

ノート

北陸地域の訪問線量測定による基準点吸収線量測定と
QA/QC アンケート調査(第1報)
- 過去データとの比較による経年的推移について -

武村哲浩¹⁾・塚本直孝^{2,3)}・山本瑛一^{2,4)}・上田伸一⁵⁾・倉田雄一⁵⁾
嘉戸祥介⁶⁾・西島昭彦⁷⁾・松倉昭芳⁸⁾・越田吉郎¹⁾・天野良平¹⁾

論文受付
2010年3月15日
論文受理
2010年6月22日
Code No. 923

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1) 金沢大学医薬保健研究域保健学系 | 5) 金沢大学附属病院放射線部 |
| 2) 金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻 | 6) 富山大学附属病院放射線部 |
| 3) 滋賀医科大学医学部附属病院放射線部 | 7) 福井大学医学部附属病院診療支援部 |
| 4) 石川県立中央病院医療技術部 | 8) 富山県立中央病院画像技術科 |

緒言

放射線治療装置の quality assurance(QA)/quality control(QC)を適切に行うことは医療事故を防ぐために重要なことである。また近年では各施設での QA/QC だけでなく第三者による外部評価も求められて

いる。

関東地方では、厚生労働科学研究としてガラス線量計の郵送による調査が2003年度に行われ、新保らにより発表がなされた¹⁾。また、埼玉県および栃木県では、2006年に各施設に訪問し線量測定を行う方法

Result of the Onsite Dosimetry and Questioning about Quality Assurance/
Quality Control of Radiotherapy in the Hokuriku Area
- A Comparison with Past Results -

Akihiro Takemura,¹⁾ Naotaka Tsukamoto,^{2,3)} Eiichi Yamamoto,^{2,4)} Shinichi Ueda,⁵⁾ Yuuichi Kurata,⁵⁾ Shosuke Kato,⁶⁾ Akihiko Nishijima,⁷⁾ Akiyoshi Matsukura,⁸⁾ Kichiro Koshida,¹⁾ and Ryohei Amano¹⁾

- 1) Faculty of Health Sciences, Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University
- 2) Division of Health Sciences, Graduate School of Medical Science, Kanazawa University
- 3) Department of Radiology, Shiga University of Medical Science Hospital
- 4) Department of Radiology, Ishikawa Prefectural Central Hospital
- 5) Department of Radiology, Kanazawa University Hospital
- 6) Department of Radiology, Toyama University Hospital
- 7) Department of Radiology, University of Fukui Hospital
- 8) Department of Radiology, Toyama Prefectural Central Hospital

Received March 15, 2010; Revision accepted June 22, 2010; Code No. 923

Summary

Purpose: To analyze temporal changes in human resources in the radiotherapy section, quality assurance/quality control (QA/QC) and dose difference for radiotherapy in the Hokuriku area based on the results of past investigations and our investigation. **Method:** We visited radiotherapy sections of 17 hospitals in the Hokuriku area (5 in Toyama, 9 in Ishikawa and 3 in Fukui) to measure the dose at the reference point of a linear accelerator (LINAC), as we asked questions to a radiotherapist about human resources, QA/QC of LINAC, etc. We compared our results with past reports (1992 to 2007) on the dose difference, human resources and frequency of dose monitor system calibration. **Results:** The number of physicians has not changed since 1999, but the number of radiotherapists was significantly increased. Weekly dose monitor system calibration has been achieved in 80% of the institutions in our survey. This percentage was significantly higher than in the past surveys. The dose difference distribution from our onsite dosimetry did not significantly differ from that from the onsite dosimetry in 2007. 91% of the institutions have accomplished within 2% of the dose difference. **Conclusion:** We found that the number of physicians has not increased since 1999, but the number of radiotherapists has increased. We conclude that the increment of radiotherapists led to 80% achievement of the weekly dose monitor system calibration. Almost all institutions in Hokuriku area have properly performed QA of the dose monitor system.

