地層への塩分吸着が塩淡境界挙動に与える影響の検討

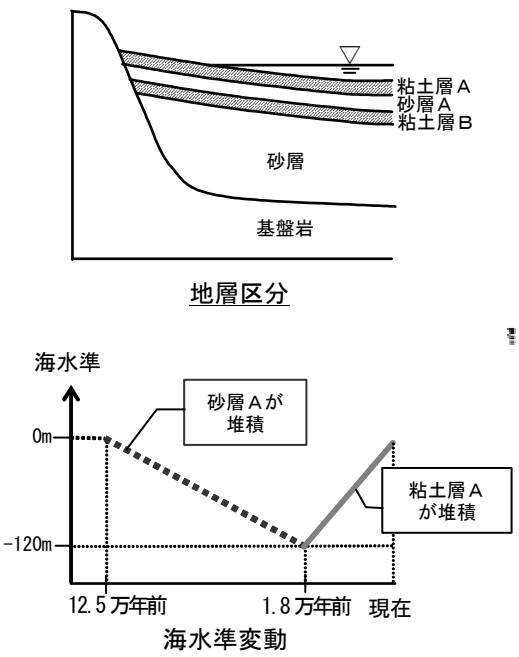
株式会社ニュージェック　正会員　○與田敏昭
株式会社ニュージェック　　徳楠充宏
株式会社ニュージェック　　伊藤成輝
岡山大学環境理工学部　　正会員　　西垣　誠

１．はじめに

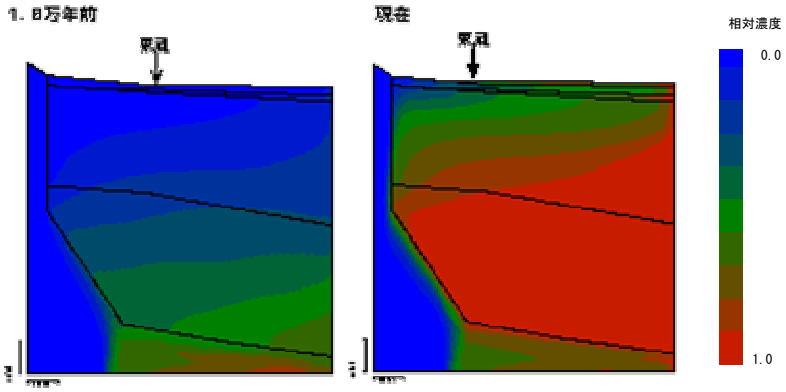
既往構築した、海水準変動とともに隆起・沈降による地形変化や侵食・堆積による地盤の堆積構造変化を考慮できる塩淡境界挙動モデル（図-1）については、検証地点（東灘周辺）における現況再現計算の結果、これまでのモデルに比べ超長期にわたる複雑な塩淡境界挙動を表現することが可能であることが示されている[1)2)]。しかし、図-2 の塩淡境界挙動を見ると、海水準低下時（1.8 万年前）には堆積層の大半が淡水環境になっている。本検討では、検証地点の過去から現在の塩淡環境を推定することにより地層への塩分残留について推察し、地層への塩分吸着が塩淡境界挙動に与える影響を検討する。

２．検証地点の塩淡環境の推定

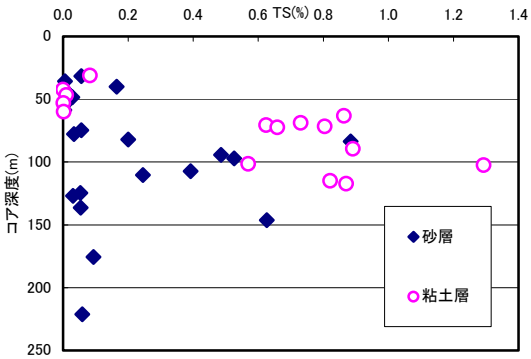
地表から-150m 程度の砂層および粘土層のボーリングコア試料をＣＮＳ元素分析を行いイオウ成分を定量した。ここで、粘土層のイオウ成分は過去（堆積時）の塩淡環境を、砂層のイオウ成分は現在の塩淡環境を示唆し、ＴＳ(Total Sulfur)濃度が約 0.3%以上で海水環境を示すとされている。図-3 の分析結果より、構築したモデルの「粘土層Ｂ」に相当する深度 60m から 110m で、粘土層のＴＳ濃度が高くなっており、この粘土層は海水環境で堆積し、その塩分が現時点まで残留していることが推察される。



