

高線量域における除染について — 双葉町・浪江町帰還困難区域モデル除染等工事 —

中島 貴弘¹、山田 敏美²、丸山 敏弘³、丸山 能生^{4*}

¹ 株式会社安藤・間 原子力部 (〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1)

² 株式会社安藤・間 東北支店 土木部浪江出張所 (〒979-1525 福島県双葉郡浪江町大字高瀬字原田 2)

³ 株式会社安藤・間 土木事業本部 環境エンジニアリング部 (〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20)

⁴ 株式会社安藤・間 技術研究所 (〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1)

Decontamination in the High Dose Radiation Area ~ Model Decontamination Project in the Futaba-machi and Namie-machi “Difficult-to-return Zone” ~

Takahiro NAKAJIMA¹, Toshiharu YAMADA², Toshihiro MARUYAMA³,
and Yoshio MARUYAMA^{4*}

¹Nuclear Power Department, HAZAMA ANDO Corp. (515-1 Karima, Tsukuba, Ibaraki 305-0822, Japan)

²Tohoku Branch, HAZAMA ANDO Corp.

(2 Aza Harada, Ohaza Takase, Namie-machi, Futaba, Fukushima 979-1525, Japan)

³Head Office, HAZAMA ANDO Corp. (6-1-20 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-8658, Japan)

⁴Technical Research Institute, HAZAMA ANDO Corp. (515-1 Karima, Tsukuba, Ibaraki 305-0822, Japan)

Summary

A model decontamination project was carried out in "the difficult-to-return zone". The purpose of this project was to examine how much radiation dose reduction effect can be achieved when standard decontamination methods used in "the zone in preparation for the lifting of the evacuation order" and "the restricted residence zone" were applied to "the difficult-to-return zone". In addition, it was intended to collect basic data to examine an action for the restoration of the area where evacuation period is supported to be prolonged. This report introduces the summary of this model decontamination project and the result of the radiation reduction effect.

Key Words: Decontamination, Difficult-to-return zone, Standard decontamination method, Radiation dose reduction

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故で拡散した放射性物質は、福島県浜通りを中心に広い範囲にわたって環境を汚染した。避難指示区域の中で、年間予想被ばく放射線量が 20 mSv 超 50 mSv 以下の区域 (空間線量率 3.8 μ Sv/h 超 9.5 μ Sv/h 以下に相当) を居住制限区域、20 mSv 以下の区域 (空間線量率 3.8 μ Sv/h 以下に相当) を避難指示解除準備区域と定めており、これらの区域に対して自治体ごとに除染実施計画を策定し、住民の帰還に向けて除染を進めているところである。また、これらの区域における除染については、除染関係ガイドライン¹⁾に標準的な除染方法が定められている。

一方、年間予想被ばく線量が 50 mSv 超 (空間線量率 9.5

μ Sv/h 超に相当)である帰還困難区域では、具体的な除染方法が定められていない。避難が長期化せざるを得ない地域の復興に関わる取組は喫緊の課題となっている。

平成 25 年度双葉町・浪江町帰還困難区域モデル除染等工事 (以下、「モデル除染等工事」と称する)は、避難指示解除準備区域や居住制限区域で実施している標準的な除染方法を帰還困難区域に用いることにより、どの程度の線量の低減を図ることができるかを検証し、避難が長期化せざるを得ないと見込まれる地域の復興に係る取組を検討するにあたっての基礎データの収集を目的として実施された。本報ではモデル除染等工事の内容と得られた結果について報告する。

*Corresponding author: E-mail: maruyama.yoshio@ad-hzm.co.jp

2. 工事概要

モデル除染等工事は2013年(平成25年)8月22日から2014年(平成26年)8月29日の期間で行われた。工事概要を表1、工事位置を図1²⁾にそれぞれ示す。工事位置は帰還困難区域に含まれる浪江町の3地区(A地区、B地区、C地区)と、同じく双葉町の幼稚園、病院、広場の3施設である。

表2に浪江町3地区の概要を示す。また、表3に除染対象とした双葉町の3施設の概要を示す。

表1 工事概要

工事名称	平成25年度双葉町・浪江町帰還困難区域モデル除染等工事
発注者	環境省福島環境再生事務所
施工場所	福島県双葉郡双葉町および浪江町
工期	平成25年8月22日～平成26年8月29日
受注者	安藤ハザマ・不動テトラ・浅沼組・岩田地崎建設 特定建設工事共同企業体

