



燃料デブリ



放射性廃棄物管理



環境回復



放射線共通研究・基盤

部門報告④-2

環境回復に係る研究開発 ～環境動態研究～

廃炉環境国際共同研究センター
環境影響研究ディビジョン 副ディビジョン長
新里 忠史

環境動態研究

課題:

- 森林や森林近傍の生態系で高いセシウム濃度を示す原因となっている 移行・保持メカニズムの解明 (スライド6)
- 将来濃度を予測する シミュレーションツールの精緻化 (スライド5)

河川水中のセシウム濃度は、高い河川でも 0.1 Bq/L 程度と極めて低いですが、一部の淡水魚は高い濃度を示す。

樹木や山野草・キノコに吸収される量は少ないが、一部の山野草・キノコは高い濃度を示す。

吸収されたセシウムの多くは、落葉等で地面にもどる。濃度は緩やかに減少。(スライド4)

地表面付近のセシウムが空間線量率に効くため、被ばく評価では重要となる。

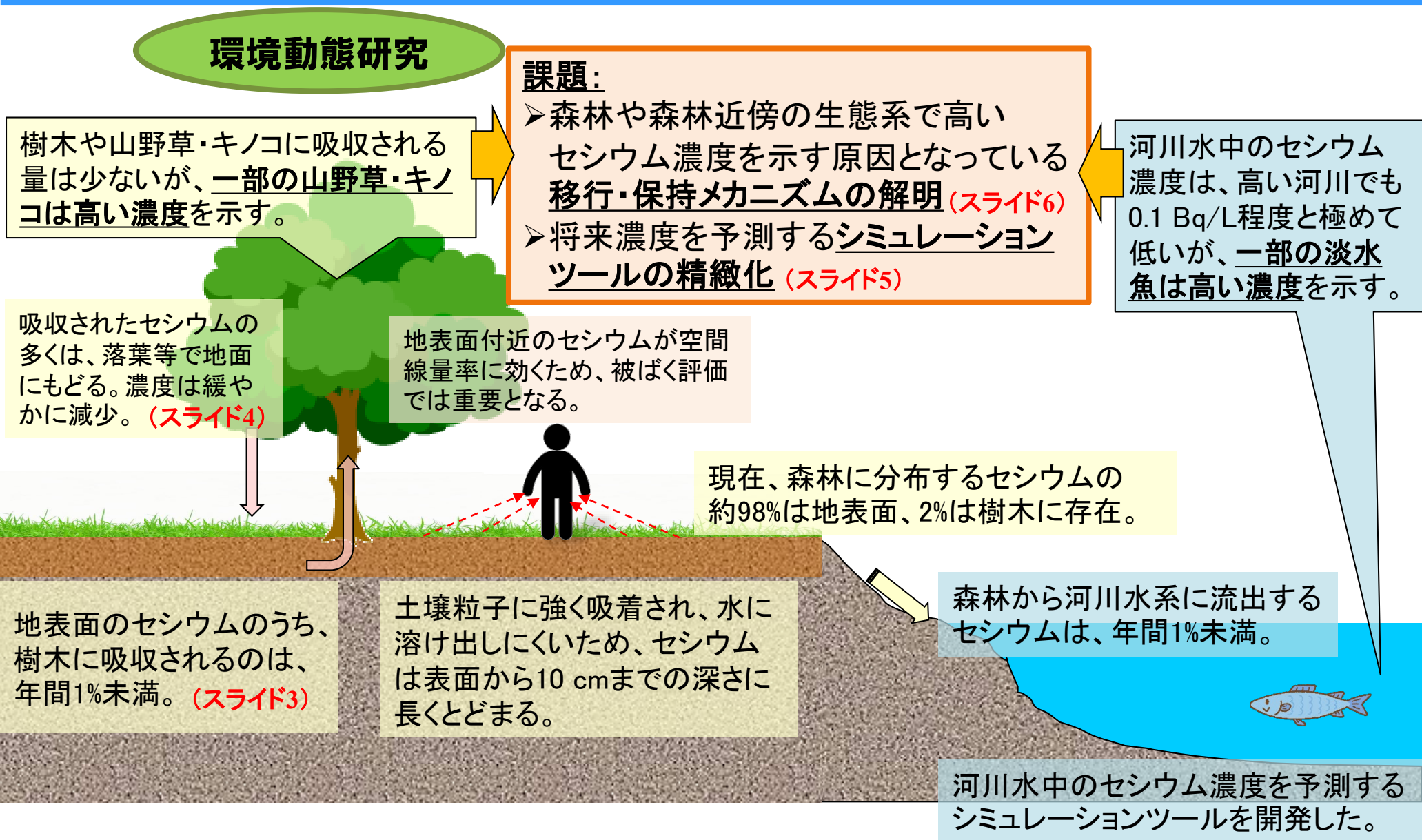
