

多摩川流域における放射性物質による河川水と  
土壌などの汚染状況調査と放射線・水環境を  
学ぶ市民教室の構築

2014年

吉田 政高

NPO 千葉健康づくり研究ネットワーク 理事

共同研究者：石井 正人、喜多 和子、伊藤 晴夫、佟 暁波、董 玫

## I. はじめに

ヒトの体の 60%は水で構成されている。これを維持するために私たちは、一日に 2～3L の水を摂取し、同量を排泄している。この水、すなわち飲料水は原水である河川水や湧水に依存している。従って、生命や衛生上の観点から、河川水などの水質が良好であることが要求される[1]。

しかるに、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性物質が環境中に放出され、大気・土壌・農産物・水にと影響を及ぼした[2]。このため首都圏においても利根川・荒川水系の浄水場で、事故後に飲料水中に含まれる放射性物質の量が乳児に対する規制値を超えて検出された。

3 月 22 日に水道水汚染の報道がなされると、まもなくスーパーやコンビニエンスストアの棚からペットボトルの飲料水が無くなってしまった。これは放射線がヒトの遺伝子を損傷することによるがんへの恐れなどから、首都圏をはじめとする多くの人々が水への危機感を募らせたことによる結果である。

関東地方の放射性物質の状況については、文部科学省による航空機や走行サーベイによるモニタリング[3]や、環境省による東葛地域の河川、湖沼及び海域における放射性セシウムの調査[4]などが行われている。

また、関東地方を流れる河川の下流域に位置する浄水場においては、浄水などの測定が実施されている[5]。

しかし、首都圏における飲料水の主要な水源であり、かつ、人々の生活の場である多摩川、及びその流域における放射性物質の影響に係わる体系的な調査研究はなされていない。

そこで本研究では、この地域の大气中の放射線量を測定すると共に、河川水、土壌および飲料水の放射性物質濃度を測定し、放射性物質による水環境の汚染状況の調査を行う。さらに、河川水および飲料水の水質検査を行い、災害時の飲料水への適応性についても考察する。

これらの研究成果をもとに、多摩川流域の人々をはじめ、広く一般の市民に対して、放射性物質による影響、水環境および安全な生命の水について、共に学べる場を設けて、想定外の出来事においても自ら考えることができる広い視野を持つ市民の育成にも努める。

## II. 材料と方法

### II-1. 地点と採取試料

多摩川の上流域 2 か所（丹波山村、奥多摩町）、中流域 2 か所（羽村市羽村、羽村市小作）、下流域 2 か所（大田区ガス橋、大田区多摩川大橋）を選定し、平成 24 年 4 月 11 日から平成 25 年 10 月 18 日にかけて、定期的に、河川水、水中底質・河岸の土壌および多摩川周辺の湧水を採取した。試料採取地点を（図 1）に示す。

### II-2. サンプリング方法

#### 1) 水

河川水は、河岸から河川中央に向かって約 1 m の場所で、水面から 20 cm～30 cm の深さの水を 50 ml 容器に採水した。飲料水は、蛇口から死水を放水後、50 ml 容器に採水した。湧水は、そのまま 50 ml 容器に採水した。

## 調査地点(●印)



図1 調査地点

### 2) 土壌

土壌は、調査地点の3 m×3 mの範囲を採取場所とし、縦10 cm、横10 cm、深さ2 cmの土壌を攪拌してから50ml容器に採取した。2回目以降は、この範囲内で重複しないポイントから土壌を採取した。河川水中の土壌は、川岸から河川中央へ向かって約1mの水中底土を攪拌してから50 ml容器に採取した。

### II-3. 測定方法

#### 1) 放射性セシウム濃度の測定

スクリーニングを目的とした測定には NaI(Tl)シンチレーション測定器を用いた。NaI(Tl)シンチレーション測定器は、日立アロカメディカル社製 JDC-1712(3 インチウエル型検出器)を使用した。測定領域は、厚生労働省の「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」[6]に準じて540～840 keVとし、セシウム134及びセシウム137の合計を放射性セシウムの値とした。なお、天然放射性核種由来の値は除外していない。

土壌は、湿試料のまま10 mlのプラスチックチューブに入れ、7,200秒測定した。河川水、水道水、湧水は10 mlのプラスチックチューブに入れ、36,000秒測定した。測定値は各試料中のセシウム134とセシウム137の存在比が同じとみなし、採取日に減衰補正した。また、試料を105℃で乾燥後、含水率を求めたうえで、乾燥質量当たりの放射性セシウム濃度を算出した。一部試料は、ゲルマニウム半導体検出器(Canberra製)によりセシウム134及びセシウム137を測定した。

#### 2) 空間放射線量率の測定

土壌の採取地点では土壌採取と同時に空間線量率の測定を行った。測定器はサーベイメータ

(堀場製作所製 PA-1100 Radi) を用い、地上より約 1 m の高さで測定した。また、自動車にサーベイメータを積載し、多摩川流域の幹線道路における空間放射線量率を平成 24 年 5 月 27 日に測定した。走行サーベイの測定器には、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ（日立アロカメディカル社製 TCS172）を使い、車内後席の窓際で地上より約 1.3 m の高さに設置した。測定値については車両による遮へいの補正を行った。位置情報は GPS により取得した。

### 3) 水質検査

河川水、湧水、および水道水については、パックテスト法による簡易検査を行った。一部試料は、(財)千葉県薬剤師会検査センターに委託し、水道法に定める水質基準に準じた水質検査を実施した。

## III. 結果

### III-1. 放射線量率の測定

#### 1) 全川調査

サーベイメータを車載し、多摩川沿いに千葉～新宿～八王子～奥多摩街道～羽村～奥多摩町～丹波～大菩薩付近の空間線量率の走行サーベイを平成 24 年 5 月に実施したところ、 $0.1 \mu\text{Sv/h}$  以下であり、全地点においても  $0.15 \mu\text{Sv/h}$  を超える地点はなかった (図 2)。

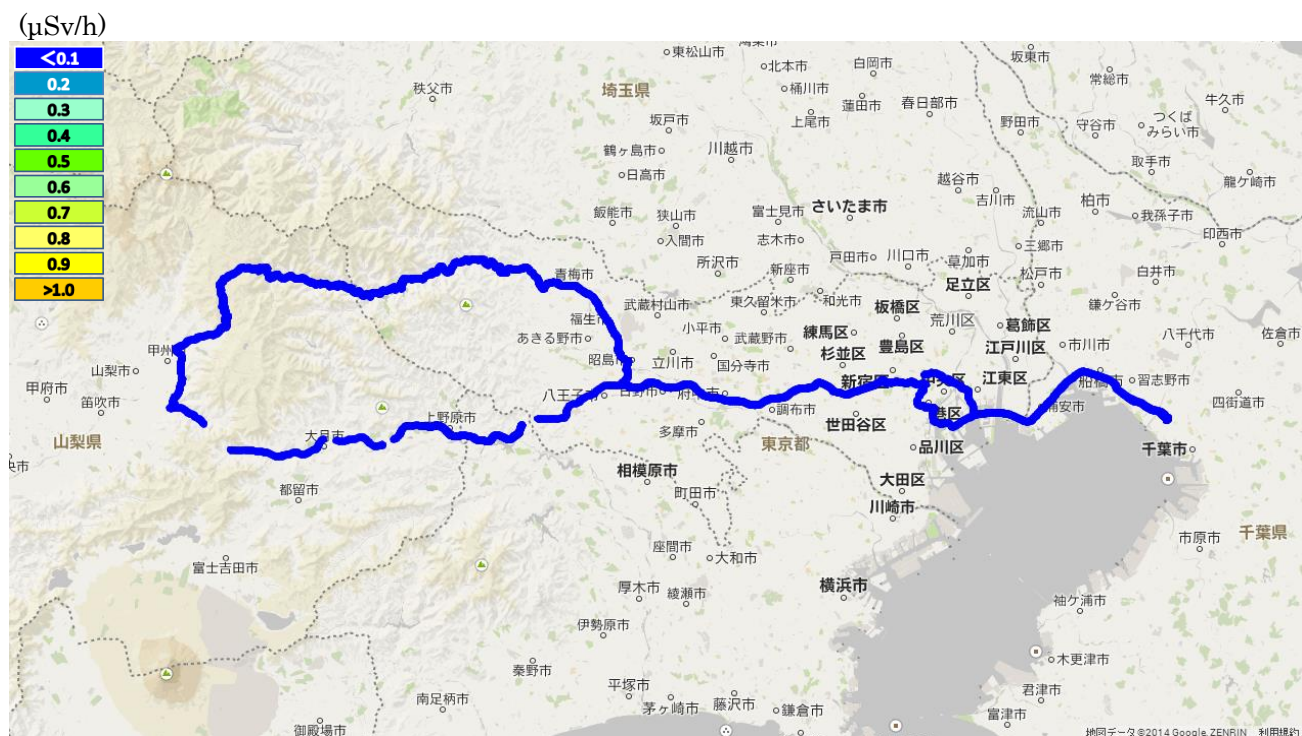


図 2 千葉県から奥多摩地域にかけての放射線量走行サーベイマップ

## 2) 調査地点の空間放射線量率の測定

多摩川流域の調査地点における空間放射線量率は  $0.097\sim 0.100\ \mu\text{Sv/h}$  であり、特に高い地点はなかった (表 1)。

表 1 空間放射線量率 (平成 24 年 10 月測定、高さ 1 m)

測定場所	空間放射線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
丹波山村	0.079
奥多摩町	0.100
羽村市	0.074
大田区 多摩川大橋	0.056

## 3) 関東と東北地方の空間放射線量の比較

原子力発電所の事故の発生した東北地方において高線量の値である (図 3)。



図 3 関東と東北地方の空間放射線量率

測定日：平成 23 年 9 月 17 日

### Ⅲ-2. 河川水、土壌および飲料水の放射能濃度の測定

1) 河川水および湧水の放射能濃度の測定結果は表 2 のとおり、いずれも現在不検出であった。

表 2 河川水、湧水の放射能濃度

採水箇所	放射性セシウム ( $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ ) 濃度 (Bq/kg)
丹波山村	不検出
奥多摩町	不検出
羽村市小作	不検出
羽村市羽村	不検出
大田区 ガス橋	不検出
大田区 多摩川大橋	不検出

