



Title	子宮頸癌の放射線治療後の骨盤に発生した insufficiency fracture
Author(s)	西村, 哲夫; 清水, 哲平; 杉山, 彰 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1990, 50(10), p. 1243- 1252
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18142">https://hdl.handle.net/11094/18142</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 子宮頸癌の放射線治療後の骨盤に発生した insufficiency fracture

浜松医科大学放射線医学教室

西村 哲夫 清水 哲平 杉山 彰 一戸 建志  
手島 威 高橋元一郎 高井 通勝 金子 昌生

（平成元年8月21日受付）

（平成2年3月1日最終原稿受付）

### Insufficiency Fracture of the Pelvis after the Radiotherapy for Carcinoma of the Uterine Cervix

Tetsuo Nishimura, Teppei Shimizu, Akira Sugiyama, Kenji Ichinohe, Takeshi Teshima,  
Motoichiro Takahashi, Michikatsu Takai and Masao Kaneko  
Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine

---

Research Code No. : 620

---

Key Words : Carcinoma of uterine cervix, Radiation injury,  
Insufficiency fracture

---

Bone injury after the radiotherapy for carcinoma of the uterine cervix has been reported since early days of this century. Recently, the concept of insufficiency fracture has been confirmed.

Insufficiency fracture is one of the stress fractures and occurs when the elastic resistance of bone is inadequate to withstand normal or physiological stress.

In the American and European studies, radiotherapy is known as a cause of insufficiency fracture. There are no reports on insufficiency fracture in the Japanese literatures.

Four cases of carcinomas of the uterine cervix presented pelvic insufficiency fractures following radiotherapy.

In the pubic bone, a vertical parasymphseal fracture with mixed lytic and sclerotic changes of surrounding tissue is characteristic.

Sacral insufficiency fracture shows a vertical or horizontal line with lytic and sclerotic appearance.

Bone scintigraphy is a sensitive modality for the early detection. H-shaped configuration is diagnostic for sacral insufficiency fracture.

CT is an accurate technique demonstrating a vertical fracture and excluding the malignant bony lesion.

Although radiological findings of insufficiency fracture are similar to bone malignancy, differential diagnosis from malignant lesions is possible. Bony symptoms of all patients disappeared without specific treatments.

In the follow-up study of patients with carcinomas of the uterine cervix after radiotherapy, it is important to have the consideration on insufficiency fracture.

#### I. はじめに

子宮頸癌の放射線治療による骨障害については

古くより報告されている<sup>1)~3)</sup>。しかし報告の多くは超高圧放射線治療の導入される以前のものであ

る。しかし最近になり超高圧放射線でも子宮頸癌の治療後などに骨障害が起こることが報告されるようになった<sup>4)</sup>。

さて反復性の筋肉の運動が骨に加わることによって発生する骨折はストレス骨折 (stress fracture) と呼ばれる<sup>5)</sup>。このストレス骨折はその発生要因から2つに分けることができる。1つは疲労骨折 (fatigue fracture) で、もう1つは insufficiency fracture<sup>6)</sup> (以下、IF と略す) である。

疲労骨折とは正常の弾性抵抗をもつ骨に、非生理的な過剰の筋力が加わったために起こるものである。

一方 IF は弾性抵抗の低下した骨に、生理的な正常の強さの力が反復して加わることが原因である。IF という用語は欧米の文献には用いられている<sup>6)</sup>が、本邦では未だ記載がなく適当な邦訳もない。insufficiency は不全と訳し得るが、既に不全骨折は incomplete fracture に対して用いられている。本稿では insufficiency fracture (IF) と原語のまま用いることにする。

IF の原因となる骨の疾患には様々なものが挙げられている<sup>5)</sup>。放射線治療が IF の原因の1つであることは既に報告がある<sup>7)~11)</sup>。しかし本邦ではこの IF という概念も一般的ではなく、放射線骨障害の要因であることも報告されていない。

最近、私達は子宮頸癌の放射線治療後に、この IF によると思われる骨盤骨折を来した症例を経験したので報告する。

## II. 方 法

1978年5月より1987年8月までの期間に放射線治療を行なった子宮頸癌は根治、術後、姑息照射を合せると302例にのぼった。治療装置は、外照射には東芝製直線加速器 LMR15 による10MVX線を用いた。腔内照射には CGR 社製<sup>137</sup>Cs 遠隔操作式腔内照射装置 GYNATRON を用いた。

