

# ため池の放射性物質の 実態と対策



福島県の営農再開・農業復興に向けて

FUKUSHIMA  
REPORT

# CONTENTS

## CHAPTER 1 ため池とは 1

---

1-1	農業水利施設とは	2
1-2	ため池とは	3
1-3	ため池の多面的機能	4
1-4	ため池の維持管理	5

## CHAPTER 2 ため池の放射性物質による影響 7

---

2-1	放射性物質の基礎知識	8
2-2	かんがい用水中の放射性物質による作物への影響	22
2-3	かんがい用水中の放射性物質による農地への影響	32
2-4	ため池底の土砂上げ作業への影響	34
2-5	ため池の日常管理作業への影響	48

## CHAPTER 3 ため池の放射性物質対策 51

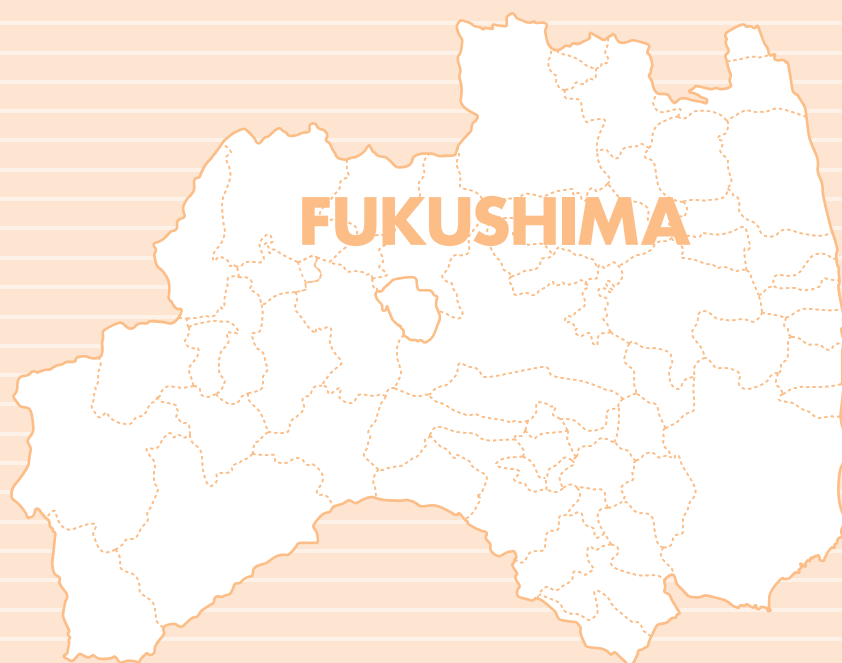
---

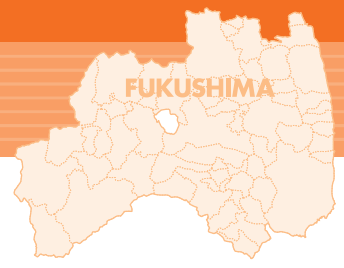
3-1	ため池の放射性物質対策の基本方針	52
3-2	ため池の放射性物質対策の流れ	53
3-3	基礎調査	54
3-4	対策の概定	56
3-5	詳細調査	57
3-6	対策区分の選定	58
3-7	ため池の放射性物質対策の概要	59
3-8	ため池の放射性物質対策の施工例	66
3-9	効果の確認	77

CHAPTER

1

# ため池とは

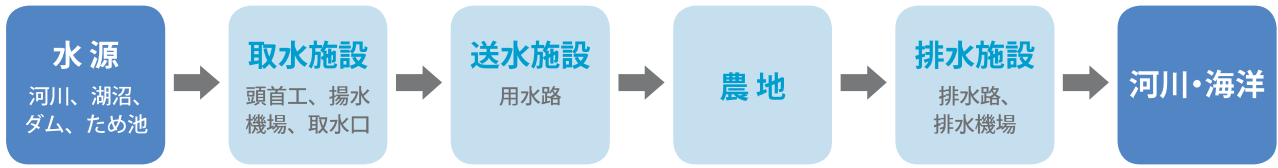




## 農業水利施設とは

- 食料生産の基盤である農業用水の安定的供給や洪水による農業被害を防ぐため、ダム、ため池、頭首工、用排水路、用排水機場等の農業水利施設が整備されてきました。
- また、農業用水はかんがいだけではなく地域の暮らしに溶けこんで、さまざまな役割（地域用水機能）を発揮しています。

1  
ため池とは

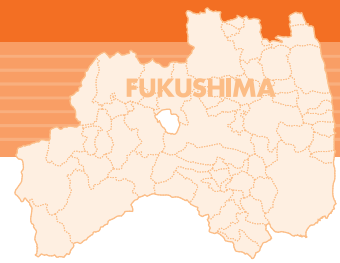


2  
ため池の放射性物質による影響



3  
ため池の放射性物質対策

親水機能	生活用水機能	防火用水機能	生態系保全機能
 子供たちの遊び場	 野菜や農機具などの洗い場	 火災時の消防用水	 昆虫や魚類等の生息場



# ため池とは

- ため池とは、降水量が少なく、流域の大きな河川に恵まれない地域などで、農業用水を確保するために水を貯え取水ができるよう、人工的に造成された池のことです。福島県には3,700箇所以上のため池があります。
- 水田農業を主体とするわが国では、ほ場の拡大や土木技術の発達とともに農業水利施設を造成し、水源として農業用のため池も数多く築造されました。ため池の約70%は江戸時代以前に築造されたものです。
- ため池は、その形態により「谷池」と「皿池」に区分されます。棚状に複数のため池が連なっているものは、「重ね池（又は親子池）」と呼ばれています。

谷池



山間や丘陵地で谷をせき止めて造られたため池

皿池



平地の窪地の周囲に堤防を築いて造られたため池

重ね(親子)池



棚状に複数のため池が連なっているため池

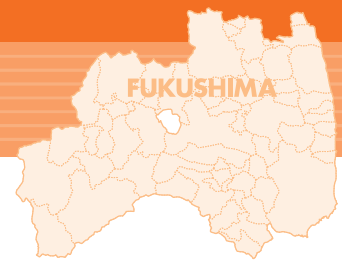
## ため池の築造年代

わが国は南北に細長く伸びた島国で、地勢が極めて急峻であるため、河川の流路が短く勾配も急でその流出が早いのが特徴です。農業用の水源として築造されたため池の成り立ちをたどることによって、いかに先人達の努力が払われてきたかを知ることができます。

南相馬市の唐神堤からかみづみは今から350年前、江戸時代前期の寛文年間（1665年）に造られました。県内にはそれ以前にもたくさんのため池が造られていたようです。



出典：農林水産省「ため池の歴史」



# ため池の多面的機能

● ため池は、本来、農業水利や地域防災としての役割を果たす施設ですが、他にも、生物の生息・成育の場所の保全、住民の憩いの場の提供など、多面的な機能を有しています。

1

ため池とは

## 農作物の生産

お米や野菜など、私達が食べている農作物には水が必要です。水が足りない地域では、ため池の水を利用し、豊かな農作物を生産しています。



## 生態系保全機能

ため池は止水域であることや農業生産活動のサイクルに沿った貯留と流出による水位の変動が人為的に行われることにより、豊かな生態系を育んでいます。



## 豊かな景観

ため池は水面とともに、その周辺の樹木や田畑、農村集落、里山等と調和して、豊かな水辺の景観を形成しています。



## 地域の振興

ため池は地域の身近な水辺空間であり、地域住民の憩いの場として水面を活用したレクリエーションや周囲の散策等に活用されています。

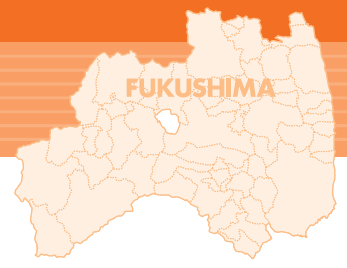


2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策



## ため池の維持管理

- ため池の貯水・取水機能を維持するとともに、施設の異常を発見し災害を未然に防ぐため、ため池の維持管理が行われています。
- 維持管理は、集落などの受益者を主体とした水利組合や土地改良区によって行われています。
- かんがい期は、ため池取水栓の操作（ため池の取水管理）、堤体の点検、除草、清掃等のため、毎日又は定期的に管理を実施しています。また、非かんがい期も、ため池の水位管理、堤体の点検等のため、定期的に管理を実施しています。
- ため池の維持管理等に従事する時間について、福島県内のため池83箇所（避難指示区域内を除く）で調査を行ったところ、1年間あたりに最大856時間/人、平均110時間/人でした。なお、維持管理等に従事する時間はため池等の規模、構造、周辺環境等で異なっています。

### ● ため池の維持管理等に従事する時間

作業項目	時間/(人・年)		
	最大値	最小値	平均値
操作・点検・見回り	416	2	73
維持保全・補修	440	1	50
全体	856	3	110

※ 平成25年度に実施した福島県内のため池83箇所（避難指示区域を除く）の管理実態調査結果より

#### ため池取水施設の点検

ため池の取水機能が低下しないよう、取水施設の点検等を実施しています。



#### ため池堤体の点検・補修

ため池決壊等による被災が生じないよう、落水後に堤体の点検・補修を実施しています。



#### ため池取水口周りの土砂上げ

ため池の取水口周りに土砂が堆積することから、取水機能を維持するため、落水後に、土砂上げを実施しています。



#### ため池法面の草刈り

ため池堤体の変状（はらみだしや漏水）を確認するため、草刈りを実施しています。

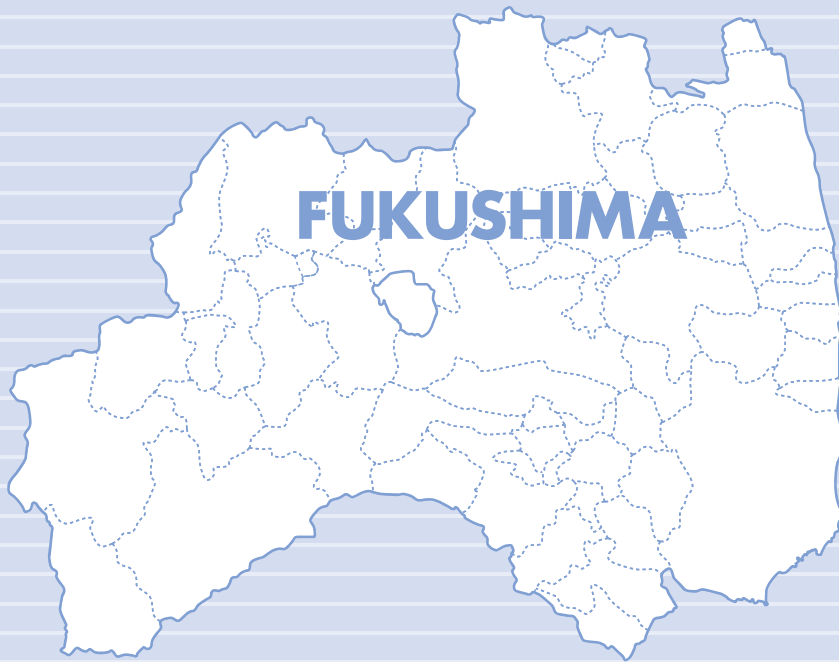


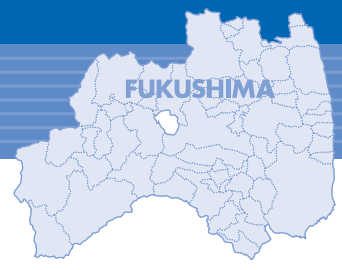


CHAPTER

# 2

## ため池の 放射性物質による影響

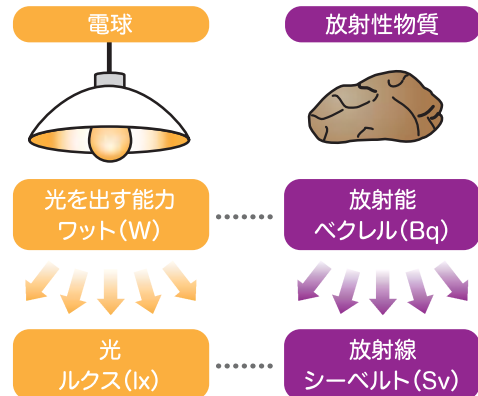




## 放射性物質の基礎知識

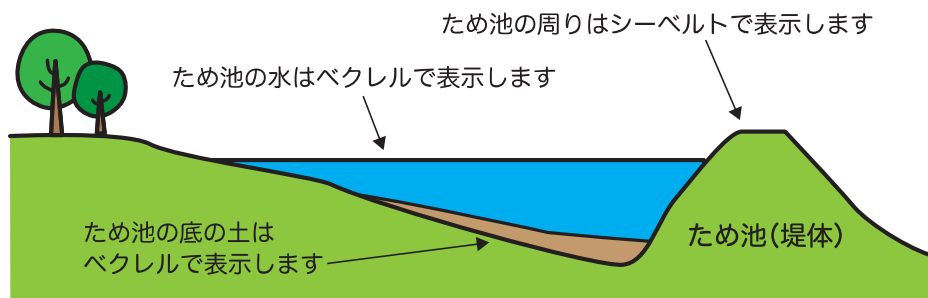
### 放射性物質と放射能

- 放射線を出す物質を「放射性物質」、放射線を出す能力を「放射能」といいます。
- 電球に例えると、電球が放射性物質、光を出す電力（ワット）が放射能、電球から届く光の明るさ（照度、ルクス）が放射線といえるでしょう。



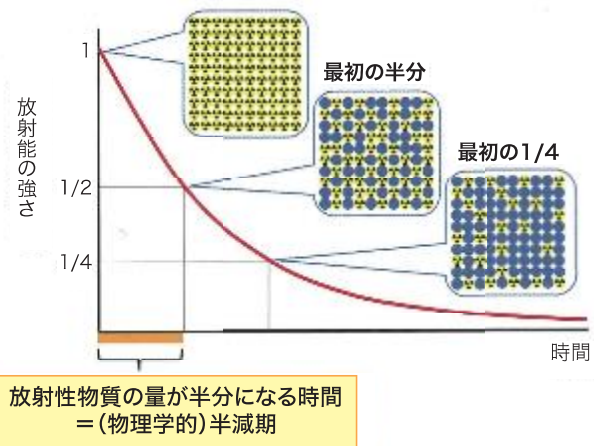
### ベクレルとシーベルト

- ベクレルは、放射性物質がどれだけ含まれているかを表したものです。1 kg 当たりの量 (Bq/kg) や 1 リットル当たりの量 (Bq/L) で示す場合が多いです。ため池では、池底の土や池の水をベクレルで表示します。
- シーベルトは、人体への影響の大きさを表したものです。影響は、放射性物質から離れば小さくなります。1 時間当たりの量 (Sv/h) で示す場合が多いです。ため池では、ため池周囲の空間放射線量率をシーベルトで表示します。



## 放射性物質 半減期と放射能の減衰

- 半減期分の時間が経過すると、放射性物質の量は元の半分になり、結果として放射能も半分になります。さらにもう半減期分の時間が経過すると、さらに放射性物質の量が半分になります。このように、半減期分の時間が経過することに、放射能は1→2分の1→4分の1→8分の1→16分の1と減っていきます。横軸に経過時間、縦軸を放射能の強さにして、放射能の減り方をグラフに表すと、曲線（指数関数）的に減ることがわかります。
- 半減期は放射性物質の種類によって異なります。例えば、ヨウ素131の半減期は8日、セシウム134の半減期は2年、セシウム137の半減期は30年です。
- なお、体内に取り込まれた放射性物質は、臓器や組織に取り込まれた後、排泄されます。排泄によって体内の放射性物質の量が半分になる時間を生物学的半減期といいます。



出典：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版(改訂版)] 環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.11

## 原子力災害の影響 国際原子力・放射線事象評価尺度

原子力施設などの異常事象や事故は、その深刻度に応じて7つのカテゴリーに分類されます。福島第一原発事故はその放射性物質の放出量から最も深刻な事故であることを示すレベル7と判断されています。



出典：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版(改訂版)] 環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.28

## 線量測定と計算 さまざまな測定機器

- どのような目的で放射線を測定するかによって、用いる測定機器を選ぶ必要があります。
- 放射性物質の種類と量を調べるには、ゲルマニウム半導体検出器やNaI (TI) シンチレーション式検出器などを備えた $\gamma$  (ガンマ) 線のエネルギーが識別できる装置を用います。ゲルマニウム半導体検出器は、主に水、食品などの汚染状況を調べる際にも用いられる装置で、放射性物質の種類ごとの量を正確に測定する際に用いられます。しかし $\gamma$ 線を出さない放射性物質を調べることはできません。
- 外部被ばく線量を計算するには、空間放射線量率を正確に測定する必要があります。空間放射線量率の測定には電離箱式やエネルギー補償型のサーベイメータが最も適しています。GM計数管式サーベイメータを利用する場合は、空間放射線量率が実際よりも高めに出ることが多いので気をつける必要があります。
- 個人線量計としては、光刺激ルミネッセンス線量計 (OSL)、蛍光ガラス線量計、電子式線量計など、いろいろなタイプがあります。男性は胸に、女性は妊娠の可能性も考慮し腹部に付けることが一般的です。

### 測定機器



ゲルマニウム  
半導体検出器



NaI (TI) シンチレーション式  
サーベイメータ (エネルギー補償型)



GM 計数管式  
サーベイメータ

### 個人線量計



光刺激ルミネッセンス  
線量計 (OSL)



蛍光ガラス線量計



電子式線量計

出典：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版 (改訂版)] 環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.42

## ため池調査で使用する測定機器類


### ●水質調査

#### 〈採水方法〉

採水は、縦型バンドーン採水器等（水深が浅い場合はひしゃく等）を用います。

#### 〈測定方法〉

放射性セシウム分析は、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法で行います。

採水器具	特 徴
バンドーン採水器 	円筒管の上下にゴムの蓋を取り付けた採水器です。 上下の蓋を開けたまま沈め、試料採取位置で蓋を閉め試料を採取する器具です。


### ●底質調査

#### 〈採取方法〉

エクマンバージ採泥器による採取を原則とし、これによる採取が困難な場合にはハンドマッキン採泥器など、これに準ずる採泥器を使用します。

#### 〈測定方法〉

放射性セシウム分析は、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法で行います。

採泥器具	特 徴
エクマンバージ採泥器 	グラブ型採泥器の一種です。 2個の半円筒形バケットをメッセージャーによりフックを外し、バケットの両側についているバネにより閉じるようになっています。 砂、砂利の採取には不向きです。

1


ため池とは

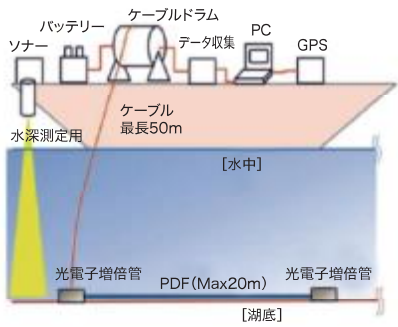
2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

採泥器具	特 徴
ハンドマッキン採泥器 	スミス・マッキンタイヤー採泥器のバケット部分を加工したものです。 重りをつけての船上からの採泥や、ダイバーによる採泥に使用します。


測定機器	特 徴
プラスチックシンチレーションファイバ (PSF) 	プラスチック製の光ファイバーの一種で、放射線検出用素材として使われています。 一定の測定間隔でPSFを池底に沈め、池底の線量測定を行います。 セシウム水中測定用検出器を併用して測定することで、池底の放射性セシウムの分布状況が面的に評価できます。

ため池の形状が複雑で、複数箇所の流入があるなど、底質の放射性セシウム濃度の面的分布のバラツキが大きいと想定される場合は、必要に応じてプラスチックシンチレーションファイバ (PSF) 等により、面的に底質の放射性セシウム濃度を測定することも検討します。

### ●空間放射線量率

#### 〈測定方法〉

ため池利用・管理範囲内の選定地点において、地上1mの空間放射線量率を測定します。

測定器具	特 徴
NaI (TI) シンチレーションサーベイメータ 	NaI (TI) に放射線が入射した際に生じる発光を光電子増倍管等で電気信号に変換し、出力を得るものです。

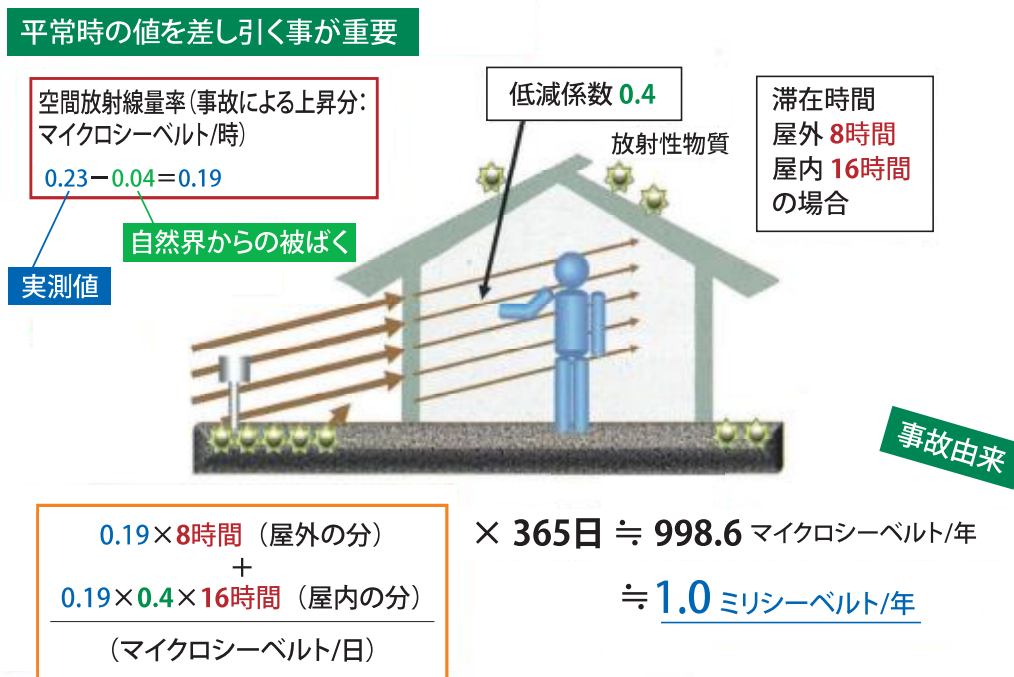
## 線量測定と計算 事故後の追加被ばく線量(計算例)

- 原発事故前の福島県の1時間当たりの空間放射線量率は、0.02～0.13マイクロシーベルト ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) でした。いま生活圏で長期的に目標にしている空間放射線量率は、0.23  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 未満です。
- 0.23  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ は、1年間の追加被ばく量の限度を1ミリシーベルト (mSv) としたときの、一般的な過ごし方をした場合の量です。
- 1 mSv (自然放射線に追加となる分) は、国際機関が決めた一般人の年間追加被ばく限度の最小値です (1～20 mSvの範囲でより少ない方を推奨)。

### 〈0.23 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ の計算方法〉

1年365日、屋外で8時間、木造家屋(屋外×0.4倍の遮へい効果)で16時間過ごすという生活パターンを想定すると、0.19  $\mu\text{Sv}/\text{時}$  × (8時間 + 16時間 × 0.4) × 365日 = 約1 mSv/年となります。この0.19  $\mu\text{Sv}/\text{時}$ に自然界からの放射線被ばく量0.04  $\mu\text{Sv}/\text{時}$ (大地放射線0.4 mSv/年)を加え、0.23  $\mu\text{Sv}/\text{時}$ を算出しています。

出典：除染情報プラザ 健康影響Q&A P.38



出典：放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版(改訂版)] 環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.48

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 身の回りの放射線 自然・人工放射線からの被ばく線量

- 日常生活をする中で、私たちは知らず知らずのうちに放射線を受けています。
- 宇宙から、そして大地から受ける自然放射線による外部被ばくや、食物や空気中のラドンなど、自然由来の放射性物質から受ける内部被ばくは、合計すると年間で世界平均では2.4ミリシーベルト、日本平均では2.1ミリシーベルトになります。
- また日本では放射線検査などで受ける医療被ばくの割合が大きいことが知られています。これは一回の検査あたりの被ばく量が多いCT検査が広く普及していることや胃がん検診で上部消化管検査が行われているためと考えられています。

出典：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版（改訂版）]  
環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.58



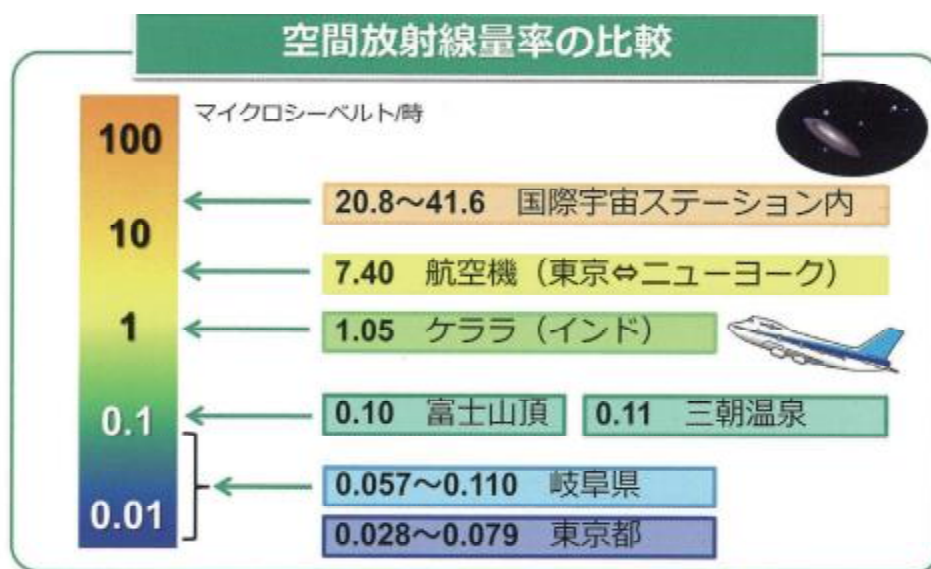
mSv：ミリシーベルト

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告、原子力安全研究協会「新生活環境放射線（平成23年（2011年））」、ICRP103他

