

淡水レンズ地下水資源かん養特性の多深度連続電気伝導率観測による把握 Understanding of the recharge characteristics of freshwater-lens groundwater resource by multiple-depth continuous EC observations

○白旗克志*

○SHIRAHATA Katsushi

1. はじめに

地表から地下深部まで透水性の地層からなる島嶼では、帯水層下部に浸入している海水の上に淡水が凸レンズ形状となって浮かぶ「淡水レンズ」と呼ばれる地下水が主要な水資源となる。農業用水源として利用するため地表水とともに淡水レンズ地下水の開発が期待されている沖縄県の島嶼では、開発後の地下水資源の状況を予測するため、かん養源である降水が淡水レンズにどのように影響し、どの程度淡水資源の増加に寄与するのかの把握が必要とされた。本発表では、淡水レンズにおいて多深度に自記電気伝導率（EC）計を設置して得られた観測データから、淡水厚さの時間変化と降雨応答を把握し、累積降水量との関係から淡水レンズ地下水の長期的な平均涵養率について考察した結果を報告する。

2. 観測方法・分析方法

沖縄県多良間島（面積約 20 km²）の淡水レンズの 1 観測孔において、自記計を設置して地下水位と多深度の EC を 2017 年 12 月から約 2 年間連続的に観測した。観測地点は、楕円形の島の中央部の淡水レンズが最も厚い部分と淡水レンズ平面分布の外縁との中間にあり、地下水への塩水浸入や潮位変動の影響が淡水分布範囲の中で中間的と見込まれる位置にある。なおここでは淡水レンズの厚さ・分布は EC が 200 mS/m 以下の地下水部分の範囲を指す。

地下水面下の 0.5 m～1 m 間隔の 15～20 深度に自記 EC 計を（図 1）設置して 30 分間隔で観測し、各時刻のデータから深度方向に内挿して EC が 200 mS/m の深度（淡水下面位置）を算出し、地下水位データと組み合わせて淡水レンズ厚さの時間変化を 30 分間隔で把握した。また淡水レンズの挙動に影響する潮位、潮位に影響する気圧についても島内で観測した。降水量は島内のアメダス（観測地点から約 3 km）のデータを用いた。

得られた地下水位、EC、淡水下面位置、淡水厚さ、潮位、気圧および降水量の時系列データを対比しながら、地下水の EC や淡水厚さの時間変化と降雨応答を把握した。概ね 1 日以下の周期の潮汐応答の振幅が大きい淡水下面位置や淡水厚さの時系列データについては、重み付き移動平均によって潮汐応答を除去し長期変動を抽出した時系列データも作成し、長期間の累積降水量との関係を分析した。

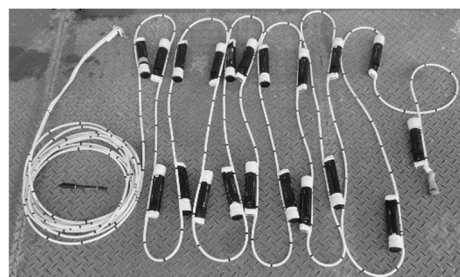


図 1 用いた多深度自記 EC 計

Fig. 1 Employed multiple-depth EC loggers

3. 結果と考察

観測結果の一部、4 ヶ月間の時系列グラフを図 2 に示す。淡水レンズの地下水位と EC の時系列変動には、潮位と同様の概ね 25 時間に 2 回上下動する周期的振動

