

## 第23回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和7年7月1日（火）14:00～16:11

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室

3. 出席者 原子力委員会

上坂委員長、直井委員、吉橋委員、青砥参与、畑澤参与、岡嶋参与、  
小笠原参与

内閣府原子力政策担当室

恒藤審議官、井出参事官、中島参事官

日本原子力研究開発機構 廃炉環境国際共同研究センター

飯島和毅センター長

福島国際研究教育機構 地域環境共創ユニット

林 誠二ユニットリーダー

筑波大学 放射線・アイソトープ地球システム研究センター 教授

津旨大輔教授

4. 議 題

- (1) 東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質の環境動態について
- (2) その他

5. 審議事項

(上坂委員長) 時間になりましたので、令和7年第23回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日は、青砥参与、畑澤参与、岡嶋参与、小笠原参与に御出席いただいております。

なお、小笠原参与はオンライン出席であります。

本日の議題ですが、一つ目が東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質の環境動態について、二つ目がその他であります。

それでは、事務局から説明をお願いいたします。

(井出参事官) それでは、議題に入ります前に、事務局に人事異動がございましたので、御紹介させていただきます。

まず、7月1日付けで、徳増審議官に替わりまして恒藤審議官が着任いたしました。恒藤審議官から、一言御挨拶をお願いいたします。

(恒藤審議官) 本日付けで内閣府の審議官に着任いたしました恒藤と申します。

私自身は、もともとは経済産業省の職員でございますけれども、この直前は産業技術総合研究所の理事として、産総研の主に企画担当を2年間してございました。その前、経済産業省におりましたときは、比較的多かったのは電力市場に関係する仕事、宇宙産業に関係する仕事、あるいは化学物質の安全性の規制なども担当をしてございました。

これから事務局としてしっかりやっていくつもりでございます。どうぞよろしくお願いいたします。

(井出参事官) 続きまして、7月1日付け武藤参事官に替わりまして、中島参事官が着任いたしました。中島参事官から、一言御挨拶をお願いいたします。

(中島参事官) 本日付けで着任いたしました中島と申します。

私も経済産業省の方からこちらの方に参っております。ただ、直前はこの同じ建物にあります沖縄振興を担当する部署におりまして、沖縄の産業振興の方を担当しておりました。原子力に関しましては、以前は福島事故の後に、原子力防災の関係で原子力安全・保安院の方で勤務をしていたことがございます。

どうぞよろしくお願いいたします。

(井出参事官) それでは、一つ目の議題でございます。東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質の環境動態についてございまして、日本原子力研究開発機構、福島廃炉安全工学研究所、廃炉環境国際共同研究センター長、飯島和毅様、また、福島国際研究教育機構 研究開発部門、地域環境共創ユニット ユニットリーダー、林誠二様、筑波大学放射線・アイソトープ地球システム研究センター教授、津旨大輔様より御説明を頂きます。

本件は、「原子力利用に関する基本的考え方」の3-1、安全神話から決別し、東電福島第一原発事故の反省と教訓を真摯に学ぶ」に主に関連するものです。

最初に、日本原子力研究開発機構の飯島様から、続けて、福島国際研究教育機構の林様、続きまして、筑波大学の津旨様の順に御説明を頂きまして、その後にとまとめて質疑応答とさせていただきます。

それでは、飯島様から御説明をよろしくをお願いいたします。

(飯島センター長) 日本原子力研究開発機構の飯島でございます。

本日は、このような我々の環境動態研究の成果を御報告させていただく機会を頂きまして、ありがとうございます。

私の方からは、まず日本原子力研究開発機構が行ってきました環境動態研究の取組を中心に御報告をさせていただきたいと思えます。

お手元の資料を一枚おめくりいただきました1ページ目のところが、福島の事故後、どのような情報が必要とされたのか、それが時々刻々どう変わってきたのかというのを簡単にお示しした図でございます。事故直後というのは放射線の状況がなかなか伝わってこない。それから放射性物質の状況というものもよく分かっていないというような中で、安全確保のための放射線の状況ですとか、身体汚染・内部被ばくの情報、そういったものが必要とされました。徐々に避難指示の回復に向けた取組が進んでまいりますと、家に戻るためにどのような除染をすればいいのか、あるいは生業はどうすれば再開できるのか。そういった安心して生活を再開し、営むための情報というのが求められてまいりました。そういった声に応えてきたのが原子力機構が行ってきました環境回復研究であります。

2ページ目に主な取組を示させていただいております。

一番最初に重要となったのは、放射線状況の現状把握でございました。従来の定点の観測だけではなくて、面的な放射線の分布状況が求められたというところが特徴的でございます。その放射線の状況を踏まえて、現状を改善していこうと、大規模な除染の取組がその次に行われました。それを進めるための進め方の構築など、我々は技術開発を行ってまいりました。さらに、実際に避難指示が解除されて、生活が再開されるようになると、将来、放射性セシウムが影響してこないかどうかといった、将来の挙動を予測するニーズというのが出てまいりました。これに応えてきたのが環境動態研究であるというふうに考えております。

さらに、これらの成果をいかに自治体や住民の方々に活用いただきやすいように提供するのかと、そういった情報提供の工夫も行ってまいりました。こういった取組について、環境動態研究の部分を中心に御報告をさせていただきます。

3ページ目は、我々が一番最初に行ってきた放射線状況の把握の取組を簡単にお示したものです。先ほど申し上げましたように、線量率や放射性物質の面的分布を求めることが非常に重要でございました。これはその対策検討が自治体や地区ごとに行われるというために、面的な分布が必要だったということも言えるかと思えます。空間線量率の分布マップですとか、放射性物質の分布状況のマップ、こういったものが様々な調査に基づいて行われました。

その中でも環境動態研究につながる成果の一つが、被ばく線量に寄与する主たる核種というのは、放射性セシウムであるということをはっきりと示したことでございます。将来にわたる被ばく線量を様々な核種について評価した結果、このようなことが明らかになり、この後の対策というのは、放射性セシウムに対する対策ということで絞り込むことができるようになりました。

4 ページ目は、その次のステップ、大規模除染をいかに行うかという取組でございます。大規模な除染を行うためにどのような手法が適切か。線量率の低減効果、コスト、除去物発生量などを定量的に評価する取組、除染モデル実証事業を原子力機構の方で行ってまいりました。また、そういった大規模な取組を安全に、かつ住民の方々の納得を得ながら進めるための進め方というのにも構築をしてまいりました。

こういった成果のほかに動態研究につながる成果として、土壌に放射性セシウムが強く吸着していて、表土を除去するということが非常に線量を下げのに効果的であるということが分かりました。一方で、様々な土地利用の中で森林は除染がしにくく、効果が小さいということも明らかになってまいりました。

5 ページは、環境動態研究のモチベーションになった部分です。こういった除染などを進めてまいりますと、自治体や住民の方々から、生活圏は除染はされるんだけど、大部分のセシウムが沈着した森林は除染されませんよねと。そうすると将来、その森林から放射性セシウムが流出してくるのではないかとという声が聞かれるようになりました。具体的には土砂とともにセシウムが流出して、河川敷などに堆積したらまた線量率が上昇するのではないかと、あるいはセシウムが水に溶け出して、農産物や水産物に移行して、また濃度が上がるのではないかと、そういったような懸念が聞かれました。こういった声に対してしっかりデータとともに、影響の程度を定量的に示すために、我々は放射性セシウムの動きのメカニズムを明らかにして、将来の移行を表現できるようなシミュレーションを開発しようということ、環境動態研究の目標として設定をいたしました。

6 ページに、我々が取り組んできた調査エリアをお示ししております。比較的線量率の高い避難指示区域を流れる浜通り側の幾つかの河川水系、この河川水系の上流の森林から河川、ダムを通過して、沖合20キロぐらいの河口域に至る放射性セシウムの挙動というのを系統的に調べようというのが我々の狙いでした。さらに、幾つかが特徴が異なる河川を比較することでも有益な情報が得られるのではないかとということで、複数の河川を対象としました。それぞれの河川水系の放射性セシウムもイオン状の溶けている溶存態、それから、土壌粒子な

どにくっついている懸濁態、これらに分けて、それぞれの挙動を調べようということを狙いました。

7ページに、もう少し詳しい図をお示ししております。森林、河川、ダム、河口域などで、定点での定期的な試料採取を行いますとともに、それらの試料の中に含まれるセシウムの動きというのを、実験室の方の分析などにより明らかにしました。これらによって、森林の中での動き、あるいは河川水系、ダムでの動きに加えて、森林から河川水系、河川水系から海にという、この環境の中での大きなセシウムの動きというのを把握していこう。それに基づいてシミュレーションを作ろうということを考えました。

8ページ目にお示ししているのは、この環境動態研究、十数年にわたって継続してきた研究の一番の成果をお示ししたものです。原子力機構の成果のほかに、ほかの機関の成果なども併せて考えますと、森林から流出するセシウムは少なく、生活圏への影響はほとんどないということが明らかになりました。具体的にどういうことかということ、緑で網掛けした森林の中の挙動では、下の緑の四角にありますように、ほとんどの放射性セシウムは地表から6センチの表土に存在をしていて、深い方には移行していない。さらに、森林の斜面から斜面の下の方に流出する量も、年に0.1%程度とほとんど出ていかないということが分かりました。また、溶け出す放射性セシウムの量は、上の緑の網掛けの中にありますように、落葉層の上を数メートル流れた渓流水中には溶存態が僅かに溶出するのが認められました。

これらが流出する河川の方ではどうかということ、青い網掛けの部分になりますが、土砂とともに堆積するセシウムは、下の青枠にありますように、そもそもこの土砂とともに流れてくる懸濁態中のセシウムの濃度が、時間とともに減少していくので河川敷の線量率が上昇するという事はない。むしろ、大雨のときに新たな土砂が堆積すると、元の土砂の濃度よりセシウムの濃度が低いので河川敷の線量率が低下するという方向に動くことが分かりました。また、溶けている放射性セシウムの濃度は、右上の青枠のところにございますように、現在は0.1ベクレル・パー・リッター以下と低い濃度になっており、飲料水、灌漑用水としても問題ないレベルであるということが明らかになりました。

沖合の沿岸域のところも、大雨のときなどに比較的セシウムの濃度が高い土砂が堆積することもあります。局所的であり、一時的であるということで、トータルすると生活圏への影響というのはほとんどないだろうということが分かってまいりました。

この根拠となったデータを、9ページ以降で簡単に御紹介をさせていただきます。

9ページは、森林の深さ方向の放射性セシウムの濃度の分布です。事故初期にはオレンジ

色の落葉層の部分に、多くのセシウムが存在していました。このグラフの左側の方です。それが時間とともに右の方に動いていきますと、オレンジの部分は少なくなってまいります。ただ6センチより深い灰色の網掛けの部分は余り増えていないということで、ほとんどの放射性セシウムは落葉層から土壌層の方に移っていきましたが、表面から6センチのところには大部分がとどまっているということが分かります。

10ページは、森林斜面からのセシウムの流出でございます。植生が違う幾つかの森林で調査をしましたところ、右側の表のところにありますように、人為的改変のない山林であれば、大抵現在では0.1%程度というような非常に低い年間流出率になっております。除染地ですとか、林野火災の跡地のように、植生や落葉が一時的になくなった斜面では、年間2%程度まで増加しますが、それらが回復してきますと0.1%程度ということで、元の流出率に戻るということが分かってきました。

11ページは、放射性セシウムの溶出のメカニズムを考察したものでございます。右下にありますように、河川の湧水点の付近で観測をしますと、湧水、湧き出してすぐの水に含まれるセシウムというのは検出限界未満なんですが、写真にあるような落葉層の上を数メートル流れた先ですと、0.3ベクレル・パー・リットルぐらいということで、有意な値で検出されます。これはどういうことが起こっているのかというのを示したのが、左側のポンチ絵になります。雨などで洗い流された放射性セシウムは、地面に水が浸透する過程でごく表面の土壌に吸着をされます。そのため、地下水面までしみ込んできた地下水中には放射性セシウムはほとんど含まれていません。地下水が地上に出てくる湧水点のところでも、セシウムの濃度は検出限界地未満ですが、斜面を流出してくるにしたがって溶存態セシウムが僅かに溶出するというのが、森林エリアでのセシウムの放出メカニズムではないかというふうに考えました。

