

## 2.2 線量評価

敷地周辺における線量評価は、プラントの安定性を確認するひとつの指標として、放射性物質の放出抑制に係る処理設備設計の妥当性の確認の観点から放射性物質の放出に起因する実効線量の評価を、施設配置及び遮蔽設計の妥当性の確認の観点から施設からの放射線に起因する実効線量の評価を行う。

### 2.2.1 大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量

#### 2.2.1.1 評価の基本的な考え方

大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量の評価については、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（以下、「気象指針」という）、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（以下、「評価指針」という）及び「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」（以下、「一般公衆の線量評価」という）を準用する。

外部被ばく及び吸入摂取による実効線量の評価は、原子炉施設周辺でそれぞれ最大の被ばくを与える地点に居住する人を対象とし、外部被ばくについては放射性雲からの $\gamma$ 線による実効線量と地表に沈着した放射性物質からの $\gamma$ 線による実効線量を考慮する。

食物摂取による実効線量については、現実に存在する被ばく経路について、食生活の様態等が標準的である人を対象として行うため、敷地周辺で農業・畜産が行われていない現状では有意な被ばく経路は存在しない。ただし、今後敷地周辺において農業・畜産が再開されることを見越し、被ばく評価全体において食物摂取による被ばくが占める程度を把握するため、参考として、葉菜及び牛乳摂取による実効線量を評価する。

#### 2.2.1.2 計算のための前提条件

##### (1) 気象条件の代表性の検討

敷地において観測した2020年4月から2021年3月までの1年間の気象資料により線量評価を行うに当たり、観測を行った1年間の気象状態が、長期間の気象状態と比較して特に異常でないかどうかの検討を行った。

風向出現頻度及び風速出現頻度について、敷地内の標高46m(地上高10m)における10年間(欠測率の高い2010年4月～2011年3月の1年間を除く2009年4月～2020年3月)の資料により検定を行った。検定法は、不良標本の棄却検定に関するF分布検定の手順に従った。

その結果は、表2.2.1-1及び表2.2.1-2に示すとおりであり、有意水準5%で棄却されたものは27項目中1項目であった。

これは線量評価に使用した観測期間の気象状態が長期間の気象状態と比較して特に異常でないことを示しており、この期間の気象資料を用いて大気拡散の解析を行うことは

妥当であることを示している。

(2) 大気拡散の解析に使用する気象条件

敷地周辺に及ぼす影響を評価するに当っては、敷地内における 2020 年 4 月から 2021 年 3 月までの 1 年間の風向、風速及び大気安定度の観測資料から以下のパラメータを求め、これを用いる。

なお、風向、風速については、敷地内の地上付近の風を代表する標高 46m(地上高 10m) 及び排気筒高さ付近の風を代表する標高 131m(地上高 95m)の風向、風速とする。

a. 風向別大気安定度別風速逆数の総和及び平均

風向別大気安定度別風速逆数の総和及び平均は、(2-2-1) 式、(2-2-2) 式によりそれぞれ計算する。

$$S_{d,s} = \sum_{i=1}^N \frac{d,s\delta_i}{U_i} \dots\dots\dots (2-2-1) \text{ 式}$$

$$\bar{S}_{d,s} = \frac{1}{N_{d,s}} S_{d,s} \dots\dots\dots (2-2-2) \text{ 式}$$

ここで、

$S_{d,s}$  : 風向別大気安定度別風速逆数の総和 (s/m)

$\bar{S}_{d,s}$  : 風向別大気安定度別風速逆数の平均 (s/m)

$N$  : 実観測回数(回)

$U_i$  : 時刻  $i$  における風速 (m/s)

$d,s\delta_i$  : 時刻  $i$  において風向  $d$ , 大気安定度  $s$  の場合  $d,s\delta_i = 1$   
 その他の場合  $d,s\delta_i = 0$

$N_{d,s}$  : 風向  $d$ , 大気安定度  $s$  の総出現回数(回)

b. 風向出現頻度

風向出現頻度は、(2-2-3) 式、(2-2-4) 式によりそれぞれ計算する。

$$f_d = \sum_{i=1}^N \frac{d\delta_i}{N} \times 100 \dots\dots\dots (2-2-3) \text{ 式}$$

$$f_{d\bar{r}} = f_d + f_{d'} + f_{d''} \dots\dots\dots (2-2-4) \text{ 式}$$

ここで、

$f_d$  : 風向  $d$  の出現頻度 (%)

$N$  : 実観測回数(回)

$d\delta_i$  : 時刻  $i$  において風向  $d$  の場合  $d\delta_i = 1$   
 その他の場合  $d\delta_i = 0$

$f_{d'}, f_{d''}$  : 風向  $d$  に隣接する風向  $d'$  ,  $d''$  の出現頻度 (%)

$f_{dR}$  風向  $d$ ,  $d'$  ,  $d''$  の出現頻度の和 (%)

静穏時については、風速は 0.5m/s とし、風向別大気安定度別出現回数は、静穏時の大気安定度別出現回数を風速 0.5~2.0m/s の風向出現頻度に応じて比例配分して求める。

また、欠測については、欠測を除いた期間について得られた統計が、欠測期間についても成り立つものとする。

以上の計算から求めた風向別大気安定度別風速逆数の総和を表 2. 2. 1-3 及び表 2. 2. 1-6 に、風向別大気安定度別風速逆数の平均及び風向別風速逆数の平均を表 2. 2. 1-4 及び表 2. 2. 1-7 に、風向出現頻度及び風速 0.5~2.0m/s の風向出現頻度を表 2. 2. 1-5 及び表 2. 2. 1-8 に示す。

### (3) 放出源と有効高さ

#### a. 1~4 号機

放出源は各建屋からの排気であるが、「2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理」で述べたとおり、1~4 号機の原子炉建屋（原子炉格納容器を含む）以外からの放出は無視しうるため、放出位置は 1~4 号機の原子炉建屋とする。

有効高さについて、現在の推定放出位置は原子炉建屋オペレーティングフロア付近であるが、保守的に地上放散とする。

地上放散の保守性については、以下のとおりである。

「気象指針」において、位置  $(x, y, z)$  における放射性物質濃度  $\chi(x, y, z)$  を求める基本拡散式を (2-2-5) 式に示す。

$$\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z U} \cdot \exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left[ \exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

..... (2-2-5) 式

ここで、

$\chi(x, y, z)$  : 点  $(x, y, z)$  における放射性物質の濃度 (Bq/m<sup>3</sup>)

放出源直下の地表を原点に、風下方向を  $x$  軸、その直角方向を  $y$  軸、鉛直方向を  $z$  軸とする

$Q$  : 放出率 (Bq/s)

$U$  : 放出源高さを代表する風速 (m/s)

$\lambda$  : 物理的崩壊定数 (1/s)

$H$  : 放出源の有効高さ (m)

$\sigma_y$  : 濃度分布の  $y$  方向の拡がりのパラメータ (m)

$\sigma_z$  : 濃度分布の  $z$  方向の拡がりのパラメータ (m)

このとき、有効高さと同じ高度 ( $z=H$ ) の軸上で放射性物質濃度が最も濃くなる。被

ばく評価地点は地上（ $z=0$ ）であるため、地上放散が最も厳しい評価を与えることになる。

b. 5号機及び6号機

放出源は各建屋からの排気であり、放出位置は5,6号機共用排気筒とする。排気筒から放出される放射性物質の敷地周辺に及ぼす影響を評価するに当っては、敷地周辺の地形等の影響を考慮し表2.2.1-9に示す放出源の有効高さを用いる。

(4) 放出を考慮する核種

放射性物質の放出量は、原子炉建屋上部におけるサンプリング結果から想定しており、現時点では実際に検出されているCs-134及びCs-137を評価対象とする。

Cs-134及びCs-137以外の核種には、検出限界未満であることが確認されている核種だけではなく、測定自体ができていないものもあるが、評価結果に大きな影響は与えないものと考えている。これら評価対象としなかった核種の影響度合いについては、「2.2.1.8 Cs以外の核種の影響について」で詳しく述べる。

(5) 線量及び濃度計算地点

線量の計算は、図2.2.1-1に示すとおり、1,2号機共用排気筒を中心として16方位に分割した陸側9方位の敷地境界外について行う。ただし、これらの地点より大きな線量を受ける恐れのある地点が別に陸側にある場合は、その地点も考慮する。

