

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：37102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18493

研究課題名（和文）伝統的な枯山水庭園の雨水管理機能の評価に基づく都市型雨庭のデザイン

研究課題名（英文）Assessing the storm-water management function of traditional Japanese dry-garden styles and designing raingardens in the city

研究代表者

山下 三平（Yamashita, Sampei）

九州産業大学・建築都市工学部・教授

研究者番号：50230420

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究はグリーンインフラの一つである雨庭のデザインに役立つ知見を得るために、伝統的な枯山水庭園である京都の相国寺裏方丈庭園を対象とした雨水収支の実測評価を試みた。また新しい雨庭のデザインと維持管理に寄与する提案を行った。主な知見は以下のとおりである：1)本庭園は京都の100年確率日降雨推定値を上回る307.5mmの雨水を貯留だけで流出抑制できる。2)増水時に平均82.7%、減水時は平均32.7mm/hで浸透できる。3)短期の集中的強雨と長期の分散的弱雨のいずれの降雨パターンにも対応する高い浸透機能がある。4)砂礫地質で10-15cmの径を含む構成が高い浸透機能の持続に寄与すると推察される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会・経済活動の進展に伴う土地利用の急変が水害に及ぼす影響が指摘されてひさしい。地球温暖化による気候変動がこれに拍車をかける。そこでグリーンインフラの制度整備が始まり、河道を中心とした洪水処理から、流域全体で流出抑制を進める流域治水への転換が図られつつある。

流域治水は空間的に分散型の水管理であり、雨庭はその手段の一つである。その実装普及には客観的機能評価が欠かせない。その際近代的水道整備が行われる前から持続する伝統的居住空間の敷地を調べれば、風土に適した雨庭のデザインと管理のための客観的知見が得られよう。しかし伝統的な雨庭空間の流出抑制機能を実証的に研究したものは見られない。

研究成果の概要（英文）：Stormwater management is one of the critical issues to be tackled in the city. This study is to observe and evaluate the rainwater management functions that a traditional Japanese dry garden of Shokokuji Temple in Kyoto apparently has had; it is also to show a design guide for installing raingardens in Japanese cities. The finding obtained are as follows: 1) The dry pond in the garden can retain up to 307.5mm of rainwater, which exceeds the depth of the estimated 100-year rainfall in Kyoto. 2) The infiltration ratio when the water increases in the pond is 82.7% in average; the infiltration rate when water recedes in the pond is 32.7mm/h in average. 3) The garden's infiltration works in response to a variety of rainfall patterns. 4) The materials forming the foundation of the garden includes the gravels of up to 100-150mm in diameter; the distribution in the size of materials contributes to sustaining the high performance of rainwater infiltration in the garden.

研究分野：河川工学

キーワード：雨庭 禅寺 枯山水 都市型水害 流出抑制

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地球規模の気候変動により、世界的に豪雨が増加傾向にあると指摘されている。加えて都市域では、非浸透表面流出の激増による都市型水害が頻発している。大規模集中型の治水対策に加え、小規模分散型水管理が必要である。グリーンインフラに注目が集まる所以である。

欧米においても事態は同様である。雨庭やバイオ・スウェールが導入されている。しかし米国の先進的な取り組みは、降雨時の合流式下水道のオーバーフローによる水質悪化の対策が主であり、降雨量も我が国に比べて少ない。欧州では生物多様性と美的観点が重視される。また必ずしも雨水管理が深刻でなく、施設の性能評価/検証が不明確である。我が国の気候風土に適し、性能評価が明確なグリーンインフラの要素技術が必要である。

グリーンインフラのデザインと管理についてはまだ日が浅い我が国においては、近代的な下水道整備が行われる以前から現存する伝統的居住空間の敷地を調べることで、我が国の風土にあったデザイン・管理における貴重な知見が得られると考えられる。しかしグリーンインフラの先駆というべき伝統的な空間・施設で流出抑制機能を実証的に研究したものは見られない。

