

環境修復に向けて ～放射能除染の必要性と課題～

平成24年2月12日
日本原子力学会
クリーンアップ分科会
田中 知



原子力学会クリーンアップ分科会のこれまでの活動

- 環境モニタリングセンター、環境修復センター設置の提言
- 環境修復技術カタログの作成
- 環境修復技術の実証
- 福島県民の皆様との対話
- 福島県庁との安全・安心フォーラム共同主催
- 除染情報プラザへの専門家派遣



本日の講演内容

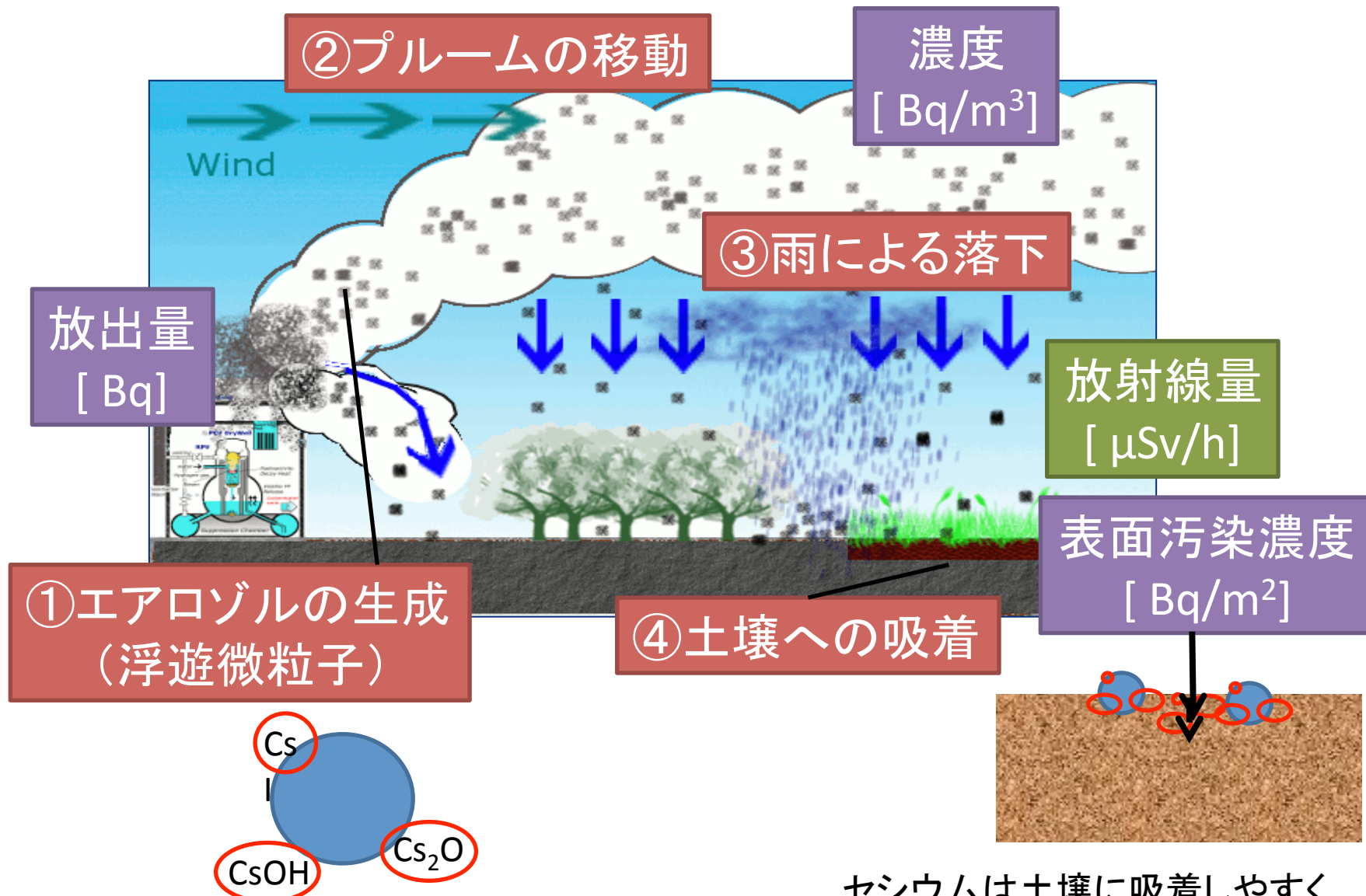
- 福島県の放射能汚染状況
- 除染に関する基本的な考え方
- 除染技術とその実証例
- 除染に伴う廃棄物管理



-
- 福島県の放射能汚染状況
 - 除染に関する基本的な考え方
 - 除染技術とその実証例
 - 除染に伴う廃棄物管理



放射性物質の移動と環境汚染



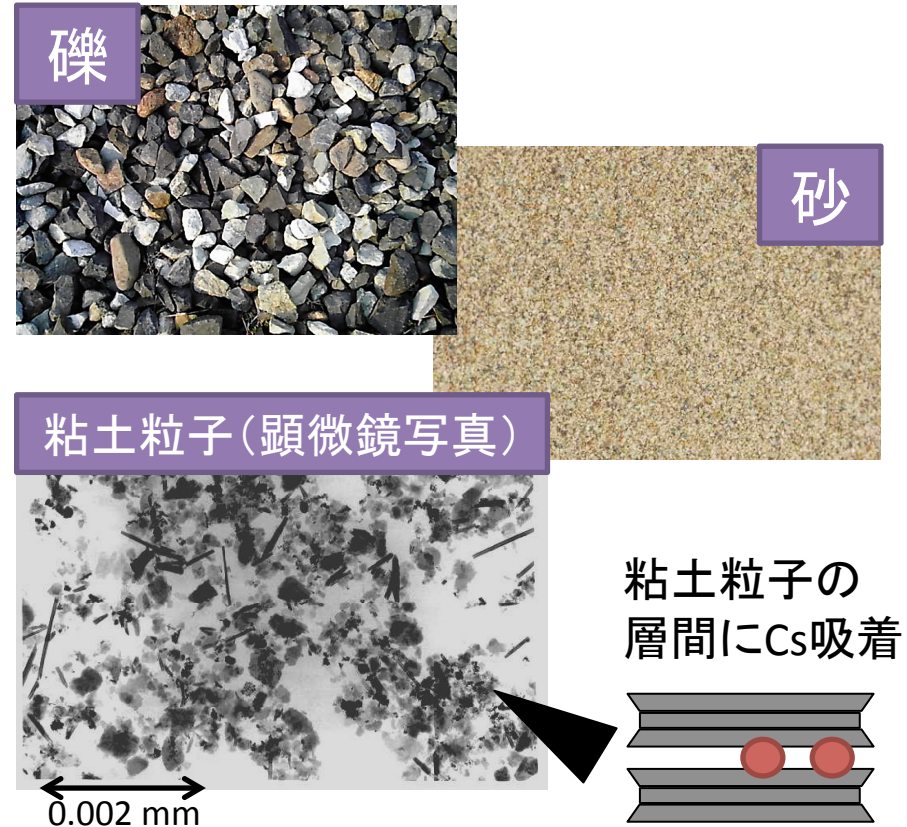
セシウムは土壌に吸着しやすく、
一度吸着すると取れ難い



土壌へのセシウムの吸着

- 土壌は様々な大きさの固体粒子で構成されている。

区分	大きさ
礫(レキ)	2 mm 以上
砂	0.02 - 2 mm
シルト	0.002 - 0.02 mm
粘土粒子	0.002 mm 以下



- セシウムは、主に、粘土粒子に吸着する。
- 現在の放射線は、土壌に吸着したセシウムに由来する。

福島第一原発事故により環境へ放出された放射能

放射性セシウムの表面汚染濃度 (Bq/m²)



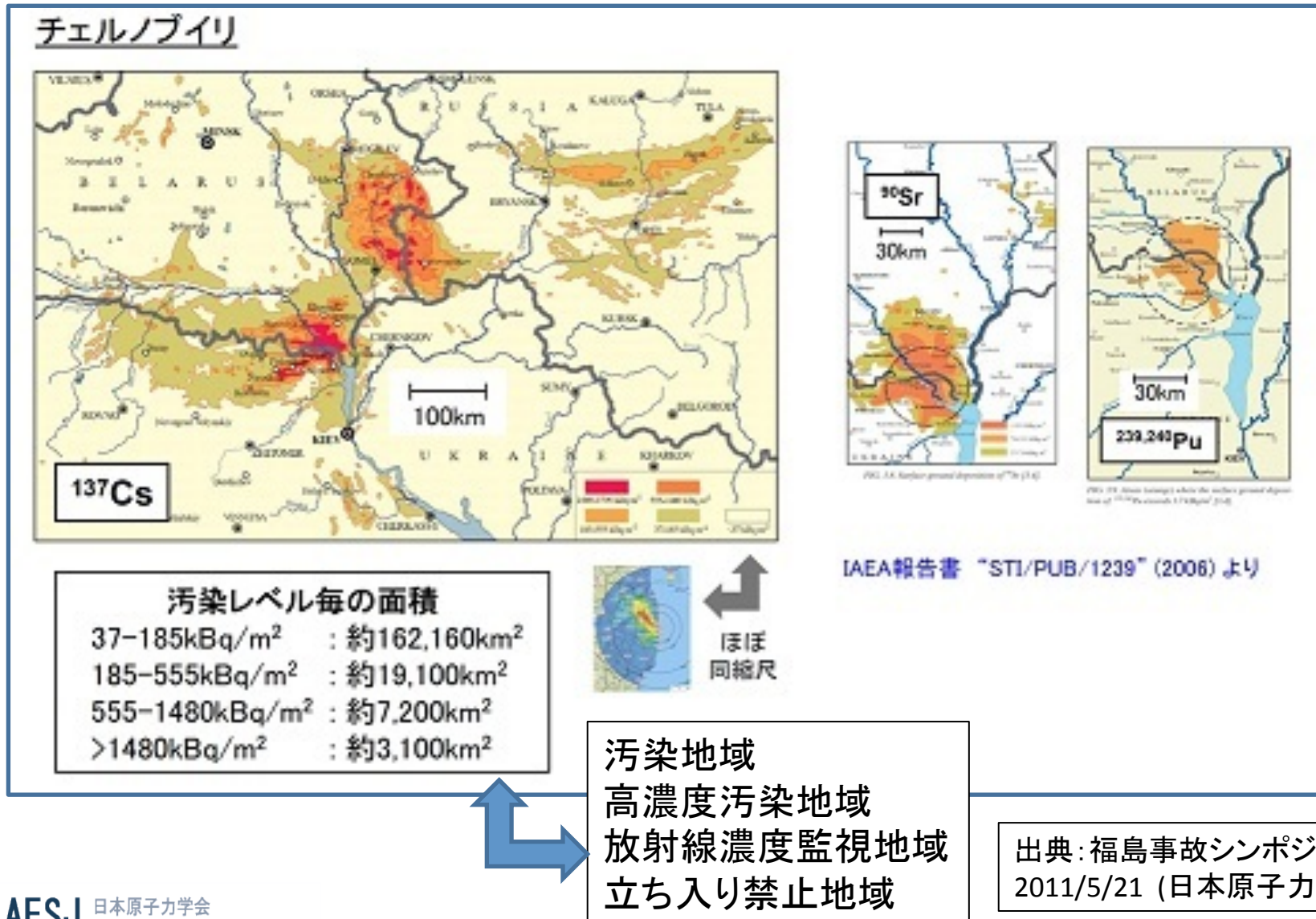
事故後1年間での推定積算放射線量 (mSv)



