原 著

積算型個人線量計を用いたX線診療室の環境線量の測定

飯田泰治・堀井純清・茶島光浩・水島 隆・小林育夫¹⁾論文受付
2004年12月7日論文受理
2005年3月10日

Code No. 621

金沢大学医学部附属病院放射線部
1)長瀬ランダウア株式会社

はじめに

X線診療室における放射線管理のための測定は、放射線従事者や公共の安全を図るとともに放射線施設・設備の安全管理の状況を把握するために実施しなければならない。

平成13年4月、わが国においても国際放射線防護委員会(ICRP)の1990年勧告が医療法や放射線障害防止法等に取り入れられた。これに伴い、医療法施行規則第30条¹⁾により医療機関の放射線診療施設に対して、管理区域境界等における線量限度は1.3mSv/3 カ月

Measurement of Environmental Radiation of X-ray Room with Passive Integrating Dosimeter

HIROJI IIDA, JUNSEI HORII, MITSUHIRO CHABATAKE, TAKASHI MIZUSHIMA, and IKUO KOBAYASHI¹⁾Department of Radiology, Kanazawa University Hospital
1)Nagase Landauer Co.

Received Dec. 7, 2004; Revision accepted March 10, 2005; Code No. 621

Summary

Radiation dose limits in the controlled area of an X-ray room have been prescribed at 1.3 mSv/3 months by the Enforcement Regulations of the Medical Service Law. Leakage effective dose must be measured once within a period that does not exceed six months. Scattered radiation and leakage effective dose were measured in 4 X-ray rooms (chest X-ray room, general-purpose X-ray room, skull and neck X-ray room, and X-ray CT room) with the optically stimulated luminescence dosimeter (OSLD), which is a passive integrating dosimeter. The availability of the measurement method for radiation control with OSLD was evaluated. Scattered radiation in the inside wall surface of the skull and neck X-ray room was less than 1.3 mSv/3 months of the dose limits. There was more scattered radiation in the X-ray CT room than in other X-ray rooms, and the maximum dose was 428 mSv/3 months, measured on the floor. All measurements of leakage effective dose in the 4 X-ray rooms were less than the radiation dose limit, and most measurements of leakage effective dose were less than the detection limits of the dosimeter. Leakage effective dose as calculated by Law 188 (Law 188-Dose) was less than the radiation dose limits in three X-ray rooms, the exception being the X-ray CT room. The Law 188-Dose of the X-ray CT room exceeded 1.3 mSv/3 months at the walls where primary X-rays were directed. The measurement method of leakage effective dose with an ionization survey meter was not able to guarantee the workload of each X-ray apparatus. Therefore, we were not able to confirm the security of X-ray rooms by measurement with an ionization survey meter. Scattered radiation in X-ray rooms was generated intermittently and showed a low dose rate. Consequently, it was established that dose leakage from X-ray rooms must be measured with an integrating dosimeter. It was suggested that the measurement method of environmental dose with OSLD was useful to measurement for radiation control.

Key words: Environmental radiation, Leakage effective dose, Optically stimulated luminescence dosimeter (OSLD), Controlled area, Passive integrating dosimeter

別刷資料請求先: 〒920-8641 石川県金沢市宝町13-1
金沢大学医学部附属病院放射線部 飯田泰治 宛

と、3カ月の積算線量による管理となった²⁾。また、X線診療室の漏洩線量の測定は6カ月を超えない期間に1回と定められている。

X線診療室における漏洩線量の測定法は電離箱サーベイメータを用いた方法が中心である。しかし、X線診療室の管理区域等は低線量域であるため、電離箱サーベイメータによる測定方法は測定値の精度の点で問題があると考えられる。低線量域における漏洩線量の測定は積算方式で行うことが实际的である。積算型の線量計には蛍光ガラス線量計(千代田テクノル社製)や光刺激ルミネセンス線量計(optically stimulated luminescence dosimeter: OSLD)(長瀬ランダウア社製)の個人線量計などが挙げられる。これらの線量計は環境線量測定に適用できる体制が各会社によって整えられている。

今回、OSLDをX線診療室の画壁内外面に設置して、一定期間の積算線量を測定することで、OSLDによる環境線量測定の有用性^{3, 4)}について検討したので報告する。

