

斜面・法面の除染手法に関する研究

香川大学 学生会員 田中絢人 フェロー 吉田秀典
正会員 松本直通 正会員 末永慶寛

1. 研究背景

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震にともなって発生した津波によって、東京電力福島第一原子力発電所が被災した。これにより、多量の放射性物質が放出され、現在でも福島県内の12の市町村は帰宅困難地域等の避難区域に指定されている。

避難区域のうち福島第一原子力発電所が所在している大熊町に関しては、東京電力福島第一原子力発電所の事故により、町民の約96%が居住していた地域が帰還困難区域に指定された。そして、当該区域については、5年経った現在、半減期が2年であるセシウム-134の減少によって、事故当時よりは空間線量は下がっているものの、半減期が30年であるセシウム-137が依然として多量に存在しているため線量低下が望める状況にはない。本来であれば除染を急ぐべき大熊町において除染が進まない理由としては放射線量が高いことに加え、地形的な課題もあるからである。大熊町を含む汚染区域は地形的に、西側に山地・里山があり、東側は低く太平洋に面している。つまり、たとえ平地を除染しても、放射性セシウムは、降水や風により絶えず山地・里山から微細な粘土粒子と結合した形態で供給されることから再汚染が懸念される。このように斜面・法面は森林部から住宅地や農地等への放射性セシウムの供給路になってしまう可能性が高い。このような観点から本研究では、斜面・法面を研究対象とし、こうした地形における除染手法について検討することにした。

2. 試験概要

前章の課題等を受け斜面・法面に対する除染手法として流水を用いた簡易的な手法を提案した。この手法では、セシウムを専有的に吸着するバーミキュライトの密度が小さいことと、バーミキュライトに含まれないセシウムは洗浄によって抽出できるという特徴を利用している。つまり、専有してセシウムと吸着するバーミキュライトは水に浮くので、浮いたバーミキュライトは土壌より分離でき、これに含まれないセシウムは別途洗浄して回収できることから、除染だけでなく、汚染土壌の減容化が可能となる。そこで、この手法の有効性を確認することを目的とし、その第一段階として、豊浦標準砂やバーミキュライトを用いた再現性のある斜面実験を行った。

具体的には、3Dプリンターで作成した人工斜面(20cm×20cm×6.5cm)にセシウム(0.1mg)を含ませた標準砂やバーミキュライト等の試料を汚染土壌と見立て設置し、上流側から蒸留水を流し斜面下にあるドレーンで試料を回収する(図.1)。上流側から出来るだけ均等に蒸留水が流れるように、ウォーターポンプ(サイズ 62mm×44mm×60mm, 最大流出量 10L/m)やチューブ(内径 4mm)、多孔質ホース(外径 10mm, 内径 6mm)を組み合わせ作製した。実験では、セシウムや標準砂、バーミキュライトそれぞれ単体で用いた実験や、それらを組み合わせる等して複数の条件で実験を行った。

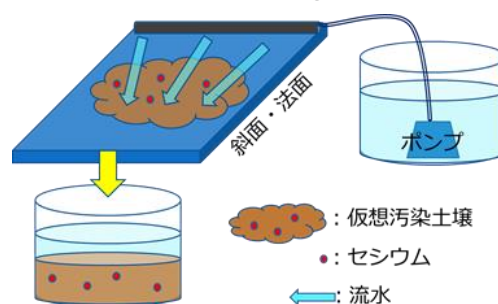


図.1 流下実験概略図

3. 基礎試験の結果および考察

まず、セシウム(0.1mg)のみを斜面に設置し、これを上流側から流水することで、設置したセシウムを流下方向に流す実験を行った。この場合、図.2の通り、流された水溶液にほぼすべてのセシウムが確認され、セシウムは流下実験後に斜面上には残らず、全て流し回収できることが確認された。

次に、セシウム(0.1mg)を標準砂(15.0g)に含ませて、上記と同様の実験を行った。ここでは標準砂を加えることによるセシウム抽出量の変化を調査した。その結果、図.3の通り流下実験により砂中からは約25%抽出され、実験後に攪拌試験を行うと、少なくとも合計で約70%は抽出できるという結果を得た。

さらに、セシウムをバーミキュライトに含ませて上記 2 つと同様の実験を行った。ここではバーミキュライトを加えることによるセシウム抽出量の変化や、バーミキュライトの粒径の違いによる抽出量の変化を調査した。結果として、図.4の通り粒径の違いによる抽出量の差は無いことが確認でき、またセシウムはバーミキュライトに取り込まれた場合、添加後すぐに流下させると約 10%しかセシウムを抽出できないことが確認された。

