

WOTA

能登半島地震、及び国難級災害における「災害水ストレス」レポート（第一報）

2024/03/11

WOTA株式会社

能登半島地震における「災害水ストレス」とその対応

災害時にはライフラインが大きな被害を受け、災害規模やインフラ老朽化の度合いによっては復旧までに数カ月から半年もの時間を要する。能登半島地震では広範囲かつ長期間の断水が発生し、1カ月以上の断水を経験した人は10万人**にも上る。災害時の衛生問題が深刻化した阪神・淡路大震災や東日本大震災を経て入浴支援やトイレ対策などは一部進んだものの、長期断水への備えはまだ不十分であることが能登半島地震で明らかになった。

過去の大規模災害

1995年1月17日



阪神・淡路大震災

兵庫県南部を震源とする
直下型地震（M7.3）

避難者数* : 32万人
断水** : 367万人

上下水道復旧期間
水道概ね仮復旧まで約1カ月
神戸市全域復旧に3カ月

飲料水を含む水の確保が大きな問題
トイレの汚物を手で取り除き使用する避難所も

2011年3月11日



東日本大震災

三陸沖を震源とする
海溝型地震（M9.0）

避難者数* : 47万人
断水** : 663万人

上下水道復旧期間
水道約95%の復旧に38日
復旧完了まで6カ月半

道路の寸断で7割の自治体に仮設トイレが
3日以内に届かず、トイレ不足問題が特に深刻

2024年1月1日



能登半島地震

能登半島を震源とする
直下型地震（M7.6）

避難者数* : 3.4万人
断水** : 32万人

上下水道復旧期間
水道仮復旧まで2カ月以上
下水道の復旧目処は未だ不明

以前より入浴支援やトイレ対策などは一部
進んだものの、長期断水への備えは不十分

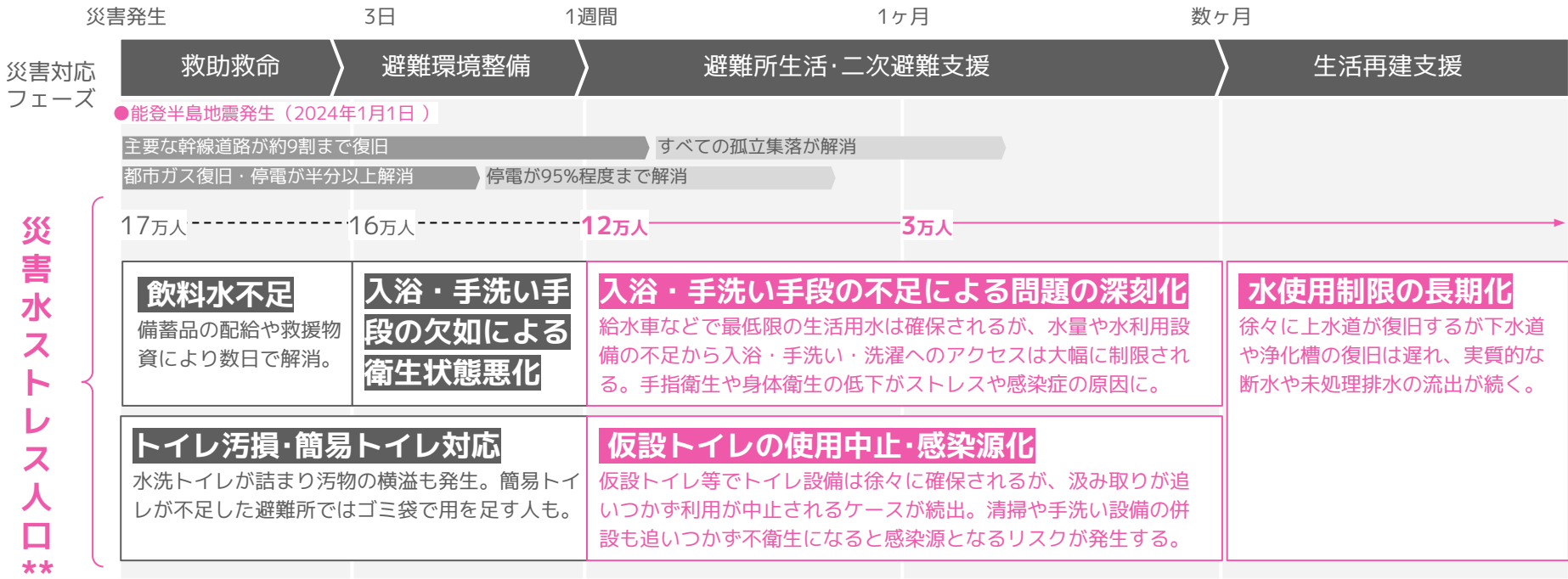
Source：内閣府および各自治体の公表資料を中心に構成

*ピーク時の避難者数

**戸数に平均世帯人数をかけ合わせ人数換算

能登半島地震における「災害水ストレス」と「災害水ストレス人口」

能登半島地震において、発災後1週間までは「災害水ストレス*」を簡易な手段で凌ぐ対応がみられたが、1週間を過ぎるとストレスや衛生の低下が限界に近づいた。仮設トイレは設置後に汚水汲み取り等が追いつかず一部が使用中止に。入浴・手洗い手段の不足により一部避難所でノロウイルス等の感染蔓延が広がるなど、少ない水をやりくりする生活は心身を疲弊させた。能登半島全域において、発災1週間後の「災害水ストレス人口**」に対応する手段が必要とされた。



