

第2回 環境放射能除染研究発表会

平成25年6月6日(木) 口頭発表 小ホール
セッション14. 除染計画と除染技術(5): 除染事例
11:40 S14-3 一般

福島県相馬市における除染事例

サブタイトル: 平成24年度 福島県相馬市玉野地区除染業務委託における「希釈した過酸化水素水による洗浄結果」

高橋 正則

庄建技術株式会社 技師長兼技術部長

(福島県南相馬市原町区)

1. 相馬市の家屋の除染方法の特徴

相馬市における除染業務は、庄建技術株式会社(担当:高橋 正則)が除染のアドバイザーとして対応。

除染の特徴:

- ①雨樋・屋根・壁・舗装面・礎石等の除染方法として、「希釈した過酸化水素水による洗浄方法」(過酸化水素水濃度:3.5%)で実施。
- ②放射線量測定は、GM管による1cmでの表面汚染密度(cpm表示、遮蔽体無し)により、除染前・除染後の測定実施。
- ③屋敷森(イグネ)や花壇・草地では剪定・腐植物の除去、庭・芝等は、他の除染実施地区同様に、剥ぎ取りと客土を実施。
- ④除染後の空間線量測定(NaIシンチレーションカウンター、 $\mu\text{Sv/h}$ 表示)は、客間あるいは寝室で50cm・1m・2m(天井付近)で実施。
- ⑤除染水の浄化は、「モミガラ自動浄化システム」で実施し、放射能濃度を現地の簡易測定器により順次実施して、放流。

2. 「希釈した過酸化水素水の洗浄方法」の洗浄効果

- ・過酸化水素水による反応： $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$
- ・屋根の除染実証試験結果(陶器瓦(和)：洗浄水5L/m²、10m²洗浄、除染水の回収率：60%程度)、表面汚染密度：433～673cpm)

H ₂ O ₂ 濃度(%)	洗浄回数	洗浄水の放射能濃度(Bq/kg)	洗浄水の総放射能濃度(Bq/kg)	単位面積当り放射能(Bq/m ²)	順位
0	1	37, 950	64, 950	6, 495	⑤
	2	27, 000			
1	1	55, 000	86, 000	8, 600	④
	2	31, 000			
3. 5	1	111, 000	397, 000	39, 700	①
	2	286, 000			
7	1	220, 900	272, 900	27, 290	②
	2	52, 000			
15	1	81, 600	134, 800	13, 480	③
	2	53, 200			

3. 福島県相馬市玉野地区の概要

相馬市玉野地区は、福島第一原子力発電所地点から45km北側、阿武隈山系標高400～500mに位置、空間線量率:モニタリングポスト(計19箇所)の平均 $0.825\mu\text{Sv/h}$ (除染後 $0.578\mu\text{Sv/h}$ 、30%低減)

○

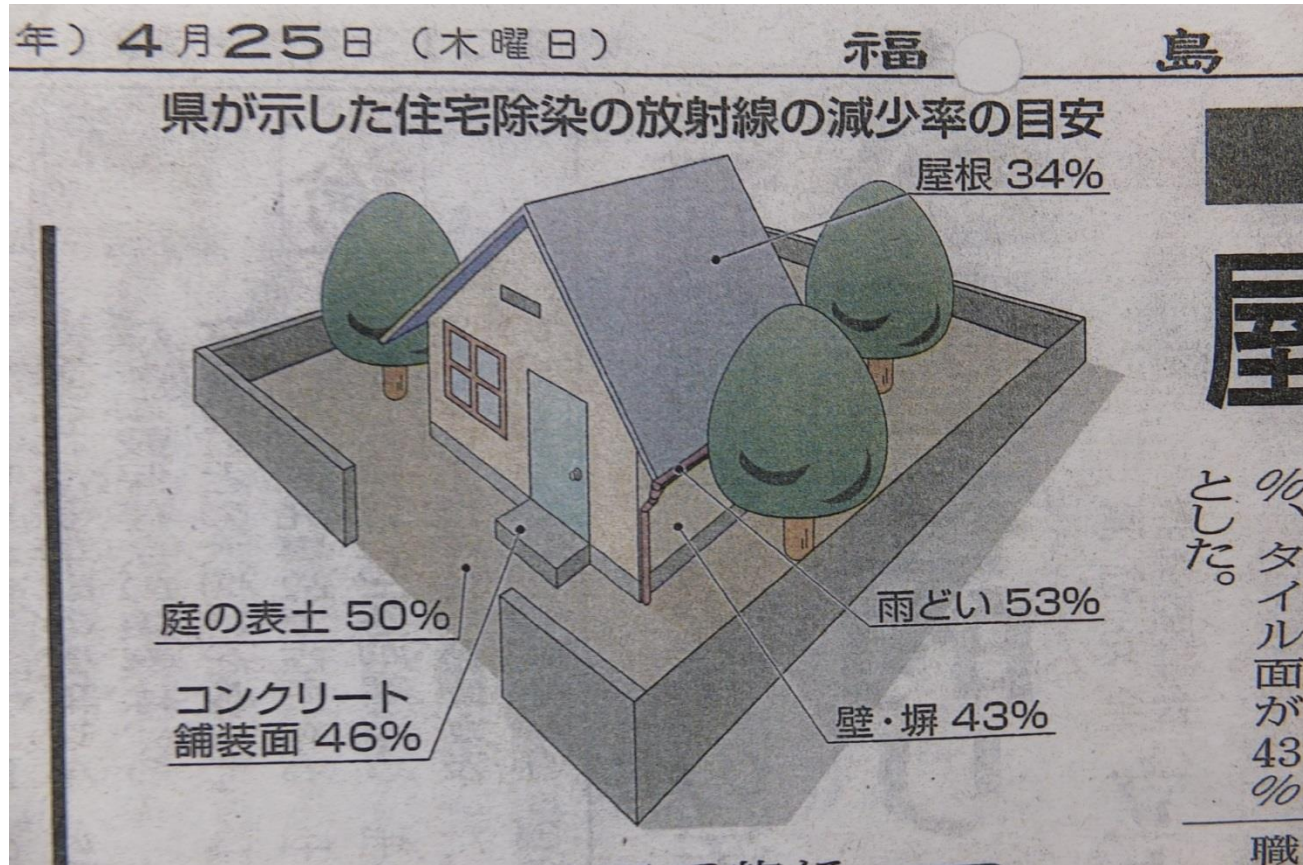


4. 住宅除染の放射線の減少率の目安

平成25年4月25日朝刊(福島民報・民友新聞)抜粋

福島県除染・廃棄物対策会議による
cpm表示の減少率の目安:

