

広域災害による「入浴困難者」の発生数および 必要な支援拠点数に関するケーススタディ

北川 夏樹¹・山本 俊行²

¹正会員 名古屋大学助教 減災連携研究センター (〒464-8601 愛知県名古屋市不老町)

E-mail: kitagawa.natsuki@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学教授 未来材料・システム研究所 (〒464-8601 愛知県名古屋市不老町)

E-mail: yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp

過去、地震災害の発生時には家屋建物やライフラインの被災によって自宅で入浴ができない「入浴困難者」が発生し、彼らに対する入浴支援が実施されてきた。南海トラフ巨大地震のような広域災害時には、かつてないほどの広範囲に、多数の入浴困難者が生まれることも考えられる。入浴支援の効果的な実施を検討するためには、発生しうる入浴困難者数と必要な支援量のオーダーを把握しておくことが重要である。

本研究では愛知県岡崎市を対象にケーススタディを実施し、南海トラフ巨大地震の発災時に発生しうる入浴困難者数を推定したほか、避難所への入浴支援拠点の開設を施設配置問題としてとらえ、その必要数について推定した。

Key Words : 防災計画, ライフライン計画・設計

1. はじめに

(1) 「入浴困難者」の発生

2016年4月14日、および16日に発生した熊本地震では、家屋の損壊（全壊：約8,700戸、半壊：約35,000戸¹⁾）や水道・都市ガス等のライフラインの停止（上水道の復旧まで約1ヶ月、都市ガスの復旧に約2週間を要した²⁾）により、人々の生活に長期間支障が出た。内閣府の防災白書³⁾によると避難者は最大時で18万人にのぼり、すべての避難所が解消するまでに7か月を要している。

避難所での生活やライフラインが途絶した生活では、炊事や洗濯、トイレ等の諸活動が不自由となり、被災者は苦勞を強いられるが、入浴もまた、避難生活における大きな困り事の一つである。被災地での入浴問題を受けて、自衛隊が開設する仮設入浴所や、地元の入浴施設による無料サービス提供等の「入浴支援」が実施されてきてはいるが、入浴サービスを受けるための長蛇の列ができ、実際に入浴するために長時間待たなければならない状況も生まれている。本研究では、災害の影響で自宅で入浴ができず、各種の入浴支援を必要としている人々を「入浴困難者」と呼称する。

(2) 入浴困難問題の実態把握

筆者らは入浴困難問題の実態を把握すべく、熊本地震発生当時、熊本県に居住していた人を対象としたアンケート調査を実施した。調査結果の抜粋を、表-1～表-5に記載する（全体の回収サンプル数は2,987人だが、表-2以降の設問は前問で自宅での入浴ができなかったと回答した者の一部や、入浴支援を受けたと回答した者を主な対象に実施）。

その結果、自宅での入浴ができなかったと回答した人の割合は、4月16日の「本震」発生直後から4月22日までの1週間では約6割に上り、発災から4週目（5月7日～5月13日）時点でも約1割が同様の回答をしている。

自宅で入浴ができない代わりとして、約3割の人が自衛隊や地元入浴施設の実施する入浴支援を受援したほか、全体のおよそ4分の1が親戚や知人宅の風呂を借りて入浴しており、住民間の共助が入浴困難者を救っていた側面も明らかになった。一方で、「入浴をせず、体を拭いたりした」人は、全体の4割に上った（いずれも、地震発生から1週間目までの時点）。

また、上述の入浴支援サービスを受けた人への質問では、半数程度が支援拠点に至るまで30分以上の移動を要した（さらには、8割以上が自家用車を用いての移動で

表-1 自宅入浴ができた人の割合 (n=2987)

	できた	できなかった	その他※
発災直後～7日目 (4月16日～4月22日)	1,155人 (38.7%)	1,745人 (58.4%)	87人 (2.9%)
8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	1,703人 (57.0%)	1,157人 (38.7%)	127人 (4.3%)
15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	2,252人 (75.4%)	602人 (20.2%)	133人 (4.4%)
22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	2,546人 (85.2%)	322人 (10.8%)	119人 (3.9%)

※覚えていない、自宅に風呂が無かった等

表-2 自宅入浴の代わりに行ったこと (n=401)