## 身の回りの放射線 時間当たりの被ばく線量の比較

- 宇宙空間や航空機内では、銀河や太陽からの宇宙線により、空間放射線量率が高くなります。また富士山のような標高が高いところでも、標高の低いところと比べると宇宙線の影響を強く受けるので、空間放射線量率が高くなります。標高の低いところでは、大気に含まれる酸素原子や窒素原子と宇宙線（放射線）が相互作用してエネルギーを失い、地表に到達する放射線の量が少なくなるため、空間放射線量率は低くなります。
- 人間の生活空間のほとんどの場所の空間放射線量率は、1時間に0.01から1マイクロシーベルトの範囲ですが、中には、土壤にラジウムやトリウムといった放射性物質を多く含むため、自然放射線レベルが高い地域があります。こうした地域を高自然放射線地域と呼びます。
- 世界基準で見ると、日本には高自然放射線地域と呼ばれる場所はありませんが、ラドン温泉で有名な三朝温泉のように、土壤にラジウムを多く含んでいる場所では、若干空間放射線量率が高くなっています。逆に、関東ローム層で覆われた関東平野は大地からの放射線が遮へいされ、空間放射線量率は低い傾向にあります。

出典：放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版（改訂版）]  
環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.59



出典：JAXA宇宙ステーションきぼう広報・情報センターサイト「放射線被ばく管理」2013、放射線医学総合研究所ホームページ「航路線量計算システム (JISCARD)」、放射線医学総合研究所ホームページ「環境中の空間ガンマ線線量調査」、古野、岡山大学温泉研究所報告、51号、P.25-33、1981、原子力規制委員会放射線モニタリング情報（モニタリングポストの過去の平常値の範囲）より作成

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

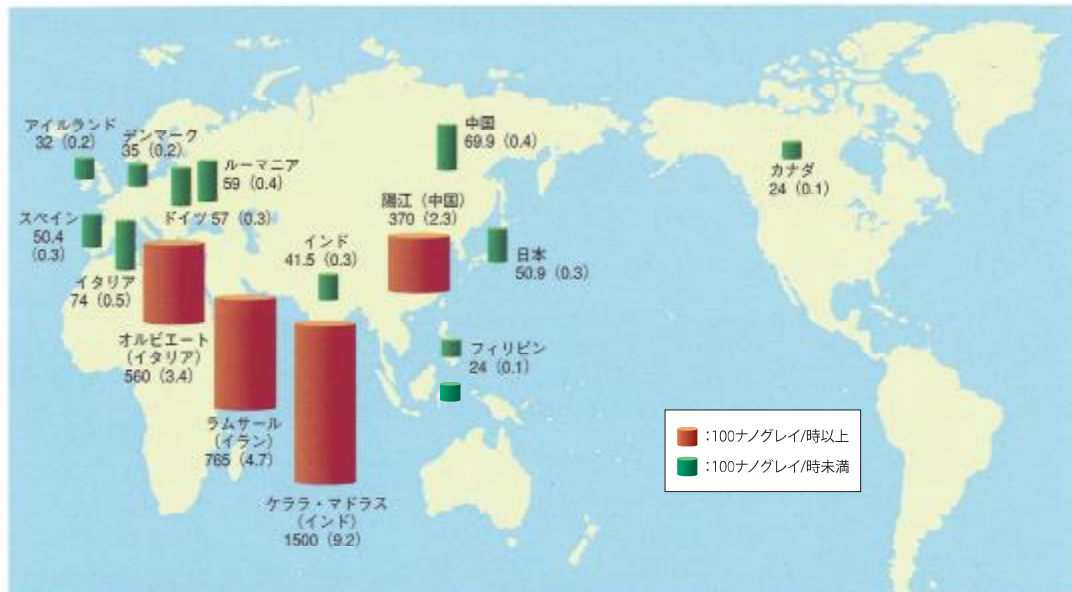
## 身の回りの放射線 大地の放射線(世界)

- 世界には、中国の陽江（ヤンジャン）、インドのケララ、イランのラムサールなど、日本より2倍から数十倍自然放射線が高い地域があります。こうした地域で自然放射線レベルが高い原因は、ラジウムやトリウム、ウランなどの放射性物質が土壌中に多く含まれることによります。
- これまで高自然放射線地域として有名であったブラジルのガラパリは都市化によるアスファルト舗装の結果、空間放射線量率が減少したと報告されています。
- 中国やインドにおける疫学調査などから、これまでのところ、がんの死亡率や発症率の顕著な増加は報告されていません。ラムサールでは、がんリスクに関する解析が現在進められています。今後はこうした地域での生涯線量推定やそれに基づくがん死亡や罹患の過剰リスクや、非がん死亡の過剰リスクなどについても検討される予定です。さらに、各地域のデータの統合による、がんリスクの推定なども計画されています。

出典：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版(改訂版)]  
環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.62

ナノグレイ/時(ミリシーベルト/年)

実効線量への換算には0.7シーベルト/グレイを使用  
(ミリシーベルト/年=ナノグレイ/時×0.7シーベルト/グレイ×365日×24時間÷1,000,000(ナノからミリへ換算))



出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書、(公財)原子力安全研究協会「生活環境放射線」（2011年）より作成

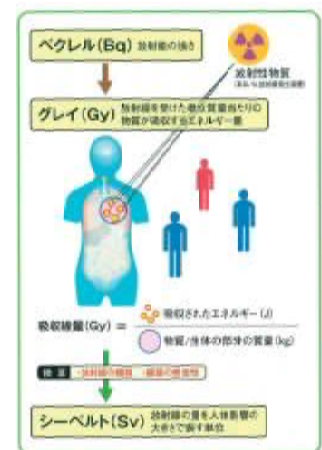
### ●放射能や放射線の単位

放射線に関する主な単位に、Bq（ベクレル）、Sv（シーベルト）、Gy（グレイ）があります。

Bqは放射能を出す側の単位です。土や食品などに含まれる放射性物質の量を表すときに用いられます。

SvやGyは、放射線を受ける側の単位です。放射線が透過した生体の部分には、放射線のエネルギーが吸収されます。この吸収線量の単位がGyです。同じ吸収線量でも、放射線の種類によって影響の強さが異なり、人体組織によっても受ける影響に違いが生じます。この違いを考慮し、人体に与える影響の度合いを示したのがSvです。

出典：復興・再生を目指して—放射性物質の現状と森林・林業の再生— 林野庁 平成27年11月発行



## 放射線に対する安全管理

- ため池の放射性物質対策工事においては、「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」（厚生労働省 平成23年12月22日（平成26年11月18日 改正））等を遵守して作業員の安全衛生管理を行います。
- 当該ガイドラインが適用される除染等業務とは、
  - (a) 土壌等の除染等の業務
  - (b) 除去土壌又は汚染廃棄物（放射性セシウム濃度が10,000Bq/kgを超えるもの）の収集、運搬又は保管の業務
  - (c) 特定汚染土壌等（汚染土壌等であって、放射性セシウム濃度が10,000Bq/kgを超えるもの）を取り扱う業務（(a) 及び (b) を除く）（以下「特定汚染土壌等取扱業務」という。）です。
- 「特定線量下業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」（厚生労働省 平成24年6月15日（平成26年11月18日 改正））が適用される特定線量下業務とは、放射性物質汚染対処特別措置法により指定された、除染特別地域及び汚染状況重点調査地域内における平均空間放射線量率が $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超える場所で行う、除染等業務と特定汚染土壌等取扱業務以外の業務です。

### ●各業務の概要※

①除染等業務	除染特別地域と汚染状況重点調査地域で行う除染作業や廃棄物の収集・運搬・保管業務
②特定汚染土壌等取扱業務	10,000Bq/kg超の汚染土壌等を取り扱う業務（インフラ復旧、営農、営林）
③特定線量下業務	$2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超える場所で行う、①と②以外の業務（測量等、運輸業、屋内産業）

※ 福島県土木部が公表（[http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/life/21260\\_24148\\_misc.pdf](http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/life/21260_24148_misc.pdf)）している放射線障害防止措置整理表（H26.1.20）を加工して東北農政局南相馬地域直轄災害復旧事務所が作成

### ●保護具の一覧表

区分	高濃度粉じん作業 (粉じん濃度が $10\text{mg}/\text{m}^3$ を超える作業)	高濃度粉じん作業以外の作業
高濃度汚染土壌等 ( $50\text{万Bq}/\text{kg}$ を超える汚染土壌等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・捕集効率95%以上の防じんマスク</li> <li>・長袖の衣服の上に全身化学防護服（密閉型タイベックスーツ等）</li> <li>・ゴム手袋（綿手袋と二重）</li> <li>・ゴム長靴</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・捕集効率80%以上の防じんマスク</li> <li>・長袖の衣服</li> <li>・ゴム手袋（綿手袋と二重）</li> <li>・ゴム長靴</li> </ul> 

区分	高濃度粉じん作業 (粉じん濃度が10mg/m <sup>3</sup> を超える作業)	高濃度粉じん作業以外の作業
高濃度汚染土壌等以外	<ul style="list-style-type: none"> <li>・捕集効率80%以上の防じんマスク</li> <li>・長袖の衣服</li> <li>・綿手袋</li> <li>・ゴム長靴</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・捕集効率80%以上の防じんマスク</li> <li>・高濃度汚染土壌を取り扱わず、かつ、高濃度粉じん作業を行わない場合であって、粉じん障害防止規則第27条に該当しない作業の場合は、不織布製マスク(サージカルマスク等)で可</li> <li>・長袖の衣服</li> <li>・綿手袋</li> <li>・ゴム長靴</li> </ul> 
		<p>又は</p> 

出典：除染等業務放射線障害防止ガイドラインP.14-15、東北農政局除染等関連業務等管理規程第9条  
ため池の放射性物質対策技術マニュアル 平成27年3月 農林水産省より抜粋

●放射線障害防止措置整理表

線量・区域・業務区分	除染等業務ガイドライン該当ページ	特定線量下業務ガイドライン該当ページ	除染特別地域等(除染電離則上の地域名、(除染特別地域+汚染状況重点調査地域))													
			除染特別地域(汚染対処特措法上の地域名、環境省直轄除染の区域)							汚染状況重点調査地域(汚染対処特措法上の地域名)						
			帰還困難区域 (9.5μSv/h超 (50mSv/年超))		居住制限区域 (3.8μSv/h超～ 9.5μSv/h以下) (20mSv/年超～ 50mSv/年以下)		避難指示解除準備区域 (3.8μSv/h以下) (20mSv/年以下)			【※1】 2.5μSv/h以上			【※2】 0.23μSv/h以上～ 2.5μSv/h未満			0.23 μSv/h 未満
			除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定 線量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定線 量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定線 量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定線 量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務
事前調査 【空間線量測定】	P.8	P.5	○	○	○	○	○	○	空間放射線量率に応じて 【※1】又は【※2】に準じた対応	○	○	○	○	○	×	×
事前調査 【放射能濃度測定】	P.8	—	○	○	×	○	○	×		○	○	×	○	○	×	×
線量管理	P.4	P.3	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	×	×	×
個人線量計による測定	P.4	P.3	○	○	○	○	○	○		○	○	○	×	×	×	×
汚染検査	P.13	—	○	○	○	○	○	×		○	○	×	○	○	×	×
スクリーニング検査	P.5	—	高濃度汚染土壌等(50万Bq/kgを超える汚染土壌等)以外で、かつ、高濃度粉じん作業(粉じんの濃度が10mg/m <sup>3</sup> を超える作業)以外の作業の場合 ※ただし、突発的に高い粉じんにはばく露された場合には実施													
			○	○	×	○	○	×	空間放射線量率に応じて 【※1】又は【※2】に準じた対応	○	○	×	×	×	×	×
内部被ばく測定	P.5	—	高濃度汚染土壌等(50万Bq/kgを超える汚染土壌等)で、かつ、高濃度粉じん作業(粉じんの濃度が10mg/m <sup>3</sup> を超える作業)の場合は3ヶ月に1回実施													
			○	○	×	○	○	×	空間放射線量率に応じて 【※1】又は【※2】に準じた対応	○	○	×	×	×	×	×
作業計画策定	P.9	—	○	○	×	○	○	×		○	○	×	○	×	×	×
休憩所の設置	P.10	—	○	○	×	○	○	×		○	○	×	○	×	×	×
汚染検査場所の設置	P.10	—	○	○	×	○	○	×		○	○	×	○	×	×	×
作業指揮者の選定	P.10	—	○	○	×	○	○	×		○	○	×	○	×	×	×
汚染を防止するための措置	P.14	—	○	○	×	○	○	×		○	○	×	○	○	×	×

線量・区域・業務区分 項目	除染等業務ガイドライン該当ページ	特定線量下業務ガイドライン該当ページ	除染特別地域等(除染電離則上の地域名、(除染特別地域+汚染状況重点調査地域))															
			除染特別地域(汚染対処特措法上の地域名、環境省直轄除染の区域)							汚染状況重点調査地域(汚染対処特措法上の地域名)								
			帰還困難区域 (9.5μSv/h超) (50mSv/年超)		居住制限区域 (3.8μSv/h超～ 9.5μSv/h以下) (20mSv/年超～ 50mSv/年以下)		避難指示解除準備区域 (3.8μSv/h以下) (20mSv/年以下)			【※1】 2.5μSv/h以上		【※2】 0.23μSv/h以上～ 2.5μSv/h未満			0.23 μSv/h 未満			
除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定 線量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定線 量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定線 量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	特定線 量下 業務	除染等 業務	特定汚染 土壌等 取扱業務	左記 以外の 業務	全ての 業務			
【ケース1】 長袖の衣服、綿手袋、ゴム長靴、捕集効率80%以上防塵マスク等	P.15	-	高濃度汚染土壌等(50万Bq/kgを超える汚染土壌等)以外の作業の場合														×	
			○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○		×
【ケース2】 長袖の衣服、ゴム手袋、ゴム長靴、捕集効率80%以上防塵マスク等	P.15	-	高濃度汚染土壌等(50万Bq/kgを超える汚染土壌等)で、かつ、高濃度粉じん作業(粉じんの濃度が10mg/m <sup>3</sup> を超える作業)以外の作業の場合														×	
			○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○		×
【ケース3】 長袖の衣服の上に全身化学防護服(例:密閉型タイベックス <sup>®</sup> ツ)、ゴム手袋、ゴム長靴、捕集効率95%以上防塵マスク等	P.15	-	高濃度汚染土壌等(50万Bq/kgを超える汚染土壌等)で、かつ、高濃度粉じん作業(粉じんの濃度が10mg/m <sup>3</sup> を超える作業)の場合														×	
			○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○		×
除染等業務従事者に対する教育	P.16	P.6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	
一般健康診断	P.17	P.7	1回/6カ月	1回/6カ月	1回/年	1回/6カ月	1回/6カ月	1回/年	○	○	○	○	○	○	×	×		
特殊健康診断	P.17	-	○	○	×	○	○	×	空間放射線量率に応じて【※1】又は【※2】に準じた対応			○	○	×	○	×	×	×
安全衛生管理体制の確立	P.19	P.8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	
放射線管理者の選任	P.19	P.8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×		
線量登録管理制度への参加	P.20	P.8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×		

注：除染等業務ガイドライン：平成23年12月22日付け基発1222第6号「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」  
 特定線量下業務ガイドライン：平成24年6月15日付け基発0615第6号「特定線量下業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」  
 除染等業務：除染特別地域と汚染状況重点調査地域で行う除染作業や廃棄物の収集・運搬・保管業務  
 特定汚染土壌等取扱業務：1万Bq/kg超の汚染土壌等を取り扱う業務（インフラ復旧、営農、営林）  
 特定線量下業務：2.5μSv/hを超える場所で行う、①と②以外の業務（測量等、運輸業、屋内産業）

出典：東北農政局 南相馬地域直轄災害復旧事務所 H26.12作成（福島県土木部がHPで公表している整理表を独自に加工して作成）

## 2-1-1 発がん要因のシーベルト換算

一般的な発がんリスク要因が、どの程度の被ばく線量に相当するのか、シーベルト（放射線の人体への影響を示す単位）に置き換えてみると、例えば、野菜不足は100～200ミリシーベルト相当に換算されます。



喫煙  
1,000～2,000  
ミリシーベルト相当



受動喫煙<sup>※1</sup>  
100～200  
ミリシーベルト相当



肥満<sup>※2</sup>  
200～500  
ミリシーベルト相当



野菜不足<sup>※3</sup>  
100～200  
ミリシーベルト相当

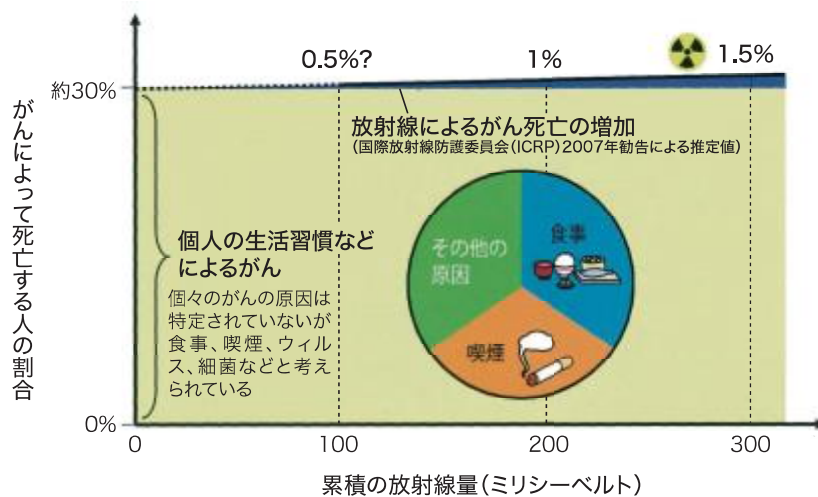
※1 夫が非喫煙者である女性のグループに対し、夫が喫煙者である女性のグループのリスク  
 ※2 BMI（身長と体重から計算される肥満指数）23.0～24.9のグループに対し、BMI ≥ 30のグループのリスク  
 ※3 1日あたり420g摂取のグループに対し、1日あたり110g摂取のグループのリスク（中央値）

出典：内閣官房「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書」2011年12月

## 2-1-2 低線量率被ばくによるがん死亡リスク

- 国際放射線防護委員会（ICRP）では、大人も子どもも含めた集団では、100ミリシーベルト当たり0.5%（1,000人中5人）がん死亡の確率が増加するとして、防護を考えることとしています。これは原爆被爆者のデータをもとに、低線量率被ばくによるリスクを推定した値です。
- 現在、日本人の死因の1位はがんで、大体30%の方ががんで亡くなっています。つまり1,000人の集団がいれば、このうちの300人はがんで亡くなっています。これに放射線によるがんでの死亡確率を試しに計算して加算すると、全員が100ミリシーベルトを受けた1,000人の集団では、生涯で305人ががんで死亡すると推定できます。
- しかし実際には、1,000人中300人と言うベースラインも年や地域によって変動しますし<sup>※</sup>、今のところ病理診断のような方法でがんの原因が放射線だったかどうかを確認することができません。そのため、この100ミリシーベルト以下の増加分、つまり最大で1,000人中5人と言う増加分について実際に検出することは大変難しいと考えられています。

※ 平成22（2010）年度の年齢調整死亡率を県別で比較すると、人口10万対で248.8人（長野県女性）から662.4人（青森県男性）とばらつきますが、そのうち、がんが死因である割合を調べると、これも29.0%（沖縄男性）から36.1%（京都女性）とばらつきがみられます

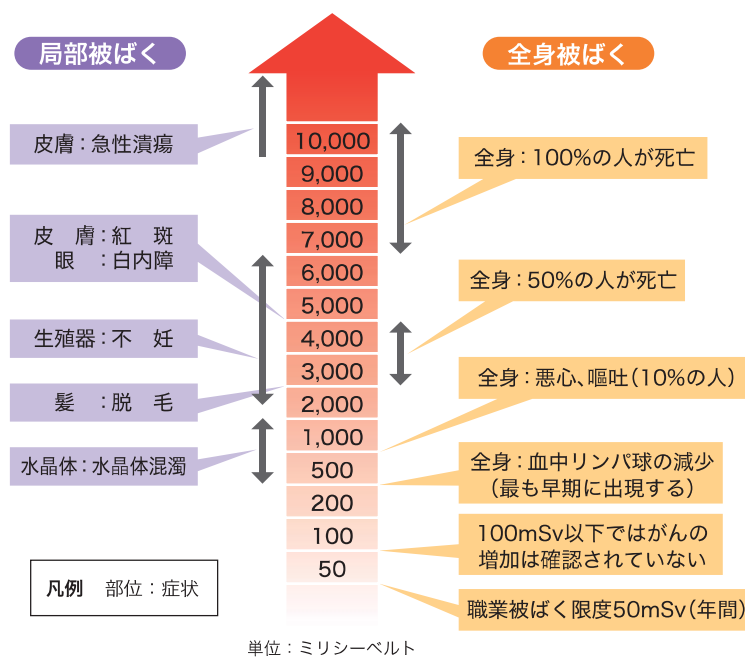


出典：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版（改訂版）]  
環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.114

### 2-1-3 放射線が体の細胞、組織、器官及び全身に与える影響について

放射線による影響を分類すると下図のようになります。

なお、生物には、放射線によって起きるダメージを修復するシステムがあります。放射線に被ばくしてDNAに損傷があったとしても、DNAを修復したり、異常な細胞の増殖を抑えたり、老化させたりする機能が働き、健康障害の発生を抑えています。



出典：除染等業務特別教育テキスト4訂版（厚生労働省労働衛生課）P.10

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

# かんがい用水中の放射性物質による作物への影響

1

ため池とは

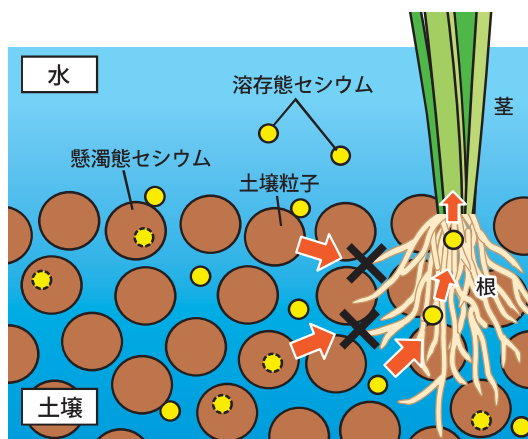
- 水に含まれる放射性セシウムには、水中にイオン等で溶けている溶存態のほか、浮遊する土壌粒子や有機物などの懸濁物質に吸着・固定されている懸濁態があります。
- 福島県が実施した試験結果によると、田面水中の溶存態や作土中の溶存態の放射性セシウムは作物が直接吸収できる（茎や根を通して吸収する）のに対して、懸濁態の放射性セシウムは作物が直接吸収し難く、作物への移行は基本的に小さいと考えられます。
- 福島県内のため池\*の平成26（2014）年度の調査では、貯留水から放射性セシウムが検出されたため池は53箇所（2.3%）で最大9 Bq/L、溶存態の放射性セシウムは検出されませんでした（検出下限値はセシウム134、セシウム137ともに1ベクレル/L）。また、放射性セシウムが検出されたため池の箇所数、割合とも前年度より減少しています。このため、ほとんどのため池は、貯留水による作物への影響は小さいと考えられます。
- ただし、溶存態の放射性セシウムが検出されているため池については、さらに調査を行い対策を検討する必要があります。

\* 避難指示区域にあるため池を除く

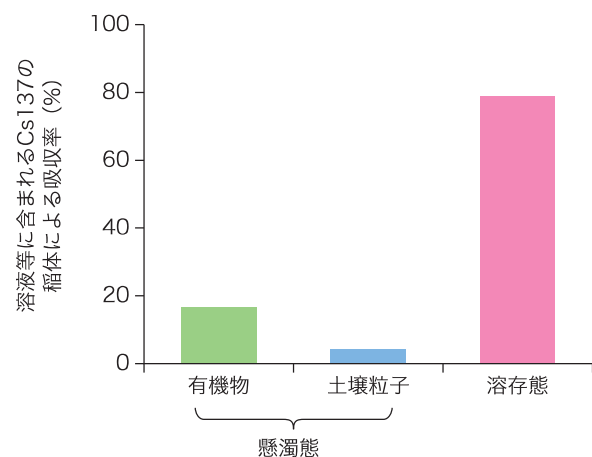
2

ため池の放射性物質による影響

## ● 水中の放射性セシウムの形態（イメージ）



## ● 田面水における溶存態及び懸濁態（土壌粒子、有機物）の放射性セシウムの稲体への吸収



出典：「放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について」（2014年3月 農林水産省・福島県他）に「懸濁態」の記述を追加

