

ANUHT

ASSOCIATION OF NEW URBAN HOUSING TECHNOLOGY

新都市ハウジングニュース

Vol. 64
2012年冬号

●特集

環境共生型 住宅2012



環境共生型住宅における外部環境調整マテリアル



株式会社大林組 技術研究所 主任研究員

赤川 宏幸

(あかがわ ひろゆき)

1993年筑波大学大学院環境科学研究所修了(大気環境科学)。同年、株式会社大林組入社。ヒートアイランド対策技術の研究開発、都市の人工地盤緑地の調査研究等に従事。2008年神戸大学大学院博士後期課程自然科学研究科修了。現在、株式会社大林組技術研究所環境技術研究部、主任研究員。博士(工学)。

はじめに

近年、空調機器の性能アップや、窓の性能向上によって、省エネとともに、室内の温熱快適性は飛躍的に改善されてきた。一方、住宅の外部空間は、意匠や耐久性が主に重視され、熱的な観点からの技術開発は、これまで、あまり進められてこなかったといえる。しかし最近では、屋根、壁、外構に対して、熱的な効果をうたった高機能な建築材料や商品が増えてきている。これは、空調の効率を上げるといった設備面の対処に加え、住宅全体にかかる熱負荷全体も減らそうとする建築面での対策が浸透してきた証拠である。本稿では、こうした建築側の視点に立った技術の中で、住宅の外部熱環境を調整するマテリアルについて中心に述べる。

住宅の外部環境における熱環境の定義

外部環境という言葉の定義は難しく、住宅の場合には、一般的に庭や駐車場といった建物以外の敷地部分と捉えられる。一方、屋根や外壁も屋外と接しており外部環境の一部といえるが、その熱的な機能の多くは建物の内部を主眼としている。ここでは、これらも含めて外部環境と定義して取り上げる。

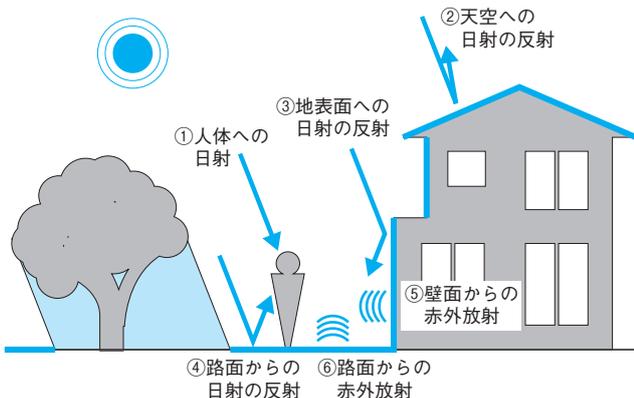


図1 住宅の屋外環境を取り巻く日射と放射

近年、都市部のヒートアイランド現象や、猛暑による熱中症の増加など、住宅においても、夏の暑熱環境の悪化が大きな問題となっている。夏季の理想的な環境調整方法の一つとして、大きな樹木による緑陰が挙げられるが、全ての住宅で必ずしも、そうした樹木を植えられとは限らない。図1に、住宅の屋外熱環境のうち、日射と赤外放射に関連する主要素を示す。日射とは、短波長の放射であり、舗装面や壁面では、その一部が吸収され、残りは反射する。この割合を日射反射率という。一方、赤外放射とは、長波長の放射であり、表面温度が高い面からは多くの熱エネルギーが放出される。住宅内部を基準とすれば、夏の場合、熱の取得を小さくしたいので、屋根や壁の日射反射率は大きな方がよい。一方で、日射反射率が高いと、眩しさの増加や、壁面で反射して地上へと届く熱が多くなるなど、地上付近の熱環境が悪化する場合がある。

図2は、住宅を取り巻く「面」を基準とした時の熱収支の考え方を示す。基準面に向かう矢印を入射、出ていく矢印を放出と考える。図の左半分は正味放射量とって、基準面に入射する正味のエネルギーを表している。詳細の説明は割愛するが、短波放射と長波放射の差し引きと考えてよい。ここで重要となるのは、反射日射であり、面の反射率が高い(明色)場合には、日射の反射量が大きくなり、面が受け取る正味の