* 災害による広範囲・長期間の上下水道等の停止により、心身の健康・衛生の維持に必要な生活上の水利用が阻害されることを「災害水ストレス」と定義する

** 「災害水ストレス人口」の試算条件：給水を受けている浄水場が長期間停止、もしくは住んでいる地域の水道管路被害が甚大（被害率50%以上）な人口規模

能登半島地震における災害水ストレス人口はYCP Solidiance作成のシミュレーションモデルに災害対策本部のデータおよび報道情報を当てはめ推定

能登半島地震における災害水ストレスの実態はWOTAが収集した被災者の声に報道情報を加えて構成

「災害水ストレス」はなぜ解決が難しいのか

上下水道等の停止した状況において「災害水ストレス」を解決するためには「飲料水の百倍以上の大量の水」「使った水で環境を汚さないための排水処理」「目的に応じて水を利用するための設備」という3つの要素が揃わなければならない。これらは食料やペットボトル水のような市販品と違い、発災後に調達することが極めて困難なため、被災者は我慢を強いられる。3つの要素を兼ね備え上下水道等の停止時も活用可能な、入浴・手洗い・トイレ・洗濯のシステムが必要である。

水以外のライフライン

電気・ガス
輸送・通信等

数日~1週間で
概ね復旧

生活用水以外の必需品

食料・飲料
衣類・医療品等

市販品で
対応可能

1週間分の災害備品
+ 救援物資を輸送

生活用水利用

上下水道

入浴・手洗い
水洗トイレ・洗濯

市販品では
対応が困難

大量の水+排水処理
+ 水利用設備が必要

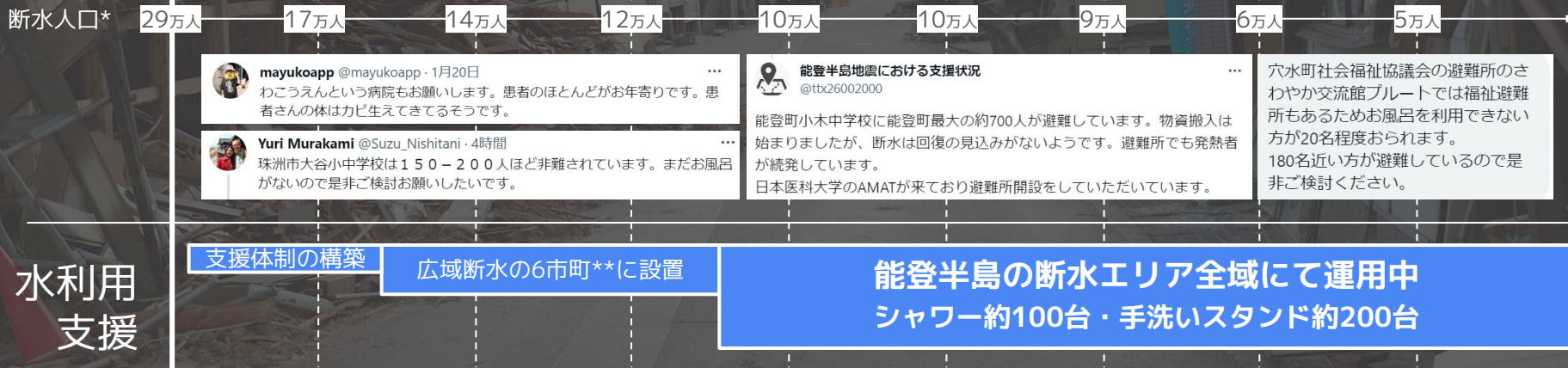
上下水道復旧までの期間が長期化すると
災害水ストレスが深刻化

“月経中の方が体を洗えていない”
“足が悪く車もないので、遠くの銭湯まで移動できない”
“赤ちゃんのお尻をずっと水で洗うことができず辛かった”
“利用者が増えてトイレが汚く、感染症も時間の問題”
“ノロウイルスが流行中で、食事の前だけでも手を洗いたい”
“数枚の下着をずっと洗わずに着回しているが悪臭がひどい”

