

本資料は 年 2001. 月 6. 日付けで登録区分、
変更する。

[技術情報室]

平常時における東海再処理施設からの 放射性物質の海洋放出に起因する 線量当量を計算するための換算係数

1992年3月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

号
の

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

製、転載、
。また今回



社 内 資 料

PNC-BN8410 92-098

1992年 3月

平常時における東海再処理施設からの
放射性物質の海洋放出に起因する
線量当量を計算するための換算係数



晴山 央一
圓尾 好宏
飛田 和則
篠原 邦彦

要 旨

東海再処理施設から海洋放出される放射性液体廃棄物に起因する線量当量は、平常運転時の評価においては、放射性物質の放出量を与えられれば計算できる。このため、計算コードCORALにより単位放出当りの換算係数を求めた。

この、換算係数に放出量を乗ずることにより平常時における海水中濃度、内部被ばくによる実効線量当量、外部被ばくによる実効線量当量等が算出できる。



OFFICIAL USE ONLY
PNC-PN8410 92-098
March 1992

Conversion Factors to Estimate Dose Equivalents Due to Discharge of
Radioactive Effluents from Tokai Reprocessing Plant in the Normal
Operation

Hisakazu Hareyama
Yoshihiro Maruo
Kazunori Tobita
Kunihiko Shinohara

Abstract

Dose equivalents for general public due to discharge of radioactive effluents from Tokai Reprocessing Plant in the normal operation have been calculated with the use of constant parameters and radioactivities of discharge effluents. Accordingly, some conversion factors from radioactivities of discharge effluents to dose equivalents are calculated by computer code CORAL.

Therefore, internal and external dose equivalents for general public due to discharge of effluents are simply estimated with the use of conversion factors.

Environmental Protection Section, Health and Safety Division

目 次

1. はじめに	1
2. 海水中の放射性物質濃度	2
2. 1 流れの軸上濃度	2
2. 2 放出口付近の濃度	3
2. 3 海水中放射性物質濃度への換算係数	4
3. 内部被ばく	5
3. 1 海産物中放射性物質濃度	5
3. 2 海産物中放射性物質濃度への換算係数	7
3. 3 内部実効線量当量	8
3. 4 内部実効線量当量への換算係数	9
4. 外部被ばく	10
4. 1 外部実効線量当量	10
4. 2 外部実効線量当量への換算係数	16
4. 3 組織線量当量	17
4. 4 組織線量当量への換算係数	22
5. 計算方法	23
5. 1 海水中放射性物質濃度の計算	23
5. 2 海産物中放射性物質濃度の計算	24
5. 3 内部被ばくによる実効線量当量の計算	26
5. 4 外部被ばくによる実効線量当量の計算	29
5. 5 組織線量当量の計算	31

1 はじめに

東海再処理施設から海洋へ放出される放射性液体廃棄物に起因する線量当量は、計算コードCORALにより算出される。

現行の環境データ処理装置（IBM-9375-040）におけるCORALの実行時間は約1時間であり、処理時間のほとんどが、平常時の評価においてデフォルト化が可能なデータの計算に費やされている。

平常時の評価において変更が必要となるパラメータは、放出量データのみであるため、CORALで使用している計算式中の放出量を除くパラメータに平常時評価用の値を使用し、放出量から線量当量等が算出可能な換算係数を求めた。

この換算係数に放出率を乗じることにより平常時の条件における、海水中濃度、海産物中濃度、内部被ばくによる実効線量当量、外部被ばくによる実効線量当量及び組織線量当量を算出する。

組織線量当量を求める換算係数は β 線による皮膚の組織線量当量を算出しているため、外部実効線量当量の1.2倍を γ 線寄与分として加算し、この合計値を組織線量当量として使用する。

なお、計算方法の詳細については計算コードCORALのマニュアルを参照されたい。

2. 海水中放射性物質濃度

2.1 流れの軸上濃度

放出された廃液が海洋中で拡散するとき、流れの軸上の濃度分布は、流れの軸をX軸とすると、次式で表される。

$$C(x) = \frac{q}{u \cdot H \cdot Y} \operatorname{erf} \left(\frac{Y \cdot u}{4 \sqrt{\alpha \cdot x}} \right) \quad (2-1)$$

$$\operatorname{erf}(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-t^2} dt$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
C(x)	海水中放射性物質濃度	—	Bq/cm ³
q	放射性物質の放出率	—	Bq/s
u	流れの速さ	10	cm/s
H	鉛直混合層の厚さ	960	cm
Y	流れの軸に垂直に見た 拡散源の幅	200	cm
x	放出点からの軸上距離	表 2-1 参照	cm
α	係数	0.1415	—

放射性物質の放出率 q は、年間を通じて連続的に放出されるものとして計算する。線量当量の計算に用いる海水中の放射性物質濃度は、(2-1) 式から計算される流れの軸上の海水中放射性物質濃度に流向頻度を乗じたものとする。

2.2 放出口付近の濃度

線量当量を計算する際の海水中の放射性物質濃度として、放出口付近の海水中平均濃度は次式により計算する。

$$\bar{C}(x) = \frac{q \frac{x}{u}}{\frac{\pi}{4} x^2 \cdot H} = \frac{4q}{\pi \cdot u \cdot x \cdot H} \quad (2-2)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
$\bar{C}(x)$	海水中平均濃度	—	Bq/cm ³
q	放射性物質の放出率	—	Bq/s
u	流れの速さ	10	cm/s
H	鉛直混合層の厚さ	690	cm
x	海域(円)の直径	100000	cm

2.3 海水中放射性物質濃度への換算係数

各経路の評価地点における年間放出量から海水中濃度への換算係数を下表に示す。

表 2-1 年間放出量から海水中濃度への換算係数

区分	経路	評価地点	流向頻度	海水中濃度換算係数（注） (Bq/cm ³)/(Bq/y)
内部被ばく	成魚 頭足類 甲殻類	放出口付近の 海水中平均濃度	—	5.847×10^{-17}
	海藻 (紅・褐) 貝類	放出口から 北 5km地点	11.5	7.921×10^{-18}
外部被ばく	漁網 海面 船体	放出口付近の 海水中平均濃度	—	5.847×10^{-17}
	海岸砂 海水中	放出口から 南南西7.8km地点	13.3	5.873×10^{-18}

