

様式3

愛媛大学沿岸環境科学研究センター
共同利用・共同研究拠点「化学汚染・沿岸環境研究拠点」
共同研究報告書

平成 29年 2月 28日

化学汚染・沿岸環境研究拠点 拠点長 殿

申請者（研究代表者）

所属機関 岡山大学大学院環境生命科学研究科

職 特任助教

氏名 齋藤 光代

下記の共同研究について、別紙の通り報告します。

1 研究課題

沿岸柱状堆積物試料を用いた海底地下水湧出のシグナル抽出

2 研究組織

氏名	所属	職	分担研究課題
代表者 齋藤 光代	岡山大学・大学院環境生命科学研究科	特任助教	研究統括・沿岸海域への海底地下水湧出評価
分担者 小野寺 真一	広島大学・大学院総合科学研究科	教授	海底湧水由来の栄養塩動態解析
金 広哲	広島大学・大学院総合科学研究科	研究員	沿岸柱状堆積物試料中での栄養塩量変動解析
拠点対応教員 加 三千宣	愛媛大学・沿岸環境科学研究センター 環境動態解析部門	准教授	沿岸柱状堆積物試料の年代推定

3 研究内容

【研究課題名】

沿岸柱状堆積物試料を用いた海底地下水湧出のシグナル抽出

【代表研究者】

齋藤 光代（岡山大学・大学院環境生命科学研究科）

【共同研究者】

小野寺 真一（広島大学・大学院総合科学研究科）

金 広哲（広島大学・大学院総合科学研究科）

加 三千宣（愛媛大学・沿岸環境科学研究センター 環境動態解析部門）

【研究目的】（*文中の上付き番号は引用文献リストに対応）

海底地下水湧出（**Submarine Groundwater Discharge: SGD**）は海域への栄養塩供給パスの一つとして注目され、国内外において最近数十年間で急速に研究が進んできているが、日本周辺の沿岸域の栄養塩環境や生態系に対して **SGD** がどの程度寄与しているかはほとんど明らかになっていない。申請者らはこれまで、瀬戸内海の燧灘などを対象に地下水のトレーサーとして有用なラドン（ ^{222}Rn ）の時空間分布から、海岸線から数 km 沖合に至る比較的広域で **SGD** が生じている可能性が高いことを明らかにしてきた^{1),2)}。さらに、流出水の組成に近いと考えられる海底堆積物中の間隙水が、海水よりも塩分が低く栄養塩濃度（特にリン）が高い特徴を示すことを柱状試料の分析により確認した³⁾。これらの結果は、燧灘において **SGD** 経由の栄養塩供給が生じている可能性を示すものであり、特に後者の結果は、海底堆積物中で **SGD** とみられるシグナルが発見されたという新規性の高い結果である。ただし、これまでに得られたデータは水深が約 10m の比較的近接した 2 地点のものに限られていたことから、本研究では、燧灘を対象に沿岸柱状堆積物試料中の栄養塩の空間的な差異や間隙水の起源についてより詳細な検証を行い、海底地下水湧出（**SGD**）のシグナル抽出を行うことを目的とした。

【研究内容】（*下線は LaMer の共同利用機器）



図 1 燧灘南西部における試料採取地点
(MS1G および MS2G, Google Earth で作成)

本研究では、2016年9月10日に燧灘南西部の水深約20mの2地点（それぞれMS1GおよびMS2G：図1）において、調査実習船いさなとグラビ

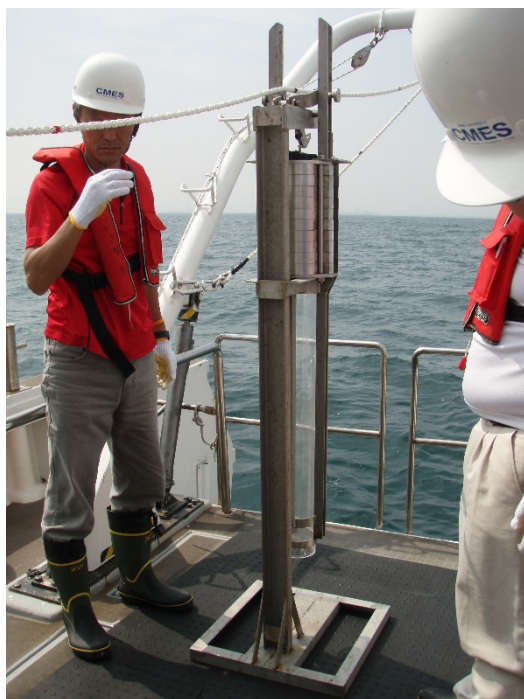


写真1 試料採取に用いた
グラビティーコアラー



写真2 採取した柱状堆積物試料
(左：MS1G, 右：MS2G)

ティーパー（写真 1）を用いた柱状堆積物試料の採取を実施した。これらの 2 地点は、Saito et al. ^{1),2)}による底層海水のラドン (^{222}Rn) 濃度をもとに選定した。 ^{222}Rn はウラン系列の放射性核種の一つであり、水域における水の挙動の解析などに用いられるが、特に地表水に比べて地下水中で高濃度を示すことから、SGD のトレーサーとして有用であるとされている。Saito et al. ^{1),2)}による燧灘南西部での成層期および非成層期を含む過去数回の観測結果から、西部（今治側）においては底層海水の ^{222}Rn 濃度が比較的高く、対照的に東部（新居浜側）では低い傾向を示すことが確認さ



