

54. 黒部市生地地区における地下水環境調査

北 隆平^{1*}・手計 太一²

¹富山県立大学工学研究科所属環境工学専攻（〒939-0311 富山県射水市黒河5180）

²富山県立大学工学部環境工学科准教授（〒939-0311 富山県射水市黒河5180）

* E-mail: t017010@gmail.com

地下水は世界中で様々な用途で利用されており、地下水涵養量の増加に伴い、世界各地で地下水障害が発生している。富山県の黒部地区の沿岸部においては、塩化物イオン濃度が上昇している地点が年々広がりつつある。本研究では、黒部市生地地区の清水庵において電気伝導率やpH、水温、水質の測定を行い、地下水環境の調査を行った。

その結果、清水庵の深層の地下水層において海水が流入している可能性があることと示された。塩化物イオン濃度が季節変動していることからそのことがわかる。塩化物イオン濃度は水道基準値を下回り、飲用として問題なく使用できるが、今後も調査を継続し、水環境に関する実態を把握していく必要がある。

Key Words : groundwater ,water quality ,EC ,pH ,Kurobe River alluvial fan

1. はじめに

地下水は古くから世界中で様々な用途で利用されている。20 世紀後半以降、世界中に水需要が増加し、掘削技術の向上により、地下水揚水量は激増している。地下水揚水量の増加に伴い、地下水障害が世界各地で発生している。

富山県東北部に位置する黒部川扇状地では沿岸付近において自噴井戸が多く存在している。この豊富な地下水は飲料水などの生活用水や工業用水、観光資源としても使われており、地域住民にとって欠かせないものとなっている。その扇状地では都市化や水田の減少に伴い地下水涵養量の減少が明らかになっており、地下水位の低下などの地下水環境に影響を与えると考えられる。実際に富山県では、黒部地域において塩化物イオン濃度 100 mg/L 以上の地域が 10 年間で見られるようになった^{1),2)}。

本研究では、黒部市生地地域の清水庵(清水庵の清水)において電気伝導率や pH、水温、水質の測定を行い、その特徴を調査した。

2. 調査地域及び調査方法

図-1 に黒部川扇状地と調査地点の清水庵を示す。清水庵は 2 つのパイプがある。パイプ径の小さい井戸が浅層の地下水層を水源とており、パイプ径の大きい井戸が深層の地下水層を水源としている。これらを清水庵(浅)、清水庵(深)とした。清水庵(浅)は 2012 年 1 月、清水庵(深)は 2011 年 10 月から測定した。観測は月 1 回を目安として行った。EC(電気伝導率)、水温、pH の測定にはハンディーマータ(株式会社堀場製作所)を用いて、現地で直接測定した。また、2013 年 3 月から清水庵(深)のパイプ内にロガーを設置し、電気伝導率と水温を 5 分間隔で自動測定している。

水質の分析項目は、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻、SiO₂²⁻ の 10 項目である

