

1. はじめに

- 福島第一原子力発電所事故直後から、これまでの法規制では対応できない、高濃度の放射性セシウムを含む下水汚泥やその焼却灰、災害廃棄物などが発生した。
- 放射性セシウムの濃度が8,000 Bq/kgを超える焼却灰等の指定廃棄物は国の責任で処理すること^[1]となるとともに、その処理は、排出された都道府県内で行うことが定められた^[2]。
- 環境省は、8,000~10万 Bq/kgの指定廃棄物(以下、「10万 Bq/kg以下の指定廃棄物」)の最終処分に関しては、遮断型処分場またはセメント固型化し、管理型処分場にて埋立処分する方針を示した^[4]。
- 本研究では、10万 Bq/kg以下の指定廃棄物を既存の管理型最終処分場に埋立処分することを想定し、処分に伴う一般公衆の被ばく線量を評価するとともに、その安全性について検討した。

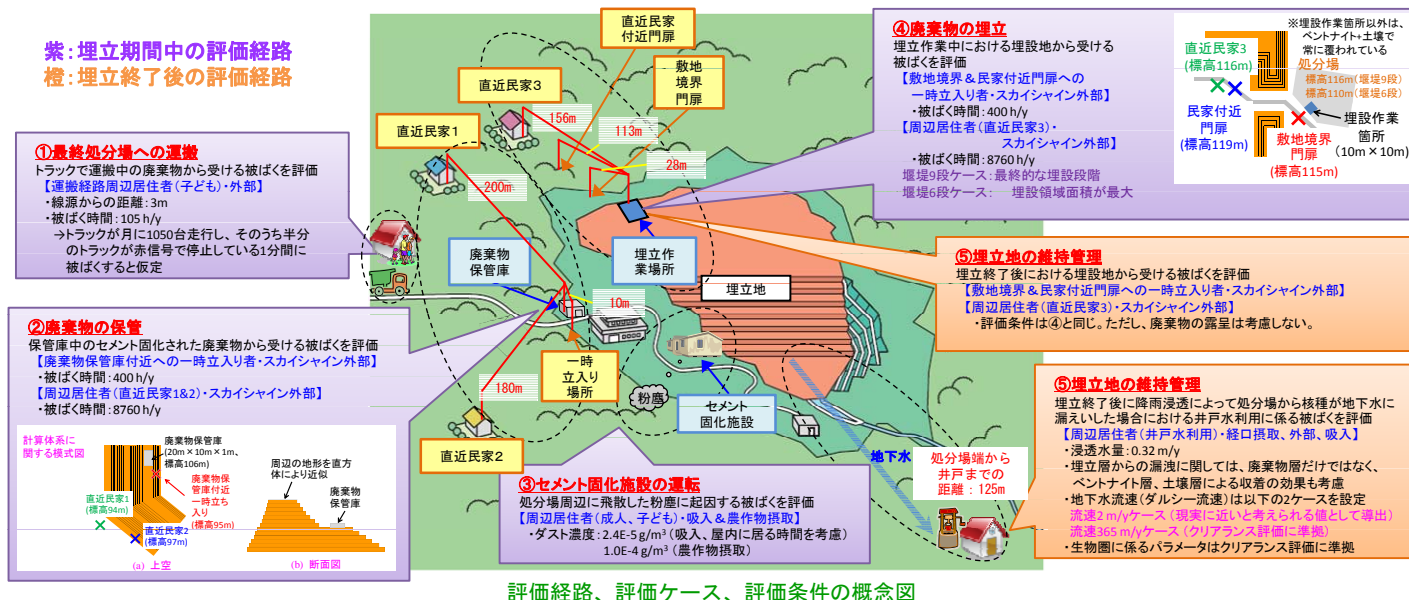
2. 指定廃棄物の管理型最終処分に係る評価の概要

●評価の基本的考え方

- ・10万 Bq/kg以下の指定廃棄物(平均濃度は5万 Bq/kgと仮定^[5])をセメント固型化し、既存の管理型最終処分場に埋立処分することを想定。
- ・評価対象核種は¹³⁴Csと¹³⁷Csとし、その存在比は¹³⁴Cs/¹³⁷Cs=0.535とする。(原発事故直後の存在比を1と仮定し、2年後の比を導出)
- ・評価対象者は当該廃棄物の処理、処分に伴い被ばくする一般公衆のみとする。(作業員に関しては電離則が適用されると想定)
- ・放射化金属等のクリアランス評価^[6,7]、災害廃棄物の運搬、処理、保管、処分等に関する評価^[8]における考え方、パラメータを基本的に踏襲。なお、外部被ばく換算係数は、JAEAが独自に計算した値を使用。(MCNP-4Cコード、QAD-CGGP2Rコード)
- ・処理&埋設形態、廃棄物の物性、線源までの距離等は、実態に則した設定とする。また、保守的な設定として、処分に伴う希釈や建物による遮蔽の効果は考慮しない。
- ・線量評価は、JAEA開発のクリアランスレベル評価コードPASCLR2を使用する。

●評価経路、評価ケース、評価条件の設定

指定廃棄物を最終処分場に処分する際に考慮すべきプロセス、評価の対象となる具体的な行為、対象者、被ばく形態(外部、吸入、経口)を整理し、評価経路等を決定した。



●線量評価結果の整理方法

原安委による当面の安全確保の考え方^[9]を踏まえ、一般公衆の被ばく線量に係る目安を、埋立期間中の経路(①~④)に対しては「1mSv/yを超えないこと」、埋立終了後の経路(⑤)に対しては「10μSv/y以下であること」とした。

3. 結果及び考察

- 各プロセスで被ばく線量が最大となる経路と5万Bq/kg濃度当たりの被ばく線量を示す。



- ✓①運搬: 運搬経路上の外部被ばくの影響が最も顕著
- ✓②廃棄物の保管、③固型化施設の運転、④埋立: 周辺住民への被ばく線量は線量の目安値を十分に低く抑えられる。