1. 方 法

1-1 使用機器

1. X線CT装置

GE-YMS社製 LightSpeed Plus(4DAS)

2. X線撮影装置

1) 胸部X線撮影装置

株式会社島津製作所製 UD150B-10

定格出力 150kV 400mA

2) 一般撮影装置

株式会社島津製作所製 UD-150L

定格出力 150kV 400mA

3) 頭頸部撮影装置

SIMENS社製 ORBIX

定格出力 150kV 500mA

3. 線量計(Table 1に線量計の特性を示す)

1) 光刺激ルミネセンス線量計

長瀬ランダウア社製 ルクセルバッジ

2) Direct Ion Storage (DIS) 線量計

RADOS社製 DIS-100

1-2 測定方法

1-2-1 コンクリート壁からの影響の測定

OSLDを直接コンクリート壁に貼付した場合、ラドン等によるコンクリート壁からの放射線の影響を受けることが予想される。そこで、X線診療室のX線から影響を受けない常に人が出入りする読影室と、あまり人が出入りしない倉庫を選択し、各部屋の床面から1mの高さのコンクリート壁に直接OSLDを3個ずつ貼

付して1カ月間測定し、コンクリート壁からの影響について調べた。ただし、コントロール用のOSLDは技師室の机上で保管した。

1-2-2 散乱線量と漏洩線量の測定

X線診療室のなかからX線管固定で照射方向が一定である胸部撮影室、撮影位置と照射方向が変化する一般撮影室、アイソセンターを中心に照射方向が変化する頭頸部撮影室およびX線CT室の4室を選択し、OSLDを用いて散乱線量と漏洩線量の測定を行った。散乱線量の測定はFig. 1~3に示す測定点にOSLDを1個ずつ直接、画壁に貼付して行い、1カ月ごとに計3カ月間行った。測定点は床から1mの高さとし、各X線診療室の画壁内面に1m間隔で設定した。X線CT室では画壁内面に加え、天井および床面の散乱線量をFig. 3b, cで示す格子点において測定した。

また、X線CT検査時の散乱線の発生状況についてDISを用いて測定した。測定は散乱線量が最も多いと予想される測定点6(Fig. 3a)において無作為に選択した3日間に対して行い、10分ごとの積算線量を測定した。

漏洩線量の測定はX線撮影室では出入口扉と胸部撮影室の測定点15(測定点1と対比する点)、X線CT室ではFig. 3aに示す内壁面の測定点と対比する画壁外面の位置にOSLDを1個ずつ貼付して1カ月ごとに計3カ月間行った。

1-2-3 医薬発第188号計算値と実測値の比較

X線撮影室の遮蔽計算の方法は医薬発第188号により定められている。そこで、医薬発第188号による計算式を用いて、「医療放射線管理の実践マニュアル」⁵⁾を参照し、X線撮影室の画壁内面での散乱線量(以下、医188散乱線量)および画壁外面での漏洩線量(以下、医188漏洩線量)を求め、実測値と比較した。

ただ、X線CT室に対する遮蔽計算は医薬発第188号には明確な評価方法が規定されていない。しかし、実践マニュアルによればX線CT室に対しても医薬発第188号を用いて計算することを推奨している。そこで、使用係数を1.0としてX線撮影室と同様に医188散乱線量および医188漏洩線量を計算した。

次に、各X線診療室の内壁面での実測値から医薬発第188号で定められたコンクリートおよび鉛の空気カーマ透過率を用いて漏洩線量を予測し(以下、漏洩線量予測値)、実測値と比較した。

3カ月間の実効稼働負荷は、X線装置個々に照射録やX線CT装置のメンテナンスファイルから求めた。X線診療室のコンクリート画壁は密度2.35g/cm³で壁厚は14cmである。また、X線撮影室の対向遮蔽物や含鉛ボードおよび含鉛アクリル観察窓の鉛当量は2mmPbである。また、CT装置の対抗遮蔽物(X線検出器後面)

Table 1 Specifications of the ionization chamber survey meter and three passive integrating dosimeters.

