けい藻土じん肺における 動脈血ガス分析に関する研究

Gas Analysis of the Arterial Blood of Pneumoconiosis
— Cases Caused by Diatomaceous Earth Dust —

金沢医科大学公衆衛生学教室

河 野 俊 一・中 川 秀 昭

梶 博 久・山 本 三 郎

国立公衆衛生院疫学部

大 村 外 志 隆

Shunichi Kawano, Hideaki Nakagawa, Hirohisa Toga and Saburo Yamamoto

Department of Public Health, Kanazawa Medical University

Toshitaka Omura

Department of Epidemiology, The Institute of Public Health

Respiratory function tests and arterial blood gas analyses were performed on 53 firebrick-makers exposed to diatomaceous earth dust and on 40 healthy farmers who served as the control group (group C).

The experimental subjects were ranging from 40 to 55 years of age. The brick-makers were subdivided into two groups based on chest X ray findings; group A of 22 brick-makers with pneumoconiosis and group B, 31 healthy brick-makers.

There were no significant differences among the three groups in the mean ages, heights, weights, indices of obesity or years as a smoker. There were no significant difference between groups A and B in the mean years of exposure to dust.

The following results were obtained:

1. The mean values of forced vital capacity/predictive vital capacity (% VC) and flow at 25 % of forced vital capacity/height ($\dot{V}_{25}$ /ht) of group A were significantly lower than those of group C, and those of forced vital capacity (FVC), % VC, forced expiratory volume in 1 second (FEV_1) and $\dot{V}_{25}$ /ht of group B were significantly lower than those of group C.

2. There were no significant differences in the mean values of pH, PaO_2 and $AaDO_2$ between groups A and B, but there was in the case of $PaCO_2$.

3. The relationships between $AaDO_2$ and the obesity index, years as a smoker, $\dot{V}_{25}$ /ht for group A and B were examined by multiple regression analysis. Negative partial correlation coefficients were obtained for $AaDO_2$ and $\dot{V}_{25}$ /ht. Correlations between $AaDO_2$ and the obesity index, years as a smoker were positive and significant.

Based on the results, it is reasonable to say that respiratory function tests are more sensitive than arterial blood gas analyses. It may also be concluded that the variables which caused an increase in $AaDO_2$ were the obesity index, years as a smoker and $\dot{V}_{25}$ /ht in brick-makers exposed to dust.

I. 緒 言

珪藻土 (diatomaceous earth) は海底あるいは湖底に沈積した珪藻類の化石で、珪藻殻の多孔質構造を特質として、保温材、耐火材、ろ過助材などに利用されている。石川県の能登半島はわが国有数の珪藻土の産地であり、現在も耐火断熱レンガ、ボイラー、カマドなどが生産されている。

石川県の七尾湾に面した和倉地区にある珪藻土を原料とする耐火断熱レンガ製造工場の粉じん作業者を対象に、著者らはすでにじん肺症の疫学調査¹⁾、呼吸機能障害^{2,3)}、血清・免疫学的異常^{4,5)}について報告してきた。昭和53年にじん肺法が改正されて以来、じん肺症の呼吸機能障害判定の指標として、Spirometry ではパーセント肺活量 (% VC), 1秒率 (FEV₁ %), Flow-volume 検査では努力性肺活量 (FVC) の25%における最大呼出速度の身長補正值 ($\dot{V}_{25}/ht$), 動脈血ガス分析検査では肺泡気・動脈血酸素分圧較差 (AaDO₂) が使われることになった。本研究では、同工場の粉じん作業者を対象に、胸部X線検査および呼吸機能検査と同時に、動脈血ガス分析検査を行い、それらの結果を相互に比較することにより、珪藻土じん肺症における呼吸機能障害を評価する指標としての動脈血ガス分析検査の意義について検討した。更に動脈血ガス分析によって得られる指標、なかでも AaDO₂を増悪させる因子についての解析も目的とした。

II. 対象と方法

じん肺症の発症には、空中浮遊粉じんの成分、量、形、粒度分布が問題となる。珪藻土は約70%の SiO₂と約10%の Al₂O₃を含有する。珪藻土は原材料からも浮遊粉じんが発生するが、焼成過程を経た後の粉じんが主体となる。対象とした耐火断熱レンガ製造工場におけるデジタル粉じん計 (10 μm 以下の粒子を捕集する) にて測定した浮遊粉じん濃度は、1964年～1965年の調査¹⁾では平均粉じん濃度が 50 mg/m³を越える作業場が4カ所もあったが、1977年の調査²⁾では、0.07～0.30 mg/m³と著明に減少した。また粉じんの粒度分布では直径 5 μm 以下の粒子は位相差顕微鏡による測定では平均49.5%、アンダーセンサンプラーによる重量比では第3段階以上 (直径 4.7 μm 以下) は39.6%であった。

