

沖縄県伊良部島の地下水面および淡水レンズ形状

(株)エイト日本技術開発 ○トン リミン, 渡辺 俊一, 風見 健太郎, 齋藤 晴紀
宮古市水道部 兼島 方昭, 上地 琢也

1. はじめに

伊良部島は沖縄県宮古市に属し、宮古島の北西約5kmに位置する。面積は約29km²、地形は全体に平坦で最高点は標高89m（島南東部）の楕円形の島である。

地質は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砂岩及び泥岩からなる¹⁾。伊良部島では不透水性基盤である島尻層群のほとんどが海水準以下に分布しているため、琉球石灰岩中に淡水レンズが形成されている。

伊良部島では2015年までこの淡水レンズの地下水を水道水源として利用していた経緯があり（現在は宮古島から送水されている）、また近年では、観光客の増加に伴う水需要増や災害時の予備的水源確保の観点から、改めて伊良部島内での水源の必要性が検討されている²⁾。

本稿は2018年度～2021年度に宮古市から発注された「地下水保全調査業務³⁾」における伊良部島の不透水性基盤上面形状、地下水面形状、淡水レンズ形状などに関する調査結果を報告するものである。

2. 調査方法

本調査では、不透水性基盤上面形状を把握するため、ボーリング調査（20地点）、および伊良部島のような単純な2層構造の地質に有効とされる垂直電気探査（12地点）を行った。また、地下水面形状を把握するため、月1回の手測り地下水位観測をボーリング観測孔（最大21箇所）、旧水源井戸（10箇所）で行った。さらに、淡水レンズ形状を把握するため、地下水位観測と同地点で使用した地下水の電気伝導率深度別測定を行った。

3. 調査結果

(1) 不透水性基盤上面形状

図-1は伊良部島の東西方向の地質断面図である。サンゴ石灰岩や石灰藻球石灰岩の互層から成る琉球石灰岩の下位に不透水性基盤である島尻層群（砂岩優勢）が分布する。不透水性基盤上面は、東から西に水平距離約1000mに対して約10m～15mの低下で、緩く傾斜している。また、伊良部島東部には南北方向に延びる正断層があり、図-1では断層東側の地質が約20m下にずれている。

図-2は不透水性基盤上面コンター図である。不透水性基盤標高は、島東部の断層沿い（断層西側）で高くなっており、ボーリング調査R2-I-2と垂直電気探査H31-IE-7の2地点では標高0m以上（海水準以上）であった。

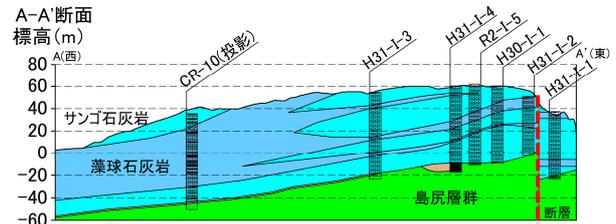


図-1 A-A'断面の地層断面図(縦横比10:1)

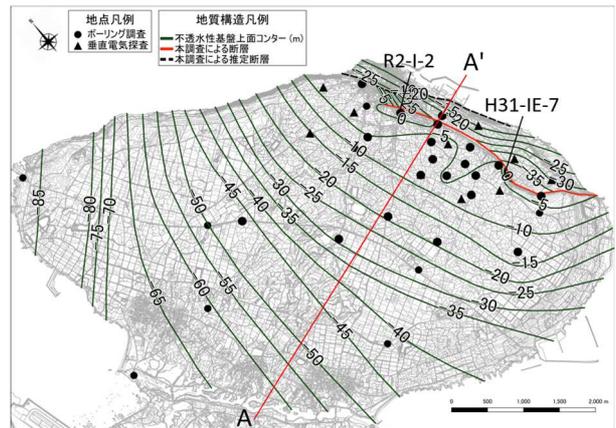


図-2 不透水性基盤上面コンター図

(2) 地下水面形状

図-3は高水位期と低水位期の地下水位コンター図である。地下水面形状は、低水位期は2022年2月の地下水位コンターのように、島の東寄り（断層西側）の範囲で地下水位が最も高く、一方で、高水位期は2020年11月のように、島の東寄り（断層西側）から島の中央部まで広がっていた。