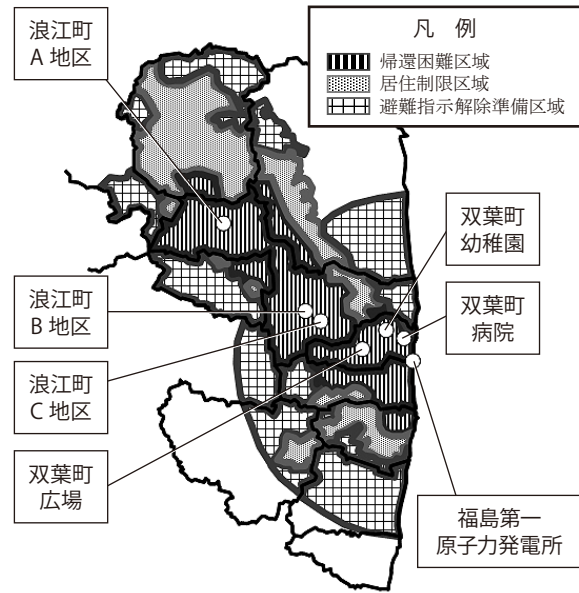


図1 工事位置図

(内閣府原子力被災者生活支援チーム:「避難指示区域の見直しについて」(2013.10)16ページの図を参考に作図)

表2 浪江町除染対象地区の概要

地区名	全体 [ha]	農地 [ha]	森林 [ha]	特徴
A 地区	8.0	3.3	1.1	- 町北西部の山間部の居住地域で、冬季は雪に覆われる。農地と山に囲まれて住宅が点在。本工事中で森林面積が最大。 - 農地は畑と水田が半々。 - 道路は狭隘で、一部舗装面にひび割れがある。
B 地区	7.0	1.5	0.9	- 町南西部の南向き斜面上に展開する居住地域。南側に住宅密集地、北側は山林を背にした住宅が点在。本工事中で住宅数最多。 - 降雪はあるが根雪にはならない。 - 農地は少なく、畑が主。 - 北部に森林有り。 - 南北に主要道路が貫き、舗装面はひび割れ少なく比較的良好。
C 地区	12	8.0	1.0	- 町南西部の山間部の住宅地域。斜面に囲まれたすり鉢状地形。降雪はあるが根雪にはならない。 - 本工事中で農地面積最大。水田が主。 - 舗装面はひび割れ少なく比較的良好だが、一部に舗装の剥落箇所が存在する。

表3 双葉町除染対象施設の概要

施設名	全体 [ha]	主な構造物	特徴
病院	4.5	大型施設(病院施設、老人保健施設)、道路	- 町北東部の市街地(平地)に展開する大型施設。 - 住宅地、農地、草地に隣接。 - 屋根はシート防水かシンダーコンクリート。 - 外壁は吹付けタイル、リシン吹き、窯業系サイディング等。
幼稚園	2.5	学校、公園、草地・芝地	- 町北西部の市街地(平地)に位置する学校施設。 - 北側に山、東側に切土法面あり。西・南側は住宅密集地。 - 敷地は学校用地、園庭、駐車場(草地)で構成。 - 本館屋根はシート防水、保育棟屋根は金属。 - 外壁は吹付けタイル、リシン吹き、金属系サイディング等。
広場	1.0	集会場、グラウンド、駐車場、森林	- 町南側の山間部に位置する広場。 - 居住地域に面し、北面は山林に囲まれる。 - 敷地の大部分がグラウンドで、他に駐車場、集会場あり。 - グラウンドは土砂敷きのみ。 - 集会場屋根は瓦葺き。

表 4 各対象物に対する主な標準除染工法

除染対象物	標準除染工法
住宅	・家屋の拭き取り ・庭の除草 ・表土削り取り [深さ 5 cm] ・客土
大型施設	・屋上の高圧水洗浄 ・壁面の拭き取り ・舗装面の削り取り (ショットブラスト、超高圧水洗浄)
農地	・除草 ・表土削り取り [深さ 5 cm] ・客土 ・耕起 [深さ 15 cm]
道路	・堆積物除去 ・舗装面の削り取り (ショットブラスト、超高圧水洗浄)
森林	・除草 ・枝打ち ・堆積物除去

出典：「除染関係ガイドライン 平成 25 年 5 月第 2 版
(平成 26 年 12 月追補)」環境省、東京 (2014)

3. 除染工法と管理値の決定

(1) 標準工法

モデル除染等工事の目的は、避難指示解除準備区域および居住制限区域で実施している標準的な除染工法を帰還困難区域に適用することにより、どの程度の線量の低減を図ることができるのか等について検証することである。除染関係ガイドラインに定められている標準除染工法は表 4 の通りである。

(2) 除染効果の評価

除染の効果は除染による放射線量の低下の割合で評価した。低下の割合は(1)式で定める低減率[%]で求めることとした。

$$\text{低減率}[\%] = \frac{(\text{空間線量率(除染前)} - \text{空間線量率(除染後)})}{\text{空間線量率(除染前)}} \times 100 \dots (1)$$

低減率の値は除染によって放射性物質が取り除かれて空間線量率(除染後)が小さくなった場合に 100% に近く、逆に全く除去できなかった場合に 0% となり、低減率の値が大きいほど除染の効果が上がっていることを示す。

