



# 東日本大震災後の 放射性物質汚染対策

——放射線の基礎から環境影響評価、除染技術とその取り組み

監修 齋藤 勝裕 名古屋工業大学名誉教授

## 総説

# 放射性物質による水質汚染の現状と 対策技術

株式会社環境浄化研究所 須郷 高信

## 1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災では福島第一原子力発電所（以下、福島原発）の全電源と冷却系統が喪失し、核燃料のメルトダウンや水素爆発など、日本では経験したことのない大事故が発生した。原子炉内の核燃料と原子炉建屋内に保管された使用済み核燃料の双方の余熱冷却を目的に海水を注入したため、10万tを超える大量の放射能汚染水が蓄積されるとともに一部は海洋に流出する結果となった。

ウランの核分裂生成物はクリプトン、キセノンなどの不活性ガスの他、放射性のヨウ素やセシウム、ストロンチウム、イットリウム、プルトニウムなどが大量に排出された。放射能汚染処理には原子炉内に蓄積された汚染水と原子炉周辺の汚染物質、大気中の放射性物質の対策が重要な課題である。

セシウムやストロンチウムの吸着材料についてはゼオライトなどの鉱物の他、フェロシアン化金属化合物（プルシアンブルー）などの研究が1958年にアメリカから報告されている<sup>1)</sup>。これらは真水での汚染物質に対して有効であるが、アルカリ金属やアルカリ土類金属の共存イオン濃度の高い海水中では吸着性能の低下が認められている。また、微粉末や造粒製品は波浪を伴う原子炉周辺の海域での使用は困難である。

本稿では、汚染の現状をとらえ、原子炉建屋内にある大量の放射性物質の処理と周辺の海水中に流出した放射性物質の除染処理に適した繊維状吸着材料の合成技術と、組紐加工技術を応用したモール状吸着材料や既存のろ過ハウジングに適したワインド状および不織布状の吸着処理対策技術について提案する。

## 2. 放射性物質汚染の現状

福島原発事故で放出した放射性物質は主にヨウ素131（以下、<sup>131</sup>I）とセシウム137（以下、<sup>137</sup>Cs）であると発表されたが、放出量の評価は経済産業省原子力安全・保安院と原子

力安全委員会で異なっている。放射性物質の放出総量はチェルノブイリ原子力発電所事故の1割程度であるが、数万TBq(テラベクレル)を超過したため、INES評価(国際原子力事象評価尺度)ではレベル7相当と発表した。

フランス放射線防護原子力安全研究所(IRSN)は、2011年10月末時点での福島原発周辺の海洋流出放射線量は、2万7千TBq超で日本側の公表値の20倍以上であると発表した。また沿岸部では、土壌汚染に伴う雨水による海域への流出が長期間継続するための、海洋汚染に対する安全対策が必要であると警告している。

ウラン235(以下、 $^{235}\text{U}$ )の核分裂生成物は、質量数で66~166まで100種類近くが確認されている。特に、質量99~100と135~145の付近に2つピークを持つ元素が多く生成される。核燃料のメルトダウンに伴い発生する核分裂生成核種は、アルカリ金属では主に $^{134}\text{Cs}$ ~ $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{86}\text{Rb}$ などであり、アルカリ土類金属では、 $^{80}\text{Sr}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ と $^{137}\text{Ba}$ (m)、 $^{140}\text{Ba}$ が、ストロンチウム由来核種として $^{90}\text{Y}$ 、 $^{91}\text{Y}$ が生成し、非鉄金属やハロゲン物質としては、 $^{110}\text{Sn}$ 、 $^{123}\text{Sn}$ 、 $^{126}\text{Sn}$ 、 $^{124}\text{Sb}$ 、 $^{125}\text{Sb}$ 、 $^{120}\text{Te}$ 、 $^{125}\text{Te}$ 、 $^{127}\text{Te}$ 、 $^{129}\text{Te}$ 、 $^{129}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ が生成する他、プルトニウムなどのアクチノイドやランタノイドが冷却水中に溶出することが考えられる。

原子炉の冷温停止状態を長期的に維持するためには、核分裂生成物や原子炉構造体由来の $^{60}\text{Co}$ 、 $^{63}\text{Ni}$ 、 $^{65}\text{Zn}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ など、各種放射性物質の効率的な除去技術の確立が不可欠である。原子炉周辺では、核燃料のメルトダウンに伴いヨウ素やヨウ化メチルなどの気体成分の放出が懸念されている。特にヨウ化メチルは、冷却水への溶解度が低いため大気中への拡散が考えられる。2011年10月末には2号機のガス管理システムが完成し、短寿命のキセノンが検出されて自発核分裂反応の進行が懸念されている。

水素爆発で破損した1号機原子炉建屋の遮蔽工事は2011年10月に完成し、排気システムの管理体制の整備が進んでいる。同様に破損した3号機と4号機の周辺は放射能レベルが高いため、遮蔽工事が難航し、2012年後半に完成予定との政府見解が発表された。今後は原子炉冷却システムの除染だけでなく、大気中の除染を目的とした排気システムの高度化が望まれている。

### 3. セシウム吸着繊維材料の開発

福島原発の高濃度汚染水の浄化システムに採用されているアレバ(フランス、AREVA)社とキュリオン(アメリカ、KURION)社は、フェロシアン化金属化合物やゼオライトの粒子を凝集沈殿法で分離している。

