

汚染水処理対策委員会
トリチウム水タスクフォース（第4回）

日時 平成26年2月27日（木）15：30～17：30

場所 経済産業省 本館2階 西3共用会議室

○豊口 企

それでは、ただいま時間となりましたので、これより第4回トリチウム水タスクフォースを開催いたします。

プレスの方のカメラ撮影は、冒頭、着座風景までというふうにさせていただいておりますので、これをもちまして撮影のほうはおやめいただきますよう、お願いいたします。

傍聴される皆様への注意事項といたしましては、席上に資料を配付させていただいております。事前にご一読をいただければと存じます。円滑な会議運営にご協力をいただきますよう、お願いいたします。

まず最初に資料の確認をさせていただきたいと思います。座席表の下に、資料配付一覧がございます。それから議事次第がありまして、名簿、資料1から3までございます。過不足等ございませんでしょうか。

それでは、議事に入らせていただきたいと思います。これより進行のほうは山本主査にお願いしたいと思います。山本主査、どうぞよろしくをお願いいたします。

○山本（一） 主査

それでは、議事を進めさせていただきます。

前回のタスクフォースにおきましては、トリチウムの環境動態、それからトリチウムの影響についてご説明いただいて、ご討論いただいたところでありました。その中で、環境中の拡散について理解を深めるべきだとのご指摘がございましたので、本日はタスクフォースの規約に基づきまして、専門家をお招きいたしまして、ご説明を伺うことにしました。

まず初めに、トリチウムの大気・海洋中における拡散現象につきまして、日本原子力研究開発機構 環境動態研究グループリーダーの永井晴康様より、ご説明をお願いいたします。

それではよろしくをお願いいたします。

○永井 説明者

日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門 環境動態研究グループの永井と申します。よろしく申し上げます。着座にて失礼いたします。

私たちのグループにおきましては、従前より、放射性物質の環境中の挙動に関する研究、それから環境中でどのように拡散するかというような、それを予測するシミュレーションモデルの開発等を進めてまいりました。その知見に基づきまして、本日は、特にトリチウムが、環境中、大気、あるいは海洋に放出されたトリチウムがどのように環境中を拡散するかという点につきまして、ご説明させていただきます。

説明は資料の1に基づいて進めさせていただきます。まずページをおめくりいただきまして、1ページ目。まず初めにトリチウムの大気拡散現象について大まかに、どのような現象になるかということをおんち絵でまとめてあります。

まず左のほうから、施設より大気中に放出される場合、主に水素ガス状、あるいは水蒸気状という形で大気には放出されるということになると思いますけれども、それは風に流されていくとともに、右のほうに矢印で書いてありますように、地表の効果、あるいは太陽による加熱等によりまして、大気中は常に乱流状態となっているわけですが、その乱流拡散によって、水平方向、あるいは鉛直方向に拡散して薄まっていくと。

そうしながら風下に流れていくというのが一般的な現象でありまして、地面に接したものに付きましては地面に沈着する。これを乾性沈着と呼んでおります。また、雲の中で雨に取り込まれる、あるいは落下してきた雨の中に取り込まれて地面に沈着するという過程があります。これを湿性沈着と呼んでおります。

このような拡散現象につきましましては、トリチウムだけではなく、ほとんどの、セシウムや、ヨウ素等につきましても同様な拡散現象となっておりますが、トリチウムにつきましまして、特にほかの核種と異なっていて、重要になる現象としまして、右のほうに赤枠で囲んでありますけれども、再放出するという過程があります。

また、トリチウムガスにつきましましては、地面に沈着した後に土壤中の細菌によって酸化されて、トリチウム水にかわると。水素ガスの同位体でありますので、ほとんど水素と同じような現象となります。酸化されて水になるという過程があります。そして水と同様な動きをすることを考えてよろしいと思いますので、それらは蒸発して、また大気に戻っていくと。

ほかの放射性物質につきましても再飛散という現象はあるんですけども、トリチウムでは特に速度が速いと。大部分のものは短時間のうちにまた蒸発して、大気に戻っていくというところが、ほかの物質と大きく異なる点であります。

これは大気拡散の一般的なことですが、放出時の気象条件で拡散状況は大きく異なります。例えば上にあります乱流拡散につきましましては、日中は太陽熱によって大気の混合が起こりますので、これを不安定成層と呼んでおりますけれども、大きく拡散されていって希釈されま

す。一方、夜間におきましては、安定成層となって、余り拡散されずに濃い濃度のまま風下に流れていくといったように、一日の間でも大きく変わります。また、気象条件というのは時々刻々変わっていきますので、それによっても全く常に同じような状況ということはありませんという状況でありますので、そのときの状況によって評価する必要があるという点が大気拡散現象で難しい点となります。

次の2ページ目に行きまして、それをどのように評価するかという解析手法の幾つかの例を挙げておりますけれども、簡単などころから、上から言いますと、ガウス・プルームモデル、流跡線パフモデル、一番下に、数値計算によるモデルというものがあります。

上から特徴を言いますと、真ん中にポンチ絵で描いてありますように、ガウス・プルームモデルにおきましては、定常の状態、平地上で気象場が変動しないような状況を仮定した解析解というような数式を用いまして、こういった、放出されたプルームが風下に向かって拡散で広がっていくというものを簡単な式であらわしているものであります。

ですからこれは、通常、平地を対象としまして、数キロ以内の近距離で風の変動がないようなところを想定して使うものでありますけれども、近距離における簡易的に評価するという意味ではすぐに手計算でもできますので、便利な手法であります。

これを少しさらに複雑にしまして、地形、あるいは気象変動に対応できるようにしたものが流跡線パフモデルというものであります。より詳細に複雑な現象まで考慮して、評価する上では数値計算モデルというものが必要となっております。これは米国で言いますと、ローレンス・リバモア国立研究所にありますNARACというシステム、日本におきましてはSPEEDI、あるいは原子力機構で使っておりますWSPEEDIというシステムが代表的なものとなります。

このモデルにおきましては、真ん中の図にありますように、複雑な地形をモデル化しまして、その複雑地形の上での拡散現象を実際にシミュレートすると。数値計算によってシミュレートするというような手法となっております。これはこのような複雑な地形でありまして、局地から広域まで適用できます。また、複雑な気象現象を再現することによって、それらを考慮した厳密な評価が可能となっております。

次に、この簡易的なガウス・プルームモデルと、数値計算モデルについて、もう少し説明いたします。3ページに行きまして、近距離濃度の簡易的に評価する上で有効な手法でありますガウス・プルームモデルを用いて、どのように拡散を評価するかというところを簡単にまとめています。

まず基本拡散式が左上にありますように、これは上のカイ (x) という変数、これは地上の濃度、ここでは三次元の濃度はあらわせるんですけども、地上の、 x 方向は風下方向、それに対

して垂直方向は y 、本来は三次元で z 方向なんですけれども、ここは地上ということで0と。その濃度の分布を簡易的に計算する手法となっております。それに用いる変数としましては、放出率1秒当たり何ベクレル出るか。それから風速、これは測定された風速を通常用います。それからパラメーターとして、水平方向の拡散幅と、鉛直方向の拡散幅、 σ_y 、 σ_z というものを我们用います。また、放出された高度というのが計算上は必要となっております。

簡単な式なんですけれども、ここで、おおむね濃度、地上評価する上におきましては、風下の軸上の最大濃度地点をまず簡単に考えますと、 y が0、あるいは地上で考えますと、放出を考えますと、H0としますと、右側のexpの部分は1になるわけでありまして、 $\sigma_y \sigma_z U$ 分のQというように簡単に評価ができます。

このときに重要となってきますのが、拡散幅のパラメーターでありますけれども、これは気象の乱流状態によって大きく変わってくるものでありますけれども、実験によって経験的に求められた値が通常用いられます。下に図が2つ描いてあるんですけれども、水平拡散幅と鉛直拡散幅が、風下距離に対してどのような数値になるかというのがあります。そして、ここにちょっと見づらいんですけど、中に、A、B、C、D、E、Fと振ってあるんですけれども、それぞれ線があるんですが、これは上のほうから、不安定から安定、大気の状態が不安定が強いときにはAを使う、逆に安定な場合にはFを使うというような形で、大気の状態に従ってそれぞれの線を使い分けるといような評価になります。

右のほうの図では、これは中立の状態、CかDあたりのものを使って、風下の軸上で実際どういった濃度になるかというものをあらわした図でありますけれども、中には放出高度をいろいろ描いた図になっております。放出高度が高くなりますと、高いところから放出の近い、すぐ直下のところでは濃度がなくて、そういうところで地面に接して、そこから濃度が上がってくるという状況になりますので、こういった分布になります。

地上で見てくださいますと、こういった距離が10倍程度になると、おおむね2桁ぐらい低下するというような形で、距離に従って濃度が低下していくということがわかります。また、大気安定度が変わることによりまして、強安定と強不安定の間では、その違いだけで2桁程度の差が生じるというのが簡単な評価で、おおむね濃度の目安となります。しかしこの計算は、数キロ以内の近距離のみ当てはまるものでありまして、実際の気象はいろんな、定常状態、あるいは一様な状態というものはありませんので、遠距離まではそのまま延ばしていくということではできません。

次に4ページに行きまして、より厳密な評価としまして数値計算モデルを使った例としまして、原子力機構で使っておりますWSPEEDIを例に挙げましてご説明いたします。

この4ページの図は、WSPEEDIのモデルの構成と計算の流れとなっています。数値計算モデルにおきましては、まず初めに気象場の計算を行います。これは通常よく用いられているものが領域気象力学モデルというものでありまして、これは設置モデルで数キロメートルぐらいの分解能で、気流場だけではなく、降水過程まで計算して、そういった風の流れ、乱流、降雨等の三次元的な気象場を予測計算するものであります。

その気象場を入力としまして、引き続きまして拡散計算を行うわけですが、原子力機構で用いているものは、ラグランジュ型粒子拡散モデルというものを採用しております。このモデルは、実際に拡散現象、放出物質が流れていく様子を多数のマーカ粒子を放出することによりまして計算すると、実際の拡散にイメージ的には近いような計算、手法となっております。この特徴としましては、放出点の近くで、より精度が高くなるというような特徴があります。原子力施設のようなものは、ほぼ1点上から放出されるというように見なすことができますので、そういったときに近距離において予測精度が高くなるという特徴を持っております。

このモデルについてももう少し説明していきます。5ページに行きまして、気象モデルで計算する、どのようなことを計算するかと。気象場というのはどの程度変化するかというものを、概要を書いたものです。

右下のほうに天気図が書いてあるんですけども、一般的に高気圧の周りでは風は時計回りの方向に吹く、等圧線に沿って吹く。低気圧の周りでは反時計回りに流れるようになります。この図ですと、日本付近は北から南に吹くような風の間となっております。この高気圧、低気圧はご存じのとおり移動していきますので、それに従って大規模な風というもの大きく変わっていく。360度、どの方向から吹いてもおかしくないという状況になります。

