



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Evaluation of the effect of snow cover on the winter urban heat island in Sapporo city, Japan [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	森, 佳祐
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11982号
Issue Date	2015-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/60085
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Keisuke_Mori_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 森 佳 祐

審査委員	主査	准教授	佐藤 友徳
	副査	教 授	山中 康裕
	副査	教 授	露崎 史朗
	副査	教 授	渡辺 力
	副査	准教授	石川 守
	副査	准教授	日下 博幸

(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

学 位 論 文 題 名

Evaluation of the effect of snow cover on the winter urban heat island in Sapporo city,
Japan

(積雪被覆が札幌市の冬季ヒートアイランドに与える影響の評価)

都市化に伴い自然植生から人工的な物質へと地表面が改変されることにより、地表面のエネルギー収支が変化する。この結果として、都市域が郊外域よりも暖くなる都市ヒートアイランドと呼ばれる気温分布が形成される。都市ヒートアイランドは熱帯から寒冷圏まで世界各地で研究が行われているが、ヒートアイランドと積雪との関係は未解明の点が多い。また、ほとんどの先行研究は観測による事例研究であり、積雪がどのように都市ヒートアイランドに影響を与えるかについて、定量的な検討は行われてこなかった。そこで、本研究は札幌において積雪被覆と都市ヒートアイランドの関係を明らかにすることを目的として、主に数値モデリングによる研究を行った。申請者は、地域気候モデルに結合した都市キャノピーモデルにおいて積雪の効果を導入し、（１）都市ヒートアイランドにおける都市ストリートキャニオン内の積雪被覆の役割の評価、（２）除雪が都市ヒートアイランドに与える影響の評価、（３）都市と郊外の温度差として定義される都市ヒートアイランド強度の積雪被覆に対する感度の評価、の３点について解析を行った。

数値実験は、1km メッシュの格子間隔の WRF モデルを用いて、根雪期間である 1 月について行った。都市ストリートキャニオンにおける積雪被覆の効果をモデル中で表現するために、積雪深と積雪相当水量の関数として建物の屋上と道路のアルベド、射出率、熱伝導率等の物理パラメータを計算するスキームを、都市キャノピーモデルに導入した。さらに、潜熱の効果を反映するために、表面温度の上限値と蒸発効率の下限値を設定した。

まず、本研究で導入した都市キャノピーモデル内の積雪被覆効果を評価するために、都市キャノピー内の積雪を考慮した実験と考慮しない実験を比較した。その結果、都市キャノピー内の積雪被覆は都市域の地上気温を低下させる働きがあることが分かった。気温低下は日最高気温について 0.4~0.6℃、日最低気温について 0.1~0.3℃であり、冷却効果は日中に最も

強いことが分かった。これは、屋根上の積雪による高いアルベドが正味放射を減少させ、顕熱フラックスが低下したことに起因する。さらに、この実験の結果から都市キャノピー内の積雪被覆による冷却効果は、札幌における都市の人工排熱による昇温効果に匹敵する強度であることが示唆された。

都市における積雪分布に影響する局地的な人間活動として、道路の除雪が挙げられる。本研究で導入した都市キャノピー内の積雪深に上限値を設定することで、除雪がヒートアイランドに与える影響を評価することができる。感度実験の結果、上限値を小さくするほど、すなわち除雪が頻繁に行われ都市域の積雪深が小さくなるほど、都市における夜間の地上気温が増加する傾向が見られた。これは、除雪によって地中熱流量が増加することによって説明できた。

最後に、寒冷圏の積雪被覆が都市ヒートアイランド強度に対してどのような働きを持つのかを明らかにするために、モデル中の積雪を都市・郊外に関わらずすべて取り除いた感度実験を行い、現実的な条件の実験と比較した。感度実験では、モデル中の降雪が地表面に到達した瞬間に降雨に変わるとする仮定で行っており、積雪・融雪はモデル中では生じない。この実験から、冬季の積雪被覆は昼夜に関わらず都市よりも郊外の地上気温を強く低下することが分かった。積雪被覆による地上気温の低下は夜間ほど強く起こり、日最低気温時の都市ヒートアイランド強度は 4.0°C 増加した。積雪は正味放射、顕熱フラックス、地中熱流量を減少させるが、その傾向は郊外ほど強くみられたことから、これが観測データにも見られた積雪後の都市ヒートアイランド強化の原因であると考えられる。さらに、郊外が都市よりも積雪深が小さく、効率的に地中熱フラックスを減少させることも、夜間の都市ヒートアイランドの強化に寄与していると考えられる。

本研究は、札幌のみならず世界各地の有積雪都市における都市気候の研究において積雪効果の重要性を指摘するものであり、全球的な気候変動下における都市気候予測の精緻化にも貢献することが期待される。審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。