ピンホール型ガンマカメラによる Cs-137 汚染量の推定

Estimation of Cs-137 contamination with pinhole gamma camera

*平山　英夫[1,2]，林　克己[2]，岩永　宏平[2]，近藤 健次郎[1,2]，鈴木 征四郎[2]
[1]高エネルギー加速器研究機構，[2]原子力規制庁

ピンホール型ガンマカメラによる γ 線全エネルギー吸収ピーク計数率と線源からの距離及び途中の物質による減衰を考慮した直接線情報により Cs-137 放射能（Cs-137 汚染量）を推定する方法を検討した。

キーワード：ピンホール型ガンマカメラ、Cs-137、全エネルギー吸収ピーク検出効率、CdTe、福島第 1 原子力発電所

1. 緒言

ピンホール型ガンマカメラにより γ 線全エネルギー吸収ピーク計数率が測定出来る場合、線源からの距離と途中の物質による減衰から解析的に計算できる直接線情報と併せて汚染量を推定できる可能性がある。日立のガンマカメラ HDG-E1500[1)] を対象にピンホール型ガンマカメラによる Cs-137 汚染量の推定法について検討した。

2.ガンマカメラの 0.662 MeV γ 線の全エネルギー吸収ピーク計数率による Cs--137 汚染量の推定法

2-1. Cs-137 汚染量とガンマカメラの 0.662 MeVγ 線全エネルギー吸収ピーク計数率の関係

Cs-137 から崩壊当たりに放出される 0.662 MeV γ 線数を f (=0.851)、線源とガンマカメラの距離を d (cm)、線源とガンマカメラの間にある空気を含む物質の 0.662 MeV γ 線の対する平均自由行程を t (mfp)、ガンマカメラの実効ピンホール半径を r_{eff} (cm)、ピクセルに入射した 0.662 MeV γ 線の全エネルギー吸収ピーク計数検出効率を ε、ガンマカメラの 0.662 MeV γ 線全エネルギー吸収ピーク計数率の該当領域のピクセル合計値を P (cps) とすると、Cs-137 汚染量 Q (Bq) は、$Q\ (\mathrm{Bq}) = \frac{4\pi d^2 P}{\exp(-t)\varepsilon f Q \pi r_{eff}^2} = \frac{4d^2 P}{\exp(-t)\varepsilon f Q r_{eff}^2}$ で求めることができる。

2-2. 実効ピンホール半径

HDG-E1500 のピンホールを構成しているコリメータは断面が三角形の W 製で、最も狭い箇所の半径が 3 mm という構造になっている。ピンホール部を含むコリメータを通過して検出面に到達する 0.662 MeV γ 線の数から実効ピンホール半径を求めた。推定では、線源からの γ 線が平行ビームとしてガンマカメラに垂直に入射する場合の実効ピンホール半径 4.64 mm を使用する。

2-3 全エネルギー吸収ピーク検出効率

HDG-E1500 の検出器は CdTe 素子で、検出部は 16 x 16 個の 2.21 mm x 2.44 mm x 5 mm のピクセルで構成されている。ピクセルに入射した 0.662 MeV γ 線の全エネルギー吸収ピーク検出効率は、ピンホール位置に校正線源をおいて得られた全ピクセルの平均ピーク計数率から求めた 0.0158 を使用する。

2-4 Cs-134 汚染量推定式

以上から、$Q\ (\mathrm{Bq}) = 1380 \times d^2 P / \exp(-t)$ により、Cs-137 汚染量を推定できる。

講演では、校正線源による測定結果との比較検討、1 F 構内でのガンマカメラによる Cs-137 汚染量の推定例を併せて報告する。

参考文献

[1] https://www.hitachi.co.jp/products/healthcare/products-support/radiation/gammacamera/gammacamera/index.html

*Hideo Hirayama[1,2], Katsumi Hayashi[2], Kouhei Iwanaga[2] and Seishiro Suzuki1[2]
[1]High Energy Accelerator Research Organization, [2] Nuclear Regulation Authority