

ため池等農業水利施設の放射能汚染の実態と対策

The Actual Situation and Measures for Radioactive Contamination of Irrigation Facility Containing Irrigation Pond

柵 木 環[†] 青山 健 治^{††} 二 平 聡^{†††}
 (MASEGI Tamaki) (SEIYAMA Kenji) (NIHIRA Satoshi)
 菊 池 裕 貴^{††} 福 田 晃^{††}
 (KIKUCHI Yuuki) (FUKUDA Akira)

I. はじめに

福島県は、東日本大震災の地震、津波による被害のみならず、東京電力（株）福島第一原子力発電所の事故による災害により、放射性物質による深刻かつ多大な被害を受けている。

このため、除染特別地域や汚染状況重点調査地域を対象に、宅地や農地等の除染が進められているが、ため池や水路等農業水利施設にも放射性物質が堆積しており、それによる利用・管理への支障が生じていることから、農林水産省は福島県、市町村、土地改良区等の協力のもと、農業水利施設の放射能汚染の実態を把握するとともに、影響を低減する対策について検討を進めてきた。

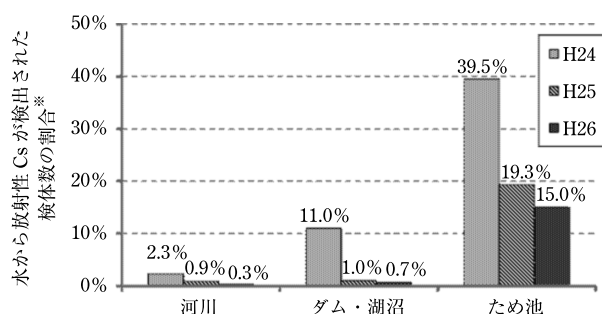
本報では、これまでの放射性物質調査結果をもとに、農業水利施設の汚染や利用管理への支障の実態を報告するとともに、放射性物質による影響を低減する対策の取組みについても紹介する。

II. 放射性物質による農業水利施設への影響

1. 農業水利施設の放射能汚染の実態

(1) 水質 農業用水の水源となる河川、湖沼等の水の放射性セシウム濃度については、環境省が平成 23 年 9 月より公共用水域の水質等のモニタリングを実施し、その結果を公表している。水から放射性セシウムが検出（検出下限値 1 Bq/l）される割合は年々低下し、河川、湖沼、ダムにおいてはほとんど不検出の状況となっている（図-1）。農業用ため池についても検出割合は年々低下しているものの、浜通り地域のため池で放射性セシウムが検出される状況が続いている。

農林水産省および福島県においても、福島県内の農業用ため池の水質等について、環境省のモニタリング方法を参考に平成 24 年から調査を実施している。



※環境省による水環境放射性物質モニタリングの測定結果（速報）をもとに各年度の検出検体数および総検体数から検出の割合を算出。ダム・湖沼・ため池については表層のデータを使用。

図-1 福島県・公共用水域における水の放射性セシウム検出状況

平成 25 年、26 年には、福島県内のため池の汚染実態を把握するため、避難指示区域を含む広い範囲で水質調査を実施した（平成 25 年は 1,819 カ所、平成 26 年は 2,576 カ所）。貯留水中の放射性セシウムについては、灌漑期を中心にため池取水口地点において貯留水を採水し分析を行い、放射性セシウムが検出された場合は 0.45 μm のフィルターでろ過した後のろ液についても分析し、溶存態放射性セシウムの有無について確認を行った。平成 25 年、26 年とも調査したため池の測定結果（1,782 カ所）の概要を図-2 に示す。

避難指示区域外においては 95% 以上のため池で検出下限値（¹³⁴Cs、¹³⁷Cs とも 1 Bq/l）未満であった。放射性セシウムが検出されたため池でもろ過後のろ液についてはほとんどが検出下限値未満であり、検出された放射性セシウムについては土粒子や有機物に吸着している懸濁態であると考えられた。一方、避難指示区域内においては、7 割程度のため池において検出下限値未満であったが、調査箇所全体の 1 割程度のため池においてろ過後のろ液から溶存態の放射性セシウムが確認された。

