

## 含水率を用いた海底土壌の放射性セシウム濃度標準化 の試み (短報)

藤田恒雄・島村信也・神山亭一

A Trial of Standardization of Radioactive Cesium Concentration in Marine Sediments  
by Using Moisture Content (Short Paper)

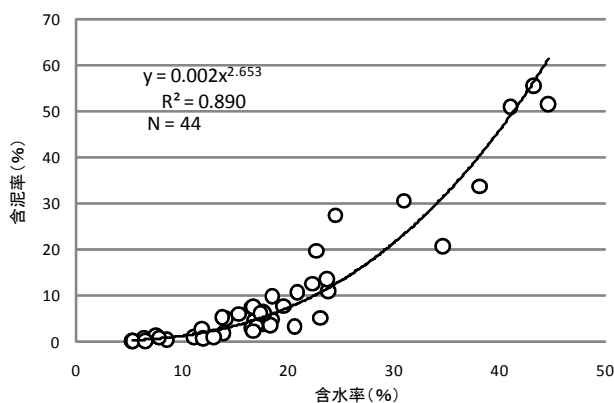
Tsuneo FUJITA, Shinya SHIMAMURA and Kyouiti KAMIYAMA

放射性セシウムは、土壌の鉱物粒子に強く結びつき、土壌に吸着するといわれている。同じ汚染強度にさらされた海底土壌に吸着する放射性セシウムは、土壌粒子の大きさ (粒子の表面積) により吸着量が規定され、より細かい粒子に吸着しやすいといわれている<sup>1)</sup>。これにより、同じ汚染強度にさらされた海底土壌であっても、土壌の粒度分布の違いによって放射性セシウム濃度 (以下、「Cs 濃度」という) に違いが生じることになる。このため、放射能汚染当初の海底土壌への放射性セシウム汚染の強度を推察するためには、土壌粒子の大きさの違いによる Cs 濃度の影響を考慮する必要があり、海底土壌の粒度分布から汚染濃度を標準化できれば推察しやすい。

また、海域定点での海底土壌に含まれる Cs 濃度の経時変化を観察する場合に、わずかな採取地点のずれにより、土壌の粒度分布に大きな違いが生じる場合があり、これにより、Cs 濃度が大きく変化することがある。この場合にも海底土壌の粒度分布から汚染濃度を標準化できれば、全体の経過傾向を推察しやすいと考えられる。

河川では、流域の汚染状況と河川底土の Cs 濃度との対応を考察するために、河川底土の Cs 濃度を土壌の粒度分布を用いて標準化している事例がある<sup>2,3)</sup>。

海底土壌の粒度分布を計測するには労力と時間が必要であるが、粒度分布と密接な関係がある海底土壌の含水率については、労力を余りかけず、短時間に測定することが出来る。また、海底土壌の Cs 濃度については、乾泥換算での数値として公表することから、土壌試料の含水率の算出は必須項目である。そこでここでは、海底土壌の含水率に着目し、海底土壌の Cs 濃度の標準化を試みたので報告する。



まず、海底土壌の粒度と含水率の関係をみるために2012年8月に福島県沿岸の水深7~130mの44点において、小型スミスマッキンタイヤで採取した海底土について、含水率と粒度分析から得られた含泥率との関係をみたところ、含水率に対して含泥率は累乗曲線にかなり良く近似した (図1)。このことから、含水率は粒度の特徴を反映していることが確かめられた。

図1 含水率と含泥率の関係

次に、海底土壌の含水率とCs濃度との関係を知るために、内湾で比較的狭く、汚染当時の海域内での汚染インパクトに大きな差がないと考えられる相馬市松川浦内海底土壌の含水率とCs濃度の関係を検討した。今回の試行の前提としては、松川浦内では、全域で同程度の汚染インパクトに曝されており、仮に松川浦内全域で底質が同じ粒度分布だったとしたら同程度のCs濃度の汚染になるものと仮定した。データは、2012年4月及び5月に採泥を行った19定点のうち、港内等、環境が他の浦内と異なることが懸念される3定点を除く16定点（図2）延べ32検体の海底土壌の含水率とCs濃度のデータを用いた（表1）。

