

## 救急サービス施設の適正配置による広域統合化に関する研究\*

### A Study of Ambulance Service Stations Allocation for Regional Integrated Management\*

柏谷増男\*\*, 佐伯有三\*\*\*, 二神透\*\*\*\*

Masuo KASHIWADANI\*\*, Yuzo SAIKI\*\*\*, Tohru FUTAGAMI\*\*\*\*

#### 1. はじめに

平成6年に消防庁長官は各都道府県知事に対して、消防広域化基本計画の策定を依頼した。この中で、現在の消防体制は小規模な消防本部が多数を占めており、高度な消防サービスの提供に問題があると指摘し、全国消防長会での当面管内人口10万人以上を目標に再編することが望ましいとの提言も引用して、県または中核的な都市を中心とした広域化を促している<sup>1)</sup>。一般に地方自治体が提供する公共サービスの費用は人口規模が小さい場合は大きく、また人口規模が非常に大きい場合にも大きく、人口規模に対してU字形の曲線になることが知られている<sup>2) 3)</sup>。その最適規模は10万人ないし30万人と言われており、最適規模を標準とする市町村合併の必要性が説かれている<sup>3)</sup>。なお古田は人口10万人以上の都市では人口1人あたり消防費は人口規模と共に増加すると述べており、人口10万人以下で最低値を持つ可能性がある<sup>4)</sup>。このように、消防・救急サービスの高度化が財政負担を大きくすること、また昨今の財政難を背景にして消防・救急サービスのより一層の効率化が要請されている。

ところで、個々人にとっての公共サービスの受益は施設からの距離によって異なるため、公共施設の統廃合に関しては受益者のサービス変化に注意しなければならない<sup>5) 6)</sup>。横道は消防行政に着目して市町村合併の効果を分析し、住民1人あたりの消防費が少なく、職員1人あたり住民数が大きく、職員1人あたり担当面積が小さいほど好ましいとし、これらの指標値が全国の928消防本部の平均値よりすぐれている場合は問題ないと判断して合併の可能性を論じている<sup>7)</sup>。

しかしながら、この様に市町村を単位とした分析では、合併の結果従前よりサービス水準が悪くなる市町村が必ず現れるはずである。従って市町村にとらわれない分析

が必要であり、その際サービス内容を改善するためには配置を適正にしなければならない。また、出来ることならば離散的な形での市町村単位の分析よりも地域をより細かく扱ったうえで受益者のサービス変化を検討することが望ましい。

ところで、消防業務は大きく火災業務と救急業務に分類される。このうち火災業務については、町村部では消防団の役割が大きいこと、また出動件数が少ないこと等のため本研究の対象からは除き、救急業務のみを扱うこととした。そこで、本研究では国勢調査のメッシュを分析対象の地区とし、道路ネットワーク上での救急施設の配置問題を分析することによって、おおむねサービスを低下させることなく施設数を減少し得る方策を検討する。

#### 2. 愛媛県内の救急業務実態

愛媛県には全70市町村のうち69市町村で16の消防本部が設置されている<sup>8)</sup>。救急と消防の財政区分ができないため、住民1人あたり救急サービス費に対応する消防費の基準財政需要額を人口で割った値で見ると、最大は上浮穴郡事務組合で24,462円となり、最低の新居浜市の2.31倍、県庁所在地の松山市に比べても2.23倍である。救急隊員（兼任を含む）1人あたりの住民数は松山市が最大で4,147人、最小は上浮穴郡で579人となり、その比の値は7.16である。救急隊員1人あたりの担当面積の最大値は上浮穴郡で24.1km<sup>2</sup>、最小値は松山市2.58km<sup>2</sup>で、その比は9.34である。上浮穴郡事務組合は人口17,361人、面積723.5km<sup>2</sup>の地域を4台（予備車を除く）の救急車と30人の救急隊員で担当しており、横道の指標<sup>7)</sup>によれば県内で最もサービスレベルの低い消防本部となる。

松山市と上浮穴郡とは隣接しているので、救急サービスの空間的特性を考慮しなければ、両本部を合併させることにより、上浮穴郡のサービス水準を向上させることが可能なように見える。ところで、現在の救急業務には他地域を支援しうる余裕があるのであろうか。平成8年の松山市救急出動件数は12,482件で、救急自動車1台あたりの件数は1,783件となり、県下で最高の値である。季節・曜日に関係なく需要が発生すると仮定すると、この値は1日あたり4.89件に相当する。1回の出動で1時

