

放射性物質含有下水汚泥（指定廃棄物等） **焼却実証事業**

【福島県県中浄化センターにおける下水汚泥の焼却実証事業の結果報告】

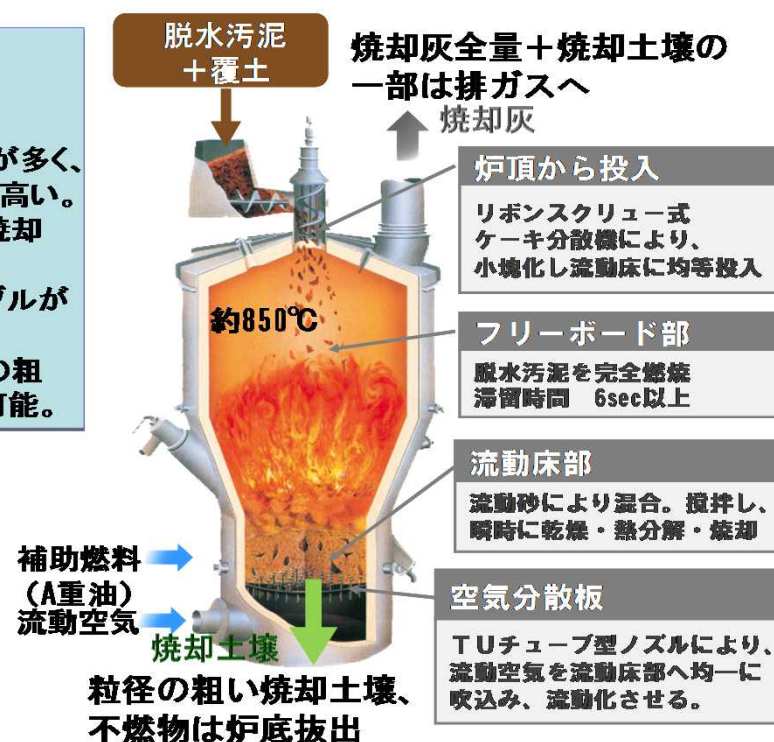
環境省 廃棄物対策課
指定廃棄物対策チーム

平成26年 5月

長期保管された放射性物質含有下水汚泥の焼却実証事業の結果概要

1. 発注者：環境省
2. 受託者：（株）神戸製鋼所、（株）神鋼環境ソリューション、日本下水道事業団、（株）三菱総合研究所
3. 実施場所：福島県 郡山市 県中浄化センター（流域下水処理場）
4. 実施期間：平成24年8月22日～平成26年3月31日
（焼却運転期間は平成25年9月から平成26年3月までの7ヶ月間）
5. 事業目的：処理場内に、やむを得ず保管中の下水汚泥（指定廃棄物等）及び覆土に使用していた土壌を焼却処理して、汚泥性状の安定化と減容化を図るとともに、仮設焼却システムの性能や焼却灰の性状を検証する。
6. 焼却炉の構造・特徴：

- 炉形式：流動床焼却炉
- 処理能力：90t/日
- 特長：
 - ①下水汚泥焼却炉での実績が多く、運転ノウハウが豊富、信頼性高い。
 - ②幅広い汚泥性状でも安定焼却可能（850℃以上）。
 - ③機械的可動部がなく、トラブルが少ない。
 - ④焼却灰は全量飛灰、粒径の粗い焼却土壌は炉底より拔出可能。



7. 主な測定項目の結果

① 焼却処理量

下水汚泥(約11,000t)及び覆土をあわせて17,734tを焼却した。

② 保管汚泥の放射性セシウム濃度

保管中の下水汚泥の放射性セシウム濃度(保管時の計測値)は約500～22,400Bq/kgであった。

③ 焼却灰(飛灰)及び焼却土壌の放射性セシウム濃度

焼却灰は平均約9,400Bq/kg(最大20,735Bq/kg)、焼却土壌は平均約1,400Bq/kg(最大3,655Bq/kg)であった。

④ 汚泥・覆土の安定化・減容化

焼却により汚泥・覆土を無機化して、62%を減容化した。(68%の減量化)