これが日々変わっていく大規模な風の間でありますけれども、さらに局地域について見ていきますと、左上の航空写真の上に描いてある図ですけれども、陸上と海上におきましては温度差、あるいは地形の影響とありまして、風が一日の間でも大きく変わります。例えば夜間におきましては地面が冷やされるので、海上のほうが温度が高くなるという、そういった風の気温の勾配。したがって風が陸側から海側に吹く。陸風と呼んでおりますけれども。一方、逆に日中におきましては、地面が暖められて陸上のほうが温度が上がって、風が一般的に海から陸に吹く。一日の間に風向きが逆転するという、海陸風循環と呼んでおりますけれども。下の図のように、一般的な風速場が余り速くないような状況ですと、こういったことが、天気がいい日には一日の日中と夜間で風向きが逆転するということが起こります。

また大気安定状態によりまして、陸側に吹くとか、山を越えていく気流が発生したり、安定状態のときには山を越えられずに迂回したり、空気が淀んだりというような現象が起こりまして、

そういったことによって、地形、あるいはそういった海陸分布によって三次元的に複雑な気流場が生成されます。こういった様子をスイッチモデルの中では実際に予想方程式を解くことによって再現しております。これに加えて、さらに降水過程、雲が発生して雨が降る。それをを用いて沈着過程を計算するというような流れとなっております。

続きまして6ページに行きまして、拡散モデルの計算方法の概略を示しております。拡散計算におきましては、上にある式、書いてあるんですけど、移流拡散方程式を解くということが問題になります。実際にこの計算をする上では、数値解法としまして、ラグランジュ型粒子輸送計算を行っております。

これは四角で囲んだ式ですけれども、放射性物質を模擬して多数の仮想粒子、粒子と言っておりますけど、実際には、数値上では位置情報と放射能濃度を持った情報ですけれども、その位置地点が x 、 y 、 z ありますけれども、時間とともに風に流されて移動していく。あるいは拡散によって広がっていくという計算を行っています。通常、粒子としましては100万個程度のものを放出して、それを追跡して、それをもとに時々刻々、大気中の濃度、それから沈着するものにつきましては沈着量、最終的には、それから来る被ばく線量というものを計算するという流れとなっております。

次のページ行きまして、7ページ。トリチウムにおきましては特に、一旦地面に沈着したものが再放出するという過程が重要となっております。そのイメージを示したものがこの図でありますけれども、大気中に放出されたトリチウム、主にトリチウム水、水蒸気状のものでありますけれども、これが大気拡散していったって、一部は乾性沈着、そして降水等があるところでは湿性沈着します。

乾性沈着は地上に近いものだけが沈着するんですが、湿性沈着は大気的全層から雨で落ちてくるということで、沈着量はかなり乾性より多くなります。そうしたものは、トリチウムはほとんど水と同じと考えられますので、地面に落ちたものは、そのまままた地面の温度が上がると蒸発するということがあります。

また、植物があるようなところでは根から吸い上げてそれを放出すると。蒸散と呼んでおりますけれども。地面からの蒸発、植物からの蒸散ということで、また大気に放出されます。植物につきましては、大気中のトリチウム水、水蒸気、これも気孔から取り込んで、また放出するという過程もあります。そういった形で一旦地面に落ちたものが、また放出されていくと。量的には初めのものよりは薄くなっているんですけども、そういった過程があります。

具体的な実験で得られた沈着速度、それから再放出率としまして、下のほうにまとめてありますけれども、乾性沈着速度につきましては、これはほかの物質に近いような値となっております。

湿性沈着につきましては、これは雨の状況によって大きく変わってきます。弱い雨ですと少なかったり、強い雨ですとふえたりというような形で変わります。一概な数字はありませんが、そういった計算するようなパラメタリゼーションというものができておりますので、そういったものによって評価するということとなります。

また再放出につきましては、ここに実験結果が書いてあるんですけども、初期の48時間で0.9から8.7%、1時間当たりですけども、沈着したものに対して9%近くが1時間で放出されるということで、初期の段階におきましては、かなりの割合のものが放出されると。おおむね48時間内で大部分が再放出されるというふうに考えられるということとなります。

以上が大気に放出されたものの動きになりますけれども、次に海洋中の拡散に移りたいと思います。8ページからになりますけれども、海洋拡散の評価のモデルですけども、大気と同じように考えまして、右のほうの図にありますように、まず初めに海洋大循環モデルというものを打ちまして、海流場の計算を行います。それに引き続いて、放出された物質の拡散を計算するモデルという2段階で計算するのが一般的となっております。

そして海水循環モデルにつきましては、これは大気と同様なんですけれども、海洋中の流速、水温、塩分などを物理法則に基づいて方程式等解くことによって求めるということとなります。一般的には海洋を格子状に分割して、海面では大気との運動量、熱・淡水等の交換、それから各格子点では運度方程式や、熱・塩分の保存式を解くという流れで計算が進む。流速、変動、熱、塩分の移動を、拡散を計算するという流れになります。

そして海洋循環モデルにおきましては、人工衛星や船舶等によって得られた海洋の観測データにモデル結果がより近くなるように、そういったデータを取り込んでという、データ同化という手法を用いて、より現実的な海洋変動を再現するということが近年よく行われておりまして、それによってより正確な海流場を再現するという手法が使われております。

海洋評価を行う上におきましては、その目的に応じていろいろ解像度を变化させて計算を行うこととなります。例えば沿岸域におきましては、2kmぐらいの格子、高分解能の計算を行います。これは近海だけを切り出したような領域で計算します。

一方、太平洋全域というような広域系の計算を行う場合には、より低分解能モデル、10kmとか100km格子のものを用いて計算を行います。原子力機構では広域のものは使っておりませんが、これは気象研究所等の開発したモデルとの結果を利用して、計算を行っております。

次に9ページに行きまして、拡散モデルについて説明いたします。これは先ほど計算しました海流場を用いて、拡散計算を行うという流れでありまして、ほぼ大気と同じような計算となります。いろんな海底の溶存相、粒子相というものを考慮していますが、トリチウムに関しては、ほ

ば海水と一緒に動くというような過程で計算できると考えております。

海洋拡散による濃度の低減というところについて評価した事例が10ページに書かれております。これは典型的な太平洋側の沿岸からの放出を仮定しまして、移流拡散によってどの程度希釈するかという観点で評価したものですけれども、放出位置の格子、2 km格子の濃度が約10km下流では1桁、50km下流では2桁、100km下流では3桁程度、こういった形で低下していきます。これは大気とは違ひまして、海流は比較的変動は少なく、一般的にこういった状況になるということで、予測的にも比較的やりやすいというふうになっております。

続きまして、先ほども申しましたように、陸に落ちたもの、また海洋からも大気にまたトリチウムが蒸発して戻っていくというような観点で、大気・陸域・海洋をリンクした評価というものが必要となってきます。これにつきましても原子力機構ではモデル化を進めておりまして、それに基づいて簡単な計算の流れを示しております。

これはまず初めに、大気に放出されたものがどのように飛散していくかという流れを示しております。11ページにおきましては、まず大気で放出されたものが地面に沈着しますと、その各セル上で沈着量が計算されるわけですが、それを陸のモデル、あるいは海のモデルに受け渡します。陸のモデルは地面に落ちたものが土壌中、あるいは河川に流出していく過程を計算します。河川を流出したものは、やがて海に到達する。その流出量については海洋モデルに引き渡します。

次に12ページで、海洋モデルの計算におきましては、大気から海面に沈着したものの、それから河川から流出したものを計算格子に与えまして、その拡散を計算します。海表面にあるものはまた大気に蒸発するという過程がありますので、その情報をまた大気モデルに戻すという流れになります。

13ページに行きまして、陸面のモデルにおきましても、地面から蒸発、あるいは植物から蒸散するという量が計算されます。そして、海面から蒸発したものがそれぞれ得られまして、それを大気モデルの地面から放出するという過程を一つの計算セットの中で行いまして、それを繰り返していきという形で、この大気・陸域・海洋をリンクした計算が可能となります。

最後14ページですが、このモデルを用いまして、トリチウムが大気中に放出されたトリチウム水、水蒸気状のものが、どのように移動していくかと。最終的に時間とともにどこに存在しているかというものを計算してみました。この際には、降水というものが非常に重要になってきて、その降水量によってどの程度変わるかという点について感度解析を行っております。

この計算は、放出条件としましては、地上50mから3時間定常放出した場合に、その全量に対して何パーセントがどこに存在しているかという観点でまとめております。ここに (a) (b) (c) (d) と幾つかのケース、強い雨のケース、通常の場合、それから弱い雨のケース、雨

なしケースというものが載せてありますけれども、条件としましては、陸側に流れたときの計算となっております。そして雨が降ると。

初めちょっと、順番逆になりますが、雨なしのケースを示しますと、陸側に流れたものは、紫で示している部分が大気に存在している部分ですけれども、沈着はほとんどせずに、そのまま領域外、これは130km四方の計算の中だけでやっていますので、そこから抜けていくと。約6時間ちょっとで全部抜けてしまうという条件になっています。

一方、これに雨がふえてきますと、弱い雨ですと少し沈着しまして、しばらく陸上にとどまっている。より雨が強くなってきますと、かなり沈着量がふえまして、ほとんどは地上に沈着します。緑色の部分になりますけれども、(b)のケースですが、しばらくすると急に減っているという部分がありますが、これは地面から再放出されて大気に戻っていくという部分になります。大気の部分の紫の部分が2つの山ができていくということで、蒸発が多いところで、また大気中の存在量がふえていくということをお示ししています。最終的にはそこからまた領域外に抜けていくと。この場合は沈着量が多かったので、陸上に残っている部分も108時間後まで大分残っております。

一方さらに雨が強くなりますと、陸に沈着したものの一部は河川に流れて、海に流れていきます。ということで青色の部分、海の部分が出てくるわけですがけれども、同じように領域外に出ていくということがあります。ここで(b)のケースと違うところとしまして、大気への放出は少し少なくなっている。そして、陸上に残っている部分がふえているということになります。これは雨が多かったので地中深くまでしみ込んでいるということで、蒸発しにくくなっているということで、比較的多く残っているというようなことになっております。こういったように、大気に放出されたものというのは環境中で複雑に移動していくという結果となっております。

以上でご説明のほう、終わらせていただきます。

○山本(一) 主査

永井様、どうもありがとうございました。

それではただいまのご説明につきまして、ご意見とかご質問等ございましたら、ご発言お願いいたします。

高倉委員、どうぞ。

○高倉委員

すみません、ちょっとお聞きしたいんですけど、私、素人なので変なことを質問するかもしれないけど、2点ほどちょっと。一つは大気中のほうなんですけれども、現実的に大気中のほうの拡散というのは、ずっと、実はスタックから、スタック情報を主体にして今までマッピングも全

