



Title	子宮頸癌放射線治療における二軸振子照射法と骨盤内臓器耐容線量
Author(s)	山梨, 俊志; 五味, 誠
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1988, 48(11), p. 1432-1444
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18669">https://hdl.handle.net/11094/18669</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 子宮頸癌放射線治療における二軸振子照射法と 骨盤内臓器耐容線量

東京慈恵会医科大学放射線医学教室

山 梨 俊 志 五 味 誠

(昭和63年4月5日受付特別掲載)

(昭和63年8月16日最終原稿受付)

### Clinical Evaluation of Bi-Axial Pendulum Irradiation and Pelvic Structure Tolerance in Radiation Therapy of Carcinoma of the Uterine Cervix

Shunji Yamanashi and Makoto Gomi

Department of Radiology, Jikei University School of Medicine, Tokyo

Research Code No. : 601, 609, 620

Key Words : Bi-axial pendulum irradiation, Pelvic structure  
tolerance, Carcinoma of the uterine cervix

Between 1965 and 1982 at the Department of Radiology, Jikei University Hospital, 425 patients with carcinoma of the uterine cervix were treated mainly with bi-axial lateral 150° pendulum external irradiation. Out of them, 137 cases with sufficient follow-up during the period from 1973 to 1982 were analyzed to evaluate the tolerance of the pelvic structures as well as the results. The cumulative 3-year local control rate was 100% in stage I (8 cases), 85% in stage II (33 cases), 60% in stage III (81 cases), and 0% in stage IV (15 cases), while the cumulative 5-year survival rate was 69.4% in stage I, 68.1% in stage II, 40.6% in stage III, and 0% in stage IV. The cumulative incidence of complications was 38.6% in GII + GIII and 27.0% in GIII, respectively. Equivalent dose over 120 of TDF at point A had been delivered in most cases that showed late complications requiring medical management. Therefore, the tolerance dose of the pelvic structures in this irradiation technique was supposed to be about 120 of total TDF at point A.

We conclude that bi-axial pendulum external irradiation technique should be applied for advanced carcinoma of the uterine cervix which are unsuitable to intracavitary irradiation for social, anatomical, and other medical reasons.

#### 緒 言

子宮頸癌の治療法は欧米では放射線療法が主体をなし、我国では手術療法が主体となってきた。1965年以来、高エネルギー放射線治療装置が急速に普及し、放射線治療技術の改善がなされるに伴い、我国でも子宮頸癌治療における放射線治療の果たす役割は大きなウェイトを占めるようになった。

現在、我国において放射線治療の対象となるのは、手術にリスクのあるI期、II期症例、および進行癌III期、IV期症例である。放射線治療に際しては、外部照射と腔内照射の併用により適切な線量分布を与えることが重要で、治療技術、設備の改善に伴い、現在では腔内照射を主体として外部照射を併用する標準法<sup>1)</sup>が広く普及している。しかし、現在のように治療設備が充実していかなかっ

た時期は、実際の治療に際して進行症例が多いことなどから、必ずしもこの標準法を適用し得ない場合があり、外部照射を主体とした治療を施行せざるを得ない場合もしばしばであった。

1960年、Mellor ら<sup>2)3)</sup>は二つの回転中心を持つ160°・二軸振子照射法を用い外部照射を主体とした子宮頸癌の放射線治療について報告した。この方法は、子宮頸癌の病巣に一致した均等な高線量域をつくり出すために考案されたものである。

1965年より我々の施設ではこの方法を体格で劣る日本人に適用するために、より前後に偏平化した照射容積が得られる150°・二軸振子照射法として修整し、外部照射を主体とし、適宜、腔内照射を併用する放射線治療を進行例を主体とする一部の子宮頸癌症例に対して施行してきた<sup>4)</sup>。

低線量率腔内照射を主体とした標準法が主流をなす中、1964年、HenschkeがRemote After Loading System (RALS) を研究報告し、我国でも1966年、若林らによって<sup>5)6)</sup><sup>60</sup>Co 線源を用いたRalstron が初めて臨床に応用されて以来、遠隔操作式高線量率腔内照射装置が急速に普及した。1979年には、放医研の優れた治療成績が報告され<sup>5)</sup>、従来の小線源による低線量率腔内照射法の難点が改善されたことによって、子宮頸癌の放射線治療法はより標準化された方法として定着し、施設により多少の差はあるものの良好な成績を得ている<sup>1)5)~8)</sup>。

こうして外部照射を主体とした放射線治療法は最近ではあまり行われなくなっているが、高齢者や腫瘍が大きいIII期、IV期癌や断端癌に対しては照射容積の大きい外部照射を効率良く適用することが大切であり、現在でも症例によっては外部照射を主体として治療するほうがむしろ適切である場合も決して少なくない。

本稿の目的は、以上の事情により我々が一部の子宮頸癌患者に行った二軸振子照射法による外部照射を主体とした治療法とその治療成績の分析を通じて、骨盤内臓器耐容線量を検討することである。同時に、その結果から子宮頸癌の放射線治療における二軸振子照射法の適用と問題点について考察する。

## 対象および方法

1965年1月より1982年12月までに慈恵医大およびその関連病院において二軸振子照射法を主体とした放射線治療が施行された子宮頸癌症例は425例である。このうち、1972年以前の288例については追跡調査不能例が多く含まれているため、治療経過観察が十分になされた1973年以降の137例(I期：8、II期：33、III期：81、IV期：15例)を対象として検討を行った。なお1975年からは標準法を施行しつつ、腫瘍の大きさ、浸潤度、年齢、解剖学的理由、腔内照射の拒否、その他社会的事情などの条件を考慮し、特に選択した症例に対して適用しているため、年間の適用症例数が漸減している(Fig. 1)。組織学的には全例が扁平上皮癌であった。

全体の年齢は28~85歳の間に分布し、平均年齢は60.0歳であるが、今回、対象とした137例の平均年齢は61.5歳で、60歳代以上が過半数(60.6%)を占めている(Fig. 2)。

外部照射方法はテレコバートまたは6MVリニアックX線を用い、振子角150°、左右偏心による二軸振子照射法を行った。

照射野は所属一次リンパ節領域が十分(90%線量域)に含まれるように、上縁は第5腰椎下縁、左右辺縁は小骨盤腔内側縁より左右2cm外側、下縁は閉鎖孔下縁とし、体格に応じて幅7~8cm、長さ14~15cmとした。二つの照射野の軸中心間距離は膀胱と直腸の照射容積を減少させ、かつ二つの別個の照射容積をつくりないように、7ないし8cmとし、体軸中心線上、子宮頸部の深さで<sup>4)</sup>各々の照射野が1cm重複して接するように設定した。照射線量は振子軸に当初1.8~2.0Gy、週5回法で始めたが、局所制御の向上を目指し徐々に1回線量を増し、1970年頃からは2.2~2.5Gy、週5回法とした。しかし、その後障害例が頻発したため再び2.0Gy以下とし、1978年以降は1.8Gy週、5回法で行っている(Fig. 3)。二軸振子照射法による総照射線量はA点付近で60~72Gy、TDF94~131であり、B点では55~60Gyである。Fig. 4は代表的な等線量分布曲線であるが、<sup>60</sup>Co線よりも6MVX線の方により集中した高い深部線量が得ら

