

Title	塵肺における高分解能CTの評価
Author(s)	江藤, 完治
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(10), p. 1210-1223
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18598">https://hdl.handle.net/11094/18598</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 塵肺における高分解能CTの評価

産業医科大学放射線科学教室

江 頭 完 治

(平成2年11月2日受付)

(平成3年2月2日最終原稿受付)

### Evaluation of Pneumoconiosis by High-Resolution CT

Kanji Egashira

Department of Radiology, University of Occupational and Environmental Health, School of Medicine

---

Research Code No. : 506.1

---

Key Words : *Pneumoconiosis, High-resolution CT, Radiography, Pulmonary function*

---

Forty-eight patients with pneumoconiosis (47 males and 1 female) were evaluated by high-resolution computed tomography (HRCT), which was compared with chest radiography and pulmonary function studies.

1) HRCT was superior to chest radiography in detecting small nodular shadows. There was a good correlation between HRCT and chest radiography in evaluating nodule quantity and size.

2) HRCT was superior to chest radiography in detecting emphysematous changes, and the difference was significant. HRCT and chest radiography were closely correlated in their evaluation of the grade of emphysema.

3) The grade of emphysema on HRCT was negatively correlated with the number of nodules. Subpleural curvilinear shadow (SCLS) on HRCT was correlated with the grade of emphysema, but not with the number of nodules.

4) The comparison with pulmonary function studies showed that emphysematous change on HRCT alone was correlated with %DLCO, while SCLS was correlated with FEV<sub>1.0</sub>%, RV/TLC and %DLCO. HRCT of the lung is useful for complementing chest radiography and pulmonary function studies in the evaluation of pneumoconiosis.

#### はじめに

職業性疾患の中でも重要な位置を占める塵肺の評価は職業歴、症状、呼吸機能検査に重点を置いて行われている一方、客観的評価の第一の方法として胸部単純X線写真の所見を取り入れているのが現状である。この胸部単純X線写真の所見の判定はILO分類に準じた労働省労働基準局編集の標準のX線写真との対比によって行われ、判定者の違いによる判定の差をできるだけ少なくするように努力されている。しかしその客観性につい

ては問題も生じ得る。

一方、肺の画像診断法としてX線を用いたコンピュータ断層 (computed tomography, 以下CT) も現在では広く普及し一般に使用されている。特に最近では高分解能CT (high-resolution CT, 以下HRCT) のび慢性肺疾患への応用が行われるようになり単純X線検査の所見を補足する点でその価値が認められてきている。しかしこのHRCTが従来塵肺の評価に使用されてきた胸部単純X線検査と比べてどのように生かせるか

についてはまだ報告は少ない。

今回、塵肺におけるHRCTの有用性について主として従来の単純X線検査の所見と比較すると共に、肺機能検査との関係についても検討を加えたので報告する。

### 対 象

1982年7月より1989年4月の期間に産業医科大学病院呼吸器科を受診し塵肺と確診され、放射線科でHRCTを施行した48例を対象とした。男性47例、女性1例で、HRCT施行時の年齢は32歳から86歳までの平均62.6歳である。粉塵の被曝は5年から38年までの平均21.7年であった。粉塵は主に遊離珪酸、石炭、鉄粉、石綿である。

ILO分類に準じた労働省労働基準局編集の標準のX線写真との対比による塵肺法の分類(ILO分類)では、0型2例、1型16例、2型7例、3型1例、4型22例であった(Table 1)。

### 方 法

#### 1. 胸部単純X線検査(以下単純X線)の方法

使用したX線発生装置は3相パルス整流方式の東芝KXO-1250で、フィルムと増感紙はコニカMGおよびコニカKO-250である。管球フィルム間距離は2m、立位後前方向で電圧120kV、電流400mA、0.01秒(フォトライマーのため各人の体形でやや異なる)で撮影した。使用フィルターは銅0.1mm、アルミニウム0.5mmである。

#### 2. HRCT 施行の方法

使用機種はシーメンス社製Somatom 2である。撮像条件は125kVp、460mAsで1回10秒の撮像時間、2mmのスライス厚によりスキャンを行った。高分解能CTアルゴリズムの使用により処理を行い、分解能は約0.5mmとなる。

この方法で全肺野を上から下へ約3cmおきに撮像し、上、中、下野それぞれ2断面ずつの合計6断面の画像を得た。Fig. 1に6断面を示したトプログラムの1例を示す(Fig. 1)。フィルムによる観察のためウインドウ幅2024H、ウインドウレベル600Hに設定した。

#### 3. 肺機能検査の方法

測定機器は総合呼吸機能自動解析システムFUDAC-50を用い、%VC、FEV<sub>1.0</sub>%、RV/TLC、%

Table 1 Material

ILO classification	No. of cases	average period of exposure (years)
0	2	27.5
1	16	21.0
2	7	22.4
3	1	20.9
4	22	22.5
Total	48	21.7



Fig. 1 Localization film of HRCT

DLCOの各検査値を検討項目とした。%VCはBaldwinの予測式より算出し、FEV<sub>1.0</sub>%はGaenslerの方法にて行った。RV/TLCはヘリウム閉鎖回路法を用いて算出した。%DLCOはFosterの1回呼吸法にて、Burrowsらの予測式より算出した。AaDO<sub>2</sub>は肺泡気式より呼吸商を0.82と仮定し算出した。

#### 4. 単純X線の判定法

HRCTの所見と対比するために単純X線の所見を次のように分類した。

各肺において肺尖から肺底部の最下位までの長さを均等に上、中、下と3分割させることおよび傍椎体線と外側胸膜の中央で内側、外側と2分割させることを基本として、全肺を左右それぞれ上、中、下および内側、外側と計12個の領域に分け、おのおの領域において1cm以下の結節影の有無、多寡について塵肺法に準じて以下のように判

定した。

grade 0: 結節影をほとんど認めないもの

grade 1: 結節影はみられるが少数のもの

grade 2: 結節影が多数みられるもの

grade 3: 結節影が極めて多数みられるもの

さらに1cm以下の結節影の大きさについて塵肺法に準じて以下のように判定した。

「p」: 直径1.5mmまでのもの

「q」: 直径1.5~3mmのもの

「r」: 直径3~10mmのもの

なお1cm以上の結節影(いわゆる大陰影)についてはこの分類では除外した。大陰影はほとんど全て単純X線で描出出来ること、大陰影は肺野にびまん性にみられないことが多いこと、およびHRCTは上、中、下および内側、外側の各肺野の代表として2断面ずつの撮像しか行っていないことを考慮すると大陰影の有無で結節影の評価を行うことは今回の検討の目的に沿ったものではないと判断したためである。

