

# 南海トラフ巨大地震における孤立可能性集落の 負傷者数推計と搬送方策の検討

石原 凌河<sup>1</sup>・坪井 塑太郎<sup>2</sup>・照本 清峰<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 龍谷大学講師 政策学部政策学科 (〒612-8577京都市伏見区深草塚本町67)

E-mail:ryoga@policy.ryukoku.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 (公財) ひょうご震災記念21世紀研究機構 人と防災未来センター研究員

(〒651-0073 兵庫県神戸市 中央区脇浜海岸通1丁目5-2)

E-mail:tsubois@dri.ne.jp

<sup>3</sup>正会員 関西学院大学准教授 総合政策学部都市政策学科 (〒669-1337 兵庫県三田市学園2丁目1番地)

E-mail:terumoto@kwansei.ac.jp

本研究では、南海トラフ巨大地震において甚大な被害を受けることが想定される四国4県をケーススタディとして、孤立可能性集落内における負傷者の空間分布を把握するとともに、孤立可能性集落内における重傷者のヘリコプターによる搬送戦略について検討した。その結果、震度6弱・6強内に立地する負傷者数は約1,900名と推計された。孤立可能性集落の重傷者搬送に大型ヘリ15機とドクターヘリ2機が充てられれば、1日あたりの最大搬送可能人数は1,374人となり、震度6弱・6強に立地する孤立可能性集落内の重傷者全員を搬送するには1日以上かかると試算できた。

**Key Words :** *isolated village, injured person, Nankai Trough Earthquake, transport strategy*

## 1. 序章

### (1) 研究の背景・目的

南海トラフ巨大地震等の広域巨大災害が発生した場合、津波被害だけでなく地震動による甚大な被害も想定されているため、最大約2,300の孤立集落の発生が予測<sup>1)</sup>されている。南海トラフ巨大地震が発生した場合、津波被害から免れる集落においても、地震動による交通網の遮断や家屋の倒壊が懸念され、多くの重傷者が発生することが容易に想定できる。

2004年の中越地震以降、日本の防災行政においては孤立集落への対応に注目が集まり、通信手段の確保、物資の備蓄、ヘリポートの整備などの孤立集落対策が進んでいるものの、孤立集落における負傷者への対応戦略については十分に検討されているとは言い難い。南海トラフ巨大地震が発生した場合、全ての孤立集落に対して支援が不可能であることは明白であるため、重傷者を早く搬送し、できるだけ多くの救える命を救う戦略の策定が急務である。

孤立集落における災害対応に関する既往研究として、二神・木俣(2008)は中山間地における地震発生後の救急搬送と避難のシナリオとその対策について検討してい

る<sup>2)</sup>。照本ら(2012)らは、新潟県中越地震発生後の孤立地域を事例に、孤立地域において物理的な孤立と情報の孤立の問題を指摘し、生命・財産の危険性の問題と生活の継続の問題の観点から課題を整理している<sup>3)</sup>。照本・佐藤(2014)は、2011年の台風12号災害発生後の孤立地域における地域の対応状況として、「医療・保健・福祉に関する対応」及び「地区内での生活の継続のための対応」に類型化されること、それらのための情報収集・情報伝達活動が中心的な対応課題であったことを明らかにした<sup>4)</sup>。

ヘリコプターによる災害時の負傷者の搬送に関する既往研究として、小林・田中(2006)は、新潟県中越地震におけるヘリコプターの災害救援活動の実態と阪神大震災時のヘリ活動と比較から災害時のヘリコプターの運用上の課題について考察している<sup>5)</sup>。中地ら(2014)は、これまでの地震災害におけるヘリコプターの運用状況とその課題の検討を踏まえて、南海トラフの巨大地震における被災想定エリアにおけるヘリコプターの効果的な運用策について提案している<sup>6)</sup>。

以上の既往研究を概観すると、災害時の孤立可能性集落の課題については明らかにされ、南海トラフ巨大地震においてヘリコプターの活用が不可避であることが提起

されているものの、広域巨大災害下における孤立集落での負傷者の搬送戦略について十分に検討はなされていない。前述の通り、南海トラフ巨大地震により孤立集落では多くの重傷者の発生が懸念される中、負傷者を効率的・効果的に搬送する戦略を事前に検討することで、より多くの命を救うことができると考えられる。