3

ため池の放射性物質対策

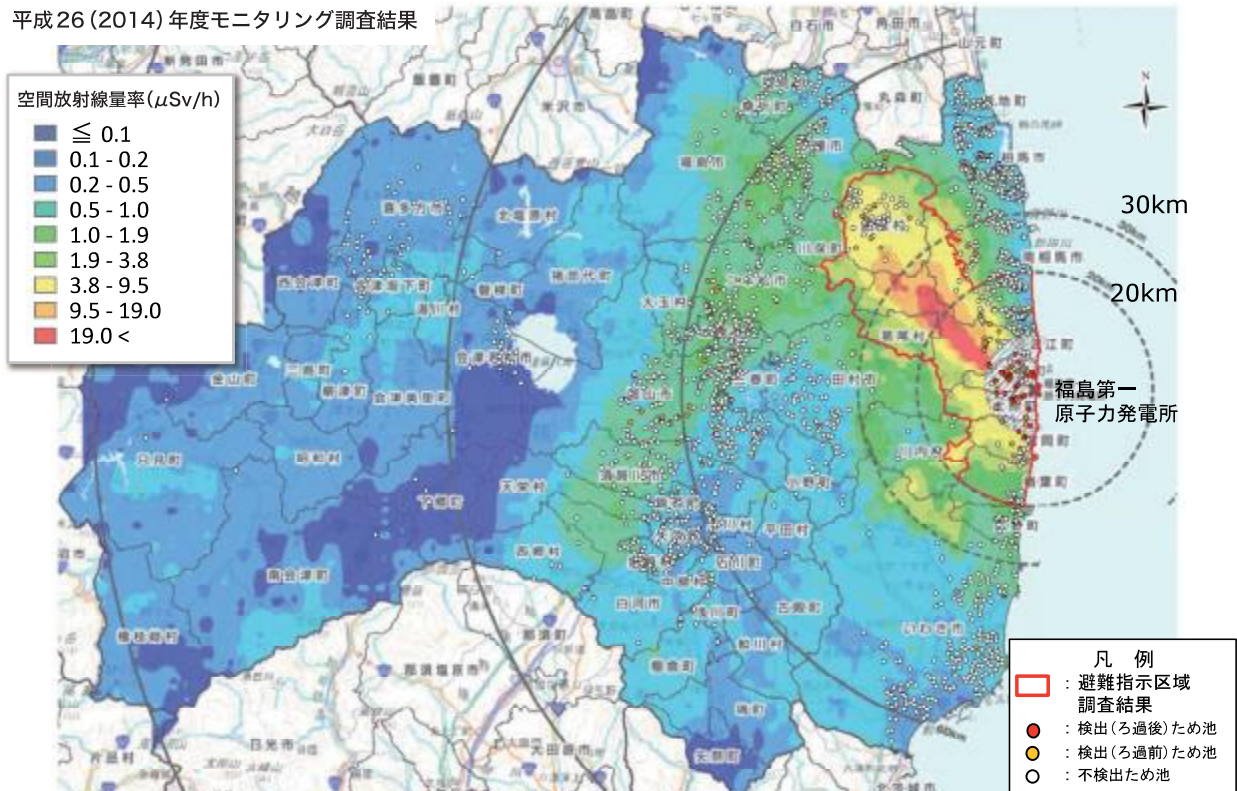
## 2-2-1 福島県内ため池の水質調査結果 位置図

平成26（2014）年度の水質調査結果をプロットすると下図のようになります。

溶存態の放射性セシウムについては、主に、第4次航空機モニタリングの空間放射線量率が高く、貯留水を利用していないため池で検出されています。

懸濁態の放射性セシウムについては、主に、空間放射線量率が高いため池で検出されており、割合は小さいですが、空間放射線量率が低いため池でも検出されています。

平成26（2014）年度モニタリング調査結果



※ 空間放射線量率とため池水質Cs調査結果  
空間放射線量率：「第4次航空機モニタリングの空間線量率の測定結果（H23.11.5換算）」に基づき図化

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 2-2-2 福島県内ため池の水質調査結果

### 平成26年度の調査結果

#### ●避難指示区域外

福島県内の避難指示区域外におけるため池2,287箇所の平成26（2014）年度の放射性物質調査結果から、以下のことが明らかになりました。

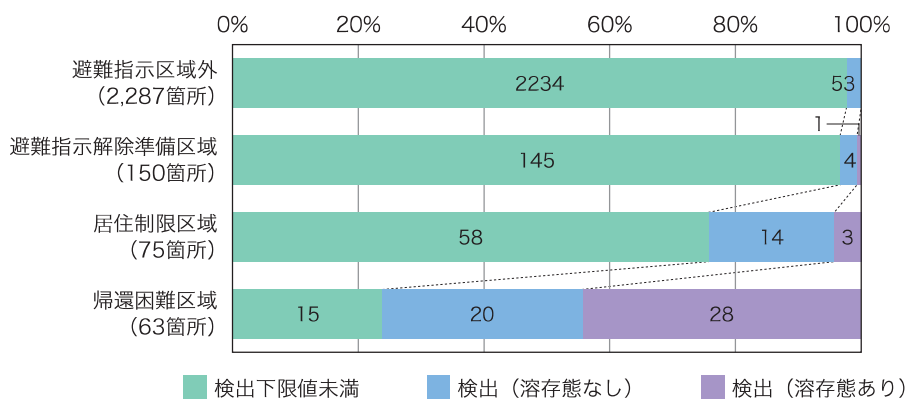
- 貯留水中の放射性セシウムが検出下限値未満だったのは2,234箇所（97.7%）でした。
- 貯留水中から放射性セシウムが検出されたのは53箇所（2.3%）で、最大でも9Bq/Lでした。検出された放射性セシウムの形態は、土粒子等の浮遊物質（濁り成分）に吸着・固定されている懸濁態の放射性セシウムで、溶存態の放射性セシウムが検出されたため池はありませんでした。
- 放射性セシウムは、透視度が低いほど、また濁度や浮遊物質が高いほど、検出される割合が高い傾向にありました。

#### ●避難指示区域内

福島県内の避難指示区域内におけるため池288箇所の平成26（2014）年度の放射性物質調査結果等から、以下のことが明らかになりました。

- 貯留水中の放射性セシウムが検出下限値未満であったのは218箇所（75.7%）でした。
- 貯留水中から放射性セシウムが検出されたのは70箇所（24.3%）で、最大86Bq/Lでした。そのうち32箇所（11.1%）において、溶存態の放射性セシウムが検出され、最大9Bq/Lでした。最大値（86Bq/L）が検出されたため池は帰還困難区域に位置し、貯留水には強い濁りがみられました。測定時は水深が浅かったため、強い濁りが生じたと考えられます。
- 避難指示解除準備区域のため池については、避難指示区域外と同程度の検出状況でした。

#### ●水の放射性セシウム（平成26（2014）年度）



※1 採水時期：平成26（2014）年6月～平成27（2015）年2月

※2 検出下限値はセシウム134、セシウム137とも1Bq/L

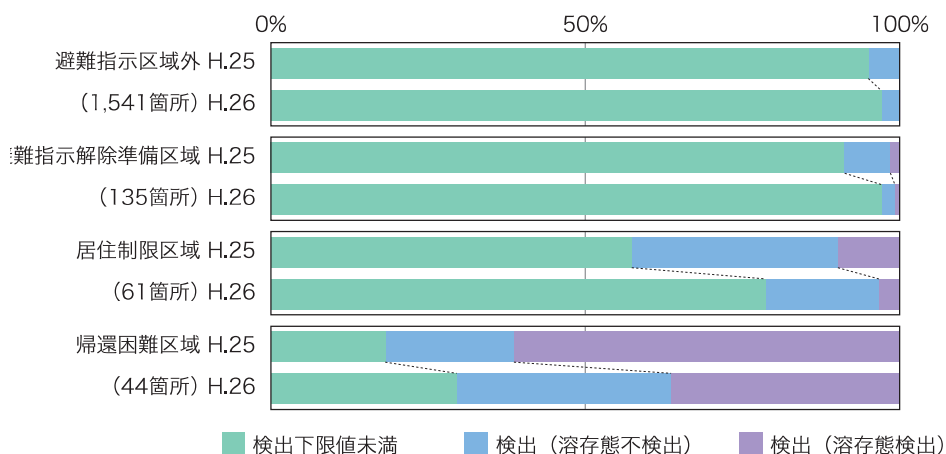
ろ過（0.45 μmフィルタ）後のろ液から検出された放射性セシウムを溶存態とした

## 平成25～26年度の推移

平成25（2013）年度（1,819箇所）及び平成26（2014）年度（2,575箇所）に水質調査を実施しているため池のうち、2年連続で調査を実施しているため池1,781箇所（避難指示区域外1,541箇所、避難指示区域内240箇所）について、貯留水中の放射性セシウムの検出状況の推移を整理した結果、以下のことが明らかになりました。

- 貯留水中から放射性セシウムが検出されたため池数は、避難指示区域内及び避難指示区域外のいずれにおいても減少しました。
- 避難指示区域外においては、平成25（2013）年度は1箇所の池で溶存態の放射性セシウムが検出されましたが、平成26（2014）年度には溶存態の放射性セシウムが検出されたため池はありませんでした。
- 避難指示区域内の区分（帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域）において、いずれの区域でも懸濁態、溶存態の放射性セシウムの検出されたため池数は減少しました。
- 一方で、依然として放射性セシウムが検出されているため池もあり、今後も経年的な変化を確認していくことが重要です。

### ●水の放射性セシウムの推移



※1 採水時期：平成25（2013）年6月～12月、平成26（2014）年6月～平成27（2015）年2月

※2 検出下限値はセシウム134、セシウム137とも1Bq/L  
ろ過（0.45 μm フィルタ）後のろ液から検出された放射性セシウムを溶存態とした

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 2-2-3 水源～用水路～水田の放射性セシウムの調査結果

- 水源（ダムまたは河川）から水田までの水利システムの水質実態を把握するため、平成26（2014）年度に避難指示区域外の3地区で農業用水及び田面水の形態別放射性セシウム濃度を測定しました（セシウム134及びセシウム137ともに検出下限値を1 Bq/Lから0.1 Bq/Lに下げて測定）。
- その結果、最大3.7 Bq/Lの放射性セシウムが検出されましたが、検出下限値未満もあるなど放射性セシウム濃度は場所及び時期によって様々でした。また、放射性セシウムのうち作物に吸収されやすい溶存態の放射性セシウム濃度は0.4 Bq/L以下でした。

### ● 水利システム（水源～用水路～水田）における水中の放射性セシウム濃度

調査区	採取日	（懸濁態+溶存態）原液 <sup>※1※2</sup>						（溶存態）ろ過液 <sup>※1※2</sup>					
		取水地点	水路 上流部	水路 中流部	水路 下流部	水田 （水口）	水田 （水尻）	取水地点	水路 上流部	水路 中流部	水路 下流部	水田 （水口）	水田 （水尻）
A地区	6/12	0.5	0.9		0.8	0.2	0.2	0.3	0.3		0.2	ND	ND
	6/19	0.6	0.7		0.4	0.5	0.2	0.3	0.3		0.2	0.2	ND
	8/7	0.4	0.4		0.4	2.1	0.3	0.4	0.3		0.3	0.2	ND
	8/14	0.4	0.4		0.4	0.7	0.9	0.3	0.3		0.2	0.2	ND
B地区	6/13	ND	ND	ND	ND	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	6/20	ND	ND	ND	ND	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	8/8	ND	ND	ND	ND	3.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	8/15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C地区	6/13	ND	ND	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	6/20	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	8/8	ND	ND	ND	ND	3.5	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	8/15	ND	ND	ND	ND	×	×	ND	ND	ND	ND	×	×

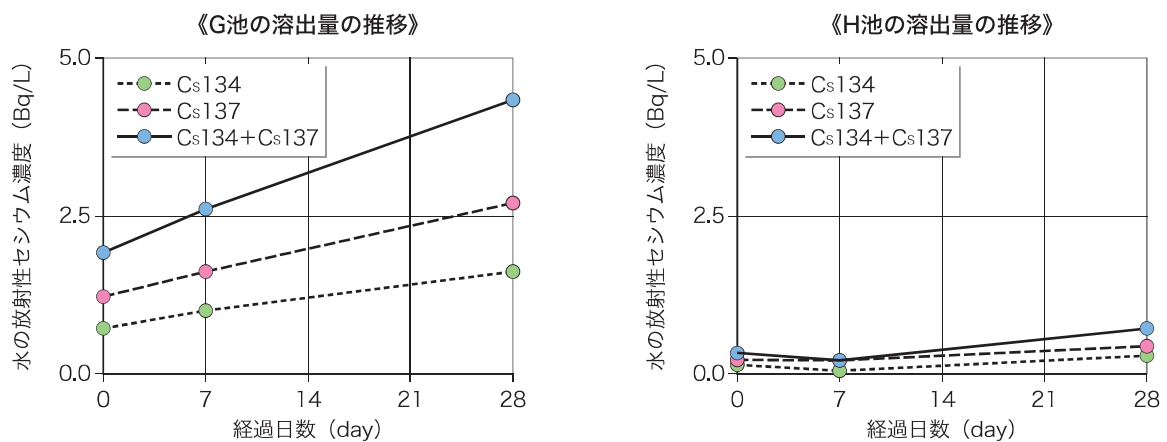
	1～Bq/L		0.1～1 Bq/L		ND	検出下限値未満		×	濁水のため採水不能
--	--------	--	------------	--	----	---------	--	---	-----------

※1 記載値はセシウム134及びセシウム137を合計した濃度  
 ※2 検出下限値はセシウム134及びセシウム137ともに0.1 Bq/L

## 2-2-4 底質からの貯留水中への放射性セシウムの溶出

### ため池底質の室内溶出試験結果

- 底質（G池：約20万 Bq/kg、H池：約1.5万 Bq/kg）の室内溶出試験を実施した結果、28日後、水中の放射性セシウム濃度は、G池において2.0Bq/Lから4.3Bq/L、H池において0.4Bq/Lから0.7Bq/Lに上昇しました。
- 室内試験の結果では水中の放射性セシウム濃度の上昇は確認されましたが、実際のため池においては、ため池の水の上下混合、雨水や流入水等により水中の放射性セシウム濃度は希釈されるため、ほとんどのため池において放射性セシウムは検出下限値未満（セシウム134、セシウム137ともに1Bq/L）となっていると推察され、現地調査の結果と一致しました。



《試験結果一覧》

	G池	H池
底質 Cs134 + Cs137 濃度	約 200 kBq/kg	約 15 kBq/kg
水中の Cs134 + Cs137 濃度 (試験前)	2.0 Bq/L	0.4 Bq/L
水中の Cs134 + Cs137 濃度 (28日目)	4.3 Bq/L	0.7 Bq/L
試験に供された底質中の放射性セシウム存在量 (A)	525 kBq/m <sup>2</sup>	26 kBq/m <sup>2</sup>
放射性セシウムの溶出量 (28日目) (B)	0.93 kBq/m <sup>2</sup>	0.19 kBq/m <sup>2</sup>
溶出割合 (B/A)	0.2%	0.7%

【解説】

- ・ 避難指示区域外の2つのため池（G池、H池）の底質及び貯留水を使用して、室内で底質からの溶出試験を実施しました。
- ・ 底質からの溶出速度（28日間）は、G池で33.2Bq/m<sup>2</sup>/日、H池で6.8Bq/m<sup>2</sup>/日でした。
- ・ 底質中の放射性セシウム存在量に対し、28日間のうちに溶出した量はG池で約0.2%、H池で約0.7%でした。

※1 検出下限値は0.1Bq/L、検出下限値未満は0.05Bq/Lとしました

※2 溶出速度は7日目、28日目のそれぞれの濃度に、それぞれのカラム内の水柱体積を乗じ、試験開始から28日目までの溶出量を算出したうえで、試験コアの断面積で除し算出しました。なお、溶出速度はカラム内の水柱体積に影響を受けず一定と仮定しました

※3 底質中の放射性セシウム存在量の計算にあたっては、水への溶出に影響のある底質の範囲については考慮せず、試験に供した底質中の存在量を算定しています

## ため池の利用量(回転率)による貯留水中の溶存態の放射性セシウム濃度

- 貯留水中の放射性セシウム濃度の形成において、「回転率が小さい場合(滞留時間が長い場合)に貯留水中の放射性セシウム濃度が高くなる可能性がある<sup>\*</sup>」ことが指摘されていることから、ため池の回転率や諸元等の変数を用いて貯留水中の溶存態の放射性セシウム濃度を推定し、実測値と比較しました。
- 溶出試験を行った4箇所のため池のうち3箇所(A池、F池、R池)において推定値と実測値が近似し、貯留水中の溶存態の放射性セシウム濃度には貯留水の回転率が影響している可能性が示唆されました。

※ 瀧田他：汚染されたため池底質からのCs溶出と湖水濃度の関係、水土の知81(9)、P.23-26(2013)

### ● 溶出速度と回転数に基づく溶存態の放射性セシウム濃度の推定

#### 【推定値と実測値の比較】

##### ● 溶出試験結果

ため池名	底泥(0-4cm)の放射性Cs137蓄積量 (Bq/m <sup>2</sup> )	ため池回転数 <sup>※1</sup> (2014)	溶存態Cs137推定値 <sup>※2</sup> (Bq/L)
A池	5,299,002	2.87	5.89
B池	1,340,920	2.38	5.07
F池	1,543,097	14.30	1.65
R池	716,228	3.17	1.29

※1 (期間中総雨量×流域面積×流出係数) / 総貯水量

※2 (溶出速度×満水面積×対象期間) / (回転数×総貯水量)

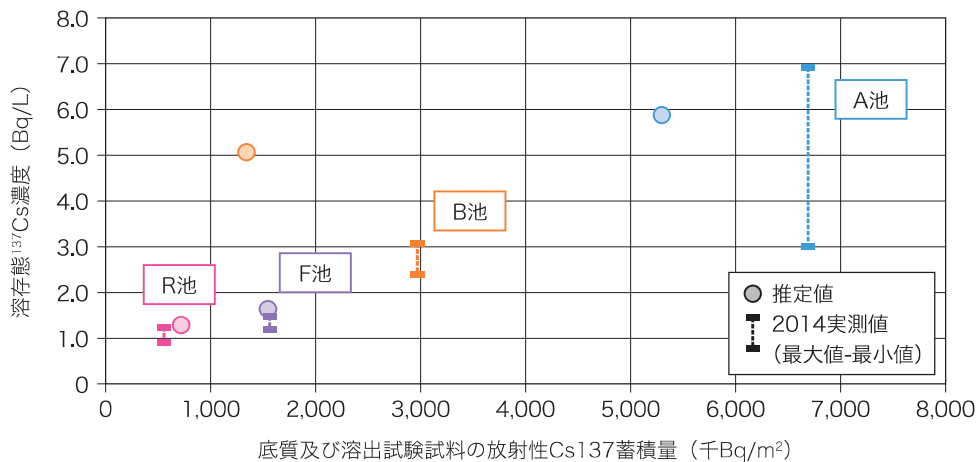
##### ● 調査結果

ため池名	2014年度底質調査結果 柱状採泥0-5cm放射性Cs137蓄積量 (取水口・湖心部・流入口平均値) (Bq/m <sup>2</sup> )	2014水質調査結果(溶存態Cs137(Bq/L))			
		第1回 <sup>※3</sup>		第2回 <sup>※4</sup>	
		取水口	流入口	取水口	流入口
A池	6,687,996	6.93	4.50	6.02	3.00
B池	2,969,932	2.53	2.40	2.68	3.10
F池	1,566,461	1.26	1.40	1.21	1.50
R池	560,392	1.24	0.89	ND	1.00

※3 下限値0.1(mg/L)

※4 下限値1.0(mg/L)

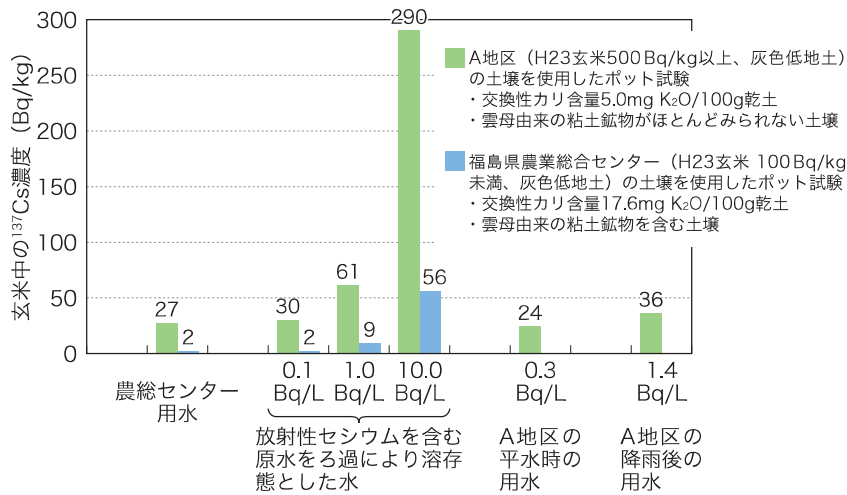
推定値と実測値の比較



## 2-2-5 用水による玄米中の放射性物質の影響

- 異なる濃度の溶存態の放射性セシウムを含んだ水を田面水として用いたポット試験を行いました。その結果、溶存態でセシウム 137 を 1.0Bq/L 含む田面水が作期を通じて流入し続けたとしても、玄米のセシウム 137 濃度は大きく上昇しないことがわかりました。
- また、カリ肥料等の施用による吸収抑制対策により、水からの移行についても低減できることが明らかとなりました。

### ●田面水の放射性セシウム濃度が玄米の放射性セシウム濃度に及ぼす影響

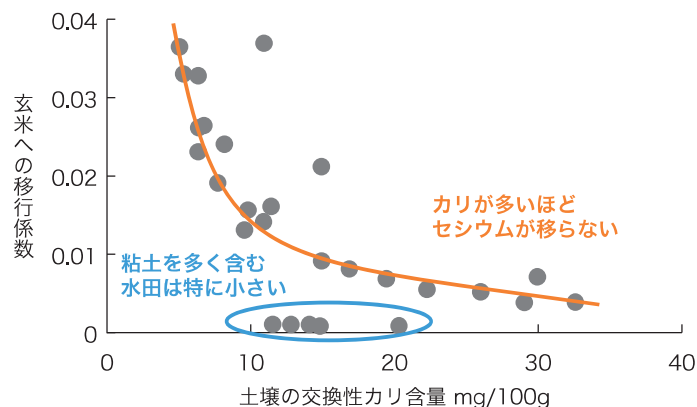


ポット試験の生育状況  
センター土壌(左)、A地区土壌(右)  
処理水のセシウム 137 濃度は 10Bq/L

出典：「放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について」(2014年3月 農林水産省・福島県他)

## カリウム施用による影響の低減効果

- 福島県他 3 県のほ場試験の結果から、作土中に十分な量のカリが含まれていれば (交換性カリ含量で 25mg/乾土 100g 以上)、放射性セシウムが玄米に移行する率が下がることがわかりました。



$$\text{玄米への移行係数} = \frac{\text{玄米中の放射性セシウム (Bq/kg 生重)}}{\text{土壌中の放射性セシウム (Bq/kg 乾重)}}$$

出典：玄米の放射性セシウム低減のためのカリ施用 (2012年2月 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター)

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

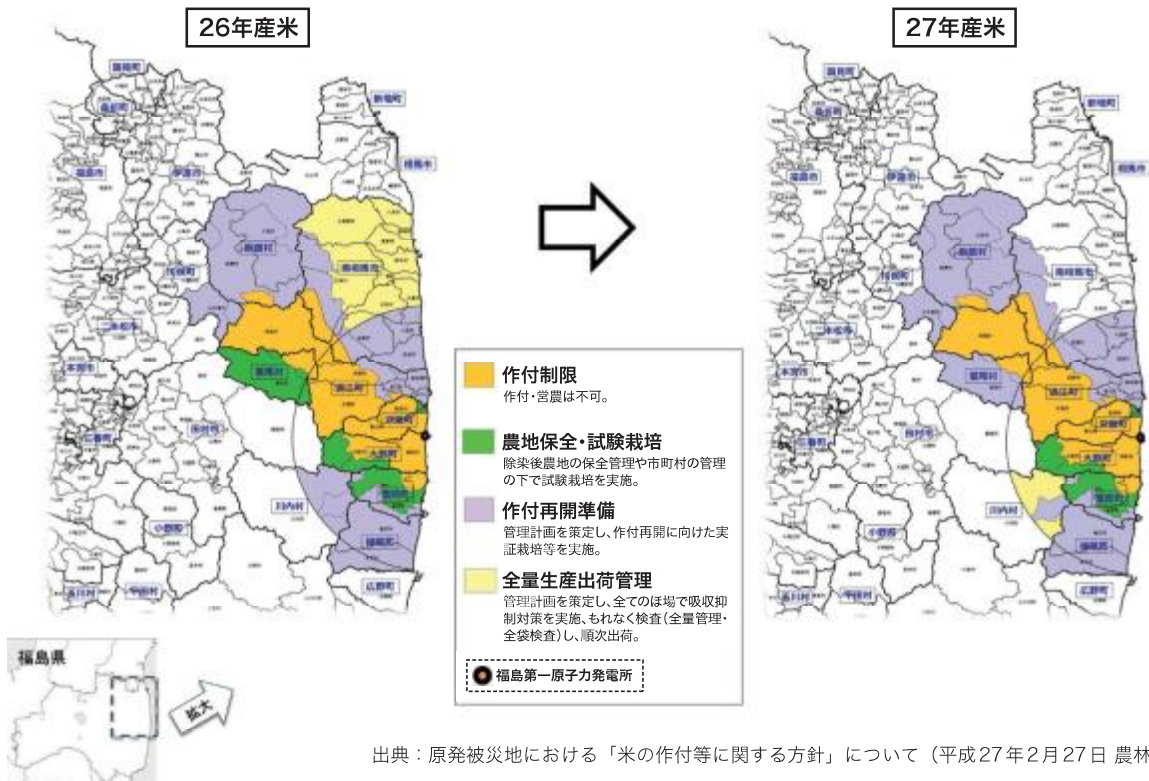
3

ため池の放射性物質対策

## 2-2-6 平成27年産玄米の放射性物質検査の結果

- 福島県では、県内で生産される全ての米の放射性物質検査を実施しており、平成27（2015）年12月30日現在、玄米30kg/袋、約1,030万点の検査を行った結果、全て基準値（100Bq/kg）以下でした。