雨樋:53% 屋根:34% 壁・塀:43% コンクリート舗装面:46%



5. 希釈した過酸化水素水による洗浄試験状況 (アスファルト舗装面における基本試験)



希釈した過酸化水素水を散布した状況
、全体に泡立つ。



水で流した状況、細かい凹凸内部が全
体に均一に洗浄。

6. 高圧洗浄水による洗浄状況 (アスファルト舗装面の既往除染結果)



高圧洗浄機による洗浄跡。一筆書き状に洗浄。



回転式ブラシによる洗浄跡。洗浄残しがみられる。

7. 屋根瓦の汚染状況と過酸化水素水原液



陶器瓦(和瓦)は、雨水が流れる中央部が汚染されている。

瓦は間に雨水が滲まないように重ね合わせにスペースがあり、表面のみが汚染されているものと考えられる。

過酸化水素水原液: 20L詰め・35%(小売価格6,300円)、これを10倍に希釈(200L)し、概ね $2\text{L}/\text{m}^2 \Rightarrow 100\text{m}^2$ の広さが洗浄される。

8. 希釈した過酸化水素水による屋根の洗浄状況



予め水で濡らしておき、希釈した過酸化水素水を満遍なく噴霧（噴霧器4L用使用）。⇒瓦の破損・雨漏り等の問題が無い。



水で洗い流す。ブラッシング併用の状況。

9. 希釈した過酸化水素水洗浄とブラッシング併用効果について

①陶器瓦(和瓦)のケース(平成24年8月27日実施)

洗浄前の表面汚染密度: 1, 800cpm



希釈した過酸化水素水散布＋洗い流し: 1, 100cpm(低減率: 39%)



ブラッシング＋洗い流し: 260cpm(低減率: 86%、+40%↑)

②セメント瓦のケース(平成24年8月29日実施)

洗浄前の表面汚染密度: 4, 600cpm



希釈した過酸化水素水散布＋洗い流し: 980cpm(低減率79%)



ブラッシング＋洗い流し: 742cpm(低減率84%、+5%↑)

10. 希釈した過酸化水素水による屋根の洗浄 と高圧洗浄機との比較



屋根の洗浄結果、雨樋を伝って採取された除染水、高線量率を示す。



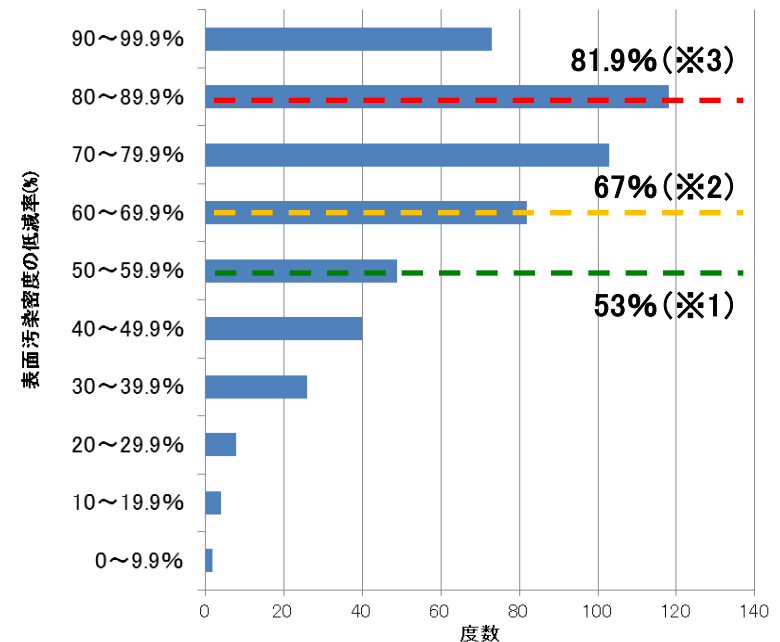
写真向かって左端が、屋根を高圧洗浄機で洗浄した除染水。右端が、高圧洗浄機洗浄後に実施した、過酸化水素水による洗浄水。

11. 相馬市玉野地区の除染結果：雨樋

(除染方法：希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定箇所数	測定位置:高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
雨樋	135	505	3.115	563	81.9

雨樋全体の低減率：81.9%と非常に高い。



※1: 福島県除染・廃棄物対策推進会議による低減目安
(平成25年4月24日)

※2: 除染処方の効果について(平成25年1月、環境省
除染チーム。2,000cpm以上の平均低減率)