2. 研究の目的

そこで本研究は伝統的な居住空間を含む施設として、古い禅仏教寺院の枯山水庭園を対象とする。下水道が整備される前に、大規模な伽藍の屋根に降った雨水を処理するのに、敷地内の庭園、とくに白砂と苔す庭園が大きな役割を担ったと想像される。本研究は枯山水庭園の雨水貯留・浸透量を観測し、雨水流出抑制・遅延機能を評価して、新しい都市の雨庭デザイン・導入に資する客観的知見を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 対象施設

対象施設は京都市上京区にある臨済宗相国寺派大本山相国寺の裏方丈庭園である。相国寺は1392(明徳3)年に完成した大禅苑である。1788(天明8)年の大火を含む度重なる災禍で多くの建築が失われた。その後1807(文化4)年に開山塔が建立され方丈・庫裏も完備されて壮大な旧観を取り戻した。

方丈の裏庭は1985(昭和60)年に京都市名勝に指定された。この枯山水庭園には長さ約40m、上部の幅約9m、河床の底面幅約4m、深さ約2mにおよぶ掘り込み地形すなわち枯流がある。相国寺に隣接する同志社大学の校地学術調査委員会が1986(昭和61)年に行った、裏方丈庭園付近の敷地の発掘調査によれば、この枯流はかつて賀茂川から京都御所に導かれていた禁裏御用水に繋がっていたようである。

(2) 枯流の特性

現在の枯流の容量を調べるために、2017年9月19日にDJI社製Osmoを用いて裏方丈庭園を撮影した。得られた映像と地理情報から、SfM(Structure from Motion)用アプリケーションソフトであるAgisoft社製Photoscan(現Metashape)を用いて、枯流を含む裏方丈庭園の3次元モデルを作製した。その結果、枯流の貯留容量は303.3m³と算定された。

京都市が撮影した航空写真とGoogle Earth Proを参照しArc GIS Proを用いて枯流に流れ込む、あるいは直接降り込む雨水の集水面積を推定した。986.3m²であった。

枯流の側面は苔に覆われ、底面には大小の礫が敷き詰められている。同志社大の発掘調査において、「溝」と名付けられた遺構は西側端部の断面で地質が観察できた。溝には自然堆積の上層、地表面から60cmまでの層に焼土や焼け跡の残る遺物が発見され、1788(天明8)年の天明の大火に起因すると考えられた。こうして1807(文化4)年の再興時までに溝は完全に土砂に埋没する一方、枯流の部分が同時期に裏方丈庭園の要素として再構成されたものと推定された。

一方、溝の側面の地層・地質は南側斜面で「全体に良く締まった砂礫層」であり、遺物の残る地表の60cmの層の下に約1mの厚さで観察された。その礫は下位で礫径が10-15cmと大きくなり、礫種の構成は50.6%の砂岩、16.9%の頁岩、27.3%のチャート、および5.2%の輝緑凝灰岩であった。

溝に近い箇所では井戸の遺構が検出された。その深さは海拔53.1mであり、地表面(58m)から5m下に井戸底があった。一方、枯流の底面の海拔は56mである。19世紀以降、現在に至るまで枯流の下の地下水位は、概してこれよりも低い状態が続いていると推測される。

(3) 雨量と水位の観測

雨量

気象庁の観測による1991-2020年の30年間の京都市の年平均降水量は1522.9mmである。1901-2006年の年最大日降水量のデータから統計的に推定した30、50、100および200年の確率降水量は、それぞれ195、214、242および271mmである。

文化財である裏方丈庭園には雨量計を設置することができない。そこで相国寺裏方丈庭園に約 1.5km の距離にあり、京都観測所より近い京都府庁の雨量観測記録を参照した。また 2021 年には、裏方丈庭園から約 300m の距離にある同志社大学今出川校地至誠館の屋上に、独自に雨量計・アイネクス社 ECRN-50/100 を設置し、同年 5 月 28 日から 11 月 16 日まで観測を行った。雨イベントは 1 時間以上の無降雨期間を区切りとして定義した。降雨イベントの区切りは、1 時間以上とした。

貯留量

枯流に流れ込む雨水の水位観測を 2017 年 5 月 30 日（火）から 8 月 7 日（月）の間に実施した。この観測にはタイム・ラプス・カメラ、(株)バイコムの Time Lapse Construction Camera “BCC100(64×106×46mm、120g)”を使用した。