- ✓⑤埋立終了後: 埋立中(①~④)の線量よりも小さい傾向

廃棄物の運搬、埋立中、及び埋立終了後の各期間において、放射性Csの平均濃度5万 Bq/kgを取り扱う最終処分事業により周辺住民が受ける追加被ばく線量は、線量の目安値を1桁以上下回る結果となった。

4. おわりに

- 本評価結果は、環境省「災害廃棄物評価検討会」における指定廃棄物の処分案の審議において活用された。
- 本評価手法及び評価結果は、今後各県で選定される指定廃棄物の最終処分場の安全性を確認するための参考になると期待される。

[1] 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法(平成二十三年八月三十日交付、平成二十四年一月一日施行)、(2011)。
 [2] 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法、基本方針(平成二十三年十一月十一日閣議決定)、(2011)。
 [3] 環境省: 廃棄物関係ガイドライン(平成二十三年三月版)、(2013)。
 [4] 環境省: 管理型処分場における埋立処分事業について、第十六回災害廃棄物安全評価検討会 資料3(平成二十五年三月)、(2013)。
 [5] 原子力安全委員会: 原子力施設及び核燃料使用施設の使用に伴って発生するものうち放射性廃棄物として取り扱う必要のないものの放射能濃度について(平成十六年十二月十六日、平成十七年三月十七日一部訂正及び修正)、(2004)。
 [6] 文部科学省科学技術・学術政策局放射線安全規制検討会: 放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて(平成二十二年十一月一日、平成二十四年三月二十七日一部訂正)、(2010)。
 [7] 日本原子力研究開発機構 安全研究センター 廃棄物安全研究Gr.: 災害廃棄物等の処理・処分シナリオに対する線量評価結果の整理、第三回災害廃棄物安全評価検討会 資料4(平成二十三年九月十九日、平成二十三年十一月十五日一部修正)、(2011)。
 [8] 原子力安全委員会: 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分に関する安全確保の当面の考え方について(平成二十三年六月三日)、(2011)。

I - 路盤材等への再利用の基準の検討

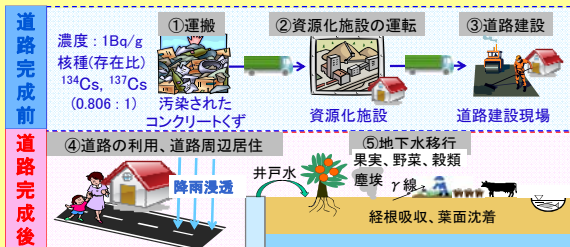
1. はじめに

- 1F事故で放射性セシウムで汚染された大量の災害廃棄物は、物量低減・有効活用のため、例えばコンクリートくずを被災地の復興のための資材として活用する等の廃棄物の再利用が図られ^{*1}、そのため再利用の具体的な指針が求められていた。
- 本評価では、**コンクリートくず等の道路の路盤材への再利用に対し、安全に再利用可能な放射性セシウム濃度を検討した。**

