

滋賀県における放射性物質の拡散予測の取組

原子力災害の危険性の再認識

2011年3月11日に発災した東日本大震災は、幅広い地域に甚大な被害をもたらしました。そして、福島第一原子力発電所で発生した事故によって広範囲の周辺住民の避難が必要となり、人々は改めて原子力災害のリスクを認識することとなりました。

滋賀県の地域特性と原子力災害リスク

滋賀県における地域特性を原子力防災の観点からみてみると、まず隣接県に原子力発電所が多数立地している点が挙げられます。県北部と隣接する福井県には、4市町（敦賀市、美浜町、高浜町、おおい町）に計15基の原子力施設が設置されており、滋賀県境から最も近い原子力発電所までの距離は約13kmと、非常に近い位置関係にあります。

また琵琶湖は約400万年の歴史を持つ世界有数の古代湖であり、60種以上の固有種に代表される豊かな生態系を有するほか、近畿1,450万人の飲料水源や産業用水として活用されています。琵琶湖の集水域はほぼ滋賀県の県域と重なっていますので、滋賀県域への影響は琵琶湖にも現れてきます。

以上の地域特性から、万一隣接県内で原子力災害が発生した際には、放射性物質は①大気中で移流・拡散し、滋賀県内の陸上に沈着するほか直接湖面に沈着する、②陸上に沈着した物質はさらに河川や地下水を経由して琵琶湖に流入し、そこに住む生物内で濃縮されるほか下流府県に流下する、③人体は大気中の放射線に直接曝される（外部被曝）ほか、放射性物質を吸い

込み、また汚染された食糧や水を摂り込むことで体内から被曝する（内部被曝）ことが考えられます（図）。

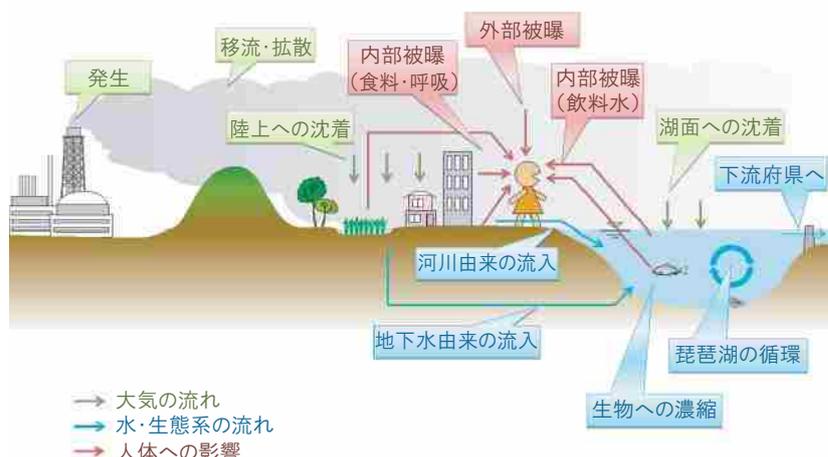
このように原子力災害によって滋賀県が被害を受けた場合、その影響は人々の健康や安全、さらに琵琶湖流域の生態系に及ぶことが懸念されます。

地域防災計画の見直しに向けた拡散予測の取組

滋賀県では、原子力防災対策の強化を図るため、2011年度から地域防災計画（原子力災害対策編）の見直しが進められることとなりました。この計画の見直しに当たっては、隣接県で原子力災害が発災したと仮定した場合、避難区域の確定を含め、滋賀県内の大気中や琵琶湖内において放射性物質が時間的・空間的にどのように拡散する可能性があるのかについて、地域の地形や気象条件、地下水や湖流の動きなどを反映したシミュレーションが必要となり、当センターがその科学的な根拠を提供する役割を担いました。

今回のセンターニュースでは、これらの予測のうち特に琵琶湖への影響に着目して、どのような前提で計算を行い、どのような結果が得られたのか、そして「リスク」についてどのように共有していけばよいのかについて、お伝えしたいと思います。

