【土木計画学研究・講演集 №19(2) 1996年11月】

ランドサットデータによるＮＶＩを利用したオープンスペースの地表面温度の分析*

Analysis of Land Surface Temperature in Open Space Using ＮＶＩ by Landsat Data

西村 昂**・山本 勝彦***・大杉 朗隆****
By Takashi NISHIMURA, Katsuhiko YAMAMOTO, Akitaka OSUGI

1. はじめに

都市部の局地的な温度上昇、いわゆるヒートアイランド現象は、様々な居住環境条件の悪化とともに、地球温暖化の要因となるなど、その問題は深刻化しつつある。その軽減策として、都市域にオープンスペース(緑地、空地、水面等)を増やすことが有効であると考えられるが、その効果は定量的に十分把握されるには至っていない。前報[1)]では、ランドサットデータ(LANDSAT/TM BAND6(熱バンド))を用いて、地表面温度の面からオープンスペースの特性を分析し、オープンスペースの効果について考察したが、本稿では熱バンド以外のデータを用い、別の指標(NVI:植物活性量を表す指標)を用いて、オープンスペースの効果について考察することにした。

2.分析方法

(1)分析項目

本研究では、①地上の気温と、ランドサットにより得られる指標(NVI)との相関関係、②細密数値情報による土地利用分類毎の指標(NVI)の関係、③オープンスペースの形態、住宅地区特性と指標(NVI)との関係、等を分析対象項目として取り上げた。

(2)使用データの概要

(a)NVI(植物活性量指標)

前報では、LANDSAT/TM BAND6(熱バンド)を用いて地表面温度を分析することにより、都市熱環境を評価し、オープンスペースの効果について分析した。LANDSAT/TMには、観測できる波長帯が異なる7つのバンドがあり、同地点を観測しても、それぞれのバンドの特性に応じて異なる値を返してくる。BAND6は地上の温度分布を観測するのに適しているが、他のバンドの精度(地上分解能)が30mなのに対して、このバンド6のみ精度が120mであり、もし他のバンド値、もしくはそれらの組み合わせによって得られる値で熱環境をとらえることができるならば、これまでより高い精度で解析を行うことが可能となる。

Nemaniら[2)]は、植物活性量(緑地量)をNDVI(Normalized Difference Vegetation Index)という指標を用いて表すことを提案した。このNDVIは、森林繁茂の状況を評価するために求められた指標のことである。これは、人工衛星の可視域及び近赤外のデータが、植生の特性をよく表すことから考えられたものであり、これを式で示すと以下のようである。

$$NDVI = \frac{BAND4 - BAND3}{BAND4 + BAND3}$$

$$(-1 < NDVI < 1)$$

なおNDVIについては、これをさらに縮めてNVIとしている論文[3)]もあり、本稿でもNVIと呼ぶこととする。またNVIに用いるLANDSAT/TM BAND3,4はそれぞれ表-1に示す性質があり、その値は、国土地理院の2万5千分の1の地図との整合性を図るためにデータ補正

表－1 BAND3, 4の性質[4)]

BAND3(波長0.63～0.69μm) 人間の目で赤に見える波長帯。植物域は濃くはっきり見える。植物活性の度合を示すクロロフィルに吸収される。
BAND4(波長0.76～0.90μm) 近赤外域の波長帯で観測されたもの。植物からの放射をよくとらえるので、植物量の調査に適している。

*キーワーズ:リモートセンシング, 公園・緑地

**正員、工博、大阪市立大学工学部土木工学科
〒558 大阪市住吉区杉本3-3-138 TEL/FAX06-605-2731
***大阪府公害監視センター
〒537 大阪市東成区中道1-3-62 TEL06-972-7666 FAX06-972-7665
****正員、大阪市下水道局建設部処理場課設計係
〒530 大阪市北区梅田1-2-2-700 TEL06-208-9832 FAX06-343-2531

を行い南北方向は24.6m、東西方向は28.0mを一画素（1ピクセル）としたものを用いた。また本研究で用いたランドサットのデータはいずれも、北緯34度5分0秒～15分0秒、東経135度0分0秒～52分30秒（画素数：東西2800×南北4000）の範囲にあり、京阪神地区全域がほぼ収まっている。本研究では、比較的観測状態が良く、さらに季節などを考慮して、表－2に示す3つのデータを用いた。