Key words: radiotherapy, human resource, onsite dosimetry, dose at the reference point, quality assurance/quality control

別刷資料請求先：〒920-0942 石川県金沢市小立野 5-11-80
金沢大学医薬保健研究域保健学系 武村哲浩 宛

Table 1 Past surveys on radiotherapy in Chubu region/Hokuriku area

Year	Region/Area	Method	Number of institution	Contents of questioner
1992	Hokuriku	Questioner and onsite dosimetry	19	QA/QC
1999	Chubu	Questioner	107	LINAC, dosimeter, frequency of dose monitor system calibration, human resource at radiotherapy section, number of patient,
2000	Chubu	Questioner	88	RALS, EPID, MLC
2002	Chubu	Questioner	65	QA/QC, equipments for QA, human resource at radiotherapy section, number of patient
2004	Chubu	Questioner	93	Flow of radiotherapy treatment, QA/QC, human resource at radiotherapy section
2006-2007	Chubu	Questioner and onsite dosimetry	81	QA/QC, human resource at radiotherapy section

LINAC: linear accelerator, QA/QC: quality assurance/quality control, RALS: remote after loading system, EPID: electric portal imaging device, MLC: multi- leaf collimator

で多施設の出力量の評価を行っている²⁾。また、これは関東地方に限ったものではないが、医用原子力技術研究振興財団では事業としてガラス線量計による治療用出力線量測定を行っている。

北陸地域を含めた中部地方では、1992年に訪問線量測定とアンケート調査^{3,4)}、1999年^{5,6)}、2000年⁷⁾、2002年⁸⁾、2004年⁹⁾にアンケート調査、2006年から2007年にかけて訪問線量測定とQA指導¹⁰⁾が行われた。

2007年より本学を含む北陸地域の5大学による北陸がんプロフェッショナル養成プログラム(北陸がんプロ)が文部科学省のがんプロフェッショナル養成プランに採択された。北陸がんプロでは、がん医療の専門医師およびコメディカルの育成だけでなく地域のがん診療の質的向上、均てん化を図ることを目指している。

北陸地域(富山、石川、福井)では木村らの調査¹⁰⁾の後、多くの施設で機器更新や新規導入が進んだ。そこで北陸がんプロのがん専門診療放射線技師コースとして北陸地域の外部放射線治療装置の線量均てん化を目指し、協力が得られた北陸地域の放射線治療施設を対象に訪問線量測定を行った。また同時に、訪問線量測定で算出された基準点での吸収線量と各施設で規定された基準点吸収線量の相違の要因分析のためにQA/QCや放射線治療に携わる人員に関するアンケートも行った。

本研究では、北陸がんプロにより行われた訪問線量測定の際の吸収線量の差、および同時に行ったアンケート調査の結果と、過去に行われた訪問線量測定およびアンケート調査の結果を比較し経年的な推

移を解析する。

1. 方法

過去中部地方および北陸地域で行われた放射線治療に関する調査の概要をTable 1に示す。これらの調査から、基準点における吸収線量の差、および人員、線量モニタシステムの校正頻度について経年的な推移を検討する。

今回われわれによる訪問線量測定およびアンケートの対象となったのは、北陸地域の放射線治療施設17施設(富山5施設、石川9施設、福井3施設)、リニアック18台、ビーム34本(すべてX線)であった。2施設(2台、ビーム3本)は放射線治療装置を新規導入もしくは更新した直後であった。装置の設置年数は2年以下が4台(44%)、5年が3台(17%)、9年以上が7台(39%)であった。測定実施期間は2009年2月から2009年10月までの約8カ月である。ほとんどの施設は休日での測定であったが、一部施設は平日の業務終了後に測定を行った。アンケートは訪問線量測定を行った17施設すべてに対して実施した。

1-1 基準点吸収線量測定

訪問線量測定では、電位計 Ramtec 1000plus(東洋メディック、東京)、0.6 cm³ ファーマー型チェンバ PTW30013(PTW、ドイツ)、水ファントム WP1D(SCANDITRONIX WELLHOFER AB、スウェーデン)を各施設に持ち込み測定に使用した。ファーマー型チェンバおよび電位計は医用原子力技術研究振興財団にて校正を行っている。また水温計、気圧計、照射室-操作室間のケーブルは各施設で使用してい