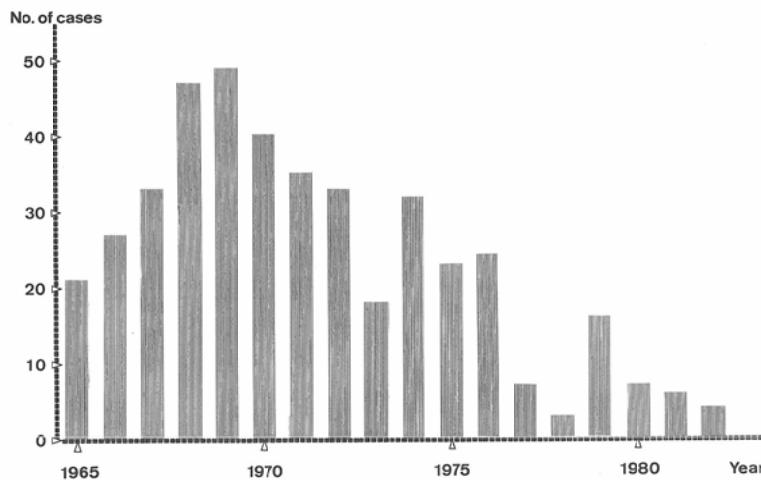


Fig. 1 Annual transition of number of the treatment cases.

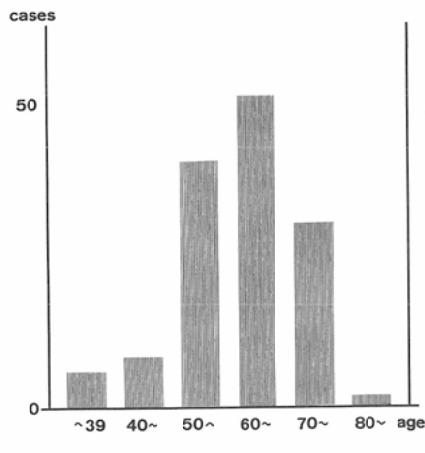
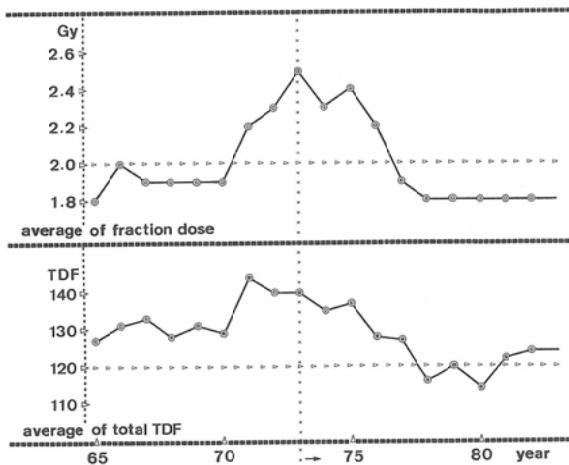


Fig. 2 Age distribution.

れる。照射線量は A 点の含まれる領域を 100%として評価した。最大線量域は 120%と表してあるが、実際には二つの照射野が重畳する点において最大となり、130%になる。内腸骨リンパ節領域と総腸骨リンパ節領域は 90%線量域に含まれる。膀胱と直腸の一部は 90%線量域に含まれるが、大部分は 90%線量域外である。また外部照射終了時の腫瘍残存度に応じて、小線源による腔内照射を追加したが、腫瘍退縮良好な症例には、追加しなかった<sup>4)</sup>。腔内照射法は<sup>226</sup>Ra または<sup>137</sup>Cs による TAO 式低線量率腔内照射で、上限を 21Gy/48hrs (2000mgh) として、通常、A 点に 10Gy/24hrs (1000mgh) 程度を追加照射した。



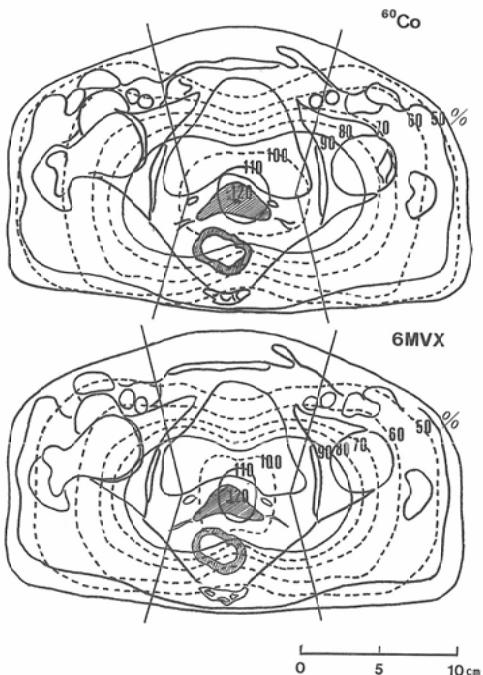


Fig. 4 Depth dose distribution of bi-axial lateral 150° pendulum irradiation; STD: 100cm, Fields' size: 8×14cm, inter-axial distance: 7cm, Fields' overlap: 1cm.

づいた障害発生率算出法を用いた<sup>10)11)</sup>。また有意差の検定には Generalized Wilcoxon test を用いた。

## 結 果

### (I) 治療成績

137例の累積生存率を Fig. 5 に示す。3年、5年生存率は I 期 (8 例) で 86.7%, 69.4%, II 期 (33 例) で 76.3%, 68.1%, III 期 (81 例) で 53.0%, 40.6%, IV 期 (15 例) で 13.3%, 0% であり、全体では 55.4%, 43.1% である。当時の外部照射を中心とした治療法としては、他報告<sup>12)13)</sup>と比較してほぼ同等の成績であるが、他家の標準法による治療成績<sup>1)5)~8)</sup>に比べるといずれの病期においても若干劣っている。

### (II) 局所再発率

137例中46例に局所再発が確認されている。Fig. 6 に累積局所再発率を示す。全体では 1 年: 20%, 2 年: 33%, 3 年: 36%, 4 年: 37%, 5 年: 38% で、大部分は 2 年までに再発し、3 年でほぼ横這

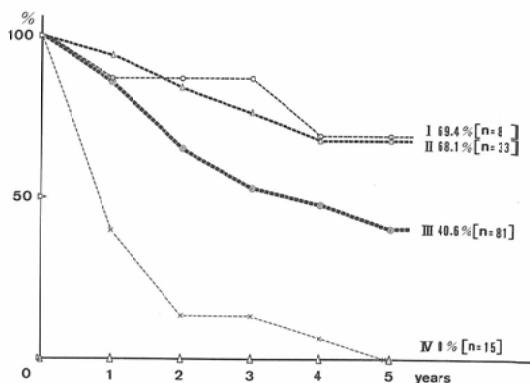


Fig. 5 Cumulative 5 year survival.

