発生炉工肺がんの疫学的研究

河合正武*

AN EPIDEMIOLOGIC STUDY OF OCCUPATIONAL LUNG CANCERS
SEEN AMONG GAS GENERATOR WORKERS

Masatake KAWAI†

Deaths due to lung cancers seen among gas generator workers in Yawata Iron and Steel Works were pursued over the past 35 years (1933 to 1968) by the occupational lung cancer study groups of Yawata Iron and Steel Works Hospital and many papers as regards this problem have been reported. Kuroda and Kawahata reported for the first time 20 cases of lung cancer seen from 1933 to 1937. Later, Nishiyori et al. added three similar cases seen between 1946 and 1952. In 1953, the gas generator plant was closed and its workers were all transferred to other plants of the same works. Nishiyori et al. reported three cases seen from 1953 to 1955 among ex-gas generator workers who had experienced the

operation until 1953, while Kawai et al. added six cases found between 1956 and 1964. Since 1965, the latter group did not find a case of lung cancer among the ex-gas generator workers still employed in the works, but they found six cases among the ex-gas generator workers who retired at 55 years of age during the period from 1953 to 1968. Mortality from the lung cancer of these workers has been analysed by applying the retrospective cohort method, revealing that the mortality is remarkably elevated according to the degree of exposure and that such elevated risk remains even after the workers have left the works by retirement.

I はじめに

八幡製鉄所における発生炉工の職業性肺がんについては1933年黒田、川畑の第1例の報告以来今日まで35年の長期にわたり八幡製鉄所病院肺がん研究グループは黒田・川畑、西依ら、著者らと累代相継ぎその発生を追跡し予防対策の確立に努力してきたのでその業績の一部をここに紹介する。

II 発生炉工肺がんの発生状況

発生炉工（55才未満）の肺がんの発生について便宜上つぎの4期にわけて述べる。

1933—38年（第Ⅰ期）の間に黒田・川畑により20例報

*当時八幡製鉄所病院、現在東京芝浦電気株式会社安全保健センター
昭和43年8月29日受付、普通掲載

†Yawata Iron and Steel Works Hospital; Present address: Safety and Health Center, Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd., Tokyo.

Received for publication, Aug. 29, 1968.

告されている。発生炉工場は1903年に設立され爾来1933年までの約30年間に4工場が増設され、それに比例して従業員（発生炉工）の数も次第に増大したと考えられ黒田・川畑の発見以前にも肺がんの発生はあったと考えられるが発見されるにいたらず従業員数の増大とともに肺がんの発生も増加しついに黒田・川畑により1933年発見されるにいたったものと考えられる。もちろんその間における医学とくに診断技術の進歩におうところ大なるものがあつたことは否定できない。

つぎの1939—45年（第Ⅱ期）の間は職業性肺がんの発生はあったと推定されるが戦時中にして資料が残っていない。

1946—52年（第Ⅲ期）の間は西依ら⁶⁾により3例報告されている。

1953年技術革新により発生炉工場は全面的に廃止され発生炉工504名は他の工場に配転された。配転後1953—67年（第Ⅳ期）の間これらの発生炉工経験者の肺がん発

生を追跡し、55才未満の従業員（55才定年退職）については1953—55年の間に西依ら⁶⁾は3例、1956—64年の間に著者らは6例を報告した。1965年以降は発見していない。55才以上の退職した発生炉工経験者についても著者ら⁹⁾は1953—68年の間に6例を報告した。