	避難所の 仮設入浴所	営業している 入浴施設	知人宅等で 風呂を借りた	入浴せず 体を拭く等	その他※
発災直後～ 7日目	12人 (3.0%)	105人 (26.2%)	105人 (26.2%)	167人 (41.6%)	12人 (3.0%)
8日目～ 14日目	15人 (5.3%)	107人 (37.9%)	88人 (31.2%)	63人 (22.3%)	9人 (3.2%)
15日目 ～21日目	16人 (11.0%)	60人 (41.1%)	39人 (26.7%)	27人 (18.5%)	4人 (2.7%)
22日目～ 28日目	8人 (9.9%)	40人 (49.4%)	20人 (24.7%)	11人 (13.6%)	2人 (2.5%)

※職場のシャワーを利用した等

表-3 仮設入浴所・入浴施設への移動時間 (n=122)

	0～30分未満	30～60分未満	60～90分未満	90分以上
発災直後～ 7日目	57人 (48.7%)	38人 (32.5%)	17人 (14.5%)	5人 (4.3%)
8日目～ 14日目	62人 (50.8%)	40人 (32.8%)	15人 (12.3%)	5人 (4.1%)
15日目 ～21日目	41人 (53.9%)	26人 (34.2%)	6人 (7.9%)	3人 (3.9%)
22日目～ 28日目	23人 (47.9%)	20人 (41.7%)	4人 (8.3%)	1人 (2.1%)

表-4 仮設入浴所・入浴施設での待ち時間 (n=122)

	0～30分未満	30～60分未満	60～90分未満	90分以上
発災直後～ 7日目	55人 (47.0%)	36人 (30.8%)	12人 (10.3%)	14人 (12.0%)
8日目～ 14日目	60人 (49.1%)	38人 (31.1%)	13人 (10.7%)	11人 (9.0%)
15日目 ～21日目	42人 (55.3%)	20人 (26.3%)	10人 (13.2%)	4人 (5.2%)
22日目～ 28日目	25人 (52.1%)	13人 (27.1%)	6人 (12.5%)	4人 (8.4%)

表-5 仮設入浴所・入浴施設での受援頻度 (n=122)

	仮設入浴所・入浴施設での受援頻度				受援回数 期待値
	毎日	2～3日に1回	4～5日に1回	6～7日に1回	
発災直後～ 7日目	27人 (23.1%)	69人 (59.0%)	12人 (10.3%)	9人 (7.7%)	0.50回/日
8日目～ 14日目	26人 (21.3%)	76人 (62.3%)	13人 (10.7%)	7人 (5.7%)	0.49回/日
15日目 ～21日目	19人 (25.0%)	41人 (53.9%)	12人 (15.8%)	4人 (5.3%)	0.51回/日
22日目～ 28日目	18人 (37.5%)	22人 (45.8%)	7人 (14.6%)	1人 (2.1%)	0.59回/日

あった)ことや、2割程度の人が入浴支援サービスを受けるまでに1時間以上の順番待ちを経験したことも分かった。これらの回答結果から、被災地における入浴のニーズが支援の供給量を上回っており、入浴するまでの肉体的負担も少なくなかったことが伺える。入浴支援を受援した人の1日当たりの受援数(入浴数)の期待値はおよそ0.5回～0.6回であった。

熊本地震での実態を踏まえると、今後発生が予測される南海トラフ巨大地震の発生時、入浴支援を取り巻く状況がより厳しくなることは想像に難くない。南海トラフ巨大地震の特徴は被災地域の広域性であり、14もの都道府県で10万人以上が避難生活を余儀なくされるとの試算もある⁴⁾。被害が局地的だった熊本地震とは異なり、自衛隊の支援は日本各地に分散して実施せざるを得ない。また、被害が断層付近に集中するのではなく、一面に発生すれば、近隣の入浴施設や、風呂を借りに行ける範囲の知人宅も被災している可能性がある。

