

AAS001-10

会場: 201B

時間: 5月28日11:30-11:45

チェルノブイリ原子力発電所事故によって放出された放射性核種の大気中拡散長期的予測

Long-term prediction of radionuclides derived from the Chernobyl accident

小林 健太^{1*}

Kenta Kobayashi^{1*}

¹筑波大学大学院システム情報工学研究科

¹Graduate School, University of Tsukuba

近年、環境汚染問題が社会問題として数多く取り上げられている。その重要な事例の1つとして、チェルノブイリ発電所事故に見られるような放射性汚染物質の問題があり、今なお周辺環境に影響を与えている。過去に事故からの物質移動に関する研究は多くなされてきたが、これらは緊急避難を目的としているため対象期間が短く、予測が有効な期間は数年程度である。放射性核種の種類によっては長期的に人体、生態系に影響を与える場合があり、長期的予測の必要性が増している。また放射性核種濃度は自然中で特異性が高いものであるから、大気汚染拡散挙動におけるトレーサーの役割も果たし、大気拡散現象の基礎的知見を得る事にも有効である。このことで煤塵や他の環境汚染物質の大気拡散予測に貢献することも十分期待できる。定点での大気濃度を10年以上の期間で予測する長期予測モデルとして羽田野らの以下のモデルがある。

$$C(t) = A \exp(-\Lambda t) t^{-4/3}$$

$C(t)$ は定点での対象とする放射性核種の大気濃度であり、 t は事故からの日数、 A と Λ はフィッティングにより得られるパラメータである。先行研究においては汚染源であるチェルノブイリ原子力発電所4号炉近辺(1~3 km)のCs-137の実測データとモデル式の最小二乗法によるフィッティングは成功している。しかし、先行研究で考えられていた式は汚染源30 km圏内の他地点の実測データと同様なフィッティングを試みたところ、1つの問題点が明らかになった。

予測する大気濃度が時間の経過によってある時期から濃度が上昇しつづける場合が全地点21地点のうち13地点で見られたことである。この原因は1次反応(放射性崩壊、植物の取り込み、土壌浸透など)の係数である Λ が負の値になったことである。 Λ が負の値であることは環境中から放射性核種が放出され続ける状態を示している。長期的に見た放射性核種の環境への取り込みが放出に逆転することは、対象としている放射性核種の放出が1986年のチェルノブイリ原子力発電所事故のみであった場合、物理的に起こりえない状況である。従ってこのモデルは広域的な予測に用いた場合、実際の拡散挙動を表せられないことがあるとわかった。

そこで本研究ではその点を改善する以下の新しい長期予測モデルを提案する。

$$C(t) = A \exp(-\lambda_{\text{decay}} t) t^{\alpha}$$

λ_{decay} は対象とする放射性核種の崩壊定数といい、単位時間あたりの放射性核種の崩壊が起こる速さである。これは核種固有の半減期に関係しており、物理的崩壊による減少の速さを示す。 A と α はフィッティングにより得られるパラメータである。 A は事故直後、その地域に降り積もった核種の量を示すパラメータで、 α はその地点から核種が取り除かれていくことを示すパラメータである。 α に関係している要素は、植物による放射性核種の取り込み、土壌や川などへの流出、化学的反応による地表面への固定などが挙げられる。

従来モデルでは放射性核種が時間に依らず単位時間当たり一定量が環境に取り込まれることが前提となっていたが新しいモデルでは時間経過とともに取り込まれる量は減衰していくと考えてい

る。

その結果、Cs-137における汚染源30 km圏内の実測データとのフィッティングでは従来のモデルでみられた問題点が改善されて広範囲でのフィッティングに成功した。さらにSr-90, Ru-106, Ce-144における汚染源近辺の実測データとのフィッティングにも成功している。フィッティングから得られた観測地点ごとのパラメータAと α の値から、 $\ln(A)$ と α には正の相関関係があることがわかった。つまり事故直後、その地域に降り積もった核種の量が多いほどその地域から早く取り除かれる傾向があるといえる。

また4種類の放射性核種のAの値を観測地点ごとに比較すると、核種の種類によらず、観測地点によって比較的大きい値のAをとる地点と比較的小さい値のAをとる地点が見られた。これによって汚染の減衰が速い地域と遅い地域があることが明らかになった。その速さの違いは10年間で減衰する速さで見ると最大で7倍程度と予測される。

さらに対象とする核種を種類ごとに比較すると、観測地点によらず、大きな値のAをとる核種と小さな値のAをとる核種が見られた。このことより、環境中の減衰が速い核種(Ru-106)と遅い核種(Sr-90)の区別ができることがわかった。その速さの違いは10年間で減衰する速さで見ると最大で90倍程度であると予測される。以上によって環境中の放射性核種の除去される速さは場所によって最大で7倍程度、核種の種類によって90倍程度の開きがあることがわかった。

キーワード:放射性核種,大気汚染,長期的予測,チェルノブイリ,べき乗

Keywords: radionuclide, air pollution, long-term prediction, Chernobyl, power-law