気腫性変化についても同様に各領域で以下のように判定した。

grade 0: 気腫性変化なし

grade 1: 軽い気腫性変化あり

grade 2: 強い気腫性変化あり

明らかなブラや嚢胞は認めないものの血管影の分布が疎であることおよびX線の透過性の亢進から気腫性変化ありと判定できるものを軽い気腫性変化(grade 1)とした。grade 1の所見に加えて明らかな径1cm以上のブラや嚢胞を認めるものを強い気腫性変化(grade 2)とした。

単純X線の判定はHRCTとは別個に独立して行った。

## 5. HRCTの判定法

HRCTはそれぞれの肺野において2個の画像を有するのでこれを総合して、上の2断面を上肺野、中の2断面を中肺野、下の2断面を下肺野とした。また各肺野において椎体外縁と最外側胸膜を結ぶ線を中心に内側、外側と2分割させることを基本とした。こうして単純X線の判定法と同様に全肺を左右それぞれ上、中、下および内側、外側と計12個の領域に分け、おのおの領域において

1cm以下の結節影の有無、分布について単純X線正面像の判定法に準じて以下のように判定した。

grade 0: 結節影をほとんど認めないもの

grade 1: 結節影はみられるが少数のもの

grade 2: 結節影の分布は広範にわたるが疎なもの

grade 3: 結節影の分布は広範にわたり密なもの

さらに1cm以下の結節影の大きさについて単純X線の判定法と全く同様に「p」、「q」、「r」と判定した。

また、おのおの領域において気腫性変化についても検討した。この場合は単純X線よりも形態的な変化をより具体的に表現できるため以下のようにさらに細かく分類し判定した。

grade 0: 気腫性変化を認めないもの

grade 1: 明らかな径1cm以上のブラや嚢胞は認めないが肺野のdensityおよび血管の分布の減少より気腫性変化ありと判定できるもの、およびブラや嚢胞が描出範囲の25%未満に認められるもの

grade 2: ブラや嚢胞が描出範囲の25%以上50%未満に認められるもの

grade 3: ブラや嚢胞が描出範囲の50%以上75%未満に認められるもの

grade 4: ブラや嚢胞が描出範囲の75%以上に認められるもの

なお、CTでは特に胸膜直下の帯状のincreased density(=subpleural curvilinear shadow, 以下SCLS)の有無についても各領域で判定した。

HRCTの判定についても単純X線とは別個に独立して行った。

## 検討項目

### 1. 単純X線とHRCTの判定の検討比較

前述のようにして行った単純X線とHRCTの結節影および気腫性変化の判定から以下の点について検討、比較を行った。

1) 単純X線、HRCTのおのおの結節影と気腫性変化の検出能について各領域別の差があるか否かを、変化のあるものと強い変化(grade 2以上)のものに分けて $\chi^2$ 検定を用い検討した。

2) 同一領域において単純X線とHRCTとで結節影と気腫性変化の検出割合に差があるか否かを、変化のあるものと強い変化(grade 2以上)のものに分けて比率の検定より判定した。

3) 単純X線とHRCTとで結節影の有無・多寡と大きさまた気腫性変化の強さについてgradeの判定に一致が見られるか否かを、Spearmanの順位相関rsを用いて判定した<sup>1)</sup>。

4) HRCTで判定した結節影と気腫性変化のgradeに関係があるか否かを、Spearmanの順位相関rsを用いて判定した<sup>1)</sup>。

5) HRCTで判定したSCLSの有無が、ILO分類のgradeおよびHRCTで判定した結節影と気腫性変化のgradeによって差があるか否かを、おのおの $\chi^2$ 検定を用い判定した。

## 2. 肺機能検査と画像(単純X線とHRCT)との比較

画像所見と肺機能検査との関係については次のように検討した。

1) HRCTで領域ごとに行った結節影の4段階の判定を平均したものを各症例の結節影のscoreとみなし肺機能検査の結果との関連を検討した。

2) HRCTで領域ごとに行った気腫性変化の5段階の判定を平均したものを各症例の気腫性変化のscoreとみなし肺機能検査の結果との関連を検討した。

3) 単純X線をILO分類で4つの型に分けた

ものをそのまま各症例のscoreとみなし肺機能検査の結果との関係を検討した。

4) HRCT上でのSCLSの有無別に、A-aDO<sub>2</sub>, %VC, FEV<sub>1.0</sub>%, RV/TLC及び%DLCOの平均を求め、その差についてt検定を行った。

## 結果

### 1. 結節影の分布及び有無・多寡の判定についての単純X線とHRCTの比較

Fig. 2は領域ごとに結節影の検出割合を単純X線とHRCTの両者についてみたものである(Fig. 2)。

領域によって結節影の検出割合にHRCTでは有意の差を認めなかったが、単純X線では部位による差すなわち心左縁の領域で検出割合が低い傾向を認めた。次に同一の領域についての判定では全体的にHRCTの方が単純X線より結節影を多く検出しており、特に右上肺野の内側外側、右中肺野の内側、右下肺野の内側、左肺野全内側の7領域では単純X線とHRCTとの間に有意の差を認めた(p<0.05)。

結節影を変化の強いgrade 2以上のものに限定してみると、単純X線でもHRCTでも領域による結節影の検出割合に差は認めなかった(Fig. 3)。同一領域についての判定では全領域でHRCTの方が単純X線より結節影を有意に多く検出していた(p<0.05)。

