出稼ぎ経験者にみられた珪肺有所見者に関する研究 (第二報) 珪肺有所見者の肺機能障害

Studies on Silicosis as Reported in Migrant Workers
(Report 2) Pulmonary function impairments in silicosis patients

金沢医科大学公衆衛生学教室

中 川 秀 昭

Hideaki Nakagawa

Department of Public Health, Kanazawa Medical University, Ishikawa

Three hundred and fourteen male seasonal migrant workers who were working in jobs that exposed them to large amounts of dust were used as subjects. As the control group, 63 male migrant workers who had no dust-exposure experience and who showed no abnormalities in chest roentgenographic examinations were studied. All participants were aged 40 to 79.

Chest roentgenographic examinations and pulmonary function tests were performed on all participants.

Two hundred and eighty cases of silicosis patients were found by chest roentgenographic examination of migrant workers who had worked in jobs that exposed them to dust. Silicosis is classified into four types according to the national Pneumoconiosis Law on the basis of chest roentgenographic findings. These patients included 72 cases of type 1, 77 cases of type 2, 76 cases of type 3 and 55 cases of type 4 silicosis.

The prevalence of respiratory disease symptoms in the silicosis patients included; cough 44%, phlegm 46%, wheezing 21%, shortness of breath 46% and persistent cough with phlegm in 29% of the cases. The frequency of disease symptoms of silicosis patients was significantly greater than that for migrant workers without the disease as well as the controls. The frequency of symptoms (especially shortness of breath and persistent cough with phlegm) increased as roentgenographic findings worsened.

For pulmonary function test, the mean spirometric indicators (FVC, %VC, FEV1, FEV1%) and flow-volume curve indicators ($\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$) for the silicosis patients aged 40 to 59 were significantly lower than those for controls of the same aged group.

For arterial blood gas analysis, the mean values of $AaDO_2$ for the silicosis patients aged 40 to 59 were significantly higher than for controls of the same age group.

The mean values for FVC, %VC, FEV1, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$ and $\dot{V}25/Ht$ decreased as roentgenographic findings worsened.

But there was no significant difference in pulmonary function for the silicosis patients aged 60 to 79 years when compared to controls in this aged range.

Twenty-two percent of the silicosis showed serious pulmonary function impairments.

Of thirteen indicators of spirometry, flow-volume curve and arterial gas analysis, six indicators (FEV1, FEV1%, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$ and $\dot{V}25/Ht$) seem to be useful in the early detection of pulmonary function disorders. Eight indicators (FVC, %VC, FEV1, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$ and $AaDO_2$) seem to be correlate with roentgenographic findings. These results suggest that in particular FVC, FEV1, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25/Ht$ and $AaDO_2$ are useful for evaluating the pulmonary impairments caused by exposure to dust.

末梢気管支を中心とする散布性結節性繊維増殖といわれている^{1,2)}。珪肺症の肺機能障害を問題とする際、この末梢領域の障害を早期に的確に把握する必要がある。1977年3月に改正された新じん肺法の肺機能検査体系では、従来の Spirometry の他に末梢領域の障害をとらえる検査として、Flow-Volume 曲線検査、動脈血ガス分析検査が加えられた³⁾。

本研究では、黒部保健所管内の隧道工事などへの出稼ぎ経験者に対し、改正じん肺法にもとづいた肺機能検査を行い、(1)新しい検査方法での珪肺有所見者の肺機能障害の実態の検討、(2)X線じん肺病型区分別に肺機能障害の程度の比較検討、(3)Spirometry, Flow-Volume 曲線、動脈血ガス分析の各検査指標のなかでどれがすぐれているかの検討などを行った。

II. 研究 方 法

1977年と1978年8月に、黒部保健所管内の3地区で、アンケート調査により判明した粉じん作業への出稼ぎ経験者に対し、その他の31地区では、結核に対する集団検診(住民検診)や結核管理検診などの受診者で珪肺症が疑われた者に対して行ったじん肺検診の受診者のうち、検査成績のそろっている40~79歳の者314人を研究対象とした。対照者としては、1978年8月に検診を行った40~79歳の農村男子出稼ぎ者で、粉じん職歴がなく、心肺疾患の既往もなく、検査当時特筆すべき理学的所見がみられず、胸部X線写真で異常のないもの63人を選んだ。

じん肺検診の内容は、問診(自覚症状、既往歴、粉じん職歴、喫煙歴など)、身体計測(身長、体重)、胸部X線直接撮影、血圧測定、心電図検査、血液一般検査(Hb, Ht, 血沈, RA, CRP, 血清総蛋白, 蛋白分画)、免疫電気泳動、肺機能検査、動脈血ガス分析検査、内科診察などであった。肺機能検査は Hot-Wire 式ミナト AS700による Spirogram (FVC, %VC, FEV1, FEV1%) とこれに Y. H. P. 社製 X-Y Recorder を接続し、Flow-Volume 曲線($\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$, $\dot{V}50/\dot{V}25$)の測定を行った。動脈血ガス分析検査は、あらかじめ校正済みのコーニング Model 165により、採血後直ちにpH, PaO₂, PaCO₂の測定を行った。AaDO₂(肺泡気、動脈血ガス分圧較差)はじん肺診査ハンドブックで定められた計算式 $150 - PaCO_2/0.83 - PaO_2$ により求めた。

