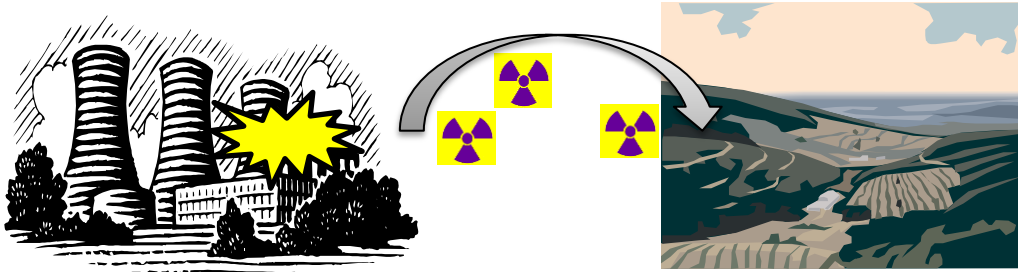


食品中の放射性物質に関する研究について

国立医薬品食品衛生研究所食品部
鍋師 裕美

原発事故により放射性物質が環境中に放出



放射性物質による食品汚染



平成24年4月から**食品中の放射性物質の新基準**が施行。

○放射性セシウムの新基準値

食品群	基準値(Bq/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

- ◆ 基準値以上の放射性物質を含む食品を流通させないため
→食品中放射性物質濃度の検査および規制
→食品中放射性物質の検査効果の検証(研究①)
- ◆ 現行の基準値が妥当な基準であるかを確認するため
→放射性セシウム以外の核種による汚染状況の把握(研究②)
→食品摂取による内部被ばく状況の把握(研究③)
- ◆ さらなる安心・安全のため
→食品中の放射性物質濃度を低減する方法の提示(研究④)

我が国の食品に対する安全・安心の確保につながる

※現在、国立医薬品食品衛生研究所では研究①～④を実施しています。

研究①流通食品の買い上げ調査：目的

○放射性セシウムの暫定規制値

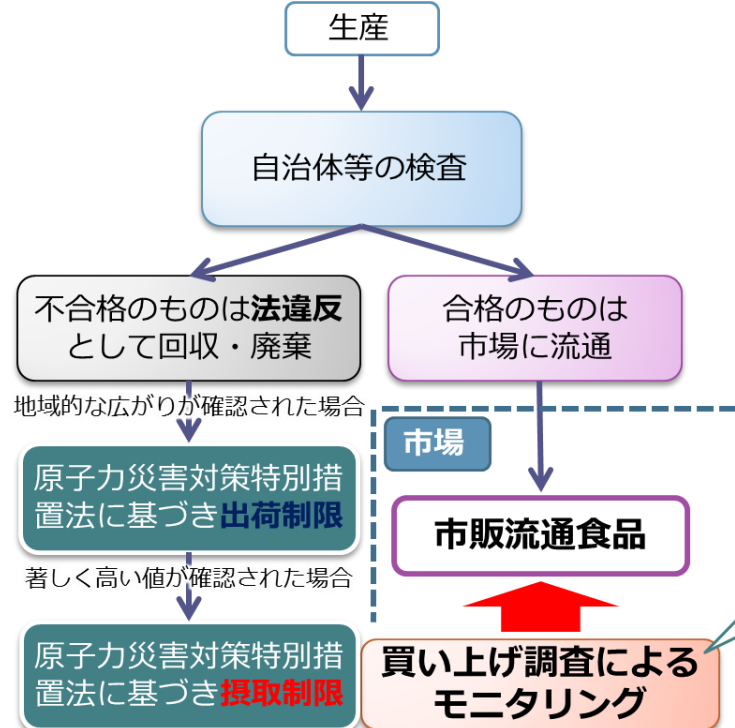
食品群	規制値 (Bq/kg)
野菜類	500
穀類	
肉・卵・魚・その他	
牛乳・乳製品	200
飲料水	200

○放射性セシウムの新基準値 (平成24年4月から)

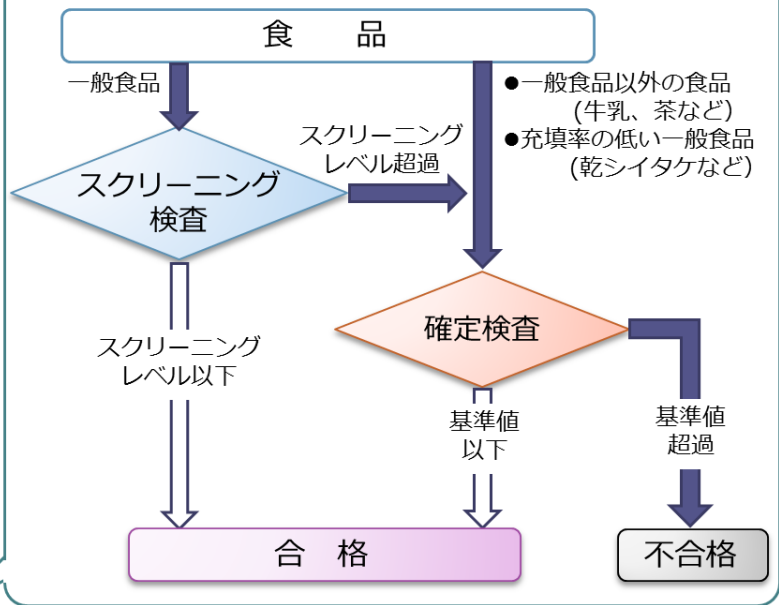
食品群	基準値(Bq/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