【除染方法：堆積物除去後高圧洗浄】

※3: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

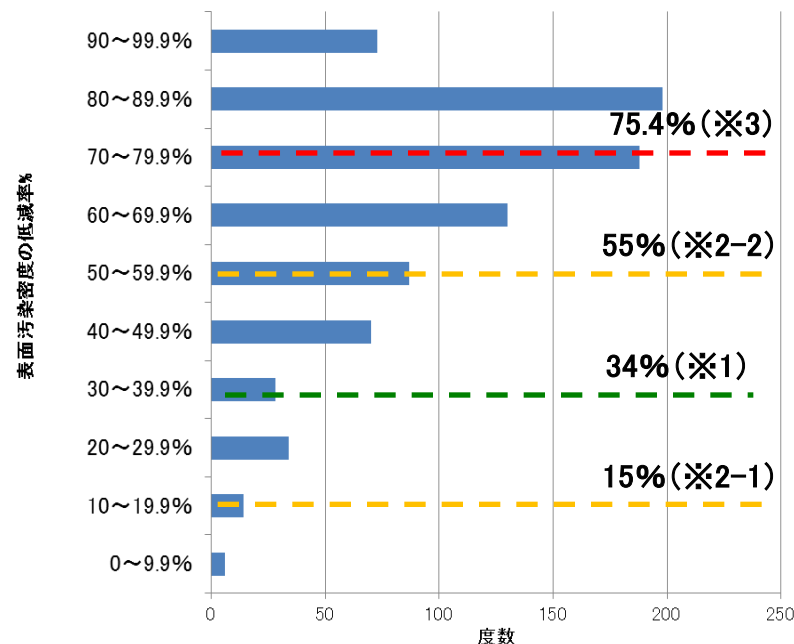
12. 屋根の全体集計結果

(除染方法:希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
トタン	129	653	1,966	439	77.7
陶器瓦(和)	29	116	2,396	455	81.0
セメント瓦	13	39	2,654	698	73.7
スレート瓦	4	13	3,105	598	80.7
ボード	1	1	780	460	41.0
石膏波トタン	1	2	3,545	818	76.9
(屋上)コンクリート	3	5	3,003	828	72.4
合計※	180	829	2,493	614	75.4

※:戸数・測定箇所数は合計値、その他は平均値

屋根は、トタン・陶器瓦(和)・セメント瓦・スレート瓦(コロニアル瓦)等からなり、除染前の表面汚染密度が高いのは、スレート瓦・セメント瓦であるが、いずれも低減効果大きい。



※1: 福島県除染・廃棄物対策推進会議による低減目安
(平成25年4月24日)

※2: 除染処方の効果について(平成25年1月、環境省
除染チーム。2,000cpm以上の平均低減率)

【除染方法(2-1): 拭き取り、(2-2): 高圧洗浄】

※3: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

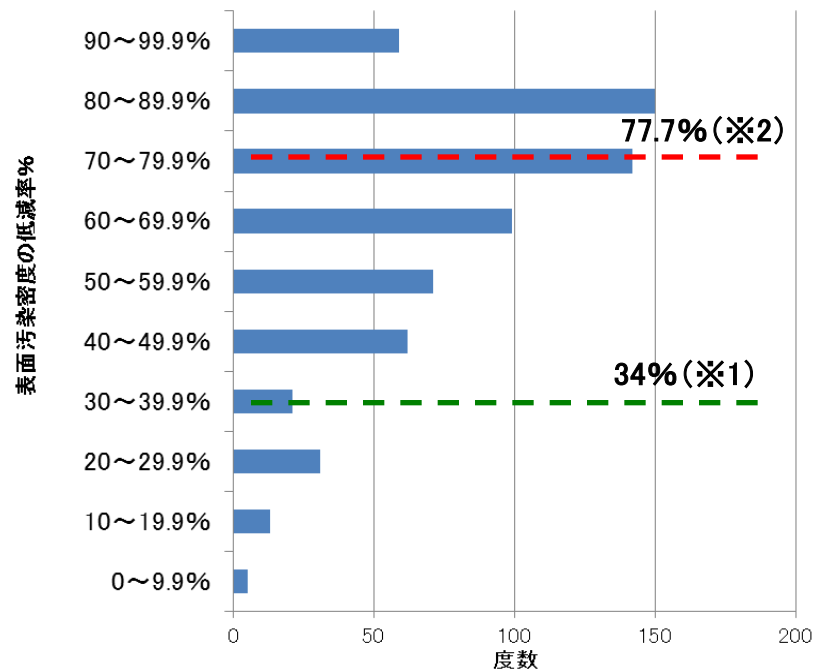
12-1 屋根の種類毎の除染結果《トタン》

(除染方法:希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定箇所数	測定位置:高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
トタン	129	653	1.966	439	77.7

トタン瓦は最も多く、除染前の表面汚染密度は2,000cpm以下である。

除染による低減率は77.7%と高い。



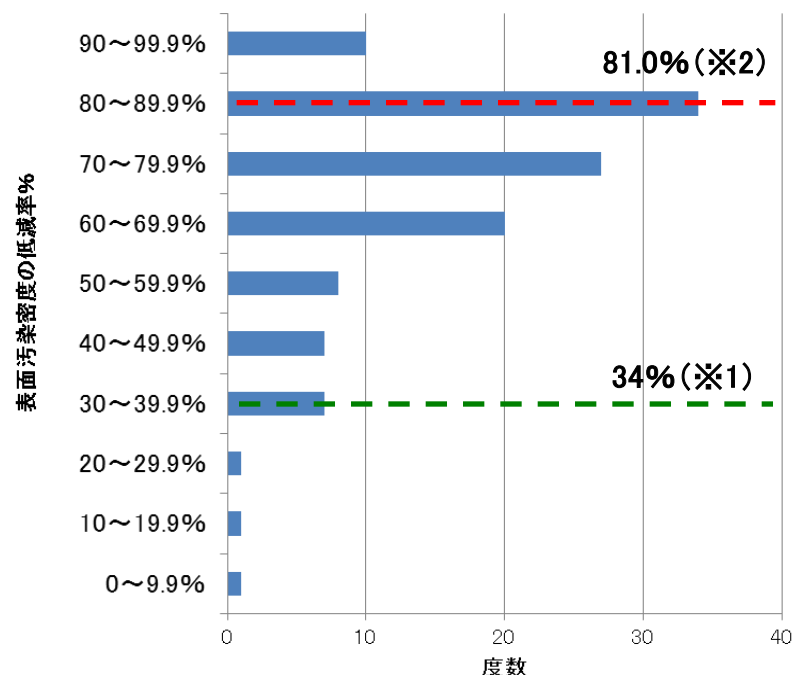
※1:福島県除染・廃棄物対策推進会議による低減目安(平成25年4月24日)

※2:相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

12-2 屋根《陶器瓦(和)》 (除染方法:希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
陶器瓦(和)	29	116	2,396	455	81.0

