

非常時地下水利用システム開発の研究

Research on development of emergency groundwater use system

首席研究員 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「災害常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 4 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

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、第 12 回 (令和 3 年 5 月開催) 及び第 13 回南海トラフ地震対策中部圏戦略会議 (令和 4 年 5 月開催) で、当該システムについて紹介したところである。

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。具体的な社会実装インターフェース及び3次元水循環モデルの詳細についてはリバーフロント研究所報告第 32 号 (2021 年 10 月) に記載されているため、参照されたい。



図-1 非常時地下水利用システム全体像

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、システムの設計・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。

3-1 社会実装に向けた濃尾平野における災害時のシナリオ作成

南海トラフ巨大地震が発生した際の社会活動の変化を反映した地域別需要量と地域別供給量の差から必要な地域別不足量 (必要地下水量) を算出した。

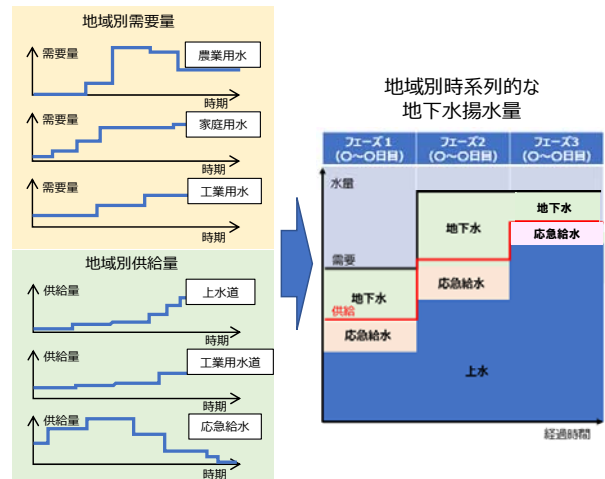


図-2 地域別不足量 (必要地下水量) の算出方法

シナリオの作成対象範囲については、濃尾平野地盤沈下防止等対策要綱対象地域のうち3次元水循環モデルの対象地域とし、更に当該地域からの水道の給水範囲も対象地域に加えた。

需要量については被害発生以降の社会活動の変化を踏まえ公表資料等から原単位を設定し、原単位に中央防災会議「南海トラフ巨大地震の被害想定」の断水人口・率や全焼棟数等を掛け合わせて算出した。非断水地域については平時の需要量を想定して算出した。供給量については、平時の供給量に上水道・工業用水道については、中央防災会議「南海トラフ巨大地震の被害想定」の断水率を、農業用水については被災時の供給率（65%）を掛け合わせて算出した（図-3）。

なお、平常時の水需要量や供給量については、対象地域の上水道事業体・簡易水道事業体・工業用水道事業体の水道事業年報等を収集・整理し、上水道・簡易水道及び工業用水道を供給源とする利用用途別の月次需要量・供給量データを作成した。さらに、工業用水については、県が公表している工業統計を利用し、上水道・工業用水道以外の地下水や河川水を供給源とする需要量・供給量データを推定した。農業用水については、調査の結果として得られた原単位と農林業センサス等から得られた水田・畑地等の面積を利用して農業用水全体の年次需要量を推定するとともに、愛知用水土地改良区の月次配水量を利用し各月の農業用水の需要量・供給量を設定した。農業用水における地下水を供給源とする割合は、愛知県内の規制地域内の農業用水揚水量と本業務で算出した規制地域内の農業用水需要量の比を用いて設定した。

