

# 放射線の健康影響

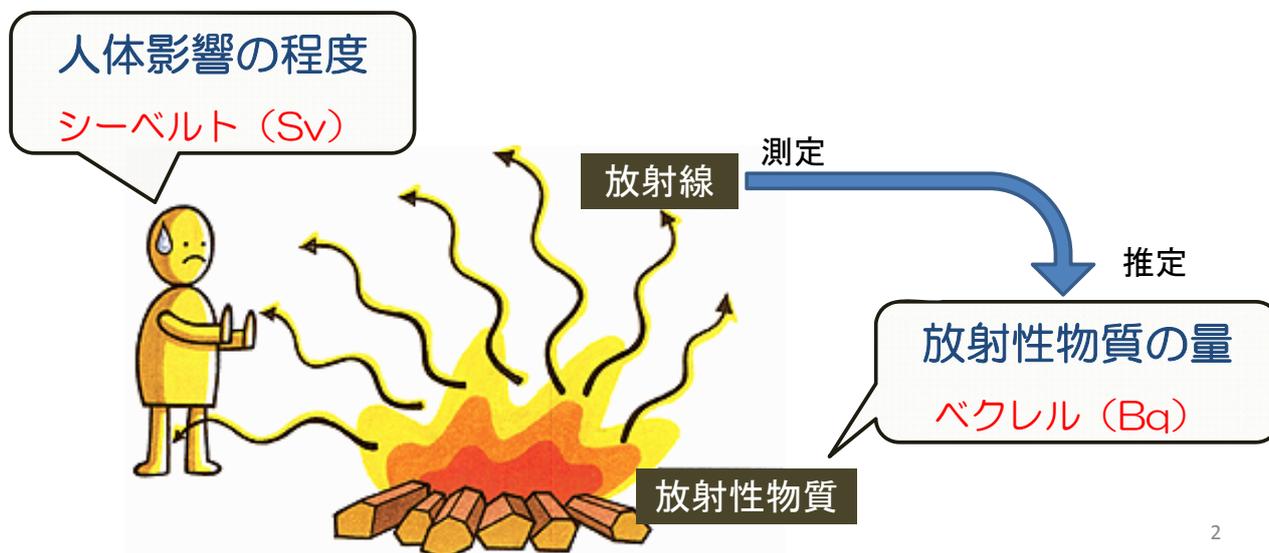
## ～食品の安全性について考える～

福島県立医科大学  
災害医療総合学習センター

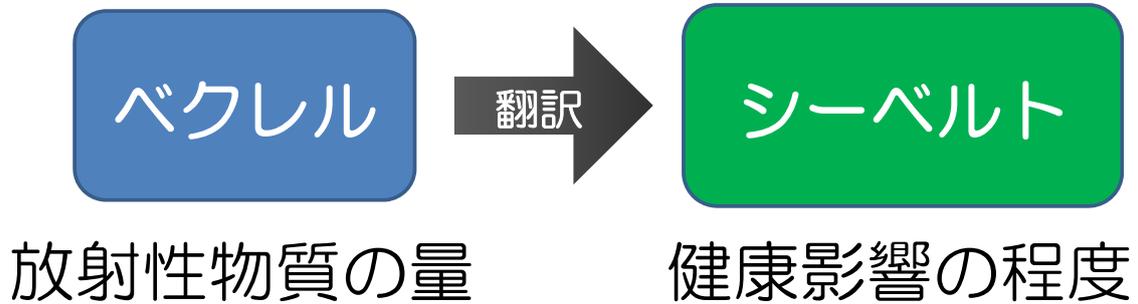
2014年3月18日

## 放射性物質と放射線

- 放射線測定→放射性物質の量を推定

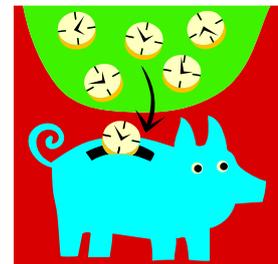


どれだけの影響が見込まれるのか



3

体に取り込まれた  
放射性セシウムは、  
たまる一方なので  
しょう？



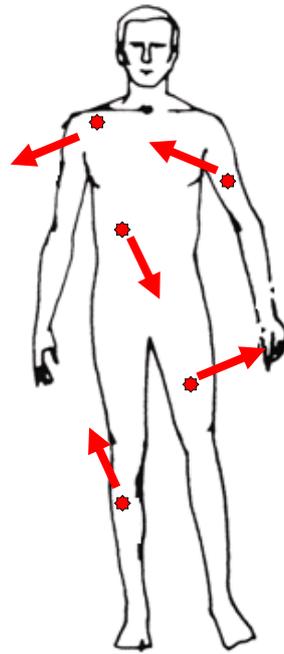
# セシウムによる内部被ばく

## セシウム134、137

- カリウムと似た性質のため、主に筋肉に存在（全身に薄まる）
- 半減期が長いため、放射線はゆっくり出る



- 一つ一つの細胞にあるDNAは、低密度の被ばくをする

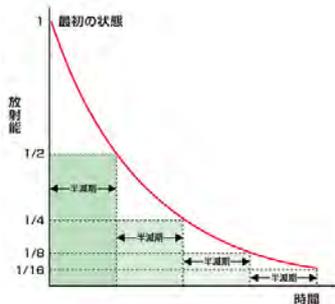


5

## 実効半減期

体内に入った放射性物質は、放射性物質の性質と排泄などの体の仕組みによって減少する

- 物理学的半減期



