

# 放射線被ばくの公開データの検証 (内部被ばくを中心に)

国立がん研究センター放射線治療科

伊丹純

内部被ばくのすべての計算の基礎  
はICRP72の線量換算テーブルである  
これが現時点でのベストな資料であ  
る。

一部の批判があるがその批判の理  
論上の根拠は薄弱である

# 第52回原子爆弾後障害研究会で発表 された長崎大学の調査 測定対象者群わけ

群	滞在期間	平均滞在日数	人数	主な構成
1	3/11-3/18	4.3日	45人	県外から原発近隣地域への出張者
2	3/14-3/22	2.0日	66人	長崎大、長崎県内自治体からの派遣者
3	3/18-3/31	5.8日	31人	長崎大、長崎県内自治体からの派遣者
4	3/22-4/10	10.6日	31人	長崎大、長崎県内自治体および企業からの派遣者(福島第一発電所を含む)

# 長崎大学での計測結果

群	滞在期間	平均滞向日数	測定人数	<sup>131</sup> I		<sup>137</sup> Cs	
				検出人数	検出率	検出人数	検出率
1	3/11-3/18	4.3日	45人	38	84.4%	19	42.2%
2	3/14-3/22	2.0日	66人	65	98.5%	6	9.1%
3	3/18-3/31	5.8日	31人	26	83.9%	0	0%
4	3/22-4/10	10.6日	31人	27	87.1%	5	16.1%

内部被ばくの計算には基本的にICRP No.72のデータを用いる

# $^{131}\text{I}$ と $^{137}\text{Cs}$ による被ばく量計算

- 使用パラメータ: すべて注入被ばくで被ばくしたと考える、測定日不明なので減衰などを考えない
- Cs137換算係数  $1.35\text{E}-08 \text{ Sv/Bq}$
- I131換算係数  $2.20\text{E}-08 \text{ Sv/Bq}$

# 131I

群	体内放射能(Bq)		比放射能(Bq/kg)	
	平均	中央値	平均	中央値
1	431.3	206.1	6.6	3.1
2	34.7	16.1	0.6	0.2
3	42.2	44.3	0.6	0.6
4	72.3	36.1	1.0	0.6

# 131I実効線量と甲状腺等価線量

群	平均	甲状腺等価線量(25を乗じた)
1	9.49 $\mu$ Sv	237.2 $\mu$ Sv
2	0.76 $\mu$ Sv	30.5 $\mu$ Sv
3	0.92 $\mu$ Sv	37.1 $\mu$ Sv
4	1.59 $\mu$ Sv	63.6 $\mu$ Sv

# $^{137}\text{Cs}$

群	体内放射能(Bq)		比放射能(Bq/kg)	
	平均	中央値	平均	中央値
1	976.3	596.0	14.6	8.4
2	84.9	54.2	1.5	0.9
3	検出なし	検出なし	検出なし	検出なし
4	179.0	197.0	2.5	2.5

# $^{137}\text{Cs}$ 実効線量

群	平均
1	13.2 $\mu\text{Sv}$
2	1.15 $\mu\text{Sv}$
3	検出なし
4	2.42 $\mu\text{Sv}$

# 食品衛生法暫定規制値

核種	食品衛生法の規定に基づく食品中の放射性物質に関する暫定規制値(Bq/kg)	
放射性ヨウ素(代表核種I-131)	飲料水	300
	牛乳・乳製品 注)	
	野菜類(根菜、芋類を除く)	2000
	魚介類	
放射性セシウム(代表核種Cs-137)	飲料水	200
	牛乳・乳製品	
	野菜類	500
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	

注:100Bq/kgを超えるものは乳児用調製粉乳及び直接引用に供する乳に使用しないように指導すること

# 放射性セシウム暫定規制値 計算根拠と仮定（I）

- 放射性セシウムで**実効線量5mSv/年**を介入線量
- 食品を5つのカテゴリーに分類、その各々から1mSv/年の寄与
- その各々の摂取量（kgまたはリットル/日）を「国民栄養調査」から下記の如くとした

飲食物カテゴリー	成人	幼児	乳児
飲料水	1.65	1.0	0.71
牛乳・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