基準値を超過した放射性物質を含む食品が流通しないよう、自治体等の検査体制が強化されている。

○食品の放射性物質検査の流れ



○食品の放射性セシウム検査の流れ



我々は、自治体等による検査が適正に行われているかをモニタリングするため、さらに流通食品中の放射性物質濃度の把握するために、市場に流通している食品の買い上げ調査を実施している。

○平成23年度の市場流通品検査の結果

食品区分	試料数	測定下限値 超過数 >25 Bq/kg	新基準値 超過数 >100 Bq/kg	測定下限値 超過検出率 (%)
肉	55	2	0	3.6
乳	59	3	0	5.1
たまご	33	0	0	0.0
米	50	0	0	0.0
茶	29	19	17	65.5
果実	169	11	1	9.1
野菜	317	9	1	6.5
きのこ	207	28	8	13.5
海藻	47	0	0	0.0
淡水魚	28	2	0	7.1
海水魚	353	14	1	4.0
海産物	54	0	0	0.0
その他	34	1	1	2.9
合計	1435	89	29	6.2

暫定規制値（500 Bq/kg）超過：6件（0.4%）

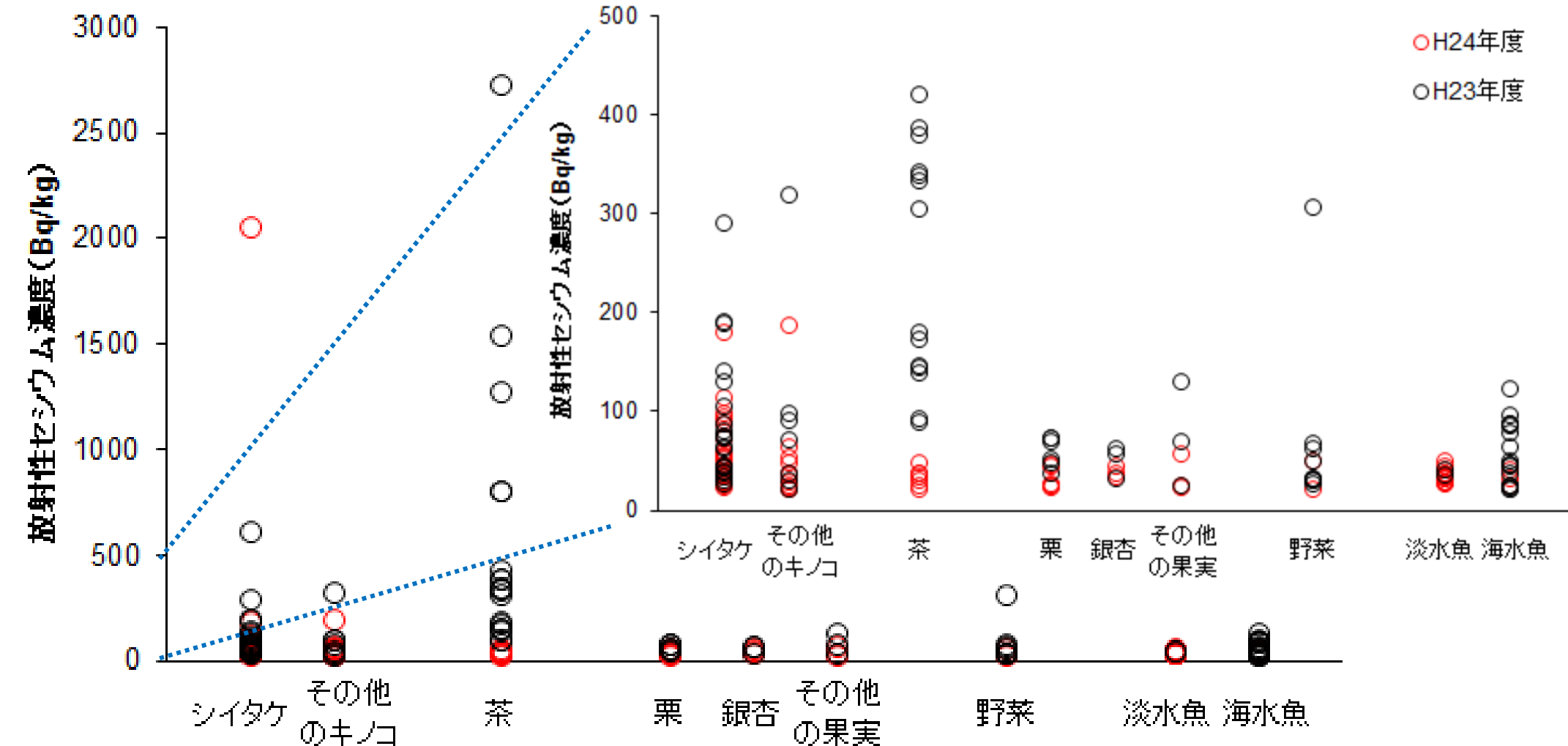
○平成24年度の市場流通品検査の結果

食品区分	試料数	測定下限値 超過数 >25 Bq/kg	新基準値 超過数 >100 Bq/kg	測定下限値 超過検出率 (%)
肉	180	0	0	0.0
乳	2	0	0	0.0
たまご	2	0	0	0.0
米	84	0	0	0.0
茶	27	5	0	18.5
果実	305	7	0	2.3
野菜	425	1	0	0.2
きのこ	310	37	3	11.9
海藻	15	0	0	0.0
淡水魚	36	15	0	41.7
海水魚	228	2	0	0.9
海産物	40	0	0	0.0
その他	81	3	2	3.7
合計	1735	70	5	4.0

