

多摩地域における緑被分布の抽出と環境軸の形成に関する基礎的研究*

Fundamental Study on For Extraction of Green Spaces and Formation of Environmental Axis in Tama Area*

加藤哲**・宮下清栄***・岩下篤****

By Satoshi KATOH **・Kiyoe MIYASHITA ***・Atsushi IWASHITA ****

1. はじめに

大都市圏における環境問題としてヒートアイランド現象と生物多様性の確保が挙げられている。大都市圏郊外部は急速な都市化により農地や山林が市街化された結果、多くの緑や水などの自然環境が破壊され生活を脅かすような事態にもなっている。そこで、ヒートアイランドの緩和効果や生物多様性の確保に対しては、都市内の緑地を再生させていくことが重要であり、東京都では道路や河川等の都市施設のみでは成しえない厚みと広がりを持ったみどりの環境軸という指針を示している。

以上のことより、本研究では両者の課題解決に向けて重要な要素となる緑地に着目し、人工衛星データを用いて緑地分布図の作成を行った。また、熱データと抽出した緑地、みどり率データにおけるみどりの集塊度、さらには土地利用現況との関係性を分析し、都市計画道路が新たな環境軸となるための検討を行った。

2. 研究方法

本研究では特性の異なる2つの人工衛星画像データ (ALOS, LANDSAT) を用いて緑地の分布特性や質の分析を行い、更に熱データとの関連性を考察し、郊外地域の緑地の分布特性を把握する。

次に、緑の環境軸として再生可能性を検討するため、東京都のみどり率データと都市計画道路を基に整備方針と環境軸としての厚みを考察した。本研究では都市化が顕著な地域として多摩地域 (小金井市・武蔵野市・三鷹市・調布市・府中市・国分寺市) を選定して分析を行った。

*キーワード: リモートセンシング, GIS, 都市緑地

**学生員, 工学研究科建設工学専攻

(東京都小金井市梶野町3-7-2, TEL 042-387-7523, E-mail: satoshi.kato.2i@gs-eng.hosei.ac.jp)

***正員, 工博, 法政大学デザイン工学部都市環境

デザイン工学科 (東京都小金井市梶野町3-7-2, TEL 042-387-6285, E-mail: miyashita@hosei.ac.jp)

****正員, 工修, (株)パスコ (東京都目黒区東山1-1-2, 東山ビル, TEL 03-5722-7600, FAX 03-5722-7601)

表-1 ヒートアイランドの特性から見た土地被覆

| 表示 | 土地被覆分類項目 | 特性 | 効果 |
|------|----------|--|----|
| 木本 | 常用樹林 | 植生の蒸散・緑陰の作用(通年) 放射冷却起きにくい | |
| | 落葉樹林 | 植生の蒸散・緑陰の作用(一定の季節) 落葉時、放射冷却起きやすい | |
| 草本 | 草地 | 木本に比べ蒸散量少ない 夜間の放射冷却大 | |
| | 畑 | 木本に比べ蒸散量少ない 夜間の放射冷却大 植生ない期間は裸地 | |
| | 田 | 木本に比べ蒸散量少ない 夜間の放射冷却大 植生ない期間は裸地 | |
| 不透水地 | 道路 | アスファルト道路は日射蓄熱量大 自動車からの排熱 | × |
| | 鉄道 | 鉄道敷は日射蓄熱量大 鉄道車両からの排熱 | × |
| | 低層建物 | 熱容量の比較的小さい建材が多く使われ、 日射の蓄熱コンクリートより少ない | × |
| | 中高層建物 | 熱容量の大きな建材が使われ、日射の蓄熱が大きく、 夜間も表面温度が下がりにくい エネルギー消費が排熱の原因となる | × |
| | その他 | コンクリート、アスファルトは日射蓄熱量が大きい | × |
| 裸地 | 裸地 | 人口排熱なし 植生の有する気候緩和効果なし | |
| 水辺 | 湿地 | 蒸発及び植生の蒸散による作用 | |
| | 水辺 | 蒸発による作用 | |

