

# 自力脱出困難者を対象とした危機管理対応策に関する研究 —救助活動能力の分析による救助部隊の適正運用について—

Study on Crisis Management Countermeasures for  
Self-Escaping Difficult Person  
-Proper Operation of Rescue Unit by Analysis of Rescue Capability-

喜納 啓<sup>1</sup>, 佐土原 聡<sup>2</sup>, 稲垣 景子<sup>2</sup>, 矢代 晴実<sup>3</sup>, 鳥澤 一晃<sup>4</sup>  
Satoshi KINA<sup>1</sup>, Satoru SADOHARA<sup>2</sup>, Keiko INAGAKI<sup>2</sup>,  
Harumi YASHIRO<sup>3</sup> and Kazuaki TORISAWA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府

Graduate of Urban Innovation, Yokohama National University

<sup>2</sup> 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院

Institute of Urban Innovation, Yokohama National University

<sup>3</sup> 防衛大学校 建設環境工学科

Department of Civil and Environmental Engineering, National Defense Academy

<sup>4</sup> 関東学院大学 理工学部 土木・都市防災コース

Kanto Gakuin University, College of Science and Engineering, Civil Engineering Course

It is predicted that many self-escaping difficult persons occur due to the collapse of the building by the Tokyo inland earthquake. For that reason, the speed at which necessary rescue personnel are mobilized to the earthquake site and are able to commence rescue activities greatly affect the number of human casualties. Therefore, preparation of a personnel transportation plan necessary for rescue activities is vital.

However, details of a personnel transportation plan for the rescue of self-escaping difficult persons have not been specifically defined yet. In this paper, as a basic research, from the point of view of saving lives of self-escaping difficult persons, this paper examined crisis management countermeasures by public rescue organizations in Kanagawa Prefecture. The results of this study will include basic data for the development of life rescue activities plans for self-escaping difficult persons immediately after a disaster.

**Keywords** : Tokyo Inland Earthquake, self-escaping difficult person, rescue capability of residents, rescue unit, crisis management countermeasure

## 1. はじめに

阪神淡路大震災、熊本地震等では多数の自力脱出困難者が発生し、情報が錯綜する緊急対応期において出来る限り迅速な救助活動が求められた。中央防災会議が公表した都心南部直下地震による被害想定では、揺れによる建物被害に伴う自力脱出困難者数が、神奈川県含む被災地域全体で最大約 72,000 人発生するとされており、被災現場における一刻も早い救助活動が必要となる。

しかし、現状の対策では、救助活動に必要な隊員数や配置について具体的に策定されていないことから、発災直後の緊急対応が円滑に実施されない可能性があり、人命を確保するための救助活動に重大な影響を与える恐れがある。

自力脱出困難者数の実態調査として、阪神淡路大震災における人命救助活動の実態を調査した宮野ら<sup>1)</sup>や村上ら<sup>2)</sup>の研究では、倒壊家屋の閉じ込め状況や、救助活動従事者の内訳を明らかにした。また、白井ら<sup>3)</sup>は、自力脱出困難者を救助するため地区間の住民による連携を考察し、地区間協定の重要性を示した。

本研究では、地震発生の切迫性が高いとされる都心南部直下地震を想定した神奈川県における救助活動に資することを目的に、発災直後における住民の共助を考慮し

た上で、救助部隊の運用方法について考察した。

なお、本研究では自力脱出困難者については自力脱出者は含まず、警察・消防・自衛隊、近所・親戚等により救出、搬出される人数と定義する。

## 2. 自力脱出困難者数の算出

神奈川県の地震被害想定では、自力脱出困難者数を市区町村別で集計している。本研究では、地域の特性を詳細に分析するため、250mメッシュ単位で自力脱出困難者数を算出した。使用データは、神奈川県地震被害想定調査データ、平成 27 年国勢調査（人口）の 250mメッシュデータ、平成 22 年度都市計画基礎調査（建物現況）データ等を用いた。図 1 に、本研究で想定した都心南部直下地震の震度分布（250mメッシュデータ）と建物全壊棟数（250mメッシュデータ）、図 2 に自力脱出困難者数の算出フローを示す。