そこで本研究は、南海トラフ巨大地震にで大きな被害を受けることが想定される四国4県をケーススタディとし、孤立可能性集落内における負傷者の空間分布を把握するとともに、孤立可能性集落内における重傷者のヘリコプターによる搬送戦略について検討することを目的とする。

## (2) 研究の方法

本研究では、内閣府(2014)の「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査」<sup>2)</sup>のデータを活用し、孤立可能性集落の集落位置、集落人口、孤立可能性の有無を抽出した。

次に、各自治体から公表されている南海トラフ巨大地震の自治体別の重傷者数<sup>3)</sup>から、孤立可能性集落の人口と負傷率(自治体人口/自治体別重傷者数)との発生確率によるモンテカルロ・シミュレーを計100回実施し、その平均値を各集落の重傷者数として推計した。

各集落の重傷者数の空間分布についてはGISにより把

握した。孤立可能性集落の空間情報については「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査」を参照し、ヘリポートの位置については国土数値情報のデータを参照した。また、災害拠点病院一覧については、各病院の住所を特定し、場所を図化した。重傷者数の推計にあたっては、南海トラフ巨大地震の被害想定(震度6弱・震度6強)に算出した。

以上のデータを踏まえて、孤立可能性集落のヘリコプターによる重傷者の搬送方策について検討した。

## 2. 孤立可能性集落のヘリコプターによる対応戦略と搬出可能人数の検討

### (1) ヘリコプターによる対応戦略

南海トラフ巨大地震における孤立可能性集落の搬送ヘリコプターによる活用戦略について表-1に示す。

「南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画」<sup>3)</sup>によると、活用計画機数(情報収集活動、救助・救急、消火活動、輸送活動、医療活動に従事)として、大型ヘリは35機投入することが計画されている。しかしながら、孤立集落の支援にどの程度ヘリが活用できるかは、被災状況や他の要因に大きく左右されるため、本研究においては、最大で15機、5機、1機も活用でき