(3) 本研究の目的

こうした現況においても入浴困難者に一定水準の入浴をもたらすためには、入浴支援量の拡大と支援の効率化が不可欠である。ここでいう支援量の拡大とは、仮設入浴所の開設可能数を向上させることだけでなく、被災した地元の入浴施設や宿泊施設の建物復旧を早期に行ったり、ライフラインの仮供給を優先的に実施したりすることをも意味する。また支援の効率化とは、入浴困難者数の分布に応じて適切な場所に入浴支援の実施拠点(以下、「入浴拠点」と呼称する)を開設し、少ない拠点数でより多くの入浴困難者を賄えるようにすることを意味する。

上記のような検討を計画的に実施するためには、来る災害で発生する入浴困難者の概数と分布、彼らの入浴をカバーするために必要な入浴拠点の数とその効率的な配置について知見を得、必要となる支援の全体像を明確にすることが肝要である。本研究では南海トラフ巨大地震で建物の損壊や上水道の被害が予測されている愛知県岡崎市を対象にケーススタディを実施し、諸項目の検証を行う。

2. 入浴困難者数の推定

(1) 入浴困難者数の推定式の考案

冒頭で述べた通り、入浴困難者は家屋の被害とライフライン(特に上水道)の途絶が原因で発生するが、この考え方は内閣府が避難者を推定するときの考え方と共通している。

内閣府は、南海トラフ巨大地震の発生時を想定した避難者数の推定式⁵⁾を公開している(図-1の通り。内陸部

$$\text{全避難者数} = (\text{全壊棟数} + 0.13 \times \text{半壊棟数}) \times \text{1棟当たり平均人員} + \text{断水人口} (\ast 1) \times \text{断水時生活困窮度} (\ast 2)$$

(※1) 自宅建物被害を原因とする避難者を除く断水世帯人員。
(※2) 自宅建物は大きな損傷をしていないが、断水が継続することにより自宅で生活できずに避難する人の割合。

図-1 避難者数想定式 (内閣府)

で、津波浸水地域外の場合)。

本研究ではこの推定式を、以下の前提のもとに加工した上で、入浴困難者の推定式として取り扱う。

- <前提1> 上水道が復旧するまでの期間において、全壊・半壊した家屋に至る道路上の水道本管は全て途絶している。
- <前提2> 入浴を考慮した場合、断水時生活困窮度は100%。

自治体等から公表されている一般的な断水人口（道路上の水道管路の被害件数から、断水人口を見積っている）の値には、「自宅建物に被害があり、かつ水道管路が被災している人口」が含まれると考えられる。そこで、図-1の第一項と第二項で、重複した人数を見積もらないように、<前提1>を設定する。<前提2>は、断水している家の住民はみな入浴困難者としてカウントされることを意味する。

二つの前提を置いた場合、入浴困難者の想定式は以下のように設定される（式1、式2とする）。

(上水道が未復旧の期間) 入浴困難者数 = 断水人口 … (式1)
(上水道の復旧後: 発災後30日目以降を目安とする)
入浴困難者数 = (全壊棟数 + 0.13 × 半壊棟数) × 1棟当たり平均人員 … (式2)

(2) 岡崎市における入浴困難者数の推定

a) 岡崎市の概要とインプットデータの参照について

岡崎市は愛知県内に3つある中核市の1つで、人口は愛知県内の市町村のうち3位の38万5千人である⁶⁾。東には三河山地、西に岡崎平野が位置することもあり、市の西側が都市部として発展し人口が集中している。

岡崎市では、平成27年3月に「南海トラフ地震被害予測調査報告書」⁷⁾をとりまとめている。これによると、南海トラフ巨大地震（過去地震最大モデル）の発生時、同市の全体が震度5強以上の強い揺れに見舞われ、西側の都市部では震度6強（一部地域で7）を観測するとされ、多くの建物被害やライフライン被害が想定されている。上水道被害については小学校区単位での推計を行っており、市内で発生する断水人口（式1）で推定する入浴困難者数の分布を大まかに把握することができる。今回のケーススタディでは、同報告書内で公開されている建物被害率と、小学校区別の断水人口（ともに過去地震最大モデル、冬・夕発災時）を参照して入浴困難者数の推定式に用いた。

b) 指定避難所エリア毎の入浴困難者数の推定

本研究では水や食料の支援と同様に、入浴支援も避難

所やその近傍で実施することが被災者の負担を軽減するものと考え、入浴拠点を岡崎市内の指定避難所に開設することを想定する。岡崎市には、計70か所の指定避難所がある。このうちの何か所に拠点を開設すればよいか、また、最も効果的な開設場所の組み合わせはどれかを、数理最適化問題を解くことで明らかにしていく。

