

1.3.2 海産物への放射性ストロンチウムの移行調査

Transfer of Radiostrontium from Seawater to Marine Organisms

石川 義朗, 柴田 敏宏, 多胡 靖宏, 久松 俊一
環境影響研究部

Yoshio ISHIKAWA, Toshihiro SHIBATA, Yasuhiro TAKO, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

In the safety review of the commercial spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, a certain amount of radiostrontium is assumed to be discharged into the Pacific Ocean. In order to assess realistic impact of radiostrontium discharged to the public, it is important to understand the processes of transfer and accumulation of radiostrontium from seawater to marine organisms. In this research, the transfer rates of radiostrontium in seawater to olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) are studied by using stable ^{86}Sr tracer instead of radiostrontium. Since transfer through the food chain to the olive flounder is an important route of radiostrontium, the route is also included in the scope of this study.

In FY 2015, we tried to select an organism used as bait for catching olive flounder to investigate transfer of radiostrontium through the food chain. Whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*), ragworm (*Perinereis aibuhitensis*) and Japanese rice fish (*Oryzias latipes*) were kept in ^{86}Sr enriched seawater, followed by analysis of samples collected at pre-determined intervals for $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ ratio with a double sector mass spectrometer. The $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ ratios of whiteleg shrimp and ragworm reached equilibrium with seawater in two weeks and <4 d after starting the exposure, respectively. The Japanese rice fish were kept in ^{86}Sr enriched fresh water or brackish water for approximately 3 months after starting the exposure. The $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ ratio of Japanese rice fish did not reach equilibrium at the end of exposure in both fresh water and brackish water. Concentration of Sr is another important factor for the study of food chain simulation. Strontium concentration in the body of whiteleg shrimp was higher than that in ragworm and Japanese rice fish. As living bait, the Japanese rice fish was the best for the olive flounder, while the other two organisms were hard to feed. Further study is necessary to decide the bait organism for the olive flounder.

1. 目的

大型再処理施設の稼動に伴い、六ヶ所村沿岸から沖合約 3 km の水深約 44 m の海底に設置された海洋放出口から、放射性ストロンチウム (^{90}Sr) の排出が想定されている。Sr はカルシウム(Ca)と同族元素であるため、海産生物中では Ca と同様の挙動を示し、骨格中に移行・蓄積すると考えられる。そこで、本調査では、青森県の県魚であり太平洋沿岸海域で生息し、漁獲されているヒラメ (*Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel)) を対象として、海水中の放射

性 Sr の海産生物生体内への移行・蓄積について明らかにすることを目的とした。実験では Sr の安定同位体を添加した海水からの移行及び排泄並びに Sr で標識した餌料の投与を行い、これらの実験結果を基に、ヒラメにおける放射性 Sr の移行モデルを作成することを目標としている。平成 27 年度には、Sr を対象とした摂食に伴う移行に関する実験に必要な餌生物の作成方法について実験的検討を行った。

2. 方法

ヒラメは、甲殻類、多毛類及び小型魚類を餌としているため、実験では甲殻類ではバナメイエビ (*Litopenaeus vannamei* Boone)、多毛類ではアオゴカイ (*Perinereis aibuhitensis* Grube)、小型魚類ではヒメダカ (*Oryzias latipes*) を餌生物候補とし、 ^{86}Sr の移行速度や生体内濃度について検討し、餌の作成に要する期間、効率及び被食性について検討した。実験は、各生物を ^{86}Sr を添加した水中で飼育し、ばく露飼育開始から一定期間ごとに水槽から試料生物を採取した。その後、バナメイエビは、全身試料及び筋肉と殻に分けたもの、アオゴカイは筋肉のみ、ヒメダカは全身を試料とし、凍結乾燥にかけ、粉碎し、Sr同位体比及び濃度の測定を行った。一度の採取で、バナメイエビとアオゴカイでは3個体を、ヒメダカでは5個体を試料とし、それぞれ別々に分析した。また、バナメイエビとアオゴカイでは20 L容量の円形パンライト水槽を用い、ヒメダカではカセット式水槽を用いて、それぞれ1基につき1歳魚のヒラメ1個体を飼育し、これに餌生物を投与し、摂食しなくなるまで餌生物を投与し、餌料としての被食性を検討した。

3. 成果の概要

Fig. 1にバナメイエビの海水中 ^{86}Sr ばく露実験における個体ごとの生体全身及び海水中の $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ 比の実験期間中における変化を示す。なお、天然での $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ 比は0.1194であり、この値を差し引いたExcess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ で示している。実験開始7日後の試料では採取した3個体間のExcess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ の差異が大きかったが、14日目以降の試料では個体間で殆ど差がなく、その後海水の値とほぼ一致して推移したことから、バナメイエビでは ^{86}Sr ばく露後約14日目で海水と平衡に達することが明らかになった。また、Sr濃度は筋肉が $6.69 \pm 0.52 \mu\text{g g}^{-1}$ 乾重であるのに対し

て、殻の値は $(1.50 \pm 0.16) \times 10^3 \mu\text{g g}^{-1}$ 乾重と高く、全身としての値は $427 \pm 68 \mu\text{g g}^{-1}$ 乾重であった。