田中俊一氏(8/11)資料から引用



チェルノブイリ原発事故と福島第一原発事故の比較



汚染状況に応じた土地の概算面積

濃度 (Bq/m ²)	≦ 10k	10k - 30k	30k - 60k	60k - 100k	100k - 300k	300k - 600k	600k - 1000k	1000k - 3000k	3000k <
福島県内面積 (km ²)	3,669	4,067	2,087	1,193	1,873	296	174	223	89

→
10 mSv/y

濃度 (Bq/m ²)	≦ 37k	37k - 185k	185k - 555k	555k - 1480k	3000k <
福島県内面積 (km ²)	8,487	3,762	900	295	227
チェルノブイリ (km ²)		162,160	19,100	7,200	3,100

10mSv/年を超える面積; 約800km² (参考)福島県の面積: 13782km²

5mSv/年を超える面積; 約1800km² 福島市の面積: 746km²

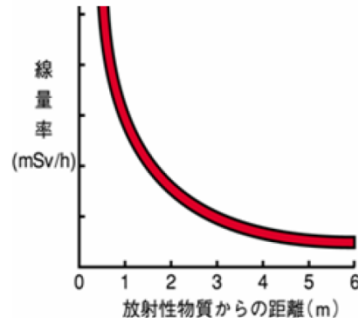
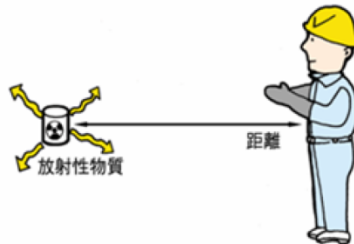


除染と線量率の関係

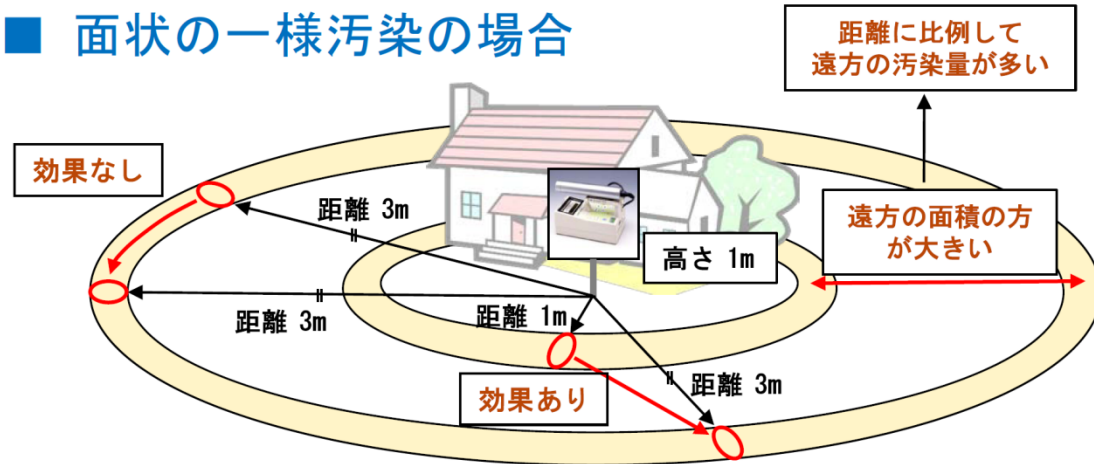
■ 点状の汚染の場合

● 距離による防護

〔線量率〕＝〔距離〕²に反比例



■ 面状の一様汚染の場合



■ 距離が同じ場所に移動するだけでは線量は下がらない

■ 居住地域から、遠ざければ線量は下がる

- 点状の汚染なら、線量率は距離の2乗に反比例して小さくなる（1mから3mに移動で9分の1）が、面状の一様汚染の場合、遠方の面積が大きくて線量率への寄与が大きく、**近傍を除染しただけでは大きさが変わらない → 広域での除染が有効**

（以下参考）JAEA・岩本ら（2011）より

Cs-137を10分の1に除染する面積と線量率の関係

- ・ **半径20m**内のCs-137を**10%**にすると、線量率は**42%**に低下
- ・ 半径50m内のCs-137を10%にすると、線量率は30%に低下

「セシウム137 (^{137}Cs) が 1000 ベクレル」の意味は？

$$\text{半減期 } (T_{1/2}) = 30 \text{ [年]} = 9.46 \times 10^8 \text{ [秒]}$$

$$\text{崩壊定数 } (\lambda) = 0.693 / T_{1/2} = 7.32 \times 10^{-10} \text{ [/秒]}$$

$$1000\text{Bqの}^{137}\text{Csの原子数} = 1000 \text{ [Bq]} / \lambda = 1.36 \times 10^{12} \text{ [個]}$$

$$\begin{aligned} \text{1秒後} \quad \text{放射能} &= 1000 - 7.32 \times 10^{-7} = 1000 \text{ Bq} \\ \text{原子数} &= 1.36 \times 10^{12} - 1000 = 1.36 \times 10^{12} \text{ 個} \end{aligned}$$

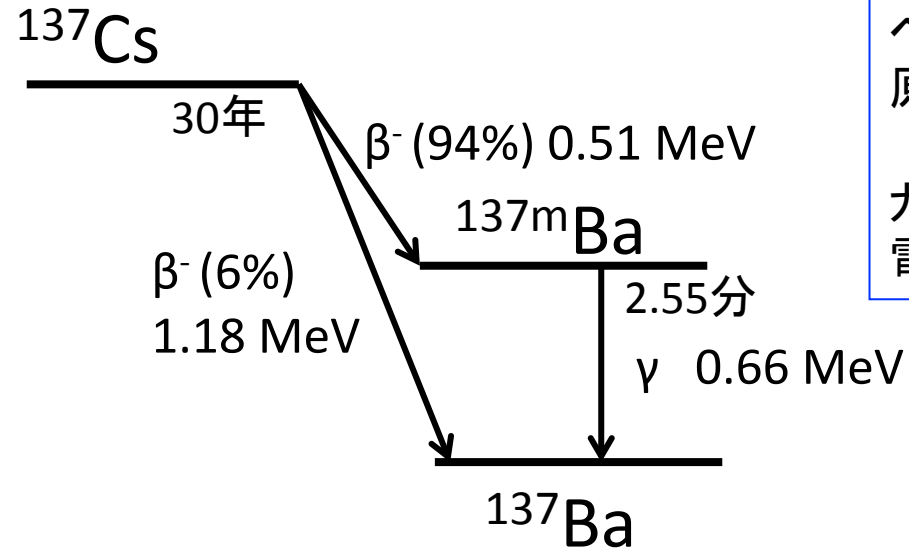
$$\begin{aligned} \text{30年後} \quad \text{放射能} &= \frac{1}{2} \times 1000 = 500\text{Bq} \\ \text{原子数} &= \frac{1}{2} \times 1.36 \times 10^{12} = 0.68 \times 10^{12} \text{ 個} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{60年後} \quad \text{放射能} &= \frac{1}{2} \times 500 = \frac{1}{4} \times 1000 = 250\text{Bq} \\ \text{原子数} &= \frac{1}{2} \times 0.68 \times 10^{12} = \frac{1}{4} \times 1.36 \times 10^{12} = 0.34 \times 10^{12} \text{ 個} \end{aligned}$$

放射能(ベクレル)と原子数



^{137}Cs の放射性崩壊と放射線



ベータ線(β):

