

枯山水庭園の雨水管理機能の実測・評価とそれに基づく雨庭デザインの提案

枯山水, 雨庭, 浸透能, 雨庭デザイン, 京都



相国寺裏方丈庭園

背景



人口集中
地表被覆
地球温暖化
集中豪雨 etc.

大規模集中型インフラ

- 初期費用
- 維持管理費
- 敷地面積
- インフラ設備の急速な老朽化
- 人口減少・少子高齢化

膨大に

新たに作るには限界がある...

都市型水害の頻度増加
規模も拡大

そこで、
小規模分散型の雨庭
に注目。

- 全体の水害リスクの分散
- 娯楽性
- 導入の容易さ
- 費用の低減化

雨庭を我が国で導入していくためには、米国発案の社会資本整備方法である「グリーンインフラ」ではなく風土に適した要素技術の適用が求められる。

目的

本研究では日本古来の枯山水庭園「相国寺」に注目し、その雨水管理機能の実測と評価を行うと共に運用可能な雨庭のデザインを提案することを目的とする。

1.対象施設と観測方法

相国寺裏方丈庭園

京都市上京区に位置する禅宗寺院。庭園は江戸時代後期のもので、京都市指定の文化財に登録されている。長さ約40m上部の幅約9m河床の底面幅約4m深さ約2mにおよぶ枯流が特徴。近代的な下水道整備が行われる以前から現存するため我が国の風土に適し、また、枯山水庭園として著名かつ、日本における雨庭の先駆けと位置付けられる。



観測方法

雨量計 (アイネクス社 ECRN-50/100)

: 同志社大学キャンパス志高館の屋上

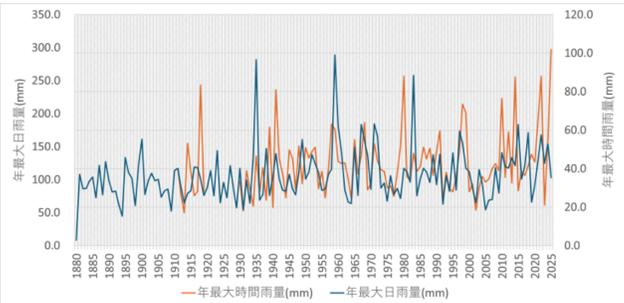
水位計 (HOBO-U20) 裏方丈庭園枯流内と縁下

2021年から2023年の6月頃から11月頃までの記録を対象とし、2025年も観測(2024年は欠測)

2. 京都市の降雨データ

2000年代以降、年最大日雨量と比較して年最大時間雨量が極めて大きい年が複数件

短時間豪雨の一層の激化



▲1880年~2025年(欠測除く)における京都市の降雨状況

3. 浸透機能の結果

増水時庭園浸透率 [IRG](%)

【降り始めからピーク貯留時までの累加雨量】

ー【ピーク貯留量】

で示す浸透量とピーク貯留時までの累加雨量との比。ピーク貯留時までの庭園の浸透率が求められる(初期損失)。

平均値: 82.7% / 中央値: 82.9%

減水時枯流浸透能 [ICD](mm/h)

降雨-流出イベントにおいて、5分または10分の間隔での貯留量の差をその間の平均浸透面で除し、単位時間に変更。これをピーク貯留の時点から雨水が浸透しきるまで繰り返す。その平均値(最終浸透能)。

平均値: 75.9mm/h / 66.9mm/h

大幅な浸透効果

※京都市における観測史上最大の1時間降雨量は102.0mm/h(2025/8/25)

4. 要因分析

主成分分析

庭園・枯流への降水の流入と地中の水分が、IRGとICDにどの程度影響を与えるか検討する。両者に関する指標に基づく主成分分析によれば、貯留因子・降雨パターン因子・先行降雨因子の3つの主成分が抽出される。

