

ランドサット・データを利用した福岡市域の人口推定

九州大学工学部 正 員 沼田 實

九州大学工学部 正 員 出口 近士

九州大学工学部 ○学生員 池上 正春

1. はじめに

大規模開発による市街地の都市周辺部への拡大, および都市内における道路交通網等諸条件の変化と共に, 都市の土地利用の面的構成は刻一刻と変化を続けている。それに伴い都市圏内における昼間人口, 夜間人口分布もまた急激に変動している。現在, 人口分布のデータとして国勢調査に基づく地域人口メッシュ統計が存在するが, 5年に1度の調査でしかなくまた全数調査であるため統計処理に多大の時間を要し, データ入手時点では現実の人口分布との間のずれが避けられない。したがって, できるだけReal-time でしかも容易に人口分布の現状を把握しうする手法の開発が望まれる。現在ランドサットのMSS データを用いた土地被覆分類図の作成が可能であり, この土地被覆分類図から人口分布の推定が可能ならば, 人口統計の5年間の空白を補う手段として最適であり, 都市計画等における時系列的な人口分布の研究にも大きな役割を果たすことが期待される。本報告では, ランドサットから得られた土地被覆分類図からの人口推定を目標とし, 最尤法, クラスター分析法の2つの分類手法を用いて比較・検討を行ったものである。

2. 人口統計メッシュ

人口分布の既存のデータとして地域人口統計メッシュ・データが存在し, 約1kmを一辺とする3次メッシュが基本単位となる。ランドサット・データの分解能は一辺約80m であるが, 1画素単位での推定は, 既存人口分布が把握できないことおよび, ランドサット・データの種々の歪等のために地上との正確な対応が困難なことの2つの理由のために不可能である。したがって, 人口推定は統計メッシュ単位で行うこととし, ランドサット・データを地形図上の経・緯度と対応が可能のように, 2次メッシュ・データの範囲でリサンプルした後, 各メッシュに分割する方法を採用した。なお, 昼間人口のデータには, 昭和53年度事業所統計による従業者人口を用いた。

3. 人口推定

人口の情報を直接ランドサットのMSS データから得ることは困難であり, また現在熱赤外のデータが入手出来ないため, 生産活動等による熱放射等人口推定に極めて有効ではないかと考えられるエネルギー面からの推定も現状では不可能である。しかしながら, 例え

ば市街化された人口稠密な地区, 郊外住宅地, 人口の閑散な農村地区では, そのMSS の反射率に明確な差異が認められるため, まず地表面の土地被覆分類図を作成し, その後この分類図からの間接的な人口推定が可能である。すなわち, 各1kmメッシュ内における各分類項目のピクセル数を説明変数と考え, 人口を被説明変数とした重回帰分析法により人口を推定するものである。具体的フローを図-1に示し, その分類手法として最尤法, クラスター分析法による2つの方法を考え, それぞれの解析方法の比較結果を以下に示す。

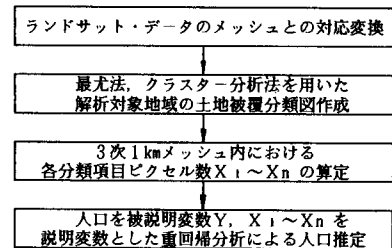


図-1 人口推定のフローチャート

(i) 最尤法による分類結果を用いた方法

最尤法による被覆分類は現在最も一般的に用いられる分類法である。この方法はまず分類すべき項目を設定し, その分類項目毎に他の具体的情報等からトレーニング・エリアと呼ばれる地域を解析対象地域から選定する。そこから得られた教師データを用いて共分散行列等の諸変量を算定, 判別関数を設定して分類を行うものである。したがって, 代表性のあるトレーニング・エリアの設定が可能ならば, 人口推定にとっての適切な分類項目が設定可能となる。今回は高密度市街地, 低密度市街地, 裸地, 田地, 森林緑地, 水域の6項目を設定し, 分類図を作成したものを用い, そのうち高密度市街地, 低密度市街地の2つを説明変数とした重回帰式を考え, 人口を推定した。

(ii) クラスター分析法を用いた方法

最尤法を用いた分類図を利用した人口推定の結果, 解析地域MESH 22, 23 と呼ばれる地域においては良好な結果が得られたが, MESH33については満足いく結果が得られなかった¹⁾。これは, MESH33が天神, 博多駅地区等の高度に集積した中心業務地区を含むにもかかわ