[†] 農村振興局整備部農地資源課農地・水保全管理室

^{††} 農村振興局整備部防災課災害対策室

^{†††} 農村振興局農村政策部農村環境課



ため池、放射性セシウム、水質、底質、管理実態、放射性物質対策、モニタリング

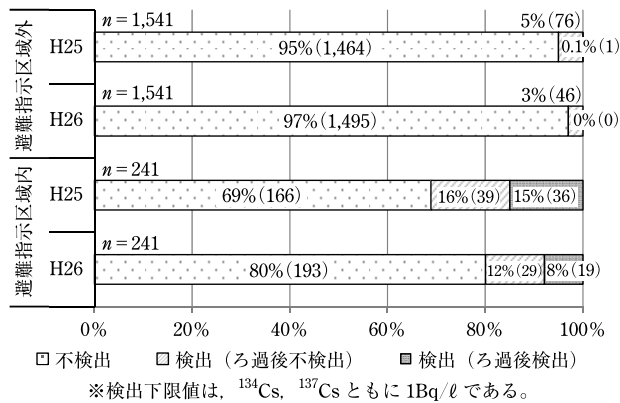


図-2 福島県内の農業用ため池における貯留水の放射性セシウム検出状況

用水中の放射性セシウムについては、主に土粒子等に付着したもの（懸濁態）とイオンとして浮遊しているもの（溶存態）が存在する（図-3）。水稻との関係を見ると、溶存態の放射性セシウムは作物が直接吸収できるのに対して、懸濁態の放射性セシウムは作物が直接吸収しにくく、作物への移行は基本的に小さい。

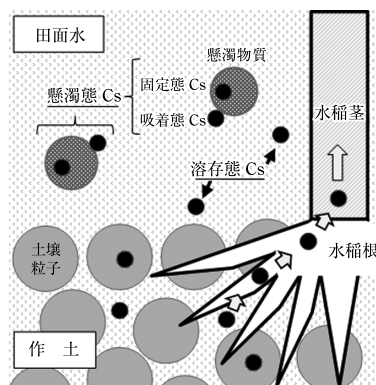


図-3 水中のセシウムの形態（イメージ）¹⁾

福島県内におけるこれまでの調査によって、農業用水中の放射性セシウムは通常は検出下限値未満であること、大雨時などの濁水では懸濁態のセシウムにより濃度上昇が見られることはあるが一時的であること、濁水をろ過した水に含まれる溶存態の放射性セシウムは検出下限値未満であることが確認されており、用水についてこのような水質の状況であれば作物への影響は小さいと考えられている¹⁾。

一方で、溶存態放射性セシウムについては、溶存態が検出された農業用水を実際の圃場で使用している事例は確認されておらず、作物影響については知見が不十分な状況にあり、慎重な対応が必要と考えられる。