著者らは、1977年以来同工場の従業員を対象に呼吸機能検査を中心とする検診を実施しており、1977年度の検診結果に関しては既に報告した^{2,3)}。今回対象としたのは1979年に検診を実施した同工場従業員で、年齢40～55歳

の男子の粉じん作業者53名である。同工場は不況により大量の作業員の整理が行われ、前回報告³⁾から継続調査が行えたのは今回受診者の57%にすぎない。特に50歳以上の高齢者の離職が多く、前回30%から今回9%と著減している。

粉じん作業者53名の胸部X線所見の内訳は Table 1 に示す通りである。これにより粉じん作業者をじん肺所見群22名 (以下A群と記す) と無所見群31名 (以下B群と記す) の2群に分けた。更に対照群 (以下C群と記す) として、前報³⁾と同じ石川県内農村地区の40～55歳男子で、粉じん作業経験がなく、肺結核や慢性閉塞性肺疾患などの既往も有せず、胸部X線撮影にても異常の認めなかった健常者40名を選んだ。

各群に対して以下の調査ならびに検査を実施した。

- (1) 問診：自覚症状、既往歴、喫煙歴など
- (2) 身体計測：身長、体重。肥満度 (%) は $\{ \{ \text{体重 (kg)} / (\text{身長 (cm)} - 100) \times 0.9 \} - 1 \} \times 100$ 式より算出した。
- (3) Spirometry: hot-wire 式 auto-spirometer (ミナト AS 800) により努力性肺活量 (FVC), パーセント肺活量 (努力性肺活量/予測肺活量, %VC), 一秒量 (FEV₁),

Table 1 Chest X ray findings in brick-makers

Pn.*	PR		
	0	31 (58.5)	
	1	21 (39.6)	
	2	1 (1.9)	
	3	0	
Total		53 (100.)	
		Group A***	Group B****
Tbc.**	0	20 (90.9)	24 (77.4)
	V	2 (9.1)	5 (16.1)
	IV	0	2 (6.5)
	III	0	0
	II	0	0
	I	0	0
Total		22 (100.)	31 (100.)

Figures in brackets show percentages

- * Pneumoconiosis is classified according to the Japanese Pneumoconiosis Law.
P R 0, 1, 2, 3: X ray categories of Pneumoconiosis
- ** Tuberculosis is classified according to the guidelines of the Japanese Society for Tuberculosis
- *** Group A: Brick-makers with pneumoconiosis
- **** Group B: Brick-makers without pneumoconiosis

一秒率 (一秒量/努力性肺活量, FEV₁ %), 最大呼気流量 (PFR) を測定した。

(4) Flow-volume 検査: 上記機器に, X-Y recorder (Y. H. P. 社製) を接続し, 校正後 Flow-volume curve を記録し, 努力性肺活量の 50%, 25% における最大呼出速度と身長との比 ($\dot{V}_{50}/ht$, $\dot{V}_{25}/ht$), $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ を算出した。

(5) 動脈血ガス分析検査: 死腔を抗凝固剤のヘパリンで満たした注射器を用い, 被検者を臥位にて十分安静を保った後上腕動脈より採血し, その後直ちにあらかじめ校正済みの動脈血ガス分析装置 (CORNING 社製 Model 165) にて測定し, pH 値, 動脈血酸素分圧 (PaO₂), 動脈血炭酸ガス分圧 (PaCO₂) を測定し, 肺泡気・動脈血酸素分圧較差 (AaDO₂) はじん肺法により定める式 $150 - PaO_2 - PaCO_2/0.83$ により算出した。

集団間の 2 群の平均値の差の検定には両側の t 検定を, 比率の検定には χ^2 検定を用いた。相関係数の検定は通常の方法を用いた。

III. 結 果

1. 対象者の概要

年齢および身長, 体重, 肥満度, 粉じん作業年数の各群における平均値と標準偏差値を示したのが Table 2 である。年齢および身長, 体重, 肥満度については A 群, B 群とも C 群に比べ有意の差はみられない。また粉じん作業年数についても A 群, B 群間に有意の差はみられなかった。