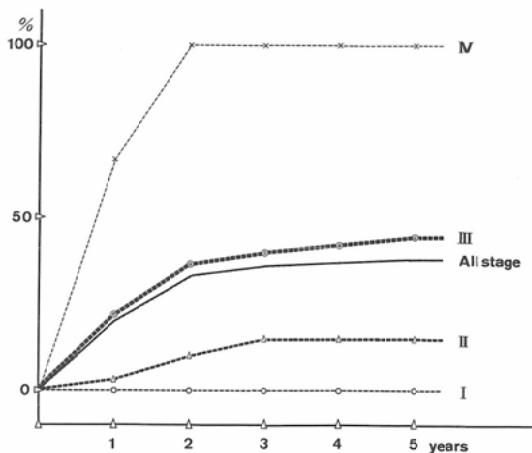


Fig. 6 Cumulative local recurrence rate.

い状態となっている。このことは子宮頸癌の再発に関しては少なくとも治療後 3 年以上の十分な観察を必要とするところを示唆している。

病期別 3 年局所再発率を比較すると、I 期: 0%, II 期: 15%, III 期: 40%, IV 期: 100% と病期の進行とともに高率となっている。逆に、子宮頸部病巣に関する限り、I 期: 100%, II 期: 85%, III 期: 60% の局所制御が得られた。再発した 46 例中 1 例（局所再発後に悪化、その後、消息不明）を除いて、45 例は再発またはその後の遠隔転移のために死亡している。

### (III) 遠隔転移

137 例中 26 例が二次リンパ節転移を含めた遠隔転移のために死んでいる。Fig. 7 に累積遠隔転移発生率を示す。全体では 1 年: 12%, 2 年:

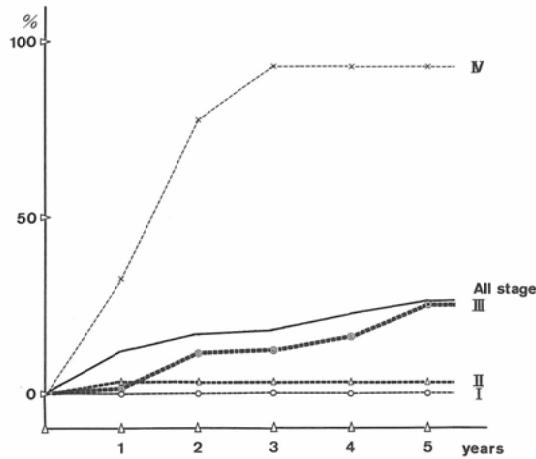


Fig. 7 Cumulative incidence of distant metastases.

16.4%, 3年: 17.8%, 4年: 22.5%, 5年: 25.8%で、IV期では全例3年までに発生しているが、II期、III期では5年までに徐々に発生する傾向がみられた。多くの症例において局所再発を認めたと同時に、または局所再発に追随して転移を認めている。しかし、7例は局所制御が得られているにもかかわらず、遠隔転移のために死亡している。全例が死亡しているが、2例は1年目に肺転移を生じたものの、化学療法によって4年生存している。たとえ遠隔転移を認める進行癌症例であっても、積極的な局所制御と強力な化学療法によって延命の期待できることが改めて強調される。

#### (IV) 晩期障害

荒居の分類Grade II (G II) 以上の治療を要する障害は、137例のうち50例、延べ54例にみられた。発生した障害は、膀胱出血1例、膀胱潰瘍2例、直腸出血15例、直腸潰瘍26例、亜腸閉塞1例、腸閉塞9例であった。G IIの膀胱出血、直腸出血は保存的に治療されたが、G IIIの膀胱潰瘍は膀胱全摘術を、直腸潰瘍は人工肛門造設術を受けた。また腸閉塞の9例はすべて小腸またはS字状結腸の障害に起因していたものであり、いずれの症例も腸切除術や人工肛門造設術の結果、再発腫瘍は認められていない。外科的治療を必要とした症例(G III以上)は31例、34件にみられ、このうち7

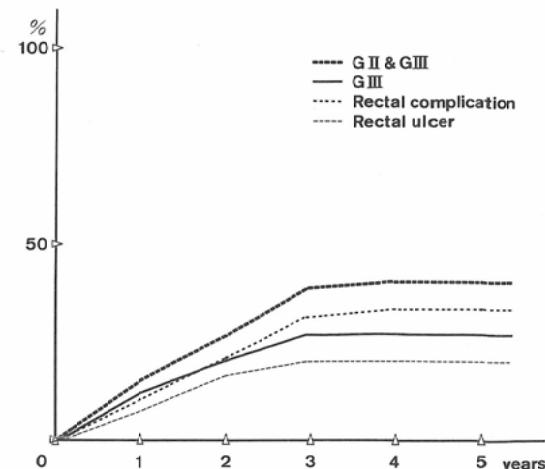


Fig. 8 Cumulative incidence of complications.

例(荒居の分類のG IVに相当する)が障害による出血によって死亡している。

Fig. 8に累積障害発生率を示す。G III以上の晩期障害は大部分が2年までに発生しており、3年でほぼプラトーに達する。全体でも同様の傾向がみられ、平均障害発生期間は16カ月であった。その3年障害発生率はG II以上で38.6%, G III以上でも27%と高率であったが、後述するように一時期の過線量照射の影響が大きいためと考えられた。

Fig. 9は、A点における合計の総照射線量をTDF別に障害の有無をプロットした図である。G II以上の障害はTDF120を越えると発生している。このTDF120は外部照射と腔内照射の合計のA点線量であるが、1回2Gy週5回の外部照射を単独で行った場合の総照射線量72Gyに相当する。この時、直腸前壁にはおよそ58~65Gy(A点線量の約80~90%)が照射されていることが、二軸振子照射法の線量分布から推定される。Fig. 10に外部照射線量、腔内照射線量と障害との関係をプロットした。外部照射線量72Gyと腔内照射線量20Gyの間に直線が画け、障害発生の観点からは、A点における合計のTDF値が120以下であれば安全であろうことが示されている。即ち、外部照射単独の場合には72Gyに留どめる。また、腔内照射を併用する場合には外部照射線量を60Gy

