P-05 松本盆地湧水群における湧出量の予察的調査・測定

および地下水起源の推定

☆高田遼吾・中屋眞司・井谷直貴・高宮城航平・田中諒（信州大学）
山本晃・冨樫聡・井川尚之（八千代エンジニヤリング(株)）

1.はじめに

山岳部に囲まれた松本盆地は，家庭用水や農業・工業用水のかなりの部分を地下水に依存している。特に，犀川に高瀬川・穂高川が合流する三川合流部は豊富な湧水に恵まれ，地下水は都市用水として利用されているだけでなく，稚魚の養殖や湧水を利用したワサビの栽培等に用いられており地域の貴重な資産となっている。しかし近年，地下水位の低下が懸念されていることから，湧水量の総量やその変動を把握することが，健全な水循環の管理や持続可能な地下水利用のために重要である。そこで本研究では，三川合流部の湧出域を河川水温測定からおよそ特定し，湧水域出口の河川流量と入口の合計を測定することで，その差から総湧出量を予察的に推定することを試みた。また，水田，河川と地下水の水質を比較・検討することで湧水の混合割合を求め，対象地域における地下水起源の推定も試みた。

2.方法

三川合流部付近の地下水は地表付近に自由水面を持ち，表土を 1～2mほど掘削することで湧出させた地下水をワサビの栽培等に使用されている。それらの地下水が集まってできた水路や小河川の水は，河川に流入し最終的に犀川へと集まることから，本地域において流出河川の域を特定できれば，流出域入り口における河川流量の合計と，盆地出口の河川流量との差から，総湧出量を概算できると考えられる。そこで，事前に河床の水温を測定することで湧水の有無を確認し湧出域を特定し，その付近の測定可能な地点で流量を測定した。流量の測定にはドップラー式流量計(ADCP)を用い，ADCP を横断方向に二往復以上させ，Win River II を用いて計算した流量の誤差が 7%以内に収まるまで測定を繰り返した。測定は豊水期として H.28 年 7 月 8 日と 9 月 15 日，渇水期として H.29 年 2 月 21 日の計 3 回行った。また，測定地点の妥当性を検証するために，地下水位と河川水位の標高を用いた湧出範囲の検討も行い，その結果との比較も行った。地下水位は H.27 年 8 月と H.28 年 2 月に測水した 71 地点のデータ，河川水面の標高は渇水期に行われた航空レーザー測量によるデータを用いた。

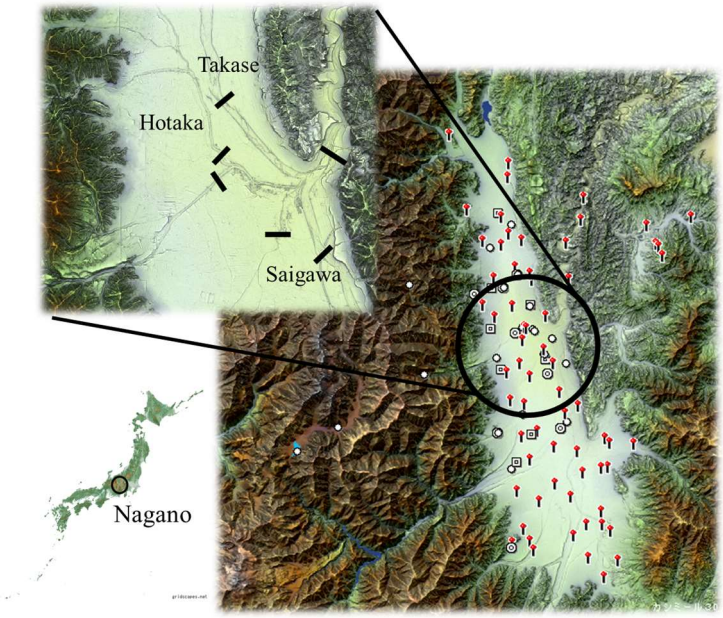

図-1 流量測定地点および松本盆地全採水地点

採水は H.28 年 5～8 月にかけて図-1 に示す松本盆地全体で地下水 65 地点，河川水および湧水 23 地点，雨水 8 地点，水田にはられたの灌漑用水 8 地点の計 104 地点で行った。主な測定項目は pH，酸化還元電位(ORP)，電気伝導度(EC)，溶存酸素(DO)，アルカリ度，主要溶存イオン，酸素・水素安定同位体比($\delta^{18}O$, δD)，六フッ化硫黄(SF_6)(Nakaya et al., 2015)とした。