2. 喫煙習慣

喫煙歴および喫煙量について比較したのが Table 3 である。喫煙歴については喫煙者, 喫煙中止者および非喫煙者に分けて比較したが, A 群, B 群とも C 群との間

Table 3 Smoking history of the subjects

	Group A	Group B	Group C
Smoker	15 (68.2)	22 (71.0)	30 (75.0)
Ex-smoker	3 (13.6)	4 (12.9)	3 (7.5)
Non-smoker	4 (18.2)	5 (16.1)	7 (17.5)
Pack years* (Mean $\pm$ S.D.)	23.3 $\pm$ 16.6	19.3 $\pm$ 16.5	23.1 $\pm$ 14.6

N (%), * Number of packs of 20 cigarettes smoked per day multiplied by the number of years as a smoker.

Table 4 Respiratory function tests

	Group A	Group B	Group C
FVC (L)	3.55 $\pm$ 0.55	3.43 $\pm$ 0.46*	3.73 $\pm$ 0.56
%VC (%)	96.2 $\pm$ 12.7*	93.6 $\pm$ 11.0**	102.9 $\pm$ 12.2
FEV ₁ (L)	2.89 $\pm$ 0.46	2.80 $\pm$ 0.39*	3.05 $\pm$ 0.44
FEV ₁ % (%)	82.0 $\pm$ 6.1	82.1 $\pm$ 6.2	82.9 $\pm$ 5.3
PFR (L/min)	506 $\pm$ 92*	446 $\pm$ 86	441 $\pm$ 84
$\dot{V}_{50}/ht$ (L/sec/m)	2.51 $\pm$ 0.78	2.42 $\pm$ 0.76	2.60 $\pm$ 0.62
$\dot{V}_{25}/ht$ (L/sec/m)	0.75 $\pm$ 0.26*	0.79 $\pm$ 0.29*	0.96 $\pm$ 0.34
$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	3.40 $\pm$ 0.52*	3.19 $\pm$ 0.78	2.87 $\pm$ 0.58

Mean $\pm$ S.D., *P<0.05, **P<0.01

に分布で有意の差はみられなかった。喫煙量は Pack Years [(紙巻きタバコ 1 日平均喫煙本数/20) に喫煙年数を乗じた数] で表わし, その平均値と標準偏差値を示したが, A 群, B 群とも C 群に比べ有意の差はみられなかった。

3. 呼吸機能検査

呼吸機能検査として, Spirometry では FVC, % VC, FEV₁, FEV₁ %, PFR の 5 指標について, Flow-volume

Table 2 Physical variables of all subjects

	Group A	Group B	Group C**
No. of subjects	22	31	40
Age (years)	46.2 $\pm$ 3.8	45.5 $\pm$ 2.8	47.0 $\pm$ 4.0
Height (cm)	163.1 $\pm$ 6.0	161.5 $\pm$ 5.5	161.8 $\pm$ 6.0
Weight (kg)	59.4 $\pm$ 6.3	57.9 $\pm$ 8.3	59.2 $\pm$ 8.5
Obesity index* (%)	5.1 $\pm$ 10.6	4.6 $\pm$ 11.0	6.7 $\pm$ 13.5
Exposure to dust (in years)	25.1 $\pm$ 3.4	24.3 $\pm$ 4.2	—

Mean $\pm$ S.D., *Obesity index = $\left[\frac{\text{Weight (kg)}}{\text{Height (cm)} - 100} \times 0.9 - 1 \right] \times 100$

**Group C: The control group

Table 5 Arterial blood gas analyses

	Group A	Group B	Group C
pH	7.416±0.022	7.409±0.018	7.416±0.017
PaO ₂ (TORR)	81.3±10.8	82.8±8.8	85.5±8.6
PaCO ₂ (TORR)	38.6±2.4*	38.6±2.4**	37.1±2.2
AaDO ₂ (TORR)	22.4±10.8	20.6±8.9	19.9±8.8

Mean ±S.D., *P<0.05, **P<0.01

検査では $\dot{V}_{50}/\text{ht}$, $\dot{V}_{25}/\text{ht}$, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ の 3 指標について検討し、各群の平均値および標準偏差値を Table 4 に示した。その結果、A 群では C 群に比べ % VC, $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ の 2 指標で有意に低く、PFR, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ の 2 指標で有意に高い値を示した。B 群では C 群に比べ FVC, % VC, FEV₁, $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ の 4 指標で有意に低い値を示した。

