

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会
地層処分技術WG 第6回会合

日時 平成26年2月24日（月）17：59～19：11

場所 経済産業省 本館17階 第1共用会議室

議題 (1) 地質環境の長期安定性の確認事項

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

定刻前でございますが、皆様おそろいですので、ただいまから第6回の地層処分技術ワーキンググループを開催したいと思います。本日も夜分の開催になりまして、誠に申しわけありませんが、こうしてお集まりいただきましたことに感謝申し上げます。

それでは、まず、事務局より資料の確認をさせていただきます。本日の資料は、議事次第、委員名簿、NUMOからご提出いただいている地質環境の長期安定性に関する確認事項（資料1）でございます。この資料については、第4回、第5回のワーキンググループでご審議いただいたものを取りまとめているものです。本日の審議で御確認いただいて、よろしければ、これまでの資料と同様に、専門家から意見の公募を行うという手続きに入りたいと思います。

また、本日の資料の長期安定性に関する確認事項の補足資料を、参考としてつけさせていただきますので、ご確認いただければと思います。

なお、これまでのワーキンググループの各種資料は、卓上のドッチファイルに閉じさせていただいておりますので、審議のお役に立てていただければというふうに思います。

次に、出席委員の確認についてでございますが、小峯委員が本日欠席でございます。

それでは、以後の進行を杵山委員長にお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

○杵山委員長

杵山でございます。よろしくお願ひ致します。

それでは、お手元の議事次第に従って進めてまいります。本日の会議は、18時から20時の予定でございます。

本日の議題は、地質環境の長期安定性に関する確認事項です。これまで審議してきました長期安定性に対する基本的な考え方や対応方針について、不足している点や誤認等、修正すべき点を具体的に示していただければと思います。委員各位のご協力をどうぞよろしくお願いいたします。

早速、議事を開始したいと思います。それでは、資料1を用いて、NUMOからご説明をお願いします。

○武田原子力発電環境整備機構理事

NUMOの武田でございます。よろしく申し上げます。

それでは、資料1についてご説明いたします。

まず、1ページでございます。この資料につきましては、今お話がありましたように、これまでの審議における確認事項を示しております、それについてご報告いたします。

なお、審議の際にいただきました委員のご意見を反映しまして、考え方を一部、追加しております。内容は、回避が必要となる天然現象、その対応方針、それから調査の方針、最後に信頼性向上に向けた取り組みでございます。

一番下の注意書きでございますが、このワーキンググループは長期的な安定性についての検討でございますので、操業期間における天然現象の影響については、本検討の範囲外とさせていただいております。

次の2ページでございます。これも、前回もお示した図でございます。第3回、第4回、第5回、それぞれの色分けをしております。第3回では、好ましい地質環境特性について、第4回では、長期安定性の影響要因と対応方針について、第5回では、その調査方針を示してまいりました。

次の3ページでございます。この表も、これまで示してきました内容についてまとめたものがありますが、議論を踏まえまして、目安として数字などを記載しております。好ましい地質環境特性と目安、項目を分けております。

繰り返しになりますが確認の意味で簡単に申し上げますと、熱環境については、地温が低いこと。力学については、岩盤の変形が著しくないこと。水理場、地下水の流れが緩慢であること。化学場、極端に低い、あるいは高いpHでないこと。さらには、酸化性の雰囲気ではないこと。炭酸化学種濃度が高くないこと。目安として、ここにある数字でございます。

次の4ページでございます。熱環境の観点からは、回避の必要性がある事象として、地熱活動を抽出しております。

次の5ページでございます。力学の場においては、回避が必要な事象としては、処分深度に達する断層のずれを抽出いたしました。

次の6ページでございます。水理場の観点からは、回避が必要な影響要因としては、断層のずれに伴う透水性の増加を抽出しております。

次の7ページの化学場におきましては、回避が必要な事象として、火山性熱水や深部流体の移動・流入を抽出しております。また、地形などの条件によっては酸化性地表水の流入、断層のずれに伴う透水性の増加も回避が必要になると思われま

次の8ページでございます。物理的隔離機能の喪失に関しましては、ここにあります2つが必要となります。マグマの処分場への直撃と地表への噴出、これを回避すること。もう一つは、著しい隆起・侵食作用に伴う処分場の地表への著しい接近、これを回避することでございます。

次の9ページでございます。まとめております。これも、何回か示した図でございます。これらを整理いたしまして、回避すべき事象として、天然事象、3つ挙げております。火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・侵食。ただし、気候・海水準変動につきましては、隆起・侵食と関連させて議論する必要があると思われまます。

次の10ページでございます。段階的な調査における対応方針。この内容につきましては、これまでの議論を踏まえまして、追加、表示しております。

段階的な調査は、基本的に3つの段階であるということを前回申し上げました。それに加えて事前確認、これが必要だというふうに考えております。事前確認といたしましては、対象地域ごとに、全国規模で体系的にデータが整備されている文献に基づきまして、地層処分に明らかに適さない天然事象、この有無を確認して、文献調査の対象とするかを判断いたします。

次の文献調査の段階におきましては、文献情報に基づきまして、広域スケールを対象として、地層の著しい変動の記録などを確認いたします。将来の影響が明らか場合は、最近の地質時代において活動の履歴のある火山、断層の分布箇所と、その影響範囲、そして、著しい侵食が想定される地域を回避いたします。将来の影響が明らかではない場合、これは、次の段階で判断することといたします。

