【研究報告】

基本単位区別集計データを用いた沿道人口分布の詳細な推計

松橋啓介・森口祐一

Detailed Estimation of Population Distribution along Urban Roadways Using Data with Basic Unit Block

Keisuke MATSUHASHI, Yuichi MORIGUCHI

Abstract: The purpose of this study is to improve methods estimating for the distribution of population along urban roadways with heavy traffic in order to account the population exposed to serious noise or air pollutant. Recently, a census covering the whole country provides the population data with the Basic Unit Blocks and the locations data of its center point. Population density in the range of every 10 meters from the roadway is estimated by allocating the population data into the polygon data of blocks on the market. For more detail, the number of population could be allocated into polygon of buildings according to floor space and floor uses. The linear approximation of census population data could be applied for estimating the spatial distribution of people, if the polygon data are not available for the targeting area.

Keywords: 国勢調査 (population census), 人口分布 (population distribution),
基本単位区 (basic unit block), 沿道 (roadside)

1. はじめに

自動車交通に起因する沿道の騒音や大気汚染の問題は、今も解決されていない環境問題のひとつである。甚大な被害を受ける地域では、防音壁等の騒音対策が取られている。しかし、都市の郊外化と交通量の増大が続いたため、環境基準を超える騒音にさらされる人口は小さくない。騒音問題への対策を検討するために、騒音レベル別に曝露人口を把握する必要がある。

騒音レベルは、沿道からの距離に応じて低下する。一方、用途規制や前面道路また防火・防音の観点から沿道で容積率が高く設定されている地域では、沿道の人口密度が高い可能性がある。そのため、騒音

レベル別の曝露人口を把握するためには、沿道からの距離帯別の人口密度を推計する必要がある。

例えば、環境庁大気保全局交通公害対策室(1989)が、騒音に曝露する沿道人口について、国勢調査の3次メッシュ人口データ(約1km四方)および国土数値情報の1/10細分メッシュ土地利用データ(約100m四方)に基づいて、道路から奥行き100m以内の人口を推計した例があるが、沿道からの距離100m帯の内部での人口分布は考慮されていなかった。最近の中央環境審議会(1998)の答申では、東京都の都市計画地理情報システムを用いて人口密度別用途地域別に類型化した沿道人口分布を外挿することで、人口集中地区において高容積率となる幹線道路沿道20~30m内の人口密度の高さを考慮することとなった。この手法は、全国分の曝露人口推計をするための手法としては簡易で適切と考えられるが、道路から奥行き100m以内の人口を推計する際に3次メッシュ人口と1/10細分メッシュ土地利用を用いていることから、地域ごとの人口分布の実態

松橋：〒305-0053 茨城県つくば市小野川16-2
国立環境研究所地域環境研究グループ
Regional Environment Research Division, National
Institute for Environmental Studies
16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-0053
Tel. 0298-50-2511
E-mail: matuhasi@nies.go.jp

が必ずしも正しく反映されていない可能性がある。

地理的な人口分布の解析の分野では、全国をカバーする詳細な人口データとして、3次メッシュ人口が一般的に利用されてきたが、平成2年国勢調査から基本単位区（国勢調査の集計上の最小単位、原則として街区若しくはこれに準じた区画を単位として設定されている）別人口データが提供され、平成7年国勢調査結果の公表と同時に、基本単位区図形中心点の座標データが経緯度で提供されるようになった。市販の地図データ等から基本単位区に相当する図形データを準備すれば、GISソフトウェアを用いて、人口データを街区に対応付けて利用できるようになった。

本研究では、道路騒音レベル別の曝露人口の推計精度を上げるため、国勢調査の基本単位区別集計の人口データを利用し、街区や建物の図形データおよび建物階数や床用途のデータを組み合わせて、できる限り実態に即した沿道人口の分布を推計する。また、その傾向を踏まえて、全国分のデータが存在する基本単位区別の人口データおよび道路データのみから沿道距離帯別の人口密度を推計する簡易手法を提案する。

こうした手法は騒音問題のみならず、沿道の局地的な大気汚染問題の検討にも有用と考えられる。

2. 詳細な沿道人口分布の推計方法

2.1. 対象範囲と使用データ

騒音が問題になっており、沿道の人口密度が高いと予想される環状7号線の一部、世田谷区の大原二丁目から上馬まで約5kmの区間を推計対象とした。

推計に使用した主なデータを以下に示す。

○総理府統計局/平成7年国勢調査基本単位区別集計A表（東京都・千葉県）

データ部分（総人口）、地域名称部分（町丁字コードと地域名称の対応）、基本単位区の図形中心点座標データ

調査区一覧表（統計局にて閲覧・複写が可能）

○ゼンリン/Zmap-Town II（住宅地図、東京都世田谷区）

街区界面、住所

○東京都都市計画局/都市計画地理情報システム

（平成8年度、23区）

建物用途、用途地域

井坂ほか（1997）は国土地理院の空間データ基盤（街区ポリゴン）を用いて街区别人口統計図を作成したが、ここではゼンリンのデータを利用した。GISソフトウェアには、汎用GISであるSISを用いた。

