



ISET-R 全体会議開催

2016年7月2日 (9:00~17:30)@JAMSTEC 横浜研 三好講堂

2016年7月1日のGoldschmidtにおける福島セッションの後、7月2日にISET-R全体会議がJAMSTEC横浜研究所において開催されました。

原発事故から5年、ISET-Rも最終年度を迎えました。今回の会議では、プロジェクトのまとめに向けて総勢85名が参加し、活発な議論が行われました。4つの分科会毎に発表が行われ、最終報告書に向けて、残された課題について話し合われました。

4つの分科会とは、本新学術領域研究により新たな研究領域の創成につながることを期待される以下の4つのテーマについて、横串的なつながりをより強固なものとするを目的としたものです。また公募研究は、いずれかの分科会に属するものとして、連携研究の強化を行うとともに、新しい領域の創出の具現化をはかります。

研究組織と各研究項目の今後の連携強化



- B01** 放出時の放射性物質の化学形態の探索・分析・解明に基づく放射性核種沈着プロセスの推定と移行への影響評価 (A01, A03, A04)
- B02** 森林における放射性物質の循環プロセスの解明とモデル化 (A01, A03, A04)
- B03** 陸域から河川を通じた海洋への放射性核種移行プロセスの解明とモデル化 (A02, A03, A04)
- B04** 環境中の放射性核種の動態と移行状況の把握に基づく地点別の被ばく量算定 (A01, A02, A03, A04)

特にB04については、放射能環境動態の研究成果を集結することにより、住民・生態系へのフィードバックを目的として、地域の被ばく量評価を行うものです。

各計画研究の代表者による進捗状況報告

B01 一次放出Cs化学形態

足立光司 (気象研究所)	Csボール
末木啓介 (筑波大学)	Csボール放出源
阿部善也 (東京理科大学)	Csボール+他の化学形
藤田将史 (大阪大学)	Csボール模擬実験

二次放出Cs化学形態

石塚正秀 (香川大学)	モデルによるダスト+森林発生源の検討
五十嵐康人 (気象研究所)	全体まとめ

一次放出について不溶性のセシウムボールについて検討したところ、足立先生によりPM2.5に類する粒径で比放射能が非常に高く、非結晶でガラス状であると最近分かってきた。内部構造があるということも農環研の山口先生や小暮先生の結果で分かった。成因や構造については高圧の電顕でないと見えないということで、今後に期待するところである。IPで粒子判別をしてみ上げている今の手法で、粒子としてフィルター上に残っているものが確認されたということは非常に大きな発見である。また、セシウムボールはつくれるということも大阪大学の藤田先生等によって分かってきている。ぜひ内部構造の解明につなげていきたい。

「どこから出たのか」ということについて、セシウムの不溶性粒子が環境中にあるとどういう挙動を示すのか等はまだまだ迫っていない課題である。二次放出、再浮遊については土壌ダストが主体だと思われてきたため、何か燃えれば出るという想定であったが、バイオエアロゾル、花粉、さらに胞子も考えないといけない状況になってきた。なぜか夏に雨が降ってウェットな状態になったときに濃度が上がる



という不思議な現象が見えていて、雨が降れば普通は大気中から除去されるはずであるが、除去されないで残っているか、あるいは出てくるということを示しており、これが課題である。収支フラックスを考えていくことも大切なので、観測とモデルがしっかりつながることが大事である。

一次放出はかなり分かってきている。イベント依存で、地域性、生成メカニズムは分かっていたが、炉内事象との関連、インベントリ、それから長期挙動は、環境での長期挙動はまだよく分からない。被ばく影響も残念ながら放射性ヨウ素などの核種についてはまだ手が出ない。分析も難しくデータもないという状態である。

二次放出については複数の過程が明らかになっていて、ダスト、生物は植物生体、それからフラックス評価までできた。降水もかかわっていることまでは分かっていたが、詳細や森林火災、粒径分布が難しいポイントで、何か工夫しないと粒径分布は正確には求まらないのが課題である。

