

与論島東海岸域における海底地下水湧出の湧出速度とリン酸塩濃度
Monitoring of submarine groundwater discharge rate and phosphate concentration in the east coastal area of Yoron Island

○野崎真司*・安元純*・浅井和見**・中屋眞司***・安元剛****・廣瀬美奈*****・新城竜一*
**Masashi Nozaki, Jun Yasumoto, Kazumi Asai, Shinji Nakaya,
 Ko Yasumoto, Mina-Yasumoto Hirose, Ryuichi Shinjo**

1. はじめに

近年、海域の生物環境の保全に非常に重要な陸域からの栄養塩等の物質負荷量の算定や管理には、河川水などの表流水のみならず、地下水経由でもたらされる窒素やリン等の栄養塩濃度が河川水中に比べ高いところが存在することが示されている¹⁾。特に、与論島のように地質に空隙が多く透水性の非常に高い石灰岩等で構成されている島嶼地域においては、水循環に占める海底からの地下水流出（海底地下水湧出：SGD）は河川などの表面流出よりも多くなる傾向にある。

サンゴ礁が形成される熱帯、亜熱帯の海水は一般的に栄養塩濃度が低く貧栄養であり、富栄養化した海域や水質の悪化した陸水の供給はサンゴの生育にとって不適な環境となる。著者らが、サンゴの稚ポリプを用いて、硝酸塩やリン酸塩等の栄養塩がサンゴの骨格形成に及ぼす影響について検討してきた結果、オルトリン酸だけではなく有機態リン等の各種リン塩が低濃度でもサンゴの骨格形成を阻害することを見出した。今回、研究対象地域とした鹿児島県与論島は、以前は多くのサンゴが生息していたが、1998年の世界的な白化の際に大きな打撃を受け、未だ回復していない場所が多い。そのため、富栄養化した陸水が海域の水質に影響を及ぼし、サンゴの生育環境を悪化させている可能性が指摘されている。

本研究では、鹿児島県与論島東海岸域における琉球石灰岩帯水層からの非常に速くて局所的なSGDの湧出速度の連続モニタリング結果とリン酸塩濃度について報告する。

2. 研究方法

図-1に地下水、海底湧水の調査地点図を示す。調査は2017年7月20日~7月23日および8月10日~8月13日に実施した。8月の調査時には海底湧水に加え地下水を14箇所採水した。SGDの観測は、自動式のシーページメーターを1箇所、手動式シーページメーターを5箇所に設置して行った。また、6m×13mのトランセクトを作成し1m格子間隔で海底温度を計測した。

SGDの流速測定および採水方法は、直径32cmの手動式シーページメーターを海底面に設置し、ポリエチレン製の採水袋を用いた採水を一定時間行うことで行った。さらに、速く局所的なSGDの流速とその潮汐に伴う変動特性について把握する目的で、自動式シーページメーターを作成した。チャンバーの底面は直径50cmとし、上部に直径10.6cmの開口部を設けプロペラ式流速計や電磁流速計を設置した。連続モニタリングは半潮汐周期~4潮汐周期にかけて実施した。

現地測定項目は水温、電気伝導度、pH、水質分析項目は主要溶存成分(Cl^- , HCO_3^- , NO_2^- ,

*琉球大学 University of the Ryukyus, **株式会社地球科学研究所 Geo-Science Laboratory Co., Ltd., ***信州大学 Shinshu University, ****北里大学 Kitasato University, *****（一社）Tropical Technology Plus キーワード：地下水、水質、物質循環

NO³⁻, SO₄²⁻, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺), リン酸塩を選定した。リン酸塩の分析方法は、モリブデンブルー法による比色分析と、誘導結合プラズマ発光分析(ICP-AES)を選定し、それぞれ比色法リン(Col-P)および ICP リン(ICP-P)とした。