上記の下準備として、各指定避難所の位置するエリア毎に発生する入浴困難者数を算出し、分布図を作成する。指定避難所エリア毎に発生する入浴困難者の人数を、図-2のフローで算出する。

「手順①」では、発災から30日に満たない期間（今回は発災後7日目時点、14日目時点を対象とする）は上水道が完全に復旧していないと想定し、（式1）に基づき小学校区毎の断水人口を入浴困難者数とする。発災から30日目以降（今回は発災後30日目時点を対象とする）は、建物被害のある世帯のみ入浴困難者であると考え、小学校区毎の世帯数の数値と岡崎市全体での建物被害率、一世帯当たりの人員を用いて（式2）に基づいて入浴困難者数を算出する。「手順②」では、岡崎市立中学校の通学区域⁸⁾を参照して小学校区の入浴困難者数を中学校区に配分する（例えばA小学校とB小学校の児童がC中学校に進学する場合、Aの校区とBの校区の入浴困難者数を加算してC中学校区の入浴困難者数とする。D小学校からE中学校とF中学校に分かれて進学する場合、D小学校区の入浴困難者数の1/2をそれぞれE中学校区とF中学校区の入浴困難者数とする）。「手順③」も「手順②」と同様に、中学校区と関連付けされている指定避難所毎に入浴困難者数を配分する。

以上の操作を経て算出した、発災後7日、14日、30日目時点での岡崎市における入浴困難者数の推定値を表-6に記載する。また、入浴困難者数の大きさをもとに分類した、指定避難所数の度数分布を表-7に記載する。特に、地震発生後間もない7日目時点では、市内西部のエリアで多くの入浴困難者が発生することが予測される。

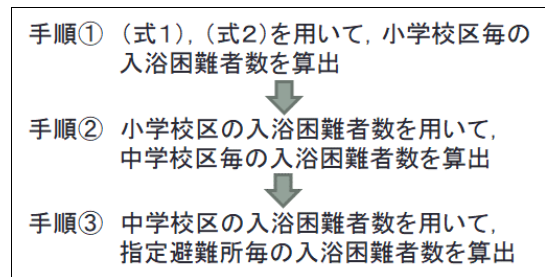


図-2 指定避難所エリア毎の入浴困難者数算出フロー

表-6 岡崎市における入浴困難者総数の推移

	発災後経過日数		
	7日目時点	14日目時点	30日目時点
岡崎市における入浴困難者総数	55963人	28000人	16343人

表-7 入浴困難者数で分類した指定避難所数の度数分布

エリア内の入浴困難者が、	発災後経過日数		
	7日目時点	14日目時点	30日目時点
500人以下の指定避難所数	37箇所	50箇所	68箇所
501人～1,000人の指定避難所数	13箇所	3箇所	2箇所
1,001人～1,500人の指定避難所数	2箇所	17箇所	0箇所
1,501人～2,000人の指定避難所数	1箇所	0箇所	0箇所
2,001人以上の指定避難所数	17箇所	0箇所	0箇所

3. 必要な入浴拠点数の推定

(1) 入浴支援の実施水準の設定

続いて、推定した入浴困難者に対して必要な入浴拠点数を推し量るが、そのためには入浴困難者1人に対し、どれだけの支援を最低限実施するか、その水準を設定する必要がある。本研究では入浴支援の水準を表す指標について、以下の4つを想定し、それぞれに最低限の目標値を設定する。

a) 入浴拠点までの移動所要時間

発災時に自家用車や公共交通機関が使用できるかわからず、徒歩で移動せざるを得ない状況も考えられるため、「徒歩で30分(2.4km)圏内で入浴拠点にアクセスできる」ことを目標とする。

b) 入浴拠点での待ち時間

熊本地震体験者へのアンケート調査では、8割程度の人が「60分以内の待ち時間で入浴支援を受けることができた」と回答していることから、「行列待ち時間：60分以内」を最低限の目標とする。

c) 入浴支援を受ける頻度

熊本地震でのアンケート調査では、8割程度の人が、「3日に1回以上の頻度で入浴支援を受けた」と回答していることから、「1日で入浴困難者数の1/3以上に対し、入浴支援を行うことができる」状態を、最低限の目標とする。

d) 拠点のサービス供給能力

1日当たりに何人の入浴困難者にサービスが提供できるかを示すが、自衛隊が行っている入浴支援の規模を参考に、本研究では1,200人/日(1時間当たり120人が入浴可能、1日10時間開設)が入浴可能とした。

