

地理情報システムによる救急搬送カバー率に関する解析：島根県を例として

木村義成・濱野強・塩飽邦憲

Evaluation of Coverage for Emergence Medical Services using a Geographic Information System: Case study analysis in Shimane

Yoshinari KIMURA, Tsuyoshi HAMANO and Kuninori SHIWAKU

Abstract: Recently, the deficiency of emergency care system has become a social issue by the decline of emergency hospitals due to the shortage of doctors in rural Japan. However, the number and distribution of doctors is taken into account for the plan in secondary-medical care areas but real transportation time to the emergency hospital is not considered enough. The main objective of this study is to clarify the characteristics of accessibilities to emergency hospitals by secondary-medical care sector in Shimane Prefecture excluding islands using Geographical Information System. We categorized areas within 3 min., 10 min., and 30 min. transportation time to evaluate the accessibility to emergency hospitals by calculating population in that area. The western area of Shimane such as Ooda, Masuda and Hamada area had higher proportion of residents with over 30 minutes of transportation time compared to the eastern parts. This result indicates that there is a disparity in terms of accessibility to emergency hospitals between the eastern and western parts of Shimane Prefecture. Furthermore, we estimated that residents in Ooda area were forced to take longer transportation time after the closure of Ooda City Hospital emergency unit. Our study indicated that not only the discussion of healthcare resources but also the consideration of accessibilities to emergency hospitals in a region is important for the planning of health and medical service.

Keywords: 地域医療（Local Healthcare），救急搬送（Emergency Transport），二次医療圏（Secondary-Medical Care Sector），地理情報システム（Geographic Information Systems）

1. はじめに

日本における救急医療体制は、都道府県が作成する二次医療圏レベルまでの医療計画に基づいて整備されている。都道府県が定めた二次医療圏ごとに

整備される二次救急医療は、中規模救急病院の病院群輪番制やセンター方式により、中等症の患者（内科、外科、脳外科、小児科、周産期等）で入院・手術を要する救急患者の診療を担当することになっている。二次救急医療体制の整備については、二次救急病院の医師の数や専門などの資源配分について公平性の観点から議論が行われてきた。しかし、農村においては、医師不足による救急告示病院の減少

木村義成 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138

大阪市立大学大学院文学研究科

Phone: 06-6605-2404

E-mail: yoshi@lit.osaka-cu.ac.jp

により搬送時間の長時間化が懸念されている（島根県，2008）．したがって，救急医療の要である二次救急医療の質を確保するために，救急医療機関へのアクセス時間を検討することが求められている．

そこで本研究では，典型的な農村地域である島根県における救急医療機関（救命救急センター，及び救急告示病院）へのアクセシビリティを検討するために，救急車による救急病院への搬送時間（現場到着から病院への収容にかかる時間）を地理情報システム（Geographic Information System; GIS）ソフトを用いて実際の道路状況による速度を考慮して算出した．この搬送時間により地域を分類し，各地域に居住する人口割合を算出してアクセシビリティを評価し，島根県の6つの二次医療圏ごとのアクセシビリティの差異，そして救急告示病院の減少に伴う地域住民に対する救急搬送の影響を検討し，島根県の救急医療体制，特に救急搬送について現状と課題を明らかにした．

2. 研究手法

2.1 研究対象地域

島嶼部である壱岐郡を除いた島根県全域を本研究の対象地域とした．島嶼部を除く島根県は6つの二次医療圏から構成されており，平成20年4月時点で救急告示指定を受けている救急救命センター，および救急告示病院が22医療機関存在する．

2.2 使用データ

本研究では，道路ネットワークデータとして，道路種別，道路幅員，および一方通行・右左折禁止情報等の詳細な道路情報が格納されているESRIジャパン社のArcGISコレクションプレミアムシリーズ全国道路網（島根県）2009を利用した．救急搬送カバー率を計算するための人口データとして，総務省統計局から刊行されている平成17年国勢調査報告基本単位区のデータを利用した．救急医療機関に

