

# 放射性物質に関する 食品の基準等

国立保健医療科学院  
生活環境研究部  
寺田 宙

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 暫定規制値の 基本的な考え方

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 放射能汚染された食品の 取り扱いについて

- 東電福島第一原発事故に係る内閣総理大臣による原子力緊急事態宣言が発出（3/11）
- 食品衛生法の観点から**原子力安全委員会により示された指標値**を暫定規制値とした。

（食安発0317第3号）

※ 事故前には国内の食品中の放射性物質に対する規制値は設定されていなかった。

# 飲食物摂取制限に関する指標

- 原子力防災に関する原子力安全委員会の指針「原子力施設等の防災対策について」で策定（チェルノブイリ原発事故、JCO臨界事故の経験を踏まえ改定）
- **飲食物中の放射性物質が健康に悪影響を及ぼすか否かを示す濃度基準ではなく、緊急時における防護対策の一つとしての飲食物制限措置を導入する際の目安とする値**
- 防護対策を導入すべきかどうかの判断基準：  
実効線量 **5 mSv/年**（国際機関等の考え方に基づく）

# ICRPの放射線防護 に対する基本的考え方

- 行為の正当化：放射線被ばくを伴う行為はそれによる損失に比べて便益の方が大きい場合でなければ行ってはならない
- 防護の最適化：経済的および社会的要因を考慮して**合理的に達成できるかぎり**被ばくを抑える  
(As Low As Reasonably Achievable)
- 線量限度：職業被ばくおよび公衆被ばくにおける個人の線量の制限（公衆の線量限度：**1mSv/年**）

# 直線しきい値なし仮説

- 100mSv程度以下の低い線量では被ばくによる発がんの疫学的に有意な増加は認められていないが、防護の観点から**低線量の被ばくにおいても線量とがんや白血病の発生確率は比例すると仮定**

# 放射線緊急時における 介入線量レベル（ICRP）

上限値：対策が常に必要とされる線量レベル

下限値：これより低いレベルでは対策が正当とされないレベル

- ・ 事故後最初の1年間における想定線量

上限レベル50mSv、下限レベル**5mSv**

→ 任意の1種類の食料品に対してほとんどいつでも正当化される介入レベルは10mSvと改定（1992年）

# 放射線緊急時における 介入線量レベル（WHO）

- 食品の流通の規制に関する介入レベル

実効線量：**5mSv**

（ヨウ素については甲状腺等価線量として**50mSv**）

- 5mSvの介入レベルが適用されると、個々の平均線量は5mSvよりかなり低くなる可能性があると結論

（人々は必ずしも汚染された食物だけを摂取するわけではない）



# 飲食物摂取制限に関する 介入線量レベル（日本）

放射性セシウム：**5 mSv/年**（実効線量）

放射性ヨウ素：**50 mSv/年**（甲状腺等価線量）

- ・高すぎる基準は大きなリスクを与える
- ・低すぎる基準は社会に混乱を与えかねない
- ・介入が正当化される必要がある



これらを勘案して設定

# 指標を設定する上で考慮すべき事項

被ばく線量は放射性物質の種類、食品中の放射性物質濃度、食品の摂取量により決まる。

考慮すべき事項は

- ・ 対象とする放射性物質
- ・ 放射性ストロンチウムの寄与（測定が困難）
- ・ 大人と子供の違い（食品の摂取量、代謝等）
- ・ 飲食物の分類と摂取量
- ・ 汚染された食品をどの程度摂取するのか

# 東電福島第一原発から 放出された放射性物質

Ba-140、Ce-141、Ce-144、Cm-242、**Cs-134**、**Cs-137**、**I-131**、I-132、I-133、I-135、Mo-99、Nd-147、Np-239、Pr-143、Pu-238、Pu-239、Pu-240、Pu-241、Ru-103、Ru-106、Sb-127、Sb-129、Sr-89、Sr-90、Te-127m、Te-129m、Te-131m、Te-132、Xe-133、Y-91、Zr-95 等

全てを規制の対象にするのは現実的ではない

→放出量、人体への影響を考慮して対象を選定

# 放射性物質の放出量 (PBq)

放射性物質	チェルノブイリ原発事故	東電福島第一原発事故
キセノン133	6500	11000
<b>ヨウ素131</b>	~1760	160
テルル132	~1150	0.76
ヨウ素133	910	0.68
ネプツニウム239	400	0.076
バリウム140	240	3.2
テルル129m	240	3.3
ルテニウム103	>168	0.0000075
ストロンチウム89	~115	2
<b>セシウム137</b>	~85	15

IAEA. "Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience"

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」

平成23年9月5日 (月) 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 放射性物質の性質の違い

放射性物質	$^{134}\text{Cs}, ^{137}\text{Cs}$	$^{131}\text{I}$	$^{90}\text{Sr}$
放出する放射線	β線、γ線	β線、γ線	β線のみ
集積部位	筋肉	甲状腺	骨
生物学的半減期	70-90日	70日程度	50年程度

キセノン133（希ガス）は体内に取り込んでも組織に沈着することはない、内部被ばくについてはほとんど影響ない。

# 線量換算係数 (Sv/Bq)

- ・ 放射性物質の人体に対する影響の目安
- ・ 放射性物質の種類、年齢による体の大きさ、代謝等の違いを反映

核種	$^{131}\text{I}^*$	$^{90}\text{Sr}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
成人	$4.3 \times 10^{-7}$	$2.8 \times 10^{-8}$	$1.9 \times 10^{-8}$	$1.4 \times 10^{-8}$
幼児	$2.1 \times 10^{-6}$	$4.7 \times 10^{-8}$	$1.3 \times 10^{-8}$	$9.7 \times 10^{-9}$
乳児	$3.7 \times 10^{-6}$	$2.3 \times 10^{-7}$	$2.6 \times 10^{-8}$	$2.1 \times 10^{-8}$

\*甲状腺等価線量としての値

# 原発から放出される放射性物質の 物理学的半減期と線量換算係数

放射性物質	物理学的半減期	線量換算係数(Sv/Bq)
キセノン133	5.25日	-
ヨウ素131	8.04日	$2.2 \times 10^{-8}$
テルル129m	33.6日	$3.0 \times 10^{-9}$
ヨウ素133	20.8時間	$4.3 \times 10^{-9}$
ネプツニウム239	2.35日	$8.0 \times 10^{-9}$
バリウム140	12.7日	$2.6 \times 10^{-9}$
テルル127m	3.26日	$1.7 \times 10^{-10}$
ルテニウム103	39.3日	$7.3 \times 10^{-10}$
ストロンチウム89	50.5日	$2.6 \times 10^{-9}$
セシウム137	30.0年	$1.4 \times 10^{-8}$

# 放射性ストロンチウムの影響

- 分析のために煩雑な化学分離が必要  
(放射性ストロンチウムはガンマ線を放出しない。)
  - 分析に2週間以上要する
  - ◎ 被ばくを考慮する上で重要な放射性物質であるが、緊急時における測定は困難
- **セシウム137との比を仮定してその影響を考慮**  
(実際の検査結果で仮定が正しいのか検証が必要)



# 対象とする放射性物質

- **放射性ヨウ素**（ヨウ素131～135）
- **放射性セシウム**（セシウム134、セシウム137）  
Sr-89 : Sr-90 : Cs-134 : Cs-137を  
0.28732 : 0.04555 : 0.54455 : 0.45545  
と仮定（チェルノブイリ原発事故後のヨーロッパにおける測定結果に基づく）
- この他、線量換算係数が大きい**ウラン**（ウラン238等）、**超ウラン元素**（プルトニウム239等）も対象とした。

# 対象とする食品群

- ・ 放射性セシウム

飲料水、牛乳・乳製品、野菜類、穀類、肉・卵、魚介類、その他の5群に分類

- ・ 放射性ヨウ素

飲料水、牛乳・乳製品、野菜類（根菜、イモ類は除く）の3群に分類

放射性ヨウ素の半減期は短いため根菜、イモ類、穀類、肉・卵、魚介類の汚染の程度は小さい

# 食品の1日摂取量

- ・ 年齢、性別、地域、季節により異なる

→あまり細かく分類すると実用的でないので年齢のみ考慮

食品群	成人* (kg)	幼児**(kg)	乳児**(kg)
飲料水	1.65	1.0	0.71
乳・乳製品	0.2	0.5	0.6
野菜類	0.6	0.25	0.105
穀類	0.3	0.11	0.055
肉・卵・魚介類・その他	0.5	0.105	0.05

\*厚生省「国民栄養の現状」

\*\*茨城県沿岸漁業世帯の食品摂取実態調査からの推計値  
(放射線医学総合研究所)

# 年平均濃度とピーク濃度との比

- ・ 食品は他地域との流通があり、限られた汚染地域からの食品だけを飲食するとは考えられない。
- ・ 野菜、果実等は一時季にだけ生育、収穫されるものではない。
- ・ 露地栽培の他、ハウス栽培のものも相当に生産されている。
- ・ 飼料穀物の多くは輸入品。



