

## 立地適正化計画が自然災害の救急駆け付け搬送の救命率に及ぼす影響

### － 長野市の居住誘導区域の設定を対象とした検証－

長野工業高等専門学校 学生員○腰原 萌 長野工業高等専門学校 正会員 柳沢 吉保  
 長野工業高等専門学校 正会員 轟 直希 長野工業高等専門学校 正会員 古本 吉倫  
 公立小松大学 フェロー 高山 純一 豊橋技術科学大学 浅野 純一郎

#### 1. はじめに

近年の自然災害の激甚化に対応するために立地適正化計画の改正で盛り込まれた防災指針を考慮した都市機能および居住誘導区域の設定は大きな課題である。自然災害による道路の被災は、救命活動にも大きな影響を与える。区域設定では、道路の寸断が駆け付け搬送時間に与える影響を分析しておく必要がある。鳥羽ら<sup>1)</sup>の研究では被災前後の駆けつけ搬送時間、駆けつけ搬送体制を評価している。

本研究では長野市における自然災害を、防災都市づくり計画で示された地震、土砂災害危険区域、浸水想定区域を対象とし、被災前と、地震・土砂・浸水災害後について救命率に関する指標を構築・算出し、設定されている区域と救命拠点用途の配置が被災前後の救命に与える影響を明らかにすることを目的とする。

#### 2. 分析対象地域と調査データ

##### (1) 分析対象地域の交通ネットワークと居住誘導区域

図1の水色部分が長野市と長野市の小ゾーンを示す。青線が長野市内の交通ネットワークであり、ピンク線で囲っている地域が長野市の居住誘導区域である。図2に長野市の消防署・分署、後方病院(救命拠点用途)の配置図を示す。本研究では被災地を各小ゾーンの支所で代表させた。

##### (2) 使用データおよび駆けつけ搬送体制

データは、長野都市圏ネットワーク図(H28)、長野都市圏OD表(H28)、長野市Cゾーン、長野市居住誘導区域図(H29)を用いる。

本研究における救急駆け付け搬送体制とは、救急車両が配備されている各消防署・分署から救急車が発発して、救急要請先に駆けつけて被災重傷者を後方病院へと搬送する流れを示す。本研究における被災重傷者とは、カーラーの救命曲線に基づき多量出血、呼吸停止、心肺停止の三つの症状を対象とした。

#### 3. 被災地の駆け付け搬送救命可能性評価指標

##### (1) 救命拠点用途最大アクセシビリティ評価指標

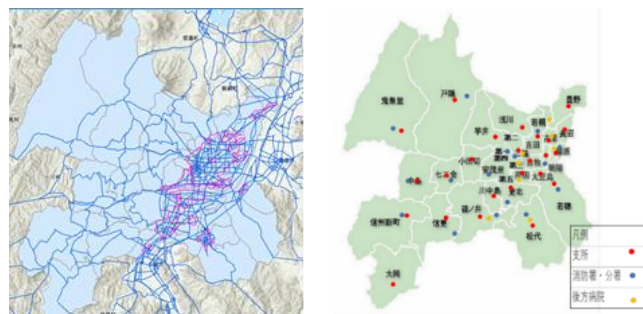


図1 長野市の交通ネットワーク 図2 長野市の消防署・分署・後方病院と小ゾーンおよび居住誘導区域

被災時において、被災地に消防署・分署および後方病院が近接しているほど救急駆け付け搬送による救命率は高くなる可能性がある。なお救命制約時間は、災害の種類および被災時における急患の症状により異なる。消防署・分署および後方病院を救命拠点用途とし、被災地に対するこれら用途の近接性を表す救命拠点用途最大アクセシビリティ(AC)は以下の式(1)で評価する。

$$A_k^{max}(d) = \max \left\{ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{1}{t_{ij}^k(d)} \right\} = \frac{1}{t_{ij}^{k,min}(d)} \quad (1)$$

ここで、 $A_k^{max}(d)$ :救命拠点用途最大AC。k:対象となる被災地(支所)。d:災害の種類。i:対象となる消防署・分署。j:対象となる後方病院。 $t_{ij}^{k,min}(d)$ :消防署・分署iから被災地kを経由し、後方病院jまでの搬送で消費する最短所要時間。

##### (2) 最大救命率

本指標は、福田ら<sup>2)</sup>の既往研究を用い、駆けつけ搬送の最短時間に基づきカーラーの救命曲線を用いて最大救命率を以下の式(2)から算出する。

$$L_k^{max}(d) = 1 - \left( \frac{1}{1 + \exp(4.80861 - a_s t_{ij}^{k,min}(d))} \right) \quad (2)$$

ここで、 $L_k^{max}(d)$ :最大救命率。 $a_s$ :症状別定数(心肺停止:1.6029。呼吸停止:0.4809。多量出血:0.1603)。 $t_{ij}^{k,min}(d)$ :最短所要時間。