また、被災地では発災から時間が経過するにつれ自宅への帰還やライフラインの復旧、仮設住宅への転居が進み、市内の入浴困難者数は減少して支援体制に余力が生じる。一方で、残留している入浴困難者の疲労やストレスの蓄積を考慮して、支援水準の向上を考慮する余地がある。そこで、段階的に支援水準を向上させることを企図して「待ち時間」、「入浴支援の受援頻度」の目標値をそれぞれ高くしたパターンも設定することにした。

表-8 入浴支援の実施水準パターン

支援グレード	対象とする入浴困難者数	拠点での待ち時間
3	実施時点での入浴困難者の総数 (全員が毎日、支援を受けられる)	40分以内
	実施時点での入浴困難者総数の1/2 (2日に1回は、支援を受けられる)	60分以内
2	実施時点での入浴困難者総数の1/3 (3日に1回は、支援を受けられる)	40分以内
	実施時点での入浴困難者総数の1/3 (3日に1回は、支援を受けられる)	60分以内

(共通条件) ・拠点への移動は徒歩30分(2.4km)まで
・120名/時間 入浴可能、1日10時間開設。

以上を踏まえ、本ケーススタディで考慮する支援の水準のパターンを表-8に記載する。発災後間もない段階では、最低限の実施水準である「グレード1」を実施することを基本とし、入浴困難者が減少してきた段階で「グレード2(2種類を想定)」、「グレード3」と実施水準を上げることが検討される。

(2) 数理最適化問題の定式化と求解

各グレードでの設定した水準を制約条件として、入浴拠点の配置問題を数理最適化問題(p-センター問題)として定式化する。

a) p-センター問題の定式化

(集合の定義)

$$Hinarjo = \{1, 2, 3, \dots, 70\} : \text{避難所の集合}$$

(パラメータの定義)

$walktime(i, j), i \in Hinarjo, j \in Hinarjo$: 避難所*i*から避難所*j*に徒歩移動する場合の所要時間。

$population(i)$: 避難所*i*のエリアに居る、1日の入浴支援の対象となる入浴困難者の人数(支援グレードによる対象人数の違いは、表-8を参照)。

$capacity(j)$: 避難所*j*を入浴拠点化した場合の、1時間当たりの入浴可能人数。

(目的関数)

Minimize. $\max(waittime(j))$: 後述の $waittime(j)$ の最大値を最小にする。

(変数の定義)

x_{ij} : 避難所*i*のエリアに居る入浴困難者が避難所*j*の入浴拠点に移動する場合1を、そうでない場合0をとる変数。

$visitor(j)$: 避難所*j*の入浴拠点に訪れる1日当たり人数。

ここで、

$$visitor(j) = \sum_{i=1}^{70} x_{ij} \times population(i)$$

$waittime(j)$: 避難所 j の入浴拠点を利用する入浴困難者がサービスを受けるために要する待ち時間の最大値 (分) .
ここで,

$$waittime(j) = visitor(j) / 10 \div capacity(j) \times 60$$

※本ケーススタディでは、入浴支援の列に一度に並ぶ人数のピークを $visitor(j)$ (避難所 j へ来る1日当たりの人数) の10分の1までと仮定し、それ以上は一度に並ばないこととする。実際にこうした状況を作り出すためには、混雑情報の提供や整理券の配布、避難所内の休憩所設置など、行列に並ぶ人数を抑制する仕組みが必要である。

$triptime(i)$: 避難所 i のエリアに居る入浴困難者が入浴支援を受援するために要する移動時間。
ここで,

$$triptime(i) = \sum_{j=1}^{70} x_{ij} \times walktime(i, j)$$

(制約条件)

$$visitor(j) \leq 1,200$$

: 一つの入浴拠点に入浴に来る人数は1日1,200人まで。

$$waittime(j) \leq 60$$

: 待ち時間は60分以内 (支援グレード1の場合) .