その後、2018-19 年は相国寺から観測の許可が得られなかった。また 2020 年は COVID-19 のパンデミックの影響があり観測許可が得られたのは梅雨期を過ぎてからであった。このため 2021 年になって、梅雨期の観測を再開することができた。2021 年の観測では圧力式水水位計・HOB0-U20 水位ロガーを 2 器用意し、一つを枯流底面に、もう一つを大気圧補正用に方丈縁下に設置した。こうして 2021 年 6 月から 11 月までの期間に枯流の貯留量のより正確な観測を実施した。

4. 研究成果

(1) 浸透機能とその要因分析

枯流は 303.3m³の容量があり、307.5mm まで流出抑制できる。これは京都市の 1991-2020 年の 30 年間の平均年降水量 1,522.9mm の約 5 分の 1、100 年確率日降雨推定値 (242mm) の約 1.3 倍に相当し、一雨でそれだけを貯留して抑制できる。

これに加えて、雨水流出の遅延効果がさらに期待される。本研究では浸透機能の測度として、「増水時庭園浸透率 (IRG)」と「減水時枯流浸透能 (ICD)」を用いる。

IRG は記録された降雨 - 流出イベントにおいて、枯流の貯留水位が上昇してピークに至った時を基準として、降り始めからピーク貯留時までの累加雨量を、ピーク貯留時の貯留量で減じた量を浸透量とし、前者との比で表す。こうすることでピーク貯留時という一定の時刻までの、庭園の浸透率を求めることができる。

一方、ICD は記録された降雨 - 流出イベントにおいて、ピーク貯留時の貯留量を、枯流のピーク貯留の時点から貯留された雨水が浸透しきってしまうまでの時間 (h) と、枯流の形状を考慮してピーク貯留時の 1) 河床面すなわち潤面の面積または 2) 貯留水面の面積とで除して求める (以後前者を ICD-S、後者を ICD-L と表記)。

(2) IRG と ICD の値

2021 年の観測結果から IRG を求めると、最小値が 57.8%、最大値が 97.1%、平均値が 82.7%、中央値が 89.3%となった。

一方同年の ICD については、ピーク時の河床面積を母数とする ICD-S の最小値が 14.1mm/h、最大値が 59.4mm/h、平均値が 32.7mm/h、中央値が 27.0mm/h となり、ピーク時の湛水面の水面積を母数とする ICD-L は、最小値が 17.7mm/h、最大値が 113.9mm/h、平均値が 44.4mm/h、中央値が 37.2mm/h となった。ICD がともに最小を記録したのは 7 月 7 日であり、その先行雨量は 0.2mm、先行無降雨期間は記録の中で 3 番目に長い 38.3 時間であった。このように ICD が最小のイベントに先行する雨量は比較的小さく、無降雨の期間が長かった。

以上のように裏方丈庭園・枯流にはすくなくとも、降り始めからの貯留高上昇時には約 40% の浸透率と貯留高下降時には約 15mm/h の浸透能が期待される。一方、これらの浸透機能の下限の要因は、庭園地中の水分量と関係があると予想されるものの、上述のとおり先行の雨量が少なく無降雨の期間が長ければ浸透機能が高くなるということでは、必ずしもない。雨水の流出の仕方に関する複雑な要因の関与が示唆された。

(3) 浸透機能に作用する要因の分析

裏方丈庭園・枯流への降雨・流入に関する指標として降雨の長さ、量、および強さを取り上げ、それぞれ「降雨継続時間」、「累加雨量」ならびに「降り始めから貯留ピーク時までの累加雨量」、および「平均降雨強度」で表した。一方、枯流からの浸透による流出に直接かわる条件として、「貯留ピーク時の水位」を扱った。また浸透による流出の条件となり、地中の水分量の間接的な指標と考えられる「先行雨量」と「先行無降雨時間」も検討した。

