

# 標準化死亡比の経験的ベイズ推定量による医療資源の死亡に及ぼす影響に関する研究—福岡県における事例—

オオツボ コウイチ ヤマオカ カズエ ヨコヤマ テツジ  
大坪 浩一\* 山岡 和枝\* 横山 徹爾\*  
タカハシ クニヒコ タンゴ トシロウ  
高橋 邦彦\* 丹後 俊郎\*

**目的** 医療資源の適正配分・適正配置を考えるうえで、地域における医療資源の死亡への影響を評価することは重要である。死亡指標として用いられることの多い標準化死亡比 (SMR) は、市区町村単位のような小地域レベルでの比較に用いる際には人口サイズの相違の影響を受けやすく、わずかな死亡数の変化が見かけ上の指標を大きく変化させるという問題がある。そこで、本研究では、「経験ベイズ推定に基づく SMR」(EBSMR) に基づき医療資源の死亡に及ぼす影響について、社会経済要因の影響を調整したうえで評価することを目的とした。

**方法** 本研究では医療資源が適正配置されているかという点に着目し、これまでの研究で主な医療資源の指標とされてきた医師数、一般診療所数、一般病床数 (いずれも対人口) に加え、脳血管疾患や心疾患死亡に影響すると考えられた救急医療体制参加施設数などを取り上げた。死亡指標は、平成5年～平成9年の福岡県における全死因および脳血管疾患、心疾患、悪性新生物の3大疾患、および急性心筋梗塞の性別のEBSMRを取り上げた。社会経済要因として、出生数、転入・転出者数、高齢者世帯数、婚姻件数、離婚件数、課税対象所得、完全失業者、第一次産業就業者、第二次産業就業者数、第三次産業就業者数、刑法犯認知件数を取り上げた。EBSMRと医療資源変数および社会経済変数との関連性を、正規分布を呈しない変数については対数変換後、重回帰分析により検討した。

**結果** 重回帰分析より得られた主要な結果として、人口対医師数 (男性急性心筋梗塞  $P=0.047$ 、女性急性心筋梗塞  $P=0.012$ )、人口対救急医療体制参加施設数 (女性急性心筋梗塞  $P=0.001$ )、人口対一般病床数 (女性全死因  $P<0.001$ 、女性脳血管疾患  $P=0.007$ 、女性心疾患  $P<0.001$ 、女性悪性新生物  $P=0.049$ ) では、それが多いほどEBSMRが低くなる傾向が認められた。逆に、人口対一般診療所数では、それが高いほど死亡が高まる傾向を示していた (女性全死因  $P=0.025$ 、女性急性心筋梗塞  $P=0.006$ )。

**結論** 以上より、福岡県を事例として、市区町村レベルでの医療資源の死亡に及ぼす影響をEBSMRで評価したところ、医師数の充実と男女の急性心筋梗塞死亡の低下、一般病床数の充実と女性の全死因・女性の脳血管疾患・女性の心疾患・女性の悪性新生物死亡の低下、救急医療体制参加施設数の充実と女性の急性心筋梗塞死亡の低下の関連が認められ、医師数および入院や救急に関する医療資源を適正配分することの重要性が示唆された。

**Key words** : 標準化死亡比, 経験ベイズ推定, 医療資源, 社会経済要因, 生態学的研究

## 1 はじめに

地域医療を考えるうえで医療資源の適正配分・

適正配置は重要であり、地域における医療資源の死亡への影響を評価することはそのためにも意味を持つ。

これまで、市区町村単位の死亡状況に及ぼす医療資源の影響についていくつかの研究が行われてきた。医療資源と死亡との関連が指摘されている

\* 国立保健医療科学院技術評価部  
連絡先: 〒351-0197 埼玉県和光市南 2-3-6  
国立保健医療科学院技術評価部 大坪浩一

研究として、高岡<sup>1)</sup>や泊ら<sup>2)</sup>がある。

高岡<sup>1)</sup>は横浜市において、市内行政区単位に8項目の社会経済および医療資源の指標と全死因、悪性新生物、心疾患、脳血管疾患の性別の標準化死亡比(SMR)との関連について、重回帰分析により検討した。医療資源の指標としては一般診療所数(対人口)を用い、男女の全死因、男女の悪性新生物、女性の心疾患のSMRと正の関連をもつことを報告した。泊ら<sup>2)</sup>は鹿児島県において、15項目の社会経済および医療資源の指標と循環器疾患のSMRとの関連を、6疾患(高血圧性疾患、虚血性心疾患、他の心疾患、脳出血、脳梗塞、他の脳卒中)のSMRのクラスター分析により市町村を9群に類型し、類型化された9群のSMRと社会経済指標との関連について相関分析を行った。医療資源の指標としては、医師数、市町村保健婦数(いずれも対人口)、循環系疾患受療率が用いられ、高血圧性疾患死亡と市町村保健婦数に有意な正の相関関係が見られ、他の心疾患死亡と循環系疾患受療率とに負の相関関係がみられたことを報告した。