4. 動脈血ガス分析検査

動脈血ガス分析検査は、pH, PaO₂, PaCO₂ および AaDO₂ の 4 指標について検討し、各群の平均値および標準偏差値を Table 5 に示した。

その結果、PaO₂ は C 群に比べ B 群、A 群と低下がみられ、AaDO₂ は逆に増加傾向がみられたが、いずれも有意ではなかった。PaCO₂ は A 群、B 群とも C 群に比べ、軽度ながら有意に高い値を示した。

5. じん肺法に基づく呼吸機能異常者率

じん肺法においては、じん肺にかかっているか又はその疑いのある者に対して呼吸機能検査を行うこととされ

ている。呼吸機能検査は、1 次検査として Spirometry による % VC, FEV₁ % および Flow-volume 検査による $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ の 3 指標が用いられており、2 次検査として動脈血ガス分析による AaDO₂ が指標として用いられている。それらの労働省編じん肺診査ハンドブックで示されている基準値（限界値）により、各指標毎に各群の異常者数及び異常率を示したのが Table 6 である。% VC では 2 次検診を要すると判定する限界値（80%）未満を示した者は A 群で 3 名（13.6%）と C 群に比べ多くみられたが、その差は有意ではなかった。更に著しい低下（60%未満）を示した者はいずれの群にもみられなかった。

FEV₁ % では限界値（Standard values-1×Residual standard deviation）未満を示した者は A 群、B 群とも各 1 名のみであった。更に著しい低下（SV-3×RSD）を示した者はいずれの群にもみられなかった。 $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ については限界値（SV-1×RSD）未満を示した者は、A 群で 19 名（86.4%）、B 群で 22 名（70.9%）と高率であったが、C 群も 25 名（62.5%）で、これらの差は有意ではなかった。しかし、相当低下（SV-2×RSD）を示した者は A 群で 10 名（45.4%）、B 群で 13 名（41.9%）でいずれも C 群の 4 名（10.0%）より有意に高率であった。

AaDO₂ については、限界値（SV+3×RSD）を超える者は、A 群では 5 名（22.7%）、B 群は 3 名（9.7%）で、C 群の 1 名（2.5%）よりいずれも高率を示したが、A 群のみその差は有意であった。

6. 動脈血ガス分析の指標とその他の指標との相関

動脈血ガス分析より得られた pH, PaO₂, PaCO₂,

Table 6 Pneumoconiosis tests

	Group A	Group B	Group C
%VC***<80%	3 (13.6)	1 (3.2)	0
<60%	0	0	0
FEV ₁ %<SV-1 RSD ¹⁾	1 (4.5)	1 (3.2)	0
<SV-3 RSD	0	0	0
$\dot{V}_{25}/\text{ht}$ <SV-1 RSD ²⁾	19 (86.4)	22 (70.9)	25 (62.5)
<SV-2 RSD	10 (45.5)**	13 (41.9)**	4 (10.0)
AaDO ₂ >SV+3 RSD ³⁾	5 (22.7)*	3 (9.7)	1 (2.5)

Figures inbrackets show percentages.

*P<0.05, **P<0.01

***following the guidelines of the Japanese Pneumoconiosis Law

SV: Standard value, RSD: Residual standard deviation

1) SV=91.79-0.373×age (RSD=7.19)

2) SV=1.796-0.0104×age (RSD=0.316)

3) SV=2.5+0.21×age (RSD=7.1)

AaDO₂ の 4 指標と、年齢、粉じん作業年数、身長、体重、肥満度、喫煙量 (Pack Years) および呼吸機能検査 6 指標の合計 12 指標との関連について検討する目的で、単相関係数を粉じん作業者群 53 名 (A, B 群) について算出したのが Table 7 であり、対照群 40 名 (C 群) について算出したのが Table 8 である。その結果、有意の相関関係がみられたものは、粉じん作業者群においては、PaO₂ と体重、肥満度、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ との間に負の相関、