\*キーワード：公共施設配置，救急サービス，広域計画

\*\*フェロー，工博 愛媛大学工学部（松山市文京町3）

Tel. 089-927-9825, Fax. 089-927-9843

\*\*\*学会員，工修 日本基礎技術（大阪市北区松ヶ枝町6-22）

\*\*\*\*正会員，学博 愛媛大学工学部（松山市文京町3）

間が業務遂行に必要としても24時間勤務体制を考慮すると、余裕がないとは言いきれない。ちなみに上浮穴郡の数値は県下で最低で1日あたり0.39件である。救急業務は社会にとって最低限必要なサービスであり、需要の大小から施設数を論じるべきではないが、統廃合の余地がないほど忙しいとは言えない状態にある。なお、1世帯あたり年間救急出動件数は、全県平均値が0.686、16消防本部中最大の上浮穴郡が0.842、最小の西条市が0.587、県庁所在地の松山市が0.670となっており、地域によるばらつきは小さい。また、事故種別救急出動件数では急病49.9%、交通事故21.2%、一般負傷12.3%の順となっている。

### 3. 救急サービス施設配置問題

#### (1) 前提

救急サービスは住民が施設を選択できない割り当て型サービスであり、交通費負担は公共側が持つ配送型サービスでもある。住民1人あたりの利用頻度は小さく、施設の近くに住むことが住民にとって有利と強く意識されているわけではない<sup>9)</sup>。したがって、問題は典型的なplant-location問題であり、伝統的なp-median問題、Location Set Covering問題などが適用できる<sup>5)</sup>。

対象地域は消防本部ごとにブロック分割され、その中に市町村があり、市町村内が多数の小地域に分けられていると仮定する。ブロック、市町村、小地区をそれぞれ添字 $l, k, i$ で表す。救急サービス施設の位置は小地区レベルで表現できるとして添字 $j$ で表し、さらに現在施設の位置 $j_0$ 。モデルで計算した適正配置位置を $j_*$ で表す。2.に述べた出動件数の特性を考慮して、救急サービス需要は各小地区の人口 $a_i$ に比例して発生すると仮定する。救急施設から各地区への時間距離を $d_{ij}$ で表す。なお、救急車は需要発生地点に出動した後、医療施設に向かうが、本研究では医療施設の配置は所与としているので、救急施設の統廃合や配置の変化が医療施設への搬送時間に影響することはない。また施設の統廃合問題や適正配置問題を現実を考える場合には施設建設費や1施設に複数の救急車やクルーをもつことの費用など詳細な検討が必要であるが、本研究では、消防庁の通達<sup>1)</sup>や財政学者の市町村合併是非論<sup>3) 7)</sup>に対応した分析を目的とするため、施設の統廃合によるサービス水準のみに着目する。

#### (2) p-median問題

施設数が外生的に与えられた場合、総出動時間最小化は、公共サービスを提供する側から見れば運営費用最小化になり、需要者側から見てもサービス向上につながる。このように平均移動時間の最小化をねらった典型的な施設配置問題がp-median問題である。しかしながらp-median問題では平均的な最適化をねらった結果、人口が

少数の地区がきわめて長い移動時間のまま残されることがある。これに対してすべての地区が一定の移動時間内でサービスを受けるべきとの公平性重視論に基づいた施設配置問題がLocation Set Covering問題である。ただしLocation Set Covering問題では必要施設数が過度に多くなるという問題が現れる。この両者の間でMaximal Coverage Location Problem問題をはじめとして、さまざまな中間的なモデルが考えられてはいるが、多くの人々が納得しうるモデルは存在していない<sup>10)</sup>。モデルの選択は施設配置主体の価値観に依存している。この点に関して、近年の公共施設配置あるいは公共サービスの提供のあり方についての議論は、地方財政の効率化促進という時代背景もあって、公共サービスの効率的な提供を重視するものが多い<sup>1) 3) 7)</sup>。

また、現象論的観点からは救急車の移動時間が患者の生存確率とまた消防車の移動時間が財産損失額とそれぞれ有為な関係を持つことから救急や消防サービスの施設配置問題にp-median問題が用いられている<sup>11)</sup>。さらに近年の施設配置問題はより複雑な問題を扱うようになってきているが、論理的により明確な結論が得られるp-median問題が性格の曖昧な中間的モデルよりも好まれているという事情もある。本研究も施設配置案そのものを見いだすことが目的ではなく、広域統合化に関わる問題を扱っているので、施設配置そのものは論理的に明解であるものが望ましい。

以上のような理由により、施設配置モデルとしてはp-median問題を適用する。施設配置問題の対象地域内に $n$ 個の小地区があり、需要地点を $i$  ( $i=1, \dots, n$ )、施設の立地候補地点を $j$  ( $j=1, \dots, n$ )で表すと、今、 $p$ 個の施設数が与えられた場合、施設配置問題は以下のように定式化される。

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$x_{ij} - x_{jj} \leq 0 \quad (i=1, \dots, n, j=1, \dots, n) \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jj} = p \quad (4)$$

$$x_{ij} = (1, 0) \quad (i=1, \dots, n, j=1, \dots, n) \quad (5)$$

ここで変数 $x_{ij}$ は地区 $i$ が施設 $j$ に割りあてられたとき1、そうでなければ0の値を取る0-1整数変数である。制約式(2)は各地区がどこかの施設に割りあてられていること、式(3)は施設が存在しないところに割りあてら

