

AAS021-21

会場:102

時間:5月23日 15:15-15:30

長期的物質輸送モデルの開発及びチェルノブイリ原発事故と桜島火山の事例による検証

Development of the long-term mass transport model and verification by Chernobyl accident and Sakurajima volcano

佐藤 真登^{1*}

Masato Sato^{1*}

¹ 筑波大学大学院システム情報工学研究科

¹ Graduate 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。大気汚染はその代表的な一つである。大気汚染の事例は世界各地で確認されており、著しく健康被害を被る事例も存在する。なかにはチェルノブイリ原発事故による放射性核種による汚染や、火山周辺地域での火山ガス暴露など、長期的な予測や動向の把握が必要な事例も存在する。さらに現在、大気環境の予測事例として最も関心が高いと思われるCO₂の濃度変化については数十年先の動向まで予測することが求められており、長期的な予測が求められてきているといえる。

大気汚染状況の予測や現状の把握のために、大気中の物質拡散を表すモデルは今まで研究されている。最も広く用いられているものとしてガウシアンブルームモデルが挙げられる。しかしながら、ガウシアンブルームモデルをはじめとする多くのモデルが長期的な予測を行うことを前提としていない。

本研究では今まで十分な研究がされてこなかったといえる長期的な予測ができるモデルを提案し、実際に観測された大気中濃度とのフィッティングを行い、モデルの適用可能性を検証する。

本研究で提案する長期予測モデルは、移流方程式を基とした支配方程式に対して、数学的な手法を用いて解析解を導出したモデルである。基となる支配方程式は以下の式である。

$$dC/dt + \{(v_x)d/dx + (v_y)d/dy\}C + \text{env}C - \text{decay}C = P(x, y, t)$$

C は大気中の濃度、 t は基準となる時点からの経過日数、 v はそれぞれの方向の風による移流速度、 env は環境による取り込み、 decay は物理崩壊による減少をしめしている。 P が物質の放出を表す項であり、 P によってモデルの解析解は大きく異なる。

本研究では、 P の特徴によって大気汚染事例を4つに大別した。汚染源の形状が点源であるか面源であるか、さらにその放出の特徴が瞬間的なものか継続的なものであるかで分類した。

フィッティングを行う事例によって P を決定し、解析解を導出する。フィッティングを行ったのは、チェルノブイリ原発事故によって放出された放射性核種の大気中濃度と、桜島火山から放出されたSO₂の大気中濃度についてである。

チェルノブイリ原発事故の事例は点源瞬間放出に分類し、桜島の事例は点源継続放出と分類をしたので、モデルの導出はその2つの事例について行った。点源瞬間放出の場合は $P = P(x, y, t)$ と定義し、解析解の導出を行った。その結果、最終的に得られる解は

$$C(t) = A \exp(-\text{decay} \cdot t)$$

と導出でき、 A と t はフィッティングパラメータとなる。

また点源継続放出の場合は $P = P(x, y) \{P_1(t) + \dots + P_n(t)\}$ という噴火の時間によって関数を足し合わせるという形で定義した。この場合は最終的に得られる解はフーリエ変換を含んだ形となっており、パラメータの決定のみでは計算ができないため、Mathematicaによる計算を行い、結果を算出した。

チェルノブイリ原発事故とのフィッティング結果は、汚染源40 km圏内における21地点でのCs-137の大気中濃度データとのフィッティングに成功した。5000日程度の年間平均濃度の変化を再現することができ、モデルの長期予測に対する適応性を示すことができた。さらにその他の放射性核種、Sr-90、Ru-106、Ce-144についても汚染源3 km圏内の4地点でのフィッティングに成功し、3000?5000日程度の年間平均濃度の変化を再現することができ、核種によらずモデルの有効性が示された。

また桜島から放出されたSO₂との比較結果は、桜島による影響を最も大きく受けている有村観測局の観測データにおいて2002年から2008年の期間でフィッティングに成功した。火山口でのSO₂の継続的な観測は行われていない上、誤差も大きいと考えられるが、データが充分にあると判断した上記の期間でフィッティングを行った。その結果、±0.005の誤差で年間平均濃度の変化を再現することができた。

以上の2つの事例によって、今回提案したモデルが長期的な濃度変化の再現に適用できたことから、さらに複雑な事

例 (面源での継続的放出) での使用も可能である可能性が高いといえる。

キーワード: 長期物質輸送モデル, チェルノブイリ, 桜島火山, 大気汚染, 拡散予測

Keywords: long-term mass transport model, Chernobyl, Sakurajima volcano, air pollution, dispersion predicting