関しては，平成20年度島根県保健医療計画に掲載されている医療機関から，救急救命センター，および救急告示病院を抽出した．

2.3 救急医療機関へのアクセス可能地域の抽出

救急搬送において，患者の医療施設への収容に至る時間経過は，「事故発生～消防署による覚知」，「覚知～救急車の現場到着」，「現場到着～負傷者の病院への収容」の段階に分類されるが（元田ほか，2000），本研究では，「現場到着～負傷者の病院への収容」に関する活動時間のみを救急搬送時間と定義し，救急医療機関へのアクセス時間と定義した．金沢市において救急車の実走行データを利用した南部らの研究では，平日の昼間帯の搬送時における救急車の平均旅行速度は，幹線道路，非幹線道路において，それぞれ48.6 km/h，45.0 km/hであり，これらの平均旅行速度は平日の夜間帯においても同様の結果が報告されている（南部ほか，2009）．本研究では，南部らの研究結果を参考にしながら道路種別と道路幅員に応じて救急車の平均旅行速度を定義した（表-1）．なお，自動車走行が不可能な道路については平均旅行速度を4km/hとした．そして，道路ネットワーク上において，救急医療機関へ一定時間以内でアクセス可能な地域をESRI社のGISソフトのエクステンション製品であるNetwork Analystを利用して分類した．本研究では，救命率を示す指標であるカーラーの救命曲線に基づき（World Health Organization, 1981），この一定時間を3分，10分，30分と定義した．カーラーの救命曲線とは，心肺停止，呼吸停止，多量出血の状況下で，それぞれ，3分，10分，30分以内に適切な処置を施さない場合，救命率が50%を下回るという経験則をもとにした生存曲線の一種である．

表- 1 道路ネットワークにおける救急車の旅行速度

道路種別	道路幅員(m)			
	13m>	13-5.5m	5.5-3m	<3m
高速自動車国道	—	80	60	—
都市高速道路（含む指定都市高速道路）	—	80	—	—
一般国道	48.6	48.6	30	—
主要地方道（都道府県道）	48.6	48.6	30	10
主要地方道（指定市道）	—	—	—	—
一般都道府県道	48.6	48.6	30	10
指定市の一般市道	—	—	—	—
その他の道路	48.6	45	30	10
未調査	—	—	—	—

—：研究対象地域に存在しない

2.4 救急搬送カバー率の算出

0～3 分未満，3～10 分未満，10～30 分未満，30 分以上の 4 つの時間帯ごとに救急医療機関へアクセス可能な地域を分類した後，これらの地域ごとに含まれる国勢調査基本単位区のポイント データを集計することによって各地域におけるアクセス可能な時間帯ごとの人口割合を算出した．具体的には，研究対象地域全体，および二次医療圏ごとに人口割合を求め，これらの人口割合を救急搬送カバー率と定義した．

本研究では，各二次医療圏における救急医療機関が，医療圏内において自己完結する形で搬送患者を受け付け，医療圏を越えた救急搬送が行われないという仮定の下で，二次医療圏ごとの救急搬送カバー率を算出した．

2.5 救急告示指定取り下げに伴う救急搬送の影響の評価

本研究対象地域の救急医療体制における課題を把握するために，大田医療圏に属する大田市民病院が平成 22 年 4 月に救急告示指定を取り下げたことによる影響を救急搬送カバー率の変化から検討した．大田医療圏において大田市民病院がある場合と無い場合について，0～3 分未満，3～10 分未満，10～30 分未満，30 分以上の 4 つの時間帯ごとにアクセス可能な地域を分類し，救急搬送カバー率の変化

について前後比較を行った．

3. 研究結果

研究対象地域における救急医療機関へアクセス可能な地域の空間的な広がりをも，図- 1 に示した．”H” のシンボルで表示されたものが救急医療機関の位置を示している．また，図- 1 の塗り潰し色の違いで表示されている領域が，それぞれ救急車で 3 分未満，10 分未満，30 分未満，30 分以上 60 分未満で救急搬送可能な地域の広がり示している．なお，塗り潰し色で表示されていない領域は，60 分以上の搬送時間を要する地域か，あるいは，道路が存在しない山間部や水域を示している（図- 1）．

