

レインガーデンを軸とした市民関与型 グリーンインフラの地域実装

滝澤 恭平¹・矢部 満²

¹正会員 ハビタ (〒240-0111 神奈川県三浦郡葉山町一色1351-11)

E-mail:twky00@gmail.com

²正会員 応用地質株式会社 流域・砂防事業部 (〒331-0804 埼玉県さいたま市北区土呂町2-61-5)

E-mail: yabe-mituru@oyonet.oyo.co.jp

小規模分散型治水に向けて、レインガーデン等の市民が関与できるグリーンインフラ手法が必要とされている。葉山町において地域主体が協働を行い、レインガーデンを地域実装するために有効であったプロセスを明らかにすることを研究目的とする。地域資本を活用したスモールプロジェクトを立ち上げ、地域主体の関心と参加意欲を高め、公園において、流出計測の上、定量的な計画目標を設定し、レインガーデンを市民普請で実現した。スモールプロジェクト連鎖による地域の機運醸成、地域の水の流れに関与する媒介をつくること、オープンな目標設定システムによる参加意欲の向上が、地域実装では有効であった。

Key Words : raingarden, greeninfrastructure, stewardship, communitydesign, climate change adaptation

1. はじめに

近年、気候変動等により豪雨の頻度や強度が高まると共に、都市域においては、不浸透性面の増加、下水道の整備等により、流出量、ピーク流量が増大し、都市型水害のリスクが高まっている。そのような状況の中で、流域全体での分散型治水である「流域治水」や、流出抑制を目的としたグリーンインフラが推進され、その一つの技術として「レインガーデン」(雨庭)にも注目が集まっている。レインガーデンは、屋根や道路、浸透能が低い地表などに降雨した表流水を、集水し、一時的に土壌、石材等の基盤材に貯留、浸透させることにより流出抑制を行うための植栽空間である。治水目的のみならず、生物多様性への貢献、景観向上、環境教育などへの複合的な機能を発揮することを可能とする技術である。

一方、グリーンインフラを地域実装するためには、地域の生態系やコミュニティに適応した計画が必要であり、地域で活動する個人や組織等の「地域主体」による協働により計画や維持管理を行うことが求められている。様々なグリーンインフラの手法の中でもレインガーデンは身近な材料、施工技術で構成され、地域主体が関与することが十分可能な技術である。特に地域主体による施工である「市民普請」¹⁾によるレインガーデンの施工が行われることによって、公園や家庭などの様々な場所でのレインガーデンの地域実装がより普及することが考えられる。

本研究では、葉山町において地域主体が協働、関与を行い、レインガーデンを軸としたグリーンインフラを地域実装するために有効であったプロセスを明らかにすることを研究目的とする。レインガーデンは日本では導入が始まっているが、研究は山下ら²⁾などいくつかのものに限られている。地域主体によるボトムアップなグリーンインフラ実装に関する研究も田浦ら³⁾や滝澤ら⁴⁾などに限られている。今後もレインガーデンの実装、効果検証を増やす必要があり、公共空間、民地も含めたレインガーデンによるグリーンインフラ地域実装の計画手法を明らかにすることには意義がある。

2. 対象地域とプロジェクトの概要

(1) 研究対象地葉山町の概要

葉山町は、西部の市街地が海岸に面して開けている一方で、東部の背後地には、里地・里山、山林が広がっている(図-1)。近世においては漁村、農村であったが、明治以降別荘地として開発され、1960年代の高度経済成長期以降、斜面地に切土盛土による住宅地が造成された。市街地の背後の斜面林は、樹林が放置され巨大・大径化し、脆弱な地質条件も影響して、豪雨による土砂災害リスクが高まっている。また、林床の貧弱化による斜面林の雨水貯留浸透能力の低下により、豪雨時の雨水流出は住宅区域の浸水リスクを助長している。このようなことにより、豪雨による土砂災害や浸水のリスクが高まり、

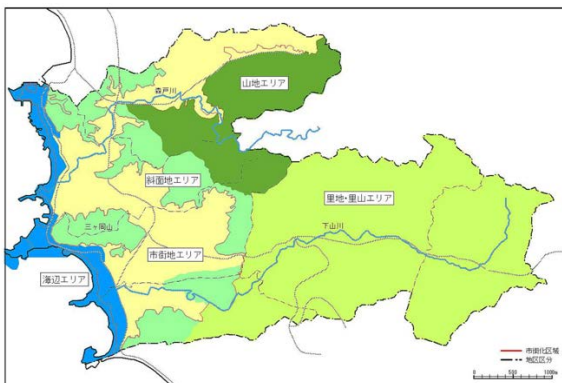


図-1 葉山町のランドスケープ分類
(葉山町緑の基本計画より)



図-2 葉山町内の近年の土砂災害、浸水被害（2021年7月豪雨）。（左）堀内地区向原付近で発生した土砂災害、（右）森戸川流域堀内地区三家橋近くでの浸水被害。

近年では度々土砂災害や浸水被害が発生している（図-2）。最近では、これまで緑が保全されていた比較的敷地面積の大きい別荘地への開発圧力が高まり、市街地エリアの緑被率低下による浸水等の災害リスクが増加している可能性もある。

