

A 鉱山のじん肺症例の検討

—粉じん曝露の程度からみた発病年齢と死亡年齢—

斎藤 芳晃¹⁾, 山内 淑行¹⁾, 千代谷慶三¹⁾, 本間 浩一²⁾¹⁾ 珪肺労災病院内科, ²⁾ 獨協医科大学第一病理

(平成14年6月18日受付)

要旨: 過去30年間に剖検が行なわれた“A”金属銅鉱山由来のじん肺症65症例について臨床的、病理学的な調査をおこない、曝露粉じん量の程度、あるいはじん肺の結節の性状によって発病年齢、死亡年齢に差が生じるか否かを一元配置分散分析法、多重比較法を用いて検討した。

じん肺症例に従事した職種より、A) 粉じん曝露が多い直接夫群19例(さく岩夫)、B) 比較的曝露が多い間接夫群35例(支柱夫、運搬夫)、C) 曝露が少ないその他群11例(坑内メンテナンス等の職種)と分けた。平均曝露作業期間は各々18.1, 23.5, 29.4年(各群間に有意差あり)、平均発病年齢は各々46.9, 55.2, 61.3歳(各群間に有意差あり)、平均死亡年齢は各々63.4, 68.6, 71.2歳(A-B, A-C有意差あり)であった。

一方、直接夫、間接夫、その他と粉じん曝露環境が良くなるに従い肺内のじん肺結節の性状はMDF優位に傾いていた。そこで、肺内のじん肺結節の性状より、SN優位群25例、SN=MDF群11例、MDF群29例に分けて同じ分析をおこなったが、平均曝露作業期間、平均発病年齢、平均死亡年齢の指標は各群間に有意な差異を認めなかった。

曝露量の大きさが発病年齢、死亡年齢の予後を決定し、結節の性状は曝露粉じんの濃度によってきまると推論した。

(日職災医誌, 51: 24—29, 2003)

—キーワード—

じん肺, 曝露量, 予後

はじめに

近年になって、わが国のじん肺症の発生は減少傾向を示し、かつじん肺症の軽症化・高齢化が進んでいる¹⁾²⁾。この背景には粉じん作業現場における作業環境が著しく改善してきた事実があり³⁾、曝露粉じんと発病の間に存在するとされる量反応関係(dose response relationship)を逆に説明する成績になると考えられる。

私どもは、本研究において、粉じんの「量」に関わる因子によってじん肺症の発病・予後あるいは結節性状の差がどう影響されるか検討した。

対象および方法

珪肺労災病院における過去30年間の剖検症例の中で、A 鉱山のみに職歴をもつ65症例を選んで対象にした。

この症例は千代谷が日本災害医学会会誌47巻で報告した症例と同じである³⁾。粉じんの「質」を一定にすることにより、「量」に関わる因子の検討が可能になる。

従事した職種の労働者が作業する場所における粉じん濃度は、発じん源である切り羽のさく岩作業より遠ざかるにつれて低減する。切り羽で作業するさく岩夫は重度曝露群(直接夫)、支柱夫および運搬夫は中等曝露群(間接夫)、保守・保安・監督等の職種は軽度曝露群(その他)に分類した。直接夫は19例、間接夫35例、その他11例であった。

結節のタイプは、Silicotic nodule (SN), MDF (mixed dust fibrosis), MAC (macules)に分けられる。実際の肺組織ではこれらの結節が種々の割合に含まれていて、その肺の組織学的性状を決めている⁴⁾。従って、ここではSN症例、SN>MDF症例をSN優位群、SN=MDF症例をSN=群、SN<MDF, MDF, MAC症例をMDF優位群とした。SN優位群は25例、SN=群11例、MDF優位群29例であった。