ヨウ素131	8日
セシウム134	2.1年
セシウム137	30年

- 生物学的半減期



放射性セシウム	
～1歳	9日
～14歳	20日
～30歳	70日
～50歳	90日

6

# 放射線のDNA損傷のしくみ

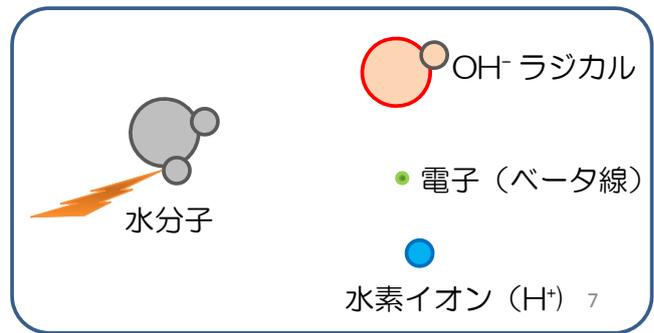
## 直接作用

放射線が直接DNAを損傷  
高LET放射線（中性子線、 $\alpha$ 線、重粒子線）

## 間接作用

細胞内の水分子の分解によるフリーラジカル（OHラジカル、Hラジカルなど）を介したDNA塩基損傷・切断  
低LET放射線（X、 $\beta$ 、 $\gamma$ ）で多い

水分子  $\rightarrow$  ラジカル（活性酸素）



毎日、日常生活によるフリーラジカルによって、  
ある程度の遺伝子のキズができています

日常生活  
〔エネルギー〕  
産生

フリー  
ラジカル  
(活性酸素)

遺伝子を傷つける

放射線被ばく

放射線によってどれくらい  
フリーラジカルが足されるか

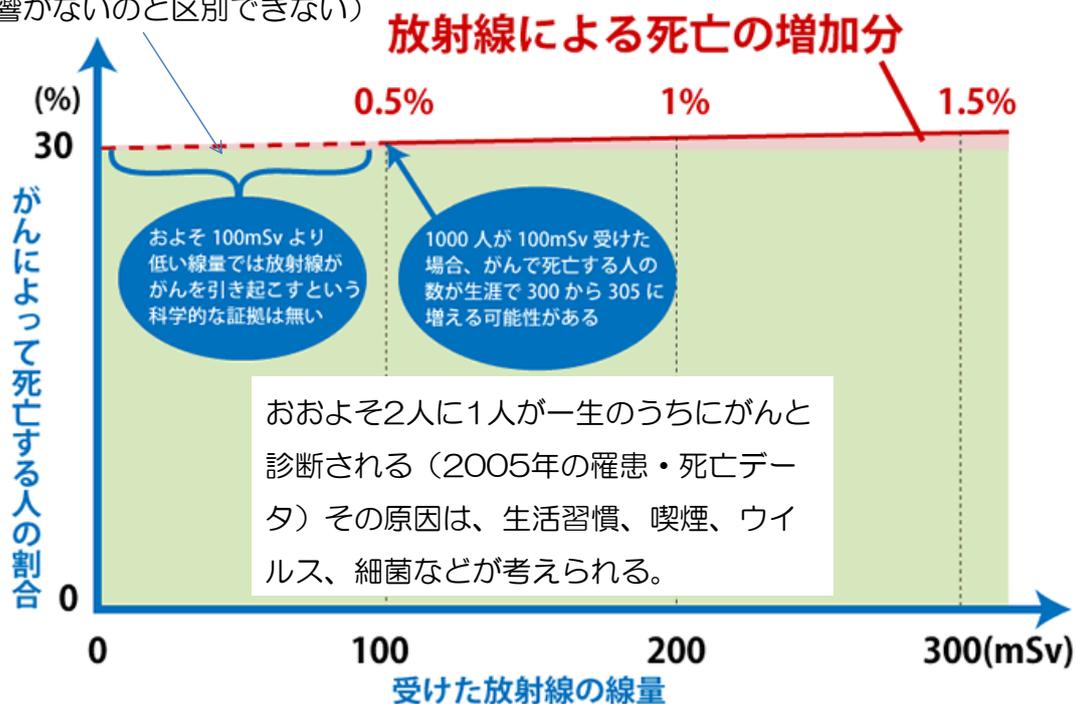
遺伝子を修理しながら、修理に失敗しながら、、、  
その積み重ねで私たちの寿命が決まっていく

