

農地の除染の適当な方法等の公表について

平成23年9月30日

原子力災害対策本部

「市町村による除染実施ガイドライン」（平成23年8月26日原子力災害対策本部）3の(3)に基づく農地の除染の適当な方法等について、下記のとおり定めたので公表いたします。

なお、本件は、今後の知見の集積に伴い、随時更新していく予定です。

1 農地除染の基本方針

農地土壌は、農業者の永年の営農活動を通じて醸成されてきたものであり、また、生態系の維持など多様な側面も持っていることなどの特色を有しています。

農地の除染に当たっては、放射線が生産活動を行う農業者や近隣で生活する者に与える影響、すなわち外部被ばくを可能な限り引き下げること並びに農業生産を再開できる条件の回復及び安全な農作物の提供を目的とすることを基本目標とします。具体的には、推定年間被ばく線量が20ミリシーベルトを下回っている地域において、2年後までに50%減少、長期的には1ミリシーベルト以下になる程度に空間線量率を引き下げることが目標とします。また、土壌からの農作物への放射性セシウムの移行を低減させるため、土壌中の放射性セシウム濃度を可能な限り低下させることが必要となっています。

なお、農地における土壌中の放射性セシウム濃度は、作物の根が集中する範囲である作土層（通常、水田の場合、表面から15cm、畑地の場合、表面から15～30cmの深度）の平均濃度です。原発事故以降に耕起されていない農地では、降下した放射性セシウムの大部分は、未だ多くが農地の表面に留まっているため、原発事故以降に耕起されていない農地と、耕起によって作土層が攪拌された農地では、放射性セシウム濃度が同じでも、表土がそのままとなっている前者の方が空間線量率として高い値を示します。このため、農地の除染作業を行うに当たっては、現況地目、汚染物質の濃度に加えて、これまでの耕起の有無に応じて適切な方法を採用することが必要です。

2 農地の除染方法

農地のうち、耕起されていないところでは、本来であれば、放射性セシウムが留まっている表層部分の土壌を削り取るのが適当ですが、土壌中の放射性セシウム濃度、現況地目、土壌の条件等を考慮すれば、表土削り取り^{*1}、水による土壌攪拌・除去^{*2}の他にも反転耕^{*3}等の

*1 表土削り取り：別添1によれば、3～5cmの表土削り取りで土壌中の放射性セシウム濃度が75～90%以上低減との結果が得られている。

*2 水による土壌攪拌・除去：別添1によれば、土壌の種類により土壌中の放射性セシウム濃度が3～7割低減との結果が得られている。

*3 反転耕：別添1によれば、30cmの反転プラウを用いた場合で、表層の放射性セシウムが深

手法を選択することが可能です。農林水産省が9月14日にとりまとめた「農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について」（別添1）を踏まえれば、土壌中の放射性セシウム濃度が5,000Bq/kg以下の農地では、廃棄土壌が発生しない反転耕等を実施することが可能であり、土壌中の放射性セシウム濃度が5,000Bq/kgを超えている農地では、表土削り取り、水による土壌攪拌・除去又は反転耕を実施することが適当です。

また、反転耕では、放射性セシウムを下層に移動させることとなりますので、地下水を通じて農地外に放射性セシウムが移行する可能性もあるため、事前に地下水位を測定し、その深さに留意して反転耕を行うようにして下さい。反転深度が深いほど、地表面の空間線量率の低下効果等は高くなりますが、耕盤を壊すおそれがありますので、耕盤が壊れた場合は作り直す必要があります。

各地域における土壌中の放射性セシウム濃度については、農林水産省が作成した農地土壌の放射性物質濃度分布図（別添2）等の調査結果をご活用下さい。

他方、すでに耕起されているところでは、放射性セシウムは耕起によって作土層全体に攪拌されていると考えられますので、この場合は、反転耕又は深耕等を行って下さい。例えば、作土層が15cmの農地では、30cmの深耕を行うことで表面から15cmの範囲内に分布していた放射性物質が表面から30cmの範囲内に拡散するため、作土層の放射性物質濃度の低減及び空間線量率の低減が期待できます。

さらに、農地周辺の水路の汚泥等についても必要に応じて除去して下さい。

3 その他留意事項

（1）除染作業における安全の確保について

除染作業の実施に際しては、「『除染に関する緊急実施基本方針』及び『市町村による除染実施ガイドライン』に基づく除染作業における労働者の放射線障害防止措置について」（平成23年9月9日付け厚生労働省労働基準局安全衛生部長通知）（別添3）に基づき、安全を確保しながら進めて下さい。

