シンポジウム記録 地下水・湧水を介した陸—海のつながり

II-2. 低次生産と地下水・海底湧水

小林志保

京都大学フィールド科学教育研究センター

II-2. Influence of groundwater on primary production

SHIHO KOBAYASHI

Field Sciences Education and Research Center, Kyoto University, Sakyo, Kyoto 606-8502, Japan

地下水の豊富な場所では海底下の塩分が低く、そうした低塩分領域と微細藻類、海草、大型海藻、マングローブなどの群落の分布や生産性が対応していることは、1920年代から1970年代の間に欧米各地で行なわれた研究によって示されていた。これらの研究に基づいて、地下水・海底湧水が沿岸海域の生態系に重要な影響を与えていることが1980年にJohannesによって指摘されているが、一方で、それを定量的に示すことは困難とされた。¹⁾

1980年代には、アメリカ東海岸の塩湿地や複数のエスチュアリーにおいて、人為排水によって涵養された地下水が微細藻類の増殖に関わっていることが示された。²⁾ 地下水の基礎生産への影響に関する文献には、地下水経由の人為負荷による海域の富栄養化や赤潮の発生に関するものが多い。³⁾

一方、貧栄養な環礁、砂浜、干潟においては、地下水が基礎生産の重要な栄養源となることがある。1990年代以降、地下水の化学トレーサーとなるラドン (Rn^{222}) や地下水の動態を表すMODFLOW等の数値モデルを用いて、海底湧水の分布を面的に調べる方法が開発され、2000年代には沿岸海域における地下水の生態系への影響を示す研究が増加した。例えば西アフリカのラグーンにおいては、海草の成長に地下水が寄与していることが数値モデルと安定同位体比 (^{15}N) により示されている。⁴⁾ デラウェア湾や黄海などの砂浜・干潟においては、地下水の湧出している場所で高密度の底生微細藻類が発生し、それを捕食する微小な動物の生産を支えていることが示された。⁵⁾ またオーストラリア西海岸の環礁においては、湧昇による沖側からの栄養塩供給も、陸側からの表流水の供給もほとんどないにも関わらず大型海藻の密度が高い場所があり、海底湧水がその生産を支えていることが示されている。⁶⁾ 地下水・海底湧水が、低次生産に大きな影響を及ぼしていることを示す現象は、世界中の沿岸海域で確認されている。

日本の沿岸海域においては、有明海、鳥海沿岸、小浜湾などにおいて地下水・海底湧水が栄養塩の供給源とな

っていることが示され、基礎生産への影響も示唆されている。一方、地下水が低次生産に及ぼす直接的な影響については、海底湧水と海草の分布の関係の解明などの研究が開始されたところである。

本発表では、2011～2015年にかけて日本の沿岸海域において行なった、地下水・海底湧水と低次生産の関係を調べるための現地調査の結果についても報告した。調査では、シーページメーターを用いた海底湧水フラックスの測定、地下水の指標となるラドン濃度 (Rn^{222}) の測定、 ^{13}C を用いた基礎生産速度の測定、栄養塩やクロロフィル濃度の測定等を行なった。

山形県鳥海沿岸においては、海底湧水フラックスとラドン濃度の時間変化がよく対応し、地下水由来の硝酸態窒素の ^{15}N は他の由来の ^{15}N よりも低いという結果が得られた。地下水の流入量が多い場所ほど海藻の ^{15}N は低く、地下水が海藻の生産に寄与していることが示唆された。福井県小浜湾においては、ラドン濃度が高い場所において基礎生産速度およびクロロフィル濃度が高くなる結果が得られた。海水の滞留時間の場所的な違いを考慮する必要はあるが、ラドン濃度の高さは明らかに地下水の供給があることを示しており、その濃度と基礎生産速度との間の有意な関係は、地下水の低次生産への寄与を示す証拠となると考えられた。日本沿岸の生態系モデルに地下水が組み込まれた例は少ないが、とりわけ貧栄養な海域においては、地下水・海底湧水を栄養塩供給源の一つとして組み込むことが重要になると考えられる。

文 献

- 1) Johannes RE. The ecological significance of the submarine discharge of groundwater. *Mar. Ecol. Prog. Seri.* 1980; **3**: 365–373.
- 2) Valiela I, Foreman K, LaMontagne M, Hersh D, Costa J. Couplings of watersheds and coastal waters: sources and consequences of nutrients enrichment in Waquoit Bay, Massachusetts. *Estuaries* 1992; **15**: 443–457.
- 3) Gobler CJ, Boneillo GE. Impacts of anthropogenically influenced groundwater seepage on water chemistry and phytoplankton dynamics within a coastal marine system. *Mar. Ecol. Prog. Seri.* 2003; **255**: 101–114.
- 4) Kamermans P, Hamminga MA, Tack JF. Groundwater effects on diversity and abundance of lagoonal seagrasses in Kenya and on Zanzibar Island (East Africa). *Mar. Ecol. Prog. Seri.* 2002; **231**: 75–83.
- 5) Waska H, Kim G. Differences in microphytobenthos and macrofaunal abundances associated with groundwater discharge in the intertidal zone. *Mar. Ecol. Prog. Seri.* 2010; **407**: 159–172.
- 6) Greenwood JE. Evidence of submarine groundwater nutrient supply to an oligotrophic barrier reef. *Limnol. Oceanogr.* 2013; **58**(5): 1834–1842.