各例毎に生年月日、粉じん作業開始年度、離職年度、

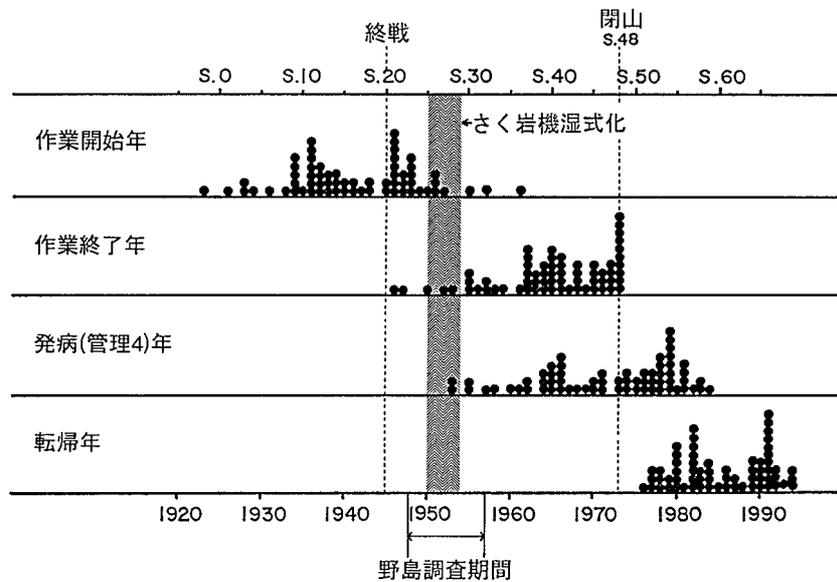


図1 65症例の作業開始年，終了年，発病年，転帰年と時代背景

表 1-a 職種別に分類した A 鉱山じん肺症例

職種	例数	就業年齢	離職年齢	発病年齢	死亡年齢
1. 直接夫	19	24.0 ± 6.1	42.6 ± 7.5	46.9 ± 7.7	63.4 ± 9.9
2. 間接夫	35	24.0 ± 7.0	47.8 ± 4.7	55.2 ± 8.2	68.6 ± 7.2
3. その他	11	23.1 ± 6.6	52.8 ± 3.5	61.3 ± 8.5	71.2 ± 5.4
有意差		ns	1.2. p < 0.01 1.3. p < 0.01 2.3. p < 0.05	1.2. p < 0.01 1.3. p < 0.01 2.3. p < 0.05	1.2. p < 0.05 1.3. p < 0.05

表 1-b

職種	例数	暴露年数	離職— 発病期間	闘病期間 発病—死亡	離職— 死亡期間
1. 直接夫	19	18.1 ± 7.9	4.3 ± 5.2	16.5 ± 9.7	21.2 ± 8.6
2. 間接夫	35	23.5 ± 8.2	7.2 ± 7.3	13.4 ± 8.1	20.6 ± 7.6
3. その他	11	29.4 ± 9.5	8.0 ± 9.0	10.0 ± 7.2	18.1 ± 5.7
有意差		1.2. p < 0.05 1.3. p < 0.01 2.3. p < 0.05	ns	ns	ns

統計処理：一元配置分散分析法，多重比較

表 2 A 鉱山症例の結節性状

結節性状群	結節性状	症例数	群内症例数
SN >	SN	17	25
	SN > MDF	8	
SN =	SN = MDF	11	11
	SN < MDF	19	
MDF >	MDF	4	29
	MAC	6	

管理4（発病）認定日時，死亡日時等の情報を調査し，それぞれの時期の年齢を算出した．統計処理は一元配置分散分析法，多重比較（Duncan, Dunnett の手法）をおこなった．

成績

対象症例の経過

A 鉱山は昭和48年に閉山となっているが，1950-1955年にかけて粉じん抑制策がとられていることが知られている．図1に作業開始年，作業終了年，発病（管理4認定）年，死亡年別に各例をプロットした．多くは1920年から1960年（平均1941 ± 8）までに作業を開始し，1945年から閉山（平均1964 ± 6）まで作業を行っている．

発病は1953年から1984年の間（1971 ± 8）で，1976年以降に死亡している．全65例の平均の就業時年齢，離職時年齢，発病時年齢，死亡時年齢はそれぞれ，23.8 ± 6.7歳，47.1 ± 6.3歳，53.8 ± 9.4歳，67.5 ± 8.2歳であった．

表3 結節性状の職種別比較

職種	例数	SN, SN > MDF	SN = MDF	SN < MDF MDF, MAC
直接夫	19	11 57.9%	3 15.8%	5 26.3%
間接夫	35	12 34.3%	7 20.0%	16 45.7%
その他	11	2 18.2%	1 9.1%	8 72.7%
全例	65	25 38.5%	11 16.9%	29 44.6%

