短 報

亜ヒ酸暴露労働者の生体試料中
ヒ素量についてArsenic in Biological Samples of Workers
Exposed to Arsenic Trioxide

ヒ素による職業がんは多くの疫学的研究により明らかにされている。ドイツのブドー生産地では1925年頃から殺虫剤としてヒ酸鉛が使用され、Kaiserstuhlや Moselleなどの有名なワインの産地に慢性ヒ素中毒が多発し、1942年にヒ素の使用が禁止された。Roth¹⁾はヒ素農薬が禁止されてから8~14年後に死亡したブドー園労働者を剖検し、皮膚、肺、肝などのがんが高率なことで、特徴的所見として肝硬変や肝血管肉腫の多発に注目し、これらは長期間ヒ素暴露の後遺症であり、職業病であると述べた。Braum²⁾もまた、ブドー園労働者について皮膚の色素沈着異常や角化増生と併発して内臓がんが多発することを報告した。Lee and Fraumeni³⁾は亜ヒ酸に暴露された職歴をもつ精錬工8,047人の暴露歴別コホート研究により、ヒ素暴露と肺がん死亡率には量-反応関係のあることを見出した。わが国でも Kuratsune *et al.*⁴⁾は銅精錬工に肺がん発生が高率であることを疫学的に解明した。浜田と堀口⁵⁾は亜ヒ酸工場元労働者に1例の肺がん死亡を報告した。無機ヒ素化合物の許容濃度として1948年 ACGIH の提案した TLV 値 0.5 mg As/m³ は皮膚障害を予防する濃度であったといわれる。1975年1月、アメリカ労働省の Occupational Safety and Health Administration (OSHA)⁶⁾は無機ヒ素の発がん性に関する研究にもとづき、1週40時間暴露の労働者に対する許容濃度として0.004 mg As/m³、天井値0.01 mg As/m³を新提案とした。ヒ素暴露の指標として生体試料中ヒ素測定の意義に関してはまだ多くの異論がある。今回はヒ酸工場の労働者について環境と尿、血液、毛髪中ヒ素量について検討したので以下に報告する。

測定方法 生体試料の測定は尿 (25-50 ml)、血液 (5-10 g)、毛髪 (0.5-1.0 g) を濃硫酸、硝酸、過塩素酸で湿式灰化分解して、還元気化-原子吸光光度計によって測定した⁷⁾。

調査対象 木材防腐加工用のヒ酸液製造工場について調査した。亜ヒ酸粉末を硝酸で酸化してヒ酸液をつくるが、亜ヒ酸反応室は工場建屋の中二階で、広さ約10 m²で壁で仕切られ、換気装置は設置していなかった。

Table 1. Arsenic in hair (head and axilla) in workers having plant exposure.

Subject	Head			Axillary	
	Scalp end	Middle	Free end	Average	
		ppm			ppm
1	76	61	59	65	-
2	29	31	27	29	54
3	348	338	358	348	235
4	138	85	149	124	116
5	163	208	142	171	-
6	31	22	28	27	116
7				26	99
8	38	45	43	42	60

亜ヒ酸反応作業は、通常毎日午後4時間実施され、作業者は週2日間交替でこの作業に従事することになっている。

結 果 亜ヒ酸反応室の気中ヒ素濃度：反応作業中の空気をハイボリウムエアサンプラーで捕集した。7回測定した平均濃度は0.088 mg As/m³ (Range 0.038-0.157 mg As/m³) であった。個人サンプラーによる空気捕集は2名につき、各1回、4時間実施した。測定値は0.015 mg As/m³ と0.03 mg As/m³ であった。アメリカの OSHA の許容濃度を週間暴露量として計算すると0.16 mg As/m³/40 hr であるが、この作業者の週間暴露量を8時間と仮定すると、ハイボリウムエアサンプラーの値から0.704 mg As/m³/week、また個人サンプラーの値からは0.015-0.030 mg As/m³/week と推定された。

毛髪中ヒ素濃度：対照群として当教室員と医学生19名の頭髪ヒ素量を測定した。平均値0.26 (Range 0.04-0.94) ppm であった。2名について頭髪と腋毛の関係をみると0.12 ppm と0.17 ppm、0.10 ppm と0.29 ppm であり、腋毛が頭髪より高値を示した。Table 1は工場作業者の頭髪と腋毛のヒ素濃度を示した。ヒ素粉じん暴露される作業員では外部汚染が大きいと考えられる。頭髪ヒ素を体内性か体外性かを鑑別する目的で毛根部、中間部と先端部の濃度を比較してみたが、各部位の濃度にはとくに変化は見られなかった。腋毛は頭髪より外部汚染が少ないと考えられるために測定したが、頭髪と腋毛との間にはとくに相違を見いだせなかった。いずれの部位の毛髪でも外部汚染を除いて考えることのできるものはなかった。

血中ヒ素濃度：対照群は当教室員と医学生27名である。全血中ヒ素は平均0.7 (Range 0.1-1.6) μg/100 g であった。作業員23検体については平均3.3 (Range 1.2-5.5) μg/100 g で作業員群は対照より僅かに増加していた (Table 2)。

尿中ヒ素排泄：対照群として医学生125名のスポット尿について測定した。尿中ヒ素 (測定値は尿比重1.024

Table 2. Arsenic in blood in workers having plant exposure and controls with no exposure.

