

β線による外部被ばく実効線量算出方法について

1. 実効線量算出方法

大気中気体状β放射能濃度は、環境の大気をβ線ガスモニタに吸引し、そのときの計数率からバックグラウンド計数率を差し引いた後、クリプトン濃度換算係数を乗じて算出している。定量下限値は 2 kBq/m³である。β線による実効線量は、大気中気体状β放射能測定値(以下、「測定値」という。)を1年間分すべて積算し、これに皮膚の等価線量係数、体表面積の平均化係数及び組織荷重係数を乗じて算出する。

実効線量の算出における測定値の積算方法としては、以下の3つの方法が考えられる。

- ① 定量下限値以上の測定値を積算
- ② せん断・溶解期間のみ定量下限値未満の測定値(ND)を定量下限値として積算
- ③ 放射能濃度計算値について正負の値をすべて積算

①の方法は、NDを積算に用いないことから、評価結果はやや低めとなる。②の方法は、施設の風上に位置するなど施設寄与が想定されない場合もNDを定量下限値として積算することになるため、過大評価となる場合がある。特に、施設から離れた地点で顕著になると考えられる。③の方法は、空間放射線量率測定結果に基づく外部被ばく実効線量の場合と同様に、測定値の計算過程の値を正負すべて用いて計算するため、①及び②に比べより現実的な評価となるが、施設からの影響がないときの計数率として適切なバックグラウンド計数率をどのように設定するかが課題となる。このようなことから、六ヶ所再処理工場の本格操業後の状況も考慮し、適切なバックグラウンド計数率の決定方法について以下のとおり検討した。

2. 大気中気体状β放射能測定における計数率の変動状況

施設に最も近い尾駸局のせん断・溶解作業が行われていない平成22年4月～平成27年7月の期間の計数率の時系列グラフを図1に示す。夏季に計数率が上昇する季節変動がみられるが、大気中の天然放射性核種の影響と考えられる。同局の平成26年度の計数率のヒストグラムを図2に示す。夏季の上昇分が最頻値を中心とした分布の右側のすそ野に見られており、この上昇分を除くと最頻値を中心として両側にほぼ同様に分布することから、バックグラウンド計数率を1年間の最頻値として実効線量を算出する際には正負がほぼ相殺されることがわかる。

尾駸局における平成19年度のアクティブ試験におけるせん断・溶解期間の変動状況を図3に示す。計数率は再処理工場から放出されたクリプトン-85の影響により急激に上昇するが、すぐにベースライン付近まで戻る場合が多いことがわかる。この期間の計数率の最頻値(19.3 s⁻¹)をヒストグラムから算出し、図3に点線で示す。この値は時系列グラフのベースラインと考えることができる。平成19年度1年間の計数率の最頻値は19.2 s⁻¹であり、この期間の値とほぼ一致した。このことから、本格操業時においても1年間の計数率の最頻値をバックグラウンドとして適用できると考えられる。

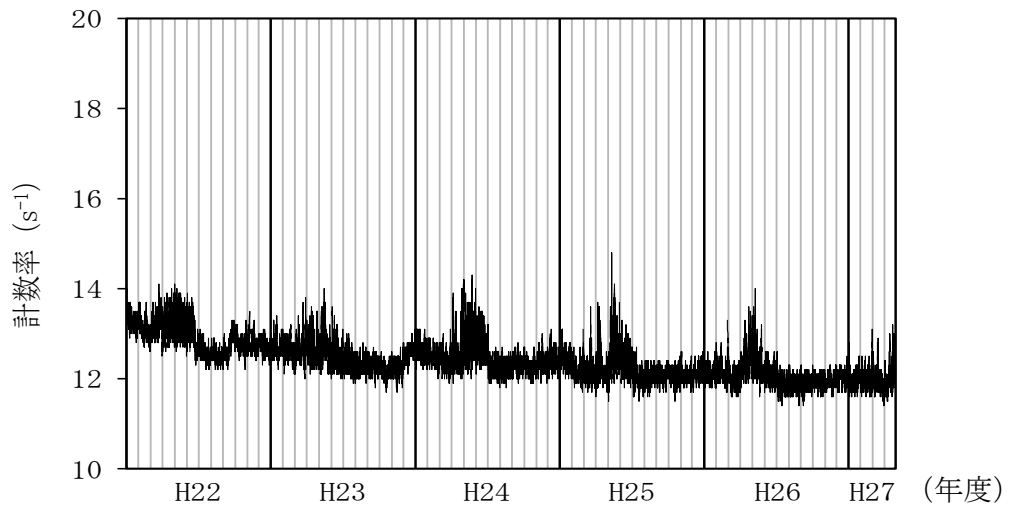


図1 計数率の時系列グラフ(平成22～27年度 尾駁局)

