

水文調査における地下水位変動、地下水温変動及び 水質パターンに基づく水系分類と影響評価事例

調査保全部 ○奈倉弘 村上智昭 吉松一橋

1. はじめに

高規格道路や高速道路施工に先立ち、工事損失評価のための基礎資料として計画ルート周辺の井戸、湧水及び沢水利用箇所の水質・水量の観測、水質検査及びその結果の整理、解析を行っている。

本論文は一連の業務で得られたデータを再整理し、地下水の種類区分を行い、調査・観測方法の効率化、影響予測解析の精度向上を図るものである。

2. 調査対象地区

今回取り上げる調査対象地区は図-1に示すとおりで、各地区の概略は以下のとおりである。

いずれの地区も井戸や沢水等の利用が盛んであり、道路計画に近接する水源が多数確認されており、道路施工に伴う影響予測及び道路施工時の地下水障害発生の際の因果関係把握が業務上の課題となっている。

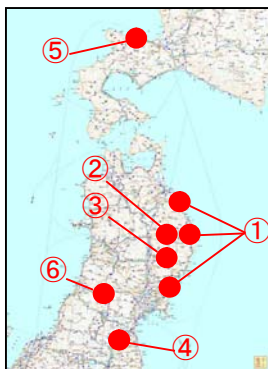


表-1. 調査対象箇所一覧

図-1. 位置図

	沿岸部	内陸部
太平洋側	①三陸沿岸	②閉伊川流域
		③遠野盆地
		④福島盆地
日本海側	⑤石狩湾沿岸	⑥最上川流域

3. 観測・分析項目及び方法

(1) 水位観測・水温観測

水位観測はOYO製(応用地質)S&DLminiを井戸等に設置し行っている。本製品はコンパクトで設置や維持管理、データ回収等の取り扱いが容易な上、水位に加えて水温も自動観測が可能である。



写-1. 水位計設置状況

(2) 水質分析

水質分析は飲用、農業用、庭先散布等の利用実態に応じた分析項目とし現況把握を行っているが、これとは別に地下水としての特徴を把握するため、イオン分析を実施している。分析項目は一般的にNa⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻の7項目で、それぞれの濃度をヘキサダイアグラムに図示あるいはトリリニヤダイアグラムにプロットし、井戸の立地条件や気象条件、流域の地質条件等を勘案した上で、その特徴を評価している。

4. 水位観測結果とその活用

(1) 年間の水位変動及び水温変動の標準パターン把握

これまでの年間を通じた観測データを水位変動の傾向をベースに整理すると、おおよそ次の3つのパターンに大別できる。

これらの変動パターンはデータの無い⑤石狩湾岸を除き、東北エリアではほぼ共通している。

i) 降雨や融雪に鋭敏に反応する水源

- 個別の降雨や融雪に鋭敏に反応する。
- 水温は3月下旬～4月上旬に最も低下し、9月頃に最も高くなる。水温の変動幅が相対的に大きい。
- 地形的には表層水を集めているような小規模な沢部や山裾に位置する水源が多い。
- 事例的にはこのパターンの変動を示す水源が多い。

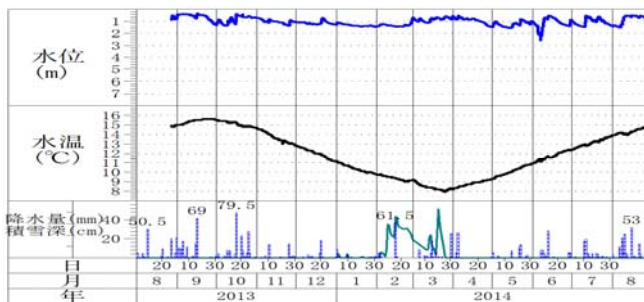


図-2. 個別の降雨や融雪に鋭敏に反応する水源の観測例

ii) 降雨や融雪に緩やかに反応する水源

- i)とiii)の中間型で個別の降雨や融雪に対し緩やかに反応する。
- 水温は5月頃に最低、10月頃に最高となる。
- 地形的にはやや広い集水域を持ち、小規模河川の段丘面上や山麓の緩斜面上に位置することが多い。
- i)のパターンとは明瞭に区分できない場合もあるが、水温変動が季節にやや遅れて反応し、変動幅が相対的に少ないことが特徴である。