表4-a 結節性状別に分類したA 鉱山じん肺症例

職種	例数	就業年齢	離職年齢	発病年齢	死亡年齢
1. SN >	25	23.2 ± 7.2	45.9 ± 7.1	51.5 ± 10.4	65.3 ± 8.3
2. SN =	11	24.0 ± 6.2	47.5 ± 3.1	52.3 ± 7.9	68.6 ± 9.1
3. MDF >	29	24.3 ± 6.8	48.0 ± 6.7	56.4 ± 8.7	69.0 ± 7.7
有意差		ns	ns	ns	ns

表4-b

職種	例数	暴露年数	離職— 発病期間	闘病期間 発病—死亡	離職— 死亡期間
1. SN >	25	22.3 ± 9.3	5.9 ± 7.4	13.9 ± 7.6	19.8 ± 7.9
2. SN =	11	23.2 ± 6.3	4.7 ± 5.8	16.1 ± 10.0	20.9 ± 8.1
3. MDF >	29	23.3 ± 9.9	8.0 ± 7.2	12.7 ± 8.9	20.7 ± 7.2
有意差		ns	ns	ns	ns

統計処理：一元配置分散分析法，多重比較

職業別に見た作業関連因子

坑内作業を直接夫，間接夫，その他の3職種に分けて，それぞれの職種群の就業年齢，離職年齢，発病年齢及び死亡年齢の平均値を示した（表1-a）。

また，曝露年数，作業終了から発病までの期間，発病から死亡までの期間，作業終了から死亡までの期間の平均値を表1-bに示した。作業開始年齢はいずれの群においても23-24歳であり，群間の差異は認められなかった。平均離職年齢は直接夫で42.6歳，間接夫で47.8歳，その他で52.8歳と次第に高齢になっている。いずれの群間にも有意の差異を認めている。

粉じん作業年数（曝露年数）は直接夫で18.1年であったが，間接夫では23.5年と有意に長かった。またその他群でも29.4年と直接夫，間接夫に比べ有意に長い。発病年齢は直接夫で46.9歳，間接夫で55.2歳，その他で61.3歳であった。それぞれの群間に有意差を認めた。死亡年齢は直接夫で63.4歳であり，間接夫（68.6歳），その他（71.2歳）に比べ有意に若く死亡していた。

一方，離職から発病までの期間，離職から死亡までの期間，発病から死亡までの期間については，いずれの群間にも有意の差異を認めなかった。

結節の性状

結節の性状別の症例数を表2に示した。SN及びSN >

MDFを含むSN優位群25症例である。SN = 群は11例，SN < MDF，MDF，MACを含むMDF優位群は29例であった。

職種別の結節性状の比較をおこなった（表3）。直接夫は19例であるが，うち11例（57.9%）はSN優位群で，5例（26.3%）はMDF優位群であった。間接夫，その他になるに従い，SN優位群の比率は34.3%，18.2%と小さくなり，逆にMDF優位群の頻度が45.7%，72.7%と多くなっている。

肺のじん肺結節の性状別にみた作業関連因子

結節病変のタイプより，SN優位群，SN = 群，MDF優位群の3群に分け各群毎に作業に関連した年齢の調査をおこなった（表4-a, b）。

各群ごとの就業年齢，離職年齢，発病年齢および死亡年齢の平均値は表4-aに，曝露年数，作業終了から発病までの期間，発病から死亡までの期間，作業終了から死亡までの期間の平均値を表4-bに提示したが，いずれの値も群間に有意の差異が認められなかった。

考 察

じん肺症においては，肺内沈着粉じん量が多くなるほど胸部写真の分布密度は密になり，組織学的にも高度のじん肺所見を示してくる⁵⁾⁶⁾。

また、粉じん吸入度が高いほど珪肺発病に要する曝露年数は短くなり、致命率が高くなることも報告されている⁷⁾。しかし、曝露の程度によって起きてくる肺組織反応の強さ、更にその結果として生じてくる心肺不全の程度を総合的に評価することになる死亡年齢等の因子に関する報告は見当たらないようである。これはじん肺症の発生には労働災害の側面をもっているために、同一作業場での成績が出にくいという事情があるためと思われる。

