

Title	遮蔽したOvoid Applicatorを用いた高線量率腔内照射併用による子宮頸癌放射線治療
Author(s)	伊東, 久夫; 沓木, 章二; 西口, 郁 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1994, 54(1), p. 46-54
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18788">https://hdl.handle.net/11094/18788</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# 遮蔽した Ovoid Applicator を用いた高線量率 腔内照射併用による子宮頸癌放射線治療

伊東 久夫 沓木 章二 西口 郁  
栗林 徹 中山 俊威 竹政 和彦  
植松 稔\* 安藤 裕 尾川 浩一\*\*

慶應義塾大学医学部放射線科学教室  
\*現 防衛医科大学放射線科学教室 \*\*現 法政大学工学部

## Radiotherapy for Cervical Cancer Patients with High-Dose Rate Brachytherapy : Application of Shielded Colpostats

Hisao Ito, Shoji Kutuki, Iku Nishiguchi,  
Tohru Kuribayashi, Toshitake Nakayama,  
Kazuhiko Takemasa, Minoru Uematsu\*,  
Yutaka Ando and Koichi Ogawa\*\*

Two hundred sixty-six cervical cancer patients with histologically proven squamous cell carcinoma were treated with radiotherapy alone at Keio University Hospital between September 1984 and March 1991. All patients received 30 Gy of external whole pelvic irradiation and 20 Gy of pelvic irradiation with a central shield. After 30 Gy of whole pelvic irradiation, high dose rate intracavitary brachytherapy (24-27 Gy) was applied with the shielded colpostats (3 mm lead). The 5-year cumulative survival rate in each stage decreased with the advance of stage (stage I : 82 %, II : 67%, III : 43% and IV : 19%). When patients with stage III cervical cancer were classified into three groups according to tumor size (S,

M, L), patients in group L had the worst 5-year survival rate (S : 63%, M : 54% and L : 25%). At follow-up visits conducted between 1 and 2 months after the completion of radiation, patients with stage III L had significantly higher rates of persistent disease (61%) and recurrence (26%). There was no correlation between the incidence of rectosigmoid sequelae and dose given by brachytherapy, and shielded colpostats could not decrease the incidence of rectosigmoid sequelae, compared with that with unshielded colpostats (25% vs. 31%). This result suggests that a higher irradiation dose is necessary to control local tumor in stage III L patients and additional doses administered by brachytherapy (6 Gy) may not increase the incidence of rectosigmoid sequelae.

### はじめに

子宮頸癌放射線治療に用いられる腔内照射は、施設毎で線源、applicator等に種々のものが用いられ、ICRU # 38 報告でも細かく記載するように提唱されている<sup>1)</sup>。われわれは高線量率腔内照射開始当初より ovoid にセシウム線源を使用してきた。セシウム線源はコバルト線源に比べて大きく、挿入後線源を ovoid 先端で直立させることが困難であった<sup>2)</sup>。しかし、ovoid 線源を体軸に水平に挿入する場合は、小さな ovoid applicator

Research Code No. : 609

Key words : Cervical cancer, Ovoid cap, Metal shield, High-dose rate brachytherapy

Received Jan. 11, 1993 ; revision accepted Mar. 31, 1993

Department of Radiology, Keio University, School of Medicine / \*Department of Radiology, National Defence Medical College / \*\*Department of Electrical Engineering, College of Engineering, Hosei University

を使用できるため、腔が極めて狭い患者にも外子宮孔の位置まで容易に挿入できる利点がある。一方、線源を起立させた場合に比べて、膀胱・直腸の被曝容積が広くなることが考えられる。膀胱・直腸方向への被曝を軽減する目的で、1984年以後 ovoid applicator の先端に取り付ける plastic cap の上下に遮蔽物を挿入する試みを行ってきた<sup>3)</sup>。本システムによる治療成績から若干の知見を得たので報告する。

### 対象と方法

1984年9月より1991年3月までに、慶應大学病院放射線科を受診した未治療子宮頸癌患者の中で、放射線治療単独で治療した扁平上皮癌患者は266名であった。患者の進行期は、0期7名、I期33名、II期89名、III期118名、IV期19名となっていた。III期患者を荒居らの方法にしたがって、腫瘍サイズによりS (small), M (medium), L (large) の3群に分類すると、S群26例、M群46例、L群46例となった<sup>4)</sup>。患者の治療後追跡率は95%で、死亡を除いた追跡の最短期間は18カ月、最長97カ月、中間値は44カ月、5年以上経過した患者数は62名であった。

