幌延地域を事例とした 地質環境の長期安定性に関する研究の これまでの成果および今後の計画

独立行政法人 日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門

地質環境の長期安定性研究検討委員会

第5回(2008年8月29日)

地層処分研究開発に関わる国の報告等

- 岩盤の破断や破砕に伴って卓越した地下水移行経路が形成されることや、岩盤ひずみに起因し地下水の流動特性や水質が変化すること等の影響については、・・・、 設計・施工での対応や処分システム全体の安全性能との関連も踏まえ、その取り扱いを審議する。
- 隆起・沈降・侵食により地下水の流動特性や水質が変化し、廃棄体中に含まれる 放射性廃棄物が漏出し、周辺の地質環境中を移行し易くなること等の影響について は、・・・、設計・施工での対応や処分システム全体の安全性能との関連も踏まえ、そ の取り扱いを審議する。

<u>
概要調査地区選定段階以降の段階</u>で考慮すべき環境要件の検討(原子力安全委員会, 2002, "高 レベル放射性廃棄物処分の概要調査地区選定段階において考慮すべき環境要件について")

地震・地質構造の変形による水文地質学的変化分野,気候変動による水文地質学的変化分野に共通して,水文地質学的変化を生じさせる要因には様々なものがあり,・・・,水文地質学的変化をその原因となる要因から解明することよりも,処分システム領域にどのように影響を与えるかを優先して研究を進めることが必要。
 > 安全規制のために必要な研究課題(総合資源エネルキー調査会原子力安全・保安部会,2003, "高レベル放射性廃棄物処分の安全規制に係る基盤確保に向けて")

地質環境の長期安定性研究検討委員会

1

2



目標・課題 調査の進め方

地質環境の長期安定性研究検討委員会

第5回(2008年8月29日)

5

6

地質環境の長期安定性研究検討委員会

地層処分にとって重要な地質環境の特性とプロセス

	- 移行経路として重要な構造				
地質 ∙地質構造	一対象岩盤の分布と形状				
	一岩盤中の地質学的不均質性				
	一地形/地質・地質構造の時間変化				
地下水の 流動特性	一地下水流動場				
	- 地下水流束分布				
	- 地下水流動場の時間変化				
	一地下水流束分布の時間変化				
地下水の 地球化学特性	地下水の塩分濃度分布				
	<mark>地下水のpH•Eh環境</mark>				
	地下水の水質変化				
	- 移行経路沿いの物質移動場				
物質移動の 遅延効果	- 対象岩盤の化学的遅延能力				
	— コロイド・有機物・微生物の化学影響				

希釈効果	- 帯水層などの分布 - 帯水層などにおける流束分布
地下空洞 周辺の力学 ・水理状態	応力場 岩盤の物理・力学特性 地下空洞への地下水流入量/ガス湧出量 堀削影響領域の分布/物理・力学特性 不連続構造などの分布 応力場の時間変化 岩盤の物理・力学特性の時間変化
地下の 温度環境	- 地温勾配分布 - 岩盤の熱特性 - 岩盤の熱特性の時間変化

※以下の文献に基づき作成

・サイクル機構(2005)高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する知識基盤の構築 平成17年とりまとめ -分冊1 深地層の科学的研究-, JNC TN1400 2005-014.

・原子力機構(2007)幌延深地層研究計画における地上からの調査研究段階(第1段階) 研究成果報告書 分冊「深地層の科学的研究」, JAEA-Research 2007-044.

地質環境の長期安定性研究検討委員会

第5回(2008年8月29日)

7

幌延地域を事例とした地質環境の長期安定性研究 「研究の基本フロー」



地質環境の長期安定性研究検討委員会











海陸分布の変遷



最終氷期における永久凍土層の分布



最終氷期後半の古気候



地質環境の長期安定性研究検討委員会

第5回(2008年8月29日)











数値モデルの設定(1/2)