2) 河川水中および河岸の土壌中の放射性セシウム ( $\text{Cs}134+\text{Cs}137$ ) 濃度

NaI(Tl)シンチレーション測定器による測定では、調査地点の河川水中底土と河岸のいずれの土壌からも放射性セシウムが検出され、その濃度は、49 Bq/kg～637 Bq/kg 乾土の範囲であった。調査地点の放射性セシウム濃度を図 4 に示す。放射性物質濃度は上流域、中流域に比較して下流域において少し高めである。上流域、中流域においては増減はあるものの横ばいであるが、下流域においては 2013 年 10 月には減少傾向がみえる。

3) 蛇口水の放射能濃度

公園、民家などの蛇口からでる飲料水の放射性ヨウ素 131 や放射性セシウム 134,137 は現在不検出（検出限界以下）である。しかし、災害直後には関東地域において水道水に放射性物質が検出されている[8]。

### Ⅲ-3. 水質

河川水については、当然のことではあるが上流域（奥多摩町）、中流域（羽村市）、下流域（大田区）のすべてで、水道法に定める水質基準（以下、「基準」という）に適合しなかった。また、蛇口からの水道水は基準に適合するが、湧水は上流域の一部を除いて、飲用井戸 10 項目の水質検査の基準に不適合だった(表 3)。

表 3 湧水水質検査結果

採水箇所	水質基準
湧水 1 上流域	不適合
湧水 2 上流域	適合
湧水 3 中流域	不適合

平成 24 年 10 月採水分析

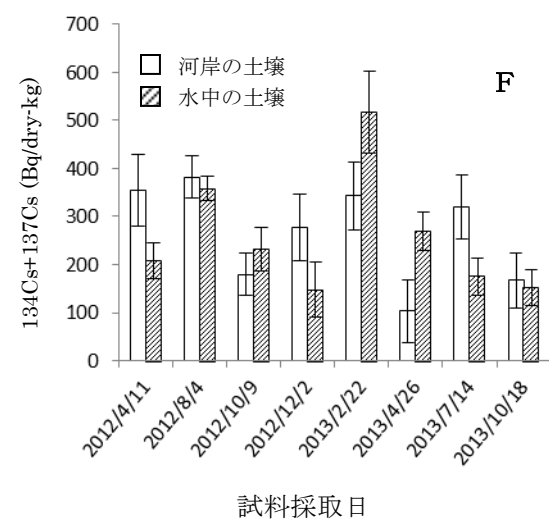
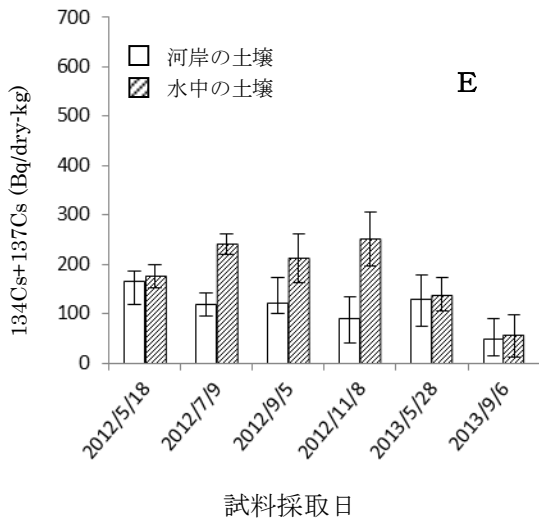
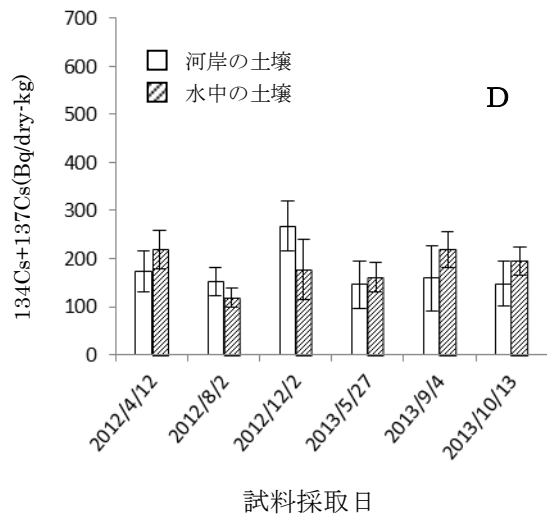
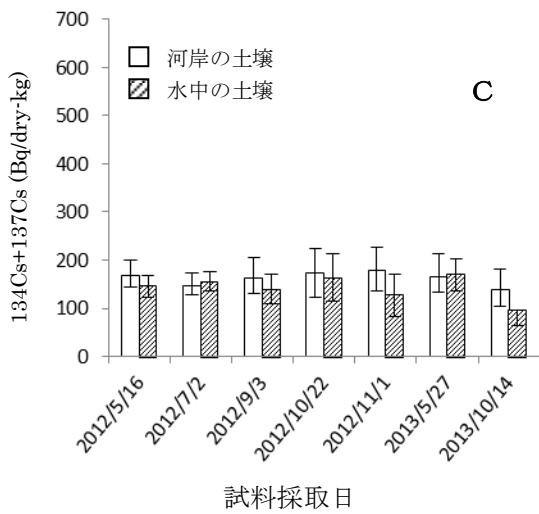
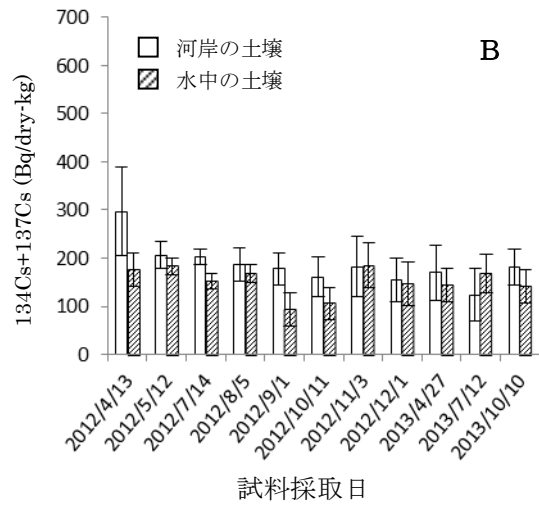
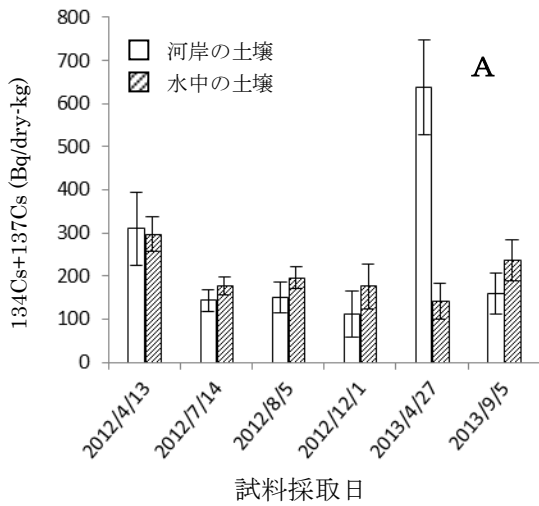


図4 多摩川流域の土壌中の放射性セシウム濃度

A: 丹波山村 B: 奥多摩町 C: 羽村市小作

D: 羽村市羽村 E: 大田区ガス橋 F: 大田区多摩川大橋

#### IV. 共に学ぶ場の構築

本調査・研究で判明した内容や、既に調査済みの各地での研究結果などを踏まえて、多摩川流域の人々をはじめ、広く一般の市民に対して災害時における放射線に係わるテーマや安全・安心な飲料用、医療および生活用水の確保策などについて、公開講座など体系的に共に学べる場を設けてきた。

市民講座は、「第一回：水から学ぶ健康の泉～河川環境と放射線～」、「第二回：水環境の安全・安心を共に学ぶ～放射線と健康～」、「第三回：健康への道しるべ！放射線と災害時の生命の水～水環境の安全・安心を共に学ぶ教室～」のテーマで開催した。市民の放射線や水環境についての関心が非常に高く、3回の市民講座いずれにおいても参加市民より多くの質問や意見が出された（図5）。



図5 八王子市市民講座の風景（平成24年07月21日）

当初、調査研究した結果を公開講座などの場で、出席された皆さんと共有していくことを想定していた。しかし、採取や測定現場の付近の人々が興味深く問いかけてくれたり、係わりあってくれる機会がたびたびあり、水環境に関心を持っていただけ、共に学ぶ青空教室（奥多摩町での実践）の開催（図6）などへの波及成果が得られた。地元の人々が自らの眼で見、また直接触って測定することなどにより、自分の身近な水源の状況を把握しておくことは、大規模災害時における自助の第一歩と思われる。また、丹波山村より講演依頼をうけ、行政とともに学ぶ場として「多摩川・丹波山の水と放射線」～清らかな溪流の安全・安心を訪ねて～という演題で講演し、さらに参加者と一緒に放射線測定・簡易水質試験の実習をした。この学習会には住民の皆さんをはじめ役場の職員、先生方など50名が参加された。





図6 自宅近くの湧水を自ら測定して、確かめて見る  
奥多摩町の皆さん

## V. 考察 (Discussion )

現在河川水、湧水の原水や公園などの蛇口水からの放射性物質セシウム 134、セシウム 137、および放射性ヨウ素 131 は不検出（検出限界以下）である[7]。飲料水の放射性セシウムの基準値は平成 24 年 4 月 1 日から 10 Bq/Kg と定められていることから、安全であると判断される。