	Ionization survey meter (ICS-311Aloka)	Fluoro-glass dosimeter	Optically stimulated luminescence dosimeter (OSLD)	Direct ion strage (DIS)
Measurable energy	30keV~2MeV	10keV~10MeV	5keV~10MeV	15keV~9MeV
Exposure specifications	0.3~10 μ Sv	0.1mSv~10Sv	0.01mSv~10Sv	1 μ Sv~40Sv
Accuracy (of full scale)	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$ (^{137}Cs -ray 1mSv)	$\pm 5\%$ (^{137}Cs -ray 1mSv)	$\pm 5\%$
Fading	—	0 (for 90 days)	0 (for 90 days)	—
Energy dependence	—	$\pm 10\%$ (1mSv) (10keV~6MeV ^{137}Cs -ray)	$\pm 10\%$ (20keV~662keV ^{137}Cs -ray)	$\pm 30\%$ (15keV~90keV)
Directional dependence	—	$\pm 10\%$ (^{137}Cs -ray, 80keV X-ray)	$\pm 10\%$ (^{137}Cs -ray) $\pm 20\%$ (effective energy 83keV X-ray)	$\pm 20\%$ (65keV)

Fig. 1 Schematic structure and measurement points of diagnostic X-ray rooms (chest and general purpose) for medical facilities.

Fig. 2 Schematic structure and measurement points of skull and neck diagnostic X-ray room for medical facilities.

Fig. 3 Schematic structure and measurement points of X-ray CT room for medical facilities.
(a) plan view, (b) ceiling, (c) floor, (d) elevation

の鉛当量は2.2mmPbである。撮影管電圧は胸部撮影室120kV、一般撮影室、頭頸部撮影室80kV、X線CT室120kVとし、被写体厚は20cmとした。

2. 結果

2-1 コンクリート壁からの影響

読影室と倉庫のコンクリート壁表面での線量は検出限界以下であった。OSLDを直接コンクリート画壁に貼付して測定した場合でも画壁からの影響は受けなかった。

2-2 X線診療室における散乱線量と漏洩線量

2-2-1 X線撮影室

Table 2に各撮影室の3カ月間の実効稼働負荷を示す。3室における実効稼働負荷は平均で約162,000mAsであった。Fig. 4に各X線撮影室の3カ月間の散乱線量および漏洩線量を示す。各画壁内面での散乱線量の最大値は胸部撮影室で73.9mSv、一般撮影室で17.8mSv、頭頸部撮影室で1.2mSvであった。

漏洩線量は胸部撮影室の出入口扉面(測定点14)で0.2mSv、測定点15(測定点1と対比する点)で検出限界以下であった。同様に一般撮影室の出入口扉面(測定点15)で0.1mSvであった。漏洩線量の実測値はすべ

て線量限度以下であった。

2-2-2 X線CT室

3カ月間の検査件数は1,579件(頭頸部230件)で、実効稼働負荷はTable 3に示すように、181,141,816mAs(臨床17,540,086mAs、メンテナンス601,730mAs)であった。ウォームアップなどのメンテナンスによる負荷は1カ月当たり約1.2~1.8%であったが、定期点検が行われた月は約7.0%になった。

散乱線量の測定結果をFig. 5, 6に示す。画壁内面(Fig. 5a)の3カ月間の散乱線量は測定点6で68.0mSvと最も大きく、測定点11で43.4mSv、測定点17で43.2mSvであった。CTガントリ横の測定点8で7.17mSv、測定点15で4mSvであった。天井では最大193.3mSv、床面では最大428.4mSvを示した(Fig. 6)。Fig. 6の散乱線分布図は画壁、天井および床面で各々の最大値で正規化して表した。

Fig. 5bに3カ月間の画壁外面での漏洩線量を示す。測定点2で0.46mSv、測定点17で0.06mSvであったが、他の点では検出限界以下で、全測定点で線量限度を担保していた。

DISを用いて測定された測定点6における散乱線量の時間的変化をFig. 7に示す。CT検査の実施に合わせて散乱線が間歇的に発生していた。また、グラフには

Table 2 Workload of three X-ray rooms (chest X-ray room, general-purpose X-ray room, skull and neck X-ray room).

X-ray room	Beam direction	No. of the X-ray photography	Workload (mAs/3months)
Chest	C	10,486	186,270
General purpose	Floor	3,179	116,194
	C	710	16,344
	Total	3,889	132,538
Skull & neck	C	5,220	165,576

a
b
c

Fig. 4 Leakage effective dose and scatter radiation measured by OSLD in X-ray rooms.
(a) Chest X-ray room, (b) general-purpose X-ray room, (c) skull and neck X-ray room.

