生活圏に存在するため池における底質の除染と放射性物質対策

東洋建設（株）正会員 ○實久和彦　松尾秀一
東洋建設（株）正会員 宮原和仁　森田研志　會田隆

１．目的　東日本大震災による原子力発電所の事故の影響で、福島県を中心にため池の底質が放射性物質で汚染された。環境省では、ため池の底質の除染は基本的に実施しない。ただし、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で周辺の空間線量率が著しく上昇する場合は、生活空間の一部として除染を実施するとしている[1)]。農林水産省では、営農再開・農業振興の観点から対策が必要な場合、放射性物質対策を講ずるものとしている[2)]。福島県郡山市内には、住宅や公園に隣接し生活空間の一部として除染を実施するため池が複数存在していた。この内、満水面積が 30,000m^2 超の酒蓋池では、空間線量率の低減を目的とした“除染”と底質の放射性物質濃度の低減を目的とした“放射性物質対策”の２つの対策が実施されることになった。本稿では、目的が異なる２つの対策において、施工上の管理基準値を設定し、その基準値をもとに施工した結果について報告する。

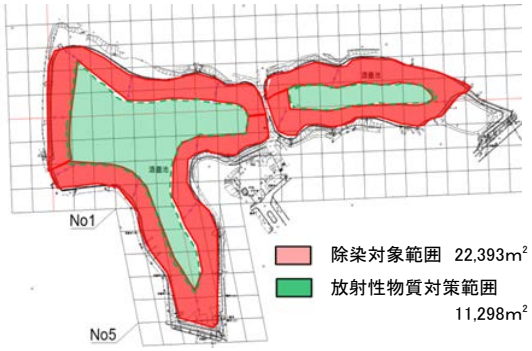


図-1 除染範囲と放射性物質対策範囲の平面区分

２．目的ごとの対象範囲と管理基準値　底質の除染対象範囲は、森林の除染範囲（原則として林縁から 20m 程度の範囲）[3)]に準じ、生活圏境界（護岸際）から池心方向へ 20m までの範囲に設定された。これに伴い、放射性物質対策の対象範囲は、除染範囲から池心側に設定された（図-1）。放射性物質対策範囲の効果の確認は、底質の放射性物質濃度が 8,000Bq/kg-dry 以下であることであり、この値を管理基準値とした。一方、除染範囲の効果の確認については、具体的な管理基準値は設定されておらず、長期的な目標値として落水状態で護岸際の地上 1m の空間線量率が 0.23 μSv/h 未満とされていた。底質の除去作業は、生活圏の空間線量率の上昇を抑えるため、湛水状態で浚渫により行うことになっており、底質除去による空間線量率の低減効果は浚渫後に落水させないと判明しないことになる。そこで、底質の放射性物質濃度と底質表面の空間線量率の関係を把握し、除染範囲の濃度での施工管理の可能性を検討した。まず、底質表面直上での空間線量率を水中シンチレーションサーベイメータ（応用地質㈱製）で測定し、その地点の底質の放射性物質濃度（ゲルマニウム分析値）との相関関係を確認した（図-2）。その結果、濃度と空間線量率は比例関係にあり、8,000Bq/kg-dry のとき底質表面の空間線量率は 0.49 μSv/h となった。除染の長期的目標値である 0.23 μSv/h での濃度は 1,520Bq/kg-dry となった。次に、底質除去に伴う底質表層の空間線量率の低減効果を確認するため、試験施工を行った。試験施工では対策範囲の一部を仕切って落水状態にして、底質（9,180Bq/kg-dry、底質表面上 1m で 0.9 μSv/h）を表面から 5cm ずつ剥ぎ取り、その表面上 1cm の空間線量率を測定した（図-3）。底質を剥ぎ取るに従い空間線量率は下がり 20cm 剥ぎ取れば底質表面上 1cm で 0.28 μSv/h となり、除染の長期的目標値付近まで低減することがわかった。ここで、底質除去前の護岸際地上 1m の空間線量率は最大で 0.82 μSv/h であった。つまり、9,000Bq/kg-dry 程度の底質を 20cm 除去すれば、底質表面上 1cm の空間線量率を除染の長期的目標値付近まで低減できることから、護岸際の地上 1m ではさらなる低減が期待できるものと考えた。