全壊建物 1 棟当たりの人口は、平成 27 年国勢調査（人口）の 250mメッシュデータと平成 22 年度都市計画基礎調査（建物現況）データの住宅系建物の延床面積から 1 人当たりの延床面積を計算した後、木造・非木造建物別に集計した延床面積及び建物棟数を対応させて算出した。

滞留率（住民が建物に在宅している確率）は、平成 23 年度社会生活基本調査<sup>4)</sup>より朝 5 時時点で、総人口の 97.5%が在宅し、残り 2.5%は屋外で活動していると仮定した。

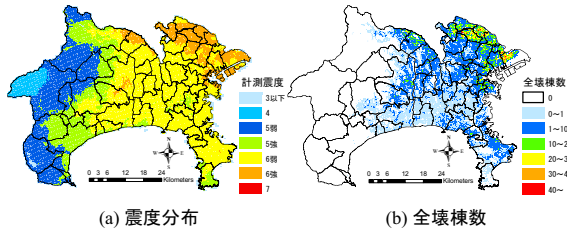


図 1 神奈川県地震被害想定（都心南部直下地震）

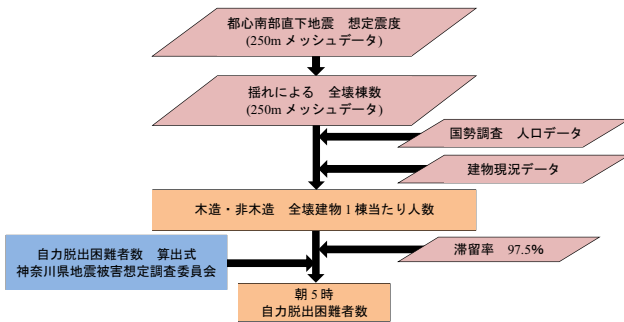


図 2 自力脱出困難者数の算出フロー

図 3 は、神奈川県全体の揺れ及び崖崩れによる自力脱出困難者数を 250m メッシュ単位で集計した結果を示す。また、円グラフは被害要因別の内訳を示す。自力脱出困難者数の算出式は、神奈川県地震被害想定調査<sup>5)</sup>を参考にした。

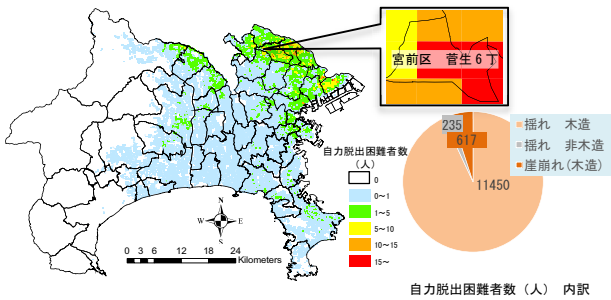


図 3 自力脱出困難者数（250mメッシュ）

図 3 から、自力脱出困難者が多数発生する川崎市宮前区内においては、菅生 6 丁目周辺が被害が大きいと読み取ることができる。このように、市区町村別ではなく、250m メッシュ単位で自力脱出困難者数を把握することで救助活動を綿密に計画することが可能となる。

### 3. 救助部隊の適正運用に関する検討

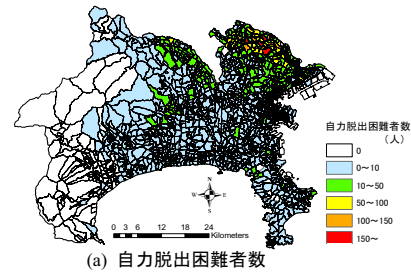
人命確保を最大限とする救助部隊の運用方法について、前章で算出した自力脱出困難者を対象として、住民の救助活動能力、被災地域内における消防署の救助活動能力の双方を考慮し、救助部隊を優先的に派遣すべき「町・大字」について考察した。

