

ランドサット・データを利用した土地利用計画支援のための 土地条件図の作成

A LAND-CONDITION MAPPING TO ASSIST LAND-USE PLANNING BY USE OF LANDSAT DATA

出口近士*・沼田 實**・亀井敏裕***

By Chikashi DEGUCHI, Minoru NUMATA and Toshihiro KAMEI

This paper presents a method of land-condition mapping by overlaying the land-cover information derived from Landsat multispectral scanner (MSS) data with the land-conditions obtained from the existing surveys. It also examines the applicability of the method to land-use planning and the revision of land-use restriction. A land-condition map for housing is drawn validly and practically on the basis of results obtained from the multivariate analysis. It is found that the map agrees with the one made by the experts, and fundamental information on the urbanization of cities can be derived timely, widely and periodically.

1. はじめに

土地利用計画の策定にあたっては、対象地域の詳細な情報を得ることが不可欠であることは周知のとおりである。とりわけ宅地開発計画の場合には、自然条件や社会・経済的条件等の情報を収集するとともに、これらの土地条件の観点から、その土地の宅地としての適性を的確に評価することが重要となる。

この宅地の適性評価について、近年整備された国土数値情報の利用や既存統計資料のメッシュ・データ化により、メッシュ地域を単位として、災害危険度、交通利便性、生活関連施設、住環境条件や施工効率等を評価要因とした分級・評価が行われてきている^{1)~4)}。これらの大部分においては、土地利用現況に関する情報が主に行政上の統計調査資料に基づいている。しかしながら、これら情報の把握は数年に一度の統計調査に待たねばならず、しかもこれらデータが統計区や行政区を単位としていることから、メッシュ地域への同定等に多大の労力と時間および費用を要し、あまつさえ、情報と現況との間

に時間的かい離が避けられないのが通例となっている。一方、広域かつ詳細な調査のためには、膨大な費用を要することから、時系列的なデータの収集が困難な場合も少なくなく、これら計画策定における障壁の1つとなっている。

ここに、広域にわたる地表面情報を周期的に収集可能な、人工衛星ランドサットによるリモートセンシングが大きな役割を果たすことが期待される。周知のようにランドサット・データによる情報は、分光反射特性を介して得られる地表面の物理的な土地被覆情報である。このため、社会的・行政的な背景から定義づけられた既存の土地利用調査による土地利用情報とは差異がある。しかしながら、既存の調査に比べて、即時性、広域性、周期性や、データ構造に基づく解析の迅速性・経済性等の特徴を有するランドサット・データの利用は、ある条件の下にこれらの問題に因應のものであり、その開発が期待されている。

本稿は、ランドサットによるリモートセンシングMSSデータから土地被覆情報を抽出し、これと既存統計調査資料の利用により、250 mメッシュ地域を単位として、土地利用形態、交通条件、地形条件、および土地利用規制の各土地条件の数値情報化を図るとともに、実際の宅地取引面積データに基づく指数（後述で定義しているよ

* 正会員 工修 九州大学助手 工学部土木工学科
(〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1)

** 正会員 工博 九州大学教授 工学部土木工学科 (同上)

*** 学生会員 九州大学大学院 工学研究科 (同上)

うに、本稿ではこれを土地条件指数とよぶ)を外的基準にした数量化理論第I類の解析により、住宅立地に対するこれらの土地条件の影響度の計量化を試みた。ついで、土地利用計画策定ならびに土地利用規制の変更等の行政への支援を目的として、この解析に基づき算定される土地条件指数を分級・表示した条件図(以下、土地条件図とよぶ)を作成するとともに、その利用性について検討したものである。

2. ランドサット・データによる土地被覆情報の抽出

本稿では、すでに著者らが提案した、統計的検定を前提とする重回帰分析ならびにクラスター分析を用いた方法^{5),6)}を、時期の異なる4つのMSSデータに適用するとともに、時系列的に抽出可能な土地被覆情報の検討を行った。

本分類手法の概要は、以下のとおりである。すなわち、まず解析地域全体をいくつかのメッシュ地域に分割する。さらに、各メッシュ地域 k をランドサット・データの画素と対応する大きさのセルに分割して、各セルを航空写真を用いて目視判読により、初期設定した分類項目 i へ分類する。これらのセル数を y_{ik} とする。

一方MSSデータについても、各バンドのCCTカウントを変量としたクラスター分析によって、別途形成した初期クラスター C_j へ、目視判読地域と同一のメッシュ地域の画素を割り付け、これらの画素数を x_{jk} とする。

いま分類項目のセル数 y_{ik} と、クラスターの画素数 x_{jk} のメッシュ地域間での変動が対応するものと仮定して、両者を相互に目的変数および説明変数としてステップ・ワイズ法による重回帰分析を実施する。ついで、これから得られる各偏回帰係数に対する t 値の有意性検定を行うことによって、相互に有意な分類項目およびこれと対応するクラスターの抽出が可能となる。

上述の統計的有意性の検定で有意と認められなかった分類項目について、 t 値および目視判読時における判読基準を参考にして、他の有意な分類項目との統合を行う。また、いずれの分類項目に対しても有意でないクラスターが存在すれば、これらの個数を参考にしてクラスターの融合を進める。以上の手順を繰り返し、少なくとも1つ以上のクラスターが分類項目に対応すればこの手順を終え、各分類項目に対応するクラスターを選定する。

さらに、初期分類項目を目的変数に、得られた対応クラスターを説明変数とした重回帰分析を再度実施し、初期分類項目の対応クラスターに対する偏回帰係数の t 値、および相関係数 r を求め、これらの変量を参考にして、各MSSデータに共通する分類項目を最終的に設

表一 解析に用いたMSSデータおよび資料

ランドサットMSSデータ	目視判読データ
観測日	カラー・航空写真
1979年9月21日(3号)	撮影1981年11月14,18日
1980年10月30日(2号)	地域 福岡市
1981年11月12日(2号)	撮影高度 1,800m
1984年11月6日(4号)	縮尺 約1:10,000