部やってきたんですけど、今回建物からじかに出たわけですね。すると地上というのは風向・風速がもうめちゃくちゃなんです、正直言って。ですから今度の拡散の場合もそうなんですけれども、阿武隈山系越えるには、あそこ3つあるんですけど、福・浪線沿いと、それから、288（ニパツパ）沿いと、それから南相馬から福島へ抜けるのと。相馬までは行かないと思うんですけど。その中で、ほとんど福・浪線が一番高いんですけども、そのほかに288沿いとか、それから南相馬から山を通っていったやつとか。それから先ほど出ていましたけど、山を越えて、例えば丸森のほうの筆甫というんですけど、そちらのほうも結構高いところがあるので、その辺の現実的な、拡散方程式はいいんですけど、それにイニシャル・コンディションとか、バウンダリー・コンディションはどういうふうに入れてヒットさせていくんですかね。

○永井説明者

今の質問は、原発から放出された放射性セシウムとかについての話ということだと思いますけれども。

○高倉委員

ええ、正直言って、我々すぐはかったんですけど、余りにも考えと現実が違い過ぎるので。

○永井説明者

トリチウムというのではないと思いますけれども。ここでモデルの計算におきましては、まず計算する上の条件になりますけれども、まず初めに広域というか、日本全体ぐらいを含むような大きな天気図であらわされるような気象場を入力します。これは気象庁で天気予報に使っておりますデータがオンラインで公開されていますので、それを入力して、初期条件、境界条件をつくって、局地域の計算をする上では100キロとか数百キロぐらいの領域内だけ計算、細かく計算ですけども、その境界条件として与えます。

その計算領域の中につきましては、流体方程式とか、熱力学、保存式を解くことによりまして、実際にその中の現象を再現すると。境界条件に基づいて、中の細かい条件は、中の物理過程を解くことによって再現するという流れになっています。その中で、部分的には観測データがある場合には、そういったものを同化することによってより現実に近づけるという過程で、おおむね気象場、あるいは降水関連というものは観測されたものを再現できています。ですが完璧に一致するという事はないんですが、大体の部分は再現できています。

それに基づいて放出量を与えて計算するわけですけども、今回の事故におきましては、放出量そのものもわかっていないということで、我々のところでは、その計算の中で放出量を仮定して計算しまして、実測値と比較することによって、逆に放出量を推定するという解析も行いまして、それでより実際の状況に近づけていくと。で、放出量を決めていくという解析を行いまして、

その結果を用いてまた計算すると。時間変化を与えて計算すると。現実に近いような沈着量、拡散状態を再現するという解析を行いました。計算では完璧に気象場の状態を再現すると。細かい状態まで再現するというはかなり難しい状況でありまして、かなり近い分布は得られているんですが、完璧に一致するというものはまだ得られておりません。計算の流れとしてはそういった過程になります。

○高倉委員

あと1点、海洋、海のほうなんですけれども、あそこは冬ですと親潮かな、夏ですと黒潮になるわけですよ。特に3月、4月期になると、あの辺で親潮と黒潮がぶつかるような感じだと思うんですけど、当時の海流からいって、その辺の拡散状況はどうなったかと推測されるんですか。もし海洋のほうにかなり放射性物質が出ていたとした場合ですよ。

○永井説明者

海洋の計算もやっておりまして、それは実際に、同じようにまず海流場を再現するということには、観測データにより近いような形で海流場を再現しまして、それに基づいて拡散計算を同じくやる。これもやはり同じく放出量が必要になってきまして、放出量については測定セイデ濃度等を用いて与えます。

施設で流れたものにつきましては、ちょうど親潮と黒潮が入れかわったりとか、そういった現象もありまして、基本的には岸に近いところを南北に、主に南側に流れたんですけども、その後、黒潮に乗って東のほうに流れていくというものが大まかにいった計算の結果というか、あとは測定されているデータからもそのような状況になっています。

また海洋の場合は、直接出たものに加えまして、大気に放出されたものが、海側に流れたものが海面に落ちます。そういったこともありまして、さらに複雑な状況にはなっているんですけども。同じく海洋につきましても、おおむね再現はできておりますが、やはり完全に一致というところまではまだ行っておりません。ですから初め、岸沿いに北、あるいは南のほうに流れた後に、東のほうに黒潮で流れていくというようなことがおおむねの傾向となっております。

○山本（一）主査

では森田委員、お願いします。

○森田委員

トリチウムに限っての質問なんですけど、この10ページにあるような一般的な事例で海洋拡散のモデル計算するとき、トリチウム、どういうふうにモデルの上に置いているのか。普通だと粒子状のものを置いとくという形にしていると思うんですけど、この場合もともとある水に、ある程度濃度があるという想定をして動かしているというわけですから、ですから放出するときの

水の性質どうのこうのというのはまず関係なくて、濃度だけ与えて、水の水温とか、塩分濃度というのはそこに、同質の水がそこに存在しているという状態で動かしていくという話なんですか。

○永井説明者

放出の条件によって変わってくると思うんですけども、例えば河川から流出というのには実際に真水のものがそこから流入するというのに合わせて、放出量というか、濃度も与えるという計算となっております。トリチウムにつきましては、粒子を与えると、計算上はそういう形になるんですけども、粒子と言いましても本当の粒子ではなくて、トリチウムの場合はほとんど水と同じような性質を持った情報ですね、粒子と呼んでいますけれども、情報を与えて、それがほぼ水と一緒に動いていくという形で計算することになります。

○森田委員

そこにある、もとにある水、水温とか塩分は、そこにある水と同じような性質の水だという、それに濃度も出すというイメージでいいんですかね。

○永井説明者

水の放出量が多ければ、そういった状態の水の情報も与えるということになりますけれども、それが海水に比べて少ない場合でしたら、その海水と同じ状態のところ放射能が加わると。で、海水と一緒に流れていくというイメージになります。

○森田委員

この一般的なイメージとして大体50キロぐらいでは2桁ぐらい下がるという、これは同じような水がもしあったとして、50キロぐらい下流だと2桁ぐらいの濃度が下がりますよという話なんですかね。

○永井説明者

そういうことになります。

○立崎委員

7ページで蒸散のこととかを触れられているんですが、ちょっと単純な質問ですが、地表面との交換、沈着、再放出に関して、地上の土地利用形態というか、植生というか、その辺はどうされたんでしょうか。表面積だけでも森林と、ただの砂地では大分違うような、素人考えですが。

○永井説明者

今回、計算例ということでお見せしているんですけども、これはあくまでも現在開発中のモデルの性能というか、確認のために試験的に行った計算でありまして、実際の地上の状態を厳密に考慮してやったものではありませんが、おおむね1キロぐらいの平均の状態というもので放出量のデータを与えております。実際により厳密にやるという場合には、そういった土地利用デー

タを用いまして、それぞれの土地利用形態ごとにその計算格子の中、平均的に扱っておりますので、平均的な抑止性というか、そういった放出のデータを与えることによって許可するという流れになると考えております。

○立崎委員

感覚的に土地利用によって、例えば沈着量というのは何桁ぐらい違うとか。

○永井説明者

沈着量につきましてですけれども、乾性沈着については土地利用によって大きく変わってきて、本当に平坦なところだと沈着は少なくなるわけですが、例えば森林のようなところだと10倍ぐらいになるというような観測データもありますので、そういった点で、乾性沈着についてはそういったところを土地利用形態ごとに与えるということになります。一方、湿性沈着につきましては、こちらは雨の強度によりますので、土地利用には関係なく上から降ってくる状態に依存しております。

○山本（一）主査

はい、柿内委員。

○柿内委員

私から2点ちょっとまず確認したいんですけれども、海洋拡散で、この資料でいう10ページですと、10キロ下流、50キロ下流とあるんですけれども、それぞれの地点の深さ分布とかいうことに関しての情報というのは、これって表層についての話なんですか。それとも魚が遊泳している深さとか、実際そういうところが大事かなと思うんですけれども。

○永井説明者

まずこの計算は表層の濃度ということになります。海洋拡散のときには海表あたりの数十メートルぐらいのところまで主に拡散が通常起こっていますので、これぐらいの距離ですと大体それぐらいの、同じような濃度になっているというふうに考えております。

○柿内委員

あともう1点が、資料2ページ目の大気拡散のところ、事前にとというか、施設からアクシデンタルというか、事故放出というか、急に出た場合と、ゆっくりと出た場合、そういうことをあらかじめ評価するときには、どれを使えばいいというのはあるんですか。

○永井説明者

事故のような特異で出た場合ですと、やはり数値モデルのような、数値計算モデル、一番下にあるようなモデル、これSPEEDIで使われているのと同じような扱い方になると思います。一方、定常的に出ている問題につきましては、何を目的にするかということにもなってくると思うんで

すけれども、あとはそういった評価にかかるコストということにもよるんですけれども、通常、原子力施設の審査のときには、ガウス・プルームモデルを使って、年間の平均的な濃度を評価するという手法が一般的には使われております。

ですが、これも数キロの範囲についてはかなり有効だとは思いますが、それより遠くでやったりとか、あとは特にトリチウムになりますと、降水の影響と、それから再放出というものを評価することになると、ガウス・プルームモデルを使ってそういった評価をするようなモデルというのも開発はされておりますけれども、どこまであとは厳密性を求めるかと、あるいは広範囲までを計算するかということによって、場合によっては数値モデルを年間計算するというようなことも必要になってくるのではないかなと思っております。

○柿内委員

もう1点だけ、一番最後の14ページ目の資料で、いろいろ気象のケースあるんですけれども、これで雨なしケース、いわゆる降雨がないときというのは、ほとんど大気だけを気にすればいいというか、大気ももうプルームというか、過ぎてしまうとほとんど陸域には影響ないという、こういう理解でよろしいのでしょうか。

○永井説明者

このケースもやはりケースバイケースになると思うんですけれども、これは陸側に流れて、比較的風が強かったケースになります。ですので、通過している時間が短いということもあって、これは乾性沈着だけになるんですけれども、それは少なかったということもありますので。あとは植物等の交換で取り込まれる、あとは森林等で沈着がふえるというようなところは考慮しておりませんので、そういった状況のところでは沈着量はふえていくと。これよりはふえるということはありません。ですが、湿性沈着がない場合はおおむね大気を抜けていくというふうに考えてよろしいかと思えます。

○山本（一）主査

中津課長、何かありますか。

○中津オブザーバ

科学的じゃない質問で申しわけないんですが、現在、海洋モニタリングで海水の放射性物質の濃度ははかっておりますけれども、それを見ますと、10キロ離れるとかなり希釈もされて薄くなっている、実測的にはなんなんですけれども。10ページのこの資料では10キロ離れても1桁ぐらいということで、そういう点では余り低下しないようにも見えるんですが、実感としては何か余り低くならない感じがするんですが、科学的にはこのようなもので正しいということですね。

○永井説明者

今、測定されているものは、現状低くなっているということだと思ふんですけども、事故当時、直接出たものが移動していく過程を追っていくと、10キロですとそういった形で拡散しながら流れていくというイメージになります。ですから、現状はかられているものは恐らく段々希釈されてきた後の状態をはかっているということだと思ふます。

