

枯山水庭園の雨水管理機能に関する評価

九州産業大学 学生会員 緒方綾乃 ・ 九州産業大学 正会員 山下三平
 京都大学名誉教授 森本幸裕 ・ 京都先端科学大学 阿野晃秀
 京都先端科学大学 丹羽英之 ・ 京都先端科学大学 藤原駿暉
 京都大学 深町加津枝 ・ 京都市都市緑化協会 佐藤正吾

1. はじめに

近年、地球温暖化による集中豪雨や都市化の進展による都市型水害が多発している。対策として、日本のように人口減少している国では、建設と維持管理の費用がかかる大規模集中型ではなく、各地域・流域に小規模な分散型水管理施設をできるだけ多く設置すること、しかも自然の機能を最大限に生かすグリーンインフラとして導入することが急務である。欧米で導入が先行するグリーンインフラであるが、欧米とは異なる高温多湿の日本の気候・風土・地域特性を踏まえたうえで、日本的なグリーンインフラを開発していく必要がある。そのためには、我が国の伝統的な庭園における水管理が参考になると考えられる。

そこで本研究は、伝統的な枯山水庭園の雨水管理機能を明らかにし、客観的に評価することを目的とする。

2. 方法

(1) 対象施設

まず特徴の異なる3つの寺院庭園を扱う(図1～2、表-1)。京都の相国寺、眞如寺、および太宰府の光明禅寺である。この3つの寺院については敷地の測量と雨量観測を行い、庭園の特徴から蓄雨性能を詳細に評価する。

また京都市にある29カ所の比較選定寺院(図-1)を扱う。29カ所の寺院は、相互の比較を目的として選んだものであり、上記の3寺よりも簡易の分析を行う。これらについても庭園様式や立地条件による違いから雨水管理の機能の傾向を分析する。

(2) 地質的特性

まず全体的な枯山水庭園の雨水管理を把握するため周辺地域の水路・地形・地質を把握する必要がある。そのため、現地調査やGoogle earth¹⁾と日本シームレス地質図²⁾を参照する。

表-1 各寺院の概要

寺院名\項目	所在地	庭園様式
相国寺	京都市上京区	平庭式枯山水・枯流れ式枯山水
眞如寺	京都市北区	枯流れ式枯山水
光明禅寺	太宰府市宰府	平庭式枯山水・特殊形式枯山水

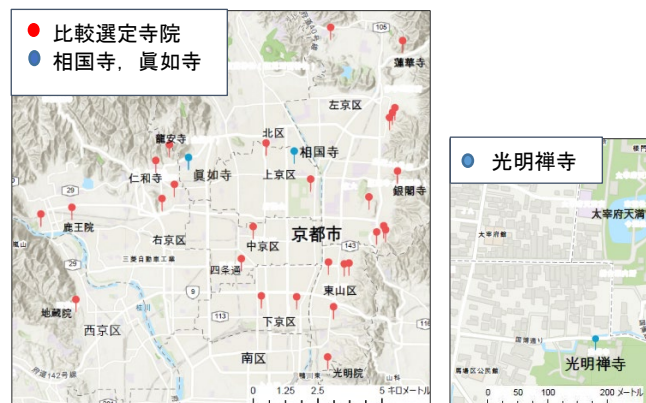


図-1 京都市の対象施設の位置

図-2 光明禅寺の位置

(3) 蓄雨計算

雨水活用技術規準³⁾を用い、基本蓄雨高を100 mmとして蓄雨高を求める。蓄雨高100 mmとは降雨時間に関係なく敷地に降った100 mmの雨を貯める能力のことを意味する³⁾。蓄雨係数を規準の範囲から小、中、大と設定する。例えば裸地の場合、「規準」³⁾では締固め有は0.5、締固め無は0.7～0.9である。各寺院の締固めの有無の判断が難しいため、小を0.5、中を0.7、大を0.9として可能性の範囲を示す。以下本稿では係数を“小”で計算した蓄雨高を“最小値”、“大”で計算した蓄雨高を“最大値”と表す。また、林地部分は樹冠によって雨が遮断されすべての雨水が林床に届かないことを考慮する。これは「規準」³⁾に筆者らが新たに加えた観点である。スギ・ヒノキ壮齢林の既往の実験⁴⁾より、高木の樹冠遮断率は17%とする。低木は筆者らの簡易実験により7%と設定する。

3. 結果

(1) 相国寺・眞如寺・光明禅寺の蓄雨計算

a) 相国寺

相国寺の蓄雨高を算出した結果を表-2に示す。庭

園を除いた蓄雨高は最大値が 79.8 mm である。なお裏方丈庭園の枯流れで 430 mm の雨水を貯留できる。

表-2 相国寺 治水蓄雨高

土地利用形態		蓄雨係数			蓄雨高[mm]		
		小	中	大	小	中	大
高木	樹冠遮断(17%)	0.17			11.52		
	林床(83%)	0.5	0.7	0.9	28.11	39.36	50.60
	屋根	0.15			2.84		
不透水面		0.3	0.5	0.7	3.24	5.41	7.57
池	浸透	0			0		
	貯留	0	2.5	5	0	3.07	6.14
枯山水	浸透	0.5	0.7	0.9	0.63	0.88	1.13
合計(庭園貯留抜き)					46.34	63.07	79.80
枯流のみ	貯留	0	-	-	0	215	430

b) 眞如寺

眞如寺の蓄雨高の算出した結果を表-3 に示す。蓄雨高の最大値は 95.5 mm である。敷地内に降った雨は水路を通して枯流れや 2 つの池に導かれるため、100 mm の雨水を敷地外にほぼ流出させず処理することができる。

