

地下水の長期変化に伴う水・物質輸送の変化と沿岸海域への影響把握 ―海底地下水湧出に着目して―

富山大学大学院理工学教育部生物圏環境科学専攻 修士課程 2 年（助成時）
富山大学大学院理工学教育部地球生命環境科学専攻 博士課程 1 年（現 在）

片境 紗希

【はじめに】

海洋における物質循環の中で海洋への主要な物質供給源は、河川からの流入や大気からの流入、熱水の湧出などが従来考えられていた。特に、陸域から海洋への物質供給を評価する際の具体的な経路は河川からの流入のみを考えられていた背景がある。しかし、陸上の地下水が海底面で湧出する現象「海底地下水湧出（Submarine Groundwater Discharge；海底湧水）」が報告されて以降（例えば、Burnett et al., 2001; Taniguchi et al., 2002）、海底湧水の研究が世界各国で本格的に取り組まれるようになった。図 1 に今日までに海底湧水の湧出量の研究が行われた地点を示す。この図から、海底湧水は局所的な事象ではなく、世界各国の沿岸海域において起こりうる普遍的な事象であることが分かる。また、Taniguchi et al. (2002) や Burnett et al. (2003) によると、海洋への全流出量に占める海底湧水の割合は、複数の算出方法によって 6-31% と見積もられている。このことから、全球規模の陸域から海洋への水・物質供給からみても、海底湧水の存在は無視できないことは明確である。さらに、海底湧水は地下水に溶存する様々な物質を沿岸海域に供給するため、沿岸海域において栄養塩などの重要な供給源となっている。

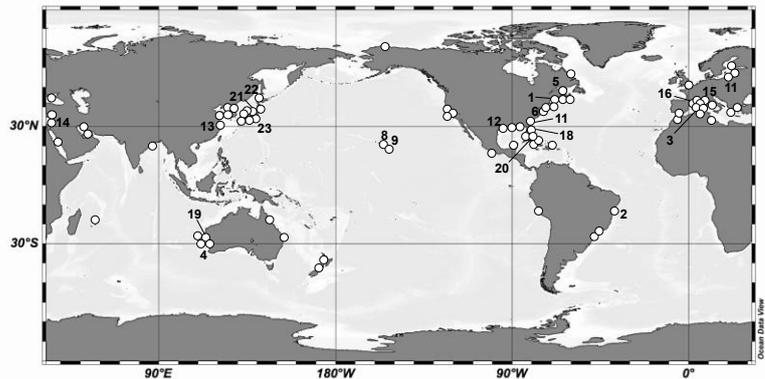


図 1. 世界における海底湧水の調査地点（引用:片境ら, 2018）

本研究の対象地域である富山湾は東部沿岸海域にて淡水性海底湧水の存在が複数地点で報告されている（張・佐竹, 2001；徳永ら, 2003）。富山県の水収支から、陸域から富山湾に流入する海底湧水の推定湧出量は河川流出量の約 20-25%（伊藤・藤井, 1993；Zhang and Satake, 2003；八田ら, 2005）と推定されている。これは世界平均に匹敵する湧出量であるが、その理由の一つとして豊富な降水量があげられる。淡水性海底湧水が確認されている片貝川扇状地の年平均降水量は平野部で約 2500 mm, 山間部は 4000 mm を超える。その豊富な降水は標高約 850~1200 m から浸透し、10~20 年滞留したのちに沿岸域へ海底湧水となっていることが分かっている（Zhang and Satake, 2003）。したがって、片貝川扇状地沿岸に存在する海底湧水は、陸域の地下水と連動しているだけでなく降水量、降雪量などといった気候変化と密接に関係があると考えられる。近年、対象地域を含む北陸地域では

年降雪量が約6割減少した一方で、降水量は横ばいであることが報告されている(気象庁, 2015)。つまり、降水中の降雪が減少し降雨が増加していることを意味する。Zhang et al.(2017)では、このような降雨・降雪の変化によって、片貝川扇状地における浅層地下水の地下水位が30年間で2~3割増加したこと、その増加に伴って陸域の地下水と連動する海底湧水の湧出量も最大3割増加していることを明らかにした。このように地下水量が大きく変化していれば、陸域の地下水や海底湧水の水質変化や陸から沿岸海域への物質供給量の変化が予測されるが、それに関連する知見はこれまで得られていなかった。そこで、本研究は、気候変化が原因で地下水量の変化が確認されたフィールドにおいて、(1) 地下水や海底湧水の水質がどのように変化するかを把握し、(2) その変化が陸域から沿岸海洋への水・物質供給に与える影響を評価することを目的とした。

【研究方法】

海底湧水の存在が確認されている片貝川扇状地において、浅層地下水および観測井と河川上流を対象とし、海底湧水は魚津市青島沖水深約8mで湧出しているものを調査対象とした。加えて、富山県全体の陸域から富山湾への水・物質輸送状況の全体像もあわせて把握するために、県内の1級河川5箇所および2級河川の2箇所の各河口についても調査を実施した。また、海底湧水は、2018年9月に魚津漁港より「睦丸」に乗船し、ダイビングにて海底の潜水調査および直接採取を実施した(図2(a); 申請者)。採取方法は図2(b)に示した装置に付属するシリンジにて吸引することで約1Lの採取に成功した。この方法で採取した海底湧水試料は、約99.7%が淡水であった。

採取した地下水、河川水、海底湧水の試料は現場で水温、pH、電気伝導度を測定した後に、実験室にて主要化学成分濃度(栄養塩、陽イオン、陰イオン)を測定した。また、水素・酸素安定同位体比は、総合地球環境学研究所所有の水同位体比分析装置(Picarro社製・L2120-i, L2130-i)を用いて測定を行なった。

【研究成果・今後の展開】

本研究の結果より、片貝川扇状地の陸域から沿岸海域への水・物質輸送は気候変化にもなって大きく変化していることがわかり、具体的には、河川および海底湧水を介した栄養塩供給量は大幅に減少している一方で、炭素供給量が増加していることが明らかとなった。今後は沿岸海域調査をより回数を増やして実施することで現在の海底湧水湧出量の推定やその季節変化を把握するとともに、水循環内の物質動態や陸から沿岸海域への正確な物質供給量の評価を行う予定である。

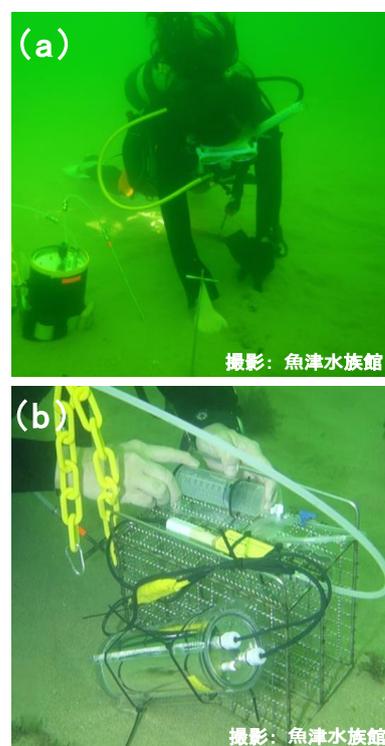


図2. 海底湧水採取
(a) 潜水調査風景, (b) 採取風景