結節影の有無・多寡の判定について各領域にお

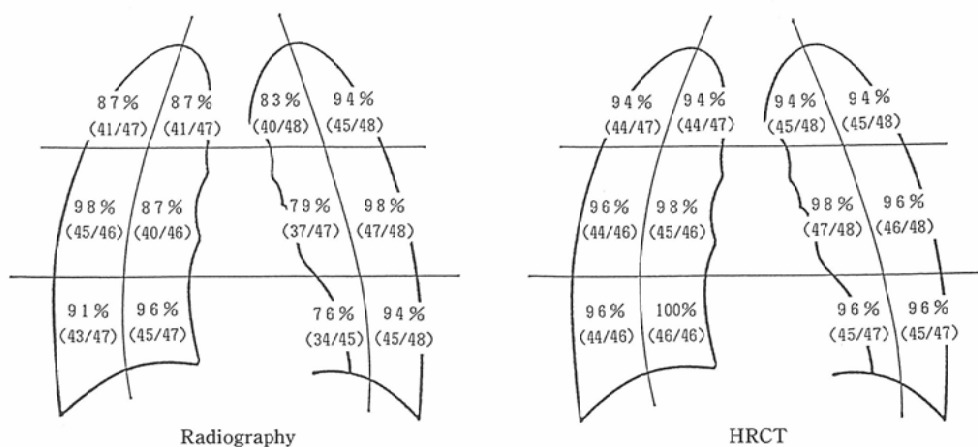


Fig. 2 Detectability of nodules of grade 1 or more according to lung region

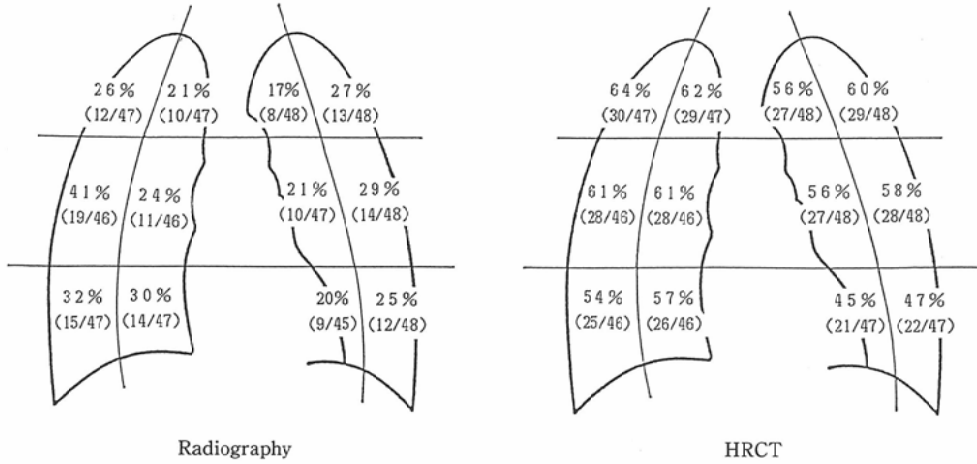


Fig. 3 Detectability of nodules of grade 2 or more according to lung region

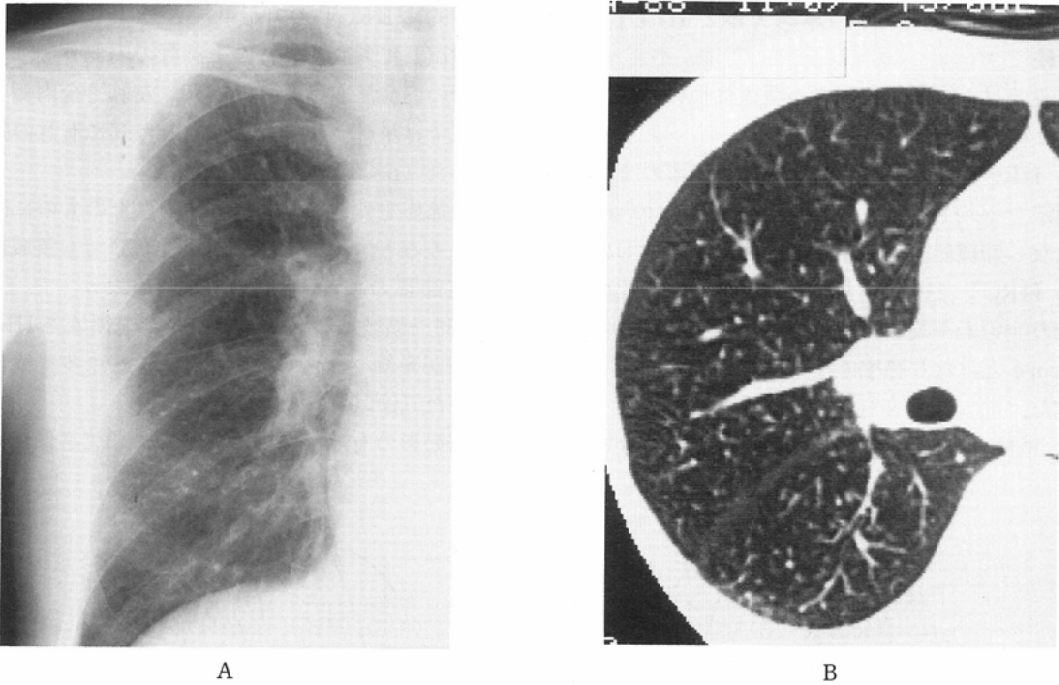


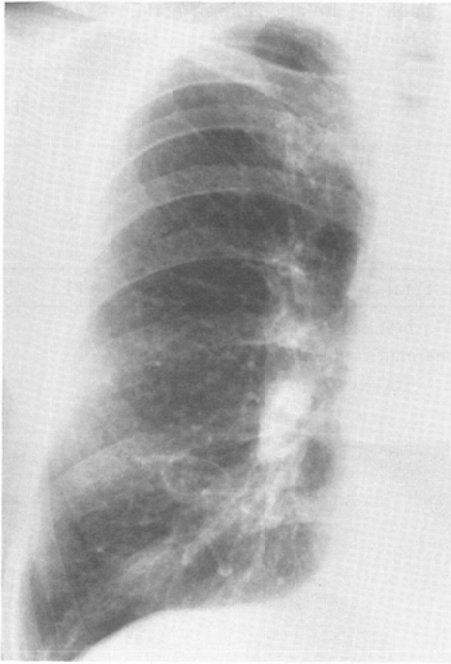
Fig. 4 Case 1. 55-year-old man.

A. ILO classification "1". Type of nodule size is "p". Chest radiograph shows only a few nodules on the right upper and middle lung field (grade 1). B. HRCT of right middle lung field reveals a greater number of nodules (grade 2). Type of nodule size is "p".

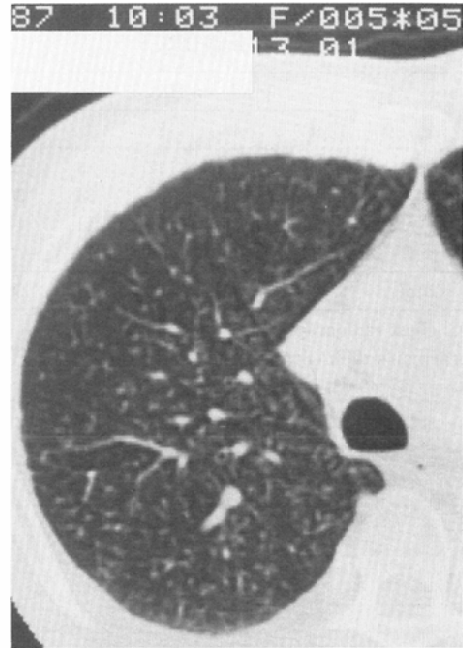
ける単純 X 線と HRCT との対比を Table 2 に示した (Table 2).