平成26年の調査において貯留水中から溶存態の放射性セシウムが検出されたため池について、溶存態の濃度と当該ため池の底質の放射性セシウム蓄積量とを

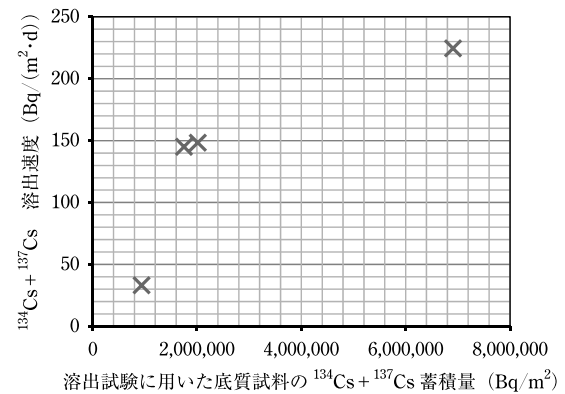


図-4 溶出試験の結果：底質の放射性Cs蓄積量と溶出速度の関係

比較すると、底質の蓄積量が多いほど水中の溶存態濃度が高くなる傾向が確認された。また、貯留水中から溶存態の放射性セシウムが検出されたため池のうち、水中の溶存態放射性セシウム濃度、底質の放射性セシウム蓄積量の異なる4カ所のため池で採取した底質試料を用いて濱田らの方法²⁾で溶出試験を実施したところ、底質の放射性セシウム蓄積量が高いほど溶存態放射性セシウムの溶出速度が大きくなることが確認され（図-4）、貯留水中の溶存態放射性セシウムが底質からの溶出により供給されている可能性が示唆された。濱田らは、底質からの放射性セシウムの溶出が貯留水の放射性セシウム濃度に与える影響については、ため池貯留水の回転率を考慮する必要があることを示している²⁾。現時点では、避難指示区域内については貯留水がほとんど利用されず、回転率が低下しているため池が比較的多いことが想定される。また、管理ができないため、二次災害防止の観点から水を落とした状態（低水位）で維持しているため池もあり、貯留水に対する底質の影響が大きくなっていることも想定される。このようなことが、避難指示区域内において貯留水中から溶存態放射性セシウムが確認されるため池の割合が高くなっている理由である可能性も考えられる。貯留水中から溶存態放射性セシウムが検出された場合、対応等を検討する上で、その起源や動態を把握することは重要であり、作物への影響等も含めて、さらに知見を深めていくことが必要である。

濁水に含まれる懸濁態の放射性セシウムについては、作物への影響は小さいと考えられるものの、取水した場合、下流水路等に放射性セシウムを含む土砂を堆積させてしまい、水路の泥上げ等に支障が発生する可能性がある。

貯留水中の懸濁態の放射性セシウムについては、これまでの調査では、降雨に伴いたため池への流入水中の懸濁物質濃度および放射性セシウム濃度が上昇するも

の、貯留水については検出下限値未満が検出されても低い濃度であった³⁾。また、検出された場合のその起源については、集水域からの流入水中の懸濁物質の増加や風の影響などによる底質の巻き上げであることが確認されている³⁾。ため池における懸濁態放射性セシウムの動態については、流域の土地利用状況やため池の形状等、ため池ごとに異なり、濁りの発生が多く見られるため池においては、流入水や貯留水の連続観測等により下流水路等への影響の程度を確認する等、的確な調査を行うことが重要である。

(2) 底質 水質と同様に、避難指示区域を含む広い範囲で底質調査を実施した(平成25年は1,938カ所、平成26年は2,954カ所)。調査は、ため池の取水口地点の池底表層10cm程度までの底質をエクマンバージ採泥器で3回採取し、均一に混ぜ合わせた試料の放射性セシウム(^{134}Cs , ^{137}Cs)濃度を測定している。平成25年、26年とも調査を実施したため池の測定結果(1,933カ所)の概要を図-5に示す。避難指示区域内外を比較すると、避難指示区域内のため池は、底質から高濃度の放射性セシウムが検出される割合が高かった。また、平成25年と26年の比較では、避難指示区域外では顕著な差は見られなかったが、避難指示区域内では、高濃度の割合が大きくなった。その要因は、明確になっていないが、底質濃度の鉛直および水平方向の分布幅が大きいことや、洪水等による池内の底質の移動が影響していると考えられるほか、集水域の放射性物質がため池に流入し蓄積していることも考えられる。

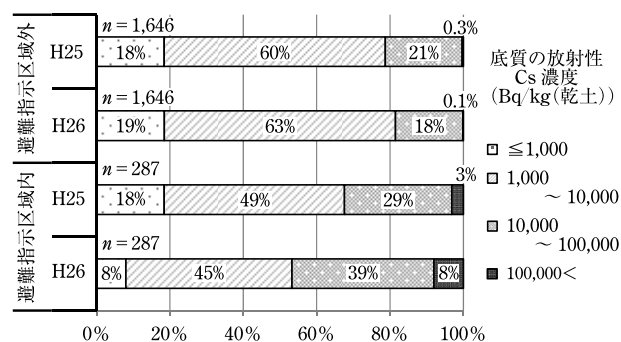


図-5 底質調査の結果

たとえば、K池の底質の放射性セシウム濃度の鉛直および水平の分布状況を調べた結果を図-6に示す。鉛直方向は、深さ20cmまでの底質を柱状採泥し、5cm単位に区分して ^{134}Cs , ^{137}Cs 濃度を測定し、水平方向は、池底のPSF(プラスチックシンチレーションファイバ)測定⁴⁾を行い、その結果から深さ10cmの底質濃度に換算している。図-6のとおり、水平方向