なお、放射性物質の琵琶湖への影響予測については2014年1月21日に、その最終報告を「地域防災計画見直し検討会議」に提出しました。



放射性物質の拡散・被曝経路

1 原発事故時、湖で何が起きるのか？

大気から沈着した放射性物質は、陸域や湖内における様々な作用を受けて、水や生物、底泥などに残存したり蓄積したりします。事故直後に東京都の金町浄水場で乳児が飲む暫定規制値を超える放射性ヨウ素が検出されたり、群馬県赤城大沼のワカサギから 2012 年末頃まで基準値を超える放射性セシウムが検出されたりしたことをご存じの方も多いと思います。一般に水質への影響は短期間に現れ、生物や底泥への影響は中長期に渡って現れることが知られています。

ただし、こうした影響は放射性物質の種類や地域の気象・環境条件によって大きく異なってきます。ヨウ素 131 は半減期が約 8 日と短く、水に溶けやすいという性質を持っていますが、セシウム 137 は半減期が約 30 年と長く、粒子と結びつきやすいという性質を持っているため、挙動や影響も個別に考える必要があります。また、琵琶湖は深く大きい湖なので、湖の水も滞留しやすく、影響が残りやすいことが想定されます。

では、福井県内の原発で東日本大震災に伴う原発事故と同様の事態が発生した場合、琵琶湖にどのような影響が及ぶのでしょうか。当センターではまず事故後短期間の影響が懸念される水質に着目して予測を行いました。

2 琵琶湖水質への影響予測の方法

影響予測を行うためには、放射性物質が大気や陸域、湖内でのどのような挙動を示すかを予測できるシミュレーションモデルが必要となります。当センターではこれまで、光化学スモッグなどの大気汚染の予測を行うための大気モデルと、琵琶湖にお

ける窒素やリン、有機物などの循環の予測を行うための琵琶湖流域水物質循環モデル（陸域および湖内のモデル）を構築してきました。そこで、これらのモデルに改良を加えることで、放射性物質の予測を行いました（図 1）。モデルの詳細については「滋賀県地域防災計画（原子力災害対策編）の見直し検討会議」の資料（滋賀県 Web サイトで公開）などをご覧くださいと思いますが、琵琶湖では水平方向に 1km の格子状、深さ方向に 8 層に区切り、そのボックス間の移動等も考慮して予測を行いました。また、陸域や湖内の予測にあたっては、半減期や粒子状物質を考慮し、セシウムやヨウ素の環境中の挙動の違いも再現できるようにしました。

予測にあたり最も重要な前提条件は、①事故時に放出される放射性物質の量、②事故時の気象、の 2 つです。まず①については、福島第一原発の事故において最も大きな放出がなされた 2011 年 3 月 15 日を対象とし、これと同量の放射性セシウム・ヨウ素が、6 時間の間に美浜もしくは大飯の原発から放出されたと仮定しました。②については、大気モデルを用いて美浜・大飯の各地点で 2010～2012 年度を対象として一定量の放射性セシウム・ヨウ素を連続的に放出させ、琵琶湖流域への沈着量が最も大きくなる日時を四半期ごとに抽出しました。

以上の条件から、放射性セシウムについては 2 地点・四半期の合計 8 ケース、放射性ヨウ素については 2 地点・四半期・粒子態比率 2 パターン（大気中において粒子態で存在する割合について複数の報告があり、今回は 15% または 50% に変えて計算をしたため）の合計 16 ケースを計算しました。

