

[報文]

新規 PMMA 線量計 (Radix W) のガンマ線応答特性

渡辺 宏, 市川達也, 北川原啓子, 佐藤良成, 貴家恒男, 武久正昭

ラジエ工業株式会社 (〒 370-0072 群馬県高崎市大八木町 168)

Gamma-ray response of novel PMMA dosimeter, Radix W

Watanabe Hiroshi, Ichikawa Tatsuya, Kitagawara Keiko,
Sato Yoshishige, Sasuga Tsuneo and Takehisa Masaaki

Radia Industry Co., Ltd. 168, Ooyagi-machi, Takasaki, Gunma 370-0072 Japan

Summary

The influence of irradiation temperature on the PMMA dosimeter, Radix W, was investigated over the temperature range of 9.5 to 28 . From the results of dosimetry tests carried out at three gamma facilities over two years, it was concluded that dose in the range of 5kGy to 150kGy could be determined by one calibration curve to within 7.3%. For doses less than 5kGy, the error exceeded 10%.

Key words: PMMA dosimeter, Irradiation temperature, Calibration

はじめに

PMMA 線量計は、取扱いが容易で安価なことから医療機器の放射線滅菌などの分野で古くからプロセス管理のためのルーチン線量計として広く使われている。現在、Harwell Dosimeters, Gammex, ラジエ工業¹⁾の3社で、5製品が市販されている。前2社は着色したPMMA線量計であり、無色透明な線量計はラジエ工業²⁾の製品だけである。どの製品でも測定上限線量は50kGyであり¹⁾、それ以上の高線量域となる一部の医療機器材料や実験動物用飼料等の線量を正確に測定できないという問題があった。更に、温度依存性があるために常に補正が必要になるという煩雑さがあった²⁾。これらの課題を解決するため、武久らは架橋によって分子構造を安定化させる改良を行い、150kGyまでの高線量の測定が可能な線量計を開発した³⁾。この線量計はすでに特許を取得し、Radix Wの商標で商品化されている。ここでは、実用照射環境で使用したときの照射温度の

影響や測定精度について検討した結果を報告する。

実験方法

線量計はRadix Wを使用した。10 × 40 × 1.5mmの線量計を充分乾燥させた後に、防湿用ポーチに入れてヒートシールしたものである。照射は当社の3基のガンマ線照射施設で行った。照射室内温度は2年間を通じて9.5 ~ 28.0 の範囲であった。線量校正には参照線量計として英国NPL製アラニン線量計を用い、NPLでの測定で線量を決定した。線量計は照射後直ちに分光光度計(島津UV-1600)で波長320nmにおける吸光度を測定した。照射後の吸光度に対する温度の影響を調べる実験では、25で25kGy照射したRadix Wを7, 25, 32で保管し、照射直後から72時間後までの吸光度を経時的に測定した。

実験結果および考察

供試したRadix Wのガンマ線応答曲線をHarwell

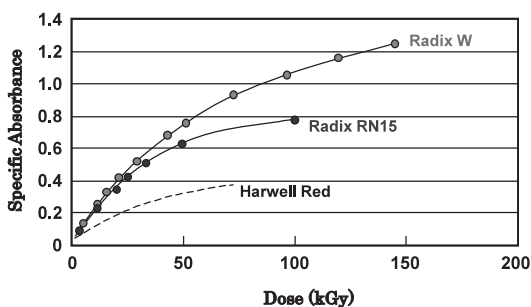


Fig. 1 Gamma-ray response of Radix W, Radix RN15 and Harwell Red.

