

# 浸水被害常襲地区の空間特性に配慮した屋上緑化計画の検討

菊池佐智子・輿水肇

## Simulating the Stormwater Retention on the flood-Prone Urbanized Area with Drainage Thin-Layer of Green Roof Systems

Sachiko KIKUCHI and Hajime KOSHIMIZU

**Abstract:** Drainage thin-layer, which was developed to store rainwater, is increasingly used to construct green roof systems on buildings with the weighted restrictions. To simulate the stormwater retention that drainage thin-layer have, runoff analyzed from four cases; 1) average elevation higher, 2) average elevation lower, 3) building coverage higher, and 4) roof top area larger. Stormwater runoff volume was least at case 2 (5,600m<sup>3</sup>) and largest at case 4 (7,819m<sup>3</sup>). In addition, reservoir level, to estimate stormwater runoff volume for seventeen districts, ranged from 2.48mm to 7.17mm.

**Keywords:** 雨水貯留 (stormwater retention), 浸水被害常襲地区 (flood-prone area), 薄層型貯排水層 (drainage thin-layer), 屋上緑化 (green roof systems)

### 1. はじめに

浸水リスクが低減しない都市では、流域単位での雨水管理の必要性が認識されている(古米, 2009)。被害ポテンシャルの軽減を目的として、多数設置されている貯留施設は、降雨前に空であることが前提であり、常に排水する構造を有するため、雨水を有効利用しているとは言いがたい(屋井, 2009)。その点、村山ら(1997)、菊池ら(2010a, b)が提案する屋上緑化は、治水のための流出遅延・抑制と利水のための雨水の有効利用を考慮した雨水貯留浸透施設と考えられる。本稿では、菊池ら(2009)が提示した屋上緑化エリアに、菊池ら(2010a, b)が測定した薄層型屋上緑化パネルに使用される貯排水ボードの

菊池佐智子 〒214-8517 神奈川県川崎市多摩区東三田

1-1-1 明治大学 農学部 緑地工学研究室

Phone: 044-934-7162

Email : kikuti@isc.meiji.ac.jp

設置を仮定した場合の雨水流出量を算出し、その流出量と空間特性の把握を試みた。

### 2. 研究の方法

#### 2.1 対象地

対象地は、東京都千代田区飯田橋、三崎町、九段北、神田神保町、西神田からなる17街区とした(菊池ら, 2009)。当エリアは、1974年から2006年の水害記録の集計から、浸水被害発生頻度が高いものの、街区内の平均標高と浸水被害発生頻度の関係が明確でない(Sachiko K. et al., 2010)ことから、典型的な都市型水害の対策を検討すべきエリアであると判断した。

#### 2.2 流出量試算エリア

平均街区標高、建蔽率と平均屋上面積、道路密度、公園緑地面積割合から、当エリアの屋上緑化エリアを決定した菊池ら(2009)の結果に基づき、流出量試

算エリアは、case1：平均街区標高が高いエリア，case2：平均街区標高が低いエリア，case3：建蔽率が高いエリア，case4：屋上面積が大きいエリアの4ケースとした。

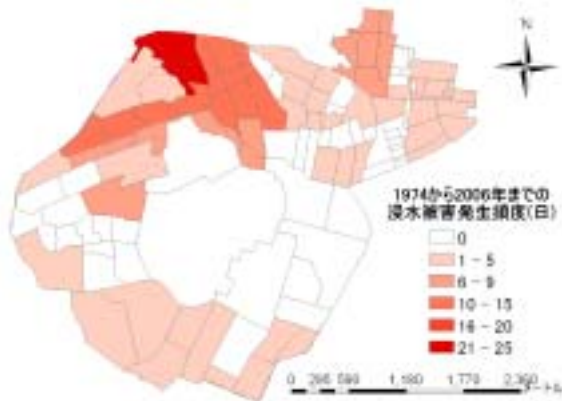


図-1 対象地(菊池ら，2009)

表-1 流出量試算エリア

名称	Case 0	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
特徴	現状	平均街区標高が高い	平均街区標高が低い	建ぺい率が高い	屋上面積が大きい
条件		平均街区標高7.5m	平均街区標高<7.5m	建ぺい率45.0を超える	平均屋上面積が350mを超える
設置対象となる街区名	九段北1, 2, 3, 4	三崎町1, 2, 3, 神田神保町1, 2, 3, 西神田1, 2, 3, 飯田橋1, 2, 3, 4	三崎町2, 神田神保町1, 2, 西神田1, 2	九段北2, 3, 4	

