

# 河川に流入する放射性物質と水文量に関する研究

水文気象研究室 10334089 鉄泰弘  
指導教員 陸旻皎

## 1. 序論

3.11 東北地方太平洋沖地震の影響により福島第1原子力発電所では炉心融解を含む事故が発生した。この事故で空气中に多量の放射性物質が放出され、放射能汚染が問題視されている。特に南東北及び北関東では高い空間放射線量が観測されている。

放射性セシウムはアルカリ金属であり、ほとんどが陰イオンである土砂に吸着しやすく、降雨によって土砂とともに河川に流入する。また、放射能汚染が深刻とされている地域の浄水場では、浄水発生土砂に含まれる放射性物質が問題視されている。発生土砂はそれに含まれる放射性物質によって処分の方法が異なる。

本研究では、水文量と河川に流入する放射性物質の変動を比較し、また浄水場から発生した汚泥中の放射性物質が安全であると考えられるクリアランスレベル (100Bq/Kg) 以下になるために必要な期間について検討を行う。その結果を、今後このような事故が起こった際の参考や、浄水場での処理の目安にするなど役立てていきたい。

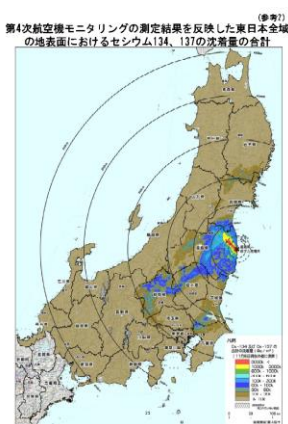
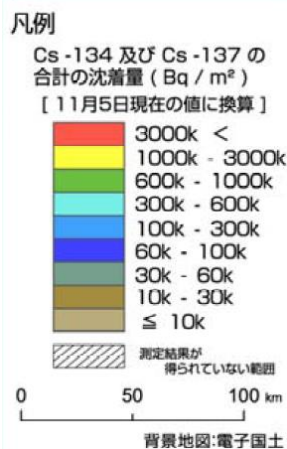


図1 東日本全域のセシウムの地表面沈着量



## 2. 研究対象流域と水文・地理情報

本研究では河川に流れている放射性物質質量として埼玉県の管理する大久保, 庄和, 行田, 新三郷, 吉見の5つの浄水場からの浄水発生土に含まれる放射性物質質量を用いる。対象となった浄水場では利根川水系と荒川水系の2水系を用いている。

浄水発生土に含まれる放射性物質質量のデータは、2週間に1度、5か所の浄水場それぞれで1日分の浄水発生土砂中に含まれる放射性物質の量を計測したもので、単位はBq/Kgとなっている。放射性物質質量のデータは測定が開始された2011/5/6から、2014/9/5までのデータを用いる。また、降水量のデータとして、気象庁が公開しているアメダスのデータを用いる。



図2 荒川水系および利根川水系流域

## 3. 放射性物質についての基礎研究

放射性物質はそれぞれが持つ半減期に従って崩壊していく。福島原発の事故の際、多種の放射性物質が放出されたが、特に放出量の多かったキセノンやテルル、ヨウ素は半減期が短く、研究を開始した事故後2年の時点ではほぼ完全に崩壊していた。よって本研究では放出量が比較的多く、半減期も長いCs-134及びCs-137について検討を行う。半減期はそれぞれ2.1年、30年である。

半減期による減少は、 $N$ ：現在の放射線量， $N_0$ ：初期の放射線量， $T$ ：半減期， $t$ ：経過年数として、

$$N = N_0 * \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \dots \dots \dots (1)$$

