

# ロストワックス法精密鑄造職場に 発生した食道癌について

天野労働衛生コンサルタント事務所

○ 天 野 松 男

日本産業衛生学会九州地方会発表  
2010年6月18日 於ヒューマンメディア財団ビル

## A氏の職歴と病歴

年齢	職歴	病歴
18-20	運送会社	特記すべき病歴なし
20-22	木工会社	特記すべき病歴なし
22-23	鉄筋工事会社	特記すべき病歴なし
24-26	精密鑄物製造会社 (ロストワックス法) 脱ロー作業	特記すべき病歴なし

## A氏の職歴と病歴（続き）

年齢	職歴	病歴
26-35	シェル作業 (鋳型造形作業) 脱ロー作業 (オートクレーブ)	・ 27歳頃リウマチで通院
		・ 30歳頃健康診断でじん肺所見あり
		・ 35歳リウマチで整形外科通院
35-41	WAX作業 (WAX成形作業)	・ 39歳粉じん作業特別講習
		・ 41歳じん肺管理区分「管理3イ」
		・ 41歳退職

## A氏の職歴と病歴（続き）

年齢	配属先	病歴
41-44	退職後	・ 41歳健康管理手帳交付
		・ 42歳続発性気管支炎と診断される
		・ 43歳食道癌（末期）と診断される
		・ 44歳「進行食道癌」で某大学病院にて死亡

### 鉱山労働者のじん肺発病期間

職種	例数	平均就業年齢 (A)	じん肺管理4認定平均年齢 (B)	(B) - (A)
削岩夫	19	24.0	46.9	22.9
支柱夫 運搬夫	35	24.0	55.2	31.2
A氏	24	24	41 (管理3イ)	17

斎藤芳晃、山内淑行、千代谷慶三、本間浩一  
「A鉱山のじん肺症例の検討  
—粉じん暴露の程度からみた発病年齢と死亡年齢—」  
日本職業・災害医学会誌 51(1), 24-29, 2003



図1 男子慢性関節リウマチ患者の年齢階級別患者数の分布 (1996年、患者調査)

シリカ暴露とリウマチ様関節炎の関連についての疫学調査例  
スウェーデンEIRA（リウマチ様関節炎疫学調査）

結果概要：

- ・ 全シリカ暴露群の非暴露群に対するオッズ比  
全リウマチ患者  
年齢50-70歳31人 2.7 (1.2-5.8)  
年齢18-70歳41人 2.2 (1.2-3.9)
- ・ シリカ暴露群  
喫煙なし4人 1.1 (0.3-4.4)  
喫煙あり37人 3.7 (1.7-8.1)

⇒結論：喫煙習慣を考慮しても、シリカ暴露はRAのリスクファクターである。

P Stolt, H Kallberg, I Lundberg, B Sjogren, I Klareskog, L Alfredsson, the EIRA study group  
「Silica exposure is associated with increased risk of developing rheumatoid arthritis:  
results from the Swedish EIRA study」  
Ann Rheum Dis. 2005 April; 64(4): 582-586.

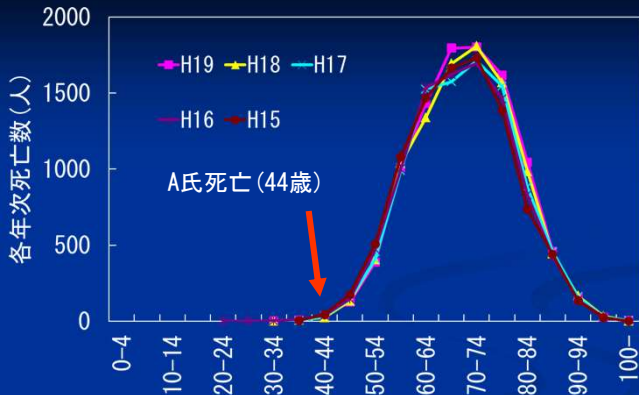


図2 男子食道癌患者の死亡年齢分布  
(2003年～2007年、人口動態統計)

### 職業的シリカ暴露と食道癌との間の疫学調査 (1)

#### 1) Tsuda T, et al

- ・ 1986年から1993年の間の東備地域の40歳以上の男性の癌死亡者の死亡診断書を入手し患者対照研究を行った。
- ・ 年齢補正後の珪肺患者のオッズ比  
2.40 (0.90-6.42)
- ・ 年齢喫煙補正後の珪肺患者のオッズ比  
2.33 (0.87-6.23)

⇒サンプル数が少なく統計的に有意ではなかったが、食道癌はシリカ暴露及び珪肺と関係があると思われる。

1) Tsuda T, et al. 「A case-control study of the relationships among silica exposure, gastric cancer, and esophageal cancer」. Am J Ind Med. 2001 Jan;39(1):52-7.

