

【ZRFb-12T1】

流域に沈着した放射性物質の移動と消長に関する文献調査及び知見整理

代表者：古米 弘明

(公社)日本水環境学会

(東京大学大学院教授)



- ・実施期間：2012年度～2012年度(1年間)
- ・予算額：12,000千円(間接経費含)

1/11

本研究の背景・目的



- 福島第一原子力発電所から放出された多量の放射性物質が、大気中を移動し地上に沈着した。
- 高い放射線が検出される場所や市街地では除染が進められているが、森林や農地等に沈着した放射性物質は、移動し下流地域において再び堆積する恐れがある。
- 海外での事例が参考になるものの、急峻な地形や森林が多いわが国では、環境中での移動や消長が異なるものと考えられる。



森林、農地、市街地、河川における放射性物質の移動と消長に関する国内外の文献等情報収集・整理し、得られた情報から、放射性物質の環境中での挙動に及ぼす影響因子や重要なプロセスを抽出し、短期および長期の両視点で、時間経過に伴う挙動の変化等の知見を整理する。

2/11



流域に沈着した放射性物質の移動と消長の概念図

研究の内容と体制



【内容】 (※単年度の研究であるため、サブテーマを設けていない)

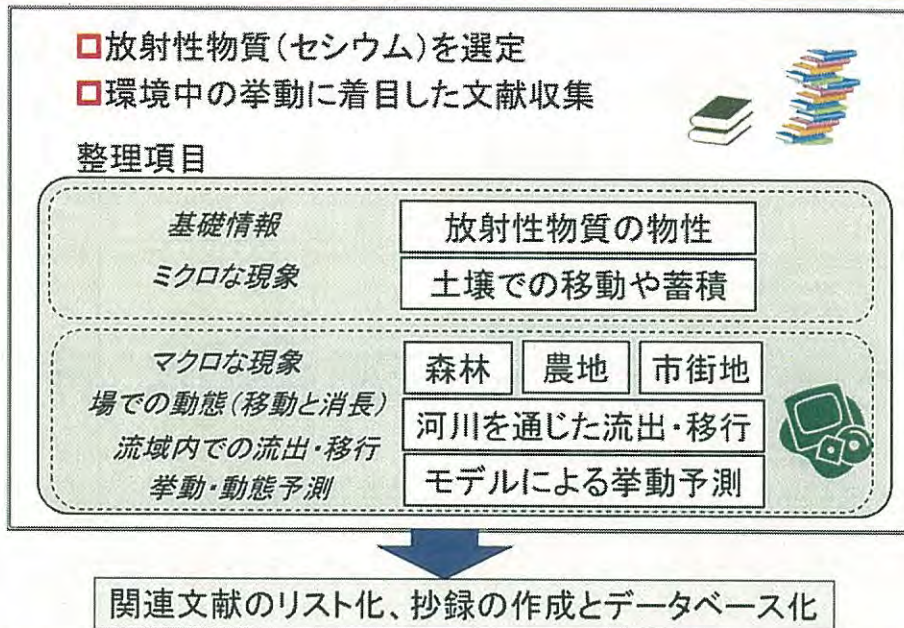
- 流域に沈着した放射性物質、およびその類似物質の環境中挙動に関する文献調査を行う。
- 放射性物質の環境中での移動および消長についての科学的知見を、集約・整理して提示する。

【体制】 (公社)日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会で実施

- ◆ 研究代表者 古米弘明 都市・流域部会・部会長(東京大)
- ◆ 研究分担者 駒井幸雄 委員長(大阪工業大)
- 井上隆信 農地・林地部会・部会長(豊橋技科大)
- 山田俊郎 幹事長(岐阜大)

◇ 研究協力者(11名, ノンポイント汚染研究委員会委員)

尾崎則篤(広島大学), 和田桂子((財)琵琶湖・淀川水質保全機構)
 横田久里子(豊橋技科大), 江口定夫(農業環境技術研究所)
 芳賀弘和(鳥取大学), 熊谷博史(福岡県保健環境研究所)
 松永武(原子力研究開発機構), 長尾誠也(金沢大), 五十嵐敏文(北海道大),
 佐藤祐一(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター), 増田貴則(鳥取大学)



<研究の効果・行政への貢献>

- ◆移動経路や堆積しやすい場所等、放射性物質の環境中での挙動に関する重要な情報の提供
- ◆環境動態を考慮した効果的な除染やリスク管理を行うための知見の提供
- ◆モニタリングへの活用、その評価の留意点などの情報の提供