1,2号機共用排気筒から各計算地点までの距離は、表2.2.1-10に示す。

2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算

計算は連続放出とし、放出位置毎に行う。単位放出率あたりの地上における放射性物質濃度は、放射性物質の減衰を無視すると(2-2-6)式となる。

$$\chi(x, y, 0) = \frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z U} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdots \cdots \cdots \quad (2-2-6) \text{ 式}$$

計算地点における年間平均相対濃度 $\bar{\chi}$ は、隣接方位からの寄与も考慮して以下のように計算する。

$$\bar{\chi} = \sum_j \bar{\chi}_{jL} + \sum_j \bar{\chi}_{jL-1} + \sum_j \bar{\chi}_{jL+1} \cdots \cdots \cdots \quad (2-2-7) \text{ 式}$$

ここで、

$j$  : 大気安定度 (A~F)

$L$  : 計算地点を含む方位

計算結果を表2.2.1-11に示す。これに「2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理」表2.1.3-1に示した推定放出量を乗じた結果を表2.2.1-12及び表2.2.1-13に示す。1~4号機合計の濃度が最大となるのは、1,2号機共用排気筒の南方位約1,340mの敷地境界で、Cs-134が約 $5.0 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ 、Cs-137が約 $5.0 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$ である。

2.2.1.4 単位放出率あたりの実効線量の計算

建屋から放出された放射性雲による計算地点における空気カーマ率は、(2-2-8)式により計算する。

$$D = K_1 \cdot E \cdot \mu_{en} \cdot \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} \cdot B(\mu r) \cdot \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \dots\dots\dots (2-2-8) \text{ 式}$$

ここで、

$D$  : 計算地点  $(x, y, 0)$  における空気カーマ率 ( $\mu \text{ Gy/h}$ )

$K_1$  : 空気カーマ率への換算係数  $\left( \frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu \text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}} \right)$

$E$  :  $\gamma$  線の実効エネルギー (MeV/dis)

$\mu_{en}$  : 空気に対する  $\gamma$  線の線エネルギー吸収係数 ( $\text{m}^{-1}$ )

$\mu$  : 空気に対する  $\gamma$  線の線減衰係数 ( $\text{m}^{-1}$ )

$r$  : 放射性雲中の点  $(x', y', z')$  から計算地点  $(x, y, 0)$  までの距離 (m)

$B(\mu r)$  : 空気に対する  $\gamma$  線の再生係数で、次式から求める。

$$B(\mu r) = 1 + \alpha(\mu r) + \beta(\mu r)^2 + \gamma(\mu r)^3$$

ただし、 $\mu_{en}$ 、 $\mu$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  については、0.5MeV の  $\gamma$  線に対する値を用い、以下のとおりとする。

$$\mu_{en} = 3.84 \times 10^{-3} \text{ (m}^{-1}\text{)} \quad \mu = 1.05 \times 10^{-2} \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

$$\alpha = 1.000 \quad \beta = 0.4492 \quad \gamma = 0.0038$$

$\chi(x', y', z')$  : 放射性雲中の点  $(x', y', z')$  における濃度 ( $\text{Bq/m}^3$ )

計算地点における単位放出量当たりの年間の実効線量は、計算地点を含む方位及びその隣接方位に向かう放射性雲の  $\gamma$  線からの空気カーマを合計して、次の (2-2-9) 式により計算する。

$$H_\gamma = K_2 \cdot f_h \cdot f_o \left( \bar{D}_L + \bar{D}_{L-1} + \bar{D}_{L+1} \right) \dots\dots\dots (2-2-9) \text{ 式}$$

ここで、

$H_\gamma$  : 計算地点における実効線量 ( $\mu \text{ Sv/年}$ )

$K_2$  : 空気カーマから実効線量への換算係数 ( $\mu \text{ Sv} / \mu \text{ Gy}$ )

$f_h$  : 家屋の遮蔽係数

$f_o$  : 居住係数

$\bar{D}_L, \bar{D}_{L-1}, \bar{D}_{L+1}$  : 計算地点を含む方位 (L) 及びその隣接方位に向かう放射性雲による年間平均の  $\gamma$  線による空気カーマ ( $\mu \text{ Gy/年}$ )。これらは、(2-2-8) 式から得られる空気カーマ率  $D$  を放出モード、大気安定度別風向分布及び風速分布を考慮して年間について積算して求める。

計算結果を表 2. 2. 1-14 及び表 2. 2. 1-15 に示す。

### 2.2.1.5 年間実効線量の計算

#### (1) 放射性雲からの $\gamma$ 線に起因する実効線量

放射性雲からの  $\gamma$  線に起因する実効線量は、「2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理」表 2. 1. 3-1 の推定放出量に「2.2.1.4 単位放出率あたりの実効線量の計算」で求めた単位放出率あたりの実効線量を乗じ求める。計算結果を表 2. 2. 1-16 及び表 2. 2. 1-17 に示す。

計算の結果、放射性雲からの  $\gamma$  線に起因する実効線量は南方向沿岸部で最大となり、年間約  $2.0 \times 10^{-6}$  mSv である。

#### (2) 地面に沈着した放射性物質からの $\gamma$ 線に起因する実効線量

##### a. 計算の方法

##### (a) 実効線量

地面に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線に起因する実効線量は、(2-2-10) 式で求める。

$$H_A = K(S_d + S_r) \cdot 8760 \cdot 10 \dots\dots\dots (2-2-10) \text{ 式}$$

ただし、

$H_A$  : 年間実効線量 (mSv/年)

$K$  : 外部被ばく実効線量換算係数  $\left(\frac{\text{mSv/h}}{\text{kBq/m}^2}\right)$

$S_d$  : 無降水期間における放射性物質の地表濃度 (Bq/cm<sup>2</sup>)

$S_r$  : 降水期間における放射性物質の地表濃度 (Bq/cm<sup>2</sup>)

8760 : 年間時間数への換算係数 (h/年)

外部被ばく実効線量換算係数は、表 2. 2. 1-18 に示すとおりである。

##### (b) 地表沈着量

無降水期間中及び降水期間中の地表面への放射性物質の沈着量は、下記のとおり求める。

##### i. 無降水期間における沈着量

無降水期間中は乾性沈着のみとなるため、(2-2-11) 式で表せる。

$$S_d = \bar{x}_i \cdot V_g \frac{f_1}{\lambda_r} \{1 - \exp(-\lambda_r T_0)\} \cdot (1 - K_r) \dots\dots\dots (2-2-11) \text{ 式}$$

ただし、

$\bar{x}_i$  : 地上における年間平均濃度 (Bq/cm<sup>3</sup>)

- $V_g$  : 沈着速度 (cm/s)
- $\lambda_r$  : 物理的崩壊定数 (1/s)
- $T_0$  : 放射性物質の放出期間 (s)
- $f_i$  : 沈着した放射性物質のうち残存する割合 (—)
- $K_r$  : 降水期間割合 (—)

ここで、 $V_g$  は 0.3cm/s,  $T_0$  は 1 年,  $f_i$  はフォールアウトの調査結果より平均値の 0.5,  $K_r$  は気象データより 0.071 とした。なお、降水期間割合 ( $K_r$ ) を 0 とすれば、「一般公衆の線量評価」と同じ評価式となる。

## ii. 降水期間における沈着量

降水期間中は、乾性沈着及び湿性沈着が重なるため、(2-2-12) 式で表せる。

$$S_r = \left\{ \bar{x}_i V_g + \Lambda \frac{Q}{2\pi x / 16 N_t} \sum_{s=A}^F \frac{1}{U_s} \right\} \frac{f_{1r}}{\lambda_r} (1 - \exp(-\lambda_r T_0)) K_r \quad \dots\dots\dots (2-2-12) \text{ 式}$$

ただし、

- $\bar{x}_i$  : 地上における年間平均濃度 (Bq/cm<sup>3</sup>)
- $V_g$  : 沈着速度 (cm/s)
- $\Lambda$  : 降水による洗浄係数 (1/s) で、以下の式により求める。  
 $\Lambda = 1.2 \times 10^{-4} \cdot I^{0.5}$

ここで、降水強度  $I$  (mm/h) は、気象データより、2.18mm/h とする。

- $Q$  : 放射性物質の放出率 (Bq/s)
- $x$  : 放出点から計算地点までの距離 (cm)
- $\frac{1}{U_s}$  : 大気安定度別の風速逆数の総和 (s/cm)