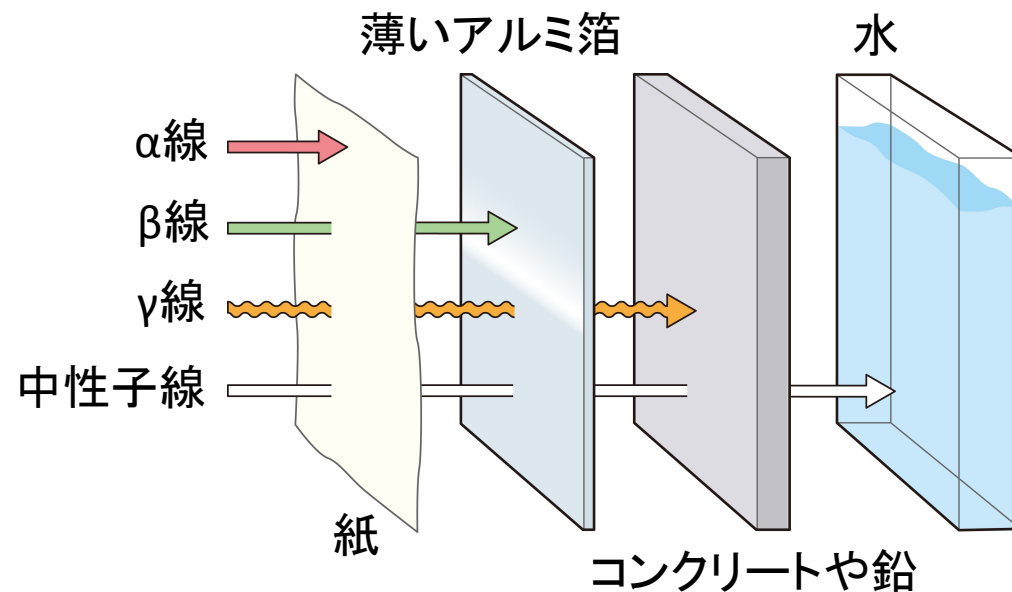
原子核から放出される電子(または陽電子)

ガンマ線(γ):

電磁波(X線、紫外線、可視光線等も電磁波)

ベータ線(β)の遮蔽:
薄いアルミニウム箔

ガンマ線(γ)の遮蔽:
数十cmのコンクリートや鉛



-
- 福島県の放射能汚染状況
 - 除染に関する基本的な考え方
 - 除染技術とその実証例
 - 除染に伴う廃棄物管理

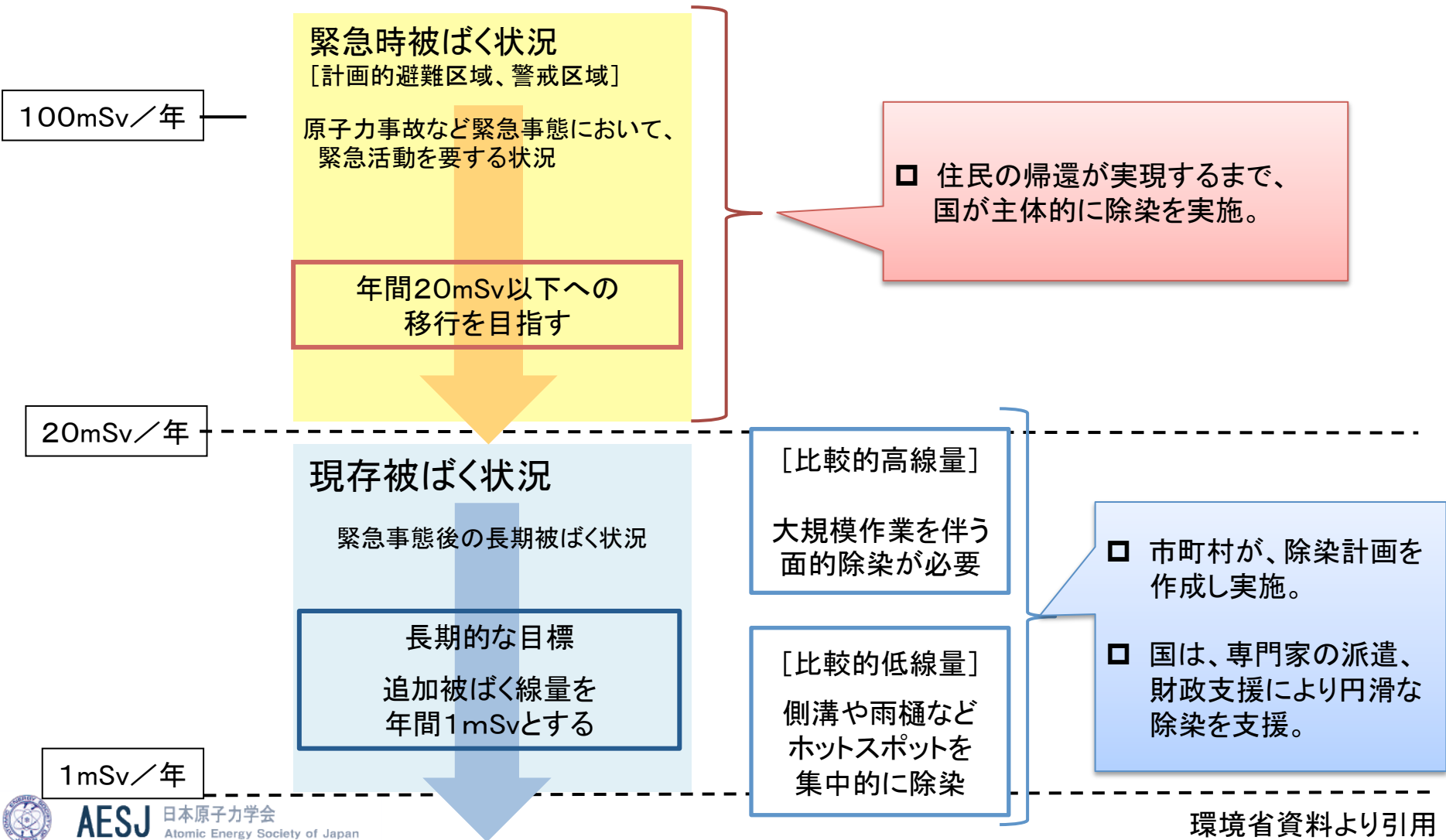


除染実施に関する基本的考え方

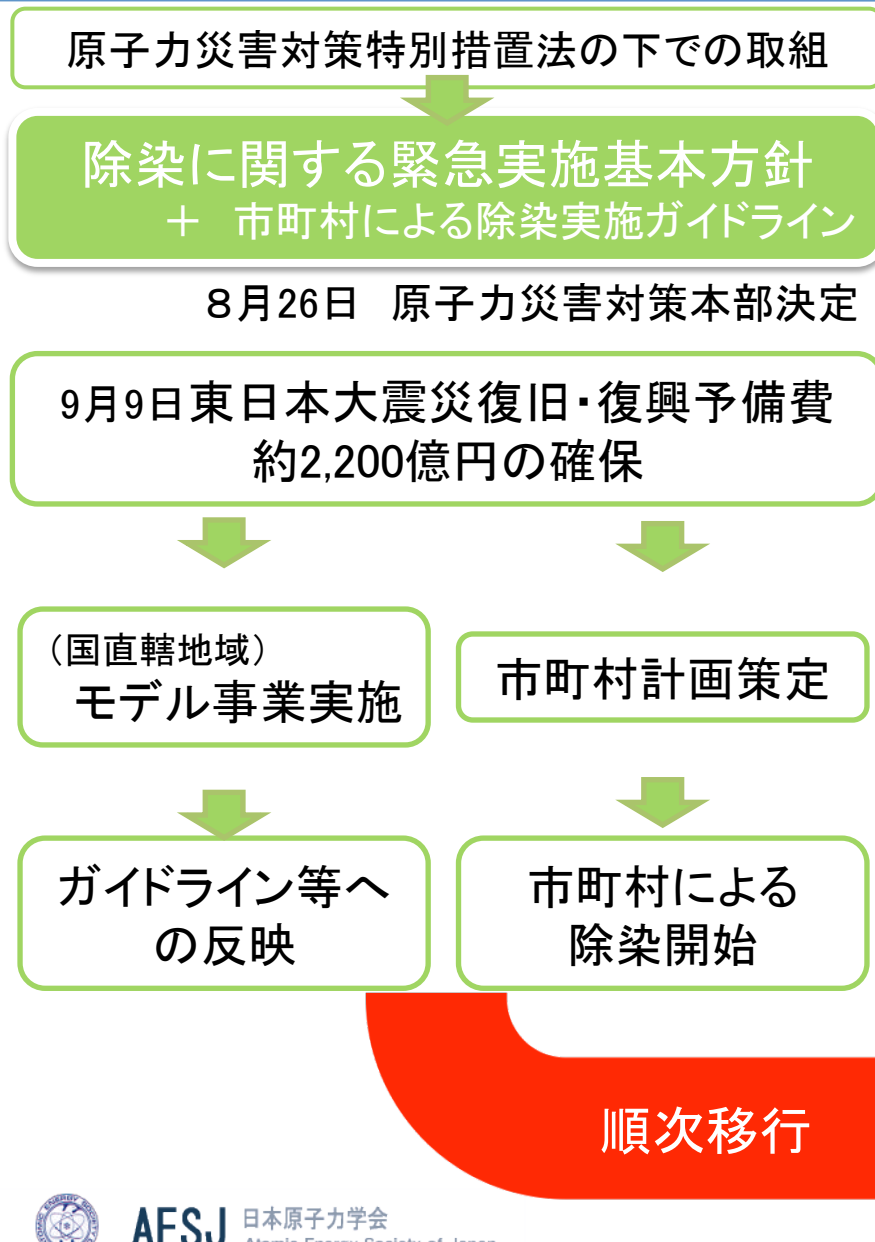
縦軸: 年間被ばく線量
[mSv/年]

国際放射線防護委員会 (ICRP) の考え方

除染に関する緊急実施基本方針 (平成23年8月26日原子力災害対策本部決定)

