

提言書

～地域にある水で災害に備える～

令和2年6月

一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会

水のレジリエンスワーキンググループ

はじめに

本提言書は、2018年7月に出した『提言書～災害時の水の確保～』の続編となります。前回の提言の内容である「災害時に確保すべき水(災害時確保水)」の確保を実現するため、具体的に実行する内容の提示を目的とした提言です。

前回の提言書では、「災害時に確保すべき水(災害時確保水)」を実現するための取り組みとして、①給水先のトリアージ(優先的に給水する施設を事前に設定)、②災害時の水のバランスシート(災害時確保水の使用水量及び給水量の試算を一表にまとめる)の2点を提言しました。

今回の提言書では、前回の提言を踏まえたうえで、「災害時に確保すべき水(災害時確保水)」を実現するための、具体的な水の確保手段に焦点を当て、提言を行います。特に、発災後に避難所で必要となる、生活用水に着目した取り組みに言及します。

水のレジリエンスワーキンググループは、災害時に「地域にある水」を有効に使用し、自助、共助、公助を組み合わせ、地域のレジリエンスを高めることが重要であるとの観点から、関係分野の専門家が参画して討議を重ねてきました。

本提言書においては、得られた知見を政府、自治体および関係各所と共有するとともに、その実現に向けた活動に関する提言を行います。

一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会
水のレジリエンスワーキンググループ

水のレジリエンスワーキンググループからの提言

1. 停電や断水でも使える「地域にある水」の確保を

災害時は断水することも多く、道路等の交通インフラが機能せずに給水車が来ないことも想定されます。従って、当面の生活を支えるために、備蓄ペットボトル等の飲料水のほか、井戸水、プール水、貯水槽水道水等の「地域にある水」が重要になります。

2. 一人1日3リットルの飲用水以外に生活用水の備えを

災害時の避難所における水の備えについては、断水が長期にわたり、給水車による給水も受けられない場合も想定し、衛生環境を維持するための水を含めた生活用水の確保を具体的かつ現実的な対応を行うことが必要となります。

3. 避難所は災害時の収容人数を想定した水量の備えを

多くの避難所では、平時の利用者数と災害時の計画収容者数に大きな開きがあります。従って貯水量の算定に当たっては、平時の運用を基準としてするのではなく、生活用水を含み、収容者数を基準として算出した水量を備えておく必要があります。

4. 専門家がいなくても、誰でも水を取り出せる仕組みを

せppかくの災害への備えも、担当者や専門家が不在で使うことができないこともあります。「地域に備えてある水を、必要とする地域の人が、自ら取りだして使用する」という仕組みが災害時の時には有効となります。

5. いざという時に役立てるために、日頃の啓発活動を

災害に備えた多くの取り組みがなされていても、その取り組みを知らず、災害が起き対応を迫られて困るということもあります。このような状況を少しでも回避できるように、繰り返し啓発活動が続けることは、災害時の備えには不可欠です。

以上

委員・オブザーバー

座長

岡部 聡 北海道大学大学院工学研究院教授

副座長

沖 大幹 東京大学未来ビジョン研究センター教授

学識委員

西川 智 名古屋大学減災連携研究センター教授

専門委員

名古屋 悟 ECO SEED 代表

蒲生 美智代 NPO 法人チルドリン代表理事

団体委員・企業委員

小澤 利彦 一般社団法人ステンレスタंक工業会

加藤 輝郎 一般社団法人ステンレスタंक工業会

高橋 孝一 SOMPOリスクマネジメント株式会社 首席フェロー（リスクマネジメント）

オブザーバー

光橋 尚司 内閣官房 水循環政策本部事務局

国土交通省水資源・国土保全局

水資源部水資源計画課 総合水資源管理戦略室 室長

鮫島 竜一 厚生労働省 医薬・生活衛生局水道課 課長補佐

西田 翼 厚生労働省 医政局地域医療計画課災害時医師等派遣調整専門官

廣見 康 厚生労働省 老健局高齢者支援課

廣田 貢 文部科学省 大臣官房 文教施設企画・防災部 防災・減災企画官

朝倉 邦友 内閣官房 国土強靱化推進室 参事官補佐

（敬称略）

目次

水のレジリエンスワーキンググループからの提言

1. 水のレジリエンスワーキンググループの議論の振り返り	1
2. 停電や断水でも使える「地域にある水」の確保	2
1) 災害時における水の状況	2
2) 災害時に確保する水に対するリスク管理と危機管理	3
3) 災害時確保水として利用できる「地域にある水」	4
3. 一人1日3リットルの飲用水以外に生活用水の備え	5
1) 災害時確保水に求められる水量	5
2) 災害時の使用水量の原単位の目安	6
4. 避難所は災害時の収容人数を想定した水量の備え	7
1) 重要給水施設における災害時の水の状況	7
2) 災害時確保水の必要総水量の試算	8
3) 災害時確保水の必要総水量の確保	10
4) 平時利用を前提とした災害時確保水	12
5. 専門家がいなくても、誰でも水を取り出せる仕組み	13
6. いざという時に役立てるために、日頃の啓発活動	13
7. おわりに	14

1. 水のレジリエンスワーキンググループの議論の振り返り

前回の水のレジリエンスワーキンググループ(以下PART1)は、平成30年2月～4月にかけて、「災害時の水の確保」をテーマとし、学識委員、専門委員、自治体委員、団体委員、企業委員、オブザーバーからなるメンバーで4回の会合を集中的に開催し、「提言書～災害時の水の確保～」として取りまとめました。

取りまとめた提言書は、平成30年6月に小此木八郎国土強靱化担当大臣(当時)に手交を行い、国土強靱化年次計画等に提言内容を反映いただくなど、国土強靱化に資する活動を行ってまいりました。

提言内容は、①「災害時に確保すべき水(災害時確保水)」の実現、②重要給水施設に対して「災害時確保水」の実現を、優先的に図る。③「災害時確保水」の実現におけ、小さな地域単位で試算した表(災害時の水のバランスシート)の推進・定着を図る、④「災害時確保水」の実現にあたり、民間との連携や民間技術の活用を含め、推進を図る、⑤「災害時確保水」を実現するため、手法・人材・財政・制度など、多岐にわたり実行の支援を行う、の5点です。(図表1)

本ワーキンググループは、PART1の議論を踏まえ、より現実的な災害時確保水実現の提言に向け、地域にある水の活用に焦点を当てて議論を重ねてきました。

図表1. 水のレジリエンスワーキンググループPART1の提言内容

水のレジリエンスワーキンググループからの提言(概要)	
■ 災害時に断水を起こさないように既存の水道インフラの整備を推進すると共に万が一の断水に対して、共助および自助を含めた備えの推進を図ることを提言する	
「災害時確保水」の具体的な定量的な把握	「災害時確保水」の備えに向けた活動
1. 災害時の使用水量の把握 ● 状況変化を踏まえたタイムラインを勘案し、給水対象毎に必要な使用水量を把握する ✓ 小さな地域や施設での対象人数想定 ✓ 一人当たりの使用水量目安設定(水量原単位の設定) 2. 災害時の給水量の把握 ● 二次災害等に配慮した給水水源および給水量を把握する ✓ 優先給水対象の設定(給水先のトリアージ) ✓ 応急給水量および応急給水方法(給水車等)の把握 3. 災害時の水のバランスシートの作成 ● 使用水量および給水量を元にして、災害時の水のバランスシートを作成し、「災害時確保水」を把握する ✓ 小地域(自治会、施設等)別の「災害時確保水」の把握 ✓ 水質(飲用水、飲用水等)別の「災害時確保水」の把握	1. 「災害時確保水」の備えの実現 ● 自治体や地域による「災害確保水」実現に向け行動する ✓ (自治体) 定量的な災害時の水のバランスシートの作成 ✓ (小地域) 自治会、マンション組合、施設等における給水水源の確保(貯水槽の耐震化、多様な水源等) 2. 「災害時確保水」の備えの実現への支援 ● 自治体や地域の実現に向けた行動への政府の支援を行う ✓ (自治体向け) 把握作業への人的支援および財政支援 ✓ (小地域向け) 多様な水源の利用検討および財政支援 3. 「災害時確保水」の備えの周知 ● いざという時に「災害確保水」が役立つよう、定着を図るための周知及び啓発活動を行う ✓ 国土強靱化地域計画及び地域防災計画への反映 ✓ 周知に向けた行政の広報活動、小地域における啓発活動
水のレジリエンスワーキンググループからの5つの提言	
1. 災害時の断水を防ぐための公助の様々な取り組みを堅持しつつ、並行して、地域の共助や自助による「災害時に確保すべき水(災害時確保水)」の実現を図る。	2. 災害時に水が不可欠な重要給水施設に対しては、水道施設や管路の耐震化などと並行し、公助の断水時に対処可能な、共助や自助による「災害時確保水」の実現を、優先的に図る。
3. 自治会や小学校区などの小さな地域単位で、「災害時確保水」の実現に向け、具体的かつ定量的に試算した表(災害時の水のバランスシート)の推進・定着を図る。	4. 「災害時確保水」の実現にあたり、二次的災害等に配慮したうえ、雨水、再生水、地下水を水源として利用することも視野に入れ、民間との連携や民間技術の活用を含め、推進を図る。
5. 「災害時確保水」を実現するため、手法・人材・財政・制度など、多岐にわたり実行の支援を行い、社会全体として経済合理性を有した共助や自助による備えの推進を図る。	

出所:「水のレジリエンスワーキンググループエグゼクティブサマリー」
(平成30年、水のレジリエンスPART 1)

2. 停電や断水でも使える「地域にある水」の確保

1) 災害時における水の状況

水道は市民生活や社会経済活動に不可欠の重要なライフラインであり、地震等の自然災害等の非常事態においても、重要給水施設等への給水の確保、さらに、被災した場合でも速やかに復旧できる体制の確保等が必要とされています。

しかし、例えば地震災害発生時の状況を見ると、平成23年の東日本大震災で約257万戸、平成28年の熊本地震で約45万戸が断水するなど、水道施設が大きな被害を受けています。(図表2)

図表2. 近年の地震による断水発生状況

地震名等	発生日	最大震度	地震規模(M)	断水戸数(万戸)	最大断水日数
阪神・淡路大震災	平成 7年 1月17日	7	7.3	約 130.0	約3ヶ月
新潟県中越地震	平成16年10月23日	7	6.8	約 13.0	約1ヶ月 (道路復旧等の影響地域除く)
能登半島地震	平成19年 3月25日	6強	6.9	約 1.3	14日
新潟県中越沖地震	平成19年 7月16日	6強	6.8	約 5.9	20日
岩手・宮城内陸地震	平成20年 6月14日	6強	7.2	約 0.6	18日 (全戸避難地域除く)
駿河湾を震源とする地震	平成21年8月11日	6弱	6.5	※ 約7.5	3日
東日本大震災	平成23年3月11日	7	9.0	約 256.7	約5ヶ月 (津波地区等除く)
長野県神城断層地震	平成26年11月22日	6弱	6.7	約 0.1	25日
熊本地震	平成28年4月14・16日	7	7.3	約 44.6	約3ヶ月半 (家屋等損壊地域除く)
鳥取県中部地震	平成28年10月21日	6弱	6.6	約 1.6	4日
大阪府北部を震源とする地震	平成30年6月18日	6弱	6.1	約 9.4	2日
北海道胆振東部地震	平成30年9月6日	7	6.7	約 6.8	約1ヶ月 (家屋等損壊地域除く)

出所:「平成30年度の災害対応および水道における緊急点検の結果等について」
(平成30年、厚生労働省)

従って、水道施設の耐震化は重要かつ急務な課題ですが、平成30年度末における基幹管路の耐震適合性のある管の割合は約40.3%、浄水場の耐震化率は約30.6%、配水池の耐震化率は約56.9%と、十分とはいえない状況です。(図表3)

図表3. 水道施設の耐震化の状況



出所:水道施設の耐震化の推進(厚生労働省 HP)

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/taishin/index.html>

また近年では、地震災害以外にも水害等によって断水が発生することも増加しており、その中には地震災害以上に広域化、長期化する断水の発生も見られるなど、災害時に水を確保することは、水道施設の耐震化だけでは難しいのが現状です。（図表4）

図表4. 近年の水害による断水発生状況

時期・地域名	断水戸数	最大断水日数
平成23年7月 新潟・福島豪雨	約 5.0万戸	68日
平成23年9月 台風12号(和歌山県、三重県、奈良県等)	約 5.4万戸	26日 (全戸避難地区除く)
平成25年7・8月 梅雨期豪雨(山形県、山口県、島根県等)	約 6.4万戸	17日
平成26年7～9月 梅雨・台風・土砂災害(高知県、長野県、広島県、北海道等)	約 5.7万戸	44日
平成27年9月 関東・東北豪雨(茨城県、栃木県、福島県、宮城県)	約 2.7万戸	12日
平成28年8月 台風10号等による豪雨(北海道、岩手県等)	約 1.7万戸	39日
平成29年7月 九州北部豪雨(福岡県、大分県)	約0.3万戸	23日 (家屋等損壊地域除く)
平成30年7月 豪雨(広島県、愛媛県、岡山県等)	約26.3万戸	38日 (家屋等損壊地域除く)
平成30年9月 台風21号(大阪府、京都府、和歌山県等)	約1.6万戸	12日

出所:「平成30年度の災害対応および水道における緊急点検の結果等について」
(平成30年、厚生労働省)

2) 災害時に確保する水に対するリスク管理と危機管理

災害に備える際の取組みとして、「リスク管理」(Risk Management)と「危機管理」(Crisis Management)の2つのアプローチがあります。

リスク管理は、想定されるリスクが発生しないよう、そのリスクの原因に対し予防策を検討し、実行することであり、危機管理は、危機が発生した場合に、負の影響を最小限にするとともに、いち早く危機状態から脱出・回復を図る対応策を検討することが基本とされています。（図表5）

図表5. 「リスク管理」と「危機管理」の違い

リスク管理	危機管理
■可能性に対応する (将来に備える)	●発生した問題・事故に対応する
■リスクの低減をはかる →問題・事故が起きないように	●パニックの発生や問題・事故の拡大、再発を防ぐ
■どのような問題・事故が発生する可能性があるかを知る必要がある	●リスク管理に応用できる (例: 原因究明の結果)

出所:「名古屋大学特別講義「食の安全と消費者の信頼確保に向けた取組」資料」
(平成30年、名古屋大学、農林水産省)

様々な予防策で断水リスクに備え、実際の災害発生時に断水を防ぐことが理想のリスク管理です。しかし、多くの災害発生時に断水が発生している現況において、断水発生の予防と同時に、断水の発生を想定した危機管理が必要となります。

すなわち、リスク管理として、断水リスクを予防するための水道施設の耐震化等と、危機管理として、断水が起きた時の具体的な対応手段の準備の、2つの取り組みを並行して実施するという対応が求められるのです。

断水が発生した後、状況によっては断水解消まで相当な期間を要することも視野に入れ、断水による危機を乗り越えるために必要となる水を確保する手段について、具体的、現実的、多面的かつ包括的に備えておくことが肝要です。

3) 災害時確保水として利用できる「地域にある水」

災害時に確保する水に関しては、水道施設の耐震化等、リスク管理の取り組みがなされている一方で、危機管理の取組は、断水の発生を想定したペットボトル等飲料水の備蓄、給水車による応急給水が一般的です。

災害時に断水が発生し、道路被害による交通混乱等が発生して、給水車による応急給水も十分に対応できない状況において、その場で手に入る地域にある水は、貯水槽水道水、井戸水、雨水、河川水、プールの水等があります。これらの水は水量や水質等により用途は制約されるものの、使用可能な貴重な水です。(図表6)

図表6. 災害時に利用可能な地域の水

《水の種類による用途》

水の種類 \ 用途		飲料水 調理用水	手洗い 洗面 歯磨き 食器洗浄	浴用水 洗濯用水	散修水 景掃 清 トイレ 洗浄
水道水	直結水道水 *断水時使用不可	○	○	○	○
	貯水槽水道水	○	○	○	○
	給水車	○	○	利用は可能であるが、 上水道の復旧までの間は 極力利用を控える	
	給水拠点	○	○		
ペットボトル等飲料水		○	○		
井戸水		△	△	△	○
雨水		×	×	△	○
河川水		×	×	△	○
プールの水		×	×	△	○
地域再生水	雑用 (中水)	×	×	×	○
個別再生水		×	×	×	○
雨水処理水		×	×	×	○

「避難所管理運営の指針(区市町村向け)」(東京都福祉保健局)を元に作成

給水車による応急給水が開始されるまであるいは上水道が復旧して使用可能になるまでの短期的なつなぎとして、直結水道水以外の「災害時に利用可能な地域の水」は重要な役割を果たすこととなります。

特に貯水槽水道水は、貯水容量に制約はあるものの、確保できる水量は決して小さくはない。水質の状況によっては、飲料水としての使用も可能であり、断水により直結水道水が手に入らない状況下においては、非常に貴重な「地域にある水」といえる。

3. 一人1日3リットルの飲用水以外に生活水の備え

1) 災害時確保水に求められる水量

PART1で提言した災害時確保水とは、災害発生時に必要となる水を、家庭から事業所まで、あらゆる単位において、災害に備えて水を確保するという考え方です。特に重要給水施設とされている事業所においては、災害時確保水は必要不可欠な備えとなります。

重要給水施設とは、①災害拠点病院等の医療機関、②指定避難場所、指定避難所等の災害時避難施設、③高齢者福祉施設等の福祉施設、④市役所の施設等の防災拠点とされ、管路の耐震化において優先的に取り組む施設となっています。(図表7)

図表7. 重要給水施設の種別と選定の考え方の例

種別	重要給水施設の選定の考え方等 (事例) [○: 事例が多いもの ・: 事例があるもの]	重要給水施設として選定した施設等
医療機関等	○全ての事業者が医療機関を重要給水施設に選定している。 ○災害拠点病院や救急告示医療機関等の災害医療上重要な医療機関や人工透析を行う医療機関を選定している事業者が多く、これらの医療機関はほぼ全てが重要給水施設に選定されている。 ・上記以外の医療機関については病床数により対象を選定している。(病床数が20以上、50以上、100以上、200以上等) ・医療機関のうち、地下水等の自己水源を使用していないものを重要給水施設に選定している。	・災害拠点病院^{*4} ・救急告示医療機関^{*5} ・透析病院 ・医療救護所^{*6}等
避難場所・避難地 ^{*2}	○広域避難場所を選定している事業者が最も多く、指定緊急避難場所も多い。一時避難場所を選定している事業者もある。 ○避難対策上重要なもの、収容人数・避難者数が多いものを選定している事業者が多い。 ・配水池や耐震性貯水槽が近隣にないもの、緊急給水栓を整備済みのものを選定している。	・指定緊急避難場所^{*7} ・広域避難場所 ・一時避難場所等
避難所 ^{*3}	○指定避難所を選定している事業者が多く、広域避難所、収容避難所を選定している事業者もある。 ○避難対策上重要なもの、収容人数が多いものを選定している事業者が多い。 ・重要給水施設は避難所が最も多いため、配置バランスを考慮して選定している。(半径1km、2kmに1か所の配置で重要給水施設を選定等) ・耐震性貯水槽のある避難所を選定している。	・指定避難所^{*8} ・広域避難所 ・収容避難所 ・その他避難所等
福祉施設	○福祉避難所を選定している事業者が多く、高齢者福祉施設、障害者福祉施設、児童福祉施設を選定している事業者もある。 ○応急給水を選ぶ人員が不足する施設、特別な配慮が必要な施設を選定している事業者が多い。 ・福祉施設のうち、入所型の施設を選定している。	・福祉避難所^{*9} ・高齢者福祉施設 ・障害者福祉施設 ・児童福祉施設等
防災拠点等	○市役所等の行政施設・災害対策本部を選定している事業者が最も多く、応急給水拠点、警察・消防、水道庁舎・営業所、駅等を選定している事業者もある。 ○災害対応の拠点となる施設、応急給水の拠点となる施設、帰宅困難者を含め多くの人が集まる駅等の施設を選定している事業者が多い。	・市役所等の行政施設 (県・国の施設を含む) ・災害対策本部 ・応急給水拠点 ・駅 ・食料・物資集積所 ・自衛隊施設等 ・警察・消防 ・水道庁舎・営業所 ・空港・ヘリポート ・清掃工場

注) *1 「水道施設耐震化推進調査報告書 厚生労働省医業・生活衛生局生活衛生・食品安全部水道課 (平成27・28年度) (耐震化推進調査) のアンケート調査結果より整理。

*2 避難場所・避難地: 切迫した災害の危機から逃れるための場所。

*3 避難所: 災害時に一時的に避難生活を送るための施設。

*4 災害拠点病院: 「厚生労働省防災業務計画 (平成13年2月14日厚生労働省発第11号) 第1編 第3」において、災害時医療体制の整備のために都道府県が選定する医療施設。

*5 救急告示医療機関: 「救急病院等を定める省令」(厚生労働省令)に基づいて、都道府県知事が認定した救急医療に関する知識・経験を有する医師および施設・設備等を有する医療機関。

*6 医療救護所: 災害時に応急手当を中心とした医療救護活動を行う施設。

*7 指定緊急避難場所: 災害対策基本法第49条の4 (平成25年6月改正) に基づき、市町村長が洪水、津波その他の政令で定める異常な現象ごとに指定する避難場所。

*8 指定避難所: 災害対策基本法第49条の7 (平成25年6月改正) に基づき、市町村長が災害が発生した場合における適切な避難所を確保するため指定する避難所。

*9 福祉避難所: 指定避難所と同様であるが、主として高齢者、障害者、乳幼児その他の特に配慮を要する者 (要配慮者) の円滑な利用を確保するための措置、体制等が講じられている避難所。

出所: 「重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き」

(平成29年、厚生労働省)

各施設で必要となる災害時確保水の水量試算を行うためには、一人当たりの水の使用量(使用水量の原単位)の設定が必要です。重要給水施設でも、それぞれ施設の果たす役割や、置かれている状況により、使用水量の原単位や、原単位をもとに算出される必要となる災害時確保水の水量には大きな開きがあります。

なお、各施設で必要となる使用水量の原単位の参考指標として、平時における重要給水施設の年平均1日使用量をみると、学校の一人当たり1日40リットルから、病院の一床当たり1日1,290リットルまでと、施設種別により大きな開きがあります。(図表8)

図表8. 平時の建物種類別の水使用量

建物種別	年平均1日使用量		単位	サンプル数
庁舎・事務所	127	標準偏差	65 l/人・日	96
病院	1,290	標準偏差	572 l/床・日	45
小中高等学校 (プール用水除く)	40	標準偏差	20.3 l/人・日	53
社会福祉施設 (収容施設)	500	標準偏差	- l/人・日	-

「空気調和・衛生工学便覧(第13版)」(空気調和・衛生工学会)などより作成

2) 災害時の使用水量の原単位の目安

飲用水量の目安として、一人1日3リットルという数値は、広く知られています。しかし、この水量は飲用分だけであり、例えば避難所等の避難施設は、被災者が一時的に身を寄せるための施設ですが、手洗い水やトイレの水などの、衛生環境を維持するための水を含む生活用水は考慮されていません。

国際赤十字・赤新月社連盟が深く関与して、人道援助の世界標準とされているスフィアハンドブックにおいて、難民や被災者に対する人道援助の指標として、人が1日に必要な水の量は、7.5～15リットルという目安も示されています。

図表9. 人が1日に必要な水の量

ニーズ	量 (リットル/人/日)	状況に応じて考慮される事項
生存に必要な水:水の摂取量 (飲料および食べ物)	2.5-3	気候や生理的個人差による
衛生上の行動	2-6	社会的および文化的規範による
基本的な調理	3-6	食べ物の種類や社会的および文化的規範による
基本的な水の総量	7.5-15	

出所:「スフィアハンドブック2018日本語版」
(平成30年、スフィアプロジェクト)

また、避難所における必要水量の原単位は、過去の避難所の使用実績をもとに、一人1日20～30リットルと設定されることが多い状況にあります。仮に1,000人の被災者が身を寄せる避難所の場合には、一人1日20リットルと設定すれば、必要となる災害時確保水の水量は1日20トンとなります。(図表10)

図表10. 避難所における必要水量の原単位の例

単位: L/人・日

	東京都計画	阪神・淡路の被災市民の使用平均水量				備考
	目標水量	飲料系	生活系	雑用系	合計	
発災～3日目	3	7	2	7	16	混乱期(～約1週間)
4～10日目	20	10	4	9	23	緊急救援期(～2週間)
11～20日目	100	13	7	12	32	安定救援期(～約6週間)
21～31日目	250					

※出典:「東京都水道局震災応急対策計画(平成12年1月改定)」東京都水道局

※出典:「京都市防災水利構想」防災水利構想検討委員会

出所:「第3回緊急時水循環機能障害リスク検討会—東京都ケーススタディ」
(平成18年、厚生労働省)

4. 避難所は災害時の収容人数を想定した水量の備え

1) 重要給水施設における災害時の水の状況

前述のように、平時より多量の使用水量が想定される病院では、医療用に使用する水は飲用水を自家浄水して使用しているケースが一般的ですが、災害時でも透析処置や手術等の医療行為などで、使用する水量が非常に多い状況であり、独自に水を確保する手立てを確立しておく必要があります。(図表11)

図表11. 医療機関における透析に必要な水量の試算例

南海トラフ巨大地震—断水は必至	
水使用に関する当院の方針 ●受水槽容量＝97.5KL 平常時の水使用量＝100KL/日 (非透析用水＝87KL/日) ●水(受水槽)分配の方針 ・透析—当院および市内患者 ・救急診療—傷洗浄・手洗いなど ・手術室—器材洗浄・手洗いなど * 飲用水、生活用水—原則備蓄水で	
時期	上水道断水
直後	99.8
1日後	99.7
1週間後	98.5
1ヶ月後	63.4
通常透析—4時間、原水0.198KL/人・回使用 緊急透析—2時間、原水0.1375KL/人・回使用 (透析時間を半分にし、洗浄消毒時間を短縮)	
電解質・アシドーシス補正をメインに	

出所:「当院の事業継続計画(BCP)における水確保と透析業務」
(2017. 市立八幡浜総合病院救急部、第33回日本救急医学会中国四国地方会)

避難所においては、これまでの災害経験から、飲料水については、備蓄や救援物資として送られてくるペットボトル等により、一定量の確保が可能だと考えられます。一方、手洗い水やトイレの水などの衛生環境を維持するための水を含む生活用水は、備蓄や支援物資だけでは十分に賄いきれない水量となります。

特に、新型コロナウイルスのような感染症と災害が同時に発生する可能性もあり、災害時に多くの被災者が一時的に身を寄せる避難所は、いわゆる3密状態となることが容易に予測されることも併せて考えると、避難所における衛生環境を維持するための水の確保は極めて重要なポイントといえます。

避難所として身近な公立学校において、避難所に指定されている学校の中で、防災機能として飲料水の備えができていない学校の割合は73.7%となっています。しかし、大きな水量の確保が可能となる、耐震性貯水槽やプール水の浄水装置、井戸等を保有している学校は30%以下となっています。(図表12)

図表12. 公立学校施設の防災機能(飲料水)

	小中学校			高等学校			特別支援学校			合計		
	避難所指定 学校数 (校)	保有学校数 (校)	割合 (%)	避難所指定 学校数 (校)	保有学校数 (校)	割合 (%)	避難所指定 学校数 (校)	保有学校数 (校)	割合 (%)	避難所指定 学校数 (校)	保有学校数 (校)	割合 (%)
飲料水		20,459	75.4		1,583	58.4		355	68.6		22,377	73.7
うち 耐震性貯水槽やプールの浄水装置、井戸等を保有	27,149	7,888	29.1	2,712	758	27.9	488	135	27.7	30,349	8,781	28.9
うち 民間事業者等との協定等により飲料水を確保		4,166	15.3		137	5.1		36	7.4		4,339	14.3
うち ペットボトル等の備蓄により飲料水を確保		8,405	31.0		688	25.4		164	33.6		9,257	30.5

出所:「避難所となる公立学校施設の防災機能に関する調査の結果」より抜粋
(2019. 文部科学省)

2) 災害時確保水の必要総水量の試算

重要給水施設の中で、災害時に被災者が一時的に身を寄せる避難所を例に、必要水量の原単位、避難所の収容人数、試算の期間等の条件を設定した上で、災害時確保水の必要総水量について試算します。

イ) 必要水量の原単位の設定

「東京都水道局震災応急対策計画」において、目標水量(必要水量の原単位)は発災3日目まで一人1日3リットル、4日目から10日目が一入1日20リットルとされています。

しかし、給水車による応急給水がいつ開始されるか分からず、使用水量を可能な限り節約する必要がある場合を想定して、スフィアハンドブックをもとに必要水量の原単位を、一人1日5～12リットルに設定します。

この設定は、飲用水はペットボトル等の備蓄および救援物資で賄うと仮定し、それ以外に必要な生活用水等の必要水量です。

ロ) 避難所の収容人数の設定

江戸川区地域防災計画(避難所数292か所に対し短期的な収容可能人数は242,165人で、避難所1か所あたりの収容可能人数は約830人)を一つの参考として、避難所収容人数を800人と設定します。(図表13)

図表13. 避難所における収容人員数(江戸川区の場合)

施設名	箇所数	収容可能人数 (短期)	収容可能人数 (長期)	備考
中学校	33 箇所	84,894 人	42,449 人	
小学校	73 箇所	157,271 人	78,635 人	
公共施設	186 箇所	—	—	補完避難所としての位置付け (収容人数の算定なし)
	292 箇所	242,165 人	121,084 人	

※出典：江戸川区地域防災計画（平成16年度修正）江戸川区防災会議

※収容可能人数 短期（一時）：居室3.3㎡当り 4人

長期：居室3.3㎡当り 2人

出所：「第3回緊急時水循環機能障害リスク検討会—東京都ケーススタディ」
(平成18年、厚生労働省)

ハ) 総水量試算の期間の設定

地域にある水(重要給水施設の貯水槽水道水等)が、大きな効果を期待できる期間に設定します。具体的には、神戸市役所ホームページに掲載の「震災発生からの経過日数による応急給水方策対応表」を参考に、発災後10日間の総水量を試算することとします。(図表14)

図表14. 震災発生からの経過日数による応急給水方策対応表

震災発生からの経過日数		3日まで	～10日	～21日	～28日
各戸給水復旧率(%)	100▶	応急給水	各戸給水		
	50▶				
	0▶				
具体的な方策					
運搬給水基地 (拠点給水も実施) 大容量送水管(貯留機能) 防災拠点(耐震貯水槽)	緊急速断弁設置配水池 大容量貯水槽等	●	●	▲	▲
		●	●	▲	▲
		●	●		
		●	●	●	
仮設給水栓	防災拠点	●	●	●	
	500mメッシュ(幹線)		●	●	●
	200mメッシュ(支線)			●	●
	仮配管での各戸給水			●	●
家庭内、ビル等での備蓄		●			

● 大きな効果を期待できるもの ● 有効なもの ▲ 補完的役割を担うもの

出所：神戸市役所ホームページ

<https://www.city.kobe.lg.jp/a75879/bosai/prevention/water/09.htm>

二) 応急給水の有無

災害時に断水が発生すると、給水車等による応急給水が開始されますが、道路障害等で給水車が行けない場合や、給水車の台数が限られており、全ての避難所に給水できない場合など、速やかに応急給水が実施されないこともあり得るため、応急給水の有無 2 パターンで試算を行います。

図表15. 総水量試算の設定条件

設定項目	設定内容
必要水量の原単位	一人1日5～12リットル(飲料水は含まない) *試算パターンで設定水量は異なる
避難所の収容人数	800名
総水量試算の期間	10日間
試算パターン	4日目以降に給水車における応急給水がある場合とない場合の2パターン

図表16. 〈ケース1〉避難所における生活用水の必要総水量(応急給水ありの場合)

【詳細条件】

応急給水量(4日目から10日目): 1日8トン

水使用量(1日目から3日目): 一人1日5リットル(飲用水は除く)

(4日目から10日目): 一人1日12リットル(飲用水は除く)

経過日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
必要総水量(ℓ)	4,000	8,000	12,000	13,600	15,200	16,800	18,400	20,000	21,600	23,200

図表17. 〈ケース2〉避難所における生活用水の必要総水量(応急給水なしの場合)

【詳細条件】

応急給水量(4日目から10日目): 1日0トン

水使用量(1日目から3日目): 一人1日5リットル(飲用水は除く)

(4日目から10日目): 一人1日5リットル(飲用水は除く)

経過日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
必要総水量(ℓ)	4,000	8,000	12,000	16,000	20,000	24,000	28,000	32,000	36,000	40,000

試算結果を見ると、4日目から応急給水が実施された場合では、災害時確保水の必要総水量は、10日間で約23トンとなります。また、応急給水が実施されない設定においては、水の使用量を10日目まで一人1日5リットルと節水した場合でも、災害時確保水の必要総水量は10日間で約40トンとなります。(図表16、図表17)

3) 災害時確保水の必要総水量の確保

災害時確保水として確保が可能な、貯水槽水道水、井戸水、雨水、河川水、プールの水等の、その場で手に入る地域にある水は、学校の立地や地理的条件、学校の運営状況等の環境因子によって大きく異なります。

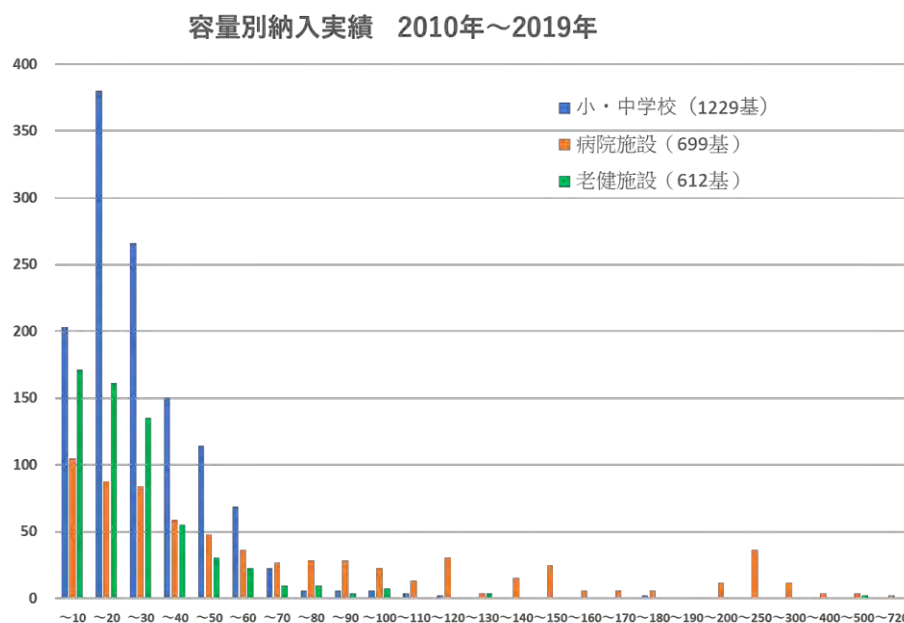
今回は、環境因子の影響が比較的少ない貯水槽式水道水を例として、全ての非常時確保水の必要総水量を確保すると想定し、対応策を整理します。現実的には、貯水槽式水道水以外の地域にある水も含め、確保が可能な全ての水源を含み、検討することが望ましいと考えます。

貯水槽式水道水により、全ての非常時確保水の必要総水量を確保すると想定した場合、試算の期間として設定した10日間の総水量は、約23トン(ケース1、応急給水あり)から約40トン(ケース2、応急給水なし)となります。一般的に貯水槽は貯水率60％程度で運用されていますので、必要となる貯水槽の貯水容量は、38トン(ケース1)から66トン(ケース2)となります。

また、夏季休暇等の長期休暇時では、休暇終了後に水質を確保するために、低水位(貯水容量の15％程度)で運用されることもあります。このように残留塩素濃度を長期間にわたり確保する必要がある場合には、自動滅菌装置導入等の技術的解消方法もあります。

実際に学校に設置されている貯水槽の容量は、貯水容量30トン以下のものが半数以上を占めている状況で、貯水容量が30トンを超える貯水槽は全体の30％程度、60トンを超える貯水槽は全体の4％程度となっています。(図表18)

図表18. 貯水槽設置実績統計



出所：一般社団法人日本ステンレスタンク工業会

今回の試算結果と、実際の学校における貯水槽の設置状況を合わせてみると、災害時確保水の必要総水量を確保するには至っていない状況といえます。学校は、平時の運営を基本として施設設計されているため、災害時に避難所として使用する際に十分な容量の貯水槽を備えていないことが分かります。

4) 平時利用を前提とした災害時確保水

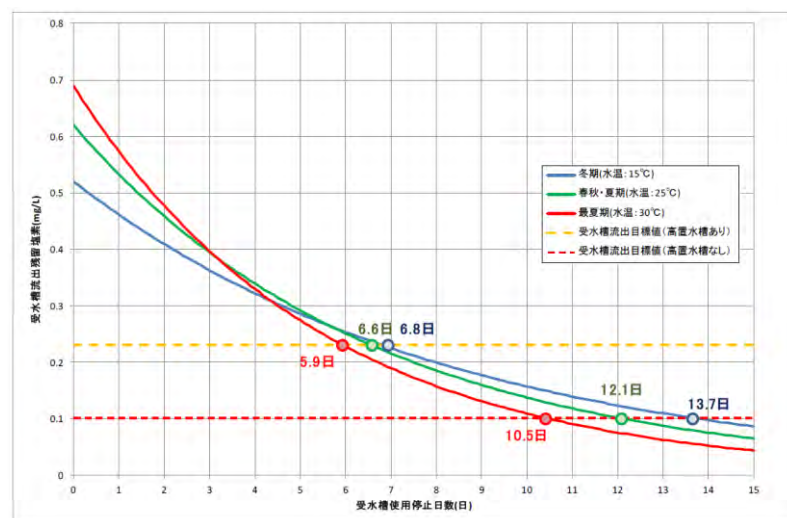
避難所は、災害発生時には、被災者が一時的に身を寄せる重要な施設です。従って、平時運用を基準とした施設計画あるいは給水計画ではなく、避難所としての収容人数を想定し、災害時確保水の水量確保が可能となるよう、基準を見直すことが、防災の観点から求められます。

避難所の収容人数を想定した災害時確保水の必要総水量を確保する場合は、平時運用との使用水量の差が課題になります。平時は使用水量が少ないため、貯水槽内への水道水滞留時間が長くなり、水質の劣化を招く恐れが生じます。

使用停止の受水槽(貯水槽)における残留塩素の推移を見ると、水質にとって最も厳しい条件である最夏期では、使用停止中の受水槽の給水栓における残留塩素濃度が受水槽流出残留塩素目標値を下回るまでの日数は、高置水槽ありの場合で約5.9日、高置水槽なしの場合で約10.5日となっています。(図表19)

図表19. 使用停止している受水槽内の塩素消費量の推定

高置水槽の有無	受水槽流出残留塩素目標値	給水栓残留塩素が0.1mg/ℓに到達する日数		
		冬期	春秋期・夏期	最夏期
有	0.23mg/ℓ	6.8 日	6.6 日	5.9 日
無	0.1mg/ℓ	13.7 日	12.1 日	10.5 日



出所:「受水槽内の塩素消費量実態調査結果報告書」
(2014、千葉県水道局)

一般的に、貯水槽の貯水容量は、半日程度の滞留を想定して決定しますが、上記データを見ると、一定程度の期間、目標値(基準値)を満たす残留塩素濃度が確保されることが分かります。避難所の収容人数を想定して貯水容量の大きな貯水槽を導入すると、平時には貯水率を下げて滞留期間を短くしなければならないと考えるかもしれません。しかし、2-3日程度滞留させたとしても、残留塩素濃度は確保されますので、貯水率を下げて運用する必要がないことが分かります。

5. 専門家がいなくても、誰でも水を取り出せる仕組み

災害時は、専門家や自治体担当者自身が被災者であったり、交通障害により移動ができなかったり、担当地域に手が回らないことが発生します。災害に備えて様々なシステムが導入されても、特定の者しか操作できなければ、使用できないこととなります。

せっかく導入したシステムを誰かが動かさなければ無駄になりますから、①専門知識がなくても誰でも操作可能なシステムを導入する、②必要な時に使おうとして慌てないで済むよう、一人でも多くの地域の人々が、一度は操作を体験しておく、という2点は、使用頻度が低いシステムにおいては、特に重要です。

災害時の水の確保は、発災後の混乱した状況において、かなり早い段階から使用することになりますし、電源や環境など、様々な面において、平時とは異なる条件下で操作する場面も十分にあり得ますので、なおさら操作経験が有効となります。

「地域に備えてある水を、必要とする地域の人々が、自ら取りだして使用する」を基本に、長期にわたり水が供給されない状況に直面しても、災害時確保水を有効に活用できる仕組みを作っておくことは、危機管理の第一歩と言えます。

また、災害時確保水の利用に関連しては、避難所の運営手順も深く関わってきます。避難所を運営する自治体職員や避難所となる学校と協力し、地域で受援計画を作り、指導を受ける等の取組みが有効となります。

避難所の運営では、平時に経験したことがないことが多数発生します。自治体職員も避難所運営の専門家ではありませんから、避難所の運営経験がある自治体からの派遣を受け入れるなどの活動も、有効な備えとなります。

さらに、地域住民だけでなく、自治体の職員も、いざという時に慌てなくて済むように、平時に訓練や体験を通じて備えが有効に働くような活動が必要です。例えば、静岡発の地域住民も参加する「HUG(避難所運営ゲーム)」による訓練は、多くの自治体に展開されており、災害時の対応力の強化に貢献しています。

■ HUG(避難所運営ゲーム)

<http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/e-quakes/manabu/hinanjyo-hug/about.html>

6. いざという時に役立てるために、日頃の啓発活動

災害大国といわれる日本において、国土強靱化への取り組みは必要不可欠であり、リスク管理と危機管理の両面から、様々な災害に対する備えを充実させてゆくことは、国民の安全を守り、社会を持続可能にする重要なプロセスです。

しかし、どれだけ綿密に備えを充実させても、そこに暮らす人々が災害に対して他人事のままでは、役に立たないことは明らかです。しかし、理屈はそうであったとしても、様々な要因によって、どのように災害に備えられているかを認知しないこともあり得ます。

行政の広報誌や、様々な防災活動や訓練を通して、せつかくの備えが無駄に終わらないように、多面的かつ重層的に啓発活動を継続すること抜きには、真の国土強靱化は達成できません。

