

＜雑記帳＞放射能の汚染時代 食品は安心・安全で 食べられるのだろうか？

参考資料:

厚生労働省、及び内閣府食品安全委員会
「食品中の放射性物質に関する説明会」資料など
＜17頁以降は補足説明資料＞

本日の話の流れ

< I >
被ばくに至る状況の過去と現在
(前提)

放射能の拡散

被ばくと線量単位

< II >
被ばくで何が怖いのか？

内部被ばくと外部被ばくの違いなど

< III >
大震災当時、政府が行ったこと

暫定基準値の設定と検査体制

< IV >
放射能測定(暫定基準値)で明らかになった汚染状況と課題

検査でどんな問題が出てきたのか

< V >
「暫定基準値」対応で、
被ばく状況はどうであったか？

東京都民が被ばくしたというがその結果は？

< VI >
その後も「暫定基準値見直し」
の検討作業続く

担当官庁で引き続き検討が行われた

< VII >
食品の新しい基準値

新しい基準値の内容は

< VIII >
新基準値に取り組む上での
課題と実施

検査体制の課題と実施

I : 被ばくに至る状況の過去と現在(前提)

原発で水素爆発

第一原発・1号機爆発(3/12)、3号機爆発(3/14)、2号機原子炉破壊(3/15) 4号機も水素爆発 1~3号機でメルトダウン

計77万テラベクレル(兆の1万倍)レベルの放射性物質が大気中に漏れた

注:チェルノブイリは520万テラベクレル

1960年に、国際度量衡総会の単位系専門部会 キロ(k)、メガ(M)、ギガ(G)、テラ(T)の3桁の刻み

拡散と吸入・経口へ

水素爆発 ⇒ フォールアウト(気流) ⇒

大気~河川・海にも拡散~森林など汚染 地面に降下~吸入・経口

参考:

※予備知識として、放射能関連の用語を整理・確認していく
ベクレル、シーベルト、実効線量、預託実効線量、ICRP等々

※放射能の測定方法:

- ・3.11当初の状況 ⇒ 線量(モニタリングポスト:18mなど) 核実験検証用
- ・現在の状況 ⇒ 線量(1mの高さで測定)

福島第一原発から漏れた放射能の広がりホットスポット

2011年10月24日 朝日新聞

詳細データ

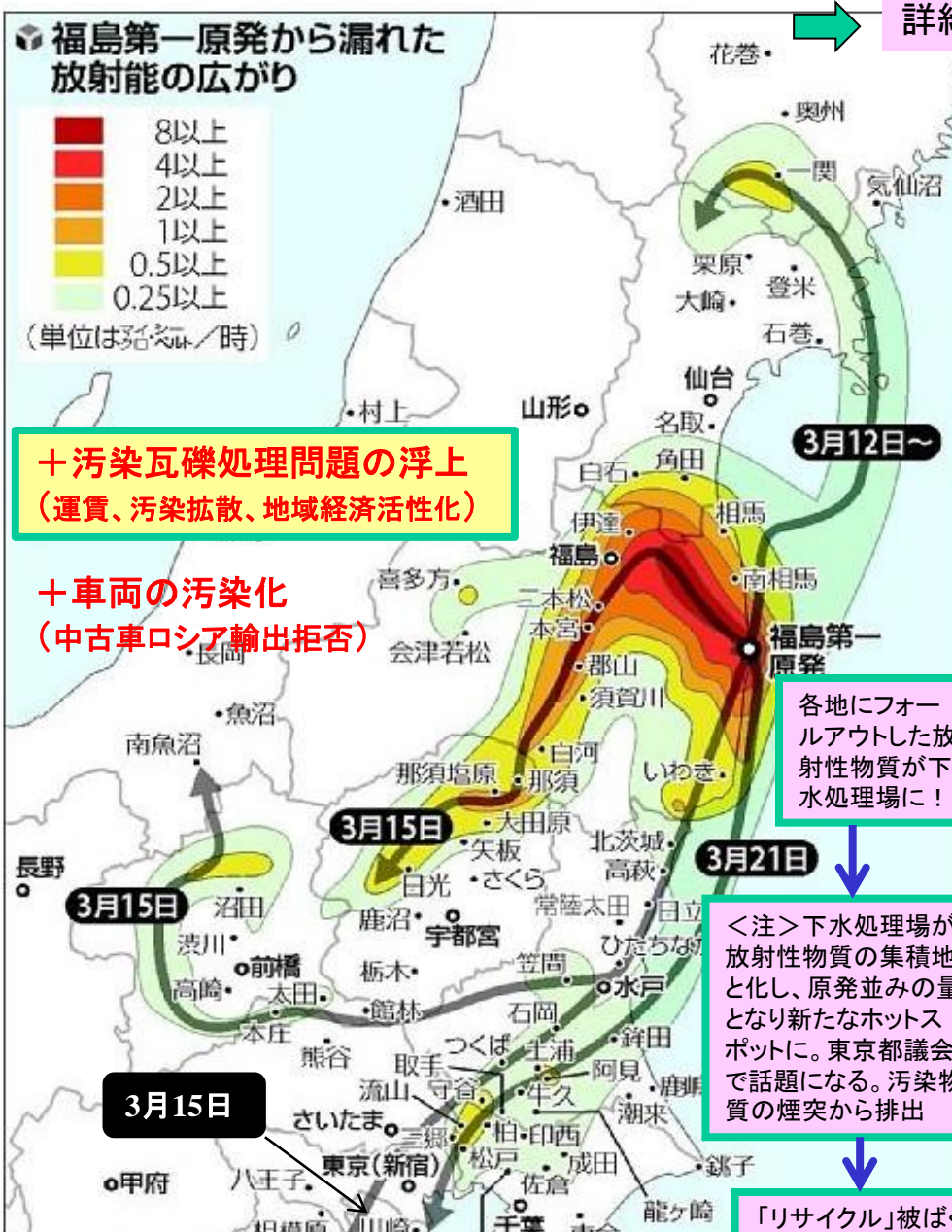
福島第一原発から漏れた放射能の広がり



(単位はマイクロシーベルト/時)

汚染瓦礫処理問題の浮上
(運賃、汚染拡散、地域経済活性化)

車両の汚染化
(中古車ロシア輸出拒否)



この地図と、事故以降の各地の放射線量の変化、風向き、天候を突き合わせると、現在の放射線量の大半は3月12日から23日までの約2週間に原発から出た放射性物質による可能性が高いという。

第一の経路は、2号機の炉心露出などで放射性物質の放出が深刻だった3月14日深夜～15日午後。プルームは関東平野にかけて広域に時計回りに流れる状況が15日未明まで続き、午後には北西へ向きを変えた。

専門家は「プルームが雨や雪で地表に落ち、汚染された可能性が高い」と指摘する。埼玉西部や東京西部の一部も汚染された可能性があるという。

第二の経路は21日夜～22日未明。プルームは茨城沿岸から千葉を通り南下した。関東地方は広い範囲で雨が降り、茨城では沿岸や南部周辺に、千葉では柏市周辺に「ホットスポット」をもたらした疑い。

だがプルームは都心の手前で南下し海へ流れた。

この地図は周囲より放射線量の高い「**ホットスポット**」と呼ばれる地域もひと目でわかる。生活上の自衛策を考える上でも役に立ちそうだ。

各地にフォー
ルアウトした放
射性物質が下
水処理場に！

<注>下水処理場が
放射性物質の集積地
となり新たなホット
スポットに。東京都議
会で話題になる。汚
染物質の煙突から排
出

「リサイクル」被ばく

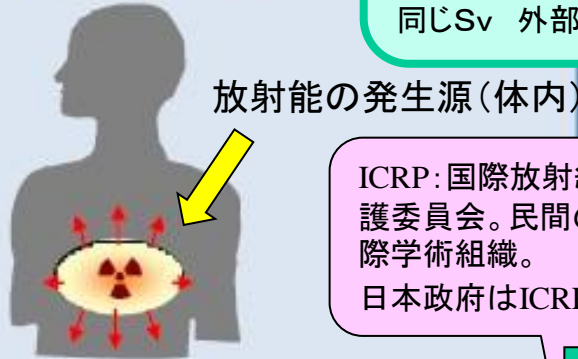
内部被ばく と 外部被ばく: 計算方式の違い

- ・内部被ばくも外部被ばくも、人体影響は同じ単位の「シーベルト」
- ・内部被ばくでは、体内での存在状況に応じた放射性物質からの被ばくが続くことを考慮して線量が計算される

内部被ばく (食品摂取・吸入)

内部被ばくの複雑な関係をSvに換算

食物 Bq/kg
地面 Bq/m²

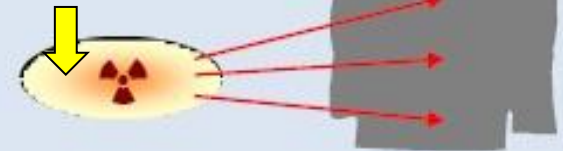


同じシーベルトだが、意味合いが異なる。
外部被ばく ⇒ 実測
内部被ばく ⇒ 計算
同じSv 外部被爆 < 内部被爆

ICRP: 国際放射線防護委員会。民間の国際学術組織。
日本政府はICRP信奉。

外部被ばく

放射能の発生源(体外)



被ばく線量の単位: シーベルト
= 放射能の強さ(ベクレル) × 実効線量係数

摂取後50年間(子供は70歳まで)に受ける積算の線量(預託線量)

体内摂取量の推定必要

体外計測法(ガンマ線の測定: **WBC**)、バイオアッセイ法(排泄された糞尿から推定)

被ばく線量: シーベルト
= 線量率(mSv/時) × 被ばくした時間(時)

放射線防護の3原則

- ① 時間
- ② 遮へい
- ③ 距離


福島では、本来は測定に30分程度必要なのに2分程度の運用のため検出限界300ベクレル。このため、測定結果問題なしとされている。本来は原発作業員用に開発されたもの。今は数をこなすための運用。

放射性物質を摂ったときの人体への影響（内部被ばく試算例）

（計算方法）

注：食品の暫定基準値 500Bq/kg

例：1kgあたり500ベクレルのセシウム137を含む
食品を1kg食べた場合の
放射線による人体影響の程度（シーベルト）

 500Bqの質量

（成人の場合）

$$\text{ベクレル/kg} \times \text{食べた量 (kg)} \times \text{実効線量係数 (mSv/Bq)} = \text{ミリシーベルト (mSv)}$$

$$500 \text{ベクレル/kg} \times 1 \text{kg} \times 0.000013 = 0.0065 \text{ミリシーベルト (mSv)}$$

一年間継続すると、2.3725 mSv
従って暫定基準値適用は短期に抑えるべき

実効線量係数は

- ◆ 放射性物質の種類（セシウム137など）ごと、
- ◆ 摂取経路（経口、吸入など）ごと、
- ◆ 年齢区分ごとに、国際放射線防護委員会（ICRP）等で設定

預託実効線量とは？

内部被爆を評価するのに使用されるもの。体内に摂取された放射性物質は、その半減期に従い放射能が物理的に減衰するとともに、生物的な代謝機能により体内から徐々に排泄される。この間に放出される放射線により組織や臓器が被ばくする。

預託線量とは、体内の放射線から人体がどの程度影響を受けているか一般成人に対して摂取後の50年間(子供や乳幼児に対しては摂取時から70歳まで)に受ける量を摂取時に受けたと想定(仮定)した放射線量のことをいう。

積分計算

$$H_n = K_n M I_n^{(0)} \int_0^1 e^{-\lambda t} dt$$

但し

H 預託実効線量 [Sv]

K 預託実効線量係数 [Sv/Bq]