B02 森林

竹中千里 (名古屋大学)	全体説明
加藤弘亮 (筑波大学)	初期沈着量の評価方法について
竹中千里 (名古屋大学)・古川純 (筑波大学)・飯塚和也 (宇都宮大学)・青木弾 (名古屋大学)	樹木・植物への ¹³⁷ Cs吸収・フラックス評価
関本均・大久保達弘 (宇都宮大学)	落葉・腐植化過程における ¹³⁷ Csフラックス評価
金子信博 (横浜国立大学)	土壌微生物・動物による ¹³⁷ Cs輸送・フラックス評価
小金澤正昭 (宇都宮大学)	奥日光のシカと森林における ¹³⁷ Csの移動とフラックス評価
綾部慈子・肘井直樹 (名古屋大学)	節足動物群集への ¹³⁷ Csフラックス
金指努 (名古屋大学)・加藤弘亮 (筑波大学)	森林における ¹³⁷ Cs動態の広域評価
竹中千里 (名古屋大学)	総合討論

主にTag (面移行係数) という形で森林生態系を評価してきた。コナラとスギという2つの樹種にしてみると、コナラはもう定常状態になっていると考えられる。葉へのTagというのは比較的どこでも同じような値でミズナラは0.01、落葉樹に関してはいい値が出ている。それに対して、A0層、A層にはまだたくさん残っていて、A層に行くものに関してみれば水溶性というよりはむしろ不溶態の細かくなったものが行っているのではないか。スギに関して言うとまだ不安定な状況で幅があるが、コナラよりはワンオーダー低い。樹齢、植えたばかりなのか成木なのかによっても違う。植えたばかりだと根系も浅いので比較的高い値が出てくる。下層植生のササも比較的高い値が出ていて、それを食べているシカはそれよりも高い。まだ高い濃度で残っている樹枝などを食べているからというような説明がつく。シカ、イノシシが広範囲に移動して、ある程度ホットスポットのようなものをつくっている可能性はある。やはりキノコへのTagは高い。けれども孢子として量的にどのように捉えるかは課題。昆虫類については土壌から羽化していくハエ、あるいは昆虫の頂点に立っているクモでも0.001というぐらいで、昆虫系は比較的低いと評価していい。沈着時の化学形態を反映している古い葉や、材の中は評価が難しく、初期沈着の情報をまだ含んでいるのではないかとということも示唆された。

初期沈着の化学形態とどのように関係してくるか、Tagとして評価するのであればどのような基礎データを使えばいいか。航空機モニタリングのデータと整合性が見えたことが大きな発見であり、広域的に

評価する際に使えるかもしれない。菌類、バイオエアロゾルといったことを考えたときに、菌類がまき散らす量、バイオエアロゾル起源であろう沈着の量というのは、平米当たり数ベクレルとすると、オーダーでつ的には説明がつく場合もある。

複雑なので下層植生についても考慮しなければならず、ササはTagが高いのでササのバイオマス、ササが下層植生を占めたら結構そこにためこむ。しかし下層植生はササばかりではなくいろいろあるので、それを分類してもう少し分かりやすくできればいい。流木密度を例えば2倍見積もったら2倍になってしまい、樹齢も若いのか年寄りなのかということでも、もう数倍の差は出てくる。やはり難しいが何とかする。域外の移動についても見積もろうと思ったが非常に難しい。また次回ということで。

B03 川から海

津旨大輔（電力中央研究所）・青山道夫（福島大学）

恩田裕一（筑波大学）

恩田裕一（筑波大学）・難波謙二（福島大学）

荒居博之（筑波大学）・福島武彦（筑波大学）

脇山義史（福島大学）

吉村千洋（東京工業大学）

張 勁（富山大学）

高橋嘉夫（東京大学）

津旨大輔（電力中央研究所）

神田穰太・石丸隆（東京海洋大学）

松中哲也・笹公和（筑波大学）

帰山秀樹（水産総合研究センター）

総合討論

川—海へのフラックスについて

時間変化とFLUX

都市域

霞ヶ浦への河川の流入

除染の影響

河川における藻類への移行

汽水域における濃度変化

汽水域における吸脱着

1Fからの流出

生物の濃度変化

I-129を使った川から海への移行

堆積物の変化

陸から海へフラックスについては 10^9 Bq/日程度と見積もられている。濃度のシミュレーションで見ると親潮、境界から運ばれてくるものが支配的で、1Fからのものが若干沿岸に見える。川からの量としては、全体にわたる影響としては非常に小さいと見積もられた。その周りから流れてくる部分がどのぐらいになるのかという部分では、北太平洋に広く降ったものが亜熱帯循環によって、最後日本に戻ってきているという例もある。フラックスのインパクトを考えるとときには、もう河川からの影響も直接漏洩もそれほど大きくはない。ただし全体的に海洋学的なトレーサーとしてはまだまだ使える。