根治照射の場合には外照射と腔内照射の併用を原則とした。外照射ではまず全骨盤に前後対向2門 (標準の大きさ16cm×16cm) で治療を始めた。照射後は4つの角を厚さ5cmの鉛ブロックで覆った8角形とした。中央遮蔽に用いた鉛ブロックも厚さが5cmでアイソセンターでの幅が4cm

のものであった。中央遮蔽は原則として骨盤部の照射野の正中部を下から4分の3の高さまでを覆った。1日線量は1.8Gyで2門とも同じ日に照射した。総線量は初期の頃では54Gyで40~45Gy以降に中央遮蔽を用いた。しかし1986年以降は30.6~36Gy以降に中央遮蔽を用いて、総線量は50.4Gyとした。場合によっては全骨盤のまま照射を終えた例もあった。

腔内照射には Fletcher-Suit 型のアプリーケータを使用した。タンデム線源には購入時 (1979年) の線源強度が  $3.0 \times 10^9$  Bq (80mCi) から  $7.4 \times 10^9$  Bq (200mCi)、実効長がそれぞれ32mmから80mmまでの7種類の<sup>137</sup>Cs線源を用いた。最も多く使用したのは線源強度  $5.1 \times 10^9$  Bq (140mCi)、実効長56mmの線源であった。

オポイド線源には実効長がすべて20mmで、購入時の線源強度が  $5.6 \times 10^8$  Bq (15mCi) から  $2.8 \times 10^9$  Bq (75mCi) までの5種類の<sup>137</sup>Cs線源を各一対ずつ用いた。最も多く使用したのは、線源強度  $2.2 \times 10^9$  Bq (60mCi) の線源であった。

A点での線量率は当初は約100cGyであったが、最近では線源の減衰もあって80cGyとなった。腔内照射のA点線量は初期の頃は25~40Gy/1~2回であったが1986年以降は30Gy/2回として外照射の途中と終了後に1回ずつ治療した。

IFの診断は放射線治療後の骨盤に発生する骨折で、恥骨では縦走、仙骨では縦走もしくは横走する骨折線があり、外傷などの誘因がなく、また臨床経過からも子宮頸癌の再発が否定され、CTなどからも悪性病変が除外しうるものとした。

放射線の吸収線量は今回報告する症例の治療計画の資料を基に、CMS社製放射線治療計画用コンピュータ MODULEX を用いて算出した。外部照射の線量計算は不整形照射野のプログラムを用いた。骨盤部の骨の密度は  $1.2 \text{g/cm}^3$  として計算を行なった。腔内照射の線量計算も MODULEX の点線源治療のプログラムを用いた。

骨の吸収線量は上記の方法によって求めた線量に骨と水の  $\mu_{\text{ab}}/\rho$  の比 (10MVX線、4MVX線では0.96、<sup>137</sup>Csでは0.97) を掛けて算出した。

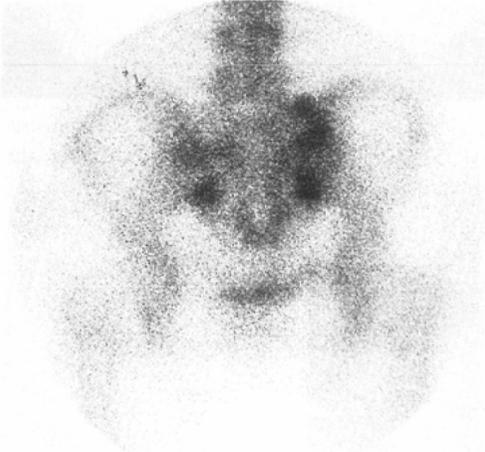
骨の線量を求める点は、恥骨においては後述す

る症例1で縦走する骨折が恥骨の上端から始まっており、骨折線上の恥骨上端から5mm下で前後径の中央部とした。一方仙骨においては骨折線が縦走する場合は、骨折部の上端5mm下で仙骨前縁より10mm後方とした。横走する骨折の場合は、骨折部の仙骨正中線上、前縁より10mm後方とした。