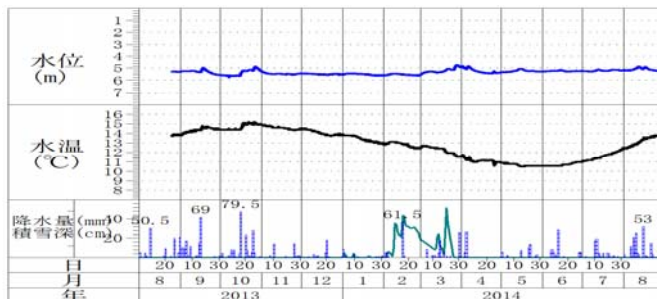


図-3. 個別の降雨や融雪にゆるやかに反応する水源の観測例

iii) 個別の降雨や融雪のイベントには反応せず、緩やかな季節変動を示す水源

- 水位の変動幅は小さく、個別の降雨や融雪との関

係は不明瞭で、多雨期、融雪期、湧水期といったレベルでの変動として捉えられる場合もある。

- 水温は融雪の影響を除くと6月に最低、12月に最高となる。
- 規模の大きい扇状地や大きな河川の段丘面上に位置する。

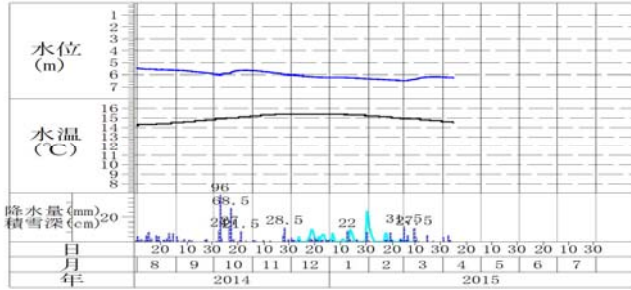


図-4. 緩やかな季節変動を示す水源の観測例(1)

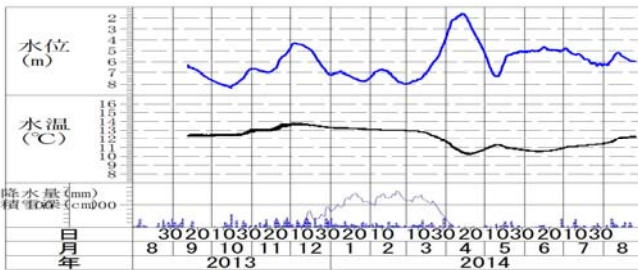


図-5. 緩やかな季節変動を示す水源の観測例(2、融雪影響大)
(2) 標準パターンの活用

i) 影響予測

降雨や融雪に対する反応、気温変動に対する水温変動のずれ等を考慮し、おおよそ表-2のような形で影響評価を行っている。

表-2 観測結果に基づく影響評価

観測結果		地下水類型区分	影響評価の例
地下水位変動	水温		
降雨や融雪に鋭敏に反応	降雨や融雪に反応し年変動幅が大きい	降雨が直接浸透(河川水、伏流水)	表層付近の掘削でも影響する可能性大(水位低下、枯渇、湧水流入)
降雨や融雪に対する反応が鈍い	年間通じ変動幅が小さい	やや深い位置の地下水(浅層地下水)	トンネルや切土等による影響の可能性大(水位低下、枯渇)

ii) 水温変動パターン把握による地下水区分

ここでは、水位変動の少ない水源(湧水を溜めて使っているような箇所)を水温変動パターンに基づき区分した事例を示す。

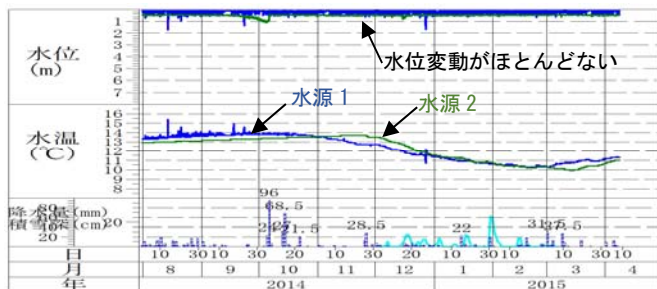


図-6. 水温変動の特徴から地下水区分を行った例

水温変動の特徴をみると、水源1は10月初旬、水源2は11月中旬に水温が最も高くなっており、水源1はパターンii)、水源2はパターンii)ないしiii)に相当し、供給源は表層の浸透水ではなくやや深い位置からの湧水と評価できる。

