

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：33302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760557

研究課題名(和文)コケ植物による環境調整型の建築外部空間の創出

研究課題名(英文)Creation of environmental coordination outdoor space using moss

研究代表者

円井 基史 (Marui, Motofumi)

金沢工業大学・環境・建築学部・准教授

研究者番号：80508341

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：コケ植物による環境調整型の建築外部空間の創出に向け、以下のような研究成果を得た。1) 人工被覆面に自生するコケを対象に、フィールド調査によりコケの種別と自生形態を把握した。護岸擁壁による3年間の暴露試験により、コケの自生条件を抽出した。2) 都市に生育するコケを対象に、3種の試験体による屋外実験により、年間を通じた熱・水収支特性を把握した。また結露、吸湿に関する知見を得た。3) 心理評価手法により、コケと「わび・さび」との関係性を把握した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to create an environmental coordination outdoor space using moss. Results are as below: 1) Kinds and forms of native mosses on artificial exterior materials were surveyed in the field. Mosses' volunteer condition was also extracted by 3-year exposure test using sloping revetment pieces. 2) Mosses' annual heat and water balance characteristics were analyzed by outdoor experiment using 3 type moss mock-ups. Findings about dew condensation and moisture adsorption were also obtained on the Racomitrium mock-up. 3) Relationship between moss and Wabi-Sabi was analyzed using psychological estimation method.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学

キーワード：コケ植物 建築外部空間 環境調整 自生 熱・水収支 屋外実験 心理評価手法 わび・さび

1. 研究開始当初の背景

コケ植物は、国歌や多くの和歌で詠われ、また西芳寺等に見られるように建築や生活空間の中に取り込まれ、古来より日本の文化・風土に馴染み深いものとして存在してきたといえる。既往の学術研究としては、生物学的見地からのコケの生態について、日本蘚苔類学会で数多く報告されている。しかし、建築・土木などの工学的見地からのコケの研究事例は、国内外通じて非常に少ない。

コケ緑化に関する既往研究としては、山本・吉田(2004)によるコケ板の傾斜・方角が生育に及ぼす影響調査、須崎ら(2004)によるスナゴケ植栽による断熱・気温上昇緩和効果に関する研究などが挙げられる。コケの熱・水収支に大きく関わる蒸発散量についての調査事例はほとんどないが、これは申請者が重量計を用いた実験試験体にて計測を始めている(2010)。この蒸発散量を含む熱・水収支計測データが、本研究の基盤の一つとなる。

コケとコンクリートに関しては、増田・青山ら(2007)のコケ類を利用した植生コンクリート開発を報告している。また申請者らは、コンクリート等の人工被覆面におけるコケの自生形態の分類(2007、2010)、水セメント比の違いが植物のコンクリートへの付着に及ぼす影響の調査(2008)を行ってきた。今回申請する研究課題は、これら研究の発展的内容である。

緑が与える心理的影響については、ランドスケープ学会、日本緑化工学会などで多くの研究が見られるが、コケを対象とした研究事例は見受けられない。そこで申請者らは、人間の想像力を用いた「2段階SD法」を提案し、景観内のコケのイメージを抽出する心理手法を得た(2010)。

2. 研究の目的

上述のように、都市のコケを対象として工学的見地からアプローチした既往研究は少なく、申請者が先行的に研究を進めている状況にある。本研究では、上記研究の知見を踏まえつつ、コケ植物の「土を介さず人工面に自生できる点」「都市外皮を覆うことによる室内外での微気候調整が期待できる点」「わび・さびといった和の美観性を有する点」に着目した上で、コケを用いた環境調整型の建築外部空間の創出に取り組む。

助成申請期間内(3年間)においては、先述した研究知見を踏まえたと、1)フィールド調査と暴露試験を通した人工被覆面におけるコケの自生条件抽出、2)屋外実験による年間を通したコケの熱・水収支特性の分析、3)心理評価手法によるコケとわび・さびとの関係性の把握の3点について研究を進め、コケを用いた新たな建築外部空間創出に向けた具体的設計データを得る。

