

B-4 屋上・地表面被覆における

各種ヒートアイランド対策の費用対効果

地球循環共生工学領域
82197038 笠井 健弘

1. はじめに

ヒートアイランド現象を緩和するための対策に、「屋上緑化」、「地上緑化」、「高反射性塗装」などがある。しかし、環境改善を考慮すると同時に、社会経済的な側面を考慮したうえで対策を決定する必要がある。これらの対策を次世代の領域気象モデルである WRF で計算、気温低減を効果として比較し、各対策の費用を算出、費用対効果を比較することで最も有効な対策を分析した。

2. 研究方法

2.1 シミュレーションに使用するデータ

WRF を用いて、大阪を対象としたヒートアイランド対策のシミュレーション計算を行った。費用対効果の計算対象領域は北緯 34 度 25 分 15 秒～北緯 34 度 55 分 15 秒、東経 135 度 07 分 52 秒～東経 135 度 52 分 52 秒、WRF による計算領域は北緯 35 度 25 分 15 秒～北緯 35 度 55 分 15 秒、東経 133 度 37 分 52 秒～東経 137 度 22 分 52 秒、計算期間は 2008 年 7 月 23 日 9:00～2008 年 7 月 28 日 9:00 (JST) とした。また、都市の効果を再現するため UCM(Urban Canopy Model:都市キャノピーモデル)を導入し、都市を「31」Low Intensity residential (建築物が全体の 30～80%、植生 20～70%)、「32」High Intensity residential (建築物が全体の 80～100%、植生 0～20%)、「33」Commercial/Industrial/Transportation (「32」に分類されない商業・工業地) の 3 つの都市カテゴリに分類した。

2.2 ヒートアイランド緩和対策の設定

屋上緑化、地上緑化、高反射性塗装の 3 種の対策を想定し、それぞれ対策面積が異なるケースを設定した。屋上面積の 100%、50%を緑化する対策を「屋上緑化 100%」、「屋上緑化 50%」とした。建物余地の面積の 100%、50%を緑化する対策を「地上緑化 100%」、「地上緑化 50%」とした。屋上面積の 100%、50%を高反射性塗装する対策を「高反射性塗装 100%」、「高反射性塗装 50%」とした。

また、各対策実行シミュレーションによって UCM のパラメータを変更した (表 1)。

表 1 各対策のパラメータ変更

対策	蒸発効率	比熱	熱伝導率 (cal/cm3/°C)	土壌層厚さ (cm)	アルベド	放射率	
屋上緑化 *1	100%	0.570	0.400	0.00225	40	0.210	0.95
	50%	0.285	0.450	0.00313	30	0.155	0.96
地上緑化 *2	100%	0.190	0.433	0.00283	155	0.137	0.96
	50%	0.095	0.467	0.00342	155	0.118	0.97
高反射性 塗装*1	100%	0.000	0.500	0.00400	20	0.600	0.97
	50%	0.000	0.500	0.00400	20	0.350	0.97
現 状*3	0.000	0.500	0.00400	20	0.100	0.97	

* 1 屋上のパラメータ * 2 地上のパラメータ * 3 屋上と地上のパラメータ (同一値)

2.3 費用対効果の算定方法

前節で設定した屋上緑化対策、地上緑化対策、高反射性塗装対策にかかる初期投資、ランニングコストの単年度費用を算出し、各対策の対象面積 (屋上面積、建物余地の面積) と平均気温低減で除することで、単位面積当たりの地上気温 1 °C 低減に要する費用を算出した。

3. 結果

3.1 WRFによる都市気温の計算結果

大阪管区気象台における現状の地上気温のWRFによる計算結果とアメダス観測データを比較したところ、27日21時ごろから大きな差が見られたことから、費用対効果の算出対象期間は2008年7月24日9:00~2008年7月27日9:00(JST)とした。また、現状の計算結果と各対策の計算結果を都市カテゴリごとに平均し、時間変化を比較した。

表2 都市カテゴリの平均気温(°C)と各対策と現状の平均気温差()内

対策	都市カテゴリ	Low Intensity residential	High Intensity residential	Commercial/Industrial/Transportation	都市全体
屋上緑化	100%	29.41(-0.52)	29.41(-0.76)	28.95(-0.64)	29.36(-0.54)
	50%	29.50(-0.43)	29.54(-0.63)	29.05(-0.54)	29.45(-0.45)
地上緑化	100%	29.84(-0.09)	29.95(-0.22)	29.42(-0.17)	29.79(-0.11)
	50%	29.87(-0.06)	30.03(-0.14)	29.48(-0.11)	29.83(-0.07)
高反射性塗装	100%	29.52(-0.41)	29.58(-0.59)	29.09(-0.50)	29.47(-0.43)
	50%	29.73(-0.20)	29.88(-0.29)	29.35(-0.24)	29.69(-0.21)
現 状		29.93	30.17	29.59	29.90

3.2 費用対効果

都市カテゴリごとの2008年7月24日9:00~2008年7月27日9:00(JST)における期間全体、昼間(6時~17時)、夜間(18時~5時)の各対策の平均気温低減を算出したところ、平均気温低減が最も大きかったのは昼夜とも全ての都市カテゴリで屋上緑化100%であった。

同じく、都市カテゴリごとの2008年7月23日9:00~2008年7月28日9:00(JST)における期間全体の各対策の費用対効果を示した(表3)。費用対効果の優れた対策は全ての都市カテゴリで高反射性塗装100%だった。

表3 都市カテゴリごとの単位面積当たりの費用対効果(円/°C・m²)

対策	都市カテゴリ	Low Intensity residential	High Intensity residential	Commercial/Industrial/Transportation	都市全体
屋上緑化	100%	9,106	6,168	7,329	8,731
	50%	5,466	3,734	4,331	5,231
地上緑化	100%	37,515	15,425	19,684	32,640
	50%	26,745	11,685	14,565	23,526
高反射性塗装	100%	3,044	2,100	2,490	2,928
	50%	3,138	2,164	2,579	3,020

4. まとめ

ヒートアイランド現象を緩和するための「屋上緑化対策」、「地上緑化対策」、「高反射性塗装対策」による気温低減をWRFで計算し、費用対効果を比較することで、実現する際に最も有効な対策と比率を分析した。その結果、気温低減が最も大きかったのは屋上緑化100%であった。しかし、本研究の目的である費用対効果の優れた対策は高反射性塗装100%であった。

今後の課題は、透水性舗装や保水性パネルなど、他のヒートアイランド対策も考慮に入れた分析をする必要がある。また、気温低減以外に、室内温度低下による冷房負荷減や、熱中症の減少などの人間影響も効果として分析する必要がある。