iii) 人為的、井戸の構造によるノイズの把握

その他、井戸の構造上直接雨水が流入することによる水位の急上昇、頻繁な揚水による人為的な水位低下といったことについても、標準パターンを把握しておけばこうしたノイズによる異常値や人為的な水位低下が自然の水位変動に及ぼす影響を把握する上でも有効である。

5. 水質分析結果とその活用

(1) 水質分析結果の活用例

水位・水温観測ができない密閉型の井戸等では質分析結果に基づき水源区分を行い、影響評価に活用している。

i) 気象条件を考慮した水質分析結果の解釈

日本海に面した地区⑤での事例を図-7~図-9に示す。ヘキサダイアグラムの形状とトリリニヤダイアグラムにプロットされた位置をもとに、水源を3区分しているが、ここで着目したのはNa⁺及びCl⁻、つまり塩分濃度である。

トリリニヤダイアグラムで④に区分されるものは「海水」起源とされており、日本海海上で蒸発した水分に含まれる塩分の影響を直接的に受けているものと判断した。そして、地形地質条件も勘案しこの塩分濃度が高い水源は、降雨から流出までの期間の短い表層の浸透水であると評価した。

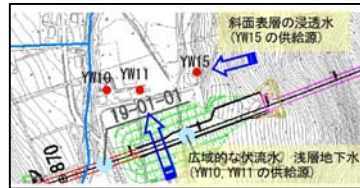


図-7. 水源位置と供給源

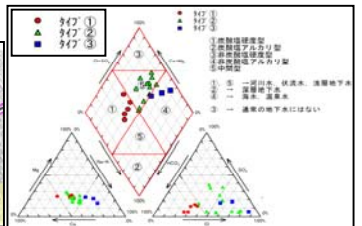


図-8. トリリニヤダイアグラム

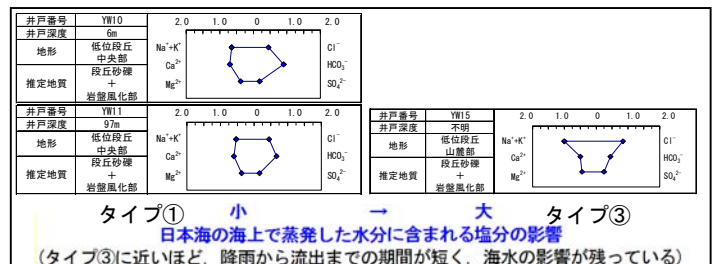


図-9. ヘキサダイアグラムの形状に基づく評価

ii) 水質分析結果に基づく影響評価

水質分析結果に基づく影響予測はおおよそ表-3 のとおりとしている。ただし、水位・水温に比べて地質による違いも大きく、内陸部では区分が難しい場合も多い。

表-3 水質分析結果に基づく影響評価

分析結果		地下水類型区分	影響評価の例
(沿岸部) 水質	(内陸部)		
NaCl型(海側からの季節風の影響、季節による違いあり)	河川水型	降雨が直接浸透(河川水、伏流水)	表層付近の掘削でも影響する可能性大(水位低下、枯渇、湧水流入)
一般地下水型(地質による違いあり)	一般地下水型(地質による違いあり)	やや深い位置の地下水(浅層地下水)	トンネルや切土等による影響の可能性大(水位低下、枯渇)

6. まとめ

水位・水温観測、水質分析結果に基づく水源区分は影響予測を行う上でも有効であると考えている。現在、各地区では施工が順次進められており、今後、事前の影響予測の妥当性の検証を行っていきたい。