

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：85409

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870433

研究課題名（和文）レインガーデンの設計・管理指針の提案と先進的都市緑化戦略の策定に関する研究

研究課題名（英文）Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning

研究代表者

石松 一仁（Ishimatsu, Kazuhito）

公益社団法人中国地方総合研究センター・経済・社会システムユニット・研究員（移行）

研究者番号：60724606

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：緑地の減少により地中への雨水浸透量が減少し、下水管渠への依存度が増加した。近年、その下水管渠の処理容量を上回るゲリラ豪雨の増加により、都市型洪水が深刻化している。欧米ではレインガーデンと下水管渠を複合させた雨水処理システムが主流化されているが、わが国では調査・研究が不足しており、社会実装化に向けての準備が整っていない。本研究は、実験ヤードのレインガーデンでのモニタリング調査より表面流水抑制量を把握した。また、ヒアリング調査により、レインガーデンの設計及び維持管理に関する留意点を整理した。本研究成果は、わが国でレインガーデンの社会実装化を進めていく上での基礎資料として活用されることが期待される。

研究成果の概要（英文）：As a consequence of increased urbanization, floods threaten inhabitants of various cities in Japan. Although a conventional way of threatening urban flooding is to construct sewage systems, alternative approaches have to be developed because of their expense in the context of the current financial crisis. Rain gardens have been recommended as a best management practice for the treatment of stormwater runoff in Northern European countries, the USA, etc. However, there is a lack of knowledge about their functions and characteristics in Japan. This study shows that rain gardens are suitable for dealing with low flow volumes of rainwater, although their suitability could be changed by soil properties and catchment area. Our field survey indicated that rain gardens must be connected to a sewage system. In addition, the most frequent type of maintenance is the disposal of garbage, as garbage can block channels running between a rain garden and a conventional sewage system.

研究分野：土木工学

キーワード：レインガーデン 雨庭 都市緑化 水循環基本法 内水被害 グリーンインフラ 雨水マネジメント

1. 研究開始当初の背景

都市化に伴う透水層（緑地や湿地など）の減少によって生態系サービスが劣化した結果、地中への雨水浸透量が減少し、下水管渠への依存度が増加した。近年、その下水管渠の処理容量を上回るゲリラ豪雨の増加により都市型洪水が深刻化している。既存の下水管渠は老朽化問題に直面しており、財政が逼迫している地方都市に新たに管渠を増設する費用を捻出することは困難である。欧米ではレインガーデン（雨庭）と下水管渠を複合させた雨水処理システムが、経済的合理性が高いため主流化されている。

平成 27 年 8 月、生態系を基盤として防災・減災（Eco-DRR）を図るグリーンインフラ（緑の構造物）という概念が国土形成計画に位置づけられ、注目されている。レインガーデンはそのグリーンインフラの一つで、都市がこれまで排除してきた湿地の生態系を都市デザインに取り入れる試みである。具体的には、都市緑地に緩やかな窪地を設け、勾配を利用してアスファルト面を流れる雨水を引き込み、土壌の保水性や透水性を利用して自然本来の雨水循環システムを復元することに特化した植栽空間である。なお、雨天時以外は従来の都市緑地と同じように、生物多様性保全、景観修復、ヒートアイランド現象緩和などの効果が期待される。

しかしながら、わが国では、まだ概念提起に留まっており、レインガーデンに関する調査・研究がほとんど実施されておらず、社会実装化に向けての準備が整っていない。

2. 研究の目的

(1) 実証実験によりレインガーデンの排水機能とその特性を解き明かすこと。

(2) 海外の先進事例を調査することにより、レインガーデンの設計・維持管理に関する留意点を把握すること。

3. 研究の方法

(1) 九州工業大学戸畑キャンパスの実験ヤードにて、平成 27 年 6 月 1 日から同年 7 月 31 日に実施したレインガーデンのモニタリング調査により、表面流水抑制量を定量的に評価した。準備した実験装置の概略図を図 1 に示す。デジタル水位計で計測されたデータを水理学の公式に入力し、地中への浸透量を定量的に把握した。

