

平成24年度

庄川扇状地域の地下水調査による冷暖房・無散水消雪への応用

富山大学  
上田 晃

平成26年9月1日

成果報告書

富山大学理工学研究部  
上田 晃

研究テーマ：庄川扇状地域の地下水調査による冷暖房・無散水消雪への応用

1. 研究課題

地下水が豊富な庄川扇状地域で、地中熱ヒートポンプを用いて室内冷暖房や無散水路消雪へ応用する。このための地下水流動状況・水質適合性を調査する。本研究は、2種類ある Geo-HP のどちらの様式が、地下水利用を図るために適正であるかを判断するために、水質と流動様式を調査するものである。その結果として、対象地域内でどの種類の Geo-HP が最適かを検討する。水質は、Geo-HP を使う際の問題となる熱交換部への沈殿物の有無の検討を行うものである。

2. 研究の実施内容及び成果

本調査は地下水の水質や流動様式を調べるため、地下水を採取し、その水素・酸素同位体組成や主要化学成分の分析を行った。地下水試料の採取は、図1に示す庄川扇状地内の黒丸の箇所、広域にわたって採取し、その後、2013年3月までに2か月毎に同様の地点の地下水を採取した。この地域を流れる庄川と小矢部川の河川水も採水した。



図1 水試料採取地点

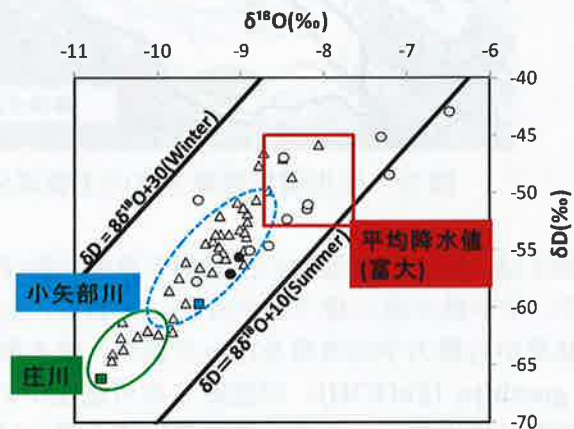


図2 水素(δD)・酸素(δ<sup>18</sup>O)同位体組成

浅層地下水(●), 観測井水(■), 河川水(▲) 浅層地下水(△), 観測井水(○), 河川水(□)

富山県の観測井と民家の井戸から採取した地下水は、 $\delta D$  が $-42.9 \sim -64.6\%$ の範囲に、 $\delta^{18}O$  が $-6.5 \sim -10.65\%$ の範囲にある。また河川水は庄川で $\delta D$  が $-66.2\%$ 、 $\delta^{18}O$  が

-10.7‰であり、小矢部川では、 $\delta D$ が-59.7‰、 $\delta^{18}O$ が-9.5‰と、庄川の水と比較すると低い値を示した(図2)。これは庄川が高度の高い山地、小矢部川が低い山地を起源としているためであり、この河川の源頭の違いが地下水の同位体組成にも反映されている。

民家の井戸から採水した浅層地下水の水質結果をヘキサダイアグラムに示す(図5)。浅層地下水の現場測定の結果はpHが6.26~7.92、電気伝導度(EC)が8.22~37.1 mS/m、酸化還元電位(ORP)が-9~+315 mV、水温が12.2~21.4℃の範囲にある。イオンクロマトグラフで測定した主要化学成分結果に関して、この地域の地下水の大部分がCa-HCO<sub>3</sub>型の水質を呈しており、これは浅層地下水特有のものである。

地下水の主要成分濃度や同位体組成の違いにより、地下水の主な流入源を特定することができた(図3中の矢印)。地下水の主な流入源は5つであり、過去に報告されていたものと、同様の結果が得られた。

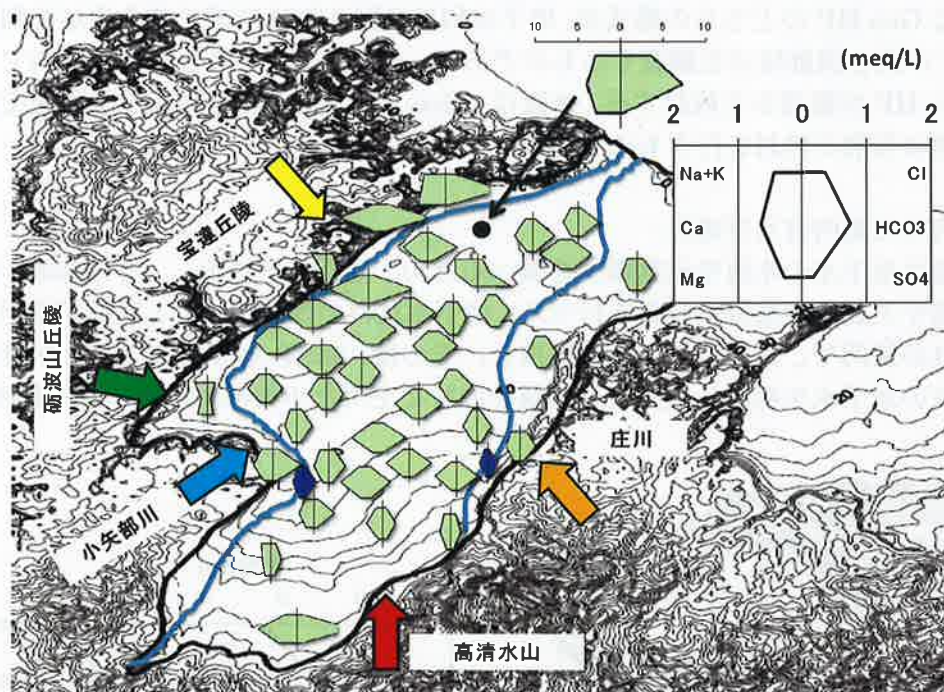


図3 庄川扇状地地下水の主要成分図(ヘキサダイアグラム)

