

---

---

原 著

---

---

## 砒素環境汚染の人体影響評価について

—— 累積生存率に関する分析 ——

新潟大学医学部衛生学教室（主任：山本正治教授）

片 桐 幹 雄

Evaluation of Biological Effects of Environmental  
Arsenic Contamination of Drinking Water  
—— Analysis of Cumulative Survival Rates ——

Mikio KATAGIRI

*Department of Hygiene and Preventive Medicine,  
Niigata University School of Medicine  
(Director: Prof. Masaharu YAMAMOTO)*

An epidemiologic episode of arsenic poisoning in well water from a King's Yellow factory was incidentally induced in Nakajo Town, Niigata Prefecture, Japan in September, 1959. Totally 86 residents who drank arsenic contaminated well water were suffered from symptoms of chronic arsenicism.

The aim of this study is to evaluate the biological effects of drinking water contaminated by arsenic on life convalescence. Those with symptoms (case group) and 257 healthy residents in the same area (control group) were recruited and followed up for 34 years after the incident. The number of deaths and the all causes of deaths during this period were investigated. By using Cutler-Ederer's method, a cumulative survival rate for the case group was calculated and compared with that for the control group. In 216 months (18 years) after the incident, that for the case group; 0.826 was significantly lower than that for the control group; 0.922. Afterward, the discrepancy of those rates between the groups was more expanded, and in 408 months (34 years) after the incident; 0.628 and 0.784, respectively. On the condition that the effect of deaths from lung cancer was excluded, however, the observed discrepancy almost disappeared.

In conclusion, the discrepancy of the cumulative survival rates between the case and the control groups is considered to be caused mainly by deaths from lung cancer.

---

Key words: Arsenic Contamination, Drinking Water, Cumulative Survival Rate  
砒素汚染, 飲料水, 累積生存率

---

Reprint requests to: Mikio KATAGIRI,  
Department of Hygiene and Preventive  
Medicine, Niigata University School  
of Medicine, Asahimachi-dori,  
Niigata City, 951, JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町通1番町  
新潟大学医学部衛生学教室 片桐幹雄

## はじめに

1959年9月、新潟県中条町において砒素中毒が発生した。新潟県衛生部（現福祉保健部）と新潟大学医学部によって実施された患者居住地区の環境調査及び住民健診の結果、三酸化砒素と三硫化砒素を含有する石黄工場の廃液が地下に浸透し、井戸水を汚染したことが原因と判明した<sup>1)</sup>。また、汚染地区住民の健康診査では受診者454人中93人（受診者の20.5%）に砒素曝露に起因すると考えられる所見を認めた。

中条町砒素汚染地区の住民を観察対象集団、1959年1月1日から1992年12月31日までの観察期間として、歴史的前向き研究を行った。得られた情報をもとに、この期間における観察対象集団の累積生存率を求め、経口砒素曝露が観察対象集団の累積生存率に与える影響について検討した。

## 対象及び方法

### 1. 調査の型

本調査は、砒素汚染地区住民全体を対象とする悉皆調査方式を用いた、歴史的な前向き研究（historical cohort study）である。

### 2. 調査の対象と調査方法

1959年当時の砒素汚染地区であった旧並木町地区の住民を観察対象とした。なお、調査対象者は、1960年の国勢調査の住民台帳によって確認した。

1959年10月1日時点の対象者数は421人、その内訳は、砒素中毒の所見を有する者86人（以下、「有症群」という）、その家族78人及びその他の住民257人であった。第二者は全員砒素中毒所見を有しないが、有症群の家族は砒素曝露を受けている可能性を否定できないため、その他の住民のみを「対照群」とした。なお、当時の有症者のうち7人は旧並木町地区の居住者でないことが確認されていたので、本研究から除外した。

### 3. 調査対象者の追跡及び死因の確認

1959年10月1日以降の生死について、1988年12月31日現在で確認し、その後1992年12月31日まで追跡した。追跡期間中に当該地区から転出した者については、転出先まで追跡して生死の確認を行った。死亡者については中条町役場、法務局から診断書の写しをとりよせ死因を確認したが、例外的に退院総括録や主治医からの聞き取りにより確認した場合もあった。

