

[報文]

## Radix W 線量計の数 kGy 領域でのガンマ線応答特性

市川達也<sup>1)</sup>, 清藤 一<sup>2)</sup>, 佐藤良成<sup>1)</sup>, 武久正昭<sup>1)</sup>, 小嶋拓治<sup>2)</sup>, 渡辺 宏<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> ラジエ工業株式会社 (〒 370-0072 群馬県高崎市大八木町 168 番地)

<sup>2)</sup> 独立行政法人日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所 (〒 370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233 番地)

### Characteristics of gamma-ray response of Radix W dosimeter in several kGy range

Ichikawa Tatsuya<sup>1)</sup>, Seitou Hajime<sup>2)</sup>, Sato Yoshishige<sup>1)</sup>,  
Takehisa Masaaki<sup>1)</sup>, Kojima Takuji<sup>2)</sup> and Watanabe Hiroshi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> *Radia Industry Co., Ltd., 168 Ooyagi-machi, Takasaki, Gunma 370-0072 Japan*

<sup>2)</sup> *Japan Atomic Energy Agency Takasaki Advanced Radiation Research Institute,  
1233 Watanuki-machi, Takasaki, Gunma 370-1292 Japan*

#### Summary

Gamma response of Radix W in the dose range of 1kGy to 10kGy was investigated using a readout wavelength of 280nm. The dose response curve was linear, and the residuals of calibration curve were within about 5%. Besides, coefficients of variation at different doses were within 1%. The influence of irradiation temperature on the dose response was negligibly small in the range of 10-30°C. Influence of post-irradiation temperature was less than 3% at 5°C-30°C even after 12 hour storage. Therefore, Radix W enables to measure precisely doses in the range of 1kGy-150kGy by choosing suitably two different readout wavelengths, 320nm for 5kGy-150kGy and 280nm for 1kGy-10kGy. Radix W can be applied to practical use in industrial radiation processing.

**Key words:** PMMA dosimeter, Gamma rays

#### はじめに

PMMA 線量計は、取扱いが容易で安価かつ信頼性が高い等の特長を持つことから、医療機器を始め放射線滅菌などの様々な分野で工程管理用線量計として広く使用されている。しかし、従来の PMMA 線量計は Harwell Dosimeters 社製の Amber で 1kGy ~ 30kGy, Red で 5kGy ~ 50kGy, ラジエ工業(株)製の Radix RN-15 で 5kGy ~ 50kGy と測定範囲が狭いため、50kGy 以上では精度良く測定できず、また目的に合わせてこれらの複数の線量計を使い分

ける必要があった。近年開発された Radix W 線量計 (以下 Radix W) は、1つの線量計素子で 1kGy ~ 150kGy までの幅広い線量範囲を測定できるという特徴がある<sup>1)</sup>。しかしながら、食品照射分野で世界的に使用頻度の高い 1kGy ~ 10kGy を通常の波長 320nm で測定すると 5kGy 以下の領域で検量線と測定値の残差にバラツキがやや多く現れることが分かった<sup>2)</sup>。そこで前報<sup>3)</sup>では 5kGy 以下での測定精度の向上を目的として、照射による吸光度変化が大きい測定波長 280nm における線量応答特性を調べ、測定精度を上げることができていることを明らかに

した。本報告では、1kGy～10kGyでの線量応答性を確認するとともに、測定精度、照射中温度の影響及び照射後の経時変化等を調べ、Radix Wが食品照射の線量測定に使用可能であることを明らかにした。

### 実験方法

1. 線量計：線量計にはRadix W(10×40×1.5mm バッチD)を使用した。十分に乾燥させたRadix W4枚を両側から電子平衡が成り立つようにダミーのRadix W(厚さ1.5mm×2枚)ではさみ、防湿用のポーチに入れヒートシールした。
2. 線量応答特性と照射中の温度の影響：照射はラジエ工業(株)の第1ガンマ線照射施設で行った。照射線量の確認のため英国National Physical Laboratory製のアラニン線量計<sup>4)</sup>を参照線量計として、一般的な照射温度範囲である10℃～30℃で、Radix Wと同時照射した。線量範囲1kGy～10kGyで照射したRadix Wを分光光度計(島津UV-1700)を用いて波長280nmにおける吸光度を測定した。また、線量計の厚さを厚さ計(小野測器ST-011)で測定し、線量応答値として単位厚さ当たりの吸光度(Specific Absorbance)を求め、これとアラニン線量計の測定値を使用して検量線を作成した。検量線から求められる予測値と実測値との差から残差を求めた。
3. 照射後の経時変化：Radix Wを照射温度25℃、設定線量3kGy及び5kGyで照射した。照射した

Radix Wを5℃、25℃、30℃の各温度で保管し、照射直後から72時間後までの吸光度の変化を経時的に測定した。

### 実験結果および考察

Radix Wの測定波長280nmと320nmでのガンマ線に対する応答を調べると、両波長ともに、1kGy～10kGyの線量範囲で一次相関が得られ、280nmの方が直線の傾きが大きく、線量応答値の変化量は大きかった(Fig. 1)。前報<sup>3)</sup>で1kGy～5kGyの範囲での直線性が得られていたが、この結果から10kGyまでは同じ直線性が維持されることが確認できた。Radix Wの線量応答値の変動係数(CV%)はいずれの線量値においてもおよそ1%以下に納まり、線量計自身のバラツキは小さかった(Fig. 2)。また、照射温度10℃～30℃で照射した時の測定波長280nmでの検量線と測定線量の残差は大半が5%以内に納まったが、1kGy付近では2点ほど5%を超えるものがあった(Fig. 3)。これらの結果において、10℃～30℃の照射温度で特定の傾向の偏りは見られなかった。次に、照射後の吸光度変化に及ぼす温度の影響を調べるために、照射直後の線量を基準とし、5℃、25℃、30℃で保管したときの吸光度の経時変化を調べた。この結果、3kGy及び5kGyで照射した線量計を各種温度で保管した時、12時間後で3%程度、24時間後でも4%程度の変化量に留まることが分かった(Fig. 4)。