5/11

主な成果1: 情報収集・文献抄録の作成

・国内外の学術論文等から重要性の高い125件を抽出し文献抄録を作成した。

表 文献抄録データシート(見本)

1. 基本情報	2. 提言につながる情報																								
<table border="1"> <tr> <th>区分</th> <th>湖沼への到達</th> <th>担当者名</th> <th>和名挂子</th> </tr> <tr> <td>タイトル (英文)</td> <td>Assessment of multiple sources of anthropogenic and natural chemical inputs to a morphologically complex basin, Lake Mead, USA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイトル (和文)</td> <td>複雑な地形の湖水域をもつアメリカ、Mead 湖へ流入する人為的、自然由来の化学物質の多様なソースの評価</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>キーワード</td> <td>Trace metals: Organic contaminants: Lake Mead: Nevada Paleolimnology</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>著者</td> <td>Rosen, M.R. Van Metre, P.C.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>文献</td> <td>PALAEO GEOGRAPHY, PALAEOCLIMATOLOGY, PALAEOECOLOGY, 294 (2010), 30-43</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>(1) 対象地域 アメリカのネバダ州、アリゾナ州に位置するミッド湖内の3地点(ラスベガス湖、オーバートン湖、バージン流域)より底泥を採取。</p> <p>(図表の挿入、掲載許諾確認中)</p> <p>(2) 重要な図表 Fig. 2では、^{137}Csを用いて底泥の年代推定を行っており、ネバダ州の実験施設における一連の核実験が行われた年と参考して底泥の年代推定が行われている。注目すべき点としてオーバートン湖周辺の底泥コアからCs^{137}が検出され、20-70cmに濃度ピークを複数有している。これは風向きが湖上空を吹き、湖北部の方に放射性降下物が沈着したことを示している。また、筆者は各核実験の時期と対応してピークが生じていたことも言及している。ただし、この地域での沈着量などの定量的な評価は、既往の研究で成されていないため記述するとはできなかった。</p> <p>他採取地点でも底泥コアにCs^{137}のピークが見られたが原因はわかっていないが、これらの要因としてMead Lake 上流部のGlen Canyon ダムの建設、並びにアメリカ南西部で起こった大干ばつを挙げている。前者の要因によって堆積様式が変化したこと、後者のように水位が低下し、Cs^{137}を含む泥が移動したことが考えられる。</p> <p>Table 7には、ネバダ実験所における一連の核実験について、アメリカ本土への^{137}Csの拡散量と^{137}Csの推定堆積量が示されている。</p> <p>Table 8では測定した金属と有機化合物のうちのいくつかの項目について、各地点の濃度の結果が相対的に示されている。ラスベガス湖における有機化合物濃度が高い原因として、人口増加、廃棄物焼却施設、都市化に伴う不透水性舗装の増加が推定されている。バージン流域のCa/Alについてはグレンキャニオンの建設とパウエル湖の貯水、Hgについては自然由来が推定されている。</p>	区分	湖沼への到達	担当者名	和名挂子	タイトル (英文)	Assessment of multiple sources of anthropogenic and natural chemical inputs to a morphologically complex basin, Lake Mead, USA			タイトル (和文)	複雑な地形の湖水域をもつアメリカ、Mead 湖へ流入する人為的、自然由来の化学物質の多様なソースの評価			キーワード	Trace metals: Organic contaminants: Lake Mead: Nevada Paleolimnology			著者	Rosen, M.R. Van Metre, P.C.			文献	PALAEO GEOGRAPHY, PALAEOCLIMATOLOGY, PALAEOECOLOGY, 294 (2010), 30-43			<p>(1) モニタリングへの活用 ^{137}Csの測定には、high purity intrinsic germanium detector gamma spectrometer (Dr. Mark J. Rudin, University of Nevada, Las Vegas, Department of Health Physics, oral commun., 1999)が用いられている。検出器の測定理由については記述なし。</p> <p>(2) 流出挙動・経路 ラスベガス湖コアにおいては、DDT、DDE、PCBs、PAHs、TCDDの有機物濃度は、ラスベガス水路を介した都市部からミッド湖への表面流出による影響を受けていた。DDTとDDEは主にラスベガス水路の沿岸に位置する伝統的な産業地帯による点源由来であり、PCBs、PAHs、TCDDは非点源の都市部の表面流出由来であると推定された。As, Cr, Mn, Ni, Pb, Znなどのほとんどの金属濃度は、ラスベガス湖コアにおいて、ほかの流域と比較して高かった。高いMn濃度は、1960年代のラスベガス水路沿岸における歴史的な鉱業による。1970年代における高いPb濃度は、1973年以前の鉛を含むガソリンの使用によっている。1985年から現在に至るラスベガス湖コアにおけるHg濃度の増加は、都市部の成長によるとされた。一方、バージン流域コアにおける異なったHg濃度変動は、この地点の上流部に位置するコロラド川におけるグレンキャニオンダムの閉鎖に伴う堆積物供給の変化によると推定された。放射性大気降下物は320-800kmの風下の範囲(Muddy RiverおよびVirgin River 上流)で最大の沈着となっていることが報告されており、これらが下流の域に達したものと推察される。具体的な流達時間とは明記されていないが、数ヶ月単位でオーバートン湖に到達したものと考えられる。</p> <p>(3) 除染の順の留意点 該当する情報なし。</p> <p>(4) 担当者のコメント この論文では、複雑な地形で複数の流域をもつ湖が調査対象となっているが、底泥中の有機物・無機物濃度は流域ごとに異なり、その原因として流域の特徴をとらえた考察がなされている。放射性物質の水環境中の挙動を把握するうえで、例えば規模の大きい湖沼などを対象とする場合は、地点を複数設定し、集水域ごとの整理が有効となるかもしれない。</p>
区分	湖沼への到達	担当者名	和名挂子																						
タイトル (英文)	Assessment of multiple sources of anthropogenic and natural chemical inputs to a morphologically complex basin, Lake Mead, USA																								
タイトル (和文)	複雑な地形の湖水域をもつアメリカ、Mead 湖へ流入する人為的、自然由来の化学物質の多様なソースの評価																								
キーワード	Trace metals: Organic contaminants: Lake Mead: Nevada Paleolimnology																								
著者	Rosen, M.R. Van Metre, P.C.																								
文献	PALAEO GEOGRAPHY, PALAEOCLIMATOLOGY, PALAEOECOLOGY, 294 (2010), 30-43																								