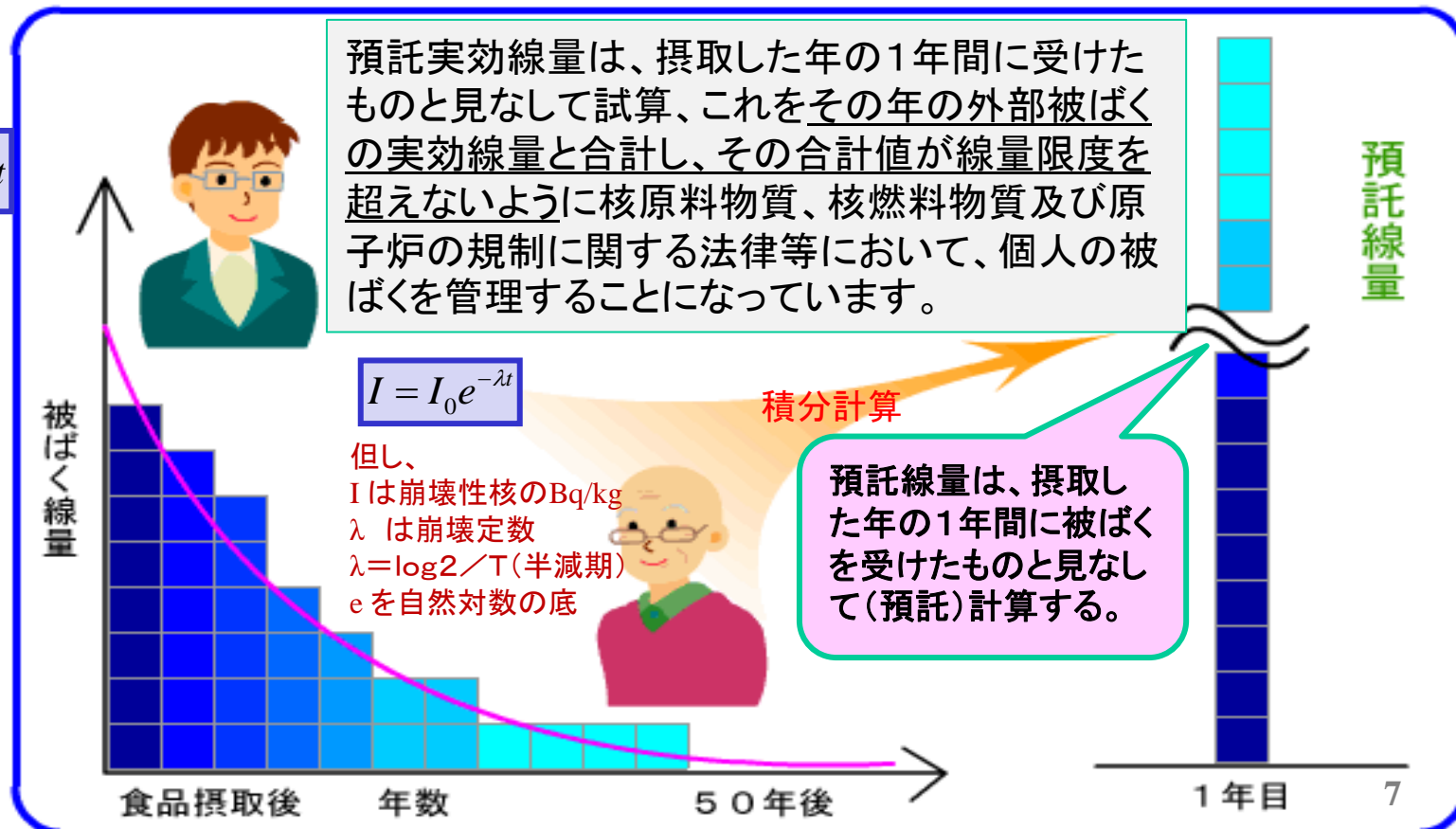
M 摂取量 [kg/y]

I 濃度 [Bq/kg]

期間 1年間

n 核種

物理的減衰に加え、生物的反応も考慮済



II : 被ばくで何が怖いのか？

・「外部被ばく」と「内部被ばく」:

「外部被ばく」の最悪(広島・長崎の原爆)

外部

放射線防護の3原則: **防護の可能性あり**

- ①時間(短) ②遮へい(鉛) ③距離(長)

これ以降、「内部被ばく」に限定して進める

一旦、体内に入ると
防護できない!

半減期と強さの
違い →

内部

- ①時間(ほぼ生涯)
②遮へい(なし)
③距離(ごく密着)

直接、DNAを傷つける

・「内部被ばく」で何が起こったのか？(チェルノブイリ、日本)

チェルノブイリ: 政府関与(隠ぺい体質)で公表された疫学データは少ない

⇒ 4~5年の潜伏期間を経て甲状腺がんなど発症

⇒ Csが心筋に蓄積し易い

心筋梗塞の発症につながるといわれる

日本 ⇒ これからの発症が危惧されている

加えて、電離作用から
活性酸素を生み、
これがDNA攻撃

線量が低くてもDNAのどこ
が切れるかによって深刻な
健康障害が発生する。
東大 児玉龍彦教授
(内科学、分子生物学専攻)



Ⅲ：大震災当時、政府が行ったこと

大量の放射能が出た ⇒ 77万テラベクレル

対策

政府：「**暫定基準値**」を設け放射能濃度が基準以上の食品は流通させない

(2011年3月17日以降、急きょ実施)

・これは**原子力安全委員会**が、原子力発電所事故等を想定した「原子力施設等の防災対策について」の中で示している「**飲食物摂取制限に関する指標**」(昭和55年6月作成、平成22年8月に一部改訂)に沿って作成したもの

・暫定基準値の内容 ⇒ データは別途案内

確認・検査

●食品関係の報道発表資料

検査体制：基準値以上汚染された食品が市場に出荷されるのを防ぐため

・検査体制：(全数ではなく、「**抽出検査方式：サンプル検査**」の限界を露呈)

2011年3月19日以降、厚労省は毎月食品の放射能検査実施と報道発表

・3月19日福島の前乳、茨城のホウレンソウから基準値越え

どのように食品の「暫定基準値」を決めたか、数字の意味

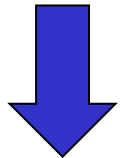
・・・我慢の基準値・・・

ステップ①

我慢しないと食べるものがなくなる

許容線量

5mSv／年



食品カテゴリー別

1mSvずつ割当て

ステップ②

$$H_n = K_n M I_n^{(0)} \int_0^1 e^{-\lambda t} dt \quad [\text{Bq/kg}]$$

食品カテゴリー

1mSv
1mSv
1mSv
1mSv
1mSv

飲料水
牛乳・乳製品
野菜類
穀類
肉・卵・魚他



成人	幼児	乳児	最小値
201	421	228	201
1660	843	270	270
554	1686	1540	554
1110	3830	2940	1,110
664	4010	3234	664

ステップ③

安全サイドに丸めた

暫定基準値

200
200
500
500
500



年代別に、摂取量と感受性を考慮し
限度値(I: Bq/kg)を算出

成人、幼児、乳児夫々の摂取量や感受性にも配慮し、年代別に得られた限度値の中で、最も厳しい数値を全年齢に適用。

IV: 放射能測定(暫定基準値)で明らかになった汚染状況と課題

主な検査対象食材 ⇒ 肉、野菜、魚、牛乳、水など(主として肉の検査に偏った)

検査体制など

専門機関による食品など放射能測定(検査依頼～納期 約1週間)

<参考>ガンマ核種を測定するための機器(種類と価格)

- ・ゲルマニウム半導体検出器
- ・NaIシンチレーションスペクトロメータ
- ・サーベイメータ

抽出検査実施

米などで、機器メーカーと農協で、コンベヤー式機器検討中(島津、東芝など) 15秒/袋

注: 米、豆等均質なものに限定

- ◆ 東京・金町上水場水道水から乳児飲用基準2倍の放射性ヨウ素を検出(時事ドットコム: 11-03-23) ⇒ 東京都、3本/人、計24万本配布
- ◆ 7月21日牛肉から暫定規制値を超える放射性セシウム検出、飼料として給与された稲わらが原因。全国レベルで拡大。必要に応じ全頭検査。
- ◆ 福島県、福島市等のセシウム検出で全地域コメ調査、28市町村拡大
出典: 時事ドットコム (11-11-30) 県は10/12全地域安全宣言していた

全数検査の必要性

被ばく状況への懸念 ⇒ 尿・母乳検査(内部被ばくを知りたい、WBCより安価、変化を見ると良い)

市民の中には、放射線量の民間測定所での検査、尿・母乳を専門機関に測定依頼するケースも出てきている

<尿検査>

食事などに留意した場合としない場合とでは有意差が出ている。体内に100倍以上の核物質。
精度: WBC(γ線) > 尿検査



V : 「暫定基準値」対応で、被ばく状況はどうであったか？

・東大の発表(都民対象の場合) : (東大生産技術研究所)

計算の前提

東京都民への被ばく量を定量的に把握し、暫定基準値による出荷制限や乳児への飲料水配布等の対策による被ばく量の削減効果や、被ばくに伴う発がんリスクの推定を行った。

- ①各地域から東京への飲食物の入荷量
- ②年齢別の各飲食物の平均摂取量
- ③放射線量係数を考慮した。

< 調査期間 : 11-3-21~12-3-20 >

結果

< 対策を実施した際の放射性セシウムと放射性ヨウ素の合計実効線量(年間) >
成人 18 μ Sv、幼児 42 μ Sv、乳児 48 μ Sv

< 対策による低減効果 >
成人 29 %、幼児 34 %、乳児 44 %

< 飲食物由来の自然放射性カリウム40 の年間被ばく量と対比 >
数分の1 から 10 分の1 程度

< 1年間の被ばくにより生じる生涯発がんリスクを比較 >
報告では**問題ないレベルであった**と結論

・課題、批判など: 2011年3月11日~20日の間のデータが漏れていること!

東京都健康安全研究センター(新宿)で測定 3/15 0.809 μ Sv 3/21 0.147 μ Sv

VI: その後も「暫定基準値見直し」の検討作業続く

段階的に手順を踏み推進

- ◆ 厚労省の委員会で見直し検討作業終了で成案(2012-01-22日): 7回
7回(11-04-08 ~ 12-02-24)

- ◆ 関係官庁と諮問～答申など:

・内閣府食品安全委員会	⇒	食品の安全(9回)
・文科省(放射線審議会)	⇒	放射能(6回)
・内閣府消費者庁、など	⇒	食品のパッケージ

- ◆ パブリックコメントで民意 ⇒ 圧倒的多数が更に厳しい基準値を要望
(厚労省 分科会120224 インターネットアンケート調査)

- ◆ 2012年4月より実施へ:

<参考> 決まるまでの混乱

VII: 食品の新しい基準値(我慢の基準値から安定期の基準値)

1. 見直しの考え方

- 現在の暫定規制値に適合している食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全は確保されているが、より一層、食品の安全と安心を確保する観点から、現在の暫定規制値で許容している年間線量5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに基づく基準値に引き下げる。
- 特別な配慮が必要と考えられる「飲料水」、「乳児用食品」、「牛乳」は区分を設け、それ以外の食品を「一般食品」とし、全体で4区分とする。

2. 基準値の見直しの内容

(新基準値は平成24年4月施行予定。一部品目については経過措置を適用。)

○放射性セシウムの暫定規制値※1

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

※1 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

$$H_n = K_n M I_n^{(0)} \int_0^1 e^{-\lambda t} dt$$

○放射性セシウムの新基準値※2

食品群	基準値
飲料水	10
牛乳	50
一般食品	100
乳児用食品	50

※2 放射性ストロンチウム、プルトニウム等を含めて基準値を設定

経過措置を設けた食品:

- ・米
- ・牛肉
- ・大豆
- ・3月31日までに製造・加工・輸入された食品

(単位:ベクレル/kg)



VIII: 新基準値に取り組む上での課題と実施

①検査体制: どの程度検査漏れを防げるのか?

放射能測定装置の種類と特徴、金額(高額)など

- ①ゲルマニウム半導体検出器: 納期5ヶ月 約2,000万円(全国で216台設置)
- ②NaI シンチレーションスペクトロメータ: 3ヶ月 約300万円
- ③サーベイメータ 数十万円

一日の測定可能な時間数は決まっている。基準値が厳しくなるに従い、必要な測定時間数は増える一方。機器台数も少ない(Ge測定器の場合、全国で216台)。このため、どこかで線引きせざるを得ない。

②日常の検査自体が可能だろうか?