放射線治療は進行期、腫瘍サイズにかかわらず、6 MV リナック X 線で外照射より開始し、全骨盤照射 30 Gy 終了後、4 cm 幅の中央遮蔽を挿入して 20 Gy 追加した。ただし、0期とI期で明らかに腫瘍の小さい場合(6例)は、外照射は行わず腔内照射のみを行ったため本検討からは除外した。外照射 30 Gy 終了後、腔内照射を併用した。腔内照射はセシウム線源を用いた高線量率 RALS (Buchler 社製、西独) を使用し、線源の放射能は tandem 線源 66.92 GBq, ovoid 線源 63.31 GBq で、線源容器の材質はステンレス製であった。腔内照射の applicator は、西ドイツ製の Kumar 型の applicator では直径が大きく ovoid 先端の cap も大きく、日本人には挿入が容易でない場合が多々あり (Fig. 1 上), われわれの施設で試作したものを使用した (Fig. 1 下)。すなわち、applicator の径をできるだけ細くして、子宮孔はヘガール 5 号まで開大すれば十分と

し、ovoid に着ける cap も小さくした。さらに子宮内操作を容易にするため、applicator 3 本を固定する plate の位置を手元の方に移動させた。ovoid applicator の先端に plastic cap を装着したが、上下方向の線量を減少するため、この cap に 3 mm 厚の鉛板を挿入した。本検討で用いられた applicator の設計図を Fig. 2 に、実際に患者に挿入した位置決め写真を Fig. 3 に示した。ovoid applicator 挿入後 applicator の上下にガーゼを挿入し、applicator の固定と膀胱・直腸壁との距離を大きくした。腔内照射による照射線量は A 点で評価し、原則として 4.5 Gy 週 2 回法により 27 Gy と、6 Gy 週 1 回法で 24 Gy の 2 通りの照射方法を適用した。

生存率は Kaplan-Meier 法により算出し、有意差検定は generalized Wilcoxon 法を用いて、P

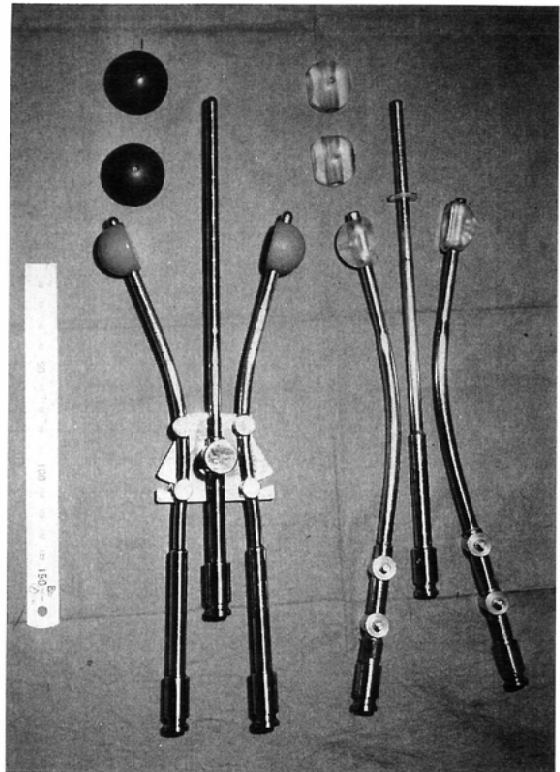


Fig. 1 Applicators for high dose rate brachytherapy: The upper one was supplied by Buchler Co. and the lower one was made by ourself. The diameter of the tandem and the size of the ovoid cap were decreased to apply easily to the narrow vagina.

<0.05 以下の場合には有意差があると判定した。また、障害や再発等の頻度の検定には  $\chi^2$  検定を用いた。

3 mm 厚の遮蔽物を ovoid cap に挿入した場合、上下方向への線量率の修飾を検討するため、tandem と ovoid 2 本挿入時の線量分布について測定を行った。測定は水槽中に 5 mm 厚のアクリル板を沈め、アクリル板には 5 mm 間隔で直径 2 mm の穴をあけ、TLD 素子 (UD-502 A: BeO) を 50 本使用した<sup>3)</sup>。測定は A 点の level として plane 1, 外子宮孔の位置として plane 2, ovoid より寄与が最大になるとと思われる ovoid 線源の中心を plane 3 の 3 平面において、体軸に

対して左右 (X 軸) と前後方向 (Z 軸) で行った (Fig. 4 左上)。測定は 5 回繰り返し、その平均値から線量率分布図を作成した。

## 結 果

### 1. 遮蔽物による線量修飾

Fig. 4 はそれぞれの測定面における実際の測定結果である。tandem 線源は実長 15 mm で 35 mm 移動させるプログラムを頻用しているため、tandem の長さは 50 mm として、ovoid の間隔は通常 35 mm 前後のため 35 mm とした。各々の線量分布図の左右は、左が鉛遮蔽物の存在しない場合、右は 3 mm 厚鉛を挿入した場合である。