（2）廃棄土壌の処理について

さ15cmから20cmの層に入り、表層の濃度が低下との結果が得られている。

仮置場の設置及び管理の方法については、「市町村による除染実施ガイドライン」（平成23年8月26日原子力災害対策本部）の5に示したとおりですが、表土削り取りの場合は、廃棄土壌が大量に発生（例えば、4 cmの表土削り取りにより、10aあたり約40m³の廃棄土壌が発生）しますので、あらかじめ発生見込み量を計算し、仮置場の確保の見通しを立ててから、作業を開始するようにして下さい。仮置場が設置されるまでの間、除染した農地やその近傍で仮置きを行う場合は、その場所及び当該保管期間中の遮へい方法について、事前に準備しておくことが必要です。

（3）農業生産の再開に向けた地力の回復について

農地除染は、放射性セシウムを取り除くだけで終了するものではなく、農業生産を再開できる条件を回復するまでが一連の作業となります。表土削り取りや反転耕等を行った後の農地は、肥料成分や有機質が失われ、透水性等の物理性も悪化することが予想されるため、農地の生産性を回復させるため、土壌分析・診断を行った上で、客土、肥料、有機質資材、土壌改良資材の施用等を必要な量行って下さい。

（4）除染効果の確認について

除染作業の終了後には、空間線量率だけでなく、土壌中の放射性セシウム濃度も把握して下さい。

（5）雑草の処理について

原発事故から半年が経過し、耕起されていない農地など多くの農地で雑草が繁茂してきています。このような農地では、表土削り取り等の前に除草を行うことが必要となります。刈り取った草も放射性物質で汚染されているおそれがありますので、除草するときは、刈り取られる雑草の発生見込み量を計算し、その仮置場を確保しておくことが必要です。仮置場が設置されるまでの間、農地の隅などに一時的に仮り置く場合は、雑草が飛散することのないよう、シートをかぶせる等の対策を講じて下さい。

（6）永年性の農作物が栽培されている農地について

上記2で示した農地の除染方法は、米、麦、大豆、野菜、飼料作物など主に単年性の農作物が栽培されている農地を念頭においたものです。果樹、茶園等永年性の農作物が栽培されているところでは、樹体を傷つけない範囲での表土の削り取りは有効と考えられますが、反

転耕や深耕では根を損傷するおそれがあるほか、根圏が下層まで分布しているため、適切ではありません。こうした農地の除染のほか、果樹においては粗皮削り（古くなった樹皮を削り取ること）や樹皮の洗浄、茶樹においては剪枝（茶の摘採後に深刈り、中切り、台切り等を行い、古い葉や枝を除くこと）（別添4）等を行い、生産物に含まれる放射性セシウム濃度をできるだけ低減するよう努めて下さい。

（7）生産過程における土壌から農作物への放射性セシウムの移行の低減について

現在、農林水産省において、各種資材等を用いて土壌から農作物への放射性セシウムの移行を抑制する技術等の試験を進めており、この結果は順次公表されることになっています。当該技術を適用して、放射性セシウムの農作物への移行を可能な限り低減するよう努めて下さい。

（別添1）農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について（平成23年9月14日付け農林水産省プレスリリース）

※10月21日の検討会には本資料のみ【別添1～4】として添付

（別添2）農地土壌の放射性物質濃度分布図の作成について（平成23年8月30日付け農林水産省プレスリリース）

（別添3）「除染に関する緊急実施基本方針」及び「市町村による除染実施ガイドライン」に基づく除染作業における労働者の放射線障害防止措置について（平成23年9月9日付け厚生労働省労働基準局安全衛生部長通知）

（別添4）放射性セシウム濃度の低減に向けたお茶の整枝について（平成23年9月21日付け農林水産省生産局長通知）

【別添1】 「ふるさとへの帰還に向けた取組」 — 農地土壤除染技術開発 実証試験概要 —



○その他の地域での実証試験

反転耕(天地返し)

(水田)

本宮市: 面積: 28 a

放射性セシウム濃度:

4,100 Bq/kg



放射性セシウム濃度は、土壤中のセシウム134濃度とセシウム137濃度の合計 (Bq/kg、乾土)