現在、森林に分布するセシウムの約98%は地表面、2%は樹木に存在。

森林から河川水系に流出するセシウムは、年間1%未満。

河川水中のセシウム濃度を予測するシミュレーションツールを開発した。

地表面のセシウムのうち、樹木に吸収されるのは、年間1%未満。(スライド3)

土壌粒子に強く吸着され、水に溶け出しにくいいため、セシウムは表面から10 cmまでの深さに長くとどまる。



環境動態研究

セシウムの河川水系での挙動を定量的に明らかにし、挙動を予測するシミュレーションツールを開発

- 森林や森林近傍の生態系での移行・保持メカニズムの解明と、将来濃度を予測するシミュレーションツール精緻化が課題

情報提供

成果情報を分かりやすく提供
するシステムを整備

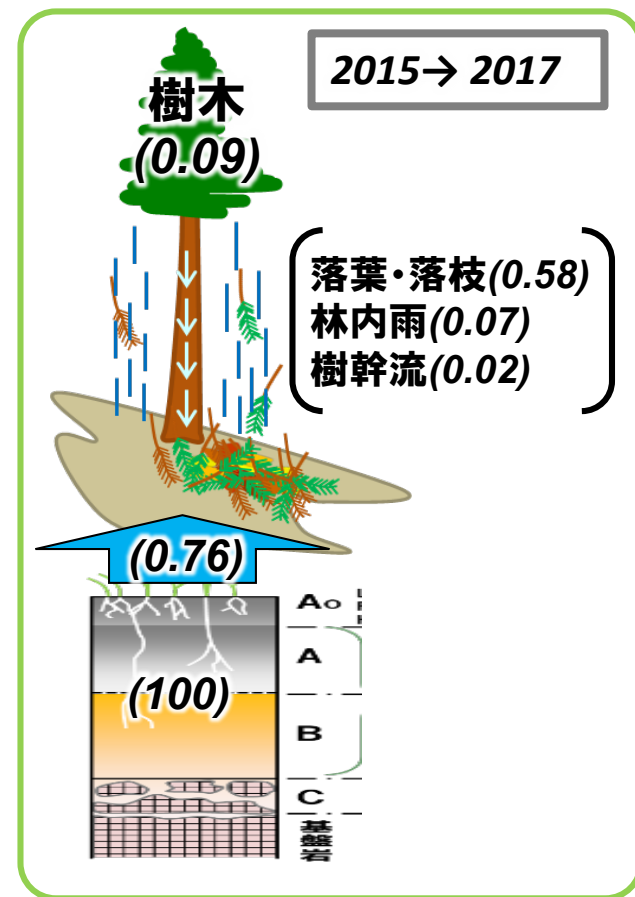
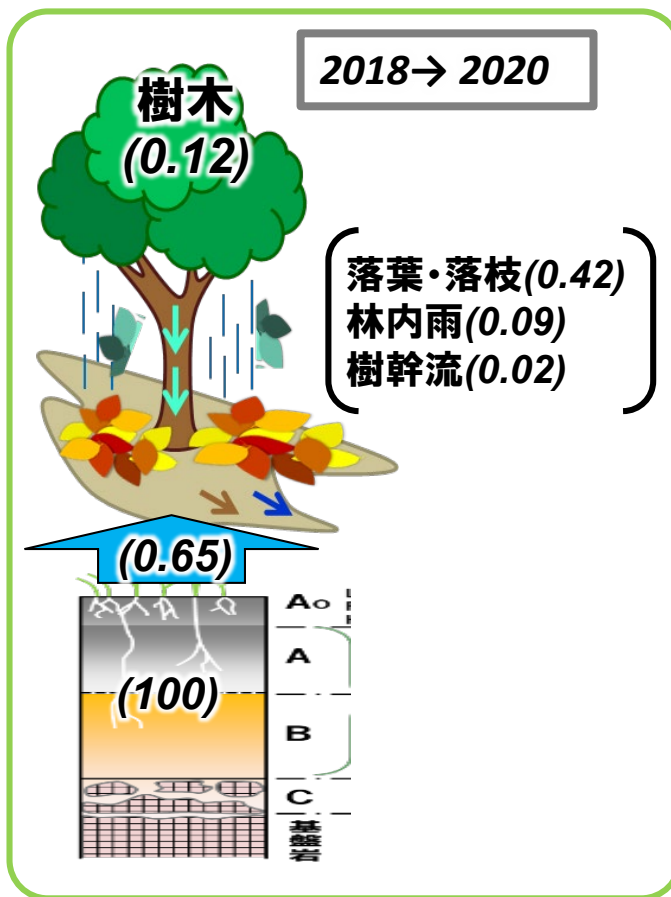
- 得られた知見の継続的な集約・発信、後世に知識を継承するためのアーカイブ化が課題