仮に、同じ検査機器使用の場合、精度を上げるには測定時間の延長が必要。また、民間の検査では基準が不統一のため、混乱が予想されることから、早急な一元化が望まれる。

<実施> 新基準値施行

新基準値適用後、1ヶ月 ⇒ 全国の自治体などから計1万3867件の検査結果が厚生労働省に報告され、うち337件(2.4%)が新基準値を超過していたことが30日、厚労省のまとめで分かった。

うち9県、51品目・337件で超過。基準値超えが最も多いのは福島。福島では検査した2198件のうち142件が超過。うち110件がヒラメやイワナなどの水産物。宮城(518件中36件、うち暫定基準値超え4件)。岩手(1040件中35件)。

品目別では露地栽培の原木シイタケの102件が最も多く、タケノコの36件が続いた。

雑駁な個人的見解になりますが、まとめてみますと

私からの問題提起

放射能の汚染時代、食品は
安心・安全で食べられるのだろうか？

仮説

放射能のコンベヤーによる
自動検出は当面は無理！

- ①福島第一及び他の原発でこれ以上の核事故による汚染物質の拡散はない。但し、福島原発由来の海洋汚染は続く。
- ②政府による汚染瓦礫の全国的な拡散（沖縄含む）が続く。

結論

ゴミ処理施設は放射
性物質の焼却を前提
にはしていない

海産物は農作物と異なり除染
不可（ストロンチウム等）
日本海産の選択はどうか

- ①福島原発からの海洋汚染、汚染瓦礫の全国レベル拡散から食物への影響は依然厳しい環境にある。
- ②従って、消費者は新基準値に期待しつつ、その限界も考慮し、**自己責任**で正しく選ぶ必要がある。特に、海産物！

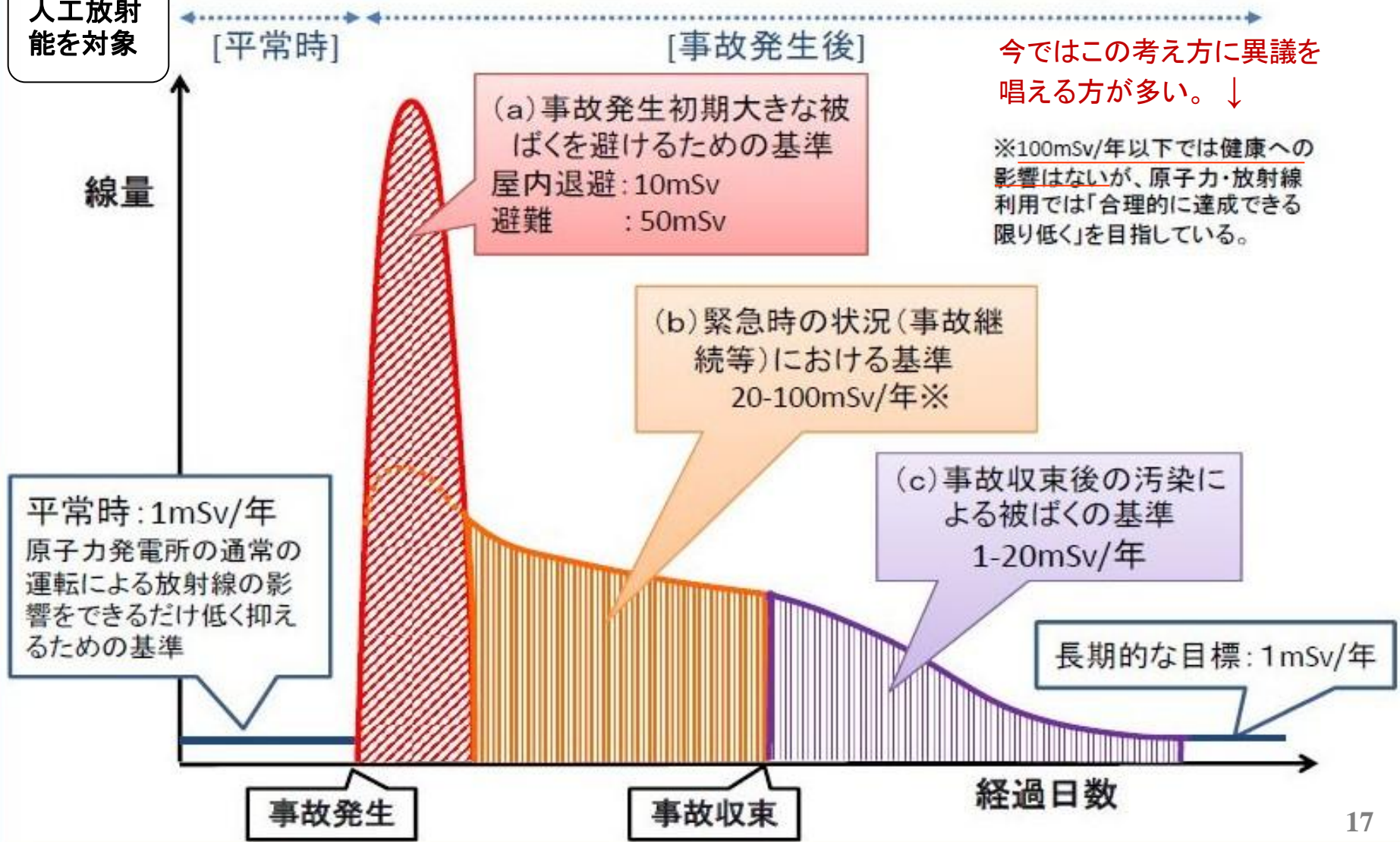
内閣府に所属し、①基本的な考え方の提示 ②安全審査の指針作り を担当

放射線防護の線量の基準の考え方

人工放射能を対象

今ではこの考え方に異議を唱える方が多い。↓

※100mSv/年以下では健康への影響はないが、原子力・放射線利用では「合理的に達成できる限り低く」を目指している。



<参考> 放射性物質の強さ（崩壊数／秒）Bq/s

時間(t)における放射性物質の原子数

$$n = \frac{\log_e 2}{T} \times \left(N_A \times \frac{m(t)}{M} \right)$$

n: 1秒間の崩壊数(個/s) Bq/s T: 半減期(s)
N: アボガドロ数(個/mol) M: モル質量(g/mol)
m(t): 時刻 tの放射性物質の質量(g)

(注①)アボガドロ定数:ある物質 1 mol の中に含まれている原子または分子(構成要素)の総数を意味する
(注②)mol:アボガドロ数個の原子(または分子)などをひとまとめにしたもの

セシウム137を事例に仮に線量が 500 Bq とした場合の質量を計算してみる。

上記の式に、夫々の数字を入力する。

$$n=500 \quad T=9.46 \times 10^8 \quad \log 2=0.693 \quad N=6.022 \times 10^{23} \quad M=137$$

下記の通り、夫々の数字を入力する。

$$500 = 0.693 \div (9.46 \times 10^8) \times (6.022 \times 10^{23}) \times m \div 137$$

これを解くと

$$m = 1.55 \times 10^{-10} \text{ g} \quad \text{つまり、500Bqのセシウム137 は} 1.55 \times 10^{-10} \text{ g の重さにすぎない。}$$

<参考>

放射性アイソトープの半減期と強さ

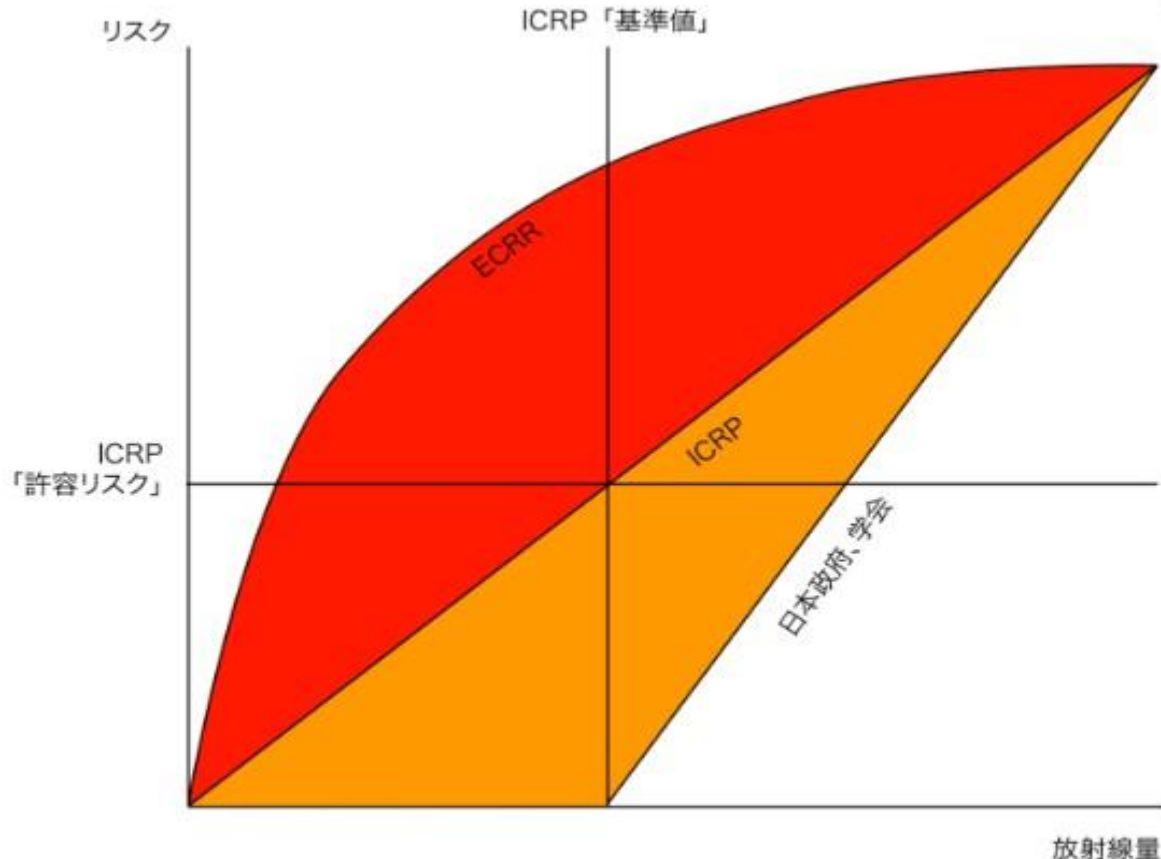
下記のデータは、1000Bqを与える放射性物質の量を求めたもの。

isotope	half life	K value	# of atoms to give 1 Bq	Quantity(gram) to give 1000 Bq
I-131	8 days	$1.00 \times 10^{(-6)}$	$1.0 \times 10^{(6)}$	$2.2 \times 10^{(-13)}$
H-3	12.3y	$1.78 \times 10^{(-9)}$	$5.6 \times 10^{(8)}$	$9.3 \times 10^{(-13)}$
Sr-90	28.8 y	$7.36 \times 10^{(-10)}$	$1.4 \times 10^{(9)}$	$2.0 \times 10^{(-10)}$
Cs-137	30 y	$7.33 \times 10^{(-10)}$	$1.4 \times 10^{(9)}$	$3.1 \times 10^{(-10)}$
Pu-239	$2.4 \times 10^{(4)}$ y	$9.16 \times 10^{(-13)}$	$1.1 \times 10^{(12)}$	$4.3 \times 10^{(-7)}$
U-235	$7 \times 10^{(8)}$ y	$3.14 \times 10^{(-17)}$	$3.2 \times 10^{(16)}$	$1.2 \times 10^{(-2)}$
U-238	$4.5 \times 10^{(9)}$ y	$4.88 \times 10^{(-18)}$	$2.1 \times 10^{(17)}$	$8.1 \times 10^{(-2)}$
Th-232	$1.4 \times 10^{(10)}$ y	$1.57 \times 10^{(-18)}$	$6.4 \times 10^{(17)}$	$2.5 \times 10^{(-1)}$

これからわかることは、半減期の短いアイソトープほど、少ない量で大きなBqを与えること。

例えば、プルトニウム(239)は、ウラン(238)の10万分の1の量で同等の放射能を出している。このため、プルトニウム(239)が非常に危険視される理由の一つ。

日本政府、ICRP、ECRRによるリスクモデルと見解の違い



日本政府、学会: 「ICRPの基準値以下は、被害はまったくないので安全」

ICRP: 「リスクは基準値以下でもあるが、合理的に達成出来る限り被曝量を最小限に抑える」
ALARA = As Low As Reasonably Achievable