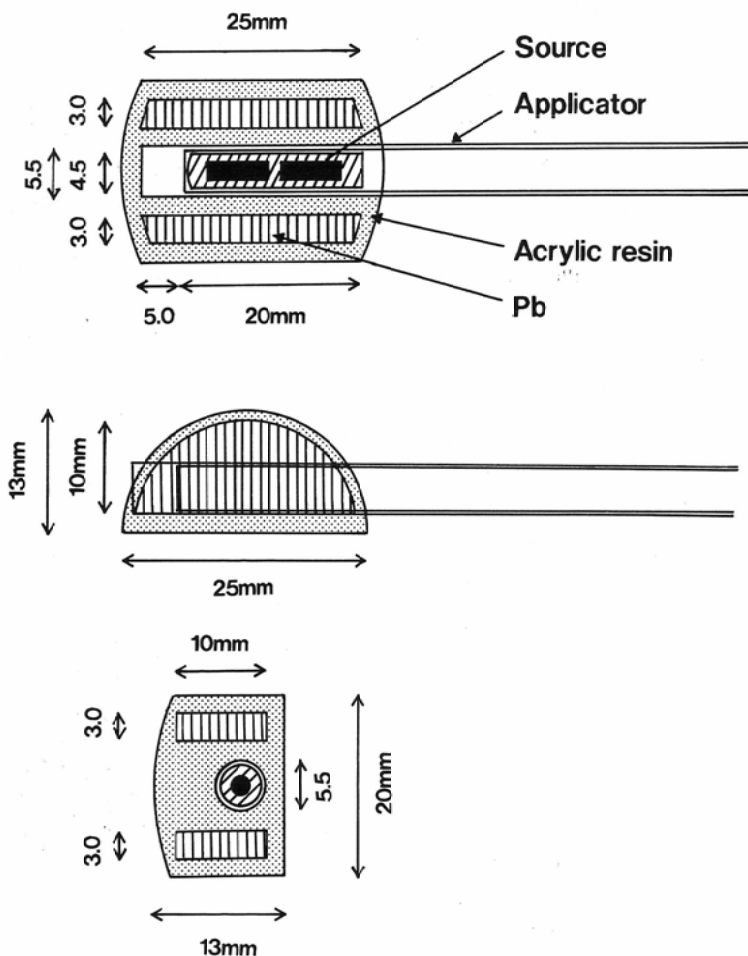


Fig. 2 Schema of the ovoid applicator: (upper) lateral view, (middle) A-P view, and (lower) tangential view.

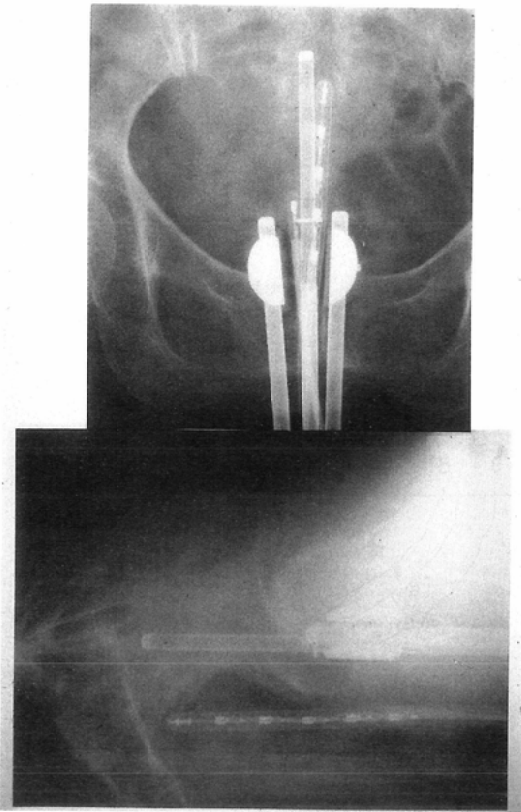


Fig. 3 The A-P and lateral views of the applicators which was applied to the patient. The lead shields in the ovoid cap can be seen at the lateral view.

