

— 防災・減災関連特集 —

分散型水道による水ライフラインの確保

湯川 学*

1. はじめに

近年、地震や豪雨による断水への備えが、喫緊の課題となっていることを受け、弊社は自社の保有する水処理技術や水源開発技術を活用し、災害時に必要となる大量の安全、衛生的な水の供給に取り組んでいる。これまで災害用の水の備蓄は1人1日3リットルといわれてきたが、これは飲み水としての最低量であり、国際支援基準のスフィア基準によると、人間らしい生活を過ごすためには1人1日最低15リットル必要とされている。断水下での手洗い、洗濯、炊事、トイレ、シャワー等の大量な生活用水に対応するためには、PETボトルの備蓄水量では賄えないため、公共水道とは別に水源を確保する必要があると考える。現実にも熊本地震発生後の内閣府の調査（2017年4月）でも避難所の被災者377人が、不足して困ったものとして、一番多かったのは、「生活用水」（41.6%）であり、トイレを我慢するために飲水を控えることによる持病の悪化やフレイル等の災害健康二次被害も、この地震から新たな課題として大きく取り上げられるようになった。弊社は、これまで病院等の医療機関や商業施設等で地下水を水源とした水供給サービスを国内で約1,300カ所手がけてきた実績があり、これまで災害においても断水等の事例がほとんどなかったことから、水道併用（代替）する第二の水源からの水供給システムが、災害時断水の新たな対策として有効であり、こうした新たな水源を活用した水供給システムを「分散型水道」と名付け推進している。2024年の元旦に発災した能登半島地震の影響を受けた地域に導入していた20カ所以上の分散型水源システム全てが、発災後問題なく稼働していることを確認した。

一方、過疎化による人口の減少による水量の需要と供給のアンバランス、発災後の道路の寸断で大型水処

理装置の搬入が困難になるなど、水処理装置の小型化、軽量化への要望が高まってきている。災害大国と呼ばれる日本において、生命を守るために1日たりとも欠かせない水を、災害時でも高い品質や水量をどう効率的に供給できるかの有効なソリューションの1つとして、分散型水道を、これまで以上に貢献できるよう尽力していきたい次第である。

2. 地下水膜ろ過システム

自助による災害対策として自前の水源をもつ方法がある。中でも井戸はその構造上の耐震性の強さより、断水対策としての有効性が注目されている。

以下、1997年に日本初で導入された「地下水膜ろ過システム」（図1）を紹介する。



図1 地下水膜ろ過システム

「地下水膜ろ過システム」とは、井戸からくみ上げた地下水にろ過処理を施すことで、処理水を水道法水質基準に適合した飲料水を供給するシステムである。

水源は地震災害に比較的強い深井戸を掘削した後、砂や細孔膜等のろ過装置、各種水処理装置および給水装置が1つに集約された水処理システムであり、新設の建物および既存の建物にも、設置条件が揃えば設置が可能である。処理水と公共水道を併用することで、水ライフラインの二元化（相互バックアップ）が図れる。

*三菱ケミカルアクア・ソリューションズ（株）

これにより災害等の公共水道の断水時や本システムの異常時など、どちらか一方に不具合が発生した場合にはもう一方からの給水が可能となるため、断水リスクを大幅に低減することができる。

本システムに非常用給水蛇口設置することで、熊本地震による公共水道断水時には、近隣住民への飲料水・生活水を供給することで地域全体での「共助」災害対策に貢献した(図2)。

こうした取り組みは、「災害時の近隣への飲料水提供」という内容の自治体との防災協定を締結する取り組みも広がっている。



図2 熊本地震における弊社導入施設における給水活動

地下水膜ろ過システムで使用する井戸は、約100m以深の掘削を行った深井戸を利用する。深井戸は地層による遮断作用があるため、地表からの環境汚染や生活用水の影響を受けにくく、比較的安定した水質地下水が得られる特徴がある。

また、地下水膜ろ過システムの心臓部である膜ろ過装置は、0.1ミクロンから0.005ミクロンの微細な穴の開いた膜を通すことで、万が一、食中毒の原因となるO-157やクリプトスポリジウムといった原虫類や細菌類が混入したとしても、物理的に除去することが可能となる。