(2) プロジェクトの概要

表-1 本プロジェクトの全体像

	2021年	2022年	2023年
事前地域調査	→		
平野邸レインガーデン計画・施工		→	
みずみちウォーキング		→	
花の木公園レインガーデン計画			→
花の木公園レインガーデン施工・維持管理			→ 市民普請WS ●

本プロジェクトは、筆者の滝澤が地域住民として在住しながら地域の実情にあった課題解決型の研究を行う、「レジデント型研究」⁵⁾としてのアクションリサーチとして始められた。プロジェクトの目的は、土砂災害や浸水被害のリスクが増加している斜面地から市街地にかけての降雨時の災害リスクを緩和することを主要な目的とし、斜面地管理、市街地での雨水貯留浸透を手法としたグリーンインフラの実装を目指した。また、市民協働によるグリーンインフラの普及を推進するため、複数の参加型のスモールプロジェクトを立ち上げ、市民のグリーンインフラへの関心、共感、参画を促進した。

本プロジェクトの全体像を表-1に示す。2021年の3月から7月に事前調査として巡検、関係者へのヒアリング、資料調査を行い葉山町の環境の現況把握、環境に関わる活動団体や個人のステークホルダー分析を行った。同年7月に町長への研究プロジェクト方針のプレゼンテーションを行い、共同研究の了承を得て、葉山町環境課、都市計画課を行政カウンターパートとして、市民協働プロジェクトを進めながらグリーンインフラの実装研究を推進した。本プロジェクトでは、市民へのグリーンインフラの関心を醸成しながら、複数のスモールプロジェクトを立ち上げ、市民協働型でグリーンインフラの実装実験を行い、その成果を共有し、政策反映への可能性を検討するというプロセスを実施している。スモールプロジェクトとして、コミュニティ拠点でのレインガーデンづくり、巡検を行った上で、流出抑制を目的とした公園でのレインガーデンづくりを行い、それぞれを連携させプロジェクトを進めた。

3 地域主体との協働を促進するスモールプロジェクトの取り組み

(1) グリーンインフラモデル断面図の作成

葉山町の地形、水系、土地利用、市民活動などの基本的な把握調査を行った後、葉山でグリーンインフラを導入するにあたって斜面から市街地までのランドスケープモデル断面図(図-3)を作成した。このモデル断面図は、活動を行う地域主体に共有し、葉山で行うグリーンインフラはどのようなものかを理解を促すために活用した。モデルのポイントを以下に示す。

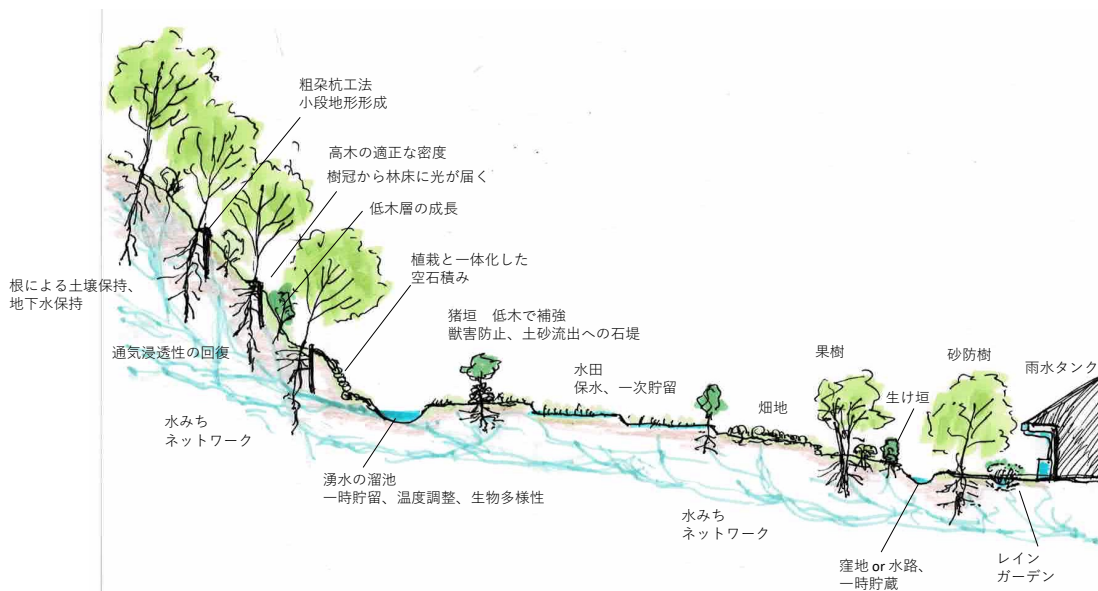


図-3 葉山斜面林—市街地グリーンインフラモデル断面図

- ①土砂災害リスクの高い斜面隣接地を里地里山バッファゾーンとして設定（可能な場所）。
- ②小さく市民普請可能な近自然工法の積み重ねによる多重防護。
- ③溜池，水田，窪地での雨水のカスケード（段階的）利用によるピークカット。
- ④斜面地土壌の通気浸透性，安定性の回復による土砂崩れ，洪水の緩和。
- ⑤地下の健全な水みちネットワーク形成による表流水の抑制，河川への平常時流量（環境用水）の増加
- ⑥農業，森林に関心のある市民との市民ファーム，プレイパーク的な参加型維持管理