⑤ 排ガス中の放射性セシウム濃度

仮設焼却施設の運転期間中、全て不検出(ND)であった。

⑥ 仮設焼却施設周辺の空間線量率

焼却灰の保管場近傍のモニタリングポストにおいて、保管にともなう0.1 μ Sv/h未満の上昇があったものの、その他の箇所で上昇はなく、焼却による上昇は見られなかった。

⑦ 放射性物質溶出量

焼却灰、焼却土壌ともに、不検出(ND)であった。

⑧ 作業員の被ばく線量

作業種別・月別の最大被ばく線量は0.08mSv/月であり、内部被ばくは確認されていない。

<実施結果の概要>

○焼却により汚泥・覆土を安定化・減容化した。

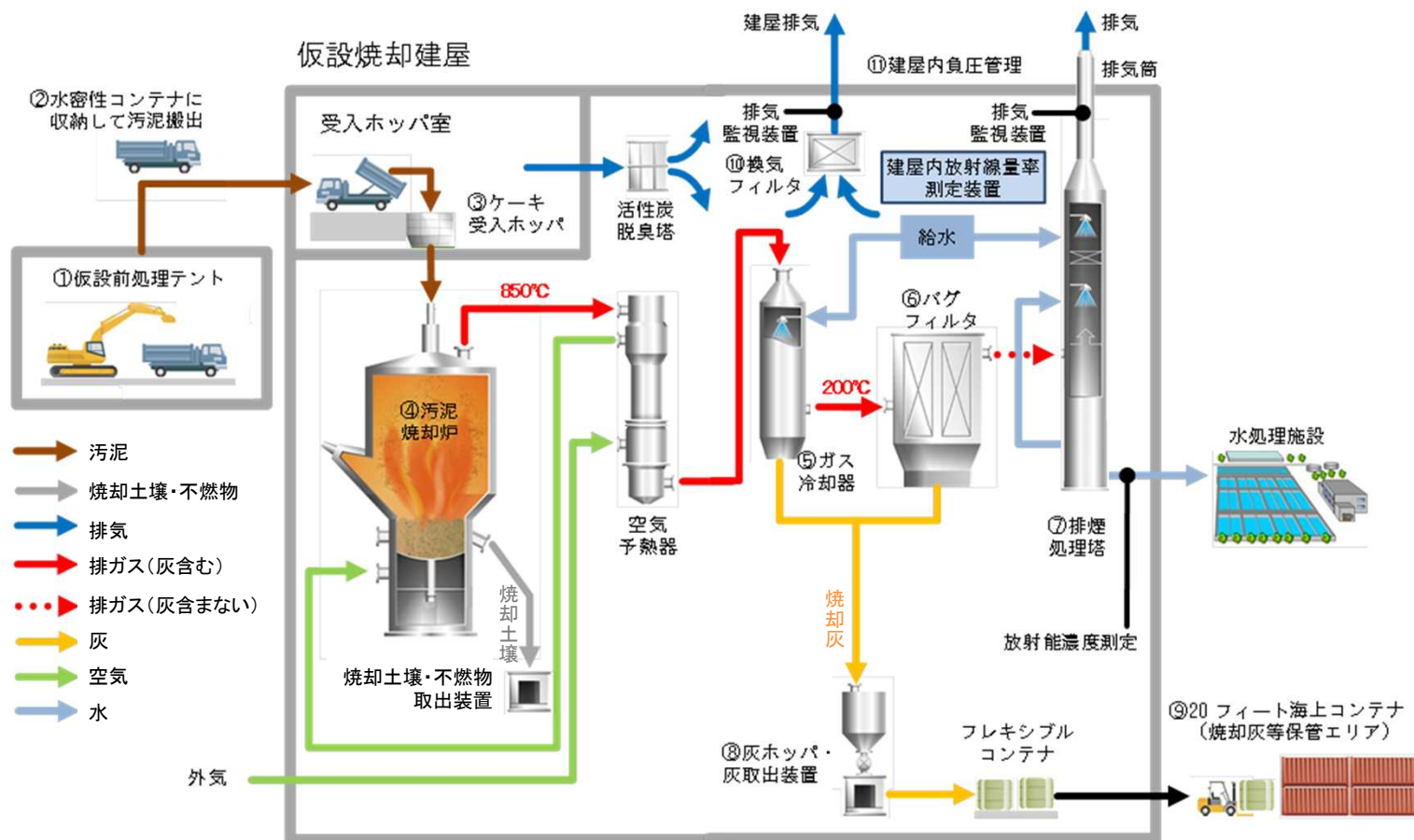
○排ガスの放射性セシウムのモニタリングデータは全期間で不検出となっており、仮設焼却施設周辺の空間線量率にも異常はなく、安全に焼却できていることが確認できた。