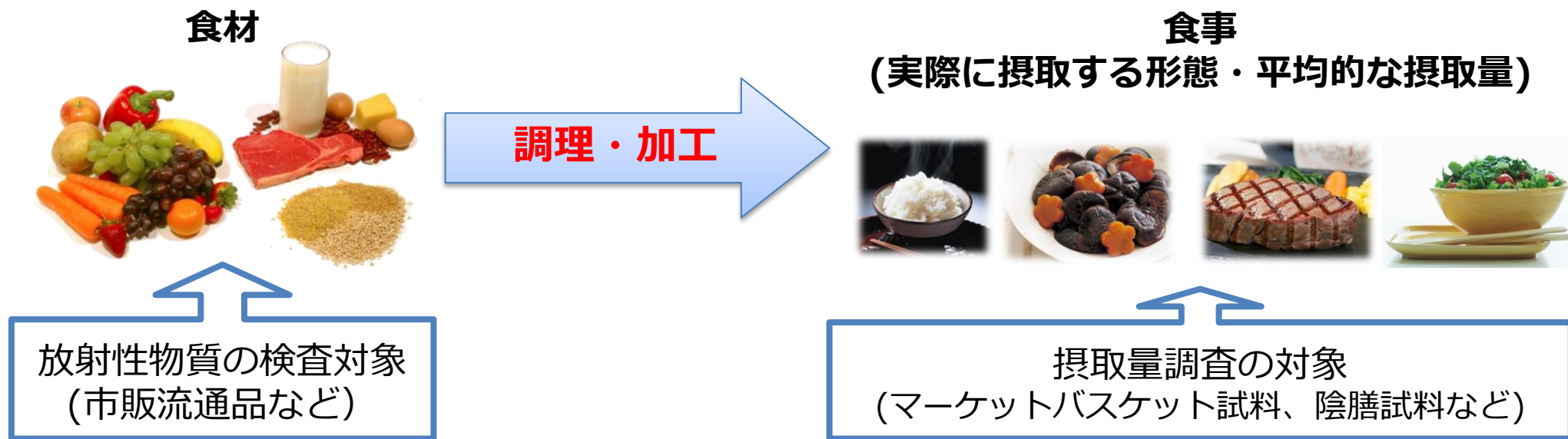
基準値（100 Bq/kg）超過：5件（0.3%）

暫定規制値・基準値の超過は全体の0.5%以下であり、出荷前検査の効果が確認された。

○食品区分毎の放射性セシウム濃度分布



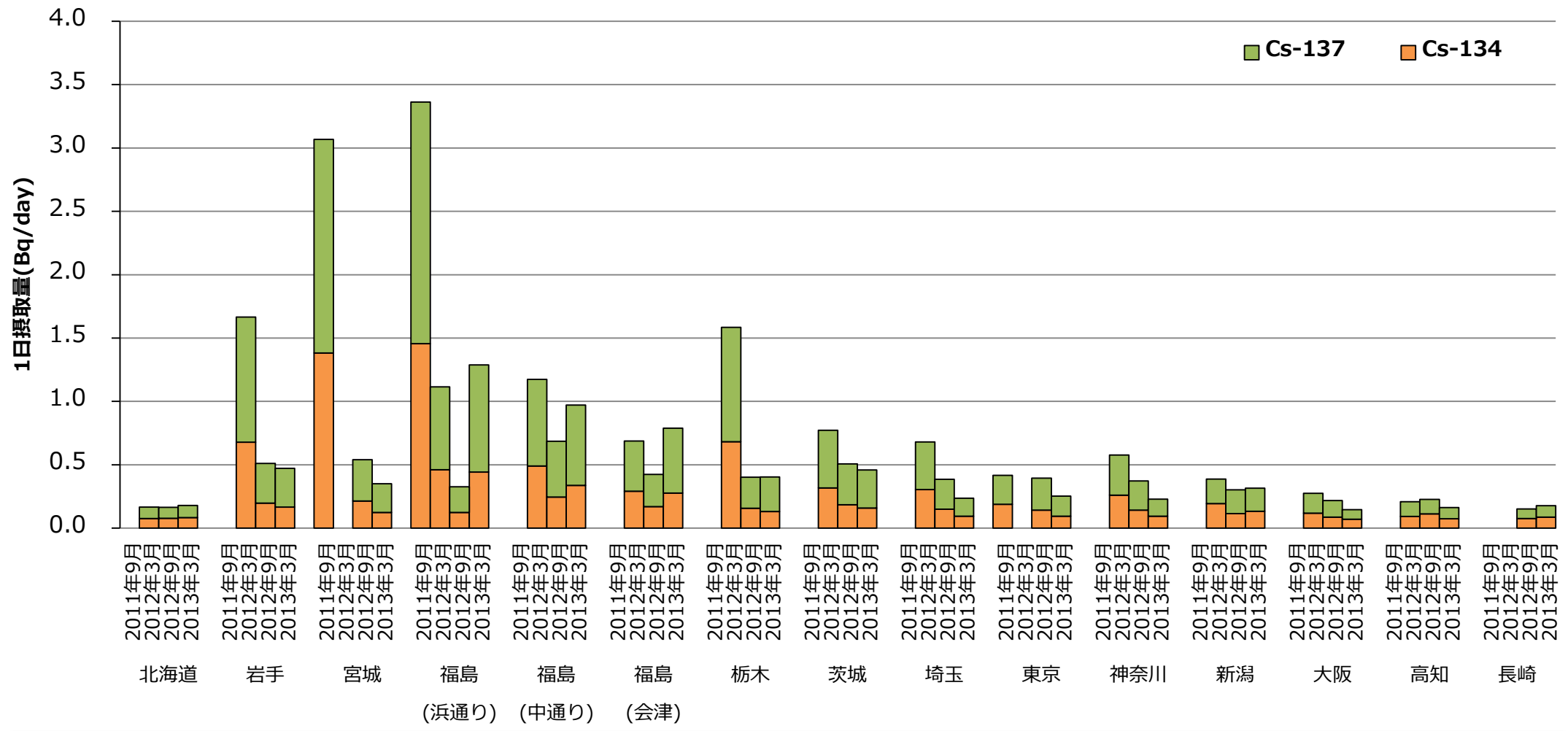
食品中の放射性セシウム濃度は、平成23年度に比べて平成24年度で全体的に低下していることが明らかになった。一方、きのこ類（特に原木しいたけ）、魚類（特に淡水魚）、種実類には今後も注意が必要と考えられた。平成25年度も検査を続行しており、現在までに1200試料を検査した。



