

## 核燃料再処理とテクネチウム

人類が最初に製造した人工の放射性元素にテクネチウム(Tc)という普段の生活ではほとんど耳にしない元素があります。原子番号は43で、約30ある同位体の全てがβ線やγ線といった放射線を放出する放射性核種ですが、それらの半減期は0.1秒くらいのものから420万年のものまで存在します。テクネチウムのうち<sup>99m</sup>Tcは医学診断用として広く利用されています。再処理と関係が深いのは、半減期が21万年の<sup>99</sup>Tcです。この核種は、ウランやプルトニウムが核分裂した後に生成される核分裂生成物のひとつです。大気圏核実験では、大量のウランやプルトニウムを大気中で核分裂させたため、これらの核分裂生成物も大気中にばらまかれました。大気圏核実験で生成された<sup>99</sup>Tcの総量は約270 kg( $1.7 \times 10^{14}$  Bq)と推定されています[1]。核実験後には、ウランなどと共に核分裂生成物も核実験場から風に乗って世界中に運ばれたため、日本の環境中にも極微量ではありますが<sup>99</sup>Tcが存在しています。

原子力発電所で使い終わった使用済核燃料には、燃え残りのウランやウラン-238から生成されたプルトニウムとともに、核分裂生成物として<sup>99</sup>Tcも存在しています。使用済燃料から再び燃料として利用できるウランとプルトニウムと核分裂生成物を分離することを再処理といいます。この再処理過程で分離除去された核分裂生成物は、最終的には固体や液体の廃棄物として処理されますが、<sup>99</sup>Tcは主に

液体廃棄物中に存在します。この液体廃棄物を蒸発濃縮して体積を小さくしたものが高レベル廃棄物になりますが、その過程でごく少量の<sup>99</sup>Tcが海洋放出管から排出されます。青森県六ヶ所の再処理施設では、安全審査のための申請書で海に放出される<sup>99</sup>Tcを年間0.58 g( $3.7 \times 10^8$  Bq)と推定しています[2]。これは、再処理施設で1年間に取り扱われる廃液中の<sup>99</sup>Tc総量1500 kg( $9.8 \times 10^{14}$  Bq)の約300万分の一に相当します。

海外にはイギリスのセラフィールドやフランスのラ・アーグに商業用の大型再処理施設が稼働していますが、1980年頃までは放射性核種の海洋放出の認可量が大きかったことに加えて、放射性廃液の誤放出もあったため、約2000 kg( $1.26 \times 10^{15}$  Bq)の<sup>99</sup>Tcが周辺海域に放出したと推測されています。放出された<sup>99</sup>Tcは、海流に乗って北海やノルウェー海など広い範囲に拡散しました。これらの海域では、海水の<sup>99</sup>Tc濃度が高くなるとともに、その海域に生息している生物の<sup>99</sup>Tc濃度も高くなりました。特に海藻類はTcを集める性質があるために、顕著に濃度が高くなった場所もありました。日本では、茨城県東海村の再処理施設の沖合で、非食用のウミトロナオという海藻の濃度が最大で1500 mBq/kg-生(mBqはBqの1000分の1、またBq/kg-生は乾燥していない生のもの1 kgあたりの放射能のこと)であったと報告されています[3]。その他の海域では

平均16 mBq/kg-生でしたから、その90倍の濃度が観測されたこととなります。

六ヶ所村の再処理施設では $^{99}\text{Tc}$ をはじめとする放射性核種の海洋放出は、厳重に管理され、安全なレベルにまで低く抑えられています。施設周辺の住人や環境の安全を保障するためには、排出される放射性核種が周辺環境にどの程度蓄積するのかということを知る必要があります。前述したように、 $^{99}\text{Tc}$ は過去に行われた大気圏核実験のために、日本の土壌や周辺の海水中でも検出されています。そのため、施設の稼働に伴う $^{99}\text{Tc}$ の影響を把握するためには、施設から放射性核種が排出される前の濃度レベルを把握しておく必要があります。日本ではコンブを始めとする海藻類をよく食べるにもかかわらず、食用海藻のデータがほとんどなかったため、(財)環境科学技術研究所では、青森県からの委託事業として平成15年度から青森県で生産される食用海藻中の $^{99}\text{Tc}$ 濃度を調査しています。平成17年度の調査では、図1に示す地点で採取された食用海藻(マコンブ)を分析しました。その結果、青森県のマコンブ中 $^{99}\text{Tc}$ の平均濃度は1.2から3.4 mBq/kg-生の範囲にありました。この濃度は、九州で採取されたヒジキ(食用)と同程度であり[4]、非食用であるウミトラノオの平均濃度[3]の約4分の1以下であることがわかりました。

このように、海藻中の $^{99}\text{Tc}$ 濃度レベルとその地域分布を定期的に調査することは、六ヶ所の再処理施設に由来する放射性物質の排出の影響を見るひとつの手段として、非常に有効です。



図1 青森県の食用海藻(マコンブ)の調査場所

#### 参考文献

- [1] 館盛勝一, 2005, 放射化学ニュース, 11, p. 27-36.
- [2] 日本原燃(株), 再処理事業所指定申請書.
- [3] S. Hirano, 2000, Proc. International workshop on distribution and speciation of radionuclides in the environment, Rokkasho, Japan, Institute for Environmental Sciences, p. 80-84.
- [4] N. Matsuoka, T. Umata, M. Okamura, N. Shiraishi, N. Momoshima, Y. Takashima, 1990, J. Radioanal. Nucl. Chem., 140, p. 57-73.

(大塚 良仁)