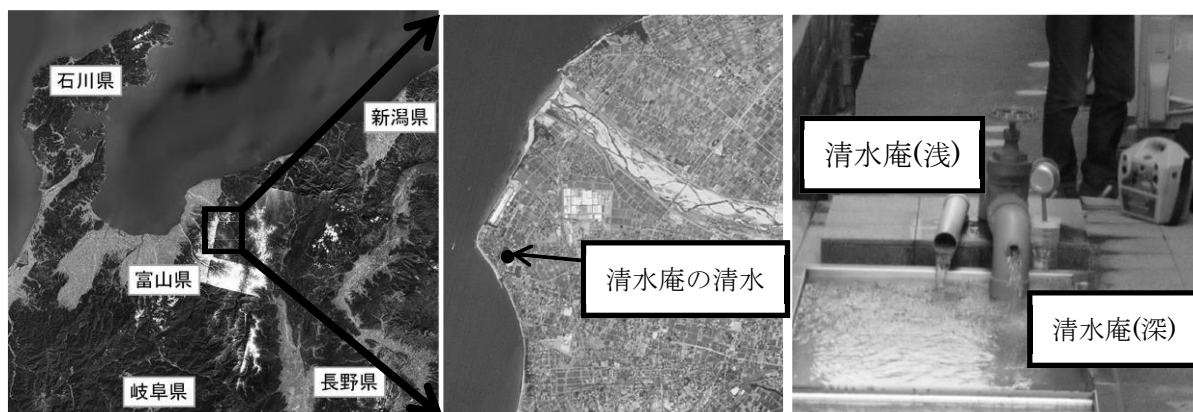


図-1 黒部川扇状地と観測井戸

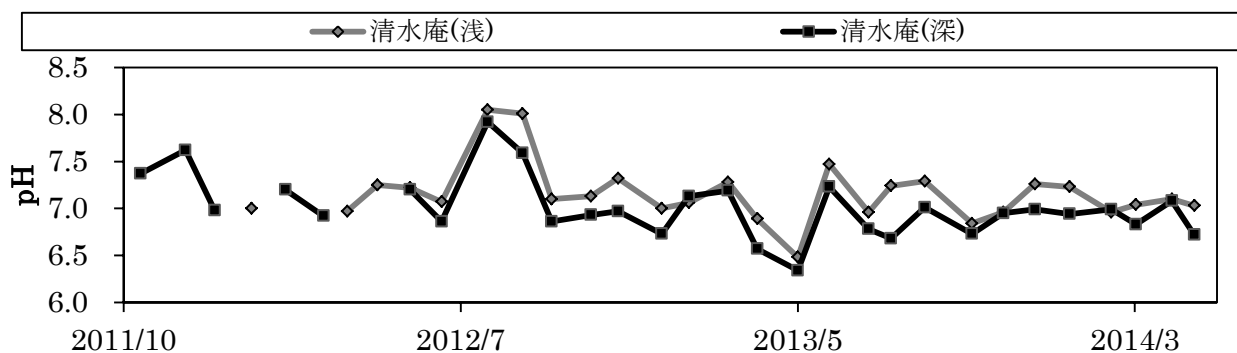


図-2 2011年10月から2014年5月の月毎の観測地点のpHの時系列

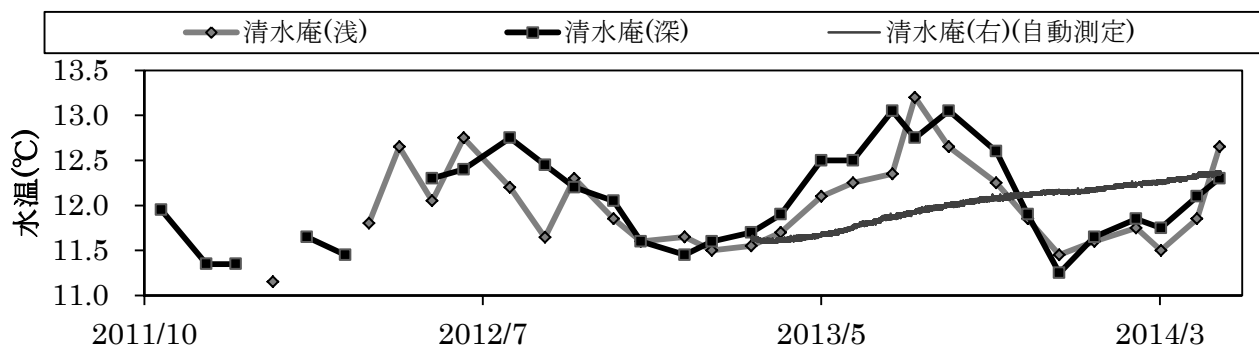


図-3 2011年10月から2014年5月の月毎の観測地点とロガーによる自動観測の地下水温

3. 結果

(1) pH

図-2は2011年10月から2014年5月の月毎の観測地点のpHの時系列のグラフである。年間を通して、清水庵(浅)の平均値7.1、清水庵(深)の平均値7.0であった。両地点共に毎月のpHの変動がほとんど同一の傾向があったが、季節変化等の周期は見られなかった。