我々が日常の食事からどのくらい放射性物質を摂取しているかを明らかにするためには、実際に摂取する形態（食事）の食品を、我が国の平均的な摂取量混合した試料（トータルダイエツト試料）の解析が必要不可欠。

我々は食品による放射性物質の摂取量および実効線量を把握することを目的として、トータルダイエツト試料（マーケットバスケット試料）中の放射性物質濃度測定を実施している。

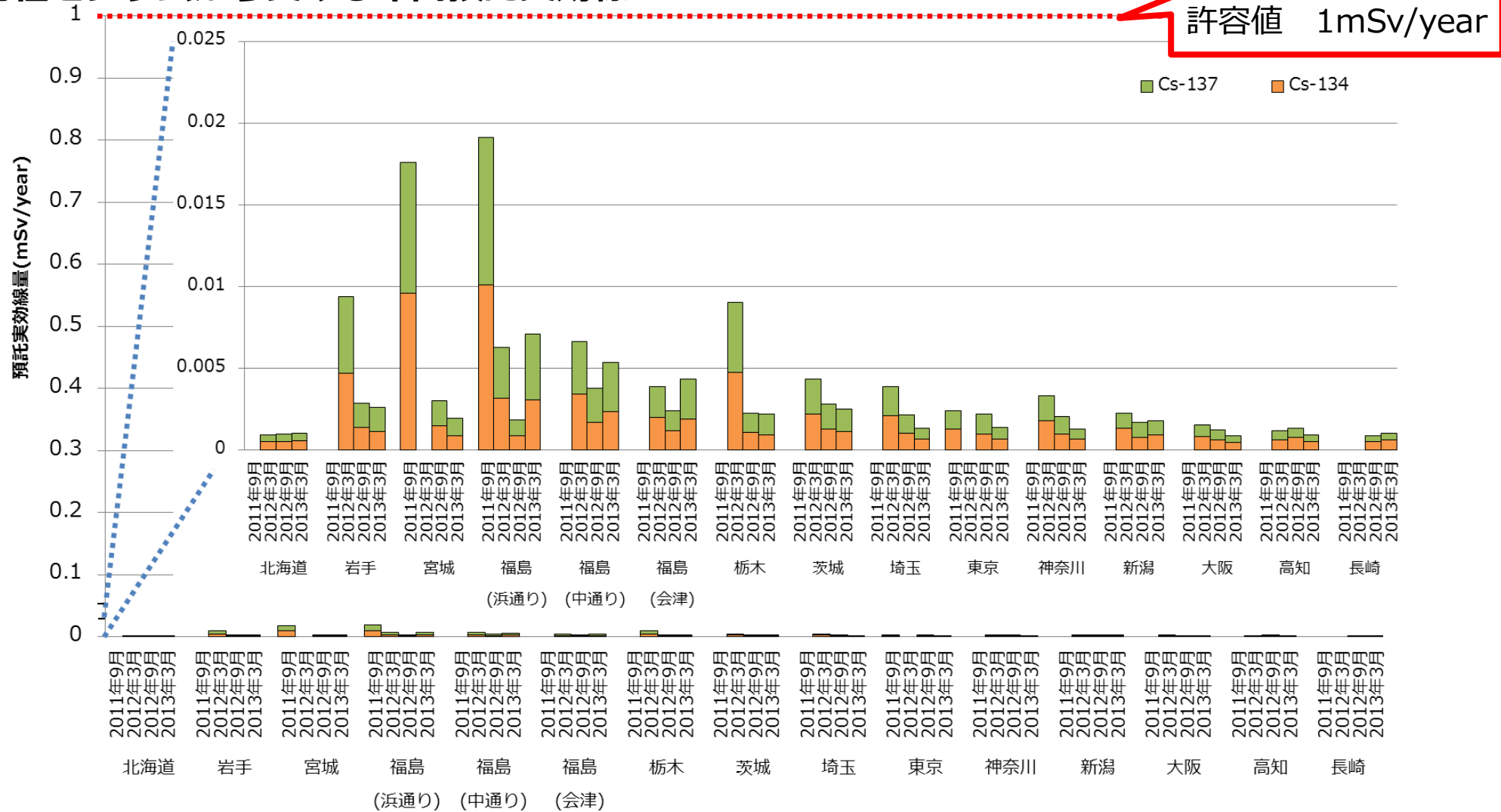
○放射性セシウムの一掃摂取量



- ・福島および近隣県の放射性セシウムの一掃摂取量は他の地域より高い傾向を示した。
- ・福島の一掃摂取量は事故直後の半分程度に減少している。
- ・福島の一掃摂取量は経年的に減少する傾向にあり、それ以外の地域ではほぼ横ばいとなった。