Table 7 Correlations of arterial blood gas analyses and various physical parameters for groups exposed to dust

	pH	PaO ₂	PaCO ₂	AaDO ₂
Age	-0.020	0.070	0.110	-0.104
years of exposure	0.017	-0.098	0.154	0.051
Height	0.040	0.015	0.122	-0.048
Weight	-0.078	-0.464**	0.095	0.427**
Obesity index	-0.110	-0.588**	-0.004	0.576**
Pack years	0.170	-0.226	-0.116	0.251
%VC	-0.027	-0.026	0.193	-0.033
FEV ₁ %	-0.051	0.284*	0.266	-0.346*
PFR	0.247	-0.251	0.001	0.242
$\dot{V}_{50}/ht$	-0.086	0.176	0.282*	-0.254
$\dot{V}_{25}/ht$	-0.098	0.371**	0.292*	-0.442**
$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	0.045	-0.324*	-0.078	0.335*

*P<0.05, **P<0.01

Table 8 Correlations of arterial blood gas analyses and various physical parameters for the controls

	pH	PaO ₂	PaCO ₂	AaDO ₂
Age	0.039	0.047	0.057	-0.063
Height	0.112	0.159	0.054	-0.172
Weight	-0.182	-0.437**	0.039	0.412*
Obesity index	-0.213	-0.591**	0.003	0.573**
Pack years	-0.198	-0.028	-0.124	0.065
%VC	-0.107	0.182	0.232	-0.247
FEV ₁ %	0.174	0.284	0.008	-0.279
PFR	0.054	-0.156	-0.015	0.155
$\dot{V}_{50}/ht$	0.114	0.327*	0.120	-0.360*
$\dot{V}_{25}/ht$	0.191	0.557**	-0.007	-0.539**
$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	-0.103	-0.379*	0.114	0.383*

*P<0.05, **P<0.01

FEV₁%, $\dot{V}_{25}/ht$ との間に正の相関を示した。PaCO₂ については $\dot{V}_{50}/ht$, $\dot{V}_{25}/ht$ といずれも正の相関を示した。更に、AaDO₂ については体重、肥満度、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ との間に正の相関、FEV₁%, $\dot{V}_{25}/ht$ と負の相関がみられ、PaO₂ とは全く逆の関係を示した。一方、対照群においては、PaO₂ と体重、肥満度、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ との間に負の相関、 $\dot{V}_{50}/ht$, $\dot{V}_{25}/ht$ との間に正の相関を示し、AaDO₂ は PaO₂ とは逆の相関を示した。

7. 動脈血ガス分析の指標と肥満度、喫煙量、 $\dot{V}_{25}/ht$ との偏相関係数

動脈血ガス分析の 4 指標と、その他 12 指標との検討より PaO₂ の低下、AaDO₂ の増加には体重や肥満度、呼吸機能検査では FEV₁%, $\dot{V}_{50}/ht$, $\dot{V}_{25}/ht$, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ の各指標が関連していることが明らかとなった。これらの中より、肥満度 $\dot{V}_{25}/ht$ 、喫煙量 (Pack Years) の計 3 指標を説明変数とし、動脈血ガス分析の 4 指標を目的変数として偏相関係数を算出した。説明変数相互の単相関係数を Table 9 に示したが、労働者群、対照者群とも肥満度と $\dot{V}_{25}/ht$ とは有意の負の相関がみられた。血液ガス 4 指標

Table 9 Correlation

		Group A and B		
		Obesity index	Pack years	$\dot{V}_{25}/ht$
Group C	Obesity index		-0.057	-0.318*
	Pack years	0.056		-0.053
	$\dot{V}_{25}/ht$	-0.444**	-0.208	

*P<0.05, **P<0.01

Table 10 Partial correlations between AaDO₂ and three variables

	pH	PaO ₂	PaCO ₂	AaDO ₂
Group A and B				
Obesity index	-0.139	-0.567**	0.091	0.552**
Pack years	0.156	-0.313*	-0.098	0.343*
$\dot{V}_{25}/ht$	-0.131	0.228	0.301*	-0.329*
Group C				
Obesity index	-0.155	-0.460**	-0.005	0.441**
Pack years	-0.173	0.100	-0.128	-0.043
$\dot{V}_{25}/ht$	0.074	0.418**	-0.033	-0.388*

*P<0.05, **P<0.01

のそれぞれと説明変数 3 指標間の偏相関係数を Table 10 に示した。有意の相関がみられたものは、粉じん作業
者群では PaO_2 と肥満度、喫煙量との間に負の相関、 PaCO_2 は $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ と正の相関、 AaDO_2 は肥満度、喫煙量
と正の相関、 $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ と負の相関であった。一方、対照群
については PaO_2 と肥満度と負の相関、 $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ と正の相
関がみられ、 AaDO_2 はその逆の相関関係がみられた。