Table 3 Workload of X-ray CT room.

		1st month	2nd month* ¹	3rd month	Total
Workload (mAs)	Patient	5,423,419	5,434,265	6,682,403	17,540,086
	Maintenance	65,365	411,071	125,294	601,730
	Total	5,488,784	5,845,336	6,807,697	18,141,816
No. of slices	Patient	140,586	139,823	172,012	452,421
	Maintenance	711	6,266	1,162	8,139
	Total	141,297	146,089	173,174	460,560
Exposure time (sec)	Patient	24,578	24,687	30,385	79,651
	Maintenance	471	2,589	895	3,955
	Total	25,049	27,276	31,280	83,605

*1 A periodical inspection was carried out.

a

b

Fig. 5 Leakage effective dose and scatter radiation measured by OSLD in X-ray CT room. (a) Inside, (b) outside.

a

b

Fig. 6 Distribution of leakage effective dose and scatter radiation measured by OSLD at ceiling (a) and floor (b) in X-ray CT room. Distribution maps of scattered radiation were normalized with the maximum of each wall surface.

Fig. 7 Change of scatter radiation measured by DIS-100 in X-ray CT room.

X線管の交換作業時の散乱線発生状況も示す。交換作業時には臨床使用時以上の高レベルの散乱線が発生していた。

2-3 医薬発第188号計算値と実測値の比較

Table 4に散乱線量と漏洩線量の実測値、医188散乱線量と医188漏洩線量および漏洩線量予測値を示す。ただし、実測値は各画壁における最大値を示した。

X線撮影室の3室では医188散乱線量および医188漏洩線量は実測値の約2～10倍程度であった。撮影室における医188漏洩線量、漏洩線量予測値は線量限度以下であった。

X線CT室では医188散乱線量、医188漏洩線量は実測値の約20倍であった。漏洩線量予測値はすべて線量限度以下であったが、医188漏洩線量は利用線量方向の壁面においては、線量限度と比べるとB面3.9倍、D面1.2倍、天井(E面)4.8倍、床面(F面)10.2倍となった。

3. 考 察

OSLDをコンクリート壁に直接貼付して測定した場合、コンクリート壁からの放射線の影響を受けると考えられる。しかし、人が常に出入りする読影室とほとんど人の出入りが無い倉庫の壁に直接貼付したOSLDによる測定値はいずれも検出限界以下であり、撮影室等ではOSLDを画壁に直接貼付した場合でも画壁からの影響は受けないと考えられる。しかし、コンクリー

ト壁からの影響を極力避けるためには専用ホルダーの使用などの配慮が必要である。

X線照射方向が常に一定で、管電圧120kVで撮影する胸部撮影室の散乱線量は一般撮影室や頭頸部撮影室よりも強く、その最大値は一般撮影室の4.2倍、頭頸部撮影室の61.6倍であった。最大値を記録した位置は90°散乱方向よりも後方に位置していた。この結果は能登ら⁶⁾や中川ら⁷⁾の散乱線分布の報告とも一致する。X線撮影室の内壁面における散乱線量はX線装置の種類や使用方法によって大きく違うことが示唆された。特に、頭頸部撮影室の散乱線量は画壁内面でも線量限度を下回った。その要因として頭頸部撮影装置は絞り装置と鉛コーンを装備しているため照射野の大きさが制限されていることが考えられる。X線装置によってはX線撮影室の内壁面における散乱線量が管理区域境界の線量限度を下回っていることが分かった。

CT検査で発生する散乱線の量や分布は検査部位により左右される。スキャン部位が頭部など先端部に近い部位では、被写体内で発生した散乱線は被写体で吸収されることなく、頭頂部から放出される。一方、胸部や腹部など体幹部に対する場合には、散乱線は被写体に吸収されるため体軸方向で減少した分布となる⁸⁾。村石ら⁹⁾は回転中心と同一の高さの水平面における散乱線量は回転中心から±30°から±60°方向で強くなり、ガントリ側面ではほぼ0であったと報告している。本法においてもFig. 6に示すように壁面、天井および床面での散乱線量は回転中心から約45°方向で強

Table 4 Comparison of scattered radiation and leakage effective dose measured by OS LD with the dose calculated by law No. 188.

