

## 黒部川流域における降水現象の変化が地下水環境へ与える影響の数値実験

富山県立大学

学生会員

○尾田 茂彦

富山県立大学大学院

学生会員

下坂 将史

富山県立大学

正会員

手計 太一, 呉 修一

## 1. はじめに

気候変動にともなう温暖化が水循環に与える影響に関する研究は多岐にわたっている。特に災害と密接に関わる降水量に関しては、数多くの研究成果が報告されている。我が国においては、気候変動に伴い短時間強雨が増加傾向にあること、東日本の日本海側で最深積雪が減少傾向にあること<sup>1)</sup>と報告されている。

本研究では降水現象の変化が黒部川流域の地下水動態に与える影響を定量的に検討した。

## 2. 研究対象流域

図-1 は研究対象流域である黒部川流域を示している。富山県東部に位置する黒部川流域は全国的にも多雨・多雪地帯として有名である。これら降水の多くは積雪として黒部川上流の山岳域に一時的に蓄えられ、その後豊富な融雪水として多岐に利用されている。特に、下流の黒部川扇状地では、古くから地下水資源として利用されている。黒部川の特徴の一つとして、流下距離が短く(約85km)、急流河川であることが挙げられる。図-2 の上図は1990～2004年の14年間の黒部川流域内における降雪量・最深積雪(魚津 AMeDAS)、河川流量(愛本)、地下水位(浦山新)、降水量(宇奈月 AMeDAS)、気温(魚津 AMeDAS)の経年変化である。図-2 の下図は1998～2001年を拡大した図である。春季から初夏にかけて降水量が少ない年でも地下水位と河川流量が増加していることが分かる。これは冬季に黒部川上流域で降った雪が初夏にかけて融雪水として流出しているためと推察される。同流域では、降水や融雪水の増減により河川流量や地下水位が変動しており、流域の水循環が気候変動による融雪の影響を受けやすいと考えられる。

