

塩淡水境界の形状と地下水流動に関する研究

Study on the shape of seawater / freshwater interface and groundwater flow system

丸井 敦尚[1]

Atsunao Marui[1]

[1] 産総研・地下水グループ

[1] GSJ, AIST

<http://www.groundwater.jp/>

深部環境を理解するために地下水流動に関する研究は重要であり、中でも沿岸域の上昇流に関する地下水流動研究は注目を集めている。地下水流動は山間部にその端を発し、平野を流下した後に海洋へとそそぎ込む。これは乾燥地においても通説であり、現在のシリア沖では2000年以上も前に海底に湧き出す地下水を鉛製の漏斗で採取し飲用水として利用していたという報告さえある。1980年を過ぎた頃からは、探査技術が進んだこともあり、世界中の各地で海底に湧き出す地下水が研究されるようになってきた。波打ち際に湧き出す淡水泉や3000mの深海底に湧き出す淡水など枚挙にいとまがないほどである。また、沿岸部での塩水と淡水の状態は、従来よりガイベン・ヘルツベルグの式で表されてきた。これは地下水の静的な圧力分布に基づいた平衡式であるため、地下水が海洋に向かって流動している場合や複数の地層が重なり合っている場合などには適用できないが、一つの帯水層中での淡水地下水の圧力分布（流動）を見る上では有効である。一方、1990年代になると海底に湧き出す地下水が採取され、その水質が分析されたり、湧出量が何らかの方法で計測されるようになってきた。その結果、いずれの観測地点においても、地下水の海洋への流出量は想像を超えるものであり、海洋の水質を決定するのに十分なほど（多くは河川流出量の半分程度）の地下水が湧出していると報告している。さらに、対象とする地下水流動系が大きくなればなるほど、その流動系は深部にまでおよび、湧出する地下水には深部地下を經由してきたものが含まれるようになる。換言すれば、より大きな平野の湾岸部に湧き出す地下水は、より深部の情報を有していることになる。これは、先に述べた塩淡水境界面の形状が塩水くさびと言われるような形態を呈していることから明らかである。

そこで、本研究においては、塩淡水境界面の形状を正しく把握することで流動する淡水地下水の帯水層内での圧力分布を正確に捉え、淡水地下水の海洋への流出量とその流出位置を把握する。さらに、塩淡水境界に沿って上昇流となって地下深部から上がってくる地下水の流動量とその成分、さらにその流出位置などの情報を得ることで、深部地下情報を得ることを目的とした。

本研究では、九十九里海岸北部の蓮沼海岸と北海道利尻島の東海岸を対象に沿岸部の地下水流動調査を実施した。いずれも陸域においては、観測井を掘削して地質ならびに地下水のサンプルを採取するとともに、観測井どおしあるいは観測井と地表の間でのトモグラフィック試験などから陸域における塩淡水境界面の形状把握につとめた。さらに、海域においては、スキューバ・ダイビングにより海底堆積物の直下の地下水調査を実施した。具体的には、海底に堆積した砂などの下に温度計や電気伝導度計を挿入して海底下で淡水地下水の存在する領域を測定したり、淡水地下水が存在する場合にはそのサンプルを採取することをおこなった。その結果、両地域ともそれぞれの地質構成物質（蓮沼ではシルトや砂などの堆積物、利尻島では透水性の高い火山性の堆積物や溶岩流など）や、地下水の流動量（動水勾配などの要素）に呼応した塩淡水境界面形状が観測された。さらに、海底に湧出する地下水のサンプルを採取し水質分析を実施した結果、陸域に設けた観測井から採取した地下水試料とほとんど同質であることが分かった。とりわけ利尻島に関しては、陸域の近傍で湧出する地下水と海底に湧出する地下水のトリチウム濃度を比較したところ、降水のそれが4～5TUであるのに対し、陸域では4～15TUであったものが、海底に湧出する地下水のトリチウム濃度は20TUを越えるものばかりであった。海底湧出地下水の水深が9～30mに存在することを考えると、この滞留時間（地下水流動系）の差は塩淡水境界に沿って地下深部から上昇してくる地下水の流動系によってもたらされたものと考えられる。この意味で海底に湧出する地下水が持つ情報は貴重である。