一般に海水準以下まで琉球石灰岩から成る島では、地下水位は島中央部で最も高くなることが多いが、伊良部島では時期によって地下水面の高まりの範囲が異なっていることが明らかになった。

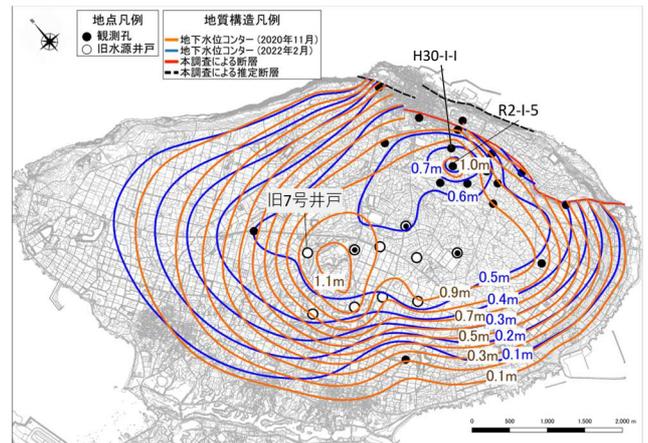


図-3 地下水位コンター図
(2020年11月:高水位期、2022年2月:低水位期)

(3) 淡水レンズ形状

図-4に地下水の電気伝導率鉛直分布のうち、下部に塩水が確認された R2-I-1 地点と、琉球石灰岩中に塩淡水境界が存在しない H30-I-1 地点の結果を示す。

R2-I-1 では電気伝導率は標高-13.82m までは 100mS/m 未満であったが、標高-14.82m 以深では電気伝導率の上昇が見られ、標高-20.82m 以深は約 4800mS/m でほぼ一定であった。一方、島東寄り（断層西側）に位置する H30-I-1 では不透水性基盤上面の標高が高いため、琉球石灰岩中の電気伝導率は全深度で 100mS/m 以下であり、琉球石灰岩中に塩淡水境界は見られない結果であった。

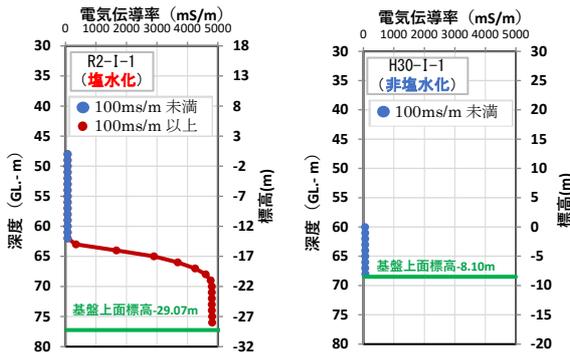


図-4 地下水の電気伝導率鉛直分布(2021年11月測定)

図-5は淡水レンズ下端(100mS/m)標高コンター図である。ここでは水道水源利用を前提に、塩化物イオン濃度の水道水質基準 200mg/L に相当する電気伝導率 100mS/m を淡水レンズ下端として作成した(伊良部島の淡水の一般値は約 50mS/m~70mS/m)。

淡水レンズ下端の標高が最も低い範囲は伊良部島中央部の R2-I-1 付近で、標高約-14m であった。また、島の東寄り(断層西側)では不透水性基盤上面標高が高いため、H30-I-1 のように琉球石灰岩中の地下水が淡水である範囲(図-5中の水色範囲)が確認され、その範囲の面積は 1.60km²と推定された。

