

東海村における実証事業での 除染廃棄物の分別の実施状況について

令和5年2月27日

環境省 環境再生・資源循環局
環境再生事業担当参事官室

1. 東海村実証事業における除染廃棄物の分別について

- (1) 分別作業場所・モニタリング位置
- (2) 除染廃棄物の概要
- (3) 分別作業の内容
- (4) 測定・試験項目

2. 分別作業時のモニタリング結果

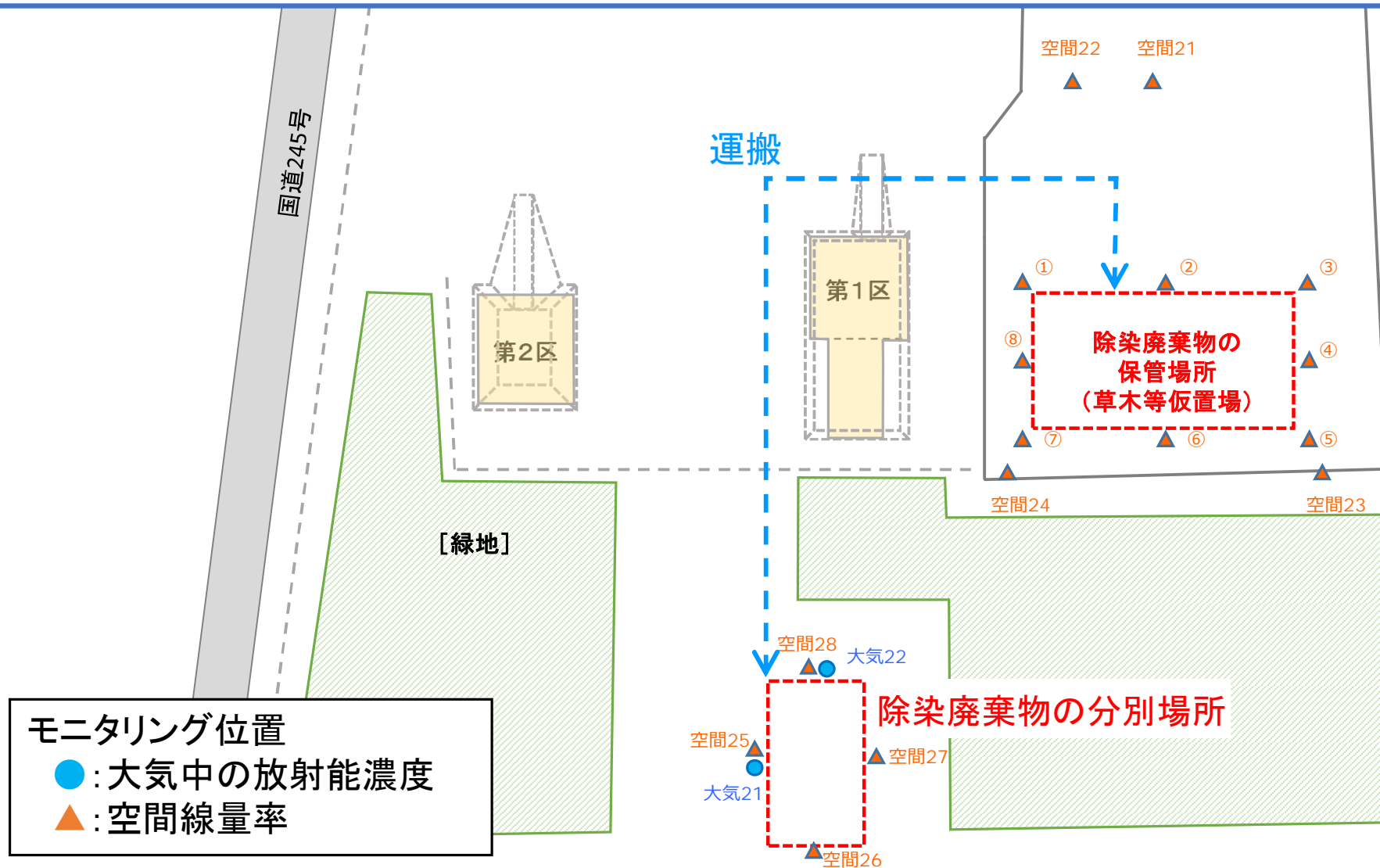
- (1) 作業者の個人被ばく線量
- (2) 大気中の放射能濃度
- (3) 空間線量率

3. 分別作業の結果（速報）

- (1) 分別物の概要
- (2) 除染廃棄物等の重量・表面線量率等
- (3) 分別の結果
- (4) 表面線量率と放射性Cs濃度の関係
- (5) 分別した土壌の分析結果

1. (1) 分別作業場所・モニタリング位置

- 除染廃棄物の分別作業を実施
(令和4年度490袋(うち50袋についてサンプル調査))
- 作業員の個人被ばく線量、作業場所の周辺等の大気中の放射能濃度及び空間線量率をモニタリング



1. (2) 除染廃棄物の概要

■ 除染廃棄物の保管量

- 2,508m³

■ 除染廃棄物が生じた除染実施場所

- 主に豊岡なぎさの森公園と真崎古墳群公園

(※上記以外の除染場所からの除染廃棄物も一部あり(特措法対象外。以下、「その他」))

除染場所	豊岡なぎさの森公園 (以下、「豊岡」)	真崎古墳群公園 (以下、「真崎」)
土地の特徴	海岸防砂林	古墳群
土質	砂	土
植生	主にマツ	スギ、ほか
除染時期	2013/7/16～2014/3/25	2013/7/16～2014/3/25
現地写真 (2022年1月撮影)		
除染方法	①下草等の除去(刈払) ⇒ 除染廃棄物 ②落葉等の堆積有機物の除去 ⇒ 除染廃棄物 ③表土の削り取り ⇒ 除去土壌	

1. (3) 分別作業の内容

破袋



フレキシブルコンテナを1袋ごとに破袋

分別



振動ふるい(目開き40mm)で草木と土壌等を分別

異物除去



目視により土壌から異物等を分別

保管



1. (4)測定・試験項目(概要)



分別数:490袋

試料数:50袋(計76試料)※

・豊岡 :32袋(46試料)

・真崎 :14袋(22試料)

・その他:4袋(8試料)