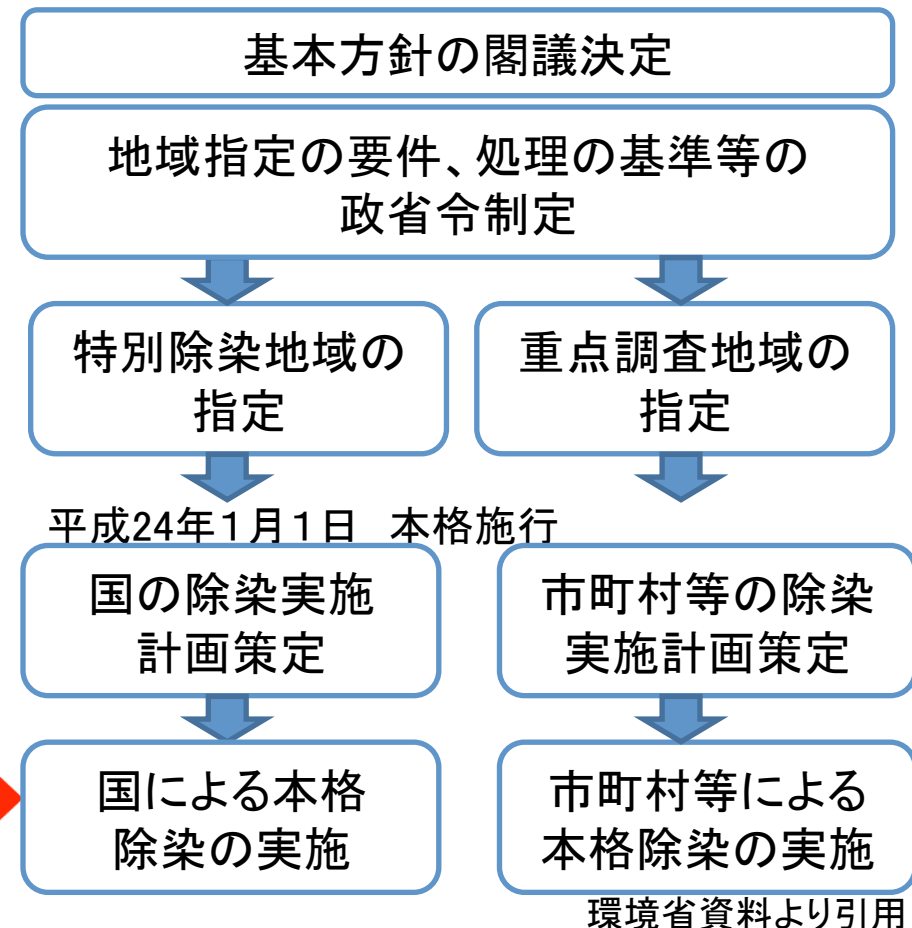


除染実施に関する枠組み



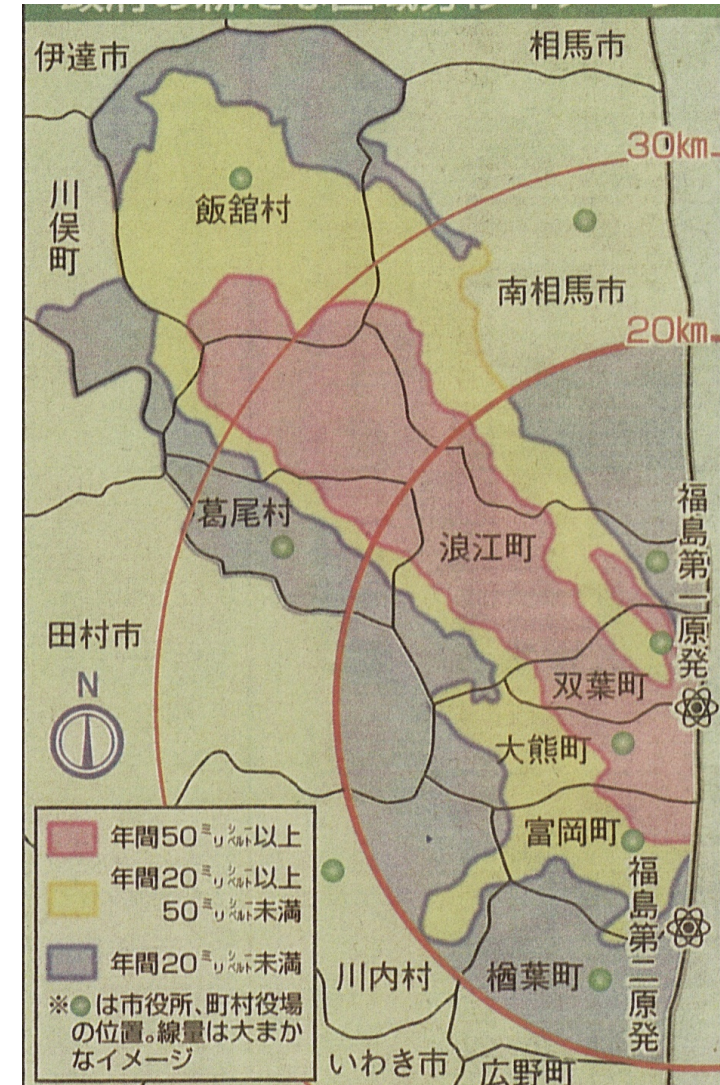
8月26日 議員立法により成立
8月30日 公布・一部施行

放射性物質汚染対処特措法



避難区域の見直し(平成24年4月以降予定)

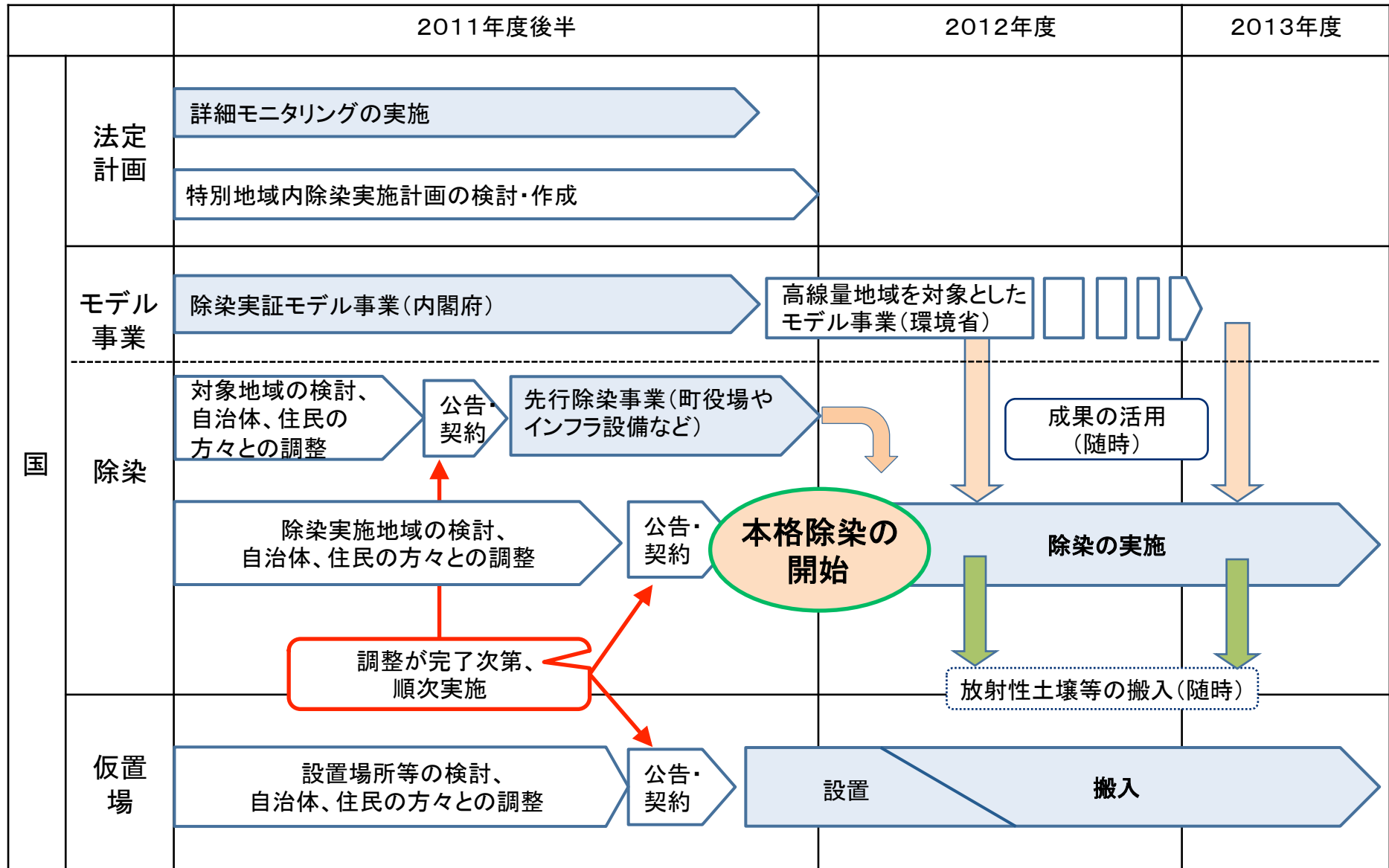
区域	年間被ばく線量 (mSv/年)	対応
帰還困難区域	50 以上	国が除染 原則立ち入り禁止 最低でも5年は期間困難
居住制限区域	20 - 50	国が除染 現行の計画的避難区域 同様、住民の帰宅や通 過交通は可能
避難指示解除準備区域	20 未満	市町村の除染計画 除染、インフラ普及、雇 用対策など早急を実施 し、早期帰還を目指す



福島民報(平成23年12月24日)



除染関連事業のおおまかな流れ



-
- 福島県の放射能汚染状況
 - 除染に関する基本的な考え方
 - **除染技術とその実証例**
 - 除染に伴う廃棄物管理



チェルノブイリ事故後に都市部で実施された環境修復

主な対策)・建物の洗浄 ・居住空間(集落)の清掃 ・汚染土壤の除去
・道路の清掃及び洗浄 ・屋外の給水施設の除染

- 土、道路(アスファルト、コンクリート)表面、建物の表面などに放射性物質が付着
- 建物近傍の土壤に特に高いCs-137汚染(屋根、壁からの移行)
- 農地などの他区域よりも、対策は比較的容易
- 居住者被ばく低減効果大→優先度高
- 1986-89年に、旧ソ連3カ国(ベラルーシ、ウクライナ、ロシア)の約1000の集落、数万の家屋・建物で実施(～1987年夏, 約600の集落, 約60,000の家屋・建物)
- 幼稚園、学校、病院、他の訪問者の多い建物を優先
- 庭、低木のある土壤などの除染は困難
- 除染作業により、大量の低レベル廃棄物が発生
- 建物の洗浄後、壁近傍の土壤の汚染レベルが2～2.5倍に増加した例も