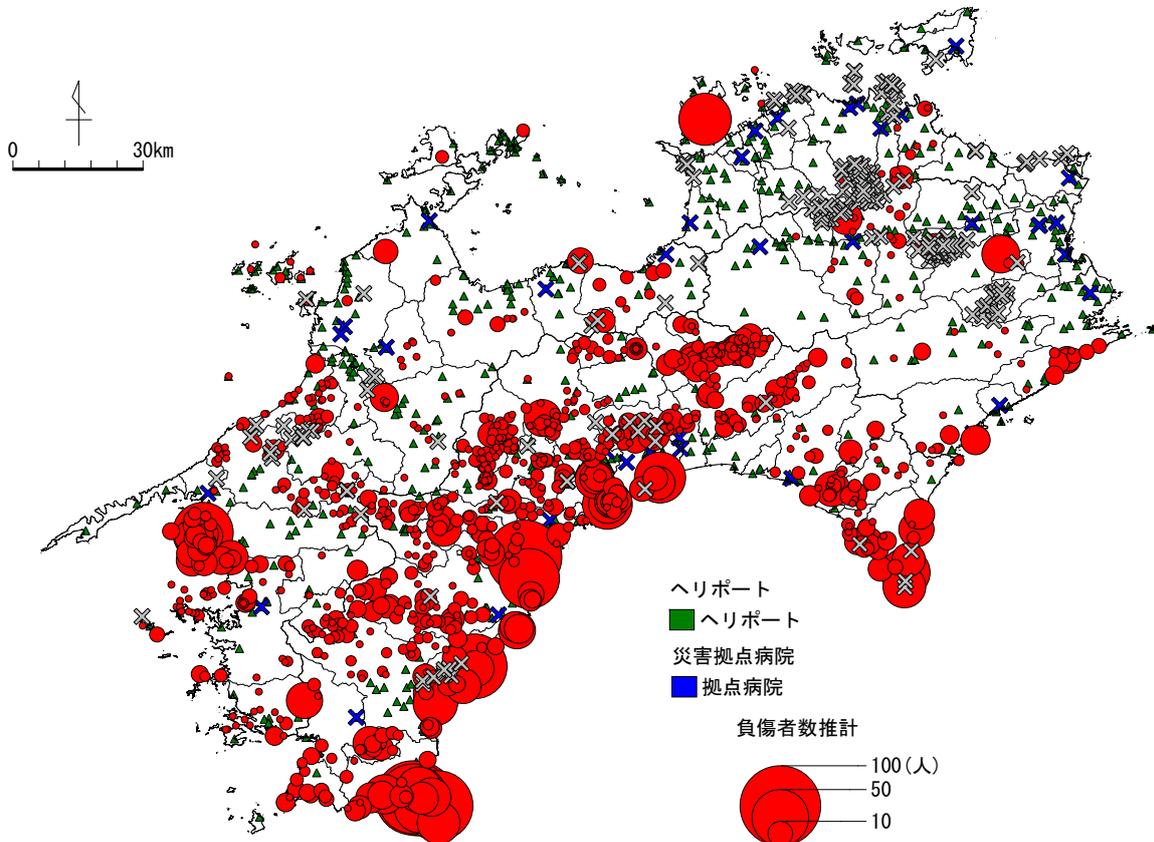


図-1 南海トラフ巨大地震における四国の負傷者の空間分布

ないの3パターンに分けて検討した。孤立集落での重傷者搬送にあたっては、大型ヘリだけでなく、ドクターヘリの活用も考えられる。2015年8月現在で、全国38道府県に46機のドクターヘリが配備され、四国においては2機配備されている<sup>8)</sup>ことから、本研究では2機活用できるとした。

ここからの戦略については、兵庫県消防防災課へのヒアリング調査（2016年3月8日実施）を実施し、その結果を踏まえて検討していった。まずは、大型ヘリの基礎情報として、巡航速度約250km/時、搬送者数は約15名とする。一日あたりの活動時間は6:00～18:00の計12時間と想定する。1日の往復可能回数は、ヘリ発着の拠点となる航空搬送拠点候補地<sup>9)</sup>から約50km圏で全ての集落を網羅できるため、移動時間が1時間程度となり、離発

着に30分程度2回を要するとする。以上を踏まえると、大型ヘリによる搬送は1日あたり6往復が可能であると考えられる。

(2) ヘリコプターによる搬出可能人数の推計

ヘリコプターの活用戦略と一日あたりの救助可能最大人数を試算すると、孤立可能性集落への重傷者搬出に最大で大型15機とドクターヘリ2機を充当できるとすると、大型1,350名、ドクターヘリ24名となり、一日当たり最大で1,374名搬出可能と試算された。大型5機でドクターヘリ2機を充当できる場合は174名、大型0機でドクターヘリ2機を充当できる場合は24名と試算された。

3. 四国における南海トラフ巨大地震における孤立可能性集落の現況

四国における南海トラフ巨大地震での孤立可能性集落数は2,007、集落内人口は219,894名で、ヘリポート数は679箇所、災害拠点病院数は39棟であることが明らかとなった。四国における孤立可能性集落、ヘリポート、災害拠点病院の位置を図-1に示す。

表-1 孤立可能性集落のヘリコプターの搬送戦略

	大型ヘリ	ドクターヘリ
巡航速度	約250km	約250km
一日当たりの活動時間	6:00～18:00（日出～日没）計12h	
一回の搬送人員	15名	2名
負傷者搬送時間	1回着陸ごとに30分	
活動開始時間	被災から12時間後	
1日の往復可能回数	6回	

