

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 27 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25560083

研究課題名(和文)放射性物質を含む廃棄物の環境リスク教育ツールの開発

研究課題名(英文)The development of an environmental risk educational tool for municipal solid wastes which contain radioactive substances.

研究代表者

渡邊 優香(江副優香)(Watanabe, Yuka)

九州大学・東アジア環境研究機構・特任准教授

研究者番号：80412542

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文):本研究は福島第一原子力発電所事故の影響による放射性物質を含む廃棄物処理における環境リスク評価の教育的ツールの開発を目的とした。放射性物質の環境へのリスクを理解し、特に一般廃棄物に焦点を当て、なぜ処理が進まないのか等を学生と共に学ぶ教育ツールを開発した。放射線の環境リスク評価の解析方法および教育方法の資料分析を行い、具体的な教育項目及び実践案を作成した。低濃度の放射性物質を含む一般廃棄物焼却灰のリスク理解のための電子デバイスを用いたツールの開発を行い、それをカリキュラムに組み込み教育実践を行った。実践後のアンケート調査から、環境リスク理解のための教育ツールとして有効であることが示唆された。

研究成果の概要(英文):Radioactive substances were spread out by the accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, and contaminated the surrounding areas widely. After incinerating municipal solid wastes (MSW) from those areas, the incinerated ashes which contained radioactivity have been generated day by day. However, the local residents refused to accept the contaminated wastes to the landfill site near their houses, even the concentration of radioactivity was lower than the Japanese government standard. Therefore, in this research, the educational tool to understand the environmental risks of treatment of MSW which contain low level of radioactive substances were developed. The tool was especially focused on why the treatment of MSW which contained low level of radioactive substances did not proceed. As results, students' level of risk perception and acceptance have been changed through the class and discussion.

研究分野：環境化学、環境教育

キーワード：放射性物質 セシウム 環境リスク 教育ツール

## 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、環境中へ放射性物質が放出され、福島県をはじめとする東北・関東地方の土壌や田畑、家屋といった様々なものが放射性物質により汚染された。これらの汚染された物質の焼却処分に伴い発生する放射性物質を含んだ焼却残渣の処分が問題となっている。

廃棄物関係ガイドラインによると、8,000 Bq/kg 以下の放射能濃度の廃棄物は通常の廃棄物として管理型処分場で通常通りの処分を行うとされている<sup>1)</sup>。一方、福島県内の災害廃棄物の処理の方針によると、8,000 ~ 100,000 Bq/kg の放射能濃度の廃棄物は指定廃棄物として管理型処分場で特別な方法により処分を行うとされ、100,000 Bq/kg 以上の放射能濃度の廃棄物は指定廃棄物として遮断型構造の処分場で処分することと定められている<sup>2)</sup>。しかし、現状では市町村によりその対応はまちまちで 8,000 ~ 100,000 Bq/kg の放射能濃度をもつ廃棄物は搬入先が決まらずに一時保管状態となっており、8,000 Bq/kg 以下の放射能濃度の廃棄物でさえも最終処分場周辺の住民からの理解が得られず一時保管状態となっている地域がある。震災から既に 2 年(研究開始当初)以上経過しているが埋立処分できずに保管される焼却残渣は増加の一途をたどっており、埋立処理に住民からの理解が得られない理由の 1 つに放射線に対する不安が挙げられる。

## 2. 研究の目的

福島第一原子力発電所事故の影響による放射性物質を含む廃棄物処理における環境リスク評価の教育ツールの開発を目的とする。原子力発電所の事故により今まで予想していなかった被害を含む問題が起きている。本研究はそれらの問題を含む放射性物質の環境へのリスクを理解し、特に廃棄物に焦点を当て、なぜ処理が進まないのか等を学生と共に学ぶ教育ツールの開発を目的とする。

放射性物質の環境へのリスクを理解するため、実際の福島第一原子力発電所事故により環境中へ拡散した放射性セシウムなどを含む実試料を用いたカリキュラムを安全に配慮し作成する。

## 3. 研究の方法

(1). 放射線の環境リスク評価の解析方法及び教育方法の資料分析

従来の化学物質の環境リスク評価方法が放射線のリスク評価に適用可能かどうかの検討を行う。諸外国及び国際機関における放射線のリスク評価方法、リスク教育方法について教科書、国際機関の資料等の分析を行い、

教育項目、実践案を作成する。

各国の放射線の環境影響へ重点を置き、環境アセスメントなども含めなぜ放射性物質を含む廃棄物処理が進まないのか、問題点はどこにあるのか、解決策へのロードマップの作成、カリキュラムを作成する。

(2). 低レベル放射性物質リスク理解のためのツールの開発

持続可能な開発に関する取り組みにおける目標の 1 つである「持続可能な開発を目指す社会における科学技術リテラシーの育成」を ESD における環境科学教育カリキュラムの 1 つの目標とした。

今回の福島第一原子力発電所事故の影響評価はこれまでの国の指針における原子力発電所の事故時の放出量・被害範囲をはるかに超える規模で発生しており、既存の評価方法では対応できない状況にある。特に災害廃棄物ではなく一般廃棄物へ及ぼす影響については十分ではなかった。

