

沖縄県宮古島の平良地下水流域における塩水くさび浸入状況

株式会社エイト日本技術開発 ○齋藤 晴紀, 渡辺 俊一

1. はじめに

宮古島は弓状に連なる琉球弧のほぼ中間にあって、沖縄本島の南西約300km に位置する。面積は約204km²、地形は全体に平坦で最高点は標高113m（島中央部）の直角三角形の島である。

地質は主に第四紀更新世の琉球層群琉球石灰岩とその下位の新第三紀鮮新世～第四紀更新世の島尻層群泥岩からなる。宮古島西部では、一部で不透水性基盤である島尻層群泥岩が海水準以下に分布しているため、海岸沿いでは琉球石灰岩中に塩水くさびが浸入している。

宮古島では透水性の高い琉球石灰岩が地表付近に分布するために、河川が形成されにくく、生活用水のすべてを地下水に依存している。調査対象範囲内で、海岸線より約1.5km 内陸に位置する水道水源地（井戸）では、塩水くさびの浸入を進行させないよう注意を払いながら地下水の取水が行われている。

本稿は、2020 年度調査¹⁾の追加調査として 2022～2023 年度に実施した「地下水保全調査業務（宮古島市発注）」における平良地下水流域の不透水性基盤上面形状、地下水面形状、塩水くさび浸入状況などに関する調査結果を報告するものである。

2. 方法

本調査では、不透水性基盤上面形状を把握するためのボーリング調査（24 地点）、地下水面形状を把握するための月 1 回の地下水位一斉観測（既存・新規ボーリング観測孔 47 地点）を行った。さらに、塩水くさびの浸入状況を把握するため、ボーリング観測孔において、ロープ式電気伝導率計を用いた地下水の深度別電気伝導率測定（18 地点）、及び自記水位・電気伝導率計を用いた連続水位・電気伝導率測定（7 地点）を行った。

3. 不透水性基盤上面形状及び地下水位

図-1は本調査及び既存ボーリング調査結果などから作成した不透水性基盤上面コンター図である。平良地下水流域の不透水性基盤上面形状は、大局的には、宮古空港のある南東部（最大標高約40m）から平良港のある北西部（標高-40m 程度）へ緩やかに傾斜している。今回の調査の結果、より詳細な不透水性基盤上面形状が明らかとなり、特に平良地下水流域の南西部に確認される北北西-南南東方向に延びる2条の正断層の東側に沿って、不透水性基盤上面が溝状に深くなっていることが新たに明らかになった（図-1）。

図-2は地下水位一斉観測結果（2024年1月16日）を基に作成した地下水位コンター図である。平良地下水流域の

地下水位標高は、隣接する東添道地下水流域から地下水の流入がある東部の一部範囲を除いて、ほとんどの範囲が標高1m 以下であった。地下水の流向は地下水面の傾斜から、主に平良地下水流域東部から北西側の平良港方向へ向かっていると考えられる（図-2）。

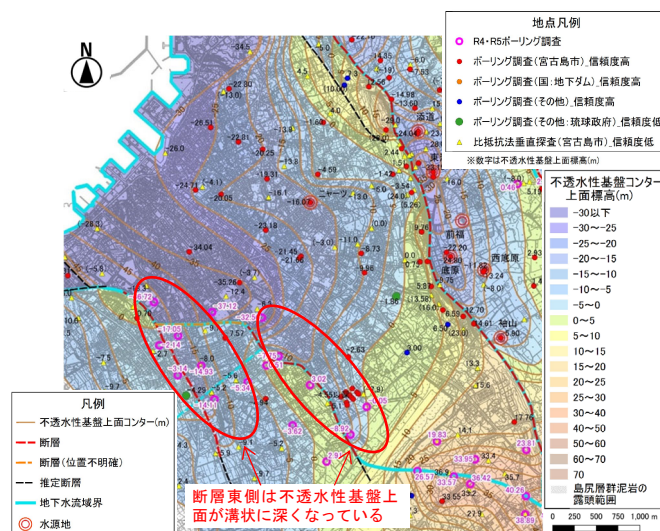


図-1 不透水性基盤上面コンター図

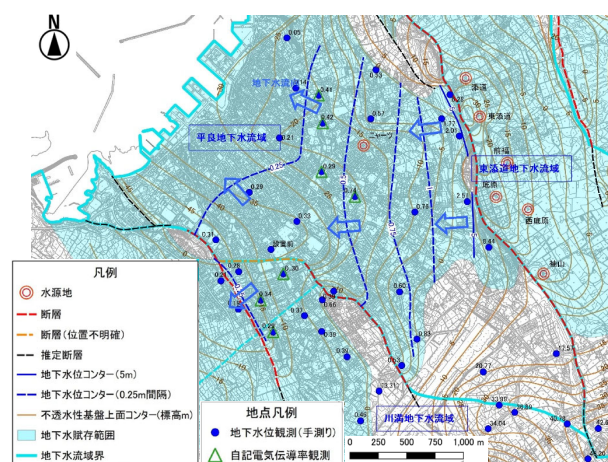


図-2 地下水位コンター図

4. 塩水くさび浸入状況

(1) 塩水浸入の判定基準

本調査では、現地で簡易的に測定できる電気伝導率を塩水浸入の判定基準とし、現地の地下水を用いて求めた塩化物イオン濃度と電気伝導率の相関式（図-3）を用いて、水道水質基準の塩化物イオン濃度200mg/L 以上に相当する電気伝導率110mS/m 以上を塩水浸入の判定基準とした。

