

1. 帰還困難区域の長泥での宅地周囲の空間線利用率と放射性セシウムの残存実態

1) 長泥地区の汚染概要

長泥地区は飯舘村の最南端に位置し、東京電力福島第一原子力発電所より 30km 圏内のエリアにある。地区の北端の見晴台からは、晴天時は原発が見える位置である。国道 399 線が走り、その道路に沿って放射性ブルームが到達した。震災直後、白服を着た調査員が地区の中心地の十文字交差点で放射能測定をしていたともいわれている。

震災直後の 3 月 30 日の IISORA の今中らが全村を調査した時の、長泥地区での空間線量率は $30 \mu\text{Sv/h}$ を超える個所もあり、原子力研究者も脅威を感じる汚染実態であった。今中哲二の計算では、長泥の曲田の積算空間線量値は、沈着後 200 日で 100 ミリシーベルトを超える値であった。被曝による癌の発生が現実視されるオーダーの積算被曝量となる。飯舘村は 4 月 22 日に計画的避難地域に指定され、その後、長泥は、年間で 50 ミリシーベルトを超える地区として帰還困難区域に再指定され、地区の入り口 3 か所にはゲートが設置され、今日に至っている。

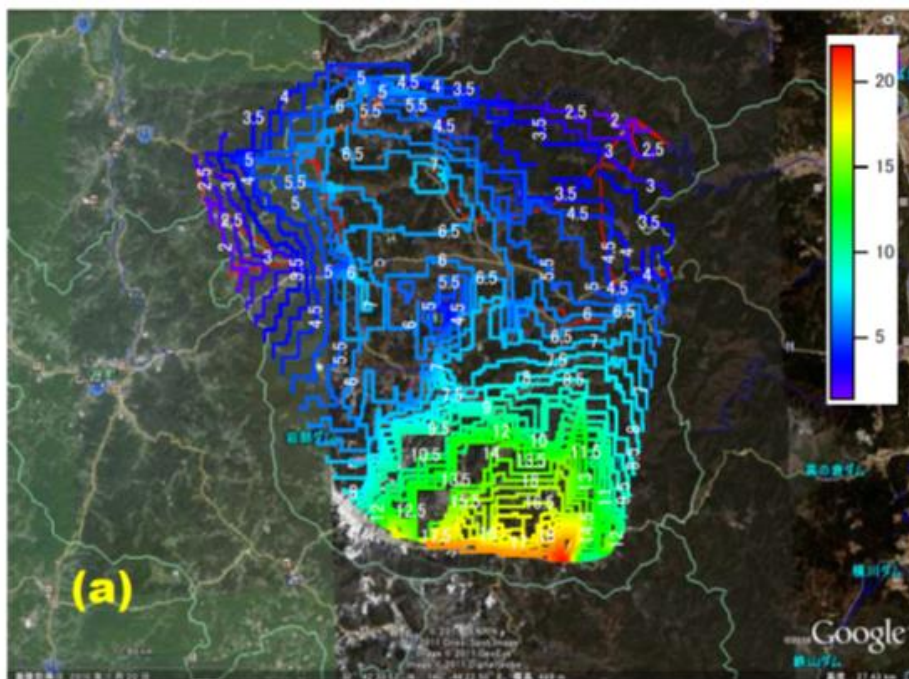


図1 原発事故直後の飯舘村全域の空間線量率（2011年3月29日）測定 IISORA 今中哲二ら

長泥の曲田での土壌表面には、2011年3月29日時点では、ヨウ素 131 は 362.2 万 Bq/m²、Cs137 は 221.7 万 Bq/m² あり、チェルノブイリ事故の際には強制避難地域となっている値で汚染されていたことになる。長泥の曲田での土壌表面には、2011年3月29日時点では、ヨウ素 131 は 362.2 万 Bq/m²、Cs137 は 221.7 万 Bq/m² あり、チェルノブイリ事故の際には強制避難地域となっている値で汚染されていたことになる。

2) 宅地周囲の空間線利用率と放射性セシウム残存実態

長泥では除去土壌再利用の実証実験が 2018 年 9 月より開始されている。長泥地区のリーダーに協力を

依頼し地区内に入り、その実証実験地の周囲の住宅、農地、農道での空間線量率と Cs の残存実態を測定した。実証実験地は除染されつつある状況であるが、住宅は除染されないままの状況です。測定した箇所は全て除染されていない場所である。

表1 長泥の採取土壌中セシウム量 (2018年10月)

