

塩水化地下水の酸化還元に関する地球化学的考察

九州大学 学生会員 大橋伸行 正会員 広城吉成
正会員 神野健二 非会員 松本大毅

1.はじめに

塩水化地下水はその流速が淡塩境界面上部の淡水の流速に比べて非常に遅いので、高レベル核廃棄物処分を検討する際の天然バリアとしての機能が見込まれている。塩水化地下水の流動は非常に遅いため、固相と液相の接触時間が非常に長くなることが予想される。本研究では、塩水化地下水が確認されている地域のボーリング観測井において、長い滞留時間がもたらす塩水化地下水の水質特性について地球化学的な検討を行った。

2.調査地域の概要と調査項目

福岡市西区元岡の九州大学移転予定地および塩水化が確認されている地域の観測井の位置を図-1に示す。調査対象とした観測井はB2、B10-2、B7-1の3箇所である。海からの距離はB7-1が最も近く、次いでB10-2、B2となっている。それぞれの観測井における調査はB2が2002年12月25日(平均気温:6.9℃)、B10-2が12月27日(平均気温:3.9℃)、B7-1が11月7日(平均気温:15.5℃)に行った。調査項目は電気伝導度(EC)、酸化還元電位(ORP)、pH、水温、溶存酸素(DO)である。

3.結果および考察

ORPが安定するのに約1時間要したため調査の際は各観測井の表面水にORP電極を約1時間設置しORPを安定させた。次に1m間隔で鉛直下向きにORP値が安定するまで静置し、その時の値を記録した。地下水位はB2がGL-0.6m、B10-2がGL-0m、B7-1がGL-0mであった。図-2はB2におけるEC、ORP、pH、水温、DOの鉛直分布を示している。ECは $420\mu\text{S}/\text{cm}$ から徐々に下がり、塩水化はしていないことが分かる。なお、ECが徐々に下がっている原因については溶存化学種の分析、地質構造を考察する必要がある。ORPは約GL-10mまで徐々に上昇し、270mV付近で安定している。pHは約7.5で一定となっている。水温は約17.7℃で鉛直的变化はなかった。なお、地下水の温度はその地域の年平均気温+1℃程度と言われ、福岡市西区の年平均気温は16.5℃、地下水温度は17.5℃と予想され、ほぼ一致している。DOはどの深度においても約4.3mg/Lであり、飽和溶存酸素量は9.23mg/L(17.7℃)で飽和度は46.6%となった。図-3はB10-2におけるEC、ORP、pH、水温、DOの鉛直分布を示している。B10-2は掘削深度50mの観測井であったが41m以深は泥が堆積しており測定できなかった。ECは浅い深度では $1100\mu\text{S}/\text{cm}$ で、深度が増すにつれて徐々に増加し、GL-30m付近から急激に上昇し塩水化していることが分かる。ORPはGL-15m付近まで徐々に上昇し、GL-28m付近までは175mV程度で安定している。GL-28m以深ではORPは徐々に低下し、GL-41mでは急激に低下した。急低下の原因は観測井深部に堆積した泥の中に含まれる有機物や微生物の影響と考えられた。水温はGL-1m~5mで急激に上昇しそれ以深は約18℃となっている。浅部で水温が低い値を示した理由はこの観測井が地表の温度の影響を受けやすい構造であったためと考えられた。pHは約7.5で一定となっている。DOはどの深度においても約3.3mg/Lであり、飽和溶存酸素量は9.18mg/L(18.0℃)で飽和度は35.9%となった。図-4はB7-1におけるEC、ORP、pH、水温、DOの鉛直分布を示している。ECは浅い深度では約 $2000\mu\text{S}/\text{cm}$ で安定しているがGL-18mで急激に上昇し始め、GL-25m付近で約 $35000\mu\text{S}/\text{cm}$ となり明瞭な淡塩境界面が現れ塩水化していることが分かる。ORPはGL-18m付近までの淡水部で徐々に減少し、淡

