

みんなで取り組むヒートアイランド対策 ～業務ビルと大規模商業施設における屋上緑化の効果～

山本裕一郎* 曾根真理** 井上隆司***

1. はじめに

ヒートアイランド現象は原因者が多岐にわたり、因果関係が複雑に絡み合っているため、個別課題への対応のみでは克服が困難な環境問題である。このため、行政による取組みのみならず、幅広い連携により地域や社会全体として取り組む「社会一体型施策」を展開することが有効である^{1),2)}。

一方、市民や事業者等の協力を得るためには、各対策の効果を明らかにすることが求められる。このため当研究室では、平成19年度から、調査対象地域における関係者との対話を経て実施に至った各種のヒートアイランド現象対策（屋上緑化、屋上への高反射率塗料の塗布、窓ガラスの遮熱・断熱化、ドライ型ミストの実施、ベランダへの保水性タイルの敷設など）の効果計測を実施してきた。今般、各対策効果の実例と対策実現のための合意形成のポイントを取りまとめた³⁾ので、本稿ではその中から業務ビルと大規模商業施設の2箇所で開催された屋上緑化について紹介する。対策効果として、業務ビルでは室内温度や空調の電力消費量の実測調査、大規模商業施設では空調に電気以外の燃料も使用しているため、室内温度や空調使用量（風量）の実測調査を行った。これまでも屋上緑化の効果を実験的に計測した事例は見受けられるが、本調査は実際に使用されている建物において計測したことが特徴である。

2. 業務ビルにおける屋上緑化

2.1 屋上緑化の概要

1つ目の事例は北九州市小倉北区の地下1階・地上8階建ての業務ビルである。屋上緑化は平成19年12月～平成20年1月に施工され、屋上全面積約800㎡に対して、屋上緑化面積は約400㎡である。植栽用土には軽量土を使用し、芝、草花に加えて木本も植樹されている（写真-1）。植栽用土中には散水パイプを設置して散水を行っている。



写真-1 業務ビルにおける屋上緑化施工前後の状況

表-1 効果計測の内容と計測期間（業務ビル）

計測内容	計測箇所	計測期間	
		夏期	冬期
屋上表面温度 (赤外線サーモグラフ)	屋上	対策後 ・H20.8 ・H21.8	対策後 ・H21.1 ・H22.1
屋根裏温度 室内温度 (データロガー-温度計)	最上階室内 (執務室内)	対策前: ・H19.8~9	対策前: ・H19.12 ~H20.1
空調消費電力量 (消費電力計測器)		対策後: ・H20.8~9 ・H21.7	対策後: ・H20.12 ~H21.1

2.2 効果計測の内容

効果計測の内容と計測期間を表-1に示す。屋上表面の温度は、屋上緑化の施工後に赤外線サーモグラフを用いて計測を行い、緑化部分と非緑化部分を比較した。最上階の室内においては、データロガー温度計を用いて屋根裏温度と室内温度を、消費電力計測器を用いて空調の消費電力量をそれぞれ屋上緑化の施工前後に約1ヶ月間連続計測した。夏期のほか、冬期にも計測を実施している。

なお、対策効果の算出（対策前後における温度や消費電力量の差分）にあたっては、気象条件が同等と考えられる日における比較となるように、計測期間中の全データの中から集計に適するデータの抽出を行っている。後述する2つ目の事例においても集計に際しては同様にデータの抽出を行っている。

2.3 調査結果

2.3.1 夏期の計測結果

赤外線サーモグラフィによる屋上緑化施工後の屋上表面温度の例を写真-2に示す。午前6時と正午の温度差は、非緑化部分である木製タイルにおいては41.2℃（23℃→64.2℃）となった一方、緑化部分である芝生では16.6℃（22.7℃→39.3℃）となり、芝生の温度上昇抑制効果が顕著に見られた。

真夏日（最高気温30～35℃の日）の執務室（140㎡）の消費電力量を図-1に示す。対策前（平成19年度）の電力料金は2,189円/日であったのに対し、対策後の電力料金は平成20年度が2,041円/日、平成21年度が1,889円/日となり、150～300円/日安くなった。屋根裏温度と室内温度の最高温度は表-2に示す。空調の温度設定は毎年同じであるが、それぞれ約1℃低下している。