これらの他、氏平ら<sup>3)</sup>は奈良県において、医療施設数・病床数・医師数(いずれも対人口)を含む、計37項目の社会経済および医療資源の指標と全死因のSMRとの関連について、相関分析により検討したが、医療資源とSMRの有意な関連は認められていない。さらに、松野ら<sup>4)</sup>でも、京都府において、12項目の社会経済および医療資源の指標と総死亡、悪性新生物、脳血管疾患、心疾患の年齢調整死亡率との関連が相関分析により検討されていたが、医療資源の指標として使用された医師数・医療機関数・病床数・歯科医師数・保健婦数(いずれも対人口)と年齢調整死亡率に有意な相関はみられなかったことが報告されている。

一方、個別の指標ではなく、医療関連の指標も含め主成分分析や因子分析などにより、合成変数や抽出した因子との関連を分析したものに、森ら<sup>5)</sup>、永田<sup>6)</sup>がある。まず、森ら<sup>5)</sup>は岐阜県において、10項目の社会経済および医療資源(医師数、一般診療所数、病床数)の指標と性別の脳血管疾患のSMRとの関連を主成分分析を用いて検討した結果、医師数や病床数などの医療の供給がよい地域では、男女共に脳血管疾患全体および脳出血、脳梗塞のSMRが低く、医療資源と脳血管疾

患死亡との関連があることを指摘した。永田<sup>6)</sup>は京都府において、11項目の社会経済および医療資源(医師数)の指標と全死因、胃がん、脳血管疾患の年齢別粗死亡率・年齢調整死亡率との関連を因子分析と重回帰分析を用いて検討した結果、全死因、脳血管疾患の死亡が都市化因子(医師数を含む)と負の相関を示し、他方、胃がん死亡は関連がないことを指摘した。なお、この研究でも、個別の医療資源と全死因や脳血管疾患死亡との関連は言及されていない。

以上の研究では、死亡指標として、いずれも市区町村単位のSMRや年齢調整死亡率が用いられている。一方、人口格差が大きい市区町村単位の死亡状況を比較するのにSMRを利用すると、人口の小さい地域のSMRの標本誤差は、人口サイズの影響を受け、バラツキが大きくなり、わずかな死亡数の変化が見かけ上の指標を大きく変化させるという問題があることが指摘されている<sup>7)</sup>。丹後<sup>8)</sup>はSMRを安定化させる試みとして、「経験ベイズ推定にもとづくSMR」(以下、EBSMRと記す)を死亡指標とし、これをもとに地域的集積性を検出する方法を提案した。したがって、これまでのSMRと社会経済および医療資源の指標を用いた研究では、人口サイズの小さい市区町村における偶然変動が大きいため、SMRとこれら指標との関連が希釈されてしまい検出できなかった可能性があるが、EBSMRを用いればこの問題点が解決される。EBSMRによる評価の試みとして、これまでに中谷ら<sup>9)</sup>や小嶋ら<sup>10)</sup>の研究が行われているが、いずれも環境因子として栄養摂取状況との関連をみており、医療資源の影響については検討されていない。

そこで本研究では、福岡県を例にとり、EBSMRを死亡指標として、医療資源の死亡に及ぼす影響について、以上の論文<sup>1~6,9,10)</sup>において死亡との関連が指摘されている社会経済関連要因の影響を調整したうえで評価することを目的とした。

## II 用いたデータと解析方法

本研究では、福岡県下の全109市区町村を研究対象地域とした。市区町村単位の指標として、以下に示す医療資源の指標、死亡指標、および社会経済指標を用いた。

## 1. 医療資源指標

医療資源の指標は、医療資源が適正配備されているかという点に着目し、これまでの研究で主な医療資源の指標とされてきた医師数、外来医療資源の指標としての一般診療所数、入院医療資源の指標としての一般病床数（いずれも人口10万対）に加え、脳血管疾患や心疾患死亡に影響すると考えられた救急医療体制参加施設数（医療施設静態調査において二次救急または三次救急医療に参加していると回答した病院、人口10万対）を取り上げた。以上のデータは、福岡県衛生統計年報<sup>11)</sup>（平成8年実施医療施設静態調査および平成8年医師歯科医師薬剤師調査の市区町村別集計）によった。なお、救急医療体制参加施設数は、北九州市と福岡市内の行政区以外はすべて保健所区域ごとに集計されていることから、北九州市と福岡市を除く市町村別データは当該保健所区域内救急施設数を保健所管轄内人口と市町村人口より人口配分して求めた。また、通勤対象年齢ではない老人患者の外来受療行動の状況をみることにより、外来受診のしやすさや軽症の外来医療機能を把握することを考え、病院および一般診療所への受療動向調査報告書<sup>12)</sup>より、65歳以上の老人外来患者自市区町村通院率（%）を取り上げた。

## 2. 死亡指標

死亡指標は、平成5年～平成9年の福岡県における全死因および脳血管疾患、心疾患、悪性新生物の3大疾患、および急性心筋梗塞について性別にEBSMRを算出した。なお、心疾患には心不全のような“曖昧な死因”も含む<sup>13)</sup>ため、急性心筋梗塞も取り上げた。この際、死亡データは、厚生省統計情報部編「平成5～9年人口動態保健所・市区町村別統計 人口動態統計特殊報告」<sup>14)</sup>の市区町村別の死因別実死亡数および標準化死亡比の集計表を利用した。なお、EBSMRを計算するために必要な年齢階級別人口の情報は平成7年国勢調査報告<sup>15)</sup>によった。