なお死因分類は国際疾病分類（第9回修正表）の簡単分類に準拠した。死因を悪性新生物（簡単分類番号28～

37）と、非悪性新生物（28～37以外）とに大別したが、前者については、食道（28）、胃（29）、直腸・直腸S状結腸移行部及び肛門（30）、肝（31）、膵（32）、気管・気管支及び肺（33）、女性の乳房（34）、子宮（35）、白血病（36）及びその他の部位（37）に、後者は心疾患（46、51、52、54～56）、脳血管疾患（58、59、60）及びその他の死因に細分した。

なお肺がんについては、死亡診断書だけでなく、病理組織型についても関連医療機関で調査した。

## 4. 累積生存率の検討

### 1) 死因別の期待死亡数の算出

全国の死因別死亡率をもとに follow up life table を作成して、有症群及び対照群の期待死亡数（E）を算出し、観察死亡数（O）との比 O/E を計算し、Poisson 確率を求めた。

### 2) 累積生存率の算出

1959年1月1日から1992年12月31日までの期間を24か月毎に17期間に区切り、それぞれの時点における観察対象集団の累積生存率を算出した。累積生存率の算出には、生命表法（Cutler-Ederer 法<sup>2)</sup>）を用いた。

### 3) 肺がん死亡を除去した累積生存率の算出

悪性新生物死亡の中で最も多い肺がん死亡の影響を分析する目的で、肺がん死亡の影響を取り除いた場合の累積生存率を算出した。その際、肺がん死亡者をその死亡の期間における脱落者（追跡不能者）として取り扱った。

### 4) 累積生存率の比較

有症群と対照群との累積生存率の比較について、有意差の検定は Greenwood の方法<sup>3)</sup> により行った。

## 結 果

### 1. 観察対象者の特性比較

観察対象者の人数、男女の別、1959年当時の平均年齢、平均観察期間などについての詳細を表1に示す。有症群では男性39人、女性47人、計86人、対照群ではそれぞれ114人、143人、計257人であった。1959年当時の平均年齢±標準偏差は有症群で男性30.7±19.99歳、女性30.3±20.16歳、対照群でそれぞれ25.2±18.53歳、27.4±19.57歳であった。群間及び男女間に有意の差を認めなかった。平均観察期間は、有症群の男性で27.1±10.08年、女性で30.0±7.13年、対照群でそれぞれ31.5±6.96年、31.5±6.61年と、やはり有意差を認めなかった。

### 2. 死因分析結果

死因分析結果を表2に示す。有症群の男性39人では16

表1 観察対象者の特性比較

項目	対象		1959年時平均年齢(歳) <sup>1)</sup>		平均観察期間(年) <sup>1)</sup>	
	男性(%)	女性(%)	男性	女性	男性	女性
有症群	39 (45.3)	47 (54.7)	30.7±19.99	30.3±20.16	27.1±10.08	30.0±7.13
対照群	114 (44.4)	143 (55.6)	25.2±18.53	27.4±19.57	31.5± 6.96	31.5±6.61

注 1): 平均±標準偏差

表2 死因<sup>1)</sup>分析

死因	死亡数 <sup>2)</sup>	有症群								対照群							
		男性(39人)				女性(47人)				男性(114人)				女性(143人)			
	O <sup>3)</sup>	E <sup>4)</sup>	O/E	P <sup>5)</sup>	O	E	O/E	P	O	E	O/E	P	O	E	O/E	P	
全死因	16	13.26	1.21	—	15	12.24	1.23	—	22	26.85	0.82	—	27	29.38	0.92	—	
悪性新生物 (28~37) <sup>2)</sup>	10	4.55	2.20	$3.7 \times 10^{-2}$	4	2.36	1.70	—	4	6.44	0.62	—	5	6.37	0.79	—	
食道 (28)	0	0.12	0	—	0	0.05	0	—	0	0.33	0	—	0	0.12	0	—	
胃 (29)	0	0.87	0	—	0	0.71	0	—	1	2.21	0.45	—	3	1.87	1.60	—	
直腸等 (30)	0	0.09	0	—	0	0.10	0	—	0	0.27	0	—	1	0.27	3.65	—	
肝 (31)	1	1.25	0.80	—	0	0.17	0	—	0	0.82	0	—	0	0.47	0	—	
脾 (32)	0	0.12	0	—	0	0.10	0	—	1	0.33	3.07	—	0	0.32	0	—	
肺 (33)	7	0.64	11.01	$9.6 \times 10^{-6}$	1	0.19	5.34	—	1	1.08	0.92	—	0	0.53	0	—	
乳房 (34)	0				0	0.12	0	—	0			—	0	0.37	0	—	
子宮 (35)	—				1	0.22	4.57	—	—			—	0	0.60	0	—	
白血病 (36)	0	0.06	0	—	0	0.05	0	—	0	0.18	0	—	0	0.17	0	—	
その他 (37)	2	0.64	3.10	—	2	0.58	3.45	—	1	1.48	0.67	—	1	1.79	0.56	—	
非悪性新生物	6	8.03	0.75	—	11	10.31	1.07	—	18	22.44	0.80	—	22	24.66	0.89	—	
心疾患 (46, 51, 52, 54~56)	2	1.64	1.22	—	0	1.82	0	—	3	4.34	0.69	—	7	6.16	1.14	—	
脳血管疾患 (58~60)	0	1.84	0	—	4	4.15	0.96	—	9	7.43	1.21	—	6	8.94	0.67	—	
その他	4	4.67	0.86	—	7	6.16	1.14	—	6	12.63	0.47	—	9	13.46	0.67	—	