遮蔽物を挿入しない場合と比べて3 mm厚遮蔽物を使用すると、上下方向での線量率はA点の位置 (plane 1) では5-8%, 外子宮孔の位置 (plane 2) では10%, ovoid線源中心のplane 3 においては15-20%の減少となっていた。

## 2. 治療成績

外照射で全骨盤に30 Gy照射後、中央遮蔽を挿入して20 Gy追加するとともに、本システムの腔内照射によりA点に24-27 Gyの照射を行った。Fig. 5は各々の進行期毎の生存率である。I期で外照射と腔内照射を併用した症例は27例で、5年累積生存率82%であった。II, III, IV期の5年累積生存率はそれぞれ67%, 43%, 19%となり、I, II期間以外はいずれの臨床期間にも有意差がみられた (I対II期:  $P=0.40$ , II対III期:  $P<0.0003$ , III対IV期:  $P=0.011$ )。III期を

S, M, Lの3腫瘍サイズに分け、各腫瘍サイズ毎の生存率を検討しFig. 6に示した。5年累積生存率で比較するとS群は26例で63%, M群46例58%, L群48例25%となった。S, M群はII期の生存率と有意差がなく (II期対M:  $P=0.106$ )、L群の予後が他の群に比べて有意に悪くなっていた (M対L:  $P=0.0003$ )。放射線治療1-2カ月後、内診上骨盤内に腫瘍を触知する場合は腫瘍残存と判定し、腫瘍残存率をTable 1に示した。腫瘍残存率は臨床進行期が進むと高くなり、各々の進行期間に有意差が認められた (II対III期:  $P<0.0001$ , III対IV期:  $P=0.037$ )。III期を腫瘍サイズにより分類して残存率を算出すると、S, M群はII期と大差がなかったが、L群は他の群に比べて残存した場合が極めて高かった (M対L:  $P=0.016$ )。Table 1に骨盤内再発率、遠隔転移率を同時に示したが、骨盤内再発もL

Table 1 The Incidence of Persistent Disease, Recurrence and Metastasis

Stage	Number of Patient			
	Total	Persistent	Recurrence	Metastasis
I	27	0	2 (7%)	2 (7%)
II	89	11 (12%)	12 (13%)	10 (11%)
III	118	47 (40%)	19 (16%)	23 (19%)
S	26	7 (27%)	2 (8%)	3 (12%)
M	46	12 (26%)	4 (9%)	8 (17%)
L	46	28 (61%)	12 (26%)	13 (28%)
IV	19	13 (68%)	8 (42%)	9 (47%)
Total	253	71 (26%)	41 (16%)	44 (17%)

Table 2 The Cumulated 5-Year Survival Rate Before and After Shielded Ovoid Cap

Stage	Cumulated 5-year survival rate		
	Non-shielded	Shielded	P value
I	82% (35)*	82% (27)	0.548
II	71% (115)	67% (89)	0.643
III	50% (239)	43% (118)	0.148
S	68% (74)	63% (26)	0.439
M	58% (94)	54% (46)	0.572
L	36% (71)	25% (46)	0.295
IV	8% (24)	19% (19)	0.539