ECRR: 「ICRPは内部被曝による長期間の影響を反映させておらず、リスクモデルのエラーがある

ICRP「線量限度」: ICRPが定めている線量限度。
実効線量はこの値を越えるべきではないとしている。

ICRPの斜め直線とECRRの曲線との間: ICRPが無視したリスク。
日本政府の斜め直線とECRR曲線との間: 日本政府が無視したリスク。
ECRRモデルに比べICRPモデルは、特に低線量領域のリスクを過小評価している。日本政府は、低線量内部被曝のリスクをさらに過小評価している。

このグラフからだけでも、空間線量率が低い地域、放射性物質の降下が相対的に少ない地域でも、健康リスクは高いことが分かる。

福島から聞こえてくる以上に神奈川や東京、千葉から健康被害の報告が相次いでいるのは、そのためだ。

関東の一部の地域に住む人を除き、放射能の怖さを侮っている人が多いから、健康被害は予想を越えるものになるはずだ。

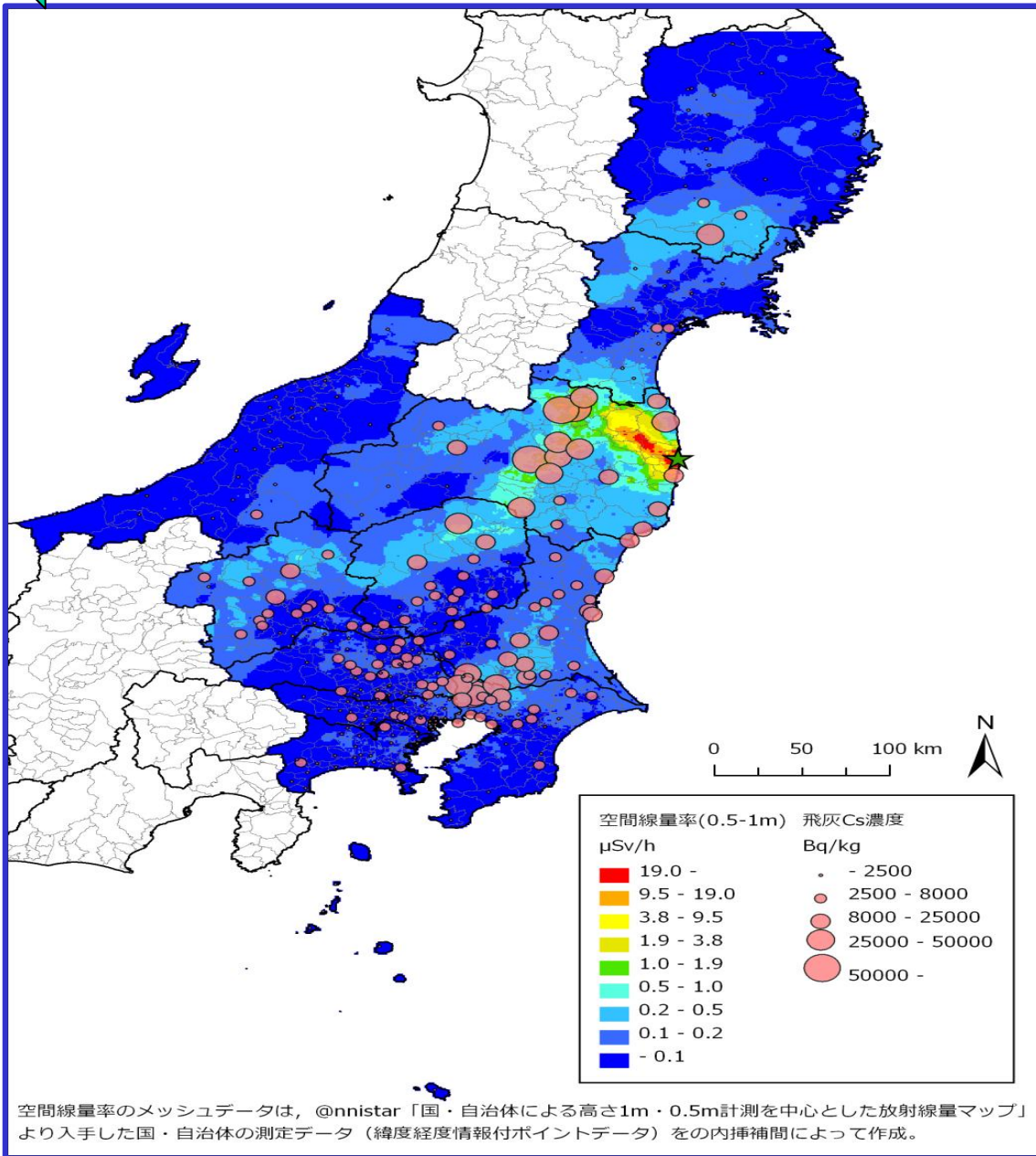
<参考>

ゴミ焼却炉飛灰と空間線量

国立環境研究所「放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分(技術資料 第二版)」より転載(93頁)

<東大の森口祐一教授がTwipicで公開>

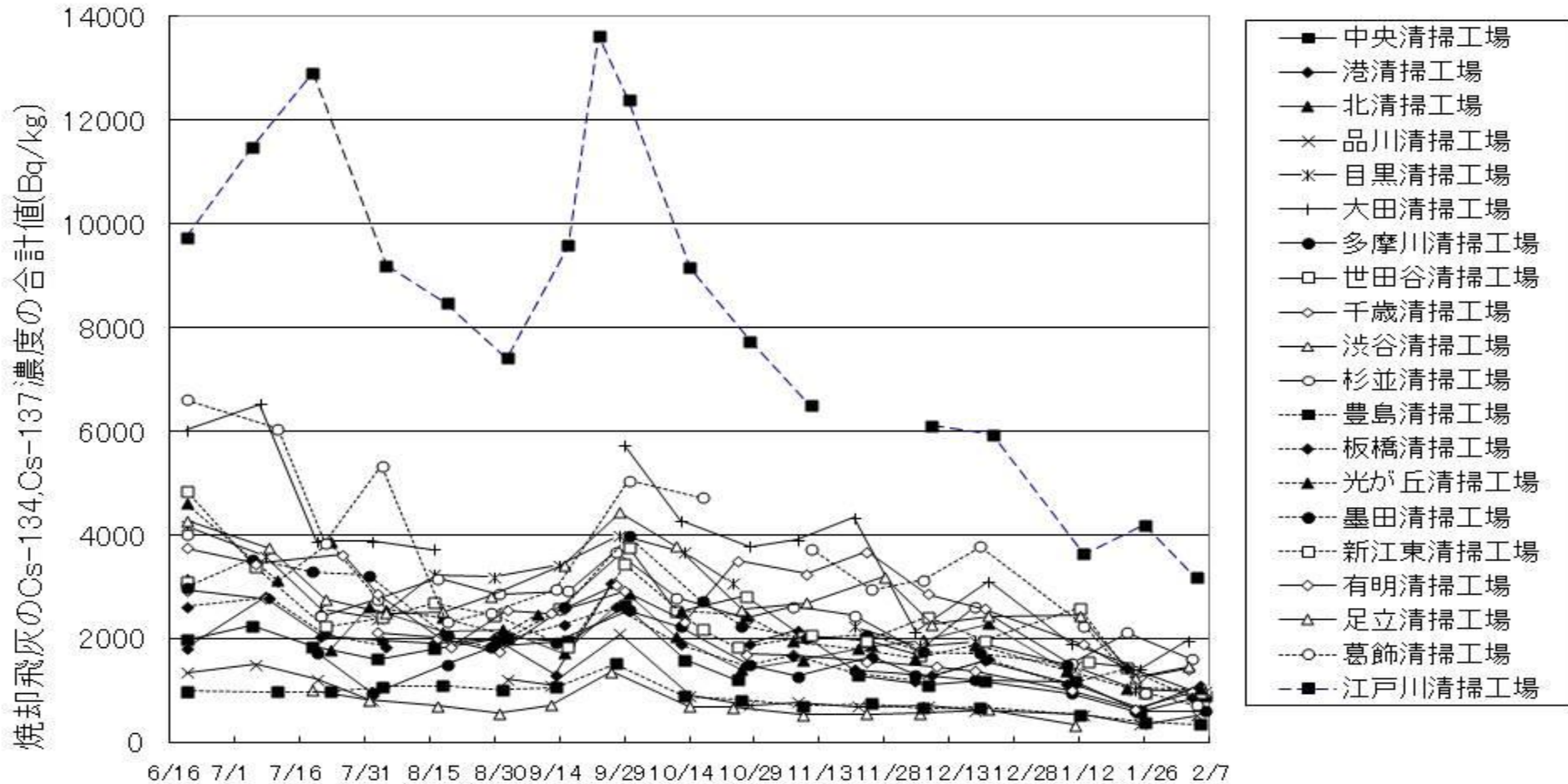
焼却飛灰および熔融飛灰の放射性セシウム濃度(2011年6-7月測定値、Cs-134とCs-137の合計)と空間線量率の空間分布



<参考> 東京23区清掃工場飛灰推移



<東大の森口祐一教授がTwipicで公開>



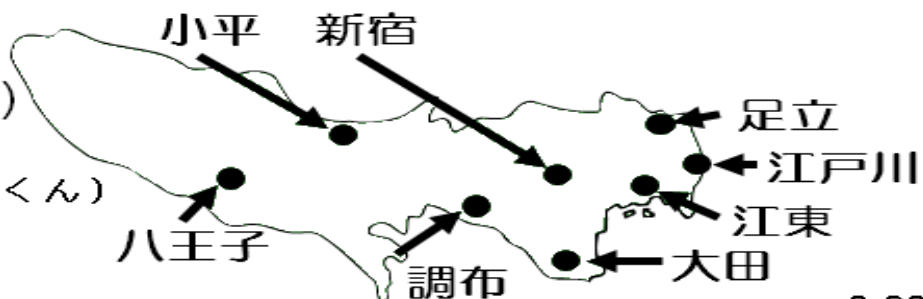
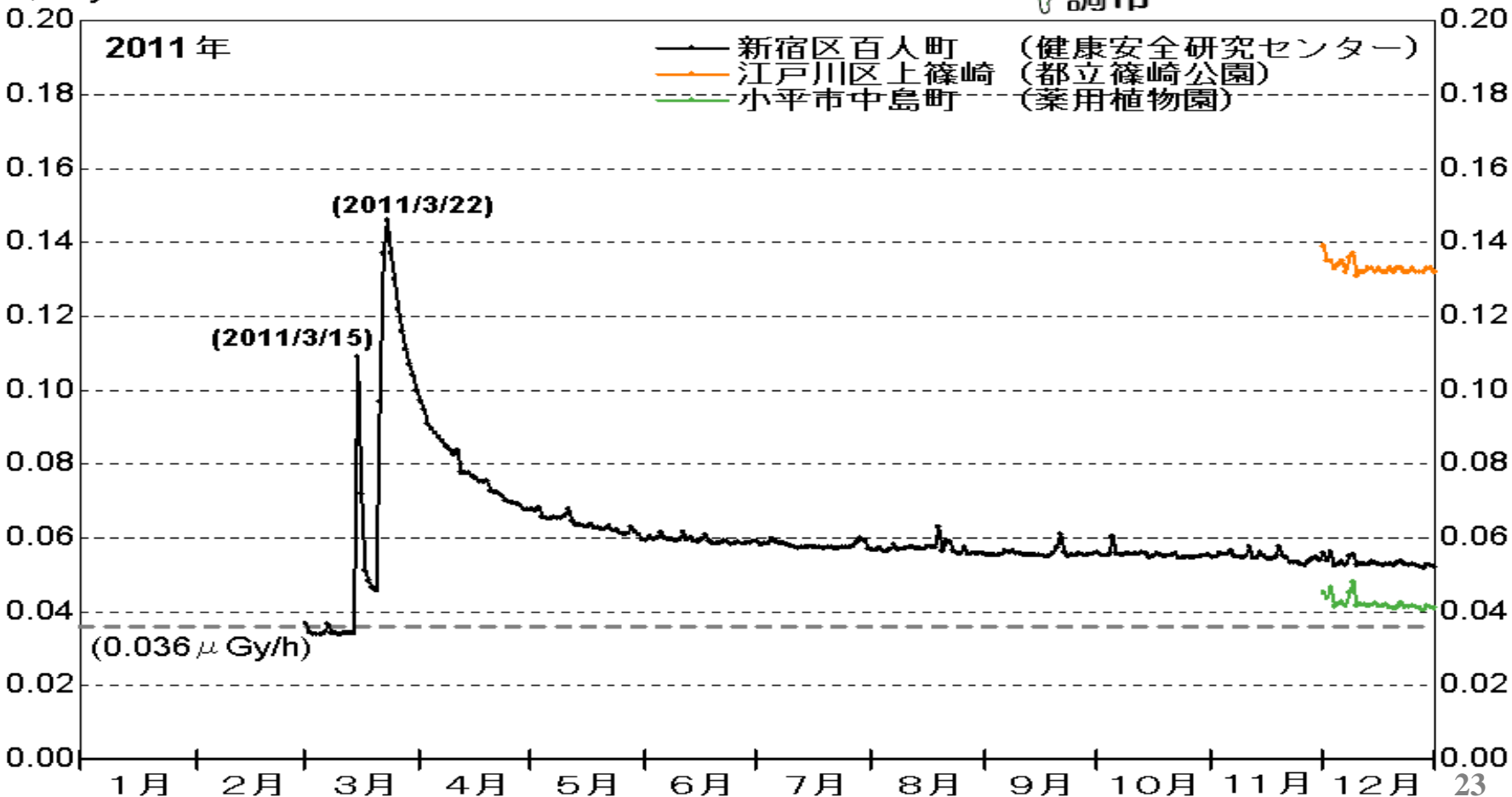
放射線測定結果 一日の平均値
(東京都健康安全研究センター測定分)

