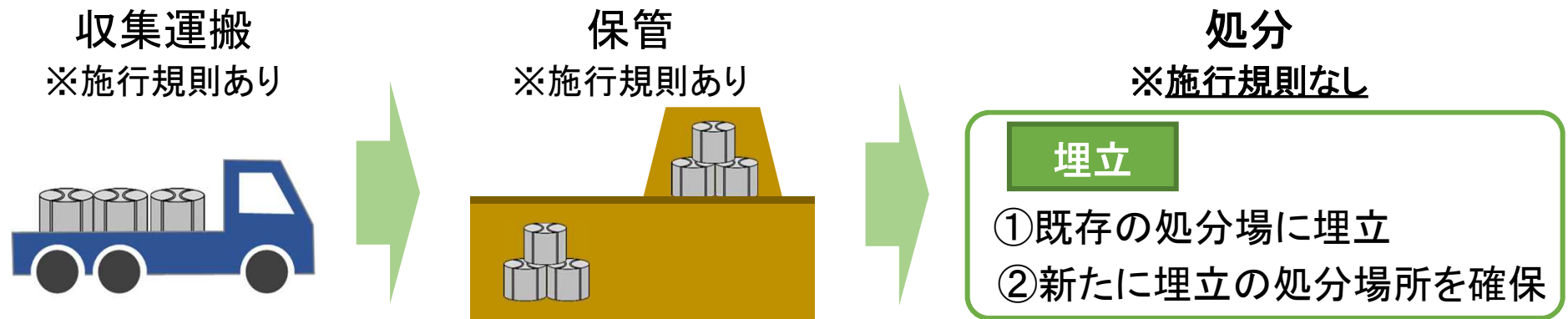


除去土壌の埋立処分に係る 実証事業の結果について

2020年12月15日
環境省環境再生・資源循環局

除去土壌の埋立処分について

- 福島県外の市町村等（除染実施者）が、適切な方法により安全に保管している除去土壌を集約して埋立処分を行うことを選択する場合には、国が定める処分方法に従って行う必要がある。
- 市町村等が処分を実施するに当たり、放射性物質による影響に関する安全の確保がなされるよう、環境回復検討会の下に「除去土壌の処分に関する検討チーム」を設置し、適切な埋立処分の方法について検討を実施中。
- 実証事業を通じて、埋立中及び埋立後の管理の安全性について確認を行う。



放射性物質汚染対処 特措法	処分			
	収集運搬	保管	管理を伴う処分 （埋立等）	管理を伴わない 処分 （処分場の廃止）
「当面の考え方」※	管理期間中 （処理、輸送、保管）			管理期間終了後 （処分、再利用）

除去土壌の埋立処分に関する検討の経緯

2017年9月 第1回検討チーム会合

- ・安全確保の論点について議論
- ・埋立処分の実証事業の実施を決定

2017年12月 第2回検討チーム会合

- ・埋立処分の実証事業における確認事項などについて決定

2018年8月 茨城県東海村における実証事業開始

2018年9月 第3回検討チーム会合

- ・実証事業の実施状況、自治体アンケート調査結果について報告
- ・省令、ガイドラインに規定すべき事項について議論

2018年9月 栃木県那須町における実証事業開始

2019年3月 第4回検討チーム会合

- ・実証事業中間取りまとめ案について議論

2019年5月 実証事業中間取りまとめを公表

2019年9月 栃木県那須町における実証事業終了

2019年12月 第5回検討チーム会合

- ・実証事業の結果について報告
- ・ガイドラインの技術的事項について議論

2020年12月 第6回検討チーム会合

- ・実証事業の結果(埋立後モニタリング、追加土壌分析)について報告
- ・ガイドラインの技術的事項について議論

実証事業の目的 (1) 実証事業の流れと確認項目

- 除去土壌の埋立処分に伴う作業員や周辺環境への影響等を確認することを目的とし、実証事業の段階ごとに以下の項目について確認を行う。

除去土壌を保管場所から実証事業場所に運搬※

確認項目

受入・埋立中

- ① 除去土壌を実証事業場所に受入※
- ② 保管容器の表面線量率から除去土壌の放射能濃度を確認
- ③ 除去土壌を保管容器から取り出し、実証事業場所にて埋立
- ④ 埋立終了後、30cmの覆土を施工

- ・ 実証事業実施場所のバックグラウンドの空間線量率の把握
- ・ 除去土壌の放射能濃度（保管容器の表面線量率から推計及びサンプル調査）
- ・ 埋立場所及び敷地境界の空間線量率、大気中放射能濃度
- ・ 作業者の個人被ばく線量
- ・ 浸透水中の放射能濃度
- ・ 気象条件（天候、降水量、風速等）

埋立終了後

- ① 周辺環境等への影響を継続的にモニタリング
- ② 浸透水中の放射能濃度を確認

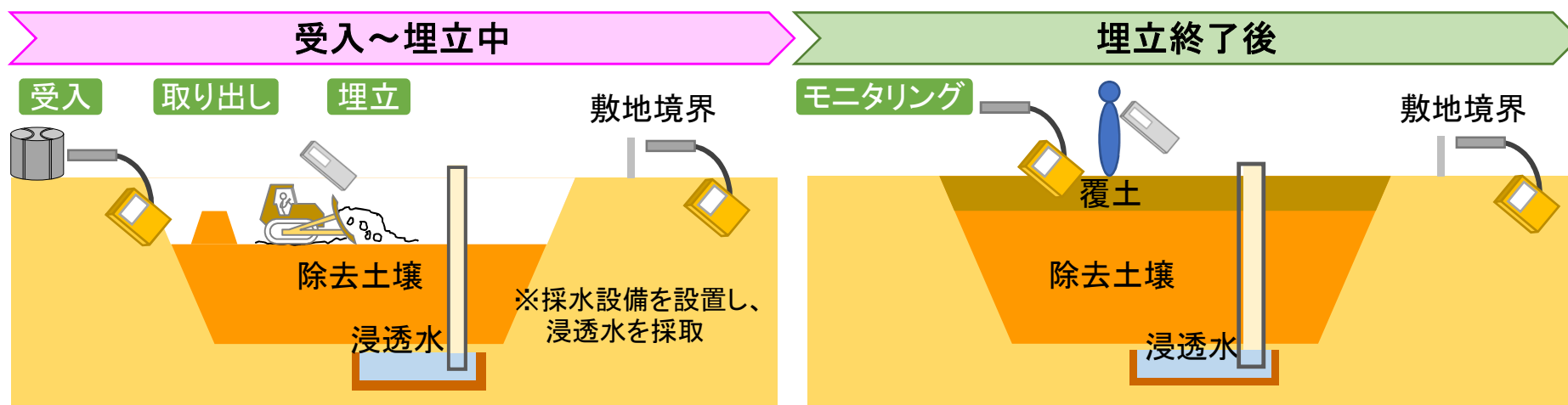
- ・ 埋立場所及び敷地境界の空間線量率、大気中放射能濃度
- ・ 作業者の個人被ばく線量
- ・ 浸透水中の放射能濃度
- ・ 気象条件（天候、降水量、風速等）

※那須町実証事業は、保管場所において実施するため、他の場所からの除去土壌の受入はない。

実証事業の目的 (2)技術的確認項目一覧

技術的確認項目		事業の段階と主な作業				評価内容
		受入～埋立中			埋立終了後	
確認項目	確認方法	受入	取り出し	埋立	モニタリング	
除去土壌の放射能濃度	・表面線量率測定 ・放射能濃度測定(抽出調査)	● ⇒第5回会合で報告済	—	—	—	受入管理のあり方
作業上の放射線安全	・個人被ばく線量測定 ・大気中放射能濃度測定	● ⇒第5回会合で報告済	●	●	● ⇒2.(1)～(2)	作業者の安全性、被ばく管理のあり方
周辺環境の安全	・空間線量率測定	●	●	●	●	埋立処分の安全性
	・大気中放射能濃度測定	●	●	●	●	
	・浸透水中放射能濃度測定	— ⇒第5回会合で報告済	—	●※	● ⇒2.(3)～(5)	

※埋立中は浸透水の流出が見られなかったため、浸透水中の放射能濃度測定は実施せず。



実証事業の結果等

1. 実証事業の状況

- (1) 東海村及び那須町の実証事業の概要
- (2) 除去土壌の埋立場所の構造、モニタリング位置

2. 実証事業の結果等（埋立後の管理）

- (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
- (4) 浸透水中の放射能濃度
- (5) 埋立場所の沈下量

3. 追加土壌分析（実証事業場所の土壌）

- (1) 試料採取箇所
- (2) 性状
- (3) 溶出特性
- (4) 放射性Cs収着特性

1. (1) 東海村及び那須町の実証事業の概要

- 実証事業の実施について協力を得られた東海村(茨城県)及び那須町(栃木県)において、当該自治体が保管している除去土壌を用いて実施。

	茨城県 東海村			栃木県 那須町
	第1区		第2区	
	区画①	区画②		
実証事業実施場所	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所敷地内			伊王野山村広場内
埋立量(実績値)	351 m³	290 m³	787 m³	217 m³
除去土壌保管場所	豊岡なぎさの森	真崎古墳群公園	豊岡なぎさの森 ほか3箇所※	伊王野山村広場
埋立層厚(実績値)	1.2 m	1.2 m	3.7 m	1.2 m
覆土厚(実績値)	0.3 m	0.3 m	0.3 m	0.3 m
集水方法	集水ピット	集水ピット	集水ピット	遮水シート

※東海村第2区は、特措法の対象外である表土除去により除去された土壌116m³を含む。

1. (1) 東海村及び那須町の実証事業の概要

■ 東海村事業スケジュール

工程	2018年					2019年				2020年
	8	9	10	11	12	1	2	3	4～	
受入		受入								
取り出し・埋立(第1区)	(造成)	取り出し・埋立	取り出し・埋立	取り出し・埋立	取り出し・埋立					
取り出し・埋立(第2区)					(造成)	取り出し・埋立	取り出し・埋立	取り出し・埋立		
モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	※