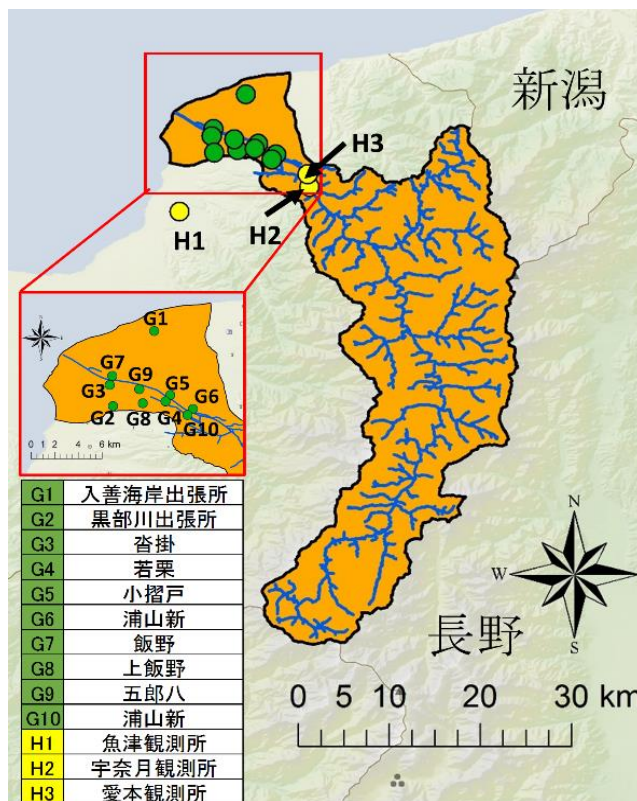


図-1 黒部川流域図

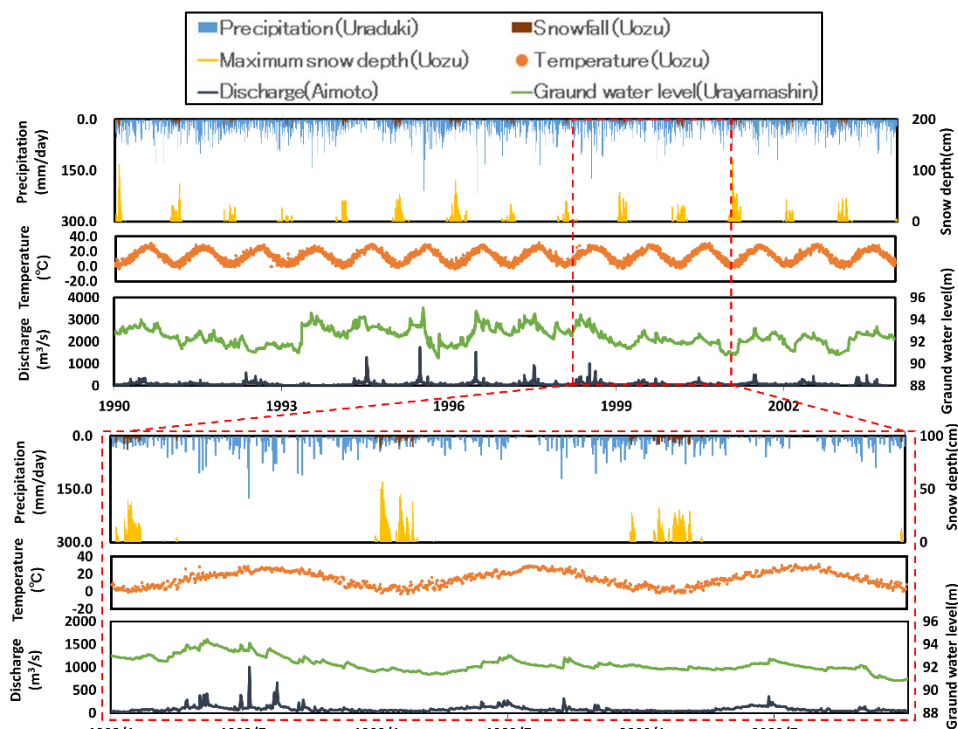


図-2 黒部川流域における降水量, 降雪量, 気温, 河川流量, 地下水位の経年変化

### 3. 研究方法

本研究では黒部川流域の水循環を定量的に評価するため、地表水と地下水を連動して解析可能な分布型降雨流出モデルを構築した。本モデルは水平方向には直交するメッシュ、鉛直方向には表層、不飽和層、飽和層のモデルから構成されている。遮断・蒸発散、表面流・河道流、不飽和流、飽和流、帯水層と河川との水交換、融雪の6つの水文過程から構成する。ただし、本研究では蒸発散・融雪は考慮していない。表層は平面2次元 Diffusive wave モデル、鉛直浸透流は1次元 Richards 方程式、飽和流はダルシー式と連続式に基づく3次元モデルにより解析される。

### 4. 計算条件と感度分析

本研究では、地形条件の再現性及び計算時間を考慮し500m×500mメッシュのDEMデータを使用し、メッシュ数は(i,j)=(90,180)の合計16200とした。対象流域の物理特性を再現可能な水理パラメータを得るために各水理パラメータ変化させて感度分析を行った。水工施設の影響が少ない自然流を再現するため、パラメータ同定期間は水文気象データが揃っている最も古い年代である1979年1月1日～1981年1月1日の2年間とした。

愛本観測所における河川流量を分析対象とした感度分析を行い、得られたパラメータを表-1P1列に示す。パラメータP1のうち、既往研究<sup>2)</sup>を参考に水平・鉛直方向の透水係数だけをそれぞれ100倍させたパラメータを表-1P2列に示す。P2を用いて図-1に示す地下水位観測所における地下水位観測データを分析対象に感度分析を行った。

### 5. 結果

P1の水理パラメータを用いた地下水位の計算結果と観測値の比較を図-3に示す。その結果、本計算結果は平均的には概ね観測値と同程度の水位を示したが、季節変化を再現することはできなかった。次に、そこでP1の水理パラメータの透水係数のみを変化させたP2を用い、さらに計算期間を4年とし、始めの1年間を助走期間として計算を行った。その結果と観測値の比較を図-4に示す。1982年以降で観測データは春から夏にかけて増加しているが計算結果は地下水位が減少している。これは、本計算において、積雪から融雪の過程を考慮していないためだと考えられる。1982年の9～10月においては観測

