

ランドサット・データによる道路周辺地域の環境変化の計測について*

On the Survey of Natural Environment Changes around Road
by Using LANDSAT-DATA*

岡 昭二**

By Shoji OKA**

1. はじめに

「持続可能な開発」の理念は、すでに都市開発と交通計画の政策課題としても定着しつつある。この「持続可能な開発」の理念は、環境と経済の両立を地球上のすべてのところで達成しようとするものであると考えることができる。

そして、従来の交通政策としての混雑解消、高速化、事故対策、環境対策などと比較して、新しい政策課題は交通計画の課題および方法をどのように変えるかについての議論がなされ、その具体的方法論と評価基準を検討しているのが現状であろう。

その一つは、新しい政策課題のための交通計画プロセスにおける評価手法または分析手法を明確にしなければならないとの指摘である¹⁾。岡・宮城は、この問題に対して環境を考慮したモデル分析の考えを「サステイナビリティな都市交通モデルの基本的枠組みについて」²⁾および「持続可能な地域経済成長モデル」³⁾において検討してきた。

現在まで、交通によってもたらされる環境インパクトは大気汚染・騒音・振動による健康被害問題としてか、自動車の排出ガス問題として検討され、環境対策が実施されてきている。しかし、この環境対策で対象としている環境インパクトは、都市地域における交通と環境の関係が都市の経済活動を制約する条件とは考えられてこなかった。したがって、持

続可能な都市交通政策を評価するための都市交通モデルは、交通の変化が環境インパクトの変化として評価できるシステムを持ち、環境の変化が交通の変化を制約するシステムを持つ交通・環境統合モデルであることが必要条件と言える。

本論文は、交通・環境統合モデルの構成のために従来の自動車交通に対する環境対策で対象としている環境インパクト以外の環境インパクトを取り扱うために、都市地域の環境をランドサット・データによって環境指標化することを目的としている。

2. 交通・環境統合モデルのための環境データ

一般的に都市環境と言う場合、都市、交通、人口、経済または行政などの日常生活に密接にかかわる人間社会生活により構成されている環境（人間社会環境）と大気、水、植物、生物、地形・地質および海洋など地球が持つ本来の環境（自然環境）とで構成されている環境を指しているが、ここでは交通と環境の関係を問題としているので環境インパクトは交通および都市活動による自然環境への影響に限定して考えるものとする。

都市交通によってもたらされる環境インパクトは、日常的なゆっくりした社会活動の拡大によるものと大規模開発のような急激な開発行為によってもたらされるものがあるが、環境インパクトを受ける地域は交通の行われる道路周辺地域である。この道路周辺地域に住む人々は、交通による環境インパクトが健康被害もしくは何らかの経済的損害をもたらす場合には環境悪化を認識し、この時環境対策が必要とされてきた。

環境インパクトは、あるレベルに達した時、汚染あるいは被害を顕在化させ、環境対策を必要とする

*キーワーズ：リモートセンシング、計画手法論、環境計画

**正員、工修、舞鶴工業高等専門学校建設システム工学科

(舞鶴市白屋234、TEL0773-62-8982 FAX0773-62-8886)

問題に発展する。環境インパクトの顕在化は地域の自然環境条件、都市化の状況および環境汚染物質の排出強度などによって地理的にも時間的にも様々である。これまでの環境対策は、排出源での環境汚染物質の排出強度を対象とし、比較的短期間での局所的場所における環境インパクトへの対応であったと言える。

しかし、交通と環境の相互関係⁴⁾を把握するための環境データは環境汚染物質の排出強度に関するデータだけでなく、地理的マクロな環境データであり、そして時間的マクロな環境データであることが必要である。この地理的・時間的マクロな環境データの作成を可能にするものとしてランドサット・データの利用が有効と考える。

3. ランドサット・データの利用について

道路周辺地域は、既存の道路が存在しているところでも、道路の新設または改良工事の行われたところでも生じることになる。自動車交通の微増であっても、急増であっても道路周辺地域の土地利用を変えていくポテンシャルを持ち、それは時間の経過にともなって緑の減少のような自然環境の変化の見いだすことの出来る都市地域を多く見ることができる。ただし、自然環境の変化が自動車交通の増加のみによってもたらされたらと理解するのは無理であるし、排出された環境汚染物質のストレートな影響であるとは言いがたい。