X-ray room	Wall	Measurement point		Shielding material	Wall		Measurement value (mSv/3months)		The law No.188 (mSv/3months)	
		Inside (outside)			Material	Thickness (cm)	Inside (outside)	Outside prediction value	Inside	Outside
Chest	A	13 (14)		Pb 2mm	Pb 2mm	10	5.04 (0.18)	0.00	3.26	0.00
	B	1			concrete 14cm	14	16.10	0.03	24.65	0.05
	C	—			concrete 14cm	14	— —	—	1.20	0.07
	D	10			concrete 14cm	14	73.86 —	0.13	92.13	0.16
General-purpose	A	14 (15)			Pb 2mm	10	0.74 (0.11)	0.00	6.56	0.00
	B	2			concrete 14cm	14	11.87 —	0.00	27.92	0.01
	C	13			concrete 14cm	14	17.81 —	0.01	16.54	0.01
	D	12			concrete 14cm	14	4.30 —	0.00	43.69	0.01
Skull & neck	A	3			concrete 14cm	14	0.38 —	0.00	4.51	0.00
	B	1			concrete 14cm	14	1.12 —	0.00	6.87	0.00
	C	10			concrete 14cm	14	1.20 —	0.00	16.78	0.00
	D	6			concrete 14cm	14	0.75 —	0.00	0.10	0.00
X-CT	A	1 (2)			concrete 14cm	14	14.19 (0.46)	0.02	331.40	0.16
	B	6 (7)	Pb 2.2mm		concrete 14cm	14	68.04 (0.01)	0.07	2,040.60	5.02
	C	11 (10)			Pb 2mm	14	43.39 (0.01)	0.02	1,014.92	0.48
	D	17 (17)	Pb 2.2mm		Pb 2mm	14	43.18 (0.06)	0.02	1,262.48	1.49
	E	—	Pb 2.2mm		concrete 14cm	14	193.28 —	0.19	2,570.26	6.18
	F	—	Pb 2.2mm		concrete 14cm	14	428.37 —	0.39	6,126.19	13.24

く、ガントリ側面での散乱線量の実測値は測定点8で0.55mSv/週、測定点15で0.31mSv/週と1mSv/週を大きく下回る結果であった。

X線診療室の画壁内面での散乱線量の実測値の最大値は胸部撮影室で73.9mSv/3 カ月、X線CT室で床面の428mSv/3 カ月である。能登ら¹⁰⁾は医薬発第188号のコンクリートや鉛の透過率等について再検討すべきであると指摘しているが、医薬発第188号のコンクリートの透過率を利用して遮蔽計算すると漏洩線量予測値はそれぞれ0.13mSv/3 カ月、0.39mSv/3 カ月と線量限度以下となり、実測値と同様にX線診療室の安全を確認できた。

しかし、X線CT室の医188漏洩線量はTable 4に示すように利用線錘方向の画壁B、D、E、Fで線量限度を大きく超過した。特に、F面(床面)においては線量限度の10.2倍にもなった。実測値や漏洩線量予測値との比較から医薬発第188号による遮蔽計算は過大評価していることが示唆された。医薬発第188号にはX線CT室に対する遮蔽計算方法は規定されていないが、実際には医薬発第188号が適応され、X線装置の届出時に使用されている⁵⁾。特に、X線管が回転するX線CT装置に対して使用係数が1.0であるため過大評価となるのは当然である。安全側に評価することは防護上大切な考え方であるが、過大な評価は有限な資源の浪費となるので、使用実態に合った計算条件の設定が求められる。

Fig. 7に示すDISによるX線CT撮影室の散乱線測定結果から、X線診療室の漏洩線量は低線量率で間歇的という特性が示された。このような漏洩線量に対する測定には、積算線量を測定できる線量計を使用することが必要である。

Table 3より毎日のウォームアップ等のメンテナンスによる負荷は1 カ月約1.2～1.8%であるが、装置の定期点検やX線管の交換作業などが行われると約7.0%を占める。また、X線管の交換作業時には臨床使用時以上の高レベルの散乱線が発生する(Fig. 7)。そのため、実効稼働負荷を求める際にはX線管の交換や定期点検などのメンテナンス時の負荷も考慮して評価することが求められる。