### ●平成27（2015）年産玄米の作付制限の対象地域（平成26（2014）年産との比較）



### ●福島県の平成27（2015）年産玄米の検査結果の概要

単位（点）

地域	検査点数	放射性セシウム基準値				
		100Bq/kg以下				100Bq/kg超
		25Bq/kg未満	25～50Bq/kg	51～75Bq/kg	76～100Bq/kg	
浜通り	807,856	807,728	124	4	0	0
中通り	6,048,536	6,048,110	412	13	1	0
会津	3,450,862	3,450,789	73	0	0	0
合計	10,307,254	10,306,627	609	17	1	0

出典：ふくしまの恵み安全対策協議会放射性物質検査情報 玄米H27産（H27.8.20～H27.12.30）

### ●福島県の平成26（2014）年産玄米の検査結果の概要

単位（点）

地域	検査点数	放射性セシウム基準値				
		100Bq/kg以下				100Bq/kg超
		25Bq/kg未満	25～50Bq/kg	51～75Bq/kg	76～100Bq/kg	
浜通り	870,554	870,164	384	6	0	0
中通り	6,578,834	6,577,409	1,415	6	2	2*
会津	3,565,131	3,565,020	111	0	0	0
合計	11,014,519	11,012,593	1,910	12	2	0

\* 平成26年産玄米の100Bq/kg超過米は、震災後初の作付で吸収抑制対策のためのカリ肥料の上乗せ施肥は行われていなかった

出典：ふくしまの恵み安全対策協議会放射性物質検査情報 玄米H26産（H26.8.21～H27.12.22）

## 2-2-7 食品の規制値の比較

- わが国では平成24（2012）年4月1日より、新たに食品中の放射性物質について「基準値」が設定されました。当該基準値は、上限濃度に汚染された食物を1年間食べ続けたとした場合でも、そこから受ける追加被ばく線量が年間1ミリシーベルトを超えないという考え方になっています。
- 一般食品として全部を一括りにした背景には、個々人の食習慣の違いから来る追加被ばく線量の差を最小限にするという考えがありました。どんな食品を食べても、それらが基準値内であれば安全は確保できるという十分余裕を持った値として設定されました。
- なお、各国の規制値が異なる理由は、規制値を設定する際に仮定した1年間の被ばく限度や、食品中の汚染率などが、それぞれの国などによって異なるためです（日本：被ばく限度は年間1ミリシーベルトまで。安全側にたち一般食品は50%、牛乳・乳製品と乳児用食品は100%が汚染されていると仮定。コーデックス委員会：被ばく限度は年間1ミリシーベルトまで。食品中の10%が汚染されていると仮定）。

### ●食品中の放射性セシウム濃度の規制値

	日本 基準値 (2012.4～)	コーデックス 委員会※ <sup>2</sup>	EU（域内の 流通品）	アメリカ	韓国
飲料水	10 <sup>*1</sup>	1,000	1,000	1,200	370
牛乳	50	1,000	1,000	1,200	370
一般食品	100	1,000	1,250	1,200	370
乳児用食品	50	1,000	400	1,200	370

※1 単位はベクレル/kg

※2 消費者の健康の保護、食品の公正な貿易の確保等を目的として、1963年に国際連合食糧農業機関（FAO）及び世界保健機関（WHO）により設置された国際的な政府間機関であり、国際食品規格の策定等を行っています

出典：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第1編 放射線の基礎知識と健康影響 [平成26年度版（改訂版）] 環境省 放射線健康管理担当参事官室 国立研究法人 放射線医学総合研究所 平成27年7月1日 P.146

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

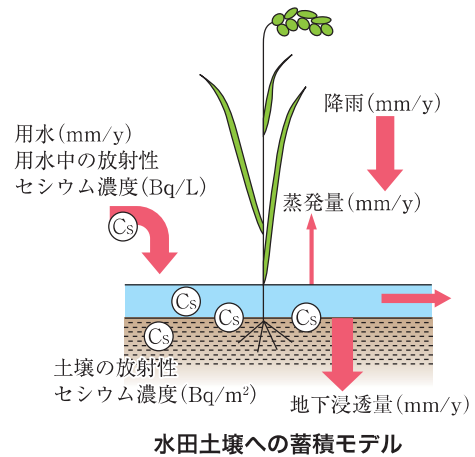
3

ため池の放射性物質対策

## かんがい用水中の放射性物質による農地への影響

1  
ため池とは

- かんがい用水中の放射性セシウムの農地土壌への蓄積量について、長期間、放射性セシウムを含む水が用水として使われ、用水中の放射性セシウムがすべて農地土壌に蓄積されると仮定し、試算を行いました（なお、用水中から常時、放射性物質が検出されることはありません。）。
- その結果、農地土壌500Bq/kg、1,000Bq/kg、5,000Bq/kgのそれぞれに0.2Bq/L、1Bq/L、5Bq/L、9Bq/Lの用水が使われた場合、500Bq/kgの農地土壌で9Bq/Lの用水が使われたものを除き、土壌の濃度は初期が最も高く、放射性物質の物理的減衰等により経年的に低下しています。
- このため、経年的に農地土壌には蓄積されにくいと考えられます。

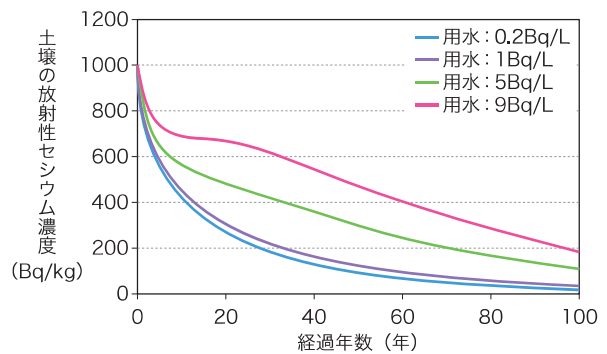


2

土壌の濃度 (Bq/kg)	用水の濃度 (Bq/L)	土壌の最高濃度 (予測値) (Bq/kg)	半減期 (年後)
500	0.2	減少	7
	1	減少	9
	5	減少	53
	9	538	83
1000	0.2	減少	7
	1	減少	8
	5	減少	19
	9	減少	47
5000	0.2	減少	7
	1	減少	7
	5	減少	8
	9	減少	8

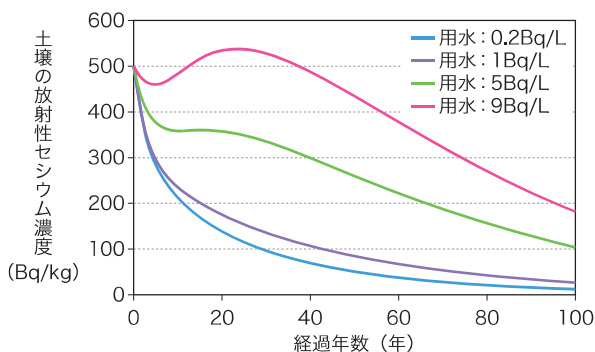
ため池の放射性物質による影響

② 1,000 Bq/kg

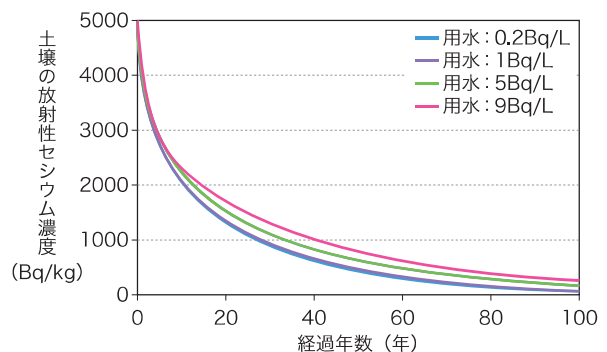


3

① 500 Bq/kg



③ 5,000 Bq/kg



ため池の放射性物質対策

※1 初期のセシウム134とセシウム137の存在比は0.7:1.0として計算。なお、セシウム134の半減期は約2.1年のため、土壌の放射性セシウム濃度について、はじめの10年間は急激に減少するものの、それ以降は、ほとんど半減期約30年のセシウム137のみとなるため、濃度の減衰は緩やかになる

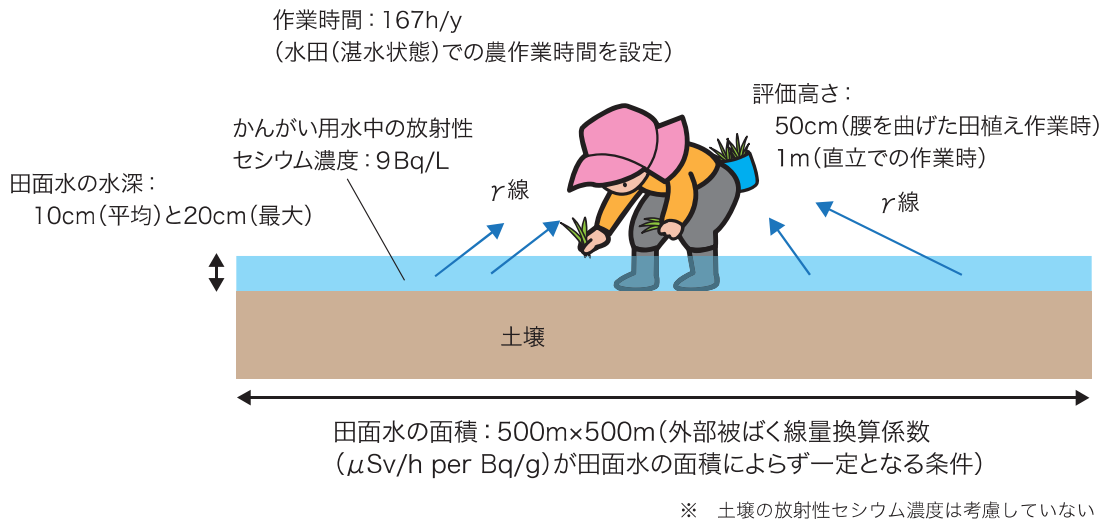
※2 用水、土壌について放射性物質の物理的減衰等を考慮

※3 1,000Bq/kgは福島県内の平均的な農地土壌の放射性セシウム濃度

## かんがい用水の利用に伴う農作業者の被ばく線量評価

- かんがい用水中の放射性セシウム濃度9Bq/L（H26避難指示区域外のモニタリング調査結果の最大値）を線源とし、農作業者が水から受ける年間被ばく線量を試算した結果、0.26  $\mu\text{Sv}/\text{y}$ でした。
- これは、1回の胸のレントゲン撮影で受ける被ばく量が、60  $\mu\text{Sv}$ ですから、その1/230であり、きわめて少ない量といえます。

### ● 湛水状態の水田における農作業時の外部被ばく評価概念



### ○ 評価方法

かんがい用水を線源とし、農作業者が受ける年間被ばく線量（実効線量）は、災害廃棄物評価の方法に基づいて下式を用いて算出しました。

$$D_{ext,i} = DF_{ext,i} \cdot t \cdot C_i \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_a)}{\lambda_i \cdot t_a}$$

- $D_{ext,i}$  : 核種  $i$  に対する年間外部被ばく線量 ( $\mu\text{Sv}/\text{y}$ )
- $DF_{ext,i}$  : 核種  $i$  のかんがい用水を線源とした場合の外部被ばく線量換算係数 ( $\mu\text{Sv}/\text{h per Bq/g}$ )
- $t$  : 年間の農作業時間 (h/y)
- $C_i$  : かんがい用水中の核種  $i$  の濃度 (Bq/g)  
(= 9Bq/L=0.009Bq/g)
- $\lambda_i$  : 核種  $i$  の崩壊定数 ( $\text{y}^{-1}$ )
- $t_a$  : 被ばく中の減衰期間 (y) (= 1y)

### ● 外部被ばく線量評価結果

		年間外部被ばく線量 ( $\mu\text{Sv}/\text{y}$ )	
		セシウム134+セシウム137	
線源寸法	評価高さ	50cm	100cm
	500m×500m×0.1m	0.19	0.19
	500m×500m×0.2m	0.26	0.26

#### 参考文献

- ※1 日本原子力研究開発機構 安全研究センター 廃棄物安全研究グループ、福島県の浜通及び中通り地方（避難区域及び計画的避難区域を除く）の災害廃棄物の処理・処分における放射性物質による影響の評価について（平成23年6月19日，平成23年11月15日一部修正），災害廃棄物安全評価検討会（第9回）資料11-1，(2011)
- ※2 Y. SAKAMOTO and S. TANAKA, QAD-CGGP2 and G33-GP2: Revised Versions of QAD-CGGP and G33-GP, JAERI-M90-110, (1990)

出典：日本原子力研究開発機構 安全研究センター 環境影響評価研究グループ（平成27年2月23日）

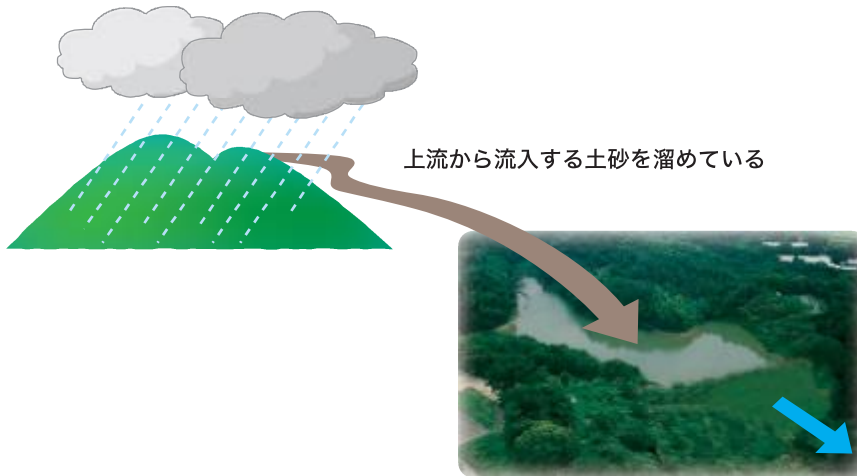


## ため池底の土砂上げ作業への影響

1  
ため池とは

- ため池は、取水・貯水機能維持等のため、定期又は不定期に、ため池の取水口周りや池敷内の土砂上げを実施し、一般的に堤体周辺に野積みをしてきました。
- 福島第一原発事故以降は、ため池に高濃度放射性セシウムを含む底質が堆積している場合は、土砂上げ作業による被ばくや、除去汚染土を周辺に野積みした場合には、それによる管理者等の被ばくの影響があるため、対策の検討が必要となります。

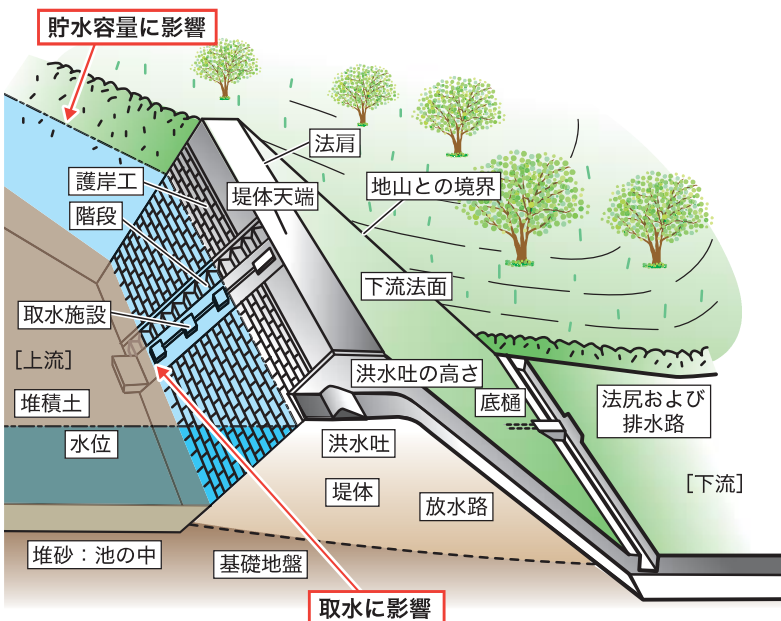
### ため池への土砂流入イメージ



2

ため池の放射性物質による影響

### 土砂堆積イメージ



### 土砂上げ状況イメージ



3

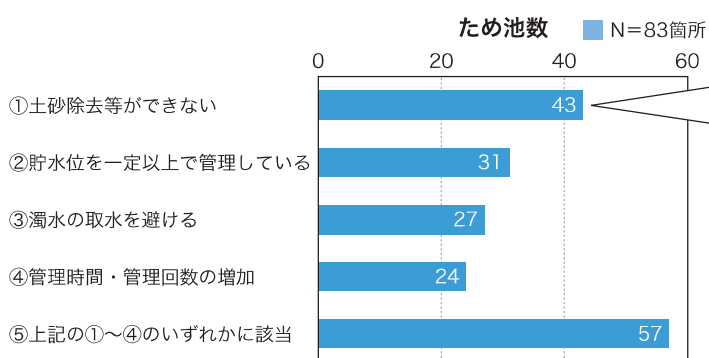
ため池の放射性物質対策

## 2-4-1 底質の放射性物質による管理作業への影響

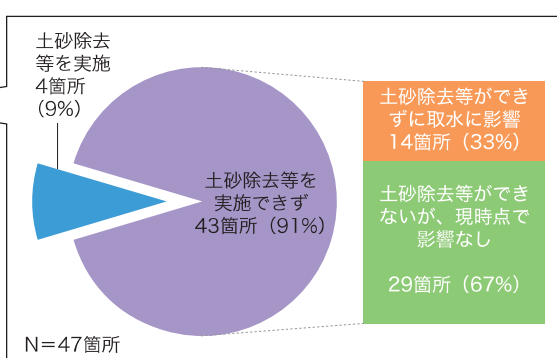
平成25（2013）年度に実施した福島県内のため池83箇所（避難指示区域内を除く）の管理実態調査結果から、以下のことが明らかになりました

- 57箇所（69％）のため池において、貯水管理や取水管理、取水口周り等の池底の土砂除去などの作業が従来どおりにできず、管理作業に負担や支障が生じています。
- 取水口周り等の池底の土砂除去等について、定期又は不定期に実施していたため池は、47箇所あり、うち43箇所（91％）は福島第一原発事故以降に土砂除去等ができていません。そのうち、14箇所（33％）が既に取水等に支障が生じています。

### ●ため池の管理の実態（原発事故以降）



### ●ため池の取水口周り等の土砂除去等の実態と弊害



※ 平成25（2013）年10月と平成26（2014）年2月に2回のアンケート調査を実施。

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

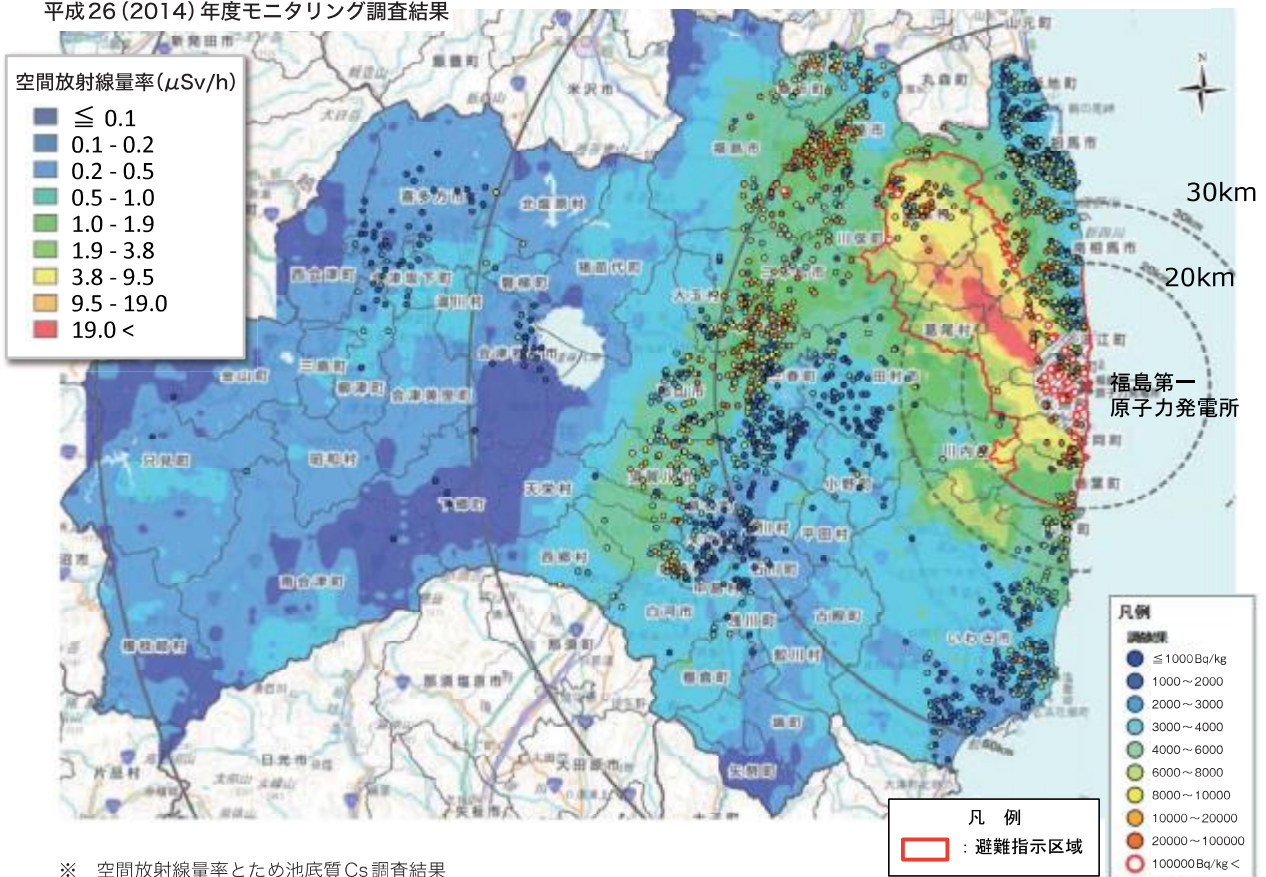
ため池の放射性物質対策

## 2-4-2 福島県内ため池の底質調査結果 位置図

平成26（2014）年度の底質調査結果をプロットすると下図のようになります。

放射性物質濃度8,000Bq/kg超（乾土）の底質については、主に、第4次航空機モニタリングの空間放射線量率が高いため池で検出されており、割合は小さいですが、空間放射線量率が低いため池でも検出されています。

平成26（2014）年度モニタリング調査結果



※ 空間放射線量率とため池底質Cs調査結果

空間放射線量率：「第4次航空機モニタリングの空間線量率の測定結果（H23.11.5換算）」に基づき図化

## 2-4-3 福島県内ため池の底質調査結果

### 平成26年度の調査結果

#### ●避難指示区域外

福島県内の避難指示区域外におけるため池2,647箇所の平成26（2014）年度の放射性物質調査から、以下のことが明らかになりました。

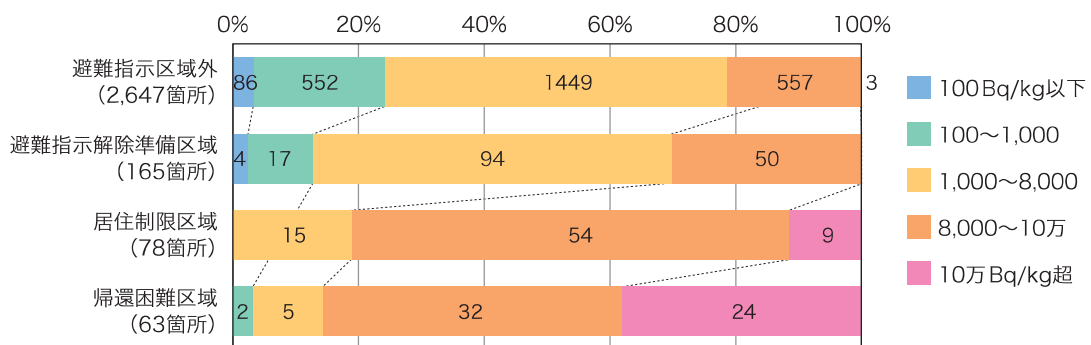
- 底質の濃度は、100Bq/kg（乾土）以下が86箇所（3.2%）、100～1,000Bq/kg（乾土）が552箇所（20.9%）、1,000～8,000Bq/kg（乾土）が1,449箇所（54.7%）、8,000Bq/kg（乾土）超が560箇所（21.2%）で、最大値は22万 Bq/kg（乾土）でした。