III. 研究 結 果

1. 胸部X線検査

対象者314人の胸部X線所見を表1に示した。X線じ

表1 胸部X線結核所見(学会分類)

項 目	総数	胸部X線じん肺病型区分				
		PR 0	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4
例 数	314	34	72	77	76	55
結 核 所 見	I (型)	0	0	0	0	0
	II	2	0	0	2	0
	III	4	0	0	1	0
	IV	57	0	9	17	13
	V	12	2	4	3	2
	0	239	32	59	54	61

ん肺病型区分は改正じん肺法にもとづいて行った。内訳は無所見(PRO)群34人、一型(PR1)群72人、二型(PR2)群77人、三型(PR3)群76人、四型(PR4)群55人であり、珪肺有所見者は280人であった。結核所見は75人(23.9%)に認められ、学会分類によって区分した。活動型肺結核のII, III型のものは6人(5.9%)であった。珪肺有所見者280人中、結核所見を合併していた者は73人(26.1%)であり、珪肺無所見者34人中の結核有所見者2人(5.9%)より有意に多かった($P < 0.05$)。X線じん肺病型区分別の結核合併率はPR 4群が55人中22人(40.0%)と最も多く、次いでPR 2群が77人中23人(29.9%)であった。

2. 対象者の概要

(1) 年齢と体格

X線じん肺病型区分別の各群の年齢、平均身長、平均体重を表2に示した。珪肺有所見者の平均年齢は57.3歳であり、無所見者56.8歳と差はみられなかった。各X線病型区分別でも差はみられなかった。

体格では、体重でPR 0群とPR 4群が他より軽かった以外には、身長、体重とも各病型群間に差はみられなかった。

(2) 粉じん作業出稼ぎ年数

粉じん作業出稼ぎ年数(表2)は、珪肺有所見者では18.9年で、無所見者の10.8年より長かった($P < 0.01$)。X線病型区分別では、PR 3群が21.6年と最も長く、次いでPR 4群が21.0年であった。PR 1群とPR 3群およびPR 4群には有意の差がみられた($P < 0.05$)。

(3) 喫煙習慣

喫煙習慣についての調査結果を表3に示した。有所見者中の喫煙者は213人(76.1%)で、対照者、無所見者とは差がなかった。非喫煙者は有所見者では、対照者、無所見者より少ない傾向がみられた。またPR 4群では禁

表2 対象者の特徴

項 目	対 照	胸 部 X 線 じん 肺 病 型 区 分				
		PR 0	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4
例 数	63	34	72	77	77	55
年 齢 (Y.)	52.6±8.6	56.8±9.4	55.2±10.3	58.7±10.2	57.3± 8.6	58.2±10.1
身 長 (cm)	160.5±5.5	159.7±5.7	160.8± 4.9	159.8± 5.5	161.0± 5.8	159.6± 6.5
体 重 (kg)	56.7±8.3	53.8±5.3	57.6± 8.1	56.2± 8.4	55.7± 7.6	53.3± 8.9
粉じん作業年数(Y.)	—	10.8±9.1	15.2±13.8	18.2±12.8	21.6±12.0	21.0±13.4

Mean±S.D.

表3 喫 煙 習 慣

項 目	対 照	胸 部 X 線 じん 肺 病 型 区 分				
		PR 0	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4
例 数	63	34	72	77	76	55
喫 煙 者	48(76.2)	23(67.6)	50(69.4)	64(83.1)	67(88.2)	32(58.2)
禁 煙 者	6(9.5)	6(17.6)	13(18.1)	10(13.0)	8(10.5)	18(32.7)
非 喫 煙 者	9(14.3)	5(14.7)	9(12.5)	3(3.9)	1(1.3)	5(9.1)
Pack-Years	26.5±16.1	31.5±23.6	31.1±19.6	32.4±19.9	35.2±18.7	33.9±18.4

N (%) Mean±S.D.