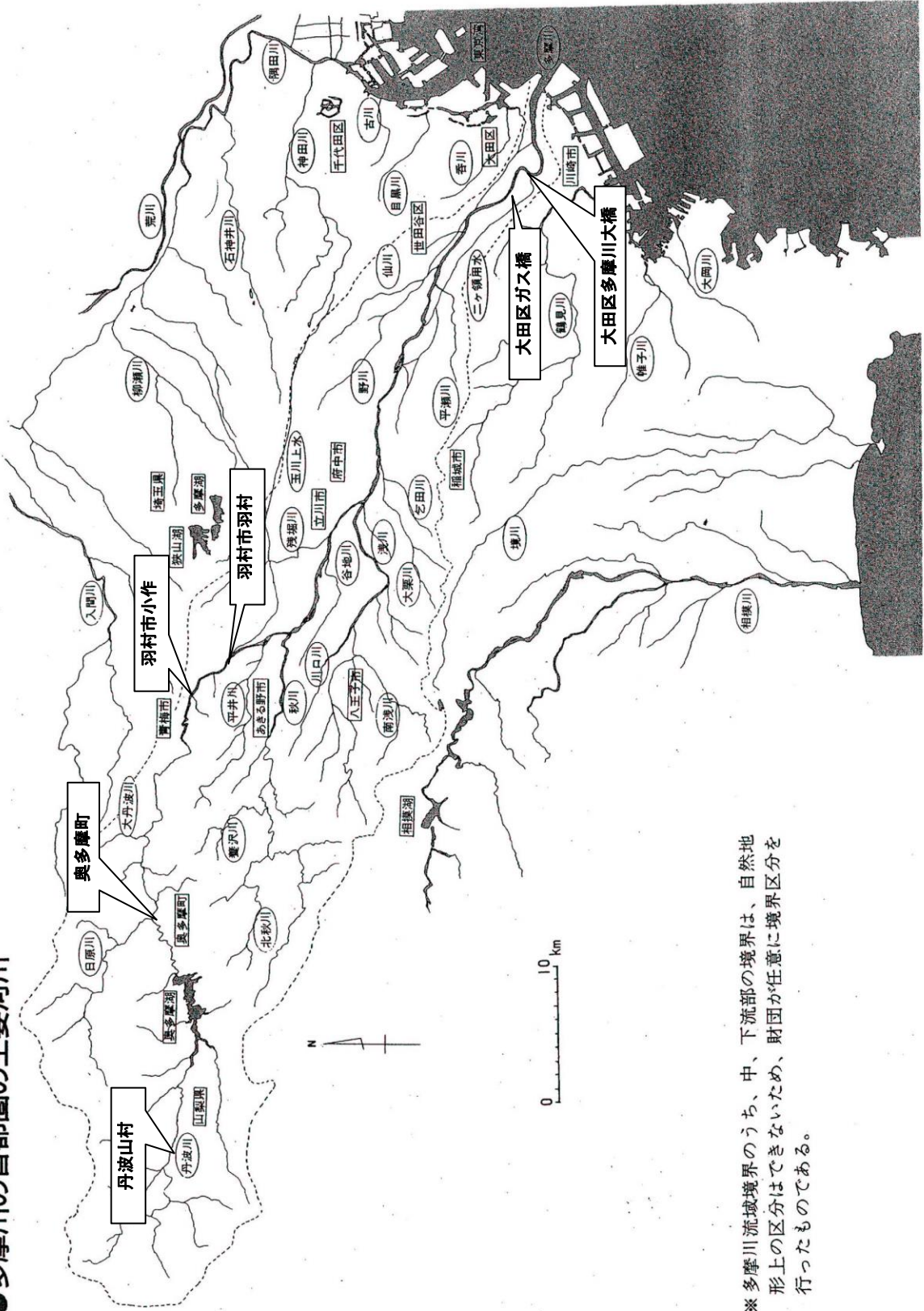
しかし、河川などの水中の土壌、および大雨などにより、やがて河川に流れ込むであろう付近の河岸の土壌には放射性セシウム 134 とセシウム 137 の合計値で、1 Kg あたり数十から三百ベクレル程度が NaI シンチレーション測定器（簡易測定法）で検出されている。このため、今後も水環境に影響を及ぼすと思われることから、推移を把握しておく必要がある。また、土壌の状態は、上流域で粒度が粗く、下流域にいくほど細かい泥状になっている。放射性セシウムは細かい粒子に強く結びついていると考えられ、この土壌の状態が放射性セシウム濃度の違いに関与していることが示唆される。なお、大規模災害時に飲用や生活用水として役立つ湧水の水質は、3 か所中 2 か所で水質基準に適合していないので、今後、災害に備え適正な管理が望まれる[8]。

本調査・研究で判明した内容や、既に調査済みの各地での研究結果などを活用して、多摩川流域の人々をはじめ、広く一般の市民に対して、災害時における放射線に係わるテーマや安全・安心な飲料、医療および生活用水などについて、公開講座など体系的に共に学べる場を、引き続き設けていくことが求められる。併せて、これらの成果を生かして次世代を担う若い人々たちに対して災害、医療や生命に必須の水という観点から伝えていくことも重要となる。

## 参考文献 (References)

1. Cytotoxicity of tap and first-class-rover water in eastern Japan
2. Ohnishi, T. : The Disaster at Japan's Fukushima-Daiichi Nuclear Power Plant after the March 11, 2011 Earthquake and Tsunami, and the Resulting Spread of Radioisotope Contamination. Radiat. Res. 177, 1-14 2012
3. 文部科学省, 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(2011)
4. 環境省, 河川, 湖沼及び海域における放射性セシウムの状況について(平成24年2月)(2012)
5. 東京都水道局 : 浄水場の浄水 (水道水) の放射能測定結果, <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/shinsai22/press01.html> , 2014年1月
6. 厚生労働省, 医薬食品安全部監視安全課 : “食品中の放射性セシウムスクリーニング法 (別添)”, 食品衛生法 (昭和22年法律第233号) 第11条第1項の規格基準(2012年4月1日改訂)
7. 食品中の放射性物質の新たな基準値 厚生労働省 医薬食品局食品安全部 平成24年4月1日施行
8. 鈴木信夫、喜多和子、吉田政高、田中健史、石井正人、菅谷茂  
水から学ぶ健康の泉 被災・被曝・ストレス編 千葉大学大学院  
医学研究院 環境影響生化学 2010

# ●多摩川の首都圏の主要河川



※多摩川流域境界のうち、中、下流部の境界は、自然地形上の区分はできないため、財団が任意に境界区分を行なったものである。

丹波山村「第1回“清流学習会”」  
丹波山村教育委員会

## 多摩川・丹波山の水と放射線

～清らかな溪流の安全・安心を訪ねて～

平成25年2月25日 丹波山村公民館

千葉大学大学院 医学研究院  
NPO千葉健康づくり研究ネットワーク

吉田 政高

## 今日の内容

1. はじめに 背景・目的
2. 大規模災害とは
3. 水と放射線
4. 多摩川流域の放射性物質などを調べて  
下流域～丹波山地域を訪ねて
5. 測定してみましょう

## 背景

私達は地震などの大規模災害  
を避けることが出来ない。



水道システムも被害を受ける

## 命の水に影響

東日本大震災 ⇒ 原子力発電所の事故  
水道の浄水場で規制値を超える**放射性物質**を検出  
浄水から放射性ヨウ素



## 目標

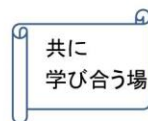
昔小さいころ ～S.28



あの多摩川は・・・どうなのかな？

- ① 川の水の流れを辿り・・・放射性物質などの状況調査  
↓ 調査・研究の知見を踏まえ  
大気、水および土壌への影響を考える

②



の構築 

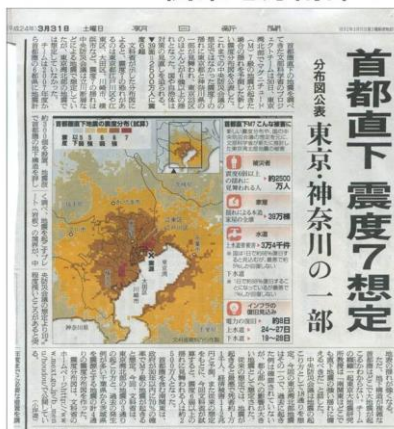


## 2. 大規模災害

自然災害・・・地震、台風など  
感染症  
人工災害・・・テロ、戦争など



## 関東地方南部の地震



近い将来大きな影響を与える可能性のある地震が想定されている

## テロ

### 過激派による浄水場農業投入事件

昭和53年(1978年)6月28日 33年前

- ・沈殿地に①有機リン系農薬:ダイアジノン3kg×2袋  
バイジット 3kg×2 合計12kg

#### ②廃油

- ・浄水場停止 ... 4日 : 一部運転再開  
8日 : 運転再開

毒物の投入 ... **未知の毒物**を監視するのは大変

↓  
魚類による監視  
施設のありかた



5月20日成田空港開港



## 河川汚染

利根川水系の浄水場で有害物質が検出

群馬県警が捜査開始  
水質汚濁防止法違反容疑など

群馬県警は、利根川水系の浄水場で有害物質が検出されたことを受け、群馬県警は、水質汚濁防止法違反容疑などで、群馬県警が捜査を開始した。...

2012年(平成24年)5月30日(水) 夕刊 毎日

### 千葉県 汚染情報伝えず

#### 野田市浄水場 取水続け被害拡大

ホルムアルデヒド

千葉県の汚染情報伝えず、野田市浄水場の取水が被害を拡大させている。...

千葉県は、野田市浄水場の取水が被害を拡大させている。...

## 3. 水と放射線

### 放射線とは

放射線は原子核反応や原子核の崩壊などにより発生



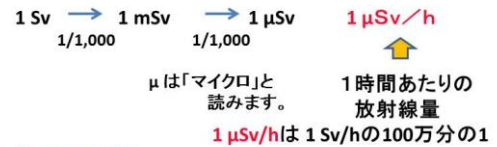
放射能 → 放射線を放出する能力  
(放射性物質)



電磁波:ラジオやテレビなどに使われる電波のほか可視光線、紫外線、X線、γ線などがある。

## 放射線の単位

・ヒトが受けた放射線の影響の度合いを表す単位  
シーベルト Sv



・放射能の強さを表す単位  
ベクレル Bq

Bq / kg    1 kgあたりの放射能の強さ

## 調査の対象としている放射性物質

1. 放射性ヨウ素131 (I)  
ウラン235の核分裂によってつくり、半減期は8日で、β線およびγ線を放出する人工放射性物質
2. ①放射性セシウム137 (Cs)  
ウラン235などの核分裂によってつくり、半減期は約30年核実験、原子力発電所の原子炉のメルトダウンのときに環境中に放出される人工放射性物質
- ②放射性セシウム134  
半減期が2年である同様の人工放射性物質

