

# ヒートアイランド現象緩和に向けた建築材料および緑化手法の開発

日大生産工 ○円井 基史 東京工業大 梅干野 晃  
日大生産工 湯浅 昇 日大生産工 川村 政史

## 1. はじめに

ヒートアイランド対策大綱<sup>1)</sup>の策定に見られるように、夏季の熱中症患者や熱帯夜発生日数の増加など、悪化する都市熱環境への対策が社会的に求められている。ヒートアイランド現象の主要因は、緑などの自然被覆が失われ、建物や舗装などの人工被覆で覆われるといった地表面の改変と、人間活動による人工発生熱だと指摘されている。ヒートアイランド現象を緩和する手法については、これまで多くの研究がなされている<sup>2,3)</sup>。その手法の全体像をまとめたものを図1に示す。

この中で筆者らは、地表面被覆つまりは都市・建築の外皮（表面材、外装材）に着目し、ヒートアイランド現象を緩和する建築材料および緑化手法の開発に取り組んでいる。本報では、現在着手している1) 雨水利用と毛細管吸水に着目した蒸発冷却舗装システムの開発、2) 人工被覆面に付着・生育する苔・藻類の実態調査とその応用、3) 屋上・壁面緑化の設計・施工および環境影響評価、の3テーマについて、概要を紹介し、結果および進捗状況を報告する。

## 2. 雨水利用と毛細管吸水に着目した蒸発冷却舗装シ

## ステムの開発

### 2-1. 研究の概要

地表面被覆の改善策の一つとして、蒸発冷却による表面温度低減を期待する保水性舗装が注目され、国土交通省の「環境舗装東京プロジェクト」<sup>4)</sup>を始めとした多くの研究・開発が進行している。しかしながら、蒸発冷却効果の持続期間が短い、適用場所の検討が十分でない、などの課題が残る。

筆者らはこれまで、雨水の貯留と舗装体の毛細管吸水に着目した「蒸発冷却舗装システム」の基本構成を提案し（図2）、屋外実験を通して、その有効性の確認してきた<sup>5)</sup>。また、既往のシミュレーションツール<sup>6)</sup>へ組み込む熱・水収支モデル<sup>7)</sup>を開発し、舗装システムの適用空間について検討を深めてきた<sup>8)</sup>（図3）。引き続き本研究では、本舗装システムの実用化を目指し、施工性や生産性を考慮した上で、舗装体の材質、形状について、蒸発冷却性能、細孔構造、強度、製造等の観点から検討を進め、舗装システムの具現化を図る。

### 2-2. 結果および進捗状況

本舗装システムは、東京の夏季6～9月のほぼ全期間中における蒸発冷却効果の持続を長期的目標とし、

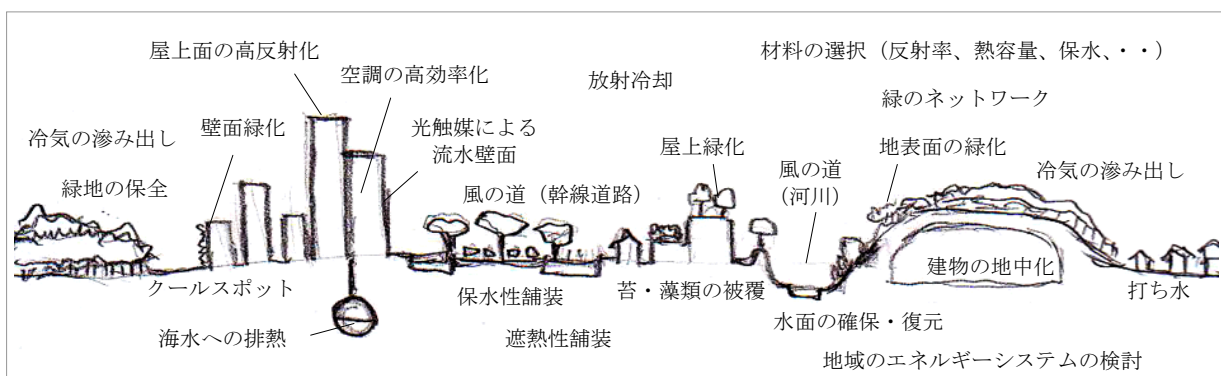


図1 ヒートアイランド緩和手法の全体像

Development of architectural materials and greening methods to mitigate the heat island effect

