

ため池に蓄積した放射性物質の対策技術実証について

Evaluation of the Usefulness of New Technology Proposed to Remove or Fix Radioactive Material Existing in Irrigation Ponds

野内 芳彦[†] 先崎 秋実^{††} 佐々木 公弥[†] 半谷 祥二[†]
 (NOUCHI Yoshihiko) (SENZAKI Shumi) (SASAKI Kimiya) (HANGAI Shouji)

I. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災に起因する福島第一原子力発電所の事故により、大気中に放出された大量の放射性物質は、福島県を中心に広範囲にわたって拡散し、深刻な放射能汚染もたらされた。放出された放射性物質は大気中からの降下や集水域の降雨などにより農業用ため池に流入して蓄積した。福島県が実施したため池のモニタリング調査では放射性物質を含む底質が確認された。

ため池の放射性物質対策は、これまで知見の蓄積が乏しかったことから、福島県は、放射性物質の影響を把握・軽減するための取組みを始めることとなった。

福島県は農林水産省が平成24年度に創設した「ため池等汚染拡散防止対策実証事業（以下、「実証事業」という）を活用して、ため池の底質や貯留水の放射性物質濃度を測定するモニタリング調査や放射性物質対策を進める上で不可欠となる対策技術を確認するための技術実証を行ってきた。そこで本報では、これまで福島県が農林水産省や市町村などと協力しながら取り組んできたため池のモニタリング調査や放射性物質対策技術実証について報告する。

II. ため池のモニタリング調査

1. 調査概要

ため池に蓄積した放射性物質の主な影響としては、作物への移行のほか、ため池や用水路の維持管理作業への支障が挙げられる。

福島県と農林水産省は、農業用ため池の底質および貯留水の放射性物質濃度について、県内の全域的な分布状況を把握するため、県内ため池3,730カ所の約8割に当たる2,956カ所のため池の放射性物質のモニタリングを行った(表-1)。また、国営事業によって造成された基幹的用水路についてもモニタリングを実施した。

表-1 モニタリング調査実施数(カ所)

区 分	平成25年度	平成26年度
①ため池	1,939	2,956
避難指示区域外	1,651	2,649
避難指示区域内	288	307
②基幹的用水路	23	23

表-2 溶存態セシウム調査結果

	溶存態 (検出箇所数および最大値)	
	平成25年度調査	平成26年度調査
全 体	38カ所 11 Bq/ℓ	32カ所 9 Bq/ℓ
避難指示区域外	2カ所 8 Bq/ℓ	検出限界値未満 (検出限界値1 Bq/ℓ)
避難指示区域内	36カ所 11 Bq/ℓ	32カ所 9 Bq/ℓ

2. 調査内容および範囲

モニタリング調査のうち避難指示区域外のため池については主に福島県が調査を行い、避難指示区域内^{注)}のため池については主に東北農政局が調査を行った。また、基幹的用水路についても東北農政局が調査を行った。

3. 調査結果概要

ため池の貯留水および底質の検出箇所数および最大値は以下のとおりである(表-2, 3)。

平成26年度モニタリング結果は、

- ① 貯留水中に含まれる溶存態セシウム(作物が直接吸収できるセシウム)は、避難指示区域外では未検出であり、避難指示区域内では32カ所で検出され、その最大値は9 Bq/ℓであった。
- ② 底質の放射性セシウム濃度の最大値は、避難指示区域外では22万 Bq/kg-dry、避難指示区域内では69万 Bq/kg-dryであった。

注) 南相馬市原町区の一部、南相馬市小高区、広野町を除く双葉郡、相馬郡飯館村

[†]福島県農林水産部農地管理課

^{††}福島県南農林事務所



ため池、放射性物質、溶存態セシウム、底質、減容化、プラスチック・シンチレーション・ファイバー、懸濁態

表-3 底質調査結果

	底質 (8,000 Bq/kg-dry 超箇所数および最大値)	
	平成 25 年度調査	平成 26 年度調査
全 体	576 カ所 (30%) 39 万 Bq/kg	730 カ所 (25%) 69 万 Bq/kg
避難指示区域外	464 カ所 (28%) 37 万 Bq/kg	560 カ所 (21%) 22 万 Bq/kg
避難指示区域内	112 カ所 (39%) 39 万 Bq/kg	170 カ所 (55%) 69 万 Bq/kg