*能登半島地震における避難所生活者の声

地震発生以降、水道管の老朽化などが原因で断水が広域化・長期化し、発災から2カ月以上が経過した今でもおよそ1.7万戸で水が使えない状況が続いている。そこで、上水道・下水道がなくても水が利用できる“循環型シャワー・手洗い”が全国から能登半島へ送られ、避難場所や病院・福祉施設など水を使えないことによるリスクが高い施設から段階的に設置規模が広がった。

被災地 状況



*厚生労働省・石川県・市町村HPの断水戸数データを使用し、2020年の平均世帯人数2.49人で断水を人数換算

**珠洲市、能登町、輪島市、穴水町、志賀町、七尾市

発災から2ヶ月以上経過し珠洲市など一部地域を除き水道の復旧は一定進んでいるが、使った水を排水する下水道の復旧にはまだ目処が立っていない状況。
このように広域断水が長期化しているほぼ全域を“循環型シャワー・手洗い”がカバーしており、1日およそ6,000組が入浴、約50,000回の手洗いが行われてきた。
翻って、大規模災害時には発災後2ヶ月以上が経過しても、少なくともこの規模で入浴や手洗いにに関する「災害水ストレス」問題が継続すると言える。

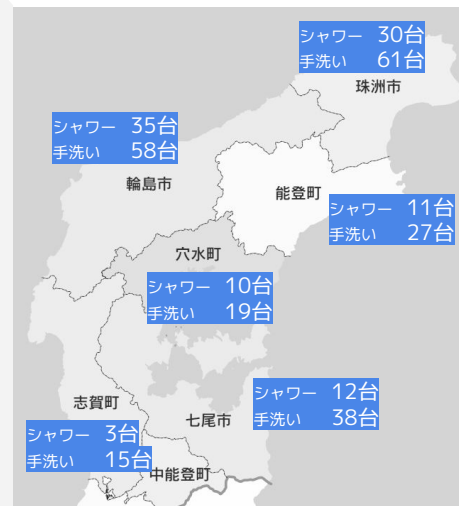


約 6,000組 の入浴/1日
循環型シャワー 約**100台***



約 50,000回 の手洗い/1日
循環型手洗いスタンド 約**200台***

能登半島のほぼ全地域をカバー**



*2月時点の配備状況
**2月26日時点の稼働台数

「国難級災害」における「災害水ストレス」への対策

今後高い確率で発生する首都直下地震では能登半島地震の50倍、南海トラフ巨大地震では100倍もの断水被害が発生すると予想されている。
災害時に自宅でも近隣の避難場所でも十分な生活用水を確保できない人の数（災害水ストレス人口）を推定すると、
首都直下地震では発災1週間後に480万人、南海トラフ巨大地震では1,290万人にも上る。