(2) 平野邸レインガーデンづくり

葉山町における民間コミュニティ拠点で古民家を改装した宿泊施設，コミュニティガーデンとして活用されている平野邸において，社会実験として，市民協働によるレインガーデンづくりを行った(図-4)。協働した地域主体は，葉山の在来種やハーブを使ったガーデニング活動を行う「一般社団法人はっぶ」，まちづくり団体の「NPO 葉山環境文化デザイン集団」，平野邸を運営する事業者「エンジョイワークス」である。計画コンセプトとしては，以下の5点を掲げた。

- ①建築屋根面の雨水の浸透貯留を行い，下水道への流入を減らし，集中豪雨時の流出抑制に貢献する。
- ②雨水を資源として扱い，雨水貯留の他に，メダカ池への雨水流入，植栽の水やり等に活用する。
- ③コミュニティガーデン活動と連動し，楽しめて，DIYで手軽にお金をかけずに行えるレインガーデンのあり方を提案する。



図-4 平野邸レインガーデン。雨樋から雨柵（防火用水）へ雨水を導き，オーバーフローを竹樋で庭と池へ導水する。

- ④樋に地域の竹林から切り出した竹を利用するなど。施工材料も地産地消を目指す。
- ⑤葉山グリーンインフラのパイロットモデルとして町民にアピールし，環境教育や気候変動対策を学ぶ場として活用する。

2021年9月から2022年1月にかけて5回のワークショップを行いながら，構想，材料調達，施工を行った。具体的には，建築雨樋をカットし雨水柵に接続・貯留し，柵からのオーバー・フローを竹樋で植栽地へ散水，またクロメダカが生息する池へ導水した。竹樋の材料は，地元の竹林から切り出し，加工，設置を地域主体との協同作業として行った。また，修景に，地域の海岸の石や在来種の植生を使用した。

(3) 葉山みずみちウォーキング

グリーンインフラを地域の市民協働で実装するにあたり，コミュニティ単位の流域スケールの課題と資源を住

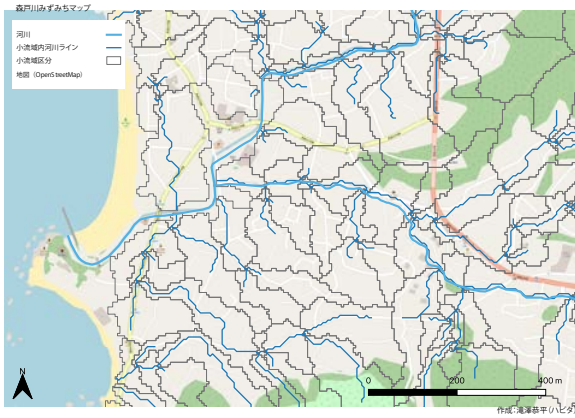


図-5 小流域区分を行った葉山みずみちマップ



図-6 表流水が流下し溢水する「こみち」の横断側溝と縦断側溝の切り替え箇所。

民と発見、共有することが重要と考え、2022年1月15日葉山堀内にてNPO葉山環境文化デザイン集団と共催で「葉山みずみちウォーキング」の第一回、3月19日に第二回を実施した。以降も町内会の防災イベントなどで継続して実施している。

第一回の状況を以下に記す。ウォーキングは葉山町堀内方向原町内会で行い、崖崩れのあった斜面林から森戸川支流に至るまでの縦断方向へ、雨水がどのようにまちなかを流下するのかを把握することを主な目的に設定した。説明資料としてQGISを使用し、地域の探索スケールに合わせて小流域分割を行い、小流域単位での推定支流位置をプロットした「葉山みずみちマップ」(図-5)を配布し、葉山の複雑な地形を把握するため地形図も併用した。地域の集水域単位を細かく分割して可視化したマップは、参加者が自分が住む地域と流域全体との関係性を理解する上で有用であった。

ウォーキングは、地域のコミュニティ拠点である平野邸をスタート地点とした。平野邸にて、葉山の地形や流域の基本構造の説明、レインガーデンを通した市民協働型の流域治水の解説を行った。平野邸を出て、付近を流下する森戸川支流に沿って歩いた後、山側に向かい住