## 3. 社会経済指標

社会経済指標として、これまでの文献<sup>1～6,9,10)</sup>で死亡に影響を与える指標とされたものを中心に、以下の項目を取り上げた。すなわち、出生数、転出入者数（いずれも人口1000対）、高齢者世帯数（一般世帯1000対）、婚姻件数、離婚件数（いずれも人口1000対）などの基本的な人口動態

統計に、職業や労働状況の指標として、課税対象所得、完全失業者数、第一次産業就業者数、第二次産業就業者数、第三次産業就業者数（いずれも労働力人口1000対）をとりあげ、さらに、刑法犯認知件数（人口1000対）を取り上げた。以上のデータは、総務庁統計局発行「統計でみる市区町村のすがた2000」<sup>16)</sup>の市区町村別集計表を利用した。

## 4. 解析方法

福岡県下全109市区町村をケースとして、男女別に死因（全死因、脳血管疾患、心疾患、急性心筋梗塞、悪性新生物）ごとの5年分をまとめた実死亡数と、全国の年齢階級別死亡率と福岡県全体の実死亡数を基準に算出した5年分の期待死亡数を用い、地域集積性分析ソフト<sup>17)</sup>を利用して、男女別の死因ごとのEBSMRを求めた。

つぎに、EBSMRと各医療資源指標（5項目）との関連について、重回帰分析により社会経済関連要因（11項目）の影響を調整したうえで検討した。なお、医療資源指標と社会経済指標のうち、正規分布を呈しない変数については、対数変換を行って近似的に正規分布とみなせることを確認したうえで解析に用いた。まず目的変数を男女別各死因別EBSMRとし、医療資源・社会経済指標の16項目の説明変数の影響を強制投入法により検討した。つぎに、各説明変数に対する標準偏回帰係数の有意確率がいずれの目的変数の場合にも有意水準5%に達しなかった変数を除外して、残った説明変数を用いて、ステップワイズ法（取り入れ・取り除き基準20%）によりEBSMRと関連する変数の検討を行った。

## III 結 果

### 1. 福岡県の死亡と医療資源の特徴

福岡県の死亡の特徴を平成13年の死因データ<sup>18)</sup>でみると、死亡順位は、悪性新生物、心疾患、脳血管疾患の順であり、全国での順位と同じであった。全死因の粗死亡率は、全国とほぼ同等であり、悪性新生物の割合が全国よりやや高く、心疾患、脳血管疾患の割合がやや低かった。なお、平成7～10年は、死亡順位が悪性新生物、脳血管疾患、心疾患と2位、3位が入れ替わっていたが、この傾向は全国では平成7～8年にみられた。

一方、福岡県の医療資源の特徴<sup>11)</sup>を平成8年10

月1日現在（医師数は12月31日現在）で全国と比較すると、人口10万対で、医療施設従事医師数は全国191.4人に対して246.9人、病院の施設数は全国7.5施設に対して9.9施設、病院の一般病床数は全国1003.3床に対して1373.8床、一般診療所数は全国69.8施設に対して79.4施設、有床診療所の病床数は、全国196.1床に対して323.0床といずれも全国を大きく上回っていた。

## 2. 用いた指標の基本統計量

分析に用いた死因別のSMRの最大値、最小値および市区町村名と、各々のEBSMRの値、さらにEBSMRの最大値あるいは最小値をとる市区町村からの順位を表1に示す。川崎町や鞍手町などの人口サイズの大きい町では、EBSMRの順位に大きな変動はない反面、大島村や宝珠山などの人口の小さい村では、EBSMRの値と順位に大きな変動がみられた。

つぎに、医療資源・社会経済指標に関して、要約統計量と最大値・最小値をとる市区町村名とその値を表2に示す。なお、正規分布を呈しないため対数変換を行った変数は、医師数（人口10万対）、一般診療所数（人口10万対）、転出入者数（人口1000対）、第1次産業就業者数（労働力人口1000対）、刑法犯罪認知件数（人口1000対）で、以下の分析には対数変換後のほぼ正規分布を呈し

たデータを用いた。

## 3. EBSMRと医療資源・社会経済関連変数との重回帰分析の結果

強制投入法による重回帰分析を行った結果、医師数、救急医療体制参加施設数、一般診療所数、一般病床数、老人外来患者自市区町村通院率、1人課税対象所得、完全失業者数、第一次産業就業者数、第三次産業就業者数の9項目の変数がいずれかで有意となった指標として選定された。

この9項目の指標を用いて、ステップワイズ法による重回帰分析を行った結果（表3）を以下に述べる。表3では、ステップワイズ法により選択された変数について標準偏回帰係数の値を記載し、除外された変数は空欄で示した。なお、参考のため、調整変数である社会経済指標もあわせて記した。

全死因のEBSMRは、男性では、医療資源変数とは関連がみられず、1人課税対象所得（ $P < 0.001$ ）や第一次産業就業者数（ $P = 0.011$ ）が低いほど、また、完全失業者数（ $P = 0.007$ ）が高いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。女性では、一般病床数（ $P < 0.001$ ）が低いほど、また、一般診療所数（ $P = 0.025$ ）や完全失業者数（ $P < 0.001$ ）が高いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。