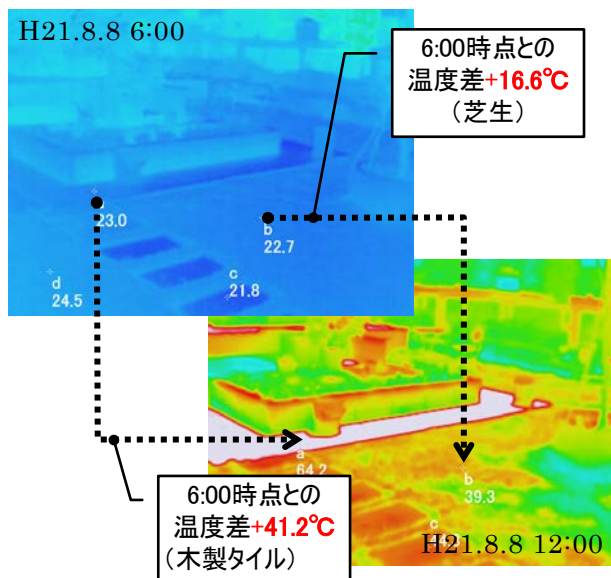


写真-2 赤外線サーモグラフィによる屋上表面温度

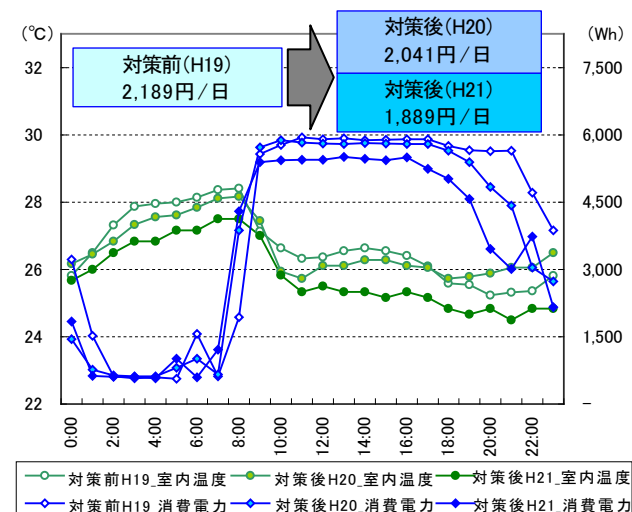


図-1 室内温度と空調の消費電力量（夏期：真夏日）

2.3.2 冬期の計測結果

冬期（最高気温10～15℃の日）の消費電力量を図-2に示す。対策前（平成19年度）の電力料金は1,684円/日であったのに対し、対策後（平成20年度）の電力料金は1,604円/日となり、80円/日安くなっている。屋根裏温度と室内温度は表-2に示すとおり保たれており、屋上緑化には副次的な効果として冬期の保温性能も備わっていると考えられる結果である。

2.3.3 業務ビル関係者の意識の変化

業務ビルの管理者や従業員に対して、計測結果を提示しつつ、対策による室内環境や意識の変化をヒアリングした結果、次のような声を得られた。

- ・対策の効果が明確になったことで、他のビルでの取組みを計画している。（管理者）
- ・屋上を休憩や昼食に利用するなど、建物の価値の向上につながっている。（管理者、従業員）
- ・身近な所での対策実施により、「環境に対する意識」が向上した。（従業員）

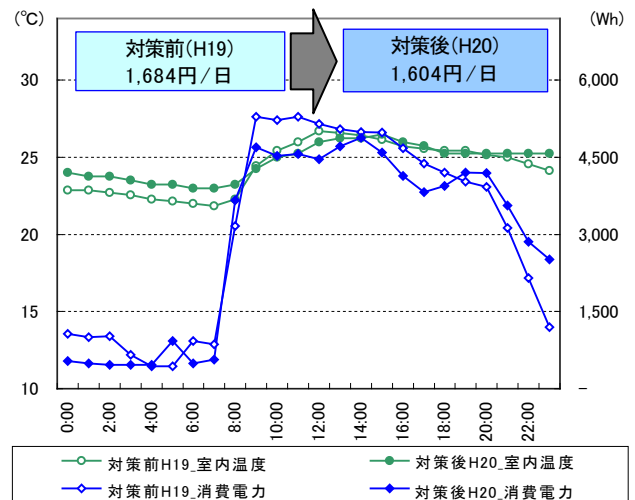


図-2 室内温度と空調の消費電力量（冬期）

表-2 業務ビルにおける屋上緑化の効果（総括）

		屋根裏温度 (最高温度)	室内温度 (最高温度)	消費電力量 (円換算/日)
夏期	対策前 (H19)	28.2℃(8時)	28.4℃(8時)	2,189円
	対策後 (H21)	27.2℃(8時)	27.5℃(8時)	1,889円
	差分	-1.0℃	-0.9℃	-300円
冬期	対策前 (H19)	23.6℃(14時)	26.7℃(12時)	1,684円
	対策後 (H20)	24.6℃(15時)	26.5℃(15時)	1,604円
	差分	+1.0℃	-0.2℃	-80円