研究対象地域に存在する 22 の医療機関のうち，半数以上の 12 の救急医療機関を有する松江，出雲医療圏においては，10 分未満で到達できる地域が他の二次医療圏と比較すると広い面積を占めている．一方，これらの医療圏においては，鳥取県との県境付近の山間部を除いて 30 分以上の搬送時間が必要な地域がわずかに認められる．松江，出雲医療圏以外の医療圏においては，広島県との県境付近の山間部地域のみならず，救急医療機関に 30 分以上の搬送時間が必要な地域が広がっている（図- 1）．

救急医療機関へアクセス可能な地域の広がり国勢調査基本単位区のデータから算出した救急搬送カバー率を表- 2 に示した．島嶼部を除く島根県全体でみると，救急医療機関へ 10 分未満で搬送可能な地域に居住する住民の割合は 56.3%である．また，二次医療圏でみると，松江，出雲，益田の各医療圏では圏域人口の半数以上をカバーしていることが読み取れる．一方，救急搬送に 30 分以上の時間を要する地域に居住する住民の割合は島根県全体では 8.6%である．また，6 つの二次医療圏ごとの救急搬送カバー率の違いに注目すると，県庁所在地を有する松江市を中心とした県東部に位置する松

江，出雲，雲南の各医療圏では，それぞれ，5.1%，6.0%，6.4%であるのに対して，県中央部，および県西部に位置する大田，益田，浜田の各医療圏では，14.9%，10.8%，21.0%であり，東西での地域格差が認められた。

次に，大田医療圏に属する大田市民病院の救急告

示指定取り下げに伴う影響を，救急カバー率の変化からみると，0～3 分未満，3～10 分未満，10～30 分未満のいずれにおいても救急搬送カバー率は低下しているが，特に搬送に 30 分以上の時間が必要な地域に住む人口の割合が 14.9%から 72.7%となり，57.8%の増加となった（図- 2）。