表1 死亡指標別SMRの最大値・最小値をとる市区町村名および人口規模とEBSMR

死因	SMRの最大市区町村名	総人口	SMR	EBSMR	EBSMRの最大値からの順位	SMRの最小市区町村名	総人口	SMR	EBSMR	EBSMRの最小値からの順位
全死因(男)	川崎町	21,276	134.9	126.3	1	小石原村	1,292	80.6	95.7	30
全死因(女)	川崎町	21,276	132.0	125.5	1	勝山町	7,602	59.1	71.7	1
脳血管疾患(男)	広川町	19,437	170.0	135.8	1	高田町	16,038	57.0	77.2	1
脳血管疾患(女)	広川町	19,437	171.0	142.3	1	方城町	8,267	52.2	78.3	3
心疾患(男)	川崎町	21,276	134.9	113.1	2	大島村	917	43.9	97.7	40
心疾患(女)	金田町	8,741	191.8	133.6	2	勝山町	7,602	63.9	83.5	5
急性心筋梗塞(男)	宝珠山村	1,845	193.2	103.6	26	大島村	917	0.0	97.1	38
急性心筋梗塞(女)	金田町	8,741	228.3	121.4	4	宝珠山村	1,825	0.0	92.4	31
悪性新生物(男)	鞍手町	20,248	147.8	127.9	1	宝珠山村	1,825	64.5	94.1	27
悪性新生物(女)	大木町	13,525	130.8	106.8	4	星野村	4,103	61.4	92.9	10

注) 市区町村SMR, EBSMRは、福岡県を基準に算出した。

表2 医療資源および社会経済指標の要約統計量

	平均値 (標準偏差)	中央値 (25パーセンタイル ; 75パーセンタイル)	最大値 (市区町村名)	最小値 (市区町村名)
<b>&lt;医療資源指標&gt;</b>				
医師数 <sup>a</sup> <sub>s</sub>	150.9(107.3)	128.8( 80.2 ; 181.1)	587.8(久留米市)	26.8(赤村)
救急医療体制参加施設数 <sup>a</sup>	5.6( 2.3)	5.5( 4.6 ; 6.7)	13.2(碓井町, 嘉穂町, 山田市)	0.7(水巻町, 遠賀町, 中間市, 岡垣町, 芦屋町)
一般診療所数 <sup>a</sup> <sub>s</sub>	71.5( 29.7)	66.5( 54.3 ; 88.4)	232.2(小石原村)	29.9(赤池町)
一般病床数 <sup>a</sup>	1345.5(961.7)	1269.9(520.6 ; 1800.6)	4525.1(勝山町)	0.0(山川町, 宝珠山村, 豊津町, 上陽町, 矢部村, 小石原村)
老人外来患者自市区町村通院率	66.3( 18.4)	70.4( 54.6 ; 80.4)	98.8(大牟田市)	0.0(星野村)
<b>&lt;社会経済指標&gt;</b>				
出生数 <sup>b</sup>	8.7( 2.1)	8.5( 7.4 ; 9.6)	16.8(那珂川町)	4.7(朝倉町)
転入者数 <sup>b</sup> <sub>s</sub>	96.7( 38.7)	84.3( 70.6 ; 109.4)	250.5(福岡市中央区)	47.8(朝倉町)
高齢者世帯数 <sup>c</sup>	146.9( 50.8)	135.6( 99.7 ; 183.3)	317.4(大島村)	70.9(那珂川町)
婚姻件数 <sup>b</sup>	5.1( 1.5)	4.7( 4.2 ; 6.0)	10.9(粕屋町)	1.1(大島村)
離婚件数 <sup>b</sup>	1.9( 0.8)	1.8( 1.3 ; 2.4)	4.5(金田町)	0.0(矢部村)
1人課税対象所得 (万円)	311( 37)	305( 288 ; 334)	398(太宰府市)	238(大島村)
完全失業者数 <sup>d</sup>	53.9( 25.5)	48.6( 39.7 ; 63.3)	178.4(金田町)	10.9(星野村)
第一次産業就業者数 <sup>d</sup> <sub>s</sub>	100.0(104.2)	60.1( 22.3 ; 153.8)	501.1(大島村)	2.1(福岡市中央区)
第二次産業就業者数 <sup>d</sup>	284.7( 67.4)	288.7(241.4 ; 331.0)	450.5(大川市)	40.6(大島村)
第三次産業就業者数 <sup>d</sup>	558.2(106.0)	548.7(484.3 ; 631.5)	822.9(福岡市中央区)	338.9(立花町)
刑法犯罪認知件数 <sup>b</sup> <sub>s</sub>	18.9( 9.3)	17.8( 12.6 ; 23.5)	65.8(福岡市中央区)	3.3(大島村)

<sup>a</sup> : 人口10万対

<sup>b</sup> : 人口1000対

<sup>c</sup> : 一般世帯1000対

<sup>d</sup> : 労働力人口1000対

<sub>s</sub> : 対数変換を行った項目

脳血管疾患のEBSMRは、男性では、老人外来患者自市区町村通院率( $P=0.005$ )が高いほど、第三次産業就業者数( $P=0.049$ )が低いほど、EBSMRが高まる傾向が認められた。女性では、一般病床数( $P=0.007$ )や1人課税対象所得( $P=0.005$ )が低いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。