HRCT の方が単純 X 線よりやや高く判定する

印象であった (Fig. 4, 5, 6) が, 単純 X 線と HRCT には  $rs=0.38$  ( $p<0.001$ ) で有意の相関を認められた<sup>1)</sup>.



A



B



C

Fig. 5 Case 2. 63-year-old man

A. ILO classification "1". Type of nodule size is "p". Chest radiograph shows a few nodules throughout on right lung (grade 1). B. HRCT of right upper lung field reveals numerous nodules (grade 3). Type of nodule size is "q". C. There is also a subpleural curvilinear shadow (SCLS) on the right middle lung field posteriorly (arrows).

## 2. 結節影の大きさの判定についての単純X線とHRCTの比較

各領域の結節影の大きさ(p, q, r)を単純X線

及びHRCTで判定比較した結果をTable 3に示した(Table 3).  $rs=0.45$  ( $p<0.001$ )で結節影の大きさの評価について単純X線とHRCTとの

Table 2 Relationship of nodule quantity grade between radiography and HRCT

	grade on CX	grade on HRCT				Total
		0	1	2	3	
	0	14	31	12	3	60
	1	10	161	151	34	356
	2	0	26	69	14	109
	3	0	0	18	17	35
Total		24	218	250	68	560

CX: chest radiography

Spearman's rank correlation coefficient

(rs)=0.38, p&lt;0.001

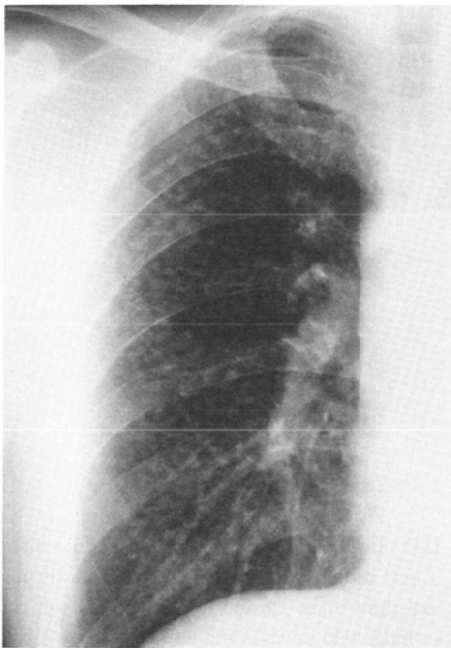
Table 3 Relationship of nodule size grade between radiography and HRCT

	CX	HRCT				Total
		0	p	q	r	
	0	14	26	19	1	60
	p	6	92	90	10	198
	q	5	50	140	38	233
	r	0	6	31	32	69
Total		25	174	280	81	560

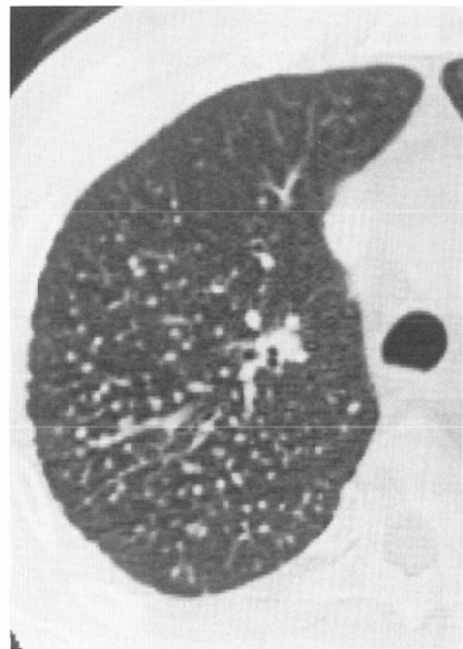
CX: chest radiography

Spearman's rank correlation coefficient

(rs)=0.45, p&lt;0.001



A



B

Fig. 6 Case 3. 48-year-old man

A. ILO classification "3". Type of nodule size is "r". Chest radiograph shows numerous nodules on the right upper and middle lung field (grade 3). B. HRCT of right upper lung field also reveals numerous nodules (grade 3). Type of nodule size is "r".

間には有意の相関を認めた<sup>1)</sup>。

### 3. 気腫性変化の分布及び grade についての単純 X 線と HRCT の比較

Fig. 7 は領域ごとに気腫性変化の検出割合を単純 X 線と HRCT の両者についてみたものである (Fig. 7)。HRCT では領域による検出割合に差

を認めないが、単純 X 線では左下肺野および右下肺野外側での検出率が高く有意の差 (p<0.05) を認めた。次に同一の領域についての判定では全領域で HRCT の方が単純 X 線より気腫性変化を検出することが有意に多かった (p<0.05) (Fig. 7, 8)。



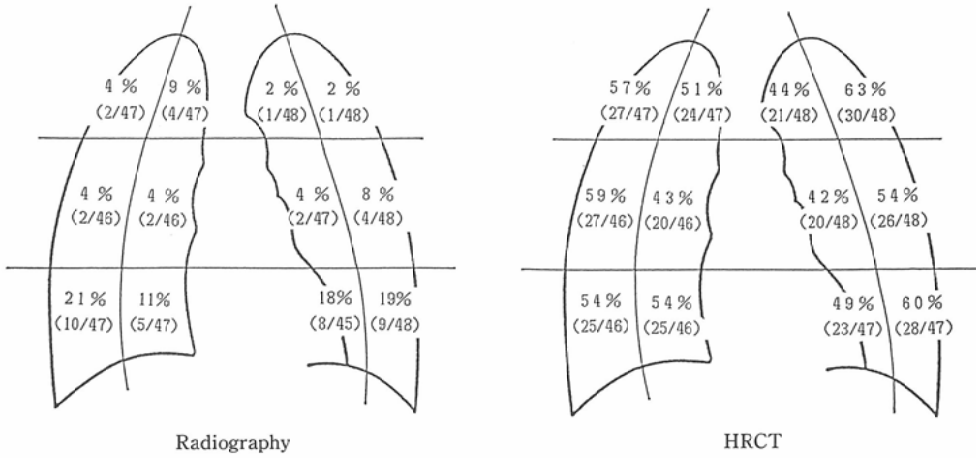


Fig. 7 Detectability of emphysema of grade 1 or more according to lung region



A



B

Fig. 8 Case 4. 58-year-old man

A. ILO classification "2". Chest radiograph shows a few nodules on the right upper and middle lung field (grade 1). There is no evidence of emphysema (grade 0). B. HRCT of right upper lung field reveals a few number of nodules (grade 1 on outer and grade 2 on inner regions). Emphysema with multiple bullae was definitely revealed (grade 2 on outer and grade 1 on inner regions).