河川における観測データは継続的に得られており、川から海へのフラックス、初期状況についてはある程度予測できそうである。田んぼの濃度低下は早い。森林はそれほど早くない。実際に川で6カ所、途中から30カ所に増やして観測している。阿武隈の本流は最初はかなり早く落ちるがあとは遅い。支流はちょっと初期データは少ないが、平均すると早めになる。浜通りは全般的に非常にゆっくり。Kdはチェルノブイリのときに比べると随分低く、5乗から6乗のオーダー。初期の懸濁態のデータが無いのが問題で、流出モデルで苦慮しているが、初期のデータを入れられればより意味のあるフラックスが算出できる。海でどれくらい溶出するのかということもこれから詰めていく。都市域の濃度が高めで、統計解析をすると都市域が多いほど低下は遅いということが出ていて、これは再飛散の問題などとも関係があると考えられる。この傾向は今後重要になってくるのではないか。

除染の影響についてみると、特に2012年から除染が行われ観測されている原町においては、最初

はバラつきが多かったものの、農地除染が本格化してきた2014年度以降は下がり方が顕著になり、またバラつきも小さくなった。除染前より除染後で、雨の量に対して出る浮遊砂の量が多くなるということが示唆されている。今後の課題は除染の進捗、どこでどれだけ行われたかということのを定量化して、それとセシウムの濃度とどういう関係があるのかということのを明らかにしていくことである。

河川における藻類への移行としてはセシウムイオンの取り込みがカリウムと競合状態にあって、セシウムの取り込み速度がある程度推定された。また現場での定常状態を仮定したときの粒子態の放射性セシウム濃度も推定されている。霞ヶ浦でセシウムの収支を考えると湖の¹³⁷Cs総放射線量に対し、2013年以降の懸濁態¹³⁷Cs年間流入量は0.3～3.2%、溶存態での年間流出量は0.3～1%と推定された。汽水域での濃度変化としては、溶脱がどれくらい起きているかということのを観測と実験と合わせて行ったところ、再懸濁物からの溶脱、再循環水からの寄与率が約6～8割であるという結果が得られている。

河川から海洋に移行する際のCsの脱着反応の定量化により、堆積物への移行量を評価するため、吸着実験・分子レベルの解析・熱力学モデルを検討した。IAEAなどの報告値をおおよそ再現することができ、河川水中のCsを吸着した懸濁粒子(1g/L、Kd=160L/g)1gが海洋に持ち込まれ、1Lの清浄な海水と混合した場合(1g/L、Kd=3.2L/g)、Csの76%が溶出するという結果となった。

B04 被ばく線量評価

鶴田治雄(リモート・センシング技術センター) 全体の概要

中島映至(宇宙航空研究開発機構)・五藤大輔(国立環境研究所)

大気輸送沈着モデルの高度化と相互比較

鶴田治雄(リモート・センシング技術センター)・大浦泰嗣・海老原充(首都大学東京)ら

SPM計テープろ紙による放射性核種の時空間分布

海老原充・大浦泰嗣(首都大学東京)

大気エアロゾル試料を用いたI-129の測定

滝川雅之(海洋研究開発機構)

事故初期の内部被ばく量推定の事例研究

伊藤好孝(名古屋大学)

放射線測定メタデータベースの構築の現状

総合討論

以前の国際モデル比較時点に比べて、モデルは改善している。モデル比較については第二回が行われる(本科研費予算)。陸域への沈着率は $27 \pm 10\%$ と見積もられていて、MEXTの報告書でも20%(SCJ report, 2014)、梶野さんの結果でもKajino et al.(ACPD '16): 20%(MRI model result was 38% in the SCJ report)ということがよく合っているが確認の必要がある。また、湿性沈着モデルが不十分(SCJ report, $\sigma/\text{mean} = 30\%$)で若月さんが評価しているような弱い雨の効果を入れていけばよい。また低い境界層輸送が重要だが難しく、再現がうまく行っていない部分がある。様々なモデル・観測比較で、排出シナリオが改良されてきた。最新のものを使うと濃度誤差は小さくなる。沈着量を使った逆推計は誤差を低減するが、SPMを使った逆推計が必要である。ヨウ素のガス状・粒子状濃度、被ばく量のモデル計算が行われている(森口推進費)。