れないこと、また式(4)は施設総数が $p$ 個であることを表している。なお、本論文での具体的な計算では、地区数が多いため遺伝的アルゴリズムを用いている。

#### 4. 愛媛県内中部地域での施設統廃合に関する分析

##### (1) 対象地域

愛媛県中部地域のうち島嶼部を除く 15 市町村（人口約 60.8 万人、面積約 1642.5km<sup>2</sup>）を対象とする。消防本部について見ると松山市、北条市、伊予市・郡、温泉郡、上浮穴郡の 5 本部があり、効率性の面で見た場合最大の松山市と最小の上浮穴郡を抱えている。現在の消防本部が管轄する市町村集合を 3. 1 で述べたブロックとする。小地区については、まず 2 万 5 千分の 1 地図を 100 等分した国勢調査メッシュ（約 1km 四方）を取り上げ、メッシュ内世帯が 10 以上のものを採用した。小地区の所属市町村は地区の中心部の地理上の位置によって定めた。

道路網には、2 万 5 千分の 1 の地図に記載されている幅員 3m 以上の道路を取り上げた。地区によっては幅員

3m 以上の道路網では到達できない場合があり、その場合には現地を実際に走行して到達経路を定めた。逆に幅員 3m 以上の道路が多数ある場合には隣接地区との連結を確認した上で適宜省略した。地区の総数は 617、道路網のリンク総数は 1,457 である。各リンクの走行速度は道路交通センサスで用いている値を参考にして沿道条件と車線数により 30km/時から 60km/時までの値を用いた。

図-1 に、各地区の位置とブロック、市町村境界線及び現在の救急車配置施設の位置を示す。なお、施設配置の空間的評価の都合上、松山市内は小学校区にもとづいて 8 つのゾーンに分割している。

現在、松山市には 8 ヶ所の救急車配置施設があり、北条市と伊予市及び伊予郡内 5 町村にはそれぞれ 1 ヶ所の施設がある。温泉郡は 2 町に対して施設は 1 で川内町は重信町の施設を利用、また上浮穴郡では 2 町（久万町、小田町）に各 1 ヶ所、3 村（美川村、面河村、柳谷村）が共同して美川村にある 1 ヶ所の施設を利用している。現在は原則として各市町村単位、複数町村に 1 施設の場合はその町村内でサービスが実施されている。