日本では、1965年に放射線医学総合研究所(現放射線医学総合研究所)から多孔性イオン交換ビーズにフェロシアン化金属化合物を担持する方法が提案された<sup>21,3)</sup>。その後、九州工業研究所(現産業界技術総合研究所九州センター)<sup>4)</sup>や東北大学の研究グループ<sup>5),6)</sup>から、シリカゲルやゼオライトにフェロシアン化金属化合物を担持する方法が提案された。

本稿では、原子炉建屋内にある大量の放射性物質の処理と周辺の海水中に流出した放射性物質の除染処理に適した繊維状吸着材料の合成技術と組紐加工技術を応用したモール状吸着材料や、既存のろ過ハウジングに適したワインド状および不織布状の吸着処理技術の検討を行った。



放射線グラフト重合は繊維や織布、不織布、粒子、膜など既存の素材に官能基を導入することが可能であり、金属イオンやタンパク質、気体成分などの選択分離材料の合成技術として適している<sup>7),8)</sup>。海水中でのセシウム選択吸着材料の開発を目的に各種官能基の検討を進めた結果、多孔性繊維へのフェロシアン化コバルトの導入方法と大量合成技術を確認した<sup>9),10)</sup>。

図1に、セシウム吸着繊維の合成工程を示す。合成方法は既存のナイロン繊維を骨格に電子線(<sup>60</sup>Co $\gamma$ 線でも可能)を照射後、VBTAC(ビニルベンジルトリメチルアンモニウムクロライド)をグラフト重合した。その後、グラフト重合鎖中のアニオン交換基にフェロシアン化物イオンを吸着させた後、塩化コバルト水溶液に浸漬してフェロシアン化コバルトを繊維に担持させた。

SEM-EDSを用いて吸着繊維断面の観察を行った結果、繊維周縁部にフェロシアン化コバルトが担持されていることが確認された(図2)。放射線グラフト重合の応用により、

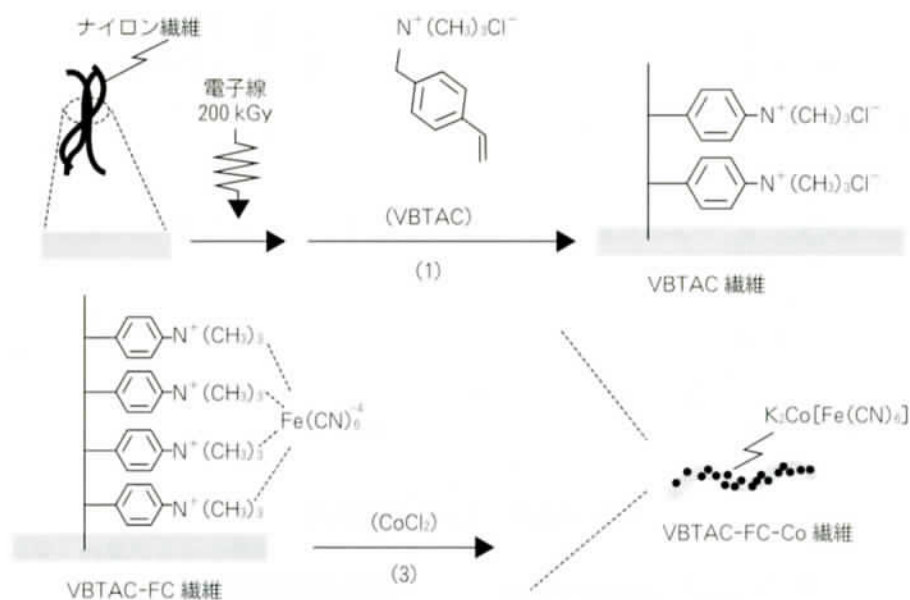


図1 セシウム吸着繊維の合成工程

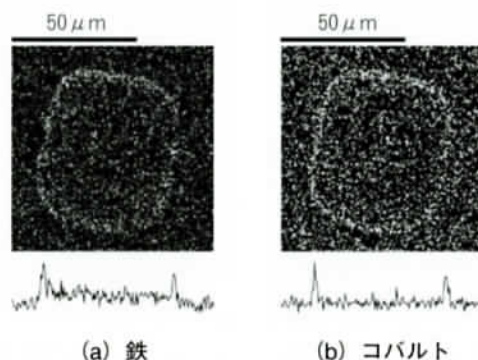


図2 セシウム吸着繊維断面の鉄とコバルト元素分布

ポピン巻繊維原料にフェロシアン化コバルトを安定的に導入することが可能になり、モール形状やwindフィルタ形状のセシウム吸着材料の大量生産技術を確立した。

セシウムの吸着性能は、日本原子力学会ホームページに記載の評価方法に従って行った。評価試験は実海水を用いて、塩化セシウムを添加して初期濃度を10 ppmに調製して行った。セシウム溶液20 mlをビーカーに分取し、0.2 gの吸着繊維を投入して、100 rpmで攪拌しながらセシウム濃度の経時変化を測定した結果を図3に示す。放射線グラフト重合技術を用いて合成したセシウム吸着繊維は接触時間が30分以内に分析検出限界以下に達し、A型ゼオライトと比較して、海水中でも優れた吸着性能が確認された。