食品の汚染の度合い年平均濃度とピーク濃度との比

- ・ 欧州共同体は1/10を採用
- ・ 仮定をより厳しくする明らかな理由はないが、安全側をとって年平均濃度はピーク濃度の1/2と仮定（放射性ヨウ素は1）

# 誘導介入濃度

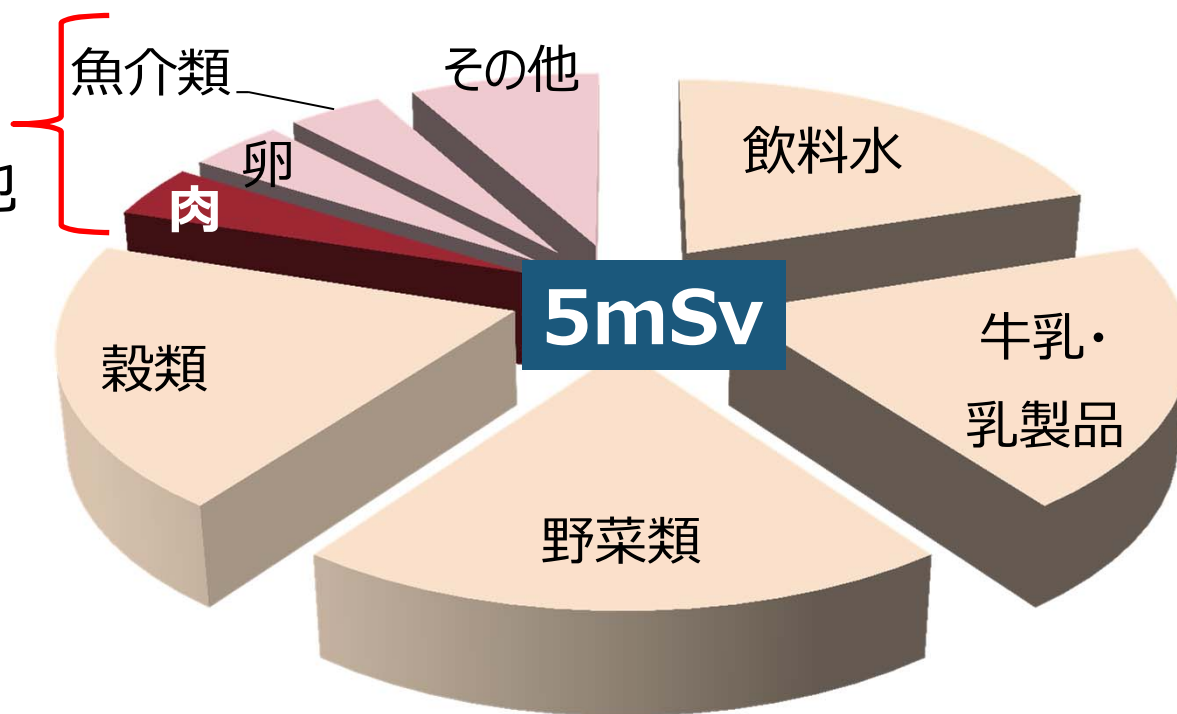
- ある食品を1年間摂取し続けた場合に介入線量レベル（放射性セシウム：実効線量で5mSv、放射性ヨウ素：甲状腺等価線量で50mSv）に達する濃度
- 放射性物質の線量換算係数、放射性セシウム・ストロンチウムの比、食品の1日摂取量、年平均濃度とピーク濃度との比を用いて算出
- 指標値は誘導介入濃度を丸めて設定

# 放射性セシウムの場合

介入線量レベル5mSvを5つの食品群に均等に割り振る  
→各食品群1mSv

食品群

肉・卵・魚介類・その他



◎ 一部の食品が放射性セシウムに汚染されていても介入線量レベルを超えることはない

# 放射性Csの誘導介入濃度と指標値

食品群	成人	幼児	乳児	指標値
飲料水	201	421	228	200
牛乳・乳製品	1660	843	270	200
野菜類	554	1686	1540	500
穀類	1110	3830	2940	500
肉・卵・魚介類	664	4010	3234	500

単位： $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$  (Bq/kg)

# 飲食物摂取制限に関する指標

食品	放射性物質			
	放射性ヨウ素	放射性セシウム	ウラン	Pu及び超ウラン元素のα線放出核種
飲料水	300 Bq/kg	200 Bq/kg	20 Bq/kg	1 Bq/kg
牛乳・乳製品				
野菜類	2000 Bq/kg	500 Bq/kg	100 Bq/kg	10 Bq/kg
穀類	-			
肉・卵・魚介類・その他	-			

原子力安全委員会「原子力施設等の防災対策について」

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」



# 食品中放射性物質の暫定規制値

食品	放射性物質			
	放射性ヨウ素	放射性セシウム	ウラン	Pu及び超ウラン元素のα線放出核種
飲料水	300 Bq/kg	200 Bq/kg	20 Bq/kg	1 Bq/kg
牛乳・乳製品				
野菜類	2000 Bq/kg	500 Bq/kg	100 Bq/kg	10 Bq/kg
穀類	-			
肉・卵・魚介類・その他	魚介類に対して 2000 Bq/kg			

食安発0405第1号

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 放射性セシウムの暫定規制値相当の飲食物を1年間摂取し続けた場合の被ばく線量

- 乳児：2.27mSv
- 幼児：1.26mSv
- 成人：3.22mSv

◎ 誘導介入レベルを丸めて設定したので介入線量レベル5mSvを十分に下回る。

# 日米EUの規制値の比較 (放射性セシウム 単位：Bq/kg)

食品群	日本	米国	EU
飲料水	200	1,200	200
牛乳・乳製品	200	1,200	200
野菜類	500	1,200	500
穀類	500	1,200	500
肉・卵・魚・その他	500	1,200	500

# 日米EUの規制値の比較 (放射性ヨウ素 単位：Bq/kg)

食品群	日本	米国	EU
飲料水	300	170	300
牛乳・乳製品	300	170	300
野菜類*	2,000	170	2,000
その他	2,000**	170	2,000

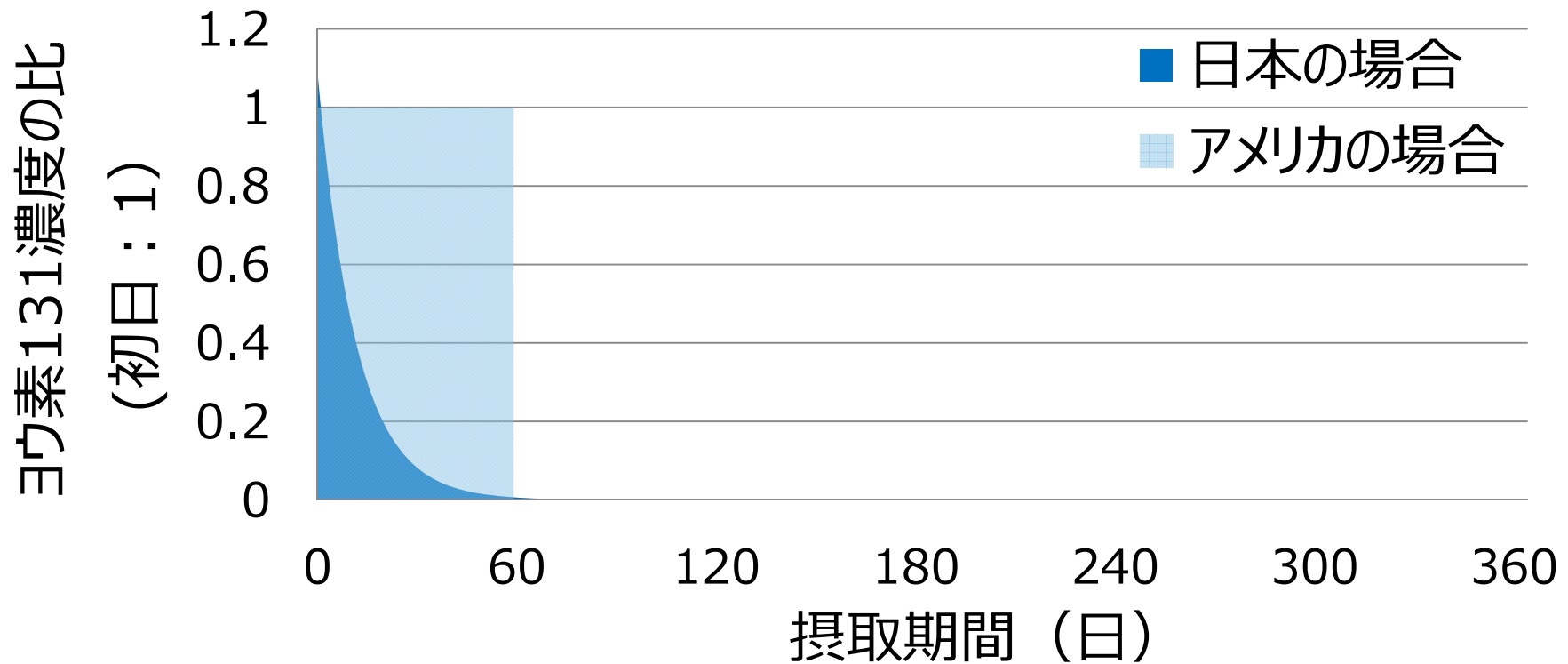
\*根菜類、イモ類は除く

\*\*対象は魚介類のみ

# 日米の規制値の考え方の比較

項目	日本	アメリカ
介入線量 レベル	甲状腺等価線量：50mSv	
線量換算係数	ICRP 67の値を採用	ICRP 56
食品の区分	飲料水、乳・乳製品、 野菜類の3群	なし
算出方法	年齢区分別に誘導介入濃度を計算し、年齢区分間の最小値を丸める	
汚染食品の 摂取割合	1	3か月児、1歳児に対して 1
放射性ヨウ素の 減衰	減衰を考慮した上で1年 間摂取し続けると仮定	60日間同じ濃度の食品 を摂取し続けると仮定