貯留因子 貯留の特性	成分		
	貯留因子	降雨パターン因子	先行降雨因子
●累加雨量(mm)	0.992	-0.051	0.052
●降り始めからピーク貯留時までの累加雨量(mm)	0.987	-0.044	-0.002
●因子→短時間強雨			
●因子→長時間弱雨			
●ピーク貯留水位(m)	0.791	0.274	0.333
●降雨継続時間(h)	0.781	-0.528	-0.063
●平均雨量強度(mm/h)	-0.017	0.927	-0.036
●先行降雨の地中水分への影響力	-0.017	-0.260	0.799
●先行無降雨時間(h)	-0.115	-0.186	-0.668

この3主成分を説明変数とし、IRG/ICDを被説明変数とする重回帰分析を行った。

土中水分量と浸透機能

IRG:大 ✓ 先行降雨の庭園地中の水分への影響力が小さい
✓ 長時間弱雨時

ICD:大 ✓ 短時間強雨の傾向が顕著

土中水分量が少ない

土中の水分量が浸透機能に影響。庭園地中の水分量が少ないほど、雨水は浸透しやすい

5. 雨庭デザイン

京都市の観測史上最大の1時間雨量(102.0mm)を記録した2025年8月25日の降雨イベントに耐えるものとする

相国寺の付近を流れる鴨川、賀茂川、高野川流域建住宅の住居空間への導入を想定(敷地面積100㎡)し、流域付近の用途地域を考慮して建蔽率=60%とする

時間ごとの流出量-掘り込み深さの算出

屋根(60㎡)への直接流出量: 約5.04 m³
雨庭(4㎡)への直接流出量: 約0.21 m³ (最低ICD考慮)
合計流出量: 約5.25 m³ (初期浸透考慮)
掘り込み深さ: 約0.55m

雨庭導入デザイン案

庭としての機能を侵害しない範囲で仮想的な戸建住宅に雨庭を導入してみる。裏方丈庭園をはじめとした日本庭園を参考に設計する。



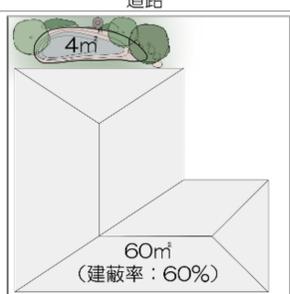
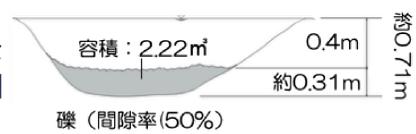
雨庭導入イメージ

屋内から良く見える位置に設置し、壁面に沿って横に長い形状としている。手前から奥にかけて植栽やオブジェクトに高低差を設けることで立体的かつ視界を遮らない、全体が見えるデザインとした。

類似する平面構成の事例として、ごく狭いところへ池のある庭を造った坂田邸庭園(東京都中野区上鷲宮)がある。

礫の導入を考える。雨庭の施工事例などから礫上水深を0.4m/間隙率50%の礫を用いるとすると...

礫層厚: 約0.31m
施工時の掘り込み深さ: 約0.71m



まとめと今後の方針

- IRGの平均は82.7%、ICDの平均は75.9mm/hであり、京都市における観測史上最大の1時間降雨量である102.0mm/hに対しても大きな流出抑制が期待できる。
- 庭園地中内の水分量が少ないほど、枯流の増水時の浸透率は高くなり、枯流の貯留低減期の浸透能が高くなる。
- 相国寺裏方丈庭園枯流と同じ浸透機能の場合、京都市の観測史上最大の1時間降雨量を記録した2025年8月25日の降雨イベントと同様の降雨イベントに耐える雨庭を、建蔽率60%の100m²の敷地内に面積4m²で導入できる。

今後の方針として、導入する植栽の検討や使用する石・礫の種類の検討、意匠設計(コンセプト・参考モデル)、予算計画などに取り組み具体性を上げる必要があるほか、雨庭の形状の見直し・別案の制作をおこなう。また、2025年データについて観測結果の要因分析への反映を行い、雨水管理機能の実測と評価に関して精度の更なる向上を目指す。