○中津課長

事故当時に大量放出されたものが時間の経過とともにになっているから、そうなっているということですね。だからあのときに放出したものが、それだけの物質を追っていくと理論的にはこのようなことだという理解でよろしいですね。

○永井説明者

そういうことになります。出たものはそのまま流れていってしまったので低くなっている。

○中津課長

はい、ありがとうございます。

○山本（一）主査

ありがとうございます。それでは次に移りたいと思ふます。

次のご講演は、地中における挙動に関する情報として、浅いところ、浅地中埋設処分施設の基本概念と安全評価の考え方につきまして、日本原子力研究開発機構 埋設事業推進センター 技術主席の坂本義昭様からご説明をお願いいたします。よろしくお願ひします。

○坂本説明者

ただいまご紹介にあずかりました原子力機構の坂本と申します。よろしくお願ひいたします。当方、所属の名称が埋設事業推進センターと書いておまして、ここでは当方の原子力機構とか、大学さんとかから発生いたします低レベルの放射性廃棄物の埋設事業を現在計画しております。本日はその知見を用いまして、現在、我が国で今のところ想定されております浅地中処分というのはどういう考え方で行われているかということで、お話をいただきたいということで伺っております。

それでは資料につきまして説明させていただきます。1枚めくっていただきまして、1ページ目でございます。まず現在実施されております放射性廃棄物、低レベルでございますけれども、処理・処分の流れについて簡単にまとめたものでございます。

放射性廃棄物、発生いたしますけれども、液体とか固体とかこういったものが発生いたします。液体廃棄物に関しましては、廃水限度以上のものにつきましては各施設で、例えば蒸発濃縮とか、こういったことが行われまして、ある程度濃縮いたしまして、セメントや、多少ですがアスファルトといったもので固形化いたしまして、最終的には処分を行うということがなされております。

また固体に関しましては、可燃物とかそういったものは焼却をすとか、あと不燃物、金属等でしたら圧縮をすとか、こういったことを行いまして、最終的にはセメントなどで固形化しまして処分施設に搬入するという流れになっております。

また施設の解体等でも、例えばコンクリートとか、こういったものが発生いたします。こういったものは、例えば福島ですと除染廃棄物とかよく最近出てきますけれども、フレコンバックのようなものに詰めまして施設に搬入するという形で処分がなされております。

1枚めくっていただきまして、我が国で現在とられています処分方法というのを、濃縮図を書いたものが次の2ページ目でございます。日本におきましては、4つほどの形態を想定しております。左のほうからトレンチ型埋設処分といわれておりまして、これは非常に濃度の低いものを対象にしたものでございまして、大体地下数メートル程度の深さに廃棄物を埋めまして、要は穴を掘って廃棄物を入れて上から土砂をかぶせるということを想定しているものでございます。

もう少し濃度の高いものと、ピット型埋設処分と呼ばれておりまして、これは鉄筋コンクリート製の箱のようなものをつくりまして、その中に廃棄物を入れまして、モルタルで中を全て充填しまして処分を行うというものでございます。大体地表から十数メートルとか20メートル程度の深さに掘って処分をするというようなイメージだと思っただけであれば結構でございます。

真ん中のあたりに余裕深度処分という、非常に聞きなれない言葉の処分施設がございますが、大体これは地下50メートルよりも深いところに処分を想定したものでございます。余裕深度という変な名前なんですけれども、これは地表から人間が侵入しないような深さまで施設をつくって処分をするという概念でつくられているものでございます。

一番右端でございますけれども、これは多分報道とかでよく聞かれると思うんですが、高レベル放射性廃棄物といいまして、いわゆる使用済み燃料を採取した後に発生する廃棄物でございます。これは地層処分といいまして、地下300メートルの深いところにトンネルを掘りまして処分をするというものでございます。

実際の事例について簡単に説明させていただきます。まず3ページ目でございます。これはトレンチ処分施設の例でございますけれども、下のほうに写真がございますが、これは当原子力機構の茨城の東海の原子力科学研究所というところの一番北のほうにあるんですけれども、そこに施設をつくって、現在、既に操業中でありまして、右の写真のように覆土まで全て終わった状態のものでございます。

ここでは対処法といたしましては、コンクリートの廃棄物を設置しております。これは昭和38年に日本で一番最初に原子力発電をした原子力施設でございまして、これを平成7年までかけまして全て解体いたしました。そのとき発生いたしましたコンクリート廃棄物を、たしか1,670ト

ンだと思いますが、これをこのような形態で処分をした事例でございます。

この施設に関しましては、地下水より上に設置しているというのが大きな特徴でございます、地表から大体6メートルぐらいの深さまで穴を掘りまして、コンクリートを入れまして、土砂で埋め戻したという状態でございます。現在は写真の右端にありますように全て覆土も終わっております、一応人が入らないような管理を行っているという状態でございます。

次のページでございますけれども、4ページはコンクリートピット施設の事例でございます。この写真は青森県六ヶ所村でございます日本原燃さんの施設の事例でございます。現在、原子力発電所から発生いたしております低レベル放射性廃棄物、これは200リットルのドラム缶にセメント固化とか、一部アスファルト固化等もたしかございますけれども、こういったもので固形化したものを埋めているものでございます。

施設の構造のイメージを右の上のほうに描いておりますけれども、鉄筋コンクリート製の箱をつくりまして、その下の写真のようにドラム缶を入れまして、満杯になりますとモルタルをこの中全て充填いたします。現在はまだこういった操業を続けておりますけれども、一通り終わりましたら、右の上の図にあります、ベントナイト混合土といいまして、いわゆる粘土ですね、粘土と土をまぜたものを周りに配置いたしまして、さらに地表面まで土をかぶせて、最終的な管理をするというような計画と聞いております。

次の5ページでございますけれども、このような施設がどのような安全評価を行っているかということでございます。まず現在、規制上の規制値でございますけれども、左のほうに大きな流れを書いております。初期建設をして、操業をして、覆土をして、さらに閉鎖後管理といいまして、先ほどのピット施設ですと一応300年ぐらいを目安としております。またトレンチですと、大体50年程度目安としております。一応この管理を終えるまでは原子力施設という扱いになりますので、それぞれ一般公衆の被ばくが、線量基準で1ミリシーベルト、目標値で50マイクロということが定められております。

また埋設施設の特徴といたしまして、施設の管理が終わった後も、当然ながら地下には施設が残っておりますので、その後の影響も一応評価をなさいたいということになっております。そのときの目安線量というのが決められておまして、基本シナリオと書いておりますけれども、1年間10マイクロシーベルト以下にしろということが言われております。基本シナリオをいいますのは、例えば雨が入ったりとか、自然現象で、通常想定されるような被ばく経路を經由して人間が被ばくする場合の経路で計算をなさいたいというものでございます。

また変動シナリオを書いておりますけど、例えば氷河期が来て、海水面が変動するとか、そうすると近くの河川流量が変わるとか、そういったかなり大きな環境変動を考えての場合とかの事

例も想定いたしまして、線量を計算するということが言われておりまして、そのときの一応目安が300と日本では定められております。

具体的にどういう評価を行っているかというのが次のページでございます。6ページのほうが、まずトレンチ処分施設の場合でございます。基本的にはトレンチの場合は、その図にありますように地下水の上に設置するということが想定されております。したがって、施設の上面からの雨が降って施設内に入ってくるということが非常に大きな流出経路になります。したがって、また施設内に入ったものが当然、中の施設を通りまして、地下にございます帯水層という、要は地下水が入る層にまで到達いたしまして、近くの例えば河川とか、そういったところに到達して人間が被ばくをするというようなことが一般的に想定されております。

次のページですけど、7ページでございますが、ここではコンクリートピット施設の場合でございます。この場合は、基本的に大体、岩盤の中に設置をするということと、コンクリートピットという大きな塊の中に設置するということ。さらにその周りにベントナイト混合土といたしまして、粘土を配置するというので、この場合は雨水というよりは、下からの地下水の流入というのがメインなルートになってまいります。地下水が入って、それにとまって放射性核種が施設外に出ていくということを想定いたします。

トリチウムの場合というのは水ですので、基本的には水の動きと全く同じになりますけれども、例えば1Fの事項でありましたセシウムとかですと非常に土壌が大きく吸着いたしますので、そういった効果を見て、全体の減水を見ながら被ばく線量を計算していくという形になります。また、コンクリートピットを設置した場合、周りにベントナイト混合土を設置いたしますので、この中では移流以外の拡散による放出という効果が入ってまいります。したがって、この移流と拡散とを組み合わせまして、全体の移行評価を行っているという形になっております。

次のページでございますが、こういったものを組み合わせまして、こういった被ばくの経路を想定しているかというのが、次の8ページの図でございます。現在の評価上で大きく分かれまして、地下水移行シナリオと、土地利用シナリオと、こういった形で分けております。

地下水シナリオといたしましては、先ほどご説明いたしましたように、例えばトレンチの場合ですと、上から雨水が入ってきまして下の帯水層へ放出されて、近くの河川とかこういったところに到達して人間が被ばくをする。あと河川を飲用するか、その中の魚を食べるとか、こういった形で被ばくをするということは想定しております。

また土地利用シナリオと書いておりますのは、こういった地下水によって汚染されました土壌を掘削するか、そこで農作物をつくって、それを摂取して人間が被ばくするというようなことを想定しております。

次のページ、9ページでございますけれども、例えばそういったようないろんな経路を考えまして、どの程度被ばくをするのかというのを一部試算している事例でございます。計算条件は基本的に、JAEA-Technologyと書いておりますけれども、当方で、先ほど一番最初に説明させていただきました埋設施設、幾つか想定しておりますので、その中で設定いたしております施設の条件を用いまして計算したものでございます。

詳細は省かせていただきますけれども、そのときの、例えば線量の評価結果が真ん中の基本シナリオと書いたところの表でございます。これですと、例えば地下水の河川水を使って、その河川水を飲むような被ばく経路を見ますと、トレンチの場合で例えば0.82マイクロシーベルトとか、ピットの場合だと0.13マイクロシーベルトという形で評価結果が出ております。

これを他の経路と比較いたしますと、比較的多いのは、例えば同じ地下水シナリオでも米の摂取と、牛乳摂取と表に書いております。また一番下の土地利用シナリオのところでも、植物を食べるというような場合ですけれども、いずれの経路を見ましても、見ていただきますとわかるように、要は地下水を経由して人間が被ばくするという結果が一番多くなっておりますので、当たり前と言ったら当たり前なんですけど、やっぱり地下水対策というのが一番重要な結果になるということを、まずこれでは示しております。

では、被ばくの条件を変えるとどうなるかというのが次のページでございます。10ページの場合ですけれども、これはトレンチ施設の場合でございます。これは先ほどの9ページで、一番結果大きかった河川水の場合の結果でございますけれども、ここでは通常想定しておりました浸透水量を想定した場合の結果、青いグラフでございます。