4. 混合砂を用いた試験の結果および考察

混合砂を用いた試験では、標準砂（10.0g, 15.0g, 30.0g）とバーミキュライト（1.0g）を組み合わせ、実際の土壌に近づけた形式で実験を行い、セシウムの抽出量を調査した。まず、攪拌での洗い出しを考慮せず流下実験のみで結果を見た場合のセシウム抽出量は、標準砂の量に関わらず、ほとんど同程度のセシウムが抽出された。次に、攪拌洗い出し後の結果も勘案してみたところ、標準砂の量が増減してもほとんど結果は変わらず、約 50%のセシウムが合計で抽出されていることが確認された。（図.5）

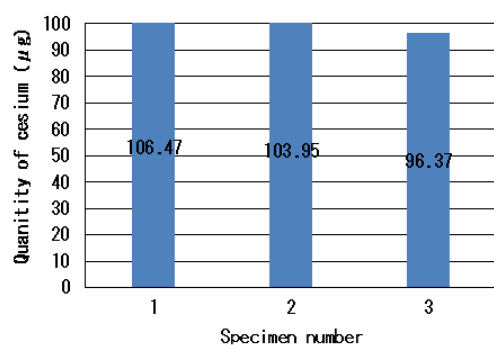


図.2 セシウム抽出量（セシウムのみ流下）

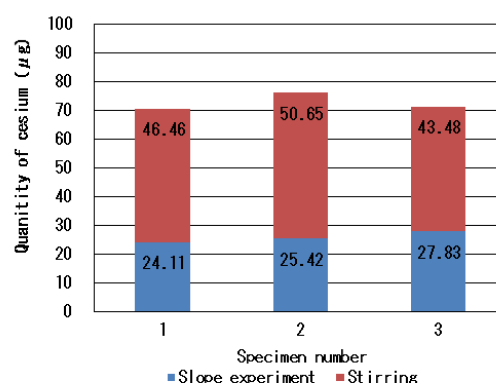


図.3 セシウム抽出量（標準砂添加，攪拌後）

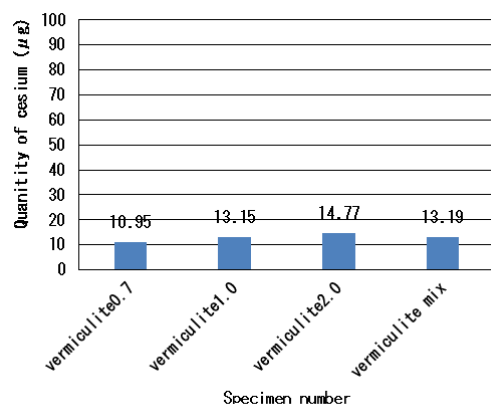


図.4 セシウム抽出量（バーミキュライト添加，攪拌後）

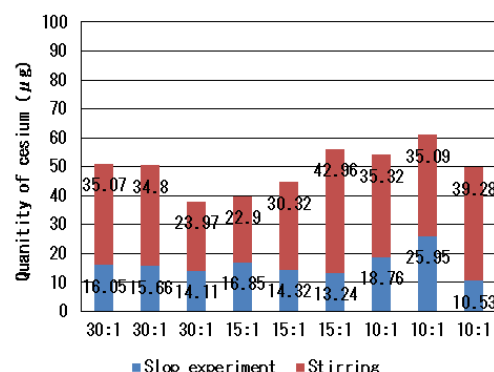


図.5 セシウム抽出量（混合砂添加，攪拌後）

5. まとめ

流下実験によるセシウムの抽出率は、標準砂とバーミキュライトを混ぜた場合であっても、バーミキュライトのみを用いた場合の結果と同程度であり、標準砂の量の変化はセシウムの抽出量にほとんど影響しないことが確認できた。また、攪拌洗い出しも加えたセシウムの抽出率は、標準砂とバーミキュライトを混ぜた場合は約 50%のセシウムを抽出でき、これは、標準砂のみを用いた試験結果と比較してみると約 20%の差がある。つまり、セシウム添加後すぐ実験を行った場合でも、セシウム添加量の約 20%はすぐにバーミキュライトに固着し抽出できなくなっている。したがって、このバーミキュライトを取り除けば 20%の減容が可能となる。

一般に、バーミキュライトは砂や水よりも密度が小さく、実験後に水に浮くため、容易に土壌から分離でき、加えて、このバーミキュライトに含まれず砂中に残っているセシウムは別途洗浄すれば約 70%は回収できることから、大幅な減容化が可能であると考えられる。