

松川浦の海底土における放射性セシウムの分布

神山享一・島村信也

Distribution of Radioactive Cesium in Sediments of Matsukawaura Lagoon
Kyoichi KAMIYAMA and Shinya SHIMAMURA

ま え が き

東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質の影響により福島県の農林水産業は甚大な被害を受けている。相馬市松川浦（以下、松川浦）においても従来はヒトエグサの養殖やアサリの漁業が行われてきたが、事故後は操業の自粛が続いている。

松川浦の海底土に含まれる放射性物質については、環境省や福島県が実施している緊急時環境放射線モニタリング等において放射性セシウムが検出されているが、漁場全体の状況については明らかになっていない。

そこで、本研究では漁業再開へ向けた基礎資料とするため、松川浦の漁業生産物への影響が懸念される海底土に含まれる放射性セシウムに着目し、松川浦における海底土の放射性セシウムの分布特性と経時変化を把握することを目的とした。

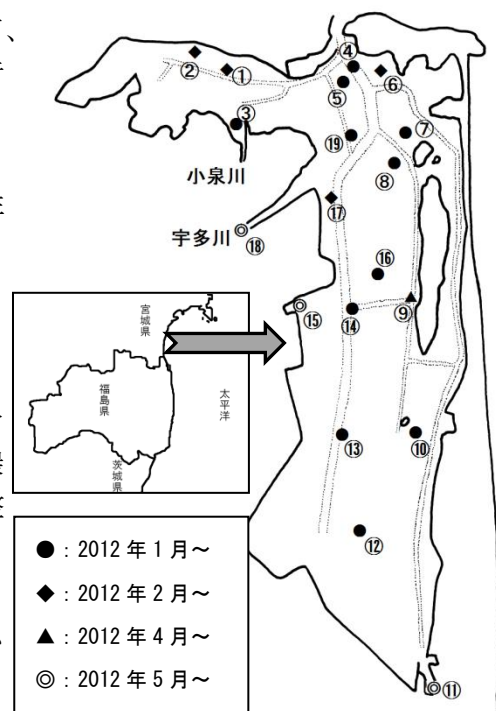
材料および方法

2012年1～10月に松川浦内および流入河川内において、毎月1回エクマンバージ採泥器による海底土の採取を行った。調査定点は2012年1月の11点から順次追加し、5月以降は流入河川内の1点を含む19点とした（図1）。

また、採取した海底土のうち、表層5cm程度を放射性セシウム測定用の試料とした。

採取した試料は吸引ろ過による脱水処理を行った後、U-8容器に充填して水産試験場に設置しているゲルマニウム半導体検出器を用いて測定時間を2000秒または5000秒で放射性セシウムを測定した。得られた測定値を水分含量で補正して乾土1kgあたりの放射性セシウム濃度を算出し、松川浦内における水平分布と経時変化を整理した。

また、2012年7月2日に別途実施した松川浦内60定点における海底土の粒度組成調査のうち放射性セシウムの調査定点と重複する14定点で得られた含泥率（粒径63 μm 未満の粒子の割合、以下同じ）と海底土の放射性セシウム濃度の関係を検討した。



なお、調査を進める中で、複数の定点において、月毎に測定した放射性セシウム濃度に大きなばらつきがみられたことから、採泥時のサンプリング位置の誤差による測定値のばらつきを確認するため、2012年12月に定点2と定点17において数m移動しながら5回採泥し、それぞれ放射性セシウム濃度を比較した。

結 果

分布特性

定点別、月別の海底土の放射性セシウム濃度 (^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値) の測定結果を図2に示す。調査期間内における最大値は、2012年2月に松川浦流入河川である小泉川河口に設定した定点3の13,000Bq/kg dryであり、最小値は6月、7月、8月に湾口部に近い定点4の不検出(検出下限値13.5~16.0Bq/kg)であった。定点別に放射性セシウム濃度をみると、定点3や松川浦北西部の和田地区に設定した定点2で高い値を示した。それに次いで高い値を示すのは、松川浦南部の松川浦漁港磯部地区に設定した定点11をはじめ、松川浦中部~南部に設定した9~15の各定点であった。それに対して、松川浦北部に設定した定点4~8では全般に低い値を示した。

