

自衛隊による役場の除染の結果について（富岡町役場）

1. 除染実施場所（富岡町役場）の概要

富岡町役場は警戒区域内に位置しており、除染前の敷地内の 1m 高さの空間線量率は、 $2.26 \mu\text{Sv/h} \sim 12.2 \mu\text{Sv/h}$ （平均 $7.76 \mu\text{Sv/h}$ ）である。今回の除染範囲は、下図に赤線で示すエリア内の、屋外全域と建物屋上の一部（合計 $19,380\text{m}^2$ ）であり、アスファルト等の舗装面が約 62%、芝地が約 17%、植栽（立ち木・植え込み）が約 9%、屋上および砂利敷きが約 12%を占める。庁舎 2階の北側が主エントランスになっており、これに繋がるロータリー帯が 2階と同じ高さになっている以外は、ほぼ平坦である。除染エリアの南西側は崖となっており、その下の非除染エリアに、今回の除染で生じる廃棄物の現場保管場を設置した（除染エリアと現場保管場の高低差は約 8m）。

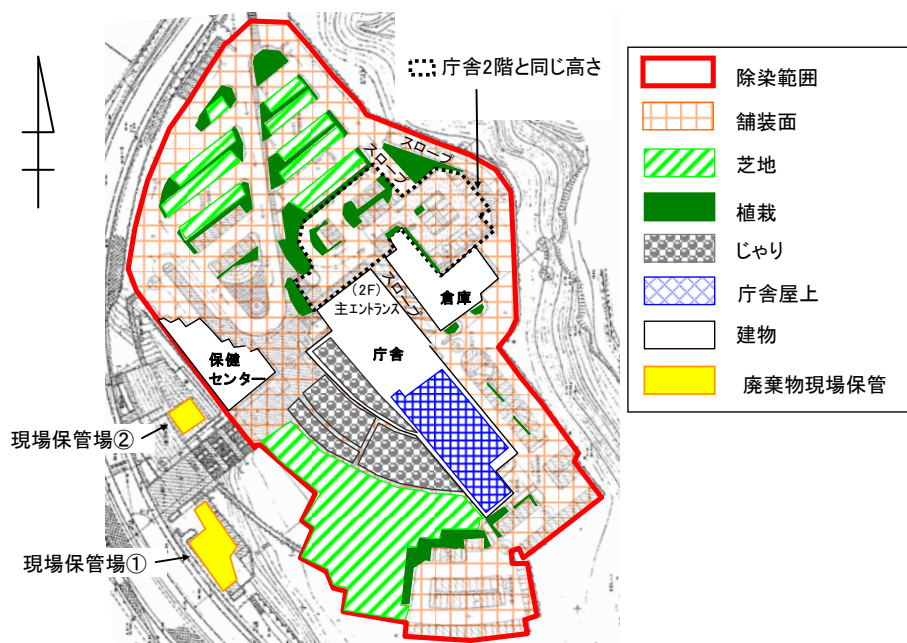


図 1 除染エリアの概要

2. 除染方法

除染効果や廃棄物量の抑制、庁舎建物内への影響等を考慮し、除染対象別の除染方法を表 1 のとおりとした。

表 1 除染方法

除染対象	除染方法
舗装面（道路・駐車場等）	ブラッシング、高圧水洗浄、側溝清掃
芝地（駐車場含む）	落葉除去、草刈り、表土除去（重機・スコップ）
植栽（立木・植え込み）	落葉除去（熊手・フロア）、草刈り、表土剥ぎ（熊手・フロア）、植栽剪定
砂利敷き	砂利撤去、高圧水洗浄または清掃
建物屋上（本庁舎屋上）	ブラッシング・高圧水洗浄

3. 除染実施期間

平成23年12月7日(水)～12月18日(日)

4. 除染作業の概要・線量低減効果

(1) 除染範囲全体の除染効果

除染前後におけるモニタリングデータを、除染範囲全体で集約した結果を表2に示す。

表2 除染前後のモニタリング結果

除染エリア	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
除染範囲全体(屋外)	空間線量率 1m 高さ	$\mu\text{Sv/h}$	7.76	3.43	56%	190
	空間線量率 1cm 高さ	$\mu\text{Sv/h}$	10.4	4.06	61%	190
	表面汚染密度	kcpm	15.0	5.21	65%	190

