

東京都特別区における地理的結核罹患状況の分析

¹渡瀬 博俊 ²中西 好子

要旨:〔目的〕近年の東京都特別区における地理的結核罹患状況の特徴を明らかにする。〔対象と方法〕2000年から2002年の東京都特別区における性・年齢層別の結核罹患状況について、空間補間法により表示し、高罹患地域の検出を行った。さらに結核のハイリスク層と考えられる生活扶助者における結核罹患患者の分布状況と比較した。〔結果〕地域の結核罹患状況は性・年齢層により分布状況が異なっている傾向を示した。20歳以上の男性において、都心部地域を中心として高罹患地域の集積を認めしたが、20歳未満の若年層および女性においては有意な高罹患地域を認めなかった。また地域の生活扶助世帯割合と結核罹患率の間に正の関連を認めた。〔結論〕高罹患地域の地理的分布状況は、生活扶助世帯割合の地理的分布状況との関連が考えられた。しかしながら若年者や女性の罹患状況を考慮すると、地域住民の感染リスクはほぼ一様の傾向と考えられたが、都心部地域ではややリスクが高い状況と考えられた。

キーワード: 結核, 空間補間法, ハイリスク層, 標準化罹患率, 地理的分布

はじめに

本邦における近年の結核罹患状況は、平成14年の厚生科学審議会感染症分科会結核部会報告「結核対策の包括的見直しに関する提言」で示されているように、特定の層や地域への偏在化傾向となっていることが考えられる。そのなかでは内因性結核再燃による影響を受けているものと考えられる高齢者や、ハイリスク層とされる社会経済的弱者に結核罹患者が集中している傾向であること、さらに都市部での罹患率が高いことが示され、現在東京都の結核罹患率は都道府県別で2番目の高罹患地域となっている。しかしながら高罹患地域である東京都内の各地域においても、様々な要因により罹患率が高い地域と低い地域が混在している¹⁾。今回、限定された小地域で地理的な相違が少ないと考えられる東京都特別区における結核罹患状況の地理的分布を、空間補間の手法を用いて描出し、あわせてリスク要因との関連について評価を行った。

対象と方法

東京都特別区における2000年から2002年の結核発生動向調査資料から、新規肺結核罹患者を対象として、性別、20歳刻みの4つの年齢層(20歳未満, 20~39歳, 40~59歳, 60歳以上)別および東京都23区別に標準化結核罹患率の算出を行った^{2)~4)}。同指標値は実罹患患者数を期待罹患患者数で除した値を用いた。また罹患状況の表示として、空間補間手法の1つである通常型クリギング法を使用した。同手法はデータ間の未知の値を補間する方法で、算出された線形結合については、距離が近いところは相関が強く、遠いところは相関が弱いとして統計的仮定を置き、任意の空間位置の罹患率データ $y(x)$ について、観測点 i における罹患率データ $y(x_i)$ の加重平均で予測 $\hat{y}(x)$ する。予測値算出に用いられる重み係数 w_i は観測値と予測値の誤差分散 $\text{var}(\hat{y}(x) - y(x))$ を最小化する値として定義され、最小誤差分散値は Lagrange 未定常数により推定される⁵⁾。また重み係数の合計は不偏性維持のため1に制約される。

$$\hat{y}(x) = \sum w_i y(x_i)$$

¹東京都江東区深川保健相談所, ²東京都江東区保健所

連絡先: 渡瀬博俊, 東京都江東区深川保健相談所, 〒135-0021
東京都江東区白河3-4-301
(E-mail: h-watase05@city.koto.tokyo.jp)
(Received 19 Jan. 2006 / Accepted 1 May 2006)

$$\sum w_i = 1$$

同手法により補間された算出値は、疾病地図のグリッド上における予測値として濃色地域ほど罹患率が高くなるよう表示した。さらに同モデルによる予測値について交差検証を行った。交差検証はデータセットに含まれる観測値 $y(x)$ を順次取り除いて、その位置における予測値 $\hat{y}(x)$ を残りのデータを用いて推定する。検証結果を図示した際には、各観測点での実際の罹患率と、その他の観測点から予測された罹患率との差を表示し、0の場合実観測値と予測値に差がないことを示し、実際の観測値が予測値よりも高くなるほど（過小評価）濃色、実際の観測値が予測値よりも低くなるほど（過大評価）淡色となるよう示した。結核罹患地域の集積性検定には空間スキャン統計量を使用した。本方法は対象とする地域の全体を様々な円領域の窓によりスキヤニングを行い、その中からローカルな高罹患集積地域の位置や範囲を特定する方法である⁶⁾⁷⁾。棄却域を1%として有意に高罹患集積地域と判定された範囲を円領域で示し、その際の行政区分地域を着色して示した。また参考として各地域の生活扶助者における結核罹患状況について検討した。データとして2000年、2001年、2002年の各年末時結核登録者の資料^{2)~4)}を使用し、全結核登録者に占める生活扶助者の割合を算出し、地理的分布状況を図示した。また全世帯中に占める生活扶助世帯の割合⁸⁾を確定変数として、各区の標準化結核罹患率の関係を、地域ごとの不均質性を表す誤差項を加えたポアソン回帰モデルで検討した⁹⁾。モデル式はTable 1に示し、Gibbs samplingを利用した10,000回のシミュレーションにより各パラメーター値を算出した。