表4 自 覚 症 状

項 目	対 照	胸 部 X 線 じん 肺 病 型 区 分				
		PR 0	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4
例 数	63	34	72	77	76	55
咳 嗽	3(4.8)	7(20.6)	25(34.7)	37(48.1)	34(44.7)	27(49.1)
喀 痰	3(4.8)	13(38.2)	32(44.4)	34(44.2)	34(44.7)	28(50.9)
息 切 れ	7(11.1)	6(17.6)	28(38.9)	31(40.3)	36(47.3)	33(60.0)
喘 鳴	0(0.0)	2(5.9)	15(20.8)	13(16.9)	17(22.4)	14(25.5)
持続性の咳と痰	0(0.0)	2(5.9)	12(16.7)	18(23.4)	20(26.3)	16(29.1)

N(%)

煙したものが他より多くみられた。喫煙量をPack Years〔1日の喫煙量(1 Pack 20本)×喫煙年数〕で表わすと、珪肺有所見者、無所見者は対照者と比較し、多くなる傾向がみられた。PR 3群、PR 4群と対照者の間に有意の差がみられた(P<0.05)。

(4) 自覚症状

自覚症状は咳嗽、喀痰、喘鳴、息切れについて調査を行い、各X線じん肺病型区分別の有症率を表4に示した。珪肺有所見者では、咳嗽123人(43.9%)、喀痰128人(45.7%)、息切れ128人(45.7%)と多く、喘鳴は59

人(21.1%)と少なかった。4項目とも有所見者の有症率は、無所見者、対照者のそれと比較して有意に高かった(P<0.05)。また対照者と無所見者の間でも咳嗽と喀痰の有症率で有意の差がみられた(P<0.05)。持続性の咳嗽と喀痰を訴えたものは有所見者では280人中66人(28.6%)であり、無所見者の34人中2人(5.9%)より有意に多かった(P<0.01)。有所見者中の各X線病型区分別の有症率は、息切れ、持続性の咳嗽と喀痰で、珪肺病型の進行にともない有症率が増加する傾向がみられた(P<0.05)。他の項目でもPR 4群で有症率の増加する

傾向がみられたが、有意ではなかった。

3. 肺機能検査

肺機能検査の成績は被検者の年齢などによりその値が左右されるので、対象者を40～59歳、60～79歳の2群に分けて、それぞれのX線じん肺病型区分別の肺機能検査の各測定値の平均値±標準偏差を表5、表6に示した。

(1) Spirometry 及び Flow-Volume 曲線 (40～59歳)

40～59歳群では、珪肺有所見者の肺機能の平均値は、対照者と比較してPFR、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ を除いて低下がみられた。有意差は、対照者とPR 1群、PR 2群、PR 3群、PR 4群の各群との間にFEV1%で、対照者とPR 2群、PR 3群、PR 4群の各群との間にFVC、%VC、FEV1、 $\dot{V}_{50}$ 、 $\dot{V}_{50}/\text{Ht}$ 、 $\dot{V}_{25}$ 、 $\dot{V}_{25}/\text{Ht}$ で、対照者とPR 3群、PR 4群の各群との間にPFRで、対照者とPR 4群との間に $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ でみられた($P<0.05$)。各X線じん肺病型区分別では、PR 1群とPR 2群及びPR 3群との間に%VC、 $\dot{V}_{50}$ 、 $\dot{V}_{50}/\text{Ht}$ 、 $\dot{V}_{25}$ で、PR 1群、PR 2群、PR 3群の各群とPR 4群との間に $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ 以外の全項目で有意の差がみられ($P<0.05$)、X線病型の進展とともに肺機能の低下がみられた。特にPR 4群で著しい低下がみられた。

(2) 動脈血ガス分析検査 (40～59歳)

動脈血ガス分析検査では有所見者の PaO_2 の平均値は、対照者、無所見者に比べ低下がみられた($P<0.05$)が、X線病型各群間には差がなかった。 PaCO_2 は対照者に比べ、PR 3群、PR 4群で低下がみられた($P<0.05$)。 AaDO_2 は有所見者は対照者、無所見者より高値を示し($P<0.05$)、特にPR 4群では著しい高値となった。

(3) 60～79歳群における肺機能検査成績

60～79歳群における肺機能検査成績は表6に示した。各検査の平均値は珪肺有所見者、無所見者、対照者の間では差はみられなかったが、PR 4群についてはFEV1%、 $\dot{V}_{25}/\text{Ht}$ を除いた各項目で低下する傾向がみられた。対照者とPR 4群との間で、FVC、%VC、FEV1、PFRで有意差がみられた($P<0.05$)。40～59歳群と異なり、60～79歳群でX線じん肺病型と肺機能の間に相関がみられなかったのは、著しい肺機能障害を早期に呈したものは死亡し、比較的障害が軽度のものが対象となっているためとおもわれるが、対象者が少なく、今後の検討が必要である。

(4) 換気型分類 (40～79歳)

Spirogramによる換気型分類を表7に示した。%VC、

表5 肺機能検査成績 (40—59歳)

