

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

京都盆地水系の地下水は古来より飲料用や産業用に利用され、その良好な水質は多くの名水・名井として保全・活用されてきた。しかし、盆地南部域を中心に高度経済成長期の過剰な揚水により地盤沈下や工場廃液や農薬等による地下水汚染が発生した。その後、現在では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、水質汚染問題は依然として続いている。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を作成し、地球規模気候変動の影響評価手法について検討した。

2.手法

著者らは、これまで連続式とDarcy則を基にした飽和平面二次元地下水流動モデルと、移流拡散方程式を基礎としたモデルを作成し、1993～2003年の観測結果に基づいて現況再現性を評価してきた¹⁾。本研究でも、同様のモデルを使用し、気象庁気象研究所が開発した超高解像度全球大気モデルAGCM20の後期ラン(MRI-AGCM3.2S)における将来予想降水データ²⁾を用いた地下水位・水質の予測を行い、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、対象領域である京都盆地をほぼ一つのメッシュで覆うが、全球気候モデルの精度を考慮して、対象領域周辺の5×5メッシュ領域のうち大阪湾・琵琶湖を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を、不確実性を考慮し

た確率的情報として表現することで、将来予測および対策評価を行う上での提供情報とした。

3.気候変動が及ぼす地下水環境への影響

AGCM20の近未来気候実験(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すると、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、現在気候下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。

次に上記の解析結果で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、帯水層構造を把握し、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、対象地点付近では帯水層が小水盆状の構造であるとともに降雨浸透量に対して揚水量が大きく、相対的に気候変動の影響が大きく現れる地点であることが明らかになった。

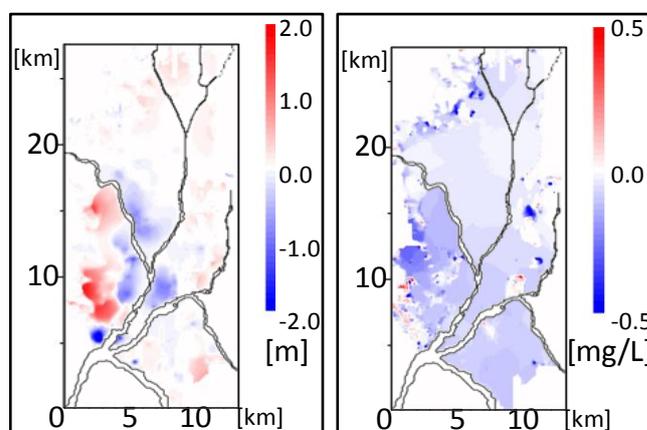


図1 (右)近未来気候と現在気候の地下水位差
(左)近未来気候と現在気候の全窒素濃度差

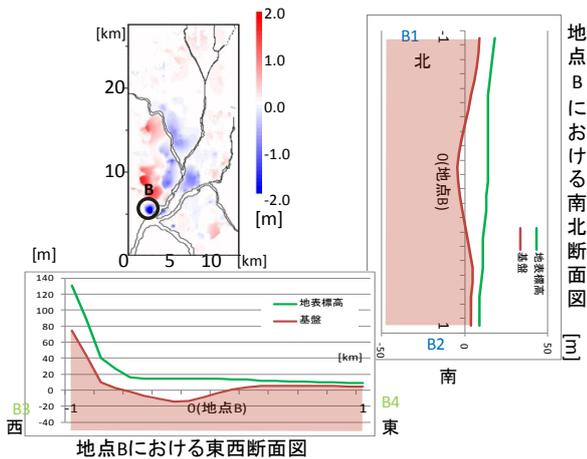


図2 大山崎付近の地表標高・帯水層基盤標高の断面図

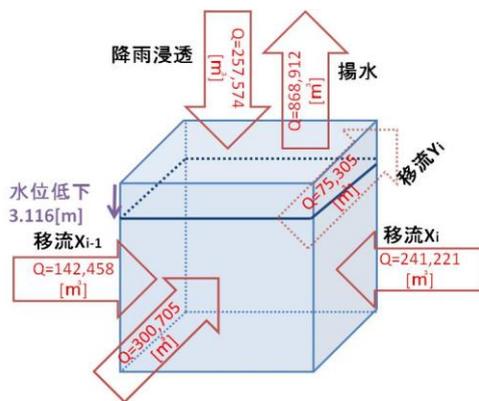


図3 大山崎付近の25年間積算水収支図

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を算定することにより、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算出することにより、気候変動による地下水環境への影響を定量評価した。さらに、空間的評価手法・時間的評価手法の両方で、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。

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7~8%となった。ま

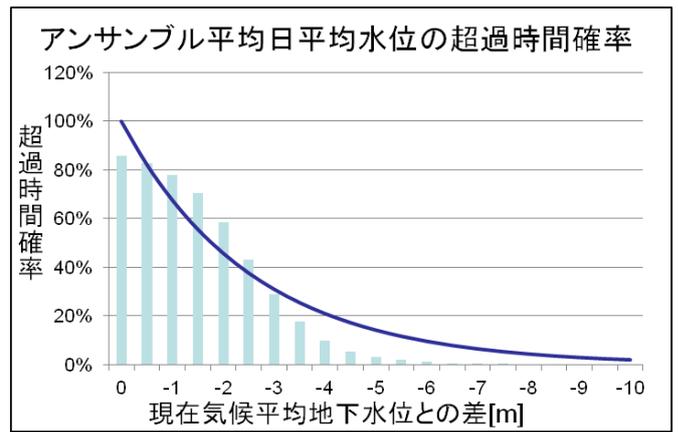


図4 近未来気候における水位低下の超過時間確率分布

た、時間的評価ではアンサンブルメンバー毎の水位低下の偏りが大きく、アンサンブル情報を統合した確率情報の作成は困難であった。アンサンブル平均を用いた時間的評価では、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、指数分布を用いた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。

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て、気候モデルの精度および単一出力結果のみから評価を行うことの不確実性の問題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計算を行った。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することにより、定量的な評価を行った。今回おこなった疑似アンサンブル計算結果を用いた確率情報の推定精度は十分ではなく、多種の境界値やモデルを用いたアンサンブル情報を用いて、確率情報を作成する予定である。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 21世紀気候変動予測革新プログラム, 超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究, 平成23年度研究成果報告書, 2012.