III 発生炉工肺がんの疫学的研究の概要

1933年より今日までに実施された疫学的研究の概要を述べる。

A, 第I期（1933—38年）に関する研究^{5,10)}

本期については黒田・川畑により職業性であることが決定され報告されているが私ども¹⁰⁾も追試を行なった。その概要を述べる。

調査方法—本期における発生炉工（55才未満）（A群とする）の肺がん死亡と1953—65年の間の発生炉工経験者を除いたその他の男子製鉄所従業員（55才未満）（対

照群）の肺がん死亡とを Cohort method により比較した。

調査成績—Tab.1の通りである。すなわち発生炉工1619.0 person years において死亡数は20、対照群の期待死亡数は0.0385にしてA群の肺がん死亡は対照群に比して519.5倍多くその差は統計的に有意であった。（ $P = 1 \times 10^{-8}$ ）対照群としては第I期の発生炉工以外のその他の従業員を用いるべきであるが資料がないので1953—65年の発生炉経験者以外のその他の従業員を用いたが両期の間には年代的に20年以上の開きがありわが国における肺がん発生の趨勢からみると当然後者の集団の方が肺がん死亡は多いと考えられる。したがって今回A群の肺がん死亡と後者の肺がん死亡とを比較してA群に有意に多い成績をえたので、後者に比べ肺がん死亡はより少ないと考えられる前者すなわち第I期の発生炉工を除いたその他の従業員に比べた場合は当然A群の肺がん死亡は有

Tab. 1. Observed Vs. Expected Number of Deaths by Lung Cancers in A Group (1933-1938).

Age	34 or less	35—39	40—44	45—49	50—54	Total	Obs./Exp.	Significance of Difference**
Death Rate for Control Group*	0	1.85	2.39	10.35+	22.22			
Experience Length								
9 or less P	812.0	93.5	35.5	16.5	17.0	974.5		
Obs.	0	1	0	0	0	1	125.0	P=0.008
Exp.	0	0.0017	0.0008	0.0017	0.0038	0.0080		
10 — 14 P	97.0	144.0	95.0	32.0	10.5	387.5		
Obs.	0	3	0	1	1	5	47.2	P=1×10 ⁻⁸
Exp.	0	0.0027	0.0023	0.0033	0.0023	0.0106		
15 — 19 P	8.0	60.0	68.5	46.0	8.0	190.5		
Obs.	0	1	4	6	1	12	1,290.3	P=1×10 ⁻⁸
Exp.	0	0.0011	0.0016	0.0048	0.0018	0.0093		
20 or more P	0	2.0	11.5	29.0	33.0	75.5		
Obs.	0	0	2	0	0	2	188.7	P=6×10 ⁻⁵
Exp.	0	0	0.0003	0.0030	0.0073	0.0106		
Total P	917.0	299.5	210.5	123.5	68.5	1,619.0		
Obs.	0	5	6	7	2	20	519.5	P=1×10 ⁻⁸
Exp.	0	0.0055	0.0050	0.0128	0.0152	0.0385		
Obs./Exp.	0	909.1	1,200.0	546.9	131.6	519.5		
Significance of Difference**	—	P=1×10 ⁻⁸	P=1×10 ⁻⁸	P=1×10 ⁻⁸	P=1×10 ⁻⁴	P=1×10 ⁻⁸		

*Per 100,000 population, **Probability in Poisson distribution, P; Population at risk by person-years, Obs.; observed deaths, Exp.; Expected deaths, + Deduced rate from lung cancer mortality in all Japanese males.

意に多くしかも 519.5 倍以上となるものと推定される。

つぎに年令層別にみると35才以上層に発生炉工群の肺がん死亡は対照群に比べ有意に多かった。

勤務年数層別にみるといずれの階層においてもA群の肺がん死亡は対照群に比べて有意に多かった。

B. 第Ⅲ期 (1946～53年) に関する研究¹⁰⁾

調査方法—本期における発生炉工 (55才未満) (C群) の肺がん死亡と対照群 (第Ⅰ期に関する研究における対照群と同じ) の肺がん死亡とを前と同様の方法により比較した。

調査結果—つぎの結果をえた。

すなわち発生炉工 3076.0 person years において死亡数は3, 対照群の期待死亡数は0.0913にしてC群の肺がん死亡は対照群に比して有意に多く ($P=1 \times 10^{-4}$), 33倍であった。