社会がネットワークでつながり、SNSが広く普及する一方で、人々のつながりはリアルな社会から仮想空間へとシフトし、従来から行われているような、画一的かつ行政的なアプローチでは、情報が十分に認知されない社会となっています。

災害時は「発災直後は自助、一週間以内は共助、以降から公助」と言われますが、現代社会の実態に合わせて、自助を促す情報源や共助を支える人々のつながりが、どのように形成されてゆくかを見極め、実態に即した啓発活動を行うことが望まれます。

7. おわりに

熊本地震は局所的な被害であったため、飲料水の配給や他都市からの給水応援が意外と早かったのですが、災害が広域で発生した場合は、支援物資・給水車等が届くまでに相当な時間を要すると思われますし、応援の給水車が来ても、全ての住民や避難所等に配布するには時間が掛かり、十分に配布できません。

全国の市町村は、避難所運営マニュアルを策定していますが、水の確保が必要と記載があるものの、飲料用、生活用などの用途をどの程度確保するという基準がなく、また、水を確保する具体的な対策が記載されていないのが現実です。

発災直後の水はまさに命の水です。命をつなぐために水はなくてはなりません。断水が発生し、給水車による応急給水が行われるまでは、地域にある水で凌ぐしかありません。また、避難所のような3密な状況においては、感染症を予防する等の衛生環境維持に水は不可欠です。

幸いにして災害そのものによって命を奪われなくても、その後の対処で命を落としては何なりません。まずは危機意識を共有し、災害時確保水の重要性を認識する事です。災害に備えて水道の耐震化を進める等は歩みを止めてはなりません、十分な対策が施される前に災害が発生しても、命を守る水は確保しなければならないのです。

地域の自治体・民間事業者・住民等の関与者に広く啓もう活動を行い、巻き込み、各自が“自分事”として行動できる風土づくりを進めることが重要です。関与者が一体となって、叡智を結集し、様々な制約や他への影響を勘案し、地域の事情を反映して、具体的な行動を起こせる地域づくりこそ、国土強靱化に欠くことのできない礎です。

(了)

提言書

～地域にある水で災害に備える～

資料編

資料編 目次

【ご講演資料】

1. 「水の衛生学的安全性とその管理」
岡部 聡座長（北海道大学大学院工学研究院教授）
2. 「貯水槽の現状」
一般社団法人 日本ステンレスタंक工業会
3. 「災害時における水の確保」
丸山 嘉一様（日本赤十字社 災害医療統括監、日本赤十字社医療センター
国内・国際医療救援部）
4. 「避難所における水の確保について ～ 貯水機能付給水管を用いた熊本市の取り組み」
内村 智様（熊本市教育委員会事務局施設課長）
5. 「BCPとは？ その必要性和防災との違い ～ 企業と自治体のBCPの違いを踏まえて～」
高橋 孝一委員（SOMPO リスクマネジメント株式会社 首席フェロー）

【事務局提供資料】

1. 「水のレジリエンス Part2 の論点整理」
2. 「重要給水施設」
3. 「災害時の断水」
4. 「災害時に利用可能な地域の水」
5. 「水のレジリエンスワーキンググループからの提言（概要）」
（水のレジリエンスワーキンググループ Part1 エグゼクティブサマリー）
6. 「災害時確保水の水量と水質」
7. 「避難所における生活用水貯水量シミュレーション」

水の衛生学的安全性とその管理

北海道大学大学院工学研究院
環境創生工学部門水代謝システム講座
岡部 聡

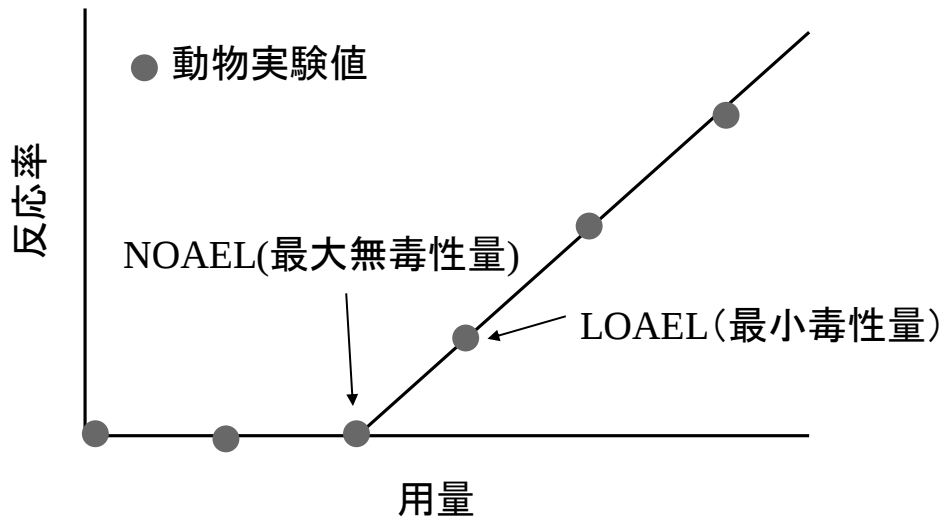
微量有害化学物質のリスク評価

病原性微生物のリスク評価

化学物質の健康影響

NOAEL (no observed adverse effect level) (mg/kg/day)

LOAEL (lowest observed adverse effect level)(mg/kg/day)



動物実験による用量－反応関係 (閾値あり)

毒性に関する閾値が存在する物質

不確実係数, UF

- ◆動物と人間：安全率10倍
- ◆人間の個体差：安全率10倍
- ◆試験期間：1か月の試験期間＝10倍

耐容一日摂取量 (TDI: tolerable daily intake)

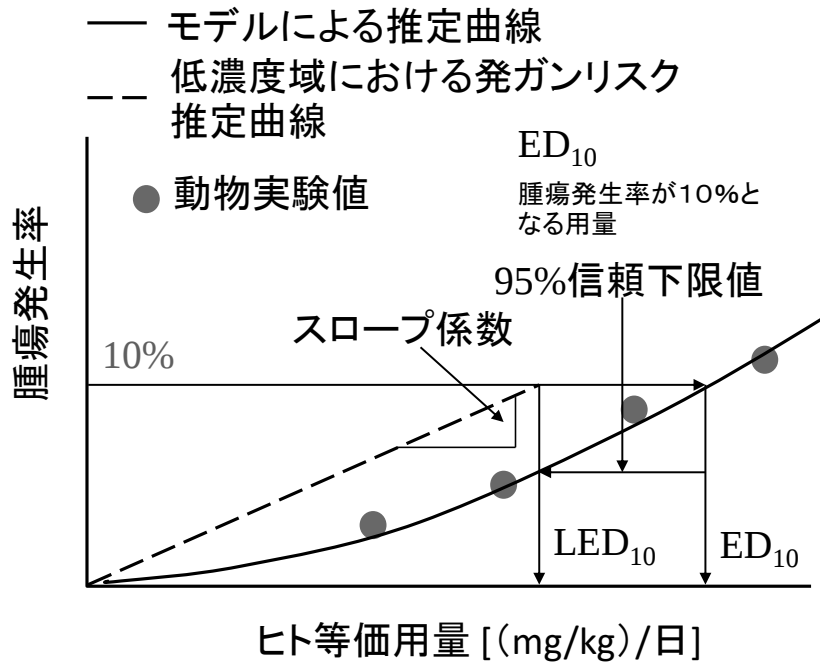
$$\text{TDI [(mg/kg)/日]} = \frac{\text{NOAEL [(mg/kg)/日]}}{\text{UF}_1 \times \text{UF}_2 \times \text{UF}_3 \times \dots}$$

水質基準値 (mg/L) =

$$\frac{\text{TDI (mg/kg/day)} \times \text{平均体重(kg)} \times \text{水道水の寄与率(\%)}}{\text{一日に飲用する水の量 (L/d)}}$$

* 平均体重を50kg (WHOでは60kg)、一日の飲用する水の量を2L、水道水の寄与率は10% (消毒副生成物は20%)

化学物質の健康影響



スロープ係数
1/(mg/kg/日)

1日当たり、体重1kg当たり、1mgの化学物質を生涯(70年)にわたって摂取した場合の過剰発がんリスク。発がん性の強さを示す。

ユニットリスク
1/($\mu\text{g}/\text{m}^3$ or $\mu\text{g}/\text{L}$)

化学物質を濃度 $1\mu\text{g}/\text{L}$ (水)または $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (空気)で、生涯(70年)毎日暴露した時、予測される発がんリスクの上限值。

動物実験による用量－反応関係と
発がんリスクの推定(閾値なし)

毒性に関する閾値がない項目

(遺伝子障害性の発がん性や生殖細胞に対する突然変異性等を有するもの等)(ベンゼン、トリクロロエチレンなど)

➤発がん性物質では、遺伝子に1回でも損傷が起こると発がんをもたらす場合がある。

一生涯(70年)にわたりその水道水を飲用した場合のリスク増分が10万分の1(10^{-5})となるレベル(1億人のうち年間14人が健康障害を受ける)に相当する値(VSD: Virtual Safe Dose、実質安全用量)を求める。

水質基準値(mg/L) =

$$\frac{\text{VSD (mg/kg/day)} \times \text{平均体重(kg)} \times \text{水道水の寄与率(\%)}}{\text{一日に飲用する水の量 (L/d)}}$$

* 平均体重を50kg(WHOでは60kg)、一日の飲用する水の量を2L、水道水の寄与率は10%(消毒副生成物は20%)

主な水系感染症と原因病原微生物

病 気	症 状	病原微生物	宿主など	伝染経路など	備 考
腸チフス パラチフス	下痢、けいれん、発熱、白血球減少 潜伏期間 10～14 日(腸チフス) 2～10 日(パラチフス)	<i>Salmonera typhi</i> <i>Salmonera paratyphi A</i> 多鞭毛 短桿菌	ヒト	汚染された水や汚染食物の摂取	
サルモネラ症	発熱、嘔吐、下痢、腹痛 潜伏期間 12～24 時間	<i>Salmonera spp.</i> 多鞭毛 短桿菌	哺乳類、鳥類などの動物の腸	汚染された水や汚染食物の摂取(特に食肉や鶏卵)	
シゲラ症(志賀菌による赤痢)	悪寒、発熱、腹痛、血液混じりの下痢、嘔吐など、頻繁な便意と膿血排せつ	<i>Shigella spp.</i> 桿菌	ヒトの消化管	汚染された水や汚染食物の摂取	
コレラ	嘔吐、激しい水様性下痢、脱水症状 潜伏期間 1～3 日	<i>Vibrio cholerae</i> コンマ状桿菌、鞭毛	ヒト	汚染された水や汚染食物の摂取	外毒素(エンテロトキシン)を産生
レプトスピラ症	腎臓、肝臓、中枢神経への急性感染	<i>Leptospira spp.</i>	ヒト、哺乳動物	擦傷、血管粘膜、汚染水や感染動物との接触	尿で排せつ
毒素原性大腸菌症	腸炎、下痢 コレラ様下痢症	<i>enterotoxigenic Escherichia coli</i> 病原大腸菌 桿菌 潜伏期間 12 時間～3 日	ヒト、ほ乳動物	汚染された水や汚染食物の摂取	腸管毒(エンテロトキシン)を産生 大腸粘膜の上皮細胞に侵入
腸管組織侵入性大腸菌症	赤痢様症状				細胞変性毒度(ペロ細胞毒)を産生、血清型 O-157: H7 溶血性大腸菌
腸管出血性大腸菌症	出血性大腸炎 水様性下痢・鮮血便・溶血尿毒症候群併発、死				
カンピロバクター腸炎	発熱、頭痛、腹痛、嘔吐、水様性下痢 潜伏期間 2～7 日	<i>Campylobacter jejuni/coli</i> 螺旋菌、鞭毛	動物の腸管内	汚染された水や汚染食物の摂取	小児の細菌性下痢症の最も普遍的な原因菌
レジオネラ症(在野軍人病)	急性肺炎症 日和見感染(発熱、せき、悪寒、筋肉痛)	<i>Legionella pneumophila</i> 桿菌、鞭毛	河川水、温泉、病院環境、土壌	呼吸器系経路	
アメーバ赤痢	下痢、血便、腹痛、粘液性下痢、転移性潰瘍 幼児の場合は死もある 潜伏期間数日～数箇月	<i>Entamoeba histolytica</i> 原生動物の根足虫類(アメーバ)	ヒト	汚染水や汚染生野菜、汚染食物の摂取	シストで感染

出典:宗宮, 津野(1999)環境水質学, コロナ社

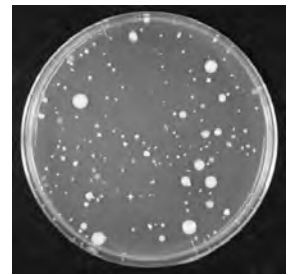
病 気	症 状	病原微生物	宿主など	伝染経路など	備 考
アメーバ性髄膜炎	皮膚、粘膜、泌尿器、結膜などに初期肉芽血行を介し脳に移行し髄膜炎 日和見感染病原体	<i>Acanthamoeba culbertsoni</i> 原生動物の根足虫類(アメーバ)	淡水 下水 ヒト	擦過傷 潰瘍 他の病気の感染中	シストで感染
原発性アメーバ性髄膜炎	強い頭痛と発熱 発症後 3～4 日で硬直、嘔吐、意識障害などの髄膜炎症状となり 5～6 日で死亡 潜伏期間 3～14 日	<i>Naegleria fowleri</i> 原生動物の根足虫類(アメーバ)	土壌水 淡水 分解植物	水浴の際の鼻粘膜からの侵入	シストで感染
ジアルジア症(ランブル鞭毛虫症)	脂肪性下痢症、胆嚢炎となることもある 潜伏期間 3 日～6 週間	<i>Giardia lamblia</i> 原生動物の鞭毛虫類	哺乳動物(特にビーバ)	汚染水や汚染食物の摂取	シストで感染
クリプトスポリジウム症	激しい腹痛 水様性下痢 潜伏期間 4 日～5 日	<i>Cryptosporidium parvum</i> 、寄生性原生動物の孢子虫類	ヒト 哺乳動物	飲料水 汚染水での調理	オーシストで感染
エキノコックス症(包虫症)	腹部不快感、肥満感、微熱、食欲減退、倦怠感 黄痘症状、死	<i>Echinococcus spp.</i> 寄生原生動物の多鞭毛虫	オオカミ、イヌ、キツネ	飲料水(特に井戸水)	虫卵で感染
急性灰白髄炎	ウイルス血症 発熱、咽頭熱、脊髄性麻痺など 潜伏期間 1～2 週間	poliovirus RNA ウィルス エンテロウイルス属	ヒト(咽頭と小腸の粘膜、リンパ組織)	経口侵入	ポリオワクチン
手足口病	手、足、頬部粘膜などに水泡 腹痛、下痢、発熱 潜伏期間 5～10 日	coxsackie A 3 virus RNA ウィルス、エンテロウイルス属	ヒト(咽頭と腸管)	経口、経気道的侵入	
A 型肝炎	不快感、食欲不振、黄疸 潜伏期間 2～6 週間	enterovirus 72 エンテロウイルス属	ヒト(腸管上皮細胞、肝臓)	汚染水や汚染食物の摂取	生体免疫
W 腸炎・下痢症	下痢、嘔吐、腹部痙攣、頭痛 潜伏期間 2～3 日	Norwalk asensis (ノルウォーク因子群) RNA ウィルス	ヒト(腸管上皮細胞)	汚染水や汚染食物、汚染水の生貝類の摂取、プール感染	免疫は弱い 小学校などで爆発的流行
小児下痢症 旅行者下痢症	嘔吐、頻繁な下痢、脱水症状 潜伏期間 1～2 日	rotavirus RNA ウィルス	ヒト	経口感染、院内感染、水道水感染	
胃腸炎 咽頭結膜熱(プール熱) 上気道感染症	下痢、結膜の発赤・腫脹、咽頭炎、耳前腺腫脹、発熱、呼吸器疾患 潜伏期間 5～10 日	adenovirus DNA ウィルス	ヒト(咽頭、小腸、結膜)	経口、経気道的侵入、傷口・飛沫感染、プール感染	

水質基準項目と基準値(51項目)

水道法第4条の規定に基づき、「水質基準に関する省令」で規定する水質基準に適合することが求められる。(平成 27 年4月1日施行)

項目	基準	項目	基準
一般細菌	1mlの検水で形成される集落数が100以下	総トリハロメタン	0.1mg/L以下
大腸菌	検出されないこと	トリクロロ酢酸	0.03mg/L以下
カドミウム及びその化合物	カドミウムの量に関して、0.003mg/L以下	ブロモジクロロメタン	0.03mg/L以下
水銀及びその化合物	水銀の量に関して、0.0005mg/L以下	ブロモホルム	0.09mg/L以下
セレン及びその化合物	セレンの量に関して、0.01mg/L以下	ホルムアルデヒド	0.08mg/L以下
鉛及びその化合物	鉛の量に関して、0.01mg/L以下	亜鉛及びその化合物	亜鉛の量に関して、1.0mg/L以下
ヒ素及びその化合物	ヒ素の量に関して、0.01mg/L以下	アルミニウム及びその化合物	アルミニウムの量に関して、0.2mg/L以下
六価クロム化合物	六価クロムの量に関して、0.05mg/L以下	鉄及びその化合物	鉄の量に関して、0.3mg/L以下
亜硝酸態窒素	0.04mg/L以下	銅及びその化合物	銅の量に関して、1.0mg/L以下
シアン化物イオン及び塩化シアン	シアンの量に関して、0.01mg/L以下	ナトリウム及びその化合物	ナトリウムの量に関して、200mg/L以下
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10mg/L以下	マンガン及びその化合物	マンガンの量に関して、0.05mg/L以下
フッ素及びその化合物	フッ素の量に関して、0.8mg/L以下	塩化物イオン	200mg/L以下
ホウ素及びその化合物	ホウ素の量に関して、1.0mg/L以下	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300mg/L以下
四塩化炭素	0.002mg/L以下	蒸発残留物	500mg/L以下
1,4-ジオキサン	0.05mg/L以下	陰イオン界面活性剤	0.2mg/L以下
シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L以下	ジオスミン	0.00001mg/L以下
ジクロロメタン	0.02mg/L以下	2-メチルイソボルネオール	0.00001mg/L以下
テトラクロロエチレン	0.01mg/L以下	非イオン界面活性剤	0.02mg/L以下
トリクロロエチレン	0.01mg/L以下	フェノール類	フェノールの量に換算して、0.005mg/L以下
ベンゼン	0.01mg/L以下	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	3mg/L以下
塩素酸	0.6mg/L以下	pH値	5.8以上8.6以下
クロロ酢酸	0.02mg/L以下	味	異常でないこと
クロロホルム	0.06mg/L以下	臭気	異常でないこと
ジクロロ酢酸	0.03mg/L以下	色度	5度以下
ジブロモクロロメタン	0.1mg/L以下	濁度	2度以下
臭素酸	0.01mg/L以下	(空白)	(空白)

水道水の水質基準



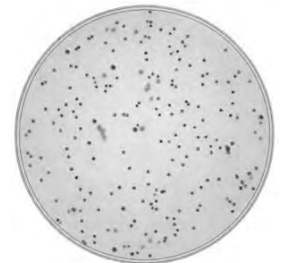
一般細菌：100 CFU/mL以下

- 塩素消毒効果の評価
- 一般細菌が100 CFU/mL以下であれば、コレラ患者の発生はなかったという経験値に基づく基準値
- 標準寒天培地を用いて、 $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ で 24 ± 2 時間培養した時、培地上に集落を形成する全ての細菌。

大腸菌：検出されないこと（検水量100 mL）

- 水系感染症原因微生物は主に温血動物の糞便に由来するため、糞便汚染指標として用いられる。
（2003年以前は大腸菌群数）
- 特定酵素基質培地法*を用いて $36 \pm 1^{\circ}\text{C}$ で 24 ± 2 時間培養した時、 β -グルクロニダーゼ活性を有すると判定された細菌
- 指標性、迅速性、経済性

* MMO-MUG培地、IPTG添加ONPG-MUG培地、XGal-MUG培地、ピルビン酸添加XGal-MUG培地において培養後に紫外線の照射により定性的に確認する。



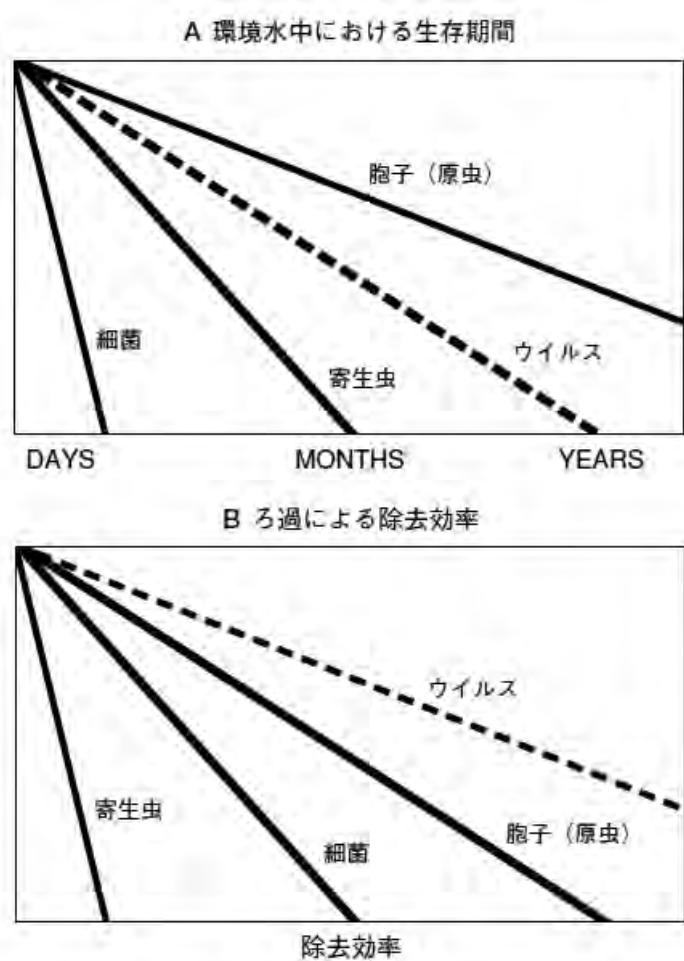
微生物にかかわる指標

水系伝染病の病原微生物の存在する可能性を把握する指標。

条 件

- 病原微生物が存在する水中には必ず存在すること（環境水中で病原微生物と同様の挙動を示し、耐性が少し強いこと）。
- 廃水中や環境水中で増殖せず、指標微生物の数が汚染度と関係付けられること。
- 簡便かつ迅速に検出、計数が可能であること。
- 人間や動物にとって無害であること。
- 生化学的特性や同定に関する特性が一定であること。

環境水中の主な病原微生物の相対的な生存率・除去効率



大腸菌はウイルス、
原虫、寄生虫の指標
とはなり得ない

水中病原ウイルスによる水環境汚染の実態
佐野大輔ら(2006年)モダンメディア52巻4号

環境水中の主な病原微生物の相対的な除去・不活化効率

ウイルスの不活化効率

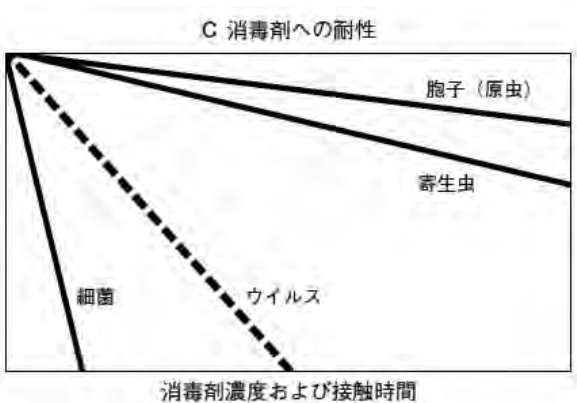


表1 不活化に必要な遊離塩素のCT値

疾病	効 率 (%)	CT 値 (mg・min/L)	参考文献
<i>E. coli</i> (strain C)	99.9	0.09 ± 0.003	Taylor <i>et al.</i>
ポリオウイルス1型	99	4	Blackmer, <i>et al.</i>
A型肝炎ウイルス	99	200	Li, <i>et al.</i>

表2 2-logの不活化に必要なオゾンのCT値

	CT 値 (mg・min/L)	参考文献
大腸菌	0.006 - 0.02	神子
ヒト腸管系ウイルス	0.006 - 0.72	神子
ポリオウイルス1型	0.1 - 0.2	Vulcan Chemicals
ロタウイルス	0.006 - 0.06	Vulcan Chemicals
A型肝炎ウイルス	< 0.03	Sobsey

表3 3-logの不活化に必要な紫外線(254nm)露光量

	紫外線露光量 (mJ/cm ²)	参考文献
<i>E. coli</i>	6.5	金子
ポリオウイルス1型	23	Gerba <i>et al.</i>
エコーウイルス1型	25	Gerba <i>et al.</i>
エコーウイルス2型	20.5	Gerba <i>et al.</i>
コクサッキーウイルスB5	27	Gerba <i>et al.</i>
コクサッキーウイルスB3	24.5	Gerba <i>et al.</i>
アデノウイルス2型	119	Gerba <i>et al.</i>
アデノウイルス40型	167	Thurston-Enriquez <i>et al.</i>

大腸菌はウイルス、
原虫、寄生虫の指標
とはなり得ない

水中病原ウイルスによる水環境汚染の実態
佐野大輔ら(2006年)モダンメディア52巻4号

病原微生物の相対的不活化効率

塩素やクロラミンに比べて、オゾンのCT値は非常に低い

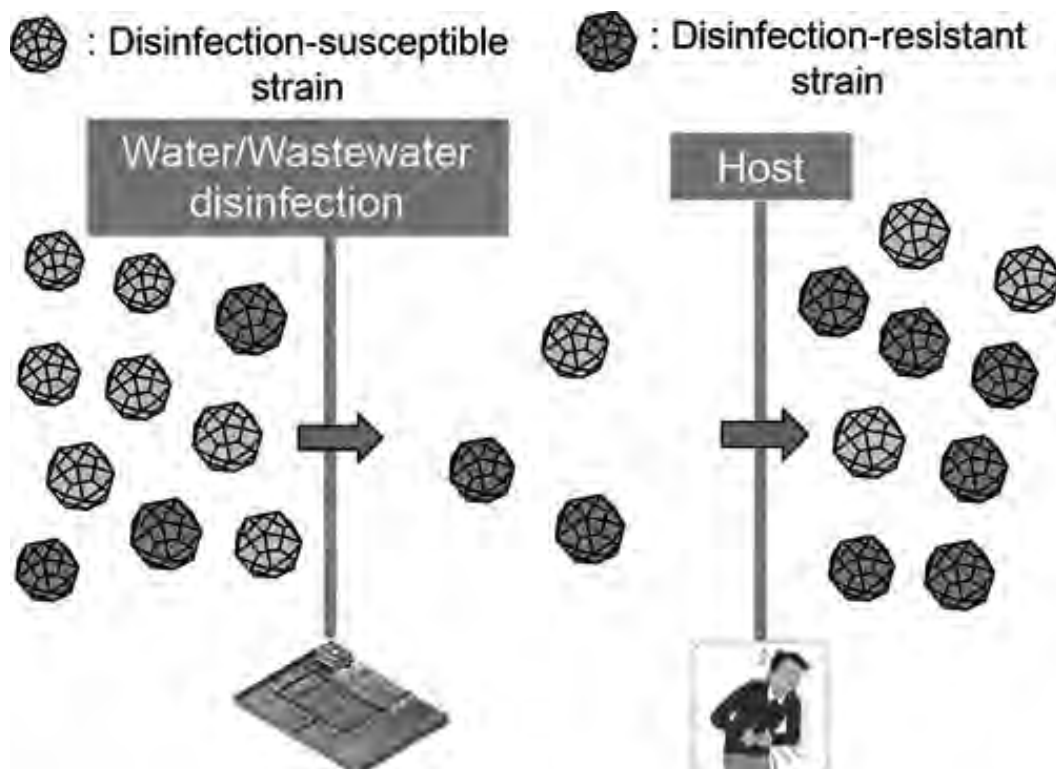
オゾンは強力な消毒剤

Micro-organisms	Ozone pH: 6 to 7	Chlorine pH: 6 to 7	Chloramine pH: 8 to 9	Chlorine Dioxide pH: 6 to 7
E. Coli	0.02	0.03 - 0.05	95 - 180	0.4 - 180
Poliovirus 1	0.1 - 0.2	1.1 - 2.5	770 - 3500	0.2 - 6.7
Rotavirus	0.006 - 0.06	0.01 - 0.05	2810 - 6480	0.2 - 2.1
Giardia lamblia cysts	0.5 - 1.6	30 - 150	750 - 2200	10 - 36
Cryptosporidium (oo)cysts	2.5 - 18.4	7200	7200 (1 log)	78 (1 log)

Figure 4: *C. T.* factors necessary for a 99% (or log 2) inactivation at a temperature range of 5 - 25 °C (the lower the temperature the higher the *C. T.*)

塩素消毒がRNAウイルス進化の選択圧として働く!!

例えば、ノロウイルス



水の衛生学的安全性は

大腸菌および一般細菌の監視(検査頻度月1回)

濁度の常時モニタリングと塩素消毒(残留塩素)

定量的微生物リスク評価(QMRA)



Hazard identification

ある微生物が人の健康に影響を及ぼすか(感染するか)明らかにする

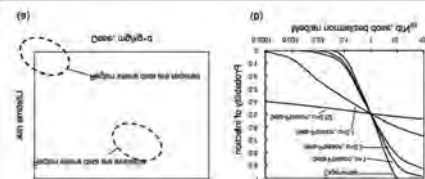
Exposure assessment

その微生物によりある集団が暴露される経路、期間、量を明らかにする



Dose-response assessment

その微生物の暴露量と感染確率の関係を明らかにする



Risk characterization

その集団における微生物による感染リスクを定量的に示す

病原微生物と発がん物質のリスク評価

	病原微生物	発ガン物質
エンドポイント	感染 or 発病	発ガン
閾値	なし	なし
暴露期間	1年	70年(生涯)
許容リスク*	1万人に1人 (10^{-4} の確率)	10万人に1人 (10^{-5} の確率)*
影響の蓄積性	なし(一時的)	あり
リスク換算の基準	免疫による抵抗力	体重
重篤性(死亡率)	比較的低い	高い
動物実験	不可の場合あり	可
人から人への感染	あり(二次感染)	無し

* WHO水質ガイドライン、一般的に 10^{-4} - 10^{-8} の範囲

出典 渡部徹 産業技術総合研究所講演資料「病原微生物のリスク評価とその管理」

病原微生物の感染リスク評価

年間感染リスクと許容濃度の算出

Salmonella typhosa
が1個/L含まれる水
を1日2L飲むと

水中の病原微生物濃度

1日摂取量

1日病原微生物摂取量

用量・反応モデル

1日当たりの感染確率

年間摂取パターン

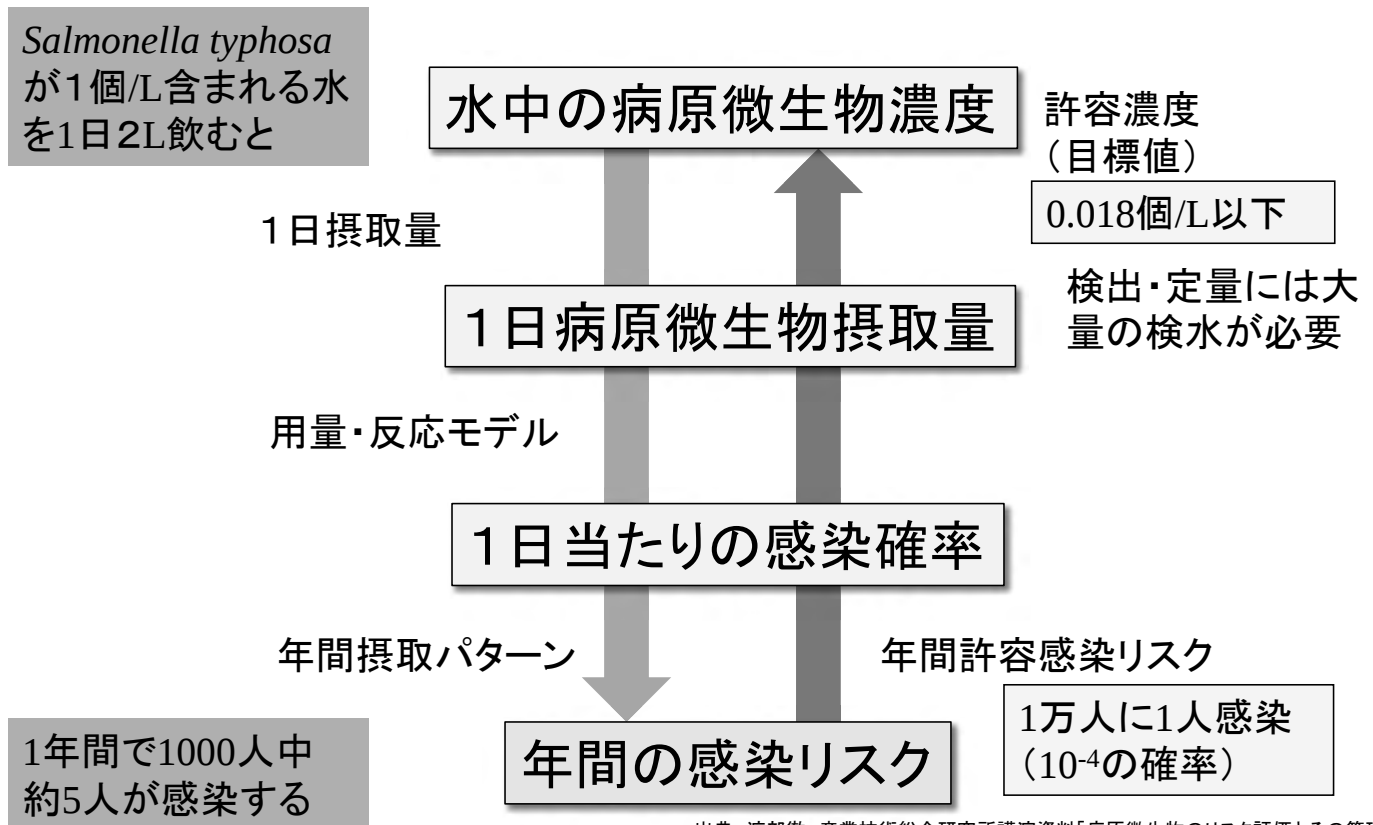
1年間で1000人中
約5人が感染する

年間の感染リスク

出典 渡部徹 産業技術総合研究所講演資料「病原微生物のリスク評価とその管理」

病原微生物の感染リスク評価

年間感染リスクと許容濃度の算出



病原性細菌、大腸菌群、大腸菌の関係(概念図)



多様な糞便性汚染指標

基準・対象とする水	糞便性汚染指標
水道水質基準	大腸菌
環境基準	大腸菌群
排水基準	大腸菌群
海水浴場	糞便性大腸菌
遊泳用プール	大腸菌群
公衆浴場	大腸菌群
再生水	大腸菌

- ◆ 統合的な水環境管理を行なううえで、統一された糞便性汚染指標とはなっておらず、早急な対応が望まれる。
- ◆ 統一または新たな指標設定にあたり、蓄積された科学的知見の把握、活用が重要である。
- ◆ 分析技術の飛躍的進歩

大腸菌簡易測定技術の開発

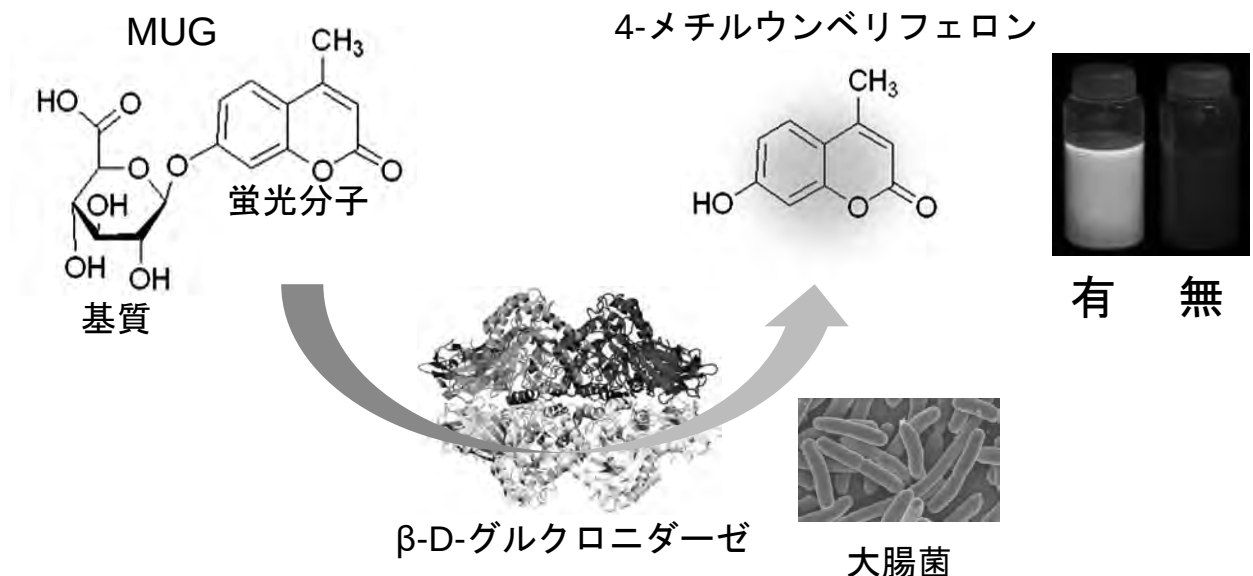
佐藤 久

北海道大学大学院 工学研究院 環境創生工学部門

測定原理

特定酵素基質：水道水質基準「大腸菌」検出の公定法

大腸菌用基質：4-メチルウンベリフェリル-β-D-グルクロニド (MUG)



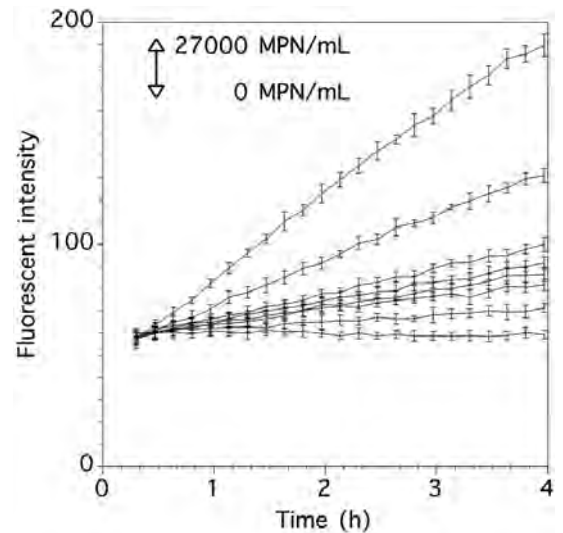
分析手順



1. 特定酵素”蛍光”基質(0.2 mL)を含む培地に検体(1.8 mL)を添加
2. マイクロプレート(96ウェル)に0.2 mL/ウェル分注(1サンプルに10ウェル使用, n=10, 最大9サンプル)
3. マイクロプレートリーダー内でサンプルを培養し, 10分間隔で蛍光強度を測定

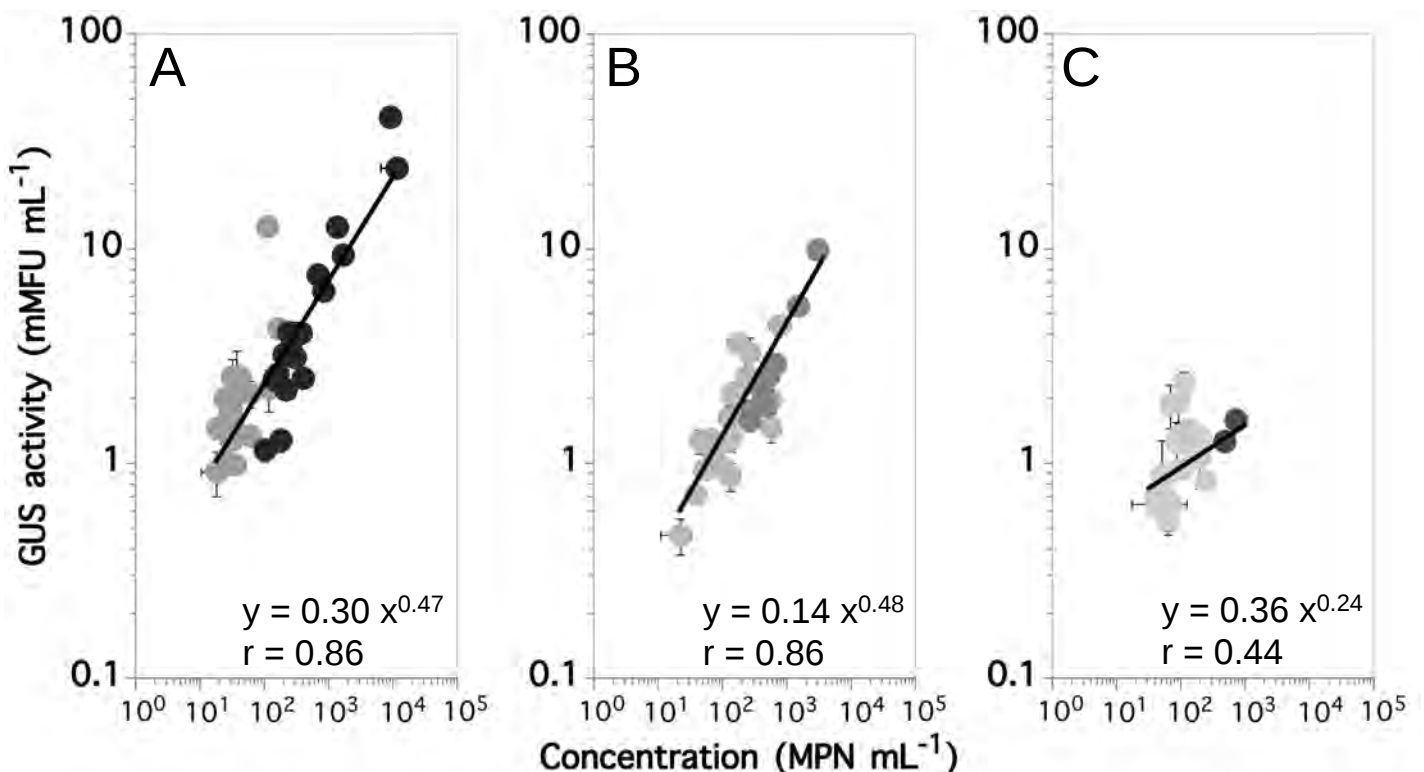


- 培養開始から蛍光強度が増大→培養不要.
- 大腸菌数が高い検体ほど, 蛍光強度が早く増加.
- 各検体の1hから2hの間の蛍光強度を一次式で近似, その傾きを「蛍光強度増加速度」と定義.