6/11

主な成果2: 文献情報リスト/データベース作成

- 抽出文献情報をリスト化し、抄録のデータベース化を行った。
(リストと抄録は掲載可の確認ができたものからホームページ上に随時公開予定)

表 文献情報リスト(一部)

文献No	対象	項目	地域	論文の内容、環境動態に関する情報等	著者	論文名	雑誌名	巻号	ページ	出版年	担当	
1	市街地	流域	メリーランド, 米国	メリーランドの都市流域を対象とした高台、氾濫原、川岸、道路塵埃の4つの主要な供給源由来の調査研究。Cs137の他に各元素も測定。川岸と高台の季節変化から葉による覆いや低水位は微細堆積物の浸食や降雨による浸食を防止できることが示唆された。また、複数の供給源の把握とその時間的変動を明確にすることが効率の良い除染につながる。季節によって堆積物の供給源が変化するため、環境中挙動を定点観測する際、水文条件や土地利用も含めた包括的な通年のモニタリングを準備することが必要になる。	Devereux, OH; Prestegard, KL; Needelman, BA; Gellis, AC	Suspended-sediment sources in an urban watershed, Northeast Branch Anacostia River, Maryland	HYDROLOGICAL PROCESSES	24	11	1391-1403	2010	和田、古米、尾崎
2	市街地	モデル	中ウラル地方, ロシア	ロシア中ウラル地方におけるCs137降水量をデータ収集により経年変化を推定した研究。雨水のたまりやすい(降雨の度に水たまりができる)場所の土壌中には放射性物質が蓄積されやすいことを、水たまり底泥中の溶存濃度をモデル式で示し、大気降水量との寄与率を推定した。すなわち、大気降下物として降下したCs137は雨水に溶け出し水たまりへと流入し底泥中に集積されていく。	Seleznev, AA; Yarmoshenko, IV; Ekidin, AA	Accumulation of Cs-137 in puddle sediments within urban ecosystem	Journal of Environmental Radioactivity	101	8	643-646	2010	古米、尾崎、和田
3	湖沼	底泥モニタリング	ネバダ, 米国	ネバダ州の各実験実施年と近隣湖沼底泥の年代推定である。水路を介した都市部から湖沼への表面流出の影響が見られた。規模の大きい湖沼を調査対象とする場合は、モニタリング地点を複数設定し、集水域毎の整理が有効であることが推察された。	Rosen, MR; Van Metre, PC	Assessment of multiple sources of anthropogenic and natural chemical inputs to a morphologically complex basin, Lake Mead, USA	PALAEOGEOGRAPHY PALAEOCLIMATOLOGY PALAEOECOLOG	294	1-2	30-43	2010	和田、古米、尾崎
4	流域	河川モデル	ベラルーシ	河川水中の放射能濃度(Sr90)の2つの予測モデルによるベラルーシ6河川の計算結果と観測結果の比較。流域内の土壌中に「有機分が多い」方が「ミネラル分が多い」土壌の場合よりもSr90は早く流出することがモデルでの重要な変数であることが示された。GISを	Sasina, NV; Smith, JT; Kudelsky, AV	Blind testing of models for predicting the Sr-90 activity concentration in river	Journal of Environmental	92	2	63-71	2007	古米、尾崎、