陶器瓦(和瓦)の除染による
低減効果が非常に高い。



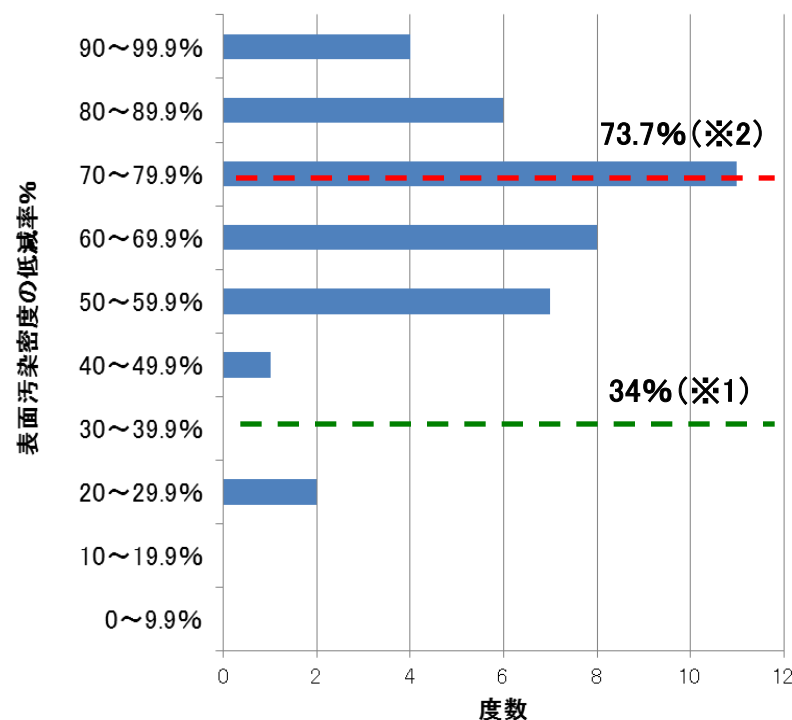
12-3 屋根《セメント瓦》

(除染方法:希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
セメント瓦	13	39	2,654	698	73.7

一般に表面がザラついて、除染効果が低いとされているセメント瓦において、低減効果が約74%と高い。

セメント瓦は破損し易いものとなっていたが、今回の除染では、問題は無かった。



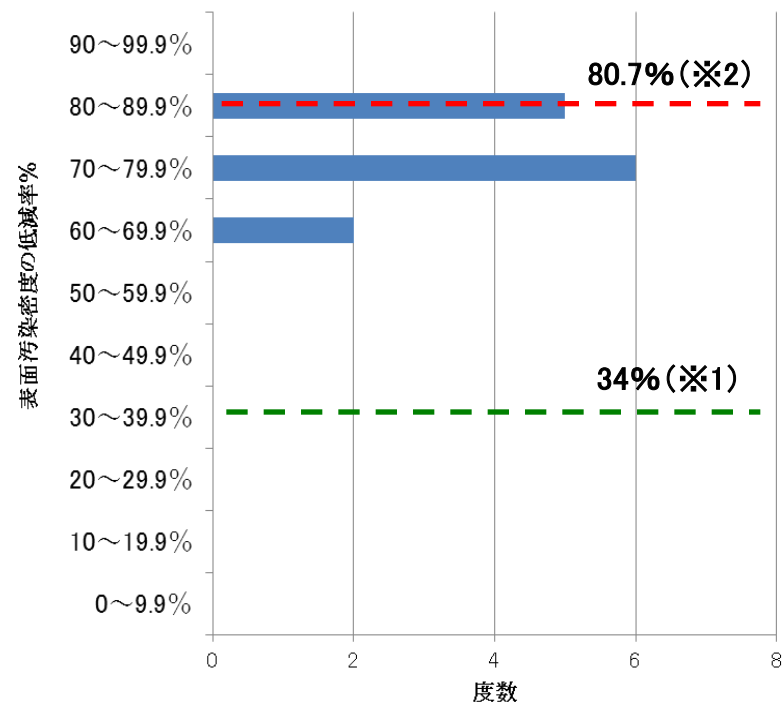
12-4 屋根《スレート瓦》

(除染方法:希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定箇所数	測定位置:高さ1cm		低減率(%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
スレート瓦	4	13	3.105	598	80.7

スレート瓦(製品名:コロニアル瓦、石綿を含むセメントからなり、表面がペンキ塗りとなっている)は、表面汚染密度が大きく、非常に破損し易く、雨漏り等の懸念があった。

今回の除染では、低減効果が80%以上であり、特に問題はなかった。



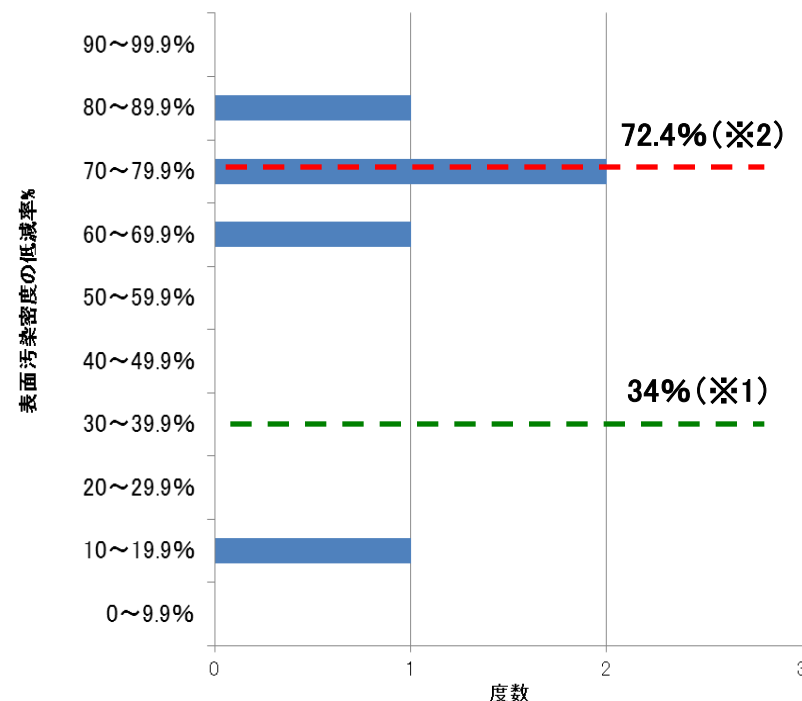
12-5 屋根《屋上(コンクリート)》

(除染方法:希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
屋上(コンクリート)	3	5	3,003	828	72.4