2012年7月2日に別途実施した松川浦内における底質の粒度組成調査で得られた含泥率と、同月同地点で調査した海底土の放射性セシウム濃度の関係を図4に示す。含泥率の高い定点では放射性セシウム濃度も高い傾向があり、両者の間には正の相関がみられた。

経時変化

各定点における海底土の放射性セシウムの経時変化を図3に示す。放射性セシウム濃度は多くの定点で調査月による変動が大きいが、半数以上の定点では時間の経過とともに低下する傾向がみられた。特に濃度の低下が著しいのは外海との海水交流が頻繁な湾口部の航路内に設定した定点4であり、震災後305日の時点で200Bq/kg dryであったものが400日を超えてからは10Bq/kg dry前後の値となった。比較的放射性セシウム濃度が高い定点3についても、増減が非常に激しいものの、全体としては低下傾向にある。

一方、定点10、15では上昇傾向が見られ、定点2、13、17、19などでは月毎の測定値のばらつきが大きく、特定の月だけ突出して高い濃度が検出されるなど、明確な低下傾向はみられなかった。

採泥時のサンプリング誤差を見るため同一定点で数m移動して5回採泥し、放射性セシウム濃度を測定した結果を図5に示す。5回の測定値の差はいずれの定点においても平均値±20%以内であり、月毎の調査でみられるような、数倍の測定値のばらつきはみられなかった。

