

## 地球温暖化が手取川扇状地の地下水に及ぼす影響評価

### Assesment of global warming impacts on groundwater rsources in Tedorigawa alluvial fan

○鍛冶尚寛\*・長野峻介\*・藤原洋一\*・高瀬恵次\*・一恩英二\*

○Takahiro Kaji, Shunsuke Chono, Yoichi Fujiwara, Keiji Takase, Eiji Ichion

**1 研究背景・目的** 地球全体を対象とする温暖化関連の研究が行われてきた中で、地域スケールで生じる温暖化の影響が危惧されるようになった。地域スケールの影響を評価するようになった要因の一つとして技術の進歩が関係している。気象再現や気象予測で用いられる全球気候モデル（GCM）において、時間・空間スケールの高解像度化が進み、より小さい空間スケールで気象に関する議論が可能となった。研究対象地である手取川扇状地には豊富な地下水や湧水が存在し、生物と人に恩恵をもたらしており、これら水資源の持続的利用・管理が求められる。本研究では RCP シナリオに基づいて GCM より算出された気象予測値と、手取川扇状地の水収支モデル（高瀬、2018）を用いて、温暖化が手取川扇状地の地下水に及ぼす影響を予測・評価する。

**2 研究対象地** 手取川扇状地は石川県中央部の金沢平野に位置する。霊峰白峰を源流に持つ手取川によって形成され、標高 80m の鶴来町付近を扇頂として角度 120°で北西に広がっている。扇状地には礫層と砂礫層の良好な帯水層が分布している。多量の降水量や手取川からの伏流、扇頂付近での手取川からの取水が帯水層へ水を供給している。そのため扇状地では豊富な地下水や伏流水が存在しており、農業、上水道、消雪用水などの幅広い分野で地下水が利用されている。また、良質で恒温な湧水により、トミヨと呼ばれる貴重生物の生息環境も形成されており、生物と人にとって貴重な地域水資源となっている。本研究では手取川左岸～犀川左岸の領域（169km<sup>2</sup>）を解析対象領域とする。

**3 研究方法** 文部科学省が実施した気候変動リスク情報創生プログラムでは、高解像度全球・領域大気モデルを用いた多数のアンサンブル実験が行われ、気象予測値が算出された。このプログラムでデータベース“d4PDF”が作成され、地球温暖化シナリオである RCP8.5 に基づいて算出された気象予測値（2081～2100 年）をこのデータベースから取得する。予測値を算出する大気モデルによって算出された過去の気象再現値（1981～2000 年）と気象予測値を月別に比較し、各気象要素への温暖化傾向を算出する。手取川扇状地水収支モデルの入力値となる 2002～2014 年の観測値に温暖化の影響を反映させ、将来データとする。手取川扇状地の水収支モデル（高瀬、2018）は、手取川扇状地全体を対象領域とした集中定数型・三段タンクモデルである。扇状地内の観測地下水位 8 地点の加重平均を手取川扇状地の観測地下水位としており、2006 年 1 月 1 日～2008 年 3 月 31 日の観測地下水位及び気象データを用いてモデルパラメータの同定が行われた。本研究では気温や湿度、降水量などの気象に関する水収支モデルの入力値を変化させることで、温暖化が進行した場合の地下水位を算出する。水収支モデルに観測値（2002～2014 年）と将来データを入力し、現在気候における現在地下水位と温暖化が進行した気候における将来地下水位をそれぞれ算出する。算出した地下水位を比較することで温暖化による影響評価を行う。

\*石川県立大学生物資源環境学部 Ishikawa Prefectural University, Faculty of Bioresources and Environmental Sciences

キーワード [地球温暖化、地下水、d4PDF、水収支モデル]

#### 4 研究結果

4.1 温暖化傾向 気象再現値と気象予測値の月別平均値を比較することで温暖化傾向を算出し、表1の結果が得られた。手取川流量の温暖化傾向については Sato *et al.* (2013)の研究結果を用いた。これら温暖化傾向を観測値に反映させ、将来データを算出した。将来データと観測値を水収支モデルに入力し、将来気候と現在気候における地下水水位を算出・比較し、温暖化による影響評価を行った。