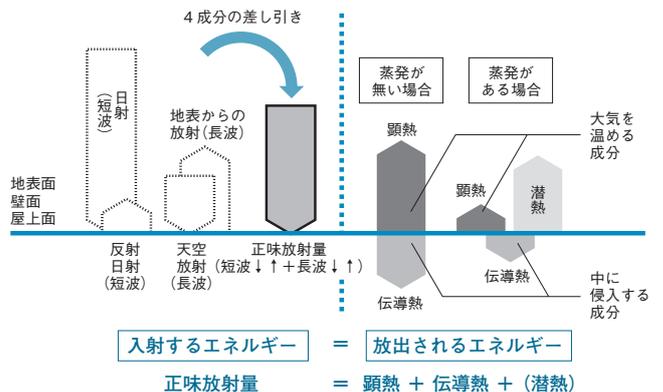


図2 地表面・壁面・屋上面の熱収支

エネルギー量は減少する。右半分は様々な形で面から出ていく熱エネルギー(熱フラックスと呼ぶ)を示し、これらを合算したものが左半分の正味放射量と等しい。水分の蒸発が無い場合には、風によって大気に伝わる熱(顕熱)と、内部(地中または室内)に伝わる熱(伝導熱)の合計である。面が水分を含み、蒸発が行われる場合には、一部が蒸発の潜熱という形で大気に放出される。この潜熱は、直接大気の温度を上昇せず、面から熱を奪うので、表面温度が下がり、結果的に顕熱も減少する。従って、材料の特性の中で、熱環境(主に表面温度)を容易に調整できる要素は、日射反射率と蒸発特性といえる。

住宅を取り巻く熱環境の現状

真夏の日中、緑に囲まれた邸宅では、その環境調整機能によって涼しく快適な空間が生まれている。一方、都市部の多くの住宅では、熱せられたアスファルト道路やコンクリートの駐車場の上を熱風が吹き抜ける。当然、窓を開けることははばかれ、エアコンの室外機から出る熱風をさらに屋外に供給する悪循環が生まれている。

図3は、夏の日中に、コンクリート、ウッドデッキ、植栽を同時に撮影したサーモグラフィ画像である。植栽と比較して人工物がいかに高温となるかがわかる。また意外にも、コンクリートが40℃近辺なのに対し、ウッドデッキはさらに高温の50℃以上と、熱的には悪条件を作り出している。住宅にもよく使われるこうした木質材料は熱伝導率が小さく、さらにウッドデッキのように下に空気層がある場合には、熱の逃げ場が無くなり温度が上昇しやすい。また、意匠的にも濃色系が好まれるため、日射反射率が小さく、日射を吸収しやすい傾向がある。

図4は、2008年に日本塗料工業会が、外装と屋根の色彩出現頻度を調べたものである¹⁾。明度のピークは3で、濃色系がほとんどを占めている。明度を日射反射率に換算すると、明度4がほぼ0.1に対応する²⁾ことから、多くの屋根や外装は90%以上の日射を吸収していることになる。しかし、単純に色を明るくすれば解決する問題ではない。日本の文化や、雨が多いことによる汚れやすさなどが関係しており、そう簡単には明色の外装材が普及するとは思われない。また、逆に駐車場などの地表面を白色のコンクリートや、明色の塗装などにしてしまうと、反射日射(いわゆる照り返し)によって、人や住宅本体が受け取る熱を増加させてしまう。

以上を勘案すると、日射反射率を調整して熱環境を改善する方法は、屋根や屋上への適用が好ましいと考えられる。それ以外の部位においては、反射よりも、水を使って蒸発冷却効果を期待する手法が適用できそうである。

舗装面の環境調整マテリアル

近年、ヒートアイランド対策として市場に普及してきている技術として、アスファルト系の保水性舗装と遮熱性舗装が



図3 材料による表面温度の違い(上:写真、下:サーモグラフィ)