# 放射性セシウム暫定規制値 計算根拠と仮定(Ⅱ)

- セシウムにはストロンチウムを伴っているので同時に考慮
- 簡便に計測できるのは $\gamma$ 線を出すセシウムのみ
- $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ は0.1とする
  - チェルノブイリの地表空気中の $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ は0.1、そのときヨーロッパでは0.1より小
  - $^{90}\text{Sr}$ の線量係数は $^{137}\text{Cs}$ よりおおきく $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ は大きめにとるのが安全
- その他の $^{89}\text{Sr}$ や $^{134}\text{Cs}$ の濃度比はさまざまな仮定をおいた炉心内濃度を反映するとした
  - $^{137}\text{Cs} : ^{90}\text{Sr} : ^{134}\text{Cs} : ^{89}\text{Sr} = 0.45545 : 0.04555 : 0.54455 : 0.28732$
  - $^{137}\text{Cs} + ^{134}\text{Cs} = 1$ とした

# 放射性セシウム暫定規制値 計算根拠と仮定(Ⅲ)

- 介入濃度DIL
- F希釈定数を0.5とする(いつも汚染されたものばかり食べるわけではないとする)
- 当該飲食物一日摂取量W
- 線量係数S
- 同位元素存在割合f
- Csのあらたな降下はないとする

# 放射性セシウム暫定規制値 計算根拠と仮定(IV)

- $DIL = 1\text{mSv} / [FW \sum Sf \{1 - \exp(-365 \times \lambda)\} / \lambda]$
- 介入濃度の飲食物を1年間摂取し続けたときに1mSvに達するとする

# 結果(介入濃度Bq/Kg)

飲食物カテゴリー	成人	幼児	乳児	規制値
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・その他	664	4010	3234	500

# 学校グラウンド利用に伴う 被ばく計算の根拠と仮定 (外部被ばく)

	登校日	グラウンド滞在時間/日	空間線量率
幼稚園	220日	2時間	高さ50cm
小学校	200日	2時間	高さ50cm
中学校	200日	4時間	高さ1m

実効線量 =  $\sum$  空間線量率 x 核種の寄与 x 滞在時間

# 学校グラウンド利用に伴う 被ばく計算の根拠と仮定 (内部被ばく)

2011年4月14日から2012年4月14日ま  
で内部被ばく合計は0.038mSv  
外部被ばくの平均1.5%程度とのこと

概算してみたがだいぶ**安全側の見積と  
なっている**

# 内部被ばくの内容

- 内部被ばく = 吸入摂取(肺から) + 経口摂取(消化管から) + 傷口摂取(傷口から)
- 線量変換係数はICRP No 72使用
- $^{136}\text{Cs}$ は $^{137}\text{Cs}$ の10%存在すると仮定
- Srは計算していないようだ