試験施工では除染した対象物の状況を知りたいため、対象物の除染面から 1 cm の位置での空間線量率を測定して低減率を求めた。測定には NaI シンチレーションサーベイメータ (日立アロカメディカル社製、TCS-172B) を使用し、周囲の影響を取り除くために鉛コリメータを使用した。一方、除染工事の評価では生活圏における低減率を知りたいため、地面や舗装面から高さ 1 m の位置での空間線量率を測定して低減率を求めた。測定は試験施工と同じ NaI シンチレーションサーベイメータを使用した。この場合は鉛コリメータは使っていない。

(3) 試験施工

各標準除染工法の低減率を把握することと、除染の効果が得られる具体的な施工方法(回数、削り取り深さ等)を管理値として定めることを目的として試験施工を実施した。試験施工では同じ除染工法を繰り返し行い、低減効果が無くなったときの回数や深さを各除染工法の管理値とした。試験施工で得られた標準除染工法の管理値を表 5 に示す。

除染対象物毎の評価を以下に整理する。

a) 住宅、大型施設等の建築物

屋根や外壁は事故後の雨水によるウェザリング効果(表面の洗い流し)により、除染前の線量がすでに低い場合が多かったが、その場合でも 1 ~ 2 回の拭き取りである程度の除染効果が得られた。ただし、セメント瓦、スレート材、リシン吹付けのように表面が粗い材質の場合は、拭き取りによる除染効果が得られないものがあつた。これは粗い表面に放射性物質の沈着が進んでいるためと考えられる。特にリシン吹付けの外壁は剥離しやすいためブラシ等で軽く拭き取る除染方法を試みたが、除染効果がほとんど得られないために管理値は 1 回拭き取りとした。

b) 道路

超高圧水洗浄は舗装表面を削り取るため舗装面の欠損や白線の荒れ、消失を伴う。また、路面の平坦性により低減率がばらつくことがある。そこで、圧力を下げる等の施工上の工夫が必要となる。モデル除染等工事では超高圧水洗浄を基本としたが、白線部や舗装が損傷している部分では圧力を下げて除染を行うこととした。なお、舗装面の標準工法であるショットブラストは除染後の表面の荒れ、白線の消失が著しいため、管理者と協議の上、モデル除染等工事では使用しないことにした。

c) 農地

試験施工の結果、5 cm 剥ぎ取りと覆土による除染効果は大きかったものの、C 地区では 5 cm 以深にも既に放射性物質が浸透しており、追加的に 10 cm まで削り取りを行うなどの措置を講じる必要があることが分かった。削り取り厚決定にあたり、深度方向の汚染の程度の把握が重要となる。

d) 森林

事故後 3 年以上が経過し、初期に汚染された堆積層の上に更に汚染された落葉等による堆積物が生じていることが予想され、表面的な堆積層の除去のみでは他の除染対象物に比べて低減率が低くなることが考えられた。しかし、モデル除染等工事では保水機能や土砂流出防止等の森林機能の維持を重視し、森林除染は地表面の堆積有機物の除去程度に留めるものとした。

4. 除染工事状況

(1) 住宅・大型施設等建築物

写真 1 に住宅屋根の拭き取り(乾拭)による除染状況、写真 2 には住宅外壁の拭き取り(濡拭)による除染状況を示す。試験施

表5 試験施工で得られた標準除染工法の管理値

対象物	除染方法	管理値
住宅・宅地等	屋根	2回拭取り(乾拭)
	外壁	拭取り
	雨樋	2回拭取り(濡拭)
	舗装	堆積物除去、1回拭取り(濡拭)
学校施設 屋根・屋上	金属屋根	送水圧 20 MPa 以上、洗浄回数 2 回
	シート防水	1回拭取り(濡拭)
学校施設 外壁	吹付けタイル	送水圧 15 MPa、送水量 15 L/分、洗浄回数 1 回
	金属サイディング	1回拭取り(濡拭)
大型施設 屋上	コンクリート面	拭取り
	シート防水	1回拭取り(濡拭)
大型施設 外壁	吹付けタイル	送水圧 15 MPa、送水量 15 L/分、洗浄回数 1 回
	金属サイディング	1回拭取り(濡拭)
大型施設 舗装面	アスファルト	1回拭取り(濡拭)
	コンクリート	1回拭取り(濡拭)
道路	アスファルト舗装面	100 MPa を標準圧とし、白線部や舗装損傷部は 50 MPa を下限として調整する、送水量 20 L/分、洗浄回数 1 回
		100 MPa を標準圧とし、白線部や舗装損傷部は 50 MPa を下限として調整する、送水量 20 L/分、洗浄回数 1 回
農地 (A・B 地区)	水田	5, 10, 15 cm の深度方向の放射能濃度を調査して削取り厚さを決定
	畑	削取り 5 cm、覆土 5 cm の上、2 回耕起
農地 (C 地区)	水田	5, 10, 15 cm の深度方向の放射能濃度を調査して削取り厚さを決定
	畑	削取り 10 cm、覆土 10 cm の上、2 回耕起
森林	常緑樹	刈払・堆積物除去 (熊手による堆積有機物の除去、竹箒による表土仕上げ (林縁部から 20 m まで))
	落葉樹	
	雑木林/針葉樹林	