るものを用いた。

測定対象は、X線のみで、線量モニタシステムの校正時と同等の測定により各エネルギーにおいて基準照射野での基準点吸収線量を測定した。測定方法は標準測定法(01)に準じ、校正深(10 cm)に電離箱を設置して測定し、施設の10 cm深、照射野10×10 cmでの tissue maximum ratio 値[TMR(10, 10×10 cm)]を用いて基準点吸収線量を算出する。測定読み値に対する各種補正係数(極性効果補正係数、イオン再結合補正係数、温度気圧補正係数、線質変換係数)は測定の際に実測により求め、吸収線量換算に使用した。設定 MU 値はプレドーズ(500 MU)以外すべて100 MUとした。

照射野サイズは基本的に10×10 cmであるが、下段コリメータがなく multi-leaf collimator(MLC)で代用されているような直線加速器で、かつ MLC のリーフサイズによって照射野10×10 cmにできないような場合は、通常線量モニタシステムの校正時に使用する照射野サイズとした。

測定し計算した基準点吸収線量と各施設で規定された基準点吸収線量の差(以下、吸収線量差)を求めた。

1-2 アンケート

アンケートは、訪問線量測定によって得られた吸収線量差と各施設の放射線治療の実施体制、品質管理体制に関する環境などとの関係を明らかにすることを目的に、各施設の人員(放射線治療に携わる医師数および診療放射線技師数)、放射線治療装置、線量計、QA/QCの実施頻度などについてのアンケート調査を行った。

本研究では、このアンケートの回答から、放射線治療に携わる人員、線量モニタシステムの校正頻度についての回答を抜き出し、過去の報告と比較した。

まず、アンケートの対象地域が北陸地域を対象とした場合と中部地方を対象とした場合において対象となる施設規模の分布に隔たりがないかを確認するため、1999年^{5,6)}と2002年⁸⁾の佐々木らの調査(以下、1999年データ、2002年データ)にある対象施設の病床数の分布を今回の調査(以下、2009年データ)の分布と統計処理を用いて比較し同一とみなせるかどうか検討した。

基準点における吸収線量差の比較は村田らによるデータ³⁾(以下、1992年データ)および2007年データと比較する。

放射線治療に携わる人員に関しては、佐々木らの1999年データと2004年の調査データ⁹⁾(以下、2004年データ)、および木村らのデータ¹⁰⁾(以下、2007年

データ)と比較した。ただし、1999年データおよび2004年データでは頻度分布として示されているが、2007年データは平均人数としてのみ出されており、それらの直接的な比較はできない。そのため、2009年データを頻度分布と平均人数として表すことで経年的な検討を行った。

線量モニタシステムの校正頻度は、1992年データ、2002年データ、2004年データ、2007年データを用いた。

統計処理として、過去の調査データはすでに分類されまとめられたデータとして報告されているため、元データを必要とする統計処理は不可能である。そのため、カテゴリ分類された2つの分布の差を検定する ridit 解析¹¹⁾を検定に用いた。有意水準はすべて5%とした。

2. 結果

それぞれの比較検討項目と使用した調査結果が複雑であるため、その関係およびその結果を示す図表番号を Table 2 にまとめた。

2-1 病床数の分布

病床数の分布(Fig. 1)では、1999年データ、2002年データ、2009年データの間には、サンプル数の違いにより頻度の大小はあるが、いずれの年のデータでも病床数500以下と700以下でピークとなり、よく似た分布となった。ridit 解析においてもこれらいずれの分布間に互いに有意な差はなく同等であった。2007年データでは、それらと同様もしくは推測可能なデータは記載されていないため検証できなかった。

2-2 医師数

1999年データから2004年データにおいて、数値的には常勤専門医がいる施設数割合は2004年データでいったん減少し今回の調査では53%と回復していた(Table 3)。しかしながら約半数の施設が常勤の専門医がいない状況であるのは1999年から変わらなかった。2007年データとの比較では平均人数での比較になるが、常勤医や非常勤医の平均人数が減少し、常勤専門医の平均人数が増えていた。