3. 大規模商業施設における屋上緑化

3.1 屋上緑化の概要

事例の2つ目は、同じく北九州市小倉北区の地下1階・地上8階建ての大規模商業施設である。屋上緑化は平成20年6～11月にかけて施工され、屋上全面積約4,700㎡に対して、屋上緑化面積は約1,300㎡である。施工前は全面人工芝であったが、屋上緑化に際しては、貼り芝や花壇の他、通路部分については一部に保水性舗装材が使用されている（写真-3）。

3.2 効果計測の内容

効果計測の内容と計測期間を表-3に示す。屋上表面の温度は赤外線サーモグラフを用いて屋上緑化施工前後の計測を行った。最上階の店舗内においては、データロガー温度計を用いて屋根裏温度と室内温度を、風量計を用いて空調使用量を屋上緑化の施工前後に約1ヶ月間連続計測した。



写真-3 大規模商業施設における屋上緑化施工前後の状況

表-3 効果計測の内容と計測期間（大規模商業施設）

計測内容	計測箇所	計測期間	
		夏期	冬期
屋上表面温度 (赤外線サーモグラフ)	屋上	対策前 ・H20.8 対策後 ・H21.8	対策後 ・H21.1 ・H22.1
屋根裏温度 室内温度 (データロガー温度計)	最上階室内 (店舗内)	対策前: ・H19.8～9 ・H20.8～9	対策前: ・H19.12 ～H20.1 対策後: ・H20.12 ～H21.1 ・H21.12 ～H22.1
空調使用量 (風量計)		対策後: ・H21.8～9	

3.3 計測結果

3.3.1 夏期の計測結果

赤外線サーモグラフによる屋上表面温度を写真-4に示す。午前5時と正午の温度差は、屋上緑化施工前のコンクリートが29.6℃であったのに対して、屋上緑化施工後の芝生では13.5℃、花壇では11.0℃にとどまっている。

真夏日の空調使用量を図-3に示す。対策前（平成19年度）は119,600(㎡/日)であったのに対して、対策後（平成21年度）は49,200(㎡/日)となり、半減している。屋根裏温度と室内温度は表-4に示すようにどちらも対策後は大きく低下している。

3.3.2 冬期の計測結果

冬期の空調使用量を図-4に示す。対策前（平成19年度）は46,100(㎡/日)であったのに対し、対策後は平成20年度が33,600(㎡/日)、平成21年度が31,500(㎡/日)と冬期においても減少している。屋根裏温度と室内温度は上昇している(表-4)。