心疾患のEBSMRは、男性では、医療資源変数とは関連がみられず、完全失業者数( $P<0.001$ )が高いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。女性では、一般病床数( $P<0.001$ )や1人課税対象所得( $P=0.030$ )が低いほど、また、完全失業者数( $P<0.001$ )が高いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。

急性心筋梗塞のEBSMRは、男性では、医師数( $P=0.047$ )や第一次産業就業者数( $P<0.001$ )や第三次産業就業者数( $P=0.004$ )が低いほど、老人外来患者自市区町村通院率( $P=0.047$ )が高いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。女

性では、医師数( $P=0.012$ )や救急医療体制参加施設数( $P=0.001$ )や第一次産業就業者数( $P=0.020$ )が低いほど、また、一般診療所数( $P=0.006$ )が高いほど、EBSMRが高まる傾向が認められた。

悪性新生物のEBSMRは、男性では医療資源変数とは関連がみられず、1人課税対象所得( $P<0.001$ )や第一次産業就業者割合( $P=0.001$ )が低いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。女性では、一般病床数( $P=0.049$ )や1人課税対象所得( $P<0.001$ )や第一次産業就業者数( $P<0.001$ )が低いほどEBSMRが高まる傾向が認められた。

以上をまとめると、重回帰分析より得られた主要な結果として、医師数(男性急性心筋梗塞 $P=0.047$ , 女性急性心筋梗塞 $P=0.012$ ), 救急医療体制参加施設数(女性急性心筋梗塞 $P=0.001$ ), 一般病床数(女性全死因 $P<0.001$ , 女性脳血管疾患 $P=0.007$ , 女性心疾患 $P<0.001$ , 女性悪性新

表3 EBSMR に影響を及ぼ

	全死因				脳血管疾患			
	男		女		男		女	
	$\beta$	P値	$\beta$	P値	$\beta$	P値	$\beta$	P値
医師数 <sup>a</sup>					-0.24	0.061		
救急医療体制参加施設数 <sup>a</sup>	0.13	0.103						
一般診療所数 <sup>a</sup>			0.19	0.025				
一般病床数 <sup>a</sup>			-0.42	<0.001			-0.25	0.007
老人外来患者自市区町村通院率					0.32	0.005		
1人課税対象所得	-0.51	<0.001					-0.26	0.005
完全失業者数 <sup>b</sup>	0.28	0.007	0.42	<0.001	0.17	0.067		
第一次産業就業者数 <sup>b</sup>	-0.31	0.011						
第三次産業就業者数 <sup>b</sup>					-0.22	0.049		
重相関係数	0.679		0.574		0.371		0.404	
自由度調整済み決定係数	0.440		0.311		0.104		0.147	

$\beta$ : 9項目をもとにステップワイズ法(取り入れ・取り除き基準20%)により選択された変数の標準偏回帰係数, 空欄は同基準で選択されていない変数である。

<sup>a</sup>: 人口10万対

生物  $P=0.049$ ) では, それが多いほど EBSMR が低くなる傾向が認められた。逆に, 一般診療所数(女性全死因  $P=0.025$ , 女性急性心筋梗塞  $P=0.006$ ), 老人外来患者自市区町村通院率(男性脳血管疾患  $P=0.005$ , 男性急性心筋梗塞  $P=0.047$ ) では, それが高いほど死亡が高まる傾向を示していた。

#### IV 考 察

本研究では, 地域医療における医療資源の適正配分・適正配置を考えるために, 医療資源が死亡に与える影響について, 市区町村レベルで医療資源と死亡との関連をみることにより評価した。その際に, 医療資源が充実するほど死亡が減少する負の関連がみられれば, 市区町村レベルで医療資源を適正配分することにより, 死亡の減少に寄与できるだろうと考えた。

まず, 医療資源の死亡への関連について考察する。医師数と EBSMR との有意な関連は, 男女の急性心筋梗塞(それぞれ  $P=0.047$ ,  $P=0.012$ ) でみられ, 医師の充足が死亡の低下に関連する傾向が認められた。この傾向は, 急性心筋梗塞のような緊急の処置を要する循環器系の疾患には, 身近な医師の存在が重要であることを意味していると受け取れよう。循環器系の疾患の一つである脳血管疾患も緊急の処置を有すると考えられるが,

有意な関連がみられなかった理由として, 陳旧性による死亡などが含まれるからとも考えられる。また, 他の死因に比べ急性心筋梗塞がより救急医療の効果がみられる可能性もあるかもしれないが, この点は今後詳細に検討する必要がある。これまでの市区町村別の研究では, 医療資源として医師数を含む合成変数と死亡との関連を示した研究<sup>5-6)</sup>はみられたが医師数の関連が直接的に示された研究は著者らの知る限りなく, 市区町村レベルでの医師の適正配分が循環器疾患死亡の低下につながることを期待され, この点はさらに今後検討する必要がある。

