海水準変動を考慮した沿岸地域の地下水流動に及ぼす地層構造の影響について

原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 山本修一,吉村公孝,岡本修一 非会員 大久保秀一 大成建設(株) 正会員 〇井尻裕二

1. はじめに

沿岸地域を対象とした高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価においては,長期にわたる地下水流動およ び地下水化学環境を評価することが重要な課題の1つとなっている.一般に,沿岸地域では,内陸側の淡水と 海側の塩水の密度差に起因した密度流が生じ,淡水と塩水の遷移境界(塩淡境界)が形成される.この塩淡境 界は,実地盤においてはガイベン・ヘルツベルグの式で表されるような単純な形状ではなく,核燃料サイクル 開発機構の幌延深地層研究所周辺に見られるように内陸奥部の地下深部に塩水が分布したり,南アメリカのス リナム¹⁾やアメリカのニュージャージー州²⁾の沿岸で見られるように密度の小さい淡水が塩水の下方に分布す るなど,淡水と塩水が非常に複雑な形状で分布している例が数多く報告されている.これは,地層構造の透水 不均質性や海水準変動に起因していると考えられている¹⁾.そこで,本研究では,海水準変動を考慮した密度 流解析により,地層構造の透水不均質性が地下水流動に及ぼす影響について検討を行ったので報告する.

2. 解析条件

(1) 低透水性地層の影響解析

沿岸地域を想定して図1に示すような海岸線 を中央にした2次元鉛直断面を設定した.地形 勾配は,海岸線より内陸側を0.01,海側を0.057 とした.低透水性地層の影響を評価するために, ケース①では地盤の透水係数は1.0×10⁻⁶m/sで 均質とし,ケース②では図1に示すような透水 係数が1.0×10⁻⁸m/sの低透水性地層をモデル化 した.貯留係数は1.0×10⁻⁵/m,縦方向および横 方向の分散長はそれぞれ100mおよび10m,実 流速の算定に必要な有効間隙率は0.2とした. 海水準変動は,13万年周期の変動を考慮し,現 在から9.6万年後に現海水準より120m低下し,



図2 透水係数深度依存性解析モデル

12.6 万年後に現海水準より 5m 上昇し, 13 万年後に現海水準に戻した³⁾. 解析結果の比較検討には,不均質 性の影響を見るために,図1中に示すように海岸線を挟む標高-500mの8つの地点から地表面または海底面 に至るまでの移行経路を求め,安全評価上最も重要となる移行経路上のトラベルタイムを算出した.

(2)透水係数の深度依存性の影響解析

透水係数の深度依存性の影響を見るために,図2に示すように(1)と同じ地形構造中に3層の地層構造をモ デル化した(ケース③).地層A,B,Cの透水係数はそれぞれ1.0×10⁻⁶m/s,1.0×10⁻⁸m/s,1.0×10⁻⁹m/sと した.海成堆積層を想定して初期は塩水で満たされているとして現海水準で降水による塩水の洗出しを行った.

3. 解析結果

低透水性地層がある場合(ケース②)には、表1に示すようにスリナムやニュージャージー州の沿岸で見ら れるような海進期に塩水下方に淡水が分布する現象が再現されている.表中の↓は海岸線を示す.各地点から のトラベルタイムは、海進期には陸側で低透水性地層の影響を受けて均質の場合(ケース①)よりも大きくな るものの、海側ではフィンガリング現象が発生し⁴、密度の小さい淡水が上向きに流れるため小さくなる傾向

キーワード 沿岸地域,密度流,海水準変動,高レベル放射性廃棄物地層処分,安全評価

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設(株)原子力本部 TEL 03-5381-5315

がある(図 3(a)参照).また,海退期には海岸線が沖合まで後退するため,低透水性地層の影響を受けてトラベルタイムが大きくなる傾向が認められる(図 3(b)参照).

透水係数が深度方向に低下する場合(ケース③)には、図4に示すように降水による塩水の洗出しが地下深 部にまで及ばないため地下深部に地下水年代の古い塩水が残存し(図5参照)、塩淡境界近傍の地点2を除い て均質の場合よりも地下水年代が古くなる傾向がある(図6参照).また、図7に示すように陸側および海側 ともに均質の場合(ケース①)よりも塩淡境界から離れるにしたがってトラ

ベルタイムが大きくなる傾向があり,安全評価上有利となることがわかった.

4. まとめ

以上の結果より,沿岸地域では低透水性地層や透水係数の深度依存性など の不均質性と海水準変動に起因して,地下水化学環境として淡水と塩水が非 常に複雑な分布形状を呈し,それに伴い密度差に起因した地下水流動も複雑 となるため,安全評価上重要な移行経路上のトラベルタイムにも大きな影響 を及ぼすことがわかった.したがって,沿岸地域の地下水流動を評価するた めには,透水構造の不均質性の把握が重要で,ボーリング調査等により塩分 濃度分布に異常が見られている場合には,その原因となる不均質な透水構造 の存在が示唆される.今後は,これらの解析により得られた知見を沿岸地域 における調査計画に反映していく予定である.なお,本報告は,経済産業省 からの委託による「地層処分技術調査等」の成果の一部である.

謝辞 貴重な御意見をいただいた東京大学徳永朋祥助教授,解析を手伝っていただいた地層科学研究所細野賢一氏に謝意を表します.

参考文献 1) Groen et al., J. of Hydrology, 234, 1-20, 2000. 2) Hathaway et al., Science, 206, 515-527, 1979. 3) 核燃料サイクル開発機構, JNC TN1400 99-021, 1999. 4) Kooi et al., WWR, 36, 12, 3581-3589.





1.E+05