表二 最終設定された土地被覆分類項目⁵⁾

分類項目	分類内容(初期分類項目)
① 水域 1	水域
② 水域 2	水域, 水際
③ 田畑地	出畑地1, 田畑地2, 草地
④ 森林	果樹園, 針葉樹, 広葉樹, 竹林
⑤ 空地	空地1, 空地2
⑥ 荒地	荒地1
⑦ 野草地	荒地2, 野草地
⑧ 工場・倉庫	舗装, 白色系構造物, 工場, 倉庫
⑨ 高密度市街地	軌道, 高層建築物, 中層建築物, 中高層ビル地 高密度市街地
⑩ 低密度市街地	中密度市街地1, 中密度市街地2, 低密度市街地

定する。ついで、対応クラスターから作成した、各分類項目の教師データをもとにして、非線形判別関数^{7),8)}による土地被覆分類を実施する。

本稿では、分類項目とクラスターとの対応づけに必要な t 値の基準として、有意水準 $\alpha=0.5\%$ を考慮し、表一に示した4つのMSSデータへ適用するとともに、時系列的安定を考慮した分類項目の設定を行った。解析対象地域は、福岡市の北東部に位置する2次メッシュ区画とした。また、メッシュ地域は、これを縦横に10分割した計100個の3次メッシュ区画とした。

その結果、個々のMSSデータに対しては、10~13分類項目の設定が可能であった。そこで、これらの解析結果を参考にして、各MSSデータに共通した分類項目として、表二に示す10分類項目を設定した。

表三は、解析地域全体における航空写真からの目視判読と、ランドサットによる土地被覆分類結果の被覆率を示したものである。データ取得のうえで短期間の時系列的变化にとどまり、また分類項目によっては整合を欠くものがあるものの、田畑地や森林の減少、市街地拡大の傾向等が読み取れる。表四は、同様に目視判読のセル数と、ランドサットによる土地被覆分類結果の画素数の、メッシュ地域間での相関係数を示したものであり、解析地域の被覆率の変化があまり顕著でないため、大きな変化は認められないものの、微視的には表三に対応することがうかがえる。図一1は、このうち1981年11月12日の観測データについて、出力結果を図示したものである。

これらの結果から、空地および荒地においては、MSSデータの季節的差異や地上分解能の不足に起因すると考えられるこれらの分類項目相互の誤判別のため、ならびにこれらと工場・倉庫との間の誤判別等のために相対的に低い相関がみられるものの、10という比較的多い分

表-3 航空写真の目視判読とランドサット・データの分類との比較

分類項目	土地被覆率(%)				
	目視判読	79.9.21	80.10.30	81.11.12	84.11.6
① 水域 1	21.81	24.48	24.65	25.21	24.73
② 水域 2	3.35	3.50	3.11	3.03	3.37
③ 田畑地	9.04	10.93	10.91	10.41	9.77
④ 森林	8.71	10.07	9.45	9.30	8.87
⑤ 空地	4.59	5.78	7.55	7.64	8.34
⑥ 荒地	5.07	5.28	4.53	4.65	3.26
⑦ 野草地	6.64	7.00	6.31	6.54	5.21
⑧ 工場・倉庫	11.86	8.69	8.72	8.54	9.50
⑨ 高密度市街地	9.44	9.12	9.17	9.85	10.56
⑩ 低密度市街地	14.50	15.13	15.60	14.83	16.40

表-4 航空写真の目視判読とランドサット・データの分類との相関係数

分類項目	相関係数			
	79.9.21	80.10.30	81.11.12	84.11.6
① 水域 1	0.955	0.996	0.998	0.995
② 水域 2	0.851	0.842	0.897	0.823
③ 田畑地	0.948	0.968	0.966	0.958
④ 森林	0.977	0.983	0.995	0.992
⑤ 空地	0.830	0.807	0.685	0.567
⑥ 荒地	0.441	0.447	0.693	0.489
⑦ 野草地	0.624	0.720	0.823	0.761
⑧ 工場・倉庫	0.802	0.850	0.865	0.884
⑨ 高密度市街地	0.916	0.951	0.951	0.937
⑩ 低密度市街地	0.802	0.866	0.922	0.880

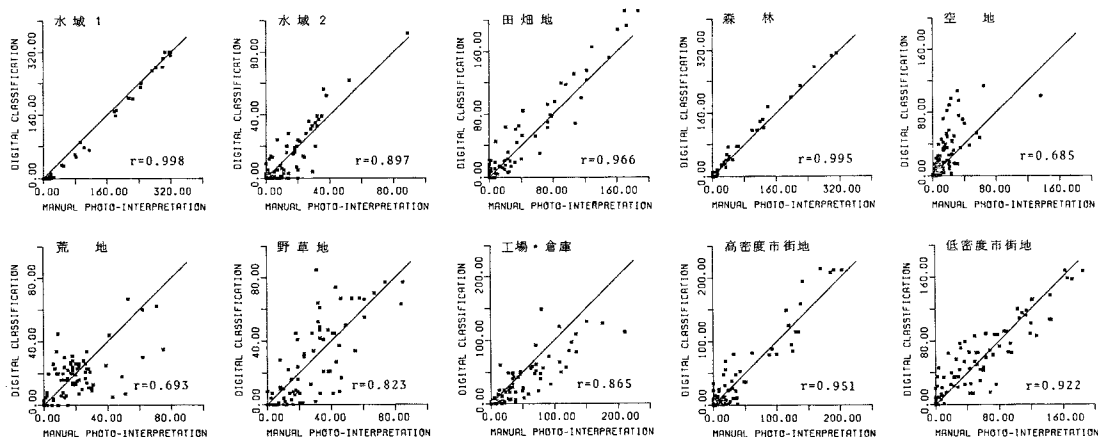


図-1 航空写真の目視判読とランドサット・データの分類との相関(単位:画素)

類項目に対し、おおむね良好な適合度を示しているものといえる。

3. 土地条件の数値情報化

(1) ランドサット・データによるメッシュ地域の類型

解析対象地域の拡大と解析単位の詳細化に対する需要とともに、近年、国土庁、建設省国土地理院や総務庁等によって、国土の自然条件、土地利用、基幹施設、地域指定状況等の国土数値情報⁹⁾や人口等のメッシュ・データ化が図られてきている。これらの数値情報は、電子計算機によって大量のデータを迅速に処理できるといったことから、今後の地域解析には重要かつ不可欠の事項である。

