

佐賀市北部から南部における地下水水質の地球化学的特性について

Transport of geochemical properties of groundwater from the northern to southern regions of Saga city

末益 大嗣 [1]; 広城 吉成 [2]; 真有 祥太 [3]; 神野 健二 [4]

Hirotsugu Suemasu[1]; Yoshinari Hiroshiro[2]; shota maari[3]; Kenji Jinno[4]

[1] 九大・工・都市環境; [2] 九大・工・環境セ; [3] 九大・工・都市環境; [4] 九大・工・環境都市

[1] Urban and Environment, Kyusyu Univ; [2] Environmental Systems, Kyushu Univ.; [3] Urban and Environment, Kyushu University; [4] Urban and Environmental Engineering, Kyushu Univ.

<http://www.civil.kyushu-u.ac.jp/suiken/>

有明海を始めとする閉鎖性水域における生物生息環境は悪化の一途をたどっており、その主な原因の一つとして沿岸域の都市化や農業などに伴う人為的な栄養塩の負荷量の増加が挙げられる。これら陸域から海域への栄養塩の負荷量の算定や管理は、今まで河川などの表流水のみを主として考えられてきた。しかし、最近の研究結果で、地下水経路による栄養塩の供給が、河川経路の供給と並び、植物プランクトン等の一次生産に重要な役割を果たしているとされている。有明海流域においても、地下水経路で流出する栄養塩等の定性・定量的な物質輸送機構は未解明であり、生物生息環境を再生・回復させるためにも十分な調査研究が必要である。

そこで本研究では、佐賀平野から有明海に流出する地下水の水質変換過程を明らかにするために、佐賀市北部から南部の地下水水質の特徴について考察を行った。

佐賀平野は、有明海最奥部に接し、佐賀県南部から佐賀県東部にかけて広がる沖積平野である。主として筑後川下流右岸部に発達した完新世のデルタ性堆積物と脊振山地から南流する諸河川沿いに発達した扇状地堆積物からなっており、その境界は標高5m付近である。またデルタ性堆積物は、非海成粘土の蓮池層と海成粘土の有明粘土層からなり、その沖積面は、1/4700～1/7300と非常に緩い勾配となっている。

今回は、佐賀市北部から南部にかけての自然勾配による地下水の流れを想定し、佐賀市北部の背振山付近に1地点、佐賀市街地に1地点、佐賀市南部の東与賀町の3地点を地下水調査地点とした。採水した地下水の水質測定・分析項目は、水温、電気伝導度(EC)、pH、溶存酸素(DO)、酸化還元電位(ORP)、溶存性有機態炭素(DOC)、全有機態炭素(TOC)、主要陽イオン(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+})、主要陰イオン(Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-})、栄養塩類としてアンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)、亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)、全窒素(T-N)、リン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)、全リン(T-P)、珪酸(SiO_2)を選出した。

以下には結果と考察を述べる。最も海岸に近い調査地点において、ECが2272mS/mで海水の半分くらいの値を示し、また他の4地点と比べ、 Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} 濃度が急激に高くなっていることから塩水化していると推察される。

次に、地下水経路による栄養塩の流出機構を把握するため、溶存酸素の消費、脱窒、マンガン・鉄の還元、硫酸還元、メタン生成の順序で進行していく微生物による酸化還元反応に着目し考察する。佐賀市北部の2地点では、DOの値は3.0mg/L前後であるのに対し、南部の3地点では0.15mg/L前後に減少した。また、ORPは北部で530mV程度、南部で280mV程度を示し、佐賀平野の地下水は、北部では酸化状況、南部では還元状況にあった。次に $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を見てみると、北部の脊振山付近では0.4mg/Lであったが、南部の3地点は定量限界値以下であり、また HCO_3^- が北部より南部のほうが増加していることから脱窒反応が起こっていると考えられる。一方、 Mn^{2+} , Fe^{2+} の濃度は、南部の3地点とも検出されず、また、南部3地点の帯水層は海成層である有明粘土層であるのにも関わらず SO_4^{2-} 濃度は塩水化している1地点を除き北部とさほど変化がなかった。しかし、2007年度に行った佐賀市南部の東与賀3地点のボーリング調査より、土が黒く変色し、また周囲から硫黄のような臭いがしたとの報告より、硫酸還元が起っていると考えられる。したがって、 Mn^{2+} , Fe^{2+} は硫酸還元によって生じた S^{2-} と結びつき、硫化鉄などが生成し、溶存態でなくなったと推測される。

最後に、栄養塩である窒素やリンについて述べる。 $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が南部では急激に増加しており、塩水化している海岸に最も近い1地点では、それぞれ7.7mg/L, 2.9mg/Lであった。一方、東与賀の東側を流れる早津江川におけるDIN(溶存無機三態窒素の合計)濃度及びDIP(溶存無機態リン)濃度は、2000年においてそれぞれ約0.9mg/L, 0.8mg/Lと報告されている。したがって、佐賀平野から有明海へ地下水経路で供給される栄養は沿岸域の生物生息環境に影響を与えている可能性があると考えられる。

今回の現地調査により、佐賀平野から有明海に流出する地下水は、北部では酸化的状態にあるが、南部では還元的状態となっており、脱窒、マンガン・鉄の還元、そして硫酸還元まで還元反応が進んでいることがわかった。また、帯水層を通して栄養塩が多量に有明海に供給されていると推測され、植物プランクトン等の生態系に大きな影響を及ぼしていると考えられる。今後は水質変換・物質輸送モデルを構築し、有明海へ流出する栄養塩の負荷量の算定を行う予定である。