項 目	対 照	胸 部 X 線 じ ん 肺 病 型 区 分				
		PR 0	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4
例 数	49	20	47	44	45	30
年 齢 (Y.)	48.9±5.5	50.3±5.8	48.6±5.0	51.3±5.5	51.2±4.2	50.3±4.6
身 長 (cm)	161.3±5.8	161.6±3.8	161.8±5.6	162.2±4.4	162.3±5.2	161.8±4.9
粉じん作業年数(Y.)	—	11.7±10.1	12.7±10.3	18.0±10.3	20.5±8.5	20.3±10.0
FVC (L)	3.62±0.56	3.58±0.57	3.53±0.51	3.28±0.66	3.18±0.64	2.73±0.46
%VC (%)	101.5±12.5	100.2±12.3	98.1±11.4	92.6±16.9	89.5±17.4	76.5±22.3
FEV1.0 (L)	2.96±0.46	2.70±0.46	2.78±0.52	2.51±0.60	2.42±0.54	1.94±0.77
FEV1.0%(%)	82.5±5.2	76.3±6.6	79.3±6.6	77.1±8.8	76.9±8.7	70.7±13.1
PFR (L/min)	428±97	443±111	472±87	400±126	365±123	290±152
$\dot{V}_{50}$ (L/sec)	4.11±1.05	3.41±1.56	3.83±1.40	3.27±1.46	2.97±1.11	1.92±1.11
$\dot{V}_{50}/\text{Ht}$ (L/sec·m)	2.54±0.61	2.11±0.95	2.36±0.83	2.01±0.88	1.82±0.68	1.18±0.68
$\dot{V}_{25}$ (L/sec)	1.45±1.12	1.12±0.40	1.34±0.59	1.13±0.45	1.08±0.45	0.75±0.33
$\dot{V}_{25}/\text{Ht}$ (L/sec·m)	0.91±0.34	0.69±0.24	0.83±0.35	0.69±0.27	0.66±0.27	0.46±0.20
$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	2.97±0.63	3.06±0.72	2.99±0.74	2.97±0.73	2.85±0.72	2.52±0.74
PaO_2 (TORR)	85.0±8.1	85.2±7.8	79.3±6.2	81.0±7.2	80.3±8.4	78.3±6.6
PaCO_2 (TORR)	37.0±2.0	37.1±3.0	37.4±2.7	37.0±2.9	35.8±2.8	35.5±2.5
AaDO_2 (TORR)	20.6±8.3	20.1±9.5	25.6±6.9	24.5±8.4	26.5±8.7	28.9±7.2

Mean±S.D.

表6 肺機能検査成績（60—79歳）

項 目	対 照	胸 部 X 線 じ ん 肺 病 型 区 分				
		PR 0	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4
例 数	14	14	25	33	31	25
年 齢 (Y.)	65.3± 4.2	66.2± 4.2	67.6± 4.9	68.5± 5.8	66.2± 4.9	67.6± 5.8
身 長 (cm)	158.2± 3.6	157.0± 6.8	158.9± 6.0	156.7± 5.2	159.1± 6.1	156.9± 7.1
粉じん作業年数(Y.)	—	9.6± 7.2	19.9±17.8	18.4±15.5	23.3±15.6	21.8±16.6
FVC (L)	3.08±0.53	3.06±0.61	2.77±0.69	2.72±0.68	2.83±0.66	2.34±0.66
%VC (%)	94.9±13.8	96.1±16.9	86.6±20.7	86.5±19.7	88.3±19.8	73.2±17.9
FEV1.0 (L)	2.24±0.41	2.29±0.50	2.00±0.71	2.01±0.60	2.10±0.66	1.70±0.53
FEV1.0%(%)	73.9± 5.5	76.0± 6.6	71.8±10.9	75.1±12.9	74.5±12.0	74.8±12.4
PFR (L/min)	337± 84	401± 132	328± 160	300± 122	322± 140	253± 108
$\dot{V}_{50}$ (L/sec)	2.44±0.93	2.86±1.34	2.59±2.03	2.69±1.43	2.66±1.56	1.95±1.02
$\dot{V}_{50}/Ht$ (L/sec·m)	1.53±0.59	1.81±0.82	1.63±1.30	1.72±0.93	1.68±0.99	1.22±0.64
$\dot{V}_{25}$ (L/sec)	0.79±0.28	0.94±0.41	0.76±0.37	0.97±0.59	0.83±0.39	0.77±0.44
$\dot{V}_{25}/Ht$ (L/sec·m)	0.48±0.18	0.60±0.26	0.48±0.23	0.62±0.39	0.52±0.25	0.49±0.26
$\dot{V}_{50}/V_{25}$	3.13±0.83	3.11±0.95	3.26±1.06	2.98±0.98	3.09±0.93	2.57±0.64
PaO ₂ (TORR)	81.9± 7.5	84.7± 7.7	81.3± 7.0	81.5± 8.8	79.5± 8.8	80.2± 7.7
PaCO ₂ (TORR)	36.3± 2.6	37.3± 4.1	37.8± 2.6	37.0± 4.9	36.1± 3.4	37.0± 3.5
AaDO ₂ (TORR)	24.4± 8.0	20.7± 8.3	23.2± 5.8	23.7± 7.7	27.1± 8.5	25.3± 8.4

Mean±S.D.