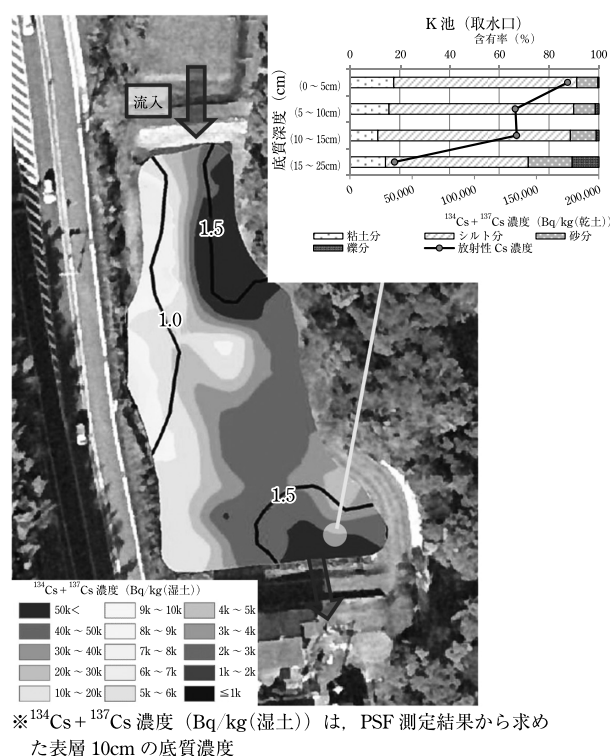


図-6 ため池内の底質の放射性セシウム濃度分布

では取水口等の深部や流入部に、垂直方向では表層に底質から比較的濃度の高い放射性セシウムが検出された。

また、100,000 Bq/kg 超の底質が確認されたため池14カ所を抽出し、周辺の地表の放射性セシウム蓄積量⁵⁾と比較したところ、集水域の森林率が高い(6割以上)ため池では、底質の放射性セシウム蓄積量が周辺と同等またはそれ以下のため池が多く、森林率の低い(3割以下)ため池では、周辺に比べ、底質の放射性セシウム蓄積量が多い傾向が見られた(図-7)。

(3) 空間線量 水質や底質と同様に、空間線量率の調査を避難指示区域を含む広い範囲で実施した(平成25年は1,939カ所、平成26年は2,956カ所)。測定は、ため池の取水口地点付近の堤体天端の地上1m地点で実施した。平成25年、26年とも調査を実施したため池の測定結果(1,935カ所)の概要を図-8に示す。避難指示区域内のため池の空間線量率は、避難指示区域外よりも高い割合が大きいが、平成25年と平成26年では明確な差はなかった。

一方、避難指示区域外は、平成26年は空間線量率が低い割合が大きくなった。このことは、風雨などの自然現象によって生じるウェザリングやため池周辺の除染が進んでいることも要因の一つと考えられる。