- $N_t$  : 1 年間の総観測回数 (8760)
- $\lambda_r$  : 物理的崩壊定数 (1/s)
- $T_0$  : 放射性物質の放出期間 (s)
- $f_{1r}$  : 沈着した放射性物質のうち残存する割合 (—)  
 降水時は地表面に全て残存すると仮定し、1.0 とする。
- $K_r$  : 降水期間割合 (—)

## b. 計算結果

$\bar{x}_i$  は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の Cs-134 約  $5.0 \times 10^{-10}$  Bq/cm<sup>3</sup>, Cs-137 約  $5.0 \times 10^{-9}$  Bq/cm<sup>3</sup> を用いる。計算の結果、地表に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線による実効線量は、Cs-134 及び Cs-137 の合計で年間約  $7.2 \times 10^{-3}$  mSv

である。

### (3) 吸入摂取による実効線量

吸入摂取による実効線量は、「評価指針」に基づき、次の計算式を用いる。

$$H_i = 365 \sum_i K_{ii} \cdot A_{ii} \dots\dots\dots (2-2-13) \text{ 式}$$

$$A_{ii} = M_a \cdot \bar{x}_i \dots\dots\dots (2-2-14) \text{ 式}$$

ここで、

- $H_i$  : 吸入摂取による年間の実効線量 ( $\mu$  Sv/年)
- 365 : 年間日数への換算係数 (d/年)
- $K_{ii}$  : 核種  $i$  の吸入摂取による実効線量係数 ( $\mu$  Sv/Bq)
- $A_{ii}$  : 核種  $i$  の吸入による摂取率 (Bq/d)
- $M_a$  : 呼吸率 ( $\text{cm}^3/\text{d}$ )
- $\bar{x}_i$  : 核種  $i$  の年平均地上空気中濃度 ( $\text{Bq}/\text{cm}^3$ )

$\bar{x}_i$  は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の Cs-134 約  $5.0 \times 10^{-10} \text{Bq}/\text{cm}^3$ , Cs-137 約  $5.0 \times 10^{-9} \text{Bq}/\text{cm}^3$  を用いる。その他に評価に必要なパラメータは、表 2. 2. 1 - 19 及び表 2. 2. 1 - 20 に示す。計算の結果、吸入摂取による実効線量は、Cs-134 及び Cs-137 の合計で年間約  $1.7 \times 10^{-3} \text{mSv}$  である。

なお、吸入摂取の被ばく経路には地表に沈着した放射性物質の再浮遊に起因するものも存在するが、「一般公衆の線量評価」の再浮遊係数 ( $10^{-8} \text{cm}^{-1}$ ) を用いると再浮遊濃度は Cs-134 が約  $2.7 \times 10^{-11} \text{Bq}/\text{cm}^3$ , Cs-137 が約  $3.2 \times 10^{-10} \text{Bq}/\text{cm}^3$  程度であり、被ばく評価全体への寄与は小さい。

#### 2.2.1.6 5号機及び6号機の寄与

5号機及び6号機は2014年1月31日に廃止後、1～4号機の廃炉関連作業エリアに供されており、Cs-134及びCs-137を評価対象とする。

「2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理」表 2. 1. 3 - 2 に示した推定放出量並びに 2.2.1.5 に記載した実効線量の計算方法により求めた放射性雲からの  $\gamma$  線による実効線量、地表に沈着した放射性物質による実効線量及び吸入摂取による実効線量は、1, 2号機共用排気筒の北方位で最大となり、それぞれ年間約  $6.0 \times 10^{-9} \text{mSv}$ , 年間約  $1.2 \times 10^{-5} \text{mSv}$ , 年間約  $1.0 \times 10^{-6} \text{mSv}$  である。

上記の線量評価に用いた推定放出量は「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」(平成13年3月29日原子力安全委員会)に記載された粒子状物質の測定下限濃度 ( $4 \times 10^{-9} \text{Bq}/\text{cm}^3$ ) に安全係数 (10) を乗じ Cs-137 濃度としているが、実際の放出実績は検出下限値以下であり、5号機及び6号機からの追加的放出による敷地境界線

量への寄与は極めて小さいと評価している。

#### 2.2.1.7 計算結果

大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量は、最大で年間約  $8.8 \times 10^{-3}$  mSv である。

#### 2.2.1.8 Cs 以外の核種の影響について

##### (1) $\gamma$ 線放出核種

$\gamma$  線を放出する核種のうち、粒子状の放射性物質はダストサンプリングにより定期的に測定しており、Cs 以外の核種は測定限界未満となっていることから、現在の状態が維持されれば敷地周辺への影響は Cs に比べて軽微である。

一方、希ガスのようなガス状の放射性物質については、これまでの評価から、大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量は、地表に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線の外部被ばくが支配的であり、沈着しないガス状の放射性物質の寄与は小さいと考えられる。

##### (2) $\beta$ 線及び $\alpha$ 線放出核種

$\beta$  線及び  $\alpha$  線の放出核種で、 $\gamma$  線を放出しない又は微弱でゲルマニウム半導体検出器による核種分析ができない核種は、現時点で直接分析ができていない。これらの核種は、地表に沈着した放射性物質からの  $\gamma$  線は無視しうるが、特に  $\alpha$  線を放出する核種は内部被ばくにおける実効線量換算係数が  $\alpha$  線を放出しない核種に比べて 100~1,000 倍程度となる。

Cs との比較可能な測定データとして表 2. 2. 1-2 3 にグラウンド約西南西における土壌分析結果を示す。表 2. 2. 1-2 3 では、 $\beta$  線を放出する主要な核種である Sr と、 $\alpha$  線を放出する主要な核種である Pu が分析されており、その量は Cs に比べ、Sr で 1/1,000 程度、Pu で 1/1,000,000 程度である。この分析結果から、線質による違いを無視しうるほどに放出量は小さく、Cs-134 及び Cs-137 に比べ、線量への寄与は小さいと考えられる。

## 2.2.1.9 食物摂取による実効線量の計算

### 2.2.1.9.1 葉菜摂取による実効線量

葉菜摂取による実効線量は、評価対象核種が Cs-134 及び Cs-137 の長寿命核種であることから、沈着分からの間接移行経路を考慮した「一般公衆の線量評価」に基づき、次の計算式を用いる。

$$H_v = 365 \cdot \sum_i K_{ri} \cdot A_{vi} \quad \dots\dots\dots (2-2-15) \text{ 式}$$

$$A_{vi} = x_i \cdot \left\{ \frac{V_g \cdot (1 - e^{-\lambda_{eff} t_1})}{\lambda_{eff} \cdot \rho} + \frac{V'_g \cdot B_{vi} (1 - e^{-\lambda_{ri} t_0})}{\lambda_{ri} \cdot P_v} \right\} \cdot f_i \cdot f_d \cdot M_v \quad \dots\dots\dots (2-2-16) \text{ 式}$$

ここで、

- $H_v$  : 葉菜摂取による年間の実効線量 ( $\mu$  Sv/年)
- 365 : 年間日数への換算係数 (d/年)
- $K_{ri}$  : 核種 i の経口摂取による実効線量係数 ( $\mu$  Sv/Bq)
- $A_{vi}$  : 核種 i の葉菜による摂取率 (Bq/d)
- $V_g$  : 葉菜への沈着速度 (cm/s)
- $\lambda_{eff}$  : 核種 i の葉菜上実効崩壊定数 (1/s)
- $\lambda_{eff} = \lambda_{ri} + \lambda_w$
- $\lambda_{ri}$  : 核種 i の物理的崩壊定数 (1/s)
- $\lambda_w$  : ウェザリング効果による減少係数 (1/s)
- $\rho$  : 葉菜の栽培密度 ( $g/cm^2$ )
- $t_1$  : 葉菜の栽培期間 (s)
- $V'_g$  : 葉菜を含む土壌への核種の沈着速度 (cm/s)
- $P_v$  : 経根移行に寄与する土壌の有効密度 ( $g/cm^2$ )
- $B_{vi}$  : 土壌 1g 中に含まれる核種 i が葉菜に移行する割合 (—)
- $t_0$  : 核種の蓄積期間 (s)
- $f_i$  : 葉菜の栽培期間年間比 (—)
- $f_d$  : 調理前洗浄による核種の残留比 (—)
- $M_v$  : 葉菜摂取量 (g/d)

