

【学位論文審査の要旨】

本論文は、都市流域において非常に複雑に形成された個々の土地利用による蒸発散量および気温抑制効果の違いに関して、高度な地物データGIS（地理情報システム）を用いて地表面地物要素毎の土地利用および土壌水分量の違いを表現可能な蒸発散モデルを提案し、本モデルの有用性を示すとともに、実際の流域におけるヒートアイランド緩和策をシミュレーション評価したものである。

ヒートアイランド現象は世界の大都市部での喫緊の課題であり、ヒートアイランド緩和策を推進していくためには、行政部局による屋上緑化等のヒートアイランド対策の施策評価を実施する必要がある。気温の抑制に影響する蒸発散量は明らかに土地利用の違いと土壌水分の影響を受けることが知られており、ヒートアイランド緩和策を評価するためにはこれらの土地利用を正確に表現することが重要である。そのため、個々の土地利用状況の改変による気温抑制効果を評価するためには、従来から多用されているグリッド単位の代表土地利用による表現では無く、個々の地物の土地利用改変を表現できるモデルが不可欠である。また、都市河川のピーク流量に影響を与える土地利用毎の浸透面積率は各グリッドの代表土地利用により設定されることが多いが、建物、道路、公園等の地物を個別に表現できず、このグリッド単位の浸透面積率の推定に課題を有している。

以上の背景の下、道路や建物の建設状況など、具体的な都市化の進展状況をできる限り忠実にモデル化することが可能で、屋上緑化等による蒸発散量の変化に伴う気温上昇抑制効果を個々に検証・予測できるシミュレーションモデルが切望されている。

そこで本論文では、都市流域において非常に複雑に形成された、個々の建物、駐車場、道路などの不浸透域、および林地、公園、グラウンドなどの浸透域を正確に表現できる高度な地物データGISを用いて、熱収支を考慮し地表面地物要素毎の土地利用および土壌水分量の違いを表現可能な蒸発散モデルを提案するとともに、東京都内の実流域において地表面地物要素への種々のヒートアイランド緩和策をシミュレーション評価することにより本モデルの適用性・有用性について検討した。

本論文で得られた主要な成果は、以下の通りである。

(1) 都市流域において土地利用を正確に表現できる高度な地物データGISを用いて地表面を浸透地物と不浸透地物に分類し、熱収支を考慮して、浸透特性と土壌水分量の違いを表現可能な蒸発散モデル(Tokyo EvapoTranspiration Model : 以下、「TETモデル」という)を構築した。本モデルは、特に浸透域に対しては地表面地物要素毎の土地利用の違いおよび土壌水分量の状態を考慮し、バルク式による熱収支式を用いて潜熱・顕熱を算定できるモデルとした。本モデルを高度に都市化の進展した神田川上流域(約11.5km²)に適用して気温および土地利用の違いが地表面地物要素毎の蒸発散量および地物表面温度の空間分布に及ぼす影響について評価した。その結果、本モデルにより地表面地物要素毎の土地利用の違いによる地表面温度および蒸発散量を適切に表現可能であることを確認し、TETモデルの土地利用改変による気温抑制効果に対する評価への有用性を示した。

(2) 神田川上流域において建物の屋上緑化および道路の保水性舗装化のヒートアイランド緩和策を実施したシナリオを想定し、土地利用種別の改変に伴う個々の地表面地物要素および流域全体の地表面温度変化を算定することにより、これらのヒートアイランド緩和策をシミュレーション評価した。その結果、各ヒートアイランド緩和策に対する地表面温度の空間分布を具体的に示すとともに、流域全体の気温抑制効果を定量的に評価した。これより、様々なシナリオ想定に基づく個別地物に対するヒートアイランド緩和策の気温抑制効果をシミュレーション評価できることが確認でき、本蒸発散モデルの有用性を示した。

(3) 神田川上流域において構築した高度な地物データGISを活用することにより、10mグリッドデータの10万以上の個々のグリッドに対し正確に浸透面積率を算定するとともに、今回初めて17の土地利用区分に対する浸透面積率を具体的に提示した。また、土地利用区分毎の浸透面積率の度数分布特性および空間分布特性を明らかにした。この土地利用区分毎の浸透面積率を従前の浸透面積率の設定値と比較・検討した結果、各土地利用区分には実際には多くの土地利用種別が混在していることを示し、グリッド単位で表現される代表土地利用に基づく浸透面積率の不確実性を評価した。

以上要するに、本論文は、都市流域の高度な地物データGISを用いて、建物、林地、裸地、水域など実際の土地利用の違いによる蒸発散量および地表面温度を算定し、土地利用改変による流域全体のヒートアイランド抑制効果を地物要素毎に評価できる蒸発散モデルを構築したものであり、都市水文分野における貢献は極めて大きい。

よって、本論文は、博士（工学）の学位を授与するに十分な価値を有するものと認められる。