<http://monitoring.tokyo-eiken.go.jp/index.html>

東京都放射線(事故前10年平均-文科省はかるくん)

0.036 μ Sv/h

[μ Gy/h]



2012年東京都空間線量推移

放射線測定結果 一日の平均値
(東京都健康安全研究センター測定分)

<http://monitoring.tokyo-eiken.go.jp/index.html>

東京都放射線(事故前10年平均-文科省はかるくん)

0.036 μ Sv/h

[μ Gy/h]

0.20

2012年

- 新宿区百人町 (健康安全研究センター)
- 江戸川区上篠崎 (都立篠崎公園)
- 小平市中島町 (薬用植物園)
- 江東区青海 (産業技術研究センター)
- 大田区羽田空港内
- 足立区舎人公園 (都立舎人公園)
- 八王子市南大沢 (首都大学東京)
- 調布市西町 (調布飛行場)

(1/23雪)

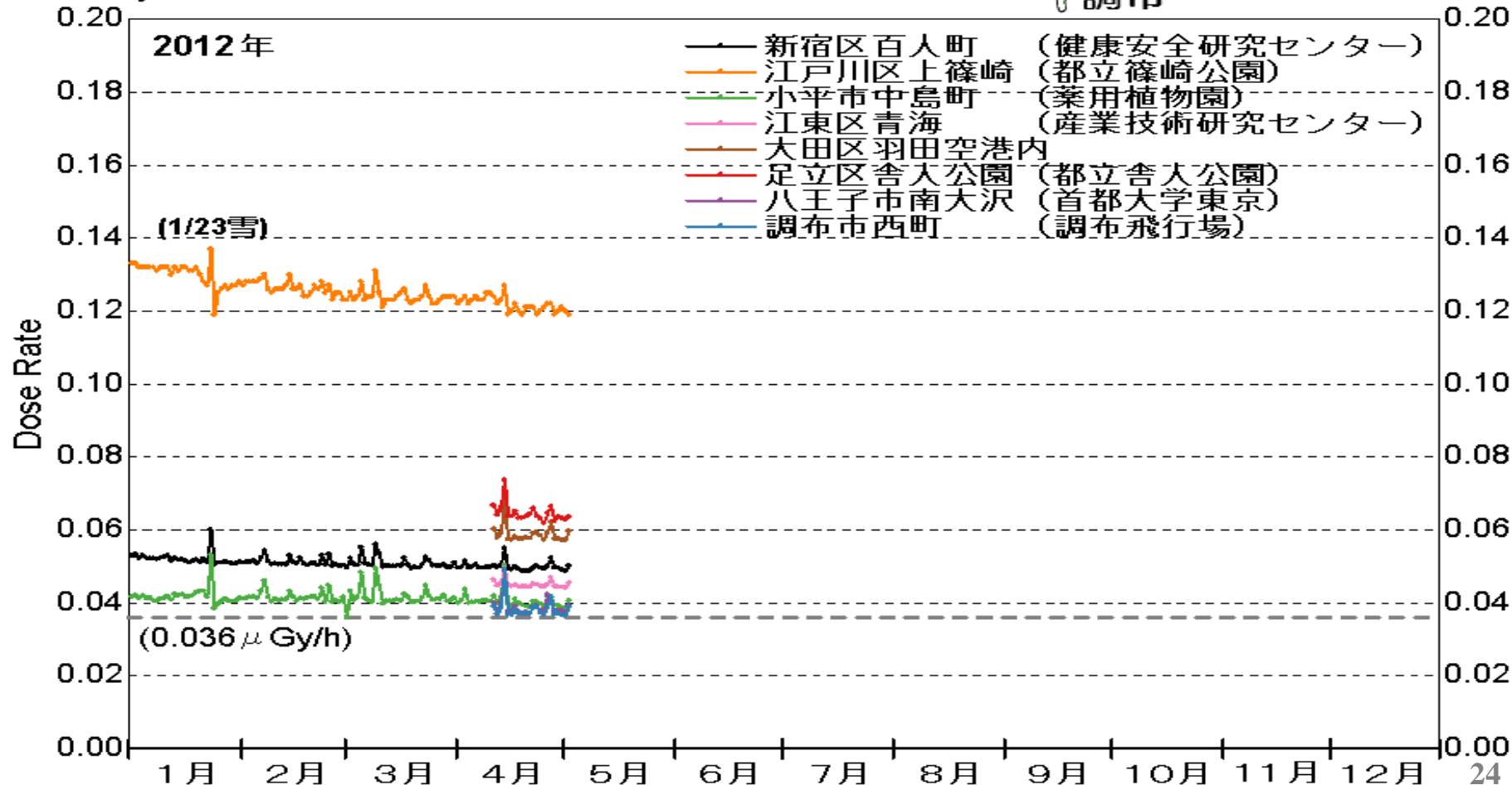
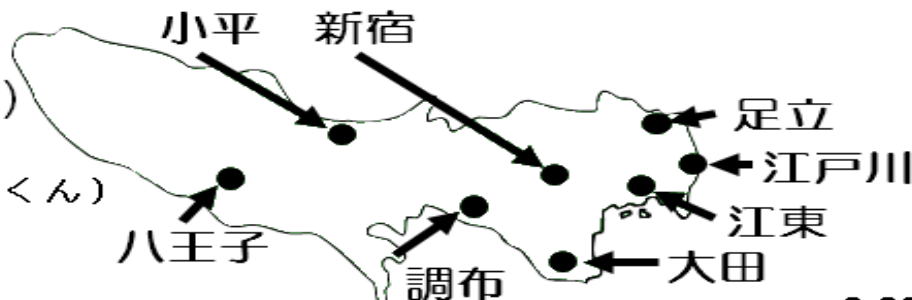
Dose Rate

0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00

0.20
0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00

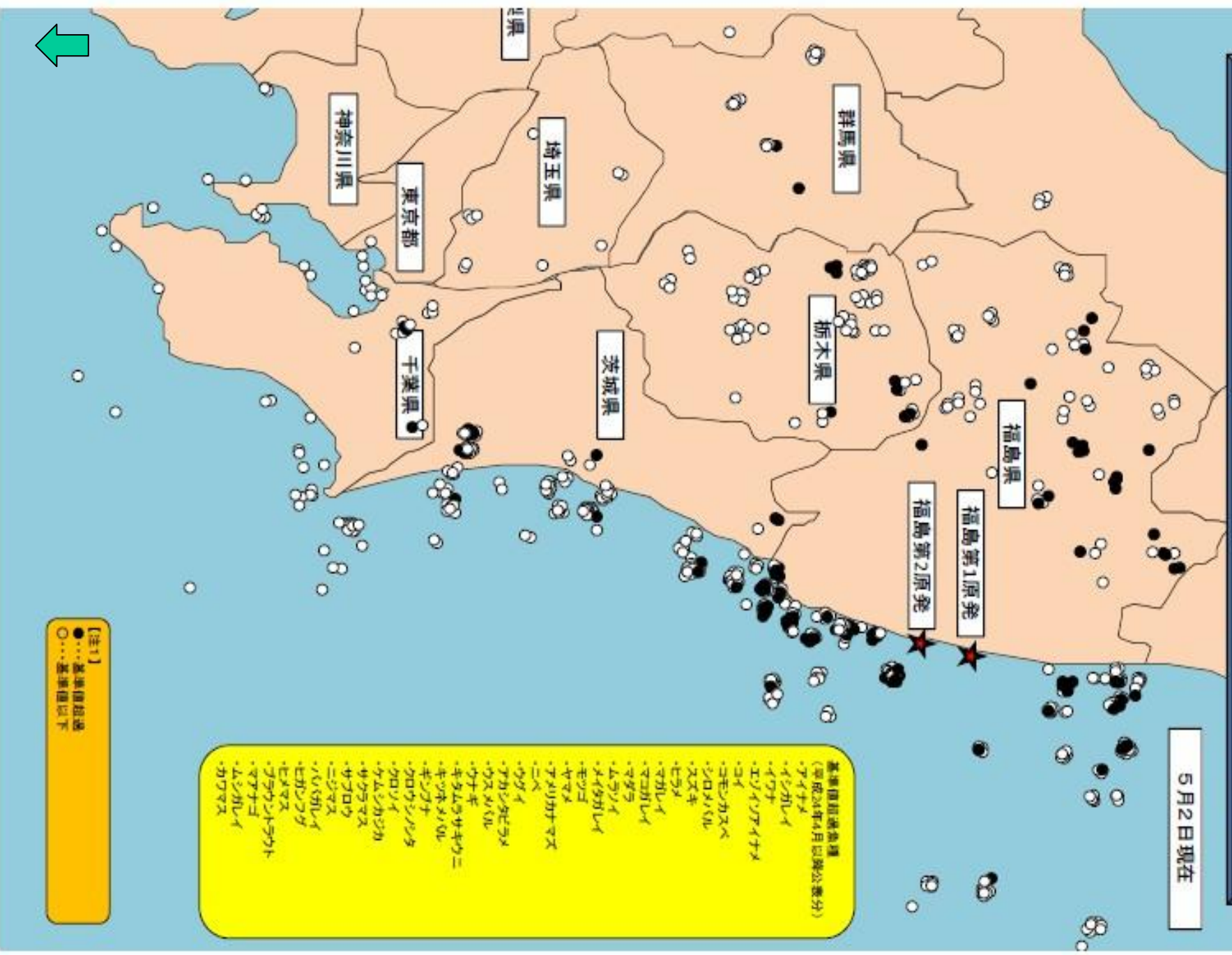
1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月 24

(0.036 μ Gy/h)



水産物の放射性物質調査の実施状況(その1)平成24年4月～

5月2日現在



基準値超過魚種
(平成24年4月以降公表分)

- ・アサギ
- ・イシガレイ
- ・イワシ
- ・エビ
- ・コイ
- ・シロカマス
- ・シロメノ
- ・スズキ
- ・ヒラメ
- ・マサシイ
- ・マコシイ
- ・メノシイ
- ・モツ
- ・ヤマメ
- ・アサヒカマス
- ・ニギ
- ・ウグイ
- ・アサヒカマス
- ・ウナギ
- ・キタノササキ
- ・キタノメノ
- ・ギョウギ
- ・クロノシロ
- ・カマシロ
- ・サケマス
- ・サワロウ
- ・ニシマス
- ・イシガレイ
- ・ヒメマス
- ・アサヒカマス
- ・アサヒ
- ・ムシガレイ
- ・カマス

