

# 富山県東部扇状地沖における海底地下水の研究

鈴木 麻衣

【はじめに】海洋における物質循環や地球化学的収支を考える上で、その経路は従来、河川からの流入、大気経由の降下、中央海嶺や海底火山の噴火に伴う熱水の湧出などが考えられてきた。近年、大陸棚の海底から陸上の地下水と連動した淡水性の海底湧水が、海洋への新たな物質供給源として注目され始めた。このような海底地下水は、世界各地でその存在が確認されている。これまでの報告例として、南米・北米の大陸棚では、カリフォルニア沖 (Oberdorfer, 1990) ・フロリダ (Corbett, 1999) ・ニューヨーク (Flipse Jr, 1985) など、太平洋地域では、ハワイ (Sansone, 1995) ・オーストラリア (Wright, 1999) ・日本 (Taniguchi, 1999) などがある。しかし、海底においてこれらの淡水性湧水を採取することは困難であり、報告のほとんどが海底地下水の流量測定に留まったものであり、海底湧水の化学的性質、陸上及び海底堆積物中での流動状況などの詳細はまだ明らかにされていない。

当研究室では、山口 (2001) が確立した採水方法を用いることにより、淡水性海底湧水を採取・分析することができた。また、Suzuki&Zhang (2003) によってこの海底湧水は、栄養塩濃度が高く、沿岸海洋へ重要な栄養塩の供給源となり得ることが指摘された。そこで本研究は、魚津市片貝川扇状地沖における海底湧水が沿岸海洋に及ぼす影響を考察し、この海底湧水の流動経路・化学的特徴を明らかにすることを目的とした。また、海底湧水の湧出口付近に設置した塩分・水温・深度計の連続データから、海底地下水の湧出状況の経年変化を追うことも試みた。

【観測および分析】沿岸域における海洋観測は、2002年4月から9月まで、1ヶ月おきに、水深100m以浅の海域で行った。陸上地下水は、2002年2月から9月まで、2ヶ月に1回、被圧地下水(自噴地下水)と不圧地下水(自由地下水)の2種類の井戸水を採水した。また海底地下水は、2002年4月から2003年3月まで、2ヶ月に1回、魚津市青島の海岸より約150から200mの水深約8mと22mの海底において採水した。さらに、2001年6月18日から2003年2月18日まで(ただし、2002年8月5日から2002年9月19日までは、センサー不良のため欠測)、水深8mの海底湧水の湧出口付近で、2分おきに塩分・水温及び深度の連続データを得た。

【結果および考察】まず、海洋観測の結果について述べる。海水の栄養塩濃度の鉛直分布では表層海水に高い値がみられ、また、南の地点ほど濃度が高いこ

とから、この栄養塩は、早月川により運ばれたものであると考えられる。この結果は、沿岸域への栄養塩供給のほとんどが河川水によるものである、これまでの知見と一致している。しかし、海水が成層化し始めた初夏(2002年5月末)の鉛直分布では、水深 5-10m 付近にも高い栄養塩濃度がみられた。一般に、表層海水は密度が低く、水深 5-10m まで沈むことができない。つまり、この高濃度の栄養塩は、河川以外の供給源によるものと示唆される。また、密度の鉛直分布では、海底湧水が湧出した後、周囲の海水と混合しながら、表層近くまで上昇し、同密度面において水平に拡散すると分かった。つまり、この高濃度の栄養塩が海底湧水に由来することを意味する。さらに、栄養塩濃度の高い海域では、クロロフィル濃度も高い値が観測された。以上のことから、海底湧水は、沿岸海洋環境において、植物プランクトンに大きな栄養塩供給源として貢献するものだと言える。

ところで、栄養塩枯渇期である7月の植物プランクトン量(Chl - a=1.53mg/L)は、一般的に春季ブルーミング期4月(2.18mg/L)に比べて増加傾向にあった。一方、富山湾では、植物プランクトンの基礎生産に必須なリンが窒素に比べて2割近く不足していることが、これまでの研究により分かってきた(八田ら、2001)。海洋観測の結果、海底湧水域において、リン濃度に顕著な季節変化がみられ、特に夏季で高濃度であることがわかった(8m 海底湧水; 夏・秋は、冬・春の3-10倍、22m 海底湧水; 夏・秋は、冬・春の2.5-10倍)。この海底湧水の濃度変化の理由として、陸上地下水の季節変化や流動経路が大きく関与していると考えられる。しかし、陸上地下水に季節的な変動はみられなかった。そこで、片貝川扇状地における化学成分の結果と地質構造立体図により、陸上地下水の流動経路のモデル化に望んだ。安定同位体比・主要化学成分濃度・栄養塩濃度などから、海底湧水と連動している地下水は、旧河道に沿って流出していることが明らかになった。また、扇状地下には粘土層が広がっており、数層の帯水層が存在すること、さらに、浅層地下水と深層地下水の間に双方を結ぶチャンネルが存在していることがわかった。これらの帯水層は、透水性が高い(砂礫層)という特徴を持つため、特に浅層地下水の水位は、河川流量に依存する。海底湧水の栄養塩濃度が高い値を示した夏季(2002年7月・9月)は、ちょうど地下水位の低下期に当たり、深層地下水のリン酸濃度(浅層地下水の10倍程度高い)から、深層地下水が浅層地下水に1割程度混入したことが示唆された。以上のように、海底湧水は、浅層・深層地下水の混合割合は季節によって変化しながら、富山湾へリンを供給している。一方、塩分・水温・深度計の連続観測結果から、この海底湧水は季節変化を示すものの、年間を通して定常的に海底から湧き出していることが分かった。つまり、リンなど栄養塩に富んだ海底湧水は、富山湾の基礎生産に大きく貢献するものと考えられる。