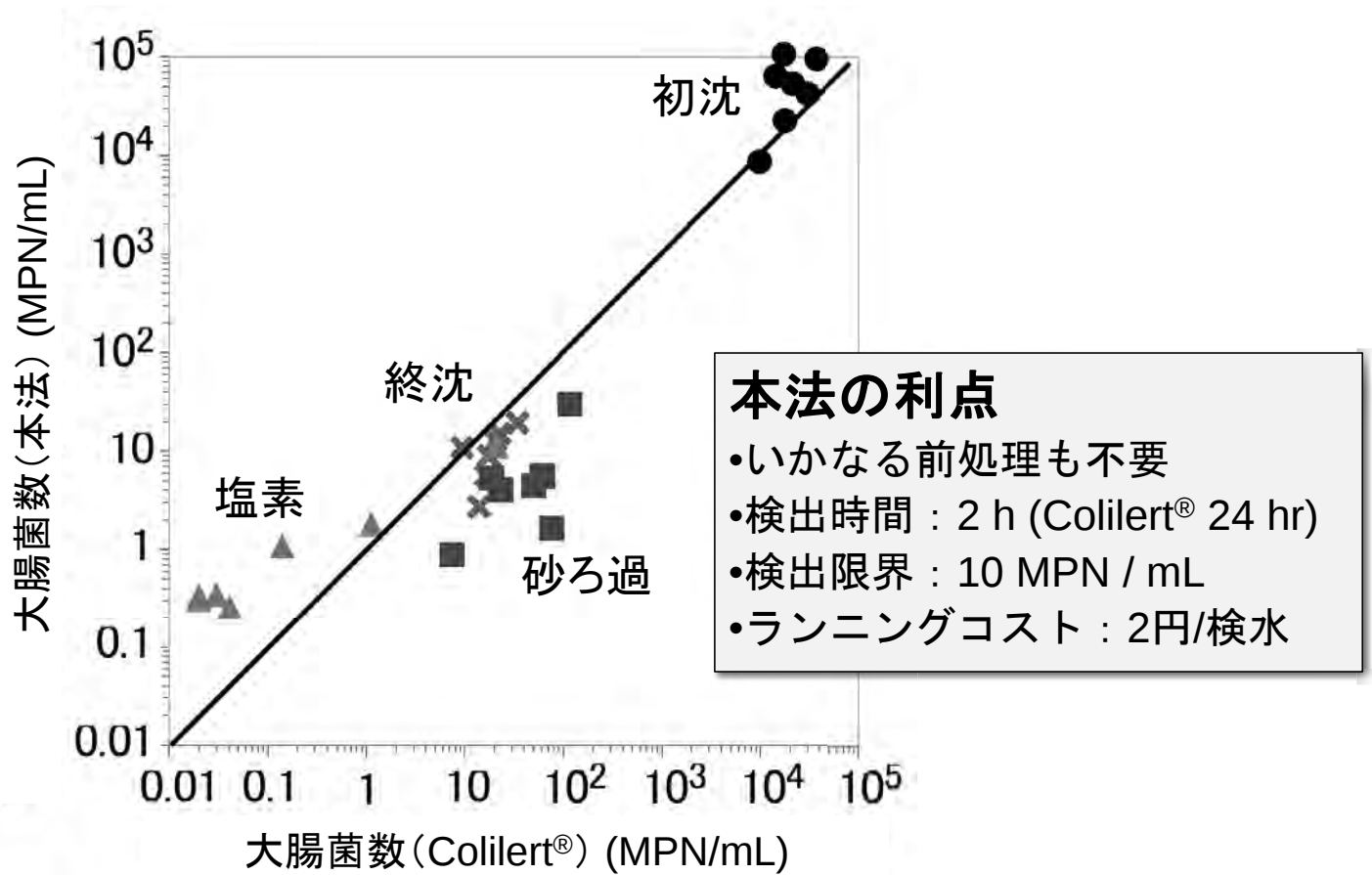


蛍光強度増加速度とColilert®で定量した大腸菌数の関係

増加速度(GUS)と大腸菌数には正の相関が得られた



現行のColilert®法と本法の比較



オゾンは強力な消毒剤

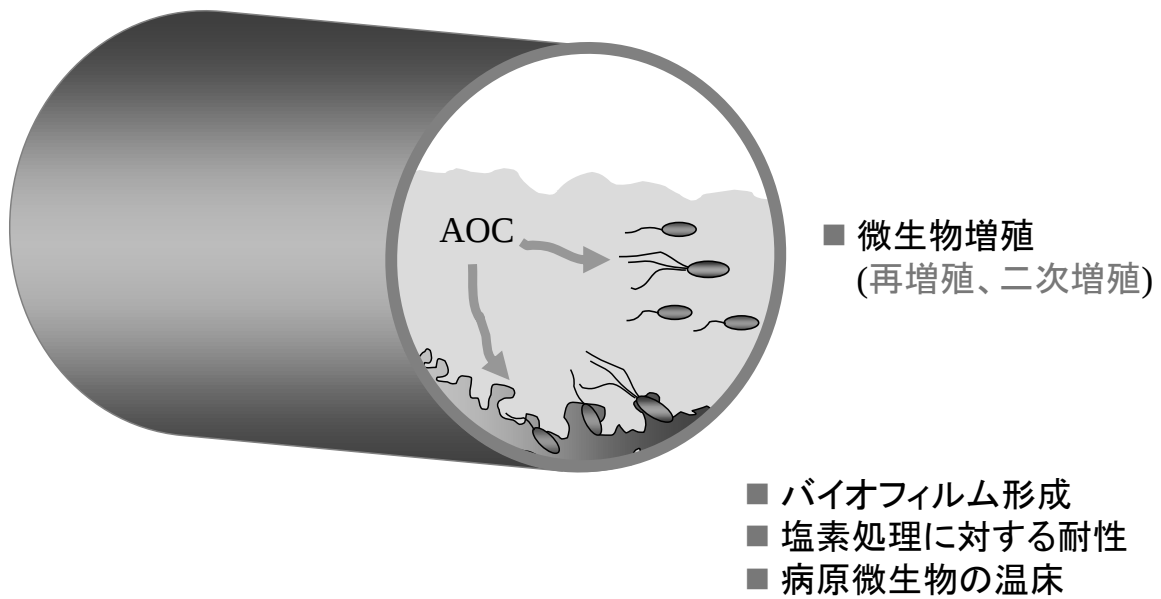
消毒副生成物

塩素	オゾン
1. トリハロメタン (THM)	1. 臭化物イオン (BrO_3^-)
2. ハロ酢酸 (HAA)	2. 生物同化性有機物 (AOC)

課題

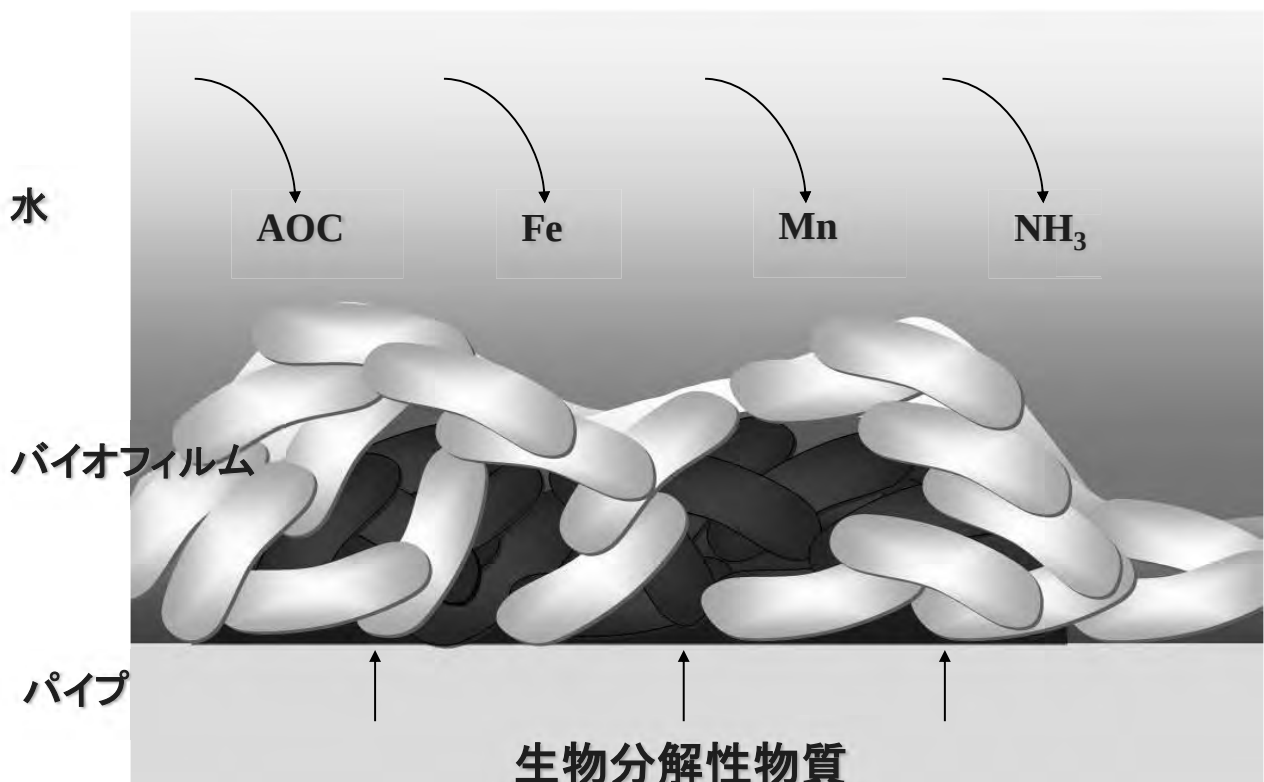
1. 製造コストが高い。
2. 分解が早く、持続性がない。細菌の再増殖のおそれがある。
3. 内部への浸透性がない。
4. 水への溶解度が低い。(溶解度は酸素の10倍程度)
5. オゾンガスは有害であるので、廃オゾン分解が必要である。
(0.1 ppmが環境基準)
6. 溶質との反応が殺菌速度より速い場合がある。
7. 天然ゴムやニトリルゴムなど劣化させる。

飲料水中の生物同化性有機物(AOC)



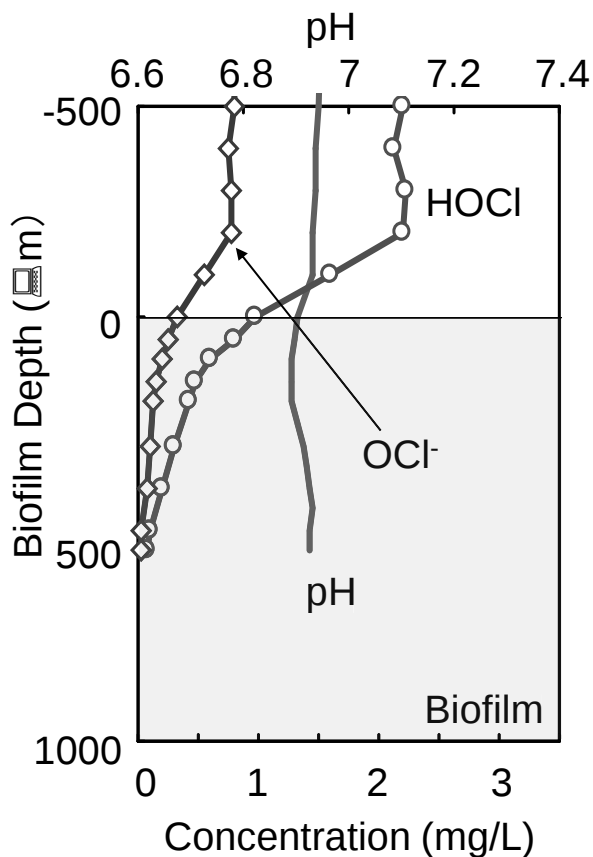
飲料水中のAOC濃度と細菌の二次増殖には明らかな正の相関がある。

パイプ壁面のバイオフィルム形成



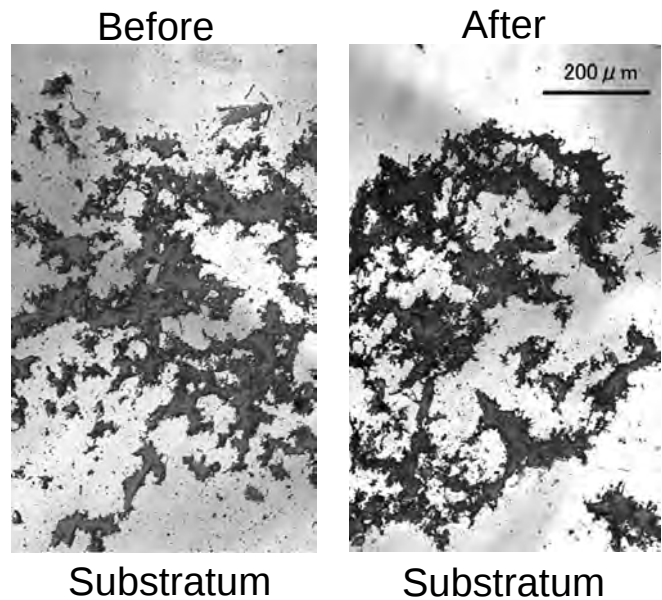
バイオフィルムに対する塩素消毒効果

マイクロセンサー&CTC-DAPI染色



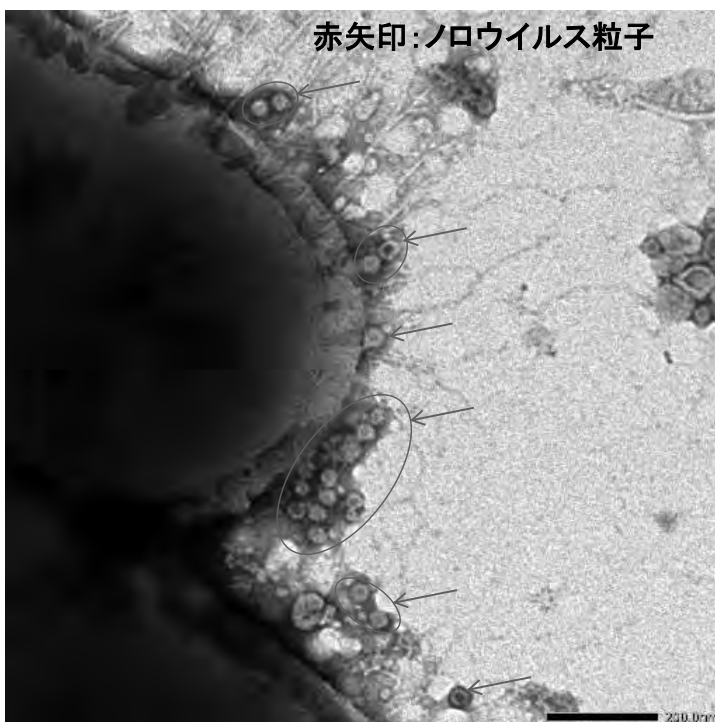
- 塩素消毒 (3 mg/L, 3h) -

■ 不活化された細菌
■ 活性のある細菌

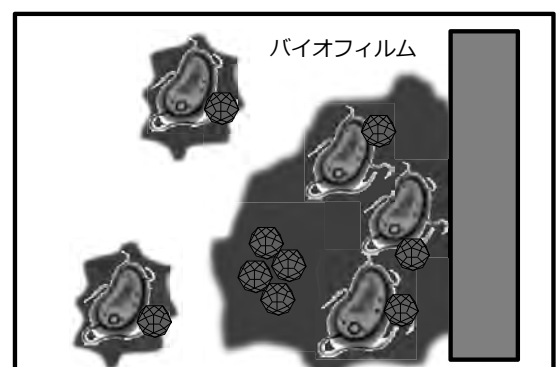


ノロウイルスを特異的に捕捉する腸内細菌が存在

腸内細菌 *Enterobacter* sp. SENG-6が、細胞外に分泌した血液型決定抗原様物質を介してノロウイルス粒子を特異的に捕捉することを確認(写真)



バイオフィルムがノロウイルスの温床になる可能性？



生物学的に安定した水

● 配水管網における細菌の二次増殖

- 水系感染症リスクの増加
- 水質の悪化(味や臭気)
- 腐食の促進

● 塩素消毒

- 残留遊離塩素濃度レベル(水道法)

: 0.1 mg/L – 0.4 mg/L

● 塩素の注入量の増加は

消毒副生成物(トリハロメタンなどの)の増加
さらなる、水質の悪化(味や臭気)



生物分解性有機物やその他の栄養塩類(NH_4^+ and PO_4^{3-})を十分に除去する必要がある

生物学的に安定した水

飲料水中のAOC濃度と細菌の二次増殖の関係を調査した結果

✦ アメリカ:

平均AOC濃度: 100 $\mu\text{g-C/L}$, BDOC 濃度: 300 $\mu\text{g-C/L}$.

細菌二次増殖の制御のためには: AOC 濃度 < 100 $\mu\text{g-C/L}$.

塩素消毒は必要

✦ オランダ:

平均AOC 濃度: 10 $\mu\text{g-C/L}$.

細菌二次増殖の制御のためには: AOC濃度 < 10 $\mu\text{g-C/L}$.

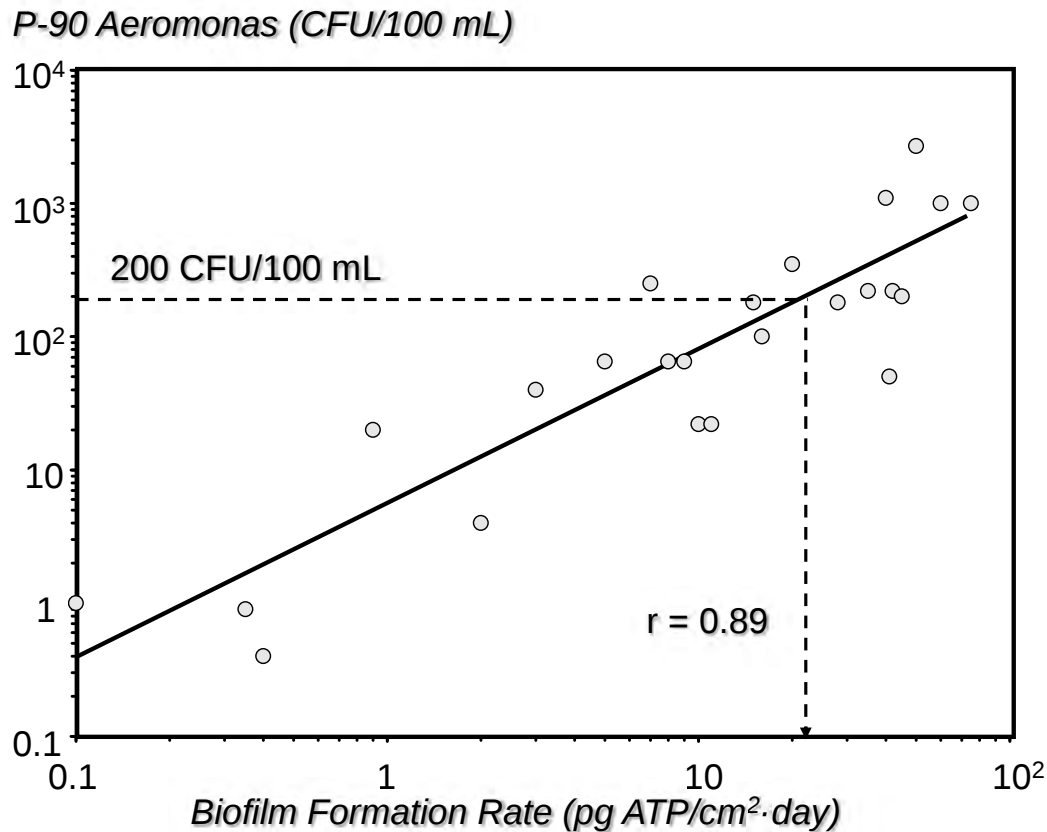
塩素消毒は不要.

しかし、*Aeromonas* の増殖が確認された.

* *Aeromonas*の二次増殖を抑制するためには:

バイオフィルム生成速度(BFR) < 10 pg ATP/cm²/day.

バイオフィーム生成速度(BFP)とAeromonasの再増殖の関係



各処理水のAOC濃度およびバイオフィーム生成ポテンシャル

浄水処理プロセス:

- (1) 回転平膜(RBMR: 生物酸化+MF膜ろ過)、(3) 限外ろ過膜 (UF 膜)
 (2) 多層ろ過+生物活性炭(MF+BAC)、(4) 多層ろ過(MF)

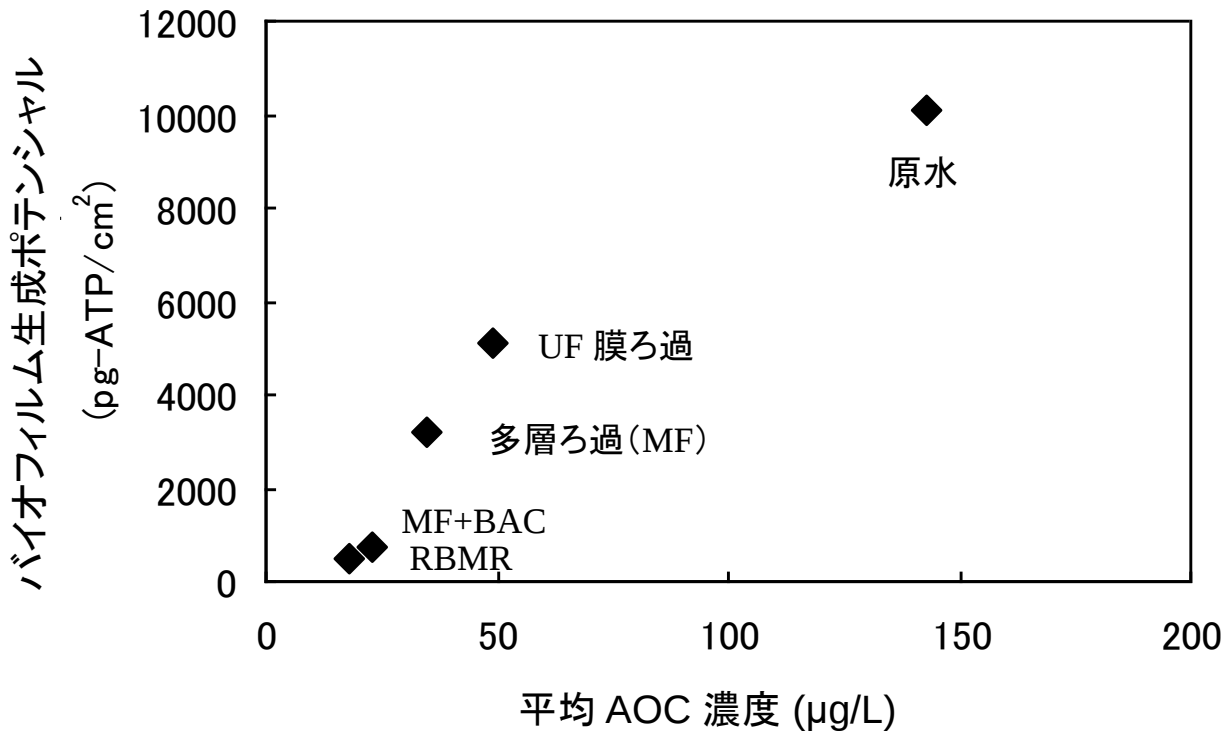
生物処理 の有無	処理 プロセス	Avg. AOC conc. (μg-ATP/L)	BFP (pg-ATP/cm ²)	BFR (pg-ATP/cm ² /day)
×	原水(河川水)	92 - 194 (143)	10,100	820.7
×	UF膜	14 - 128 (49)	5,100	64.6
△	MF	20 - 70 (35)	3,200	30.9
◎	MF + BAC	16 - 36 (23)	710	6.0
◎	RBMR	10 - 25 (16)	490 ^{a)} 2,100 ^{b)}	6.0 ^{a)} 40.0 ^{b)}

^{a)} before PO₄³⁻ addition、^{b)} after PO₄³⁻ addition

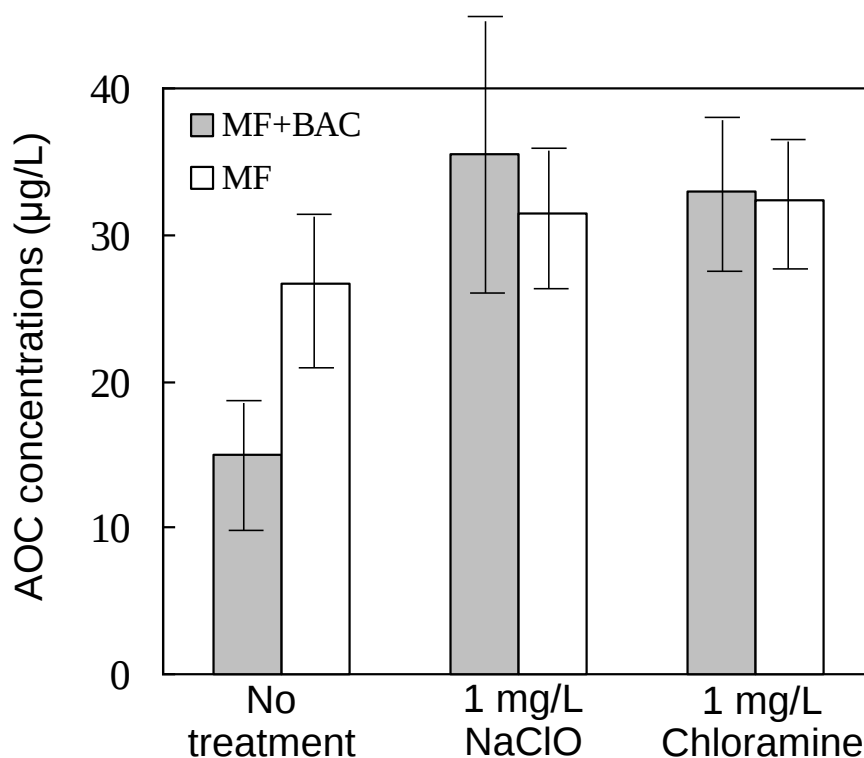
AOC濃度とバイオフィーム生成ポテンシャルの関係

浄水処理プロセス:

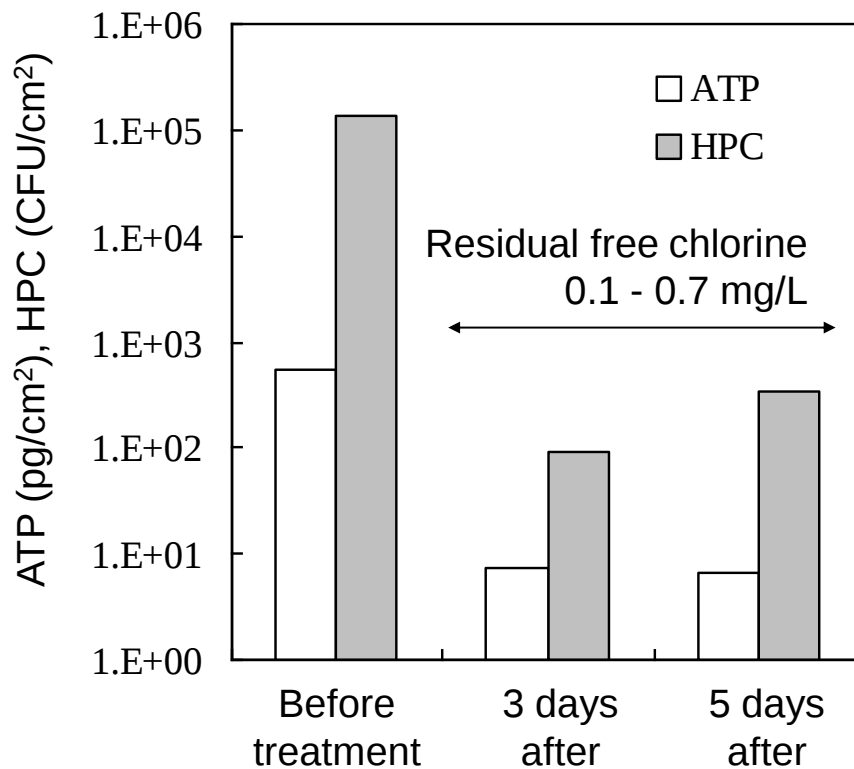
- (1) 回転平膜(RBMR: 生物酸化+MF膜ろ過)、(3) 限外ろ過膜 (UF 膜)
- (2) 多層ろ過+生物活性炭(MF+BAC)、(4) 多層ろ過(MF)



塩素とクロラミン消毒のAOC濃度に及ぼす影響 多層ろ過(MF)と 多層ろ過+BAC 処理水

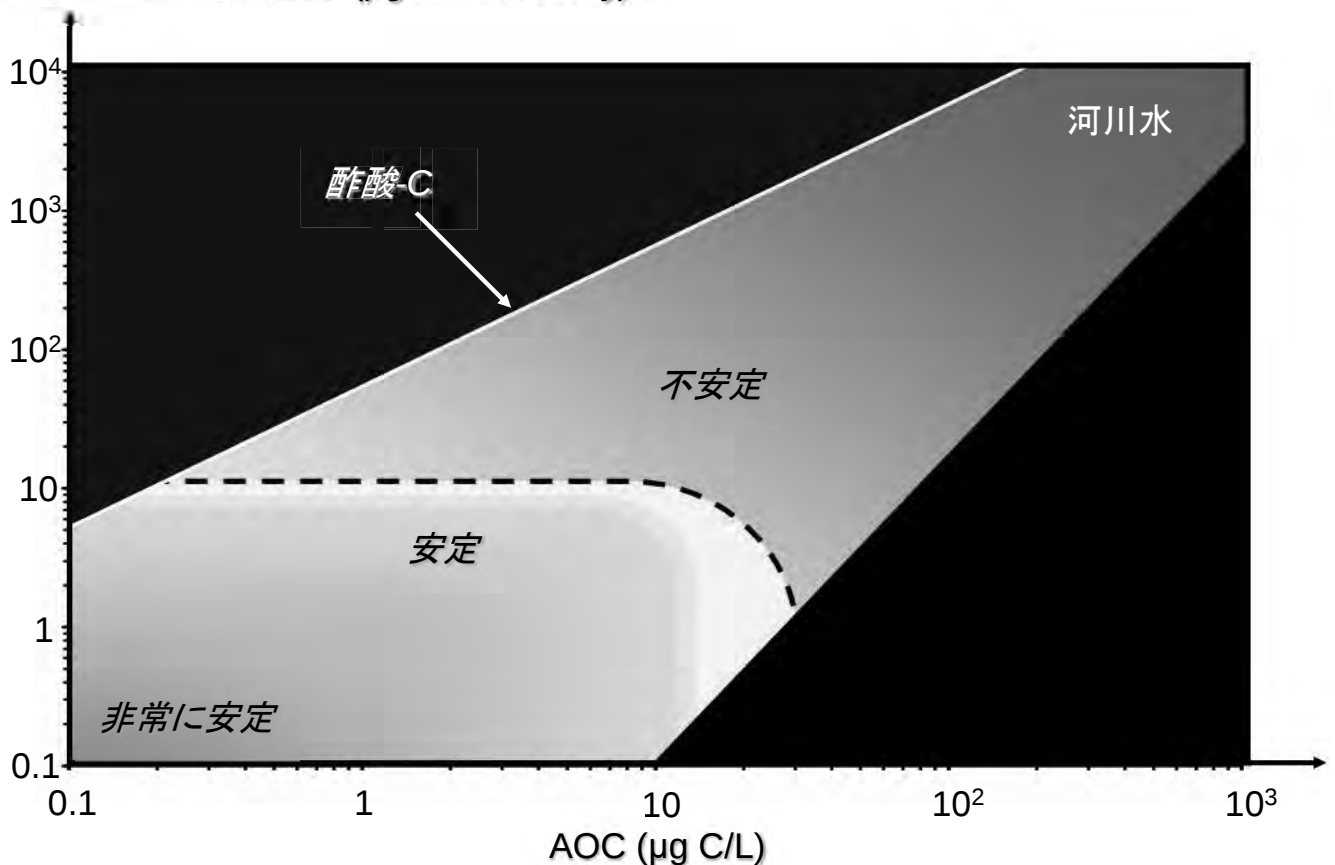


MF処理水を通水した時に形成したバイオフィルム に対する塩素消毒効果



水の微生物学的安定性

バイオフィル生成速度 (pg ATP/cm²·day)



本日のまとめ

水の衛生学的安全性を議論するために

- ◆ 大腸菌および一般細菌の基準を満たしているから安全か？
(検査頻度月1回)
他の病原微生物(ウイルス、原虫、寄生虫など)の指標は？
- ◆ もし、大腸菌が検出された場合どうするのか？詳細な定量的微生物感染リスク評価を行う？
- ◆ 定量的微生物感染リスク評価を行うには対象とする微生物が多い。必要十分なパラメータ(情報)は存在するのか？
- ◆ 許容リスク(10^{-4})を考慮した場合、病原微生物濃度は極めて希薄であり、正確な検査のためには大量の検水が必要となる。濃縮&検出技術の確立が必要か？特にウイルス。
- ◆ 細菌の二次増殖を考慮した微生物学的に安定性した水
- ◆ バイオフィルムに対する塩素消毒(残留塩素)の限界もある。

水のレジリエンス ワーキンググループPart2 第2回会議

貯水槽の現状

2020年2月20日

(一社)日本ステンレスタンク工業会

(一社)日本ステンレスタンク工業会

1

貯水槽の現状

目次

1. 貯水槽の種類
2. 貯水槽導入事例紹介
3. 貯水槽設置実績統計
4. 受水槽内塩素消費量実態調査
5. 国土強靱化に資する商品の紹介

(一社)日本ステンレスタンク工業会

2

1. 貯水槽の種類

ボルト組立形パネルタンク

水槽材質はFRPやステンレス製。

ボルトとパッキンで水封する。鋼材を使用した外部補強タイプ。



画像出典：セキスイアクシステム株式会社HP

FRP製



画像出典：セキスイアクシステム株式会社HP

ステンレス製

(一社)日本ステンレスタンク工業会

3

1. 貯水槽の種類

溶接組立形パネル貯水槽

ステンレス材でパネルを構成し、全溶接構造(ティグ溶接)で組立てられているため、タンク外部との完璧な遮断による優れた水密性を誇ります。



ステンレス鋼製のタンクは100%リサイクル



(一社)日本ステンレスタンク工業会

4

1. 貯水槽の種類

貯水槽における市場の納品累計基数はボルト組立形FRPの貯水槽が大半を占めております。

しかし、近年の年間製作基数統計(ALIA給水タンク出荷統計)では、ボルト組立形FRP貯水槽が6割に対し、溶接組立形パネル貯水槽は4割と、市場規模は大差なくなってきました。

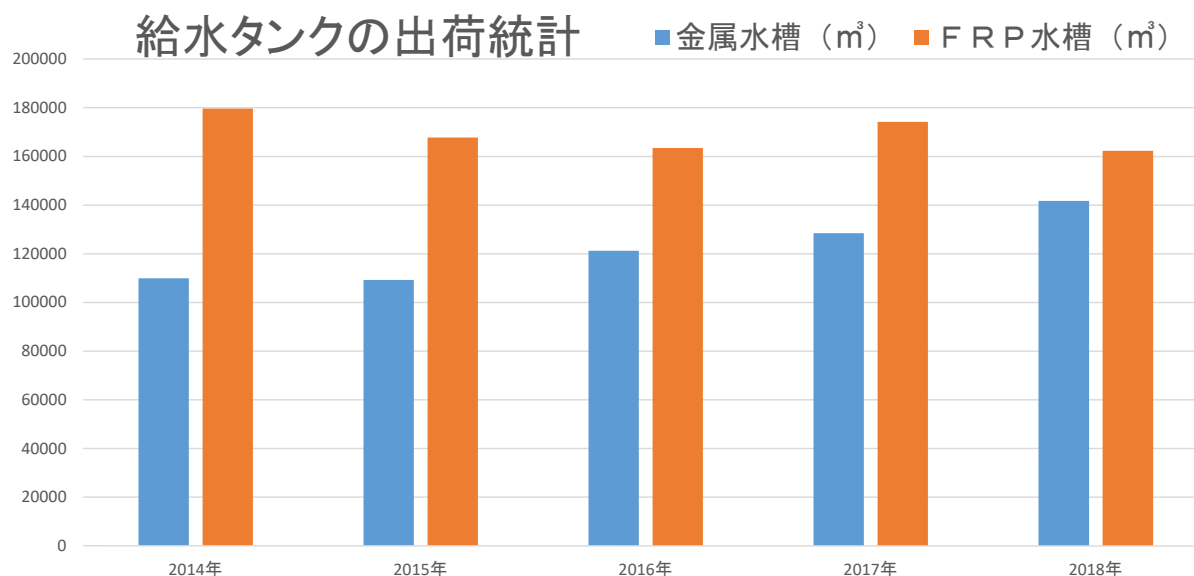
特に大型貯水槽に関しては同等となってきました。

今回の導入事例、貯水槽設置実績統計は溶接組立形パネル貯水槽が中心となったご報告となっておりますが、ボルト組立形FRP貯水槽の機能についても何ら遜色ないことを踏まえ、各々の水槽特性も考慮して、今後新たに防災用として設置される貯水槽機能のご検討をお願いいたします。

(一社)日本ステンレスタンク工業会

5

1. 貯水槽の種類



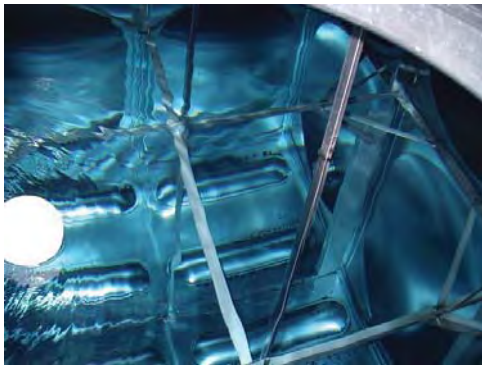
	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
金属水槽 (m³) トン	109,937	109,215	121,256	128,478	141,767
FRP水槽 (m³) トン	179,640	167,768	163,421	174,238	162,302

出展元: ALIA給水タンク出荷統計

(一社)日本ステンレスタンク工業会

6

溶接組立形ステンレスパネル貯水槽の特徴

ステンレスパネル貯水槽の外観	ステンレスパネル貯水槽の内部
全ての構造材をステンレスにしており、簡単なメンテナンスで長期的に使用できる。 定期清掃のみで材料の劣化はない 15年経過したタンクの外観例 	パネル材の組立はすべて溶接構造のため、初期時の水密性は恒久的に保持される。 マンホールから見た槽内の様子 太陽光の影響も無く水の劣化も少ない 
ステンレス鋼自体は太陽光線中の紫外線や熱・風雨等の作用による劣化はないため、素材強度が低下することはない。	耐用年数は一般的には25～30年であるが、簡単な清掃等で品質が維持できるため、ランニングコストは安価となる。

(一社)日本ステンレスタンク工業会

7

溶接組立形ステンレスパネル貯水槽の特徴

防災時の水確保～運べるタンク～

- 災害緊急時の仮設
- イベント開催時の仮設
- 建設現場での仮設
- 水槽リニューアル時の仮設

形式	呼称容量 (m3)	有効容量 (m3)	寸法 (W×L×H/mm)	製品重量 (kg)
MRT-8	8	6.0	2000×2000×2000	600
MRT-10	10	7.5	2000×2500×2000	650
MRT-12	12	9.0	2000×3000×2000	700
MRT-15	15	12.0	2000×3000×2500	950
MRT-25	25	20.0	2000×5000×2500	1500

ステンレス製
だから衛生的
清掃・メンテナンス
も容易

一体形製品を
現地に据付
簡単施工

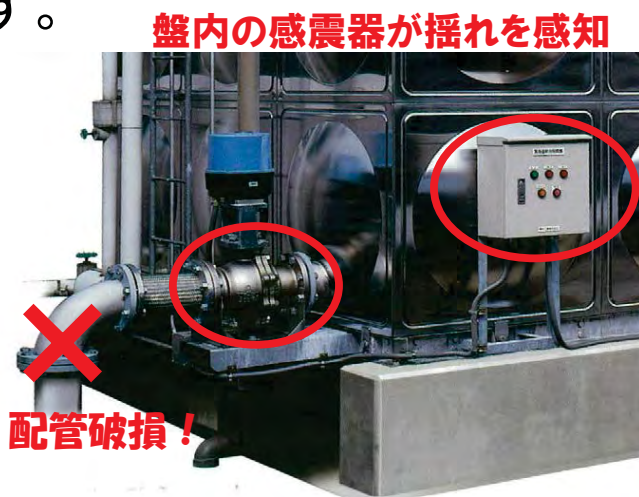
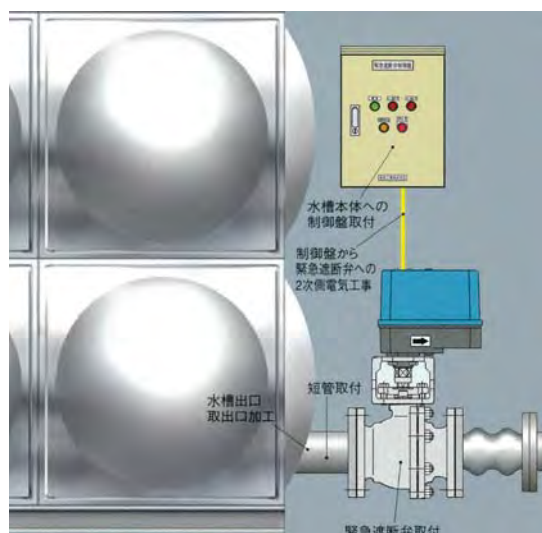