#### ●避難指示区域内

福島県内の避難指示区域内におけるため池306箇所の平成26（2014）年度の放射性物質調査結果から以下のことが明らかになりました。

- 100Bq/kg（乾土）以下が4箇所（1.3%）、100～1,000Bq/kg（乾土）が19箇所（6.2%）、1,000～8,000Bq/kg（乾土）が114箇所（37.3%）、8,000～100,000Bq/kg（乾土）が136箇所（44.4%）、100,000Bq/kg（乾土）超が33箇所（10.8%）、最大値は69万 Bq/kg（乾土）でした。
- 居住制限区域及び帰還困難区域では、放射性セシウム濃度が8,000Bq/kg（乾土）を超えていたため池の比率が各区域とも80%以上を占めていました。一方で、避難指示解除準備区域では、8,000Bq/kg（乾土）以下のため池が70%を占めていました。

#### ●底質の放射性セシウム（平成26（2014）年度）



※1 採泥時期：平成26（2014）年6月～平成27（2015）年2月

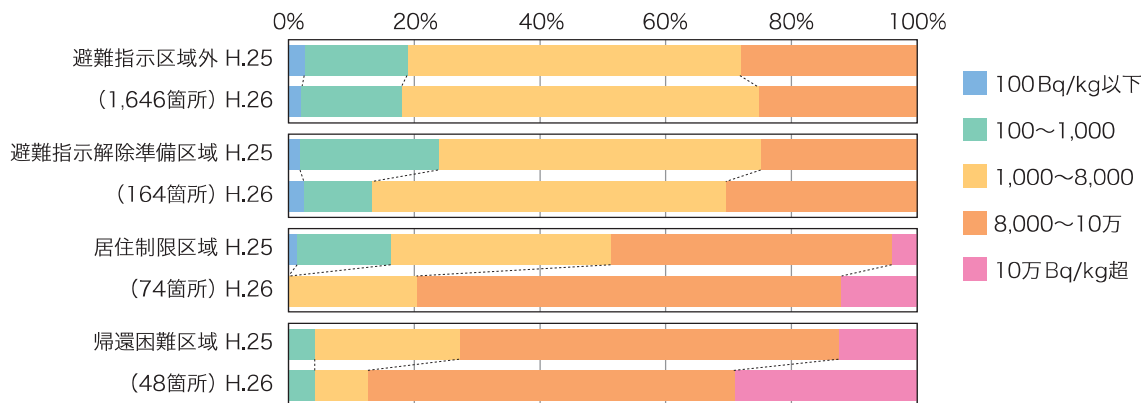
※2 底質の放射性セシウムの検出下限値はセシウム134、セシウム137とも10Bq/kg

## 平成25～26年度の推移

平成25（2013）年度（1,938箇所）及び平成26（2014）年度（2,953箇所）に底質調査を実施しているため池のうち、2年連続で調査を実施しているため池1,932箇所（避難指示区域外1,646箇所、避難指示区域内286箇所）について、底質の放射性セシウム濃度の推移を整理した結果、以下のことが明らかになりました。

- 避難指示区域外では、平成25年度と平成26年度の度数分布に明確な変化はみられませんでした。
- 避難指示区域内では、8,000Bq/kg（乾土）超過のため池数が増加しました（また、「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」によると、10,000Bq/kgを超える土壌を取り扱う業務を行う場合、業務従事者の被ばく線量の厳密な管理や、被ばく低減のための措置等が必要です。なお、ため池の汚染特性等を踏まえると、ため池の底質の放射性セシウム濃度（乾重量当たり）が8,000Bq/kg超が目安となります。）。
- 避難指示区域内の区分（帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域）における濃度レベルごとのため池数をみると、帰還困難区域において高濃度ため池が占める比率が最も高く、次いで居住制限区域、避難指示解除準備区域となっていました。これは平成25年度及び平成26年度ともに同様でした。
- 一方で、個々のため池の底質の放射性セシウム濃度の2箇年の変化をみると、平成25年度から平成26年度にかけて濃度が低下しているため池や、上昇しているため池もあり、ばらつきがあったことから、今後も経年的な変化等を確認していくことが重要です。

### ●底質の放射性セシウム濃度の推移



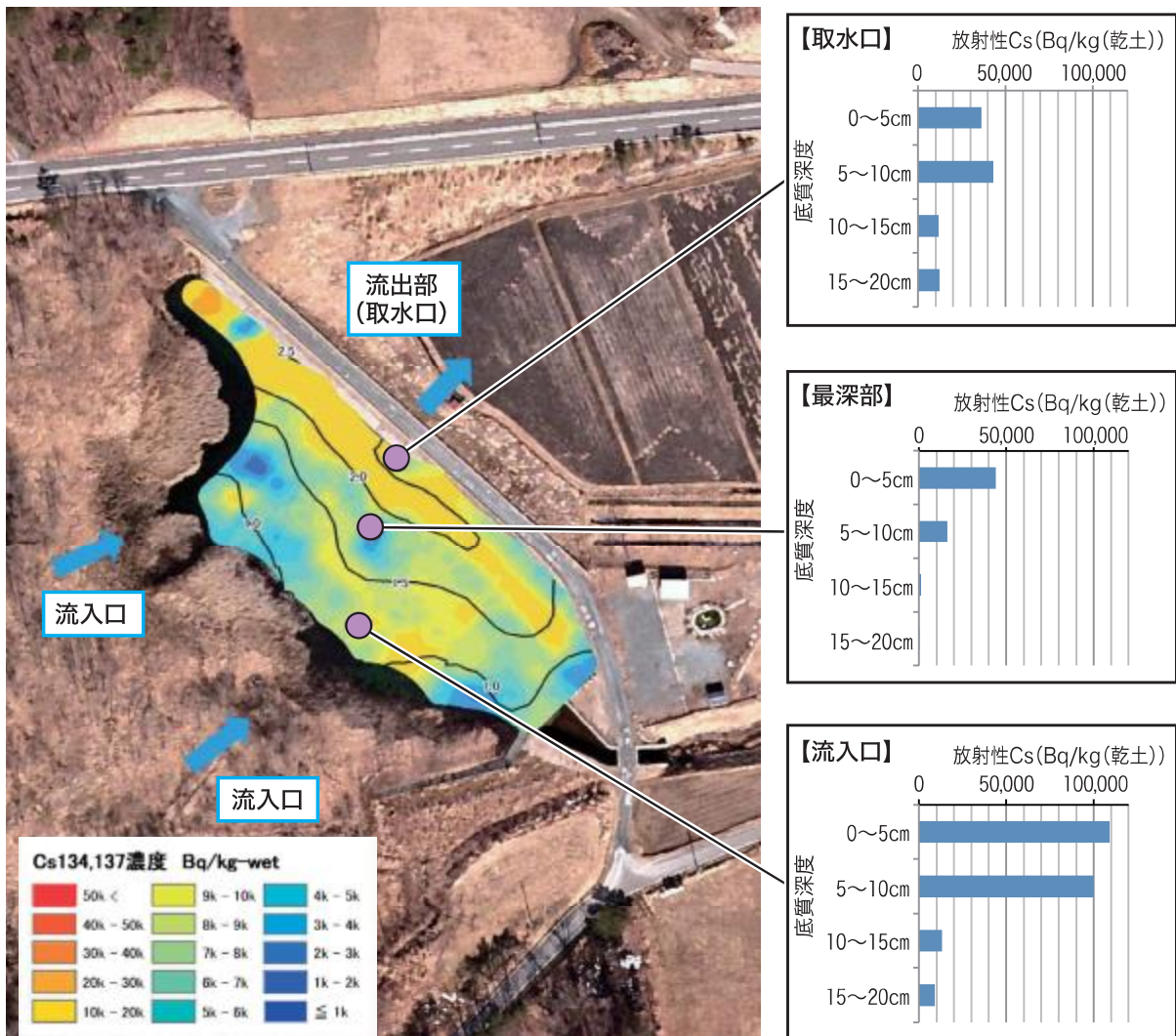
※1 採泥時期：平成25（2013）年6月～12月、

平成26（2014）年6月～平成27（2015）年2月

※2 底質の放射性セシウムの検出下限値はセシウム134、セシウム137とも10Bq/kg

## 2-4-4 ため池底質の鉛直及び水平方向の汚染状況と特徴

- 底質の放射性セシウム濃度の鉛直分布は、10cm以浅の上層が高く、下層になるほど低下する傾向にあります。場所によっては、20cm以降の深さまで検出された地点もあれば、深さ10cmまでの表層のみから検出された地点もあり、ため池や採取地点によって分布の深さは様々でした。
- 底質の放射性セシウム濃度の水平分布の調査結果は、ため池底の凹部や集水域からの流入部等の放射性セシウムが集積したと考えられる部分で高い値が認められました。



※ 底質の放射性セシウム濃度（鉛直分布）については、平成26年7月31日採泥、放射性セシウム濃度（水平分布）については、平成26年5月31日～6月5日の調査結果を基に作成

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 2-4-5 高濃度の放射性セシウムが検出されたため池の空間放射線量率

- 貯水を行っていないため池で、底質から高濃度の放射性セシウムが検出されたため池においては、湖岸から離れるほど空間放射線量率が低くなることも確認されています。
- このように、ため池の空間放射線量率などの状況を正しく知ることで、維持管理作業時の被ばく量を減らすことができます。

1

ため池とは



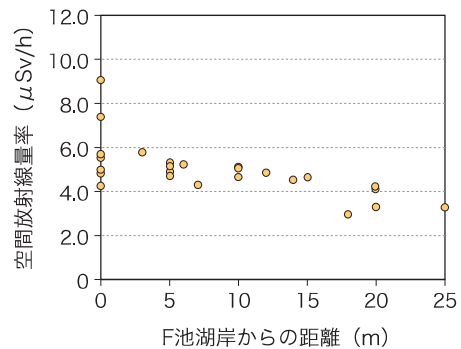
### 【ため池及びその周辺の空間放射線量率の状況】

空間放射線量率 (2014年2月26日~27日測定: 貯水なし)

余水吐地点	9.0 $\mu\text{Sv/h}$
堤体取水口地点	4.8 $\mu\text{Sv/h}$
周辺道路地点	3.0~3.3 $\mu\text{Sv/h}$
宅地近辺	4.7 $\mu\text{Sv/h}$

### 【参考】

- 底質の放射性セシウム濃度 (2013年9月10日採取) 251,000 Bq/kg (乾土)
- 震災後は二次災害防止のため、取水ゲート及び余水吐ゲートは開扉し、貯水は行っていません。
- ため池敷地及び周辺も除染は未実施です。



※1 ため池周辺の空間放射線量率は、1測点において地表1mの高さ

※2 写真: 電子国土web <http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse4/index.html>より

※3 写真は、ため池の貯水を行っておりますが、調査時は貯水を行っていません

2

ため池の放射性物質による影響

3

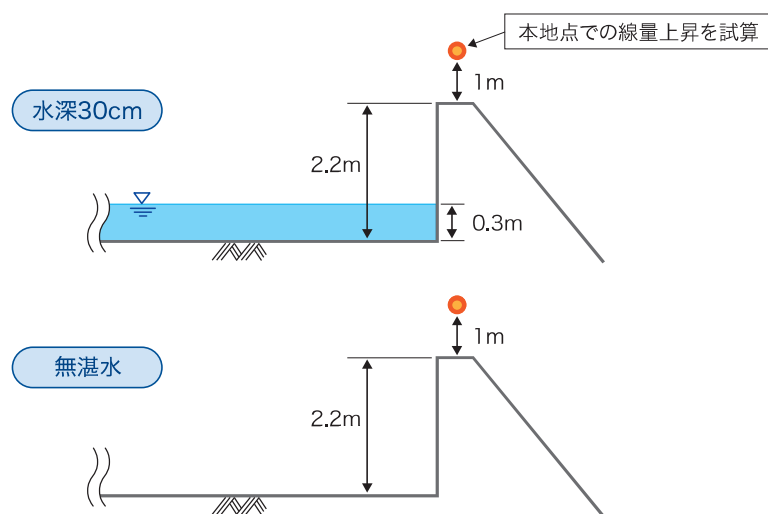
ため池の放射性物質対策

## 2-4-6 落水を避けた貯水位管理の重要性について

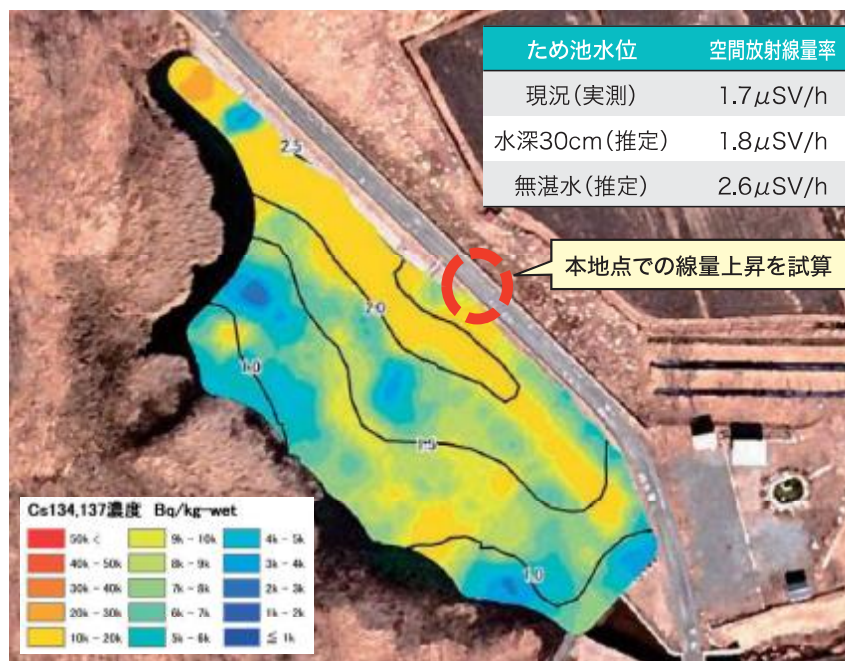
- ため池の底質が周辺の空間放射線量率へ与える影響を評価することを目的に、ため池の水位が低下した場合の堤体地点（地上1mの高さ）の空間放射線量率の影響について推定を行いました。
- シミュレーション結果では、調査ため池においては、他のため池に比べ、堤頂高に対して池敷高が高く、底質濃度も高いことから、水が干上がった場合には空間放射線量率が $0.9 \mu\text{Sv/h}$ 程度上昇すると推定されます。
- このため、空間放射線量率を上昇させないためには、落水を避けた貯水位の管理が重要です。

### 【推定方法】

底質の放射性セシウムの分布状況より、“点線源減衰法”により推定を行った。



### ● PSF測定結果及びため池堤体地点の空間放射線量率 への影響推定結果



1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 2-4-7 水による遮へい効果

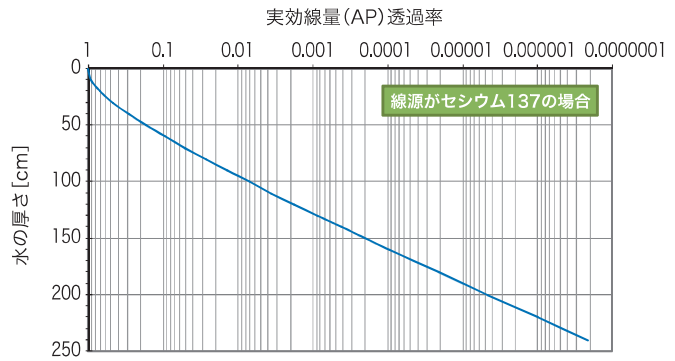
- 底質の放射性セシウム濃度が高い場合でも、水による遮へい効果により底質からの放射線は遮へいされ、放射線被ばくに与える影響は極めて小さくなります。
- 水の深さが1mの場合は約99%の遮へい効果が確認されています。

### 【解説】

● 水による $\gamma$ 線の遮へい効果（点線源に対する遮へい効果）については、以下のように、水深30cmで約50%、水深60cmで約90%の遮へい効果が確認されています。

- ・ 水の厚さが10cmの場合：約10%の遮へい効果
- ・ 水の厚さが30cmの場合：約50%の遮へい効果
- ・ 水の厚さが60cmの場合：約90%の遮へい効果
- ・ 水の厚さが1mの場合：約99%の遮へい効果

● 面線源からの放射線量に係る試算によると、1万Bq/kgの底質が水深1mに存在する場合、水面付近における空間放射線量率は、水がないと2.3 $\mu$ Sv/hですが、水があることで0.00075 $\mu$ Sv/h（99.9%以上の遮へい効果）となります。

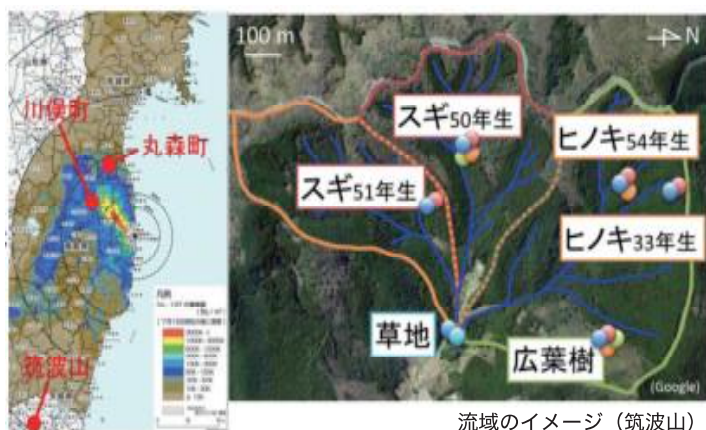


出典：除染関係ガイドライン VI. 河川・湖沼等 P.2-131

## 2-4-8 流域から河川への放射性セシウムの流出

- 福島県では123地点で測定を行っています。平成27（2015）年4月～6月の測定結果では、浜通りの1地点及び中通りの1地点でセシウム137が1Bq/L検出されたのみで、その他の地点ではセシウム134、セシウム137ともに全て不検出（検出下限値:1Bq/L）でした。
- 河川の流域に沈着した放射性セシウム137がどの程度河川に流出するかについて、福島県内3箇所、茨城県内1箇所、宮城県内1箇所を対象として国立研究開発法人日本原子力研究開発機構及び国立環境研究所が調査を行っています。これらの調査結果から試算すると、1年間に河川に流出するセシウム137の量は、土壌の沈着量の0.02%～0.26%程度であることが分かっています。

流域	川俣町			筑波山	丸森町
	茨石山流域 <sup>※1</sup>	石平山流域 <sup>※1</sup>	高太石山流域 <sup>※1</sup>	霞ヶ浦流域 <sup>※2</sup>	宇多川上流 <sup>※2</sup>
調査期間	44～45日間 <sup>※3</sup>			21か月間	15か月間
土壌へのCs137沈着量 (kBq/m <sup>2</sup> )	544	298	916	13	170～230
Cs137流出量 <sup>※4</sup> (kBq/m <sup>2</sup> )	0.087	0.026	0.021	0.06	0.22～0.34
土壌へのCs137沈着量に対するCs137流出率	0.016%	0.009%	0.002%	0.5%	0.12～0.15%
Cs137の年間流出率 <sup>※5</sup>	0.13%	0.07%	0.02%	0.26%	0.10～0.12%



流域のイメージ (筑波山)

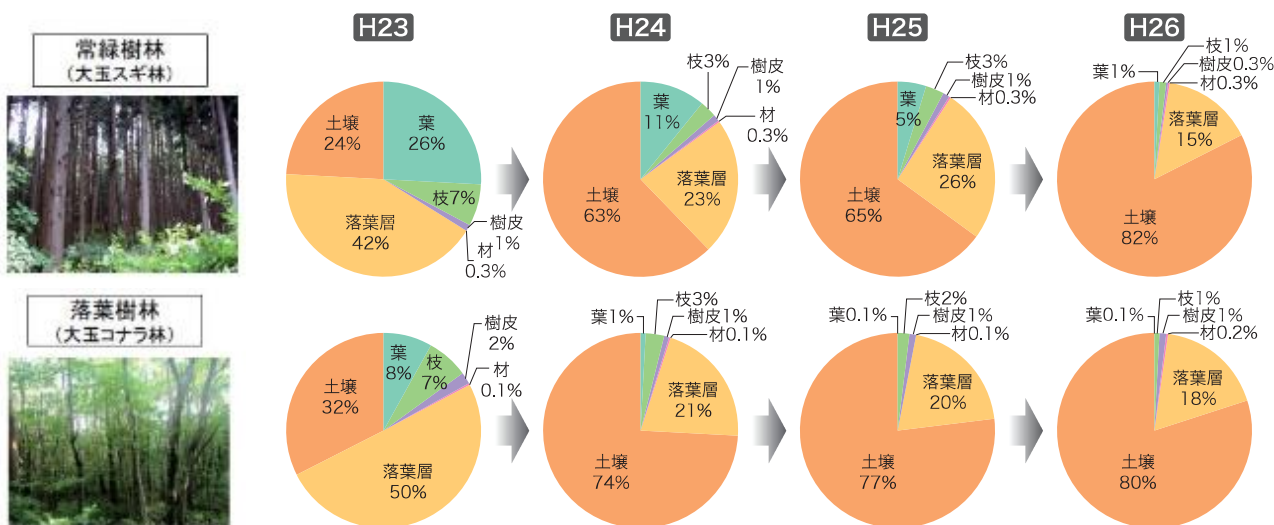
- ※1 (出典) JAEA: 平成24年度放射能測定調査委託事業「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」成果報告書
- ※2 (出典) 国立環境研究所, 2013
- ※3 3流域の比較可能な平成24年10月1日～9・10日、10月22日～11月3日、11月29・30日～12月18・19日調査期間(44～45日間)を抽出し合計
- ※4 ○茨石山流域、石平山流域、高太石山流域: 渓流水における溶存態、SS(懸濁態物質)、粗大有機物(渓流水中の葉や枝等)のCs-137の合計
  - ・溶存態: 平成24年8月、10月の平常時における溶存態放射性セシウム濃度を渓流水の流出量にかけた
  - ・SS: SSサンプラーの放射性セシウム濃度を濁度計の連続データと流量から得られたSSの流量にかけた
  - ・粗大有機物: 有機物の放射性セシウム濃度をトラップされた全量にかけた
- 霞ヶ浦流域、宇多川上流: SS由来のCs-137
- ※5 上表のデータより、土壌への沈着量に対する流出率と調査期間から年間流出率に換算(環境省による試算)。その際、放射性セシウムの自然崩壊や対象期間内の降雨の状況等は考慮していない

出典: 環境回復検討会(第12回) 資料2 P.12

## 森林における放射性物質の動態(放射性物質の部位別分布割合)

- 林野庁が県内3箇所において、定点モニタリングを継続した結果、平成23(2011)年の原発事故発生当初は、枝葉に付着する放射性セシウムの割合が高かったのですが、時間の経過とともに、放射性セシウムの多くは、枝葉等から落葉層や土壌に移行し、現状では8割以上が土壌中に滞留している状況です。
- なお、森林にある放射性セシウムの約98%は、土壌や落ち葉に蓄積されており、森林外への流出量は少ないと言えます。

### ● 森林内の放射性物質の分布状況の変化



出典: 「林野庁プレスリリース、平成26年度 森林内の放射性物質の分布状況調査結果について」平成27年3月27日 農林水産省 <http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/kaihatu/150327.html>

## 森林における放射性物質の動態（渓流水中の放射性セシウム）

- 平成24（2012）年度に渓流水中の放射性セシウムについて調査した結果、採取した渓流水の大部分で放射性セシウムは不検出でした。また一部試料で検出されたセシウムは、降雨の際の一時的な懸濁物質の増加が主な由来と推測できました（懸濁物質をろ過した渓流水はすべて不検出でした）。

区分	融雪期 (3/1～4/30)	梅雨期 (5/1～7/31)	秋期 (8/1～10/31)
全試料数	342	264	175
不検出 <sup>※1</sup> 試料数	333	260	169
検出試料数	9	4	6
検出試料中の放射性Cs濃度 <sup>※2</sup> (最小値～最大値) (Bq/L)	1.0～5.9	1.0～13.1	1.1～6.8
不検出の割合	97.4%	98.5%	96.6%

※1 検出下限値はセシウム134、セシウム137ともに1 Bq/L

※2 放射性セシウム濃度はセシウム134とセシウム137の合計

出典：森林総合研究所プレスリリース「融雪期における渓流水中の放射性物質の観測結果（平成24年6月12日）」「梅雨期における渓流水中の放射性物質の観測結果（平成24年9月21日）」「8～10月における渓流水中の放射性物質の観測結果（平成24年12月20日）」



渓流水の調査

### 2-4-9 ため池への放射性セシウムの流入

- 上流域が森林であるため池よりも、市街地であるため池（上流域の土地被覆の大半がアスファルトと建物）の方が、フォールアウト<sup>※</sup>した放射性セシウム濃度より、底泥の放射性セシウム濃度が高い傾向でした。
- 市街地のため池への放射性セシウムの流入は、フォールアウト直後の降雨により生じたと考えられます。

※ 放射性降下物をいい、原発事故により環境中に放出された放射性物質が地上に降下してくるもの

#### ● ため池の底泥に蓄積した放射性セシウム（Cs）濃度の比較

	森林ため池		市街地ため池
	O池	Y池	H池
平均水深 [m]	3.00	1.27	2.00
池面積 [m <sup>2</sup> ]	5,850	7,580	1,770
流域面積 <sup>※1</sup> [m <sup>2</sup> ×100]	1,700	(16,000)	650
流域面積/池面積	29		37
底泥の平均Cs濃度 <sup>※2</sup> F <sub>sed</sub> [kBq/m <sup>2</sup> ]	343	505	<u>1,680</u>
池に降下したCs濃度 <sup>※2</sup> F <sub>fall</sub> [kBq/m <sup>2</sup> ]	399	603	350
F <sub>sed</sub> /F <sub>fall</sub>	0.86	0.84	<u>4.81</u>
水のCs濃度 [Bq/L] (溶存態+懸濁態)	0.34	0.45	1.59
(溶存態)	0.12	0.20	0.93

