

(西暦) 2017 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名

積層した $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板の熱蛍光特性を用いた
1 回照射による半価層測定法の検討

学位の種類： 修士 (放射線学)

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 放射線科学域

学修番号 16897616

氏 名： 山本 祥太郎

(指導教員名： 眞正 浄光)

放射線診断技術の発展に伴い、医療被ばくへの注目が集まっている。とくにコンピュータ断層撮影 (Computed Tomography : CT) は非常に情報量が多く有用な放射線診断技術であるが、一般撮影と比較して被ばくが大きく、線量の把握と管理が重要になる。WAZA-ARIV2 は CT 検査による線量の把握と管理を目的として量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、公立大学法人大分県立看護科学大学によって開発された WEB システムである。WAZA-ARIV2 の使用者は CT 機種や照射条件を入力することで簡単に臓器線量を評価することができる。WAZA-ARIV2 は CT 機種毎の線量評価を可能にしているが、全 CT 機種を網羅しているわけではない。対応機種の拡充には各 CT 機種の半価層や分布といった線源データの測定が必要になる。この測定は各フィルタや管電圧条件それぞれで行う必要があり、さらに X 線管固定照射で行うにはメーカーの協力が不可欠になる。迅速な線源データの測定が求められる中で、とくに半価層測定は非常に手間や時間のかかる測定であり簡便化が求められている。

半価層は X 線管の評価の指標となる。一般的にはアルミニウム等の遮へい物と電離箱線量計を使用して測定する。X 線管と電離箱線量計の間に遮へい物を設置して照射する作業を遮へい物の厚さを変化させながら繰り返し行い、遮へい物の厚さに対する線量の減弱曲線を作成する。作成した減弱曲線において線量が半分になる時の遮へい物の厚さが半価層である。この従来の手法では半価層算出まで作業量が多く、装置の占有時間も長くなってしまふ。

本研究では熱蛍光特性を有する $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板を用いて簡便な新しい半価層測定法を検討した。 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板は自身が遮へい物と線量計の役割を兼ねているため、積層して使用することで 1 回照射による遮へい物の厚さに対する熱蛍光量の減弱曲線を算出できると考えた。本論文ではこの手法を $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法とし、従来法と比較、検討を行った。

基礎実験として $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板の個体間の感度差調査と $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法の再現性調査を行った。その結果、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板の個体差は大きく、補正が必要であることが判明した。また、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法に高い再現性があることも明らかになった。

CT 装置を使用して管電圧 80 kV および 120 kV の条件で $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法と従来法において半価層測定を行い比較した。その結果、管電圧 80 kV 時では減弱曲線、半価層が一致したが、管電圧 120 kV 時では $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法が従来法より早い減弱曲線を示した。この原因を検討するため、放射線の挙動を模擬するモンテカルロ計算コードである PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) ver2.88 を使用して実験時における $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法をシミュレーションで再現した。実験時の

結果とシミュレーション結果を比較すると管電圧 80 kV 時ではいずれにおいても減弱曲線、半価層が一致しており $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法は従来法と同等の測定ができることが判明した。管電圧 120 kV 時では実験時の従来法とシミュレーション結果の $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法の減弱曲線が一致したことから、実験時の管電圧 120 kV で両手法の減弱曲線が一致しなかった要因は $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板が吸収線量を熱蛍光量に変換するところで生じていることがわかった。積層した $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板が深くなるにつれてエネルギー Spektrum が変化し、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板の感度が低下したことにより $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法が従来法より早い減弱を示したと考えられる。

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法は従来法と比較して、1 回照射 1 回測定で減弱曲線を算出することが可能で煩雑な作業が少ない、測定する装置の占有時間を短縮できる、2 次元測定なため様々な照射野に対応できるといった利点がある。 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板積層法があらゆる管電圧条件で従来法の代用として利用可能にするためには $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板のもつエネルギー依存性について検討が必要である。今後は調査するエネルギー範囲を広げて、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ セラミック板のエネルギー依存性についてより詳細な調査と補正法の検討が課題である。