

多深度自記電気伝導率観測により把握された淡水レンズ地下水の挙動の要因

Factors of freshwater-lens groundwater behavior detected by multiple-depth EC observations

○白旗克志*, 土原健雄*, 吉本周平*, 中里裕臣*, 石田 聡*

○SHIRAHATA Katsushi, TSUCHIHARA Takeo, YOSHIMOTO Shuhei, NAKAZATO Hiroomi, ISHIDA Satoshi

1. はじめに

南西諸島の中で地下深部まで透水性の地層が分布する島嶼では、帯水層下部に浸入している海水の上に淡水が薄い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、開発後の淡水レンズ地下水資源の状況を予測するため、降水など淡水レンズ水資源に影響する要因の把握と分析が必要とされている。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を連続的に把握し、その要因を分析した結果を報告する。

2. 観測方法・分析方法

淡水レンズが分布する沖縄県多良間島の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1年半連続的に観測した。観測地点は、楕円形の島の中央近くの淡水レンズが最も厚い部分とより海岸に近い淡水レンズ平面分布の外縁との中間的な位置にあり、海水や潮位の影響の程度も淡水レンズ分布範囲の中で中間的と見込まれる。なおここでは淡水レンズの厚さ・分布はECが200mS/m以下の地下水部分の範囲を指す。

地下水面下の原則50cm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200mS/mの深度（淡水下面位置）を算出し、同じ孔に設置した自記水位計による地下水位データと組み合わせ、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は潮位が影響すると見込まれたため、潮位と同等と考えられる海岸線のごく近くの地下水位を観測し、さらに潮位への影響が見込まれる気圧についても自記計により同様に観測した。降水量については島内のアメダス（観測地点から約3km）によるデータを用いた。

得られた地下水位、EC、淡水下面位置、淡水厚さ、潮位（海岸地下水位）、気圧、降水量の時系列データを対比して、地下水のECや淡水厚さの変動の要因を分析した。この分析では、観測で得た時系列データに大きな振幅をもって含まれ、他要因の影響を分かりにくくしている概ね半日周期または1日周期の主要潮汐成分による振動を除くため、重み付き移動平均（非再帰型デジタルフィルタ）による時系列データの周波数選別手法も利用した。