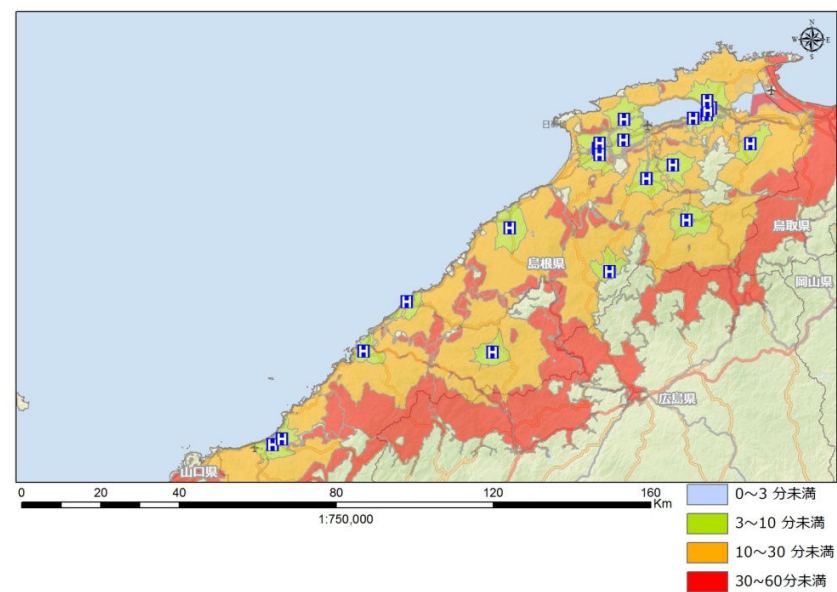


図- 1 救急医療機関アクセス可能地域

表- 2 島根県における救急搬送カバー率

アクセス可能時間 (分)	島根県全域 (人)	二次医療圏(人)					
		松江	出雲	雲南	大田	浜田	益田
0～3 分未満	94,769 (13.2%)	31,485 (12.4%)	34,607 (19.9%)	7,841 (11.9%)	4,615 (7.2%)	8,791 (9.7%)	7,430 (10.7%)
3～10 分未満	309,906 (43.1%)	112,900 (44.3%)	85,650 (49.3%)	24,985 (37.7%)	21,148 (33.1%)	35,493 (39.1%)	29,731 (42.9%)
10～30 分未満	252,221 (35.1%)	97,202 (38.2%)	43,022 (24.8%)	29,138 (44.0%)	28,626 (44.8%)	36,705 (40.4%)	17,528 (25.3%)
30 分以上	61,631 (8.6%)	13,048 (5.1%)	10,472 (6.0%)	4,230 (6.4%)	9,493 (14.9%)	9,831 (10.8%)	14,556 (21.0%)

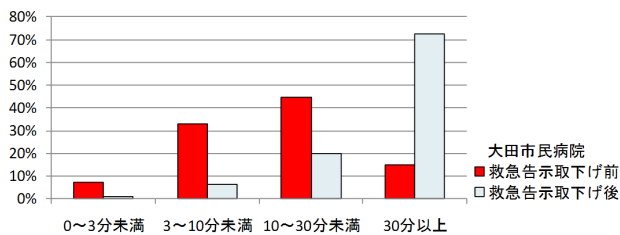


図-2 大田医療圏における救急搬送カバー率の変化

4. 考察

二次医療圏の救急医療体制については、病床数や医師数などに基づく議論が行われてきた。たとえば、人口10万人あたりの医師数については、平成12年度と18年度を比較すると、松江医療圏(214.9→247.1人)、出雲医療圏(369.4→425.4人)、大田医療圏(156.8→184.5人)、そして益田医療圏(217.9→221.1人)であり、人口あたりの医師数の面では改善が示されている(島根県, 2008)。しかし、救急医療の要である二次救急医療の質を確保するために、過疎化の進む農村では救急医療機関へのアクセス時間についても評価する必要がある。今回の研究で得られた大田医療圏や益田医療圏における救急搬送カバー率を勘案すると、医師数の充足にとどまらず、地域における救急医療機関へのアクセスを補完する仕組みについて検討が必要であろう。つまり、二次医療圏における救急搬送カバー率を検討することにより、これまでの病床数や医師数などの医療資源をどのように整備するかという議論に加えて、医療資源へどのようにアクセスするかという議論を行うことが必要と考えられる。

島根県では、県内を東西に結ぶ山陰道をはじめとして自動車専用道路網の整備の遅れや、国道の混雑が救急搬送に及ぼす影響が懸念されている。一方、産科において集約化・重点化が推進されているように(島根県, 2008)、専門医の少ない分野において集約化・重点化が望まれており、道路網の整備によって限られた医療資源への効率的なアクセスが期

待される。島根県では、鳥取県境から出雲市までの自動車専用道路が整備されてきたが、医療機関の少ない県中西部では、高規格道路網は未整備である。このため、二次医療圏での救急医療体制の評価に救急医療機関へのアクセス時間(救急搬送カバー率)を調査することは欠かせない。従来は、二次医療圏内で二次救急医療を完結させるとの考えから、救急医療機関へのアクセス時間は検討されないか、検討しても直線距離でアクセス時間を推定するに留まっていた。しかし、今回の研究でも示されたように、地形が急峻で医療機関の散在する農村地域では道路網の整備条件を反映させたGISを用いた救急医療機関へのアクセス時間の模擬算出(シミュレーション)が二次救急医療の設計や評価に欠かせない。こうしたアクセス時間の評価から、二次医療圏または県境を超えた二次救急医療の確立が求められる。一方、アクセス時間の長さを補う意味では、病院前救護体制のAutomatic External Defibrillator(AED)やドクターヘリの活用が重要である。AEDについては、公的機関などへの設置が進められてきた。その背景には、AEDの最適配置を検討する際には、需要量を最大化する観点から判断されているが(片岡ほか, 2006)、今後は、救急医療機関へのアクセス時間を補完するうえで、中山間地域の地理的特性を考慮したAEDの優先的な配置が検討されるべきであろう。