図4に、セシウム吸着繊維を示す。左図上はwindフィルタ形状に加工したものであり、windの長さおよび直径は既存のフィルタハウジングに合わせた加工が可能である。左図下は組紐技術を用いて加工したモール状吸着材料であり、モールの直径および長さは使用目的に合わせて自由に加工が可能である。すでに数百メートルの連続製造技術

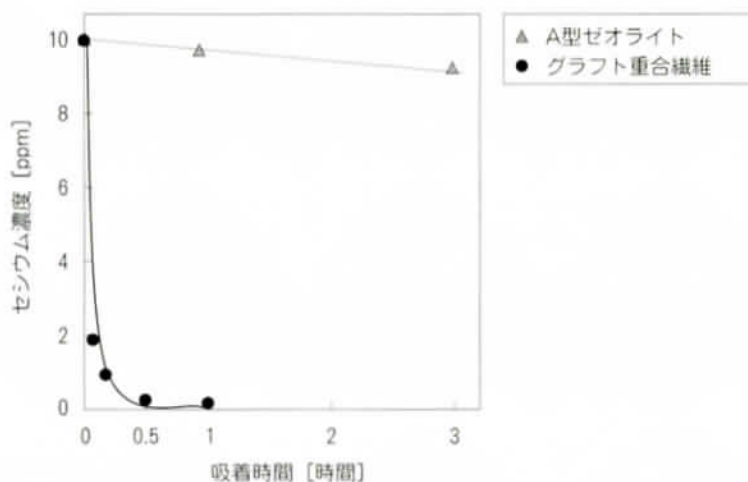


図3 海水中のセシウム吸着性能

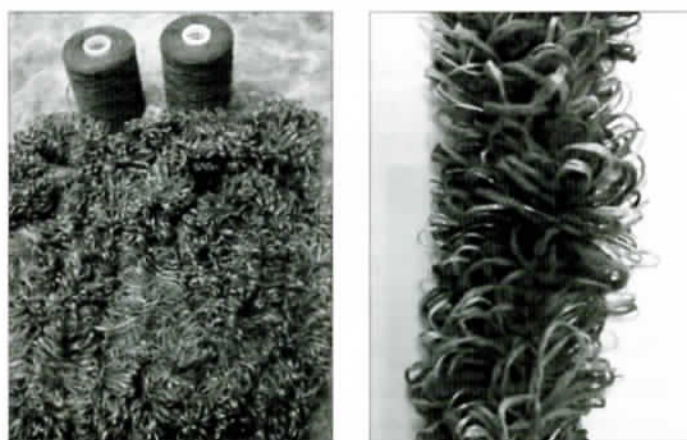


図4 セシウム吸着繊維 (wind, モールおよび拡大写真)

を確立し、吸着試験を進めている。この技術を応用することで海洋中に溶存するセシウムやストロンチウム、ヨウ素など、各種の汚染物質に適応した吸着繊維を組み合わせることで編み込むことが可能になった。

右図はモールの拡大写真である。中央の芯部と周囲には船舶用のロープ素材を組み込み、実海域での波力に耐えられる構造になっている。実際に海水ウラン捕集材の海洋実証試験を沖縄県恩納村で行い、台風などの自然環境に適応することが確認されている<sup>11)</sup>。

図5は、原子炉建屋の床や壁の除染を目的に試作したモップである。放射線グラフト重合技術は素材の形状を自由に選択することができるため、各種用途に応じた吸着材料の製造が可能である。

福島県内の学校のプールは、原子力発電所の水素爆発で飛散したセシウムなどの放射性物質が溶存しているため、排水できない状態が続いている。現状では、ゼオライトなどの粒子状吸着剤と凝集沈殿を組み合わせた除染技術が主流である。除染処理後の放射性廃棄物を袋に詰めて保管する方法が採用されているが、長期間安全に管理する場所の確保が困難となっており、今後は効率的な減容処理技術の確立が望まれる。

図6は、wind型フィルタによる除染システムの概念図である。この素材は芯材、吸着剤とも全てが高分子素材で製造されているため、除染処理後に圧力容器で $250 \text{ kg/cm}^2$ で常温圧縮塑性加工による減容処理が可能である。

プラスチック固化体は、従来の保管技術(粒状のゼオライト処理剤など)と比較して廃棄物の拡散流出の可能性が低いと考えられる。原子炉復水系統のイオン交換樹脂と同様に、プラスチック固化体によるステンレス容器やコンクリート管理保管技術を応用して、放射能減衰期間を経過した後に焼却処理処分が可能である。

図7は、原子炉周辺海域の汚染防止フェンスの概念図である。現在はシルトフェンスが設置されているが、波浪とともに放射性物質の外洋への流出が懸念される。シルトフェンスの内側にモール状の吸着材料を3列設置して、外洋への流出を防止する安全対策が考えられる。養殖用の生簀技術を応用して簾状にモールを設置することで、波力への耐久性が向上される。実際に沖縄県恩納村沖合5kmの海域で海水ウラン捕集の実証試験を行った結果、台風などの自然環境に耐えることが確認された。この場合も使用済み廃棄物はプラスチック固化体として減容処理が可能であり、今後の安全対策への応用が期待される。