年令層別には50～54才層にC群の肺がん死亡は対照群より有意に多く, これに反して50才未満層においてはいずれの階層においても対照群との間に有意の差はみられなかった。

勤務年数層別には勤務年数20年以上層においてC群の肺がん死亡は対照群に比して有意に多く, 20年未満層においてはいずれの階層においても両群間に有意の差はみられなかった。

C. 第Ⅳ期 (1953～68) に関する研究^{8) 9)}

1) 従業員 (55才未満) における成績⁸⁾

調査方法—本期は発生炉工場廃止後であるため発生炉工は存在しない。工場廃止時他の作業に配転された504名の発生炉工経験者について本期間定年退職 (55才) す

るまで肺がん死亡を追跡し対照群 (第Ⅰ期の研究の対照群と同じ) の肺がん死亡とを前と同様の方法により比較した。

調査結果—つぎの成績をえた。

すなわち発生炉工経験者群 (D群) 4882.0 person years において死亡数は6, 対照群の期待死亡数は0.180にしてD群の肺がん死亡は対照群に比して有意に多く ($p=4 \times 10^{-8}$), 33倍であった。

年令層別にみると45～49才層および50～54才層においてD群の肺がん死亡は対照群に比して有意に多く, 45才未満層においてはいずれの階層においても両群の間に有意の差はみられなかった。

勤務年数層別にみると10年未満層においては両群の間に肺がん死亡において有意の差は認められないが10～19年層および20年以上層においてはD群は対照群に比して肺がん死亡は有意に多くまた20年以上層と10～19年層の間には前者に肺がんは有意に多かった。

2) 定年退職者における成績⁹⁾

調査方法—本期において定年退職した発生炉工10年以上の経験者 (D'群) の肺がん死亡と対照群 (1956～65年の全日本男子) の肺がん死亡を前述の方法により比例した。

調査結果—Tab. 2の通りである。すなわちD'群479.0 person years において死亡数は6, 対照群の期待死亡数は0.194にしてD'群の肺がん死亡は対照群に比して有意に多く ($p=1 \times 10^{-8}$), 30倍であった。

年令層別にはいずれの年令層 (55才以上) においてもD'群の肺がん死亡は対照群に比して有意に多かった。

D. 第Ⅰ期と第Ⅲ, Ⅳ期の肺がん死亡の比較¹⁰⁾

Tab. 2. Lung Cancer Incidence of Gas workers after Retirement
(10 or more years of Experience Length of Work)

Age Group	Person-years at Risk	Observed Deaths	Death Rate for Control Group*	Expected Deaths	Obs./Exp.	Significance of Difference**
55 — 59	282.5	3	30.0	0.085	35.294	$X \geq 3,$ $P=1 \times 10^{-4}$
60 — 64	153.5	2	51.1	0.078	25.641	$X \geq 2,$ $P=0.003$
65 or more	43.0	1	72.0	0.031	32.258	$X \geq 1,$ $P=0.031$
Total	479.0	6		0.194	30.928	$X \geq 6,$ $P=1 \times 10^{-8}$

*Average death rate for the lung cancer in all Japanese males from 1956 to 1965 (per 100,000 population).

**Probability in Poisson distribution.

第Ⅰ期の黒田・川畑の研究により発生炉工肺がんは発生炉より漏出する tarfume に起因することが始めて確定されたのであるから第Ⅰ期およびそれ以前においては発生原因がわかっていなかった。したがってその予防対策は全然行なわれていなかった。

第Ⅱ期は第Ⅰ期の研究により原因が判明したので黒田・川畑の指導により発生炉よりのガス洩れ防止の対策が種々実施された。

第Ⅲ期は終戦後にして生産量は減少しておりまた発生炉よりのガス洩れ防止対策もさらに強力に推進された。

第Ⅳ期は発生炉工場廃止後である。したがって作業環境中のがん原物質の濃度は測定していないが第Ⅰ期およびそれ以前が最も高く、ついで第Ⅱ期にして第Ⅲ期は最も低いと推定される。第Ⅳ期は配転後であるからこのがん原物質の作業環境中の濃度はもちろん0である。しこうしてこれらの環境濃度より第Ⅰ期のA群は他の群に比べ最も濃厚ながん原物質の暴露をうけたと推定されこれに反して第Ⅲ、Ⅳ期のC、D群はA群より低濃度のがん原物質に暴露したと考えられるので第Ⅰ期と第Ⅲ、Ⅳ期の肺がん死亡を比較した。