結 果

各性・年齢層別の結核罹患状況について空間補間法により描出を行った結果をFig. 1-Aに示す。全体的な傾向として、都心部地域が高罹患地域として描出されているものの、地理的罹患状況は一様とはいえず、各々の性・

年齢層によってやや異なる分布傾向となっていた。20歳未満の若年層では、性別による大きな相違を認めず、都心部地域の全体が比較的高い罹患率であることが示された。20歳から39歳の年齢層では、男性・女性とも都心部の東側と西側に高罹患地域の存在を示していた。40歳から59歳の年齢層では、男性は都心部東側地域を中心とした地域、女性は都心沿岸部から南部にかけての地域に高罹患地域を認めた。60歳以上では、男性は高罹患地域が都心部に一塊となって示された。女性は罹患状況のばらつきが小さい傾向であった。交差検証による評価結果をFig. 1-Bに示した。20歳以下の若年層では、実際の罹患率が他の年齢層と比較して低いため、差のばらつきが大きい。都心部の予測罹患率が実罹患率と比較して過大評価、周辺部の予測罹患率が過小評価となっていた。20歳以上の年齢層では、男性の場合、都心部の東側と西側に限局して予測罹患率が過小評価となっている地域が存在した。また過小評価となっている地域の隣接地域の実罹患率は予測罹患率よりも低くなっていた。女性は20歳から39歳の年齢層で、男性と同様に都心部が過小評価となっている地域を認めたが、40歳以降の年齢層においては、全体としてほぼ予測罹患率と同様の罹患状況であることが示された。各性・年齢層別の高罹患率地域の集積性検定結果をFig. 2に示す。有意水準1%で、男性の20歳以上の各年齢層に高罹患地域が存在したが、女性では明らかな高罹患地域を認めなかった。また20歳以下の年齢層については男女とも有意な高罹患地域を認めなかった。また全結核登録者中の生活扶助者割合の分布結果をFig. 3に示す。都心部周辺地域に年末時登録者に占める生活扶助者の割合が高い地域が分布しており、20歳以上の男性の交差検証による評価結果と類似した傾向であった。全世帯中に占める生活扶助世帯の割合と全結核罹患率の関連をポアソン回帰モデルで検討した結果をTable 2に示す。回帰係数は生活扶助世帯の割合が高くなるほど標準化結核罹患率が高くなる正の関連を示した。

考 察

今回示された地域罹患状況の違いについては、罹患者が実際に感染した地域が居住地近辺とは限らず、実際の地域感染リスクを示しているとは限らない点、また算出に使用した資料には、結核罹患患者個々についての背景因子に関する情報が含まれていなかったことから、社会経済状態と罹患状況との実際の因果関係を推論するには不十分であることなどの点で、結果を解釈する上で注意が必要である。その上で結核罹患者の地理的分布状況は、地域住民層全体で一様の傾向ではなく、年齢層や性別により、若干の異なった特徴が存在していることが示され

Table 1 The estimate of the standardized incidence ratio (SIR) using a Poisson regression model

$$\begin{aligned} O_i &\sim \text{Poisson}(E_i \theta_i) \\ \log(\theta_i) &= \alpha + \beta x_i + \epsilon_i \\ \epsilon_i &\sim N(0, \sigma^2) \end{aligned}$$

- O_i : Observed cases
- E_i : Expected cases
- x_i : The rate of recipients of public assistance
- ϵ_i : The effect of latent risk factors
- θ_i : Area-specific relative risk
- α : The baseline relative risk
- β : Regression coefficient

