

東日本大震災における放射性物質汚染土壌に関する調査研究

早稲田大学創造理工学研究科 学生会員 ○富田 淳

早稲田大学創造理工学部 生井 秀浩

早稲田大学理工学術院 正会員 榊原 豊、野田 典宏

1. はじめに

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震は、大規模な津波を引き起こし、それに起因して稼働中の福島第1原発の1号機と3号機の原子炉を水素爆発・メルトダウンさせた。このため、東日本を中心に広範囲に未曾有の放射性物質が降下し、被害レベルを更に上げる事態に至った。現在でも除染作業が続いており、できるだけ多くの人々が以前と同じ状態で生活できるようにすることが肝要である。

本研究では、現地調査及びカラム実験によって放射性廃棄物の一種であるセシウム(¹³⁷Cs)の基本的な性質、ならびに効率的な除染方法の基礎資料を得ることを目的とした。

2. 現地調査

福島県のK地区(福島第一原発から半径約35km圏内)とM地区(福島第一原発から半径約20km圏内)で2012年11月と2013年7月に地下1mを掘削し(写真1)、深度0cm、10cm、30、50、70、90cmで空間線量(μSv/hr)と放射線物質(kBq/kg)をそれぞれCsIシンチレーションサーベイメータ(テクノエーピー, TC100S)およびNaIシンチレーション検出器(SEA, EL25)を用いて測定した。また、放射性物質の土壌鉛直方向の分布をBeck et al.¹⁾のモデル式((1)式)を用いて近似した。

$$c(x) = c_0 \exp(-x/h) \dots (1)$$

ここで、c(x): 深度x(cm)における放射性物質濃度(kBq/kg), c₀: 土壌表面(x=0)における放射性物質濃度(kBq/kg), h: 土壌の特性幅(cm)である。

3. カラム実験および方法

セシウムの土壌への吸着性、吸着セシウムの降雨の影響、および異なる土壌のセシウム吸着性を検討するために、現地調査と並行して、土壌充填カラム(図1)内のセシウム(¹³⁷Cs)の濃度分布について実験的検討を行った。原発事故で飛散した放射性物質の状態は、①粉体として沈下したもの、②降雨と共に沈下したものの2種類を想定した。模擬降雨は、1L水中に1gのセシウムイオンを溶解させこれを希釈して実験に供した。土壌は市街地の土壌、森林内の土壌、粒径が小さい土壌を想定し、黒ボク土、腐葉土、砂(桐生砂)の3種類を用いた。

ここで、カラム表面には調査地区における気象庁の2011年3月11日~4月まで約1か月の降雨量(71.2mm)²⁾を参考にして模擬降雨を降らせ、その後の土壌充填カラム内のセシウムイオン濃度を原子吸光光度計(HITACHI, A-2000)により測定した。

円筒：塩ビ製
長さ：80cm
サンプル位置：深度0cm,
10cm, 20,30, 40, 50,60cm

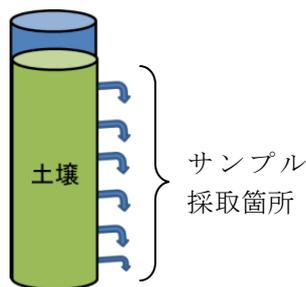


図1 実験装置の概図



写真1 現地調査の様子

4. 現地調査・カラム実験の結果および考察

4.1 現地調査

図2は、調査地区の空間線量の実測値を2012年と2013年で比較して示したものである。図2より、両地区とも空間線量は地表面付近が最も高く、また深度の増加につれ減少する傾向にあった。また、2013年の測定結果は前年度より減少し、その減少量は表面付近がより大きかった。

キーワード 東日本大震災, 放射性セシウム, 除染

連絡先 早稲田大学創造理工学研究科(〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1) Email: sakaki@waseda.jp

図3,4に調査地区別の放射性物質の鉛直分布を比較して示した。ここで、図中の点線は2012年の測定結果を式(1)で近似したもので、一方、実線は放射性物質の半減期を考慮して1年後(2013年)の分布を推定した結果である。2012年の測定結果に対する式(1)の特性幅 h は4~7cm程度にあり、Fujiwara et al.³⁾が報告する事故直後の値($h=0.8\sim 1.2\text{cm}$)より大きかった。これは降雨などの影響で放射性物質の一部が土壤深部へ移動していることを示している。ここで、2013年の推定値(実線)と測定値(▲)を比較すると、K地区およびM地区共に、表面付近で実測値が推定値より低くなっている。これは表面付近の土壤および放射性物質が当該地区から外部に移動あるいは分散したことによると推察される。