飯舘村長泥地区の採取土壌中等の放射性セシウム賦存量 2018年10月19日採取 (糸長浩司) 単位Bq/ kg								
場所	内容	表面線量	深さ	Cs134	Cs137	Cs計	c137 比率	Cs137の 表面密度 Bq/m ² 、土の 密度1.5と仮定
①	水田	2.68 μSv/h	0-5cm	1,581	18,321	19,902	64%	1,374,075
			5-10cm	657	6,924	7,581	24%	
②	農道土	2.33 μSv/h	0-5cm	893	9,693	10,586	89%	726,960
			5-10cm	86	1,011	1,096	9%	
③	A宅地	3.35 μSv/h	0-5cm	2,167	24,626	26,793	96%	1,846,950
			5-10cm	57	849	906	3%	
④	A宅裏山	2.48 μSv/h	0-5cm	1,292	15,332	16,624	58%	1,149,900
			5-10cm	875	9,547	10,421	36%	
⑤	S宅地	4.33 μSv/h	0-5cm	2,732	30,475	33,207	94%	2,285,625
			5-10cm	74	803	877	2%	
⑥	S宅裏山	4.7 μSv/h	0-5cm	2,711	33,093	35,804	95%	1,374,075
			5-10cm	104	1,105	1,209	3%	

地表表面の空間線量率は、水田で 2.68 μSv/h、農道で 2.33 μSv/h、宅地で 3.35~4.33 μSv/h、宅地裏山は 2.48~4.7 μSv/h と非帰還困難区域の除染地区と比較すると極端に高い状況である。

土中 30cm のコア抜きをして Cs の残存量を測定した。Cs137 の残存量は水田の表層 5cm で 18321Bq/ kg、5~10cm は 6925Bq/ kg で 5cm 層に 64%残存している。農道の表層 5cm で 9693Bq/ kg、5~10cm は 1011Bq/ kg で 5cm 層に 89%残存している。水田は水分を含んでいるため、表層下への浸透が推察される。宅地では Cs137 は、宅地 A では表層 5cm で 24626Bq/ kg、5~10cm 層は 849Bq/ kg で 5cm 層に 96%残存し、宅地 S では表層 5cm で 30475Bq/ kg、5~10cm 層は 803Bq/ kg で 5cm 層に 94%の残存率である。宅地裏の山の土壌は、宅地 A の裏山は、表層 5cm で 15332Bq/ kg、5~10cm 層は 9547Bq/ kg で 5cm 層に 58%の残存率である。宅地 S の裏山は、表層 5cm で 33093Bq/ kg、5~10cm 層は 1105Bq/ kg で 5cm 層に 95%の残存率である。

各サンプルの比重から表面での Cs 137 の量を算定した。水田は約 137 万 Bq/m²、農道は約 73 万 Bq/m²、宅地は約 185 万~約 229 万 Bq/m²、裏山は約 115 万~137 万 Bq/m² の表面汚染状況にある。放射性管理区域の表面汚染規制値、4 万 Bq/m² の 30 倍~60 倍近い汚染実態が継続していることになる。