であらわされる。

また、事故後も継続的に放射性物質は放出され続けているが、東京電力の発表した数値を元に概算すると初期放出に比べ著しく小さいため、無視して良いものとする。

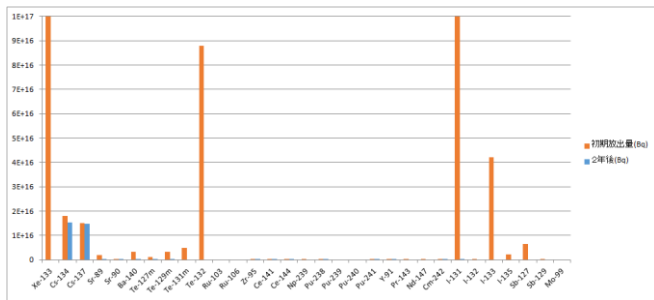


図3 放射性物質の半年間の減衰

#### 4. 累計降雨量と放射性物質の関係

流域内の累計降雨量と浄水発生土砂に含まれる放射性物質含有量の関係のグラフを図4に示す。これを見ると、2011年5月6日から2011年9月9日のおよそ3か月間は平均43Bqずつ放射性物質含有量が減少し、その後はほとんど変化していない。これは、土壤に吸着した放射性物質の大部分が降雨により運ばれ河川に流入し、放射性物質の残量が少なくなってきたためと考えられる。

図5は基本的には放射線量は減少の一途をたどっているが、特に2011/5/20~6/5の計測では大きく減少している。また、同年7/15~7/29や8/26~9/9でも、周りの減少率に比べて大きく減少している。その期間ではどれも40mmを超える降雨が発生しており、多量の放射性物質が河川に流れ込み、それ以降の計測には小さな値を示すようになったと考えられる。ここから、降雨量及び降雨強度は地表の放射性物質を河川に流入させる大きな原因であることが分かる。しかし、今回の研究ではどの程度の降雨強度があればどの程度の放射性物質を流すことが出来るかまでの検討を行うことはできなかった。

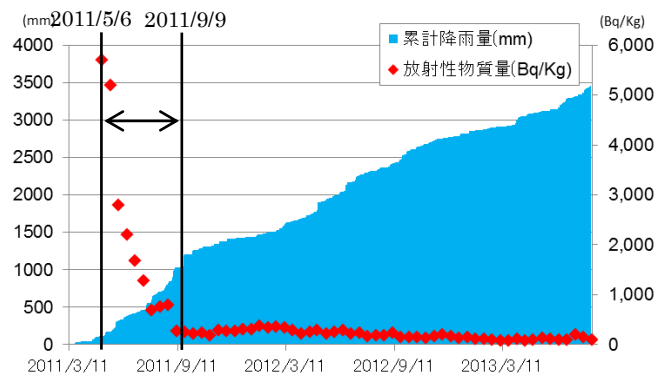


図4 累計降雨量と放射性物質量の関係 (大久保浄水場)

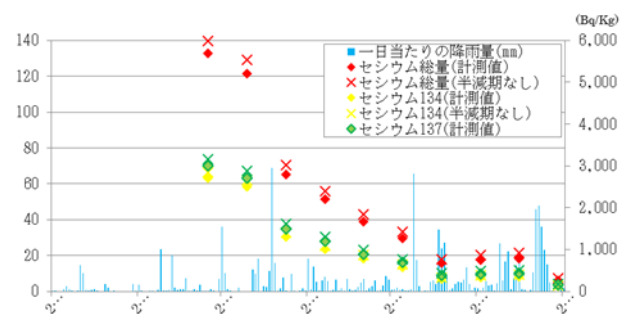


図5 降雨強度と放射性物質量の関係 (大久保浄水場)

#### 5. クリアランスレベル到達予測

クリアランスレベル到達予測の前に、現時点(2014/9/5)の放射線量を確認する。これを見ると大久保及び吉見浄水場では一時的に100Bq/kg以上を測定されたことはあったものの、2013年11月以降は安定して下回っている。よってこの2箇所浄水場ではクリアランスレベルに到達したといえる。それ以外の3つの浄水場では庄和が何度かの観測で100Bq/Kgを下回ったが安定せず、クリアランスレベルに到達していないといえる。この原因としては、各浄水場の主な取水源にあると考えられる。100Bq/Kgを下回った2か所の浄水場では流域の放射能汚染が低い荒川水系から主に取水しており、上回った3か所の浄水場ではモニタリングの結果放射能汚染が比較的高い群馬県および栃木県を流域としている利根川水系から主に取水している。特に利根川水系は都市部、農村部、森林部などパラメータが多いため安定して観測を行うのが困難な状況である。