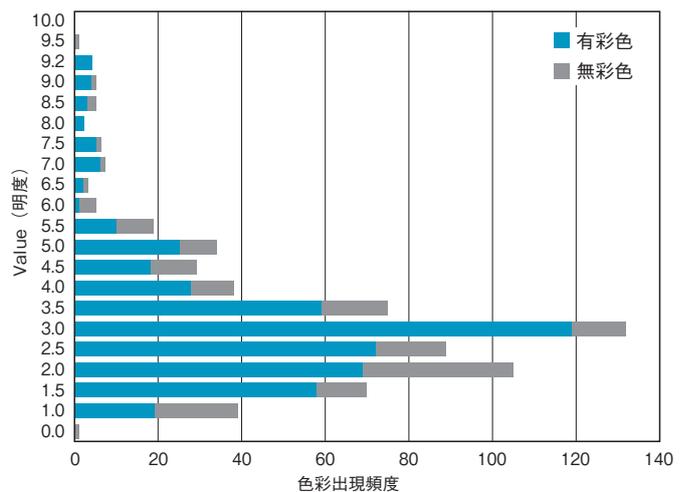


図4 色彩出現頻度(外装/屋根669色) 文献1)から作成

挙げられる。双方とも、住宅の外構よりは、車道や広い駐車場といった公共的空間への適用が主である。一方で、保水性インターロッキングブロック舗装は、集合住宅の外構にも幅広く採用されている。つまり、都市のヒートアイランド現象緩和よりも、人の快適性に主眼を置いた使われ方といえる。また、通常の舗装よりもコストがかかることが多く、住宅の価値向上の要素としても認識され始めている。

図5は保水性舗装と遮熱性舗装、および天然芝、アスファルトのそれぞれの空気を暖める熱(上段、ヒートアイランド寄与分)と、その上に人が立った時に受け取る熱(下段、人が感じる暑さに対応)を比較したものである。夏季日中のヒートアイランド寄与分は、保水性舗装、遮熱性舗装の場合、アスファルトに比べて約40%減少している。天然芝は蒸発潜熱によって表面温度が下がるため値は非常に小さい。

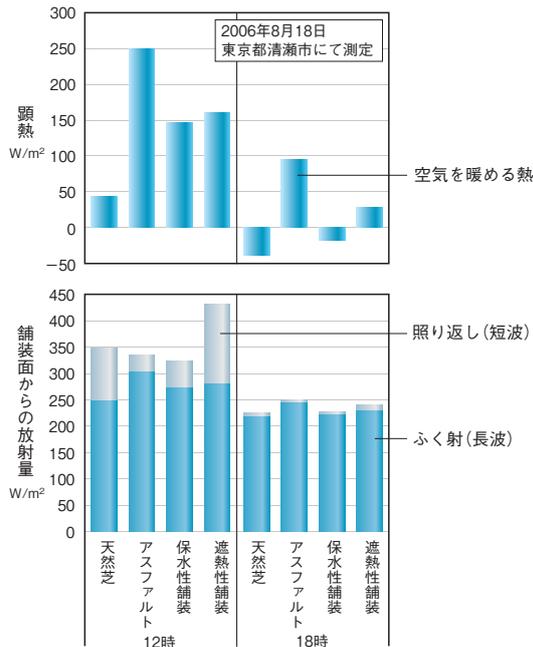


図5 舗装面が空気を暖める熱(上段)と舗装面上の放射量(下段)