次の、その下の概要調査の段階でございますが、この段階におきましては、主として処分場スケールと広域スケールを対象といたしまして現地調査を行います。それによって過去の活動履歴の確認を行いまして、さらに、将来の影響についても評価いたします。将来の影響が明らか場合は、火山、断層の分布箇所とその影響範囲及び将来の影響範囲、また、著しい侵食が想定される地域等を回避いたします。著しい影響が想定される範囲は、原則として、この段階までに確認して回避することといたします。

右の、将来の影響の評価が必要な場合として、現象が顕在化した場合や複合的な現象を想定しまして、安全性への影響を評価し、回避の必要性及び工学的対策を検討いたします。その際、不確実性が大きい場合は、保守性の観点から回避する可能性もあろうかと思います。

次の精密調査の段階におきましては、新たな情報が得られた場合、必要に応じて、著しい影響の範囲を回避するなどの措置が必要かと思われまます。

次の11ページは、天然現象の調査方針を記しております。

まず、日本列島周辺のプレートシステムについて、一番下の「NUMOの考え方」でございま

すが、日本列島周辺のプレートシステム、これは1,500万年前ごろまでに配置や運動様式が形成されて、現在に至っており、海洋プレートの運動方向につきましては、太平洋プレートが250万年前から、フィリピン海プレートは150万年前から変化がないと言えるかと思えます。そして、将来、10万年程度であれば、現在の地殻変動の傾向や火山活動の場が今後も維持されると考えられます。

なお、プレートシステムの転換につきましては、今後も科学的な研究を継続的に進めて、将来予測に関する信頼性を向上させていく必要があると思われます。

次の12ページは、火山・火成現象について記しております。この中で、マグマの貫入・噴出及び地熱活動については、基本的にこれまでの議論と同じでございまして、1カ所だけ追加した部分があります。

同じ部分、最初のほう、マグマの成因と火山の分布、この中では、前弧側とか背弧側、それぞれどういう特徴を持っているかということ。さらに、2つ目の丸、回避の対象となる範囲、火山の分布の範囲ですとか地熱勾配、さらには熱水のpH、これは前回までの内容と同じでございます。

次の、将来のマグマの貫入・噴出の場の評価方法、これにつきましては、追加したものとしたしまして2つ目のポツで、現在地殻内の温度が低い領域においては、近い将来にマグマが発生する可能性は低いと考えられると、これは追加しております。さらに、次も追加しております。なお、新たにマグマが発生・上昇・噴火する可能性を検討する際には、マントル内の熱対流の評価技術などの整備を進めていく、これが必要かと思われます。

次の13ページでございます。段階的な調査地区の絞り込み、これも前回の資料に若干手を入れておりまして、考え方をこういう形にまとめております。

まず、事前確認といたしましては、最近の地質時代において活動した火山がある場所から15km程度の範囲を、文献調査の対象地域から除くということがあろうかと思えます。

次の文献調査の段階では、事前確認の結果に加えまして、火山の有無とか影響範囲、さらには高温異常域、熱水やガス噴出の分布範囲について調査・評価をしまして、将来の影響が想定される範囲を回避する必要があると思えます。その評価が難しい場合は、次の段階で回避の必要性を判断することになろうかと思えます。

次の概要調査の段階におきましては、現地調査によって、火山の活動の痕跡の有無、さらには高温異常域、また熱水やガス噴出の分布範囲を確認して回避いたします。例えば、ボーリング調査に基づいて地温勾配の分布を確認して、勾配が10°C/100mを超える範囲、あるいはpHが低い地下水が分布する範囲、これらを回避する必要があると思えます。

将来の火山活動につきましては、火山活動の規則性やマンテル内の熱対流評価などに基づいて推定して、著しい影響が及ぶ範囲が高いと考えられる範囲を回避する必要があると思われま

す。次の精密調査の段階におきましては、新たな情報が得られた場合、必要に応じて著しい影響の範囲を回避いたします。

次の14ページでございます。深部流体などの非火山性熱水の湧出について、知見をまとめていますが、これは前回の資料と同じでございます。非火山性熱水の起源について、さらには、深部流体などの流出には偏在性があるということ。さらには、化学的な影響の範囲、それについては地下水の同位体成分の分析などが必要であることなどが言えるかと思ひます。

事前確認といたしまして、深部流体が流出する場所を確認することなどが考えられると思ひます。

次の文献調査の段階では、地域ごとに深部流体などの非火山性熱水の流出箇所の分布について確認し、将来の影響が想定される範囲を回避する必要があります。

次の概要調査の段階におきましては、実際の調査によって、地温勾配が $10^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ を超える範囲とか、pHが低い地下水が分布する範囲、さらには、地下水の炭酸化学種濃度が $0.5\text{mol}/\text{dm}^3$ を超える範囲、これらを回避することが考えられます。

次の精密調査の段階におきましても、もし新たな情報が得られた場合、必要に応じて、それらの影響の範囲を回避する措置が必要かと思ひます。

次の15ページでございます。地震・断層活動に関する知見のまとめでございます。これも、基本的には前回と同じでございます。繰り返し活動し、変位の規模の大きい断層の分布と継続性、さらには次の影響範囲、目安として、破碎帯の幅として断層長さの $1/100$ 程度が考えられるということ。次の断層活動の進展・分岐、これらも、これらの発生する可能性のある領域は回避することとか、また、変形帯、あるいは活褶曲・活撓曲についても、影響が著しい場合は、回避することの検討が必要かと思ひます。