直ちに影響はないって  
 言ってもね、  
 数十年後にどうせ癌  
 になるんでしょう？

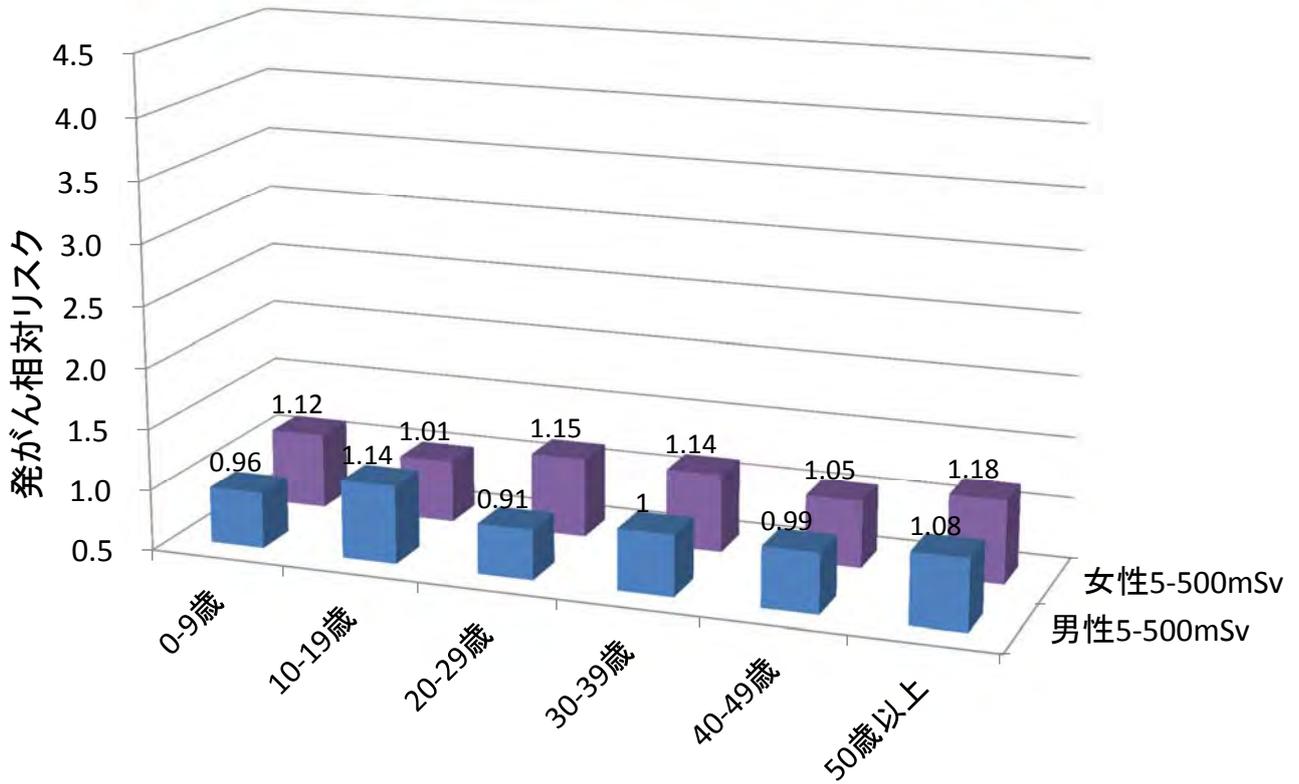


## 放射線によるがん・白血病の増加

放射線の影響の程度が小さく、その他の影響が大きすぎて放射線の影響があるかどうか分からない  
 (影響がないのと区別できない)



# 原爆被爆者における年齢別発がんリスクと被ばく線量



Preston et al. Radiat Res 168: 1-64, 2007

福島では、子供の運動量が減って、肥満児の割合が高くなっています。

保健師



# 日常生活での発がんリスク

<p>1,000~ 2,000 mSv相当</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 喫煙</li> <li>● 大量飲酒 (&gt;450g/週) エタノール23g： 日本酒1合、ビール大瓶1本633mL、焼酎25度120mL、 ワイングラス2杯200mL、ウイスキーダブル1杯60mL</li> </ul>
<p>200~500 mSv 相当</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 肥満 (BMI<math>\geq</math>30) BMI23.0~24.9の群に対し、BMI<math>\geq</math>30の群のリスク</li> <li>● やせ (BMI&lt;19)</li> <li>● 運動不足</li> <li>● 高塩分食品</li> </ul>
<p>100~200 mSv 相当</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 受動喫煙 夫が非喫煙者である女性群に対し、夫が喫煙者である女性群のリスク</li> <li>● 野菜不足 1日420g摂取群に対し、1日110g摂取群のリスク (中央値)</li> </ul>

