

放射線治療領域における線量計測のための電離箱内温度特性の検討

放射線技術科学科 助教 布施 拓

【目的】

放射線治療では、各治療施設において放射線治療装置（ライナック）の出力線量を許容範囲内に収めるため、1週間を超えないごとに水吸収線量計測を行う必要がある。電離箱を用いた水吸収線量の計測を行う際は、温度平衡を考慮して、電離箱を水中に設置してから時間を置いて計測を開始する¹⁻³⁾。水吸収線量計測の本邦のプロトコルである標準計測法12では、温度補正に必要な電離箱内の温度は、一般に電離箱周囲の水温としているため、水温と電離箱内の温度が平衡であることを確認する必要がある¹⁾。しかし、放射線治療領域で8割以上の施設が利用している防水型ファーマ形電離箱（PTW30013タイプ）の電離箱に関する日常の水吸収線量計測時の温度特性に関する記載がない^{1)、4)}。そこで、本研究では日常使用している防水型ファーマ形電離箱（PTW30013タイプ）内の温度特性を調べるとともに、水吸収線量計測時の影響を検討する。

【方法】

防水型ファーマ形電離箱（PTW30013タイプ）内の温度特性を調べるため、日常使用しているPTW30013タイプの電離箱の中心電極を熱電対（K-type）に置き換えた電離箱（以下、温度計測用電離箱）を用いて、水吸収線量計測時の電離箱内の温度を計測した。室温は25℃とし、水温は25℃を基準に±5℃の範囲で設定し、1℃毎に変化させたとき、電離箱内の温度を継続的に計測した。温度の変化は温める（水温を加熱）、冷ます（水温を冷却）の2通りを実施した。電離箱内の空気の密度変化は、温度特性に直接影響するため、ボイルシャルルの法則から電離箱内の空気質量を温度計測用電離箱と水の温度から計算した。機器の配置は図1の通りである。

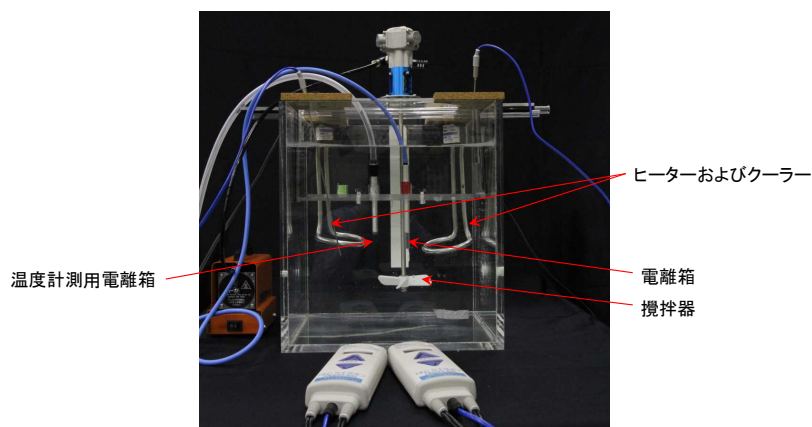


図1 使用機器およびその配置

【結果および考察】

電離箱内の温度は指数関数的に媒質である水温に達するとともに、相対温度差0.1で定義した

平衡時間は約 40 秒であることが示された (図 2)。これまで電離箱を水中に設置してから温度平衡に達するまで時間を経験的に 10~15 分程度としていたが、その時間を短縮できることが示唆された。また、ボイルシャルルの法則から電離箱内の空気質量を実験値より計算すると、水温から計算した空気質量に対する温度計測用電離箱の温度から計算した空気質量の比は、温めた場合最大 2.5%、冷ました場合最大 0.6%異なっていた (図 3)。温度変化の起こりうる水吸収線量計測の場合には、水温が冷却されるような状態での計測が不確定要素を少なくできる。一方、電離箱を構成しているステムや電離箱壁は不変であるので、水を加熱、冷却した場合の電離箱の vent hole を介した外部との空気移動について詳細に検討する必要がある。