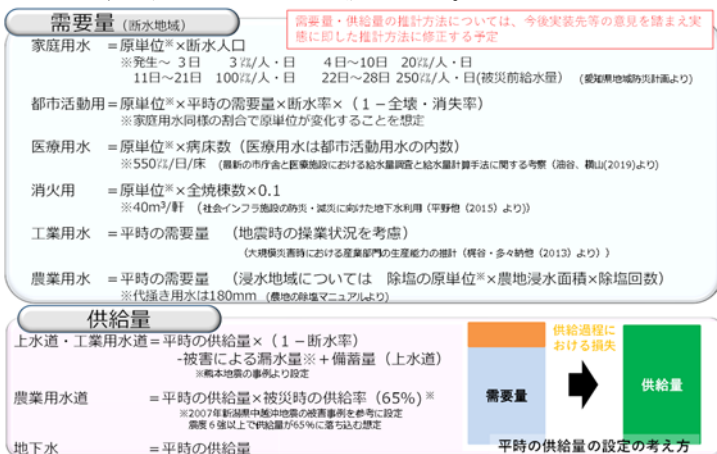


図-3 需要量・供給量の推計方法

更に市区町村単位で推定した用途別の地下水揚水量を、市区町村内における各用途の地域分布を反映した形で各メッシュでの揚水量を推定した。地域分布の重みとしては、国土数値情報の都市土地利用細分メッ

ユ（同メッシュの対象外の地域は土地利用細分メッシュ）の土地利用種別を利用した。

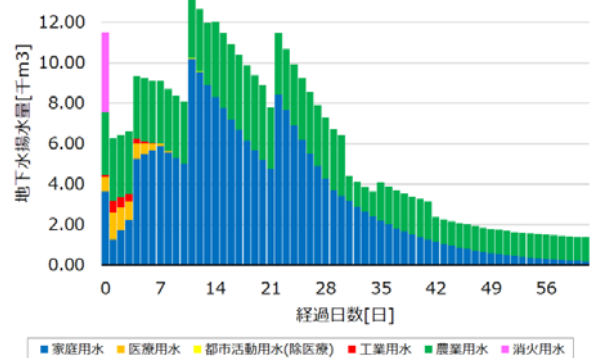


図-4 市区町村単位の用途別不足量の時系列変化

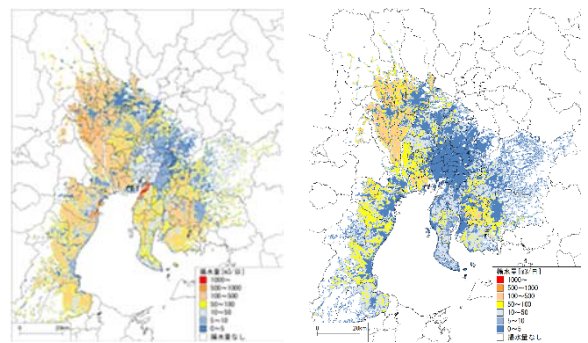


図-5 南海トラフ巨大地震発生時に想定される不足量（左：発災直後、右：発災60日後）

用途別の地域別不足量に着目した場合、家庭水の揚水量は断水状況の改善に伴って揚水量は減少していくが、時間の経過に伴い断水地域の1人あたりの需要量は多くなるため、4日後、11日後など1人あたりの需要量が増加する時期に揚水量も増加する傾向がみられた。都市活動用水の揚水量は平常時の需要量が少ないのに加え、災害時には建物被害の大きな地域では需要量が大きく減少した。工業用水の揚水量は、東海市、四日市市などで大きな揚水量が必要となる一方、30日後には不足量はほとんどなくなる結果となった。

一方、農業用水は愛知県西部地域、三重県内で大きな揚水量が必要となり、農業用水施設の復旧は災害復旧事業の復旧工期の考えに基づき3年で100%回復すると想定しているため、60日後でも不足量が発生する結果となった。

3-2 社会実装に向けた非常時地下水利用システムの構築

以上を踏まえ、非常時地下水利用システムについて自治体等と意見交換を行った結果、以下2点の活用方

法がある事を確認できた。

(1) 災害時に国や自治体や流域協議会が定める一定の地盤沈下量以下に維持する地下水供給可能量を算出し、経済等への影響を踏まえた効率的な水供給計画を立案(事前計画(地下水利用規制の方法等)の立案)。