○焼却灰・焼却土壌の放射性セシウム溶出試験結果は不検出であり、従前の知見どおり、埋立時のコンクリート固化による雨水溶出対策は不要であることを確認した。

○設備・運用面の管理・対策により、適切な作業環境が維持されていた。

長期保管された放射性物質含有下水汚泥の焼却実証事業

1. 焼却処理フロー



2. 焼却処理の設備概要

前処理・運搬

①仮設前処理テント

汚泥と覆土に混入している大きな石や草木の根などを除去。負圧管理、集じん装置の設置、活性炭脱臭装置の設置による安全対策を実施。



②水密性コンテナ

仮設前処理テントから受入ホッパ室までの汚泥運搬は、水密性コンテナに収納することで臭気・飛散等を防止。



汚泥受入・焼却

③ケーキ受入ホッパ

仮設前処理テントから搬出された汚泥を貯留。



④汚泥焼却炉

流動床焼却炉により、土壌も含めて安定的に焼却。



排ガス処理

⑤ガス冷却器

排ガス温度を 200℃まで冷却。セシウムは固体状態となり焼却灰に吸着。



⑥バグフィルタ

排ガス中の焼却灰（セシウム吸着）を除去。



⑦排煙処理塔

排ガス中の硫黄酸化物、塩化水素を除去。



灰取出・保管

⑧灰ホッパ・灰取出装置