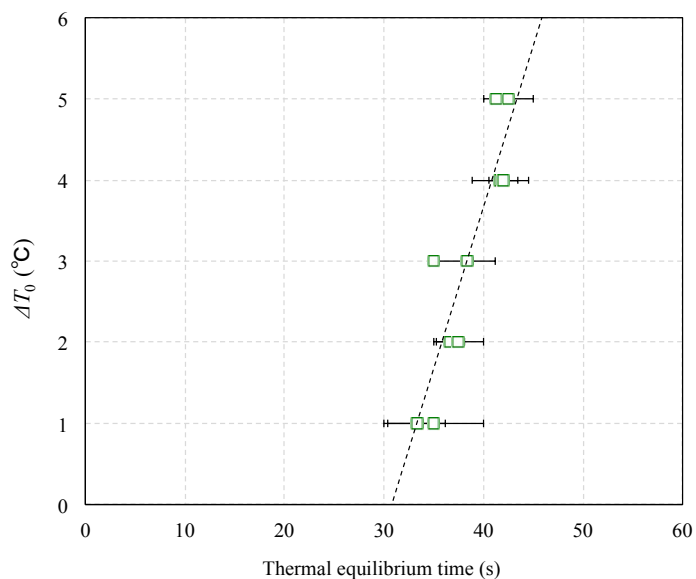


図 2 温度平衡時間

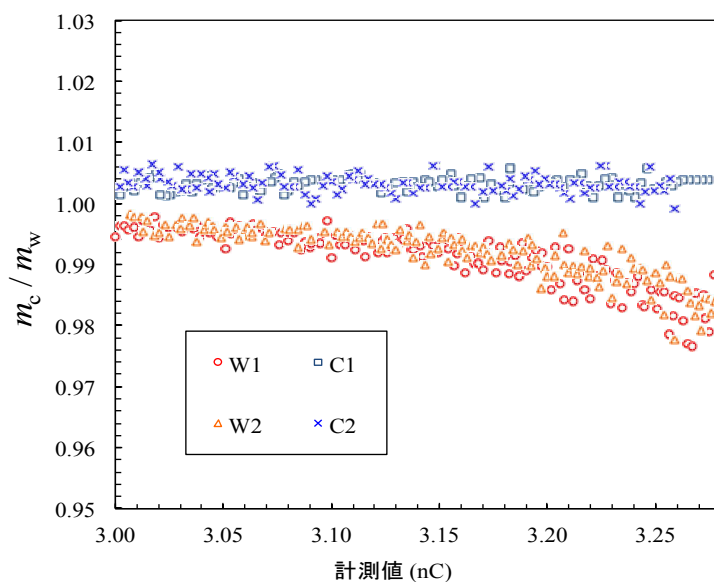


図 3 水を加熱 (W1、W2)、冷却 (C1、C2) した場合の電荷量に対する空気の質量

【結論】

日常の水吸収線量計測におけるファーマ形電離箱の平衡時間は約 40 秒であり、これまでの温度平衡かかると考えられていた時間より大幅に短縮することが可能となった。また、水を加熱、冷却した場合の空気の質量変化に違いが見られたため、今後詳細を検討する必要が示唆された。

【成果の発表】

Kato Y, Fuse H, Shinoda K, Doukawa Y, Miyamoto K, Abe S, Fujisaki T., Temperature characteristics of a Farmer ionization chamber in routine dosimetry of absorbed dose to water, MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, 4(2), 380, 2016.

Kato Y, Fuse H, Shinoda K, Doukawa Y, Miyamoto K, Abe S, Fujisaki T., Temperature characteristics of a Farmer ionization chamber in routine dosimetry of absorbed dose to water, The 22nd International Conference on Medical Physics (Thailand) Desember 2016.

Kato Y, Fuse H, Shinoda K, Doukawa Y, Miyamoto K, Abe S, Fujisaki T., Temperature characteristics of Farmer dosimeter in water, The 112th Scientific Meeting of the Japan Society of Medical Physics (Okinawa) September 2016.

【参考文献】

- 1) Japan Society of Medical Physics (JSMP). Standard dosimetry of absorbed dose to water in external beam radiotherapy 12 (JSMP12). Tsusho-Sangyo Kenkyu-Sha, Tokyo 2012.
- 2) International Atomic Energy Agency (IAEA). Absorbed dose determination in external beam radiotherapy, -An international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water-, Technical Reports series No. 398,IAEA, Vienna 2000.
- 3) Almond PR, Biggs PJ, Coursey BM, et al. AAPM Task Group No.51. Protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon and electron beams. Med Phys, 1999; 26(9): 1847-1870.
- 4) 17. 医用原子力技術研究振興財団線量校正センター. 校正の実績. http://www.antm.or.jp/03_activities/0215.html [2017.02.22 access]