これらの各指標と IRG ならびに ICD との相関係数を求めると、増水時庭園浸透率・IRG はピーク貯留時の水位ならびに先行雨量と有意な負の相関を示した (それぞれ順に $r = -.599$ と $-.444$)。地中水分量との負の関係が示唆された。一方、減水時枯流浸透能・ICD-S は降雨継続時間と有意な負の相関 ($-.509$) を、平均降雨強度とは有意な正の相関 ($.606$) を示した。長雨が強雨かの違いによって地中水分量に違いが表れ、前者で水分量が多く、後者で少ないことの影響が考えられた。IRG と ICD との間には有意な負の相関がみられた ($r = -.420$)。増水時に浸透機能が高い場合、

減水時に浸透機能が低下し、低い場合は高くなる現象が示された。ここにも地中水分量の影響が示唆された

7つの指標による主成分分析を行うと、第3主成分までで固有値1以上、累積寄与率85.1%となった。これら3つの主成分と7指標との関係の強さを調べると、第1主成分と関係が強いのが累加雨量(0.987)、降り始めからピーク貯留時までの累加雨量(0.986)およびピーク貯留時の水位(0.875)であった。この成分は貯留特性を表すため《貯留因子》と呼んだ。第2主成分は降雨継続時間と正の相関が高く(.764)、平均降雨強度と負の相関が高かった(-.882)。この値が大きいと長雨で弱雨の傾向を表し、小さいと短時間強雨の傾向を表すことになため、《弱雨長雨因子》と名付けた。第3主成分は先行雨量と正の相関が高く(.741)、先行無降雨時間と負の相関が高いため(-.771)、先行降雨の地中水分への影響の程度を表す《先行降雨因子》と呼ぶことにした。

増水時庭園浸透率・IRGと減水時枯流浸透能(河床)・ICD(-S)を従属変数・被説明変数、《貯留因子》《弱雨長雨因子》および《先行降雨因子》を独立変数・説明変数として回帰分析を行った。IRGは《先行降雨因子》との間で、ICDは《弱雨長雨因子》との間で、ともに有意な負の効果が示された(-.532, -.680)。したがって前者から、先行降雨の、庭園土中の水分への影響が小さいほど、増水時の浸透率が高く、先行降雨の、土中の水分への影響が大きいほど、増水時の浸透率が低いことがわかった。また後者からは、弱雨長雨の傾向が顕著であれば、枯流の貯留低減期の浸透能が低くなり、強雨が短時間降ると、貯留低減期の浸透能が高くなることがわかった。

(4) 浸透機能の条件の考察と雨庭デザインへの展望

降雨のパターンと浸透機能

ここまでの分析により、相国寺裏方丈庭園とその枯流の浸透機能は、降雨のパターンと関係すると予想される庭園地中の水分の量によって影響を受けると推察される。すなわち短時間に集中した降雨のある場合や先行の降雨の影響が小さい場合は、庭園地中の水分量が比較的少ない状態がしばらく続くと考えられる。このためこれらの場合においては、雨水が浸透する割合や速さが相対的に大きくなると考えられる。一方、弱雨でも長時間継続するイベントの場合、地中の水分量が比較的多いと推察される。このため枯流に貯留した雨水の浸透する割合や速さが相対的に小さくなると考えられる。

庭園地中の地質と浸透機能

枯流に繋がっていたと考えられた「溝II」の地質は大きいもので10-15cmを含む砂礫であり、下に行くほど粒径が大きくなる。この砂礫層はよく締め固められている。地表付近で遺物の残る約60cmの層の下にある1mを超える厚さの砂礫層である。また、井戸の遺構の底の位置が枯流の河床より約3m下である。地下水位は枯流の底面よりかなり低い位置であると推察される。溝IIまたは枯流の底面の地質は観察されていないが、地表面から約2m以下の底面より下の地質が、側面のそれと極端に異なるとは考えにくい。そのことも踏まえて、すくなくともその側面の砂礫層と地下水面の低さが、裏方丈庭園・枯流からの高い浸透性の条件になっていると考えられる。