また、放射線量が低いところで安定しているこれ以降の期間では、半減期による影響は無視できないと考えられる。実際に安定し始めた 2012/6/1 を基準に半減期による減衰を見ると、全体のおよそ 3 割の減衰は半減期によるものである。今後は半減期が河川中の放射性物質質量減少の鍵となることは間違いない。

観測された放射性物質の減少の指数近似をとり、それで得られた式からクリアランスレベルに到達する日時を推測した。また、過去 10 年の平均降水量からその時点の累計降水量を計算した。結果は以下の表 1 の通りである。

|        | クリアランスレベル<br>到達日時(予測) | 累計降水量<br>(mm)(予測) |
|--------|-----------------------|-------------------|
| 大久保浄水場 | 2013/11/1             | 4080              |
| 吉見浄水場  | 2013/11/29            | 4270              |
| 庄和浄水場  | 2016/4/24             | 7330              |
| 行田浄水場  | 2014/9/17             | 5280              |
| 新三郷浄水場 | 2015/9/15             | 6680              |

表 1 クリアランスレベル到達予測日時  
及び累計降水量

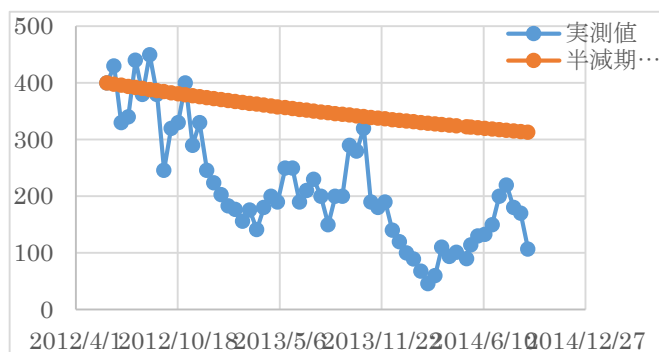


図 6 半減期の影響  
(庄和浄水場)

## 6. 考察と結論

最後に本研究の結果をまとめる。まず、半減期や放出量の観点から主にセシウム類について検討を行うべきである。また、継続的な放出量は初期放出に比べ無視できるほど小さな値である。河川に流入する放射性物質質量は事故後約 3 ヶ月で大幅に減少する。降雨による減少が大きいため半減期の影響はその期間では小さく、それ以降の期間では大きい。大久保および吉見浄水場では 2013 年 11 月頃からほとんどの測定でクリアランスレベル

を下回っている。庄和浄水場、行田浄水場、新三郷浄水場では 9/5 時点でそれをクリアしていない。この原因として、前者は主に放射能汚染の低い荒川水系から、後者は放射能汚染が比較的高い利根川水系から取水していることが考えられる。地表の放射性物質の多くが流入した現段階では、これ以上の降雨による激減は望めない。降雨による緩やかな流入もあるが、これ以降の河川中の放射性物質の減少には半減期が大きな役割を担うと考えられる。

## 参考文献

- 1) 原子力災害対策本部:放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方
- 2) 環境省原子力規制委員会:文部科学省による第 4 次航空機モニタリングの測定結果について
- 3) 埼玉県ホームページ:浄水発生土の放射性物質測定結果について
- 4) 原子力安全・保安院:東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に係る 1 号機、2 号機及び 3 号機の炉心の状態に関する評価について
- 5) 経済産業省 HP:東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議
- 6) 田中智大, 立川康人, 椎葉充晴, 萬和明, キムスンミン:福島県口太川流域における放射性物質の移行のモデル化と再現について, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.69, No.4, I\_487-I\_492, 2013.
- 7) 二瓶泰雄, 大内田崇享, 笹川一磨, 橋田創, 武川一樹:都市流域—河川—湖沼における放射性セシウム 134, 137 の動態 ~手賀沼流域を例に~, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.69, No.4, I\_1693-I\_1698, 2013.
- 8) 国土交通省関東地方整備局利根川ダム統合管理事務局:利根川流域図
- 9) 国土交通省河川局:荒川流域図