表-2 葉山みずみちウォーキング第一回で出された主な意見

意見の要約	個別の意見
地形の変化からまちなかの流れを認知できた	葉山の高低差と水の流れ、景色の多様さに驚いた 自分の居住地からスケールを拡大させ水の流れを想像できた 自分では追いきれない水の流れについて知ることができた。突然現れる川、暗渠となって潜る川等、もっと知りたい。
斜面林の倒木を伐採し、資源の再循環に取り組みたい	倒木を薪化するスキルを身に付けるワークショップを行いたい 伐採は個人でなく複数人グループの活動として継続的にやりたい 斜面林が伐採されず大きくなり、自重で倒木する。伐採が必要。
市民普請で自分たちができることをやる	こみちの表流水を抑制する浸透柵化 家庭にレインガーデンを設置したい 市民が小さな関わられることを通してまちなかのことを考える重要性 できることとまちづくりのランドデザインも同時に考える

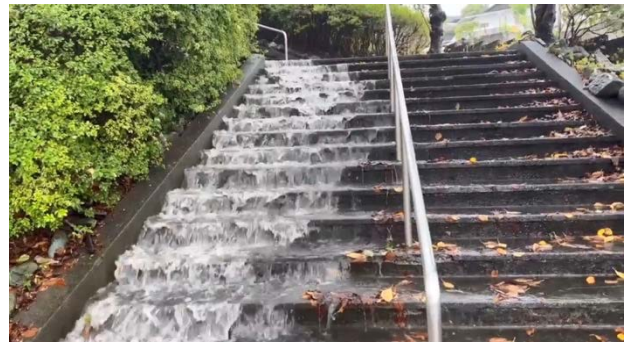


図-7 花の木公園から道路への流出の状況 (2022年9月18日)

宅地のこみちの坂を上った。葉山のまちなかでは細い路地状の「こみち」がネットワークを構成している。坂の途中で、降雨時に表流水が道路上を「川のように」流下する場所が住民から指摘された。表流水は横断側溝で受け止められるが、縦断側溝へ切り替える柵で再度水が溢れ出す(図-6)。現場では、柵を市民普請で浸透柵にことにより溢水を抑制するなどの意見が出た。いくつかの他のこみちでも同様の表流水の指摘があり、表流水が住宅地の敷地に流下し貯まるなどの被害があることがわかった。

2021年7月に発生した住宅背後斜面林(三ヶ岡北面)のがけ崩れ現場(図-2)を視察し、斜面林に隣接した高台の谷戸へ移動した。この谷戸は所有者により、水田と里山景観が維持されている。水田の水路は山からの水を引いているが、山側に、倒木や土砂に埋まりつつある砂防堰堤を確認した。砂防堰堤の機能は低下しているが、管理者である県も対応しきれていない状況である。住民からは、市民で斜面林の倒木を伐採し、薪として再利用しようという意見が出た。

巡検後に、参加者と葉山のみずみちとグリーンインフラの可能性について議論を行った。①水の流れに影響を与える要因の認知、②資源の有効利用・再循環、③市民レベルの雨水流出緩和策に関する意見が出た。表-2に意見の整理を示す。

4. 花の木公園レインガーデンの計画・施工



図-8 直角三角堰と小型雨量計の設置状況

(1) 花の木公園の現状

町から雨水流出、浸水被害軽減に関する課題として提示された花の木公園では、敷地内の土壌が踏み固められ、雨水貯留浸透機能の低下の結果、敷地外の道路交差点へ降雨の度に泥水の流出を繰り返していた(図-7)。消防署前の交差点付近は、葉山小学校、葉山中学校への通学路、町役場への経路であり、泥水流出により児童や歩行域に集中する雨水流出を抑制する(ピークカットを図る)レインガーデン設置が効果的である。このため、前述(図-2)の浸水被害が生じた森戸川流域内で、豪雨時に周辺道路への雨水流出の問題が生じていた葉山町役場に隣接する花の木公園において、葉山町環境課、都市計画課の協力を得て、雨水流出抑制を目的としたレインガーデン設置に関する試行的な取り組みを行った。具体的には、レインガーデン設置にあたって、公園敷地内の雨水貯留浸透機能の定量的評価を行うため、公園外へ流出する雨水流出量および公園敷地内の浸透能測定を行った。測定は、レインガーデンの計画目標・規模を設定することと、事前・事後の測定を通して、雨水流出抑制効果を定量的評価することを目的としている。

(2) 公園の雨水流出量の測定



図-9 三斜法による流出面積算定
(google earth を元に加筆)

者の通行に支障を与えていた。これを抑制するために公園内にレインガーデンを設置し、事前事後で流出抑制効果を測定するプロジェクトを開始した。このプロジェクト成果を森戸川流域の公共敷地に水平展開すれば、流域での浸水被害の軽減が図られると考える。

災害のうち浸水リスク軽減のためには、対象流域の住宅地や公園などの敷地の雨水貯留浸透機能を高め、浸水公園の雨水流出量の測定は、公園内の雨水流出が集中する階段周辺に土のう(葉山町提供)を設置し降雨時の雨水流出を堰き止め、階段口で土のうの一部を開放することで行った。測定にあたっては予備調査としてバケツによる測定を、本調査として直角三角堰(図-8)による測定を行った。直角三角堰には小型ビデオカメラと標尺(金属製定規)を設置し、堰の越流水深を動画にて記録した。また、現地近隣の町内会防災倉庫に設置した小型雨量計により経時的な降雨量の計測を行い、降雨時の雨水流出量と降雨強度の関係を把握した。なお、直角三角堰による流量算定は、パールによる実験式： $Q=0.00084 \cdot h^{2.5}$ (ここで、 Q : 流量 ($m^3/分$), h : 堰の越流水深(cm))より行った。