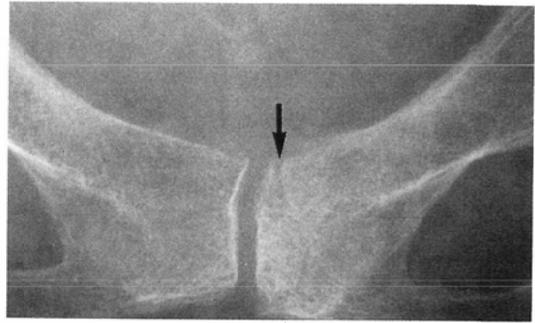
### III. 結 果

1989年7月の時点でIFと診断された症例は恥骨に2例、仙骨に2例の合計4例に認められた(Table 1)。

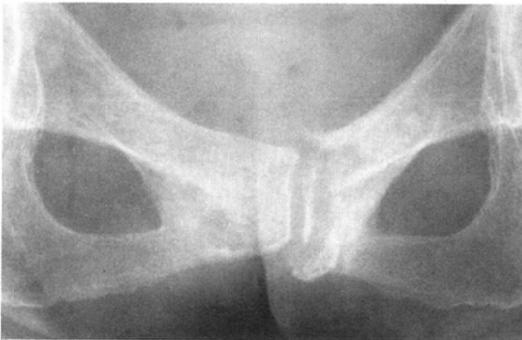
【症例1. 60歳】1983年1月他院で子宮頸癌 IIIb期、中等度分化型扁平上皮癌と診断された。2月8日より同院において骨盤部に4MVX線の前後対向2門照射(16cm×16cm, 45Gy/25回/39日)



A. Posterior bone scintigraphy of the pelvis 8 months after radiotherapy shows abnormal spotty activities at the bilateral sacroiliac joints. There are no abnormal findings in the plain radiograph of the pelvis at the same period.



B. Plain radiograph 9 months later. A vertical radiolucent line (↓) appears at the upper part of the left pubic bone. Mild sclerotic change accompanies the radiolucent area.



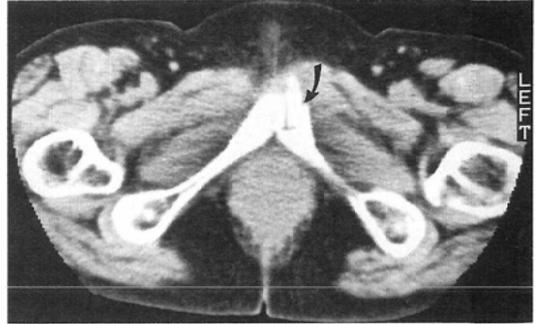
C. Plain radiograph 13 months later. Bony changes become remarkable. A parasymphyseal vertical fracture on the left side is completed with lytic and sclerotic changes of the bilateral pubic bones. The bony lines of the symphysis pubis are not involved.



D. Anterior bone scintigraphy 13 months later demonstrates increased activities on the bilateral pubic bones which are partly obscured by the accumulation of radionuclide in the urinary bladder.



E. Posterior bone scintigraphy 13 months later. The uptake in the body of the sacrum is added to the bilateral sacroiliac joints. This finding is called as "H-shaped configuration".



F. CT 18 months later demonstrates a fragmentation of the left pubic bone (↓) without the evidence of soft tissue tumor.



G. Plain radiograph of the pelvis 4 years later. The findings of the pubic bones are not changed compared with the previous study. There is diffuse sclerosis of the sacrum without finding of fracture.

Fig. 1 Case 1. 60-year-old woman

が行なわれた。中央遮蔽は使用されていない。その後腔内照射のため当科に入院した。腔内照射は3月30日と4月27日の2回に亘り、A点線量でそれぞれ25Gy/25hrと15Gy/23hrを照射した。

同年11月下旬になり右股関節痛が出現。12月に

は腰部から臀部にかけての疼痛が始まり起居が困難となった。この時の骨シンチグラフィ (Fig. 1A)には両側の仙腸関節に沿った不規則な集積を認めるが、骨盤の単純写真には異常を認めなかった。

Table 1 Patients Characteristics

Cases	1	2	3	4
Age	60 y.o.	66 y.o.	66 y.o.	72 y.o.
Age of menopause	28 y.o.	50 y.o.	48 y.o.	45 y.o.
External irradiation	45 Gy	56 Gy	45+9*Gy	30.6+19.8*Gy
Intracavitary irradiation (Point A)	25+15 Gy	25 Gy	20+17 Gy	15+15 Gy
Radiation injury				
rectum (outbreak time)	11 mo.	10 mo.	7 mo.	11 mo.
urinary bladder (existence)	(-)	(-)	(-)	(-)
Bone (outbreak time) (sites)	8 mo. pubis	6 mo. sacrum	7 mo. sacrum	10 mo. pubis
Dose of injured bone				
external	43.6 Gy	54.3 Gy	52.2 Gy	29.0 Gy
intracavitary	2.3+3.2 Gy	5.6 Gy	3.8+2.7 Gy	2.5+3.1 Gy