### 2.3 流出量算出に用いた降雨パターン

薄層屋上緑化パネル用貯排水ボードの設置が、どの程度雨水流出を抑制できるかを試算するため、実際に浸水被害が発生し、下水道の許容量 50mm/hr より大きい降雨強度を示した 2000 年 7 月 4 日(最大降雨強度 76.0mm/hr)の降雨パターンを用いた。

### 2.4 雨水流出量の試算方法

表-2 に流出量算出に用いた流出係数をまとめた。試算エリアに設置を仮定する貯排水ボードは、菊池ら(2010a, b)に基づき、流出係数 0.63，流出遅延時間 1 分とした。設置を仮定する土地利用は、屋上緑化の設置により下水道への雨水流出抑制が期待される「工場用地」，「商業・業務用地」，「その他の公

共公益施設」とした。雨水流出量は、式 1 から 3 を用いて算出し、設置しない場合(case0)とその流出量を比較した。

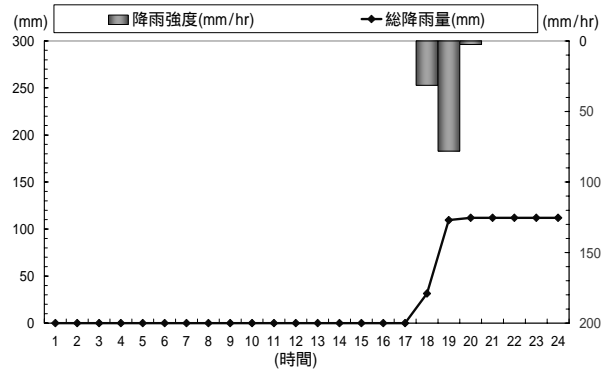


図-2 2000 年 7 月 4 日の降雨パターン

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3600} \quad \dots \text{式 1}$$

$$\Delta Q = Q_p - Q_c \quad \dots \text{式 2}$$

$$p = \frac{Q_p - Q_c}{Q_p} \quad \dots \text{式 3}$$

ここで、 $Q$ ：最大雨水流出量( $m^3/s$ )， $C$ ：流出係数， $I$ ：到達時間  $t$  内の平均降雨強度(mm/hr)， $A$ ：街区面積(ha)， $Q$ ：ピークカット効果( $m^3/s$ )， $Q_p$ ：現状の雨水流出量( $m^3/s$ )， $Q_c$ ：貯排水ボード設置を仮定した場合の雨水流出量( $m^3/s$ )， $p$ ：ピーク低減比とする。

表-2 土地利用形態別流出係数

土地利用形態	流出係数 (現状)	流出係数 (設置後)
一般低層住宅, 密集低層住宅, 中高層住宅	0.90	0.90
河川・湖沼等	1.00	1.00
道路用地	0.90	0.95
工業用地, 商業・業務用地	0.95	0.63
公園緑地	0.80	0.80
造成中地, 空地	0.50	0.50
山林・荒地, 田・畑, その他の農地	0.20	0.20

## 3. 結果

### 3.1 貯排水ボード設置仮定エリア

貯排水ボード設置仮定街区数と設置面積( $m^2$ )お

よび流出量試算エリア面積に占める面積割合(%)をまとめた(表-3)。

表-3 貯排水ボード設置街区概要

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
設置仮定街区数	4	13	5	3
設置面積(m <sup>2</sup> )	1,470	5,110	2,269	956
17街区の総面積に占める設置面積割合(%)	12.57	43.71	19.41	8.20

対象とした 17 街区のうち、貯排水ボードの設置を仮定した区が最も多かった case2 の面積は 5,110m<sup>2</sup>、次いで case3 の 2,269m<sup>2</sup>、case1 の 1,470m<sup>2</sup>、case4 の 956m<sup>2</sup> となった。17 街区の総面積に占める貯排水ボード設置面積割合からも、設定したエリアの条件に幅があることから、単純な流出量比較はできない。そこで、現況とした case 0 と各 case の流出量と設置の有無による区ごとの流出量を比較した。

