

平成 22 年 6 月 2 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2008～2009

課題番号：20860076

研究課題名（和文） コケ植物による環境調整型建築外部空間の創造に関する研究

研究課題名（英文） Study on the creation of environmental coordination space in architectural exterior 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・講師

研究者番号：80508341

研究成果の概要（和文）：

コケ植物による環境調整型建築外部空間の創造に向け、以下のような成果を得た。1) 人工被覆面に付着するコケの生育形態をおよそ 20 通りに分類し、さらに生育要因を考察した上で約 10 の生育パターンを抽出した。2) 3 種の試験体により屋外実験を行い、生育環境の異なるコケの熱・水収支を把握した。3) コケが与える心理的影響について、人間の想像力を用いた 2 段階 SD 法を提案した上で、伝統的・現代的景観内におけるコケのイメージを抽出した。

研究成果の概要（英文）：

This study aims to create an environmental coordination space in architectural exterior using moss. Results are as below: 1) Mosses on artificial exterior materials were surveyed. The attachment and growing forms were grouped into about 20 types and 10 typical patterns were extracted. 2) The heat and water balance of moss were measured by outdoor experiment using 3 type mock-ups. 3) The two-stage semantic differential method using human imagination was proposed. Moss images in traditional and modern landscapes were extracted using the method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,330,000	399,000	1,729,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,530,000	759,000	3,289,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：コケ植物、建築外部空間、人工被覆面、生育形態、熱・水収支、屋外実験、2 段階 SD 法、イメージ抽出

1. 研究開始当初の背景

コケ植物は蘚苔類とも呼ばれ、日本には約 2 千種が分布すると言われる。コケは、多くの和歌で詠われ、また西芳寺（苔寺）等に見

られるように建築および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考えられる。しかしながら現代の都市は、コケが生息

するには厳しいとされるアスファルトやコンクリート等の人工被覆面に覆われ、また歩道や広場などに一部生息するコケには「滑る」、「汚い」等の苦情が寄せられ、排除しようとする動きがあるのも事実である。本研究は、コケの持つ熱環境調整効果、建物表面を被覆すること（コケ緑化）による躯体の保護（高耐久化）、そしてコケの持つ芸術性といった点を期待し、コケを建築材料の一つとして捉えるものである。

過去の既往研究の知見を踏まえ、申請者である円井らは、都市緑化の一手法として、また、デザイン性を有する建築材料の一つとして、コケ緑化建築材料（コケ緑化コンクリートなど）の開発に着手し、同時に、それを用いた建築外部空間の創造に取り組んできた。これまで、人工被覆面に付着・生育するコケの生育形態についての調査、および、コケ緑化マニュアル作成に向けた基礎的検討を行ってきた。また、コケ緑化コンクリートの開発に向けて、コンクリートの水セメント比やセメント種類、表面仕上げがコケの付着・生育に及ぼす影響について、屋外実験により検討してきた。

2. 研究の目的

本研究では、コケ植物の持つ熱環境調整効果、伝統的な美観性を有する建築材料としての可能性に着目し、コケ植物を利用した環境調整型の建築材料・屋外空間の開発・創造に取り組む（図 1）。助成を受ける研究期間内（2008～2009 年度）においては、コケ緑化建築部材・システムの開発、および、コケ植物を利用した建築外部空間のデザイン検討に向けた知見を得るために、コケ植物の表面温度、蒸発量、含水率といった熱・水収支の把握を行うことを目的とする。

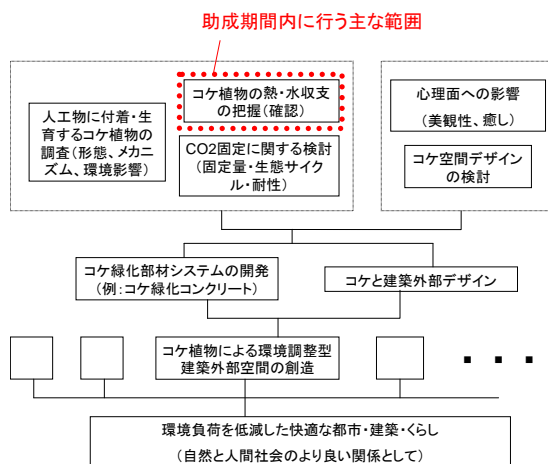


図 1 研究の全体構想および本研究期間内（2 年間）に行う範囲

3. 研究の方法

コケ緑化建築部材・システムの開発、および、コケ植物を利用した建築外部空間のデザイン検討に向けた知見を得るために、1) 人工被覆面に付着するコケの生育形態の分類、2) コケの熱・水収支の把握、3) 景観内におけるコケのイメージ抽出を行った。

