

帰還困難区域内の農業ため池における形態別放射性 Cs

Fraction concentration of radiocesium in irrigation reservoirs in the difficult-to return area

○久保田富次郎*・錦織達啓*・申文浩**・杉山行英***

Kubota Tomijiro*, Nishikiori Tatsuhiro*, Shin Moono**, Sugiyama Yukihide***

1. はじめに 2011 年 3 月に発生した東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所の事故の後、農業ため池では、東北農政局等により水中の放射性 Cs のモニタリングが実施されている。帰還困難区域内のため池の一部では、事故後 5~7 年程度が経過しても依然として 1Bq/L を超える濃度で放射性 Cs が検出され、また、その中には作物への吸収リスクが大きいとされる溶存態画分が多いため池も見られる。ため池の水環境において、周辺の河川水などと比べて、なぜ放射性 Cs 濃度が高く、また溶存態画分が多くなるのだろうか。本研究では、その手がかりを得ることを目的として、水中の放射性 Cs の分画分析を試みるとともに他の水質項目等との関係を調べた。本報ではその結果の一部を報告する。

2. 材料と方法 2019 年 7 月~8 月に福島県浜通り地方にある帰還困難区域内の農業ため池において、ため池の取水口付近の表層水を採取し、一般の水質項目を調べるとともに放射性 Cs を形態別に調べた。23 カ所のため池を対象として、無降雨日に 1 日当たり 1~2 カ所で採水調査を行った。形態別分析で行った分画分析の方法と各画分の意味合いを表 1 に示す。なお、水中の Cs-137 の分析は、2L マリネリ容器を用いて、Ge 半導体検出器により行った。また、一般水質項目として、濁度、SS、水温、電気伝導度、pH、DO、クロロフィル a の各濃度と、各ため池における採水位置の水深、空間線量、集水域の土地利用を調べた。空間線量は放射線量等分布マップ拡大サイト¹⁾において、ため池堤体付近の 2018 年 11 月 15 日時点の空間線量を読み取った。また、集水域の土地利用は、空中写真や地図等から、森林を 1、森林と農地の混成を 1.5、農地を 2、市街地等を 3 と数値化した。そして、Cs-137 の存在形態別濃度とその他の項目の相関係数を算定した。

表 1 各画分の分析方法 Analysis method for each fraction

	画分	画分の意味合い	分析/算定法
①	全(濃度)	全画分(①=②+③+④+⑤)	試水に含まれる全 Cs-137. 試水の Cs-137 をそのまま定量
②	溶存態	溶存態	0.45 μm メンブレンフィルター(MF)を用いた濾過で得られる濾液中の Cs-137 濃度
③	交換態	KCl で抽出される交換態画分	(試水に KCl を加え約 0.01M に調整後、MF による濾過で得られる濾液の Cs-137 濃度) - ②
④	有機態	やや弱い酸で分解・抽出される有機態画分	(HNO ₃ の添加により約 pH2 に調整、20~25℃の暗所に 10 日以上静置後、MF による濾過で得られる濾液の Cs-137 濃度) - ② - ③
⑤	固定態	土壌粒子等に固定される画分、および④で抽出されない有機態画分	① - ② - ③ - ④

3. 結果と考察 調査で得られた形態別 Cs-137 濃度を図 1 に示す。全 Cs-137 濃度は 0.63 ~ 5.98Bq/L の範囲にあり、また、各存在形態の割合の平均値は、溶存態 13%、交換態 57%、有機態 9%、固定態 22%であり、交換態画分の割合が大きかった。ため池の水では、懸濁

*農研機構 NARO **福島大学 Fukushima University *** (株)三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc.

キーワード：放射性セシウム、ため池、分画分析

態画分（交換態＋有機態＋固定態）の中身をみると、一部のため池を除いて固定態の割合は高くなく、溶存態に移行しやすい交換態＋有機態の割合が比較的高いことがわかった。次に一般水質項目等を含めた統計値と相関係数を表 2 に示す。23 箇所のため池の平均値で全て 2.4Bq/L，溶存態が 0.33Bq/L，交換態が 1.18 Bq/L，有機態が 0.26Bq/L，固定態が 0.63Bq/L であった。存在形態別濃度と一般水質項目等との相関をみると、固定態と有機態が特に濁度や SS との相関が高く、全濃度は懸濁物質や土地利用と弱い関係が見られた。溶存態の濃度は集水域が市街地等開発された土地利用を持つため池で高いことがわかった。固定態と有機態は水深との弱い負の相関(-0.47~-0.50)が認められた。また、存在形態別濃度は、全濃度を含めて空間線量との相関係数は最大で 0.42 と高くなかった。