数値モデルの設定(2/2) 海域:約80 km 陸域:約19 km 审 西 S3-断層 海岸線 S1-断層 S2-断層 利尻島 大曲断層 ∇ 勇知,更別層,第四系 声問層 ŝ 稚内層 増幌層+鬼志別層 古第三系+白亜系 Niizato et al. (in press)による S4-断層 サロベツ断層帯の一部 透水係数(m/s) 間隙率(%) 比貯留係数(1/m) 地質区分 表層(地表より10m程度) 1.0E-06 60 1.0E-05 Depth_Yt 60 1.0E-05 勇知層・更別層・第四系 Rei Depth_Kt 声問層 60 1.0E-05 幌延深地層研究所 Depth_Wk 40 1.0E-05 稚内層 ishir **増幌層+鬼志別層** 5.0E-10 30 1.0E-05 古第三系+白亜系 1.0E-11 20 1.0E-05 Horonobe 断層 1.0E-07 50 1.0E-05 (大曲断層,サロベツ断層帯の一部, S1-~S4-断層) ※表のDepth_Yt,_Kt, および_Wkは, 各層の深度に伴う透水係数の変化を示す 20 km 透水係数 k (m/s), 深度 Z (m) とすると, 上下限を設定した以下の式で示される 地形陰影図は国土地理院(2001)による 解析対象領域 Depth_Yt : log₁₀(k) = -0.0034Z - 8.3665 [上限:1×10⁻⁸ m/s, 下限:1×10⁻¹¹ m/s] 幌延深地層研究所から南南西方向に向かう Depth_Kt : log₁₀(k) = -0.0039Z - 7.5935 [上限:1×10⁻⁷ m/s, 下限:1×10⁻¹¹ m/s] 幅約100 km, 深度5 kmの鉛直2次元断面 Depth_Wk: log,(k) = - 0.0061Z - 5.5626 [上限:1×10⁻⁶ m/s, 下限:1×10⁻¹¹ m/s]

地質環境の長期安定性研究検討委員会

解析ケースと解析条件の設定

解析ケース

- ・地質構造の変化の有無および透水係数の時間変化の 有無により3ケースを設定
- •150万年前から現在までを対象とした解析

解析ケース	Case1	Case2	Case3
海水準変動/涵養量変動 (地形及び地質構造は現在のまま不変)	0	0	0
<地質構造の変化>隆起・沈降/ 侵食・堆積,断層/褶曲の成長 (120万年前以降から60万年前は20万年ごと,60万年 以降は10万年ごとに地質構造を切り替える)	×	0	0
透水係数の時間変化 (150万年前は,現在に比べて1桁高いと仮定)	×	×	0

初期条件

- 1)地下水流動解析:150万年前の海水準と涵養量を 与えた条件で定常解析を実施し、得られた全水頭分 布を初期条件とした
- 2) 地下水中の塩分濃度に関する解析:150万年前に おいて,全領域の塩分濃度を1.0とした(海水の塩分 濃度を1.0として正規化)

地質環境の長期安定性研究検討委員会



解析結果①-1:全水頭の変遷(例)





解析結果①-3:地下水中における塩分濃度の変遷(例;2/2)



解析結果①-4:全水頭及び地下水中の塩分濃度の変遷(例) (70万年前から現在)



解析結果②:粒子追跡法による地下水の滞留時間(例)



地質環境の長期安定性研究検討委員会



ボーリング調査による地下水水質・滞留時間









	`	く現在の取り組みと	
地賞構造の変化・層厚の *** 〇変位は, 鉛直方向のみを仮定, 層厚変化 変化 は仮想値		◆バランス断面法の適用及び 一次元圧密解析による検討	
埋没による間隙率の変化・・・・○仮想値 に伴う透水係数の変化		◆地形発達史の検討(及び地 形変化シミュレーション)	
地形変化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		◆地下施設周辺の地質環境 データを参照し、数値モデル を更新	
水理地賞構造に関わる数・・・・○多孔質媒体とみなし,割れ目帯や透水異 値モデル 方性は考慮していない		 モダンアナログに関する表 水理及び花粉データベースの構築 地下水水質の形成プロセス 	
涵養量の変動 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 〇海水準変動(気温)と線形関係にあると単 純化(補足説明資料参照)			
地下水中の塩分濃度の ・・・・・ 〇降水による希釈のみを考慮。 続成作用に 変化 伴う鉱物反応によって放出される流体は		の検討(海水の熟成, 珪藻 石の生物化学的熟成など)	
考慮せず		◆密度を考慮した解析の計算	
地下水の滞留時間 ・・・・・・・・ 〇密度を考慮しない移流分散解析で得られ た地下水流速により粒子追跡計算を実施)	時間を短縮する于法の検許 など	

課題に対する現在の取り組みの例(1/2) 幌延深地層研究所付近の断層・褶曲の分布



課題に対する現在の取り組みの例(2/2) 将来の涵養量推定のための基本フロー









海陸分布の変遷





地質環境の長期安定性研究検討委員会