

地球規模気候変動による地下水環境影響の統計確率的評価手法に関する基礎的研究

京都大学工学部	学生員	○北側	有輝
京都大学防災研究所	正会員	城戸	由能
京都大学防災研究所	正会員	中北	英一

1.背景と目的

近年、集中豪雨等の極端な気象現象に伴う水災害が多発し、地球規模の温暖化による災害の巨大化・頻発化が懸念されている。そのため国内の多くの研究期間が参画した大型研究プロジェクト¹⁾が進められ、河川流況への影響評価や適応策の検討が進められているが、地下水環境への影響評価についての検討事例は国内外を通して少ない。本研究では、今後の適正な地下水利用と持続可能な水資源の確保を行うために、揚水量や涵養量を含む流動特性と水質特性を評価できるモデルと全球気候モデル(GCM)を用いて、気候変動がもたらす地下水環境への影響評価手法について検討した。

2.研究対象領域と解析手法

研究対象とした京都盆地水系では、地下水は古来より飲料用や産業用に利用され、多くの名水・名井として保全・活用されてきた。しかし、高度経済成長期の過剰な揚水による盆地南部域の地盤沈下や工場廃水や農薬等による地下水汚染が発生した。その後、揚水規制等の対策により急激な地盤沈下は抑制されたが、浅層井戸の枯渇や湧水の消失、水質汚染問題は現在も続いている。

著者らは、対象領域において連続式とDarcy則を基にした飽和平面二次元地下水流動モデルと、移流分散方程式を基礎とした水質モデルを作成し、観測結果に基づいた現況再現性を評価してきた²⁾。このモデルを活用して、気象庁気象研究所の超高解像度全球大気モデルAGCM20の後期ラン(MRI-AGCM3.2s)における現在気候および近未来気候実験の降水データ³⁾を用いて地下水位および水質のシミュレーションを行い、現在平均水位および平均T-N濃度を基準とした変動を評価した。

AGCM20の空間解像度は約20kmであり、対象

領域の京都盆地をほぼ一つのメッシュで覆うが、全球気候モデルの空間的再現精度を考慮し、対象領域周辺の5×5メッシュのうち水塊多く含むグリッドを除く計23メッシュの降水量データを入力情報とした計算を行うことで、疑似アンサンブル予測を行った。さらにこの結果を用いて、気候変動が及ぼす地下水環境への将来影響について不確実性を考慮した確率的情報として表現した。

3.気候変動が及ぼす地下水環境への影響評価

近未来気候実験(2015～2039年)と現在気候実験(1979～2003年)の出力降雨を用いた解析から期間平均水位および水質変化を比較した結果、三川合流地点北側と盆地中央部において地下水位の低下が見られた。全窒素濃度に関しては現在気候よりも濃度が上昇する領域は少なく、将来の気候変動による水質悪化の危険性は小さいと考えられる。

次に将来の地下水環境への影響が大きいと考えられた三川合流地点北側の大山崎付近について、帯水層構造および計算グリッド内の水・物質収支を調べ、地下水位・水質の変動要因を解析した。その結果、対象地点付近の帯水層が小水盆状の構造(図2)であるとともに降雨浸透量に対して揚水

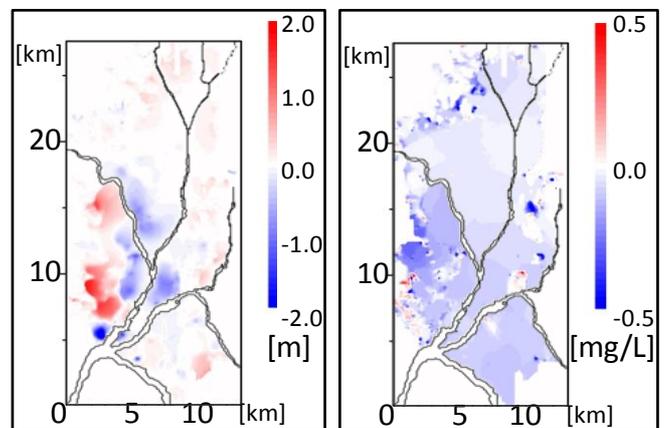


図1 気候変動が及ぼす地下水環境への影響：近未来気候－現在気候の水位差(左)およびT-N濃度差(右)

キーワード 気候変動, 地下水環境, 統計確率的, 影響評価

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所, kitagawa@hmd.dpri.kyoto-u.ac.jp