(一社)日本ステンレスタンク工業会

8

防災時の水確保～緊急遮断弁システム～

水槽における緊急遮断弁は、地震発生における揺れを利用して地震を感知することで、タンクの出水口に取り付けた弁を閉じ、貯水槽内の水の流出を防止するシステムとなります。



弁が閉じることで配管が破損しても
水槽内部の水は確保可能となる

(一社)日本ステンレスタンク工業会

9

2. 貯水槽導入事例

表 2-1 建築物の用途による1人当たり使用水量・使用時間

庁舎：官庁施設の実績による

その他の建築用途：空気調和・衛生工学便覧（第14版）より作成

建築用途	使用者種別	使用者数算出方法 *1	1人1日平均 使用水量 [L/(d・人)]	1日平均 使用時間 [h]	備 考
庁舎	常勤職員	延べ面積 15m ² 当り1人	40～80	8	職員厨房使用量は、 別途加算する。 20～30L/(人・食)
	外来者	常勤職員数に対する割合 0.05～0.1	40～80	8	
戸建て住宅 集合住宅 独身寮		住居者1人当り	200～400	10	
		有効面積当りの人員	200～350	15	
		0.16人/m ²	400～600	10	
総合病院		病床数	1,500～3,500	16	設備内容などにより 詳細に検討する。
		延べ面積 1m ² 当り	30～60		
宿泊施設 研修所		床数	350～450	12	
学校施設	生徒+職員	1人当り	70～100	9	教師・職員分も含む。 プール用水 (40～100ℓ/人) は 別途加算する。 実験・研究水は別途加算する。

貯水槽容量は750～1750Lit

貯水槽容量は35～50Lit

国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課監修
建築設備設計基準(平成30年版)から

(一社)日本ステンレスタンク工業会

10

2. 貯水槽導入事例 小・中学校 1/4

設置場所

静岡県静岡市立小学校

製品名

ステンレスパネル
ポンプ室付受水槽

水槽寸法

3000×4000×3500H 2槽式

水槽容量

42m³(t) (21m³(t) × 2槽)

緊急遮断弁

有り

生徒数

944名 44Lit/人



(一社)日本ステンレスタンク工業会

11

2. 貯水槽導入事例 小・中学校 2/4

設置場所

岐阜県立特別支援学校

製品名

ステンレスパネル
ポンプ室付受水槽

水槽寸法

3000×3500×2500H 2槽式

水槽容量

26.25m³(t) (13.125 m³(t) × 2槽)

緊急遮断弁

無し

生徒数

166名 158Lit/人
2016年開校



(一社)日本ステンレスタンク工業会

12

2. 貯水槽導入事例 小・中学校 3/4

設置場所

熊本県八代市立小学校

製品名

ステンレスパネル溶接形ポンプ
室付受水槽・消火水槽

水槽寸法

3000×4000×2500H 2槽式

水槽容量

30m³(^ト) (15 m³(^ト) × 2槽)

緊急遮断弁

無し

消火水槽

3000×1000×2500H 7.5m³(^ト)

生徒数

849名 35Lit/人

(一社)日本ステンレスタンク工業会



13

2. 貯水槽導入事例 小・中学校 4/4

設置場所

香川県高松市立中学校

製品名

ステンレスパネル
ポンプ室付受水槽

水槽寸法

4000×3000×2500H 2槽式

水槽容量

30m³(^ト) (15m³(^ト) × 2槽)

緊急遮断弁

有り

生徒数

804人 37Lit/人



(一社)日本ステンレスタンク工業会

14

2. 貯水槽導入事例 病院施設

1/5

設置場所

新潟県立がんセンター病院

製品名

ステンレスパネル受水槽

水槽寸法

6000×9000×3000H 2槽式

水槽容量

162m³(t) (81 m³(t) × 2槽)

緊急遮断弁

有り

病床数

421床 385Lit/床＋鋼製水槽



(一社)日本ステンレスタンク工業会

15

2. 貯水槽導入事例 病院施設

2/5

設置場所

福井赤十字病院

製品名

ステンレスパネル受水槽

水槽寸法

3000×6000×3000H 2槽式

水槽容量

54m³(t) (27 m³(t) × 2槽)

緊急遮断弁

有り

病床数

600床 86Lit/床＋FRP水槽



(一社)日本ステンレスタンク工業会

16

2. 貯水槽導入事例 病院施設

3/5

設置場所

岐阜大学医学部附属病院

製品名

ステンレスパネル受水槽

水槽寸法

9000×10000×5000H 2基

水槽容量

450m³(ト) × 2基 = 900m³(ト)

緊急遮断弁

有り

病床数

614床 1465Lit/床



(一社)日本ステンレスタンク工業会

17

2. 貯水槽導入事例 病院施設

4/5

設置場所

国立病院機構

東広島医療センター

製品名

ステンレスパネル

ポンプ室付受水槽

水槽寸法

11000×18000×4500H 4槽

水槽容量

891m³(ト) (222.75m³(ト)×4槽)

緊急遮断弁

有り

病床数

401床 2222Lit/床



(一社)日本ステンレスタンク工業会

18

2. 貯水槽導入事例 病院施設

5/5

設置場所

長崎県病院企業団
長崎県対馬病院

製品名

ステンレスパネル
ポンプ室付受水槽・消火水槽

水槽寸法

6000×20000×3000H 2槽式

水槽容量

360m³(ト) (180m³(ト)×2槽)

緊急遮断弁

有り

消火水槽

6000×1500×2500H 22.5m³(ト)

病床数

450床 800Lit/床

(一社)日本ステンレスタンク工業会



19

2. 貯水槽導入事例 老健施設

1/1

設置場所

社会福祉法人 陽風園

製品名

ステンレスパネル
ポンプ室付受水槽

水槽寸法

5000×12000×2500H 2槽式

水槽容量

150m³(ト) (75m³(ト)×2槽)

緊急遮断弁

無し

定員

460名 326Lit/人



(一社)日本ステンレスタンク工業会

20

2. 貯水槽導入事例 道の駅 1/1

設置場所

岐阜県可児ツテ道の駅

製品名

ステンレスパネル 受水槽

水槽寸法

5000×5000×3000H 1槽式

水槽容量

75m³(トン)

緊急遮断弁

有り



緊急遮断弁と給水栓



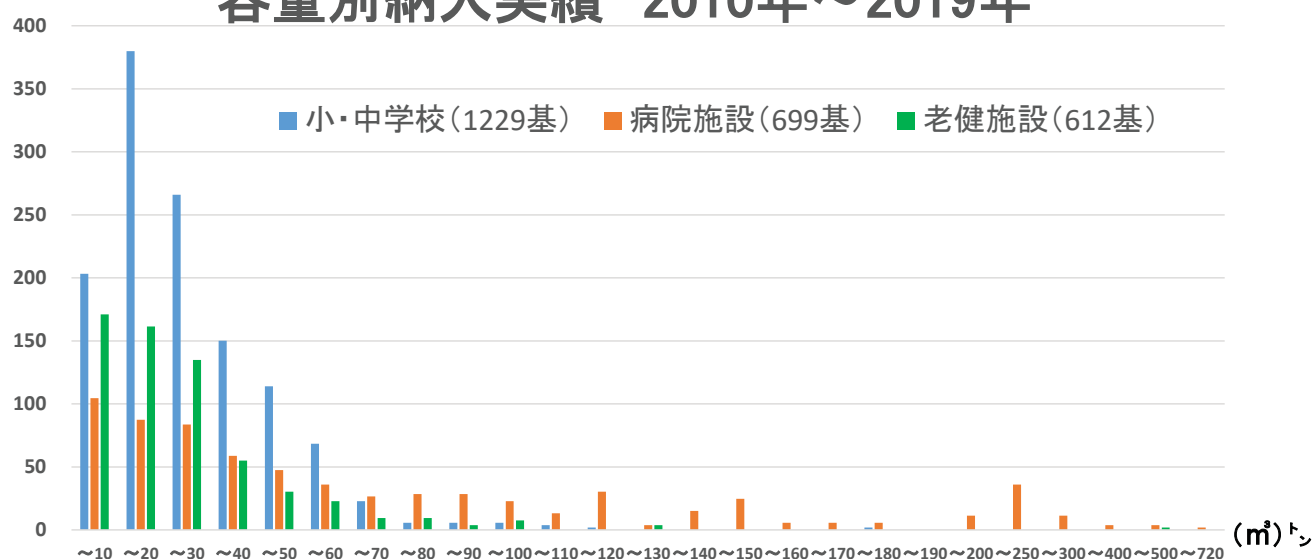
緊急遮断弁用制御盤

(一社)日本ステンレスタンク工業会

3. 貯水槽設置実績統計

(基)

容量別納入実績 2010年～2019年

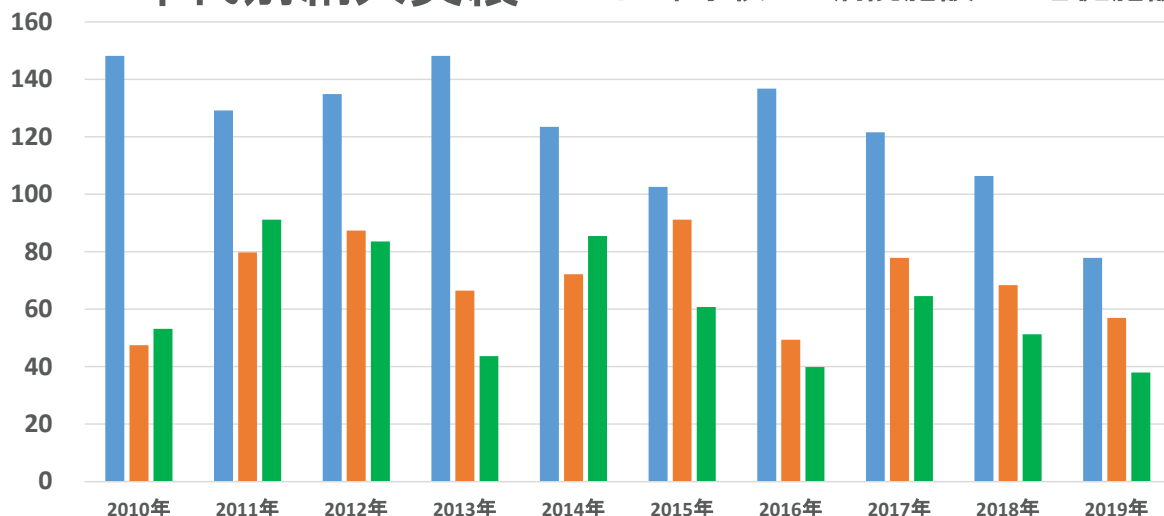


サイズ	～10	～20	～30	～40	～50	～60	～70	～80	～90	～100	～110	～120	～130	～140	～150	～160	～170	～180	～190	～200	～250	～300	～400	～500	～720
小・中学校	203	380	266	150	114	68	23	6	6	6	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
病院施設	104	86	83	59	48	36	27	29	29	23	13	30	4	15	25	6	6	6	0	11	38	11	4	4	2
老健施設	170	161	135	55	30	23	10	10	4	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

(一社)日本ステンレスタンク工業会

3. 貯水槽設置実績統計

(基) 年代別納入実績 ■ 小・中学校 ■ 病院施設 ■ 老健施設



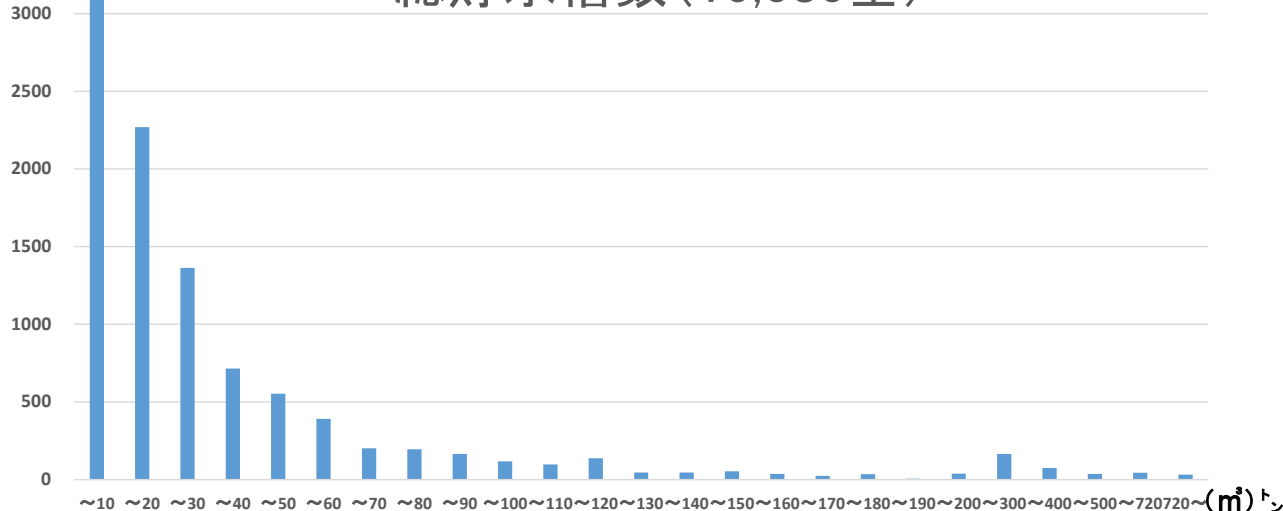
	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	合計
小・中学校	147	129	135	148	124	103	137	122	106	78	1,229
病院施設	48	80	87	67	72	91	49	78	68	59	699
老健施設	53	90	84	44	86	61	40	65	51	38	612

(一社)日本ステンレスタンク工業会

23

3. 貯水槽設置実績統計

(基) 容量別納入実績 2010年～2019年
総貯水槽数(10,080基)



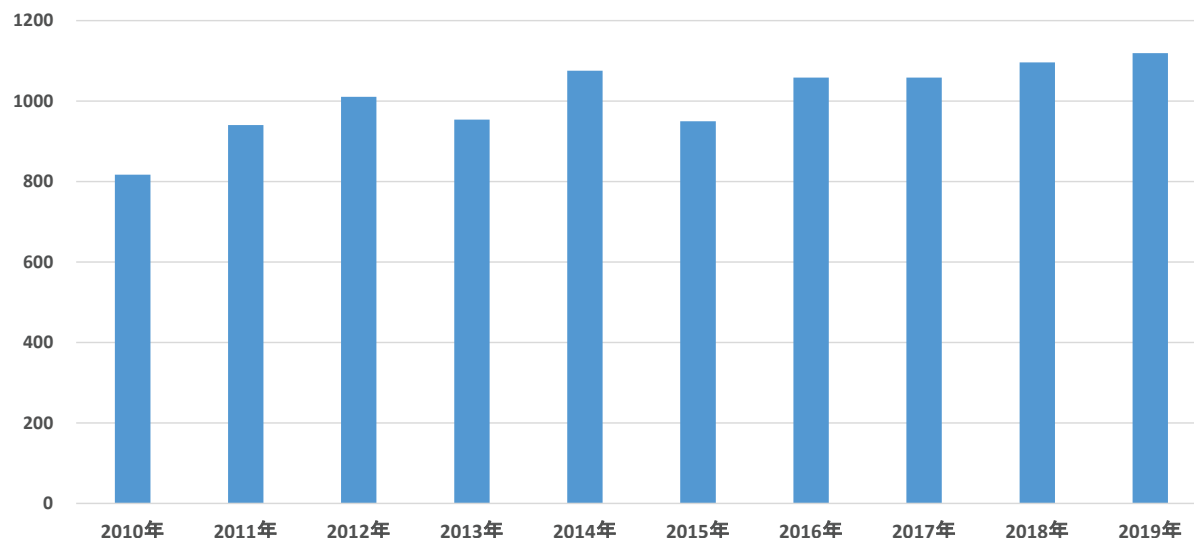
サイズ (m³)	～10	～20	～30	～40	～50	～60	～70	～80	～90	～100	～110	～120	～130	～140	～150	～160	～170	～180	～190	～200	～300	～400	～500	～720	～720
貯水槽 (基)	3242	2269	1362	714	553	391	201	196	165	118	97	137	46	46	53	36	25	34	6	38	165	74	36	44	32

(一社)日本ステンレスタンク工業会

24

3. 貯水槽設置実績統計

(基) 総貯水槽の年代別納入実績



	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	合計
貯水槽(基)	817	941	1,011	954	1,075	950	1,058	1,058	1,096	1,120	10,080

(一社)日本ステンレスタンク工業会

25

4. 受水槽内塩素消費量実態調査 結果報告書

参考資料



平成26年8月



<https://www.pref.chiba.lg.jp/suidou/keikaku/shingikai/jusuisou-kenkyukai/>

(一社)日本ステンレスタンク工業会

26

4. 受水槽内塩素消費量実態調査 結果報告書

本報告書は、千葉県水道局が有識者で構成する研究会から意見を伺いながら平成23 年7 月から平成26 年3 月までの3 か年にかけて実施した受水槽内塩素消費量実態調査の成果をとりまとめたものである。

1.使用中の受水槽を対象とした調査(A 調査)

使用中の受水槽における残留塩素の挙動を確認するため、受水槽の流入出水の残留塩素及び水温並びに流入量の連続測定などを行う調査。

2.長期に使用停止している受水槽を想定した調査(B 調査)

学校の夏季休暇等、長期に使用停止している受水槽内での残留塩素の減少状況を確認するため、受水槽の流出入を遮断した状態で貯留水の残留塩素及び水温の連続測定などを行う調査。

使用中の受水槽を対象とした調査(A 調査)

調査内容

使用中の受水槽における残留塩素の挙動を確認するため、受水槽の流入出水の残留塩素及び水温並びに流入量の連続測定を行ったものであり、調査イメージは下図のとおりである。



使用中の受水槽内における残留塩素の推定

使用中の受水槽内の残留塩素の推定条件

時期	水温	受水槽流入 残留塩素*
冬季	15℃	0.52mg/ℓ
春秋期・夏期	25℃	0.62mg/ℓ
最夏季	30℃	0.69mg/ℓ

* 平成24 年度の水質自動監視装置62 台の測定結果の平均値

受水槽流出時に必要とする残留塩素は、高置水槽が無い場合は0.1mg/ℓとし、高置水槽がある場合は測定の結果から受水槽流出以降の塩素消費量0.13mg/ℓ とし、合わせて0.23 mg/ℓ とした。

・受水槽流出時に必要とする残留塩素

高置水槽がない場合:0.1mg/ℓ・・・給水栓に必要な残留塩素

高置水槽がある場合:0.23mg/ℓ(=0.13mg/ℓ+0.1mg/ℓ)

・・・0.13mg/ℓは今回計測した高置水槽での塩素消費量の平均最大値を採用

(一社)日本ステンレスタンク工業会

29

使用中の受水槽内における残留塩素の推定

推定結果

高置水槽 の有無	受水槽流出 残留塩素目標値	定期 清掃	給水栓残塩が0.1mg/ℓに到達する日数		
			冬期	春秋期・夏期	最夏季
有	0.23mg/ℓ	有	4.3日	3.6日	3.5日
		無	1.4日	1.5日	1.6日
無	0.1mg/ℓ	有	8.8日	6.7日	6.2日
		無	2.9日	2.8日	2.8日

結果として、高置水槽がある場合では、定期清掃を行っていれば滞留日数が3、4日程度でも問題無いが、定期清掃を行っていないと滞留日数が1.5日を超えると給水栓の残留塩素が0.1mg/Lを下回る可能性があることとなった。また、**高置水槽がない場合では、定期清掃を行っていれば滞留日数が6、7日程度でも問題無いが、定期清掃を行っていないと滞留日数が3日を超えると給水栓の残留塩素が0.1mg/Lを下回る可能性があることとなった。**

これらの結果から、定期清掃の有無が、受水槽内の残留塩素に大きく影響することがわかった。

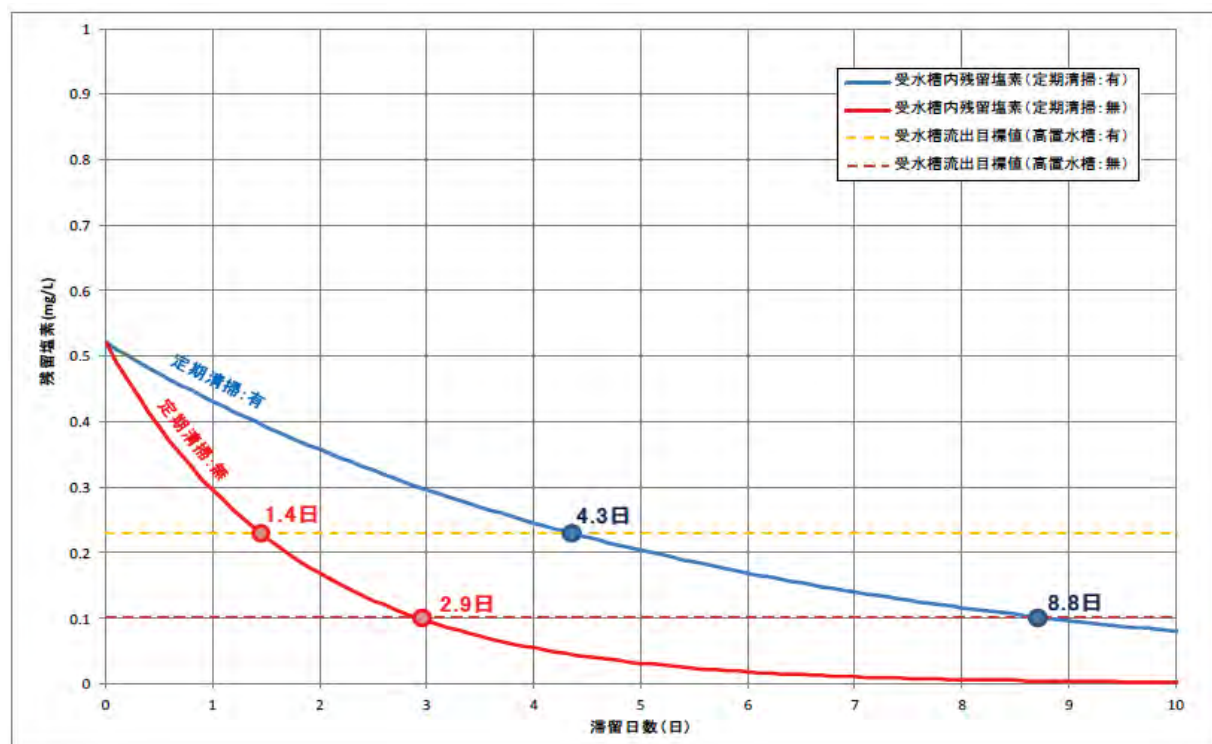
* 定期清掃の残留塩素減少速度については、60箇所のデータからの相関関係から想定した値です。

(一社)日本ステンレスタンク工業会

30

使用中の受水槽内における残留塩素の推定

冬期の推定結果

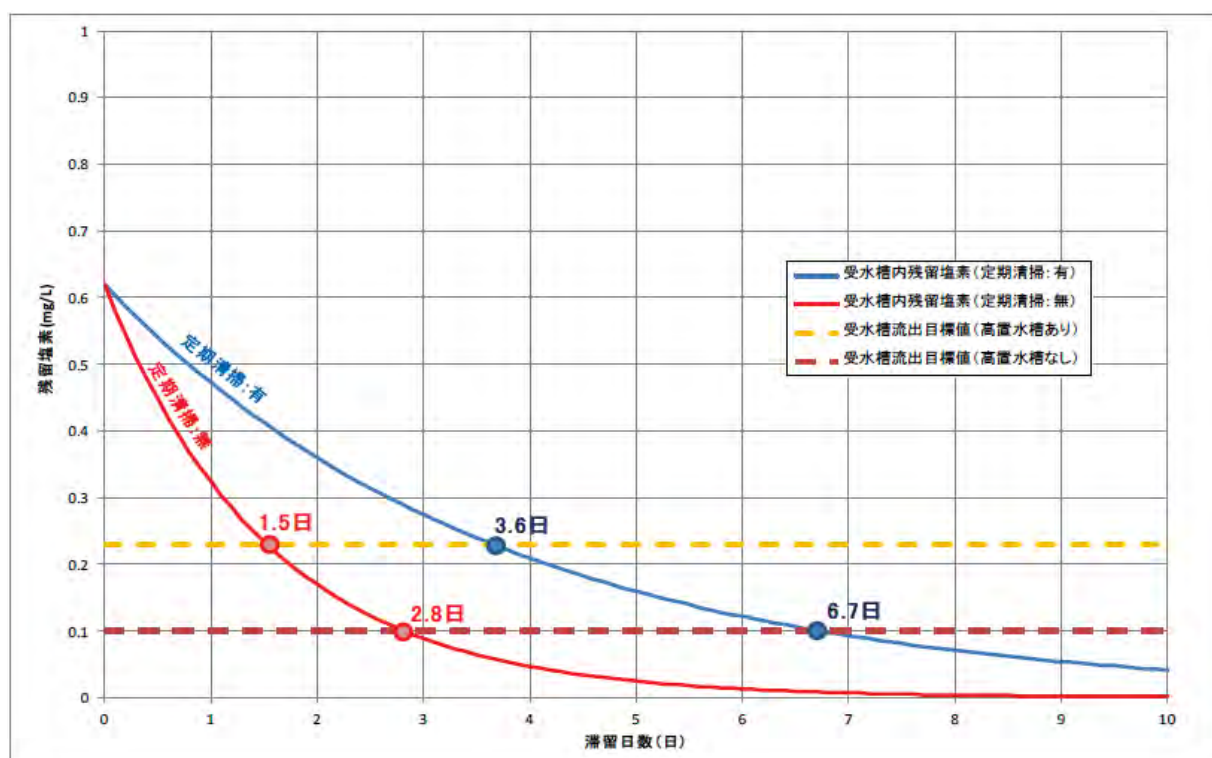


(一社)日本ステンレスタンク工業会

31

使用中の受水槽内における残留塩素の推定

春秋期・夏期の推定結果

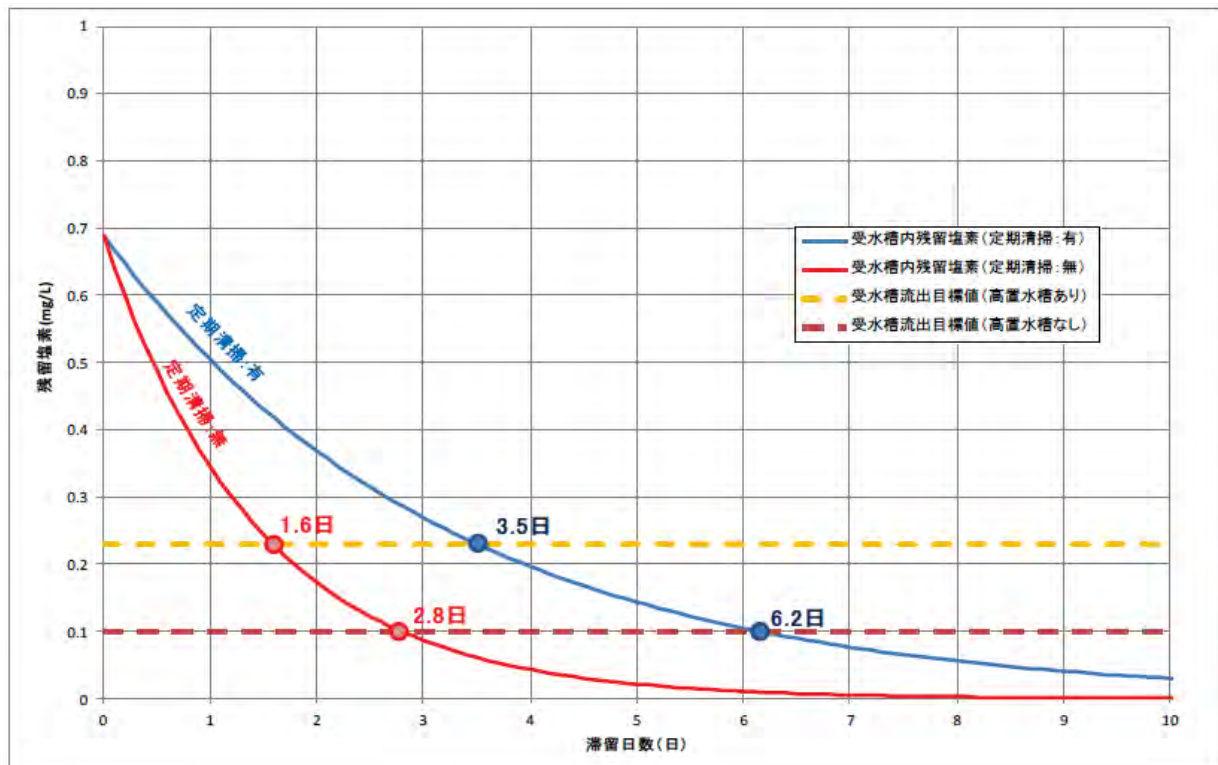


(一社)日本ステンレスタンク工業会

32

使用中の受水槽内における残留塩素の推定

最夏期の推定結果



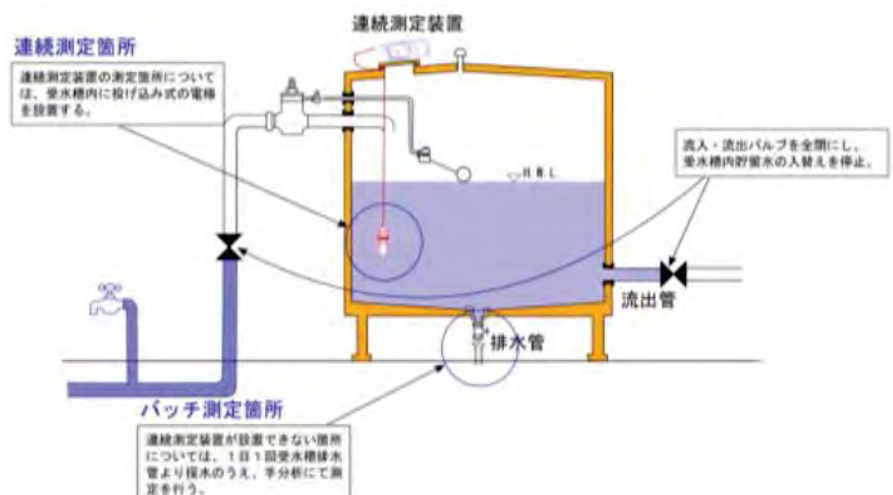
(一社)日本ステンレスタンク工業会

33

長期に使用停止している受水槽を想定した調査(B 調査)

調査内容

学校の夏季休暇等で長期に使用停止している受水槽内での残留塩素の減少状況を確認するため、受水槽の流入出水を遮断した状態で受水槽内の貯留水の残留塩素及び水温を連続測定したものであり、調査イメージは下図のとおりである。



(一社)日本ステンレスタンク工業会

34

使用停止している受水槽内の塩素消費量の推定

使用中の受水槽内の残留塩素の推定条件

時期	水温	TOC* ¹ (有機物)	受水槽流入 残留塩素* ²	塩素添加から の経過時間
冬季	15℃	0.69mg/ℓ	0.52mg/ℓ	24hr
春秋期・夏期	25℃	0.60mg/ℓ	0.62mg/ℓ	
最夏季	30℃	0.63mg/ℓ	0.69mg/ℓ	

*1各時期の全浄水場の水質日報の平均値

*2 平成24 年度の水質自動監視装置62 台の測定結果の平均値

受水槽流出時に必要とする残留塩素は A 調査での推定と同様に、高置水槽が無い場合は0.1mg/ℓとし、高置水槽がある場合は測定の結果から受水槽流出以降の塩素消費量0.13mg/ℓとし、合わせて0.23 mg/ℓ とした。

・受水槽流出時に必要とする残留塩素

高置水槽がない場合:0.1mg/ℓ・・・給水栓に必要な残留塩素

高置水槽がある場合:0.23mg/ℓ(=0.13mg/ℓ+0.1mg/ℓ)

・・・0.13mg/ℓは今回計測した高置水槽での塩素消費量の平均最大値を採用

(一社)日本ステンレスタンク工業会

35

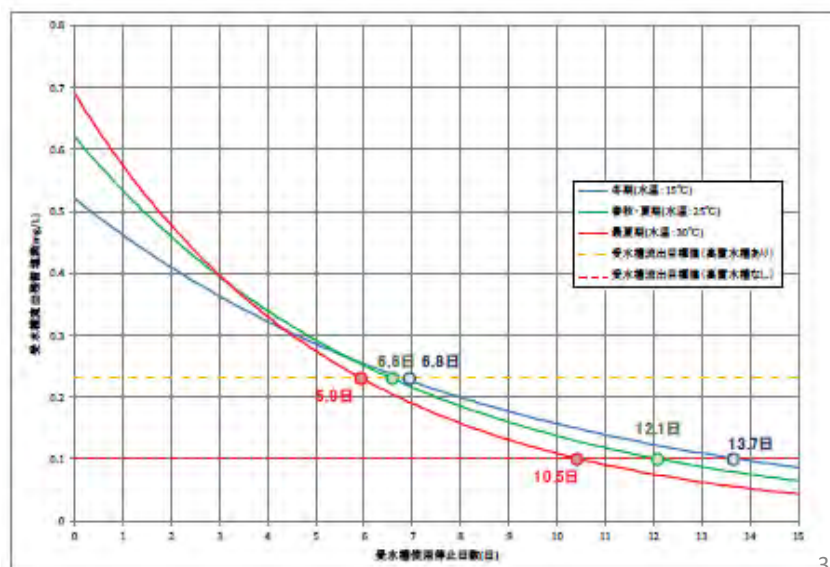
使用停止している受水槽内の塩素消費量の推定

高置水槽 の有無	受水槽流出 残留塩素目標値	給水栓残塩が0.1mg/ℓ に到達する日数		
		冬期	春秋期・夏期	最夏季
有	0.23mg/ℓ	6.8 日	6.6 日	5.9 日
無	0.1mg/ℓ	13.7 日	12.1 日	10.5 日

推定結果

結果として、受水槽の使用停止期間が、高置水槽がある場合で6日間、高置水槽がない場合は10日間を超えると残留塩素の管理に留意する必要があることがわかった。

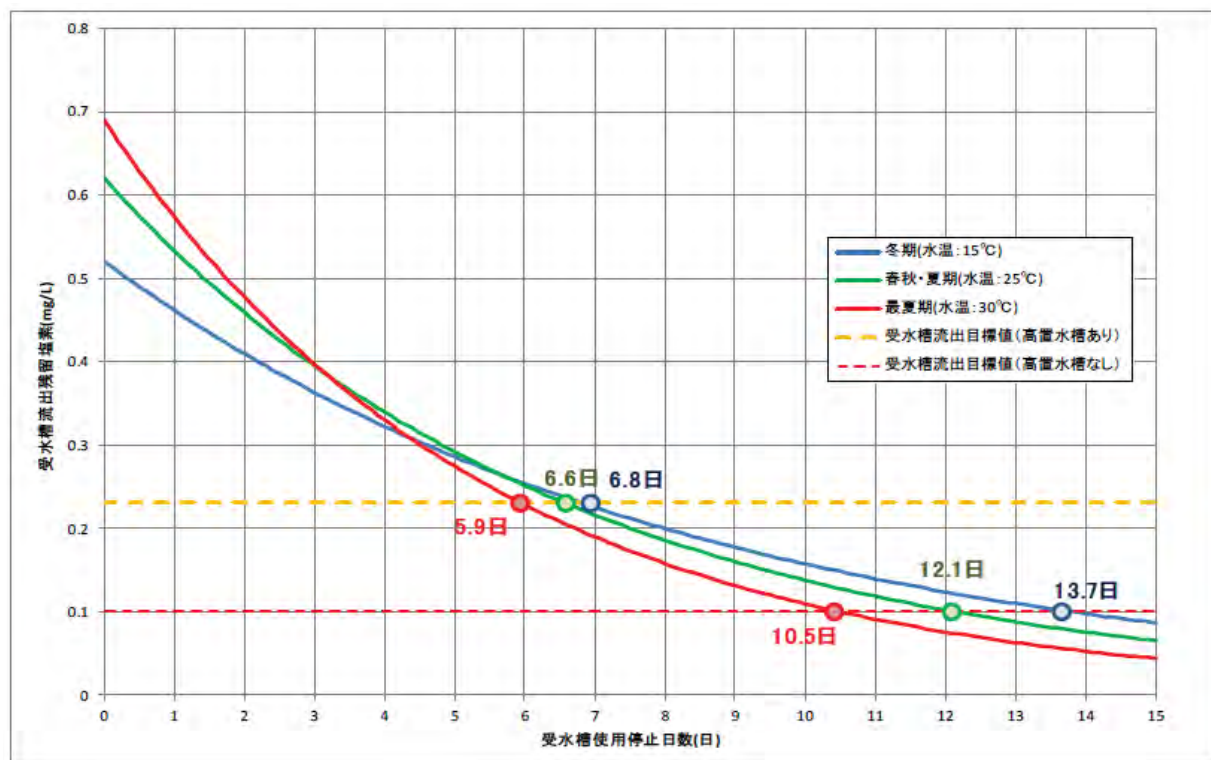
(一社)日本ステンレスタンク工業会



36

使用停止している受水槽内の塩素消費量の推定

長期に使用停止している受水槽内の塩素消費量(推定結果)



(一社)日本ステンレスタンク工業会

37

4. 受水槽内塩素消費量実態調査 結果報告書

「受水槽内塩素消費量実態調査結果報告書」は平成26年8月に千葉水道局様にて作成されたものです。今回ご報告した内容については、その報告書から引用・抜粋したものですので、本文の詳細につきましては、下記URLにてご確認ください。



<https://www.pref.chiba.lg.jp/suidou/keikaku/shingikai/jusuisou-kenkyukai/>

(一社)日本ステンレスタンク工業会

38

5. 国土強靱化に資する商品の紹介

1. 地上設置型 ステンレス鋼製 耐震性貯水槽
2. ステンレス鋼製 貯水機能付給水管
3. ステンレス鋼製 緊急給水タンク
4. ステンレス鋼製 仮設タンク

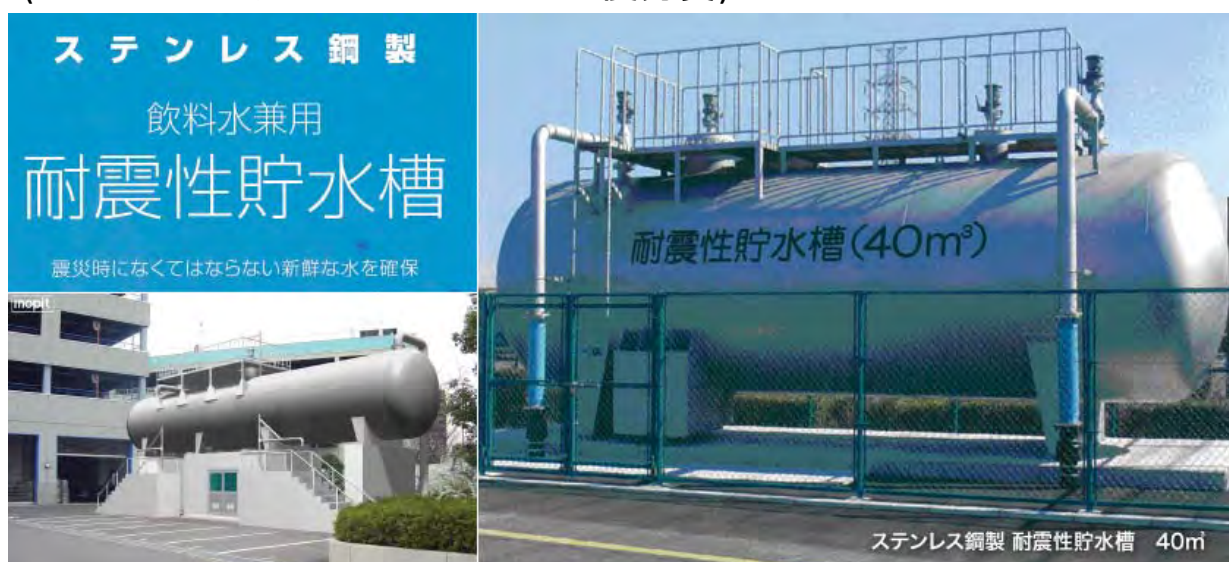
(一社)日本ステンレスタンク工業会

39

地上設置型 ステンレス鋼製 耐震性貯水槽

ステンレス鋼製 耐震性貯水槽の特長として、平常時は水道管の一部として機能し、災害などの非常時には、消火・飲料水用の水を確保するために機能します。また、地上式にすることで、素早い給水が可能で、住人認知度も高くなります。

(ジャパンレジリエンスアワード2017優秀賞)



(一社)日本ステンレスタンク工業会

40

地上設置型 ステンレス鋼 飲料水兼用耐震性貯水槽

総務省消防庁所管で消防力の整備指針に基づき整備

名称	用途	概要
防火水槽	消火用	大規模地震発生時に予想される同時多発的な火災に対応するタンク（耐震性未考慮）
耐震性貯水槽	消火用	防火水槽の機能＋耐震性を考慮したタンク
飲料水兼用耐震性貯水槽	消火用＋飲料用	耐震性貯水槽＋飲料水の供給が困難となる事態を想定し被災民の3日分の飲料水を確保したタンク

(一社)日本ステンレスタンク工業会

41

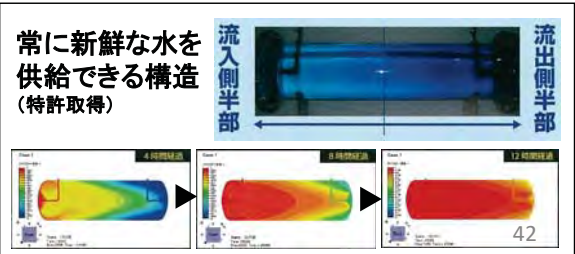
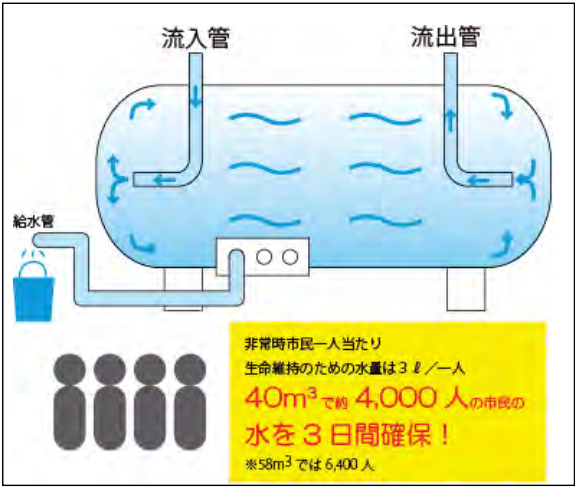
地上設置型 ステンレス鋼 飲料水兼用耐震性貯水槽