気腫性変化を变化の強い grade 2以上に限定したものであるが、単純 X 線でも HRCT でも領域による検出割合の差は認めなかった (Fig. 9)。

また領域ごとに単純 X 線と HRCT との気腫性変化の検出割合をみたところ、上肺野のように有意に HRCT が多く検出される部もみられるもの

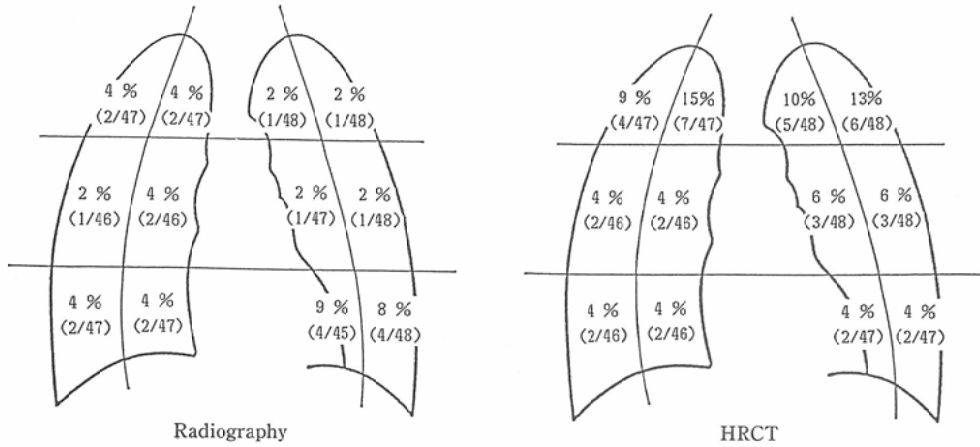
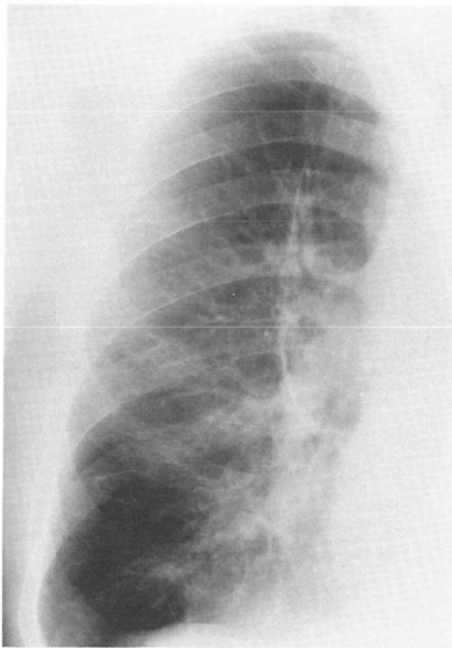


Fig. 9 Detectability of emphysema of grade 2 or more according to lung region



A



B

Fig. 10 Case 5. 61-year-old man

A. ILO classification "1". Chest radiograph shows severe emphysema with bullae of right upper and middle lung field (grade 2 on inner and grade 1 on outer regions). B. HRCT reveals the location and shape of bullae and emphysema more clearly than chest radiograph (grade 3 on inner and grade 1 on outer regions).

の、左下肺野のように単純 X 線の方が HRCT よりも多く検出される部もみられた (Fig. 9, 10).

気腫性変化の grade の判定について単純 X 線

と HRCT との対比を Table 4 に示した (Table 4).  $rs=0.24$  ( $p<0.001$ ) で、気腫性変化の grade の評価についても単純 X 線と HRCT とは有意の

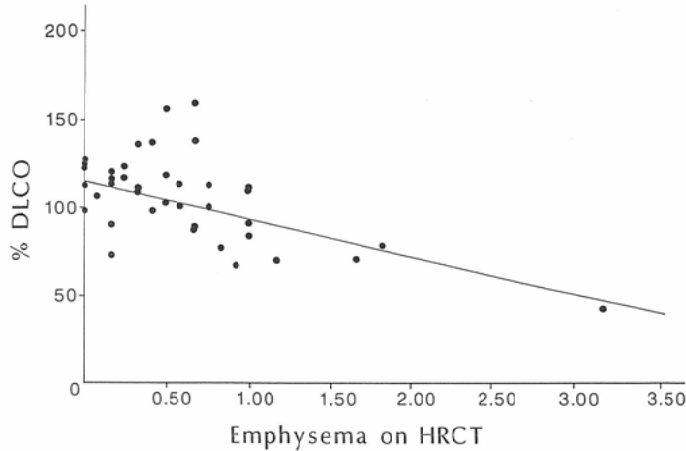


Fig. 11 Correlation between %DLCO and Emphysema score on HRCT

Table 4 Relationship of emphysema quantity grade between radiography and HRCT

		grade on HRCT			Total
		0	1+2	3+4	
grade on CX	0	258	248	4	510
	1	8	19	0	27
	2	1	14	8	23
Total		267	281	12	560

CX : chest radiography

Spearman's rank correlation coefficient

(rs)=0.24, p&lt;0.001

Table 5 Relationship between nodule quantity and emphysema quantity grade on HRCT

		grade on emphysema					Total
		0	1	2	3	4	
grade of nodule	0	15	9	0	0	0	24
	1	79	125	11	3	0	218
	2	121	110	14	1	2	248
	3	52	9	3	2	4	70
Total		267	253	28	6	6	560

Spearman's rank correlation coefficient

(rs)=-0.05, p&lt;0.001

相関を示した<sup>1)</sup>。

#### 4. HRCT で判定した結節影と気腫性変化の grade の関係

HRCT での結節影と気腫性変化の判定の対比を Table 5 に示した (Table 5)。rs=-0.05 (p<

Table 6 Prevalence of SCLS according to emphysema quantity grade on HRCT

		grade of emphysema					Total
		0	1	2	3	4	
SCLS	-	232	221	19	4	0	476 (85.0%)
	+	35	32	9	2	6	84 (15.0%)
Total		267	253	28	6	6	560