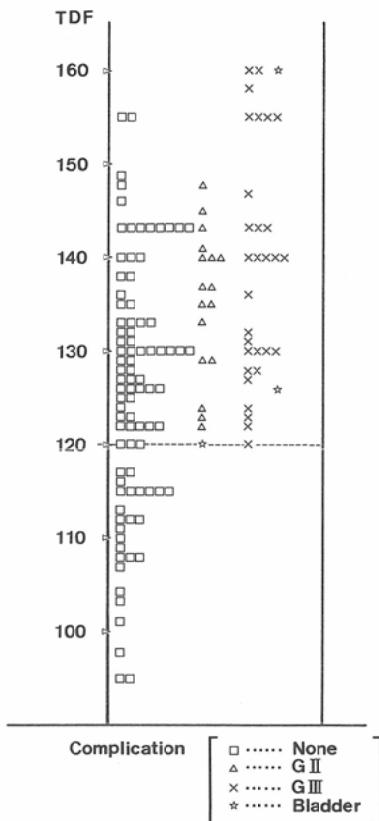


Fig. 9 Occurrence of complications in 137cases.

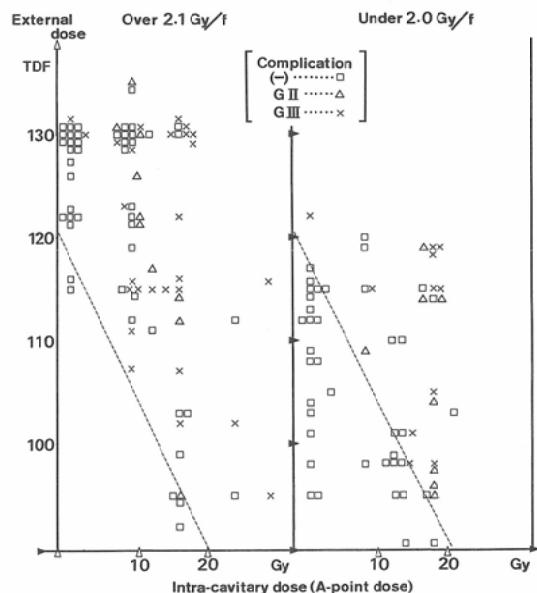


Fig. 10 Relation between delivered dose and occurrence complications.

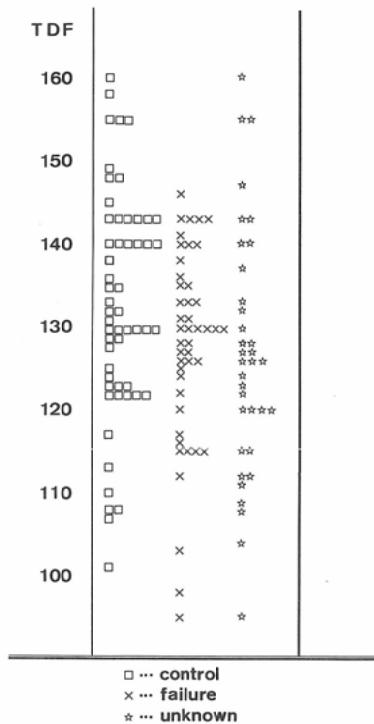


Fig. 11 Plot diagrams of local control.

(TDF : 100) 前後に留どめて 10Gy 前後の腔内照射を追加するというような線量配分が安全であると考えられる。そこで 1979 年以降は、ほぼこの方法で行っているが、総照射線量を制限したことが、当然の結果として治療成績に影響するものと考えられるので、TDF 別の局所制御を検討した。Fig. 11 は TDF 別に局所制御の有無をプロットした図であるが、TDF120 以下でも局所制御例は得られ、後述するように治療成績に有意の低下はみられていない。

次に、1 回照射線量の増大と共に障害発生が増加するのではないかと考えられた経緯があるため、1 回線量の大小 (1.8~2.5Gy) によって 1 回照射線量 2.0Gy 以下の群と 2.1Gy 以上の群とに分けて累積障害発生率を比較検討した。Fig. 12 & 13 は各群の累積障害発生率を TDF 別に、また G II+G III と G III の障害別に示している。最も症例数の多い TDF120 台、130 台のいずれにおいても、1 回照射線量の大小による有意差は認められなかった。これは各群の母数が少ない (119 以下：

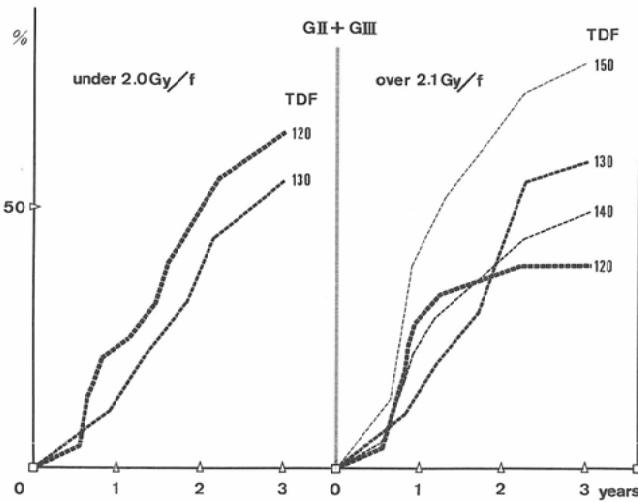


Fig. 12 Cumulative incidence of complications (G II + G III).

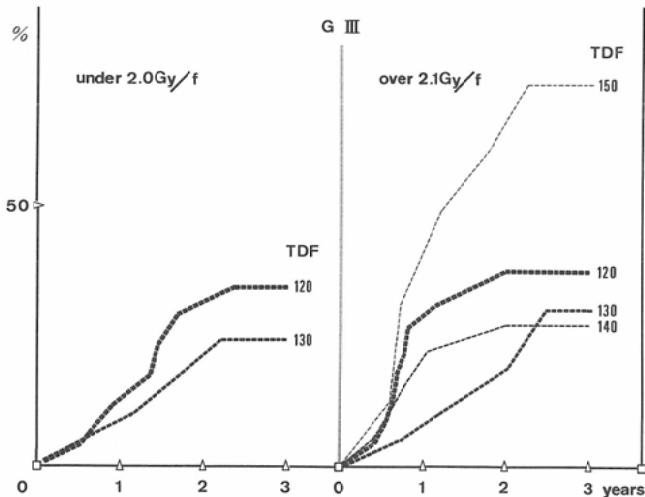


Fig. 13 Cumulative incidence of complications (G III).