次の16ページは、段階的な調査地区の絞り込みについて記してあります。

事前確認といたしましては、最近の地質時代において活動した断層活動がある場所から、断層長さの $1/100$ 程度の範囲を対象地域から除外することが考えられます。

次の文献調査の段階におきましては、断層の分布、あるいはその破碎帯の幅、これらを調査いたしまして、将来の影響が想定される範囲を回避することが考えられます。変位規模が小さい断層とか、地表の痕跡が不明瞭である断層、さらには伏在断層、あるいは地質断層、これら影響の評価が難しい断層については、次の段階で、情報がさらに増えてきた段階で、回避の必要性を判断することになるかと思ひます。

次の概要調査の段階におきましては、断層の分布については、現地調査によって断層の活動の痕跡の有無を確認し、その影響範囲を回避することになると思います。

断層の活動性の確認においては、上載地層法を基本として評価をいたします。その方法が適用できない場合は、破碎帯の組織構造などに基づいて、活動性を評価することになるかと思えます。

先ほどありました、変位規模が小さい断層であるとか、伏在断層、地質断層などについては、調査結果に基づいて、影響が顕在化したことを想定して安全性の評価を実施し、回避が必要か、あるいは工学的対策によって対応が可能なのかどうかを総合的に判断いたします。

精密調査の段階におきましては、もし地下調査施設で断層などに遭遇した場合、その性状に応じて、回避の必要性や工学的対策について検討することになると思えます。

次の17ページでございます。隆起・侵食について記してあります。回避の観点からは侵食が非常に重要であると考えられますので、これまでの議論を踏まえて内容を補強しております。

侵食作用についての話でございますが、侵食の強さ、これは隆起による侵食基準面からの比高の増加や、あるいは、その氷期・間氷期に対応した降水量の増減、あるいは、海面の上下変動によってその強さが変化いたします。

侵食の形式にはいろいろありますけれども、この中でも特に河川による下刻、これが最も厳しく、主要な対象とすべき形式であると考えられます。河川による下刻は、侵食基準面に向かって進むと思えます。

4つ目のポツになりますが、また、地形条件などによっては、マスムーブメントによって大きく侵食が進む場合もあると考えられます。

将来の侵食量の予測でございますが、将来の侵食量の推定に関しては、もし侵食量を直接評価することが難しい場合は、隆起量と侵食量が等しいと仮定するなど、保守的に侵食基準面と同じ高さまで下刻すると仮定して侵食量を見積もる方法が考えられます。

また、侵食基準面となる海水面は、将来、気候変動によって変化すると考えられますので、将来の侵食量の予測では、海水準変動を推定しまして、地形面と侵食基準面の比高から、侵食量の時間的な変化を積算して評価する方法が考えられます。

なお、その不確実性が高い場合は、海面が最も低下した状態を想定して、侵食量を保守的に評価することが考えられます。また、沖積層の基底深度の情報も、侵食量を推定する際の目安になると考えられます。

次の18ページでございますが、事前確認といたしまして、侵食量が300m/10万年を超える可能性がある範囲を確認することが考えられます。

文献調査の段階といたしましては、内陸の隆起性山地、目安として、隆起量が300m/10万年を超える地域とか、隆起が顕著な沿岸部、海面低下量と合わせた大きな侵食量が見込まれる地域、目安として、隆起と海面低下に伴う侵食量が300m/10万年を超える地域が、回避の対象と考えられます。

次の概要調査の段階におきましては、基準地形面の調査や侵食堆積物の調査などの現地調査に基づきまして隆起量を評価し、さらに海水準変動を考慮して、将来の侵食量を評価いたします。そして、処分施設の設置深度を設定して、工学的な実現可能性も評価した上で、著しい影響が想定される範囲を回避いたします。

次の精密調査の段階におきましても、もし新たな情報が得られた場合には、必要に応じて、影響の範囲を回避いたします。

次の19ページでございます。信頼性向上に向けた取り組み。これも前回までの資料と同じでございます。

今後、こういう内容に取り組むに当たりまして、NUMOがリーダーシップを発揮しつつ、関係者、関係機関の協力をいただきながら、これらに取り組んでいきたいと考えているところでございます。説明は、以上でございます。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、今説明していただきました長期安定性に関する確認事項につきまして、ご意見がある方は、ネームプレートを立ててお願いしたいと思います。

○長田委員

2点確認させていただきたいのですが、1つは、6ページのところにある、地下水流動経路の変化に対して、断層のずれに伴う透水性の増加というのも挙げられているのですが、それに関する記述が後半部分に余りなかったような気がしますが、この取り扱いをどうされているのかという点を確認させてください。

○武田原子力発電環境整備機構理事

ページで申し上げますと、15ページ、16ページになろうかと思いますが、この透水性の増加、が問題になるのはあくまで地上に到達するような大きな断層と考えられますので、15ページで言いますと1つ目の丸、繰り返し活動し、変位の規模が大きい断層、これがその内容というふうに考えております。

○長田委員

直接的には、透水性は評価しないで、ずれの大きさだけを見て評価するというふうに考えてよ

ろしいでしょうか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

まず、ここでのテーマが回避する断層ということですので、回避すべき断層はどのようなものかという観点で、ここは取り扱っております。

それで、回避する必要のない規模の断層があった場合、これは、実際その水理特性などを調べ、それで全体の安全性から最終的に評価して判断するということになるかと思います。

○長田委員

実際の場面では、本当に透水性そのものを把握して、という形にはならない。そこはなかなか難しいなと思っているのですけれども、断層のずれまでは、その断層の規模がわかると推定できるかもしれないけれども、ずれに伴ってどのくらい透水性が増加するかというのを定量的に示すのは今の段階では非常に難しいというふうに思っているんですが、そういう認識でよろしいでしょうか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