地下水の供給安定や安全性を確保するためには、水管理が重要になる。そのため、24時間自動で監視が可能となる遠隔監視システム『WeLLDAS™』*1による常時監視により、何らかのシステム異常発生が起こった場合には、システムを自動停止し、もう一方の水源である公共水道が供給される仕組みとなっている。ま

*1 WeLLDAS™ 特許06730456

た、異常をインターネットのクラウド経由で感知した保守管理チームが、システムの復旧のため、速やかに訪問する体制でお客様に安全安心な水を供給させていただいている。

3. 災害時における地下水膜ろ過システムの稼働状況

2024年1月1日に発生した能登半島地震では、建物の崩壊や道路寸断などにより、インフラ復旧にはかなりの日数が費やされた。特に衛生環境を保つために必要な生活用水が断水により供給されない等の深刻な二次災害が報道された。

地下水膜ろ過システムは、富山県で8カ所、石川県で10カ所導入をいただいていたが、すべてのシステムが停止せず給水されていることが確認できた。

また、当システム内に設置をしているFRP製受水槽に関しても破損等もなく処理水を受水しており、高い耐震性を証明した結果になった。

地下水膜ろ過システムの災害での有効性については、2016年4月に発生した熊本地震の際にも、同様に水供給の持続可能性について証明されている。発災後、一時的に地下水水質が濁ったが、膜ろ過により濁質も除去することができ、公共水道の断水の中熊本市内の6カ所の導入施設すべてのシステムは正常な稼働が確認されている。

2024年4月2日、水循環政策本部会合において、岸田文雄総理は「地下水等の代替水源の有効活用など持続可能で、災害時に強い水インフラ整備を進めてください」(2024年4月2日付首相官邸ホームページより抜粋)とコメントされている。

4. 分散型水道

上記のとおり、災害時の水ライフライン確保において、地下水膜ろ過システムは有効な手段の1つと考えられる。地下水膜ろ過システムは、現在、全国に約1,300カ所の導入施設があり、その設置場所が、災害時の水給水ポイントになるともいえる。

近年、人口減による水道使用量の減少、配管浄水設備の老朽化、水道管理技術者不足など公共水道の維持管理についての課題が指摘されているが、対策には多額の費用と時間がかかる。対策として、浄水場の統合による水源の集中化や既存施設のダウンサイジングが検討されている。その一方、水源の集中化は、水源へ

のアプローチが厳しい地域の水道利用者にとっては、費用負担や利用そのものが困難になる可能性がある。さらにこれまでの災害経験から、浄水施設や配管の破損による断水は、給水される流域においては、そのすべてが断水するリスクも考えられる。

このように水道利用者の利便性や防災、BCP（事業継続計画）の観点から、集約した浄水施設から長い排水管を敷設し給水する以外に、分散型水道を提案する（図3）。分散型水道とは、地下水や湧水など、集落にある多様な水源を活用した水道を意味する。分散型水道は、膜やイオン交換樹脂等の各種水処理技術の組み合わせることにより、飲料水や生活用水から医療用水など、その地域になくってはならない水量や水質の供給を可能にする。また、浄水施設を分散させることで、震災時の断水リスクを減少させ、被害を受けなかった水源や浄水施設から被災した地域への給水をバックアップすることも考えられる。

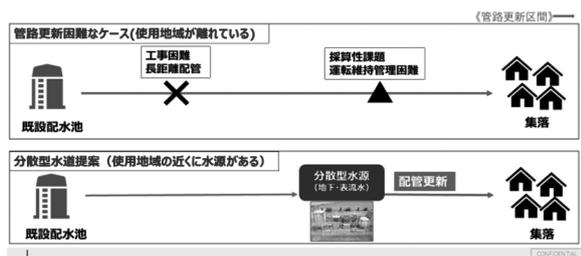


図3 分散型水道提案（少子高齢化と水道設備の老朽化対策）

水のライフラインの確保は、被災された方々の生活基盤を守り、地元で生活ができるにことにより復興への期間短縮にもつながる。分散型水道に関しては、公共水道の施設はもとより、各自治体にある災害拠点病院をはじめ、人工透析がある病院、各自治体の広域避難所に水源・ろ過装置を設置し、飲料水・生活水・医療水の確保が必要である。