コンクリート構造建屋の屋上で、表面がザラつき、汚染密度が高い。

除染による低減率は70%以上であり、効果が高いことを確認。



※1: 福島県除染・廃棄物対策推進会議による低減目安(平成25年4月24日)

※2: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

13. 外壁の全体集計結果

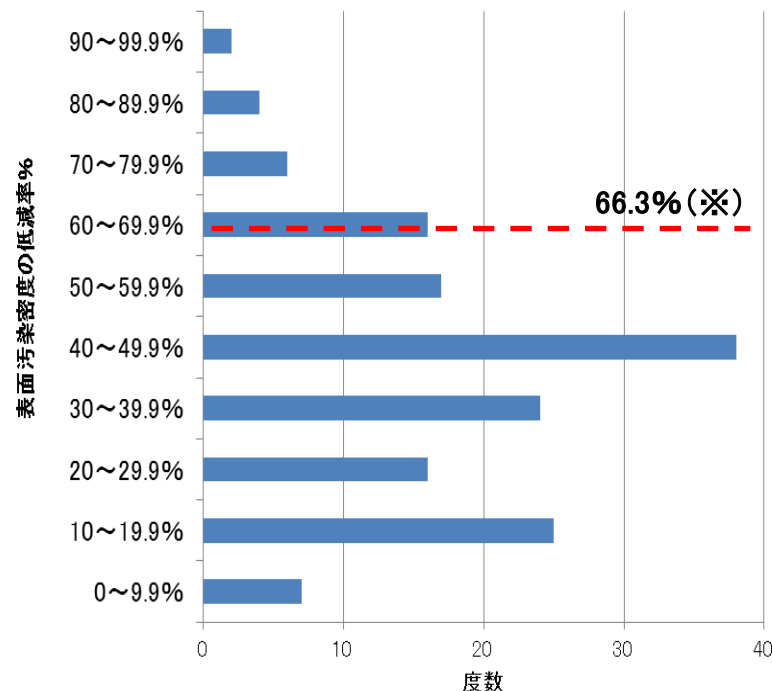
(除染方法:希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定箇所数	測定位置:高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
トタン	95	96	296	173	41.6
ボード	30	30	275	154	44.1
モルタル	12	12	222	137	38.3
ブロック塀	12	14	1,599	313	80.4
塗装	1	1	317	141	55.5
木材	1	1	340	282	17.1
コンクリート塀	1	1	1,470	214	85.4
コンクリート	1	1	210	142	32.4
タイル	1	1	267	126	52.8
合計※	154	157	555	187	66.3

※:戸数・測定箇所数は合計値、その他は平均値

外壁は、表面汚染密度が非常に小さいことが特徴(全体平均:555cpm)。

希釈した過酸化水素水の噴霧とブラッシングによって、66.3%の低減効果が確認。

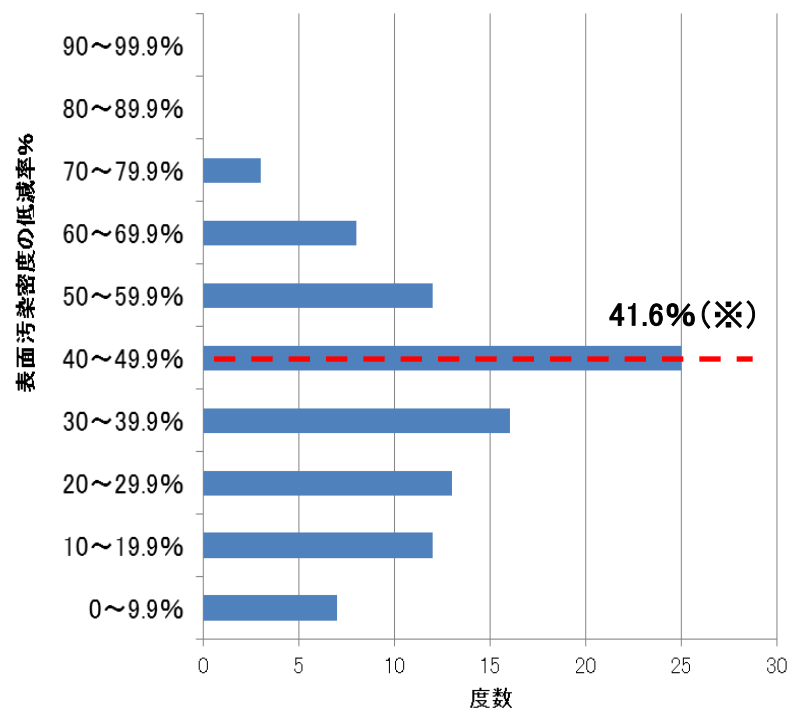


※:相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

13-1 外壁《トタン》 (希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
トタン	95	96	296	173	41.6