評価に必要なパラメータは、表 2. 2. 1-20～表 2. 2. 1-22 に示す。

$\bar{x}_i$  は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の Cs-134 約  $5.0 \times 10^{-10} Bq/cm^3$ 、Cs-137 約  $5.0 \times 10^{-9} Bq/cm^3$  を用いて計算した結果、葉菜摂取による実効線量は最大で年間約  $9.8 \times 10^{-3} mSv$  である。

### 2.2.1.9.2 牛乳摂取による実効線量

牛乳摂取による実効線量は、評価対象核種が Cs-134 及び Cs-137 の長寿命核種であるこ

とから、沈着分からの間接移行経路を考慮した「一般公衆の線量評価」に基づき、次の計算式を用いる。

$$H_M = 365 \cdot \sum_i K_{Ti} \cdot A_{Mi} \quad \dots \dots \dots (2-2.1-17) \text{ 式}$$

$$A_{Mi} = \bar{x}_i \cdot \left\{ \frac{V_{gM} \cdot (1 - e^{-\lambda_{effi} t_{1M}})}{\lambda_{effi} \cdot \rho_M} + \frac{V'_{gM} \cdot B_{vi} (1 - e^{-\lambda_{ri} t_0})}{\lambda_{ri} \cdot P_v} \right\} \cdot f_i \cdot Q_f \cdot F_{Mi} \cdot M_M \quad \dots \dots \dots (2-2.1-18) \text{ 式}$$

ここで、

$H_M$  : 牛乳摂取による年間の実効線量 ( $\mu$  Sv/年)

$A_{Mi}$  : 核種 i の牛乳による摂取率 (Bq/d)

$V_{gM}$  : 牧草への沈着速度 (cm/s)

$\lambda_{effi}$  : 核種 i の牧草上実効減衰定数 (1/s)

$$\lambda_{effi} = \lambda_{ri} + \lambda_w$$

$\lambda_{ri}$  : 核種 i の物理的崩壊定数 (1/s)

$\lambda_w$  : ウェザリング効果による減少係数 (1/s)

$\rho_M$  : 牧草の栽培密度 ( $g/cm^2$ )

$t_{1M}$  : 牧草の栽培期間 (s)

$V'_{gM}$  : 牧草を含む土壌への核種の沈着速度 (cm/s)

$P_v$  : 経根移行に寄与する土壌の有効密度 ( $g/cm^2$ )

$B_{vi}$  : 土壌 1g 中に含まれる核種 i が牧草に移行する割合 (—)

$t_0$  : 核種の蓄積期間 (s)

$f_i$  : 放牧期間年間比 (—)

$Q_f$  : 乳牛の牧草摂取量 (g/d)

$F_{Mi}$  : 乳牛が摂取した核種 i が牛乳に移行する割合 ( $(Bq/cm^3)/(Bq/d)$ )

$M_M$  : 牛乳摂取量 ( $cm^3/d$ )

評価に必要なパラメータは、表 2. 2. 1-20 ~ 表 2. 2. 1-22 に示す。

$\bar{x}_i$  は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の Cs-134 約  $5.0 \times 10^{-10} Bq/cm^3$ , Cs-137 約  $5.0 \times 10^{-9} Bq/cm^3$  を用いて計算した結果、牛乳摂取による実効線量は最大で年間約  $1.6 \times 10^{-2} mSv$  である。

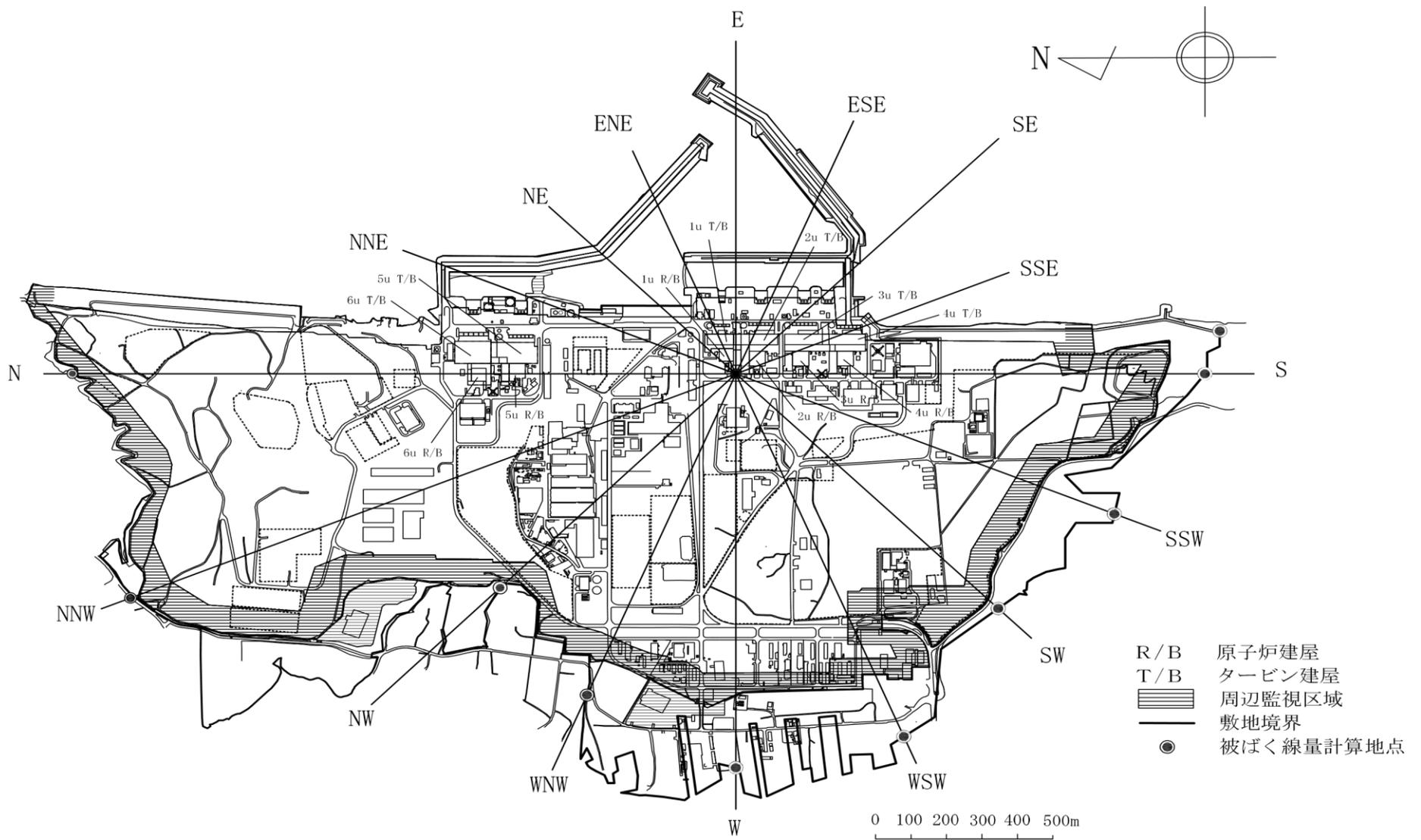


図2. 2. 1-1 被ばく線量計算地点 (敷地境界)

表 2. 2. 1-1 風向分布に対する棄却検定表

標高 46m(地上高 10m)  
(%)