## 放射性セシウムの基準値 (単位: Bq/kg)

平成24年4月1日から

	一般食品	乳児用食品	牛乳	飲料水
基準値	100	50	50	10

## 放射性セシウムの暫定規制値 (単位: Bq/kg)

	野菜	穀類	肉・卵・魚・その他	牛乳・乳製品	飲料水
規制値	500			200	200

周期表

周期 ↓	族 →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1H 水素																	10He ヘリウム
2	2	3Li リチウム	4Be ベリリウム											5B ボロン	6C 炭素	7N 窒素	8O 酸素	9F フッ素	10Ne ネオン
3	3	11Na ナトリウム	12Mg マグネシウム											13Al アルミニウム	14Si ケイ素	15P リン	16S 硫黄	17Cl 塩素	18Ar アルゴン
4	4	19K カリウム	20Ca カルシウム	21Sc スカンジウム	22Ti チタン	23V バナジウム	24Cr クロム	25Mn マンガン	26Fe 鉄	27Co コバルト	28Ni ニッケル	29Cu 銅	30Zn 亜鉛	31Ga ガリウム	32Ge ゲルマニウム	33As ヒ素	34Se セレン	35Br 臭素	36Kr クリプトン
5	5	37Rb ルビジウム	38Sr ストロンチウム																54Xe キセノン
6	6	55Cs セシウム	56Ba バリウム																86Rn ラドン
7	7	87Fr フランシウム	88Ra ラジウム																

原子番号 → 1H ← 元素記号  
水素 ← 元素名

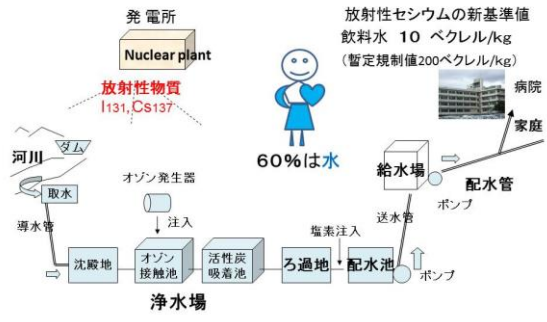
## 放射線被曝影響

1) 事故当初  
放射性ヨウ素やセシウムが注目され、呼吸生理機能への影響や食物、水、牛乳の体内取り込みによる発がん影響（特に子供への甲状腺がんに係わるもの）が懸念

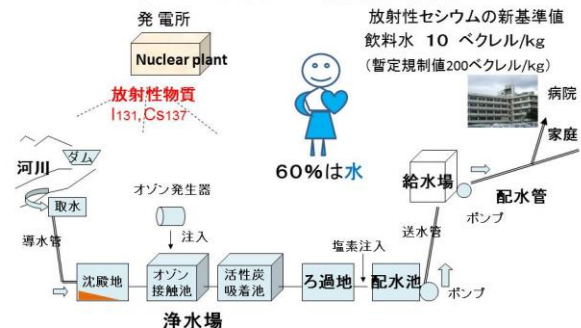
2) 事故発生2年後の現在  
物理的半減期の長い放射性セシウムの食物摂取による内部被曝と環境からの森林、泥などからの比較的低線量の外部被曝に係わるものが注目

出典：Radiological Sciences Vol.55 No.2 (2012)

### 水ができるまでと放射性物質



### 水ができるまでと放射性物質



### 水処理から発生する汚泥 ヒトの排泄に相当

利根川の水に含まれている泥

加圧脱水され、板状に(含水率60%)

浄水場汚泥から放射能

初年度、市内の放射能汚染が深刻化している。浄水場の汚泥は、放射能汚染が深刻化している。初年度、市内の放射能汚染が深刻化している。初年度、市内の放射能汚染が深刻化している。

### 4. 多摩川流域の放射性物質などを調べて 下流の蒲田付近～丹波山地域を訪ねて



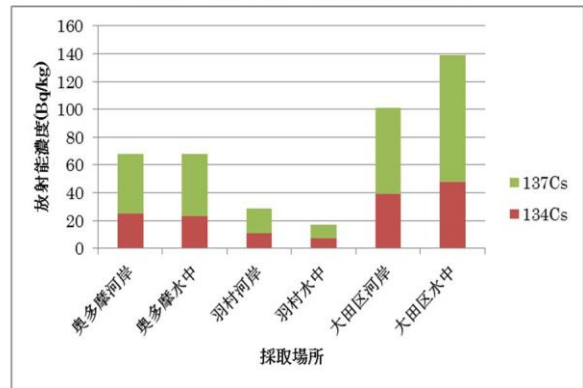
冬の丹波の水温 -1°C



### 多摩川流域の土壤中放射性セシウム濃度 (Ge半導体検出器による測定結果)

地区	採取場所	放射能濃度(Bq/kg)			134Cs/137Cs
		134Cs+137Cs	134Cs	137Cs	
奥多摩	多摩川河岸	68	25	43	0.58
	多摩川水中	68	23	45	0.51
羽村市	多摩川河岸	29	11	18	0.61
	多摩川水中	17	7	10	0.70
大田区 多摩川大橋	多摩川河岸	101	39	62	0.63
	多摩川水中	139	48	91	0.53

### 多摩川流域の放射能濃度



### 比較をしてみると

単位: Bq/kg  
放射性セシウム134と137の合計

	京都府 2013.2.10採取 2013.2.13測定	千葉県市原市 養老溪谷 2012.9.29採取 2012.10.16測定	山梨県 丹波 2012.4~12	福島県 相馬 2011.9.8採取 2013.1.4経過測定
水	不検出 (湧水)	不検出	不検出	-
泥	136 鞍馬 (山道の泥) 116 亀岡 (道の泥)	60~180	100~200 (水中、河岸の泥)	5,714

Nal(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定

### 作業中の様子(簡易測定)



### 湧水利用の留意事項

#### ・水質検査結果

平成24年10月採水即日分析

採水箇所	水質基準(水道法)
湧水 1	不適合
湧水 2	適合
湧水 3	不適合

分析: 外部専門機関

#### ・留意点

大規模災害時に湧水などは身近な水源として貴重であるため日頃から、周辺に注意をはらうなどし、適切な管理に努めることが大事と感じます。



## 5. 測定してみましょう

- 空間放射線量の測定
- 河川水などの簡易水質測定  
(バクテテスト)  
COD, アンモニア、硝酸など  
PH, 残留塩素

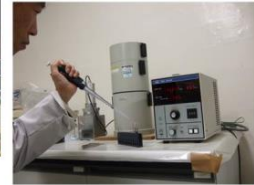
### 最後に 水源など水環境の監視



安全な水質の確保のために



謝謝  
ご清聴  
ありがとうございました

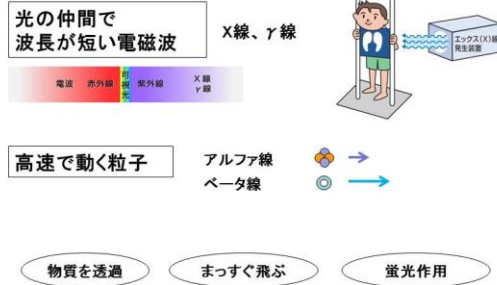


## 放射線の基礎知識

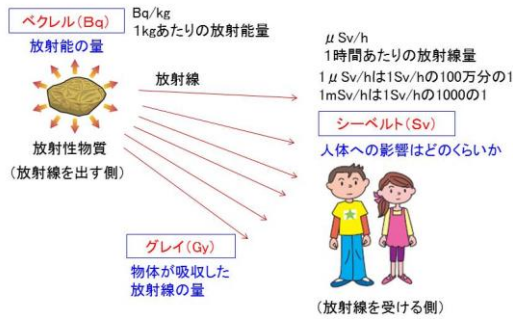
八王子市市民講座  
平成24年7月21日

千葉大学大学院医学研究院  
RI管理室 石井 正人

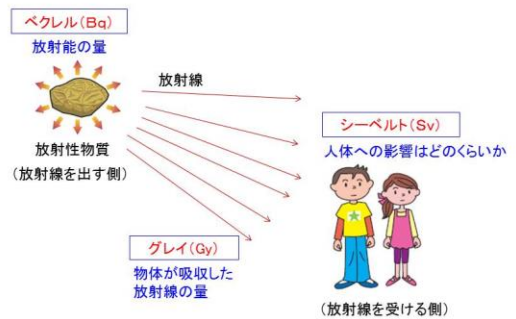
## 放射線の種類と性質



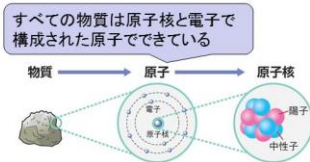
## 放射線に関する単位



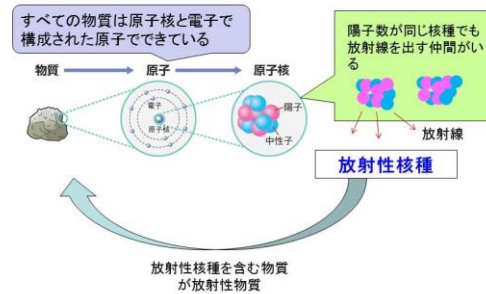
## 放射線に関する単位



## 放射性核種とは？



## 放射性核種とは？



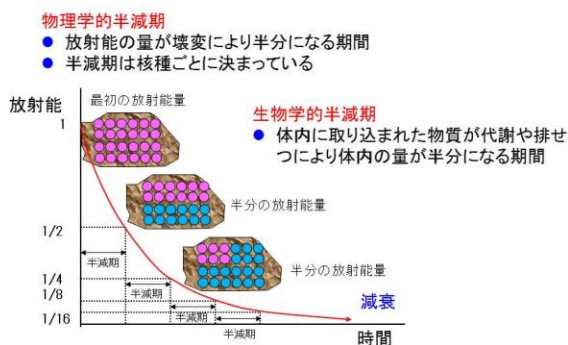
## 放射性核種はどこにある？



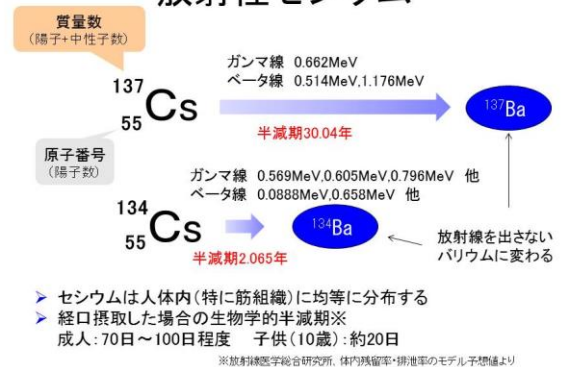
## 放射性核種の主な特徴

- 壊変(崩壊)して安定した物質に変わる
- 半減期
- 放出するエネルギーが決まっている
  - 放射線のエネルギーを調べる事によって、エネルギーの元になっている放射性核種を決めることができる
- 物質の状態や性質は安定核種と同じ