当然のことであるが、地面の空間線量率と表層 5cm の Cs 量は強い相関関係がある。今回の測定での相関係数、R² は 0.9411 である。

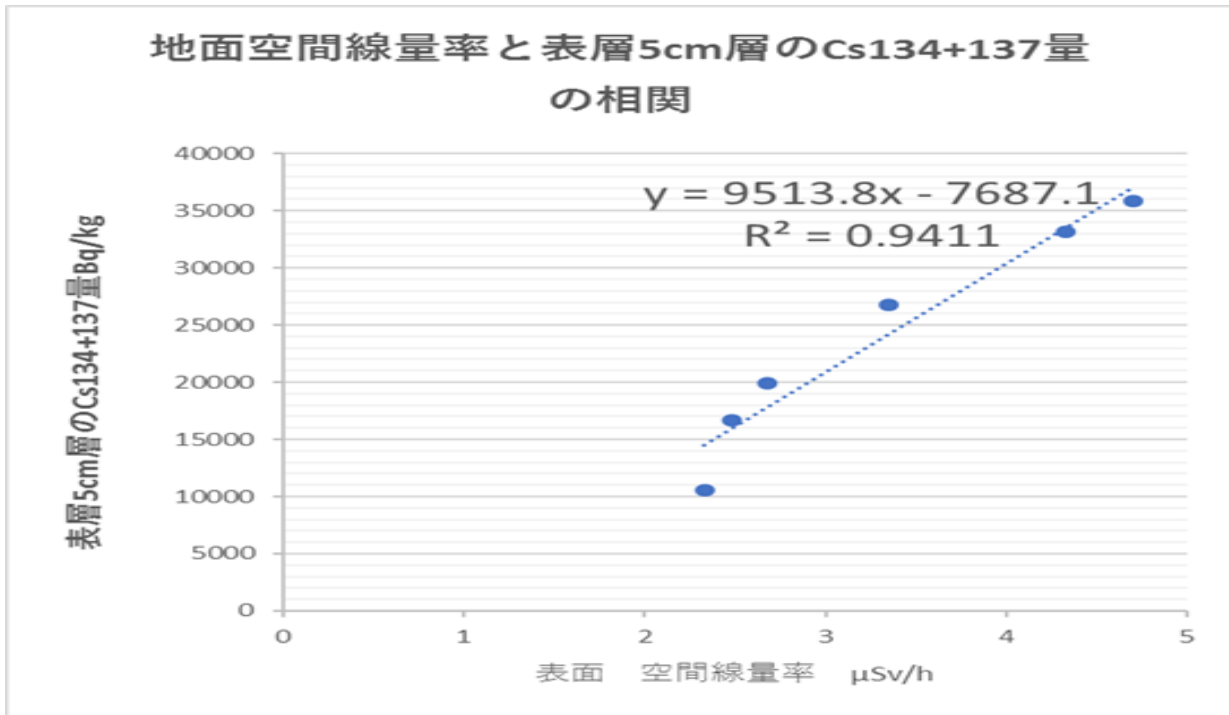


図2 飯舘村K宅地の土壌等の放射性セシウム測定箇所（2019年5月）

3) S宅の2013年から2018年の空間線量率、セシウム量の変化

長泥地区の先の曲田に近い場所の住宅、S宅での汚染実態の変化を分析する。この住宅は地区のリーダー的な存在の世帯であり、2013年から継続的に測定をしてきている。



写真1 長泥地区 除去土壌再利用試験地と測定地の遠景（2018年10月）

①2013年の住宅内外の空間線量率

宅地の線量は2～5.5 μ 程度と高い。住宅内線量は2013年の調査住宅の中で最も高く、線量は二階>一階で、床<床上1m<天井の順で高い傾向は同様である。平均値は一階で床1.3、床上1m1.9、天井2.5 μ Sv/hで、二階で床2.1、床上1m2.7、天井3.2 μ Sv/hである。放射線管理区域の基準値0.6 μ Sv/h以下の測点はない。

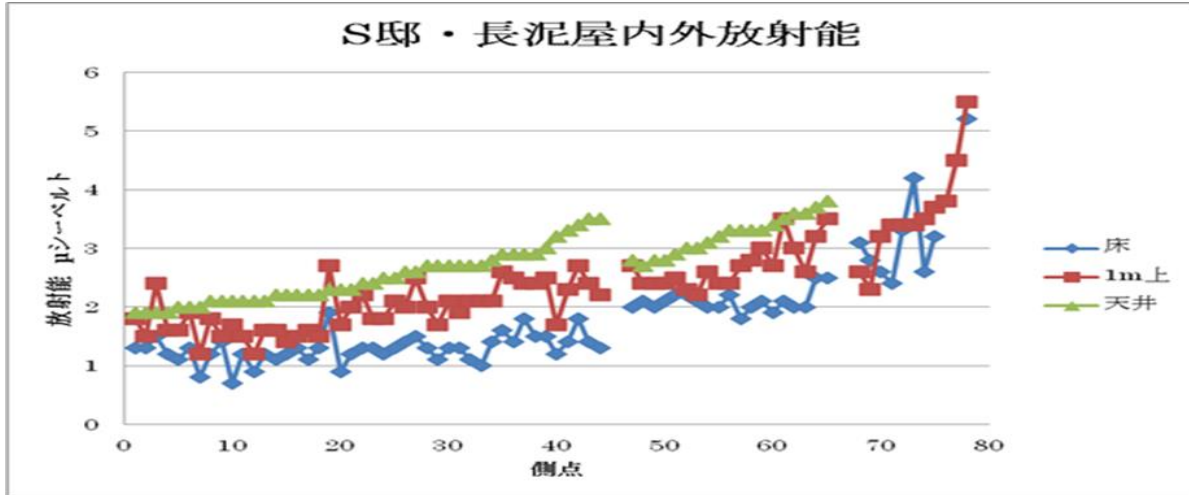


図3 帰還困難区域S宅住宅内の空間線量率(2013年)