## 参考資料

# 日常生活での発がんリスク

チェルノブイリ18歳以下10~15年後

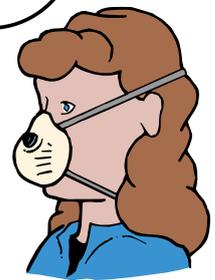
固形がんリスク	10以上	C型肝炎感染者：肝臓36 ピロリ菌感染既往：胃10
	2.50-9.99	甲状腺650-1240mSv：甲状腺4.0 喫煙者：肺4.2-4.5 大量飲酒（300g以上/週）：食道4.6
<p>1000-2000mSv：1.8 喫煙者：1.6 大量飲酒（450g以上/週）：1.6</p>	1.50-2.49	甲状腺150-290mSv：甲状腺2.1 高塩分食品毎日：胃2.5-3.5 運動不足男性：結腸1.7 肥満（BMI30以上）：大腸1.5、閉経後乳腺2.3
<p>500-1000mSv：1.4 ダイオキシン濃度数千倍（職業曝露）：1.4 大量飲酒（300-449g/週）：1.4</p>	1.30-1.49	甲状腺50-140mSv：甲状腺1.4 受動喫煙（非喫煙女性）：肺1.3
<p>200-500mSv：1.19 肥満（BMI30以上）：1.22 やせ（BMI19未満）：1.29 運動不足：1.15-1.19 高塩分食品：1.11-1.15</p>	1.10-1.29	個別臓器の発がんリスク
<p>100mSv未満：1.08 野菜不足：1.06 受動喫煙（非喫煙女性）：1.02-1.03</p>	1.01-1.09	エタノール23gは下記に相当 日本酒1合 ビール大瓶1本633mL 焼酎25度120mL ワイングラス2杯200mL ウイスキーダブル1杯60mL
<p>100mSv未満 ダイオキシン濃度数百倍</p>	検出不可能	

広島・長崎被爆者の固形がんリスク

国立がんセンターホームページのデータを基に作成



放射線が事故前より高いんだから、呼吸をすると、放射線を吸い込んで内部被ばくしてしまうんじゃないでしょうか？



## 大気中の放射性物質について



ダストサンプラー

- 空気を集めて大気中の放射性物質の量を測定。
- 平成23年4月末までは放射性物質が有意なレベルで検出。
- 地面に落ちているセシウムが舞い上がって検出されることがあるが、わずかな量にとどまっている。

# 大気中の放射性物質は？

- ダストサンプラーで空気を集めて検査 (Bq/m<sup>3</sup>)

放射性のヨウ素、セシウムなどを測定

採取地点 Sampling Point	採取日時 Sampling Time and Date	放射能濃度 Radioactivity Concentration (Bq/m <sup>3</sup> )					空間線量率 Air dose rate (μSv/h)	備考 Note	
		<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>132</sup> I	<sup>125</sup> Te			その他検出された核種 Other detected nuclides
【2-6】(43km南南西) (43kmSouth/South/West)   いわき市平字梅本 Iwaki city Taira Aza Umemoto	2011/6/22 12:06~12:26	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/6/23 12:20~12:40	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/6/24 12:15~12:35	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/6/29 12:24~12:44	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/7/4 12:20~12:30	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/7/8 12:17~12:27	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/7/11 12:36~12:46	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/7/15 11:59~12:19	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	
	2011/7/18 11:50~12:10	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	不検出 Not Detectable	0.2	

