

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 16 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23656359

研究課題名(和文) 雨水浸透性緑溝の浸透性能の経年測定のための独自装置の開発と計測

研究課題名(英文) Development of original device for the measurement of rainwater infiltration of grassland

研究代表者

清水 裕之 (Shimizu, Hiroyuki)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：30187463

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、独自の実験装置を考案し、草地の雨水浸透能力の経年変化を実験的に実証考察することを目的とした。50cm×50cmの四角い柵型で、ひとつは底なし、ひとつは底ありの装置を作成し、それを草地(芝地)に設置し、その柵内に降った降雨からの流出を流量計によって計測し、比較することで、その土地の地下浸透能力の経年変化を探ろうと試みた。今回の実験では、当初から、適切な小流量の計測が可能で、かつ汚濁がある雨水に対して耐性のあるものが無く、自然降雨の実験では十分なデータが持続的に蓄積できなかった。そのために人工降水実験を行い、その経年変化の観測に切り替えた。草地の雨水浸透の季節変動が明確に観察された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to create original devices for measuring rainwater infiltration in grassland and to measure annual change of infiltration coefficient. One device is a stainless steel frame with 50cm square with sealed bottom and the other is a bottomless frame with 50cm square. But there is no suitable measuring device of unstable water flow with muddy water, and we cannot get reliable data by real rainfall events. But by the experiment using artificial precipitation, we can get the seasonal change of the infiltration coefficients. The infiltration coefficient is low in winter and high in summer.

研究分野：工学

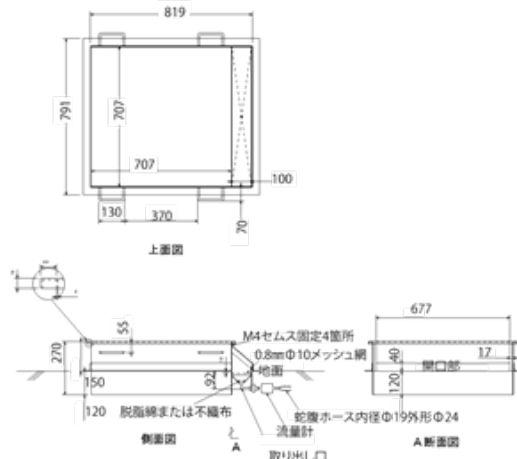
科研費の分科・細目：建築学・都市計画・建築計画

キーワード：雨水浸透 草地 計測 経年変化 緑溝 リゴール

1. 研究開始当初の背景

研究開始当時、都市域の雨水浸透能力低下による集中豪雨時の内水氾濫が増加していた。(この現象は現在でも同様である。)

他方、地球温暖化対策や生態系保全の目的で都市の緑化が期待されている。近年ドイツ、アメリカ合衆国などでは、都市のグリーンインフラストラクチャー構築の一環として U 字側溝に代えて、礫を埋設し、その上に芝を植えたりゴーレ、スウェールなどと称する雨水浸透性緑溝が道路や建物際に設置されている。これは雨水浸透と緑化を同時に進める景観的にも優れた方法であるが、日本では、



浸透能力の持続性、メンテナンスへの不安などから導入が進んでいない。このような施設の設置が日本で可能かどうかを含めて、実証的な実験を重ねる必要性があると考えた。

事前の研究成果としては、は「土地利用と「水みち」に着目した田園都市空間の分析・計画・デザイン手法の創出」(H19-21 萌芽研究)により、都市部道路の水みち活用可能性を確認し、道路に浸透トレンチなど雨水浸透装置の設置による雨水流出抑制効果を計算的に把握した。リゴーレも浸透トレンチの一種で、緑地の創出も同時に行うように意図されている。雨水浸透能力は地表の被覆や土質に大きく左右される。土質を考慮した浸透力はポアホール法など飽和浸透係数の計測方法が確立され、穴あき U 字溝などを用いた浸透トレンチ容量が算出される。筆者らもポアホール法による測定装置を作成し、名古屋大学周辺の東海礫層地域における飽和浸透係数を算出し、当該敷地が浸透装置の設置可能であることを確認した。このような背景を持って、本研究に臨んだ。