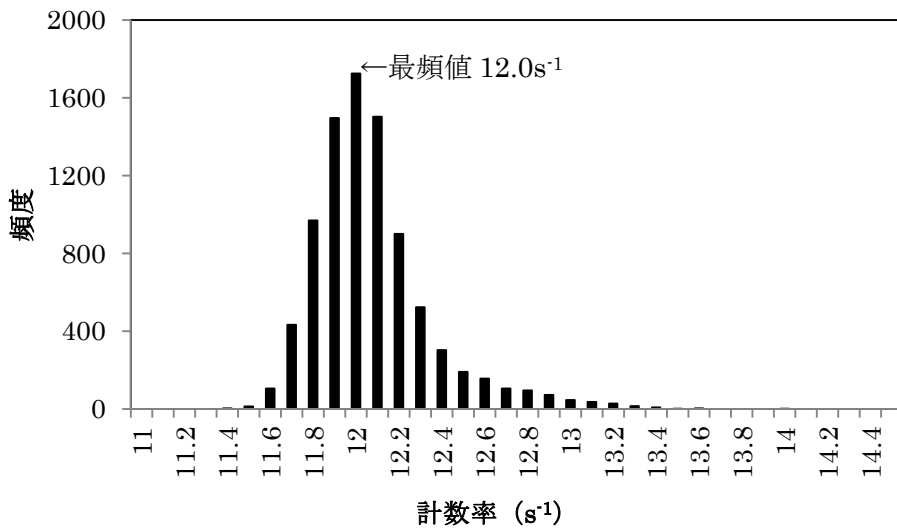


図2 計数率のヒストグラム(平成26年度 尾駁局)

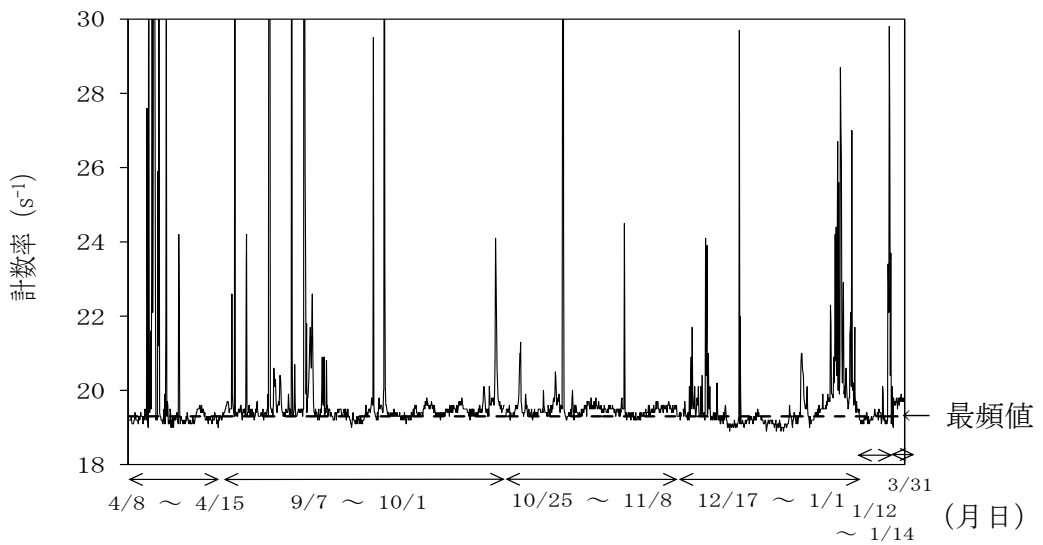


図3 アクティブ試験中のせん断・溶解期間を集めた計数率の時系列グラフ(平成19年度 尾駁局) ※測定器は、平成21年度に更新した。

3. バックグラウンド計数率の検討

大気中気体状 β 放射能測定の数率の変動状況から、バックグラウンド計数率の決定方法としては、以下の方法が考えられる。

- ①1年間すべての計数率の最頻値
 - ②保守点検で検出器内に窒素ページを行ったときの計数率の平均値
 - ③せん断・溶解期間以外の1年間すべての計数率の平均値
- 以上の方法で決定したバックグラウンド計数率を表1に示す。

表1 各バックグラウンド計数率算出結果(H26尾駱局) [単位: s^{-1}]

| ①最頻値 | ②窒素ページ | ③年間平均値 |
|------|----------------|--------|
| 12.0 | 11.5(点検3回の平均値) | 12.1 |

表1をみると、①最頻値と③年間平均値は、ほぼ一致している。一方、②窒素ページは③年間平均値よりも $0.6 s^{-1}$ 低くなった。これは、実際の環境大気を吸引した場合の数率には、天然の放射性核種の影響があるためと考えられる。

得られたバックグラウンド計数率をもとに、施設寄与のない平成26年度1年間の測定値を用いて実効線量を試算した結果を表2に示す。①最頻値及び②窒素ページの方法による試算結果は、いずれも外部被ばく線量の下限值 $0.01 mSv$ に比べて十分小さい値となっているが、②の試算結果が①の試算結果に比べて高い値となった。③年間平均値による試算結果はほぼゼロとなっているが、施設操業後はせん断・溶解期間以外の期間の数率の平均値をとることになるため、計数率の季節変動を考慮すると、用いる期間により平均値が変化する可能性がある。

一方、最頻値は、せん断・溶解期間を含め、年間を通じた計数率のベースラインになるため、バックグラウンド計数率として最も適切と考えられる。

表2 各バックグラウンド計数率から求めた年間の実効線量試算結果(H26尾駱局)[単位: mSv]

| ①最頻値 | ②窒素ページ | ③年間平均値 |
|----------|---------|--------|
| 0.000045 | 0.00032 | 8E-17 |

4. 結 論

以上のことから、 β 線による外部被ばく実効線量の評価方法として、1年間すべての計数率の最頻値をバックグラウンド計数率とし、大気中気体状 β 放射能濃度計算値を正負すべて積算する方法が、最も現実的な方法と考えられる。