2019.11～2020.11

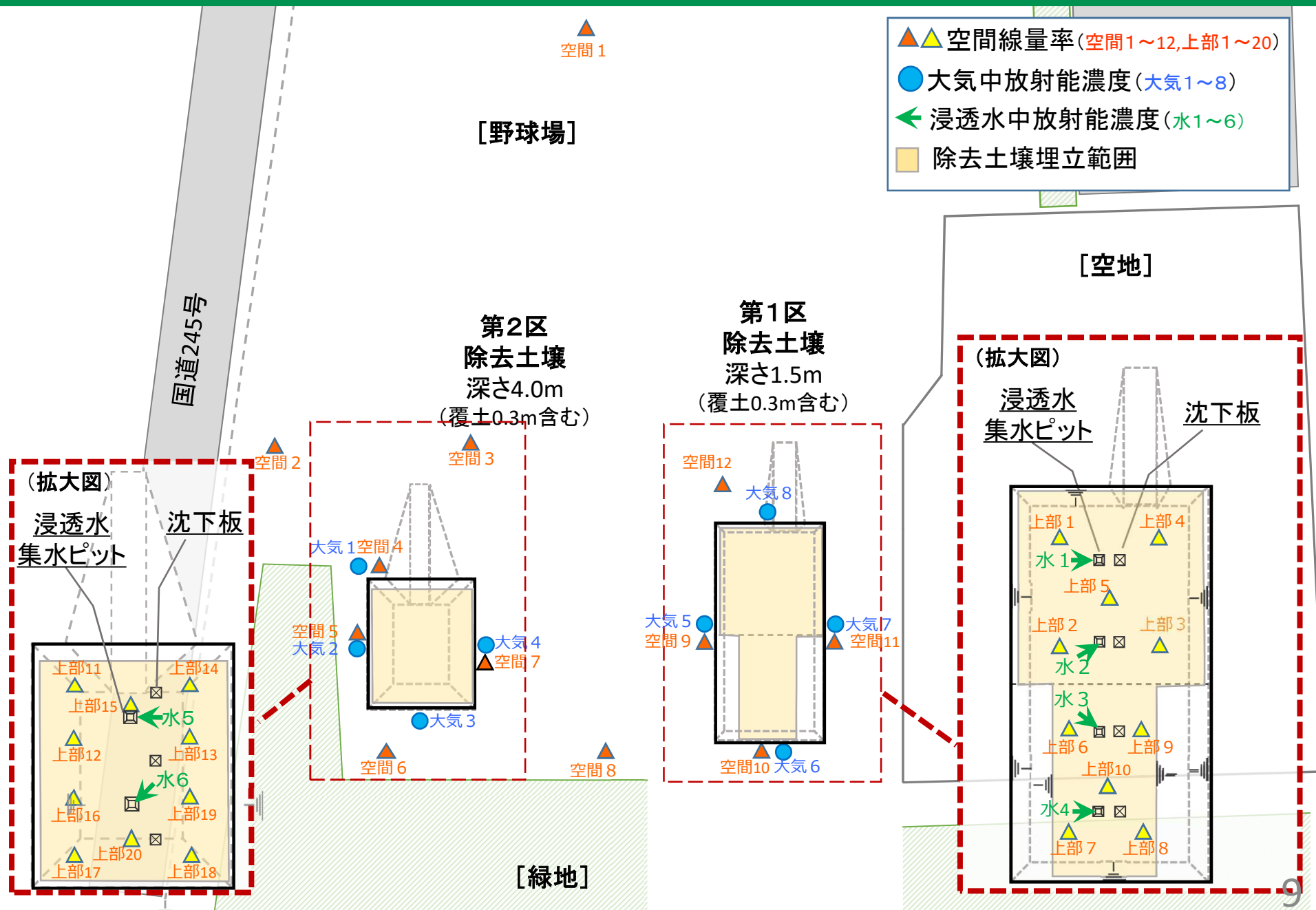
※2021年1月以降もモニタリングを継続予定。

■ 那須町事業スケジュール

工程	2018年					2019年												2020年		
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
掘り起こし		受入	受入																	
取り出し・埋立		(造成)	取り出し・埋立	取り出し・埋立	取り出し・埋立															
モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立中モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	埋立後モニタリング	原状回復	原状回復	※

※実証事業は9月末をもって終了し、原状回復(地下保管の状態に戻す)を実施。
原状回復を終了するまでは一部のモニタリングを継続。

1. (2) 除去土壌の埋立場所の構造、モニタリング位置【東海村】



1. (2) 除去土壌の埋立場所の構造、モニタリング位置【東海村】

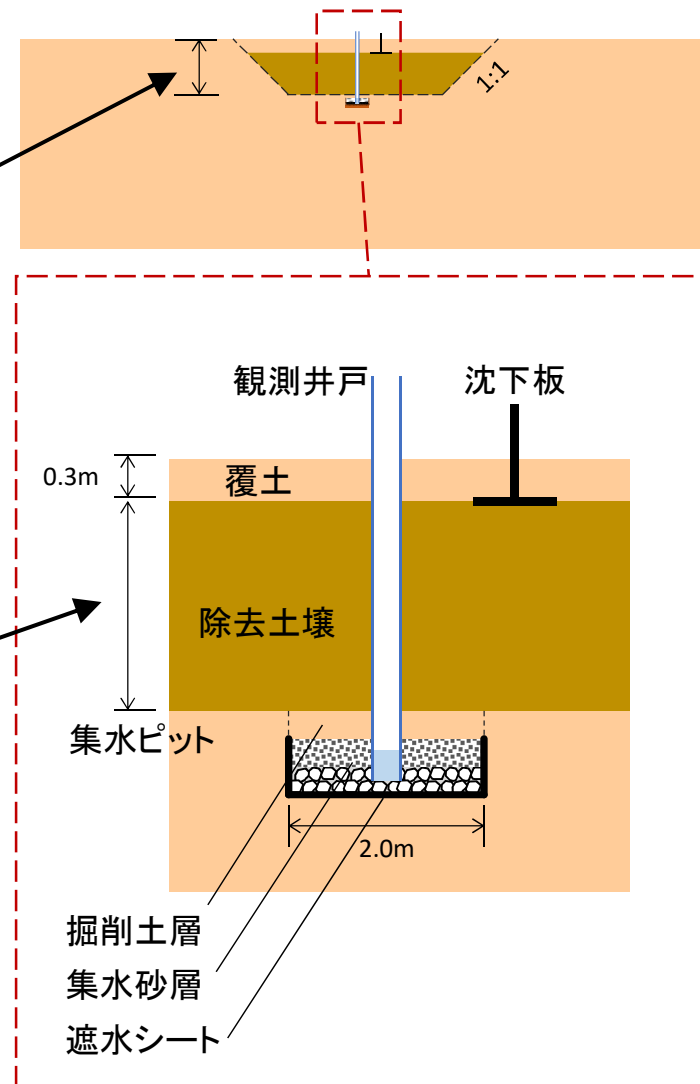
＜埋立場所の構造(断面)＞

埋立場所の深さ
(実績値)

- ・第1区: 1.5m
- ・第2区: 4.0m

除去土壌の
埋立層の厚さ
(実績値)

- ・第1区: 1.2m
- ・第2区: 3.7m



※埋立層厚については、埋立に使用する除去土壌量、実証事業場所の敷地面積等を考慮し、第1区は1.2m、第2区は3.7mとした。

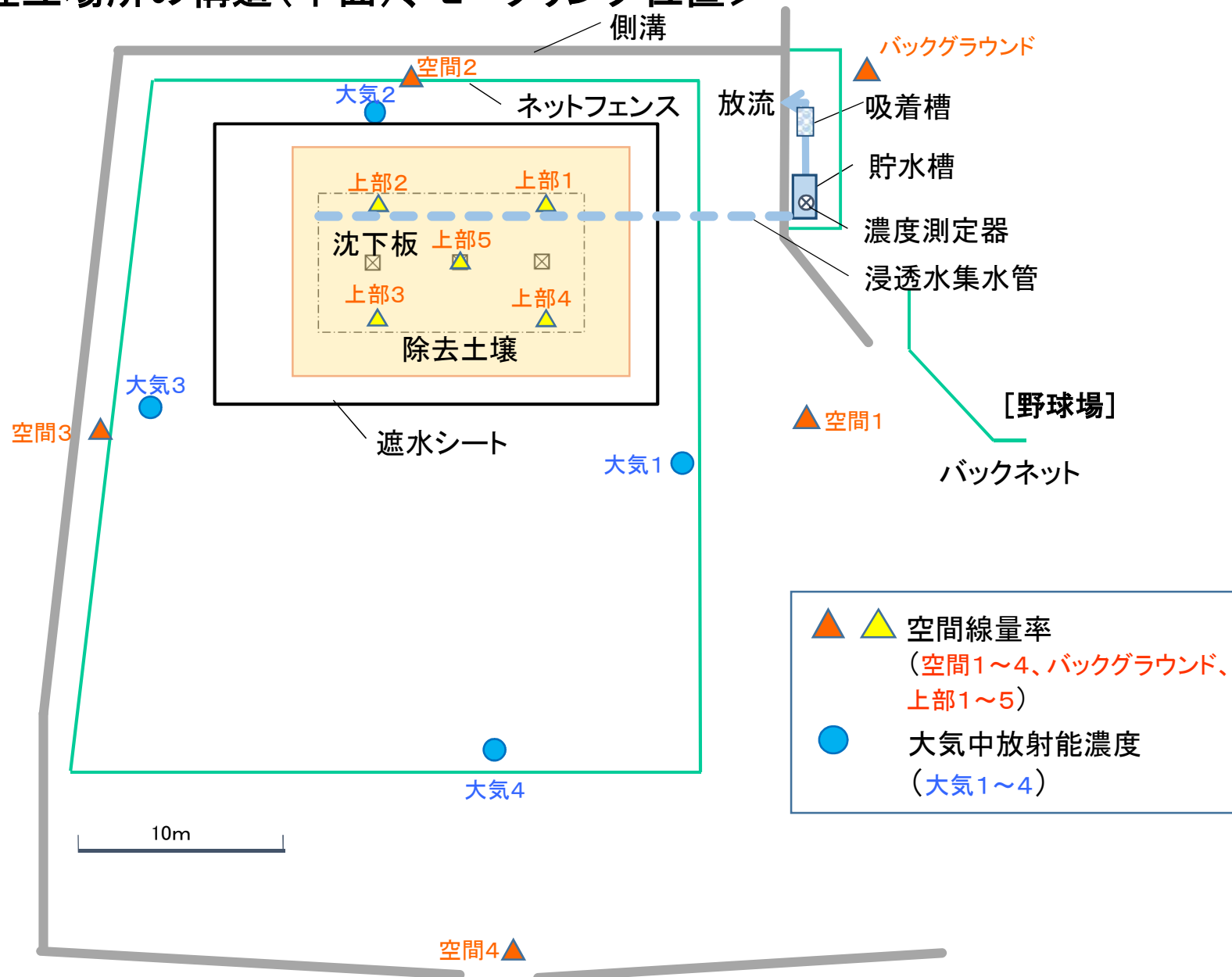
※覆土厚については、除染関係ガイドライン等を踏まえ、放射線を約98%遮へいでき、十分な締固めが得られる0.3mとした。

