

放射性物質の土壌と森林からの再飛散

北 和之、田中美佐子、木名瀬健、藤澤遙、山口隆亮、木野日美子、出水宏幸（茨城大）、五十嵐 康人、三上正男、足立光司（気象研）、吉田 尚弘、豊田栄、山田桂大（東京工業大）、渡邊明（福島大）、鶴田治雄（東京大）、長林久夫（日大）、篠原厚、二宮和彦（大阪大）、大河内 洋（早稲田大）、石塚正秀（香川大）、川島洋人（秋田県立大）、大越聡、佐藤睦人（福島県農業総合センター）、恩田裕一（筑波大）

平成 23 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故によって、環境中に放出された放射性セシウムなど放射性物質は、土壌、植生、海洋に沈着するとともに、今も様々に形を変えつつ環境中を移動＝移行している。大気による移行は、風によってすばやく広域に輸送・拡散させるという特徴をもつ。原発施設での爆発やその後の漏洩によって大気中に放出された放射性物質は、離れた地域まで風によって輸送され、降水などにより陸上では土壌や植生に沈着していった。その放射性物質が、もし、何らかのメカニズムにより再び大気中に戻る＝大気再飛散が発生していれば、風に乗って比較的広範囲まで放射性物質の移行を引きおこす可能性がある。本講演では、本当に大気再飛散が発生しているのか、また再飛散している放射性セシウムの大気中の濃度、および何が再飛散する放射性セシウムを運んでいるのかなど、最新の研究調査の結果から紹介したい。

我々のグループでは、大気中の放射性セシウムによる放射能濃度の長期的変動を福島市、日立市など 4 カ所で、ハイボリュームエアサンプラーという装置を用いて大気中に浮遊している塵や微粒子を集めて測定を続けている。図 1 は事故後の 2011 年 4 月からの福島市および日立市でのセシウム 137 大気放射能濃度（単位体積の大気中に含まれている放射性物質からの放射能）の経時変化を示す。両地点とも、2011 年 10 月ころまでは大気放射能濃度が細かな変動はあるものの順調に減少していったが、その後現在までは増減を繰り返しておりなかなかなくなることがわかる。2011 年 10 月以前は、細かな変動は日立と福島で交互に増加していたが、それ以降は放射性セシウム沈着量の多い福島市で、系統的に大気放射能濃度が高くなっていることがわかる。この結果は 2011 年 10 月以降は、大気再飛散が主な大気への放射性セシウムの供給メカニズムとなっていることを示唆する。ただし、時折大気放射能濃度が 1 桁以上増大する日があり、福島第一原発からがれき処理作業や放射性物質を含む蒸気のリークの影響を受けている可能性がある。

さらに我々のグループでは、福島県川俣町および浪江町といった比較的放射性セシウム沈着量が多い地区で、この再飛散の重要性、再飛散のメカニズムおよび再飛散量を明らかにすべく研究調査を行っている。同じ地区内でも放射性セシウムの地表沈着量が異なる数地点で行った大気放射能濃度の測定では、2011 年 10 月以降は大気放射能濃度は地表の放射性セシウム沈着量が多い地点ほど高いという結果となっている。図 2 は、川俣町の 2 地点裸地と畑地でのセシウム 137 の放射能濃度を比較したものであるが、2 地点での放射能濃度の比は、地表沈着量の比(1.5)とほぼ等しい 1.6 となっている。また図 3 は、この裸地において、2012 年の 12 月～2013 年 7 月までの、セシウム 137 の大気放射能濃度と、個々の大気放射能サンプルの採取期間中の最大風速の関係を調べたものである。ばらつきも大きいですが、大気放射能濃度は最大風速と正相関を示し、風によって塵や微粒子が巻き上げられることが再飛散に一役かっていると考えられる。

再飛散はどうやっておこっているのか？何が再飛散の担い手となっているのか？放射性セシウムが土壌中の粘土鉱物に強く固定されていることから、当初は土壌粒子が風で舞い上がることにより再飛散が引き起こされているのではないかと予想された。しかし、大気

