【072】

簡易水質調査等による地下水流動系統区分の検討

サンコーコンサルタント株式会社　　○小平真綺，飯野竜一，中村静也

1. はじめに

地下掘削を伴う工事では、工事施工による地下水環境への影響評価を目的とした地下水モニタリング調査が実施される場合が多いが、モニタリング調査の計画立案にあたっては、あらかじめ地下水流動状況や地下水流動系統区分を行うことが重要である。

本論文では、水源調査・水質調査から上記を検討した例を紹介する。

2. 水源調査結果による地下水流動系統区分

山地と河川に挟まれたある地域で井戸調査を行った。地下水流動を把握するにあたっては、井戸水位測定結果による地下水面図の作成が有効であるが、本地域のほとんどの井戸は水位測定が不可能であったため、水源の種類や簡易水質測定結果から地下水流動系統を考察した。

(1) 水源種類分布

水源種類について、打込み井戸は○、ボーリング井戸は□、枠井戸は◇、湧水は△として図に示した(図-1)。打込み井戸かボーリング井戸か不明なものは○とした。

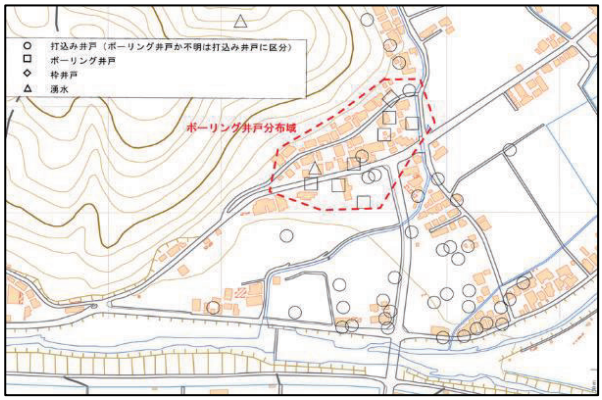

図-1　水源種類分布図（国土地理院地図[1] に加筆）

全体的に打込み井戸が多いが、山麓部ではボーリング井戸が分布する。ボーリングによる井戸掘削は深井戸を掘ることが前提と想定されるため、ボーリング井戸の分布域周辺は深く掘る必要があったと考えられる。したがって、山麓部は平野部に比べて標高が高くなることから地下水位が低い、または地下水量が少ない可能性がある。

(2) 水温分布

水温について、水温が高い井戸を暖色系、低い井戸を寒色系として図に示した(図-2)。

また、近隣地区の水温定期調査結果を図-3に示す。井戸調査期間は秋季にあたり、河川水温が夏季から低下している時期である。山際の井戸5の水温は一定で井戸調査期間では最も低い。井戸調査期間では高い水温を示す井戸水は河川水からの涵養が、水温が低い井戸水は山地からの涵養が考えられる。これを踏まえて水温分布をみると、山麓部の井戸水の水温は低く、地下水は山地から供給されていると考えられる。河川寄りの井戸水の水温は高く、地下水は河川から供給されていると考えられる。