X線診療室の漏洩線量の測定は「X線診療室の管理区域漏洩線量測定マニュアル」^{5, 11, 12)}により示されている。測定は電離箱サーベイメータを用いて行い、最頻度の照射条件または標準照射条件表を用いて、測定箇所1 点につき複数回(3～5 回)の照射による積算線量を測定し、3 カ月に換算し積算線量を求める。マニュアルに示された照射条件は胸部撮影では120kV、5～10mAs、X線CT撮影では120kV、20～600mAsである。

X線診療室の管理区域境界での漏洩線量が線量限度を担保しているかを測定するためには実効稼働負荷を

考慮した積算線量を測定しなければならない。また、管理区域境界の線量限度は1.3mSv/3 カ月であり、3 カ月間を500時間と考えると、1 時間当たり2.6 μ Svである。したがって、Table 2およびTable 3に示す3 カ月間の実効稼働負荷より、胸部撮影室では $186,270 \times (2.6/1,300) = 373\text{mAs}$ 、X線CT室では $18,141,816 \times (2.6/1,300) = 36,284\text{mAs}$ の負荷を担保した測定によって漏洩線量が線量限度以下であることを評価しなければならない。

また、一般的な電離箱サーベイメータの測定範囲は0.3～10 μ Sv、最小検出感度は0.3 μ Svである(Table 1)。マニュアルの標準照射条件による5 回撮影での測定ではX線CT撮影で3,000mAs、胸部撮影で50mAsの負荷になる。このとき、測定値が測定限界以下であれば3 カ月の実効稼働負荷は担保されない。また、0.3 μ Svが検出されれば、胸部撮影室では $0.3 \times 373 \div 50 = 2.2\mu\text{Sv/h}$ となり線量限度以下であることが担保できる。しかし、X線CT室では $0.3 \times 36,284 \div 3,000 = 3.63\mu\text{Sv/h}$ となり、線量限度を超過する結果となる。

今回のOSLDによる漏洩線量の実測値はX線CT室で最大0.92 μ Sv/h(0.46mSv/3 カ月)であった。X線CT室の漏洩線量を0.3 μ Sv以上検出するためにはTable 3より $18,141,816 \times (0.3/460) = 11,831.6\text{mAs}$ 以上の実効稼働負荷が必要であり、X線CT装置の標準撮影条件の600mAsから撮影回数は約20回以上になる。このように、電離箱サーベイメータを用いて漏洩線量を測定するためには撮影回数20回以上での積算線量を測定しなければならない。臨床において各測定点につき20回以上の撮影回数で測定することは、装置への負荷や測定に要する時間などから実用的とはいえない。電離箱サーベイメータを用いる場合、X線診療室の管理区域境界などの低線量域における漏洩線量評価は、X線診療室の内部で測定された散乱線量を距離やコンクリートによる減衰などを考慮して、画壁外面での漏洩線量に換算した漏洩線量予測値を用いた方が現実的であることが示唆された。

Table 1で電離箱サーベイメータとOSLD等の積算型個人線量計の特性を比較した。OSLDの検出限界は0.01mSvであるが、フェーディング特性に優れている。積算型線量計の場合、数回の積算測定において検出限界以下であっても長期間(1～3カ月間)積算評価することにより、有意な線量評価が可能である。ただし、積算型個人線量計を環境測定に使用するためには環境用に校正されている必要がある。さらに、X線診療室の漏洩線量を積算型個人線量計で測定するためには、各壁面における漏洩線量が最大の場所を担保していなければならない。そこで、あらかじめ電離箱サー

バイメータ等による室内の散乱線量分布や、画壁内面の散乱線量分布を測定し、漏洩線量が最大となる場所を予測することで、測定位置を決めておかなければならない。

平成13年の法律改正に伴い、積算型個人線量計による環境線量の測定が可能になった⁹⁾。今回、積算型個人線量計であるOSLDを用いて1カ月間連続的に積算測定し3カ月継続することによって、3カ月間の実効稼動負荷を担保した信頼性のある漏洩線量および、室内散乱線量の測定ができ、X線診療室の安全を把握することができた。