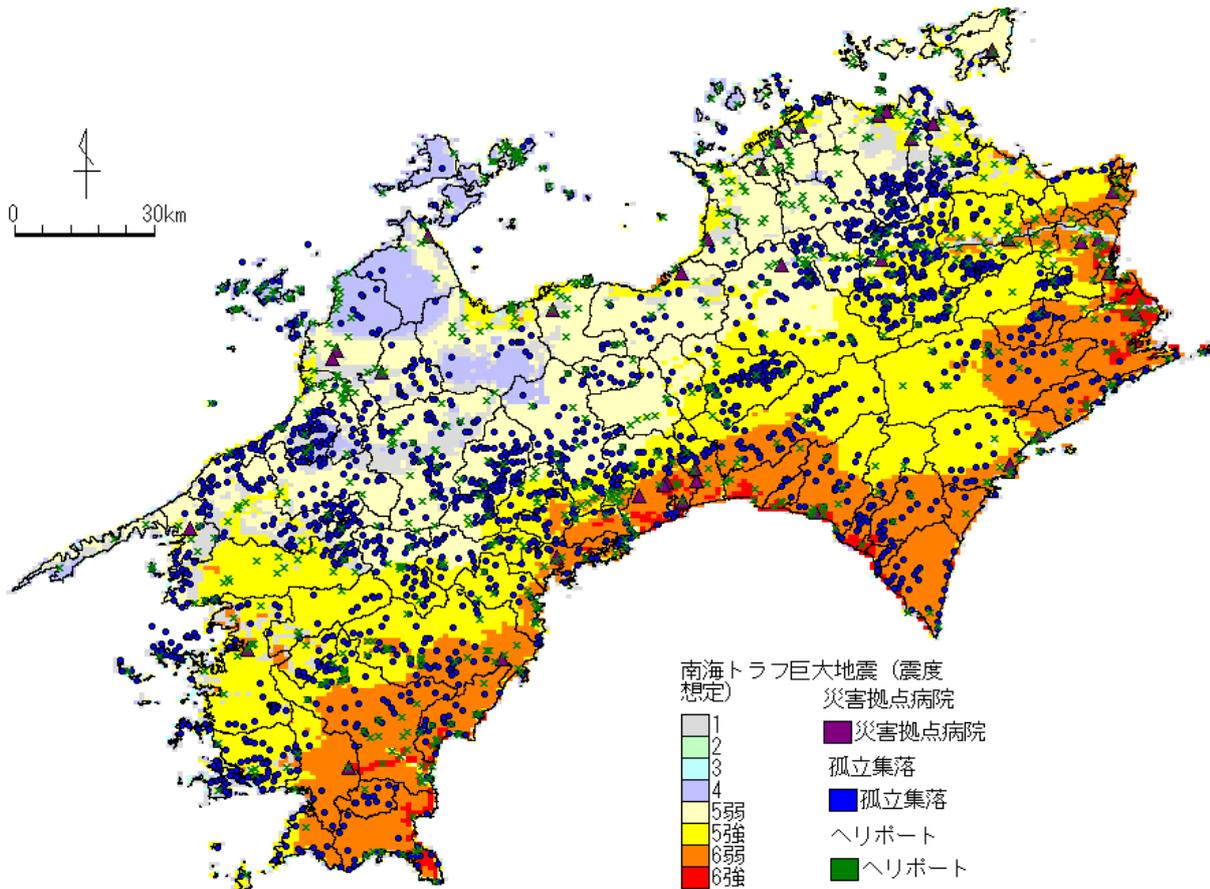


図-2 南海トラフ巨大地震における四国の負傷者の空間分布

表-2 震度階別の集落人口・重傷者数

震度階	集落人口 (割合)	重傷者数 (割合)
5強	55,067 (25.0)	約1,300 (26.0)
6弱	51,381 (23.4)	約1,300 (26.0)
6強	14,417 (6.6)	約600 (12.0)
全体	219,894 (100.0)	約5,000 (100.0)

表-3 ヘリポートからの圏域に含まれない集落数・人口・重傷者数

	集落数 (%)	集落人口数 (%)	重傷者数 (%)
1km圏域	1,643(81.9)	162,387(73.8)	約3,500(70.0)
2km圏域	1,109(55.3)	95,220(43.3)	約1,500(30.0)
3km圏域	167(8.3)	5,310(2.4)	0(0.0)

孤立可能性集落内の負傷者数を算出した結果、約 5,000 名と推計された。震度階別の負傷者数の結果を表-2に、震度階別の孤立可能性集落の位置を空間分布を図-2に示す。震度6弱・震度6強に分布する集落内人口は 65,798 名で全体の 30.0%と推計された。また、震度6弱・6強内の負傷者数は約 3,900 名で全体の 36.9%と推計された。

次に、各ヘリポートから包含されない集落数・人口・重傷者数を算出(表-3)すると、ヘリポートから 1km 圏域においては、1,643 集落(全孤立可能性集落の 81.9%)、人口が 162,387人(全孤立可能性集落人口の 73.8%)、重傷者数が約 3,500名(全重傷者数の 70.0%)と試算された。2km 圏域においては、1,109 集落(55.3%)、人口が 95,220 人(43.3%)、重傷者数が約 1,500名(30.0%)となる。3km圏域であれば 167集落(8.3%)、人口が 5,310人(2.4%)、重傷者数は 0 名(0.0%)となる。以上の結果から、3km 圏域でほぼすべての集落を包含できると考えられる。

#### 4. 終章

本研究では、南海トラフ巨大地震における四国の孤立可能性集落内における重傷者の空間分布を把握するとともに、孤立可能性集落内における重傷者の搬送戦略について検討した。その結果、以下の知見が明らかとなった。