灰ホッパから灰を飛散させることなく、安全にフレキシブルコンテナに収納。



⑨20 フィート海上コンテナ

フレキシブルコンテナを 20 フィート海上コンテナに収納することで、安全に保管。



安全管理

⑩換気フィルタ

建屋からの排気中に含まれる粉じんを捕集。



⑪建屋内負圧管理

建屋内は負圧管理しているので、万一、放射性物質が建屋内に漏れいしても外部放出を防止。



⑫モニタリングポスト

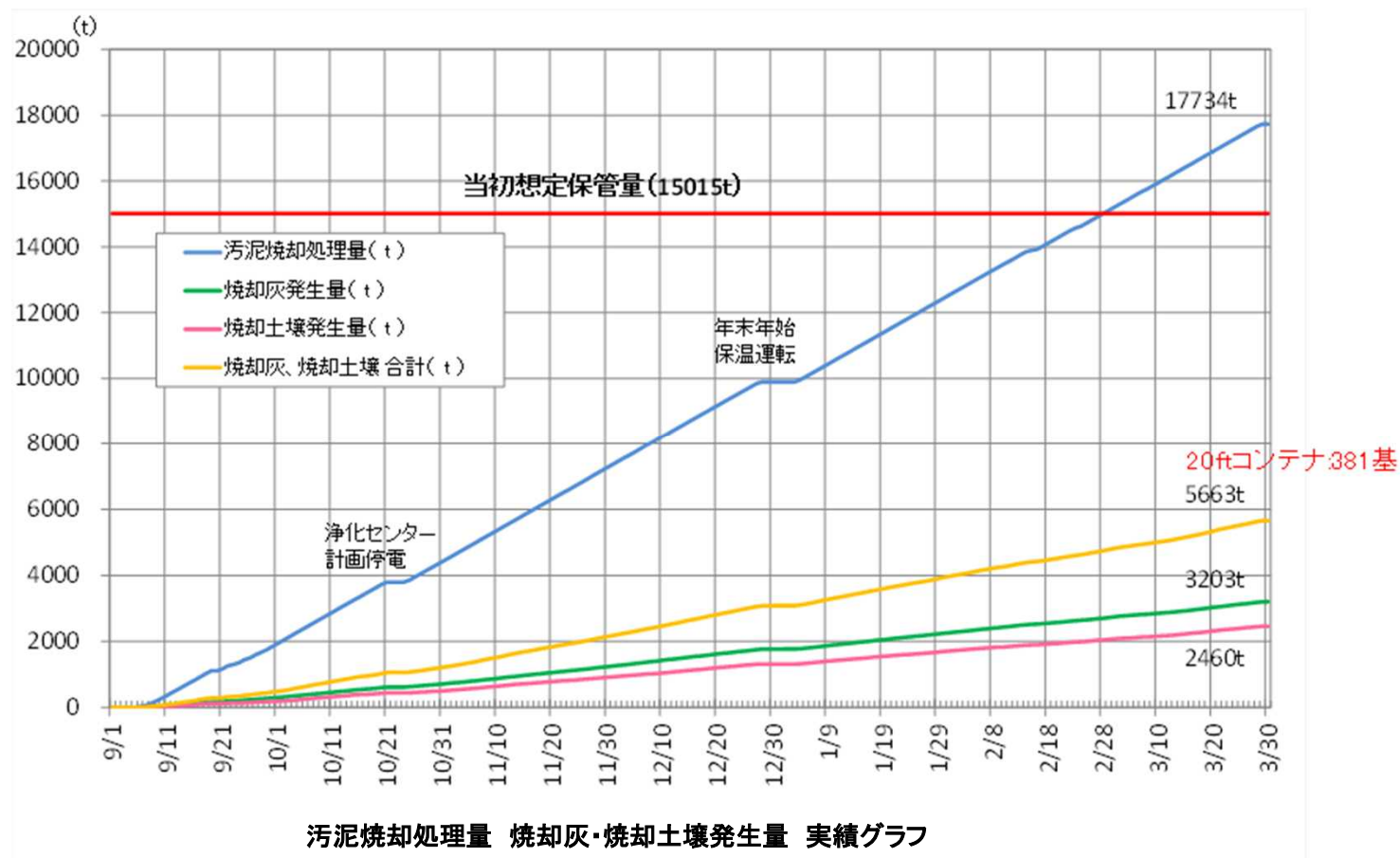
敷地内4か所で、空間線量率を常時監視。



表示機能付き
モニタリングポスト

3. 焼却処理・焼却灰等の発生実績

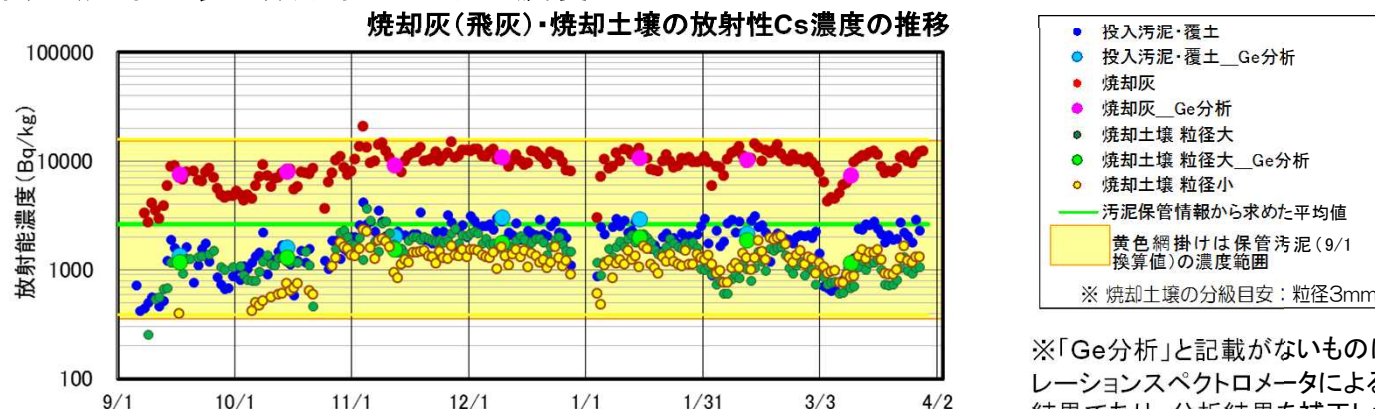
- 当初の想定保管量は下水汚泥約11,000tと覆土約4,000tの合計約15,000tであった。
- 覆土量が予想以上に多く、実際の処理量は17,734tとなった。
- 焼却処理により発生した焼却灰は3,203t、焼却土壌は2,460t、合計5,663tとなった。
- 焼却灰・焼却土壌を保管するのに使用した20ftコンテナは381基となった。