※浸透水中の放射能濃度を把握するため、集水ピットを用いて集水し、観測井戸から汲み上げた水を測定。

※埋立後の除去土壌の沈下量を把握するため、埋め立てた除去土壌の上部に沈下板を設置。

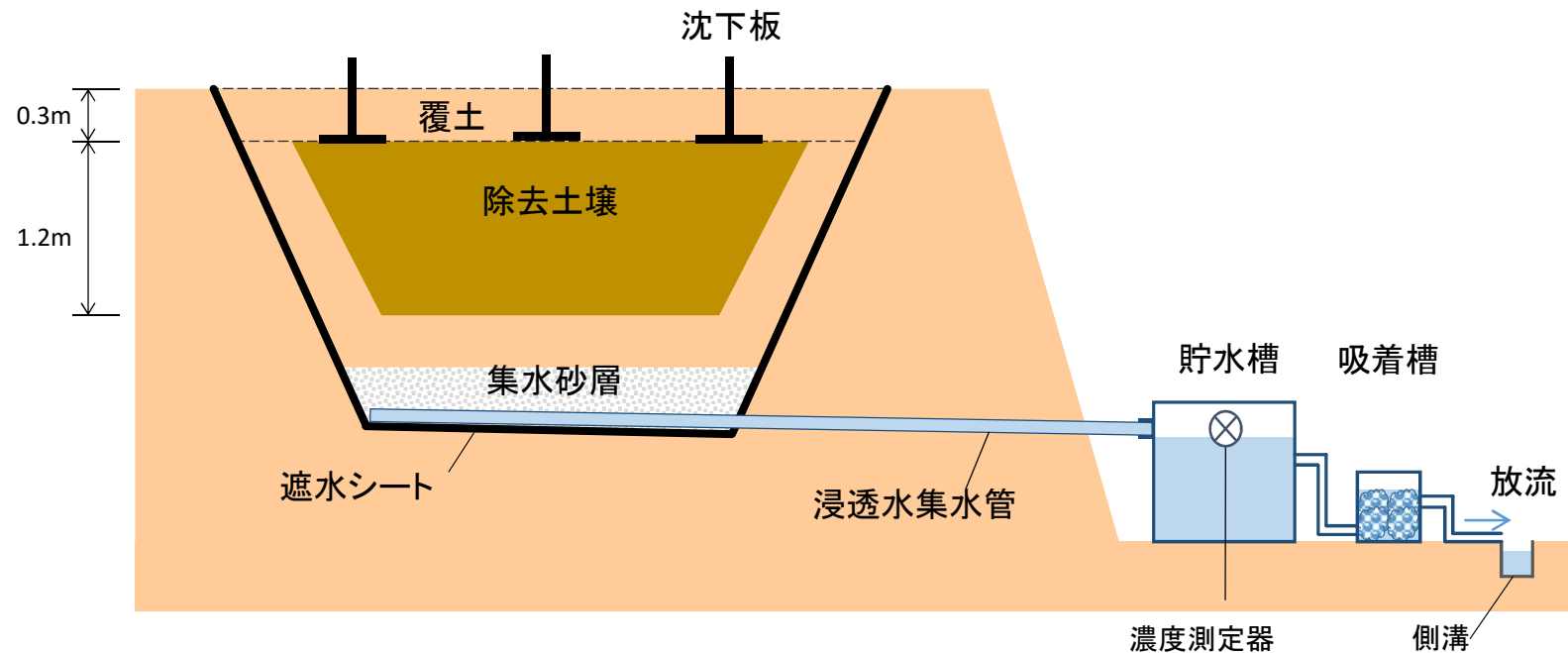
1. (2) 除去土壌の埋立場所の構造、モニタリング位置【那須町】

＜埋立場所の構造(平面)、モニタリング位置＞



1. (2) 除去土壌の埋立場所の構造、モニタリング位置【那須町】

＜埋立場所の構造(断面)＞



※埋立層厚については、埋立に使用する除去土壌量、実証事業場所の敷地面積等を考慮し、1.2mとした。

※覆土厚については、除染関係ガイドライン等を踏まえ、放射線を約98%遮へいでき、十分な締固めが得られる0.3mとした。

※浸透水中の放射能濃度を把握するため、遮水シートを用いて集水し、貯水槽に溜まった水を測定。

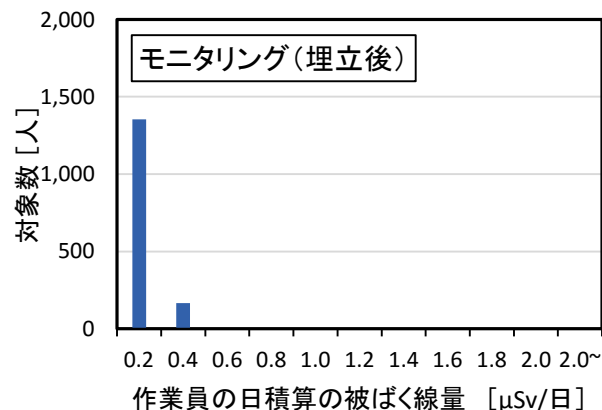
※埋立後の除去土壌の沈下量を把握するため、埋め立てた除去土壌の上部に沈下板を設置。

2. (1) 作業者の個人被ばく線量【東海村】

■ 埋立後管理期間中のモニタリング作業者が受ける個人被ばく線量

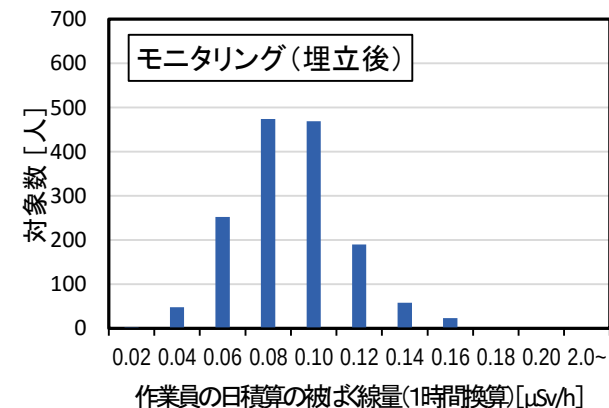
- 1日当たりの個人被ばく線量の最大値は $0.32\mu\text{Sv}$ であった(除去土壌以外から受ける放射線量を含む。)

■ 1日当たりの線量



平均 : $0.14\mu\text{Sv}/\text{日}$
延べ人数 : 1,519人
作業日数 : 345日
作業内容 : モニタリング
日線量最大 : $0.32\mu\text{Sv}/\text{日}$

■ 1時間当たりの線量



平均 : $0.08\mu\text{Sv}/\text{h}$
延べ人数 : 1,519人
作業日数 : 345日
作業内容 : モニタリング
日線量最大 : $0.19\mu\text{Sv}/\text{h}$

除去土壌以外から受ける放射線量を含む。
1時間当たりの線量に補正。

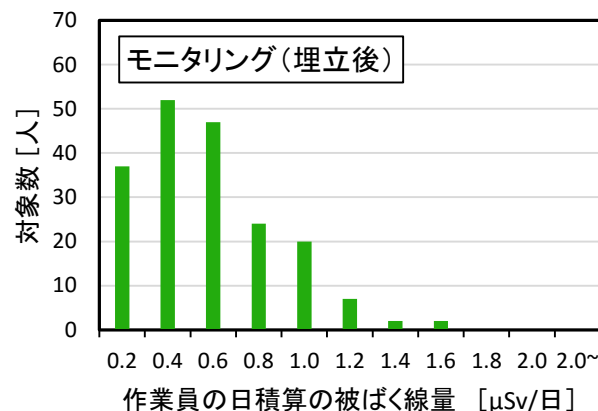
※2020年10月末時点

2. (1) 作業者の個人被ばく線量【那須町】

■埋立後管理期間中のモニタリング作業者が受ける個人被ばく線量

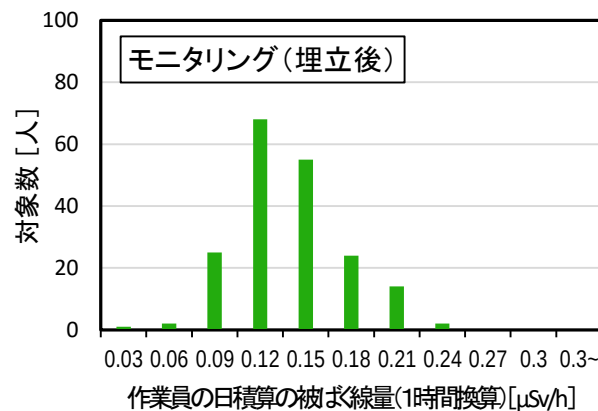
- 1日当たりの個人被ばく線量の最大値は $1.56\mu\text{Sv}$ であった(除去土壌以外から受ける放射線量を含む。)

■1日当たりの線量



平均 : $0.48\mu\text{Sv}/\text{日}$
 延べ人数 : 191 人
 作業日数 : 118 日
 作業内容 : モニタリング
 日線量最大 : $1.56\mu\text{Sv}/\text{日}$

■1時間当たりの線量

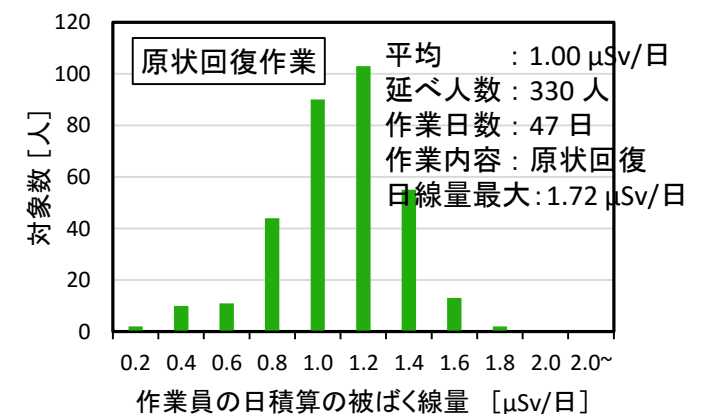


平均 : $0.13\mu\text{Sv}/\text{h}$
 延べ人数 : 191 人
 作業日数 : 118 日
 作業内容 : モニタリング
 日線量最大 : $0.23\mu\text{Sv}/\text{h}$

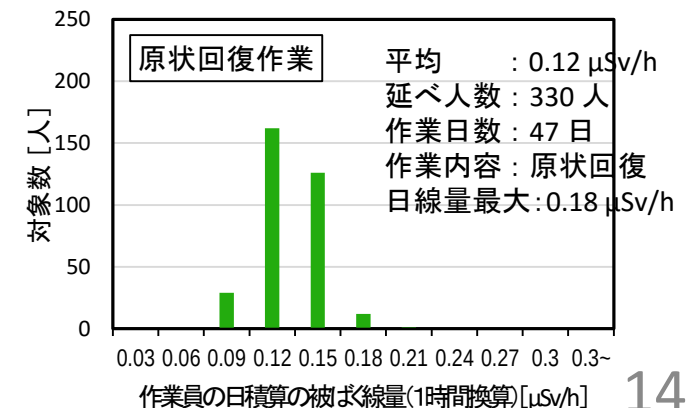
除去土壌以外から受ける放射線量を含む。
 1時間当たりの線量に補正。

【参考: 原状回復作業】

■1日当たりの線量



■1時間当たりの線量



2. (2)大気中の放射能濃度【東海村】

■埋立後管理期間中の大気中放射能濃度(第1区)

- 2検体で放射性Csが検出されたが、大気降下物の影響と考えられる。
- 採取期間中、埋立場所(大気8)の近くで生活した場合のCs-137による追加被ばく線量(吸入)は、0.00000078mSvと推計される。

■第1区

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5	大気6	大気7	大気8	
埋立後	2018/11/19～ 2018/11/26	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.064～0.075
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.062～0.074
	2018/12/18～ 2018/12/25	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.063～0.077
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.051～0.067
	2019/1/16～ 2019/1/20	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.065～0.077
		Cs-137	0.100	ND	ND	0.180	0.067～0.07
	2019/4/22～ 2019/4/26	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.066～0.076
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.059～0.077
	2019/5/27～ 2019/5/31	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.067～0.077
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.065～0.069
	2019/6/24～ 2019/6/28	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.064～0.076
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.067～0.072
	2019/7/22～ 2019/7/26	Cs-134	ND	ND	ND	—	0.063～0.079
		Cs-137	ND	ND	ND	—	0.056～0.073
	2019/7/29～ 2019/8/2	Cs-134	—	—	—	ND	0.081
		Cs-137	—	—	—	ND	0.082
	2019/8/19～ 2019/8/23	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.062～0.068
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.064～0.07

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5	大気6	大気7	大気8	
埋立後	2019/12/23～ 2019/12/27	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.068～0.077
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.063～0.07
	2020/1/20～ 2020/1/24	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.058～0.064
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.062～0.068
	2020/2/17～ 2020/2/21	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.071～0.086
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.070～0.074
	2020/3/16～ 2020/3/23	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.056～0.075
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.065～0.075
	2020/5/18～ 2020/5/22	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.063～0.078
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.069～0.071
	2020/6/8～ 2020/6/12	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.074～0.082
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.062～0.071
	2020/7/6～ 2020/7/10	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.070～0.082
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.068～0.074
	2020/8/3～ 2020/8/7	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.063～0.081
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.068～0.071
	2020/9/7～ 2020/9/11	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.066～0.074
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.065～0.073

※1)「採取期間」のうち、5日間の大気を採取。 ※測定地点はp9参照。

2. (2) 大気中の放射能濃度【東海村】

■埋立後管理期間中の大気中放射能濃度(第2区)

- 大気中の放射能濃度はすべて検出下限値未満であった。

■第2区

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1	大気2	大気3	大気4	
埋立後	2019/2/25～ 2019/3/1	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.070～0.085
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.067～0.069
	2019/3/12～ 2019/3/18	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.070～0.077
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.062～0.075
	2019/4/8～ 2019/4/12	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.069～0.082
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.060～0.07
	2019/5/13～ 2019/5/17	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.062～0.077
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.060～0.071
	2019/6/10～ 2019/6/14	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.060～0.075
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.063～0.071
	2019/7/8～ 2019/7/12	Cs-134	—	ND	ND	ND	0.066～0.072
		Cs-137	—	ND	ND	ND	0.065～0.073
	2019/8/5～ 2019/8/9	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.067～0.076
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.066～0.073
	2019/9/10～ 2019/9/17	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.064～0.078
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.061～0.071
	2019/10/7～ 2019/10/11	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.049～0.072
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.048～0.076
	2019/11/5～ 2019/11/11	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.065～0.074
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.069～0.079
	2019/12/9～ 2019/12/13	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.067～0.072
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.069～0.075
	2020/1/6～ 2020/1/10	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.069～0.074
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.063～0.075