3. 研究の方法

(1) フィールド調査と暴露試験を通した人工被覆面におけるコケの自生条件抽出

人工被覆面に自生するコケを対象に、コケの種別と自生形態を定量的に調査し、申請者が過去に行った形態分類結果と合わせることで、コケの自生条件を抽出する。さらに、青山らの開発した植物活性剤を混合した護岸擁壁用多孔質モルタルの試験体を用いて、コケ植物が自生・繁茂していく過程を暴露試験にて把握し、早期にコケが自生可能となる条件を見出す。

(2) 屋外実験による年間を通したコケの熱・水収支特性の分析

3種の試験体を対象に、複数年に渡るコケの熱・水収支計測と生育変遷調査を行う。これにより生育環境がヒートアイランド緩和やクールスポット形成へ及ぼす影響を把握する。さらにコケの蒸発散量や表面温度を予測可能とする熱・水収支モデルを開発するための基礎データを得る。

(3) 心理評価手法によるコケとわび・さびとの関係性の把握

コケを用いた建築外部空間デザインの設計データを得ることを目指し、心理評価手法を用いて、コケが「わび・さび」へ与える影響を調査する。さらには、わび・さびを感じる空間に対する認知構造の把握を行う。

4. 研究成果

(1) フィールド調査と暴露試験を通した人工面におけるコケの自生条件抽出

金沢工業大学構内(石川県野々市市)において、人工被覆面に自生するコケを対象に、フィールド調査によりコケの種別と自生形態を定量的に把握した(図1)。水平面ではアオギヌゴケ(面積率35%)、ホソウリゴケ(同34%)、垂直面ではアオギヌゴケ(同51%)、ハマキゴケ(同22%)で多く確認された。自生場所としては「側溝の側面」(面積率47%)、「花壇・土留め周辺」、「ブロック・タイルの目地」が多かった。

護岸擁壁試験体による3年間の暴露試験により、モルタルの単位容積質量、凹凸、浸水の有無、白華、気象条件(日射量、降雨量等)を検討し、保水性が共通する条件と確認した。3年経過時点でコケ被覆率が最も高い試験体は「日陰下部浸水・種苗吹付あり」で約91%、最も低いのは「日向南向き・種苗吹付なし」で約3%であった。

(2) 屋外実験による年間を通したコケの熱・水収支特性の分析

都市で生育するコケとして、コンクリート上で自生するコケ(日陰)、庭園材(スギゴケ、日陰)、屋上緑化材(スナゴケ、日向)の試験体を対象に、屋外実験による熱・水収支計測と生育観察を継続して行った(図2)。試験体ではコケの成長が確認され、

付着生育場所	代表的な断面模式図	現地事例	付着・生育形態の分類	各空間におけるコケ種別繁茂面積割合	付着・生育場所	代表的な断面模式図	現地事例	付着・生育形態の分類	各空間におけるコケ種別繁茂面積割合
① 建物・人工物の視元(主に南面以外)			視元・角型		⑪ 土壌からの連続			土壌連続型	
② 建物・人工物の角			目地・窪み型		⑫ ビロティ状人工物(ベンチ、室外機など)の下			ビロティ型	
③ フロック・タイルの目地					⑬ 突起物の下部・周辺			高列型	
④ (部材の)継ぎ目・窪み					⑭ コンクリート構造物(高さ1m程度)の上部				
⑤ グレーチングの隙間				⑮ コンクリート壁体(高さ1.5-3m程度)			低列型		
⑥ アスファルトや砂舗装・鉄道の凹部			凹陥地盤型		⑯ コンクリート壁体(高さ0-50cm程度)			低列型	
⑦ 側溝の側面付近			湿潤壁面型		⑰ 波型部材(スレート)屋根の凹部			波型スレート積型	
⑧ 排水溝・穴の側面					⑱ (日陰の)平面			未分類	
⑨ 上部より水の供給がある箇所					⑲ コンクリート人工物の側面・地面(中庭)			未分類	
⑩ 花壇・土留め周辺(土壌とは非連続)			花壇・土留め型		⑳ マンホール横コングリート平面(側面)			未分類	