# ヨウ素131の摂取量



ヨウ素131の摂取量は日本の場合青色、アメリカは水色 + 青色部分の面積に比例

→アメリカの方が摂取量を多めに見積もるため、規制値は小さくなる。

# 食品中に含まれる放射性物質の 食品健康影響評価（案）の概要

- 食品安全委員会の厚労省に対する答申
- **生涯における追加の累積の実効線量がおおよそ100mSv以上で放射線による健康影響**
- **小児に関しては、より放射線の影響を受けやすい可能性（甲状腺がんや白血病）**

⇒今後のリスク管理（食品の規制値の設定等）は、評価結果（案）が生涯における追加の累積線量で示されていることを考慮し、食品からの放射性物質の検出状況、日本人の食品摂取の実態等を踏まえて行うべき

# 「放射性物質に関する緊急とりまとめ」(3/29)と「食品中に含まれる放射性物質の食品健康影響評価(案)」(7/26)との比較

	緊急とりまとめ	評価(案)
期間	緊急時(年間線量)	<b>緊急時・平常時を通じた生涯の累積線量</b>
対象核種・線量	放射性ヨウ素： 甲状腺等価線量50mSv 放射性セシウム： 実効線量5mSv	<b>放射性物質合計</b> の実効線量 おおよそ <b>100mSv</b>
主要な論拠	国際機関(ICRP等)の緊急時対応に関する見解	外部被ばくも含めた放射線による健康影響の疫学データ



# 東京電力福島第一原子力発電所 事故に係る食品中放射性物質の 検査結果

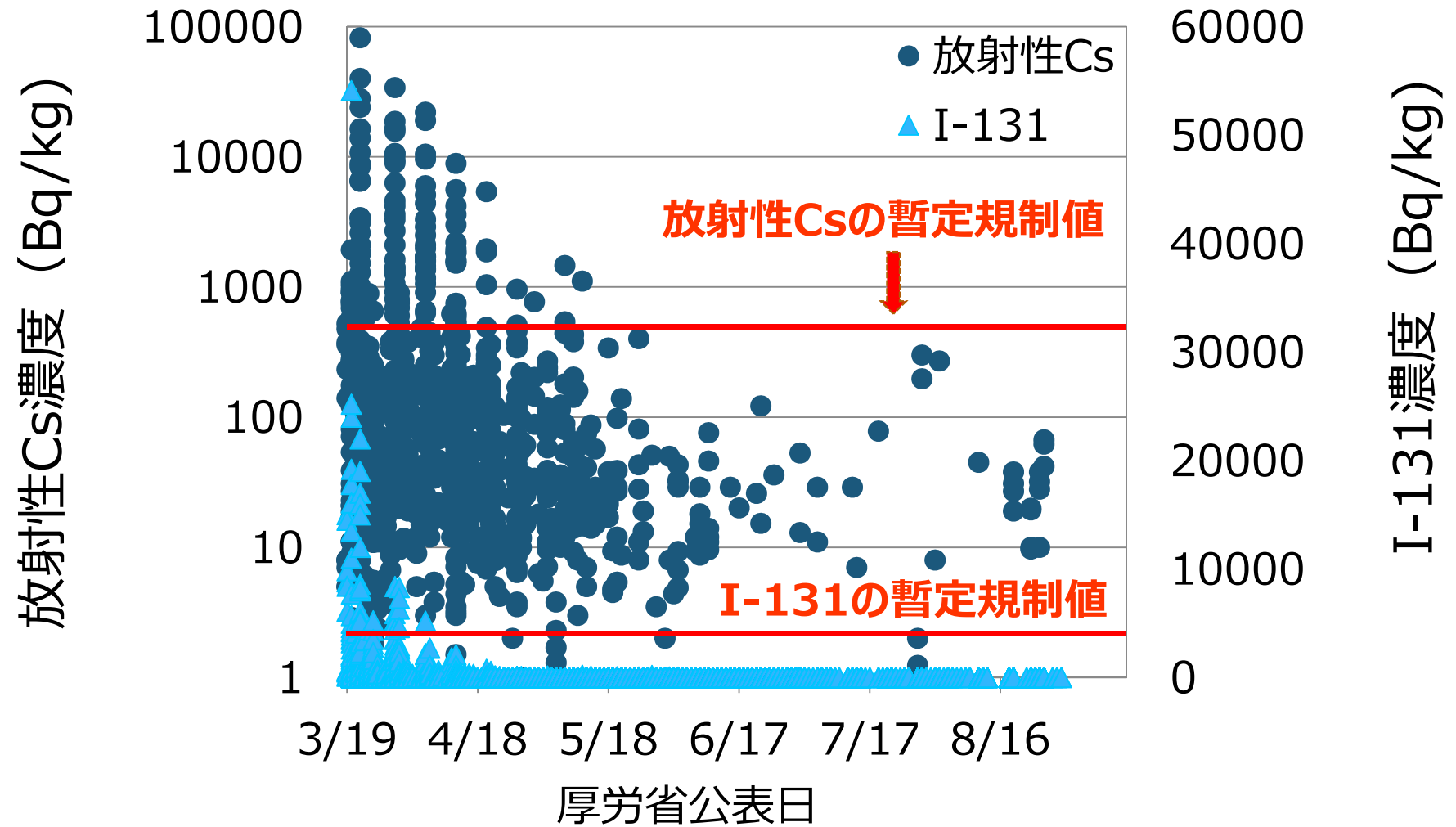
平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 検査結果の概要

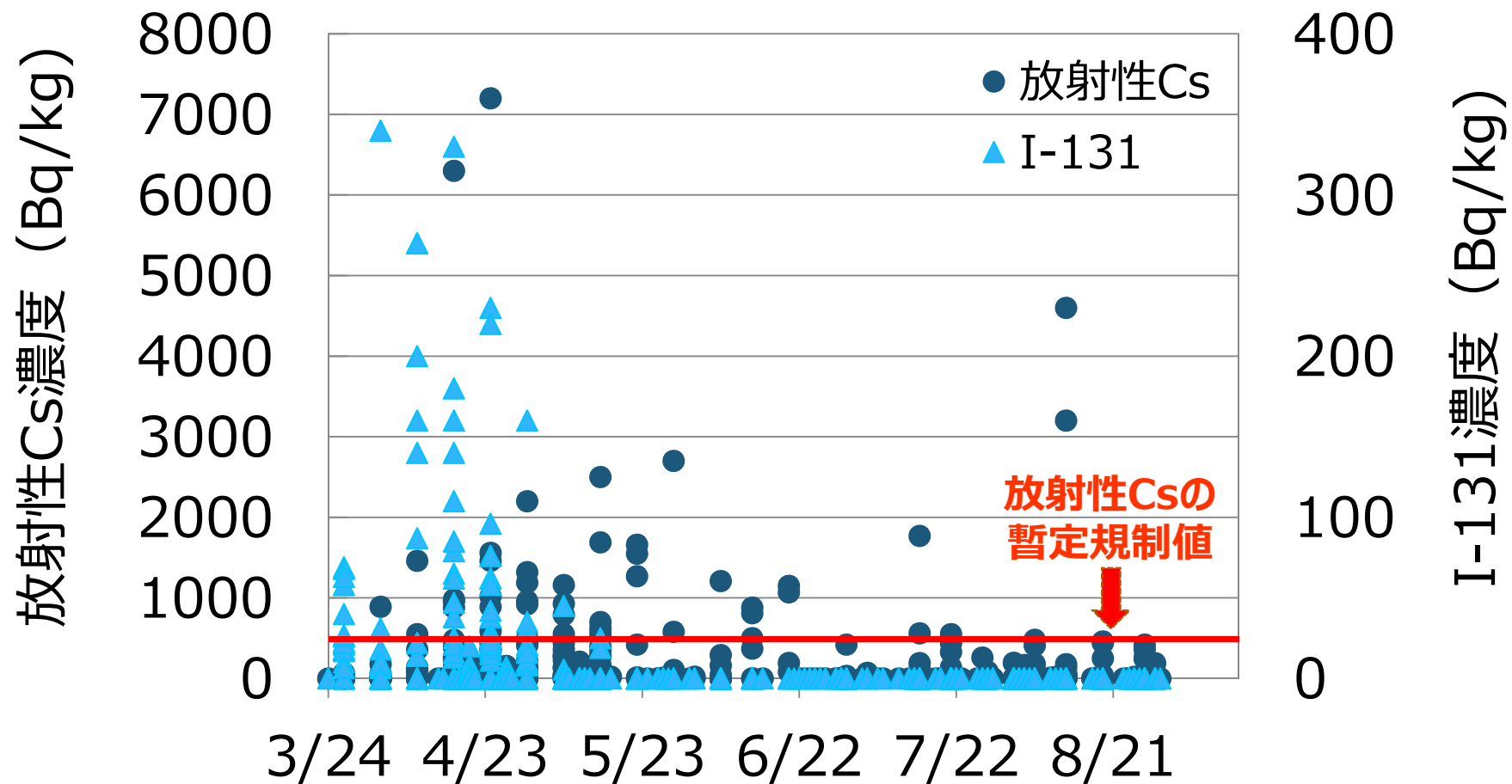
食品群	検査件数	超過件数
牛乳・乳製品	931	23
野菜類	7162	296
穀類	867	1
魚介類	1603	92
肉・卵類	5027	118
その他	435	62
計	16025	592

