

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 泉 岳樹

本論文は、メソスケール気象モデルを中心に、リモートセンシングや GIS(地理情報システム)などを活用することにより、都市での開発に伴う熱環境変化の予測手法を確立し、環境アセスメントに熱環境の視点を取り入れる技術的可能性を明らかにすることを目的とした論文である。

この論文は、6つの章から構成されている。

まず、第1章では、既存の研究がレビューされ、都市気候や都市熱環境の研究の到達点が明らかにされている。

第2章では、本論文で主として用いる研究手法であるメソスケール気象モデル、GIS、並びにリモートセンシングについて述べられている。

第3章は、首都機能移転問題を対象とし、首都機能移転先候補地で新首都の開発が行われた場合に発生するヒートアイランド現象を予測し、移転候補地間での比較が行われている。

具体的には、コロラド州立大学メソスケールモデル(以下、CSU-MM と略する)を用い、全国5つの移転先候補地を対象に移転前と移転後の土地利用に基づいて数値シミュレーションを行い、首都機能移転に伴う気温の変化や風系の変化を予測している。その結果として、(1)どの移転先候補地においても気温の上昇が見込まれ、その大きさは日平均で $0.5^{\circ}\text{C}$ - $1.0^{\circ}\text{C}$ であること、(2)候補地の立地によって影響が異なり、特に臨海部に立地した場合、海風の流入により内陸部にまで広く影響が及ぶこと、などが明らかにされている。

また、首都機能移転先で気温が上昇する原因(地表面被覆改変と人工排熱)の寄与度分析が行われており、(3)日中は地表面被覆改変が気温上昇への寄与が非常に大きいこと、(4)夜間には人工排熱の影響が相対的に大きくなり、候補地によっては、地表面被覆改変の寄与を上回ること、(5)夜間に人工排熱の影響が大きくなるのは、 $0.1\text{K}$ 以上の温位差がみられる到達高度が低くなることが影響しており、夜間の人工排熱を抑制することが、新首都での気温上昇を抑えることに効果的であることが示されている。

第4章では、メソスケール気象モデルに地表面境界条件として入力される地表面パラメータを衛星リモートセンシングや GIS を活用することにより高精度で推定する方法が示されている。

既存研究での地表面パラメータの設定についてレビューが行われ、同じ土地利用でも大きく異なったパラメータ値が設定されていることを確認し、次に、CSU-MM を用いて各地表面パラメータの感度解析を行い、既存研究でみられたパラメータ設定値の違いにより、同じ土地利用でも最大で $2^{\circ}\text{C}$ 近くシミュレーション結果が変化することが明らかにされている。

水平解像度が $18\text{m}$ という高解像度衛星 JERS-1 によるリモートセンシングデータや建物の形状や階高が入力されている東京都都市計画情報システムと GIS を活用し、地表面アルベド

や粗度などの地表面パラメータを推定し、その結果、都市域での地表面アルベドが0.12-0.13、粗度は1m前後であることなどが明らかにされている。特に、地表面アルベドの推定に際しては、(1)高分解能の衛星データからのアルベドの算出、(2)実際の建物形状データから日影の計算、を行い両者の比較を行うことにより、衛星データから算出された都市域のアルベドが、(1)建物による日影の影響を受けること、(2)水平面に落ちる日影が建築物間の多重反射による日射の減衰効果のパラメータになる可能性などが示されている

第5章では、これまで数値シミュレーションによる研究がほとんどみられなかった内陸複雑地形における新都市開発を対象として、開発方法に様々なシナリオを設定した熱環境解析が行われている。

まず、計算グリッドや乱流拡散係数などの設定変更によるメソスケールモデルのチューニングが行われ、内陸複雑地形でのモデルの再現性について確認し、次に、都市の立地、配置、都市規模、及び人間活動の強度などについて様々なシナリオを設定し、シナリオ別の新都市開発が熱環境に与える影響をメソスケールモデルにより予測・評価されている。

その結果、(1)新都市での平均気温の上昇は立地によって異なり、一極集中開発の場合、山麓、丘陵、盆地の順に大きくなること、(2)全体で同規模の開発を行った場合、一極開発と八極分散開発を比較すると、新都市区域内での気温上昇は、八極開発の方が小さいが、周辺地域をあわせた影響は八極開発の方が約2倍も大きくなること、(3)その原因は、新都市の外周長の違いにより八極開発の方が、水平方向へ熱輸送が大きくなるためと考えられること、(4)都市の開発規模の縮小は、新都市での気温上昇を抑えるのに効果的である一方、新都市周辺地域への影響を減少させる効果は小さいこと、(5)人工排熱の削減は、新都市と周辺地域の両方における気温上昇の抑制に効果があり、特に夜間における削減が効果的なこと、などが明らかにされている。

第6章においては、論文全体を通じて得られた知見がまとめられている。

以上から明らかなように、本論文は博士論文に値する研究成果を上げており、よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。