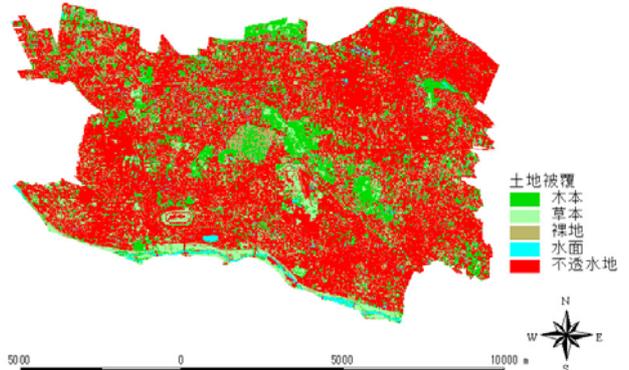


図-1 教師付分類による土地被覆分類図

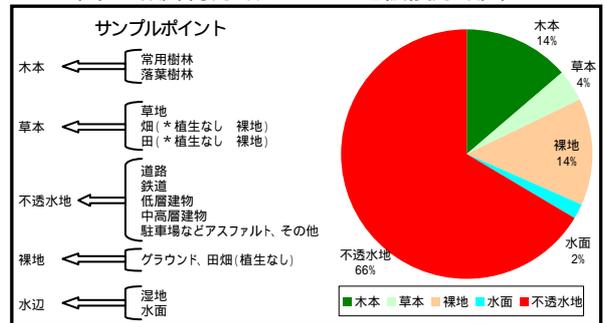


図-2 教師付分類による割合

3. 分析結果

(1) 土地被覆分類と正規化植生指数 (NDVI (A) 式) による緑地の抽出

$$NDVI = \frac{band\ 4 - band\ 3}{band\ 4 + band\ 3} \quad (A)$$

緑地などの自然環境を把握するには土地利用よりも土地被覆が重要になり、特に水面や緑地などの蒸発散面積を把握する必要がある。そこで、分解能が高いALOSデータを用い、教師付き分類と正規化植生指数NDVI)により判別し、緑地分布図を作成した。教師付き分類では、ヒートアイランドの見地から見た土地被覆の特性を活かした分類をした。大きく分け【木本・草本・裸地・水辺・不透水地】とした(表1参照)。木本・水辺では、水分の蒸発散効果により緩和効果を有しており、草本は木本に比べ緩和効果は少ないが夜間は放射冷却効果が大きい。裸地は、ヒートアイランドの緩和効果を有していないが、人工排熱もない。一方で、道路や建物など人工構造物で覆われている不透水地では、日射蓄熱量が大きく、またエネルギー消費による人工排熱なども活発になっている。教師付き分類の結果を図-1に示す。不透水地が63%を占め、植生を示す木本・草本の割合は17%となった(図-2参照)。

NDVIによる緑地の抽出では、植生の持つ波長域の特性を活かし緑被地と非緑被地に分けた。本研究では近赤外のバンド(band4)と可視光赤バンド(band3)のデータの比演算により算定した。また、植生と区別する閾値は植生のあるポイントの最小値と無いポイントの最大値の中央値をとり-0.11とした(図-4参照)。緑被地の抽出結果は、図-5に示す。NDVIによって抽出された緑被地の割合は24%であった。東京都のみどり率データは32%を示していることから、教師付分類よりNDVIを用いた方が住宅地内や街路などのわずかな緑でも抽出できることが出来、精度が高いことが判明した。

(2) 緑地と地表面温度の関係性

都市の進展が地表面温度に影響を与えるということが示唆されている。また、都市化の違いなど、緑の量と地表面温度の関係性を把握することも必要であると考えられる。人工衛星画像を用いて熱環境マップを作成するにあたって、熱赤外域の波長帯を持つLANDSAT/TM ETM+を用いた。画像データより得た輝度値を基に、摂氏温度への変換式は(B)を用いた。ただし、本研究では土地被覆による温度差を考察することを目的とする