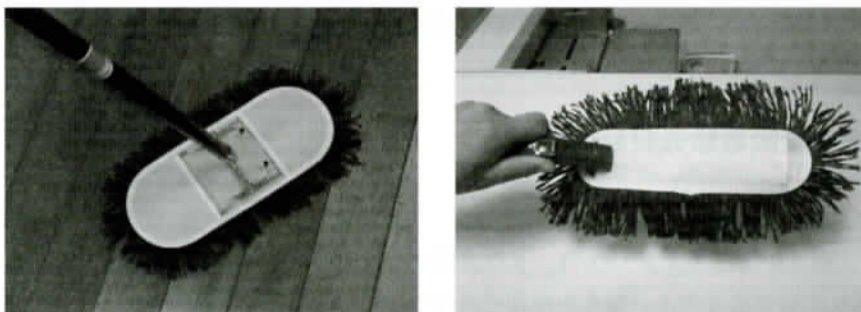


図5 セシウム吸着除染用モップ

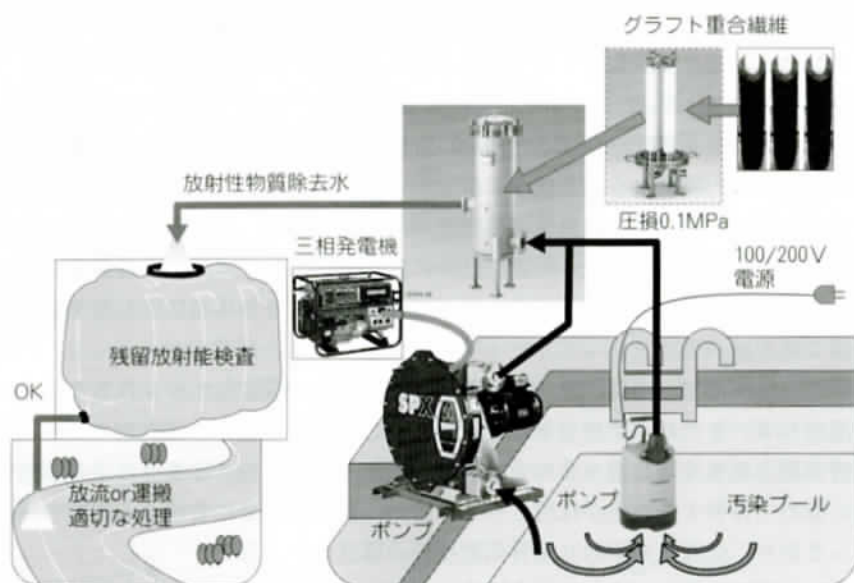


図6 プール除染システム概念図



福島第一原子力発電所  
(航空写真)

©国土画像情報(カラー  
空中写真)国土交通省

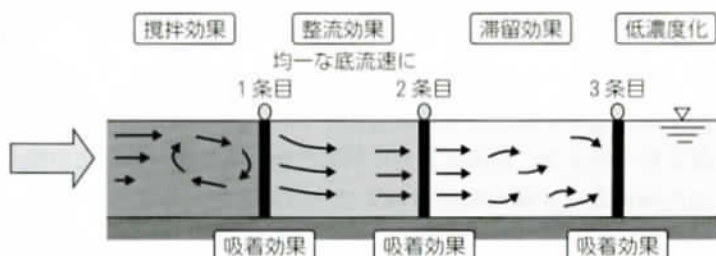


図7 原子炉周辺海域の汚染防止フェンスの概念図

#### 4. ヨウ素吸着除去材料の開発

ヨウ素は水中ではヨウ化物イオン ( $I^-$ )、三ヨウ化物イオン ( $I_3^-$ )、次亜ヨウ素酸イオン ( $IO^-$ )、亜ヨウ素酸イオン ( $IO_2^-$ )、ヨウ素酸イオン ( $IO_3^-$ )、過ヨウ素酸イオン ( $IO_4^-$ ) など多様な形態で溶存する。塩素が存在する海水中では、主に  $I^-$  と  $IO_3^-$  のイオン形態で溶存すると考えられている。

大気中に拡散するヨウ素は、種々の要因を受けて化学形態が複雑に変化する。それらは、元素状態のヨウ素 ( $I_2$ ) と次亜ヨウ素 ( $HIO$ )、ヨウ化メチル ( $CH_3I$ ) およびエアロゾ



ルや粉塵に吸着された粒子状ヨウ素の4種類に代表される。

表1に、1979年のアメリカスリーマイル島原子力発電所2号炉(TMI-2)事故での補助建屋の排気フィルタ上流側で分析されたヨウ素種の構成を示す。

福島原発では核燃料のメルトダウンに伴い、自発核分裂反応が進行し、ヨウ素やヨウ化メチルなどが絶えず放出されていると考えられる。ヨウ化メチルは冷却水への溶解度が低いため、大気中への拡散が懸念される。