1) 第Ⅰ期と第Ⅲ期の肺がん死亡の比較¹⁰⁾

調査方法—A群とC群の肺がん死亡を前述の方法により比較した。

調査結果—Tab. 3の通りである。すなわちA群 702.0 person years において死亡数20。C群の期待死亡数は0.795にしてA群の肺がん死亡はC群に比して有意に多く($p=1 \times 10^{-8}$)、25倍であった。

年令層別にみると35～49才層においてはいずれの階層においてもA群の肺がん死亡はC群のそれより有意に多いが50～54才層においては両群間に肺がん死亡において有意の差がみられなかった。

勤務年数別にみると10～14年層および15～19年層において両群間に肺がん死亡について有意の差をみるが9年以下層および20年以上層においては両群の肺がん死亡に有意の差はみられなかった。

2) 第Ⅰ期と第Ⅳ期の肺がん死亡の比較¹⁰⁾

調査方法—同様の方法によりA群とD群の肺がん死亡を比較した。

調査結果—A群とC群の場合と全く一致した成績をえた。すなわちA群702.0 person years において死亡数20、D群の期待死亡数1,741にしてA群の肺がん死亡はD群のそれより有意に多く($p=1 \times 10^{-8}$)、約11倍である。

年令層別には35～39才層、40～44才層、45～49才層においてはA群の肺がん死亡はD群のそれより有意に多く、50～54才層においては両群間の肺がん死亡において有意の差はみられなかった。

勤務年数別には10～14年層、15～19年層においてA群の肺がん死亡はD群より有意に多かったが9年以下層および20年以上層においては両群間に有意の差はみられなかった。

3) 第Ⅲ期と第Ⅳ期の肺がん死亡の比較¹⁰⁾

同様の方法によりC群とD群の肺がん死亡を比較したが肺がん死亡率、年令別、勤務年数別死亡において両群間に統計的に有意の差は認められなかった。

Tab. 3. Comparison of Lung Cancer Mortalities between Two Groups, A and C (Age 35—54).

Age Class	A Group (1933-1938)			C Group (1946-1953)			Significance of Difference
	Person-years at Risk	No. of Lung Cancer Deaths	Death Rate*	Person-years at Risk	No. of Lung Cancer Deaths	Death Rate*	
35 — 39	299.5	5	1,669.5	513.0	0	0	P=0.007***
40 — 44	210.5	6	2,850.4	371.0	0	0	P=0.002***
45 — 49	123.5	7	5,668.0	301.5	0	0	P=2×10 ⁻⁴ ***
50 — 54	68.5	2	2,919.7	188.5	3(0.795)	1,591.5	P=0.189**
Total	702.0	20	2,894.0	1,374.0	3(0.795)	218.5	P=1×10 ⁻⁸ ***

*Per 100,000 population.

**Probability in Poisson distribution.

***Probability in F distribution.

Values in the parenthesis show age and experience-adjusted expected deaths versus observed in A group.