風向 \ 統計年度	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均値	検定年	棄却限界		判定
												2020	上限	下限	○採択 ×棄却
N	6.38	5.32	5.58	5.60	5.79	8.25	8.58	8.15	8.30	8.84	7.08	10.21	10.53	3.63	○
NNE	4.49	3.74	4.32	4.39	3.59	4.58	5.03	4.74	4.71	5.24	4.48	5.76	5.70	3.26	×
NE	3.01	3.37	3.93	4.09	4.24	3.48	3.19	2.93	2.34	3.05	3.36	3.53	4.76	1.96	○
ENE	3.76	2.66	2.69	2.79	2.79	2.58	3.25	2.81	2.89	3.43	2.96	3.37	3.88	2.05	○
E	2.62	2.63	2.67	2.48	2.58	2.46	1.82	1.74	2.02	2.27	2.33	1.84	3.16	1.50	○
ESE	3.19	2.96	3.07	2.70	2.73	2.42	2.00	2.70	2.31	2.06	2.61	2.37	3.58	1.64	○
SE	4.65	7.10	5.83	4.05	4.63	4.73	3.44	4.40	4.09	3.55	4.65	3.76	7.25	2.05	○
SSE	7.25	6.62	6.62	7.75	7.85	7.93	6.56	7.90	7.62	7.04	7.31	6.57	8.66	5.96	○
S	5.85	4.99	5.78	5.42	5.39	5.14	6.01	6.73	6.87	7.05	5.93	7.27	7.67	4.18	○
SSW	3.54	2.95	3.34	4.15	4.23	5.48	5.22	4.65	4.77	5.18	4.35	5.55	6.40	2.30	○
SW	2.96	2.91	2.91	2.54	2.73	2.91	2.40	2.40	2.05	2.14	2.60	2.21	3.40	1.79	○
WSW	5.00	4.85	4.98	5.13	4.15	4.09	2.54	2.34	2.18	2.40	3.77	2.18	6.75	0.79	○
W	11.01	10.25	10.33	9.96	11.30	8.55	6.65	6.02	5.31	4.84	8.42	5.39	14.33	2.52	○
WNW	13.07	12.85	13.21	12.43	13.50	10.67	11.90	11.16	10.40	10.56	11.97	10.88	14.82	9.13	○
NW	11.93	14.75	13.32	14.49	10.80	10.68	11.17	11.12	11.90	10.46	12.06	8.85	15.81	8.31	○
NNW	9.17	9.20	9.11	9.61	10.39	11.23	14.53	12.85	15.01	15.13	11.62	14.87	17.63	5.62	○
静穏	2.10	2.85	2.30	2.41	3.29	4.84	5.71	7.34	7.23	6.73	4.48	5.38	9.56	0.00	○

注) 2010 年度は欠測率が高いため除外

表 2. 2. 1 - 2 風速分布に対する棄却検定表

標高 46m(地上高 10m)

(%)

風速 階級	統計 年度	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均値	検定年	棄却限界		判定
													2020	上限	下限	○採択 ×棄却
～ 0.4		2.10	2.85	2.30	2.41	3.29	4.84	5.71	7.34	7.23	6.73	4.48	5.38	9.56	0.00	○
0.5 ～ 1.4		21.12	24.85	23.09	20.38	27.40	32.14	31.01	34.70	33.38	32.10	28.02	29.76	40.69	15.34	○
1.5 ～ 2.4		35.97	35.63	33.66	33.83	33.06	30.20	27.83	27.01	26.59	27.54	31.13	28.56	39.92	22.35	○
2.5 ～ 3.4		20.88	19.15	21.48	21.83	17.42	17.13	17.56	15.88	16.40	15.91	18.36	18.73	23.83	12.89	○
3.5 ～ 4.4		10.59	8.74	10.18	10.74	9.73	8.87	9.45	8.45	9.08	8.82	9.46	9.33	11.39	7.54	○
4.5 ～ 5.4		4.94	4.33	4.97	5.48	4.71	3.95	4.54	4.01	4.46	4.67	4.61	4.43	5.70	3.52	○
5.5 ～ 6.4		2.22	2.07	2.24	2.48	2.53	2.09	2.17	1.57	1.99	2.63	2.20	2.19	2.93	1.47	○
6.5 ～ 7.4		1.07	1.02	0.90	1.34	1.03	0.65	1.14	0.67	0.52	1.01	0.94	1.03	1.54	0.34	○
7.5 ～ 8.4		0.50	0.47	0.46	0.80	0.55	0.07	0.43	0.22	0.24	0.35	0.41	0.42	0.89	0.00	○
8.5 ～ 9.4		0.23	0.36	0.26	0.41	0.24	0.07	0.09	0.09	0.05	0.15	0.20	0.09	0.50	0.00	○
9.5 ～		0.37	0.52	0.46	0.31	0.06	0.00	0.06	0.06	0.07	0.09	0.20	0.06	0.66	0.00	○

注) 2010 年度は欠測率が高いため除外

表 2. 2. 1-3 風向別大気安定度別風速逆数の総和

標高 46m(地上高 10m)

(s/m)

風向 \ 大気安定度	A	B	C	D	E	F
N	0	49.59	25.66	270.33	14.08	158.66
NNE	2.47	45.20	31.57	137.18	1.68	55.83
NE	1.20	72.78	13.75	69.35	1.23	43.93
ENE	5.33	82.60	10.42	75.48	0.50	44.08
E	9.61	53.30	1.90	44.61	0.46	15.63
ESE	9.51	69.44	2.53	64.91	0	32.64
SE	6.77	94.60	7.63	76.95	2.12	38.11
SSE	1.06	58.25	50.05	92.72	1.65	28.48
S	0	21.85	17.64	153.58	19.97	78.18
SSW	0	17.23	6.33	132.92	21.91	137.30
SW	0	26.41	0.46	76.72	0	159.26
WSW	2.37	19.96	0.29	65.83	0	188.39
W	13.52	49.95	0.50	123.16	0.50	449.69
WNW	6.26	83.55	14.26	213.97	11.88	547.19
NW	1.56	49.03	14.41	208.80	15.81	326.86
NNW	0	61.32	30.10	371.03	26.53	322.87

表 2. 2. 1-4 風向別大気安定度別風速逆数の平均及び風向別風速逆数の平均

標高 46m(地上高 10m)

(s/m)

風向 \ 大気安定度	A	B	C	D	E	F	全安定度
N	0	0.62	0.33	0.49	0.37	0.87	0.56
NNE	0.61	0.54	0.31	0.50	0.33	1.06	0.52
NE	0.60	0.52	0.35	0.64	0.41	1.41	0.62
ENE	0.66	0.51	0.37	0.89	0.50	1.46	0.70
E	0.60	0.58	0.47	0.90	0.45	1.60	0.73
ESE	0.63	0.63	0.36	0.92	0	1.53	0.80
SE	0.67	0.51	0.33	0.78	0.42	1.40	0.65
SSE	0.53	0.45	0.26	0.40	0.41	1.11	0.39
S	0	0.62	0.27	0.38	0.36	0.82	0.44
SSW	0	0.79	0.33	0.54	0.36	0.84	0.62
SW	0	1.22	0.45	1.24	0	1.22	1.22
WSW	0.78	1.13	0.29	1.38	0	1.32	1.30
W	0.67	0.74	0.50	1.30	0.50	1.32	1.21
WNW	0.69	0.63	0.32	0.84	0.35	0.99	0.85
NW	0.77	0.64	0.32	0.71	0.36	0.89	0.75
NNW	0	0.66	0.32	0.51	0.39	0.86	0.60

表 2. 2. 1 - 5 風向出現頻度及び風速 0.5~2.0m/s 風向出現頻度

標高 46m(地上高 10m)

(%)

風向	風向出現頻度	風速 0.5~2.0m/s 風向出現頻度
N	8.5	7.9
NNE	4.5	4.0
NE	3.3	3.1
ENE	3.6	3.8
E	2.1	2.3
ESE	3.0	3.5
SE	3.7	3.9
SSE	3.8	2.2
S	4.8	3.8
SSW	5.2	5.0
SW	4.3	4.5
WSW	4.6	4.5
W	10.5	10.6
WNW	14.5	15.9
NW	10.2	11.2
NNW	13.4	13.7

表 2. 2. 1 - 6 風向別大気安定度別風速逆数の総和

標高 131m(地上高 95m)

( s / m )

風向 \ 大気安定度	A	B	C	D	E	F
N	0.31	30.97	15.17	118.05	5.46	61.21
NNE	2.02	45.18	23.72	85.15	0.69	26.22
NE	1.75	54.28	7.57	45.34	0.87	15.34
ENE	4.31	40.57	3.93	47.26	0.11	13.25
E	6.51	37.56	1.83	36.96	0.30	10.40
ESE	5.57	36.32	2.20	36.25	0.22	10.70
SE	3.90	48.68	6.51	39.91	0.37	20.23
SSE	2.64	44.38	20.66	79.26	1.54	35.86
S	1.70	32.05	18.34	127.89	12.66	94.97
SSW	1.12	17.16	2.95	60.63	5.32	89.89
SW	0.40	15.90	0.47	48.81	0.61	82.11
WSW	2.28	20.52	0.12	42.47	0.11	70.71
W	3.80	29.64	3.34	42.95	1.97	89.28
WNW	0.90	23.33	5.46	67.87	5.19	108.02
NW	0	31.03	10.43	105.13	8.10	138.04
NNW	0	44.97	14.38	176.70	9.74	124.88