4. 焼却灰・焼却土壌の放射性セシウム濃度測定結果

- 放射性セシウム濃度は、NaIシンチレーションスペクトロメータにより測定した。
(月1回は、ゲルマニウム半導体検出器にて測定)
- 保管中の下水汚泥の放射性セシウム濃度(保管時の計測値)は、約500～22,400Bq/kgである。
- 焼却投入時の汚泥・覆土(混合)の放射性セシウム濃度は、約400～4,200Bq/kg (平均約1900Bq/kg)であった。
- 焼却灰の放射性セシウム濃度は、2,756～20,735Bq/kg (平均約9,400Bq/kg)であった。
- 焼却土壌の放射性セシウム濃度は、254～3,655Bq/kg (平均約1,400Bq/kg)であった。
- 焼却灰および焼却土壌の放射性セシウムの溶出試験結果はいずれも不検出(ND)であり、埋立時におけるコンクリート固化(雨水溶出対策)は不要であることを確認した。

(1) 焼却灰・焼却土壌の放射性セシウム濃度



※「Ge分析」と記載がないものは、NaIシンチレーションスペクトロメータによる現地簡易測定結果であり、分析結果を補正したものを示す。

(2) 溶出試験の結果

溶出試験結果

	放射性Cs含有量 (Bq/kg-wet)				JIS K0058-1有姿攪拌試験							pH	EC (mS/m)
					放射性Cs溶出濃度 (Bq/L)			放射性Cs溶出率 (%)					
	Cs-134	Cs-137	合計	含水率 (%)	Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計			
焼却灰	2030～3240	5310～7650	7420～10890	<0.1～0.3	ND	ND	ND	—	—	—	6.8～10.5	45～50	
焼却土壌	316～548	844～1450	1177～1998	<0.1	ND	ND	ND	—	—	—	7.0～10.2	4.0～17.4	

※検出下限値を下回り、検出できない場合は、「ND」と表示。検出下限値は、15Bq/l。

5. 排ガス測定結果

- 排ガス中の放射性セシウム濃度は、不検出（ND）であり、安全に運転していたことを確認した。

排ガス中の放射性セシウム濃度の測定結果(単位：Bq/Nm³)

採取 月日	①仮設焼却設備からの排気 核種濃度(Bq/Nm ³)			②仮設焼却建屋からの排気 核種濃度(Bq/Nm ³)		
	Cs			Cs		
	134Cs	137Cs	Cs計	134Cs	137Cs	Cs計
H25. 9. 18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H25. 10. 15	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H25. 11. 12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H25. 12. 10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H26. 1. 14	ND	ND	ND	—	—	—
H26. 1. 15	—	—	—	ND	ND	ND
H26. 2. 12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H26. 3. 11	ND	ND	ND	ND	ND	ND