降雨パターンと浸透流出抑制

先行降雨因子と関係する増水時庭園浸透率(IRG)が最も低いのは8月13日の3回目のイベントであった。これは累加で47mmに上るこの日2回目の先行降雨イベントが終了してから1時間後であり、まだ地中の水分が多く、地中の空隙への浸透が少ないはずだが、それでもこの時のIRGは57.8%であった。この裏方丈庭園・枯流には、増水時つまり洪水の危険が高まる時間において、地中の水分が多いと想定される条件のもとでも、浸透による高い流出抑制効果が見込まれる。

弱雨長雨因子と関係する減水時枯流浸透能(ICD)が最も低いのは7月7日のイベントであった。この時の降雨は平均降雨強度が4.9mm/hと比較的小さい一方、降雨継続時間が14.3時間と最も長く、弱雨長雨の傾向が顕著であった。そのICD-Sは14.1mm/hで最小値だったが、IRGは全イベント中2番目に高い96.3%であった。ICDはIRGと有意な負の相関があり、平均降雨強度と有意な正の相関がある。裏方丈庭園・枯流には局地的短時間強雨と弱雨長雨傾向の双方を含む多様な降雨パターンに応じた、高い流出抑制機能がある。

貯留・浸透とやぶ蚊対策

庭園の枯流は貯留だけで307.5mmの雨量を流出抑制できる。これは当地(京都市)の過去30年平均年降水量(1522.9mm)の約5分の1、100年確率日雨量推定値(242.0mm)の約1.3倍に相当する。一方、ICDすなわち減水時の浸透能が高いということは、雨水が枯流に貯留している時間が長引かないということである。貯留終了までにかかった時間の最長は8月14日の6.6時間である。このことは衛生面の維持管理の有利さを示す。

たとえば2020年1月に公開された米国・サンマテオの雨水流出抑制施設の設計規準においては、やぶ蚊の発生が問題とならないように5日以内に貯留が消失することが求められる。また雨庭のようなグリーンインフラのバイオ・リテンション・システムでは、数時間のうちに水が引き

切ってしまうべきことが定められている。本庭園は大きな貯留機能を備えた上でその条件を十分に満たしている。このことは雨庭が浸透による遅延の面だけでなく、衛生管理面の課題を克服しつつ貯留によっても流出抑制に大きく貢献できる可能性を示している。このような相国寺裏方丈庭園の形態、材料と構成は今後の雨庭のデザインと維持管理において参考になるであろう。

浸透層の目詰まりと維持管理

裏方丈庭園・枯流の浸透機能の高さと持続はその基盤が 10-15cm の径のものを含む砂礫地質で構成されていることによるものと推定される。ここで浸透層の経年的な目詰まりが懸念されるかもしれないが、そのような現象は確認されない。相国寺事務局によれば枯流の河床材料の変更は行われていない。本庭園は 19 世紀の創建以来大きな改装もなく現在に至っている。

ところで都市再生機構による現代の雨水貯留・浸透施設が体系的に導入された東京都昭島市の「つつじが丘ハイツ」の継続的な機能評価の報告によれば、この施設群は 1981 (昭和 56) 年の設置当初から 30 年間、大規模な維持管理を施さなくても全体として流出率が 0.1 近傍を安定して推移してきた。施設の種類ごとにみると、単粒碎石により空隙率を大きく確保した浸透トレンチは浸透機能の劣化が確認されない。一方、浸透柵は土砂堆積による機能低下があるものとそうでないものがあり、浸透舗装には当初に比べて目詰まりによる著しい機能低下がみられる。このように個別の種類ごとにみると、メンテナンスが必要な目詰まりが発生しているものがあることがわかる。

これらに対して海外では以前から、礫・碎石を材料とする浸透トレンチの上部に浸透性の良い砂・シルトを埋戻した窪地を設け、さらにその上に腐葉土等を置いて植栽できるようにした「トラフ・アンド・トレンチ (trough and trench)」が用いられてきた。これは「メンテナンス・フリー」の浸透施設として知られている。流入土砂が植栽で団粒化され上部の層で濾過されてトレンチに流入しないために目詰まりの心配がほとんどないといわれている。