有意な放射性物質は4月下旬を最後に検出されていない

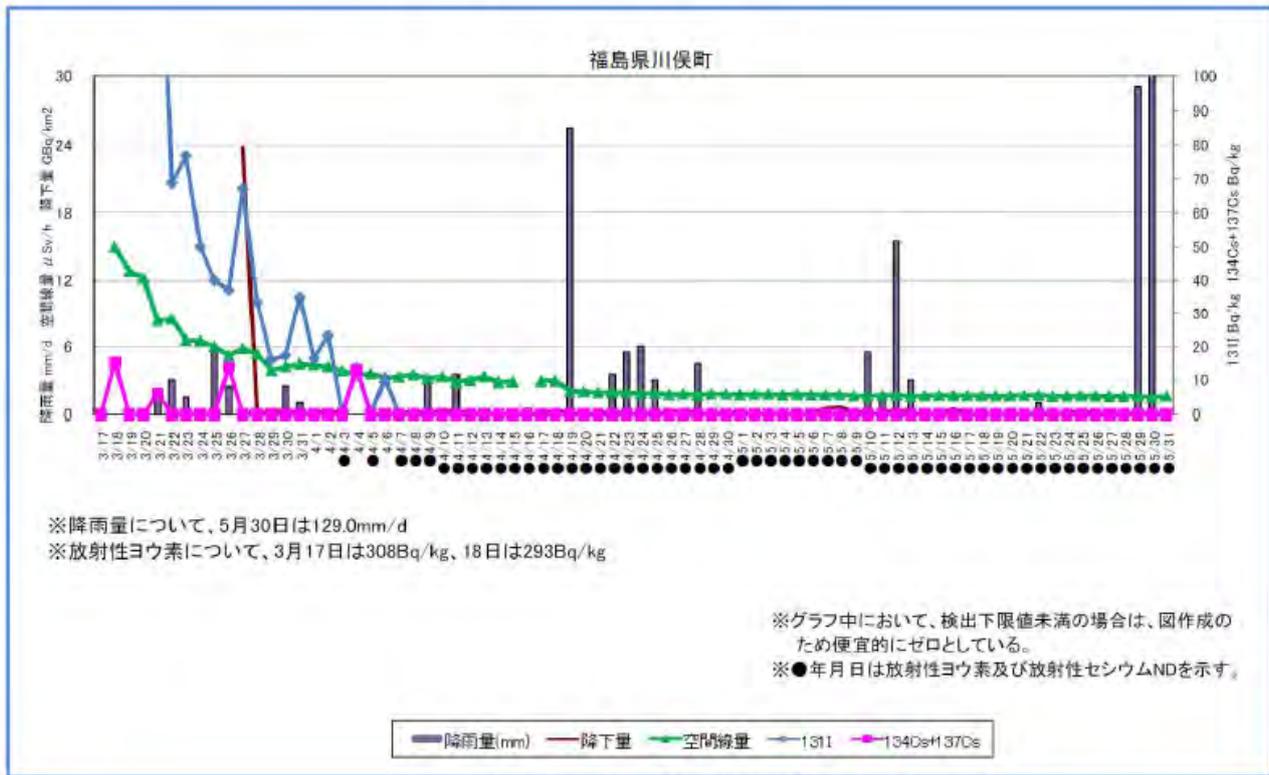
[http://eq.wide.ad.jp/files/110724dust\\_1000.pdf](http://eq.wide.ad.jp/files/110724dust_1000.pdf) から抜粋

水道水は当初飲んで  
はいけないって言われ  
たけど、今も汚染して  
いるんですか？



# 上水のモニタリング

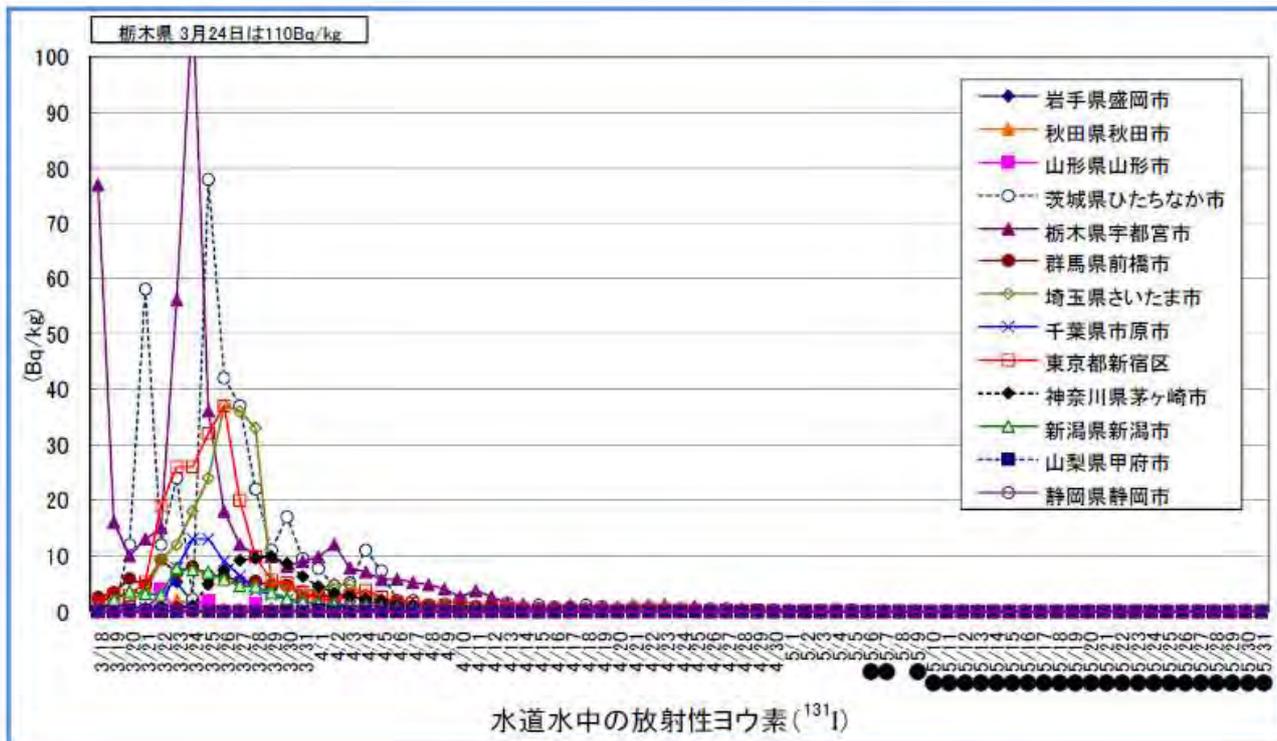
## 福島県 (川俣町)