### 3.2 case1 を用いた雨水流出シミュレーション

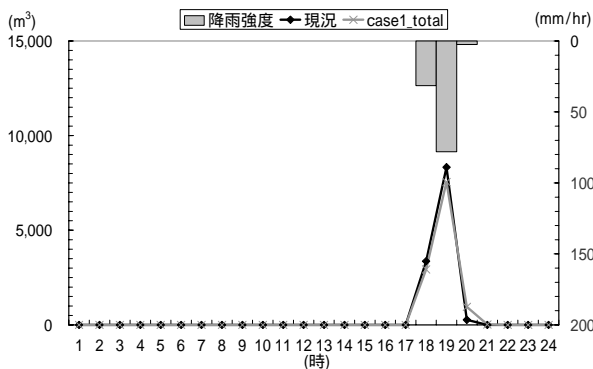


図-3 現況と case1 の雨水流出量(m<sup>3</sup>)

76.0mm/hr の最大降雨強度を示した 19 時の雨水流出量は、現況(case 0)では 8,331m<sup>3</sup>、case1 では 7,546m<sup>3</sup> となった(図-3 参照)。

### 3.3 case2 を用いた雨水流出シミュレーション

76.0mm/hr の最大降雨強度を示した 19 時の雨水流出量は、現況(case 0)では 8,331m<sup>3</sup>、case2 では 5,600m<sup>3</sup> となった(図-4 参照)。

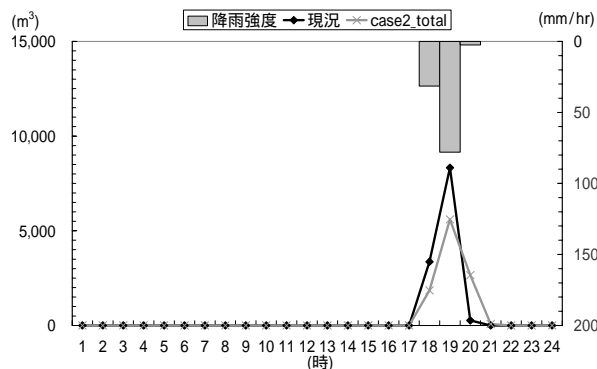


図-4 現況と case2 の雨水流出量(m<sup>3</sup>)

### 3.4 case3 を用いた雨水流出シミュレーション

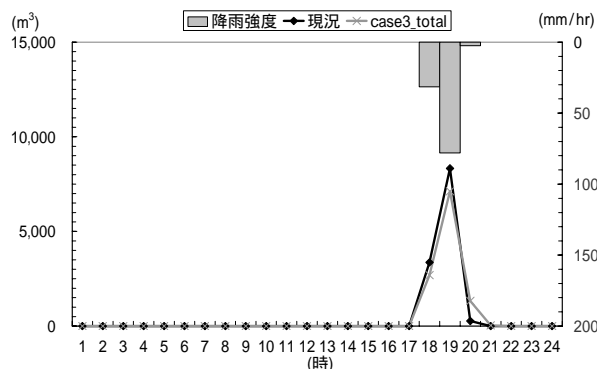


図-5 現況と case3 の雨水流出量(m<sup>3</sup>)

76.0mm/hr の最大降雨強度を示した 19 時の雨水流出量は、現況(case 0)では 8,331m<sup>3</sup>、case3 では 7,119m<sup>3</sup> となった(図-5 参照)。

### 3.5 case4 を用いた雨水流出シミュレーション

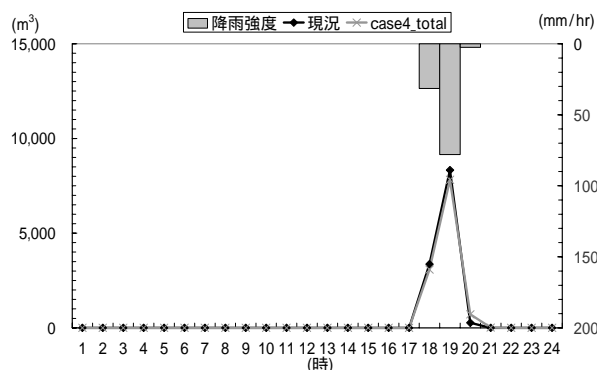


図-6 現況と case4 の雨水流出量(m<sup>3</sup>)