OSLDや蛍光ガラス線量計などの積算型個人線量計は個人の被ばく線量測定に広く使用されている。積算型個人線量計を用いた環境測定の有用性が報告されている^{2, 3)}。医療現場でOSLD等の積算型個人線量計を用いた環境測定方法は、放射線診療従事者がX線診療施設の放射線管理測定を容易に実施することが可能な方法であり、放射線施設の安全管理を行ううえで有用であることが示唆された。

4. 結 語

医薬発第188号による遮蔽計算値ではX線CT室において線量限度を超える画壁がみられたが、OSLDを用いた測定では管理区域境界での漏洩線量は遮蔽基準を満たしていることが確認できた。また、画壁内面での実測値からの漏洩線量の推定によっても安全を確認できた。

放射線施設での漏洩線量等の測定は法律により義務付けられている。現在、測定方法として電離箱サーバイメータによる測定が推奨されているが、管理区域等の低線量域を測定することは現実に厳しい。そこで、環境用に校正された積算型個人線量計を用いて散乱線量や漏洩線量を測定することによって、X線診療室の放射線安全管理を実施できることが示唆された。

本論文の要旨は日本放射線技術学会第31回秋季学術大会(2003年10月、秋田)および、日本放射線技術学会第60回総会学術大会(2004年4月、横浜)にて発表した。

参考文献

- 1) 医療法施行規則：第30条第1項第1号，平成13年3月13日。
- 2) 厚生労働省医薬局長通知，医薬第188号：医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について，平成13年3月12日。
- 3) 小林育夫：DISとルクセルバッジを用いた環境放射線の検出。放射線，30(1)，33-43，(2004)。
- 4) 米持圭太，鈴木昇一，中井隆代，他：多機能電子線量計を用いた環境測定の有用性について～低線量率測定におけるガラス線量計との比較～。FB News，312，1-5，(2002)。
- 5) 日本アイソトープ協会：医療放射線管理の実践マニュアル。丸善，東京，(2004)。
- 6) 能登公也，越田吉郎，波戸芳仁：モンテカルロシミュレーション(EGS4)によるX線計測の臨床応用。日放技学誌，60(4)，471-478，(2004)。
- 7) 中川浩人，越田吉郎，川端千香子，他：脳血管造影室で術者・患者ひばくにおける実測とシミュレートと比較評価。日放技学放射線防護分科会誌，第19号，46，(2004)。
- 8) 飯田泰治，茶島光浩，清水 満，他：CT装置をIVRに使用するための放射線防護用具。日放技学誌，58(1)，101-108，(2002)。
- 9) 村石泰伸，山口裕久，塚田 勝，他：モンテカルロ法によるCT検査室の空間線量分布作成の検討。日放技学放射線防護分科会誌，第19号，48，(2004)。
- 10) 能登公也，曾田卓実，越田吉郎，他：診断用X線装置において遮へい計算に用いる各種データの比較検討。日放技学誌，59(8)，976-983，(2003)。
- 11) 日本画像医療システム工業会：診察X線管理区域漏洩線量測定方法の調査研究：エックス線診療室の管理区域漏洩線量測定マニュアル。日本画像医療システム工業会，東京，(2003)。
- 12) 日本保健物理学会 編：空間線量測定マニュアル。日本アイソトープ協会，pp.13-35，東京，(2002)。

図表の説明

- Fig. 1 胸部撮影室と一般撮影室の構造図および散乱線測定箇所
 Fig. 2 頭頸部撮影室の構造図および散乱線測定箇所
 Fig. 3 X線CT室の構造図および散乱線測定箇所
 Fig. 4 X線撮影室の壁面における散乱線強度の測定結果
 (a) 胸部撮影室，(b) 一般撮影室，(c) 頭頸部撮影室
 Fig. 5 X線CT室の壁面における散乱線強度と漏洩実効線量の測定結果
 (a) 画壁内面，(b) 画壁外面
 Fig. 6 X線CT室の天井と床面における散乱線分布図
 Fig. 7 DIS-100線量計により測定されたX線CT室の散乱線量の変化

- Table 1 電離箱サーバイメータと積算型個人線量計の特性
 Table 2 胸部撮影室，一般撮影室および頭頸部撮影室の実効稼動負荷
 Table 3 X線CT室の実効稼動負荷
 Table 4 各X線診療室における実測値と医薬発第188号計算値との比較