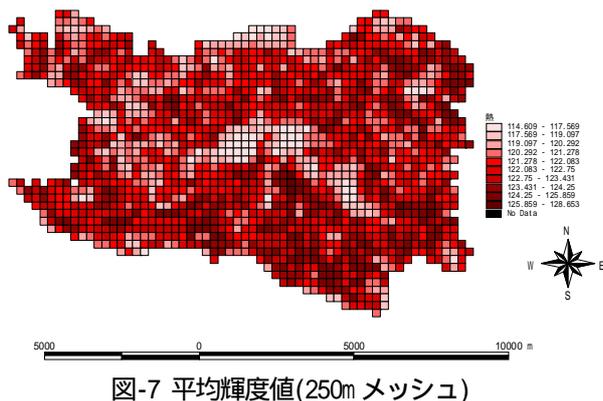


図-7 平均輝度値(250m メッシュ)

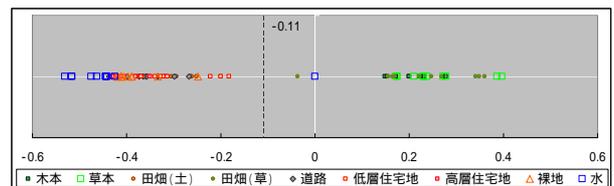


図-4 NDVI 値による閾値の設定

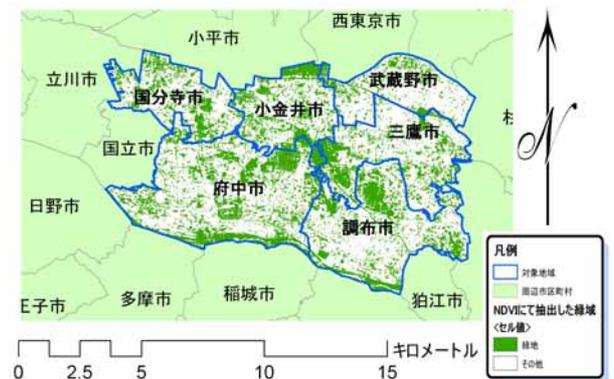


図-5 NDVI によって抽出した緑地

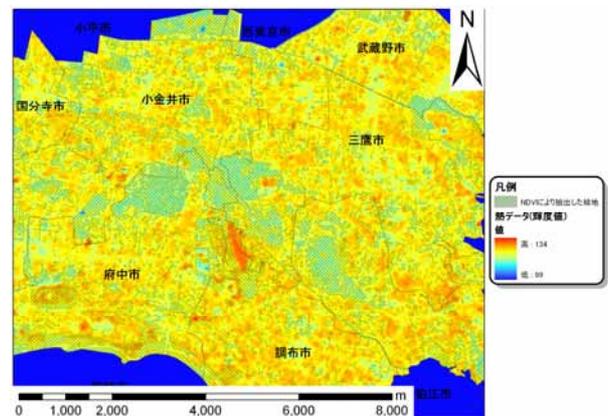


図-6 熱環境と緑地分布図

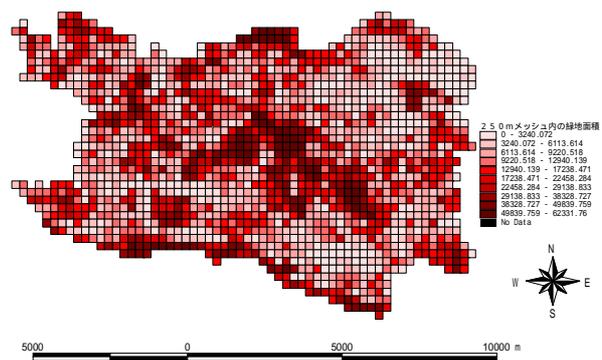


図-8 緑地面積(250m メッシュ)

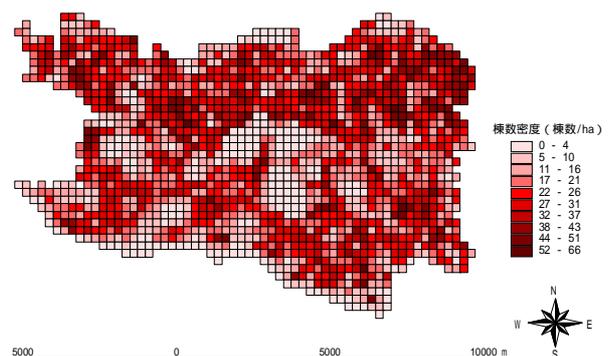


図-9 棟数密度(250m メッシュ)