注 1): 死亡診断書による死因の簡単分類

2): 簡単分類番号

3): 観察死亡数

4): 期待死亡数

死亡期待数人口および死亡数の推定値から算出したため、相加性は保証されない。

5): Poisson 分布確率 (両側検定で  $p < 0.05$  のみ標示)

人が死亡し、うち悪性新生物が10人、非悪性新生物が6人(心疾患2, その他4)であった。悪性新生物のうち、肺がん死亡が7人と大半を占めた。女性47人については、15人が死亡し、悪性新生物は4人、非悪性新生物が11人(脳血管疾患4, その他7)であった。女性の場合は肺がんは1人で、特に多いわけではなかった。

対照群の男性114人では、22人が死亡し、悪性新生物が4人、非悪性新生物が18人(心疾患3, 脳血管疾患9,

その他6)であった。女性143人については、死亡が27人、うち悪性新生物が5人、非悪性新生物が22人(心疾患7, 脳血管疾患6, その他9)であった。肺がんは男性1人に見られたのみであった。表2に示した死因のうちで、期待死亡数(E)と観察死亡数(O)の比O/Eが有意に高かったものは、有症群男性における悪性新生物及び肺がんのみであった。全死因については、有症群、対照群ともにO/Eに有意差は見られなかった。

### 3. 肺がんの病理組織型

肺がん死亡のうち、病理診断が確定したものは、有症群では8人（男性7、女性1）中5人と対照群の1人（男性）であった。病理診断の結果、有症群の1人は食道がんであり、死亡診断書名とは異なっていた。肺がんの病理組織型をみると、有症群では小細胞がん3例、大細胞がん1例であった。なお、小細胞がんの1人は、手術後5年で死亡し、解剖時に小細胞がんと共に扁平上皮がんが発見された。対照群の1人は扁平上皮がんであった。

### 4. 累積生存率の比較

観察対象群間での男女計の累積生存率の詳細を表3及び図1に示す。なお図中、各時点における累積生存率とともに、 $\pm 1.96 \times$ 標準誤差を棒で示した。

0～23.9カ月（2年未満）の対照群及び有症群の生存率を1.000とした際、168～191.9カ月（16年未満）まで両群の間に差を認めなかったが、192～215.9カ月（18年未満）で有症群の累積生存率（0.826）が対照群（0.922）より有意に低下した（ $p < 0.05$ ）。その後、有意な低下は観察終了の384～407.9カ月（34年未満）まで続いた。この間、360～383.9カ月（32年未満）における累積生存率の差が0.185となり、最も顕著であった（ $p < 0.001$ ）。

### 5. 肺がん死亡の影響を除去した累積生存率の比較

表4、図2に分析結果を示す。累積生存率は24～47.9カ月（4年未満）を除いて、対照群に比べ有症群の低下傾向を認めたが、有意な低下は360～383.9カ月（32年未満）のみであった（ $p < 0.05$ ）。従って、両群の間で累積生存率の推移に全体としては差がないと結論した。

データには示していないが、肺がんの代わりに全悪性新生物の影響を除去した累積生存率の比較についても検討した。肺がんの場合と同様に、両群の間の有意差は全く認められなかった。