動態研究成果を活用し、「林業アカデミーふくしま」でのテキスト作成・林業従事者への教育を実施。
(スライド7)

F-REIでの新研究への展開

令和7年度の福島国際研究教育機構(F-REI)への環境動態研究の移管を見据え、環境動態研究を更に発展させた新規プロジェクトとして「生態系の長期環境トレーシング研究」を提案 (スライド8)

⇒ 将来にわたる放射性物質の挙動を把握し、長期的な取り組みが必要な林産業・水産業の再開・復興や理解促進に役立てられる情報として、社会に分かりやすく提供・提示する。



- 定期的な伐倒調査等により、樹木各部のセシウム濃度、バイオマス量を観測
 - 落葉・落枝等で樹冠から地上に移動するセシウムの量を継続的に観測
- ⇒ コナラ林、スギ林とも、1年間に根から樹木に吸収されるセシウムの量は、土壌に存在する量の0.7%程度で、樹木に留まる量は0.1%程度。

^{137}Cs 沈着量
497 kBq/m²



[樹幹流の採取]



[落葉量]



[降雨量]

- 樹冠から地上に移動する3つの経路のセシウム濃度は、減少傾向が緩やかになり、ほぼ一定の濃度に達しつつある。

⇒ 初期に樹木に沈着したセシウムの減少傾向が目立たなくなり、セシウムの樹木への吸収量＝樹冠から地上への移動量となる平衡状態に達しつつある可能性が示された。

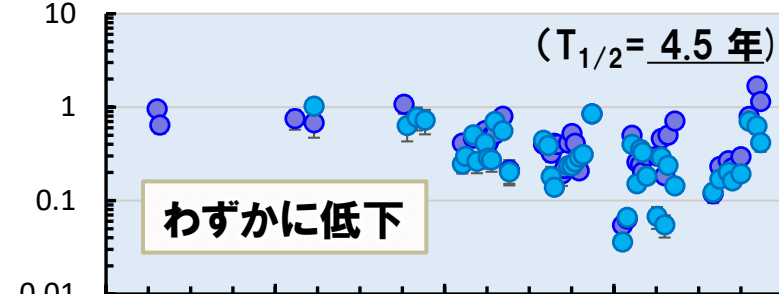
落葉・落枝

(kBq/kg)

