

救命制約時間を考慮した救急駆け付け搬送の消防署・分署の配置に関する比較研究

○長野工業高等専門学校 非会員 林 響大 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
 金沢大学 正会員 高山 純一

1. はじめに

地震発生時の救急体制として、松本市内には消防署・分署が9か所、後方病院が16か所配置されているが、必ずしも被災時など移動経路の交通条件が大きく変わる可能性や重傷者数を考慮して配置されているわけではない。そこで、救命にかかる時間と被災時の重傷者数を考慮した、消防署・分署および後方病院のより望ましい組み合わせを検討する必要がある。既往研究として、長野都市圏を対象とした救急駆け付け搬送の時間信頼性を分析した研究¹⁾があるが、被災地に対する効果的な救急駆け付け搬送のための勢力圏を検討した研究は少ない。そこで本研究では、中核都市の条件を有している松本市を対象として、消防署の救命勢力圏を提案し、この指標を用いて、現況の当該都市圏の救急駆け付け搬送体制を評価し、より救命率の高い救急体制を提案する。

2. 分析対象地域と調査データ

(1) 分析対象地域と被災後の通行止めリンク

分析対象地域は長野県松本市とする。被災後に寸断し、通行不可となると予測されるリンク数は51本で市内のいたる所に点在する²⁾。

(2) 重傷者数の算定

内閣府（防災担当）作成資料³⁾より、負傷者数を算出する。算定式は以下の示す通りである。

$$\text{重傷者率} = 0.0309 \times \text{建物全壊率(倒壊率)} \cdots (1)$$

$$\text{重傷者数} = \text{ゾーン人口} \times \text{重傷者率} \cdots (2)$$

以上の算定式より試算した結果を表1に示す。ただし今回は紙面の都合上、重傷者数が多い地区上位5つまでを掲載する。なお、松本市全域で発生すると思

われる総重傷者数は2674人となった。

(3) 救急駆け付け搬送体制と救命制約時間

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・分署から救急車が出発して、救急要請先に駆けつけて重傷者を各救命拠点（後方病院）へ搬送する一連の流れをいう。重傷者とは、地震によって倒壊した家屋の下敷きになるなどした大量出血状態の重傷者を想定している。ここで重傷者の救命制約時間は”カーラーの救命曲線”より、死亡率が50%まで上がる確率が大量出血後30分とされていることから本研究では救命制約時間を30分と設定した。計算の都合上、救急要請先”は、郊外では各地区の支所、市街地についてはさらに細かい小ゾーン単位として各ゾーンの公民館を被災場所として想定した。

3. 松本都市圏の被災前後の利用経路状況

分析対象地域における被災前後の起終点間の利用経路の交通量を図1、2に示す。赤い線が太いほどその経路を利用する交通が多いことを示している。図1、2において○で囲った同一の特定のリンクに着目してリンク内の交通量の違いを見てみると、被災前の交通量は122台/hであるのに対し、被災後は163台/hと増えている。これは、被災で寸断したリンクを迂回するために流入してきた他のリンクからの交通が加わっていることに起因すると考えられる。以上のことから、一般に地震被災後の幹線道路では流入交通量による渋滞が生起する可能性が高い。

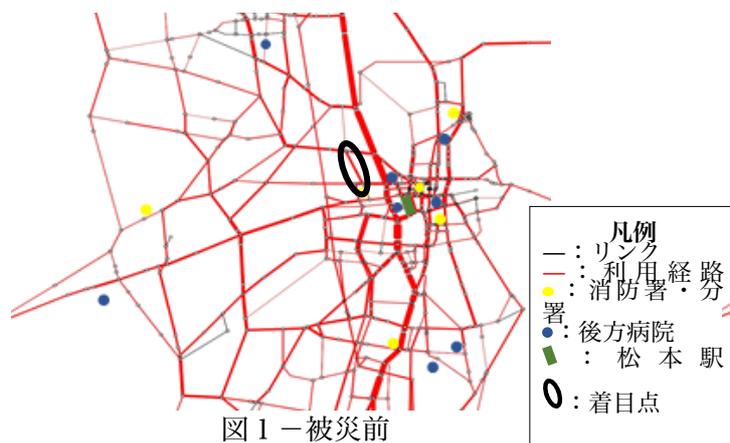


図1 - 被災前

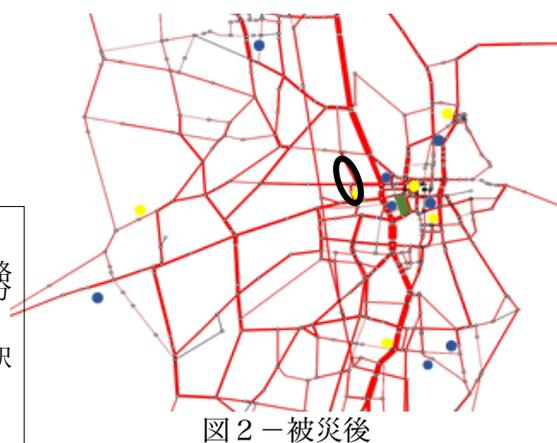


図2 - 被災後

表1：地震被災時の地区別想定重傷者数（人）

地区	倒壊率	重傷者率	地区人口	重傷者数
本郷	0.48	0.014832	14,266	211.59
鎌田	0.31	0.009579	19,653	188.25
里山辺	0.50	0.01545	11,961	184.80
芳川	0.34	0.010506	17,211	180.82
寿	0.34	0.010506	14,025	147.35