SCLS: subpleural curvilinear shadow

 $\chi^2=43.9$ , p<0.001

0.001) で結節影の grade と気腫性変化の grade とは有意の負の相関を示した<sup>1)</sup>。即ち気腫性変化の grade と結節影の grade とは逆の関係であった。

#### 5. HRCT で検出できた胸膜直下の increased density (SCLS) について

HRCT 上, SCLS は17症例, 84領域にみられたがほとんどが背側にあり, すべて内側から外側に連なっていた。SCLS の存在した17症例が ILO 分類のどの型に属するかを検討したところ, ILO 分類の grade と SCLS の間には有意の関係は認められなかった。また SCLS を認める84領域が HRCT で結節影の有無・多寡をどう判定しているかについても検討したが, HRCT の結節影の grade と SCLS の間には有意の関係は認められなかった。

Table 7 Coefficient of correlation (95% confidence interval) between HRCT findings (nodule and emphysema) and pulmonary functions

		Pulmonary functions				
		AaDO <sub>2</sub>	%VC	FEV <sub>1.0</sub> %	RV/TLC	%DLCO
HRCT	nodule	-0.18	-0.05	0.07	-0.04	-0.01
		-0.50~0.15	-0.34~0.25	-0.22~0.36	-0.34~0.26	-0.31~0.30
	NS	NS	NS	NS	NS	
	emphysema	-0.12	-0.19	-0.08	-0.09	-0.54
-0.45~0.21		-0.47~0.10	-0.36~0.21	-0.38~0.21	-0.75~-0.32	
		NS	NS	NS	p<0.05	

NS: not significant

さらに SCLS を認める84領域が HRCT で気腫性変化をどう判定しているか (grade) を Table 6 に示した (Table 6). 各領域ごとに HRCT での SCLS の有無と気腫性変化との間には有意の関連を認めた (p<0.001). Table 6 をみると HRCT 上 SCLS を認める群の方が grade 2以上の気腫性変化が多い傾向を認めた. 気腫性変化の grade の 0, 1 と 2, 3, 4 との間には有意差を認めた (p<0.001). この結果は, HRCT 上 SCLS を認める群では SCLS を認めない群よりも高度の気腫性変化を示すことが多いことを示唆している.

#### 6. 肺機能検査と画像 (単純 X 線と HRCT) との比較

Table 7 は HRCT で判定した結節影の score 及び気腫性変化の score と各肺機能検査の結果との相関係数の95%信頼区間を示したものである (Table 7). HRCT での気腫性変化と%DLCO は有意の負の関連 (p<0.05) を認めた (Fig. 11).

次に ILO 分類のカテゴリーによって肺機能検査の結果に差があるか否かを検討した. 分散分析の結果ではいずれも有意の差は認められなかったが, %VC や FEV<sub>1.0</sub>% では重症になるほど値が小さくなる傾向がみられた.

Table 8 は SCLS の有無別に肺機能検査の結果を求め, その差について t 検定によって分析したものである (Table 8).

FEV<sub>1.0</sub>%, RV/TLC, %DLCO については SCLS の有無により有意の差がみられた (p<0.05).

#### 考 察

肺の職業性疾患である塵肺は労働災害保障の問

Table 8 Comparison of mean values of pulmonary functions according to SCLS on HRCT

		Pulmonary functions				
		AaDO <sub>2</sub>	%VC	FEV <sub>1.0</sub> %	RV/TLC	%DLCO
SCLS	+	22 (20)	98.1 (27)	70.3 (27)	32.9 (28)	96.1 (27)
	-	26 (14)	98.7 (16)	62.8 (16)	39.0 (15)	110.0 (14)
t-test		NS	NS	p<0.05	p<0.05	p<0.05

( ): number of cases, NS: not significant

題も有しており, 客観性のある診断が要求されている. 職業歴と症状に加えて呼吸機能検査および単純 X 線を主とした画像診断をもとに行われているのが現状であり<sup>2)</sup>, 侵襲性のある病理学的検査は一般の臨床では不適である. 呼吸機能検査は検者および被検者ともに最大限の努力がなされれば, 客観性のある検査であると考えられるが, 労災保障の問題もあるという背景では常に客観性のある検査になりきれないとは言い切れない. 粉塵作業歴や症状に曖昧なことが多いのも, この社会的背景と無関係とは考えられない.

このことからみても塵肺の評価において画像診断の役割は非常に大きいと考えられる<sup>2)</sup>. その中でも単純 X 線は簡単で安価であり侵襲性のないことより塵肺の疑われる全症例に行われている. しかしながら単純 X 線写真の判定は ILO 分類に準じた労働省労働基準局編集の標準の写真との対比によって行われ<sup>2)</sup>, 判定者の違いにより判定の差が生じることも考えられ, 十分な客観性があるとは言い切れない.

一方肺の画像診断法として X 線を用いたコンピュータ断層 (CT) の進歩には著しいものがあ

る<sup>3)</sup>。特に最近では高分解能CT (HRCT) が種々のび慢性肺疾患においても有用であるとの報告がみられるようになり、その応用も盛んとなりつつある<sup>4)~13)</sup>。しかし塵肺についてHRCTの有用性を検討した報告はまだ少ない<sup>14)~16)</sup>。

ここでは塵肺におけるHRCTの有用性の有無、とくに有用性があるとした場合にこの検査の実際の臨床での位置付けについて、単純X線および肺機能検査との関係を比較し検討を行った。

対象の48例はいずれも粉塵被曝歴はたしかであるが、粉塵の種類が1つに限定できず珪肺、石綿肺等の単一の粉塵曝露が原因である塵肺としての検討はできなかった。しかし、HRCTの有用性を総合的に検討するという目的からはとくに障害となる点はないと考えられたものである。

また本検討では症例の蓄積およびその解析に時間を要したため、CT機種は現在最新のものではなく2mmスライスで1回10秒の撮像時間が必要であった。最新の機種で撮られた画像と比較した場合鮮明さが劣ることは否めず、特に結節影の大きさについての厳密な判定には苦慮することがあったものの、有用性の検討には十分耐えうるものと考えられた。

HRCT撮像の方法は肺野全体を細かく撮像するのが病変の詳細を描出するのに有利であることは当然である。しかし、この方法は実際の临床上、被曝および時間的制約のため実行は困難である。そのため今回の研究では、上、中、下野をそれぞれ2スライスずつの合計6スライスで代表させて単純X線と比較検討することとした。