26例、120台：39例、130台：33例、140台：30例、150以上：9例)ことも一因となっているが、総照射線量がTDF120を越える高いレベルに存在することが最大の原因と考えられた。外部照射終了後に腔内照射が追加された症例は、425例中295例(69%)、137例中108例(79%)であった。50例の障害例のうち48例(96%)に腔内照射が追加されていた。このことは一見、障害の発生に腔内照射が深く関与しているような印象を与えるが、やはり総照射線量がTDF120(72Gy)以上と高いレベ

ルにあるため、追加された腔内照射に起因しているとは言えず、むしろ過照射による障害発生と考えられる。

累積障害発生率プロビット曲線<sup>14)</sup>をFig. 14に示す。50%障害発生のTDF<sub>50/5</sub>はG II+G IIIで134(95%信頼限界：124.4～136.5)、G IIIで143(95%信頼限界：135.4～151.2)であった。また直腸の障害に限って、同様にプロビット曲線(Fig. 15)を求めたが、50%直腸障害発生のTDF<sub>50/5</sub>は135(95%信頼限界：127.1～144.1)、50%直腸潰瘍

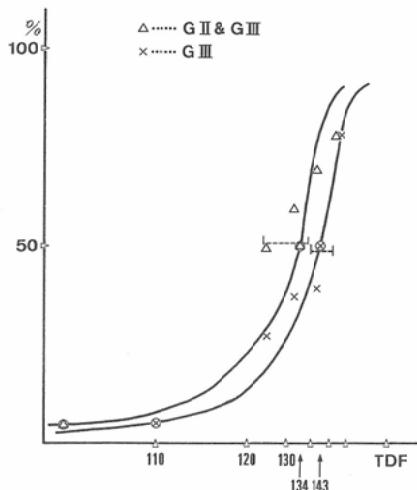


Fig. 14 Probit curves of cumulative incidence of complications (G II+G III) in difference of delivered total TDF.

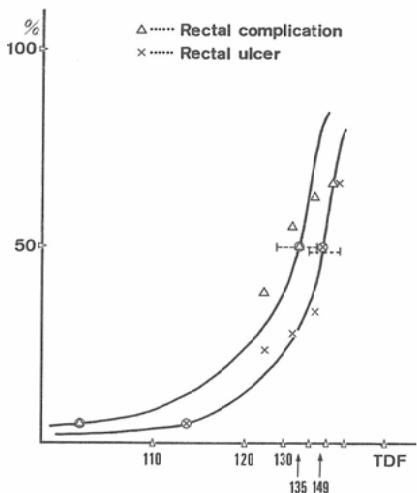


Fig. 15 Probit curves of cumulative incidence of rectal complications in difference of delivered total TDF.

発生の  $TDF_{50/5}$  は 148 (95% 信頼限界 : 138.2 ~ 158.1) で、同様の近い数値を示した。5 % 障害発生の  $TDF_{5/5}$  の下限値は G II+G III で 103, G III で 108, 直腸障害で 104, 直腸潰瘍で 111 であった。

相関係数  $r^2$  は G II+G III で 0.72, G III で 0.65, 直腸障害で 0.52, 直腸潰瘍で 0.67 で障害発生率と

$TDF$  値とは、いずれにおいても相関していた。

## 考 案

### (1) 外部照射を主体とした治療法と二軸振子照射法について—その歴史と臨床—

癌の早期発見、早期治療に伴い治療成績の向上がみられているが、現在のように長期生存例が増えてくると、治療後の生活の質という問題が提起されてくる。治療による障害（特に晚期障害）を可能な限り抑え、かつ治療成績を上げるために幾多の努力が積み重ねられ、その結果、子宮頸癌に対する治療法は、現在ではほぼ確立されている。原発巣を腔内照射で、骨盤壁への浸潤と所属リンパ節を外部照射で治療する腔内照射を主体とした方法が標準化されており、ほぼ安定した治療成績を挙げている。局所制御をさらに上げようすれば、障害の発生が上昇し、その一方で障害の発生を下げようとすれば、局所制御は低下してしまう。現在の標準法<sup>1)</sup>は、この局所制御率と障害発生率の均衡を適度に保っている。このことを踏まえて、別の治療方法を選択しようとした場合、標準法に比べて幾つかの優れた点があり、それらの利点が治療成績や障害発生率のマイナス面を補って余りあるものでなければならない<sup>15)</sup>。外部照射単独または外部照射を主体として腔内照射を併用する治療法は、従来その無視できない晚期障害のために、また多くの症例において根治が望めない<sup>16)</sup>ために、優先して適用されることはない。

我々の施設では基幹病院の 3 室の小線源治療病室を利用しているが、中核病院から送られて来る高齢の患者は一般に転院することを嫌い、かつ不安を訴えるため、外部照射を主体とした治療を行うこともしばしばであった。また、実際に進行子宮頸癌の臨床においては、社会的事由、解剖学的またはその他の医学的理由により必ずしも標準法を施行し得ない状況に遭遇する場合も多々してある。このような場合に、外部照射を主体とした治療法を、その治療成績と障害発生率のマイナス面をある程度認容して適用することは、治療の個別化を計る意味でも理にかなった方法と言えるだろう<sup>17)</sup>。

高齢化社会となり老人の患者が増加しつつある

昨今、標準法に捉われず、治療の個別化を計ることは重要なことである。しかし、癌は治癒したが障害が前面に表れて患者に苦しい状況を強いているでは、病人を治したことにはならない。したがって、外部照射にはそれをより一層有効に利用するための工夫が必要である。二軸振子照射法はこのひとつの工夫である。

超高压放射線治療装置の導入により、前後対向二門、三門、四門照射、さらに回転照射法へと工夫がなされていったが、さらに膀胱、直腸、大腿骨への照射線量を低下させ、全骨盤腔により均等な線量分布を与える方法が考案された<sup>16)18)~21)</sup>。1960年、英国の Mellor ら<sup>2)</sup>がテラトロンによる二軸振子照射法を発表した。17例の少数例の報告であったが、その後同グループの Mott ら<sup>3)</sup>が150例のII期、III期に限った報告をしている。彼らは標準法との相対的な利点に触れて、本法を推奨している。Ulmer & Frischbier<sup>22)</sup>はこの方法を照射野の幅6~8cm、軸間距離4~6cmの間で修整し、腔内照射が不適切であると判断された150例を対象に、患者の体格や子宮頸部病巣の大小により個々の症例に適合した方法として報告している。