工の結果に基づき、屋根、外壁は1回ないし2回の拭取りを行った。雨樋は堆積物を除去してから拭取りを1回行った。外壁のリシン吹付けのような剥離しやすい材料の場合は、剥離しないようにブラシ等で軽く拭取る除染方法も実施した。

(2) 農地

農地は5 cm剥ぎ取り後に同じ厚さだけ覆土して耕起した。

ただし、浪江町C地区ではすでに5 cm以深にも放射性セシウムが浸透しており、5 cmの剥ぎ取りでは十分な除染効果が得られなかったために10 cmまで剥ぎ取りを行った。

写真3は農地の表土の剥ぎ取りを行っている状況を示す。また写真4は表層を剥ぎ取った後に清浄土を運び込み、覆土を行っている様子である。



写真1 住宅屋根の除染状況



写真2 住宅外壁の除染状況



写真3 農地の除染状況(表土の剥ぎ取り)



写真6 森林の除染状況(落葉等の堆積物除去)



写真4 農地の除染状況(覆土)



写真7 森林の除染状況(堆積物残渣の除去)



写真5 道路(舗装面)の除染状況(超高压水洗浄)

(3) 道路

道路は堆積物を取り除いた後に超高压水洗浄による表層の削り取りを行った。写真5に超高压水洗浄による道路の除染状況を示す。水圧100 MPaによる1回洗浄を標準とし、白線部や舗装損傷箇所は圧力を調整して白線が消えたり、舗装面を傷

めてしまうことが無いように注意した。

(4) 森林

除染後も保水機能や土砂流出防止等の森林機能を維持させることを考慮して、森林除染は地表面の堆積有機物の除去作業程度に留めた。写真6、7に森林の除染状況を示す。なお、除染対象範囲は各地区の生活圏であり、森林は林縁部から森林側に20 m入った部分までとした。

5. 除染効果

モデル除染等工事で得られた空間線量率と低減率の関係を除染対象物毎に整理したものを表6に示す。空間線量率は地面から高さ1 mで測定した値である。除染効果を調べるための測定は、全ての地目の除染を始める前(除染前)および全ての地目の除染が終わった後(除染後)に一斉に実施した。なお、住宅地は5 mメッシュ、その他の地目では10 mメッシュ(道路は10 mピッチ)で測定を実施した。ただし、除染効果の評価にあたって未除染エリアからの影響を取り除くため、未除染エリアから10 m以内に位置する測定点は除外して評価した。

表6 線量帯別の線量低減率(高さ1 m)

除染対象物	除染の線量帯 [μSv/h]	測定点数 ^{*1}	空間線量率平均値			測定点毎の低減率		
			除染前 [μSv/h]	除染後 [μSv/h]	低減率 [%]	25%値 ^{*2}	中央値	75%値
住宅	3.8～9.5	975	7.65	3.36	56.1	44.9%	59.1%	68.8%
	9.5～14.3	423	11.37	4.32	62.0	51.7%	66.4%	75.7%
	14.3以上	717	19.07	8.24	56.8	46.1%	59.7%	70.4%
農地	3.8～9.5	476	8.11	3.52	56.6	44.2%	58.5%	68.8%
	9.5～14.3	299	12.01	4.23	64.8	56.4%	67.3%	77.6%
	14.3以上	754	19.06	5.99	68.6	58.7%	73.4%	81.3%
道路	3.8～9.5	226	6.69	2.91	56.5	49.4%	58.0%	65.4%
	9.5～14.3	89	12.13	4.71	61.2	54.2%	62.5%	69.0%
	14.3以上	167	19.56	7.12	63.6	54.5%	64.5%	71.8%
森林	3.8～9.5	41	8.4	6.85	18.5	9.7%	12.6%	24.3%
	9.5～14.3	77	10.95	8.64	21.1	13.1%	18.8%	26.1%
	14.3以上	78	18.82	14.05	25.3	11.4%	20.4%	35.8%
住宅地 農地 道路	3.8～9.5	1677	7.65	3.35	56.3	45.1%	58.6%	68.3%
	9.5～14.3	811	11.69	4.33	62.9	53.6%	66.1%	76.1%
	14.3以上	1638	19.12	7.09	62.9	52.1%	66.1%	77.2%

*1 未除染エリアからの影響を取り除くため、未除染エリアから10 m以内の測定点は除いた。

*2 「% 値」はデータを大きさの順に並べたとき、ある値 x より小さな値の割合が p% 以下である場合に、その x の値を p% 値と呼ぶ。
例えば、100 個のデータがあったとすると、25%値とは小さい順に数えて 25番目の値を指す。