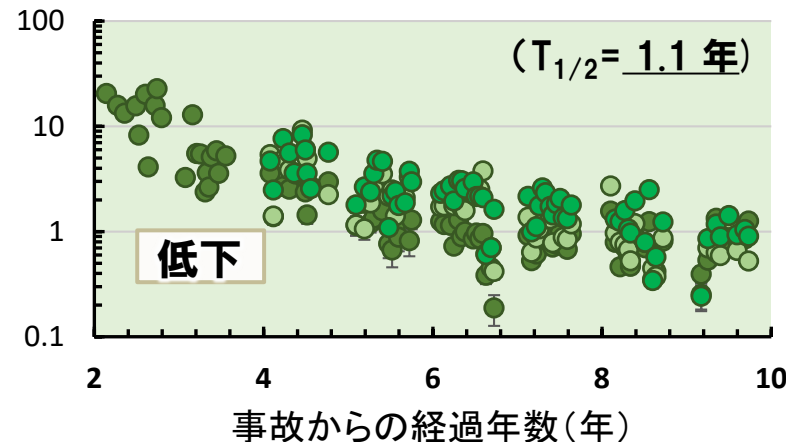
落葉広葉樹 (コナラ) 川俣町山木屋地区



林内雨
(Bq/L)

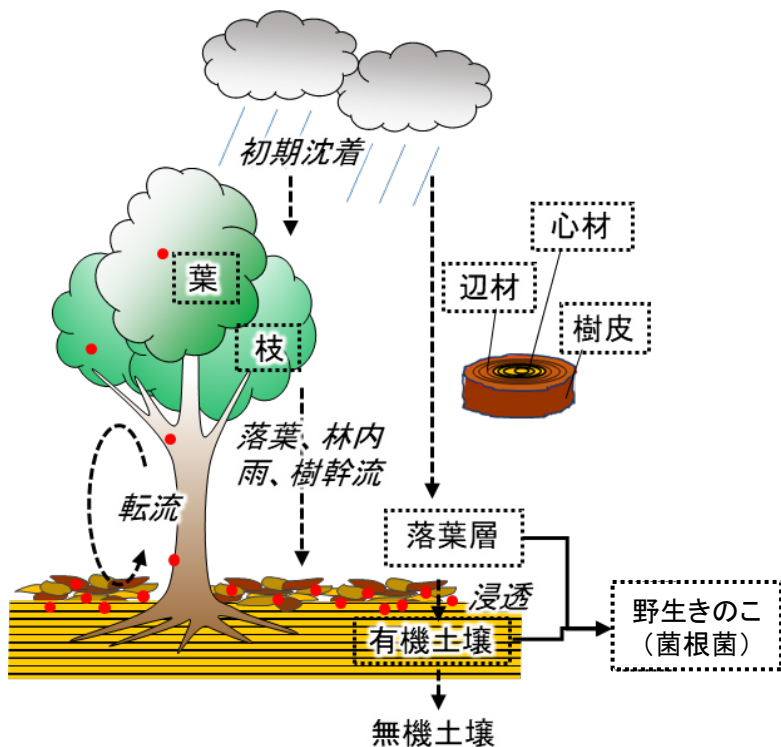


樹幹流
(Bq/L)