表 2. 2. 1-7 風向別大気安定度別風速逆数の平均及び風向別風速逆数の平均

標高 131m(地上高 95m)

(s/m)

風向 \ 大気安定度	A	B	C	D	E	F	全安定度
N	0.31	0.46	0.23	0.28	0.20	0.44	0.32
NNE	0.50	0.37	0.21	0.31	0.22	0.68	0.33
NE	0.58	0.43	0.26	0.41	0.28	0.84	0.43
ENE	0.54	0.44	0.30	0.75	2.00	1.17	0.58
E	0.50	0.49	0.46	0.70	0.29	1.03	0.59
ESE	0.46	0.43	0.36	0.57	0.21	1.08	0.52
SE	0.77	0.41	0.22	0.56	0.35	1.10	0.49
SSE	0.52	0.34	0.15	0.31	0.22	0.67	0.31
S	0.42	0.31	0.16	0.22	0.16	0.38	0.25
SSW	1.11	0.43	0.21	0.38	0.16	0.36	0.35
SW	0.40	0.69	0.16	0.62	0.20	0.43	0.49
WSW	0.21	0.37	0.12	0.50	2.00	0.39	0.41
W	0.20	0.22	0.11	0.31	0.14	0.33	0.28
WNW	0.30	0.28	0.14	0.34	0.13	0.37	0.32
NW	0	0.34	0.15	0.29	0.15	0.30	0.28
NNW	0	0.47	0.20	0.26	0.17	0.35	0.29

表 2. 2. 1 - 8 風向出現頻度及び風速 0.5~2.0m/s 風向出現頻度

標高 131m(地上高 95m)

(%)

風向	風向出現頻度	風速 0.5~2.0m/s 風向出現頻度
N	7.9	6.9
NNE	6.2	5.6
NE	4.3	5.3
ENE	3.7	5.4
E	3.2	4.9
ESE	3.1	4.4
SE	4.1	5.4
SSE	6.3	6.1
S	9.8	7.2
SSW	6.0	6.0
SW	5.1	6.7
WSW	4.6	5.7
W	5.8	5.6
WNW	7.2	7.1
NW	10.0	7.8
NNW	12.6	10.0

表 2. 2. 1-9 放出源の有効高さ

(m)

計算地点の 方位	吹上げ高さを考慮しない場合の 5, 6号機共用排気筒の 放出源の有効高さ
S	65
SSW	65
SW	65
WSW	65
W	65
WNW	65
NW	65
NNW	65
N	65
S 方向沿岸部	65

注) 排気筒の地上高さは 120m である。

表 2. 2. 1 - 1 0 1, 2 号機共用排気筒から敷地境界までの距離  
(m)

計算地点の 方位	1, 2 号機共用排気筒から 敷地境界までの距離
S	1, 340
SSW	1, 100
SW	1, 040
WSW	1, 270
W	1, 270
WNW	1, 170
NW	950
NNW	1, 870
N	1, 930
S 方向沿岸部	1, 400

表2. 2. 1-11 単位放出率あたりの年間平均濃度 ((Bq/cm<sup>3</sup>)/(Bq/s))

放出位置 評価位置	1号原子炉建屋	2号原子炉建屋	3号原子炉建屋	4号原子炉建屋
S	約 $2.9 \times 10^{-12}$	約 $3.3 \times 10^{-12}$	約 $3.9 \times 10^{-12}$	約 $4.8 \times 10^{-12}$
SSW	約 $1.7 \times 10^{-12}$	約 $2.0 \times 10^{-12}$	約 $2.4 \times 10^{-12}$	約 $2.0 \times 10^{-12}$
SW	約 $1.2 \times 10^{-12}$	約 $1.4 \times 10^{-12}$	約 $1.6 \times 10^{-12}$	約 $1.8 \times 10^{-12}$
WSW	約 $8.9 \times 10^{-13}$	約 $9.5 \times 10^{-13}$	約 $9.9 \times 10^{-13}$	約 $4.9 \times 10^{-13}$
W	約 $4.2 \times 10^{-13}$	約 $4.3 \times 10^{-13}$	約 $4.2 \times 10^{-13}$	約 $6.8 \times 10^{-13}$
WNW	約 $8.3 \times 10^{-13}$	約 $8.0 \times 10^{-13}$	約 $7.4 \times 10^{-13}$	約 $8.3 \times 10^{-13}$
NW	約 $1.5 \times 10^{-12}$	約 $1.4 \times 10^{-12}$	約 $1.2 \times 10^{-12}$	約 $1.0 \times 10^{-12}$
NNW	約 $4.9 \times 10^{-13}$	約 $4.6 \times 10^{-13}$	約 $4.1 \times 10^{-13}$	約 $3.8 \times 10^{-13}$
N	約 $9.3 \times 10^{-13}$	約 $8.6 \times 10^{-13}$	約 $7.8 \times 10^{-13}$	約 $7.1 \times 10^{-13}$
S 方向沿岸部	約 $2.7 \times 10^{-12}$	約 $3.0 \times 10^{-12}$	約 $3.6 \times 10^{-12}$	約 $4.3 \times 10^{-12}$

表 2. 2. 1 - 1 2 Cs-134 の年間平均濃度 (Bq/cm<sup>3</sup>)

放出位置 評価位置	1号 原子炉建屋	2号 原子炉建屋	3号 原子炉建屋	4号 原子炉建屋	合計
S	約 1.4×10 <sup>-10</sup>	約 3.1×10 <sup>-11</sup>	約 2.8×10 <sup>-10</sup>	約 5.7×10 <sup>-11</sup>	約 5.0×10 <sup>-10</sup>
SSW	約 8.0×10 <sup>-11</sup>	約 1.8×10 <sup>-11</sup>	約 1.7×10 <sup>-10</sup>	約 2.3×10 <sup>-11</sup>	約 2.9×10 <sup>-10</sup>
SW	約 5.7×10 <sup>-11</sup>	約 1.3×10 <sup>-11</sup>	約 1.1×10 <sup>-10</sup>	約 2.2×10 <sup>-11</sup>	約 2.0×10 <sup>-10</sup>
WSW	約 4.2×10 <sup>-11</sup>	約 8.9×10 <sup>-12</sup>	約 7.0×10 <sup>-11</sup>	約 5.8×10 <sup>-12</sup>	約 1.3×10 <sup>-10</sup>
W	約 2.0×10 <sup>-11</sup>	約 4.1×10 <sup>-12</sup>	約 3.0×10 <sup>-11</sup>	約 8.2×10 <sup>-12</sup>	約 6.2×10 <sup>-11</sup>
WNW	約 3.9×10 <sup>-11</sup>	約 7.5×10 <sup>-12</sup>	約 5.2×10 <sup>-11</sup>	約 9.9×10 <sup>-12</sup>	約 1.1×10 <sup>-10</sup>
NW	約 7.0×10 <sup>-11</sup>	約 1.3×10 <sup>-11</sup>	約 8.3×10 <sup>-11</sup>	約 1.2×10 <sup>-11</sup>	約 1.8×10 <sup>-10</sup>
NNW	約 2.3×10 <sup>-11</sup>	約 4.3×10 <sup>-12</sup>	約 2.9×10 <sup>-11</sup>	約 4.5×10 <sup>-12</sup>	約 6.1×10 <sup>-11</sup>
N	約 4.4×10 <sup>-11</sup>	約 8.1×10 <sup>-12</sup>	約 5.5×10 <sup>-11</sup>	約 8.5×10 <sup>-12</sup>	約 1.2×10 <sup>-10</sup>
S 方向沿岸部	約 1.3×10 <sup>-10</sup>	約 2.9×10 <sup>-11</sup>	約 2.6×10 <sup>-10</sup>	約 5.2×10 <sup>-11</sup>	約 4.6×10 <sup>-10</sup>

表 2. 2. 1 - 1 3 Cs-137 の年間平均濃度 (Bq/cm<sup>3</sup>)