IV. 考 察

じん肺症の呼吸機能障害については、従来は Spiro-
metry における肺活量および 1 秒量の低下が主たる問
題とされて来たが、これらの異常はじん肺症がかなり進
展しなければ必ずしも出現しない。じん肺症の形態学的
早期病変は細気管支を中心に始まる⁹⁾とされていること
から、呼吸機能障害を早期に発見するには、Small air
way の障害を検出するに適した検査方法が有用と考え
られる。具体的には、Hankinson ら⁷⁾、Irwig ら⁸⁾、三品
ら⁹⁾によって Flow-volume 検査の有用性が報告されて
おり、Lapp ら¹⁰⁾によって closing volume 検査の有用
性が報告されている。著者らも珪藻土じん肺における呼
吸機能障害の早期発見には Flow-volume 検査の各指標、
とりわけ $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ が有用であることを報告³⁾した。しかし
ながら本研究での 3 群間の呼吸機能検査の平均値の比較
では、粉じん作業群 (A, B 群) は対照群 (C 群) との
間に $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ だけでなく、FVC (B 群), % VC (A, B
群), FEV₁ (B 群) などの Spirometry の指標でも有意
の低下がみられた。本研究の対象者は先の報告³⁾と比べ
て 50 歳以上の高齢者が少なくなっているにもかかわらず、
粉じん職歴年数が延長しているので、今回の Spiro-
metry での低下は珪藻土粉じんをより長期間吸入した
者が多かったことの影響があらわれたと推測された。また
PFR が対照群と比較し、粉じん作業群で高値を示し
たのは対照群に比べ、50 歳以上の高齢者の割合が少な
かったためと思われる。

更に呼吸機能障害を知る重要な検査法の一つとして動
脈血ガス分析検査がある。動脈血ガス分析検査は肺の機
能を総括的に反映すると共に、酸塩基平衡の代謝異常の
指標としても用いられている。また呼吸機能検査は
Spirometry を始めとしてそのほとんどが努力依存性の
検査であるのに対し、この検査は努力非依存性であるとい
った特徴を有している。

肺におけるガス交換障害を知る総括的指標として近年
肺胞気・動脈血ガス分圧較差 (AaDO_2) が重要視されて
来ている¹¹⁾。この場合指標とするガスにより AaDO_2 ,

AaDN_2 , AaDCO_2 がある。しかしこれらは肺胞気の測定
やガス分圧などの方法それ自体複雑で今まで十分に行わ
れなかったが、 AaDO_2 はガス交換率を仮定した簡易計算
式により PaO_2 , PaCO_2 から算出することが出来るので、
最近よく利用されるようになり、昭和 53 年 3 月のじん肺
法の改正でも肺機能障害の判定のための指標の一つとし
て用いられるようになった。

本研究において、粉じん作業群と対照群との平均値に
よる比較ではじん肺有所見者群、無所見者群とも PaCO_2
で有意な高値を認めたのみで、pH, PaO_2 , AaDO_2 には有
意な差はみられなかった。しかし PaCO_2 の 3 群間の差
はわずかであったことから、動脈血ガス分析より得られ
る各指標は、珪藻土粉じんの長期間吸入による呼吸機能
障害を知る上で、Flow-volume 検査における $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ の
ような鋭敏性はないと思われる。しかし改正じん肺法に
定める各指標の基準で粉じん作業群と対照群をふるい
分けた結果では、 AaDO_2 は $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ に次いで、じん肺有所
見群の多い異常率が認められた。また著者ら¹²⁾は別に出
稼ぎじん肺患者を対象に呼吸機能検査、動脈血ガス分析
検査を行い、X 線じん肺区分別の AaDO_2 の平均値が病
型の進展とともに増高したことを報告した。これらのこ
とからじん肺症の重症者のふるい分けには AaDO_2 も有
用と考えられた。

ここで本研究においては、動脈血の採血はすべて臥位
にて行なったが、Strieder ら¹³⁾によれば、喫煙者では臥位
と坐位とでは PaO_2 , AaDO_2 に差がみられることが報告
されており、今後じん肺症の運用上採血時の体位に関す
る検討も必要と思われる。

