

【3-1803】指定廃棄物熱処理残渣中セシウムアルミノ珪酸塩による捕捉・難溶性態化技術の確立 (2018～2020)

研究代表者 東條 安匡（北海道大学）

1. 研究開発目的

微斜長石 (KAlSi_3O_8) による Cs の捕捉・難溶性態化は、アルカリ長石表面の融解に伴い KAlSi_3O_8 中の K と、同様に 1 価のアルカリ元素である Cs の置換が起ころうとするが、イオン半径の違いから完全な置換に至らず、表面の融解部に形成されるガラス状非晶質相内に拘束されることで起こると考えられる。ただし、減容化熱処理において発生する飛灰中には本捕捉現象に影響を与えられとされるアルカリ元素 (Ca, Na, K) が多量に存在する。そのため、Cs 以外の一価、二価のアルカリ元素が、Cs の挙動にどのような影響を与えるのかを明らかにする必要がある。加えて、もし Cs 捕捉を阻害するならばその回避法についても検討する必要がある。さらに、より少ない長石の添加で Cs の効率的な捕捉を実現するために、加熱温度、加熱時間、長石添加率、アルカリ長石の性状、長石と飛灰の接触形態等のパラメータを変化させた検討を行い、最適な条件を見出すことも必要もある。これらの点に関して、「飛灰中のアルカリ金属が Cs 捕捉に与える影響の解明」について H30 年度に、「Cs の捕捉・難溶性態化を高効率化する最適条件の決定」について H31 年度の検討対象として設定した。そして最終年度に「放射性 Cs を用いたアルミノ珪酸塩による Cs 捕捉・難溶性態化現象の確認」を行うこととした。

平成 30 年度は、主目的のアルカリ金属の影響の解明に加え、平成 31 年度計画の最適条件の検討として、加熱温度、加熱時間、アルカリ長石の性状に関する検討も先行して着手した。また、当初計画には含めていなかったが、ヒアリングにおいて実用化を意識した研究が必要との意見を頂いたことから、メカノケミカル反応による Cs の捕捉の確認、減容化熱処理プロセスでの揮発した Cs をアルカリ長石充填層で捕捉する手法の検討も対象とした。

2. 研究の進捗状況

本研究では、除去土壌や指定廃棄物の減容化熱処理によって生ずる Cs 濃縮物中の Cs を、アルミノ珪酸塩を用いて捕捉し、難溶性態化する技術を開発することを目指している。当初計画では、平成 30 年度に 1) 飛灰中のアルカリ金属が Cs 捕捉に与える影響の解明を行い、次いで平成 31 年度に 2) Cs の捕捉・難溶性態化を高効率化する最適条件の決定、そして最終年度に 3) 放射性 Cs を用いたアルミノ珪酸塩による Cs 捕捉・難溶性態化の確認を行う計画であった。1) のアルカリ元素の影響に関しては、先行研究で飛灰が共存すると大幅にアルミノ珪酸塩による Cs の捕捉率が低下したために設定した。本年度実施した検討から、影響する元素は主に飛灰に含まれる CaCl_2 であること、 CaCl_2 を Na_2CO_3 を用いて CaCO_3 に変化させる炭酸化前処理を施せば、捕捉率を 100% まで向上できることを確認した。したがって初年度計画は概ね実現できたと思われる。ただし Na_2CO_3 添加によって飛灰中の Cl は CaCl_2 から NaCl となる。 CaCl_2 ほどの阻害は生じないものの、 NaCl もまた Cs 捕捉を妨害する傾向があるため、飛灰量を増大すると中性化処理に必要となる Na_2CO_3 の量が増え、結果的に NaCl 量の増大につながり、Cs の捕捉率が低下する。そのため現状では 100% の Cs 捕捉を達成するには飛灰量 1 に対して 6 倍程度のアルミノ珪酸塩が必要であり、さらなる向上が必要である。加えて本年度内に翌年度に設定した最適条件の検討として、加熱温度、加熱時間、インド長石非晶質化の時間短縮、メカノケミカル反応による Cs 捕捉の確認を行った他、実機を想定してアルミノ珪酸塩充填層による揮発した Cs の捕捉可能性についても検討を行っており、進捗に遅れはないと思われる。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

除染廃棄物の保管と処理に関する事業は現在、端緒にいたばかりであり、今後 30 年以上の時間をかけて進められていく長期的な国家事業である。その中でも減容化は最終処分場の確保が極めて困難

な状況であることからその成否は事業の中核となる。2000 万 m³とされる除去土壌は 4 万 m³まで減容化することが計画されているが、4 万 m³の最終処分対象物について十分な安全性を担保することも重要である。減容化熱処理によって生ずる Cs 濃縮物はこの最終処分対象物となるが、放射能濃度が極めて高くなることから厳重な管理手段が必須である。厳重な容器に格納することが予定されているが、Cs 自体の移動性を低下させることも多重安全の観点から有効である。本研究で提案する手法は、この Cs 自体の移動性を低下させることに貢献し得る。Cs の捕捉には、他にも吸着剤の利用等が提案されているが、本研究で扱う捕捉・難溶性態化の特徴は、フッ酸でなければ Cs の溶出が起こらないほどに強固な点である。すなわち Cs 保管の長期安全性を保証するための技術オプションとして貢献できる。さらに本年度の研究からアルカリ元素塩化物、特に Ca 塩化物が Cs 捕捉の妨害となることを示したことは、減容化熱処理において採用する排ガス処理薬剤に Ca 系でなく Na 系が望ましいことを示すものであり、技術の選択も支援できる知見を提供している。加えて、本研究では、原発事故後の除染活動によって生じた土壌や廃棄物を対象としているが、将来的には低レベル放射性廃棄物等に
応用できる可能性もある。また近年の環境上の重要な政策目標である SDGs の実現に関しても、本研究では放射性 Cs の影響から人間や環境を衛るという点で「ゴール 11：包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現」に貢献できる側面を有している。

4. 委員の指摘及び提言概要

指定廃棄物等の減容化処理で発生する Cs 濃縮物の Cs を、捕捉・難溶性態化する最適な条件を明らかにする基礎研究の部分については、一定の成果を上げている。高温実験から極低温度へと実験を進めるのが後年度に偏しており、3 年で成果を得られるか心配。本方式を採用した場合の現状のシステムと比較した上のメリットを、もう少し明確に主張する必要がある。放射性セシウムでも、想定している放射性セシウム濃度範囲で同様の反応が生じるのかを明らかにしてほしい。

5. 評点

総合評点：A