さらに本研究では、大田医療圏での大田市民病院の救急告示指定取り下げに伴う影響を検討した。その結果、救急搬送に30分以上の時間を要する地域に居住する人口割合が14.9%から72.7%となり、57.8%の増加が示された。告示取下げ後の大田医療圏では、隣接する出雲医療圏への長距離搬送の増加という二次医療圏内における自己完結の低下のみならず、本医療圏で唯一残された公立邑智病院への搬送集中という医療圏の存続をも脅かす状況とな

っている（山陰中央日報，2010）。また，大田市が地域医療に関して実施した住民アンケート調査によると，「大田市立病院の診療機能の充実」の項目では，「救急医療の充実」の希望が最も高く，全体の72%を示しており，住民の救急医療に対する危機感が見てとれる（太田市，2010）。さらに，大田医療圏は，島根県の二次医療圏の中で65歳以上の年齢別人口割合が35.8%と最も高いことを考慮すると（島根県，2008），医療資源の整備と本研究で示した救急医療機関へのアクセスを改善する総合的な取り組みが求められることが考えられる。

本研究の課題として，以下の5点が挙げられる。第一には，特に島根県と広島県の県境付近では広島県側の医療機関に救急搬送することあり，単一の県における分析ではなく，県境を越えた広域の地域で分析する必要がある。第二には，本分析では，「収容」時間のみを救急搬送の時間として定義したが，「事故発生～消防署による覚知」，「覚知～救急車の現場到着」の2つの時間を加味した分析を検討する必要がある。第三には，島根県における交通・道路実情を反映させるために，島根県において計測した昼間帯，夜間帯の平均旅行速度のデータを用いた分析が必要である。第四には，本分析結果の救急搬送が可能な地域と実際に患者が搬送された医療機関の地理的な広がりとの関連性を把握する必要がある。したがって，実際の救急搬送データをもとにした医療機関への搬送状況の把握が必要である。最後に，本研究では，国勢調査基本単位区に基づき検討を行った。その理由は，地域の総人口を集計する最小の空間単位であり，特に中山間地域では，町丁・大字集計や地域メッシュ集計のデータと比較すると，地域の人口分布をより正確に把握できるためである。しかしながら，個人情報保護の観点から国勢調査基本単位区のデータでは年齢階級別人口が公開されていない。医療ニーズを明らかにするために

は，年齢構成を考慮した解析が必要であると考えられる。

5. まとめ

本研究では，地理情報システム（Geographic Information System; GIS）を用いて，島根県における救急医療機関へのアクセシビリティについて二次医療圏をもとに分析を行い，二次医療圏間のアクセシビリティの差異や救急搬送における課題について明らかにした。本分析により，保健医療計画においては医療資源の配分の議論のみならず，地域における医療機関へのアクセシビリティに関する検討が必要であることが示唆された。

参考文献

- 島根県（2008）：「島根県保健医療計画」。
- 元田良孝・石井トク・堀籠義裕・ほか（2000）：交通事故救急における道路と通信の時間的影響—国道106号の事例研究—，第20回交通工学研究発表会論文報告集，85—88。
- 南部繁樹・吉田傑・赤羽弘和（2009）：プローブデータの分析に基づく救急車への緊急走行支援方策の検討，国際交通安全学会誌，34(3)，55—62。
- World Health Organization, 1981. *Planning and organization of emergency medical services. EURO Reports and Studies* 35, 21—28.
- 片岡裕介・浅見泰司・浅利靖・ほか（2006）：需要密度に対する供給効果を最大化するAEDの最適配置地点，GIS：理論と応用 = Theory and applications of GIS，14(2)，73—81。
- 山陰中央日報(2010)：「平成22年8月25日朝刊」。
- 大田市(2010)：「大田市の地域医療に関するアンケート調査の集計結果について（速報値）」。