Koek<sup>20)21)</sup>や Fletcher ら<sup>23)24)</sup>も進行子宮頸癌に対する外部照射単独治療の経験について述べているが、我々の施設では外部照射を有効に利用する手段として Mellor ら<sup>23)</sup>の方法を日本人の体格に応じて修整したテレコバルトによる150°・二軸振子照射法を、1965年より特に進行子宮頸癌を対象に試みてきた<sup>4)</sup>。この方法は原体照射法<sup>12)13)30)</sup>のような複雑な原体機構を必要とせず、単純な回転機構のテレコバルト照射装置で施行できる比較的簡便な方法である。しかし、二軸振子照射法による外部照射単独治療法の報告は、いずれも腔内照射との相対的な利点を前面に掲げて推奨しており、その臨床や治療成績および障害発生などの詳細については、なお不明な点が多く検討すべき方法と考えられた。

## (2) 二軸振子照射法の線量分布について

この方法の良否について暗中模索の中、線量の配分を変え、リニアックX線の症例も加え経験を重ねてきた。Fig. 4 の等線量分布図に示されてい

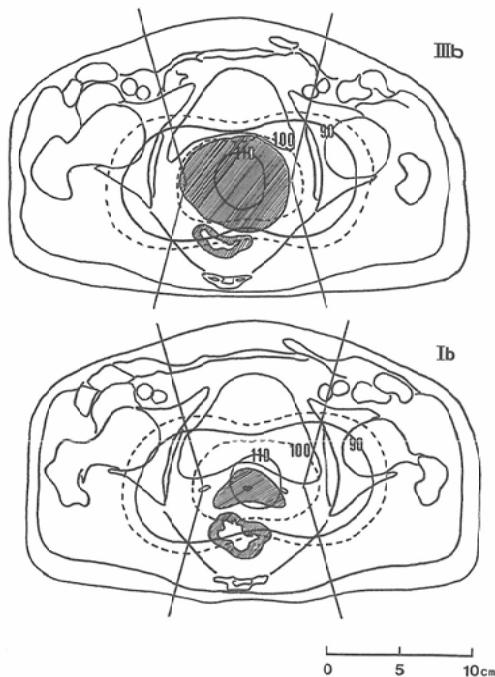


Fig. 16 Depth dose distribution of bi-axial lateral 150° pendulum irradiation in advanced (stage III & IV) or bulky tumors and smaller tumors (stage I & II).

るよう、テレコバルトでは蝶ネクタイ様の高線量域が得られる。これに対し、6MV リニアック X 線では左右方向により集中した、6~7cm の長方形に近い高線量域が得られ、子宮頸部病巣に一致してやや良好な深部線量分布が得られる。子宮頸部のレベルで前後に偏平化した照射容積は膀胱と直腸の線量を低下させてくれるが、なお膀胱の後壁と直腸の前壁を含む。これらを外そうとして軸をそれぞれ外方へ平行移動すると、低線量域が現れて不都合が生じる。また Fig. 16 の等線量分布図に示されているように、所属一次リンパ節領域を含める照射容積を得るには各々の照射野の幅は最低7cm が必要とされるので、原発巣が大きい場合には膀胱と直腸の線量を好都合に下げられるが、一方で原発巣が小さい場合にはこの恩恵を受けられない。さらに子宮頸部病巣が小さいと、照射野の下縁付近では含まれる膀胱と直腸の容積が増し、上縁付近では有効照射容積から子宮体部がはずれてしまったり、照射される小腸や S 字状結

腸の容積が増してしまう。I期、II期において、この“ずれ”のために再発を来たした症例は認められなかつたが、I期において障害例が認められた。

137例中8例のI期症例に、G II 2例(直腸出血2例)、G III 4例(腸閉塞1例、直腸潰瘍2例、膀胱潰瘍1例)を認めているが、腸閉塞を來したIb期症例は二軸振子照射法により1回2.2Gy、週5回法で70.4Gyの照射を受け、さらに<sup>226</sup>Ra(Tandem: 10mg×2, Ovoid: 10mg×2)による腔内照射(A点線量16Gy/48時間: 1920mgh)を追加されている。Fig. 17は本例の二軸振子照射法による子宮頸部、体部、底部レベルの各等線量分布図であるが、ほぼ正常の大きさの前傾前屈子宮は子宮頸部を除いて本法の有効照射容積から外れ、正常である小腸やS字状結腸が照射されてしまうことが示されている。本例の総照射線量はTDF値で147と明らかに過照射であったが、原発巣が小さいことによる有効照射野からの逸脱も原因となっていると考えられた。このことは、本法を適用とする場合、その対象を腫瘍容積の大きいIII期、IV期の進行癌とすべきであることを線量分布の面からも示唆している。

田中ら<sup>25</sup>は子宮頸管内にネジ付きの棒を挿入し、子宮を体外から固定することによって、小照射野で60°・二軸振子照射法を施行している。この方法では子宮が体軸中心線上に位置するので、照射野を可能な限り小さくすることができ、子宮頸部病巣および子宮体部を含む偏平な良好な照射野が得られる。治療成績も良好で晚期障害も少なく、照射条件を厳密にすればさらに成績向上が期待できると述べている。

本法<sup>4)</sup>は当初より進行子宮頸癌を対象としていたため、発育した癌腫と子宮体部がほぼ体軸中心線上に存在するという仮定に基いて施行しており、また子宮旁結合織浸潤は十分に有効照射野に含まれるため、こうした“ずれ”に関してはあまり考慮していなかった。X線CTおよび放射線治療計画専用のコンピュータ・モデュレックス導入に伴い、子宮頸部の確認にTandem模擬線源を用いる方法の他にTandem-Hysteroscopy<sup>26)</sup>を用いるようになってからは、照射野を漸次縮小する

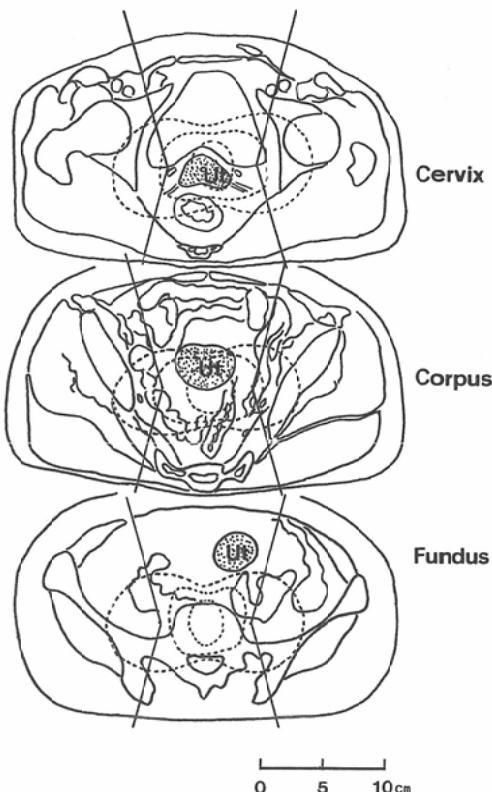


Fig. 17 Depth dose distribution of bi-axial lateral 150° pendulum irradiation at each level of cross sections of uterine fundus, corpus, and cervix respectively.