これに対しまして、例えば浸透水量が1桁下がったとか、もう2桁下がったとか、例えば施設の上に遮水シートを敷くとか、さらに粘土を施すとか、そういったことを行いまして、施設に入って来る雨水の量を減らした場合どうなるかということを想定しました。単純に1桁、2桁下げてみた結果ですけれども、ほぼその浸透水量に応じて減っていくと。被ばく線量は減っていくと。いわゆるトリチウム放出が減るという結果でございます。

それに対しまして、11ページの場合ですが、ピット施設でございます。この場合は雨水というのは地下水の対策でございまして、特にこの場合は、コンクリートの中の透水係数といたしまして、水の通しやすさをあらわす係数がございます。これが小さいほどなかなか通さないということで、大きいほどよく通すというケースでございます。ここでは一応、仮想的に幾つか想定したものでございます。

例えば上の2つのグラフ並べておりますけれども、コンクリート透水係数で $1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ と設定した場合、または、 10^{-9} m/s と設定した場合で見ますと、1桁ぐらい違ってくるという結果になっ

ております。このときの地下での広がりの一応つくってみましたのが、下の図でございます。上が 10^{-5} の場合、下が 10^{-9} の場合でございます。

一番左端、0年目のところ、赤くなっているところにトリチウムが入っていると考えていただければ結構です。ここからちょうど真ん中、20年たった場合でございますが、 10^{-5} m/s の場合ですと、ある程度下の岩盤中に広がっていくという様子が見てとれるかと思えます。ちょうど100メートル先に河川があるということを想定しておりますので、そこまでたどり着いて被ばくが生じるということでございます。ただ、コンクリートの透水係数の 10^{-9} m/s と設定した場合ですと、20年後でもほとんど施設内にとどまっておりまして、50年たってもほとんどとどまっておりまして、ほとんど原水だけで減っているという状況でございます。

さらに12ページ、一番最後のページですけれども、先ほどの評価結果は、コンクリートピットの中に一応均一にトリチウムがあるということを前提にした場合の結果なんですけれども、コンクリートの周辺にさらに、例えば30センチほどの、全くトリチウムを含まない、かつある程度緻密なコンクリートを設定するようなことを想定いたしまして、その中を拡散でさらに外に放出するという効果を入れてみますと、右の図にございますように、コンクリートの透水係数によりましてはさらに1桁以上被ばく線量が下がるという結果が出てきております。

したがって、当然、今回の結果はモデルケースでございますので、地下水の条件というのは非常に簡単な条件を設定しておりますけれども、こういった地下水の条件の把握と適切な施設を設計することによりまして、十分な対策はとれるだろうというふうに考えております。

簡単ですが、以上でございます。

○山本（一） 主査

坂本様、どうもありがとうございました。それではただいまのご説明につきまして、ご意見、ご質問等ございましたらご発言お願いいたします。

はい、高倉委員。

○高倉委員

すみません、ちょっとお聞きしたいんですけれども、低レベル放射性廃棄物で、裾切りが決定しているならばわかるんですけれども、裾切りが今ない現在において、管理区域の低レベル放射性廃棄物は全部コンクリートで安全性を確保できるのはわかるんですけれども、トレンチで、法的にちょっと私、理解できないんですけれども。というのは福島県の場合は、大体、校庭、今、除染しまして、全部、校庭の隅に穴を掘って埋めているわけですよ。宮城県なんかも草を刈ってビニール敷いておいてためておいて、今それをどこに捨てるかと非常に問題になっているわけですよ。そこまで考えてトレンチのやつ、私、初めて聞いたんですけど、その辺、法的にどうなん

ですかね。

○坂本説明者

現在このトレンチ処分というのは、既に原子力規制法で定められておる処分方法でございます。対象物としてもセシウムを含む放射性廃棄物の対象になっております。一応、濃度上限値というのが定められておりまして、例えばセシウムの場合ですと 10^5 Bq/tというのが現在の同規法の規則の中で定められております。それ以下ですと、自由というわけじゃないんですけども、その施設ごとの安全評価を行って、十分、先ほど言いました規制値を守るという条件のもとで処分ができるという形になっております。

○高倉委員

これは感情の問題だと思うんですけども、現実的にはそのレベルがどうあろうと、とにかく汚染しているということで非常に嫌っているわけですよ。その辺をどう理解していいのかわからないんですけど。

○坂本説明者

あくまでも廃棄物の処分ということで、基本的には施設に閉じ込めるというのがまず原則になります。特に、多分ご指摘のトレンチのところなんですけれども、例えば6ページの図見ていただきますと、一応考え方といたしましては、この周りの土壌まで含めて放射性物質の移行を抑えるということが基本的な考え方になっておりまして、その周辺に人がどのように活動するかと、ある程度モデル的なところを想定して線量を評価した上で、十分な安全性は保っているという評価のもとに対応しているという考え方でございます。

○高倉委員

すみません、ちょっと私、理解が。というのは我々、環境放射能をずっとはかってきまして、福島でも実は矢祭の辺、結構高いので。イマイエの汚染よりずっと高い地域が正直あります。例えば三朝温泉なんていうのは非常に高く、水だって管理区域設定するぐらいのレベルなんですけれども。それからギフですか、あそこも結構高いのあるんですけども。そういうところは、じゃ、外と比べてどうするのかということなんですけど。

○坂本説明者

そうなる法律論になってしまいますので、ちょっとややこしくなるかと思うんですけども、基本的に環境中のものというのは、一般的には規制免除という形で、法律の枠外という形で当然扱っているかと思えますし、今回の事故で発生した、放出されたセシウムを含めて、今、仮置き場に置いて中間貯蔵という形になるかと思いますが、そういったところでも、基本的な評価だとか、閉じ込める考え方は多分同じだろうと聞いておりますので。例えばトレンチのような形を

とるのか、ピットの形をとるのかは別問題だとして、こういった施設と、あと周辺の汚染のない土壌を使って施設の中に閉じ込めるというのが基本的な考え方だと思っておりますけど。

○高倉委員

そうすると基本的に、例えば放射性が高くても自然界のものだったらいい、あるいは人工放射性のものはだめだと、基本的にそんなふうに感じ取られるんですけどね。

○坂本説明者

人工問題か、天然問題かというのはあくまでも人間に対するインパクトの問題ですので、それに対してどの程度評価されるのかということが問題だろうかと思いますけれども。

○山本（一）主査

田内委員、お願いします。

○田内委員

すみません、よくわかっていないところがあるんだと思うんですが、9ページのトリチウムの線量評価結果のところなんですけど、これはトリチウムを含む廃棄物というのは、液体という想定なのか、ベクレルパーグラムなので、どちらかというのがわからないのと、それからもう一つは、変動シナリオのほうが、予測される被ばく線量の最大値がかなり桁が低いんですが、これはどういう理由なんでしょうか。

○坂本説明者

まず前者のほうですけれども、一番最初の1ページ目で説明させていただきましたように、現在、日本で液体のものを注入処分することは全く想定しておりません。全て固体にした形で処分をするということは前提としております。一応規則でもそういう形になっております。

あと変動シナリオのところですが、これは実は評価時間をちょっと書いていなかったんですけども、全てトレンチの場合ですと50年、ピットで300年たった後の被ばく線量、要は、土地を利用するということはその間管理しておりますが、ありませんので、そういったシナリオが想定されないということで低くなっております。

○田内委員

わかりました。じゃ、管理後という想定ということですね。管理中にもしこの変動シナリオが起こった場合というのは、何か想定されたような計算があるんですか。

○坂本説明者

ここ井戸水飲用ですので、実は施設から10メートル下端のところでは被ばく評価をやった結果でございまして、実際1年ぐらいで最大ピークが出てきます。ちょっと細かい数字は、たしか数百マイクロぐらいの被ばく線量になってしまいますので、逆にそういった事態は避けるということ

が管理の目標になってしまいます。

○山本（一） 主査

森田委員、お願いします。

○森田委員

全くの完全な素人質問になりますけど、すみませんけど、ちょっと手法処分よくわかっていないところがあるんですが、今言ったように、液体であろうとセメント等で固化するという話なんですけど、例えばトリチウムの水を使ってセメント固化した場合、何か起こる可能性があるんですか。放射性物質をセメント固化した場合と、普通のセメント固化した場合、すごくセメント劣化が早いとか、そういうことってあるんですか。

○坂本説明者

基本的には科学的な性質に依存しますので、トリチウムと普通の水でそんな大きな差はほとんどないですから、全く同じだと思いますが。

○森田委員

トリチウムから発する放射線があるコンクリートの塊ができるということですか。

○坂本説明者

ただトリチウムから放出されるβ線すごくエネルギー低いので、ほとんどそういうことは無いと思いますけど。

○森田委員

そうすると単なるコンクリートの塊ができるというイメージでいいんですか。

○坂本説明者

単純に言えばそういうことだと思います。

○山本（一） 主査

課長、お願いします。

○中津オブザーバ

私がこのメンバーで一番素人なので申しわけありません。まず最初に、いろんな手法方法のところ前提としまして、きわめて低いとか、低いとか、いろいろ書いてあるんですが、これは一体どのぐらいなのかというのがよくわからなくて。さっき 10^5 と言われましたけれども、その大体の目安を教えてくださいたいのが1点目です。

2点目は、森田委員からの質問がありましたけれども、トリチウムであれば、例えばコンクリートで固めてしまえば、そんなにもいろいろ覆う必要がない。これでいうと鉄筋コンクリートを箱に入れて粘土で固めるとか、そういうのがなくても大丈夫なのかと思いますけれども、それに

ついて教えてください。

○坂本説明者

まず1点目のご質問ですけれども、2ページ目では全体の概念図を示させていただいていますが、正確度は核種ごとに濃度が違いますので、一応代表例といたしまして、多分皆さんよくご存じのセシウムの場合ですと、トレンチで、先ほど言いました 10^5 Bq/t、ピットですと 10^8 Bq/tまでが一応上限と決まっております。

余裕深度の場合は、セシウムは規制値がないので、ないというのは意味が違います、各組成を考えて、規制すべき核種を決めているというだけで、ちょっとまた違うんですけど、大体4桁ほど高いというようなイメージだと思っていただければ結構です。高レベルの場合は 10^{17} Bq/tぐらいございます。かなり高いものでございます。

後者のご質問ですけれども、基本的にはコンクリートで固めるということで、コンクリートの劣化をどの程度想定するかということに依存してくるかと思えます。特にトリチウムの場合は半減期が12.3年ですので、そんなに長期の、例えばピット施設ですと300年ぐらい管理しますので、先ほど示しました透水係数 10^{-5} というのは実はこれコンクリートの性能全くないで見ていると、同等でございます。例えば本当につくりたてですと 10^{-11} とか、 10^{-12} ぐらいの透水係数を示しますので、ほとんど水は当然入ってきませんし、出ていかないという状況です。ただ100年ぐらいなきや多分抜けないかと思えますので、そうすると、ある程度ひび割れとか想定されますと、先ほど示しました 10^{-9} とか、 10^{-7} ぐらいの透水係数を見た上で評価をするというのが、ある程度妥当なところじゃないかと一般的には想定されるかと思えます。その上で、どの程度流出するのかという評価を行う形になるかと思えます。