周知のように、ランドサット MSS データの地上分解能は約 80 m 程度であり、この特徴を活用して土地利用現況の調査、森林の活性度、あるいは海域における汚濁状況等、さまざまな解析が行われてきている。一方この方法とは別に、本稿のように 250 m メッシュ地域を単位として土地条件を解析する場合、メッシュ地域の土地利用形態を把握し、その特徴を代表表示する必要がある。ここでは、北緯 33°28'00"~33°48'00" および東経 130°00'00"~130°37'30" に位置する約 40×60 km の地域

表-5 メッシュ地域類型のための分類項目の統合

統合分類項目	画素単位の土地被覆分類項目
1 水域	① 水域 1 ② 水域 2
2 田畑地	③ 田畑地
3 森林	④ 森林
4 荒地	⑤ 空地 ⑥ 荒地 ⑦ 野草地
5 高密度市街地	⑧ 工場・倉庫 ⑨ 高密度市街地
6 低密度市街地	⑩ 低密度市街地

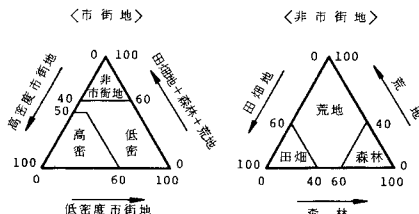


図-2 メッシュ地域類型のための三角座標

を対象に、250 m メッシュ地域の土地利用形態を類型した。この際、後述の土地条件図の土地利用計画への利用、および土地被覆分類における誤判別を考慮し、先の 10 分類項目を表-5 のように統合するとともに、この統合した分類項目のメッシュ地域内の被覆率をもとにして類型した。類型は、一例として、図-2 に示した三角座標による「いき値」を設定して行い、水域は被覆率が 50% 以上とし、類型項目の名称は統合分類項目と同様と

した。

写真一は、1984年11月6日の観測データを用いて、この方法により対象地域を類型したものである。この中で薄い緑色で示す森林1とした地域は、森林地域のうち、後述の国土数値情報から、平均標高が150mならびに最大傾斜が15°以下と判断された地域である。これより、高密度市街地を中心にして、周辺部に低密度市街地が形成されている状況や、農用地の分布がよくわかる。

(2) 交通利便性

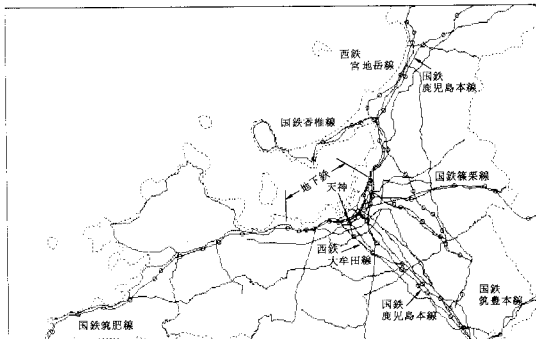
交通利便性は、地価や土地利用へ影響を及ぼす重要な要因である。従来この交通利便性は、都心までの時間や距離、ゾーン人口等を重みとした距離の和や、グラフィティ・モデルにおける交通抵抗等¹⁰⁾が考えられてきた。

今回は交通利便性として、単純に都心までの所要時間のみを考慮した。交通手段は、道路(自動車)および鉄道とした。また都心は、解析対象地域の交通機能の集積を参考にして、本稿では一応便宜的に天神のみとした。

自動車による所要時間については、図一3に示した主要道路から、ノード83個、リンク135本からなるネットワークを構成し、以下の手順によって算定した。

- 1) 各リンクおよびノードの位置、区間平均速度¹¹⁾をディジタイザーを用いて入力し、ファイル化する。
- 2) 各ノードについて、都心までの最短経路を探索し、所要時間を算定する。
- 3) 各リンクに位置するメッシュ地域については、それぞれのリンクの両端のノードまでの所要時間を按分して求め、このうち最小のものを所要時間とする。
- 4) ノードおよびリンクに位置しないメッシュ地域については、その地域を取り巻くノードおよびリンクまでの所要時間を東西南北4方向について計算し、以下、2)および3)の方法で都心までの所要時間を算定する。

一方鉄道については、各駅間の所要時間を時刻表から求め、都心までの所要時間を算定した。この際約3km四方の範囲を駅勢圏とした。なお、駅勢圏内の各メッシュ地域からの駅までのアクセス時間は、徒歩、自転車、バ



図一3 解析対象地域の主要道路網および鉄道網

ス等の交通手段を勘案し、1メッシュにつき2分とした。以上の方法で算出された道路所要時間と鉄道所要時間とを比較して、最短のものを都心までの所要時間とした。

(3) 地形条件

250mメッシュ地域の地形条件は、国土数値情報⁹⁾としてすでに整備されているため、このデータを利用した。今回、平均標高は、250mメッシュ地域の隅角部4点の標高を単純平均した。また最大傾斜は、各隅角部4点間の標高差を各点間の実距離で除算して傾斜度を算出し、求めた6つの値のうち、最大のものをそのメッシュ地域の傾斜度とした。

(4) 土地利用規制

土地利用規制の情報は、主に地図情報として管理されている。地図情報は大量の情報を表現できる等の利点がある反面、数理的解析を行う場合には、何らかの方法で数値化しなければならないといった欠点がある。本稿では、表一6の土地利用規制を数値化した。

土地利用規制は、一般に複雑なポリゴン形状をなしていることから、数値化するためには、何らかの方法でこれを近似する必要がある。ここでは、土地利用規制の境界線を図一4に示すように、セグメントに分割してチェーン構造で近似した。

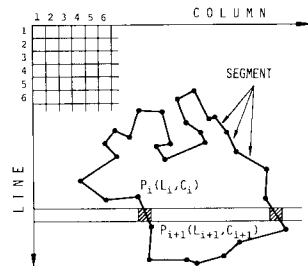
まず、セグメントの両端をメッシュ座標のライン・カラム値に変換し、これを $P_i(L_i, C_i)$, $P_{i+1}(L_{i+1}, C_{i+1})$ とする。このとき、 $L_i \geq L_c > L_{i+1}$ (もしくは、 $L_i < L_c \leq L_{i+1}$) なるライン L_c (整数) とセグメントとの交点のカラム値 C_c は、次式で求められる¹²⁾。

$$C_c = C_i + (L_c - L_i) \cdot (C_{i+1} - C_i) / (L_{i+1} - L_i) \dots \dots \dots (1)$$