ポリビニルピロリドンヨード製剤(ポビドンヨード製剤、代表的な商品名:イソジン<sup>®</sup>)は、ヨウ素の安定錯体として世界中の医療機関で外科用殺菌製剤に広く利用されている。N-ビニル-2-ピロリドン(NVP)は無酸素雰囲気中で加熱するとポリビニルピロリドンが生成するため、既存のフィルタ素材と化学結合することは困難であった。そのため、放射線前照射グラフト重合技術を用いて既存の高分子フィルタ素材にポリビニルピロリドンを安定に結合する技術を確認した。この放射線グラフト重合の概念図を図8に示す。

放射線グラフト重合法では、照射線量によってラジカル数が決定されるため、ポリビニルピロリドンのグラフト重合鎖数と鎖長をコントロールすることが可能であった。

放射線グラフト重合ポリビニルピロリドンフィルタへのヨウ素の吸着特性を、図9に示す。未グラフト重合フィルタは、ヨウ素を物理的に吸着して淡褐色に着色するが、大気中に放置するとヨウ素は直ちに放散して無色になった。グラフト重合フィルタはヨウ素の吸着量に依存して褐色濃度が増加し、色差計で吸着量を外挿することができた。グラフト重合技術を用いて合成したポリビニルピロリドンヨード錯体は、3年間大気中に放置しても安定してヨウ素を保持することが確認された。

放射線グラフト重合法を応用することで、ポビドンヨード製剤と同様な化学構造を既存の高分子フィルタ素材に安定に固定化することが可能となった。これらの結果から、ヨウ素吸着フィルタとして十分利用できることが認められた。

表1 放射性ヨウ素の化学形態(TMI-2事故の事例)

ヨウ素種	濃度 [mBq/cm <sup>3</sup> ]	非粒子状の割合 [%]
I <sub>2</sub>	2.5	35
HIO	1.8	25
CH <sub>3</sub> I	2.9	40
粒子状ヨウ素	2.7	—

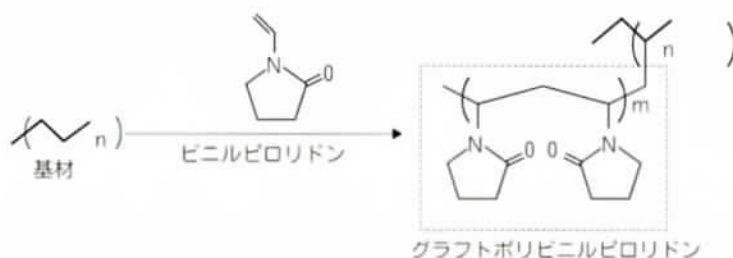


図8 ビニルピロリドンのグラフト重合工程



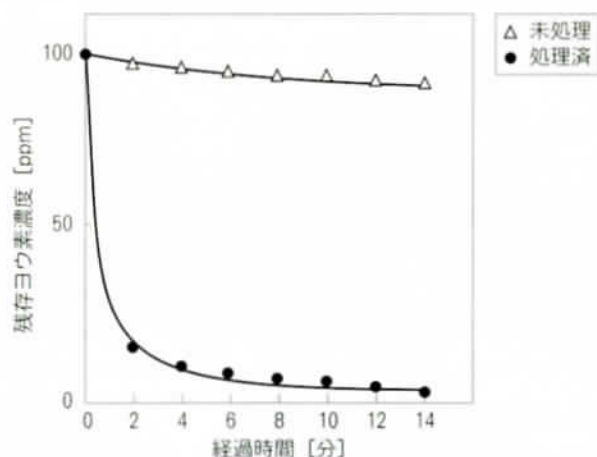


図9 ヨウ素ガス吸着特性

従来の原子炉用のヨウ素吸着フィルタは、銀やTEDA(トリエチレンジアミン)、KI(ヨウ化カリウム)を担持した添着活性炭が広く用いられている。ヨウ素を捕捉した添着活性炭は、ヨウ素が昇華性のため長期間効果を持続することが困難であった。また、活性炭は燃焼時の熱容量が大きいため使用後の焼却処分が困難であった。そのため、高性能なヨウ素吸着フィルタの開発が重要な課題となっている。本技術で開発したグラフト重合フィルタは、ポリオレフィンや天然繊維の不織布、織布、フィルタ素材を原料とするため、焼却法などによる廃棄処分が容易であり、原子力分野や工業分野への応用が期待されている。

ポリビニルピロリドンフィルタの連続グラフト重合技術を確認し、感染症予防用に医療分野への工業生産を進めている。この技術を活用してポリビニルピロリドングラフト重合フィルタを組み込んだマスクを製造し、福島原発周辺での支援活動に参加した関係者に配布して、呼吸器からの内部被曝の予防に役立てることができた。

既存のフィルタ素材へのVBTA(ビニルベンジルトリメチルアンモニウムクロライド)とNVP(N-ビニル-2-ピロリドン)との共グラフト重合工程を図10に示す。繊維状のフィルタ素材への最適グラフト重合条件の検討を進めた結果、VBTA-NVPはそれぞれ1~2 mmol/gの導入が可能になった。

大気中のヨウ化メチルの吸着除去性能を図11に示す。繊維状素材へのヨウ化メチルの物理吸着はほとんど認められず、共グラフト重合により効率的に吸着除去できることが確認された。

図12に、ヨウ化メチルの吸着形態を示す。VBTAとNVPとの放射線共グラフト重合技術を活用することにより、ヨウ素とヨウ化メチルを同時に吸着除去することが可能になり、福島原発防護壁の排気系統への応用が期待できる。

