

河川，湖沼や海洋へ堆積する 放射性セシウムについて

青野 辰雄
Aono Tatsuo

河川水や海水中の放射性セシウム

東日本大震災に伴う東京電力(株)福島第一原子力発電所における2011年3月12~15日の水素爆発や火災等により、管理されない放射性物質が発電所敷地外へ放出された。そして、これらが広域に拡散した¹⁾。大気から陸上に降下した放射性セシウムは沢水や雨水などによって河川へ流入し、河口から更に海洋へ拡散した。また、3月26日には同発電所2号機のタービン建屋溜まり水の海洋への直接漏洩があった。今回の事故前から海洋環境に存在する放射性核種や濃度については既に本誌に紹介されており、日本近海における事故以前の直近10年間の¹³⁷Cs濃度は表層で1.5~2 mBq/L程度である²⁾。福島第一原子力発電所付近の海水中の放射性セシウムとヨウ素濃度の変動から、津旨大輔らは直接漏洩の影響を受けて海水中の放射性核種の濃度が上昇した時期は3月26日で、それ以前は大気からの降下物による影響としている³⁾。直接漏洩が止まって以降は海水中の放射性セシウム濃度は減少する傾向にある。一方で、環境省の“河川，湖沼及び海域における放射性セシウムの状況について(平成24年2月)”では、河川水700地点におけるモニタリングの結果、直近の調査で1 Bq/L以上検出された場所は7地点で、最大は7 Bq/Lであった。底質については河川や湖沼では概ね2,000 Bq/kg以下で、沿岸1~2 km付近では概ね100 Bq/kgであった。つまり海底土や河川や湖沼の底質中濃度に対して、河川水，湖沼水や海水中の濃度は低い

値であった⁴⁾。なぜ放射性セシウムは水よりも底質中の濃度が高いのだろうか。

水中におけるセシウムの挙動

アルカリ元素であるセシウムはイオンとして水に溶けやすい。そのため環境中に放出されたセシウムは雨や水分に溶け、イオンとして降下、又は地表に降下後に水に溶解する割合が大きい。一方で土壌中の粘土鉱物にはセシウムを強固に吸着するものがある。粘土鉱物の種類によりその吸着能は異なる。これは粘土鉱物がカリウム等の陽イオンを取込みやすい構造をとるためである。粘土鉱物の構造は、一様でなく不均一なところにカリウムよりもイオン半径の大きいセシウムが負電荷によって吸着(取込まれるような状態)され、ほかのイオンに比べて脱着しにくい状態にある⁵⁾。土壌に沈着したセシウムが、時間の経過に伴いより強く土壌に保持されることも明らかにされている⁶⁾。つまりイオンの状態で水に溶解したセシウムは粘土鉱物等に吸着しない限りは、水の流れと共に河川などに流入し河口から海へ拡散すると考えられる。しかし、河川水には平時には数 mg/L~数百 mg/L、降雨等により河川水量が増えた場合には g/L オーダーの懸濁物等の粒子が含まれる。そのため大気から降下したセシウムは土壌などの粒子に吸着しやすい環境にあり、河川などでは粒子態として下流へ運ばれていることが考えられる。河川の流量は季節や天候により年間を通して変動が大きい。粒径が大きい粒子

などは河川水量が減少した場合、その場所に堆積することになる。また、河口域では淡水と海水の混合により粒子は凝集されて沈降されやすくなることから、河川水中のほとんどの粒子物質は河口域で海底へ沈降する。粒子に吸着したセシウムは容易に溶解しない。そのため沈降した粒子は潮汐等により沖へ拡散される。土壌中の放射性セシウム濃度レベルが下がらない限りは、川底や海底の堆積物中の放射性セシウム濃度の低下は難しいと考えられる。

水生生物への影響

ホッキ貝やアワビ等の貝類中の放射性セシウム濃度は事故後、時間の経過と共に明らかに減少している。一方でベントス（ヒトデ、ナマコやゴカイ等の海底生物）を餌としている魚類については濃度の減少傾向が認められない。つまり、貝類は海底において生息しているが堆積物中の放射性セシウムによる影響は受けにくいと考えられる。淡水魚は海水魚に比べると放射性セシウム濃度は高い傾向が続く。これは浸透圧の関係で、海水は塩分が高いために体内組織にセシウムのようなイオンが入りにくいが、淡水の場合は逆に魚の体内へイオンが入りやすいためである。また、淡水魚は湖底や川底の藻や生物を摂餌していることは知られており、これらに付着したセシウムによる影響も考えられる。前述したようにセシウムは水溶液中ではイオン

として存在するため、生体内に取込まれても、特定の臓器や組織に濃縮されることはない。

水槽実験における研究でも、放射性セシウムを取込んだ魚類を汚染されていない海水で飼育した場合には時間の経過とともに体内中のセシウム濃度が減少することが明らかにされ⁷⁾、生物学的半減期は約 50 日程度であるが、淡水魚の場合は数か月～1 年と報告されている⁸⁾。川底の堆積物は水量の変化に伴い下流へ移動することが考えられるが、湖沼の場合は移動が小さいため影響が長期化する可能性が考えられる。

参考文献

- 1) 文部科学省、環境放射能水準調査結果（月間降下物）平成 23 年 3 月分（2011）
- 2) 青山道夫, *Isotope News*, **692**, 10-14 (2011)
- 3) Tsumune, D., Tsubono, T., Aoyama, M. and Hirose, K., *Journal of Environmental Radioactivity*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2011.10.007> (2011)
- 4) 環境省、河川、湖沼及び海域における放射性セシウムの状況について（平成 24 年 2 月）、(2012)
- 5) Nakao, A., Funakawa, S. and Kosaki, T., *European Journal of Soil Science*, **60**, 127-138 (2009)
- 6) Tsukada, H., Takeda, A., Hisamatsu, S. and Inaba, J., *Journal of Environmental Radioactivity*, **99**, 875-881 (2008)
- 7) 佐伯誠道, *放射線科学*, **51**, 4-9 (2008)
- 8) 笠松不二男, *RADIOISOTOPES*, **48**, 266-282 (1999)

(放射線医学総合研究所)