放射能濃度の変動が土壌粒子の飛散とは異なることから、そう単純ではないことが明らかになった。ようやく最近、季節により再飛散の担い手もメカニズムも違っていることがわかってきた。浪江町でサンプルされた大気浮遊粒子の粒径別のセシウム 137 の放射能濃度を調べると、福島県で積雪がある 12-2 月(降雪期)、梅雨入り前の 3-5 月(春季)、梅雨入り以降の 6-9 月(夏季)で異なる様相を示すことがわかった。降雪期には粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の微小粒子に放射性セシウムが集中し、春季には微小粒子の他に粒径 $4\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子にも放射性セシウムが分布し、夏季には粗大粒子に集中していることがわかる。粗大粒子を電子顕微鏡で観察すると、春季は土壌粒子がほとんどを占め、夏季には有機物粒子が主であり起源が異なることがわかった。春季には、比較的乾燥した地表から放射性セシウムを含む土壌粒子が飛散しているのに対し、夏季には森林から植物破片や花粉、孢子などの形で放出される粒子に、放射性セシウムが付着していると思われる。現在、冬季から春季の微小粒子について放射性セシウムの担体を明らかにすること、また季節毎に再飛散量を定量化するための研究を進めている。

風に伴う再飛散の他に、農作業による土壌の攪乱は、土壌粒子とともに放射性セシウム等を巻き上げ、農作業に従事する人の健康上のリスクや周囲への放射性物質の移行を起こす可能性がある。福島県で水田および畑地圃場での連続的な観測、および比較的大規模な作業時にその場測定を実施してきた。これまで大部分の期間で、農地での大気放射能濃度と同じ自治体内の市街地での大気放射能濃度を比較して有意な差はなく、耕起作業など土壌に明らかに攪乱を生じる作業によっても、作業を行っているごく近傍を除いては有意な影響はないものと考えられる。作業近傍での放射能濃度増加はあまり大きくはないが有意ではあるので、放射性セシウムの沈着がある地域では、念のため農作業時に舞い上がる埃などは吸入しない方がよい。

図 1

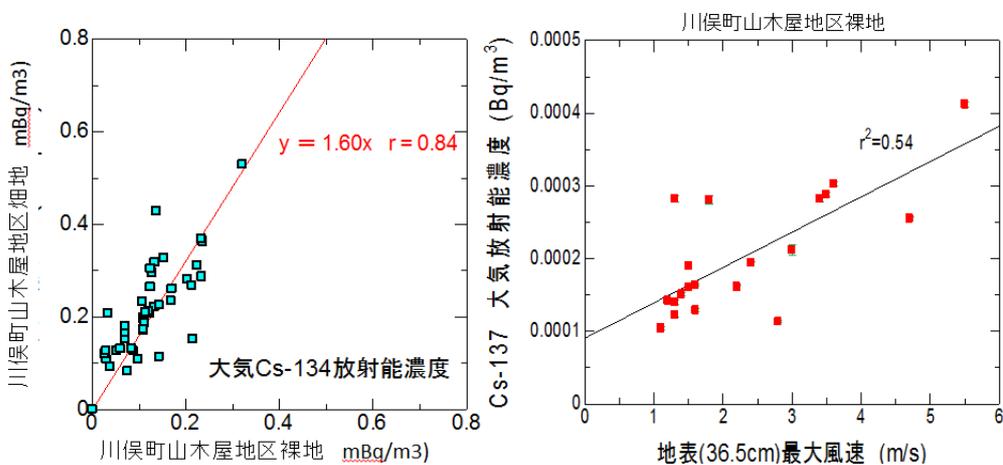
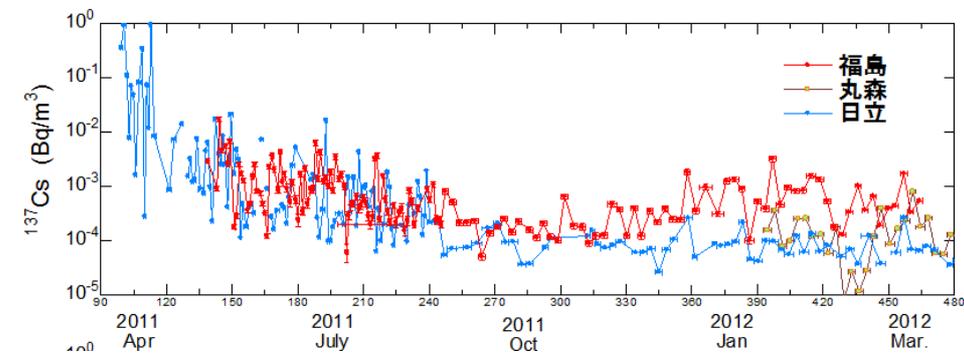


図 2(左) および 図 3(右)