\*using center split

その後疼痛が更に増強したため、1984年1月13日再入院となった。入院時、子宮頸癌の再発の所見はなかった。X線写真では左恥骨に縦走する透亮像、皮質の不鮮明化、硬化像などが出現した (Fig. 1B)。

腰部から臀部の疼痛は腰椎硬膜外ブロックにより緩和し、2月3日退院となった。その後外来通院による経過観察を行なった。

しかし5月下旬になり恥骨部及び臀部に自発痛が出現、殊に恥骨には強い圧痛があった。単純写真では両側の恥骨に、硬化と透亮像が混在し、特に左側には骨折を見た (Fig. 1C)。骨折線は恥骨結合に沿って縦走したが、恥骨結合部はよく保たれていた。この時の骨シンチグラフィでは両側の仙腸関節部、仙骨正中部のRI集積に加え、両側の恥骨にも集積が出現していた (Fig. 1D, E)、またCTでは左恥骨に骨折と骨折部の変位を認めた (Fig. 1F)。

臨床的には骨転移も疑われたが、骨病変が照射野内に発生しており他に再発病巣も認められないこと、またCT上骨折部に腫瘍性病変を伴っていないことから、放射線骨障害と考え対症的な処置を行なった。

その後疼痛は徐々に改善していき日常生活には支障がないまでになった。照射終了4年半後の単純写真では恥骨の所見は固定化し、仙骨には照射部に一致して硬化像が残っていた (Fig. 1G)。患

者は照射終了7年後の現在子宮頸癌の再発も転移もなく健在である。

【症例2, 66歳】1982年11月子宮頸癌IIb期、扁平上皮癌と診断された。治療は、まず12月3日より10MVX線の前後対向2門による全骨盤照射 (16cm×16cm) が開始され、翌年1月19日に56Gy/28回/48日で終了した。一方、途中1月15日に腔内照射A点、25Gy/25hrを行なった。

軽快退院後の1983年7月頃になり仙骨部の疼痛が出現し徐々に増強した。骨シンチグラフィでは強い集積が両側の仙腸関節と仙骨の正中部に認められ、いわゆるH型<sup>10)</sup>を示した (Fig. 2A)。一方骨盤の単純写真では仙骨に骨硬化像が見られると共に、正中部に横走する骨折線が認められた (Fig. 2B)。この仙骨の疼痛は鎮痛剤で制御され、入院は必要としなかった。疼痛は1984年1月になると次第に緩和し始めた。その後は疼痛はほぼ消失し、通常の日常生活が行なわれた。照射終了後7年の現在子宮頸癌の再発及び転移は認めていない。

【症例3, 66歳】1984年6月子宮頸癌IIIb期、扁平上皮癌と診断された。6月15日より10MVX線の全骨盤照射 (16cm×16cm) を開始した。1日1.8Gyで照射し、45Gy以降は中央遮蔽を行ない、8月1日に54Gy/30回/48日で終了した。また途中7月11日と8月8日にA点線量がそれぞれ20Gy/22hrと17Gy/19hrの腔内照射を行なった。