(2) 事前の災害対策として、新たな防災井戸設置の位置、規模等の検討

(1) については、具体的なシステムは、図-6に示すフローに基づき、当初設定した許容沈下量以下となるように繰り返し計算を行い、地震発生後に追加で利用可能な地下水量が算出することができるよう設計を行った。具体的な入力値としては、図-7に示すとおり①地震発生日、②地震発生前後の気温及び雨量、③平時の地下水利用量、④地震発生時の地下水利用量(不足量に対して地下水で対応する割合)、⑤許容沈下量とした。④で発生する不足量に対して、地下水で対応しないこととした不足量については、経済的な被害が発生することとし、その額を算出できるように設計した。なお、④及び⑤については、地域ごとに分析を行うことができるよう市区町村毎に値を変更できるようにした。以上により、許容沈下量と経済被害額を比較して行政が適切に判断できるような仕組みとした。

(2) については、(1) ④に入力するデータを新たに防災井戸の情報(緯度、経度、揚水量(m³/日)、深度(m))におきかえて、許容沈下量以下になるのか確認できるよう設計を行った。

① 地震発生日を入力してください
08/01

② 地震発生前後の気温及び雨量を入力してください。
過去10か年(2011~2021)平均比

〇〇県	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温		105%	100%	90%	95%	95%	110%	95%	90%	105%		
雨量		80%	110%	85%	95%	95%	115%	95%	80%	105%		

③ 平時の地下水利用量を入力してください
令和元年地下水利用比
〇〇県 上水道 100% 農業・水産 100% 工業用水 100%

④ 地震発生時の地下水利用量(不足量に対して地下水で対応する割合)
〇〇市
家庭用水 100% 都市活動用水 100%
工業用水 100% 農業用水 0%

⑤ 許容沈下量を入力してください
〇〇市 1cm

キャンセル 登録

図-7 非常時地下水利用システム入力項目(案)

4. おわりに(今後の課題)

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に、地盤沈下等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。今回作成した災害発生後の水の不足量(必要地下水量)について公表資料等を元に算出しているが、各地方自治体が検討している防災計画との整合性等について、意見交換を行い精度の向上を図る必要がある。また、非常時地下水利用システムの構築についても、システムがある程度完成した後に、地方自治体等に実際に使っていただいて、更に利用しやすいシステムとなるよう改善を図る必要がある。今後も引き続き、本研究成果が、少しでも政府・自治体が実施する非常時における地下水利用の制度設計に活用されることを期待して、社会実装に向けた調整を行ってまいりたい。

<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) 澤田みつ子, 麓博史他: 災害時地下水利用システム開発の研究, リバーフロント研究所報告第32号, 2021

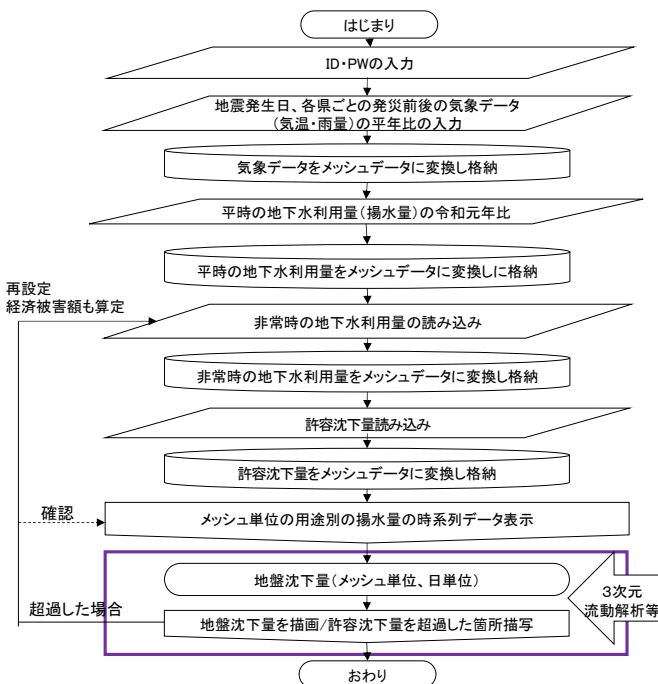


図-6 非常時地下水利用システムの構成(案)
(計算フロー図)

