

簡易な流出解析モデルによる河川水中の放射性物質濃度の推定

(株) 建設技術研究所 ○吉本 健太郎、堀田 哲夫

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日、福島第一原子力発電所の事故発生後、周辺環境から我が国で定める大気中の放射性物質の基準値を超える放射線量が検出された。水道水中においても、地域によっては国で定める基準値を上回る濃度の放射性物質が検出された。このような状況から、大気中の放射性物質と降雨に伴う水道水源の放射性物質濃度の挙動を把握することは、水道水源からの取水制御や水道水の摂取制限を判断する上で重要であり、また水処理過程で発生する汚泥の放射性濃度を把握する上でも有用である。また、今回の事故の影響範囲は広範囲であることから、流域全体を容易に計算でき、且つ短時間に計算を行うことができる流出解析モデルを構築することを目的とした。

これらより、本研究では、タンクモデルを基礎として簡易な流出解析モデルによって放射性物質の流動を再現することに焦点をあてた。

2. 放射性物質の流出解析モデルの構築

2.1 放射性物質の挙動プロセス

大気へ放出された放射性物質は、塵や埃と同様に地表面へ降下し、堆積し続ける。降雨時には、地表面を流下し河川へ流入する成分（地表面流出成分）と降雨の土壌への浸透とともに土壌中へ浸透して地下水として河川へ流入する成分のそれぞれにおいて流出する。また、地表面から河川へ流出する過程及び地表面から土壌中を通過する過程の中で放射性物質は土粒子へ吸着し、地表面や土壌中に残存する。放射性物質のその他の輸送過程としては、土壌中に吸着、残存した放射性物質が水へ再溶解する離脱（脱着）現象、植物の根による吸収、土壌中微生物による摂取などが考えられる。本モデルでは、これらを合わせて土壌中に残存する過程（吸着）として考慮したモデルとする。

2.2 放射性物質の流出解析モデルの構築

前述の放射性物質の挙動プロセスを考慮し、放射性物質の流出解析モデルを構築した。解析モデルは、大気からの放射性物質の地表降下量を入力データとして、降雨に伴う流域からの雨水流出、物質流出、さらには河道流下、河道物質移送の過程を表現するモデルとした。

図 1 に放射性物質の流出解析モデルの概要を示す。流出解析モデルは、4 つのサブモデルから構成される。

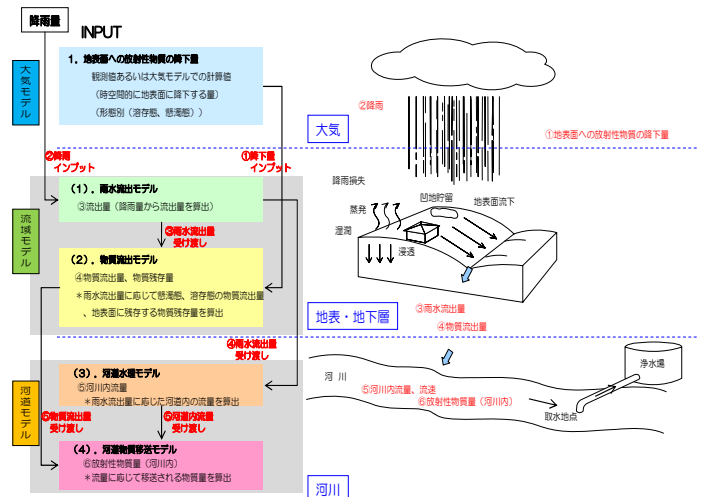


図1 放射性物質の流出解析モデルの構成

3. 実流域（久慈川流域）での適用

3.1 流域の選定理由と流域概要

対象流域は以下の観点より選定した。

- 1) 水道水中の実測値より放射性物質の影響を受けている流域
- 2) 降雨、流量の観測データがある流域
- 3) ダムの影響がない流域

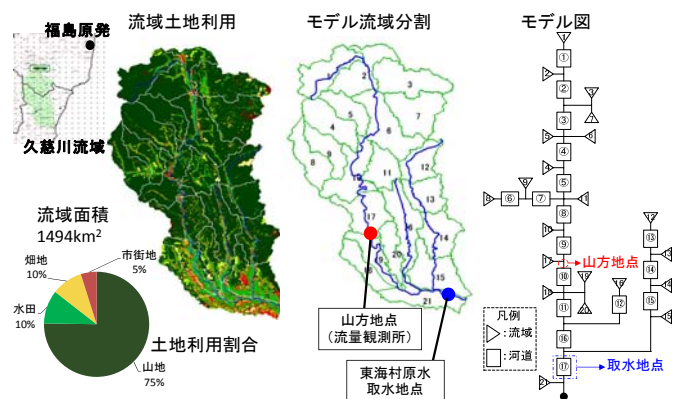


図2 対象流域の概要（久慈川流域）

3.2 解析結果：物質流出量（ヨウ素）の結果

図 3 に水道取水地点における放射性ヨウ素の計算流出量結果を、流域平均雨量、降下量、流量とともに示す。ここで、留意すべき点は放射性物質の測定値は水道水中であり、水道原水ではないことである。

本モデルで計算される濃度は水道原水となる河川水中の濃度であり、浄水場での除去率を考慮して、水道水中濃度との整合性を評価することが求められる。解析結果より、以下のことが推察される。

