

<特集>東日本大震災から10年を経過して～国環研及び被災3県の環境研の取組～

福島県環境創造センターにおける取組について

福島県環境創造センター

1. はじめに

福島県環境創造センター(以下「当センター」という。)は、東日本大震災に伴い発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故(以下「1F事故」という。)からの「環境回復・創造」に向けて取り組む総合的な拠点として、福島県が設置した地方環境研究所である。

福島県は、平成23年3月に発生した東日本大震災において、地震や津波による被害だけでなく、1F事故やそれに伴う風評被害など、未曾有の複合災害に見舞われた。震災から10年余が経過し、第2期復興・創生期間を迎え被災地の復興は着実に進んでいる一方、今後も長期にわたって継続が見込まれる廃炉措置や特定復興再生拠点区域の避難指示解除に伴う住民帰還に関する課題等取り組むべき課題が山積みの状況にある。

当センターは、平成27年の開所当初から1F事故からの環境回復・環境創造と、安心して快適に暮らせる環境づくりに向けた各種取組を進めているところである。

本稿では、当センターの環境回復・環境創造に関する取組を紹介する。

2. 福島県における東日本大震災の被害状況

平成23年3月11日に発生した平成23年東北地方太平洋沖地震において、福島県では最大震度6強の地震や沿岸部での津波が発生し、死者4,162人、全壊15,435棟、半壊82,783棟などの多大な被害が生じた¹⁾。また、1F事故によって大量の放射性物質が放出されたことから、平成23年3月11日の地震発生直後には、原子力緊急事態宣言が発令され、当初は東京電力福島第一原子力発電所から半径2km圏内に避難指示が出された。その後、避難指示は、半径3km圏内、半径10km圏内、半径20km圏内と短期間に拡大され、また、東京電力福島第二原子力発電所の半径10km圏内にも避難指示が出された。

平成23年4月22日時点の避難指示区域の概念図を図1に示す。警戒区域は東京電力福島第一原子力発電所から半径20km圏内に設定され、計画的避難区域として、飯舘村全域、浪江町、葛尾村、南相馬市、川俣町の一部が設定された。これら警戒区域及び計画的避難区域内の住民は、区域外に避難することとなった。

警戒区域や計画的避難区域は、帰還困難区域を含む区分へ見直しが行われた後、段階的に縮小され、現在では、一部の帰還困難区域を除き全て解除されている。

現在の県内における避難指示区域の概念図を図2に示す。令和3年11月現在、帰還困難区域は南相馬市、大熊町、双葉町、富岡町、浪江町、葛尾村、飯舘村に残っている。帰還困難区域の一部では、特定復興再生拠点区域を定め、住民の帰還環境の整備に向けた取組が進められているが、手をつけられていない区域も多く残されている。令和3年11月現在、東日本大震災に伴う福島県からの避難者は、1F事故による避難も含め県内、県外含め34,650人となっている²⁾。

1F事故以降の県内の空間線量率の変化を図3に示す。1F事故前の県内の空間線量率はおよそ0.02~0.13 μ Sv/h³⁾であったが、1F事故後平成23年4月の空間線量率は、東京電力福島第一原子力発電所周辺だけでなく県の中央部である中通り地方においても1 μ Sv/hを超える地点が見られた。1F事故後、放射性物質による人の健康や生活環境に及ぼす影響を低減するため、国や市町村による面的除染が行われた。その効果もあり、1F事故からおよそ10年を経過した令和3年4月の空間線量率は、県内の多くの地点で1F事故前と同程度となっている。一方、東京電力福島第一原子力発電所の周辺や帰還困難区域の一部では未だ空間線量率が高い地点が残っている。

3. 環境創造センターの概要

当センターは、東日本大震災から4年後の平成27年に本館が竣工し、調査研究やモニタリング業務を開始した。施設の位置及び外観を図4に示す。

主に福島県職員が勤務している地上2階建ての本館には、1階に土壌や海水等の放射性セシウムやストロンチウム等の測定設備、2階に重金属等の有害物質等の分析設備など最新の分析機器を有している。本館に隣接する交流棟(愛称:コミュタン福島)には、体験型の展示施設や全球型ドームシアターを有しており、来館者は福島の実状や放射線について学習することができる。