表6に示すように、森林以外の除染対象物では55%を超える低減率が得られたが、森林はどの線量帯でも20%程度の低減率であった。先述したように、森林除染では森林機能保持のため表層の堆積有機物の除去程度に留めたためと考えられる。

浪江町の各地区における低減率を表7に示す。表6と同様に空間線量率は高さ1 mで測定したもので、未除染エリアの影響

を取り除くために表6と同様の処理を行っている。各地域とも生活圏（住宅地、農地、道路）では除染によって50～70%の低減率が得られたが、森林では14～22%の低減率であった。

表8に双葉町の各施設における低減率を示した。空間線量率は幼稚園のみ高さ50 cmで測定し、他の施設では高さ1 mで測定している。表6、7同様に未除染エリアから10 m以内の測定点は除いてある。双葉町の各施設でも生活圏では除染に

表7 除染による低減効果(浪江町)(高さ1 m)

地区	地目	測定点数	除染前の平均値 [μSv/h]	除染後の平均値 [μSv/h]	低減率 [%]
A 地区	住宅地	705	8.13	3.62	55
	農地	383	8.08	3.87	52
	道路	106	6.68	3.39	49
	森林	38	8.67	7.47	14
B 地区	住宅地	584	8.88	3.26	63
	農地	202	9.50	2.78	71
	道路	115	6.94	2.63	62
	森林	46	10.31	8.01	22
C地区 ^{*1}	住宅地	825	18.07	8.47	53
	農地	944	17.81	8.82	50
	道路	233	17.55	7.92	55
	森林	92	16.19	13.68	16

*1 C 地区の農地は、除草、表土削り取り(5 cm)のみ実施した段階のデータ。

表 8 除染による低減効果(双葉町)(高さ1m)

施設	地目	測定点数 ^{*1}	除染前の平均値 [$\mu\text{Sv/h}$] ^{*2}	除染後の平均値 [$\mu\text{Sv/h}$] ^{*2}	低減率 [%]
病院	大型施設	525	10.26	3.01	71
	道路	33	8.44	2.75	67
幼稚園	学校	213	11.65	3.81	67
	公園	38	11.64	3.93	66
	草地・芝地	42	9.20	2.50	73
広場	集会場	8	17.86	6.20	65
	グラウンド	82	22.07	4.46	80
	駐車場				
	森林	20	18.10	10.98	39

*1 未除染エリアからの影響を取り除くため、未除染エリアから10 m 以内の測定点は除いた。

*2 幼稚園は子供が多く利用する施設のため、測定高さ 50 cm における空間線量率の測定値とした。

より65～80%程度の低減率が得られたが、森林は39%の低減率であった。

図2、3、4に浪江町A、B、C地区における除染前後の空間線量率(高さ1 m)の度数分布を示す。A、B、Cの3地区とも住宅地、道路、農地では除染によって度数分布が低線量方向に移動しており、除染効果が得られたことが分かる。一方、森林

は3地区とも除染前後の度数分布に大きな変化が無く、他の除染対象に比べて低減率が低いことが分かる。

図4に示すC地区の農地は5 cm剥取りを行った時点の状況を示している。5 cm剥取りだけでは空間線量率が十分に低減していない部分が残ったため、さらに5 cmの剥取りを行い、合計10 cmの剥取りを行った。一方、C地区に比較的近いB地