環境汚染物質の排出後は、自然環境条件によって滞留、蓄積、分散、移動などを繰り返しながら、結果として都市地域のどこかでいずれ顕在化する。都市の社会的・経済的活動は高密度であるがため、その活動と環境汚染物質の排出との相乗によって環境インパクトがもたらされる。これらの環境変化の状況を追跡するには環境汚染物質の排出データだけでは不可能であり、都市地域をマクロに把握できる方法とデータが必要である。

ランドサット・データが、地表の状況を表わすこと、そしてデータの処理・解析によって環境の状況を表すこともよく知られ、実用化の研究や実例も多く報告されている⁵⁾。

ランドサット・データは原理的には地上の社会的

活動を示すものではないが、活動の種類、規模あるいは変化を土地被覆の変化として間接的に説明するのに利用できると言える。よって、地表に現出する土地被覆の状況は、活動の結果としての地表に定着された状況と解釈できる現象については可能と言える。このランドサット・データの特徴は、①同一の精度で広範囲の地域をカバーしていること、②データを画像として再現すること、③時系列データとしてデータ間隔が短いこと、④デジタルデータであるためデータ加工が容易であることなどである。

環境変化は、個別的な地理的特性と時間的特性によって出現の特徴が異なり、そのインパクトに違いが生ずる。ある特定の時点および地点の環境レベルを対象にするのは困難を伴う。しかし、これまでの環境インパクトの把握は、通常ある特定の時点および地点に関する環境データを用いて行ってきたが、環境インパクトの地理的・時間的変化の計測こそが最も重要であると考えられる。

環境インパクトの地理的変化は、ランドサット・データの広域性を利用すれば、都市域のマクロな相対的変化として計測が可能であると言える。また、時間的変化特性はランドサットの時系列性より時間軸上におけるマクロな相対的変化として計測可能と考える。

4. 道路周辺地域の解析方法

道路周辺地域は、都市の中でも土地の利用の変化が激しいところである。この土地の利用の相違を植生率と熱分布の相違として把握し、それらから規定される相違を地理的・空間上の相対的な自然環境を表す指標（クラス）とする。年次の異なるデータを用いて道路周辺地域の環境クラスを比較する場合、この相対的な自然環境のクラスが変化しているときは時間軸上での環境変化が生じたと考えられる。

クラスの設定は、ランドサットのTMデータを用いて教師つき最尤法による分類解析の結果画像によって行っている。分類解析のプログラムは、京都府立大学の妹尾俊夫先生に提供していただいた REMOTO-22⁶⁾を使用している。

植生率は、TMデータのバンド2、3でバンド間演算を行った値に対して分類解析を行い、熱分布の

分類にはバンド6を用いる。

ランドサット・データの解析は次のように行う。

- ① 解析対象地域とランドサット・データの画像との地理的な一致を行う。
- ② 合成カラー画像を作る。画像にあらわれた特長と土地の利用特性（土地利用、施設、地形などの特徴）との照合を行う。
- ③ 教師つき最尤法分類のためのトレーニングエリアの選定を行う。この時、植生の存在しない市街地から植生の活発な山林地を8つの植生のクラスに分割できるようにトレーニングエリアの統計値を基準にして選定する。
- ④ 選定された8つのクラスについてのグランドトルスデータの作成を行う。
- ⑤ グランドトルスデータを用いて分類解析を行い、分類結果画像を作る。
- ⑥ 植生率の分類結果画像と熱分布の分類結果画像とをオーバーレイし、環境クラスの設定を行う。
- ⑦ 道路周辺地域の環境クラスを見いだす。
- ⑧ 時間的な変化は、年次の異なるTMデータによる道路周辺地域の環境クラスを比較し、クラスの変化として相対的に理解する。

5. 解析の結果

解析の対象地域は岐阜市域で環状線の通過地域と国道21号が含まれる地域とした。ランドサット・TMデータは1986・4・14と1990・4・9の2時点を用いた。この2時点は環状線が工事中と供用後に対応している。

対象地域の合成カラー画像では、バンド2, 3, 4で作成した画像よりバンド5, 6, 7で作成した画像の方が土地被覆の状況を明瞭に識別できるので、この画像を土地の利用特性との照合に用いた。

合成カラー画像から判読できる特長は、市街地中心部、その周辺部、郊外部、河川地域、山林地、グランド・広場などの裸地、農耕地が識別できる。市街地中心部の街路は建物と混成されているし、郊外部の道路は耕地や緑地と混成している。市街地の周辺部における高幅員道路または道路周辺地域では、その存在が明確に判読できる。この道路周辺地域の画像のレベルが市街地中心部と同じレベルを示す。た