こういった森林から流出してきた河川の水の中の濃度がどうなっているのかというのが、スライドの12ページになります。幾つかの河川の調査結果を見てみますと、大体同じような傾向を示します。こちらには調査河川の中で一番濃度が高い請戸川の例を示しております。青で示しましたイオン状の溶存態セシウム、それからオレンジで示しました粒子などにくっついている懸濁態のセシウム、いずれも時間とともに減少してまいります。特に溶存態のセシウムは夏に濃度が高くて、冬に濃度が低いというような季節変動を繰り返しながら、全体としては減少していくというのが特徴です。いずれの河川も放射性セシウムが減る速度というのは、上の表に書いてございますように数年程度ということで、セシウム137の物理的

な半減期、30年よりも早く濃度が減っているということが分かってまいりました。

13ページは、ダムでの観測例になります。請戸川水系の大柿ダムに流入してくる水、それから流出してくる水の濃度を調べたものが、左側のグラフになります。流入してくる緑と青の水の中のセシウムの濃度に比べて、流出しているオレンジのセシウムの濃度というのが若干高くなっているというのがお分かりいただけるかと思えます。これは低質に含まれている放射性セシウムの一部が低層水の方に流出しているためというふうに考えられます。ただ、流出水への影響というのは、夏場はそれほど小さくなくて、冬場の方が比較的影響が大きいということが考えられます。これは水温躍層という温度が急激に変わる層が、湖水の真ん中辺のところにできまして、その上と下の水が混じり合わないためというふうに考えられます。

14ページは、今度は河川敷の空間線量率の様子です。平成26年から令和2年にかけて、毎年河川敷の定点で線量率の分布を測定しましたところ、令和元年の台風19号の前後のデータ、平成30年11月のデータと令和元年12月のデータで比べてみると分かりますように、大雨があった年というのは大幅に空間線量率が減少しているというのが分かります。このときの深さ方向のセシウムの分布を測定したものが、下のグラフになります。平成30年にはセシウムのピークが深さ8センチ、9センチぐらいのところにございましたが、令和元年のときには、上の方にセシウム濃度が低い土砂がたまっただけで、25センチぐらいのところを潜り込んでいると、このような表面にセシウム濃度が低い土砂が堆積したために、空間線量率が大雨の後に大幅に低下したものであるというふうに考えられます。

さらに、これが河口から出ていったデータをお示ししたのが、スライドの15ページになります。15ページの左側のグラフは、河川から海に出ていく放射性セシウムの年間放出率になります。2018年までのデータでございしますが、この時点でも河川から海に出ていく割合というのは0.1%前後と非常に低くなっています。また、ダムがある河川、この下側に固まっている幾つかの河川水系というのは、ダムのない上側の河川水系の8割から9割ぐらいのセシウムの流出率でありまして、ダムによって放射性セシウムの流出が抑制されているというのが分かります。

また、右側は河口域の水中で観測される粒子にくっついている放射性セシウムがどこの起源なのか、どこから来たものなのかというのを調べた例でございします。2か所の観測結果、いずれも河川から流入してきた土砂によるものが大体20%ぐらい、残りの8割というのが底にたまっていた土砂などが波浪や波によって巻き上げられて、再浮遊したものであるということで、河川から流入してくるセシウムの影響というのは比較的小さいということが分か

りました。

16ページは、河川の堆積物の中でもどのような鉱物にセシウムがくっついているのかというのを、実験、それから分析を組み合わせで明らかにしたものでございます。真ん中のグラフを見ていただくとよいかと思いますが、これまでは中央部に書いてあるような雲母鉱物に放射性セシウムが強く吸着するということが言われていました。比較的粒形が大きい鉱物ですと、有色鉱物、これは角閃石などが該当しますが、こういったものにも比較的高い濃度のセシウムが吸着されているということが分かりました。将来のセシウムの濃度の予測には、こういった鉱物の違いというのも考慮する必要があるということが考えられます。

17ページは、ここまでの森林、河川などから流出してくるセシウムの知見に基づいて構築しました、河川水系のセシウムの移行モデルの予測結果でございます。こちらのモデルは、ベースとなるモデルを作ってからいろいろトライ・アンド・エラーで改良を加えてきました。ここで報告しますモデルというのは、真ん中の図にちょっとありますが、分解されたリターのところから、地表水のところに流出してくるパス、こちらの流出経路を想定したということ、この流出が温度依存性があるということを仮定したものでございます。そうしますと、右側のグラフの予測結果、緑で示したものが新しいモデルによるものでございますが、従来のオレンジの予測結果に比べますと、冬に低くて、夏に濃度が高いという季節変動、それから赤の白丸で示した大雨が降ったときの急激な濃度上昇なども良好に再現できているということが分かります。

このように調査結果に基づいて、河川水中のセシウム濃度を予測するというシミュレーションについては、おおむね目的を達成することができました。

一方で、18ページには、森林にセシウムが残るがゆえの今後の環境動態研究の課題というのをおまとめしてございます。森林にセシウムが残存しますと、その森林、それから森林に隣接するような生態系に長期間影響を及ぼすということが考えられます。具体的には、森林ですと緑の網掛けの上の部分にございますように、根から樹木に吸収・蓄積されているセシウムの量というのは比較的少ない。1年間に0.1%程度なんですけど、以前からあるセシウムも含めて、樹木内をセシウムが循環してほぼ一定の状態に収まっているという平衡状態に既に到達しているのではないかと。なので、なかなか濃度が減りにくいというふうに考えられます。

右側の青の網掛けのところには、溪流魚の課題をお示ししています。濃度の高い河川の淡水魚の中には、いまだにセシウムの濃度が比較的高い個体というのが認められます。こうい

った個体の放射性セシウムの供給源などを今後調査することによって、どのような対策が考えられるのかというところを検討していくのが、環境動態研究の課題ではないかというふうに考えられます。一方で、右下にございますように、沿岸域、海水魚のセシウムの濃度というのは100ベクレル・パー・キログラムを十分下回っておりまして、これを超える個体というのは種類、数とも極めて限定的で、ほとんど認められていないような状況であるということも言えるかと思えます。

具体的にこの森林、それから溪流魚の課題の例をお示ししてまいります。

19ページが、樹木の中のセシウム濃度を予測したモデルの例でございます。森林内でのセシウムの移行挙動の観測結果に基づきまして、幾つかの機関がシミュレーションツールを使って、将来の濃度を予測した結果が左下でございます。JAEAのモデルは、真ん中辺の水色のものがございますが、ほかの機関と比べるとかなり結果にばらつきがあるということが分かります。

また、この森林からの流出モデルに基づいて、淡水魚の濃度を予測したモデルが次のスライド20になります。左側のグラフにございますように、ここ最近の放射性セシウムの経路としては、土壌層に由来するものというのが主なのではないかというふうに考えられます。先ほどの森林のモデル、それから森林の土壌層からのセシウムの移行モデル、こういったところを更に精度を上げて、将来の予測の精度を上げていくことが課題の一つと考えられます。

この生態系の中でセシウムがどう保持されているのかというのも、一つ重要な情報ではないか考えられます。21ページには、菌類の一つである地衣類の中で、セシウムがどう保持されているのかを明らかにした例をお示ししております。電子顕微鏡、それから放射性物質の分析、そういったものを組み合わせることで、右下のメカニズム推定にございますように、セシウムを含む粒子は地衣類の表面で保持され、さらに、イオン状のセシウムについてもこの地衣類に含まれます茶色の部分、メラニンなどの色素にキャッチされているという、そういうメカニズムが明らかになってきました。こういったセシウム保持のメカニズムなども今後明らかにしていく必要があると考えられます。

これらの成果を原子力機構の方では、なるべく分かりやすく提供していこうということで、Q&A形式の情報提供サイトを構築しました。22ページにお示しをしておりますが、この情報提供サイトでは、複数の詳細度が異なる階層に分けて情報を示すことで、関心の高さが異なる読み手に分かりやすく情報を提供しようということで工夫してまいりました。第1層が問いに対する簡潔な答え、第2層がスライド1枚で答えるような、そういう根拠情報、

3層、4層となりますと技術資料的、あるいは論文などの説明資料にリンクすることができます。こういったような形で情報提供を行ってきましたが、今年度からはこちらの情報サイトのF-R E Iの方に移行しまして、引き続き活用いただくことになってございます。

23ページは、今後の取組、F-R E Iの方に引き渡していく課題について簡単に述べたものでございます。やはり地表付近に残存するセシウムが生態系にどのようなプロセスで影響を及ぼしているのか。それを明らかにしていくということが対策検討の第一歩になるというふうに考えられます。こういったところをJ A E Aも協力をしまして、引き続き福島の課題に取り組んでいけるように、F-R E Iさんの方に協力してまいりたいというふうに考えてございます。

私からの御説明は以上でございます。

(林ユニットリーダー) それでは、引き続き、福島国際研究教育機構 地域環境共創ユニットの林から、我々F-R E Iで進める放射性物質の環境動態研究について紹介させていただきたいと思います。

まずは、本当にこういった機会を頂きましてありがとうございます。立ち上がったばかりのユニットですけれども、旧Q S T、量子研究開発機構J A E A、国立環境研究所から、放射性物質の環境動態研究がF-R E Iに移管するに伴いまして、研究者も移管しまして、計10名で取り組んでおります。その内容について紹介したいと思います。

まずは、F-R E Iの概要を説明したいと思います。非常に細かい図で恐縮ですが、F-R E Iは中核拠点になる、目指すということで、研究開発であるとか、産業化、人材育成などを一体的に推進していきます。研究開発においては5つの分野がございまして、ロボット、農林水産業、エネルギー、放射線の産業利用、それとあとは原子力災害に関するデータや知見の集積・発信という分野で構成されてございまして、今日お話しさせていただく放射性物質の環境動態研究は、5番目の分野に位置付けられております。

次、お願いします。

河川流域を対象とした放射性物質の環境動態研究は、今、J A E Aの飯島さんの方からお話しがありましたので、簡単に申し上げますとまさに河川の上流から河口まで、放射性物質、セシウムがどう移行したかといったところを明らかにする取組で、様々な経路で、図に描いてあるような再堆積による空間線量率、あるいは農作物や自然資源への移行といったところに対する懸念について、研究成果を基に様々な経路で被ばくリスクの評価と低減対策に資する情報を提供しようと取り組んでまいりました。

次のスライドをお願いします。

こちらでも飯島さんの話の繰り返しになって恐縮ですけれども、その結果として分かったセシウムの挙動としては、基本的には山林あるいはダム湖に蓄積しているということが分かりました。非常に安定的にとどまっているということなので、流域全体としては移行量は小さく、新たな再汚染の懸念は乏しいという状況にあると考えています。一方で、必ずしも完全に安定的に蓄積されているわけではなくて、例えば先ほどお話にあったような森林の落ち葉、リターですね、そこから溶脱もし、生態系内で循環が生じている状況にあります。さらには、ダム湖についてもたまっているセシウム、底泥に吸着したセシウムが再溶出していることから淡水魚の汚染がなかなか減少しない、森林では山菜やキノコの濃度がなかなか下がらないといったことが生じています。それ自身が生物そのものに影響を及ぼすであるとか、食べたから速やかに健康に影響するといったことは全くありません。ただし、ただ、基準値を超えている以上利用することは難しく、経済面への影響や食文化の維持といった点について大きな影響を及ぼしています。それが復興を妨げている状況にあるといったところが非常に大きな課題で、これに対してモデル等も活用して、今後それがどうなるのか、あるいはどういった対策が有効なのかといったところが研究として求められているという状況でございます。