研究②放射性物質の摂取量推定：結果

○放射性セシウムから受ける年間預託実効線量



- 放射性セシウムの年間預託実効線量は、摂取量と同様の傾向を示した。
- 放射性セシウムの年間預託実効線量は、事故直後も含めたすべての期間・地域で、食品からの許容値である1 mSv/yearを大きく下回っていた。(現在、ストロンチウムの摂取量推定を目的に分析を進行中。)

○規制対象となる放射性核種

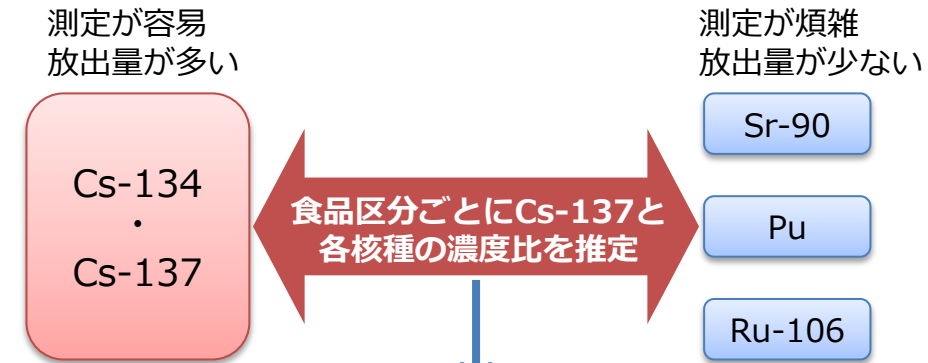
放射性核種	半減期
セシウム134 (Cs-134)	2.1年
セシウム137 (Cs-137)	30年
ストロンチウム90 (Sr-90)	29年
プルトニウム	14年～
ルテニウム106 (Ru-106)	374日

福島原発事故により放出した
半減期 1年以上の放射性核種。

しかし、セシウム134、137以外の対象核種は測定に時間を要するため、個々の核種に対して基準値を設定するのは現実的でない。



対象核種からの影響を考慮に入れたうえで、**放射性セシウム濃度**として基準値を設定。



放射性Cs以外の核種由来の実効線量を算出

放射性Cs由来の実効線量と合算して1 mSv/年となる放射性Csの上限値を年齢区分・性別ごとに算出

上限値のもっとも低い年齢区分の値を採用し、一般食品の基準値を**100Bq/kg**と設定

年齢区分	性別	限度値
1歳未満	男女	460
1～6歳	男	310
	女	320
7～12歳	男	190
	女	210
13～18歳	男	120
	女	150
19歳以上	男	130
	女	160
妊婦	女	160
最小値		120

放射性セシウム以外の核種の各食品中の濃度は、環境中の濃度と各食品への移行係数をもとに算出された推定値が用いられている。

研究③放射性ストロンチウムなどの分析：目的

○規制対象核種のCs-137に対する推定濃度比

食品区分	Cs-137に対する放射能濃度比 (/Cs-137) *			
	Sr-90	Pu-238	Pu-239	Pu-240
穀物	6.0E-02	6.8E-10	1.3E-10	1.3E-10
コメ	1.0E-02	6.8E-10	1.3E-10	1.3E-10
芋類	1.4E-02	4.1E-09	7.7E-10	7.7E-10
葉菜類	1.2E-01	2.9E-09	5.4E-10	5.4E-10
根菜類	2.0E-01	1.9E-08	3.6E-09	3.6E-09
豆類	1.0E-01	3.3E-09	6.1E-10	6.1E-10
果実類	5.1E-02	6.3E-09	1.2E-09	1.2E-09
乳製品	2.1E-02	5.0E-11	9.3E-12	9.3E-12
牛肉	9.6E-03	4.5E-12	8.4E-13	8.4E-13
豚肉	1.0E-02	2.2E-13	4.2E-14	4.2E-14
鶏肉	4.8E-04	2.0E-13	3.8E-14	3.8E-14
鶏卵	5.3E-02	2.0E-12	3.8E-13	3.8E-13
淡水産物	2.4E-05	6.4E-05	1.1E-05	1.1E-05
海産物	—**	—	—	—
その他***	—	—	—	—
	(3.3E-02)	(2.3E-07)	(4.2E-08)	(4.2E-08)
牛乳	2.1E-02	5.0E-11	9.3E-12	9.3E-12
調製粉乳	2.1E-02	5.0E-11	9.3E-12	9.3E-12

*震災後1~2年の放射能濃度比とした。「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資料（平成23年12月22日開催）資料1別冊：食品の基準値の導出について」に従って算出した。

**濃度比は未設定（放射性セシウムからの線量とその他の核種からの線量が等しいと仮定）

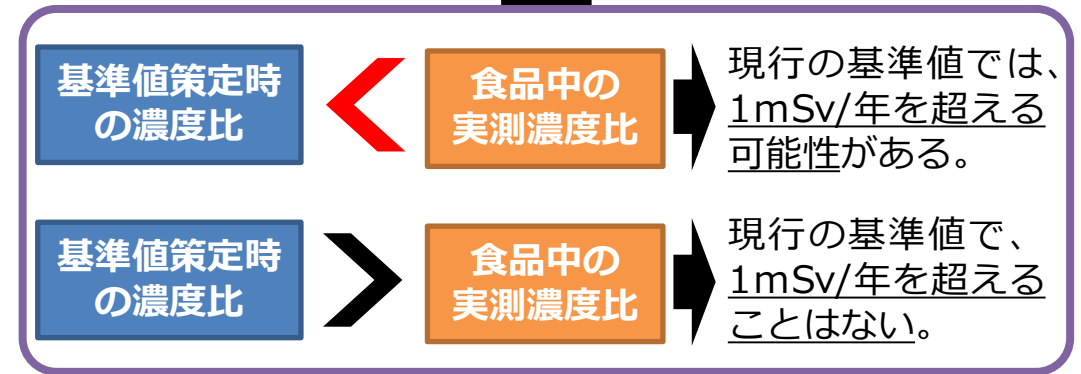
***各年齢区分について、海産物以外の摂取量の加重平均値を求め、最も小さい値を参考値として()内に示した。