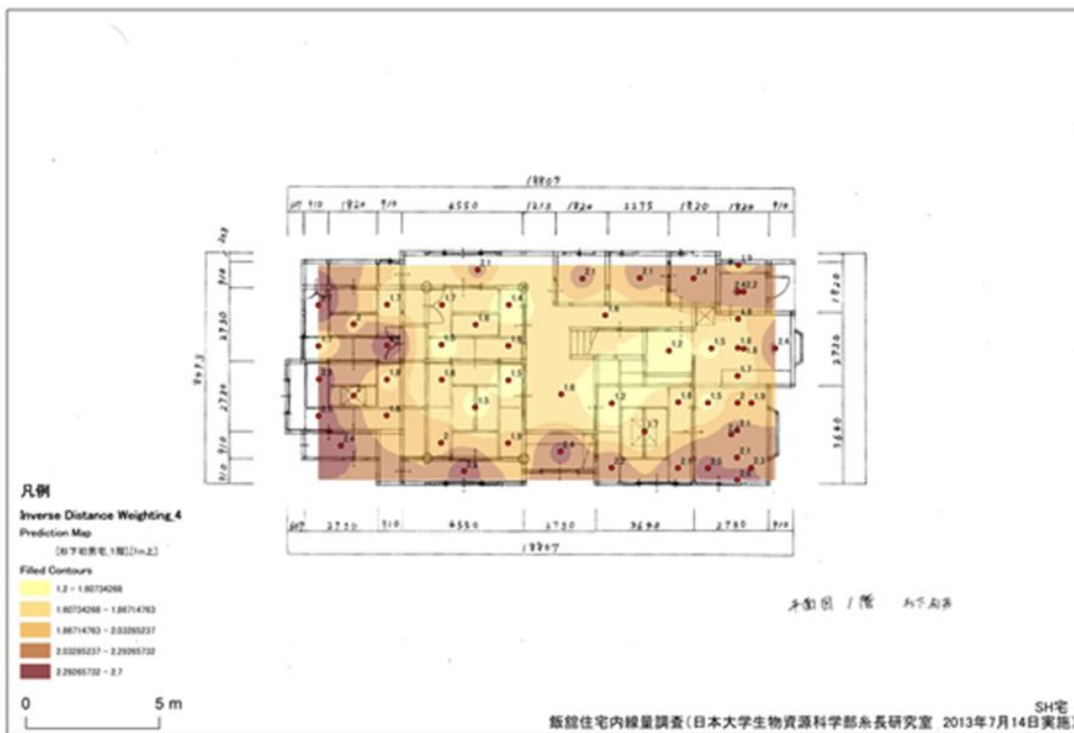


図4 帰還困難区域S宅住宅1階床上1mの空間線量率分布図(2013年)

一階では南面と西面の室内が高い。北面はコンクリート擁壁と側溝があり、Csは排水に流れたこと、南面及び東面の軒下の庭は砂利敷きであり、放射性物質が沈着した可能性が指摘できる。部分的に住宅隅が高いのは、縦樋の落ち葉等の詰まりにより、放射性物質が滞留している影響によるものと推察でき

る。二階の北面、東面が高いのは、住宅裏の森林部からの被曝増加によると推察できる。

②2018年3月の住宅内外の空間線量率、Cs量の測定結果と2013年測定値との比較

帰還困難区域で非除染地区である長泥でのS宅の内外の空間線量と表土のCs測定を2018年3月31日に実施した。除染をしていないので、自然及び環境による時間的減衰効果を解明した。

2018年の空間線量率は室内1階床上1mで0.86 μ Sv/hと放射線管理区域基準値を超えている。高さ別では2013年と同様に住宅内では二階>一階であり、床2m(天井際)>床上1m>床上である。屋外地上1m上で1.68 μ Sv/hと高い。室内と遮蔽率は51%である。ただ、高さ別で、2013年は地上1m>地面に対して、2018年は地面>地上2m>地上1mと逆になっている。これは宅地除染を行っていないことと、宅地周囲の森林等からCsが集積している可能性もうかがえる。

減衰率(2018/2013)は地面では82%と低く、地上1m上では47%と高い。室内では1階床1m上で45%と高い。2階は1階に比較して減衰率が高い。これは屋根からのCsの自然流下等の影響も推察できる。

2階の南東の寝室の東窓に掛けられていたカーテンの布紐(両面で約333cm²)は、Cs137が206Bq/kgで、表面換算すると113Bq/m²と少量のCsが付着していた。放射線管理区域規制値では、40000Bq/m²であり、基準値の0.3%であり、問題になるような汚染状況ではないが、そのままでの使用は控えた方がよい。

S宅は周囲も含めて一切除染されていないので、発災直後から7年間経過した中でのCsの付着状況がわかる。南庭は地面で4.4 μ Sv/hと高く、砂利にはCs137が13007Bq/kgも含む。住宅のすぐ後ろの裏山の表土は、Cs137が22205Bq/kgもある。杉皮にはCs137が82646Bq/kgと高い。2011当初からは、半減期が2年のCs134は1/10に削減している。半減期30年のCs137は今後も当面は、高いままであり、被曝リスクは高い状況は続く。