このようにして求めたカラム値をラインごとに大きさの順に並べると、土地利用規制の境界線は閉曲線である

表一6 数値化した土地利用規制

土地利用規制	内容
1 市街化区域	都市計画区域で市街化区域に指定された地域 都市計画区域で用途地域に指定された地域
2 市街化調整区域	都市計画区域で市街化調整区域に指定された地域
3 都市計画区域	都市計画区域で1, 2以外の区域
4 農用地区域	農業地域で農用地区域に指定された地域
5 農振付地地域	農業地域で4以外の地域
6 森林・自然保全地域	森林地域、自然公園地域、自然保全地域



図一4 土地利用規制の認識

ので、交点はラインごとに偶数個存在し、数組のペアのカラム値で土地利用規制区域を挟むことになる。

これらの数値化は、パーソナル・コンピュータとデジタルタイザを用いて行った。また今回は、演算処理の制約から、2次メッシュ区画を縦横それぞれ、160および200に分割した約60m四方の地域を単位として行い、250mメッシュ地域への変換は、この中の最大面積を占める規制で代表させた。

なお、地価は交通利便性によく相関し、しかも土地利用計画のうえで不可欠の要因であるが、本来地価は行政になじまないものであり、本稿の目的が、行政の支援システムを意図するものであることから割愛した。

4. 土地条件図の作成と解析例

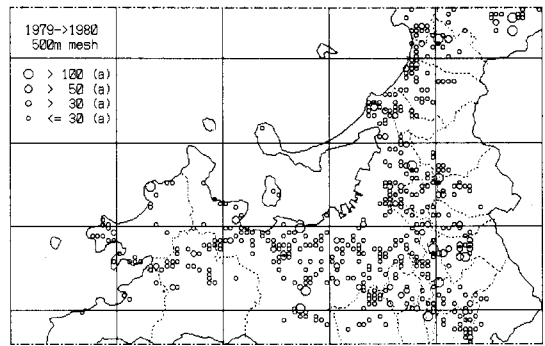
(1) 数量化理論第I類による解析

住宅地としての土地条件を評価する場合、計画専門家が各要因に評価点を与え、これらの得点によって評価する方法^{13)・14)}がある。これに対して、実際に行われた宅地取引データをもとに解析を行い、これらの解析結果から宅地に対する土地条件を評価する方法が考えられる。

前者の方法は、各評価要因相互の重みづけの計量化と検証が難しいといった問題がある。一方後者の方法は、土地取引が土地需要者と土地所有者との需給関係から決定された結果に基づくため、土地利用の適正化の観点からみて望ましくないものが介入するおそれがある。しかしながら、宅地取引データは現状の社会条件および土地利用規制条件下で行われたものを集計したものであり、その意味では、宅地需要者の選択や要望を加味した開発の現状および動向を知るうえで、重要な情報といえることができる。本稿では試みとして後者の方法を採用した。

一般に住宅の立地条件としては、1) 災害の危険が少ない所、2) 交通の便利のよい所、3) 都市施設が完備している所、4) 買物に便利な所、5) 騒音や振動のない環境のよい所等が好ましい地点として挙げられる¹⁵⁾。今回の解析では、上述の1) および2) と、先の数値化した地形(標高、傾斜)条件および交通利便性とを対応させ、従来の宅地可能性分級図などの作成に利用されていた土地利用現況図をランドサット土地被覆情報(地域類型)で代替させて、これに土地利用規制を加えて、これらの条件を説明変量に、後述の土地条件指数を外的基準にした数量化理論第I類により、宅地に対する土地条件の計量化を試みた。地価は大きな立地要因であるが、前述の理由で除外した。

一般に土地利用計画における各種の法規制は、市街地のスプロールの拡散を防いで良好な環境の市街地を形成するとともに、国土の保全や自然の保護を進め、調和のある環境づくりを目的とするものである。したがって、



図—5 解析対象地域における宅地取引の分布

望ましい宅地環境づくりのためには、社会基盤整備の観点からも、スプロール化を排除した、ある程度まとまりを考慮した宅地開発計画の策定が望まれる。

本稿では上述の観点から、宅地開発に対する土地条件の評価指標(外的基準)として次の指標を設定した。すなわち、各250mメッシュ地域の宅地取引面積を、宅地開発可能(非建築)面積の逆数で重みづけしたものを評価指標とした。したがって、この指標は単に宅地の開発動向や開発規模を評価するのみではなく、既成市街地との関連をも考慮した指標といえることができる。

宅地取引面積は「福岡県土地利用動向調査」¹⁶⁾より、1979年から1980年の2年間の合計とした。図—5は、表示の関係からこれらのデータを500mメッシュ地域ごとに集計し直して表示したものである。なお、取引面積が100(a)を超える地域については、政策的に誘導された先行的・意図的開発や、ディベロッパー等による先行投資的・恣意的開発の場合が少なくなく、またこれらの大規模宅地開発では、地域における土地取得の合意といった要因も支配的であると考え、一般的な宅地開発とは条件が異なるので、今回は解析データからは除外した。

一方宅地可能面積は、ランドサット・データによる土地被覆情報から求めた。すなわち、前述の10分類項目のうち、田畑地、森林、空地、荒地ならびに野草地の250mメッシュ地域における画素数の合計を求め、これから宅地可能面積を算定した。解析対象地域である福岡市付近では、250mメッシュ地域の大きさは約240×300m程度であることから、これと対応するランドサット・データの画素数は約4×5=20個程度となる。前述のように、宅地取引面積の最大値を100(a)としていることから、ここでは評価指標の最大値を便宜上100とするために、250mメッシュ地域内における先の分類項目の画素数が20の場合に、宅地可能面積を100(a)とした。以下按分して、次式によって250mメッシュ地域の評価指標(以下、土地条件指数とよぶ)を算定した。なお、分類項目の画素数が0の場合は、宅地可能面積を計算上