1985年3月になり、右の臀部から大腿後部の疼

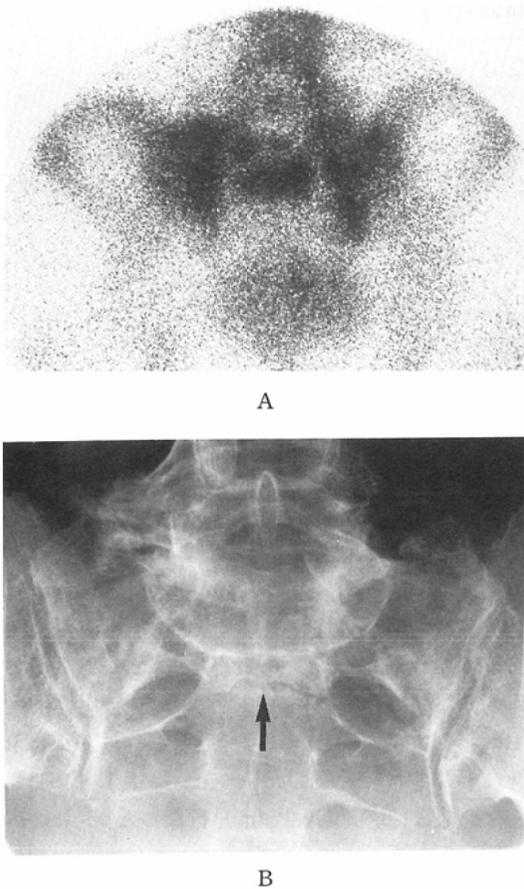


Fig. 2 Case 2, 66-year-old woman.

- A. Posterior bone scintigraphy of the pelvis 7 months after radiotherapy. There is a typical "H-shaped configuration" in the sacrum.
- B. Plain radiograph of the pelvis in the same period. A horizontal line of the fracture (↑) surrounded by osteosclerosis is observed in the sacrum.

痛が出現した。骨シンチグラフィでは仙骨にH型のRI集積像をみた。骨盤の単純写真では仙骨に硬化像が見られたが、骨折線は認められなかった(Fig. 3A)。しかしCTを撮ってみると、仙骨には硬化像と共に骨折線のあることが確認された(Fig. 3B)。疼痛は鎮痛剤により制御され、同年8月になると緩和し始めた。

患者はその後、1988年4月に甲状腺の悪性リンパ腫を併発し、このため同年7月23日に死亡した。剖検は行なわれなかった。死亡までの期間に子宮

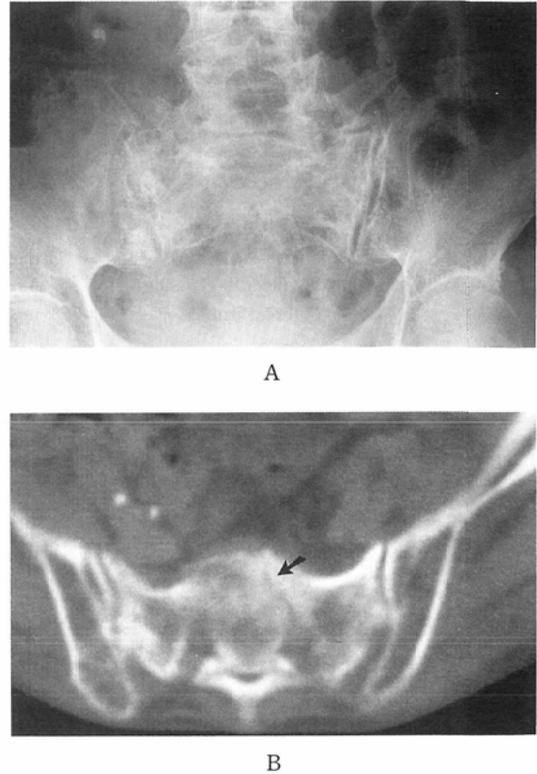


Fig. 3 Case 3, 66 year-old-woman.

- A. Plain radiograph of the pelvis 9 months after radiotherapy. There are sclerotic changes in the sacrum without evidence of fracture.
- B. CT of the sacrum at the same period. There is a line of the fracture (↓) with sclerosis of the sacrum.

頸癌の再発及び転移は認められなかった。

【症例4. 72歳】1986年12月子宮頸癌IIIb期、扁平上皮癌と診断された。12月17日より放射線治療を開始した。10MVX線の30.6Gyの全骨盤照射(16cm×16cm)を行なった後に、中央遮蔽により19.8Gyを追加して合計50.4Gy/28回/50日を照射した。また1987年1月13日及び2月5日の2回に渡り、腔内照射をA点線量で15Gy/17hrずつ実施した。

同年12月になり左単径部から大腿部にかけての激痛が出現した。このため近くの整形外科病院に入院するに至った。しかし1988年1月になると疼痛もしだいに緩和して、歩行も可能となり退院した。



Fig. 4 Case 4, 72-year-old woman.

Plain radiograph of the pelvis 13 months after the radiotherapy. There is a vertical fracture of the left pubic bone with osteosclerotic changes in the marginal region. This findings are similar to the case 1.

