

高選択性捕集材の開発

海から回収した金属類

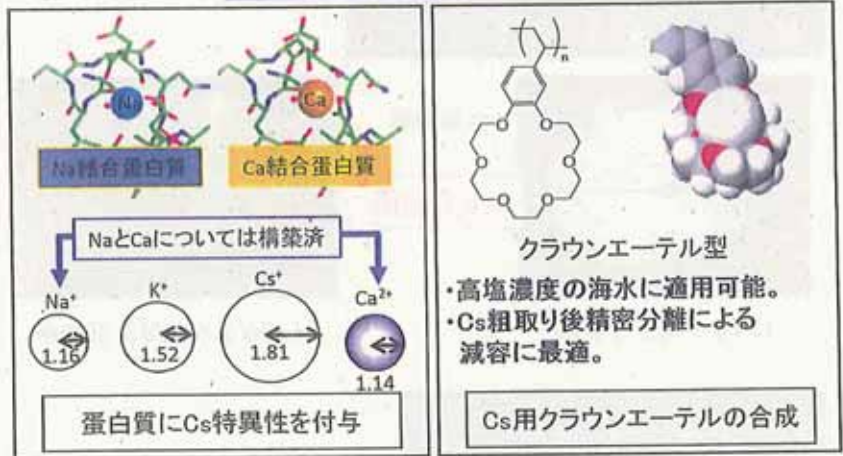


酸化バナジウム ニッケル・コバルト混合物

複数の金属を捕集可能

捕集金属が多い

さらに減容するために・・・



④

グラフト重合捕集材の開発と性能評価(1)

①-a 放射線加工(グラフト重合)による高効率捕集材開発

ヨウ素用捕集材の基本性能

○バッチ吸着試験

捕集材：アミン型
対象：4 mg/L ヨウ素溶液
回収率：83% (24時間)
容量：8.4 g-I/kg-捕集材

○カラム吸着試験

捕集材：アミン型
対象：8 μg/L
通液速度：200/h
回収率：100% (捕集材体積の70倍まで)

セシウム用捕集材の基本性能

○バッチ吸着試験

捕集材：リンモリブデン酸型
対象：1 mg/L セシウム溶液
回収率：99% (24時間)

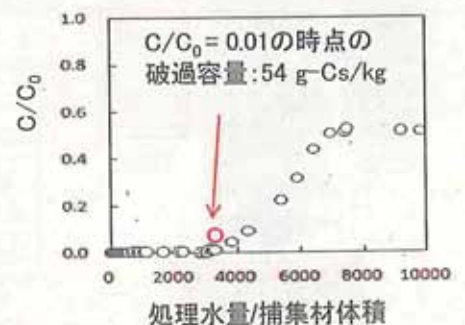
○カラム吸着試験

捕集材：リンモリブデン酸型
対象：0.9mg/L セシウム溶液
供給液流量：1 mL/min (空間速度310/h)

出口の濃度 (C)



入口の濃度 (C₀)



捕集材体積の3,000倍程度の処理が可能であり、高いセシウム捕集特性を確認

⑤

①-a 放射線加工(グラフト重合)による高効率捕集材開発

セシウム用捕集材の量産化



1バッチ当たり3cm²

1バッチ当たり3,000cm²

- ・ 捕集材の安定した量産化条件の確立
- ・ 1バッチ当たり3m²の捕集材製造が可能

環境試料水の調査/分析



きこり「あいの沢」

飯館村村内6箇所(7点)を採取・分析

⑥

セシウム用捕集材を用いたフィールド試験



飯館村宿泊体験館きこり「あいの沢」溜め水から採水



Ge半導体検出器

浮遊物入のCs (上澄み水)

| 試料名 | Cs-134 | Cs-137 | 全Cs |
|-------|--------|--------|-----|
| 上澄み水① | 14 | 20 | 34 |
| 上澄み水② | 19 | 24 | 43 |
| 上澄み水③ | 17 | 22 | 39 |