## 考 察

砒素経口曝露の慢性影響の研究は、フォーレル水による治療例<sup>4)–13)</sup>と、飲料水の砒素汚染の例<sup>14)–21)</sup>がある。かつて治療用に使用されたフォーレル水の場合は、使用された時代がかなり以前のことであり、多くの研究は「症例研究」の域を出ていない。環境汚染例では、台湾<sup>15)–17)</sup>及び中国の内モンゴル地域<sup>18)</sup>での砒素による地下水汚染が有名である。前者では「烏脚病」として各種の疫学研究が行われているが、後者はその一部が明らかになっ

ただけでその全貌は知られていない。しかし台湾でも、経口砒素曝露が生命予後に如何なる影響を及ぼすかについて、十分に研究されてきたとは言えない。砒素による汚染が継続的であり、疫学研究におけるコホート設定が困難なためと思われる。新潟県中条町で起こった砒素中毒も環境汚染例であるが、その性格は疫学研究上、以前の例と比べ極めて特異的なものである。特に、① 純粋な砒素の経口曝露例であること。② 井戸水の砒素汚染の原因が判明し、直ちに対策が講じられたため、砒素による人体曝露時期が明らかなこと。③ 砒素による急性症状発現時期における、詳細な臨床医学及び疫学情報が多数存在すること等である。このように、新潟県中条町で発生した砒素中毒は、世界的に見て疫学研究上希有な事例であり、中条町住民を対象とした研究は、学問上寄与する点が多いと考えている。

津田ら<sup>19)</sup>は中条町における砒素中毒例を調べ、肺がんの多発を確認している。山本ら<sup>20)</sup>も同様の所見を確認している。

さらに津田ら<sup>21)</sup>は、1955～59年時点の井戸水の砒素濃度が0.05 ppm以上と未満の2群に分け、1987年まで両群の生命予後を分析している。0.05 ppm以上の群では、184人中37人（20.1%）、未満の群では255人中40人（15.7%）が死亡した。0.05 ppm以上の群は、寿命で約8年短いと報告している。

しかし彼らはCoxのbiohazard model<sup>22)</sup>の説明変数として、性及び年齢を加えて調整済みの期待生存率を求めたものにすぎず、follow up life table methodによって1例ずつ累積生存率を直接求めて検討したわけではない。このため説明変数の選択の仕方によっては、性及び年齢を加えたモデルが最適か否かは保証の限りではない。そこで本研究では、1例ずつの期待生存率を直接計算した上で、累積生存率に及ぼす肺がんの影響についても検討した。

さらに、井戸水の砒素濃度で観察対象を分けた場合、飲用量が人によって違うことから、実際の人体曝露量を表さないおそれもあると考えられるので、当時の砒素急性中毒症状（主に皮膚症状）の発現の有無で観察コホートを設定した。

このように分析方法及び視点を変えて研究を行った結果ではあるが、津田ら<sup>21)</sup>の成績を支持するものであった。疫学研究で因果関係を判断する際の「関連の一致性」を補強する知見といえよう。

また、有症群と対照群のO/Eについて、全死因で有意差が見られなかったにもかかわらず、生命表分析を用

表3 累積生存率の比較 (対照群と有症群)

観察期間 (月)	当初生存数		期間中死亡数		期間中死亡率		期間中生存率		累積生存率			
	対照群	有症群	対照群	有症群	対照群	有症群	対照群	有症群	対照群	有症群	差 <sup>1)</sup>	P <sup>2)</sup>
0~ 23.9	257	86	0	0	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	—
24~ 47.9	257	86	2	0	0.008	0.000	0.992	1.000	0.992	1.000	-0.008	—
48~ 71.9	255	86	1	2	0.004	0.023	0.996	0.977	0.988	0.977	0.012	—
72~ 95.9	254	84	2	2	0.008	0.024	0.992	0.976	0.981	0.953	0.027	—
96~119.9	252	82	3	2	0.012	0.024	0.988	0.976	0.969	0.930	0.039	—
120~143.9	249	80	4	1	0.016	0.013	0.984	0.988	0.953	0.919	0.035	—
144~167.9	245	79	4	3	0.016	0.038	0.984	0.962	0.938	0.884	0.054	—
168~191.9	241	76	2	2	0.008	0.026	0.992	0.974	0.930	0.860	0.069	—
192~215.9	239	74	2	3	0.008	0.041	0.992	0.959	0.922	0.826	0.097	2.9×10 <sup>-2</sup>
216~239.9	237	71	2	1	0.008	0.014	0.992	0.986	0.914	0.814	0.100	2.7×10 <sup>-2</sup>
240~263.9	235	70	1	3	0.004	0.043	0.996	0.957	0.911	0.779	0.131	0.6×10 <sup>-2</sup>
264~287.9	234	67	3	1	0.013	0.015	0.987	0.985	0.899	0.767	0.131	0.8×10 <sup>-2</sup>
288~311.9	231	66	3	0	0.013	0.000	0.987	1.000	0.887	0.767	0.120	1.6×10 <sup>-2</sup>
312~335.9	228	66	3	4	0.013	0.061	0.987	0.939	0.875	0.721	0.155	0.3×10 <sup>-2</sup>
336~359.9	225	62	4	3	0.018	0.048	0.982	0.952	0.860	0.686	0.174	0.1×10 <sup>-2</sup>
360~383.9	221	59	6	3	0.027	0.051	0.973	0.949	0.837	0.651	0.185	0.1×10 <sup>-2</sup>
384~407.9	215	56	7	1	0.063	0.035	0.937	0.965	0.784	0.628	0.156	1.2×10 <sup>-2</sup>