また、福島県は日本原子力研究開発機構(JAEA)及び国立環境研究所(NIES)と「環境創造センターにおける連携



図1 避難指示区域の概念図（平成23年4月22日時点）²⁾

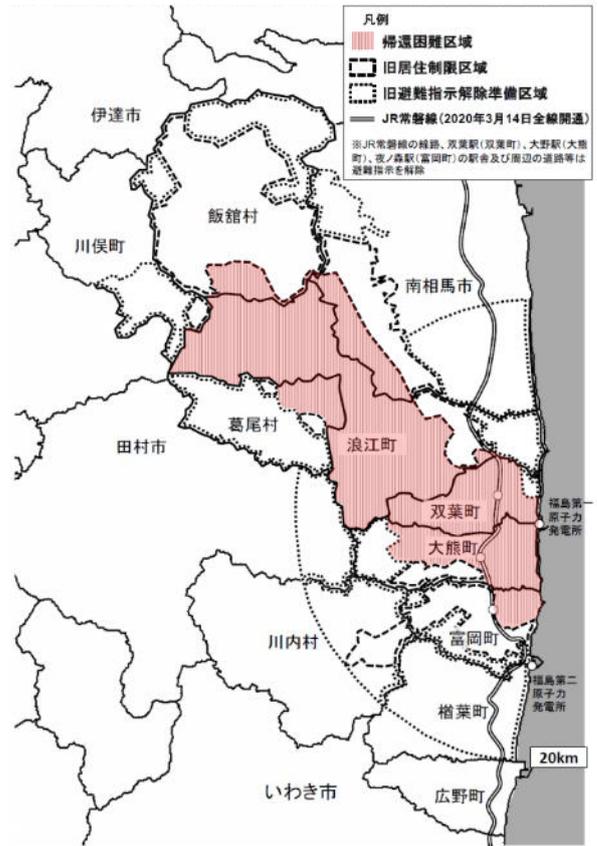


図2 避難指示区域の概念図（令和2年3月10日時点）³⁾

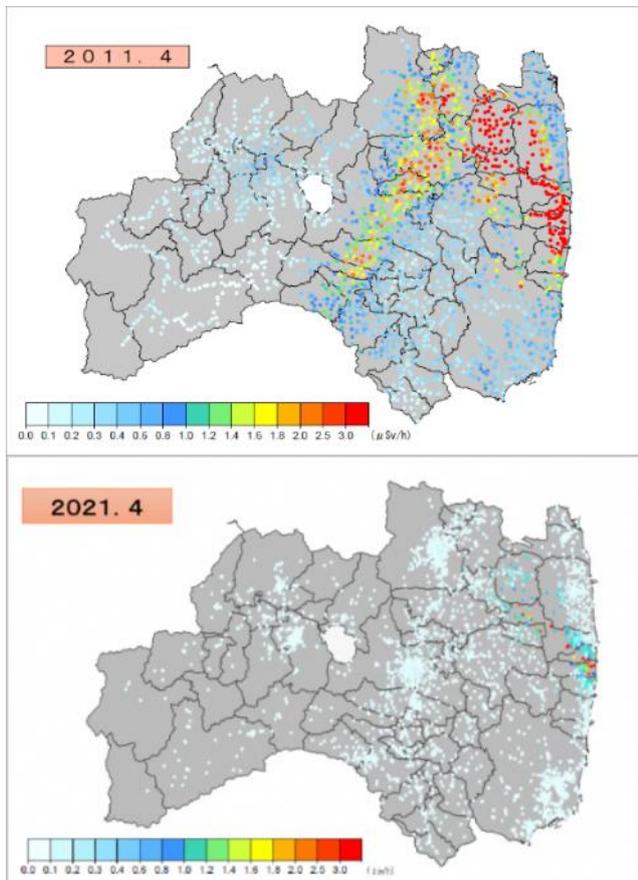


図3 福島県の空間線量率の変化⁴⁾



図4 環境創造センターの位置及び外観

協力に関する基本協定」を平成27年4月に締結した⁶⁾。この協定に基づき、県、JAEA、NIESは緊密に連携・協力して、県内の環境回復・創造の取組を進めている。JAEA及びNIESは本館に隣接する研究棟でこれらの課題解決に向けて研究に取り組んでいる。