2-3 放射線治療に携わる診療放射線技師数

放射線治療担当可能な診療放射線技師数は、2009年データでも3-5人と答えた施設が最も多く次に2人、その次に6人以上であった(Fig. 2)。この傾向は1999年データ、2004年データともほぼ同様であるが、ridit 解析では1999年データと2004年データの分布、および1999年データと2009年データの分布

Table 2 Contents of the comparison and survey data used

Year	1992	1999	2000	2002	2004	2006–2007	2009	Table/Figure
Number of inpatient bed		107		64			17	Fig. 1
Number of physicians		107			% only	41	17	Table 2
Number of radiological technologists		81			92	41	17	Fig. 2
Number of radiotherapists		88			92	41	17	Fig. 3
Dose monitor system calibration	13			51	% only	30	15	Fig. 4
Dose difference	24					82	34	Fig. 5

Values in the table are numbers of institution/beam

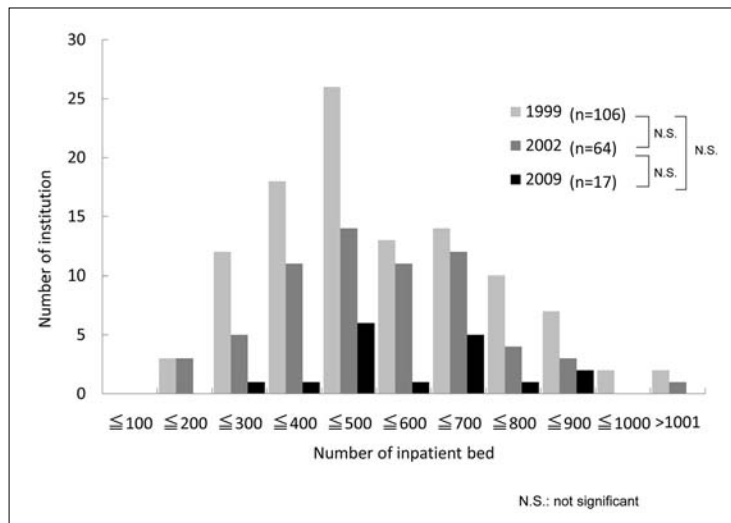


Fig. 1 Distribution of number of inpatient beds which the institutions have.

Table 3 Human resources (physicians)

Number of institution (%)	1999	2004	2009	Average number of physician	2007	2009
Full-time radio-oncologist(s) exists.	53	44	53	Full-time radio-oncologist(s)	0.61	0.82
Full-time radiologist(s) for radiotherapy exists.	Approx. 50	13	12	Full-time radiologist(s)	0.83	0.41
Only part-time radio-oncologist(s) / radiologist(s) for radiotherapy exist		43	35	Part-time radio-oncologist(s) /radiologist(s)	0.94	0.65

の間に有意な差があった。2004年データと2009年データの分布の間には有意な差があるとは判定できなかったが、グラフを見ても放射線治療担当可能診療放射線技師数が2人と回答した施設の割合は1999年データ、2004年データ、2009年データの順に減少しており、逆に6人以上と答えた施設の割合は増加していた。つまり、全体的に放射線治療担当可能診療放射線技師は増える傾向にある。

放射線治療を専任で担当する診療放射線技師数は、1999年データと2004年データ間にはridit解析にて有意な差がないが、1999年データと2009年データおよび2004年データと2009年データの間には分布に有意な差があった。2004年データまでは専任の診療放射線技師がない施設が最も多い割合を占め

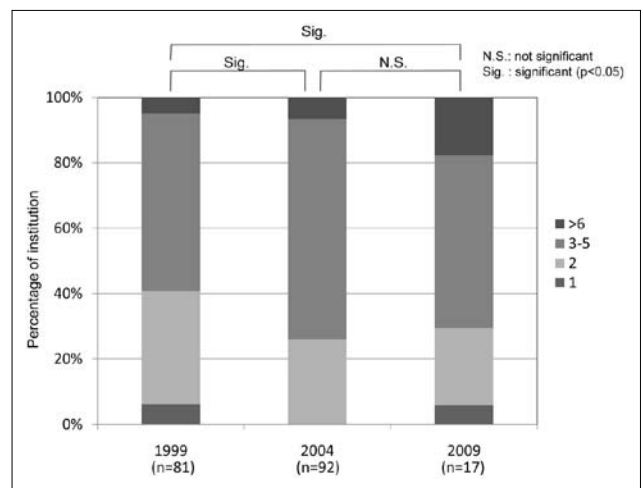


Fig. 2 Number of radiological technologists who can work in the radiotherapy section.