【別添2】実証した除染技術の成果の概要

技術の項目	これまでに得られた結果の概要
表土の削り取り	
1)基本的な削り取り 農業機械等で表土を薄く削り取る手法。	<ul style="list-style-type: none"> ・約4cmの削り取りにより、土壌の放射性セシウム濃度は、10,370 Bq/kg→2,599 Bq/kgに低減(75%減)。 ・圃場地表面の空間線量率は、7.14μSv/hから3.39μSv/hへ低減。 ・廃棄土壌量は、約40m³(40トン)/10a。 ・削り取りまでにかかる作業時間は、55分～70分/10a程度。
2)固化剤を用いた削り取り 土を固める薬剤により土壌表層を固化させて削り取る手法。	<ul style="list-style-type: none"> ・マグネシウム系固化剤を用いた実証試験では、溶液の浸透により地表から2cm程度の表層土壌が7～10日で固化。 ・3.0cmの削り取りで、土壌の放射性セシウム濃度は、9,090 Bq/kg→1,671 Bq/kgに低減(82%減)。 ・圃場地表面の空間線量率は、7.76μSv/hから3.57μSv/hへ低減。 ・廃棄土壌量は30m³/10a。
3)芝・牧草のはぎ取り 農地の牧草や草ごと土を専用の機械で削り取る手法。	<ul style="list-style-type: none"> ・3cmの削り取りで、土壌の放射性セシウム濃度は、13,600 Bq/kg→327 Bq/kg(低減率97%)。 ・草も含む排土量は約40トン/10a。 ・作業時間は、はぎ取りまでで250分/10a。
水による土壌攪拌・除去	
表層土壌を攪拌(浅代かき)し、濁水を排水した後、水と土壌を分離し、土壌のみを排土とする手法。	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌の放射性セシウム濃度の低減率は土壌の種類によって異なり、予備試験で約30～70%と推定。 ・飯舘村での実証試験では、15,254 Bq/kg→9,689 Bq/kgに低減(低減率36%)。 ・圃場内の地表面線量は、7.55μSv/h→6.48μSv/hに低減。 ・10a当たりの廃棄土壌量は、1.2～1.5トンと推計。 ・分離した水の放射性セシウムは、検出限界以下。
反転耕	
プラウ耕により、30cm以上の反転耕起を行い、放射性物質を土中深くに埋め込む手法。	<ul style="list-style-type: none"> ・30cmの反転により、表層に局在していた放射性物質は、15-20cmの深さを中心に0-30cmの土中に拡散。 ・圃場地表面の空間線量率は、不耕起:0.66μSv/h、通常のロータリ耕:0.40μSv/hに対してプラウ耕:0.30μSv/h。 ・作業時間は30分/10a。 ・45cmの反転では、表土は25-40cmの土中に移動。 ・60cmの反転では、表土は40-60cmの土中に移動。ただし通常のトラクターでは施工不可。 ※施工前に土壌診断、地下水位等による評価が必要。
高吸収植物による除染	
放射性セシウムの吸収能力が高い植物を栽培し、土壌を除染する手法。	<ul style="list-style-type: none"> ・青刈りのヒマワリの放射性セシウム吸収率は、植物体地上部生重当たり52 Bq/kg。 ・単位面積当たりの吸収量は、作付け時の土壌の放射性セシウムの約1/2000であり、効果は小さい。 ・現時点では、除染に利用可能な高吸収植物の候補が得られていないため、現場への普及の段階に無い。

【別添3】 農地土壤除染技術適用の考え方

当面、5,000 Bq/kg以上の農地をそれ未満に下げること为目标とする(水田:6,300ha、畑:2,000haと推計)

注)●は廃棄土壤が出る手法、○は出ない手法。

土壤の放射性セシウム濃度	畑		水田	
5,000 Bq/kg	農作物への移行を可能な限り低減する観点、また、空間線量率を下げる観点から、必要に応じて○反転耕、○移行低減栽培技術を適用。			
5,000 Bq/kg ~ 10,000 Bq/kg	地下水位		土壤診断・地下水位	
	低い場合(数値は検討)	高い場合(数値は検討)	低地土	低地土以外
10,000 Bq/kg ~ 25,000 Bq/kg	●表土削り取り ○反転耕	●表土削り取り	●表土削り取り ●水による土壤攪拌・除去 ○反転耕(耕盤が壊れる)	●表土削り取り ●水による土壤攪拌・除去(低地土より効果低) ○反転耕(耕盤が壊れる)(地下水位が低い場合のみ適用)
	●表土削り取り		●表土削り取り	
25,000 Bq/kg	●表土削り取り 5cm以上の厚さで削り取り。 ただし、高線量下での作業技術の検討が必要。 (例えば土ぼこりの飛散防止のための固化剤の使用)		●表土削り取り 5cm以上の厚さで削り取り。 ただし、高線量下での作業技術の検討が必要。 (例えば土ぼこりの飛散防止のための固化剤の使用)	