\*8月30日厚労省公表分までを集計

# 葉菜類の放射性物質濃度

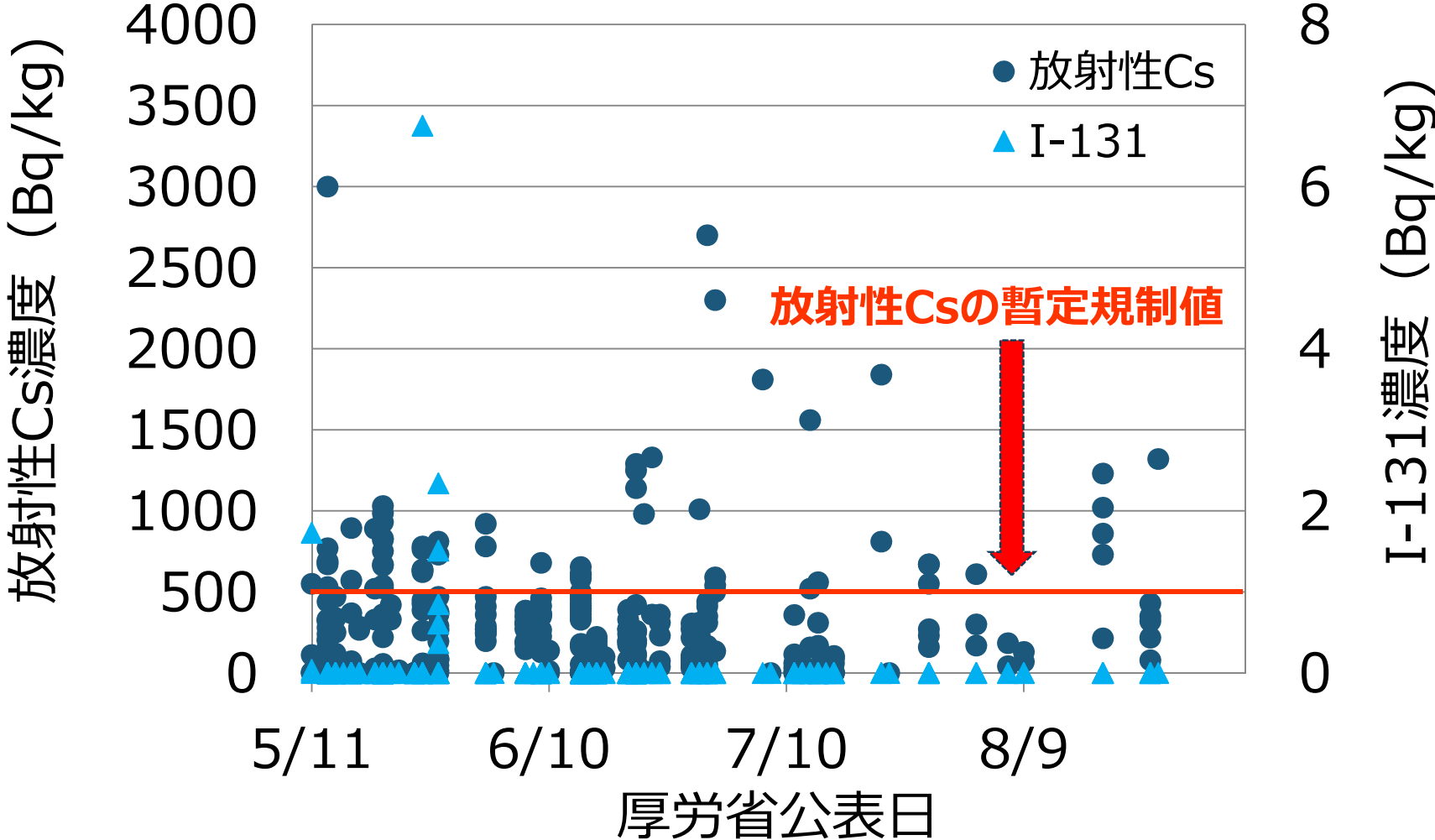


# きのこの放射性物質濃度

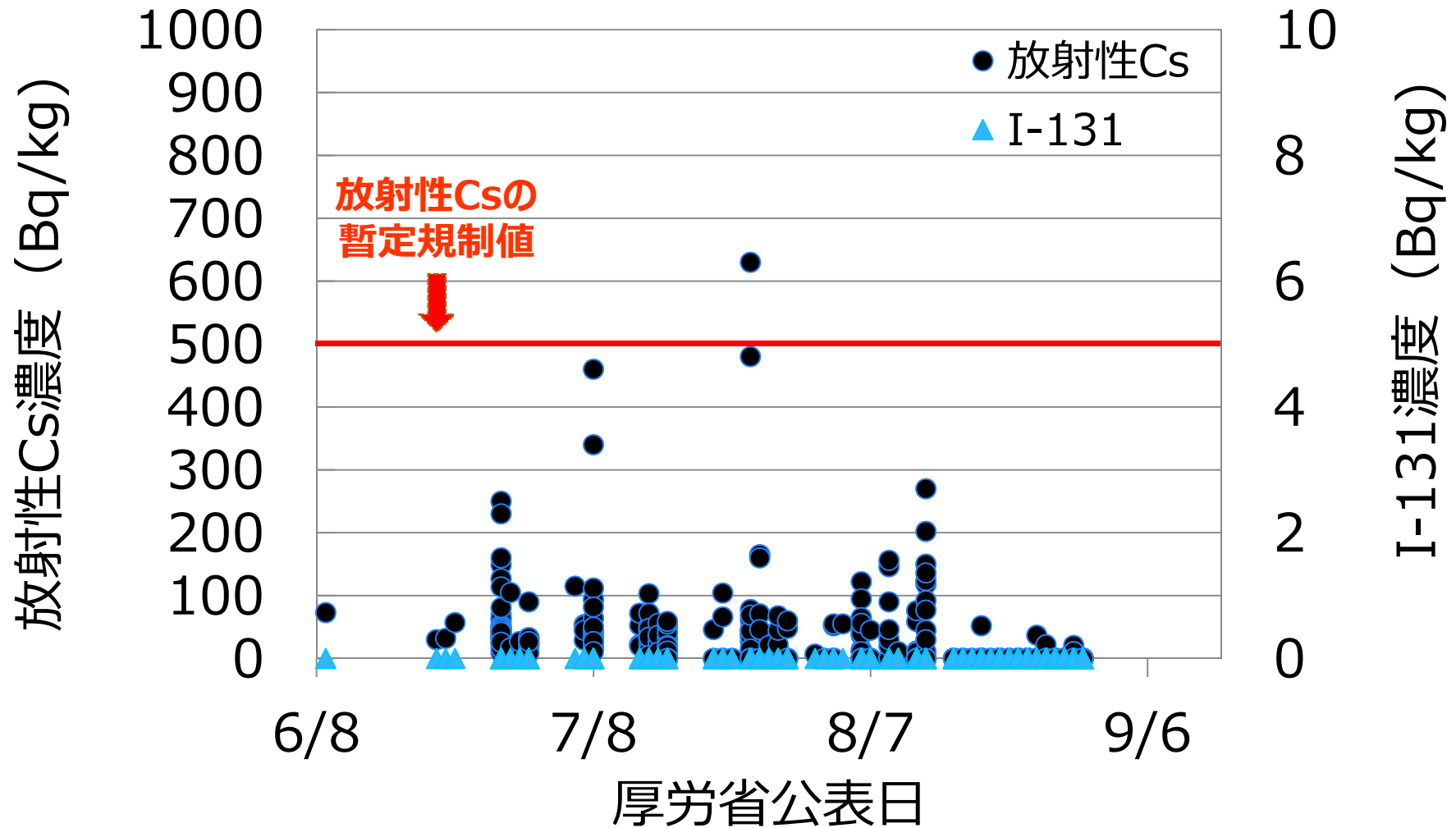


厚労省公表日

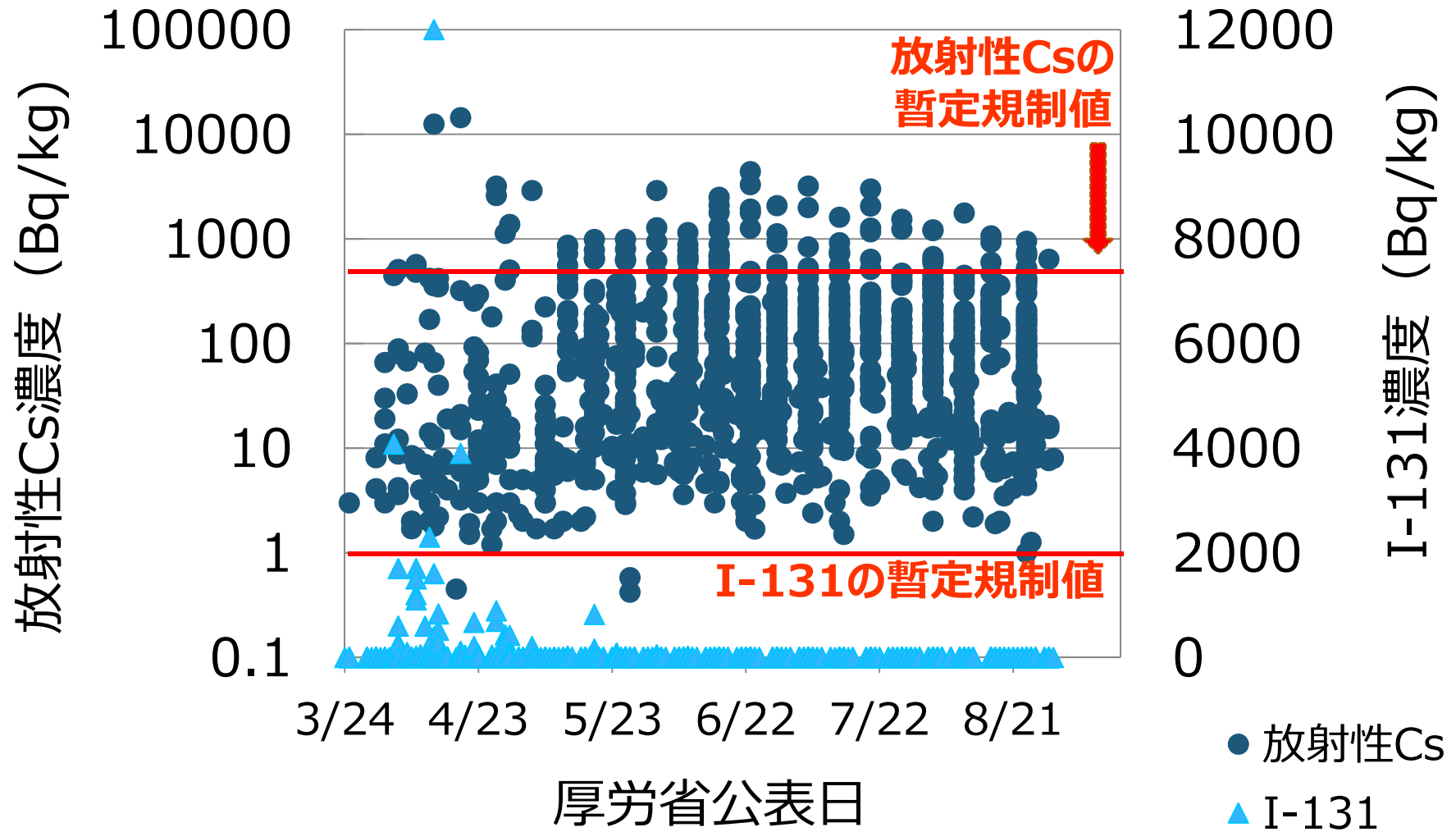