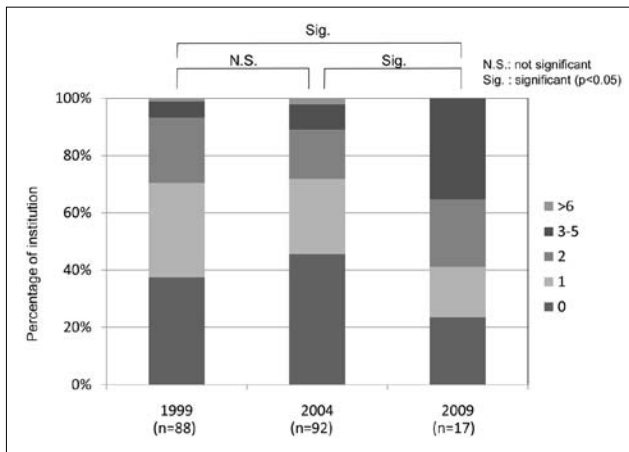


Fig. 3 Number of radiation therapists.

ていたが、2009年データでは3-5人の施設が最も多い結果となった(Fig. 3)。放射線治療専任の診療放射線技師の数でも改善されていることがわかり、放射線治療担当可能診療放射線技師数以上に明確に増加している。

2009年データを平均人数で表すと、放射線治療担当可能診療放射線技師数は4.71人、放射線治療専任診療放射線技師数は2.06人となる。2007年データでは、担当可能診療放射線技師数が5.24人(技師常勤数と技師ローテーション数を加算)、専任診療放射線技師数が2.85人である。2009年データでは、木村ら¹⁰⁾の平均人数より小さな値となったが、医師数と異なりおおむね近い値となった。

2-4 線量モニタシステムの校正頻度

線量モニタシステムの校正頻度の分布としては、2009年データのみ、他のいずれのデータと比較してもridit解析により有意な差があった。その他の組み合わせでは有意な差はなかった。比較した調査結果のデータは2004年以外、頻度分布の各頻度も記載され(2004年データは割合のみ)比較的明確なデータであった。

2009年データの線量モニタシステムの校正頻度には、放射線治療装置を新規導入、更新直後の2施設は含まれていないが、毎週行っている施設が80%(12施設)と高く、毎月行っている施設数割合が20%(3施設)であった。毎週線量モニタシステムの校正を実施している施設数割合は2002年から順に増えており、逆に毎月実施しているとする施設数割合は減少傾向にある(Fig. 4)。

2-5 基準点における吸収線量差の結果

ridit解析によって、2007年データと2009年データ

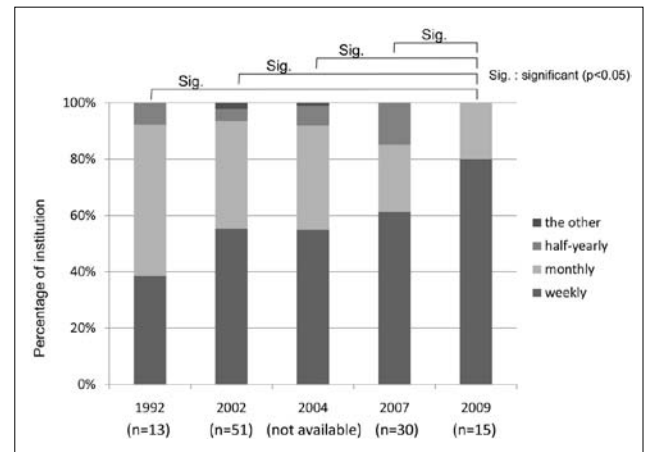


Fig. 4 Frequency of dose monitor system calibration.