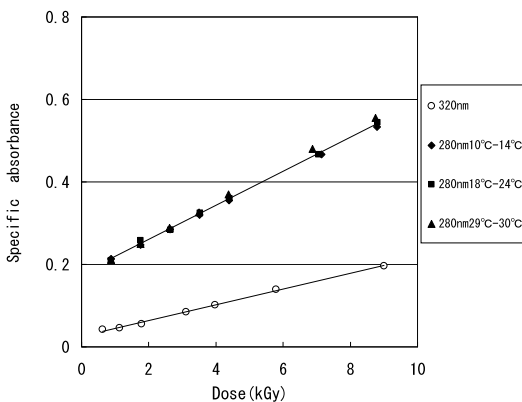


Fig. 1 Gamma-ray response of Radix W measured at 320nm/280nm.

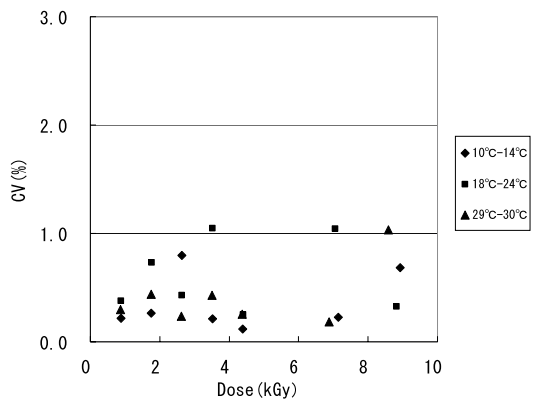


Fig. 2 Coefficient of variation at different doses for Radix W at 280nm

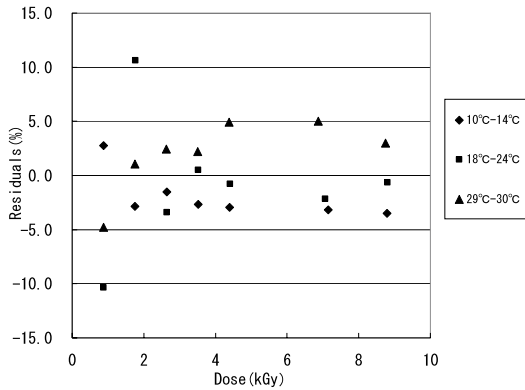


Fig. 3 Residuals for Radix W Response Curve at 280nm

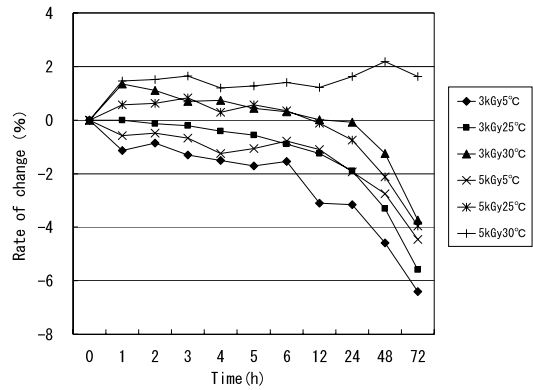


Fig. 4 Influence of post-irradiation time under different storage temperatures

### まとめ

1kGy ~ 10kGy での検量線と測定値の残差のパラッキは、320nm で測定すると 5kGy 以下で 15% 以上になることがあるが、280nm で測定すると 1kGy 付近の 2 点を除いてほとんどの値が 5% 以内に収まった。測定波長 280nm は 1 kGy ~ 10kGy において吸光度が大きく、かつ CV% も 1% 以内であることから、測定波長 320nm に比べこの線量範囲を測定するのに適していた。照射温度については、10°C ~ 30°C の範囲で影響は見られなかった。また、照射後の線量計の保管温度が 5°C ~ 30°C でも工程管理用として使用する最大 12 時間までは、経時変化は 3% 程度と影響は十分小さく、安定して測定できることが分かった。

従って、Radix W は 1kGy ~ 10kGy の線量域を 280nm で測定し、5kGy ~ 150kGy の領域を 320nm

で測定<sup>2)</sup>することにより、1 枚の線量計で食品照射、医療機器の滅菌、高分子の改質など広範囲な線量を高精度で測定できることが明らかになった。

### 参考文献

- 1) Takehisa, M. et al. Gamma-ray response of a clear, crosslinked PMMA dosimeter, Radix W. *Radiat. Phys. Chem.*, **76**, p.1619-1623 (2007).
- 2) 渡辺 宏 ほか. 新規 PMMA 線量計 (Radix W) のガンマ線応答特性. *食品照射*, **43**, p.1-3 (2008).
- 3) Seito, H. et al. Characteristics study of clear polymethylmethacrylate dosimeter, RadixW, in several kGy range. *Radiat. Phys. Chem.*, **78**, p.356-359 (2009).
- 4) Standard Practice for Use of an Alanine-EPR Dosimetry System. ISO/ASTM51607 (2004).

(2010 年 7 月 16 日受理)