### 職業的シリカ暴露と食道癌との間の疫学調査 (2)

#### 2) Pan G, et al

- ・ アンシャン鉄鋼コンプレックスの労働者で1980年から1988年の間に癌で死亡したものを対象にコホート内患者対照研究を行った。
- ・ 交絡要因で補正した後のシリカ粉じん暴露による食道癌のオッズ比 2.78 (1.363-5.675)
- ・ シリカ粉じん暴露期間による量反応関係は有意であった。

⇒シリカ粉じんへの職業的暴露と食道癌リスクの関係が確認された。シリカ粉じんの嚥下が食道癌リスクを増加させると考えられた。

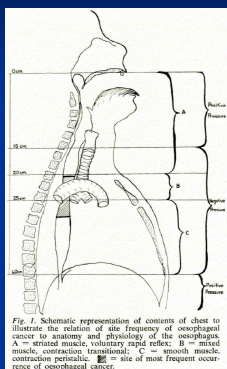
2) Pan G, et al. 「Nested case-control study of esophageal cancer in relation to occupational exposure to silica and other dusts」. Am J Ind Med. 1999 Mar;35(3):272-80.

## シリカ暴露を受けていた労働者の食道癌症例

1)	50歳男性、39歳から約10年間採石作業に従事。喫煙歴あり。嚥下困難にて来院、食道癌の診断にて手術。肺及び胸腔内リンパ節に珪肺結節の所見を認める。
2)	64歳男性、炭鉱夫、49歳時塵肺症。咳嗽、呼吸困難で精査加療目的で入院。塵肺症を伴った食道腺癌の1例。
3)	60歳代男性。既往歴は塵肺(珪肺)および肺癌に対する肺葉切除術。胸部下部食道の表在癌、胃前庭部の早期癌、横行結腸の平坦発育型腫瘍を指摘され入院、治療した。

- 1) 串田則章、他「珪肺症に合併した食道癌の1例」日本胸部外科学会雑誌 31巻6号 Page 979 (1983.06)
- 2) 樋口光徳、他「塵肺症を伴った食道腺癌の1例」Therapeutic Research 17巻9号 Page 3641-3646 (1996.09)
- 3) 藤原省三、他「塵肺患者に発生した異時性4重複癌の1例」日本臨床外科学会雑誌 65巻12号 Page 3335-3338 (2004.12)

Roseは、南アフリカ共和国のトランスケイ(Transkei)地方に食道癌患者が非常に多いことに関連して、食道癌へのシリカの影響として次の三つを推定している。



1. 穀物粉中のシリカと刺激性的な薬物による持続的な損傷と再生があり、結果として細胞の呼吸を阻害する。
2. 食物中の珪酸すなわちシリカの直接作用により粘膜細胞が低酸素症になる。
3. 食道中央部3分の1の狭窄部の粘膜の持続的な損傷により、損傷部位が発がん物質の刺激ポイント、あるいは有害性の強い食物由来の細菌の繁殖巣となる。

Rose EF 「Carcinogenesis and oesophageal insults」. S Afr Med J. 1968 Apr 6:42(14):334-6.

暴露された化学物質

ワックス成型工程	刺激性			
	消化管	気道	皮膚	眼
1) パラフィンワックス	+	+	+	+
2) モンタンワックス		+		+

暴露された化学物質

ワックスパターンの 離型剤	刺激性			
	消化管	気道	皮膚	眼
1) シリコーン	+	+	+	+
2) グリセリン	+	+	+	+
3) オレイン酸	+	+	+	+
4) イソプロピルアルコール		+	+	+
5) ママローヤル				
N・N - ジメチルドデシル アミン=N - オキシド			+	+
エタノール	+	+	+	+
6) 純水				