The distribution in 2009 significantly differed from that in the other years. All of the other distributions did not have a significant difference from each other.

の基準点における吸収線量差の分布には有意な差はなかった。しかし、⁶⁰Co遠隔治療装置が6台含まれている1992年データと比較したところ、2007年データおよび2009年データともに有意な差となった。1992年データは20年近く過去のデータであるが、現在稼働している装置は全く含まれていないため、装置の世代の差として見る事ができる。それら基準点における吸収線量差の分布をFig. 5に示す。

2009年データの基準点における吸収線量差の平均値と標準偏差は0.36±0.99%であった。吸収線量差の平均値と標準偏差の値は1992年データおよび2007年データでは記載されていなかった。吸収線量差が±2%の許容誤差以内となったビーム数は91%(31本/34本)となり1992年データの約45%から倍程度になっており、2007年データで示された92%と同等の割合となった。

3. 考 察

3-1 アンケート

佐々木らのアンケート調査^{5-7, 9)}は1999年、2000年、2002年、2004年と中部地方を対象に継続的に実施された。1999年と2002年の調査には対象病院の病床数データが記載され、今回の訪問線量測定を行った施設の病床数と同等な分布であることが確認された。同じグループにより継続的に実施されたアンケートであり、また2004年データでもアンケート回収率は80%を超えているため、2004年データについても今回のデータと同等の分布を持つことが予想できる。そのため、北陸地域を含む中部地方全体を対象とした調査ではあるが、少なくとも病院規模に依存す

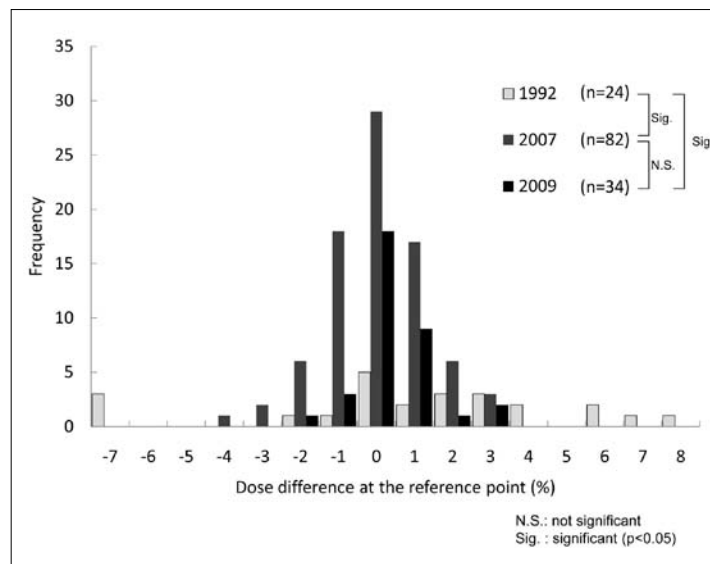


Fig. 5 Distribution of dose difference at the reference point.

と考えられる項目に関しては北陸地域を対象とした2009年データと比較可能なデータといえる。2000年の調査は小線源治療やelectronic portal imaging device (EPID)などを対象としたアンケートであったため特にそのなかから比較できる項目はなかった。

3-2 放射線治療に携わる人員

放射線治療に携わる人員に関しては、医師には変化がなかった。実際放射線治療専門の常勤医師がいるのは53%と約半数の施設に限られ、その他は非常勤の医師や診断医が兼務することになっている。過去の元データがないため統計的検定は不可能であるが、この割合は1999年からあまり変化がない。