ことなどの工夫をしている。

正常組織の耐容線量は照射容積が大きくなればなるほど小さくなることが知られているので、病巣の拡がりを確実に把握し、必要十分な照射領域を設定すべきことはいうまでもない。<sup>27)28)</sup>二軸振子照射法の線量分布図から70Gyまで照射野の長さを14~15cmにとることは、子宮底S字状結腸部や小腸の過線量を招くことになり好ましくない。さらにTandem線源を追加すればより一層過線量となるので<sup>4)</sup>、適宜、縮小照射野を考慮しなければならない。本法を実施するに際しては、照射野の縦軸方向の長さを漸減することと、腔内照射追加の場合のTandem線源3本のうち先端の1本を模擬線源に換えることなど子宮底S字状結腸部の線源位置を調整することによって、さらに外部照射線量を制限することによって過線量によ

る障害発生を許容できるレベルまで下げる必要がある。

### (3) 晩期障害について

Mott ら<sup>3)</sup>は障害発生率が外部照射線量に依存するので、80%線量域で54Gy (100% : 67.5Gy) に留どめ、1回2Gy、週5回法で行うことにより、許容できる障害発生率を保てるとしている。

Castro ら<sup>24)</sup>は種々の理由で外部照射単独治療をした報告をし、50Gy では満足すべき局所制御は得られず、60Gy もしくは70Gy 以上が必要であると述べ、また森田ら<sup>13)</sup>も原体照射法の経験からやはり70Gy 以上が必要であったと述べている。

Koeck ら<sup>20)21)</sup>は360°回転照射の経験から、1回照射線量を下げ小照射野を用いれば、70Gy の外部照射は耐容できる線量であるが、直腸へ70Gy、膀胱へ65~70Gy (子宮頸部へ80Gy) は過線量で障害が高頻度になると述べている。

我々の結果でもbulkyな腫瘍に対しては70Gy (TDF : 120前後) 以上を照射することで一次局所制御が向上したが、障害発生率も高くなる傾向がみられた。TDF120 (外部照射と腔内照射のA点合計線量) を越えると障害発生増をきたすことは、森田ら<sup>29)</sup>の報告とも一致している。直腸前壁の照射線量は、実際に直腸線量計を用いても、正確に実測することが困難で、我々は大部分の症例において実測していない。そこで二軸振子照射法の線量分布と発生した障害から直腸の耐容線量の推定を試みた。我々の行ってきた二軸振子照射単独によるTDF120では、その線量分布図から直腸の前壁 (直腸の約1/3~1/2) に約58~65Gy が照射されていることが推定される。一方、直腸障害のプロビット曲線から5%障害発生のTDF<sub>5/5</sub>の下限値はA点線量で104 (64Gy) である。したがって、直腸の耐容量はTDF100 (60Gy) 前後であることが推定された。

晩発性腸障害は放射線治療後6~18カ月で生じ、6~9カ月に最も多い<sup>27)</sup>といわれているが、我々の症例でも2年までに発症した症例が多く、平均障害発生期間は16カ月であった。森田ら<sup>13)</sup>は障害発生率は3年で直腸90%、膀胱70%であり、全例5年以上の観察が必要であると述べている。

一方、吉岡ら<sup>8)</sup>は高線量率腔内照射の経験でその発生は3~6カ月頃より起り、潰瘍の著しいものは穿孔をきたす恐れがあると述べている。

照射方法の違い、腔内照射法の低線量率と高線量率の違いはあるが、線量率が高い程また総照射線量が高い程、発生する障害は多く、またより早い時期に生じる。我々の施行した腔内照射法は低線量率である。しかし、外部照射線量とともに総照射線量が高いレベルにあったために、この高い総照射線量に隠蔽され照射条件による差異は識別し得なかった。

### (4) 二軸振子照射法による治療成績

本法の遠隔成績は外部照射を主体として治療した諸家の報告<sup>20)22)24)25)</sup>とほぼ同等であるが、従来の標準法に比べると遠隔成績、骨盤内臓器障害発生率のいずれも劣っている。I期の生存率が特に低いのは、母数が8例と小さいうえに、生存率の算出に障害死、他病死を共に死亡打ち切り例として扱っており、8例中に各1例、計2例が含まれているためである。したがって、3年局所制御率が100%であるにもかかわらず、生存率は低く表されている。晚期障害は137例中G IIIに限っても31例、34件と明らかに高率であった。しかし、1回照射線量を1.8~2.0Gy に下げ、漸次、縮小照射野を設定しつつ、総照射線量をA点においてTDF120前後に留どめることによって、1979年以降、27例(I期: 1例、II期: 4例、III期: 19例、IV期: 3例)を治療しているが、障害はG II 3例(いずれも直腸出血)、G III 2例(S字状結腸障害1例、直腸潰瘍1例)を認めるに留どまり、障害発生率は明らかに低下している。またIII期症例の治療成績を比較すると、1979年以前で41.1%、1979年以降で34.3%であった。総照射線量を下げて障害が減少した代わりに治療成績の低下することが危惧されたが有意差は認められなかった。このような経緯から、現在では後述の方針に従って二軸振子照射法を施行しており、少数例の経験ではあるが障害による死亡例は発生していない。

### (5) 二軸振子照射法の適応

我国では外部照射を主体とする方法は、母里<sup>30)</sup>や森田<sup>12)13)</sup>らの原体照射法によても評価されて

おり、彼らは小線源治療の困難な症例（進行子宮頸癌）に対しては標準法よりもむしろ有利であるし、また術者の被曝軽減、熟練度依存、患者の隔離、持続導尿、小線源治療設備などの点についても実施上の利点は大きく、さらに今後 CT 治療計画システムを利用すれば、その適用範囲は一層拡大するだろうと述べている。

しかしながら、近年のラルストロンの普及はめざましく、従来の小線源治療の欠点が補われたため、今後、二軸振子照射法を含めて外部照射を主体とした治療法は、種々の事情で腔内照射を主体とした治療を施行し難い III 期、IV 期の進行子宮頸癌に限り適用されることになろう。また、Mott ら<sup>3)</sup>もこの点を示唆している。

現在、我々が行っている二軸振子照射法の対象は進行子宮頸癌である。また、腔内照射によって均等な線量を照射することが困難である子宮筋腫、腔上部切断術後の頸部断端癌や断端再発癌も対象としている。その方法は 1 回照射線量を 1.8Gy とした週 5 回法で、総照射線量を 60Gy (TDF: 94) に留どめ、その後、縮小照射野をとり、10Gy 程度の追加照射または低線量率腔内照射を追加し、A 点における総照射線量 70Gy を目標とするものである。その他、患者の体格や腹部手術の既往などから骨盤内臓器障害のリスクが懸念されるような症例に対しては、照射線量 40Gy, 50Gy の時点において適宜、縮小照射野を考慮している。