(注 表中の海水中濃度換算係数は流向頻度を考慮した値である。)

3. 内部被ばく

3. 1 海産物中放射性物質濃度

海産物中の放射性物質濃度は、次式で表される。

$$A_{ki} = C_{Fki} \cdot C_i(x) \quad (3-1)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
A_{ki}	海産物 k 中の核種 i の濃度	—	(Bq/g)
C_{Fki}	核種 i の海産物 k への濃縮係数	表 3-1 参照	$\left\{ \frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3} \right\}$
$C_i(x)$	海水中の核種 i の濃度	—	(Bq/cm ³)

また、シラスについては、次式によりシラス体内の放射性物質濃度を計算し、体内の放射性物質濃度が最大となる値を A_{ki} として用いる。

なお、トリチウム、放射性ヨウ素及びプルトニウムは、成魚を摂取するものとして計算する。

$$A_i(x) = \frac{k_i \cdot C_{Fsi}}{u} e^{-\frac{k_i}{u} x} \int_0^x C_i(x) \cdot e^{\frac{k_i}{u} x} dx \quad (3-2)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
$A_i(x)$	放出点から軸上距離 x でのシラス体内の核種 i の濃度	—	(Bq/g)
k_i	シラスからの核種 i の排泄率	表 3-1 参照	(1/s)
C_{Fsi}	核種 i のシラスの濃縮係数	表 3-1 参照	$\left\{ \frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3} \right\}$
u	流速	10	(cm/s)

表 3 -1 放射性物質の海産物への濃縮係数及び排泄率

元 素	濃縮係数 C_{Fki}, C_{Fsi} $\left[\frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3} \right]$							排泄率 k_i (1/s)
	成 魚	紅 藻	褐 藻	貝 類	甲殻類	頭足類	シラス	シラス
H	1	1	1	1	1	1	—	—
Sr	3	20	20	5	30	2	4	8.03×10^{-6}
Zr, Nb	50	300	1000	40	50	50	40	2.67×10^{-6}
Ru	50	2000	500	300	200	80	30	1.60×10^{-5}
I	30	1000	2000	60	30	3	—	—
Cs	30	10	30	9	20	10	20	1.60×10^{-6}
Ce	50	600	600	200	90	30	50	2.67×10^{-6}
Pu	100	3000	3000	200	400	200	—	—

3. 2 海産物中放射性物質濃度への換算係数

年間放出量から海産物中の放射性物質濃度への換算係数を表 3 - 2に示す。

表 3 - 2 年間放出量から海産物中放射性物質濃度への換算係数

核種	海産物中放射性物質濃度への換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)						
	成魚	紅藻	褐藻	貝類	甲殻類	頭足類	シラス
H	5.847 E-17	7.921 E-18	7.921 E-18	7.921 E-18	5.847 E-17	5.847 E-17	——
Sr	1.754 E-16	1.584 E-16	1.584 E-16	3.961 E-17	1.754 E-15	1.169 E-16	5.571 E-16
Zr, Nb	2.924 E-15	2.376 E-15	7.921 E-15	3.168 E-16	2.924 E-15	2.924 E-15	2.190 E-15
Ru	2.924 E-15	1.584 E-14	3.961 E-15	2.376 E-15	1.169 E-14	4.678 E-15	7.400 E-15
I	1.754 E-15	7.921 E-15	1.584 E-14	4.753 E-16	1.754 E-15	1.754 E-16	——
Cs	1.754 E-15	7.921 E-17	2.376 E-16	7.129 E-17	1.169 E-15	5.847 E-16	7.042 E-16
Ce	2.924 E-15	4.753 E-15	4.753 E-15	1.584 E-15	5.262 E-15	1.754 E-15	2.737 E-15
Pu	5.847 E-15	2.376 E-14	2.376 E-14	1.584 E-15	2.339 E-14	1.169 E-14	——

3. 3 内部実効線量当量

海産物に移行した放射性物質の摂取に起因する実効線量当量は、次式により計算する。

$$D_W = 365 \sum_i \sum_k m_k \cdot A_{ki} \cdot (50 / ALI_i) \quad (3-3)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_W	海産物の摂取に起因する実効線量当量	—	(mSv/y)
m_k	海産物 k の 1 人 1 日当たりの摂取量	表 3 - 3 参照	(g/d)
A_{ki}	海産物 k 中の核種 i の濃度	—	(Bq/g)
ALI_i	核種 i の経口摂取の場合における年摂取限度	表 3 - 4 参照	(Bq)

表 3 - 3 成人 1 人 1 日当たりの海産物の摂取量

海産物の種類	1 人 1 日当たりの摂取量 (g)	
稚成 褐 紅 貝 頭 甲	魚 (シラス)	50
	魚	120
	藻 (ワカメなど)	38
	藻 (ノリなど)	2
	藻類	10
	足類	30
殻類	10	
合計	260	

表 3 - 4 年摂取限度 (科学技術庁告示20号別表1 第3欄から)

核種名	年摂取限度	核種名	年摂取限度	核種名	年摂取限度
^3H	2.9×10^9	^{106}Ru	8.6×10^6	^{144}Ce	9.4×10^6
^{89}Sr	2.3×10^7	^{129}I	6.7×10^5	^{238}Pu	5.7×10^4
^{90}Sr	1.3×10^6	^{131}I	3.5×10^6	^{239}Pu	5.1×10^4
^{95}Zr	5.4×10^7	^{134}Cs	2.5×10^6	^{240}Pu	5.1×10^4
^{95}Nb	8.2×10^7	^{137}Cs	3.6×10^6	^{241}Pu	2.6×10^5
^{103}Ru	6.8×10^7	^{141}Ce	7.1×10^7	^{242}Pu	5.4×10^4