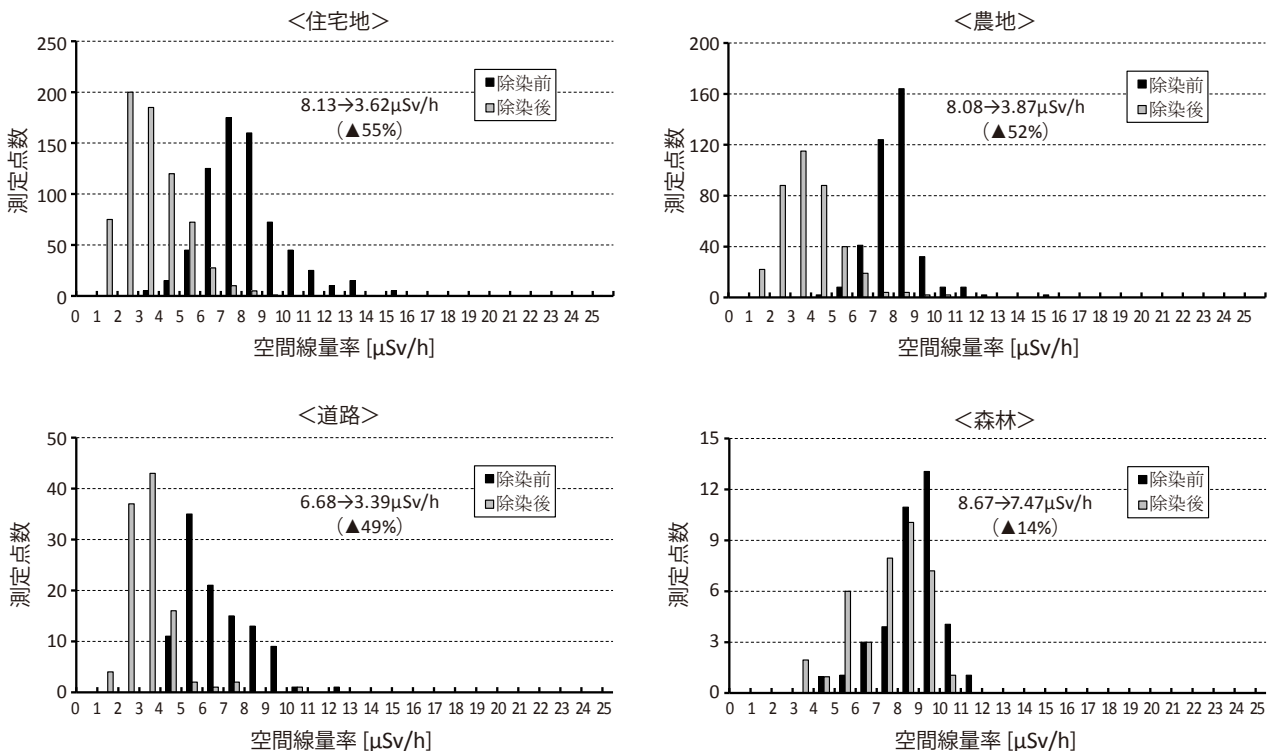


図 2 除染による線量低減効果(浪江町A地区)

- ・測定高さ:1 m
- ・未除染エリアからの影響を取り除くため、未除染エリアから10 m 以内の測定点は除いている。
- ・グラフ中の数値は除染前平均値→除染後平均値
- ・森林には、生活圏でない測定点(林縁から森林側に10 m 程度入った部分)を含む。
- ・測定時期 除染前:2013年9月11日～9月27日 除染後:2013年10月14日～11月27日

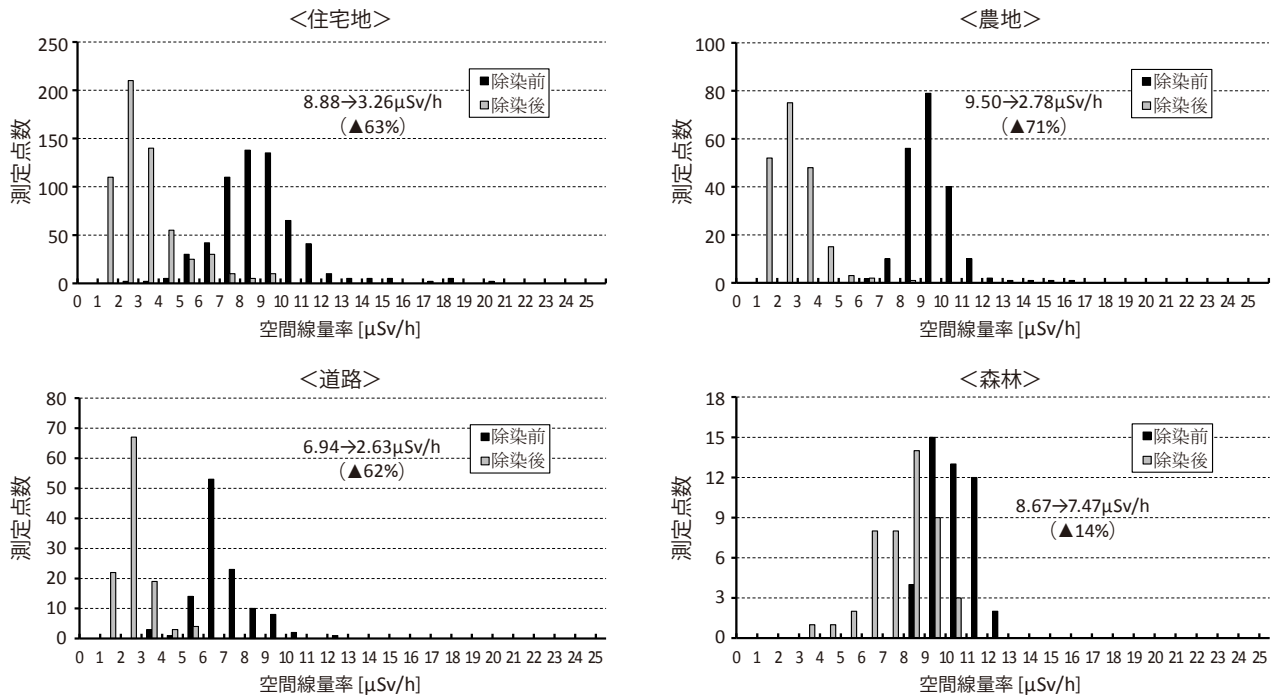


図3 除染による線量低減効果(浪江町B地区)

