

緊急時モニタリングの実施支援に向けた放射性物質の挙動予測に関する研究

田中明夫・佐藤祐一・宮野愛子

1. 目的

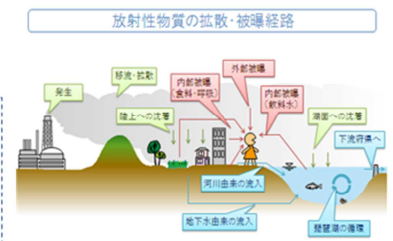
東日本大震災に伴う原子力発電所の事故を受け、本県に隣接する地域で同様の事態が発生することを想定し、本県にどのような影響が及ぶのか、どのような対応が必要となるのかを整理し、防災行政に反映しておくことが急務である。平成 23～25 年度においては、放射性物質拡散時に滋賀県の大气および琵琶湖の水質等にどのような影響をもたらすのかについて、特定の気象等の条件のもとモデルを用いた予測・評価を行うとともに、その結果を滋賀県地域防災計画の見直しに活用してきた。

それに引き続き本研究では、放射性物質拡散時における緊急時モニタリングの実施を支援するため、これまで構築してきた拡散予測モデルを改良・活用し、様々な条件下における大气・水質・底質・生態系への放射性物質の拡散予測を行うことを目的とする。「サブテーマ (1) 大气シミュレーションモデルによる放射性物質の時系列変化の把握」では、緊急時に優先的にモニタリングを実施すべき地域等の検討に活用するため、気象条件と放射性物質の拡散・沈着量の関係を解析して整理する。「サブテーマ (2) 琵琶湖流域水物質循環モデルによる琵琶湖水環境の時系列変化の把握」では、浄水場の取水源にあたる湖辺域における放射性物質の挙動予測を実施するとともに、底質・生態系への拡散予測モデルを構築し、それらへの中長期影響予測を実施する。

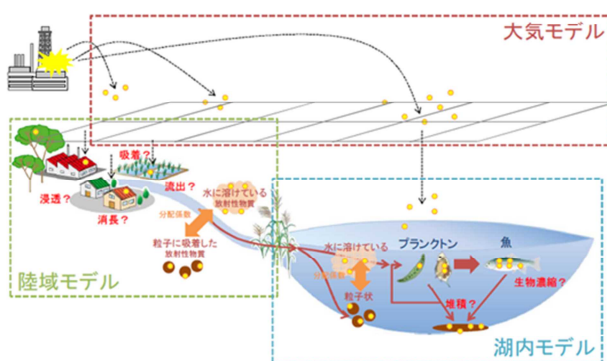
【現状における課題】

- 本県の隣接地域における原子力発電所事故の発生を想定し、放射性物質の拡散状況に即したモニタリングが必要

- H23
 - 大气中への拡散予測
 - 陸域・湖面への沈着量予測
- H26
 - 緊急時モニタリングの実施支援を目的とした詳細な挙動予測の必要性



【課題解決に向けた対応】



① 大气シミュレーションモデルによる放射性物質の時系列変化の把握

- 大气モデルを用いて、
- 気象条件と沈着量の関係を把握

② 琵琶湖流域水物質循環モデルによる琵琶湖水環境の時系列変化の把握

- 琵琶湖モデルを用いて、
- 浄水場周辺地域での放射性物質の挙動を予測
 - 底質・生態系への移行を対象とした予測モデルを構築し、シミュレーションを実施

研究全体のイメージ

2. 研究内容と結果

【サブテーマ(1)大気シミュレーションモデルによる放射性物質の時系列変化の把握】

気象条件ごとに放射性物質の大気拡散予測をするため、平成 26 年度は、過去の気象データから気象状況をいくつかのグループに分類し、各グループで典型的な気象パターンを設定した。気象データは平成 22～24 年度の AMeDAS の 1 時間値を使用し、地点は小浜および今津、項目は風向、風速および降水量とした。