( ) \* : Number of patients

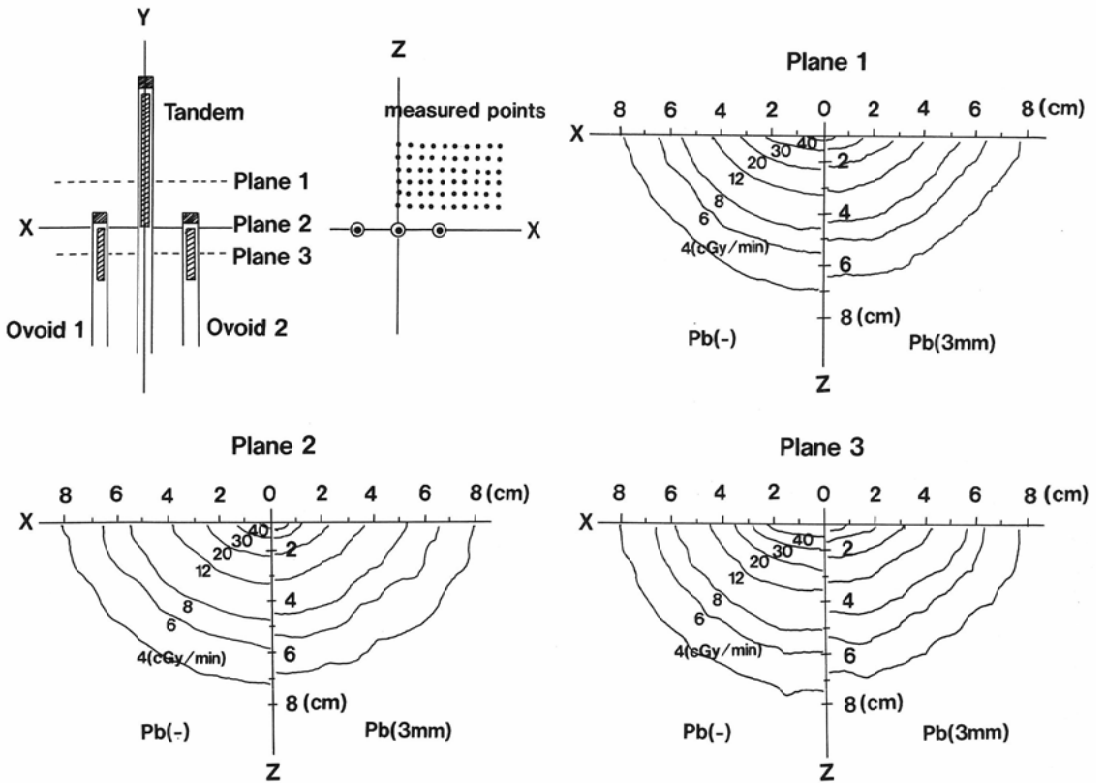


Fig. 4 The schemas of the dose rate distributions measured with the unshielded (left half) and the shielded ovoid caps (right half)

群はⅢ期の他の群に比べて高くなっていた (M 対 L : P=0.026)。しかし、本システムを用いた

ため腫再発が増加したということはない。 ovoid cap の鉛遮蔽物の有無による randomized

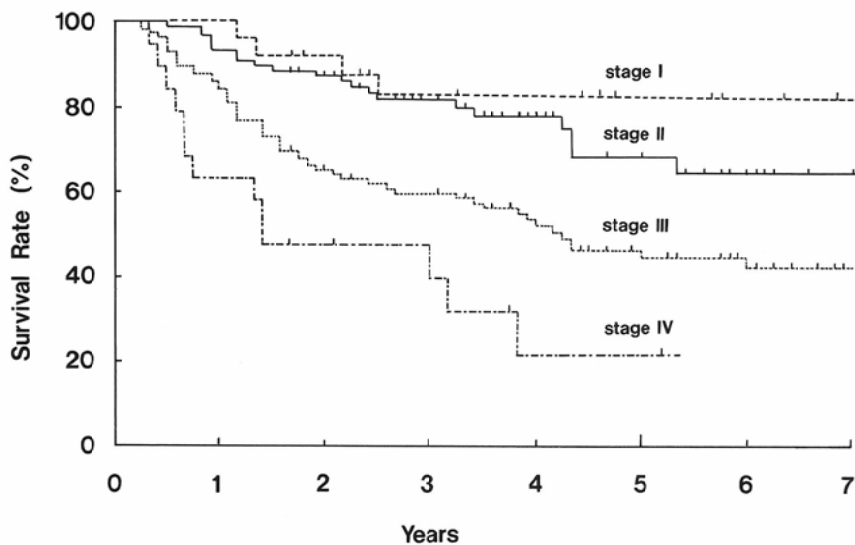


Fig. 5 The cumulative survival curves in each stage

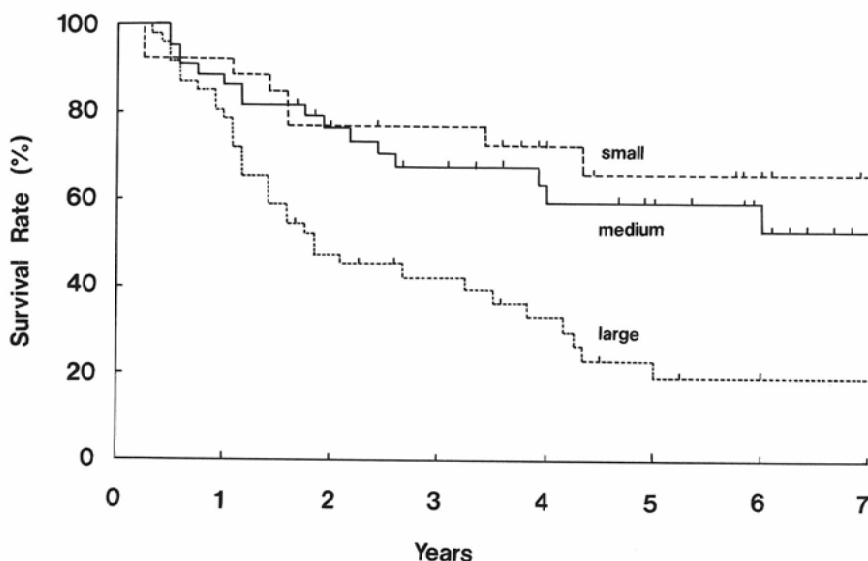


Fig. 6 The cumulative survival curves in each tumor size of stage III

study を行っていないため、遮蔽物挿入なしに治療した場合の参照として、1984年8月以前の治療による5年生存率と本検討による生存率を比較してTable 2に示したが、臨床期、III期の腫瘍サイズによる検討のいずれでも、差異はみられなかった。