表2：被災前の消防署・分署⇒支所⇒後方病院に要する駆け付け搬送時間〔分〕

消防署・分署	駆け付け先	所要時間	搬送病院	所要時間	総所要時間
本郷	本郷	132	信大附属	264	396
本郷	安原	396	信大附属	000	396
渚	田川	540	松本協立	000	54
丸の内	白板	252	丸の内	330	582
丸の内	中央・第一	198	相沢	396	594

4. 救命制約時間内の救急駆け付け搬送

被災前後の救命制約時間内に駆け付け搬送できる消防署・分署⇒被災地⇒後方病院の組み合わせと、駆け付けと搬送それぞれの所要時間を表2、3に示す。ただし今回は紙面の都合上、駆け付け搬送の総所要時間が短いすなわち、救命の可能性が高い消防署・分署、被災地(救急車要請地)、後方病院の組み合わせを上位5つまでをそれぞれ掲載した。表2、3より被災前後の総所要時間は同じ消防署・分署及び後方病院の組み合わせにおいても変化がみられる。特に、市街地における総所要時間が上位を占めていることがわかる。これは郊外に比べて消防署・分署および後方病院が多く立地し、移動時間が短いことと、選択できるルートが多いため特定の道が閉塞しても代替経路があるため総所要時間が短くなったと考えられる。

5. 消防署・分署の救命ACの算定

消防署・分署救命ACを式(3)によって算定する。

$$A_i^a = V_i \times \sum_{j=1}^J \left\{ \frac{1}{S_j} \sum_{k=1}^K \frac{1}{t_{ik}(j)} \right\} \cdots (3)$$

ここで、 A_i^a ：消防署・分署*i*(起点セントロイドを表す)のアクセシビリティ。 S_j ：被災地*j*の重傷者数。 $t_{ik}(j)$ ：消防署分署の起点*i*から被災地*j*を通り、後方病院の終点*k*(終点セントロイドを表す)間所要時間で30分以内を対象とする。 V_i ：当該消防署分署の救急車両保有台数。 j ：被災地(支所および公民館のセントロイド)。なお、 i は救急駆け付け搬送の起点も表して

表3：被災後の消防署・分署⇒被災地(支所)⇒後方病院に要する駆け付け搬送時間〔分〕

消防署・分署	駆け付け先	所要時間	搬送病院	所要時間	総所要時間
本郷	本郷	168	信大附属	276	444
本郷	安原	444	信大附属	000	444
丸の内	田川	522	松本協立	000	522
丸の内	中央・第一	186	松本協立	432	618
芳川	寿	480	同中信	180	660

*使用ネットワーク図上でいずれも同一ゾーンが最寄りのため、ソフトの仕様上0となった

表4：被災前後の消防署・分署の救命AC値

被災前		被災後	
消防署・分署	AC	消防署・分署	AC
渚	0.063664	丸の内	0.025301
丸の内	0.055823	渚	0.025191
本郷	0.037949	芳川	0.010301
庄内	0.031997	本郷	0.007338
芳川	0.014527	庄内	0.003717
梓川	0.001562	梓川	0.000539

いる。算定結果を表にして降順に示す。表4より全体的に被災時の方が消防署・分署の救命AC値は小さくなる傾向にあることが分かった。被災後は、迂回経路に流入する車両によるリンクの混雑度が増すため所要時間が増加することが原因と考えられる。そのため被災後の方が30分以下の所要時間で駆け付け搬送できる組み合わせ数が少なくなり、AC値も小さくなると考えられる。また、発表時に被災地ACも考慮した駆け付け搬送の提案を行う。

6. まとめ

4項より全体的に被災時は駆け付け搬送時間の総所要時間が通常時より多くかかることが分かった。表4中被災後AC値の方が比較的小さくなったのは救命AC値算定式の分母により大きい数を乗じたためこのような結果になった。以上を踏まえると、被災時にかかる所要時間を減らせば救命AC値はもっと上がると思われる。以上を満たすため、松本市内の被災リンクを減少させる、即ち現状の道路及びその周辺の整備を行うことが有事の際の対策として重要である。

<参考文献>

- 1)柳沢吉保, 古本吉倫, 高山純一, 南澤智美, 尾曾真理恵: 震災時における救急車の駆け付け搬送圏域の救命制約時間信頼性評価. 土木学会論文集F6(安全問題), Vol68.No.2, pp.30-37, 2012.
- 2)松本市の災害時危険度判定業務等.
- 3)「東海地震及び東南海・南海地震に係る被害想定手法について」内閣府(防災担当)作成資料