新基準値

放射性セシウム濃度として
100 Bq/kg（一般食品）

Cs-137との**推定濃度比**から寄与率を求め、合算して1 mSv/年を超えないように設定された基準値

ストロンチウム90
プルトニウム
ルテニウム106



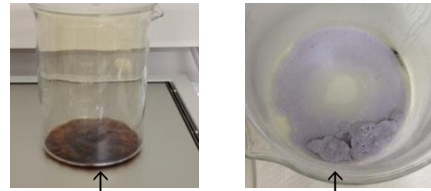
放射性ストロンチウムなどの核種の食品中濃度を実測してセシウム137との濃度比を算出し、基準値策定に用いられた値と比較することで、現行の基準値の妥当性を検証している。

研究③放射性ストロンチウムなどの分析：方法

○食品中の放射性ストロンチウム分析の流れ

試料の灰化 酸分解

- 食品試料を電気炉で灰化 (600℃、27時間)
- 灰試料を王水、硝酸で酸分解



酸分解開始直後と分解後

Srの分離

- 炭酸塩、シュウ酸塩沈殿による分離
- 陽イオン交換カラムによる分離
- 塩化鉄(Ⅲ)との共沈によるYの除去 (スカベンジング)

放射平衡待ち

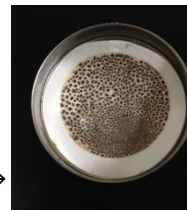
- 炭酸Sr沈殿の状態安定Srの回収率を求める
- Y90がSr90と同じ放射能濃度になるまで2週間放置