IV 総 括

A) 従業員 (55才未満) の肺がんについて

第Ⅰ期のA群の肺がん死亡は対照群の519.5倍, 第Ⅲ期のC群の肺がん死亡は対照群の35倍, 第Ⅳ期のD群の肺がん死亡は対照群の33倍にして各期とも対照群より肺がん死亡が著しく多い事実は職業性であることを示している。

つぎに第Ⅰ期のA群の肺がん死亡は第Ⅲ期のC群の肺がん死亡の25倍, 第Ⅳ期のD群の肺がん死亡の11倍にしてA群の肺がん死亡はC, D群のそれに比べて著しく多い。A群は最も濃厚な暴露を受けた集団であり, 同じがん原物質に暴露した場合作業環境の濃度が高ければ高いほどその集団の肺がん死亡は多くなるものと思われる。がん原物質に被曝の程度が同じと考えられるC, D群の間には肺がん死亡に有意の差が認められなかった。

第Ⅰ期のA群にありては勤務年数10年未満層においてすでに肺がん死亡は対照群より有意に多かったが第Ⅲ, Ⅳ期のC, D群においては勤務年数10年以上層において始めて対照群と肺がん死亡について有意の差を示したことは肺がんの発生には第Ⅰ期およびそれ以前においては10年未満 (8~9年) の就業が, 第Ⅲ, Ⅳ期においては10年以上の就業が必要と考えられその差は作業環境のがん原物質の濃度の差によるものにして高濃度暴露の場合は低濃度暴露の場合に比較してより短期間の暴露で発症するものと考えられる。

A, C, D群の勤務年数層別肺がん死亡をみると勤務年数20年未満層ではA群はC, D群に比して肺がん死亡は多いが20年以上層になると両群間に有意の差のなくなっている事実はがん原物質の暴露期間の短い間にはがん原物質の環境濃度の高い場合に肺がん死亡は多いが, 著しく暴露期間が長くなると環境濃度に関係なく高濃度暴露群も低濃度暴露群も肺がん死亡の差はなくなることを示しているものと思う。注目すべき事実である。

年令層別にみると第Ⅰ期のA群にありてはすでに35~39才層において肺がん死亡は対照群に比して有意に多いが, 第Ⅲ期のC群にありては50~54才層で, 第Ⅳ期のD群においては45~49才層で始めて対照群に比して肺がん死亡が有意に多くなった事実は作業環境のがん原物質が高濃度の場合は低濃度の場合に比べ肺がんの発生はより弱年で現われることを示しており, 高濃度の場合に, より短期間の暴露で発症するために発生年令も弱年に傾いたものと考えられる。

B) 暴露中止後の肺がん死亡について

第Ⅳ期のD群, D'群の成績においてがん原物質に10年以上暴露した場合は暴露中止後も被曝群の肺がん死亡率は対照群より高いが45才未満層においては対照群との間に有意の差を認められなかった事実は若い時期にがん原物質の暴露を一定年数以上うけた後に暴露を中止した場合には暴露中止後被曝者達が Cancer age に達した後に始めて肺がんの発生は顕現するものにしてしかも過去の暴露の影響は終生継続することを示している。はなはだ興味ある成績である。

V 結 論

発生炉工肺がんについてその第Ⅰ例より終息まで30数年にわたりその発生を追跡しつぎのごとき疫学的新知見をえた。

A) 同じがん原物質に暴露した場合, 濃厚なるがん原物質に暴露した集団は, より低い環境濃度に暴露した集団より職業性肺がんの発生は多い。しかし暴露がある一定期間以上長期におよぶと環境濃度の影響はひとしくなり両群の肺がん死亡は差がなくなる。

B) 職業性肺がんの発生のためには一定期間以上の就業 (がん原物質の連続長期暴露) が必要であり, その期間の長さは環境のがん原物質の濃度により左右される。すなわち濃度が高くなれば期間は短縮する。

C) 職業性肺がんの発生はある一定の年令以後にみられ, がん物質の環境濃度が高い場合にはその年令は弱年側に傾く。

D) 一定期間 (がんが発生するのに必要な暴露期間) 以上がん原物質に暴露した後暴露を中止した場合は職業性肺がんは被曝者が Cancer age に達した後に始めて発生ししかも弱年時の被曝の影響は終生継続する。

