

都市型豪雨への対応に資する屋上緑化の果たす役割

現代システム科学専攻 環境システム学分野 環境学コース

氏名 平尾菜有

目的

現在、都市部においては、市街化の進行により自然地が減少し、アスファルト舗装等の不透水性材料で覆われている土地が増加したことで、都市が水資源を保持しにくくなっている。また、近年、全国的に局所的な豪雨が発生するといった気象変動が見られ、豪雨の際、雨水が一気に排水溝や河川等の排水インフラに流入してしまい、都市型洪水が発生しやすくなっている。この問題解決には、排水施設の能力の拡大が必要であるが、排水インフラへの雨水の流入を減少させるという点も重要であると考えられる。

そこで、本研究では、都市部での緑地の水資源を涵養する防災・減災効果に着目した。都心部での緑地といえば都市公園が主であるが、高密度化した都市空間での用地確保、土地取得コスト等の課題を有し、新規整備が難しいことから、建物屋上部に着眼した。元来、屋上緑化は、都心の休養の場、景観形成の効果を補完する空間とされてきたが、近年はヒートアイランド現象の緩和効果のためなど、その整備の必要性が認識されている。本研究では、これらの効果ではなく、都市型豪雨への対応という防災面から屋上緑化に着目したアプローチである点にオリジナリティを有している。

都市型洪水への対応や屋上部での緑化面積や貯水機能に着目した既往研究をみると、泉ら¹⁾や田中ら²⁾が手掛けているものの、現状の建物屋上部分での緑化可能面積の視点から、都市型豪雨への対応について探った研究は数少ない。さらに、現状の屋上緑化による雨水流出の抑制効果に関する大阪市の行政計画「雨水流出調整に関する実施基準」³⁾（以下、実施基準と呼ぶ）をみると、大阪市では都市部における緑化重点計画で水循環をもたらす緑地の創出を目標と掲げていることや、雨水流出調整として、土地利用の改変による開発の際に緑化を進めるといった規則の設定がされている。しかしながら、これらにおいて、緑化規模と雨水流出抑制の効果の関係についての明確な基準は示されていない。

そこで、本研究では、大阪市の都市部に位置する御堂筋沿道地区を研究対象に設定し、まず、既存の建物における屋上緑化の現状を捉えるとともに、新規に緑化可能な面積を計測する。次いで、屋上緑化部分における計画雨水量を算出することによって、都市型豪雨に対応した雨水流出の抑制効果を探ることを目的とした。

方法

(1) 調査対象地区の設定

対象地区は、都市型豪雨について述べることから、都市部を対象とすること、屋上緑化を進めるために緑化を推進する地区もしくは環境問題に対してアプローチする計画がある地区であること、屋上緑化を確保するためには大規模な敷地が存在する地区であることを条件として、大阪市御堂筋沿道地区を設定した。さらに、大阪駅前～難波駅前の御堂筋沿道地区を、「大阪市景観計画」、「新・大阪市緑の基本計画」、「大阪市地球温暖化対策実行計画」、「御堂筋デザインガイドライン」等の行政資料から、北から南へ順に、エリア①(大阪駅前～淀屋橋)、エリア②(淀屋橋～本町)、エリア③(本町～長堀)、エリア④(長堀～難波駅前)と4エリアに区分して研究を進めた。

(2) 御堂筋の概要と現況に関する研究方法

まず、御堂筋の歴史と概要を文献調査によって捉えた。また、大阪市「御堂筋デザインガイドライン」を用いた文献調

査を通じて、御堂筋の建物の変容を捉えた。御堂筋の現況は、大阪市の平成29年度の建物現況データファイルと土地利用現況データファイルを用い、QGIS Ver3.14.15-Pi（以下、GISと呼ぶ）で解析して捉えた。加えて、建物の現況は、同年度の大阪市航空写真を用いて調査した。対象とした敷地・建物は、建物現況データと航空写真で確認できる敷地面積が500㎡以上の陸屋根であることとした。なお、屋上部の緑化が難しいと判断できる勾配屋根の建物、建替え中の建物、更地などは対象から除いた。解析では、建物用途を建物現況データにおける建物用途コードを参考に、GISを用いて住居・商業・業務の3用途に分類して研究を進めた。