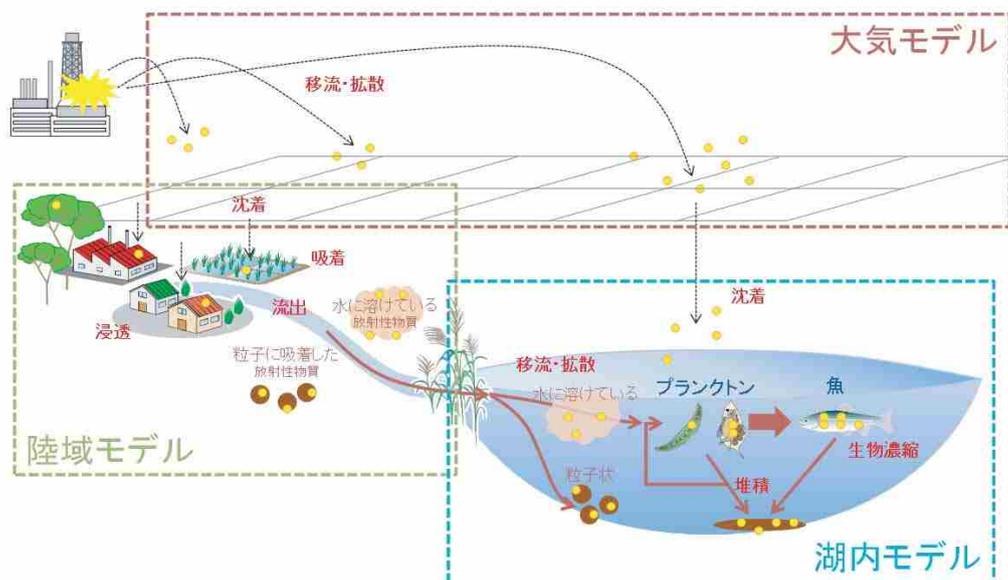


図 1 放射性物質の挙動を予測するモデルの全体像

3 水質影響予測の結果

これら各ケースについて予測を行い、琵琶湖全体（北湖と南湖）の表層（水深 0～5m）における放射性物質の平均濃度の変化を示したのが図 2 です。ケースにより結果は大きくばらつきますが、水質への影響の大きなケースでは、事故直後に放射性セシウムで 1 リットルあたり 100 ベクレル、放射性ヨウ素で同 400 ベクレルを超えると予測されました。その後、深層への移動や瀬田川からの流出、放射性崩壊等によって減少し、1 ヶ月後には放射性セシウムで最大 15 ベクレル、放射性ヨウ素で 5 ベクレル程度にまで下がりました。

では、この濃度はどの程度影響があるものなのでしょうか。現在のところ、環境水中における放射性物質の基準値はありませんので、代替的に飲料水基準と比較しました。現在の基準は放射性セシウムで 1 リットルあたり 10 ベクレルですが、事故が生じたときには、「原子力災害対策指針」（原子力規制委員会）に記載された、放射性物質放出後の緊急時における防護措置実施の判断基準というものが適用されます。飲料水の場合、放射性セシウムで 1 リットルあたり 200 ベクレル、放射性ヨウ素で同 300 ベクレルと定められています。琵琶湖の表層のうち、これら緊急時の飲料水基準を超過する面積の比率を図 3 に示しました。これもケースによる差が大きいのですが、影響の大きなケースでは、事故直後に放射性セシウムで 2 割近く、放射性ヨウ素で 2～3 割近くの水域で基準を超過し、またこうした場所が長い場合で 10 日間前後残る可能性が示されました。

4 結果はどう理解すればよい？

上記の結果の解釈にはいくつか注意すべき点があります。よく「原発事故が起きれば 10 日間は琵琶湖の水を飲めなくなる」と解釈されることがありますが、必ずしもそういうわけではありません。

まずこうしたシミュレーションは、前提条件によって結果が大きく変わるといった性質を持っています。今回は事故時に放出される量を福島第一原発における事故を参考に設定しましたが、これが倍・半分になれば濃度も概ね倍・半分になります。気象についても過去 3 ヶ年の中から滋賀県にとって非常に過酷な条件設定をしていますが、より対象期間を広げればさらに過酷な気象条件もあるかもしれません。

さらに、影響には地域差があります。図 2 に示した濃度はあくまで琵琶湖表層全体の平均濃度なので、場所によっては高いところも、低いところもあります。図 3 の面積比率を見ても、10 日間基準を超え続ける水域は限られており、全ての地域でこうした事態が生じるわけではありません。放射性セシウム・ヨウ素は、浄水処理の過程で一定程度除去されることが分かっていますので、琵琶湖水中の濃度がそのまま蛇口の水に直結するわけではないことにも注意が必要です。

こうしたモデル構築は世界的にも先駆的な分野で、まだまだ多くの課題が残されています。したがって、予測結果は絶対的なものではなく一つの目安としながら、取り得る対応策を検討していくことが求められます。