能登半島地震

避難者数*：3.4万人
断水**：32万人

上下水道復旧期間
上水：2カ月以上
下水：未だ不明

* ピーク時の避難者数

** 戸数に平均世帯人数を掛け合わせ人数換算

***内閣府中央防災会議による被害想定を参照（ピーク時の避難者数および断水人口含む）
災害水ストレス人口は発災1週間後の予想値（YCP Solidiance試算）

30年以内に70%の確率で発生するとされる国難級災害***

能登半島地震の
“50倍” 以上の断水被害
災害水ストレス人口：480万人

首都直下地震

避難者数：720万人
断水：1,800万人（最大）

上下水道復旧期間
被害規模の大きさにより
数ヶ月以上長期化のおそれ

能登半島地震の
“100倍” 以上の断水被害
災害水ストレス人口：1,290万人

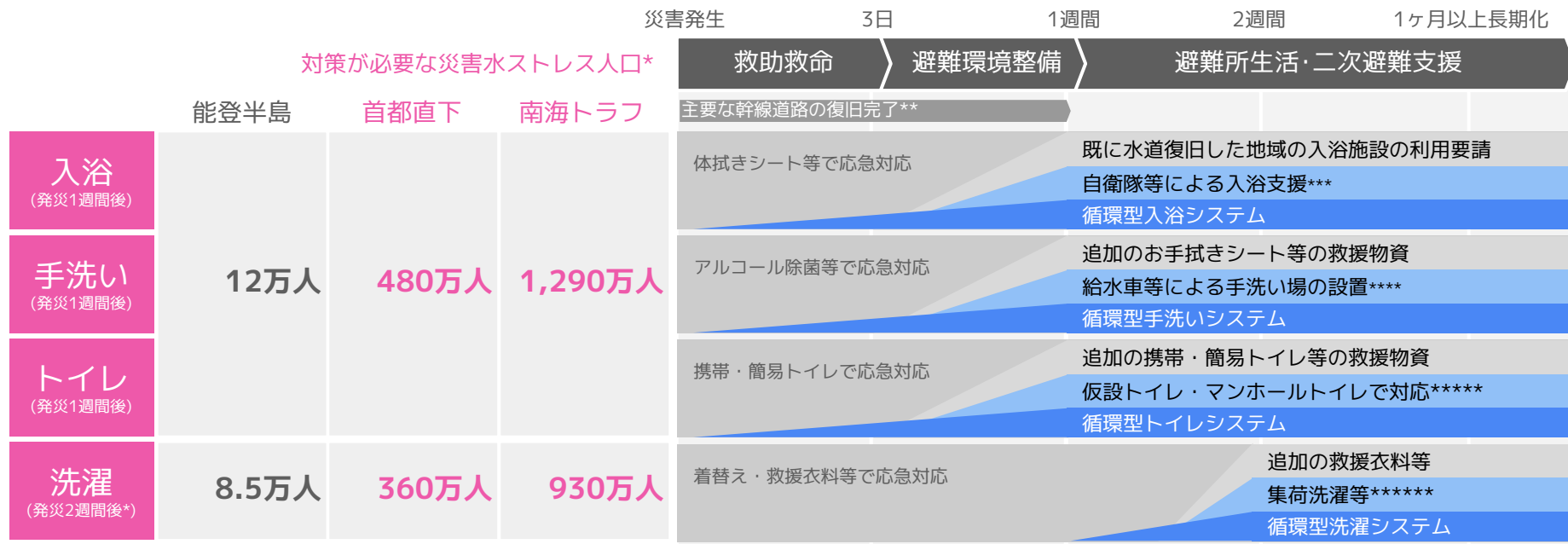
南海トラフ巨大地震

避難者数：950万人
断水：3,440万人（最大）

上下水道復旧期間
被害規模の大きさにより
数ヶ月以上長期化のおそれ

「災害水ストレス」への対策

発災1週間後の災害水ストレス人口に対して十分な量の「上下水道等の停止時も活用可能な入浴・手洗い・トイレ・洗濯のシステム」が事前配備されていることが最も望ましい。しかし国難級災害の規模を想定すると全ニーズに事前配備で対応するのは社会的コストの観点で現実的ではないため、全国からの輸送により緊急対応する必要がある。ただし輸送道路の啓開に要する期間を想定すると、発災直後は携帯・簡易トイレやアルコール除菌、着替え等で最低限の衛生環境を確保する必要がある。



* 災害水ストレス人口はYCP Solidiance試算。能登半島地震において発災後2週間程度で着替えの不足等が深刻化したことを受けて、洗濯については2週間後の災害水ストレス人口への対応を想定

** 国道交通省災害関連統計及び各種災害に関する報道資料を元に作成

*** 自衛隊が保有する入浴設備はおよそ27個（2016基準）のみで、全ての半分が運用でき毎日1200人運用できるとすると1日3万人しか対応できない物理的限界がある

**** 全国の給水車総数は1,300台のみという台数の限界がありつつ、能登半島災害では給水車による運搬送水はほとんど飲み水に使用されるなど手洗い目的で大量の水確保は困難と推察

***** 全国にバキューム車は1.5万台あり、仮に全車両を集め毎日仮設トイレから汲み取れば3000万人分の排泄物に理論上は対応できるが、運転手確保・既存事業の事情・道路破損状況などを考慮すると現実的な対応キャパシティには限りがある

***** 能登半島地震でボランティアの集荷洗濯や移動式ランドリーにより対応できた洗濯需要は1日数百人分（各種報道より推定）であり、発災2週間後の断水人口の1%以下にとどまった

「国難級災害」における「災害水ストレス」への対策規模

国難級災害発生時に避難所等での最低限の生活に必要な水のニーズを満たす対策の物量を試算すると、入浴システム約5万台、手洗いシステム約16万台、トイレシステム約49万台、洗濯システム約6万台で、合計76万台の水利用システムで対応可能と推定される。これらのシステムは、上下水道等の停止時にも活用可能であることが必須だが、平時からも活用可能ないわゆる“フェーズフリー”な水利用システムであることが望ましい

