

放射性物質はどのくらい放出された？

ノルウェーの研究チームにより、新たに福島第1原発事故で大気中に放出された放射性物質の総量が計算された。世界各地で観測された放射能データを組み合わせて大気中の放射性物質の量とその流れを推定した結果、6月に発表された日本政府の推定よりもはるかに大量の放射性物質が放出されていたという研究が、"Atmospheric Chemistry and Physics" に発表()。さらに、4号機の使用済み核燃料プールから大量のセシウム137が放出されていたとも報告されている。

公開されたこの研究はまだ審査はされていない。この研究結果を掲載した専門誌 "Atmospheric Chemistry and Physics" は、他の多くの科学誌とは異なったプロセスを取るからである。同紙はまず研究をネット上で公開し、自由に使えるようにする。8週間の間、科学者も審査員も同様にデータについて議論し、コメントを公けにすることが出来る。そして審査員が最終的な評価を下してはじめて同紙は研究を活字版に掲載する。

研究チームを率いた、ノルウェー大気研究所の大気科学者 Andreas Stohl は、自分たちの分析は、これまで行われてきた福島第一原発から放出された放射性物質の量についての調査研究の中で、最も包括的なものであるとしている。スウェーデン防衛研究所の大気モデル作成の専門家 Lars-Erik De Geer は、今回の研究には関与していないが、「非常に価値のある成果です」と評価している。

放射性物質の放出過程の再現は、日本国内をはじめ世界各地の放射性核種モニタリングステーションで観測されたデータに基づいて行われた。その多くは、包括的核実験禁止条約機構が核実験の監視のために運用している世界規模での観測ネットワークに属する。このデータに、カナダ、日本、ヨーロッパの独立観測ステーションのデータも付け加え、これらをヨーロッパと米国が保管している広域気象データと組み合わせた。

ただし、Stohl は、自分たちが作成したモデルは完全にはほど遠いものだとして注意を促している。原発事故発生直後の測定データが非常に少ないうえ、一部のモニタリングポストは放射能汚染がひどく、信頼できるデータが得られなかったからである。より重要なのは、原子炉から何が放出されたのかを知るためには、原子炉内で何が起きたのかを厳密に知らなければならないのだが、いまだ明らかになっておらず、永久に謎のままかもしれないという事実である。「チェルノブイリ事故から25年後もたった今でも、その推定値は不確かな部分が非常に多いのです」と Stohl は言う。

それでも、今回の研究は、福島第一原発事故を全般的に調査したものであり、De Geer は、「Stohl らは真に地球規模の視点から、現在入手できるかぎりのデータを利用して推定しています」と話す。

3月11日の地震後に原発で起こった出来事については、すでに日本の研究者たちが詳細な経緯を推定している。福島第一原発の6機の原子炉が激しい揺れに見舞われた50分後、巨大津波が襲来し、緊急時に原子炉を冷却するための非常用ディーゼル発電機が破壊された。それから数日の間に、地震発生時に稼働していた3機の原子炉が過熱して水素ガスを発生し、次々に水素爆発を起こした。定期点検のために停止していた4号機では、核燃料は使用済み核燃料プールに貯蔵されていたが、3月14日にこのプールが過熱し、おそらく数日にわたり建屋内で火災が発生した。

一方で、原発から放出された放射性物質の量の解明は、事故の経過の再現に比べてはるかに難しい。日本政府が6月に発表した『原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書 東京電力福島原子力発電所の事故について』では、今回の事故により放出されたセシウム137は 1.5×10^{16} Bq、キセノン133は 1.1×10^{19} Bqと推定している。セシウム137は半減期30年の放射性核種で、原発事故による長期的汚染のほとんどの原因となっている。一方、キセノン133はウラン235の崩壊によって放出される半減期約5日の放射性核種であり、原発事故や核実験の際、初期に観測される。

ところが、Stohl らが原発事故の再現結果に基づいて推定した放出キセノン 133 の量は 1.7×10^{19} Bq、セシウム 137 の量は 3.5×10^{16} Bq で、日本政府の推定よりキセノンが約 1.5 倍、セシウムが約 2 倍となった。

キセノン 133 の放出量は、チェルノブイリの総放出量 1.4×10^{19} Bq よりも多いことになる。だが、De Geer によれば、チェルノブイリでは爆発した原子炉が 1 機であったのに対して、福島では 3 機も水素爆発したことで説明できるという。また、キセノン 133 は生体や環境に吸収されないため、健康に深刻な影響を及ぼすおそれはない。問題なのは、数十年にわたり環境に残存するセシウム 137 だ。Stohl らのモデルの値は、チェルノブイリ事故での放出量の約 1/2 に相当する。De Geer は、このような高い値が出たことを懸念している。今後、セシウム 137 が人々の健康に及ぼす影響を明らかにするためには、現在行われている地表での測定を進めていくしかない。