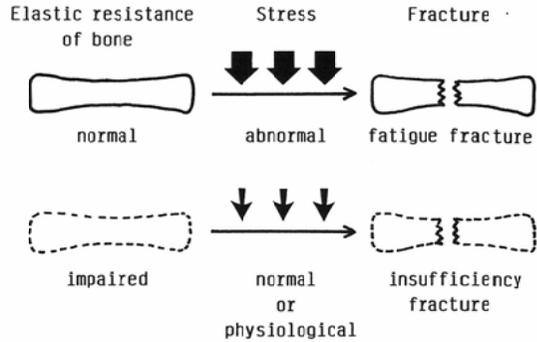


Fig. 5 Schematic illustration of the mechanism of stress fractures.

Insufficiency fracture is one of the stress fractures which occurs when the elastic resistance of bone is inadequate to withstand the stress of normal or physiological activity. On the other hand, fatigue fracture occurs in the normal bone due to the abnormal stress.

1988年5月の骨盤部の単純写真(Fig. 4)では左恥骨に縦走する透亮像が見られ、周囲の骨組織には硬化像も出現していたが、恥骨結合の関節面には変形や破壊はなかった。この時点では疼痛は歩行時のみに感じる程度まで緩和した。

その後疼痛は消失し恥骨部には軽度の圧痛があるのみであった。照射終了3年後の現在子宮頸癌の再発の徴候はない。

#### IV. 考 察

1964年米国の整形外科医である Pentecost<sup>6)</sup>はストレス骨折を疲労骨折とIFとの2つの概念に分類した(Fig. 5)。IFは本邦での学術論文や教科書を見ても記載がない。一般にはストレス骨折は疲労骨折の同義語として使われている。IFの診断は骨粗鬆症などの脆弱となった骨に明らかな外傷なくして発生する骨折をさす。Daffner<sup>5)</sup>はIFの原因として種々の疾患の中に放射線障害を加えている。

IFが問題になるのは、臨床的にX線像などが悪性病変と紛らわしいからである。文献的に経過をたどると、1978年に Georgen<sup>12)</sup>が恥骨に骨融解を来し、組織学的には悪性所見を証明しえなかった3例を報告したことに始まる。彼らはこの原因は外傷によるとした。これに続いて同様の症例が1984年に Hall<sup>13)</sup>より4例と、McGuigan<sup>14)</sup>より1例報告された。

しかし1984年 Casey<sup>7)</sup>は8例を報告するとともに、その誘因として必ずしも外傷が存在するものでないとして、IFに起因することを初めて述べた。次いで1985年 De Smet<sup>8)</sup>は9例を報告し、恥骨の他に仙骨にもIFが生じることを述べた。また同年 Cooper<sup>9)</sup>は仙骨のIFを12例報告した。一方1988年に Davies<sup>10)</sup>は同様の症例を3年間に11例経験したことを報告し、IFは稀な疾患ではなく注意深いX線写真の読影により今後症例が増加することを示唆した。同年 Rafii<sup>11)</sup>は骨盤に照射の既往のある患者の仙骨に発生した4例のIFを報告した。

これまでの報告例<sup>7)-14)</sup>を見ると、X線写真上、恥骨では恥骨結合に、仙骨では仙腸関節に平行な骨折線があり、それぞれ骨硬化像と骨融解像とを伴っている。また仙骨においては時に水平な骨折線も見られる。

報告された症例の多くは閉経後の女性である。この中で放射線治療の既往歴を持つのは約30%にのぼる(Table 2)。また初期の報告例の多くは手術あるいは生検などを実施して、組織学的に悪性であることが否定されている。しかしIFの本態が明らかになるにつれて、臨床診断で済ますことが可能となり、病理組織学的診断まで行ない悪性

Table 2 Literatures on Pelvic Insufficiency Fracture

Authors	No. of cases	Post radiotherapy	Histologically proved	
Georgen <sup>12)</sup>	1978	3	0	2
Hall <sup>13)</sup>	1984	4	0	2
McGuigan <sup>14)</sup>	1984	1	0	1
Casey <sup>7)</sup>	1984	8	1	6
De Smet <sup>3)</sup>	1985	9	3	9
Cooper <sup>9)</sup>	1985	12	6	2
Davies <sup>10)</sup>	1988	11	2	2
Rafii <sup>11)</sup>	1988	4	4	2

病変を否定したのは、Cooper ら<sup>9)</sup>では12例中2例、Davies ら<sup>10)</sup>では11例中2例に留まった(Table 2)。