つぎに, 外来医療資源の指標として一般診療所数を取り上げたが, 一般診療所数では, それが多いほど女性の全死因( $P=0.025$ )および女性の急性心筋梗塞( $P=0.006$ )の死亡が高まる傾向がみられた。一般診療所の充実と死亡との正の関連は, 我々の予測に反した結果であった。人口サイズの小さな一部の村で特異的にはずれている数値を取った可能性も考えられたため, 一般診療所数(人口10万対)の値が極端に高い小石原村(232.2)と福岡市中央区(190.5)のデータを確認すると, それらの地域での EBSMR の値は共に極端に高くなく, 本結果への影響は少ないとも考えられた。確認のため, この2つの区村を除外して再度重回帰分析を試みたところ, 同様の結果が得ら

す医療資源および社会経済指標

心疾患				急性心筋梗塞				悪性新生物			
男		女		男		女		男		女	
$\beta$	P値	$\beta$	P値	$\beta$	P値	$\beta$	P値	$\beta$	P値	$\beta$	P値
				-0.25	0.047	-0.30	0.012	0.15	0.154		
				-0.12	0.181	-0.34	0.001				
		0.13	0.103			0.28	0.006			0.13	0.159
		-0.31	<0.001							-0.17	0.049
				0.22	0.047					0.17	0.093
		-0.34	0.030			-0.18	0.162	-0.52	<0.001	-0.43	<0.001
0.42	<0.001	0.48	<0.001			0.17	0.185				
				-0.59	<0.001	-0.38	0.020	-0.38	0.001	-0.65	<0.001
		0.25	0.117	-0.45	0.004						
0.417		0.652		0.424		0.503		0.463		0.609	
0.166		0.397		0.140		0.209		0.192		0.340	

<sup>b</sup>: 労働力人口1000対

<sup>s</sup>: 対数変換を行った項目

れ、これらのはずれ値の影響ではないことがわかった。ところで、中小の病院と一般診療所では、その外来機能に質的な違いが小さいことも想定される。そこで、外来医療機能の指標として、一般診療所数の代わりにそれに一般病院数を加えた「人口当たり医療施設数」で置き換えて同様の分析を試みた。その結果、医療施設数が多いほど女性の心疾患および女性の急性心筋梗塞死亡が高いという一般診療所の場合と同様な有意な正の関連がみられた。他方、これまでの研究によれば、高岡<sup>1)</sup>は横浜市内14行政区の分析にて女性の心疾患および男女の全死因、男女の悪性新生物について、同様の結果を報告している。これらの結果を考慮すれば、外来医療機能をこういった指標で捉えることの限界であることは否定できないものの、少なくともこのような外来医療資源の充実だけでは死亡の低下につながらない可能性が示唆された。しかしながら、一方で、福岡県下には過疎化がすすみ入院医療資源がない町村が6町村あり、この結果から短絡的に外来医療機能は死亡低下とは関係しないという推論を下すことも適当ではないであろう。そしてこのような状況を補完するための何らかの外来医療機能の充実は重要であるとも考えられる。このような過疎化の進んでいる町村の医療資源の整備の方法について検討することは今後の研究課題である。

また、外来受療へのアクセスビリティを表す指標として取り上げた老人外来患者自市区町村通院率は、男性脳血管疾患 ( $P=0.005$ ) および男性急性心筋梗塞 ( $P=0.047$ ) 死亡と正の関連がみられ、これも、我々の予測に反する結果となった。これは指標の意味が外来受療へのアクセスビリティというよりも、むしろ大病院での診療の受けにくさが含まれているのかもしれない。当初期待した意味とは異なった状況を表している可能性も否定できず、今後さらに詳細に検討していく必要がある。

一方、入院医療資源として一般病床数を取り上げたが、本研究の結果では、女性の死亡に関して特に有意な関連が得られており、それが多いほど全死因 ( $P<0.001$ )、脳血管疾患 ( $P=0.007$ )、心疾患 ( $P<0.001$ )、悪性新生物 ( $P=0.049$ ) の死亡が低い傾向がみられた。少なくとも女性に関して市区町村レベルでの入院機能の充実がこれらの死亡の減少につながることを期待される。急性心筋梗塞死亡と一般病床数との関連はみられなかったが、これは、一般病床数と以下に述べる救急医療体制参加施設数との関連が比較的強いことにより、有意にならなかったとも考えられる。これまでの研究のなかで、一般病床数と医師数に関して、森<sup>5)</sup>らの医療関連変数の主成分分析結果において、一般病床数と医師数を含む「医療機能主成分」

の値が高いと脳血管疾患の死亡は男女共に少なくなる関係がみられており、我々の結果と本質的に一貫したものであるとみなすことができよう。

なお、本結果で女性にのみ関連がみられている理由として、全国レベルでの医療施設内死亡割合は、人口動態統計報告書<sup>19)</sup>に記載されている昭和35年以降、女性より男性が高いことから、自宅内死亡における診断誤差の影響とは考えにくい。就業などの日常生活のなかで、男性より女性の方がより地域により密着していることから、男性よりも女性の死亡指標の方が、より地域の影響を反映しているからとも考えられるが、この点は今後さらに検討する必要がある。