(2) 各除染対象の除染作業概要・除染効果

①道路・駐車場等の舗装面

道路、駐車場等の舗装面（アスファルト・コンクリートタイル等）については、ワイヤーデッキブラシによるブラッシングと高圧水洗浄（15MPa）を実施した。



ブラッシング作業



高圧水洗浄作業

これらの除染作業により、アスファルト面では、表面汚染密度が平均で62%低減され、1m高さの空間線量率が平均で7.75 $\mu\text{Sv/h}$ から3.97 $\mu\text{Sv/h}$ に低減された（低減率49%）。コンクリート等舗装面では、表面汚染密度が平均で70%低減され、1m高さの空間線量率が平均で5.80 $\mu\text{Sv/h}$ から2.46 $\mu\text{Sv/h}$ （低減率58%）に低減された。アスファルトの低減率はコンクリートタイル等に比べ低く、また地点によるばらつきが大きい結果となった。

除染対象面積（アスファルト11,000 m^2 、コンクリートタイル等1,200 m^2 ）に対し、使用した水量は合計で約250tであったことから、単位面積あたりの洗浄水使用量は20 t/m^2 と計算される。また、使用した主な機材は高圧水洗浄機37台、電動ポリッシャー（金属ブラシ製）1台、ワイヤーデッキブラシであった。

表3 除染前後のモニタリング結果

除染エリア	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
アスファルト	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	7.75	3.97	49%	115
	空間線量率 1cm 高さ	μ Sv/h	10.6	5.00	53%	115
	表面汚染密度	Kcpm	18.9	7.26	62%	115
コンクリートタイル等	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	5.80	2.46	58%	11
	空間線量率 1cm 高さ	μ Sv/h	7.18	2.52	65%	11
	表面汚染密度	Kcpm	14.6	4.40	70%	11

表4 除染面積・除染機材など

除染エリア	面積 (m^2)	主要機材	使用水量 (t)	面積あたりの 使用水量 (kg/m^2)	1m高さの線量率の低減率		
					平均	最小	最大
アスファルト	11,000	高圧水洗浄機:30台 ワイヤーデッキブラシ	200	18	49%	17%	78%
コンクリート タイル等	1,200	高圧水洗浄機:7台 電動ポリッシャー:1台 ワイヤーデッキブラシ	50	42	58%	45%	68%

②芝地

芝地については、重機を用い芝および表土を同時に薄く剥ぎ取るように除去した（表土の厚さ5cm程度）。重機が使用できない狭隘な箇所については、スコップ等を用いて芝・表土を除去した。



重機による芝・表土除去作業



人手による芝・表土除去作業

これらの除染作業により、表面汚染密度が平均で72%低減され、1m高さの空間線量率が平均で8.70 μ Sv/hから2.27 μ Sv/hに低減された（低減率74%）。除染後の1m高さの空間線量率が1cm高さの空間線量率よりも高くなっているが、このエリアが大幅に除染された結果、周囲からの放射線の影響の方が支配的になったことによると考えられる。

除染対象面積2,400 m^2 （このうち約9割を重機で除染し、残りの面積は人手で作業）、に対し、使用した主な機材は小型ドーザ1台、油圧シャベル1台、草刈機10台、スコップ

プであった。

表5 除染前後のモニタリング結果

除染エリア	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
芝地	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	8.70	2.27	74%	20
	空間線量率 1cm 高さ	μ Sv/h	10.4	2.18	79%	20
	表面汚染密度	Kcpm	5.51	1.57	72%	20

表6 除染面積・除染機材など

除染エリア	面積 (m ²)	主要機材	使用水量 (t)	1m高さの線量率の低減率		
				平均	最小	最大
芝地	2,400	小型ドーザ:1台 油圧シャベル:1台 草刈機:10台、スコップ	—	74%	46%	85%

③駐車場芝面

駐車場の芝面については、その下にプラスチックマットが敷き詰められており、これを土壌・芝が覆う構造となっていた。事前の調査で、土壌を数cm除去すれば大幅な除染が可能であることが分かったが、駐車場としての用途を考慮し（雨天時の泥はね防止、強度確保など）、プラスチックマット上の土壌は全て除去することとした。除染作業としては、まず芝・草を刈り取り、その後、重機により表土を約5cm除去した。



芝刈り作業



重機による表土除去作業



芝・土壌除去後の駐車場路面

これらの除染作業により、表面汚染密度が平均で89%低減され、1m高さの空間線量率が平均で9.92 μ Sv/hから2.65 μ Sv/hに低減された（低減率72%）。除染後の1m高さの空間線量率が1cm高さの空間線量率よりも高くなっているが、このエリアが大幅に除染された結果、周囲からの放射線の影響の方が支配的になったことによると考えられる。

