

One Box 型マルチメディアモデルを用いた鉛濃度のモンテカルロシミュレーション Monte Carlo simulation of lead concentrations using OneBox Multimedia model

大阪大学大学院工学研究科 ○日岡佑介、嶋寺光、近藤明

1.はじめに

近年、我々人間の様々な産業活動に伴い、多くの有害化学物質が環境中に排出されているため、これらの化学物質の環境濃度を推定し、人の健康や生態系へのリスク評価を行い、適正な監視と管理をする必要がある。環境中の有害物質の濃度を推定する方法として化学物質の環境挙動を表現する運命予測モデルの活用が有効であるが、有機化学物質と比べて金属を対象としたものは非常に少ない。本研究では、琵琶湖・淀川流域を対象として、大気、水域、土壌、底質の環境媒体間における鉛の移動に着目し、各媒体における濃度は均一とする One Box 型モデルを構築し、計算結果を実測値と比較することによりモデルの妥当性を評価する。そして、このモデルに使用されるパラメータに対して感度解析を実行し、結果に大きく影響を与える感度の高いパラメータを抽出し、それらのパラメータに対して、モンテカルロシミュレーションによる不確実性解析を実施し、各環境媒体における鉛濃度の確率分布の推計を試みる。

2.鉛の排出量推計

2007 年における PRTR 制度で公表されている届出内排出量、届出外すそ切り以下排出量、下水道業に係る排出量、塗料に係る排出量、焼却炉からの排出量の結果を基にして、1957～2007 年の 51 年間におけるそれぞれの排出量の推計と 1957～1987 年における有鉛ガソリンからの排出量の推計を行った。

3.鉛濃度推計結果

2007 年における鉛濃度の実測値と推計値の比較を図 1 に示す。土壌における鉛濃度の推計値は実測値よりも 1 桁ほど小さな値となったが、それ以外の媒体においては推計値と実測値は概ね良い一致を示した。

4.感度解析と不確実性解析の結果

モデルに使用されている 31 個のパラメータに対して感度解析を行い、感度の高いパラメータを 7 個抽出した。本研究のモンテカルロシミュレーションによる不確実性解析において、対象のパラメータの取りうる値の範囲は、モデルで使用されている値を平均値、平均値の 2 割を標準偏差とする正規分布を仮定し、パラメータ値の確率分布を設定した。不確実性解析の範囲は、5 パーセントイル値から 95 パーセントイル値とした¹⁾。1000 回のモンテカルロシミュレーションによる各媒体における

鉛濃度の不確実性解析の結果を図 2 に示す。図 2 より、土壌における鉛濃度が最も大きな不確実性範囲を持ち、次に大気であり、水域と底質はほぼ同じ範囲の不確実性を持つことが分かった。また、土壌と底質における鉛の不確実性について、初めの頃は小さかったが年が経つにつれ徐々に大きくなり、一定となる傾向であった。一方、大気と水域における鉛の不確実性範囲について、経年変化は示さず、ほとんど同じ範囲になった。

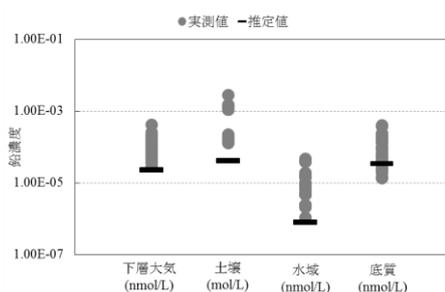


図 1 鉛濃度の実測値と推計値の比較

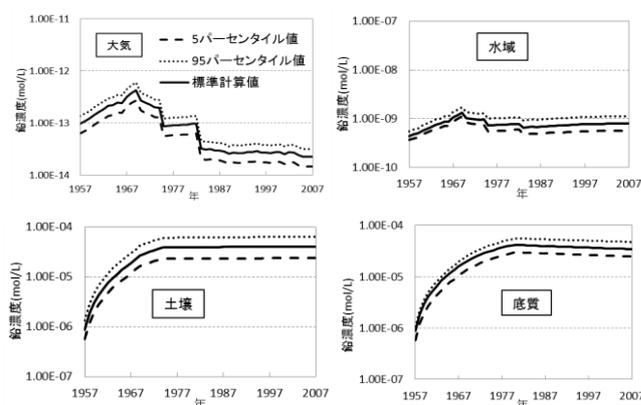


図 2 各媒体における鉛濃度の不確実性解析の結果

参考文献

1) Ce Wang, Yujie Feng, Peng Gao, Nanqi Ren, Bai-Lian Li: Simulation and prediction of phenolic compounds fate in Songhua River, China; Science of the Total Environment 431, pp.366–374, 2012.

キーワード マルチメディアモデル、鉛、モンテカルロシミュレーション