【注1】
●...基準値超過
○...基準値以下

生体の防御機能はあるが、 完全ではないから**がん**がおこる

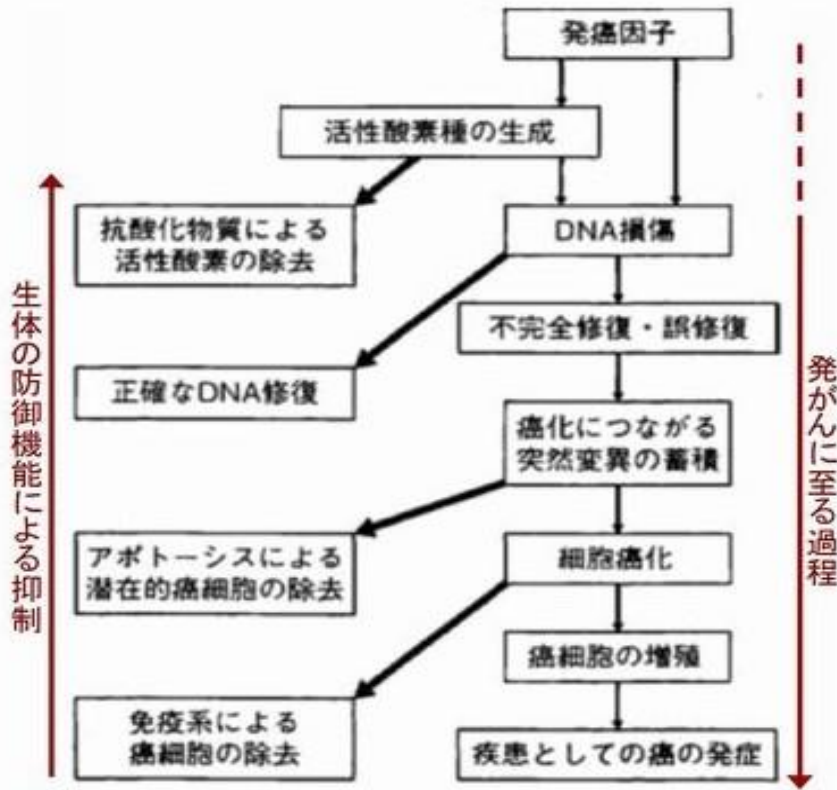


図5 発癌に至る過程と、生体防御機能によるその抑制

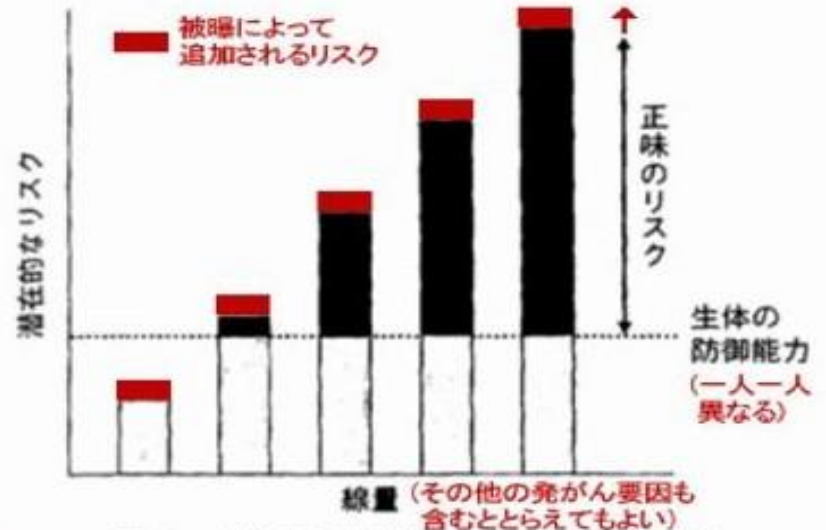


図6 生体の防御能力によるリスクの軽減 (但し、死因のなかでがんが多数を占めるのは正味のリスクがあるため)

酒井一夫: 放射線防護の考え方と実際の健康影響, 医学のあゆみ12月3日号, 特集: 原発事故の健康リスクとリスク・コミュニケーション(2011)の図を改変

原発事故による放射性物質のひろがりと被ばく



出所:「よくわかる原子力」原子力教育を考える会

参考: [赤いつぶつぶ 福島県川内村のミミズからセシウム検出](#) (毎日 12-02-06)
[森林内の放射性物質の分布状況](#) (森林総合研究所 11-08-08)
[飯館村のカヤの放射性セシウム](#) (日本原子力研究開発機構)

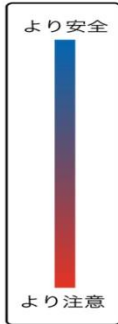
放射能を取り込みやすい食べ物など

放射能を取り込みにくい食べ物・取り込みやすい食べ物

最終更新日：2011 / 05 / 17

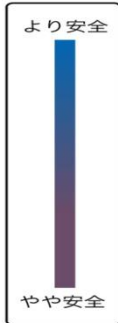
http://www.creatorsbank.com/portfolio/works/?id=akari_hon&work_id=168913

野菜



りんご（ペクチン）は放射性物質の排出に役立つとのデータあり。安全な地域のりんごを積極的に食べましょう。

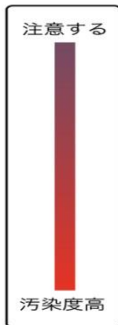
果物、その他



ブルーベリー、クランベリー、こけももなど、ベリー類は放射能を取り込みやすいですが、栽培環境にも大きく依存します。

ブルーベリー クランベリー

汚染されやすい食物



牛乳など、乳製品は乳清より少し危険度は下がりますが汚染されているとみられる地域のものは避けましょう。特に子ども、女性、妊婦さんなど。乳がんにも注意。

ヨーグルトの上澄みなど（乳清）カルシウムを摂取することは放射性物質の排出に大きく役立ちます。乳清は避け、出来る限り安全な地域の乳製品、小魚、カルシウム剤を摂取するように心がけましょう。

基本参考資料：ベラルーシの部屋ブログ様 <http://blog.goo.ne.jp/nbjc> 他まとめ
イラストデザイン：@akarihon（本谷あかり）イラスト制作協力：@alwaysbeesug（吉岡しほり）：クボトモコ




NHK G

知られざる放射能汚染

～海からの緊急報告～

当初、保安院は魚類への影響は少ないと明言していた



魚とか海藻などの海洋生物に取り込まれるまでには相当程度 薄まると考えられる

原子力発電
系統

原子力安全・保安院 会見

原子力安全・保安院

原発前の海の汚染は？

- 海面: $0.06 \mu\text{Sv}$
- -13m: $0.18 \sim 2 \mu\text{Sv}$
- 海底土: $4,520\text{Bq/Kg}$ (汚染の高い場所)
※事故前の周辺値に対して約15,000倍

【汚染例】

海底土 304Bq/Kg → ゴカイ(泥の中に住む生物) 130Bq/Kg →
ナメタガレイ 316Bq/Kg

※一度別の生物に捕食されても、次の生物に捕食されたら、元の海底土の汚染がほぼ100%移行したのと同じ係数になる。

■同じ海域で摂れた魚の値

メバル: $2,300\text{Bq/Kg}$ アイナメ: $1,400\text{Bq/Kg}$ コモンカスベ: $1,700\text{Bq/Kg}$

●海底土が汚染していれば、魚の汚染はずっと続く

海底の高汚染と生体濃縮

魚はこうして
汚染される

NHK G



ゴカイ 130



ナメタガレイ 316



海底土 304

(ベクレル/kg)

福島原発20km圏:2011年11月下旬の調査

20キロ圏
汚染の実態は

NHK G

20キロ圏

海底土のセシウム

- 500 以上
- 300 ~ 499
- 100 ~ 299
- 99 以下

ベクレル/kg

河川から発生する沿岸流

- 太平洋に流れ込む河川は、北半球では時計回りに流れを形成し、一旦川から海に流れ出た流れが南下しながら陸地に引き戻される。
- この現象により、汚染が沿岸からなかなか離れず、海域の底に汚染が沈殿して溜まっていく恐れが懸念される。
- 特に一級河川の出口付近は、注意が必要と思われる。

河川から発生する沿岸流



- この影響で、岡野真治さんの調査によれば、千葉県沿岸は、海底土300～380Bq/Kgの汚染地帯があり、原発20Km圏内と同程度の汚染数値なため注意が必要。
- この事により、距離が遠く離れていれば、汚染は薄まるという論理は、海には到底応用し難く、潮流や海流の動き、海底の深度や砂地なのか岩場なのかなど、あらゆる海の条件を考慮に入れて注意点を浮き彫りにしていかなければ、汚染度の理解は容易ではない事が明らか。

原発より距離が離れても汚染が薄まることはない

NHK G



112 (12月)

銚子沖

湖や沼地の汚染は要注意！

- 魚の汚染で、注意が必要なのは湖沼。湖沼はセシウムのフォールアウト後、その閉鎖性により、生体循環によってセシウムが外に出て行かない構造となっている。

【群馬県・赤木大沼の場合】

- 湖底土：950Bq/Kg(20Km圏内と同じ)
湖底土深さ20cmまでセシウムを検出←除去が不可能。
- プランクトン(寿命は数週間)：296Bq/Kg

※プランクトンを魚が食べ、その魚の死骸をまたプランクトンが食べてしまうため、生体濃縮が起こっているものと考えられる。

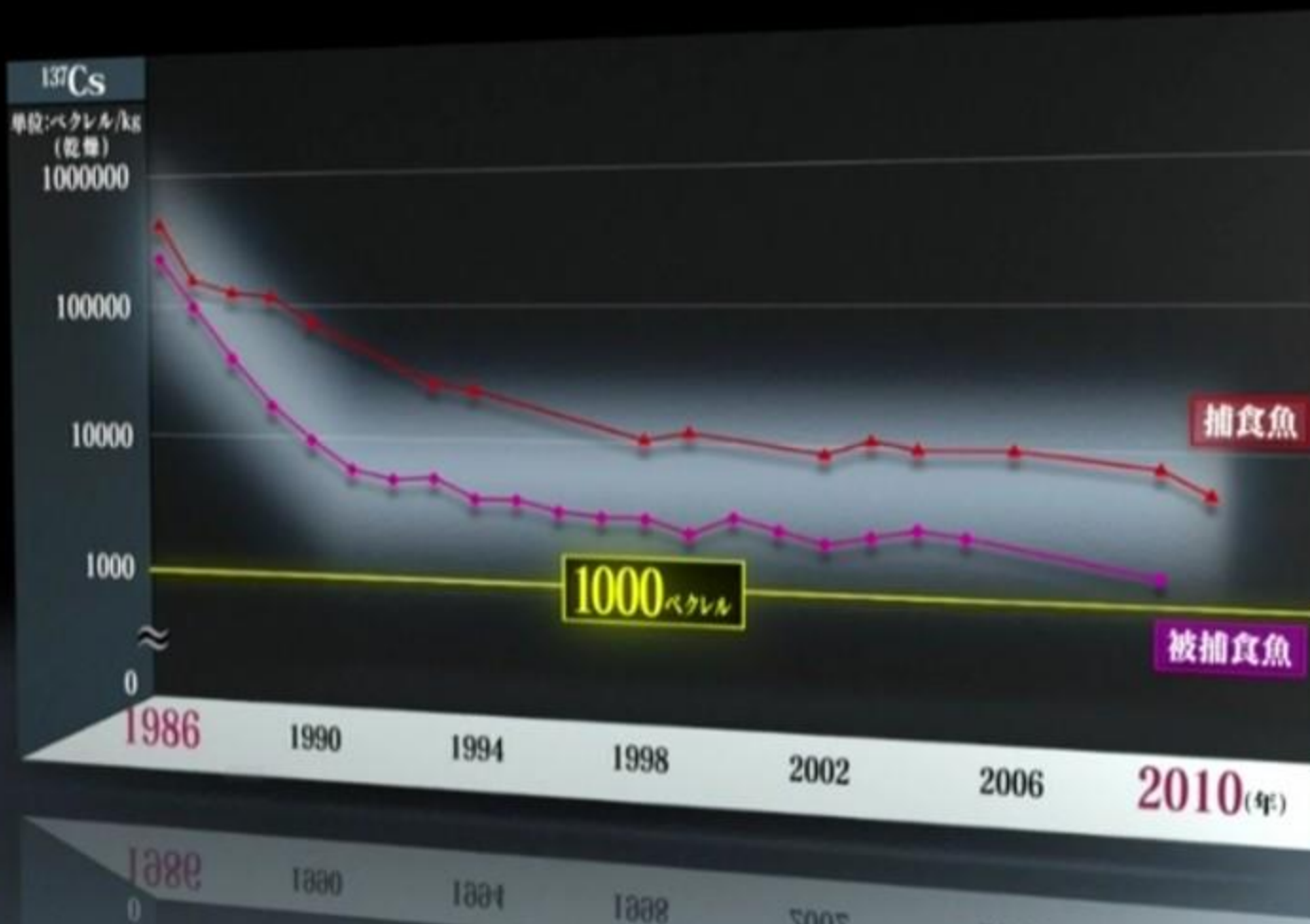
※生体濃縮＝生態濃縮＝生物濃縮

湖沼23か所で魚からセシウムが検出された

NHK G

魚からセシウムが検出された湖沼
23か所

ウクライナ国立放射線監視センターで淡水魚調査



センターでは事故後～現在まで調査しているが、セシウム値が中々下がらない

東京湾の汚染の実態

- 東京湾には、首都圏及び関東平野に降り注いだ放射性物質が溜まる。
- 海に出て行く前に、淡水と海水が混ざる河口付近は「凝集現象」が起き、沈殿してセシウムが溜まってしまふ。
- 海の塩分が、泥を団子状に吸着して、河口付近やごく近海の底へとセシウムを運んでしまふ。
- 江戸前の魚介類が高濃度の汚染にさらされている可能性が高い。