2.2. 沿道の考え方

本研究では、道路から10m刻みで100mもしくは200mまで距離帯を取り、約5kmの区間について沿道距離帯別の人口密度を推計することを試みた。道路からの距離の基点には、道路中心線と道路端（車道端もしくは官民境界）の2種類が考えられる。前者は、道路幅のデータを必要としない点が優れているが、沿道距離帯を細かく取る場合には、道路幅の変化が沿道の人口密度に大きく影響する。騒音等の影響評価で一般的に使われていることも考慮し、ここでは、後者の官民境界から測る方法を採用した。ちなみに、官民境界とは、公道と敷地の境界線のことであり、道路境界線とも呼ばれる。

3. 詳細な沿道人口分布の推計結果

世田谷区の環状7号線を対象に、さまざまな推計手法を用いて、できる限り実態に即した沿道人口分布の推計を試みた。図1に示すように、人口を配分する先に応じて、(1) ポイントデータ、(2) 街区ポリゴン、(3) 建物、(4) 床面積、(5) 用途別床面積の5種類の推計を行った。

3.1. 基本単位区別人口ポイントデータによる推計

国勢調査基本単位区別人口データは、基本単位区図形中心点座標を使ってポイントとして表示することができる。官民境界から10m刻みのバッファゾーン（あるアイテムから一定距離にあるアイテムを選択するためのコマンド、GISソフトウェアに標準装備されている）を100mまで発生させ、各距離帯に含まれるポイント数および人口を集計し、距離帯の面積で除すと、沿道距離帯別の人口密度を求めることができる。図2のグラフを見ると、隣接する距離帯の間での人口密度の差異が激しいことが分か

(上図は、街区および建物に配分した人口の密度分布を高さで示したもの)

図1 推計手法別の人口の配分方法

る。これは、ポイントの密度に比べて10m刻みの集計単位は細かすぎるためと考えられる。図3に示すように30m幅で移動平均を取ると、全体的な距離帯別の傾向を把握できるようになった。図2で、10~30m帯に比べて0~10m帯の人口密度が低くなっている。基本単位区が例えば道路鉛直方向に約40mの大きさを持つ場合、基本単位区図形中心点は官民境界から約20mの位置に打たれるため、道路近傍のポイント数は実際の人口に比べて少なくなると考えられる。したがって、この推計手法では、道路近傍の人口は低く見積もられている可能性がある。

3.2. 街区の図形データを利用した推計

国勢調査の実態を考えると、基本単位区別人口は、ポイントにではなく、基本単位区図形に配分されるべきである。そこで、ゼンリンの住宅地図を電子化したZmap-Town IIに含まれる「街区界面」というポリゴンデータを加工し、基本単位区図形に相当する図形データ（以下、街区ポリゴンと呼ぶ）として利用することにした。世帯数が特に多い街区や建物は、複数の基本単位区に分けられているため、

Zmap-Town IIの住所を国勢調査の調査区一覧表と照合しながら、街区界面を分割して街区ポリゴンを作成した。マンション等の建物については、基本単位区が階層別に分割されているが、ポリゴンが重複してしまうことや道路からの距離に差がないことから、一つにまとめて扱った。住所からみて対応すべき街区ポリゴンに内包されていない数個の図形中心点については、その位置を修正した。こうして作成した街区ポリゴンに、内包する基本単位区図形中心点を対応付けると、基本単位区別人口を街区ポリゴンの街区人口として表示することができる。

GISソフトウェアに標準のバッファゾーン・コマンドは、アイテムの原点で内外の判定を下すため、選択されるアイテムがバッファゾーンより相当に小さい場合もしくはポイントデータである場合にのみ利用できる。

そのため、ここで道路の官民境界からの距離帯別に人口密度を求めるために、まず距離帯をポリゴンアイテムとして作図し、街区ポリゴンがそれぞれの距離帯ポリゴンに重なる面積を街区ポリゴンにデータとして持たせた。次に、街区人口をその面積に応じて比例配分し、距離帯ごとに人口を集計すること