福井県から滋賀県にかけて出現しやすい気象状況を整理すると、小浜風向については東南東～南南東で最も出現割合が高く、次いで北北西～北で高かった（図 1）。本研究では、滋賀県に影響する場合の放射性物質拡散予測をおこなうため、対象とする気象条件を小浜風向が福井県側から滋賀県側への方向（南西～西～北東）のときに限ることとした。小浜風速はその 90%以上が 7.0m/s 未満であった（図 2）ことから、0.3～3.4m/s と 3.5～6.9m/s の 2 段階に分けることとした（風速 0.2m/s 以下については、風向が定まらないため除外した）。降水量の有無についても区別した上で、気象状況を表 1 に示す 4 つのグループに振り分けた。また、各グループにおいて小浜風向と今津風向の組み合わせで出現数の多いものからパターン①、パターン②、・・・とし、先に述べた小浜風向、小浜風速に該当する全データのうち、80%程度をカバーできるように各グループのパターン数（全 18 パターン）を設定した（表 1）。

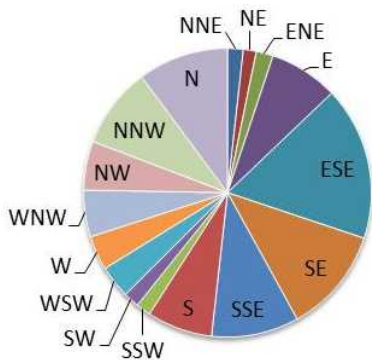


図1 小浜風向の出現数

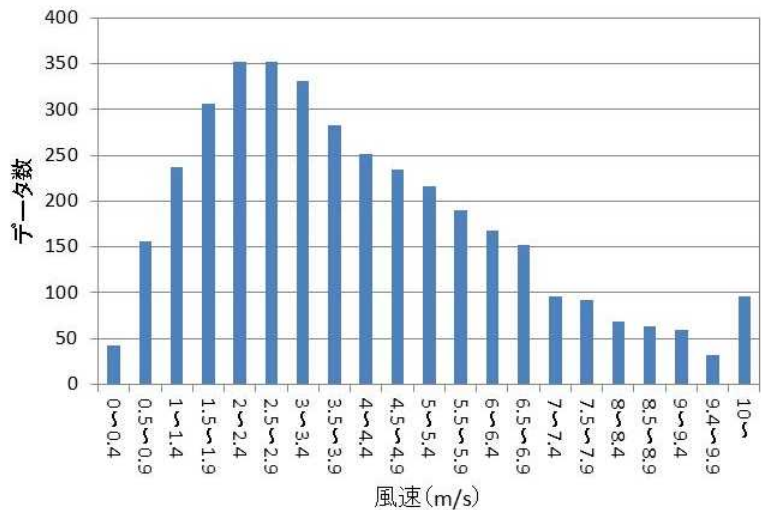


図2 小浜風速の出現数(風向N～NWの場合)

表1 気象状況のグループ分け

	グループ I	グループ II	グループ III	グループ IV
小浜風向:	南西～西～北東	南西～西～北東	南西～西～北東	南西～西～北東
小浜風速:	0.3～3.4m/s	0.3～3.4m/s	3.5～6.9m/s	3.5～6.9m/s
降水量:	なし	あり	なし	あり
データ数:	4,228	1,150	2,941	1,109
パターン数:	9	2	5	2

続いて一部の気象パターンについて、放射性物質の大気拡散シミュレーションを行った。気象モデルにWRF3.1、化学物質輸送モデルにCMAQ4.7を使用し、気象データとしてNCEP FNL(米国大気研究センター)とGPV(気象庁)を用いた。放射性物質の放出場所は大阪原子力発電所、放出時間は6時間、計算時間は12時間とした。また、シミュレーションの対象物質はヨウ素131、セシウム134+137とした。

グループIVパターン①の結果(ヨウ素131沈着量;滋賀県域のみ)を図3に示す。小浜、今津の両地点で風速が比較的大きいこのパターンの場合、風向が変動しにくいこともあり、放射性物質が風下の一方方向へ拡散しやすいことが分かった。また、降雨がある場合、セシウムにも同様の傾向が見られた。