東京湾
汚染の実態は

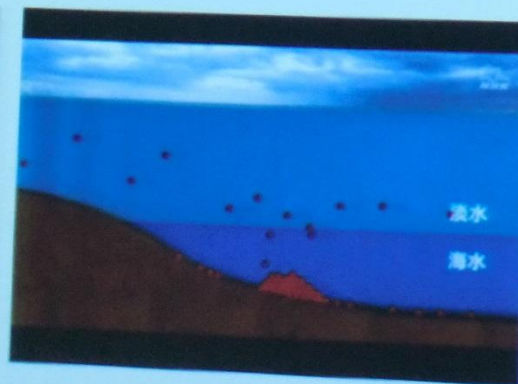
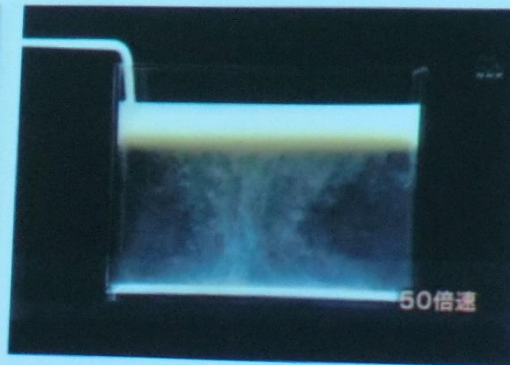
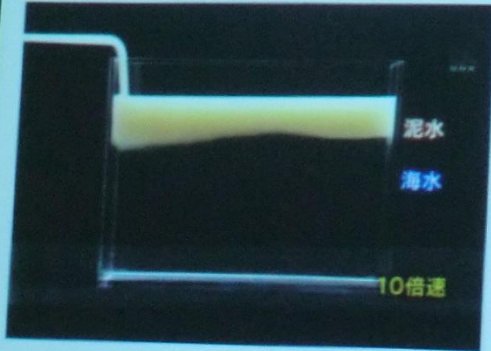
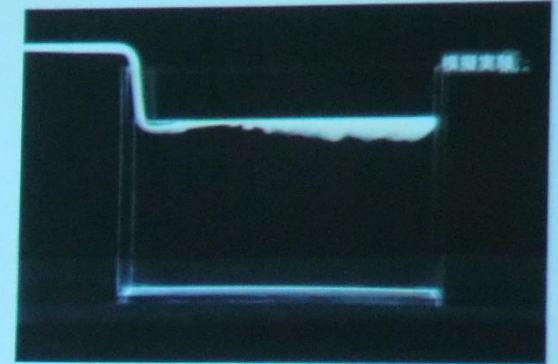
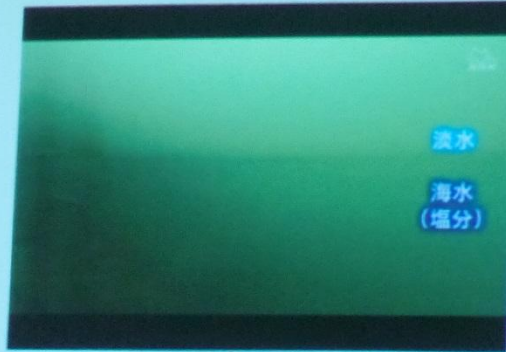
NHK



凝集現象

とは？

【模擬実験】



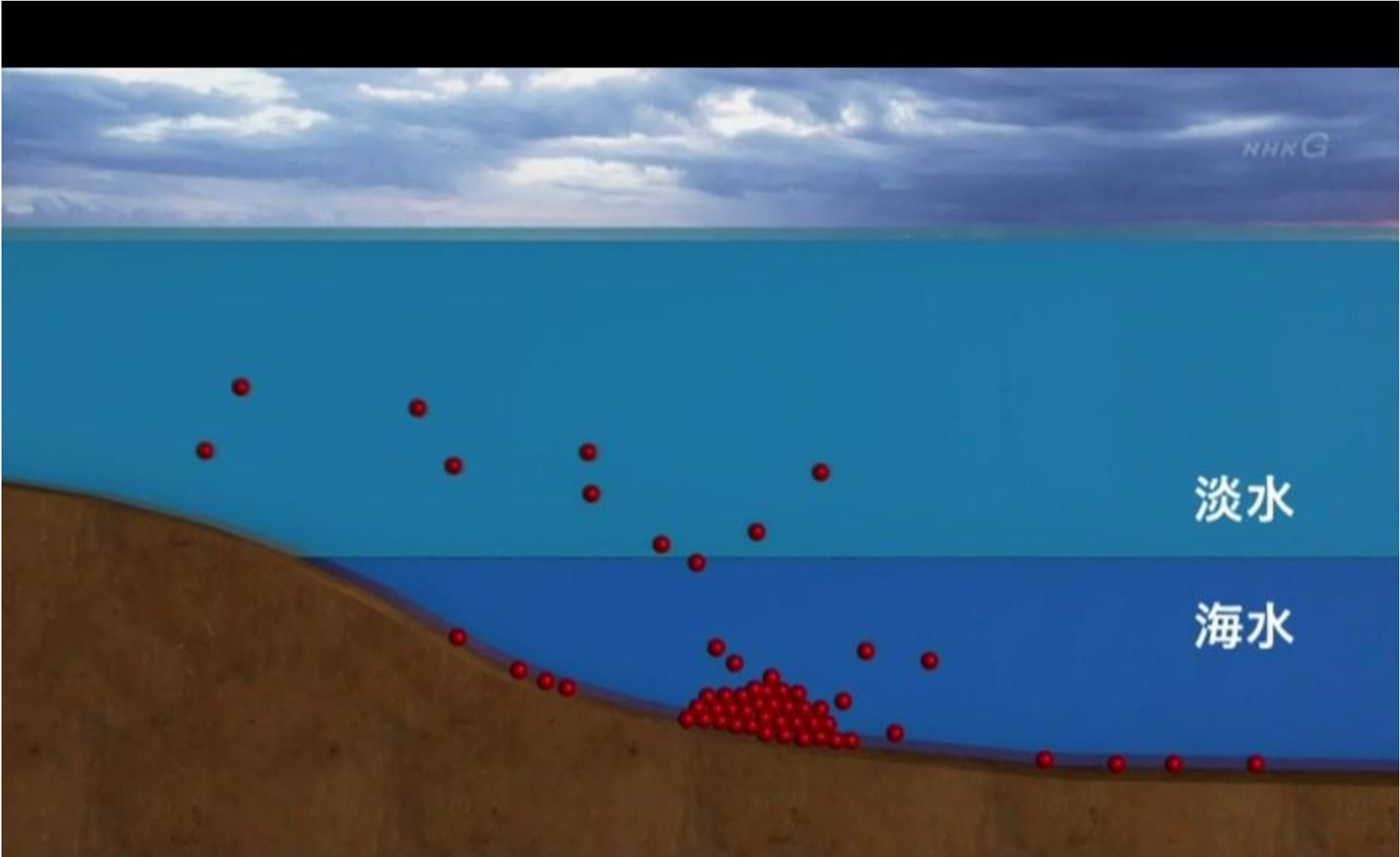
東京湾の一級
河川に既に
現象となって
現れている！

凝縮現象：セシウムは河口付近で凝縮し底に沈む

NHK G

淡水

海水



移動する
ホットスポット

1623ベクレル/kg

河口から8km

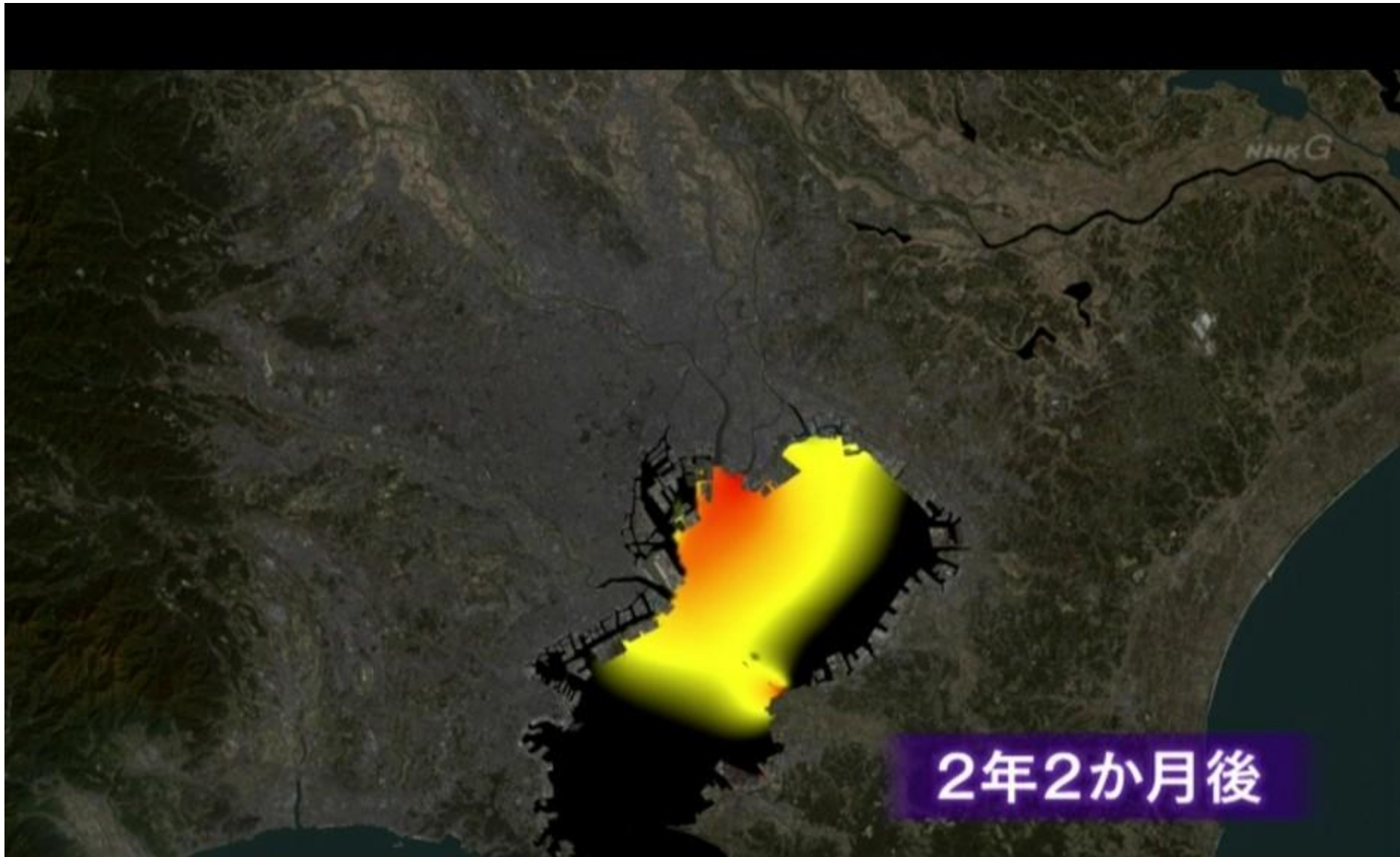
872ベクレル/kg

川底土のセシウム

- 500以上
- 300～499
- 100～299
- 99以下

ベクレル/kg

2013年5月頃の東京湾汚染



水産庁：水産物の放射性物質検査に関する基本方針と実施

海産魚介類の放射性物質検査の実施の概要



<http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/110506.html>

水産庁のプレスリリース：平成23年5月6日

(2) 広域回遊性魚種(カツオ、サバ、サンマ等)