相国寺裏方丈庭園の枯流の地中はトラフ・アンド・トレンチと同様に、下部に行くにしたがって粒径の大きな砂礫の割合が多くなる構成である。一方、トラフ・アンド・トレンチと違って枯流の底面には植栽や腐葉土はないが、流入する雨水は方丈屋根からのそれと河道降水が大半であるから土砂堆積が少ない。枯流の側面と周辺については苔に覆われ植栽が施されている。加えて枯流底部は砂礫層が腐葉土と植栽に覆われていないため雑草が比較的侵入しにくい。こうしてこの枯流は維持管理の手間が少なく、しかも現代の浸透施設の長期観測の実績をはるかに超える長期にわたって、高い浸透性を維持してきたと考えられる。相国寺裏方丈庭園の基盤材と雨水流入過程・経路の構成は、現代の雨庭の先駆けとして今後の雨庭のデザインに対して、高機能を永続的にしかも省力で維持管理できる要件を示唆しているものと思われる、その活用が望まれる。

規模について

相国寺裏方丈庭園の枯流は壮観な規模を誇る。このため貯留機能だけでも十分すぎる雨水流出抑制効果がある。しかし現代の市街地に雨庭を導入するには、これほどの規模は必要ないし、実行可能でもないだろう。本研究の観測では貯留高は大きくても 0.505m である。京都市の 100 年確率日雨量が 242mm (×集水面積 (986.3m²) = 238.7m³) であるから、これにより枯流の貯留高を推定すると 1.74m (図-4 . 標高 57.74m) になる。これは浸透を考慮していない。試みに観測値最小の IRG である 0.578 を適用すると (1-0.578) × 238.7m³ = 100.7m³、貯留高は 1.08m になる。ただし実際はもっと浸透機能を高めに見積もってもよさそうであるし、100 年確率日雨量の想定は過剰かもしれない。

そこで IRG を本研究の観測における中央値である 0.839 とし、100 年確率だけでなく、30 年確率日雨量 (195mm) についても求めてみると、100 年確率の場合が 0.602m、30 年確率では 0.554m となりさほど差がない。本研究で用いた相国寺裏方丈庭園の全集水面積 986.3m² に対する屋根の集水面積 375.7m² の割合は 38.1% であり、建蔽率でいえば 40% 程度である。またこの枯流の貯留高が 0.6m の時の貯留水面の面積は 109.1m² となる。これが全集水面積に占める割合は 11.1% である。