次のスライドをお願いします。

そういうところを踏まえて、これからどういった研究に取り組むべきか。まさにこれはF-R-E-Iの課題でありますけれども、こちらの図はいろんな媒体における放射性セシウム濃度がどう推移してきたかといったものをイメージしたものです。事故から1年ぐらいたってから、ようやく体系だった調査ができたといったところもあり、それ以降は非常に多くのデータが、先ほど御紹介があったJAEAそうですし、国立環境研究所も、あるいは筑波大学をはじめとする多くの学が非常に多くの観測データを持っています。そういったデータをしっかり集約、整理して今後発信していくのもF-R-E-Iの大きな一つの仕事であると思います。それとともに、今お話しした自然資源の汚染に対して、今まで以上に積極的に取り組んでいくか。環境を回復し、地域の生業、あるいは経済の回復にどう貢献できるかといったところが非常に大きな取組だなと考えています。

もう一つ、体系だった調査そのものはなかなか事故直後1年ぐらいできていないというところで、実はその間にセシウム等の放射性物質がどのように動いたかというのは、実はよく分かっていないというところがございます。別な観点で申し上げる、その間に国や自治体等において、除染や移行抑制対策に関して様々な対応がなされているんですけれども、それが

本当に適切だったのかというところもよく分かっていません。もうちょっといろんな対応があったんじゃないかといった点も含め振り返りをしっかりしないと、もし仮に将来同じような災害があったときに、より適切な対応ができないのではないかというところを強く感じて、そういった取組も必要ではないかと考えております

そういった点踏まえて、我々としては、このユニットではミッションとして最先端の放射性物質モデリングと協働型アセスメントにより、安全でレジリエントなまちづくりに貢献するといったところがありますが、我々としてはモデル、あるいは計測というのが非常に強みがございますので、そういったところを生かして三つのプロジェクト研究を立てて、今研究に当たっているところです。

まず、一つ目が、今お話しした自然資源にどう移行しているかというメカニズムをしっかりと明らかにし、それをどのように抑制できるかという手法を検討するというのが一つ。もう一つは、その成果も活用して地域の皆さんと一緒にアセスメントや対策に協働で取り組んで、実際にその効果を実証しようということを考えています。対象としては阿武隈の中山間地域を考えておまして、F-R-E-Iは、ほかの分野として先ほど紹介したロボットであるとか、エネルギー、農業と色々な分野がございますので、そういった分野の皆さんと一緒に連携して、この利活用を促進できないかといった点も今後展開していきたいと考えています。

さらに、もう一つのプロジェクトとしては、事故後の振り返り、対応検証というのを国際連携プロジェクトとして立ち上げて、様々な振り返りとそこから得られた課題を抽出して、将来の備えとして何らかの技術レポートを作成したいと考えています。なかなかハードルは高いものの、2030年までに頑張っってそのレポートを国際的に発信できるよう取り組んでいるところです。

次、お願いします。

では、個々のプロジェクトについて、概要を説明したいと思います。まず、プロジェクト1につきましては、まさに森林に着目しています。未除染の森林が大部分ですので、いまだにセシウムがたまっているということで、それによって木材利用の制限があったり、自然資源の利用ができないといった問題があって、結果として経済的な遅れ、あるいは里山文化の衰退というのが起こっています。それをどのようにしたら利活用が進む方向に持っていかれるかといったところを、まずはしっかり実態把握とメカニズム解明をするといったところに基づきながら、将来予測による見通しであるとか、ゾーニングによる施策提言、さらには移行抑制・低減対策の提案といったところを行っていきたいと考えています。時間の関係もあり

ますので、ここではまず森林のゾーニングの話をしたしたいと思います。

次のスライドをお願いします。

利活用に向けて、森林のゾーニングをすることになったことが非常に重要になってきます。考え方としては、まず汚染状態、セシウム濃度の把握と予測をします。おそらく空間線量率が非常に重要な因子になってくるんですけども、それに地域のニーズ、これは森林とどう関わっていくかというニーズ、さらには各種規制値、こういったものを掛け合わせて、現在あるいは将来のゾーニングが行い得る考えています。

次のスライドをお願いします。

そのアプローチですが、まずはしっかり空間線量率と汚染実態を把握する。続いて、それを基に利活用するための木材などの部位ごとのセシウム濃度を推定する。それを踏まえて、樹種やニーズ、基準値に応じてゾーニングマップを作成し、それを基にした利活用ガイドラインを作成するという段階を想定しています。このガイドラインというのはコミュニケーションツールとしても活用できるものと考えています。このときに科学的な研究での課題としては、まず空間線量率については林内、森林の中の空間線量率を詳細に測るというのは非常に難しく、そこの技術的な課題についてJAEAと今後も協力してしっかりやっていく予定ですが、歩行サーベイとかドローン技術の活用といったところも考えられます。

続いて、更に大きな課題としては予測モデルの精緻化が挙げられます。こちらについては次のスライドでもう少し詳しく説明したいと思うんですが、下の方に示してあるグラフですが、これは福島県が帰還困難区域外で、発災当初から毎年測定している空間線量率、地上1メートルの高さですが、それと木材の部位ごとのセシウム濃度の関係を示しています。樹皮、皮についてはそれなりに相関は高いんですけども、材のところを見ると線量率ではその濃度はなかなか説明できない、非常に大きなばらつきがあるということが分かるかと思います。これについて、我々もこういったデータを集積しつつ、さらには、帰還困難区域で落葉広葉樹も対象に調査をして、どこまで線量率で説明できるのかについてまずしっかり検討したいと考えています。ただ、恐らく線量率だけでは十分にできないので、様々なほかの要因、例えば地形であるとか土壌の化学性といった要因も含めた上で、右に示すような予測結果について、いかにこのばらつきが小さくできるのかについて検討を行っていきたいと考えております。

次のスライドをお願いします。

そういったところを踏まえまして、ガイドラインの作成に至るわけですけども、ゾーニ

ングした際にこういった形で使えるかといった点について、濃度レベルに応じて様々な取組をしっかりと記載した上で、それを基に林業関係者とか自治体といったステークホルダーに対して、こういった形で使えますよ、こういった形で使う際には気を付けましょうねといったこと周知を図るとともに、地域の皆さんにこのガイドラインそのものをうまくツールとして活用していくことや、新たな社会的な要請に応じてゾーンを柔軟に更新していこうといったことも考えています。

次のスライドをお願いします。

ここからは、もう一つの取組である山菜や野生キノコなどの自然資源、それらへのセシウムの移行をどのようにしたら抑制できるかといった対策について、研究事例を紹介したいと思います。こちらは露地栽培でキノコを育てるという取組ですが、キノコは非常に汚染されています、なかなか将来にわたって100ベクレル・パー・キログラムという基準を下回ることはまず見込めないだろうという前提の下、皆さんに栽培していただいて地域の振興につなげたいと考え、取り組んでいるものです。これによって、地域の皆さんの何らかの生業になればいいなと考えています。実は震災前から、福島県ではキノコの露地栽培を結構盛んにやっております、主に取り組まれていたムラサキシメジとハタケシメジ、ムラサキシメジは紫色でこんな食べられるかと思うんでしょうけれども、結構おいしく食べられるということが分かっています。この二つをターゲットにして実態解明をするといったことを昨年度からやっております。ムラサキシメジの方は自生しているものの濃度はちょっと高いので、なかなかうまくいかないんじゃないかな、何らかの対策が必要ではないかという前提で始めました。次のスライドをお願いします。

上の写真は、菌床の伏せこみから栽培、収穫までの連の流れを示しています。この栽培試験を県内15か所で行いまして、林内の空間線量率が大きく異なる地点で行いました。結果を申し上げますと、両方の種共に出荷制限値を大きく下回り、今すぐでも育てられるような状況にあるといったことが分かりました。また、育ててもちゃんと収量が上がらなければ意味がないんですけども、適地の選定と管理をしっかりすればちゃんと育つといったことも確認できました。

次のスライドをお願いします。

この結果にこういった意味があるかということ、栽培地の空間線量率で見ると、1マイクロシーベルト・パー・アワーを下回る場所であれば、両方の種とも十分生産再開を見通せる状況にあるということ。この1マイクロシーベルト・パー・アワーという値は、最新の航

空機モニタリングでいうと、避難指示が解除された森林のほぼ90%ぐらいに相当します。つまり、ほとんどのところで作れるといったことが分かったわけです。また収穫したキノコの濃度は低かったんですけれども、何で低かったのかといった点についてはよく分かっていないところもありますので、どこからセシウムを取り込んでいるのかという発生源の推定も今後検討していきます。さらに、キノコの振興に努めている地域の関係者の達と一緒に、栽培の普及支援によって地域振興に貢献したいと考えています。さらには、経済的な面で言えば、原木シイタケは非常に大きいので、この原木シイタケの栽培の再開に向けても、何らかの支援ができるような研究にも着手していきたいと考えています。

次のスライドをお願いします。

こういった成果も踏まえて、地域と協働してどんなアセスメントをしていくかといった取組ですが、こちらは阿武隈中山間地域を主な対象として、まず地域のニーズをしっかりと把握して、地域の皆さんと一緒にアセスメントをし、汚染の状況をしっかりと理解していただいた上で、ニーズに応じてゾーニングをして、様々な実証的な取組を行い、その成果を基に環境再生のための政策提言を行おうと考えています。取組の特徴としては、最初から最後まで地域の皆さんと双方向でやっていくところに重きを置いています。地域の皆さんと対話をしながら、一緒に調査をし、ニーズも捉えながら実証研究して、政策提言するという流れを考えていて、場所は浪江町の津島地区で進めています。こういった取組のアウトプットを活用して、生業の回復や維持、さらには里山環境の再生を目指していきます。具体的な取組ですが、今年度の調査としては、5月から調査を始めていまして、対象とする実証地域、非常に小さいところですが、そこに地域の皆さんにも来ていただいて、どんな取組、どんな調査をしているのかというのを御理解いただきながら、具体的にセシウムがどれくらい土であるとか木に含まれているかを知ってもらおうといったことをやっています。また、7月には、今御紹介した菌床栽培を一緒になってやってみて、もし御興味があれば、菌床を提供して、地域の皆さんにそれぞれ独自に栽培をしてもらおうかなといったことも考えています。場所はこの1か所だけではなかなか広がりががないので、今地域の皆さんに協力いただいて、津島地区は帰還困難区域に指定された地域ではありますが、空間線量率には非常にバリエーションがございますので、低いところ、高いところについても同様の調査をして、いろんなニーズをくみ上げるのに役立てようと考えているところです。当然、調査結果についてはちゃんと共有して、新たな展開に持っていくことも計画しています。

次のスライドをお願いします。

これらの写真は、まさに5月の調査の様子をお示ししているところです。

次のスライドをお願いします。

この5月に行った取組は調査だけではなくて、その後に地域の皆さんとの対話の場を設けて、例えば調査に参加した感想であるとか、これからの津島における森林の管理・利用に向けてというテーマで、グループディスカッションをさせていただきました。その中で皆さんから頂いた御意見としては、実際にこの調査の内容を知ることができて、この調査に参加することで、参加できなかった皆さんにもいろんなことが共有できるといった御意見、あるいはこれからの管理・利用に向けては現状の汚染状態がよく分からないので、こういった結果を基にどういうふうに活用できるかを自ら検討していきたい。また、自然資源の山菜やキノコについても、再開によって地域の活性化を図りたいといった非常にポジティブな御意見を頂いておりますので、頂戴した意見を今後のアセスメントの実施内容等に反映していく予定です。

こちら最後のプロジェクトになりますけれども、事故対応検証国際連携プロジェクトとして、まさにこの原子力災害をしっかりと振り返って、将来の原子力災害への備えとしての知見を継承するために、福島原発事故の課題と教訓を取りまとめたレポートを作成しようという取組。

次のスライドをお願いします。

その狙いですがけれども、事故から環境回復を目指した観測・管理の実態を振り返って、対応の課題・教訓を抽出して、次世代に役立つ環境回復シナリオを提示するといったところを目的として、我々のユニットの専門性を生かすということを前提にして、発災をどう防ぐかではなくて、発災後、沈着した放射性物質による汚染拡大をどう抑えるか。さらには、復興への回復をどう早めるかといったところに力点に置いたものになると考えています。まさに、発災から初期沈着より後のフェーズを対象としているものです。