表2 帰還困難区域S宅住宅内外の空間線量率の比較、減少率

空間線量率 μ Sv/h	2018年			2013年			2018/2013		
	床面 地面	床上1m 地面1m	床上2m	床面 地面	床上1m 地面1m	床上2m	床面 地面	床上1m 地面1m	床上2m
室内一階 平均値	0.63	0.86	1.08	1.24	1.92	2.64	51%	45%	41%
二階平均値	0.85	1.03	1.38	1.95	2.70	3.25	44%	38%	42%
屋外平均値	2.67	1.68	1.72	3.27	3.57		82%	47%	
宅地裏山	3.3	2.9	2.8						
宅地横小屋外	3.5	2.2	2.2						
竹林	6	4.3	4						

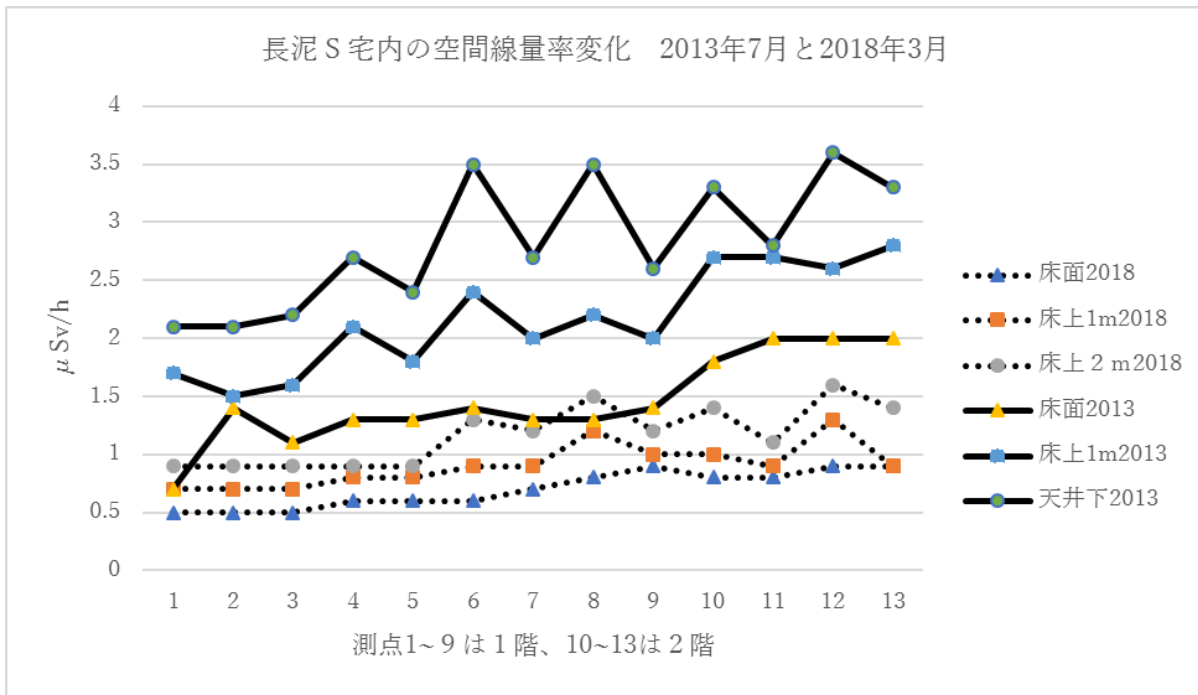


図5 S宅住宅内外の空間線量率の変化

表3 S宅宅地周囲のCs量(2018年)

	表面線量 μSv/h	Cs134	Cs137	Cs合計 Bq/kg
南庭砂利	4.4	1369	13007	14376
裏山表土	3.3	2416	22205	24621
裏山横杉皮	4.1	8714	82646	91360
裏山横竹葉	6.0	19	131	150

③宅地及びその周囲の空間線量率と土中Csの測定

先のS宅での測定を再掲する。2018年10月の調査でも変化は少ない。宅地及び裏山の深度30cmの土壌中では、Cs137が、宅地南庭で30475Bq/kg、裏山で33092Bq/kgと非常に高い。表層5cm層で、宅地は94%、裏山は95%とどまる。同地区のA宅の表層5cmでは宅地で24626Bq/kg、裏山で15332Bq/kgと高い。ただ表層5cm層で宅地は96%に対して裏山は58%であり、5cm以下に浸透している。

注目すべき値としては、S宅の西北斜面擁壁はコンクリートであり、その表面に苔が繁茂していた。この苔を2か所で採取してCs量を測定した。上部のコケのCs137は何と約24万Bq/kgという驚異的なCsの蓄積量であった。もう一つの苔は9.7万Bq/kgであった。苔のCs吸着力が高いこと、そして、除染していない住宅の山際擁壁での汚染実態の厳しさを示している。

