

令和 6 年 3 月 13 日

環境放射能研究所が福島第一原発事故後の研究成果 をとりまとめた学術書『環境放射能学入門』を出版

環境放射能研究所（IER）は、和田敏裕准教授、高田兵衛准教授、難波謙二教授（所長）を編者とする学術書『環境放射能学入門』を出版しました（制作：歴史春秋社）。福島大学全学 1 年生向けの基盤教育科目「環境放射能学入門」を担当する IER の教員を中心に執筆された本書は、主に高校生以上の学生や一般市民を対象とした環境放射能に関する教科書・入門書の役割を想定しています。

11 章 5 コラム 255 ページからなる本書は、IER が実施してきた原発事故後の研究についてまとめた環境放射能分野における学術書です。IER のこれまでの研究成果に基づいた内容を幅広く示しており、福島第一原発事故後の環境放射能動態に関する科学的知見の理解に資することが期待されます。

■ 本学術書を出版した背景

IER は、昨年度、福島第一原発事故後の 10 年間の研究成果をとりまとめた英文学術書『Behavior of Radionuclides in the Environment III Fukushima』を Springer 社から出版しました。これは、IER の活動や研究成果を、国内外の研究者等に伝える上で大きな役割を果たしています。

一方、東日本大震災から 13 年が経過し、震災当時の状況が過去になりつつあるなかで、現在の福島のさまざまな課題にも原発事故の影響が多少なりとも関係します。このような課題に関心を持ち、あるいは取組む若い世代や一般市民の皆様に対して、広くかつ分かりやすく原発事故後の環境放射能動態に関して今までに得られた科学的知見や残された課題を伝えていくということも IER の重要な役割と認識しております。そこで、今回、IER の教員が 2020 年以降に担当してきた全学向けの基盤教育科目「環境放射能学入門」の講義内容をもとに、一部の内容と著者を補強し、主に福島県内外の学生や一般市民を対象とした環境放射能に関する入門書を出版いたしました。

なお、本書は、福島イノベーションコースト構想推進機構による「大学等の「復興知」を活用した人材育成基盤構築事業（「復興知」事業）」の重点的取組として採択された「災害・被ばく医療科学分野の人材育成による知の交流拠点構築事業」（代表：長崎大学）の一環として出版されました。

■ 本書の内容と構成

本書は、11章5コラム255ページからなります。全ページがカラー対応で、図や写真が多用されています。著者は、IERのメンバーを中心に24名に及び、福島原発事故に起因する環境放射能に関する研究成果が幅広く示されています。

第1章 はじめにそして若干の基礎的なことから

第2章 放射性物質の大気拡散と放出源情報推定

第3章 福島第一原発事故による放射性物質の初期沈着と空からの放射線モニタリング

第4章 森林放射生態学：森林生態系における放射性核種の動態

第5章 陸域における水の動きに関連したセシウム137の動き

第6章 土壌の放射性セシウムと作物への移行

第7章 水産物の放射能汚染と福島県の漁業復興

第8章 海洋環境での放射性核種

第9章 森林の放射生態学 放射線の植物への影響

第10章 野生動物への放射線影響

第11章 福島とチェルノブリの比較

コラム1 原発事故の影響を受けた地域における森林火災は何をもたらすのか？

コラム2 福島第一原発事故由来の不溶性微粒子の環境動態・影響

コラム3 水生昆虫：森林から溪流への物質移動に関わるものたちと放射性セシウム

コラム4 福島県の水産物の安全性と処理水：BqとSvから考える

コラム5 野生動物の線量測定入門：外部被ばく線量の野外測定から学ぶ

■ 本書のねらい

本書は、IERが実施してきた原発事故後の研究についてまとめた環境放射能分野における学術書です。IERのこれまでの研究成果に基づいた内容を幅広く示しており、福島第一原発事故後の環境放射能動態に関する科学的知見の理解に資することが期待されます。