Motofumi MARUI, Akira HOYANO, Noboru YUASA and Masashi KAWAMURA



図2 蒸発冷却舗装システムの基本構成と適用空間のイメージ

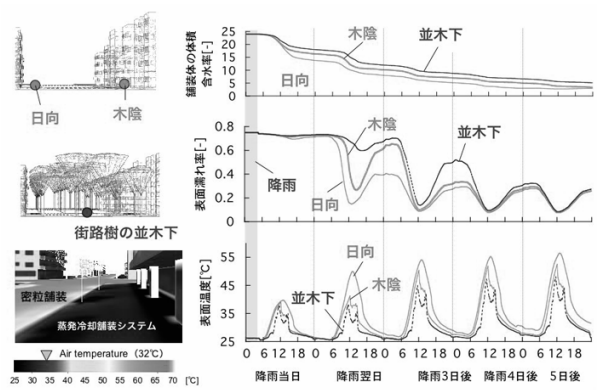


図3 蒸発冷却効果を有する舗装システムにおける熱収支シミュレーション結果の例

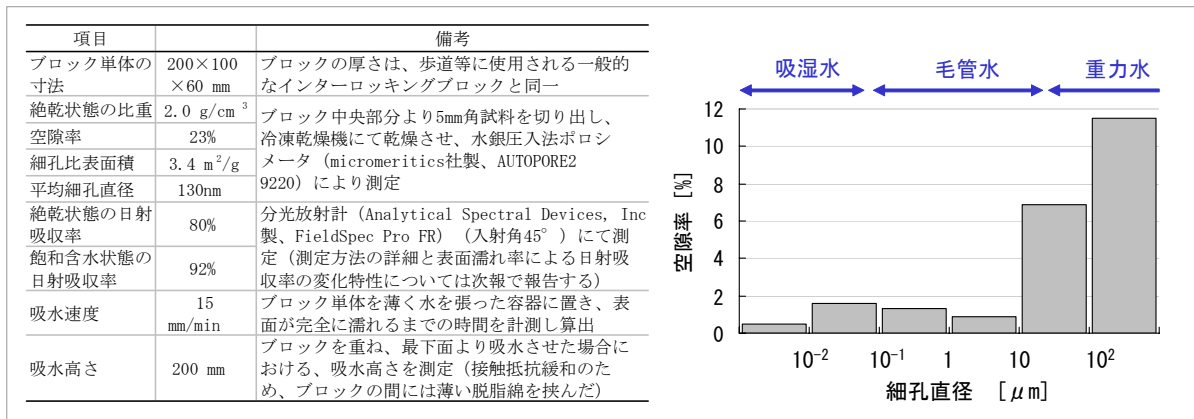


図4 毛管吸水性能に優れたコンクリート系舗装ブロックの概要データと細孔径分布の例

過去の降雨量・頻度のデータより、夏季無降水期間2週間の蒸発量(約70kg/m<sup>2</sup>)以上の貯水および吸水・蒸発の維持を設計目標とする。蒸発冷却効果の持続性の向上を雨水貯留と毛管吸水により図る本舗装システムにおいては、舗装体の細孔構造(細孔径分布およびその3次的配置)が重要な鍵となる。本研究で使用している毛管吸水性能の優れた舗装ブロックの一つについて、概要データと細孔径分布の測定結果を図4に示す。

舗装体内の細孔に取り込まれた水分の動きは、その細孔の大きさや細孔間の連続性などに影響を受ける。つまり、舗装体内の細孔構造を操作することにより、保水、透水、毛管吸水などの水の挙動をある程度コントロールできると考えられる。本研究では、蒸発冷却舗装システムの具現化に向け、図5に示すような舗装ブロックを提案し、その性能把握に努めている。詳細は次報以降に報告する。