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1	大気2	大気3	大気4	
埋立後	2020/2/3～ 2020/2/7	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.062～0.077
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.064～0.074
	2020/3/2～ 2020/3/6	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.069～0.084
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.072～0.077
	2020/4/6～ 2020/4/10	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.065～0.081
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.071～0.076
	2020/5/25～ 2020/5/29	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.059～0.074
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.067～0.075
	2020/6/22～ 2020/6/26	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.065～0.081
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.058～0.068
	2020/7/16～ 2020/7/22	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.065～0.075
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.063～0.072
	2020/8/17～ 2020/8/21	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.056～0.073
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.067～0.076
	2020/9/23～ 2020/9/29	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.062～0.076
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.067～0.079
	2020/10/19～ 2020/10/23	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.061～0.070
		Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.069～0.081

※1)「採取期間」のうち、5日間の大気を採取。※測定地点はp9参照。

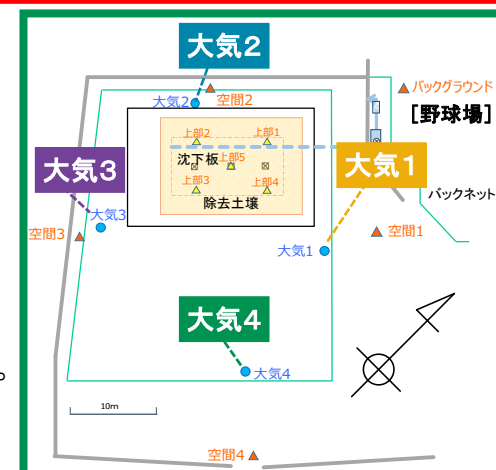
2. (2)大気中の放射能濃度【那須町】

■埋立後管理中の大気中放射能濃度

- 1検体で放射性Csが検出されたが、大気降下物の影響と考えられる。
- 実証事業の準備段階の際に、放射性Csが検出された測定場所の近くで生活した場合の吸入による1年間の追加被ばく線量は、最大で0.00000026mSvと推計される。

主な作業	採取期間※1	核種	放射能濃度[mBq/m³]				検出下限値 [mBq/m³]
			大気1	大気2	大気3	大気4	
埋立後	2018/12/20～ 2018/12/27	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.056～0.063 0.053～0.063
	2019/1/7～ 2019/1/11	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND 0.061	0.055～0.066 0.048～0.062
	2019/2/4～ 2019/2/8	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.06～0.066 0.062～0.082
	2019/3/1～ 2019/3/7	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.062～0.082 0.072～0.078
	2019/4/8～ 2019/4/12	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.049～0.055 0.044～0.047
	2019/5/7～ 2019/5/13	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.049～0.057 0.046～0.049
	2019/6/10～ 2019/6/14	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.044～0.052 0.045～0.052
	2019/7/8～ 2019/7/12	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.049～0.056 0.047～0.05
	2019/8/5～ 2019/8/9	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.047～0.05 0.045～0.052
	2019/9/17～ 2019/9/24	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.047～0.054 0.045～0.052
原状回復	2019/12/23～ 2019/12/27	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.057～0.073 0.063～0.071
	2020/1/9～	Cs-134	ND	ND	ND	ND	0.063～0.068
	2020/1/16	Cs-137	ND	ND	ND	ND	0.075～0.079

主な作業	採取期間※1	核種	放射能濃度[mBq/m³]				検出下限値 [mBq/m³]
			大気1	大気2	大気3	大気4	
原状回復	2020/1/17～ 2020/1/23	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.063～0.066 0.069～0.073
	2020/1/24～ 2020/2/3	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.064～0.069 0.069～0.076
	2020/2/4～ 2020/2/10	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.058～0.064 0.062～0.069
	2020/2/12～ 2020/2/18	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.061～0.079 0.072～0.078
	2020/2/19～ 2020/2/26	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.057～0.065 0.07～0.074
	2020/3/2～ 2020/3/6	Cs-134 Cs-137	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	0.063～0.075 0.065～0.07



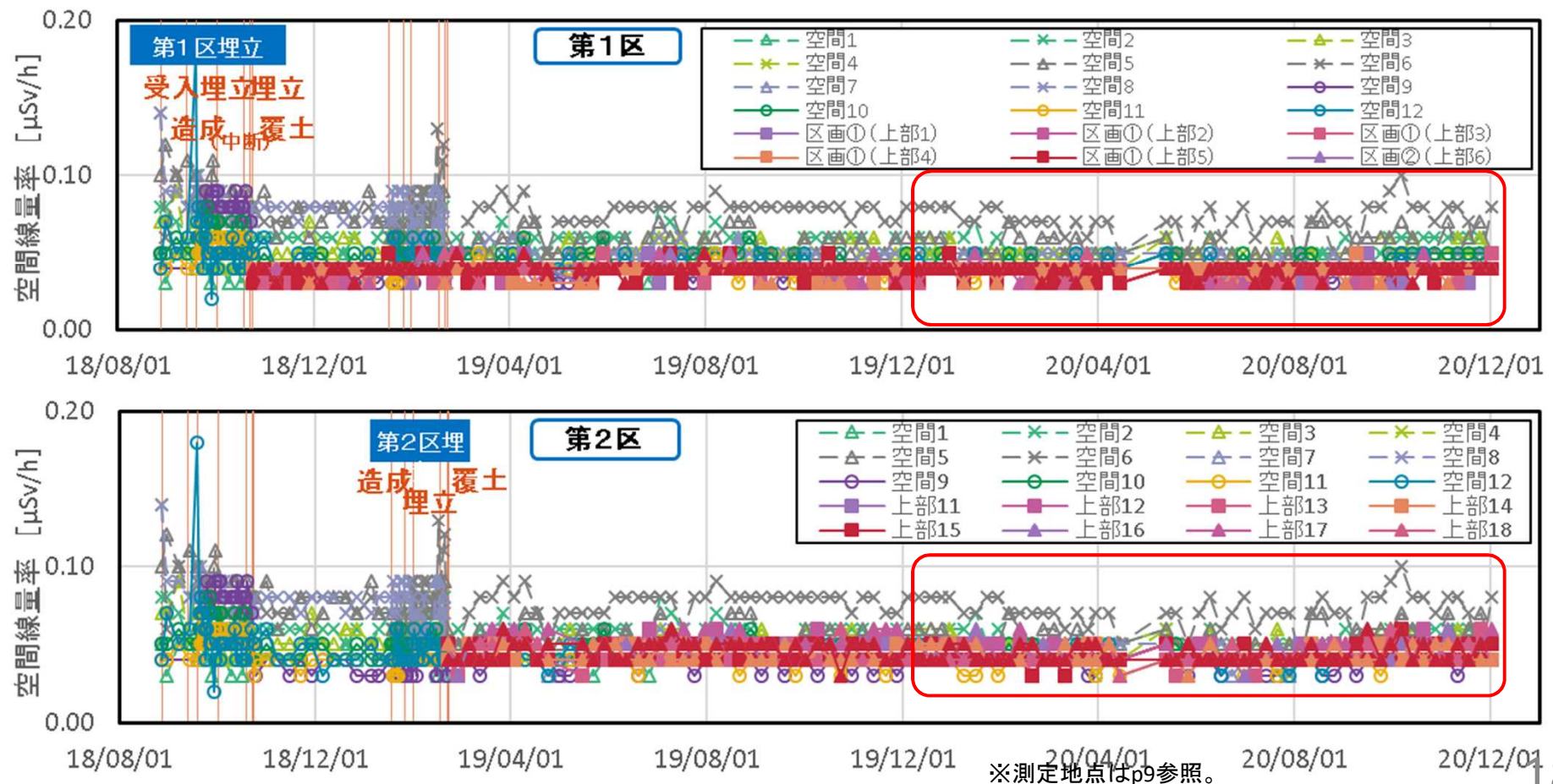
※1)「採取期間」のうち、5日間の大気を採取。

※2020年3月末時点

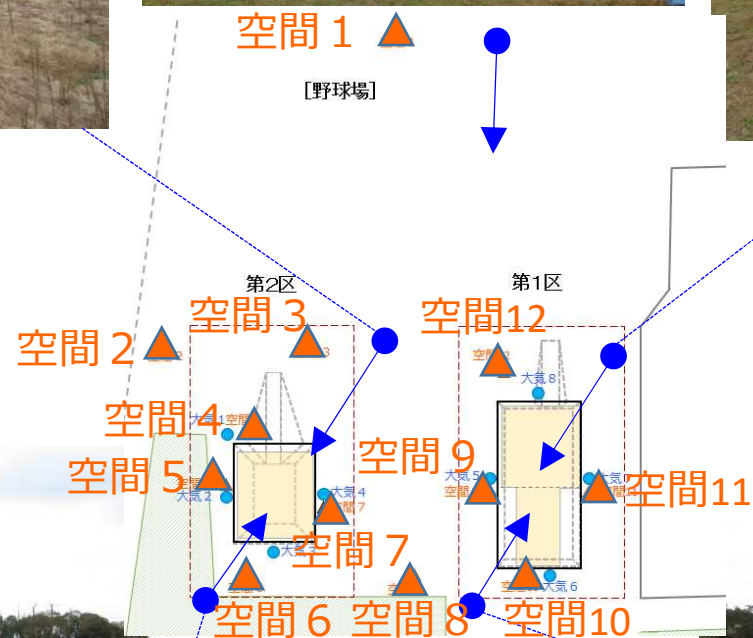
2. (3)空間線量率【東海村】

■埋立後管理期間中の埋立場所における空間線量率

- ・ 覆土完了以降、敷地境界12地点、埋立場所20地点(第1区、第2区それぞれ10地点)の空間線量率を測定。
- ・ 埋立場所、敷地境界のいずれも除去土壌の埋立前後で空間線量率に大きな変化はなかった。



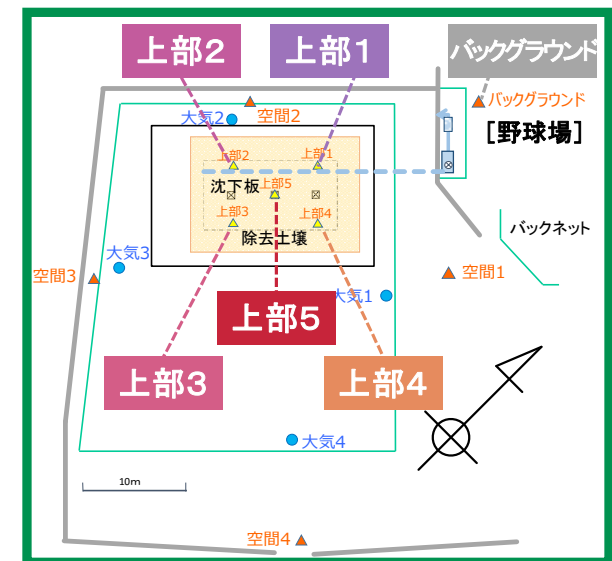
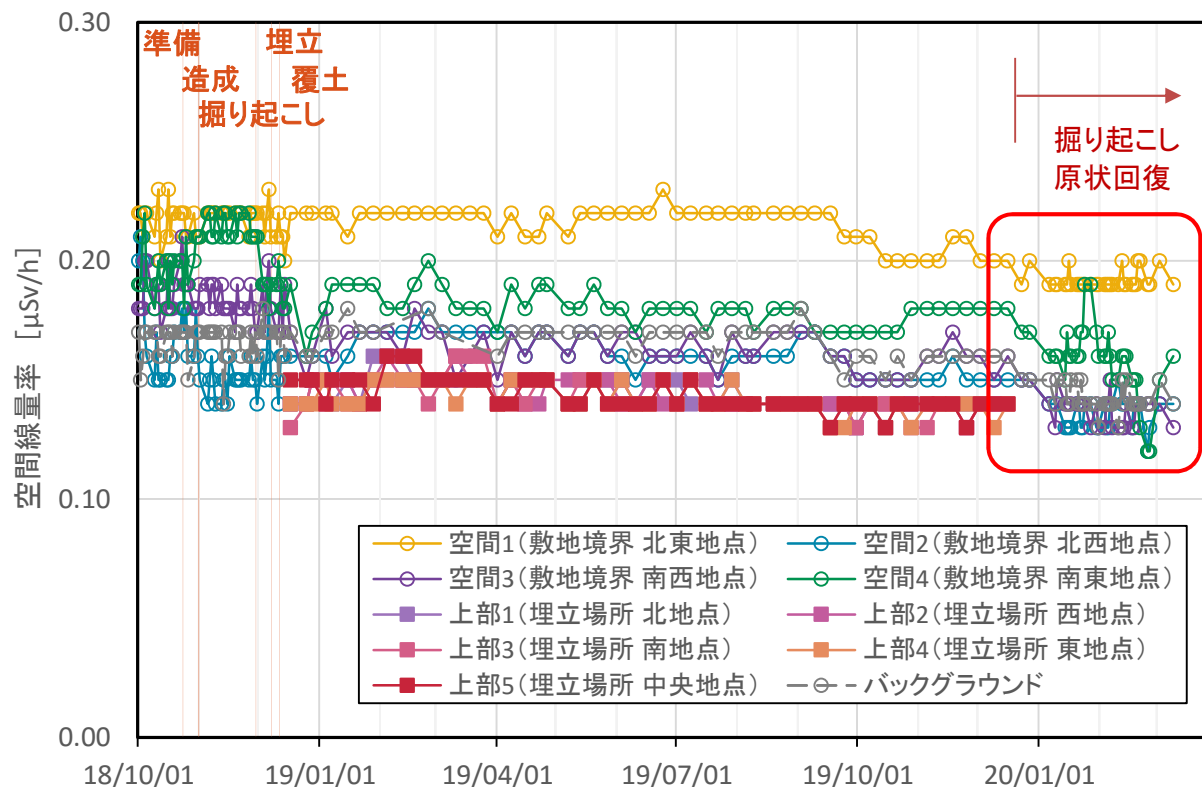
(参考)埋立場所周辺の状況【東海村】