■ 本書の閲覧方法と入手方法

本書は、全国の国立大学附属図書館、福島県内の公立図書館、県立高校や県内の大学などの教育機関に寄贈しております。

本書は非売品ですので、興味のある希望者には配布をいたします。詳しくは、以下のお問い合わせ先にご連絡の上、ご確認ください。

(お問い合わせ先)
環境放射能研究所 事務室
電話：024-504-2114
メール：ier@adb.fukushima-u.ac.jp

環境放射能研究所が福島第一原発事故後の研究成果 をとりまとめた学術書『環境放射能学入門』を出版

環境放射能学入門

Introduction to Environmental Radioactivity

和田敏裕・高田兵衛・難波謙二 編

WADA Toshihiro, TAKATA Hyoe, NANBA Kenji Editors

『環境放射能学入門』

編者

和田敏裕 准教授

高田兵衛 准教授

難波謙二 教授(所長)



国立大学法人 福島大学

環境放射能研究所

Institute of Environmental Radioactivity

環境放射能研究所が福島第一原発事故後の研究成果 をとりまとめた学術書『環境放射能学入門』を出版

- 2月15日に学術書『環境放射能学入門』（制作：歴史春秋社）を出版しました。編者は和田敏裕、高田兵衛、難波謙二
- 全学向けの基盤教育科目「環境放射能学入門」を担当する研究所の教員を中心に総計24名の著者により執筆されました。
- 主に福島県内外の学生や一般市民を対象とした環境放射能に関する教科書・入門書の役割を担うことが期待されます。

- 11章5コラム255ページからなる本書は、IERのこれまでの研究成果に基づいた内容を幅広く示しており、福島第一原発事故後の環境放射能動態に関する科学的知見の理解に資することが期待されます。
- 福島大学環境放射能研究所が実施してきた原発事故後の研究についてまとめた環境放射能分野における学術書です。

環境放射能研究所が福島第一原発事故後の研究成果 をとりまとめた学術書『環境放射能学入門』を出版

■ 本書を出版した背景

- 環境放射能研究所(IER)は、昨年度、福島第一原発事故後の10年間の研究成果をとりまとめた英文学術書『Behavior of Radionuclides in the Environment III Fukushima』をSpringer社から出版しました。これは、IERの活動や研究成果を、国内外の研究者等に伝える上で大きな役割を果たしています。
- 一方、東日本大震災から13年が経過し、震災当時の状況が過去になりつつある一方、原発事故後の環境放射能が関係する課題も残されており、次代を担う若い世代や一般市民の皆様が、環境放射能の問題を考え取組む上で必要な科学的知見について分かりやすく伝えることもIERの重要な役割と認識しております。

以上を踏まえ、今回、IERの教員が2020年以降に担当してきた全学向けの基盤教育科目「環境放射能学入門」の講義内容をもとに、一部の内容と著者を補強し、主に福島県内外の学生や一般市民を対象とした環境放射能に関する入門書を出版いたしました。

目次

全255ページがカラー対応で、図や写真が多用されています

- 第1章 はじめにそして若干の基礎的なことから
- 第2章 放射性物質の大気拡散と放出源情報推定
- 第3章 福島第一原発事故による放射性物質の初期沈着と
空からの放射線モニタリング
- 第4章 森林放射生態学：森林生態系における放射性核種の動態
- 第5章 陸域における水の動きに関連したセシウム137の動き
- 第6章 土壌の放射性セシウムと作物への移行
- 第7章 水産物の放射能汚染と福島県の漁業復興
- 第8章 海洋環境での放射性核種
- 第9章 森林の放射生態学 放射線の植物への影響
- 第10章 野生動物への放射線影響
- 第11章 福島とチヨルノービリの比較