- ③ 底質の放射性セシウム濃度が 8,000 Bq/kg-dry 超のため池数は、避難指示区域外で 560 カ所、避難指示区域内で 170 カ所であった。

III. 放射性物質対策の技術実証

1. 放射性物質測定技術

ため池に蓄積した放射性物質の濃度分布はため池ごとに大きく異なることが明らかとなった¹⁾。また、ため池内の濃度分布を正確に把握し、除去などの対策を行う範囲を定めることは、対策の工期や経費を圧縮することが可能となり、効果的な対策の展開を図る上では不可欠である。このため、福島県は実証事業の中で福島県土地改良事業団体連合会および(独)日本原子力研究開発機構と連携し同機構が開発した技術を応用し、放射性物質測定技術の確立を併せて行った。具体的には、放射線の入射で発光するプラスチック・シンチレーション・ファイバー (PSF) というひも状の素材を活用し、ため池底の汚染状況を原位置で直接測定し、放射後の入射位置と強度から、放射能分布マップを作成する技術を確立した。これにより、池の水を空にすることなく放射性物質濃度の高い範囲を特定することが可能となり、除去などの対策工実施前後の効果評価も容易に行えるようになった²⁾。

2. 放射性物質の影響を軽減する技術

放射性物質による影響軽減の直接的な対策技術としては、①除去技術、と②流出抑制技術、が挙げられる。

(1) 除去技術 ため池に蓄積した放射性物質について、福島県は実証事業開始当時、除染対象物として位置付けることを求めていたことから、これらの除去技術を中心に実証を進めることとした。

除去技術の実証に当たって考慮したことは、確実に放射性物質を除去できる技術であることに加え、除去した底質の仮置き場や今後決定されるであろう最終処分方法は、保管容量が限定されることが想定されたため、底質の除去に当たっては可能な限り発生量を少なくする減容化技術を有しているかということに重視した。

原発事故後、放射性セシウムの動態についての研究

が緊急的に進められた結果、放射性セシウムは粘土・シルトなどの細粒分に強力に吸着し、砂・礫などの粗粒分への吸着特性が低いことが明らかになった。福島県は、その特性に着目し、除去する底質のうち粘土・シルトなどの細粒分を選択的に除去する技術の実証を行った。

(2) 流出抑制技術 ため池の放射性物質をため池内にとどめておきながら放射性物質の影響を軽減させる流出抑制技術について考慮したことは、放射性物質を含んだ土粒子など(懸濁態)をいかに低減できるかということであった。

この方策としては、①取水施設を改修して懸濁態の少ない表層取水を行う、②水上から水中にカーテンを設置して懸濁態の浮遊を抑制する、③堆積した底質を固化する、などの工法が考えられる。

①については、老朽化した取水施設を斜樋構造に改修するなど、農業土木の従来のため池改修技術が活用できた。

②については、水面に浮くフロートにポリエステル製のカーテンを付けた汚濁拡散防止フェンスを、貯留水内の縦断方向に設置することにより、出水時に流入してくる懸濁態が池敷内での浮遊することを制御する実証を行った。

③については、地盤改良技術を応用して、ため池の底質をセメント系固化材で固めて、放射性物質の流出を防止する技術の実証を行った。

3. 福島県が技術実証を行った主な事例

福島県では、ため池の放射性物質対策技術を確立するため平成 25 年度から 26 年度の 2 年間で 40 カ所 17 種類の技術実証を行った。そのうち、公募技術実証事業により実証を行った 4 技術について紹介する。

(1) 除去技術

【底泥分級減容化工法】(図-1)

① 技術の概要

底質土を「分級スカート付き攪拌ポンプ」で吸引して、小型の水処理プラントと脱水機を使用し、ゴミ、砂、水、脱水土に分離回収する工法。

② 実証結果

○放射性セシウム ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$) の濃度
(3 地点の平均値, Bq/kg-wet)

・対策前: 3,467 → 対策後: 1,518

・除去率: 56%

○除去土の減容化

・減容化前: 45.0 m³ → 減容化後: 15.7 m³

・減容化率: 65%

○対策後の貯留水の溶存態セシウム濃度

^{134}Cs : ND (検出下限値 1 Bq/l)

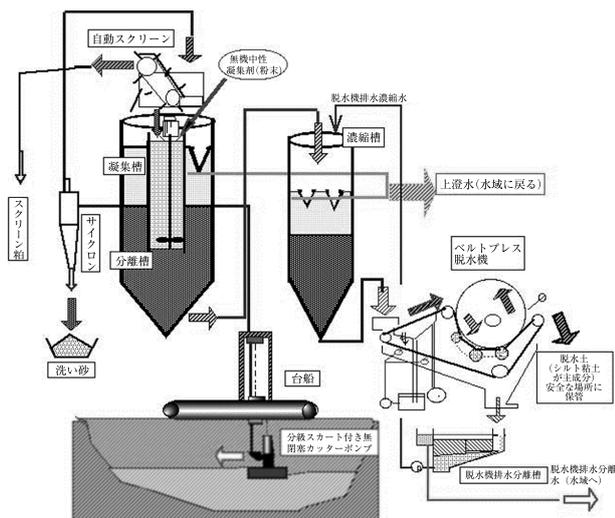


図-1 底泥分級減容化工法イメージ図

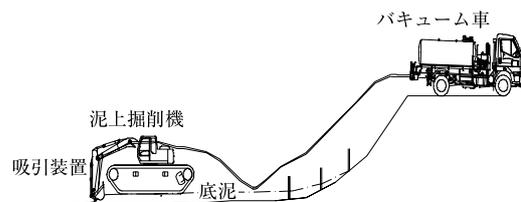


図-2 袋詰脱水処理工法イメージ図



写真-1 底泥の袋詰状況

^{137}Cs : ND (検出下限値 1 Bq/ℓ)