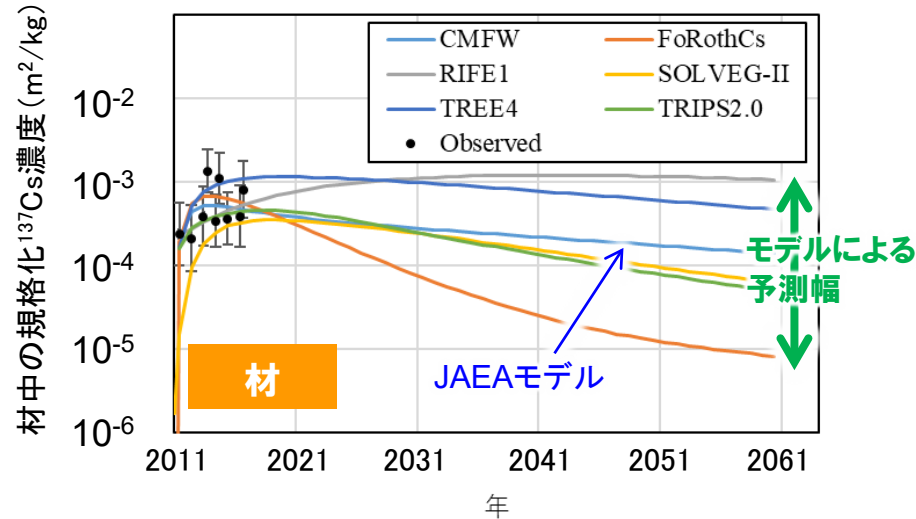
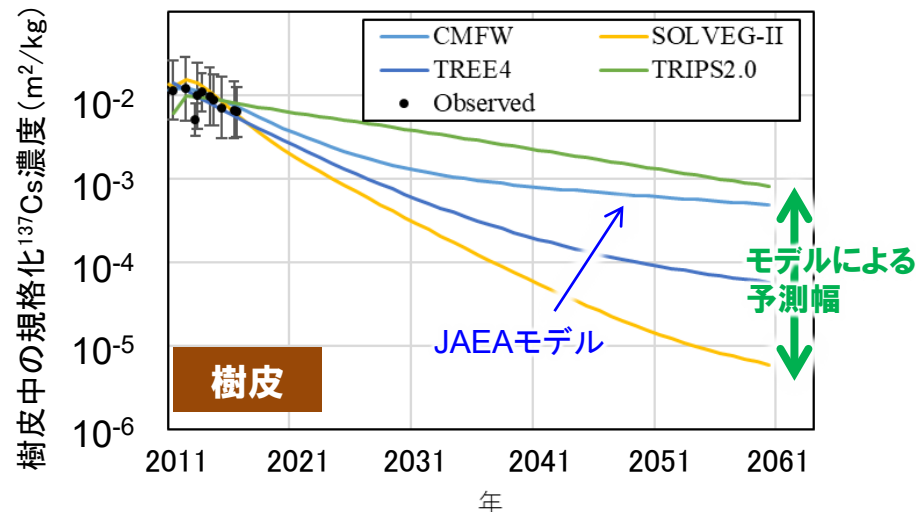


$T_{1/2}$: 環境半減期
(年: 濃度が半分になる年数)

事故からの経過年数(年)



- 日仏英の6つの研究機関の間で、シミュレーションツールを用いて、将来の森林内の放射性セシウム濃度の予測計算を行い、結果を比較した。
- 将来濃度の予測結果は、モデルにより異なり、2桁程度のばらつきを示した。
- 根からの吸収挙動の解明がカギであり、継続した調査、解析評価が必要と考えられた。



令和4年度の林業従事者への教育実績

日付	受講者
4月18日 5月30日	●放射線の安全教育 福島森林管理署、磐城森林管理署 (20名)
5月19日 -5月20日	●放射性物質対策の講義・実習 林業アカデミーふくしま(14名)
8月2日	●放射線の安全教育 会津森林管理署 南会津支署(6名)