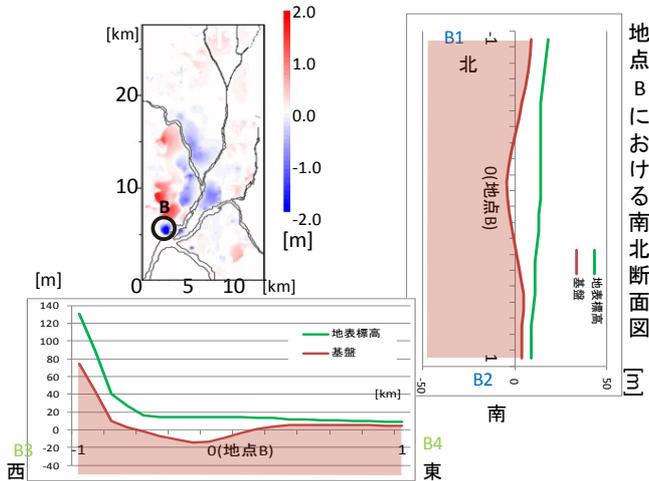


図2 地点Bにおける地表標高・帯水層基盤標高の断面図

量が3倍以上と大きく、相対的に気候変動の影響が大きく水位低下が著しい地点であり、一方降雨浸透量と揚水量がほぼ同等の別の地点では水位上昇が起こることが明らかになった。

4.地下水環境影響の定量的評価手法

疑似アンサンブル計算で得られた複数の出力値より、空間的・時間的の2つの観点から統計確率的な評価手法を検討した。空間的評価手法では全評価対象領域内における期間平均値が一定値以上の水位低下や水質悪化が現れる面積割合、また時間的評価手法では評価対象領域内において一定値以上の水位低下が発生する時間が全解析時間に占める割合をそれぞれ算出して、気候変動による地下水環境への影響を定量評価した。

空間的評価の結果、超過空間面積率10%となる水位低下は-0.82mであり、年間平均で1.0m以上の水位低下を及ぼす空間は評価空間全体の7~8%となった(図3)。また、時間的評価ではアンサ

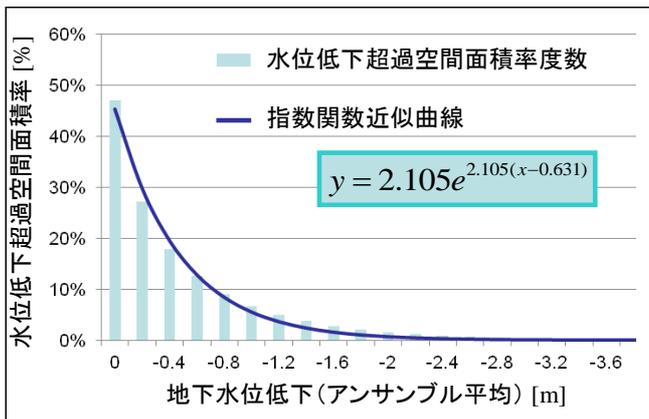


図3 近未来気候における水位低下の超過空間確率分布

ンブル平均を用いた時間的評価により近未来気候の20%超過時間確率は現在気候に比べて-1.8mの水位低下が拡大する結果となった(図4)。ただし、指数分布近似では超過時間確率分布のすそ野部分の推定精度が悪く水位低下超過時間確率を過大に評価している可能性が残る。さらに、空間的・時間的評価手法において各アンサンブルメンバーの生起確率が同等とすることで、閾値以上の面積率、時間確率の発生確率を指数分布関数で近似して求めることにより、定量的な確率情報を作成した。

5.結論

本研究では、MRI-AGCM3.2sの将来予測降水データを使用し、不確実性を考慮して近接空間の降水情報を用いた疑似アンサンブル評価を行い、一定値以上の水位低下・水質悪化が発生する時空間的な割合を確率情報として算出した。アンサンブルメンバーによる出力のばらつきを用いた確率情報の検討を進め、近未来気候実験に21世紀末気候実験を加えた気候変動影響の評価を行い、両気候下での影響の特徴を明らかにする予定である。

謝辞：本研究は文部科学省・気候変動リスク情報創生プログラムの支援を受けた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 文部科学省, 21世紀気候変動予測革新プログラム(2007~2011)および気候変動リスク情報創生プログラム(2012~2016), など,
- 2) 城戸・栗津・鳥井・中北: 都盆地水系における表流水-地下水間の水・物質収支に関する観測調査と解析, 京都大学防災研究所年報, 第54号, pp.457-464, 2011.

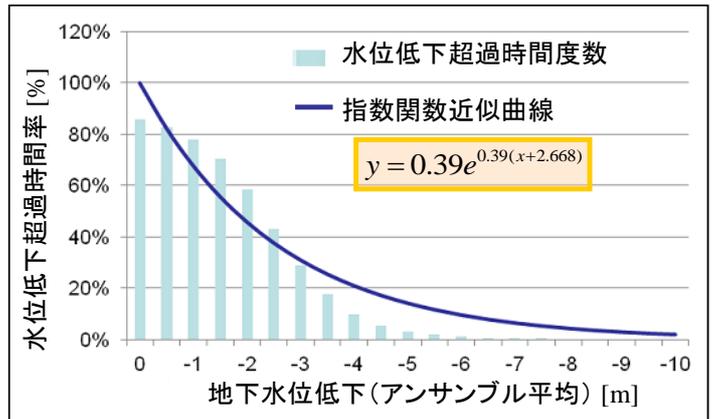


図4 近未来気候における水位低下の超過時間確率分布