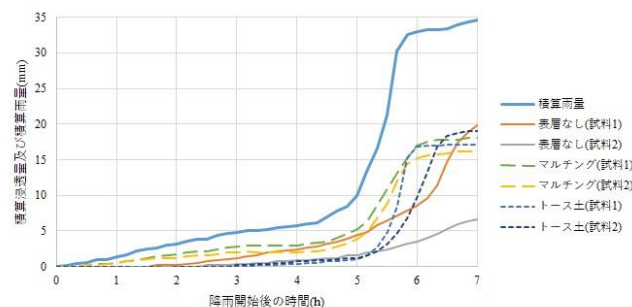


図4 降雨開始後の積算浸透量経時変化（腐葉土）

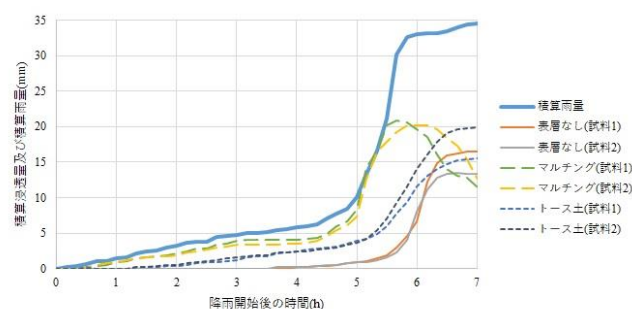


図5 降雨開始後の積算浸透量経時変化(竹チップ)

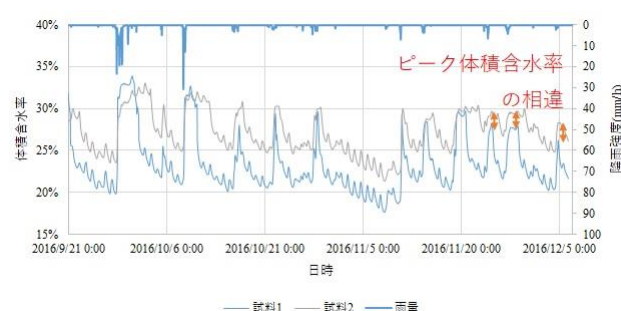


図6 体積含水率の経時変化（腐葉土、表層なし）