- 溶存態ヨウ素濃度は、降雨に伴い増加する降水量と流域からの流出量に応じて水道原水取水地点で上昇し、降雨後も影響が残り、徐々に低減していたものと推察される。
- 懸濁態ヨウ素は、4月に入ってからを観測された強い降雨により流出された可能性がある。
- ヨウ素の半減期は8日と短いことから、地表面や土壌中に蓄積されたヨウ素の放射能は減衰していたことから、4月の降雨では放射性物質としては流出していなかったことが想定される。

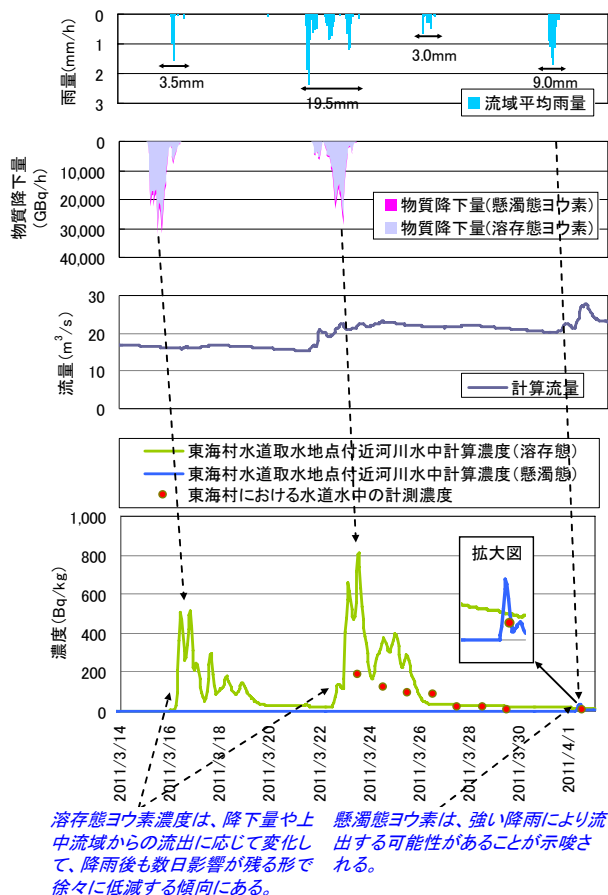


図3 物質流出量モデルの解析結果(ヨウ素)

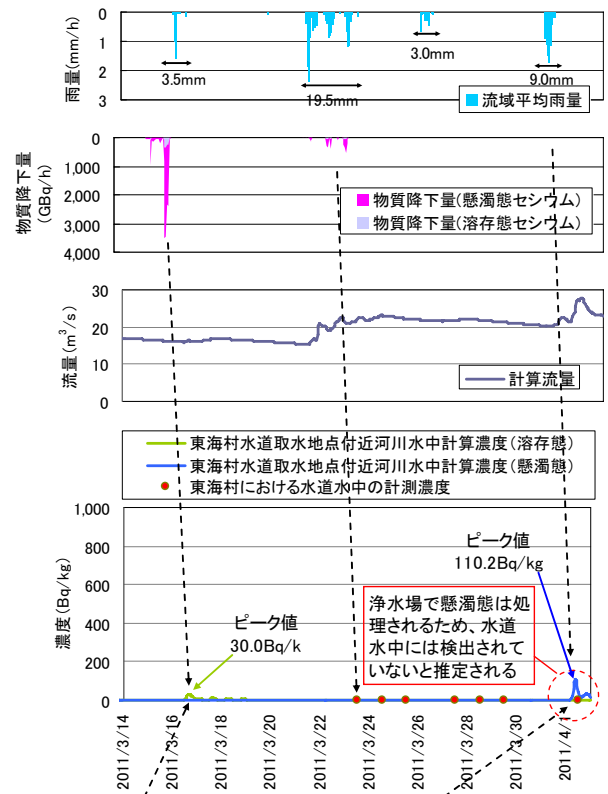
3.3 解析結果：物質流出量（セシウム）

水道取水地点における放射性セシウムの計算結果を図4に示す。解析結果より、以下のことが推察される。

- セシウムの降下量は、ヨウ素と比較して少なかったことに加え、土壌吸着傾向が強いため、流出しにくかったものと考えられる。したがって、水道取水地点における濃度も高くなか

ったものと考えられる。

- 懸濁態セシウムは、懸濁態ヨウ素と同様に強い雨で流出していた可能性がある。
- セシウム 137 の半減期は 30 年と長いことから、地表面や土壌中に蓄積された放射性物質が、4月の降雨でわずかながら流出した可能性が示唆される。



セシウムの降下量はヨウ素と比較して少ないことに加え、土壌吸着傾向が強いため、流出しにくいことを示唆している。

図4 物質流出量モデルの解析結果(セシウム)

4. 今後の展開

本モデルは、流域個別の特性を再現できるように部分的に詳細にモデルを構築するなどの解析モデルの改良・追加を行うことで、他流域へ適用することが可能である。さらに、現状では、河川底泥への放射性物質の蓄積、動植物への放射性物質の濃縮等について配慮も必要である。今後は、解析精度を向上させるために構築した解析モデルの改良、新たな要素モデルの追加に取り組み、解析モデルの適用範囲を拡大することが望まれる。

参考文献

- 1) 厚生労働省：水道水における放射性物質対策検討会 検討会資料 第1～3回，(2011)
- 2) 香村一夫・石渡真己・木方展治・栗原正憲：ため池の底質コアを用いた最終処分場周辺の環境影響履歴の解明，廃棄物資源循環学会論文誌，Vol. 21，No. 3，pp. 134-142，2010