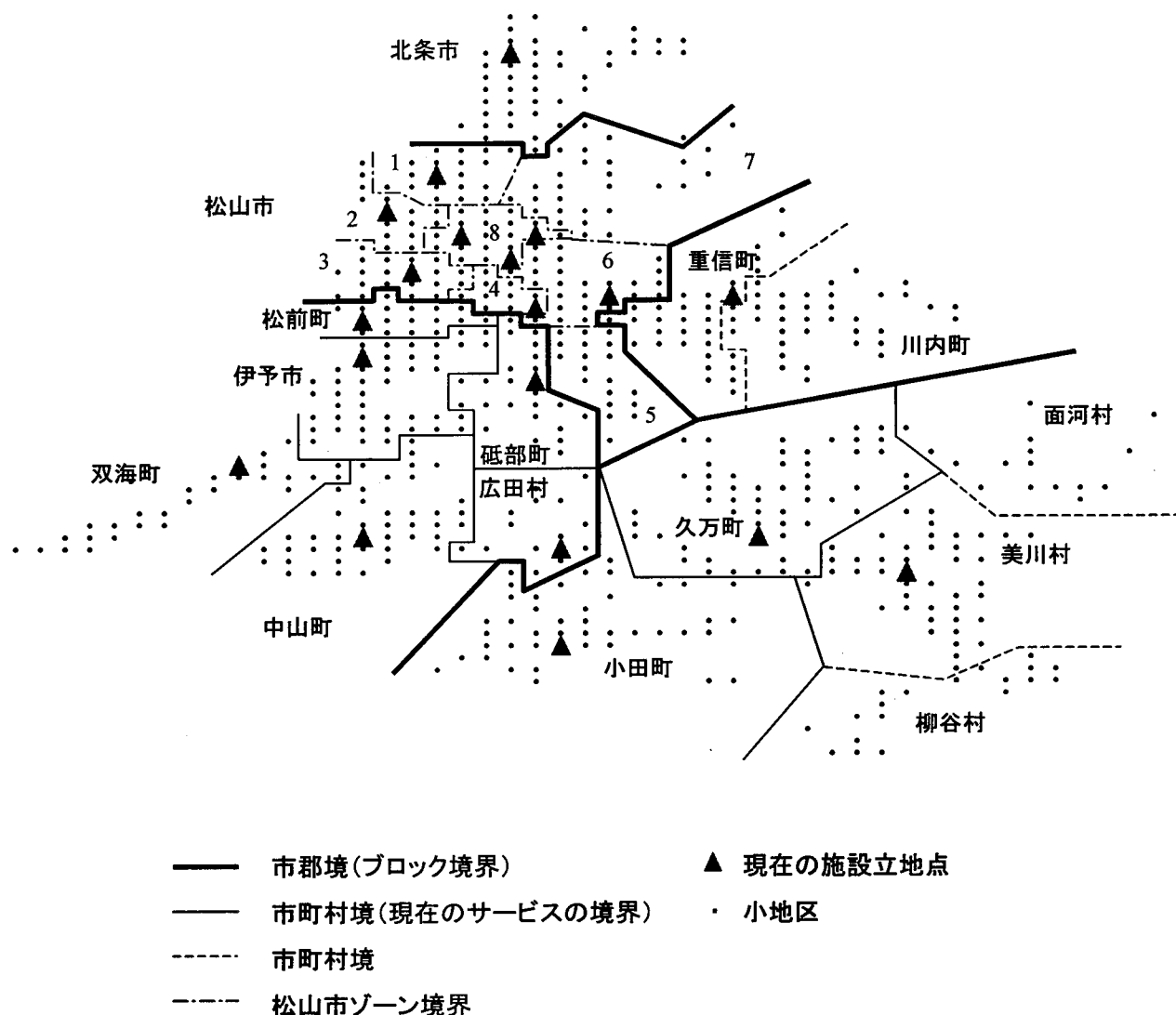


図-1 対象地域と現在の施設立地点

## (2) 現在施設の評価

### (a) 計算ケースの評価指標

現在施設あるいは p-median 問題を解いて求める適正配置、いずれの場合でも域内の各小地区に割りあてられる施設は何らかのルールで定められる。サービス水準の地域分布を知るため、松山市内 8 ゾーンまたは各市町村について、式(1)に相当する人口と走行時間距離の総和を求め、その値をゾーンまたは市町村の総人口で割った値を平均走行時間距離と呼んで、評価の指標値とする。

現在は原則として市町村ごとにサービス圏域が定められているため、各市町村に割りあてられた施設に対して計算するケースをブロック内現在配置と呼ぶ。なお、松山市内については、各小地区を同市内の最寄の施設に割りあてた。次に現在の施設配置のままで、市町村やブロック境界を無視して、小地区を最寄の施設に割りあてた。この計算ケースを広域化現在配置と呼ぶ。

次に各ブロックを独立させたうえで、ブロック内市町村境界は無視して、p-median モデルによる最適配置を計算した。この計算ケースをブロック内適正配置と呼ぶ。また、ブロック境界をも無視して p-median モデルで最適配置を計算したケースを広域化適正配置と呼ぶ。

各計算ケースでの平均走行時間距離の計算方法を以下に示す。

ブロック内現在配置での 8 ゾーン及び市町村別の平均走行時間距離を  $T_{ak}$  とする。松山市の 8 ゾーン及び松山市以外の市町村  $k$  に属する小地区の集合を  $N_k$ 、松山市以外の市町村では、市町村ごとに現在の制度で決められている施設を  $j_0(k)$ 、また松山市内の小地区  $i$  から最小走行時間距離の松山市内の現在施設を  $j_0(k, i)$  としたとき、 $T_{ak}$  は次式で表される。

松山市 8 ゾーン

$$T_{ak} = \sum_{i \in N_k} a_i d_{i, j_0(k, i)} x_{i, j_0(k, i)} / \sum_{i \in N_k} a_i \quad (6)$$

その他の市町村

$$T_{ak} = \sum_{i \in N_k} a_i d_{i, j_0(k)} x_{i, j_0(k)} / \sum_{i \in N_k} a_i \quad (7)$$

広域化現在配置では、ブロックや市町村境界にかかわらず、小地区  $i$  にとっての最小走行時間距離の現在施設を式(8)のように  $j_0(i)$  としたとき、ゾーンまたは市町村の平均走行時間距離  $T_{bk}$  は式(9)で与えられる。

$$j_0(i) = \{j_0 \mid d_{i, j_0(i)} \leq d_{i, j_0}, \text{ for all } j_0\} \quad (8)$$

$$T_{bk} = \sum_{i \in N_k} a_i d_{i, j_0(i)} x_{i, j_0(i)} / \sum_{i \in N_k} a_i \quad (9)$$

ブロック内適正配置の場合には、各ブロック別にブロック内現在配置数  $p_j$  のもとで式(1)から式(5)に示す p-median 問題を解き、各小地区が割りあてられる最適施設の位置  $j_*(l, i)$  を計算する。ゾーンまたは市町村の平均走行時間距離  $T_{ak}$  は次式で表される。

$$T_{ak} = \sum_{i \in N_k} a_i d_{i, j_*(l, i)} x_{i, j_*(l, i)} / \sum_{i \in N_k} a_i \quad (10)$$

広域化適正配置では、現在の総施設数 19 を与えて、式(1)～式(5)の p-median 問題を全域を対象として解き、その時の各小地区  $i$  が割りあてられる最適施設配置を  $j_*(i)$  とすると、ゾーンまたは市町村の平均走行時間距離  $T_{ak}$  は次式のようにになる。

$$T_{ak} = \sum_{i \in N_k} a_i d_{i, j_*(i)} x_{i, j_*(i)} / \sum_{i \in N_k} a_i \quad (11)$$