*ヨウ素(1-129, 1-131)については、甲状腺移行率を考慮する場合、摂取限度に3/2を掛けたものを使用する。

3. 4 内部実効線量当量への換算係数

年間放出量から内部実効線量当量への換算係数を表 3 - 5に示す。

表 3 - 5 年間放出量から内部実効線量当量への換算係数

核種	内部実効線量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)						
	成魚	紅藻	褐藻	貝類	甲殻類	頭足類	シラス
H - 3	6.260 E-20 (4.419 E-20)	9.977 E-23	1.896 E-21	4.988 E-22	3.682 E-21	1.105 E-20	—
Sr- 89	1.671 E-17	2.516 E-19	4.780 E-18	3.145 E-19	1.393 E-17	2.786 E-18	2.212 E-17
Sr- 90	2.957 E-16	4.451 E-18	8.457 E-17	5.564 E-18	2.464 E-16	4.929 E-17	3.913 E-16
Zr- 95	1.187 E-16	1.607 E-18	1.018 E-16	1.0716E-18	9.888 E-18	2.966 E-17	3.703 E-17
Nb- 95	7.814 E-17	1.059 E-18	6.704 E-17	7.057 E-19	6.511 E-18	1.953 E-17	2.439 E-17
Ru-103	9.422 E-17	8.510 E-18	4.042 E-17	6.382 E-18	3.141 E-17	3.769 E-17	9.937 E-17
Ru-106	7.450 E-16	6.728 E-17	3.196 E-16	5.046 E-17	2.483 E-16	2.980 E-16	7.858 E-16
I -129	8.129 E-15 (5.738 E-15)	4.318 E-16	1.641 E-14	1.296 E-16	4.782 E-16	1.434 E-16	—
I -131	1.556 E-15 (1.098 E-15)	8.266 E-17	3.141 E-15	2.480 E-17	9.153 E-17	2.746 E-17	—
Cs-134	1.538 E-15	1.157 E-18	6.597 E-17	5.208 E-18	8.543 E-17	1.281 E-16	2.572 E-16
Cs-137	1.068 E-15	8.037 E-19	4.581 E-17	3.617 E-18	5.933 E-17	8.899 E-17	1.786 E-16
Ce-141	9.024 E-17	2.445 E-18	4.645 E-17	4.075 E-18	1.354 E-17	1.354 E-17	3.521 E-17
Ce-144	6.816 E-16	1.847 E-17	3.509 E-16	3.078 E-17	1.022 E-16	1.022 E-16	2.660 E-16
Pu(α)	3.560 E-13 (2.513 E-13)	1.702 E-14	3.234 E-13	5.673 E-15	8.375 E-14	1.256 E-13	—

トリチウム、放射性ヨウ素及びプルトニウムについては、シラス体内からの放射性物質の排泄率が与えられていないことからシラスを成魚として計算した。()内は成魚のみの摂取による換算係数を示す。

4. 外部被ばく

4. 1 外部実効線量当量

(a) 海岸砂

海岸砂からの外部被ばくによる実効線量当量は、次式により計算する。

$$D_{ES} = \sum T_{ES} \cdot C_{FSI} \cdot C_i(x) \cdot \rho_s \cdot DF_{ESI} \cdot F \quad (4-1)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{ES}	海岸砂からの外部被ばくによる実効線量当量	-	(mSv/y)
T_{ES}	海岸砂からの年間の被ばく時間	500	(h/y)
C_{FSI}	核種 <i>i</i> の海岸砂の汚染係数	表 4-1 参照	$\left\{ \frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3} \right\}$
$C_i(x)$	核種 <i>i</i> の評価地点における海水中放射性物質濃度	-	(Bq/cm ³)
ρ_s	海岸砂の密度	1.7	(g/cm ³)
DF_{ESI}	核種 <i>i</i> の無限平面線源から実効線量当量への換算係数	表 4-2 参照	$\left\{ \frac{\text{mSv/h}}{\text{Bq/cm}^2} \right\}$
F	無限平面線源から半無限体積線源への形状変換係数	5	(cm)

表 4-1 砂の汚染係数

$$\left\{ \frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3} \right\}$$

Sr	10
Zr, Nb	500
Ru	1,000
Cs	100
Ce	1,000

(b) 漁網

漁網からの外部被ばくによる実効線量当量は、次式により計算する。

$$D_{EN} = \sum_i T_{EN} \cdot C_{FNI} \cdot \bar{C}_i(x) \cdot \frac{W_{Net}}{V_{Net}} \cdot DF_{ENi} \quad (4-2)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{EN}	漁網からの外部被ばくによる実効線量当量	—	(mSv/y)
T_{EN}	漁網からの年間の被ばく時間	1000	(h/y)
C_{FNI}	核種 i の漁網の汚染係数	全核種について 4000	$\left[\frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3} \right]$
$\bar{C}_i(x)$	核種 i の評価地点における海水中放射性物質濃度	—	(Bq/cm ³)
W_{Net}	漁網の湿重量	360	(g)
V_{Net}	漁網の体積	1.6 E+06	(cm ³)
DF_{ENi}	核種 i の漁網からの実効線量当量への換算係数	表 4 - 2 参照	$\left[\frac{\text{mSv/h}}{\text{Bq/cm}^3} \right]$

(c) 海面

海面からの外部被ばくによる実効線量当量は、次式により計算する。

$$D_{ESS} = \sum T_{ESS} \cdot \overline{C}_i(x) \cdot DF_{ESSi} \cdot F \quad (4-3)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{ESS}	海面からの外部被ばくによる実効線量当量	—	(mSv/y)
T_{ESS}	海面からの年間の被ばく時間	2000	(h/y)
$\overline{C}_i(x)$	核種 <i>i</i> の評価地点における海水中放射性物質濃度	—	(Bq/cm ³)
DF_{ESSi}	核種 <i>i</i> の無限平面線源から実効線量当量への換算係数	表 4-2 参照	$\left[\frac{\text{mSv/h}}{\text{Bq/cm}^2} \right]$
F	無限平面線源から半無限体積線源への形状変換係数	10	(cm)

(d) 海水中

海水中での外部被ばくによる実効線量当量は、次式により計算する。

$$D_{EW} = \sum_i T_{EW} \cdot C_i(x) \cdot DF_{EWi} \quad (4-4)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{EW}	海水中での外部被ばくによる実効線量当量	—	(mSv/y)
T_{EW}	海水中での年間の被ばく時間	100	(h/y)
$C_i(x)$	核種 <i>i</i> の評価地点における海水中放射性物質濃度	—	(Bq/cm ³)
DF_{EWi}	核種 <i>i</i> の海水中での浸漬による実効線量当量への換算係数	表 4-2 参照	$\left[\frac{\text{mSv/h}}{\text{Bq/cm}^3} \right]$