ため輝度値による考察を行った。

$$T=0.4133 \times \text{輝度値(Band6のDN値)} - 33.21 \quad (B)$$

当然であるが、緑地で覆われた土地被覆の場所では周辺に比べ温度が低くなっているのが確認できる(図-6参照)。一方で、市街地など温度が高い地区も明瞭に把握でき特に対象地域では中心部に存在する調布飛行場が高温域を形成している。これは滑走路が広範囲にコンクリートで覆われている為、熱の蓄熱量が大きくなっているためであると考えられる。また、緑地面積が大きいほど低い値が目立ち、緑地の大きさによって低下させているということが分かる。また、緑地が少ないところでも熱の値が高くなっていない地域を確認することができた。値の低くなっている地域は、三鷹駅周辺や吉祥寺駅周辺になっており市街地再開発事業によってオープンスペースが多くある地域なのではないかと考えられる。

(3) 各緑地データと温度変化

緑地面積の割合は東京都の公表しているみどり率データが一番多く、次に NDVI, 教師付き分類の順となった。これは調査精度の違いに依存しているものと考えられる。

熱データと緑地及び棟数密度等との関係を把握するために、町丁目及びメッシュデータ化を行った。両指標とも緑地と輝度値には明らかな負の相関性がみられ、棟数密度とは正の相関性が見られた(図-7, 図-8, 図-9 参照)。

(4) 主要幹線道路の環境軸としての有効性

みどり豊かな都市空間のネットワークとして道路の整備事業は重要である。東京都では環境軸ガイドラインとして道路等の都市施設のみでは成しえない厚みと広がりをもったみどり空間の創造を目指している。道路のみどりは、大気浄化などの効果により、快適な沿道環境の創出に重要な役割を担っている。環境軸が重要な役割を果たしていくものと考え、継続的な取り組みを図っている。主要幹線道路沿いの緑地と熱の関係性について図-10 に示す。幹線道路沿いの緑地を抽出すると、特に五日市街道、東八道路、甲州街道付近の緑地が抽出されていることが確認できた。主要幹線道路と熱データとを重ねることにより、緑地を抽出することが出来た主要幹線道路沿いは周辺に比べ輝度値が低くなっていた。輝度値が 122 未満の地点のみ表示すると、東八道路や甲州街道、五日市街道沿いなどに沿って輝度値が低く分布していることがわかる。この結果より、都市計画道路等の整備において緑地帯や街路樹を積極的に整備することにより、環境軸となり得ることが示唆された。