* 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：地下水、水資源開発、水質、降雨応答

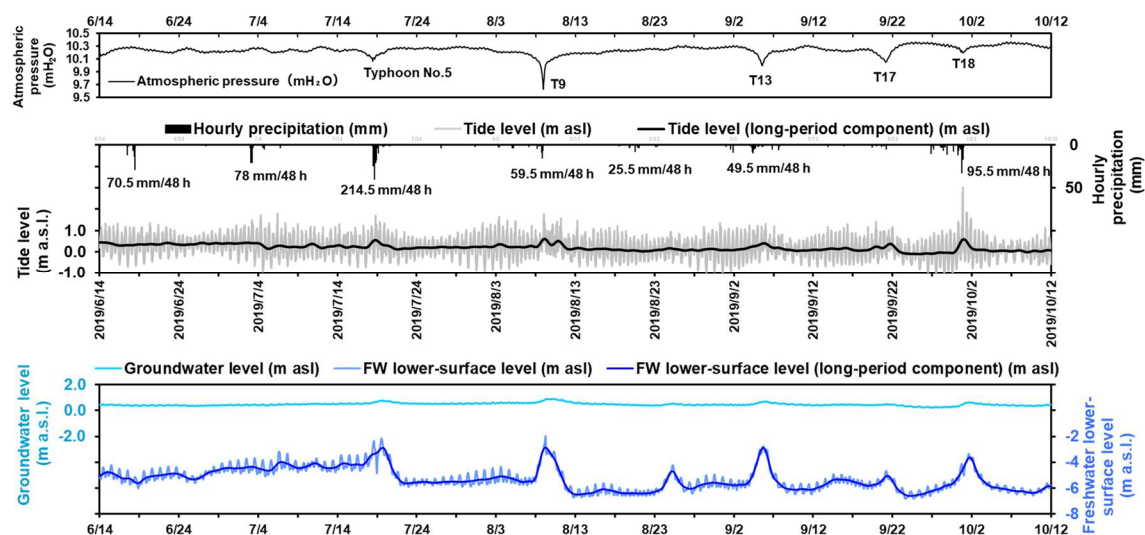


図2 観測データ（気圧・時間降水量（気象庁アメダス仲筋）・潮位・地下水位・淡水下面位置）

Fig. 2 Observation data of atmospheric pressure, hourly precipitation (JMA AMeDAS NAKASUJI site), tide level, groundwater level, freshwater lower-surface level

が恒常的に含まれる。また例えば 2019/7/18 頃、8/8 頃、9/5 頃には、台風接近に伴う 3 日間程度の一時的な気圧低下と、一時的な潮位、地下水位、多深度の EC の上昇（淡水下面位置の上昇）が認められた。台風等による潮位上昇・地下水位上昇と同時の 3 日間程度の淡水下面位置の上昇は、降水量の推移と関係なく発生し一時的であることから、帯水層中とは異なる観測孔内のみの特異な現象と考えられる。ここでの淡水レンズの降雨応答や地下水涵養の考察では、観測データにみられるその 3 日間程度の一時的な淡水下面位置・淡水厚さの状況は考慮せず、その期間の前と後のデータを比較した。降雨応答すなわち降雨に伴う淡水下面位置の下降（淡水厚さの増加）は 7/18 頃（48 時間降水量 214.5mm）と 8/8 頃（同 59.5mm）の前後で認められるが、10/2 頃（同 95.5mm）前後など他の降雨時で不明瞭な場合も多い。淡水厚さの降雨応答の大きさは 1 イベントの降水量の大小によって単純に決まるものではなく、当該降雨イベント前の淡水レンズ厚さの状況や降水履歴も影響すると考えられる。

図に示していない期間も含め観測期間の淡水厚さ連続データから長期変動を抽出し、いくつかの異なる期間長の累積降水量との相関関係を比べると、淡水厚さの 1 ヶ月間以上平均的に厚いまたは薄いといった傾向は、直前 1 年～2 年程度の累積降水量との相関が相対的に大きいことが確認された。2 年累積降水量の変動に対する淡水厚さの変動の傾きからは、降水量のうち 2 割程度が淡水厚さの増加に寄与していることが明らかとなった。

4. おわりに

多深度 EC 観測データと降水量データの分析により得られた淡水レンズ地下水の淡水厚さへの降水の寄与の分析結果は、淡水が下方の塩水との混合によって失われる量を考慮していないため地下水涵養率を直接表すものではないが、長期平均的な涵養率の下限値の目安として用いることは可能と考えられる。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP17K08011 および JP22K05893 の支援を受けて行った。現地観測では沖縄総合事務局および地元村役場等の関係各位の御協力と御配慮をいただいている。記して謝意を表する。