林業アカデミーふくしま

- お知らせ >
- アカデミーについて >
- 就業前長期研修 >
- 短期研修 >
- よくある質問 >



福島県林業研究センター主催 「林業アカデミーふくしま」での講義・実習



線量率測定の実習

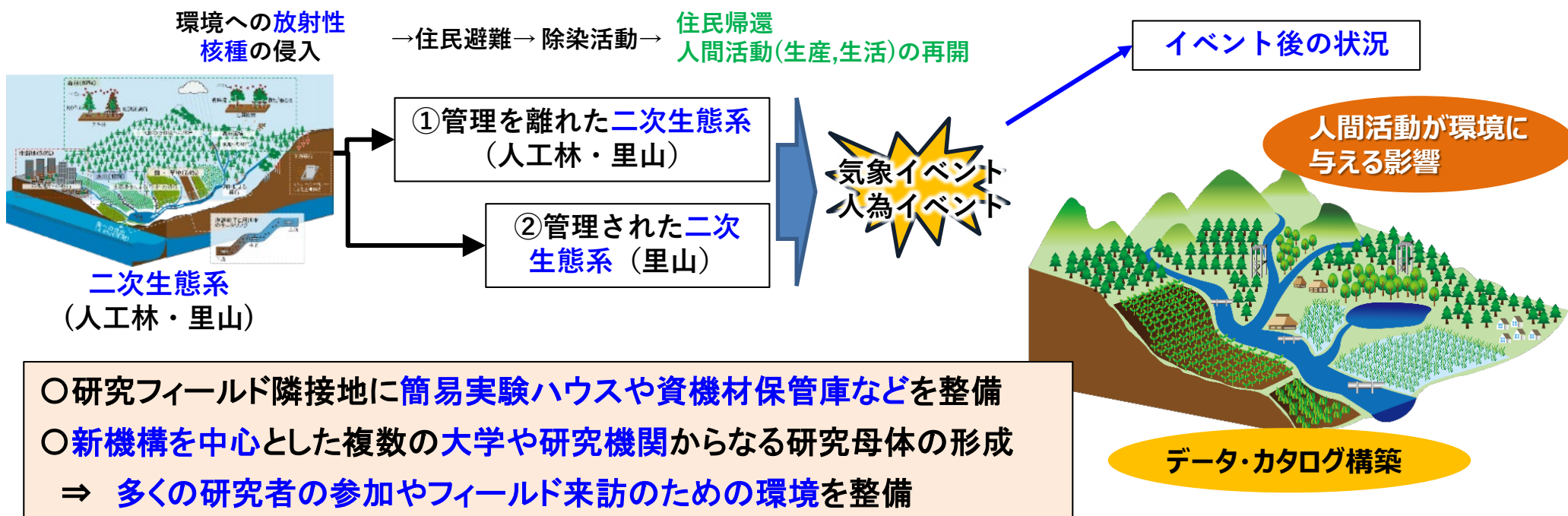
- 森林内でのセシウムの動態、放射線測定や森林作業の注意点などについて、環境動態研究の成果に基づき、林野庁職員・林業従事者への教育を実施。

- 林業アカデミーふくしまの就業前長期研修(1年間)における「放射性物質対策」(座学5時限、実習9時限)の研修をJAEAが担当。放射線の基礎、森林における放射性物質対策、放射線防護に関する教育・実習を実施。



現地観測地の見学

- 事故起因の放射性物質や安定同位体を環境トレーサー（物質の動きなどを追跡するためのマーカー）として積極的に活用する生態学研究を実施
- 流域スケールを対象とする一定エリア（長期生態学研究フィールド、福島県内の数km四方～数10km四方の3～4流域）を中心とした調査研究を展開
- 流域内の物質移行状況の比較に基づき、物質循環や生態系への人間活動の環境負荷を評価



- JAEAでは、1F事故後、環境中の放射性物質の分布と移行挙動を明らかにするための環境動態研究を実施し、森林・河川・ダム湖・河口域における放射性物質の移行挙動を明らかにしてきた。
- 得られた科学的知見は、階層構造をなす一般向け知識ベースとして、JAEAホームページで公開してきた（FaCE!S；フェイス）。
- これら成果を活用し、中学生、高専・大学生の現地実習や講義、将来の林業従事者に対する放射線教育を実施し、人材育成に貢献してきた。
- 今後、福島県内の様々な自然環境における放射性物質の分布・移行データに基づいて、将来的な農林水産物の濃度予測の精度向上を図り、帰還後の不安解消や自治体施策のサポートにつなげていく。