### (1) 住民の救助活動能力の分析

阪神淡路大震災では、自力脱出困難者の救助活動は消防・警察・自衛隊等の公的救助機関に加えて、近隣住民が大きな役割を担った。そこで、公的救助機関の危機管理対応策について、被災地の住民の救助活動能力を考慮に入れて検討した。

本研究では、「町・大字」毎で住民による救助活動能力を集計するため、揺れ及び崖崩れによる被害から発生する自力脱出困難者数、死者数、重傷者数及び中等症者数についても、神奈川県地震被害想定調査<sup>5)</sup>を参考に算出し、「町・大字」毎に集計した結果を図 4 に示す。

なお、重傷者は緊急処置や手術をしないと生命の危険がある患者、中等症者数は四肢骨折のように病院での治療が必要だが、重症に比べて緊急性が低い患者と定義されており、どちらも救助活動能力を算出するにあたり除外した。



(a) 自力脱出困難者数

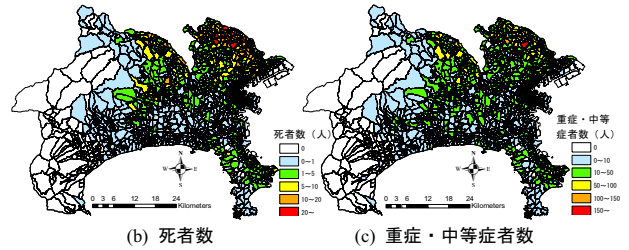


図 4 自力脱出困難者・死者・重症者・中等症者数（町・大字毎の集計結果）

住民の救助活動能力の算出は、白井ら<sup>3)</sup>を参考に、被災地域の人口を性別・年代毎に、表 1 の阪神淡路大震災の救助活動実施率及び表 2 の運動能力の相対値で重み付けを行った。救助活動能力の評価対象は、15 歳未満の住民であり、10 代の救助参加率については 20 代と同じとした。住民の救助活動能力の算出式を式[1]に示す。

$$R_a = P_r r_p R_i T_i (P_n - P_d) / P_n \quad [1]$$

- ここで、 $R_a$  : 住民の救助活動能力[人・時]
- $P_r$  : 年代別人口[人]
- $r_p$  : 住民の性別・年代別の救助活動実施率[%]
- $R_i$  : 20 代男性を基準とした年齢・性別毎の運動能力相対値
- $T_i$  : 救助活動時間[時間]
- $P_n$  : 夜間人口[人]
- $P_d$  : 揺れによる全壊で生じる死者数及び重症・中等症者数[人]

表1 住民救助参加率

年代	回答者	救助活動実施者数	年代別実施率	性別活動比率	
				男性	女性
10代			20代と同じと設定		
20代	180	41	22.8%	0.76	0.24
30代	345	79	22.9%	0.72	0.28
40代	477	142	29.8%	0.72	0.28
50代	491	112	22.8%	0.63	0.37
60代	581	111	19.1%	0.74	0.26
70代	318	41	12.9%	0.75	0.25
全年代	2392	526	22.0%	-	-

表2 年齢・性別毎の運動能力相対値

性別	男性							
	年代	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代
運動量		341	338	326	315	304	286	263
20代男性相対値		1.01	1.00	0.96	0.93	0.90	0.84	0.78

性別	女性							
	年代	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代
運動量		286	256	256	249	242	236	218
20代女性相対値		0.85	0.76	0.76	0.73	0.72	0.70	0.65

本研究では、発災直後の危機管理対応策を考察するため、非木造の全壊・崖崩れと比べて、救出に要する時間が短い且つ救助活動が容易である木造建物の揺れによる全壊から発生する自力脱出困難者に焦点を当て住民の救助活動能力と比較した。図5は、「町・大字」毎で集計した住民による救助活動能力を、揺れにより全壊した木造建物から発生する自力脱出困難者1人あたりに換算した結果を示す。対象とした「町・大字」については、自力脱出困難者が0.5人以上発生する地域とする。

この値が大きいほど、揺れにより全壊した木造建物から発生する自力脱出困難者に対して、住民による救助活動が期待でき、逆に小さいほど、公的救助機関の救助活動が優先的に必要になる地域であるといえる。