表一 数量化理論第Ⅰ類による解析結果

アイテム	カテゴリー	サンプル数	カテゴリースコア	レンジ (相関係数)
交通利便性	都心までの所要時間			
	1 30分以内	92	8.07	19.08 (0.15)
	2 30～40分	130	0.37	
	3 40～50分	128	-0.82	
	4 50～60分	98	-2.56	
	5 60～70分	67	-3.02	
6 70分以上	28	-10.37		
地域類型	ランドサット			
	1 田畑地	96	-11.08	32.77 (0.38)
	2 森林地	80	-10.24	
	3 荒地	181	-6.37	
	4 高密度市街地	44	21.69	
5 低密度市街地	142	14.66		
地傾斜	最大傾斜			
	1 2度以下	418	0.16	0.77 (0.01)
	2 2～4度	56	-0.43	
3 4度以上	69	-0.61		
平均標高	平均標高			
	1 20m以下	298	-0.12	0.31 (0.01)
	2 20～40m	141	0.12	
3 40m以上	104	0.19		
土地利用規制	都市			
	1 市街化区域	318	5.96	20.65 (0.27)
	2 市街化調整区域	134	-14.69	
	3 都市計画区域	53	3.26	
4 指定なし	38	-2.65		
農				
1 農用地区域	118	-3.26	4.20 (0.06)	
2 農振白地地域	45	0.62		
3 指定なし	380	0.94		
林業				
1 森林・自然保全地域	62	-1.63	1.84 (0.02)	
2 指定なし	481	0.21		
定数項 = 37.90		相関係数 = 0.66		

5(a) とした。

$$\text{土地条件指数} = \frac{\text{宅地取引面積 (a)}}{\text{宅地可能面積 (a)}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

数量化理論第Ⅰ類による解析結果を表一に示す。相関係数は0.66と若干低いものの、サンプル数が500個であり、また解析が投機性の介入を避けたい土地取引データに基づくこと等を考慮すれば、この種の解析結果としては、比較的良好な結果が得られているものと考えられる。各土地条件のレンジは、地域類型、交通利便性、都市の利用に関する土地利用規制が相対的に大きく、数値的にもこれらの要因が宅地開発に対して大きなウェイトを占めることがわかる。

また、各アイテムのカテゴリー・スコアは、交通利便性では30分以内の地域が最も大きく、都心までの所要時間が長くなるにつれて小さな値となっている。このことは、交通利便性として都心までの所要時間のみを考慮したことから、当然の結果と考えられる。

ランドサット・データから得られた地域類型では、高密度市街地、ついで低密度市街地のカテゴリー・スコアが大きな値を示し、田畑地、森林および荒地はそれぞれ負のスコアとなった。しかしながら、サンプル数のうえでは、実際の宅地取引がこれらの地域で多くの割合を占めている。この理由としては、1) 評価指標を宅地可能面積で重みづけしたこと、2) 本来、地点ごとに得られた宅地取引データを、250mメッシュ地域の面的情報に変換したこと、さらには、3) 250mメッシュ地域を類型化したこと等が考えられる。

最大傾斜ならびに平均標高の地形条件は、レンジが他

の要因に比べて小さく、今回の解析では、外的基準とは関連が少ないという結果が得られた。また、このうち平均標高の各カテゴリー・スコアは、標高が高くなるほど大きくなるといった一般的な常識とは異なる結果が得られており、これらのことから、この種の解析では特殊な事情がある場合を除いては、評価要因として考慮しなくてもよいものと考えられる。

また都市の利用に関する土地利用規制では、市街化区域のカテゴリー・スコアが大きく、これに対して市街化調整区域のカテゴリー・スコアが負の値では一番大きい値を示している。これらのことは、市街化調整区域の指定が宅地開発に対して厳しい制約となっていることを、数値的にも裏づける結果となっている。

その他の農用地区域、農振白地地域および森林・自然保全地域は、相対的に小さなレンジとなっており、今回の解析では外的基準との間に明確な関連性は見出せなかった。

(2) 土地条件図の作成と考察

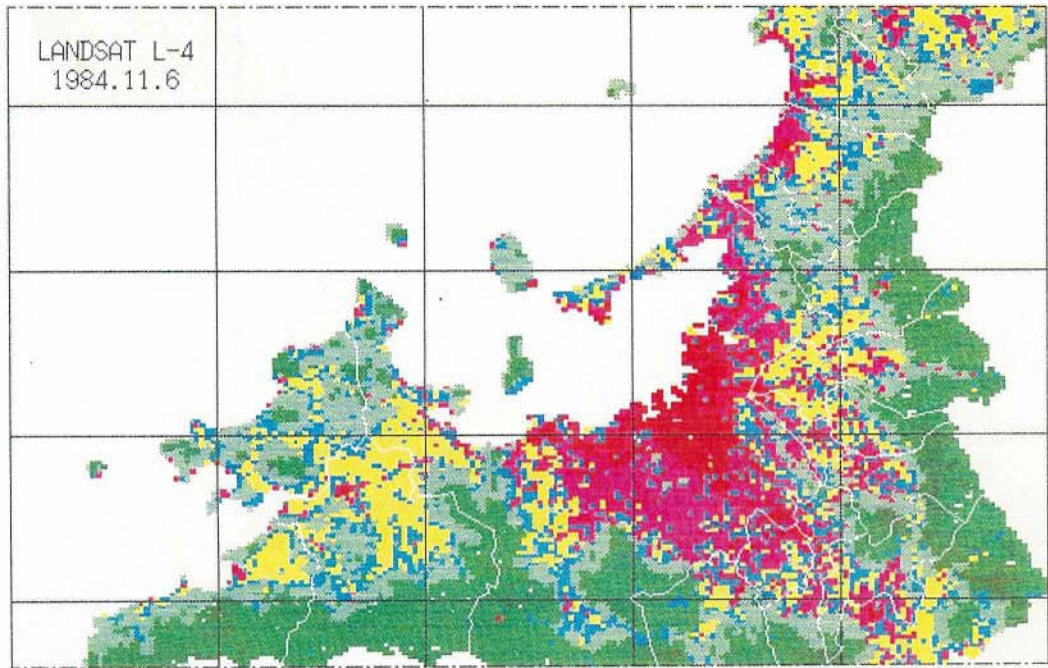
以上の解析において、説明変数として1979年～1980年の土地条件の数値データを使用した。その後、地下鉄開通等に伴う都心までの所要時間の変化や、一部地域での土地利用規制の変更がなされた。そこで、これらのデータを更新するとともに、1984年のランドサット・データを利用して、前出の数量化Ⅰ類の解析結果をもとに、1984年現在の各250mメッシュ地域の土地条件指数を求め、土地条件図を作成した。なお、図化はパーソナル・コンピュータとカラー・プリンターを使用した。