## 半減期



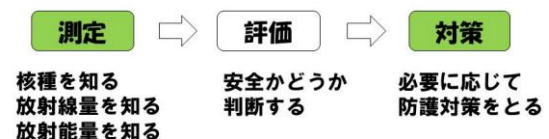
## 放射性セシウム



## 放射線防護について

～放射線から身を守るための基本原則～

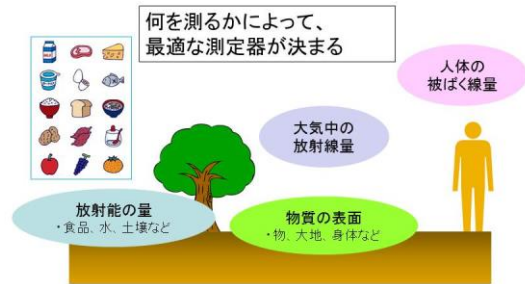
## 放射線防護の手順



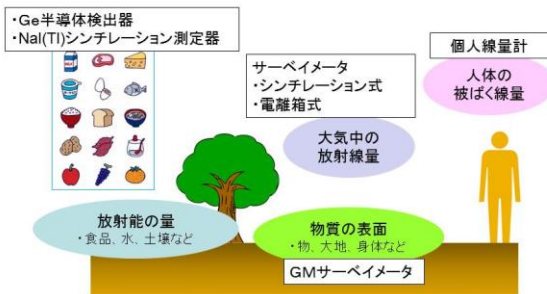
## 安全基準はどのように作られるか



## 環境中の放射線を測定する



## 環境中の放射線を測定する



## 測定値に影響を与えるもの



## 大気中の放射線量を正しく測るには

- 測定器の選択  
低レベル : シンチレーションサーベイメータ  
中～高レベル: 電離箱サーベイメータ  
エネルギー補償型
- 測定値の信頼性の確認 (校正)
- 測定方法の工夫  
同じ場所で複数回測定し、平均をとる。  
適切な測定数の選択。  
電磁波発生源 (携帯電話等) や岩盤 (大理石等) の近くを避ける。



簡易型の測定器では、数値が高く(低く)出ることがあります

## 放射能を正しく測るには



- 試料の量を適度にする
- 試料を均一にする
- 測定時間を長くする

- 検出効率を算出する
- エネルギー校正する

- 測定部を(鉛で)しゃへいする
- 試料のない状態の計測値 (バックグラウンド) を差し引く

## それでも限界があります

### 理由は

- ◆ 自然放射線の影響をゼロにすることはできない
- ◆ 計測値はある程度の幅を持って変動する

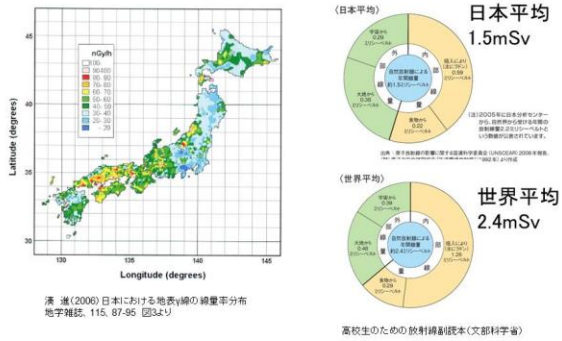
検出できる限界と測定誤差がでできます

### 検出限界値

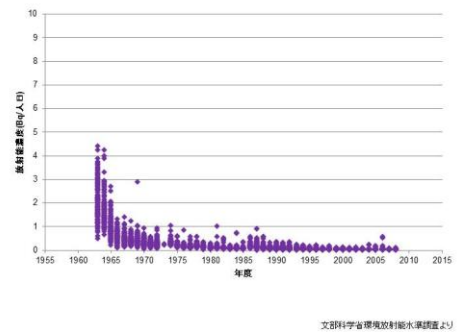
ある値より小さいものは検出できない  
(有るか、無いか、わからない)

## 環境中の放射線を見てみる

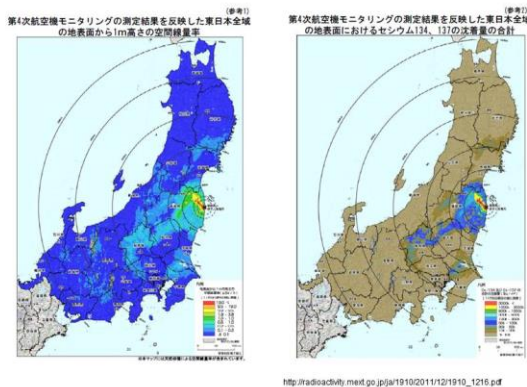
### 日本の自然放射線と自然界から受ける放射線量



### 全国の日常食中<sup>137</sup>Cs放射能濃度の経年変化



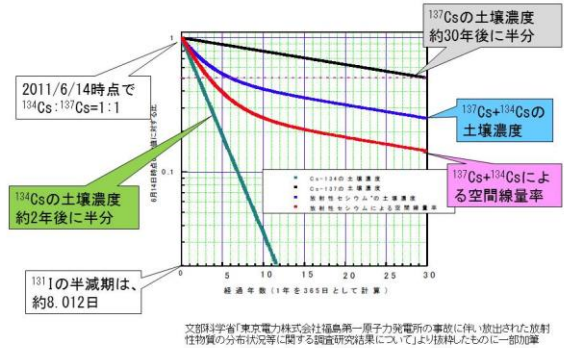
### 文部科学省による 第4次航空機モニタリングの測定結果 (2011年11月5日現在の換算値)



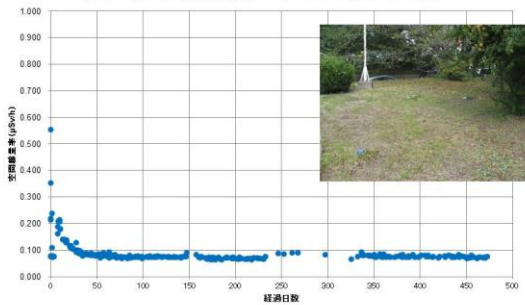
## 自動車走行サーベイ



## セシウム土壌濃度と空間線量率の予測



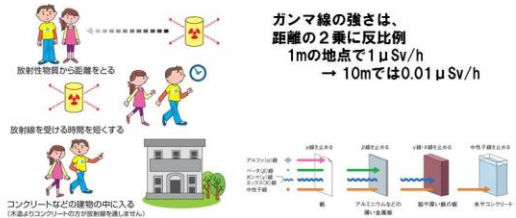
千葉大学医学研究院敷地内における空間線量率の推移



## 放射線防護の基本原則

被ばくには「外部被ばく」と「内部被ばく」があります

外部被ばくに対する防護は **距離** **時間** **しゃへい**



## 放射線防護の基本原則

- 内部被ばくに対しては
  - 安全基準を超えるものを体内に取り込まない
  - 非常時や線量の高い地域ではマスクや手袋が有効（現在は空気中に浮遊していないので不要です）
  - 食品の測定結果には、継続して注目を

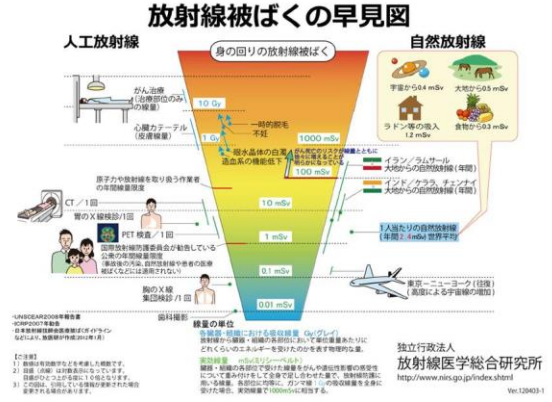


## 放射線防護の基本原則

放射性物質による汚染に対しては「除染」

**洗浄する** **除去する** **拡散しないよう管理する**

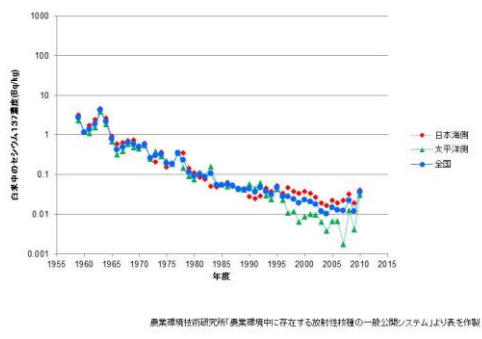
- 広範囲にわたっているので除染が難しい
  - 除去した土壌をどうするか？
  - 海の汚染は？
  - 山間部に積もっている放射性物質は？
    - ・・・など、すぐには解決ができないことばかり
  - 環境放射線モニタリングの継続が大切です



## ホットスポットについて

- ホットスポットの定義は決まっていますが  
除染の目安は
- 1 μSv/h を超える (文部科学省通知)
  - 0.6 μSv/h 以上 (日本放射線安全管理学会)

## 白米中の<sup>137</sup>Cs放射能濃度の経年変化



## 放射線の人体への影響

- 確定的影響(急性障害)
  - ・ 一定量(しきい値)を越えて被ばくした場合に現れる
- 確率的影響(晩発障害)
  - ・ しきい値が存在せず、線量の増加とともに影響の発生確率が増加する
  - ・ がん
  - ・ 遺伝的影響

しきい値

影響の現れる確率(%)

100mSv

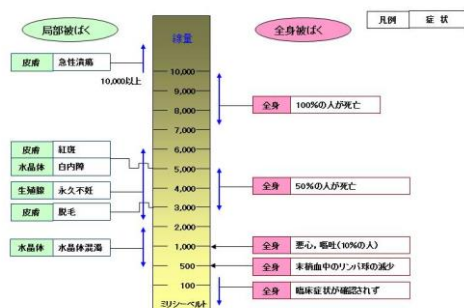
緑量

しきい値は、器官や組織により異なるが、生体組織以外では1回被ばくでは1Sv程度。100mSv以下では臨床症状は確認されていない。

100mSv以上の被ばくで、確率的に増加する

およそ100mSvより低い線量では、明らかに増加は観察されていぬが、防護上は0.5%の確率的増加を想定する

## 急性の放射線影響



## 名目発がんリスク係数（成人）

■ ICRP2007年勧告より(単位: Sv<sup>-1</sup>)

