人口集中地区を画定する密度基準

01102840 筑波大学 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi

1．はじめに

日本においては昭和35年(1960)の国勢調査より人口集中地区（以下D.I.D.という）が定められている．国勢調査の最小単位は約50世帯よりなる国勢調査調査区であり，この調査区の中で1)人口密度が40人/ha以上の調査区が“連接”しており，かつ2)その人口の総計が5,000人以上の地区を人口集中地区(D.I.D.)と定めている．この“連接”をどう定めるかについていろいろ問題があり，この紙面でとても詳しく述べることはできないが，ともかく，この画定方法で1990年まで5年ごとにD.I.D.を定めてきた．ところがこの画定の作業量が大変であることや，このD.I.D.の面積が地方交付税の算定根拠となること等により，総務庁統計局はこの作業を1995年より計算機で迅速かつ客観的にやらせることを決断した．

そこで，地理情報整備等の要請からも調査区をもっと小さい基本単位区から構成し，これをもとにD.I.D.を画定する作業を開始した．ところが密度基準に以前の調査区に適用したものを用いると，D.I.D.に画定される面積が減少してしまうという問題が生じた．

実際D.I.D.画定のための調査で愛知県と青森県とに出張し，様々な調査区や基本単位区をみてまわった．このときD.I.D.を画定するための単位（調査区，基本単位区）の大きさが異なる場合に，同じ基準（密度，例えば40人/ha）を用いて良いのだろうかという疑問をもった．どうもこの単位区が小さくなったときには基準をゆるくしたほうがよさそうだ，と言うのが実地でみてまわったときの感想だが，果してそれでよいのかという点は明確には分からない．そこで少しこの点について理論的に（モデル化して）考えてみることにした．

2．理論的計算

まず調査の対象である点（人あるいは世帯）がある分布に従っていて，面積Sの領域に点がx個ある確率$P(x,S)$が分かっているものとしよう．すると，面積Sの領域が密度ρ°以上となる確率$P(\rho^\circ,S)$は

$$P(\rho^\circ,S) \;=\; \sum_{x\geq\rho^\circ S} P(x,S) \qquad (1)$$

と表わすことができる．そこで面積Sの領域が密度ρ°以上と画定される面積の期待値は$S(\rho^\circ,S)$となる．

次に，面積Sの領域がn個の領域に分割され，i番目の領域iの面積がS_iであるとすると，密度ρ°以上と画定される面積の期待値は$\sum_{i=1}^{n} S_iP(\rho^\circ,S_i)$となる．領域$i$と領域$j$は面積$S$の領域に含まれているので$P(\rho^\circ,S_i)$と$P(\rho^\circ,S_j)$は独立ではないが，画定される面積の期待値を議論するときは上記のように単純に表わすことができる．ここでもし$P(\rho^\circ,S)$が面積Sによらず$P(\rho^\circ,S_i)=P(\rho^\circ,S)(i=1\sim n)$が成立すれば，

$$\sum_{i=1}^{n} S_iP(\rho^\circ,S_i) \;=\; SP(\rho^\circ,S) \qquad (2)$$

となり，密度ρ°以上と画定される面積の期待値は等しくなる．また，$S_i\leq S$のとき$P(\rho^\circ,S_i)\;\leq\;P(\rho^\circ,S)$であれば，

$$\sum_{i=1}^{n} S_iP(\rho^\circ,S_i) \;\leq\; SP(\rho^\circ,S) \qquad (3)$$

となり，領域を分割した方が期待値が小さくなる．一方，$S_i\leq S$のとき$P(\rho^\circ,S_i)\;\geq\;P(\rho^\circ,S)$であれば

$$\sum_{i=1}^{n} S_iP(\rho^\circ,S_i) \;\geq\; SP(\rho^\circ,S) \qquad (4)$$

となり，領域を分割した方が面積の期待値が大きくなる．

そこで式(1)の確率を面積Sの関数と考えたとき，$P(\rho^\circ,S)$が上記(2)，(3)，(4)のどれになるかを計算するために，人や世帯の分布をポアソン分布，すなわち

$$P(x,S) \;=\; \frac{(\rho S)^x}{x!}e^{-\rho S} \qquad (5)$$

として計算した結果を示す．より現実的にするには負の二項分布を用いるべきと思うが，この場合は実際のデータからこの分布のパラメータを求めなければならないので，次の機会にゆずることにしたい．