また、本舗装システムにおける課題の一つとして、舗装表面の白華(炭酸カルシウムの析出)による蒸

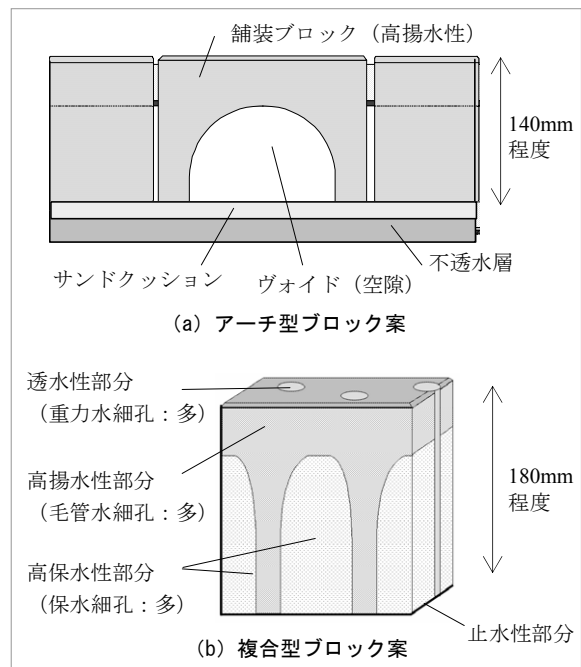


図5 保水と毛管吸水をコントロールする舗装ブロックの形態の提案

発効率の低下が挙げられる。これは、セメントに含まれるカルシウム成分等によるものである。今後は、

カルシウム成分を含まない焼成（セラミックス）ブロックなどを視野に入れて、実用化を進めていく。

試験体を関東周辺の5箇所（軽井沢、大宮、八王子、小田原、船橋）に設置した。今後暴露を続け、苔・藻類の生育の経過を長期観測する。

### 3. 人工被覆面に付着・生育する苔・藻類の実態調査

#### 3-1. 研究の概要

日本の気候風土は、国歌で「苔むす」と詠われるように、高温多湿で苔類や藻類（あるいは地衣類、カビ類）の生育に適した土地である。その結果、コンクリートを始めとする人工被覆面に苔・藻類が付着・生育する例が散見される<sup>9)</sup>。本研究は、人工被覆面に付着・生育する苔・藻類の実態を把握し、ヒートアイランド緩和への影響、可能性を探るものである。

#### 3-2. 結果および進捗状況

苔・藻類の生育条件は、既往研究<sup>9,10)</sup>において、温度や日当たり（日射量）、湿潤度合い（含水率）などが挙げられている。本研究ではまず、本学（日大生産工学部）津田沼キャンパス（千葉県船橋市）を対象に、人工被覆面に付着・生育する苔類のマップを作成した（図6、表1）。結果として、確認された苔はほとんどがハマキゴケであり、生息形態を大きく分類すると以下の3つとなった。

- 1) 築年数が経った建物の日射が当たらない1階外壁の根元部分、
- 2) タイル・ブロック等の目地、
- 3) 湿潤状態が長く保たれる壁面・溝。

今後は前述の条件に加え、それぞれの場所の空間形態、被覆の凹凸、pHらを考慮した分析を進める。

また別途、水セメント比の異なるコンクリート

#### 4. 屋上・壁面緑化の設計・施工・維持管理および環境影響評価

##### 4-1. 研究の概要

屋上緑化、壁面緑化については、これまで数多くの研究がなされている<sup>2,3)</sup>。しかしながら、植物の生育に関する維持管理の面で課題が多く、広く普及するに至っていない。本研究では、屋上・壁面緑化の