評価ケース	コンクリートくずの再利用用途
ケース1	アスファルト (道路表面)
ケース2	道路の下層路盤材 (道路表面から30cm下)
ケース3	歩道の路盤材 (道路表面から4cm下)

2. 評価方法

- ① コンクリートくずの再利用に係る作業工程・利用形態を把握し、コンクリートくず固有の特性を考慮して、評価経路やパラメータを決定。

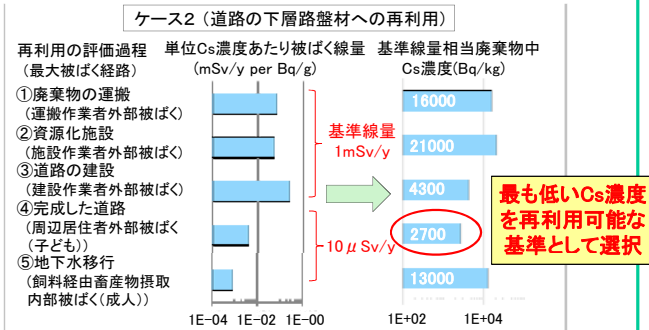


路盤材等への再利用における評価経路

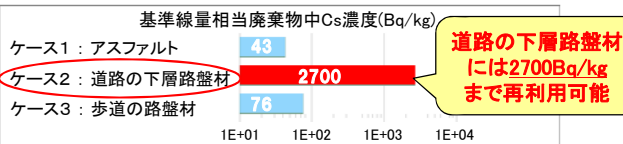
- ② 各評価経路に対して、作業員や公衆の被ばく線量を計算。
 ③ 計算結果から、基準線量^{*2}を満たすコンクリートくずのCs濃度を導出 (=道路完成前は1mSv/y、道路完成後は10μSv/y)

3. 結果及び考察

- ① 評価結果の例 (ケース2)



- ② ケース1~3での再利用可能なコンクリートくず中Cs濃度



4. おわりに

- 安全性を確保した最も効率的な汚染されたコンクリートくずの再利用は道路の下層路盤材への再利用で、2700Bq/kgまで再利用可能であることを示した。
- 本結果から、**地表から30cmの遮へい材を確保することで、およそ3000Bq/kgの廃棄物を路盤材として再利用可能という指針が環境省で策定された。**^{*3}

II - 再生製品の利用実態の安全性

1. はじめに

- 1F事故により、生活環境中の様々な再生可能な原料が汚染された恐れがあり、それらが再生製品となり様々な用途に利用されており、環境省が一部の再生製品に対し汚染状況の調査を実施した。
- 本評価では、環境省の調査結果を踏まえ、再生製品の利用実態の安全性を確認するため、比較的高いセシウム濃度が検出された一部の再生製品(金属スクラップ、再生アスファルト等)に対して、**再生製品利用時に一般公衆が受ける線量を算出した。**

環境省による再生製品の汚染状況の調査:

調査した再生製品 (計8品目)	再生石膏、木質チップ、金属スクラップ、圧縮・粉砕プラスチック、再生アスファルト、再生改良土、再生路盤材、再生砂
総検体数	66

2. 評価方法

- ① 環境省調査による再生製品の利用実態を踏まえて、評価経路やモデル、パラメータを設定。
 ② 各評価経路に対して、作業員や公衆の被ばく線量を計算。
 ③ 計算結果を被ばく線量の基準線量と比較し、再生製品の利用実態の安全性を確認。

3. 結果及び考察

再生製品	金属スクラップ	再生アスファルト
検出された放射能濃度	124Bq/kg	190Bq/kg
再利用用途	鉄鋼等の原材料 (原材料比 0.04%) 	歩道の下層路盤材
最大被ばく経路	スラグ駐車場 作業員外部被ばく	歩道周辺居住者 (子ども) 外部被ばく
被ばく線量	0.0009μSv/年	6.9μSv/年