※1 地形図から算定。Y池は地形が複雑急峻で流域面積を特定できないが、調査時の流量はO池より少なかった。

※2 2011年3月時点の放射能に換算

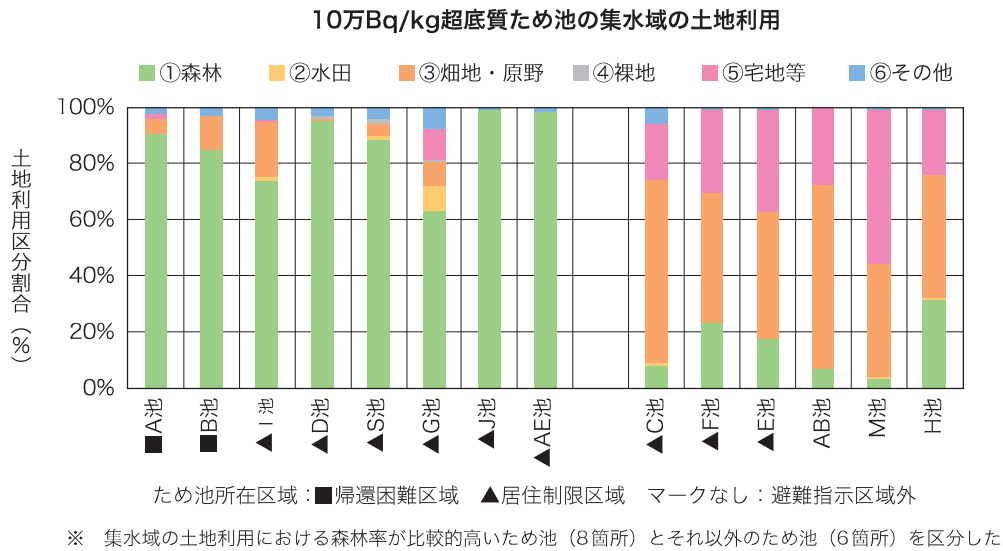
※3 調査実施：2012年12月、2013年2月

出典：環境回復検討会（第12回）資料2 P.24

## 底質の放射性セシウムが高い濃度を示したため池の実態について

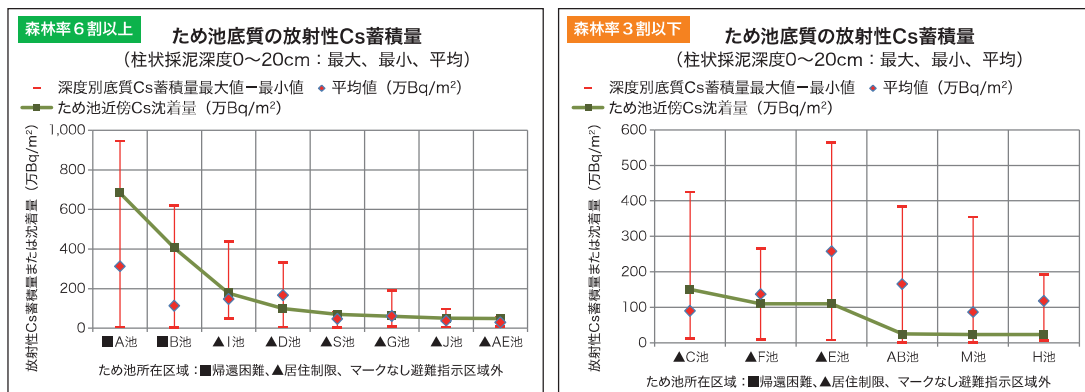
底質の放射性セシウムが高濃度となる要因として、ため池地点における放射性物質のフォールアウトの他、集水域からの放射性物質の流入、ため池内での堆積が関係していると想定されます。このため、ため池近傍の地表面の放射性セシウム沈着量及びため池底質の放射性セシウム蓄積量、集水域の土地利用等との関係について確認しました。

### ●高濃度底質ため池の集水域の土地利用



- 集水域の森林率が比較的高いため池では、底質の放射性セシウム蓄積量の平均値がため池近傍の地表面の放射性セシウム沈着量と同じか低い傾向が見られました。
- 集水域の森林率が比較的低いため池では、底質の放射性セシウム蓄積量の平均値がため池近傍の放射性セシウム沈着量より高い傾向がみられました。流出率が高いと推定される森林率の低い集水域を有するため池で、底質の放射性セシウムの蓄積量がため池近傍の沈着量より高くなっていたことから、集水域から土砂等の流入に伴いため池に放射性セシウムが流入していた可能性があります。

### ●高濃度底質ため池の底質蓄積量とため池近傍の沈着量



1  
ため池とは

2  
ため池の放射性物質による影響

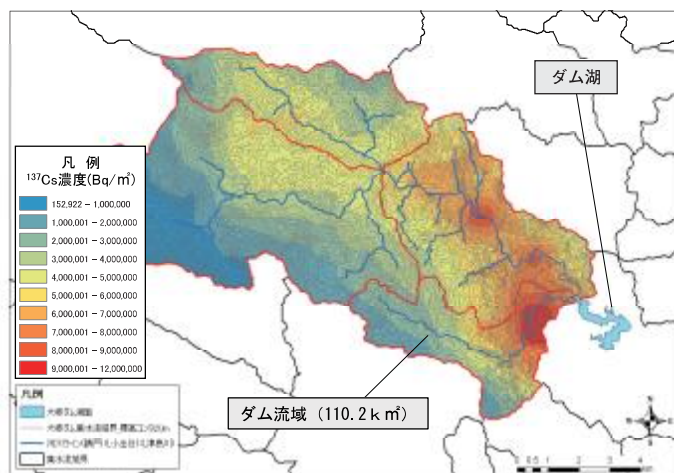
3  
ため池の放射性物質対策

## セシウム137の「ダム流域の沈着量」と「ダム湖への流入量」の比較

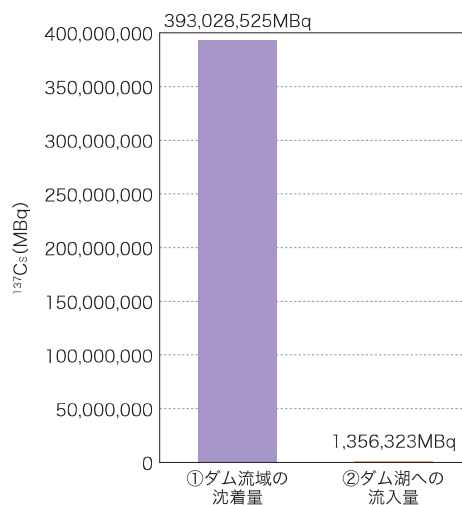
- ダム流域のセシウム137沈着量を文部科学省第1次航空機モニタリングから算定すると、約3億9千303万MBqであるのに対して、ダム湖へのセシウム137流入量を調査期間（平成25（2013）年7月～11月、平成26（2014）年7月～11月）を対象に算定すると約136万MBqであり、ダム流域の沈着量に対して、ダム湖への流入量は約0.3%でした。

※ セシウム137は、平成23（2011）年4月29日（文部科学省第1次航空機モニタリング）時点に換算）

項目	セシウム137量 (MBq)	割合 (%)
① ダム流域の沈着量	393,028,525	100.0
② ダム湖への流入量 (平成25(2013)年7月19日～11月30日) (平成26(2014)年7月1日～11月30日)	1,356,323	0.3



ダム流域沈着量図 ( $^{137}\text{Cs}$ )

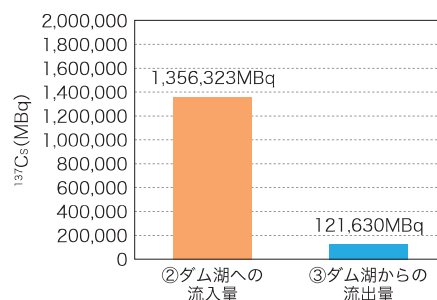


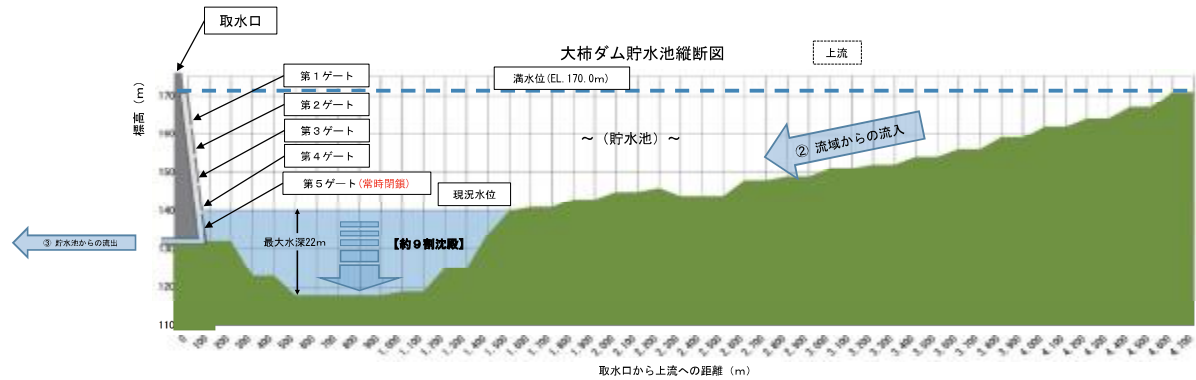
## セシウム137の「ダム湖への流入量」と「ダム湖からの流出量」の比較

- ダム湖からのセシウム137流出量を調査期間（平成25（2013）年7月～11月、平成26（2014）年7月～11月）を対象に算定すると約12万MBqでした。ダム湖へのセシウム137流入量約136万MBqに対して約1割しか流出していません、ダム湖に流入した放射性セシウムの約9割が湖底に沈殿したまま流出せず、大柿ダム（請戸川）下流域への拡散が防止されています。

※ セシウム137は、平成23（2011）年4月29日（文部科学省第1次航空機モニタリング）時点に換算）

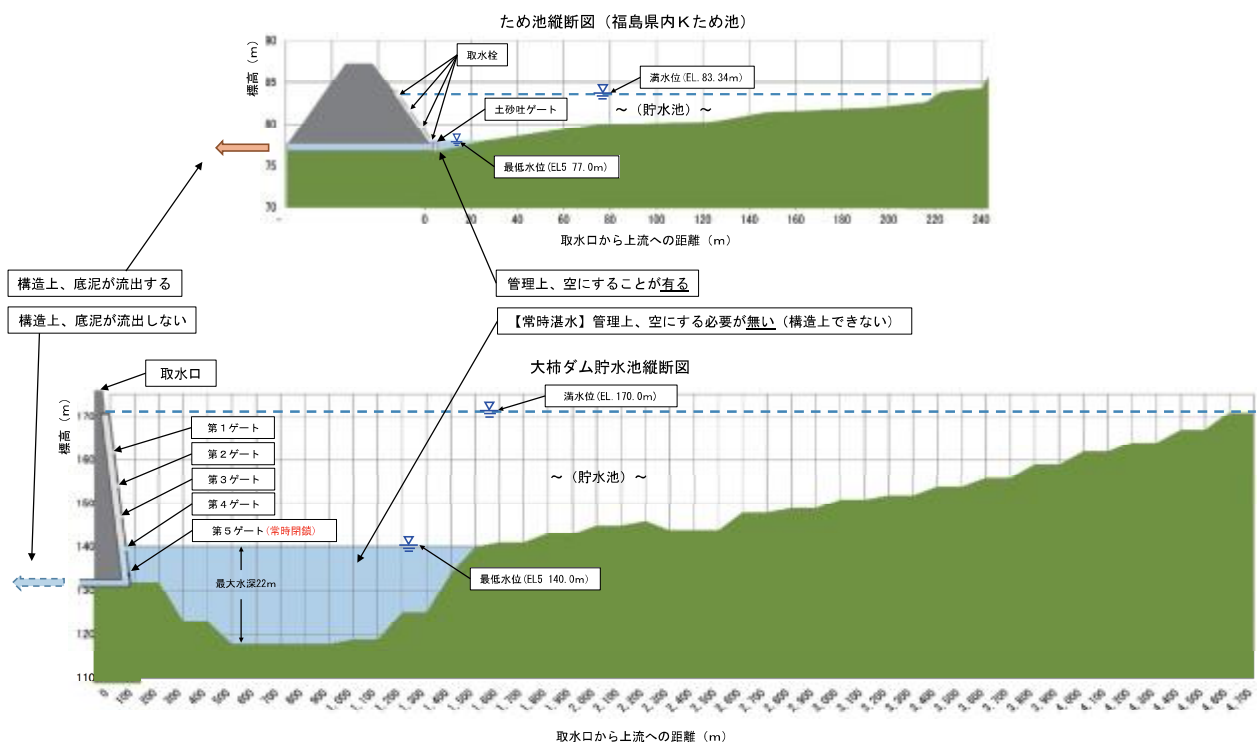
項目	セシウム137量 (MBq)	割合 (%)
② ダム湖への流入量 (平成25(2013)年7月19日～11月30日) (平成26(2014)年7月1日～11月30日)	1,356,323	100.0
③ ダム湖からの流出量 (平成25(2013)年7月19日～11月30日) (平成26(2014)年7月1日～11月30日)	121,630	9.0





## ため池とダムの構造の違い

- ため池は、一般的に取水口周りに泥が堆積しやすく、管理上、定期的な泥上げが必要であり、土砂吐ゲートを開けると池底まで空にできる（底泥が流出する）構造となっています。なお、この定期的な泥上げ時の管理者の被ばく軽減の観点等から、ため池においては、底質除去等の放射性セシウム対策が必要な場合があります。
- 一方、ダムは、一般的にダム底と取水口の間には高低差があり、ため池のように取水口周りの泥上げを行う必要がなく、底泥が流出しない構造（底泥を取水しない構造）となっています。



1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策



## ため池の日常管理作業への影響

- ため池は、かんがい期には、ため池取水栓の操作（ため池の取水管理）、堤体の点検、除草、清掃等のため、毎日又は定期的に管理作業を実施されています。非かんがい期も、ため池の水位管理、堤体の点検等のために、定期的に管理を実施されています。
- ため池堤体地点での空間放射線量率については、平成26（2014）年度調査では、前年度よりも空間放射線量率が低下しているため池が多い結果となりました。
- ため池の管理範囲の空間放射線量率が高く、管理作業時間が長い場合は、汚染源を特定し、空間放射線量率を低減するための対策を検討する必要があります。

### 2-5-1 福島県内ため池の空間放射線量調査結果

#### 平成26年度の調査結果

##### ● 避難指示区域外

福島県内の避難指示区域外のため池2,649箇所の平成26（2014）年度の調査結果から、以下のことが明らかになりました。

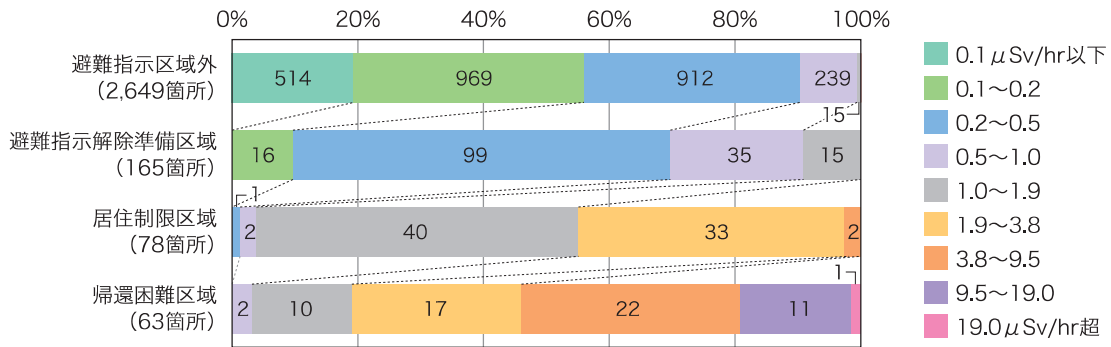
- ため池堤体地点での空間放射線量率は、 $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以下が1,483箇所（56.0%）、 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{Sv/h}$ が912箇所（34.4%）、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{Sv/h}$ が239箇所（9.0%）、 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 超が15箇所（0.6%）で、最大値は $1.9 \mu\text{Sv/h}$ でした。

##### ● 避難指示区域内

福島県内の避難指示区域内におけるため池306箇所の平成26（2014）年度の調査結果から、以下のことが明らかになりました。

- ため池堤体地点での空間放射線量率は、 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{Sv/h}$ が16箇所（5.2%）、 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{Sv/h}$ が100箇所（32.7%）、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{Sv/h}$ が39箇所（12.7%）、 $1.0 \sim 1.9 \mu\text{Sv/h}$ が65箇所（21.2%）、 $1.9 \sim 3.8 \mu\text{Sv/h}$ が50箇所（16.3%）、 $3.8 \mu\text{Sv/h}$ 超が36箇所（11.8%）で、最大値は $31.9 \mu\text{Sv/h}$ でした。
- 各区域におけるため池堤体地点の空間放射線量率の最頻値は、避難指示解除準備区域が $0.2 \sim 0.5 \mu\text{Sv/h}$ 、居住制限区域が $1.0 \sim 1.9 \mu\text{Sv/h}$ 、帰還困難区域が $3.8 \sim 9.5 \mu\text{Sv/h}$ でした。
- $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超えるため池は、避難指示解除準備区域では0箇所、居住制限区域では12箇所（15.4%）、帰還困難区域では45箇所（71.4%）でした。

## ●空間放射線量率（平成26（2014）年度）



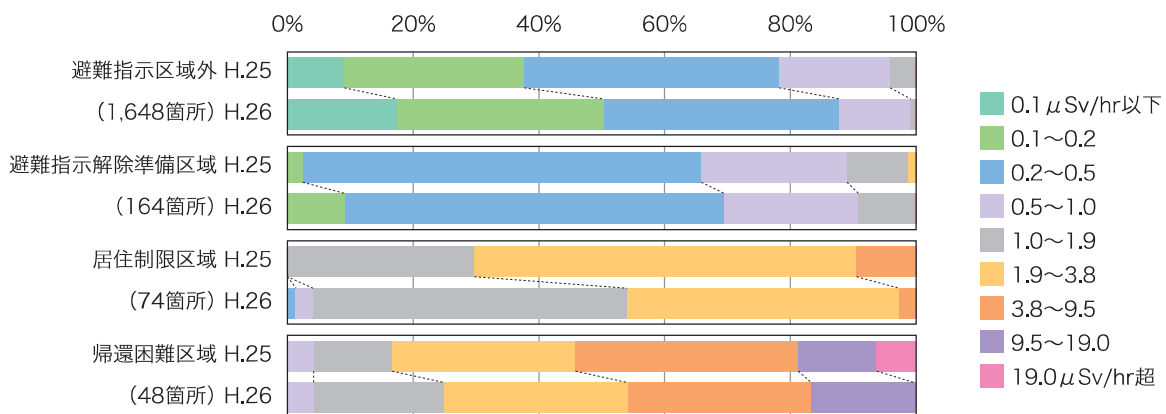
※ 測定時期：平成26（2014）年6月～平成27（2015）年2月

## 平成25～26年度の推移

平成25（2013）年度（1,939箇所）及び平成26（2014）年度（2,955箇所）に空間放射線量率調査を実施しているため池のうち、2年連続で調査を実施しているため池1,932箇所（避難指示区域外1,648箇所、避難指示区域内284箇所）について、空間放射線量率の推移を整理した結果、以下のことが明らかになりました。

- 避難指示区域外では、平成25年度よりも平成26年度の方が低線量側の地点数が多くなっていました。
- 避難指示区域外や避難指示解除準備区域では2.5 μSv/hを超えるため池は平成25年度、平成26年度ともありませんでしたが、居住制限区域で平成26年度には12箇所（15.4%）、帰還困難区域で平成26年度には45箇所（71.4%）のため池が2.5 μSv/hを超過していました（「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」によると2.5 μSv/hを超える空間放射線量率下で業務を行う場合、業務従事者の被ばく線量の厳密な管理や、被ばく低減のための措置等が必要です。）。
- 区域ごとでみると、低線量側の地点数が多くなっていますが、今後も経年変化等を確認していくことが重要です。

## ●空間放射線量率の推移



※ 測定時期：平成25（2013）年6月～12月、平成26（2014）年6月～平成27（2015）年2月

## 2-5-2 ため池管理作業に伴う年間追加被ばく線量

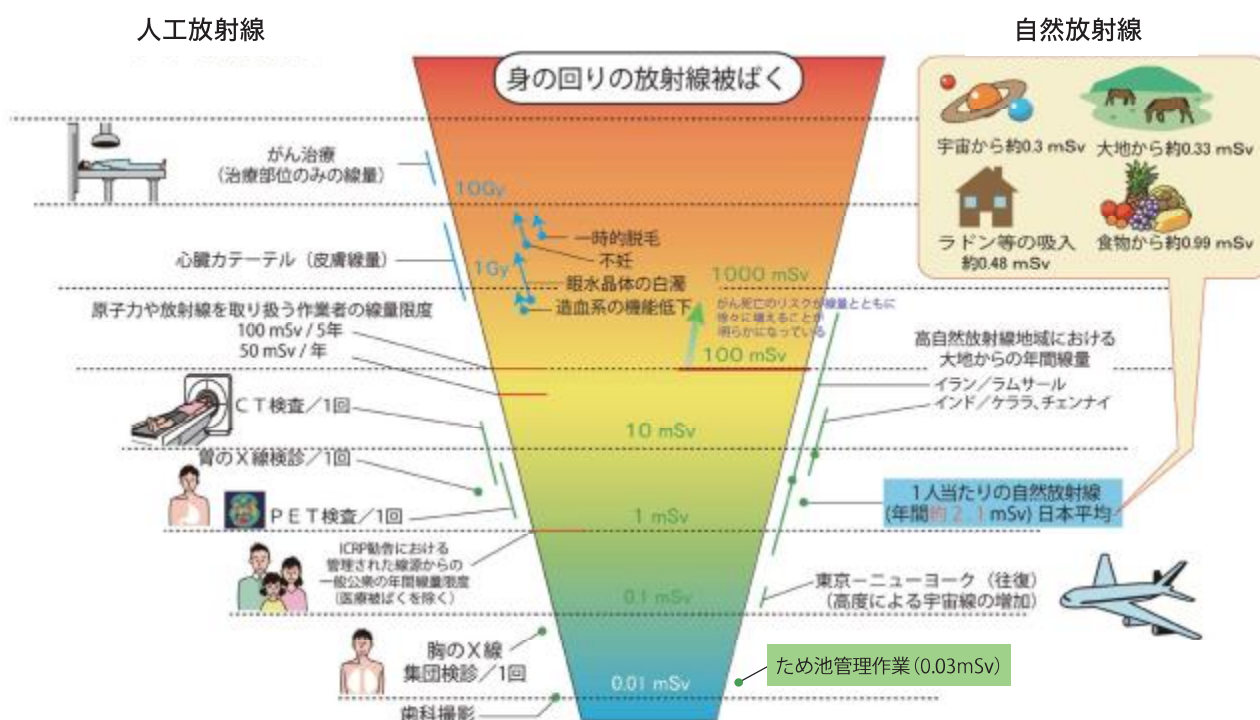
- ため池管理作業に伴う年間の追加被ばく線量について、平成26（2014）年度モニタリング調査結果の平均値及びアンケート調査結果の作業時間を基に試算した結果、避難指示区域外の年間追加被ばく線量については、平均で0.03mSv/年でした。1回の胸のX線撮影で受ける被ばく量は0.06mSvですから、およそ半分の値です。

区域区分	当該ため池の空間放射線量率 <sup>※1</sup> (平均値)	年間作業時間 <sup>※2</sup> (平均)	年間追加被ばく線量 (平均)
避難指示区域外 2,649箇所	0.25 μSv/h	110時間	0.03mSv/年

※1 H26年度モニタリング調査結果で、ため池の堤体（取水口近傍）の地上1m地点の空間放射線量率

※2 ため池の年間の管理作業時間は、アンケート調査結果の平均値より試算

### ●放射線被ばくの早見図



- ・ UNSCEAR2008年報告書
  - ・ ICRP2007年勧告
  - ・ 日本放射線技師会医療被ばくガイドライン
  - ・ 新版 生活環境放射線（国民線量の算定）
- などにより、放医研が作成（2013年5月）

#### 【ご注意】

- 1) 数値は有効数字などを考慮した概数です。
- 2) 目盛（点線）は対数表示になっています。目盛がひとつ上がる度に10倍となります。
- 3) この図は、引用している情報が更新された場合変更される場合があります。