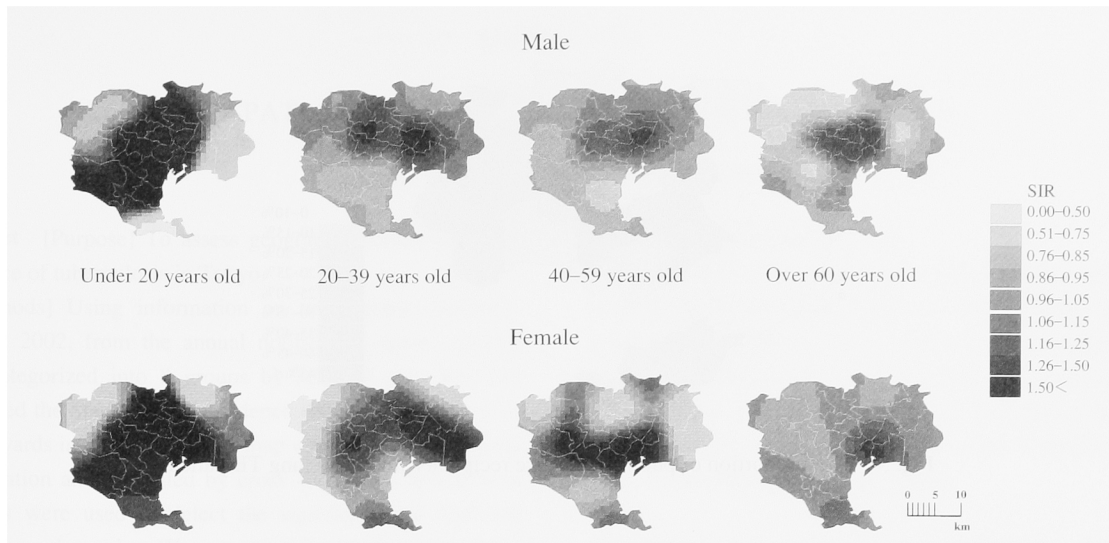


Fig. 1-A The geographic distribution of the standardized incidence ratio (SIR) using ordinary kriging.

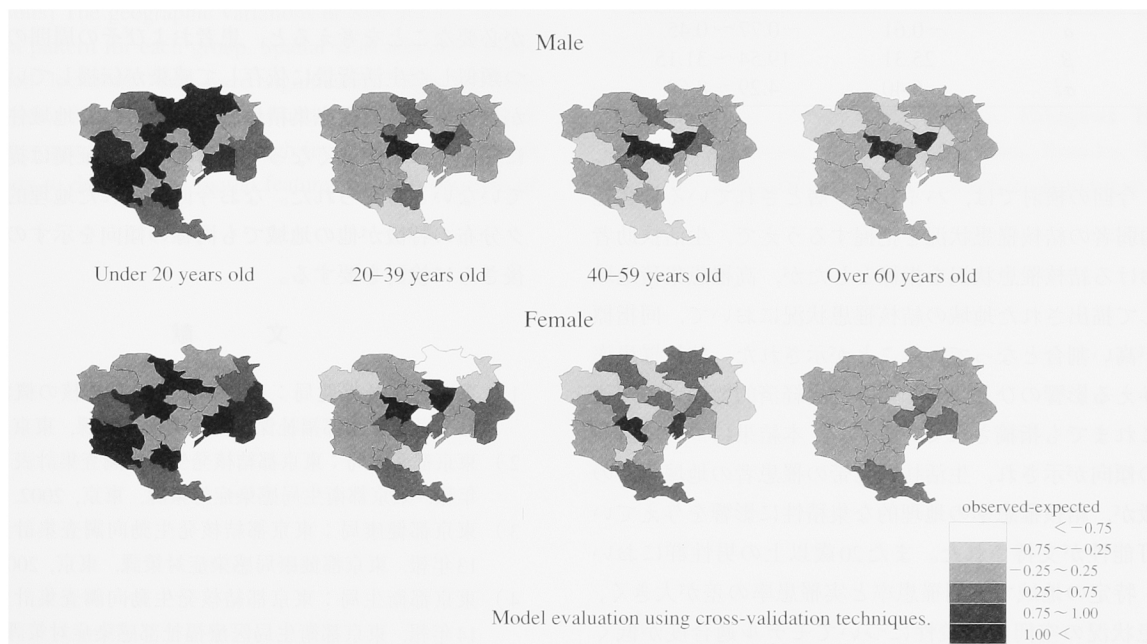


Fig. 1-B The geographic distribution of the standardized incidence ratio (SIR) residuals from kriging analysis.



Fig. 2 High SIR areas with statistical significance ($p < 0.01$)
The most likely cluster shown by gray area detected by circular spatial scan statistics.



Fig. 3 The proportion of public assistance recipients among all lung TB patients

Table 2 Estimation of the rate of public assistance and SIR using Gibbs sampling technique

Parameter	Mean	95% C.I.
α	-0.61	-0.77 ~ 0.45
β	25.31	19.54 ~ 31.15
σ_{ϵ}^2	6.40	4.29 ~ 8.69