本研究では、循環器疾患の死亡に関連する可能性を考慮し救急医療資源の指標として救急医療体制参加施設数を取り上げたところ、女性の急性心筋梗塞を低める関連 ( $P < 0.001$ ) が示唆された。大重ら<sup>20)</sup>は、横浜市における今後の循環器疾患の救急搬送患者数は15年間で1.4倍、30年間で1.7倍に増加すると予測しているが、循環器疾患の救急医療需要は、横浜市に限らず、人口の高齢化に伴って、今後ますます高まると推察される。図1の散布図は、福岡県下109の市区町村の、救急医療体制参加施設数と、他の医療資源・社会経済関連変数の影響を取り除いた場合の女性の急性心筋梗塞のEBSMRとの関連を示したものであるが、救急医療資源が充実するほど、女性の急性心筋梗塞の死亡は少なくなる量一反応的な傾向がみられている。今回の分析における救急医療体制参加施

設数の市区町村毎の計上は、平成8年の医療施設静態調査(病院票)に基づくもので、北九州市と福岡市を除き保健所管轄区域(平成8年の福岡県の保健所管轄区域は政令市を除き22区域)毎に計上された病院数を区域内の市町村人口で均等配分して算出したものである。なお、平成15年3月現在の福岡県では、保健所管轄区域は政令市を除き二次医療圏に一致し13区域と広域化している。医療法における医療計画<sup>21)</sup>では、初期、二次、三次の救急医療体制の確立を二次医療圏レベルで充実させることを目標としているが、我々が行った現行の二次医療圏よりも狭い範囲での分析結果からは、二次医療圏よりもさらに狭い範囲での救急医療体制を充実させることが意味あるといえるかもしれない。

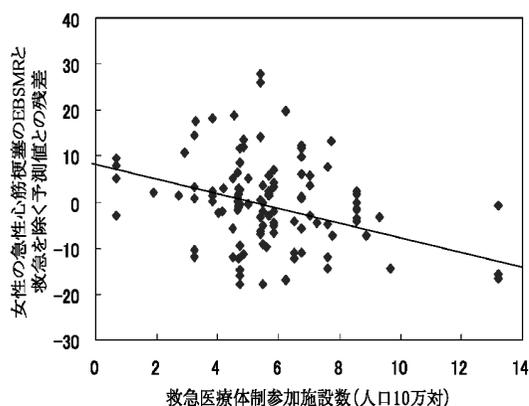
最後に、本分析で使用した平成5年～平成9年の死因において、平成7年のICD-10導入と同時に指導された「心不全」などの原因の記載方法等の変更の影響を受けていることは否定できない。そこで、今回の分析結果の妥当性について検討するために、ICD-10が導入された平成7年～平成9年について同様の分析を試みた。その結果、5年分のデータを用いたステップワイズ法による変数選択で統計的に有意 ( $P < 0.05$ ) とみなされた変数については、3年分のデータだけによる同様の分析における標準偏回帰係数の方向が同じであったことから死因分類の変更が今回の分析結果に大きな影響は与えていないと考えられた。

今回は福岡県を取り上げて医療資源の死亡に及ぼす関連を検討したが、医師数と男女の急性心筋梗塞死亡、一般病床数と女性の全死因・女性の脳血管疾患・女性の心疾患・女性の悪性新生物死亡、救急医療体制参加施設数と女性の急性心筋梗塞死亡について、医療資源の充実している市区町村ほど死亡が少ないことが示された。これは、因果関係として直接的に医療資源の充実が死亡の減少に寄与することを示してはいないが、その強い可能性を示唆している。今後は他の県でも同様な解析を行い、全国レベルのデータで実証していきたいと考える。

## V 結 語

以上より、福岡県を事例として、市区町村レベルでの医療資源の死亡に及ぼす影響をEBSMR

図1 救急医療資源と女性の急性心筋梗塞のEBSMRとの関連(偏相関、標準偏回帰係数 $-0.34$ ,  $P = 0.001$ )



で評価したところ、医師数の充実と男女の急性心筋梗塞死亡の低下、一般病床数の充実と女性の全死因・女性の脳血管疾患・女性の心疾患・女性の悪性新生物死亡の低下、救急医療体制参加施設数の充実と女性の急性心筋梗塞死亡の低下の関連が認められ、医師数および入院や救急に関する医療資源を適正配分することの重要性が示唆された。

(受付 2003. 8. 7)  
(採用 2004. 3.18)