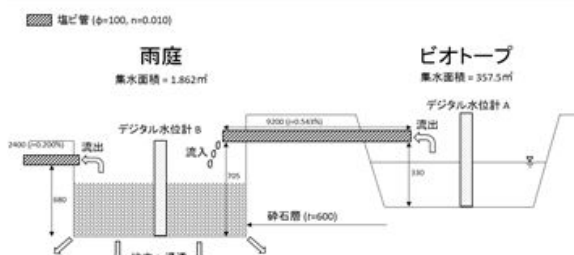


図 1 実験装置の概略図

(2) 平成 27 年 1 月にポートランドとゲインズビル（アメリカ合衆国）、平成 27 年 9 月にコペンハーゲン（デンマーク）にてレインガーデンの社会実装化に関わっている研究者・造園家へのヒアリング調査を実施し、レインガーデンの設計及び維持管理に関する留意点を整理した。

4. 研究成果

(1) 実験結果の概要を表 1 に示す。大量の雨水が短時間で流入した場合、早期にオーバーフローする一方で、少量の雨水が長時間流入した場合、オーバーフローは確認されなかった（図 2、図 3）。レインガーデンの雨水処理能力は、土の飽和度の影響を受けるため、日によって異なり、下水管渠のように一定ではない。また、雨の降り方も一定ではない。そのため、レインガーデンではオーバーフローが発生することを前提に、図 4 に示すように、オーバーフロー水が下水管渠に流入するように接続させることが重要であると考えられる。

表 1 実験結果の概要

(日時)	(分)	(m³/分)	(m³/分)	(m)	オーバーフロー		
降雨1	6:19, 21:00	6:26, 14:40	1,070	0.203	0.085	87.9	有
降雨2	6:21, 3:10	6:21, 14:50	790	0.257	0.130	89.6	有
降雨3	6:27, 5:50	6:27, 15:30	900	0.203	0.089	90.9	有
降雨4	7:7, 2:30	7:7, 3:50	80	0.850	0.402	32.2	有
降雨5	7:17, 20:20	7:18, 14:40	1,100	0.221	0.096	105.1	有
降雨6	7:20, 15:00	7:20, 15:30	30	0.893	0.486	14.6	有
降雨7	7:21, 14:40	7:21, 18:10	210	0.469	0.171	35.8	有

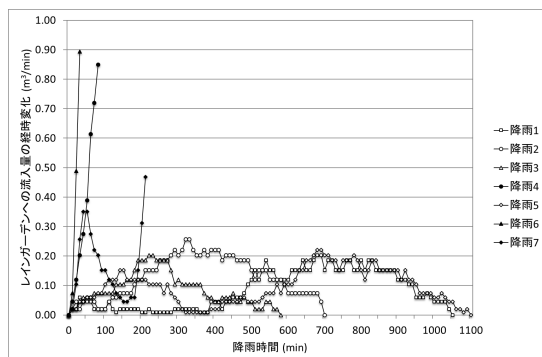


図 2 レインガーデンへの流入量の経時変化（黒色：オーバーフロー発生、白色：オーバーフロー無し）

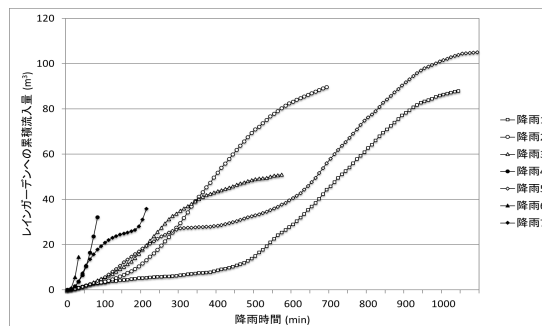


図 3 レインガーデンへの累積流入量（黒色：オーバーフロー発生、白色：オーバーフロー無し）



図 4 レインガーデンと下水管渠の接続状況

(2) レインガーデンを設計する際、建設予定地の透水性を調査する必要がある。その建設予定地、もしくはその付近で過去に実施されたボーリング調査の結果を入手することができれば、柱状図より表層地盤と地下水位を把握できる。さらに、調査実施年が異なる複数のボーリング調査結果を入手できると、地下水位の変動状況を把握できるため、より良い。粘土・シルト層が表層に分布している場合、もしくは地下水位が高い場合は、レインガーデンの建設地としては不適切である。

その理由は、オーバーフローが発生する確率が高くなるからではない。オーバーフローが発生しても、下水管渠と接続しているのであれば、内水氾濫が引き起こされることはない。それよりも、水溜まりのような止水域が長時間存在することが問題となる。止水域が出現して 36 時間以上が経過すると、ポウフラの生息地として機能し始め、都市住民にとって害虫である蚊の供給拠点となるためである。

ボーリング調査結果を入手できない場合は、まとまった雨が降り終わって 36 時間経過した後、建設予定地における水溜まりの発生状況を確認するだけでも、透水性を大まかに把握することができる。

