

- 4 ヒートアイランド対策効果の定量化に関する研究

Quantitative analysis on effects by urban heat island countermeasures

(研究期間 平成14～16年度)

環境研究グループ
Dept. of Environmental Engineering

足永靖信
Yasunobu Ashie

Recently there has been more governmental issue coverage for heat island countermeasures. It is important to clarify what measures are effective for reduction in temperatures when building is designed. In this research, analysis tool (UCSS) compound with not only air turbulence but also building surface heat balance and air conditioning system was developed to estimate temperature reduction by architectural countermeasures. We also show the effect by phasing in measures for building like rooftop garden and reduction of exhaustion heat from air conditioning system. Investigating systematically, the effect of the combination of the various factors like height of the buildings, water-retentive paving etc., we are to establish information delivery system of effects on the building's heat island countermeasures.

【研究目的及び経過】

政府の「ヒートアイランド対策大綱（ヒートアイランド対策関係府省連絡会議、平成16年3月30日）」、「地球温暖化対策・ヒートアイランド対策モデル地域」について（都市再生本部、2005年4月11日）に見られるように、近年、ヒートアイランド対策が行政課題として取り上げられる機会が増加している。建築物のヒートアイランド対策も重要であることから、どのような対策が気温低下に有効であるかを明らかにする必要がある。

本研究では、大気乱流に加えて建築物の熱収支と空調システムを連成した解析ツール（UCSS）を、建築物に関わるヒートアイランド対策の気温低減効果の検討に適用する。そして、屋上緑化、空調システム排熱の低減などの建築的対策を段階的に導入した場合の効果明らかにし、更に建物高さや保水性舗装などの異なる要因の組み合わせによる影響を系統的に調べ、建築物に関わるヒートアイランド対策効果の情報を提供する。

【研究内容】

本研究の概要を図1に示す。

（1）ヒートアイランド対策効果の定量化モデルの開発

ヒートアイランド対策効果を定量化するため、a.大気乱流モデル、b.建物熱収支モデル、c.空調システム

モデルを構築し、これらを連成して解析するツール（UCSS）を開発する。

a. 大気乱流モデル

浮力効果についてレベル2.5相当のk-モデルを作成し、解析メッシュにおける建物の占有率、効力を組み入れることにより3次元大気乱流モデルを開発する。

レベル2.5・・・メロー・ヤマダは大気境界層モデルレベル1（ゼロ方程式）からレベル4（応力方程式）の4つの階層に分類することを提案した。

b. 建物熱収支モデル

均一な建物配置を想定して、都市キャノピー空間における太陽位置による日陰形成、短波、長波の放射交換、建物壁の非定常熱伝導、室温の時間変動を考慮して、建

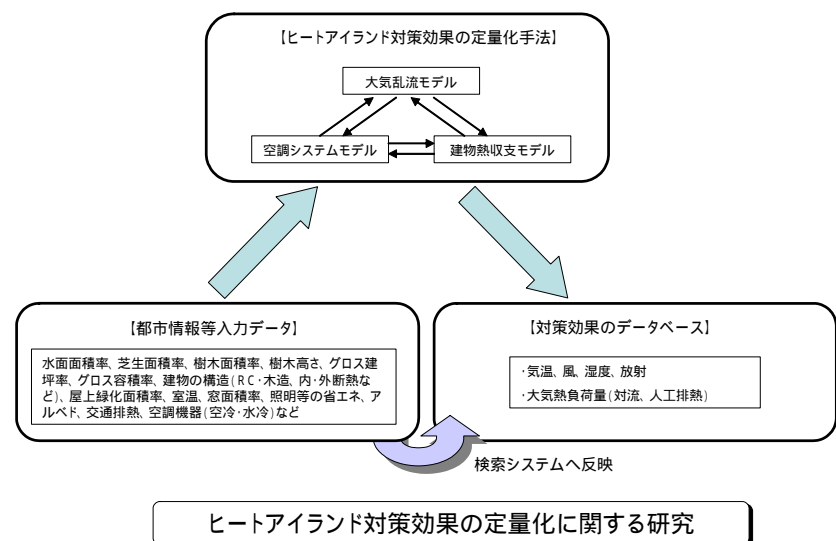


図1 本研究の概要

物熱収支モデルを作成する。

c. 空調システムモデル

空調システムに応じて熱源機器の COP 特性を関数化し建築物の空調負荷の時間変動値から冷房エネルギー消費量を求め、更に空調システム排熱を顕熱潜熱の相違を考慮して予測する。