※13袋については再現性確認のため
1袋から3試料採取

除染廃棄物

■分別前

- 重量、表面線量率

分別

■分別作業時

- 作業員の被ばく線量
- 作業場所の空間線量率、大気放射能濃度



土壤

■分別後土壤

- 重量、表面線量率
- 湿潤密度、含水比、土壤粒子密度、粒度分布
- pH、EC、強熱減量、放射性Cs濃度
- 溶出特性試験(Cs、カリウム、アンモニア性窒素)
- 収着特性試験

廃棄物



■分別後草木

- かさ密度、含水率、放射性Cs濃度

- 今回は50袋(76試料)の測定・分析結果について報告
- 490袋の分別結果については次回検討チーム会合で報告予定

1. (4)測定・試験項目(試験項目一覧)

■性状分析

分析対象	土壌及び草木:76試料
試験項目	土壌: 湿潤密度、自然含水比、土粒子密度、粒度分布(重量分布)、pH(水素イオン濃度)、EC(電気伝導度)、強熱減量、放射性Cs濃度 草木: 外観検査(樹種等確認)、かさ密度、含水率、放射性Cs濃度

■溶出特性試験 (平成3年環境庁告示第46号に準拠)

分析対象	土壌及び草木:76試料
試験項目	ろ過前: 濁度 ろ過後: 放射性Cs濃度、カリウム、アンモニア性窒素、濁度 (0.45 μ mメンブレンフィルターでろ過)

■収着特性試験 (日本原子力学会標準分配係数の測定方法に準拠)

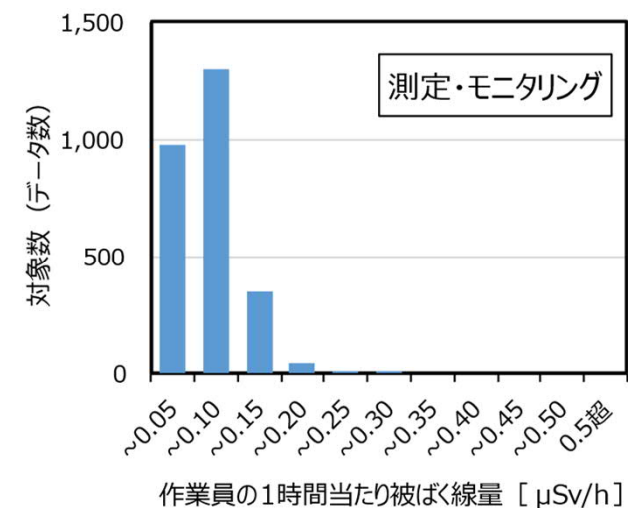
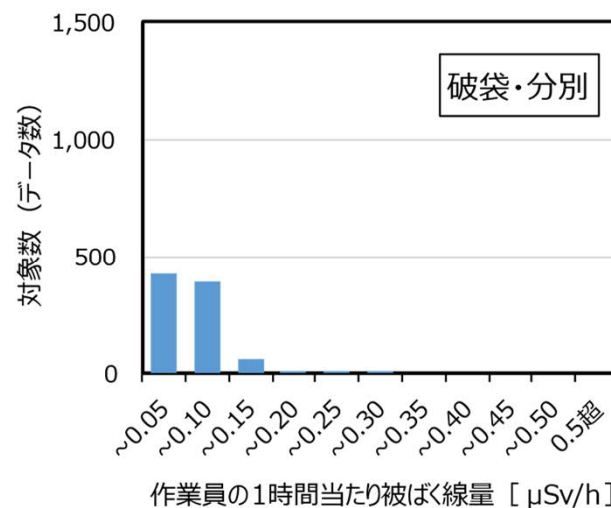
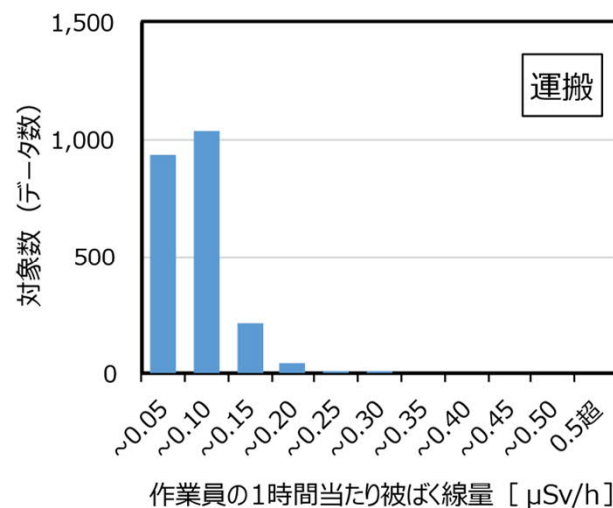
分析対象	土壌:76試料
試験項目	安定セシウムを用いて分配係数を算出

2. (1) 作業者の個人被ばく線量(分別作業)

- 破袋・分別作業に従事した作業者の平均日被ばく線量は、0.47 $\mu\text{Sv}/8\text{h}$ (除染廃棄物等以外から受ける放射線量を含む)であり、この線量で当該作業に1年間従事*1した場合の追加被ばく線量は0.12 mSvと推計される
 - 時間当たり被ばく線量の最大値は0.27 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ (除染廃棄物等以外から受ける放射線量を含む)であり、この線量で当該作業に1年間従事*1した場合の追加被ばく線量は0.54 mSvと推計される
- *1) 1日8時間、250日従事すると仮定

作業区分	従事時間(h)	平均日被ばく線量※($\mu\text{Sv}/8\text{h}$)	作業内容
運搬	1847	0.52	除染廃棄物等の運搬作業
破袋・分別	821	0.47	破袋・分別作業、試料採取作業、スクリーニング
測定・モニタリング	2353	0.55	フレコン線量測定、作業場・周辺の線量測定、ダスト採取
その他	845	0.47	準備/復旧工事、作業準備等

※ 平均日被ばく線量 = $\frac{\text{当該作業による積算線量}}{\text{当該作業への従事時間合計}} \times 8$ (除去土壌以外から受ける放射線量を含む。)



2. (2)大気中放射能濃度(分別作業場所)

- 分別作業中の大気中放射能濃度の最大値は0.51mBq/m³
- 防護を行わなかったと仮定した場合、採取期間中の吸入による作業者の追加被ばく線量は、最大で0.00000016 mSvと推計される。(通常は保護マスクにより粉じんの吸入はない)