被ばく集団	がん	遺伝性疾患	合計
全年齢	$5.5 \times 10^{-2}$	$0.2 \times 10^{-2}$	$5.7 \times 10^{-2}$
成人	$4.1 \times 10^{-2}$	$0.1 \times 10^{-2}$	$4.2 \times 10^{-2}$

たとえば、100mSvを1年間で浴びたとすると  
 $5.5 \times 10^{-5} \times 100 \times 1 = 0.0055$   
 発がんリスク増加分(%) =  $0.0055 \times 100 = 0.55\%$

## 内部被ばくの算定方法

■ 内部被ばく線量(μSv)の計算式

$$\text{実効線量}(\mu\text{Sv}) = I(\text{Bq}) \cdot K(\mu\text{Sv/Bq})$$

I: 摂取した放射能濃度 K: 実効線量係数(μSv/Bq)

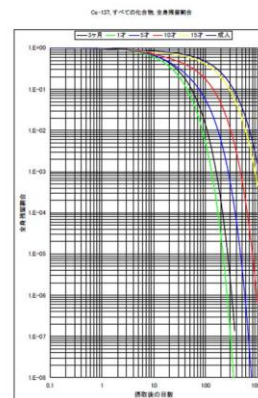
■ 実効線量係数の例(経口摂取)

	ヨウ素-131	セシウム-137	セシウム-134
乳児(3ヶ月)	0.18	0.021	0.026
幼児(1歳)	0.18	0.012	0.016
子供(5歳)	0.10	0.0096	0.013
成人	0.022	0.013	0.019

※経口摂取、ICRP Publication 72 Table A.1(1996)より引用

■ 摂取後の期間を、子供:70年 成人:50年としている。

■ 吸入摂取の場合は、吸入摂取時の実効線量係数を用いる。



## 線量限度に関する公式の考え方

平常時

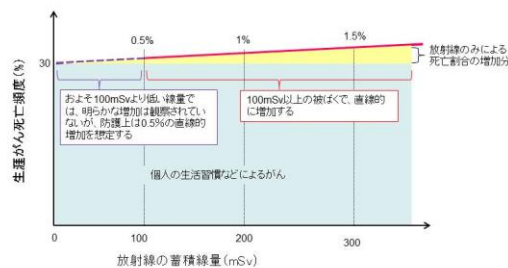
(国際放射線防護委員会(ICRP)勧告および放射線障害防止法より)

- ◆ 一般公衆の線量限度は、年間1mSv
- ◆ 放射線業務従事者は、年間50mSv(ただし5年間で100mSv)
- ◆ 女性の従事者は、3か月間5mSv

- ・ 自然放射線、医療放射線の値は含まない
- ・ 従事者の線量限度値が高いのは、便益があるから

## ゆっくりと被ばくした場合の全致死がん頻度と線量

国際放射線防護委員会(ICRP)の考え方

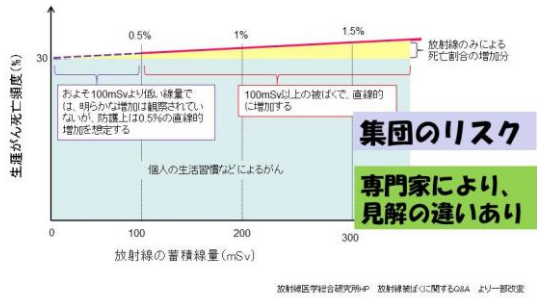


放射線医学総合研究所P 放射線被ばくに関するQ&A より一部改変



## ゆっくりと被ばくした場合の全致死がん頻度と線量

国際放射線防護委員会 (ICRP) の考え方



## 災害、放射線と水

～多摩川流域の放射性物質等を調べて～

平成24年11月17日 八王子市市民会館

NPO千葉健康づくり研究ネットワーク  
千葉大学大学院 医学研究院  
吉田 政高

## 今日のお話

1. はじめに 背景・目標
2. 水ができるまでと放射能
3. 多摩川流域の放射性物質などを調べて
4. 中国の医科大学を訪ねて
5. やってみましょう  
水質の簡易測定



### 大規模災害

自然災害 … 地震、台風など  
感染症  
人工災害 … テロ、戦争など



### 背景

私達は地震などの大規模災害を避けることが出来ない。



水道システムも被害を受ける

命の水に影響



### 東日本大震災

水道の浄水場で規制値を超える放射性物質を検出

浄水から放射性ヨウ素131

### 目標

泳いで遊び  
めだか探り

昔小さいころ ～S.28

あの多摩川は…どうなのかな？

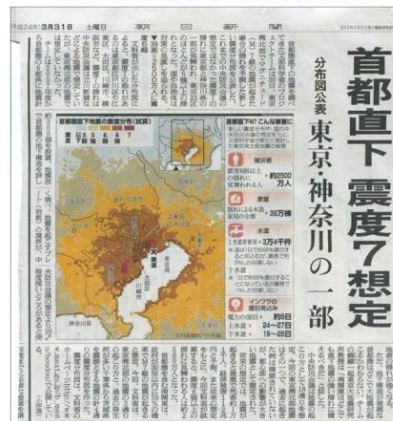
- ① 川の水の流れを辿り…放射性物質などの状況調査  
↓ 過去の調査・研究の知見 海外の事情 中国など
- ② 大規模災害の水(水道)への影響

共に  
学び合う場

の構築

想い

### 関東地方南部の地震



近い将来大きな影響を与える可能性のある地震が想定されている

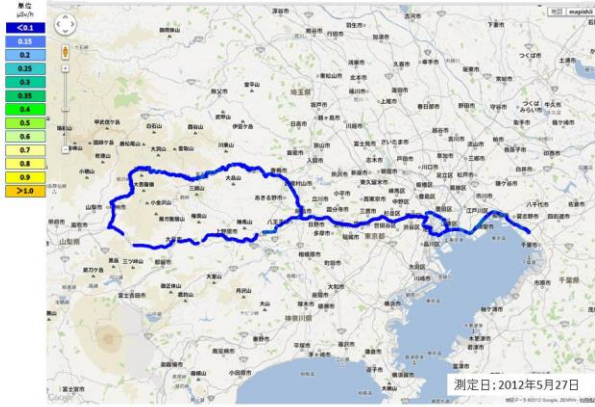


### 多摩川流域の大气、土壌および河川水などの放射性物質の測定・採取箇所

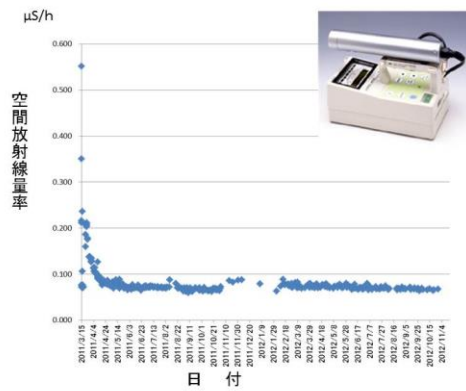


### 調査結果

千葉県から奥多摩地域にかけての放射線量走行サーベイマップ



千葉市の空間放射線量率 千葉大学医学部構内

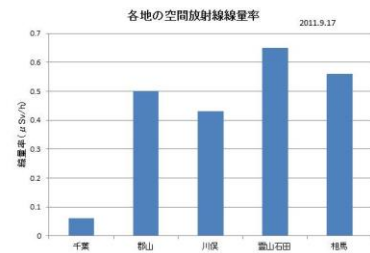


福島では...



千葉から福島までの空間放射線量率  $\mu\text{Sv/h}$

空間放射線	千葉	郡山	川俣	霊山石田	相馬
空間放射線	0.06	0.5	0.43	0.65	0.56



多摩川流域の10月の空間放射線量率





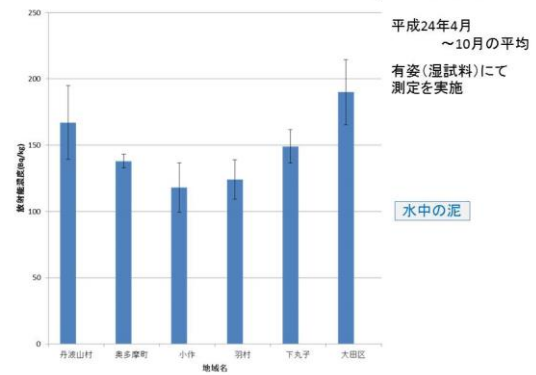
参考 千葉市  
0.073μS/h

### 河川水の放射能濃度

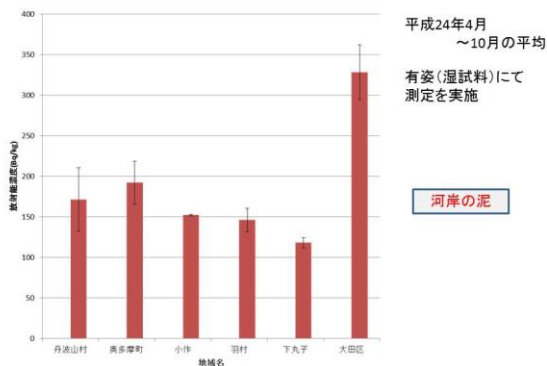
採水 平成24年4月～10月  
NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定

採水箇所	測定結果 (Bq/kg)
	放射性セシウム (Cs134+Cs137)
丹波山村	不検出
奥多摩町	不検出
小作	不検出
羽村	不検出
下丸子 ガス橋	不検出
大田区 多摩川大橋	不検出