2. 研究の目的

本研究は、雨水浸透性緑溝の設計を念頭に、草地の雨水浸透能力を計測する装置を設計し、その性能を確認すると同時に、草地の浸透性能の特性を把握することを目的とした。

具体的には、降雨イベントごとの雨水流出量を通年計測し、雨量と流出量、芝生や礫の雨水貯留抑制効果とその経年変化を知る。通年観測することで、集中豪雨時や通常降雨に

おける芝被覆リゴーレ原単位の雨水浸透能力の絶対量や変動を知ることができる。2 年目から 3 年目にかけては、装置の設置状況などを変化させ、さらに詳しく雨水浸透能力を比較検討する。特に、芝生を流れる水の距離が浸透能力に影響する程度、道路わきリゴーレにおいて人や車の通り道に設置される穴あきコンクリートの能力についても検討する。これらの結果を用いて住宅地道路脇を想定する芝被覆リゴーレの能力を試算する。

3. 研究の方法

1) 計測装置の設計：計測装置の概要を下図に示す。底のない 707mm 角のステンレス枱(内法面積 0.5 m²)を基本として、一辺に流出口と電池式流量計を設置する。この枱を地中に 120mm 埋設する。この枱内への降水は一部、地表から地中に浸透し、残りは流出する。(蒸発散は強い降雨イベントにおいては無視できる。)この流出量を積算型流量計にて計測する。同時に、同じ装置をもう一台併設し、裸地の浸透状況を計測する。さらに、同じ表面積を持ち、ステンレスの底がある観測装置を降雨全雨量の計測用として併設する。すなわち、3 台の計測装置を一組として、事前にポアホール法による飽和浸透係数の測定を実施し、同じ地下浸透力を持つ地盤上に設置し、地表の状況の相違による浸透能力の差を比較する。この装置を 2 セット作成し、飽和浸透係数の異なる場所において、降雨イベントごとの浸透能力を連続観測する。具体的には、積算型流量計にて、降雨イベントにおける積算流出量を 10 分ごとに計測し、データロガーに記録し、降雨イベントが終了したあとでそれを取り出し解析する。

2 年目には面積が同じで、長さが 2m の装置を作成し、雨水経路の距離の違いも観察し、さらに、その結果に基づいて、飽和浸透係数 10-5 ないし 10-6 (m/s) 程度のオーダーをもつ、名古屋東部丘陵地における道路わきリゴーレの設計を行い、住宅地における流出抑制効果についてシミュレーションすることを想定した。

4. 研究成果

H23 年度は 707 mm 角の自然暴露型の雨水流出測定装置(浸透タイプ)を 2 セット、降雨量の測定装置(全量タイプ)を 1 セット、計 3 セット作成し流出特性を把握した。1 年間観察の予定であったが、計器の調整が難しく、また、土壌の雨水浸透能力が大きく、大半の降雨イベントでは流出が見られず、大きな降雨イベントにおいても調整不足などで正確な流量が把握できない状況が続いた。装置の特性把握を検証するため、途中で人工降雨装置の作成を必要としたため、可搬型の人工降雨装置を作成し、降雨イベントがない状況でも強雨環境を作り出せるように工夫した。H23 年 1 月から 3 月までの間に複数回、実験を繰り返した。