トタンの外壁は、表面汚染密度が296cpmと比較的低い。
41.6%の低減効果を確認。



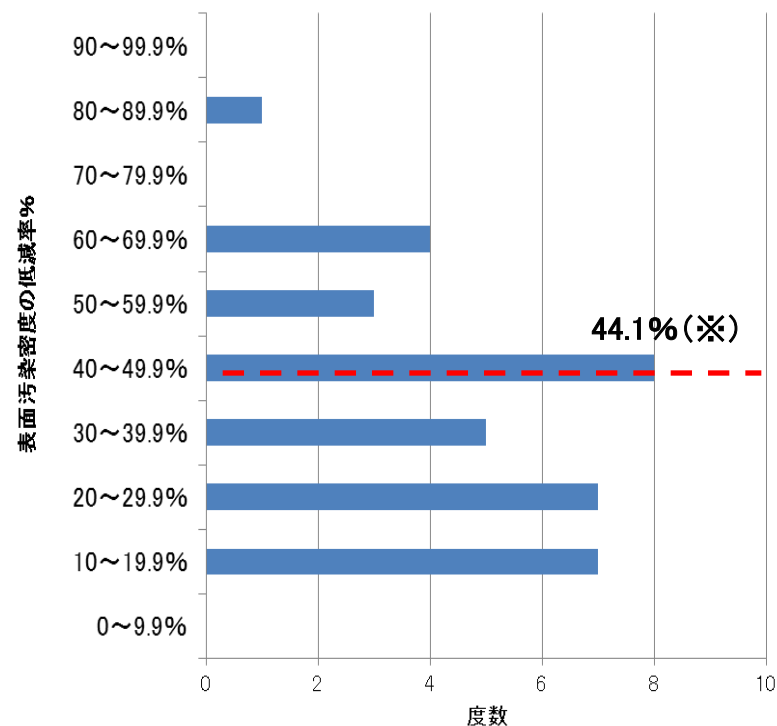
※: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

13-2 外壁《ボード》 (希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
ボード	30	30	275	154	44.1

ボードによる外壁は、表面汚染密度が275cpmと非常に小さい。

44.1%の低減効果。



※: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

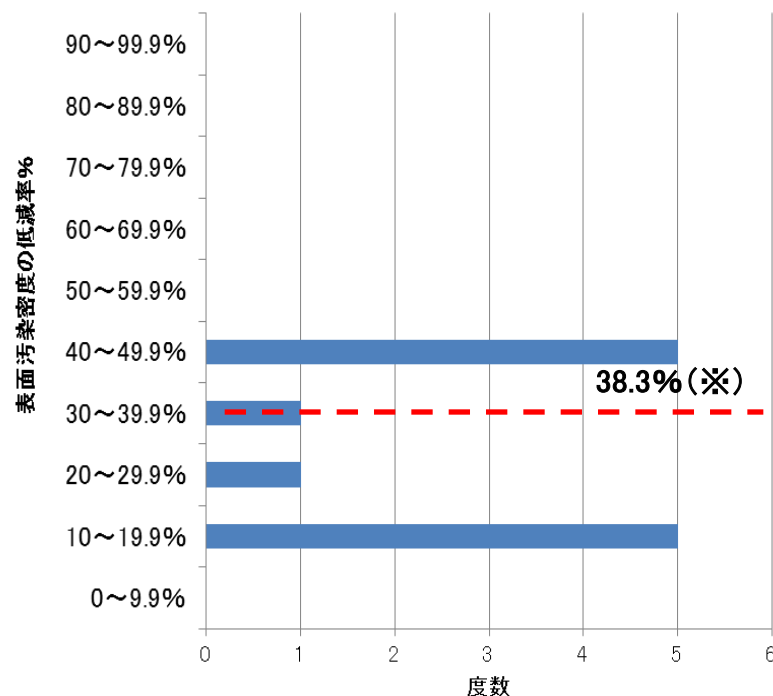
13-3 外壁《モルタル》

(希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
モルタル	12	12	222	137	38.3

モルタルの外壁は、平均22
2cpmと非常に小さい表面汚
染密度。

低減率: 38.3%。



※: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

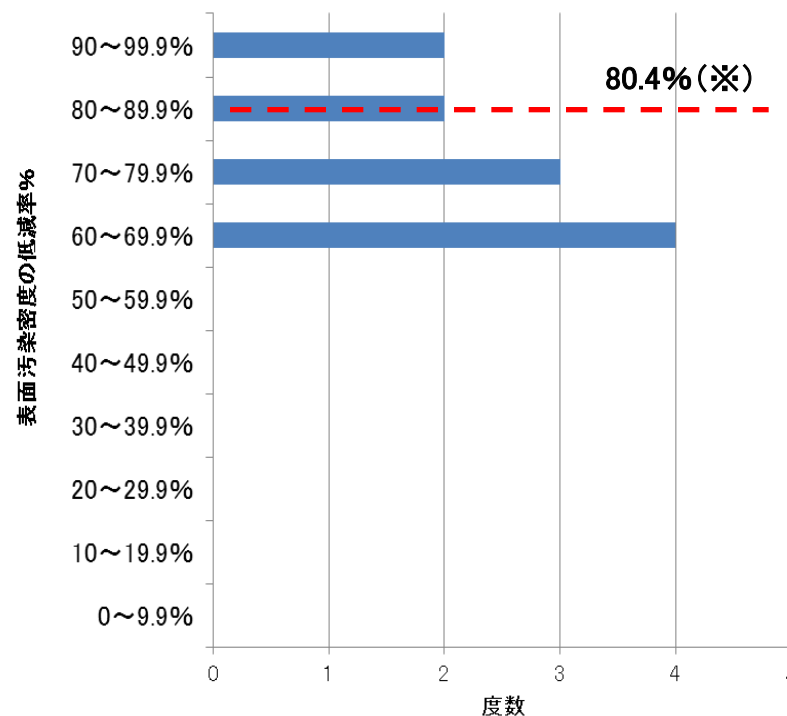
13-4 外壁《ブロック塀》

(希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
ブロック塀	12	14	1,599	313	80.4