(e) 船体

放出廃液に含まれる放射性物質は、放出口周辺で作業する漁船の船内、甲板などに移行することが考えられる。船体からの外部被ばくによる実効線量当量は、次式により計算する。

$$D_{ED} = \sum_i T_{ED} \cdot C_{FEDI} \cdot \bar{C}_i(x) \cdot DF_{EDI} \cdot F \quad (4-5)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{ED}	船体からの外部被ばくによる実効線量当量	—	(mSv/y)
T_{ED}	船体からの年間の被ばく時間	3000	(h/y)
C_{FEDI}	核種 <i>i</i> の船体の汚染係数	10	$\left\{ \frac{\text{Bq}/\text{cm}^2}{\text{Bq}/\text{cm}^3} \right\}$
$\bar{C}_i(x)$	核種 <i>i</i> の評価地点における海水中放射性物質濃度	—	(Bq/cm ³)
DF_{EDI}	核種 <i>i</i> の無限平面線源から実効線量当量への換算係数	表 4-2 参照	$\left\{ \frac{\text{mSv}/\text{h}}{\text{Bq}/\text{cm}^2} \right\}$
F	無限平面線源から円板平面線源への形状変換係数	0.255	(cm)

表 4 - 2 実効線量当量への換算計数

核種	海岸砂・海面・船体	海水中	漁網
	$\left[\frac{\text{mSv/h}}{\text{Bq/cm}^2} \right]$	$\left[\frac{\text{mSv/h}}{\text{Bq/cm}^3} \right]$	$\left[\frac{\text{mSv/h}}{\text{Bq/cm}^3} \right]$
Sr-89	2.43 E-06	1.47 E-06	—
Sr-90	3.88 E-06	2.76 E-06	—
Zr-95	4.76 E-05	5.25 E-04	5.81 E-05
Nb-95	2.42 E-05	2.68 E-04	6.16 E-05
Ru-103	1.56 E-05	1.64 E-04	4.08 E-05
Ru-106	1.15 E-05	7.50 E-05	1.74 E-05
Cs-134	4.94 E-05	5.41 E-04	1.27 E-04
Cs-137	1.85 E-05	1.95 E-04	4.58 E-05
Ce-141	2.76 E-06	2.74 E-05	6.78 E-06
Ce-144	6.06 E-06	2.15 E-05	3.95 E-06

4. 2 外部実効線量当量への換算係数

年間放出量から外部実効線量当量への換算係数を下表に示す。

表 4 - 3 年間放出量から外部実効線量当量への換算係数

核種	外部実効線量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)				
	海岸砂	漁網	船体	海面	海水中
Sr-89	6.065 E-19	—	1.087 E-18	2.842 E-18	8.633 E-22
Sr-90	9.684 E-19	—	1.736 E-18	4.538 E-18	1.621 E-21
Zr-95	5.940 E-16	3.058 E-15	2.129 E-17	5.567 E-17	3.083 E-19
Nb-95	3.020 E-16	3.242 E-15	1.083 E-17	2.830 E-17	1.574 E-19
Ru-103	3.893 E-16	2.147 E-15	6.978 E-18	1.824 E-17	9.631 E-20
Ru-106	2.870 E-16	9.157 E-16	5.144 E-18	1.345 E-17	4.404 E-20
Cs-134	1.233 E-16	6.684 E-15	2.210 E-17	5.777 E-17	3.177 E-19
Cs-137	4.617 E-17	2.410 E-15	8.275 E-18	2.164 E-17	1.145 E-19
Ce-141	6.888 E-17	3.568 E-16	1.235 E-18	3.228 E-18	1.609 E-20
Ce-144	1.513 E-16	2.079 E-16	2.711 E-18	7.087 E-18	1.263 E-20

4. 3 組織線量当量

(1) 計算の前提

組織線量当量は、ベータ線に起因する皮膚の組織線量当量について計算する。被ばく形態としては、外部被ばくによる実効線量当量の計算と同様、海岸砂からの被ばく、漁網からの被ばく、海面からの被ばく、海水中での被ばく及び船体からの被ばくについて計算する。

なお、ガンマ線については、実効線量当量から皮膚の組織線量当量への換算を、ICRP Publication 51 に与えられている係数を参考に計算し、ベータ線の計算結果に実効線量当量の1.2倍をガンマ線寄与分として加算する。

(2) 海岸砂

海岸砂からの外部被ばくによる皮膚の組織線量当量は、次式により計算する。

$$D_{ss} = \sum_i 2.89 \times 10^{-4} \cdot T_{ss} \frac{\mu_{ti} \cdot \bar{E}_\beta \cdot C_i(x) \cdot C_{FSI} \cdot \rho_s}{\rho_t \cdot \mu_{si}} \int_0^\infty d \cdot \mu_{ti} E_i(y) dy \quad (4-6)$$

$$E_i(y) = \int_y^\infty \frac{e^{-t}}{t} dt$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{ss}	海岸砂からの皮膚の組織線量当量	—	(mSv/y)
C_{FSI}	核種 <i>i</i> の海岸砂の汚染係数	表4-1 参照	$\left\{ \frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^2} \right\}$
\bar{E}_β	核種 <i>i</i> におけるβ線平均エネルギー	表4-4 参照	(MeV)
μ_{ti}	核種 <i>i</i> の組織の吸収係数	表4-5 参照	(1/cm)
μ_{si}	核種 <i>i</i> の砂の吸収係数	表4-5 参照	(1/cm)
ρ_t	組織の密度	1.0	(g/cm ³)
ρ_s	砂の密度	1.7	(g/cm ³)
d	皮膚不感層の厚さ	0.007	(cm)
T_{ss}	海岸砂からの年間の被ばく時間	500	(h/y)

(3) 漁網

漁網からの外部被ばくによる皮膚の組織線量当量は、次式により計算する。

$$D_{SN} = \sum_i 2.89 \times 10^{-4} \cdot T_{SN} \frac{\mu_{ti} \cdot \overline{E}_{\beta i} \cdot \overline{C}_i(x) \cdot C_{Fni}}{\rho_t \cdot \mu_{neti}} \int_d^{\infty} d \cdot \mu_{ti} E_i(y) dy \quad (4-7)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{SN}	漁網からの皮膚の組織線量当量 組織線量当量	—	(mSv/y)
T_{SN}	漁網からの年間の被ばく時間	2000	(h/y)
μ_{neti}	核種 i の漁網の吸収係数	表 4 - 5 参照	(1/cm)