単純X線とHRCTを領域に区分して比較検討するために、ここでは両肺野を上、中、下及び内側、外側と分けた。単純X線の場合肺尖部を別扱いする方法<sup>17)</sup>もあるが、HRCT撮像の方法を考慮して単に上、中、下肺野と分けるのが適当な方法と思われた。また左右に縦隔側、中間、外側と3つに分けることも考えられたが、ここでいった内側、外側の区分方法でも心との重なりや胸膜肥厚等の原因で単純X線での判定が不能なものが12領域にみられ、これ以上の細分化は実際上困難であった。

結節影の分布はHRCTで特にかたよりはみられなかったが、これは大陰影について検討しなかったことも1つの原因であろう<sup>2)</sup>。ちなみに大陰影は、主に下肺野にみられたものは22例中3例のみでありほとんどが上~中肺野に存在していた。

結節影の有無、多寡の判定を単純X線とHRCTで行ったものを比較したところ、HRCTは単純X線よりも結節影を有意に多く判定した。今回のHRCTは前述の理由より代表のスライスを選んで撮像し、全肺野を6スライスでカバーさせているということからスライスの間隔は大きい。このため密にスライスした場合に比べて、血管や気管支のスライス面への垂直方向の走行を誤認する可能性が大きくなることは十分考えられる。しかしこれだけの理由でHRCTが単純X線より有意に多くの結節影を検出したとは考えにくい。各肺野の代表として2スライスずつとするHRCTの撮像方法でも、結節影の有無、多寡の評価について単純X線を上回ったと考えられた。また結節影の大きさの判定についてHRCTは単純X線と有意の相関を示した。HRCTが単純X線と比べて結節影等の異常影の検出にすぐれているという報告はみられる<sup>6)10)15)18)</sup>が、相互の関係を検討したものは少なく、今回の結果は意義のあるものといえよう。

気腫性変化の分布については単純X線では下肺野特に左側に多く認めしたが、HRCTでは領域による検出割合に有意の差を認めなかった。このことは単純X線での気腫性変化の判定が、上中肺野に比べ下肺野で行いやすいことを示唆するものであると考えられた。下肺野は上中肺野に比べて胸郭の前後径が長いこと、血管や気管支が疎であることが原因と思われる。気腫性変化の検出能についての単純X線との比較ではHRCTが単純X線より明らかに優れており、肺の気腫性変化の描出にはCTが有用であるというこれまでの報告を支持する結果であった<sup>6)9)19)~23)</sup>。

気腫性変化と結節影の判定に関係があるか否かを検討したところ、今回の検討では結節影のgradeと気腫性変化のgradeの間に有意の負の相

関を認めた。これは気腫性変化が高度になると結節影などの指摘が困難になることも一因であろうと思われる。

胸膜下に平行に走る SCLS に類似した曲線陰影の CT 所見については Kubota ら<sup>24)</sup>によって最初に報告されている。Yoshimura ら<sup>25)</sup>は石綿肺の HRCT で SCLS を検討し、病理組織学的には呼吸細気管支壁と隣接する肺胞群の胞隔の線維性肥厚と肺胞腔の虚脱であったとしている。特発性間質性肺炎でも同様の CT 所見がみられ<sup>26)</sup>、胞隔炎という病態の基本を反映した像ではないかと考えられている。この SCLS は肺下葉の背側胸膜直下にみられることが多く単純 X 線では検出できない所見で、CT 特に HRCT によって取り上げられたものである。発生機序等について定かでない点も多いが、塵肺では CT 所見として重要である可能性も十分に考えられ、今回 SCLS と結節影、気腫性変化の関係についても検討した。ILO 分類及び HRCT で判定した結節影の有無・多寡との間には有意の相関は認めなかった。しかし、気腫性変化を強いものと弱いものとに分けて SCLS の有無をみたところ両者に差を認めており、胸膜直下の線維性変化と気腫性変化とが密接に関連している可能性が示唆された。

肺機能検査と画像との関係についての検討ではこれまでの報告<sup>27)~33)</sup>でも肺機能と気腫性変化との間に関連があるとされているが、今回の検討でも HRCT による気腫性変化と %DLCO との間には有意の関連を認めた。肺機能検査と結節影は今回の検討では関連は認められなかった。また SCLS の有無と FEV<sub>1.0</sub>%, RV/TLC, %DLCO との間には有意の関連がみられており、HRCT でのみ捉えられるこの所見は重要な意味を持つと考えられる。気腫性変化の検出能は前述のように HRCT の方が単純 X 線より良い傾向があり、しかも HRCT は単純 X 線よりも気腫性変化の程度の把握が容易である。これらの点で肺機能検査の信頼性の低い場合 HRCT の臨床検査における貢献度は高いと思われる。

塵肺という疾患の性質から、肺の結節の 1 つ 1 つを漏らさず検出するということは実際の臨床上

さほど重要でない。しかし、単純 X 線のみで ILO 分類に従い塵肺の grade を断定してしまうことは、単純 X 線での結節影の検出能が十分ではないこと、また単純 X 線での判定が必ずしも肺機能や臨床症状と相関しないことから十分に満足できる方法ではない。HRCT は X 線被曝という問題はあるにせよその他は全く非侵襲性であり、今回検討した方法で行えば検査時間も 10 分程度であり容易に実施できる。塵肺に特異的な所見は得られないにしても塵肺の grade を決定する上で、また単純 X 線の所見を補う意味で大きな利点を有すると思われる。

#### まとめ

塵肺症例 48 例（男性 47 例、女性 1 例）を対象として、HRCT を施行し胸部単純 X 線検査および肺機能検査との対比を行い、以下の結論を得た。

1. 結節影の検出能は HRCT が胸部単純 X 線検査より優れていた。HRCT は結節影の定量的評価及び結節影の大きさの評価においては胸部単純 X 線検査とよく相関した。

2. 気腫性変化の検出能は HRCT が胸部単純 X 線検査より明らかに優れていた。HRCT は気腫性変化の定量的評価においては胸部単純 X 線検査とよく相関した。

3. HRCT で定量的評価を行った結節影と気腫性変化との間には逆の相関を認めた。

4. SCLS と結節影の間には有意の関係は認めなかった。気腫性変化の強弱と SCLS との間には関連が認められた。

5. 肺機能検査と画像との比較では %DLCO と気腫性変化の間に関連が認められ、FEV<sub>1.0</sub>%, RV/TLC, %DLCO は SCLS の有無によって有意差がみられた。