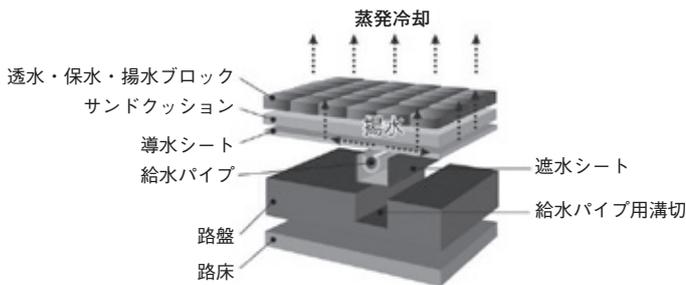


図6 湿潤舗装システム「打ち水ペーパー®」

一方、人が感じる暑さは、反射(照り返し)が大きい遮熱性舗装が最も強く、次いで天然芝が強い。植物の葉は、日射エネルギーの約半分を占める近赤外線成分をよく反射するので、このような現象が起きる。遮熱性舗装(または塗料)は、反射成分が大きいデメリットはあるものの、炎天下でも裸足で歩けるなど、バルコニー等への利用などのメリットを活かした用途もある。保水性舗装は、蒸発潜熱の効果により、舗装面上の放射量が最も小さい。したがって、空気の冷却と放射熱の低減の双方を考慮しなければならない住宅の外構においては、このような水を使った環境調整技術(手法)が理想的である。

図6は、保水性インターロッキングブロック舗装に下面給水機構を組み込んだ、湿潤舗装システムの断面図である。また、写真1はその施工例である。一般的に、保水性ブロックが有効に温度低減できる期間は降雨後1~2日程度で、夏季の高温が続く季節には、その機能は限定的になってしまう。湿潤舗装システムは、その弱点を補うために、舗装路盤内に自動給水機構を配置し、必要時には貯留した雨水等を給水できるシステムである。夏季のピーク時には、アスファルト舗装と比べて表面温度を約20℃低減でき、住宅街区のヒートアイランド対策とともに、熱中症予防などにも効果がある。



写真1 「打ち水ペーパー」の施工例(大林組技術研究所)



写真2 給水型緑化ブロック舗装「打ち水ガラスパーク®」の施工例(某集合住宅の駐車場、駐車スペースではなく車道を緑化している)

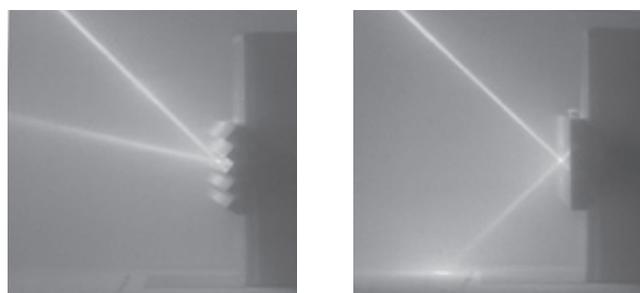
写真2は、舗装の一部に植物を植えることが可能な緑化ブロック舗装の施工例である。こうした緑化舗装は、一般的には車両を駐車するスペースに施工することが多い。しかし、車路に施工することで、芝生等の生育に必要な日射が十分に得られ、また乗り降り時に靴が凹凸に取られることがなくなる。緑化舗装は、給水、除草等の維持管理を怠ると、植栽が健全に生育しないことが多く、常に駐車している車両がある場合など、水撒き等も行いにくいのが実情である。写真2の例は、図6の湿潤舗装システムと同様の下面給水機構を備えており、芝生の生育に必要な灌水を定期的に行うことができる。

壁面の環境調整マテリアル

住宅や集合住宅の壁面は不動産価値を左右する部位といってもよく、見た目が非常に重視される。まだまだ一般的ではないが、壁面にも外部環境を制御するための機能を付加する製品が登場している。コケ緑化を壁用タイルに組み込んだ製品や、保水性タイルなどがそれに当たる。ここでは、最新の環境調整材料の一つとして、反射した日射の一部を天空へと返してしまう、再帰反射性を持つタイルを紹介する。



写真3 美濃焼クールアイランドタイル³⁾



(クールアイランドタイル)
写真4 タイルの反射特性

(従来タイル)

写真3は、名古屋工業大学と地元タイル業界、多治見市などが中心となり共同開発した「美濃焼クールアイランドタイル」である³⁾。写真4のように、日射を天空へと返す反射リブの断面形状で、住宅街区の熱環境を改善すると同時に、眩しさも低減する。さらに、高い日射反射率(50%以上)を有する釉薬を使用しているので建物の省エネにも貢献する多機能技術である。地場産業を環境技術で活性化する取り組みであり、今後の普及が期待される。