次のスライドをお願いします。

ターゲットとする読者ですがけれども、研究者、専門家というよりは、まさに事故が起きた際に具体的に最前線に立って対応される皆さんを対象にしたものにするべきだということで、ガイドラインプラス根拠資料という形で、いかにその生物資源の汚染と回復とか除染・環境回復に向けた政策提言に役立つものを目指して作っていきたいと考えております。

次のスライドをお願いします。

このプロジェクトのこれまでの主な取組として、まずは事故直後にどのようにセシウムが

動いたのか初期挙動をしっかりと理解しようといった取組を先行して進めておりますので、そちらを紹介させていただきます。

高精度な数値シミュレーションモデルを活用しまして不明な点が多い河川流域の初期におけるセシウムの挙動を再構築することを目的としています。これによって、このときこんなに動いているんだったら、この時点でこういった取組をすれば、もしかしたら下流の汚染が防げたかもしれない、海への汚染が防げたかもしれないといったことが示せるところを狙いとしてやっております。場所としましては、福島県の浜通りの主流河川の一つである太田川流域、上流域は森林で真ん中にダムがあり、下流は農地と市街地が広がっている流域なんです。そちらを対象にまず上流の森林流域を対象としてセシウム137の流出挙動の計算を行いました。

この計算のポイントは、入力データに高精度な大気化学モデルから出てきました初期沈着量の時系列データを使っているということです。それによってセシウムがどのように動いたかというのをより正確に見ることができます。その計算結果を基に、現在、ダム湖でどう挙動したのかを今計算しています。さらに、ダム湖の結果を用いて、流域全体でセシウムがどのように動いたのかを今年度中に実施する予定です。これまでに得られた結果として、森林域からの流出計算の結果を次の2枚のスライドを使って御紹介したいと思います。

次のスライドをお願いします。

こちらは対象とした森林流域、先ほど飯島さんから御紹介があったところなんですけれども、モデルについてはJAEAと一緒にやって開発してきている3次元の非常に詳細な物理則に基づく水土砂流出モデルにセシウムをのつけたというものです。セシウムについても森林のセシウムの循環を丁寧に再現して、落葉層、リターに含まれたセシウムが溶脱してくるプロセスに着目し、それを表現しているモデルです。なお、与えた大気化学モデルによる入力の沈着量は、初期の航空機モニタリングデータにおおむね合致しているということを確認したうえで計算を行い、河川流量観測データを用いて、雨水流出過程の検証をしっかりとしまして、水土砂流出について十分整合性が取れているといった条件の下でセシウムの挙動を見ております。

右はその結果になりまして、上の方のグラフが流量、SSです。下のグラフで懸濁態と溶存態セシウム濃度の変化を示しています。事故後1年間の変化でいうと、初期沈着時にやはり河川水中の溶存態のセシウム濃度が非常に高かったということが分かります。先ほどの話だと0.1ベクレルあるかないかの世界なんですけれども、初期時には1リットル当たり数

千ベクレルの溶存態のセシウムが河川水中に存在していたことが分かりつつあります。さらに、9月に大きな台風がございまして、そのときに土砂に伴われた粒子態のセシウムが高濃度になったといったことも推定され。これは一部の森林流域で計算したのですが、ダム湖全体の集水域にそれを適用して、ダムにどれくらい入ってきたのかといったところを、次のスライドで御紹介しておりますのでお願いします。

これがその結果ですけれども、この1年間で、流入先の横川ダム湖に、どれくらいセシウムが入ってきたのか。言い換えればダム集水域からどれくらい流出したのかという推移を示していますが、まず年間通じてどれくらい集水域から出てきたのかといったところを見ていただくと、初期沈着量に対して2.6%ぐらい出てきたと推定されました。現状では0.1%もない状態、2から3オーダーぐらい高い量が、事故後1年間で一気に動いたということで、まさにこの1年間というのは、セシウムの移行を考えると非常に重要だったといったことが分かりつつあります。

また、9月の大規模豪雨において、粒子にくっついたものが一気に動いたといったことも分かる結果が得られております。また、溶存態については、生物利用性が非常に高い形態のセシウムですが、発災から9月ぐらいまでに、ちょっとした雨に応答して結構流出していた結果が得られました。恐らくそれは一遍沈着したセシウムが表層の有機物のところに吸着するわけですが、それがちょっとしたことですぐ出てきやすい状況にあったと、溶け出しやすい状況にあったということが、この結果から示されているのではないかと考えています。

こういった事故後初期のセシウムの流出挙動が分かる、じゃあ何ができたのかといったところの知見についてですが、例えばダムの話をさせていただくと、ダムはやっぱり壊れているんじゃないかという懸念があって、貯水率を発災から半年ぐらい、60%ぐらいにずっと抑えていたんです。普段であればもちろん適切な方法だと思うんですけども、仮にこれを80とか90とか従来の方法にしたとすると、もしかしたら下流への移行はもう少し抑えられたかもしれない。というようなこともシミュレーション上で検討できます、そういった取組をいろいろ検討して、振り返りという形で進めていきたいと考えております。

最後のスライドになります。

ご紹介した取組を含めて、様々なデータを集約しながら、事故後の振り返りと、それによる検証と課題の抽出を行い、それを基にして、効果的な環境回復シナリオを将来の備えとして提言していくという形でレポートを今後作成していきたいと考えております。何か別な機会がありましたら、この取り組みについて紹介できればと思っておりますので、その際はよろ

しくお願いいたします。

どうもありがとうございました。

(津旨教授) 続いて、筑波大学の津旨と申します。このような機会を与えていただき、ありがとうございます。私からは、海洋環境動態とALPS処理水の海洋放出ということで発表させていただきます。

2枚目をお願いいたします。

まず、最初に福島第一原子力発電所事故におけるセシウムの環境影響への供給過程について御報告させていただきます。まず、大気放出があり、真ん中の図にありますように、地上に降下しました。これは先ほど来からお話しされているように、非常に多大な汚染を及ぼしたわけですが、量といたしましては2.5ペタベクレル、ペタは10の15乗ですが、という形で推定されています。これ、重さに直すと僅か780グラムということで、非常に少ない量のセシウムが広く分布したことによって、大きな被害が与えられたということになります。

一方、右側にありますように、北太平洋全域にも降下していて、これが大体12から15ペタベクレルぐらい、つまり大半は海に降下したと考えられています。この降下後の海での移流としては、モデルでは追跡は可能であったんですけども、実際の観測による検証はできていません。一方で直接漏えいというものがありました。下の写真にありますように、非常に高濃度、ここではセシウム濃度が $10^{12}$ Bq/m<sup>3</sup>ぐらいの濃度の汚染水が漏れ出しています。これが近傍に広がったことによって、魚に対する汚染があって、漁業の自粛、出荷規制などが行われたということになっております。

このように大気には15から20PBqぐらい出たというふうに評価されていますが、大気圏核実験ではかつて500PBqぐらいのセシウムが海洋に出ておりますし、セラフィールドの再処理工場、これは数十年にわたってですが、41PBqを人為的に排出したという例もあります。今回の福島第一原発事故は、瞬時に非常に高い濃度が影響されたということで、量としてはそれほど多くなく、多くないというふうなことを言うと語弊がありますけれども、量よりも濃度として影響があったということになります。

次、お願いいたします。

これが、福島第一原発近傍のセシウム濃度の時系列変化です。最初は非常に高い濃度、 $6.8 \times 10^7$  Bq/m<sup>3</sup>という濃度が観測されています。これは海洋における史上最高の観測された濃度となっています。その後、対策を行って2012年から2016年ぐらいにかけて、見

掛けの半減期1年ぐらいで減ってきています。その後、2016年以降はほとんど減らない状況になっている。濃度変化として、これは主に海流の変化の影響によってですが、1週間に一度の観測結果を見ても、一桁以上ばらついている状況が続いています。

現在の濃度レベルは100 Bq/m<sup>3</sup>ですが、これは事故前のバックグラウンド濃度1 Bq/m<sup>3</sup>に比べて、大体100倍高いものが継続している。これはやはり近傍からの漏えいが継続しているということを示すということになっています。この濃度ですが、右上にありますように、仮に水産物の濃縮係数が100ぐらいとなると、この1,000 Bq/m<sup>3</sup>ぐらいのところで、魚の濃度が100 Bq/kgとなるということになります。それを下回っているということになります。実際、告示濃度というもの随分前に下回っているんですけども、それよりも低い値として、実際海の基準値としては、水産物、食品中の基準値100 Bq/kgの魚とならなければよいという、そのような基準になっているというのが現実だと思っています。

次、お願いいたします。

こういったものを表現するために、我々は様々なモデルを組み合わせて、黒い字にありますように、観測データの比較を通じ、補間を行うことによって、現象解明に資する。モデルというものは完全ではありませんので、どこが合っていて、どこが違っているのか、現象解明に資するための道具として使ってきました。

次、お願いいたします。

領域海洋モデル、今回我々が用いたものはROMSと呼ばれるモデルで、水平解像度が1 km 鉛直に30層、今回浅い水深、この辺りが非常に深い海溝があるわけなんですけれども、計算上500 m水深までを検討しています。この600 km、450 kmというのはこれまでに対象にされなかった新しい海域となります。工学的には温排水の拡散なんかは数キロメッシュぐらいですし、温暖化予測に用いられる海洋モデルというのは全球スケールとなります。その間のスケールのモデル化というものが、この問題によって新たに必要となり、我々は工夫を持って対応したということになります。1 kmメッシュだと港湾の形状がうまくできていないんですけども、200 mメッシュで少し改善されて、1 km沖合のALPS処理水の放出口も設定することができたということになっています。

次、お願いいたします。

こういったモデルを動かすときには、沿岸と外洋、両方の特徴を持つということですので、風によって動かされる沿岸流と、黒潮とか中規模渦の大小両方のスケールの海流を再現する必要があります。まず、アニメーションにありますように、福島沿岸域では南向きの流れと

北向きの流れが3日、4日ぐらいで入れ替わっています。右上のグラフにありますように、赤が観測結果、青がシミュレーション結果ですが、これが南北流成分を示していて、マイナスが南向き流れ、プラスが北向き流れ、これが3日から4日で入れ替わっている。そういった現象をよく再現することに成功しています。ただし、瞬間瞬間で見ると流れが逆転しているところもあって、全体的な傾向としてはよいのですけれども、瞬間瞬間の再現にはまだまだ誤差があるということになります。

また、赤いところで強い流れを示していますが、黒潮の流れについて、また中規模渦の流れについても海洋再解析データをデータ同化することによって、再現に成功しています。

次、お願いいたします。

こういうモデルを用いて計算をしていくわけなんですけれども、ここではまず漏えい率、ソースタームを設定する必要があります。この写真にありますように、このような形で情報はあるわけなんですけれども、実際どのくらい出たかということは情報として得られていません。そこで我々は1F近傍のこの左図にありますような、5・6放水口と南放水口、これは事故初期からずっと測られているものなんですけれども、この濃度を用いて、この濃度に対してモデルによって得られた海水交換水量（どのくらい薄まるのかの指標）を用い、この濃度を維持するためにはどのくらいの放出率が必要なのかということ逆算して、漏えい率を求めています。

ここで求めた漏えい率が、表の赤いところの一番下にある $2.2 \times 10^{14}$  Bq/日となります。一方で、東京電力は初期にこの写真の情報から流量と測定した濃度を求めて、表の赤い字の一番上、 $1.9 \times 10^{14}$  Bq/日という値を得ています。

一方で、港湾の中の濃度が事故初期で、目に見える漏えいを止めたときに非常に急速に減少しています。これが右上のグラフです。この減少速度は港湾の交換水量に対応するという事で、ここで港湾の交換水量を求め、低濃度を求めたものが表の赤い数字の $3.1 \times 10^{14}$  Bq/日となります。これらが一致するという事で、漏洩源から出てきた漏洩率、港湾に出た漏洩率、港湾の外に出た漏洩率が大体 $10^{14}$  Bq/日のオーダーで一致したという事で、それぞれの推定というものが妥当だというふうに判断しています。