測定は、台風 14 号の影響により葉山町でも時間 50mm 以上の豪雨を観測した 2022 年 9 月 18, 19 日、および時間 10mm 程度の降雨があった 11 月 23 日に行った。雨水流出測定結果を雨水流出量の合理式： $Q=1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$ (ここで、 Q : 流出量 ($m^3/秒$), C : 流出係数, I : 降雨強度 ($mm/時間$), A : 流出面積 (ha),) に代入し、逆算により公園の集水域内の流出係数 C を求めた。ここで集水域の面積(流出面積) A は簡易測量(三斜法)により求めた $0.07ha$ ($\approx 707m^2$, 図-9)とした。

図-10 は上述の 3 つの測定日における雨水流出量 Q と降雨強度の関係図である。9 月 18, 19 日の流出ピーク時である降雨強度 $87mm$, $75mm/時間$ は、葉山町の雨水排水の設計降雨強度 $60mm$ にも近い値でもある。このピーク時の雨水流出量の値から合理式から、それぞれの流出係数は 0.5 , 0.56 が算出された。この値を踏まえ、集水域の流出係数の代表値を 0.5 とした。一方、11 月 23 日の

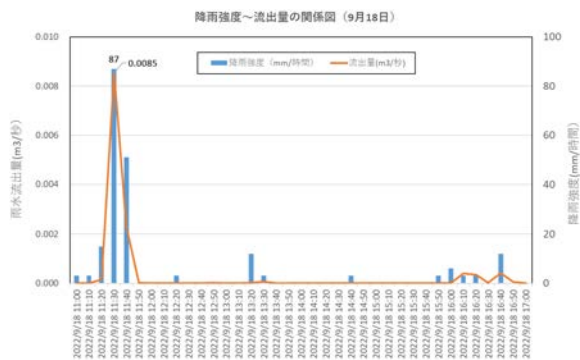
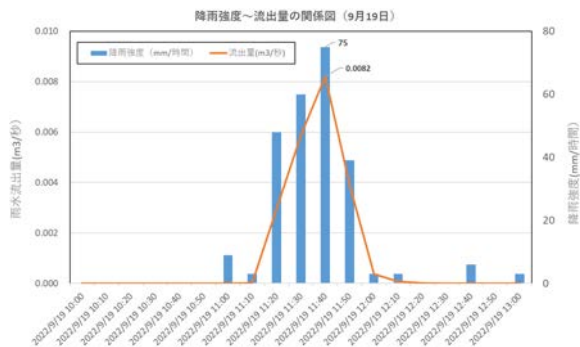
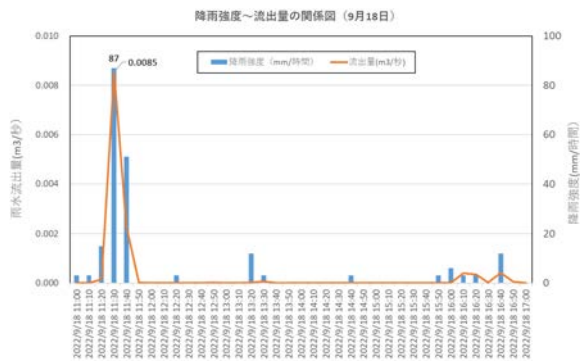


図-10 雨水流出量と降雨強度の関係図 (2022年 9/18, 9/19, 11/23 計測)

計測では、降雨強度が比較的小さいため、ピーク時の流出係数は0.11と、9月の大雨の際よりも小さくなった。なお、葉山町の設計強度である時間雨量 60mm の場合の雨水流出量を合理式から算出すると、21m³であった。

(3) 公園敷地の浸透能の測定

花の木公園の敷地内の浸透能測定は、レインガーデン設置を考慮した深度(地盤面より30cm)で、ダブルリング法により行った。測定地点は、降雨時に長時間水たまりが発生し、表土が露出したベンチ付近(C地点)、芝やその他植生がグラウンドカバーとして地面を被覆している場所(A, B, D地点)の合計4か所とした。浸透能測定箇所と測定状況を図-11に、浸透能測定結果を表-3に示す。



図-11 花の木公園の浸透能測定箇所 (google earth を元に加筆) (上) と測定状況 (下)

表-3 花の木公園の浸透能試験結果

A地点	ペットボトル重さ		注入量	注入量	浸透能 (mm/h)
	開始(g)	終了(g)	(cc/6分)	(cc/1時間)	
1回目	376	288	88	880	112.1
2回目	228	151	77	770	98.1
3回目	229	152	77	770	98.1
平均値					102.8