チェルノブイリ事故後に実施された農業対策

- 初期数ヶ月は農作物への汚染物質の直接付着による汚染、牛乳の汚染が生じた。
- 農作物の汚染は、放射性物質の沈着レベルだけでなく、土壌の種類や管理の実施、生態系のタイプにより影響を受けた。
- 初期フェーズの後には、セシウムに対する汚染対策が最も重要。
- 1年目と比較して、事故後2年目は穀物類の放射能濃度は低くなった。
- 1987年以降、放射性セシウムの高い放射能濃度は畜産物でのみ確認された。
 - 乳, 食肉中のCs-137放射能濃度の低下対策が鍵
- 1990年代半ばに対策が減じ(経済的問題), 作物中の放射能濃度が増加した。
- 旧ソ連3カ国の集約農家における主な対策
 - 根元改良(土壌耕作, 再種まき, 窒素・リン・カリウム(NPK)肥料, 石灰散布)
 - 飼料作物の変更(Csの摂取量が少ない菜種を耕作、家畜飼料に利用)
 - クリーンフィーディング(汚染のない飼料, 牧草で家畜を飼育)
 - Cs結合剤の投与(家畜の消化管でのCs吸収を減少)



チェルノブイリ事故に対する欧州の取り組み

- EURANOS: EUのチェルノブイリ事故対策組織
- 前頁の様々な取り組みから帰還戦略マニュアルを作成



翻訳および日本に特徴的な事項の追記



- 除染技術データシートを作成(学会ウェブサイトで公開)

除染技術データシートの対象物

- 建物(屋外、屋内)
- 公共施設(公園・運動場、道路)
- 水田
- 畑地
- 果樹園
- 牧草地・牧畜
- 森林
- 水域
- 生活用品
- ガレキ等

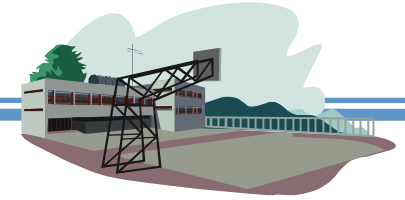


本日は、赤色のみをご紹介





建物(屋根・屋上)の除染技術①



ポイント

「放水洗浄」、「ブラシ洗浄」、「拭き取り」、「閉じ込め」、「屋根の葺き替え」の5つの対策

屋根の汚染物質は、既に雨で多くが流されていると考えられ、劇的な効果を得られるとは考えにくい

屋根を洗い出した後の雨水の通り道である雨樋や雨樋の排水部分が高線量である場合が多い

瓦屋根等、日本に独特な屋根については情報が少なく、モデル事業を通じた実証試験が求められる

1. 放水洗浄

◇水洗浄や高圧洗浄によって、汚染物質を除去する

◇屋根の素材、放水方法等によって、除染効果は異なる

※水洗浄(ID13): 沈着後1週間以内に相当量の降雨があれば除去率約20%を達成。繰り返しの効果は小さい。時間の経過とともに除去効率は大幅に低下。

※高圧水洗浄(ID16): 沈着後早期に実施すれば、除去率約30%を達成。繰り返しの効果は小さい。温水(約65°Cの高圧水)を利用した場合、除去率約50~85%を達成(ID17)。

◇現在では、既に降雨により多くの汚染物質が洗い流されていると考えられる

◇汚染水が庭の土壤に流れないように作業するか、もしくは流れ込んだ土壤を除去する

※想定される液体および固体廃棄物発生量は、次の通り。

- ・水洗浄: 液体廃棄物 50L/m²、固体廃棄物 0.1~0.2kg/m²程度 (ID13)
- ・高圧水洗浄: 液体廃棄物 20L/m²、固体廃棄物 0.2kg/m²程度 (ID16)
- ・高圧温水洗浄: 液体廃棄物 30L/m²、固体廃棄物 0.2~0.4kg/m²程度 (ID17)

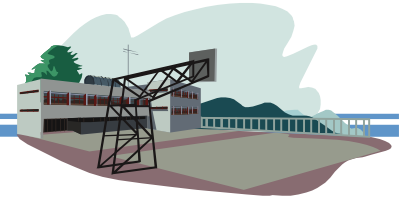


文中のID番号はEURANOSハンドブックの除染技術データシートに対応





建物(屋根・屋上)の除染技術②



2. ブラシ洗浄

◇建物の屋根の汚染を回転ブラシなどにより洗浄する。ただし、茅葺屋根には適用不可

※除去率は50～85%程度を期待できるが、繰り返しの効果は低い(ID14)

◇ブラシ洗浄の除去効果は、素材や表面の平滑度等によって異なる

※除染効果は、沈着後10年まで有効。ただし、屋根の材料による(ID14)

◇薬剤等を用いると多少除染効果は向上するが、汚染水処理が難しくなる

◇粉塵や苔などの廃棄物が発生するため、廃棄物の処理方策や受け入れ環境の整備が必要

※廃棄物量は、液体廃棄物として15L/m²、固体廃棄物(ダスト、苔)として0.2～0.6kg/m²程度(ID14)

◇汚染水が庭の土壤に流れないように作業するか、もしくは流れ込んだ土壤を除去する



3. 拭き取り

◇建物の屋根の汚染を拭き取りにより洗浄する

◇汚染水が飛散しないため、汚染拡大防止が期待できる

◇薬剤等を用いると多少除染効果は向上するが、汚染水処理が難しくなる

◇茅葺屋根については、拭き取りは使えない

◇廃棄物が発生するため、廃棄物の処理方策や受け入れ環境の整備が必要である

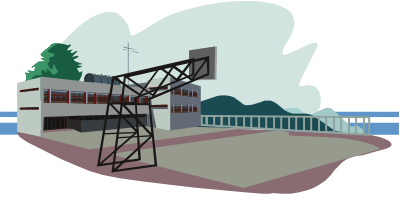


文中のID番号はEURANOSハンドブックの除染技術データシートに対応





建物(屋根・屋上)の除染技術③



4. 閉じ込め(汚染物質の固定化)

◇表面に固定化塗料を吹き付け、汚染物質を固定化する

※表面を除染するわけではないため、本方法での線量低減は見込めないが、
粒子の再浮遊防止による吸入防止は期待できる(ID21)

※固定化は、沈着後でも効果がある(ID21)

◇汚染物質が発生しない利点はあるが、汚染物質はそのまま残る。

◇屋根を葺き替えする場合、作業時の作業被ばくの低減に利用できる

◇ペインティング材の選定が必要



5. 屋根の葺き替え

※本方法は、上記除染方法で効果が得られず、屋内に居ても屋根からの被ばくが相当量予想されるような
高濃度の汚染除去に適用

◇古い屋根材料と一緒に屋根表面から汚染物質を除去する

◇放射性物質をほとんど取り除くことが可能である

◇通常の屋根の葺き替え費に加え、屋根の処分費が加算されるため、
その他方策が適用できない場合に採用する

◇多量の廃棄物が発生するため、廃棄物の処理方策や受け入れ環境の整備が必要

※廃棄物は、タイルやスレートが20～50kg/m²発生(ID18)



文中のID番号はEURANOSハンドブックの除染技術データシートに対応



一般住宅の除染実証例

線量の高い場所の 測定例	空間線量(μSv/h)		
	表面(1cm)	地上(50cm)	地上(1m)
屋根(コンクリート 屋上・スレート)	2.4	—	—
雨樋(集水器)	38	—	—
芝	3.7	2.8	2.5

2 除染効果の例

(測定箇所は表面1cm)

除染場所	除染前	除染後	除染方法
屋根 (コンクリート屋上)	2.4	1.6	高圧洗浄
屋根(瓦)	1.2	1.1	
屋根(スレート)	2.4	2.0	
雨樋(集水器)	38	5.9	落葉除去,高圧洗浄
芝	3.7	0.94	芝(含む表土)剥ぎ

内閣府発表資料より



道路等の除染技術①



ポイント

「散水洗浄」、「側溝・のり面の泥・草・枯葉等の除去」、「固定化」、「削り取りと再舗装」の4つの対策

舗装された道路は、汚染物質が雨で流されていると考えられ、散水洗浄の効果は不明

道路で測定された線量は、周囲からの影響を受けていると考えられ、効果を検証する必要あり

道路上の汚染物質は、のり面、側溝の泥、草、枯葉等に移動し、偏在していることが考えられる

1. 散水洗浄

◇水洗浄や高圧洗浄によって、道路の汚染物質を除去する

◇道路や舗装された領域に限られ、表面の状態や交通量、降雨量によって除染効果は異なる

※水洗浄: 沈着後1週間以内で、相当量の降雨の前で除去率は、約50~75%。繰り返しの効果は低い。

交通量や雨の量によって効果は異なる(ID29)。

※高圧水洗浄: 沈着後早期に実施すれば除去率は約30~80%。繰り返しの効果は低い(ID31)

◇既に雨で多くの汚染物質が流されていると考えられる

※除染効果は、沈着後、約一週間以内に実施すれば効果が高いが、遅くなれば効果は得られない(ID29)

◇洗浄水の回収と廃液処理が必要。但し、洗浄水の回収は新たな要素開発。

※水洗浄: 廃棄物量は、液体廃棄物50L/m²、固体廃棄物(塵など)0.1~0.2kg/m²程度(ID29)

※高圧水洗浄: 廃棄物量は、液体廃棄物20L/m²、固体廃棄物(塵など)0.2~0.4kg/m²程度(ID31)



文中のID番号はEURANOSハンドブックの除染技術データシートに対応



道路等の除染技術②



2. 側溝・のり面の泥、草、枯葉等の除去

- ◇道路の汚染物質は、雨によって流され、側溝の泥、草、枯葉等に付着している
- ◇生活道路や農道ではのり面の雑草、土の除去は効果が高い
- ◇「公共施設(公園、運動場等) 4. 側溝の泥、草、枯葉等の除去」参照