そこで新しく京都において相国寺裏方丈庭園と同様の地質条件の下で敷地に枯流をもつ雨庭をつくるとすれば、その枯流の深さは、流出抑制の観点からは 0.6m 程度とするのが妥当と考えられる。このとき建蔽率は約 4 割、敷地に占める枯流の割合は約 1 割となる。この規模で敷地に降った雨はすべて枯流で貯留・浸透できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 山下三平	4. 巻 30
2. 論文標題 他律と自律 雨庭（あめにわ）の技術の射程,	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 思想のひろば	6. 最初と最後の頁 19-32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山下 三平, 阿野 晃秀, 丹羽 英之, 森本 幸裕, 佐藤 正吾, 深町 加津枝	4. 巻 79
2. 論文標題 伝統的雨庭としての相国寺裏方丈庭園の雨水管理性能の実測と評価	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 22-00156
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscej.22-00156	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 田浦扶充子, 島谷幸宏, 小河原洋平, 山下三平, 福永真弓, 渡辺亮一, 皆川朋子, 森山聡之, 吉富友恭, 伊豫岡宏樹, 浜田 晃規, 竹林 知樹	4. 巻 75(5)
2. 論文標題 分散型の水管理を通じたあまみず社会のデザインと実践	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3（土木計画学）	6. 最初と最後の頁 I_153-I_168
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejupm.75.I_153	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山下三平, 竹林知樹, 田浦扶充子, 渡辺亮一, 島谷幸宏, 森本幸裕, 阿野晃秀, 丹羽英之, 佐藤正吾, 深町加津枝	4. 巻 15
2. 論文標題 分散型水管理と雨庭のデザイン	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 景観デザイン研究発表会・講演集	6. 最初と最後の頁 167-171
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山下三平	4. 巻 116
2. 論文標題 SDGsと分散型水管理	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 水循環 貯留と浸透	6. 最初と最後の頁 2 - 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山下三平, 森本幸裕, 阿野晃秀, 丹羽英之, 佐藤正吾, 深町加津枝	4. 巻 14
2. 論文標題 相国寺裏方丈庭園枯流の雨水管理機能評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 景観デザイン研究講演集	6. 最初と最後の頁 109-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山下三平, 竹林知樹, 伊豫岡宏樹, 浜田晃規	4. 巻 57
2. 論文標題 樋井川流域における分散型水管理と地域コミュニティの形成	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM . 8pp .
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山下三平	4. 巻 74
2. 論文標題 水と自覚の都市デザイン	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BIOCITY	6. 最初と最後の頁 46-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計30件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 大浦雅人, 山下三平, 阿野晃秀, 田中淑恵
2. 発表標題 民間雨庭の雨水収支と植栽の健康状態の評価
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 柏木晃明, 山下三平, 栗山和道, 阿野晃秀, 佐藤辰郎, 横田雅紀
2. 発表標題 雨庭のデザインと導入のプロセスについて
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阿野晃秀, 田中淑恵, 山下三平
2. 発表標題 福岡県新宮町における雨庭に対する住民の意識と評価に関する研究 株式会社立花建設企業敷地を事例として
3. 学会等名 ELR2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山下三平
2. 発表標題 他律と自律 雨庭（あめにわ）の技術の射程
3. 学会等名 瀧澤克己協会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東野修平, 山下三平, 阿野晃秀, 田中淑恵
2. 発表標題 新設雨庭の水収支と植栽の実測評価
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上巧真, 山下三平, 森本幸裕, 阿野晃秀, 丹羽英之, 深町加津枝, 佐藤正吾
2. 発表標題 相国寺の枯山水庭園における雨水浸透機能の実測と評価
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿野晃秀, 丹羽英之, 山下三平, 佐藤正吾, 深町加津枝, 森本幸裕
2. 発表標題 枯山水庭園の雨水管理機能評価 -京都市 真如寺 客殿の庭の事例
3. 学会等名 日本景観生態学会第31回信州大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山下三平, 阿野晃秀, 森本幸裕, 丹羽英之, 深町加津枝, 佐藤正吾
2. 発表標題 相国寺裏方丈庭園の雨水管理機能
3. 学会等名 日本景観生態学会第31回信州大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 緒方綾乃, 山下三平, 森本幸裕, 阿野晃秀, 丹羽英之, 藤原駿暉, 深町加津枝, 佐藤正吾
2. 発表標題 枯山水庭園の雨水管理機能に関する評価
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田泰三, 山下三平, 阿野晃秀, 岩隈仁, 岩隈徳隆, 田中淑恵
2. 発表標題 民間事務所敷地への雨庭の導入と機能の観測・評価の試み
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山下三平, 阿野晃秀, 岩隈仁, 丹羽英之, 深町加津枝, 佐藤正吾, 森本幸裕
2. 発表標題 禅寺の枯山水と事務所敷地の雨庭のデザイン
3. 学会等名 GIJ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丹羽英之, 阿野晃秀, 山下三平, 佐藤正吾, 深町加津枝, 森本幸裕
2. 発表標題 フォトグラメトリとタイムラプスカメラを用いた雨庭の貯留機能の簡便な定量評価