この他の記号の意味は、(4-6)式と同様である。

(4) 海面

海面からの外部被ばくによる皮膚の組織線量当量は、次式により計算する。

$$D_{SSS} = \sum_i 2.89 \times 10^{-4} \cdot T_{SSS} \frac{\mu_{ti} \cdot \overline{E}_{\beta i}}{\rho_t} S \cdot E_i(\mu_{ai} \cdot h + d \cdot \mu_{ti}) \quad (4-8)$$

$$S = \frac{\overline{C}_i(x)}{2 \mu_{wi}}$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{SSS}	海面からの皮膚の組織線量当量	—	(mSv/y)
T_{SSS}	海面からの年間の被ばく時間	2000	(h/y)
μ_a	核種 i の空気中の吸収係数	表 4 - 5 参照	(1/cm)
h	高さ	100	(cm)
μ_{wi}	核種 i の水の吸収係数	表 4 - 5 参照	(1/cm)

この他の記号の意味は、(4-6)式と同様である。

(5) 海水中

海水中での外部被ばくによる組織線量当量は、次式により計算する。

$$D_{sw} = \sum_i 2.89 \times 10^{-4} \cdot T_{sw} \frac{\mu_{ti} \cdot \bar{E}_{\beta i} \cdot C_i(x)}{\rho_t \cdot \mu_{wi}} \int_0^{\infty} d \cdot \mu_{ti} E_i(y) dy \quad (4-9)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{sw}	海水中での皮膚の組織線量当量	—	(mSv/y)
T_{sw}	海水中での年間の被ばく時間	100	(h/y)

この他の記号の意味は、(4-6)式と同様である。

(6) 船体

船体からの外部被ばくによる組織線量当量は、次式により計算する。

$$D_{sd} = \sum_i 2.89 \times 10^{-4} \cdot T_{sd} \frac{\mu_{ti} \cdot \bar{E}_{\beta i} \cdot \bar{C}_i(x) \cdot C_{FEDI}}{\rho_t} E_i(d \cdot \mu_{ti}) \quad (4-10)$$

ここで、各記号の意味は以下のとおりとする。

記号	記号の意味	デフォルト値	単位
D_{sd}	船体からの皮膚の組織線量当量	—	(mSv/y)
T_{sd}	船体からの年間の被ばく時間	3000	(h/y)

この他の記号の意味は、(4-6)式と同様である。

表 4 - 4 β 線合計平均エネルギー

核種	平均エネルギー(MeV)	放出割合	合計平均エネルギー(MeV)
^{89}Sr	5.833E-01	1.000E+00	5.833E-01
^{90}Sr	1.957E-01	1.000E+00	(1.957E-01)
^{90}Y	9.348E-01	1.000E+00	(9.348E-01)
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$ (1:1)			5.653E-01
^{95}Zr	1.088E-01 1.200E-01 3.269E-01	5.480E-01 4.450E-01 6.980E-03	1.538E-01
^{95}Nb	4.332E-02	1.000E+00	4.332E-02
^{103}Ru	2.950E-02 6.277E-02 1.433E-01 2.378E-01 2.386E-01	6.380E-02 8.680E-01 2.300E-03 9.970E-04 6.380E-02	7.215E-02
^{106}Ru	1.003E-02	1.000E+00	(1.003E-02)
^{106}Rh	5.817E-01 7.792E-01 9.761E-01 9.787E-01 1.267E-00 1.508E-00	4.130E-03 1.700E-02 9.690E-02 5.300E-03 8.390E-02 7.880E-01	(1.412E+00)
$^{106}\text{Ru} / ^{106}\text{Rh}$ (1:1)			7.107E-01
^{129}I	4.888E-02	1.000E+00	4.888E-02
^{131}I	6.935E-02 8.693E-02 9.660E-02 1.915E-01 2.832E-01	2.130E-02 6.200E-03 7.360E-02 8.940E-01 4.200E-03	1.813E-01
^{134}Cs	2.309E-02 1.234E-01 2.101E-01	2.740E-01 2.470E-02 7.010E-01	1.564E-01
^{137}Cs	1.734E-01 4.246E-01	9.460E-01 5.400E-02	1.870E-01
^{141}Ce	1.298E-01 1.809E-01	7.000E-01 3.000E-01	1.452E-01
^{144}Ce	4.935E-02 6.526E-02 9.023E-02	1.960E-01 4.600E-02 7.580E-01	(8.106E-02)
^{144}Pr	2.669E-01 8.947E-01 1.222E-00	1.080E-02 1.170E-02 9.770E-01	(1.203E+00)
$^{144}\text{Ce} / ^{144}\text{Pr}$ (1:1)			6.422E-01

表 4 - 5 β 線の吸収係数

核種名	β 線最大エネルギー (MeV)	組織 (1/cm)	空気 (1/cm)	砂 (1/cm)	水 (1/cm)	漁網 (1/cm)
^{89}Sr	1.489E+00	1.115E+01	1.226E-02	1.636E+01	1.115E+01	1.115E+01
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	1.412E+00	1.201E+01	1.323E-02	1.765E+01	1.201E+01	1.201E+01
^{95}Zr	3.856E-01	7.849E+01	9.010E-02	1.129E+02	7.849E+01	7.849E+01
^{95}Nb	1.597E-01	3.258E+02	3.858E-01	3.983E+02	3.258E+02	3.258E+02
^{103}Ru	2.474E-01	1.564E+02	1.822E-01	2.130E+02	1.564E+02	1.564E+02
$^{106}\text{Ru} / ^{106}\text{Rh}$	1.687E+00	9.358E+00	1.025E-02	1.368E+01	9.358E+00	9.358E+00
^{129}I	1.500E-01	3.644E+02	4.326E-01	4.356E+02	3.644E+02	3.644E+02
^{131}I	5.767E-01	4.319E+01	4.893E-02	6.350E+01	4.319E+01	4.319E+01
^{134}Cs	4.960E-01	5.389E+01	6.136E-02	7.877E+01	5.389E+01	5.389E+01
^{137}Cs	5.467E-01	4.670E+01	5.300E-02	6.854E+01	4.670E+01	4.670E+01
^{141}Ce	4.778E-01	5.696E+01	6.492E-02	8.310E+01	5.696E+01	5.696E+01
$^{144}\text{Ce} / ^{144}\text{Pr}$	1.627E+00	9.845E+00	1.080E-02	1.441E+01	9.845E+00	9.845E+00