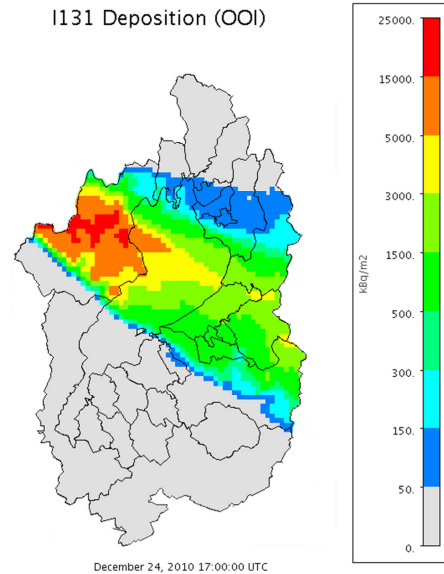


図3 ヨウ素131沈着量の拡散予測図(12時間積算)

【サブテーマ(2) 琵琶湖流域水物質循環モデルによる琵琶湖水環境の時系列変化の把握】

(1) 湖辺域における放射性物質の挙動予測

放射性物質拡散時の浄水場原水への影響を予測するためには、湖辺域における放射性物質の挙動をモデルで再現する必要がある。しかしこれまで、浄水場の取水源が位置する湖辺域におけるモデルの検証が不十分であるという課題があった。特に放射性物質の動態に大きな影響を与える粒子状物質については、陸域由来のものは沿岸部で多くが沈降する等の複雑な挙動を示すため、その再現が重要となる。平成26年度は、湖辺域における粒子状物質の挙動の再現ができるようモデルを改良し、浄水場の原水のモニタリング結果で検証を行うとともに、各浄水場の原水における放射性物質の濃度を予測した。

改良した湖内生態系モデルの概要を図4に示す。本課題については、①SS(浮遊物質)の粒径分布の細分化、②再懸濁過程の詳細化、という主に2点の改良を行った。本モデルを用いて、浄水場取水源におけるSS濃度を検証した結果を図5に示す。改良前は計算値が全体的に観測値よりも低めであったが、改良を行うことにより湖辺域における再現精度を向上させることが可能となった。

(2) 底質・生態系への影響予測モデル構築

これまで琵琶湖水質への短期影響予測を実施してきたが、底質については東日本の湖沼で観測されている底質プロファイルの再現が困難であること、生態系については生物種間の濃縮機構の差異についても検証が必要であることが課題となっていた。平成26年度は、東日本におけるモニタリング結果や文献等を参考に再検討し、生態系および底質に係るモデルを改良した。

本課題については、①底質における拡散機構の見直し、②魚種分類の細分化、という主に2点の改良を行った。本モデルを用いて、底質における放射性セシウムの濃度予測を行った例を図6に示す。底質は、物質が移流・拡散及び攪乱しやすい「拡散層」(3cm)、堆積過程が主となり間隙を分子拡散によって移行する「堆積層」(12.5cm)、ほとんど移行しない「深度堆積層」(20cm)の3つに分類しており、各層における濃度分布を計算できるようになった。なお、前提となる気象条件やモデルパラメータ等により予測結果は大きく変化するため、今後様々な条件設定の元で計算結果を予測、検証していくことが必要である。

