

(西暦) 2017 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が英語の場合は和訳をつけること)

$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ 熱蛍光スラブ線量計を用いた乳房用 X 線装置の半価層測定

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 16897607

氏名: 角田 瑞季

(指導教員名: 真正 浄光)

乳房用 X 線装置の定期的な品質管理では、適切な線質であることの確認および平均乳腺線量の算出に半価層の測定が必要である。乳房用 X 線装置の半価層測定において、デジタルマンモグラフィ品質管理マニュアルに基づいた従来の測定では、低エネルギー X 線が測定可能な電離箱線量計が使用されている。しかし、電離箱線量計による半価層測定は複数の厚さのアルミニウムについて測定を行う必要があるため、測定作業には時間と手間を要する。そこで、測定を簡易に実施できるように、千代田テクノルによるマンモグラフィ品質管理用ガラス線量計を用いた品質管理測定サービスが行われているが、ガラス線量計は材料コストが比較的高価であり、2次元イメージングデバイスとしての臨床での実用化には至っていない。また、マンモグラフィ品質管理用ガラス線量計は市販の測定器が販売されていないため自施設による測定が行えない。

本研究で使用した $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ セラミックスを主成分とする TL (thermoluminescence) スラブ線量計は、ダイナミックレンジが広く、約 5 Gy まで良好な直線性を有し、約 1%の変動係数での高い繰り返し特性を有する。2次元イメージングも可能であり、 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ TL スラブは蛍光体のみで構成されているため感度均一性が高く、繰り返し使用による感度の低下が生じない。さらに加工が容易であり、任意の大きさの線量計を製作可能である特長も有する。また、 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ TL スラブ線量計の測定システムはヒータと検出器のみで構築可能であるため、比較的安価かつ小型のシステムを製作することで、自施設での測定を可能にすることが期待できる。本研究は、 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ TL スラブ線量計による半価層測定の臨床での実用化に向けた応用研究である。

本研究では、 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ TL スラブ線量計による乳房用 X 線装置の品質管理への適用性を検討するため、半価層の測定を実施した。半価層測定は、日本乳がん検診精度管理中央機構のデジタルマンモグラフィ品質管理マニュアルおよび千代田テクノルによるマンモグラフィ品質管理用ガラス線量計の測定方法に基づき、 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ TL スラブ線量計と Al ステップフィルター付きホルダを用いて行った。また、TL 測定には、首都大学東京で開発された、CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) カメラと特注のヒータから構成される専用の 2次元 TL 測定装置を用いた。

Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計を用いて測定した乳房用 X 線装置の半価層は、電離箱線量計を用いて測定した値より大きくなることが分かった。また、モンテカルロ計算を利用して Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計と Al ステップフィルタ付きホルダを用いた半価層測定照射体系を模擬し、半価層の値に差が生じた原因を検討した。モンテカルロ計算によって求めた半価層も Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計による実測と同様に電離箱線量計より値が大きくなることが分かった。したがって、Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計によって得られた半価層は理論的にも正しく、Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計の X 線に対するエネルギー依存性によって半価層の値が大きくなると考えられた。そこで、モンテカルロ計算と電離箱線量計の測定値から補正係数を割り当て、Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計の実測値を補正することが可能であることを明らかにした。

本研究により、初めて Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計を用いた乳房用 X 線装置の半価層測定に成功した。今後は、乳房用 X 線装置のターゲット/フィルタ、ターゲット角度、フィルタ厚、固有ろ過、管電圧などの照射条件ごとにモンテカルロ計算により半価層の値および補正係数を算出することで、Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計の半価層測定への利用が可能になる。また、Al₂O₃:Cr TL スラブ線量計を用いた入射空気カーマの測定精度を検討して平均乳腺線量の算出を行い、実用化を目指す。