

震災時の災害医療搬送の改善を目的とした場外離着陸場配置に関する研究

愛知工業大学大学院 学生会員 ○鈴木 聡一

愛知工業大学 正会員 小池 則満

1. はじめに

震災時の災害医療では、同時多発的に発生する傷病者を効率的に医療機関まで搬送しなければならない。被災地域からの救急搬送を考えるために、GISの活用が有効であると考えられる。救急搬送を目的とした場外離着陸場配置に関する既往研究では、古田ら¹⁾が千葉県を対象として最適配置提案を行っているが、震災時の災害医療を対象としていない。

そこで本研究では、将来起こりうる大規模地震時での陸路および空路による救急搬送ネットワークを解析し、通常時と震災時それぞれの救急搬送時間を分析する。また、効果的な救急搬送ネットワークの構築に必要なとなる場外離着陸場のアクセス性分析にネットワークボロノイを用いた受容人口推計を行うことで、長時間搬送が予測される場所に効率よく新規場外離着陸場を設置する方法を考える。これにより、震災時の救急搬送時間の短縮に向けた提案を行うことを目的とする。

2. 研究概要

本研究では、愛知県南西部の知多半島に位置する10市町が属する知多半島医療圏を対象とする。医療圏内の避難所および場外離着陸場から、圏内の救急病院や隣接医療圏の災害拠点病院および広域搬送拠点への陸空路搬送を想定する。

想定する地震は、内閣府が発表した南海トラフ巨大地震の想定発生パターンのうち、愛知県において理論上最大被害となるMw9.0クラスの地震とする。その際に、想定される津波浸水域と土砂災害警戒域をGIS上に組み込み、道路ネットワークの寸断リスクを考慮する。

これまでの研究により図1に示す搬送時間分布が得られ、知多半島医療圏では震災時の救急搬送時間に大幅な南北間格差が生じる可能性が高いことが明らかとなった。また、空路搬送に必要なヘリポートの指定状況も不十分であり、医療圏内の場外離着陸場の不足状況を改善するために、アクセス性および人口分布に対応した指定場所の追加を検討することが必要である。

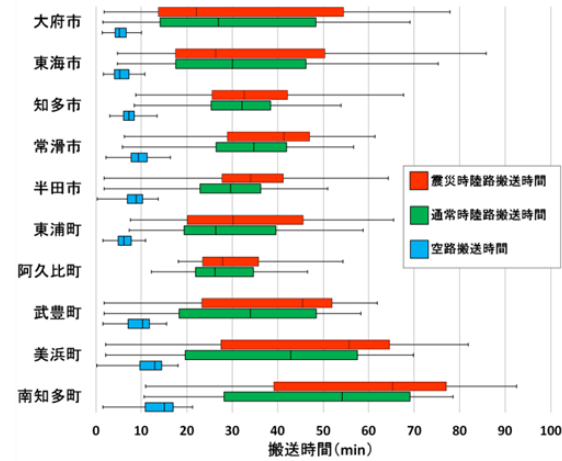


図1 各市町の陸路および空路搬送時間

3. 研究方法

解析では場外離着陸場のアクセス性を可視化し、地域の人口分布との関係性を分析するために、各場外離着陸場の受容人口を算出する。

解析にはArcGIS拡張機能であるNetwork Analystと、ネットワーク分析ツールであるSANETを使用する。道路ネットワークデータはArcGIS道路網2012愛知県版であり、各施設のポイントデータは国土数値情報の公開データを使用している。アクセス性の可視化の詳細は表1の通りである。

表1 アクセス性の可視化の詳細

解析方法	勢力圏解析
搬送速度	各リンクの法定速度
津波浸水域	通行不可
土砂災害警戒域	通常時の3倍の通過時間
勢力範囲	母点より3分、5分、10分

各場外離着陸場の受容人口を算出するにあたり、最新の国勢調査データを用いて、各場外離着陸場を母点としたネットワークボロノイ分割法を応用した推計手法を提案する。ネットワークボロノイとは、道路ネットワーク上からの最近隣点を分析することによりボロノイ分割を行う方法であり、平面ボロノイ分割に比べ、都市の実態を詳細に反映できる点が特徴である。

受容人口推計式を、場外離着陸場iに関する町丁目j域

に関する受容人口を X_i とし,以下のように定義する.

$$X_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} N_j \quad (1)$$

$$R_{ij} = l_{ij} / L_j \quad (2)$$

式(1)における N_j は国勢調査に基づく町丁目域の総人口である.また, R_{ij} は場外離着陸場 i を母点とする町丁目域 j におけるネットワーク人口レートであり,式(2)のように定義する.式(2)における l_{ij} は場外離着陸場 i のボロノイ勢力圏となる町丁目域のネットワーク距離であり, L_j は町丁目域の総ネットワーク距離である.