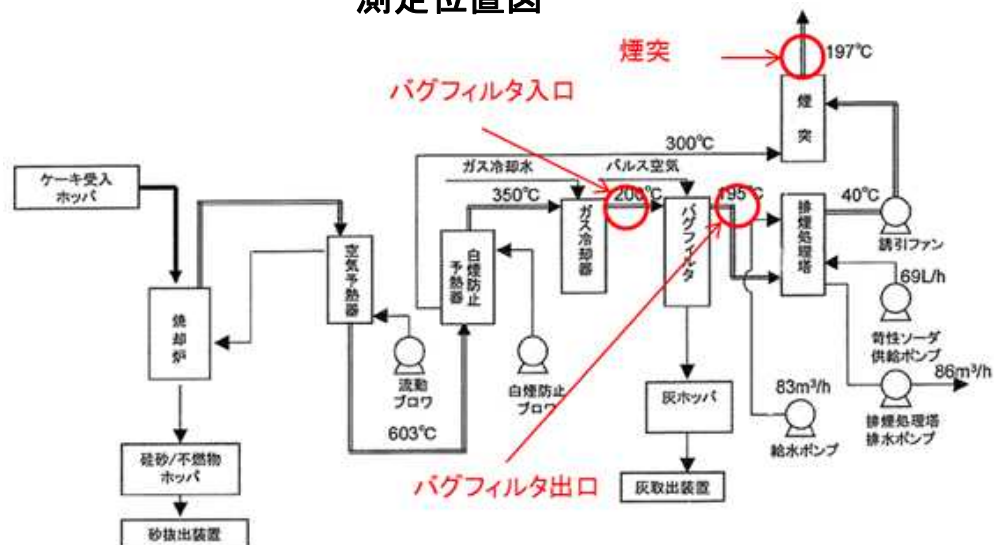
※検出下限値を下回り、検出できない場合は、「ND」と表示。

※検出下限値は、2Bq/Nm³

6. 放射性セシウム除去率の評価

- 平成26年1月の測定結果から、バグフィルタのみの放射性Cs除去率は約99.98%と算出された。本システムでは「排煙処理塔」があるため、仮設焼却システム全体での放射性Cs除去率は99.99%以上となった。

測定位置図



Cs除去率(%)

測定結果(平成26年1月)

単位: Bq/Nm³

項目	バグフィルタ入口	バグフィルタ出口	煙突
放射能濃度(Cs-134)ろ紙	74	0.017	<0.0025
放射能濃度(Cs-137)ろ紙	180	0.041	<0.0023
放射能濃度(Cs-134)ドレン	<3.4	<0.0082	<0.0082
放射能濃度(Cs-137)ドレン	<3.0	<0.0088	<0.0097

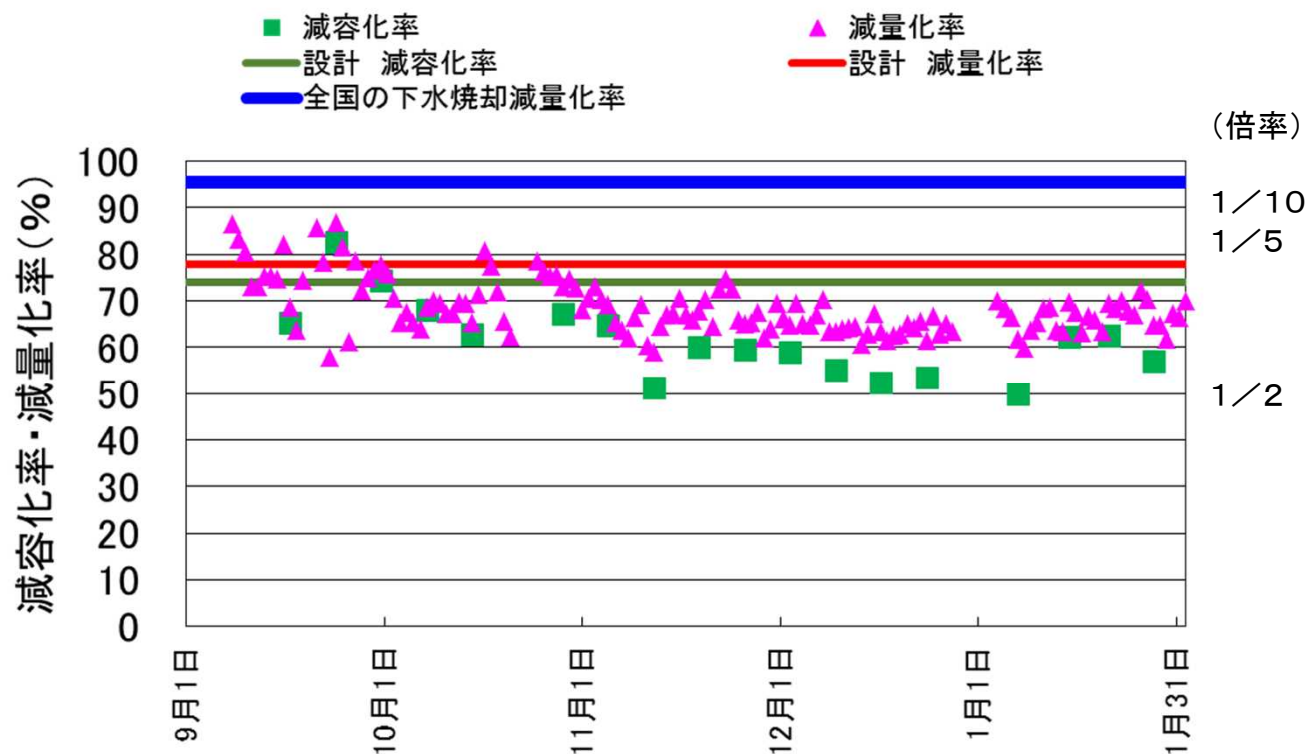
測定箇所	Cs-134	Cs-137
バグフィルタ出口	99.9770	99.9772
煙突※	>99.9966	>99.9987