Stohl は、自分たちの推定値が日本政府の発表と食い違っているのは、今回の調査ではより多くのデータを使用したことが原因の 1 つであるという。日本政府の推定の基礎となったデータは、主として日本国内のモニタリングポストによるものであり、風に乗って太平洋を越え、北米やヨーロッパに到達した膨大な量の放射性物質は考慮されていないのだ。神戸大学の放射線物理学者で、福島周辺の土壌汚染を測定している山内知也は、「事故の本当の規模と特徴を明らかにするためには、太平洋上に出ていった放射性物質も検討する必要があります」と言う。

Stohl は、日本政府の依頼を受けて公式な推定値を出した研究チームを非難しているのではない。むしろ、「できるだけ早く結果を出す必要があったのでしょ」と慮っている。群馬大学の火山学者で、自らも原発事故のモデルを作成した早川由紀夫は、「確かにこの数値だけを見れば、両者は大きく違うでしょう。けれども、どちらのモデルにもまだまだ不確実な要素があり、実際には 2 つの推定は非常に近いのかもしれない」と言う。

さらに、Stohl らは、4 号機の使用済み核燃料プールに貯蔵されていた核燃料が、莫大な量のセシウム 137 を放出していた可能性を指摘している。日本政府はこれまで、プールからは放射性物質はほとんど漏れ出していないと主張してきた。しかし、研究チームのモデルでは、プールへの放水をきっかけに原発からのセシウム 137 の放出が激減したことが、はっきり示されている（図「原発事故の経過」参照）。つまり、もっと早い段階から 4 号機プールへの放水を行ってれば、放射性物質の放出をもっと抑制できたかもしれないのだ。

しかし、日本政府は、使用済み核燃料プール自体に大きな損傷はなく、使用済み核燃料が重大な汚染源になったとは考えられないと主張している。日本政府による公式推定値の算出にかかわった日本原子力研究開発機構(茨城県東海村)の茅野政道は、「4 号機から放出された放射性物質は多くはなかったと思います」と言う。だが De Geer は、核燃料プールの関与を含めた今回の新しい分析は、「説得力があるように見えます」と語る。

さらに今回の分析は、もう 1 つ新たなデータを提示している。地震の直後、津波が福島第 1 原発に襲いかかる前から、キセノン 133 が漏れ始めていたというのだ。つまり、原発は、津波が襲来する前から、地震によって損傷していたことになる。日本政府の報告書でも、福島第 1 原発を襲った揺れの大きさが、原発設計時に想定されていた揺れを上回っていたことを認めている。反原発の活動家は、以前から、日本政府が原発を認可する際に地質学的な危険を十分に考慮していないと主張しており、今回のキセノンの大量放出は、原

原発事故の経過

福島の原発事故の発生から 1 週間の放射性物質の放出のようすを再現するモデルからは、原子炉だけでなく使用済み核燃料プールからも大量の放射性物質が放出されていたと考えられる。



今回の新しい分析は、「説得力があるように見えます」と語る。

発の安全性についての評価方法の再考を促すことになるかもしれないと、山内は言う。

この事故で、首都圏はどうだったのか。実は、原発事故により甚大な被害を受けるおそれがあった。事故直後の数日間は、風は海に向かって吹いていたが、3月14日の午後、風向きが変わって陸に向かって吹き始め、セシウム137が東北南部から中部地方にまで広がっていった（図「放射性物質の拡散」参照）。実際、15日夜から16日未明にかけて雨が降った栃木県と群馬県の間では、のちに土壌から比較的高濃度の放射性物質が検出された。一方、首都圏では、そうした高濃度の放射性物質が上空を通過したときに、たまたま雨が降らなかったことが幸いした。「この時期に雨が降っていたら、東京も今よりずっと深刻な事態になっていたかもしれません」と Stohl は言う。

（注：ただし、(独)国立環境研究所の空間線量測定とシミュレーションによれば、21日から22日にかけても放射性物質が南関東に流れ込んだことが示されている。このときは、雨が降っていたため、南関東でも一部の地域で比較的高い線量が観測されていると思われる）

放射性物質の拡散

2011年3月11日に日本を襲った巨大地震と津波の後、福島第一原子力発電所の1、2、3号機の建屋で水素爆発が起こり、4号機では火災が発生した。世界各地の観測データに基づく再現により、放射性物質がどのようにして原発から放出され、日本国内に広がっていったかを示す。