なお、全域平均走行時間距離は各  $k$  に対する平均走行時間距離に  $k$  内の人口をかけた値の積和を全域に対して計算し、その値を全域人口で割ったものに一致する。

### (b) 計算結果とその考察

表-1 は、4 つのケースについての松山市 8 ゾーン及び各市町村所属の地区別に施設の分布状況と平均走行時間距離を表したものである。ブロック内現在配置の場合の全域平均走行時間距離は 211.2 秒であるが、松山市中心部第 8 ゾーン 112.6 秒に対して上浮穴郡の 2 村では 1500 秒を越えており、サービスの地域格差が大きい。現在の施設配置位置のままで、サービスの範囲を自由とした場合の全域平均走行時間距離は 206.4 秒でブロック内現在配置の場合に比べて約 2.3% 減少する。一方、サービス範囲をブロック内に固定したブロック内適正配置の全域平均走行時間距離は 190.4 秒でブロック内現在配置に比べて約 9.8% 減少する。これらの結果から、施設配置を固定してサービス範囲を変える形でのサービスの広域化を図ってもサービスはさほど改善されなく、施設の位置を調整した場合の方が効果が大きいことがわかる。なお、サービスの広域化と適正配置をともに実行すると、ブロック内現在配置に比べて約 11.2% 全域平均走行時間距離を減らすことができる。

松山市 8 ゾーン及び市町村別に見ると、適正配置の走行時間距離が現在配置の走行時間距離に比べて小さいものも多く見られるが、松山市のゾーン 7 や砥部町、広田村、川内町のように逆に大きくなっているものもある。特に広田村の値が大きく悪化している。これは、現在では広田村に施設が存在しているが、広田村の人口が少ないため適正配置の場合にはより人口の多い地域に施設が奪われることから生じたものである。

表-1 現在施設総数のもとでの施設配置と平均走行時間距離

| ブロック (圏域) | 人口<br>(人) | 平均走行距離 (秒) |          |          |        |          |          |       |          |
|-----------|-----------|------------|----------|----------|--------|----------|----------|-------|----------|
|           |           | 現在配置       |          |          |        | 適正配置     |          |       |          |
|           |           |            | ブロック内(A) | 全域(B)    |        | ブロック内(C) |          | 全域(D) |          |
|           |           | 施設数        | $T_{sk}$ | $T_{bk}$ |        | 施設数      | $T_{sk}$ | 施設数   | $T_{sk}$ |
| 北条市       |           | 27,949     | 1        | 228.7    | 281.9  | 1        | 265.2    | 1     | 255.2    |
| 松山市       | ゾーン1      | 36,280     | 1        | 189.5    | 189.5  | 1        | 167.8    | 1     | 172.4    |
|           | ゾーン2      | 55,014     | 1        | 148.4    | 148.4  | 1        | 133.5    | 1     | 125.9    |
|           | ゾーン3      | 72,618     | 1        | 211.2    | 198.0  | 1        | 160.0    | 2     | 151.0    |
|           | ゾーン4      | 50,743     | 1        | 211.9    | 211.9  | 1        | 124.6    | 1     | 121.6    |
|           | ゾーン5      | 10,843     | 0        | 460.1    | 455.8  | 0        | 436.6    | 0     | 278.2    |
|           | ゾーン6      | 80,038     | 1        | 169.9    | 169.9  | 1        | 179.1    | 2     | 146.9    |
|           | ゾーン7      | 7,947      | 0        | 578.1    | 578.1  | 0        | 666.8    | 0     | 594.0    |
|           | ゾーン8      | 125,001    | 3        | 112.6    | 112.6  | 3        | 111.2    | 2     | 132.5    |
|           | 小計        | 438,484    | 8        | 178.8    | 176.5  | 8        | 158.8    | 9     | 151.4    |
| 伊予市・郡     | 伊予市       | 31,103     | 1        | 205.3    | 201.2  | 2        | 156.3    | 1     | 186.9    |
|           | 砥部町       | 19,301     | 1        | 235.1    | 200.8  | 1        | 197.7    | 1     | 262.0    |
|           | 松前町       | 27,830     | 1        | 195.3    | 187.8  | 1        | 132.2    | 1     | 150.6    |
|           | 中山町       | 5,478      | 1        | 488.0    | 488.0  | 1        | 489.1    | 1     | 488.0    |
|           | 双海町       | 6,144      | 1        | 372.4    | 372.4  | 1        | 373.9    | 1     | 374.5    |
|           | 広田村       | 1,223      | 1        | 415.9    | 415.9  | 0        | 1630.4   | 0     | 1411.0   |
|           | 小計        | 91,387     | 6        | 239.7    | 228.6  | 6        | 212.2    | 5     | 239.0    |
| 温泉郡       | 川内町       | 10,292     | 0        | 286.3    | 286.3  | 0        | 346.7    | 0     | 286.3    |
|           | 重信町       | 22,538     | 1        | 254.0    | 237.5  | 1        | 221.9    | 1     | 225.1    |
|           | 小計        | 32,830     | 1        | 264.2    | 252.8  | 1        | 261.1    | 1     | 244.3    |
| 上浮穴郡      | 久万町       | 7,505      | 1        | 463.0    | 463.0  | 1        | 374.8    | 1     | 374.8    |
|           | 小田町       | 4,500      | 1        | 535.6    | 452.6  | 1        | 535.2    | 1     | 535.2    |
|           | 美川村       | 2,598      | 1        | 585.1    | 585.1  | 1        | 585.1    | 1     | 585.1    |
|           | 面河村       | 921        | 0        | 1535.7   | 1535.7 | 0        | 1526.8   | 0     | 1526.8   |
|           | 柳谷村       | 1,627      | 0        | 1521.0   | 1521.0 | 0        | 1521.0   | 0     | 1521.0   |
|           | 小計        | 17,196     | 3        | 660.7    | 639.0  | 3        | 621.7    | 3     | 621.7    |
| 全域        | 合計        | 607,846    | 19       | 211.2    | 206.4  | 19       | 190.4    | 19    | 187.6    |

