

「暫定基準値」の算出法？

回答

原子力安全委員会の原子力発電所等周辺防災対策専門部会は、その部会の環境ワーキンググループでの検討結果に基づき、1998年11月に飲食物摂取制限に関する指標を改定した。この改定では、従来からの放射性ヨウ素に対する指標の見直しが行なわれるとともに、放射性セシウム及びストロンチウムの指標並びにプルトニウム及び超ウラン元素アルファ核種の指標が設けられた。

指標改定の際に、次の考え方がとられた。

- (1) この指標は、**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**、緊急事態における介入のレベル(防護対策指標)、言い換えれば、**防護対策の一つとしての飲食物摂取制限措置を導入する際の目安とする値**である。
- (2) 本指標算出にあたっては、**防護対策指標設定の基本となるICRP、IAEA等の考え方に基づき**、回避線量(防護措置を実施することによって免れる線量)がそれ以上なら防護対策を導入すべきかどうかを**判断する線量として実効線量5mSv/年**(放射性ヨウ素による甲状腺等価線量の場合は50mSv/年)を基にするとともに、わが国の食生活等の実態も考慮することにした。

第1表 飲食物摂取制限に関する指標

対 象	放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種： ¹³¹ I)
飲料水	3×10 ² Bq/kg 以上
牛乳・乳製品	
野菜類 (根菜・芋類を除く。)	2×10 ³ Bq/kg 以上

対 象	放射性セシウム
飲料水	2×10 ² Bq/kg 以上
牛乳・乳製品	
野菜類	5×10 ² Bq/kg 以上
穀 類	
肉・卵・魚・その他	

計算式と使用する記号は次のとおりである:

$$DILk = \frac{ILD}{G} \cdot \left[F \sum_i W_k S_i f_i (1 - \exp(-\lambda_i T)) / \lambda_i \right]$$

ここに、

DILk: 飲食物カテゴリー k に対する年齢グループの誘導介入濃度(Bq/kgまたはBq/l)。
飲食物カテゴリーk中の放射能濃度で表す。

ILD: 介入線量レベル

(1)ヨウ素の同位体および¹³²Teに対して、年間の甲状腺等価線量 $50 \times 2/3$ mSv

(2)^{Cs}及び^{Sr}の同位体、またウランに対して、それぞれ年間の実効線量 5 mSv

G: 飲食物カテゴリーに汚染がまたがることを考慮して、介入線量レベルを割り当てたことによるDIL低減倍数(=飲食物カテゴリーの数)

(1)ヨウ素の同位体および¹³²Teに対して、 $G=3$

(2)^{Cs}及び^{Sr}の同位体、及びウランに、 $G=5$

F: (年平均濃度)/(ピーク濃度)の値、例えば、収穫・出荷制限地域で生産されるはずの食品のみを住民はとるのではなく、他地域から流通してきた食品もかなりとると考えられる。そのような希釈効果のため、実際に住民が摂取するかもしれない放射性核種の量は減少する。Fは、これを考慮するための係数で、^{Cs-137}のような長半減期核種に適用する。

(1)短半減期の核種である放射性ヨウ素には適用せず、 $F=1$ とする。

(2)^{Cs}及び^{Sr}、及びウランの放射性同位体に対しては、それぞれ平均濃度はピーク濃度の半分とする。すなわち、 $F=0.5$ とする。

S_i: 放射性核種 i を1Bq経口摂取した場合の年齢グループの預託線量(mSv/Bq)

ただし、

(1)放射性ヨウ素に対しては、甲状腺(預託等価)線量

(2)^{Cs}及び^{Sr}の放射性同位体及びウランに対しては、(預託)実効線量

W_k: 年齢グループによる飲食物カテゴリーkの1日当り摂取量(kg/dまたはl/d)

T: 飲食物の摂取期間(365dと仮定)

λ_i : 核種iの壊変定数(d⁻¹)

f_i: 代表核種に対する核種iの放射能の混合割合

上記計算で用いられたS_i, W_k, λ_i , f_iの各値を、以下に示す。

(預託実効線量係数S)

幼児及び乳児とICRP線量係数の年齢範囲は次のとおり対応するとした。

(1)幼児は、ICRP Publication 56の5歳児

(2)乳児は、ICRP Publication 56の3月児、年齢範囲としては0から12カ月

放射性核種の経口摂取による単位摂取量あたりの預託実効線量(線量係数)は、ICRP Publication 67及びIAEAのBSS(Safety Series No. 115)が示した数値を用いた。