(3) 屋上緑化の現状と将来推計に関する研究方法

まず、屋上緑化の現状は、上述(2)と同様に航空写真を用いて、前述した4エリアごとに、屋上緑化が確認できる建物を特定した。次いで、屋上緑化の平面形状に合わせてGISでポリゴンを作成し、建物ごとの屋上緑化の面積を算出した。なお、中間階にある緑化も対象とした。解析では、エリアごとの屋上緑化の総数と面積を集計し、整理した。次に、屋上緑化の将来推計に関する調査では、現在、屋上緑化が見られない建物については、将来確保できる屋上緑化の面積を、屋上面積からエレベータの塔屋や室外機などに使用される面積を除いた面積として設定し、この面積を緑化可能面積として算出した。既存の屋上緑化が確認できる建物では、屋上面積からエレベータの塔屋や室外機などに使用される面積と現状の屋上緑化面積を除いた面積を緑化可能面積として算出した(図1)。解析では、この緑化可能面積を上記と同様、航空写真とGISを用いて計測し、エリアごとに集計、整理した。さらに、現状の屋上緑化の面積と将来に確保できる屋上緑化の面積の差を示す割合を緑化向上率として求め、4エリア間で比較考察した。なお、緑化向上率は、「(将来の緑化可能面積/屋上面積) - (現在の屋上緑化面積/屋上面積) = 緑化向上率」と定義した。

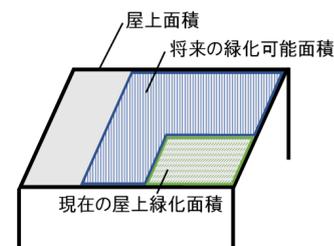


図1 建物屋上部における現在の屋上緑化面積と将来の緑化可能面積

(4) 雨水流出量の算定方法

雨水流出については、実施基準に記載の計画雨水量の算定式を用いることとした。雨水流出量は、 Q_r : 計画雨水量 (m³/秒)、 C : (雨水) 流出係数、 I : 降雨強度 (mm/時間)、 A : 当該計画地の面積 (排水面積) (ha)、 S : 地表面勾配 (%) からなる算定式を用いて算出した(式(1))。ここでは、対象の沿道地区全体を解析単位とし、屋上面積、算出した屋上緑化面積、緑化可能面積を用いて、「屋上緑化が全くない場合」、「屋上緑化が一部整備されている現在」、「全域における敷地面積500㎡以上の建物で屋上緑化が全て整備された将来」の3パターンに分けて計画雨水量を求め、屋上緑化状況の違いで比較考察した。これにより、屋上緑化が整備された場合の下水への雨水流出量の増減を明らかにした。雨水流出量の算定には、実

施基準に記載の計画雨水量の算定式を用いる。

$$Q_r = \frac{1}{360} \times C \times I \times A \times \sqrt[6]{\frac{S}{A}} \quad (1)$$

ただし、 $\frac{S}{A} \geq 1$ の場合は、 $\frac{S}{A} = 1$ とする。

Q_r = 計画雨水量 (m³/秒)

C = (雨水) 流出係数

I = 降雨強度 (mm/時間)

A = 当該計画地の面積 (排水面積) (ha)

S = 地表面勾配 (%)

結果

(1) 御堂筋の概要と現況

大阪市の中心市街地の都市基盤整備は、1583(天正11)年からの豊臣秀吉による大坂城の築城に伴う、城下町の建設により進んだ。その中で、大坂城に向かう東西路を軸に基盤の目状に区画された船場地区には御堂筋が南北に通じ、街区は一辺約40間(約72m)の正方形が標準であった。対象地区のエリア②、③は船場を含むエリアである。船場の南側にも同様の町割で構成された島之内があり、エリア④はその地区を含んでいる。

次に、御堂筋沿道の建物、敷地に関する計画の変遷について「御堂筋デザインガイドライン」を参考に示す。本ガイドラインにおいて、屋上緑化の面積に影響を及ぼすと考えられる軒高制限、敷地面積について述べる。軒高制限に関して、御堂筋が1937(昭和12)年に完成した当時、沿道建物は、市街地建築物法により百尺(31m)まで築造することができた。その後、都市機能の拡充により建物高さが50mまで緩和され、それ以上の部分も条件を満たすと、高さ60mまで建築物を築造できるようになった。また、バブル崩壊による地価の低下に伴い、都市再生特別地区における土地の高度利用(最大高さ140m)が認められた。現在、エリア②(淀屋橋～本町)では、建築物の高さが50mを超える部分(高層部)の壁面を4m以上後退させることで、50m以下の部分で基壇部を形成することができ、高層部は、後退距離の2倍の高さまで築造することができる。また、エリア③(本町～長堀)では、御堂筋に面する建築物の高さは6階以上ないしは20m以上と制限されている。次に、敷地面積に関して、エリア②では、ガイドラインに沿って、風格あるエリア形成に向け、建物の更新に合わせた敷地の一体化を検討している。なお、「御堂筋本町北地区地区計画」においては、建築面積の最低限度を400m²、敷地面積の最低限度を1,500m²としている。