そうですね、これは、回避する場合は、回避するものと、あるいはその処分スケールの中で必ずしも回避しなくてもいい断層があった場合、まず、その流動場の評価をすることになると思いますので、そのときに、例えば断層部分をボーリング孔で貫いて、その透水係数を把握するような調査は可能だと思います。

○長田委員

わかりました。基本的には、現在の場を評価してというご判断かというふうに解釈いたします。

もう一点、よろしいでしょうか。最初の温度のところ、要は初期の地温が60℃程度、これは前にも議論した話ですけれども、建設可能性のようなことを考えたときに、地温が60℃のところ、実際に掘削作業をするというのは、かなり厳しい条件ではないかなというふうに思いますが、それについてはどのようにお考えでしょうか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

実際は、坑道の中での換気をいたしますので、60℃の環境の中で働くということにはならないと思います。

○長田委員

そこは、ある意味工学技術的なところでカバーして、建設ができる範囲まで何とか落として作業をするというお考えかというふうに解釈いたします。

以上です。ありがとうございました。

○朽山委員長

それでは、遠田委員。

○遠田委員

11ページの「NUMOの考え方」というのを、今回の一連の委員会で初めて見ましたけれども、これは学術的に誤りだと思えます。諸説あっていいと思えますが、フェアにレビューされていないというふうに思えます。プレートについて、10Ma以降、ずっと同じ配置で、同じ運動様式が続くという、これは明らかに誤解を生じさせます。

最近のいろんな論文を、恐らくちゃんとレビューされていないのではないかと思っています。例えば、瀬野先生も90年代の論文で示されていたと思えますけれども、フィリピン海プレートのオイラーポール自体、5Ma、6Maにジャンプしています。その辺も全然考慮に入っていない。

活断層の運動開始時期というのがいろいろ議論されていますけれども、東北地方ですと2Ma、3Ma以降ですし、それから六甲変動、西日本だと0.5Ma以降など。場所によっていろいろ違いますが、明らかに、15Maとか10Maとか、それ以降ずっと同じような動きをしているわけではない。横ずれ断層もインバージョン（すべりセンスの反転：左横ずれから右横ずれへなど）したりしています。

要は、このままこういうものが表に出してしまうと非常にまずいというふうに思えます。NUMOとしての考え方を示すのはいいとは思いますが、学術的にフェアに見るならば、違う考えもある。そのうえで、少なくとも将来100万年単位ぐらいで見ればある程度は外挿できる、という表現であればいいと思えます。

○武田原子力発電環境整備機構理事

ありがとうございます。コメントを受けまして、そういう形で修正していきたいと思えます。より正確な表現にしたいと思います。

○朽山委員長

よろしいですか。そのところは、今、遠田委員がおっしゃったような形で、きちんと正確に表現し直せばよろしいということでしょうか。

それでは、宇都委員。

○宇都委員

12ページの下から2つ目のポツの部分で新たに追加されたところ、若干、事実誤認があるかと思えます。というのは、マグマが発生するのは、多くの場合はマントルの中からです。ですから、地殻の温度が低くても、マントルの中でマグマが発生すれば、マグマが地表に出てくるということは十分可能なわけですから、可能性が高くはないですけれども、低いとまで言えるか。高い低いというのは、ある程度の問題ですが、ちょっと言い切れないのではないかと。

というのは、この参考資料1の47ページの右側に、日本列島の地温勾配と活火山の分布が書いてある図があると思いますが、このブルーで書いてある部分は、一番地温勾配の低い部分ですが山陰地方、山口県と島根県の境に、赤い三角があります。これは津和野とか阿武とか言われる第四期火山の分布地域を示しているのですが、明らかにここでは地温勾配が低い、つまり、青色で書いてあるにもかかわらず、最近1万年以内に活火山として認定されている火山があるということです。ですから、この事実と、この12ページに書かれたことは矛盾します。確かに可能性が高いとは言えないですが、実際には、マントルの中でマグマが発生してしまえば地殻の中が冷たくとも上がってくることができますので、この部分は削除されたほうがいいと思います。

○武田原子力発電環境整備機構理事

ありがとうございます。そのようにしたいと思います。

○朽山委員長

それでは、そのようにさせていただきたいと思います。それでは、田所委員。

○田所委員

2点あります。まず1点目は、これは確認ですけれども、資料1の16ページになりますが、前回のこのワーキングでの私のコメントに対する回答では、回避すべきような断層というのは文献調査の段階で大体わかるというような見解が示されたと思いますが、今回は少し変わっていて、例えば概要調査や精密調査においても、場合によっては回避が必要だし、場合によっては工学的対策で何とかするというので、この2つの段階でも回避が必要な場合もあり得るというふうに書かれているわけですね。ということは、前回の見解というのは訂正なさるということでしょうか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

そうでございます。先生方のご意見を踏まえまして、そのように修正いたしました。

○田所委員

もう一点ありますけれども、19ページの断層活動の枠が3行ありますが、一番最初の未成熟な活断層の調査手法というところに関してなんですけれども、そもそもここに書かれている「信頼性向上」という意味は、例えば、今ある調査方法のみではまだまだ不十分な場合もあるから、今後、信頼性を高めるために調査方法の研究なりも進めていくという、ことなのでしょうか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

このページの一番上にありますように、トータルとして見た場合、天然現象を回避するための技術は、基本的には整備されていると考えております。これは、基本的にとという意味は、現在まだ場所が特定されているわけではありませぬので、一般論としてという意味でございます。