一方、動脈血ガス分析より得られた各指標と、その他
の指標との関連について検討した結果では、粉じん作業
群、対照群ともに PaO_2 と体重、肥満度、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ とは負
の相関、FEV₁ %, $\dot{V}_{25}/\text{ht}$ とは正の相関がみられ、 AaDO_2
とは同じ指標で全く逆の相関がみられた。南ら¹⁴⁾も血液
ガス、呼吸機能の 8 指標について重回帰分析を行い PaO_2
と AaDO_2 が強い逆相関関係にあることを報告してい
る。

PaO_2 の正常値については、年齢を考慮すべきことは
多くの研究者によって報告されている¹⁵⁾。また加齢と共
に肥満によって PaO_2 が低下することは富田ら¹⁶⁾および
福地ら¹⁷⁾によって報告されている。また著者ら¹⁸⁾は出稼
ぎじん肺患者を対象に AaDO_2 と呼吸機能その他の 11 指
標の重回帰分析を行い、 AaDO_2 と体重が正の相関がみら
れることを報告した。

本研究においては対象者の年齢を限定したので、 PaO_2

の低下あるいは $AaDO_2$ の増大と年齢との相関はみられなかったが、肥満度、呼吸機能の低下 ($\dot{V}_{25}/ht$ の低下) とは偏相関係数においても有意な関連が認められた。更に粉じん作業員においては、喫煙量も偏相関係数において、 PaO_2 の低下、 $AaDO_2$ の上昇と有意の偏相関がみられた。

以上より、珪藻土粉じん暴露による障害を検出するには、血液ガス分析検査は、呼吸機能検査ほど鋭敏とは言えない。また、 $AaDO_2$ の開大には肥満、喫煙および $\dot{V}_{25}/ht$ の低下が独立に影響していることが示唆された。

V. 結 論

珪藻土を原料とした耐火断熱レンガ製造工場における40～55歳男子の粉じん作業員を対象に、動脈血ガス分析検査をおこない、長期珪藻土粉じん暴露による動脈血ガスへの影響について検討した。

対象とした粉じん作業員53名を胸部X線所見より、じん肺有所見者22名 (A群) と、無所見群31名 (B群) に二分した。対照群として農村地区に居住する男の同年齢群の健康成人で非粉じん作業員40名 (C群) を選定した。各群間に年齢、身長、体重、肥満度、粉じん、職歴年数、喫煙量 (Pack Years で検討した) の平均値で有意の差はみられなかった。以下に検討の結果得られた結論を示す。

1) 呼吸機能検査では、A群はC群に比べその平均値で% VC, $\dot{V}_{25}/ht$ は有意に低く、PFR, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ は有意に高い値を示した。B群はC群に比べFVC, % VC, FEV₁, $\dot{V}_{25}/ht$ で有意に低い値を示した。

2) 動脈血ガス分析検査では、 PaO_2 ではその平均値でC群に比べB群、A群と低下傾向、 $AaDO_2$ では逆に増加傾向がみられたが、いずれも有意ではなかった。 $PaCO_2$ ではA群、B群ともC群に比べ有意に高い値を示したが、その差はわずかであった。

3) じん肺法に示されている基準値により各群の異常者出現率について検討した結果、% VC, FEV₁ % について各群間に有意の差はみられなかった。 $\dot{V}_{25}/ht$ については相当低下を示した者はA群、B群ともC群に比べ有意に高率であった。 $AaDO_2$ については限界値を超える者はA群のみC群に比べ有意に高率であった。

4) 粉じん作業員53名について、動脈血ガス分析より得られた4指標と呼吸機能検査を含む12指標との単相関係数を算出した結果、有意の相関関係がみられたのは、 PaO_2 と体重、肥満度、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ との間に負の相関、FEV₁ %, $\dot{V}_{25}/ht$ との間に正の相関であった。 $PaCO_2$ は

$\dot{V}_{50}/ht$, $\dot{V}_{25}/ht$ と正の相関を示した。 $AaDO_2$ は体重、肥満度、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ と正の相関、FEV₁ %, $\dot{V}_{25}/ht$ と負の相関がみられ、 PaO_2 とは全く逆の関係を示した。

5) 動脈血ガス分析における4指標と互いに関連がうすいと思われた肥満度、 $\dot{V}_{25}/ht$, 喫煙量の3指標ととの間の偏相関係数を算出した結果、有意の偏相関関係がみられたものは、 PaO_2 と肥満度、喫煙量との間に負の偏相関、 PaO_2 は $\dot{V}_{25}/ht$ と正の偏相関、 $AaDO_2$ は肥満度、喫煙量と正の偏相関、 $\dot{V}_{25}/ht$ と負の偏相関であった。