<分別作業場所の大気中放射能濃度>

主な作業	採取期間※1	核種	放射能濃度 [mBq/m ³]		検出下限値 [mBq/m ³]
			大気21	大気22	
準備	2021/7/26~ 2021/8/2	Cs-134	N.D.	—	0.063
		Cs-137	N.D.	—	0.077
分別	2021/8/16~ 2021/8/23	Cs-134	N.D.	N.D.	0.055~0.060
		Cs-137	N.D.	0.10	0.062
後片付け	2021/8/24~ 2021/8/30	Cs-134	N.D.	N.D.	0.043~0.067
		Cs-137	0.082	0.11	—
	2021/9/24~ 2021/9/30	Cs-134	N.D.	N.D.	0.058~0.068
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.054~0.063
	2021/10/25~ 2021/10/29	Cs-134	N.D.	N.D.	0.058~0.068
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.059~0.060
	2021/11/22~ 2021/11/29	Cs-134	N.D.	N.D.	0.051~0.062
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.060~0.061
モニタリング	2021/12/15~ 2021/12/21	Cs-134	N.D.	N.D.	0.056~0.062
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.066~0.067
	2022/1/19~ 2022/1/25	Cs-134	N.D.	N.D.	0.069~0.070
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.062~0.062
	2022/2/21~ 2022/2/28	Cs-134	N.D.	N.D.	0.060~0.067
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.064~0.073
	2022/3/22~ 2022/3/28	Cs-134	N.D.	N.D.	0.063~0.070
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.058~0.066

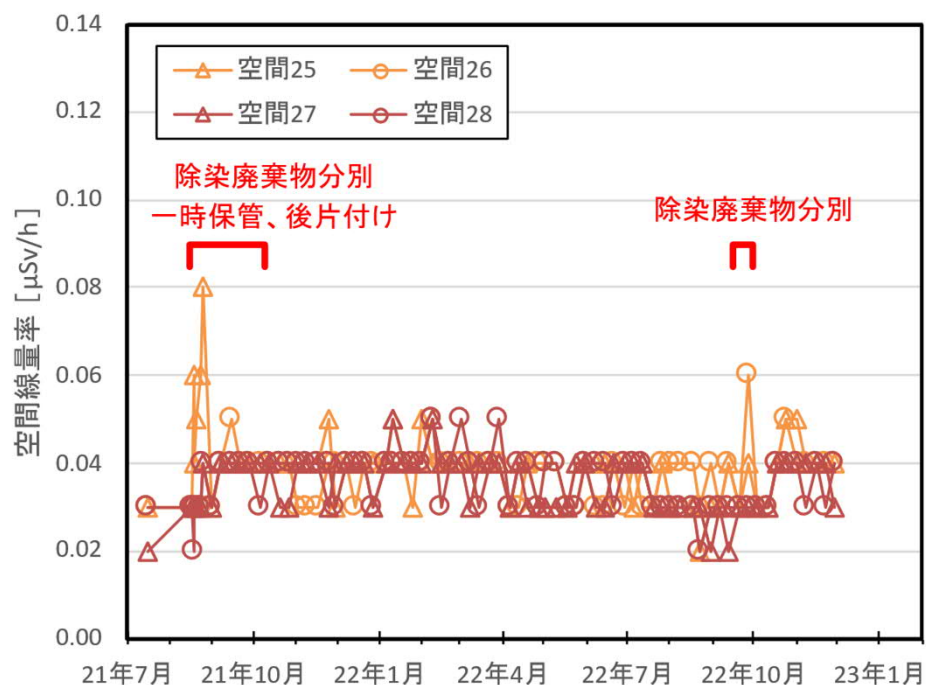
主な作業	採取期間※1	核種	放射能濃度 [mBq/m ³]		検出下限値 [mBq/m ³]
			大気21	大気22	
モニタリング	2022/4/18~ 2022/4/22	Cs-134	N.D.	N.D.	0.067~0.071
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.059~0.060
	2022/5/23~ 2022/5/30	Cs-134	N.D.	N.D.	0.065~0.066
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.063~0.072
	2022/6/20~ 2022/6/24	Cs-134	N.D.	N.D.	0.065~0.068
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.058~0.063
	2022/7/19~ 2022/7/25	Cs-134	N.D.	N.D.	0.065~0.072
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.053~0.067
	2022/8/22~ 2022/8/26	Cs-134	N.D.	N.D.	0.064~0.075
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.068~0.071
分別	2022/9/15~ 2022/9/22	Cs-134	N.D.	N.D.	0.070~0.072
		Cs-137	0.510	N.D.	0.066
	2022/9/26~ 2022/9/30	Cs-134	N.D.	N.D.	0.072~0.11
		Cs-137	0.300	0.270	—
モニタリング	2022/10/21~ 2022/10/28	Cs-134	N.D.	N.D.	0.071~0.073
		Cs-137	N.D.	N.D.	0.066~0.067
		前回報告時以降の値			

※1)「採取期間」のうち、5日間の大気を採取。測定箇所はp3参照

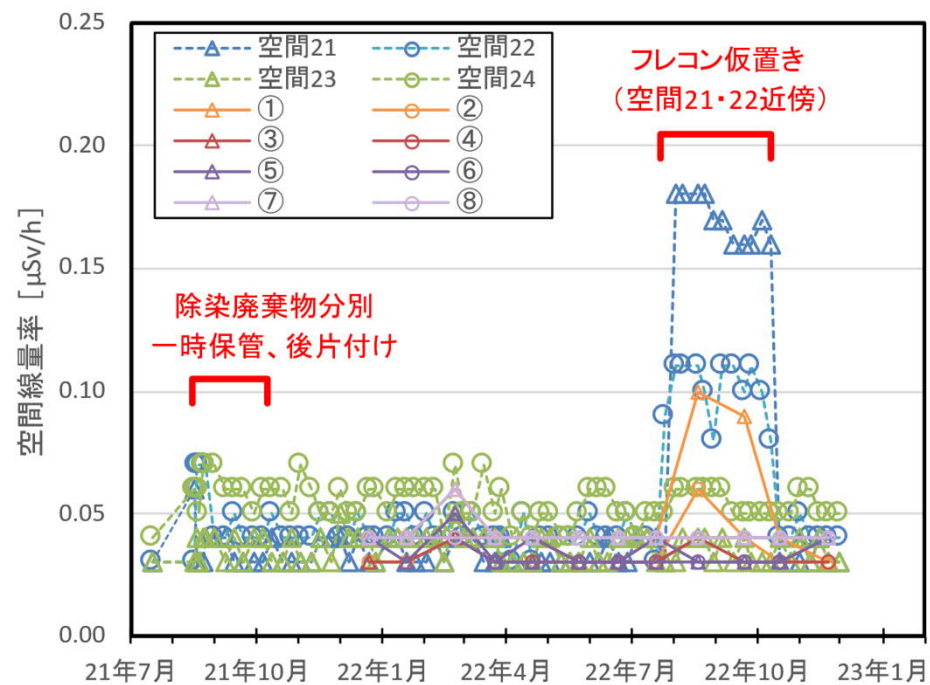
2. (3) 空間線量率(分別作業・保管場所)