* 吸収係数算出において密度 (g/cm^3) は、次の値を用いた。

組織 : 1.000E+00
 空気 : 1.293E-03
 砂 : 1.700E+00
 水 : 1.000E+00
 漁網 : 1.000E+00

4. 4 組織線量当量への換算係数

年間放出量から組織線量当量への換算係数を表 4 - 6に示す。

表 4 - 6 年間放出量から組織線量当量への換算係数

核種	組織線量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)				
	海岸砂	漁網	船体	海面	海水中
H - 3	4.822 E-21	1.921 E-19	2.881 E-19	1.921 E-19	9.645 E-22
Sr - 89	4.388 E-18	6.033 E-14	6.758 E-15	1.327 E-18	7.574 E-20
Sr - 90	4.179 E-18	5.754 E-14	6.820 E-15	1.098 E-18	7.223 E-20
Zr - 95	2.317 E-17	6.246 E-15	3.084 E-15	1.750 E-23	7.841 E-21
Nb - 95	6.682 E-19	1.531 E-16	2.387 E-16	3.133 E-38	1.922 E-22
Ru - 103	9.881 E-18	1.261 E-15	1.073 E-15	2.458 E-28	1.583 E-21
Ru - 106	5.553 E-16	7.608 E-14	7.461 E-15	2.267 E-18	9.550 E-20
Cs - 134	6.264 E-18	8.580 E-15	3.171 E-15	5.299 E-22	1.077 E-20
Cs - 137	8.191 E-18	1.127 E-14	3.732 E-15	1.748 E-21	1.414 E-20
Ce - 141	5.604 E-17	7.661 E-15	2.954 E-15	3.204 E-22	9.618 E-21
Ce - 144	4.965 E-16	6.809 E-14	6.941 E-15	1.865 E-18	8.548 E-20

5. 計算方法

本マニュアルに掲載した換算係数を用いて各経路毎の算出例を示す。

実際の線量当量の評価にあたっては、着目する全核種の計算を実施するが、ここでは表 5 - 1 に示す 3 核種のみが放出されたと仮定して計算した。

表 5 - 1 核種及び放出量

核種	放出量 (Bq/y)
Sr-89	1.3 E+08
I-129	8.7 E+07
Ce-144	1.3 E+09

5.1 海水中放射性物質濃度の計算

5.1-1 放出口付近の海水中平均濃度

放出量に表 2-1 の海水中濃度への換算係数を乗じて放出口付近の海水中平均濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海水中濃度への換算係数 (Bq/cm ³)/(Bq/y)	放出口付近の海水中平均濃度 (Bq/cm ³)
Sr-89	1.3 E+08	5.847 E-17	7.601E-09
I-129	8.7 E+07		5.087E-09
Ce-144	1.3 E+09		7.601E-08

5.1-2 放出口から北 5km地点の海水中濃度

放出量に表 2-1 の海水中濃度への換算係数を乗じて放出口から北 5km地点の海水中濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海水中濃度への換算係数 (Bq/cm ³)/(Bq/y)	放出口から北 5km地点の海水中濃度 (Bq/cm ³)
Sr-89	1.3 E+08	7.921 E-18	1.030E-09
I-129	8.7 E+07		6.891E-10
Ce-144	1.3 E+09		1.030E-08

5.1-3 放出口から南南西7.8km地点の海水中濃度

放出量に表 2-1 の海水中濃度への換算係数を乗じて放出口から南南西7.8km地点の海水中濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海水中濃度への換算係数 (Bq/cm ³)/(Bq/y)	放出口から南南西7.8km地点の海水中濃度 (Bq/cm ³)
Sr-89	1.3 E+08	5.873 E-18	7.635E-10
I-129	8.7 E+07		5.110E-10
Ce-144	1.3 E+09		7.635E-09

5.2 海産物中放射性物質濃度の計算

5.2-1 成魚中放射性物質濃度の計算

放出量に表 3-2の成魚中放射性物質濃度への換算係数を乗じて、成魚中の放射性物質濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	成魚中濃度への 換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)	成魚中の 放射性物質濃度 (Bq/g)
Sr-89	1.3 E+08	1.754 E-16	2.280E-08
I-129	8.7 E+07	1.754 E-15	1.526E-07
Ce-144	1.3 E+09	2.924 E-15	3.801E-06

5.2-2 紅藻中放射性物質濃度の計算

放出量に表 3-2の紅藻中放射性物質濃度への換算係数を乗じて、紅藻中の放射性物質濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	紅藻中濃度への 換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)	紅藻中の 放射性物質濃度 (Bq/g)
Sr-89	1.3 E+08	1.584 E-16	2.059E-08
I-129	8.7 E+07	7.921 E-15	6.891E-07
Ce-144	1.3 E+09	4.753 E-15	6.179E-06

5.2-2 褐藻中放射性物質濃度の計算

放出量に表 3-2の褐藻中放射性物質濃度への換算係数を乗じて、褐藻中の放射性物質濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	褐藻中濃度への 換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)	褐藻中の 放射性物質濃度 (Bq/g)
Sr-89	1.3 E+08	1.584 E-16	2.059E-08
I-129	8.7 E+07	1.584 E-14	1.378E-06
Ce-144	1.3 E+09	4.753 E-15	6.179E-06

5.2-3 貝類中放射性物質濃度の計算

放出量に表 3-2の貝類中放射性物質濃度への換算係数を乗じて、貝類中の放射性物質濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	貝類中濃度への 換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)	貝類中の 放射性物質濃度 (Bq/g)
Sr-89	1.3 E+08	3.961 E-17	5.149E-09
I-129	8.7 E+07	4.753 E-16	4.135E-08
Ce-144	1.3 E+09	1.584 E-15	2.060E-06

5.2-4 甲殻類中放射性物質濃度の計算

放出量に表 3-2の甲殻類中放射性物質濃度への換算係数を乗じて、甲殻類中の放射性物質濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	甲殻類中濃度への 換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)	甲殻類中の 放射性物質濃度 (Bq/g)
Sr-89	1.3 E+08	1.754 E-15	2.280E-07
I-129	8.7 E+07	1.754 E-15	1.526E-07
Ce-144	1.3 E+09	5.262 E-15	6.841E-06