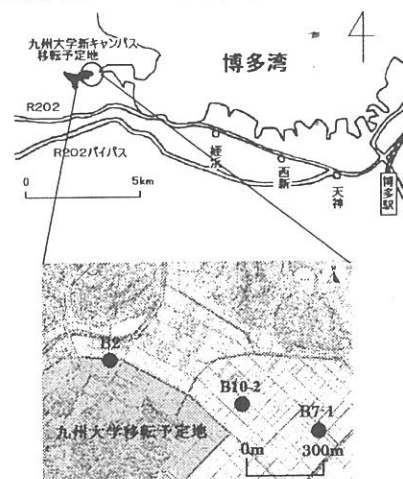


図-1 調査地域の概要

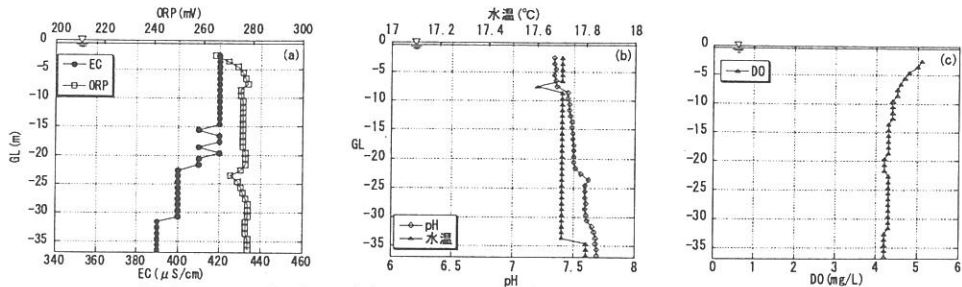


図-2 B2における (a) EC、ORP、(b) pH、水温、(c) DO の鉛直分布

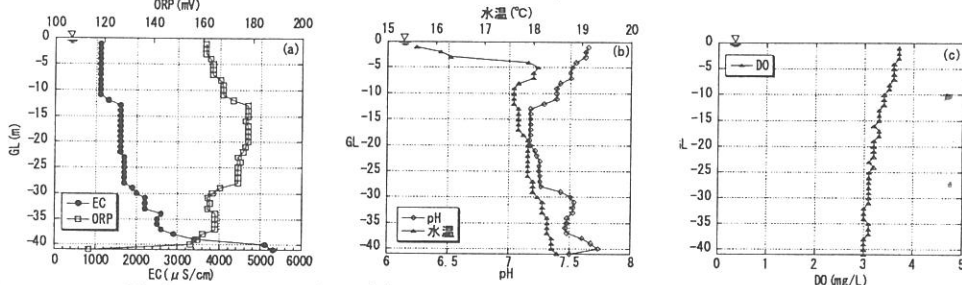


図-3 B10-2における (a) EC、ORP、(b) pH、水温、(c) DO の鉛直分布

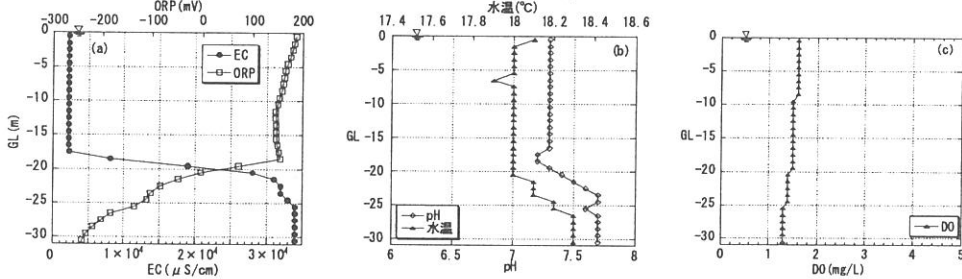


図-4 B7-1における (a) EC、ORP、(b) pH、水温、(c) DO の鉛直分布

塩境界面以深から急激に減少し約-200mVを示した。B7-1の塩水部の水はかなり還元的な水であることが分かった。このような状況は微生物の還元によってもたらされたと考えられる。pHは淡塩境界面までは約7.3で一定であったがそれ以深では上昇し、pH7.7程度となった。水温もpHと同様な変化を示しており、淡塩境界面以深では水温は上昇した。これは滞留時間が長いこと新しい水の供給がなく、地熱によって温度が上昇したと考えられる。DOはどの深度においても約1.5mg/Lであり、飽和溶存酸素量は9.18mg/L(18°C)で飽和度は16.3%となった。各観測井の淡水部のECを比較するとB2が400 μ S/cm、B10-2が1000 μ S/cm、B7-1が2000 μ S/cmで海に近い観測井ほどECが高くなっている。B2とB10-2ではORPが地表からGL-10m付近まで若干上昇しB2ではそれ以深、B10-2ではGL-28m付近までにおいて、ORPの低下は見られず、比較的速い地下水流動があると考えられる。DOの飽和度に関してはB2が46.6%、B10-2が35.9%、B7-1が16.3%であり微生物による酸素の消費が示唆される。

4.まとめ

本研究によりB2は塩水化おらずB10-2、B7-1のGL-38m、GL-18m以深はそれぞれ塩水化していることが分かった。B7-1に関しては淡塩境界面付近から以深でORPの急激な低下が見られ、塩水部の長い滞留時間および微生物活動によって生じた還元的な状況が示された。また、塩水部ではpH7.7程度を示し、これは海水におけるpHとほぼ一致している。今後この地域の塩水化地下水の酸化還元に関する地球化学的研究を進めていくために多成分化学種の分析、水文地質による考察が必要であろう。