上記以上にCs量が高い個所が2019年5月の調査で明らかになった。S宅の庭の西端にある小屋の堅樋の下の砂利を採取し測定した。表面線量は計測器の20μSv/hを超え、Cs137は67万Bq/kgの値を示す。雨による長年のCsの蓄積効果は明確であり、危険な宅地の場所となっている。

表4 S宅の空間線量率、Csの残存量(2018年10月)

内容	表面線量	深さ	Cs134	Cs137	Cs計	c137 比率	Cs137の 表面密度 Bq/m ² 、土の 密度1.5と仮定
S宅地	4.33 μSv/h	0-5cm	2,732	30,475	33,207	94%	2,285,625
		5-10cm	74	803	877	2%	
S宅裏山	4.7 μSv/h	0-5cm	2,711	33,093	35,804	95%	1,374,075
		5-10cm	104	1,105	1,209	3%	
S宅擁壁	上部コケ		21,800	240,750	262,550		
S宅擁壁	下部コケ		8,513	96,991	105,504		
S宅西小屋 雨樋下土砂	20超え		49,991	672,840	722,831		2019年5月測定

4)長泥地区内の空地、山際道路、水路等のCs残存量

2019年5月に、長泥地区で除染された除去土壌を置く予定の捨て場予定地の周囲の汚染度合を測定した。空間線量率は1.38~4.2 μSv/hである。Cs137で評価する。捨て場予定地のけずり取られた表土は4257Bq/kg、山際の土は6374Bq/kg、土水路の底土は22651Bq/kg、道路側溝内の落ち葉は18441Bq/kgである。

表5 長泥の除染土壌の捨て場予定地周囲の汚染実態(2019年5月)

場所	表面線量 μSv/h	Cs134	Cs137	Cs合計 Bq/kg
捨て場水田山際土水路底土		1,717	22,651	24,368
捨て場水田山際土水路表水		nd 1.8	3	3
捨て場水田横側溝内落ち葉	4.20	1,379	18,441	19,820
捨て場水田山際土	2.27	453	6,374	6,827
捨て場水田削除後表土	1.38	351	4,257	4,609

2. 避難解除区域の除染済K宅地における空間線量率と放射性セシウムの汚染実態

2019年6月における飯舘村内での除染済宅地の放射能汚染実態を明確にするために測定した。飯舘村内の草野地区のK宅地である。

1)宅地の空間線量率

K宅地は旧居住制限区域であり、2017年4月に避難解除されている。その間に宅地除染はされている。2019年5月の測定時点では、K宅の居住者はおらず、定期的に持ち主が管理している状況である。K氏は原発事故による損害賠償裁判の原告人の一人であり、裁判資料としてK宅の空間線量率とCsの残存量を測定することとした。

K宅地の南側には里山があり、宅地の西側には小規模な防風林があり、比較的開放的な宅地である。宅地の南側の前庭は除染後にコンクリート舗装されている。10か所の空間線量率を測定した。地上の線量率は0.21~1.3 μSv/hの範囲であり、地上1mの高さでは、0.21~1.05 μSv/hであり、除染後であるが、まだ高い空間線量率が宅地及びその周囲の森林にはある。宅地前の森林部の空間線量率が、地上で1.3 μSv/h、地上1mで1.05 μSv/hと最も高い。コンクリート面は低く、防風林のある箇所は比較的高く

なる傾向にある。土壌及び樹木にまだ Cs が残存している影響と思われる。南庭の端にある桜は伐採されておらずその周囲の地面は除染されたというが、直下の地面では 1.08 μ Sv/h と樹林地レベルの高い空間線量率となっている。玄関から 4~5m 行った場所である。

2) 宅地周囲における放射性セシウムの残存量

宅地周囲の森林と宅地の土壌中、及び桜の樹皮の放射性セシウムの残存量を測定した。除染した箇所である。森林の土壌は最も高く、表層 5cm にはまだ Cs137 が 15000Bq/kg 残存している。特措法の基準値 8000Bq/kg の倍近い値である。その下の 5~10cm 層は 366Bq/kg と低下し、更に 10~15cm 層は 140Bq/kg と低下する。森林土壌の 5cm 層に蓄積していることが分かる。防風林のある庭の土壌では、表層 5cm で Cs137 は 1783Bq/kg である。除染して表層の Cs は撤去されているはずであるが、これだけの量が残存していることになる。北側の除染済宅地の表層 5cm の砂混じりの土壌も Cs137 は 3047Bq/kg 残存している。