グラフト重合フィルタの溶液中でのヨウ素吸着特性を図13に示す。

VBTAとNVPとの共グラフト重合フィルタは、純水中および海水中でもヨウ化物イオン( $I_3^-$ )を効率的に吸着することが認められた。既存のフィルタ素材へのVBTAとNVPとの連続共グラフト重合技術を確認した。

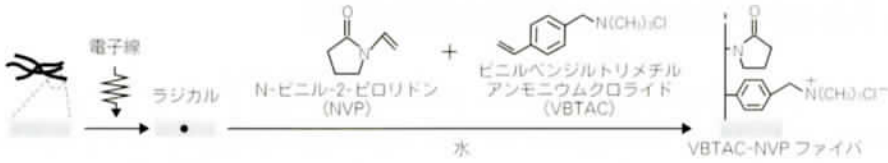


図10 VBTA-NVPの共グラフト重合工程

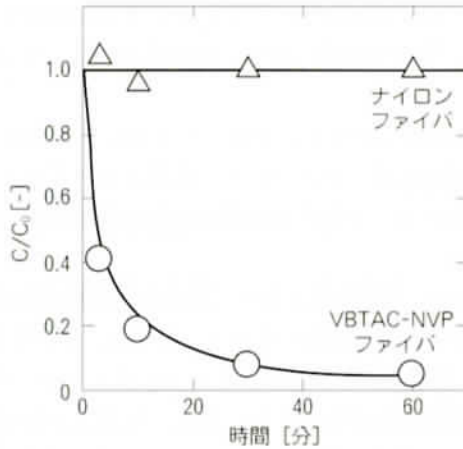


図11 ヨウ化メチルガス吸着性能

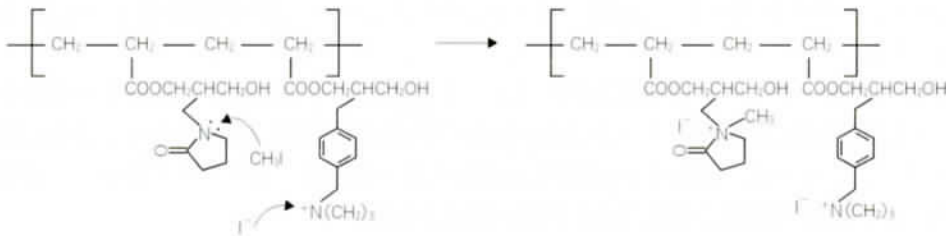


図12 VBTA-NVPのヨウ素吸着形態

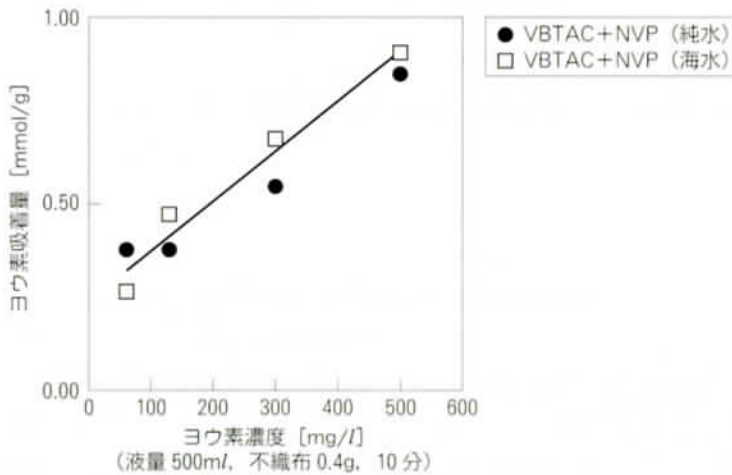


図13 溶存ヨウ素吸着特性

## 5. ストロンチウムなどの吸着除去材料の開発

$^{235}\text{U}$ の核分裂生成物は、質量数で66～166まで100種類近くが確認されている。特に質量99～100、135～145付近に2つピークを持つ元素が多く生成される。福島第一原子力発電所から拡散された $^{137}\text{Cs}$ は $\beta$ 線と $\gamma$ 線を放出するため、一般に普及している簡易型測定器( $\gamma$ 線検出器)で簡単に検出できるため各地で社会問題となっている。ウランの核分裂生成物の収率は、 $^{137}\text{Cs}$ が6.09%、ストロンチウム90(以下、 $^{90}\text{Sr}$ )が5.79%とほぼ同程度である。ただし、 $^{90}\text{Sr}$ は $\beta$ 線のみで $\gamma$ 線を放出しないため、簡易型測定器( $\gamma$ 線検出器)では検出されていない。

図14に、ストロンチウムやバリウム、亜鉛、ニッケル、コバルトなどの核分裂生成物の吸着分離材料の合成工程を示す。このキレート繊維はカドミウムや鉛などの環境汚染物質の吸着性能に優れているため、工場排水や鉱山廃水の浄化技術に活用されており、工業生産技術が確立されている。