3機関が連携・協力して取り組んでいる内容は、大きく4つの事業に区分される。1つ目の「モニタリング事業」は、県内各地の空間線量率や放射性物質、一般環境中の有害物質等の継続的な監視である。2つ目の「調査・研究事業」では、「放射線計測」、「除染・廃棄物」、「環

境動態」及び「環境創造」の4つの分野で環境回復・創造のための研究を進めている。また、平成24年に国際原子力機関（IAEA）と福島県の間で「放射線モニタリング及び除染の分野における協力覚書」⁷⁾を締結し、IAEAの協力を得ながら研究を進めている。3つ目の「情報収集・発信事業」では、モニタリング事業や調査・研究事業で得られた成果等の情報を発信している。4つ目の「教育・研修・交流事業」では、主に小中学生を対象とした放射線や環境問題に関する支援や育成等を行っている。

この他、原子力発電所周辺の環境放射能の常時監視を行う「環境放射線センター」、猪苗代湖における調査研究等の拠点となる「猪苗代水環境センター」、野生動物の放射能に関する調査や野生鳥獣保護を行う「野生生物共生センター」、放射性物質の分析等を行う「福島支所」等の施設を附設している。

4. 福島県環境創造センターにおける取組の概要

4.1 環境創造センター中長期取組方針

環境創造センターの事業方針として、1F事故が前例のないものであること、事業内容が今後の取り巻く社会情勢の変化を考慮する必要があることから、10年間（平成27年度から令和6年度）の環境創造センター中長期取組方針⁸⁾を設定している。中長期取組方針における各フェーズの期間を図5に示す。



図5 中長期取組方針における各フェーズの期間

フェーズ1における調査研究では、県内各地の空間線量率低減のための除染作業の確実な実施や放射性物質に汚染された廃棄物等の適正処理、放射性物質の環境動態解明など、環境回復に資する喫緊の課題への対応を優先して取り組むこととした。また、フェーズ2における調査研究では、フェーズ1における成果や環境回復の進展などの社会情勢等の変化を踏まえ、「環境動態」や「環境創造」の分野に重きをおいて調査研究を進めている。

これまでの取組について、モニタリングや調査研究を中心に紹介する。

4.2 モニタリングに関する取組

1F事故以降、県民生活の様々な局面での放射性物質による影響の不安や、今後長期間にわたって行われる廃炉作業に伴う影響の懸念があることから、それらへの対応が必要とされている。

そのため、空間線量率や放射性物質に対する継続的なモニタリングとして、自動車走行モニタリング等や生活空間を対象とした調査・測定、公共用水域や土壌など様々な試料を対象に調査・測定等を行っている（図6）。

また、放射性物質以外の環境調査として、各種計画に基づき、大気汚染、水質汚濁、騒音・振動、廃棄物、化学物質等に関する調査も行っている。

これらの測定結果は、福島県のHPで随時公表している。



図6 放射性物質の測定の様子

4.3 調査研究に関する取組

4.3.1 放射線計測に関する調査研究

1F事故によって環境中に放出された放射性物質による汚染状況や、廃炉作業等が周辺環境に与える影響を迅速かつ正確に把握するため、操作が複雑で時間を要する放射性物質の分析方法の簡易・迅速化等に関する研究が必要となった。また、最近では、政府によるALPS処理水の海洋放出の方針決定を受け、正確かつ迅速なトリチウム分析技術の重要性が増している。

これらの課題に対応するため、ICP-MSを使用したストロンチウム-90分析法や、電解濃縮装置（図7）を用いたトリチウム分析法及び有機結合型トリチウム（OBT）分析法の導入検討を行い、運用を可能とした。海水中のトリチウム濃度は電解濃縮装置を用いることにより、検出限界値0.031Bq/Lを達成した。



図7 トリチウム電解濃縮装置

また、森林など広範囲を対象とした空間線量率を測定するため、移動しながら位置情報とともに放射線に関する情報を測定するシステムであるKURAMA-II⁹⁾をベースとしたGPS歩行サーベイ技術を開発した。GPS歩行サーベイのイメージを図8に示す。開発した機器は国の「里山再生モデル事業」における空間線量率測定に活用された。