なお、採泥は、エクマンバージ採泥器を用い、Cs濃度及び含水率の測定は、福島県水産試験場で行ない、Cs濃度の測定についてはゲルマニウム半導体検出装置を用いた。

32 検体の含水率とCs濃度との関係を図示したところ、累乗曲線にかなり良く近似した（図3）。



表1 松川浦内海底土壌の含水率と放射性セシウム濃度

st.	4月		5月	
	含水率	Cs合計	含水率	Cs合計
1	26.6	439	27.9	888
2	33.7	4,241	32.4	1,730
3	63.4	9,472	39.4	980
4	11.1	9.79	12.0	5.96
5	15.4	245	19.5	370
6	24.0	372	16.7	228
7	6.9	49.2	14.6	63.7
8	15.9	98.1	20.2	266
9	24.2	584	32.1	1,179
10	22.1	294	25.1	574
11	49.9	711	62.4	1,361
12	24.7	424	44.5	1,275
13	30.5	990	32.5	1,100
14	17.0	166	16.4	363
15	20.3	455	19.2	466
16	9.8	19.7	31.3	1,881

図2 松川浦内採泥定点

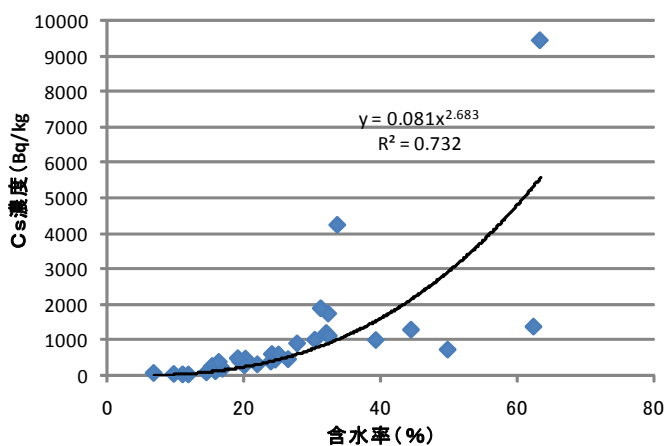


図3 松川浦内海底土壌の含水率とCs濃度の関係

最後に、得られた含水率とCs濃度の関係式を用いて、いわき市四倉沖で採泥した海底土壌のCs濃度を含水率30%を標準として標準化を試みた。含水率30%を標準としたため、それより含水率の低い地点では、標準化後のCs濃度が標準化前より高くなり、含水率30%より高い地点では、逆に標準化後のCs濃度が低く評価されることとなる。標準化後のCs濃度は、同時期の調査地点間の汚染強度の違いを推察したり、同一地点でのCs濃度の経時変化の推察には有益であるが、濃度標準化後のCs濃度の絶対値はそのものは意味を持たない。

標準化前後のCs濃度から推察した結果について、2例ほど紹介すると、標準化前には、2011年5月のデータにおいて、水深7mと10m、20mで水深が深くなるほどCs濃度が高い結果になっていた(表2)が、含水率も水深が深くなるほど高い結果だった(表3)ため、補正後のCs濃度については水深での大きな差は見られない結果になった(表4)。この結果から事故当初においては、水深7~20mでの汚染強度には大きな差がなかった可能性が示唆された。

また、2011年9月の水深30mにおいて、他の時期に比べて高いCs濃度が記録されているが、この検体の含水率は50.8%と他の時期に比べて高かった。このCs濃度について含水率で標準化した結果、他の時期と同程度、あるいはそれ以下のCs濃度と評価された。このことから、Cs濃度が高かったのは、たまたま周囲より含水率(含泥率)の高い土壌を採取したことによる影響であると示唆された。

これらの結果から、汚染強度や時間経過によるCs濃度の変化傾向を推察する際には、含水率を用いたCs濃度の標準化は有効な手段になると示唆された。

表2 標準化前の四倉沖海底土壌のCs濃度 (Bq/kg 乾泥)

距岸距離	約0.5km	約1km	約1.7km	約3.7km	約6.5km	約10km	約13.6km	約20.2km
	水深7m	10m	20m	30m	50m	75m	100m	125m
2011年5月	1,503	6,003	9,271					
7月中旬	815	1,527	2,386	462	663	347	183	ND
7月下旬	124	1,586	905					
8月	625	933	992	1,227	1,734	851	235	306
9月	1,142	687	943	8,189	679	470	272	136
10月	88	804	664	2,916	1,593	395	647	3,571
11月	213	465	785	794	523	486	89	72
12月	558	441	562	820	1,123	268	131	136
2012年1月	246	554	297	518	1,208	278	307	79
2月	128	350	257	644	977	560	918	184
3月	372	273	170	684	927	491	638	200
4月	304	202	212	234	620	493	177	170
5月	268	330	225	1,561	937	487	410	150
6月	164	242	174	270	1,179	495	135	127
7月	314	190	120	296	575	542	299	137
8月	575	153	114	433	902	547	130	261
9月	333	177	179	551	669	447	59	261