(2) 水温

図-3は2011年10月から2014年5月の月毎の観測地点の地下水温の時系列のグラフである。直接測定による清水庵(浅)と清水庵(深)の地下水温の平均値は、11.99℃、12.05℃であった。水温は夏季に1℃高く、冬季に0.5℃低い傾向があった。ロガーによる地下水温の自動測定では、平均値12.01℃であった。直接測定については観測時に採水して測定を行うため、外気温や地面の温度等が観測値の季節変動に影響を与えていると考えられる。2013年3月からロガーによる自動測定では、パイプ内の流水の水温を測定しているため、一定温度を維持していると考えられる。

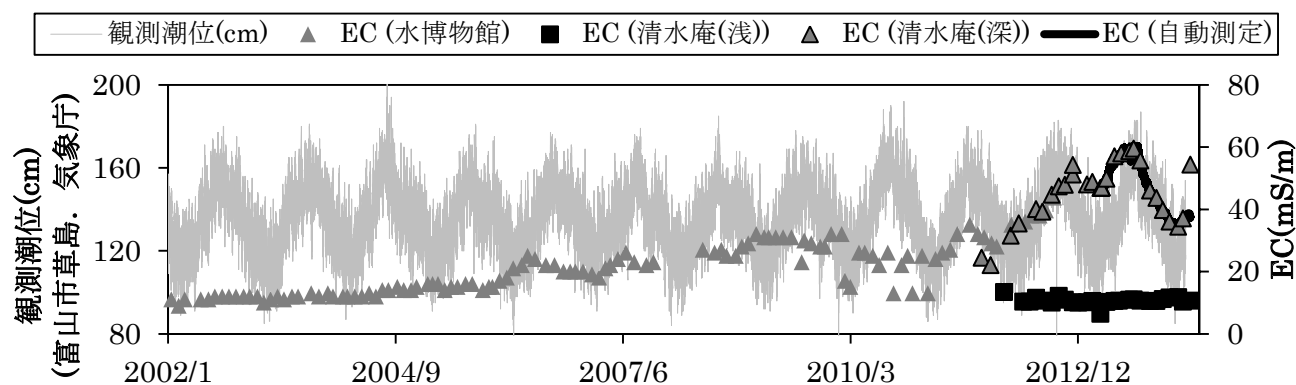


図-4 2002 年 1 月から 2014 年 5 月の月毎の EC と観測潮位の時系列

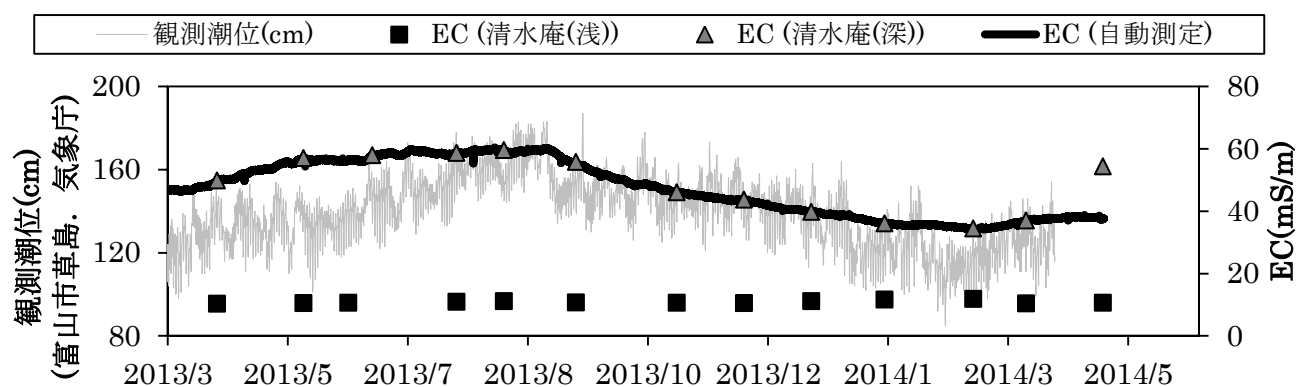


図-5 2013 年 3 月から 2014 年 5 月の月毎の EC とローガーによる EC の自動測定と観測潮位

(3) EC と水質分析

図-4 は 2002 年 1 月から 2014 年 5 月の月毎の EC と観測潮位のグラフである。水博物館のデータの詳細は不明だが、EC が上昇していることから、清水庵(深)だと考えられる。清水庵(浅)の EC については、年間を通してほとんど変動がなかった。清水庵(深)の EC については、2005 年の冬季から一時的に上昇して、減少する変動が周期的に見られた。我々の調査から、EC は 2012 年の春季からの観測潮位の上昇に伴い、上昇し、2012 年冬季をピークに減少し、2013 年の春季から上昇する傾向が見られた。