除染対象面積900m²に対し、使用した機材の数は小型ドーザ1台、油圧シャベル1台、ブローア3台、草刈機3台であった。

表7 除染前後のモニタリング結果

除染エリア	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
駐車場芝面	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	9.62	2.65	72%	14
	空間線量率 1cm 高さ	μ Sv/h	13.9	1.84	87%	14
	表面汚染密度	kcpm	8.66	0.98	89%	14

表8 除染面積・除染機材など

除染エリア	面積 (m ²)	主要機材	使用水量 (t)	1m高さの線量率の低減率		
				平均	最小	最大
駐車場芝面	900	小型ドーザ:1台 油圧シャベル:1台 ブローア:3台 草刈機:3台	—	72%	60%	80%

④植栽

植栽部については、ブロアや熊手により根元と枝葉についている落葉・枯葉を除去し、また根元周囲の草刈り・表土除去、枝の剪定を実施した。



ブロアによる枯葉除去作業



草刈り・表土除去作業

これらの除染作業により、根元付近の土壌の表面汚染密度が平均で65%低減され、1m高さの空間線量率が平均で8.30 μ Sv/hから4.18 μ Sv/hに低減された（低減率50%）。

表9 除染前後のモニタリング結果

除染エリア	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
植栽(立木・植え込み)	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	8.30	4.18	50%	16
	空間線量率 1cm 高さ	μ Sv/h	11.2	5.04	55%	16
	表面汚染密度	kcpm	8.06	2.80	65%	16

表10 除染面積・除染機材など

除染エリア	面積 (m^2)	主要機材	使用水量 (t)	1m高さの線量率の低減率		
				平均	最小	最大
植栽(立木・植え込み)	1,700	草刈機:3台 ブロア:3台 スコップ	—	48%	19%	69%

⑤砂利敷き(庁舎横、庁舎2階屋上)

庁舎横および庁舎2階屋上の砂利については、スコップ等により収集し、土のう袋に詰めて搬出した。全ての砂利を撤去した後、床面の洗浄・清掃を実施（庁舎横は高圧水洗浄、庁舎2階屋上はほうき等による清掃）。2階屋上の砂利については、土のう袋をロープまたはブルーシートに伝わせて地上まで搬出した。なお、撤去前の砂利の深さは、庁舎横および庁舎2階屋上共に10cm程度であった。



砂利除去作業（庁舎横）



砂利除去作業（庁舎2F屋上）



2階屋上の砂利の地上への搬出（左：ロープ、右：ブルーシート）



除染前の屋上(砂利敷き)



除染後の屋上

これらの除染作業により、庁舎横において表面汚染密度が平均で88%低減され、1m高さの空間線量率が平均で $5.59 \mu\text{Sv/h}$ から $1.33 \mu\text{Sv/h}$ に低減された（低減率76%）。除染後の1m高さの空間線量率で見ると、今回の除染対象の中でこのエリアが最も低い

結果となった。

高圧水洗浄対象面積(900 m²)に対し、高圧水洗浄の使用水量は10tであった。高圧水洗浄時に単位面積あたり使用する水量は11ℓ/m²と計算される。

表 1 1 除染前後のモニタリング結果

除染エリア	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
砂利敷き(庁舎横)	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	5.59	1.33	76%	14
	空間線量率 1cm 高さ	μ Sv/h	6.53	1.35	79%	14
	表面汚染密度	Kcpm	10.7	1.27	88%	14

表 1 2 除染面積・除染機材など

部位	面積 (m ²)	主要機材	使用水量 (t)	面積あたりの 使用水量 (ℓ/m ²)	1m高さの線量率の低減率		
					平均	最小	最大
砂利敷き(庁舎横)	900	スコップ、一輪車 高圧水洗浄機(庁舎横の 砂利撤去後の清掃)	10	11	76%	58%	86%
砂利敷き(2F屋上)	400		—	—	—	—	—

⑥建物(庁舎棟屋上)

庁舎棟の屋上については、ワイヤーデッキブラシによるブラッシングと高圧水洗浄(15MPa)を実施した。洗浄水は、地上から汲み上げ仮設の水タンクに溜めた後、洗浄作業を行った(洗浄中も継続的に汲み上げ実施)。



