

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文)	福島事故 10 年後の海洋生態系における浄化機構の解明		
研究テーマ (英文)	Clarification of remediation mechanism on a recent decade marine ecosystem after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident		
研究期間	2020年 ~ 2022 年		研究機関名 福島大学
研究代表者	氏名	(漢字)	高田 兵衛
		(カタカナ)	タカタ ヒョウエ
		(英文)	TAKATA Hyoe
	所属機関・職名	福島大学環境放射能研究所・准教授	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	立田 穰
		(カタカナ)	タテダ ユタカ
		(英文)	TATEDA Yutaka
	所属機関・職名	電力中央研究所 特嘱研究員	

概要 (600字~800字程度にまとめてください。)

福島第一原子力発電所(F1NPS)事故で海洋に放出された放射性セシウムの海水中濃度は、海産生物中濃度を海産物を食品とする場合の安全基準値以下となる程度にするまで低減したが、一方、2020年以降でも福島沿岸の海産魚中¹³⁷Cs放射能濃度は、2010年以前の0.15 Bq kg⁻¹まで低下するに至っていない。そこで、事故10年後の浄化過程の機序を明らかにするために、1)河川物質の海洋への流入に伴う沿岸生態系内食物連鎖セシウム濃度推移への影響、2)沿岸海底への地下水起源セシウム供給の多寡、3)放射性セシウムの水平2次元方向の食物連鎖移行解析による海産生物中濃度への寄与の度合、について研究を行った。

河川物質の海洋への流入に伴う放射性セシウムの沿岸生態系内食物連鎖濃度推移への寄与と解明のため、福島県内でF1NPSに近い請戸川・夫沢川・富岡川の河川水と、隣接する沿岸海水を採水し、粒子態・溶存態の放射性セシウム濃度を測定した。その結果、2020-2022年の研究期間中のF1NPS近傍沿岸海水中では¹³⁷Cs放射能濃度は、まだ2010年以前の1.5 mBq l⁻¹に戻っていないことが示された。河川水濃度については、静穏天候調査時は低かったため、陸域からの恒常的放射性セシウム流入の影響は顕著ではないと考えられた。一方で台風上陸時に陸域からの粒子態放射性セシウム流入寄与が大きいという新たな研究報告があったため、新青丸の2020, 2021年度研究航海で底生生物を採集し、食物連鎖における放射性セシウム移行に寄与する易分解放射性セシウム画分を求めた。得られた底生生物中濃度と生物可給態画分情報をもとに、研究対象沿岸海域における底生魚の濃度推移に対する、食物連鎖移行寄与を解析した結果、F1NPS近傍の海水濃度、および海底環境中の間隙水中放射性セシウムからの移行が、底生魚中濃度の低減遅延に寄与していると解析された。一方で、炭素・窒素安定同位体比解析結果では、流入河川により陸域から再分配された放射性セシウムの寄与の多寡の定量的解明には至らなかったため今後の検討を要する。

沿岸海底からの地下水湧昇によるセシウム連行の多寡については、大熊沖で地下水湧水蓋然性が提起される地点を抽出するために、先行研究における物理環境調査結果を解析した。その結果、大規模降雨時に低層塩分が上昇した例が認められた。そこで水中自動航行装置REMS(Remote Environmental Measurement Unit)による海底直上塩分の2次元探査を実施したが、探査海域海底における特異的塩分低下地点を見いだすには至らなかった。少なくとも天候静穏時の同海域の沿岸食物連鎖への地下水連行放射性セシウムの移行寄与は決定的ではないと理解された。大規模降雨時の沿岸地下水の、沿岸生態系における放射性核種の浄化過程に対する影響の検討は、引き続き研究課題として残った。

海産生物中濃度の時空間分布における、水平2次元方向の食物連鎖における放射性セシウム移行寄与について、F1NPS環境影響海域において、新青丸研究航海で動物プランクトンを採取し放射セシウム濃度を測定した。その結果、¹³⁷Cs放射能濃度は沿岸海域で有意に高かった。試料では放射性セシウム吸着陸上粒子と特異的高濃度セシウム粒子の混入が示唆された。プランクトンの炭素窒素同位体比解析では、低次栄養段階における食物連鎖内での放射性セシウム濃縮は顕著ではなかった。海洋拡散モデルROMSによる海水濃度時系列推移、ラグランジュ粒子移流の解析によれば、F1NPSを起点とする沿岸食物連鎖における放射性セシウムの水平移行が、沖合プランクトンの濃度推移に寄与していた可能性が示唆された。一方で、沖合表層魚中濃度推移への寄与は決定的ではなかった。