水道本管に直接接続し、通常時は水道本管の一部として、非常時は消火水槽・貯水槽として利用できます。

- ステンレス製だから衛生的
- 地上設置で住民への高い認知度
- 工場内製作で優れた施工性
- 高い耐震性・耐久性
- 優れたメンテナンス性



(一社)日本ステンレスタンク工業会



地上設置型 ステンレス鋼 飲料水兼用耐震性貯水槽

耐震性貯水槽の設置例



ステンレス製地上設置



鋼板製埋設式



コンクリート製埋設式

非常時対応

地上設置タイプは
電源を喪失しても貯水槽中の水を
簡単に取り出せる

(一社)日本ステンレスタンク工業会

43

地上設置型 ステンレス鋼 飲料水兼用耐震性貯水槽

設置場所による比較	地上設置	埋設式
非常時対応	電源を喪失しても中の水を簡単に取り出せる	設置場所によっては地盤液状化の影響を受け使用不可となることがある
メンテナンス性	メンテナンスが容易 異常発生時に早期発見が出来る	メンテナンスが困難 異常発見が困難
給水方法	災害時に給水を行う際、自然流下で送水が可能	送水にポンプ等の機器が必要となる。また、機器の日常点検も必要となる
土地の有効利用	地上設置の為、土地が有効利用出来ない	埋戻しを行った後の土地は運動場、駐車場などの有効利用が出来る
施工性	基礎を製作⇒タンクをアンカーにて固定の為、簡易工事となる	掘削⇒タンク埋設⇒埋戻し作業で大規模工事となる
価格	工事が簡易の為、工事費が埋設式に比べ安価になる。緊急遮断弁装置が不要な為、安価となる	大規模工事の為、工事費が地上設置に比べ高くなる。緊急遮断弁装置が高価である

(一社)日本ステンレスタンク工業会

44

ステンレス鋼製 貯水機能付給水管

ステンレス鋼製 貯水機能付給水管(球形・給水タンク)を設置することで、地震など有事の際に断水になった場合、貯水機能をもたない「直結給水方式」のデメリットを改善。直結給水管の途中に球形タンクのような貯水機能のついた給水管を設置することで通常時は直結給水、いざというときは容量分の「水」を確保する、ステンレス鋼製貯水機能付給水管です。

(ジャパンレジリエンスアワード2017最優秀レジリエンス賞)

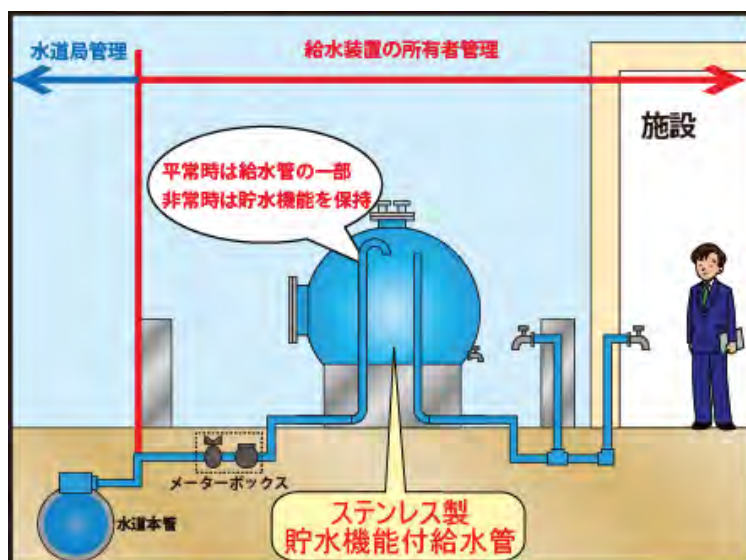


(一社)日本ステンレスタンク工業会

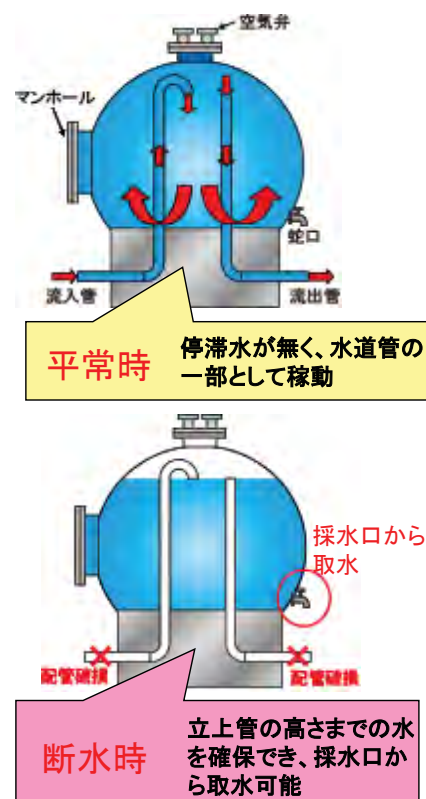
45

ステンレス鋼製 貯水機能付給水管

- 清潔で耐久性の高いステンレス製球形型。
- メーターボックスの施設側に設置いたします。
- 設置場所、必要容量に応じてご相談に応じます。
- 給水装置材料の基準適合品の自己認証品。



(一社)日本ステンレスタンク工業会



46

ステンレス鋼製 緊急給水タンク

ステンレス鋼製 緊急給水タンクは、トラックに簡単に積み込める移動性と軽さ、水質を守る衛生性、長時間の輸送に耐える強度をそなえております。災害時などにおいて、迅速な水の確保を可能にします。



(一社)日本ステンレスタンク工業会

47

ステンレス鋼製 緊急給水タンク

特長

- 迅速に水を輸送するための軽さ
- 安全な水を確保するための衛生性
- 長時間の輸送に耐える強度

緊急防災タンクラインナップ

タンク内容積(m³)	寸法(W×L×H/mm)	製品重量(kg)
1.0	1000×1000×1000	110
1.5	1000×1500×1000	145
2.0	1000×2000×1000	175

災害時に各応急給水拠点へ運搬

↓
給水車が循環し給水後素早く次の給水拠点へ



(一社)日本ステンレスタンク工業会

48

ステンレス鋼製 仮設タンク

ステンレス鋼製 仮設タンクは、災害現場や避難場所などの給水用仮設タンクとして、必要なときに、必要な期間の設置が可能です。



(一社)日本ステンレスタンク工業会

49

ステンレス鋼製 仮設タンク

防災時の水確保～運べる仮設タンク～

- 災害緊急時の仮設
- イベント開催時の仮設
- 建設現場での仮設
- 水槽リニューアル時の仮設

形式	呼称容量 (m3)	有効容量 (m3)	寸法 (W×L×H/mm)	製品重量 (kg)
MRT-8	8	6.0	2000×2000×2000	600
MRT-10	10	7.5	2000×2500×2000	650
MRT-12	12	9.0	2000×3000×2000	700
MRT-15	15	12.0	2000×3000×2500	950
MRT-25	25	20.0	2000×5000×2500	1500

ステンレス製
だから衛生的
清掃・メンテナンス
も容易

一体形製品を
現地に据付
簡単施工



(一社)日本ステンレスタンク工業会

50

災害時における水の確保

日本赤十字社 災害医療統括監
日本赤十字社医療センター
国内・国際医療救援部
丸山 嘉一

2020年3月23日



日本赤十字社
Japanese Red Cross Society

3・3・3の法則

3分・3日・3週間の法則

人間は、

呼吸が

3分絶たれると、

水が

3日絶たれると、

食料が

3週間絶たれると、

生死に影響が出てしまう。

呼吸＞水＞食料の順に大切

人が一日に必要な水の量は？

スフィアハンドブック 2018 日本語版 5. 給水、衛生および衛生促進(本文のみ)

ニーズ	量 (リットル/人/日)	状況に応じて考慮される事項
生存に必要な水:水の摂取量 (飲料および食べ物)	2.5-3	気候や生理的個人差による
衛生上の行動	2-6	社会的および文化的規範による
基本的な調理	3-6	食べ物の種類や社会的および文化的規範による
基本的な水の総量	7.5-15	

災害時の生活用水確保

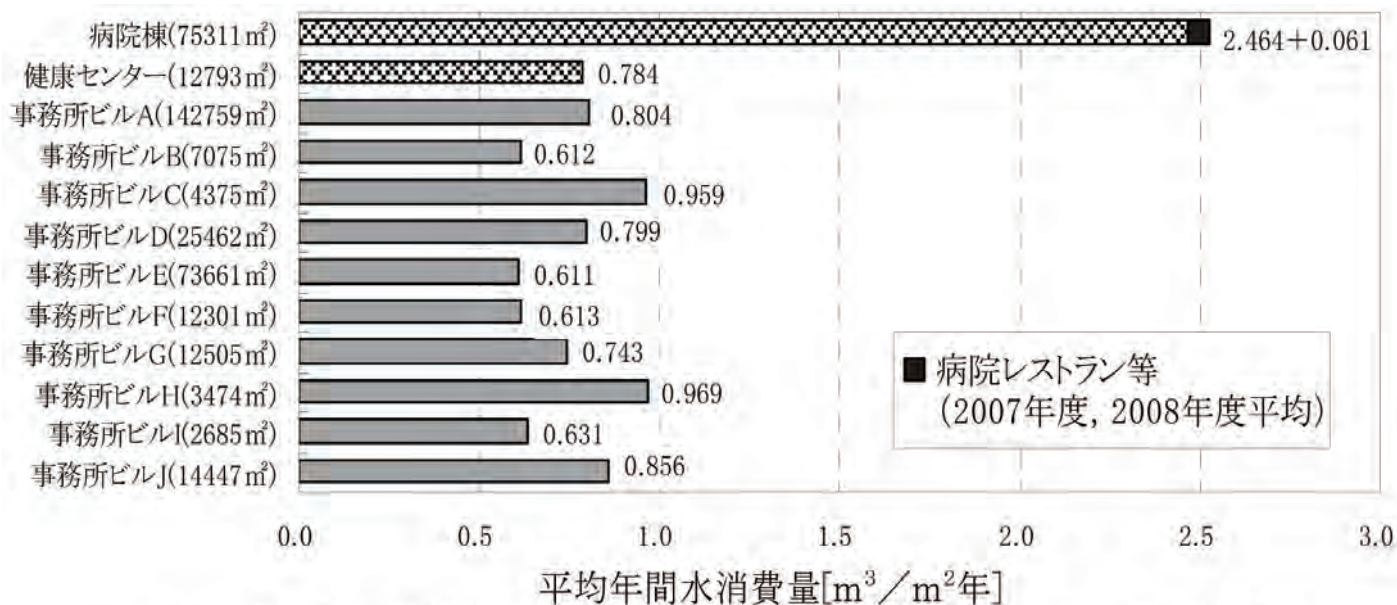


← 国内でも

海外でも →



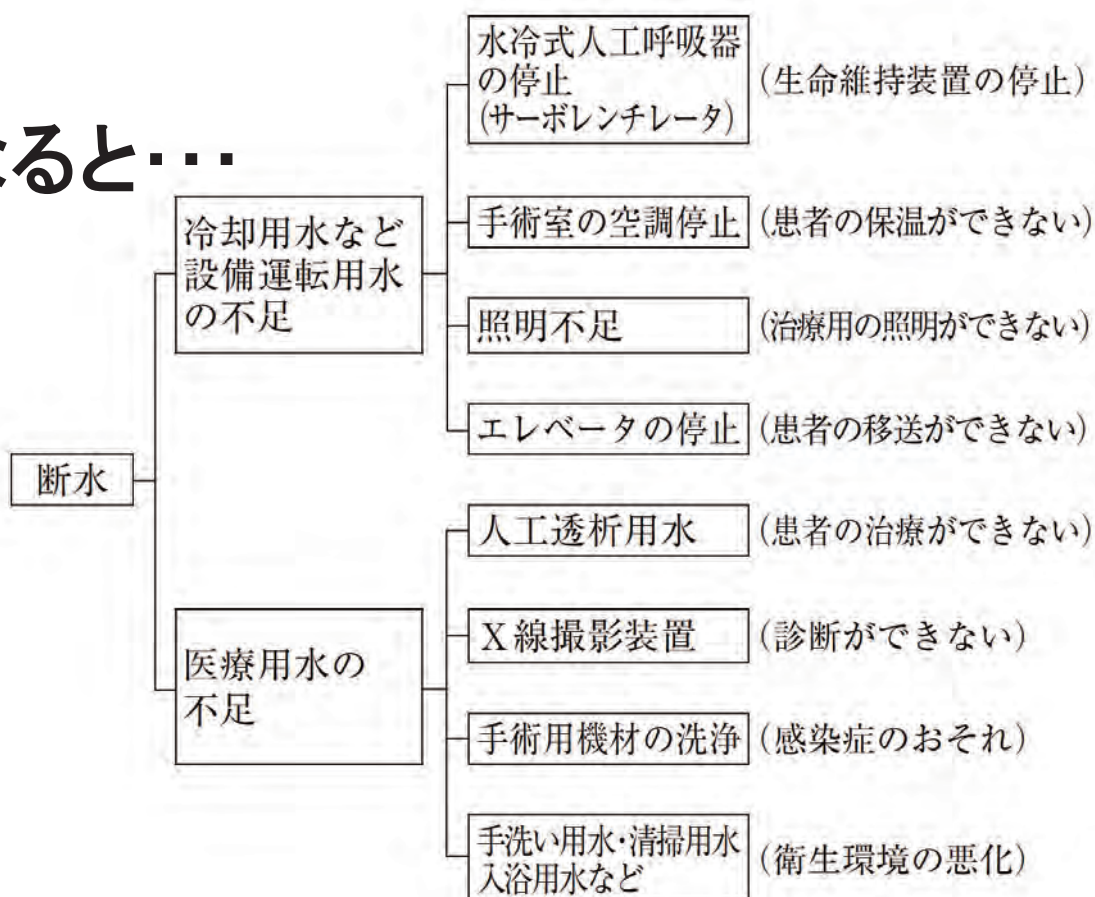
病院はかなり水を使う！



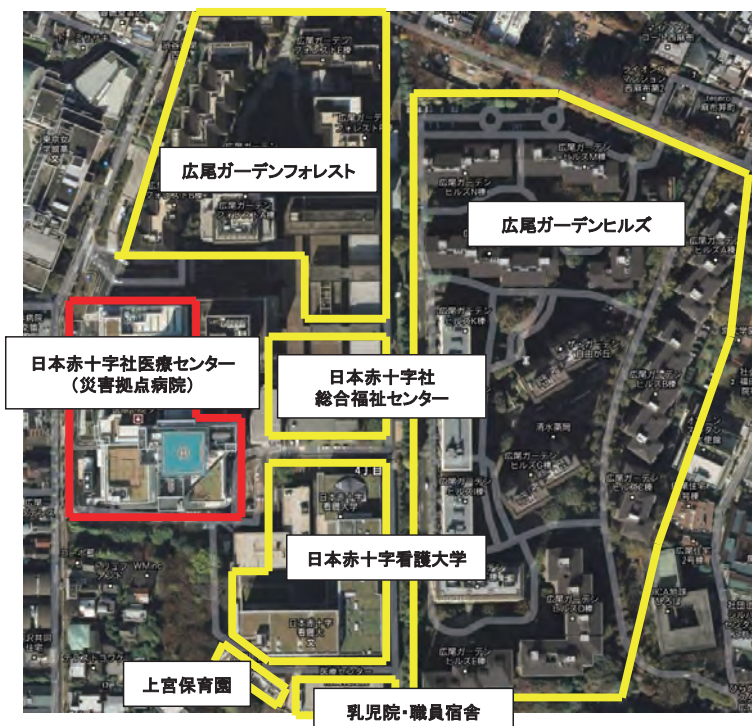
病院レストラン等以外は、いずれも 2003 年度～2008 年度の平均年間水消費量

大規模病院におけるエネルギーと水の消費量に関する調査研究
日本建築学会技術報告集 第17巻 第35号, 233-238, 2011年2月

病院が 断水になると...



日本赤十字社医療センター 周辺の状況



当院の設備整備の現状



免震装置



非常用自家発電設備
最大需用電力の概ね70%
燃料備蓄 3日分



受水槽

受水槽100 t × 2槽

貯水量:
平常時の半日～1日分

他の赤十字病院との整備設備比較 (ライフライン途絶時の対応)

	当院 (708床)	N病院 (852床)	O病院 (945床)	K病院 (480床)	I病院 (402床)	S病院 (455床)
(電気) 非常用 自家発電設備	灯油 3日間	灯油	A重油	軽油	A重油	灯油
(水) 受水槽	半日～ 1日間					
井戸 (災害時使用可能)	無し	有り (上水用)	有り (上水用)	有り (雑用水用)	無し	無し
(ガス) ボイラ	燃料切替	燃料切替	燃料切替	燃料切替	低圧切替	燃料切替



水不足に陥った熊本赤十字病院の浄水槽に水を運ぶ自衛隊員ら＝熊本市東区（写真：産経新聞）



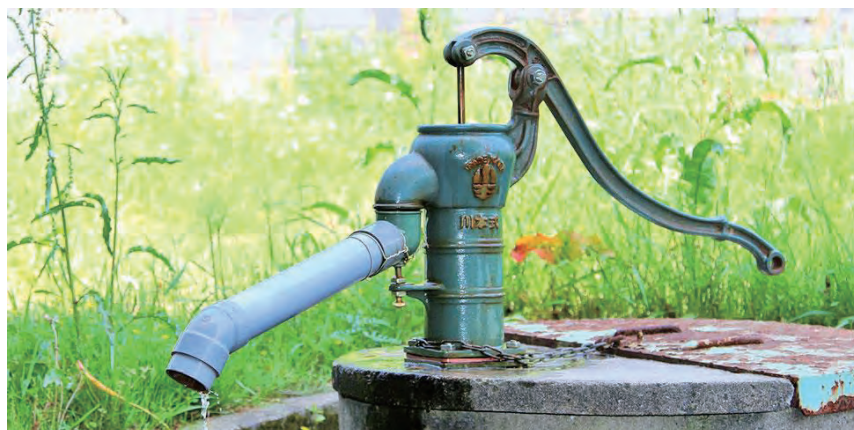
被災病院の対応と首都直下地震からの検証

		当院	I病院	東日本 大震災時	首都直下地震 被害想定
(電気) 非常用 発電機設備	停電時運用	灯油 3日間	A重油 3日間	停電 2日間	停電 6日間
(水) 受水槽	平常時	半日	半日	断水 6日間	断水 30日間
	災害時運用	2日間	2日間		
井戸	災害時使用可	無し	無し	—	—
(ガス) ボイラ	災害時運用	燃料切替	低圧切替	停ガス 30日間	停ガス 55日間

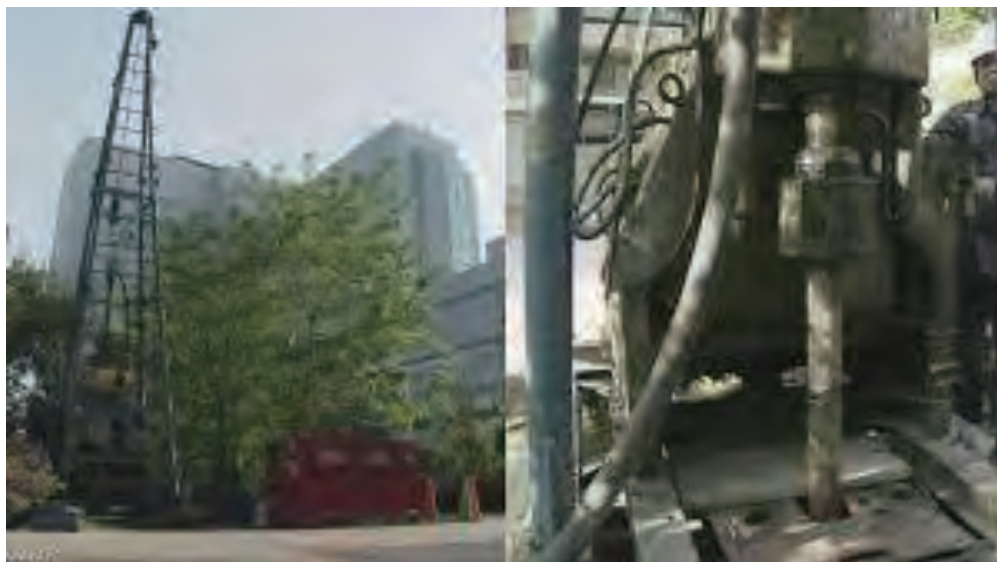
当院の災害時必要な上水量の算定

給水先	使用先	通常平日 (一日最大使用量)	通常休日 (一日最大使用量)	災害(断水)時 (一日最大使用量)	対応日数
受水槽 (100 t × 2 槽)	厨房機器 検査機器 人工透析 オートクレーブ 空調加湿	350 t	170 t	110 t	1～2日間
ボイラ給水槽 (18 t × 2 槽)	ボイラ軟水	7 t	7 t	7 t	5～6日間
冷却塔補給水槽 (270 t × 1 槽)	冷却塔補給水	343 t	132 t	80 t	3日間 (排水は雨水 貯留槽)
雑用水槽 (170 t × 2 槽)	トイレ洗浄水	220 t	100 t	100 t (蓄熱水槽から 2,000 t 補給)	20日間
排水先	—	通常平日 (一日の汚水流入量)	通常休日 (一日の汚水流入量)	災害 (下水断水) 時 (一日の下水貯留量)	
汚水槽 (55 t × 2 槽)	—	570 t	270 t	210 t (汚水槽満水後は、 災害時汚水槽へ流入)	5～6日間
災害時汚水槽 (1100 t × 1 槽)	—	—	—		

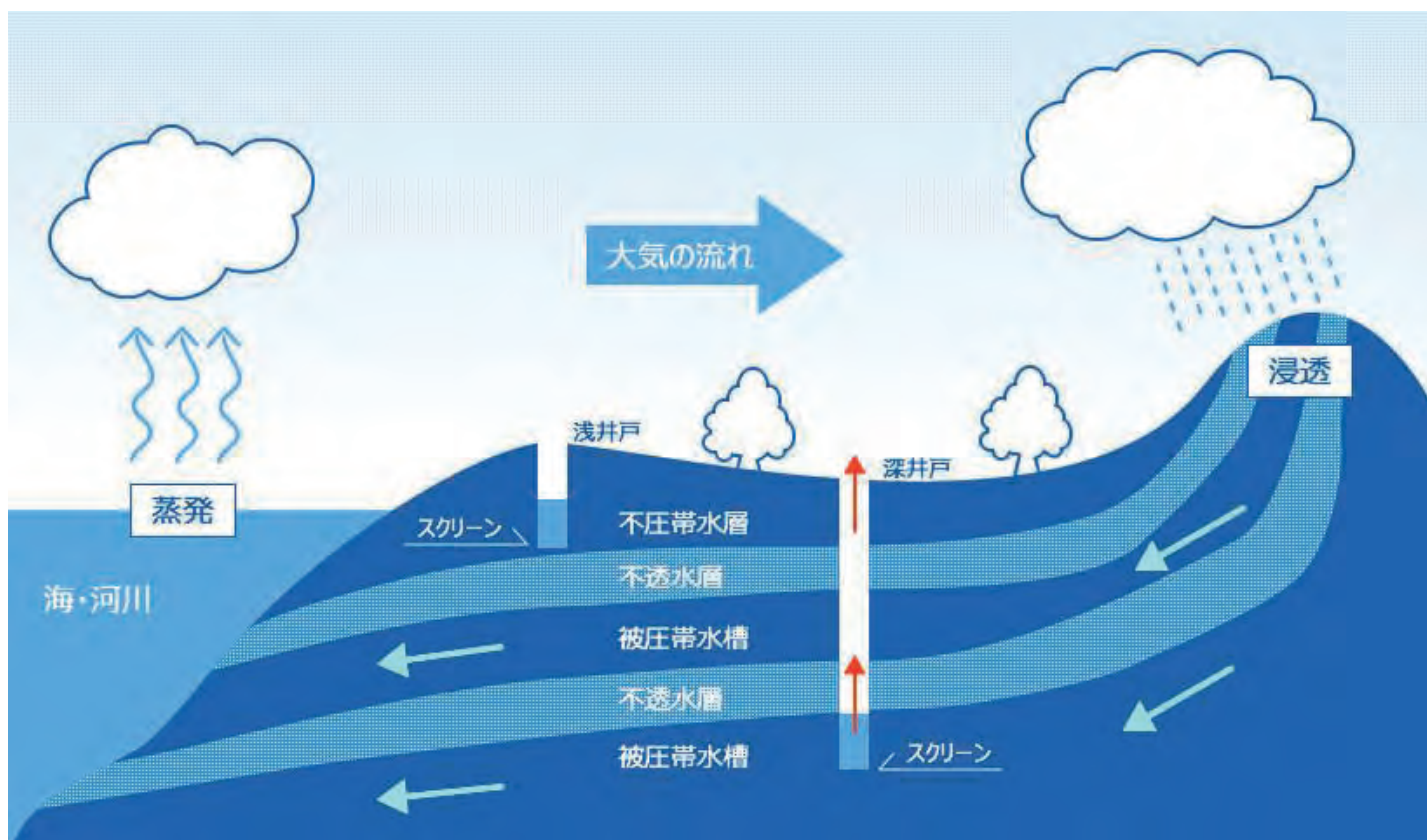
水道を補完する水源が必要
→ 井戸



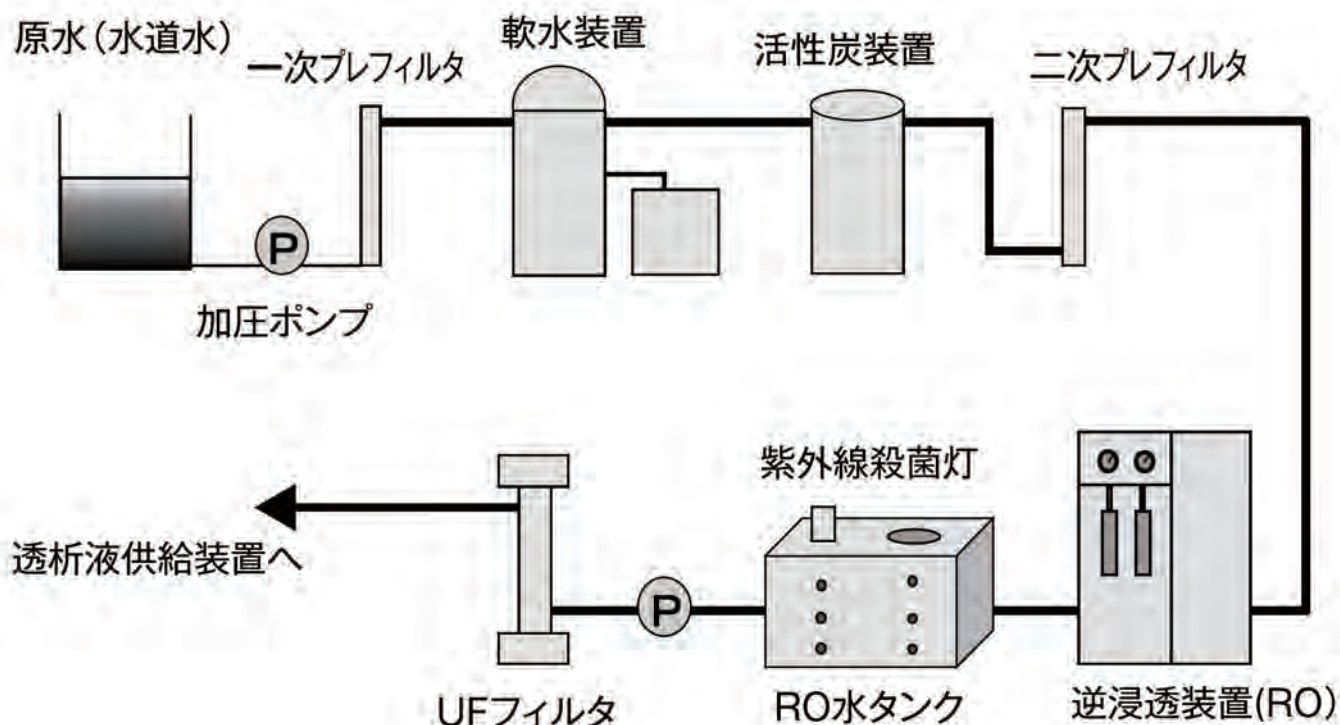
安定した水量を確保 安全な水質を確保 → 深井戸＋浄水施設



NHK
NEWS WEBより



さらに、透析のためには



医療における水供給の課題 —災害時の医療用水確保および人工透析用水の利用を例として—
保健医療科学 2010 Vol.59 No.2 p.100—108

緊急点検結果

(給水設備の状況)

	総数	受水槽あり		受水槽なし		受水槽なしかつ 地下水利用もなし
			うち地下水利用もあり		うち地下水利用 はあり	
災害拠点病院	736	726	431	10	8	2
救命救急センター	7	7	5	0	0	0
周産期母子医療センター	79	77	48	2	1	1
計	822	810	484	12	9	3

(受水槽の水確保の状況)

	総数	受水槽 あり	受水槽容量3日未満	
				うち地下水利用なし
災害拠点病院	736	726	477	177
救命救急センター	7	7	5	1
周産期母子医療センター	79	77	65	26
計	822	810	547	204

「救急・災害医療提供体制等の在り方に関する検討会」

2018年12月20日

災害に備えた病院の水整備

1. 受水槽整備
2. 深井戸掘削
3. 浄水施設整備
4. 電源確保
5. 下水施設整備

貯水量、給水法確認
安定・安全な水源
水質検査(定期的)
災害時用非常電源
汚水槽の整備



NHK NEWS WEBより

都内82拠点病院にアンケート 有効回答67病院

- 地下水利用無し 40病院(59%)
- 21病院は状況が許せば地下水を利用したい
出来ない理由は 規制の存在 と コスト



NHK NEWS WEBより

東京都の条例等

S31 工業用水法

S37 ビル用水法

S47 公害防止条例揚水規制

S50 地下水利用の合理化指導

H13 環境確保条例

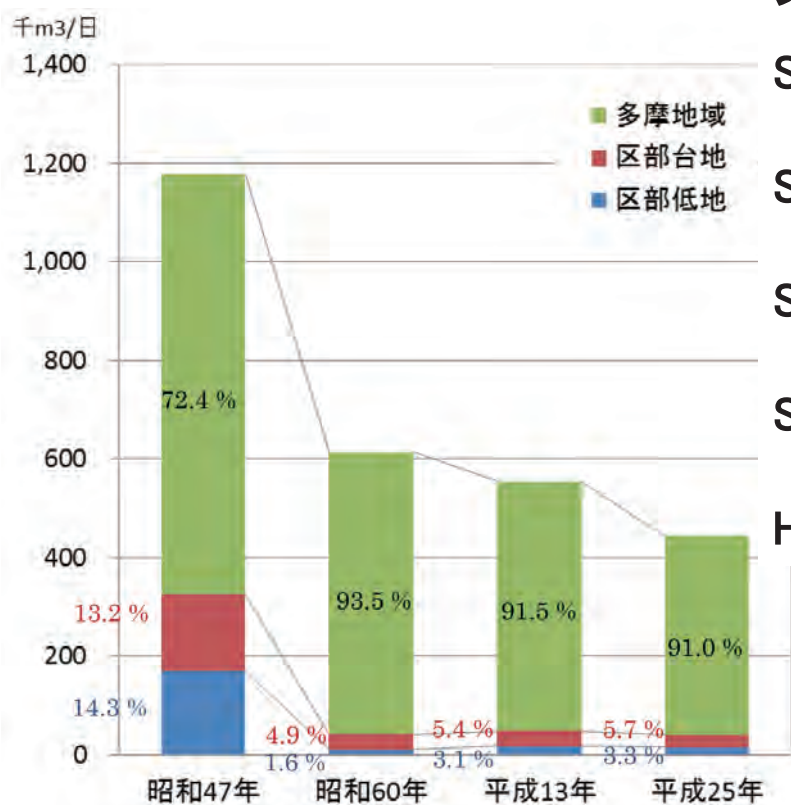


図 2-2-8 都内揚水量の変遷（地域別）

都内で深井戸を新設すると…

都条例 原則、深井戸の新設はできない
病院等で新設する場合の制限
1施設2基まで
水量10t/日まで

コスト 整備費 7,000～8,000万円
年間維持費 約150万円

病院継続のために

- | | |
|---------|--------------------------|
| 1. 電気 | 非常用電源 燃料 |
| 2. 上・下水 | 上水: 量・質の確保
下水: 汚水槽の整備 |
| 3. 食料 | 患者用・職員用 |
| 4. 情報 | 複数の情報手段整備 |
| 5. 職員 | 医療職の確保 |

避難所(学校等)での水は？

【平時】

すべてを直圧給水でまかなっていると...



生活用水



飲料水等

直圧給水

避難所(学校等)での水は？

【災害時】



~~生活用水~~



飲料水等



~~直圧給水~~

受水槽をかませておくと

【平時】

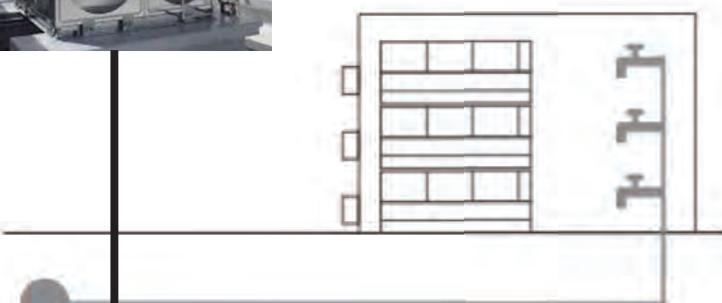
受水槽



受水槽の
容量は
施設次第



生活用水



飲料水等

水道

直圧給水

災害時でも一定期間しのげる

【災害時】

受水槽



生活用水



飲料水



~~直圧給水~~

ご存知ですか？ 8月1日は何の日

8月1日は「水の日」、

8月1日～7日は「水の週間」

水はあらゆる生命の源であり、生活に欠かすことができない貴重な資源です。この水の大切さや水の果たす役割などをあらためて考えてもらうために、昭和52年(1977年)から、毎年8月1日を「水の日」、その日からの1週間を「水の週間」としており、平成26年からは「水循環基本法」において「水の日」は8月1日として、法定化されました。

まとめ

災害時における水の確保に向けて、

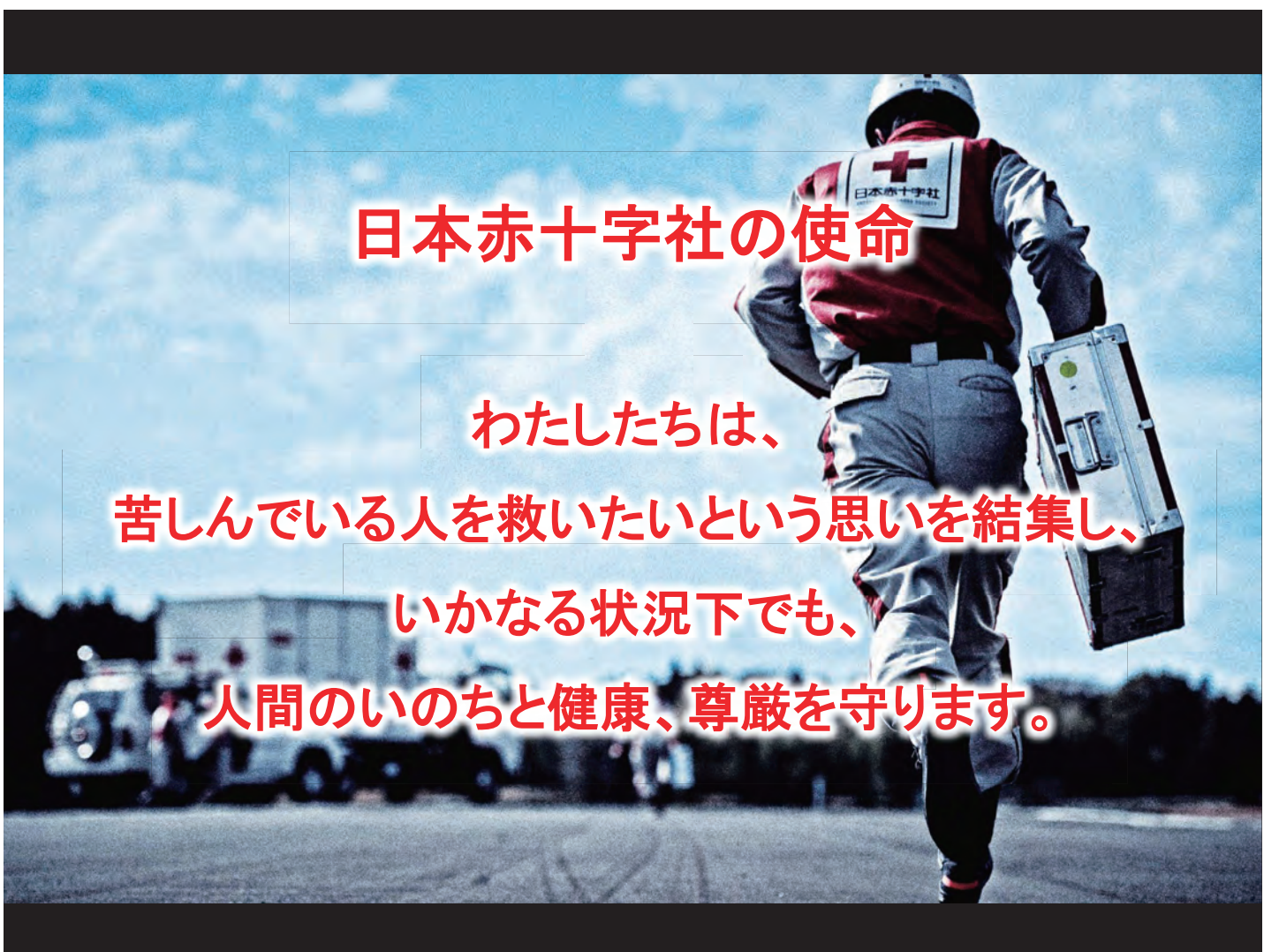
1. 施設での必要量を算定する。

2. 水の質を勘案する。

飲料水、医療用水、生活用水など

3. 水源の重層化を図る。

直圧給水、受水槽、深井戸＋浄水施設

A Japanese Red Cross volunteer is shown from behind, running on a paved road. They are wearing a white helmet, a red vest with a white cross and the text '日本赤十字社' (Japanese Red Cross Society), and light-colored pants. They are carrying a silver first aid kit in their right hand. In the background, there are white emergency vehicles and a blue sky with clouds.