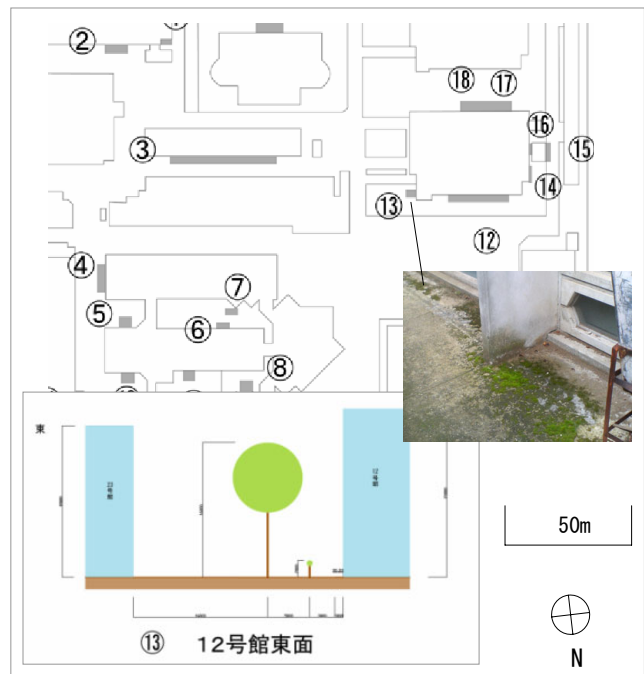


図6 日大津田沼キャンパス内コケマップの一部

表1 日大津田沼キャンパスにおけるコケ生育状況一覧

調査箇所	方位	発生程度	日射程度	通風状態	粗さ状態	含水状態	コケの種類	材質	築年数(竣工年)
1 4号館北面	北	中	やや悪い	良い	粗い	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	44(1962)
2 4号館北面基礎付近	北	少	悪い	悪い	やや滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	44(1962)
3 11号館北面	北	多	悪い	悪い	粗い	多い	ハマキゴケ	コンクリート	47(1959)
4 31号館東面タイルの目地	東	多	良い	とても良い	滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	タイルの目地	14(1992)
5 30号館南面タイルの目地(東寄り)	南	中	良い	とても良い	滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	タイルの目地	14(1992)
6 30号館南面タイルの目地(西寄り)	南	多	やや悪い	とても良い	滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	タイルの目地	14(1992)
7 31号館北面コンクリート部分	北	多	やや悪い	とても良い	とても粗い	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	14(1992)
8 29号館南面タイルの目地	南	少	良い	とても良い	滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	タイルの目地	14(1992)
9 30号館北面タイルの目地、マンホールの周り	北	少	やや悪い	とても良い	とても粗い	やや少ない	ハマキゴケ	アスファルト	14(1992)
10 30号館と29号館の間	北	少	悪い	とても良い	とても粗い	やや少ない	ハマキゴケ	アスファルト	14(1992)
11 6号館西面ドア付近	西	少	良い	とても良い	滑らか	やや多い	ハマキゴケ	コンクリート	39(1967)
12 12号館北面	北	多	やや悪い	とても良い	やや滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	36(1970)
13 12号館東面	東	中	良い	良い	やや滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	36(1970)
14 12号館西面北側	西	中	悪い	悪い	粗い	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	36(1970)
15 12号館西面変圧機基礎	西	中	やや悪い	やや悪い	滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	36(1970)
16 12号館西面南側	西	多	悪い	悪い	粗い	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	36(1970)
17 12号館南面南端	南	少	とても良い	とても良い	粗い	多い	ハマキゴケ	コンクリート	36(1970)
18 12号館南面段差	南	少	やや悪い	良い	やや滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	36(1970)
19 ステージタイルの目地	南	中	とても良い	良い	滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	タイルの目地	22(1984)
20 14号館北面	北	多	やや悪い	やや悪い	やや滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	コンクリート	46(1960)
21 37号館南側タイルの目地	南	中	とても良い	とても良い	滑らか	やや少ない	ハマキゴケ	タイルの目地	2(2004)
22 1号館南側駐車場コンクリートブロック北面	北	多	やや悪い	良い	粗い	やや多い	ハマキゴケ	コンクリート	29(1977)

維持管理について、本学津田沼キャンパス 38 号館（千葉県船橋市）を対象に、実際の設計・施工を通じて調査を進める。また同時に、緑化が周囲の環境に与える影響についても分析を行う。

#### 4-2. 結果および進捗状況

維持管理が良好な状態にある壁面緑化建物（千葉県船橋市）を対象に、住人へのヒアリングと共に実測調査を行い、熱環境評価に取り組んだ。図 7 に実測結果の一例を示す。赤外線放射カメラ画像と熱電対による表面温度より、緑化面あるいは緑化裏壁面の温度は低く保たれていることが確認された。

今後、設計施工を予定している本学津田沼キャンパス 38 号館における計画部分を図 8 に示す。屋上緑化は耐荷強度を高めた図で示す部分を対象とする。壁面緑化部分（西側壁面）は、既に施工されているものであるが、植物の生育状況が良くないため、植物の種類および散水システムの見直しを含めた改善案を検討中である。

#### 5. まとめ

ヒートアイランド緩和に向けた建築材料・緑化手法の開発の一環として取り組んでいる蒸発冷却舗装の開発システム、コンクリートに生息する苔・藻類の調査、屋上・壁面緑化の維持管理・評価について進捗状況をまとめた。

