

2 層型レインガーデンの浸透層の乾燥過程における水分動態

日本大学 学生会員 ○西出 啓彰
 日本大学 正会員 中野 和典
 (株)フジタ技術センター 法人会員 篠田 萌子
 (株)フジタ技術センター 法人会員 北島 信行
 (株)フジタ技術センター 法人会員 袋 昭太

1. 研究背景及び目的

現在、地球規模の気候変動が社会における大きな課題となっている。2016 年度前半の気温は 19 世紀後半の平均気温より 1.3 度高く、世界中で最高気温や台風・局地的豪雨の被害記録を更新している。気候変動への適応には都市の強靱化と防災対策が必要であり、気候変動の緩和には低炭素化社会の実現が急務である。気候変動による局地的豪雨の増加に加え、都市のコンクリート構造部の増加により、雨水浸透域が過少になっている。そのため、洪水や環境負荷のリスクが大きくなっている。その対策として浸透域を増やし、雨水の河川や下水道への直接的流出を抑制する必要がある。しかしながら、現在の日本は少子高齢化による税収減少により、インフラの更新、維持管理のための費用が減少している。限られた財源の中で、気候変動に適応し、緩和するためのインフラ整備を行う必要がある。その中でグリーンインフラは、現在直面している多くの課題に対して、費用対効果が高く、科学的にも正当性の高い手法として期待されている。レインガーデン(RG)はグリーンインフラの一つで雨水を一時的に貯留し、時間をかけて地下へと浸透させる透水型の植栽スペースである。RG により、下水道負荷や洪水リスクの軽減とともに、水質浄化、地下水の涵養が促進される。また、蒸発散による温熱環境の改善など、ヒートアイランド対策としても有効である。本研究では、このような多面的な便益が期待される RG のモデルとして 2 層構造の試験装置を作製し、浸透層における水分動態を明らかにすることを試みた。

2. 試験方法

RG モデル装置の概要を図-1 に示す。本モデル装置の浸透層は 2 層構造となっており、表層には浄水施設の廃棄物である浄水発生土をリサイクル利用したアクレ E、下層には燃焼時に焼け落ちた石炭灰が凝集した塊(クリンカアッシュ)を粉砕したライトサンドを使用した。高さ 620mm、内径 125mm の円筒カラムにアクレ E を 3,282g、ライトサンドを 3,348g 投入し、各層共に直径 5cm 1.5kg のランマーを 20cm 高さから 15 回自由落下させて締固めを行い充填することで RG の浸透層を再現した。表層及び下層の体積含水率を測定するため、それぞれに土壤水分センサーを設置した。カラム上部より所定の速度で 24 時間給水し、浸透層を透過した排水量を測定する透水試験を行った。給水条件はケース 1 では、20 mL/min(降水として 100mm/h 相当)とケース 2 では、40mL/min(同 200mm/h)の 2 条件とし、給水には水道水を使用した。保水試験は、ケース 1 として透水試験後の RG モデル装置を温度 20℃に保たれたインキュベーター内に設置して行い、ケース 2 としてインキュベーター外に設置し、浸透層の乾燥過程における水分動態をモニタリングした。