- 分別作業場所及び保管場所の空間線量率は分別作業時又は保管量が多い場合に、一時的に上昇が見られるものの、その後はほぼ一定の空間線量率で推移
- 除染廃棄物の分別作業場所の空間線量率の最大値は $0.08\mu\text{Sv/h}$ (除染廃棄物等以外から受ける放射線量を含む)
- 保管場所近傍の空間線量率の最大値は $0.18\mu\text{Sv/h}$ (除染廃棄物等以外から受ける放射線量を含む)

＜分別作業場所の空間線量率＞

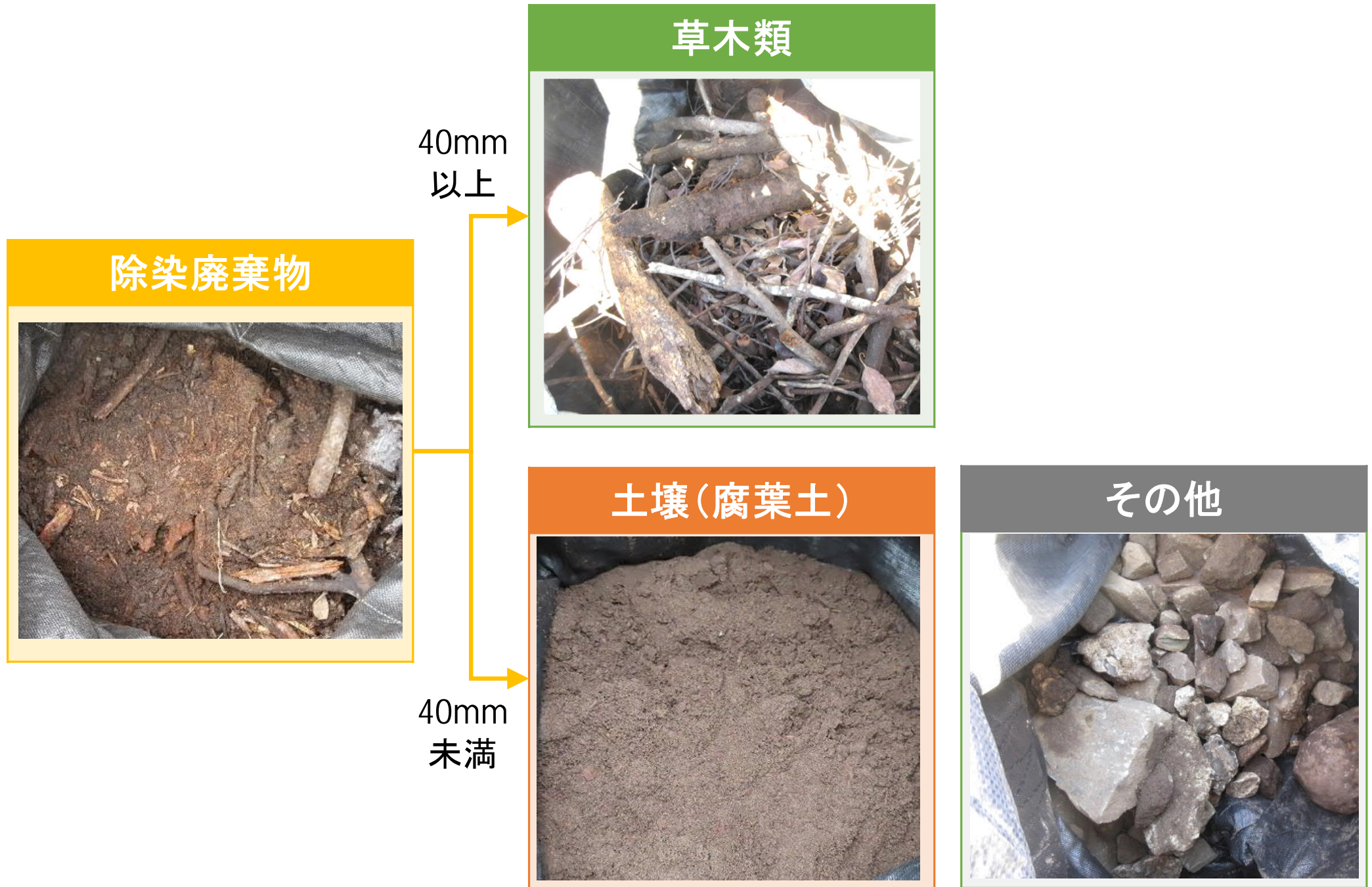


＜保管場所の空間線量率＞



※測定箇所はp3参照

3. (1)分別物の概要



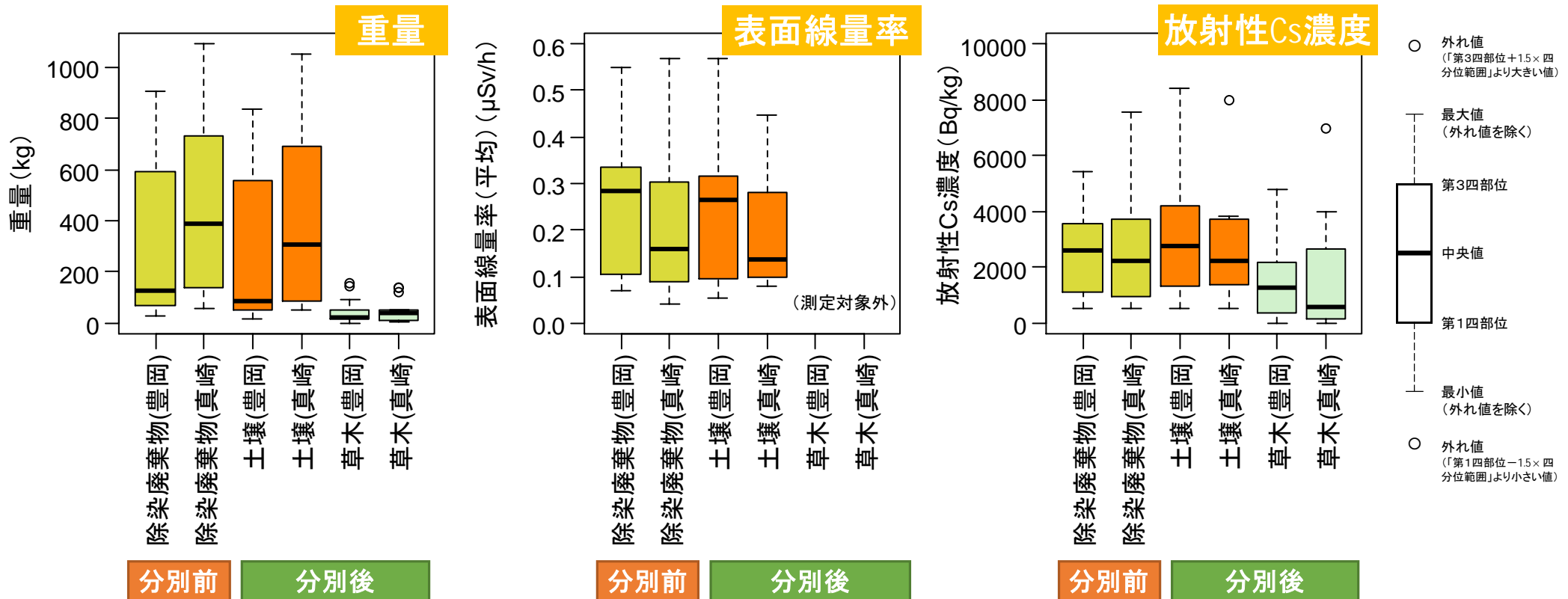
※目視により土壌から異物・可燃物を分別

3. (2) 除染廃棄物等の重量・表面線量率等

■ 1袋あたりの重量、表面線量率、放射性Cs濃度

※50袋分析結果