Table 3は治療後1年半以上経過した患者183例を対象に、照射線量毎に慢性障害の発生頻度を示した。慢性障害の判定は原則としてCrookの判定基準を用い<sup>6)</sup>、消化管障害は患者の下血の訴え等、主に自覚症状により判定した。症状が間欠的に2カ月以上にわたって持続する場合は、注腸検査や内視鏡検査を行った。自覚症状が極めて間欠的でも半年以上持続する場合は、他覚的検査により明らかな異常所見が認められなくても2度の障害とした。ovoid capの鉛遮蔽物の有無による比較検討を行っていないため、遮蔽物挿入なしに治療した場合の参照として、1984年8月以前の障害発生頻度も示した<sup>6)</sup>。全消化管障害発生頻度は遮蔽物挿入前後を比較しても25%と31%で有意な差異とはならなかった。1度の障害は放射線治療の反応性の変化で、障害に含める必要はないとされるため、2度以上の障害について検討した。また、遮蔽物挿入後は30 Gy以下の照射しか行われていないため、30 Gy以下の照射群につ

Table 3 Rectosigmoid Complication

	Dose(Gy)	Number of Patient				
		Total	G 1	G 2	G 3	Unknown
Before Aug.1984 (without shield)	20	26	4(15%)	2(8%)	-	-
	24	135	23(17%)	12(9%)	2(1%)	6
	27	20	5(25%)	1(5%)	1(5%)	-
	30	74	12(16%)	8(11%)	5(7%)	-
	32	61	11(18%)	5(8%)	5(8%)	-
	34	10	2(20%)	2(20%)	0	-
<b>Total</b>		<b>326</b>	<b>57(17%)</b>	<b>30(9%)</b>	<b>13(4%)</b>	<b>-</b>
After Sep.1984 (with shield)	20	10	1(10%)	-	-	-
	24	75	14(19%)	7(9%)	-	-
	27	91	17(19%)	6(7%)	-	-
	30	7	0	0	-	-
	<b>Total</b>		<b>183</b>	<b>32(17%)</b>	<b>13(7%)</b>	<b>-</b>

いて比較した。遮蔽物挿入前は2、3度の重症障害があわせて9%発生したのに対し、遮蔽物挿入後は7%と減少傾向を示したが、統計学的有意差とはならなかった ( $P=0.115$ )。3度の障害のみについて検討すると、遮蔽物挿入後は1例も発生せず、遮蔽物挿入前と比べて有意に減少した ( $P=0.023$ )。ovoid capの遮蔽物により直腸の照射線量が10-15%減少しているとすれば、遮蔽物なしにA点に24-27 Gy照射した時は、遮蔽物挿入後は21-24 Gy程度の照射線量に相当するはずであるが、1-2度の障害発生率に減少は認められな

かった。ただ3度の障害は遮蔽物挿入後は有意に減少した。

### 考 察

放射線療法単独による子宮頸癌の根治治療は、一般に外照射と腔内照射が併用される。放射線療法最大の問題は、治療後に発生する膀胱・直腸の慢性放射線障害である。わが国では高線量率腔内照射を適用している施設が多く、線源にはコバルトかセシウムが用いられてきた。applicatorにも各種のものがあり、ovoid線源配置には線源を先端で起立させる方法と、線源を tandem 線源と並行に挿入する方法等がある<sup>2),4),7)-10)</sup>。セシウム線源は線源の半減期を考慮すると利点があるが、コバルトに比べて大きく、ovoidに挿入した場合、線源を先端で起立させることは困難である。さらに、小線源治療は線源の近傍では著しく線量率が高くなり、線源と腔壁の距離が狭い場合は腔壁に過線量が照射され、腔壁の壊死が発生する危険性がある。われわれは1984年Buchler式装置の導入を機に、ovoid applicatorの先端に plastic capを取り付け、線源より腔壁までの距離を大きくする試みとともに、plastic capの上下に鉛の遮蔽物を挿入する試みを行ってきた。ovoidの上下に遮蔽物を挿入する試みは、低線量率腔内照射法ではFletcherやHenschkeのapplicatorで試みられている<sup>11)</sup>。これらのapplicatorも時代とともに遮蔽物の素材や形態が少しずつ変化し、初めは5mmの鉛を用いていたのが、現在は3mmタングステンを挿入して、膀胱・直腸線量を15%程度減少させている<sup>12)</sup>。Table 3に示したごとく、2度の障害はA点線量との間に明らかな関連は認められないが、3度の障害はA点線量が24 Gy以下になると減少すると考えられた。本検討では3mm厚の鉛を用いて実測したが、膀胱・直腸線量率は約10-15%減少しており、過度の線量率低下は腔壁での線量低下による再発を起こす心配があるため、3mm厚の鉛を用いた。治療成績の障害発生頻度を検討すると、遮蔽物を挿入せずに照射した1984年8月以前の成績と比べて、1-2度の障害を減少させることはで