次、お願いいたします。

一方で、この濃度がずっと続いているわけなんですけれども、現在はこの考え方を基にすると、 $10^9$  Bq/日のオーダーで出続けているということになります。そのくらい出続けているので、港湾の近傍の濃度がまだ $100 \text{ Bq/m}^3$ ぐらいを維持しているということになります。

一方で、港湾のものを下の図の緑とオレンジの線を見ると、一桁ぐらい小さい値になっている。ということは、港湾の中を通らずに海洋に漏洩している経路もあると推定されています。。この100 Bq/m<sup>3</sup>をゼロにするための様々な対策は今後もやっていく必要があるんですけども、敷地内だけではなくて、敷地の外でも検討する必要があるということで、幅広く検討する必要があるということを今考えているところです。

次、お願いいたします。

このように漏えいがずっと続いているので、それに対する濃度評価というものを行ってきました。一番上のものは事故初期のもので、黒潮とか海洋の渦によって非常に複雑な現象を示す。最初ぱたぱたと来るのは、大気から降下によって、雨によって供給されたものを示しています。これが2013、15でだんだん薄まってきています。

次、お願いいたします。

薄まってきているんですけども、2013年の値を見ると、下の図、日平均のデータを見ると非常に複雑な形状となっています。南に流れたり、北に流れたり、また不安定によって沿岸に急に運ばれたり、非常に複雑な現象で、こういったものを観測からこのような形状を捉えることは非常に困難だと思われま。逆に言うと観測でこのような形状を把握もできないし、こういった形状が正しいかどうかということを検証することも非常に難しいということになります。我々はこういう現象から、上に示しているような年間平均分布を求めています。観測結果と計算結果、それぞれの年間平均濃度分布を求めると、上のような形になって、非常に分布形としてはきれいな形になっている。その結果、観測結果と計算結果を見ると、左に示しましたように、おおむね一致する。これログスケールですので、研究分野によっては全然合っていないんじゃないかということもありますけれども、ここでは非常に貴重な検証結果になっていると思います。

このような観測結果というのは、広い範囲で1週間に一度、10年以上にもわたって測定されていまして、そういったものは我々が運用しているDOI付きのERANデータベースやIAEAによるMARISデータベース、東京電力による包括的的海洋モニタリング閲覧システムなどで公開しております。より分かりやすい形でこういうデータを公開することも必要だというふうに考えています。

次、お願いいたします。

このような年間平均濃度分布は、2013年から2019年にかけて、形状としては余り変わらないということを確認しています。ある年は台風が来たり、ある年は台風が来なかつ

たりするんですけれども、年間の平均の分野としてはそれほど変わらない。つまり、上に書いてありますように、点源からの放出率が分かれば、年平均濃度分布は予測可能である。つまりALPS処理水のように放出率が分かっているならば、ALPS処理水の毎日毎日の複雑な形状を予測するのは困難ですが、年間平均濃度分布は予測可能である。そういった知見からALPS処理水への適用を行ったということになります。

次、お願いいたします。

ALPS処理水の話にいく前に少しだけ。海産生物に対する100Bq/kgという値が、実質的な海洋の濃度基準になっているというふうに言いましたけれども、そういった海産生物の濃度は平衡状態で決まっているわけではない。我々は動的な海産生物移行モデルというものを作って、セシウムの濃度が急激に減少しても海産生物の濃度はそれほど急激に減少するわけではない。代謝速度に依存する。そういったモデルを用いて、それぞれの海産生物の減少速度も予測しています。2022年にクロソイが1,400 Bq/kgと基準値を超えましたけれども、これ以降、海洋において基準値を超える水産物は見付かっていないということで、セシウムに関しては安定しているというふうに考えています。

次、お願いいたします。

このように福島原発事故の影響をまとめますと、モデルを使っているような現象解明を行うことができた。そのモデルを使って、年平均濃度分布の予測は可能である。こういったものから処理水の影響評価に結び付けています。漏えいのメカニズムは何なのかとか、事故初期の大気降下量、河川からの供給量の評価など不確実性は残されていますけれども、ALPS処理水の評価への適用には十分な知見が得られたと考えています。こういったものをベースに、過酷事故対応のための海洋モデルの準備は海外で整備されつつありますけれども、日本では残念ながら、まだ十分に行われていないという状況になります。

次、お願いいたします。

こういった知見を基に、ALPS処理水の海洋放出に関する研究を行っております。トリチウムだけではなく、他核種はゼロにまでALPSによって処理されているわけではないので、残された他核種の影響があるのではないかと。また原子力発電所施設からの放射性物質の海洋放出というのは世界的に認められていますけれども、事故を起こした発電所からは前例がないので問題ではないかと。また、福島第一原発事故では、北太平洋に広く影響を及ぼしたので（ただしこれは影響ではなく濃度の上昇が検出されただけで実際の汚染というレベルではなかったんですけれども）同じことが起きるのではないかと。などと海外からも非常に懸念

が示されました。それを基に東京電力HDは、私も含む所外からの専門家も含めたチームにより、放射線環境影響評価報告書というものを発表しています。放射性影響が極めて小さいということを示しており、この結果はIAEAにおいても検証されています。この内容を少し説明した上で、実際の放出に対する話を行いたいと思います。

次、お願いいたします。

ちょっと小さい表で恐縮なんですけれども、ALPS処理水の海洋への放出率が、報告書に示されています。トリチウム放出率が22兆Bq/年で、ほかの核種はタンクグループごとの比率になっているので、多少ばらつきがあるんですけれども、おおむねこのようなオーダーになっています。これをIAEAのDIRATAデータベースと呼ばれる海洋の放出率のデータベースと比べると、過去に放出された実績と比べても桁違いに小さいということが分かります。

次、お願いいたします。

ALPS処理水放出時のトリチウムの濃度の分布を予測しています。日々の濃度分布というのは複雑で、これを捉えることも検証することも難しいんですけれども、年平均としては先ほどと似たような形になっています。トリチウム濃度は大気圏核実験および宇宙線による生成によって、日本近海で大体50から70Bq/m<sup>3</sup>、つまり0.05から0.07Bq/Lぐらいのバックグラウンドの濃度が存在します。0.1Bq/Lを超えるものが影響範囲と考えると、その影響範囲は福島県内にとどまるということが評価されています。

次、お願いいたします。

このような濃度結果を得て、被ばく線量評価を行います。その際には10km x 10kmの程度の範囲の平均濃度を適用すべきというのが、IAEAのGSG-10に指示されていますので、このガイドラインに従って計算を行いました。

次、お願いいたします。

ALPS処理水の放出によって得られる30核種のそれぞれの濃度、それに対してIAEAのMARISデータベースにあります、かつて過去に観測されたデータというものを比較すると、全て無視し得るほど桁違いに小さいということが分かっています。ただし、対象となる核種の中では、MARISデータベースには含まれていない。これは測定するまでもなく低いということなんですけれども、データがないということも事実ですので、こういったギャップを埋めていくことも今後の説明の中では重要なのかなというふうに考えています。

次、お願いいたします。

被ばく線量、外部被ばく、内部被ばくを I A E A と I C R P の方法に従って計算しますと、一番下の海産物の摂取というのが比較的相対的に高くなるんですけども、10のマイナス5乗から6乗、我々が自然界から受けている2.3mSv/年と比べても、10のマイナス5乗、6乗は、I A E A の言葉を借りると無視できるというほど小さいということが言えるかと思っています。

次、お願いいたします。

一方で、このような状況にもかかわらず、国外から公表された影響評価論文が幾つかあります。Scienceの論文とか、我々が協力した国際論文なんかでも影響は小さいということのを淡々として述べています。ただ、一方ではALPS処理水ではなく、「Radioactive waste water」と題するような論文が数多く公開されています。右図が北太平洋スケールで、これはALPS処理水を放出したときのトリチウム濃度の予測を行ったもので、これはちゃんとした査読付きの論文に出ているわけなんですけれども、一番上の濃度コンターが10Bq/m<sup>3</sup>です。つまり、先ほど言ったような50から70Bq/m<sup>3</sup>というバックグラウンド濃度を考慮すると、このようなコンター図は書けないなんですけれども、計算上は書いてしまいます。彼らはこの論文の中で、東シナ海の濃度が上昇するという、本来無視すべき濃度上昇に対する議論を展開しています。

また、2025年、4ポツ目ですが、福島汚染水処理は、環境に対して甚大かつ破滅的なリスクをもたらす可能性がある。これはES&Tというアメリカのインパクトファクターが10ぐらいあるちゃんとした論文に出たので、さすがにこれはひどいということで、我々は30名ぐらいの国内外の研究者と共著で、今反論ペーパーを投稿している状況です。こういう状況ですので、継続的な影響評価の検証が重要だというふうに考えています。

次、お願いいたします。

ALPS処理水の放出は現在継続していて、年間22兆ベクレルというレギュレーションを守って実施しているわけなんですけれども、初年度は4回にわたって4.5兆ベクレル、次の年、2024年度が7回にわたって12.7兆ベクレルのトリチウムを放出しています。

次、お願いいたします。

この結果、モニタリングとしては、指標、判断停止レベル、そもそも濃度もそれほど高い濃度を出していませんが、このような判断停止レベルを超えるものは見られなかったですし、海生生物の濃度も海水の濃度レベルと変わらず、濃縮が起きているわけではないということが分かっています。一方で、被ばく線量評価に用いた10km x 10kmの範囲の年平均濃度、

こういったものをモニタリングデータから求めて、評価結果が正しかったと検証することは非常に困難です。なぜなら、高頻度のモニタリングができないからということになります。ですので、こういった状況ですので、モニタリング結果でモデル結果の妥当性というものを検証するということが重要ではないかというふうに考えて、我々はそれに取り組んでいるということになっています。また、モデルのスキルの検証例としても、モデルの進展のためには重要だという、そういう位置付けにもなっていると考えます。

次、お願いいたします。

モニタリングによるトリチウム濃度ということで、薄い線が描いてあるところがALPS処理水の放出、それに伴って上がっています。ですが、上がる前から比較的高い。先ほど言ったような100Bq/m<sup>3</sup>というバックグラウンド濃度を超えるような濃度というものが観測されています。これがT-1とか、T-2、右図にあるように沿岸に近いところ、また港湾口で観測されていて、これは先ほど敷地周辺からセシウムの漏えいが継続しているということと同時に、トリチウムの漏えいも継続していて、それがここで観測されているということになっています。このようなバックグラウンド濃度を高めるような漏洩がまだあるので、放出時の濃度影響を純粹に把握することも難しくなっている。そういうような状況になっています。

次、お願いいたします。

ALPS処理水の再現シミュレーションですが、このような形で評価を行っています。ALPS処理水は海底から0.6m/sという速度で、2.5m x 2.5mの形状の放出口から上向きに放出されています。そのため、恐らく放出された水というのは、まず表層まで上がって、そこから移流拡散するだろうということが想像されます。

次、お願いいたします。

成層の状態、また横向きの流速の状態によっては、表層まで達せずに途中でたなびくケースもある。こういったことを正確に求めることは困難ですので、一個戻ってください。このような形で、各下から出る場合、中層から出る場合、表層から出る場合、このように仮想的な放出口を設定して計算を行って、このどこかの水深からの放出が観測結果と合っているだろう。そういうような形で検討を行っています。この後示すのは、一番上の表層から出た場合のところが一番合っているだろうということで、その結果を示しています。