放出位置 評価位置	1号 原子炉建屋	2号 原子炉建屋	3号 原子炉建屋	4号 原子炉建屋	合計
S	約 1.4×10 <sup>-9</sup>	約 3.1×10 <sup>-10</sup>	約 2.8×10 <sup>-9</sup>	約 5.7×10 <sup>-10</sup>	約 5.0×10 <sup>-9</sup>
SSW	約 8.0×10 <sup>-10</sup>	約 1.8×10 <sup>-10</sup>	約 1.7×10 <sup>-9</sup>	約 2.3×10 <sup>-10</sup>	約 2.9×10 <sup>-9</sup>
SW	約 5.7×10 <sup>-10</sup>	約 1.3×10 <sup>-10</sup>	約 1.1×10 <sup>-9</sup>	約 2.2×10 <sup>-10</sup>	約 2.0×10 <sup>-9</sup>
WSW	約 4.2×10 <sup>-10</sup>	約 8.9×10 <sup>-11</sup>	約 7.0×10 <sup>-10</sup>	約 5.8×10 <sup>-11</sup>	約 1.3×10 <sup>-9</sup>
W	約 2.0×10 <sup>-10</sup>	約 4.1×10 <sup>-11</sup>	約 3.0×10 <sup>-10</sup>	約 8.2×10 <sup>-11</sup>	約 6.2×10 <sup>-10</sup>
WNW	約 3.9×10 <sup>-10</sup>	約 7.5×10 <sup>-11</sup>	約 5.2×10 <sup>-10</sup>	約 9.9×10 <sup>-11</sup>	約 1.1×10 <sup>-9</sup>
NW	約 7.0×10 <sup>-10</sup>	約 1.3×10 <sup>-10</sup>	約 8.3×10 <sup>-10</sup>	約 1.2×10 <sup>-10</sup>	約 1.8×10 <sup>-9</sup>
NNW	約 2.3×10 <sup>-10</sup>	約 4.3×10 <sup>-11</sup>	約 2.9×10 <sup>-10</sup>	約 4.5×10 <sup>-11</sup>	約 6.1×10 <sup>-10</sup>
N	約 4.4×10 <sup>-10</sup>	約 8.1×10 <sup>-11</sup>	約 5.5×10 <sup>-10</sup>	約 8.5×10 <sup>-11</sup>	約 1.2×10 <sup>-9</sup>
S 方向沿岸部	約 1.3×10 <sup>-9</sup>	約 2.9×10 <sup>-10</sup>	約 2.6×10 <sup>-9</sup>	約 5.2×10 <sup>-10</sup>	約 4.6×10 <sup>-9</sup>

表 2. 2. 1-14 Cs-134 の単位放出率あたりの実効線量 (( $\mu$ Sv/年)/(Bq/s))

放出位置 評価位置	1号原子炉建屋	2号原子炉建屋	3号原子炉建屋	4号原子炉建屋
S	約 $2.4 \times 10^{-6}$	約 $2.6 \times 10^{-6}$	約 $3.0 \times 10^{-6}$	約 $3.4 \times 10^{-6}$
SSW	約 $1.5 \times 10^{-6}$	約 $1.6 \times 10^{-6}$	約 $1.8 \times 10^{-6}$	約 $2.0 \times 10^{-6}$
SW	約 $1.1 \times 10^{-6}$	約 $1.2 \times 10^{-6}$	約 $1.3 \times 10^{-6}$	約 $1.5 \times 10^{-6}$
WSW	約 $8.3 \times 10^{-7}$	約 $8.1 \times 10^{-7}$	約 $7.5 \times 10^{-7}$	約 $6.6 \times 10^{-7}$
W	約 $4.8 \times 10^{-7}$	約 $4.9 \times 10^{-7}$	約 $5.3 \times 10^{-7}$	約 $5.7 \times 10^{-7}$
WNW	約 $7.4 \times 10^{-7}$	約 $7.6 \times 10^{-7}$	約 $7.5 \times 10^{-7}$	約 $7.3 \times 10^{-7}$
NW	約 $1.3 \times 10^{-6}$	約 $1.2 \times 10^{-6}$	約 $1.1 \times 10^{-6}$	約 $9.9 \times 10^{-7}$
NNW	約 $5.6 \times 10^{-7}$	約 $5.3 \times 10^{-7}$	約 $5.0 \times 10^{-7}$	約 $4.7 \times 10^{-7}$
N	約 $8.8 \times 10^{-7}$	約 $8.3 \times 10^{-7}$	約 $7.7 \times 10^{-7}$	約 $7.1 \times 10^{-7}$
S 方向沿岸部	約 $2.5 \times 10^{-6}$	約 $2.8 \times 10^{-6}$	約 $3.2 \times 10^{-6}$	約 $3.7 \times 10^{-6}$

表 2. 2. 1-15 Cs-137 の単位放出率あたりの実効線量 (( $\mu$ Sv/年)/(Bq/s))

放出位置 評価位置	1号原子炉建屋	2号原子炉建屋	3号原子炉建屋	4号原子炉建屋
S	約 $9.0 \times 10^{-7}$	約 $1.0 \times 10^{-6}$	約 $1.0 \times 10^{-6}$	約 $1.3 \times 10^{-6}$
SSW	約 $5.7 \times 10^{-7}$	約 $6.2 \times 10^{-7}$	約 $6.9 \times 10^{-7}$	約 $7.6 \times 10^{-7}$
SW	約 $4.2 \times 10^{-7}$	約 $4.6 \times 10^{-7}$	約 $5.1 \times 10^{-7}$	約 $5.6 \times 10^{-7}$
WSW	約 $3.2 \times 10^{-7}$	約 $3.1 \times 10^{-7}$	約 $2.9 \times 10^{-7}$	約 $2.5 \times 10^{-7}$
W	約 $1.8 \times 10^{-7}$	約 $1.9 \times 10^{-7}$	約 $2.0 \times 10^{-7}$	約 $2.2 \times 10^{-7}$
WNW	約 $2.9 \times 10^{-7}$	約 $2.9 \times 10^{-7}$	約 $2.9 \times 10^{-7}$	約 $2.8 \times 10^{-7}$
NW	約 $4.9 \times 10^{-7}$	約 $4.7 \times 10^{-7}$	約 $4.2 \times 10^{-7}$	約 $3.8 \times 10^{-7}$
NNW	約 $2.1 \times 10^{-7}$	約 $2.0 \times 10^{-7}$	約 $1.9 \times 10^{-7}$	約 $1.8 \times 10^{-7}$
N	約 $3.4 \times 10^{-7}$	約 $3.2 \times 10^{-7}$	約 $3.0 \times 10^{-7}$	約 $2.7 \times 10^{-7}$
S 方向沿岸部	約 $9.7 \times 10^{-7}$	約 $1.1 \times 10^{-6}$	約 $1.2 \times 10^{-6}$	約 $1.4 \times 10^{-6}$

表2. 2. 1-16 Cs-134の放射性雲からの $\gamma$ 線に起因する実効線量 ( $\mu\text{Sv}/\text{年}$ )

放出位置 評価位置	1号 原子炉建屋	2号 原子炉建屋	3号 原子炉建屋	4号 原子炉建屋	合計
S	約 $1.1 \times 10^{-4}$	約 $2.4 \times 10^{-5}$	約 $2.1 \times 10^{-4}$	約 $4.1 \times 10^{-5}$	約 $3.9 \times 10^{-4}$
SSW	約 $7.0 \times 10^{-5}$	約 $1.5 \times 10^{-5}$	約 $1.3 \times 10^{-4}$	約 $2.4 \times 10^{-5}$	約 $2.4 \times 10^{-4}$
SW	約 $5.1 \times 10^{-5}$	約 $1.1 \times 10^{-5}$	約 $9.5 \times 10^{-5}$	約 $1.8 \times 10^{-5}$	約 $1.7 \times 10^{-4}$
WSW	約 $3.9 \times 10^{-5}$	約 $7.6 \times 10^{-6}$	約 $5.3 \times 10^{-5}$	約 $7.9 \times 10^{-6}$	約 $1.1 \times 10^{-4}$
W	約 $2.2 \times 10^{-5}$	約 $4.6 \times 10^{-6}$	約 $3.8 \times 10^{-5}$	約 $6.8 \times 10^{-6}$	約 $7.2 \times 10^{-5}$
WNW	約 $3.5 \times 10^{-5}$	約 $7.2 \times 10^{-6}$	約 $5.3 \times 10^{-5}$	約 $8.8 \times 10^{-6}$	約 $1.0 \times 10^{-4}$
NW	約 $6.0 \times 10^{-5}$	約 $1.2 \times 10^{-5}$	約 $7.8 \times 10^{-5}$	約 $1.2 \times 10^{-5}$	約 $1.6 \times 10^{-4}$
NNW	約 $2.6 \times 10^{-5}$	約 $5.0 \times 10^{-6}$	約 $3.5 \times 10^{-5}$	約 $5.7 \times 10^{-6}$	約 $7.2 \times 10^{-5}$
N	約 $4.1 \times 10^{-5}$	約 $7.8 \times 10^{-6}$	約 $5.5 \times 10^{-5}$	約 $8.5 \times 10^{-6}$	約 $1.1 \times 10^{-4}$
S方向沿岸部	約 $1.2 \times 10^{-4}$	約 $2.6 \times 10^{-5}$	約 $2.3 \times 10^{-4}$	約 $4.5 \times 10^{-5}$	約 $4.2 \times 10^{-4}$