コラム1 原発事故の影響を受けた地域における森林火災は何をもたらすのか？

コラム2 福島第一原発事故由来の不溶性微粒子の環境動態・影響

コラム3 水生昆虫：森林から溪流への物質移動に関わるものたちと放射性セシウム

コラム4 福島県の水産物の安全性と処理水：BqとSvから考える

コラム5 野生動物の線量測定入門：外部被ばく線量の野外測定から学ぶ

第1章 はじめにそして若干の基礎的なことから

Preface and some basic matters

難波謙二*^{1,2}

NANBA Kenji

*¹ 福島大学共生システム理工学類

*² 福島大学環境放射能研究所

東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、「原発事故」と記す）で放出された放射性物質は、その時点での気象条件により、風によって運ばれた。そして雨や雪に取り込まれて落下し、地表に沈着した。その後、その場所の降雨や河川的作用による侵食、運搬、堆積という水文学的過程および植物による吸収や食物網などの生物作用により、放射性物質の移動が起きている。放射性物質は、海洋にも同様に沈着したほか直接的にも放出され、海洋生物にも移行が見られ、さらに希釈を受けながら海流に従って移動した。本書は、原発事故由来の放射性物質の分布や分布状況の変化、そして放射線による野生動植物への影響についての理解を助けることを目指して執筆された。福島大学環境放射能研究所の教員は、福島大学の全学類の学生が1年生から選択できる環境放射能学入門の授業を2020年から担当してきた。本書の大部分はその授業の内容を基にしている。授業では、各教員が専門とする分野の科学を一人2回ずつ分担している。本書は概ねこの分担に沿って執筆しており、対象ごとに章が分かれている。表記や表

る。原発事故ではこれらの他にもヨウ素 131 やテルル 132 も大量に放出され沈着したが、この2つは半減期が短いことから現在では検出されない。ストロンチウム 90 等、他にも微量に放出された放射性核種がある。

§ 3. 不安定な原子核が、ある確率で壊変するのが放射能である²⁾

放射性の原子核は時間経過に伴って一定の確率で崩壊して、放射線を出しながら数を減らし、別の原子核に変わる。原子核の崩壊を壊変ともいう。放射性核種の量は1秒間に壊変する数、Bq（ベクレル）という単位で表され、これを放射能と呼ぶ。一定の確率で崩壊していき、元の半分放射能になるのに要する時間を半減期と呼ぶ。半減期は放射性核種毎に異なる一定値を持っている。例えば、セシウム 137 は30.17年、セシウム 134 は2.065年、ヨウ素 131 は8.020日等である。この原子核壊変による減少の半減期は他の過程による減少と区別するために物理学的半減期と呼ばれることもある。

さて、放射能と半減期、それに原子核の数との関係について確認しておく。

放射性核種は時間経過に伴って一定の確率で崩壊し、数を減らす。つまり、減少速度が存在個数に比例するので、 N 個の原子核があるとき、

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad \text{①}$$

と表すことができる。ここで、 λ を壊変（または崩壊）定数という。

この式を積分し、最初に存在した原子核の数を N_0 とすると、 t 秒後の個数 N は以下のように表される。

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

第3章 福島第一原発事故による放射性物質の 初期沈着と空からの放射線モニタリング

Initial deposition of radioactive materials due to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident and airborne monitoring of radiation.

鳥居建男*1,2・真田幸尚*3

TORII Tatsuo and SANADA Yukihsa

- *1 福島大学環境放射能研究所
- *2 福井大学附属国際原子力工学研究所
- *3 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

福島第一原子力発電所の事故により放出された環境中での放射性核種の影響を評価するため、航空機（飛行機やヘリコプター）を用いた放射線モニタリング（以下、航空機モニタリング）が実施された。事故直後、米国エネルギー省（Department of Energy : DOE）により実施された航空機モニタリングは、文部科学省より日本原子力研究開発機構（Japan Atomic Energy Agency : JAEA）に委託され、事故の3ヶ月後より航空自衛隊、各県の消防防災隊、民間のヘリコプター運航会社などの協力により、オールジャパンの体制でヘリコプターによる日本全域の航空機モニタリングが実施された。この広域の面的なモニタリングによる測定データは、除染計画や避難区域の策定などに利用され、福島第一原子力発電所から

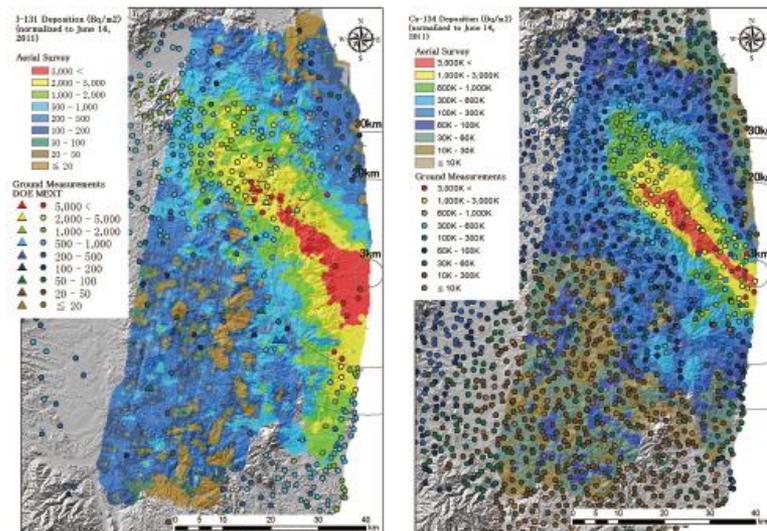


図3-9 ^{131}I (左) と ^{134}Cs (右) の沈着量マップと土壌データ (図中の○と△印) の比較。航空機データも土壌データが得られた2011年6月14日時点で減衰補正して比較