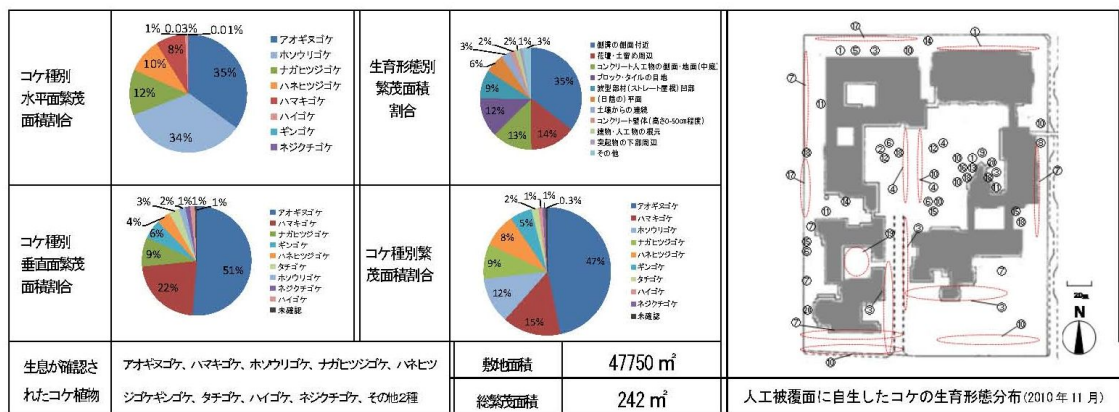


図1 金沢工業大学構内(石川県野々市市)における人工被覆面に自生したコケ植物の生育形態と繁茂面積割合

1年間経過した時点で、最大含水量がそれぞれ37%、78%増加した。夏季降雨後に連続した晴天日において、保水量の小さい試験体は降雨2日後以降、蒸発効率が0近くまで低下した。スナゴケ試験体(日向)は保水量が限定的であるため、日射量が大きくなるにつれてコケ表面温度は上昇し、気温