注 1) : 対照群-有症群

2) : P : Z分布確率 (両側検定で p<0.05 のみ指数標示で記載)

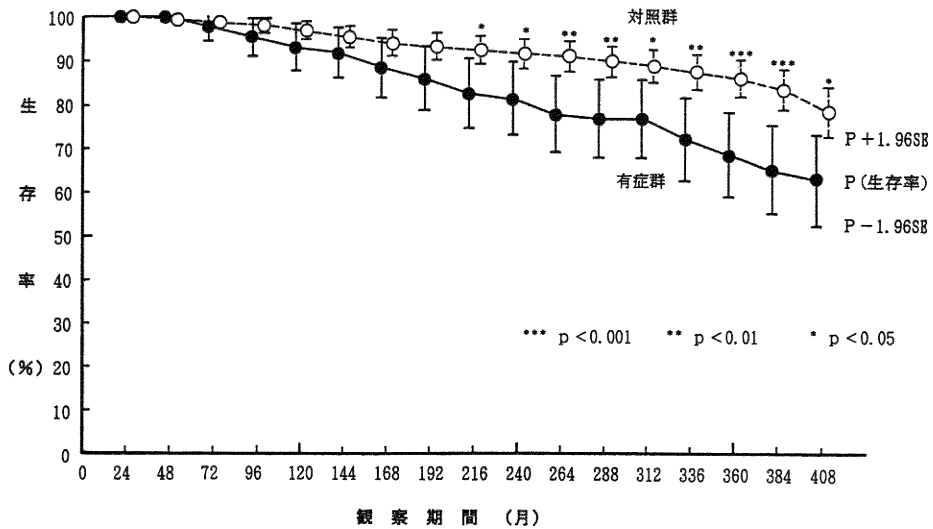


図1 有症群と対照群の生存率曲線

表 4 肺がん死亡の影響を取り除いた累積生存率の比較（対照群と有症群）

観察期間 (月)	当初生存数		期間中死亡数		追跡不能者数		期間中生存率		累積生存率			
	対照群	有症群	対照群	有症群	対照群	有症群	対照群	有症群	対照群	有症群	差 <sup>1)</sup>	P <sup>2)</sup>
0～ 23.9	257	86	0	0	0	0	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	—
24～ 47.9	257	86	2	0	0	0	0.992	1.000	0.992	1.000	-0.008	—
48～ 71.9	255	86	1	2	0	0	0.996	0.977	0.988	0.977	0.012	—
72～ 95.9	254	84	2	1	0	1	0.992	0.988	0.981	0.965	0.015	—
96～119.9	252	82	3	2	0	0	0.988	0.976	0.969	0.942	0.027	—
120～143.9	249	80	4	1	0	0	0.984	0.988	0.953	0.930	0.024	—
144～167.9	245	79	4	3	0	0	0.984	0.962	0.938	0.894	0.043	—
168～191.9	241	76	2	2	0	0	0.992	0.974	0.930	0.871	0.059	—
192～215.9	239	74	2	2	0	1	0.992	0.973	0.922	0.847	0.075	—
216～239.9	237	71	2	0	0	1	0.992	1.000	0.914	0.847	0.067	—
240～263.9	235	70	1	1	0	2	0.996	0.986	0.911	0.835	0.076	—
264～287.9	234	67	3	0	0	1	0.987	1.000	0.899	0.835	0.064	—
288～311.9	231	66	3	0	0	0	0.987	1.000	0.887	0.835	0.052	—
312～335.9	228	66	3	3	0	1	0.987	0.954	0.875	0.797	0.079	—
336～359.9	225	62	3	2	1	1	0.987	0.967	0.864	0.771	0.093	—
360～383.9	221	59	6	3	0	0	0.973	0.949	0.840	0.732	0.109	4.5×10 <sup>-2</sup>
384～407.9	215	56	7	1	0	0	0.937	0.965	0.787	0.706	0.081	—