写真 3 年代測定用試料採取の様子



写真 4 間隙水用試料採取の様子

れており、すなわち SGD は西部においてより大きいと推定され、それらの違いが堆積物中の栄養塩動態に影響を及ぼしている可能性を考慮した。採取されたコアの長さは MS1G で約 50cm、MS2G で約 65cm である（写真 2）。また、表層堆積物についてはスミス・マッキンタイヤ採泥器により採取し、堆積物直上の海水の採取もあわせて行った。

採取した堆積物試料は実験室に持ち帰り、縦方向に二分割し、堆積物の状況の記載を行ったのちに年代測定用の試料を 1cm 間隔で採取した（写真 3）。また、試料を横方向に 2cm 間隔でスライスし（写真 4）、遠心分離によって内部の間隙水を採取した。その後、ガンマ線測定システムにより Pb-210、Pb-214 および Cs-137 の測定を実施し、それらの結果にもとづく

堆積年代の推定を行った。また、間隙水試料については広島大学において栄養塩類（溶存無機態窒素：DIN，溶存無機態リン：DIP および溶存態珪素：DSi）の定量分析を実施した。

【研究成果】

堆積物の年代分析の結果，MS2G については深度 20.5 cm がおよそ 1902 年に相当し，堆積速度は 0.14–0.45 cm/yr と推定された。MS1G の年代分析は現在も継続中である。また，堆積物から抽出された間隙水の栄養塩濃度は表 1 に示すとおりであり，DIN および DIP 濃度については表層で最も高く，深度約 20cm までは深さ方向に若干低下するが，それより深部では再度上昇する傾向を示した。また，全体的に MS1G のほうが MS2G よりもわずかに高い濃度を示した。これら 2 地点間での結果の違いが SGD の影響によるものかどうかについては，今後さらに間隙水の塩分および形態別リン濃度^{4),5)}，堆積物の全窒素，全有機炭素および生物起源珪素（BSi）量などの分析を実施し，それらの結果を踏まえて検証していく必要がある。

表 1 堆積物中間隙水の栄養塩濃度

Depth (cm)	MS1G			MS2G		
	DIN (mg L ⁻¹)	DIP (mg L ⁻¹)	DSi (mg L ⁻¹)	DIN (mg L ⁻¹)	DIP (mg L ⁻¹)	DSi (mg L ⁻¹)
0	4.61	1.04	12.61	2.76	0.58	12.82
10	3.34	0.59	11.58	2.27	0.49	12.99
20	2.80	0.38	16.26	1.66	0.31	10.93
30	3.80	0.50	16.26	2.03	0.32	12.40
40	3.26	0.52	12.14	4.23	0.47	21.58
50	3.98	0.68	16.23	2.29	0.35	15.79
60	—	—	—	2.27	0.42	16.47

【成果発表】

金 広哲・齋藤光代・小野寺真一・加三千宣・友澤裕介，沿岸堆積物中の栄養塩分布に及ぼす海底湧水の影響に関する検討，地下水学会春季学術大会，2017 年 5 月（発表予定）

【今後の問題点】

今年度の共同研究により、燧灘を対象に SGD の影響が異なると考えられる 2 地点での堆積物柱状試料の採取を完了し、試料の分析を進めることができた。しかしながら、SGD が堆積物中の栄養塩および炭素の動態に及ぼす影響の検証は不十分であり、今後さらに分析結果を集積・解析することで明らかにしていく必要がある。そのため、沿岸堆積物中の栄養塩および炭素量の変化に及ぼす SGD の影響評価を行うことを目的に、H29 年度の共同利用に申請中である。

引用文献

- 1) Saito, M., Onodera, S., Guo, X., Onishi, K., Shimizu, Y., Yoshikawa, M., Jin, G., 他 2 名, Seasonal variation of the ^{222}Rn concentration in the central part of the Seto Inland Sea, Japan. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry*, 6, 339-344, 2012.
- 2) Saito, M., Guo, X., Onodera, S., 他 5 名, Spatial variation of submarine groundwater discharge (SGD) in the central part of Seto Inland Sea. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry*, 5, 117-123, 2011.
- 3) Jin, G., Onodera, S., Saito, M., Shimizu, Y., Guo, X., 他 3 名, Evaluation of the effect of submarine groundwater discharge on the nutrient property of the coastal sediment in Seto Inland Sea, Japan. 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu, Japan, 2012 年 7 月.
- 4) Jin, G., Onodera, S., Saito, M., 他 5 名, Vertical distribution of sediment phosphorus in Lake Hachirogata related to effect of land reclamation on phosphorus accumulation. *Environmental Technology*, 37, 486-494, 2016.
- 5) Jin, G., Onodera, S., Amano, A., Saito, M., 他 2 名, Effects of dam construction on sediment phosphorus variation in a semi-enclosed bay of the Seto Inland Sea, Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 135, 191-200, 2013.