### 水中の泥のセシウム (Cs134+Cs137)放射能濃度



### 河岸の泥のセシウム (Cs134+Cs137)放射能濃度



### 蛇口・湧水中の放射能濃度

Bq/kg

・測定箇所において不検出



## 湧水利用の留意事項

### ・水質検査結果

平成24年10月採水即日分析

採水箇所	水質基準(水道法)
湧水 1	不適合
湧水 2	適合
湧水 3	不適合

分析:外部専門機関

### ・留意点

大規模災害時に湧水などは身近な水源として貴重であるため  
**日頃から、周辺に注意**をはらうなどし、**適切な管理**に努める  
 ことが大事と感じます。

## 4. 中国の医科大学を訪ねて

北京近郊の河北省の医科大学をたずねて  
 ～水と医療を取り巻く環境～



### 河北省承德市の街と河川



### ホテルの飲料水 蛇口とペットボトル

飲用にはペットボトルに  
 入った **市販の水**が使わ  
 れている。



**蛇口**から出てくる水は  
**飲用以外の用途**に利用されている。

### 中国の医科大学での講演



(災害～水～医療)  
「大規模災害時における  
医療用水の確保」  
北医科大学  
2012.5.9

### 中国の医学への取り組み



熱心に研究に取り組む大学生

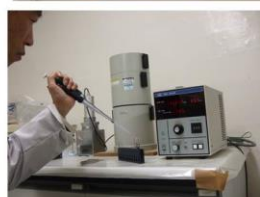
### 最後に 水源など水環境の監視



安全な水質の確保のために



謝謝  
ご清聴  
ありがとうございました





# 災害、水と生命

～多摩川流域の放射性物質等を調べて～

平成25年7月20日 八王子市市民講座

千葉大学大学院 医学研究院  
千葉健康づくり研究ネットワーク  
吉田政高

## はじめに 背景

私達は地震などの大規模災害を避けることが出来ない。

↓  
水道システムも被害を受ける

断水 生命の水に影響

・過去の大震災では、ヒトの生命・健康を守る役目を担う、多くの病院で医療活動に支障

・東日本大震災 ⇒ 津波 ⇒ 原子力発電所の事故  
水道の浄水場で放射性物質を検出



## 目標

どうなっているの？

身のまわりの災害環境

①川の水の流れを辿り・・・放射性物質などの状況調査

↓ 知見を踏まえ  
生命の水に係わることを考える

②

共に  
学び合う場  
の構築

想い

## 今日の内容

1. はじめに 背景・目標
2. 大規模災害
3. 被災状況調査
4. 水と放射線
5. 多摩川流域の放射性物質などを調べて
6. 今、東北、北三陸では

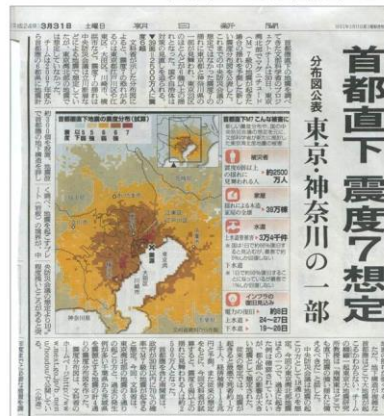
## 2. 大規模災害

- ・ 自然災害 …… 地震、台風など  
感染症
- ・ 人工災害 …… テロ、戦争など

災害：異常な自然現象や人為的原因によって、人間の  
社会生活や人命に受ける被害

広辞苑 第六版

## 関東地方南部の地震



近い将来大きな影響を与える可能性のある地震が想定されている

## テロ

過激派による北総浄水場農業投入事件  
昭和53年(1978年)6月28日 33年前



5月20日成田空港開港

- ・沈殿地に①有機リン系農薬:ダイアジノン3kg×2袋  
パイジット 3kg×2 合計12kg

### ②廃油

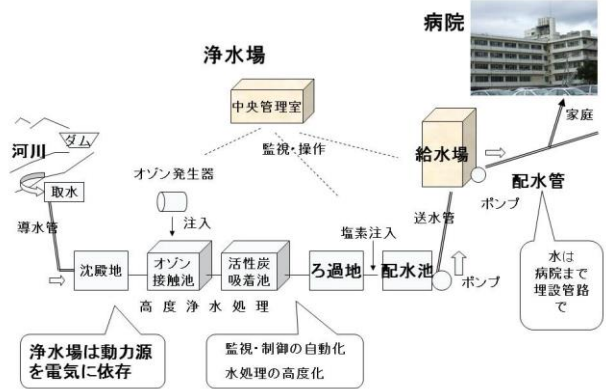
- ・浄水場停止 ... 4日 : 一部運転再開  
8日 : 運転再開

毒物の投入 ... **未知の毒物**を監視するのは大変

↓  
魚類による監視  
施設自体の防護



## 水ができるまで



医療用



高圧蒸気滅菌器

## 病院施設 医療用水の用途

飲料用

一般用

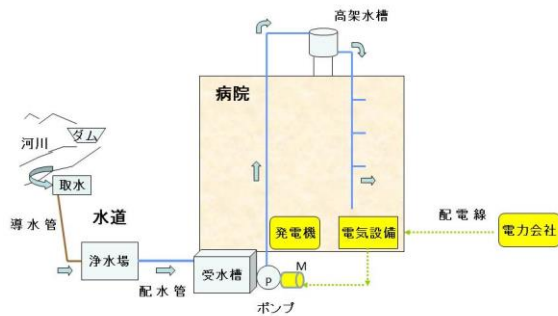


医療用

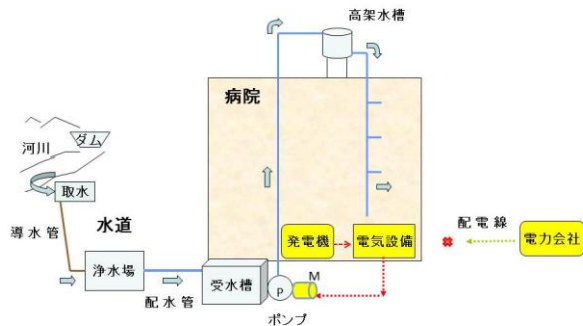


透析液作成装置 一回の治療で一人当たり  
透析液、約120リットルを使用

## 病院内の水のフロー



## 病院内の水のフロー



## 3. 被災状況調査

### ① 阪神・淡路大震災

神戸市役所・神戸市水道局 調査日 平成21年11月16日

調査目的: 神戸市の被害と教訓

・発生日: 平成7年(1995年)1月17日

・震度 : 震度7

・人的被害: 死者 4,512人

負傷者 14,679人

(平成8年1月12日現在神戸市)

・地震発生後ほぼ全市で断水

応急復旧: 10週(70日)

・被害施設

水道: 浄水場、配水管、給水管、庁舎

病院: 受水槽、高架水槽、配管



配管の破損箇所

## ② 新潟県中越沖地震 被災地調査

N病院 調査日 平成21年12月14日  
 発生日 平成19年(2007年)7月16日10時13分  
 地震の規模 M6.8 直下型地震  
 震度 震度6強



### 病院への影響

構造物の被害 受水槽上部の破損、建物ひび割れ、地下室への土砂流入  
 断水 地震発生後、市内全域約4万3千戸で断水  
 11日間、完全断水 (7月16日~27日)

### 医療活動への影響

- 人工透析 翌日から2日間、他病院へ依頼・・・水確保が困難のため、患者・医療機関との調整に多大な時間、消防・警察・自衛隊の協力
- 内視鏡検査 緊急以外一週間中止・・・洗浄機が使用不可
- 緊急手術以外の手術は行なえなかった・・・空調システム停止  
 ・高圧蒸気滅菌器運転不可

## ③ 東日本大震災 1) 鰐川浄水場・茨城県

液状化などによる断水 調査日 平成23年4月23



## 鰐川浄水場被災現場調査

茨城県企業局鹿行水道事務所

調査日 平成23年4月25日

調査目的: 浄水場の被害状況

- 施設能力: 30,000m<sup>3</sup>
- 給水区域: 神栖市
- 被災状況: 平成23年3月11日地震発生  
 液状化による場内地盤沈下・隆起  
 場内配管の破損  
 電線等の入る共同溝の破壊  
 水処理機器の損傷

### 浄水場機能の停止

4月19日 仮設配管による給水開始



場内地盤の沈下

## 2) 岩手県の病院



ここまでのまとめ **断水による医療活動の断絶**

直接的機能低下

1. 消毒装置の使用不能  
高圧蒸気滅菌器など
2. 手洗いの不可  
手術、治療、看護時の感染
3. 検査の制限  
血液検査:生化学分析装置
4. 血液透析の制限
5. 滅菌精製水製造装置の停止
6. ネプライゼ用水
7. 新生児保育器の加湿器の停止

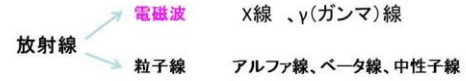
関連機能

1. 非常用発電機(水冷式)の運転不能
2. 空調機の停止  
・クリーンルーム、感染症病棟室への送風不可  
・医療用コンピュータの停止  
病歴などの患者情報、検査・医事情報などの検索不能
3. 暖房の停止
4. トイレの洗浄困難  
病院の衛生環境の悪化

4. 水と放射線

放射線とは

放射線は原子核反応や原子核の崩壊などにより発生



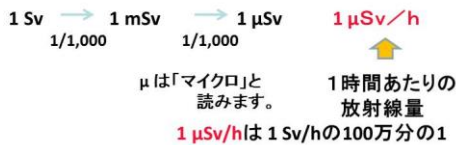
放射能 → 放射線を放出する能力 (放射性物質)



電磁波:ラジオやテレビなどに使われる電波のほか可視光線、紫外線、X線、γ線などがある。

放射線の単位

・ヒトが受けた放射線の影響の度合いを表す単位  
シーベルト Sv



・放射能の強さを表す単位  
ベクレル Bq

Bq / kg 1 kgあたりの放射能の強さ

放射性セシウムの基準値 (単位: Bq/kg)

平成24年4月1日から

	一般食品	乳児用食品	牛乳	飲料水
基準値	100	50	50	10

放射性セシウムの暫定規制値 (単位: Bq/kg)

	野菜	穀類	肉・卵・魚・その他	牛乳・乳製品	飲料水
規制値	500			200	200

調査の対象としている放射性物質

1. 放射性ヨウ素131 (I)  
ウラン235の核分裂によってつくり、半減期は8日で、β線およびγ線を放出する人工放射性物質
2. ①放射性セシウム137 (Cs)  
ウラン235などの核分裂によってつくり、半減期は約30年核実験、原子力発電所の原子炉のメルトダウンのときに環境中に放出される人工放射性物質  
②放射性セシウム134  
半減期が2年である同様の人工放射性物質