実際は、場所が特定された場合、その地域に合った、あるいはその地域の特徴を踏まえた調査手法なりを、つくっていく必要があると思いますし、あと、現時点におきましても、基本的には整備されていると言いつつも、まだまだ現実的に活断層問題というのはこの分野以外にもあることと、現実的にもいろんな大学の先生方も研究されているわけですので、そういうものについては大いにやっていくべきと、そういうふうに考えております。

○田所委員

次に参考資料1の100ページですけれども、これは前回の繰り返しになるかもしれませんが、大事なことなので申し上げます。信頼性向上に向けた取り組みの中に、「反射法地震探査やボーリング調査、トレンチ調査などを組み合わせると断層を特定できる」というような書きぶりになっていますけれども、傾斜が急な断層は反射法では見つけにくいという問題もあります。ボーリング調査、トレンチ調査は、どれくらい密に調べるかということによっても、見落としもあり得るでしょうから、こういった、反射法、あるいはボーリング、トレンチ調査なども、今後技術の水準を上げていくということも必要だと思しますので、そのあたりは少し頭に入れておいていただければなと思います。

これはコメントですので、回答は結構です。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、丸井委員。

○丸井委員

ありがとうございます。長田委員がご質問された断層のことについて、私の理解が合っているかどうかということも含めて、ちょっと教えていただきたいのですけれども、6ページの地下水流動変化のところ、回避しなければいけない、あるいは回避の必要性がある地下水流動に関する項目として、断層のずれに伴う透水性の増加というのがございまして、参考資料1の89ページを見ますと、前回までのご説明の中では、地下水流動の観点から見た場合には、広域の地下水流動スケールにおいて断層の透水性が変化した場合に、その地下水流動を変化させるようなものを対象とする、だから断層によって透水性が上がることを回避するんだというふうな説明をされていたかと思うんですね。

ですから、力学場における断層の回避の観点と、地下水流動場における断層の回避の観点がちょっと違っている。違っているのが当然だろうなとは思っていたのですが、もっと極端に言う、広域地下水流動から見て、例えばジャストポイントの地下水流動が及ぶ範囲に透水性を上げるような断層があった場合には回避する。広い範囲で地下水流動から見た場合には、断層の透

水性を把握する必要があるのではないかと私は思っていたのですが、そういった考え方でよろしいでしょうか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

厳密に見ますと、水理の観点と力学の観点で、違ってくると思っております。そういう意味で、そこをしっかりと分けて議論すべきなのかもしれませんが、現時点で、まだかなり一般的な議論ということですので、あえてそこは、規模の大きい、しかも繰り返し活動する、いわば大きい断層だということで、一まとめにさせて議論しているところがあるかと思えます。具体的な話として、今、丸井さんが言われたとおりでと思います。

○朽山委員長

よろしいでしょうか。この表現の仕方が、やっぱりなかなかわかりにくいところがあるのかと思いますけれども、丸井委員のほうから何かそのご提案とかありますでしょうか。

○丸井委員

私としては、地下水流動に影響を与えるような透水係数が増える断層は回避すべきということで、地下水の流動範囲とか流域とかという、ちょっと広い視野で見ただけだとありがたいということでございまして、文言を変えるとかどうかではなくて、自分の理解が間違っていないかばいいと思っております。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、引き続きまして、遠藤委員。

○遠藤委員

ありがとうございます。私は、隆起・侵食について、今回大分詳しく記述されまして、隆起・侵食、それから海水準変動との絡み合いが、かなりイメージが持てるようになったかなということで、結構かと思えます。基本的にはそういうことなのですが、幾つかちょっと気になる表現があるものですから、少し指摘させていただきたいと思えます。

17ページ、最初の丸で、侵食に関連する現象の2つ目のポツですね。侵食の形式が最初のほうに5つぐらい並んでいて、「このうち」というところですが、確かに河川による侵食は最もこの中で重視されていいと思うのですが、「局部的現象である線的侵食、なかでも」という、その「局部的」というところがちょっと引っかかるところがあります。あまりこだわる必要のない言葉かなと思いますけれども、河川による侵食は流域全体に及ぶものですから、確かに線的ではあるのですが、「局部的」と言っているかどうかは、ちょっと疑問です。ここのはむしろ、例えば、「線的に進行する河川による下刻作用が最も」というような表現で、さらっと言

ったほうがよろしいのではないかなという印象を受けます。

それから、もう一つ、海食ですけれども、波浪侵食による海食崖の後退というのも、かなり広い範囲で起こる可能性のある現象かと思うので、あわせて、そういうものも、河川による侵食と並べておかれるといいのではないかなという気がいたしました。これは、お考えいただければと思います。

それから、次の18ページで、概要調査の段階でというところで「侵食堆積物の調査など」という表現がございます。その次の19ページ、下から2つ目のコマのところで「侵食堆積物の年代測定」という表現がございます。ちょっと、ここはわかりにくいと思います。

「侵食堆積物」という、ここをどういうふうにかえられているのかというのをちょっとお伺いしたいのですが、19ページのほうで言いますと、「侵食堆積物の年代測定などに基づく」とあります。これは、隆起量、侵食量をいかに求めるかということにかかわった年代測定が必要であるということですから、侵食だけじゃなくて、堆積物全般についての年代測定を進めなければいけないということになります。両面やらないといけないわけですから、19ページの場合は、「堆積物の年代測定」だけでいいのではないかなと思います。「侵食堆積物」という、あえてここで使われている意味合いについて、ちょっとご説明いただければと思います。