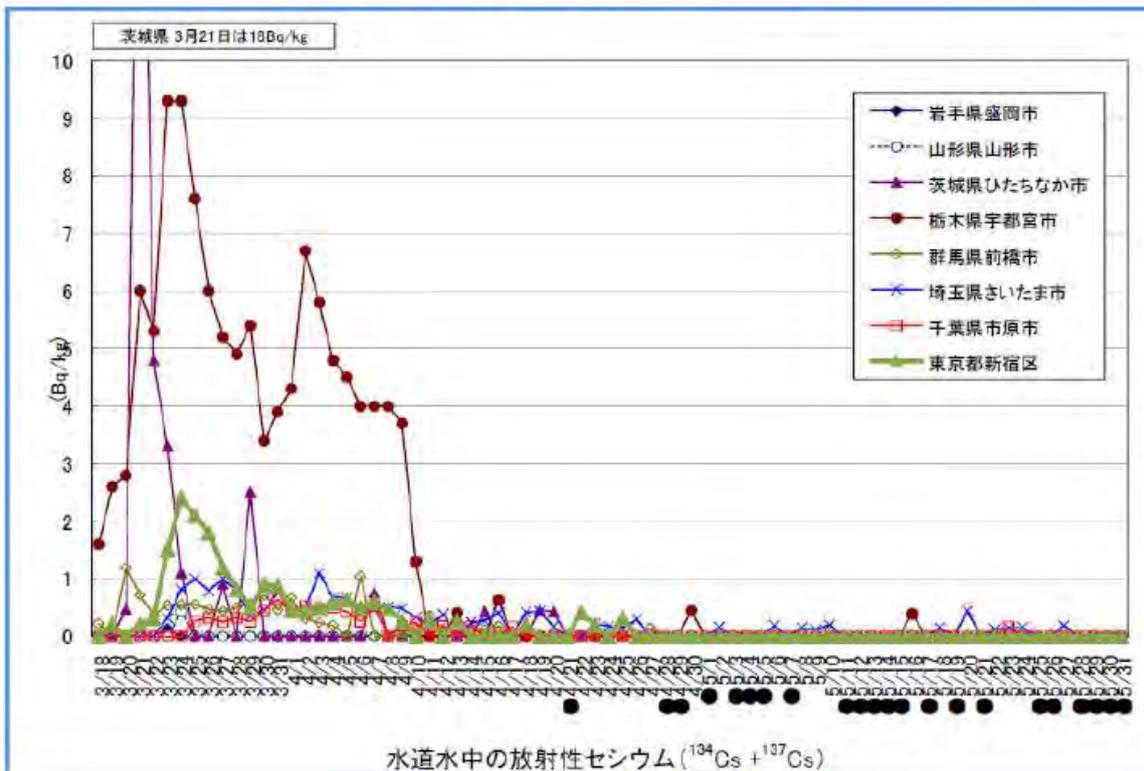
水道水における放射性物質対策中間取りまとめ  
 厚生労働省 水道水における放射性物質対策検討会 (平成23年6月)

# 上水のモニタリング

## 放射性ヨウ素 (1都12県)



水道水における放射性物質対策中間取りまとめ  
 厚生労働省 水道水における放射性物質対策検討会 (平成23年6月)



水道水における放射性物質対策中間取りまとめ  
厚生労働省 水道水における放射性物質対策検討会（平成23年6月）

## 水道水中の放射性物質

飲用水(水道水)環境放射能測定結果(暫定値)(第1095報)

モニタリング4(飲用水)

平成26年3月2日 14時現在

採取月日	測定回	採取時間	測定結果		
			放射性ヨウ素 (ヨウ素131) (Bq/kg)	放射性セシウム	
				セシウム134 (Bq/kg)	セシウム137 (Bq/kg)
3月1日(土)	1回目	11:00	ND	ND	ND
3月2日(日)	1回目	11:00	ND	ND	ND

ND: 検出限界値未満

【参考】

平成24年4月1日から、飲料水を含む食品中の放射性物質に係る食品衛生法上の基準や水道水中の放射性物質に係る目標値として、放射性セシウム濃度(10Bq/kg)が設定されています。測定結果は、この値を下回っています。

【その他】

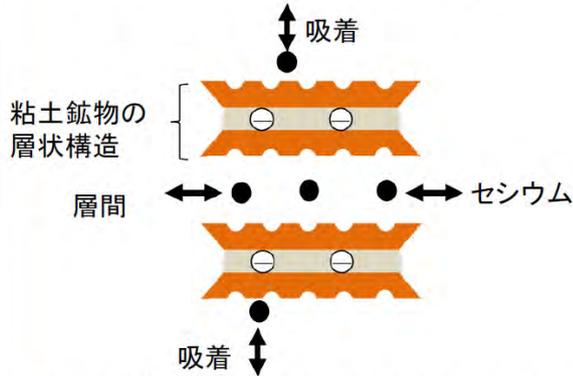
- 1 採水場所…福島県原子力センター福島支所(福島市方木田地内)
- 2 測定機関…福島県原子力センター福島支所
- 3 分析装置…ゲルマニウム半導体検出器
- 4 測定方法…緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法(放射能測定法マニュアル(文部科学省))
- 5 ヨウ素131検出限界値=0.854Bq/kg(3月2日測定分)
- 6 セシウム134検出限界値=0.797Bq/kg、セシウム137検出限界値=0.776Bq/kg(3月2日測定分)

