

平成 21 年度 博士後期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が欧文の場合は和訳をつけること)

強度変調放射線治療のための電離箱線量計による水吸収線量計測に関する研究

学位の種類: 博士 (放射線学)

人間健康科学研究科 博士後期課程 人間健康科学専攻 放射線科学 系
学修番号 07997602

氏 名: 河内 徹

(指導教員名: 齋藤 秀敏 教授)

注: 1,000 字程度 (欧文の場合 300 ワード程度) で、本様式 1 枚 (A 4 版) に収めること

放射線治療では、水吸収線量を計測することで患者投与線量の正確さを評価しなければならない。しかし、強度変調放射線治療 (IMRT) は放射線強度を複雑に変調した線束を多方向から重ね合わせる照射法であるため、電離箱線量計による水吸収線量計測において体積平均効果の補正が非常に困難である。体積平均効果とは、検出器の有感体積内で吸収線量に変化する場合に計測値がその平均値となるため計測点の実際の吸収線量から差が生じる現象を指す。本研究では IMRT のための電離箱線量計による水吸収線量の計測理論を確立することを目的として、体積平均効果を低減するために 2 つのアプローチを試みた。

有感体積が小さいほど体積平均効果は低減されるため、第 1 のアプローチとして小型の電離箱線量計を用いる方法を検討した。小型の電離箱線量計は検出する電離電荷が微小であり、相対的にノイズ信号の影響が増大するため、水吸収線量の絶対量の計測には不適切とされている。このため、ノイズ信号の一つであるケーブル照射による漏電電荷の測定法を開発し、特性を明らかにすることで補正法を提案した。さらに、この補正法により一部の電離箱線量計では正確な水吸収線量の計測が可能であることが示唆された。しかし、その他の電離箱線量計はケーブル照射による漏電電荷以外のノイズ信号が大きく、計測される水吸収線量は許容できない不確かさを持つことが明らかとなった。

第 2 のアプローチとして、体積平均線量の計測理論を臨床適用する方法を検討した。この計測理論では体積平均効果が無視できるため、IMRT ビームの計測において比較的大きいサイズの電離箱線量計が使用できると考えられる。この計測理論で修正された電離箱線量計の応答を補正する係数 $k_{Q_{\text{clin}}, Q}$ の特性をモンテカルロ計算により解析した結果、線量勾配が急峻な領域で $k_{Q_{\text{clin}}, Q}$ が大きく変化した。さらに、この変化は線量勾配の程度と位置および電離空洞の形状に影響されるため、全ての計測条件で正確な $k_{Q_{\text{clin}}, Q}$ を決定することは多大な労力を必要として現実的ではないことが示唆された。このため、IMRT で体積平均線量の計測理論を用いた場合においても、 $k_{Q_{\text{clin}}, Q}$ の不確かさを低減するために可能な限り線量が平坦な領域で計測する必要があると考える。さらに、複数のガントリ角度から照射される IMRT の合成ビームについて、他の報告で仮定に基づいて決定された $k_{Q_{\text{clin}}, Q}$ と本研究で決定した $k_{Q_{\text{clin}}, Q}$ は最大で 1.5% 相違した。この相違は計測される水吸収線量の系統誤差として影響するため重要である。