ブロック塀による外壁は、表面汚染密度: 1, 599cpmとやや大きい。

低減率が80. 4%と高い。



※: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

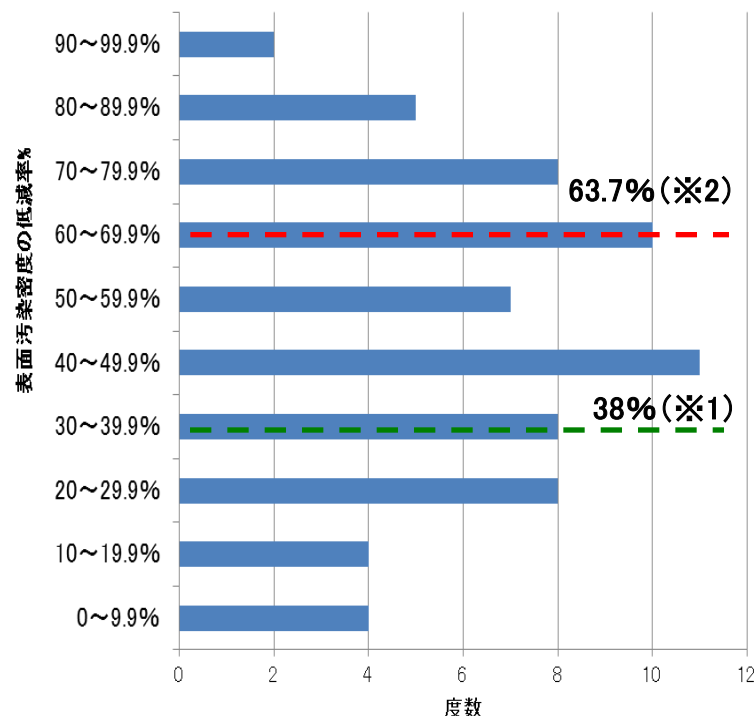
14. 駐車場等：アスファルト舗装面

(希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定箇所数	測定位置:高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
アスファルト舗装面	48	67	1,598	580	63.7

駐車場のアスファルト舗装面は、表面汚染密度平均：1598 cpmとやや大きい。

低減率：63.7%と高い。



※1：福島県除染・廃棄物対策推進会議による低減目安(平成25年4月24日)

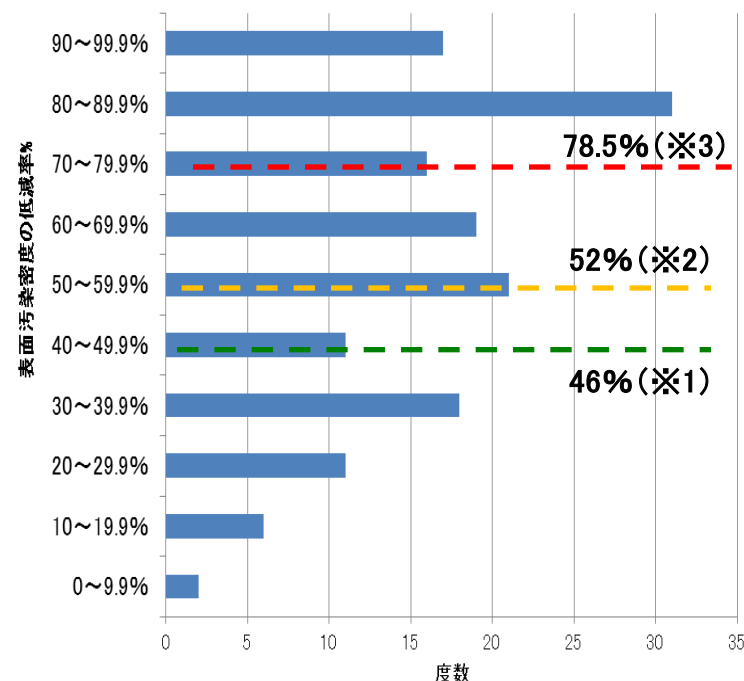
※2：相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

15. 駐車場等：コンクリート舗装面

(希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
コンクリート舗装面	80	152	2,487	535	78.5

コンクリート舗装面からなる
駐車場は、表面汚染密度が平均2,487cpmとやや高い。
低減率：78.5%と高い。



※1: 福島県除染・廃棄物対策推進会議による低減目安 (平成25年4月24日)

※2: 除染処方の効果について (平成25年1月、環境省 除染チーム。2,000cpm以上の平均低減率)

【除染方法: 高圧洗浄】

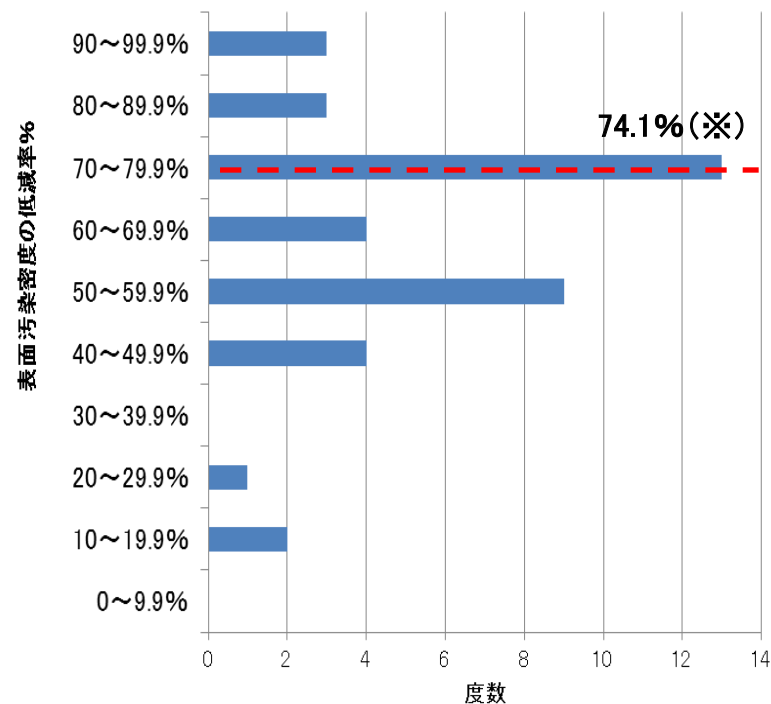
※3: 相馬市除染業務 (玉野地区) 平均低減率

16. ベランダ

(希釈した過酸化水素水による洗浄)

除染箇所名	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ1cm		低減率 (%)
			表面汚染密度		
			(cpm)		
			除染前	除染後	
ベランダ	37	39	1,211	314	74.1

ベランダの表面汚染密度:
平均1, 211cpm。
低減率: 74. 1%と高い。



※: 相馬市除染業務(玉野地区)平均低減率

17. 屋内の空間線量率変化(居間・寝室等)