事故10年後、海産生物における放射性セシウム濃度は食品安全基準値を充分下回っていることが改めて確認されたが、生態系内物質循環の観点からは、沿岸では発電所と海底環境からの移行寄与が、また沖合では発電所近傍からのプランクトン移流が、概要生物中の放射性セシウムの浄化過程を律速していると解釈された。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）

雑誌	論文課題	福島沖の動物プランクトンにおける Cs-137 濃度の変動は群集構造や栄養段階構造から説明できるか？：2018年及び2022年の結果より				
	著者名	山田萌々加 立田穰 青野達雄 高田兵衛 浜島靖典 青山道夫 小林卓也 乙坂重嘉 西川淳	雑誌名	KEK Proceedings		
	ページ	92~95	発行年	2 0 2 2	巻号	2022-2
図書	書名	Radio-caesium behaviour in marine organism before and after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station accident. In "Radionuclides in the Marine Environment" ographers				
	著者名	Tateda, Y., Kaeriyama, H., Aoyama, M.				
	出版社	筑波大学出版会	発行年 HD	2 0 2 3	総ページ	pp318 (207-266)

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

Radioactivity concentration of ^{137}Cs in seawater off Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station (F1NPS) was decreased enough to reduce the activity in seafood being under the Regulatory level for Seafood Safety. However, the ^{137}Cs radioactivity level in coastal fish in the vicinity of F1NPS was still greater than 0.15 Bq kg^{-1} of before 2010. To clarify the depuration mechanism in coastal ecosystem 10 years after the accident, the following subjects were studied. River water and surface seawater near F1NPS were collected and dissolved/particulate ^{137}Cs were examined. The radioactivity levels during 2020-2022 demonstrated that the seawater level in the vicinity of F1NPS did not decrease to 1.5 mBq l^{-1} the level before 2010. Since the ^{137}Cs levels in river waters under calm weather was not distinctively greater than that of seawater, contribution of riverine ^{137}Cs to affect coastal biota level was considered not to be usually substantial. Since, positive signal of riverine particulate ^{137}Cs discharge was reported in northern coastal waters by typhoon attack, bio-available ^{137}Cs in benthos belonging to bottom food chain was examined. Using the radioactivity level and bioavailable fraction 50% in benthos, the factors determining the ^{137}Cs level in demersal fish were estimated by model. As a result, the trace amount of ^{137}Cs discharge from F1NPS and the ^{137}Cs rich interstitial water of bottom environment were evaluated to be substantial to enhance the level in benthos. The entrained ^{137}Cs by submarine groundwater (SG) was surveyed by REMUS (Remote Environmental Measurement Unit), whereas significant SG source point was not found at 5 km south of bottom area. At least, there was not significant SG ^{137}Cs source for coastal ecosystem under calm weather. Significance of two-dimensional transfer of ^{137}Cs along food chain was evaluate in plankton. The radioactivity level was greater in coast than those of off shore waters, however, the ^{137}Cs accumulation along food chain was not clear by carbon and nitrogen isotope analyses. In contrast, horizontal advection of plankton population from vicinity of F1NPS water was thought to be determine the off shore plankton level, whereas was not significant source to enhance the level in off shore fish. Finally, the contributions of the trace leakage from F1NPS and riverine particulate source may substantially affect the coastal fish level through deposit source in bottom environment.

共同研究者	氏名	(漢字)	津旨 大輔	
		(カタカナ)	ツムネ ダイスケ	
		(英文)	TSUMUNE Daisuke	
	所属機関・職名		電力中央研究所 副参事	
	氏名	(漢字)	青山 道夫	
		(カタカナ)	アオヤマ ミチオ	
		(英文)	AOYAMA Michio	
	所属機関・職名		筑波大学 客員教授	
	氏名	(漢字)	濱島 靖典	
		(カタカナ)	ハマジマ ヤスノリ	
		(英文)	HAMAJIMA Yasunori	
	所属機関・職名		金沢大学 連携研究員	
	氏名	(漢字)	青野 辰夫	
		(カタカナ)	アオノ タツオ	
		(英文)	AONO Tatsuo	
	所属機関・職名		量子科学技術研究開発機構 グループリーダー	
	氏名	(漢字)	西川 淳	
		(カタカナ)	ニシカワ ジュン	
		(英文)	NISHIKAWA Jun	
	所属機関・職名		東海大学 教授	
	氏名	(漢字)	小林 卓也	
		(カタカナ)	コバヤシ タクヤ	
		(英文)	KOBAYASHI Takuya	
	所属機関・職名		電力中央研究所 上席研究員	
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				