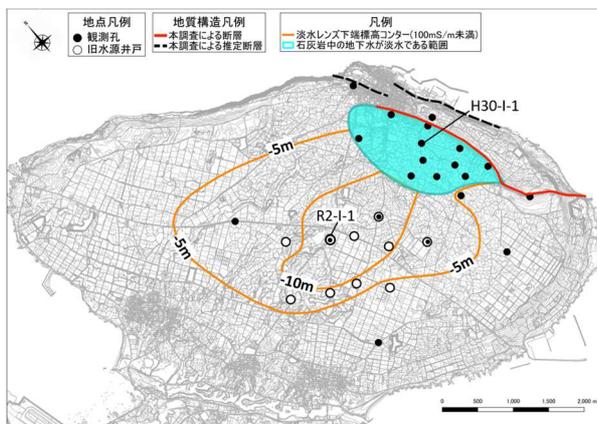


図-5 淡水レンズ下端(100mS/m)標高コンター図(2021年11月)

(4) 淡水地下水量の推定

図-6は図-2、3、5を基に作成した伊良部島の地質および淡水レンズ(100mS/m 未満)の3次元モデル(島南側非表示)

び淡水レンズ(100mS/m 未満)の3次元モデルである。琉球石灰岩の有効間隙率を10%とすると、このモデルから伊良部島の淡水地下水量(100mS/m 未満)は 1,069 万 m³と推定された。また、このうち琉球石灰岩中の地下水が淡水である範囲における淡水地下水量(100mS/m 未満)は 87 万 m³と推定された。

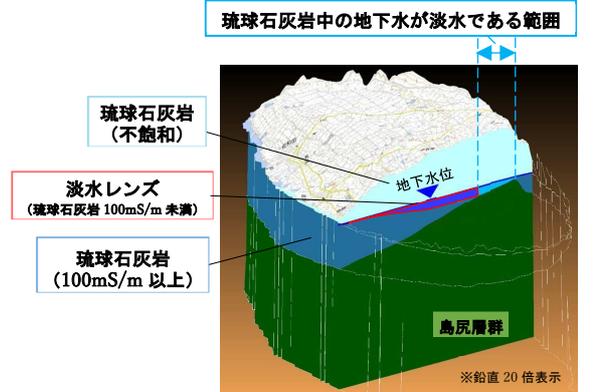


図-6 伊良部島の地質および淡水レンズ(100mS/m 未満)の3次元モデル(島南側非表示)

4. 考察

調査の結果、塩淡水境界位置が琉球石灰岩中ではなくその下位の島尻層群中にある箇所が存在することが判明した。塩淡水境界位置が透水性の低い島尻層群中にあることは、揚水等に伴う水位変動で塩淡水境界位置が動きにくいことを意味する。従って、伊良部島の地下水利用においては、淡水レンズが厚い島中央部に加え、琉球石灰岩中の地下水がすべて淡水である島東部の地下水利用が有効であると考えられる。

また、低水位期には地下水面の高まりが島の東寄りに位置していた理由として、低水位期は、断層沿いの不透水性基盤の高まりによって、地下水の断層東側への流れが遮断されている可能性が考えられる(図-7)。地下水が東側の海と繋がっていない場合、地下水揚水時における塩水化リスクが減ることになるため、今後の追加調査により断層沿いの不透水性基盤上面形状を詳細に把握することが重要である。

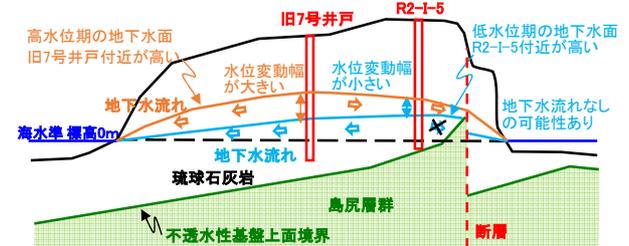


図-7 高水位期及び低水位期の地下水流れの模式図

《引用・参考文献》

- 1) 矢崎清貴：伊良部島地域の地質，p. 9，1978
- 2) 宮古島市：第4次宮古島市地下水利用基本計画，p. 62，2021. 6
- 3) 宮古島市：令和3年度地下水保全調査業務報告書，pp. 1-1~8-8，2022. 2