### 結論

①二軸振子照射法を主体として放射線治療を施行した子宮頸癌 137 例の累積 5 年生存率は I 期：69.4%，II 期：68.1%，III 期：40.6%，IV 期：0% であった。

②慣用の子宮頸癌放射線治療法である腔内照射を主体とした標準法に比べて、ほぼ同等の局所制御率が得られたが、障害発生が多くみられた。

③ G II 以上の障害は大多数 2 年以内に発生し（平均 16 カ月）、合計の A 点線量で TDF120 を越えると多発した。

50% 障害発生 TDF は G II+G III で 133 (95% 信頼限界：125～142)，G III で 139 (同 128～161) であり、5% 障害発生 TDF の下限値は G II+G

III で 103，G III で 118 であった。

④直腸の耐容線量は直腸の前壁（直腸の約 1/3～1/2 が含まれる線量域）において TDF 100 (60 Gy) 前後と推定された。

⑤二軸振子照射法を主体とした治療法の適応は、進行子宮頸癌で腔内照射が施行し難い症例である。

稿を終えるにあたって、御指導、御校閲を賜りました望月幸夫教授に深謝致します。なお、本論文の要旨は第 46 回日本医学放射線学会総会（昭和 62 年、東京）において発表しました。

### 文献

- 1) 重松 康：密封小線源治療—腔内・組織内照射法の実際一、癌の臨床、別集、1980
- 2) Mellor HM : Carcinoma of the cervix uteri: Treatment by supervoltage irradiation only : A preliminary report. Brit J Radiol 33 : 20-27, 1960
- 3) Mott TJ, Mould RF, Newton KA : Experience in the treatment of carcinoma of the cervix using a rotational technique. Brit J Cancer 29 : 66-71, 1974
- 4) 五味 誠：外部照射（二軸振子照射）を主とした子宮癌の放射線治療（第 3 報）第 35 回日医放総会、April, 1976
- 5) 荒居竜雄、森田新六：子宮頸癌（扁平上皮癌）の放射線治療、癌の臨床別冊/新編、癌・放射線療法、243-252, 1978
- 6) 菊池雄三、西野茂夫、高橋康二、他：子宮頸癌放射線治療症例における腔内照射法の検討—多変量解析による低線量率と高線量率内照射法の比較一、日癌治会誌、22(6) : 1185-1194, 1987
- 7) 手島昭樹、茶谷正史、井上俊彦：子宮頸癌の遠隔操作式高線量率腔内照射 I. 生存率、予後因子、死因と再発形式、及び障害について、日本医放会誌、47(6) : 821-828, 1987
- 8) 吉岡達夫：子宮頸癌の放射線治療の諸問題 (III) 一私の病院の放射線根治照射法の基準一、II. 子宮頸癌の標準治療法(根治療法)，第 97 回治療談話会記録、臨放、24 : 704, 1979
- 9) 荒居竜雄、森田新六、栗柄 明：子宮頸癌放射線治療による局所障害—低線量率および高線量率腔内照射の相違について一、癌の臨床、22(15) : 1417-1423, 1976
- 10) 森田皓三、内山幸男、富永祐民：生命表法を応用した放射線治療後に発生する正常組織の晚期障害率の算出方法、癌の臨床、33(6) : 685-691, 1987
- 11) 富永祐民：治療効果判定のための実用統計学—生命表法の解説と臨床試験の実際一、蟹書房 Tel 1987

- 12) 森田皓三：子宮頸癌の放射線治療とその将来（原体照射法を中心として一，産婦人科治療，19(3)：321—327，1969
- 13) 森田皓三，渡辺道子，不破信和：子宮頸癌に対する原体照射による外照射単独療法と小線源治療と原体照射との併用療法との比較，癌の臨床，32(15)：1959—1969，1986
- 14) 立川 清：治療効果の統計的判定，国書刊行会，1979
- 15) 田崎英生，伊藤よし子：子宮頸癌の放射線療法—照射技術と治療成績に関する2,3の考察一，産婦人科治療，30(3)：314—320，1975
- 16) Noriega LJ, López A: Comparative study of supervoltage radiotherapy techniques in some pelvic malignancies. *Ame J Roentgenol* 87: 488—499, 1962
- 17) 北川俊夫，母里知之，山下延男，他：リニアックによる子宮頸癌の原体照射—臨床適用およびその結果一，癌の臨床，15(12)：1052—1055，1969
- 18) 赤堀和一郎，山内敏弘，佐本 学：子宮頸癌の放射線深部治療，特にテレコバルト照射術式について，産科と婦人科，38(2)：43—48，1963
- 19) 山内敏弘：子宮頸癌に対する  $\text{Co}^{60}$ 回転照射療法の基礎的研究，日産婦誌，16(4)：241—250，1964
- 20) Koeck GP, Jacobson LE, Hillsinger WR: Results of cobalt 60 rotation therapy in carcinoma of the cervix. *Ame J Roentgenol* 96: 81—91, 1966
- 21) Koeck GP, Hillsinger WR: Dosage tolerance of pelvic structures with cobalt 60 rotation radiation therapy. *Ame J Roentgenol* 111: 260—268, 1971
- 22) Ulmer HU, Frischbier HJ: Treatment of advanced cancers with external irradiation alone. *Int J Radiation Oncol Biol Phys* 9: 809—812, 1983
- 23) Fletcher GH: Textbook of Radiotherapy 3: 769,—773, 1980
- 24) Castro JR, Issa P, Fletcher GH: Carcinoma of the cervix treated by external irradiation alone. *Radiology* 95: 163—166, 1970
- 25) 田中敬正，柳沢 弥，坂口守彦，他：リニアック小照射野治療を用いた子宮頸癌外部照射の治療成績，臨放，22(6)：569—572，1977
- 26) 宮崎麻知子：Tandem Hysterography の有用性について，日本医放会誌，41(6)：527—538，1981
- 27) 望月幸夫：子宮頸癌放射線治療後の臓器障害，現代産婦人科学大系，121—134，〈年刊追補〉1977-B，中山書店
- 28) 望月幸夫，杉本東一，兼平千裕，他：膀胱の耐容線量について，癌の臨床，33(10)：1184—1188，1987
- 29) 森田新六，荒居竜雄，栗栖 明，他：子宮頸癌放射線治療におけるS状結腸障害—高線量率腔内照射施行症例の検討一，癌の臨床，25(1)：32—39，1979
- 30) 母里知之，北川俊夫，奥村 寛，他：リニアックによる子宮頸癌の原体照射—とくに治療計画法を中心として一，癌の臨床，15(2)：1047—1051，1969