- 測定高さ: 1 m
- 未除染エリアからの影響を取り除くため、未除染エリアから 10 m 以内の測定点は除いている。
- グラフ中の数値は除染前平均値→除染後平均値
- 森林には、生活圏でない測定点(林縁から森林側に 10 m 程度入った部分)を含む。
- 測定時期 除染前: 2013 年 9 月 23 日～10 月 10 日 除染後: 2013 年 11 月 25 日～2014 年 2 月 7 日

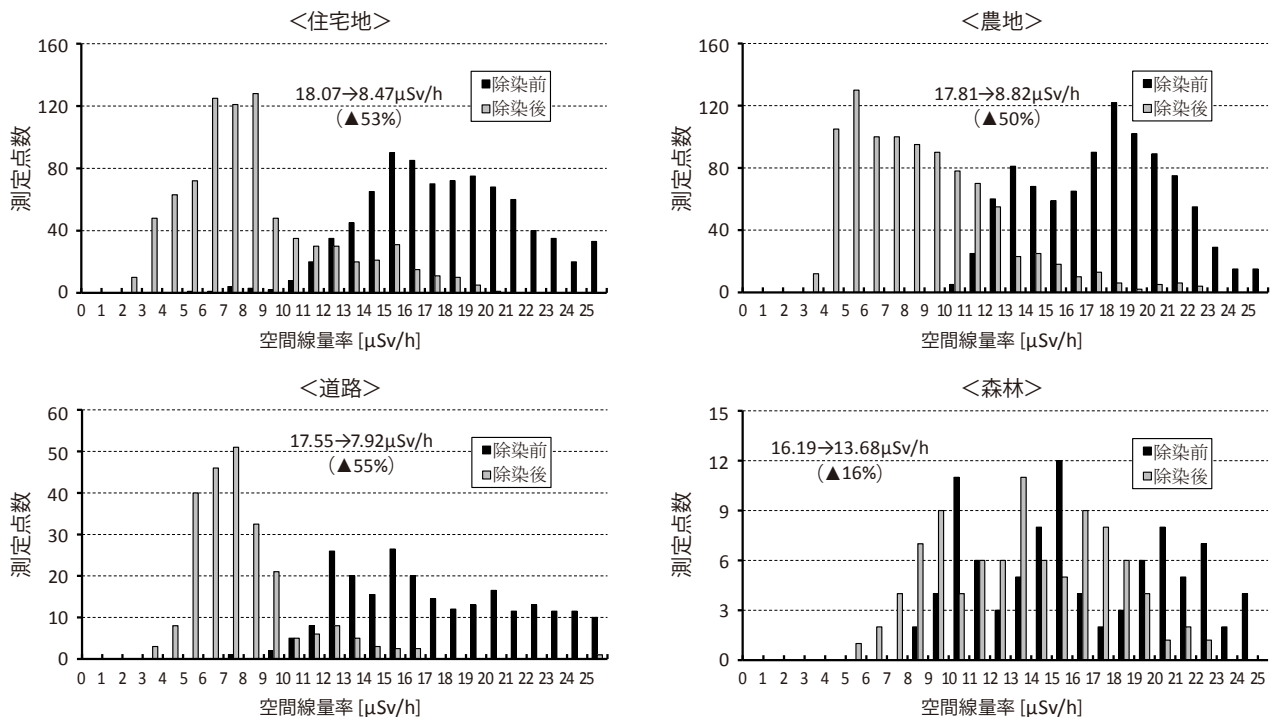


図4 除染による線量低減効果(浪江町C地区)

- 測定高さ: 1 m
- 未除染エリアからの影響を取り除くため、未除染エリアから 10 m 以内の測定点は除いている。
- グラフ中の数値は除染前平均値→除染後平均値
- 森林には、生活圏でない測定点(林縁から森林側に 10 m 程度入った部分)を含む。
- 測定時期 除染前: 2013 年 9 月 21 日～10 月 29 日 除染後: 2013 年 11 月 28 日～2014 年 1 月 18 日

区の農地(図3)では5 cm剥取りで空間線量率が十分低減した。この違いについて、B地区の農地は畑が主であるのに対してC地区は水田が主であることにより、両者の粒度分布や団粒化の違いに等よる原因が考えられる。しかし、主たる汚染原因物質であるセシウムの浸透速度は土壌の物理的性質だけでなくpH等の化学的性質にも依存すると言われており、ここでは原因の特定には至っていない。

6. まとめ

除染関係ガイドラインに定められている除染方法を用いて帰還困難区域の除染を行った。地区毎および除染対象物毎に除染前後の空間線量率を集計し、低減率を算出した。その結果、住宅地、農地、道路の生活圏では50～80%程度の低減率が得られたが、森林は他の除染対象に比べて低減率が低かった。