図-5 は図-4 の清水庵(深)に設置したローガーによる EC の自動測定の結果を拡大したグラフである。これより、短時間での周期の変動は観測されなかったが、季節変動をとらえることができた。2013 年 8 月と 2013 年 3 月から 2014 年 2 月のローガーの自動測定による EC と観測潮位の 1 時間毎の相関係数を算出した。2013 年 3 月から 2013 年 8 月と 2013 年 3 月の相関係数は 0.47 であり、2013 年 8 月から 2014 年 2 月

の相関係数では 0.50 となった。EC と観測潮位との定量的な変動を得られなかったが、明らかに EC と観測潮位は同様の変動をしている。このことから、海水が地下水層へ浸透する時間差があると考えられる。

図-6 は 2012 年 1 月から 2014 年 5 月の月毎の清水庵(浅)のヘキサダイアグラムであり、図-7 は 2011 年 10 月から 2014 年 5 月の月毎の清水庵(深)のヘキサダイアグラムである。清水庵(深)では、EC の変動に伴い塩化物イオン(Cl^-)と一価の陽イオン($\text{Na}^+ + \text{K}^+$)、カルシウムイオン(Ca^{2+})が同様の変動をしていることがわかった。図-8 は塩化物イオン濃度のグラフである。水道法の塩化物イオン濃度の基準は 200 mg/l である。清水庵(深)の塩化物イオン濃度の最大値は 157.0 mg/l であり、基準を下回る結果となった。一方、清水庵(浅)では、平均値 6 mg/l であり、清水庵(深)に比べて、濃度の低い結果となった。このことから、清水庵は浅層の地下水層より深層の地下水層の塩化物イオン濃度が高いことがわかった。