写真一2は、得られた土地条件指数を下段に示した区分に分級して作成した土地条件図である。なお、薄い黄色の地域は地形条件が最大傾斜15°、もしくは平均標高が150m以上の地域である。また、灰色で示した地域は、市街化区域内においてランドサット・データから高密度市街地と類型されたメッシュ地域であり、今回は評価の対象から除外した。

この図より、赤色で示した土地条件指数が60以上の値の地域は、市街化区域に指定され、都心からの所要時間がほぼ30～40分以内に位置する、すでに市街化がかなり進んだ地域である。また、薄い赤色で示した地域は市街化区域に指定されており、都心までの所要時間がほぼ40～50分の所に位置する新興住宅地域である。

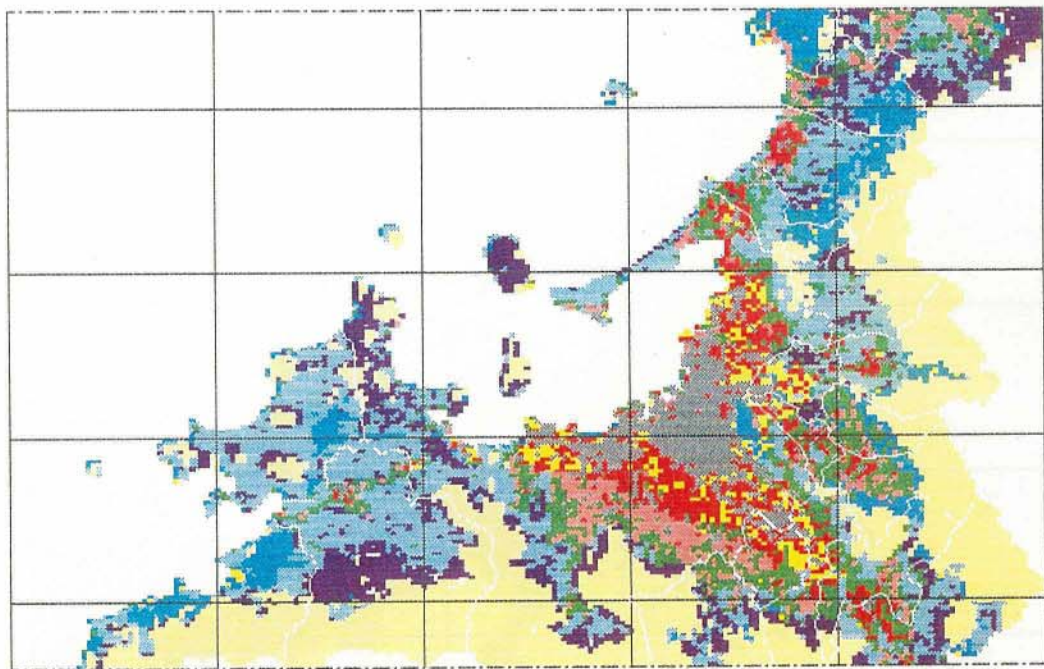
一方、黄色で示した地域は所要時間が40分以内の地域で、土地条件としてはほぼ前述の赤色の地域と同様のよい条件であるが、何らかの理由で宅地化が進んでいない田畑地、荒地や森林地域である。その意味では、土地条件としては赤色もしくは薄い赤色の地域と同等に評価してもよいものと考えられる。