B地点	ペットボトル重さ		注入量	注入量	浸透能 (mm/h)
	開始(g)	終了(g)	(cc/6分)	(cc/1時間)	
1回目	439	376	63	630	80.3
2回目	288	228	60	600	76.4
3回目	290	229	61	610	77.7
平均値					78.1

C地点	ペットボトル重さ		注入量	注入量	浸透能 (mm/h)
	開始(g)	終了(g)	(cc/6分)	(cc/1時間)	
1回目	浸透不能				
2回目					
3回目					
平均値					

D地点	ペットボトル重さ		注入量	注入量	浸透能 (mm/h)
	開始(g)	終了(g)	(cc/6分)	(cc/1時間)	
1回目	926	726	200	2000	25.5
2回目					
3回目					
平均値					25.5



図-12 レインガーデン試験施工の配置スケッチ（上）と配置図（下）（google earth を元に加筆）．奥の斜面からの流れを斜面下で大型の貯留ピットで捕捉し、水たまりになる場所、手前の流末端近くに小型ピットを分散的に配置．

表-4 レインガーデン試験施工諸元と雨水浸透貯留量の計算結果

●レインガーデン実験区画毎の雨水貯留量の計算

実験区画	仕様	面積(m ²)	深さ(m)	空隙率(%)	掘削量(m ³)	砕石量	貯留量(m ³)
A	砕石 ¹⁾ 100%	4.0	0.3	40	1.6	1.2	0.48
B	砕石 ¹⁾ 100%	4.0	0.3	40	1.6	1.2	0.48
C	砕石 ¹⁾ 100%	4.0	0.3	40	1.6	1.2	0.48
D	砕石 ¹⁾ 100%	4.0	0.3	40	1.6	1.2	0.48
E	砕石 ¹⁾ 100%	14.0	0.3	40	5.6	4.2	1.68
E	10cm厚底地貯留	7.0	0.1	100	0.7		0.70
合計		30.0			12.7		4.30

1)砕石は単粒4号程度を想定

総掘削量
砕石量(m³) 9.0

●雨水浸透量の計算
78.13 mm/h レインガーデン底面の地盤の浸透能（安全側を考慮し、最小値のB地点の平均値）
30.00 m² 合計面積
2.34 m³ 雨水浸透量（浸透能×合計面積）

●トータル雨水貯留量
4.30 m³ 上記表より合計貯留量

●トータル雨水貯留浸透量
6.64 m³ 上記より浸透量と貯留量の合計

●雨水貯留浸透対策の効果（寄与率） ※降雨強度60mm/時間の場合
21.00 m³ 雨水流出量 ※降雨強度60mm/時間の流出量試算のシートより。
31.6 % 寄与率（雨水貯留浸透量/雨水流出量）

ベンチ近くのC地点では、土が締固めされており予備注入でも水がまったく浸透しない状態であった。グラウンドカバーが生えているAとBの測定値（70～100mm/時間）

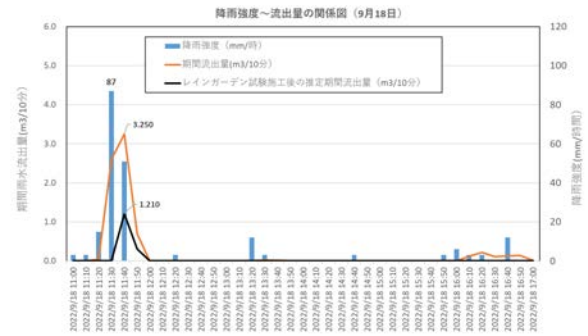


図-13 レインガーデン試験施工適用前後の雨水流出量の試算結果（2022年9月18日の測定結果に適用）

の値は、飯田ら⁶⁾の示す既往研究結果整理である「前庭植栽」102mmに近い値であった。D点のようにグラウンドカバーが良く生育している地点では部分的に浸透能が高くなっていた。

(4) レインガーデンの計画

以上の測定結果を踏まえ、レインガーデン試験施工の各実験区の配置を図-12のように策定した。レインガーデンの配置は、降雨時の表流水の流れを参考にして、集水域北東側の小段上から斜面への雨水流出を斜面法尻下でキャッチする大型のものを1か所、雨水流出の流末に近いエリアの小型のものを4か所（A～D），とした。

レインガーデンの雨水貯留浸透機能は、ピットの掘削底面からの雨水浸透と、ピット内の充填材空隙への雨水貯留の2つの組み合わせで発揮される。充填材は単粒4号砕石を採用し、空隙率は砕石が40%とした。

試験施工条件を踏まえた設計降雨強度 60mm/時間に対する雨水貯留浸透機能に関する試算結果を表-4に示す。ここで、雨水流出量を求める合理式の流出係数（現地流出量測定による逆算値 0.5）には、敷地の“平均的”な雨水浸透分が加味されているが、レインガーデンの深度 30cm 底面からは、レインガーデン内への雨水流入・貯留時に浸透能試験で確認した浸透能分の雨水浸透が発揮されると仮定し、計算に加えた。