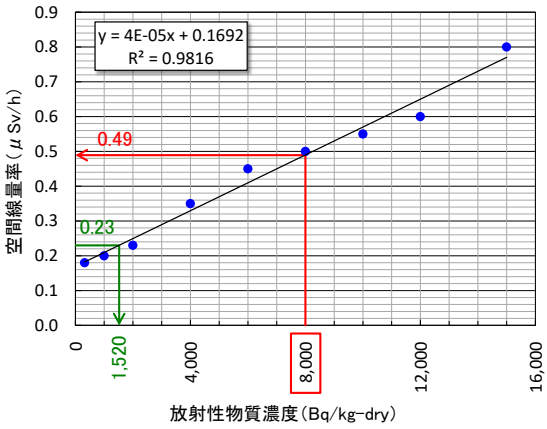


図-2　底質の放射性物質濃度と空間線量率の関係

キーワード　ため池、底質、除染、放射性物質対策、薄層浚渫
連絡先　〒980-0021　宮城県仙台市青葉区中央 2-9-27　プライムスクエア広瀬通 7F　TEL 022-222-2262

© Japan Society of Civil Engineers

よって、除染範囲についても放射性物質濃度で管理することとし、施工上の管理基準値は放射性物質対策と同じ8,000Bq/kg-dryに設定した。

3.底質の除去方法　底質の除去厚は20cm、許容値は±6.5cmであり、高度な薄層浚渫技術が求められた。そのため、当社独自で開発した薄層浚渫装置、浚渫装置の姿勢を常に水平に保つ自動姿勢制御システム及びGNSSや傾斜計等によりリアルタイムで状態把握が可能となる浚渫管理システムを用いて施工した。底質の除去方法の詳細は参考文献4を参照されたい。

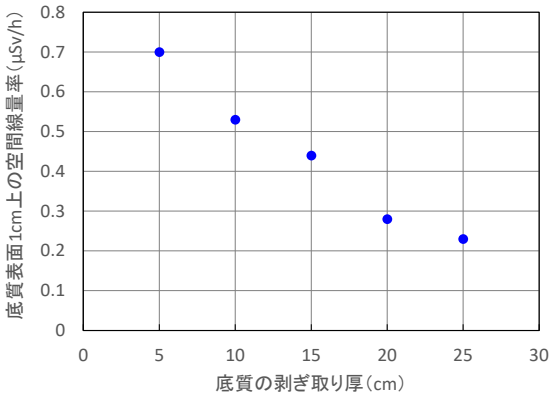


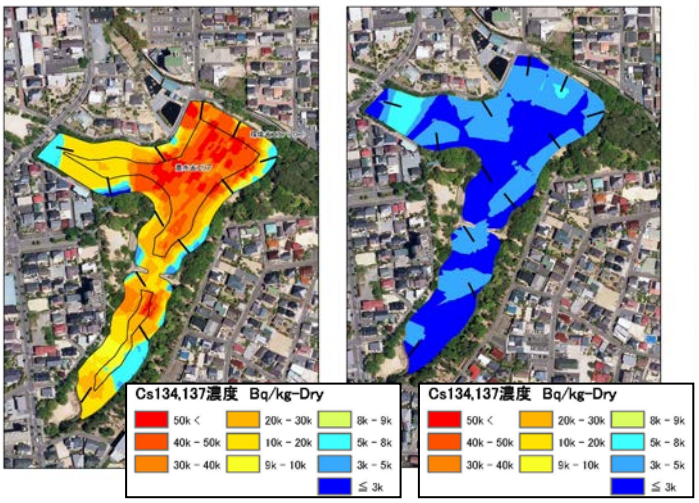
図-3　底質の剥ぎ取り厚と空間線量率の関係図

4.対策の効果　放射性物質対策範囲及び除染範囲ともに8,000Bq/kg-dry超の底質を湛水状態で浚渫作業により除去した。底質の除去による対策前後の測定値を表-1及び図-4,5に示す。