総合解析部門 佐藤祐一

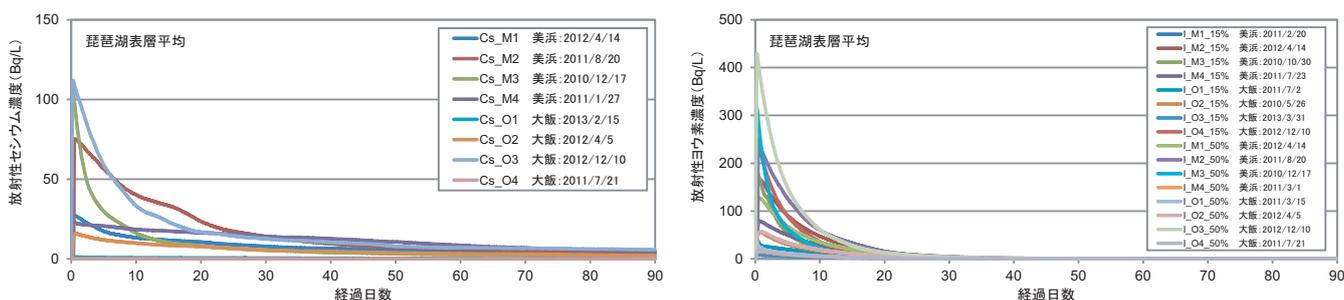


図2 琵琶湖表層における放射性物質の平均濃度（左：放射性セシウム、右：放射性ヨウ素）

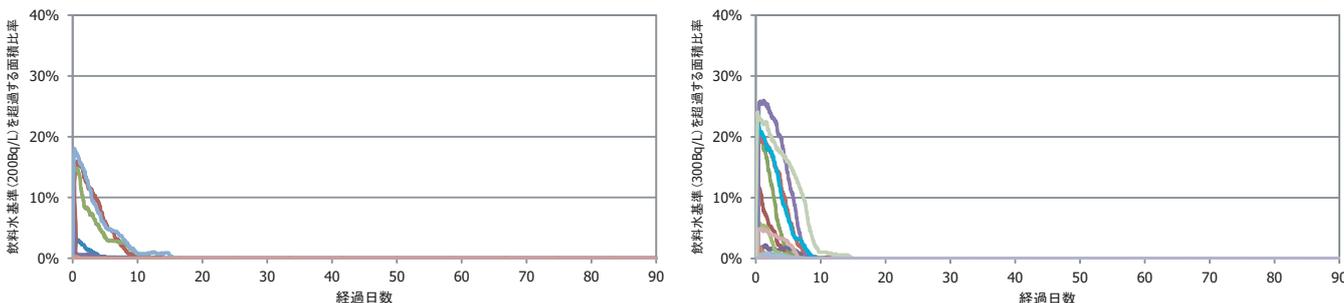


図3 飲料水基準を超過する面積比率（左：放射性セシウム、右：放射性ヨウ素）

びわ湖 視点 論 点

リスクを共有するために

「リスク」とは

災害や事故が起こるたびに、事前に「リスク」が考えられていなかったとか、「リスク」が住民の方々に伝わっていなかったということが言われます。また、今回のセンターニュースでは、原子力発電所の事故がもたらす放射性物質の「リスク」をシミュレーションという手法で示す取組を紹介しています。この「リスク」とは、ど

のようなもので、県民の方々と行政が合意形成を行っていくために、どのように共通理解を進めていけばよいのか、放射性物質に伴うリスクを例に考えてみましょう。

まず、「リスク」という言葉ですが、これは単に危険だというものではありません。日本リスク研究学会が出版している「リスク学事典」では、「リスクとは、人間の生命や経済活動にとって、望ましくない事象の発生の不確実さの程度およびその結果の大きさの程度」と定義しています。「望ましくない」という主観に基づく価値観と「不確実性」という概念が交差することによって、個人や社会によって多様な捉え方がなされます。そのため、事故や災害に対する予防的な施策を進める場合には、どの程度のリスクを受容するかを巡って、施策によるポジティブな側面だけでなく、リスクについても公正に伝え、ともに考えていく「リスクコミュニケーション」が重要になってきます。