③ 実用性の評価

装置がコンパクトで低騒音であること、狭い場所でも施工可能であること、作業ヤードが小さくて済むことから、多くのため池で実用可能な技術である。

吸引能力を強化し、吸引深度の施工管理精度を高めることでより実用可能な技術となる。

【袋詰脱水処理工法】(図-2, 写真-1)

① 技術の概要

透水性を有する袋に高含水のため池の軟弱な底質を詰めて脱水し、減容化するとともに、袋ごと運搬・積重ね・貯蔵・保管する工法。

② 実証結果

○放射性セシウム ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$) の濃度

(3 地点の平均値, Bq/kg-dry)

・対策前: 7,360 → 対策後: 434

・除去率: 94%

○除去土の減容化

・減容化前: 150.0 m³ → 減容化後: 140.8 m³

・減容化率: 6.1%

○対策後の貯留水の溶存態セシウム濃度

^{134}Cs : ND (検出下限値 1 Bq/ℓ)

^{137}Cs : ND (検出下限値 1 Bq/ℓ)

③ 実用性の評価

排出土の池内保管が可能な条件下では袋の使用は有効であるが、広い作業ヤードが必要になるため適用できるため池は限られる。袋脱水に使用する袋の放射性物質の残留性、耐久性は良いが、排水性に関し、粘土分まで分離可能である反面、低温環境下では脱水速度が遅くなる。

(2) 流出抑制技術

【多機能型シルトフェンスによる底泥流出防止と表層水選択取水技術】(写真-2)

① 技術の概要

水位変化に追従し、常に表層水を下流に流下させる機能を持つシルトフェンスを配置し、放射性物質の流出を最大限抑止する工法。

② 実証結果

本技術については、大雨時など、大量の出水が発生した際に効果を検証する必要があるが、平成 26 年度の実証期間内に効果検証が可能な出水が発生しなかったため、平成 27 年度も引き続き効果の検証を行っていく。



写真-2 シルトフェンス設置状況

【貯留水の急速浄化排水と底泥固化による放射性物質の流出防止技術】(写真-3)

① 技術の概要

濁度管理による貯留水排水の自動制御を行い、水処理を効率的に行うとともに、汚染汚泥の巻き



写真-3 セメント系固化剤

上がり防止のため、底泥をセメントによって改良・固化する工法。

② 実証結果

○施工後における放射性セシウムの溶出
JIS-K0052（養生期間3日），環境省告示46号（養生期間3日）ともに下記の値

^{134}Cs : ND (<1 Bq/l)

^{137}Cs : ND (<1 Bq/l)

○検体の形状崩壊の有無

攪拌試験（200 rpm, 24時間）

・改良前濁度指数：5,500

・改良後濁度指数：1以下

③ 実用性の評価

バックホウによる施工が可能であり多くのため池で実用可能な技術である。

底泥の放射性廃棄物の発生・搬出が少なく施工できるため、仮置き場が確保できない場合に有利である。

IV. おわりに

福島県は、農林水産省、市町村、土地改良区などの協力を得てモニタリング調査、技術実証を行うことができた。これらの結果は平成27年3月に農林水産省が公表した「ため池等放射性物質対策技術マニュアル」に反映された。また、市町村が事業主体となって

本格対策が行える「福島再生加速化交付金」も創設された。

福島県は、これらの制度・技術を効果的に運用し原子力災害からの克服および農業の振興を図り、安全・安心な農林水産物の提供のために積極的に取り組んでいく。

引用文献

- 1) 柵木 環, 青山健治, 二平 聡, 菊池裕貴, 福田 晃: ため池等農業水利施設の放射能汚染の実態と対策, 水土の知 83(8), pp.3~18 (2015)
- 2) 佐瀬隆聡: 池底放射線濃度の面的測定技術確立に向けて, 水土の知 82(8), pp34~35 (2014)

[2015.7.2.受理]

略 歴

野内 芳彦 (正会員・CPD 個人登録者)



1958年 福島県に生まれる
1980年 新潟大学卒業
2014年 福島県農林水産部農地管理課
現在に至る

先崎 秋実



1968年 福島県に生まれる
1991年 岩手大学卒業
2015年 福島県南農林事務所
現在に至る

佐々木 公弥



1981年 福島県に生まれる
1999年 福島明成高等学校卒業
2014年 福島県農林水産部農地管理課
現在に至る

半谷 祥二



1970年 福島県に生まれる
1993年 岩手大学卒業
2015年 福島県農林水産部農地管理課
現在に至る