## (3) 施設の統廃合に関する分析

## (a) 全域平均走行時間距離のみに着目した分析

公平性を考慮せず、サービス供給の効率性のみを考えれば、施設位置とサービス範囲をまったく自由に扱った方がよいことになる。そこで広域化現在配置の全域平均走行時間距離 206.4 秒を下回らない範囲で広域化適正配置によって施設総数をいくら減少させるかを検討した。表-2 は外生的に与えた施設総数のもとでの各ゾーン及び市町村の平均走行時間距離を示したものである。現在と同じく 19 施設数の場合の計算結果は 4.2 に示したものと同一であることを除き、総施設数 18 から 15 施設までの結果を示している。全域平均走行時間距離の値は 16 施設の時まで広域化現在配置より優れているが、15 施設では 214.5 秒となり、広域化現在配置の値よりも多くなる。このように、全域平均走行時間距離のみを指標値とした場合には、3 施設まで削減し得ることがわかる。

ところが、16 施設の場合、松山市内のゾーン及び市町村別の平均走行時間距離を見ると、松前町で、ブロック内現在配置の値を 30%以上越え、双海町、広田村で 3 倍を越えるなど、伊予市郡内の市町村でのサービス低下が著しい。その他のゾーンまたは市町村でこの値が 1.2 倍を越えるところはない。このように伊予市郡内の町村で施設が削減されることは、伊予市郡内町村が松山市に

近いことから、松山市周辺部の施設のサービス圏に入ることにより郡内の遠方の小地区へのサービスが犠牲にされたものと考えられる。一方、上浮穴郡では施設は削減されていない。このことは上浮穴郡が松山市から遠く離れているため、施設数の削減に伴う距離の増加が非常に大きくなることが予想されるので、結果的に施設が温存されたものと考えられる。

## (b) 各ゾーン、市町村のサービス水準制約を加えた分析

現在、財政基盤の弱い町村でもあえて町村内に救急施設を配置していることは、救急サービスが社会生活上不可欠であるからに他ならない。従って供給者側の効率化からの視点だけでは片手落ちとなりかねない。そこで、現在（ブロック内現在配置）のサービス水準を出来るだけ維持しながら施設数を減少させる場合について検討した。各ゾーン、市町村の平均走行時間を現状の 1.1 倍以内とした場合には施設数を減少しうる解が存在しなく、一方、現状の 1.2 倍以上とした場合には施設数を少なくとも 1 つ減少しえたので、各ゾーン及び市町村でこの値が 1.2 倍を越えてはならないことを制約条件に加えることとした。制約式は次式で表される。

$$\left\{ \frac{\sum_{i \in N_k} a_j d_{ij} x_{ij}}{\sum_{i \in N_k} a_i} \right\} \leq 1.2 T_{bk} \quad (12)$$