注 1)：対照群－有症群

2)：P：Z分布確率（両側検定で p<0.05 のみ指数標示で記載）

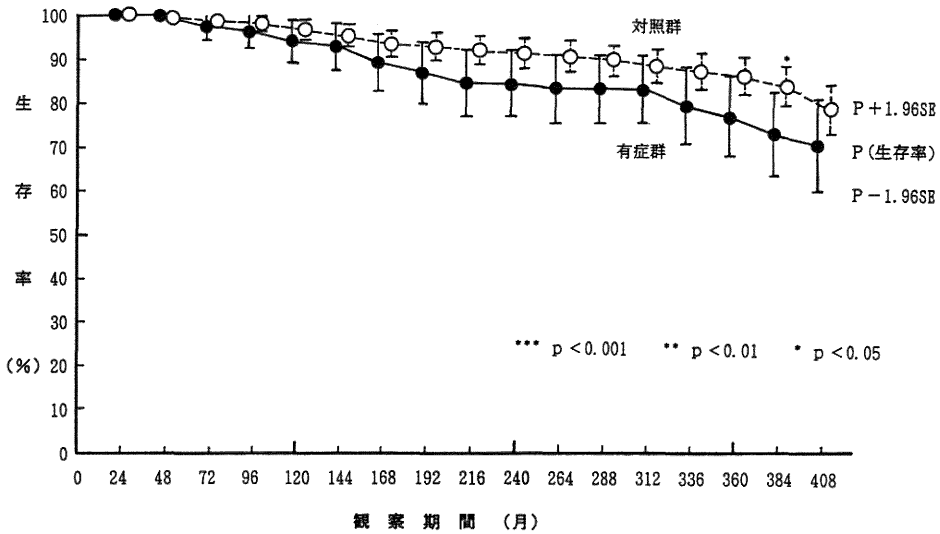


図 2 肺がん死亡の影響を取り除いた場合の有症群と対照群の生存率曲線

いることによって、有症群と対照群の累積生存率に明らかな差が見られたこと、またその差が肺がん死亡の影響を除外することによってほとんど消失することが明らかになった。

なお、砒素の慢性影響を生命予後の視点から分析した報告は他には認められない。砒素の慢性影響をさらに詳細に知るため、今後この方面の研究の発展が必要である。特に、累積生存率の低下に肺がん死亡が関与していることが明らかになったことから、今後の分析には、死因別の検討を加える必要があると考える。

## 結 論

砒素汚染井戸水の飲用による砒素中毒発症者の生命予後の検討を行った。1959年当時、中毒症状を呈した有所見者（有症群）86人と汚染地域住民で所見の無かった者257人（対照群）を408カ月（34年）間追跡した。生命表法による累積生存率を計算し、両群の比較を行った。

観察開始後216カ月（18年）で、有症群の累積生存率は0.826となり、対照群の0.922に比べて有意に低下した。その後、累積生存率の乖離はさらに進み、観察終了時点の408カ月（34年）では、それぞれ0.628、0.784となった。しかし肺がんによる死亡の影響を除外した場合、この差は消失した。そこで、累積生存率の低下は肺がん死亡によるものと結論づけた。