76.0mm/hr の最大降雨強度を示した 19 時の雨水流出量は、現況(case 0)では 8,331m<sup>3</sup>、case4 では 7,819m<sup>3</sup> となった(図- 6 参照)。

### 3.6 流出量試算エリアと流出量の関係

各 case における街区数と面積および流出量試算エリア面積に占める面積割合(%)は、空間特性に基づき設定したため、同列に比較することはできない。そこで、雨水流出が確認できた 19 時から 22 時の 4 時間を対象に、1 時間ごとの流出量を街区面積で除し、貯排水パネルの有無による貯留高変化量を算出した(図- 7 参照)。

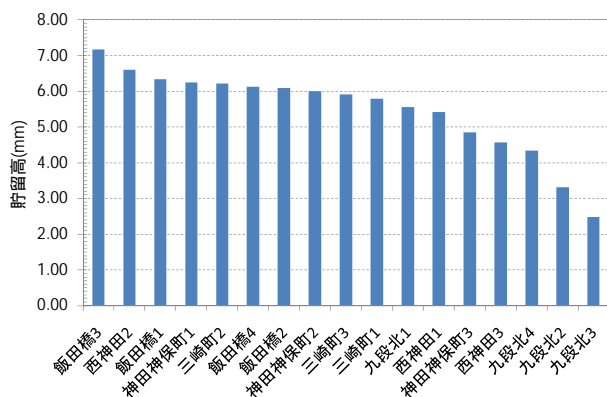


図- 7 貯排水パネル設置の有無による貯留高

貯排水パネルの設置により、貯留高の低下が最も顕著になったのは飯田橋 3 丁目で、その効果は 7.17mm となった。対象とした 17 街区の平均貯留高変化量は 5.47mm で、平均値より変化量が多くなった区は、11 区であった。

## 4. おわりに

本稿では、施工面積を一定としなかったため、並列では比較できないが、効果の高い配置では 2,741m<sup>3</sup>、低くても 284.7m<sup>3</sup> の貯留効果が示された。街区ごとの貯留高は、最大 7.17mm から 2.48mm となった。今後は、屋上緑化計画案の提示に向け、空中写真による屋上緑化可能面積の算出、下水道敷設状況を把握し、試算結果の精度を高める。

## 謝辞

本研究の成果は、平成 21 年度科学研究費補助金(若手研究 B: 21710187)、2009 年度明治大学大学院研究科共同研究および東京大学空間情報科学研究センター共同研究プロジェクト(共同研究番号 231)の成果の一部である。

## 参考文献

- 古米弘明 (2009) : 雨水管理のモデリングとは何か - 技術の実用化と可能性に向けて - , 月間下水道 , Vol.33 , 2 , 6-12 .
- 荒谷康之 (2009) 東京都の下水道事業における流出解析シミュレーションの活用 , 月間下水道 , Vol.33 , 2 , 34-38 .
- 屋井裕幸 (2009) 気象情報を活用した雨水貯留槽のコントロール , 月間下水道 , Vol.33 , 2 , 39-42
- 菊池佐智子・輿水肇 (2009) 実降雨パターンと浸水被害の分析に基づく屋上緑化適地の評価に関する研究 , ランドスケープ研究 , Vol.72(5) , 871-874 .
- 村山貴代・輿水肇 (1997) 屋上緑化の雨水流出抑制効果について , 第 28 回日本緑化工学会研究発表会研究発表要旨集 , 319-322 .
- 菊池佐智子・輿水肇 (2010a) 局所的集中豪雨を想定した各種屋上緑化用貯・排水ボードの雨水貯留特性評価 , ランドスケープ研究 , Vol.73(5) , 693-696 .
- 菊池佐智子・輿水肇 (2010b) 浸水常襲地区における屋上緑化用貯排水ボードの雨水管理施設としての可能性 , 2010 年度日本建築学会大会学術講演会梗概集 F-1 , 945-946 .
- Sachiko K. and Hajime K., 2010. The stormwater delay property of green roof panel , 2010 ESRI International User Conference .