今回、私どもは、同一組成粉じんを吸入した環境下に発症したじん肺例について結節の性状と共に、粉じん曝露期間、発病年齢、死亡年齢等について検討した。この症例は、1) A 鉱山のみ粉じん作業歴があり、2) 発病後の療養の過程で当院に来院し、3) 1976年以降に死亡・剖検をおこなった例である。

A 鉱山では、母岩の遊離珪酸濃度は平均55%であるといわれている。この鉱山においては昭和48年の閉山まで、原則職種の変換が行われていない⁷⁾。切り羽で作業するさく岩夫（直接夫）が最も高濃度の粉じんに曝露し、次いで抗道内で運搬あるいは支柱作業を行う間接夫は直接夫に比べ比較的粉じんの少ない環境下にあり、その他の職種は更に粉じん曝露が少ない。従って、直接夫、間接夫、その他の群について、これらの臨床的因子を比較することで曝露量の程度によって肺の組織反応の強さの概要がつかめるのではないかと考えた。

その結果、直接夫は間接夫、その他に比べ粉じん作業期間が短く、離職年齢も若く、より若く発病し、より若く死亡していた。一方、その他の職種では間接夫よりもより長く作業をおこない、従ってより高齢まで働き、より高齢で発病していた。これらの成績から、高濃度に発塵する環境で働いた例ほど肺内に蓄積される粉じん曝露量が大きくなり、その結果臨床的にも進展したじん肺症になると理解できる。

A 鉱山については野島⁷⁾が1948年から1957年の間に発症した226症例について詳細な調査をおこなっている。その成績をみると「さく岩夫」に生じた珪肺例は平均勤続11.8年で、平均42.4歳で発病し、「その他」の症例は平均22.8年の勤続の後に平均46.5歳で発病している。また間接夫にあたる「運搬夫」、「支柱夫」はその中間にあり、粉じん吸入度に応じて勤続年数が短くなり、発病が早くなるとしている。更に発病後の5年後の死亡率は「さく岩夫」で51.7%、「運搬夫」で19.4%、「支柱夫」21.4%、「その他」25.0%であったという。本研究症例の多くは野島の調査時期に同じ作業場で働いていたことになるが、5例を除き、より遅く発病し、かつ1976年以降に死亡した症例である（図1）。A 鉱山においては1950年から1955年にかけて、坑内の発塵防止対策がとられた結果、発塵量が1/10に抑えられたといわれている。65例の平均発病年度が1971±8年で平均曝露期

間が22.9年であることを考えれば、野島症例に比べより温和な粉じん環境で作業が出来た群であるともいえるのであろう。

私どもは本研究において、粉じん抑制策がとられた1950-1955年にかかる時期A 鉱山において粉じん作業に従事し、その後に発病したじん肺症の一部分の症例を見ているにすぎないことになるが、それでも曝露量の大きさがその症例の予後を直接的に支配していることを確認することができた。

MDFは一般に粉じんの「質」の違いにより起きると理解されているが⁹⁾¹⁰⁾、千代谷は同じ対象例の直接夫のみを引き出して調査をおこない、高濃度年代に比べ低濃度年代（同一組成の粉じん濃度が低くなる）に働いた直接夫症例中のSN例の比率が減少しMDF例の比率が増加していることを報告している³⁾。これらの成績は同じ質の鉱物粉じんを吸入する作業であっても、粉じん濃度によっては結節の性状がSNにもMDFにもなることを示したものである。

ここで、改めて、全65例について職種別にじん肺の結節性状を分類してみると、直接夫、間接夫、その他と粉じん曝露量が少ないじん肺になるに従って、SN優位症例の頻度が減少し、MDF優位の症例の頻度が高い傾向を示した（表3）。症例数が少ないためにSN>、SN=両者群をまとめ“比較的SNの多い群”とし、MDF>群との間で χ^2 検定をおこなったところ、 $p < 0.05$ の危険率で有意な差異を認めた。粉じん曝露量が多い職種ほどSNの傾向が強くなるという結果を確認した。

しかし、SN優位群とMDF優位群に分けて発病年齢、死亡年齢を比べてみると、MDF優位群で発病年齢、死亡年齢とも高齢に傾く傾向が見られたが有意の差ではなかった（表4）。