3. 固定化

- ◇アスファルトで表面舗装することで、汚染物質を固定化する
- ◇汚染物質を除去しないので、廃棄物は発生しない
- ※廃棄物は発生しない(ID34)



4. 削り取りと再舗装

- ※本方法は、汚染度が高く、外部被ばく線量の低減のためには、実施がやむなしと判断された場合にのみ、適用することが適切であると考えられる。
- ◇汚染度が高い場合には、道路工事専用の機器を用いてアスファルトもしくはコンクリートを削り取り、再舗装することで、汚染物質を除去する
- ※除去率は約80～90%程度達成。繰り返しの効果は低い(ID32)
- ◇多量の放射性廃棄物が発生するため、廃棄物処理・処分方を整える必要がある(実現性を検討する必要有)
- ※廃棄物は、アスファルト1cm深さで15kg/m²、コンクリート1cm深さで約30kg/m²発生(ID32)
- ◇作業中の粉塵対策が課題である



文中のID番号はEURANOSハンドブックの除染技術データシートに対応



水田の除染技術①



ポイント

「耕起」、「表土剥ぎ取り」、「代かき」、「土壌洗浄」、「植物による土壌浄化」、「施肥」の6つの対策

稲作のための機能を持続できるように除染方法を選定しなければならない

汚染のレベルや土壌の性質に応じた対応が必要で、自治体、農家、専門家での議論が重要

1. 耕起

◇ 土壌表面に放射性セシウムが沈着していると想定されることから、機械もしくは手作業によって、土壌を掘り起こし、非汚染土壌と混合・希釈させることによって、表土の汚染物質濃度を下げる

※大半が何年もの間、土壌の表面から50mm以内に沈着している例が多い(ID43,46)。

◇ 水田あたりの放射エネルギーに変化はないため、低減効果は限られる

◇ 掘り起こし深さによって、効果は異なる。

※30cm耕越で、線量率が72.5%低減可能

※除染係数は、深さ等に係らず1である。(ID43、46)

※耕うん機で150mm深さまで掘り起こした場合 γ 線の線量率は1/2～1/3に減少(ID43)

※プラウで250～300mm深さ(耕起)まで掘り起こした場合、 γ 線の線量率は1/2～1/5に減少(ID46)

※プラウで450～900mm深さ(耕起)まで掘り起こした場合、 γ 線の線量率は1/5～1/10に減少(ID46)

◇ 汚染物質の発生はなく、既存のトラクタを用いるため、実現性は高い

◇ 廃棄物は発生しない(汚染物質は除去しない)



文中のID番号はEURANOSハンドブックの除染技術データシートに対応



水田の除染技術②



2. 表土剥ぎ取り

◇ 土壤表面に放射性セシウムが沈着していると想定されることから、表土を剥ぎ取り、汚染物質を除去する。

※ 除去深度は概ね2cm程度と考えられる。ただし、最適な除去深度は汚染状況によって異なる

※ 最適な除去深度の場合、除去率は、90～97%に達する(ID38,39)

◇ 固化剤を散布することによって、効率的に除去可能

※ マグネシウム系固化剤を散布し、2～3cm表土剥ぎ取りの実証試験(農水省)

3. 代かき

◇ 放射性セシウムは微粒子(粘土)に吸着していることから、代かきによって濁水とし、強制落水によって、汚染物質を除去する。

◇ 代かき後の泥水を排水し、後段で吸着処理(農水省実証中)

※ 浅い代かき試験の実証試験(農水省)

※ 吸着処理剤を開発(農水省/JAEA)

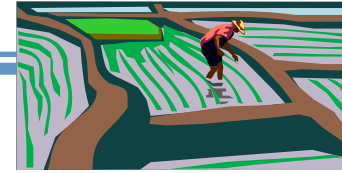
※ 代かき試験実施(クリーンアップ分科会)

◇ 水田あたりの放射エネルギーが減少するため、低減効果は期待できる

◇ 汚染水による用水路下流域への汚染拡大を防ぐ対策を施す



水田の除染技術③



4. 土壌洗浄(物理的および化学的洗浄処理)

◇剥ぎ取った土壌を洗浄する方法。物理的処理と化学的処理に大別。

物理的洗浄:放射性セシウムが微細粘土鉱物粒子に保持されやすいことを利用して、汚染土壌を選別する方法

化学的洗浄:土壌に強く保持されている放射性セシウムを洗浄溶液で剥ぎ取る方法

◇適切な洗浄処理方法が確立されることが前提である

◇発生する廃液は、従来の減容技術で総量を減らした上で、処理・管理する

◇現地洗浄が可能となるように、移動式洗浄機の開発を目指している

※農林水産省、研究機関、ゼネコン等で開発中

◇土壌の性質を元の状態に戻すことができるかの検証が必要である



5. 植物による土壌浄化(ファイトレメディエーション)

◇放射性セシウムを経根吸収しやすい植物や作物を栽培、刈り取ることで、汚染土壌から汚染物質を除去する

◇水田あたりの放射エネルギーが減少するが、低減効果は低いと考えられる

※植物栽培による土壌浄化の実証試験(農水省)

◇植物の処理・処分費用が発生する一方で、表土の剥ぎ取りより安価と考えられるため、費用対効果の観点から評価が必要

◇汚染植物の処理方法が確立されると実現性が高まる

※汚染植物の焼却技術を開発(農水省/JAEA)



水田の除染技術④



6. 施肥

◇カリウム、アンモニウムおよび石灰などを施肥することで、作物への放射性セシウムの移行率をコントロールする。

カリウム: 吸収を低減 アンモニウム: 吸収を促進 石灰: 吸収を低減

◇施肥により米への移行率の低下が期待される

※施肥の実証試験(農水省)

◇安価と考えられる

◇新たな廃棄物の発生及びその対処が不要のため、実現性は高い



農林水産省が示した農地除染技術の実証試験結果

手法名	具体的手法の内容	放射性セシウム濃度の減少 ($\pm 1\text{kg}$ 当たり)
基本的な剥ぎ取り	表面約4cm剥ぎ取り	10,370Bq \rightarrow 2,599Bq
固化剤を用いた剥ぎ取り	マグネシウム系固化剤で表面を固めた後、約3cm剥ぎ取り	9,090Bq \rightarrow 1,671Bq
芝・牧草の剥ぎ取り	農地の牧草や雑草ごと専用の機械で3cm剥ぎ取り	13,600Bq \rightarrow 327Bq
水による土のかき混ぜと除去	表面を水でかき混ぜた後、泥水の吸い取り	15,254Bq \rightarrow 9,689Bq
反転耕	30cm深さまでの土の入替え	0.66 $\mu\text{Sv/h}$ \rightarrow 0.30 $\mu\text{Sv/h}$
植物による土壌浄化	ヒマワリによる吸収	7,715Bqの土壌で 茎に52Bq、根に148Bq



クリーンアップ分科会による代かき実証試験例



耕起前の草刈り



耕起



水張り



代かき(荒かき15cm)