図8 GPS歩行サーベイのイメージ

4.3.2 除染・廃棄物に関する調査研究

県内各地で行われた除染作業により、空間線量率の低減が図られたが、除染作業後にその効果が持続しているのか、大雨等の影響による再汚染はないのかなどの不安解消を図る必要があった。

これらの対応の一つとして、過去に除染が行われた河川公園の空間線量率を継続して調査し、除染の効果が継続していることを確認した。また、令和元年東日本台風通過後も、河川の氾濫等に伴う空間線量率の上昇は認められなかった(図9)。

1F事故によって飛散した放射性セシウムを含む廃棄物を焼却処理した場合、放射性セシウムは主灰と飛灰に分配される。特に飛灰に含まれる放射性セシウムは水との

接触で溶出しやすいことから、埋立処分後に水と接触し環境中に溶出することなどが懸念された。

課題に対応するため、放射性セシウムを含む飛灰からの放射性セシウムの溶出特性の把握やゼオライトを活用した溶出抑制効果の検証に取り組んだ。飛灰にゼオライトを添加した場合の放射性セシウム溶出結果を図10に示す。調査の結果、飛灰にゼオライトを重量比5%から20%添加・混練することが、放射性セシウム溶出抑制に有効であることを明らかにした¹¹⁾。

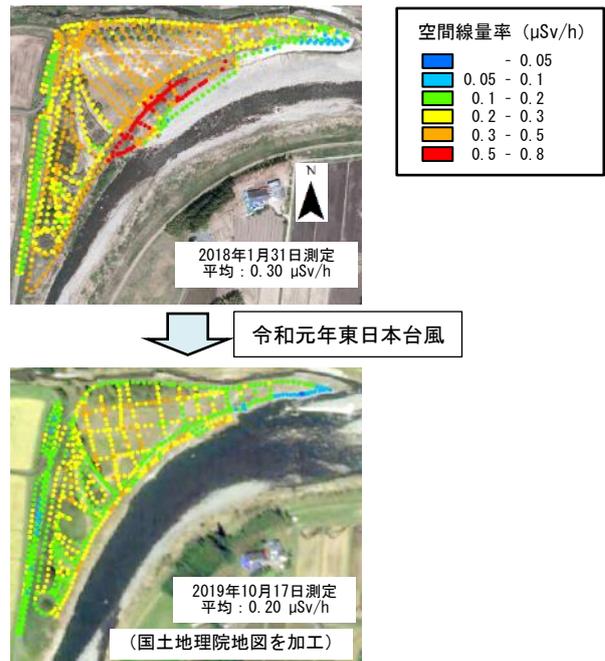


図9 除染後の河川公園の空間線量率の変化

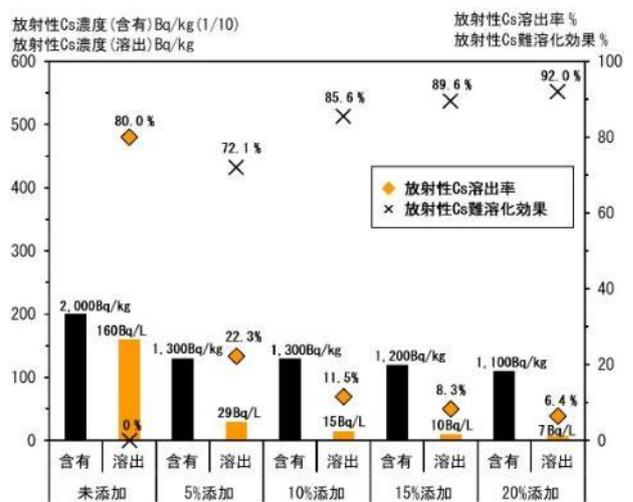


図10 ゼオライト添加による放射性セシウムの溶出抑制

4.3.3 環境動態に関する調査研究

河川や湖沼といった水域は水道水や農業用水等に広く利用されるため、放射性物質の移行挙動を把握することが、住民生活や事業活動にとって重要である。そのため、河川等における放射性物質の移行調査を実施し、流出特性の検証や将来予測等に取り組んでいる。