表7 換 気 型 分 類

項 目	対 照	胸 部 X 線 じ ん 肺 病 型 区 分				
		PR 0	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4
例 数	63	34	72	77	76	55
正 常 型	57(90.5)	27(79.4)	53(73.6)	51(66.2)	43(56.6)	18(32.7)
拘 束 型	3(4.8)	2(5.9)	6(8.3)	9(11.7)	16(21.1)	16(29.1)
混 合 型	0(0.0)	0(0.0)	4(5.6)	7(9.1)	8(10.5)	16(29.1)
閉 塞 型	3(4.8)	5(14.7)	9(12.5)	10(13.0)	9(11.8)	5(9.1)

N(%)

FEV1%の正常限界をそれぞれ80%，70%とした。珪肺有所見者280人中，正常型165人（58.9%），拘束型47人（16.8%），混合型35人（12.5%），閉塞型33人（11.8%）であった。PR 3，PR 4の高度障害群では，異常型は拘束型，混合型が多く，PR 1群，PR 2群ではこの傾向はみられなかった。X線病型区分別では，珪肺所見の進展とともに正常型は減少している。

(5) 各検査指標の比較

40～59歳群において，Spirogram，Flow-Volume 曲線，動脈血ガス分析などの各検査指標のうち，どの指標が一

番早くじん肺所見の進展につれて低下してくるか，またどの指標がよくX線病型の進展に一致するかをみるために，対照者の平均値を1とした場合の各病型における平均値の比を図1に示した。いち早く低下を示したものは， $\dot{V}_{50}$ ， $\dot{V}_{50}/Ht$ ， $\dot{V}_{25}$ ， $\dot{V}_{25}/Ht$ のFlow-Volume 曲線の各指標であり，次いでFEV1，FEV1%などのSpirogramの指標であった。X線じん肺病型の進展とともに低下がみられたのは $\dot{V}_{50}$ ， $\dot{V}_{50}/Ht$ ， $\dot{V}_{25}$ ， $\dot{V}_{25}/Ht$ ，FVC，%VC，FEV1などの指標であった。AaDO₂は珪肺有所見者では著しい上昇がみられた。

図1 各検査指数とX線じん肺病型区分の関係

図2 換気型別 Flow-volume 曲線及び AaDO₂

40~59歳群における粉じん作業出稼経験者186人の換気型別及び対照正常群の Flow-Volume 曲線 ($\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25/Ht$), AaDO₂ の平均値を図2に示した。各型別の粉じん作業出稼経験者の Flow-Volume 曲線は、いずれも対照者、正常群より低く、正常型群、拘束型群、閉塞型群、混合型群の順で低下した。特に混合型群では著しい低下がみられた ($P < 0.01$)。各換気型別の粉じん

作業出稼経験者の AaDO₂ は、対照者正常群より高値を示し、閉塞型群、正常型群、拘束型群、混合型群の順で高くなった。混合型群と正常型群、閉塞型群との間で有意差がみられた ($P < 0.05$)。

40~59歳群の正常換気型における Flow-Volume 曲線、AaDO₂ のX線じん肺病型区分別の平均値を図3に示した。珪肺有所見者の Flow-Volume 曲線は、X線病型の進展とともに低下がみられ、PR 1群とPR 3群、PR 4群との間に有意差がみられた ($P < 0.05$)。珪肺有所見者の AaDO₂ の平均値は、無所見者、対照者より高値を示した。

以上のことから Spirometry における FVC, FEV1, Flow-Volume 曲線における $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25/Ht$ などの指標は、粉じん作業出稼経験者では、じん肺無所見者群でも低下がみられ、またX線じん肺病型の進展とともに低下がみられたことから、粉じん作業者の肺機能障害の

図3 換気正常型における Flow-volume 曲線及び AaDO₂

早期発見を知る上でも、じん肺症の重症度を知る上でも重要な検査指標と考えられた。また $AaDO_2$ も珪肺有所見者で高値となり、X線病型重症度と比較的一致し、肺機能低下にともない高値を示したことから、じん肺症の重症度を判定する上で重要な検査指標と考えられた。

(6) 肺機能障害程度の判定

上記諸検査成績より、改正じん肺法にもとずいて肺機能障害程度の判定を試みた。PR 4C 5人、学会分類Ⅱ、Ⅲ型の結核合併者6人、続発性気胸合併者1人を除いた268人の珪肺有所見者では「著しい肺機能障害あり」と判定されたものは59人（22.0%）であった。このうち Spirometry の著しい低下によるものは24人（40.7%）、Flow-Volume 曲線の相当低下と自覚症状によるものが26人（44.1%）、 $AaDO_2$ の限界値を超えるもの9人（15.3%）であった。

改正じん肺法では、PR 1、PR 2群の軽症例の肺機能障害判定の際には、自覚症状でⅢ度以上の呼吸困難がみられない場合に、血液ガス分析検査を行わなくてもよいことになっている。しかし本研究では、呼吸困難Ⅱ度以下のPR 1、PR 2群のなかで、 $AaDO_2$ が限界値を超える高値を示したものが67人中8人（11.9%）にみられた。