日本赤十字社の使命

わたしたちは、

苦しんでいる人を救いたいという思いを結集し、

いかなる状況下でも、

人間のいのちと健康、尊厳を守ります。

避難所における水の確保について

貯水機能付給水管を用いた熊本市の取り組み

令和2年3月23日

熊本市教育委員会事務局施設課



熊本市プロフィール



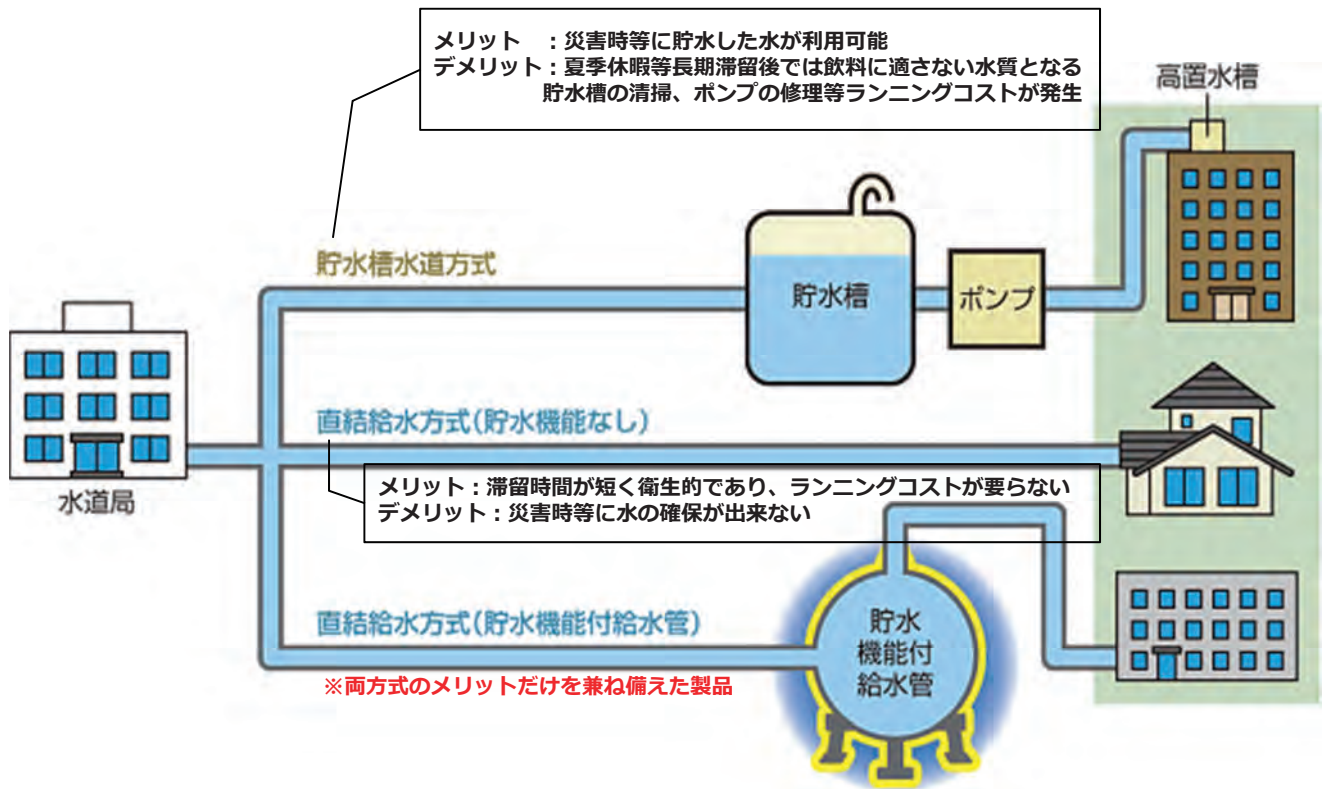
熊本市の基礎データ（R2. 2. 1）

- 人口 739,471人
- 面積 390.32平方キロメートル
- 世帯数 327,919世帯



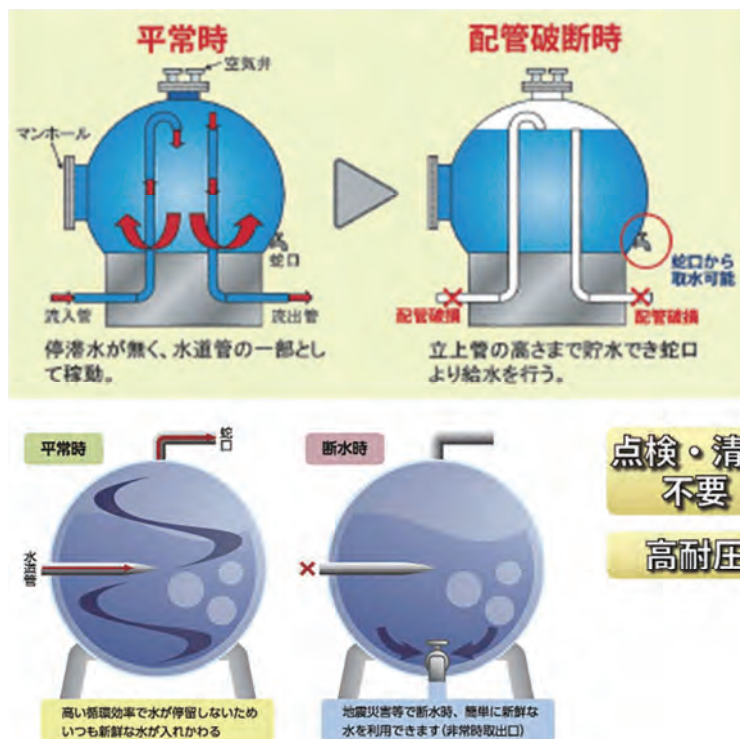
- 九州の中央に位置し、九州各主要都市まで約150分圏内
- 平成24年4月1日、全国で20番目の政令指定都市へ移行
- 上水道水源100%を地下水でまかなう日本一の地下水都市

貯水機能付給水管とは



3

貯水機能付給水管の構造



M社

B社

4

- ・ 昭和40年代～50年代にかけて、コンクリート製受水槽が設置された。当時は、高置水槽方式が主流であった。
- ・ 平成に入りステンレスパネルタンク＋加圧給水ポンプが主流になる。
- ・ 衛生面（長期休暇中に残留塩素が抜気してしまう）や加圧給水ポンプの故障による校舎断水等により、直圧給水が出来ないか検討に入る。
- ・ 水道局と協議 → **学校は避難所になるため貯水槽が必要！**（平成18年）
- ・ 直圧給水で貯水できる製品は無い？
地下埋設式の製品はあったが、災害時・電源喪失時にどうやって水を汲み上げるか。
→ **地上に置く事は出来ないか？**
- ・ インターネット等で調べ製造会社に協力を依頼。
- ・ 目指したのは**誰でも扱えるメンテナンスフリー**な製品

導入にあたっての問題

- ・ 給水管の場合、厚生労働省の定める試験基準の試験項目に適合したものでなければならない。

試験基準：

「給水装置の構造及び材質の基準に係る試験」

試験内容：

- ①耐圧性能：圧力1.75MPaで1分間耐えられるもの
- ②浸出性能：飲料水不適合物質が溶出試験で確認されないもの

- ・ 上記の試験に適合する旨を、次の方法により証明する必要がある。

- ①第三者認証機関による認証 →
- ②水道用JIS規格
- ③自己認証 → **製造者自ら証明するもの**



水道管理者（水道局）が認めるかが最大の難関

各第三者認証機関の認証マーク		
(社)日本水道協会 品質認証マーク 	(財)電気安全環境研究所 認証マーク 	(財)日本ガス機器検査協会 認証マーク 
(財)日本燃焼機器検査協会 認証マーク 	Underwriters Laboratories Inc. 認証マーク  	

設置状況



7

設置状況



給水車からの給水ホース

← 水取り出しホース



8

平成28年熊本地震の概況

1回目（前震）

日時：平成28年4月14日（木） 21時26分
地震規模：マグニチュード 6.5
震度7（益城町）
震度6弱（熊本市東区、熊本市西区、熊本市南区 外）
震度5強（熊本市中央区、熊本市北区 外）

約28時間後

2回目（本震）

日時：平成28年4月16日（土） 1時25分
地震規模：マグニチュード 7.3【阪神淡路大震災と同じ規模】
震度7（益城町、西原村）
震度6強（熊本市中央区、熊本市東区、熊本市西区 外）
震度6弱（熊本市南区、熊本市北区 外）

平成28年4月14日～平成29年3月31日に観測された震度1以上の回数
計 4,284回

熊本地震被害写真（家屋・道路）



熊本市罹災証明交付件数

全壊	5,752件
大規模半壊	8,942件
半壊	38,631件
一部損壊	80,762件

（平成29年8月31日現在）

熊本地震被害写真（熊本城）



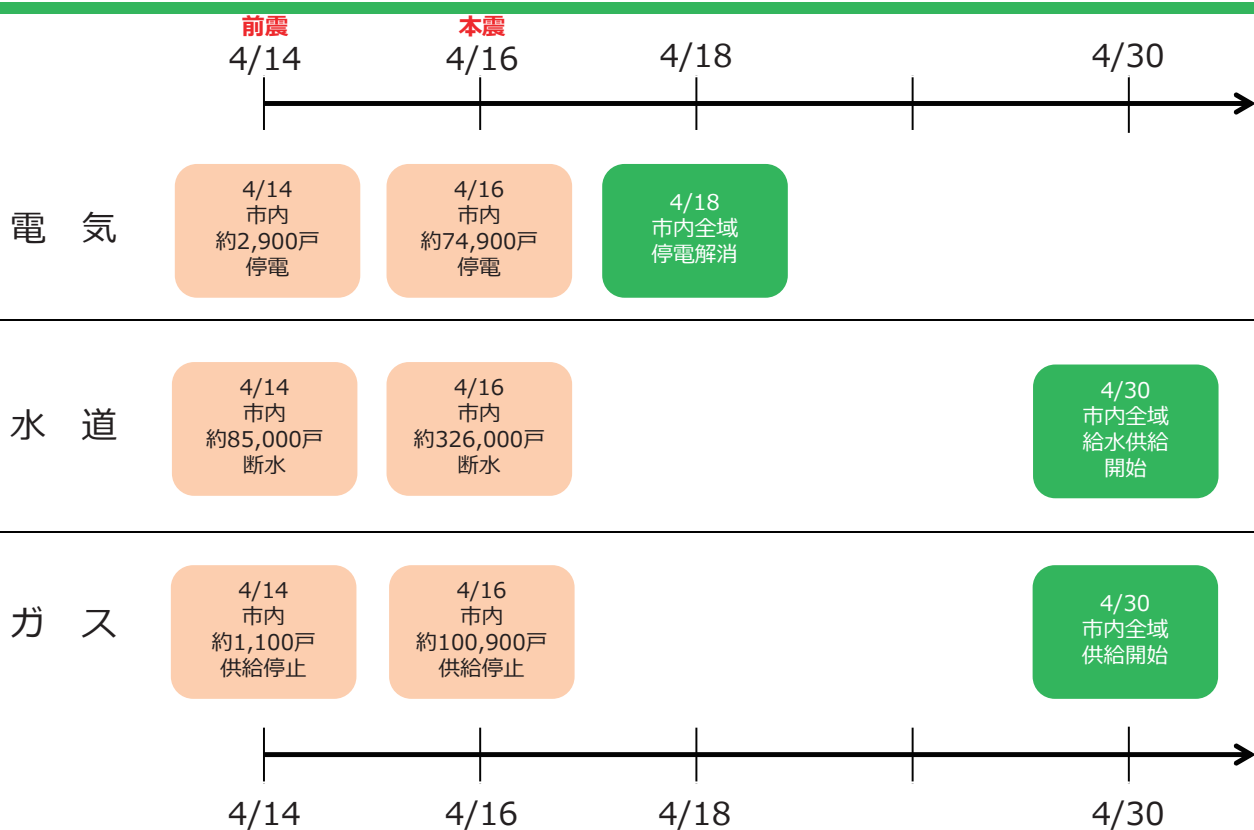
※熊本城被害総額

石垣	約 4 2 5 億円
重要文化財建造物	約 7 2 億円
再建・復元建造物等	約 1 3 7 億円
総額	約 6 3 4 億円



11

ライフラインの被害復旧状況（熊本市）



12

熊本地震被害写真（学校その他）

・水槽下部配管の折損による漏水



・埋設配管の折損による漏水



熊本地震の場合、断水は長期に亘って発生したものの、停電が少なかったため、給水ポンプは通常稼働しており受水槽の水を使い切った。
（受水槽容量は平時の半日程度の場合が多い）

避難所となった体育館等の様子

桜木小



健軍東小



帯山中



避難所写真



名古屋市

・給水車が住民に水を配布するための時間が掛かり十分な配布が出来なかった。

・給水所としての開設時間が決められていたため、夜間に開設している給水所に夜集中した。

・生活用水を求めて給水所に長蛇の列が夜中まで続いた。

・水の確保が被災者の疲労を増幅させた。



自衛隊

地震発生時の避難所等の状況と課題

発生時の避難所等の状況

- 2度の大きな揺れによる家屋等の被害、度重なる余震による不安、ライフラインの断絶などの影響で **熊本市内において最大約11万人の避難者が発生**
- **地震時の地域防災計画では、避難所への避難者の最大想定は約5万8千人としていた**ことから、想定の2倍近い方が避難を余儀なくされた
- また、**備蓄計画では約3万6千人の避難者を想定し備蓄を行っていた**ため、避難者に対しては備蓄物資が大きく不足することとなった
- 最大約11万人の避難者が発生したが、熊本市が把握した避難所等における避難者数であり、指定外避難所や車中泊避難等の避難者数は含まれていないため、**車中泊避難者等を含めると、11万人以上の方が避難を余儀なくされた**

発生時の避難所等の課題

- 大規模災害対応を経験していた職員は少なく、十分な対応ができなかった
- 避難所に配置された職員が日替わりとなることで地域との連携がとれなかった
- 支援物資の集配送システムや受入、配送体制の整備が遅れたことに加え、市内主要道路では渋滞が発生したため、被災者の手に物資が届くまでに多くの時間を要した

学校や区役所から寄せられた声

【良かった点】



- ・ 避難場所となった校舎に、**多目的トイレ**があったため、高齢者の利用や乳幼児のオムツ替えなどに大変助かった。
- ・ **中水道設備**があったため、断水時もトイレが使えて大変良かった。
- ・ **マンホールトイレ**があって大変助かった。最大2,000人の避難者がいた中、流す水さえあればよいので本当に良かった。
- ・ **プロパンガス**が使えたので、初期段階から調理ができて助かった。
- ・ ピロティの柱に**コンセント電源**が設置してあったので、炊き出しなどに大変便利であった。

【困った点】

- ・ **体育館の照明や内壁の落下等**により、避難所として使用するには危険と判断せざるを得ない学校があり、その分の避難者が他校へ移動し、受け入れ先の避難所で混乱が生じた。
- ・ 断水となったため、**トイレを流すことができなかった**。プールから水を持ってくるにも、**汲み上げるポンプが無かった**ため、一度に運べる量に限りがあり、小用では流さず、大のときのみ流すなど衛生面でも課題が生じた。
- ・ **都市ガスが止まっていた**ことから、給食室での調理ができなかった。
- ・ **多目的スペースがなかった**ため、スタッフのミーティングスペースや女性更衣室、授乳室の確保など目的に応じた柔軟な対応が困難であった。
- ・ 避難所開設当初、テレビが設置されておらず、情報収集に支障があった。また、**体育館のコンセント電源が少ない**ため、電気機器の使用に制限があった。
- ・ 日中の気温が上がるにつれて、避難所となる体育館や教室で、熱中症が発生しないか心配であった。
- ・ **網戸が無かった**ので、窓を開けていると蚊などが入ってきて困った。
- ・ **体育館にトイレがなかった**ため、外のトイレを使用する必要があったが、**トイレまでの動線に段差や階段があり、車椅子使用者等への対応が困難**であった。



17

今後の取り組み

現在の設置状況……41校/134校  今後2～3校/年ペースで設置

既存ステンレスタンクへ給水栓の設置

啓発活動……避難所担当職員・校区防災連絡会への研修  給水所開設

災害時24時間、避難所に行けば水が確保できる体制を作ります。



18

熊本地震を体験して感じたこと

- ・熊本地震の場合、局所的な被害であったため飲料水(ペットボトル)の配給や他都市からの給水応援が意外と早くあったが、広域災害の場合、支援物資・給水車等が届くまでに相当な時間を要すると思う。
- ・他都市から応援の給水車が来ても、住民に配布するための時間が掛かり十分に配布できない。
- ・発災直後は**自助**、一週間以内は**共助**、以降から**公助**。
- ・避難所となる施設には誰にでも扱える耐震性(地震により埋設配管が折損したり電源喪失した場合でも水が確保できる)を有した貯水槽が必須。

最後になりましたが
熊本地震の際にはたくさんのご支援ありがとうございました。
熊本は、今後も復旧・復興に向けて頑張ります
これからもご支援よろしくお願いします。

ご清聴ありがとうございました





BCPとは? その必要性と防災との違い ～企業と自治体のBCPの違いを踏まえて～

2020年 3月23日
SOMPOリスクマネジメント
首席フェロー 高橋孝一

© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

SOMPOホールディングスグループとSOMPOリスクマネジメント

会社概要

社 名 : **SOMPOリスクマネジメント株式会社**
(英文表記 Sompo Risk Management Inc.)

設立年月日: 1997年11月19日

本社所在地: 〒160-0023 東京都新宿区西新宿1-24-1 エステック情報ビル

拠 点: 東京・名古屋・大阪・福岡

従業員数: 430名 (2018.10.1現在)

資本金: 3,000万円

株 主: SOMPOホールディングス株式会社 (100%)

お客さまにとって、「安心・安全・健康の
ソリューション・プロバイダー」

事業内容

リスクマネジメント事業

サイバーセキュリティ事業

損保ジャパン日本興亜

SAISON セゾン自動車火災

SOMPOリスクマネジメント



説明者の略歴（SOMPOリスクマネジメント株式会社）

名 前	略 歴
高 橋 孝 一 (たかはし こういち) S O M P O リスクマネジメント 株式会社 首席フェロー (リスクマネジメント)	◆横浜国立大学工学部化学工学科卒業後、1980年に保険会社入社、40年間、企業のリスクマネジメントを専門に歩み、『リスク管理体制構築支援』、『火災・爆発・風水害などの事故防止』、『製造物責任対策』、『事業継続マネジメント(BCM)』、『海外危機管理対策』などのコンサルティングの提供やリスクマネジメントセミナーの講師等で活動中 ◆主な資格・社外団体役職 NPO 事業継続推進機構 副理事長 NPO 日本危機管理士機構 理事 ◆官庁・経団連等で有識者として参画している委員会 内閣府…2005年から「事業継続ガイドライン」の策定に参画 中小企業庁…2005年から「事業継続ガイドライン」の策定に参画 …2018年から「中小企業強靱化研究会」委員 経済産業省…2016年から「地域連携BCP普及検討会」委員 国土交通省…2010年から港湾BCPや石炭備蓄BCP等の委員会に参画 外務省…2008年から「在外邦人向け海外危機管理研修」の講師 文化庁…2015年度から美術品補償制度部会に参画 経団連…2011年度から危機対応タスクフォース(BCPに関する政府への提言作成)に参画

© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

2

参考 事業継続力強化計画の詳細制度設計のための検討会 委員名簿

下記の6人の専門家で中小企業庁から提案される強靱化支援の具体策を検討してきました。

- ◆伊藤 毅 特定非営利法人事業推進機構 副理事長
(株)レジリエンシープランニングオフィス 代表取締役
- ◆川口 淳 三重大学大学院 准教授
- ◆高橋 孝一 **SOMPOリスクマネジメント株式会社 首席フェロー**
- ◆蛭間 芳樹 株式会社日本政策投資銀行サステナビリティ企画部
BCM 格付主幹
- ◆藤田 千晴 東京都中小企業診断士協会 理事・地域支援部長
- ◎渡辺 研司 名古屋工業大学大学院 教授
- ◎は座長

© 2018 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

3

参考 自家発導入補助金審査委員会

下記の4人の専門家で中小企業庁の平成30年度補正予算の自家発導入補助金の申請を審査しました。

◎は委員長

◆新井 武 一般社団法人 日本内燃力発電設備協会 技術部長

◎高橋 孝一 SOMPOリスクマネジメント株式会社 首席フェロー

◆藤田 千晴 東京都中小企業診断士協会 理事・地域支援部長

◆宮崎 昌之 全国石油商業組合連合会

1. B C Pとは? その必要性和防災との違い

1.1 事業継続（BC）とは？

事業継続(Business Continuity: BC)の定義

- 企業・組織が、いかなる状況(軽微、甚大、壊滅)に見舞われても(被災が前提)、優先順位に基づく重要業務を事業継続戦略を用いて目標復旧時間内に再開し、事業を継続すること
- これにより企業・組織の責任を全うし、不測の自体においても生き残りや発展(会社の存続)につなげることを可能とするのが事業継続(BC)
- また、事業継続を実現できる企業・組織の力が事業継続力である

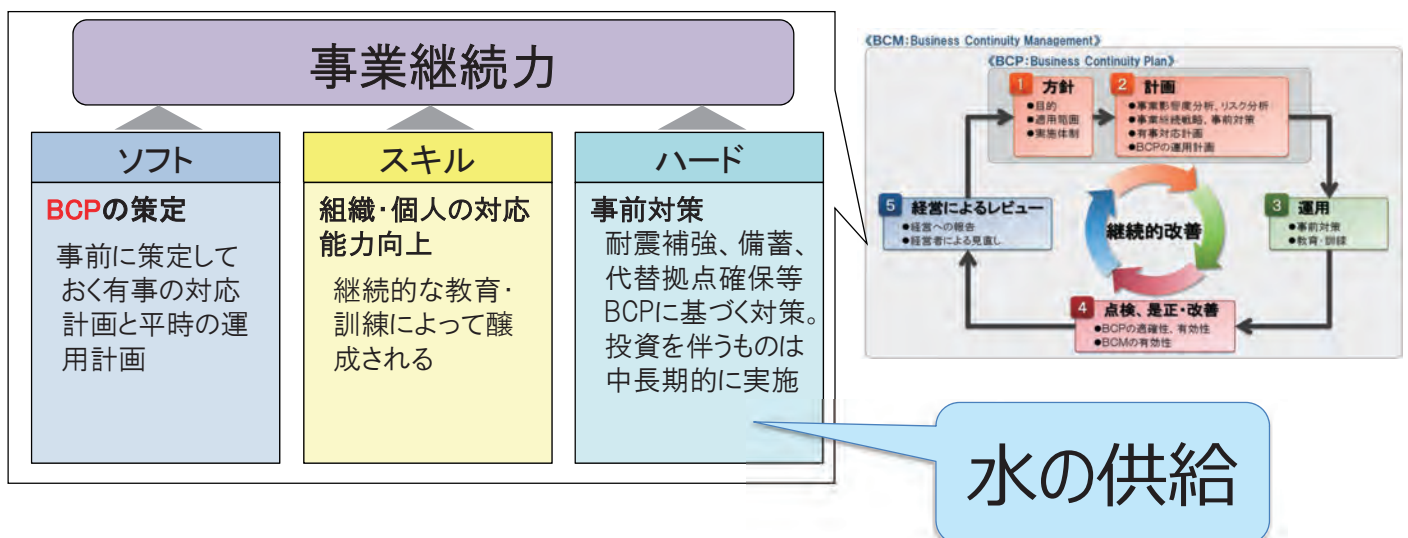
© 2018 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

6

1.2 事業継続力とは？

企業の事業継続力は、ソフト、スキル、ハードの3要素により決まる

- これらの3要素をPDCAサイクルの中で確保・維持・向上する取組みがBCM
- BCMの導入にあたっては、BCPを策定し(ソフト対策)、策定したBCPに基づき訓練を実施し、ハード対策も実施する。



© 2018 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

7

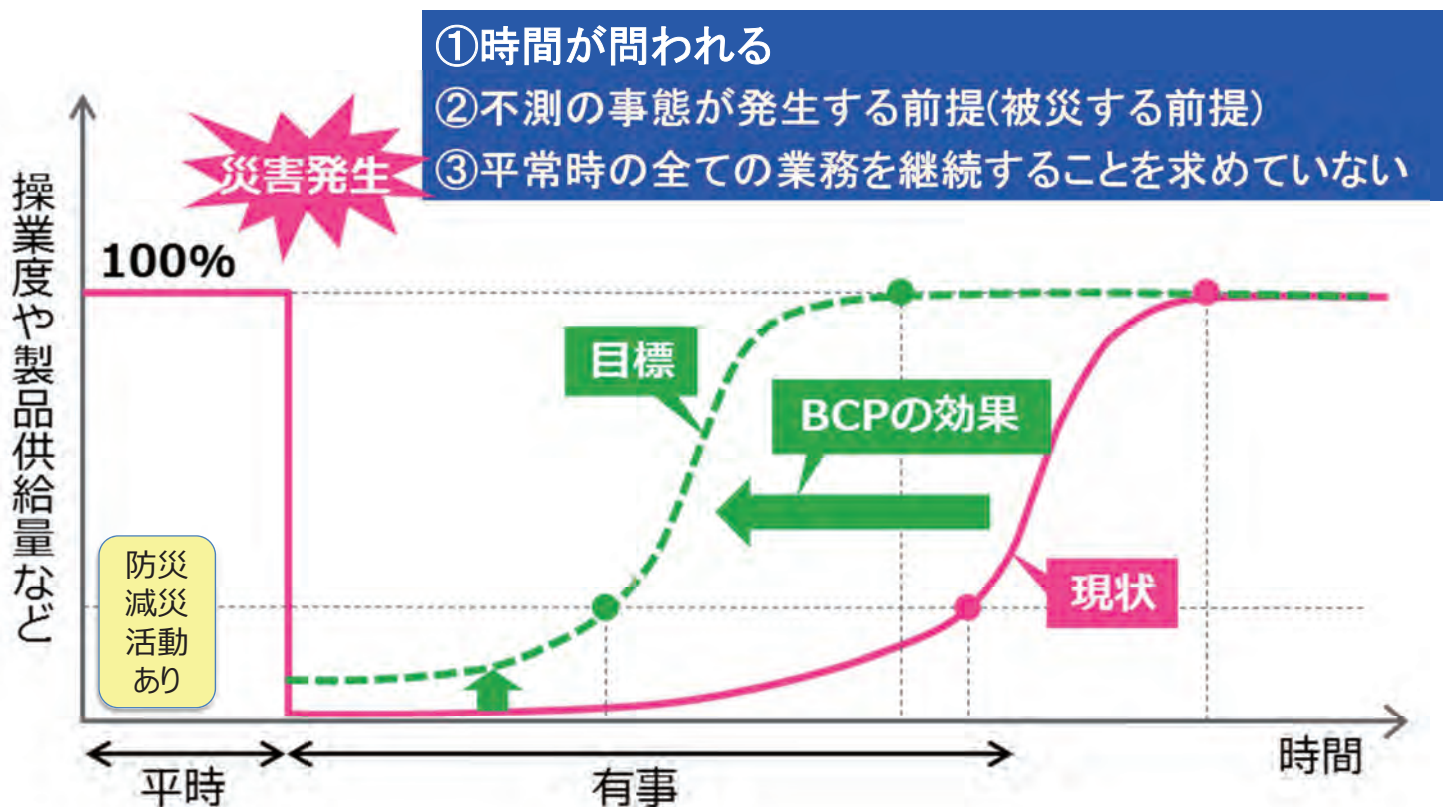
1.3 平時からBCPを活用している事例 5社

- ❖ 大手自動車会社
- ❖ 大手パン製造会社
- ❖ 大手セキュリティ会社
- ❖ 岩手のスーパーマーケット「マイヤ」
- ❖ 千葉の大型テーマパーク「TDR」

© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

8

1.4 事業継続（BCP）の取り組み

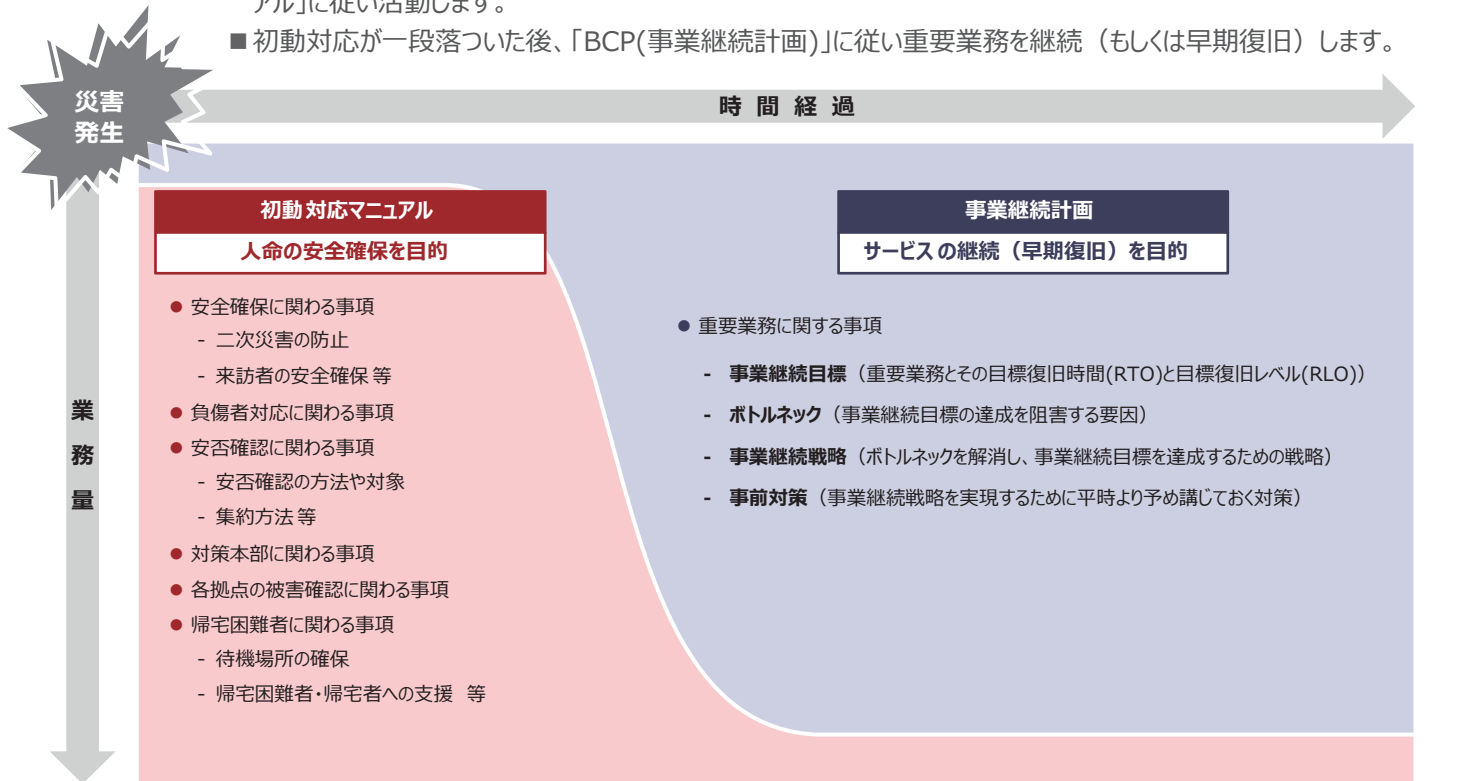


© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

9

1.5 防災とBCP（事業継続）との時間的關係

- 災害発生直後は、人命の安全を確保するため、二次災害防止、負傷者対応、安否確認等「初動対応マニュアル」に従い活動します。
- 初動対応が一段落ついた後、「BCP(事業継続計画)」に従い重要業務を継続（もしくは早期復旧）します。



© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

10

1.6 大規模災害時に経営者が確認したいこと(赤が初動、青はBCP)

1. 従業員とその家族は無事か？

2. 当社の被害はどの程度か？

3. 近隣の皆様にご迷惑を掛けないか

4. 世の中とインフラの被害はどの程度か？

5. お客様に迷惑を掛けないか？

(お客様に製品・サービスを届けられるのか)

© 2018 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

11

1.7 防災とBCP（事業継続）との目的別違い

防災と事業継続(BCP)の違い

	防災	事業継続(BCP)
目的	身体の安全と財産を守ること	企業を存続させること
考慮すべき事象	拠点がある地域で発生することが想定される災害	自社の事業中断の原因となり得るあらゆる発生事象(インシデント)
単位・範囲	拠点単位	事業単位(<u>拠点横断</u>) ~ <u>サプライチェーン全体</u> (顧客や調達先等)
主体	防災部門、総務部門、施設部門等、特定の防災関連部門	<u>経営者を中心</u> に、事業部門、調達・販売部門、サポート部門(経営企画、情報システム等)が <u>横断的</u> に取り組む
重要視される事項	- 従業員等の安否を確認し、被災者を救助・支援すること - 被害を受けた拠点の被害を確認し復旧すること	- 重要業務の<u>目標復旧時間・目標復旧レベル</u>を達成すること - 経営及び利害関係者への影響を許容範囲内に抑えること <u>収益を確保</u>し企業として生き残ること
文書	消防計画書、防災マニュアル 等	事業継続計画書(BCP)

© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

12

1.8 お客様に対する供給責任を果たすための活動がBCP だから必要

「防災・減災」は従業員・家族のため
「BCP」はお客様のため（供給責任）

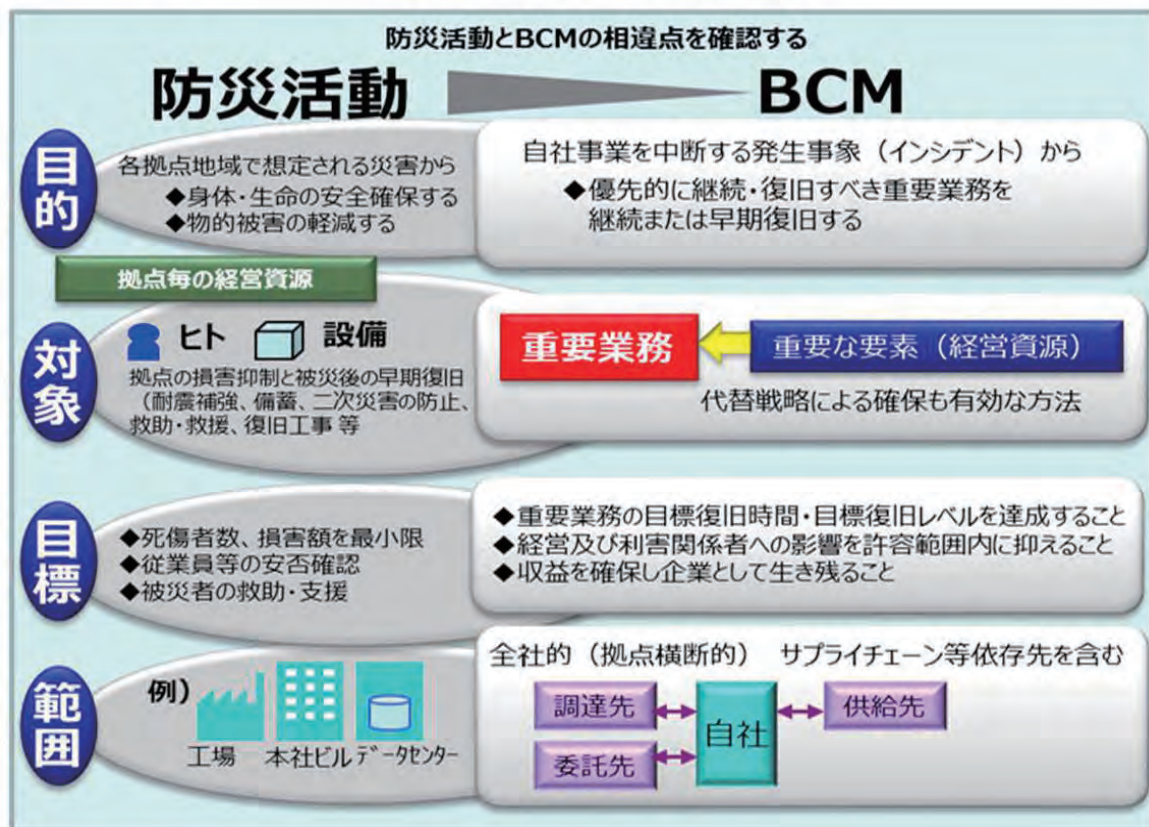
お客様への供給継続＝企業の存続意義そのもの

供給責任を果たすためのBCPの考え方が、日常の業務プロセスの一環に組み込まれることが実効性を備えた“BCP”につながる。

© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

13

1.9 防災とBCP（事業継続）との関係イメージ

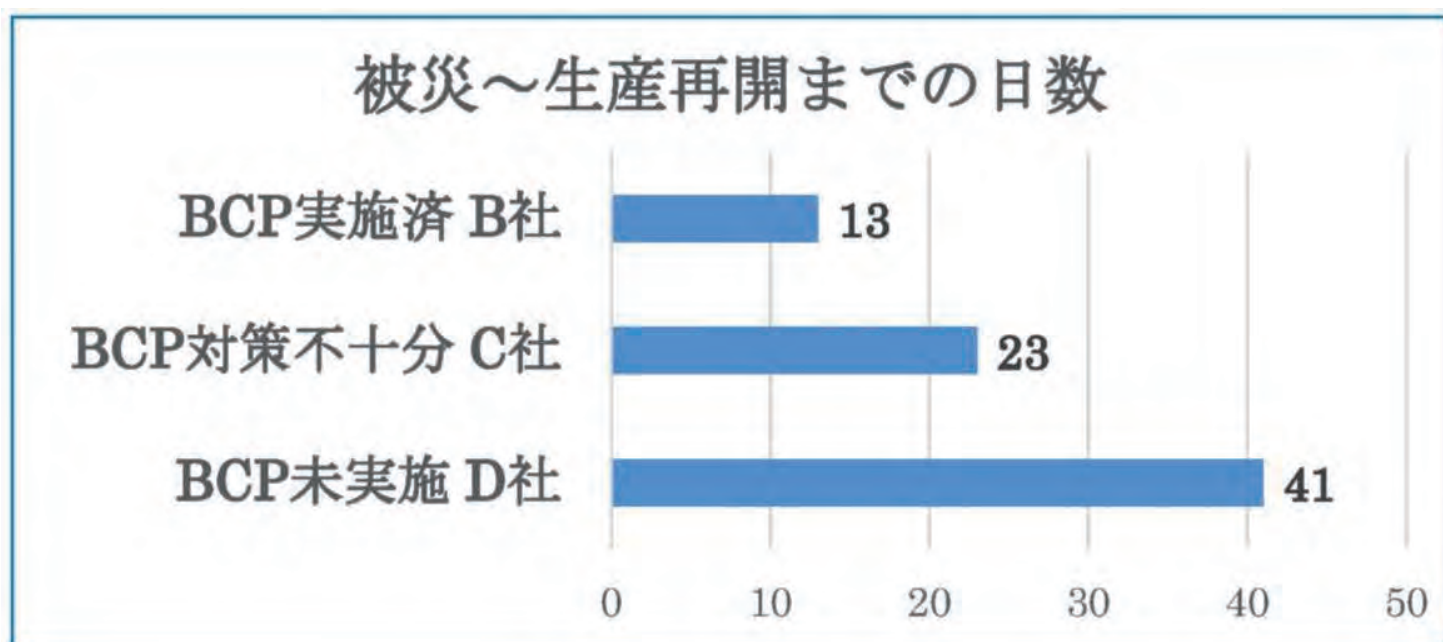


© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

出典：内閣府 事業継続ガイドライン 解説書（平成26年7月）

14

1.10 熊本地震におけるBCPの有無による再開時間の差



© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

15

2. 南海トラフ大規模地震時の ライフラインの被害想定

2.1 被害想定(南海トラフ地震時の名古屋地区) ～ライフライン～

企業は下記の被害想定をベースにBCPを策定している。

項目	復旧時間	補足(設定の考え方)
電力	3日後 から供給再開(通常は1週間)	発電所、送配電施設の被害により供給が停止する。 1回線受電なら1週間程度停電が続くことも考えられるが、3回線受電のため、復旧は早くなることが期待できる。 ただし、復電後も計画停電(使用制限)の可能性あり。
上下水道	14日後 から供給再開	過去の震災の状況を踏まえて設定。
都市ガス	7日後 から供給再開	ガス会社によれば導管に異常がなければ中圧以上は供給が継続するとしている。一部の導管や基地の設備等に被害が発生して1週間供給が停止すると想定。
電話・メール・インターネット (有線回線)	5日後 使用可	過去の震災の状況を踏まえて、 ケーブルの断線により4日後まで通信不能になると設定。
電話・メール・インターネット (携帯等の無線回線)	5日後 使用可	過去の震災の状況を踏まえて、 基地局被災、需要過多により、4日後までは通話は輻輳でつながりにくくなり、データ通信は速度低下が生じると設定。
高速道路、緊急輸送路に指定された幹線道路	10日後 から部分的に交通規制解除	超広域災害のため規制が長引くと想定。
一般道	当日 から部分的に使用可(渋滞)	
鉄道	14日後 から一部再開	超広域災害のため、運航再開までに相当の時間がかかる。 帰宅困難者のバス等による帰宅支援は3日後から開始。 1週間程度でバスによる代替輸送が行われると想定。
港湾	2ヶ月後 から一部再開	港湾で甚大な津波被害。
空港	1ヶ月後 から一部再開	中部国際空港等

2.2 東日本大震災で震度6強の揺れに見舞われた企業のライフライン復旧状況推移

社会インフラ		経過日数																備考
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11～	15～	21～	31～		
電気	特高	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×：電力会社からの給電停止
工水	公営	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×：配水管の損傷による断水
上下水	公共(市水)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	○	○	×	×	×：利用不能、△：一部利用可、○：通常通り
電話	通話	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	×：ほとんど繋がらない △：繋がりにくい、○：ほぼ通常通り
	メール	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	
通信	外部ネットワーク	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×：通信線の断線等により 使用不能
燃料	ガソリン、軽油	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	○	○	○	○	東日本大震災のような超広域が被災する地震の場合
道路	幹線道路 (高速道路、国道、県道)	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	×：利用不能(緊急車両専用) △：一部利用可(渋滞) ○：ほぼ通常通り
	一般道路 (上記以外)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	△：一部利用可(渋滞) ○：ほぼ通常通り
鉄道	－	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	×：全線不通 △：一部復旧(代行バス有) ○：ほぼ全線復旧

2.3 東日本大震災時のライフライン復旧日数(市内全域が復旧した日にち)

	最大震度	電気	水道	下水	電話	ガソリン・燃料	都市ガス	出典
宮城県 栗原市	7	3/17 (6日)	4/4 (24日)	—	3/14 (3日)	4/4 (24日)	—	震度7東日本大震災 一栗原市の記録— (H24.2)
茨城県 日立市	6強	3/16 (5日)	3/21 (10日)	3/18 (7日)	—	—	3/18 (7日)	日立市震災復興計画(H23.9)
茨城県 つくば市	6弱	3/12 (1日)	3/16 (5日)	—	—	—	—	東日本大震災の記録 つくば市(H23.12)
福島県 いわき市	6弱	3/18 (7日) 津波4/28	—	—	3/18 (7日) 津波除く	—	—	東日本大震災から1年 いわき市の記録 (H24.3.11)
岩手県 盛岡市	5強	3/14 (3日)	3/14 (3日)	—	—	—	—	盛岡市東日本大震災一周年記録誌 (H24.4)

3. 自治体の業務継続計画の実態

3.1 自治体(市町村)は災害時に業務が急増する。

☆災害対策基本法上では被災自治体でも頑張れ
(今は受援計画を作るようになった)

通常業務で停止できる業務と新たに行う業務

1. 図書館や学校の通常業務は停止、高齢者福祉や生活保護業務は困難の中、継続
2. 帰宅困難者対策、避難所運営、救援物資の手配、配布
3. 災害復興計画策定、ボランティアの受け入れ
4. 建物危険度判定、事務(罹災証明書、死亡届受理)
5. 医療救護体制確保

3.2 避難所の水は・・・

1. 避難所運営は被災自治体だけでは厳しい、未経験
今は、受援計画を作り避難所運営経験のある自治体要員の派遣を受け入れる。
静岡では「HUG(避難所運営ゲーム)」で地域住民も訓練している
2. 業務継続計画でも飲み水(ペットボトル)の確保は記載されているが、その他の生活用水は記載がない
3. 水はどうするのか・・・？

© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

22

お問合せ先

BCP関連のご質問・ご相談は、以下までご連絡いただければ幸いです。

お問合せ先

SOMPOリスクマネジメント株式会社
高橋

住所 : 〒160-0023
東京都新宿区西新宿1-24-1 エステック情報ビル27階
電話 : 03-3349-5102(高橋)
E-mail : ktakahashi40@sompo-rc.co.jp
HP : <http://www.sompo-rc.co.jp>

© 2019 Sompo Risk Management Inc. All Rights Reserved.

