

放射性物質の大気中の挙動

福島大学大学院共生システム理工学研究科

○渡邊 明

1. はじめに

2011年3月11日の地震と津波で東京電力福島第一原子力発電所事故が発生し、多くの放射性物質が一般環境中に放出された。そして現在もなお1000万 Bq/h の放射性物質が一般環境中に放出され続けている。その総量は900PBq から480PBq と見積もる機関によって大きく異なっており、さらに、1号機から4号機の原子炉毎に放出された放射性物質の構成も異なっていることが指摘されているが、その実態は依然として明らかになっていない。しかし、事故後放射線被ばく低減の観点から環境中の放射性物質の動態を明らかにすることが必要になり、多くの支援を受けて観測の準備が整ったものから順次観測を始めた。可能な限り今回の事故の実態を正確に残すことが事故の世代に生きている人間の一つの責任でもあると考えている。

2. 降水採取と降下量計測

福島大学では1988年4月から酸性雨の観測が継続しており、開放系で孔径5μmのメンブランフィルターでろ過した雨水を採取している。2011年3月も当然粉塵も含めて降下量を観測することが可能で、雨水とフィルターとをそれぞれGe半導体検出器にかけて放射性物を計測した結果が表1である。I-131

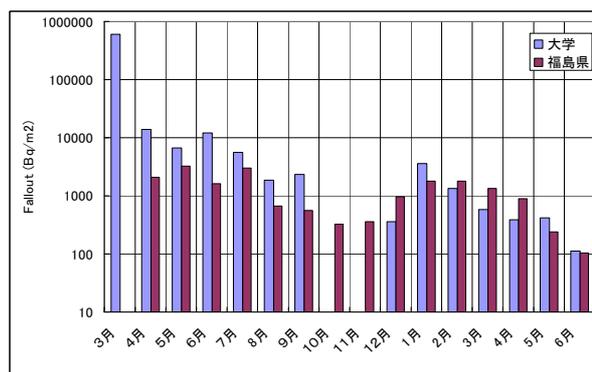
表1 3月1日から31日までの雨水とメンブランフィルターに含まれていた放射性物質量

Nuclide	Precipitation (Bq/m ²)	Filter (Bq/m ²)	Total (Bq/m ²)
I-131	1937686	36861.28	1974548
I-132	0	506964.7	506964.7
Cs-134	51678.76	128681.3	180360.1
Cs-136	10736.72	30006.7	40743.42
Cs-137	55411.78	147132.2	202544
Te-132	1387180	799206.3	2186387
Ba-140	0	8173.609	8173.609
La-140	17059635	39160785	56220420
Total	20502328	40817811	61320140

は約2%がフィルターで観測されているが、多くは降水中に存在するのに対して、I-132は全てがフィルターにトラップされている。一方、Cs-134は71.3%、Cs-136は73.6%、Cs-137は72.6%とおおよそ7割がフィルターでトラップされ、3割が降水中に含まれている形になっていた。これらは単に水溶性か非水

溶性かということだけではなく、付着している粒径にも依存して生じた結果と考えられる。

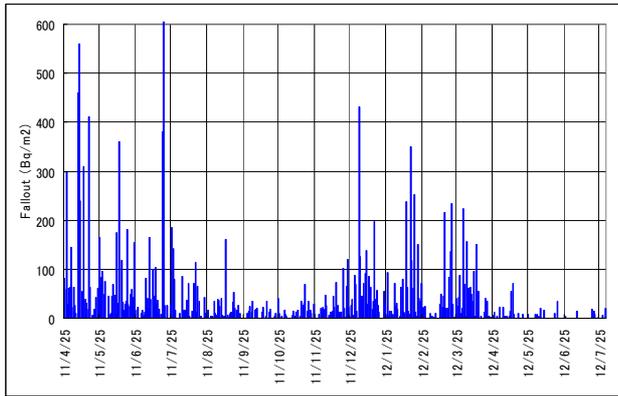
こうした雨水による降下量の観測をこれまで継続しているが、TeやBa, La, I-132が観測されたのは3月のみで、Cs-132とI-131は5月9日採取まで観測されたが、その後はCs-134, Cs-137に限られている。また、これらの月毎の降下量を第1図に示す。



第1図 2011年3月から2012年7月までの月ごとの放射性降下物量の変動

同図には福島市方木田で福島県原子力センターが毎日測定している降下量を月ごとに積算した量も比較のため載せているが、1ヶ月総量採取と傾向は一致している。何よりも重要なことは2011年4月1日から2012年7月31日までの降下量の総量は福島市で18935Bq/m²となっていることである。また、事故発生月の3月から指数関数的に減少してきた降下量は11月を極小値として再び増加しながら減少していることである。除染活動が進行する中、降下量の変動要因を明らかにすることが重要になっている。