ランドサットデータの欠点としては、①同じ地上位置では16日に1回しか観測できない、②雲があると観測不能である、等が挙げられる。

表-2 本研究で利用したランドサットデータ

記号	年月日	時刻
L1(D)	1987年 6月27日	午前10時00分
L3(D)	1991年 3月18日	午前 9時56分
L4(D)	1992年 4月21日	午前 9時59分

（b）土地利用分類データ

本研究では土地利用状況を把握するために、国土地理院作成の細密数値情報データを用いた。

これは、都市計画基図を縮小して作った縮尺1万分の1の地図と、カラー空中写真を用いて作成されており、都市域を詳細に区分するための土地利用分類が行われている。10mメッシュでデータが与えられているが、本研究では、これをランドサットデータと同様の形に補正したデータを用いる。データ範囲はランドサットデータと同様である。土地利用分類項目を表－3に示す。但し、表中の元々調査が行われていない17～19の区分は本分析の対象から除いた。

表－3 土地利用分類項目（国土地理院）

コード	分類区分	コード	分類区分
1	山林・荒れ地	10	商業・業務用地
2	田	11	道路用地
3	畑・その他の用地	12	公園・緑地等
4	造成中地	13	その他の公共公益施設用地
5	空地	14	河川・湖沼等
6	工業用地	15	その他（防衛、皇室）
7	一般低層住宅	16	海
8	密集低層住宅	17	対象地域分
9	中・高層住宅地	19	データなし

（18 は土地利用データなし）

（c） 地上気温データ

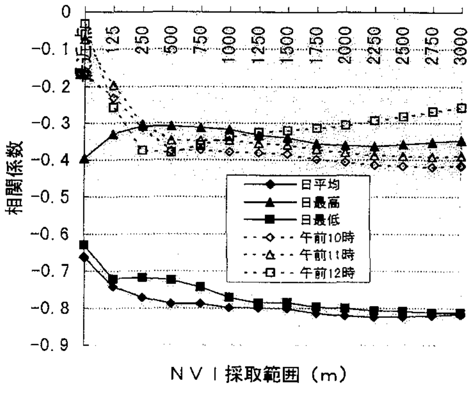
大阪府内の公害監視局の中で、気温を観測している局等（41局）のデータを用いる。気温は、毎日1時間毎に自動測定されている。

3. 地上気温データとNVIとの関連

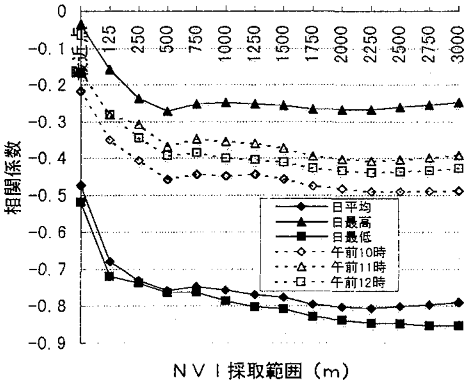
図－1,2,3は、大阪府内の公害監視局の中で、気温を観測している局を中心点とし、局の最近点、および局を中心とした一辺125m,250m～3000m（250m間隔）の正方形の範囲内の全画素のNVIの平均と、それぞれランドサットデータと同じ年月日における、各局で観測された地上気温（午前10時、11時、12時、日平均、日最高、日最低気温）との相関係数を、データ採取範囲を横軸にとって示したグラフである。またこれ以降、例えば「1辺125mの正方形の範囲」を単に「採取範囲125m」と呼ぶ。なおサンプル数は合計n=41（局の数）である。

図－1,2,3をみると、ここで取り上げた各気温とNVIとの間には、NVIが植物量を表す指標であることから一般に負の相関があるが、とくにNVIと日平均、日最低気温との負の相関が高く、いずれも採取範囲500mを越えると、相関係数R=0.70以上の値をとっている。季節ごとに比較しても、この三つのデータではほぼ同程度の相関を持っている。ヒートアイランド現象は、主に日最低気温の上昇で顕著に観測される[5]ことから、NVIはヒートアイランド現象を分析するのに、適当な指標の1つになると考えられる。