1) 本論文は職業性肺がんの発見より終息まで30数年にわたり追跡した記録の総括であり職業性肺がんの発見より終息まで追跡した例は世界で本例が最初と考える。この意味において本例は大へん貴重な資料と考えられ30数年の長きにわたり多数の研究業績を残された故黒田博士, 故川畑博士以下肺がん研究グループの先輩の方々に敬意と感謝の意を捧げるものである。

2) 簡単にするため多くの図表を省略した。詳細については原著を示してあるので参照されたい。

文 献

- 1) Kuroda S. and Kawahata K.: Ueber die gewerbliche Entstehung des Lungenkrebses bei Generatorgasarbeitern, Z. Krebsforsch. 45: 36-39, 1936.
- 2) Kawahata K.: Ueber die berufliche Entstehung des Lungenkrebses bei der Generatorgasfabrikation, Gann 30: 341-345, 1936.
- 3) 黒田: 職業性肺がんについて, 労働科学研究, 14巻3号, 240頁, 昭和12年.
- 4) Kawahata K.: Ueber die gewerblich hervorgerufenen Lungenkrebses bei Generator-Gas-Arbeitern in den

Stahlwerken, Gann 32:367-388, 1938.

- 5) 川畑：発生炉工の職業性肺がんについて，九州医専雑誌，4巻1号，5頁，昭和14年
- 6) 西依・他：発生炉工の職業性肺がんについて，臨床と研究，33巻5号，86頁，昭和31年.
- 7) 河合・他：八幡製鉄所のカス発生炉工における職業性肺臓がんについて，鉄鋼労働衛生，Vol. 10 No. 2, 5-9頁，昭和36年.
- 8) Kawai M. et al.: Epidemiologic Study of Occupational Lung Cancer, Arch Environ Health, Vol. 14, 859-864, 1967.
- 9) Kawai M. et al.: Epidemiologic Study of Occupational Lung Cancer (II) Occupational Lung Cancer Deaths among Retired Ex-gas Generator Workers, Arch. Environ. Health に投稿中
- 10) 原田：職業性肺がんについて，福岡医学雑誌に発表予定.

第7回原子力総合シンポジウムについて

1. と き 1969年2月16(日)・17日(月) ー13 東電旧館，Tel 591-1927) に連絡
2. ところ 国立教育会館 のこと
3. 内容 細部については，原子力総合シンポジウム 4. 本協会と共同主催
運営委員会事務局（東京都港区新橋1-1

第6回日本産業医協議会のお知らせ

1. 開催日時：昭和44年3月28日（金）午前9時～午後3時
2. 場 所：福岡市箱崎 九州大学法文学部 大講堂
3. 協議会長：福島 寛（八幡製鉄病院院長）
4. 議 題：
 - (1) 「産業医不足下において，衛生管理をいかに実施しているか」
司会 大道 明（東京電力労務部）

講師

(i) 大企業の例	河合 正武（東芝本社安全保健センター）
(ii) 中小企業の例	乾 修然（京都工場保健会京都産業医学研究所）
(iii) 公共企業体の例	酒井 好道（電々公社東京健康管理所）
(iv) 援助している大学の例	大平 昌彦（岡山大学医学部衛生学教室）

- (2) 「公害と産業衛生」
司会 森 万寿夫（九電病院）

講師

(i) 水俣湾の汚染について	入鹿山且朗（熊本大学医学部衛生学教室）
(ii) 大牟田川の汚染について	山口 誠哉（久留米大学医学部公衆衛生学教室）
(iii) 大分県医師会の公害対策活動	中嶋 俊郎（大分県医師会常任理事）
(iv) 水俣病と産業衛生	久保田紳哲（元新日本窒素水俣病院）

- 〔備考〕 1. 産医協地方連絡幹事打合会は，衛生学会，産業医学会合同懇親会後3月28日午後8時30分頃より，新三浦（福岡市石城町21番12号）で行ないます。
2. 協議会事務局：北九州市八幡区春の町4丁目 八幡製鉄所病院
労働医学研究課（Tel. 093-67-0731） 酒井 淳