住宅・大型施設等の建築物では、1～2回の拭取りである程度の除染効果はあった。一方、セメント瓦などの表面が粗い材質等は放射性物質の沈着が進んでおり、拭取りでは除染効果が得られない場合があった。剥離のしやすい材料については、剥離しないようブラシ等で軽く拭き取る除染方法を採用したが、除染効果がほとんど得られない場合があった。

農地では標準削り取り厚さ5 cmとした剥ぎ取りと覆土による除染効果は大きかった。線量の特に高い地区においては5 cm以深にも放射性物質が浸透している場合があった。

道路除染の超高压水洗浄では、路面の平坦性によって低減率がばらつく傾向が見られた。

森林の除染は他の除染対象と比べると低減率が低かった。森林機能を損なわないように配慮する観点から、草木の根が露出し過ぎないようにする必要があるため、表層の落葉等の堆積有機物の除去に留めた。事故後3年以上が経過し、森林の堆積層の上に更に落葉等による堆積有機物が生じたことから、表面的な堆積有機物除去のみでは他の除染対象と比べて放射

性物質が十分に除去できない場合があるものと思われる。

森林周辺や農地の畦畔では、表面の堆積有機物除去を実施したことによって逆に空間線量率が上昇してしまう場面が散見された。これは、事故後の経年変化による放射性物質のより深部への浸透の影響と、堆積物よりも深部に存在していた放射性物質が表層に露出されたことにより、線量率の増加が引き起こされたのではないかと考える。

高線量域でさらに線量を低減させるには、ホットスポットの除去や除染対象区域を広範囲に広げて行くなどが考えられる。さらに標準工法ではカバーしきれない除染対象物について十分な線量低減率を得るためには、追加的な措置の検討も必要と考えられる。モデル除染等工事の知見から想定される追加的な措置の候補を表9に示した。

7. おわりに

今回の帰還困難区域におけるモデル除染等工事を通じ、居住制限区域や避難指示解除準備区域で標準的に採用されている除染工法を実施した後にもある程度の線量が残ることがわかった。今後、より線量の高い地域の除染を検討していく場合には、今回得られた知見を元に入念な事前検討を行うとともに、追加的な措置や周辺エリアの影響の考慮、遮蔽技術の検討などが必要になると考えられる。このような線量の高い地域の除染計画策定にあたり、新規除染工法の採用のみならず、追加的な措置を組み合わせる地域の実情に合わせた除染計画を策定して行くことが重要である。

今回得られた結果が、避難が長期化せざるを得ないと見込まれる地域の逸早い復興の一助になれば幸いである。

謝 辞

環境省福島環境再生事務所および浜通り北支所、県中・県南支所のご指導のもと、帰還困難区域のモデル除染等工事を担当させて頂いたことに深く感謝申し上げます。

表9 除染対象物ごとに考えられる追加的な措置

除染対象	線量低減に向けた課題	検討事項	追加的な措置 / 対策
建築物	・軒下や軒樋のホットスポット ・除染効果の得られない材質がある(粗面なもの)	・ホットスポット特定手法の確立	・ホットスポットへの十分な対応 ・敷地削り取りの追加措置 ・粗面な材質の建築物の除去
農地	・放射性セシウムが、地表面5 cm以深にも浸透している	・深度分布調査による深度方向の汚染把握	・深度方向汚染に応じた適切な除去と覆土
道路	・亀裂やくぼみ等のホットスポット	・舗装面ホットスポット対応方法の確立	・吸引機構のある洗浄装置の採用 ・亀裂やくぼみ箇所の舗装面の打替
森林	・堆積有機物除去のみの表面的な除染では他の除染対象と比べて低減率が低い	・機能保全と除染効果の両立(保全すべき機能) ・土砂流出防止・保水機能 ・樹木保全機能	・汚染源の確実な除去(残渣処理に加えて薄層削り取り) ・植生マットや植生土のうによる遮蔽 ・法面保護工などの補助工法の採用

参 考 文 献

- | | |
|--|---|
| 1) 環境省:「除染関係ガイドライン 平成 25 年 5 月 第 2 版
(平成 26 年 12 月追補)」, 環境省, 東京(2014). | earthquake/nuclear/pdf/131009/131009_02a.pdf),
2016 年 5 月閲覧. |
| 2) 内閣府原子力被災者生活支援チーム: 避難指示区域の
見直しについて, 2013 年 10 月. (URL: www.meti.go.jp/) | 2016 年 2 月 24 日受付
2016 年 5 月 25 日受理 |

和 文 要 約

帰還困難区域を対象にモデル除染等工事が行われた。この工事の目的は、避難指示解除準備区域や居住制限区域で実施している標準的な除染方法を帰還困難区域に適用すると、どの程度の線量低減効果が得られるかを検証することである。また、避難が長期化せざるを得ないと見込まれる地域の復興に係る取組を検討するにあたっての基礎データを収集することも目的としている。本報ではモデル等除染工事の概要と線量低減効果を報告する。