水利用システムの必要台数試算		被災地生活の最低限ニーズ	対応人数	キャパシティ
入浴システム 約5万台	首都直下 : 1.3万台 南海トラフ : 3.6万台	入浴対応 1人の入浴回数 0.3回/日*	発災1週間後の 災害水ストレス人口 首都直下 : 480万人 南海トラフ : 1,290万人	平均10分で1人入浴×18時間稼働 108回/日/台
手洗いシステム 約16万台	首都直下 : 4.4万台 南海トラフ : 12万台	手洗い対応 1人の手洗い回数 10回/日**		平均1分で1人手洗い×18時間稼働 1080回/日/台
トイレシステム 約49万台	首都直下 : 13万台 南海トラフ : 36万台	トイレ対応 1人のトイレ回数 5回/日***		平均6分で1人利用×18時間稼働 180回/日/台
洗濯システム 約6万台	首都直下 : 1.7万台 南海トラフ : 4.3万台	洗濯対応 1人の洗濯物量 1.0kg/日****		1回あたり12kg洗濯×1日18回稼働 216kg/日/台

* 衛生・精神安定上、3-4日に1度の入浴が必要と想定（阪神淡路大震災後 東京都意識調査、2016タイム誌記事を元に設定）

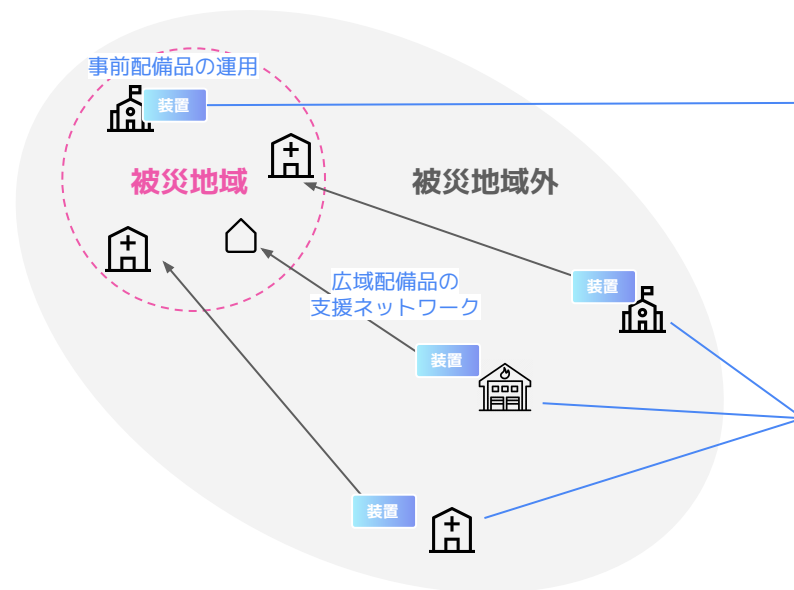
** 内閣府 避難所におけるトイレの確保・管理ガイドライン、日本泌尿器学会 をふまえ想定。内訳：トイレ…5回/日、食事・軽食…5回/日

*** 医学的に、通常の1日あたりの排泄回数は5〜7回（内閣府 避難所におけるトイレの確保・管理ガイドライン、日本泌尿器学会 より）

**** 一般的な1人1日分の洗濯物量は1.5kg（日立・Panasonic 製品仕様を参考）。避難生活中は上着等の一部衣料は複数日にわたり着用すると仮定し、1人1日あたり洗濯物量を1.0kgと想定

必要となる約76万台の水利用システムについて、発災後1週間に災害水ストレス人口の少なくとも50%はカバーできる必要がある*。そのためには、発災直後のニーズには被災地域内に事前配備したシステムで対応し、1週間以内に被災地域外からの緊急輸送で50%カバーを目指す。この想定で、被災地域内2割、被災地域外8割を事前に配備しておく**。被災地域だけでは解決できない災害水ストレスに対し、有事に広域連携し情報共有・輸送・運用を可能にする支援体制・ネットワークが必要である。