私達の報告した4症例はいずれも組織学的証明はされていない。しかし文献に記載された特徴的なIFの所見を有し、また1例に最終的に悪性リンパ腫の発生を見たものの、子宮頸癌の再発転移はなく、経過からも悪性の骨病変は否定しうるものと考えられる。

さて放射線治療による骨障害の報告は放射線治療が始まって間もない頃からなされている。子宮頸癌の放射線治療による骨障害も古くより報告がある<sup>1)~3)</sup>。しかしその多くは超高圧放射線治療の時代以前のものであり、障害を起こす部位は主として大腿骨である。これはエネルギーの低い放射線では、骨そのものの放射線吸収が多いことと、骨盤部の治療は皮膚の障害を避けるために多門ないし回転照射法が用いられたことにより、必然的に大腿骨が照射部位に含まれたためである。

しかし最近の子宮頸癌の放射線治療についての文献を見ると、晩期障害についての記載は主として消化管と尿路系を対象としており骨障害についての検討は極めて稀である。その中において、最近本邦で桜井ら<sup>4)</sup>は子宮頸癌放射線治療後の骨の累積障害発生率について、5年で4.0%、10年で15.6%という値を報告した。これは現在においても放射線骨障害がそれ程稀なものではないことを示唆するものである。

さて従来より、放射線骨障害の発生要因は骨障害即ち骨壊死と呼ばれるように微細な血管の閉塞

による栄養障害と考える説と、骨細胞の直接の損傷による骨組織の減少をきたすという説とがある<sup>3)</sup>。

また骨障害の発生を助長する因子として局所の感染や外傷などが挙げられ、特に骨盤部では荷重によるストレスが関与していると言われていた<sup>3)</sup>。

しかしながら4例ともIFは照射野内に発生しており、IFの発生には放射線が関わっていると考えるのが自然である。一方骨の吸収線量を算出した限りでは、骨折部の骨の線量としては腔内照射より外部照射の寄与が大きい(Table 1)。外部照射の方法として単なる前後対向2門よりは原体照射法などで骨の線量を減少させる工夫も必要とも思われる。

放射線による骨障害について、成人骨ではRubin ら<sup>14)</sup>によると5年後の5%の障害発生線量は60Gyとされる。しかし桜井ら<sup>4)</sup>は50Gy前後の線量でも骨障害が発生することと、高齢者では発生率が増加することを述べている。一方Kim ら<sup>16)</sup>は放射線骨障害の線量時間関係に関する論文で、骨盤部の照射において発生した14例の修復困難な骨障害の線量は40Gyから135Gyに渡り平均75.4Gyだったと述べた。また島村ら<sup>17)</sup>は乳癌の術後照射による肋骨骨折の分析から5%の障害発生線量を32.5Gyと報告している。

本報告例の外照射と腔内照射を合計した骨の吸収線量(Table 1)はこれらの文献での報告を見る限りにおいては、障害を発生しうるものと判断される。

しかし骨障害の発生は単に線量との関係のみならず、年齢や骨粗鬆症の程度など患者側の因子との関連も考えられる。発生頻度についての検討も合せて、今後多数例での分析が必要である。

これまで本邦に報告例のなかったのは、やはりIFの概念が知られていなかったためであろう。欧米の初期の報告例がそうであった様に悪性病変と誤って診断されていた可能性もあると考えられる。

また症例1で観察された様にIFの特徴的な骨折線は、恥骨もしくは仙骨の一部に脆弱な部分が

あってこの部を始まりとして亀裂骨折が生じるものと考えられる。

骨盤の IF の放射線診断学的特徴は本症例および文献の報告例より以下の様に列挙することができる。

1. 恥骨もしくは仙骨に見られる関節に併走した骨折線。病変の進行により周囲には骨硬化と骨融解像が混在する。関節面には病変は及んでいない。

2. 仙骨においては水平な骨折線もある。

3. 恥骨と仙骨との双方に病変が発生することが多い。

4. 骨シンチグラフィは病変の存在を発見するのに鋭敏であり、早期診断に役立つ。仙骨においては仙腸関節部と仙骨体部がおかされると特徴的な H 型の集積像を呈する。

5. CT は病変の描出に有用である。殊に、骨折の病巣に軟部腫瘍を伴っているかどうかは悪性病変との鑑別に役立つ。また単純写真で不明瞭な骨折線も描出可能である。

私共は4例の経験ではあるが、IF という概念で放射線骨障害を理解することができた。最も重要なことは IF を悪性病変と誤診しないことである。再発あるいは二次癌と考えて、不必要な外科的処置や放射線治療を行わないことである。IF は放射線学的な所見や臨床経過を考えれば臨床診断は可能である。IF による疼痛は強いものもあったが、4例共保存的な処置で軽快した。IF の概念および臨床像を知ることは重要である。私達の報告が契機になり、本邦でも多くの症例が集められて放射線骨障害や IF の病態が更に明らかになることを期待する。