○豊口企画官

ちょっと確認というか、幾つか質問が出たので念のため確認ですけれども、今もうコンクリートによって固まっているという効果は見ずに、ほぼ透水係数だけで見ているということで、例えばピット処分の場合も、ドラム缶に入れているけれども、そのことについても見ていないということで、いわばそこにただあるという条件だけでどのように移動するかを見ている、かなり保守的な評価をされているという理解でよろしいんですか。

○坂本説明者

おっしゃるとおりでございます。例えば10ページ見ていただきますと、横軸、簡単に書いてありますが、1,000年、万年、十万年、百万年ぐらいまで書いていまして、実際の今の評価で最大ピークが出るまで評価しろということで、1,000年とか1万年ぐらいまで評価していますので。としますと、そういった人工物が物理的に閉じ込めるという効果を見るというのは完全な保証が

できませんので、ある意味、非常に保守的な条件で評価を行っているというところです。実際はそこまで本当に悪い状況になるかどうかというのはあるかもしれませんが、ある程度、安全を確保するという観点から、かなり悪い条件を想定してやっているというところでございます。

○山本（一） 主査

ありがとうございます。そのほかご意見、ご質問等ございますでしょうか。

それではどうもありがとうございました。では、本日最後の議題でございますが、これまでのタスクフォースの議論を踏まえまして、今後トリチウムの取り扱いに関する選択肢につきましての論点整理、総合評価に向けて検討すべき事項を事務局にまとめてもらいましたので、その内容についてご説明をお願いいたします。

○上田対策官

それでは資料3をご覧ください。先ほどご紹介がございましたとおり、これまでの議論も少し踏まえまして、選択肢としてどういうものがあるのか、あるいは今後、総合評価に向けてどんな検討をすべきなのかということ、事務局のほうでまとめたたたき台でございますので、ご意見等いただければというぐあいに思っております。

1枚めくっていただきまして1ページ目でございます。まずこのタスクフォースの中で、選択肢に関する主な意見ということで書かせていただいております。濃縮によって薄くなった水については、環境への放出がどうあるべきかを議論しないで、分離・濃縮の議論をしても意味がないのではないかというご意見であるとか、あるいは、薄めて放出ということは方法論としてもあり得るのかどうか。また最後のところに、1つの方策で万全という考えではなくて、複数の方策を組み合わせるということで影響を最小化というようなことがあるのではないかというご意見をいただいております。

2ポツに、これまでの議論を踏まえた論点、これをちょっと書かせていただいております。まず選択肢は最終形を見据えたものであることが必要なのではないかというところが1つ目でございます。この観点から言いますと、保管、あるいは分離は、埋設や放出等の処分とあわせて考える必要があるのではないかということでもあります。

米印のところに書いてございますけれども、例えば「保管」単独の選択肢ということは、将来的な新技術の適用というものが前提にはなりますけれども、選択肢として成立するものなのかどうかということも論点かと思っております。また、分離はどんな場合に行われるべきなのかということで、分離することによって処分が容易になる場合でありますとか、あるいは技術開発の時間、コストを考慮しても総合的にメリットが大きいといった場合に分離は行うべきなのかといったような論点でございます。

また最後に、廃炉が30年、40年の作業であるということを考えると、こういった選択肢も40年程度までの間に最終形に達するものとするべきではないかといったような論点を書かせていただいております。

1枚めくっていただきまして2ページ目でございます。ここに、最終形を考慮した選択肢と主な課題ということでございます。左のほうに前処理について、右のほうに選択肢、この表のようになっているところが具体的な選択肢について書いてございます。

選択肢のほうからご説明をいたしますと、具体的な処分方法、主な課題、あるいは処分先といったことで分類をしてございます。処分先が地下というものについては、これまでの議論の中でも、固化あるいはゲル化をして地下に埋設廃棄をします。あるいは地層中に注入廃棄をするといったような選択肢があるのではないかと。

主な課題のところ、ここは例えば埋設廃棄であれば、その場所でありますとか、具体的な方法をどう考えるのか。あるいはコンクリートで固化をすることであれば、そういったところからの溶出をどう評価するのか。あるいは溶出後の人への影響評価。あるいは溶出後の挙動のフォロー体制。これは万一地下に埋設をして漏れたときにどんな対応ができるのかとか、そういったことが課題として考えられるのではないかとということで上げています。

2番目の地層中に注入廃棄というのも、課題としてどういった方法、どういう地層に、どういう注入速度でやっていくのか、濃度はどうするのかといったような設定でありますとか、あるいは地下注入後の拡散挙動の評価、拡散後の人体への影響評価、注入後の挙動のフォロー体制整備といったようなことが課題になるのではないかとということでございます。

2番目の選択肢として、処分先として海洋ということ考えたときに、海洋放出という選択肢。これにつきましても、放出先、放出量、濃度等の設定でありますとか、拡散挙動の評価、人への影響評価、あるいは放出後のフォローをどうするのかといったようなことが考えられるのではないかとということでございます。

処分先で言いますと、3つ目でございますけれども、大気が処分先といったときには、一つは水蒸気として大気に放出をするということ。もう一つは、後ほどご説明をしますけれども、分離ということ、同位体分離を行うことによって水素ガスとして大気に放出をするというものも出てくるのではないかとということでございます。それぞれ同様な課題があるということでございます。

最後、これは処分先に設備等というぐあいに書いてございますけれども、先ほど論点の中にもありましたが、これが選択肢になるのかどうかということもございますけれども、トリチウム水を貯蔵していくということで、もう一つこれは同位体分離を行う過程で出てくる濃いほうの、高濃度のトリチウム水の貯蔵廃棄というような選択肢もあるのではないかとということでございます。

上のほうのトリチウム水の貯蔵については安全に長期保管する、手法をどうするのか。あるいは恒久的な管理手法の確立、場所、貯槽の確保といったようなことが課題になるのではないかと。高濃度のトリチウム水の貯蔵については、その方式をどうしていくのか。貯蔵・廃棄の方式をどうしていくのか。あるいは恒久的な管理手法の確立、保管・廃棄場所、貯槽の確保といったようなことが課題になるのではないかとということでございます。

それぞれの選択枝の前処理ということで、どういったものが考えられるのかということ、一番左にあるトリチウム水、ここから黒い線の先に赤のラインが、これは全く前処理はしないというようなラインでございます。現実的になかなか難しいのではないのかというところについては、ラインは行ってございませぬけれども、地下への処分でありますとか、あるいは水蒸気、貯蔵といったところにその赤いラインをしてございます。

具体的な前処理として、希釈をしていく、あるいは同位体分離をしていくということも前処理としてあり得るということで、希釈のほうについては、具体的には地中に注入をしていく。あるいは海洋放出、あるいは水蒸気として大気に放出といったような処分方法が考えられるのではないかと。

緑のラインでございますけれども、これはトリチウム水を同位体分離をしていくと。真ん中のほうが、薄まる減損側のほうでございまして、下のほうが濃縮側のトリチウムということでございます。それぞれ減損側のほうについても地層中への注入、あるいは海洋放出、大気放出、あるいは水素という形で大気に放出していくという選択枝。下の濃いほうについては、一番下の貯蔵、または廃棄というような前処理と選択枝。これは最終形を考慮したときにはこういったことが考えられるのではないかとたたき台でございます。

最後、3ページ見ていただきまして、総合評価に向けて検討すべき事項ということで、1点目として選択枝の妥当性ということでございます。今お示ししました選択枝、これは前処理も含めてお考えいただければと思いますけれども、不足はないのかどうか。あるいは類似の選択枝については、絞り込みができるものがあるのではないかとといったような検討事項があるのではないかと考えております。また、具体的に地下でありますとか、海洋、大気といったところについては、処分場所による違いがあるのかどうかと。違いがある場合には選択枝にどう反映をさせていくのかといったところが検討事項としてあり得るのではないかと。

2番目が評価の視点ということでございます。これは第2回目の資料として提示をしたものでございまして、一度この場でもご議論をいただいておりますけれども、そのままそこに書かせていただいております。環境・水産物・人体への影響・リスク、処理期間、コスト等々書かせていただいておりますけれども、これまでの議論を踏まえまして、不足するような視点はないのか

どうかというのが2番目の論点でございます。

3番目としては、今後、総合評価を行うに当たって、指標、あるいは試算値の設定のあり方。例えば、どの程度、希釈なり分離をしていくのかとか、あるいは対象とする汚染水の濃度であるとか、量、地下注入をするのであればどういった深さを想定するのか、どのような施設なのかといったような、そういった設定のあり方も検討の必要があるのではないかとということでもあります。コストや工期の評価に当たって、どういった指標や試算値を設定するのかどうか、あるいは選択肢の相対比較ができれば十分というぐあいに考えるのかどうかということでございます。

最後、特にこの場でも意見ございましたけれども、海外の有識者から確認すべき事項があるのではないかとということで、選択肢の総合評価までのプロセスでありますとか、あるいは評価が終わった後、実際に取り組みに至るまで、どんなプロセスをたどったのかといったようなことも検討すべき事項ではないかとということでここに付してございます。

以上、簡単ではございますけれども、これまでの議論を踏まえた主な選択肢、あるいは論点といったことについてご紹介いたしました。以上でございます。

○山本（一） 主査

ありがとうございます。ただいまのご説明につきましてご意見、ご質問等ございましたらご発言をお願いします。

高倉委員。

○高倉委員

1点だけお聞きします。1ページの一番下なんですけど、今後、廃炉については燃料取り扱いとかいろいろな面で時間がかかっても、ある意味ではクーリングタイムも稼げるので悪くはないんですけれども、ただ、今、現実には、現場では2日に1つずつ、1,000トンのタンクをつくっている状況にあります。しかも、漏れたとか、人為的なミスがあったんじゃないとか、いろいろ、むしろ不安といいますか、それが地元では非常に強いわけです。現場でもそうですね。

ですから、燃料とか廃炉についてはわかりますけれども、廃水については、今、ALPS、ある程度順調には動いているようですので、やっぱりトリチウムの取り扱いについては、できるだけ早くと言うとまた叱られちゃうんですけれども、かなりスムーズにやっていかないと、それこそタンクだらけになって、管理とか、それが非常に難しくなるんじゃないかという心配が出てきて、しかも、こんなこと言う失礼ですけれども、一番最初につくったときはもう急いでつくりましたので、完全なものかどうかわかりませんが、また漏れが出たとか、そういう心配が結構出てくるんじゃないかと思うんですよ。そうすると、そういったものがエンドレスになってきますので、もしALPSが順調であるならば、このトリチウムの件については早く、早くというのはあ