表2. 2. 1-17 Cs-137の放射性雲からの $\gamma$ 線に起因する実効線量 ( $\mu\text{Sv}/\text{年}$ )

放出位置 評価位置	1号 原子炉建屋	2号 原子炉建屋	3号 原子炉建屋	4号 原子炉建屋	合計
S	約 $4.2 \times 10^{-4}$	約 $9.4 \times 10^{-5}$	約 $8.0 \times 10^{-4}$	約 $1.6 \times 10^{-4}$	約 $1.5 \times 10^{-3}$
SSW	約 $2.7 \times 10^{-4}$	約 $5.8 \times 10^{-5}$	約 $4.9 \times 10^{-4}$	約 $9.1 \times 10^{-5}$	約 $9.0 \times 10^{-4}$
SW	約 $2.0 \times 10^{-4}$	約 $4.3 \times 10^{-5}$	約 $3.6 \times 10^{-4}$	約 $6.8 \times 10^{-5}$	約 $6.7 \times 10^{-4}$
WSW	約 $1.5 \times 10^{-4}$	約 $2.9 \times 10^{-5}$	約 $2.0 \times 10^{-4}$	約 $3.1 \times 10^{-5}$	約 $4.1 \times 10^{-4}$
W	約 $8.6 \times 10^{-5}$	約 $1.8 \times 10^{-5}$	約 $1.5 \times 10^{-4}$	約 $2.6 \times 10^{-5}$	約 $2.7 \times 10^{-4}$
WNW	約 $1.3 \times 10^{-4}$	約 $2.8 \times 10^{-5}$	約 $2.0 \times 10^{-4}$	約 $3.4 \times 10^{-5}$	約 $4.0 \times 10^{-4}$
NW	約 $2.3 \times 10^{-4}$	約 $4.4 \times 10^{-5}$	約 $3.0 \times 10^{-4}$	約 $4.6 \times 10^{-5}$	約 $6.2 \times 10^{-4}$
NNW	約 $1.0 \times 10^{-4}$	約 $1.9 \times 10^{-5}$	約 $1.4 \times 10^{-4}$	約 $2.2 \times 10^{-5}$	約 $2.8 \times 10^{-4}$
N	約 $1.6 \times 10^{-4}$	約 $3.0 \times 10^{-5}$	約 $2.1 \times 10^{-4}$	約 $3.3 \times 10^{-5}$	約 $4.3 \times 10^{-4}$
S方向沿岸部	約 $4.6 \times 10^{-4}$	約 $1.0 \times 10^{-4}$	約 $8.7 \times 10^{-4}$	約 $1.7 \times 10^{-4}$	約 $1.6 \times 10^{-3}$

表 2. 2. 1-18 外部被ばく実効線量換算係数<sup>[1]</sup>

元素	記号	単位	数値
Cs-134	K	(mSv/h) / (kBq/m <sup>2</sup> )	$5.4 \times 10^{-6}$
Cs-137			$2.1 \times 10^{-6}$

表 2. 2. 1-19 吸入摂取の評価パラメータ<sup>[2]</sup>

パラメータ	記号	単位	数値
呼吸率	M <sub>a</sub>	cm <sup>3</sup> /d	$2.22 \times 10^7$

表 2. 2. 1-20 実効線量係数<sup>[3]</sup>

元素	吸入摂取 (K <sub>Ii</sub> ) (μ Sv/Bq)	経口摂取 (K <sub>Ti</sub> ) (μ Sv/Bq)
Cs-134	$2.0 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$
Cs-137	$3.9 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$

表 2. 2. 1-21 葉菜及び牛乳摂取の評価パラメータ

経路	パラメータ	記号	単位	数値
葉菜 摂取	核種の葉菜への沈着速度 <sup>[2][4]</sup>	$V_g$	cm/s	1
	ウェザリング効果による減少定数 <sup>[4]</sup>	$\lambda_w$	1/s	$5.73 \times 10^{-7}$ (14日相当)
	葉菜の栽培密度 <sup>[2]</sup>	$\rho$	g/cm <sup>2</sup>	0.23
	葉菜の栽培期間 <sup>[4]</sup>	$t_1$	s	$5.184 \times 10^6$ (60日)
	葉菜を含む土壌への核種の沈着速度 <sup>[4]</sup>	$V_g'$	cm/s	1
	経根移行に寄与する土壌の有効密度 <sup>[4]</sup>	$P_v$	g/cm <sup>2</sup>	24
	核種の蓄積期間	$t_0$	s	$3.1536 \times 10^7$ (1年間)
	葉菜の栽培期間年間比 <sup>[2]</sup>	$f_t$	—	0.5
	調理前洗浄による核種の残留比 <sup>[4]</sup>	$f_d$	—	1
	葉菜摂取量 (成人) <sup>[2]</sup>	$M_v$	g/d	100
牛乳 摂取	核種の牧草への沈着速度 <sup>[2]</sup>	$V_{gM}$	cm/s	0.5
	ウェザリング効果による減少定数 <sup>[4]</sup>	$\lambda_w$	1/s	$5.73 \times 10^{-7}$ (14日相当)
	牧草の栽培密度 <sup>[5]</sup>	$\rho_M$	g/cm <sup>3</sup>	0.07
	牧草の栽培期間 <sup>[5]</sup>	$t_{1M}$	s	$2.592 \times 10^6$ (30日間)
	牧草を含む土壌への核種の沈着速度 <sup>[4]</sup>	$V_{gM}'$	cm/s	1
	経根移行に寄与する土壌の有効密度 <sup>[4]</sup>	$P_v$	g/cm <sup>2</sup>	24
	放牧期間年間比 <sup>[2]</sup>	$f_t$	—	0.5
	乳牛の牧草摂取量 <sup>[4]</sup>	$Q_f$	g/d wet	$5 \times 10^4$
	牛乳摂取量 (成人) <sup>[2]</sup>	$M_M$	cm <sup>3</sup> /d	200

表 2. 2. 1-22 葉菜及び牛乳摂取の評価パラメータ<sup>[5]</sup>

元素	土壌 1g 中に含まれる核種 i が葉菜及び牧草に移行する割合 ( $B_{vi}$ )	乳牛が摂取した核種 i が牛乳に移行する割合 ( $F_{Mi}$ ) ( $(Bq/cm^3)/(Bq/d)$ )
Cs	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-5}$

(出典)

- [1] IAEA-TECDOC-1162:Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, 2000
- [2] 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針 平成 13 年 3 月 29 日, 原子力安全委員会一部改訂

- [3] ICRP Publication 72:Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides;Part 5 Complitation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, 1996
- [4] 発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について 平成 13 年 3 月 29 日, 原子力安全委員会一部改訂
- [5] U.S.NRC :Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR Part 50, Appendix I, Regulatory Guide 1.109, Revision 1, 1977

表 2. 2. 1 - 2 3 土壌分析結果

	土壌 (Bq/kg) (グラウンド約西南西 500m)	分析日
Cs-134	$4.1 \times 10^5$	2011 年 11 月 7 日
Cs-137	$4.7 \times 10^5$	2011 年 11 月 7 日
Sr-89	$1.8 \times 10^2$	2011 年 10 月 10 日
Sr-90	$2.5 \times 10^2$	2011 年 10 月 10 日
Pu-238	$2.6 \times 10^{-1}$	2011 年 10 月 31 日
Pu-239	$1.1 \times 10^{-1}$	2011 年 10 月 31 日
Pu-240	$1.1 \times 10^{-1}$	2011 年 10 月 31 日