## V. 結 論

子宮頸癌の放射線治療を受けた4例の患者の経過観察中に骨盤に発生した insufficiency fracture (IF) を経験した。

IF はストレス骨折の一種で、種々の原因で脆弱となった骨に反復する生理的な力によって発生した骨折のことを言う。放射線治療は IF の原因の一つである。

骨盤に発生する IF は特徴的である。恥骨にお

いては恥骨結合に隣接して縦走する骨折線が見られる。仙骨においては仙腸関節に沿って縦走、もしくは水平に走行する骨折線を見る。それぞれ骨硬化像や融解像も伴ない悪性病変と紛らわしい。しかし特徴的な骨折線から鑑別診断は可能である。

子宮頸癌の放射線治療後の経過観察に際して IF の存在を念頭において診療を行なうことは大切である。

本論文の内容は第98回日本医学放射線学会中部地方会(1988年10月, 津市)および第48回日本医学放射線学会総会(1989年4月, 神戸市)において発表した。

論文作成にあたり御助言を賜った、東京大学教育学部体育学教室武藤芳照助教授に感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) Baensch W: Knochenschaedigung nach Roentgenbestrahlung. Fortschr Roentgenstr 36: 1245-1247, 1927
- 2) Rubin P, Prabhasawat D: Characteristic bone lesions in post-irradiated carcinoma of the cervix. Radiology 76: 703-717, 1961
- 3) Rubin P, Casarett GW: Mature cartilage and bone. (In) Clinical radiation pathology. Vol 2, p557-608, 1968, WB Saunders, Philadelphia
- 4) 桜井智康, 西尾正道, 加賀美芳和, 他: 成人および小児骨の放射線耐容線量について, 癌の臨床, 33: 1193-1198, 1987
- 5) Daffner RH: Stress fracture: Current Concept. Skeletal Radiol 2: 221-229, 1978
- 6) Pentecost RL, Murray RA, Brindley HH, et al: Fatigue, insufficiency and pathological fractures. JAMA 187: 1001-1004, 1964
- 7) Casey D, Mirra J, Staple TW: Parasympyseal insufficiency fractures on the os pubis. AJR 142: 581-586, 1984
- 8) De Smet AA, Neff JR: Pubic and sacral insufficiency fracture. AJR 145: 601-606, 1985
- 9) Cooper KL, Beabout JW, Swee RG: Insufficiency fractures of the sacrum. Radiology 156: 15-20, 1985
- 10) Davies AM, Evans NS, Struthers GR: Parasympyseal and associated fractures of the pelvis and sacrum. Brit J Radiol 61: 103-108, 1988
- 11) Rafii M, Firooznia H, Golimbu C, et al: Radiation induced fractures of sacrum: CT diagnosis. J Comput Assist Tomogr 12: 231-235, 1988
- 12) Georgen TG, Resnick D, Riley RR: Post-traumatic abnormalities of the pubic bone

- simulating malignancy. *Radiology* 126: 85-87, 1978
- 13) Hall FM, Goldberg RP, Kasdon FJ, et al: Post-traumatic osteolysis of the pubic bone simulating a malignant lesion. *J Bone Joint Surg* 66A: 121-126, 1984
- 14) McGuigan LE, Edmonds JP, Painter DM: Pubic osteolysis. *J Bone Joint Surg* 66A: 127-129, 1984
- 15) Rubin P, Casarett GW: A direction for clinical radiation pathology, The tolerance dose. (In) Vaeth JM, ed: *Front Radiation Ther Onc*, Vol 6, p1-16, 1972, University Park Press, Baltimore
- 16) Kim JH, Chu FCH, Pope RA, et al: Time dose factors in radiation induced osteitis. *AJR* 120: 684-690, 1974
- 17) 島村 易, 神宮賢一, 早淵尚文, 他: 乳癌術後照射による肋骨骨折, 癌の臨床, 33: 1131-1133, 1987
-