Dosimeters 製 Red4034 および当社旧モデルの Radix RN15 と比較したものが, Fig. 1 である。Radix W は Red などよりも曲線の傾きが急であり, 150kGy を超える線量まで吸光度が飽和することなく上昇し続ける。従って, 150kGy 以上の線量範囲でも測定は可能であろう。照射温度の影響については, すでに Radix W は RN15 よりも照射温度の影響を受けにくいことが分かっていたので³⁾, 実環境で使用したときの温度の影響を調べた。Fig. 2 は 2 年間にわたって全季節 (冬, 春, 夏) および全施設 (第 1, 2, 3 照射施設) で測定した値を纏めたものである。全ての測定値は 1 つの 3 次式 (相関係数: 0.9989) で近似できることが分かった。この時の温度変化は冬場の 9.5 から夏場の 28.0 まで変化した。また, 固定照射 (第 1 照射室) と移動照射 (第 2, 3 照射室) による違いは見られなかった。回帰曲線からの残差の割合を各線量について求めると, 5kGy ~ 150kGy の範囲で大部分が 5% 以内に納まった (Fig. 3)。何点か 5% を超える値が観察されたが, それでも 7.3% 以内であった。しかし, 5kGy 以下では残差が 10% を超え, 25% にも達することがあるので, 5kGy 以下を精度よく測定するのは困難である。しかし, 測定波長を変えて感度を上げれば, 5kGy 以下でも精度よく測定できることが分かってきたので, その詳細については別に報告する予定である。

照射後の保管温度が吸光度に与える影響を調べた結果, 7 ~ 32 の範囲で, 照射後 18 時間までは初期値の高々 1% の減少に留まることが分かった。従って, 照射後 18 時間以内に吸光度を測定すれば, 照射後の温度の影響を考慮する必要はないと考えられる。

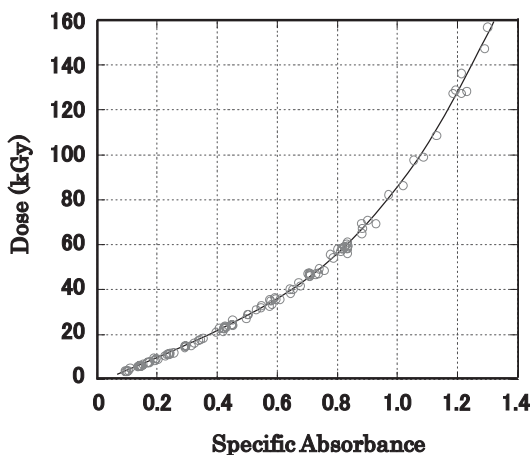


Fig. 2 Calibration curve for all data obtained in the irradiation temperature of 9.5 to 28 at three gamma facilities over two years.

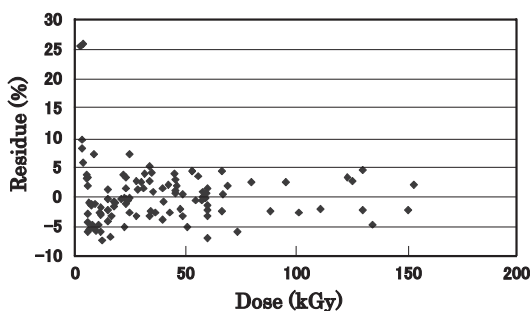


Fig. 3 Relation between residue and dose.

まとめ

照射後 18 時間以内に吸光度を測定すれば, 照射温度 9.5 ~ 28.0 の範囲においては, 温度補正をすることなく, 1 つの検量線を用いて 5kGy ~ 150kGy までの線量を残差 7.3% 以内の精度で測定することができる。

文献

- 1) Standard Practice for Use of a Polymethylmethacrylate Dosimetry System. ISO/ASTM standard 51276: 2002(E). Standards on Dosimetry for Radiation Processing, second ed. ASTM, West Conshohocken, PA, USA. (2004).

2) Kojima, T. et al. The gamma-ray response of clear polymethylmethacrylate dosimeter Radix RN15s. *Appl. Radiat. Isot.*, **43** (10), p.1197-1202 (1992).

3) Takehisa, M et al. Gamma-ray response of a clear, crosslinked PMMA dosimeter, Radix W. *Radiat. Phys. Chem.*, **76**, p.1619-1623 (2007).

(2008年7月9日受理)