た。今回の検討では、ハイリスク層とされている社会経済的弱者の結核罹患状況を把握するうえで、生活扶助者における結核罹患状況を指標としたが、高罹患集積地域として描出された地域の結核罹患状況において、同指標値が高い割合となっていることが示された。結核罹患率に与える影響のひとつとして、社会経済的要因との関連がこれまでも指摘されているが¹⁰⁾、本結果についても同様の傾向が示され、生活扶助世帯の罹患者の地域分布の特徴が、結核罹患率の地理的な集積性に影響を与えている可能性が支持された。また20歳以上の男性群において、特定の地域で予測罹患率と実罹患率の差が大きく、罹患状況の空間的連続性についてモデル適合度が低くなっていた。その理由として、今回使用した空間補間モデルでは空間相関性の等方性を仮定しているが、実際の周囲への罹患状況に与えるリスクは必ずしも等方性であるとは仮定できず、交通ネットワークなど周辺地域との結合状況が地理的隣接性とは独立し、異方性の結合を示していることで空間的相関性が薄れている可能性や、感染伝播が特定層内に偏って分布（ハイリスク層の空間的集積）していることで空間的連続性が限定されている可能性などが考えられた。特に後者の可能性を支持する状況として、高罹患地域における超過罹患者の存在が、地域居住者全体の罹患リスクを押し上げているならば、すべての性・年齢層で同様の罹患率上昇傾向を示すと考えられるが、若年層や女性における地域居住者の結核罹患

分布状況や高罹患地域検出結果は、そのような傾向を示していない。インフルエンザ等、感染性が高い感染症と異なり、結核の感染成立には、通常長時間の濃厚な接触が必要なことを考えると、患者およびその周囲の人の持つ類似した生活背景に依存して感染が伝播していることが推測され、高罹患集積地域と判定された地域住民全体に罹患リスクが高くなっている明らかな証拠は提示されていないと考えられた。なお今回得られた地理的なりリスク分布の特徴が他の地域でも同様の傾向を示すのかは今後さらに検討を要する。

文 献

- 1) 東京都福祉保健局：東京都における結核の概況 平成15年報。東京都福祉保健局感染症対策課，東京，2005。
- 2) 東京都衛生局：東京都結核発生動向調査集計表 平成12年報。東京都衛生局感染症対策課，東京，2002。
- 3) 東京都健康局：東京都結核発生動向調査集計表 平成13年報。東京都健康局感染症対策課，東京，2003。
- 4) 東京都衛生局：東京都結核発生動向調査集計表 平成14年報。東京都衛生局医療福祉部感染症対策課，東京，2004。
- 5) Hans Wackernagel: Multivariate Geostatistics, 3rd ed., Springer Verlag, Berlin, 2003.
- 6) Kulldorff M: A spatial scan statistic. Communications in Statistics Theory and Methods. 1997; 26: 1481-1496.
- 7) 中谷友樹, 谷村 晋, 二瓶直子, 他: 「保健医療のためのGIS」, 第1版, 古今書院, 東京, 2004, 102-105.
- 8) 東京都福祉局総務部計画調整課編: 社会福祉統計年報, 東京都福祉局総務部計画調整課, 東京, 2003.
- 9) 丹後俊郎: 一般化線形モデル. 「統計モデル入門」, 第2版, 朝倉書店, 東京, 2002, 75-91.
- 10) 西浦 博: 東京都特別区における結核の社会経済的要因に関する分析 失業・過密・貧困・在日外国人が及ぼす影響. 結核. 2003; 78: 419-426.

Original Article

GEOSPATIAL ANALYSIS OF TUBERCULOSIS IN TOKYO

¹Hirotohi WATASE and ²Yoshiko NAKANISHI

Abstract [Purpose] To assess geographic variations in the incidence of tuberculosis in Tokyo.

[Methods] Using information on tuberculosis incidence, 2000 to 2002, from the annual notification report, patients were categorized into 8 groups by sex and age. We then calculated the Standardized Incidence Ratio (SIR) for each of the 23 wards in Tokyo. The SIR map was described by spatial interpolation and evaluated by cross validation. Spatial scan statistics were used to detect the significance of high-risk areas across the region. We compare this with the proportional distribution of those receiving public assistance and according to the SIR.

[Results] The geographic variations of SIR did not show a uniform pattern for each group. Spatial scan statistics clearly identified locations, that were significantly high for male groups over 20 years old. Groups under 20 years old and all female groups did not produce high incidence cluster, which are likely to demonstrate spatial features of the proportion of

those receiving public assistance.

[Conclusions] The geographic distribution of the proportion of those receiving public assistance should impact upon the geographic distribution of the high incidence clusters. However, considering the results of the young age group and each female group, we suggest that recent infection risk among local habitants was almost uniform, with a slightly higher tendency in urban locations of Tokyo.

Key words: Tuberculosis, Spatial interpolation, High risk group, Standardized incidence ratio, Geographic distribution

¹Fukagawa Health Consultation Bureau, ²Koto Public Health Center

Correspondence to: Hirotohi Watase, Fukagawa Health Consultation Bureau, 3-4-301, Shirakawa, Koto-ku, Tokyo 135-0021 Japan. (E-mail: h-watase05@city.koto.tokyo.jp)