周期表

周期 ↓	族 →																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	<sup>1</sup> H 水素																	<sup>2</sup> He ヘリウム	
2	<sup>3</sup> Li リチウム	<sup>4</sup> Be ベリリウム											<sup>5</sup> B ホウ素	<sup>6</sup> C 炭素	<sup>7</sup> N 窒素	<sup>8</sup> O 酸素	<sup>9</sup> F フッ素	<sup>10</sup> Ne ネオン	
3	<sup>11</sup> Na ナトリウム	<sup>12</sup> Mg マグネシウム											<sup>13</sup> Al アルミニウム	<sup>14</sup> Si ケイ素	<sup>15</sup> P リン	<sup>16</sup> S 硫黄	<sup>17</sup> Cl 塩素	<sup>18</sup> Ar アルゴン	
4	<sup>19</sup> K カリウム	<sup>20</sup> Ca カルシウム	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	<sup>35</sup> Br 臭素	<sup>36</sup> Kr クリプトン	
5	<sup>37</sup> Rb ルビジウム	<sup>38</sup> Sr ストロンチウム											<sup>47</sup> Ag 銀	<sup>48</sup> Cd カドミウム	<sup>49</sup> In インジウム	<sup>50</sup> Sn スズ	<sup>51</sup> Sb アンチモン	<sup>52</sup> Te テルル	<sup>54</sup> Xe キセノン
6	<sup>85</sup> Cs セシウム	<sup>86</sup> Ba バリウム											<sup>81</sup> Tl タリウム	<sup>82</sup> Pb 鉛	<sup>83</sup> Bi ビスマス	<sup>84</sup> Po ポロニウム	<sup>85</sup> At アスタチン	<sup>86</sup> Rn ラドン	
7	<sup>87</sup> Fr フランシウム	<sup>88</sup> Ra ラジウム																	

原子番号 → 1H ← 元素記号  
水素 ← 元素名

## 放射線被曝影響

### 1) 事故当初

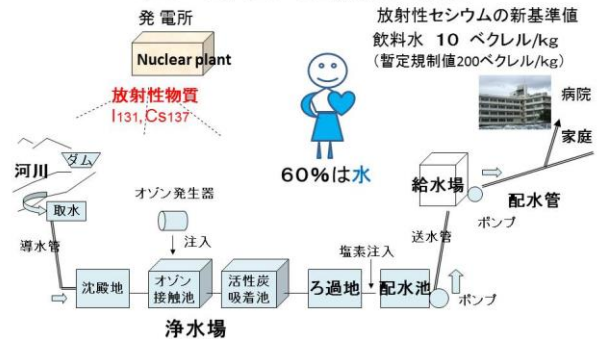
放射性ヨウ素やセシウムが注目され、呼吸生理機能への影響や食物、水、牛乳の体内取り込みによる発がん影響（特に子供への甲状腺がんに係わるもの）が懸念

### 2) 事故発生2年後の現在

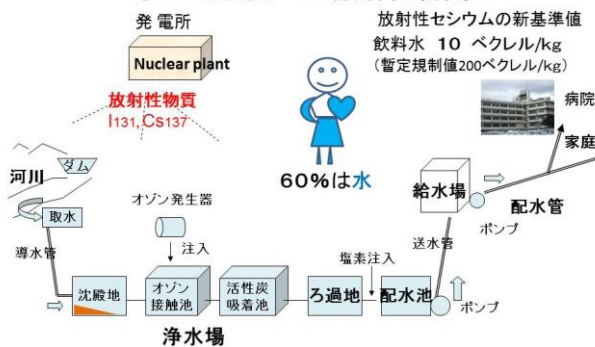
物理的半減期の長い放射性セシウムの食物摂取による内部被曝と環境からの森林、泥などからの比較的低線量の外部被曝に係わるものが注目

出典：Radiological Sciences Vol.55 No.2 (2012)

## 水ができるまでと放射性物質



## 水ができるまでと放射性物質



## 水処理から発生する汚泥 ヒトの排泄に相当



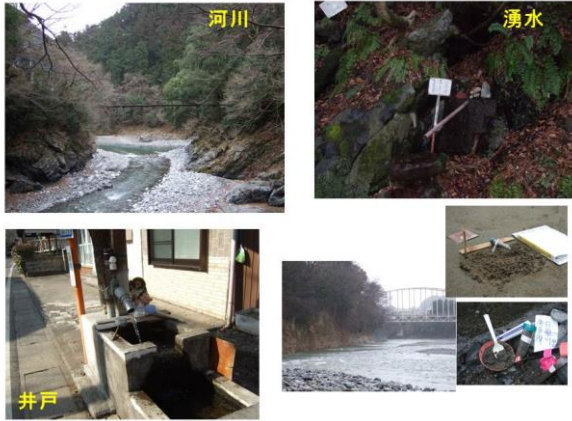
## 5. 多摩川流域の放射性物質などを調べて 下流の蒲田付近～丹波山地域



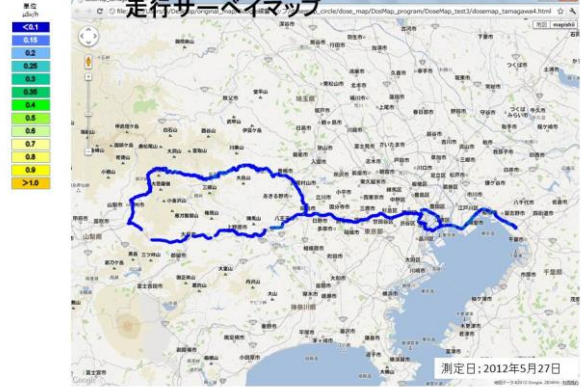
## 調査地点(●印)



### 調査



### 千葉県から奥多摩地域にかけての空間放射線量 走行サーベイマップ



### 空間線量率

平成24年10月 高さ 1m

測定場所	空間放射線量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
丹波山村	0.079
奥多摩町	0.100
羽村市	0.074
大田区 多摩川大橋	0.056

福島では...

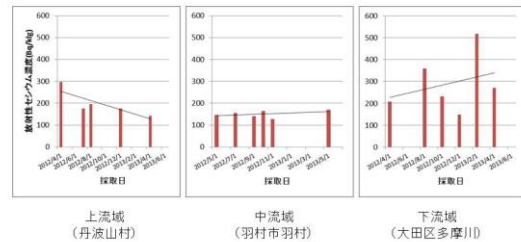


### 河川水、湧水の放射能濃度

採水 平成24年4月～10月  
NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定

採水箇所	測定結果 (Bq/kg)
	放射性セシウム (Cs134+Cs137)
丹波山村	不検出
奥多摩町	不検出
小作	不検出
羽村	不検出
下丸子 ガス橋	不検出
大田区 多摩川大橋	不検出

### 多摩川の土壌中の放射性セシウム濃度



NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定

### 比較をしてみると

単位: Bq/kg  
放射性セシウム134と137の合計

	京都府 2013.2.10採取 2013.2.13測定	千葉県市原市 養老溪谷 2012.9.29採取 2012.10.16測定	山梨県 丹波 2012.4~12	福島県 相馬 2011.9.8採取 2013.1.4経過測定
水	不検出 (湧水)	不検出	不検出	-
泥	136 鞍馬 (山道の泥) 116 亀岡 (道の泥)	60~180	100~200 (水中、河岸の泥)	5,714

Nal(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定

### 作業中の様子(簡易測定)



### 水道が復旧していない時の 身近な水源



### 湧水利用の留意事項

#### 水質検査結果

平成24年10月採水即日分析

採水箇所	水質基準(水道法)
湧水 1	不適合
湧水 2	適合
湧水 3	不適合

分析: 外部専門機関

#### 留意点

大規模災害時に湧水などは**身近な水源**として貴重であるため、**日頃から、周辺に注意**をはらうなどし、**適切な管理**に努めることが大事と感じます。

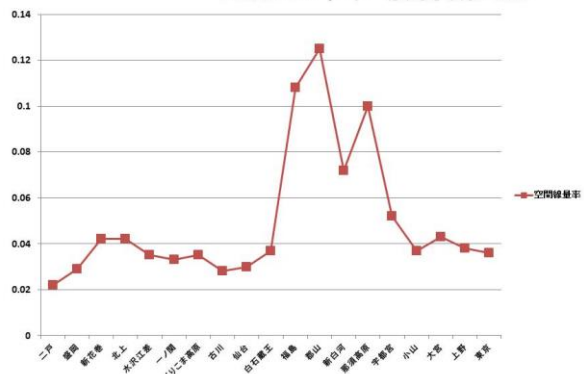
### 6. 今、東北、北三陸では

平成25年5月

### 東北 三陸



空間線量率  $\mu\text{Sv/h}$  はやぶさ車内 H=0.8m



決壊した海岸付近 岩手県 野田村



高台の造成現場



野田の海岸



田植え..復興を願って！ 久慈市宇部町 5月19日

久慈川（岩手県）





旅の一言 平成25年5月18日  
久慈を訪ねて

風にさそわれるように、北緯40度11分、北三陸の久慈駅に降り立つ。  
まずは、地元の河川を観たいなど、歩いてみたが、迷ってしまった。丁度、運よく通学帰りの高校生が、久慈川の河原まで案内をしてくれた。

今、運動をしながら明日を目指して、遠くまで勉強に通っているとのことであり、将来の夢も聞かせてもらえた。別れるときに、「足が痛そうなので、水の中に落ちてしまわないように気をつけてくださいね」と気遣(きづか)ってくれた。

・・・ちゃんと、見抜けるのだそうだ。

東日本大震災で、母を失い、悲しみを背負いながらも、なお、他人に想いを馳(は)せらせることのできる人に出会えて、こころうたれた。

宿泊先で、この地が朝のテレビあまちゃんのロケ地であり、宣伝していることを知った。しかし、地元の人との生(なま)の触れ合いは、ドラマを遥かに越えている気がする。

地震、津波の被害を乗り越え、これから自力で、歩んでゆこうとしている若い人に、陽が少しでも多く当たるようにと、北の空に向かって念じた。

## まとめ

□災害の発生は避けられない  
でも、その被害を最小限に！



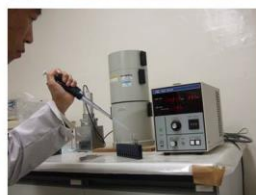
### 水源など水環境の監視



安全な水質の確保のために



謝謝  
ご清聴  
ありがとうございました



多摩川流域における放射性物質による河川水と土壌などの汚染状況調査と  
放射線・水環境を学ぶ市民教室の構築

(研究助成・学術研究VOL. 43—NO. 309)

著 者 吉田 政高

発行日 2014年11月1日

発行者 公益財団法人とうきゅう環境財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141

<http://www.tokyuenvironment.or.jp/>