Group	Total number of samples	Range	Average $\mu\text{g}/100\text{g}$
Worker	23	1.2-5.5	3.3
Control	27	0.1-1.6	0.7

Fig. 1. Frequency distribution of urinary arsenic values of the controls.

で補正)は平均 78 (Range 6-389) $\mu\text{g}/\text{l}$ であった (Fig. 1). 対照群中で 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上であった例は全体の 23% であり, この結果は Schrenk and Schreibeis⁸⁾ の 756 検体の測定で平均 80 $\mu\text{g}/\text{l}$, 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上の割合は 21% であったとする結果と一致していた.

作業者では, 作業時間中の 8 時間蓄尿 68 検体を用いた. 平均 169 (Range 44-501) $\mu\text{g}/\text{l}$ であり, また 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上の割合は平均 76% で, この数値は対照群より明らかに高かった (Table 3).

尿中ヒ素排泄は海産物摂取後に増加することが知られている. 医学生の中で高値を示した 2 例につき検査前の魚貝類の摂食を制限したところ, 389 $\mu\text{g}/\text{l}$ は 94 $\mu\text{g}/\text{l}$ に, 235 $\mu\text{g}/\text{l}$ は 84 $\mu\text{g}/\text{l}$ にそれぞれ減少した. また当教室員 4 名が 2 日以上魚貝類の摂食を制限し, 夕食に江戸前寿司 1 人前を摂食し, 前尿と翌日の尿を比較したところ, 摂食翌日尿ではそれぞれ 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上の増加が観察された (Table 4).

結 語 ヒ素粉じん暴露者の頭髮中ヒ素は洗浄操作により外部汚染の除去が困難なため著しく高値を示した. 作業者では腋毛もまた外部汚染の影響をさけることができなかった. 尿中ヒ素測定は暴露指標として有用である. ただし, 暴露中止後は速やかに減少し, 海産物摂取後には顕著に増加する. 尿試料採取の前には, 魚貝類の摂食制限を順守しなければならない.

Table 3. Urinary arsenic levels in workers having plant exposure and controls with no exposure.

Subject	Total number of samples	Range	Average $\mu\text{g}/\text{l}$	Percentage of samples over 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ %
A	10	69-254	164	70
B	10	44-174	106	60
C	9	48-501	242	78
D	9	92-300	183	88
E	5	83-372	201	80
F	9	72-194	124	78
G	5	87-276	175	80
H	7	77-309	214	71
I	4	88-125	109	75
Total	68	44-501	169	76
Control	125	6-389	78	23

* Urinary values adjusted at S.G. 1.024

Table 4. Urinary arsenic levels after eating edomae-sushi.

Subject	Arsenic in Urine $\mu\text{g}/\text{l}$ *	
	Pre-Test	Next Day
1	48	159
2	27	139
3	49	120
4	13	144

* Urinary values adjusted at S.G. 1.024

本論文の要旨の一部は昭和51年4月2日の第49回日本産業衛生学会(岡山)において発表した.

文 献

- 1) Roth, A.: The sequelae of chronic arsenic poisoning in Moselle vintners, *Germ. Med. Monthly*, 2: 172-175, 1957.
- 2) Braum, W.: Carcinoma of skin and internal organs caused by arsenic, *Germ. Med. Monthly*, 3: 321-324, 1958.
- 3) Lee, A. M. and Fraumani, J. F.: Arsenic and respiratory cancer in man, *J. Natl. Cancer Inst.* 42: 1045-1052, 1969.
- 4) Kuratsune, M. *et al.*: Occupational lung cancer among copper smelter, *Int. J. Cancer*, 13: 552-558, 1974.
- 5) 浜田稔夫, 堀口俊一: 職業性慢性ヒ素中毒症, *産業医学*, 18: 103-115, 1976.
- 6) OSHA.: Inorganic arsenic: Proposed exposure standard, *Fed. Register*, 40: 3391-3404, 1975.
- 7) 山内 博ほか: ヒ素化合物バクロー者の毛髪, 血液, 尿中ヒ素量について, 第49回日本産業衛生学会講演集(岡山), 68-69, 1976.
- 8) Schrenk, H. H. and Schreibeis, L., Jr.: Urinary arsenic levels as an index of industrial exposure, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 19: 225-228, 1958.

山村行夫, 山内 博

聖マリアンナ医科大学公衆衛生学教室

Yukio YAMAMURA and Hiroshi YAMAUCHI

Department of Public Health, St. Marianna University

School of Medicine, Kawasaki-shi, 213 Japan

昭和51年10月13日受付

通信先: 山村あて, Reprint requests to Y. Yamamura