検査は関係業界団体及び水揚地となる道県と協力して行う(特に漁場北上に伴う検査体制については業界等と調整中。また、北部太平洋まき網漁業協同組合連合会所属の試験操業船「北勝丸」の活用も図る)。

(ア)カツオ

伊豆諸島、房総沖での漁場形成(5月中旬頃)以降、原則週1回の検査を実施(水揚げが想定される千葉県内の漁港(銚子及び勝浦)でサンプリングを実施)。

福島県沖(通常240～320キロ程度沖)で漁場形成が予測される場合(6月上旬頃)、試験操業船による事前のサンプリングを実施。分析の結果を踏まえて同漁場での操業の実施を判断。操業を継続する場合は、原則週1回のサンプリングを水揚港において実施。

宮城県以北に漁場が形成される場合も原則週1回の検査を実施。

(イ)イワシ、サバ類

千葉県沖に漁場が形成されている間は、水揚げが想定される千葉県内の漁港(銚子)でサンプリングを継続。

茨城県沖での漁場形成が予測される場合(5月)、茨城県の協力を得つつ同県水産試験場の調査船によりサンプリングを実施。分析の結果を踏まえて操業の実施を判断。操業を継続する場合は、原則週1回のサンプリングを水揚港で実施。

福島県沖で漁場形成が予測される場合(6月頃)、試験操業船によるサンプリングを実施。分析結果を踏まえ、上記と同様の対応をとる。宮城県以北に漁場が形成される場合も原則週1回の検査を実施。

(ウ)サンマ、サケの南下群

夏以降、原則週1回の検査を実施。

水産物の出荷制限など

◆東日本太平洋における水産物の出荷制限・操業自粛等の状況

http://www.jfa.maff.go.jp/j/kakou/hyouzi/kisei_kekka.html

◆水産物の放射性物質調査の結果について～3月18日更新～

<http://www.jfa.maff.go.jp/j/housyanou/kekka.html>

・海面における出荷制限

・内水面における出荷制限や採捕自粛等の状況

水産庁「水産物の放射性物質の調査結果」を 読み解いてわかる事

- 福島県沖の水産物は、2年が経過しても高い汚染が検出される。
- 汚染は茨城県沖あたりまでが深刻。神奈川県より南には高い汚染は今のところ見当たらない。
- 各地の湖沼で、淡水魚の高い汚染あり。アユ、ヤマメ、ワカサギ、ウグイ、イワナなど。原因として前述の他に、コケ類を食する事があると思われる。また、東京都を初め群馬や栃木などの山間部でも、各河川に住む淡水魚が影響を受けており、見過ごす事が出来ない。
- 底魚と呼ばれる、アイナメ、イシガレイ、シロメバル、コモンカスベ、ヒラメ、アカムツ、クロウシノシタ、クロソイ、カサゴ、マダラなどの汚染が深刻である。
- ナマコ、アサリ、ムラサキイガイ、エゾアワビ、キタムラサキウニ、ザリガニ、エビ類などの無脊椎動物の汚染が深刻である。海底に生息しているためと思われる。ワカメ、ヒジキなどの海藻類も高汚染種。
- 加工品でも、ウニやワカサギ、乾のりでは産地によって高い値が出ている。
- ブリやサバなどの回遊魚では、広い地域で汚染がみつまっている。やはり汚染地を回遊して、全国に広がっていると判断せざるを得ない。

魚選びの4つの指針



- 福島第一原発付近の魚は要注意！
- 底魚(そこうお)と言われる魚、海の底に生息する貝類、甲殻類は要注意！
- 川魚は種類によって要注意！
- 回遊魚はとりあえず危険性を疑うべし！

※回遊魚・・・回遊性魚類。定まった季節または時期に、広い範囲のほぼ一定の経路を移動する魚。イワシ、サバ、サンマ、カツオ、アジ、サケ、マグロなど。

- 魚は、えらや内臓を取ってよく水洗いした状態で検査する事が決められている。セシウムは内臓に蓄積するので、発表された数値より実際ははるかに高いと認識すべし。購入する際も、調理する際も、汚染部分を除去するように注意！

被曝予防に花粉マスク有効 セシウム通さず 東大実験

<http://www.u-tokyo.ac.jp/public/pdf/20120316.pdf>

朝日:2011-12-2

花粉用マスクをつければ、浮遊しているセシウムをほとんど吸い込まずにすみ、内部被曝(ひばく)量を減らせるとの実験結果を、東大アイソトープ総合センターなどがまとめた。30日に横浜市で開かれた日本放射線安全管理学会学術大会で発表された。

同大の桧垣正吾助教は、福島第一原発事故直後の3月15日午後3時から翌日午前9時までの18時間、東大本郷キャンパスで、市販されている不織布の立体型マスクを着用した。

花粉やほこりに付いて、空中を浮遊している放射性物質と、マスクに付着した放射性物質の量などを調べた。この結果、花粉用マスクで、セシウムのほぼ全てを吸い込まずにすむことが確認された。マスクに付着した放射性物質の量から換算すると、仮にマスクをせずに体内に吸い込んでいけば、内部被曝は9.3マイクロシーベルトに相当していた。

来春、スギ花粉からセシウムが検出される可能性も指摘されており、林野庁は今秋から実態を調べている。桧垣さんは「除染の際も、放射性物質が舞い上がる可能性がある。気になる人は、マスクを着用すれば防げる」と話している。

マスクに付着した放射性セシウム

東大アイソトープ総合センター
桧垣助教 2012-3-16 記者発表

不織布製花粉用マスクに捕集される
スギ等の花粉に含まれる
放射性セシウムの定量分析

東京大学アイソトープ総合センター
桧垣正吾

調査の背景

- ❖ 昨年3月、福島第一原子力発電所の事故に伴って環境中に多量の放射性物質が放出された
- ❖ その際に、花粉用マスクによる放射性物質の防護効果を確認し、結果は昨年11月30日の日本放射線安全管理学会で報告した
- ❖ 事故から1年が経過したが、半減期が長い放射性セシウム (^{134}Cs : 約2年、 ^{137}Cs : 約30年) による被ばくが未だに懸念されている

昨年の花粉・エアロゾル



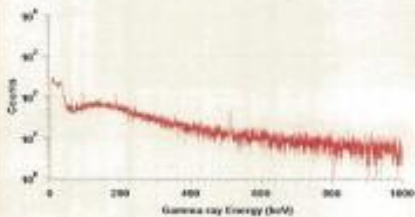
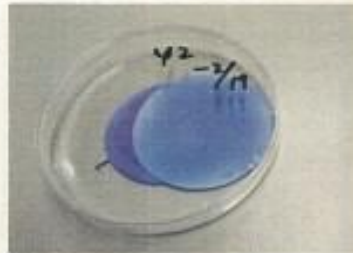
今年懸念されている花粉



マスクに付着した放射性セシウム

集塵したフィルターを再度放射能測定：Ge半導体検出器

- ◆ 花粉26個を含む
- ◆ 測定時間：6時間
- ◆ 検出下限： ^{134}Cs : 0.2Bq、 ^{137}Cs : 0.2Bq



検出下限以下

吸引後のマスクを再度放射能測定：Ge半導体検出器

- ◆ 福島県最大値の方

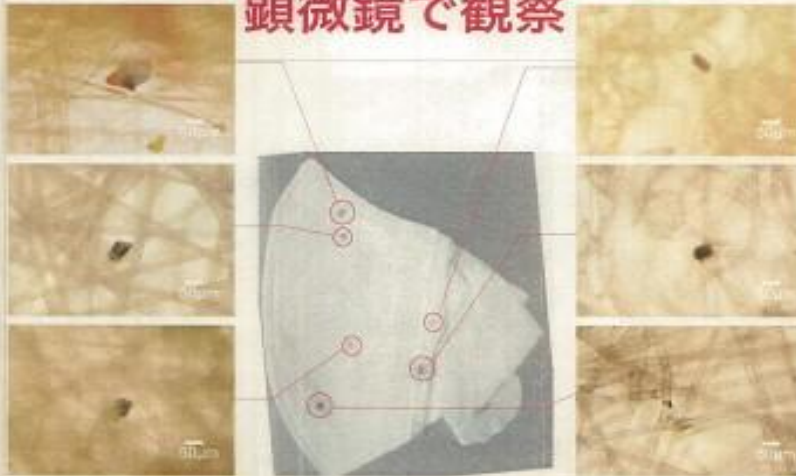
(再掲) 1週間分

核種	数量 (Bq)
Cs-134	1.73
Cs-137	2.52
合計	4.3

核種	数量 (Bq)
Cs-134	0.81
Cs-137	1.10
合計	1.9

- ◆ 最多のスポットがある1枚のみ測定
- ◆ 測定時間：6時間
- ◆ 検出下限： ^{134}Cs : 0.2Bq、 ^{137}Cs : 0.2Bq

吸引後のマスクを再度顕微鏡で観察



今後の計画

- ◆ 調査を継続し、期間全てのマスクに関して付着した放射線量と花粉量の測定を行う
- ◆ 最終的な結果の公表時期は、現在検討中である

放射性物質を減らす調理のコツ

放射性物質を減らす調理のコツ

市場に出まわっている食品は、国による放射性物質の暫定基準値以下となっていますが、自家栽培の野菜や海・川で釣った魚に問題がないか、心配な方もいるのではないでしょうか？そこで、食品に含まれているかもしれない放射性物質を減らす調理法をご紹介します。

1 野菜や果物類は、外葉や皮を取り除き、ていねいに水洗いを

放射性物質が付きやすい外側の部分は取り除きましょう。また、放射性セシウムは水に溶けやすいため、しっかり洗うことで大部分を除去できます。

①土や大気にもれた部分を捨てる

キャベツは外葉を3~4枚捨てる
カブや大根の葉は捨てる
ネギの青い部分は捨てる

②きれいな水(温水)で洗う
③根菜類は皮をむいた後も洗う
④表面に傷や割け目があるものは包丁で取り除く

※葉や割け目には放射性物質がたまりやすいため。

2 魚は煮魚や照り焼きに

放射性物質がたまりやすい頭や内臓、骨などはしっかり取り除きましょう。調理法としては、煮魚や照り焼きがオススメです。

※調理後の煮汁や揚げ汁は使わずに捨てましょう。

①頭、内臓、骨を取って捨て、骨だけを流水で洗う



②煮魚や照り焼きにする



③から揚げや南蛮漬け、しらす和えなど、丸ごと食べる調理法は避ける

3 肉は煮たり漬け焼きにするのがオススメ

肉はよく煮ることで、大部分の放射性物質が煮汁に染み出します。焼く場合も、事前に少し煮るとよいでしょう。内臓や骨は、放射性物質がたまりやすいのでご注意ください。



①何回もゆでこぼす
②煮る場合、煮汁は捨てる
③焼くときは、少し煮てからフライパンで焼く
④肉の骨を使っただし、スープは避ける

4 きのこと類はゆでこぼして食べる

きのこは水でよく洗った後、水を何回か取り替えながらゆで、表面の水分部分に蓄積されやすい放射性物質を煮汁に染み出させましょう。



①しっかり水洗いして、表面の土や汚れを取り除く
②水を何回か取り替えてゆでる
③乾燥きのこは、煮る前に長時間水に浸しておく

http://www.c-scskyousai.or.jp/member/07_dayori/703/pdf/column_1112_2.pdf

セシウムは水に溶ける性質がある！

○よく水洗いする

○皮をむく
(泥を落とす)

○ゆでこぼす

○水にさらす

公共財団法人 原子力環境整備・資金管理センター
「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」

<http://www.rwmc.or.jp/library/other/kankyo/>

予備
