

災害時地下水利用システム開発の研究

Research on the system development of groundwater use during disasters

水循環・まちづくり・防災グループ 研究員 澤田みづ子
 主席研究員 麓 博史
 企画グループ グループ長 勢田 昌功
 自然環境グループ グループ長 森 吉尚

1. はじめに

平成 29 年 5 月の国土審議会答申「リスク管理型の水の安定供給に向けた水資源開発基本計画のあり方について」では、需要主導型の水資源開発からの転換としてリスク管理型の水の安定供給を目指すこととし、危機時における柔軟な対応として、地下水等の代替水源の活用が打ち出された。一方、地下水についてはその流動状況の組織的な把握や定量的な影響評価が遅れており、適切な規制がなされていないがために過度な汲み上げによる地盤沈下が生じたり、逆に規制のために有効な利用ができなかったりしてきた。令和 2 年 6 月閣議決定で改定された水循環基本計画では、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策の一つとして、「地下水の収支や地下水の水量、水質に関する挙動、地盤変動の把握、そのための調査・解析技術の開発」及び「災害時地下水利用システム」が位置づけられた。

本研究は、内閣府の実施する戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) II 期の課題「国家レジリエンス (防災・減災) の強化」の研究課題「災害時や危機的渇水時における非常時地下水利用システムの開発」の共同研究機関として、5 か年計画の 3 か年目として実施した内容を報告するものである。

2. 非常時地下水利用システムの全体概要

2-1 全体概要

非常時地下水利用システムは、政府、自治体や流域協議会 (水循環基本計画に定める流域水循環協議会) により実装・運用されることを想定している。具体的には、令和 3 年 5 月に開催された第 12 回南海トラフ地震対策中部圏戦略会議で、当該システム活用の提案を行い、濃尾平野における実装に向けた調整を進めているところである。

開発の全体像は図-1 に示す通り、「社会実装インターフェースの開発」と「3 次元水循環モデル開発」で構成されている。

「社会実装インターフェースの開発」では、大規模な

災害や渇水の既事例をもとに、政府及び自治体が被災地における水需要と表流水・地下水全体の水供給を含めた水源の確保状況を把握し、利用可能な地下水量と場所を特定することができるよう複数の被災シナリオを設定する。シナリオ設定にあたり、危機的渇水を含む過去長期間の気象外力データと今後十数年に温暖化による影響を受けると予想される気象データを作成する。また、非常時地下水利用の制度設計については災害時の危機的渇水時に地下水を有効活用するために必要な規制・基準のあり方を国内外の調査に基づいて検討等を行うこととしている。

「3 次元水循環モデル開発」では、開発する 3 次元水循環解析モデルをモデル地域 (関東平野、濃尾平野) において「社会実装インターフェース」で設定したシナリオを想定し、一定の地盤沈下量以下に維持する基準の下での地下水供給可能量の推定を行う。

これまで関東平野、濃尾平野において、3 次元水循環モデルのプロトタイプが完成し、大規模な渇水が生じた 1994 年の再現性の確認を行ったところである。



図-1 非常時地下水利用システム全体像

2-2 3次元水循環モデル開発¹⁾

以下の先進技術を組み合わせた検討を行っている。

(1) 3次元水循環解析モデル

陸域表面および地下における流体や物質の流動を

連成して解析する地圏流体流動シミュレーション技術 (GETFLOWS) を利用する。これは、陸域の大気接地境界層、地表層、地下地層 (任意のレイヤー数) を 6 面体格子により離散化し、水循環のプロセス (降雨・蒸発散・河川流出・地下浸透・再湧出) と人間活動 (河川取水・排水や地下水揚水など) を物理的に表現する最先端の数値モデルである。

(2) 森林涵養量評価モデル

森林域は降水を受け、蒸発・蒸散、地下浸透、表面流出により流域水資源を供給する上流領域として極めて重要である。樹種・樹齢・立木密度・林床状態などの森林 GIS を構築するとともに、森林水循環に関する調査・観測 (ドローン等) を行い、新たな森林涵養量評価モデルを開発する。この結果を 3 次元水循環解析モデルの森林域入力パラメータとして活用する。