##### (3) 駆け付け搬送時の算定フロー

分析の手順を次に示す。①OD交通量および交通ネ

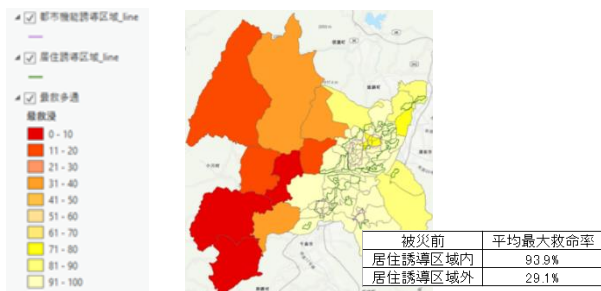


図3 居住誘導区域と都市機能誘導区域と被災前の最大救命率

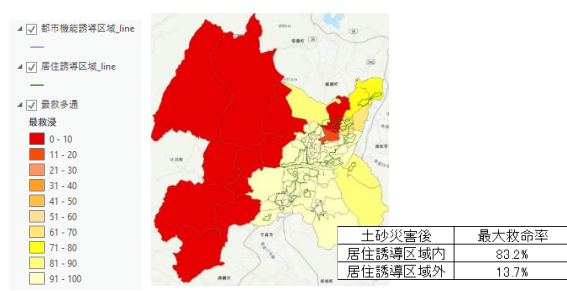


図5 居住誘導・都市機能誘導区域と土砂災害後の最大救命率

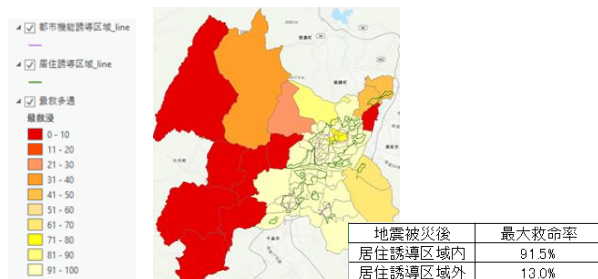


図4 居住誘導・都市機能誘導区域と地震被災後の最大救命率

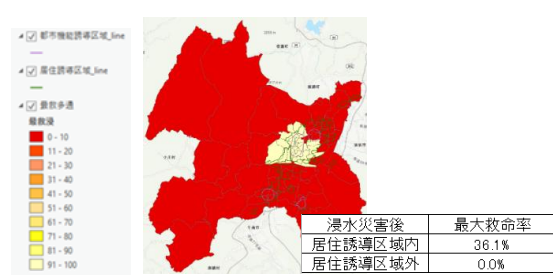


図6 居住誘導・都市機能誘導区域と浸水災害後の最大救命率

ネットワークの各災害の被災リンク<sup>1)</sup>を用い分割配分法 (STRADA)によるゾーン間所要時間を算出する。②算定結果から消防署・支所・後方病院の駆け付け搬送時間の総所要時間を算出する。③駆け付け搬送総時間に基づき式(2)を用いて最大救命率等を急患症状、自然災害別に算出する。④居住誘導区域内外の被災前後の救命に関する評価値分布を可視化し、比較検証する。

#### 4. 居住誘導区域を考慮した被災地の救命可能性評価

紙面の都合上、多量出血を対象とした結果を示す。

##### (1) 被災前の最大救命率 (多量出血)

被災前の最大救命率の分布を図3に示す。居住誘導区域内の多量出血の重傷者は多くの被災地で最大救命率95%が担保される可能性が高いことがわかる。居住誘導区域外では最大救命率が10%を下回る被災地が存在する。こ各後方病院が市街地を対象とした居住誘導区域に立地していることが原因していると考えられる。

##### (2) 地震被災後の最大救命率 (多量出血)

地震被災後の最大救命率の分布を図4に示す。居住誘導区域内の最大救命率は被災前の最大救命率と大きな変化は見られない。居住誘導区域外では被災前に比べ地震被災後の最大救命率は大きく低下している。

##### (3) 土砂災害後の最大救命率 (多量出血)

土砂災害後の最大救命率の分布を図5に示す。居住誘導区域内の一部被災地では最大救命率が被災前に比べ95%ほど低下している。駆けつけ搬送時間が24時間を超えていて、リンクが復旧しない限り搬送不可能という状況が生じているためである。居住誘導区域外の最大救命率0%の被災地にも同様のことが考えられる。

##### (4) 浸水災害後の最大救命率 (多量出血)

浸水災害後の最大救命率の分布を図6に示す。最大救命率は被災前と比較して居住誘導区域内でも0%に近い被災地が存在することが分かる。これは浸水想定区域が居住誘導区域内の幹線道路にかかり、トラフィック機能に大きな影響を与えたためと考えられる。また居住誘導区域外では最大救命率が0%に近い被災地が大部分を占めている。これは土砂災害後と同様にリンクが復旧しない限り搬送不可能という状況のためと考えられる。

#### 5. まとめ

(1)地震被災後の最大救命率は被災前に比べ居住誘導区域内では大きい変化は見られないが、居住誘導区域外では最大救命率が低下した。(2)土砂災害後の最大救命率はリンクの寸断により居住誘導区域内外に影響が出ている。(3)浸水災害後の最大救命率は居住誘導区域と浸水想定区域が重なっている地域が存在するため居住誘導区域内の最大救命率が大幅に低下している。居住誘導区域外においても最大救命率が0%に近い被災地が大部分を占めている。(4)居住誘導区域内では主に浸水災害後において最大救命率に影響を与える。(5)居住誘導区域外では地震・土砂・浸水災害後のいずれにしても最大救命率に影響を与える。

発表時では複数の救命拠点用途からの駆け付け搬送による救命率および暴露人口の影響も示す予定である。

#### <参考文献>

- 1) 鳥羽,柳沢,轟: 救急駆けつけ搬送の時間信頼性を考慮した救急拠点の救命勢力圏に関する研究.R2 土木学会中部研究発表会、
- 2) 福田,高山,中山: 三次救急搬送活動を対象とした医療デジタル伝送システム運用のためのアンテナ基地局配置方策の検討、土木計画学研究・講演集、No.39、講演番号 88