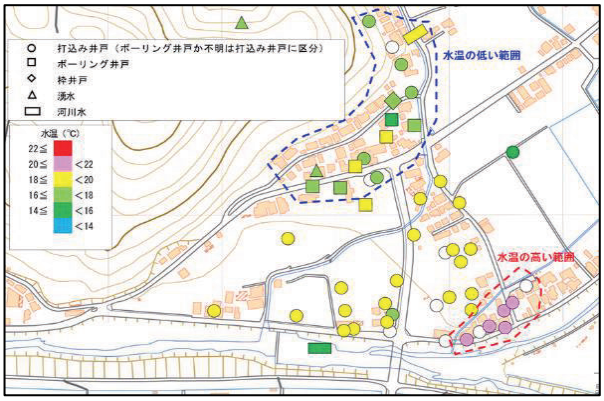

図-2　水温分布図（国土地理院地図[1] に加筆）

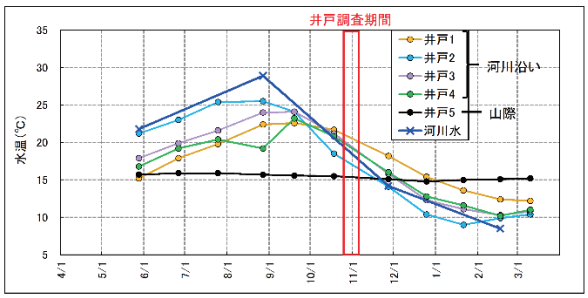

図-3　水温定期調査結果

(3)電気伝導度分布

電気伝導度について、高い井戸を暖色系、低い井戸を寒色系として図に示した(図-4)。

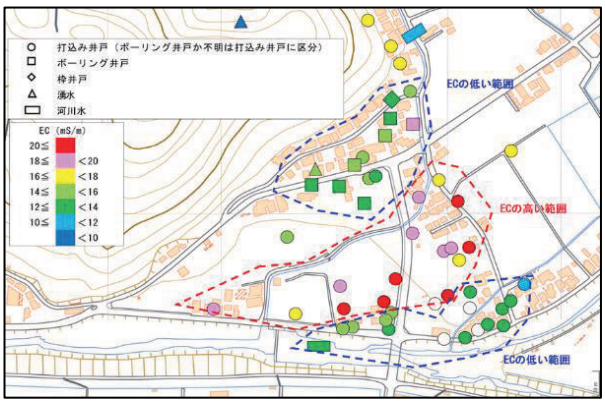

図-4　電気伝導度分布図（国土地理院地図[1] に加筆）

水の電気伝導度は溶存成分の多少をあらわすもので、雨水は溶存成分をほとんど含まず電気伝導度は低いが、地下水となって地中を流動するにつれ溶存成分が次第に増加し電気伝導度は高くなる。このことから地下水の流動系統の推定に用いられることが多い。

図-4をみると山麓部の井戸水の電気伝導度は低く、山

地の湧水の電気伝導度は低い。河川寄りの井戸水の電気伝導度は低く、河川水の電気伝導度も低い。したがって、山麓部の地下水は山地から供給されており、河川寄りの地下水は河川から供給されていると考えられる。また、中間部の井戸水の電気伝導度は高く、中間部の地形は平坦なことから、地下水の流れは遅いと考えられる。

(4) pH 分布

pH については、pH が高い井戸を暖色系、低い井戸を寒色系として図に示した(図-5)。

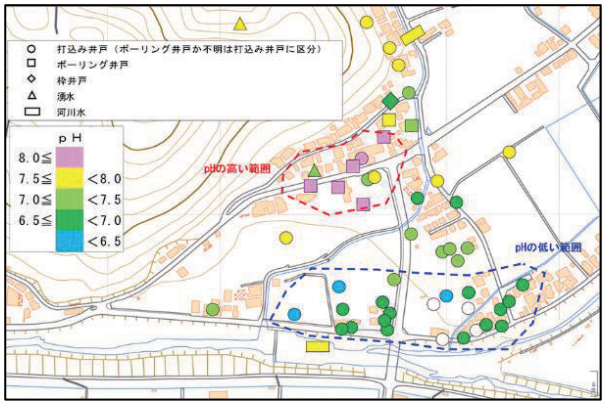

図-5 pH 分布図（国土地理院地図[1] に加筆）

深い地下水は炭酸塩鉱物の緩衝作用などにより pH が高いことが多く、浅い地下水は一般に降水の浸透や土壌中微生物活動・有機物の分解による二酸化炭素の排出などのため pH が低いことが多い。

図-5をみると山麓部の井戸水の pH は高く、河川寄り・平野部の井戸の pH は低い。したがって、山麓部の地下水は降水に影響されにくい深い地下水、河川寄り・平野部の井戸は降水の影響を受けやすい浅い地下水と考えられる。