$$triptime(i) \leq 30$$

: 移動所要時間は30分以内。

$$\sum_{i=1}^{70} \sum_{j=1}^{70} x_{ij} = k$$

: k 箇所の避難所を入浴拠点を設置する。

※制約条件を満たす中で最小の k が、最低限必要な入浴拠点数を表す。 k の値を変化させながら求解を試み、制約条件を満たすような最小の k 値を探索する。

$$\sum_{j=1}^{70} x_{ij} = 1$$

: 避難所 i の入浴困難者が利用する拠点は1つに限定。

※本ケーススタディでは簡単のため、一つの避難所エリアに属する入浴困難者は、皆同一の入浴拠点を利用すると仮定する。

$$x_{ij} \leq x_{jj}$$

: 入浴拠点のない避難所へは行かない。(x_{jj} が0のとき、 x_{ij} も必ず0となる。)

b) 使用アルゴリズムとソルバーについて

定式化したp-センター問題は、変数 x_{ij} を含む0-1整数計画問題である。同問題を求解可能な数理計画ソルバーと

して、NTTデータ数理システム(株)のNumerical Optimizerを使用した。Numerical Optimizerには分枝限定法のアルゴリズムが実装されており、0-1整数計画問題の厳密解を効率的に求めることが可能である。

(補足: 小区域分割による組み合わせ数の抑制について)
定式化した問題は、70箇所の指定避難所のうち k 箇所を選択し拠点化することを試みるが、組合せ爆発により一度に求解することは困難である。そこで今回は制約条件の「移動所要時間は30分以内」を満たす指定避難所群を含む小区域(図-3のイメージ)に分割し、それぞれの区域毎に求解することとした。

ただし、最も大きい小区域には指定避難所が40箇所存在し、組合せ爆発により求解ができなかったため、さらに20箇所ずつに区域分割し、2つの小区域としている。そのため、当該区域に限り、厳密解ではなく局所的な最適解を求める形になっている。

小区域は全部で、23個となった。それぞれで求解した結果明らかとなった入浴拠点の必要数を合計して、岡崎市全体に必要な入浴拠点の数とする。

c) 求解結果

3.(1)で設定した入浴支援の実施水準のもと、3.(2)で定式化した施設配置問題を求解した結果(岡崎市全体での、入浴拠点の必要数)を表-9にまとめる。なお、表中で「-」となっているものは、実行可能解が無かった(すべての避難所を拠点としても、支援量が不足している)ことを意味する。

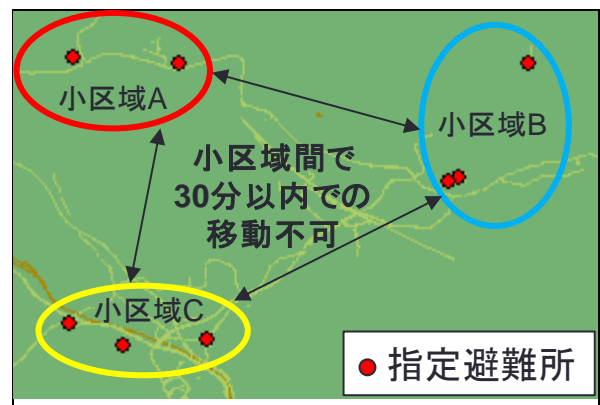


図-3 小区域の分割イメージ

表-9 入浴拠点の必要数(時点、支援グレード別)

支援 グレード	発災後経過日数		
	7日目時点	14日目時点	30日目時点
3	—	—	41箇所
2-①, ②	—	35箇所	29箇所
1	40箇所	30箇所	28箇所

—: 解なし

4. 考察

(1) 推定結果と過去事例の比較

3.で推定した入浴拠点必要数(表-9)の妥当性について検証するため、熊本地震における(熊本県全域の)入浴困難者数、および入浴支援の実績値との比較を試みる。

熊本地震に伴い発生したと考えられる入浴困難者数を、同地震による上水道被害(発災後7日目、14日目時点)および避難者数(発災後30日目時点)を元に設定した。さらに、1.(2)のアンケート調査で得た数値から、「入浴困難者のうち、自衛隊・入浴施設での入浴支援を受けた人の割合」(表-2)、「1日に入浴支援を受けた回数の期待値」(表-5)を乗じて「1日に入浴支援を受援した人数の想定値」を算出した。