廃棄土壤等の処理

廃棄土壤	実証試験において仮置きに放射線遮蔽性、可搬性を有するコンクリート製容器を利用したところ、有効であることが判明。 廃棄土壤から放射性セシウムを分離・除去する技術開発を引き続き実施。
植物残渣	廃棄する植物残渣の減容化のため、焼却による放射性セシウムの動態調査を引き続き実施。高濃度の汚染残渣等の仮置きにコンクリート製容器を利用したところ、有効であることが判明。

注1)実際の除染事業に当たっては、事前に雑草処理を検討する。特に草地などで牧草等のルートマットが生成されている場合には、牧草の剥ぎ取りをまず検討すべきである。

注2)「市町村による除染実施ガイドライン」(8月26日原子力災害対策本部)においては、廃棄土壤等の仮置きについては遮水した上でまとめて地下に置き、覆土する方法が記述されている。

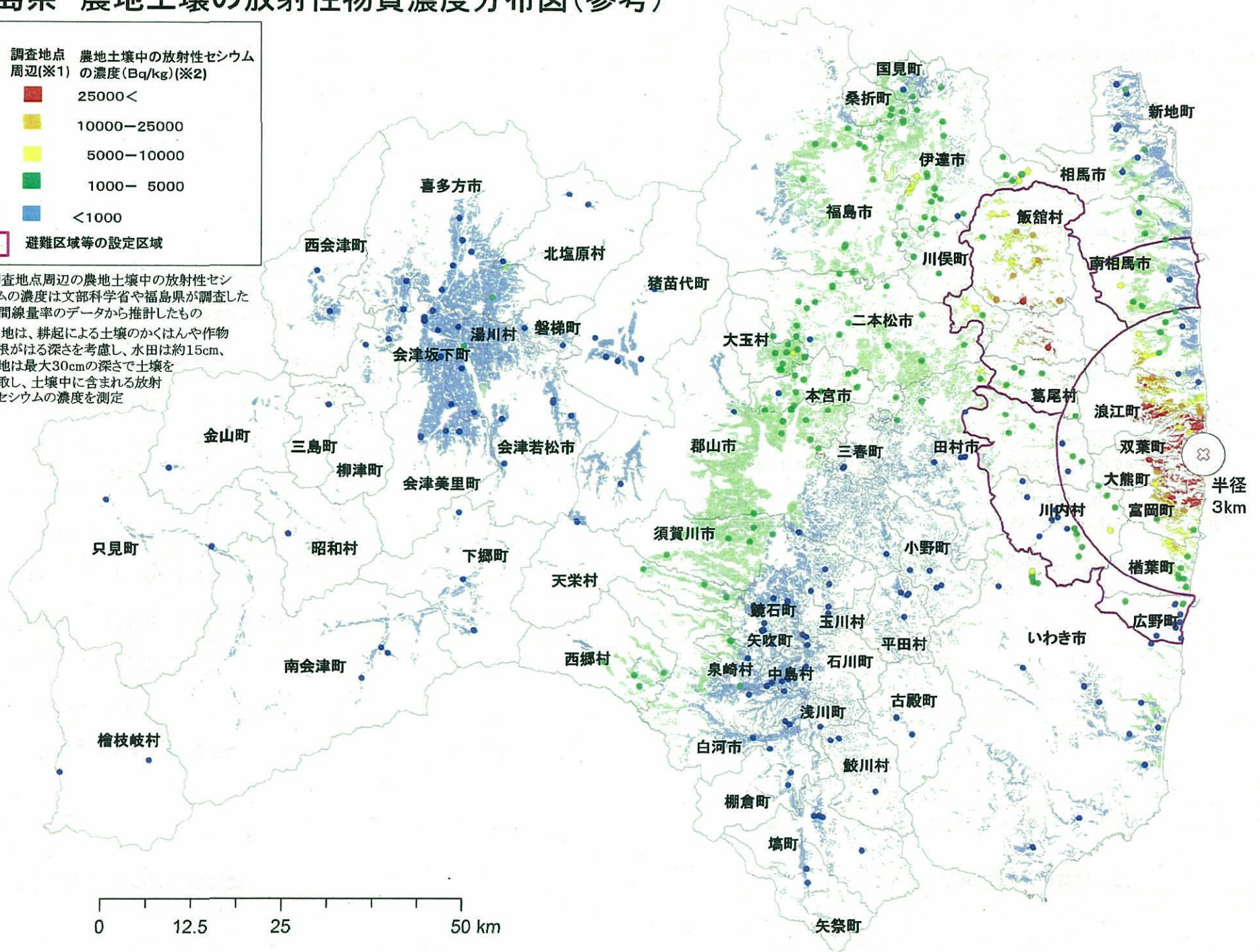
福島県 農地土壌の放射性物質濃度分布図(参考)