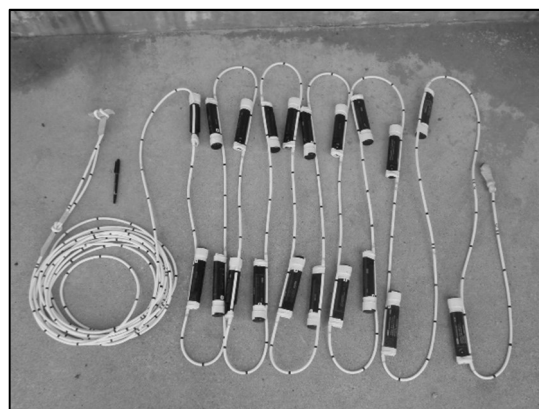


図1 用いた多深度自記EC計
Fig. 1 Employed multiple-depth EC loggers

3. 結果と考察

観測結果の一部を図2に示す。淡水レンズの

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

キーワード：淡水レンズ、降水、潮位、気圧

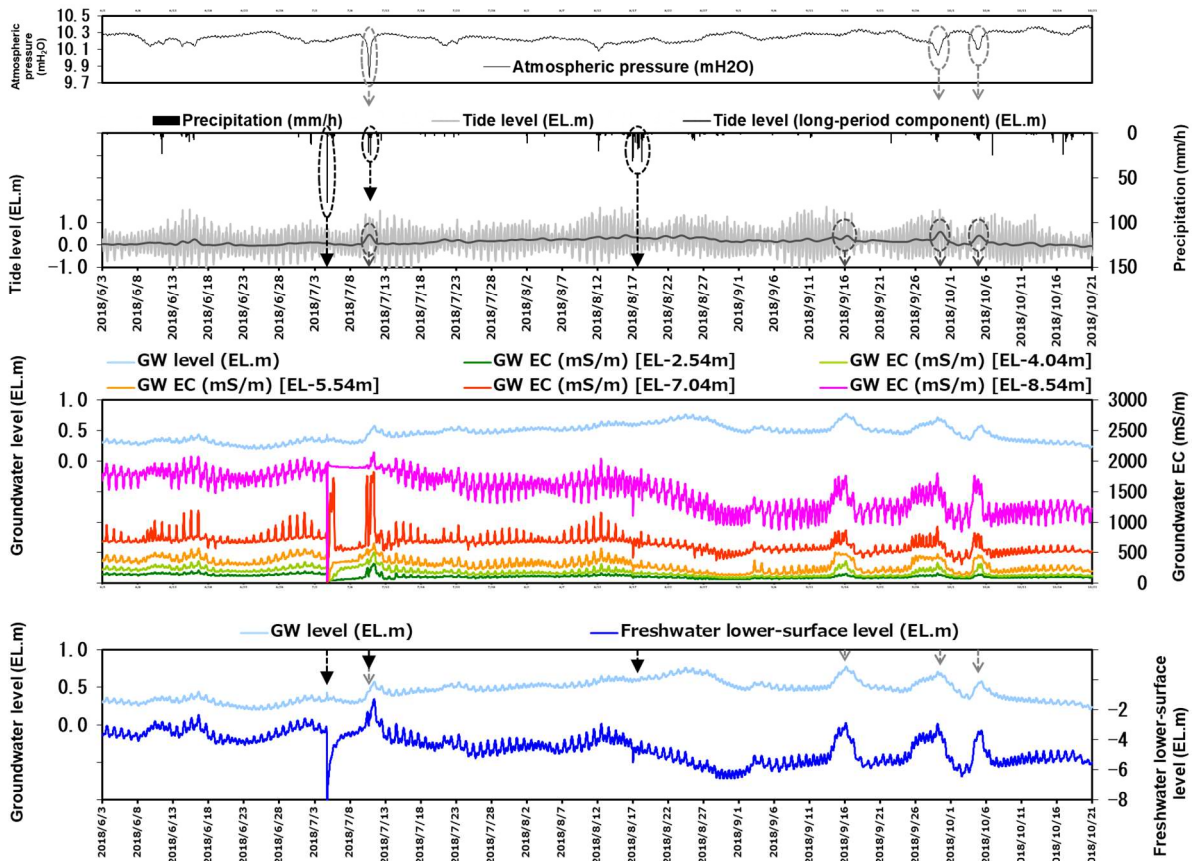


図2 観測データ (気圧・時間降水量 (気象庁アメダス仲筋)・潮位・地下水位・地下水 EC・淡水下面位置)
 Fig. 2 Observation data of atmospheric pressure, hourly precipitation (JMA AMeDAS NAKASUJI site), tide level, groundwater level, groundwater EC, freshwater lower-surface level

地下水位と EC の時系列観測データには、概ね 1 日に 2 回上下動する周期的変動が恒常的に含まれる。これは同周期の潮位変動の伝播の影響によると考えられる。7/11 頃、9/16 頃、9/29 頃、10/5 頃にはそれぞれ 3 日間前後の一時的な地下水位上昇と EC 上昇 (淡水下面の上昇) がみられ、これは平均的な潮位が一時上昇した影響と考えられる。そのうち 9/16 頃を除く 3 回の潮位上昇は台風接近に伴う気圧の低下に起因する。7/4、7/10、8/17 頃には、それぞれ 1 時間程度の短時間で EC が低下 (淡水下面が下降) した後やや緩やかに元に戻る現象が見られ、これは短時間の強い降雨による地下水涵養の結果と考えられる。今回得られたデータの中ではそのような現象が明らかであったのは概ね時間雨量 20mm 以上の場合に限られた。また図に示していないデータも含めより長期のデータについて長周期変動を取り出して累積降水量と対比した結果、淡水厚さの 1 ヶ月程度以上続く平均的に厚い/薄い傾向は、直前 1 年程度の長期間の累積降水量とも関係していることが推定された。

4. おわりに

淡水レンズ開発が期待されている島嶼において、自記計を用いて高頻度多深度の地下水 EC 観測を行うことにより、淡水レンズの挙動の要因を明らかにした。等時間間隔の連続的な時系列データを得ることで簡易な周波数選別手法を用いることができ、それによって主要潮汐による振動成分を除去してより短周期、より長周期の変動成分の分析が容易になった。本研究の結果は、対象地域の淡水レンズ地下水開発に向けた調査において活用されている。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17K08011 の助成を受けて実施した。現地観測では長く沖縄総合事務局と多良間村役場の関係各位ほか地元の方々の御配慮と御協力をいただいている。記して謝意を表す。