5.2-5 頭足類中放射性物質濃度の計算

放出量に表 3-2の頭足類中放射性物質濃度への換算係数を乗じて、頭足類中の放射性物質濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	頭足類中濃度への 換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)	頭足類中の 放射性物質濃度 (Bq/g)
Sr-89	1.3 E+08	1.169 E-16	1.520E-08
I-129	8.7 E+07	1.754 E-16	1.526E-08
Ce-144	1.3 E+09	1.754 E-15	2.280E-06

5.2-6 シラス中放射性物質濃度の計算

放出量に表 3-2のシラス中放射性物質濃度への換算係数を乗じて、シラス中の放射性物質濃度を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	シラス中濃度への 換算係数 (Bq/g)/(Bq/y)	シラス中の 放射性物質濃度 (Bq/g)
Sr-89	1.3 E+08	5.571 E-16	7.242E-08
I-129	8.7 E+07	---	---
Ce-144	1.3 E+09	2.737 E-15	3.558E-06

5.3 内部被ばくによる実効線量当量の計算

5.3-1 成魚摂取による実効線量当量の計算

放出量に表 3-5の成魚摂取による実効線量当量への換算係数を乗じて、成魚摂取による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	成魚摂取による実効 線量当量への換算係 数 (mSv/y)/(Bq/y)	成魚摂取による 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	1.671 E-17	2.172 E-09
I-129	8.7 E+07	8.129 E-15 (5.738 E-15)	7.072 E-07 (4.992 E-07)
Ce-144	1.3 E+09	6.816 E-16	8.861 E-07
計			1.595 E-06

放射性ヨウ素については、シラス体内からの放射性物質の排泄率が与えられていないことからシラス摂取量を成魚に含めて計算した。

()内の値はシラスを除いた成魚のみの値である。

5.3-2 紅藻摂取による実効線量当量の計算

放出量に表 3-5の紅藻摂取による実効線量当量への換算係数を乗じて、紅藻摂取による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	紅藻摂取による実効 線量当量への換算係 数 (mSv/y)/(Bq/y)	紅藻摂取による 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	2.516 E-19	3.271 E-11
I-129	8.7 E+07	4.318 E-16	3.757 E-08
Ce-144	1.3 E+09	1.847 E-17	2.401 E-08
計			1.595 E-06

5.3-3 褐藻摂取による実効線量当量の計算

放出量に表 3-5の褐藻摂取による実効線量当量への換算係数を乗じて、褐藻摂取による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	褐藻摂取による実効 線量当量への換算係 数 (mSv/y)/(Bq/y)	褐藻摂取による 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	4.780 E-18	6.214 E-10
I-129	8.7 E+07	1.641 E-14	1.428 E-06
Ce-144	1.3 E+09	3.509 E-16	4.562 E-07
計			1.595 E-06

5.3-4 貝類摂取による実効線量当量の計算

放出量に表 3-5の貝類摂取による実効線量当量への換算係数を乗じて、貝類摂取による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	貝類摂取による実効 線量当量への換算係 数 (mSv/y)/(Bq/y)	貝類摂取による 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	3.145 E-19	4.089 E-11
I-129	8.7 E+07	1.296 E-16	1.128 E-08
Ce-144	1.3 E+09	3.078 E-17	4.001 E-08
計			1.595 E-06

5.3-5 甲殻類摂取による実効線量当量の計算

放出量に表 3-5の甲殻類摂取による実効線量当量への換算係数を乗じて、甲殻類摂取による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	甲殻類摂取による実効 線量当量への換算係 数 (mSv/y)/(Bq/y)	甲殻類摂取による 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	1.393 E-17	1.811 E-09
I-129	8.7 E+07	4.782 E-16	4.160 E-08
Ce-144	1.3 E+09	1.022 E-16	1.329 E-07
計			1.595 E-06

5.3-6 頭足類摂取による実効線量当量の計算

放出量に表 3-5の頭足類摂取による実効線量当量への換算係数を乗じて、頭足類摂取による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	頭足類摂取による実効 線量当量への換算係 数 (mSv/y)/(Bq/y)	頭足類摂取による 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	2.786 E-18	3.622 E-10
I-129	8.7 E+07	1.434 E-16	1.248 E-08
Ce-144	1.3 E+09	1.022 E-16	1.329 E-07
計			1.595 E-06

5.3-7 シラス摂取による実効線量当量の計算

放出量に表 3-5のシラス摂取による実効線量当量への換算係数を乗じて、シラス摂取による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	シラス摂取による実効 線量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	シラス摂取による 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	2.212 E-17	2.876 E-09
I-129	8.7 E+07	—	—
Ce-144	1.3 E+09	2.660 E-16	3.458 E-07
計			1.595 E-06

5.3-8 内部被ばくによる実効線量当量の計算

5.3-1 ~ 5.3-7 の各海産物摂取による実効線量当量を合算し、海洋放出に起因する内部被ばくによる実効線量当量とする。

内部被ばくによる実効線量当量 (単位: mSv/y)

	Sr-89	I-129	Ce-144	計
成魚	2.172 E-09	7.072 E-07	8.861 E-07	1.595 E-06
紅藻	3.271 E-11	3.757 E-08	2.401 E-08	6.161 E-08
褐藻	6.214 E-10	1.428 E-06	4.562 E-07	1.885 E-06
貝類	4.089 E-11	1.128 E-08	4.001 E-08	5.133 E-08
甲殻類	1.811 E-09	4.160 E-08	1.329 E-07	1.763 E-07
頭足類	3.622 E-10	1.248 E-08	1.329 E-07	1.457 E-07
シラス	2.876 E-09	—	3.458 E-07	3.487 E-07
計	7.916 E-09	2.238 E-06	2.018 E-06	4.264 E-06

5.4 外部被ばくによる実効線量当量の計算

5.4-1 海岸砂からの実効線量当量の計算

放出量に表 4-3の海岸砂からの実効線量当量への換算係数を乗じて、海岸砂による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海岸砂からの実効線量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	海岸砂からの実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	6.065 E-19	7.885 E-11
I-129	8.7 E+07	—	—
Ce-144	1.3 E+09	1.513 E-16	1.967 E-07
計			1.968 E-07