参考：堆積物含有水中全Cs7,288 Bq/L

捕集材処理

捕集材使用量：各48mL
処理水量：各100L
通液速度：200/h

| 試料名 | 捕集材 | 処理時間 | 全Cs | 除去率 [%] |
|-------|------|------|-----|---------|
| 上澄み水① | PM1型 | 3h | 14 | 59 |
| 上澄み水② | PM1型 | 6h | 16 | 63 |
| 上澄み水③ | PM2型 | 6h | 2 | 95 |

フィルタ効果

可溶性Cs

| 試料名 | Cs-134 | Cs-137 | 全Cs |
|------------------|--------|--------|------|
| 0.45μm フィルタろ過 | 2.3 | 2.7 | 5 |
| | 4.5 | 6 | 10.5 |
| | 4.8 | 6.3 | 11.1 |

単位はいずれもBq/L

捕集材効果

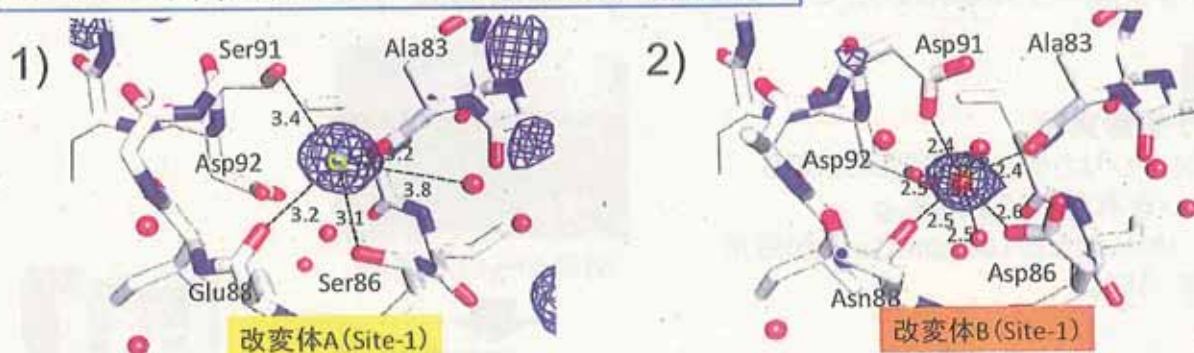
0.45μm フィルタろ過

| 試料名 | 全Cs | 除去率 [%] |
|------------------|-----|---------|
| 0.45μm フィルタろ過 | ND | 100 |
| | ND | 100 |
| | ND | 100 |

- ・ 捕集材体積の2,000倍量まで除去率100%を達成
- ・ 浮遊物込で50%以上の除去が可能
- ・ 粒子状試料に比較して20倍速で処理可能

⑦

①-b タンパク質を活用したセシウムの吸着材開発



人工的に改変した金属結合部位の立体構造

1) 人工改変体A(Cs結合:左図) 1.25Å分解能のX線結晶構造解析で立体構造を決定した。観測された電子密度を評価し結合原子がCsであることを確認した。水酸基(2ヶ所)、カルボニル(2ヶ所)、水(2分子)の6配位構造を確認した。

2) 人工改変体B(Sr結合:右図) 1.10Å分解能のX線結晶構造解析で立体構造を決定した。観測された電子密度を評価し、結合原子がCsであることを確認した。カルボン酸(3ヶ所)、カルボニル基(2ヶ所)、水(2分子)による7配位構造を確認した。

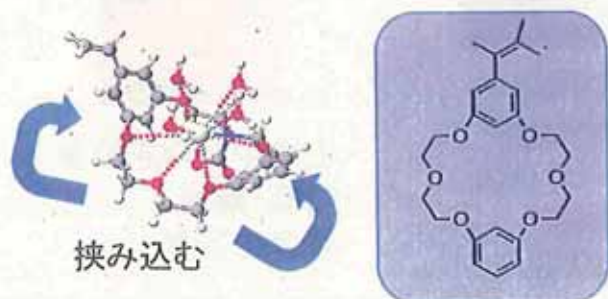
青色メッシュは、結合した原子に由来する電子密度を示す。結合した原子と配位子の距離(単位Å)も表示した。