まず基準密度ρ°が対象地域全体の平均密度よりも小さい場合を計算すると図1のようになる．この場合実際の数値は$\rho=20,\rho^\circ=15$であり（単位はどのように考えてもよいが，例えば密度が20戸/ha, で面積の単位をhaと考えてもよい），このときの式(1)の$P(\rho^\circ,S)$を縦軸，横軸を面積Sにとって図示している．これをみると，確率$P(\rho^\circ,S)$は面積Sに関して連続ではないことがわかる．グラフより横軸の面積Sが大きくなるに従って，面積Sの領域が基準密度よりも高くなる確率$P(\rho^\circ,S)$が1に近づく．つまり前述の(3)の場合であり面積を大きくとっていけば，局所的な密度の濃い薄いにはだんだん影響を受けなくなり，ほとんどいつも基準値を上回ることになる．

つぎに基準密度ρ°が対象地域全体の平均密度ρよりも大きい場合，式を計算すると確率$P(\rho^\circ,S)$は図2のようになり，この場合図1と逆で，面積Sが増加すると，基準値以上となる確率は0に近づく．すなわち前述の(4)の場合であり領域の面積Sが大きくなると，ほとんど基準値を下回ることとなる．

それでは基準値を越える確率$P(\rho^\circ,S)$が領域の面積

Sに依存しないのはどのような場合だろうか．実は基準密度ρ^*と全体の平均密度ρが等しいときのみこれが起こり，$\rho^* = \rho = 20$(戸/ha) のときを図示すると図 3 のようになる．もちろん基準値を上回る確率 $P(\rho^*, S)$ は面積 Sに関して連続ではないが，面積 Sが大きくなるにつれ，1/2 に近づいて行くことがわかる．つまり，基準値と全体の平均密度が等しければ，ゆらぎの巾は変化するものの，基準値を越える確率 $P(\rho^*, S)$ はほぼ一定となるわけである．このことから，D.I.D. に入れる基準となる密度がちょうど大局的な密度と等しくなるように定められれば問題ないが，現実にはほとんどこれは不可能なことと考えられる．

3．密度基準の補正

ともかく以上のことから，まず D.I.D. の画定という作業には，領域の大きさを決め，その大きさにおける基準密度を定めなければならないことがわかる．つまり，市街地と認定するには，基準となる密度を決めればよいというだけでは不十分であり，認定基準としてはどのくらいの面積における密度であるかという点を定めなければならない．現実的には少しくらいの違いはあってもかまわないだろうが，もし面積が大巾に違う場合には，式の確率が等しくなるように調整する必要があるだろう．先に述べた現実の感想は面積を小さくすると基準をゆるめるものだったが，場合によっては図 2 のような場合も考えられ，このときは基準をきびしくする（密度を高くする）ことになるかも知れない．

つぎに補正の方法を論議したい．先の述べたように，まず基準面積 S^*と基準密度ρ^*を定めると式 (1) より (ρ^*, S^*) が求められる．これを用いて任意の面積 Sに関して

$$P(\rho^*, S^*) \quad = \quad P(\rho^{**}, S) \tag{6}$$

を満たすように補正した基準密度ρ^{**}を求めればよい．式 (1),(6) より，補正密度基準ρ^{**}は全体の平均密度ρ，基準密度ρ^*，補正基準を求めようとしている領域の面積 S，基準面積 S^*に依存する，つまり

$$\rho^{**} \quad = \quad f(\rho, \rho^*, S, S^*) \tag{7}$$

という関係にあることがわかる．しかし上式のように明示的にρ^{**}を表わすことができればわかりよいが，式 (6) の右辺が図 1,2,3 で示したように Sに関して連続ではなく，しかも級数で表現されているので難しい．