再放出についての季節変化依存性などから、土壌起源のほか植生起源が考えられ、モデル評価が行われた。観測値を説明するには大きな交換係数が必要である。長期変化計算を行う必要がある。沈着量を与え、土壌・植生起源の再配置計算は数km分解能で可能であるが、数十メートル分解能では木名瀬等(2016)の手法があり、比較が重要である。

原発事故当時にSPM計で使用されたテープ状ろ紙に ^{129}I が保持されていることが確認されており、SPM計テープろ紙中の ^{129}I 分析手法が確立された。フッ素樹脂製ろ紙での定量値は、ガラス繊維製ろ紙に比べ系統的に過小評価となることが分かった。高放射能粒子の存在により、 $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 比は試料内で不均一。試料の一部のみを分析するときは注意が必要である。原発事故当時に ^{131}I が定量された浮遊粒子試料の分析から、 $^{131}\text{I}/^{129}\text{I}$ 放射能比が得られている。SPM計のテープろ紙というのが非常に有効だということが分かったので、今後セシウム、ヨウ素、形態・組成分析もやっていきたい。

初期被ばくについて、気象場、放出量変動、放出形態のそれぞれについて、程度の差はあるにせよまだ理解は不十分。気象場について、気象庁・気象研究所で領域気象同化データセットを作成。ただし、前線通過などは観測と比較して数時間のずれ、弱い雨の降水域などは向上するものの完全に観測を再現するには至っていない。放出量については炉内事象なども連携しつつ解析が進められつつある。境界条件・入力条件については完璧には成り得ないので、複数のモデルを用いたモデルアンサンブルによる解析、およびその中での内部被ばくの最大推定値を用いた被害推定等を実施予定。

伊藤 好孝 (名古屋大学)

浅沼 順 (筑波大学)・北 和之 (茨城大学)

放射線測定メタデータベースの構築の現状

データベース案

放射線測定データを発掘する、それをカタログ化して相互に使いやすくするというを目的としている。特に初期の被ばく推定に役立つデータというのは非常に関心があり、それに関係するような初期に測られたデータをなるべく広く発掘して確保したい。民間やネット上にある、いろいろな個人のデータも、質が問題になってくるがまず収集する。最終的にはデータの所在や周囲をカタログ化したメタデータをつかって検索が可能なシステムをつくり、さらにアーカイブする。

収集活動はネット上210件、学協会アンケート39件が完了し、メタデータ情報のXMLへの変換ツール作成、可視化(マップ、チャート)ツール作成まで進めており、今後はISET-R内での測定メタデータの収集、学協会への再アンケート調査、検索ツールの作成、ISET-R内での公開を行っていく。ISET-Rで得られたデータのメタデータベース構築には、浅沼先生主導でメタデータの収集を行い、より詳しい内容の登録、収集の依頼を進めていく。

まとめ

若手の研修は10名クリアということを公約しているのでぜひ頑張りたい。

次は3月、最終報告で科研費を取りまとめなければならない。締切りは5月なのですが、早目に終わらせたい。A班のほかにはB班の仕事もあるので、B班の会議でオーバーラップした議論を進めていきたい。東大出版会で本を出してもらえという話もあるので、それほど一般化せず専門家向けにしたいと考えている。



アドバイザーから一言

森口先生

B班というかたちで通して聞かせていただき、大変興味深く伺った。特に森林のところで、まとめの図をつくっていただき非常に見通しがよくなったと思った。各B班ともああいうかたちでまとめていただけるとますます理解が進むかと思う。今日はありがとうございました。

柴田先生

この全体会議に参加させていただいているが、だんだん聴いていて分かりやすくなってきたというような気がする。だからもう半年でしっかりしたかたちにしてはどうか。そしてどこかの段階で、今までやってきた中で「これ以上やってもしょうがないからそろそろ終わろうか」というのもあるかもしれないし、「これはどうしても先まで続けないと意味がない」というのもあると思う。そのあたりの整理をどこかでしていただき、何かのかたちで次に続けるということが必要かなという気はする。どうもありがとうございました。

蒲生先生

今日は本当に圧倒される思いで皆さまの報告を聴かせていただいた。本当にあっという間に5年目になったんだなという気も一方でいたしますが、とにかくこの5年間これだけの成果を、しかも今やらなければもうできないという非常に貴重な研究データを出して、最終のまとめの段階に入ったということである。ぜひこの今日の熱気をさらにあと半年ちょっと、より高める方向に進めていただければと思う。