この推計式を用いることで,GISデータ上で把握できていない町丁目域内の人口分布をネットワーク密度にて表現することができ,各場外離着陸場の受容人口を面積比を用いて算出するよりも実態に近い値を得ることが可能であると考えられる.

4. 結果

震災時のアクセス性の改善案について図2に示す.空白地域が目立つ中部域および南部域を中心に,既存空地が有効活用できる22ヶ所の場外離着陸場を追加提案した.また,現状およびアクセス性を考慮した場外離着陸場提案後の受容人口の変化を図3および図4に示す.

現状の受容人口において,場外離着陸場配置が不足し,かつ人口分布が集中している中部域を中心に受容人口の大きさが目立ち,また同時に,医療圏全体の約90%の場外離着陸場が15000人以下の受容人口となった.

アクセス性を考慮した場外離着陸場提案後では,中部域を中心に大幅な受容人口低減効果が見られた.また,約90%が受容人口15000人以下となる点は変わらないが,受容人口累積割合より,数千人規模の受容人口の割合が増大しており,医療圏全体で受容人口のバランスが得られたといえる.しかし,中部域は他地域と比較し依然として受容人口が高く推移している.

従って,今回得られた結果から,医療圏内で一定のアクセス性を満足させても,人口分布を考慮した場合,依然として地域間格差が顕在する結果となった.

5. まとめと今後の課題

本研究では,知多半島医療圏内においてネットワークボロノイを用いた場外離着陸場受容人口の推計手法を提案し,人口分布と場外離着陸場の関係性を示した.

今後の課題として,受容人口の分担人数の適正評価をより正確に行うため,近隣医療圏との比較検討の必要性が挙げられる.

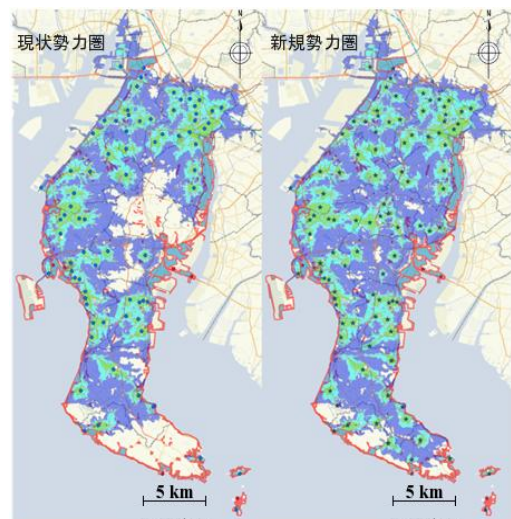


図2 アクセス性を考慮した増設案

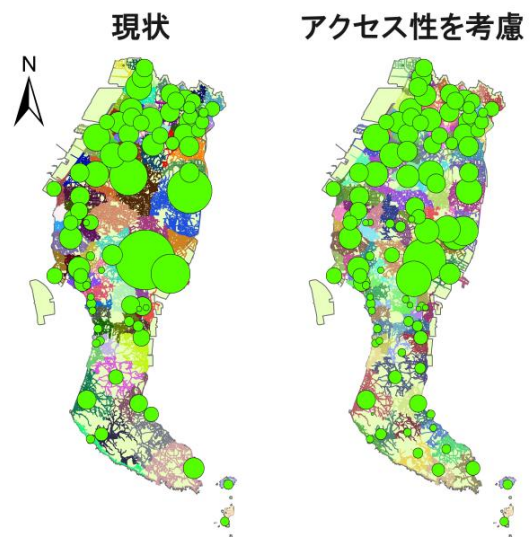


図3 場外離着陸場受容人口の比較

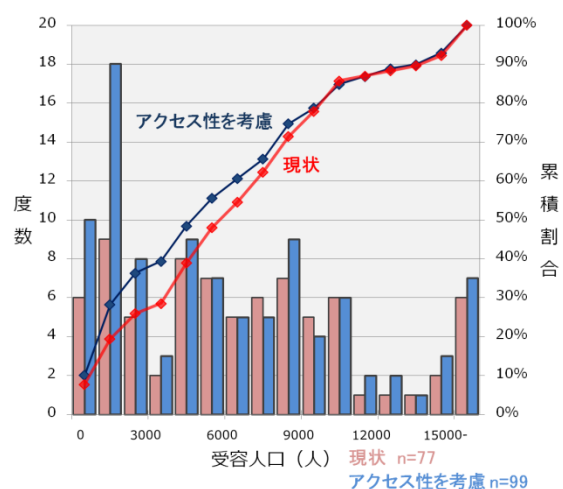


図4 場外離着陸場受容人口の分布形

参考文献

- 1) 古田壮宏ら(2011):ドクターヘリシステムのための平均救命率最大化型最適配置モデル, 都市計画論文集Vol.46 No.3 pp. 823-828