加えて、自衛隊ならびに地元入浴施設による入浴支援拠点の箇所数を各文献から参照した。「1日に入浴支援を受援した人数の想定値」を入浴拠点数の合計値で除すると、入浴拠点一箇所が1日で支援した人数は383人(発災後7日目時点)、207人(発災後14日目時点)、233人(発災後30日目時点)となる。以上を表-10にまとめる。

同様に、今回の推定結果を、表-11にまとめる。両者の「1拠点当たりの受援者数」を比較すると、いずれも今回の推定値が熊本地震時の値を上回った。これは、今回検討で行った入浴拠点の最適配置により、少ない入浴支援数で多くの入浴困難者を受け入れられるようになっているためと考えられる。

以上の検証から、今回推定した入浴拠点の必要数は過去の入浴支援と比較して大きくかけ離れてはおらず、岡崎市市内に40箇所程度の入浴拠点が必要との試算は妥当

表-10 熊本地震における入浴困難者推定値と支援実績

	発災後経過日数		
	7日目時点	14日目時点	30日目時点
①入浴困難者数の推定値	46,000戸→ 約120,000人※1	16,000戸→ 約40,000人※1	約10,000人※2
②入浴支援の受援者数※3	約18,000人	約8,500人	約3,500人
③入浴拠点数(自衛隊)※4	16箇所	24箇所	5箇所
④入浴拠点数(銭湯等)※5	31箇所	17箇所	10箇所
⑤1拠点当たりの受援者数※6	383人/箇所・日	207人/箇所・日	233人/箇所・日

※1: 能島(2017)²⁾の断水戸数のグラフから読み取った概数に、熊本県の1世帯当たり人数(平成28年4月1日時点)¹⁰⁾を乗じて算出。
 ※2: 防災白書⁴⁾の避難者数推移グラフから読み取った概数。
 ※3: ①の人数に、入浴支援を受援した人の割合(表-2)と、受援回数の期待値(表-5)を乗じて算出。ただし30日目時点では、アンケートの「22日目~28日目」の値を使用。
 ※4: 防衛省・自衛隊の災害派遣報告¹¹⁾による。
 ※5: 熊本日日新聞の生活情報ページ¹²⁾に記載のあった施設の数。
 ※6: ②÷(③+④)の値。

表-11 今回の推定結果

	発災後経過日数		
	7日目時点※1	14日目時点※1	30日目時点※1
①入浴困難者数の推定値	55,963人	28,000人	16,343人
②入浴支援の受援者数※2	18,654人	14,000人	16,343人
③入浴拠点必要数	40箇所	35箇所	41箇所
④1拠点当たりの受援者数※3	466人/箇所・日	400人/箇所・日	399人/箇所・日

※1: 7日目は支援グレード1、14日目はグレード2-②、30日目はグレード3の場合。
 ※2: ①の値に、7日目は1/3、14日目は1/2、30日目は1を乗じた値。
 ※3: ②÷③の値。

なものと考えられる。

(2) 入浴支援の多様化に関する考察

災害の発生時に、自衛隊のような入浴支援拠点を市内に40箇所確保するのは、決して容易なことではない。しかし、入浴拠点毎の1日当たりの受援者数を入浴サービスの可能数(1,200人/日)で除した「稼働率」(表-12)を見ると、25%以下の入浴拠点も多く、小規模な入浴所を設置するだけでも事足りることがわかる(もちろん、大規模な入浴所が設置できれば、発災後早い段階から、皆が毎日入浴できるようになる)。

小規模の入浴所の設置であれば、支援の実施方法は多様になる。例えば、地上に貯水タンクを有する学校やビルに対し、給水車による水運搬支援、ガス事業者によるプロパンガスボンベの運搬が行われれば、水・ガスが不通の状態でも風呂や温水シャワーを使用することができる。他にも、タンクローリーで温泉の湯を運搬する民間企業もあり、自治体がこれらの事業者と災害時の支援協定を締結するという施策も一考の余地があると考え。