計算結果は、雨水貯留量は 4.3m³、雨水浸透量は 2.34m³、合計の雨水貯留浸透量は 6.64m³であり、設計降雨強度 60mm/時間の雨水流出量 21m³に対する流出削減に対する寄与率は 31.6%となった。すなわち、設計降雨強度に対する流出量に対して約 3 割の雨水貯留浸透効果が発揮されることが推定された。

5つのレインガーデン実験区で発揮される雨水貯留浸透機能を“簡易な1段タンクモデル（タンク容量 4.3m³と雨水流入・貯留時のタンク下面からの浸透量 2.34m³/時間）”で表現した。このモデルを踏まえ、設計降雨強度 60mm/時間以上の豪雨のあった 2022年9月18日の降雨条件にレインガーデン試験施工を仮想的に適用した

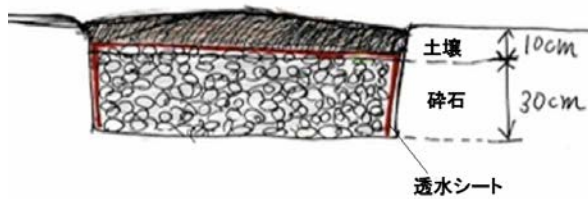


図-14 レインガーデン標準断面

結果を図-13 に示す。ここで、雨水流出量は各単位時刻の雨水流出量 (m³/秒) ではなく、単位時刻前 10 分間の期間流出量 (m³/10 分) として表現している。図に示すように、レインガーデン試験施工によって、期間流出量のピークは低くなり、流出量は設置前の約 3.2m³/10 分が、設置後に約 1.2m³/10 分と約 1/3 に削減される推定結果となった。

以上のように、レインガーデン設置により公園や学校などの公共敷地の雨水貯留浸透機能を高めることで、その総和として対象流域の降雨時の雨水流出量のピークカットが期待される。

(5) 市民普請によるレインガーデンの施工

レインガーデンの試験施工は、一般社団法人葉山の森保全センターとの共催のワークショップとして 2023 年 3 月 4 日に実施した。一般社団法人はつぷ、まちづくり NPO 葉山環境文化デザイン集団など町内外の有志 30 人程度に加え、葉山町の都市計画課職員も参加した。

レインガーデンの断面(図-14)は碎石厚 30cm、土壌厚 10cm とし、碎石層の水平方向、上部に透水シートを設置し泥水による目詰まりを防止した。土壌は現地土に土壌改良材パーライト、落ち葉を混ぜ込み埋戻し、ピット採掘の際に剥ぎ取った植栽と表土の塊は保全し、土壌に植え付けた。ピット採掘はユンボで大まかな形を彫り、人力で整形を行った後、底面には浸透堅穴を設置した。現地発生ガラ・石材を使い、レインガーデンの仕上げの修景と、現地発生土を保持するための石積み土留を設置した。また、レインガーデン付近には、サインを設置し、公園の浸水被害状況とプロジェクトの目的を伝え、市民の理解と共感を促した。図-15 にワークショップ実施状況を示す。ワークショップ参加者からは、作業自体が楽しかったこと、治水に参加できることの面白さ、定量的な目標設定があることによるモチベーションの向上と等の感想があった。その後、4月29日には一般社団法人はつぷと協働でレインガーデンの一部に地域在来種の植栽の植え付けを行った。



図-15 写真上から、①貯留ピット掘削・整形、②碎石充填、③土壌改良土覆土、植栽植え付け、④竣工した全体像

5. まとめ・今後の展望

(1) 地域実装を進める上で有効であったプロセス

a) スモールプロジェクト連鎖による地域の機運醸成

地域主体が活動するコミュニティスケールでの、いくつかの協働型・関与型のスモールプロジェクトを実施することを通して、グリーンインフラが地域に貢献することのイメージを地域の人びとと共有することが可能になった。スモールプロジェクトは手軽に行われることにより、次のアクションへ繋がり、新たなスモールプロジェクトへと連鎖し、該当テーマに関して地域に立体的な広がり形成する可能性がある。

スモールプロジェクトを立ち上げるためには、地域のソーシャル・キャピタル（社会関係資本）に繋がり、地域の文脈に適合するグリーンインフラのビジョンを示し、地域の人びとの関心に合わせたプロジェクトを企画することが重要である。スモールプロジェクトでは、社会関係資本以外にも地域に存在する地域資本(local asset)をうまくプロジェクトに取り込み、グリーンインフラという視点から編集することが必要である。本プロジェクトで活用した地域資本としては、市民組織、個人、専門家、事業者、行政、施工技術、リーダーシップなどの社会・人的資本、竹、石、土壌、池、生息する植生・生物などの自然資本、コミュニティ拠点、ガーデニング、地域への関心・愛着などの文化資本、公園や道路、側溝、建築などの人工物資本などが挙げられる。