れなんですけれども、そんなに30年も40年も待っていたら、それこそタンクを置くところもなくなっちゃいますよね。その辺はどう事務局で考えているのか、私、わからないんですけど。

○上田対策官

ここは一つの事務局としての論点の提示ではあるんですけども、40年程度かけてやりましょうという趣旨ではなくて、どんなに長くても40年の間には最終形にしないと、この廃炉との関係でも、全体のパッケージの作業として進めるということを考えると、最大の期間としてのメルクマールということで、ご提示をしたということでございます。

○森田委員

コメントなんですけど、2ページ目の、事務局の方に非常によく整理していただいているんですが、2ページ目の一番上にある固化、もしくはゲル化して地下に埋めるということに関しては、その下にある地層に注入するとか、海洋放出といったように、自然界にあとは任せましょうという話ではなくて、ある程度管理下に置かれている話ですから、ちょっと下の放出とは意味合いが違うんじゃないかと思っているんですけど、というコメントです。

○上田対策官

恐らくこれ、例えば地層への注入といったときには、これもどういったやり方でやるのかということも議論の……

○森田委員

地下への、その埋設……

○上田対策官

一番上のものということですね。

○森田委員

そう、一番上のものは、むしろこの一番下にある施設などと同じような扱いの考え方になっていくんじゃないかなという。

○上田対策官

わかりました。それはおっしゃるとおりだと思います。

○中津オブザーバ

今、森田委員が言われたことと同じか違うかわかりませんが、きょうのお話聞いてまして、コンクリートに固めるという話がありまして、例えば一番下の濃縮をしますと、分離して、高濃度のものを固化すると。だから一番下のほうは、これは全部水としてと書いていますけれども、固化というのものもあるのかなと思って、それが抜けている感じがしました。分離して濃いやつだけを固化するということなんですか。

○豊口企画官

一番下の分離用の高濃度になった部分については、処分方法という欄を見ていただくと、高濃度少量のトリチウム水になったものを貯蔵または廃棄ということで、高濃度のものを貯蔵していく方法と、廃棄するという方法が、どちらがいい悪いということじゃなくて、論理的にはあり得て、廃棄と言っているのは、この欄でいうと一番上に、固化、ゲル化して地下に埋設廃棄と書いてあるような、こういった廃棄方法も含めて、貯蔵なり、廃棄なり、いろんな方法があり得るということをもとめて一つ一つの欄に書いてございますが、固定的に水の状態で貯蔵ということだけを想定しているわけではないという理解で書いています。

○中津オブザーバ

それがわかるかどうかというところだと思いますけれども、トリチウム水をと書いてあるので、水のままか、固化、固化も含むと書くかですね。

○豊口企画官

ちょっとわかりやすい表現に直したいと思います。

○中津オブザーバ

それからもう一つ、よろしいですか、すみません。こっちはまた素朴な質問に戻っちゃうんですけども、3ページのところに水産物への影響とありまして、きょうのご発表では、10キロ行くと1桁下がるということでございまして、前回の発表では、水産物の濃度というのは環境水と同じぐらいであるということなんですけれども、そうした場合、どのくらい安全を見るかといいますか、魚が泳いで、摂取して、また行ってしまうということがありますので、そういったときには非常に難しくなるかなと思っておりまして、そのあたりどう考えればいいのかなど。陸上の植物と違うものですから、その点、心配しております。

○山本（徳）委員

先ほどの期間の話が出ましたけれども、私も30年から40年というのはやはりちょっと長いのではないかと実は思っていて、表現の方法なのかもしれませんが、事務局のほうからご説明ありましたけれども、その廃炉が終わるまでをターゲットにこの問題を捉えていこうというのは、少し考え方としてはのんびりし過ぎているのではないかなというふうに思いますので、つけ加えさせていただきます。

それから3ページで、これからいろんな評価の視点を考えながら、場合によっては試算をするとか、そのような局面も出てくるかとは思いますが、その際に今、議論をしているトリチウム水のソースタームをしっかりと決めていかないといけない。現在持っている量はどれぐらいというのは恐らく出るんでしょうが、これから何年後ぐらいを見ながら、どれぐらいふえていくのか、

濃度がどう変わっていくのか、このようなところはぜひ早い段階で整理をしておく必要があると、そんなふうに思いますので、ちょっとコメントさせていただきます。

○野中委員

1回目の資料で、資料としては出してあるというふうに思うんですが、当然のことだから書かなかったということなのかもしれませんが、現状がどうなっているのということを、改めて今おっしゃったような量の問題も含めて、それを絶えず確認しながら、いわゆるトリチウムというものが科学的な性質でどうできるかということだけではなくて、例えばトリチウムを濃縮して、濃くなったのと薄くなったのというふうな書かれ方をしていますが、数日前の100トンの水は2億4,000万ベクレルで、それはトリチウムだけでない、ALPSで処理した部分も含めてまざってしまったというか、逆流させたんだか、そういうことなわけで、そのこととの関係で科学的知見を寄せ集めて、テクニック上どういうふうになっていくかということ絶えず照らし合わせながら、事務局でつくっていただいたものを検討したほうがいいのではないかという感想を持ちました。

○糟谷事務局長補佐

19日の夜に100トン余り漏えいをさせたもの、これはALPSで処理をする前のものです。セシウムをとり、それから塩分をとり、ほかの核種、ストロンチウムだとか、そういうものがまだ残っているものであります。今ご議論いただいているのは、ALPSで全部基本的に処理をするという前提で、処理をした後でもALPSではトリチウムはとれないものですから、そのトリチウム水をどうするかということでご議論いただいております。

○野中委員

わかっているつもりなんですけど、ですからこの3ページ、事務局で整理された3ページの一番左側のその左にあるものと、トリチウム水の処理が実は混然としている。すっきりさわやかに、トリチウムだけ残った後のことを、言葉悪いんですが、机上の論理的だけでやったんでは実態にかなう評価というのはいにくいのではないかというようなことも心配するので、いいとか悪いかより、絶えずそのことも見ながら議論していただいたほうがいいのではないかというふうに思っています。

○柿内委員

3ページ目の資料の中で、評価に当たっての指標、計算値の設定のあり方とあるんですけども、例えば前のページの2ページ、いろんな処分法というか、いろんな形で保管するという意味においては、いろんな形があるということで客観的な評価で、線量としての評価ですね。だから存在形態で変わるわけなので、最終的に線量としてどういうレベルになるか、そういう議論をするために本日モデルとか、いろいろ話をいただいたと思うんですけども。なので、ここは何ら

かの指標というよりも、ちょっと踏み込んで、試算を踏まえた線量での比較とか、もしくは、そういったことをしたほうが、より、そういうふうな話をすると環境・水産物・人体の影響というところまで折り込んだ議論が可能なのではないかなと思います。

あともう1点は、法制度上の困難さ、いわゆる国際法とか、日本の国内の法令とか、議論する上で問題になりそうな論点を整理していただいた上で、これが先ほど上げたような線量で比較するときに、それがボトルネックになるのかどうかということも含めて議論ができればいいのではないかなと思いました。

○金城規制当局室長

規制当局の立場ということで、情報提供を兼ねてということかもしれませんが、先ほどの野中さんや山本さんのところであったソースタームの話、あとは現状どうなっているかという話は、このタスクフォースはしっかりと共有したほうがいいかなという感じはいたします。

例えば今この2ページの図で、ALPS処理済み水イコールトリチウム水となっていますけれども、今、運転しているALPSは必ずしもトリチウム水だけのものにはなっていません。これはもう皆さんご承知でしょうけど、ヨウ素129とか、そういったものがとれていない状況でございます。このヨウ素129を例えばどれぐらい含んだ水を議論するのかということによって、多分結構後ろのシナリオは変わってきて、ヨウ素129なんかは半減期が1,500年ぐらいありますので、それによってこの処分の方策なんていうのは、多分とれる方策は全然違ってくるかと思えます。

一方で今、ヨウ素129とか、コバルトとかとれない、これは62各種に限定してチェックした結果がそうですけれども、それ以外にも、ALPSの処理済み水には含まれるんじゃないかといったところもしっかりと確認する必要があるあって、例えばこちらのほうから今、東京電力に求めて、まだ答えが出てきていないのは、炭素14とか、これも結構半減期が長いんですけど。

そういったものについては、例えば、TMI、最初ありましたスリーマイルアイランドの汚染水なんか見ていると、ストロンチウムと同じぐらいCarbon-14が含まれていたという、これは実測の報告があつたりします。ただ、ALPSで処理して、どこかでとれているのかもしれませんが、少なくとも62核種の確認の中に含まれていないような核種は、やはりALPSの処理済み水でないということをしかりと実測で示す必要があるかなというふうには考えております。ですから、今のALPSの処理済み水の現状といったものを、ある程度このタスクフォースの中でもしっかりと共有した上で議論すると、より現実化に近いような形の議論が可能かなというふうに思います。

以上です。

○立崎委員

3点ばかりあります。まず2ページの、先ほどもありました貯蔵と廃棄の話で、高濃度にした

後、固化とかいう話もありましたが、貯蔵と廃棄の違いというのは、恐らく貯蔵しているものは回収というか、次の段階として別の方法に移せるという、回収できる可能性というのがあると。これは多分、貯蔵場所を移すとか、そういう将来の可能性があるという点は置く必要があると思います。これが半減期を待つというのは、例えば3半減期待つと随分長い時間なので現実的ではないでしょうが、でもやっぱり回収の可能性というのは重要なファクターかなと思います。

それから3ページ目で、評価の視点の中にリスクということが書いてあります。ここは恐らく直接の人体へのリスクという意味で書いていらっしゃるんだと思うんですが、貯蔵しているときの予期せぬ事故というか、例えば水のまま貯蔵しておけば、それが放出してしまうリスク、これは何らかの形で押さえておかななくてはいけないだろうと思います。

3番目は質問ですが、海外の有識者からの確認すべき事項に、総合評価後の実際の取り組みに至るまでのプロセスとお書きになっていますが、このプロセスという中には説明の仕方というか、そういう広い意味でのPA的なことも含まれるのでしょうか。

○上田対策官

はい、一応そういったことも想定はしておりますけれども、ここについて具体的にこういったことを確認すべきだというコメントをいただければ、そういった形で進めていきたいと思っております。

○柿内委員

先ほどトリチウム以外にも分離が今、困難なというか、現状できていないものが核種あるという話だったんですけども、トリチウムで、汚染水でトリチウムが問題になっているというのは、分離が困難な核種の代表として考えている。そういう意味では、ほかの核種もそういうものがあるのであれば、そういった核種のいわゆる隔離なのか、分離なのか、そういったこともできるということもセットにした上での選択肢というのを考えなければいけないのかなという意味では、ほかの核種、をどのぐらいの量があって、どういう処理をというのはやっぱり横並びにして考えないといけないのではないかなと。例えば、先ほど上げられたようなヨウ素であるとか、炭素14であるとかというのは、ガスにもなりますので、その辺の管理の仕方というのも非常に大事なものだと思いますので、そこはちょっと整理をしていただければと思います。