高圧水洗浄用の水タンク設置作業(庁舎屋上)

これらの除染作業により、庁舎棟の屋上において表面汚染密度が平均で65%低減され、1m高さの空間線量率が平均で5.78 μ Sv/hから3.26 μ Sv/hに低減された(低減率44%)。

除染対象面積(1,000 m²)に対し、高圧水洗浄で使用した水量は50t、主な使用機材は高圧水洗浄機4台、電動ポリッシャー(金属ブラシ製)1台、ワイヤーデッキブラシであった。高圧水洗浄時に単位面積あたり使用する水量は50ℓ/m²と計算される。

表 1 3 除染前後のモニタリング結果

除染エリア	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
庁舎棟屋上	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	5.78	3.26	44%	16
	空間線量率 1cm 高さ	μ Sv/h	12.26	7.17	42%	16
	表面汚染密度	kcpm	21.5	7.55	65%	16

表 1 4 除染面積・除染機材など

除染エリア	面積 (m ²)	主要機材	使用水量 (t)	面積あたりの 使用水量 (t/m ²)	1m高さの線量率の低減率		
					平均	最小	最大
庁舎棟屋上	1,000	高圧水洗浄機：4台 電動ポリッシャー：1台、 ワイヤーデッキブラシ	50	50	43%	39%	48%

6. 廃棄物の現場保管

各工程で発生した廃棄物は、種類別にフレキシブルコンテナにつめ、表面の空間線量率を計測し、その計測値を内容物種類とともにコンテナ表面に明記した。今回の一連の除染作業で発生したフレキシブルコンテナの数量は、土壌・泥が約570個、砂利が約200個、草・枝が約150個であった。

表 1 5 廃棄物発生量とその内訳

	現場保管場①	現場保管場②	合計
面積	約440m ²	約160m ²	約600m ²
廃棄物量 (フレキシブルコンテナ数)	土壌・泥 約570個 砂利 約200個	草・枝 約150個	約920個

現場保管場の草刈り・整地を行った後、ブルーシートを敷き、その上に廃棄物の入ったフレキシブルコンテナを2～3段に積み上げて配置した。その際、線量の高いものが中央・下部になるように配置した。また、最後にブルーシートで全体を覆い、非汚染土壌を詰めた土のう袋で固定した。



現場保管場①



現場保管場②

7. 考察

- ・ 芝の除染については、植物とともに土壌を剥離したため、舗装面などと比較して高い低減率が得られた一方、大量の土壌廃棄物が発生した。剥離土壌の厚さは重機を用いた場合は5cm程度であったが、不整地あるいは狭隘地で重機が使用できず手作業で行った場合には、それ以上除去した箇所も見られた。廃棄物発生量抑制のために、表土をできるだけ薄く剥離する方法の開発が必要である。
- ・ アスファルト舗装面の高圧水洗浄では、地点により1m高さの空間線量率の低減率が大きくばらつく結果となった（17～78%）。その要因の一つとして、除染範囲が広いこと、地点によって作業方法・時間等（ブラッシングの時間、高圧水洗浄のノズルの地上高さ、洗浄速度・方向など）にばらつきが生じたことが考えられる。広範囲の洗浄を人手で行うことには限界もあり、一定の除染効果を得るためには機械化などの工夫が必要と考えられる。また、人手で行う場合において、洗浄した箇所と未洗浄の箇所が判別しにくかったこともばらつきの要因の一つと考えられ。
- ・ さらに低減率のばらつきの要因としては、アスファルト舗装面が除染範囲の外周に多く接しており（モニタリングした115地点中36地点が除染範囲の外周部）、除染していないエリアの影響を受けていることが考えられる。アスファルト舗装面の1m高さの空間線量率の低減率は、外周部平均で43%、中央部平均で51%であり、外周部の低減率が低い傾向が見られた（表16）。
- ・ 植栽の除染では、1m高さの空間線量率の低減率が19%～69%とばらつきが大きい結果となった。この要因として、植栽の形態が多様であることに加え、周囲の状況が地点毎に様々である（周囲の放射線の影響を受けやすい）ことなどが考えられる。

表16 除染範囲の外周部と中央部における除染効果比較（アスファルト）

測定箇所	測定項目	単位	除染前 (平均)	除染後 (平均)	低減率 (平均)	測定 点数
外周部	空間線量率 1m 高さ	μ Sv/h	7.90	4.47	43%	36
中央部			7.68	3.74	51%	79