薄い空色および紺色で示した土地条件指数が20以下



□ 水域 ■ 田畑地 ■ 森林1 ■ 森林2 ■ 荒地 ■ 高密度市街地 ■ 低密度市街地

写真-1 ランドサット土地被覆情報による地域類型



■ >60 ■ >50 ■ >40 ■ >30 ■ >20 ■ >10 ■ ≤10 ■ 市街化区域内の高密度市街地 ■ 解析対象外

写真-2 土地条件図

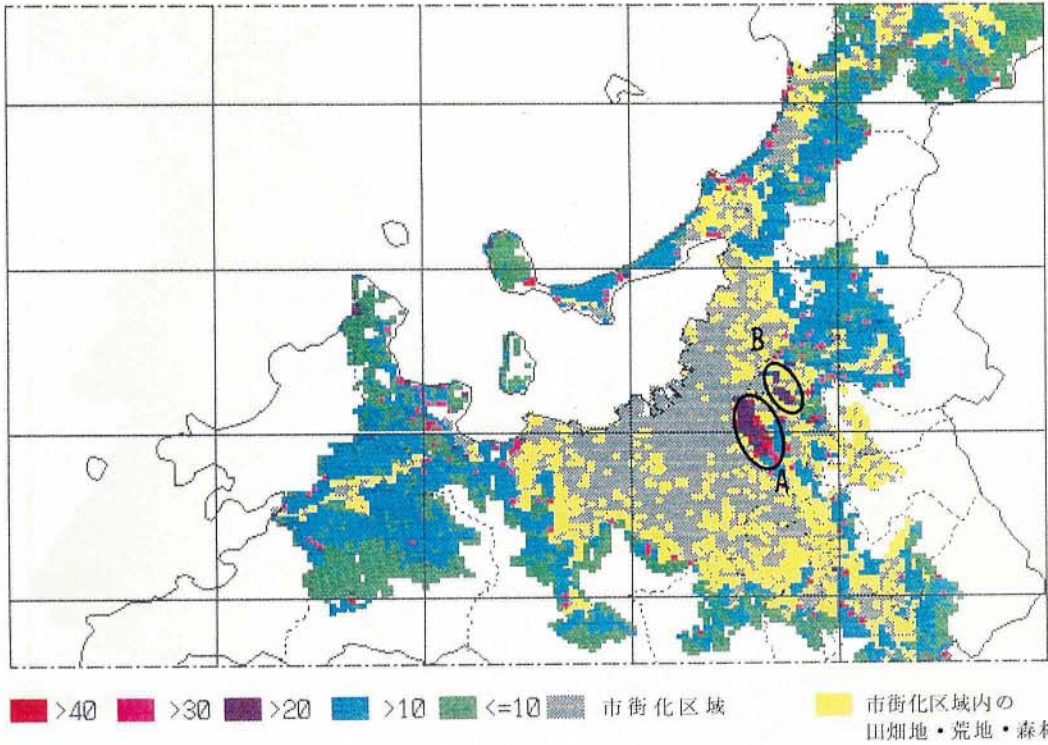


写真-3 市街化区域および市街化調整区域の土地条件図

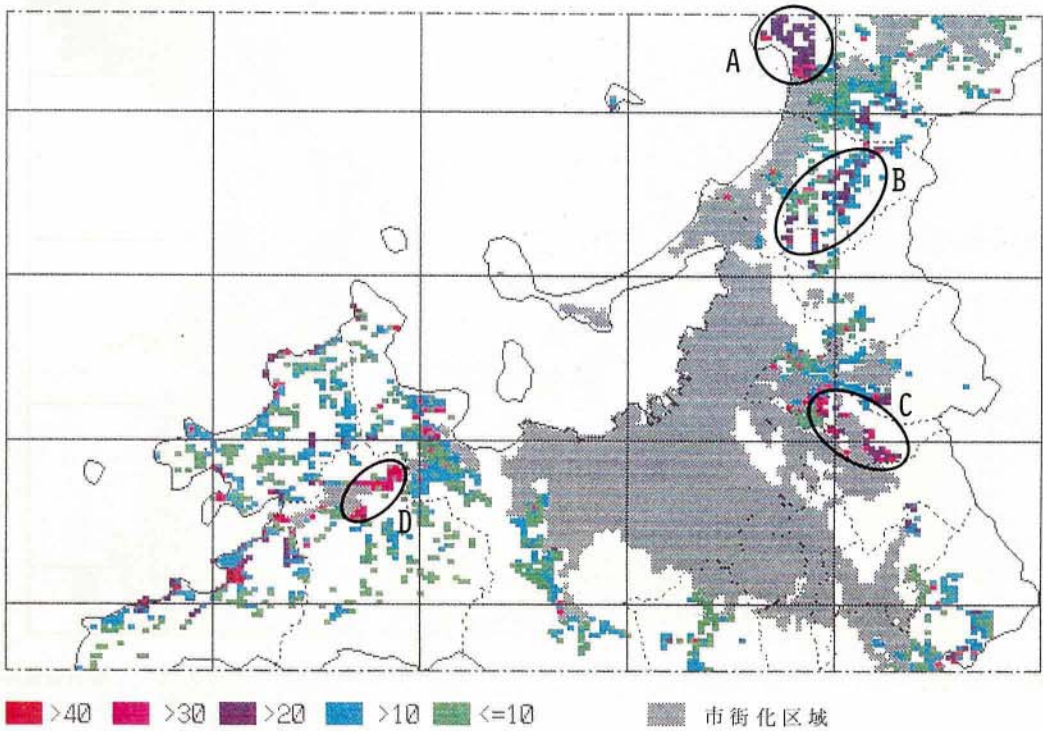


写真-4 農振白地地域の土地条件図

の地域は、市街化調整区域にほぼ対応している。また緑色の地域は、都心までの時間が約50分以内の地域であり、前出の図一5の宅地取引の分布と本図とを対比すると、50(a)以上の宅地取引地点は、おおむねこの地域に対応している。本稿では、前述のように地価は評価要因として考慮しておらず、また、土地取引そのものは立地主体と土地供給者（地主）との需給関係から決定づけられるものと考えられる。このため、立地点あるいは立地量についての詳細な検討はできないが、これら緑色で示した地域は宅地開発に対するポテンシャルが比較的大きく、特に既存市街地（赤色系）に隣接した地域では、今後宅地開発が行われる可能性の高い地域であると考えられる。

また、1979年現在の数値データより算出した土地条件指数と、1978年に福岡県が作成した宅地可能性分級図（5段階表示）¹⁴⁾との対応を検討した。すなわち宅地可能性分級図は、土地利用現況図、傾斜、地盤、交通利便性、公共施設数の各要因をランク分けして、これに計画専門家が重みをつけて加算した指数を5段階に分級・表示したものである。一方、本稿の土地条件指数は連続的変量であるため、ここでは解析対象地域内の2地点を指定して、2地点の宅地可能性分級図における順位の優劣関係と、土地条件指数における大小関係の一致を検討した。その結果、800回の試行のうち一致したケースは75%となり、宅地に対する両者の評価はおおむね整合していることが認められた。

本法は、従来計画専門家が決定していた評価要因間の重みを、実際の宅地取引データをもとにした数量化理論第I類の解析によって求めたものである。この方法と従来の方法による宅地に対する評価がおおむね整合したこと、さらに従来の土地利用現況図の代わりに土地被覆情報の即時的、周期的かつ経済的な抽出が可能なランドサット・データを利用しており、継続的なデータの更新が容易なこと、評価要因の選択、あるいはカテゴリー分類の問題等が残るものの、本法は従来方法に比べて評価要因相互の重みづけの計量化、ならびに作成労力の軽減化による経済性の向上等が期待される。

（3）市街化区域および市街化調整区域の土地条件

都市計画区域内における市街化区域ならびに市街化調整区域の指定、いわゆる線引きは、各自治体ならびに各地域における複雑な諸事情を勘案して決定されているものである。そのため、ともすれば局地的な取扱いに陥りやすく、広域行政的な観点から対処することが難しいといった問題がある。そこでここでは、市街化区域内における土地利用状況、ならびに今回の土地条件指数からみた市街化調整区域の現況について考察する。

写真一3は、市街化調整区域の土地条件指数を下段の

数値で分級・表示した土地条件図である。また、灰色の地域は市街化区域を示しており、黄色は前述のランドサット・データから、同市街化区域内で田畑地、荒地ならびに森林地域へ類型化されたメッシュ地域である。対象地域において、市街化区域のメッシュ数は3956個であり、このうち黄色で示した地域はおおむね周辺部に分布しており、その数は1615個である。

前述のように、今回のランドサット・データを用いた地域の類型化は、画素単位ではなく、これらの集計値に基づいている。そのため、黄色の地域にも市街地と分類された画素が存在することになり、詳細な検討はできないものの、この数値からは市街化区域の中に、市街化が十分進んでいない地域が全体の約40%程度あることになり、まだかなりの可住地域が残っていることになる。また、これらの地域は、前出の写真一2の緑色の地域であり、前述のように土地条件も比較的よいことから、今後宅地化の進むことが予測される。