さらに土壌中の Cs が高い値を示すのは、南庭先の桜の木の下のものである。表層 5cm 層で Cs137 は 4370Bq/m² が残存している。何度も述べるが、除染済の宅地の表面土壌は Cs で汚染されたままであることを示している。また、桜の樹皮を剥いで測定した。樹皮で Cs137 は 10561Bq/kg の高い値を示す。面積換算すると、Cs137 は 16370Bq/m² となる。若葉は 32Bq/kg と比較的低い値であった。

放射線障害防止法では、放射線施設内で常時人が立入る場所では、人が触れる物の表面の放射性同位元素の表面密度限度は α 線を放出しない放射性物質の場合 (Cs137 もあてはまる) 40Bq/cm² で管理区域からの持出物の表面密度限度はこれらの値の 10 分の 1、4Bq/cm² (40000Bq/m²) になっている。これを K 宅地周辺での Cs 量を当てはめてみると、桜の木の下のものである。汚染表面密度は 389581Bq/m² であり、持ち出し基準の 10 倍、管理区域内で人が触れてはいけない規準に近い汚染実態である。また、里山の表面土は、563438Bq/m² とより高い汚染実態である。除染済の宅地の西側の土も、144415Bq/m²、北の土も 158418Bq/m² であり、放射線管理区域内の汚染状況にあることは明確である。これは、半減期が 30 年である Cs137 による放射能汚染であることから、当面は居住する場所として不適格な場所といわざるを得ない。あるいは非常に法的にもリスクの高い場所といえる。

表6 飯舘村 K 宅地の土壌等放射性セシウムの残存量 (2019 年 5 月)

20190523調査		日本大学特任教授 糸長浩司					
K宅地	表面線量 μ Sv/h	深さ	Cs134	Cs137	Cs合計 Bq/ kg	表面積換算 Cs137 Bq/m ²	比重
庭桜樹皮		厚さ0.5cm	768	10,561	11,329	16,370	0.31
庭桜若葉		厚さ0.1cm	nd 4.2	32	32	10	0.31
A 庭桜木下土	1.08	0-5cm	587	8,033	8,619	389,581	0.97
		5-10cm	269	4,101	4,370		
		10-15cm	nd 20.9	193	193		
		15-20cm	nd 13.2	111	111		
		20-25cm	nd 6	38	38		
B 庭前山土	1.29	0-5cm	1,190	15,025	16,215	563,438	0.75
		5-10cm	nd 25.4	366	366		
		10-15cm	18	140	157		
		15-20cm	nd 11.2	67	67		
		20-25cm	nd 6.2	36	36		
C 前山 落ち葉杉葉		厚さ0.2cm	nd 99.1	981	981	255	0.13
D 庭西土	0.75	0-5cm	144	1,783	1,927	144,415	1.62
		5-10cm	41	451	493		
		10-15cm	nd 0.7	2	2		
		15-20cm	nd 0.5	1	1		
		20-25cm	nd 0.7	1	1		
E 庭北側 表土	0.75		202	3,047	3,248	158,418	1.04
放射線管理区域基準	0.60					40,000	

3. 奇妙な飯舘村による除染効果検証報告

除染効果検証結果報告書を飯舘村は 2017 年 6 月 23 日に公表している。除染効果に対する評価としては奇妙な報告書であると言わざるをえない。筆者の調査結果等と比較して、問題点を指摘しておく。今後の飯舘村内での農的生活を営む上で、政策的視点からの見直しをする必要がある。

「初回の測定と、5 年 8 ヶ月を経た平成 28 年 12 月の測定結果を対比すると、すべての地点の減少率は 86%以上で、ほとんどの場所で 90%を超えます。観測地点の周囲が未除染である長泥行政区の定点測定においても、農地では 83%、宅地では 94%の減少がみられています。」と解説している。非除染の帰還困難区域の長泥地区の自然減少率の多さを指摘する解説であり、この文章からは除染の意義が感じられない。この検証報告書では、猪の土壌攪乱により放射性 Cs が土中深く浸透した結果として表層 5cm だけの除染の限界も指摘しているが、土中の Cs 測定をすることを提案していない。

「飯舘村の農地の除染は、ほとんどが表土削り取りによる除染手法を採用し、効果的に放射性セシウムを除去することができました。行政区ごとの値は異なるものの、除染後の 5 点による平均値は 5,000Bq/kg を下回りました。」と解説する。除染済農地の平均値の目安を 5,000Bq/kg と意識的に高くしているとしか考えられない。除染したにも関わらず 5000Bq/kg もの Cs が残存している農地での農作業、農的な暮らしをあたかも推奨するような文面である。筆者の村内の除染済農地の Cs 測定では平均しても 5,000Bq/kg のような高い数値にはならない。除染したのだから 5,000Bq/kg 程度の汚染度合での農的暮らしは仕方ない、この値を容認して、帰村後の除染農地での営農再開を誘導しようとしていると推察せざるを得ない。非常に危険な行政指導が行われようとしていると危惧する。