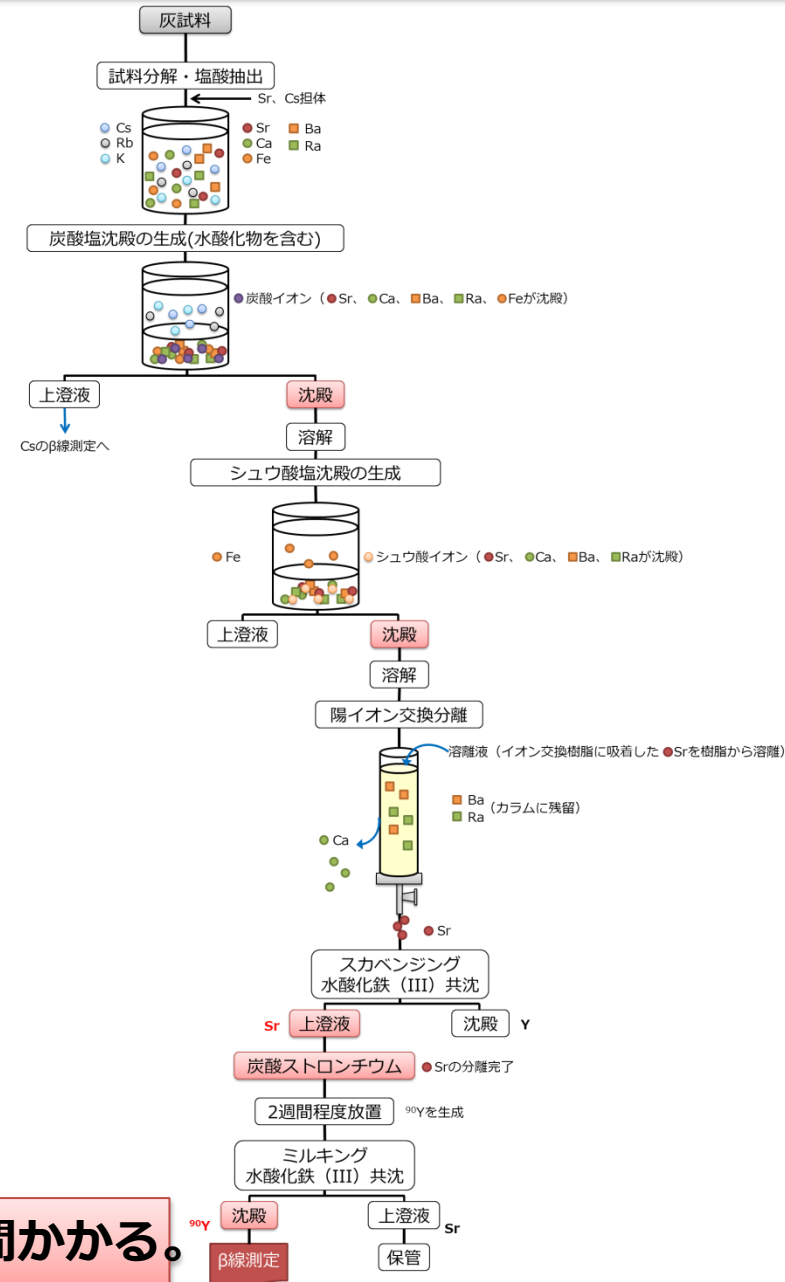
炭酸Sr沈殿→

Y90の分離 β線測定

- 塩化鉄(Ⅲ)との共沈によるY90とSr90の分離(ミルクング)
- Y90のβ線測定



Y沈殿(測定試料)→



分析には生1 kg相当の試料が必要であり、分析完了まで3週間かかる。

○食品中の放射性ストロンチウム濃度

試料	食品区分	⁹⁰ Sr		
		濃度 (Bq/kg生)	計数誤差 (Bq/kg生)	検出下限値 (Bq/kg生)
牛肉1		*	*	0.02
牛肉2		*	*	0.02
牛肉3	牛肉	0.081	0.017	0.04
牛肉4		*	*	0.02
牛肉5		0.028	0.0074	0.02
わかさぎ1		0.073	0.022	0.03
わかさぎ2	淡水産物	0.11	0.022	0.03
わかさぎ3		0.15	0.032	0.04
きのこ混合物		*	*	0.1
乾しいたけ	その他	0.42	0.075	0.2
桑茶		3.7	0.19	0.1
緑茶(製茶)		0.60	0.056	0.1
たら		*	*	0.07
あいなめ	海産物	*	*	0.04
ひらめ		0.46	0.048	0.09
まこがれい		0.18	0.046	0.1

○セシウム137との濃度比

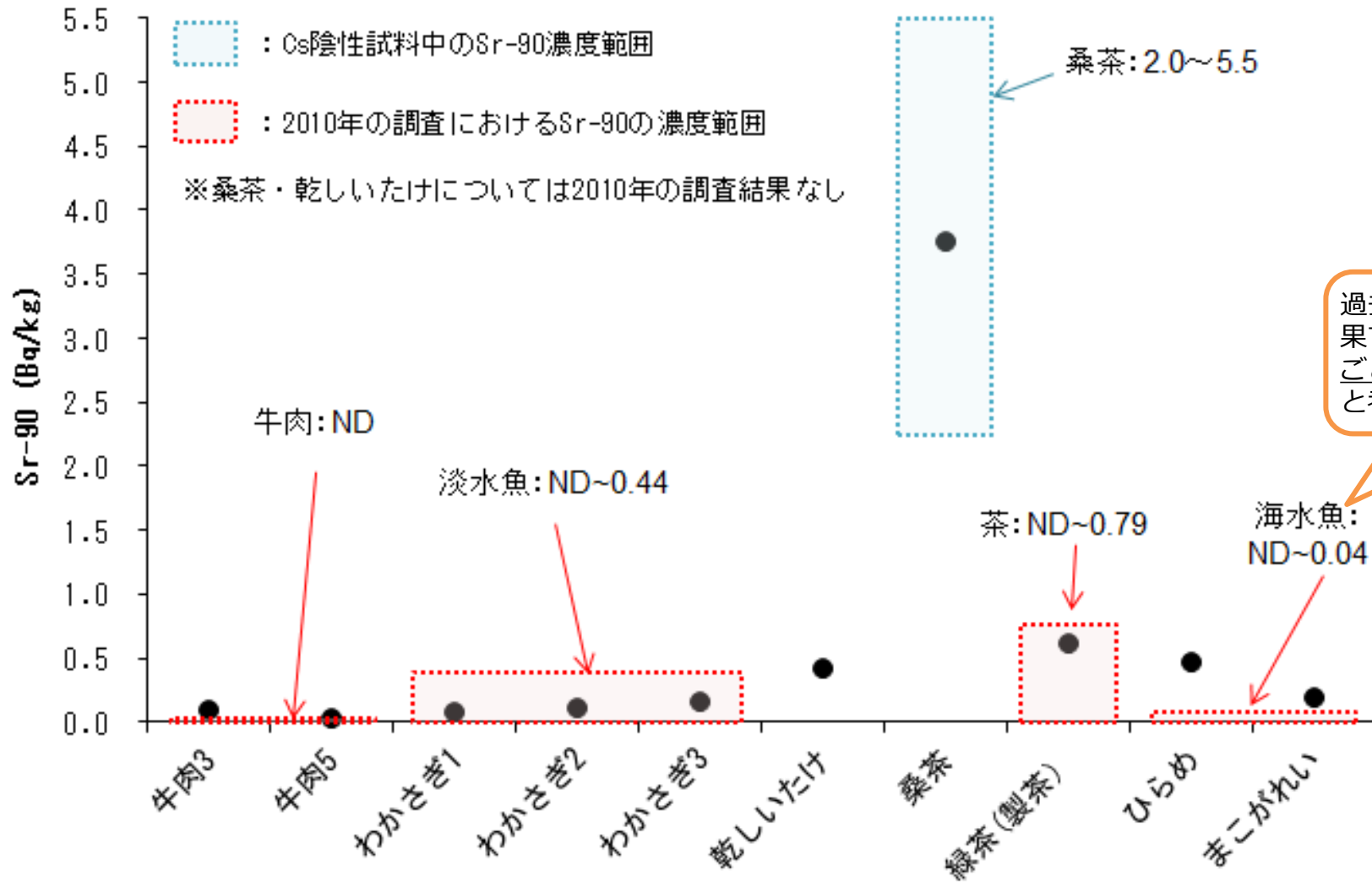
試料	食品区分	Cs-137 (Bq/kg)	Sr-90 (Bq/kg)	放射能濃度比 (Sr-90/Cs-137)	
				実測値	基準値策定時*
牛肉3	牛肉	1871	0.08	0.000043	0.0096
牛肉5		417	0.03	0.000068	
わかさぎ1		19	0.07	0.0039	
わかさぎ2	淡水産物	22	0.1	0.0049	0.000024
わかさぎ3		17	0.2	0.0087	
桑茶		177	4	0.021	
緑茶	その他	1827	0.6	0.00033	—** (0.033)**
乾しいたけ		1274	0.4	0.00033	
ひらめ	海産物	17	0.5	0.027	—
マコガレイ		19	0.2	0.0096	(線量比で0.5)