測定箇所	戸数	測定 箇所数	測定位置: 高さ50cm		低減率 (%)	測定位置: 高さ100cm		低減率 (%)	測定位置: 高さ200cm		低減率 (%)
			空間線量率			空間線量率			空間線量率		
			(μ Sv/h)			(μ Sv/h)			(μ Sv/h)		
			除染前	除染後		除染前	除染後		除染前	除染後	
屋内	134	302	0.44	0.26	40.3	0.51	0.30	41.1	0.58	0.35	39.3

戸建ての宅地の除染では、最終的に最も長い時間居住する、居間や寝室への空間放射線量率を如何にして低減させたかのかが、最終的な除染業務の目標。

相馬市の除染業務では、建屋のオーナーと協議して、その室内の空間線量率の確認を行った。

室内の空間線量率が最も高いのが、天井に近い、床から2mの高さの空間線量率: 平均0. 58μSv/h⇒天井の上の屋根からの線量の影響が大きく関与。

除染結果、室内2m空間線量率: 0. 35μSv/h(低減率: 39. 3%)。

18. モミガラ自動浄化システムの状況

(除染水の浄化方法)

手前の黄色のタンク(1m³)は除染による汚染水の容器で、モミガラ浄化システムは、10Lの袋詰めのもみガラが2槽分で計400L(自然状態重量で計40kg)挿入されている。汚染水をポンプで圧送して浄化する。



18-1 除染水の浄化結果例

(モミガラ浄化システムによる浄化例)

月日	除染水量 (ℓ)	除染水の放射能 濃度※(Bq/kg)	浄化			摘要
			1時間後	2時間後	3時間後	
8月20日	400	223	73	69	65	モミガラ未交換で連続使用
8月24日	500	173	96	78	60	"
8月27日	450	243	65	43	32	"
8月29日	600	636	141	62	31	"

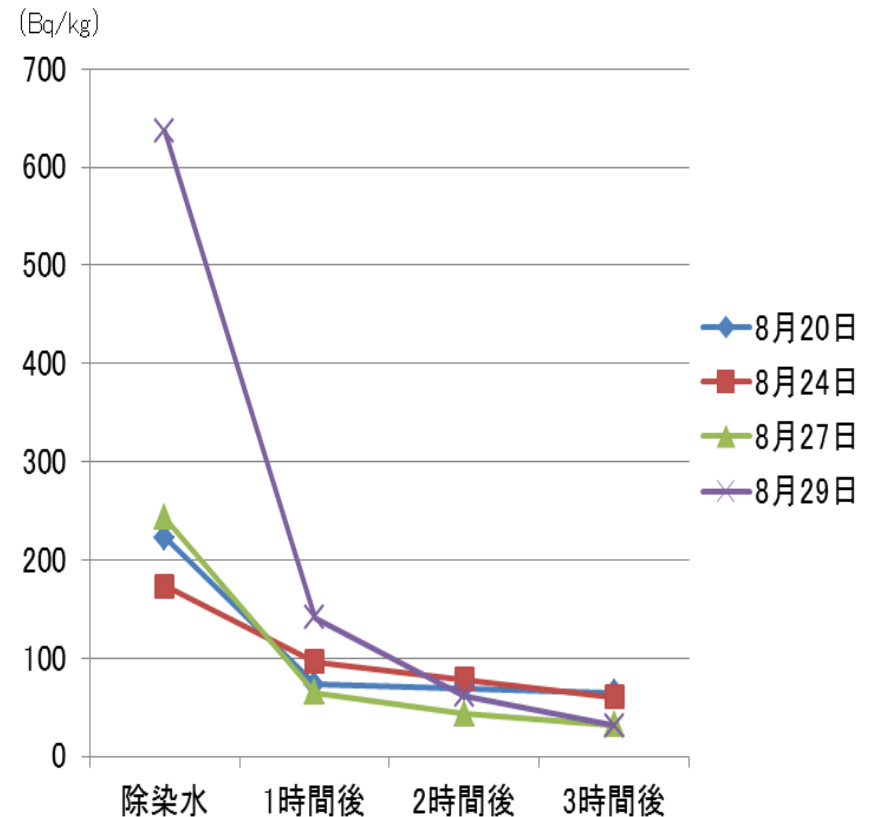
※Cs-134+Cs-137

1時間汚染水の圧送(10L/分)で計600L分を1巡浄化する。2時間目で2巡目浄化、3時間で3巡目浄化となり、線量が低減される。

。

モミガラの交換無しで、計4日間の除染による汚染水(計1,850L)を浄化したケースを示す。

なお、モミガラの放射能濃度は、除染実証試験から最大3.2万Bq/kg(自然状態)である。



まとめ

- ①「希釈した過酸化水素水による洗浄方法」は、雨樋・屋根・壁や塀及び舗装面において、やや高い表面汚染密度から低い表面汚染密度にまで、確実に高い低減効果。
- ②雨樋や屋根等の破損し易い構造物において、破損・雨漏り等の問題が殆ど無い。
- ③除染の経費が安い。作業が簡単・機材が安価。
- ④希釈した過酸化水素水は、噴霧後、速やかに泡立ちが消えて(酸素が消えて)、 H_2O (水)になり、除染水による環境問題が無い。
- ⑤モミガラ自動浄化システムは、安価・小型で可搬性である。

謝辞

相馬市の除染業務は、相馬市除染事業協同組合（代表理事 平澤 慎一郎）が相馬市より落札・受注したものである（戸建て住宅除染業務：計150戸、生活圏森林除染業務：6ha、除染土壌運搬一式等）。

除染現場の実務・指導に関しては、同組合の荒 武士（同専務理事）によるものであり、また、除染に係る計側データは、同除染協同組合事務局（事務局長 中村 淨）で管理していたものを借用した。

これらのデータの借用と解析に関しては、相馬市民生部 放射能対策室の許可を経て実施したものである。

ここに記して、謝意を評する次第である。

ご静聴ありがとうございました。