

# 積雪被覆が札幌市の冬季ヒートアイランドへ及ぼす影響の評価

森 佳祐・佐藤 友徳（北海道大学環境科学院）

## 1. はじめに

都市化は、地表面をコンクリートやアスファルトで覆うことで、地表面の放射収支、熱収支、水循環を大きく変化させる。気象庁(2011)は、日本の郊外と都市の長期間の気温上昇率を比較した場合、都市化により都市の気温上昇率は郊外よりも大きく、特に冬季の最低気温で差が大きくなることを指摘している。さらに、北日本に位置する札幌市の冬季の日最低気温の上昇率が全国の他の主要都市と比べて大きく、1931年から2010年の期間に1月の気温上昇率は6°C/100年を超えていると報告している。

札幌市のような高緯度に位置する寒冷地の冬季のヒートアイランドは、夏季と比べて日射が小さいことや暖房使用に伴う人工排熱が増加することに加え、積雪被覆により地表面の放射収支、熱収支、水循環が変化するという点で、無積雪の中緯度都市におけるヒートアイランドとは構造が異なる。そのため、寒冷地における都市化による気温への影響を適切に評価する必要がある。しかし、高緯度で積雪地帯に位置する都市の冬のヒートアイランド現象に関する理解

は不十分であり、詳細な解析が求められている。

そこで本研究はストリートキャニオン内の積雪が都市のヒートアイランドにもたらす影響を明らかにすることを目的に、積雪被覆を考慮した都市キャノピーモデルを結合させた領域気象モデルを用いて高解像度の数値実験を行った。

## 2. 手法

本研究では、都市キャノピーモデル(UCM)を結合した The Weather Research and Forecasting (WRF) version 3.2.1を用いた解析を行った。本研究ではUCM(Kusaka et al., 2001)において、都市が積雪した状態を表現するために、UCM内の建物の屋上と道路の地表面アルベド、射出率、蒸発効率、熱伝導率の変更を行った。計算領域については、札幌市を中心に第1領域を25km、第2領域を5km、第3領域を1kmに設定し、解析には第3領域から出力されたデータを用いた(図1a)。土地利用データには、国土数値情報の都市地域土地利用細分メッシュ(平成21年度)による修正

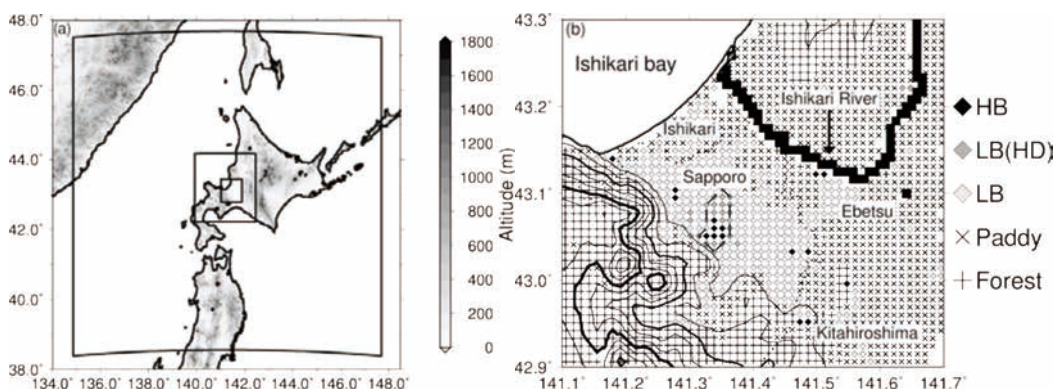


図1 数値実験の設定。(a)数値実験の領域。シェードは標高(m)を示す。(b)札幌市の土地利用。十字は森林、斜め十字は畑や田、薄灰菱は低層建物地域(LB)、濃灰菱は低層建物密集地域(LBHD)、黒菱は高層建物地域(HB)を示す。黒線の等高線は100m、太線は300mの標高を示す。破線は札幌市の中心部を示す。

を行った USGS24 カテゴリーデータを用いた(図 1b)。第 3 領域の積分期間は、2008 年 12 月 24 日から 2009 年 2 月 2 日までである。