で、沿道距離帯別の人口を求めた。その際、環状7号線に隣接する街区ポリゴンは、環状7号線の道路敷の一部をその中に含んでいるため、道路からの距離0m内にも人口を配分する計算になってしまう。他の街区ポリゴンに比べて道路を含む影響を無視できないと判断して、街区面積の内、環状7号線に重なる面積は除外した。

図2に示すように、この手法で求めた人口分布は、隣接する距離帯同士の変化が小さく、沿道から離れる方向に単調減少のグラフになる。0～100mの人口密度の平均が約205人/haなのに対して0～10m帯の人口密度は約252人/haと、約23%大きい値が求められた。

3.3. 建物の図形データを利用した推計

上の推計手法では、街区内に人口が均等に分布すると仮定している。しかし、地図を見ると、街区内でも幹線道路に対して一方に建物が寄せて建てられるケースがあり、推計に与える影響が無視できない可能性がある。また、街区ポリゴンは、隣の街区ポリゴンと接しているため、街区の境界を形作る道路をその内部に含んでいる。街区ポリゴンの代わりに建物に人口を配分することで、人が住まない道路や空地に人口を配分する事態を避けることができ、推計がより実態に合うものになるものと考えられる。

この手法では、東京都都市計画地理情報システムの建物の図形データを利用し、先に街区ポリゴンに配分した人口を、個々の建物へ面積に応じて配分した。次に、建物が距離帯ポリゴンに重なる面積を計算し、さらに面積に応じて人口を距離帯に配分・集計して距離帯別の人口密度を求めた。

その結果、図2に示す通り、街区を用いた推計結果に比べて、沿道0～10m帯での人口密度がやや多く、30～50m帯での人口密度がやや少ない結果が得られた。幹線道路に接した街区内では、予想通り、幹線道路寄りに建物が立地する傾向があるためと考えられる。

3.4. 床面積を用いた推計

上の手法では、建物の階数や床面積を考慮できな

い。より実態に沿った推計とするため、東京都都市計画地理情報システムの建物階数を建物面積に掛け合わせたものを建物床面積と考え、その床面積に応じて、建物に人口を配分する手法を試行した。

その結果、図2に示すとおり、沿道0～10m帯までの人口密度は、他の推計手法に比べて相当に高い値が得られた。0～20m帯での人口密度は、街区を用いた推計手法に比較して、約70人/haすなわち約29%ほど大きくなっている。また、沿道0～30mの範囲だけで人口密度が高く、他の距離帯でほぼ均一な人口分布になっているようにも見える。これは、対象地域の沿道20mには近隣商業地域等の用途地域が指定され、高容積率になっていることが反映していると考えられる。

3.5. 用途別床面積を用いた推計

上の手法では、床面積当たり人口密度を用途に関わらず一定としたため、商業施設が集中している道路近傍の人口密度が過大推計となる可能性がある。ここでは、さらに詳細な推計として、東京都都市計画地理情報システムの建物用途を用いて、用途別の床面積当たり人口の違いを考慮した推計を行った。

沿道から200mまでの距離帯に重なる293個の街

図2 沿道人口分布の推計

区ポリゴンを対象にして、街区 I の人口 p_i を従属変数に、街区 i が含む建物用途 j 別の床面積 f_{ij} を説明変数にした式を立て、重回帰分析を行った。サンプル数が非常に少ない、もしくは回帰係数がマイナスになる非住宅系の用途床については、変数から外した。小地域について重回帰分析を行ったところ、住商併用床の床面積当たり人口密度は、主に沿道に指定されている「商業地域、近隣商業地域、準住居地域」（以下、商業系地域）内とそれ以外の住居系用途地域内で異なることが推察されたため、これらを二変数に分けた。最終的に、独立住宅、集合住宅、商業系地域内住商併用建物、住居系地域内住商併用建物の四変数からなる次の回帰式 ($R=0.946$) を得た。

$$p_i = 2.55 \cdot f_{i1} \text{ 独立住宅} + 2.16 \cdot f_{i2} \text{ 集合住宅} \\ + 1.99 \cdot f_{i3} \text{ 商業系地域内住商併用} + 2.84 \cdot f_{i4} \text{ 住居系地域内住商併用}$$

この重みを用途別床面積相互の重みとして応用し、街区人口を重み付き床面積に応じて建物に配分した。

距離帯別人口は、図 2 に示す結果となった。床面積を用いた推計結果に比較して、商業系の施設が多い 0~20m 帯の人口密度が低い値となった。0~100m 帯の平均人口密度と比較すると、0~10m 帯の人口密度は、約 30% 大きい値が求められた。

この推計手法では、重回帰分析によって建物用途別床面積当たり人口の違いを求め、その重みを用いて街区人口を配分した。本節で提示した手法の中では、この用途別床面積による推計が最も実態に即した詳細な人口分布を表していると考えられる。