(1) 人工被覆面に付着・生育するコケの形態分類

金沢工業大学（石川県石川郡野々市町および金沢市）構内の人工被覆面に付着・生育するコケ植物を対象とし、1) 踏査による分布把握、2) 目視観察、サンプリングによるコケ種同定、3) 生育箇所周辺の空間形態の図化、4) 空間形態の分類・抽出を行った。

(2) コケの熱・水収支の把握

①人工被覆面（コンクリート平板）に自然発生したコケ、②庭園に生育しているコケ（ウマスギゴケ）、③既存のコケ緑化材で一般的なもの（マット状のスナゴケ、モス山形社製）の3種について試験体を作製し、屋外実験により熱・水収支を測定した（図 2）。

略称	①コケ付着コンクリート	②庭園材(スギゴケ)	③緑化材(コケマット)
試験体写真			
使用するコケ	アオギヌゴケ・ハマキゴケ	スギゴケ	スナゴケ
説明	中庭にもともとあった側溝のコンクリート蓋を使用	一般的に用いられる庭園用スギゴケを使用	市販の緑化材(スギゴケ)を使用
試験体基本断面(代表として①を示す)			
試験体部分断面			
設置場所	日陰(中庭)	日陰(中庭)	日向(グラウンド)

図 2 熱・水収支測定試験体の概要



図 3 測定場所（半日陰空間）の概観

生育環境や利用場所を考慮して、試験体①・②は半日陰空間に、試験体③は日向に設置した（図 3）。測定項目は、試験体重量（蒸発量）、表面・温度断面、コケの生育状況、

気象条件として日射量、雨量、気温、相対湿度、風速・風向である。

(3) 景観内におけるコケのイメージ抽出

コケが存在する寺社・庭園等の伝統的景観および現代的な都市景観を対象として、通常のSD法によるイメージ評価(1段階目)を行った後、その景観内にコケがなかった場合を想像して評価(2段階目)を行うことで、コケが持つイメージを抽出する(図4)。

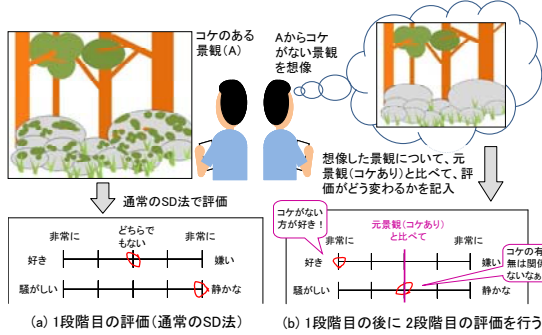


図4 人間の想像力を用いた2段階SD法によるイメージ抽出実験の概要

4. 研究成果

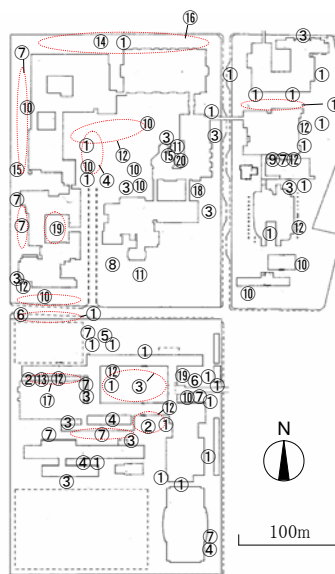
(1) 人工被覆面に生育するコケの形態分類

大学構内の人工被覆面に付着・生育するコケについて、その生育場所を20程度のパターンに分類し、さらに周辺の空間形態、生育環境条件を考慮して、代表的な付着・生育形態として10種程度(根元・角型、目地・窪み型、凹部地被型、湿潤壁面型、花壇・土留め型、土壌連続型、ピロティ型、高所型、波形スレート堆積・被覆型)を抽出した(図5)。これらにより、コケが人工被覆面で生育する条件(日陰、高湿度、土・塵の堆積など)、およびそれを可能とする空間形態の特徴がある程度位置付けられたと言える。今回得られた知見は、今後のコケ緑化材料の開発とその応用に展開する。

(2) コケの熱・水収支の把握

生育環境の異なる3種の試験体における測定結果を図6に示す。①コンクリート付着コケについては、夏季、降雨後に晴天日が連続した期間において、3日間程度蒸発が持続し、その間、日中の表面温度は気温より2°C程度低く維持された。