- 重量、表面線量率、放射性Cs濃度ともに、データのばらつきが大きい。
- 1袋あたりの重量は平均330kg、中央値160kg。1袋の容量が非常に少ないものが多い一方、1,000kg超の容器もある。
- 分別した土壌で8,000Bq/kg超は1試料(8,400Bq/kg)、10,000Bq/kg超は確認されなかった。

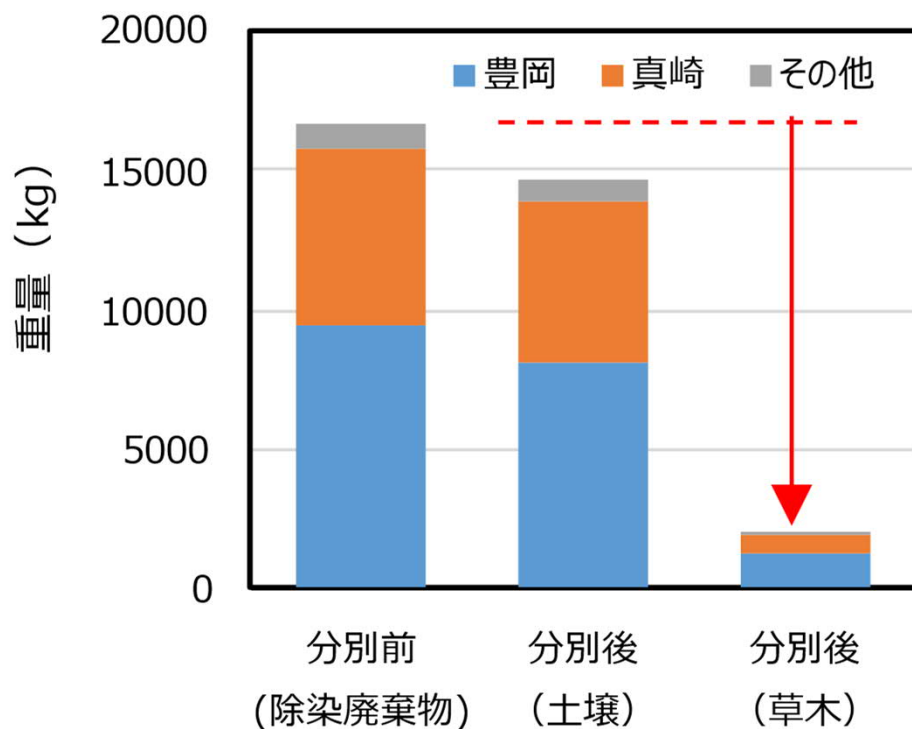


※分別前の除染廃棄物の放射性Cs濃度は、分別後の土壌と草木の放射性Cs濃度の荷重平均で計算したものの

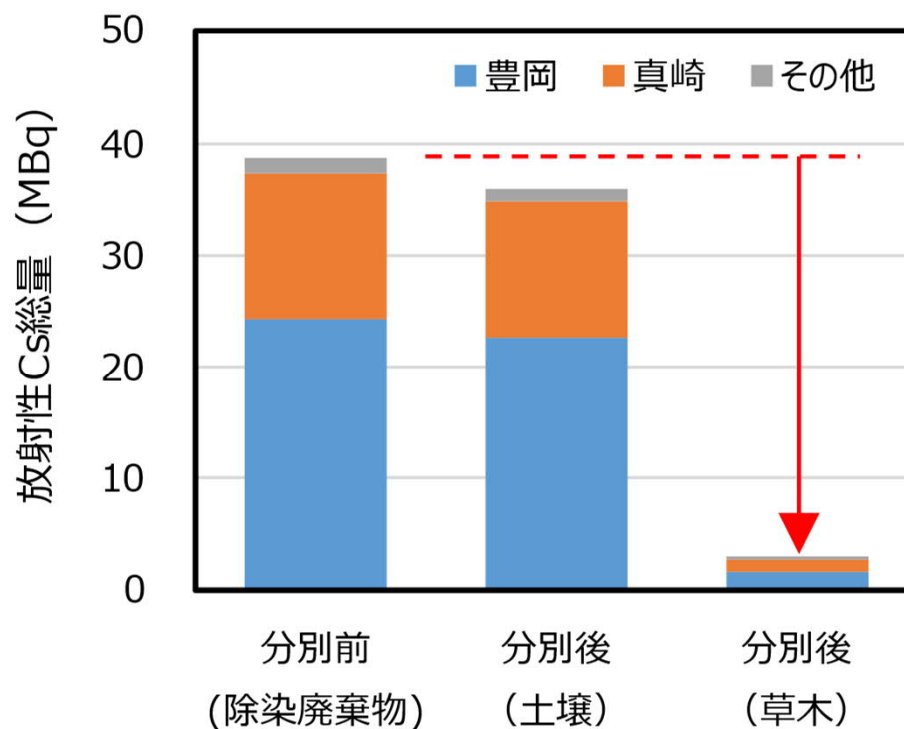
3. (3) 分別の結果

- 除染廃棄物(サンプル調査50袋)の分別の結果
 - ✓ 分別により、分別前の重量の約88%が土壤に、約12%が草木に分けられた
 - ✓ 分別により、分別前の放射性Cs総量の約93%が土壤に、約7%が草木に存在していた