御堂筋の建物現況として、まず、対象地区における敷地面積500m²以上の建物軒数は計461軒である。建物軒数はエリア②が全体の36.9%と最も多く、エリア①が15.6%と最も少ない。敷地面積に関して、敷地規模を500m²以上1,000m²未満、1,000m²以上の2つに区分した。エリア①、②では、1,000m²以上の軒数が多く、エリア③、④では、500m²以上1,000m²未満の軒数が多くなっている。建物用途に関しては、エリア①では業務系が62.5%、エリア②では87.6%、エリア③では77.2%と、業務系が過半数を占め、エリア④のみ商業系が66.1%と、商業系が過半数を占めていた。階数に関しては、建物階数を1～2階、3～5階、6～10階、11～15階、16階以上の5つに区分した。エリア①では階数に偏りが少なく、エリア②では6～10階が62.4%、エリア③では58.4%と、エリア②、③では6～10階が過半数を占め、階数の構成に同様の傾向が示された。エリア④も同様に6～10階が占める割合が48.3%と最も大きい。エリア②、③と比較すると3～5階の割合も大きいことが分かった。

(2) 屋上緑化の現状と将来推計

まず、屋上緑化の現状について、本研究では屋上緑化面積を100m²未満、100m²以上500m²未満、500m²以上1,000m²未満、1,000m²以上の4つに区分した。各エリアの屋上緑化の現況を見ると、500m²以上の比較的規模が大きい屋上緑化は数件しか確認できず、500m²未満の規模が小さい屋上緑化の占める割合は、全エリアで過半数を占めている。次に、各エリアの将来の緑化可能面積を見ると、100m²以上500m²未満の割合が全エリアで高いことが分かった。建物用途に着目すると、エリア①、②において、商業系の建物は500m²未満や100m²未満の割合が高く、緑化可能面積は比較的小さい傾向がある。また、500m²以上1,000m²未満や1,000m²以上といった比較的大きい規模の緑化可能面積を確保するためには、エリア①、②では業務系、エリア③では商業系、エリア④では業務系か商業系が望ましいと言える。階数に着目すると、エリア①、③では、建物階数が大きくなることに伴い、500m²以上の割合が大きくなる傾向が示された。緑化向上率については、エリア③が42%で最も高く、大阪府「みどりの大阪 推進計画」における緑地整備の目標を満たすことが示された。また、本研究で得られた知見をもとに、将来の緑化可能面積を考慮して屋上緑化の整備を想定した場合、大阪府の都市公園の1つである住之江公園(約15ha)の面積とほぼ同等の緑空間を生み出すことができる。

(3) 雨水流出量の算定

屋上緑化による雨水流出量への効果を明らかにするため、実施基準を参考に計画雨水量を求める。計画雨水量は、屋上緑化がない場合、8.00m³/秒、現在7.88m³/秒、将来5.94m³/秒と減少し、屋上緑化の増加に伴い、下水への雨水流出量が減少することが示された。これらの値を用いて、1時間で60mmの降雨があった際の、現在と将来の計画雨水量を比較すると、現在では28,368m³、将来では21,384m³であることが分かった。これらの雨水の減少量は6,984m³であり、約24.6%雨水流出量を削減できることが分かった。

考察

現在、研究対象の沿道地区において、屋上緑化を手掛かりとした具体的な緑化の実現には至っていないが、本研究で示したように、可能な限り建物屋上部に屋上緑化を整備することで、雨水流出量を24.6%減らすことが可能となるなどの緑地の創出の有用性を示すことができる。このような効果を踏まえ、屋上緑化の整備が推進された場合、ガイドラインで軒高制限の対象となっているエリア②(淀屋橋～本町)での一定の建物高さにおける余剰空間に緑化空間が創出されると、沿道地区の一定の高さにおいて、立体都市公園や線状のグリーンインフラが形成され、新たな価値を見出すことができると考える。また、大阪市の御堂筋将来ビジョンでは、御堂筋では将来的に車道を撤廃し、フルモール化を目指すといった提案がなされている。この計画では、地上部の緑化や空間の改善についてのみ言及されているが、ハンギングガーデンのように地上部から建物屋上部にかけての立体的な緑化空間の創出などの可能性も見出すことができる。さらに、大阪市は御堂筋に対し複合的機能を備え、大阪の顔にふさわしい世界的なまちづくりの主軸と掲げており、環境負荷の軽減に配慮した緑化の推進はこれらに応答する施策として資することができる。と考える。

引用文献

- 1) 泉 岳樹・松山 洋(2004):東京都23区における屋根面積の実態把握と屋上緑化可能面積の推計:日本建築学会計画系論文集 No. 581, 83-88
- 2) 田中享二・松尾隆士(2003):屋根防水押え層の雨水排水の遅延効果:日本建築学会構造系論文集 No. 565, 25-31
- 3) 大阪市(2013):雨水流出調整に関する実施基準