4．おわりに

この問題については，まだはっきりしない部分が大きい．ただ以下のことを明確にしないと，結局核心まで到達できない．それは“正確”に D.I.D. が画定されるとはどういうことか，ということである．これが分かれば単位地区の大きさによってどの程度“正確”さからずれるかという具合いに筋道がたてられるのだが，どうもまだ良くわかってはいない．

そこで画定される面積（もう少し詳しくいえば画定される確率すなわち面積の期待値）の点からこの“正確”さをみたのがこの小論である．

最後に，分布の数理的モデルとしてポアソン分布（一様にランダムな分布）を想定しているので，現実とは異なる面も多々ある．しかし数理的モデルの議論より，基準値というものである領域に白黒をつけようという場合の，領域の大きさと基準値との持つ本質的な意味と関係については明らかになったと思われる．

参考文献

腰塚武志 (1993)：調査区規模と密度基準．統計地域区分研究会報告書，総理府統計局統計調査部国勢調査統計課，pp.87-92．

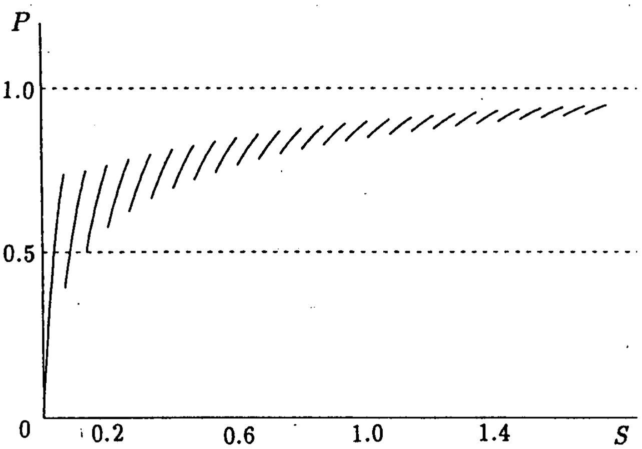

図 1　基準密度が対象地域全体の平均密度より小さい場合 ($\rho = 20$, $\rho^* = 15$)

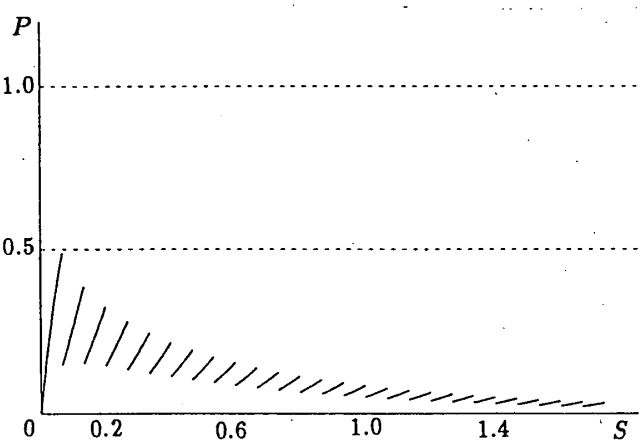

図 2　基準密度が対象地域全体の平均密度より大きい場合 ($\rho = 10$, $\rho^* = 15$)

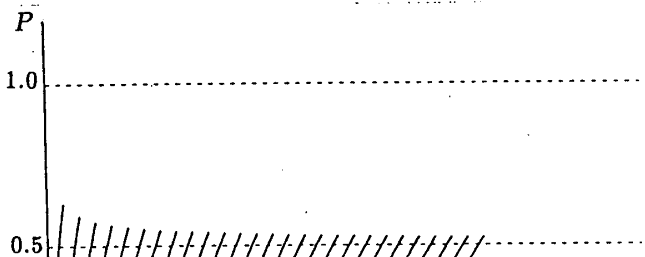

図 3　基準密度が対象地域全体の平均密度と同じ場合 ($\rho = 20$, $\rho^* = 20$)