きなかったが、3度の障害は予防できたと考えている。しかし、障害予防の目的を十分に達したとは言えないため、今後遮蔽物の素材と厚さに関して再検討を要する。本システムではovoid capの上下に全体にわたって遮蔽物を挿入したが、Fletcher-Suitのapplicatorではovoid capの内側のみに遮蔽物を挿入している<sup>12)</sup>。基靱帯部位への線量の広がりにはFletcher-Suitのapplicatorの方が良好になるため、この点に関しても改善する予定である。

全体の障害発生頻度を見ると、わが国で報告されている頻度より高くなった<sup>8)-10)</sup>。障害程度分類はKottmeier<sup>13)</sup>、Perez<sup>14)</sup>、Crook<sup>5)</sup>らの報告がある。Crookらは2, 3度の分類に関してはどの分類でもほとんど問題がおきないが、1と2度の境界が不明瞭で、1度とするか2度とすべきかは主観的な要素が大きく関与すると報告している<sup>5)</sup>。本検討では症状が6カ月以上続く場合は、治療を要せず極めて間欠的でも2度としたためかもしれない。Nathらは低線量率の場合であるが、Morris, Fletcher, Henschkeの治療法における腔内照射の線量率分布を検討し、後2者における線量率分布はほぼ同一になると報告している<sup>7)</sup>。すなわち、Fletcherのapplicatorはovoid先端で線源が起立し、Henschkeのapplicatorでは線源が tandem と水平に挿入されるが、膀胱・直腸のreference pointにおける線量率はほぼ同一としているため、高線量率でもovoid線源が水平に挿入されたことのみが、障害発生頻度に関与しているとは考えにくい。一方、Stuecklschweigerらは高線量率腔内照射における膀胱・直腸線量を、位置決め写真とCTによる線量計算で比較すると、膀胱・直腸の照射線量が最大となる部位は必ずしもreference pointではなく、個人差が大きいことを報告している<sup>15)</sup>。Table 3に示したごとく遮蔽物挿入前の成績で、A点線量と1-2度の障害発生頻度に線量効果関係が認められないことと、遮蔽物挿入後も1-2度の障害が減少しなかったことを考えると、単に遮蔽物挿入により2度以下の障害を減少させることができるか否か不明である。障害発生と遮蔽物挿入時の線



量分布の関連には3次元での線量分布や照射容積の解析を含めて、個々の患者に適した遮蔽物を作製して挿入する必要性も推測され、さらに多くの検討が必要と思われる。

腫瘍の制御が遮蔽物挿入により修飾されるか否かの問題も重要である。本システムを用いた randomized study は行っていないが、遮蔽物挿入前の5年生存率と比較すると、各々の臨床期の治療成績に差異を認めなかった。しかし、従来の遮蔽物挿入前の生存率でも認められた現象であるが、本システムではⅢ期L群の生存率がその他の群に比べて極めて悪くなっていた。放射線治療後の骨盤内腫瘍残存率を比較すると、Ⅲ期L群は腫瘍が残存する場合が多かった。本検討では進行期に関わらず同一方法、同一線量で治療したが、子宮頸癌では進行期によって照射線量を増加させている報告が多く、Ⅰ-Ⅱ期では腫瘍制御と照射線量の間に関係が報告されている<sup>14,16)</sup>。したがって、少なくともⅢ期L群には本検討に用いた線量より多くの線量が必要と思われる。障害の発生頻度をみると、遮蔽物を挿入して膀胱・直腸線量を約10-15% (約3 Gy) 減少させ、A点線量も30 Gyから27 Gyに減少しても、1-2度の障害の発生頻度は遮蔽物挿入前とあまり変化しなかった。Perezらは低線量率腔内照射併用時の障害をTDFで表した場合、160までは障害の発生頻度と線量の関連はみられないことを報告し<sup>14)</sup>、われわれの照射線量はTDFにするとこの線量-効果関係の存在しない領域内に入ってしまいうため、ovoid capの効果が認められないのかもしれない。したがって、今後遮蔽物を挿入してA点線量を6 Gy増加させても、障害の発生頻度は増加しないと推測され、A点線量の増加によりL群の腫瘍残存を減少できるか否か検討する予定である。しかし、Ⅲ期の腫瘍サイズが大きい場合は、腔内照射の線源配置も難しくなり、また、局所腫瘍の制御が難しく障害の出現前に死亡する症例も多く、さらに子宮頸癌Ⅲ期は線量効果関係に否定的な報告もあり<sup>17)</sup>、治療成績の改善と障害について結論を得ることができるとは不明である。