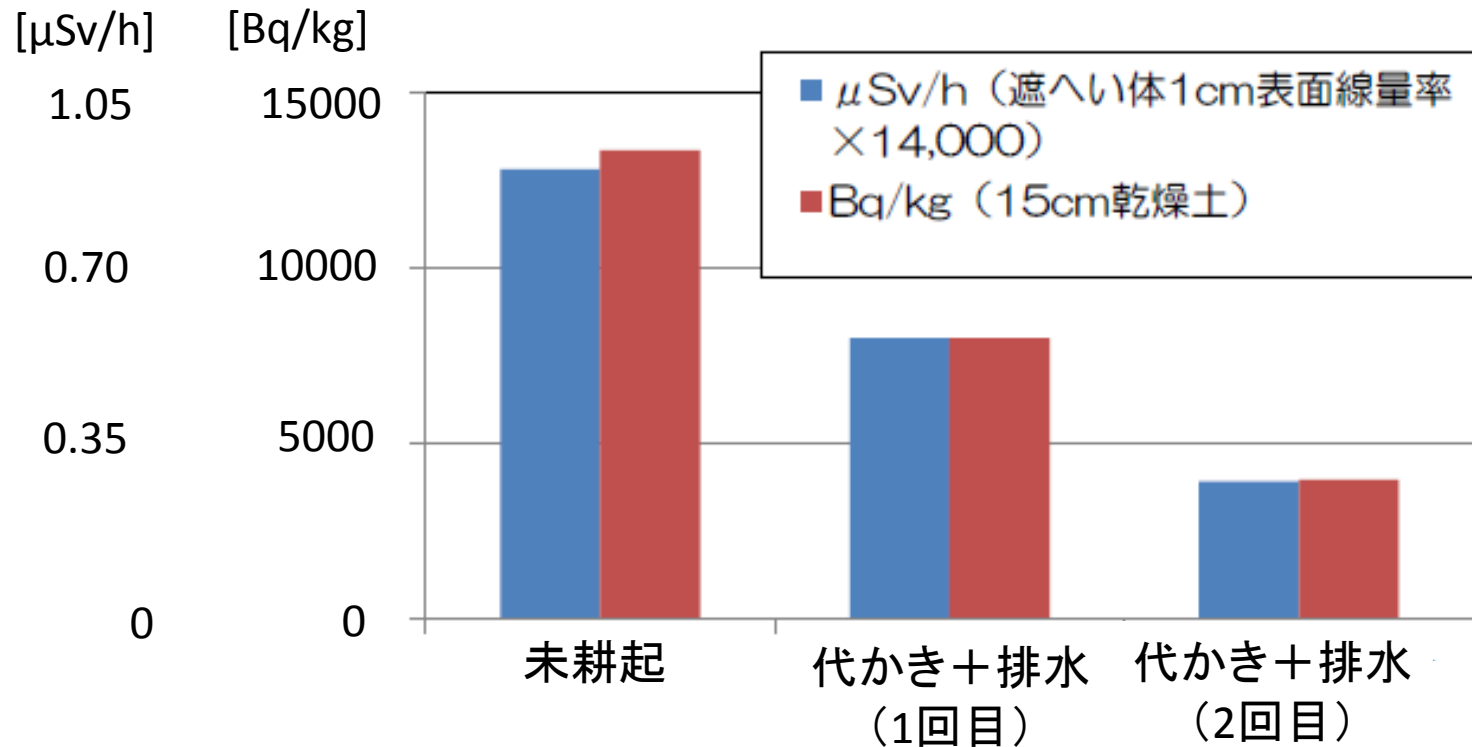
代かき直後、畦を切って排水



放射線量測定と土採取



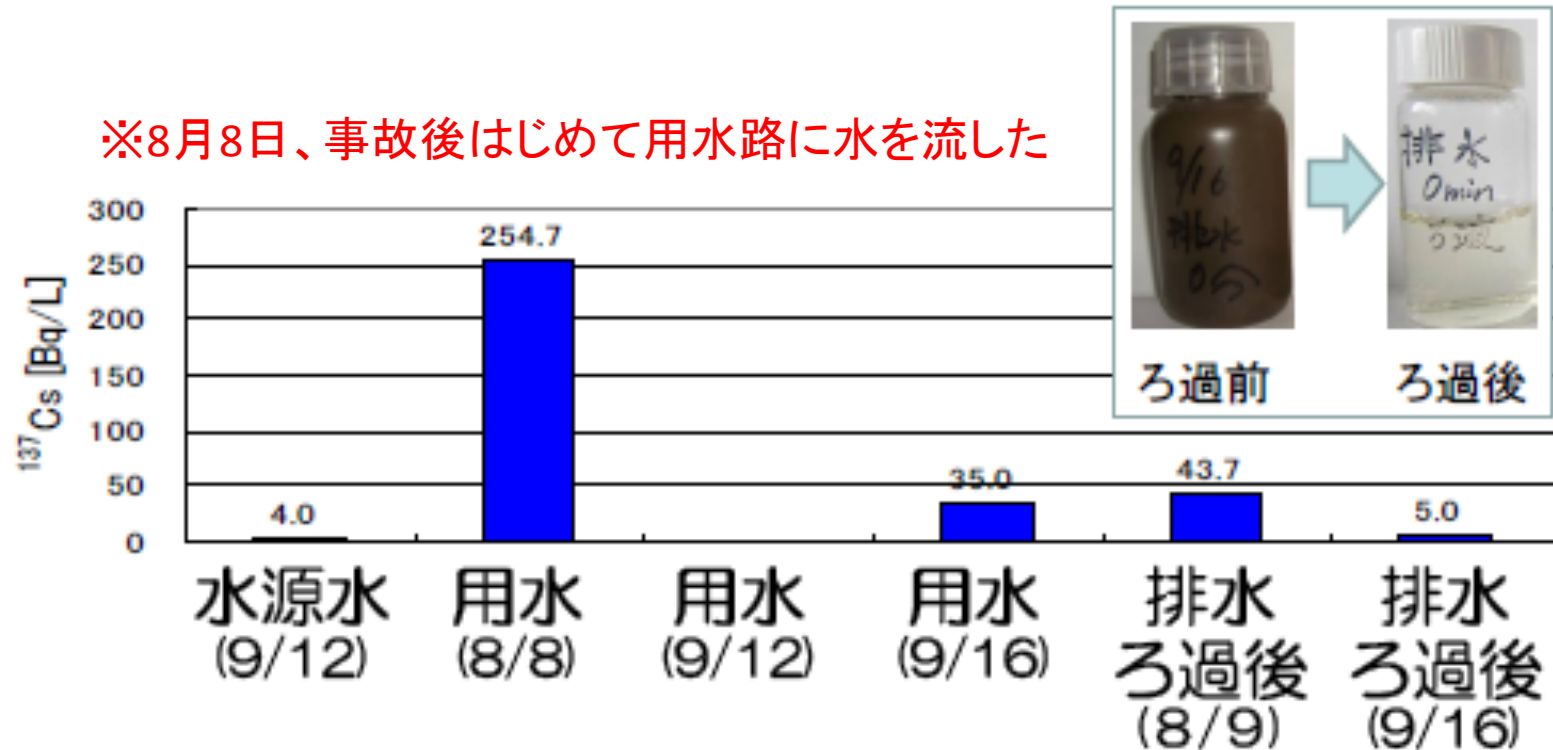
代かき＋強制排水による水田の除染効果



代かき＋排水を2回行うことで、放射能濃度が約1/3になった



用水の放射能濃度



水源が清浄でも、用水路が汚染されていることがある。
はじめて用水路に通水するときは、十分の水を流すことが必要

果樹園の除染技術①



「モニタリング」、「樹皮の剥ぎ取り」、「落葉の回収」、「果樹の剪定・除去」の4つの対策

果樹栽培のための機能を持続できるように除染方法を選定しなければならない

汚染のレベルや土壌の性質に応じた対応が必要であり、自治体、農家、専門家での議論が重要

1. モニタリング(葉、果実、土壌)

- ◇汚染状況の確認を実施する
- ◇継続的に実施する必要がある

2. 樹皮の剥ぎ取り

- ◇樹皮に汚染物質が付着していると考えられることから、スクレーパーなどで樹皮を剥ぎ取る。
- ◇汚染した樹皮から、果実への移行(転流)低減効果が期待できる
- ◇桃など樹皮が薄く剥ぎ取りが困難な樹種の場合には、高圧水洗浄による汚染物を除去する
- ◇廃棄物を適切に保管する必要がある

※果樹の樹体に付着した放射性物質の除染対策(福島県農業総合センター果樹研)



果樹園の除染技術②



3. 落葉の回収

◇樹木の葉に汚染物質が付着していると考えられることから、秋／冬に落葉を回収する。

◇放射エネルギーが減少するため、低減効果は期待できる

※沈着時に樹木に葉があり、全ての葉が回収された場合、除染係数は樹木の除去(ID52)に類似すると考えられる(ID51)。

◇落葉の回収については、手作業あるいはバキューム等が考えられ、実現性は高い

◇廃棄物を適切に保管する必要がある

※廃棄物は、葉、松葉、松ぼっくりなどが、0.5kg/m²発生(ID51)



4. 果樹の剪定・除去

◇剪定鋏、刈り込み機等で成長した枝葉を除去し、表面付着した汚染物質を除去する

※大きな雨が降る前で、沈着の1週間以内であれば除去率は50～90%が期待される。雨の後の場合は、大きく効果は低減する。また、沈着時に枝葉が枯れ落ちている秋/冬の実施は効果ない(ID36)

◇枝葉の廃棄処分方法が確立されると実現性が高まる

※廃棄物は、草木、灌木が2kg/m²(ID36)

◇今年発生する常緑樹の落ち葉の回収は効果が期待できる

◇廃棄物は適切に保管する必要がある



文中のID番号はEURANOSハンドブックの除染技術データシートに対応



森林の除染技術①



「モニタリング」、「落葉の回収」、「樹木及び灌木の剪定・間伐」、「集水域での水処理」、「放射性セシウム濃集域における堆積物除去」、「立ち入り制限・植物摂取制限」の6つの対策

放射性物質に汚染された森林の面積は広大であるため、一律の除染は困難であると考えられる

立ち入り制限等の対策を進めながら、モニタリングを継続し、除染の優先順位を検討しながらすすめるなど、長期的、多面的な取り組みが必要と考えられる。

1. モニタリング(葉、樹体、土壌、表面水)

- ◇汚染状況の確認を実施する
- ◇継続的に実施する必要がある



2. 落葉の回収

- ◇「果樹園 2. 落葉の回収」参照
- ◇居住地近傍など限定範囲への適用(森林全てへの適用は困難)



3. 樹木及び灌木の剪定・間伐

- ◇「果樹園 4. 果樹の剪定・除去」参照
- ◇居住地近傍など限定範囲への適用(森林全てへの適用は困難)



森林の除染技術②



4. 集水域での水処理

- ◇表面水が集まる下流域の放射能汚染が低減されると考えられる
- ◇排水路の施工費と回収費(例えば吸着材処理)が発生する
- ◇汚染水の方法が確立されると実現性が高まる



5. 放射性セシウム濃集域における堆積物の除去

- ◇土壌流亡による放射性セシウムの移行・濃集
- ◇濃集域に堆積した汚染土壌の除去



6. 立ち入り制限・摂取制限

- ◇高線量地域については立ち入り制限する
- ◇火の不始末等による山火事で、木々に付着した汚染物質が飛散することを防止するため、立ち入り制限を行う
- ◇キノコやベリー類など、放射性セシウムを濃集する食材の摂取制限
- ◇立ち入り制限に関する費用が発生する
- ◇新たな廃棄物の発生およびその対処が不要なため、実現性は高い