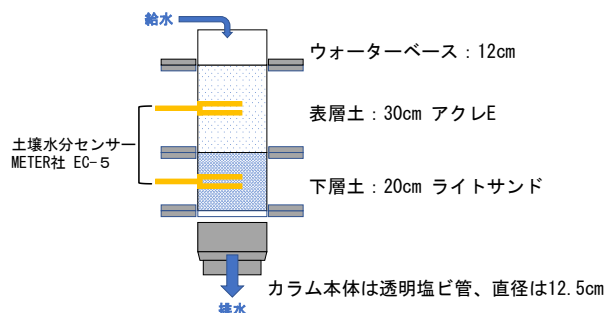


図-1レインガーデンモデル装置の概略図

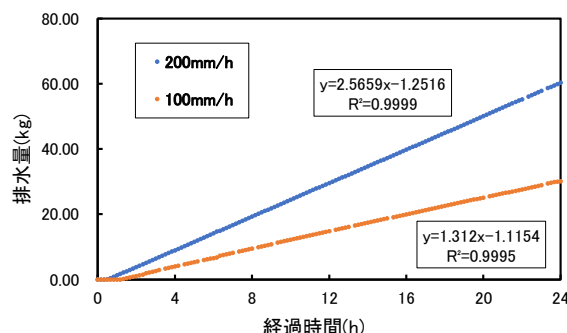


図-2 100mm/h及び200mm/hの降水条件における2層型レインガーデンモデルの透水性能

3. 結果と考察

3.1 100mm/h 及び 200mm/h の降水条件における 2 層型 RG の透水性能

100mm/h 及び 200mm/h の降水条件における透水試験結果を図-2 に示す。100mm/h 及び 200mm/h 条件で給水された水の排水が始まるまでに要した時間はそれぞれ 90min 及び 40min であり、どちらの条件下でも水は速やかに浸透して表面水

キーワード： グリーンインフラ、レインガーデン、雨水貯留、水分動態

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

が生じることはなかった。100mm/h 及び 200mm/h の条件で得られた排水量はそれぞれ 22.7mL/min 及び 43mL/min であり、流入量と流出量がほぼ一致したことから、透水試験中の蒸発量は無視できるレベルであったことが示された。

3.2 2 層型 RG の浸透層の乾燥過程における水分保持量の変化

保水試験で得られた 2 層型 RG の浸透層における水分保持量の変化を図-3 に示す。0～24、24～48、48～72h の各期間の蒸発速度は、インキュベーター内で保水試験を行ったケース 1 では、それぞれ 102、136、68g/h・m²となり、48h 以降の蒸発速度は大きく低下した。これらの期間の湿度はそれぞれ 59、68、73%であり、閉鎖的なインキュベーター内の湿度が時間経過とともに上昇したことで蒸発速度が低下したと考えられた。一方、開放的なインキュベーター外で保水試験を行ったケース 2 では、0～24、24～48、48～72h の各期間の湿度は 44、47、45%であり、ほぼ一定であった。その結果、蒸発速度は、それぞれ 136、102、136g/h・m²となり、48h 以降も蒸発速度の低下はなかった。

3.3 2 層型 RG の透水過程及び乾燥過程における水分動態

2 層型 RG の透水過程及び乾燥過程における表層と下層の水分動態を図-4 に示す。100mm/h の降水条件で透水試験を行ったケース 1 では、表層及び下層の水分率が安定するのに要した時間はそれぞれ 70 及び 90min であり、下層での時間は試験結果 3-1 の排水が始まるまでに要した時間(90min)と一致した。200mm/h の降水条件で透水試験を行ったケース 2 でも、表層及び下層の水分率が安定するのに要した時間はそれぞれ 30 及び 40min であり、下層での時間は試験結果 3-1 の排水が始まるまでに要した時間(40min)と一致した。一方、100mm/h の降水条件で透水試験を行ったケース 1 では、表層及び下層の水分率はそれぞれ 54 及び 38%で安定したのに対し、200mm/h の降水条件で透水試験を行ったケース 2 では、表層及び下層の水分率はそれぞれ 58 及び 44%で安定しており、降水条件の違いにより浸透層の水分率が異なっていた。また、どちらのケースも表層のアクレ E の方が下層のライトサンドよりも高い水分率を示しており、アクレ E の保水性の高さが確認された。

保水試験期間の浸透層の乾燥過程に着目すると、どちらのケースも表層では、保水試験開始から 48h を経ても水分率の減少が緩やかに進行し、表層からの蒸発が緩やかに進行していたことが反映されていた。これに対し下層では、急激に水分率が低下し、保水試験開始から 12h 以内に水分率が安定した。ケース 2 において下層の水分率が一時的に上昇したのは、重力による表層から下層への水分移動が下層から系外への水分移動を上回ったためと考えられ、保水性が異なる土壌を組み合わせた 2 層構造によって表れた物理的な現象であることが推察された。