## 文 献

- 1) 高岡幹夫. 横浜市における行政区別標準化死亡比と社会的因子との相関に関する研究. 日本公衛誌 1988; 35: 475-485.
- 2) 泊 惇, 榊橋次雄, 脇阪一郎, 他. 鹿児島県における循環系疾患の標準化死亡比の地域分布. 1988; 35: 159-165.
- 3) 氏平高敏, 近藤雄二, 荒地秀明, 他. 奈良県にみる死亡率の推移と地域差. 奈医誌 1986; 37: 286-293.
- 4) 松野喜六, 林 恭平, 土井 渉, 他. 京都府下44市町村の保健社会環境指標の主成分分析. 京府医大誌 1986; 95: 73-80.
- 5) 森 洋隆, 田中 耕, 児玉文夫, 後藤滋夫. 岐阜県における地域特性と脳血管疾患との関連性について. 岐阜県保健環境研究所報 1997; 5: 8-13.
- 6) 永田久紀. 京都府下44市町村の死亡率と社会環境. 日本公衛誌 1979; 26: 419-424.
- 7) 丹後俊郎. 死亡指標の経験的ベイズ推定値について—疾病地図への応用—. 応用統計学 1988; 17: 81-96.
- 8) 丹後俊郎. 疾病地図と疾病集積性. J. Natl. Inst. Public Health 1999; 48: 84-93.
- 9) 中谷 実, 葛西恵理子, 清水友敬, 他. 青森県における疾病の地域集積性と環境因子. 青森県環境保健センター研究報告 1999; 10: 20-30.
- 10) 小嶋美穂子, 辻元 宏, 丹後俊郎. 滋賀県における死亡状況と栄養状況との関連. 日本公衛誌 2002; 49: 352-360.
- 11) 福岡県保健環境部. 衛生統計年報 平成8年版. 福岡県行政資料, 1998.
- 12) 福岡県保健環境部. 福岡県医療実態調査(平成5年7月実施). 福岡県行政資料, 1995.
- 13) Baba S, Ozawa H, Sakai Y, et al. Heart disease deaths in a Japanese urban area evaluated by clinical and police records. Circulation. 1994; 89: 109-115.
- 14) 厚生省大臣官房統計情報部. 平成5~9年人口動態保健所・市区町村別統計 人口動態統計特殊報告. 東京: 厚生統計協会, 1999.
- 15) 総務庁統計局. 平成7年国勢調査報告 第2巻. 1996.
- 16) 総務庁統計局. 統計でみる市区町村のすがた 2000. 東京: 日本統計協会, 2000.
- 17) 丹後俊郎, 今井 淳. Disease Mapping System. Ver. 1.0.0. 埼玉: 国立保健医療科学院・技術評価部, 2003.
- 18) 福岡県保健福祉部. 保健統計年報 平成13年版. 福岡県行政資料, 2003.
- 19) 厚生労働省大臣官房統計情報部. 平成13年人口動態統計 上巻. 東京: 厚生統計協会, 2003.
- 20) 大重賢治, 水嶋春潮, 左近聖子, 他. 循環器疾患による救急搬送の増加. 日本循環器病予防学会誌 2003; 38: 26-33.
- 21) 国民衛生の動向 2002年版. 東京: 厚生統計協会, 2002; 202-205.

## HEALTH CARE RESOURCES AND MORTALITY AS ASSESSED BY THE “EMPIRICAL BAYES ESTIMATE OF STANDARDIZED MORTALITY RATIO”: RESULTS FOR FUKUOKA PREFECTURE

Koichi OTSUBO\*, Kazue YAMAOKA\*, Tetsuji YOKOYAMA\*,  
Kunihiko TAKAHASHI\*, and Toshiro TANGO\*

**Key words** : standardized mortality ratio, empirical Bayes estimates, health care resources, socioeconomic factor, ecological study

**BACKGROUND AND OBJECTIVE** The standardized mortality ratio (SMR) is frequently used to compare health status among different populations. However, it may be biased when based upon communities with small population sizes such as towns, cities, and wards. Thus, comparison of SMRs among such small communities is not appropriate. But the “empirical Bayes estimate of standardized mortality ratio” (EBSMR) is, in contrast, a useful index. The objective of the present study was to use the EBSMR to clarify the relationships between health care resources and mortalities in 109 communities in Fukuoka Prefecture.

**MATERIALS AND METHODS** Data for health care resources (number of physicians, number of general clinics, number of general sickbeds in hospitals, number of emergency hospitals, and proportion of elderly outpatients within their resident’ community) and socioeconomic factors (birth rate, inflow or outflow population, aged households, marital status, taxable income per individual under taxes duty, unemployment, primary, secondary, tertiary industrial employment and criminal offense records) were obtained from officially published reports. EBSMRs for all causes, cerebrovascular disease, heart disease, malignant neoplasms, and acute myocardial infarction were calculated from the 1993–1997 vital statistic records. Multiple regression analysis with stepwise variable selection was used to examine the relationships between EBSMRs and the five variables representing health care resources, considering the eleven socioeconomic factors as covariates. Some of the variables were log-transformed to normalize the distribution.

**RESULTS** Some of the EBSMRs were inversely related to the numbers of physicians per person (acute myocardial infarction in males ( $P=0.047$ ) and females ( $P=0.012$ )), emergency hospitals per person (acute myocardial infarction in females:  $P=0.001$ ), and general sickbeds per person (all causes in females:  $P<0.001$ , cerebrovascular disease in females:  $P=0.007$ , heart disease in females:  $P<0.001$ , malignant neoplasms in females:  $P=0.049$ ). In contrast, when the higher the number of clinics per person, the higher the EBSMR in females for all causes ( $P=0.025$ ), as well as acute myocardial infarction ( $P=0.006$ ).

**CONCLUSION** The results suggest that an appropriate distribution of hospital care resources such as physicians, general sickbeds, and emergency hospitals is an important factor related to mortality in a community.

---

\* Department of Technology Assessment and Biostatistics, National Institute of Public Health