表-3 眞如寺 治水蓄雨高

土地利用形態		蓄雨係数			蓄雨高[mm]		
		小	中	大	小	中	大
高木	樹冠遮断(17%)	0.17			9.24		
	林床(83%)	0.5	0.7	0.9	22.56	31.59	40.61
	屋根	0.15			2.23		
裸地・緑地		0.5	0.7	0.9	8.9	12.46	16.02
砂利		0.3	0.5	0.7	2.59	4.32	6.05
宮殿東の池	浸透	0			0		
	貯留	0	2.23	3.38	0	2.35	4.09
放生池	浸透	0			0		
	貯留	0	2.84	3.8	0	9.31	12.45
その他					4.78		
合計					50.30	76.27	95.47

c) 光明禅寺

光明禅寺の平庭式庭園の下に、昭和 32 年、コンクリート床版が導入され、その上に白砂が敷き詰められている。蓄雨高の最大値は 64.20 mm となり、相国寺や眞如寺と比べて雨水管理機能は低い(表-4)、雨水下水道の一般的な容量約 50 mm/h を考慮すれば、効果的な施設と考えられる。

表-4 光明禅寺 治水蓄雨高

土地利用形態		蓄雨係数			蓄雨高[mm]		
		小	中	大	小	中	大
高木	樹冠遮断(17%)	0.17			7.81		
	林床(83%)	0.5	0.7	0.9	19.06	26.69	34.31
	屋根	0.15			5.2		
庭園	砂利	0.3	0.5	0.7	0.9	1.51	2.11
	緑地	0.5	0.7	0.9	8.21	11.49	14.77
合計					41.18	52.69	64.20

(2) 比較選定寺院

図-3 は京都市にある 29 ヲ所の選定寺院の蓄雨高を算出した結果である。最小値(青の棒グラフ)を基準に並べ、蓄雨高が少ない寺院を便宜的に“下位グループ(下位 3 位まで)”、多い寺院を“上位グループ(上位 3 位まで)”と表す。

下位グループは妙心寺、神泉苑および妙満寺であり、上位グループは銀閣寺、金戒光明寺および地蔵院である。下位グループの平均蓄雨高(最小)は 25.52 mm、上位グループの平均蓄雨高(最小)は 55.27 mm であり、約 30 mm の差がある。下位グループの共通点は二つある。平地に立地している点と、高木の面積割合が敷地の約 1 割～3 割と低く、不透水の面積割合が敷地の約 6 割を占めている点である。それに比べ、上位グループは山に隣接する場所にあり、土地利用形態は高木の面積割合が敷地の約 9 割を占めている。

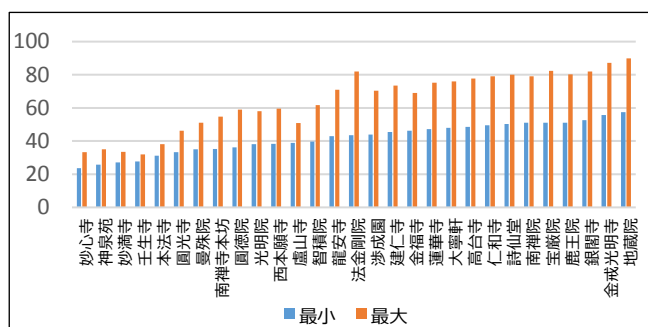


図-3 比較選定寺院の蓄雨高

4. おわりに

都市型水害の緩和を目的とし、日本的なグリーンインフラを開発するために寺院の雨水管理機能について追究した。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 100 mm の基本蓄雨高を目標にしたとき、比較選定寺院は約 40 mm～65 mm の雨水を敷地内で処理することができる。
- 2) 相国寺は 43.6 mm～79.8 mm、眞如寺は 50.3 mm～95.5 mm であり、特に高い流出抑制効果がある。
- 3) 太宰府の光明禅寺は 41.2 mm～64.2 mm であり、京都の寺院と同程度の性能である。

今後は対象寺院を増やし、地域雨庭としての集合的な評価が課題である。

参考文献

- 1) Google earth <https://earth.google.com/web/>
- 2) 日本シームレス地質 <https://gbank.gsj.jp/seamless/seamless2015/2d/>
- 3) 日本建築学会環境基準「雨水活用技術規準」(AIJES-W0003-2016)
- 4) 袋山沢試験流域のスギ・ヒノキ壮齡林における樹冠遮断率、樹幹流量、樹冠遮断量 東京大学農学部演習林報告, 113,197-240(2005)