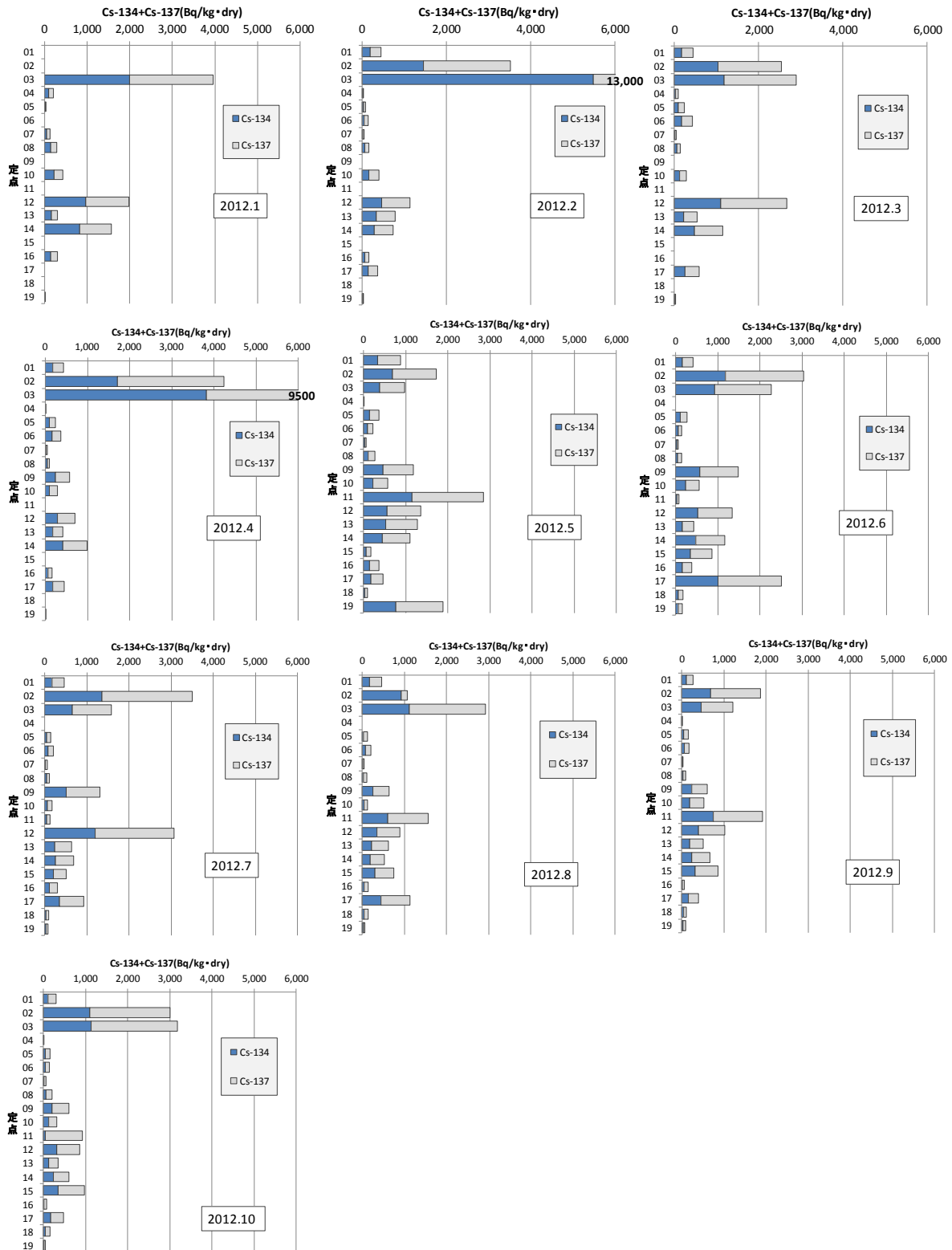


図2 松川浦内海底土の放射性セシウム濃度の測定結果

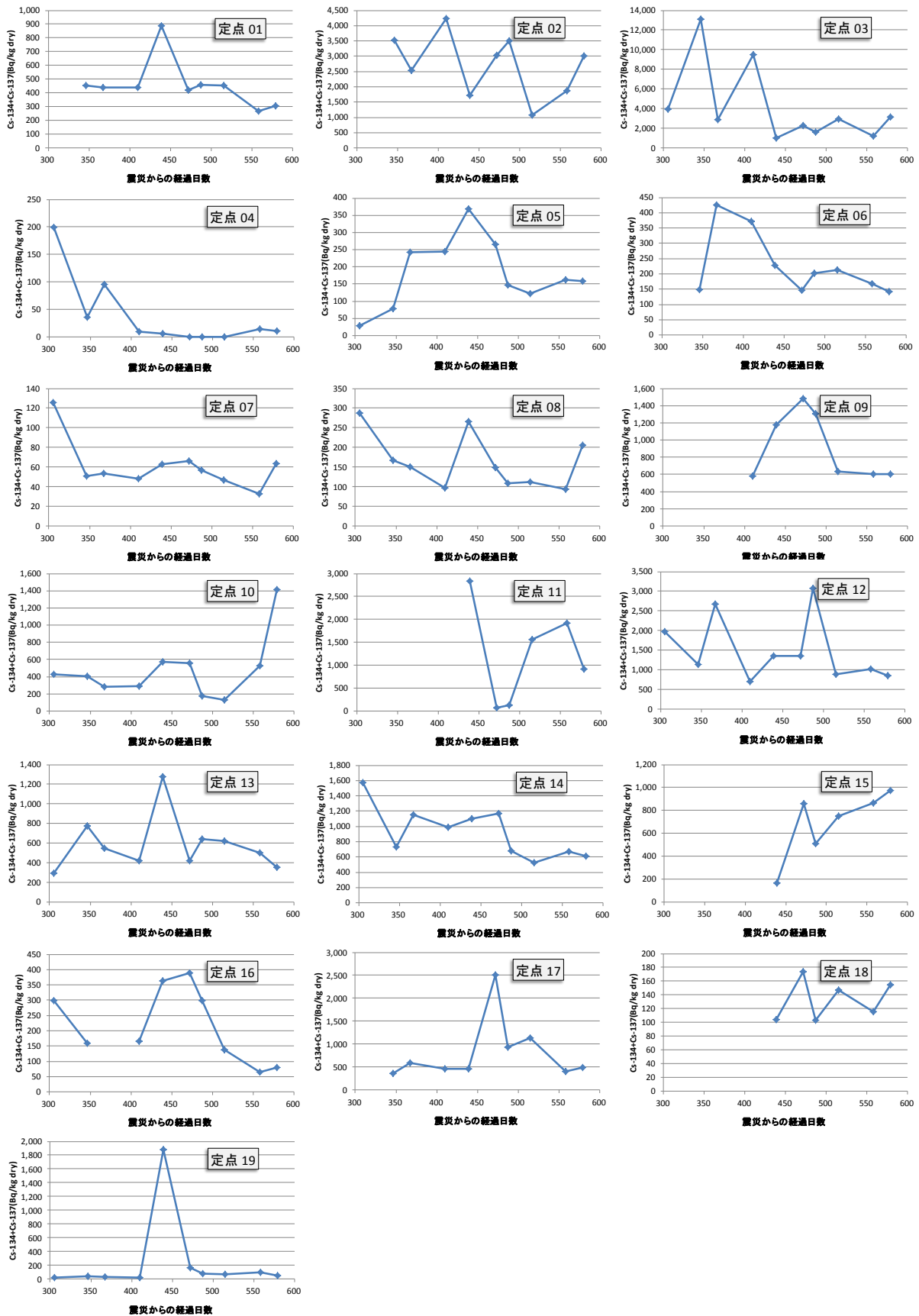


図3 松川浦内海底土の放射性セシウム濃度の経時変化

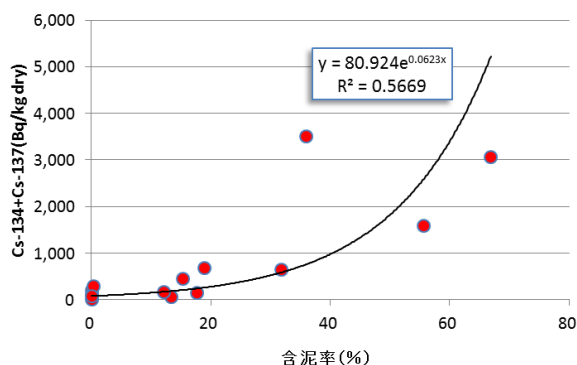


図4 松川浦における海底土の含泥率と放射性セシウム濃度の関係

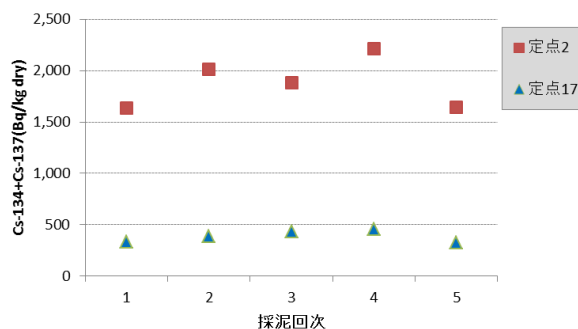


図5 採泥時の放射性セシウム濃度のサンプリング誤差

考 察

分布特性

松川浦内で海底土の放射性セシウム濃度が高い定点は、北西部の湾奥に設定した定点2および定点3や、南部の湾奥に設定した定点であった。一方、放射性セシウム濃度が低い定点は北部に設定した定点4～8であった。この理由として、松川浦への放射性セシウムの添加は河川由来、周辺の陸上からの雨水などによる直接流入、降下物の堆積などがある一方で、松川浦からの移出は北部に位置する湾口部からの海水交流によるものに限られていることが考えられる。また、東日本大震災に伴う大津波により松川浦北東部の砂洲が決壊し、2011年10月に仮補修が完了するまでは外海との海水交流があったが、その影響が大きいのも北部であった。

そのため、湾口部や砂洲の決壊場所からの潮汐や波浪による外海との海水交流が大きい北部ほど放射性セシウムを含んだ海底土の拡散が大きいと、放射性セシウム濃度が低く、外海との海水交流の影響が小さい湾奥¹⁾になるほど放射性セシウムを含んだ海底土の拡散が小さいという、河川等からの添加があるため放射性セシウム濃度が高くなったと考えられる。