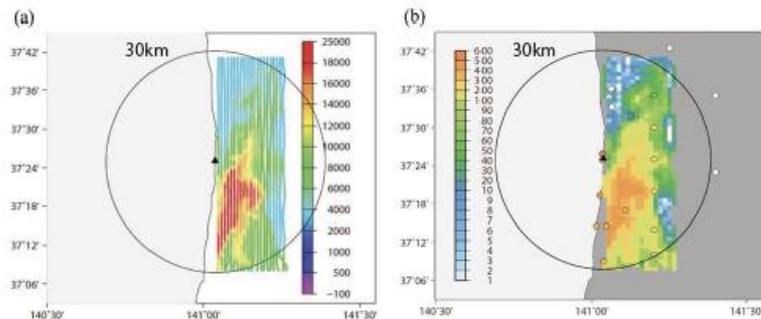


図3-10 (a) 航空機モニタリングによる海上飛行での測定結果 (2011年4月18日) と (b) 解析結果²³⁾

第7章 水産物の放射能汚染と福島県の漁業復興

Radioactive contamination of fishery products and recovery of fisheries in Fukushima

和田敏裕*

WADA Toshihiro

*福島大学環境放射能研究所

2011年3月11日に発生した地震と津波に伴い東京電力(株)福島第一原子力発電所の深刻な事故が生じ、大量の放射性物質が環境中に放出された。福島県を中心とする海域や陸域に拡散した放射性物質により水産物は汚染され、それらを対象とする漁業は大きな影響を受けた。震災から12年以上が経過し、海産魚介類の放射性セシウム濃度は著しく低下したものの、福島県の沿岸漁業の活動は小規模な操業に留まっており、漁獲量の回復が遅れている。また、トリチウムを含むALPS処理水放出に伴う新たな風評への懸念も広がっている。他方、河川や湖沼に生息する魚類を対象とする内水面漁業では、淡水魚の放射性セシウム濃度の低下に伴い、漁業再開エリアは大幅に拡大している。ただし、依然として基準値を大幅に上回る個体が帰還困難区域周辺で存在することなど、放射性セシウム汚染による影響の長期化が懸念される。

本章では、福島第一原発事故に伴う水産物(主に魚類)の放射能汚染の推移とそのメカニズムについて、海域(海面)と淡水域(内水面)に分け

て説明するとともに、福島県の海面漁業および内水面漁業の復興状況と課題について明らかにする。

§1. 震災前の福島県の海面漁業と津波と原発事故による影響

親潮と黒潮が混じり合い「潮目の海」とも呼ばれる福島周辺の常磐海域には、ヒラメ・カレイ類をはじめとして多種多様な魚介類が豊富に分布しており、それらを対象とする沿岸漁業(沖合底びき網漁業を含む)が発達していた(図7-1)。特に、地先資源を対象とする底びき網漁業(小型機船底びき網漁業および沖合底びき網漁業)や刺し網漁業などが非常に盛んで、これら沿岸漁業の漁業生産額は、沖合の季節的な回遊魚(カツオやサ



図7-1 震災前後での相馬原釜地方卸売市場の様子
震災前には、底びき網等により多種多様な魚介類が水揚げされていた(左上、右上)。新鮮な魚介類が選別されたカゴが市場に入りきらないほど敷き詰められ、多くの仲買業者による入札が行われていた(左下)。現在、市場での入札は再開されているが、その数量は震災前に比べて少ない状況にある(右下)。