県内における調査地点を図11、河川中の放射性セシウム濃度変化を図12に示す。河川水中の放射性セシウム濃度は、いずれもセシウム137の半減期よりも非常に速く低下する傾向を示した¹²⁾。さらに、その低下速度には流域内の水田や畑といった土地利用状況が影響を及ぼすことが示唆された¹³⁾。

警戒区域内で発生した山林火災の際には、その影響によって放射性セシウムの流出等が懸念されたため、周辺環境の調査を行った。その結果、火災が発生した森林から河川へ放射性セシウムの流出状況に大きな変化は確認されなかった。

また、福島県内では放射性物質の影響から、イノシシやツキノワグマ等の野生鳥獣の肉の摂取及び出荷の制限が出されている。これらの出荷制限の解除の判断に寄与するため、イノシシ等の体内の放射性物質の挙動についての研究も実施している。

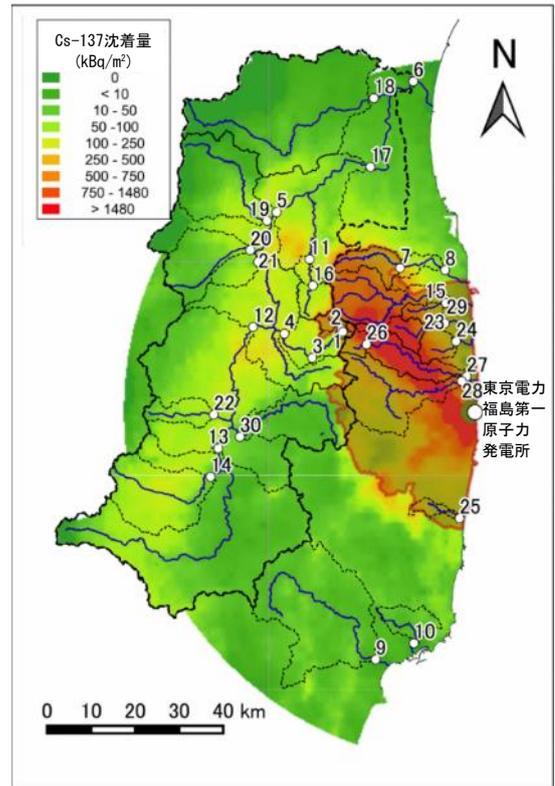
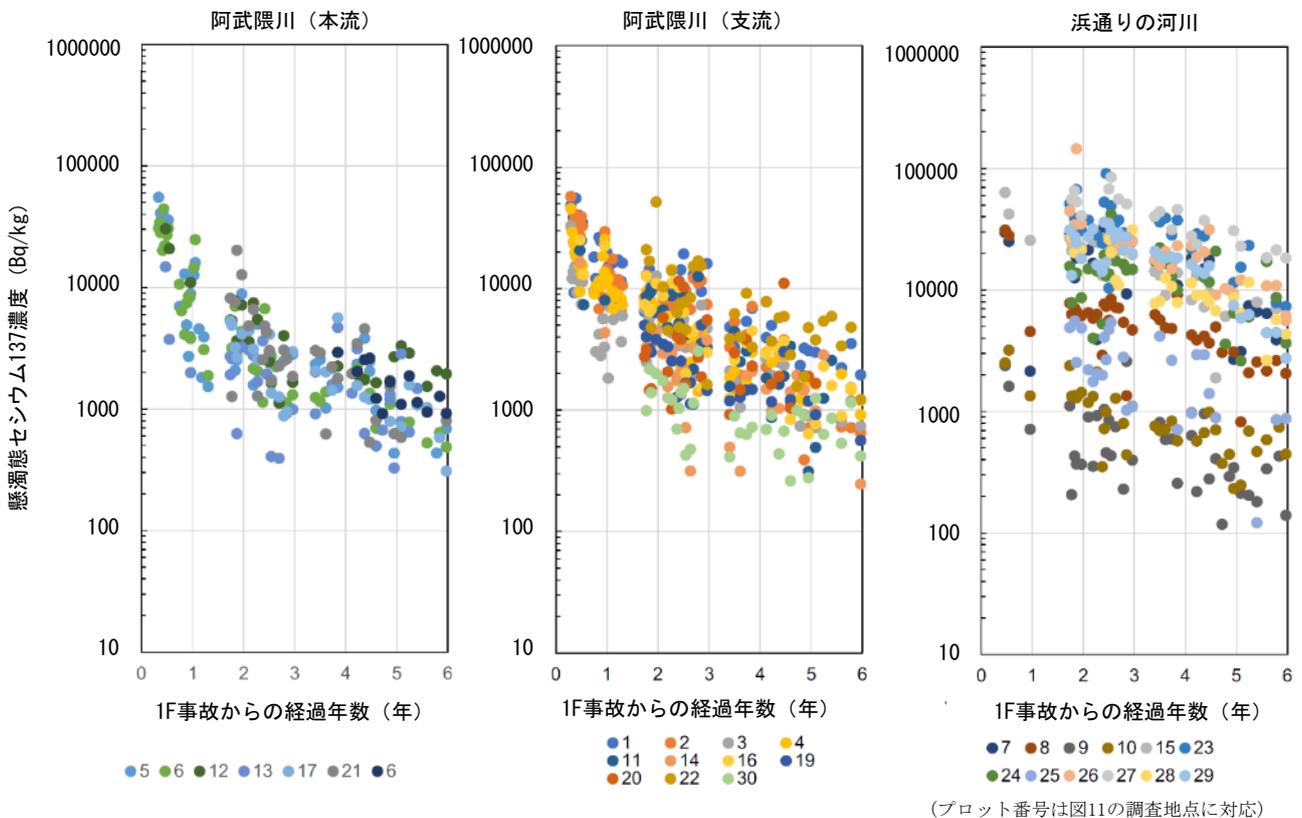