b) 地域の水の流れに関与する媒介をつくること

地域主体と共に地域コミュニティの小流域スケールで表流水の流れを把握し、小流域の表流水の経路の中に、地域主体が関与できる媒介としてレインガーデンをつくることでことができた。地域の人びとは流出という状況に対して受動的な状態であったが、身近な生活スケールの小流域の中で流出に介在し、流出抑制を行う主体として、能動的に関与する存在へと変化した。このような地域主体の状況の変化を引き起こす媒介としてのレインガーデンは、人びとが治水や水系インフラストラクチャーに関与できる工作物・デバイスとして「関与工作物」と呼ぶことができる⁷⁾。関与工作物は身近な材料で構成され、市民でも施工、維持管理が可能で、環境改善の目標に対して一定の効果を発揮することができる工作物である。関与型工作物を地域主体と協働で開発、設置することは、小規模分散型治水の手法として有効であると考えられる。

c) オープンな目標設定システムによる参加意欲の向上

地域主体が花の木公園のレインガーデンプロジェクトに協力した理由として、定量的な目標設定が存在し、行政と目標を共有することができていたことを挙げるこ

ができる。地域の中で豪雨により発生している被害状況を計測により可視化し、流出量として定量的に把握するシステムが確立できたことで、定量的な計画目標の設定と、施工後に効果検証を行うことも可能となった。目標が行政、市民を跨ぎ共有され、検証可能となったことで、参加者の行為がどのような効果を発揮するかを確認できること、あるいは最低限の効果に対する信頼が増したことが、参加の意欲を高めた要因のひとつと捉えることができる。レインガーデンを市民普請するという関与行為自体に楽しさがあることは多くの参加者が述べたが、さらに検証可能な目標設定システムが存在することで、より参加意欲が増すという状況が存在した。このようなオープンな目標設定システムの構築は、地域のコミュニティスケールでグリーンインフラを地域実装する際に有効である。

(2) グリーンインフラに関する課題と今後の展開

今回の一連の活動の中でフォーカスした災害は、どちらかというと豪雨による浸水被害であった。この災害は、レインガーデンのような公共用地や住宅域の雨水貯留浸透対策によって軽減できる可能性が高い。一方で、斜面地で発生する土砂災害については、固有の地質条件、すなわち町域に分布する脆弱な葉山層群が起因していることから、雨水管理的なグリーンインフラ手法のみで低減することは難しいと考える。町域の斜面林では、台風等による風倒木の問題とともに、斜面の雨水貯留機能が低下し、豪雨時の斜面地盤への雨水浸透や表面流出を助長し、土砂災害や浸水のリスクが増大している可能性が高い。したがって、斜面林に起因する災害リスク低減については、森林整備の観点からのアプローチも今後導入する必要がある。すなわち、市民団体による森林整備・保全活動と、国や市町村の森林整備に関する管理制度などの取り組みとの連携が必要である。

花の木公園に設置したレインガーデンでは、流出時の効果測定を継続的に行い、計画目標を検証すると共に、植栽管理も含めたレインガーデンの持続的な維持管理手法の開発を行う。葉山町における今後のグリーンインフラ地域実装の展開は、本プロジェクトに関わる住民有志で立ち上げた葉山グリーンインフラ研究会において、グリーンインフラの啓発、情報発信、実装など活動を行う予定である。特に、傾斜地隣接地や水はけの悪い敷地の改善など、家庭やミニパーク、学校等でレインガーデンを導入する際の相談や施工を行うことを予定している。

謝辞：本研究は、総合地球環境学研究所Eco-DRRプロジェクト インセンティブ・制度サブグループから助成を受けた。一般社団法人葉山の森保全センター、NPO葉山

環境文化デザイン集団，一般社団法人はっふ，葉山町民のみなさま，葉山町の協力を感謝いたします。

参考文献

- 1) 土木学会HP：市民普請大賞，
<https://jsce100.com/shiminbushin/index.html>，2014
- 2) 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：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，土木学会論文集，79 巻，2 号，2023
- 3) 田浦 扶充子，島谷 幸宏，小笠原 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，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，土木学会論文集D3（土木計画学），75 巻，5 号，p. I_153-I_168，2019
- 4) 滝澤 恭平，池田 正，吉原 哲，横田 樹広，都市部の小流域におけるグリーンインフラ導入に向けた市民協働型計画立案プロセス，土木学会論文集D3（土木計画学），77 巻，5 号，p. I_333-I_344，2021
- 5) 菊地直樹：方法としてのレジデント型研究，質的心理学研究，14 巻，1 号，p. 75-88，2015
- 6) 飯田晶子，大和広明，林誠二，石川 幹子：神田川上流域における都市緑地の有する雨水浸透機能と内水氾濫抑制効果に関する研究，都市計画論文集，50 巻，3 号，p. 501-508，2015
- 7) 滝澤恭平：都市の水辺再生における地域環境スチュワードシップと関与型水系基盤の計画マネジメント手法に関する研究，博士論文，九州大学，2022
https://catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/opac_detail_md/?reqCode=frombib&lang=0&mode=MD823&opkey=b151402557903389&bibid=5068208&start=