# 茶葉の放射性物質濃度



# 穀類の放射性物質濃度

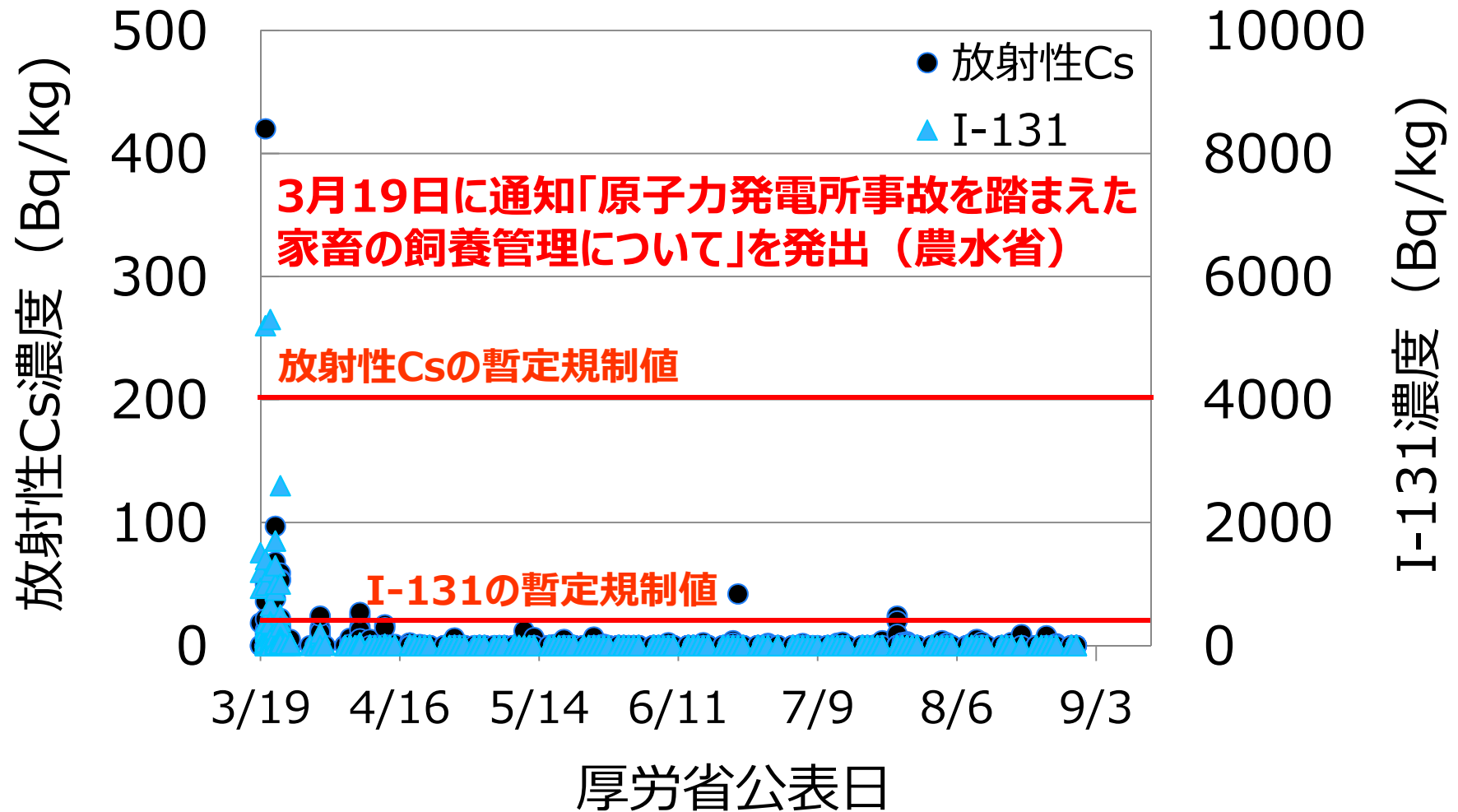


# 水産物の放射性物質濃度



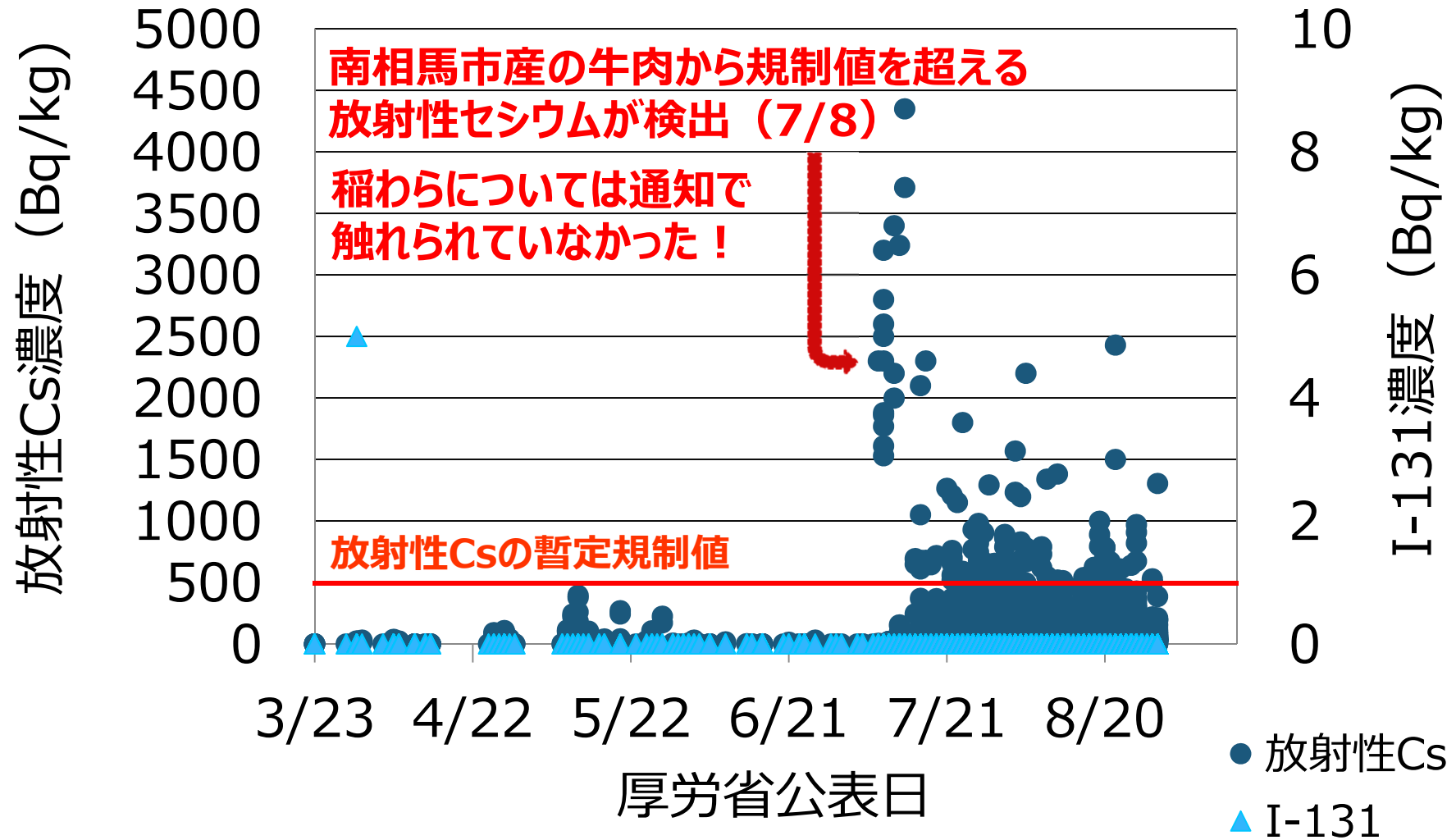
平成23年9月5日 (月) 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 原乳の放射性物質濃度

