

## 150 年連続気候実験データを用いた手取川扇状地における 地下水位への地球温暖化および土地利用変化の影響評価

Evaluation of the Impact of Global Warming and Land Use Changes on Groundwater Levels  
in the Tedori River Alluvial Fans Using 150 Years of Continuous Climate Experiment

○長野 峻介\*, 夏至 カイロ\*, 藤原 洋一\*, 一恩 英二\*

○CHONO Shunsuke\*, GESHI Kairo\*, FUJIHARA Yoichi\*, and ICHION Eiji\*

### 1. はじめに

地球温暖化による気候変動は年々顕著になってきており、人間の生活環境や生態系に影響を与え始めている。石川県の手取川扇状地では、豊富な雪解け水が流れる手取川からの伏流や手取川から取水した灌漑水の水田からの浸透などの過程を通じて多くの地下水が涵養されている。この地下水は工業用水や水道、消雪用水など多様な用途に利用されており、地域資源として持続的な地下水の利用・管理が望まれるが、地球温暖化による気候変動が気温や降雨・降雪、蒸発散などの手取川流域の水文環境に影響を及ぼすことが危惧されている。本研究では気象庁気象研究所の気候モデル MRI-AGCM3.2S で算出された 150 年間連続気候実験データを用いて、水田面積の減少を想定した手取川扇状地における地下水位を算出し、地球温暖化および土地利用変化による手取川扇状地の地下水資源への影響を評価した。

### 2. 研究方法

全球気候モデル MRI-AGCM3.2S は、気象庁気象研究所が開発した水平解像度 20 km のモデルである。150 年連続気候実験データは、この気候モデルに RCP8.5 シナリオに基づいて 1950 年～2099 年の気温、降水量、風速などが連続的に計算された気候実験（シングルラン）のデータである (Mizuta R., et al., 2012)。1991～2010 年の気象庁の金沢の気象データを用いてバイアス補正式を作成し、1950～2099 年の 150 年連続気候実験データのバイアス補正を行った。1950～2099 年の補正した降水量、気温等の気候実験データと、そのデータから計算した可能蒸発散量や野原ら (2022) が分布型流出モデル Hydro-BEAM で解析した手取川流量を入力データとして、手取川扇状地の集中定数型 3 段タンクモデルの水循環モデル（高瀬、2018）に用い、地下水位の変動を推定した。水循環モデルは、手取川扇状地全体を対象領域とした集中定数型・3 段タンクモデルであり、地表帶領域・中間帶領域・地下水帶領域の 3 段で構成されている。地表帶領域では水田とその他（宅地等）の土地利用別に 2 つのタンクに分けられ、降水や水田の湛水による地表から地下への浸入過程等が計算される。そして中間帶領域では、地表帶領域からの浸透量・河川からの伏流量が地下水帶領域へ浸透する過程等が計算される。地下水帶領域では、中間帶領域からの涵養や地下水流出の過程が計算され、地下水帶領域の水位を地下水位として算出した。水循環モデルで解析する手取川扇状地の面積は 169km<sup>2</sup> であり、水田面積率の実績データに沿って 75～25% に減少するようにロジスティクス曲線による近似曲線を作成し、各年の面積率を算出した。

---

\*石川県立大学生物資源環境学部 Faculty of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University  
キーワード：地下水、地球温暖化、気候変動

### 3. 解析結果と考察

バイアス補正した 150 年連続気候実験データの降水量を図 1 に示す。冬期の降水量は特に 2 月において増加傾向にあった。2 月の降水量では将来の気温上昇により降雨割合が増えると考えられる。夏期では 7 月において降水量が増加しているが、春期や秋期の降水量に大きな変化は見られなかった。150 年間の手取川流量の変動(図 2)では、冬期(12 月～2 月)で上昇傾向にあった。また、4 月～8 月は手取川流量が 2010 年～2039 年代から年代ごとに減少していた。これは冬期の気温の上昇により融雪の早期化や降雪量の減少による影響であると考えられる。