そこで、今回の事故をケーススタディとして福島第一原子力発電所からなぜ放射性物質が環境中に拡散したのか、その後どのような挙動を取っているのか、ホットスポットはどのようにして形成されるのか等廃棄物処理が進まない原因を学んでいく。

(3). 放射性物質を含む廃棄物処理の環境リスク理解のための開発ツールの教育実践

開発した方法を、実際に申請者が担当している講義及び実習において実践する。

本ツールでは実際に物質の放射線量を GM(ガイガーミュラー)計数管及び NaI シンチレーションサーベイメーターを用いて測定し、その放射線量を確認する。実際に自分の目で見て測定をすることにより、身の周りの物質からの自然放射線量(バックグラウンド)を体得することが可能である。

また、福島第一原発事故により放出された人工放射性物質(主に放射性セシウム)により汚染された環境試料の測定により、見た目には放射性物質を含むか否かは判断できないことを実感する。

(4). ESD による放射性物質の環境影響評価開発ツールの東アジアへの適用

作成した放射性物質の環境影響評価開発ツールを用い、東アジア各国(中国、韓国、ベトナム、インドネシア等)からの留学生と共に、それぞれの国で地震、津波等の災害発生時に想定される環境リスクについて調査し討論を行う。また、各国で想定される放射性物質を含む廃棄物処理の問題点を整理し、理解するために必要なカリキュラムの策定を行う。

現在までのリスク解析は主に化学物質な

ど確定的モデルのものが大半であるため、今回のような福島第一原子力発電所事故は想定されていない。各国の地理的状況、原子力発電所の建設地等の情報を基に放射性物質の環境への影響、特に廃棄物への影響についても、福島県周辺地域の実例を参考に、それぞれの地域でのリスクを想定する。

#### (5). 実験教材の開発

人工放射性物質の放射線量の測定には福島近辺の焼却灰、土壌等を安全に配慮して用いて実験を行うが、そのほかにも自然放射性物質の放射線量を測定する例としてラドン温泉の湯の花や、鉱物、コンクリートの壁などを用いる予定である。その他に身近な環境放射線測定に関する教材の開発に取り組む。具体的にはキャンパス周辺の海水、植物、土壌などの環境試料を採集し、教材になりうるかを調査する。

#### 4. 研究成果

##### (1). 放射線の環境リスク評価の解析方法及び教育方法の資料分析

従来の化学物質の環境リスク評価方法が放射線のリスク評価に適用可能かどうかの検討を文献調査により行った。その結果、本研究の内容に応用可能な化学物質の環境リスク評価方法については引き続き検討が必要であることが明らかとなった。

環境リスク教育のカリキュラム調査のため、韓国ソウル大学にてリスク教育がどのように行われているか、また、工学部原子力専攻において原子力発電所のリスクについてどのように教育しているのか等についてヒアリング及びアンケート調査を実施した。その結果、リスクという観点からの独立した教育はほとんど行っておらず、環境系の学部でも講義中にわずかに述べる程度にとどまっていることが明らかになった。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)、日本の環境省、資源エネルギー庁、放射線影響協会、日本原子力開発機構、日本原子力文化振興財団等の資料を基に放射線の環境リスクについての基礎知識を学ぶ講義プログラムを英語で作成した。福島的一般廃棄物に含まれる放射性物質の現状についても学び、また、放射線を自分の目で見て実感することに重点を置くプログラムを含むカリキュラムを作成した。

##### (2). 低レベル放射性物質リスク理解のためのツールの開発

今回の事故をケーススタディとして福島第一原子力発電所からなぜ放射性物質が環境中に拡散したのか、その後どのような挙動を取っているのか、ホットスポットはどのよ

うにして形成されるのか等廃棄物処理が進まない原因について自分たちで答えを見つけるべく、低レベル放射性物質リスク理解のためのツールの開発を行った。

まずは放射性物質の測定値の持つ意味を理解するために、身の周りの物質の放射線量を実際に学生自身で測定した。次に、実際に福島県、茨城県より国立環境研究所を通して入手した低レベル放射性物質を含む環境試料を用い、学生が実際に検出器を用いて測定し、身の回りの自然放射性物質の測定結果との比較等を行い、自分の目で放射線量を実感するツールを開発した。

放射線は目に見えないためその影響が実感しにくい。見た目ではほとんど違いのない放射性物質を含む環境試料と含まない試料の違いを実際の放射線量検出器を自分の手で操作し、測定値を目で見ることにより放射線を実感できた。学生からより身近な問題として捉えることができたという感想を得た。実際の福島第一原発事故の影響による試料を手にするにより放射性物質の理解に非常に有用であった。