(3) 地盤沈下解析モデル

与えられた地下地質層序、圧密変形に関するパラメータの下で、地下水質量保存式および Cam-Clay 弾塑性モデルによる地盤沈下解析を行う。遺伝的アルゴリズムを用いた逆解析を用い、地下水揚水に伴う未固結地層 (泥質の地層) の圧密沈下を再現することができる。3 次元水循環モデルの地質情報・地下水情報、および被災シナリオを受けて、局所や空間的地盤沈下予測を行う。

(4) 調査・観測技術の開発

常時および非常時地下水利用による地盤変化の観測のため、全球測位衛星システム (GNSS) による地盤沈下モニタリング技術の開発を行う。また、面的な情報を迅速に得ることを目的として、ドローンを利用した空中電磁探査による浅部地下水状態を把握する技術の開発を行う。

3. これまでの実施内容

リバーフロント研究所は、「社会実装インターフェースの開発」のうち、システム的设计・構築・試行・改良及び本研究成果となる社会実装に関する責任を負っている。具体的な取組み内容は以下のとおりである。

(1) 社会実装に求められる機能を把握するための過去災害時の対応整理

大規模災害時の代替手段として地下水の利用実績・行政の対応に関する情報を収集した。

1959 年伊勢湾台風時には被災 (浸水) した農地の除塩作業として地下水が利用されていたであろうこと、1995 年阪神・淡路大震災には飲料用、生活用、雑用、消火用として井戸水が利用されていたこと、2011 年東日本大震災には仙台市において災害応急井戸が個

人・事業者等により活用されていたことを確認した。

また、1994 年の渇水時には、過去最大の節水が生じ、水源として地下水を利用した事業所が増加したことにより地盤沈下が生じたと推察されるが、その際、愛知県が尾張工業用水道組合から陳情を受け、環境庁、通商産業省と調整し、また大口地下水利用者に対して節水の協力依頼をしていることを確認した²⁾ (愛知県内だけで工業用水不足 約 303 億円、農業用水不足 約 21 億円の被害が発生³⁾)。以上を踏まえ、今年度、南海トラフ巨大地震発生時における地下水利用のシナリオに基づく揚水調整方法・揚水抑制影響を検討するとともに、実社会で実行力をもって機能するためにシステムの設計に反映させる。

(2) 社会実装に向けた関係者との調整

濃尾平野の社会実装に向けては、南海トラフ地震対策中部圏戦略会議との連携に関する中部地方整備局との意見交換会を行うとともに、「災害時地下水利用システム開発連絡会」(岐阜県、大垣市、大同大学、国土交通本省、中部地方整備局) に、更に水資源機構中部支社も迎え入れ、10 月に会議を行った。

(3) 地図化モデルの検討

非常時地下水利用システムの出力項目表現方法について、地図上に提示することを基本にその表現方法について検討し、プロトタイプシステムを構築した。出力項目のうち、地盤沈下は地下水位変動に対して持続的に変動し、場合によっては不可逆的履歴を生じることもある点を表現できるよう、時系列アニメーション機能を搭載した。

4. おわりに

本研究では、非常時における水供給サービスの被害最小化に貢献できるよう、環境に大きな影響を及ぼさない地下水の利用可能範囲を定量的に明らかにすることを目的に、非常時地下水利用システムの開発を行っている。今後も引き続き、実装先の意向を確認するとともに、関係機関との連携に力を入れていきたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 沖大幹他：災害時の地下水の活用とそのマネジメント「建築防災」2021 年 8 月号, 2021
- 2) 大東憲二, 植下協：濃尾平野の地盤沈下地域を拡大させた平成 6 年異常渇水, 地下水学会誌 第 38 巻第 4 号, 1996
- 3) 木曾川水系連絡導水路事業の関係地方公共団体からなる検討の場：第 1 回検討の場 資料-2, 2011