- ・四国における南海トラフ巨大地震での孤立可能性集落内人口は 219,894 名で、そのうち震度 6 弱・震度 6 強内の人口は 65,798 名で全体の 30.0%にあたる事が明らかとなった。
- ・震度6弱・6強内に立地する負傷者数は約 1,900 名と推計された。孤立可能性集落の重傷者搬送に、大型ヘリ 15機とドクターヘリ 2機を充当可能とすれば、1日あたりの最大搬送可能人数は 1,374 人と推計され、現状

では震度6弱・6強に立地する孤立可能性集落内の重傷者全員を搬送するには 1 日以上かかると試算できた。

- ・四国における孤立可能性集落は 2,007 あり、南海トラフ巨大地震が発生した場合は全ての集落において対応することはほぼ不可能である。そのため、孤立可能性集落で重傷者が発生した場合、初動時は住民による対応が不可欠となる。例えば、孤立可能性集落で重傷者が発生した場合、住民によって大型駐機場がある拠点となる集落に搬送し、そこからヘリで搬送するなどの戦略を検討する必要があるだろう。

今後は、南海トラフ巨大地震における孤立可能性集落での大型ヘリやドクターヘリによる効果的かつ効率的な重傷者搬送モデルについて検討する。また、本研究では四国をケーススタディに分析を試みたが、南海トラフ大地震被災想定地域全域を対象に分析を行う。

#### 付録

- (1) 本研究では、南海トラフ巨大地震の自治体別の重傷者数は以下の資料から参照した。
  - ・香川県：「香川県地震・津波被害想定(第二次公表)報告書」(2013年8月28日公表)
  - ・愛媛県：「愛媛県地震被害想定調査結果(最終報告)」(2013年12月26日公表)
  - ・徳島県：「徳島県南海トラフ巨大地震被害想定(第二次)」(2013年11月25日公表)
  - ・高知県：「【高知県版】南海トラフ巨大地震による被害想定」(2013年5月25日公表)
- (2) 四国における航空搬送拠点候補地は以下の7箇所に設定されている。
  - ・徳島県：あすたむらんど徳島
  - ・徳島県：徳島飛行場
  - ・香川県：高松空港
  - ・愛媛県：松山空港
  - ・高知県：安芸市総合運動場
  - ・高知県：高知大学医学部
  - ・高知県：宿毛市総合運動公園

#### 参考文献

- 1) 中央防災会議防災対策推進会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ『南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告)』内閣府中央防災会議, 2013.
- 2) 照本清峰, 澤田雅浩, 福留邦洋, 渡辺千明, 近藤伸也, 河田恵昭「地震発生後の孤立地域にみられる対応課題の検討—新潟県中越地震発生後の小千谷市東山地域を事例に—」自然災害科学, Vol.31, No.1,

- pp.59-76, 2012.
- 3) 中央防災会議幹事会「南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画」2015.
  - 4) 照本清峰, 佐藤周「2011年台風12号災害における孤立地域の被災状況と対応状況の諸相」自然災害科学, Vol.33, No.3, pp.249-270, 2014.
  - 5) 小林啓二, 田中隆義「災害時におけるヘリコプターの効率的な活用方法と必要な運航支援体制のあり方(1) -新潟県中越地震におけるヘリコプター運航状況の調査と分析-」自然災害科学, Vol.24, No.4, pp.384-407, 2006.
  - 6) 中地弘幸, 牧紀周, 林春男, 小林啓二「東日本大震災における消防防災ヘリコプターの活用結果に基づく南海トラフ巨大地震におけるヘリコプターの有効活用方法の提案」自然災害科学, Vol.33, No.2, pp.101-114, 2014.
  - 7) 内閣府政策統括官(防災担当)「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査」2014
  - 8) 認定NPO法人救急ヘリ病院ネットワークHEM-NETホームページ「ドクターヘリってどこにあるの?」(<http://www.hemnet.jp/index.html>) (2016年4月18日閲覧)
- (2009.7.1 受付)

A ESTIMATE ON THE NUMBER OF INJURED PERSON AND A  
INVESTIGATION ON TRANSPORTATION STRATEGY OF THEM IN THE  
ISOLATED VILLAGE DUE TO THE NANKAI THROUGH EARTHQUAKE.

Ryoga ISHIHARA, Sotaro TSUBOI and Kiyomine TERUMOTO