# 吸入被ばく

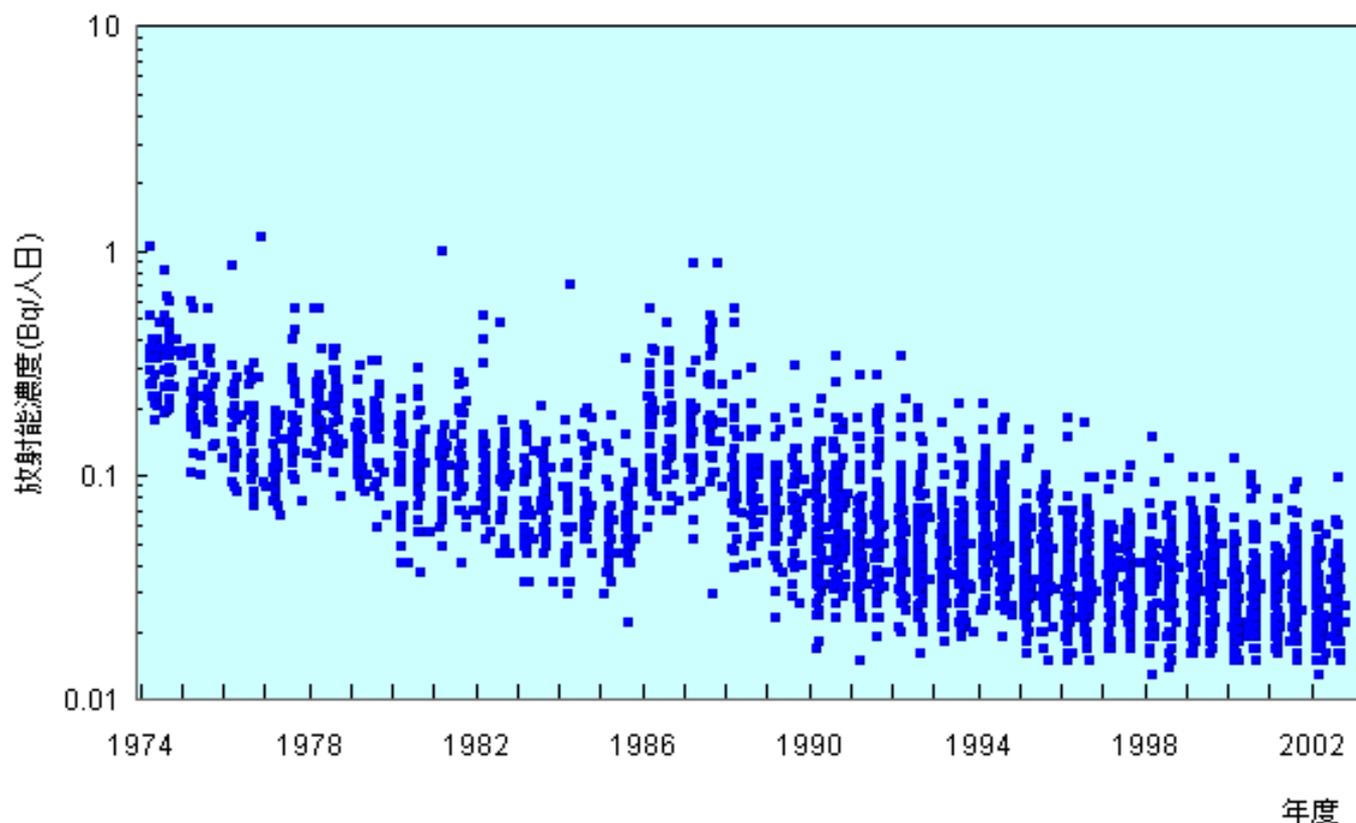
- 吸入被ばく実効線量=表面汚染密度 x 再浮遊率 x 屋外ダスト侵入係数 x 線量換算係数 x 呼吸率 x 滞在時間
- 再浮遊係数は多めのもの選択  $1.0 \times 10^{-6}$
- 屋外ダスト侵入係数 屋内外比のことか？どの値をとったか不明 屋内での吸入被ばく計算したのか？
- 呼吸率グランドなので軽作業以上の呼吸量にとるべき どの値か不明

# 経口被ばく

- 経口摂取 = 手からの経口摂取率 x 土壌放射能濃度 x 線量換算係数 x 摂取時間
- 経口摂取率としては10歳まで0.2g/d、それ以上は0.1g/dとした

