

内部被ばく線量評価の基礎と ホールボディカウンタ見学

長崎大学原爆後障害医療研究所 アイソトープ診断治療学分野

福田 直子

ホールボディカウンタによる健康リスク評価

- ホールボディカウンタ検査で体内放射能が検出された。

Cs-134 200,000Bq/body

Cs-137 200,000Bq/body

- 汚染した野菜を1週間前に食べたようだ。

- **内部被ばく線量は？**

考え方（1）

- 摂取1週間後の体内残留率を用いて、摂取時の放射能を逆算する。

Cs-134	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
1日後	0.977	0.972	0.975	0.976	0.976	0.979
1週間後	0.752	0.707	0.745	0.773	0.836	0.863
1ヵ月後	0.272	0.203	0.317	0.459	0.674	0.721
1年後	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.041	0.064

Cs-137	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
1日後	0.977	0.973	0.976	0.977	0.977	0.980
1週間後	0.756	0.711	0.749	0.778	0.841	0.869
1ヵ月後	0.279	0.208	0.325	0.470	0.692	0.740
1年後	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	0.056	0.088

考え方（2）

- 経口摂取の内部被ばく線量換算係数（Sv/Bq）を用いて預託実効線量を計算する。

Cs-134	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
預託実効線量係数	2.6×10^{-8}	1.6×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.4×10^{-8}	1.9×10^{-8}	1.9×10^{-8}

Cs-137	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
預託実効線量係数	2.1×10^{-8}	1.2×10^{-8}	9.7×10^{-9}	1.0×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.3×10^{-8}

計算結果

- 成人の場合

摂取した放射能 (Cs-137) = $200,000[\text{Bq}] / 0.869 = 230,150 \text{ Bq}$

預託実効線量 = $230,150 [\text{Bq}] \times 1.3 \times 10^{-8} [\text{Sv/Bq}] = 3.0 \text{ mSv}$

核種	測定値 (Bq/body)	1週間後の体内残留率	摂取した放射能(Bq)	預託実効線量 係数(Sv/Bq)	預託実効線量 (mSv)
Cs-134	200,000	0.863	231,750	1.9×10^{-8}	4.4
Cs-137	200,000	0.869	230,150	1.3×10^{-8}	3.0

内部被ばく線量算出の方法～預託実効線量を求める～

(1) WBC測定時の体内放射能 (Bq) ÷ 体内残留率 = 摂取量 (Bq)

(2) 摂取量 (Bq) × 預託実効線量係数 (Sv/Bq) = 預託実効線量 (Sv)

つまり

$$\frac{\text{体内放射能 (Bq)}}{\text{体内残留率}} \times \text{預託実効線量係数 (Sv/Bq)} = \text{預託実効線量 (Sv)}$$

預託実効線量

環境省

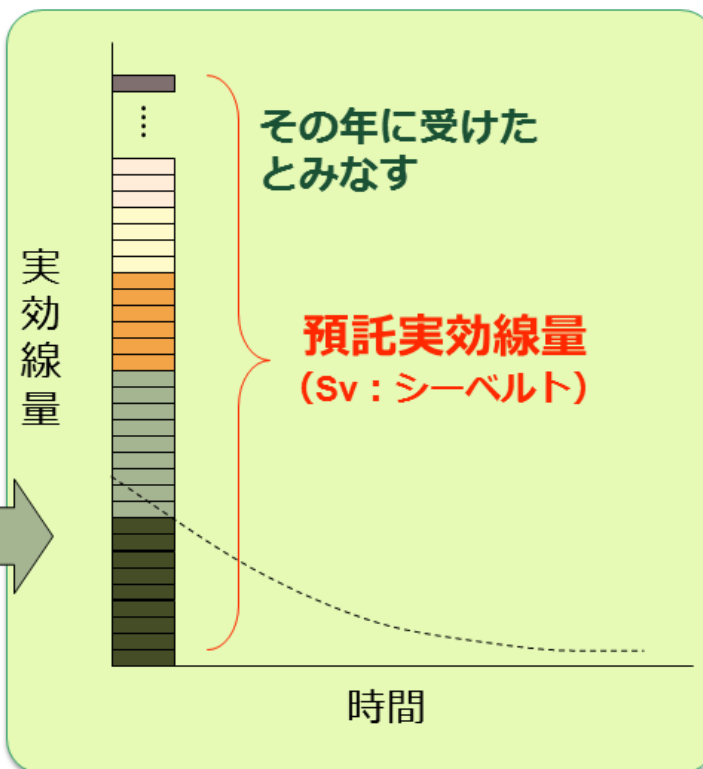
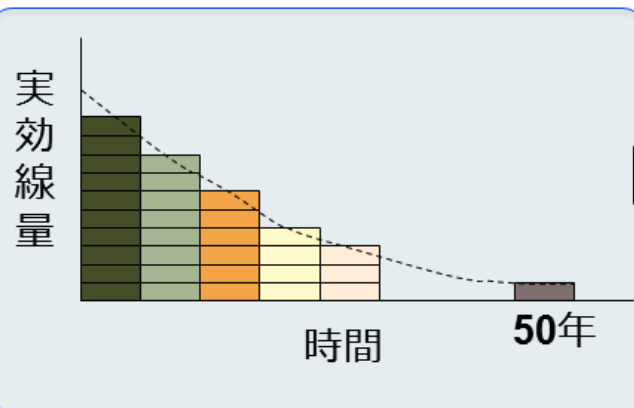
放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料