主な成果3: 文献調査と知見整理を通じた提言

1. 環境中での挙動を明らかにするための「モニタリング」の実施

流域に沈着した放射性物質は降雨流出に伴い、河川を通じて湖沼や沿岸域などの水系へ流下・移動する。流域における放射性物質の将来の分布を予測するためには、流域単位での物質収支を考慮することが重要である。また、下記の点に留意した長期的かつ戦略的なモニタリングを実施する必要がある。

- ・土地利用で放射性物質の蓄積過程や保持状態、さらに流出の挙動が異なる
- ・雪解けや豪雨時の流量増加時に、懸濁態としての流出・移動量が急激に増加する
- ・半減期の長い放射性物質は、植物や水生生物へ移行、蓄積する 等

2. 時空間スケールの視点からの「流出挙動・流出経路」の理解

半減期、土壌粒子への吸着性などの性質は、物質によって異なる。そのため、短期および長期の視点で、下記の点に留意した放射性物質の環境中での流出挙動や流出経路を理解する必要がある。

- ・pHや有機物濃度などの環境要因によって、放射性物質は環境中において溶存態、交換態、懸濁態と存在する形態が異なる。
- ・陸域から河川への流出や流下する過程で放射性物質の形態が変化する。
- ・固相と液相の間での移行、土壌内での不動化などのマイクロな現象と、陸域からの雨天時の河川への流出や流下過程での浮遊粒子と河床堆積物との間の交換や移動などのマクロな現象がある。

主な成果4: 今後の課題

1. 戦略的な知見の蓄積とモンスーン地域での動態評価

環境省や文部科学省などにより、放射性物質の環境モニタリングや環境動態に関する研究が実施されている。モニタリングデータは公開されているが、研究・調査結果は、現段階では限られたものしか学術論文や報告書となっていません。モンスーン地域で大量に放射性物質が環境中に放出された初めてのケースであることから、今後もこれらの最新成果を体系立てて戦略的に蓄積し、環境動態を評価、解析することが必要である。