3. 学会等名 GIJ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿野晃秀, 丹羽英之, 山下三平, 佐藤正吾, 深町加津枝, 森本幸裕
2. 発表標題 伝統的雨庭 真如寺境内の雨水管理機能評価
3. 学会等名 GIJ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下三平
2. 発表標題 光明禅寺枯山水庭園の雨水のさばき方 持続と変容, 伝統を探る, 「温故知新」の都市GI 雨庭枯山水と気候変動への賢い適応
3. 学会等名 GIJ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下三平, 岩隈仁
2. 発表標題 福岡の民間企業敷地における雨庭のデザイン, 伝統を探る, 「温故知新」の都市GI 雨庭枯山水と気候変動への賢い適応
3. 学会等名 GIJ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下三平
2. 発表標題 枯山水の庭は都市型水害対策に役だつグリーンインフラである
3. 学会等名 北九州市緑化協会主催 第12回「都市と自然の共生シンポジウム」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Yamashita, Y. Morimoto, A. Ano, H. Niwa, S. Sato, K. Fukamachi
2. 発表標題 Is a dry garden of a historical Zen-Buddhist monastery effective for its storm-water management? --An observation and evaluation of Shokoku-ji Temple in Kyoto, Japan
3. 学会等名 25th International Symposium on Society and Resource Management (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yamashita, Y. Morimoto, A. Ano, H. Niwa, S. Sato, K. Fukamachi
2. 発表標題 Rainwater management in dry gardens of Zen-Buddhist monasteries in Japan: Survey for designing attractive raingardens adaptive to climate change
3. 学会等名 European International Conference on Transforming Urban Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下三平
2. 発表標題 あまみず社会の適正技術としてのグリーンインフラ 地域・風土に根差した分散型水管理の試み
3. 学会等名 日本造園学会北海道支部 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下三平
2. 発表標題 SDGsの適用
3. 学会等名 第12回雨水ネットワーク全国大会2019イン福岡 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新澤泰史, 山下三平, 竹林知樹, 伊豫岡宏樹
2. 発表標題 ミズベリング樋井川」の特徴と活動の効果について
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山元武道, 山下三平, 阿野晃秀, 丹羽英之, 森本幸裕, 深町加津枝
2. 発表標題 京都眞如寺の雨水管理に関する基礎的調査
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊東典孝, 山下三平, 田中淑恵
2. 発表標題 T社事務所の雨庭化のための基礎調査
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸原千弘, 山下三平, 阿野晃秀, 丹羽英之, 森本幸裕, 深町加津枝
2. 発表標題 太宰府光明寺の雨水管理に関する基礎的調査
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下三平, 森本幸裕, 阿野晃秀, 丹羽英之, 佐藤正吾, 深町加津枝
2. 発表標題 相国寺裏方丈庭園枯流の雨水管理機能評価
3. 学会等名 第14回 土木学会 景観デザイン研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下三平, 竹林知樹, 伊豫岡宏樹, 浜田晃規
2. 発表標題 樋井川流域における分散型水管理と地域コミュニティの形成
3. 学会等名 第57回土木計画学研究発表会(春大会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白濱博人, 山下三平, 森本幸裕, 丹羽英之, 阿野晃秀, 深町加津枝, 佐藤正吾
2. 発表標題 枯山水庭園の雨水管理に関する考察
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂木碧, 山下三平, 田中淑恵
2. 発表標題 市民参加型の雨庭づくりの提案
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Ano, S. Yamashita, H. Niwa, S. Sato, K. Fukamachi, Y. Morimoto:
2. 発表標題 Re-evaluation of Japanese traditional garden design from the perspective of sustainable drainage systems
3. 学会等名 2018 ICLEE (International Consortium of Landscape and Ecological Engineering) 9th Taiwan Conference
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿野晃秀, 山下三平, 丹羽英之, 佐藤正吾, 深町加津枝, 森本幸裕
2. 発表標題 相国寺裏方丈庭園枯流の雨水管理機能評価
3. 学会等名 日本景観生態学会 第28回宮崎大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 土肥真人, 佐々木葉, 杉田早苗, 福永順彦, 矢口哲也, 山下三平, 山本真紗子	4. 発行年 2021年
2. 出版社 エコロジカル・デモクラシー財団	5. 総ページ数 139
3. 書名 新しい都市の形：世界が変わるために 日本のエコデモのための8つのフレームワーク	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	丹羽 英之 (NIWA HIDEYUKI) (10737612)	京都先端科学大学・バイオ環境学部・教授 (34303)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	深町 加津枝 (FUKAMACHI KATSUE) (20353831)	京都大学・地球環境学堂・准教授 (14301)	
研究分担者	森本 幸裕 (MORIMOTO YUKIHIRO) (40141501)	京都大学・地球環境学堂・名誉教授 (14301)	
研究分担者	阿野 晃秀 (ANO AKIHIDE) (70817642)	京都先端科学大学・バイオ環境学部・嘱託講師 (34303)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関