ストロンチウムはアルカリ土類金属であり、海水中での吸着除去が困難である。図15は、海水中でのストロンチウムの吸着特性を示す。海水中にはマグネシウムが1,400 ppm、カルシウムが430 ppmと多量に共存するが、7.5 ppmのストロンチウムは30分以内に検出限界以下となり高い選択吸着性能を示した。同様の官能基を有する市販のキレート樹脂(Diaion CR11)と同条件で比較した結果、ストロンチウムの分配係数は79に対してグラフト重合繊維の分配係数は1,900と高性能であることが確認された。海水からマグネシウムとカルシウムを析出除去した結果、ストロンチウムとバリウムの吸着性能は10倍以上に向上した。

図16は亜鉛、ニッケルの吸着特性を示す。本グラフト重合繊維は、低濃度の亜鉛やニッケルを効率的に吸着することが認められた。原子炉冷却系統は構造体由来の遷移金属(コバルト、ニッケル、亜鉛など)の除去が課題となっている。本グラフト繊維は、遷移金属に対する選択吸着性が高く今後の利用が期待される。

極低濃度の放射性物質の濃縮では、放射線グラフト重合法を応用して抽出試薬を担持し

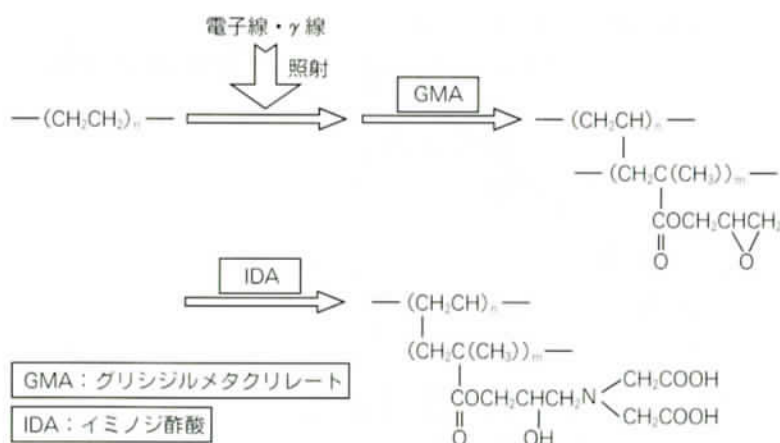


図14 キレート型繊維の合成工程



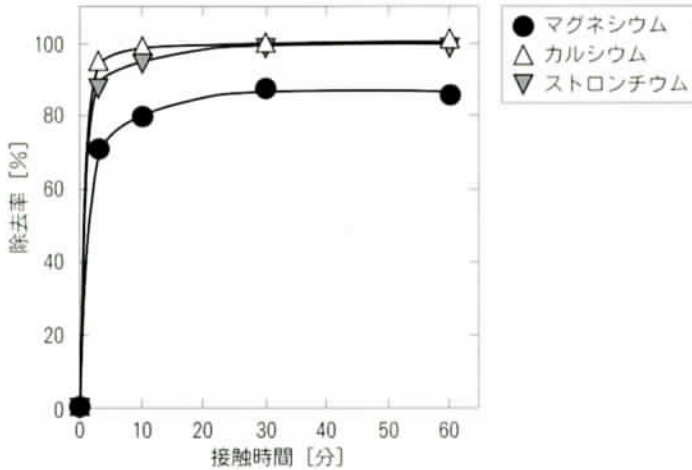


図 15 ストロンチウム吸着性能

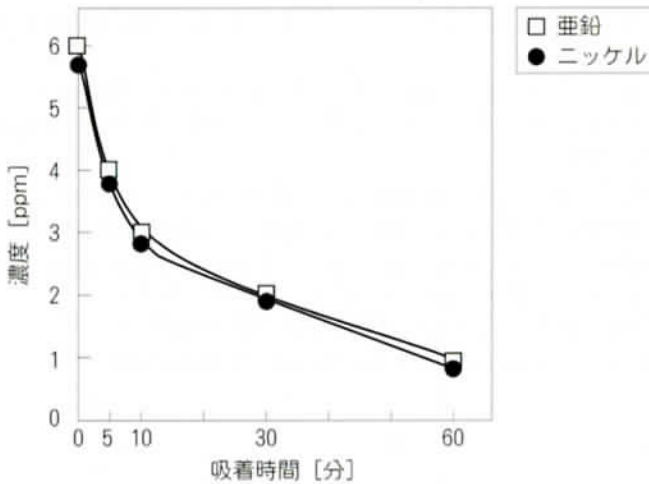


図 16 亜鉛, ニッケルの吸着性能

た固相抽出 (SPE, solid-phase extraction) 材料の開発を進め、選択性の高い分離技術  
を確立した<sup>12)</sup>。

## 6. おわりに

福島原発から放出した放射性ヨウ素や放射性セシウムは、大気中や原子炉建屋内および  
海洋汚染の原因となった。これらの放射性物質汚染を早急に解決することを目指して、効  
率的な吸着分離材料の開発を進めている。

加速電子線やコバルト $\gamma$ 線を利用し、放射線前照射グラフト重合技術を応用して繊維状  
吸着分離材料の合成技術を確立した。この技術は、既存のポピン巻繊維や不織布、フィル  
タ素材を骨格にして、素材の物理的特性を損なうことなくヨウ素やセシウム、ストロンチ