これらの文献に載っていないヨウ素-133, 134および135の成人甲状腺(等価)線量の経口摂取線量係数はNRPBが発行したLUDEP2. 0プログラムから求めた。

第4表 放射性核種の経口摂取線量係数（単位：mSv/Bq）

放射性核種	成人	幼児	乳児
⁸⁹ Sr（実効線量）	2.6×10^{-6}	8.9×10^{-6}	3.6×10^{-5}
⁹⁰ Sr（ // ）	2.8×10^{-5}	4.7×10^{-5}	2.3×10^{-4}
¹³² Te（甲状腺等価線量）	2.9×10^{-5}	1.6×10^{-4}	6.2×10^{-4}
¹³¹ I（ // ）	4.3×10^{-4}	2.1×10^{-3}	3.7×10^{-3}
¹³² I（ // ）	3.4×10^{-6}	1.9×10^{-5}	4.0×10^{-5}
¹³³ I（ // ）	8.3×10^{-5}	4.6×10^{-4}	9.8×10^{-4}
¹³⁴ I（ // ）	5.5×10^{-7}	3.1×10^{-6}	6.5×10^{-6}
¹³⁵ I（ // ）	1.6×10^{-5}	8.9×10^{-5}	1.9×10^{-4}
¹³⁴ Cs（実効線量）	1.9×10^{-5}	1.3×10^{-5}	2.6×10^{-5}
¹³⁷ Cs（ // ）	1.4×10^{-5}	9.7×10^{-6}	2.1×10^{-5}

（摂取量W）

日本人成人についての飲食物の分類は、食品摂取に関する全国規模調査である「国民栄養調査」（厚生省）の食品ごとの摂取量を基とした。その上で、放射性核種の人への移行しやすさの観点に加えて、すべての食品を含めること、および、実用的には飲食物カテゴリーの数は少ないほうがよいこと、などを考慮して飲食物を5つのカテゴリーに分類した。すなわち、(1)飲料水、(2)牛乳・乳製品、(3)野菜類(根菜、芋類を含む。)、(4)穀類、および(5)肉、卵、魚介類その他(以後簡単に、肉・卵・魚・その他と呼ぶ。)である。

幼児と乳児の飲食物の種類ごと摂取量は、成人についての食品の分類に従い、放射線医学総合研究所が茨城県沿岸地域で実施した調査を基礎に推定した。

第5表 飲食物カテゴリーと摂取量（放射性ヨウ素以外に適用）

単位：kg/日または l/日

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

第6表 放射性ヨウ素に関連した飲食物カテゴリーと摂取量

単位：kg/日または l/日

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	0.4	0.17	0.07

（壊変定数λ）と（放射能の混合割合f）

事故の早期段階において最も多量の放出が考えられる放射性核種は希ガスとヨウ素群の核種である。このうち希ガスは外部被ばくのみで寄与するので除外し、ヨウ素群(I-131, I-132, I-133, I-134およびI-135)を選定し、I-131を指標核種とした。この指標核種の意味は、ヨウ素群の核種の混合比率を仮定し、その中のI-131の飲食物中濃度によって指標を表わすということである。

放射性セシウム(Cs-134およびCs-137)と放射性ストロンチウム(Sr-89およびSr-90)を選んだ理由は、セシウムは葉面吸収されて、植物に取り込まれやすいため、またストロンチウムは葉面からは吸収されにくい、土壌からの移行はセシウムと同程度か場合によっては1桁大きいいため飲食物からの被ばく経路に関して重要な核種のためであった。

原子力事故時に放出される放射性核種の混合割合は、できる限り代表性あるものを仮定することとした。そのために、放射性ヨウ素、セシウムおよびストロンチウムその他の $\beta(\gamma)$ 核種は、軽水炉における燃料の燃焼度が30,000MWd/tonの場合の主要な放射性核種を存在割合とする放出源から放出されるとした。また、食品汚染への寄与がほとんど考えられない短半減期核種を考慮から除外するため、原子炉停止から冷却時間0-5日後の同位体割合とした。