付着・生育場所	現地の例	代表的な断面模式図	付着・生育形態の分類
① 建物・人工物の根元(主に雨面以外)			根元・角型
② 建物・人工物の角			根元・角型
③ ブロック・タイル等の目地			目地・窪み型
④ (部材の)継ぎ目・窪み			目地・窪み型
⑤ グレーチングの隙間			(目地・窪み型)
⑥ アスファルトや砂利舗装の凹部			凹部地被型
⑦ 側溝の側面付近			湿潤壁面型
⑧ 排水口縦穴の側面			湿潤壁面型
⑨ 上部より水の供給のある箇所			(湿潤壁面型)
⑩ 花壇・土留めの周辺(土壌とは非連続)			花壇・土留め型



構内の人工被覆面に付着・生育するコケの分布とその形態

確認されたコケ植物
 ギンゴケ、ハマキゴケ、ハネヒツジゴケ、アオギヌゴケ、フトリュウビゴケ、ハタケゴケ、ハリガネゴケ
 (その他蘚苔類に混じって地衣類も確認された)

※写真は降雨翌日(2009年3月)に撮影したものである。

付着・生育場所	現地の例	代表的な断面模式図	付着・生育形態の分類
⑪ 土壌からの連続			土壌連続型
⑫ ピロティ状人工物(ベンチ、室外機など)の下			ピロティ型
⑬ 突起物の下部・周辺			ピロティ型
⑭ コンクリート構造物(高さ1m程度)屋根面			高所型
⑮ コンクリート壁体(高さ1-1.5m程度)の上部			高所型
⑯ 波形部材(スレート・屋根)の凹部			波形スレート堆積型
⑰ 波形部材(スレート・壁面)の表面			波形スレート被覆型
⑱ (日陰)の平面			未分類
⑲ コンクリート人工物の側面・地面(中庭)			未分類
⑳ マンホール横(コンクリート平面、側面)			未分類