次の次をお願いいたします。

左図のところをクリックしていただくと、ここで言いたいのは、やはり移流拡散現象と言

いますけれども、非常に細かいスケールの移流拡散現象ですので、南向きの流れ、北向きの流れ、このような形で非常に入れ替わっていて、いわゆるイメージしているようなぼわんというふうに拡散している状況ではなくて、時系列変動が非常に激しくなるということになります。このような現象を計算上では平均化することはできるんですけども、モニタリングデータも非常にばらついていて、そこの平均から10km四方の平均値というものを求めるのは非常に困難。また、右図でその観測結果と計算結果の比較を行っておりますけれども、最初に言いましたように瞬間瞬間の再現ということはまだまだ難しくなっていて、ある程度の平均場を求める必要があるというふうに考えています。

次、お願いいたします。

そういった中で観測結果、これは時系列で示しているんですけども、青が計算結果で、赤い点がシミュレーション結果となります。一番近傍の値、T-0-1 Aと書いてあるところは、非常に近傍ですので、観測結果の方がやや高く出てしまっています。これはやはり近いところですので高い濃度を拾いやすくなっている。一方で、計算結果は200m x 200mの平均値になっていますので、少しなまってしまっているの、このような高い濃度が再現し切れていない。

一方で、南側のT-0-2ということはおおむねよく、間に入っているようには見えるんですけども、観測の検出限界がここでいう0.1Bq/L、つまり100Bq/m<sup>3</sup>ということになっていますので、観測結果で十分に低い濃度が逆に観測されない。また、バックグラウンドも存在する。そういったことで観測結果と計算結果にやはりギャップがあるということになっています。T-0は、ALPS処理水の放出とは関係なしに継続しているもので、ずっと赤い点で示すように高い濃度が継続しています。ALPS処理水放出からはまだ2年ですので、そういうデータを蓄積していった、平均像を求め、最終的な検証につなげる必要があると思いますが、現在のところでもそれほど違ってないということは、非常に有効な検証結果になっていると思います。

次、お願いいたします。

最後、まとめますと、事故評価において検証された海洋モデルを用いて、ALPS処理水の影響評価を行っています。この評価結果は公衆の被ばく線量、また、標準動物及び標準植物の線量率も非常に小さいとされています。実際に放出が行われて、モニタリングが行われていますが、検出可能範囲は非常に狭いという状況になります。これはバックグラウンド濃度と比較してそもそも放出率が小さい。そういったことから狭くなっています。そういった

意味では、先ほど示しましたように、モデルの完全な検証には至っていない。このモデルの完全な検証にはもう少しデータを蓄積する必要があるというふうに考えています。ただし、検出範囲が限定的、モニタリング結果もモデル計算結果も濃度が低いという意味で、モニタリングとモデルはある程度整合的である。この状態で情報を発信することも重要だというふうに考えています。

今後とも、特に海外から危険性を訴えるような、いろいろな意見とかも出ていますので、継続的に情報発信を行う必要がある。また、検証については検討しつつ、続ける予定にしております。

以上です。ありがとうございました。

(上坂委員長) 飯島様、林様、それから津旨先生、詳細な御説明ありがとうございました。

それでは、質問をさせていただきます。

それでは、直井委員から。

(直井委員) どうも飯島センター長、林様、津旨先生、御説明ありがとうございます。

福島事故で放出された放射性物質の陸域、河川、河口域、海洋の環境動態研究の成果について、包括的に御説明いただきました。この4月からJAEAが行っていたこの環境動態研究がF-REIに移管されましたので、F-REIの林さんからは、今後の取組を中心にお話を頂いたところでございます。それで、10年を超える長期な非常に広いエリアでの環境動態研究というのは、世界でも福島だけでございまして、その成果に対して評価も非常に高く、これまでの御苦労と御努力にまずは敬意を表したいというふうに思います。

まず、飯島センター長の御説明では、福島事故で環境に放出された放射性核種の中では、放射性のセシウムによる外部被ばくが主になるということ、そして、そのセシウムの環境動態として土壌の表層部分に固定されやすく、生活圏においては表層部の土壌を除去することで除染ができるということ。一方で、放出されたセシウムの約70%が沈着した森林は、セシウムの大部分が残っていて除染されないということと、森林部分に沈着したセシウムの流出が少なく生活圏には影響を与えないといった、これまでの研究成果をお話しいただいたところでございます。

私の質問ですけれども、河川のセシウムの季節変動について12ページで説明を頂きましたけれども、この季節変動の理由といますか、原因といますか、について教えていただけないでしょうか。

(飯島センター長) 御質問ありがとうございます。

非常にこれ、興味深いデータで、実はチョルノービリ事故のときの、あそこのプリピャチ川の濃度ではここまで明瞭な季節変動というのはなかったということでは、特徴的かなというふうに考えています。原因としては二つ考えられて、一つは有機物に含まれていたセシウムの溶出、これがやはり微生物活動が活発になる気温が高いときに多くなって、微生物活動などが収まる冬場は少しその分解が収まるという、その有機物の分解の季節変動なのではないかというのが一つです。

それからもう一つは、鉱物に対するセシウムの吸着、これが温度変化があるというのが知られておりまして、温度が高くなると少しセシウムの鉱物への吸着が弱くなるというようなことが言われています。ただ、この鉱物への吸着の温度上昇による減少分というのが、大体20度から30度ぐらい温度が上がっても、十数パーセントぐらいしか変わらないというような論文もございます。そうするとやはり有機物の分解の影響というのが比較的大きいのではないかなというふうに考えております。

何か林さんの方で補足があれば、お願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

(林ユニットリーダー) 飯島さんが御説明したとおりなんですけれども、私なりの知見としては、あちらの例にあるように、最初かなり明瞭に大きく変動していて、濃度が下がってくるというよりは振動の幅が小さくなるというのはそうなんですけれども、あと季節的な変動も何か非常に分かりづらかったところがあって、それは恐らく有機物に含まれているセシウムそのものの量であるとか、目立ちやすさみたいなのが初期に比べれば生じにくくなっているといったところが大きいのかなと思っている次第です。

(直井委員) よく分かりました。ありがとうございます。

それから、F-R-E-Iの林様からは、J-A-E-Aから環境動態研究を引き継いで、森林内に滞留する放射性セシウムの課題にどう取り組むかというようなプロジェクトを御説明いただきました。プロジェクトの1と2が、森林に蓄積したセシウムの課題に取り組むプロジェクトで、プロジェクトの3は若干違うんですけれども、非常にユニークな面白いプロジェクトについて御説明いただきました。分かりやすく、地域の方にも参加いただいて、課題に向かっていくという対話型のアプローチは大変すばらしいなというふうに思いました。

それから、森林のゾーニング、これも非常に分かりやすいんですけれども、このゾーニングは基本的にはセシウムの沈着による空間の線量率が、そのゾーンを決めるという考え方でよろしかったでしょうか。

(林ユニットリーダー) これからの取組です、どこまで確定的なことを言えるかちょっと自信

がないところがございますが、まずは線量率が一つの重要なファクターになるかと思っています。

一方で、なかなかそれだけでは説明できない。特に材を利用するということになる、どこかのスライドで御紹介したとおり、線量率だけでは説明できない。同じ線量率でも同じ樹種でも大分ばらつきがあるというところが分かりつつありまして、線量率だけで推定してしまうと、その線量率であれば建材に使えるので大丈夫となって、いざ取ってみると全然使えないという可能性もあります。我々としては線量率以外のファクター、なおかつゾーニングに適したパラメータとして使えるものがあれば、それをちゃんと組み込む形で樹木の部位ごとの濃度の推定、予測ができないかと考えています。研究的には非常に大きなチャレンジですけれども、そういったことをやる必要があるんじゃないかと考えています。

今、何となく分かっているのは、例えばスギが斜面の尾根のところには生えているものと、谷のところに生えているものがあるとすると、谷のところの方が高いということですね。そういった知見がありますので、それが本当にちゃんと普遍的に使えるものかどうかといったところを、実際に調査をして関係性を確認したうえで、可能であればゾーニング手法に反映できればいいかなと考えています。

(直井委員) ありがとうございます。

それから、林業を生業にしていた方はもうその林業ができなくなっているというようなことで、これをいかに元に戻していこうという中で、非常にユニークな露地栽培のキノコのプロジェクトがスタートされているわけですが、これは地元の方も参加されて、行く行くこれをやりたいというような方は出てきているのでしょうか。

(林ユニットリーダー) これは昨年度から、昨年度はまたF-REIから委託をもらって、国立環境研究所の仕事としてやっていたんですけども、一つ前のスライドで、この15地点はいずれも民有林、地域の皆さんがお持ちになられている山を利用させていただいてやっている取組です。当然この山の持主の多くの方たちが、この栽培に非常に興味がある、是非やってみたいという意向を踏まえた上で、その場で実証的に取り組んできたというところがあります。来年度にはこういった形で栽培すると安全に作れるんですよというようなマニュアルというか、ガイドラインを携えながら、これは県のキノコ振興センターというところと一緒にやっているんですけども、そこの皆さんと一緒に、地域の皆さんに普及をして、是非栽培をしていただこうということを計画しているところです。

(直井委員) 是非皆さん、スタートしていただけるといいなと思いました。

それで、最後、プロジェクト3についてなんですけれども、非常にすばらしいチャレンジで、このレポートに対しては期待をしたいというふうに思いますので、頑張ってくださいと思います。

それから、津旨先生のお話、セシウムの海洋での拡散、それからそれをベースにALPS処理水の放出の影響評価に生かすというようなことで、お話しいただきました。非常に精緻な解析をされていて、非常に小さなメッシュで、福島の実際のサンプリングデータとの比較をしながらやっていくという。なかなか検証をするに至るモニタリングデータが得られないというところで、完全な検証は難しいんでしょうけれども、精緻な解析をやっていただいて、これが外に発表されていって、ALPS処理水の理解につながっていくんじゃないかなというふうに思いました。たいへんすばらしいというふうに思いました。

一部、過度に拡散のデータだけ、濃度を見ると非常に小さいのですけれども、拡散のデータだけで危険だよと思わせるような論文がまかり通ることに対して、津旨先生の方から反論のペーパーを出していただいているということで、非常に有り難いというふうに思いました。是非、今後も頑張ってくださいなと思いました。

私からは以上です。ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、吉橋先生、お願いします。

(吉橋委員) 本日は、飯島様、林様、津旨先生、福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質の様々な非常に興味深いデータおよび、調査結果をお示しいただいて、本当にありがとうございます。

私の方からは、まず林様のプロジェクトに関してですが、地域住民の方と調査されるということは、非常によい取組とっております。この取組によって、住民の方がどのような場所で放射性物質が蓄積していて、どのような特徴を持っているのかということをよく御理解いただけるのではないかと感じております。現在の調査において、対話の場というご説明がありました。現在、どのような方が参加されているのかというのを教えていただければと思います。

(林ユニットリーダー) ありがとうございます。

対話の場は、先ほど紹介した機会を含めて、これまでに2回やっております。最初の対話については昨年末、その際は比較的若い方も含めて、十数名の方に来ていただきました。今回は実際に調査を行いまして、やはり多少線量率の高いところに入るということもあって、若年層の方は敬遠されたところもあり、年配の方が多かったです。その辺もちょっと考慮し

まして、もう少し幅広い人たちに参加していただけるように、調査の方は参加しなくても、調査はこんなことをやっていますよといったところを、いろんな形で紹介できるような時間を設けながら、より多くの人に参加してもらえるように、今後工夫をしてやっていきたいと考えています。

(吉橋委員) ありがとうございます。

なかなか若い方だとかお子さんが、調査の場に入るとするのは難しいかと思いますが、私の提案といいますか、持ち帰った試料等の分析に関しては様々な非常に興味深い分析装置や分析方法があると思いますので、若い方だけではなくて、小中学生ぐらいでも是非そういう分析手法を見せたり、一緒にやるという取り組みを考えていただけたらと思います。そのような経験によって、放射性物質であるとか、環境への動向だけでなく、そのような取組を通して科学技術、サイエンスに興味を持っていただけるような活動を加えていただけたらよいかと思います。さらに、参加した御家族でこのようなことを話題にいただけたら良いなとよいんじゃないかなというふうに感じております。