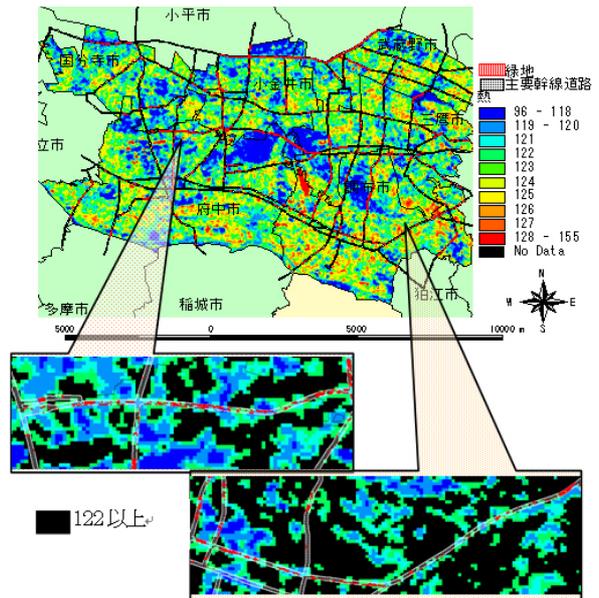


図-10 輝度値と幹線道路沿いの緑地

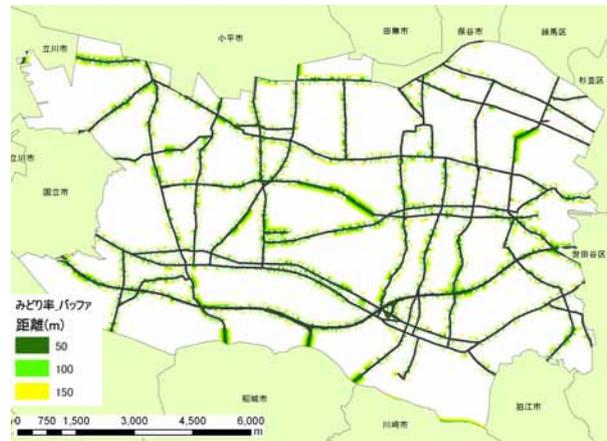


図-11 幹線道路沿いの緑地

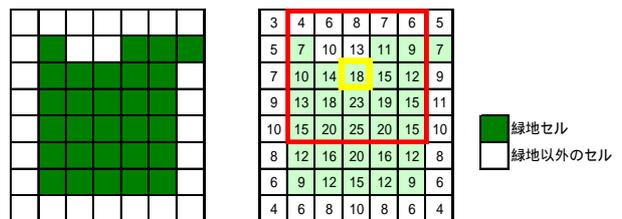


図-12 集塊度の算出方法

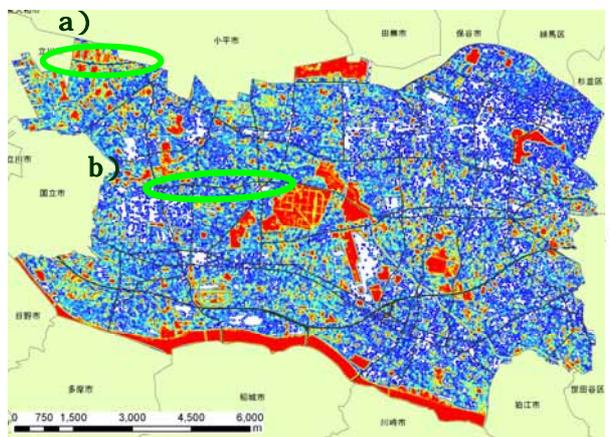


図-13 みどりの集塊性図

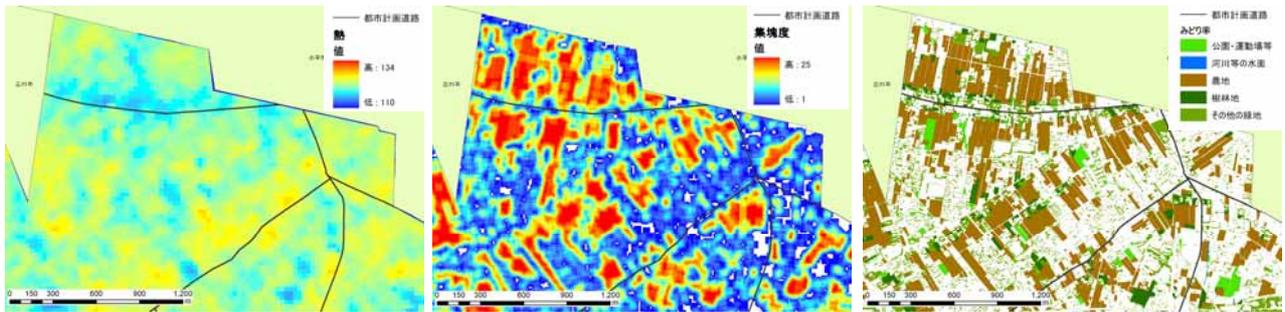


図-14 五日市街道周辺(左：輝度値，中央：集塊度，右：みどり率)