4. 全国に適用可能な簡易推計手法

第 3 節に示した推計手法は、地理的に詳細なデータが整備されていない地域には適用することができない。本節では、全国を対象とした推計を行うために、入手可能なデータとして、国勢調査区の基本単位区別集計の人口とそれに添付される基本単位区図形中心点座標、それからデジタル道路地図の幹線道路の線データおよび最小道路幅を用いた推計手法について検討する。

4. 1. 近似方法

建物用途別床面積を用いた推計結果が、第 3 節の推計手法の中ではもっとも実態に近い値を示していると考え、簡易推計の目標とした。

基本単位区別人口のポイントデータを沿道距離帯別に集計すると、距離帯毎の人口密度の差異が大きい結果となることから、このデータから詳細な推計を行うことは困難であると考えられた。そこで、ポイントデータに各種の近似法を適用して、沿道からの距離帯に応じた人口密度の傾向の反映を試みることにした。

図 3 に示す移動平均による近似は、全体の傾向を把握するためには有効だが、基本単位区図形中心点が少ない道路近傍では、どうしても小さめの推計となり、反対に沿道 20~30m 帯の人口密度が過大となってしまう。その点、線形近似は、道路近傍の人口密度を比較的正しく再現できている。

線形近似は、用いるデータの範囲が問題になる。第 3 節での推計結果より、幹線道路に接する街区とそれ以外の街区では用途地域の違い等から人口分布の傾向が異なると考え、沿道から 2 街区分でポイントデータを区切った線形近似を行うこととした。例えば、道路の沿道 0~100m 帯に含まれる基本単位区図形中心点の点密度から、点同士の平均的な距離

図 3 近似法を用いた簡易推計

を求め、これを平均的な街区の辺の長さとした。図3に示す例では、平均辺長が43mであることからその倍の0~90m帯のポイントデータに線形近似の直線を引いた。その次の街区間の傾向は、40~130m帯の線形近似によって把握される。直線の傾きが水平に近いことから、沿道からの距離と人口密度分布の関係が低くなっていると考えられる。

4.2. ケーススタディ

最後に、この簡易手法を他の地域の沿道人口推計に適用し、妥当性を検討した。世田谷区内の国道246号線を対象に推計したケースでは、100~110m帯が線形近似の境界となり、それ以遠の人口密度は160人/haで一定、それ以内の人口密度は、道路に近づくにつれて増加し、0~10m帯で200人/haに達する結果となった。環状7号線と同様に、放射線である国道246号線にもこの手法が応用可能と考えられる。

次に、北松戸から柏にかけての国道6号線を、数区間に分けて推計した。街区の平均的な辺長は120mと相当に大きく、人口密度は60人/ha以下と相当に低く、道路からの距離は人口密度の分布にはほとんど影響を与えないという結果が得られた。このように、街区の規模が大きく、人口密度が低い地域の道路を対象にして沿道人口を推計する場合には、0~100m帯の沿道人口をひとまとめに扱う従来の推計手法でも、基本単位区別人口データを用いた推計手法と大差のない結果が得られると考えられる。

5. おわりに

幹線道路の沿道人口分布をより詳細に推計するた

めに、国勢調査基本単位区別人口と東京都都市計画地理情報システムの建物図形データおよび建物用途別床面積を用いた推計手法が有効であることを示し、大都市部の市街地内を通過する幹線道路沿道では、100m単位の推計と10m単位の推計の間に最大で約30%の人口密度の差が現れることを明らかにした。

ポイントデータによる推計を街区ポリゴンによる推計に変えるだけでも、沿道人口の推計は改善される。国勢調査の人口データを有効に利用するために、全国分の基本単位区別図形データの提供が望まれる。最近では、平成7年国勢調査から町丁目の境域データが提供されるようになってきている。

簡易推計手法が必要な場合には、平均的な街区辺長の倍数等で範囲を区切って、線形近似を行う手法を提案した。しかし、人口密度が低く、街区辺長が長い郊外部では、沿道からの距離による人口密度分布の変化が明確でないため、区間ごとの土地利用区分を考慮する従来の推計手法がふさわしいと考えられる。

参考文献

- 井坂 隆・折笠幸平 (1997) 空間データ基盤を利用した街区別人口統計図の作成。『国土地理院技術資料』, C2 (7), 7-10.
- 環境庁大気保全局交通公害対策室 (1989) 『昭和63年度全国沿道騒音実態調査報告書』.
- 中央環境審議会 (1998) 『騒音の評価手法等のあり方について (答申)』, <http://www.eic.or.jp/kisha/attach/42729-1.pdf>, 17.