更なる展開

- 事故後の環境中における放射性物質の移行挙動データは、今後の原子力防災に貴重な知見を提供するとともに、環境中における物質動態の解明につながる重要な科学的知見。
- 今後の開発行為や気象災害などが環境へ及ぼす影響を見積もることは、将来世代に負担を残すことなく持続可能な開発を進めるための必須の課題。
- 環境回復に係る調査研究を通じて得られた科学的知見を発展させることにより、人間活動が環境へ及ぼす影響評価ツールとしての開発を進めていく。

石造物表面で見られる地衣類の例



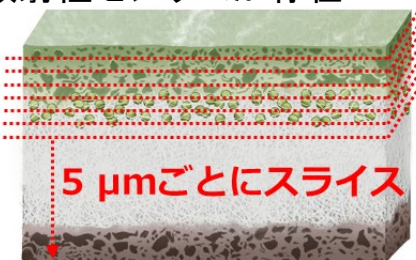
葉状地衣類

地衣類: 藻類と共生している菌類の総称

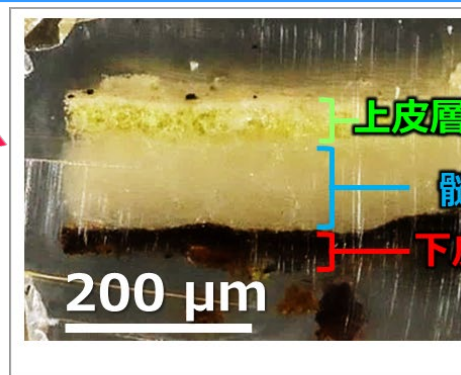
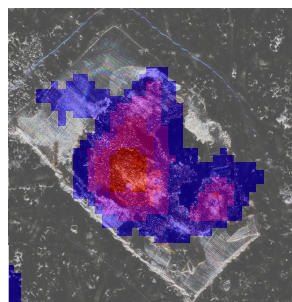
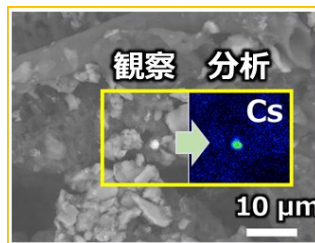
陸上で広く見られ、放射性セシウムを蓄積しやすい。

⇒ どのように保持されているのか？

上の方の組織: 粒子にくっついた放射性セシウムが存在

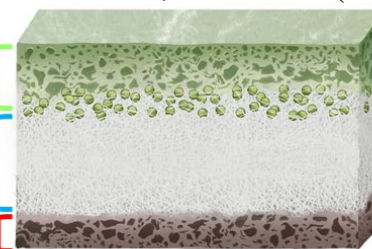


下の方の組織: イオンのように一様に分布する放射性セシウムが存在



葉状地衣類（ウメノキゴケ）の組織断面写真

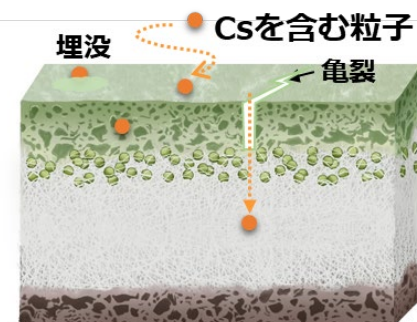
Dohi et al., PLOS ONE (2022)