3. 結果および考察

SGD の湧出速度の連続モニタリングの結果を図-2 に示す。2017年7月21日 13:15~7月23日 9:50 までの約 36 時間 (4 潮汐周期) にかけて、プロペラ流速計を利用した自動式シーページメーターによって計測された SGD 湧出速度は、干潮時に大きくなり、満潮時に小さくなる傾向を示した。SGD 湧出速度の最大値は 210.6 m/day で、平均値は 77.6 m/day であった。この値はこれまで報告されている他地域の値²⁾と比較すると卓越して大きな値であった。

次に、図-3 に地下水及び海底湧水中の Col-P と ICP-P 濃度を示した。地下水中の Col-P および ICP-P はそれぞれ、0.00~0.08 mg/L, 0.024~0.057 mg/L を示した。海底湧水中の Col-P および ICP-P はそれぞれ、0.02~0.04 mg/L, 2.02~2.50 mg/L を示した。この結果、地下水、海底湧水共に ICP-P が Col-P に比べて濃度が高いことが確認できた。特に、海底湧水においてその傾向が強く、ICP-P が平均 2.26 mg/L と非常に高い濃度を示した。ICP-AES を用いた ICP-P と比色法を用いた Col-P の測定値の濃度差には有機態リンの存在が起因していると報告されており³⁾、海底湧水中にはオルトリン酸以外の重合態リンや有機態リンが高濃度で含まれている可能性が示唆された。

4. おわりに

与論島のように透水性の高い石灰岩からなる地質構造を持つ島嶼地域では、非常に速い流速の SGD が存在しており、海底湧水中には陸域の地下水と比べリン酸塩が高濃度で存在していることが確認できた。今後は、硝酸態窒素や亜硝酸態窒素などの栄養塩も含めた海域への地下水経路の栄養塩負荷量を算定する予定である。

参考文献

- 1) Valiela. I. et al. (1990): Transport of groundwater-borne nutrients from watersheds and their effects on coastal waters. *Biogeochemistry*, 10(3). 177-197. 2) Taniguchi. M. et al. (2002): Investigation of submarine groundwater discharge. *Hydrological Processes*, 16(11). 2115-2129. 3) Adesanwo. O.O. et al (2013): Comparison of Colorimetric and ICP Methods of Phosphorus Determination in Soil Extracts. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(21). 3061-3075.

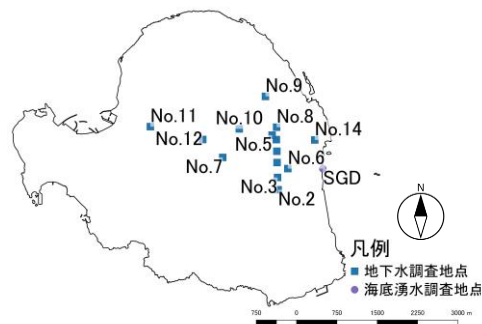


図-1 調査地点図

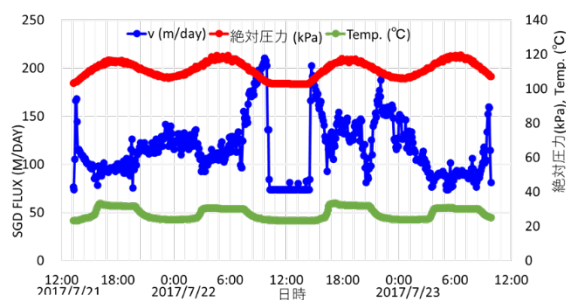


図-2 SGD 湧出速度の連続モニタリング
(2017年7月21日~23日)

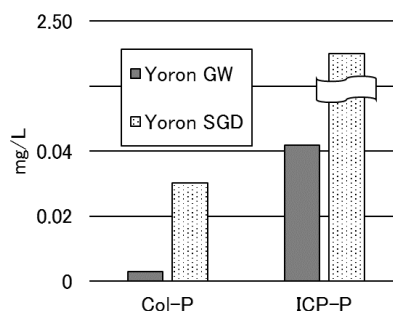


図-3 地下水及び海底湧水のリン濃度