### 暴露された化学物質

離型剤の洗浄液	刺激性			
	消化管	気道	皮膚	眼
1) イソプロピルアルコール		+	+	+
2) トリクロロエチレン	+	+	+	+
3) トリクロロエタン*		+	+	+

\*) A氏のメモでは「トリクロロエチレン、別名トライセン」となっていたが、トライセンはトリクロロエタンの別名であり、従って、ここではトリクロロエタンも記述した。

### 暴露された化学物質

浸漬スラリー	刺激性			
	消化管	気道	皮膚	眼
1) ビクタウェット	+	+	+	+
2) 2-エチルヘキサノール	+	+	+	+
3) ジルコンフラワー*)				
二酸化ジルコン	+	+	+M	+M
二酸化珪素	消化管傷害	+	+	+
酸化鉄	永久的損傷 消化管出血	+	+M	+M
酸化チタン	+	+	+M	+M

M : Mechanical

\*) ジルコンフラワーは微量ながら放射能がある。例えば、ジルコンサンドを輸入するC社によれば、Th 230ppm、U 280ppm、ベクレル表示でTh 0.9Bq/g、U 3.2Bq/g、合計4.1Bq/gで規制値370Bq/g以下である。



### 暴露された化学物質

浸漬スラリー	刺激性			
	消化管	気道	皮膚	眼
4) シリカフラワー				
二酸化珪素	消化管 傷害	+	+	+
酸化アルミニウム	+	+	+M	+M
酸化鉄	永久的損傷 出血	+	+M	+M
酸化カルシウム	穿孔	+	+	永久的 混濁
5) エチルシリケート	+	+	+	+
6) 塩酸	腐食性	腐食性	腐食性	腐食性
7) カオリン	+	+	+M	+M

### その他の取扱物質

1) 白石綿	肺の他に喉頭、腹膜、胃、胃腸、結腸、直腸等の癌が報告されている
2) カオウール	人造鉱物繊維の商品名。気道・眼・皮膚に機械的刺激、鼻・喉に引っかき傷
3) 白銀珪砂	珪石を粉砕して製造した人造珪砂 MSDSなし
4) 雲母	吸引による刺激あり、大量吸引肺線維症の可能性
5) 苛性ソーダ	皮膚、粘膜の腐食性・刺激性強

## 放射能の影響

2003年7月24日

## 放射線審議会第15回基本部会議事次第

配布資料 資料第15-2号：自然起源の放射性物質を含む物の現地調査について

## (4) ジルコン

## 1) 概要

ジルコンは南アフリカ、オーストラリア等から年間約7万トン程度輸入され、このうち耐火物原料として約2万トン程度使用されている。(中略) 調査した工場での定形耐火物と不定形耐火物の製造割合は、現状5:5程度であるが、不定形耐火物の割合が増えていく傾向にある。

## 2) 生産工程

ジルコンサンドとこれを粉砕したジルコンフラワーが原料として輸入されている。(中略) 不定形耐火物は、原料を秤量し、混和の後に製品となる。工程には化学処理はなく、原料の化学的成分がそのまま製品となる。(後略)

3) 空間放射線量率の測定  
(原料置場)

不定形耐火物用  
ジルコンフラワー  
表面 : 1.9  $\mu\text{Sv/h}$   
1m : 0.50  $\mu\text{Sv/h}$

## 4) 核種分析 (原料)

ジルコンフラワー  
238U : 4.1 Bq/g  
232Th : 0.88 Bq/g

## ★ウラン系列 (238U) 半減期45億年

238U  $\alpha \rightarrow$  234Th  $\beta \rightarrow$  234Pa  $\beta \rightarrow$  234U  $\alpha \rightarrow$  230Th  $\alpha \rightarrow$   
226Ra  $\alpha \rightarrow$  222Rn  $\alpha \rightarrow$  218Po  $\beta \rightarrow$  218At  $\beta \rightarrow$  218Rn  
 $\rightarrow \dots \rightarrow$  206Pb

## ★トリウム系列 (232Th) 半減期140億年

232Th  $\alpha \rightarrow$  228Ra  $\beta \rightarrow$  228Ac  $\beta \rightarrow$  228Th  $\alpha \rightarrow$  224Ra  $\alpha \rightarrow$   
220Rn  $\alpha \rightarrow$  216Po  $\beta \rightarrow$  216At  $\alpha \rightarrow$  212Pb  $\rightarrow \dots \rightarrow$  208Pb