従って、川崎市宮前区、高津区、川崎区内の「町・大字」の大部分については、公的救助機関を派遣する際の優先順位が高いことを示している。

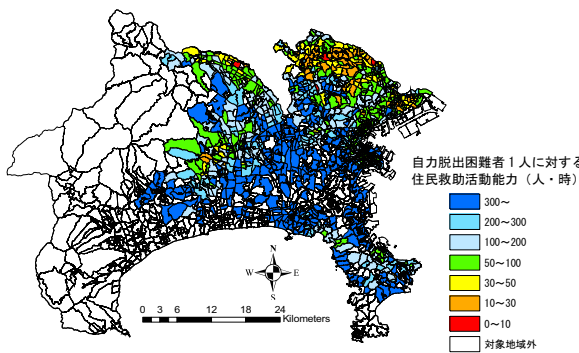


図5 自力脱出困難者（揺れ・木造）1人に対する住民救助活動能力

(2) 被災地域の消防署の救助活動能力の分析

被災地域の消防署が管轄域内で発生する自力脱出困難者数に対して、救助活動を実施するために要する隊員数及び救助活動時間を算出した。熊本地震での警察庁の自力脱出困難者の救助活動資料<sup>9)</sup>を分析した結果、揺れによる木造建物から発生した60人の自力脱出困難者に対して、現場に到着してから救出が完了するまでに要した時間は、1人当たり平均95分であった。また、救助活動現場の隊員数に関するアンケート調査によると、活動人数が5人以下であれば明らかに不足を感じ、10人以上では過剰と感じていたことが示された。

以上のことから、揺れにより全壊した木造建物から発生する自力脱出困難者1人を救助するためには、救助隊員が6人必要で、1.6時間要すると仮定し、9.6(人・時)の救助労力を必要とするとした。揺れによる非木造建物から発生する自力脱出困難者の救出時間については、警察庁の救助活動資料には調査結果が存在しないことから、阪神淡路大震災の教訓<sup>7)</sup>を参考にして、木造建物と比べて2倍の3.2時間と設定し、19.2(人・時)の救助労力が必要になるとした。崖崩れから発生する自力脱出困難者の救助労力についても同じとした。自力脱出困難者を救助するために必要な救助活動時間の算出式を式[2]に示す。

$$R_t = \{9.6S_w + 19.2(S_n + S_c)\} / T_t \quad [2]$$

ここで、 $R_t$ : 自力脱出困難者の救助にあたる隊員数[人]  
 $S_w$ : 揺れにより全壊した木造建物から発生する自力脱出困難者数[人]  
 $S_n$ : 揺れにより全壊した非木造建物から発生する自力脱出困難者数[人]  
 $S_c$ : 崖崩れにより全壊した木造建物から発生する自力脱出困難者数[人]  
 $T_t$ : 救助活動時間[時間]

自力脱出困難者の救助にあたる隊員数については、各市区町村が公表している平成29年度の消防年報を参考に、各消防署の隊員数(消防本部除く)を用いた。

表3は各消防署の隊員数、管轄している区域内の自力脱出困難者数、必要となる救助労力及び救助活動時間、救助活動時間を24時間と設定した際に必要な隊員の不足数・余剰数を、現状の隊員数と比較した分析結果を示す。