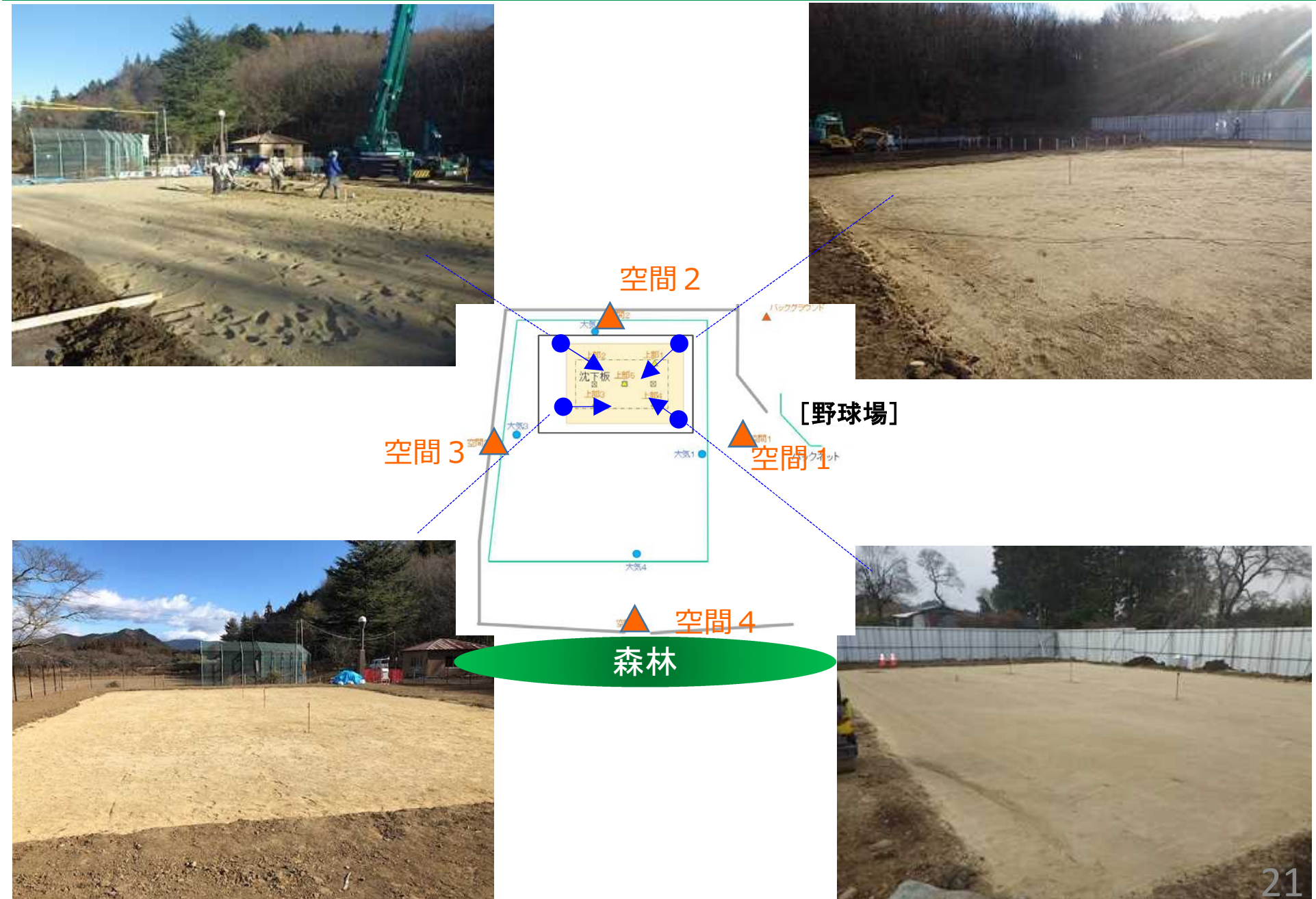
2. (3)空間線量率【那須町】

■埋立後管理期間中の埋立場所における空間線量率

- ・ 覆土完了以降、敷地境界4地点、埋立場所5地点における空間線量率を測定。
- ・ 埋立場所、敷地境界のいずれも除去土壌の埋立前後で空間線量率に大きな変化はなかった。



1. (2)除去土壌の埋立場所の構造、モニタリング位置【那須町】



2. (4) 浸透水中の放射能濃度【東海村】

■埋立後管理期間中の浸透水中の放射能濃度

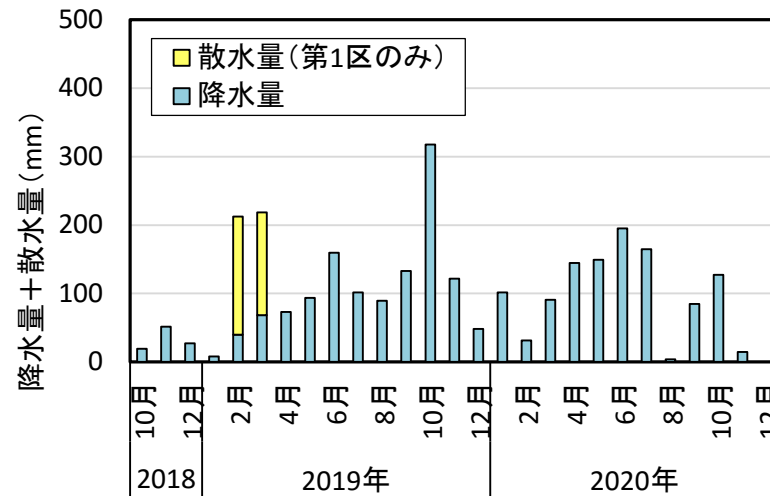
- 浸透水中の放射能濃度は、全ての検体で検出下限値未満であった。

＜浸透水中の放射能濃度＞

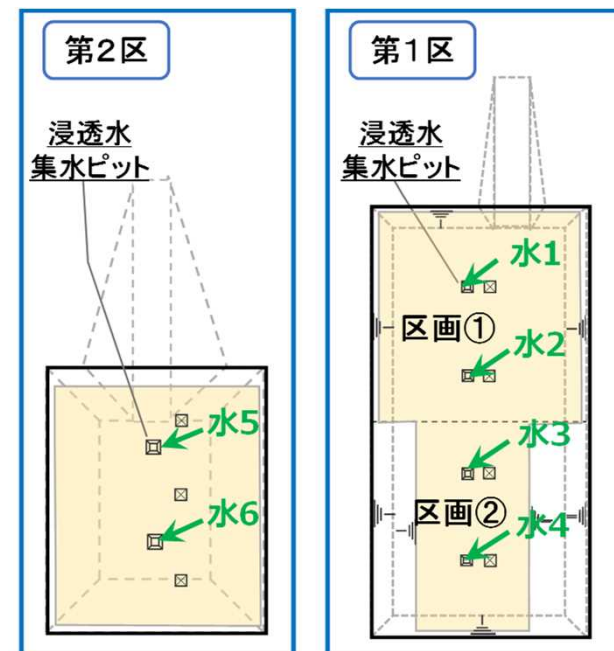
	測定日	測定頻度	測定回数	核種	放射能濃度 [Bq/L]	検出下限値 [Bq/L]
東海村 (第1区)	2018/10/24～ 2020/11/17	1回/週	106回 (405検体)	Cs-134	ND	0.59～0.91
				Cs-137	ND	0.66～0.99
東海村 (第2区)	2019/2/27～ 2020/11/17	1回/週	83回 (166検体)	Cs-134	ND	0.61～0.95
				Cs-137	ND	0.70～0.99

＜参考：土質＞

＜月降水量＞



※東海村第1区では、サンプリングが困難になってきたこと等を考慮し、2月25日から3月1日まで散水を実施。散水量は、同村内の過去10年間の7日間当たり最大降水量を基に350mmに設定。



土質分類

周辺土壌 (n=4)
(砂層)

分級された砂(SP)
細粒分まじり砂(S-F)

除去土壌 (n=8)

砂質細粒土(FS)
細粒分質砂(SF)
細粒分まじり砂(S-F)

2. (4) 浸透水中の放射能濃度【那須町】

■埋立後管理期間中の浸透水中の放射能濃度

- 浸透水中の放射能濃度は、全ての検体で検出下限値未満であった。

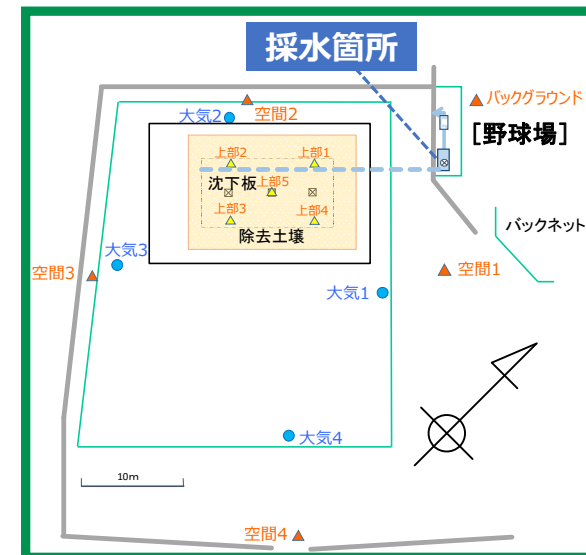
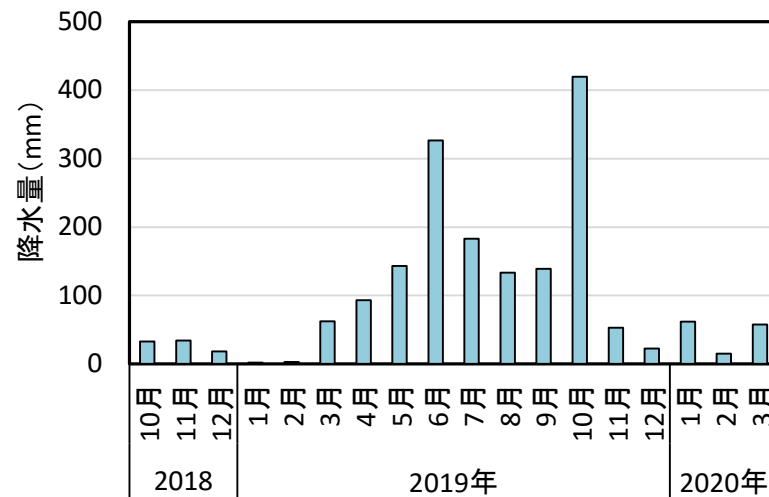
<浸透水中の放射能濃度>