# 傷口からの被ばく

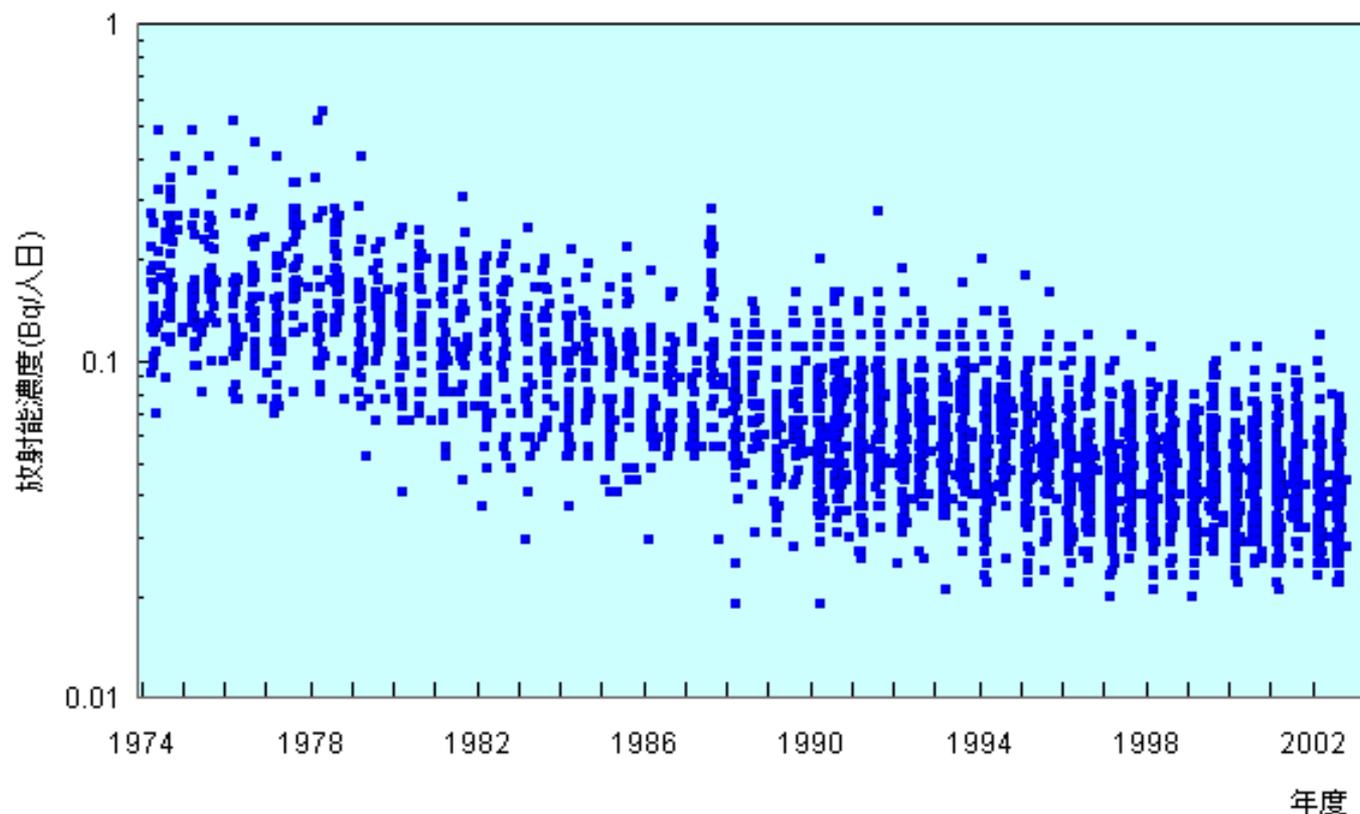
- 傷口からの侵入 = けがで取り込まれる量  
x 放射能濃度 x 線量換算係数 x けがを  
する回数
- 手にけがをしたとする
- けがは月一回とする
- 手に付く塵埃濃度は11mgとして、すべて吸収  
されたとする



この図は、日本各地の日常食中に含まれるCs-137の量(1人1日あたりの食事の中のCs-137量)について、1974年度から2002年度までの変化を表している。Cs-137濃度はゆるやかに減少していたが、1986年から1987年にかけてチェルノブイル原子力発電所事故の影響により若干増加した。現在、日常食中のCs-137は1970年代の1/4程度のレベルである。

## 図2 日常食中の<sup>137</sup>Cs濃度の推移

[出所] 日本の環境放射能と放射線:環境中の放射能と放射線、日常食中のCs-137の経年変化、<http://www.kankyo-hoshano.go.jp/01/0101flash/01011821.html>



この図は、日本各地の日常食中に含まれるSr-90の量(1人1日あたりの食事の中のSr-90量)について、1974年度から2002年度までの変化を表している。Sr-90濃度はゆるやかに減少していたが、1986年にチェルノブイル原子力発電所事故の影響により一時的に増加した。現在、日常食中のSr-90は1970年代の1/3程度のレベルである。

## 図1 日常食中の<sup>90</sup>Sr濃度の推移

[出所] 日本の環境放射能と放射線: 環境中の放射能と放射線、日常食中のSR-90の経年変化、<http://www.kankyo-hoshano.go.jp/01/0101flash/01011811.html>

# 大気中核爆発実験による 一人当たり平均実効線量推測値

Figure XXVII. Worldwide average per caput effective doses from nuclear weapons tests