図－1　モデルの概要



図－2　塩淡境界挙動（既往モデル）



図－3　CNS 分析結果（TS 濃度）

キーワード：塩淡境界、塩分吸着、数値解析
連絡先　大阪市中央区島之内 1-20-19　Tel:06-6245-4901　Fax:06-6241-8426

３．検討方法

既往構築したモデルでは、イオウ成分分析結果から示唆された粘土層への堆積時からの塩分残留が表されていない。この塩分残留現象を、粘土層への塩分の吸着と仮定し、これを考慮したモデルによる検証解析を行う。塩淡境界挙動を評価する移流分散方程式を以下に示す。

（基礎式）

$$R\theta\rho\frac{\partial c}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\theta\rho D_{ij}\frac{\partial c}{\partial x_j}\right)-\theta\rho V_i\frac{\partial c}{\partial x_i}-R\theta\rho\lambda c-Q_c$$

（遅延項）

$$R=\left(1+\frac{\rho_d}{\theta}k_d\right)$$

ここで、R：遅延係数、D_{ij}：分散テンソル、V_i：実流速、Q_c：源泉項、λ：減衰定数、θ：体積含水率、C：濃度、ρ：溶媒の密度、k_d：分配係数、ρ_d：土の乾燥密度である。

一般の塩淡境界挙動解析では、吸着による遅延効果を見込まず R＝1.0 を設定している。本検討では、想定される範囲内で粘土層の分配係数もしくは遅延係数を変更し、地層への塩分吸着が塩淡境界挙動へ与える影響を確認するものとした。

４．検討結果

(1)検討ケース

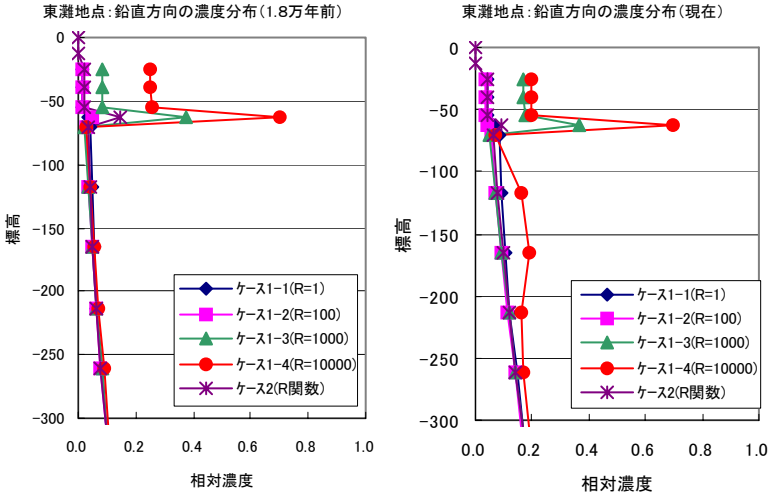
既往モデルの粘土層の遅延係数および分配係数を変更した表-1 のケースを実施した。なおケース２は、粘性土への塩分の吸着量の割合（分配係数）が濃度に依存するものとしたケースであり、実施に際して、解析コードの修正を行った。

表－1　検討ケース

No.	R 値、K_d 値	備考
ケース１－１	R=1.0	従来検討ケース
ケース１－２	R=100	
ケース１－３	R=1000	
ケース１－４	R=10000	
ケース２	$K_d=K_{oc}\times C$	K_d を濃度(C)依存とする ここでは、K_{oc}=1000 と設定

(2)検討結果

鉛直方向濃度分布を図-4 に示す。これより、遅延係数の値が大きくなると「粘土層Ｂ」(標高-60～-70m)に、海水準低下時でも現況と同じ程度の塩分が残留することが示された。また、塩分残留現象は R=1000 以上とすると表現されることが明らかとなった。なお、分配係数を濃度に依存する値として設定し、検証データと比較して設定方法の妥当性を見いだすことを試みたが、現時点では明瞭な成果は得られなかった。



図－4　鉛直方向濃度分布

５．まとめおよび今後の課題

堆積構造地形での塩淡境界挙動を把握する際には、地層の塩分吸着等を考慮する必要があることが明らかとなった。また、この塩分吸着現象は、解析において遅延項を考慮することにより表現可能であることが示された。ただし、塩分の分配係数については不明な点が多いため、今後は分配係数の設定に関する調査検討が必要である。

参考文献

1)興田　他(2003)：沿岸域の地形変化を考慮した塩淡境界挙動モデルの構築,日本地下水学会 2003 年秋季講演要旨,pp.58-63.

2)興田　他(2004)：沿岸域の地形変化を考慮した塩淡境界挙動モデルの構築（その２）,日本地下水学会 2004 年春季講演（投稿中）