図 6 除染後に地中に Cs が残る理由（飯舘村除染効果検証報告書より）

4. 森林除染されないままの長期的汚染地域の継続的汚染の課題

飯舘村は約 23000 ヘクタールの面積を要するが、その 75%は森林である。農地、宅地に関しては表層 5～10cm が除染されているが、森林は宅地の周囲 20m の森林の落ち葉のみが除染されている。森林の表層土壌にはまだ多くの放射性セシウムが残存している状況である。

筆者が何度も訴えているように、空間線量率だけの被曝リスク管理で不十分であり、かつ、通常の公害法に基づけばは基準値を超える汚染物質のある場所での定住を認めること事態が大きな矛盾を抱えていることになる。2018 年末までに除染された福島県内での土壌総量は 1400 万 m³ であり、浜通りでは 789 万 m³ で、飯舘村は 218m³ と特化している。除染優先地として選定された結果である。除染による帰還が公的事業で促進された地域である。福島第一原発に隣接する双葉町、大隈町の除染土壌は、22 万、38 万と少ないことがそれを物語っている。

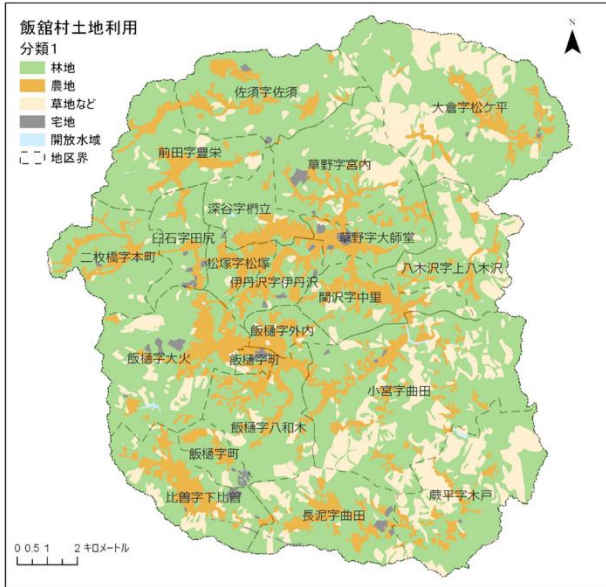


図7 飯舘村の土地利用図

仮に飯舘村の森林土壌の表層5cmの土壌を除染した場合、その総量は866万m³となる。浜通りの除染総量を超え、飯舘村での今までの除染土壌の4倍となる。

この膨大な汚染土壌が飯舘村の山林に放置されたままである。この長期的汚染地域への帰村定住を法的にも許可していることは大きな問題を長期的に抱えることになる。昨今の台風、豪雨で土壌流出、河川洪水等により、汚染土壌の農地、宅地、道路への流出は明確であり、除染した箇所も再度汚染土壌で再汚染されることも想定される。また、乾燥後による空中への飛散、それによる吸引被曝等のリスクの増加が懸念される。

表8 除染土壌量 2018年12月

除染土壌の搬出計画と実績（環境省の報告データ加工 糸長）				
	約 万m ³			
	搬出済	未搬出済	総量	比率
飯舘村	15	203	218	16%
浪江町	8	98	106	8%
南相馬市	8	123	131	9%
相馬市	2	7	9	1%
葛尾村	7	31	39	3%
双葉町	9	13	22	2%
大熊町	13	26	38	3%
川内村	6	23	29	2%
富岡町	13	115	128	9%
檜葉町	7	30	37	3%
広野町	2	9	11	1%
いわき市	4	17	21	1%
浜通り合計	94	695	789	56%
福島全域	182	1218	1400	100%

環境省 中間貯蔵施設情報サイト 2018年12月11日現在情報
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/situation/status_by_municipality/iitate

図8 除染フレコンバックの流出、森林汚染土壌の流出のリスク
2019年10月22日東京新聞

表7 飯舘村の土地利用面積と推定汚染土壌

飯舘村土地利用別除染土壌推計値・糸長			
土地種目	面積 ha	比率	表層5cm 除去量 万袋
総土地面積	23,013	100%	
林野面積	17,323	75%	866
耕地面積	2220	10%	111
田耕地面	1,260	5%	63
畑耕地面	965	4%	48
宅地面積	770	3%	39
その他	2700	12%	

★宅地面積は除染より推計値

15年に前例 教訓は？
 除染廃棄物の袋 流出再発防げず
 台風大雨で福島県内4ヵ所から54袋
 対策シート「余裕なく開けたまま」
 山の表土 除染手付かず