- 牛肉・その他の食品・海産物では、実測値が基準値策定時の濃度比あるいは線量比を大きく下回った。
- 淡水産物は骨ごと分析したため、実測値が基準値策定時の値を上回ったが、最大値である0.0087を淡水産物の濃度比と仮定して、基準値策定と同様に年間1 mSvを超えないように算定した放射性セシウムの限度値は**120 Bq/kg**となった。

1) 計数値がその計数誤差の3倍以下のものについては*で示した。
 また、誤差は計数誤差のみを示した。
 2) 検出下限値は2桁目以降を切り上げた値で示した。
 3) ⁹⁰Srの分析結果は生1kgあたりに換算し、入手日に減衰補正した。

分析試料数が少なく、さらなる検討が必須。特に、きのこ、山菜、果実、種実等の食品群の検討が必要であるものの、放射性Cs汚染されている試料の入手が困難なのが現状。

○事故前の食品中Sr-90濃度との比較



過去のデータが可食部のみの結果であるのに対して、今回は骨ごと分析したため高値を示したと考えられた。

今回、分析できた食品試料中のSr-90濃度は、事故前のSr-90濃度の範囲内にあり、事故に起因したと考えられるSr-90濃度の顕著な上昇は認められていない。

食品中の放射性物質の規制：平成24年4月から食品中放射性物質の新基準が施行

○放射性セシウムの暫定規制値

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

○放射性セシウムの新基準値

食品群	基準値 (Bq/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

基準値を超過した放射性物質を含む食品が流通しないよう、自治体等の検査体制が強化されている。

しかし、ごく低レベルの放射性物質の混入にも不安を感じる消費者が多いのも事実。

そこで我々は、その不安の解消の一助となる情報の収集を目的として、調理・加工による食品中の放射性セシウム量の変化に着目した検討を実施している。

食材



調理・加工

調理・加工の過程における食品中の放射性物質量の残存率については、十分にデータが蓄積されていない。

食事 (実際に摂取する形)



○調理による食品中放射性セシウムの除去効果の検討結果

乾しいたけの水戻し

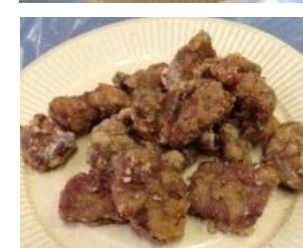
牛肉の加熱調理



調理・加工



調理



調理方法

調理後の食品中放射性セシウム残存率
※調理前を100%として表記

調理方法

調理後の食品中放射性セシウム残存率
※調理前を100%として表記

水戻し

50%

焼く

約90%

ゆでる

約40%

煮る

約20%

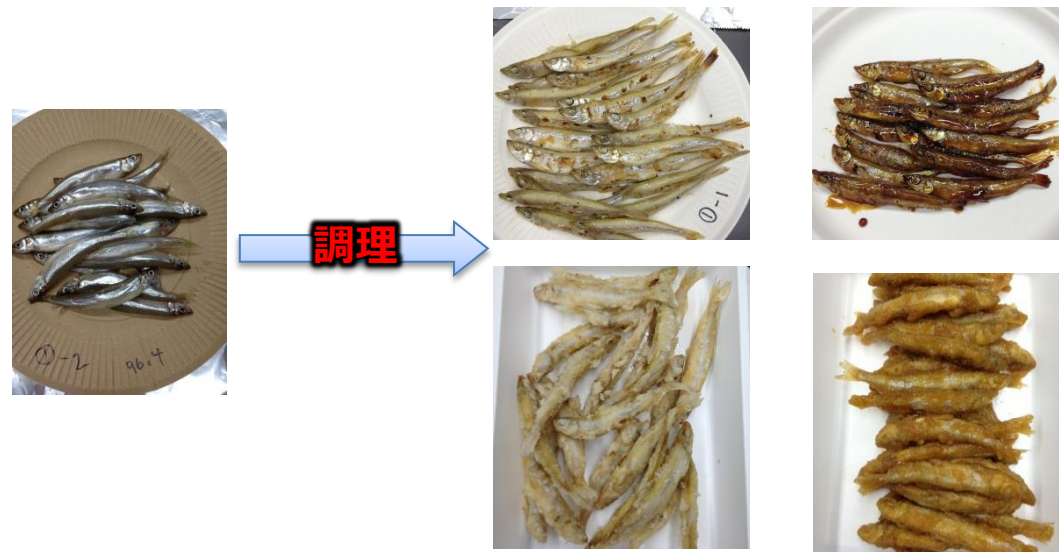
揚げる

約80%

牛肉の調味液への浸漬



わかさぎの加熱調理



調理方法

調理後の食品中放射性セシウム残存率
※調理前を100%として表記

食塩水への浸漬
(24時間)

約80%

醤油調味液への
浸漬 (24時間)

約80%

みそ調味液への
浸漬 (7日間)

約45%

調理方法

調理後の食品中放射性セシウム残存率
※調理前を100%として表記

素焼き

約100%

甘露煮

約90%

から揚げ

約95%

南蛮漬け

約70%

食品中の放射性セシウムは、加熱や水戻し、調味液への浸漬などの水分溶出や置換が生じる調理法によって除去されることが明らかとなった。