## 謝 辞

地域健康データの収集にご協力いただいた関係者の方々、石津貞二技官及び中平浩人助手、データ分析の指導をいただいた遠藤和男助教授、研究計画の立案及び論文について助言をいただいた山本正治教授に感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 新潟県衛生部：石黄工場廃液による砒素中毒事件記録，新潟県衛生部（新潟），1966。
- Cutler, S.J. and Ederer, F.: Maximum utilization of the life table method in analyzing survival. *J. Chron. Dis.*, 8: 699~712, 1958.
- Greenwood, M.: The errors of sampling of the survivorship tables. Appendix 1, Reports on public health and statistical subjects, 33, Her Majesty's Stationery Office (London), 1926.
- Neubaur, O.: Arsenical Cancer: a review. *Br. J. Cancer*, 1: 192~251, 1947.
- Robson, A.O. and Jelliffe, A.M.: Medicinal arsenic poisoning and lung cancer. *Br. Med. J.*, 5351: 207~209, 1963.
- Heddle, R. and Bryant, G.D.: Small cell lung carcinoma and Bowen's disease 40 years after arsenic ingestion. *Chest*, 84: 776~777, 1983.
- Goldman, A.L.: Lung cancer in Bowen's disease. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 108: 1205~1207, 1973.
- Roat, J.W., Wald, A., Mendelow, H. and Pataki, K.I.: Hepatic angiosarcoma associated with short-term arsenic ingestion. *Am. J. Med.*, 73: 9336, 1982.
- Regelson, W., Kim, U., Ospina, J. and Holland, J.F.: Hemangioendothelial sarcoma of liver from chronic arsenic intoxication by Fowler's solution. *Cancer*, 21: 514~522, 1968.
- Kasper, M.L., Schoenfield, L. and Strom, R.L.: Hepatic angiosarcoma and bronchioloalveolar carcinoma induced by Fowler's solution. *JAMA*, 252: 3407~3408, 1984.
- Lander, J.J., Stanley, R.J., Sumner, H.W., Boswell, D.C. and Aach, R.D.: Angiosarcoma of the liver associated with Fowler's solution. *Gastroenterol.*, 68: 1582~1586, 1975.
- Falk, H., Caldwell, G.G., Ishak, K.G., Thomas, L.B. and Popper, H.: Arsenic-related hepatic angiosarcoma. *Am. J. Ind. Med.*, 2: 43~50, 1981.
- Cuzick, J., Evans, S., Gillman, M. and Price Evance, D.A.: Medicinal arsenic and internal malignancies. *Br. J. Cancer*, 40: 904~911, 1982.
- Bergoglio, R.M.: Mortality from cancer in arsenical water areas of the province of Cordoba, Republic of Argentina. *Presna Med. Argent.*, 51: 994~998, 1964.
- Tseng, W.P.: Blackfoot disease in Taiwan: A 30 year follow-up. *Angiology*, 40: 547~558, 1989.
- Chen, C.J., Chuang, Y.C., Lin, T.M. and Wu, H.Y.: Malignant neoplasms among residents of a blackfoot disease-endemic area in Taiwan: high-arsenic artesian well water and cancers. *Cancer*, 45: 5895~5899, 1985.
- Chen, C.J., Chuang, Y.C., Yu, S.L., Lin, T.M. and Wu, H.Y.: A retrospective study on

- malignant neoplasms of bladder, lung and liver in blackfoot disease endemic area in Taiwan. *Br. J. Cancer*, **53**: 399~405, 1985.
- 18) **Luo, F., Luo, Z., Zhang, G.Y., Dai, Q., Liang, X.F. and Li, H.**: A history cohort reseach on the relationship between drinking water of high arsenic and incidence of malignant tumor in Hei He village in the western part of Huhhot, inner Mongolia. *Proc. Int. Cancer Congress*, **16**: 757~765, 1994.
- 19) **Tsuda, T., Nagira, T., Yamamoto, M., Kurumatani, N., Hotta, N., Harada, M. and Aoyama, H.**: Malignant neoplasms among residents who drank well water contaminated by arsenic from a King's Yellow factory. *Sangyo Ika Daigaku Zasshi*, **11**: 289~301, 1989.
- 20) 山本正治, 遠藤和男, 高木修子, 中平浩人: 環境汚染による慢性砒素中毒症に関する調査. 新潟大学砒素中毒症研究班(新潟), 1993.
- 21) 津田敏秀, 馬場園明, 小河孝則, 青山英康, 山本英二: 新潟県中条町の経口ヒ素暴露住民における生存時間解析, *日衛誌*, **46** (1): 281, 1991.
- 22) **Cox, D.R.**: Regression models and life-tables. *J. Royal Stat. Soc.*, **B34**: 187~202, 1972.  
(平成8年9月18日受付)
-