	測定日	測定頻度	測定回数	核種	放射能濃度 [Bq/L]	検出下限値 [Bq/L]
那須町	2018/12/20～ 2020/1/27	1回/週	60回 (60検体)	Cs-134	ND	0.33～0.73
				Cs-137	ND	0.42～0.80

<参考:土質>

土質分類

<月降水量>



周辺土壌1 (n=3) (黒ボク)

[GL-0.5～1.3m]

砂質細粒土(FS)
細粒分まじり礫質砂(SG-F)

周辺土壌2 (n=3) (火山灰質粘性土)

[GL-1.3m～]

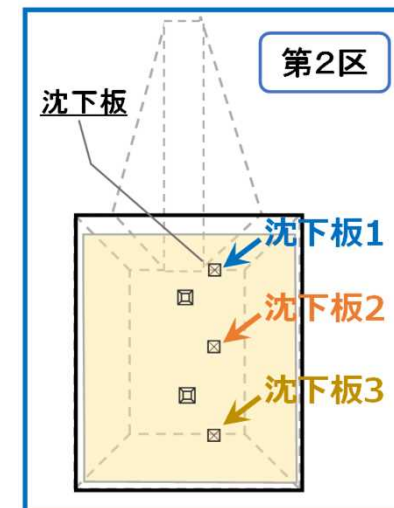
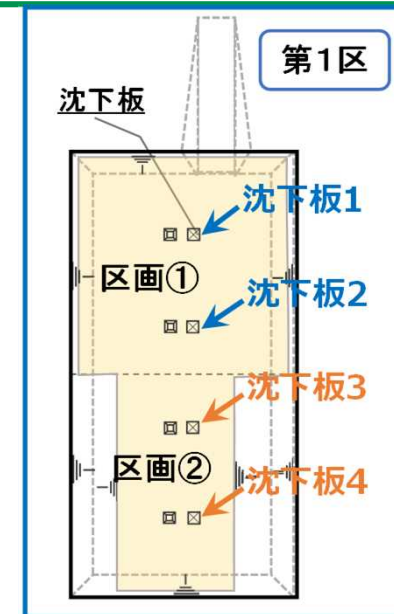
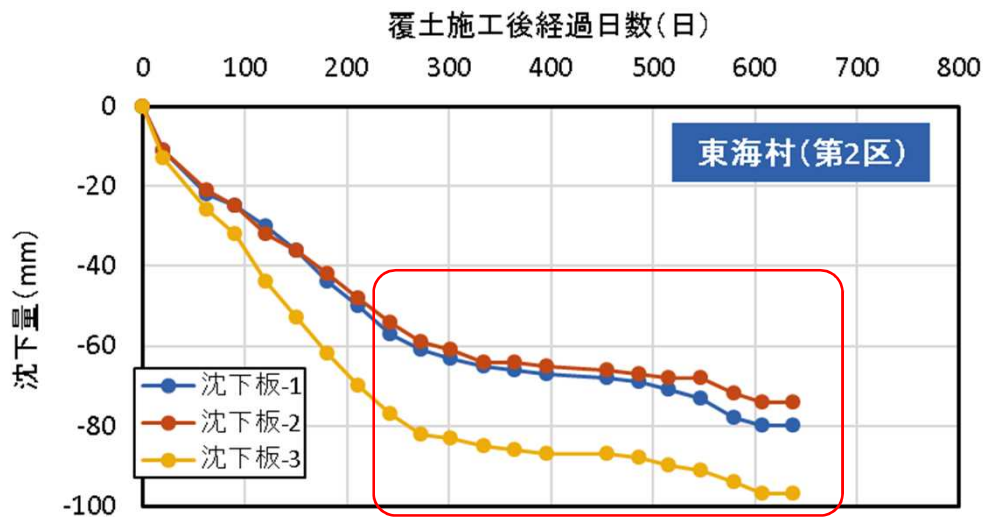
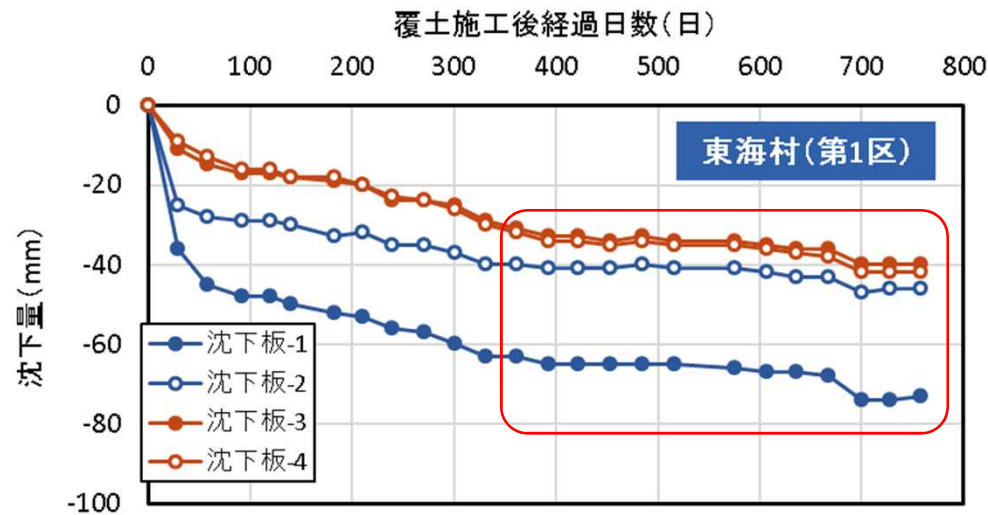
砂質細粒土(FS)
細粒分質礫質砂(SFG)
砂まじり細粒土(F-S)

除去土壌 (n=2)

細粒分質礫質砂(SFG)

2. (5) 埋立場所の沈下量(東海村)

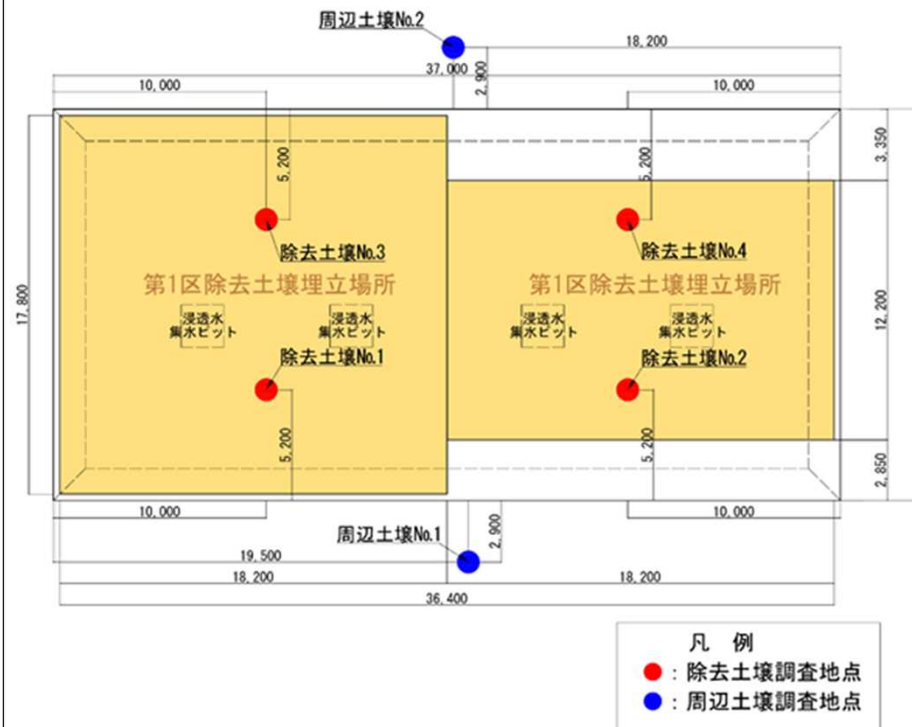
- 第1区(覆土施工後758日)における埋立場所の沈下量は、最大74mm。
- 第2区(覆土施工後638日)における埋立場所の沈下量は、最大97mm。



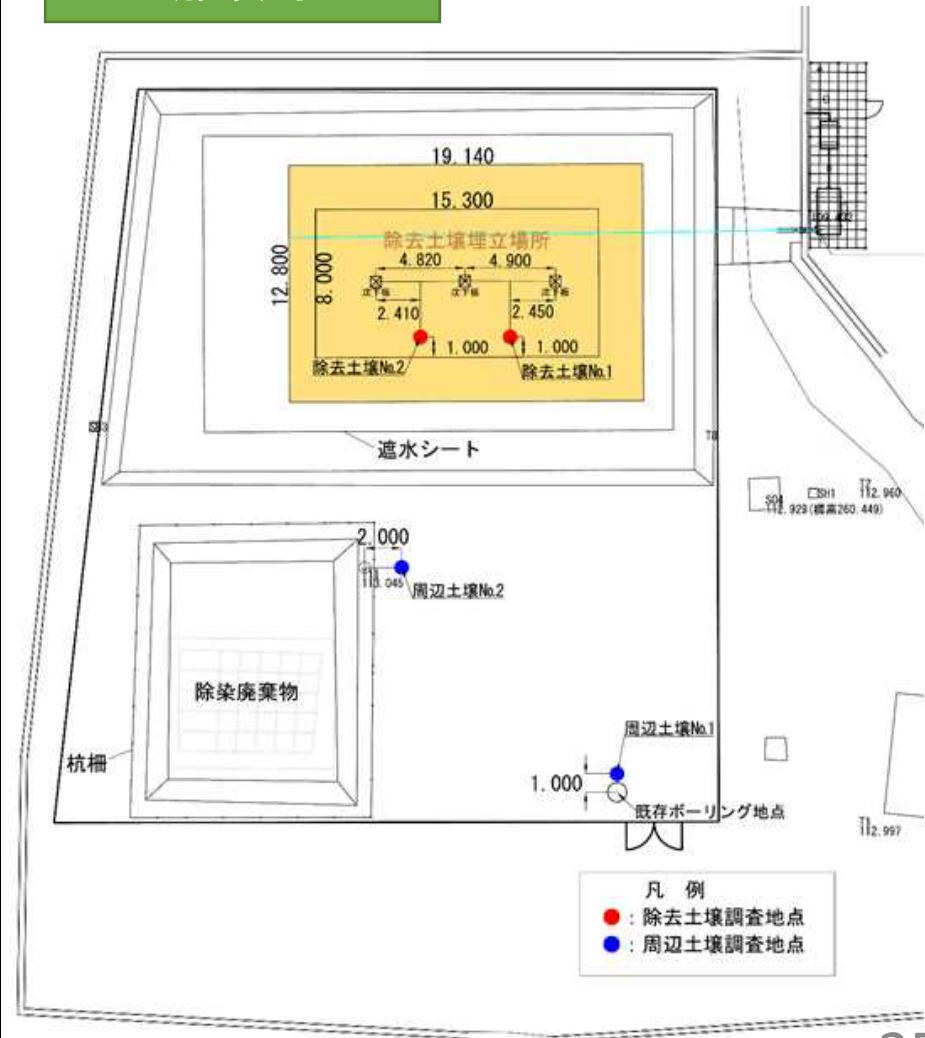
3. (1) 実証事業場所の土壌(試料採取箇所)

- 除去土壌(東海村:4箇所、那須町:2箇所)、周辺土壌(2箇所)、各2深度を採取。

東海村(第1区)