定点3の小泉川河口は放射性セシウム濃度が高いが、上述した海水交流の影響が小さい条件にも合致するうえ、河川からの放射性セシウムの流入も考えられる。同じく流入河川である宇多川河口付近に設定した定点17と比較しても濃度が高い。両河川の下流域における底質の放射性セシウム濃度は、環境省水・大気環境局水環境課が公表している「福島県内の公共用水域における放射性物質モニタリングの測定結果」によると、小泉川の底質の方が宇多川の底質よりも放射性セシウム濃度が高い結果となっており（表1）、この差が松川浦内の放射性セシウムの分布にも影響している可能性もある。

表1 松川浦流入河川底質の放射性セシウム濃度

年月	bq/kg dry			
	2012.5	2012.7	2012.8	2012.11
小泉川	1,570	240	920	1,350
宇多川	109	55	143	84

また、放射性セシウムは、土壌粒子に吸着されやすく、土壌の単位重量あたりの吸着量は粒子の表面積と相関があり、より細かい粒子に多く吸着するといわれている²⁾。今回の調査においても含泥率の高い定点では放射性セシウムの濃度も高い傾向があり、両者の間には正の相関がみられ

た。松川浦内においては含泥率の高い海底土は、湾口部からの海水交流の影響が少ない北西部や南部に多くみられ³⁾、含泥率の高い地点と放射性セシウム濃度の高い地点は概ね一致している。

経時変化

松川浦内の放射性セシウム濃度を経時的に調査する中で、減少傾向がみられる定点と、減少傾向が見られない定点がある。減少傾向がみられる定点4、6、8などは北部に位置する湾口部に近く、外海との海水交流によって放射性セシウムも拡散、移出したものと考えられる。一方、増加傾向、あるいは月毎の測定値に大きなばらつきみられ、減少傾向がみられない定点の多くは、湾口部から遠く、外海との海水交流の影響が小さい北西部と南部に多くみられ、前述のとおり海底土の含泥率が高く、放射性セシウムも堆積しやすいと考えられる。

月毎の測定値に大きな増減がみられた要因については、2定点でそれぞれ5回の反復採泥をして測定した範囲では、月毎の調査でみられたような数倍の濃度差はみられなかった。採泥地点の海底面の微妙な凹凸や水の流れ等による放射性セシウムのスポット的な堆積も考えられるが、今回行った反復採泥の結果では十分に把握できなかったとも考えられる。

松川浦では2012年も津波の影響により海底に沈んだ瓦礫等の撤去作業が継続しており、各所で重機による海底土の攪拌が行われている。それらによる放射性セシウムの移動、拡散等も測定値に影響を及ぼしたことも否定できない。

松川浦には宇多川、小泉川以外にも小河川や、農業用水路なども数多く流入しており、陸域からの放射性セシウムの流入も継続するものと考えられる。また、復旧事業に伴う海底土の攪拌も継続することから、今後も継続して調査する必要がある。

要 約

- 1 2012年1月から10月の調査において、松川浦の海底土における放射性セシウム濃度の最大値は13,000Bq/kg dryであった。松川浦内の放射性セシウムの分布は、北西部と南部で濃度が高く、湾口部に近い北部で低い傾向がある。
- 2 放射性セシウム濃度の経時変化をみると、松川浦全体としては低下傾向にあるが、一部の定点では上昇傾向もみられた。また、月により大きく濃度が増減する定点もみられた。
- 3 各定点における海底土の含泥率と放射性セシウム濃度の間に正の相関がみられ、泥分の多い地点ほど放射性セシウム濃度が高いことが明らかになった。
- 4 月毎の放射性セシウム濃度が大きく増減する要因は、採泥時のサンプリング誤差だけでなく、瓦礫撤去作業による海底土の攪拌や、陸域からの流入等による影響も考えられた。

文 献

- 1 柳内直一・大和田淳：松川浦の作れい後の流況について、福島水試研報、4、115-120(1976)。
- 2 He Q., D. E. Walling : Interpreting particle size effects in the adsorption of ¹³⁷Cs and unsupported ²¹⁰Pb by mineral soils and sediments, J. Environ. Radioact. ,30(2),117-137 (1996)。
- 3 鷹崎和義・日高正康：松川浦における底質水平分布調査（震災前後の変化）、平成23年度福島水試事報 57-58(2012)。