23

ご清聴ありがとうございました。



水のレジリエンスPart2の論点整理

□ 水のレジリエンスPart1の振り返り

「提言書～災害時の水の確保～」→災害時の給水に焦点を当てた「災害時確保水」

- 災害時の水のトリアージ：限られた水資源を配分する施設の優先順位
- 水のバランスシート：水の原単位を用い、災害時の必要水量を定量化
- 災害時の水源確保：水源の多様化も含め、災害時に地域で水源を確保

□ 水のレジリエンスPart1の残された課題

「災害時確保水」の実現に向けた現実的な解決策の検討

- 水量：必要水量を確保するための具体的な方法（水源の例示のみ提言）
- 水質：災害時で求められる水質と、水質を確保するための技術および方法
- 運用：平時運用も含め、地域で確保された水の運用方法

□ 水のレジリエンスPart2の論点

「災害時確保水」水源として有用な地域の水の活用にもつけた課題の整理と対応

災害時に断水が発生した際の「災害時確保水」水源として、地域にある水は有効な水源であるが、一方で水質や運用について課題もある。公営水道との関係も踏まえ、災害時確保水の水源として有用な地域の水の在り方についての討議を行う。

討議が必要な論点を下記に例示する。

- 数日間の滞留を想定した水質確保に関する技術
- 民間による平時運用も想定した運用、監視等の運用レギュレーション
- 災害時の重要給水拠点（①医療機関、②避難所（学校、公民館）、③福祉施設、④防災拠点）における地域の水の整備・確保について



くらしと水道

直結給水方式の普及・促進

安全でないといわれるがそのままお湯さまの蛇口まで届くように、直結給水の適用範囲の拡大を行っていきます。

おいしい水をそのまま届ける給水方式

1 直圧直結給水方式

配水管の圧力でご家庭の蛇口まで水を送る方式です。
これまでは、給水可能な階まで送っていましたが、一定の圧力が確保できる場合、4階以上の建物へも直圧直結給水が可能になっています。

2 増圧直結給水方式

配水管の圧力が10階までは届かない、高層の建物に、増圧ポンプを設置し、圧力を加えて水を送る方式です。
2000戸程度の分譲マンションでも、この給水方式が可能になっています。

このほか、既存の貯水槽水道から直結給水方式へ切り替えがしやすいよう、メータ口径や建物の階数・制限等を検討しました。



直結給水方式の場合、受水槽の点検や清掃といった必要となるほか、増圧給水設備は受水槽よりコンクリートなどの、管つべ、スヤ土地の有効利用が図られ、また、設置費や管理費も安く済みます。

※次のような場合は直結給水方式が認められませんのでご注意ください。
・一時に多量の水を使用するものや使用水量の変動が大きい施設、建物等で、配水管の圧低下を招くもの。
・建物、建物及び製品等の危険な化学物質を貯蔵し、製造、加工又は貯蔵を行う工場、事業所及び研究所。
(例) カーレーシング、宝貝区、印刷、製薬、石油取扱、染色、食品加工、染整などの事業を行う施設

なお、貯水槽水道方式が適当な施設(断水の影響が大い)があります。

(例) ホテル、飲食店、病院など)

トップページ > お湯さまへ > 水道・下水道の各種手続き > 給水設備・排水設備の工事をする場合 > 給水設備 > 受水槽方式から直結給水への切り替えについて

受水槽方式から直結給水への切り替えについて

直結給水か？受水槽方式か？水道の使い方によって選択できます

ビルやマンションなどへの給水方式は、直結給水(直圧方式・直圧加圧方式)、受水槽方式があり、それぞれにびいて特徴があります。

直結給水のいいところは、いつでも新鮮な水が使用できることです。



- ・ 配水管から直接蛇口まで水道が送られてきますので「新鮮な水」が使用できます。
- ・ 受水槽や高架水塔が必要で清掃する必要がなく衛生的です。
- ・ 受水槽の設置スペースを有効利用できます。
- ・ 高架水塔が必要で建物の屋上の美観が向上します。
- ・ 配水管の水圧が利用できるので省エネ効果(POU:214KWh)が期待できます。

受水槽方式のいいところは、配水管が断水してもしばらく水が使えることです。

- ・ 断水などの理由から、断水が強い方におススメです。
- ・ 受水槽や高架水塔があれば、配水管が断水中でも貯留されている分の水が使えます。

受水槽方式から直結給水への切り替えを検討してみませんか？

直結給水には次のような条件があります。

直結給水できる建物や施設は？

- ・ 一戸建ての専用住宅
- ・ 集合住宅
- ・ 事務所ビル
- ・ 倉庫

ただし、以下の施設は、受水槽方式での給水をお願いしています。

- ・ 配水管の供給能力を超えて一時に多量に水を使用する施設(規模の大きな集合住宅、プール施設など)
- ・ 災害、事故、漏水などの断水時に著しく影響を受ける用途に使う施設(入浴設備のある医療施設、ホテル、デパートなど)
- ・ 薬品を扱う工場など、逆流によって配水管や配水装置内の水質が汚染する可能性のある施設(クリーニング店、メッキ工場、印刷工場、薬品工場、石油化学工場など)

お湯さま受付センター
お引出しの連絡
各種ご案内はコチラ
052-884-5959

> お湯さまへ

- > お客様へのお知らせ・お通知
- > 水道・下水道の各種お手続き
- > 水道の使用に関するお申し込みの場合
- > 集合住宅管理費の場合
- > 井戸水等をご使用になる場合

> 工事用排水を下水道に排出する場合

- > 給水設備・排水設備の工事をする場合
- > 給水設備
- > 排水設備

> 上下水道料金のご案内

> 各種滞納先のご案内

> 防災情報

> イベント情報

> 広報情報

> アンケート

> お湯さまの声にお答えしました。

> 利用情報

> 事業者の方へ

> 上下水道局の紹介

> その他

表 1-1 重要給水施設の種別と選定の考え方、選定施設（事例）^{*1}

種別	重要給水施設の選定の考え方等（事例）〔○：事例が多いもの ・：事例があるもの〕	重要給水施設として選定した施設等
医療機関等	○全ての事業者が医療機関を重要給水施設に選定している。 ○災害拠点病院や救急告示医療機関等の災害医療上重要な医療機関や人工透析を行う医療機関を選定している事業者が多く、これらの医療機関はほぼ全てが重要給水施設に選定されている。 ・上記以外の医療機関については病床数により対象を選定している。 （病床数が20以上、50以上、100以上、200以上等） ・医療機関のうち、地下水等の自己水源を使用していないものを重要給水施設に選定している。 ○広域避難場所を選定している事業者が最も多く、指定緊急避難場所も多い。一時避難場所を選定している事業者もある。 ○避難対策上重要なもの、収容人数・避難者数が多いものを選定している事業者が多い。 ・配水池や耐震性貯水槽が近隣にないもの、緊急給水栓を整備済みのものを選定している。 ○指定避難所を選定している事業者が多く、広域避難所、収容避難所を選定している事業者もある。 ○避難対策上重要なもの、収容人数が多いものを選定している事業者が多い。 ・重要給水施設は避難所が最も多いため、配置バランスを考慮して選定している。（半径1km、2kmに1か所の配置で重要給水施設を選定等） ・耐震性貯水槽のある避難所を選定している。	・災害拠点病院^{*4} ・救急告示医療機関^{*5} ・透析病院 ・医療救護所^{*6}等
避難場所・避難地 ^{*2}	○指定緊急避難場所を選定している事業者が最も多く、指定緊急避難場所も多い。一時避難場所を選定している事業者もある。 ○避難対策上重要なもの、収容人数・避難者数が多いものを選定している事業者が多い。 ・配水池や耐震性貯水槽が近隣にないもの、緊急給水栓を整備済みのものを選定している。 ○指定避難所を選定している事業者が多く、広域避難所、収容避難所を選定している事業者もある。 ○避難対策上重要なもの、収容人数が多いものを選定している事業者が多い。 ・重要給水施設は避難所が最も多いため、配置バランスを考慮して選定している。（半径1km、2kmに1か所の配置で重要給水施設を選定等） ・耐震性貯水槽のある避難所を選定している。	・指定緊急避難場所^{*7} ・広域避難場所 ・一時避難場所等
避難所 ^{*3}	○指定避難所を選定している事業者が多く、広域避難所、収容避難所を選定している事業者もある。 ○避難対策上重要なもの、収容人数が多いものを選定している事業者が多い。 ・重要給水施設は避難所が最も多いため、配置バランスを考慮して選定している。（半径1km、2kmに1か所の配置で重要給水施設を選定等） ・耐震性貯水槽のある避難所を選定している。	・指定避難所^{*8} ・広域避難所 ・収容避難所 ・その他避難所等
福祉施設	○福祉避難所を選定している事業者が多く、高齢者福祉施設、障害者福祉施設、児童福祉施設を選定している事業者もある。 ○応急給水を選ぶ人員が不足する施設、特別な配慮が必要な施設を選定している事業者が多い。 ・福祉施設のうち、入所型の施設を選定している。	・福祉避難所^{*9} ・高齢者福祉施設 ・障害者福祉施設 ・児童福祉施設等
防災拠点等	○市役所等の行政施設・災害対策本部を選定している事業者が最も多く、応急給水拠点、警察・消防、水道庁舎・営業所、駅等を選定している事業者もある。 ○災害対応の拠点となる施設、応急給水の拠点となる施設、帰宅困難者を含め多くの人が集まる駅等の施設を選定している事業者が多い。	・市役所等の行政施設（県・国の施設を含む） ・警察・消防 ・水道庁舎・営業所 ・空港・ヘリポート ・駅 ・食料・物資集積所 ・清掃工場 ・自衛隊施設等

注）*1 「水道施設耐震化推進調査報告書 厚生労働省医業・生活衛生局生活衛生・食品安全部水道課（平成27・28年度）」（耐震化推進調査）のアンケート調査結果より整理。

*2 避難場所・避難地：切迫した災害の危機から逃れるための場所。

*3 避難所：災害時に一時的に避難生活を送るための施設。

*4 災害拠点病院：「厚生労働省防災業務計画（平成13年2月14日厚生労働省発総第11号）第1編 第3」において、災害時医療体制の整備のために都道府県が選定する医療施設。

*5 救急告示医療機関：「救急病院等を選定する省令」（厚生労働省令）に基づいて、都道府県知事が認定した救急医療に関する知識・経験を有する医師および施設・設備等を有する医療機関。

*6 医療救護所：災害時に応急手当を中心とした医療救護活動を行う施設。

*7 指定緊急避難場所：災害対策基本法第49条の4（平成25年6月改正）に基づき、市町村長が洪水、津波その他の政令で定める異常な現象ごとに指定する避難場所。

*8 指定避難所：災害対策基本法第49条の7（平成25年6月改正）に基づき、市町村長が災害が発生した場合における適切な避難所を確保するため指定する避難所。

*9 福祉避難所：指定避難所と同様であるが、主として高齢者、障害者、乳幼児その他の特に配慮を要する者（要配慮者）の円滑な利用を確保するための措置、体制等が講じられている避難所。

出所：重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き



災害時の断水

近年の地震による水道の被害状況

地震名等	発生日	最大震度	地震規模(M)	断水戸数(万戸)	最大断水日数
阪神・淡路大震災	平成 7年 1月17日	7	7.3	約 130.0	約3ヶ月
新潟県中越地震	平成16年10月23日	7	6.8	約 13.0	約1ヶ月 (道路復旧等の影響地域除く)
能登半島地震	平成19年 3月25日	6強	6.9	約 1.3	14日
新潟県中越沖地震	平成19年 7月16日	6強	6.8	約 5.9	20日
岩手・宮城内陸地震	平成20年 6月14日	6強	7.2	約 0.6	18日 (全戸避難地区除く)
駿河湾を震源とする地震	平成21年8月11日	6弱	6.5	※ 約7.5	3日
東日本大震災	平成23年3月11日	7	9.0	約 256.7	約5ヶ月 (津波地区等除く)
長野県神城断層地震	平成26年11月22日	6弱	6.7	約 0.1	25日
熊本地震	平成28年4月14・16日	7	7.3	約 44.6	約3ヶ月半 (家屋等損壊地域除く)
鳥取県中部地震	平成28年10月21日	6弱	6.6	約 1.6	4日
大阪府北部を震源とする地震	平成30年6月18日	6弱	6.1	約 9.4	2日
北海道胆振東部地震	平成30年9月6日	7	6.7	約 6.8	約1ヶ月 (家屋等損壊地域除く)

出所：平成30年度の災害対応および水道における緊急点検の結果等について(厚生労働省)

⑧-1 大規模地震等による被災状況

- ・近年発生した東日本大震災や新潟・福島豪雨や平成23年台風第12号といった災害時には、水インフラ施設も甚大な被害を受け、断水日数が長期に及んでいる状況にある。
- ・東日本大震災においては、停電の影響により取排水施設、浄水施設等の運転が停止し、これによる断水は約24万戸。
- ・また、津波により遡上範囲にあった地下水源は冠水し、塩水障害を被っている。津波により、涵養域が浸水して海水が地下に浸透したり、冠水することによって井戸内に海水が進入し、取水停止を余儀なくされている。

○大規模地震等による被害状況

災害等名称	発生年月	被災地	被害内容
阪神・淡路大震災 (M7.3 震度7)	H7.1	兵庫県 ほか	施設被害: 9府県81水道 断水戸数: 約130万戸 断水日数: 最大90日
新潟県中越沖地震 (M6.8 震度6強)	H19.7	新潟県 ほか	施設被害: 2県9市町村 断水戸数: 約59,000戸 断水日数: 最大20日
東日本大震災 (M9.0 震度7)	H23.3	岩手県、 宮城県、 福島県 ほか	施設被害: 19都道県264水道 断水戸数: 257万戸 断水日数: 最大約5ヶ月(津波被災地区等を除く)
新潟・福島豪雨	H23.7	新潟県 ほか	施設被害: 2県15市町 断水戸数: 50,000戸 断水日数: 最大68日
平成23年台風 第12号	H23.9	和歌山 県、三 重県、 奈良県 ほか	施設被害: 13府県 断水戸数: 約54,000戸 断水日数: 最大26日(全戸避難地区除く)

(出典)厚生労働省資料、内閣府資料をもとに国土交通省水資源部作成

○東日本大震災による断水と停電の発生状況図



(注)内閣府中央防災会議資料、国土交通省水資源部調べをもとに国土交通省水資源部作成

○東日本大震災による浅井戸の塩水障害の状況 (影響期間100日以上)

県	事業体	施設名	影響期間等
宮城県	気仙沼市	南明戸水源場	270日間
		新圃の沢ポンプ場	100日間
	南三陸町	助作浄水場、助作第2浄水場、伊里前浄水場、戸倉浄水場	110日間

(出典)厚生労働省資料をもとに国土交通省水資源部作成

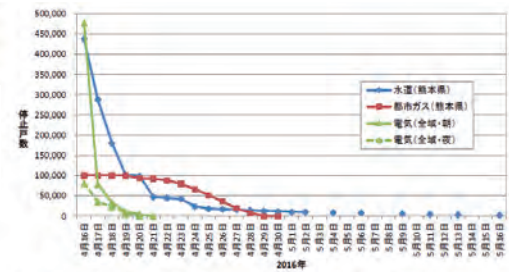
近年の水害による水道の被害状況

時期・地域名	断水戸数	最大断水日数
平成23年7月 新潟・福島豪雨	約 5.0万戸	68日
平成23年9月 台風12号(和歌山県、三重県、奈良県等)	約 5.4万戸	26日 (全戸避難地区除く)
平成25年7・8月 梅雨期豪雨(山形県、山口県、島根県等)	約 6.4万戸	17日
平成26年7～9月 梅雨・台風・土砂災害(高知県、長野県、広島県、北海道等)	約 5.7万戸	44日
平成27年9月 関東・東北豪雨(茨城県、栃木県、福島県、宮城県)	約 2.7万戸	12日
平成28年8月 台風10号等による豪雨(北海道、岩手県等)	約 1.7万戸	39日
平成29年7月 九州北部豪雨(福岡県、大分県)	約0.3万戸	23日 (家屋等損壊地域除く)
平成30年7月 豪雨(広島県、愛媛県、岡山県等)	約26.3万戸	38日 (家屋等損壊地域除く)
平成30年9月 台風21号(大阪府、京都府、和歌山県等)	約1.6万戸	12日

出所：平成30年度の災害対応および水道における緊急点検の結果等について(厚生労働省)

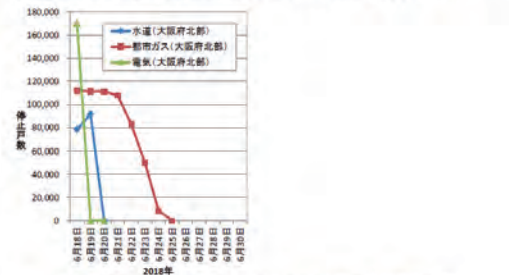
災害時の ライフライン復旧 過程比較

熊本地震



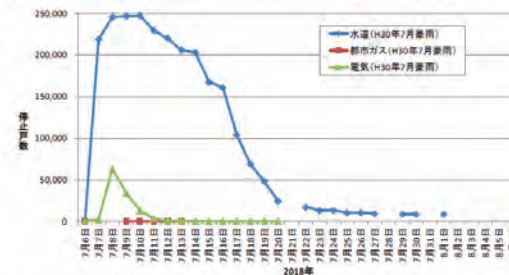
(a) 2016 年熊本地震（電気については全県で各日の朝・夜を示した）

大阪北部地震



(b) 2018 年大阪府北部の地震（各日における最大の停止戸数を使用）

西日本豪雨



(c) 平成 30 年 7 月豪雨災害（各日における最大の停止戸数を使用）

能島暢呂（岐阜大学 工学部 社会基盤工学科防災コース教授）
土木学会地震工学委員会
「ライフラインに係わる都市減災対策技術の高度化に関する研究小委員会」
平成30年7月豪雨災害におけるライフライン復旧概況（時系列編）

平成28年熊本地震

- 最大断水戸数：44.5 万戸（前震：6.95 万戸，本震：39.7 万戸（判明分））
 - 熊本県：43.2 万戸，大分県：1.0 万戸，宮崎県：2.8 千戸
 - 熊本市（区別内訳不明）32.7 万戸、大津菊陽水道企業団（大津町・菊陽町）3.1 万戸、益城町1.1 万戸、阿蘇市1.0 万戸
- 主な断水の原因
 - 配水管破損（熊本市，宇土市，甲佐町，山都町ほか）
 - 配水池水位低下（大津菊陽水道企業団）
 - 送水管破損（阿蘇市，産山村，上天草市）
 - 停電と給水管破損（南阿蘇村）
 - 停電（高森町）
 - 水源池の濁水（大津菊陽水道企業団，菊池市ほか多数）など

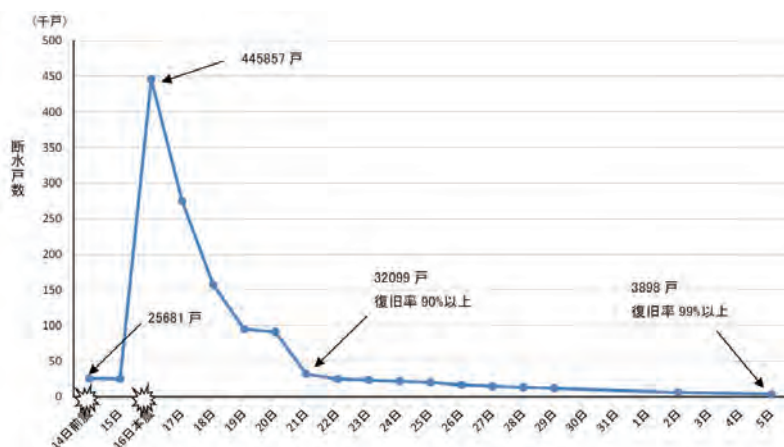
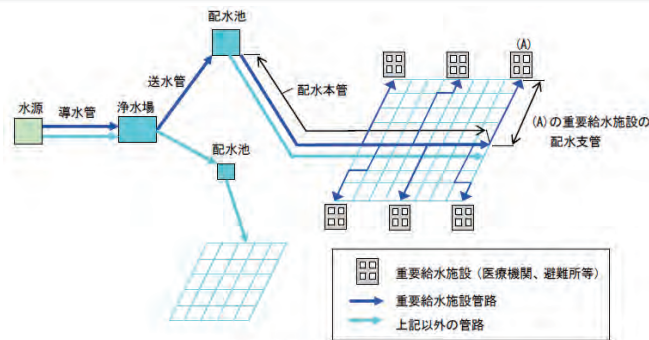


図 6.4.1 熊本地震による断水戸数の推移¹⁾

平成28年熊本地震被害調査報告書(土木学会西部支部)

平成28年熊本地震



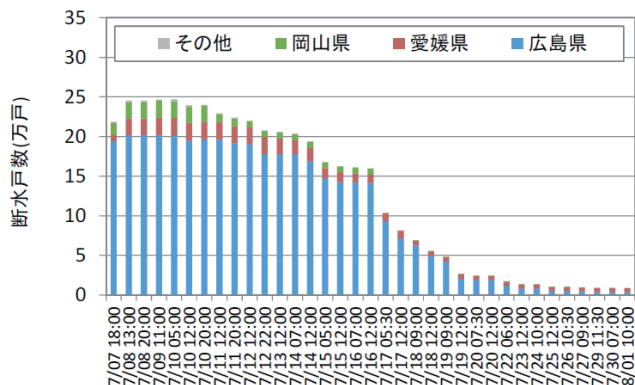
		10戸以下	11戸～100戸	101戸～1000戸	1001戸～10000戸	10001戸以上	総計
断水日数	1日	5	7	1	2	1	16
	2日～3日	1		1	1		3
	4日～7日			4	3		7
	8日～14日			2	2	2	6
	15～30日				1	2	3
	31日以上				3		3
総計		6	7	8	12	5	38

		断水要因				
		水源	浄水場	配水池	施設	管
断水日数	1日	1		2		7
	2日～3日			1		1
	4日～7日	2	2			3
	8日～14日	1		1		4
	15～30日	1				2
	31日以上			1	1	1
総計		5	2	5	1	18

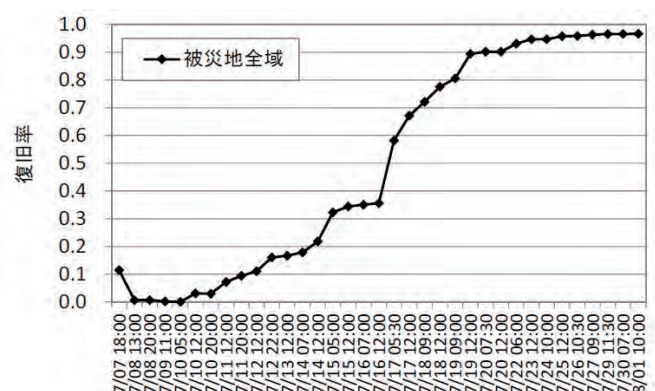
		断水要因				
		水源	浄水場	配水池	施設	管
断水戸数	10戸以下					1
	11戸～100戸	1		2		3
	101戸～1000戸	2	1			4
	1001戸～10000戸	2	1	3	1	5
	10001戸以上					5
総計		5	2	5	1	18

平成30年7月 西日本豪雨

- 全国18道府県80市町村において最大263,593戸(13 県64 事業体)の断水が発生
 - 広島県：201,844 戸、愛媛県が22,990 戸、岡山県が21,168 戸
 - 呉市：77,984 戸、尾道市：58,647 戸、三原市：38,856 戸、広島市：13,300 戸、江田島市：11,134 戸、大洲市：10,096 戸、倉敷市：10,050 戸、高梁市：7,071 戸、宇和島市：6,568 戸
- 主な断水の原因
 - 広域用水供給事業からの送水停止（広島県企業局：広島県呉市・尾道市・三原市・江田島市・愛媛県上島町、南予水道企業団：宇和島市など）
 - 浄水場の冠水（岡山県高梁市・倉敷市・矢掛町）
 - 水源地の冠水（愛媛県大洲市、岡山県高梁市）
 - 水道管の破損（広島県広島市・愛媛県西予市・岡山県倉敷市ほか多数）
 - 原水の濁度上昇（広島県三原市、京都府舞鶴市、岐阜県高山市ほか多数）

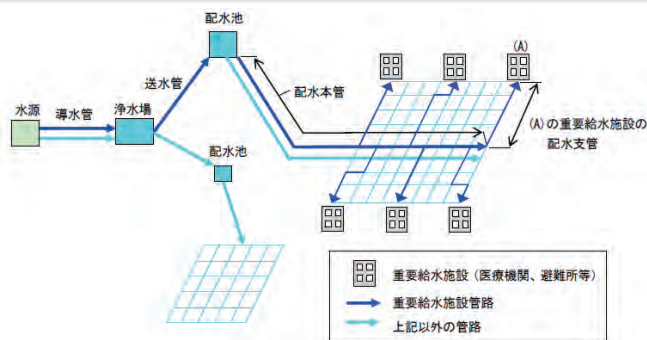


(a) 全国の府県別（広島県・岡山県・愛媛県・その他）



(a) 全国の被災地全体

平成30年7月 西日本豪雨

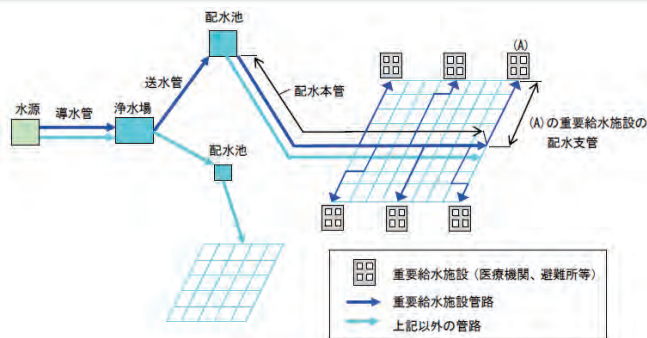


		断水戸数					総計
		10戸以下	11戸～100戸	101戸～1000戸	1001戸～10000戸	10001戸以上	
断水日数	1日	4	4	2			10
	2日～3日	7	9	8	3		27
	4日～7日	3	8	11	2		24
	8日～14日		1	4	5	1	11
	15～30日			1	1	4	6
	31日以上				1	1	2
総計		14	22	26	12	6	80

		断水要因					総計
		水源	浄水場	配水池	施設	管	
断水日数	1日						10
	2日～3日	7	3				17
	4日～7日	2	4	1			19
	8日～14日	3	4	1	1		7
	15～30日	1	4		1		6
	31日以上		1				2
総計		13	16	2	2		61

		断水要因					総計
		水源	浄水場	配水池	施設	管	
断水戸数	10戸以下	1					12
	11戸～100戸	1	1				20
	101戸～1000戸	8	4	2			17
	1001戸～10000戸	1	3		1		5
	10001戸以上	2	8		1		6
	総計	13	16	2	2		60

平成30年9月 21号台風



		10戸以下	11戸～100戸	101戸～1000戸	1001戸～10000戸	10001戸以上	総計
断水日数	1日	4	12	1	2		19
	2日～3日	4	11	10			25
	4日～7日		5	1	2		8
	8日～14日	1	1	1	1		4
	15～30日						
	31日以上						
総計		9	29	13	5	0	56

		断水要因					総計
		水源	浄水場	配水池	施設	管	
断水日数	1日	1	16				3
	2日～3日		22				4
	4日～7日		8				
	8日～14日		4				
	15～30日						
	31日以上						
総計		1	50	0	0		7

9割が停電による
送水ポンプ停止

		断水要因					総計
		水源	浄水場	配水池	施設	管	
断水戸数	10戸以下		7				2
	11戸～100戸	1	25				4
	101戸～1000戸		13				1
	1001戸～10000戸		5				
	10001戸以上						
	総計	1	50	0	0		7

災害時に利用可能な地域の水

水の種類		平時の水質管理状況	平時のオペレーション負荷
井戸		水道水以外の飲用水は法律が適用されず水質検査の義務なし。(自己責任) 不特定多数に提供する場合、保健所が水質検査受検指導	《日常の管理》 (1)水中ポンプの電流値の観測(2)地下水位の観測(3)揚水量の確認 《メンテナンス方法》 (1)ブラッシング洗浄(2)薬品洗浄(3)井戸底の浚渫工事(4)水中ポンプの更新(5)揚水試験(井戸能力変化の確認)
	プールの水	《シーズン中》 水質検査は、水素イオン濃度、濁度、過マンガン酸カリウム消費量、大腸菌、一般細菌及び遊離残留塩素濃度の6項目 《シーズン後》 水質管理に関する規定は特にならない	《シーズン中》 (1)新鮮水の補給(2)ろ過機の運転(3)プールの水の消毒(4)水質検査 《シーズン後》 特になし(施設管理等) ※寒冷地は凍結防止のため水を抜く
水道水の貯水槽貯留		「水道法第34条の2」「水道法施行規則第55条」「水道法施行規則第56条」等に基づいて、年1回の定期清掃を行うことが定められている(検査結果の届出義務なし)	左記の清掃を除けば、異常がないかやポンプ作動状況などの確認程度。
材質・構造	ステンレス(全溶接構造)	開放	
	ステンレス(ボルト締め構造)	開放	
	FRP(ボルト締め構造)	開放	
	鋼板(全溶接構造)	開放	
	PC	開放	
	RC	開放	
*ステンレス(貯水機能付給水管)		密閉	年1回のバルブ操作程度

(2) 小規模貯水槽水道

小規模貯水槽水道については、都道府県等において条例、要綱等による受検指導等が実施されている。実施された検査の状況について、都道府県等より報告のあったものを表2-1、表2-2に示す。また、小規模貯水槽水道に係る条例、要綱等の制定状況は表2-3、図2-1-1のとおりである。

表2-1 小規模貯水槽水道の設置状況及び検査実施状況

	平成25	平成26	平成27	平成28	平成29
検査対象施設数	905,758	861,707	845,345	840,170	829,524
検査実施施設数	26,789	26,714	27,281	26,304	27,677
受検率	3.0%	3.1%	3.2%	3.1%	3.3%

表2-2 小規模貯水槽水道の検査における不適合内容の推移

	平成25	平成26	平成27	平成28	平成29
検査指導施設数	7,621	7,547	7,343	6,673	6,714
検査指導率	28.4%	28.3%	26.9%	25.4%	24.3%
施設の					
水槽の周囲の状態	7.8%	9.4%	8.8%	10.8%	9.8%
受水槽本体の状態	9.2%	9.3%	9.2%	8.8%	9.3%
受水槽上部の状態	4.1%	4.1%	4.1%	4.0%	3.9%
受水槽内部の状態	19.2%	16.9%	16.6%	11.0%	16.2%
マンホールの状態	18.4%	20.9%	21.7%	20.6%	20.9%
オーバーフロー管の状態	11.4%	11.2%	11.5%	9.6%	11.0%
槽					
通気管の状態	8.6%	9.8%	9.7%	9.3%	9.6%
水抜き管の状態	8.4%	9.8%	9.4%	8.9%	9.0%
高置水槽本体の状態	6.4%	6.1%	5.3%	4.8%	4.1%
高置水槽上部の状態	1.3%	1.4%	1.4%	1.6%	1.2%
高置水槽内部の状態	7.3%	7.6%	5.7%	5.9%	5.4%
マンホールの状態	12.8%	12.7%	11.6%	12.0%	10.7%
オーバーフロー管の状態	5.6%	5.3%	4.9%	5.6%	4.0%
通気管の状態	12.8%	9.7%	9.5%	10.1%	7.9%
水抜き管の状態	2.8%	4.8%	2.7%	2.5%	1.0%
給水管等の状態	1.3%	1.2%	1.4%	1.3%	0.8%
臭気	0.26%	1.71%	0.08%	0.00%	0.01%
味	0.05%	0.39%	0.07%	0.01%	0.01%
色	0.07%	1.75%	0.10%	0.03%	0.03%
色度	0.2%	0.4%	0.2%	0.5%	0.4%
濁度(濁りを含む)	0.1%	0.5%	0.1%	0.4%	0.4%
残留塩素	3.1%	2.7%	2.1%	1.7%	1.5%
書類の整備保存の状況	40.1%	47.5%	50.3%	38.8%	32.8%

(注)・上表の検査指導施設数は、検査機関から上記23項目についての指摘を受けた施設である。
・検査項目別の指導率は検査指導施設数に対する割合(検数回答あり)

(3) 飲用井戸等に係る衛生管理状況

各水質基準項目の水質検査状況及び水質基準超過井戸の対応状況は、表3-1から3-6、図3-1から3-3のとおりである。また、飲用井戸等に係る条例、要綱等の制定状況は表3-7のとおりである。

① 一般項目

表3-1 一般項目^{※1}の水質検査状況(平成25～29年度)

	平成25	平成26	平成27	平成28	平成29
検査井戸数 ^{※2}	38,979	34,552	32,253	32,055	25,368
基準超過井戸数(超過率 ^{※3})	8,762 (22.5%)	7,143 (20.7%)	6,788 (21.0%)	6,257 (19.5%)	— ^{※4}
一般細菌	5,344 (13.7%)	3,960 (11.5%)	4,017 (12.5%)	3,964 (12.4%)	2,165 / 22,546
大腸菌	1,775 (4.6%)	1,670 (4.8%)	1,608 (5.0%)	1,658 (5.2%)	138 / 22,400
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	1,203 (3.1%)	941 (2.7%)	933 (2.9%)	770 (2.4%)	386 / 16,347
その他項目 ^{※5}	3,933 (10.1%)	4,535 (13.1%)	4,366 (13.5%)	4,226 (13.2%)	2,617 / 75,661

表3-2 一般項目の水質基準超過井戸の対応状況(平成25～29年度)

年度	対 応 状 況 ^{※6}									
	専 用 井 戸 ^{※7}					供 用 井 戸 ^{※7}				
	水道加入	煮沸	消毒	その他	計	飲用中止	煮沸	消毒	その他	計
平成25	37	551	109	301	998	692	281	36	34	1,043
平成26	49	700	99	253	1,101	392	88	22	69	571
平成27	11	170	68	300	549	336	83	11	68	498
平成28	12	180	32	330	554	283	79	14	50	426
平成29	13	212	26	163	414	213	60	14	29	316

(注)

※1:一般項目とは、水質基準に関する省令(平成15年厚生労働省令第101号)に規定する水道水質基準項目のうち、一般細菌、大腸菌、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、その他項目(塩化物イオン、有機物等、pH値、味、臭気、色度及び濁度)をいう。

※2:検査井戸数とは、原則として一般項目のうち一項目以上を検査した井戸の総数であるが、自治体によっては一部延べ数として重複計上されている場合がある。また、検査実施項目は個々の井戸によって異なるため、必ずしも全ての項目を検査していない。

※3:超過率とは、項目別の検査井戸数に対する基準超過井戸数の割合、同一年度内に複数回の検査が行われた井戸の場合、一度でも水質基準を超過すれば、超過井戸として計上している。

※4:調査項目を見直したため、集計は行っていない。各調査項目の左欄に基準超過数、右欄に検査実施井戸数を計上している。

※5:その他項目の数値については各項目の合計値を計上している。

※6:基準超過井戸に対して都道府県等の対応状況(飲用指導など)が確認された井戸の数を計上している。

※7:専用井戸とは、汚水の利用した時点で当該井戸が飲料水を得る唯一の手段であったものをいい、供用井戸とは、その時点で水道がひかれている等、当該井戸の他に飲料水を得る手段を有しているものをいう。

・各年度の井戸数は、当該年度において調査された数であり、同一の井戸についての結果が複数年度の数に計上されている場合もある。

■ 災害時に断水を起こさないように既存の水道インフラの整備を推進すると共に万が一の断水に対して、共助および自助を含めた備えの推進を図ることを提言する

「災害時確保水」の具体的定量的な把握

1. 災害時の使用水量の把握

- 状況変化を踏まえたタイムラインを勘案し、給水対象毎に必要な使用水量を把握する
- ✓ 小さな地域や施設での対象人数想定
- ✓ 一人当たりの使用水量目安設定（水量原単位の設定）

2. 災害時の給水量の把握

- 二次災害等に配慮した給水水源および給水量を把握する
- ✓ 優先給水対象の設定（給水先のトリージ）
- ✓ 応急給水量および応急給水方法（給水車等）の把握

3. 災害時の水のバランスシートの作成

- 使用水量および給水量を元にして、災害時の水のバランスシートを作成し、「災害時確保水」を把握する
- ✓ 小地域（自治会、施設等）別の「災害時確保水」の把握
- ✓ 水質（飲用水、飲用水等）別の「災害時確保水」の把握

「災害時確保水」の備えに向けた活動

1. 「災害時確保水」の備えの実現

- 自治体や地域による「災害確保水」実現に向け行動する
- ✓ （自治体）定量的な災害時の水のバランスシートの作成
- ✓ （小地域）自治会、マンション組合、施設等における給水水源の確保（貯水槽の耐震化、多様な水源等）

2. 「災害時確保水」の備えの実現への支援

- 自治体や地域の実現に向けた行動への政府の支援を行う
- ✓ （自治体向け）把握作業への人的支援および財政支援
- ✓ （小地域向け）多様な水源の利用検討および財政支援

3. 「災害時確保水」の備えの周知

- いざという時に「災害確保水」が役立つよう、定着を図るための周知及び啓発活動を行う
- ✓ 国土強靱化地域計画及び地域防災計画への反映
- ✓ 周知に向けた行政の広報活動、小地域における啓発活動

水のレジリエンスワーキンググループからの5つの提言

1. 災害時の断水を防ぐための公助の様々な取り組みを堅持しつつ、並行して、地域の共助や自助による「災害時に確保すべき水（災害時確保水）」の実現を図る。

2. 災害時に水が不可欠な重要給水施設に対しては、水道施設や管路の耐震化などと並行し、公助の断水時に対処可能な、共助や自助による「災害時確保水」の実現を、優先的に図る。

3. 自治会や小学校区などの小さな地域単位で、「災害時確保水」の実現に向け、具体的かつ定量的に試算した表（災害時の水のバランスシート）の推進・定着を図る。

4. 「災害時確保水」の実現にあたり、二次的災害等に配慮したうえ、雨水、再生水、地下水を水源として利用することも視野に入れ、民間との連携や民間技術の活用を含め、推進を図る。

5. 「災害時確保水」を実現するため、手法・人材・財政・制度など、多岐にわたり実行の支援を行い、社会全体として経済合理性を有した共助や自助による備えの推進を図る。

災害時確保水の 水量と水質

水のレジリエンスワーキンググループPart2 事務局

<水量> 南海トラフ巨大地震における断水人口推計

断水人口（地震動：基本ケース、津波ケース①、冬深夜、平均風速）									
都道府県	給水人口 （人）	被災直後		被災1日後		被災1週間後		被災1ヶ月後	
		断水人口 （人）	断水率 （%）	断水人口 （人）	断水率 （%）	断水人口 （人）	断水率 （%）	断水人口 （人）	断水率 （%）
茨城県	約 2,700,000	約 2,100	-	約 1,900	-	約 600	-	-	-
栃木県	約 1,800,000	約 300	-	約 300	-	-	-	-	-
群馬県	約 1,900,000	約 5,100	-	約 4,600	-	約 1,500	-	-	-
埼玉県	約 7,200,000	約 29,000	-	約 26,000	-	約 8,500	-	約 500	-
千葉県	約 6,200,000	約 6,700	-	約 6,000	-	約 1,900	-	約 100	-
東京都	約 13,200,000	約 75,000	1%	約 67,000	1%	約 22,000	-	約 1,400	-
神奈川県	約 9,100,000	約 230,000	3%	約 210,000	2%	約 83,000	1%	約 10,000	-
新潟県	約 2,300,000	-	-	-	-	-	-	-	-
富山県	約 1,000,000	約 400	-	約 300	-	約 100	-	-	-
石川県	約 1,100,000	約 600	-	約 600	-	約 200	-	-	-
福井県	約 780,000	約 10,000	1%	約 9,400	1%	約 3,100	-	約 200	-
山梨県	約 820,000	約 480,000	58%	約 280,000	34%	約 170,000	21%	約 29,000	4%
長野県	約 2,100,000	約 15,000	1%	約 13,000	1%	約 4,800	-	約 500	-
岐阜県	約 1,900,000	約 970,000	52%	約 200,000	11%	約 120,000	6%	約 18,000	1%
静岡県	約 3,800,000	約 3,400,000	94%	約 3,400,000	95%	約 2,400,000	65%	約 740,000	20%
愛知県	約 7,500,000	約 3,100,000	42%	約 6,100,000	81%	約 1,900,000	26%	約 410,000	5%
三重県	約 1,800,000	約 1,500,000	85%	約 1,500,000	82%	約 850,000	47%	約 200,000	11%
滋賀県	約 1,300,000	約 950,000	71%	約 220,000	16%	約 110,000	8%	約 17,000	1%
京都府	約 2,500,000	約 2,100,000	83%	約 290,000	12%	約 140,000	6%	約 22,000	1%
大阪府	約 8,800,000	約 2,400,000	27%	約 1,300,000	15%	約 640,000	7%	約 99,000	1%
兵庫県	約 5,500,000	約 2,900,000	51%	約 420,000	8%	約 210,000	4%	約 32,000	1%
奈良県	約 1,400,000	約 1,200,000	88%	約 410,000	29%	約 230,000	17%	約 35,000	3%
和歌山県	約 940,000	約 760,000	81%	約 750,000	80%	約 480,000	51%	約 120,000	12%
鳥取県	約 570,000	約 1,100	-	約 1,000	-	約 300	-	-	-
島根県	約 580,000	約 800	-	約 700	-	約 200	-	-	-
岡山県	約 1,900,000	約 1,000,000	55%	約 350,000	19%	約 190,000	10%	約 28,000	1%
広島県	約 2,800,000	約 61,000	2%	約 54,000	2%	約 21,000	1%	約 2,800	-
山口県	約 1,300,000	約 8,100	1%	約 7,200	1%	約 2,700	-	約 400	-
徳島県	約 730,000	約 670,000	92%	約 700,000	96%	約 500,000	69%	約 150,000	20%
香川県	約 980,000	約 360,000	37%	約 730,000	75%	約 160,000	16%	約 25,000	3%
愛媛県	約 1,300,000	約 750,000	56%	約 1,000,000	77%	約 260,000	20%	約 49,000	4%
高知県	約 650,000	約 650,000	99%	約 640,000	98%	約 530,000	82%	約 190,000	30%
福岡県	約 4,800,000	約 3,000	-	約 2,700	-	約 900	-	-	-
佐賀県	約 780,000	約 1,400	-	約 1,300	-	約 400	-	-	-
長崎県	約 1,300,000	約 600	-	約 500	-	約 200	-	-	-
熊本県	約 1,500,000	約 63,000	4%	約 56,000	4%	約 23,000	2%	約 3,100	-
大分県	約 1,000,000	約 910,000	88%	約 170,000	16%	約 93,000	9%	約 14,000	1%
宮崎県	約 1,000,000	約 890,000	88%	約 880,000	89%	約 480,000	46%	約 90,000	9%
鹿児島県	約 1,500,000	約 77,000	5%	約 69,000	5%	約 33,000	2%	約 4,700	-
沖縄県	約 1,400,000	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	約 109,600,000	約 25,700,000	23%	約 19,900,000	18%	約 9,700,000	9%	約 2,300,000	2%