2. 農業水利施設への利用・管理の実態

(1) ため池管理者等への聞き取り調査 福島県内の避難指示区域外のため池83カ所において、福島第一

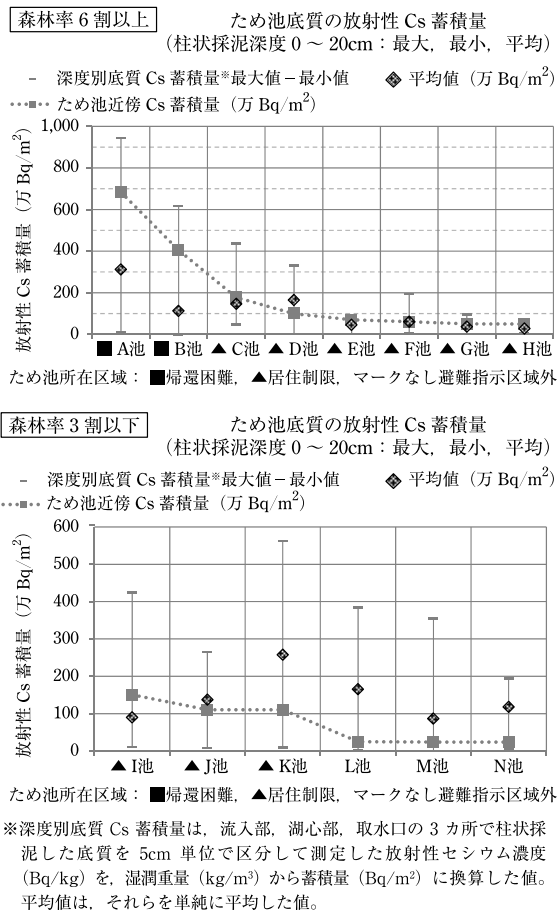


図-7 ため池底質と周辺地表の放射性セシウム蓄積量の比較

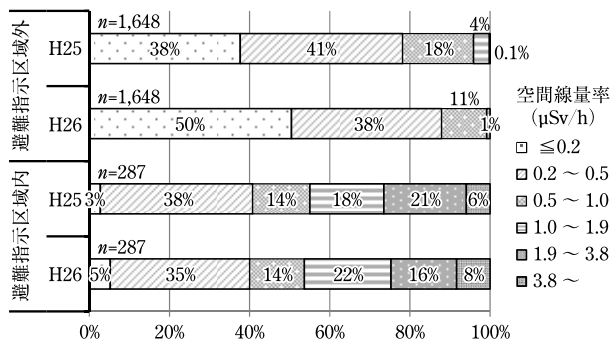


図-8 ため池の取水口地点付近の地上 1 m 地点の空間線量率

原子力発電所事故以降のため池の利用・管理にどのような支障や負担が発生しているか、また、避難指示区域内(飯館村)のため池 15 カ所において、原発事故以前のため池の利用・管理を把握することで営農再開に当たって、どのような支障や負担が発生するおそれがあるかを把握するため、管理者等から利用・管理実態の聞き取りを行った。

(2) 放射性物質の堆積による影響 避難指示区域外のため池 83 カ所の聞き取り調査結果から、以下のこ

とが明らかになった。

① 57 カ所 (69%) のため池において、貯水管理や取水管理、取水口周り等の土砂を除去するなどの作業が従来どおりにできず、管理作業に支障が生じている (図-9)。

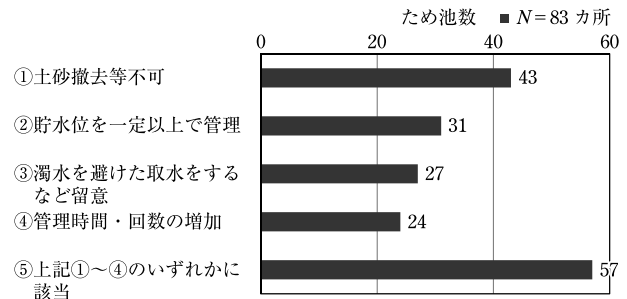


図-9 ため池の管理の実態 (原発事故以降)

② 取水口周り等の土砂除去等について、定期的または不定期に実施していったため池は、47 カ所あり、うち 43 カ所 (91%) は福島第一原子力発電所事故以降に土砂除去等ができていない。そのうち、14 カ所 (33%) がすでに取水等に支障を来している (図-10)。

