

暮らしの中の放射線利用

《海と放射線》

四方を海に囲まれた私たちにとって縁の深い海は限りなく神秘と可能性の宝庫でもある。そこでは今回は海と放射線研究の最前線を訪ねた。

海には、ウラン、バナジウム、チタンなどいろいろな希金属が無尽蔵に眠っている。問題は、それらを経済的な採算ベースで取ることができかどうかだ。最近、ウランの捕集に関して、世界の先端を走る夢のような技術が日本原子力研究所・高崎研究所で開発された。

なぜ、ウランが重要かといえば、原子力発電所の燃料になるからだ。今後、長期的に安定したエネルギーを確保する意味でも、原子力発電所は欠かせない。

現在、採掘可能なウラン資源の量は、未開発の期待資源量も含めて、約五〇〇万トといわれる。いまのところ、生産量が需要に追い付かず、不足

分をロシアなど東側諸国から輸入しているが、ウラン資源の枯渇に伴い、二〇一七年あたりには、供給不足になるという。地下に眠るウラン資源に頼っている限り、長期安定確保は難しいわけだ。そこで注目されるのが、海水に溶けているウランだ。海水中のウランは一トあたり二〜三mg含まれている。濃度は非常に低いが、海に均一に存在しており、海に溶ける総量は約四五億トとばく大である。陸のウランの一〇〇〇倍以上はある。海底の岩盤表層にはウランが含まれ、海水に溶け出してくるため、海水中のウランは事実上、無尽蔵のように思える。

放射線利用の樹脂で捕集

この膨大な海のウランを効率的に回収する技術を確認したのが日本原子力研究所・高崎研究所（群馬県高崎市）だ。その研究の中心となった材料開発部・照射利用開発室長の須郷高信さんは、その成果を生き生きと語る。

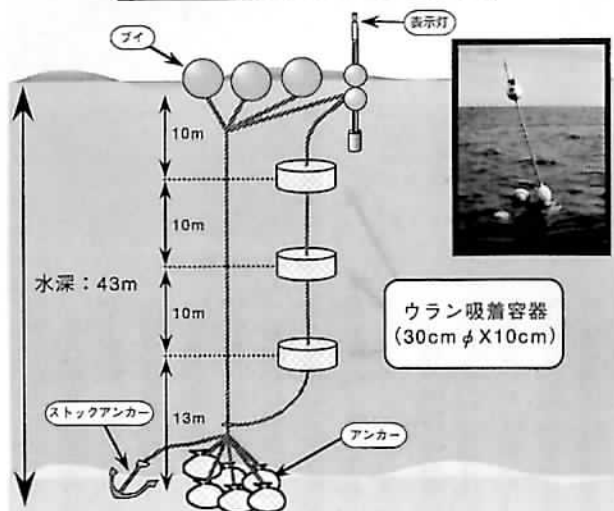
このウランの捕集材は、海に沈めておくだけでウランが自然にくっついてくれるという夢のような技術である。

ウランを吸着する素材は「繊維状アミドキシム

ウラン捕集材を開発した
須郷高信室長



東海域予備試験装置



樹脂」という。ポリエチレンやポリプロピレンに放射線の一種の電子線をあててつくる（放射線グラフト重合法）。ポリエチレンやポリプロピレンは原油流出事故などで活躍するオイルフェンス用不織布に使われている。

放射線利用によって、従来の技術では困難だった

大量の海水との接触効

率の高い捕集材が誕生し

たのだ。

いろいろな実験をしたところ、海水中のウラン濃度が高いほどウランの吸着容量は高いことが分かった。さらに、海水温度と捕集速度の関係も調べたところ、温度が高いほど捕集力が強くなることも分かった。温度が一度上がると捕集力は約三倍にもなる。また海流速度が速いほど捕集力が上がることも突き止めた。

つまり、海水温度の高

い暖流海域に設置すれば、より効率的に捕集できることが判明したわけだ。

日本は海に四方を囲まれ、暖流が沿岸近くまで寄ってくる。海からウランを回収する最適な条件を備えているわけだ。

ウラン鉱石と同等以上の価値

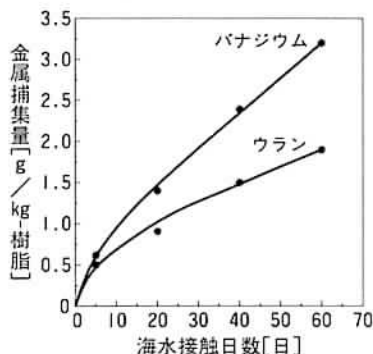
海に沈めた実際の捕集能力はどうか。

海との接触時間が二〇日間の場合、捕集材一トあたり二・七kgのウランが吸着できた。この捕集能力は、不織布の繊維径によって異なり、繊維径が五マイクロm（一mの百万分の一）の方が一五マイクロmより一・五倍高かった。繊維径が細いほど捕集能力が高いのだ。