4. まとめ

異なる水分保持性能を有する 2 層の浸透層で構成される RG の浸透層の乾燥過程における水分動態を検証した結果、保水性の高い土壌材料を表層に、排水性の高い土壌材料を下層として組み合わせることで、降水時の雨水の速やかな浸透と平常時の水分の保持の両立に効果的であることが確認できた。

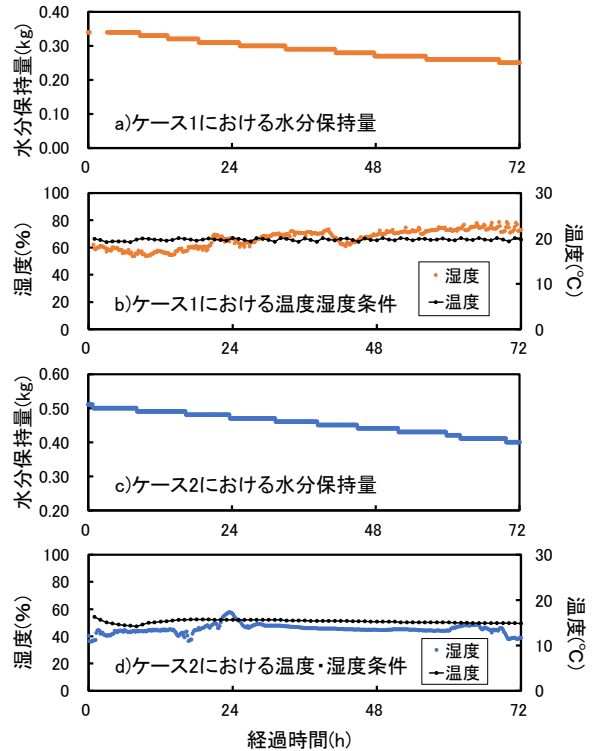


図-3 2層型レインガーデンの浸透層の乾燥過程における水分保持量の変化

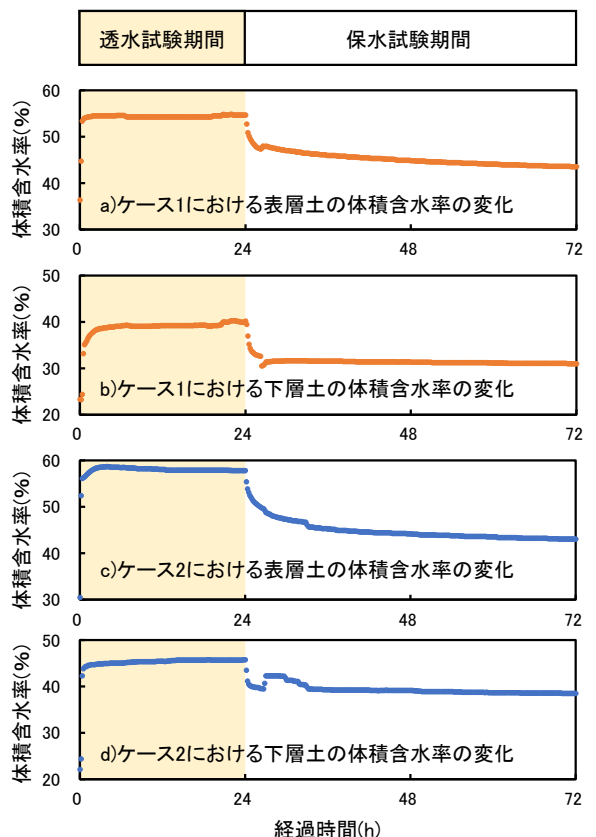


図-4 2層型レインガーデンの透水過程及び乾燥過程における水分動態