5.4-2 漁網からの実効線量当量の計算

放出量に表 4-3の漁網からの実効線量当量への換算係数を乗じて、漁網による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	漁網からの実効線量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	漁網からの実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	—	—
I-129	8.7 E+07	—	—
Ce-144	1.3 E+09	2.079 E-16	2.703 E-07
計			2.703 E-07

5.4-3 船体からの実効線量当量の計算

放出量に表 4-3の船体からの実効線量当量への換算係数を乗じて、船体による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	船体からの実効線量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	船体からの実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	1.087 E-18	1.413 E-10
I-129	8.7 E+07	—	—
Ce-144	1.3 E+09	2.771 E-18	3.602 E-09
計			3.743 E-09

5.4-4 海面からの実効線量当量の計算

放出量に表 4-3の海面からの実効線量当量への換算係数を乗じて、海面による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海面からの実効線量 当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	海面からの 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	2.842 E-18	3.695 E-10
I-129	8.7 E+07	—	—
Ce-144	1.3 E+09	7.087 E-18	9.213 E-09
計			9.583 E-09

5.4-5 海水中からの実効線量当量の計算

放出量に表 4-3の海水中からの実効線量当量への換算係数を乗じて、海水中による実効線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海水中からの実効線 量当量への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	海水中からの 実効線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	8.633 E-22	1.122 E-13
I-129	8.7 E+07	—	—
Ce-144	1.3 E+09	1.263 E-20	1.642 E-11
計			1.653 E-11

5.4-6 外部被ばくによる実効線量当量の計算

5.4-1 ~ 5.4-5 の各被ばく経路による実効線量当量を合算し、海洋放出に起因する外部被ばくによる実効線量当量とする。

外部被ばくによる実効線量当量 (単位: mSv/y)

	Sr-89	I-129	Ce-144	計
海岸砂	7.885 E-11	—	1.967 E-07	1.968 E-07
漁網	—	—	2.703 E-07	2.703 E-07
船体	1.413 E-10	—	3.602 E-09	3.743 E-09
海面	3.695 E-10	—	9.213 E-09	9.583 E-09
海水中	1.122 E-13	—	1.642 E-11	1.653 E-11
計	5.898 E-10	—	4.798 E-07	4.804 E-07

5.5 組織線量当量の計算

本マニュアルにおける組織線量当量の計算は β 線による皮膚の組織線量当量を算出する。なお、 γ 線の寄与分として実効線量当量の1.2倍を β 線の結果に加える。

5.5-1 海岸砂からの組織線量当量の計算

放出量に表 4-3の海岸砂からの組織線量当量への換算係数を乗じて、海岸砂による組織線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海岸砂からの 組織線量当量 への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	海岸砂からの 組織線量当量 (mSv/y)	γ 線の寄与に よる組織線量 当量 (mSv/y)	合計の 組織線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	4.388 E-18	5.704 E-10	9.462 E-11	6.650 E-10
I-129	8.7 E+07	—	—	—	—
Ce-144	1.3 E+09	4.965 E-16	6.455 E-07	2.360 E-07	8.815 E-07
計					8.822 E-07

5.5-2 漁網からの組織線量当量の計算

放出量に表 4-3の漁網からの組織線量当量への換算係数を乗じて、漁網による組織線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	漁網からの 組織線量当量 への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	漁網からの 組織線量当量 (mSv/y)	γ 線の寄与に よる組織線量 当量 (mSv/y)	合計の 組織線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	6.033 E-14	7.843 E-06	—	7.843 E-06
I-129	8.7 E+07	—	—	—	—
Ce-144	1.3 E+09	6.809 E-14	8.852 E-05	3.244 E-07	8.884 E-05
計					9.668 E-05

5.5-3 船体からの組織線量当量の計算

放出量に表 4-3の船体からの組織線量当量への換算係数を乗じて、船体による組織線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	船体からの 組織線量当量 への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	船体からの 組織線量当量 (mSv/y)	γ 線の寄与に よる組織線量 当量 (mSv/y)	合計の 組織線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	6.758 E-15	8.785 E-07	1.696 E-10	8.787 E-07
I-129	8.7 E+07	—	—	—	—
Ce-144	1.3 E+09	6.941 E-15	9.023 E-06	4.322 E-09	9.027 E-06
計					9.906 E-06

5.5-4 海面からの組織線量当量の計算

放出量に表 4-3の海面からの組織線量当量への換算係数を乗じて、海面による組織線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海面からの 組織線量当量 への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	海面からの 組織線量当量 (mSv/y)	γ線の寄与に よる組織線量 当量 (mSv/y)	合計の 組織線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	1.327 E-18	1.725 E-10	4.434 E-10	6.159 E-10
I-129	8.7 E+07	—	—	—	—
Ce-144	1.3 E+09	1.865 E-18	2.425 E-09	1.106 E-08	1.349 E-08
計					1.411 E-08

5.5-5 海水中からの組織線量当量の計算

放出量に表 4-3の海水中からの組織線量当量への換算係数を乗じて、海水中による組織線量当量を算出する。

核種	放出量 (Bq/y)	海水中からの 組織線量当量 への換算係数 (mSv/y)/(Bq/y)	海水中からの 組織線量当量 (mSv/y)	γ線の寄与に よる組織線量 当量 (mSv/y)	合計の 組織線量当量 (mSv/y)
Sr-89	1.3 E+08	7.574 E-20	9.811 E-12	1.346 E-13	9.946 E-12
I-129	8.7 E+07	—	—	—	—
Ce-144	1.3 E+09	8.548 E-20	1.111 E-10	1.970 E-11	1.308 E-10
計					1.407 E-10

5.5-6 組織線量当量の計算

5.5-1 ~ 5.5-5 の各被ばく経路による組織線量当量を合算し、海洋放出に起因する組織線量当量とする。

組 織 線 量 当 量 (単位: mSv/y)

	Sr-89	I-129	Ce-144	計
海岸砂	6.650 E-10	—	8.815 E-07	8.822 E-07
漁 網	7.843 E-06	—	8.884 E-05	9.668 E-05
船 体	8.787 E-07	—	9.027 E-06	9.906 E-06
海 面	6.159 E-10	—	1.349 E-08	1.411 E-08
海水中	9.946 E-12	—	1.308 E-10	1.407 E-10
計	8.723 E-06	—	9.876 E-05	1.075 E-04