(2) ヒートアイランド対策効果の定量化およびデータベースの提供

開発モデルをヒートアイランド対策メニューに適用し、対策効果の定量化を行う。操作因子は、芝生面積率、樹木面積率、樹木高さ、グロス建坪率、グロス容積率、屋上緑化面積率、保水性舗装面積率などである。これらの段階的な導入について組み合わせを設定し、気温、風速、対流顕熱、人工排熱などの時間値を算出する。

【研究結果】

(1) 大気乱流に加えて建築物の熱収支と空調システムを連成した解析ツール(UCSS)の開発

UCSS の 3 次元大気乱流モデルにおいて建物関連の要因として、運動方程式における都市キャノピー層関連の付加項、エネルギー輸送方程式における都市キャノピー層関連の付加項、水蒸気輸送方程式における付加項、k、輸送方程式における付加項を組み込んだ。建築部の熱収支では、短波の相互放射、長波長放射、壁体・屋根スラブの非定常熱伝導を考慮し、空調負荷を把握して空調システム解析を実施する。そして、空調システム排熱の顕熱潜熱をキャノピー空間の表面熱収支に伴う発生熱量と合わせて上記付加項として 3 次元大気乱流モデルへ引き渡すことで連成解析を可能とした。

(2) 建築物に関わるヒートアイランド対策効果

数値解析により建築物に関わるヒートアイランド対策効果を検討した。気温低減に効果的な施策は、芝生面積率、水面面積率、壁面緑化面積率である。地表面や建物壁面の高アルベド化は気温を低下させるが照り返しにより体感温度を上昇させることが分かった。また、空調排熱を都市キャノピー内に持ち込むと気温が上昇することから排熱高さに対しても留意する必要がある。芝生面積率、水面面積率、屋上緑化面積率、壁面緑化面積率、屋上高アルベド塗装面積率、空調省エネルギー率は大気熱負荷量(顕熱)の削減に有効であることを定量的に示した。図2は業務地を対象にした解析事例である。空調システムのエネルギー消費、建物の表面温度、地区の気温を連成した解析であり、都市キャノピー全体の熱流束について算出したものである。数値モデルの詳細は参考文献1を参照されたい。

(3) ヒートアイランド対策効果に関わる情報提供

都市情報に対応して解析結果をデータベース化した。事前に 4,625 ケースの計算を実施し線形補間を行うことにより、建物面積率(=グロス建ぺい率)10-50%、建物階数 2-10 階、芝生面積率 0-100% (空地基準)、保水性舗装面積率 0-100% (道路面積基準)、樹木面積率 0-100% (空地基準)を任意に選択可能とした。出力項目は気温や大気熱負荷量などを数値及びグラフで表示する情報提供システムに反映した。この検索システムにより、建築物に関わるヒートアイランド対策を迅速に評価することが可能になる。

【参考文献】

- 1) 「空間平均処理を施した3次元都市キャノピーモデルの開発 -都市建築計画における都市気候予測システムの開発 その2-」足永靖信、ウタンカ、日本建築学会環境系論文集、第586号、pp.45-51、平成16年12月

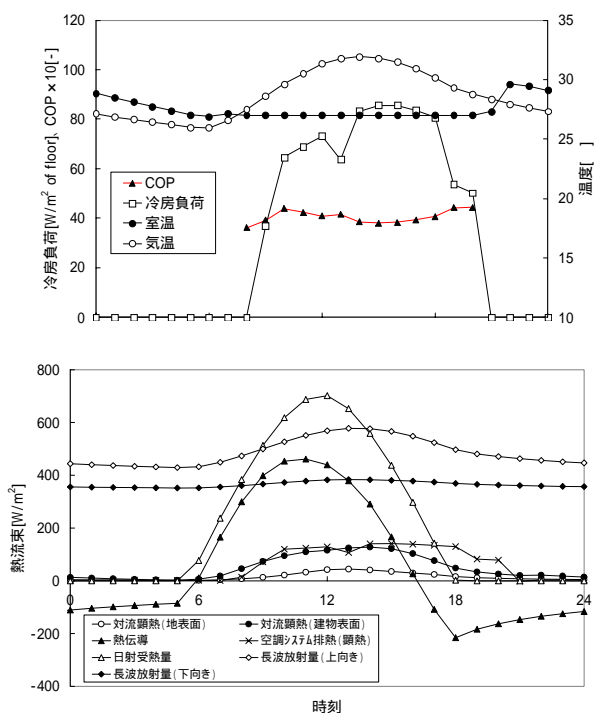


図2 業務地を対象にした解析事例(上図:空調システムの連成、下図:キャノピー全体の熱収支)

グロス建ぺい率 30%, 建物幅 20m, 建物高さ 20m, 人工被覆, ビル用マルチ空調システムの業務地の解析結果を土地面積当たりで表示