降雨によるセシウムを含んだ粒子の上流からの流下にも注意

-
- 福島県の放射能汚染状況
 - 除染に関する基本的な考え方
 - 除染技術とその実証例
 - 除染に伴う廃棄物管理



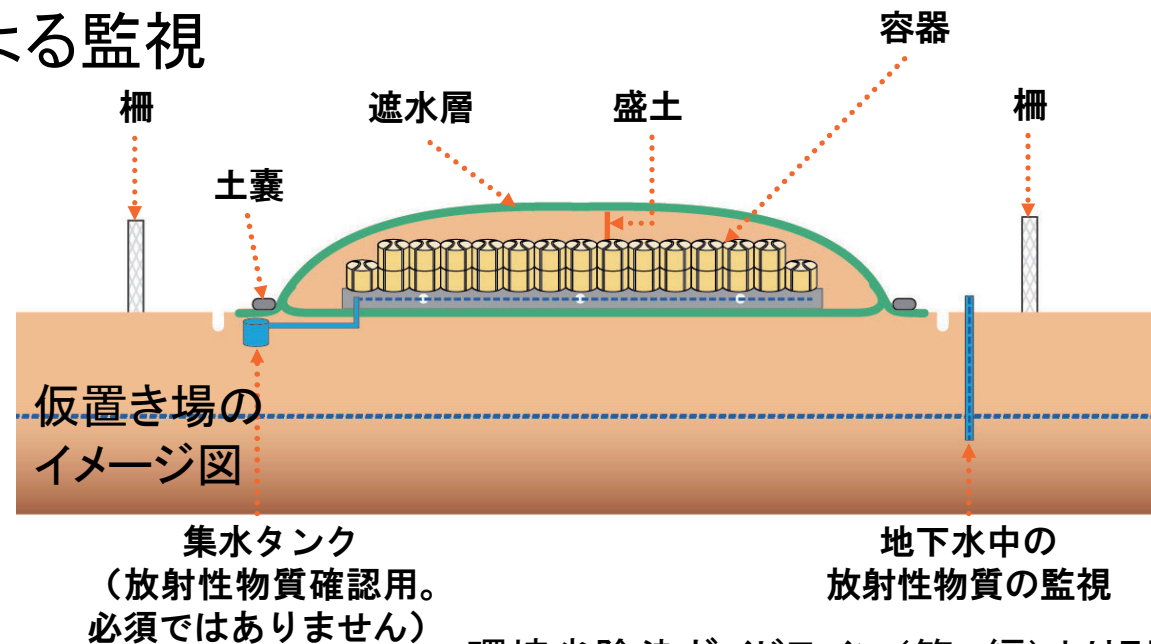
除染により生じた廃棄物(可燃物、土砂)

- 可燃物(落ち葉、刈草)と土砂(土壌)に分ける。
- ごみ袋や土嚢袋に入れる。
- 仮置き(現場保管)場所にビニールシートを引いて保管する。
- 保管した廃棄物の表面の放射線量を測定する。
- 表面の放射線量が高い場合は土嚢などで遮蔽する。
- 目印を付ける。
- 日付、内容物、表面線量等の記録をつける。



仮置き場の要件

- 仮置き場の確保(仮置き場は地区単位で設置)
- 管理処分の3要件
 - ① 放射性物質の飛散防止
 - ② 遮蔽による周囲空間線量の低減
 - ③ 雨水等の浸入、流出の防止
- モニタリングによる監視



環境省除染ガイドライン(第4編)より引用



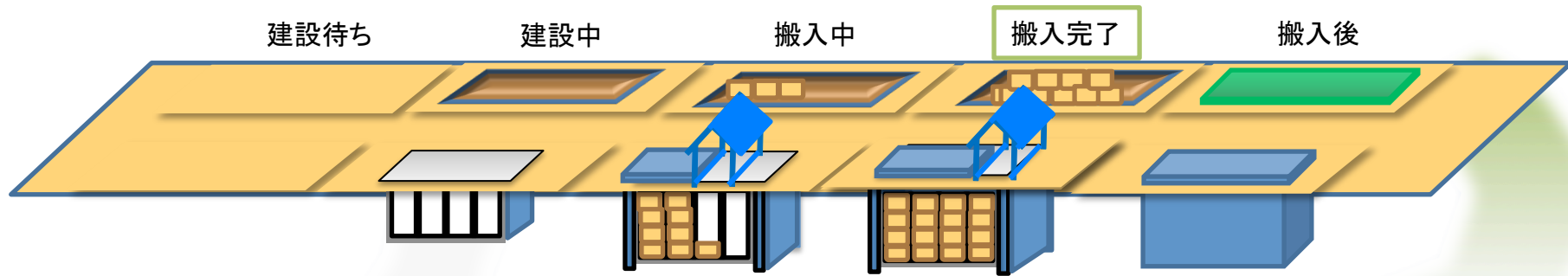
仮置き場の実施例(郡山市)

- 対象物: 除染に伴い発生した土壌等
 - ① 道路・側溝等 → スポーツ広場・公園等
 - ② 住宅等 → 宅地内
 - ③ 全市的な仮置き場 → 国有地等の活用を協議



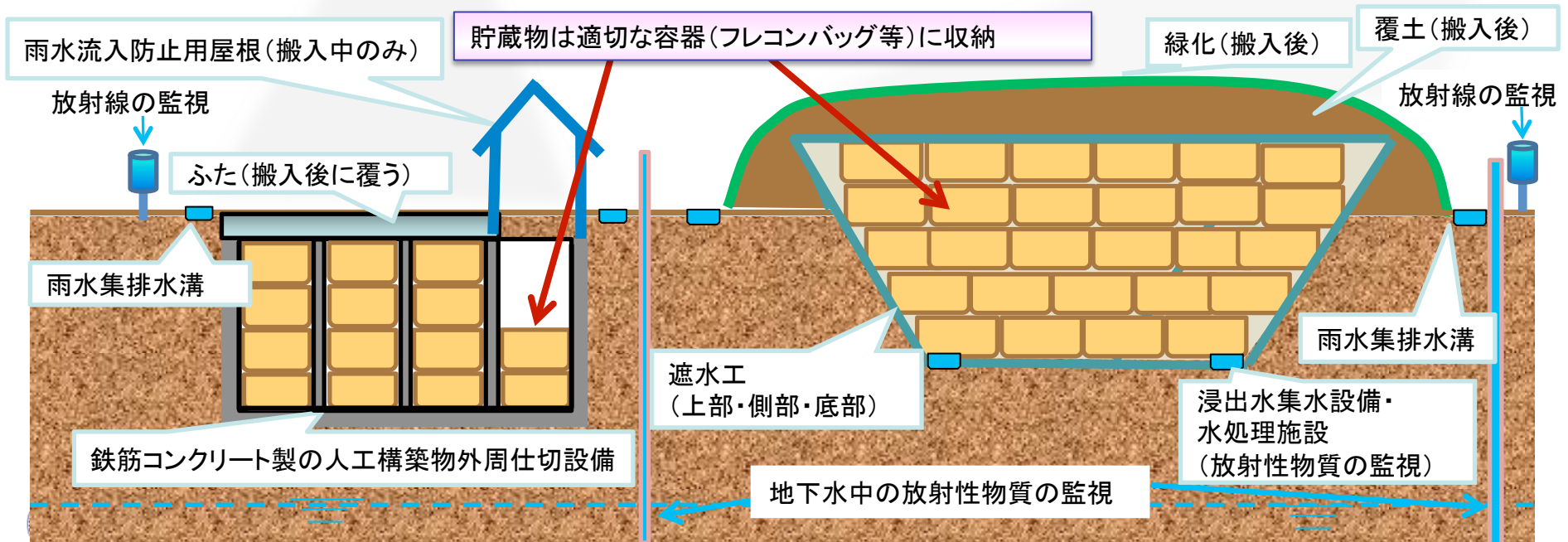
国が設置する中間貯蔵施設のイメージ図

なるべく早く使用するため、完成した区画から供用を開始するセル方式(同時進行)

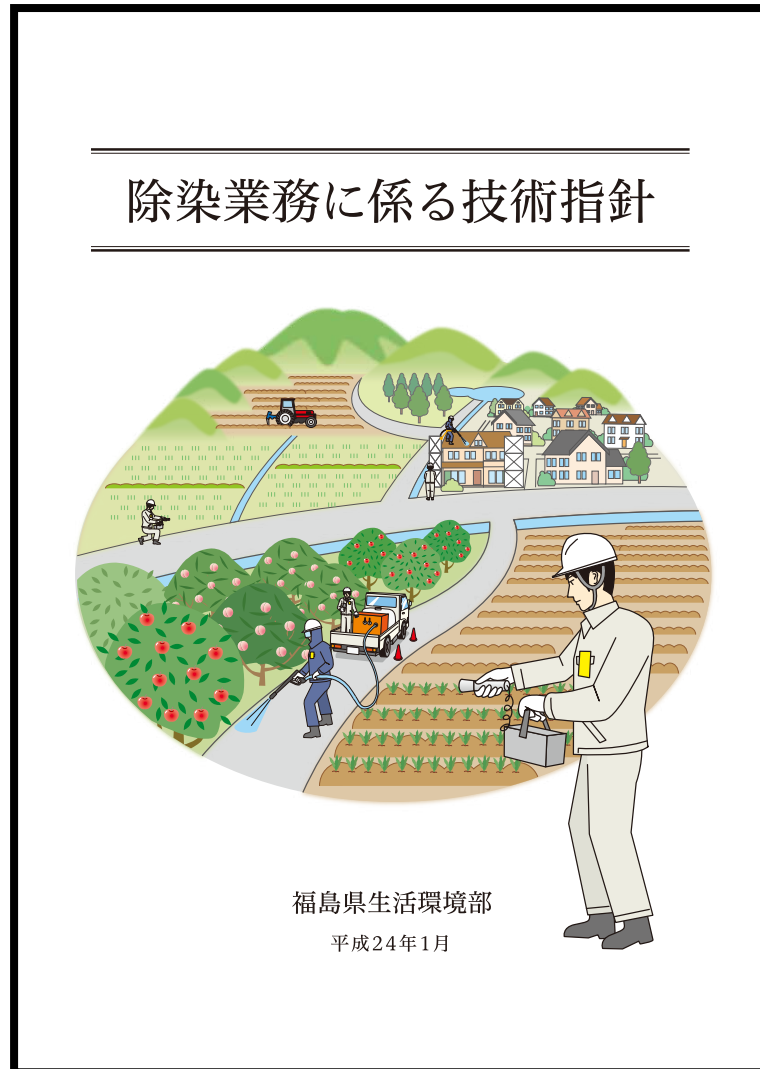


高濃度・溶出性対応型施設の例

低濃度・非溶出性対応型施設の例



福島県による除染技術指針



目次

1. 除染について
2. 除染の方法(作業フロー)
3. 除染に係る作業上の安全確保
4. 契約の方法等
5. 除染作業施工管理基準
6. 保安施設設備基準

福島県庁ウェブサイトに掲載
活用を！！

今回の被災を心からお見舞い致します



ご清聴ありがとうございました