6. HRCT は塵肺の評価を行う際、胸部単純 X 線検査や肺機能検査を補う意味で十分に有用である。

本研究の要旨は第 47 回（昭和 63 年 3 月）日本医学放射線学会総会で報告した。稿を終えるにあたり御指導、御校閲を賜りました産業医科大学放射線科中田 肇教授に深謝いたします。さらに御助言、御協力をいただきました呼吸器科城戸優光教授、公衆衛生学松田晋哉助手ならびに臨床検

査部松下 淳技師に感謝いたします。

### 文 献

- 1) 藤本 照 監訳, Siegel S 著: ノンパラメトリック統計学, 行動科学のために, 1983, マグロウヒル, 東京
- 2) 志田寿夫: じん肺, 臨放, 26: 1159—1184, 1981
- 3) Brown LR, Muhm JR: Computed tomography of the thorax current perspectives. *Chest* 83: 806—813, 1983
- 4) 藤堂義郎, 伊藤春海, 中野善久, 他: 肺野末梢病変の CT Review 像, 臨放, 27: 1319—1326, 1982
- 5) Nakata H, Kimoto T, Nakayama C, et al: Diffuse peripheral lung disease: Evaluation by high-resolution computed tomography. *Radiology* 157: 181—185, 1985
- 6) 伊藤春海, 金岡正樹, 村田喜代史, 他: びまん性肺疾患の CT 診断—総論—, 呼吸, 6: 153—160, 1987
- 7) Bergin CJ, Coblenz CL, Chiles C, et al: Chronic lung diseases: Specific diagnosis by using CT. *AJR* 152: 1183—1188, 1989
- 8) Joharjy IA, Bashi SA, Abdullah AK: Value of medium-thickness CT in the diagnosis of bronchiectasis. *AJR* 149: 1133—1137, 1987
- 9) Flanagan JJ, Flower CDR, Dixon AK: Compensatory emphysema shown by computed tomography. *Clin Radiol* 33: 553—554, 1982
- 10) 川上雅彦, 阿部澄子, 山口美沙子, 他: 原因不明の間質性肺炎の CT 像, 日胸疾会誌, 17: 348—354, 1979
- 11) 小林英夫, 松岡緑郎, 三重野龍彦, 他: 過敏性肺臓炎における CT 所見の検討, 日胸疾会誌, 27: 467—473, 1989
- 12) 田中裕士, 小場弘之, 森 拓二, 他: マイコプラズマ肺病変の CT 像, 臨放, 30: 979—986, 1985
- 13) 小場弘之, 森 拓二, 森 雅樹, 他: 間質性肺炎における肺構造の変化と CT 像, 臨放, 30: 971—978, 1985
- 14) 城戸優光, 宮崎信義, 原田 進, 他: 粉塵による微細肺病変の臨床的検討, CT Review 像の診断的有用性, 産業医大誌, 8: 363—367, 1986
- 15) Aberle DR, Gamsu G, Ray CS: High-resolution CT of benign asbestos-related diseases: Clinical and radiographic correlation. *AJR* 151: 883—891, 1988
- 16) Akira M, Higashihara T, Yokoyama K: Radiographic type p pneumoconiosis: High-resolution CT. *Radiology* 171: 117—123, 1989
- 17) 河野通雄, 原 眞咲, 鈴木啓史, 他: 集検により発見された肺癌症例の前回 X 線写真の検討, 臨放, 30: 945—949, 1985
- 18) Mathieson JR, Mayo JR, Staples CA, et al: Chronic diffuse infiltrative lung disease: Comparison of diagnostic accuracy of CT and chest radiography. *Radiology* 171: 111—116, 1989
- 19) Hayhurst MD, MacNee W, Flenley DC, et al: Diagnosis of pulmonary emphysema by computerised tomography. *Lancet* 11: 320—322, 1984
- 20) Foster WL, Pratt PC, Roggli VL, et al: Centrilobular emphysema: CT-pathologic correlation. *Radiology* 159: 27—32, 1986
- 21) Bergin C, Müller N, Nichols DM, et al: The diagnosis of emphysema. *Am Rev Respir* 133: 541—546, 1986
- 22) 山岸雅彦, 森 雅樹, 小場弘之, 他: 慢性肺気腫の CT 診断, 臨放, 32: 1093—1099, 1987
- 23) Murata K, Itoh H, Todo G, et al: Centrilobular lesions of the lung: Demonstration by high-resolution CT and pathologic correlation. *Radiology* 161: 641—645, 1986
- 24) Kubota H, Hosoda T, Kato M, et al: Plate-like atelectasis at the corticomedullary junction of the lung: CT observation and hypothesis. *Radiation Med* 4: 305—310, 1983
- 25) Yoshimura H, Hatakeyama M, Otsuji H, et al: Pulmonary asbestosis: CT study of subpleural curvilinear shadow. *Radiology* 158: 653—658, 1986
- 26) 畠山雅行, 前田宗宏, 大村卓也, 他: Thin-slice 高分解能 CT 像からみた石綿粉塵暴露者肺病変と特発性間質性肺炎の対比検討, 臨放, 32: 1101—1109, 1987
- 27) Goddard PR, Nicholson EM, Laszlo G, et al: Computed tomography in pulmonary emphysema. *Clin Radiol* 33: 379—387, 1982
- 28) Sakai F, Gamsu G, Im JG, et al: Pulmonary function abnormalities in patients with CT-determined emphysema. *J Comput Assist Tomogr* 11: 963—968, 1987
- 29) Sider L, Dennis L, Smith LJ, et al: CT of the lung parenchyma and the pulmonary function test. *Chest* 92: 406—410, 1987
- 30) 山岸雅彦, 森 雅樹, 平井英幸, 他: CT 像からみた肺気腫の grading—肺機能との相関—, 日胸疾会誌, 26: 109—115, 1988
- 31) 井上雅樹, 福田 潔, 本間敏明, 他: 肺気腫症における各種肺機能検査と CT Review 像との相関についての検討, 日胸疾会誌, 25: 1188—1193, 1987
- 32) 中野 博, 榎田祐一, 川村治子, 他: X 線 CT の肺気腫診断における有用性—肺機能, SAB との対比, 日胸疾会誌, 26: 602—611, 1988
- 33) Hatabu H, Sano A, Imanaka K, et al: High-resolution CT in diffuse panbronchiolitis: Correlation with its stage and pulmonary function. *画像医学誌* 5: 1391—1397, 1986