(注1) 断水率は各都府県の給水人口に占める断水人口の割合とした。
(注2) - : わずか
(注3) 都府県別の数値は、ある程度幅をもって見る必要がある。また、四捨五入の関係で合計が一致しない場合がある。

断水人口（地震動：陸側ケース、津波ケース①、冬夕方、風速 8m/s）									
都道府県	給水人口 （人）	被災直後		被災1日後		被災1週間後		被災1ヶ月後	
		断水人口 （人）	断水率 （%）	断水人口 （人）	断水率 （%）	断水人口 （人）	断水率 （%）	断水人口 （人）	断水率 （%）
茨城県	約 2,700,000	約 2,600	-	約 2,300	-	約 800	-	-	-
栃木県	約 1,800,000	約 400	-	約 300	-	約 100	-	-	-
群馬県	約 1,900,000	約 3,900	-	約 3,500	-	約 1,200	-	-	-
埼玉県	約 7,200,000	約 39,000	1%	約 35,000	-	約 11,000	-	約 700	-
千葉県	約 6,200,000	約 8,800	-	約 7,900	-	約 2,600	-	約 200	-
東京都	約 13,200,000	約 150,000	1%	約 130,000	1%	約 44,000	-	約 2,800	-
神奈川県	約 9,100,000	約 150,000	2%	約 140,000	2%	約 57,000	1%	約 6,800	-
新潟県	約 2,300,000	約 100	-	約 100	-	-	-	-	-
富山県	約 1,000,000	約 1,100	-	約 1,000	-	約 300	-	-	-
石川県	約 1,100,000	約 2,800	-	約 2,600	-	約 800	-	-	-
福井県	約 780,000	約 20,000	3%	約 18,000	2%	約 6,500	1%	約 700	-
山梨県	約 820,000	約 570,000	70%	約 390,000	47%	約 260,000	32%	約 46,000	6%
長野県	約 2,100,000	約 1,200,000	58%	約 130,000	7%	約 71,000	3%	約 10,000	1%
岐阜県	約 1,900,000	約 1,100,000	58%	約 370,000	20%	約 230,000	12%	約 37,000	2%
静岡県	約 3,800,000	約 3,300,000	91%	約 3,400,000	92%	約 1,900,000	53%	約 800,000	22%
愛知県	約 7,500,000	約 4,900,000	65%	約 6,800,000	90%	約 3,600,000	49%	約 1,000,000	14%
三重県	約 1,800,000	約 1,700,000	93%	約 1,700,000	92%	約 1,300,000	71%	約 390,000	22%
滋賀県	約 1,300,000	約 1,100,000	82%	約 700,000	52%	約 460,000	34%	約 72,000	5%
京都府	約 2,500,000	約 2,300,000	89%	約 1,000,000	41%	約 650,000	26%	約 100,000	4%
大阪府	約 8,800,000	約 4,300,000	48%	約 3,400,000	38%	約 2,000,000	23%	約 300,000	3%
兵庫県	約 5,500,000	約 3,300,000	59%	約 1,200,000	21%	約 680,000	12%	約 120,000	2%
奈良県	約 1,400,000	約 1,300,000	95%	約 980,000	70%	約 710,000	51%	約 130,000	10%
和歌山県	約 940,000	約 860,000	92%	約 850,000	91%	約 640,000	68%	約 190,000	21%
鳥取県	約 570,000	約 5,000	1%	約 4,500	1%	約 1,500	-	-	-
島根県	約 580,000	約 6,900	1%	約 6,200	1%	約 2,100	-	約 200	-
岡山県	約 1,900,000	約 1,300,000	70%	約 930,000	49%	約 640,000	34%	約 110,000	6%
広島県	約 2,800,000	約 1,500,000	54%	約 680,000	25%	約 430,000	16%	約 73,000	3%
山口県	約 1,300,000	約 85,000	7%	約 79,000	6%	約 48,000	4%	約 8,000	1%
徳島県	約 730,000	約 710,000	97%	約 720,000	98%	約 610,000	83%	約 230,000	31%
香川県	約 980,000	約 740,000	76%	約 900,000	93%	約 510,000	52%	約 110,000	11%
愛媛県	約 1,300,000	約 1,200,000	89%	約 1,300,000	94%	約 910,000	69%	約 260,000	19%
高知県	約 650,000	約 650,000	99%	約 650,000	99%	約 610,000	93%	約 340,000	51%
福岡県	約 4,800,000	約 15,000	-	約 14,000	-	約 4,700	-	約 400	-
佐賀県	約 780,000	約 2,700	-	約 2,400	-	約 800	-	-	-
長崎県	約 1,300,000	約 2,000	-	約 1,800	-	約 600	-	-	-
熊本県	約 1,500,000	約 83,000	6%	約 74,000	5%	約 31,000	2%	約 4,400	-
大分県	約 1,000,000	約 930,000	90%	約 880,000	88%	約 220,000	22%	約 35,000	3%
宮崎県	約 1,000,000	約 950,000	92%	約 940,000	91%	約 670,000	65%	約 190,000	18%
鹿児島県	約 1,500,000	約 77,000	5%	約 69,000	5%	約 32,000	2%	約 4,800	-
沖縄県	約 1,400,000	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	約 109,600,000	約 34,400,000	31%	約 28,400,000	26%	約 17,400,000	16%	約 4,600,000	4%

(注1) 断水率は各都府県の給水人口に占める断水人口の割合とした。
(注2) - : わずか
(注3) 都府県別の数値は、ある程度幅をもって見る必要がある。また、四捨五入の関係で合計が一致しない場合がある。

出所：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）
（平成25年、中央防災会議防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ）

<水量> 避難者数と応急給水（新潟中越地震）

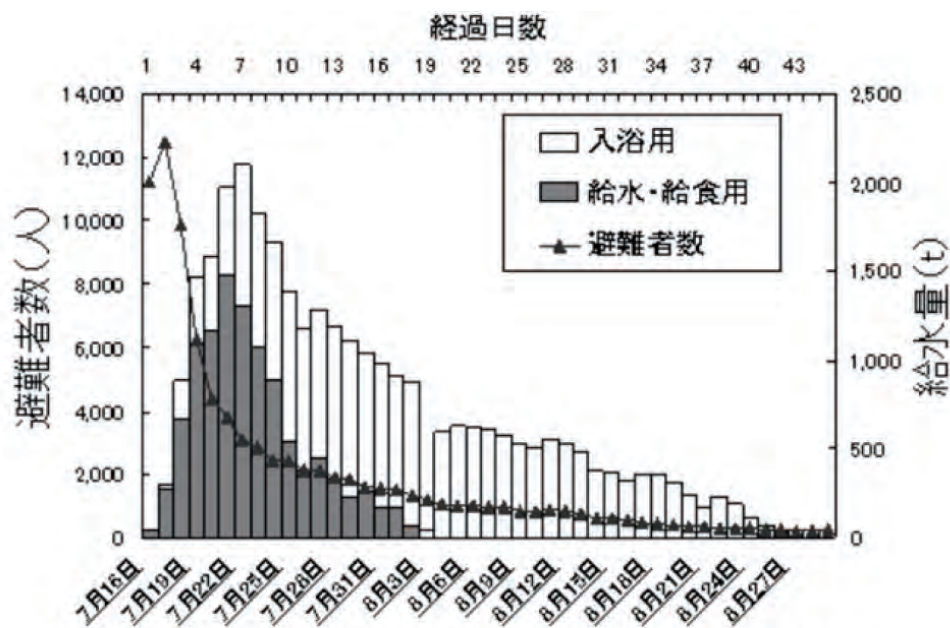


図2 2007年新潟県中越沖地震での応急給水量実績と避難者数推移

出所：災害時の安全な水の確保（平山修久、国立環境研究所、2015）

<水量> 避難所の収容人数①

第1節 避難所の指定

1 指定

(1) 避難所

避難所は、各区市町村の地域防災計画において、あらかじめ指定しておく必要があります。

指定基準は次のとおりです。

ア 原則として、町内会（又は自治会）又は学区を単位として指定する。

イ 耐震・耐火・鉄筋構造を備えた公共建物など（学校、公民館など）を利用する。

ウ 避難所に受け入れる避難者数は、おおむね居室 3. 3㎡当たり二人とする。

エ 津波等の浸水想定も考慮して選定す

出所：避難所管理運営の指針（区市町村向け）（平成25年、東京都福祉保健局）

第2章 社会状況の変化による機会

4. 学校施設における避難場所・避難所の提供の観点から社会的要請を評価する

(2) 今後望まれること

- ① **一般的には、たたみ一畳（約2㎡）に1人が望ましい避難スペース**とされており、これをもとに避難可能人数を想定しておくことが望まれる

出所：科学的根拠に基づく、学校施設における効果的な防災・減災対策計画策定モデルの構築

<水量> 避難所収容人数②

表 2.4 避難所概要（江戸川区）

施設名	箇所数	収容可能人数 （短期）	収容可能人数 （長期）	備考
中学校	33 箇所	84,894 人	42,449 人	
小学校	73 箇所	157,271 人	78,635 人	
公共施設	186 箇所	—	—	補完避難所としての位置付け （収容人数の算定なし）
	292 箇所	242,165 人	121,084 人	

※出典：江戸川区地域防災計画（平成 16 年度修正）江戸川区防災会議

※収容可能人数 短期（一時）：居室 3.3m² 当り 4 人
長期：居室 3.3m² 当り 2 人

出所：第3回 緊急時水循環機能障害リスク検討会－東京都ケーススタディ－

（2）想定を超える避難者数

今回の震災では、2度の大きな揺れによる家屋等の被害、度重なる余震による不安、ライフラインの断絶などの影響により、市内において最大約11万人の避難者が発生した。それまでの地域防災計画では、避難所への避難者の最大想定数を約5万8000人としていたことから、想定の数倍近い方が避難を余儀なくされた。

（中略）

また、熊本地震発生時の本市の備蓄計画では約3万6000人の避難者を想定し備蓄を行っていたため、今回の震災における約11万人の避難者に対しては備蓄物資が大きく不足することとなった。

出所：平成28年熊本地震における避難所対応（大西一史（熊本市長）、市政平成29年11月号）

<水量> 水量の原単位①

表 3-1 応急給水の目標設定例^{*1}

地震発生からの 日数	目標水量	市民の水の運搬距離	主な給水方法
地震発生～ 3 日まで	3L/人・日	概ね 1km 以内	耐震貯水槽、タンク車
10 日	20L/人・日	概ね 250m 以内	配水幹線付近の仮設給水栓
21 日	100L/人・日	概ね 100m 以内	配水支線上の仮設給水栓
28 日	被災前給水量 （約 250L/人・日）	概ね 10m 以内	仮配管からの各戸給水 共用栓

*1 出典：財団法人 水道技術研究センター「水道の耐震化計画策定指針（案）の解説（平成 9 年 5 月）」

出所：地震対策マニュアル策定指針（厚生労働省）

表 2.6 必要生活水量原単位

単位：L/人・日

	東京都計画	阪神・淡路の被災市民の使用平均水量				備考
	目標水量	飲料系	生活系	雑用系	合計	
発災～3 日目	3	7	2	7	16	混乱期（～約 1 週間）
4～10 日目	20	10	4	9	23	緊急救援期（～2 週間）
11～20 日目	100	13	7	12	32	安定救援期（～約 6 週間）
21～31 日目	250					

※出典：「東京都水道局震災応急対策計画（平成 12 年 1 月改定）」東京都水道局

※出典：「京都市防災水利構想」防災水利構想検討委員会

出所：第3回 緊急時水循環機能障害リスク検討会－東京都ケーススタディ－

<水量> 水量の原単位②

表 3.3 必要生活水量原単位

単位：L/人・日

経過日数	東京都 計画目標 水量	阪神・淡路震災時の被災市民の実績使用水量				備考	採用値	
		飲料 系	生活 系	雑用 系	合計		ケース1及び ケース3	ケース2及び ケース4
発災～3日目	3	7	2	7	16	混乱期(～約1週間)	3	16
4～10日目	20	10	4	9	23	緊急救援期(～2週間)	20	23
11～20日目	100	13	7	12	32	安定救援期(～約6週間)	100	100
21～30日目	250						250	250

※出典：「東京都水道局震災応急対策計画（平成12年1月改定）」東京都水道局
「京都市防災水利構想」防災水利構想検討委員会

表 3.5 建物種類別の水使用量の実績

建物種別	年平均一日使用量	単位	サンプ ル数	ケース1及び ケース3	ケース2及び ケース4	備 考
庁舎・事務所	127 標準偏差	65 L/人・日	96	平均値	平均値	
病院	1,290 標準偏差	572 L/床・日	45	平均値	平均値+2θ	平均値+2θをピーク時の水量と仮定 (正規分布を仮定, 平均値±2θで95.4%)

※出典：「空気調和・衛生工学便覧<第13版> 4 給排水衛生設備設計編 p.107」空気調和・衛生工学会

出所：緊急時水循環機能障害リスク検討委員会報告（(国土交通省)）

<水源> 水量の原単位③

表 3-2 想定地震時における目標給水量及び供給時期（横浜市の場合）

（平成20年3月末現在）

時間の経過 区分		混乱期		一次復旧期	二次復旧期	復興期	摘要
		24時間	2～3日	4～7日	8日以降		
1人1日確保水量		3リットル		10リットル	20リットル	100リットル	
		生命維持のための 最少限必要水量		生活用水の ための必要 最少量	炊事、洗面、 洗たく等の最 低生活を営む ための必要量	通常の生活が 不便ではある が可能となる 必要最少量	
応急給水	配水池等貯留施設	○	○	○	○	—	27か所
	大型災害用地下給 水タンク	○	○	□	—	—	5か所
	災害用地下給水タ ンク(100m3)	○	○	—	—	—	11か所
	災害用地下給水タ ンク(60m3)	○	○	—	—	—	118か所
	耐震管路(緊急給水 栓)	—	□	○	○	—	358か所
	仮設配水管(仮設給 水栓)	—	—	□	○	—	
	企業団調整池	—	○	○	○	—	3か所
	工業用水施設の利 用	○	○	○	○	—	4m3/日×2 台(ろ水機)
運搬給水	災害対 策本部 が指定 する	○	○	○	○	—	
	医療 機関 その他	—	□	○	○	—	
各戸給水		—	—	—	—	○	

(注)○=実施 □=一部実施

出所：渇水・震災・事故等の水危機時の水確保方策のあり方に関する検討調査報告書
(平成21年3月、国土交通省土地・水資源局水資源部)

<水量> 災害時の水用途

5 想定されるリスクの総括

5.1 都市内の水に関するリスク

(1) 都市内の水不足（生活用水、雑用水の不足）

大規模地震発生により水道施設が被災しても、施設の耐震対策や断水被害の最小化対策が図られていれば、長期間に及ぶ断水には至らない。また、断水地域の避難者等に対する飲料水は、水道事業者の応急給水や自治体の備蓄等によりほぼ確保できる。

しかしながら、地震発生直後の火災に対応する多量の防火用水の確保が難しい地区が存在すること、また、発災後も通常業務を継続する必要がある病院や防災拠点等の重要施設における業務活動用水が不足することが想定される。

さらに、**避難者や帰宅困難者等が多量に発生する発災直後から3日程度は、生活用水の不足が想定される。**市民生活の維持に必要な飲料水は確保できても、**生活用水・雑用水等の局所的な不足や、高層ビル居住者、高齢者等への水の供給困難が懸念される。**停電の影響や発災後の避難者・帰宅困難者等による一時的な水需要の増大・偏在を考慮すると、**被災後一週間程度までの間で生活用水・雑用水等の不足が発生する可能性がある。**

出所：緊急時水循環機能障害リスク検討委員会報告（国土交通省）

第2章 社会状況の変化による機会

6. 地域のステークホルダーからの要請を評価する

(1) 背景

① 生活用水の確保に協力がほしい（行政からの意見）

新潟中越地震・中越沖地震後のライフラインの途絶期においては、飲料水については、直後の3日間は供給が不足した事態もあったが、3日目以降は（十分ではないにしろ）行政側で確保することができた。

ところが避難者が避難生活を送るためには飲料水の他に、生活用水の確保が必要になる。生活用水は、トイレや避難所の清掃、洗濯、機材の洗浄などの用途に欠かせない。

いのちの継続に不可欠な飲料水は支援物資として確保されるが、そのほかの用途の水については、プールの水、河川、農業用水などの活用や雨水タンクの整備などの確保が望まれており、行政機関以外でも組織や機関で対応について検討を進めてもらえると近隣の地域についても利用が可能になる。

（出所：科学的根拠に基づく、学校施設における効果的な防災・減災対策計画策定モデルの構築）

<水源> 災害時の水の種類と用途

《水の種類による用途》

水の種類		飲 料 水 調理用水	手 洗 い 歯 磨 き 食 器 洗 浄	浴 用 水 洗濯用水	トイレ 洗浄用
水道水	直結給水※1	○	○	○	○
	貯水槽水道※2	○	○	利用は可能であるが、 上水道の復旧までの間は極力利用を控える。	
	給水車※3	○	○		
	給水拠点※3	○	○		
ペットボトル等飲料水※4		○	○		
井戸水※5		△	△	△	○
雨水※6		×	×	△	○
河川水※7		×	×	△	○
プール水※8		×	×	△	○
地域再生水	雑用水※9	×	×	×	○
個別再生水		×	×	×	○
雨水処理水		×	×	×	○

【凡例】○：使用可能 △：やむを得ない場合に使用可能 ×：使用不可 □枠内：飲料水として利用すべき水

※1 直結給水とは、水道水を直接（又は、増圧ポンプ等）で建物内に給水している水であるため、上水道から安定的な供給がある場合に用可能となる。

※2 貯水槽水道とは、水道水のみを貯水槽に貯めて、建物内に給水している水であり、上水道からの供給が停止している場合には、飲料水、手洗い等としてのみ使用する。

※3 飲料水、手洗い等として利用し、他の用途への利用は控える。

※4 ペットボトル等飲料水は、優先的に飲料水、手洗い等として利用し、他の用途への利用は控える。

※5 井戸水は、日常から飲用に管理されている場合のみ、ろ過及び消毒後、飲料水にできると考えられるが、飲料水には可能な限り■枠内の水を利用する。

※6 雨水には、ゴミやチリが含まれているため、浴用には使用せず、洗濯用水に利用する。

※7 河川水、※8 プール水は、臭気や着色等の影響がないようであれば洗濯用水に利用する。

※9 雑用水は、原則的にトイレ洗浄用として使用されているため、人に触れるような場所での利用はできない。

なお、温水洗浄便座には水道水が使用されているので、利用を制限する。

出所：避難所管理運営の指針（区市町村向け）（平成25年、東京都福祉保健局）

<水量> 延べ面積別タンク容量

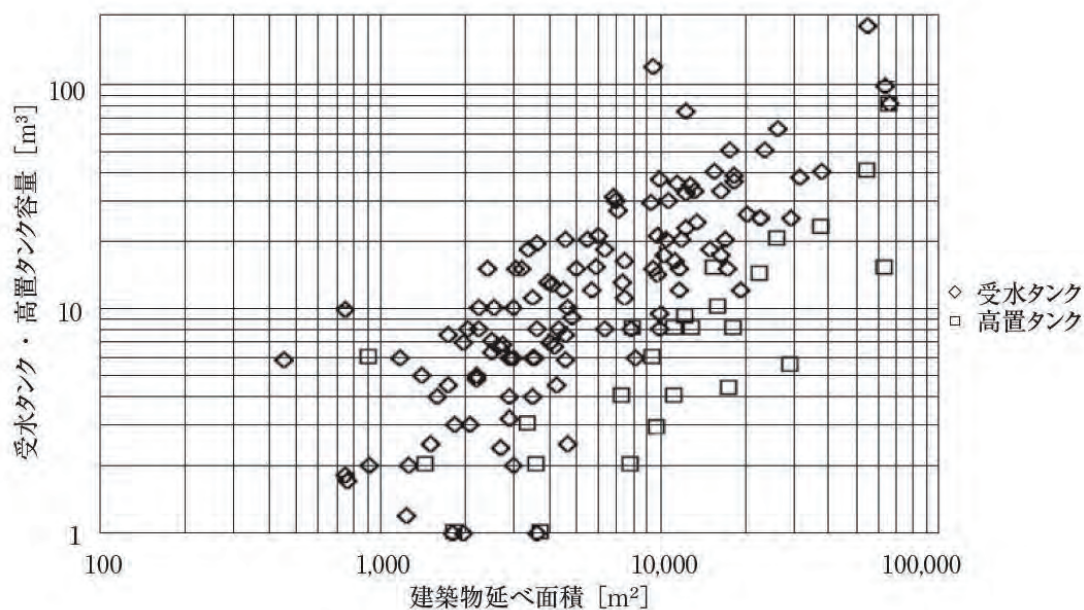


図 3-1 建築物延べ面積と受水タンク及び高置タンクの容量の関係 (実績値 (平成 18 年～平成 27 年度))

出所：建築設備計画基準(平成30年版)機械設備計画 (公共建築公開、国土交通省監修)

<水量> 水量の計算

1 確保すべき水量

大地震動に備え、確保すべき水量は、次によるものとする。

必要水量を受水槽により確保する場合、有効水量は、水槽満水容量の 70% とする。また、高置水槽は、有効水量に算定しないものとする。ただし、次により計算した容量が通常の設計に必要な量より少ない場合は、通常の設計に必要な量とする。

(1) 災害応急対策活動に必要な施設においては、確保すべき水の容量を次式により算出する。

$$\text{確保すべき水量} = Qa + Qb \quad (4.18)$$

$$Qa = qa \{n1 \cdot t1 + n2 \cdot (t2 - t1)\} / 1000 \quad (4.19)$$

$$Qb = [qb \{n1 \cdot t1 + n2 \cdot (t2 - t1)\} + qc \cdot t2] / 1000 \quad (4.20)$$

Qa：飲料水の必要貯水量 (m³)

Qb：雑用水の必要貯水量 (m³)

qa：一人当たり一日使用量 = 4 (ℓ/人・日)

qb：一人当たり一日使用量 = 30 (ℓ/人・日)

qc：重要設備 (大地震動後の災害応急対策活動に最低限必要な設備) の機能確保に必要な補給水 1 日使用量 (ℓ/日)

n1：全職員数 (人)

n2：大地震動後、災害応急対策活動を行う職員等の数 (人)

t1：大地震動後、一般職員が施設を離れるまでの日数 (日)

t2：大地震動後、外部からの給水が得られるまでの日数 (日)

出所：官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 平成8年版_給水機能の確保 (社団法人公共建築協会、国土交通省監修)

災害応急対策活動を行う職員数は、全職員の 20～30% 程度を一つの目安とするが、官署によっては、大地震動時及び大地震動後に、特に災害応急対策活動が必要とし、その殆んどの職員が活動を行う場合があるので、各官署の担当者に活動を行う職員数の確認を行う。

また、t1、t2 は地域の交通情報や水供給事情等により決まるものであるが、補給確保等の想定が困難な場合は都市規模により、表 4.14 の値とする。

表 4.14 t₁及びt₂の日数 (日)

都市人口 (千人)	2,000 以下	2,000 を超えるもの
t ₁ (日)	1.0	1.0
t ₂ (日)	4.0	7.0

(2) 危険物を貯蔵又は使用する施設、地域防災計画において避難所として位置づけられた施設等においては、施設の個別条件に基づき、必要水量を確保する。

(3) (1)及び(2)以外の施設においては、確保すべき水の量を次式により算出する。

$$\text{確保すべき水量} = Qa + Qb \quad (4.21)$$

$$Qa = qa \cdot n1 \cdot t1 / 1000 \quad (4.22)$$

$$Qb = (qb \cdot n1 \cdot t1 + qc \cdot t1) / 1000 \quad (4.23)$$

(1) 小学校において、生徒数に対してどの程度の容量の受水槽が備えられているか図 2.6 に示します。

例えば、生徒 1000 人 (一人、一日当たり 45L 給水使用) において受水槽容量は 27 m³ 程度となります。

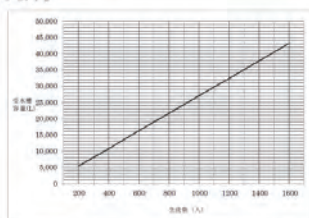


図 2.6 小学校における生徒数と受水槽容量

(2) 中学校において、生徒数に対してどの程度の受水槽が備えられているか図 2.7 に示します。

例えば、生徒 1000 人 (一人、一日当たり 55L 給水使用) において受水槽容量は 33 m³ 程度となります。

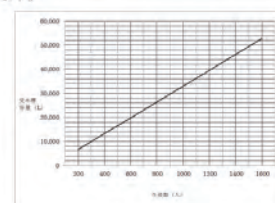


図 2.7 中学校における生徒数と受水槽容量

出所：災害時における避難所の飲料水・トイレのガイドライン (改訂版) のQ&A (平成28-30年、空気調和・衛生工学会東北支部)

<水源> 災害時の拠点給水設備

表 4-3 拠点給水のための設備

名称	機能・効果	課題
配水池（緊急遮断弁付き） 	- 浄水場から送水された水を一時的に貯留する施設。震災時には給水拠点となる。 - 水道施設の中で最も多くの水を蓄えることができる。 - 震災復旧の第 1、2 段階では大きな効果が期待できる。 - 容量次第では、震災復旧の第 3、第 4 段階でも他の給水設備と相まって有効となりうる。	配水池周辺の交通環境が麻痺した場合には拠点として機能しない場合がある。
耐震性貯水槽 	- 地震発生初期に被災者が必要とする飲料水を確保し供給する施設 - 経済性及び水質確保の面から、震災復旧の第 1 段階に係る、3 リットル/人・日の飲料水供給施設として用いるのが一般的である。 - 震災復旧の第 1 段階では大きな効果が期待できる。	- 供給量が限られる（100m³ 程度が一般的で、1,300m³ 程度が最大級）。 - 震災復旧の第 2 段階以降は有効性が減少する。 - 埋設の必要があるため、設置拠点が限定される。
可搬式海水淡水化装置 	- 浸透膜を通じて、海水を淡水化する装置。 - 水源は海水であるため、水源の安定性が高い。 - 可搬式であるため機動性に富む。 - 発災直後を除く震災復旧の第 1 段階、第 2 段階では効果が期待できる。	- 設置に時間を要する。 - 供給能力に限られる（最大級の装置で 200m³/日） - 設置場所が海水の取水可能な場所に限定される。 - コストが大きい。
その他給水のための補助的設備（常設あるいは仮設の給水栓等） 	- 配水地や貯水槽から水を給水するための給水栓。 - 仮設給水栓は非常時に設置して、給水拠点として機能させるもの。運搬可能で、機動性に富む。 - 仮設給水栓はあくまで補助的設備であるが、水道施設の復旧がある程度進んだ段階（第 2 段階以降）で、復旧した給水管系統等から取水をする場合に特に効果を発揮する。	- 水の確保は別途必要である。 - 仮設給水栓は、平常時使用していないことによる設置時のトラブル等の恐れがある。

出所：渇水・震災・事故等の水危機時の水確保方策のあり方に関する検討調査報告書（平成21 年3 月、国土交通省土地・水資源局水資源部）

<水源> 災害時の給水方式

表 3-1 給水方式の種類と特徴

方式	タンク方式		直結方式	
	高置タンク方式	ポンプ直送方式	水道直結方式	水道直結増圧方式
概要	供給を受ける水を受水タンクに一度貯水し、揚水ポンプで高置タンクに揚水し、高置タンクから重力により給水する方式	供給を受ける水を受水タンクに一度貯水し、ポンプの圧力により直接給水箇所へ給水する方式	水道本管の圧力を利用して給水する方式	ポンプで加圧することにより、水道本管の圧力で供給できない高層部へ給水する方式
機器	受水タンク、高置タンク、揚水用ポンプ	受水タンク、給水ポンプユニット	不 要	水道用直結加圧形ポンプユニット
水質汚染の可能性	③	②	①	①
給水圧力の変化	ほとんど一定	ほとんど一定	水道本管の圧力に応じて変化する	ほとんど一定
本管断水時の給水	受水タンクと高置タンクに残っている分が給水可能	受水タンクに残っている分が給水可能	不可能	不可能
停電時の給水（非常用電源なし）	高置タンクに残っている分が給水可能	不可能	可 能	水道本管の圧力によりバイパス配管を通じて低層階へ給水可能
機器設置スペース	屋外又は機械室内に受水タンク、揚水用ポンプ、屋上に高置タンクの設置スペースが必要	屋外又は機械室内に受水タンク、給水ポンプユニットの設置スペースが必要	不 要	機械室等に水道用直結加圧形ポンプユニットの設置スペースが必要
設備費	③	③	①	②
維持管理費	受水タンクと高置タンクの保守点検と清掃義務、揚水用ポンプの運転調整と点検が必要	受水タンクの保守点検と清掃義務、給水ポンプユニットの運転調整と点検が必要	不 要	水道用直結加圧形ポンプユニットの運転調整と点検が必要

備考 数字で①、②、③と示しているのは、数が小さいほうが有利なことを示す。

出所：建築設備計画基準（平成30年版）機械設備計画（公共建築公開、国土交通省監修）

<水質> 遮光容器の水質変化

表-2 遮光ありの20 L 容器の遊離残留塩素濃度の挙動

幅 395×横 190×高さ 360		幅 350×横 170×高さ 400	
水位[mm]	0.6 mg/L → 0.1 mg/L に達する日数	水位[mm]	0.6 mg/L → 0.1 mg/L に達する日数
95	10.8	105	10.9
130	12.7	155	14.9
180	18.2	215	26.7
230	27.7	275	29.8
310	30.5	360	31.1

出所：災害時における水確保と排水対策
(岡田誠之、平成27年、空気調和・衛生工学第 89 巻第 9 号)

<水質> プールの水質

表 1-1 プール水の水質基準

検査項目	基準値	検査の意義
水素イオン濃度 (pH値)	5.8以上8.6以下	低すぎると凝集効果に、高すぎると消毒効果に影響します。
濁度	2度以下	遊泳者や自然環境からの汚染により値が高くなり、プール水の汚染の目安となります。
過マンガン酸カリウム消費量	12 mg/L以下	消化器系感染症の病原体による汚染の目安となります。
大腸菌	検出されないこと	遊泳者や自然環境からの汚染により値が高くなり、プール水の汚染の目安となります。
一般細菌	200個/mL以下	消毒効果の指標となります。
遊離残留塩素濃度	0.4 mg/L以上	塩素による消毒の副生成物であり、人体への影響に考慮し、状況把握のために行います。
総トリハロメタン	0.2 mg/L以下	

○学校環境衛生基準

学校保健安全法（昭和三十三年法律第五十六号）の規定に基づき、学校における換気、採光、照明、保温、清潔保持その他環境衛生に係る事項について、児童生徒等及び職員の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準として「学校環境衛生基準」が定められています。

この中の「水泳プールに係る学校環境衛生基準」及び「日常における環境衛生に係る学校環境衛生基準」にプールに係る基準が含まれていますので、学校保健安全法が適用される学校プールにおいては、条例等に加えて当該基準に留意する必要があります。

出所：プール管理の手引
(愛知県保健医療局生活衛生部生活衛生課)

表-3 プール水のシーズオフ時の水質

検査項目	採水年月日・採水場所								水道水質基準
	1998. 2. 5		1998. 3. 25		1998. 4. 27		1998. 5. 25		
	a	b	a	b	a	b	a	b	
一般細菌[個/cm]	11	192	760	740	117	132	300	108	100 個/mL 以下
大腸菌群	検出	検出	検出	検出	検出	検出	検出	検出	検出されないこと
亜硝酸性窒素[mg/L]	0.04	0.04	0.14	0.14	0.13	0.13	0.04	0.05	} 合わせて 10 mg/L 以下
硝酸性窒素[mg/L]	1.35	1.30	4.36	4.37	2.17	2.42	0.76	0.88	
塩素イオン[mg/L]	30.3	29.5	26.2	26.2	21.9	21.6	21.6	21.3	200 mg/L 以下
過マンガン酸カリウム消費量[mg/L]	23.3	19.4	19.6	23.5	26.0	25.1	19.2	21.3	10 mg/L 以下
pH 値	7.4	7.3	7.8	7.6	8.5	8.7	7.4	7.4	5.8~8.6
臭	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	異常でないこと
臭気	微臭あり	微臭あり	微臭あり	微臭あり	微臭あり	微臭あり	微臭あり	微臭あり	異常でないこと
色度[度]	1未満	2	1	6	1未満	1未満	1未満	1未満	5度以下
濁度[度]	6	5	2	10	9	10	6	10	2度以下
総リン[mg/L]	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	
浮遊物質[mg/L]	14	4	4	10	5	4	4	18	
水温[℃]	5.7	5.8	16.0	14.8	18.0	17.8	24.9	25.0	
透明度[cm]			73	36	24	23	54	34	
電気伝導率[μS/cm]	240	230				170	170		
遊離残留塩素[mg/L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1 mg/L 以上
レジオネラ属菌[CFU/100 mL]					不検出	不検出	不検出	不検出	

注 1 味の測定不可：大腸菌群が検出されたことによる。
2 総リンの不検出：0.05 mg/L未満。ただし1998.2.5についてはリン酸イオンとして測定。不検出は0.04 mg/L未満。
3 レジオネラ属菌の不検出：10 CFU/100 mL未満。
4 a、bはプール対角線上の採水ポイント。

出所：災害時における水確保と排水対策（岡田誠之、平成27年、空気調和・衛生工学第 89 巻第 9 号）

避難所における 生活用水貯水量 シミュレーション

水のレジリエンスワーキンググループPart2 事務局

東日本大震災における応急給水(福島市水道局)

応 急 給 水 状 況 一 覧

平成 23 年 3 月 22 日現在
単位：圓 貯水量：m³

No.	給水箇所	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	計														
		回数	貯水量	回数	貯水量	回数	貯水量	回数	貯水量	回数	貯水量	回数		貯水量													
1	中央学習センター	13	28	20	46	24	50	24	56	24	56	20	50	172	391												
2	三河会学習センター	14	20	22	22	22	15	15	15	15	15	15	15	130	130												
3	渡利支所	21	35	25	40	27	50	11	28	16	36	16	36	144	287												
4	砂原支所	8	16	8	16	15	20	15	15	15	15	15	15	132	182												
5	瀧水支所	13	26	12	17	12	17	12	17	12	17	12	17	73	118												
6	栗原支所	14	20	12	24	19	31	14	35	12	22	19	24	130	220												
7	松原支所	7	14	7	14	7	14							28	56												
8	陸奥支所	8	16	8	12	8	16	8	16	8	16	8	16	46	82												
9	新井田支所	12	20	11	21	12	27	14	10.5	14	10.5	14	14	77	123												
10	西支所			7	14	8	16	8	32	8	16	8	16	8	16	8	16	8	16	5	10	86	152				
11	志予山支所					2	4	4	6	2	2	7	21	6	16	2	4						25	50			
12	新田支所	8	16	7	14	15	27	15	20	8	24	15	27	8	16									76	173		
13	船山支所	7	14	7	14	7	14	7	14	7	14	7	14	7	14	8	16	8	16	4	8			89	150		
14	陸奥支所	13	20	13	20	8	24	8	24	8	24	8	24	8	24	13	20							71	174		
15	栗原支所	7	14	7	14	15	11	8	15															37	55		
16	栗原支所	7	21	7	21	14	21	13	31	13	31	13	31	13	31	13	31	13	31					136	318		
17	新田支所			7	14	6	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2			46	53		
18	久遠山 橋野					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					20	20		
19	新田支所					4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8					28	56		
20	新田会小学校					13	30.5	13	30.5	13	30.5	13	30.5	9	25.5	4	8.5							77	136.5		
21	新田会小学校					4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8								28	56	
22	しのぶ幼稚園					5	10	5	10	5	10	5	10	4	8									10	34		
23	新田会ニュータウン (あさひ幼稚園含む)									12	8.5	12	8.5	8	12	5	10							35	39		
24	J&Rビル									2	2	2	2	4										8	8		
25	大賀生小学校									2	2	5	5											7	7		
26	岡山会会所									6	18	6	18	2	2									14	38		
27	金沢1(厚沢口)									2	6	4	4											6	10		
28	赤沼園 (高瀬町丁田)									5	5	5	5											10	10		
29	カワチ食品新島田駅前店										5	5	10	1	2									6	12		
30	岡山小学校											1	2	1	2	3	2							1	2		
31	花見山駅車場											1	2											1	2		
32	松原学習センター											2	4											2	4		
33	小坂寄大倉											1	1											1	1		
34	大平寺児童遊園											1	1											1	1		
35	伏見山へ入											1	1	1	1	2	2							2	2		
36	いも・南農農産											1	2											1	2		
37	伏拝村入湯												1	1	1	1								1	1		
38	伏拝村入湯												1	1	1	1								1	1		
39	伏拝山小池												1	1	1	1								1	1		
40	あさひ小農会会所											1	2	1	2	2	2							2	2		
41	大沼沢 (早稲田水)					2	2					1	2											1	2		
42	倉立部小池農協病院	2	12	2	12																			4	24		
43	大塚原会センター	2	12	2	12																			4	24		
44	徳島南農協徳科病院	2	12	2	12																			4	24		
45	徳科クリニック	2	2	2	2																			4	4		
46	徳島東クリニック	3	6	3	6																			6	12		
47	おきほは幼稚園ときのり幼稚園	4	8	4	8																			8	16		
48	その他 徳島県科	2	2	2	2																			4	4		
49	新島農協センター	2	2	2	2																			4	4		
50	北農協センター	2	2	2	2																			4	4		
51	徳島農協会所	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4											12	24		
52	徳島南農協学校												2	8										2	8		
53	春賀園小学校												2	4										2	4		
計		175	348.0	144	306.0	218	430.0	0	230	300.0	103	247.0	0	203	379.0	150	367.0	188	294.0	134	271.0	53	92.5	7	13.0	1,750	3,294.5

避難所における生活用水の貯水量推移(試算)

表1 避難所の生活用水向け貯水残量推移試算前提条件

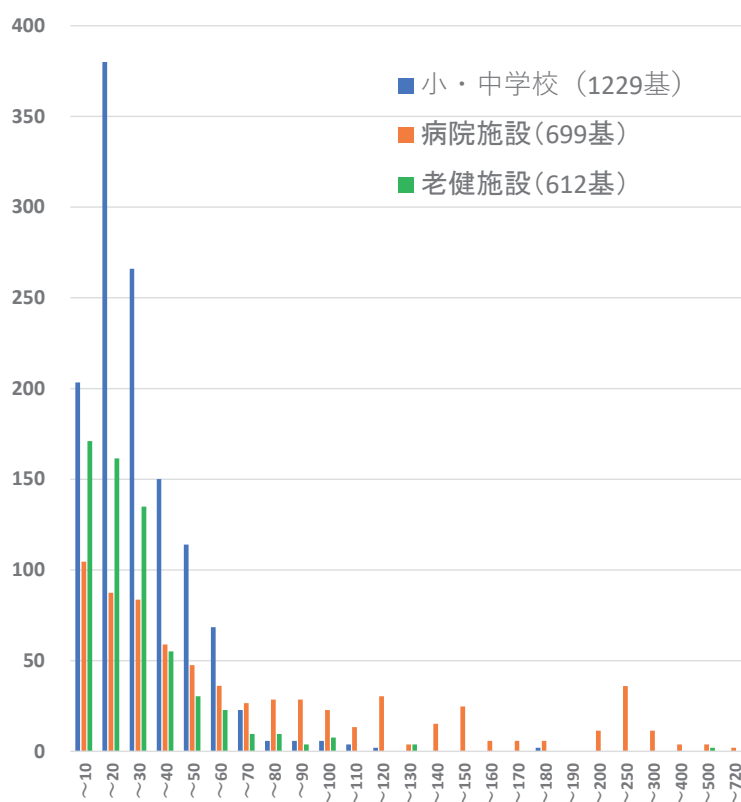
	貯水容積 (ℓ)	貯水率 (%)	初期貯水量 (ℓ)	応急給水 (ℓ/日)	収容人数 (人)	使用日量① (ℓ/人)	使用日量② (ℓ/人)
Case 1	30,000	60%	18,000	0	1,000	5	5
Case 2	30,000	60%	18,000	8,000	1,000	5	12
Case 3	30,000	15%	4,500	0	1,000	5	5
Case 4	30,000	15%	4,500	8,000	1,000	5	12
Case 5	150,000	60%	90,000	0	1,000	5	5
Case 6	150,000	60%	90,000	8,000	1,000	5	12
Case 7	150,000	15%	22,500	0	1,000	5	5
Case 8	150,000	15%	22,500	8,000	1,000	5	12

表2 避難所の生活用水向け貯水残量推移試算

経過日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Case 1	13,000	8,000	3,000	-2,000	-7,000	-12,000	-17,000	-22,000	-27,000	-32,000
Case 2	13,000	8,000	3,000	-1,000	-5,000	-9,000	-13,000	-17,000	-21,000	-25,000
Case 3	-500	-5,500	-10,500	-15,500	-20,500	-25,500	-30,500	-35,500	-40,500	-45,500
Case 4	-500	-5,500	-10,500	-14,500	-18,500	-22,500	-26,500	-30,500	-34,500	-38,500
Case 5	85,000	80,000	75,000	70,000	65,000	60,000	55,000	50,000	45,000	40,000
Case 6	85,000	80,000	75,000	71,000	67,000	63,000	59,000	55,000	51,000	47,000
Case 7	17,500	12,500	7,500	2,500	-2,500	-7,500	-12,500	-17,500	-22,500	-27,500
Case 8	17,500	12,500	7,500	3,500	-500	-4,500	-8,500	-12,500	-16,500	-20,500

貯水槽設置実績及び事例

容量別納入実績 2010年～2019年



30トン貯水槽



150トン貯水槽