Fig. 2にアオゴカイの ^{86}Sr ばく露実験における全身のExcess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ の実験期間中の変化を示す。実験開始後4日目の試料でExcess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ はバックグランドレベルより高くなり、その後ほぼ一定値で推移したことから、海水とアオゴカイ生体間におけるSr同位体平衡に要する時間は4日未満と考えられる。筋肉中のSr濃度は $20.0 \pm 4.1 \mu\text{g g}^{-1}$ 乾重であった。

Fig. 3に汽水(1.2%)での、Fig. 4に淡水での ^{86}Sr ばく露実験におけるヒメダカ全身のExcess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ の実験期間中における変化を示す。汽水ばく露実験開始後、ヒメダカ体内のExcess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ はゆっくりと増加し、試験終了時(77日目)の5個体平均値は0.2096であり、汽水の値(0.3661)より低かった。淡水でのばく露実験でも結果は同様で、実験開始後ヒメダカ体内のExcess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ はゆっくりと増加し、試験終了時(84日目)の5個体平均値は2.803であり、水の値(10.27)より低く、ヒメダカのSr同位体比が安定するには数か月以上の時間が必要であると推測される。Sr濃度は汽水(水中濃度 $2.9 \sim 3.7 \text{ mg l}^{-1}$)で $138 \pm 29 \mu\text{g g}^{-1}$ 乾重、淡水(水中濃度 $1.8 \sim 2.0 \text{ mg l}^{-1}$)で $203 \pm 60 \mu\text{g g}^{-1}$ 乾重であり、淡水の方が高くなった。

また、被食性の検討では、バナメイエビの瞬発的な逃避能力がヒラメの捕捉能力を上回り、ヒラメが捕食できなかった。アオゴカイでは、実験に使用した10個体の内3個体しか摂食せず、嗜好性にかなり個体差があると考えられた。ヒメダカでは、12個体のヒラメの内9個体が捕食し、摂食実験の餌料として適当であることが示唆された。

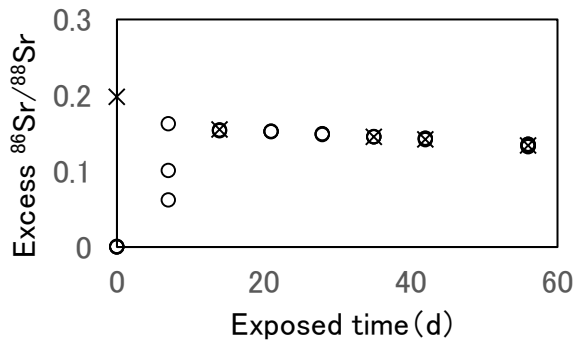


Fig. 1 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio in whiteleg shrimp and in seawater exposed to seawater enriched with ^{86}Sr . O, whiteleg shrimp; x, seawater. Background $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio was subtracted.

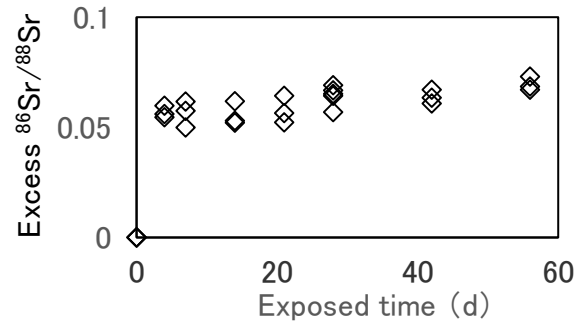


Fig. 2 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio in ragworm exposed to seawater enriched with ^{86}Sr . Initial excess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio in seawater was 0.087. Background $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio was subtracted.

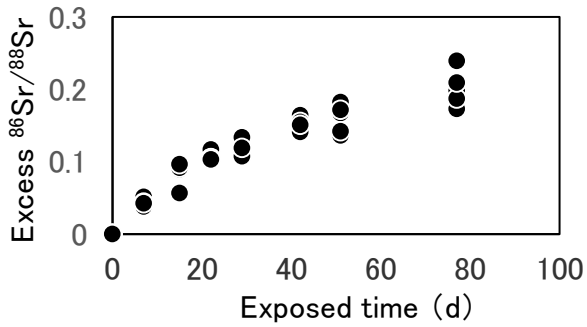


Fig. 3 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio in Japanese rice fish exposed to brackish water enriched with ^{86}Sr . Initial and final excess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratios of brackish water were 0.3871 and 0.3661, respectively. Background $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio was subtracted.

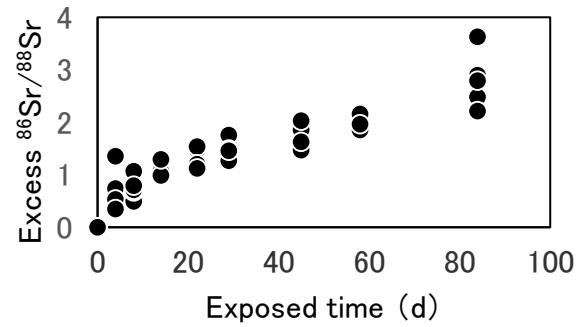


Fig. 4 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio in Japanese rice fish exposed to fresh water enriched with ^{86}Sr . Initial and final excess $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratios of fresh water were 12.11 and 0.27, respectively. Background $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ratio was subtracted.