一方、市街化調整区域の土地条件指数は、A地域およびB地域が相対的に大きな値を示している。このうちA地域は、空港が位置する地域であるため、騒音等の問題もあり、今後とも市街化の抑制が望まれるが、B地域についてはその周辺が市街化区域ということもあり、今後の線引きにあたっては、市街化区域への編入を検討すべき地域であるといえる。

（4）農振白地地域の土地条件

本解析における農振白地地域とは、農用地区域以外の農業地域である。これらの地域は特に都市計画区域内では都市的利用が認められていることから、近年の都市地域の拡大とともに宅地化が進んできている地域である。また、これらの地域の大部分は既存の農村集落地域であり、農用地区域に隣接していることから、農業上の利用と都市的利用の調整を図る必要があり、土地利用計画の面からは複雑な問題を抱えた地域であるといえる。そこで、ここでは土地条件指数をもとに、これら農振白地地域の問題点について検討した。

写真一4は求められた土地条件指数から、農振白地地域だけを抽出して分級・表示した土地条件図である。これより、土地条件指数が相対的に高い地域としては、A地域、B地域、C地域およびD地域が挙げられる。すなわち、これらの地域ではすでに宅地化がかなり進んでおり、またB地域を除けば、市街化区域に隣接していることから、今後かなりの宅地化が進むことが予測され、行政面からの何らかの対応が望まれる地域であるといえる。

また、B地域では土地条件指数が相対的に高い地域が散在しており、さらにこの地域はすでに指定されている市街化区域とは離れていることから、土地利用行政の観

点より、A地域ないしはC地域とは異なった問題を含んだ地域であるといえる。また、これらの地域のうち、B地域およびC地域の一部については、現在急速に宅地化が進められていることが現地調査からも認められた。

5. おわりに

本稿では、ランドサット・データから土地被覆情報を抽出し、これと既存の統計調査を利用して土地条件図を作成するとともに、その土地利用計画への利用性を提案した。本稿の結果を要約すれば、以下のようになる。

(1) 今回は、パーソナル・コンピュータとディジタイザーを利用して、交通利便性ならびに土地利用規制の数値情報化を行った。このため、本稿で提案した方法は、演算処理の制約から、一度に広範囲の対象地域の数値化は困難なものの、約40×60 km程度の範囲で、250 mメッシュ地域を最小単位とした数値情報化が可能である。

(2) 土地利用計画の支援を目的として、数量化理論第I類の解析結果をもとに、住宅立地に対する250 mメッシュ地域を単位とする土地条件図を作成するとともに、その利用性を検討した。この方法によれば、従来恣意的、手作業的に作成されていたものとおおむね同等の土地条件図の作成が可能である。

(3) また、ランドサット・データの広域性、周期性、即時性、情報の構造特性、ならびに解析の迅速性を利用して、他の要因の土地条件とオーバーレイすることにより、可住地面積や市街化区域の宅地化動向等の把握や、メッシュ単位での地域評価が簡単に、しかも継続的に行えるので、経済的に効果が大きく、地域行政の監視システムとしての利用が期待される。

(4) 土地利用規制は、各地域における複雑な諸事情を勘案して決定されているものである。したがって、それら規制に対する評価は場合により恣意的側面を有するが、今回のように数値情報化することによって、それら規制の住宅立地への影響を数量化することが可能となる。さらに、今回の解析例に示したように、土地利用規制の見直しの際の基礎的情報の把握が容易になり、ともすれば局地的な取扱いに陥りやすい問題に対して、統一のかつ広域行政的な観点からの検討が可能となる。

本報告は、国土庁の補助事業としての、福岡県の委託研究¹⁷⁾の一環をなすものであり、福岡県企画開発部土地対策課、ならびに(財)リモートセンシング技術センター

を含む各方面からの支援と協力を頂戴した。ランドサット・データの一部については、宇宙開発事業団による「ランドサット処理データの公共調査機関に対する提供」にかかわるデータを利用させて頂いた。また、標高データは、国土数値情報整備事業の一環として、建設省国土地理院において作成された標高に関する数値情報を利用した。記して深謝の意を表すものである。

参考文献

- 1) 国土庁ほか：土地利用の可能性に関する調査報告書，1975。
- 2) 愛知県企画部：メッシュ法による土地利用計画作成調査報告書，1975。
- 3) 日本住宅公団関西支社：近畿圏における宅地開発適地の条件整理に関する調査研究報告書（その4），1975。
- 4) 栃木県：栃木県最適区分域設定調査，1976。
- 5) 沼田 實・出口近士：MSSデータによる土地被覆分類項目の設定に関する研究，土木学会論文集，No.347/IV-1，pp.105~115，1984。
- 6) Deguchi, C., et al. : A Classification of MSS Data for Land-Cover Mapping, Mem. Fac. Eng. Kyushu Univ., Vol.44, No.4, pp.367~389, 1984。
- 7) Satterwhite, M., et al. : Using Landform and Vegetative Factors to Improve the Interpretation of Landsat Imagery, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.50, No.1, pp.83~89, 1984。
- 8) 奥野忠一ほか：統多変量解析，p.104，日科技連，1976。
- 9) 建設省国土地理院地図管理部：国土数値情報の概要，pp.58~60，1983。
- 10) 棚橋一郎ほか：土地利用の評価および予測とアクセシビリティの計量に関する考察（I），都市計画，No.57，pp.24~31，1969。
- 11) 建設省九州地方建設局：昭和55年度全国道路交通情勢調査，一般交通量調査報告書，1981。
- 12) bit：共立出版，Vol.15，No.1，pp.103~104，1983。
- 13) 松田博幸ほか：国土数値情報利用解析に関する研究，国土地理院調査研究報告，1978。
- 14) 福岡県企画開発部：福岡県土地利用分級図，1978。
- 15) 加藤 晃・河上省吾：都市計画概論，共立出版，pp.92~97，1977。
- 16) 福岡県企画開発部土地対策課：土地利用動向調査，1980~1984。
- 17) 沼田 實・出口近士：ランドサット・データを利用した福岡県土地利用基本計画の管理支援システムの開発に関する調査研究報告，1985。

(1985.9.2・受付)