4.2 長期的な水位変化 現在地下水水位と将来地下水水位の日水位変化を図1に示す。平均日水位は、現在地下水水位が4.364m、将来地下水水位が4.363mであった。水位差は僅かであり、長期的な水位変化の傾向はみられなかった。しかし、現在地下水水位と将来地下水水位で大きく水位差が生じている時期も発生している。

4.3 月別の水位変化 現在地下水と将来地下水水位の月別日平均水位を図2に示す。月別日平均水位は、現在地下水水位に比べ将来地下水水位は1~3月にかけて水位が高く、6~8月にかけて水位が低くなる傾向がみられ、季節的な水位変化に温暖化の影響が生じていると考えられる。季節的な水位変化への影響により、現在気候から将来気候にかけて水位の通年変化は小さくなる傾向にある。温暖化による将来の水位変化について考察する。1~3月の水位上昇は、河川流量の増加が要因として考えられる。気温上昇による降雪から降雨への降水形態の変化が、1~3月における背後地河川・手取川流量の増加を生じさせ、地下水涵養に大きく貢献したと考える。6~8月の水位低下は、蒸発散量増加と地下水涵養量減少が要因として考えられる。可能蒸発散量は通年で増加傾向にあるが、6~8月では増加量がより大きくなっている。また、降雨や河川流量といった扇状地への流入量は減少傾向にあるため、地下水涵養量は減少することが考えられる。そのため、6~8月における扇状地への流入量減少と流出量増加が総じて地下水低下を生じさせたと考える。

5 まとめ 本研究では月平均で捉えた温暖化の影響を水収支モデルの気象に関する入力値に反映させることで、季節的な地下水水位変化に生じる影響を評価した。しかし、温暖化による気象の頻度変化や極端現象の増加が再現できていない。これらを考慮すると本研究の水収支モデルで再現された地下水水位よりも低下する恐れがある。したがって、温暖化による気象の変化をより詳細に再現し、解析する必要がある。

表1 温暖化傾向 (Warming tendency)

モデル入力値	温暖化傾向
気温	通年で約4°C上昇
降水量	8月に減少
相対湿度	12~2月に低下
風速	通年で弱まる
純放射量	通年で増加
手取川河川流量	1~3月に増加、4~6月に減少

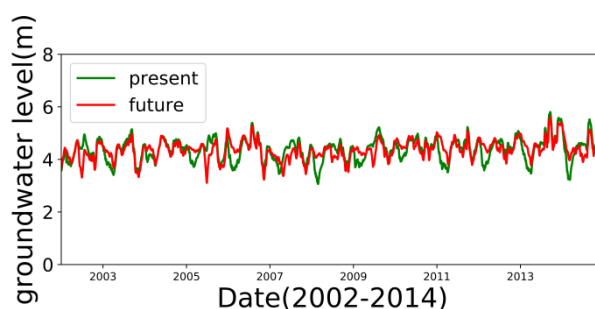


図1 日地下水水位変化  
(Daily variation of groundwater level)

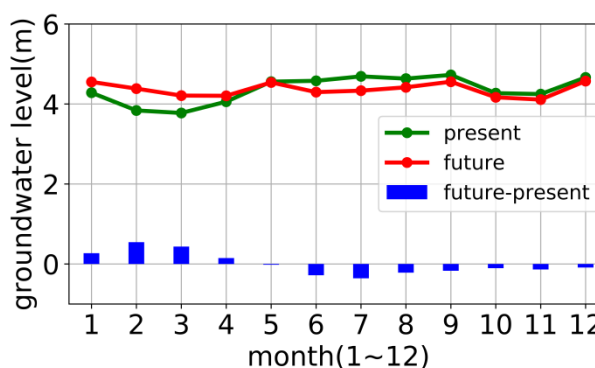


図2 月別日平均地下水水位  
(Monthly average of daily groundwater level)