重量

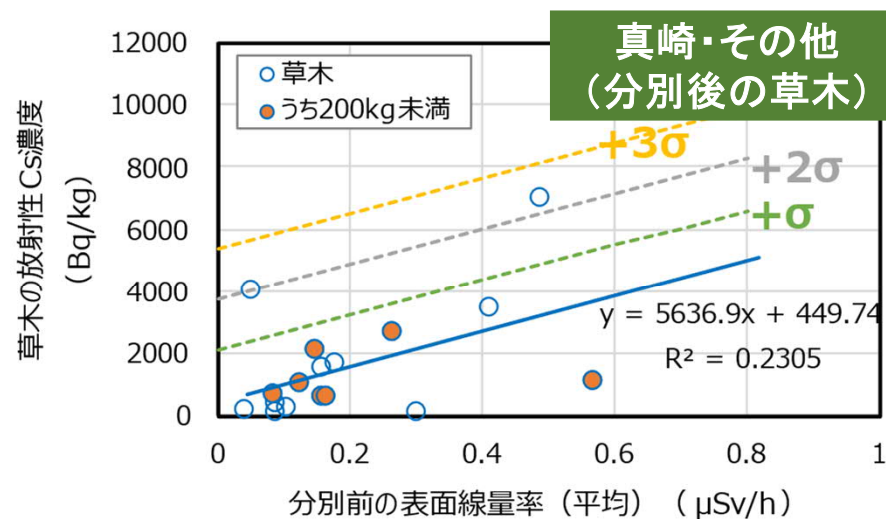
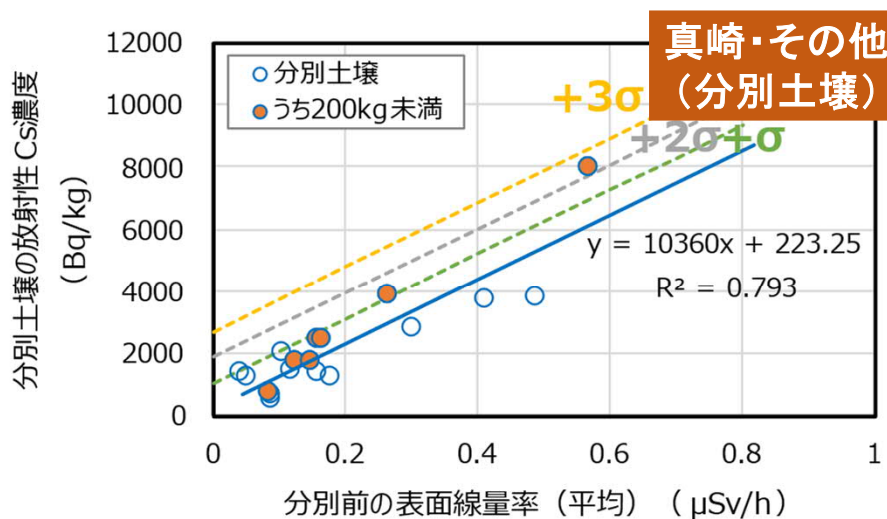
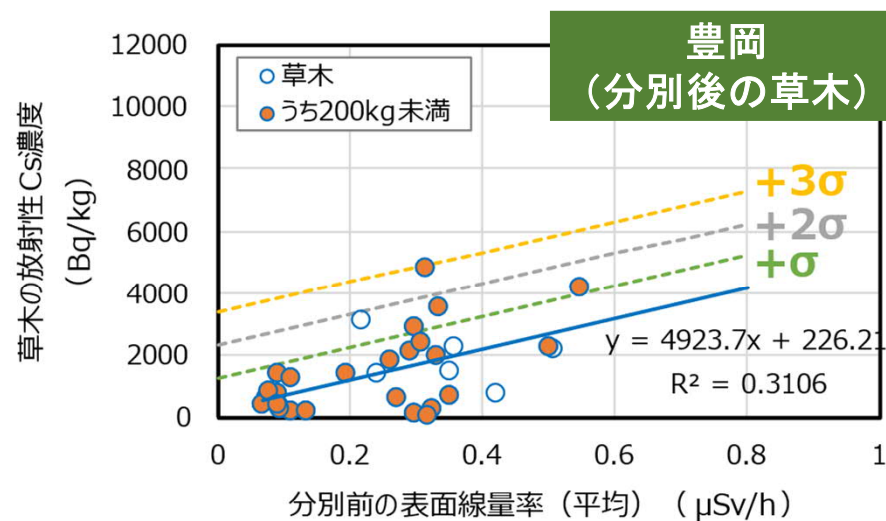
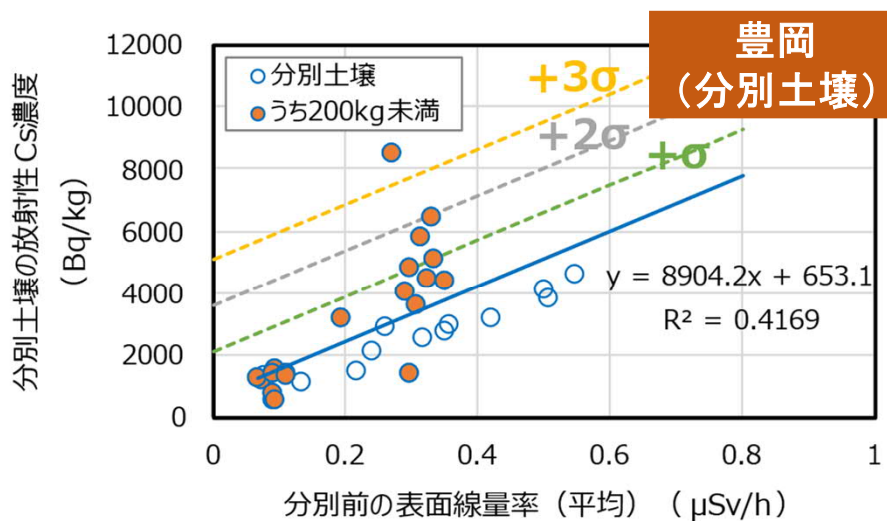