では、この捕集技術は陸で取れる天然ウラン鉱石と比べて、有利なのだろうか。天然ウランは一トあたり一kg（〇・一％）以上のウランを含むウラン鉱石が経済的に採掘可能な範囲とされている。不織布の捕集材は、二〇日間、海水と接触させれば、捕集材中のウラン濃度は〇・三％となり、いま流通しているウラン鉱石と同等以上の価値をもつことが分かった。

実際に青森県の下北半島北端の関根浜六km沖で

図2 海水中有用金属捕集性能
(むつ関根浜 6 km沖合)



捕集材を使って海域予備実験を行った(図一)。

設置した場所は水深一〇、二〇、三〇mの三カ所。

その結果は図二の通りだ。接触日数が二〇日間で捕集材のウラン濃度は一トあたり約一kg、六〇日間で同二kgだった。水深による差はなかった。

この捕集力は従来の技術よりはるかにすぐれ、世界最先端を走るものだ。

捕集材に吸着したウランは塩酸処理で溶離させる。捕集材の耐久性試験も行ったところ、一〇回繰り返し使っても、捕集能力が劣ることはなかった。

これと同時に捕集材はウランだけでなく、バナジウム、チタン、コバルトも比較的効率よく捕集できることも分かった。これらバナジウム、チタン等は一〇〇%輸入に頼るしかないため、この捕集材は希金属の回収でも大きな成果を収めそうだ。

原子力発電所(一〇〇万kW)一基を一年稼働させるのに必要なウラン量は二〇〇トといわれる。約五〇〇〇m²の海域があれば、そこに捕集材を沈め、約二〇〇トのウランを集めることができる。

つまり、約五〇〇〇m²の海域で原子力発電所一基を動かすことも可能になるわけだ。

将来は漁業の補完的な役割も

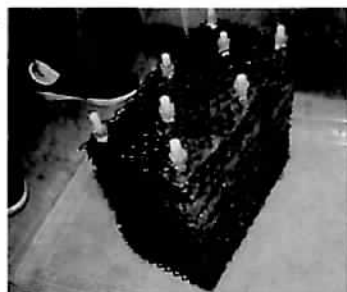
この捕集材のコストはキロあたり一万三〇〇〇円〜三万円。ウラン鉱石の採算価格が約一万三〇〇〇円というから、いまでも経済的には決して割高ではない技術となっている。

こうした画期的な海水ウラン捕集技術の将来性について、須郷さんは次のように語っている。

「海に沈めた捕集材にはエビ、カニなどいるが、陸に引き上げれば、逃げていく。貝などの付着物が外側の容器(かこ)に付くが、中の捕集材は大丈夫だ。ワカメなどもつくが、ウラン捕集には全く支障はない。捕集材を沈めた海中の光景は、カキ養殖のイカダと似た感じなので、養殖を同時に行うことも無理ではないだろう。もしかしたら捕集材は魚礁にもなるのではないか。これからは、この希金属捕集が漁業のひとつの形態として成り立つこともありうるのではないか」

海中の放射性物質の行方も研究

原子力発電の重要性が高まるにつれて、環境中で放射性物質がどう動いているかを把握しておくことはますます重要になってくる。



容器内の捕集材

捕集材の入った容器
これを海に沈める



放射性物質が海水や海底の堆積物、また魚介類や海産食品などにどの程度、蓄積され、それらが人間の健康にどう影響しているかを調べているのは、科学技術庁放射線医学総合研究所・那珂湊放射生態学研究所センター（茨城県ひたちなか市）。

同センターは海中の水深、ことに沈降粒子や懸濁粒子を捕集するシステムを開発、北太平洋や東シナ海などで天然放射能や金属元素の分析を通じて、海中での動きを突き止める研究を行っている。中村清センター長によると、「海中の堆積物は横から上からも来るが、天然放射能などは上から下へ落ちて行く奇与率が高い」という。

人工的に放射性物質を入れた水槽で魚介類を飼育し、生物にどう濃縮されていくかを説明することもやっている。

同じ魚でも、濃縮度は種類によって違う。サザエとバイの巻貝で実験したところ、サザエが海水から放射性物質を取り込んだ場合は、殻や脚などにより濃縮されるのに対し、バイがエサから取り込んだ場合は内臓への蓄積が高いことが分かった。アワビでは、肝臓の蓄積の方が筋肉より高い。

おもしろいことに、海洋生物の種類によって、濃縮される元素はいろいろだ。メジナの歯は鉄、

マダコのエラ心臓やシヤコの腎臓はコバルト、貝のワスレガイの腎臓はマンガン、ゴカイのあごは亜鉛を、より高濃度に濃縮しているという興味深い結果も分かった。

どの部分により多く濃縮しているかを知れば、魚介類の安全性を知るうえで大いに参考になる。

こうした研究実績は世界的にもすぐれたものだという。中村センター長は「放射性物質をもった魚介類でも、真水に入れてやると濃縮度が減ってゆくことも分かっている」と話す。

こうした総合的な研究結果から、魚類での蓄積量は健康に被害のあるレベルではないことも分かっている。