2007年データと2009年データとの比較で常勤専門医の平均人数が増えていたが、この結果は参考程度にとどめる必要がある。比較に使用した木村らの論文(2007年データ)の表中の「医師常勤」の数が「認定医常勤」を含んだ数値かどうか判別できなかった。また、2009年データでの専門医とは、学会認定等を特に求めておらず放射線治療科の医師という意味であり、定義の違いも考えられる。さらに、これら放射線治療に携わる人員のデータは病院の規模に大きく影響されると考えられるが、2007年データには対象施設の病床数に関するデータがないため同等の分布であるとの検定が不可能であった。そのため、平均人数の変化は地域差や対象施設群の差を含んだデータとして参考程度にとどめる必要がある。このことは診療放射線技師数に関しても同様である。

放射線治療に携わる診療放射線技師の数に関しては、近年増加傾向であることが1999年データ、2004

年データ、2009年データの比較からわかる。放射線治療担当可能診療放射線技師数は1999年と比べ2004年と2009年に有意な差があったが、2004年と2009年の間には有意な差はなかった。分布を見ても1999年、2004年、2009年の順に分布が人数の多い側に移動しているが明確な違いではなく徐々に増えているといえる。それに対して放射線治療専任の診療放射線技師数の分布は、2004–2009年の間で分布の違いが明らかであり、1999–2004年の間には有意差がなく、2004–2009年の間で有意差があったことから2004年から2009年の間に今まで診断部門と兼務していた人員が専任で放射線治療に携わるようになったといえる。

線量モニタシステムの校正頻度が80%以上の施設で毎週行われるようになった背景には、上述の診療放射線技師数に関係があると考えられる。特に放射線治療専任で勤務する診療放射線技師が増えたことでQA/QCを行う機会、時間が増えたことが考えられる。

1992年の訪問線量測定およびアンケート調査では、対象は今回の訪問線量測定と同じ北陸地域である。そのため、北陸地域のデータとして単純に比較することが可能である。

3-3 基準点における吸収線量測定

1992年のデータを含めた基準点における吸収線量差に関して、まず2009年データを2007年データと比較すると、基準点における吸収線量差が $\pm 2\%$ 以内の施設割合が2009年データの方が約5%高い値ではあるが、地域差や対象病院規模などの不確定要素を考えると明らかな差とはいえない。しかし1992年

データと比べると約2倍の割合となっている。誤差が±2%以内の施設割合が2007年データと2009年データで同等だとすると、1992年から2007年の15年間に大きく基準点吸収線量の精度が上がったといえる。

1992年データとの違いは、対象装置が2009年データと比べすべて少なくとも一世代前の機器となり、また、線量モニタシステムの校正頻度(リニアックに限ったデータ)も50%以上の施設が1カ月となっており、毎週行っている施設が39%と低い。そのため、1992年データとの比較における吸収線量差の要因は放射線治療機器の世代の違い、および線量モニタシステムの校正頻度の違いによることが示唆される。

2009年データの対象装置であったうちの44%の装置が2007年当時では更新前もしくは新規導入前である。また線量モニタシステムの校正頻度も2007年データでは60%が毎週行っており、2009年データとの差は20%である。2007-2009年間には基準点における吸収線量差の分布に有意な差がないことから、毎週線量モニタシステムを校正する施設の割合の差、60%と80%の違いは訪問線量測定という形での吸収線量差にあまり影響を与えていない可能性がある。ただし、この吸収線量差の分布の結果は、測定にまわった地方/地域における精度およびばらつきと線量モニタシステムの校正頻度であり、個々の施設のQA/QC頻度に当てはまるものではない。また、2007年以降±2%以内の吸収線量差に90%以上の施設が入るということは、近年ほとんどの施設で適切に品質管理が行われているといえる。

3-4 放射線治療装置

医師数等の結果で、2007年データと2009年データには、病院規模の分布に差があると考えられたが、基準点における吸収線量差の分布には有意な差がなく、それら病院規模による影響がないことがわかる。今回の吸収線量差の比較結果には、新しい(世代

の)装置かどうか、もしくは線量モニタシステムの校正頻度が適切か否かが影響すると考えられる。しかし、今回の調査結果には設置2年以内の装置が44%含まれている。中部地方の北陸地域以外の地域の放射線治療装置の機器更新サイクルが北陸地域と同じタイミングとするなら、2007年の調査で対象となった装置の多くが設置後10年程度たった装置であるといえる。もしそうなら、半数近くが設置2年以内装置での吸収線量差の結果と差がなかったことから、線量モニタシステムの校正を適切な頻度で行うことで新しい装置と同程度の基準点における吸収線量差をえられることになる。