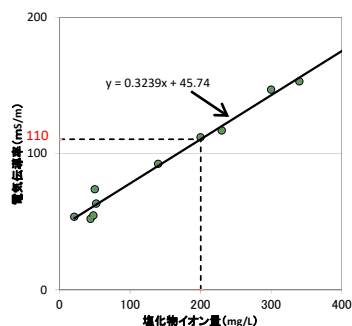


図-3 塩化物イオン量と電気伝導率の関係²⁾

(2) 塩水くさびの浸入範囲

図-4は C-C' 断面の深度別電気伝導率測定結果及び推定される塩淡水境界位置である。深度方向の塩淡水境界位置(電気伝導率110mS/m)は内陸ほど標高が低く、塩水はくさび状に浸入していることが確認された。また、C-C' 断面における塩水浸入範囲は海岸線から約1150mと推定された。

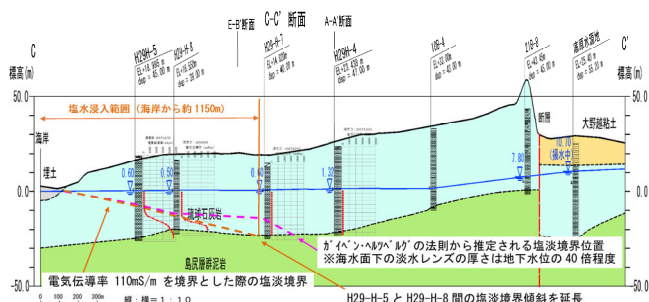


図-4 C-C'断面の深度別電気伝導率測定結果及び推定される塩淡水境界位置(縦横比10:1)

図-5は深度別電気伝導率測定による平面的な塩水侵入の有無及び推定される塩淡水境界位置である。深度別電気伝導率測定を実施した18地点のうち海側の9地点で、電気伝導率110mS/m（塩化物イオン200mg/L 相当）以上が確認された。これらの地点は帯水層内に塩水が浸入していると考えられる。

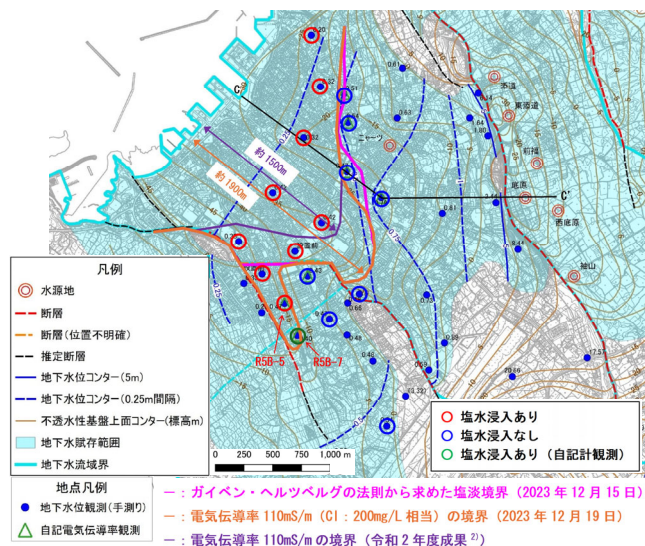


図-5 塩水浸入の有無及び推定される塩淡水境界位置

最も内陸側で塩水浸入が確認された地点は、海岸線からの距離約1550m の R5B-5であった。※後述の自記電気伝導率観測結果で示すとおり、連続観測の結果では海岸線からの距離約1900m の R5B-7においても、時期によっては塩水浸入（電気伝導率110mS/m 以上）が確認された。

(3) 塩水くさび浸入範囲の変動

図-6 は R5B-7 における連続水位・電気伝導率測定結果である。R5B-7 は前述の深度別電気伝導率測定においては、電気伝導率 110mS/m 以下であったが、経時的に見ると時期によっては 110mS/m 以上となり、塩水浸入があることが判明した。このため塩水くさびの平面的な浸入範囲は、時期によって数 100m 程度、移動している可能性がある。

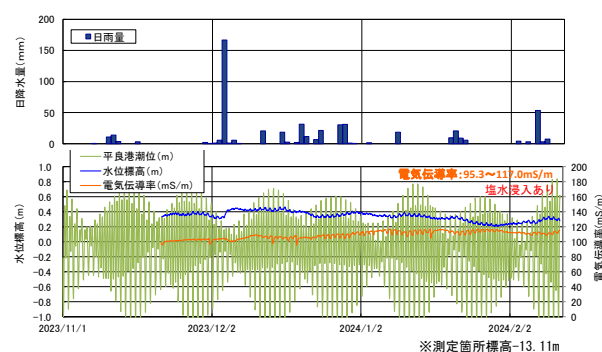


図-6 R5B-7 の連続水位・電気伝導率測定結果³⁾

5. まとめ

- ① ボーリング調査の結果、断層の東側に沿って、不透水性基盤上面が溝状に深くなっている範囲があることが判明した。
- ② 深度別電気伝導率測定、及び連続水位・電気伝導率測定の結果、塩水（塩化物イオン濃度200mg/L相当以上）が琉球石灰岩内に浸入している範囲は、不透水性基盤上面の溝の存在を反映して、2020年調査時に推定された海岸線から最大約1500m に対し、より内陸側の海岸線から最大約1900m まで広がっていることが判明した。
- ③ 地下水中の電気伝導率には、地下水位の上下動に伴う変動が見られ、塩水くさびの平面的な浸入範囲は、時期によって移動していると考えられるため、範囲の把握においては、継続した観測が必要である。

《引用·参考文献》

- 1) 宮古島市：令和2年度地下水保全調査業務報告書，pp. 1-1～9-3，2020. 3
- 2) 宮古島市：平成29年度地下水保全調査業務報告書，p. 10-7，2018. 3
- 3) 気象庁アメダス：観測地点「宮古島」（最終閲覧日 2024. 3. 1），