+30近くまで上昇した。スギゴケ試験体(日陰)は、砂層の保水量があるため蒸発が持続し、夏季降雨後晴天が4日間続いても気温以下の表面温度を維持した。

さらにスナゴケ試験体について、気乾状態に近づくにつれて午後~明朝に結露および吸湿が発生することを確認した(図3)。た

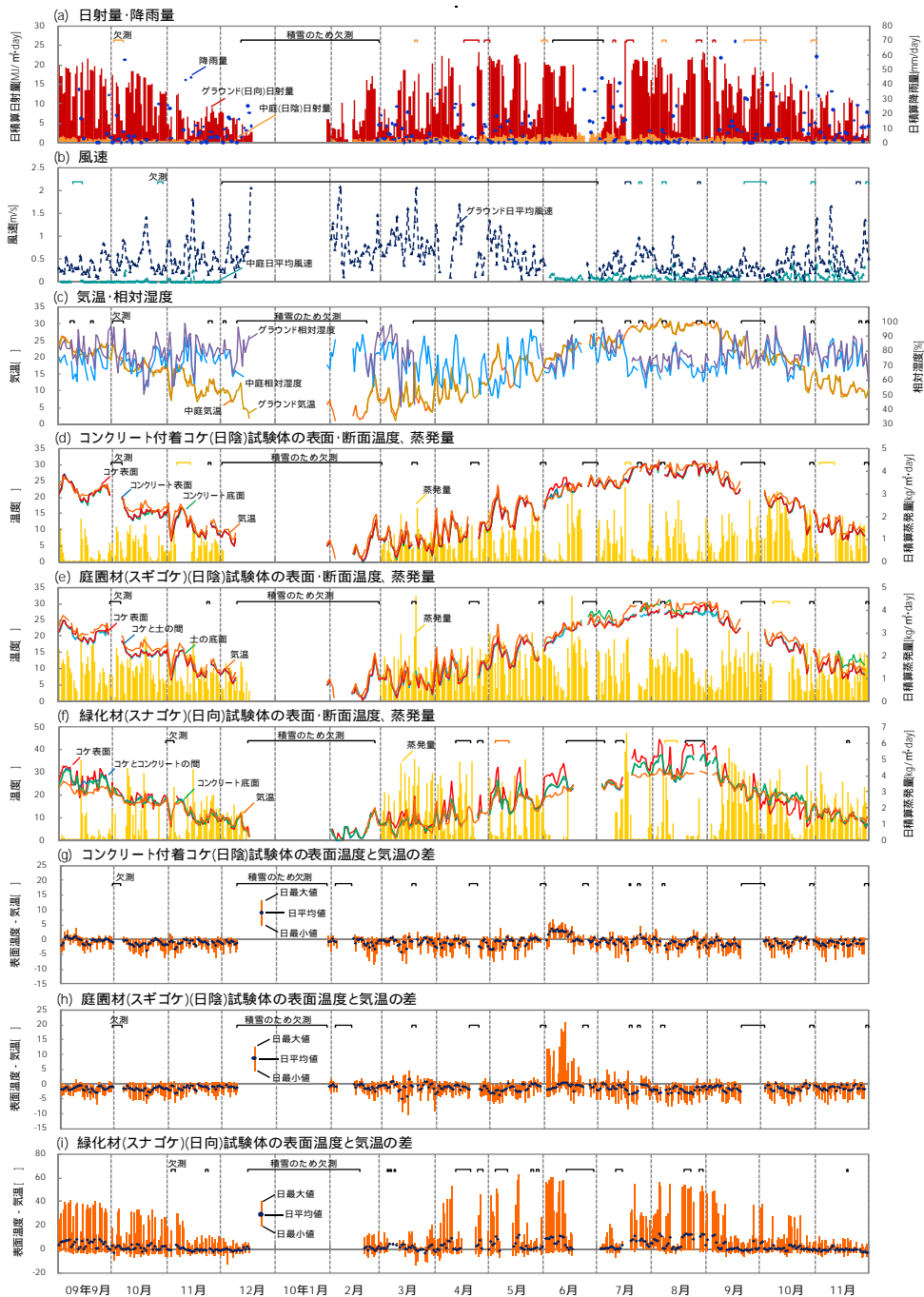


図2 コケ植物の年間を通した熱・水収支計測結果(2009年9月~2010年11月)

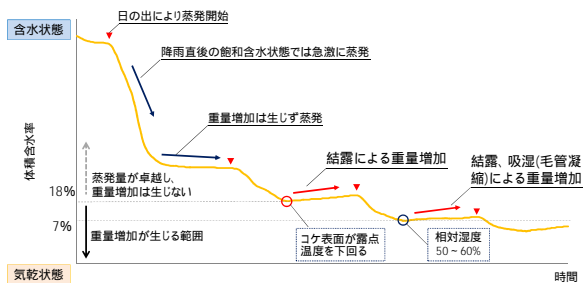


図3 スナゴケ試験体の乾燥過程における結露・吸湿発生概念図

だし吸湿現象は、スナゴケ下のコンクリートによるものと考えられる。

(3) 心理評価手法によるコケとわび・さびとの関係性の把握

面談調査法であるPAC分析により、コケ植物と「わび・さび」の関係性を把握した(図4、5)。8人を対象とした実験において、コケに関する共通概念として「綺麗」「自然」「古い」「日本庭園」「落ち着く」「暗い雰囲気のある場所」「汚い」が抽出された。わび・さびとコケの関係を考察した結果、「静かな・落ち着く」「自然的」「趣」「日本的」「古い」という概念がそれぞれ関係し、かつ共通する概念として挙げられた。さらに自由連想とインタビューを用いた心理評価手法により、わび・さびを感じる空間に対する認知構造を調査した。