表-1 使用したパラメータ

| 項目                  | 単位                  | P1     | P2     |
|---------------------|---------------------|--------|--------|
| マニング                | s/m <sup>-1/3</sup> | 10     | 10     |
| 一時貯留                | mm                  | 3      | 3      |
| 初期水深                | m                   | 0      | 0      |
| 不飽和層の一層の厚さ          | m                   | 100    | 100    |
| 不飽和層の層数             | 層                   | 5      | 5      |
| 不飽和層全体の厚さ(層厚×層数)    | m                   | 500    | 500    |
| 初期含水量               | -                   | 0.4    | 0.4    |
| 水平方向の透水係数           | m/s                 | 0.0001 | 0.01   |
| 鉛直方向の透水係数           | m/s                 | 0.0001 | 0.01   |
| 比産出率                | -                   | 0.2    | 0.2    |
| 貯留係数                | 1/m                 | 0.0001 | 0.0001 |
| 初期位置水頭(基準面:地表)      | m                   | -0.9   | -0.9   |
| Lower level(基準面:地表) | m                   | -100   | -100   |

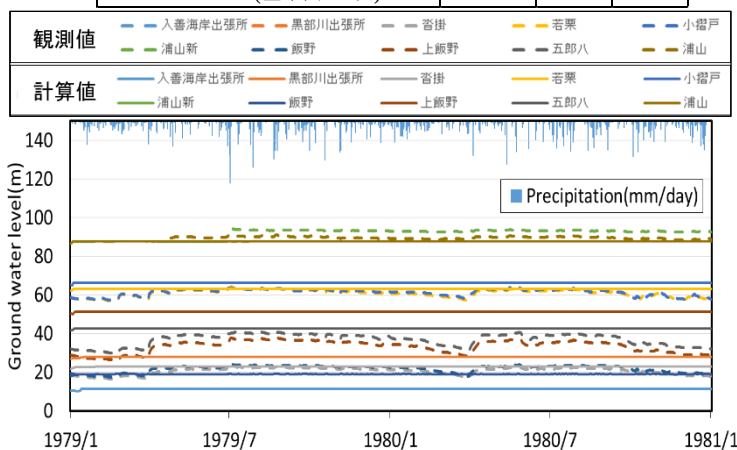


図-3 観測データとP1のパラメータを使用した計算結果の比較

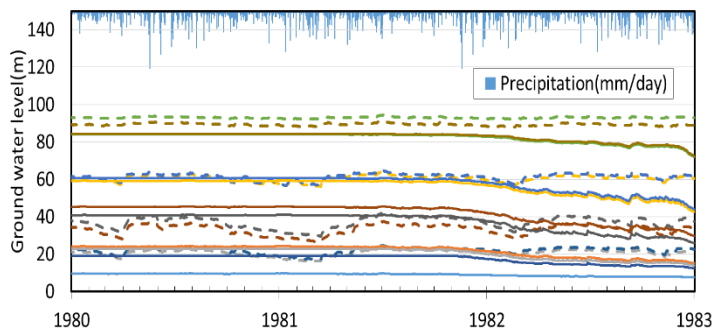


図-4 観測データとP2のパラメータを使用した計算結果の比較  
(凡例は図-3と同じ)

データと同様な水位変動を示している。現場透水試験結果から得られた透水係数を与えたことで、地下水位の季節変化を再現できたと考えられる。

今後は蒸発散と融雪過程を考慮したモデルの改善が必要である。

#### 参考文献

- 1) 気象庁(2016):気候変動監視レポート2015, p28-31.
- 2) 北隆平,手計太一(2015):黒部川扇状地における透水試験と数値実験による透水係数マップ,土木学会第42回関東支部技術研究発表会要旨集, II-34.