凡例

調査地点	調査地点周辺(※1)	農地土壌中の放射性セシウムの濃度(Bq/kg)(※2)
●	■	25000<
●	■	10000-25000
●	■	5000-10000
●	■	1000-5000
●	■	<1000
□		避難区域等の設定区域

※1:調査地点周辺の農地土壌中の放射性セシウムの濃度は文部科学省や福島県が調査した空間線量率のデータから推計したもの

※2:農地は、耕起による土壌のかくはんや作物の根がはる深さを考慮し、水田は約15cm、畑地は最大30cmの深さで土壌を採取し、土壌に含まれる放射性セシウムの濃度を測定



【別添4】各技術についての解説

目次

1. 農地土壤汚染に関する基礎的知見 P 2

2. 表土削り取り

2-1) . 基本的な表土削り取り P 3

2-2) . 固化剤を用いた表土削り取り P 5

2-3) . 芝・牧草の剥ぎ取り P 7

3. 水による土壤攪拌・除去 P 9

4. 反転耕 P11

5. 高吸収植物による除染 P13

6. 放射性物質の中間処理・管理技術

6-1) . コンクリート製容器による放射線減衰試験 P15

6-2) . 土壤からの放射性物質の分離技術の開発 P17

6-3) . 水溶液からの放射性物質の吸着・除去技術の開発 . . P19

1. 農地土壤汚染に関する基礎的知見

1) 放射性セシウム (^{134}Cs 、 ^{137}Cs の合計) は、耕起していない農地土壤の表面から 2.5 cm の深さに 95% が存在 (図 1)。

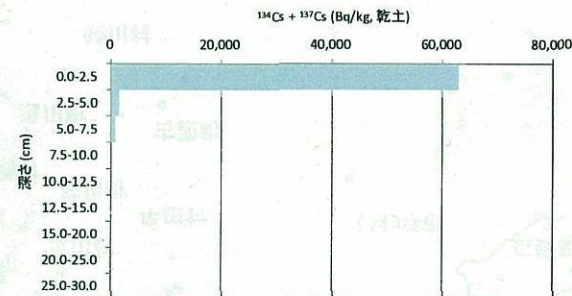


図 1 : 飯舘村伊丹沢の水田土壤の放射性セシウム濃度

2) 放射性セシウムは農地土壤中の粘土粒子等と強く結合しており、容易に水に溶出しにくい (表 1)。一方、ため池や用水等、水の汚染は軽微 (表 2)。

表 1: 福島県の農地土壤からの放射性セシウム ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$) 抽出試験

土の種類	水抽出	酢酸アンモニウム抽出
福島の水田土壤	ND	2.3%
福島の畑土壤	ND	5.3%

注) 検出限界値 (0.4 Bq/L)

表 2: 飯舘村の実証試験水田周辺の水場の放射性セシウム濃度 ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$) 測定

水の種類	放射性物質濃度
水源ため池水	ND
近傍の新田川河川水	ND
観測井地下水	ND
用排水中	ND

注) 検出限界値 (4~7 Bq/L)

3) 放射性セシウムは粘土やシルトなど細かい土粒子に多く結合している (表 3)。

表 3: 事前サンプリング土壤表層 (0~2.5 cm、伊丹沢) の粒径別の放射性セシウム濃度の測定結果

試料深さ	国際土壤学会法による粒径区分	組成割合 (%)	Bq/kg (各組成)	Bq/試料全体	Bq 割合 (%)
0~2.5cm	粘土 ~2 μm	4.8	174,300	8,400	13
	シルト 20~2 μm	29.6	103,300	30,600	46.4
	細砂 200~20 μm	45.2	48,000	21,700	32.9
	粗砂 2mm~200 μm	20.4	25,900	5,280	8.0

注) 0~2.5cm 表層全体の放射線濃度は、65,923 Bq/kg である。採土は平成 23 年 6 月。