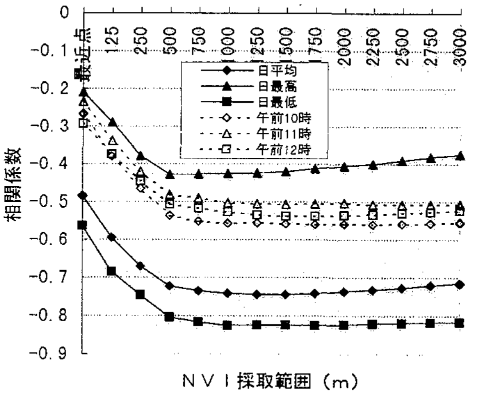
また、前報の地表面温度と地上気温との相関係数の



図－1 NVI採取範囲と相関係数(1992.4.21)



図－2 NVI採取範囲と相関係数(1991.3.18)



図－3 NVI採取範囲と相関係数(1987.6.27)

絶対値に比較して、こちらの相関係数の絶対値の方が高いことから、より高い精度で都市熱環境が把握できると考えられる。本稿では、これ以降このNVIを用いてオープンスペースの解析を進めていく。また表—4には、各年毎に採取範囲500mのNVIと、日平均気温との関係式を示した。これらの式は、NVIが大きくなると（緑量が増えると）気温が低下することを示しており、これまでの知見とも合い、以降の解析で日平均気温差の目安を出す時に用いる。

表－4 NVI(採取範囲500m)と日平均気温との関係式

年月日	相関式	相関係数
1987. 6. 27	y=- 6. 72x+25. 51	R=0. 72
1991. 3. 18	y=-10. 07x+ 7. 86	R=0. 76
1992. 4. 21	y=- 9. 08x+17. 53	R=0. 79

y：日平均気温　x：NVIの平均値

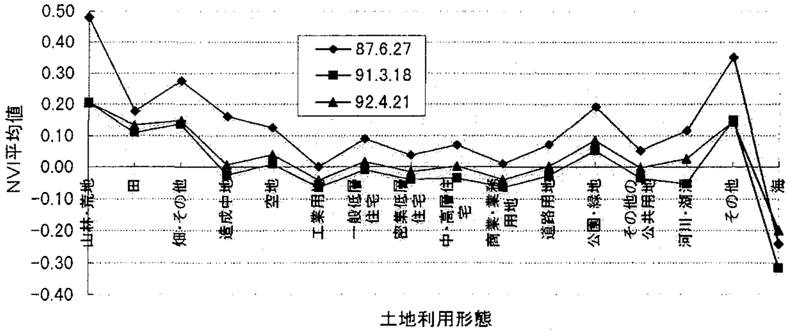
4. 土地利用分類毎のNVI

図－4は、今回用いたランドサットデータの範囲内での、土地利用分類毎のNVI平均を示したものである。これより細密数値情報に基づく、各土地利用分類毎のNVIの概略の傾向を見てみると、いずれの季節でも、公園・緑地のNVIは、都市的土地利用地域のNVIより低いことがわかり、その差は、これを表-3の式で換算すると、日平均気温にして約0.6～1.3℃となり、夏期がより顕著であると考えられる。

5. 地表面被覆とNVIとの関連

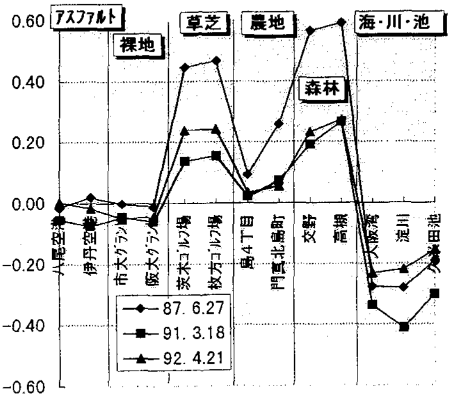
図－5は、地表面被覆種別毎のNVIの違いを見るため、アスファルト、裸地、草芝、農地、森林、水面について2～3カ所の地点（広い単一の地表面被覆）を選び出し、各年度毎にNVIの平均を調べたものである。