X線じん肺病型区分別の肺機能障害程度の判定を図4に示した。じん肺による肺機能障害ありと判定されたものは、PR 1群81.9%、PR 2群89.2%、PR 3群91.9%、PR 4群97.9%であり、このうち著しい肺機能障害あり（F(+)）と判定されたものはPR 1群6.9%、PR 2群14.9%、PR 3群27.0%、PR 4群47.9%で、X線病型の進展とともに有意な増加傾向を示した（ $P<0.01$ ）。

図4 X線じん肺病型別肺機能障害

IV. 考 察

珪肺症は慢性の予後不良の疾病であり、慢性気管支炎、結核、肺気腫などを合併し、粉じん曝露中止後でも徐々に進行し、死に至るといわれ⁴⁾、肺機能障害の程度を早期に的確に知ることは予後の判定、治療上の重要なことである。1978年3月に改正された新じん肺法では、肺機能障害の程度を判定するために、自覚症状（呼吸困難度）、肺機能検査（Spirometry, Flow-Volume 曲線、動脈血ガス分析検査）などが行われるようになった。

本研究では、これらの検査項目について、黒部保健所管内の隧道工事などの粉じん作業出稼ぎ経験者を対象に検討を行った。

自覚症状に関しては珪肺有所見者の有症率は無所見者より多く、特に“息切れ”と“持続性の咳嗽と喀痰”の有症率はX線病型との間に正の相関関係がみられた。他の症状もPR 4群では著しい有症率の増加がみられた。X線じん肺病型と呼吸器系の自覚症状の有症率の関係について、Roganら⁵⁾はイギリスの8つの炭鉱の抗夫9,758人（じん肺有所見者1,868人）の調査で、X線病型の進展とともに有症率の増加する傾向がみられたことを報告している。Penman⁶⁾は1969年に行われた炭抗夫じん肺に関する国際会議のまとめのなかで、粉じん作業における慢性気管支炎症状の重要性を指摘している。しかし Hyatt ら⁷⁾は263人の瀝青炭鉱抗夫の調査で、X線病型と呼吸器症状の有症率との間に関連性を認めていない。

珪肺患者の肺機能に関する研究は多い。Irwig ら⁸⁾は金山抗夫を対象にした珪肺有所見者134人と無所見者1,839人の比較で、有所見者のFEV₁、FEF₂₅₋₇₅は無所見者に比較し有意に低下したことを報告した。肺機能とX線じん肺病型との関係について、Hyatt ら⁷⁾は、PR 1～PR 3の Simple pneumoconiosis では、FEV₁、FEF₂₅₋₇₅などでX線病型との間に、一定の関係が認められ、特にPR 3では著しい低下がみられたことを報告し、豊福⁹⁾は、84人の珪肺入院患者では、FEV₁%がX線病型を比較的良く反映することを指摘している。しかし Morgan¹⁰⁾のアメリカの31炭鉱、9,076人の調査で、FVC、FFV₁、FEV₁%などはX線病型との関連がなかったと報告し、1969年の国際会議⁶⁾でも Simple pneumoconiosis では肺機能とX線病型との関係はないが、大陰影を有するPR 4群では著しい肺機能低下がみられるとまとめられている。本研究では、40～59歳群における珪肺有所見者の Spirogram はPFRを除いて、全て対照者より低下し、特にFEV₁、FEV₁%では早期に低下傾向がみられた。

X線病型別の肺機能も、FVC %VC, FEV1などで病型の進展とともに低下する傾向がみられた。

じん肺症の早期病変は形態学的に末梢気道より始まるとされており、この末梢気道領域の障害を早期に発見する検査には、Flow-Volume 曲線、Closing Volume、動脈血ガス分析検査などがある。

Flow-Volume 曲線の検査について、Hyatt¹¹⁾は1958年に最大呼吸速度は最大吸気位付近で effort-independent であり、末梢気道の状態がよく反映されると報告している。以来、数多くの研究が行われ、大気汚染や喫煙、職業性肺疾患による末梢気道領域の障害の早期発見に有用であるといわれている¹²⁾。じん肺患者にFlow-Volume 曲線を用いた研究では、Lapp¹³⁾は、25人の炭鉱夫の検討で $\dot{V}50$ (FEF50), $\dot{V}25$ (FEF75) は対照者に比べ低下傾向がみられたことを報告している。三品¹⁴⁾は、132人の珪肺患者の調査で、Flow-Volume 曲線とX線病型との間に有意な関係はみられなかったが、 $\dot{V}25$ での異常者は91%であったことを報告している。本研究でも40~59歳群の珪肺有所見者では、 $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$ のいずれも早期から低下がみられ、X線病型別でも病変の進展とともに低下傾向がみられた。