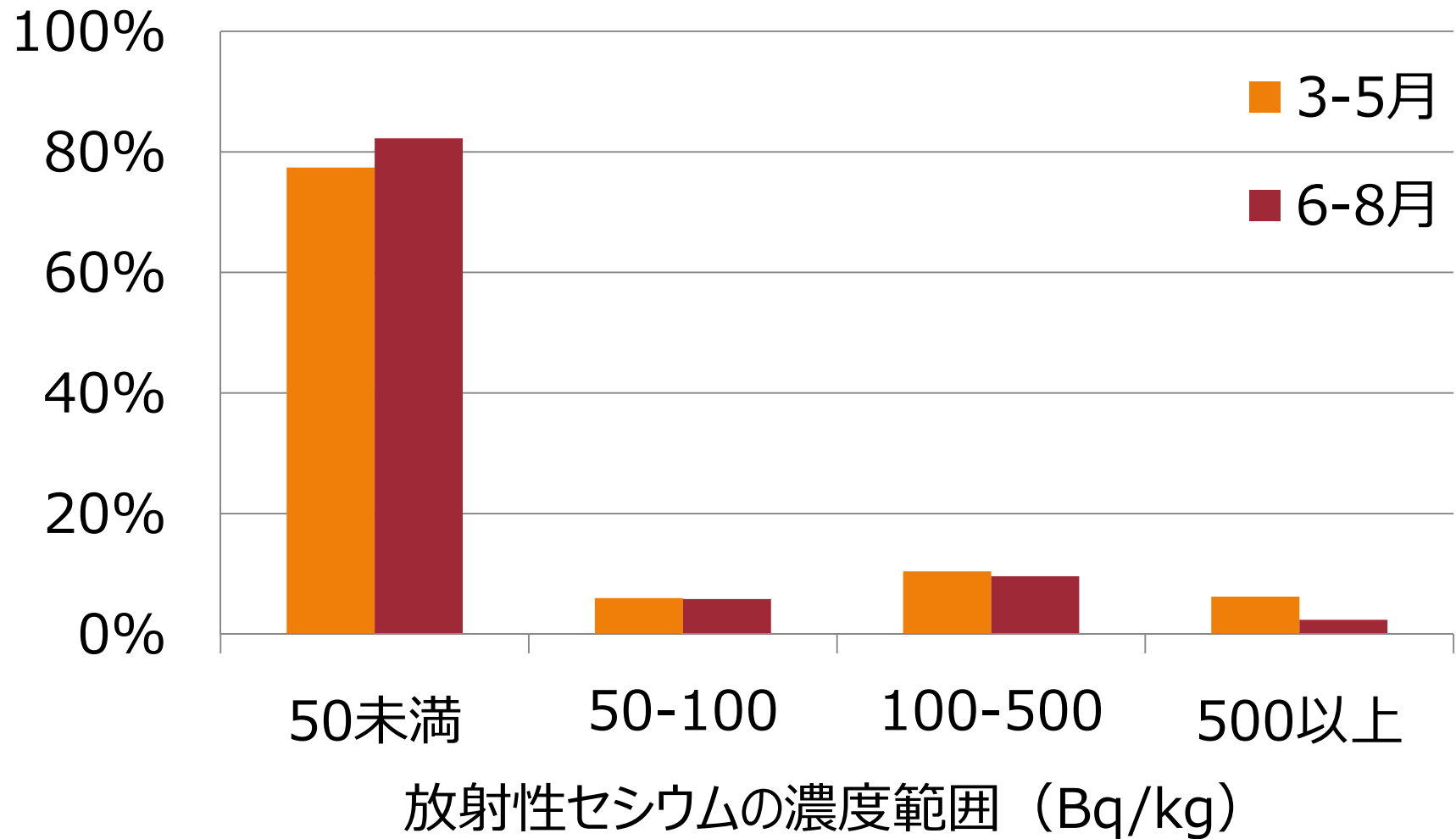




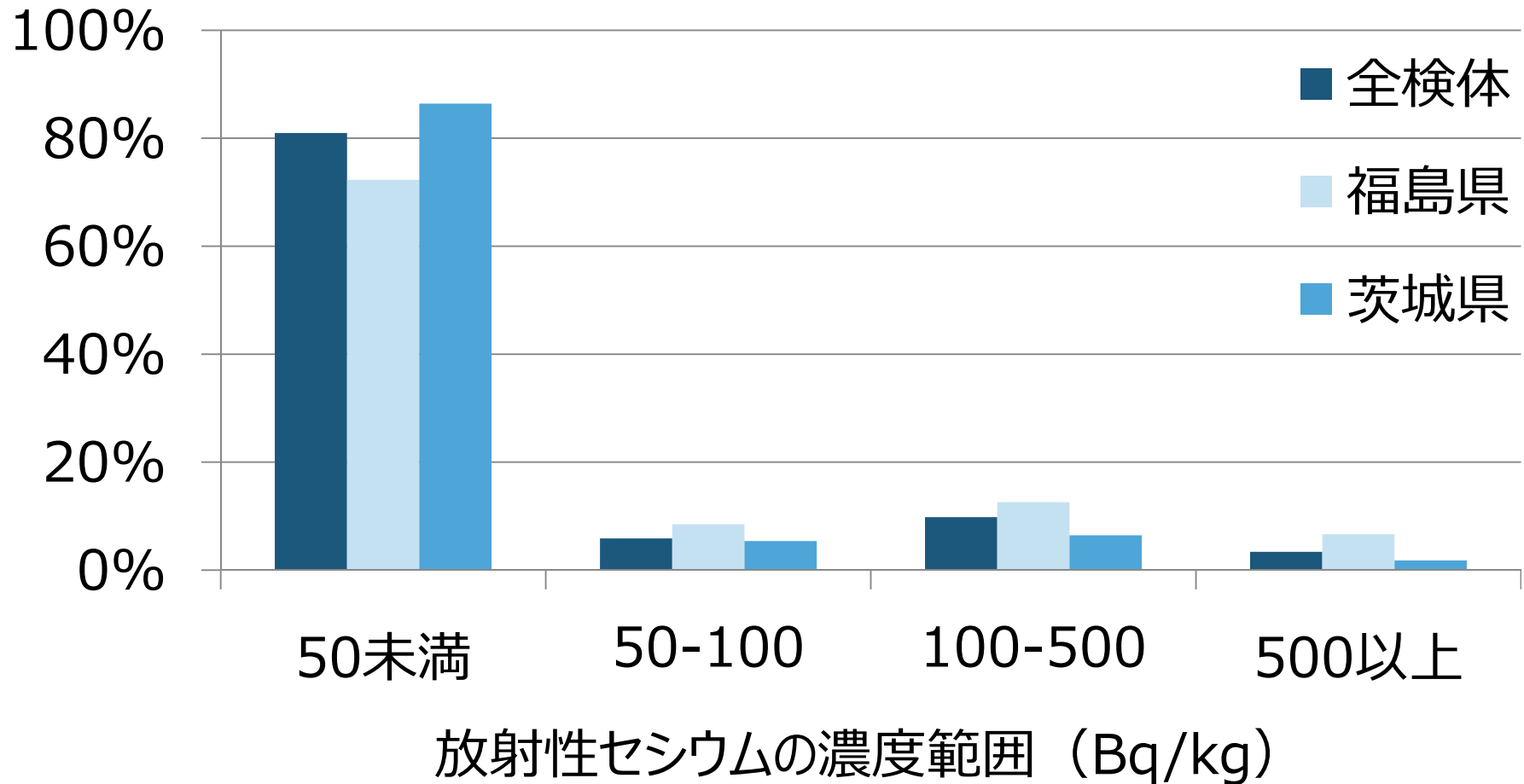
# 肉類の放射性物質濃度



# 食品中の放射性セシウムの濃度分布



# 食品中の放射性セシウムの濃度分布



# 厚労省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会の推計

食品中の濃度を

- ・平成23年3月～6月 4ヶ月の実測値の中央値濃度
- ・7月～平成24年2月 平成23年6月と同じ状況

と仮定して事故後1年間の被ばく線量を推計



全年齢平均で**0.106mSv**

<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001ip01att/2r9852000001ipae.pdf>