らず、人口に対する説明変数として、高密度、低密度の単なる2つの変数を選定したためであると考えられる。すなわち、現実には高密度市街地と設定した分類項目が複数の異なるカテゴリーから形成されていることを示唆するものであり、より細かいカテゴリーへの再分類が必要となる。しかし、最尤法による方法では前述のようにトレーニング・エリアの選定と共に、分類項目の設定についての客観的判断が現在のところまだ困難である。そのため、他の分類手法を導入することを検討し、今回クラスター分析法による分類を行った。クラスター分析法による分類方法は教師なし分類法とも呼ばれ、4バンドのCCT カウントを変数と考え、それら変数を用いた距離の概念に基づくアルゴリズムによって、類似ピクセルを順次融合させクラスターを形成し、分類を行うものである。したがって、分類項目に対するMSSデータのもつ情報を客観的・合理的に利用でき、前述の最尤法による高密度市街地と設定した分類項目の、より細かい複数のカテゴリーへの分類が可能となる。具体的な重回帰式の作成には、ステップ・ワイズ法による方法を用い、人口に有意となる分類項目をF値により順次選択、抽出することによって行った。

4. 結果と考察

クラスター分析法を利用した場合の人口推定結果をMESH33において最尤法によるものと比較して表-1、図-2に示す。特に昼間人口に関してはクラスター分析法を用いた方が良い結果が得られた。これは最尤法を用いた際、高密度市街地と設定した分類項目を実際にはより細かい複数のカテゴリーに分類すべきであり、またそれがランドサットのMSS データを用いることにより、可能であることを示すものと考えられる。しかし、重回帰式を実際に適用する場合、その説明変数の説明力と共にその変数を得る容易さ・安定性の検討が必要であり、この点についての最尤法・クラスター分析法両者の比較は次のようになる。

(最尤法)

- 異なる時期のMSS データにおいても同様の分類項目の設定が比較的容易であり重回帰式の変数として適している。
- 細分類化には人口に対して有意となる分類項目の選定、トレーニングエリアの抽出に客観的判断基準の設定が困難である。

(クラスター分析法)

- 距離概念による数値的アルゴリズムのみで融合分類を行うため、異なる時期のデータでは必ずしも同一分類項目が得られない恐れがある。
- MSS データの持つ情報を有効に利用でき、土地被覆の細かい分類が可能であり、したがって説明力のある変数が抽出できる。

以上最尤法、クラスター分析法両手法による分類図を利用し、重回帰式を設定する方法を用いた人口推定を検討したが、人口の推定

表-1 重 相 関 係 数

	夜間人口	昼間人口
最 尤 法	0. 8 9 1 0	0. 8 4 1 7
クラスター分析法	0. 9 0 0 7	0. 9 5 7 5

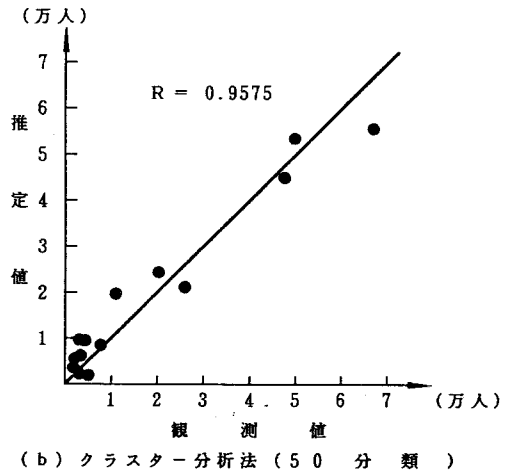
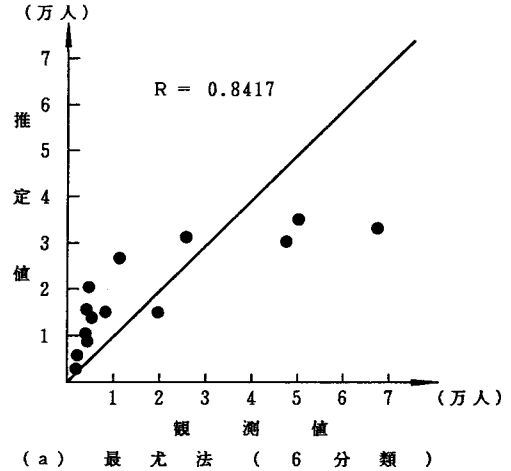


図-2 人口推定結果散布図

精度の面からはクラスター分析法による分類程度の細分類が必要であるが、前述1)の点で問題が残る。実際の適用には、人口に対して有意な分類項目の安定化、即ち時期の異なるデータにおいても同一分類項目が得られることが前提となる。それにはクラスター分析における最適クラスター数の検討、さらには時系列的に解析を行うことにより人口に対して有意となる分類項目の安定性に対する検証、対策が必要であり、今後その方向で研究を継続したい。

参考文献

- 1) 沼田・出口・池上；ランドサットデータを用いた人口推定の基礎的研究 土木学会第37回学術講演概要集 昭和57年10月