(5) 地下水流動系統区分

(1)～(4)より、この地域は地下水流動状況から3つに区分される。作成した系統区分図を以下に示す（図-6）。

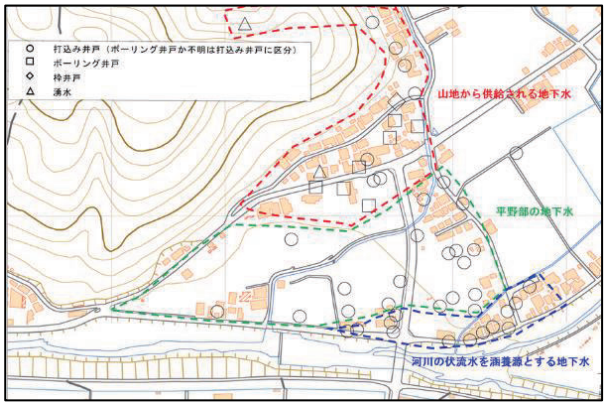

図-6 地下水流動系統区分図（国土地理院地図[1] に加筆）

赤色で囲まれた範囲は、ボーリング井戸が分布し、水温・電気伝導度が低く、pH が高い傾向がある。したがって、地下水が山地から供給されていると考えられる。

青色で囲まれた範囲は、ボーリング井戸の分布はみられず、水温が高く、電気伝導度・pH が低い傾向がある。したがって、地下水が河川の伏流水を主な涵養源とする地下水域であると考えられる。

緑色で囲まれた範囲は、ボーリング井戸の分布はみられず、水温・pH が中間的な値を示し、電気伝導度が高い傾向がある。したがって、平野部の地下水であり、地下水流動は遅いと考えられる。

3. 水質分析結果による地下水流動系統区分

井戸調査を行った地区とは別の地区で、下記イオン項目の水質分析を行った。

分析項目：Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, NO_3^-

分析結果からヘキサダイヤグラムを作成し、地下水系統区分を検討した。その結果を地図上に示した（図-7）。

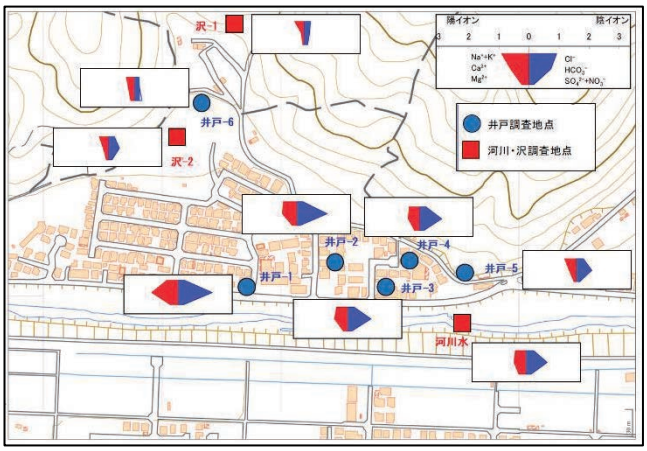

図-7 ヘキサダイヤグラム平面分布図
（国土地理院地図[1] に加筆）

井戸-1、井戸-2、井戸-3、井戸-4 は河川水と類似しているが、井戸-5 は、井戸-6、沢-1、沢-2 と類似している。このことから井戸-1、井戸-2、井戸-3、井戸-4 の井戸水は河川から涵養されていると考えられる。しかし、井戸-1、井戸-2、についてはカルシウムイオンの値が高く、流動経路の長い地下水の影響も受けていると考えられる。井戸-5 の井戸水は、山から供給されていると考えられる。

4. まとめ

この結果を用いて各地下水流動系統の代表地点を選定し地下水モニタリング計画を立案した。

このように、井戸調査による水源種類や簡易水質測定結果、水質分析結果の平面分布図は、地下水流動状況を把握し、地下水系統を区分するのに有効である。今回の事例では特に、簡易水質測定により河川伏流水や山地からの供給範囲を推定することが可能であった。

地下水の水温・電気伝導度・pH は現地で簡便に測定でき、地下水現状を検討する情報を多く持っている。今後も現地データを平面的・時系列的に蓄積・検討し地下水の現況や変化を把握していきたい。

《引用・参考文献》

1) 国土地理院　地図.
https://maps.gsi.go.jp/#18/35.427388/135.336944/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f0&d=m