Cs、Sr親和性を有するタンパク質の分子設計を基に、人工改変タンパク質を合成し、X線結晶構造解析によりCsやSr結合構造を確認した。

⑧

①-c クラウンエーテルを用いたセシウムの吸着分離材開発

合成したクラウンエーテル



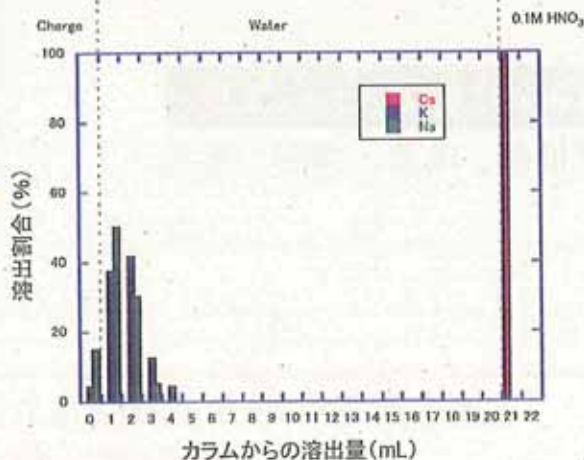
DB20C6-Cs
錯体の構造

DB20C6

利点:セシウム選択的、CHONで構成されているので、焼却による廃棄物処分が容易

DB20C6を用いた分離実験

シルカゲル300mgにDB20C6を100mg担持させた吸着材を利用。



海水0.5mLに0.3%のセシウムを加えチャージ、水、0.1NHNO₃で溶離。
注入溶液濃度を100%とした。

セシウム選択的な新規クラウン化合物:ジベンゾ20クラウン6(DB20C6)を世界に先駆け設計・開発し、アルカリ金属イオン存在下でのセシウムの選択的吸着を確認

⑨

①-c クラウンエーテルを用いたセシウムの吸着分離材開発

予備試験

- バッチ吸着実験
- ・捕集剤: シリカゲル担持型DB20C6
- ・クラウン含有量: 0.2g/SiO₂-g
- ・対象: 3%Kおよび100ppmCs添加海水
- ・吸着率: 95%



溜池からの水採取

フィールド試験

- トルネード型吸着塔による吸着実験
 - ・捕集剤: シリカゲル担持型DB20C6
 - ・クラウン含有量: 0.2g/SiO₂-g
 - ・対象: 飯舘村飯樋地区 溜池 20Bq/L
長泥地区 溜池 ~2Bq/L
 - ・処理水量100L
 - ・処理時間: 1h
 - ・除去率: ~100%
 - ・除去後の吸着剤からの回収率: ~100% (0.1N硝酸溶液による)
- 繰り返し利用可能性を確認



プレフィルター処理



トルネード型吸着塔

*吸着分離後のCs-137は溶離可能

(10)

② ポリイオン / 粘土による土壌処理

除染法 飛散・拡散防止剤

ポリイオン複合



- ・吸水性が高い
- ・飛散率を低減 (1/10~1/100)
- ・安価・無害
- ・量産化容易

粘土



- ・土壌中金属を捕集
- ・安価・無害
- ・量産化容易

散布剤に要求されること

粉塵抑制、吸着・固定、安全

土壌表面のコーティングと放射性物質の移行抑制を一体化した手法

= **ポリイオン-粘土法: 新規手法の提案**

~取り扱う物質は安全!~

いずれの物質も、化学物質排出把握管理促進法、労働安全衛生法、毒物及び劇物取締法、消防法等に該当せず、化審法における特定化学物質・監視化学物質に該当しない

(11)