配備のイメージ



地域内配備

必要数の2割程度

災害時にすぐに水利用システムを運用開始する
必要性が高い避難拠点等に事前配備しておく

- ・被災地域の自治体・民間企業
- ・福祉施設

広域配備

必要数の8割程度

水利用システムを被災地域外から集約するた
め、被災地域に早期に駆けつけ支援する団体の
拠点等に配備しておく

- ・被災地域外の自治体・民間企業
- ・自衛隊・消防隊
- ・災害拠点病院

* 内閣府中央防災会議の首都直下地震被害想定によれば発災1週間後の避難所避難者数は全避難者数の50%のため、災害水ストレス人口の半数が避難所に避難すると推定。

** 被災地域の自治体や民間企業のみで用意することは困難のため、現在想定される最大規模の国難級災害である南海トラフ巨大地震における被災地域内と被災地域外の人口割合で分担することを想定。

参考資料

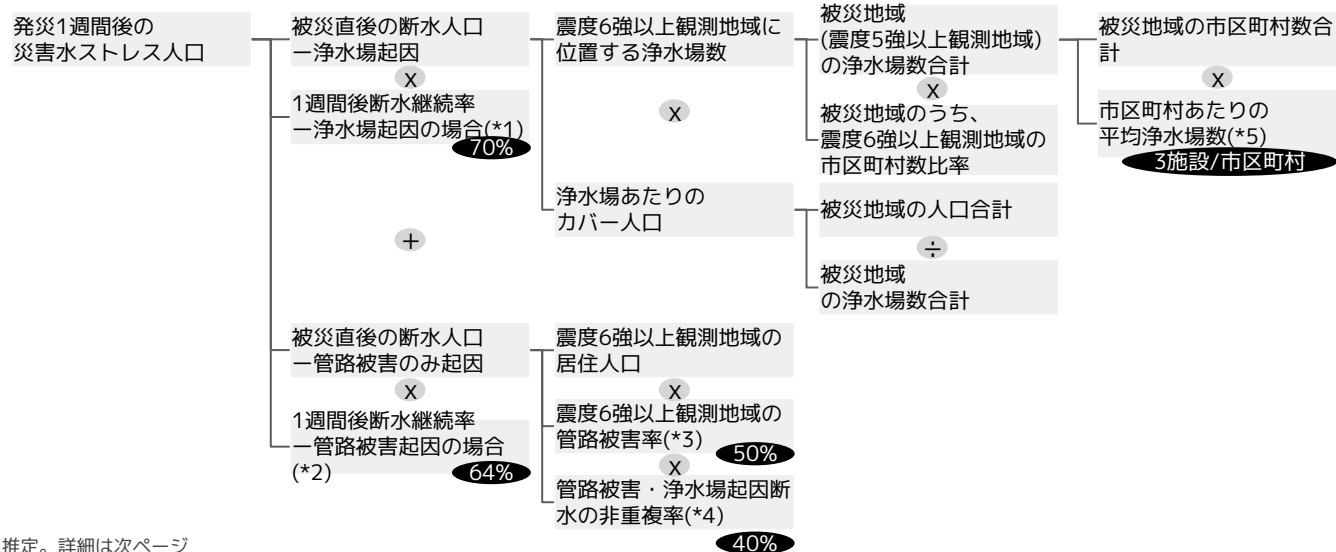
災害による広範囲・長期間の上下水道等の停止により、心身の健康・衛生の維持に必要な生活上の水利用が阻害されることを「災害水ストレス」と定義
「災害水ストレス人口」の試算条件：①浄水場被害に起因する断水人口+②水道管路の甚大な被害に起因する断水人口

- ① → 給水を受けている浄水場が1週間以上停止
- ② → 住んでいる地域の水道管路被害率が50%以上かつ断水が1週間以上継続する地域の人口規模
- 試算条件①と②の人口は60%が重複していると仮定

試算の前提

- 災害水ストレスを引き起こす「広域かつ長期間に渡る断水」は、主に浄水場の停止と水道管路（導水管・送水管等）被害によってもたらされる
- 震度6強以上観測地域の浄水場は停止し、その浄水場からの給水を受けている地域は「広域・長期断水」に陥る
- 震度6強以上観測地域の管路の50%は被害を受ける