※ろ紙部の結果のみ評価
※検出下限値を用いて計算

7. 焼却処理による減容効果

- 投入汚泥・覆土の減容化率は62%、減量化率は68%となり、一般的な下水汚泥の減容・減量化率と比較すると低い値であった。

(主成分が灰分と水分である土壌(覆土)が多かったため、減容・減量化率が低くなった)

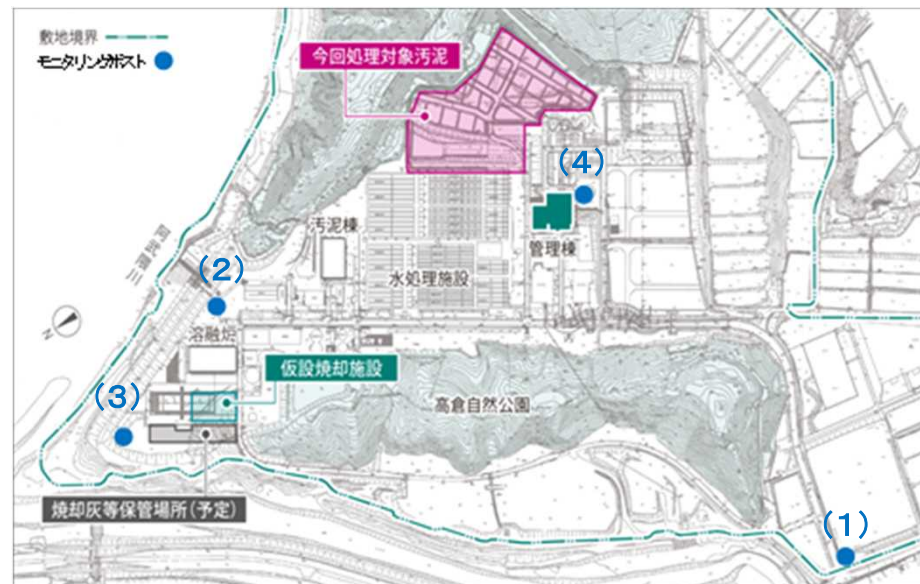


減量化率: 投入汚泥重量に対する減った重量の割合
減容化率: 投入汚泥容積に対する減った容積の割合

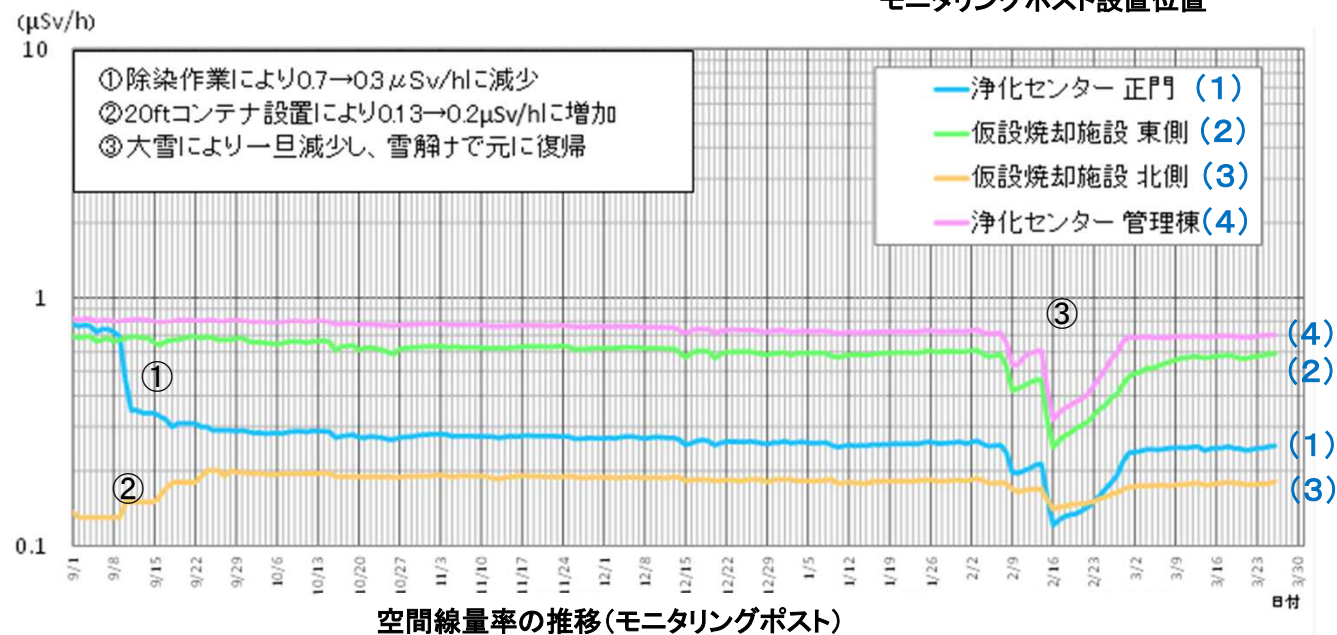
減容化率・減量化率

8. 空間線量率測定結果

- 焼却施設周辺 4 カ所の空間線量率を測定。
- 保管場所の近傍約 3 m に設けたモニタリングポスト (3) の測定値は当初の予測どおり焼却灰の保管に伴って $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 未満の上昇がみられた。
- 仮設焼却炉の運転期間中、焼却による空間線量率の上昇は見られなかった。



モニタリングポスト設置位置



9. 作業員の被ばく量

- 作業種・月別の最大被ばく線量は0.08mSv／月（汚泥掘削前処理）であった。個人の最大は約0.3mSv。
- 内部被ばくはなかった。
- 設備・運用面の管理・対策の徹底により、適切な作業環境が維持されていたと判断できる。

(1) 外部被ばく

放射線業務従事者の最大外部被ばく量

作業種別		計画線量 mSv	実績(最大被ばく線量:mSv)						
			9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
運転管理(全エリア共通)		1	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02
汚泥掘削前処理施設		1	0.07	0.07	0.08	0.02	0.01	0.03	0.04
仮設焼却施設	設備運転	1	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.06
	保守	1	X	X	X	0.02	0.01	0.01	0.01
	灰砂取出	1	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
焼却灰等保管エリア		1	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
分析・サンプリング		1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01

X:検出限界値(0.01mSv)未満

計画線量:平成25年9月1日から平成26年3月31日における受託者の自主的な被ばく線量の計画値

個人最大外部被ばく(汚泥掘削前処理施設管理担当)は約0.3mSv

(2) 内部被ばく

ホールボディカウンタによる内部被ばく検査の結果、内部被ばくはなかった。