図11 河川調査の調査地点



(プロット番号は図11の調査地点に対応)

図12 河川中の放射性セシウム濃度の変化

4.3.4 環境創造に関する調査研究

全国で4番目に広い湖¹⁴⁾である猪苗代湖は、水力発電、農業用水及び水道水として利用されており、また観光地としても親しまれるなど、福島県にとって重要な水資源・観光資源である。また、化学的酸素要求量（COD）の年間平均値が、平成14年度から17年度まで4年連続で日本一となる水質を示していた¹⁵⁻¹⁸⁾。しかし、近年では、湖水が中性化し、猪苗代湖特有の自然浄化機能が低下してCODが上昇傾向にあるなど、水環境保全対策が課題となっている。

このため、猪苗代湖の水質改善に向けた水質の実態把握のための調査や水質シミュレーションモデルの構築などの取組を進めている。

その結果、湖水中の溶存有機物は、流入する河川水と比較して構成成分が大きく異なり、藻類由来成分が多く含まれることを明らかにした。また、水質の将来予測に向けた、湖水流動モデルと粒子追跡計算モデルを構築した。モデルのイメージを図14に示す。

また、「環境創造」に関する研究として、県民の不安の要因分析や環境啓発の普及促進等を目的とした効果的な情報発信に関する研究も行っている。



図13 猪苗代湖

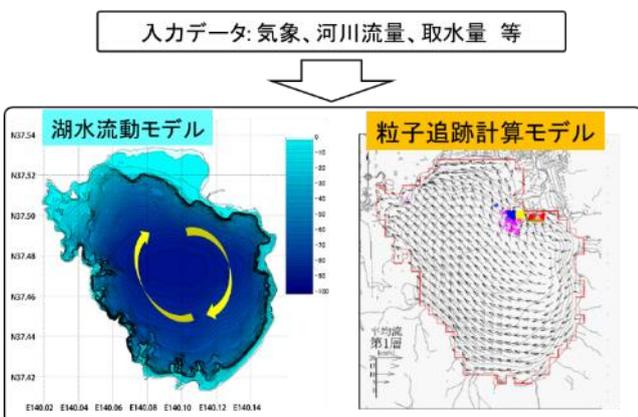


図14 猪苗代湖の湖水流動モデルと粒子追跡計算モデル

5. おわりに

東日本大震災から10年が経過して、帰還困難区域を除く県内の面的除染の終了などをはじめとし、着実に復興が進んでいる。一方、県内における廃炉作業は継続中であり、未だ帰還困難区域が残っている等、福島県の復興は道半ばである。