#### 5) 安全性の評価（成形作業従業員）

・・・成形作業は、混練後の粉体を手作業で型に入れ、プレス機で押し固める作業であり、粉塵対策として作業員はマスクを着用している。・・・

##### [成形作業現場]

- ・ 作業場所の空間放射線量率増分 0.24  $\mu$ Sv/h
- ・ 1日あたりの労働時間 7 時間
- ・ 年間勤務日数 7 日
- ・ 年間外部被ばく量 0.012 mSv

##### [A氏に当てはめると]

$$0.24 \mu\text{Sv/h} \times 8\text{h} \times 250\text{日} = 0.48 \text{ mSv}$$

#### ●ILUKA社 製品安全データシート

##### ジルコンサンド

0.6 - 1.2 Bq/gm（トリウム-232）

1.5 - 4.5 Bq/gm（ウラン-238）

主な放射線障害は、吸入された粉塵によるアルファ粒子への内部被曝である。呼吸可能粉塵レベル1.5 mg/m<sup>3</sup>を越える継続的な作業員の被曝は、1 mSvを上回る年間内部被曝を引き起こすこともある。

外部放射線被曝は、ガンマ放射線によるものである。バルクジルコンより2メートル以内の継続的な被曝（年間2000時間）は、1 mSvを上回る年間外部線量をもたらすこともある。

多環芳香族炭化水素暴露群の非暴露群に対する  
食道癌発生の相対危険度：Gustavsson P. et al. (1998)

	RR	95%信頼区間
低濃度暴露	2.01	1.16-3.48
高濃度暴露	1.87	1.11-3.16

Gustavsson P, Jakobsson R, Johansson H, Lewin F, Norell S, Rutkvist LE.  
「Occupational exposures and squamous cell carcinoma of the oral cavity,  
pharynx, larynx, and oesophagus: a case-control study in Sweden.」Occup  
Environ Med. 1998 Jun;55(6):393-400

● A氏の職場の有害要因

1) A氏は、IARCが発癌性を認める鉄鋼鋳物作業、白石綿取り扱い、シリカ取り扱い、トリクロロエチレン取り扱い等の作業に従事していた。また、取り扱っていた種々の化学物質が高温の鋳物作業により複雑に分解・変化し、結果として生じたであろうIARCが発癌性を認めている多環芳香族炭化水素に暴露された。

2) A氏が取り扱っていた物質の中には、その微粒子を嚥下する際に食道を傷つける (Mechanical irritant) ものがあった。職場に多量に存在するシリカ粒子やこれらのMechanical Irritantな粒子で傷ついた食道部位は発がん物質やその他の有害物質の作用を敏感かつ持続的に受けたと考えた。

3) A氏が取り扱っていたジルコンフラワーは放射性物質を含んでいる。

## 結論

リウマチの発症年齢、じん肺発症期間、食道癌による死亡年齢、文献的根拠等から次のように結論した。

食道癌の発症は、職場環境中に種々の発癌要因が同時に存在しているのでどれが主要な要因かは判定できないが、シリカをはじめとする鑄物作業特有の作業環境に起因すると考えた。

産業衛生学雑誌 52巻4号 p.197 (2010年7月)

### 8. ロストワックス法精密鑄造職場に発生した食道癌について ○天野松男(天野労働衛生コンサルタント事務所)

事例は26歳でロストワックス法精密鑄造会社に就職し41歳で退職した。その間、27歳頃リウマチで通院、30歳頃健康診断でじん肺所見あり、35歳リウマチで再通院、41歳じん肺「管理3イ」と遺族は知らされた。退職後、42歳で続発性気管支炎、43歳で食道癌末期と診断され、大学病院に転院したが44歳「進行性食道癌」で死亡した。事例は、IARCが発がん性を指摘している鉄鋼鑄物職場で働いていた、食道癌を発症しうると指摘されているシリカによるじん肺で労災認定を受けていた、作業場には食道を物理的・化学的に刺激しうるに多数の物質が存在していた、鑄型材料に使われたジルコンフラワーには $\alpha$ 崩壊するU-238、Th-232が微量含まれており、それにより内部被曝を持続的に受けていた。以上のような病歴、職歴から事例の食道癌は職場環境に起因すると考えた。