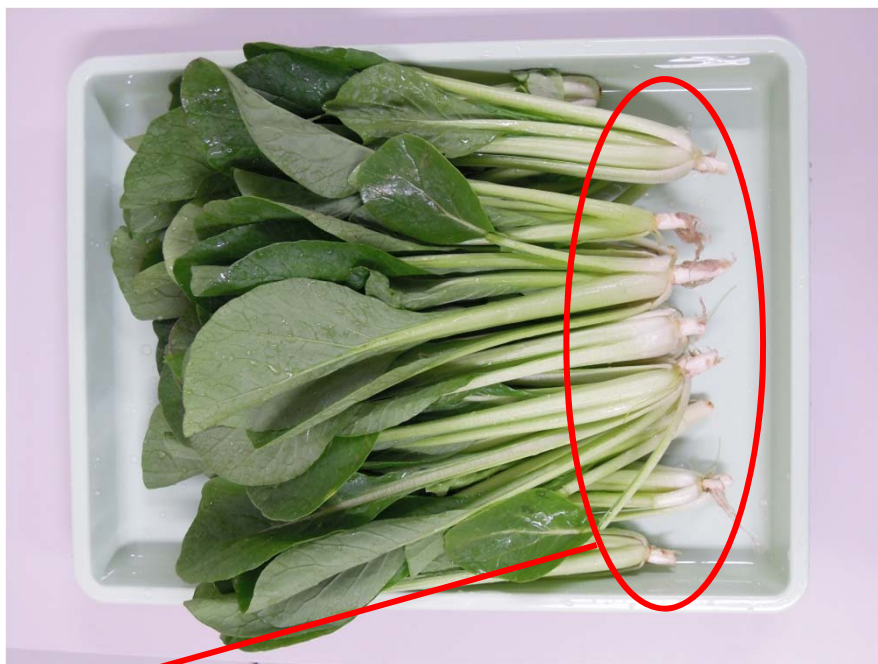
# 放射性物質の 測定方法

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# ガンマ線スペクトロメトリ

- 放射性物質により放出されるガンマ線のエネルギーは個々の放射性物質に固有  
→この性質を利用して放射性物質の同定、定量を行う。
- ◎ 非破壊のまま試料を測定することができ、煩雑な前処理が必要ないため、緊急時のモニタリングでは極めて有効。

# 試料の前処理方法



- 根は除去する。
- 水道水の流水下で20秒程度洗淨する。
- ハ°-ハ°-タオルで軽く拭き取る。



- 包丁等で細かく刻む。

# 試料の封入から測定まで



マリネリ容器  
(容量 1 L)

→ 検出器を覆う



Ge 半導体  
検出器



→ 標線まで試料  
を入れる。



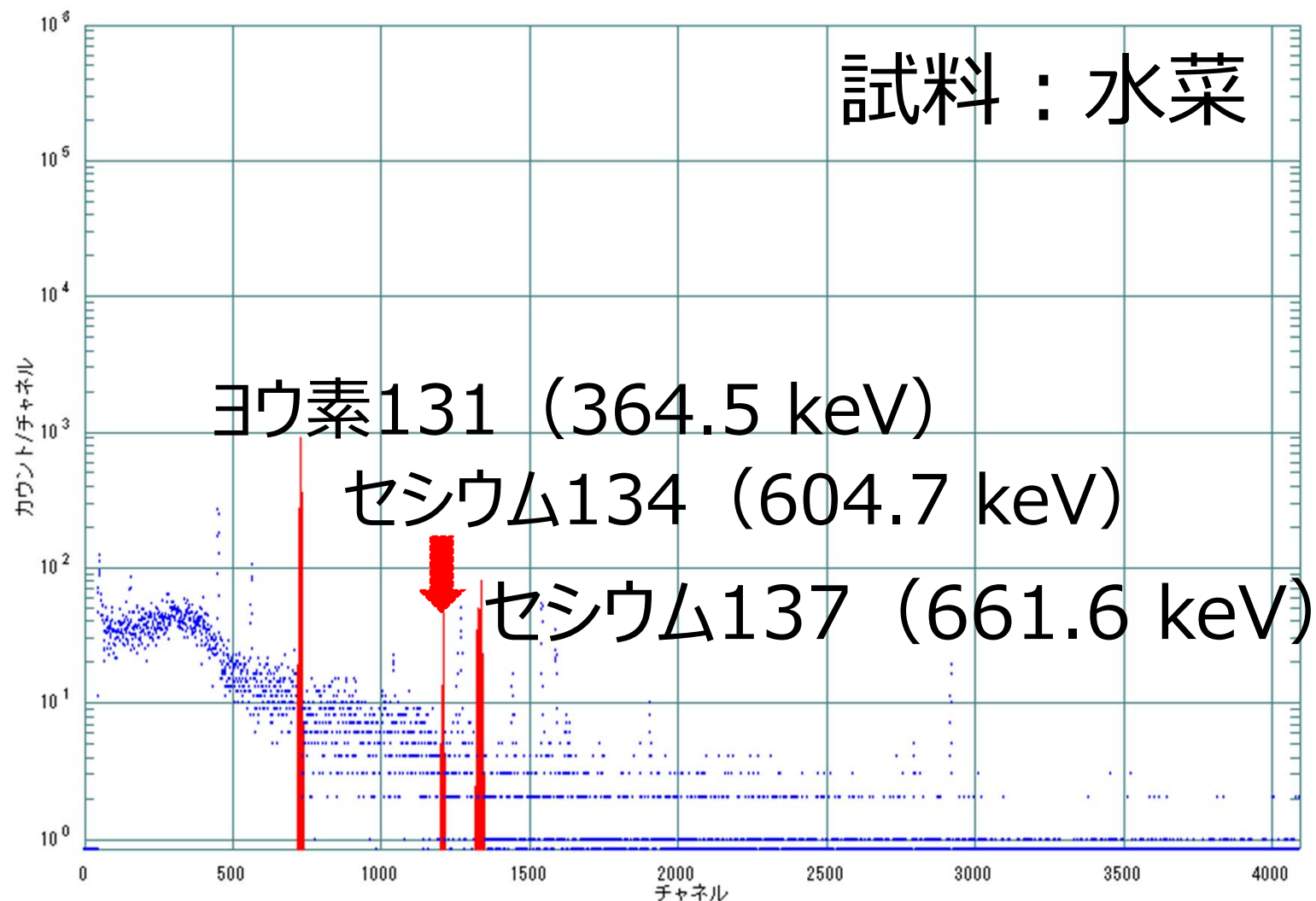
→ 検出器の上に  
試料を載せる。



# 放射性物質により放出される ガンマ線のエネルギーの違い

- セシウム137 : 661.6 keV
- セシウム134 : 604.7keV、795.9 keV 等
- ヨウ素131 : 364.5 keV

# Ge半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリ



平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 事故前の放射性物質 の検査結果

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# 核実験と主な放射線事故

- |        |                     |
|--------|---------------------|
| 1945.7 | 人類初の核実験（米国ニューメキシコ州） |
| 1945.8 | 広島・長崎に原子爆弾投下        |
| 1954.3 | 第五福竜丸事件             |
| 1963   | 部分的核実験停止条約（米英ソ）     |
| 1979.3 | スリーマイル島原子力発電所事故     |
| 1980   | 最後の大気圏内核実験（中国）      |
| 1986.4 | チェルノブイリ原子力発電所事故     |
| 1999.9 | JCO臨界事故             |
| 2011.3 | 東京電力福島第一原子力発電所事故    |

# 輸入食品中放射能の監視体制

食品	国	ヨーロッパ地域
きのこ及びきのこ乾製品 トナカイ肉		100%検査
ベリー類濃縮加工品		100%検査（ポーランド、 ウクライナ、スウェーデン産）
ハーブ及びハーブ乾製品 ビーフエキス		10%モニタリング検査