ウムなどを効率的に吸着分離することが可能になった。ポピン巻の繊維状吸着材料はワインド型フィルタやモール状など利用目的に合わせて二次加工が容易であり、利用範囲の広いことが特徴である。これらを利用して、各種プラントに合わせた効率的な吸着システムの構築が期待される。

〈執筆：2011年11月〉

参考・引用文献

- 1) G. B. Barton, J. L. Hepworth, E. D. McClanahan, R. L. Moore, H. H. Van Tuyt : *Ind. Eng. Chem.*, **50**, pp.212 - 216 (1958).
- 2) K. Watari, M. Izawa : *J. Nucl. Sci. Technol.*, **2**, pp.321 - 322 (1965).
- 3) K. Watari, K. Imai, M. Izawa : *J. Nucl. Sci. Technol.*, **5**, pp.309 - 312 (1968).
- 4) K. Tanihara : Reports of the Kyushu National Industrial Research Institute, No.61, pp.23 - 28 (1998).
- 5) H. Mimura, M. Kimura, K. Akiba, Y. Onodera : *Solv. Extr. Ion Exch.*, **17**, pp.403 - 417 (1999).
- 6) H. Mimura, M. Kimura, K. Akiba, Y. Onodera : *J. Nucl. Sci. Technol.*, **36**, pp.307 - 310 (1999).
- 7) K. Saito, T. Sugo : *Delicious Recipe for Graft Polymerization*, Maruzen, Tokyo (2008).
- 8) K. Ikeda, D. Umeno, K. Saito, F. Koide, E. Miyata, T. Sugo : *Ind. Eng. Chem. Res.*, **50**, pp.5727 - 5732 (2011).
- 9) R. Ishihara, K. Fujiwara, T. Harayama, Y. Okamura, S. Uchiyama, M. Sugiyama, T. Someya, W. Amakai, S. Umino, T. Ono, A. Nide, Y. Hirayama, T. Baba, T. Kojima, D. Umeno, K. Saito, S. Asai, T. Sugo : *J. Nucl. Sci. Technol.*, **48**, pp.1281 - 1284 (2011).
- 10) K. Saito : *Bull. Soc. Sea Water Sci. Jpn.*, **65**, pp.280 - 284 (2011).
- 11) T. Sugo : *Energy and Resources Jpn.*, **23**, pp.223 - 226 (2002).
- 12) S. Asai, K. Miyoshi, K. Saito : *Anal. Sci.*, **26**, pp.649 - 658 (2010).



## 多様な環境に適応した 技術の確立を

株式会社環境浄化研究所 須郷 高信

2011年12月16日、野田佳彦内閣総理大臣は政府の原子力災害対策本部で、原子炉は「冷温停止状態」に達し、事故収束に向けた工程表の「ステップ2」が完了したことを宣言した。それに伴い、2012年の早い時点で一部避難区域を解除し、新たに指定区域の見直しを指示した。

東京電力は1～4号機のタービン建屋などに溜まった汚染水を除染処理した結果、約10万tの保管タンクが満杯状態になったことを発表した。原子炉敷地内では保管タンクの増設スペースが限界であり、2012年度第1四半期には保管不能になった除染処理水を海洋へ放出するとの基本方針を中期的な施設運営計画として経済産業省と関係団体に報告した。

津波による大量の海水は原子炉敷地内に浸透しているため、タービン建屋の溜り水を排出処理することで液面が低下し、1日400t近くの地下水が建屋内に流入することが判明した。溜り水の浄化装置からは除染処理後の放射性廃棄物が大量に排出され、安全な保管技術を確立することが早急な課題となっている。

原子炉周辺の湾岸ではコオナゴやアイナメなど魚介類の汚染が広がり、漁業への影響が深刻な問題となっている。原子炉湾内から海洋への放射性物質の拡散を防止するため、海水中のセシウムやストロンチウム、ヨウ素の効率的な除染技術の確立が重要な課題である。

これまでの検証結果から、内陸の放射性物質は雨水や雪解け水で溶出され、河川を

移動して塩分濃度が高い河口付近で沈降濃縮されることが確認されている。福島県内の汚染分布をシミュレーションした結果、内陸および山間部の放射性物質は主要河川に集積され、1～2年以内に沿岸地域に到達し、海水中の放射線濃度が上昇すると試算されている。今後は土壌、河川、湖沼、プール、農業用水、水処理施設、山林、海水などの多様な環境に適応した除染技術の確立が急務である。

第3章では「放射性物質による水質汚染と除染技術」について、紺青などのフェロシアン化物やゼオライトなどの無機物、そして新種の藻類などさまざまな分野の専門家の先端技術を紹介した。

今後の課題は、放射性物質を除去した吸着分離材料を数十年以上の長期間、安全で安定的に保存管理するために、放射性物質の減容処理技術の開発が大きなテーマとなってくる。

沿岸での除染法では、繊維状吸着材料の合成技術と組み紐技術を応用してモール状に加工し、海底に海藻状態に固定することでカーテンウォール状態に連鎖させ、放射性物質の外洋への流出を阻止する方法が実海域で実証されている。

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故は前例のない未曾有の事象であり、各分野の専門家の英知を結集して日本の底力を世界に示すときである。

一日も早い収束を国民全体で願っている！  
(2012.1)