試算ロジック（発災1週間後の災害水ストレス人口を算出する場合）



(*1) 過去の震災における1週間後の断水復旧率等を踏まえて推定。詳細は次ページ

(*2) 「首都直下地震等による東京の被害想定」における被災直後・被災1週間後の管路被害による断水率の推移から推計

(*3) 「首都直下地震等による東京の被害想定」における、震度6強以上を観測する想定のある東京都東部の区の水道被害率40～60%という推計を参照

(*4) 「首都直下地震等による東京の被害想定」における管路被害想定と、東京都における実際の浄水場分布をベースに重複率を推計

(*5) 全国浄水場数約5200か所・市区町村数1700 から平均値を推定

Source: YCP Solidiance

災害水ストレス人口試算ロジックにおける断水の復旧率を推定するための過去災害等のリファレンス

断水の一般的な復旧速度 - 3日後	過去震災実績値	東日本大震災における総断水戸数約257万戸のうち約30%にあたる約76万戸が停電を起因とする断水と推定。本震で停電した水道事業者の約52%は翌日までに停電解消	METI総合資源エネルギー調査会報告書	https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/shingikai/200/8/houkukusho.pdf
	過去震災実績値	熊本地震における総断水戸数は44.5万世帯、うち1週間以上断水が続いたのは約4万世帯程と見受けられる	消防防災の科学（季刊）	https://www.isad.or.jp/pdf/information_provision/information_provision/no127/30p.pdf
	今後想定される震災に対する予測値	横浜市の防災対策では、川上(1996)・中央防災会議(2007)の予測モデルを踏まえて、4日後の断水率を被災直後の30%と見積もっている	横浜市	https://www.cityyokohama.lg.jp/curashi/bousai-kyukyu-bohan/bousai-saigai/wagaya/jishin/higai/jishin-higai.files/0012_20180911.pdf
断水の一般的な復旧速度 - 1週間後	過去震災実績値	熊本地震では、1週間で90%が普及している（但し、過去の1995・2011の熊本地震では、1週間で復旧したのは40-50%程度）	消防防災の科学（季刊）	https://www.isad.or.jp/pdf/information_provision/information_provision/no127/30p.pdf
	過去震災実績値	東日本大震災の断水復旧率は10日で50%	財団法人給水工事技術振興財団（平成 23 年度）	http://tohoku.shasej.org/date/kumamoto/4.pdf
	今後想定される震災に対する予測値	首都直下地震の発災直後の断水人口は1440万人、1週間後も断水が継続しているのは850万人と予測されている(1週間の復旧率41%)	内閣府中央防災会議	https://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_siry001.pdf
	今後想定される震災に対する予測値	南海トラフ地震に対する予測では、発災直後の断水人口3440万人、1週間後には1740万人（復旧率50%）	朝日新聞まとめ	https://www.asahi.com/special/nankai_trough/
断水の一般的な復旧速度 - 1か月後	過去震災実績値	阪神淡路大震災においては、震災直後から神戸市全域で断水し、1か月後の復旧率は7割	神戸市	https://www.city.kobe.lg.jp/documents/5306/anoto_kiyakudattawatasinotie.pdf
	過去震災実績値	東日本大震災においては、1か月後に断水の97%が復旧（一方で、ちょうど1か月後に震度6の余震がおき、更に10万戸が断水）		https://www.win-tex.co.jp/column/disasterprevention2.html
	今後想定される震災に対する予測値	首都直下地震の管路被害発生率は、発災後26.4% → 1か月後16.8%	東京都防災会議（2022）	https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/_res/project_s/default_project/_page_001/021/571/20220525/n/002n.pdf
	今後想定される震災に対する予測値	横浜市の防災対策では、川上(1996)・中央防災会議(2007)の予測モデルを踏まえて、1か月後の断水率を被災直後の5%と見積もっている	横浜市	https://www.cityyokohama.lg.jp/curashi/bousai-kyukyu-bohan/bousai-saigai/wagaya/jishin/higai/jishin-higai.files/0012_20180911.pdf
断水の一般的な復旧速度 - 3か月後	過去震災実績値	大部分の震災・大雨等の災害においては、3ヶ月以内に断水が復旧（東日本大震災のみ5ヶ月を要する）		https://www.win-tex.co.jp/column/disasterprevention2.html

台数試算ロジック：入浴システム

試算の前提

- 面的に断水した地域で、自宅や避難所から断水を免れた入浴施設に赴くことが困難な状態を想定
- 提供設備は、WOTA BOXと同等の仕様・スペックと仮定
 - 1～2名で個別にシャワーを浴びることができる設備
 - 浴槽は無し

試算ロジック

入浴システム
必要台数1日あたりの
延べシャワー回数発災1週間後の
災害水ストレス人口

X

1人1日あたりの
必要シャワー回数

0.3回/日

÷

1台1日あたりの
シャワー可能回数想定

108回/台

- 一般的に3-4日に1度の入浴が必要と想定し、3-4日で断水復旧が見込める人口を除いた「発災1週間後の災害水ストレス人口」を使用
- 衛生・精神安定上、3-4日に1度の入浴が必要と想定
 - 皮膚科学の観点では、週に1～2回のシャワーが健康的な頻度 (*1)
 - 東京都の意識調査では、断水が4日間続いた場合「限界である」との回答が91% (*2)

- 1人あたり10分、約18時間の稼働を想定

(*1) タイム誌 "You Asked: How Often Should I Shower?"(2016)

(*2) 阪神淡路大震災後 東京都意識調査 (1995)