#### 【線量の単位】

##### 各臓器・組織における吸収線量：Gy（グレイ）

放射線から臓器・組織の各部位において単位重量あたりにどれくらいのエネルギーを受けたのかを表す物理的な量。

##### 実効線量：mSv（ミリシーベルト）

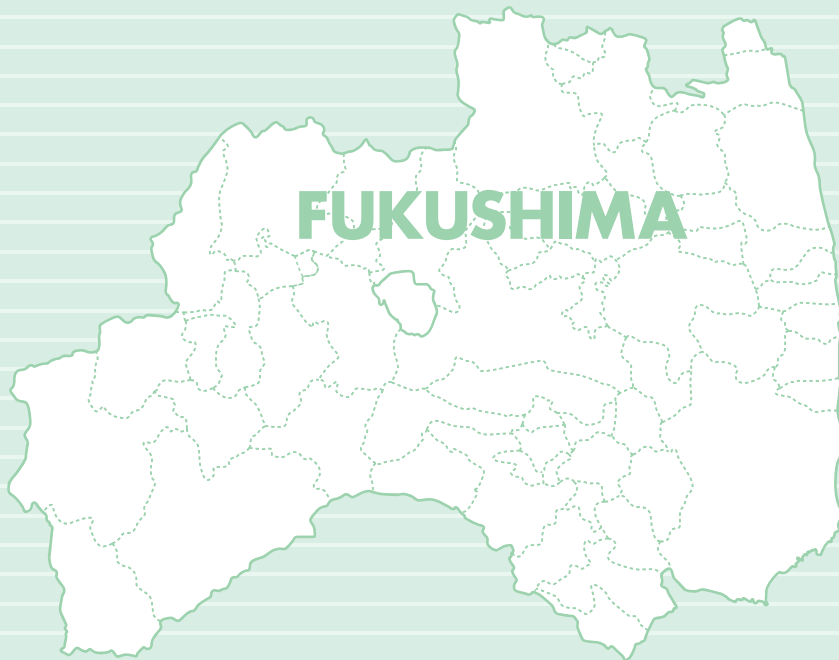
臓器・組織の各部位で受けた線量を、がんや遺伝性影響の感受性について重み付けをして全身で足し合わせた量で、放射線防護に用いる線量。

各部位に均等に、ガンマ線1Gyの吸収線量を全身に受けた場合、実効線量で1000mSvに相当する。

CHAPTER

# 3

## ため池の 放射性物質対策



# ため池の放射性物質対策の基本方針

● 放射性物質が堆積しているため池については、

①住宅や公園など生活圏に存在するため池で、一定期間、水が干上がることによって、周辺の空間放射線量率が著しく上昇する場合には、必要に応じ、生活空間の一部として、放射性物質汚染対処特措法に基づき環境省又は市町村等が除染を行います。

②営農再開・農業復興の観点からの対策が必要なため池については、「福島再生加速化交付金」により、農林水産省の技術支援のもとで福島県又は市町村等が対策を進めます。

● 農林水産省では、「福島再生加速化交付金」による対策が円滑に進むよう、技術マニュアルを作成しています。

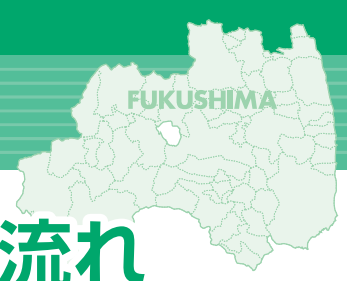
## 除染対象となるため池



水が干上がっている状況

## 福島再生加速化交付金の対象となるため池

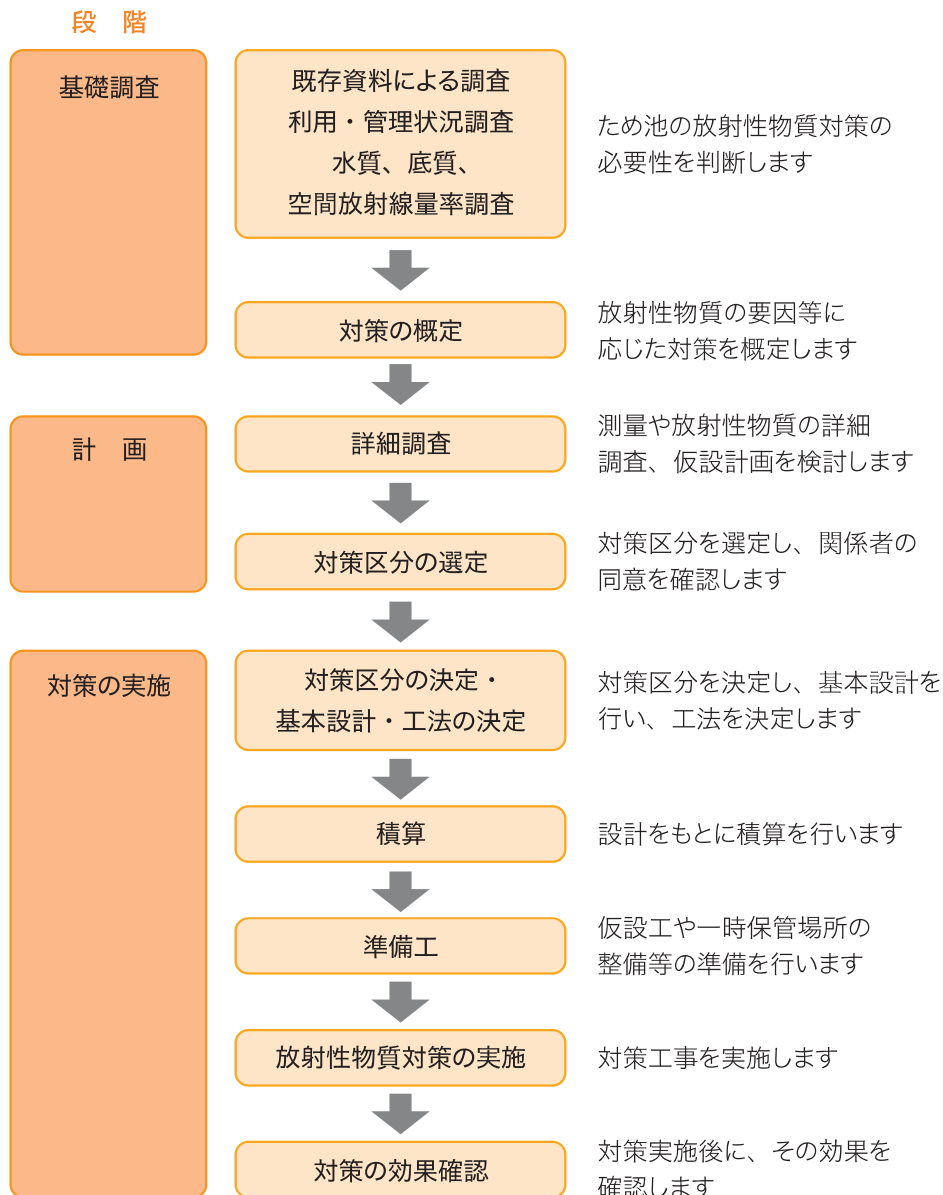


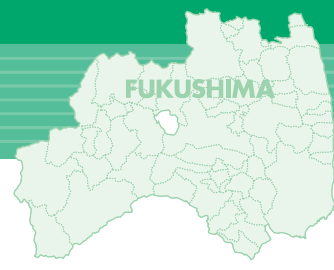


## ため池の放射性物質対策の流れ

●放射性物質によって、利用・管理に支障が生じているか、又は今後の営農再開に向けて支障が見込まれるため池で、放射性物質汚染対処特措法に基づく「除染」の対象にならないため池については、営農・作物への影響の観点や施設管理への影響の観点から放射性物質対策が必要な場合には、営農再開・農業復興のための対策を検討した上で実施します。

### ●ため池放射性物質対策のフロー





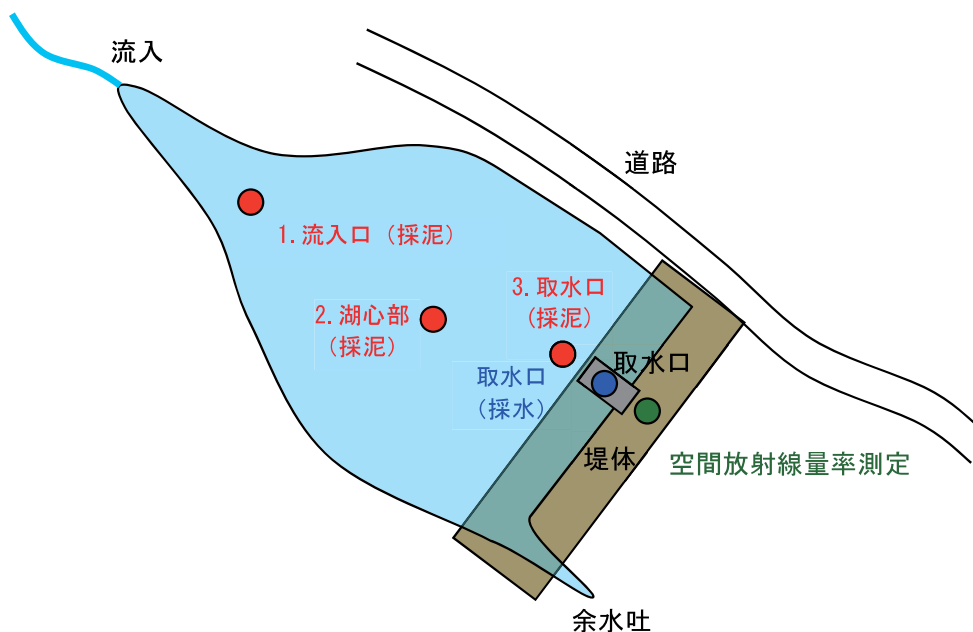
## 基礎調査

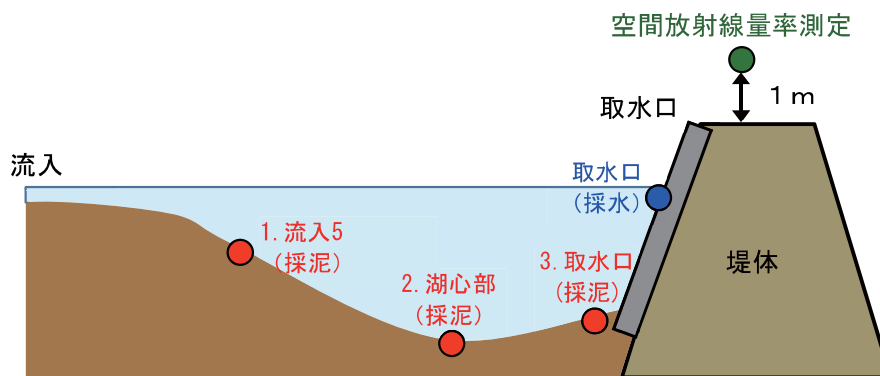
●基礎調査は、ため池の構造等の施設情報や利用・管理等の実態、貯留水の水質及び底質、管理範囲の空間放射線量率、ため池周辺状況等を調査し、対策の必要性を判断するとともに、基礎調査結果を基にした対策を概定することを目的としています。

### ●基礎調査の調査内容

調査項目	調査内容
既存資料による情報整理	・ため池の構造等の施設情報、放射性物質に関する既存資料等
ため池の利用・管理実態調査	・ため池の利用・管理状況、原発事故による影響の聞き取り調査等
水質調査	・貯留水の放射性セシウム濃度、水温、水深、濁度、透視度、浮遊物質等
底質調査	・流入部・取水口・最深部の底質表層の放射性セシウム濃度、含水率、強熱減量、粒度分布、堆砂深等
空間放射線量率調査	・管理者が日常的に管理する範囲の空間放射線量率
ため池周辺状況調査	・集水域の空間放射線量率、地表面沈着量、土地利用、除染の進捗状況等 ・ため池から農地までの経路における放射性物質の流入の可能性等

### ●採水・採泥・空間放射線量率の測定位置





- 採水：取水口付近の表層水を採水します。

採水層は、水深1m未満は表層10cm（ひしゃく又はバケツ）、水深1m以上は表層50cm（バンドーン採水器）とします。水深30cm未満の水溜まりでは採水しません。

- 採泥：流入・湖心部・取水口の3箇所です採泥します。

- ・ 流入口：河川ではなく、ある程度水位が低下しても干上がらない池内で採泥します。

流入口が複数ある場合は、一番流量の多い流入口で採泥します。

- ・ 湖心部：池の最深部で採泥します。最深部が取水口付近の場合は、池中央部で採泥します。

- ・ 取水口：取水口付近の池底面を採泥します。堤体からは採泥しません。

- 空間放射線量率測定：取水口付近の堤体の上1mで測定します。

### 採水状況



バンドーン  
採水器

### 採泥状況



エクマンバーヂ  
採泥器

1

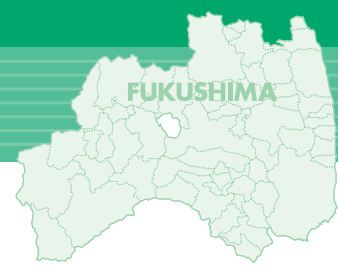
ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策



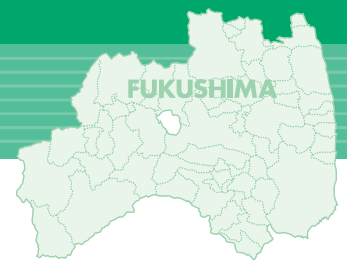
## 対策の概定

- 対策の概定は、基礎調査の結果、営農再開や農業復興の観点から対策の要否を判定した上で、営農やため池の維持管理等への支障要因に応じて、対策の目的を選定するものです。

対策の目的及び支障要因の主なものは以下のとおりです。

対策の目的	支障要因
ため池からの取水後の施設管理への影響を低減する	高濃度濁水が頻繁に発生かつ取水後の下流水路で高濃度の放射性セシウムが堆積
池底の土砂上げ作業等への影響を低減する	排砂が必要かつ底質から高濃度の放射性セシウム検出
かんがい水による作物への影響を低減する	貯留水中から溶存態の放射性セシウム検出
ため池の日常管理の影響を低減する	避難指示等で利用休止状態かつ高い空間放射線量率
その他ため池の利用・管理に支障となる影響を低減する	

- 基礎調査で得られた結果を基に、放射性物質による利用・管理の支障状況やその原因を整理するとともに、営農再開・農業復興の観点から支障が生じるおそれがあると考えられる場合は、対策の必要性を検討します。



## 詳細調査

- 詳細調査は、基礎調査で対策が必要とされた内容に基づき、放射性物質の詳細調査や測量等を実施し、これらにより、支障要因を明確にし、それに応じた対策区分を検討することを目的としています。
- また、対策工事を行うに当たっては、仮設用地や工事用車両のアクセスの確保が、また、底質除去を行う場合は除去土壌の保管場所の確保等が必要であることから、進入道路等の幅員や構造、周辺の用地の有無等、仮設計画に必要な調査を早い段階で行います。
- 詳細調査の実施に当たっては、ため池管理者等に調査内容やスケジュールを事前に説明し、詳細調査の実施により、ため池の利用や管理に支障が生じないように調整することが必要です。

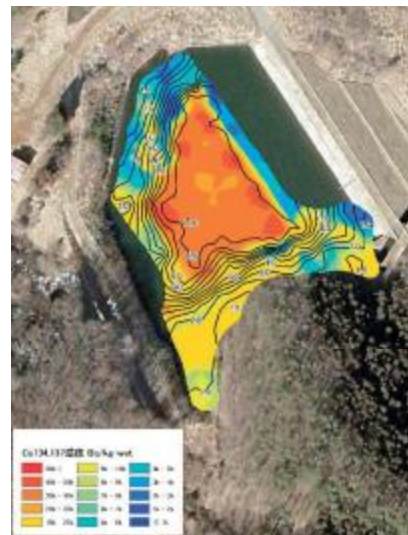
### ● 詳細調査の調査例

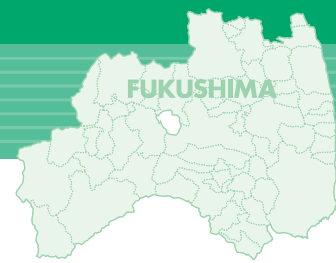
基礎調査結果	調査内容
高濃度の放射性セシウムを含む濁水が頻繁に発生	・ 降雨時等において、流入水及び貯留水の放射性セシウム濃度、浮遊物質又は濁度を測定
底質の放射性セシウム濃度が高い	・ 底質の深度別の放射性セシウム濃度を測定 ・ ため池の形状や集水域からの流入部等を考慮し、必要に応じて底質の採取地点を追加し測定 ・ 底質の放射性セシウム濃度の面的分布のバラツキが大きいと想定される場合は、必要に応じてプラスチックシンチレーションファイバ等による測定
貯留水中から溶存態の放射性セシウムが検出	・ 平水時及び洪水時において、流入水及び貯留水の溶存態の放射性セシウム濃度を測定 ・ 底質から高濃度の放射性セシウムが検出されている場合には、必要に応じて室内での溶出試験を実施
日常管理の範囲の空間放射線量率が高い	・ 高い空間放射線量率の汚染源の把握 ・ 広い範囲で空間放射線量率が高く、汚染源の特定が難しい場合や、周辺環境の空間放射線量率の分布を確認する必要がある場合は、必要に応じてガンマカメラによる計測
その他	・ ため池の堤体、洪水吐、取水施設等の改修や補修の必要性の把握 ・ 工事用の仮設用地、対策により発生する土壌等の保管場所、仮設道路の経路等確認 ・ 工期設定に必要な気象・営農・雑草繁茂等の諸条件の確認

採泥状況（深度別濃度の調査）



池底の放射性セシウム濃度マップ例（詳細調査結果）





## 対策区分の選定

● ため池の放射性物質対策は、対策の目的に応じて下表のような対策区分が考えられます。

対策の目的に応じて、効果的・効率的な対策の組合せも含めて検討します。検討に当たっては、ため池の立地、規模、形状、周辺環境、放射能汚染状況、施工条件の他、施工性等に留意することが重要です。

対策の目的に応じた対策区分は、下表のとおりです。

対策の概念 (対策の目的)	対策の分類	対策区分									
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
		ゲート操作による濁水を避けた取水	取水工の変更	水塊隔離(汚濁防止フェンスの設置)	吸着除去	流入抑制工	他水源への転換	底質被覆	底質の原位置固定	底質除去	汚染源となる場所の被覆、除草等
(1) ため池取水後の施設管理への影響を低減する	濁水の取水抑制	○	○	○	○						
	集水域から流入する濁水対策				○	○	○				
	底質の巻き上がり抑制			○				○	○	○	
(2) 池底の土砂上げ作業等への影響を低減する	底質の放射性セシウム対策						○			○	
(3) かんがい水による作物への影響を低減する	集水域からの流入対策				○	○	○				
	底質からの溶出対策				○		○	○	○	○	
(4) ため池日常管理の影響を低減する	管理範囲の空間放射線量率の低減										○

# ため池の放射性物質対策の概要

## 1. ゲート操作による濁水を避けた取水

放射性セシウムを含む濁水の混入を避けて取水するため、貯留水の透視度や濁度を確認しながら取水ゲートを操作する対策です。

- 貯留水中に含まれる放射性セシウムの形態は、主に土粒子等の浮遊物質（濁り成分）に吸着・固定されている懸濁態であるため、透視度や濁度等を確認しながら取水ゲートの操作を行います。
- また、一般的に貯留水の表層は、底質の巻き上がり等の影響が小さく、土粒子の沈降により表層の濁度は低くなることから濁水の混入による取水を避けるため、表層水の選択的な取水を行います。
- 濁水を避けた取水管理のために、巡回監視やきめ細やかなゲート操作等、管理作業にこれまで以上に管理の労力・時間を要するため、水管理システムの導入やゲートの自動化、観測機器の設置等、管理省力化対策の必要性も併せて検討します。
- 常に満水に近い水位を保って表層取水するような管理を行う場合は、台風などの出水時期に洪水調整機能の発揮が困難であることに留意する必要があります。

## 2. 取水工の変更

複数の高さの取水孔から取水できる斜樋



### ● 取水工変更のイメージ



既存の取水施設が、濁度や透視度等に応じたきめ細かな取水ゲート等の操作が困難な構造の場合は、既存取水施設の改修による取水工の変更を検討します

### 3. 水塊隔離(汚濁防止フェンスの設置)

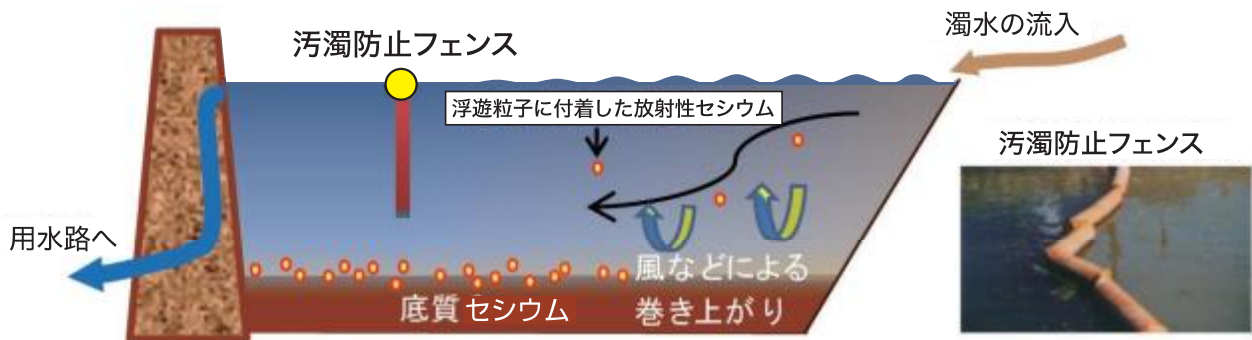
#### 汚濁防止フェンス設置状況



1  
ため池とは

2  
ため池の放射性物質による影響

#### ●汚濁防止フェンス設置イメージ



3  
ため池の放射性物質対策

汚濁防止フェンスを設置することで、水面付近の流れを遮断し、放射性セシウムを含む濁水の懸濁物の沈降を促進するとともに、底質の巻き上がりを防止します

## 4. 吸着除去（処理タンク設置）

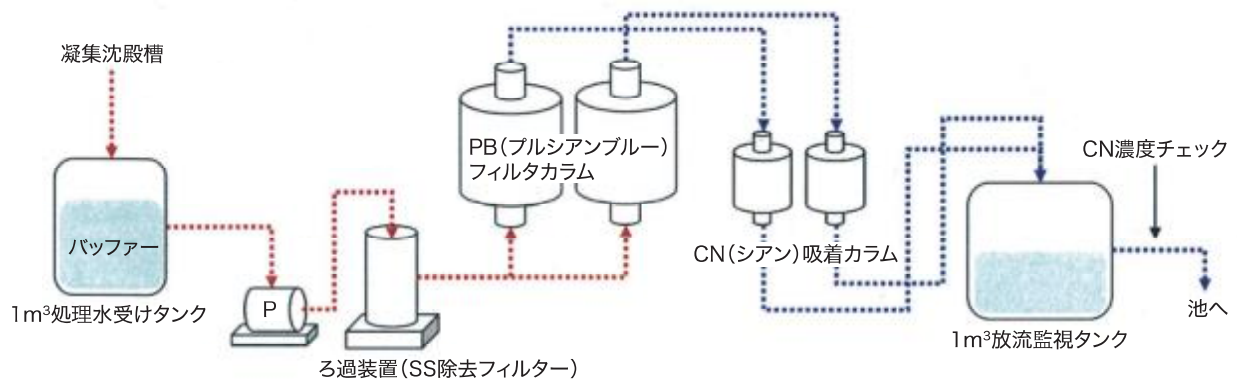
吸着除去設備（処理タンク）設置状況



処理タンク内



### ● 吸着除去設備（処理タンク）構成例



吸着除去設備を設置し、処理タンク内のプルシアンブルーなどの放射性物質の吸着材を通過させることで、水中の放射性セシウムを吸着除去します

## 5. 流入抑制工

流入抑制工は、ため池流域からの放射性物質の流入を抑制するための対策です。  
現在、森林からの濁水流入防止工の技術検証が進められています。  
その他の工法として、流入水を迂回させる流路変更があります。

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 6. 他水源への転換

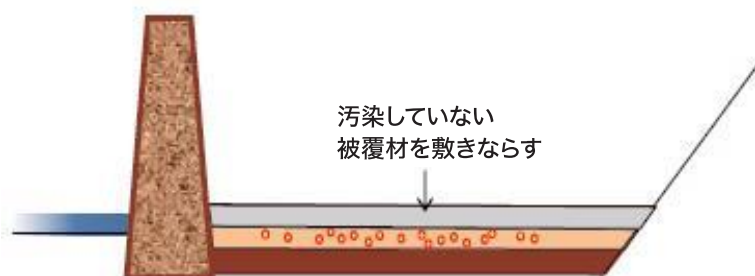
### ●他水源への転換のイメージ



他水源への転換対策は、河川水、地下水、近隣のため池等、他の水源への変更を図るものです  
他水源への転換は、関係する利水者等の合意を得る必要があります、対策検討の早い段階から調整することが必要です

## 7. 底質被覆

### ●底質被覆工法のイメージ



ため池の水を抜き池底に土砂等被覆材をまき出し敷ならして、放射性物質を含む底質を覆う対策です  
対策により土壌が発生しないメリットがありますが、貯水容量に影響することに留意が必要です

## 8. 底質の原位置固定(固化・反転)

### 固化材の攪拌状況 (バックホウ攪拌)



### ●反転工の施工イメージ (固化・反転工法)

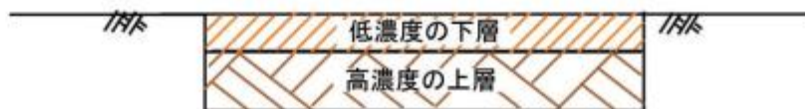
①上層に高濃度の底質、下層に低濃度の底質がある場合、これを入れ替えます。



②高濃度の上層を剥ぎ取り、セメント系固化材で改良し仮置きします。  
次に低濃度の下層を剥ぎ取り、中性固化材で改良し仮置きします。



③改良した上層改良土を先に埋め戻し、下層改良土を埋め戻します。



放射性セシウム濃度の高い底質を、固化材を使用し固化する工法や、高濃度の底質（上層）と低濃度の底質（下層）をそれぞれ土壌改良し上下で入れ替える（反転）工法があり、底質からの巻き上がりや、底質からの溶出を抑制します