○武田原子力発電環境整備機構理事

そのように訂正していきたいと思います。

○朽山委員長

ありがとうございます。

18ページはどうでしょうか。

○遠藤委員

18ページのほうも同じであります。

○武田原子力発電環境整備機構理事

これも、「堆積物」だけでよろしいでしょうか。

○遠藤委員

はい。

○武田原子力発電環境整備機構理事

では、そのようにしたいと思います。

○遠藤委員

あるいは、「侵食や堆積物の調査」というふうにしてもいいと思います。

それから、もう一点、よろしいでしょうか。私も大分、海面低下ということを強調しまして、

それが侵食につながるということを申し上げたのですけれども、その反面で、海面が上昇しているときの問題がちょっと、相対的に薄れてしまったという印象があります。

その点はいろいろ対応ができる問題だと思いますけれども、例えば、最近の考え方で言うと、過去10万年間に最大ですと10mぐらい上がるというような考えがかなり出てきましたので、10mとなると陸地の中に相当広い範囲で海が浸入する、いわゆる海浸です。かつての縄文海浸の再来みたいなことが、起こり得るわけです。

この点は水理場のほうにも非常に関係してくる問題で、塩淡水境界の問題とか影響は大きいので、全く触れないのもどうかという気がするのですね。ですから、水理場のほうで触れられるのもいいかと思えますけれども、どこかで言及されたほうがいいのではないかなという気がいたします。

○朽山委員長

今は、避けるべきところとか、そういうことを考えていますから、評価のところの話がまだ余り入ってはいない。当然、おっしゃるようなことは、実際の評価のところでは入ってくる話だということでご了解いただければと思います。

それでは、今のご指摘で、波浪侵食の話と、それから侵食や堆積物のところと、そういうようなのを排除ということで、よろしゅうございますか。

それでは、徳永委員。

○徳永委員

ありがとうございます。今日の議論についてですが、2ページに書かれていますように、主に天然現象に関する考え方について議論するということだと理解しますので、前回まで何回か申し上げていたような工学的な対処については、ここでは主要な議題ではないという理解にします。

その上で、何人かの委員の方がおっしゃっていましたが、回避をしないという取り扱いをして場所の議論をしていったときには、やはり工学的な対処とかもあわせて、トータルなシステムとしての評価ということに関する議論がどうなされていて、そういう観点から見ても、地層処分という技術がやはり依然として、技術、科学的に適切なことであるというようなことは、どこかで議論をすることが、地層処分が受け入れられる方法ですということを言うためには必要なのだろうということを申し上げておきます。

天然現象に関する調査という観点から、1つだけ申し上げたいことがございます。14ページのところですが、非火山性熱水とか深部流体とかと言われている話でございます。ここの知見のまとめのところは、さまざまなものが報告されているという形の書き方なので問題がないのかもしれないですが、例えば「石油・天然ガス地帯における熱水」は具体的にどのようなものであるかと

というのは余りよくわからないというところもございますし、それから、地殻熱流量による加熱と、崩壊熱による加熱というのを分けて書いていらっしゃるんですが、崩壊熱による加熱は、地殻熱流量の原因の一つであって、その整理が十分でないような気がします。

深部流体とか非火山性熱水というのは、今サイエンスの分野でも議論されている内容だと思いますので、その辺をきちっと見ておかれるということをしていただければというか、そういう段階なのかなという気もしますので、そのあたりの取り扱いは、ぜひご検討ください。

それから、2つ目のところで、「過熱や流出のメカニズムを考慮すると、偏在性がある」というのは、我々の理解の段階を超えたところの記述まで踏み込んでいるような気がしていて、非火山性熱水や深部流体の流出というのは偏在性があるということは、観測事実としてはそうだと思うのですが、それが本当にメカニズムを考慮してきちっと我々がよくわかっているかという、そうでない部分もあるというあたりは、私たちの実力の限界もちゃんと認識しておくということが必要なのかなという気がします。

そういう観点から言うと、例えば文献調査の段階、概要調査の段階で「影響が想定される範囲を回避し」というふうに書かれていますが、これをどういうふうに具体的にやられるのかとか、その考え方が今どうなっているのかなんていうようなことについては、ぜひ今後、NUMOさんの考え方を、技術文書等で示していただけて、信頼性を高めていくというような努力をしていただければいいかなというふうに思います。以上です。

○朽山委員長

今の、その知見のまとめのところの文章の書き方、どういうふうに書いたらいいかを具体的に提案していただけると。中身としては、こういうことを述べたいということでやっているのですが、今、徳永委員がおっしゃったように、書き方に整合性がとれていないとか、そういうところからはどういうふうにすればいいか、ちょっとご提案いただければと思うのですが。

○徳永委員

今すぐよい言葉を選べと言われても、なかなか考えられないのですが、ただ、あまり成因とかメカニズムとか、そういうところまで踏み込んで書かれなくても、事実として、非火山性であるとか、スラブ由来であるとか、そういう流体が地表近くまで上がってくるという現象が観測されており、それが偏在しているというのが我々の今の理解で、純粋なサイエンスの人たちも、そういうことについて今検討や議論しているところなので、そういうところの知見を積極的に取り込んでいくというような立ち位置、立場であるというのが比較的僕は正しいスタンスかなという気がしています。ただ、偏在しているということも事実なので、そういうところの観測をきちっとしていくということが、地層処分にかかわる方法としてはあり得ると、そんなことかなというふ

うに思っています。

○朽山委員長

ありがとうございます。それでよろしいですか。それでは、続きまして渡部委員。

○渡部委員

3つほど、確認させてください。

まず、先ほど遠田委員からもご指摘があったプレートシステムのページですが、このページ、11ページが今回表に出た理由というのをもうちょっと明白にお書きにならないと、何か座りが悪いなという気がいたします。