表-2 広域化適正配置条件のもとでの総施設数削減結果

|       |      | 施設数・走行時間距離 (秒) |          |       |          |       |          |       |          |
|-------|------|----------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
|       |      | 18 施設          |          | 17 施設 |          | 16 施設 |          | 15 施設 |          |
|       |      | 施設数            | $T_{sk}$ | 施設数   | $T_{bk}$ | 施設数   | $T_{ck}$ | 施設数   | $T_{dk}$ |
| 北条市   |      | 1              | 255.4    | 1     | 263.5    | 1     | 255.4    |       | 255.2    |
| 松山市   | ゾーン1 | 1              | 172.4    | 1     | 167.8    | 1     | 172.4    |       | 172.4    |
|       | ゾーン2 | 1              | 133.7    | 1     | 137.5    | 1     | 133.7    |       | 134.4    |
|       | ゾーン3 | 1              | 159.7    | 1     | 160.4    | 1     | 160.0    |       | 196.8    |
|       | ゾーン4 | 1              | 124.6    | 1     | 124.6    | 1     | 124.6    |       | 124.3    |
|       | ゾーン5 | 0              | 278.2    | 0     | 278.5    | 0     | 278.5    |       | 299.5    |
|       | ゾーン6 | 1              | 182.4    | 1     | 178.8    | 1     | 178.8    |       | 205.2    |
|       | ゾーン7 | 0              | 666.8    | 0     | 666.8    | 0     | 666.8    |       | 578.1    |
|       | ゾーン8 | 3              | 111.2    | 3     | 111.2    | 3     | 111.2    |       | 115.6    |
|       | 小計   | 8              | 155.9    | 8     | 155.4    | 8     | 155.3    |       | 166.4    |
| 伊予市・郡 | 伊予市  | 1              | 186.7    | 1     | 199.3    | 1     | 199.9    |       | 193.1    |
|       | 砥部町  | 1              | 262.0    | 1     | 262.0    | 1     | 262.0    |       | 287.0    |
|       | 松前町  | 1              | 154.9    | 0     | 257.2    | 0     | 257.2    |       | 244.0    |
|       | 中山町  | 1              | 489.1    | 1     | 489.1    | 1     | 489.1    |       | 605.6    |
|       | 双海町  | 1              | 372.1    | 1     | 372.1    | 0     | 1203.6   |       | 1132.7   |
|       | 広田村  | 0              | 1401.1   | 0     | 1348.5   | 0     | 1401.1   |       | 1486.8   |
|       | 小計   | 5              | 239.1    | 4     | 273.9    | 3     | 330.7    |       | 333.0    |
| 温泉郡   | 川内町  | 0              | 286.3    | 0     | 286.3    | 0     | 286.3    |       | 412.4    |
|       | 重信町  | 1              | 225.1    | 1     | 239.9    | 1     | 239.9    |       | 213.5    |
|       | 小計   | 1              | 244.3    | 1     | 254.4    | 1     | 254.4    |       | 275.9    |
| 上浮穴郡  | 久万町  | 1              | 374.8    | 1     | 395.3    | 1     | 395.3    |       | 374.8    |
|       | 小田町  | 1              | 535.2    | 1     | 558.9    | 1     | 535.2    |       | 535.2    |
|       | 美川村  | 1              | 585.1    | 1     | 585.1    | 1     | 585.1    |       | 585.1    |
|       | 面河村  | 0              | 1526.8   | 0     | 1529.9   | 0     | 1529.9   |       | 1526.8   |
|       | 柳谷村  | 0              | 1521.0   | 0     | 1521.0   | 0     | 1521.0   |       | 1521.0   |
|       | 小計   | 3              | 617.7    | 3     | 633.0    | 3     | 626.8    |       | 617.7    |
| 全域    | 合計   | 18             | 191.1    | 17    | 197.3    | 16    | 205.2    |       | 214.5    |

表-3 に計算結果を示す。施設数 18 の時に制約条件を満たし、かつ平均走行時間距離が広域化現在配置の値を下回る解が得られたが、施設数 17 以下では解が存在しなかった。この場合には松山市中心部の施設が 1 つ削減されており、伊予市郡内の施設は各町村に残っている。その結果、ゾーン 8 の平均走行時間距離は広域化現在配置での値の約 1.17 倍となり、制約条件に近い値となっている。しかしながら値そのものは 131.2 秒で全域平均の 201.8 秒を大きく下回っており、絶対値で見ればサービス低下は深刻なものではない。一方、制約を課さない場合に施設が削減されていた伊予市郡内の周辺町村部では広域化現在配置と同じ所要時間が守られている。周辺市町村が制約条件に守られているため、立地密度が高い松山市中心部しか削減の可能性が無くなったと言える。

## 5. おわりに

本研究は消防・救急サービスの高度化や地方財政の逼迫などにより、要請されている消防・救急施設の統廃合問題を救急サービス施設の配置問題として定式化し、統廃合の可能性やそのことに伴う救急サービスの空間的分布の変化等について考察した。愛媛県中部地域での試算の結果、以下の点が明らかになった。