また、福島県では令和3年2月に「福島県2050年カーボンニュートラル」を宣言したことを踏まえ、2050年までの脱炭素社会の実現への取組が重要になるなど、新たな課題に対応していくことが必要とされている。

当センターではこれらの課題に対応すべく、県内の環境回復と環境創造に引き続き取り組んでいく。

最後になりますが、東日本大震災の復興支援のため、本県に職員を派遣していただいている自治体各位に改めて感謝申し上げます。

6. 引用文献

- 1) 福島県災害対策本部：平成23年東北地方太平洋沖地震による被害状況即報（第1782報），
https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/life/585896_1612583_misc.pdf（2021.11.19アクセス）
- 2) 経済産業省：避難指示区域の概念図（2011年4月22日時点），
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/hinanshiji/2018/pdf/gainenzu_201104j.pdf（2021.11.19アクセス）
- 3) 経済産業省：避難指示区域の概念図（2020年3月10日時点），
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/hinanshiji/2020/200310hinannshijigainenzu.pdf>（2021.11.19アクセス）
- 4) 福島県：福島県放射能測定マップ，
<http://fukushima-radioactivity.jp/pc/>（2021.11.19アクセス）
- 5) 福島県：環境放射能の監視測定 平成22年度環境放射能測定，
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/16025c/genan142.html>（2021.11.19アクセス）
- 6) 福島県環境創造センター：「環境創造センターにおける連携協力に関する基本協定」締結式の開催について，
<https://www.fukushima-kankyosozo.jp/kihonkyoutei-teiketsu.html>（2021.11.19アクセス）
- 7) 福島県：福島県とIAEAとの間の協力に関する覚書及び実施取決めについて，
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/298/fukushima-iaea-memorandum.html>（2021.11.19アクセス）

- 8) 環境創造センター：環境創造センター中長期取組方針（フェーズ2），
https://www.fukushima-kankyosozo.jp//lancelot/common_files/images/public/02_phase2-3.pdf
 (2021. 11. 19アクセス)
- 9) 京都大学複合原子力科学研究所：KURAMAの概要，
<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/kurama/system.html>
 (2021. 11. 19アクセス)
- 10) 復興庁：大熊町里山再生モデル事業の実施結果について，
<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-1/taskforce/Okuma-modelresult.pdf> (2021. 11. 19アクセス)
- 11) 村沢直治，富田裕也，浅野禎彰，八田珠郎：一般廃棄物焼却施設でのゼオライトを活用した焼却灰中の放射性Cs難溶化実証試験結果. 都市清掃, **73**, 354, 85-107, 2020
- 12) Keisuke Taniguchi, Yuichi Onda, Hugh G. Smith, William Blake, Kazuya Yoshimura, Yosuke Yamashiki, Takayuki Kuramoto: Dataset on the 6-year radiocesium transport in rivers near Fukushima Daiichi nuclear power plant. *Scientific Data*, **7**, 433, 2020
- 13) Keisuke Taniguchi, Yuichi Onda, Hugh G. Smith, William Blake, Kazuya Yoshimura, Yosuke Yamashiki, Takayuki Kuramoto, Kimiaki Saito: Transport and Redistribution of Radiocesium in Fukushima Fallout through Rivers. *Environmental Science & Technology*, **53**, 12339-12347, 2019
- 14) 国土地理院：令和3年全国都道府県市区町村別面積調，
<http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO/backnumber/GSI-menseki20210701.pdf> (2021. 11. 19アクセス)
- 15) 環境省：平成14年度公共用水域水質測定結果 付表5，
<https://www.env.go.jp/water/suiiki/h14/fu05.pdf>
 (2021. 11. 19アクセス)
- 16) 環境省：平成15年度公共用水域水質測定結果 付表2，
<https://www.env.go.jp/water/suiiki/h15/honbun.pdf> (2021. 11. 19アクセス)
- 17) 環境省：平成16年度公共用水域水質測定結果（参考資料），
<https://www.env.go.jp/water/suiiki/h16/ref.pdf>
 (2021. 11. 19アクセス)
- 18) 環境省：平成17年度公共用水域水質測定結果，
<https://www.env.go.jp/water/suiiki/h17/full.pdf>
 (2021. 11. 19アクセス)