このページが存在することは、私は非常によろしい、必要だと思っていまして、その理由というのは、後ほどの考え方とところで触れられているのですが、火山、それから断層、隆起・侵食、全ての地表周辺の変動現象というのが、現在までのプレートシステムが将来変わらないという大前提に立っているわけであって、それについて明日、がらっと、変わってしまうと、今持っている知識とか手段は検証されないことになる。がゆえに、全ての今後の、この次に続くものを成立させるとか説得力を上げるために、この点について一定の判断をしてあるという必要があると思うのですね。

その判断をしてある根拠のところ記述が非常に不正確だというご指摘は受けたわけですが、結論として、この場でも私自身も否定し切れないのは、将来10万年程度であれば、明らかなテクトニクスの変動に関する変化が起こらない、起こるとは言えないだろうなという点は、論証はできないけれども、誰も変わるぞと言っていないのも事実という、その部分は説明はしていないのですけれども、問題意識があるということをNUMOさんが初めて明確にされたということだと思います。

2つ目は、深部流体等の非火山性のところでございます。14ページになりますが、これも既にご指摘があったとおり、熱の影響を問題にしているのか、反応性の化学種を問題にしているのかというところかどうか、それが混在しています。青囲みの知見のまとめの最初の2点は、組成に関係なく加熱されていることを問題にしています。その次の、石油堆積盆地で、非常に古い海水起源の地下水が、そのままずっと数万年、数十万年、数百万年残されているような、濃縮された塩分濃度の濃い岩水、それから、スラブ起源の深くから上がってくるような炭酸種の多いような反応性の高い熱水については、温度は問題にしません。

ですので、温度のことは扱っているもので、ここは加熱効果は一切書く必要はない。一切かどうかはわかりませんが、もう既に扱っているはずなので、反応性という意味で整理されると、わかりやすいと思います。

それで、偏在性ですが、これは本当に偏在しているのかあるいは我々が得ている知識が偏在しているだけなのかというのは、ちょっと議論が必要でありまして、特にスラブ起源の深部流体の場合は、地表に上がってくる通路が必要なので、そういう意味では、通路になるような透水性の高い非常に深い割れ目、構造線とか断層というものが偏在している、あるいは、その付近に地表で認知されているということになります。

ですので、もうちょっと突き詰めて言えば、処分深度で、将来そこに、数百万年たまっているスラブ起源の反応性の高い水が存在しているかもしれない。地表では見つかっていないけれども。という意味では、引き続き調査が必要という、そういう流れになるかと思います。

それで、3つ目は、もう遠藤先生がおっしゃったところですが、18ページ、隆起・侵食です。今回、非常にまとめていただいたので、イメージが私もしっかりしたのですが、その結果、やっぱりちょっと落ち着かないところがはっきりしてきまして、それは、表現上は300m/10万年、これは過去10万年当たり300mを超えるような場所は危険だなと思うということですが、これが、過去10万年間に最大300m侵食されたということなのか、あるいは、10万年前から現在までの間に結果的に300m削れていたのか。つまり、500m削れて200mたまって、結果的に言えば300mということになります。それがそれなのか、あるいは、最終氷期の侵食作用の痕跡を見ているのか。あらゆることを全部入れていると思うのです。ということは、つまり、海水準変動による侵食の影響と、そのテクトニックな地殻の隆起による侵食というのを混在させているのではないかと思います。過去10万年という数字の意図によりますけれども。

ですので、海水準変動によるものは、先ほどご指摘が続いたように、海岸の場合、150mぐらいはデファクトであるものと考えられるということですが、それに加えて、ある地域の構造的な隆起傾向はどうかということも知らなくてはいけない。でも、現在得られるのはそのトータルの結果の比高の違いしかなくて、侵食量もダイレクトには出ないということをちょっと整理されて10万年の平均侵食量、あるいは隆起量のような誤解を与えない必要があるかと思います。ですから、10万年以降、最大侵食量か累積侵食量が、過去のある瞬間に300mを超えたことがないことというようなのが、何か正確なのかなというような気がします。

それで、徳永委員もおっしゃったように、今回これで一応、避けなきゃならないような場所をどうやって避けるかということで取りまとめられると思うのですが、どうも、回避のことに私どもの議論は集中しておりました。ですので、将来予測とか、あるいは、先ほど丸井委員もおっしゃったように、処分場を通る断層の間隙率が、透水性が上がってどうこうではなく、処分場を通過して地表に被曝を与えるような地下水流動の経路に影響を与えるものも対象ですねということに対して、割と漠然と「はい」とおっしゃったような気がするのですが、今の議論は、回避する

という意味は、その地域を回避する、サイトとして採用しないという議論に聞こえたのですね。

だけど、徳永委員も言われたように、安全評価で最終的に確認されるのは地上での最大被曝線量であり、その評価に持っていく段階はまだまだ先があるわけであって、一方、文献調査の段階で地下水流動なんていうのはなかなか把握できないから、そういう影響範囲を特定できないということで今の議論は進めているという理解でおります。ですので、そういう範囲の中においては、今回いただいたようなご指摘を修正されれば、私はよろしいのではないかなと思います。