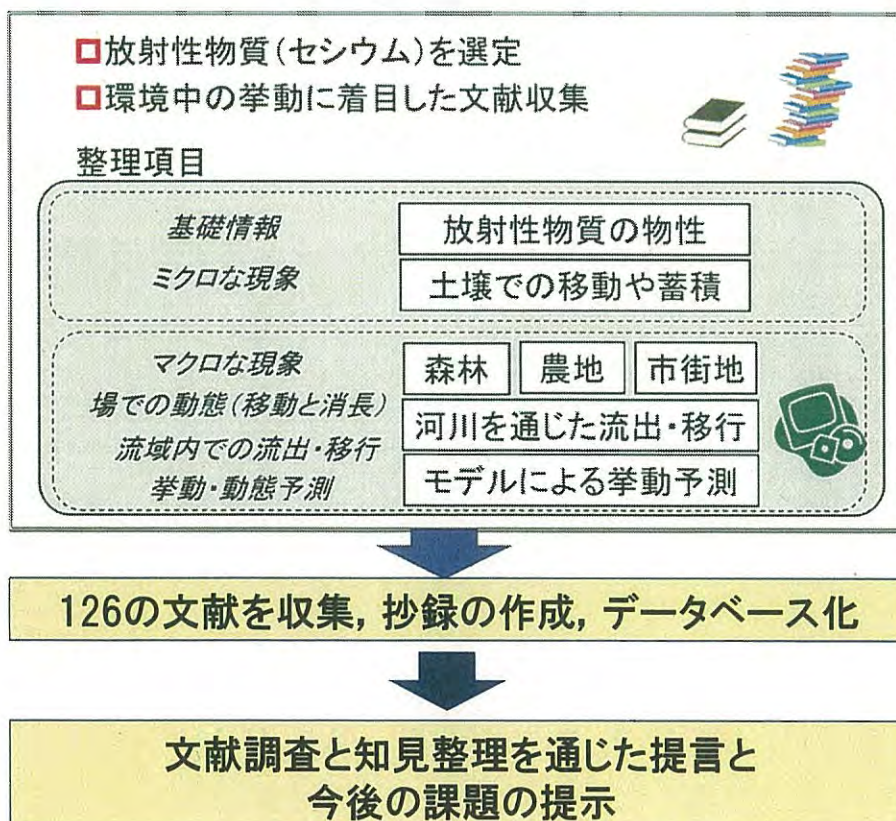
2. 経験的なモデルから移流拡散等のメカニズムを考慮したモデル化

流域レベルでの環境動態を予測する場合に、放射性物質の環境中での挙動を詳細に表現できるモデルが求められるが、詳細なモデルには、必然的に未知パラメータが多くなるため、再現性を確認できるモニタリングデータを今後も蓄積することが必要である。

放射性物質の分配係数は、モデルにおける重要なパラメータで、環境条件によりオーダーレベルで変化することが報告されている。今後、動態予測や対策効果をより定量的に評価するためには、分配係数を含め様々なパラメータを適切に設定し、移流拡散等のメカニズムを考慮したモデルを構築する必要がある。

9/11

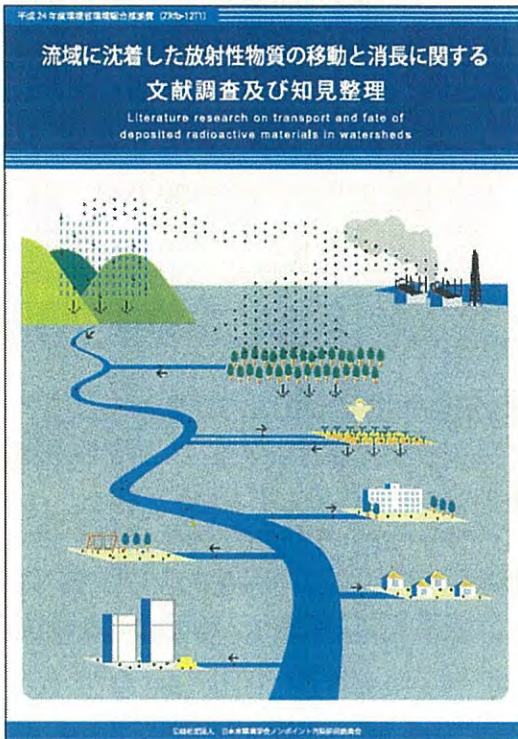
研究成果



10/11



リーフレット (案, 6ページ, 3月末完成)



ホームページ(3月末完成)

(公社) 日本水環境学会 ノンポイント汚染研究委員会

流域に沈着した放射性物質の移動と消長に関する 文献調査及び知見整理

Literature research on transport and fate of deposited radioactive materials in watersheds

トップページ メンバー 研究概要 研究成果 関連リンク

平成24年度環境研究総合推進費【ZRFb-12T1】

「流域に沈着した放射性物質の移動と消長に関する文献調査及び知見整理」の研究成果を発信します。

文献データベース

<p>森林</p>	<p>農地</p>	<p>市街地</p>
<p>河川・湖沼</p>	<p>土壌</p>	<p>流域・モデル</p>

得られた知見

本研究の目的

福島第一原子力発電所から放出された多量の放射性物質は、環境中で移動、蓄積しながら減少していくが、この環境中での動態に関する知見はまだ十分整理されていない。放射能などの環境中での動態に関する研究を行っている日本水環境学会/ノンポイント汚染研究委員会のメンバーが、森林、農地、市街地における環境中での移動と消長に関する国内外のこれまでの調査研究の文献や情報収集するとともに、収容した燃料から放射性物質の環境中での挙動に及ぼす影響因子を考慮しながら主要なプロセスを抽出し、長期および短期の異なる時点での時間経過に伴う挙動の変化等を整理することを目的としている。