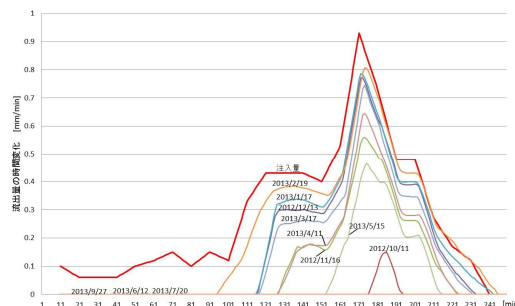
H24 年度は雨水流出測定器の観測を継続した。なお、の雨水流出測定器の一台には、インターロッキング式の浸透性被覆を設置し、その雨水流出特性の把握を試みた。しかし、すべての機材に設置している、小型満水型の電磁式流量計は、不純物の流入には強いが、雨の降り始め、あるいは、急激に大量の雨が降ったときにおいて、満水状態を確保できない状況が発生し、正確な雨量が計測しにくいことが観測結果から確認され、これまでの実験結果は、精度の意味で信頼性が低く、定性的な傾向しか把握できないことが判明した。特にいわゆるゲリラ豪雨における流出量の把握が測定器の特質上難しいことがわかった。この点で、非常に豊富なデータは把握されたものの、学会誌などへの報告をする信頼性が得られず、研究発表へいたることができなかった。しかし、この計測器を改良することは、本研究期間内では困難であり、別の研究方法を考えざるを得ない状況に至っている。

即ち、自然降雨の計測は引き続き行うが、それはあくまでも定性的な傾向をつかむことに限定し、H24 年度秋から、毎週 1 回、ある集中豪雨の 10 分間降雨記録を元に、それを簡便に人工的に再現するような降雨装置を設置し、10 分ごとの平均降雨を人工的に定常流として流し、計測装置の満水状態を保ちながら、シミュレートすることにした。また、同時に土中湿度を計測している。3 月時点まで半年のデータが蓄積され、同様の降雨状況においても、土中湿度や季節によって、流出特性が変化することが読みとれ、その結果を今後分析することで、草地の流出特性を把握することとした。

本研究では最後まで、適切な流量計が無いことで苦しんだ。特に大量の降雨が不規則に起こる集中豪雨での流出を計測することが重要なのであるが、その状況での流量計の不安定さが著しく、十分に信頼できるデータの収集が困難であった。そこで、満水状態を継続できる、定常的な流出を確保できる人工降雨によるシミュレーションに変えて計測を継続した。人工降雨実験では、きわめて特徴的な季節変動は土中湿度との連動性が把握され始めているので、1 年間の計測を終えた後には正確な結果を示すことができると考えたからである。

本研究は、研究開始当初に想定した、十分な結果をえることができなかったが、ひとつ重要なことが確認できた。人工降雨実験を 1 年間毎月繰り返したことで、草地の土中への雨水浸透率は冬が低く、夏が高い季節変動があることが確認された。これは、冬は草地における草の根の活動が沈静し、土中の空隙が少なくなることが影響しているのではないかと推測される。このことを考えると春先の集中豪雨は、夏の集中豪雨よりも、仮に同じ降雨量、降雨パターンとすると、より多量の流出が起こる可能性があり、注意を要するとい

える。下図にその計測結果を示す。横軸は経過時間(10分単位)で縦軸は流出量変化である。2011年9月30日の台風時の降水量を人工実験で再現し、その10分単位の降水量を与え、流出を見たものである。冬の流出は大きいものに対して、6月中旬から9月下旬までは、流出が見られない。



本研究は、最終的にリゴーレの計画にまでは至る事ができず、満足な結果を得ることができなかったが、これからも、実験装置を引き続き使い、その特性を理解しつつ、研究を継続してゆきたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

1) 陶方園・清水裕之・村山顕人・宮田将門、草地の雨水浸透能力に関する研究、日本建築学会大会学術講演会梗概集(東海)、2012、372-373

2) 陶方園・清水裕之・村山顕人、草地における雨水浸透能力の経年変化、日本建築学会東海支部研究報告書、52 巻、2014、pp.252-258、審査なし

〔学会発表〕(計 2 件)

1) 1) 陶方園・清水裕之・村山顕人・宮田将門、草地の雨水浸透能力に関する研究、日本建築学会大会学術講演会、2012.09.14

2) 陶方園・清水裕之・村山顕人、草地における雨水浸透能力の経年変化、日本建築学会東海支部研究報告会、2014.02.07、

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

取得状況（計 0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

清水 裕之 (SHIMIZU Hiroyuki)
名古屋大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号：30187463

(2) 研究分担者

村山 顕人 (MURAYAMA Akito)
名古屋大学・大学院環境学研究科・准教授
研究者番号：60396760