非常によい取組だと思いますので、是非やっていただいて、私も機会があれば、是非参加させていただきたいと思いました。ありがとうございます。

それから、飯島様に御質問ですが、私の方で少しデータを読み取れないところもございまして、現在、セシウム0.1%・パー・年程度あり、徐々に低下しているという御報告。それから少しずつ変化しているというのが、物理的半減期よりも短いスピードだというご説明があったかと思います。そう言いながらも地面の指標の方には余り浸透していつているわけではないということも含めて、このような徐々に変化しているという結果は、どのような理由なのか、仕組みが分かるようであれば、教えていただけますでしょうか。

(飯島センター長) ありがとうございます。

環境動態のある意味核心の部分の御質問で、十分分かっていないところもあるかと思わずし、研究者としても幾つか意見があるところだと思います。

12ページの河川の例でお話しするのがよいかと思いますが、まず、溶存態、溶けているセシウムの濃度、これに関してはやはり先ほども申し上げたように、森林域の落ち葉などに含まれているセシウムの分解、ここがソースの一つとして考えられる。そうすると、この河川の溶存態セシウムの濃度の減少は、落ち葉の中のセシウムの濃度の減少というのが一つ原因として考えられるのではないかというふうに思います。

ただ、森林の方のデータを見ていただくと分かるんですが、実は落ち葉の濃度って、特に

落葉広葉樹の方は余り減っていないんですね。19ページです。この右上のグラフを見ていただくと分かると思いますが、落葉樹のセシウム濃度というのは、実は余り減っていないということがあります。ですので、河川の土砂などにくっついて、多少バッファーというか、そこにくっついているものからの溶出の影響があるかもしれない。あるいはダム湖の低質からの溶出があるかもしれない。それらが結果的にセシウムを減らす方向に働いたり、あるいは温度が高いときに増やす方向に働いたりということで、こういう変化をしているんだろうなど。

ですので、幾つかのファクターが絡み合っているようなので、溶存態の方についてはなかなか、まだソースがはっきりしないのではないかなど。この辺は生態系への移行にも関わるところですので、F-R-E-Iの方で引き続き課題としてやっていっていただければと思います。

もう一方の懸濁態セシウムの方は、私は比較的簡単なのかなというふうに考えておりました、やはり森林、山というのが土砂の危険としては一番大きいと思うんですが、実は山全体から出てくるわけではなくて、山の中の本当の谷筋の土砂の削られやすいところから土砂というのは出てきているだろうと。そうすると沈着した直後というのは、その谷筋にも放射性セシウムがくっついていきますので、比較的濃度が高いものが出てくる。でも、だんだん表層の流れやすい部分、谷筋の表面が削られていくと、その次に残るのは比較的セシウムの濃度が低い、下側にあった土砂になってくる。そうするとセシウムの濃度というのは急激に下がっていき、大雨が降って大量に土砂が出てきたとしても、谷筋のきれいな土砂が流れてくるので、セシウムの濃度というのはどんどん河川の方に入ってくる土砂の中のセシウムの濃度というのは急激に減ってくるだろうと。そのように比較的流出しやすい部分の土砂が、この懸濁態の供給源なので、懸濁態の方は急激に濃度が減っているのではないかなというふうに考えております。

(吉橋委員) 御丁寧な御説明、ありがとうございます。まだまだ分からないところもたくさんあるかと思いますが、今のお話を聞いても分かっているところと分からないところ、それから複合的に起きているようなところも幾つかあるかと思いますが、地域の方との調査も含めて、たくさん情報を集めて、また整理していただけたらいいなと思っております。

それから、津旨先生、非常に興味深いデータをたくさんお示しいただいて、本当にありがとうございます。

一つ、二つ御質問なんですけれども、幾つかサンプリング地点があるかと思いますが、この

情報について把握できていないところがあるんですけども、現在のこのサンプリング、例えば10ページ目のところなど、幾つかサンプルを取っている場所がありますが、このサンプリングを取っている深さというのはどの地点もほぼ同じと考えてよろしいですか。

(津旨教授) 御質問ありがとうございます。

ここで示しているのは、表層の方が影響が大きいということで、表層のみを示しています。概要のところでは、表層及び底層という形で、深さに応じて200メートルであれば、200メートルのちょっと直上とかという形で取っているケースもあります。もともと出てくるところは、浅いところから出てきて、表層に広がりますので、余り深いところには影響がないというデータがあって、そういうところから我々は表層のみを示していますが、幾つかの深い点においては底層についても観測しています。

(吉橋委員) ありがとうございます。

サンプリングとシミュレーション結果を合わせると、複雑で難しいところもたくさんあるかと思いますが、モデルに関しても様々な種類のモデルが現在存在しているかと思いますが、どのモデルを採用していくのか等も含めて、まだまだ検討が必要なところかと思いますが、是非また非常に貴重なデータを幾つか見せていただけたらと思っております。

私からは以上になります。

(上坂委員長) 参与からも御意見、御質問を伺いたいと思っておりますが、時間の関係でお一人1問ということで、よろしくお願ひします。

(青砥参与) ありがとうございます。

最初のお二人、飯島さんと林さんにお伺いしたい。お二方の説明の中で、最終的に林さんのプロジェクト3の将来に、この内容をいかに伝えていくか、どう残すかといったところに収れんしていくわけですが、こうした考え方は飯島さんの最初のページ、1ページ目に、情報を適切にどういうステージで、どういう情報を出すかといったところと似通っているというか、類似していると思います。

お二方にお聞きしたいのは、こうした内容を本当に的確に進めて、減災やら、あるいは防災の加速に役立てるために、フェーズとかステージ、そういう単語が書かれていましたが、こうしたものを今どうお考え、どう定義されようとお考えなのか。少し難しいかもしれませんが、今後どうまとめていこうとされているかだけでも教えていただけると助かります。よろしくお願ひします。

(飯島センター長) ありがとうございます。まず、飯島の方からお答えさせていただきたいと

思います。

非常に重要な御質問で、JAEAの活動を振り返るようなレポートを書いた際には、やはり最初の1年間のところ、もうちょっといろいろできることがあったんじゃないのかというように、まさに御指摘のようなことを我々の方でも考えました。最初のところのフェーズをどう定義するのかというのは非常に難しいところだとは思いますが、我々原子力機構のモニタリング、それから除染、動態をやった立場としては、やはりこの事故初期にその報告、必要になるであろうデータを少しでもやはり取っておくと、その先のフェーズのところでのいろいろ活用できるデータベースというのができたのではないかなというようにところを、一つ反省点といいますか、次の世代に是非伝えたいなというふうには考えております。

やはりどうしても今回の事故のときには、モニタリングポスト等のデータが十分使えなくて、放射線の状況をとにかく最優先でデータを取りたいというようなことがありました。実はそのときに、表層の土壌を取ったモニタリングデータなどもあったんですが、例えばそれをモニタリングだけではなくて、その後の動態研究などに使えなかったりとか、あるいはその土壌を取るときに少しでも近くの川の水を取れていれば、その次の動態の貴重なデータになったのではないかなというように、色々こういうことができたんじゃないかなというふうに反省するところがありました。

ですので、事故直後のところは、やはり放射線防護のためのデータという観点でデータを取るというのは非常に重要かと思うんですが、そのときに併せてその貴重なサンプルなどを、どうその先で活用するのか。それを活用するフェーズをどう考えるのかというようにところは、もう少しいろいろ定義をしておくとかよかったのではないかなと。ちょっと具体的にどうフェーズを定義するのかというところまで、お答えにはなっていないかと思うんですが、初期の段階から、その先にどうサンプルを活用するのか、そのデータをどう生かすのかというところをもう少し有機的に考えてもよかったのかなというふうには考えております。

私からは以上でございます。

(林ユニットリーダー) フェーズを定義するのは、正直非常に難しいというふうに思っています。今飯島さんのお話に尽きるころはあるんですけども、一応スライドの中で、四角でこのフェーズと書かせていただいた意図としては、我々の専門性から言うと、初期の被ばく、放射線防護はなかなか難しいかなというところがあって、何となくずらして書いたところがあります。狙いとするところは今お話にあったように、いかに適切に放射性物質の動態という意味でのモニタリングをどのタイミングですべきかということ。加えて、特性を踏まえた

上で、移行とか拡散を抑えた方がいいということであれば、どういう手法をどのタイミングですべきかといったところを、将来にしっかり残せるような取組にしたいと考えています。

もちろん同じような、例えば日本のような森林が7割ぐらいもあってというような環境ではないかもしれないです、次に事故が起こるかもしれないところは。しかし、考え方はおそらく共通性が高いところもあるかと思うので、そういった考え方をしっかりお伝えできるものが残せるとしたら良いかと思います。実際の対応者が我々のレポートを見て、自分たちのところにちゃんと落とし込んで、こういったことをしなきゃいけないんじゃないかといったところが、アイデアとして出てきてくれれば、非常に役に立つものになるかなと考えています。福島の事故の後、我々は必ずしもそのように対応できていなかったのも、非常に困ったというところが実感としてあります。そういった思いもあって、この振り返りをしっかり行いたいと思っているところです。

以上です。

(青砥参与) ありがとうございます。大変御苦労されていることが分かりましたので、プロジェクト3、レポートを作るに当たって、その辺りをきちんとした境界という意味ではなく、フェーズのレベルがどういうふうに変遷していくかということと、情報の出し方について、是非議論していただきたいと思います。

ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、畑澤参与、よろしく願いいたします。

(畑澤参与) 私の方は、どちらかというともっと急性期の動態解析というのが役に立つんではないかということコメントさせてもらいたいです。

というのは、一番このクリティカルなのは、ヨウ素剤を住民の方々に飲ませるように指導するのか、それともしないのかという、非常にクリティカルな問題があるわけです。ヨウ素剤を飲ませて何もなければいいんですけども、必ずある一定の割合で重篤な副作用を起こす方が出てまいります。ですから、なるべく少ない方に適切な地域、適切なタイミングで投与したいというのが、医学的にはそういうふうに要望、要求されています。

ですから、例えばここの川筋の人は飲んだ方がいいとか、風向きがこうであれば、こっちは飲んだ方がいいとか、そういうふうな指導ができるような根拠データ若しくは考えるためのそういう仕組みが、今回の研究からできないものかなということを考えていました。これは初期の段階ではもうクリティカルな重要なことですので、是非そういうことも視野に入れて、御研究を続けていただければいいなというふうに思いました。質問ではなくて、コ

メントですので、これで終わりにします。

以上です。

(上坂委員長) それでは、岡嶋参与、よろしくお願ひします。

(岡嶋参与) どうも、お三方、御説明ありがとうございました。

これまでの委員や参与の方々からの御質問等もあったので、私から一つだけ。特に技術的な点で質問します。環境動態シミュレーション、最終的にはシミュレーションとして、今後の予測をしていこうという考え方が基本的だと思うんですね。そうすると、シミュレーションは結局は計算手法(アルゴリズム)の開発をやり、モデル化し、データがあって、そのデータと照らし合わせながら、現状をどれだけ予測できるかという話に尽きると思ひます。それはどのシミュレーションも、全部基本的にそうです。

そうすると、データベース、すなわちこれまでの測定結果、もう事故から14年余過ぎているので、それだけの膨大なデータが本当にこのシミュレーションにどれだけ役立つような形でまとめられるのか。先ほどからデータベースとおっしゃっているんですが、まず現状、データベースは今後の課題ともおっしゃられたんですが、データベースがどれぐらいのクオリティーできで上がっていくのか。それから、これから先、シミュレーションを開発していくのに、どういうデータを本当はこれから先必要なのか。その辺のところを一連の関係者と例えばコミュニケーションをして、要望として出されているのか。そのような点を少し教えていただければと思ひます。特に陸域、それから海洋、どちらもということで、済みませんが、飯島さん、津旨先生、御回答していただければと思ひます。よろしくお願ひします。

(飯島センター長) 御質問ありがとうございます。

御指摘のとおり、品質の高いデータベースというのがシミュレーションをする上でも、対策を考える上でもやはり基本になるということですので、そういう意味では非常にこのデータベースの品質をどう担保していくのかというところは、どのデータベースでも重要になってくるかなというふうに思ひます。