- (1) 施設配置を固定してサービス圏域を変える広域化のみではサービスはあまり改善されなく、施設の適正

表-3 サービス水準制約下での施設数削減結果

|       |      | 18 施設 |                       |
|-------|------|-------|-----------------------|
|       |      | 施設数   | 平均走行時間距離 (秒) $T_{dk}$ |
| 北条市   |      | 1     | 282.1                 |
| 松山市   | ゾーン1 | 1     | 167.8                 |
|       | ゾーン2 | 1     | 134.2                 |
|       | ゾーン3 | 1     | 197.0                 |
|       | ゾーン4 | 1     | 124.6                 |
|       | ゾーン5 | 0     | 432.1                 |
|       | ゾーン6 | 1     | 178.8                 |
|       | ゾーン7 | 0     | 666.8                 |
|       | ゾーン8 | 2     | 131.2                 |
|       | 小計   | 7     | 170.6                 |
| 伊予市・郡 | 伊予市  | 1     | 201.8                 |
|       | 砥部町  | 1     | 207.9                 |
|       | 松前町  | 1     | 172.0                 |
|       | 中山町  | 1     | 488.0                 |
|       | 双海町  | 1     | 372.4                 |
|       | 広田村  | 1     | 415.9                 |
|       | 小計   | 6     | 225.5                 |
| 温泉郡   | 川内町  | 1     | 286.3                 |
|       | 重信町  | 0     | 240.7                 |
|       | 小計   | 1     | 255.0                 |
| 上浮穴郡  | 久万町  | 1     | 463.0                 |
|       | 小田町  | 1     | 452.6                 |
|       | 美川村  | 1     | 585.1                 |
|       | 面河村  | 0     | 1535.7                |
|       | 柳谷村  | 0     | 1521.0                |
|       | 小計   | 3     | 639.0                 |
| 全域    | 合計   | 18    | 201.8                 |

配置を伴わねば統廃合は行えない。

- (2) 全域平均での効率化をねらった場合には現在の 19 施設から 16 施設まで減少させることが出来るが、町村にとっては非常に大きいサービス低下を被ることがある。
- (3) 人口密度が少なくとも遠隔地の町村の施設は削減対象にならず、それらの地区に比べて中心よりの小規模町村で施設が削減される傾向がある。
- (4) 公共性を考慮して各市町村のサービス低下を 2 割以内にとどめた場合、施設数を 1 つ減らすことができ、それは中心部の施設であった。

以上のように単純な効率化を図った場合には周辺市町村に犠牲を強いることが考えられる。公共性をも考慮した場合には都市部の施設の適正配置により効率化を促進すべきことがわかった。

救急サービスそのものについて見ると、病院までの収容時間が重要であり、今後は病院の配置問題をも含めた分析を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 消防庁長官, 消防広域化基本計画について, 消防庁通達文書, 1994 年 9 月。
- 2) 生安 衛, 鄭 小平, 市町村歳出構造と最適規模に関する研究, 日本都市計画学会学術論文集, No. 33 pp13-18, 1998。
- 3) 吉村 弘, 最適都市規模と市町村合併, 東洋経済出版社, 1999。
- 4) 古田俊吉, 都市公共サービスの費用構造, 富山大学 日本海経済研究所, 第 14 巻, pp63-84, 1988。
- 5) Leonaldi G., A unifying framework for public facility location problem-part 1: A critical overview and some unsolved problem, *Environment and planning A*, vol. 13, pp. 1001-1028, 1981。
- 6) Craig, S.G. and Holsey C.M., Efficient inequality: differential allocation in the local public sector, *Regional science and urban economics* vol. 27, pp763-784, 1997。
- 7) 横道 清孝, 広域市町村圏からみた市町村合併, 自治研究, 第 71 巻, 第 12 号, pp92-105, 1995。
- 8) 愛媛県生活文化部交通消防課, 消防年報 (平成 9 年版), 1998。
- 9) Johanson B. and Leonaldi G., Public facility location: A multi-regional and multi-authority decision context, Nijkamp, P. edited, *Handbook of regional and urban economics*, vol. 2, North-Holland, pp1053-1070, 1987。
- 10) Hansen P., Labbe M., Peeters D., Thisse J-F., and Henderson J.V., *Systems of cities and facility location*, Harwood academic publishers, 1987。
- 11) Pollock S.M., Rothkopf M.H. and Barnet A. edited, *Operations research and the public sector*, Elsevier science, 1994。

---

## 救急サービス施設の適正配置による広域統合化に関する研究\*

柏谷増男\*\*, 佐伯有三\*\*, 二神透\*\*\*

本研究では、消防・救急サービスの高度化や財政難のため要請されている施設統廃合問題をそれに伴う救急サービス施設の配置問題として定式化し、統廃合の可能性とそれに伴う救急サービスの空間的分布の変化等を考察した。愛媛県中部地域 3 市 12 町村をほぼ 1km メッシュに区切り、道路ネットワーク上での p-median 問題を解いた結果、統廃合に際して施設の適正配置が必要なこと、全域平均所要時間距離のみを指標値とした場合に施設数を現有の 19 から 16 に削減できるが、周辺町村の大幅なサービスの低下が生じる、すべての市町村内で現状より 2 割以上にサービスを低下させないとの制約を設けると中心市での施設適正配置により 1 施設を削減し得ること等がわかった。

---

## A Study of Ambulance Service Stations Allocation for Regional Integrated Management\*

Masuo KASHIWADANI\*\*, Yuzo SAIKI\*\*\*, Tohru FUTAGAMI\*\*\*\*

Local governments have recently been required to reduce the number of ambulance stations because of financial shortage and cost increase by improving their service level. We make a p-median public facility location model for ambulance services and calculate it in our study area in Ehime prefecture. The results shows that we can reduce 3 stations of current 19 stations according to over all average service level criterion but some areas suffer from service decreasing. We can reduce one station when we add a constraint that every area should not suffer from less than 20% service decrease.