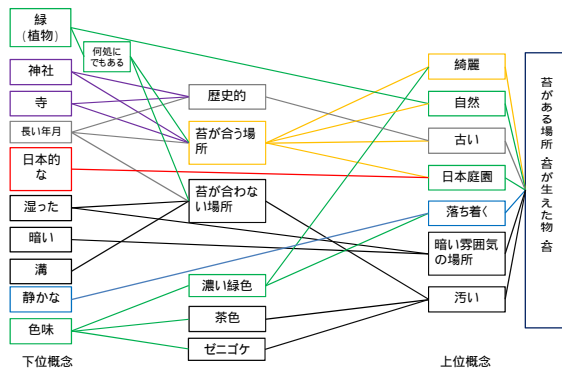


図4 PAC分析により求めた苔に関して連想した概念の関係図

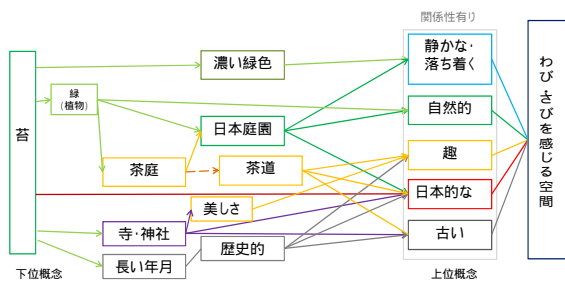


図5 PAC分析により求めた苔とわび・さびとの関係図

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計10件)

今泉祐美、佐藤直樹、円井基史：屋外実験によるスナゴケ緑化材の水収支特性の分析、日本建築学会北陸支部研究報告集、第56号、pp.175-178、2013.5、査読無
 出村俊郎、円井基史、土田義郎：「わび・さび」の空間デザイン - PAC分析による認知構造の把握 -、Design シンポジウム 2012 講演論文集、pp.127-131、2012.10、簡易査読有

佐藤直樹、円井基史：屋外実験によるコケ植物の生育状況と夏季降雨後の熱・水収支特性の分析、日本建築学会大会学術講演梗概集(DVD)、環境工学、pp.885-886、2012.9、査読無

Motofumi MARUI: A Summer Outdoor Experiment on the Heat and Water Balance of Mosses, Proceedings of the 5th International Building Physics Conference (IBPC), pp.25-29 (DVD), 2012.5、簡易査読有

出村俊郎、円井基史、土田義郎：PAC分析による苔と「わび・さび」の関係の考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学(D-1分冊)、pp.187-188、2011.8、査読無

佐藤直樹、円井基史：コケ植物の年間を通じた屋外実験による熱・水収支特性の

把握、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学(D-1分冊)、pp.1091-1092、2011.8、査読無

〔学会発表〕(計10件)

円井基史：「わび・さび」を感じる空間に対する認知構造の把握 専門家における自由連想とインタビューを用いた調査、日本建築学会大会、2013年8月31日、北海道大学

円井基史：都市緑化植物についての企業と専門家へのアンケート・インタビュー調査 - 屋上・壁面緑化の問題点と今後の方向性 -、日本ヒートアイランド学会、2012年7月22日、京都大学

Motofumi MARUI: A Summer Outdoor Experiment on the Heat and Water Balance of Mosses, International Building Physics Conference (IBPC), 29 May 2012, Kyoto Univ.

〔その他〕

金沢コケツアー ~ コケ植物の生態と景観を巡る街あるき ~ (ひらめきときめきサイエンス)

<http://www.jsps.go.jp/hirameki/ht25000/HT25129.pdf>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

円井 基史 (MARUI, Motofumi)

金沢工業大学・環境・建築学部・准教授

研究者番号：80508341