安全性を確保できる被ばく線量の基準線量 (10μSv/年) を満たす

再生製品の利用実態をふまえた安全性評価の例

* 金属の精錬時に溶融した金属から分離したかす(スラグ)を利用した駐車場

4. おわりに

- 環境省の調査した一部の再生製品の利用実態に応じた評価を実施し、**利用実態の安全性を確認した。**
- 廃棄物等の汚染状況の調査^{*5}によって、木質チップなどでも放射性セシウム濃度の高い検体があったため、今後はそれらに対しても再利用の評価を実施し、こうした廃棄物の再利用の安全性の判断のための技術情報の発信を行う。

*1 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法、基本方針

*2 原子力安全委員会「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」(H23.6.3)

〔処理を行う作業員が受ける線量は、可能な限り1mSv/yを超えないことが望ましい。処理に伴って周辺住民が受ける線量は1mSv/yを超えないようにする。再利用として生産された製品から、周辺住民が受ける線量は、10μSv/y以下とする。〕

*3 環境省指針「管理された状態での災害廃棄物(コンクリートくず等)の再生利用について」(H23.12.27)

*4 環境省「再生製品(金属スクラップ、再生アスファルト混合物等)の放射能濃度等の調査結果について」(H25.6.28)

*5 金松雅俊、高田光康、山田正人、大迫政浩「福島県の産業廃棄物中間処理施設における廃棄物等の放射能汚染状況調査報告」(第2回環境放射能除染研究発表会要旨集)

原発災害廃棄物の再利用及び処分形態を踏まえた安全解析

安全研究センター 環境影響評価研究グループ

東京電力福島第一原子力発電所事故（1F事故）に伴い大気中に放出された放射性物質は福島県を中心とした地域に移流・拡散し、土壌や森林などの地表の環境において放射性物質（Cs-134、C-137）による汚染を生じさせた。平成23年3月11日の東日本大震災により発生した福島県内の大量の災害廃棄物も放射性物質により汚染した。それらの処理処分ならびに再利用は、作業員や公衆への放射線に対する安全性を確保しつつ、迅速に対処する必要がある。しかしながら、1F事故直後は汚染した災害廃棄物等の取扱い基準、適切な管理や方法は定められていない状況であった。そこで、放射性物質により汚染した災害廃棄物等の取扱い方針の策定のための技術的な情報を提示することを目的として、災害廃棄物等の処理・処分ならびに再利用に伴う作業員および公衆の被ばく経路を想定し、被ばく線量を解析した。さらに、原子力安全委員会が示した1F事故の影響を受けた廃棄物の処理、埋設処分ならびに再利用に対する線量の目安値との比較から、処理処分や再利用の安全性について検討した。処分と再利用に関する代表的な評価例を以下に示した。

(1) 指定廃棄物の管理型最終処分場への埋立処分に係る線量評価

10万 Bq/kg以下の指定廃棄物の最終処分に関しては、遮断型処分場またはセメント固型化し、管理型処分場にて埋立処分する方針が示されている。本研究では、当該指定廃棄物を既存の管理型最終処分場に埋立処分することを想定し、処分に伴う一般公衆の被ばく線量を実態に則した条件を踏まえて評価するとともに、その安全性に係る検討を行った。その結果、平均放射性セシウム濃度を5万 Bq/kgと仮定したとき、最終処分事業により周辺住民が受ける追加被ばく線量は、全ての評価経路において、一般公衆の被ばく線量に係る目安値（埋立期間中：1mSv/y、埋立終了後：10 μ Sv/y）を1桁以上下回る結果となった。また、最も大きな被ばく線量を与える経路として、埋立期間中は「運搬経路周辺居住者の外部被ばく」、埋立終了後は「井戸水利用者の農作物摂取被ばく」であることを示した。

(2) 汚染された災害廃棄物等の再利用に係る線量評価

汚染された災害廃棄物は、物量低減・有効活用のために積極的な再生利用が望まれている。その一方、生活環境中で汚染された物品の一部は既に再生製品として様々な用途に利用されているという実態もある。本研究では、汚染されたコンクリートくず等を路盤材として利用することを想定した作業員・公衆の被ばく線量評価を実施し、汚染された災害廃棄物が再利用可能となる条件について検討した。その結果、地表から30cmの遮へい材を確保することで、2,700Bq/kgまでのコンクリートくず等を道路の路盤材等に利用できることを示した。本評価結果は環境省における災害廃棄物の再利用の指針整備に活用された。また、環境省が調査した再生製品の利用実態を踏まえた一般公衆に対する被ばく線量評価を実施し、調査対象となった再生製品の利用状況の安全性を確認した。