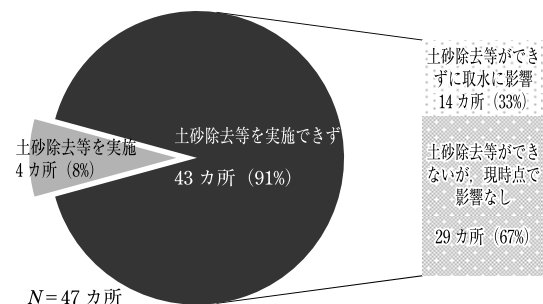


図-10 ため池の取水口周り等の土砂除去等の実態と弊害

また、避難指示区域内のため池 15 カ所の聞き取り調査の結果は以下のとおりである。

③ 取水や貯水機能を確保するため、毎年~10 年に 1 回程度、土砂吐ゲート等により排砂していたため池は 15 カ所中 10 カ所 (図-11)。

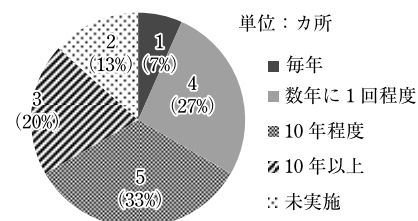


図-11 ため池の取水口周り等の土砂除去等の実態

調査の結果、避難指示区域外の 57 カ所のため池で、

福島第一原子力発電所事故以降、管理作業に負担や支障が生じている。一方、避難指示区域内においては、15カ所中10カ所のため池で定期的に排砂を行っており、利用再開に向けて、排砂が必要なため池において、高い放射性セシウムを含む土砂が堆積している場合は、この作業に支障が生じるおそれがある。

III. 福島県における農業水利施設の放射性物質対策

1. ため池等の放射性物質対策

(1) 放射性物質対策への取組み 環境省が実施する農業水利施設の「除染（放射性物質汚染対処特措法に基づく、土壌等の除染等の措置をいう）」については、生活空間において受ける放射線の量を低減することを目的としていることから、一部の農業水利施設（ため池等）は除染の対象となっておらず、営農再開に向けた一つの課題となっていた。

このため、農林水産省において、これまで得られた知見等を踏まえ、営農再開・農業復興の観点から、農業水利施設の「放射性物質対策」に取り組むこととなったところである。

(2) 農業水利施設の対策について 農業水利施設の放射性物質対策については、放射性物質濃度が高い福島県の浜通り、中通りの市町村において、高い濃度の放射性物質により利用や維持管理上支障のおそれがある場合に対策に取り組むこととしている。

対策に当たっては、個々の農業水利施設の利用や管理実態を十分に把握し、必要性を判断した上で実施することが重要である。このため、地元事情に精通している市町村、土地改良区等が事業実施主体となり対策に取り組むこととしており、農林水産省としては、対策を推進するため、福島県と連携を図りながら技術的指導等を行うこととしている。

(3) 現在の取組み状況 市町村等が円滑に対策に取り組めるよう、平成26年11月にため池の放射性物質対策技術マニュアル「基礎編」を公表し、平成27年3月に、「設計・施工編」を含む全体版として、対策のための調査計画、設計施工の考え方や手順、留意点等を取りまとめた「ため池の放射性物質対策技術マニュアル」を策定・公表した³⁾。

現在（平成27年5月末時点）、5市町村において、ため池の放射性物質対策の基礎調査に取り組み、対策の必要性を検討しているところであり、今後、本マニュアルを活用して対策に取り組む市町村等の増加が見込まれる。

(4) 技術マニュアルに示した対策の内容 「ため池の放射性物質対策技術マニュアル」では、表-1のとおり、対策の目的を4つに分け、それに応じた対策の分類を7つ設けたうえで、10の対策区分を示した。

具体的な対策の内容については、①懸濁態放射性セシウムの取水を抑制するためのゲート操作や取水口の変更といった取組み、②底質の放射性セシウムからの影響を抑制するための底質の被覆や除去といった取組み、③管理範囲の空間線量を低減させるための表土の被覆や堆積有機物等の除去といった取組みを紹介している。

(5) 対策を実施するに当たって 農業水利施設のうちため池については、流域、規模や構造等により放射性物質の堆積実態が異なっていると同時に、利用や管理実態も異なるため、画一的な対策が困難である。また、費用や仮置場確保等の問題もあり、放射性物質が吸着した土壌等をすべて除去することが困難であるなどさまざまな課題がある。

このため、表-1の対策区分一覧の考え方にに基づき、現場条件、関係者の意向等も考慮し、効果的かつ効率的な計画を策定することが求められている。

表-1 技術マニュアルにおける対策区分の一覧

対策の概要 (対策の目的)	対策の分類	対策区分									
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
		濁水を避けた取水	ゲート操作による取水の変更	取水口の変更	水塊隔離	吸着除去	流入抑制工	他水源への転換	底質被覆	底質の原位位置固定	底質除去
(1) ため池からの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						○			○	
	集水域からの流入対策				○	○	○				
(3) かんがい水による作物への影響を低減する	底質からの溶出対策				○		○	○	○	○	
	管理範囲の空間線量の低減										○