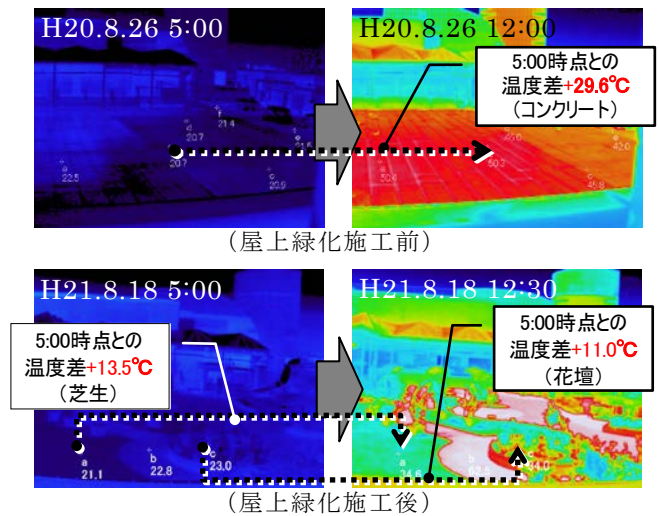


写真-4 赤外線サーモグラフによる屋上表面温度

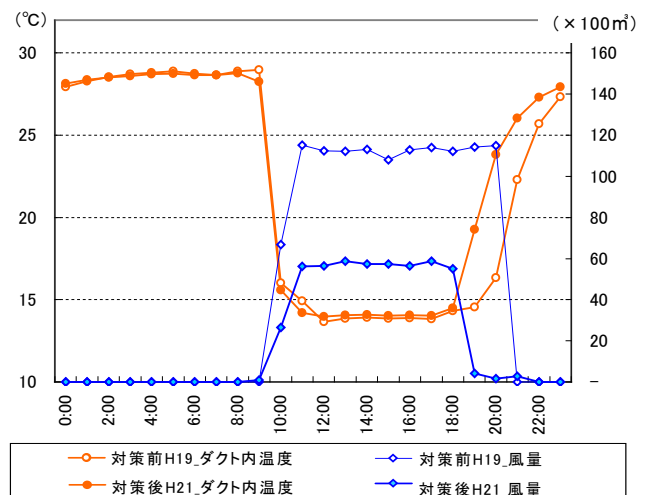


図-3 ダクト内温度と空調使用量（夏期：真夏日）

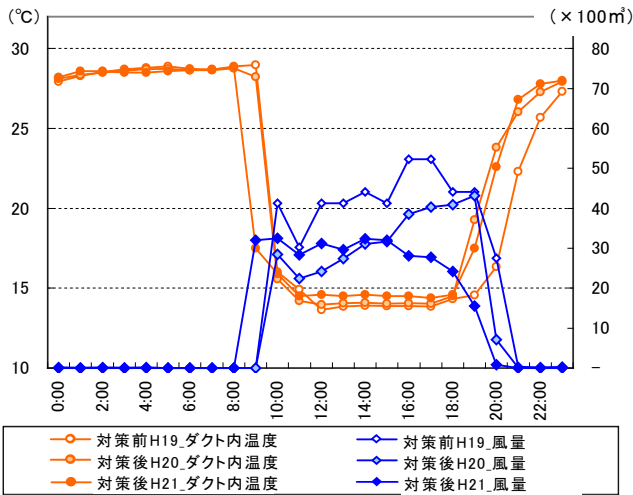


図-4 ダクト内温度と空調使用量（冬期）

表-4 大規模商業施設における屋上緑化の効果（総括）

		屋根裏温度 (最高温度)	室内温度 (最高温度)	空調使用量 (合計m ³)
夏期	対策前 (H19)	34.0℃(20時)	30.2℃(0時)	119,600m ³
	対策後 (H21)	27.6℃(11時)	28.1℃(9時)	49,200m ³
	差分	-6.4℃	-2.1℃	-70,400m ³
冬期	対策前 (H19)	17.8℃(21時)	20.6℃(21時)	46,100m ³
	対策後 (H21)	21.8℃(21時)	24.3℃(14時)	31,500m ³
	差分	+4.0℃	+3.7℃	-14,600m ³

3.3.3 施設関係者及び屋上利用者の意識

商業施設関係者や屋上利用者に対して、計測結果を提示しつつ、対策による環境や意識の変化をヒアリングした結果、次のような回答が得られた。

- ・屋上緑化後、屋上利用者が5～6倍に増加した。
- ・屋上利用者の8割が「涼しさ」を実感している。
- ・屋上利用者の再来訪の意向は高く、屋上緑化が集客や企業イメージの向上にも寄与している。

4. まとめ

本稿では、屋上緑化による屋上表面温度の上昇抑制や消費電力量（または空調使用量）の削減等の効果を実測調査に基づいて整理した。屋上緑化の実施には、初期費用のみならず、一定の維持費用も必要であり一概に言うことはできないが、10年単位で捉えれば、費用の回収も可能であると考えられる。また屋上緑化は、建物としての価値の向上や商業施設の集客、企業イメージの向上といった副次的な効果も期待できる。ここで取り上げた事例がヒートアイランド現象の対策として取り組む際の参考となれば幸いである。

謝 辞

本報告で取り上げた屋上緑化の実施にあたっては、北九州市環境局の積極的なご協力をいただきました。また、効果計測にあたっては、(有)リアルエステートサービス、(株)井筒屋にご協力をいただきました。関係した多くの皆様に対してここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 並河良治、曾根真理、水野太史、桑原正明：みんなで取り組むヒートアイランド対策、国土技術政策総合研究所資料、第243号、2005
URL:<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0243.htm>
- 2) 並河良治、曾根真理、足立文玄：みんなで取り組むヒートアイランド対策～効果的な協力要請のあり方～、国土技術政策総合研究所資料、第406号、2007
URL:<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0406.htm>
- 3) 曾根真理、井上隆司、山本裕一郎、並河良治、下田潤一：みんなで取り組むヒートアイランド対策～各種対策による効果の実例～、国土技術政策総合研究所資料、第595号、2010
URL:<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0595.htm>

山本裕一郎*



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部道路環境研究室 研究官
Yuichiro YAMAMOTO

曾根真理**



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部道路環境研究室長
Shinri SONE

井上隆司***



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部道路環境研究室 主任研究官
Ryuji INOUE