## まとめ

1984年9月から1991年3月の間に、慶應義塾大学病院放射線科を受診した未治療子宮頸癌患者のうち、扁平上皮癌で高線量率腔内照射併用根治放射線治療を行った患者数は266名であった。外照射は30 Gyを全骨盤に照射後、中央遮蔽を用いて20 Gy追加した。腔内照射はovoid先端のplastic capに3 mm厚鉛遮蔽物を挿入したapplicatorを使用し、A点に24-27 Gy照射した。遮蔽物挿入による線量率を測定すると、上下方向で10-15%低下していた。生存率は臨床期別が進行すると低下し、Ⅲ期を腫瘍サイズによりS, M, Lに分類すると、L群の生存率は他群に比べて著しく低くなっていた。放射線治療1-2カ月後の骨盤内腫瘍残存はL群では有意に高く、再発率も他群に比べて有意に高くなっていた。直腸・膀胱障害は腔内照射線量と関係なく一定の割合で発生し、鉛遮蔽物挿入以前の成績と比較しても、減少していなかった。したがって、L群にはより多くの腔内照射線量の投与が必要で、遮蔽物を挿入すれば障害を増加せずに行えると考えられる。

## 文献

- 1) ICRU Report 38: Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynecology. Bethesda, MD: ICRU; 1985
- 2) 伊東久夫, 土器屋卓志, 田中幸房, 他: 高線量率腔内照射法を併用した子宮頸癌の放射線治療成績。癌の臨床, 25: 1074-1080, 1979
- 3) 北川五十雄, 尾川浩一, 砂岡正良, 他: RALSにおけるアプリーケータの形状に関する研究。日医物理部会誌, 12: 11-20, 1992
- 4) 荒居龍雄, 田伏勝義, 中村 謙, 他: Cox理論による子宮頸癌Ⅲ期の腫瘍状況の解析。日産婦会誌, 37: 2731-2738, 1985
- 5) Crook JM, Esche BA, Chaplain G, et al: Dose-volume analysis and the prevention of radiation sequelae in cervical cancer. Radioth Oncol, 8: 321-332, 1987
- 6) Hashimoto S, Ito H and Dokiya T: High dose rate brachytherapy of uterine cervix cancer-Comparison of two fractionation regimes. Optimization of Cancer Radiotherapy (Paliwal BR ed), American Institute of Physics, New York, 1985,

- pp 93-102
- 7) Nath R, Urdaneta N, Bolanis N and Peschel R : A dosimetric analysis of Morris, Fletcher and Henschke systems for treatment of uterine cervix carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 21 : 995-1003, 1991
  - 8) 荒居龍雄, 森田新六, 栗栖 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-. *癌の臨床*, 22 : 1417-1423, 1976
  - 9) 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 1. 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 : 821-828, 1987
  - 10) 松岡祥介, 辻井博彦, 溝江純悦, 他 : 子宮頸癌の放射線治療成績-Linear source Arrangement を用いた高線量率腔内照射-. *日本医放会誌*, 50 : 271-277, 1990
  - 11) Williamson JF : Dose calculations about shielded gynecological colpostats. *Int. J Radiat Oncol Biol Phys*, 19 : 167-178, 1990
  - 12) Haas JS, Dean RD, and Mansfield CM : Dosimetric comparison of the Fletcher Family of gynecologic colpostats 1950-1980. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 11 : 1317-1321, 1985
  - 13) Kottmeier HL and Gray MJ : Rectal and bladder injuries in relation to radiation dosage in carcinoma of the cervix. *Am J Obst & Gynec*, 82 : 74-82, 1961
  - 14) Perez CA, Fox S, Lockett MA, et al : Impact of dose in outcome of irradiation alone in carcinoma of the uterine cervix : Analysis of two different methods. *Int J Radiat Oncol Biol*, 21 : 885-898, 1991
  - 15) Stuecklschweiger GF, Arian-Schad KS, Poier E, et al : Bladder and rectal dose of gynecologic high-dose-rate implants : Comparison of orthogonal radiographic measurements with in vivo and CT-assisted measurements. *Radiol*, 181 : 889-894, 1991
  - 16) Perez CA, Breaux S, Madoc-Jones H, et al : Correlation between radiation dose and tumor recurrence and complications in carcinoma of the uterine cervix : Stage I and IIa. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 5 : 373-382, 1979
  - 17) Kim RY, Trotti A, Wu C-J, et al : Radiation alone in the treatment of cancer of the uterine cervix : Analysis of pelvic failure and dose response relationship. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 17 : 973-978, 1989