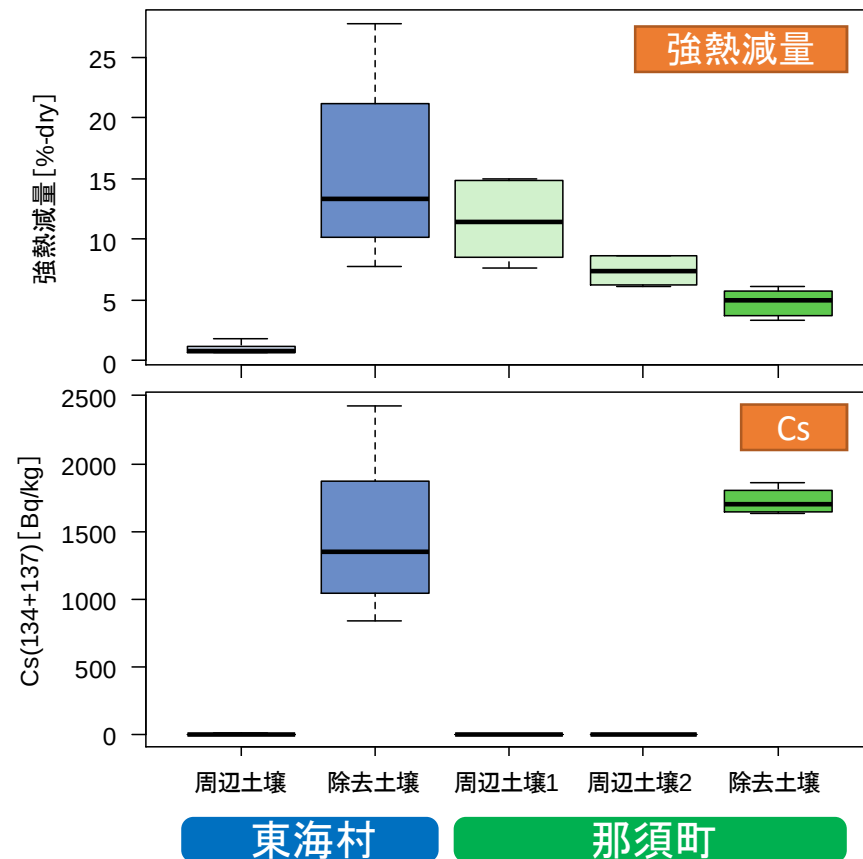
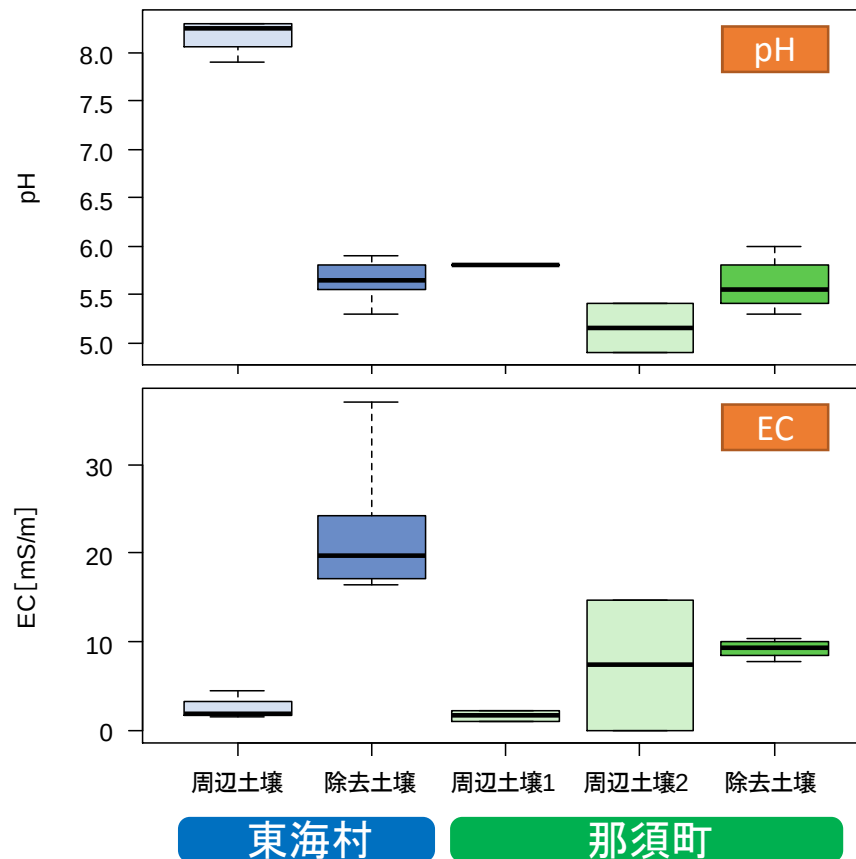


那須町



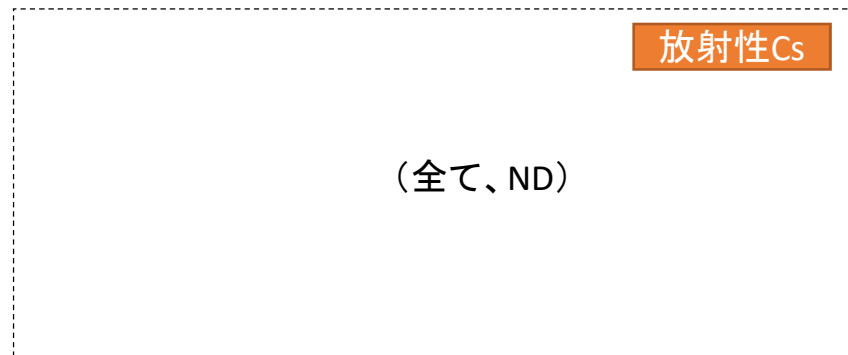
3. (2) 実証事業場所の土壌(性状)

- **pH(水素イオン濃度)**: 東海村の周辺土壌はpH8程度(※)、他はpH5~6程度。
※周辺に港湾の浚渫土が置かれていたことがあり、改質剤の影響と考えられる。
- **EC(電気伝導度)**: いずれも水溶性の塩類量は多くない。(電気伝導度が大きいと分配係数は小さくなる。今回の値の場合、一般的には1,000 mS/g程度以上の分配係数を示すと考えられる。)
- **強熱減量**: 東海村の除去土壌は強熱減量が高く、有機物が多い。
- **放射性Cs濃度**: 周辺土壌の放射性Cs濃度は極めて低い。



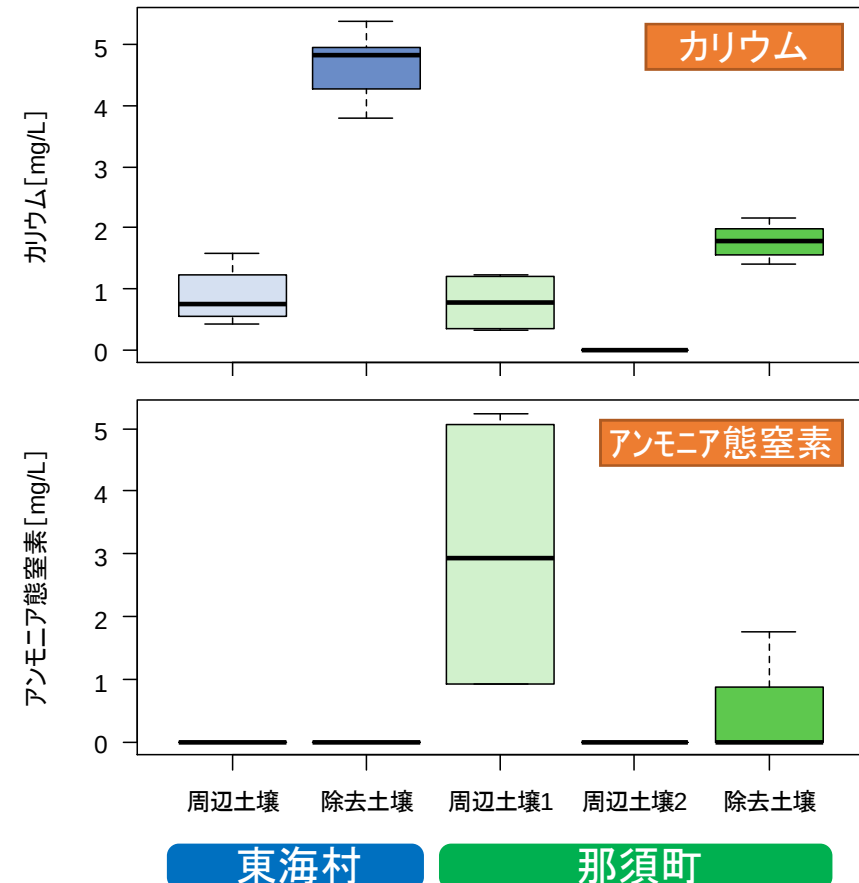
3. (3) 実証事業場所の土壌(溶出特性)

- **放射性Cs**: いずれも放射性Csの溶出は確認されず。
(放射性Csは土壌と強固に吸着するというこれまでの知見と一致)。
- **カリウム**: Csの溶出に影響を与える濃度(>390mg/L*)ではない。
- **アンモニア態窒素**: Csの溶出に影響を与える濃度(>180mg/L*)ではない。



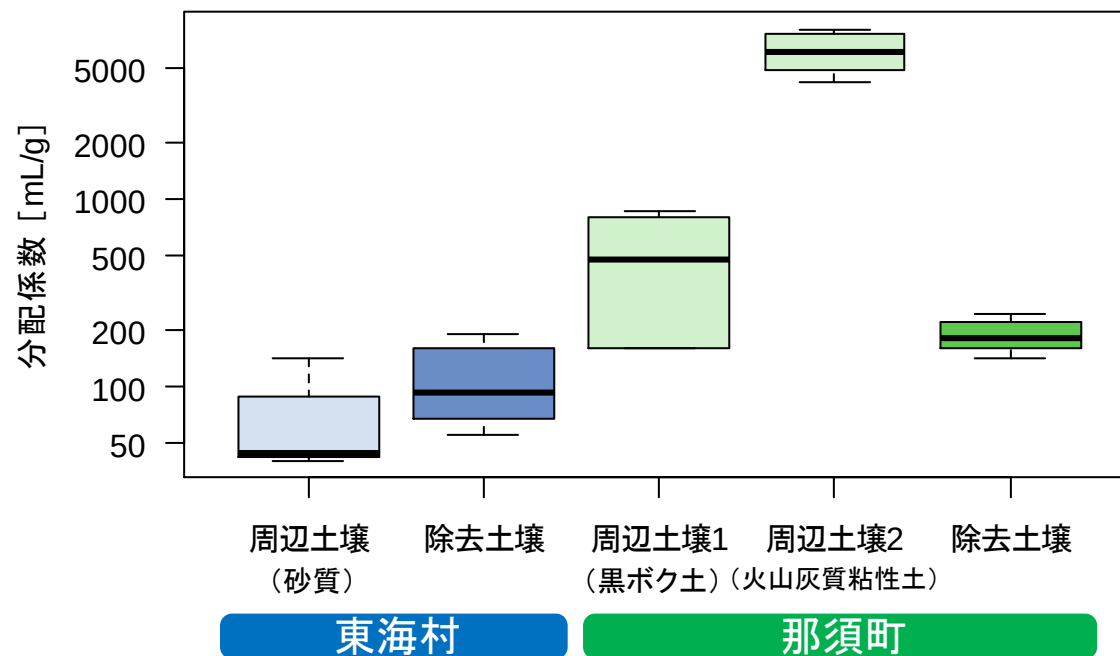
- ・環境庁告示第46号試験を準用して測定。
- ・2mmアンダーの土壌を使用。
- ・高純度ゲルマニウム半導体検出器により検出。
- ・振とう混合: 6時間
- ・検出下限値: Cs-134 0.325~0.572 Bq/L
Cs-137 0.368~0.689 Bq/L

* 三菱マテリアル株式会社『平成25年度(平成24年度からの繰越)除染等の措置の推進に係る除去土壌等の基本特性に関する調査業務報告書』(平成26年3月)では、土壌のKdが大きく低下する濃度を 1×10^{-2} mol/L と設定。



3. (4) 実証事業場所の土壌(Cs収着特性)