4.2 カラム実験

図5にカラム内セシウム濃度分布の測定結果を示した。土壤表面部(深度0cm)のセシウムイオン濃度が最大で、深度10~60cmのセシウムイオン濃度は急激に減少した。セシウムイオンはどの土壤においても吸着性が高く深度0cm~10cmに残存することがわかった。なお、このことは土壤表面を分離すれば除染効果が大きいことを示しているが、図3,4で推察したように、外部への移動についても考慮する必要がある。

5. まとめ

現地調査およびカラム実験より、放射性物質の多くが地表面付近に吸着していることがわかった。地域の空間線量および放射性物質は表土を取り除くことにより効率良く低減できると考えられるが、放射性物質が風や降雨の影響などで他の場所に移動・拡散していることも考慮する必要がある。

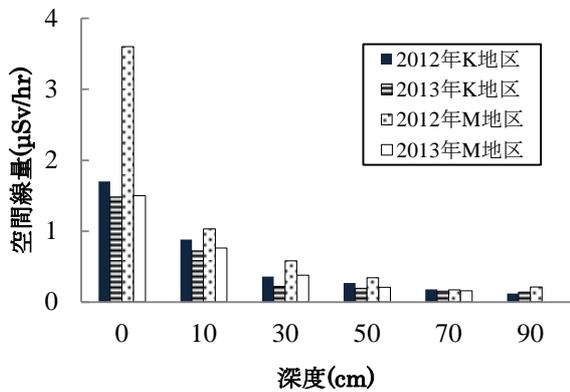


図2 深度とγ線量の関係

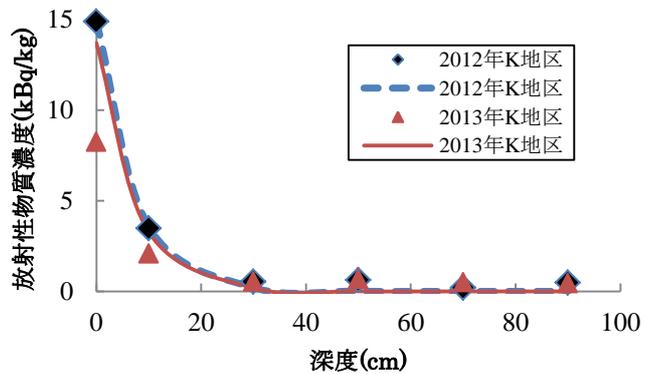


図3 K地区の深度と放射性物質の関係

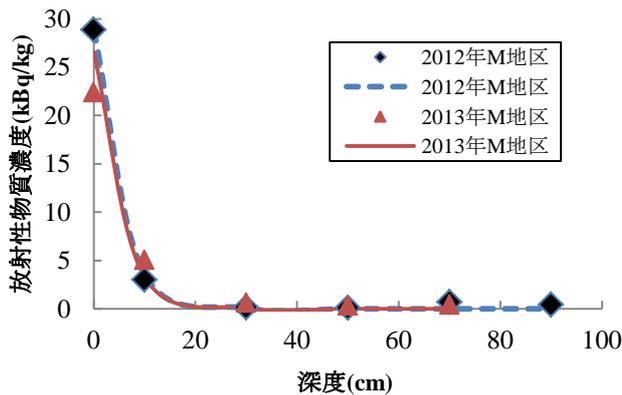


図4 M地区の深度と放射性物質の関係

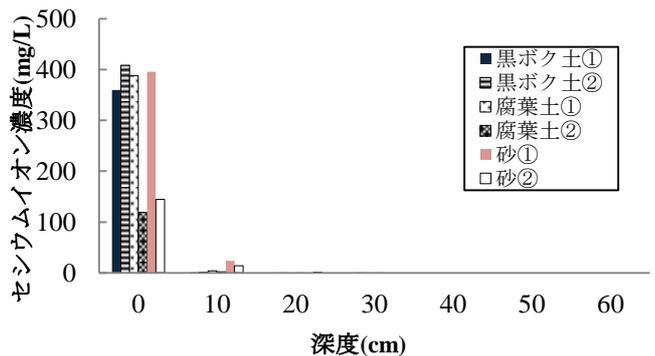


図5 深度とセシウムイオン濃度の関係

参考文献

- 1) Beck, H.L. et al., Environmental gamma radiation from deposited fission products, 1960-1964. *Health Phys.* **12**, 313-322, 1966.
- 2) 気象庁 HP <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 3) Fujiwara, T. et al., Isotopic ratio and vertical distribution of radionuclides in soil affected by the accident of Fukushima Dai-ichi nuclear power plants. *Journal of Environmental Radioactivity.* **113**, 37-44, 2012.