しかしながら、原子力発電や放射性物質など高度な技術や科学的知見に基づく情報を共有することは、大きな困難を含んだものになります。現在の生活は、この高度な技術で支えられています。専門家以外にとっては使われている技術そのものを理解することは難しく、「未知なもの」からくる「恐ろしさ」のイメージが付きまといまいます。ここでもリスクコミュニケーションが重要な役割を果たすことになります。事業者や行政は、人々が高度技術をどのように捉えて行動するのかを理解して、高度技術のリスク評価や管理を考えなくてはなりません。また、住民の方々も、使われている技術のリスクへの評価やリスクを避けるための訓練などに積極的に関与していくことが必要となります。

福島第一原子力発電所事故から「リスク」を考える

では、福島第一原子力発電所での事故事例から、放射性物質の拡散に伴うリスクへの対応について考えてみましょう。

今回の事故では、放射性物質の拡散情報が提供されなかったことや、避難などの対応策が的確に伝わらなかったことなど、コミュニケーションに関し課題となる事象が多く見られました。

最も大きな課題として、一連の過程で住民と行政や事業者との間の信頼関係が損なわれたことがあります。特に情報の公表の遅れやあいまいな表現による説明は、事故調査・検証委員会でも適当でな

かったと評されており、不信感の増大をもたらしたと考えられます。また、今回の事故による放射線の影響を、喫煙によるリスクや航空機中での放射線による影響など、直接関係なく、受益を考え自ら進んで行った事象と比較したことによる違和感も信頼関係を損なうものでした。

このような危機事案への対応について、平常時から住民の方々への情報提供が進んでいなかったことも課題として浮かび上がってきました。今回の事故を教訓に、国では原子力災害対策指針の改定を進めており、それを受け、滋賀県でも地域防災計画（原子力災害対策編）の改定を行い、避難などの事故時の対応について詳細に計画を策定し、訓練や説明会などを通して住民の方々への周知・連携を図ろうとしています。

緊急時には情報の伝達は一方向になることから、事業者や国からの情報を自治体が的確に伝えるためには、住民の方々が何を知りたいのかを把握し、わかりやすい言葉で正確に伝える能力を自治体職員自身が持つことが求められています。また、住民の方々が自ら判断するために、放射線や放射性物質にかかる知識やリスクに関する考え方を環境教育や講習会などを通じて共有していく体制も作らなくてはなりません。このように、今回の福島での教訓として、平常時における事前対策の重要性が大きく浮かび上がってきました。

リスクコミュニケーションを進める

福島での事例を中心に、危機発生時の対応を見てきましたが、今後の危機発生時のリスク対策や高度な科学技術のリスク管理を円滑に進めるためには、平常時に住民・事業者・専門家・行政など様々な立場の人々が参加し、双方向で意見交換することが、リスクの不確実性の観点および相互の信頼醸成のために必要となります。

このような双方向での話し合いの場の試みとして、「コンセンサス会議」という参加型の手法があります。科学技術政策のより良い意志決定に役立てるため実施されるもので、選ばれた市民が議論の流れを設定し、関連する複数の専門家が知見や見解を述べる過程の中で、市民の参加者自らが会議の場で合意された意見をまとめ発表するというものです。日本でも、農水省が遺伝子組み換え作物について行った事例があります。その中で、専門家間でも大きく意見が異なることが参加者に明らかになり、リスクの不確実性が見えてきました。コンセンサス会議には公正な会議の設定方法や社会の意思決定との関係づけなど課題もあり、今後さらに検討が必要ですが、琵琶湖の総合管理施策について、すでにマザーレイクフォーラム（詳細は <http://mlf.shiga.jp/> をご覧ください）という形で多様な主体との意見交換を行っている滋賀県でこそ、リスクコミュニケーションについても新たな展開が必要ではないかと考えています。

環境監視部門 山中 直

増補改訂版 リスク学事典、日本リスク学会編(2006)、阪急コミュニケーションズ
東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 中間報告、(2011)
リスクコミュニケーション論、平川秀幸・土田昭司・土屋智子(2011)、大阪大学出版会

■ 編集・発行

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター
Lake Biwa Environmental Research Institute

〒520-0022 滋賀県大津市柳が崎 5-34 TEL: 077-526-4800 / FAX: 077-526-4803 / E-mail: info@lberi.jp / URL: http://www.lberi.jp

この印刷物は古紙・パルプを配合しています。