3. 結果・考察

3.1. 湧水量の推定

主要河川において，地下水位等高線図の標高から河川水位の標高を差し引いた値で等高線を描き「地下水位-河川水位コンター図」を作成したところ，三川合流部を中心とした湧水が豊富な地域では差が 0 以下となっており，湧出域が特定された。流量測定地点もこの範囲にあることがわかった。湧出量の測定値は，豊水期の結果は 7 月よりも 9 月の方が大きい結果となった。また，2 月は豊水期の半分から三分の一程度の値が得られた。これらの 3 つの結果を用いて変動を仮定し年間の湧水量の推定を試みた。

3.2. 地下水の起源の推定

河川水の水質は，ヘキサダイアグラムから多くが中間混合型に分類されるが，高瀬川に限り Na-Cl 型で下流に行くにつれて中間混合型へと遷移している。この遷移は地下水位と河川水位との関係の結果とも一致し，河川への地下水湧出の影響であると考えられる。

$\delta^{18}O, \delta D$ の結果から，河川水に比べて水田の水の方が，同位体比が重たく，地下水や湧水はこれらの間に収まる結果が得られた。三川合流部付近の地下水の(SF_6 による)滞留時間はほとんどが 10 年程度と比較的短い傾向を示したことから，付近の水田や河川からの涵養の割合が大きいと考えられる。そこで $\delta^{18}O$ を縦軸，塩化物イオン濃度を横軸に取ったグラフから涵養源と考えられる河川および水田の水の端点成分をとり，地下水の起源となる水の混合割合を出すことで湧水の起源がわかった。

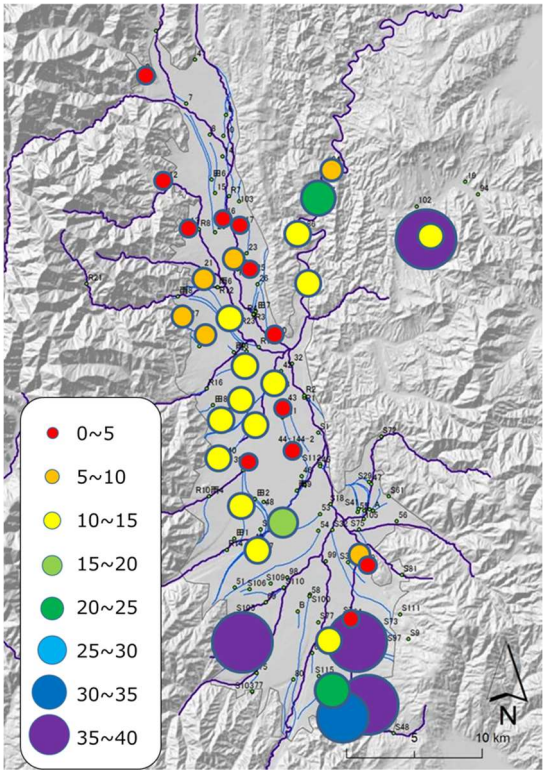

図-2 松本盆地の地下水の滞留時間

4. まとめ

松本盆地三川合流部の湧水群における湧水量の推定とその起源を推定することを目的に，河川流量の調査および水質の分析を行ったところ，以下の成果が得られた。

1) 地下水位-河川水面の標高差および河床水温等の実測調査から，およその湧水域の範囲がわかった
2) 湧水群の河川の上流・下流の流量差から豊水期 2 日，渇水期 1 日の湧出量の実測ができた
3) 湧水の起源の推定を試みたところ，河川からの涵養割合が大きいが，水田のからの混合も含む。

湧出量の測定は 3 日間のみの実測値しか得られておらず，年間の湧出量の推定のためには定期的な実測から季節変動を明らかにする必要がある。また今後の課題として，より正確な湧水域範囲の推定にも取り組む。

5. 謝辞

本研究は「安曇野市水循環の可視化に資する研究業務」のもと調査・解析した。ご協力いただいた多くの方々に謝意を表します。

参考文献

Shinji Nakaya, Hoang Minh Ha Phan, Yoshiki Iwai, Akihiro Itoh, Hideto Aoki, Takanori Nakano, Longtime behavior of cesium (Cs) in natural spring drinking water, Sustainability of Water Quality and Ecology, 6, 20-30, 2015(Sep.).