今後は、現状の調査・実測を進めるとともに、計画、環境、材料の観点から環境負荷の少ない快適な生活空間の創造・設計を行うことを視野に入れて研究を進める。

#### 参考文献

- 1) ヒートアイランド対策関係府省連絡会議：ヒートアイランド対策大綱、2004.3
- 2) Japanese Ministry of Land, Infrastructure and Transport, International Energy Agency: Proceedings of International Workshop on Countermeasures to Urban Heat Islands, 2006.8
- 3) 森山正和：ヒートアイランドの対策と技術、学芸出版社、2004.8
- 4) 国土交通省関東地方整備局：報道記者発表資料「環境舗装東京プロジェクト」、2004.5
- 5) 円井基史、梅干野晃、浅輪貴史、板津佳恵：蒸発冷却舗装システムの基本性能に関する夏季屋外実験 都市熱環境改善に向けた蒸発冷却舗装システムとその予測評価手法の開発 その 1、日本建築学会環境系論文集、第 600 号、pp.51-58、2006.2

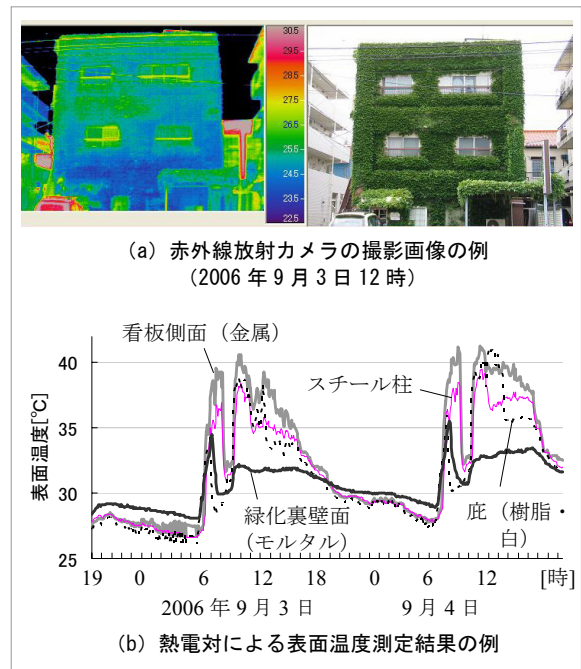


図 7 壁面緑化（船橋市）の実測結果の一例

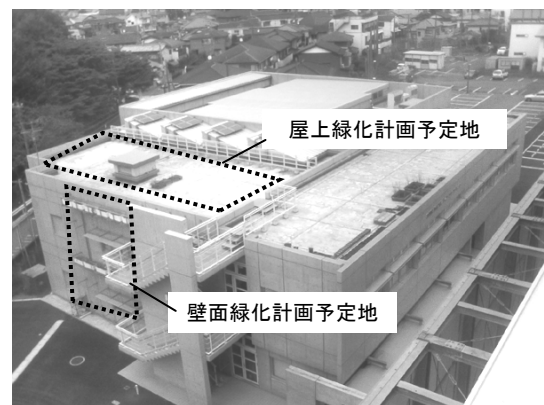


図 8 屋上・壁面緑化の施工対象（本学 38 号館）

- 6) 梅干野晃、浅輪貴史、中大窪千晶：3D-CAD と屋外熱環境シミュレーションを一体化した環境設計ツール、日本建築学会技術報告集、第 20 号、pp.195-198、2004.12
- 7) 円井基史、梅干野晃、浅輪貴史、板津佳恵：蒸発冷却効果を有する舗装体の表面濡れ状態に着目した熱・水収支特性の把握 都市熱環境改善に向けた蒸発冷却舗装システムとその予測評価手法の開発 その 2、日本建築学会環境系論文集、第 610 号、2006.12
- 8) 円井基史、梅干野晃、尹聖皖、飯野秋成：メトロマニラにおける熱環境配慮型の街区モデルの提案とその熱環境影響評価、日本環境管理学会誌、環境の管理、Vol.57、2004.12
- 9) 大島明、松井勇、湯浅昇：建築材料の微生物汚染に関する研究 -コンクリート及びモルタルに発生する微生物の調査-、第 8 回日本・韓国建築材料施工 Joint Symposium 論文集、pp.181-184、2006.9
- 10) 宮内真紀子、鉾井修一、宇野朋子：スコアタイ遺跡における仏像の保存に関する研究 その 4 藻類の成長モデルの作成、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.369-370、2006.9