- 放射性セシウム の取扱いの難しさを考慮し、安定セシウムを用いて試験を実施。
- 除去土壌の分配係数は、東海村、那須町のいずれも100～200mL/g程度。
- 砂質土で比較的小さな分配係数(数十～100mL/g程度)、黒ボク土でやや小さな分配係数(200～1000mL/g程度)、火山灰質粘性土では大きな分配係数(5000mL/g程度)が得られた。
- 数値の傾向はこれまでの知見と整合している。
- バッチ吸着試験による分配係数が小さかったとしても、長期的(数十日後)には十分な吸着性が確保されていると考えられる(※次頁参照)。



■ 分配係数の値に影響する要因

①: 吸着飽和の可能性

放射性Csと安定Csでは、その物質としての量に圧倒的な違い

②: エイジング効果を適切に評価できなかった可能性

Csは、土壌に最初に添加された後、固定化するまで数か月以上の時間を要する

- 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アンダーの土壌を使用。
- CsClをイオン交換水に溶解させ、安定Cs初期濃度 = 1.0, 5.0, 10 mg/Lに調整。
- L/S = 10になる様に添加。7日間振とう混合。0.45μmメンブレンフィルターでろ過。

(参考)放射性Cs収着特性に関するこれまでの知見

○放射性Csの存在形態の変化

- 土壌中での放射性Csの存在形態は変わっていく。
- 水溶態の放射性Csが土壌に付加されると、そのほとんどは数時間でイオン交換態や固定態に変化し、その後も緩やかに水溶態の割合は減少する。
- イオン交換態も時間の経過とともに固定態に変化し、その割合は減少する。

○時間依存性の評価

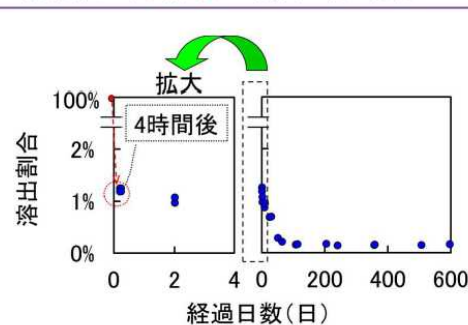
- 極短期的な収着試験ではKdが低くても、長期的(数十日後)には $K_d = 1,000 \text{ mL/g}$ 程度となることがある。

3: 放射性Csの存在形態はどのように変わっていくのか？

○水溶態の放射性Csが土壌に付加されると、そのほとんどは数時間でイオン交換態や固定態に変化し、その後も緩やかに水溶態の割合は減少する(図3-1)。

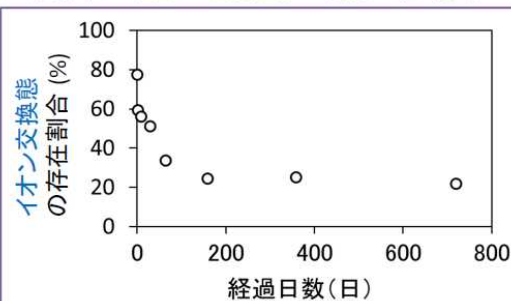
○イオン交換態も時間の経過とともに固定態に変化し、その割合は減少する(図3-2)。

図3-1 土壌中(黒ボク土)の放射性Cs(水溶態)の割合の経時変化^{1),2)}



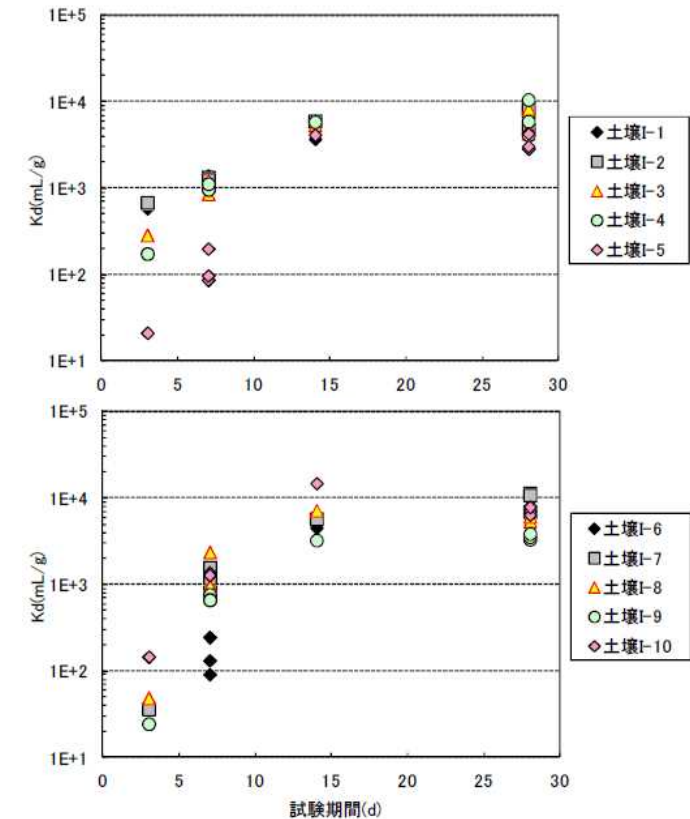
※非汚染土壌に低濃度放射性Csを添加して行った試験結果
試験条件: 液固比1:10、
水溶態抽出溶液: 純水

図3-2 土壌中(黒ボク土)の放射性Cs(イオン交換態)の割合の経時変化³⁾



※非汚染土壌に低濃度放射性Csを添加して行った試験結果
試験条件: 液固比1:10、
イオン交換態抽出溶液: 1M酢酸アンモニウム

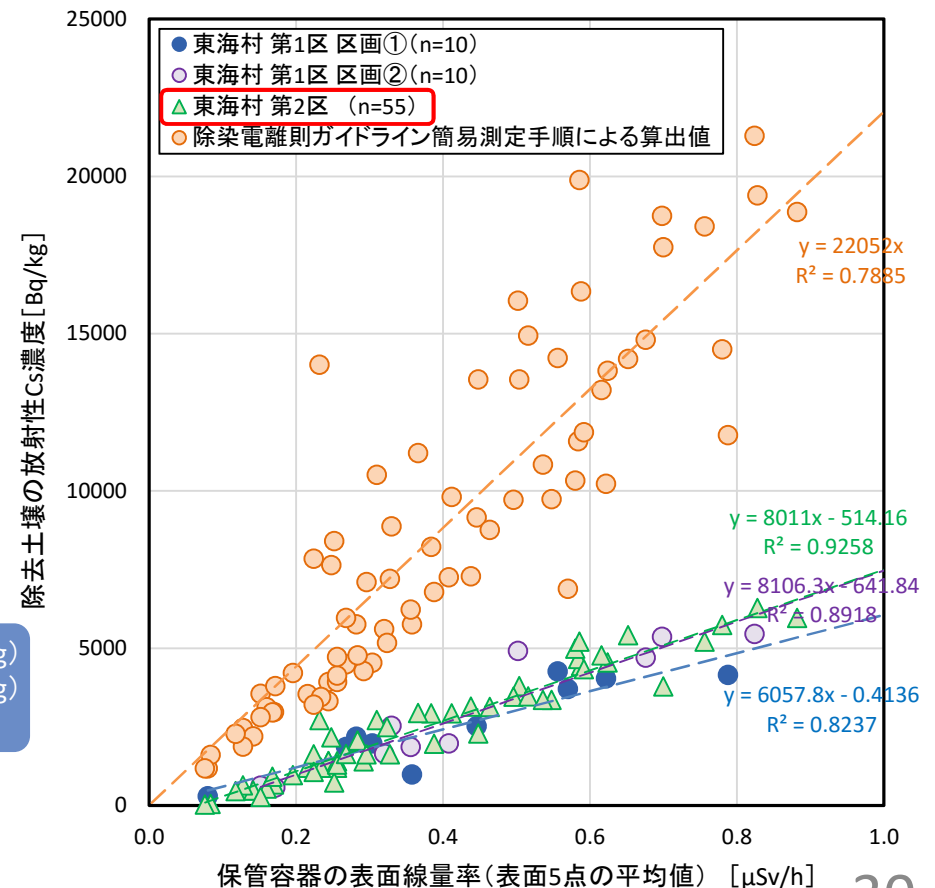
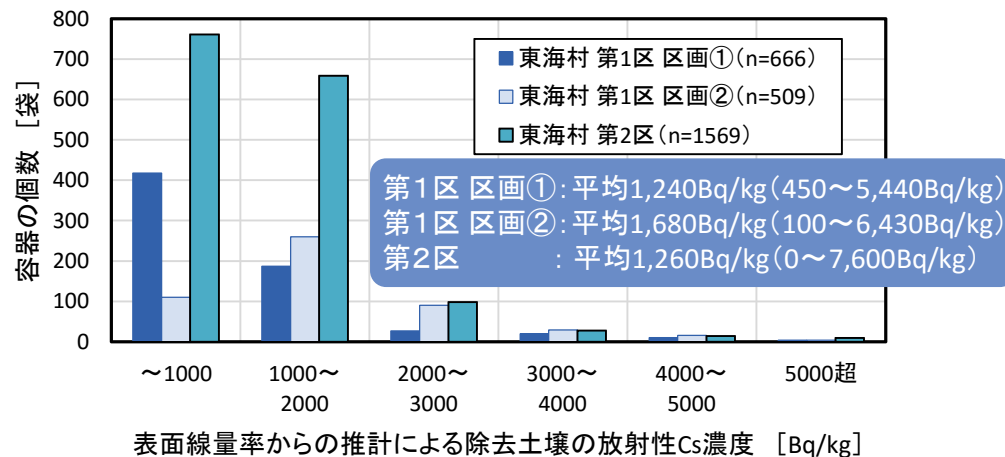
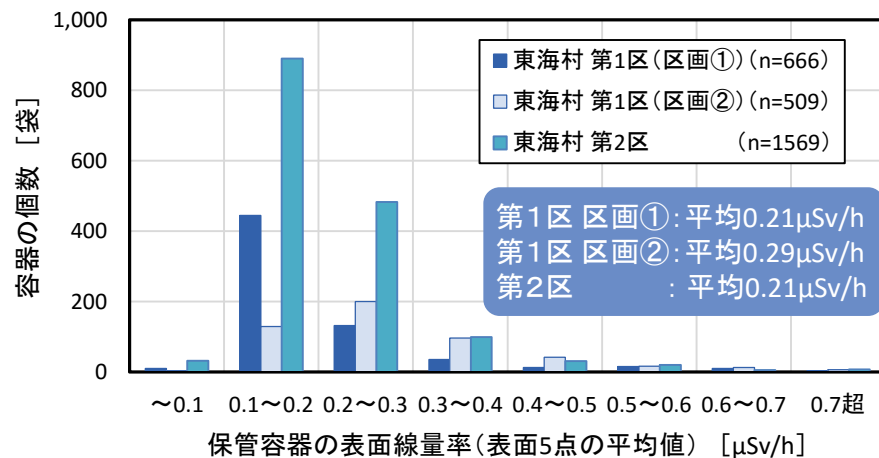
(出典) 1) Takeda et al(2013): J. Environ. Radioact.122, 29-36. 2) 塚田ら: 未発表データ(図3-1の一部). 3) 塚田ら(2014): 土肥誌 85 (2014)77-79.



平成25年度(平成24年度からの繰越)除染等の措置の推進に係る除去土壌等の基本特性に関する調査業務(H26年3月, 三菱マテリアル株式会社)

2. (1) 除去土壌の放射能濃度 【東海村】

- 保管容器の表面線量率とサンプリングによる除去土壌の放射性Cs濃度の測定結果には良好な相関が見られた。
- 除染電離則ガイドラインの簡易測定では約3倍過大に推計された。



※第5回検討チーム会合資料にデータを追加

実証事業の結果のまとめ(前回からの更新部分)

- 埋立終了後のモニタリングを継続したところ、空間線量率や大気中の放射能濃度は、引き続き、埋立作業開始前の変動幅の範囲に収まっており、浸透水中の放射能濃度は全ての検体で検出下限値未満であった。
- 実証事業を行った場所の土壌の短期的なCsの収着特性が土壌の性質によることを確認した。
- 埋立終了後は埋立場所の沈下が確認されるが、埋立終了後1年程度が経過すると沈下の度合いは緩やかになった。