放射性Cs総量



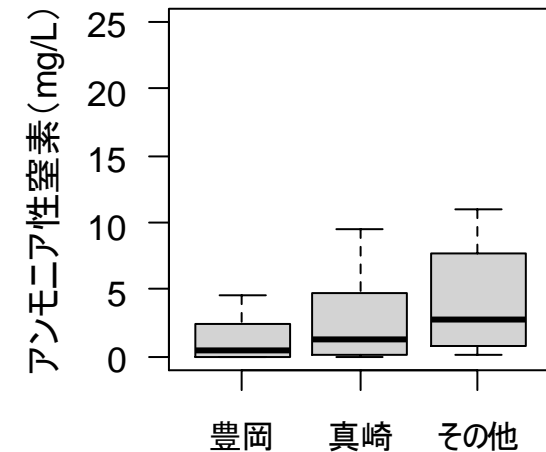
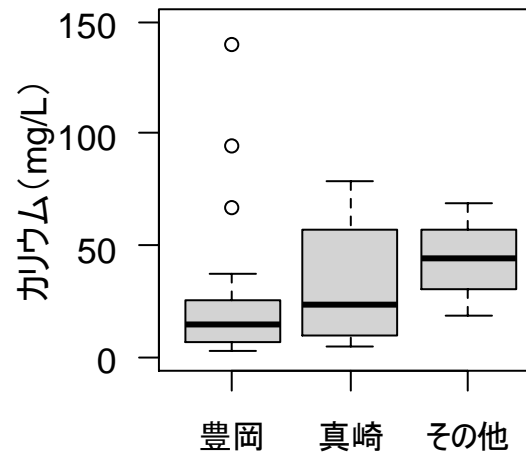
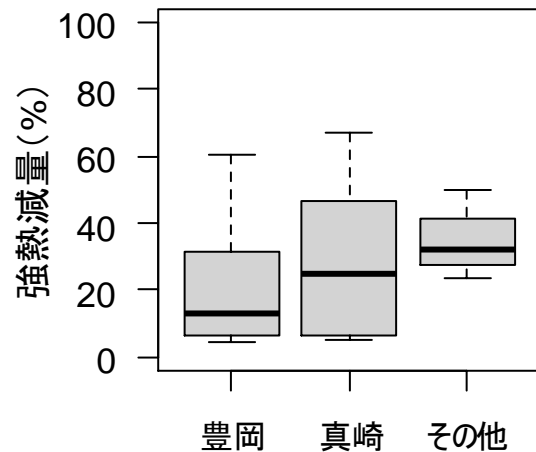
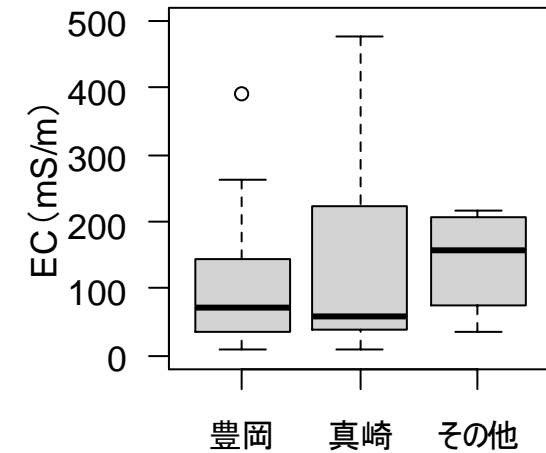
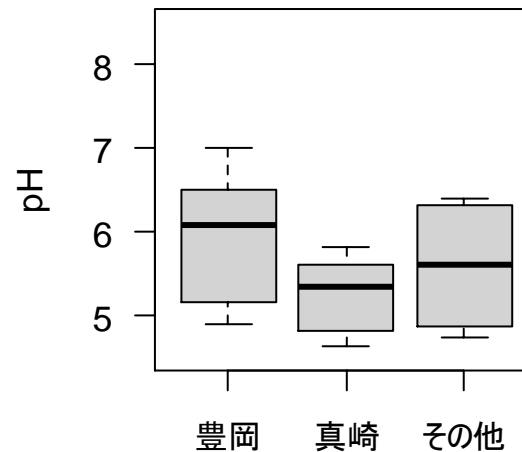
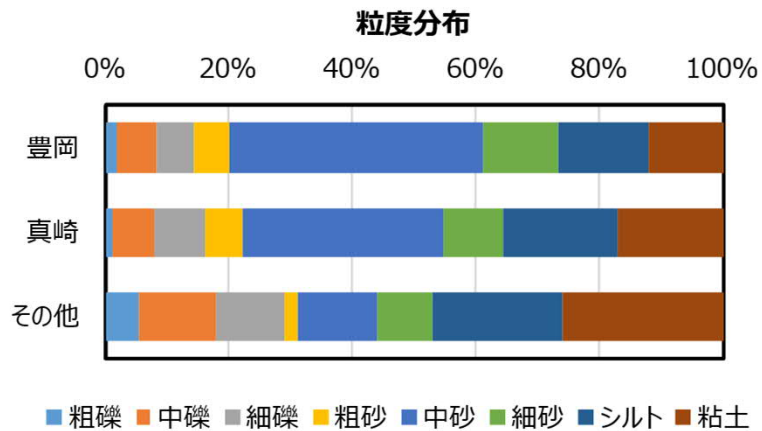
3. (4) 表面線量率と放射性Cs濃度の関係

- 容器の表面線量率と放射性Cs濃度(分別土壤・草木)には相関が見られる。
- 除染廃棄物の重量(分別前)が小さい容器では、分別土壤の放射性Cs濃度が回帰式による推計濃度より高くなる傾向が見られる。



3. (5) 分別土壌の性状分析結果(基本性状)