陸域の方に関しては、やはり圧倒的にデータ数が多いのは、空間線量率のデータになります。この空間線量率のデータというのはその場所の沈着量ですとか、線量率の変化傾向を見ることで、どこの場所のセシウムの移行が効いているのかと。そういったデータがある程度分かるようなものになっています。ですので、空間線量率のデータをできるだけ数多く備えておくと、動態のデータベースの場の定義、それからある程度の移行の目安になるということがあります。そのためには、やはり場所、それから時刻、それを正確に追えることとかい

うのが空間線量率の場合には重要になってきます。時刻も非常に重要でして、これは天気  
のデータと関連してきます。雨が降った直後、それから雨が大幅降っていないときとで線量率  
にも影響が出てまいりますので、そういった情報というのを確実に備えておくというのが、  
空間線量率の方のデータは重要なこと。

それから、陸域のうち土壌というのは比較的場所も特定しやすいですし、どの深さでとい  
うのがほぼ使われる器具が確定していますので、意外に追いやすいという意味では品質を担  
保しやすいのかなというふうに思います。

問題は河川の方のデータで、河川の中の溶存態、イオンのものだけを狙ったものなのか、  
それとも粒子状のものも含まれているデータなのか。これが意外に混同してしまっているデ  
ータが多いということ。それから、特に懸濁態のデータが入っている場合には、雨が降った  
直後というのはその影響が大きく出てしまいますので、できるだけ品質のいいデータとし  
ては、溶存態を狙ったデータですよということ、それから懸濁態が入った状態のデータです  
よというのがしっかり明確に区別されているデータ、そういったものがやはり品質の高いデ  
ータとしては必要になってくるかなと思います。

我々の原子力機構のデータの方は、そういったところを十分注意をしてデータベース化を  
して、そのデータベースを公開するサイトなども作っております。そういったようなデー  
タベースというのが必要なのではないかなというふうに考えております。

以上でございます。

(津旨教授) 海洋につきましては、先ほど報告の中にも少し書いておりましたが、我々のER  
ANという組織の中で、DOI付きのデータベースをこれまでの福島事故関連で出していま  
す。一方で、IAEAの方でもMARISと呼ばれるデータベースを運用していて、それは  
セシウムだけではなく、ほかの核種も含めて測定をしています。そのMARISのデー  
タベースの目的というものは、今後起き得る事故のための将来的な事故に備えて、ベ  
ースラインを押さえておこう。トリチウムとか、ほかのヨウ素とか、カーボン14とか、  
そういったデータを押さえておこうということを目的として始まっています。

ただ、その大きなプロジェクトが2023年に終わっていますので、まだ十分なデー  
タベースが得られているわけではありません。今日のような意見を頂いたということ  
を励みにして、少し我々のERANデータベース、またIAEAとの連携の中でそういった  
データベースというものを整備していくということは、非常に重要だと改めて感じ  
ました。

ありがとうございます。

(岡嶋参与) どうもありがとうございます。是非そのデータベースの充実化とともに、公開という形で、今もおっしゃっていましたが、公開の形で非常に汎用性の高いものにしていただきたいと思いますので、よろしくお願ひしたいと思ひます。

(上坂委員長) 小笠原参与、聞こえますでしょうか。

(小笠原参与) はい、聞こえます。

(上坂委員長) じゃ、お願ひいたします。

(小笠原参与) 今日は、飯島さん、林さん、津旨さん、どうも御説明ありがとうございました。

本日のお話の中でも、特にALPS処理水については国際社会には対日批判の材料として、政治的に利用しようとする勢力もごさいます。私も外交官として、国際会議等の場でこれらの批判に反論してきた経験がごさいますので、大変興味深く本日のお話を伺いました。

ALPS処理水については、IAEAが継続的にモニタリングを実施してくれているほか、中国、ロシアを含む個別の国によるモニタリングも日本は受け入れています。IAEAからはこの5月にも、「放射線による人体及び環境への影響は無視できるレベルである」という再確認を得ており、このことはALPS処理水をめぐる問題についての国際世論との関係でも大きな意義を有していると考えます。

その関係で、陸域の調査モニタリングについて伺います。陸域に対する国際的な関心は、海域と比べて限定的なものかもしれませんが、陸域における放射線影響の調査、モニタリングの実施について、今、IAEA等による国際的な関与というものはごさいますでしょうか。

以上です。

(飯島センター長) 御質問ありがとうございます。

飯島の方からお答えいたします。

現時点ではIAEAの方の明確な取組、モニタリング等に対する取組というのは特段なされていないというふう聞いております。ただ、福島の水データに関してはIAEAの方でも非常に興味を示してしまして、IAEAの方でその環境動態に係るデータベース、例えば先ほどの河川水中の濃度を定めるような分配係数というデータがありますが、そういった分配係数のデータをデータベース化するというような取組、そういったところは継続的にIAEAの方でも行っているというふう承知をしております。

ですので、実際に測るといふよりかは、その測られたデータをいかに活用し得るデータベースとして整理するか。そういった観点でIAEAの方もデータの方の取りまとめを行っているというふう承知をしております。

私からは以上でございます。

(小笠原参与) どうもありがとうございました。

本日御説明いただいた調査、研究結果には国際社会も非常に大きな関心があるかと思えます。引き続きその成果を国際社会に対して発信、共有していただくことが風評被害を避けるためにも重要だと思えますので、よろしく願いいたします。どうもありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、上坂から、幾つか意見を述べさせていただきます。

A L P S 処理水放出に反対である中国が、6月29日に、福島県を含む10都県を除く地域からの海産物の輸入を再開するという合意が得られました。しかしながら、福島県を含む10都県からの輸入も早期再開していただくことが非常に重要な課題と思えます。

このA L P S 処理水の放出の安全性の国内外の説明につきましては、2年ほど前から東電、環境省等が様々な方法で非常に精力的に行いました。今も東電等、海域で複数の測定点でトリチウム等核種の濃度測定を、まず即日分析結果を出し、また、1か月後に詳細分析結果を出す努力をし続けています。結果的にはトリチウム濃度は詳細分析によりますと0.1から1ベクレル・パー・リッター程度で、我々の飲料水と同じということが証明されているわけです。このように、迅速な情報発信と、それから時間を置いて詳細なデータによる情報発信。そういうステップもとても重要かと思えます。

また、直井委員から御指摘があったように、一部の国は、これは事故炉であるということ、トリチウム以外の放射性核種が問題だという御指摘もあると。そして、林さんの資料の25ページに、今日の御説明にもありましたが、レポート2030年ということで、かなり詳細なレポートが出るということで。詳細レポートということで期待したいところですが、是非、その前に迅速な情報公開もお願いしたいと。

これも林さんの資料の2ページ目に、F-R-E-Iの全体の概要があります。右下の原子力災害に関するデータや知見の集積の発信。是非、この集積と発信を、迅速な発信と詳細な発信の二段構えでやっていただきたいと思うところであります。

それで、これは個人的意見なのですがけれども。例えば今日の飯島さんの資料でいえば、5ページにあるような鳥観図的な全体のマップがある。そして、興味ある部分をクリックすると、左側の詳細な断面と情報が得られるとか。そしてさらに、断面内でクリックすると、そのデータとか測定方法とか、それから時系列な変化も出るとかですね。インターネットでいうマップ機能みたいな感じですね。そういうようなシステムがあると非常に一般の方が分か

りやすく、安心していただける。それからさっき言いました飲料水が0.1から1ベクレル・パー・リッターであるというのを必ず下に参照用に入れておいてやると、出てくる値はそれより低いということがわかって非常に安心できますね。

そういうようなシステムを是非、御検討いただきたいなと思うところであります。この辺り、林さん、いかがでしょうか。F-R-E-Iとして。

(林ユニットリーダー) まだ構想の段階ですけれども、今様々な技術がかなり革新的に進んでいまして、AIをしたデジタルツインを用いて、まさに福島の浜通り地域を仮想的に再現した中で、今委員長がおっしゃられたような汚染の状態が今どのようにあって、今後どう変わっていくかといったところをお示ししながら、それに対して安全性はどうなのといったところをしっかりと伝えるような情報もそこに追加して、御紹介するということが、地域の皆さんの安全・安心の醸成にも非常に役に立つのではないかと考えていますので、そういう取組を続けていきたいと思っております。

(上坂委員長) 是非よろしく願いいたします。

また、飯島さんにお伺いしたいのですが、IAEAとの話がありました。ここまではALPS処理水の安全性を国内外に発信する際、IAEAの存在はとても大きくて。グロッシー事務局長をはじめ、幹部がもう4回も来ていただいて。そして測定にも参加していただき、確証をしていただくと。それを社会に発信して、しかも映像でということで、IAEAとの連携は非常に重要かと思えます。

もう既にいろいろおっしゃられたように、IAEAは福島県と共同作業をやられていると。私も成果報告書を見させていただいています。ですので是非まさにF-R-E-I、JAEA、福島県、IAEA、筑波大等で連携していただいて。是非IAEAもALPS処理水の安全性確認に参加していただいて、セシウム-137はじめ、核物質の動態環境分析、そしてその安全性の確認と公報に関しても協力を得ていただきたいなと思いますが、いかがでしょうか。

(飯島センター長) ありがとうございます。

このIAEAとの関係というので、今御指摘いただいたのは福島県の環境創造センターの枠組みを利用した活動のことかと思えます。こちらの方は福島県とIAEAの方が長年タッグを組んで、環境動態だけではなくてモニタリング等も含めて、IAEAの指導を受けながら福島県のこの環境創造センターの枠組みのポテンシャル全体を引き上げるような、そういったような協力をIAEAの方にさせていただいたというふうに承知しています。

この取組、今後も継続するやに聞いておりますし、環境創造センターの枠組みの方も今後はF-R-E-Iが加わって、国立環境研究所、原子力機構と4機関の枠組みに発展してまいりますので、この枠組みとIAEAの関係というのは引き続き活用して、動態研究、そのほかの福島復興に必要な研究の方に役立てていけるように、各機関と協力して進められればよいというふうに考えております。ありがとうございます。

(上坂委員長) 津旨先生、今日は観測データ、それからシミュレーションデータの比較、どうもありがとうございました。やはり空間分布の違いとか、それから経時的变化の違い。しかしながら、年平均で取ると同じような傾向が得られると。これは極めて科学的な結果だと思います。ですので、これを電中研等々と協力していただいて、是非まとめていただいて、早い分析結果と、詳細な年単位での分析での信頼性のある結果を二本立てで出していただきたいと。今の二本立ての後半の方はいい論文にしていきたいと思っております。

それから、また最後の方にありました、一部の論文の表現が余り科学的でないように思います。それは先生のような極めて的確な科学をやられている方々が、そのような論文に対しては、論文誌の場等で正式に反論していただきたいと思っておりますが、いかがでしょうか。

先ほど直井委員がおっしゃったと思っております。

(津旨教授) お言葉を頂き、ありがとうございます。少し遅れているのは歯がゆく思っておりますけれども、今日このようなお言葉を頂きましたので、なるべく早く論文の形で出していきたいと思っております。ありがとうございました。

(上坂委員長) 是非よろしく願いいたします。

それでは、本日は本当に詳細な御説明、どうもありがとうございました。

議題(1)は以上でございます。

それでは、説明者におかれましては御退席の方、よろしく願いいたします。

(説明者 退席)

(上坂委員長) 次に、議題(2)について事務局から説明をお願いいたします。

(井出参事官) それでは、議題(2)その他でございます。今後の会議予定について御案内をいたします。

次回の定例会議につきましては、令和7年7月9日水曜日、14時から、場所は中央合同庁舎8号館8階816会議室、議題については調整中ございまして、原子力委員会のホームページなどによりお知らせをいたします。

以上でございます。

(上坂委員長) ありがとうございます。

その他、委員から何か御発言ございますか。

では、御発言ないようですので、これで本日の委員会を終了いたします。お疲れさまでした。ありがとうございました。

—了—