

福島沿岸底質の放射性セシウムの低次生態系への移行に関する基礎的研究

著者	樋口 謙
学位名	博士(海洋科学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2021
学位授与番号	12614博甲第622号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00002411/

博士学位論文要約
Summary

専攻 Major	応用環境システム学	氏名 Name	樋口 謙
論文題目 Title	福島沿岸底質の放射性セシウムの低次生態系への移行に関する基礎的研究		

第一章 序論

2011年の東北地方太平洋沖地震の津波によって、福島第一原子力発電所でメルトダウン事故が起き、多量の放射性物質が大気および海洋に流出し、多種の海洋生物およびそれを取り巻く海水、底質といった海洋環境を汚染した。その後の海水の放射性セシウム濃度の低下に伴って、海洋生物での放射性セシウム濃度は数年で検出限界未満に低下した。一方、底質の¹³⁷Cs濃度は緩やかな減少傾向を示しており、現在でも沿岸の浅海域において100 Bq/kgを超える場所がみられる。今後、生態系への放射性セシウムの移行は底質由来のものとなると考えられる。

福島沿岸の底質の放射性セシウム濃度は、底質の粒子が波などの影響で動かされたときに大きく変動する。一方で、底質の¹³⁷Cs濃度の低下は底質中に有機物が多く含まれていることから、物理的な粒子の移動以外による変化の可能性も挙げられる。底質の有機物には、付着性の微細藻類やデトリスが含まれる。これらの有機物はどこから放射性セシウムを受け取り、どのくらい低次生態系へ移行するのか理解されていない。本研究では、福島沿岸において底質の放射性セシウムが低次生態系へどのような経路で移行、減衰、拡散していくのかを解明することを目的とした。

第二章 底質の放射性セシウムの計測

極浅海域で運用できる海底の放射性セシウム濃度計測器(S-RAM)を開発した。福島県沿岸で¹³⁷Csを含む底質を採取して、室内実験において底質からS-RAMでガンマ線スペクトルを取得した。S-RAMは底質の¹³⁷Cs濃度を60秒間の積算スペクトルから計測できること、底質の厚さ13 cmまでの¹³⁷Cs濃度を計測していることを示した。また、福島県沿岸の松川浦における底質の¹³⁷Cs濃度の連続的な空間分布を現場観測した。松川浦の底質の¹³⁷Cs濃度は10.0–641.2 Bq/kg DWであり、湾奥付近において¹³⁷Cs濃度の変動が大きく、そして500 Bq/kg DWを超える高濃度の地点が存在することを明らかにした。

第三章 底生微細藻類への放射性セシウムの移行

福島県沿岸の小名浜と松川浦において、底層海水、間隙水、底質、および底生微細藻類の¹³⁷Cs濃度を定期的に調査し、底生微細藻類への¹³⁷Csの移行について定量的な検討を行った。¹³⁷Cs濃度は間隙水で底層海水より5.0–28.6倍高く、底質で間隙水より328.5–1368.2倍高く、底生微細藻類で底質より6.7–38.4倍高かった。底生微細藻類の見かけの濃縮係数は、底層海水と間隙水では著しく高いが、底質では松川浦で平均27.3、小名浜で平均22.5であったことから、主に底質から底生微細藻類へと¹³⁷Csが移行することを明らかにした。

第四章 低次消費者での放射性セシウムの移行と減衰

福島県沿岸に広く生息するキシエビ *Metapenaeopsis dalei* およびウリタエビジャコ *Crangon uritai* を底生無脊椎動物の例として、低次消費者での¹³⁷Csの移行と減衰の過程を検討した。現場に生息する両種の¹³⁷Cs濃度から生態学的半減期を、室内で飼育した両種の¹³⁷Cs濃度から生物学的半減期をそれぞれ算出して、両半減期を用いたコンパートメントモデルから両種が摂食した餌の¹³⁷Cs濃度を推定

した。 ^{137}Cs における生態学的半減期および生物学的半減期は、キシエビでは75.1–105.2日および28.3日であり、ウリタエビジャコでは244.2日および36.1日であった。これらの半減期から、両種が摂食した餌の ^{137}Cs 濃度はそれぞれ5.5–158.5 Bq/kg WW および7.5–26.9 Bq/kg WW と見積もられた。両種ともに餌の ^{137}Cs 濃度は体内濃度の5倍程度と安定していたことから、現場海域の低次消費者は餌の ^{137}Cs 濃度の影響を受けていたことを明らかにした。

第五章 総合考察

第二章から第四章までの各結果に基づいて、松川浦を例に底質から低次消費者までの放射性セシウムの移行を概算した。底質、底生微細藻類、低次消費者の餌および低次消費者の ^{137}Cs 濃度から算出した ^{137}Cs 濃度比を用いて、底質の ^{137}Cs 濃度に基づく低次消費者の ^{137}Cs 濃度を推定した。ここでは、キシエビおよびウリタエビジャコと同様な栄養段階の生物が松川浦に生息していたと仮定した。2016年秋の松川浦の底質の ^{137}Cs 濃度が10.0–641.2 Bq/kg DW の場合、低次消費者（キシエビ、ウリタエビジャコ）の餌の ^{137}Cs 濃度は1.8–418.0 Bq/kg WW、低次消費者の ^{137}Cs 濃度は0.3–119.4 Bq/kg WW と推定された。この推定の最大値119.4 Bq/kg WW は、底質の ^{137}Cs 濃度が641.2 Bq/kg DW の環境に生息し続けた場合を反映していることとなる。実際には500 Bq/kg DW を超えるような高濃度の底質が多くは観測されなかったことから、底質の放射性セシウムの海域の低次生態系への移行の影響は現在のところ大きくないと言える。

底質から底生微細藻への ^{137}Cs の移行は大きいことから、底質の ^{137}Cs の濃度低下に底生微細藻が一定の役割を果たすと考えられる。また、底生微細藻類の ^{137}Cs 濃度は低次消費者の餌よりも高かったが、低次消費者にはゴカイ類やアミ類などの無脊椎動物が多く摂食される。今後、底生微細藻類以外の生物からの低次消費者への ^{137}Cs の移行量についてさらに検討する必要がある。