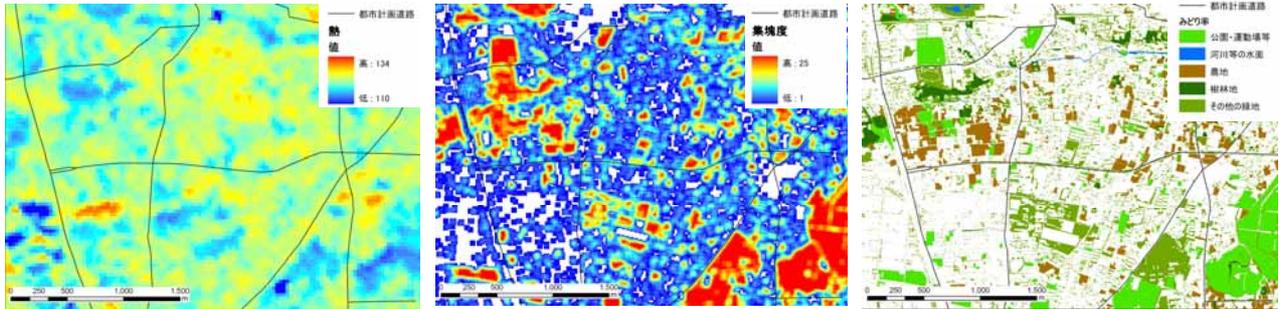


図-15 東八道路周辺(左：輝度値，中央：集塊度，右：みどり率)

(5) 緑地の集塊度及び土地利用と輝度値の関係性

ALOS から抽出した緑地データとみどり率データを比較したところ，ALOS のデータでは農地，住宅地における微小な緑地を抽出できていなかったことから，以下の分析においてはみどり率データを使用することとする。

まず，幹線道路から 50m 毎にバッファを発生させ，幹線道路における緑の連続性を把握した。また，メッシュサイズ 10m 解析範囲 5×5 で集塊度(図-12 参照)を算出してみどりの集塊性を分析し，考察を行った。集塊性の分析結果については図-13 に示す。

五日市街道，東八道路，府中街道付近の緑地の集塊性が高いことが分かる。五日市街道沿いには玉川上水があることから，緑地の連続性が高いと考えられる。加えて，東八道路は環境軸モデルとして整備を完了していることから，周囲の農地や公園と一体化した整備により，連続性が高い結果となっている。

a) 五日市街道周辺(図-14 参照)

図-14 に示した区間では玉川上水から分岐しており道路上に植栽はないが，沿道の農地が温度の低減効果，緑地の厚みに効果的に作用していることが分かる。住宅地の緑地を増加させることで，さらに一体感を持ったネットワークを形成できると思われる。

b) 東八道路周辺(図-15 参照)

この区間では集塊度はさほど高い値となっていないが，周辺より低温の領域が道路上に広がっていることがわかる。この道路には他の道路に比べてはるかに樹齢の高い木が連続的に植栽されており，このことが都市空間におけるみどりのネットワークとして有効に機能しているものと思われる。

4. おわりに

2 種類の人工衛星データを用いることにより緑地と熱の関連性を把握することが可能となった。また，LANDSAT データより精度の良い ALOS データを用いて教師付分類と NDVI により判別した結果，NDVI を用いた場合の方が本研究における緑地の抽出では精度が高かった。また，町丁目及び 250m メッシュにおいて熱と棟数密度，緑地面積それぞれを比較し前者では正の相関，後者では負の相関を確認することができた。

さらに，幹線道路上の緑地と熱の関係性に注目することにより，大規模公園や玉川上水沿線に限らず，緑地帯などを有する幹線道路がヒートアイランドの緩和に有効に機能していることが明らかとなった。

本研究で用いた集塊度の概念では，みどりのネットワークや風の通りみちとしての有効性を評価するには不十分であるため，今後新たな評価方法の検討が必要である。

参考文献

- 1) 中山康孝，成田健一：「リモートセンシングによる緑被面積率を用いた行政区画別環境評価」環境情報科学論文集，No.16，pp.193-198,2002.
- 2) 鳴海大典，吉田篤正，鍋島美奈子，竹林英樹：「住宅地内に近接する裸地/芝生地の熱環境評価」環境情報科学論文集，No.20，pp.1-6,2006.
- 3) 重田祥範，大橋唯太：「中規模都市における大気熱環境の広域的な細密調査」環境情報科学論文集，No.20，pp.7-12,2006.
- 4) 小林優介，石川幹子「細密メッシュを用いた森林の集塊性の分析手法に関する研究」都市計画論文集，pp.619-624,2003.