動脈血ガス分析検査は肺機能障害の総括的指標として重要な検査であるといわれており¹²⁾、特に $AaDO_2$ について、横山¹⁵⁾は、Spirometry が正常範囲内にある細気管支炎症例のうち72~80%に $AaDO_2$ の異常がみられ、末梢気道のガス交換障害の早期発見に $AaDO_2$ は有用であったことを指摘している。Rassmussen¹⁶⁾は368人のじん肺患者の検討で、PR 4群の $AaDO_2$ の平均値は、Simple-pneumoconiosis に比較し、有意な高値がみられたことを報告している。本研究でも、珪肺有所見者は無所見者に比べ有意に高値を示し、特にPR 4群では著しい高値を示した。

本研究では検査できなかったが、Closing Volume も主として末梢部気道の閉塞性病変を検出しようといわれ¹²⁾、じん肺検診における有用性が報告されている^{17~20)}。

各種検査指標のなかで、じん肺患者の肺機能障害程度を判定する上で、どの指標が優れているかに関する報告では、三品²⁰⁾は、 $\%VC \geq 80\%$, $FEV1\% \geq 70\%$ の換気型正常の41人の珪肺症患者の検討で、 $AaDO_2$, Flow-Volume 曲線、動肺コンプライアンスなどの Small air way disease の検出法では40~65%と高頻度に異常が認められたことを報告している。千代谷²¹⁾はじん肺症の肺機能システム化のなかで、感度の面では、動肺コンプライアンス、静肺コンプライアンスなどの換気力学検査の指標、

Flow-Volume 曲線、Closing Volume 検査の各指標、 PaO_2 , $AaDO_2$ などのガス交換の指標が優れており、X線病型との一致面で、換気力学の指標、Flow-Volume 曲線、Closing Volume の指標が優れていると報告している。本研究でも Spirogram, Flow-Volume 曲線、動脈血ガス分析検査の13指標の比較検討より、早期に低下する傾向がみられたものは、 $FEV1$, $FEV1\%$, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$ などであり、高値を示したものは $AaDO_2$ であった。Flow-Volume 曲線の指標は、珪肺有所見者における換気型別の平均値では、正常型、拘束型、閉塞型、混合型の順で低下し、特に換気型正常群の比較でも、X線病型の進展とともに低下傾向がみられたことなどから、一層優れた指標と考えられた。 $AaDO_2$ も換気正常群の比較で、珪肺有所見者の平均値は、無所見者より高値を示した。 $FEV1\%$ はFlow-Volume 曲線の各指標と同じく、比較的早期に低下がみられたが、じん肺症の進行につれてFVCが減少するため、 $FEV1\%$ の低下が軽度となり、X線病型とは一致しなかった。このことより、 $FEV1\%$ はじん肺症の重症度を判定する上で適切な指標とは考えにくい。以上のことからじん肺の肺機能障害の早期発見や重症度を判定するうえでFVC, $FEV1$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25/Ht$, $AaDO_2$ などの指標は優れていると考えられた。

V. 結 論

富山県黒部保健所管内に居住する40~79歳の隧道工事などの粉じん作業への出稼経験者314人を対象にじん肺検診を行い、以下の結果が得られた。なお対照者として、心肺系に異常がみられなかった40~79歳農村男子出稼ぎ者で粉じん職歴のない者63人を選んだ。

(1) 314人の粉じん出稼ぎ経験者中珪肺有所見者は280人であり、X線じん肺病型別内訳はPR 1群72人、PR 2群77人、PR 3群76人、PR 4群55人であった。

(2) 珪肺有所見者の自覚症状の有症率は、咳嗽43.9%、喀痰45.7%、持続性の咳嗽と喀痰28.6%、息切れ45.7%、喘鳴21.1%で、無所見者及び対照者に比べ有意に多かった。息切れ、持続性の咳嗽と喀痰の有症率はX線病型別の進展とともに増加傾向がみられた。

(3) 40~59歳群の珪肺有所見者の肺機能は、対照者に比べ、FVC, $\%VC$, $FEV1$, $FEV1\%$, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$, PaO_2 に有意の低下がみられた。また $AaDO_2$ では有意の上昇がみられた。X線病型別の肺機能では、X線病型の進展とともにFVC, $\%VC$, $FEV1$, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$ で低下がみられた。60~79歳群

ではこの傾向はみられなかった。

換気型分類は、正常型58.9%，拘束型16.8%，混合型12.5%，閉塞型11.3%で，異常型は拘束型が多くみられた。

(4) Spirogram, Flow-Volmue 曲線，動脈血ガス分析の13指標のうち，早期に低下傾向がみられた指標は，FEV1, FEV1%, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$ であり，X線病型の進展とともに低下した指標として FVC, %VC, FEV1, $\dot{V}50$, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25$, $\dot{V}25/Ht$, AaDO₂ などであった。