だし郊外部に近づくに従って道路周辺部のレベルは弱まっている。土地の利用が高密度になされている市街地から低密度な郊外部のなかで画像のレベルに応じてトレーニングエリアを選定した。さらに、河川域、道路周辺地域、山林地からもトレーニングエリアを選定した。86年と90年のデータに対して同じ位置のトレーニングエリアを設定した。合成カラー画像は図-1, -2に示すとおりで、グレーの強い部分が高密度の利用がなされている地域で、白っぽく判読できる部分は畑地か水田の存在する地域である。図-1では水田などと裸地のく別を判読することは困難である。

バンド間演算を施したデータの分類画像は、図-3, 4に示すとおりで、白い部分が植生の存在を示



図-1 合成カラー画像(1986)
LANDSAT5・TMデータ・1986/4/14



図-2 合成カラー画像(1990)
LANDSAT5・TMデータ・1990/4/9

し、白さの強い部分ほど植生率あるいは植生の活性度が強いと理解する。市街化の進行している長良川（図中央の蛇行している黒い部分）北側の地域は植生が弱い。植生の減少と土地の利用の高密度化が空間的に逆相関の関係で進行するのではなく、タイムラグを持っているか、都市構造上の理由があると考えられる。

86年と90年を比較すると、植生の減少が郊外部に広がり、特に長良川の北側地域では90年に市街地中心部と同レベルとなっている。また、道路周辺地域の植生が急速に減少している状態が画像におけるレベルの変化と地域の拡大から判読できる。86年から90年において道路整備や区画整理などの基盤整備がなされたか、住宅開発などの影響を受けて道路周辺地域の土地利用に変化が起こったと考えられる。

6. まとめ

道路周辺地域は、道路の整備にともなって大きく土地利用が変化している可能性がある。道路の交通量の増加は道路沿道の利用を進め、周辺地域の土地の利用を変えていく状況がランドサット・データの分類解析により明らかにすることが出来る。

道路交通の状況と市街化の状況が都市地域の熱分布で抽出する点については不明な点があって成功していない。環境のクラス設定については土地被覆分類の結果と植生の分類結果とを総合化できれば可能と考えているが、そこまでの分析には到らなかった。

今後の課題は、環境クラスの設定を明示的に行うとともに、マクロ的に見て市街化の進展すなわち都市整備のレベルを環境クラスのどのクラスにするのかを検討できるように、環境容量あるいは環境制約との関係を考えていかなければならないと考える。

参考文献

- 1) Wegener, M. : Applied Models of Urban Land Use, Transport and Environment, paper prepared the Conference on Network Infrastructure and the Urban Environment Recent Advances in Land-Use/Transportation Modelling, Smandalard Gard, Sweden, 18-20 August 1994.



図-3 バンド間演算による86植生率の分類画像
LANDSAT5・TMデータ・1986/4/14

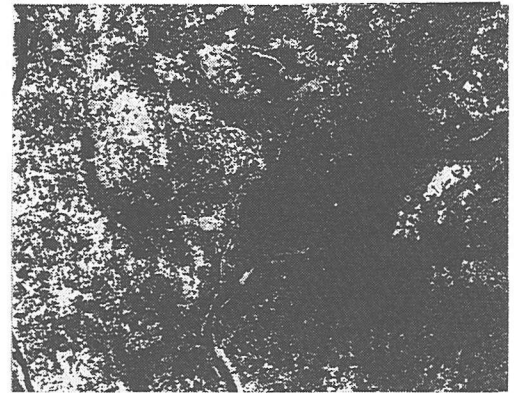


図-4 バンド間演算による90植生率の分類画像
LANDSAT5・TMデータ・1990/4/9

- 2) 岡 昭二・宮城俊彦：サステイナビリティな都市交通モデルの基本的枠組みについて、土木学会、土木計画学研究・講演集 No.17、1995.1
- 3) 宮城俊彦・岡 昭二：持続可能な地域経済成長モデル、土木学会、土木計画学研究・講演集 No.17、1995.1
- 4) 慶應義塾大学経済学部環境プロジェクト編：地球環境経済論〔下〕、慶應通信、1995.2.20
- 5) 土木リモートセンシング研究会：土木分野におけるリモートセンシングの活用、日本リモートセンシング学会土木リモートセンシング研究会、1992.6
- 6) 日本リモートセンシング学会：第6回リモートセンシングデータによるリモートセンシングデータ解析講習会テキスト、1992.9