屋根・屋上面の環境調整マテリアル

屋根面の高反射率塗料は、工場や倉庫といった断熱性が小さく、空調負荷を減らしたい建物において、かなり一般的になりつつある。多くの場合、日射反射率が最も高い白色塗料が用いられる。一方、住宅においては濃色系の屋根が好まれるものの、高反射率塗料が適した部位といえる。つまり、目に見えない近赤外域の日射を高効率で反射する高反射率塗料を塗ることによって、色は同じでも、受け取る日射を少なくし、屋根面、さらには室内の温度を下げるができる。写真5、図7は、高反射率塗料と一般塗料の金属箱内の温度を比較したものである。同色のグレー(写真、奥から2番目と3

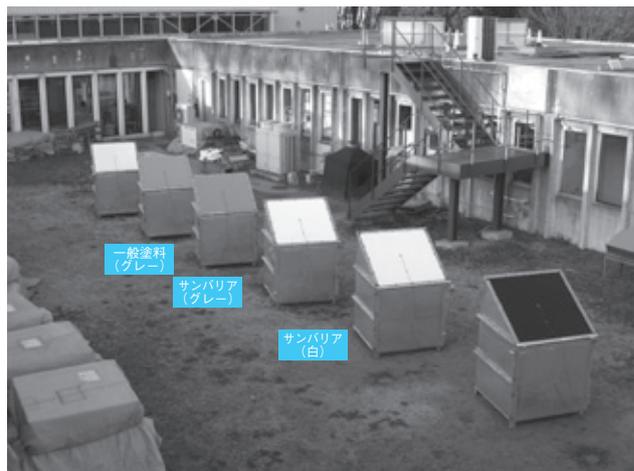


写真5 高反射率塗料「サンバリア[®]」のボックス試験

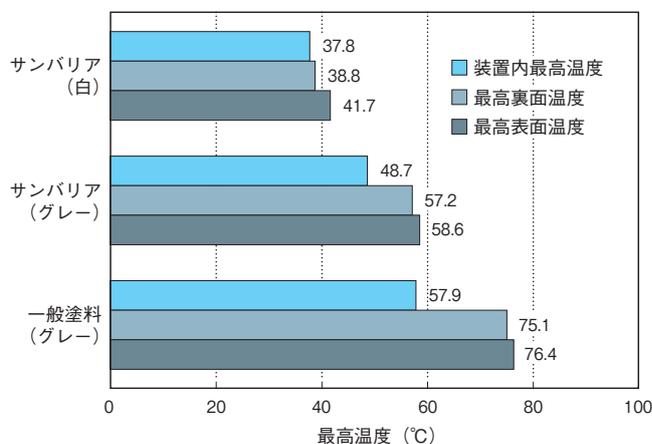


図7 高反射率塗料による装置内温度の低減効果

番目)を比較すると、表面温度で17.8°C、装置内温度で9.2°Cの差がある。大規模な住宅団地等で適用すれば、街区の気温を数°C下げるとともに、室内の空調負荷を大幅に下げることができる。

おわりに

これまで、所有者の領分と考えられてきた住宅の屋外空間は、街、都市、そして地球へとつながる環境ファクターとして認知され始めてきた。つまり、木を植えることにより街に生き物を導き、環境負荷を減らすことで街全体を住みよくするといった視点が根付きつつある。こうした社会の動き、居住者のニーズをいち早く察知し、住宅を供給する側も、さらに一歩先んじた環境配慮マテリアルを提案していく必要がある。

参考文献

- 1) (社)日本塗料工業会：耐候性屋根用塗料JPMS27、2009
- 2) 環境省：環境省環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野、建築物外皮による空調負荷低減等技術実証試験結果報告書、2011
- 3) 美濃タイル商業協同組合HP
<http://minotile.com/about/index3.html>