

氏 名 重田 祥範

授与した学位 博士

専攻分野の名称 理学

学位授与番号 博甲第 4259 号

学位授与の日付 平成 23 年 3 月 25 日

学位授与の要件 自然科学研究科 先端基礎科学専攻

(学位規則第 5 条第 1 項該当)

学位論文の題目 都市ヒートアイランド現象の形成メカニズムに関する観測的研究

論文審査委員 教授 塚本 修 教授 小田 仁 教授 加藤 内藏進

学位論文内容の要旨

本研究は年間を通して晴天日が多く、海風循環がよく発達する岡山県岡山市を対象に 673 日にも及ぶ長期的な都市熱環境の観測 13km×13km の範囲内で実施した。そのうえで、季節別に海風パターンを分類し、岡山市で発生するヒートアイランド現象の時間空間変動を明らかにした。

長期的な都市気温観測をおこなった結果、夜間には、季節を問わず等温線が同心円状に広がる明瞭なヒートアイランド現象が出現した。ヒートアイランド強度は、冬季に最も大きく 5℃ 以上であり、逆に夏季は 3℃ 程度であった。一方、春季から秋季の日中には都市部で郊外よりも 1℃ ほど低温な環境になる「クールアイランド」構造が認められた。

測定された気温から冬日日数や猛暑日日数などの気象統計値を集計した。その結果、都市部と郊外では日数・積算時間数ともに大きく異なり、冬日日数は 2 倍以上、熱帯夜日数では約 5 倍の差が認められた。一方、猛暑日日数は、観測領域の南東部で少なく 0~10 日、一方、観測領域の北部では 30 日以上であった。この差は観測領域の南にある児島湾および瀬戸内海からの海風が冷気として侵入しやすい地理的影響によってもたらされているものと考えられる。

海風パターンの違いにともなう街区内の気温のばらつきや、気温と街区指標の関係を定量的に明らかにするため、商業街区と住宅街区の各 8 か所で長期的な気温観測を実施した。その結果、街区内の気温のばらつきは海風パターンによって、気温と街区指標の関係は季節によってそれぞれ変動することが明らかとなった。街区気温の空間的な分散を表す標準偏差は海風の卓越する日であればすべての季節で海風侵入時に同期して商業街区のみ大きくなり、住宅街区の 2 倍以上に達していた。気温と街区指標の相関分析からは、両街区とも海風侵入に起因する相関係数の時間変化は認められなかった。しかし、空間開放度が小さい場所では夜間の気温低下だけでなく、日中の気温上昇も局所的に抑制されていることが明らかとなった。この現象は、さまざまな土地被覆形態が混在しキャンピー構造を形成する商業街区でより顕著であった。つまり、この 3 次元的空間構造の複雑さのため、地上付近に達する日射量や街区に侵入する海風の風向風速は場所によって大きく異なり、その場の気温を決定づける要因は複雑化すると考えられる。

日中に都市部の気温が郊外よりも低温になるクールアイランド現象の形成メカニズムを解明するため、上空から熱赤外カメラによる都市キャンピー内の表面温度測定を実施した。その結果、表面温度が高い地域は、JR岡山駅の西側(岡山市北区奉還町、富町、寿町)、JR大元駅の西側(岡山市北区下中野、上中野、今)であり 44~47℃ であった。一方、表面温度が低い地域は JR岡山駅の東側であり、その差は 10℃ 近くにも達していた。JR岡山駅の東側は高層建物が密集する地域で、岡山市で最も人間活動が盛んな場所である。しかしながら、表面温度が低いのは建物(コンクリート)の熱容量が大きく、温度が上昇しにくいことや建物による日陰の影響であると予想される。これはクールアイランド現象の主な要因であると考えられ、大変興味深い特徴である。

論文審査結果の要旨

本論文は近年社会的にも注目されている、都市域における高温化現象（ヒートアイランド現象）について、その高温化メカニズムの解明を目指した観測的研究に基づくものである。これまでのヒートアイランド研究は、それぞれの地域での気象台や自治体などの公表観測データを用いたもので、多くても領域で数地点程度であった。しかし、都市およびその周辺での土地利用形態、建築物の構造は一様ではなく都市域内部における詳細なヒートアイランドの構造は知られていなかった。

また、多くの都市域は海岸に近く局地風としての海陸風循環の影響を受ける。特に昼間の海風は冷気移流としての効果が大きく夏季の昼間のヒートアイランド形成に大きな影響を及ぼすと考えられている。そこで年間を通して晴天日が多く、海風循環がよく発達する岡山市を対象に、約50地点に独自で開発した観測機器を設置して673日にも及ぶ長期的な都市熱環境の観測をおこなった。そのうえで、季節・天候別に海風循環のパターンを分類し、岡山市で発生するヒートアイランドの時空間変動を明らかにした。

多点に設置した細密熱環境観測網から、観測地点周辺の土地被覆形態や天空率・アスペクト比など街区構造を表すパラメーターと気温との対応性を検討し、商業街区と住宅街区の違いを明らかにした。高層建築物が多く空間開放度が小さい商業街区では夜間の気温低下だけでなく、日中の気温上昇も局所的に抑制されていることが明らかとなった。また、南からの海風の進入によって、夏季の日中における温度分布にも明瞭な差がみられることを見出した。さらに地上観測と同期した上空からのヘリコプター観測から岡山市全域にわたる温度分布をとらえることに成功した。

以上のように、本論文はこれまでにない詳細な空間スケールでの現地観測を通年観測として実施し、土地被覆形態や建築構造物の違いによって、同一の都市内でも熱環境が異なっており、またそれが季節や昼夜によってどのような変化をするかを明らかにした極めて優秀なもので、博士(理学)の学位に十分値するものと判定する。