図 3 に水循環モデルにより算出された地下水位を 30 年ごとに示す。図 3において、4 月はどの年代も変わらないほぼ同じ水位となつたが、5 月から 7 月にかけては 2010～2039 年代以降で、8 月から 12 月にかけては 2040～2069 年代以降の地下水位が他の年代の地下水位より低い値となつた。灌漑期前半は水田面積減少による地表浸透量の減少のため、夏期から秋期にかけては 2040 年～2069 年代以降で手取川流量の減少により伏流量が減少し、さらに秋期に気温の上昇によって蒸発散量が増加したため、地下水位が低下したと考えられる。このように土地利用変化と地球温暖化による地下水位の低下は灌漑期前半から現れ、灌漑期を終えた秋期にさらに大きく低下すると考えられる。冬期の 1、2 月は年代ごとに気温が上昇した影響で降雪量が減少するため、消雪用水の揚水量が減少し、さらに年代ごとに手取川からの伏流量が増加したことによる涵養量の増加によって地下水位が上昇すると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では手取川扇状地の地下水位に地球温暖化と土地利用変化による影響が現れる年代やその大きさについて評価した。地下水位変動の解析結果において、地球温暖化の影響は、春期には小さく現れにくいものの、夏・秋期は伏流量減少と蒸発散增加により地下水位を低下させ、冬期は融雪早期化による伏流量増加で地下水位を上昇させると見られた。さらに土地利用変化により水田面積が減少し灌漑期前半に地表浸透量が減少することで地下水位を低下させる大きな影響が見られた。そして、2010～2039 年代以降で土地利用変化の影響が現れ、2040～2069 年代以降で地球温暖化の影響が大きくなるという解析結果が得られた。

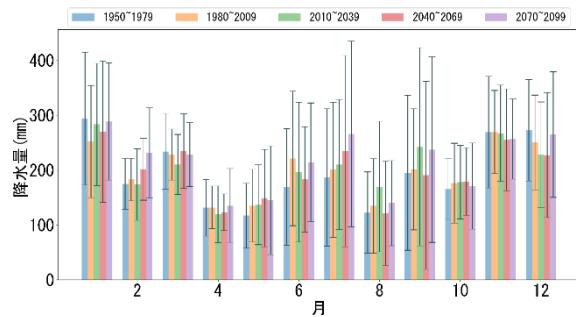


図 1 年代別月積算降水量

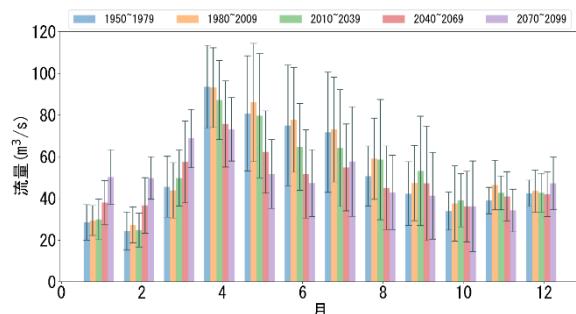


図 2 年代別月平均手取川流量

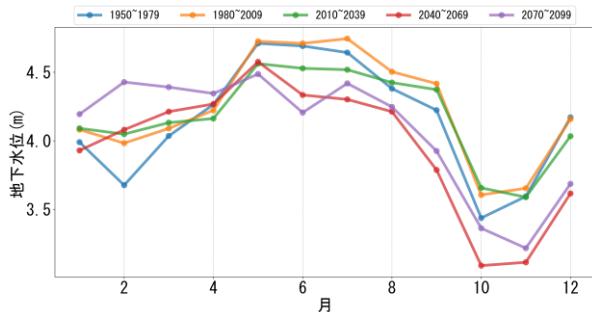


図 3 年代別月平均地下水位