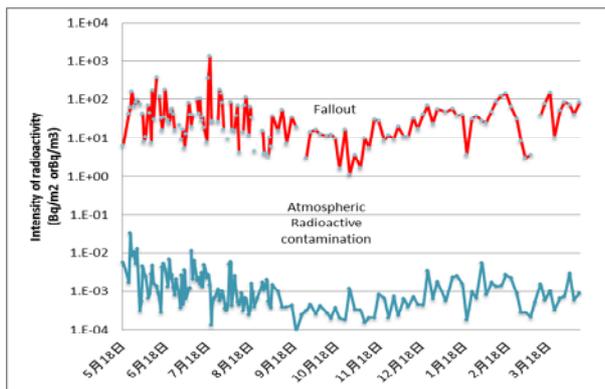
第2図は福島県原子力センターが2011年4月25日から2012年7月31日まで24時間単位で計測している降下量の変動を示したものである。2011年7月19日の極大値は流跡線解析で事故現場からの直接輸送が確認できるが、12月からの極大値は事故現場からの直接輸送は解析されていない。また、強風による再飛散が指摘されているが、強風時に線量が高くなる傾向はあるものの、直接風速との相関はない。降下量の変動をみても12月からの降下量の変動形態がガウス分布をしているように見える。渡邊(2011)は2011年4月15日から29日まで放射能ゾンデ観測を実施し、対流圏界面下部に0.24MeV以上の放射線強度をもつ放射性物質の存在を指摘している。一つはこうした大気中の高線量気塊が沈着しながら循環しているような様子として捉えることも考えられる。これらの高線量域はおおよそ40日周期を持ち、現在もなお継続して出現している。



第2図 2011年4月25日から2012年7月31日までの日毎の放射性降下物量の変動

3. 大気中濃度の変化

降下量の変動は、基本的に大気中放射性物質の沈着作用によるもので、大気中濃度の変動を明らかにすることが重要である。福島大学では、2011年5月18日からハイボリュームサンプラーを設置し、大気中濃度を調査してきた。当初は24時間単位で観測してきたが、大気中濃度が減少してきた2011年9月からは72時間を単位として大気を1分間700Lの割合で採取し、Ge半導体検出器を用いて計測している。第3図は大気中濃度と前述の降下量の変動を合わせ

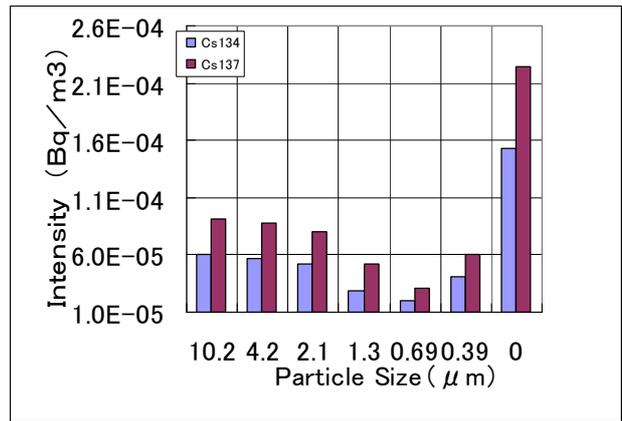


第3図 2011年5月18日から2012年3月24日までの放射性物質の降下量と大気中濃度

て示したものである。当然のことながら大気中濃度と降下量は同様な傾向で変動している。大気中濃度は事故後指数関数的に減少し、9月18日ごろ極小値となり、その後次第に増加し、2012年2月10日ごろにまた極大値を示す変動をしている。大気中の濃度からこの降下量が生じているとすると沈着速度は平均約30cm/secと大きな値になっている。

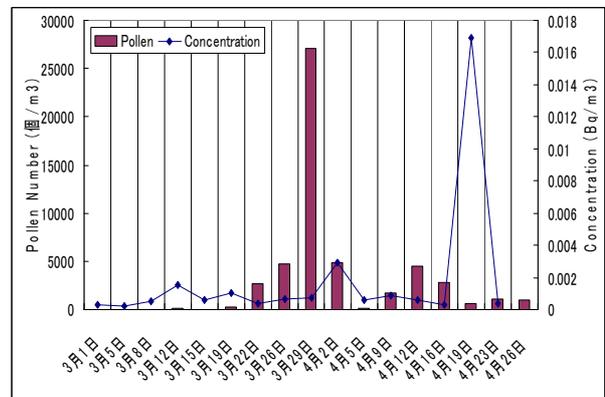
4. 粒度別濃度変化

こうした大気中濃度の変動要因を明らかにする一つとして、花粉等の森林起源との関係を明らかにするためハイボリュームサンプラーにインパクターを装着し、7段階に区分して粒度ごとの放射性物質濃度を2011年12月7日から2012年4月30日まで調査した。その粒度別積算濃度を第4図に示す。最も高い濃度を示すものは0.39 μ m以下の微粒子で、次が最も大きい10.2 μ m以上の大きい粒子であった。一般にスギ花粉の大きさは30 μ mから40 μ mといわれており、大気中の放射性



第4図 2011年12月7日から2012年3月22日までの大気中の粒度別放射性物質濃度

物質に与えている影響はそれほど大きいものではないことが分かった。また、第5図に示した各観測日付ごとの大気中の放射性物質濃度と花粉量



第5図 2012年3月1日から314月26日までの花粉濃度と放射性物質濃度の変動

の変動では、大気中の放射性物質濃度と花粉量とは一致しておらず、個別に見ても花粉と大気中濃度との関係は認められなかった。

5. まとめ

東京電力第一原子力発電所事故により一般環境中に放出された放射性物質を一刻も早く除染することが求められているものの、その一般環境中の動態研究は始まったばかりで、多くの環境研究者が積極的に実施する必要がある。チェリノブイリ事故の教訓から学び、多くの除染技術等が実施されたが、土質による差異や気候の差異など、教訓は必ずしも容易に適用できていないのが現実である。

また、放射性物質の除染は相対的に高線量期間をいかに短縮するかが問われており、5年、10年計画での除染計画は現地として容認できるものではない。仮置き場、中間貯蔵場、最終処分場等なかなか決定できる状況にはないものの、低線量ひばく量が時間積算というファクターが大きいことを考慮すると、それぞれの保管場所での安全管理、環境管理を確立することも大きな課題である。それぞれの立場での環境科学関係者の支援をお願いしたい。