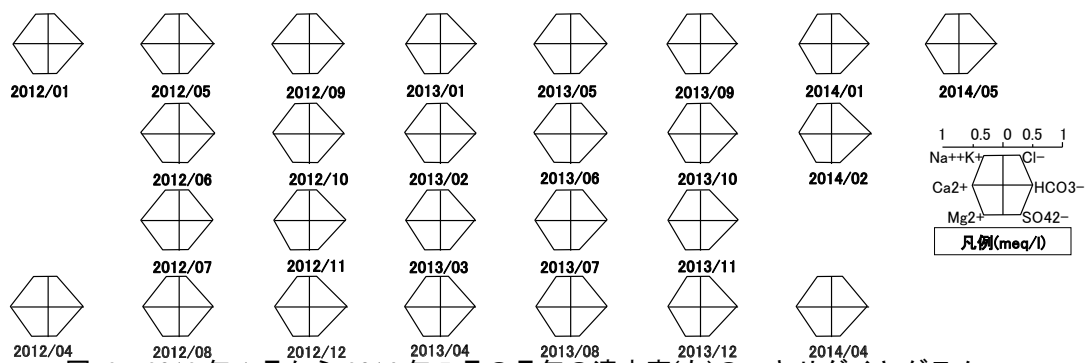


図-6 2012年1月から2014年5月の月毎の清水庵(左)のヘキサダイヤグラム

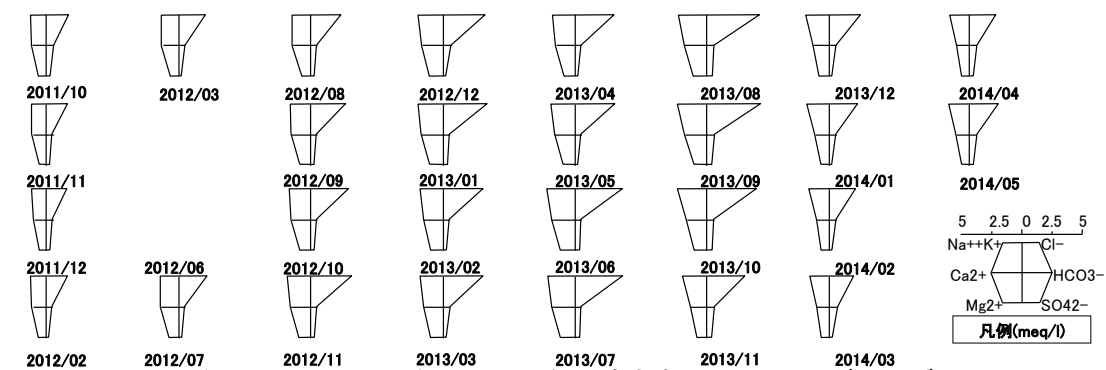


図-7 2011年10月から2014年5月の月毎の清水庵(深)のヘキサダイヤグラム

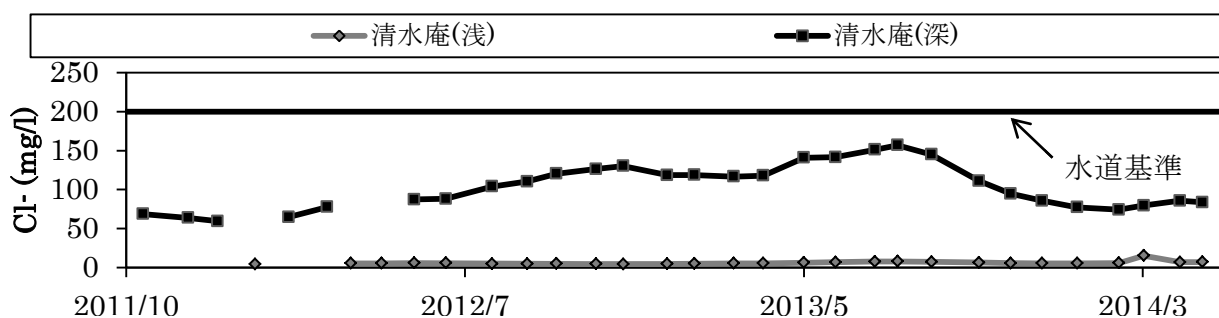


図-8 2011年10月から2014年5月の観測地点の塩化物イオン濃度の時系列

以上のことから、海水が深層の地下水層に海水が流入していると考えられる。

深層部、清水庵(浅)は浅層部であり、塩化物イオン濃度から、深層の地下水層に海水が流入していると推測される。清水庵(深)の塩化物イオン濃度は水道基準値を下回っており、飲用として使用するには問題ないが、今後もこれらの調査を継続し、水環境に関する実態を把握していく必要がある。

4. まとめ

清水庵において、清水庵(浅)は 2012 年 1 月、清水庵(深)は 2011 年 10 月から湧水調査を行った。

pH は清水庵(浅)の平均値 7.1 清水庵(深)の平均値 7.0 であった。月毎の変動はほとんど同一であった。

清水庵の地下水温は年間を通して一定であった。

最後に、清水庵(深)において、近年 EC が観測潮位と同様の変動であった。また、塩化物イオンが EC と同様の変動であった。清水庵(浅)では、年間を通して、ほぼ一定の値であった。清水庵(深)の水源は

参考文献

- 1) 富山県：地下水の現況(平成 24 年度), http://www.pref.toyama.jp/cms_pfile/00000960/00664728.pdf (2014 年 6 月 13 日 アクセス)
- 2) 富山県：地下水の現況(平成 14 年度), http://www.pref.toyama.jp/cms_pfile/00000960/00664718.pdf (2014 年 6 月 13 日 アクセス)