○豊口企画官

今の、ほかのトリチウム以外のものをどう処分するかというのは、前処理の一つみたいな理解でよろしいですかね。というのが一つ確認と、あと先ほどの柿内委員からご意見があった中で、試算値、あるいは指標設定するというよりも、まずは、ある試算をして線量で比較したらいいんじゃないかというようなご指摘があったのですが、ある設定をしようと思うとき、例えば前処理

として、どれぐらいまで前処理として分離しておくのかとか、どれぐらいの濃度で希釈するのかとか、どれぐらいの量を放出するのかという設定がないと試算がしにくいなという思いがちょっと事務局側であって、そういったものがないと、その後の試算、コストなり、期間の試算に行くのは難しいかなという思いがあって書いていたんですけれども、この辺どのように考えたらよろしいでしょうか。

○柿内委員

具体的にはちょっとわからないんですけれども、一般的な線量評価をするときに、先ほど地下水シナリオとかいろいろあったように、やはりクリティカルに、一番効いてくるパスというんですか、ルートを想定して、それに対して相対的に、これは規模は小さいだろうからという、相対的な比較というのはあるんじゃないのかなと。その中でいろいろな複数選択肢の中で、さらに最終的にはソースタームをある程度想定して、線量とかで評価をするというのが現実的なのかなと思いますけれども。

○山本（一）主査

先ほど山本委員から出たソースタームですが、福島第一にある発電所の燃焼計算というか、燃料の中にどれだけトリチウムができていて、何がフィッションプロダクトとしてできていてというのは、おおよそわかるわけですね。

○松本オブザーバ

ソースタームについてですけれども、福島第一の現状の、まず汚染水に浮遊しているものは当然評価できると考えておりますし、今後の発生量につきましては、ちょっと水と接するデブリの状況を分析するところで多少の変動は出るかもしれませんが、ある程度の評価はできるんじゃないかと思っております。

また、先ほど金城室長からもご指摘いただいております、ALPSで必ずしもとり切れていないのではないかということにつきましても、62核種中4核種、目標にまだ達していないものもありまして、それを今とり切れる材料のインプラント試験というものをやっていますので、これは適宜、情報を出させていただきたいと思っております。あとご指摘がありました、C14、Carbon-14につきましても今サンプリングしているところですので、これも早目に情報出せるようにさせていただきますというふうに考えてございます。

○山本（一）主査

先ほど中津課長からのご質問に対して、お答えになろうとしていて、とまっちゃった話なんですけど、いいですか。

○永井説明者

やはりソースタームがなければ、被ばく評価という上ではできませんので、そういったあたりからやはり確定して、あとはシナリオですね、放出をどの程度の濃度で出すかによっても影響は変わってきますので、そういった情報がないとやはりできないと。

○森田委員

主査の質問で、計算上存在し得る核種というのはもう既に明らかになっているということなんですか。東京電力の回答では。

○山本（一）主査

何と言うか、例えば再処理工場へ持っていくときに、その使用済み燃料の中に何がどれだけ入っているかというのは、普通は全部計算して、その量は把握して、それでいろんなものを設計しているはずなんですね。ですから普通のBWRでどれだけ燃えたら、どれだけ使用済み燃料に何が入っているかというのは、ほとんど計算できているはずなんです。

○森田委員

それで今回の、今の主査の質問は、計算上どういう種類の核種が今、存在し得るかという質問だったと思うんですけど。

○山本（一）主査

ですから、その中で特にトリチウムですよ、トリチウムが全体としてどれぐらいあるかというのは押さえられているはずだと思っているんですが。

○森田委員

それで金城室長からあったように、まだほかの想定していない核種があるんじゃないかということで、計算上まだ想定しないものが存在している、そういうことは、今、計算上はわかっていないということなんですか。そういうわけではないんですか。

○山本（一）主査

それはわかっていると思います。フィッションでどういう核種がどれだけ出るかというイールド、収率ですね、それはどれだけであるかというのは、いろんなところで調べてわかっていると思うんです。

○森田委員

なので、恐らく存在し得る核種というのはもうわかっているという話ですよ。

○山本（一）主査

そうですね。

○金城規制当局室長

若干補足しますと、今トリチウムはあわせると63核種ですかね、ALPSの性能を確認するために、

その核種で確認しているんですけど、当然、存在し得る核種はもっとたくさんあるんだけど、いろいろなシナリオを想定する中で、絞り込んで今63核種で確認をしていると、そういう状況なんですね。ですから、せっかくALPS処理済み水もできてきているわけなので、実際ちゃんとそうやって想定したとおりにきれいになっているかということは実測で確認してもらいたいなということで、例えばその一つとして、Carbon-14みたいなものは結構取りにくい核種としてあるものなので、実際にALPSで処理した水でないことを見せてくれれば、それはある意味で63核種だけに限定してチェックをしたということは、ある程度実証できるかなという感じで、今その結果を求めているといったところであります。

○高倉委員

今、規制庁のほうからお話ありましたけれども、現実的にまだ1回もやっていないんですか。確認していないんですか、核種を。

○松本オブザーバ

62核種を選定する際に、Carbon-14は評価をした上で、優位な核種にならないという評価をした上で62から落としているのですけれども、その落としたことが妥当かを検証したらどうかというご示唆はいただいていると。

○高倉委員、

ヨウ素129はどうなんですか。

○松本オブザーバ

ヨウ素129はもともととるべきもので、チェックもしておりまして、とれると思っていたものが予想以上にとれにくくなっていたということがわかったという状況です。

○高倉委員

飲用かなんかで本当はとれる予定だったわけですか。

○松本オブザーバ

はい、それも除去すべきものとしてあるということは認識していて、とれるかどうかのチェックをしたら、とれるレベルがちょっと我々の想定よりもとれていなかったということが今の実態でございます。

○田内委員

私もまだ完全にとり切れていないという話を聞いて、びっくりしちゃったところもあるんですけども、基本的にはそのスタートのところの水が、基本的にトリチウムだけだということでない、この話はもうできないということになるので、そこはぜひきちんと押さえていただきたいなと思います。

それからもう一つは、それぞれの選択肢の中で、やはりきちんと管理できるということが前提になると思いますので、その管理の確実性がどのくらい担保できるかということ、やはりそれぞれの選択肢に関しても評価する必要があるのかなと思います。いずれの場合も、濃度と時間と、それから測定の確実性というんですかね、そういうものが全部管理できなければ管理しているとは言えなくなりますので、それは当然、風評被害にもつながっていくことだと思いますので、そこはぜひ要素として入れていただければと思います。

○松本オブザーバ

ご指摘ごもっともだと思っております。とり切れていないと申し上げていますが、実験室ではとり切れておりまして、要は理屈としてはとれる方法はあると思うのですが、興業的にまだ、それが実験室レベルに追いついていないというので、これを実験室レベルにしっかりするというのを我々、続けていきたいというふうに考えてございます。

○高倉委員

すみません、ちょっと再確認で申しわけないんですけど、例えば今、ALPSを通した水をさらにもう一回やれば、そういうのは取れるという確信は持てるんですか。

○松本オブザーバ

ちょっとそこは、そういうプロセスは正直、今なるべく処理を急いでやりたいということも考えていますので、2回ということは正直余り考えていなかったところなんですけど、下がると思いますけど、期待レベルになるかどうか、それはまたしっかり確認しないとわからないということだと思っております。

○新川事務局総括

今、東京電力からご説明があったように、4核種、現在のALPSがとれていないものがあって、そして実験室レベルではとれるということまではデータが出ていると。それを適用するところまで改良したいというので今、提供中という状態でございます。今このタスクフォースで議論していただいている結論に応じて、当然、必要に応じて、もう一回通すということは十分あり得るということだと思っております。

○糟谷事務局長補佐

もう一回、さらに再補足ですけど、とれる、とれないというのは、検出限界値以下にするというのを目標でやっているんですね。4核種というのはまだ数字が出てくると。だからとり切れていないというのが正確なところが一つ。

それからもう一つは、さっき2回目は想定していないと言われましたけど、それはやっぱりとれないといかんのだと思います。ただ、今は濃いものを、とりあえずALPSを通して4核種がまだ

検出されても、ALPSで処理することを先にやるべきであって、そっちのほうがリスクが減りますので、明らかに。それをまずやるという意味で言われたんだと思いますので、将来2回目やらないというのは、僕はあり得ないと思います。とれるものはちゃんととるのが基本だと思っております。

○金城規制当局室長

当然とり切る、とり切らないということで、ND、検出限界値以下ということにするということ、正確な表現はそういう形かと思います。ですので、例えば先ほどからある線量評価とか、あとご指摘のありました管理の確かさという意味では、実際この水の扱いを見るに当たっては、どれぐらいのND値を設定してやっているかというのが非常に重要な議論になってくるので、そういったところは当然、我々はしっかりと見ていきますけど、この議論でもしっかりと共有いただければというふうに考えております。

○柿内委員

定量下限値というか、検出下限値というお話が出たのであれなんですけど、トリチウム、環境中の濃度というのも、結構そこをどこにするかで、すごく厳しくするといろんなところの評価をしなければいけないですし、その数値がモニタリング可能な数値にすると、いたずらに設定をしなくてもいいんじゃないかというのがありますので、そういう検出下限値をどこにするかという議論はすごく大事なことだと思いますので、その辺の検討も含めて考えていただければと思います。

○田内委員

すみません、最初のころの説明に戻っちゃうかもしれないんですけども、結局、総量を考えるときに、その汚染水として今、対象としているものというのは、漏れ出たものということによろしかったんですかね。漏れ出て、タンクにためていつているもの、あるいは現在の格納容器の中に当然、周りに水があるわけですね、それもいずれ除かないといけないわけですが、その中の部分も含めたトリチウム、処理後のトリチウムということで、総量はそういう意味でよろしいんですね。はい、わかりました。

○山本（一）主査

ほかにございますでしょうか。

それでは、本日は総合評価に向けまして、検討すべき事項について時間を割いて議論をしていただきました。いただいたコメント、指摘事項を踏まえまして、事務局に改めて今後の進め方について整理してもらいます。またトリチウムにつきまして、海外での検討している事例等がございますので、ぜひ海外における経験等につきましてお聞きする機会を設けたいと考えております。

つきましては事務局において、海外の有識者を招聘する準備を進めていただければと思います。

最後に、事務局から今後の予定についてご説明お願いいたします。

○上田対策官

長時間ありがとうございました。改めてまたご案内をいたしますけれども、次回は、第5回は3月中旬あたりを予定しております。また日程調整が済み次第、ご連絡をさせていただきます。また引き続き、個別にいろいろとお願いをすることもあると思いますので、よろしくお願いをいたします。

○山本（一）主査

では、これもちまして第4回目のトリチウム水タスクフォースを閉会いたします。

どうもありがとうございました。

—了—