この図から、ｱｽﾌｧﾙﾄ、裸地は、農地、草芝、森林よりNVIが低く、日平均気温に換算して0.3～4.1℃高い値を示した。またこの差を季節で比較すると、1987.6.27



図－4 大阪府域における土地利用分類別NVIの平均値

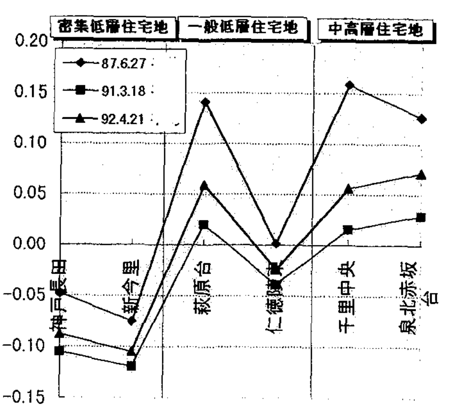
で最も顕著であった。さらに、4, 3月では、農地、森林は、ほぼ同様のNVIを示すが、6月ではこれがより大きくなり、気温緩和効果が大きくなることが推察できる。また草芝については、6, 4, 3月の順でより大きな気温緩和効果が期待できると推察できる。



図—5 地表面被覆とNVI

6. 住宅地区のNVIの比較

住宅地で土地利用状況の異なる地区のNVIの違いを見るため、公園・緑地がほとんどない密集低層住宅地区として神戸市長田、生野区新今里、一般低層住宅地区として川西市萩原台、仁徳天皇陵東地区、そして公園・緑地が多い中高層住宅地区として千里中央、泉北赤坂台を選び、NVIの平均値を調べた。図－6には地区別のNVIの平均を示す。



図—6 各住宅地区のNVIの平均

低層住宅地の2つで大きな差が出たが、概ね密集低層住宅地、一般低層住宅地、中高層住宅地の順にNVIが高くなり、この差を日平均気温に換算すると、夏のデータ(1987.6.27)でも、春のデータ(1992.4.21)でも約1.6℃の差が見られた。

8. まとめと今後の課題

以下には、本研究により得られた主な知見を示す。

(1)NVIと気温の関係

日平均、日最低気温とNVIとの関係は、NVIのデータ採取範囲を500m以上に広げると高い負の相関関係が見られた。

(2)土地利用分類とNVIの関係

住宅、商業、工業用地等の都市的土地利用のNVIは公園・緑地、農地、森林等のNVIより低く、これは緑量が少なく日平均気温が高いことを示す。

(3)地表面被覆とNVIとの関係

アスファルト、裸地、農地、草芝、森林の順にNVIが高くなる。また森林、草芝、農地の被覆状態が季節によって異なるため、NVIも季節により異なり、季節毎に緑地の気温緩和効果の違いを知ることができた。

(4)住宅地区特性とNVIとの関係

住宅地では概ね、密集低層住宅地、一般低層住宅地、中高層住宅地の順にNVIが高くなり、空地率(緑量)が関係していると推定される。

以上のように、土地利用とNVIには密接な関係があり、これより気温の差や自然的土地利用の温度緩和効果などの定量的把握が可能となるものと考えられる。NVIと気温の関係については、その適用方法について、さらに検討する必要がある。

参考文献

1) 西村、山本、大杉、ランドサットデータを利用したオープンスペースの表面温度の分析、土木計画学研究・講演集18(2),1995年12月

2) R.R.Nemami and S.W.Running 「Estimation of Regional Surface Resistance to Evapotranspiration from NDVI and Thermal-IR AVHRR Data」 J.Appl.Meteo.28 1989

3) 例えば、佐俣満夫、都市での植生指標を用いたヒートアイランド現象解析のためのNVIモデル、横浜市環境科学研究所報第18号、1994年

4) 宇宙開発事業団地球観測センター、地球観測データ利用ハンドブック、(財)リモート・センシング技術センター、1990年改訂版

5) 斎藤武雄、地球と都市の温暖化、森北出版、1992