##### (3). 放射性物質を含む廃棄物処理の環境リスク理解のための開発ツールの教育実践

開発した方法を、実際に申請者が担当している講義及び実習 (Basic Field Environmental Analysis) において実践した。学生たちは基礎的な知識の講義を受講後、実際に身近な環境試料や福島の焼却灰等の実試料の放射線量を測定した。身の回りの多くの物質から自然放射線がでており、また、測定機器によっても表示される値に誤差が出ることを実感した。実際に自分の目で見て測定をすることにより、身の周りの物質からの自然放射線量 (バックグラウンド) を体得することができた。また、ポケット線量計を1週間携帯し、各自日々の生活の中でどの程度放射線に曝露しているかという実習も行った。1週間の各自の積算放射線量から、年間の放射線量の見積もりを行い、政府の示す一般公衆への年間放射線量の上限 (1ミリシーベルト) と学生それぞれの値を比較することができた。

福島第一原子力発電所事故により放出された人工放射性物質 (主に放射性セシウム) により汚染された一般廃棄物焼却灰と放射性物質を含まない一般廃棄物焼却灰の測定により、見た目には放射性物質を含むか否かは判断できないことを実感することができた。また、低レベル放射性物質リスク理解のための電子デバイスを用いたツールの開発を行った。タブレット端末またはPC上にてYES/NO Questionを進めて、自分の考えをまとめていくことができるよう作成した。各自自分の意見をまとめた上で、小グループ (3-4名) に分かれ、グループディスカッションを通じて現在の福島の置かれている状況につ

いての、現状の解析、リスク要因、どのようなリスクが想定されているか等議論し、低濃度の放射性物質を含む廃棄物の処理を進めるためには何が必要か、提案させた。

#### (4). ESDによる放射性物質の環境影響評価開発ツールの東アジアへの適用

本研究で作成した低レベル放射性物質リスク理解のためのツールを講義及び実習で実践した。受講学生の出身国は様々で、中国、ベトナム、ラオス、タイ、ミャンマー、カンボジア、マレーシア、インドネシア、バングラデシュ、アフガニスタン、チェコ、シエラレオネ、日本であった。学生にはそれぞれの母国で地震、津波等の災害発生時に想定される環境リスクについて調査、発表させ、お互いの置かれている状況、リスクの程度の違い等小グループによるグループディスカッションを行った。各国の地理的状況、原子力発電所の建設地等の情報を基に放射性物質の環境への影響、特に廃棄物への影響についても、福島県周辺地域の実例との比較を通して、それぞれの地域でのリスクを認識するに至った。講義・実習後アンケート調査を実施したところ、それぞれの国の放射性物質を含む廃棄物処理などの環境リスク理解のための教育ツールとして有効であることが示唆された。

#### (5). 実験教材の開発

人工放射性物質の放射線量の測定には福島の実際の複数個所の焼却灰を用いた。そのほかにも自然放射性物質の放射線量を測定する例としてラドン温泉の湯の花や、バナナ、船艇塗料、大理石、塩、コンクリートの壁等を用いた。その結果身近な様々なものが実験教材になりうる事が明らかとなった。今後さらに調査を続け、比較的簡単に入手でき、測定が簡便な環境実試料リストを作成していきたい。

#### <引用文献>

1. 環境省(2013)廃棄物関係ガイドライン(平成25年3月第2版)
2. 環境省(2011)福島県内の災害廃棄物の処理の方針

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

#### [雑誌論文](計 2件)

Y. Watanabe-Ezoe, K. Kudo, T. Shimaoka, The Basic Radiation Education for Students from East Asian Countries after Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, *International Journal of Multidisciplinary Thought*, 査読有, 4(3),249-253, 2014

渡邊優香, 工藤和彦, 島岡隆行, 東アジアからの留学生への放射線教育の在り方と今後の課題, *工学教育*, 査読有, 62(1), 10-13, 2014.

#### [学会発表](計 6件)

Y. Watanabe, The development of a tool for environmental risk education using natural radiation. Mediterranean Conference for Academic Disciplines, 2015.3.2, Valetta, Malta.

渡邊優香, 放射性物質を含む一般廃棄物に関するリスク教育ツール, 日本リスク研究学会第27回年次大会, 2014.11.30, 京都大学, 京都府京都市

Y. Watanabe, An educational tool to understand the environmental risk for radioactive substances after the Great East Japan Earthquake, Australian Association for Environmental Education, 2014.11.4, Hobart, Australia.

Y. Watanabe, Students survey for risk perception for municipal solid waste which content radioactive substances after the accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, Society for Risk Analysis-Asia Conference, 2014.8.21, Taipei, Taiwan.

Y. Watanabe, K. Kudo, T. Shimaoka, The Basic Radiation Education For Students From East Asian Countries After Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Euro-American Conference for Academic Disciplines, 2014.3.31, Paris, France

渡邊優香, 工藤和彦, 島岡隆行, 東アジアからの留学生への放射線教育の在り方と今後の課題, 日本工学教育協会第61回年次大会, 平成25年度工学教育研究講演会講演論文集 pp.683-4, 2013.8.31, 新潟大学, 新潟市.

#### 5. 研究組織

##### (1)研究代表者

渡邊(江副) 優香

(WATANABE-EZOE Yuka)

(九州大学・東アジア環境研究機構・特任准教授)

研究者番号: 80412542