放射性物質を一回だけ摂取した場合に、それ以後の生涯にどれだけの放射線を被ばくすることになるかを推定した被ばく線量

内部被ばくの計算

将来にわたる線量を積算

- 公衆（大人）：摂取後50年間
- 子供：摂取後70歳まで



本日のデモ測定結果を計算してみる（1）

- 摂取シナリオ

① 被験者（発電所等の作業員 or 一般公衆） → 一般公衆

② 年齢 → 成人（18歳以上）

③ 摂取ルート（吸入摂取 or 経口摂取） → 経口摂取

④ 摂取パターン（急性摂取 or 慢性摂取） → 急性摂取

⑤ 摂取終了してから測定までの経過時間（日数） → 7日後

本日のデモ測定結果を計算してみる (2)

- 成人の場合 (Cs-137)

【予備測定】 摂取した放射能 = $2,824 \text{ [Bq]} / 0.869 = 3,250 \text{ Bq}$

預託実効線量 = $3,250 \text{ [Bq]} \times 1.3 \times 10^{-8} \text{ [Sv/Bq]} = 0.042 \text{ mSv}$

	核種	測定値 (Bq/body)	1週間後の 体内残留率	摂取した放 射能(Bq)	預託実効線 量係数 (Sv/Bq)	預託実効線 量(mSv)
予備	Cs-137	2,824	0.869	3,250	1.3×10^{-8}	0.042
9/7	Cs-137		0.869		1.3×10^{-8}	

放医研「内部被ばく線量算定支援グラフデータベース」

グラフ：体内残留率・排泄率のモデル予想値

14016

このデータベースは、全身計測、バイオアッセイなどの個人モニタリングの計測値から摂取量や
預託実効線量を評価する手助けをします。

利用者は、作業者あるいは公衆により、吸入もしくは経口摂取された放射性核種に関し：
(a)体内残留率や排泄率、あるいは
(b)モニタリング計測値当たりの預託実効線量
のグラフを得ることができます。

[グラフ検索フォームへ](#)

個人モニタリングの計測値から摂取量と預託実効線量とを計算するパーソナルコンピュータ用ソフト「[MONDAL3](#)」をリリースしました。

「MONDAL3」お持ちの皆様へデータ修正のお知らせ：修正用ファイルをダウンロードし、
MONDAL3をインストールしたディレクトリ下の"MDData"フォルダに上書き保存してください。
[修正用ファイル](#)

計算に用いたモデル及びパラメータ値：

- 呼吸気道モデル：ICRP（国際放射線防護委員会）Publication 66⁽¹⁾
- 体内動態モデル：ICRP Publications 30⁽²⁻⁴⁾, 56⁽⁵⁾, 67⁽⁶⁾, 69⁽⁷⁾, 71⁽⁸⁾
- 胃腸管モデル：ICRP Publication 30⁽²⁾； $f_1 = 1$ の時は 0.99 として計算される。

経口摂取後の日数（1000以下の正の整数）を入れてください。

(<1000)

核種	Cs-137
半減期	30.0 y
放射線	gamma of Ba-137m(0.661MeV)85.1%
f1=1.0 :All compounds	
Whole body	
経口摂取後 7日	

	残留率／排泄率	モニタリング計測値当たりの預託 実効線量(Sv/Bq)
3 mo (from 0 to 1 y of age)	7.56E-01	2.778E-8
1 y (from 1 y to 2 y)	7.11E-01	1.688E-8
5 y (more than 2 y to 7 y)	7.49E-01	1.282E-8
10 y (more than 7 y to 12 y)	7.78E-01	1.285E-8
15 y (more than 12 y to 17 y)	8.41E-01	1.546E-8
Adult (more than 17 y)	8.69E-01	1.496E-8

リスクアセスメント

- 預託実効線量がCs-134、Cs-137合算で7.4mSv
 - 一般公衆の実効線量限度（1mSv/年）を超える。
 - いかなる確定的影響のしきい線量も超えない。
 - 発がんリスクの有意な上昇が見られる線量域ではない。
- 不要な被ばくを避ける観点から、残った野菜の摂取は避けるべき。
- 体外に排泄されていることを確認する意味で、一定期間後に再検査をしても良い。
- 乳幼児の場合も大きくは変わらない。

解説

- ホールボディカウンタで検出された体内放射能は、検査日における値であり、放射性核種の半減期と体外への排泄によって、摂取時よりも減少している。
- そのため、年齢別、各種別に示されている日本人の体内残留率により摂取量を逆算する必要がある。摂取日と検査日の間隔が短い方がより正確な値が得られる。
- 体内残留率は放射線医学総合研究所から「内部被ばく線量算定支援グラフデータベース」として公開されている。
<http://www.nirs.qst.go.jp/rd/db/index.html>
- 継続摂取していた場合には、継続開始日に総量を摂取したと仮定すれば保守的な値が得られる。