表3 四倉沖海底土壌の含水率 (%)

距岸距離	約0.5km 水深7m	約1km 10m	約1.7km 20m	約3.7km 30m	約6.5km 50m	約10km 75m	約13.6km 100m	約20.2km 125m
2011年5月	10.3	17.0	19.6					
7月中旬	10.3	20.7	17.4	22.0	20.3	26.9	33.4	37.9
7月下旬	9.4	18.1	16.2					
8月	19.8	20.3	16.8	22.0	26.8	23.5	35.8	42.6
9月	16.0	17.9	14.3	50.8	27.7	31.3	37.6	47.1
10月	14.2	19.3	18.0	21.5	21.6	25.5	32.6	44.3
11月	12.6	17.6	14.4	19.8	22.6	22.4	33.4	39.1
12月	19.6	16.4	14.6	23.3	26.6	29.7	38.0	37.2
2012年1月	18.4	14.1	15.8	12.0	26.5	27.2	41.8	41.1
2月	11.8	15.4	16.2	24.5	27.4	31.1	46.4	46.8
3月	18.4	16.0	17.5	20.6	26.5	33.1	47.4	47.2
4月	16.6	17.2	17.0	17.9	25.4	28.7	39.8	44.2
5月	16.3	18.2	17.3	19.8	25.8	29.4	42.8	45.8
6月	12.4	17.7	18.4	12.9	25.1	33.3	38.0	44.0
7月	17.1	15.5	15.8	15.7	26.8	31.8	42.9	42.6
8月	24.2	17.6	17.1	18.4	23.7	33.2	40.9	45.3
9月	19.0	17.2	17.3	19.6	26.2	31.2	42.4	44.3

表4 標準化後の四倉沖海底土壌のCs濃度 (Bq/kg 乾泥)

距岸距離	約0.5km 水深7m	約1km 10m	約1.7km 20m	約3.7km 30m	約6.5km 50m	約10km 75m	約13.6km 100m	約20.2km 125m
2011年5月	26,760	27,401	28,872					
7月中旬	14,537	4,142	10,323	1,056	4,594	466	137	ND
7月下旬	2,772	6,141	4,763					
8月	1,896	2,646	4,692	2,815	4,832	1,639	146	119
9月	6,118	2,730	6,918	1,994	1,717	418	148	41
10月	653	2,637	2,596	7,153	8,998	609	517	1,254
11月	2,180	1,949	5,677	2,411	2,537	1,060	67	35
12月	1,743	2,243	3,862	1,621	3,207	275	70	76
2012年1月	916	4,181	1,661	6,085	3,495	360	126	34
2月	1,587	2,111	1,345	1,106	2,538	511	285	56
3月	1,390	1,472	724	1,877	2,685	375	187	59
4月	1,496	892	974	936	2,059	555	83	60
5月	1,375	1,256	978	4,741	2,971	514	158	48
6月	1,754	990	645	2,590	4,088	374	71	46
7月	1,423	1,118	667	1,689	1,601	464	114	54
8月	1,022	640	515	1,612	3,744	415	57	86
9月	1,131	792	782	1,721	2,018	403	23	92

文献

- 1) He Q., D. E. Walling : Interpreting Particle Size Effects in the Adsorption of <sup>137</sup>Cs and Unsupported <sup>210</sup>Pb by Mineral Soils and Sediments, J. Environ. Radioactivity, 30 (2) 117-137 (1996).
- 2) Shigeru Mizugaki, Yuichi Onda, Taijiro Fukuyama, Satoko Koga, Hiroki Asai and Shinya Hiramatsu : Estimation of suspended sediment sources using <sup>137</sup>Cs and <sup>210</sup>Pbex in unmanaged

Japanese cypress plantation watersheds in southern Japan Hydrological Processes 22,  
4519–4531 (2008).

- 3) 池内嘉宏：河川中（河川水、河底土、及び浮遊砂）及び井戸水における放射性物質の放射能濃度の変化傾向の確認、放射線量等分布マップ関連研究に関する報告書（第2編）、文部科学省 原子力災害対策支援本部、2-79 – 2-117（2012）。