表3 各消防署の救助活動能力の分析結果

番号	市区町村	消防署	隊員数(人)	自力脱出困難者数(人)			救助労力(人・時)	救助活動時間	隊員数(人)	
				揺れ	木造	揺れ非木造			崖崩れ	不足
1		宮前消防署	184	1419.3	31.6	8.2	14390.3	78.2	415.6	-
2		高津消防署	152	1123.8	22.7	15.2	11515.1	75.8	327.8	-
3	川崎市	中原消防署	149	706.4	17.0	1.7	7140.5	47.9	148.5	-
4		多摩消防署	140	639.7	13.6	13.1	6653.5	47.5	137.2	-
5		麻生消防署	151	601.9	12.3	14.7	6297.7	41.7	111.4	-
6	横浜市	港北消防署	204	765.5	13.4	15.1	7896.2	38.7	125.0	-
7	川崎市	川崎消防署	141	518.1	14.6	0.0	5252.8	37.3	77.9	-
8	相模原市	相模原消防署	194	535.9	20.3	1.0	5554.1	28.6	37.4	-
9	横浜市	青葉消防署	181	434.5	9.4	9.3	4530.4	25.0	7.8	-
10	相模原市	北消防署	123	287.3	10.1	1.7	2984.0	24.3	1.3	-
11	川崎市	幸消防署	147	353.6	5.2	0.0	3493.5	23.8	-	1.4
12		神奈川消防署	162	364.8	4.1	8.0	3735.4	23.1	-	6.4
13	横浜市	都筑消防署	136	270.8	4.8	8.9	2862.5	21.0	-	16.7
:										
56	小田原市	小田原市消防署	360	0.4	0.0	0.2	7.8	0.0	-	359.7
57	湯河原町	湯河原町消防署	64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	64
58	箱根町	箱根町消防署	85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	85

次に、消防署の隊員が管轄区域内の自力脱出困難者を救助するために要する救助活動時間、必要な隊員の不足数・余剰数を図6に示す。

表3及び図6から、甚大な被害が予測される川崎市宮前区・高津区においては、管轄する消防署の隊員だけでは、自力脱出困難者の救助活動時間が72時間を超過していることから、救助隊員の優先派遣地域の検討、外部からの応援が必要になる。さらに、救助活動時間を24時間と設定した場合には、神奈川県内の58ある消防署のうち10箇所の消防署については、管轄区域内の自力脱出困難者を救助するために必要な隊員数が不足する恐れがあり、48箇所の消防署が川崎市宮前区や川崎市高津区の被害が甚大な地域に向けて、発災直後から救助部隊を転用出来る可能性がある。

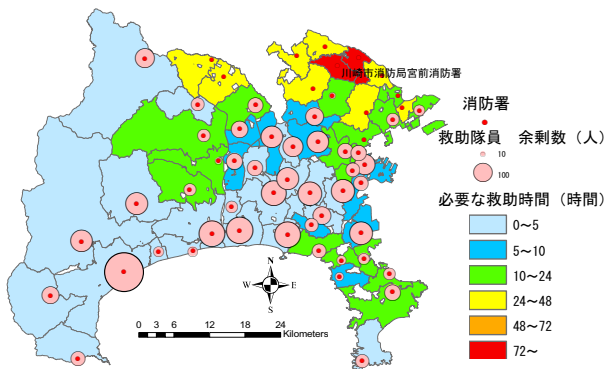


図6 救助活動能力の分析  
(自力脱出困難者数が発生しない「町・大字」除く)

### (3) 救助部隊の適正運用に関して

前節の分析結果から、消防の救助活動能力が最も不足する恐れがある川崎市宮前区を対象に、人命確保を最大限にすることを目的とした救助隊員の優先派遣地域について分析した。村上ら<sup>8)</sup>が阪神淡路大震災から作成した構造別の自力脱出困難者の生存率を図7に示す。地震発生から3日間までは、木造建物から発生する場合の自力脱出困難者の生存率が、非木造建物から発生する場合より低いことがわかる。

さらに、自力脱出困難者を対象とした木造建物の場合の救助活動時間は、非木造の場合より短いことから、救助活動能力に限られる地域においては、非木造建物から発生する自力脱出困難者より先に木造建物から発生する自力脱出困難者の救助活動を優先した方が、発災直後の人命確保を最大限にするといえる。

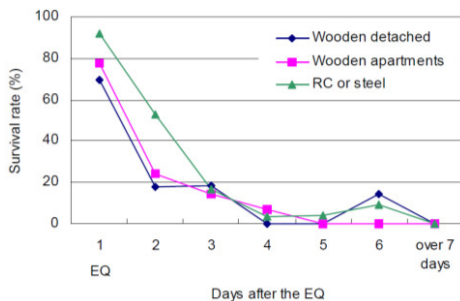


図7 地震発生後の建物種別の生存率<sup>8)</sup>

また、発災直後は、住民が自力脱出困難者の救助活動に大きな役割を果たすことから、木造建物から発生する自力脱出困難者1人あたりの住民救助活動能力が低い地域に対し、救助部隊を優先的に派遣すべきであるといえる。川崎市宮前区の自力脱出困難者数及び木造建物から発生する自力脱出困難者数1人あたりの住民救助活動能力を表4に、川崎市宮前区内の「町・大字」別の優先順位を図8に示す。