# セシウムは粘土質に吸着・固定される

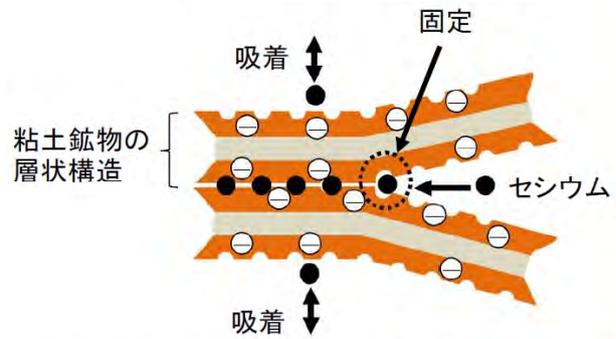
## セシウムの吸着・固定力

図 14

セシウムをあまり固定しない粘土鉱物の例(モンモリロナイトなど)



セシウムを固定する能力の高い粘土鉱物の例(パーミキュライト、イライトなど)



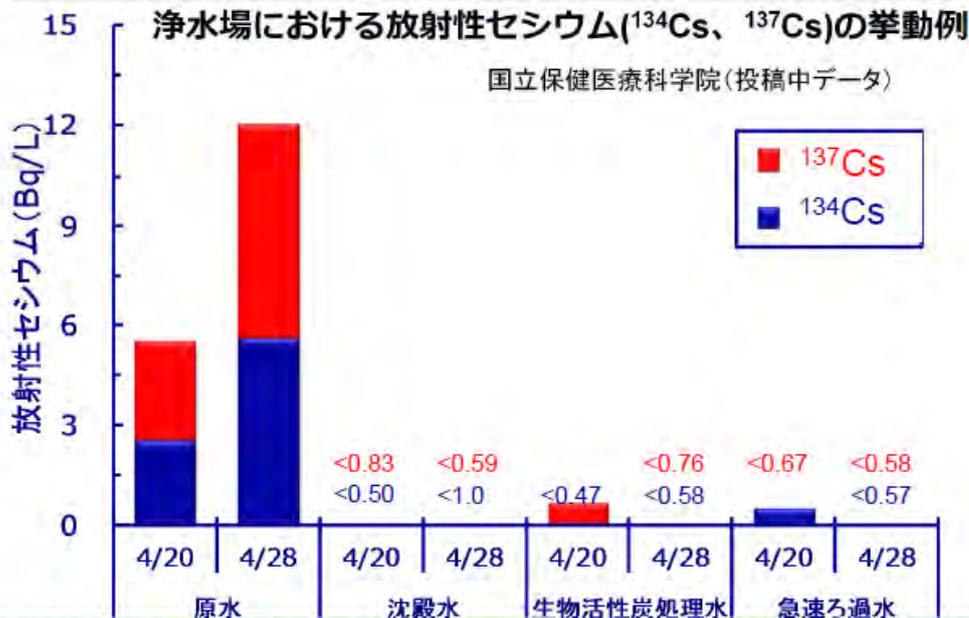
### 【解説】

- 粘土鉱物は、表面に負の電荷を持ち、セシウムを「吸着」することができるほか、一部の粘土鉱物は時間の経過とともにセシウムを内部に取り込んで「固定」する能力を持つ。
- 「吸着」されたセシウムは、植物が吸収することができるが、一旦、「固定」されると吸収することが難しくなる。

<http://wwwcms.pref.fukushima.jp/download/1/youinkaiseki-kome130124.pdf>

## 上水のモニタリング 放射性セシウムの制御

水道水源に到達する放射性セシウムの多くは、濁質成分（土壌等）に付着して流出するため、厳格な濁度管理の徹底により制御し得る。



業務用等の放射性物質の除去技術として、ゼオライトやイオン交換、ナノろ過膜、逆浸透膜があるが、いずれも費用や設備、効率の観点(特に、ナノろ過及び逆浸透膜の場合は電力が多く消費される)から、通常の浄水処理には適用しにくい