### 3. 数値実験の結果

同期間の札幌総合情報センター株式会社が運用しているマルチセンサー(46 地点を使用)の観測気温とモデル出力データの 2m 気温の RMSE は、日平均気温、最低気温、日最高気温で 1.1°C、2.2°C、0.9°Cであった。スピアマンの順位相関係数は日平均気温、最低気温、日最高気温すべて  $p < 0.01$  で、それぞれ 0.68、0.63、0.52 であり、WRF は観測された地上気温分布をおおよそ表現しているといえる。

図 2 は、2009 年 1 月について、積雪を考慮した UCM と考慮していない UCM の月平均気温の差を示している。都市部での日平均気温、最低気温、最高気温の差は、それぞれ 0.2–0.3°C、0.1–0.3°C、0.5–0.6°Cで、積雪は都市の気温を低下させる効果があり、その影響は最低気温より最高気温で大きく見られた。

### 4. 考察

積雪による気温の低下は、1)積雪による地表面アルベドの上昇に伴う地表面の受け取る正味短波放射量の減少と地表面の蒸発効率上昇による潜熱フラックスの上昇による、顕熱フラックスと地中熱流量に使われるエネルギーの減少(図 3)、2)風速の低下による地表面から大気へのエネルギー輸送の減少と温度移流の変化の二つの要因により

発生した。正味短波放射量の減少の寄与が最も大きいため、短波放射量が大きくなる日中に積雪の影響が大きい。風速の変化に伴う温度移流の変化は局所的で最高気温出現時の都市の風下、すなわち都市の東側で顕著に見られた。

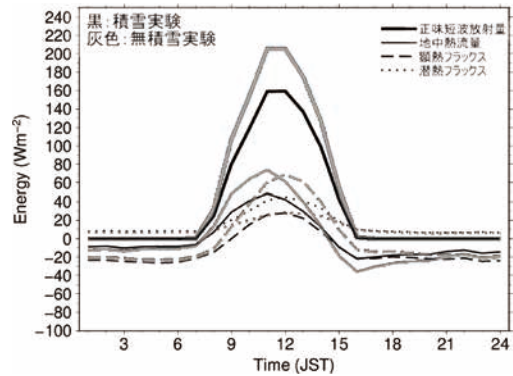


図 3 都市グリッドを平均した 2009 年 1 月のエネルギー収支の月平均値の日変化。黒は積雪実験、灰色は無積雪実験の値。

**謝辞：**本研究は、環境省環境研究総合推進費 S-8-1(2)、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム(RECCA)の支援で実施された。

### 参考文献：

気象庁、2011：ヒートアイランド監視報告(平成 22 年). 43pp.  
Kusaka H., Kondo H., Kikegawa Y., and Kimura F., 2001: A simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: Comparison with multi-layer and slab models. *Boundary-Layer Meteorol.*, 329–58.

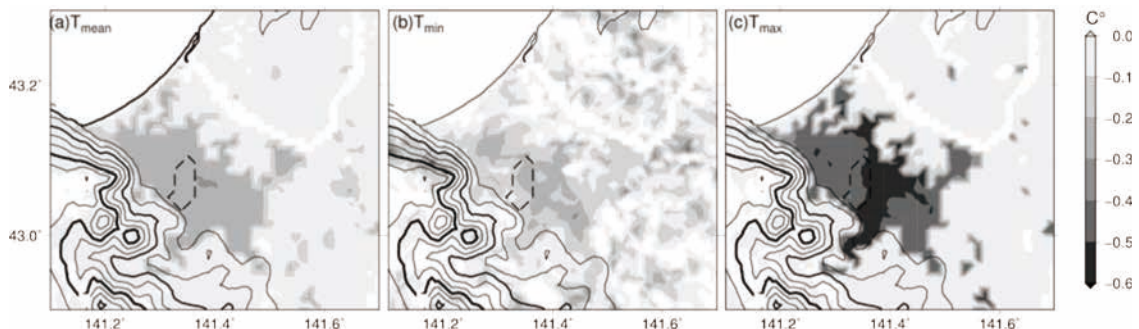


図 2 2009 年 1 月の積雪を考慮した UCM と考慮していない UCM の月平均気温の差。(a)日平均気温、(b)日最低気温、(c)日最高気温。色は気温差を示す。