また、本ケーススタディでは徒歩30分(2.4km)圏外の移動ができない前提で推定を行ったが、被災地の交通網が復旧すれば遠方入浴拠点へ行くことも可能になるだろう。熊本地震では、自治体が入浴施設へ向かうシャトルバスを運行して入浴困難者を輸送した事例があるが、こうしたモビリティ面の支援もまた、入浴支援の一つの形といえる。

表-12 稼働水準で分類した入浴拠点の度数分布

	発災後経過日数		
	7日目時点 (計40箇所)	14日目時点 (計35箇所)	30日目時点 (計41箇所)
稼働率(1日の受援者/最大入浴可能人数:1200人)が			
25%以下の入浴拠点数	19箇所	19箇所	16箇所
26%~50%の入浴拠点数	0箇所	3箇所	3箇所
51%~75%の入浴拠点数	14箇所	6箇所	5箇所
76%~100%の入浴拠点数	7箇所	7箇所	17箇所

5. 今後の課題

本研究では被災地で最低限の入浴活動が維持されるための、支援計画策定に向けた第一歩として、南海トラフ巨大地震発災時に発生しうる入浴困難者数、および各時点で必要となる入浴拠点の必要数を推定した。

今後は、こうした支援の実行可能性に関する、多様な観点からの検証を課題とする。具体的には、地元入浴施設がどの程度機能するか、指定避難所やその近辺で入浴所に活用できるもの（シャワー室、貯水槽等）がどれだけあるか、応急給水やガスの臨時供給の実現可能性、4.(2)で述べたものを含む直接／間接的な支援主体の拡大といった事項の調査・検討を行っていく。

参考文献

- 1) 非常災害対策本部：平成 28 年（2016 年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について、平成 30 年 4 月 13 日。
- 2) 能島暢呂：熊本地震における供給系ライフラインの被害と復旧～震災から得られた教訓と残された課題～，消防防災の化学，No.127，pp.30-34
- 3) 内閣府：平成 29 年度版 防災白書，2017.
- 4) 内閣府：南海トラフ巨大地震の被害想定について

- (第二次報告)～施設等の被害【定量的な被害量(都道府県別の被害)】～，2013.
- 5) 内閣府：南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害，交通施設被害，被害額など～，2013.
 - 6) 愛知県：あいちの人口 [年報]，2017 年 12 月 25 日.
 - 7) 岡崎市：南海トラフ地震被害予測調査報告書，2015 年 3 月
 - 8) 岡崎市ホームページ：岡崎市立中学校の通学区域表，http://www.city.okazaki.lg.jp/1300/1304/1328/p022661_d/fil/201806chugakko_u.pdf（平成 30 年 7 月 4 日閲覧）。
 - 9) 能島暢呂：熊本地震における供給系ライフラインの被害と復旧～震災から得られた教訓と残された課題～，消防防災の化学，No.127，pp.30-34，2017.
 - 10) 熊本県ホームページ：平成 28 年 熊本県の人口と世帯数，http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_8718.html
 - 11) 防衛省：平成 28 年熊本地震に係る災害派遣について（17 時 00 分現在），平成 28 年 4 月 23 日，同 4 月 30 日，同 5 月 16 日
<http://www.mod.go.jp/j/press/news/2016/05/30b.html>（平成 30 年 7 月 7 日閲覧）
 - 12) 熊本日日新聞，平成28年4月22日版，同4月29日版，同5月15日版

?

A case study on the number of people disrupted bathing activity by the widespread disaster and the number of necessary bases of assistance.

Natsuki KITAGAWA and Toshiyuki YAMAMOTO

In past seismic disasters, a lot of people had a difficulty to take a bath in their own house because of damaged homes and lifelines and got provided services at supporting bases or them. If the widespread disaster like Nankai earthquake happened, it may cause a large number of 'disrupted-bathing people' in unprecedentedly wide area. It is important to predict the number of disrupted-bathing people and necessary amount of assistance for them broadly to plan the effective assistance.

In this study, we had a case study in Okazaki city, Aichi pref. to estimate the number of necessary bases by mathematical optimization.