以上の結果より、動脈血ガス分析より得られた指標については、珪藻土じん肺有所見群、無所見群と対照群との比較で呼吸機能検査に比べ顕著な傾向が得られなかったが、粉じん作業員全員についての指標間の相関係数による検討では、 $AaDO_2$ の開大因子として肥満、 $\dot{V}_{25}/ht$ の低下および喫煙が、それぞれ独立に影響していることが示唆された。

本研究の一部は、第53回日本産業衛生学会で発表した。

文 献

- 1) 河野俊一：珪藻土じん肺に関する疫学的研究，日本胸疾学会誌，4，253-267 (1966)。
- 2) 大村外志隆，中川秀昭，山本三郎，加藤孝之，本多隆文，能川浩二：けい藻土粉じん作業員における呼吸機能障害，産業医学，20，254-260 (1978)。
- 3) 大村外志隆：けい藻土じん肺に関する研究(第1報) じん肺有所見者および無所見者における呼吸機能障害に関する検討，日衛誌，35，508-516 (1980)。
- 4) 大村外志隆：けい藻土じん肺に関する研究(第2報) じん肺有所見者および無所見者における免疫学的検討，日衛誌，35，517-523 (1980)。
- 5) 石崎武志，筑田孝司，服部絢一，宮保進，大村外志隆，右田俊介：ケイソウ土粉じん作業員における血清 Inter- α -trypsin inhibitor (I α I) と肺機能，日本胸疾学会誌，17，677-685 (1979)。
- 6) Morgan, W. K. C. and Lapp, N. L.: Respiratory disease in coal miners, Am. Rev. Res. Dis., 113, 531-559 (1976)。
- 7) Hankinson, J. L., Reger, R. B. and Morgan, W. K. C.: Maximal expiratory flows in coal miners, Am. Rev. Res. Dis., 116, 175-180 (1977)。
- 8) Irwig, L. M. and Rocks, P.: Lung function and respiratory symptoms in silicotic and nonsilicotic gold miners, Am. Rev. Res. Dis., 117, 429-435

- (1978).
- 9) 三品陸人, 千代谷慶三, 齊藤健一, 小塚宣人: 珪肺症および珪肺結核症の Flow-volume 曲線—第1報一, 日災害医誌, **21**, 343-348 (1973).
 - 10) Lapp, N. L., Block, J., Boehlecke, B., Lippmann, M., Morgan, W. K. C. and Reger, R. B.: Closing volume in coal miners, *Am. Rev. Res. Dis.*, **113**, 155-161 (1976).
 - 11) 日本胸疾学会肺生理専門委員会: 大気汚染による呼吸機能検査法の現時点における考え方とその評価(つづき): 日本胸疾学会誌, **14**, 519-536 (1976).
 - 12) 中川秀昭: 出稼経験者にみられた珪肺有所見者に関する研究, (第2報) 珪肺有所見者の肺機能障害, 日衛誌, **35**, 737-745 (1980).
 - 13) Strieder, D. J., Murphy, R. and Kazemi, H.: Mechanism of postural hypoxemia in asymptomatic smokers, *Am. Rev. Res. Dis.*, **99**, 760-766 (1969).
 - 14) 南幸諭, 本間行彦, 藤屋秀一, 松崎道幸, 大崎饒, 村尾誠, 佐々木雄一, 奥田正治: けい肺症における諸種肺機能検査値と PaO_2 との因果関係について—パス解析による検討—. 日胸疾患会誌, **19**, 369-373 (1981).
 - 15) 太田保世, 笹本浩: 血液ガス, 日本臨床, **38**, 823-832 (1980).
 - 16) 富田友幸, 高橋唯郎, 大塚洋久, 田崎義昭: 血液ガスの標準値に関する研究, 特に動脈血酸素分圧の加齢による変化について, 日本老医学雑誌, **11**, 336 (1974).
 - 17) 福地義之助, 原沢道美: 老年者における血液ガス組成について日本老医学雑誌, **10**, 59-65 (1973).
 - 18) 中川秀昭, 河野俊一, 梶博久, 奥村義治, 山上孝司, 金森ちえ子, 山本三郎, 本多隆文, 大村外志隆, 加藤孝之, 中川秀幸: 動脈血ガス分析検査に影響する因子に関する研究, 北陸公衛誌, **8**, 24-31 (1981).

(受付 1982年2月8日)