5. 小型膜ろ過システム

日本は高度経済成長期に集中的に整備された社会資本の老朽化に直面しており、公共水道施設においても老朽化による更新時期にきている。40～50年持つといわれるコンクリートによる施設に関して、人口減少問題からどこまでの給水人口を想定して設備を縮小すれば適正であるかと、考えあぐねる自治体もある。弊社では、膜ろ過を用いた小型膜ろ過装置を、処理能力は日量数百 m^3 から5 m^3 と取り揃えている。

今後さらに40～50年持つコンクリート製の浄水設備から、法定耐用年数が十年前後であるコンパクトであり、またコストもコンクリート設備と比較すると非常に安価な小型膜ろ過装置にて更新することで、人口減少に比例したダウンサイジングされた更新が可能となる。

人口減少において、給水人口が数十人となった集落では、処理能力10 m^3 の小型膜ろ過装置「MBNシリーズ」（図4）という装置がある。重量は30 kg程度の大きさで、1人でも運ぶことが可能であり、大きな浄水施設での更新は不要となり、物置小屋の様な建屋で設置することも可能となる。



図4 某浄水施設の更新で小型膜ろ過装置（MBNシリーズ）を設置

6. 商品説明

地下水膜ろ過システム

地下水膜ろ過システムは、水源を公共水道水と地下水とに二元化することで、平時は水道料金を軽減でき、災害時には断水のリスクを抑制し、事業継続性を高めることができるシステム。これまで日本全国に約1,300カ所設置、そのうち3分の1は病院・介護施設に導入されている。東日本大震災や熊本地震では、断水の影響を受けずに診療機能を維持でき、手術を受ける患者や透析患者など、水を多く使用する医療の継続にもつながった。熊本の病院では近隣住民に水を供給したケースもある。

処理フローは、次亜塩素、砂ろ過、活性炭による前処理後、UF膜の最終処理によって飲料水準基準の水を生成し、FRP製受水槽に供給している。災害による公共水道断水時にはフル稼働で病院機能を維持できる必要量を賄えるように設計されている。システム稼働

状況は、遠隔監視システム「WeLLDAS™」によって24時間リモート監視を行っており、万一水質異常等が発生した場合には自動で給水を停止するとともに保守員の派遣により迅速な復旧を可能としている。

小型膜ろ過装置「MBN™シリーズ」*2

「MBN™シリーズ」(図5)は、「本格的な膜ろ過装置の性能を小型機にも！」をコンセプトに、軽量・シンプル構造・容易な膜交換を実現した小型水処理装置である。軽量設計により、全バリエーションとも30kg台と軽く、MF膜とUV(深紫外線)のダブル除菌による安全性設計。また、自動逆洗機能が備えられており、10分に1度の自動逆洗で膜交換長寿命化された装置である。

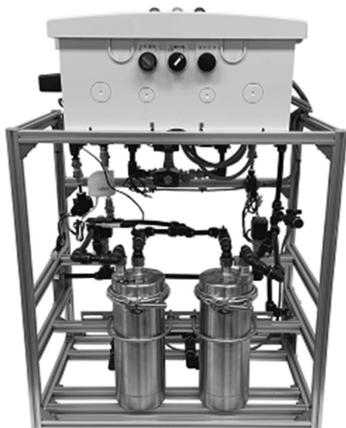


図5 小型膜ろ過装置「MBN™シリーズ」

*2 MBN™シリーズ 特願2022- 97998

7. おわりに

今後30年以内に発生するといわれる首都直下型や南海トラフ沖などの大規模地震への水ライフラインの強靱化、公共水道施設の老朽化等の対策等が急務である。

分散型水道は、こうした災害や水インフラの老朽化対策と並行して地域全体で検討していくことで、災害にも強く、費用やメンテナンスのコストも抑えられ可能性がある。

大規模地震の調査から分散型水道は、災害に強いことが実証されている。しかしながら、自然水源を相手にしているため、国や自治体の規制緩和や沈下等の環境影響に対するさらなる調査が必要である。このため産官学での取り組みが必要であると考え。弊社も国立大学や自治体との連携により、能登の被災地への小型膜ろ過装置の実証試験や、離島における水道整備に対して分散型水道実証試験を行うなど、産官学での具体的な推進を始めている。

弊社は、引き続き「地下水膜ろ過システム」「分散型水道」による事業活動を通じ、日本が抱える水ライフラインの確保を含めた国土の強靱化や、安心・安全な飲料水・生活水がいかなる時でも確保できるよう、健全な水循環の維持や災害に備える環境整備に取り組んでいきたいと考える。