図4は、庄川扇状地内の浅層地下水中の鉄(Fe)濃度の分布を示している。扇状地中央域で、やや鉄が高い地下水が存在しており、宝達丘陵付近でも高い値を示した。これらの結果から熱力学的考察を行った結果、鉄水酸化物(ferrihydrite:  $(Fe(OH)_3)$ )あるいは goethite ( $FeOOH$ ) が沈殿する可能性があることが判明した。これらのことから、開放型の地中熱ヒートポンプを使用する際には、鉄水酸化物の沈殿を考慮する必要があることを示している。



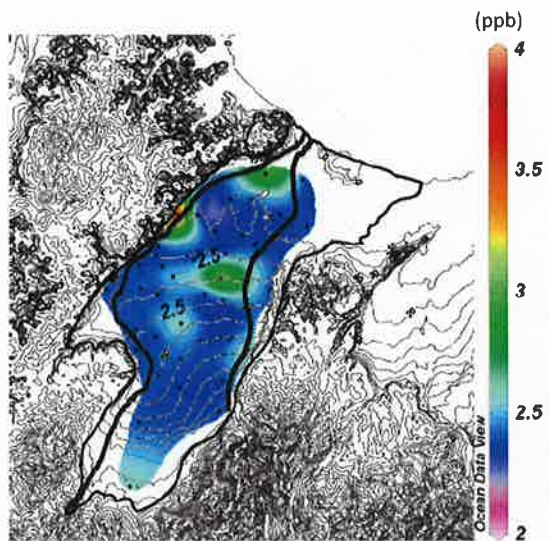


図4 庄川扇状地地下水中の鉄濃度(ppb)

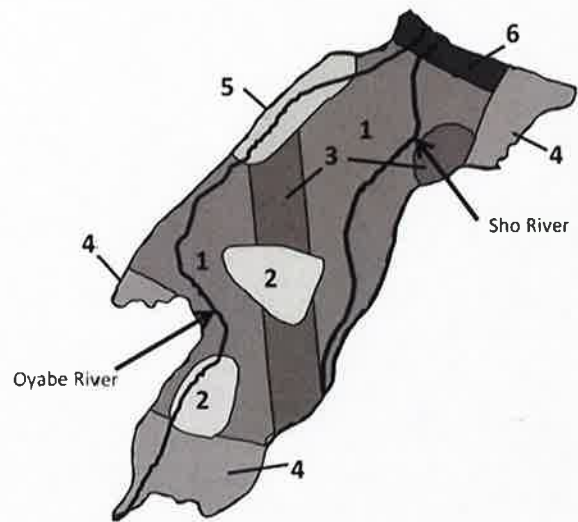


図5 Geo-HP 利用適正図

### 3. 今後予想される効果

本研究では、富山県西部の庄川・小矢部川地域において地中熱利用ヒートポンプ (GeoHP) を用いた道路用消雪や室内冷暖房を行うために、同位体組成や主要化学成分の分析を行った。この地域を流れる地下水は浅層地下水特有の  $\text{Ca-HCO}_3$  型の水質を示しており、扇状地内での水質に差異はない。また地下水流が非常に速く、10m/日程度であると考えられる。また  $\delta D$  と  $\delta^{18}\text{O}$  の関係に関して、調査時期が8月であるにも関わらず地下水の大部分が夏と冬の間中間的な天水線上にプロットされていた。これは庄川の集水域が高度1024mの高地にあり、その地域の融雪水の影響によって低地の地下水の  $\delta D$  及び  $\delta^{18}\text{O}$  値が低下したと考えられる。また2000年に同時期で研究を行っていた宮本の  $\delta^{18}\text{O}$  値の結果と比較してみると、2000年に比べて2011年は庄川からの浸透量が増加していると考えられる。さらに富山県の管理する観測井では地下水温が200mで25℃であり、高い地温勾配を示している。これらのことより扇状地内でのほとんどの地域で地中熱利用ヒートポンプによる熱利用が可能であるが、図5に示すように、Geo-HPの適正な使用方法は、次の通りである。これらを有効に使用することにより、Geo-HPによる室内冷暖房や無散水消雪が可能になる。

No.1=オープン型を利用できるが、Feのスケールが発生する。

No.2=オープン型を利用でき、スケール形成も発生しない。

No.3=オープン型を利用できるが、地下水系が変動し易い箇所のため、利用する場合は注意する必要がある。

No.4=地下水の供給源が降水に限られているため、地下水位低下が顕著に表れると思われる。よってクローズド型が適していると推定される。

No.5=炭酸カルシウムのスケールが形成し易い地点なのでクローズド型が適していると推定される。

No.6=海水の流入が確認されているので、海塩による腐食が起りやすく、Geo-HPを利用するのに適していない。