4. 結 語

北陸地域の放射線治療専門の常勤医師数は2009年の調査においても1999年と比べ有意な差はない。

診療放射線技師数は、放射線治療に携わることのできる人員も徐々に増えており、さらに放射線治療専任の診療放射線技師がいる施設割合が大きく増えた。これにより線量モニタシステムの校正頻度に表れているように、QAを実施する人員や時間が確保できるようになったことが示唆される。

基準点における吸収線量差は、装置の世代および線量モニタシステムの校正頻度に影響されることが示唆された。また、2007年以降には、吸収線量差の分布に違いがなく、また±2%以内の吸収線量差となった割合も90%以上であり、多くの施設で基準点吸収線量の管理が適切に行われていた。

謝 辞

今回この訪問線量測定に協力していただいた北陸3県の施設、特にその治療担当者には、忙しい業務の合間をぬい休日を費やして測定に立ち会っていただいた。心から厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 新保宗史, 古谷智久, 石倉 聡, 他. 郵送による放射線施設の吸収線量測定. 日放腫会誌 2004; 16(Suppl. 1): 138.
- 2) 榎戸義浩, 岡本裕之, 清宮幸雄, 他. 放射線治療施設での治療用加速器の出力線量に関する訪問調査(埼玉県および栃木県内での調査結果). 医物理 2007; 27(2): 71-77.
- 3) 村田秀雄, 西島昭彦, 嘉戸祥介. 放射線治療装置実態調査(第二報)線量とエネルギー値について. 日放技学誌 1994; 50(2): 291.
- 4) 茶島光浩, 村田秀雄, 西島昭彦, 他. 放射線治療装置実態調査(第一報: 品質管理に関するアンケート). 日放技学誌 1994; 50(2): 290.
- 5) 佐々木浩二, 内山幸男, 嘉戸祥介, 他. 中部地方における放射線治療施設の実態調査. 日本放射線技術学会中部部会誌 1999; 1(1): 6-14.
- 6) 佐々木浩二, 内山幸男, 嘉戸祥介, 他. 中部地方における放射線治療施設の実態調査. 日本放射線技術学会放射線治療分科会誌 2000; 14(1): 29-37.
- 7) 佐々木浩二, 内山幸男, 嘉戸祥介, 他. 第二回中部地方における放射線治療施設の実態アンケート調査. 日本放射線技術学会中部部会誌 2000; 3(1): 239-251.
- 8) 佐々木浩二, 内山幸男, 嘉戸祥介, 他. 中部地方放射線治療施設における QA の実態アンケート調査. 日本放射線技術学会中部部会誌 2003; 5(1): 52-59.
- 9) 佐々木浩二, 嘉戸祥介, 青山裕一, 他. 中部地方放射線治療施設における治療計画等に関する実態調査. 日本放射線技術学会中部部会誌 2005; 7(1): 40-48.
- 10) 木村千明, 青山裕一, 内山幸男, 他. 学術調査研究班報告 放射線治療技術精度管理の訪問調査と QA 指導. 日放技学誌 2008; 64(11): 1452-1467.
- 11) 富永祐民. 治療効果判定のための実用統計学-生命表法の解説-. 蟹書房, 東京, 1980: 117-135.

図表の説明

Fig. 1 対象施設の病床数の分布

Fig. 2 放射線治療担当可能診療放射線技師数の推移

Fig. 3 放射線治療専任診療放射線技師数の推移

Fig. 4 線量モニタシステムの校正頻度の推移

2009年データは、他のいずれのデータとも有意に差があったが、その他の組み合わせでは有意差はなかった。

Fig. 5 基準点における吸収線量差の分布

Table 1 過去の中部地方/北陸地域を対象とした放射線治療に関する調査

Table 2 比較項目と使用した調査結果の関係

Table 3 放射線治療に携わる人員(医師)