表4 川崎市宮前区 優先順位 (町・大字)

優先順位	町・大字	自力脱出困難者数(人)			1人あたり 住民救助活動能力(人・時)
		揺れ木造	揺れ非木造	崖崩れ	
1	菅生	195.5	2.2	0.6	8.2
2	神木本町	88.0	1.1	0.4	12.4
3	菅生ヶ丘	26.9	0.5	0.1	12.5
4	初山	49.0	0.4	0.3	13.2
5	平	107.7	1.4	0.2	14.4
22	宮前平	26.9	1.5	0.1	61.8
23	梶ヶ谷	4.7	0.1	0	77.2

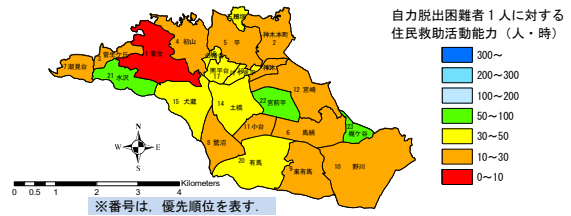


図8 川崎市宮前区 優先派遣地域(町・大字)

図8から、発災直後の川崎市宮前区においては、自力脱出困難者に対して救助活動能力が不足する恐れがあるため、菅生、神木本町、菅生ヶ丘等の「町・大字」に、救助部隊を優先的に派遣すべきだといえる。

## 4. まとめ

本研究は、都心南部直下地震を想定した神奈川県における救助活動に資することを目的に、揺れ及び崖崩れによる自力脱出困難者数を250mメッシュ単位で算出し、住民及び被災地内の消防署の救助活動能力を考慮した危機管理対応策を検討した。分析の結果、自力脱出困難者の救助労力に対し、救助活動能力が不足する地域では、木造建物から発生する自力脱出困難者を優先し、住民の救助活動能力が低い「町・大字」に救助部隊を派遣することを提案した。本研究で求めた結果は、救助部隊の現場への移動時間、自力脱出困難者の捜索時間、火災による救助活動への影響等を考慮していないため、必要な救助隊員数及び救助活動時間は、参考値として見る必要がある。今後は、本研究で作成したデータを活用し、人命確保を目的とした広域緊急援助隊及び自衛隊等を含めた公的救助機関の効果的な連携について、シミュレーションを用いて分析していきたい。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、貴重なデータを提供して下さいました神奈川県防災局、助成を頂いた公益財団法人大林財団の関係各位に感謝する。

## 参考文献

- 1) 宮野道雄ほか：神戸市東灘区における人的被害と救助活動，総合都市研究第61号，pp145-154，1996.
- 2) 村上ひとみほか：兵庫県南部地震における東灘区の住宅倒壊と閉じ込めに関する実態追跡調査，東濃地震科学研究所報告，Seq.No7，pp101-123，2001.
- 3) 白井真人，浅野耕一：防災力向上を目的とした地域間の住民連携に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第79巻，第696号，pp571-578，2014.
- 4) 総務省統計局：平成23年社会生活基本調査結果，2011.
- 5) 神奈川県地震被害想定調査委員会：神奈川県地震被害想定調査報告書手法編，2015.
- 6) 警察庁：熊本地震における警察の救助活動に関する調査分析，2017.
- 7) 内閣府：第1期・初動対応(初動72時間を中心として)，阪神・淡路大震災教訓情報資料集，2007.
- 8) Hitomi M., Koichi S., Toru T., Study on search and Rescue operations in the 1995 HANSHIN-AWAJI earthquake—Analysis of labor work in relation with building types, 12th World Conference on Earthquake Engineering, 2000.