2. 農業水利施設における今後の取組み

放射性物質に対する受止め方は個人によって異なるため、農業水利施設の利用者や管理者に対して、放射能汚染の実態と影響を説明し、放射性物質に対する不安を解消し、適正な利用・管理を促すことが重要である。

また、農業水利施設に堆積している放射性物質による影響は、将来予測も含め未解明な要素があるため、農林水産省において、引き続き、農業水利施設におけるモニタリングを実施することとしている。

ため池等農業水利施設のモニタリング調査については、平成26年度までに福島県内のため池約3,000カ所で汚染の分布状況等の実態や影響を分析したところである。

今後は、流域の土地利用等が異なる代表的なため池として約100カ所を選定し、水質・底質・空間線量率等の経年変化を調査するとともに、営農再開前に、灌漑用水の調査を実施し、安全性を確認することとしている。

IV. おわりに

ため池等の放射性物質対策については、平成24年度補正予算において「ため池等汚染拡散防止対策実証事業」が制度化され、モニタリング調査や対策工法の検討・実証を行いつつ、これまでに経験のない農業水利施設における放射性物質対策についての知見が蓄積されてきた。また、平成25年度補正予算からは「福島再生加速化交付金」の事業メニューとして具体的な放射性物質対策が可能となっている。さらに、平成27年度には福島復興再生特別措置法が一部改正され、福島再生加速化交付金が法定化されたところである。

このように事業制度の拡充は行われているものの、個々のため池や農業水利施設への対応については多くがこれから調査に着手される段階である。また、引き続き新たな知見の蓄積と技術導入も進められなければならない。今後も、福島県、市町村、土地改良区等と国や研究機関の連携を深め、福島県における営農再開・農業復興に向けた取組みを推進していくこととしている。

謝辞 本報に係るため池の放射性物質調査の企画から分析、対策の検討に至るまで、農村工学研究所の白谷栄作水利工学研究領域長をはじめ水環境担当の研究者に指導・助言を頂いた。また、技術マニュアルの取りまとめに当たっては、「ため池等汚染拡散防止対策技術検討委員会」の佐藤洋平委員長をはじめ、各委員か

ら指導・助言を頂いた。記して感謝する。

引用文献

- 1) 農林水産省、福島県、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)農業環境技術研究所：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、pp.1~24 (2014)
- 2) 濱田康治、吉永育生、久保田富次郎、白谷栄作：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), pp.23~26 (2013)
- 3) 農林水産省：ため池の放射性物質対策技術マニュアル、pp.1~233 (2015)
- 4) 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), pp.34~35 (2014)
- 5) 文部科学省：文部科学省による放射線量等分布マップ(放射性セシウムの土壌濃度マップ)の作成について(2011年8月30日報道発表)

[2015.7.2.受理]

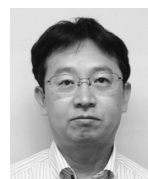
略歴

柵木 環 (正会員・CPD 個人登録者)



1962年 三重県に生まれる
1987年 北海道大学大学院修了
農林水産省入省
2012年 農村振興局整備部防災課
2015年 農地資源課
現在に至る

青山 健治 (正会員・CPD 個人登録者)



1967年 島根県に生まれる
1991年 東京大学卒業
農林水産省入省
2015年 農村振興局整備部防災課
現在に至る

二平 聡 (正会員)



1963年 茨城県に生まれる
1988年 茨城大学大学院修了
1990年 農林水産省入省
2012年 農村振興局農村政策部農村環境課
現在に至る

菊池 裕貴



1983年 北海道に生まれる
2006年 岩手大学卒業
国土交通省入省
2013年 農林水産省農村振興局整備部防災課
現在に至る

福田 晃



1971年 岩手県に生まれる
1997年 岩手大学大学院修了
農林水産省入省
2014年 農村振興局整備部防災課
現在に至る