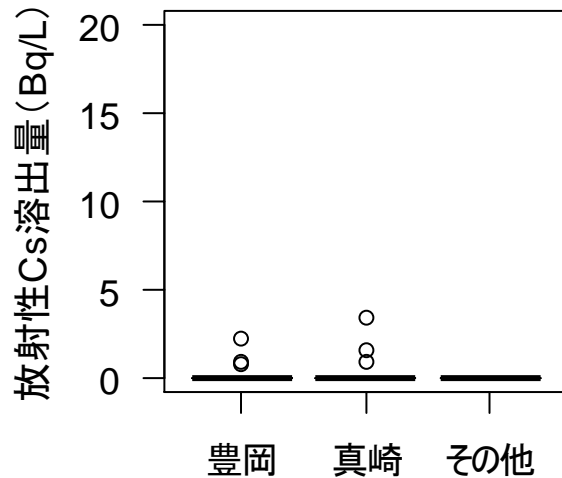
- 粒度分布では、豊岡は比較的砂(中砂や砕砂)が多く、真崎はシルト・粘土が多い
- 強熱減量(有機物量に関連する指標)は真崎の方が大きくなる傾向
- カリウムやアンモニア性窒素は一般環境中の濃度と同程度であり、Csの溶出に影響を与えるものではないと考えられる



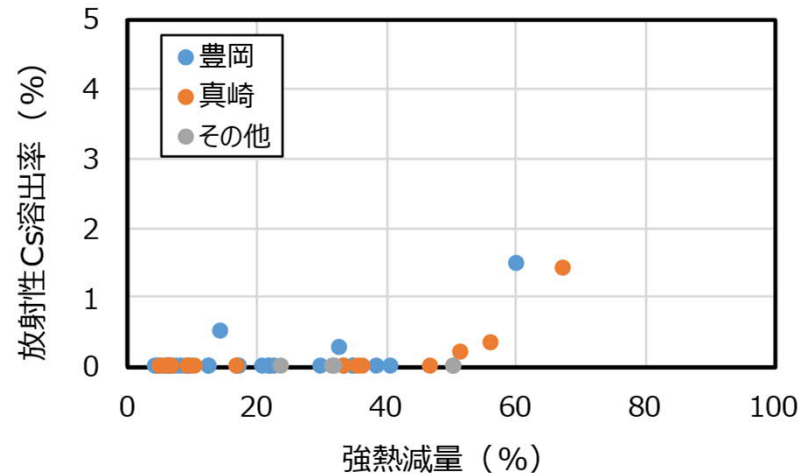
3. (5) 分別土壤の性状分析結果(溶出特性)

- 分別土壤76試料のうち70試料(92%)は、放射性Cs溶出量が検出下限値未満
- Cs-137溶出量の最大値は 3.4 Bq/L
- 分別土壤の強熱減量が大きな試料から放射性Csの溶出が見られる傾向(昨年度調査と同様の傾向)
- 分配係数はこれまでに東海村・那須町実証事業で得られた値の範囲内

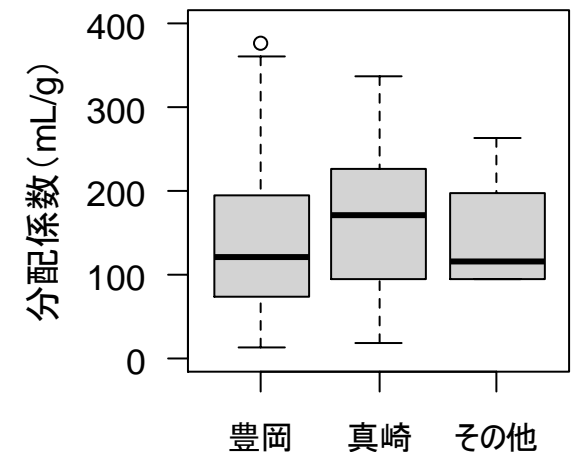
放射性Csの溶出量



放射性Csの溶出率と強熱減量の関係



分配係数



- 検出下限値未満のデータは0Bq/Lとした。

<検出下限値>

Cs-134 0.5~1.7 Bq/L、Cs-137 0.4~2.0 Bq/L

(※「廃棄物関係ガイドライン」の検出下限値は10~20Bq/L)

<排水基準>

$Cs-134 \text{濃度(Bq/L)}/60 + Cs-137 \text{濃度(Bq/L)}/90 \leq 1$

<飲料水基準(食品衛生法)>

10Bq/L

- 放射性Cs溶出率は、分別土壤の放射性Cs濃度と放射性Cs溶出量から液固比L/S=10として算出。

• 放射性Cs溶出量が検出下限値未満のデータは0Bq/Lとした。

- 日本原子力学会標準の収着分配係数の測定方法により測定。

• 2mmアンダーの土壤を使用。

• CsClをイオン交換水に溶解させ、安定Cs初期濃度 = 1.0mg/Lに調整。

• L/S = 10になるように添加。7日間振とう混合。0.45 μ mメンブレンフィルターでろ過。

除染廃棄物の分別の実施状況まとめ

- 破袋・分別作業に従事した作業者の時間当たり被ばく線量の最大値から算出された年間追加被ばく線量は0.54 mSv（除染廃棄物等以外から受ける放射線量を含む）であった
- 大気中の放射性Cs濃度については、分別作業中に3検体で検出されたが、仮に吸入した場合でも追加被ばく線量は最大0.00000016 mSvと推計される
- 除染廃棄物の分別作業時に一時的に空間線量率の上昇が見られるものの、その後はほぼ一定の空間線量率で推移した
- 分別により分別前の除染廃棄物の重量の約88%が土壌に、約12%が草木に分けられた。また、分別前の除染廃棄物の放射性Cs総量の約93%が分別後の土壌に、約7%が分別後の草木に存在していた
- 容器の表面線量率と放射性Cs濃度には相関があるが値のバラつきが大きく、特に1袋の重量が小さい場合、回帰式からの差が大きい傾向が見られるため、表面線量率からの放射性Cs濃度の推計方法について引き続き検討が必要
- 分別土壌からの放射性Csの溶出は最大3.4Bq/L。強熱減量が大きな試料から放射性Csの溶出が見られる傾向があり、引き続き取り扱いの検討が必要

今後のスケジュール

- 令和5年度も除染廃棄物の分別を行い、分別作業中の安全性を確認するとともに、分別した土壌等の分析を引き続き行う
- 分別した土壌の取り扱いについては、丸森町における実証事業の結果等も踏まえて検討する