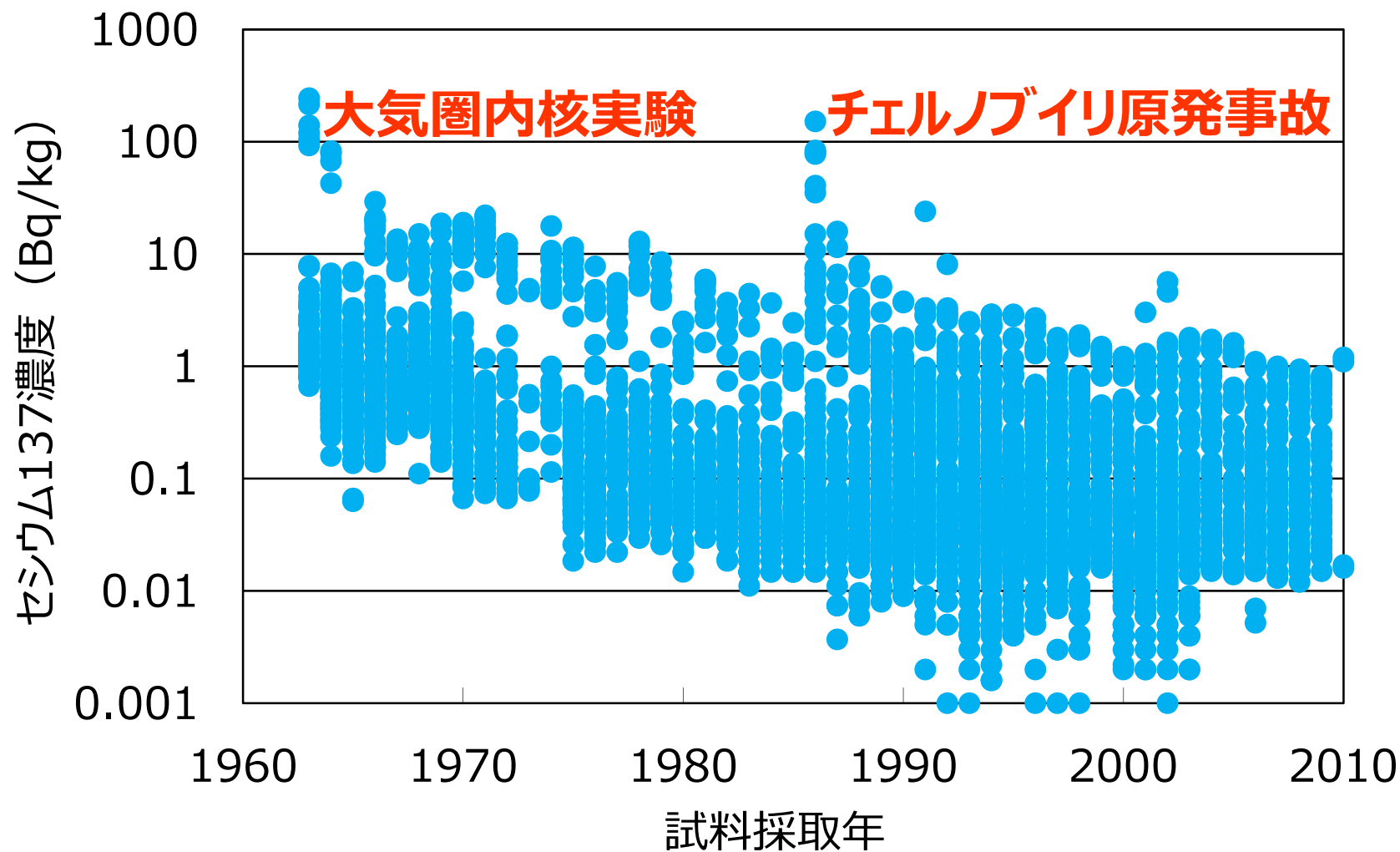
厚生省衛検第223号（平成10年12月 改正：平成21年12月18日）

・暫定基準値：セシウム134 + セシウム137 = 370 Bq/kg

# 輸入食品の最近の違反事例

品名	放射性Cs濃度 (Bq/kg)	報告年月
ブルーベリージャム (フランス)	500	H21年12月
乾燥きのこ (スウェーデン)	777	H21年11月
生鮮まつたけ (スウェーデン)	496	H21年9月
ブルーベリー濃縮液 (ポーランド及びウクライナ)	440	H21年8月
生鮮アンズタケ (ベラルーシ)	450	H20年10月
乾燥カバノアナタケ (ベラルーシ)	401	H20年8月
乾燥ポルチーニ (イタリア)	663	H18年2月

# 国内の農林産物中のセシウム137濃度



# 食品中の放射性物質濃度（横浜市）

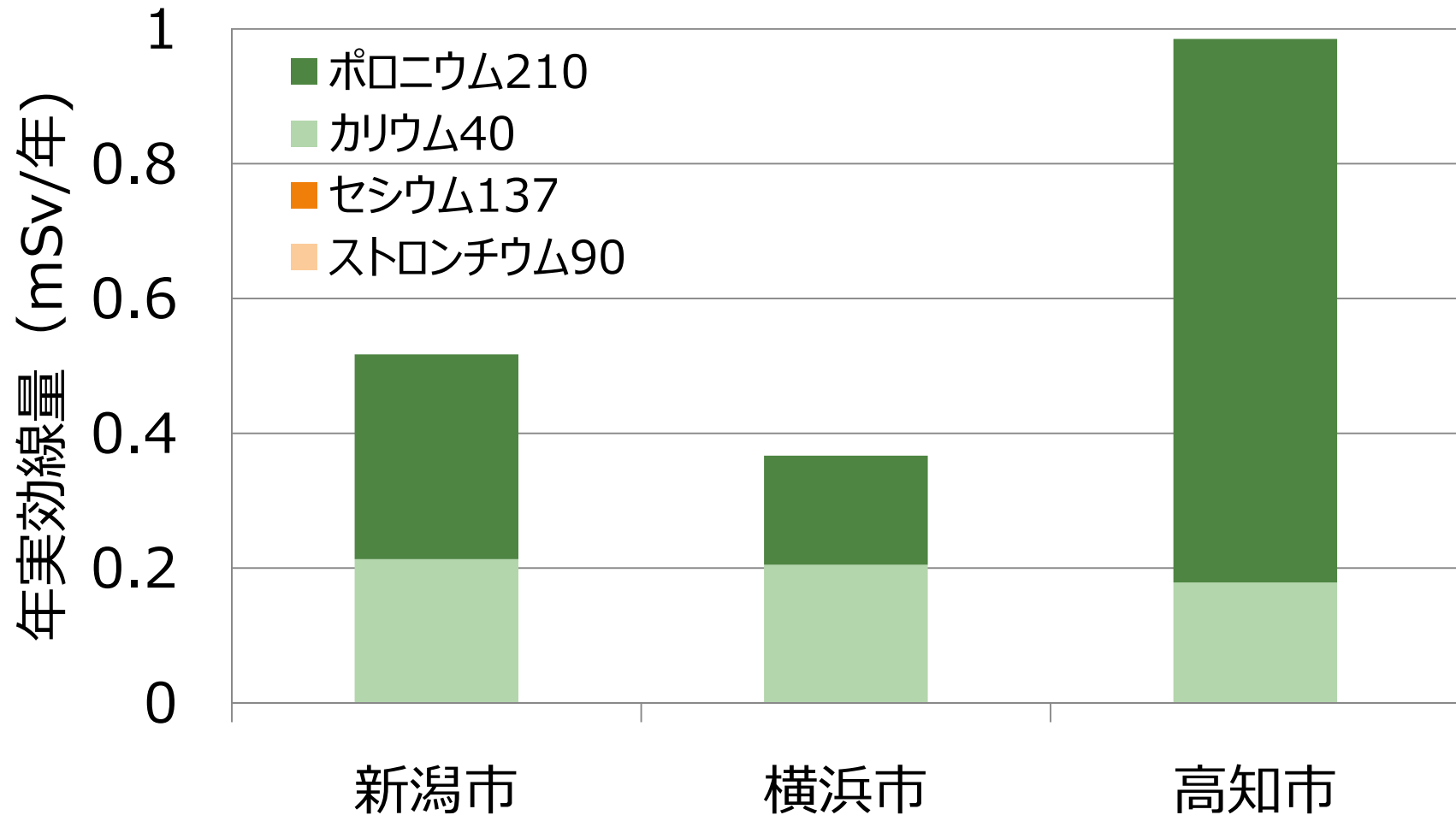
食品群	平成19年度（Bq/kg）		
	セシウム137	セシウム134	カリウム40
米・米加工品類	<0.013	<0.011	8.6
穀類・種実類・芋類	<0.026	<0.023	56.0
砂糖類・菓子類	<0.052	<0.035	64.0
油脂類	<0.049	<0.036	<1.01
豆類	<0.054	<0.033	103.4
果実類	0.027	<0.019	46.1
緑黄色野菜	<0.034	<0.026	105.9
その他野菜きのこ・海藻類	0.069	<0.032	93.0
嗜好飲料類	<0.014	<0.012	9.0
魚介類	0.093	<0.033	85.9
肉類・卵類	0.032	<0.028	85.3
乳類	<0.032	<0.029	50.3
調味料・香辛料類	<0.155	<0.124	83.6

厚生労働科学研究補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業「食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研究」  
平成19年度総括・分担研究報告書

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」



# 食品による年実効線量（平成19年度）



厚生労働科学研究補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業「食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研究」平成19年度総括・分担研究報告書

平成23年9月5日（月） 横浜市特別講演会「知ろう 学ぼう 放射線」

# ヨウ素131の検出事例（水試料）

都道府県	試料名	試料採取日	濃度 (mBq/L)
大阪府	原水	2004/6/18	0.613
千葉県	原水	2005/6/30	7.8
大阪府	原水	2005/6/22	0.857
大阪府	原水	2006/6/27	0.947
大阪府	原水	2008/7/4	0.755
北海道	淡水	2009/7/24	5.0
大阪府	蛇口水	2009/6/11	0.415
大阪府	原水	2009/6/25	0.375
兵庫県	蛇口水	2009/6/8	1.6
兵庫県	蛇口水	2009/6/23	0.75