Source: YCP Solidiance

台数試算ロジック：手洗いシステム

試算の前提

- 面的に断水した地域で、自宅や避難所から徒歩移動できる範囲に手洗い可能な水源がない状態を想定
- 提供設備は、WOSHと同等スペックと仮定

試算ロジック

手洗いシステム
必要台数1日あたりの
延べ手洗い回数発災1週間後の
災害水ストレス人口

X

1人1日あたりの
必要手洗い回数
10回/日

- 被災後1週間は、備蓄の水やウェットティッシュ等で凌ぐものの、その後は十分な水量での手洗い需要が顕在化すると想定

- 最低でもトイレ後・食事前のタイミングで手洗いが必要と想定
 - トイレ…5回/日 (*1)
 - 食事・軽食…5回/日

÷

1台1日あたりの
手洗い可能回数

1080回/台

- 手洗いの所要時間1分として、18時間で1台あたり1080人をカバーする想定

台数試算ロジック：トイレシステム

試算の前提

- 面的に断水した地域で、自宅や避難所付近に使用可能な水洗トイレがない状態を想定
 - 現状は、汲み取り式等の仮設トイレを設置している状態
- 循環型の水処理設備と、水洗洋式トイレを一体にした設備と仮定
 - 一般的な清掃作業は必要だが、既存の仮設トイレのようにバキュームカーでの汚泥引き抜き処理等は不要

試算ロジック

トイレシステム
必要台数1日あたりの
延べ必要排泄回数発災1週間後の
災害水ストレス人口

- 被災後1週間は、携帯トイレ等を活用する想定

X

1人1日あたりの
必要排泄回数

- 医学的に、通常の1日あたりの排泄回数は5～7回 (*1)

5回/日

÷

1台1日あたりの
処理可能回数

- バキュームカー等の汚泥引き抜き処理は不要、一般的な清掃作業の時間を加味しても、1回6分x18時間稼働が可能と想定 (*2)

180回/日

(*1) 内閣府 避難所におけるトイレの確保・管理ガイドライン、日本泌尿器学会 より

(*2) 内閣府 避難所におけるトイレの確保・管理ガイドライン、能登半島地震時の能登宝立小中学校への仮設トイレ設置台数（240人収容で仮設トイレ9基+トイレカー1台+バリアフリー移動トイレ1台を設置、バキュームカーの手配等が追いつかずトイレが不足）などを参考

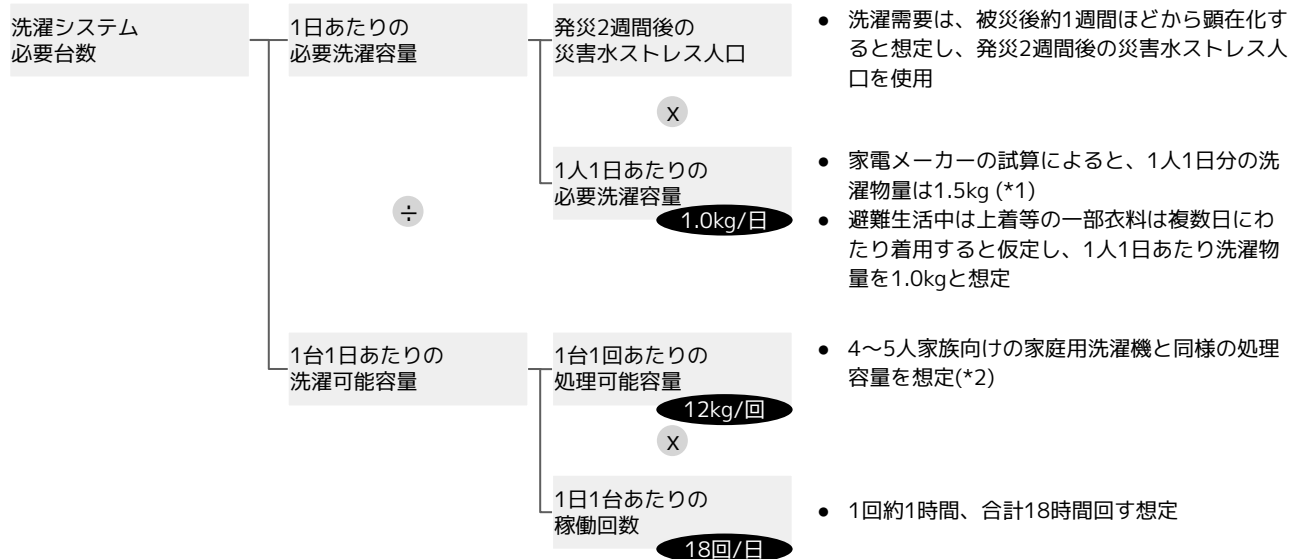
Source: YCP Solidiance

台数試算ロジック：洗濯システム

試算の前提

- 面的に断水した地域で、自宅や避難所から徒歩移動で利用できるコインランドリー等も無い状態を想定
- 循環型の水処理設備と、業務用の洗濯乾燥機を一体にした設備
- 避難所や断水世帯を回って洗濯物を回収し、まとめて洗濯後、返却するようなサービス等を想定

試算ロジック



(*1) 日立・Panasonic 製品紹介Webサイトを参考

(*2) 家電量販店の洗濯機購入ガイドを参考

WOTA