図5 金沢工業大学構内における人工被覆面に付着・生育したコケ植物の分布とその形態分類

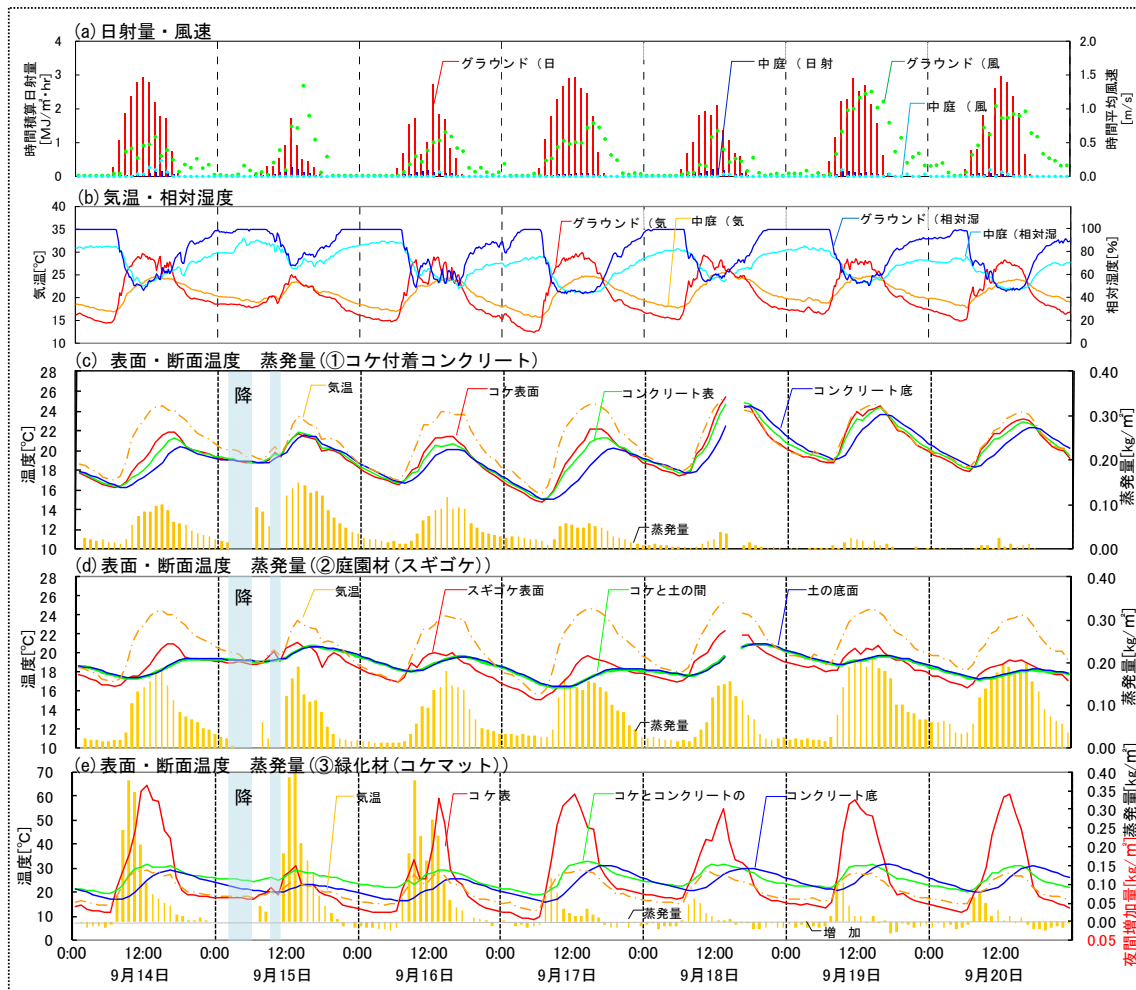


図6 生育環境の異なるコケ植物の熱・水収支測定結果の例 (2009年9月)

②スギコケ庭園材は、砂層に保水性があり、晴天日が続いても蒸発が継続し、日中の表面温度は気温より4℃程度低く維持された。また夜間も表面温度は気温より低く維持された。③スナゴケ緑化材では、2日程度で蒸発量が大きく減少し、コケの表面温度は60℃程度まで上昇した。本試験体のみ、結露が確認された。これは天空率の違いによると考えられる。

以上により、生育環境や断面構成により蒸発量や表面温度が異なることが確認された。日向のスナゴケ緑化材は、保水量が少ないこともあり、夏季晴天日では1日半程度で蒸発量が低下し、表面が高温化することにより、ヒートアイランド緩和効果はほとんど認められない。半日陰に設置した試験体では、期間中、表面温度は気温相当またはそれ以下であり、クールスポットが形成されることを把握した。

今後は引き続き実験を継続し、年間を通した熱・水収支特性の分析、および、コケの生育状況についての考察を行う。

(3) 景観内におけるコケのイメージ抽出

提案した2段階SD法により、寺社・庭園等の伝統的空間および現代的な都市空間の景観写真を対象として、その景観内に存在するコケのイメージを抽出した。対象景観および、2段階SD法による評価結果(被験者22人の平均値)を図7に示す。

コケが持つ比較的強いイメージとして「自然な」「じめじめした」が全景観に共通して得られることが分かった。この形容詞は、周囲の景観に関係なく、コケそのものが持つイメージだと言える。景観により強度の差はあるものの、「静かな」「田舎的な」「神秘的な」「隠れた」「歴史的な」「繊細な」「永続的な」といったイメージも全景観共通で得られた。さらに景観別に分析した結果、庭園等で人為的に管理されたコケでは「健康的な」「美しい」、現代的な都市空間における自然発生的なコケでは「嫌い」「醜い」というように、イメージが異なることが確認できた。

景観内におけるコケの面積率や、含水状態により異なるコケの色味による影響については、今後分析を進める。

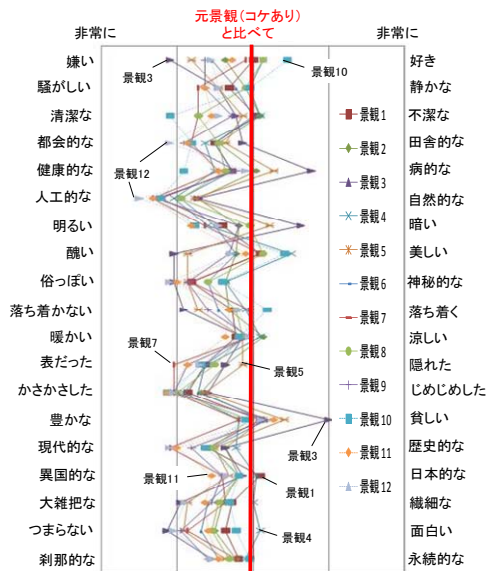


図7 2段階SD法によるコケのイメージ抽出結果 (被験者22人の平均)
 (中心軸から離れた形容詞の反対の形容詞がコケのより強いイメージとなる)

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2件)

① Motofumi Marui, Study on the urban moss habitat patterns on artificial exterior material, Proceedings of the 2nd International Conference of Urban Biodiversity and Design, p.316, 2010, 査読無し

② 円井基史、湯浅昇、コケ植物が付着・生育する人工被覆面の空間形態に関する一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学I、pp.879~880、2009、査読無し

[学会発表] (計2件)

① Motofumi Marui, Study on the urban moss habitat patterns on artificial exterior material, the 2nd International Conference of Urban Biodiversity and Design, 2010.5.19, Nagoya, Japan

② 円井基史、湯浅昇、コケ植物が付着・生育する人工被覆面の空間形態に関する一考察、日本建築学会大会、2009.8.28、東北学院大学(宮城県)

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・講師
 研究者番号：80508341