(3) レインガーデンは植栽空間であるため、従来の都市緑地と同様に草刈り及び剪定作業が要求される。雑草の生育を抑制したいのであれば、砕石を敷き均すことで対応可能である。マルチング材の使用は、雨水流入の際に流される可能性があるため、推奨されていない。また、除草剤使用による化学的除草は地下水汚染につながり、健全な水循環経路復活の妨げとなるので避けなければならない。植栽した植物の生育を促すために化学肥料を使用することも、同様の理由により避けなければならない。

レインガーデン特有の維持管理として、レインガーデンと下水管渠の接続ポイントに引っかかるゴミ（ビニール袋や枯れ葉など）の除去が挙げられる。この作業を怠ると、オーバーフローが発生した場合に雨水の逃げ場がなくなり、内水氾濫のリスクが高まる。

そのため、単純ではあるが重要な作業であると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

Kazuhiro ISHIMATSU, Keitaro ITO, Yasunori MITANI, Yuta TANAKA, Takeshi SUGAHARA, Yusuke NAKA. Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning. *Landscape and Ecological Engineering* 13(1). 2017. pp. 205-212

石松一仁、雨庭の排水特性とその活用指針、*日本緑化工学会誌* 42(4)、2017、p.556

石松一仁、都市域の雨水処理を目的としたレインガーデン（雨庭）のすすめ、*季刊中国総研* 19(4)、2015、pp.9-14

石松一仁、伊東啓太郎、三谷康範、屋上緑化とレインガーデンを活用した先進的都市緑化戦略の策定に関する研究、*季刊中国総研* 19(1)、2015、pp.47-58

〔学会発表〕(計 9 件)

Kazuhiro ISHIMATSU, Keitaro ITO, Yasunori MITANI, Yuta TANAKA, Takeshi SUGAHARA. Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning. *IFLA AR-URBIO CONFERENCE 2016*. 2016年10月25日～2016年10月27日、パナマシティ、パナマ

石松一仁、伊東啓太郎、三谷康範、田中優太、菅原猛、レインガーデンの役割とその活用手法、*日本景観生態学会第26回全国大会*、2016年7月8日～2016年7月10日、酪農学園大学、江別市

小田祐介、伊東啓太郎、石松一仁、尾池哲郎、菅原猛、中悠輔、都市の生物多様性向上及び都市型洪水緩和を目的とした多機能型ビオトープに関する研究、*日本景観生態学会第26回全国大会*、2016年7月8日～2016年7月10日、酪農学園大学、江別市

石松一仁、レインガーデン（雨庭）と屋上緑化を活用した都市緑化のすすめ、*日本計画行政学会第31回中部支部大会*、2016年4月23日、広島大学東千田キャンパス、広島市

石松一仁、伊東啓太郎、三谷康範、レインガーデンを導入した雨水処理システム構築に関する研究-米国フロリダ州ゲインズビルとオレゴン州ポートランドでの事例調査-、*日本景観生態学会第25回全国大会*、2015年6月5日～2015年6月7日、九州工業大学、北九州市

中悠輔、伊東啓太郎、石松一仁、尾池哲郎、

菅原猛、雨水循環経路及び自然再生を目的としたオープンスペースの活用に関する研究-北九州市戸畑区を対象としたレインガーデン設計モデルの提案-、日本景観生態学会第25回全国大会、2015年6月5日～2015年6月7日、九州工業大学、北九州市

Kazuhito ISHIMATSU, Keitaro ITO, Yasunori MITANI. Enhancement of urban ecosystem services using green roof and rain garden. The 4<sup>th</sup> international conference of Urban Biodiversity & Design. 2014年10月9日～2014年10月12日、インチョン、韓国

Kazuhito ISHIMATSU, Keitaro ITO, Yasunori MITANI. Why do the present urban areas need Rain Garden? KMK Joint Seminar on Civil Engineering, 2014年8月24日～2014年8月25日、釜山、韓国

石松一仁、伊東啓太郎、三谷康範、屋上緑化とレインガーデンを用いた先進的都市緑化戦略の策定に関する研究、日本景観生態学会第24回全国大会、2014年6月27日～2014年6月29日、金沢市地場産業振興センター、金沢市

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石松 一仁 (ISHIMATSU, Kazuhito)  
公益社団法人 中国地方総合研究センター  
経済・社会システムユニット、研究員  
研究者番号: 60724606