ウメノキゴケの断面模式図

- 電子線プローブマイクロアナライザ(EPMA)観察でセシウムを含む粒子の存在を確認。

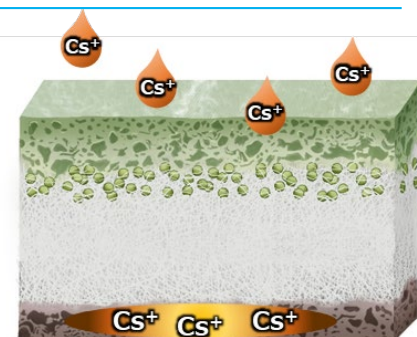
⇒ 粒子にくっついたセシウムは、地衣類の組織中に物理的に捕捉されている。



粒子にくっついた放射性セシウム

- デジタルマイクロスコープで観察されたメラニン様色素の位置と、オートラジオグラフィーで観察された放射性セシウムの位置が一致することを確認。

⇒ イオン状のセシウムは、メラニン様色素と結合している。



イオン状の放射性セシウム

得られた知見と分析手法は、他の山野草・キノコへのセシウム蓄積メカニズムの解明に活用できる

<ハバードブルック実験林>

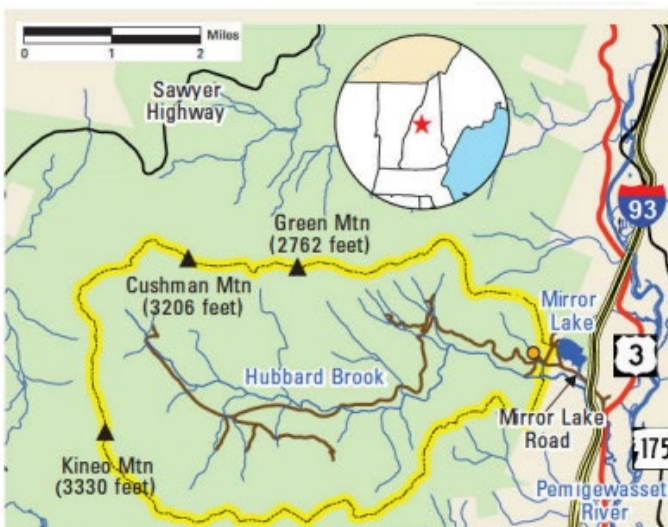
○北米ニューハンプシャー州の6つの河谷からなる約30km四方の落葉広葉樹林の実験林(宿泊施設2棟, 実験施設2棟, 試料保管施設1棟, 資機材倉庫1)

○森林・河川・湖の生態系を対象とした長期研究を1963年から実施。

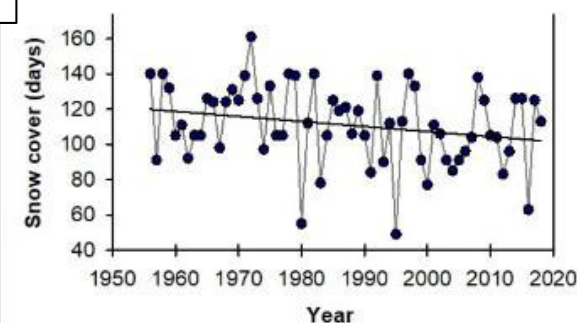
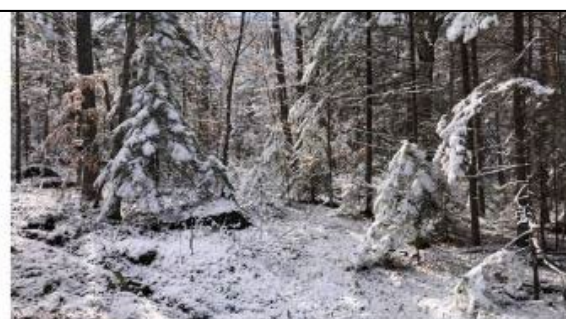
○集水域レベルの皆伐に伴う栄養塩の蓄積・流出に関する生態系の擾乱に関する研究で注目される。

○1972年以降, 酸性雨の生態系への影響や道路や住宅の建設が流域生態系に与える影響の成果を発表。

○非擾乱流域での長期生態学研究により, 気候変動に由来する生態系への影響をとらえることに成功。



「いま起きていること」の発信に重点



研究者による調査速報の発信(積雪日数の減少→地球温暖化の視覚化)



宿泊施設と資材倉庫



The Hubbard Brook
Cooperators Meeting
(毎年60-100名規模が参加)

実験林における研究により100名以上の博士号取得者を輩出