(5) 以上のことから，じん肺症の肺機能障害の早期発見や重症度を判定する上で，FVC, FEV1, $\dot{V}50/Ht$, $\dot{V}25/Ht$, AaDO₂ などの指標がすぐれていると考えられる。

(6) 改正じん肺法にもとづいて，珪肺有所見者の肺機能障害を判定すると，著しい肺機能障害ありと判定したものは22.0%であった。

稿を終るにあたり，御指導，御校閲いただきました加藤孝之前教授（現愛知医科大教授），山本三郎教授ならびに河野俊一教授に深く感謝いたします。また研究に際し御協力いただきました金沢医科大学公衆衛生学教室，衛生学教室，黒部保健所職員の方々に感謝いたします。

本研究の一部は第52回日本産業衛生学会，第5回北陸公衆衛生学会において発表した。

文 献

- 西本幸男，大成浄志：珪肺・塵肺，臨床呼吸ハンドブック，p.412-433，金原出版，東京（1978）。
- 佐野辰男：じん肺症の病理と病因，労働科学，**39**，383-402（1963）。
- 労働者安全衛生部労働衛生課編：じん肺診査ハンドブック，中央労働災害防止協会，東京（1978）。
- 海老原勇：元銅山労働者のじん肺問題について，労働科学，**50**，831-844（1974）。
- Rogan, J. M., Ashford, J. R., Chapman, P. J., Duffield, D. P., Fay, J. W. J. and Rae, S.: Pneumoconiosis and Respiratory Symptoms in miners at eight collieries, *Brit. Med. J.*, **1**, 1337-1342（1961）。
- Penman, R. W.: Conference on Pneumoconiosis, A Summary of the Conclusion from all International Conference on Coal Worker's Pneumoconiosis, *Am. Rev. Resp. Dis.*, **102**, 243-247（1970）。
- Hyatt, R. E., Kistin, A. D. and Mahan, T. K.: Respiratory Disease in southern West Virginia coal miners, *Am. Rev. Resp. Dis.*, **89**, 387-401（1964）。
- Irwig, L. M. and Rocks, P.: Lung function and respiratory symptoms in silicotic and nonsilicotic gold miners, *Am. Rev. Resp. Dis.*, **117**, 429-435（1978）。
- 豊福 豊：じん肺の肺機能に関する研究，奥田正治編じん肺論文集，p.143-148，労働福祉事業団 岩見沢労災病院，北海道（1975）。
- Morgan, W. K. C., Handelsman, L., Kibelstis, J., Lapp, N.L., Reger, R. and Morgantown, W.Va.: Ventilatory Capacity and Lung Volumes of US Coal Miners, *Arch. Environ. Health*, **28** 182-189（1974）。
- Hyatt, R. E., Schilder, D. P. and Fry, D. L.: Relationship between maximal expiratory flow and degree of lung infiltration, *J. Appl Physiol.*, **13**, 331-336（1958）。
- 日本胸部疾患学会肺生理専門委員会：大気汚染による呼吸障害を検出するための呼吸機能検査法の現時点における考え方と評価，日本胸部疾患学会誌，**14**，443-458，510-536（1977）。
- Lapp, N. L.: Lung mechanics in coal workers' Pneumoconiosis, *Annals New York Academy of Sciences*, **200**, 433-454（1972）。
- 三品陸人，千代谷慶三，斉藤健一，小塚宜人：珪肺症および珪肺結核症の Flow-volume 曲線，日本災害医学会誌，**21**，343-348（1973）。
- 横山哲郎：肺の末梢領域における呼吸障害，日本胸部疾患学会誌，**12**，501-513（1974）。
- Rasmussen, D. L. and Nelson, C. W.: Respiratory Function in Southern Appalachian Coal Miners, *Am. Rev. Resp. Dis.*, **103**, 240-248（1971）。
- Morgan, W. K. C., Lapp, N. L. and Morgan, E. J.: The early detection of occupational lung disease, *Brit. J. Dis. Chest.*, **68**, 75-85（1974）。
- Lapp, N. L., Block, J., Boehlecke, B., Lipmann, M., Morgan, W. K. C. and Reger, R. B.: Closing Volume in coal miners, *Am. Rev. Res. Dis.*, **116**, 175-180（1977）。
- Beil, M., Knorpp, K. and Ulmer, W. T.: Vershlussvolumen und Resistance-Lungenvolumen-Beziehung bei Kleinknotiger Anthrakosilikose, *Lung*, **154**, 75-87（1976）。
- 三品陸人，千代谷慶三，斉藤健一，小野三融，滝島任，佐々木孝夫，中村雅夫：珪肺症の閉塞障害——1秒率70%以上の症例について——日本胸部臨床，**35**，662-669（1976）。
- 千代谷慶三，佐々木孝夫，大久保隆男：じん肺症の肺機能検査のシステム化，日本胸部疾患学会誌，**14**，696-703（1976）。

（受付 1979年12月10日）