以上より、発現する結節性状の違いは粉じん濃度の違いによって説明され、発病、死因に結びつくのは肺内に沈着する曝露量であろうと考えた。しかし、粉じん濃度の違いとは結局粉じん曝露量の多少—「量」に係わる因子であるはずである。更に、高濃度年代のみの症例の比較においても、低濃度年代のみの症例の比較においても、直接夫、間接夫、その他と粉じん曝露が少なくなるに従ってSN優位例が少なくなり、逆にMDF優位例が多くなっている³⁾。それにもかかわらず、SN優位群とMDF優位群とを比べた場合に平均発病年齢、平均死亡年齢に差が出現しないのは何故なのか、更に検討を加えなければならぬ問題である。

私どもは、作業現場での粉じん濃度と肺内に沈着する粉じん量は相関する関係にあると仮定した上で、「曝露量」はその粉じんの環境下でどの程度の期間働いたか、すなわち「粉じん濃度」×「期間」として単純化して考えている。肺内に蓄積された総粉じん量がじん肺として

の進展度、肺の組織障害の程度を決定する。その場合、吸入粉じん濃度が低ければMDF主体となるが、その環境下で作業期間が長くなれば、蓄積粉じん量もより多くなり、高度のじん肺に進展することになるのであろう。

しかし、A 鉱山症例には昭和48年時の閉山のため余儀なく離職した例も含まれている事、また時代的にも粉じん曝露環境が大きく変化しはじめた時代にかかる事、また、防塵マスク使用状況についても衛生教育がまだ始まったばかりの時期である事等を考えると、個々の症例での作業期間中の粉じん吸入環境も種々変化している可能性も考えられ、65症例のみの成績で「濃度」×「期間」の問題を更に推し進めるのは限界があるように思われ、より大きな集団での検討の必要性を感じている¹¹⁾。

昭和20年代および30年代の初期の時代まで、発病は連続的に休業を開始した時期とされ⁸⁾、離職は発病を意味していた。その後、じん肺法が施行されると、より早期に離職が勧められることになる。従って、本研究の対象例の離職-発病までの期間(表1-b)についてみると、平均4年から8年の間にある。直接夫の発病までの平均年数は4.3年で間接夫(7.5年)、その他群(8年)にくらべ短い傾向は認められたが、有意差は見られなかった。有意差がないのは症例数が少ないためかもしれない。一方、発病-死亡までの期間、離職-死亡までの期間について見てみると、職種別(表1-b)に見ても結節の性状別(表4-b)にみても各々の群間に有意な差異を認めなかった。これは、一度発病してしまえば、その後の臨床経過に大きな差がないことを示すものである。予後は粉じんの曝露形態やSNかMDFかという結節の性状によるというよりも、粉じん曝露の結果としてガス交換障害をおこす肺組織変化がどの程度-範囲に及び、どの程度の呼吸不全を起こしてくるのかにかかっているためと考える。

結 論

珪肺労災病院における過去30年間の剖検症例の中で、A 鉱山のみ職歴をもつ65症例を対象にし、職種別に発病年齢、死亡年齢等の臨床因子を調査した。「直接夫」は「間接夫」および「その他」に比べ粉じん曝露年数が短く、離職年齢も若く、より若く発病し、より若く死亡している。一方、「その他」の職種では「間接夫」よりも長く作業をおこない、従ってより高齢まで働き、より高齢で発病していた。これらの成績は吸入粉じん肺量が多い環境ほど作業期間が短くなり早期に離職せざるを得ず、かつ若く発病し、より若く死亡することを示してい