私の家は井戸水です。  
大丈夫ですか？



27

## 井戸水等のモニタリング検査結果(中通り方部)

ND:検出限界値未満 単位 Bq/kg

市町村名	水源の種類	採取地点	採取年月日	核種濃度		
				<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>131</sup> I
福島市	表流水	在庭坂字中ノ堂	2014/1/30	ND	ND	ND
	湧水	佐原字五下原	2014/1/30	ND	ND	ND
	湧水	在庭坂字姥堂	2014/2/6	ND	ND	ND
	深井戸	笹谷字町尻	2014/2/6	ND	ND	ND
	湧水	佐原字岡	2014/2/6	ND	ND	ND
	湧水	土船字新林	2014/2/5	ND	ND	ND
	深井戸	笹谷字前田	2014/2/12	ND	ND	ND
	湧水	桜本字会沢新林	2014/2/13	ND	ND	ND
	湧水	土船字雌立	2014/2/20	ND	ND	ND
	湧水	町庭坂字上清水	2014/2/20	ND	ND	ND
	深井戸	上島渡字東谷地	2014/2/20	ND	ND	ND
伊達市	浅井戸	保原町富沢字我宜	2011/4/20	ND	ND	ND
	浅井戸	霊山町石田字川面	2011/4/20	ND	ND	ND
	浅井戸	月館町月館字古谷地	2011/4/20	ND	ND	ND
	浅井戸	霊山町上小国字腰巻	2011/4/26	ND	ND	ND

28

でも、  
ストロンチウムや  
プルトニウムが  
心配です



## ストロンチウムとプルトニウム

### ストロンチウム

- 大気圏内核実験により世界中に拡散
- $^{90}\text{Sr}$
- 半減期は28.8年
- **ベータ線を放出する核種**
- 物理的・化学的性質が**カルシウム**と極めて類似
- 骨に沈着した場合、除去することは難しい

### プルトニウム

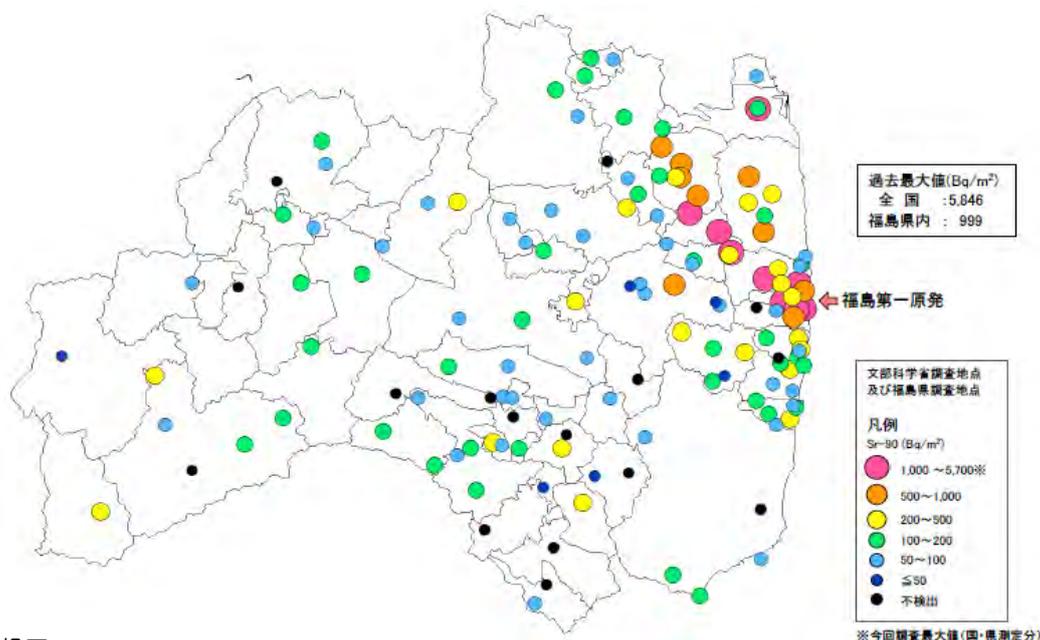
- 大気圏内核実験により世界中に拡散（総量10t）
- $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$   
半減期はそれぞれ87.7年、24000年、6560年
- 原子力発電所の燃料内で生成され、再処理によってさらに燃料そのものとなる
- アルファ線を放出する核種
- 粒子の主な取り込み経路は**吸入摂取**
- **経口摂取では吸収されにくい**

## ストロンチウムとプルトニウム調査 平成24年4月6日発表

- 調査対象核種
  - Sr90、Pu238、Pu239+240
  - なお、参考として放射性Cs等を調査
- 調査地点
  - 毎年土壌を調査してきた原子力発電所周辺7地点、及び県が事故前の2005年度に県内全域で調査を実施した53地点中の48地点において土壌採取。（計55地点）
- 土壌採取期日
  - 原発周辺地点（7地点）：平成23年7月13日～14日
  - 県内全域調査地点（48地点）：平成23年8月10日～10月13日

<http://wwwcms.pref.fukushima.jp/download/1/dojou120406.pdf>

## ストロンチウム90の分布



土壌採取期日

原発周辺7地点：平成23年7月13日～14日

県全域48地点：平成23年8月10日～10月13日