第3表 放射性ヨウ素核種、および放射性CsとSrの核種について仮定した放射能の割合

核種 (i)	半減期	壊変定数 λ_i (d^{-1})	原子炉内放射能 (MWd/ton 当り Ci/ton)	代表核種放射能に 対する割合 f_i
^{132}Te	78.2 h	2.127×10^{-1}	6.2×10^5	1.3191
^{131}I	8.04 d	8.621×10^{-2}	4.7×10^5	1.0000
^{132}I	2.3 h	7.232	6.4×10^5	1.3617
^{133}I	20.8 h	7.998×10^{-1}	6.7×10^5	1.4255
^{134}I	52.6 m	1.897×10^1	2.9×10^5	0.0006
^{135}I	6.61 h	2.517	2.6×10^5	0.5532
^{89}Sr	50.5 d	1.373×10^{-2}	4.1×10^5	0.28732
^{90}Sr	29.12 y	6.521×10^{-5}	6.5×10^4	0.04555
^{134}Cs	2.062 y	9.210×10^{-4}	1.1×10^5	0.54455
^{137}Cs	30.0 y	6.330×10^{-5}	9.2×10^4	0.45545

(注) (1) この表の下半部の f_i は $^{134+137}\text{Cs}$ を指標核種として、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の両者の割合を加えれば ^{131}I と同様に1になるように値をとってある。

(2) 放射能比 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ を0.1と仮定している。

放射性ヨウ素に対する計算結果を示す。

第7表 代表核種 ^{131}I の濃度に着目した誘導介入濃度 (単位: Bq/kg)

飲食物カテゴリー	成人	幼児	乳児	最小値
飲料水	1,270	424	322	322
牛乳、乳製品	1.0×10^4	849	382	382
野菜類 (根菜・芋類を除く。)	5,220	2,500	3,280	2,500

放射性セシウムに対する計算結果を示す。

第8表 代表核種 $^{134+137}\text{Cs}$ の濃度に着目した誘導介入濃度 (単位: Bq/kg)

飲食物カテゴリー	成人	幼児	乳児	最小値
飲料水	201	421	228	201
牛乳・乳製品	1,660	843	270	270
野菜類	554	1,686	1,540	554
穀類	1,110	3,830	2,940	1,110
肉・卵・魚・その他	664	4,010	3,234	664

解説

暫定基準値は、成人、幼児、乳児のそれぞれに対して計算し、それらの最小値を求め、その**最小値を超えない値**としている。従って、暫定基準値は余裕を持った値である。

放射性セシウムに対する暫定基準値は、特に**穀類は2倍以上の余裕**がある。

放射性セシウムに対する暫定基準値は、飲食物カテゴリーの5種類の汚染飲食物を1日おきに1年間飲食した場合に、年間の実効線量が5mSvとなり、飲食物摂取制限処置を導入する際の目安値となるだけで、**健康に悪影響を及ぼすか否かの濃度基準ではない**。

ちなみに、放射性セシウムに3,000 Bq/kg 汚染された牛肉を、汚染されているとは知らずに毎日1kgを10日間食べ続けた場合の成人の実効線量は、下記で計算できる。ここで、放射性セシウムは、Cs-134とCs-137が等量と仮定し、経口摂取線量係数Sは上記表4を参照した。

$$\begin{aligned}\text{実効線量} &= 1500(\text{Bq/kg}) \times 1(\text{kg/日}) \times 10(\text{日}) \times 1.9 \times 10^{-5}(\text{mSv/Bq}) \\ &\quad + 1500(\text{Bq/kg}) \times 1(\text{kg/日}) \times 10(\text{日}) \times 1.4 \times 10^{-5}(\text{mSv/Bq}) \\ &= 0.5 (\text{mSv})\end{aligned}$$

これは、防護対策を導入すべきかどうかを判断する線量の1/10であり、健康に悪影響を及ぼすことは考えにくい。

引用元

・日本保健物理学会学会誌「保健物理」；飲食物摂取制限指標の改定

http://www.journalarchive.jst.go.jp/japanese/jnlabstract_ja.php?cdjournal=jhps1966&cdvol=35&noissue=4&startpage=449

・フリー百科事典ウィキペディア；国際放射線防護委員会（ICRP）

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%BD%E9%9A%9B%E6%94%BE%E5%B0%84%E7%B7%9A%E9%98%B2%E8%AD%B7%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A>

・フリー百科事典ウィキペディア；国際原子力機関（IAEA）

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%BD%E9%9A%9B%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E6%A9%9F%E9%96%A2>