第8章 海洋環境での放射性核種

Radionuclides in the ocean

高田兵衛*

TAKATA Hyoe

*福島大学環境放射能研究所

海洋環境においても多種多様な放射性核種が存在し、それらは人類出現よりもはるか前から地球上に存在する放射性核種（天然放射性核種）と産業革命以降の科学技術の発展により人工的もしくは人為的に増加された放射性核種（人工放射性核種）に大別される。特に後者は1940年代から1963年まで行われた大気圏内核実験、原子力発電所および核燃料の再処理工場などの施設からの排出によって海洋環境にもたらされた。これらの放射性核種の濃度や動態は海洋環境に大きく支配されている。

本章では、海洋の成り立ちや海洋での水の動き、そして海洋に含まれる化学成分の概要を紹介し、天然および人工放射性核種の海洋環境での分布を示すとともに、東京電力株式会社福島第一原子力発電所（以下、福島第一原発）の事故から10年程度までの変遷について紹介する。

§ 1. 海洋について

1. 海洋の成り立ち

今の海洋は地球表面の約7割を占めており、また水深の平均は約3,800 m

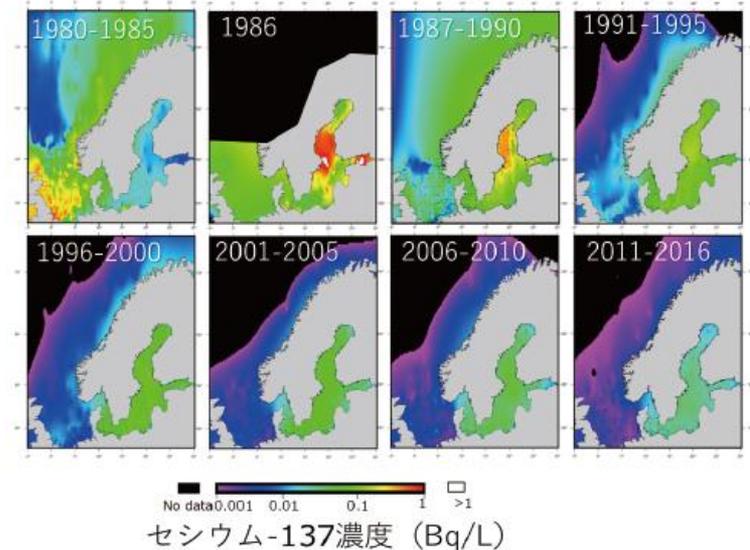


図8-8 欧州の海域におけるセシウム-137濃度の変遷
Takata²³⁾の図にデータを追加して作成。

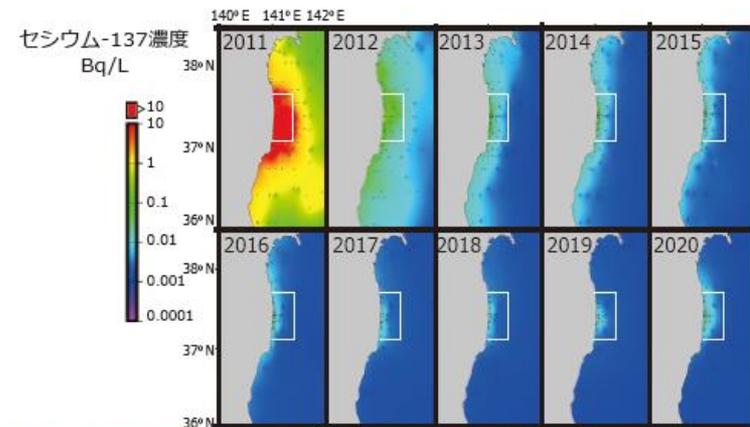


図8-9 福島および周辺海域におけるセシウム-137濃度の変遷
Takata²³⁾の図にデータを追加して作成。

本書の入手方法と閲覧方法

- 本書は、全国の国立大学附属図書館、福島県内の公立図書館、県立高校や県内の大学などの教育機関に寄贈しております。
- 本書は非売品^{注釈}ですので、興味のある希望者には配布をいたします。詳しくは、配布資料に記載されたお問い合わせ先にご連絡の上、ご確認ください。

^{注釈} 本書は、福島イノベーションコースト構想推進機構による「大学等の「復興知」を活用した人材育成基盤構築事業（「復興知」事業）」の重点的取組として採択された「災害・被災く医療科学分野の人材育成による知の交流拠点構築事業」（代表：長崎大学）の一環として出版されました。