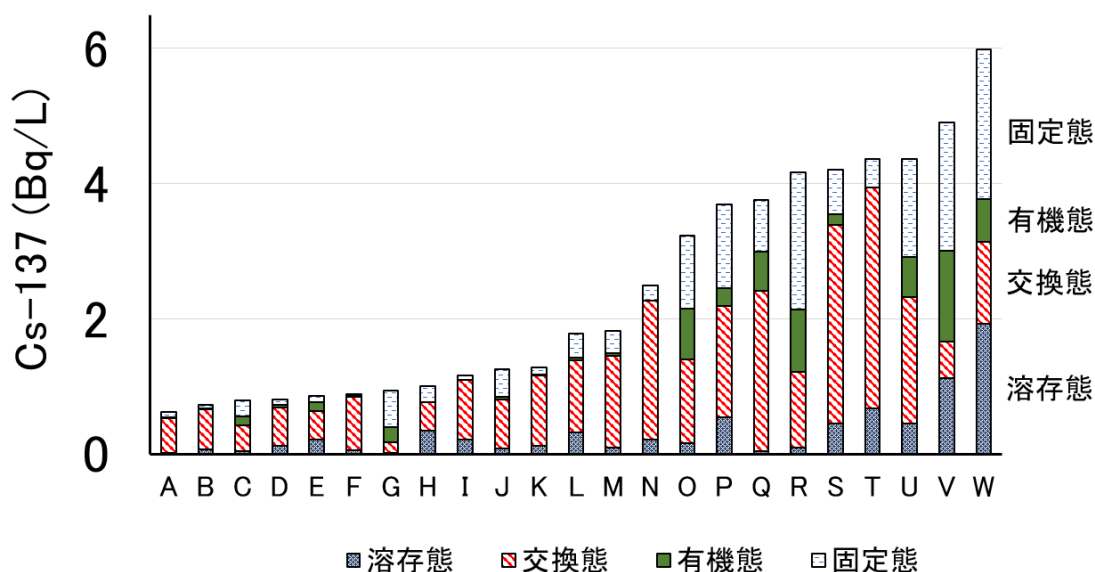


図 1 帰還困難区域内のため池水の形態別 Cs-137 Fractions of Cs-137 in reservoirs

表 2 存在形態別 Cs-137 と関連項目の統計値と相関係数 Statistics and correlation coefficients

		一般水質項目								空間線量 μSv/h	土地利用	Cs-137				
		水深 m	濁度 NTU	SS mg/L	水温 °C	EC mS/m	pH pH	DO mg/L	Chr-a μg/L			存在形態別濃度 (Bq/L)				
												全	溶存態	交換態	有機態	固定態
測定値	平均値	1.7	11.5	13.5	28.9	9.5	7.0	7.1	239	4.8	1.3	2.40	0.33	1.18	0.26	0.63
	最大値	5.0	46.1	41.3	33.4	34.0	8.0	11.0	885	12.0	3.0	5.98	1.93	3.27	1.35	2.21
	最小値	0.3	1.7	1.7	22.3	3.2	5.9	3.2	40	1.7	1.0	0.63	0.02	0.16	0.00	0.01
	標準偏差	1.1	12.3	12.2	2.8	6.3	0.5	1.9	237	2.6	0.61	1.68	0.44	0.83	0.37	0.68
相関係数	全	-0.27	0.65	0.68	0.03	0.43	0.11	0.11	0.48	0.07	0.54	1.00				
	溶存態	-0.18	0.48	0.40	-0.04	0.59	0.13	0.03	0.20	0.13	0.72	0.67	1.00			
	交換態	-0.09	-0.04	0.06	0.38	-0.21	-0.01	0.01	0.09	0.42	-0.04	0.70	0.31	1.00		
	有機態	-0.46	0.92	0.91	-0.22	0.66	-0.20	-0.18	0.27	-0.22	0.44	0.69	0.47	0.02	1.00	
	固定態	-0.50	0.90	0.88	-0.15	0.50	-0.17	0.01	0.35	-0.16	0.39	0.81	0.52	0.19	0.90	1.00

相関係数の凡例： 0.7 - 1.0, アンダーライン・斜字体は0.8以上 0.4 - 0.7 -0.4 - -0.7

4. 結論 帰還困難区域内のため池では、水中の形態別 Cs-137 の存在割合は固定態が比較的小さく交換態の割合が大きいことがわかった。全濃度は、懸濁物質ならびに土地利用との弱い関係が、また、溶存態の濃度は集水域の土地利用との関係が示唆された。

参考文献 1)文部科学省，放射線量等分布マップ拡大サイト