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 9. 底質除去（掘削・浚渫）

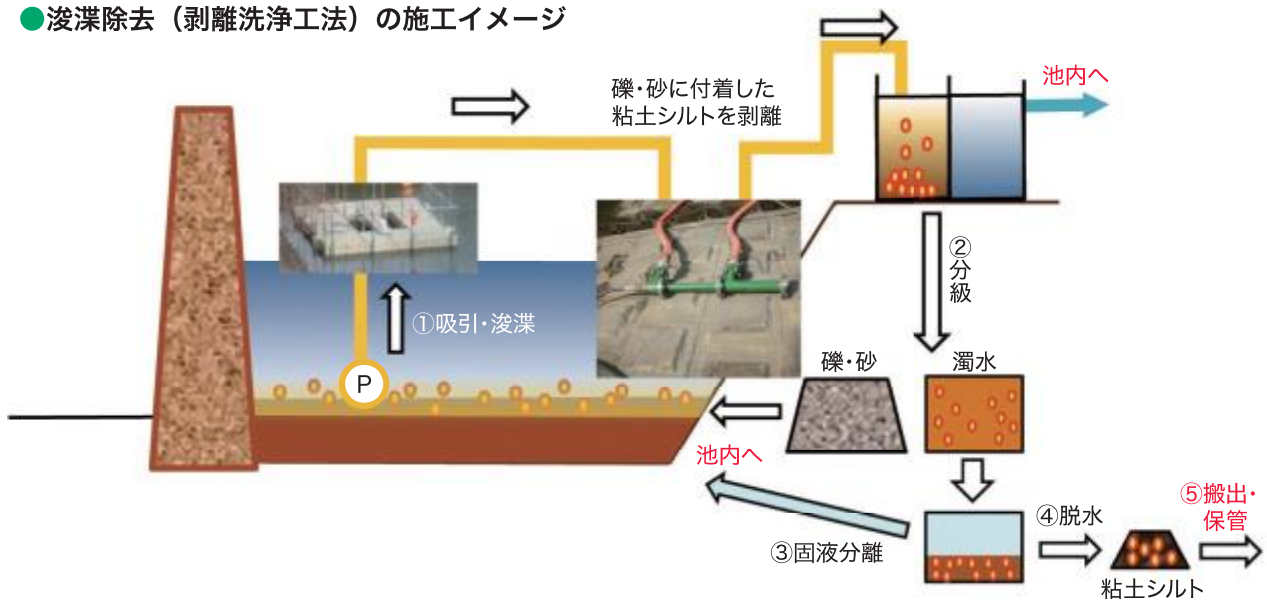
浚渫除去（剥離洗浄工法）の実施状況



ポンプ吸引状況



● 浚渫除去（剥離洗浄工法）の施工イメージ



放射性セシウム濃度の高い底質を直接除去し、底質の放射性セシウム濃度を下げる対策で、底質を除去する工法として、重機を用いた掘削除去とポンプ等での浚渫除去があります

## 10. 汚染源となる場所の被覆、除草等

### 避難指示等に伴い管理ができなかったため池



### 除草及び集草作業状況の例※



※ 福島県モデル事業（除染業務に係る技術指針／福島県より）

汚染源の特定を行い、雑草等の刈払及び落葉等堆積有機物の除去を行います  
それでも空間放射線量率が低減しない場合には、表土の被覆、削り取り等を検討します

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

# ため池の放射性物質対策の施工例

## 3-8-1 水塊隔離（汚濁防止フェンス）

- ため池や取水口（斜樋、底樋、ため池取水栓等の取水施設）周辺やため池集水域からの濁水を隔離する形状で水中にカーテン（汚濁防止フェンス）を展張し、水面付近の懸濁物質の沈降を促進させることにより、濁水の取水抑制を図ります。

### 施工手順

#### ① 準備作業

必要に応じて仮設進入路を設け、フェンス資材を組み立てるための施工用地の確保を行います。

#### ② 固定プレート設置

フェンスを係留するためのプレート等（堤体、左右両岸等）を設置します。

#### ③ フェンス組み立て

陸上にて、フェンスを組み立てます。なお、フェンス規模が大きい場合は、他所で組み立てたものを現地に搬入することも検討します。

#### ④ フェンスの展張

ボート移動等により池内の施工箇所にフェンスを展張します。

#### ⑤ アンカー設置

池底にフェンスを固定するためのアンカーを設置します。

#### ⑥ フェンスカーテン

フェンスカーテンを水中に設置します。

フェンスの展張



フェンス設置後の状況



## 3-8-2 底質の原位置固定（底質固化工法）

- 原位置の底質に固化材を添加し、放射性セシウム濃度が比較的高い表層と低い下層をバックホウ等の掘削・混合機械により一体的に攪拌混合します。
- 底質を固化することで、底質からの放射性セシウムの溶出抑制や、池底への被覆層（固化層）形成による高濃度底質の巻き上がり抑制を図ります。

### 施工手順

#### ① 準備作業

仮設ヤード及び濁水処理設備を設置し、進入路及び工事用道路、釜場等の設置、必要に応じて仮回し水路の設置を行います。また、固化材選定、添加量決定のための確認試験を行います。

#### ② 底質の攪拌・混合

所定量の固化材を散布しながら、底質の攪拌・混合を行います。

#### ③ 転圧処理

攪拌・混合処理後、振動ローラ等により改良範囲の転圧を行います。

### 底質固化の施工状況



### 固化材の添加状況



### 攪拌・混合状況



1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

### 3-8-3 底質の原位置固定（反転工法）

- 放射性セシウム濃度が比較的高い表層の泥土を固化材により固化した上で、放射性セシウム濃度の低い下層土を固化材で固化します。
- 表層及び下層土を原位置で反転させ、放射性セシウム濃度の比較的高い表層の土壌を下層に固定します。

#### 施工手順

##### ① 準備作業

仮設ヤード及び濁水処理設備を設置し、池内に仮回し水路及び工事用道路等の設置を行います。また固化材選定のための確認試験を行います。

##### ② 底質の改良・掘削・仮置き

表層部の泥土（底質）を固化材で改良後、所定の深さまで掘削して仮置きを行います。

##### ③ 下層土の改良・掘削・仮置き

下層土を固化材で改良後、所定の深さまで掘削して仮置きを行います。

##### ④ 埋戻し

仮置きしておいた改良済み表層土を先に埋め戻し、その上に覆土する形で改良済み下層土を重ねて埋め戻します（表層・下層の反転完了）。

#### 掘削状況



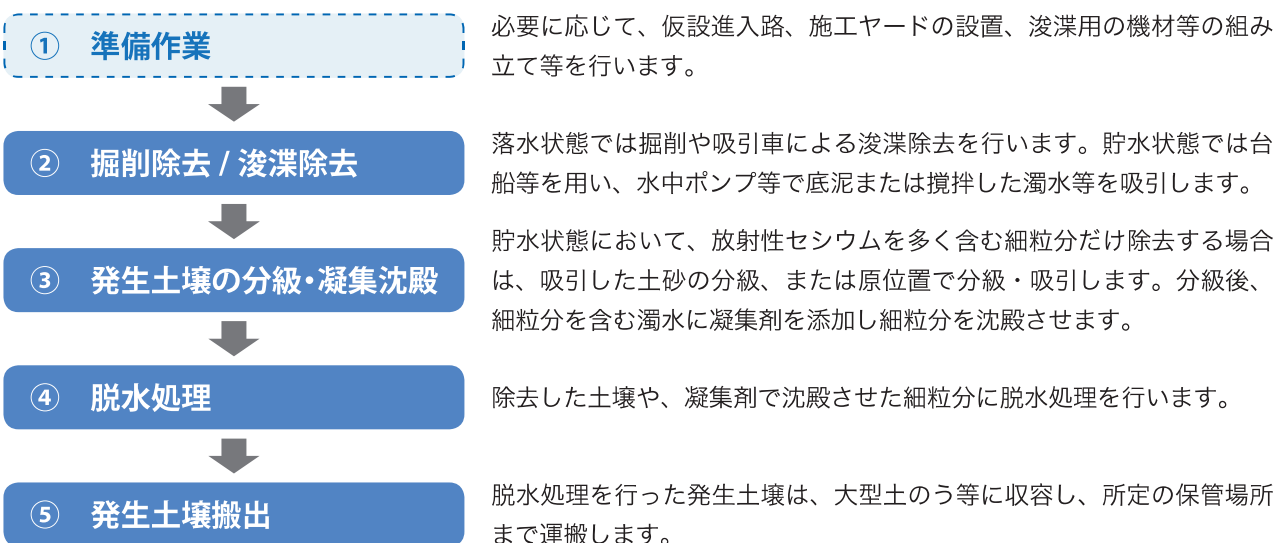
#### 固化材の混合状況



### 3-8-4 底質除去（掘削除去 / ポンプ等による浚渫除去）

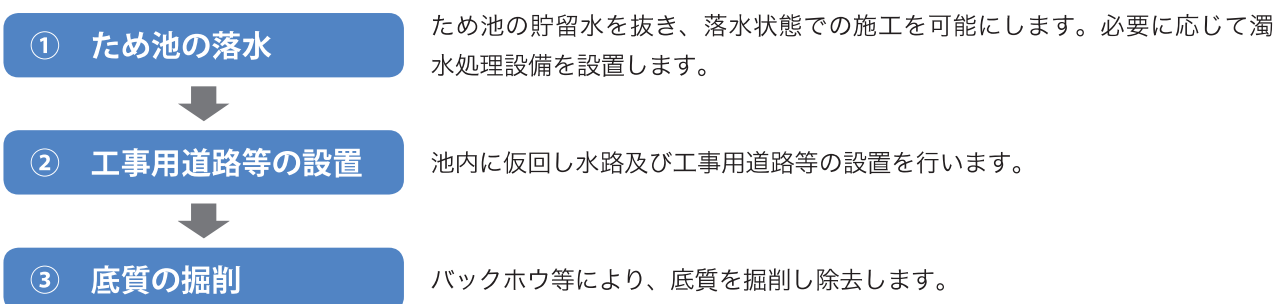
- 掘削や浚渫により底質を除去し、必要に応じて減容化を図った後、所定の保管場所まで搬出します。
- 底質除去は、①掘削除去やポンプ等による浚渫除去、②分級・凝集沈殿、③脱水処理と大きく3つの工程に分けられます。
- 現場条件や対策により発生する土壌の運搬・保管形態等に応じて、①～③の各工程で効果的かつ効率的となる工法を実施します。

#### 施工手順



#### A 掘削除去

#### 施工手順



1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## B 強力吸引車による浚渫除去

### 施工手順

#### ① ため池の落水

ため池の貯留水を抜き、バキュームポンプによる吸引が可能な高含水状態にします。必要に応じて濁水処理設備を設置します。

#### ② 底質のバキューム吸引

強力吸引車（バキュームカー）を池周辺に配置し、底質の浚渫・除去を行います。

#### ③ 発生土壌の運搬

除去した土壌を脱水処理施設まで強力吸引車により運搬します。

#### 強力吸引車(バキュームカー)による浚渫作業の状況



#### 実証事業で使用した強力吸引車(バキュームカー)



## C ポンプによる浚渫除去

### 施工手順

#### ① 台船、係留施設の設置

底質除去の対象範囲内の移動を可能とする係留設備（ワイヤー等）を利用して、施工区画に作業台船を固定します。

#### ② 底質のポンプ吸引

台船上から水中にポンプ機器を降ろし、底質を吸引します。

#### ③ 台船の移動(②・③繰り返し)

施工区画ごとに台船を移動させ、ポンプ機器による吸引作業を繰り返します。台船の位置は、台船上で直接操作する方法や、遠隔操作により無人の台船を操作する方法があります。

#### ④ 底質の移送

吸引した底質（泥水状態）は、濁水処理設備（分級、凝集沈殿、脱水）へポンプにより移送します。

ポンプ浚渫の状況



ポンプ浚渫の状況



直接操作による台船移動

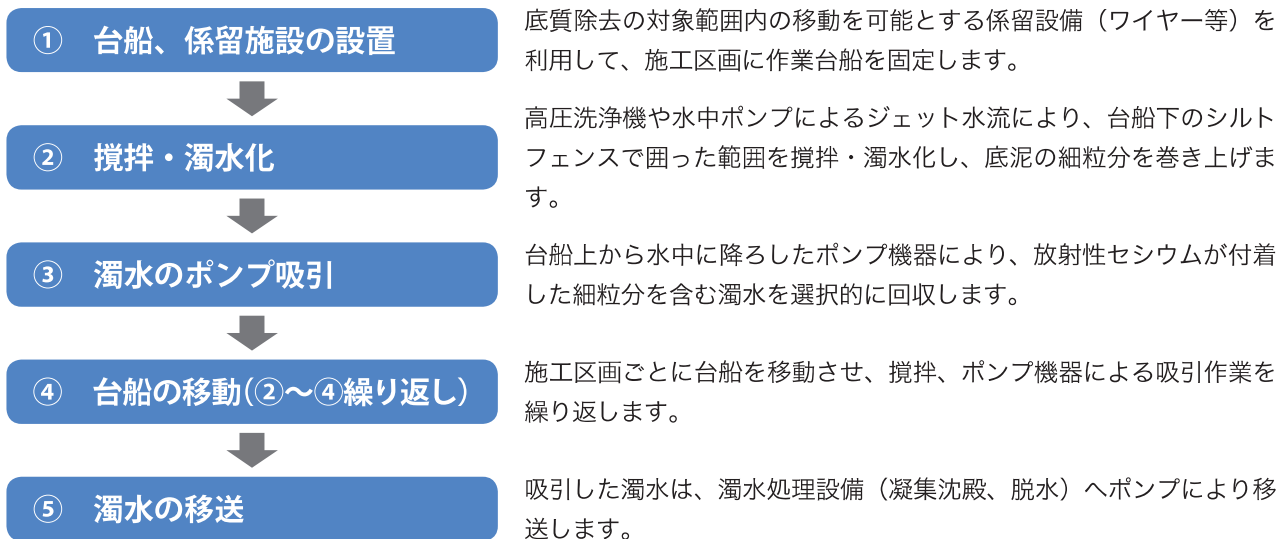


遠隔操作による台船移動



**D** ポンプによる浚渫除去／攪拌・分級一体処理

施工手順



1

ため池とは

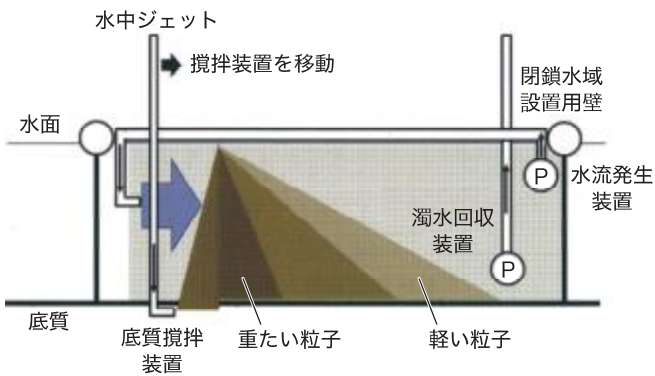
2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

### 攪拌除去のイメージ図



### 作業状況



## E ポンプによる浚渫除去／分級一体処理

### 施工手順

#### ① 台船、係留施設の設置

底質除去の対象範囲内の移動を可能とする係留設備（ワイヤー等）を利用して、施工区画に作業台船を固定します。

#### ② 吸引・分級

台船から池底にユニット設備を設置し、底泥の吸引と分級を一体的に行います。底泥中の粗粒分は洗浄して原位置の池底に戻し、細粒分を含む濁水は濁水処理設備へ移送します。

#### ③ 台船の移動（②・③繰り返し）

施工区画ごとに台船を移動させ、ユニット設備による吸引・分級作業を繰り返します。（作業は施工管理装置による遠隔操作）

#### ④ 濁水の移送

ユニット設備で吸引した濁水は、濁水処理設備（凝集沈殿、脱水）へポンプにより移送します。

### 原位置分級浄化装置搭載の作業台船



### 作業台船の遠隔操作状況



### 3-8-5 底質除去（分級・凝集沈殿）

- ポンプ浚渫（原位置における分級済みは除く）により吸引した底泥等を、細粒分と粗粒分（砂・レキ）に分級します。
- 分級後の細粒分は、凝集剤を添加攪拌し凝集沈殿作用により固液分離します。

#### 施工手順

##### ① 分級処理

振動ふるい機等により、粗粒分、細粒分に分級します。細粒分を含む濁水は、凝集沈殿槽に移送します。

##### ② 凝集沈殿処理

分級処理後の細粒分を含む濁水に凝集剤を添加後、攪拌混合処理を行い、上澄み水と細粒分に分離します。上澄み水は、放流水槽へ移送します。沈殿細粒分は、脱水処理機へ移送します。

### 3-8-6 底質除去（脱水処理）

- 濁水処理により凝集沈殿槽から回収した高含水の放射性セシウムを含む細粒分（フロック）や、掘削または強力吸引車による浚渫で除去された底質土壌を、自然式脱水や遠心力や圧力等の外力を加えた機械式脱水により脱水処理し、余剰水分を取り除き運搬・保管を行います。

#### 施工手順

##### ① 脱水処理

凝集沈殿後の細粒分や、発生した土壌を脱水処理し、余分な水分を分離（脱水）します。

##### ② 排水の処理

脱水過程で生じた排水は、濁水処理装置や凝集沈殿槽へ移送し、放射性物質の拡散につながらないよう処理を行います。

##### ③ 脱水土壌の管理

脱水した土壌は、大型土のう等へ収容し、重量及び土のう袋表面の線量を測定します。大型土のう等は、場内の一時仮置き場で保管するか、場外の保管場所へ搬出します。

#### ● 主な脱水処理の概要

方式	項目	処理概要
機械式脱水	スクリーデカンタ型遠心分離	デカンタ内のロングポールでの遠心力とスクリー回転の組み合わせにより固体と液体の分離脱水処理を行います。
	マルチドレーン真空脱水	濃縮泥を真空脱水機で濾過膜に吸着させ、自然乾燥により脱水します。
	フィルタープレス	密閉のろ過室内へ圧力ポンプ（打込圧0.5～0.7MPa）で給泥してろ過します。
	オリバー型真空脱水	真空発生用ドラムの表面に張付けたる布で吸引ろ過し、脱水を経てスクレppaにより脱水ケーキを剥離します。
自然式脱水	重力脱水	脱水カゴに設置した水切り大型土のうで濃縮泥の自重による一次脱水後、防水パンに静置し加圧による二次脱水を行います。
	袋詰脱水	透水性を有する袋に高含水の粘性土や軟弱な底質を詰めて脱水します。

スクリーデカント型遠心分離機（正面）



スクリーデカント型遠心分離機（側面）



マルチドレーン真空脱水：濾過膜に吸着した濃縮泥



マルチドレーン真空脱水：剥離直後の脱水ケーキ



フィルタープレス脱水装置



フィルタープレス脱水装置



オリバー型真空脱水装置



オリバー型真空脱水装置：固液分離後の脱水ケーキ



重力脱水：脱水カゴによる一次脱水



重力脱水：防水パンによる二次脱水



袋詰脱水：脱水袋への底質の充填作業



袋詰脱水：脱水養生中の状況



1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## 3-8-7 底質除去（発生する土壌の搬出）

- 対策により発生する土壌は、大型土のう等に収容して、中間貯蔵施設へ搬入するまでの間、除染の仮置場への搬入又は現場での一時保管を行います。
- 発生土壌等の収集・運搬・保管を行う場合は、除染関係ガイドラインに準拠した分別、保管容器への詰め込み、関係情報の記録・表示を行います。

### 施工手順

#### ① 大型土のうの空間放射線量率測定

発生時（現場仮置時）又は現場一時保管場所の範囲10m程度の各メッシュ毎に、中央付近の大型土のう上部より1mの高さ1点で測定します。また、大型土のう等の重量等を測定・記録します。

#### ② 識別票の取り付け

識別票（タグ）に上記①を含む必要事項を記入し、大型土のう等に取り付けます。

#### ③ 積み込み

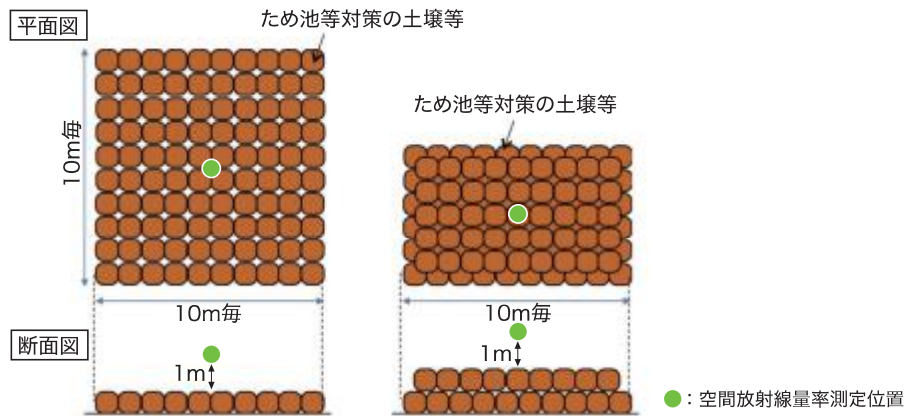
大型土のう等は場内に一時仮置きした後、クレーン等でダンプトラックに積み込みます。

#### ④ 車両の空間放射線量率の測定

積み込を終えたダンプトラックの表面から1m離れた位置での空間放射線量率が100  $\mu$ Sv/hを超えないことを確認します。

#### ⑤ 搬出

ダンプトラックにより所定の保管場所へ搬出します。

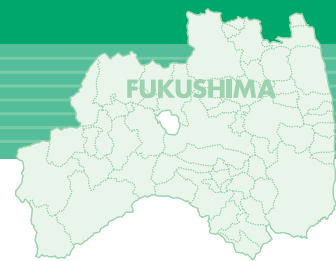


現場一時保管場所にて、フレコンバックをブルーシートで保護



積み込み（場外搬出）





## 効果の確認

- 放射性物質対策実施前後に、その効果を確認するため、周辺の空間放射線量率、ため池等の水質、底質の放射性セシウム濃度等の測定を行います。
- 測定結果に基づく効果の確認は、対策工法の目的に応じた方法で行います。

### ● 対策の効果確認方法

対策	確認項目 (測定項目)	測定地点
1. ため池取水後の施設管理への影響を低減する対策	水質 (放射能セシウム濃度、浮遊物質等)	取水工直下流
2. 池底の土砂上げ作業等への影響を低減する対策	底質 (放射性セシウム濃度、底質表面線量等)	対策範囲内
3. かんがい水による作物への影響を低減する対策	溶存態の放射性セシウム濃度	貯水池内
4. ため池の日常管理への影響を低減する対策	空間放射線量率等	対策範囲内

### 「ため池取水後の施設管理への影響を低減する対策」における効果の確認

- 対策として、ゲート操作による濁水を避けた取水、取水工の変更、水塊隔離、吸着除去、流入抑制工、他水源への転換、底質被覆、底質の原位置固定、底質除去があります。
- 施工前後、取水後の用水の放射性セシウム濃度等を測定します。
- なお、工法の特性上、試験施工や施工の途中段階において、用水の放射性セシウム濃度（これに類するものも可（例：浮遊物質））の測定が可能な場合は、施工による効果発現状況を把握します。

### 「池底の土砂上げ作業等への影響を低減する対策」における効果の確認

- 対策として、他水源への転換、底質除去があります。
- 底質除去対策では、施工前後において、底質の放射性セシウム濃度等を測定します。
- なお、工法の特性上、試験施工や施工の途中段階において、効果確認のため底質の放射性セシウム濃度（これに類するものも可（例：底質表面線量、空間放射線量率））の測定が可能な場合は、施工による効果発現状況を把握します。

## 「かんがい水による作物への影響を低減する対策」における効果の確認

- 対策工法として、吸着除去、流入抑制工、他水源への転換、底質被覆、底質の原位置固定、底質除去があります。
- 施工前後において、ため池貯留水中の溶存態の放射性セシウム濃度を測定します。
- なお、工法の特性上、試験施工や施工の途中段階において、貯留水中の溶存態の放射性セシウム濃度を測定可能な場合は、施工による効果発現状況を把握します。

## 「ため池の日常管理の影響を低減する対策」における効果の確認

- 対策として汚染源となる場所の除草や被覆等を行う場合は、日常管理の範囲（堤体及び周辺）の施工前後において、空間放射線量率等を測定します。
- なお、施工の途中段階で効果の発現状況を把握します。

1

ため池とは

2

ため池の放射性物質による影響

3

ため池の放射性物質対策

## お問い合わせ

---

- 農林水産省 東北農政局 農村振興部 福島復旧復興担当  
(ため池の放射性物質対策の相談ホットライン)

〒980-0014 仙台市青葉区本町三丁目3番1号

TEL. 022-266-9512 FAX. 022-223-3059

- 福島県 農林水産部 農地管理課

〒960-8670 福島県福島市杉妻町2-16

TEL. 024-521-7419 FAX. 024-521-7943