た。

しかし、SN優位群とMDF優位群に分けて発病年齢、死亡年齢を比べてみると、MDF優位群で発病年齢、死亡年齢とも高齢に傾く傾向は見られたが優位の差ではなかった。

結節性状の差は粉じん濃度によって説明されるとしても、発病、死因に結びつくのは肺内に沈着する曝露量であると思われる。

文 献

- 1) 千代谷慶三, 斎藤芳晃: わが国における近年の珪肺症—じん肺診断における Mixed dust fibrosis の意義を中心として. 日災医誌 40(5): 287—294, 1992.
- 2) 千代谷慶三: 21世紀のじん肺医療. 日災医誌 47(4): 209—217, 1999.
- 3) 千代谷慶三, 斎藤芳晃, 本間浩一: 珪酸粉じん起因結節性病変のタイプと曝露態様の関係について—A 鉱山症例の場合. 日災医誌 47(3): 189—193, 1999.
- 4) 本間浩一, じん肺の病理—珪肺を中心として. 日胸 58(11): 810—817, 1999.
- 5) 斎藤芳晃, 冬木俊春, 三品陸人, 他: 非石綿粉じん起因じん肺症における胸部写真所見と病理学的所見の対比. 日災医誌 41(11): 721—728, 1993.
- 6) 斎藤芳晃, 冬木俊春, 三品陸人, 他: 非石綿粉じん起因じん肺症における胸部写真・組織学的所見と肺内沈着粉じん量との関係について. 日災医誌 42(1): 15—21, 1994.
- 7) 野島 清: 高濃度珪酸鉱山における珪肺のX線学的研究, 第2編, 連続的観察(第2報) 労働科学 35: 775—784, 1959.
- 8) 野島 清: 高濃度珪酸鉱山における珪肺のX線学的研究, 第1編, 断面的観察(第1報) 労働科学 35: 709—719, 1959.
- 9) Nagelschmidt G.: The relation between lung dust and lung pathology in pneumoconiosis. Br J Ind Med 17: 247—259, 1960.
- 10) Gibbs AR and Wagner JC: Diseases due Silica. In Churg A and Green FHY, editors. Pathology of Occupational Lung Disease. IGAKU-SHOIN, New York, Tokyo pp155—175, 1988.
- 11) 斎藤芳晃, 千代谷慶三, 本間浩一: わが国のじん肺—Mixed dust pneumoconiosis. 日胸 投稿中
(原稿受付 平成14. 6. 18)

別刷請求先 〒321-2523 栃木県塩谷郡藤原町高德632
珪肺労災病院
斎藤 芳晃

Reprint request:

Yoshiaki Saito
Rosai Hospital for silicosis

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE WORKING ENVIRONMENT AND LUNG REACTION IN SILICOSIS AND MIXED DUST PNEUMOCONIOSIS: AN EXPERIENCE IN "A" METAL ORE MINE

Yoshiaki SAITO¹⁾, Toshiyuki Yamauchi¹⁾, Keizo CHIYOTANI¹⁾ AND Koichi HONMA²⁾¹⁾Rosai Hospital for Silicosis, ²⁾Dokkyo University School of Medicine

Purpose: We tried to elucidate whether intensity of dust exposure affected clinical outcome and pathological grade of pulmonary fibrosis in silicosis.

Methods and Materials: We retrospectively reviewed 65 cases of pneumoconiosis who worked underground at "A" metal ore mine and died from 1976 to 2000 clinicopathologically. We divided the cases into three groups based on the degree of dust exposure, 1) high exposure group (group A), including rockdrillers (n=19), 2) intermediated exposure group (group B), including transporters and timberworkers (n=35), and 3) low exposure group (group C)(n=11). Patients were also divided into three groups based on the pathological type of fibrosis, 1) silicotic nodule predominant (n=25), 2) MDF predominant (n=29), and 3) intermediate (n=11). One-way analysis of variance and multiple comparison were used for statistical analysis.

Results: Dust exposure period was significantly shorter in the order of group A, B and C (18.1, 23.5, and 29.4 years; $p < 0.01$), whereas, the mean age of diagnosis was significantly younger in the order of group A, B and C (46.5, 55.2 and 53.8 year-old; $p < 0.05$), and the mean age of death was significantly younger in the order of group A, B and C (63.4, 68.6 and 71.2 years, $p < 0.05$). Patients with predominant silicotic nodule were 57.9%, 34.3%, and 18.2% in group A, B and C, respectively, whereas those with predominant MDF were 26.3%, 45.7% and 72.7%, respectively. The mean age of disease onset and that of death were not significantly different between silicotic nodule predominant group and MDF predominant group.

Conclusion: Intensity of dust exposure seemed to affect prognosis as well as pathological grade of fibrosis.