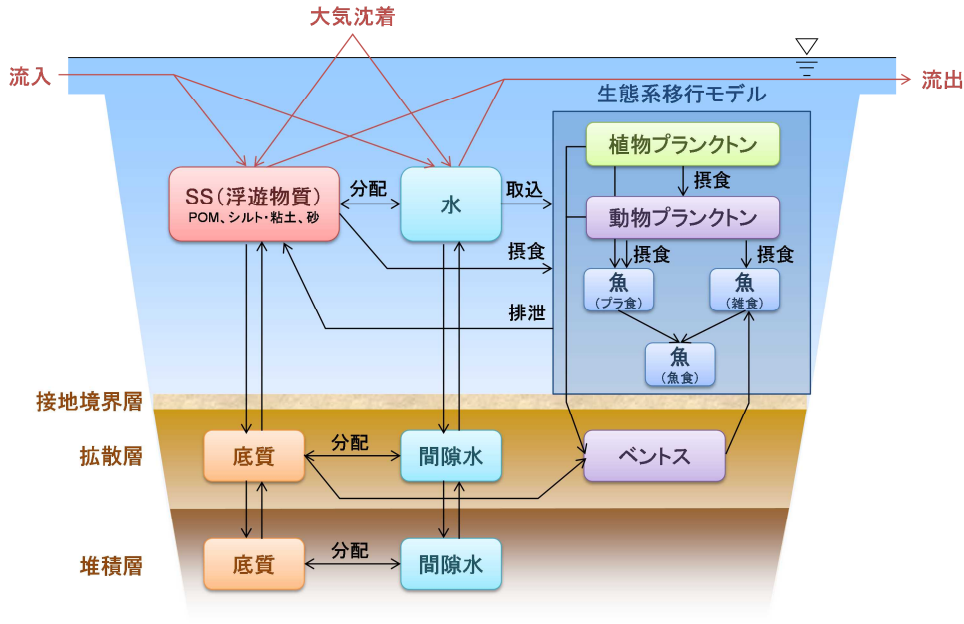


図4 湖内生態系モデルの概要

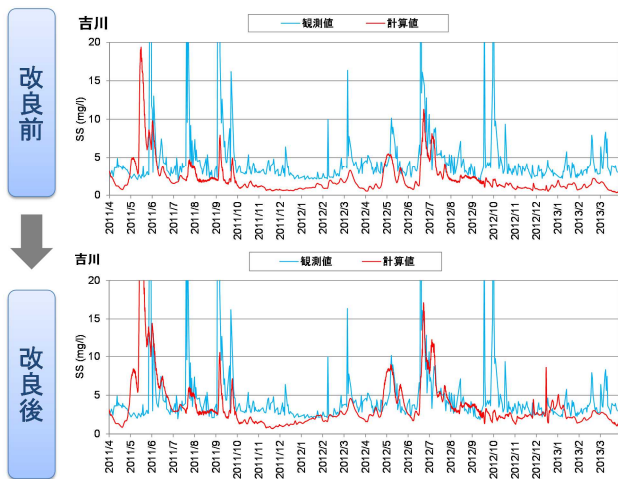


図5 浄水場取水源のSSの検証結果

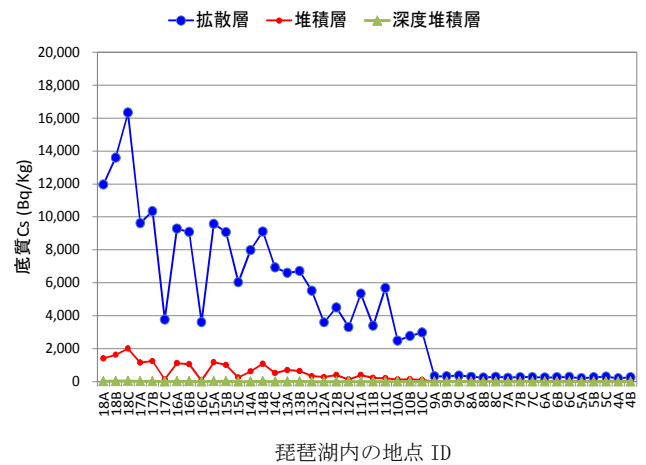


図6 底質における濃度の予測結果例

3. まとめ

放射性物質拡散時のモニタリング計画策定を支援するため、平成 26 年度は、大気および琵琶湖流域における拡散予測モデルの改良や予測を行った。大気については気象条件をパターン化し、一部のパターンについて大気拡散予測を行った。琵琶湖については、放射性物質拡散時の浄水場取水源への影響を評価できるように湖辺域における浮遊物質等の予測精度を向上させるとともに、底質や生態系へのより詳細な予測が可能となるようにモデルを改良した。今後、全気象パターンについて大気中での拡散シミュレーションを行い、緊急時に優先的にモニタリングを実施すべき地域等の検討に活用できる資料を提示していくとともに、底質・生態系における蓄積量の時系列変化を図示し、放射性物質が中長期にわたり与える影響を把握していく。