表-1　底質の除去による対策前後の測定値

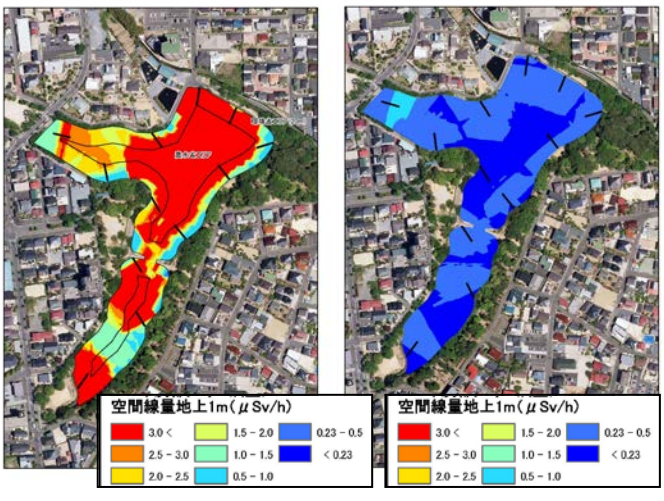
測定項目	測定地点	池の状態	対策前		対策後
			最大値	平均値	平均値
放射性物質濃度（Bq/kg-dry）	底質表層	湛水	57,000	18,068	3,493
空間線量率（μSv/h）	底質表面	湛水	9.00	3.53	0.31
	護岸際地上1m	落水	0.82	0.57	0.19
		湛水	0.50	0.32	0.18

底質の放射性物質濃度は、対策前に最大57,000Bq/kg-dry（平均18,068Bq/kg-dry）であったものが、対策後に平均3,493Bq/kg-dryまで低減し、対策の効果が認められた（図-4）。また、底質表面の空間線量率は対策前に最大9.00μSv/h（平均3.53μSv/h）であったものが、対策後に平均0.31μSv/hまで低減し、空間線量率の低減効果も認められた（図-5）。次に、生活圏境界での空間線量率の低減を目的とした除染の効果については、落水状態での護岸際の地上1mの空間線量率は、対策前に最大0.82μSv/h（平均0.57μSv/h）であったものが、対策後に平均0.19μSv/hまで低減し、対策の効果が認められた。また、湛水状態での護岸際の地上1mの空間線量率は、対策前に最大0.50μSv/h（平均0.32μSv/h）であったものが、対策後に平均0.18μSv/hまで低減した。



（a）対策前　（b）対策後

図-4　放射性物質濃度[5)]



（a）対策前　（b）対策後

図-5　空間線量率（底質表面）[5)]

5.おわりに　目的の異なる放射性物質対策と除染において、施工上の管理基準値を放射性物質濃度に設定した。この管理基準に適合するよう薄層浚渫による底質除去を行った結果、全ての対策範囲で管理基準値を満足するとともに、生活圏境界での空間線量率を除染の長期的な目標値付近まで低減することができた。

参考文献　1）環境省：除染関係Q&A（平成28年5月20日版），p.15，2016.　2）農林水産省：ため池の放射性物質対策技術マニュアル【第2版】（平成29年3月追補），p.33，2017.　3）環境省：除染関係Q&A（平成28年5月20日版），p.13，2016.　4）宮原ら：薄層浚渫技術「カレンS工法」の開発とため池の放射性物質対策への適用，pp.203-210，土木建設技術発表会2017.　5）郡山市ホームページ：ため池除染及び放射性物質対策事業について，https://www.city.koriyama.lg.jp/

© Japan Society of Civil Engineers