○朽山委員長

ありがとうございました。何かありますか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

そのような形で、修正したいと思います。

○朽山委員長

ありがとうございます。それでは、宇都委員、もう一度。

○宇都委員

私も、ページ11の部分について、若干コメントをさせていただきます。

遠田委員のご指摘や渡部委員のご指摘はもっともだなと思うわけですが、私はちょっと、この「NUMOの考え方」の1つ目のポツと2つ目のポツがちょっと唐突だなと思ったのは、上に書いてある「第2次取りまとめの見解」の1つ目のポツのところにあります、現在のテクトニクスが成立した時期が「おおむね鮮新世から第四紀更新世であり」と書いてありますね。だから、その部分については多分、余り皆さんご異論がありませんが、いきなりそれが1,500万年から今も変わっていないとか、プレートの運動方向は150万年前から変わっていないというところが若干やっぱり、ちょっと意識がジャンプしているのではないかと。そこについて多分、遠田委員のほうからは、いや、そこまではなくても、ブロードにはだから100万年間はいいのだけれども、ここまで強く言えないのではないかとのご指摘なのだと思います。

もう一つポイントとして言えるのは、先ほど渡部委員がおっしゃいましたように、じゃ、これからそのプレートの運動方向が変わらないと言えるのかと言われることに対しては非常に微妙なのですが、問題は、もしそのプレートの運動方向が変換したとしても、どれぐらいの時間をかけて変換するのかということが、それはモデルを元に議論すれば言えることだし、あとは、変換したときに、それが火山活動とか断層運動に影響を及ぼすにも時間のラグがありますから、それは幾らぐらい見積れるかということは重要な問題だと思うので、そこについても、確かに「第2次取りまとめの見解」の2つ目のところにしても、「転換には百万年以上の時間を要し」とか、あとは、「NUMOの考え方」の1つ目から2つ目のポツにあるように、プレートシステムの転

換が生じたとしても、その地殻変動の傾向や火山活動の場が今後も維持されるというようなことが書いてあるわけですね。

考え方としてはいいのですが、これがアバウトというか、これは何によってこの100万年程度で転換するのかとか、それが影響を及ぼすのに10万年程度はかかるのかということが、いまひとつよくわからない。そうなのだろうなというぐらいだと思います。今の段階でそれぐらいしか書けないのかもしれませんが、ここは、将来的にはきちっと、あるモデルに立てばやっぱりこれぐらいはかかりますとか、過去の事例ではこれぐらいの時間がかかっていますというような検討をして、ここの部分の議論を精緻にすることが重要だと思いますし、そこはチャレンジかもしれませんが、先ほど渡部委員が言ったように、ここの部分を書かれることは非常に重要なポイントだと私も理解しています。以上です。

○朽山委員長

ありがとうございました。

ほぼ皆さんにご意見をいただいたと思いますが、全体を通しまして、今の11ページの「NUMOの考え方」のところの表現の仕方が、ちょっと行き過ぎという話がありました。それから、14ページの知見のまとめのところも少し具合が悪いのではないかということですね。それから、18ページの表現も、余り好ましいものではないというようなご意見をいただいたかと思います。

大分直さなければいけませんので、もう一度事務局側で修正させていただいて、その内容を次回ワーキングで事務的に紹介させていただいて、ご確認いただきたいということにしたいと思いますが、いかがでしょうか。

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

委員の皆様からいただいたコメントについては、NUMOの武田理事からも発言いただきましたように、丁寧に修正してまいります。

それらの修正した部分については、修正のご提案をいただいた委員の先生方に個別にお話をさせていただきながら、しっかり書き込ませていただいて、その結果を皆さんに共有させていただきます。

そして、徳永委員、渡部委員、田所委員を始め、他の皆様に共通するコメントですけれども、総合的な地層処分システムを検討する上で、最終的には安全評価をしっかりと実施しなくてはならないと考えております。今回はまず、その一里塚としての天然バリアの審議となります。その後、人工バリアの検討にあたって、今後NUMOが「2015年セーフティーケース」を取りまとめしていく内容への反映や、例えば原子力工学とか、そういった専門的な知見というものも必要になってくるでしょうし、最終的に全体として、どのような総合的なシステムの設計が望ましいのかと

いうところは、しっかり考えていかないといけないのだと思います。

その範囲において今回は、まず、現時点でできるものとして天然バリア、特に長期安定性に擾乱を与える影響をどう避けるかというところを議論しているという観点は、明確にしたほうがいいと思いますので、取りまとめていくに当たっては、しっかり書いていきたいと思います。

今、委員長からご説明がありましたけれども、一旦事務的に整理させていただいて、その結果を、個別の委員に先ほど申し上げたようにご連絡等させていただいた上で、次回は、皆様の意見を全部盛り込んだものを確認いただけるようにしたいと思います。

○朽山委員長

今のような格好にさせていただければと思います。

それで、一応、そのままパブコメということではなくて、どうすればよろしいですかね。もう一度やったほうがよろしいですね。

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

ご意見をいただいた修正版を、あらかじめ皆様と共有させていただきます。それを改めて次のワーキンググループで、形として確認させていただきます。これまで全体の議論を通じて行ってきた全体の取りまとめの案を用いて、もう一度、今までの議論がどうであったかというのを確認させていただき、この資料の最終的な確認と、これまで通じて行ってきた議論を整理したものの確認を行わせていただきたいというふうに思います。

○朽山委員長

座長のほうの不幸で、なかなかそういう格好になりませんでしたけれども、今、伊藤室長がおっしゃったような形でまとめさせていただければと思います。

それでは、本日の議題は以上でございます。長時間のご審議、ありがとうございました。次のワーキンググループにつきまして、事務局からお願いします。

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

別途、事務的に調整をさせていただきます。できるだけ、皆様おそろいになれる日時で調整させていただきますので、よろしく願いいたします。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、これもちまして第6回地層処分技術ワーキンググループを閉会します。

本日は、ご多忙のところ長時間にわたり熱心にご議論をいただき、まことにありがとうございました。

— 了 —