

原 著

トルエン, メチルエチルケトン, イソプロピルアルコールの  
混合溶剤蒸気に暴露された作業者の  
尿中溶剤・代謝産物濃度

緒方 正名<sup>1)</sup> 道辻 広美<sup>2)</sup> 田口 豊郁<sup>1)</sup> 堀家 徳士<sup>3)</sup>

川崎医療福祉大学 医療福祉学部 医療福祉学科<sup>1)</sup>

松下産業衛生科学センター<sup>2)</sup>

淳風会健康管理センター 環境管理部<sup>3)</sup>

(平成6年10月19日受理)

Concentrations of Solvents and Metabolites in Urines of  
Workers Exposed to Mixed Vapor of Toluene,  
Methyl Ethyl Ketone and Isopropanol

**Masana OGATA, Hiromi MICHITSUJI, Toyohiro TAGUCHI  
and Tokusi HORIKE**

*Department of Medical Social Work, Faculty of Medical Welfare  
Kawasaki University of Medical Welfare<sup>1)</sup>,*

*Kurashiki, 701-01, Japan*

*Matsushita Science Center of Industrial Hygiene<sup>2)</sup>,*

*Osaka, 571, Japan*

*Junpukai Health Maintenance Center<sup>3)</sup>,*

*Okayama, 700, Japan*

*(Accepted Oct. 19, 1994)*

**Key words :** mixed solvents, urinary solvents, solvent's metabolites,  
biological monitoring, biological exposure indices

**Abstract**

To evaluate the intensity of exposure from their excretions in the urine of workers exposed to mixed solvents, the concentrations of toluene (Tol), hippuric acid (HA), methyl ethyl ketone (MEK), isopropanol (IPA) and acetone in shift end urine were examined in male workers simultaneously exposed to 33.6 ppm of toluene, 46.9 ppm of MEK and 5.5 ppm of IPA for eight hours. The results were as follows :

① Intimate correlations were obtained between the intensity of the exposure of each solvent and the urinary concentration of the solvents or metabolites corresponding to the

solvent to which workers were exposed. These equations were then compared with the corresponding regression equations of groups of workers, each of which was exposed to only one of the solvents. The results of the exposure to a low concentration of the solvent suggested that each component had a minimal pharmacokinetic effect on the concentrations of urinary excretions from other solvents.

② The hazard index (k) and biological hazard index ( $k_B$ ) values for mixed exposure were calculated, respectively. The findings of this study also indicate that the biological hazard index for mixed exposures can be used to evaluate body exposure of workers exposed to relatively low amounts of these mixed solvents,

## 要 約

トルエン (33.6 ppm), メチルエチルケトン (46.9 ppm), イソプロピルアルコール (5.5 ppm) の混合溶剤暴露作業者の尿中排泄物より作業者の暴露の強さを評価する為に, トルエン, 馬尿酸, メチルエチルケトン, イソプロピルアルコール, アセトンの濃度を測定し, 以下の成績を得た.

① 作業者の暴露溶剤濃度と尿中の対応する溶剤濃度, 又は代謝産物濃度, 即ち; トルエンの気中濃度と尿中トルエン濃度または馬尿酸濃度, メチルエチルケトンの気中濃度と尿中メチルエチルケトン濃度, イソプロピルアルコールの気中濃度と尿中イソプロピルアルコール濃度または, アセトン濃度, の間に良い相関関係が認められた. またこれ等の間の回帰直線をこれ等の成分の単独暴露の際の回帰直線と比較した. その結果, この気中濃度では, これ等の成分の相互間に抑制作用のない事が認められた.

② 尿中代謝産物及び溶剤濃度を用いる混合溶剤暴露の評価式を適応して, hazard index (危険指数; k), biological hazard index (生物学的危険指数;  $k_B$ ) を計算した. そして, biological hazard index は比較的低い濃度の混合溶剤に暴露された作業者の生体内吸収量の評価に良い指標となると考えた.

## 緒 言

生体内に吸入された溶剤の一部が, 血液と尿との分配係数に従って尿中に排泄されること<sup>1)2)</sup>は既に報告されている. 本研究では, 気中濃度と尿中溶剤濃度, または代謝産物濃度との間の相関関係を調べた.

次いで, 我々が既に報告した, 混合溶剤の評価式<sup>3)~6)</sup>の本例の作業者に対する適応について検討を行なった.

## 材料と方法

作業者: グラビア印刷及びドライノミネート作業に従事する男性 (33.4±10.4歳) の14名である.

尿試料: 週末の作業終了時の試料尿を採集し

た.

〔測定方法〕

某包装工場作業者の呼吸域中の溶剤気中濃度の測定: 測定日の作業開始時から作業終了時迄, 作業者の襟元に有機ガスモニター (3 M#3500 J 型) を装着し, 二硫化炭素で脱着後, ガスクロマトグラフ (FID)<sup>7)8)</sup>で測定した.

尿中馬尿酸濃度の測定: 既報の方法<sup>7)</sup>に従い高速液体クロマトグラフによって測定した.

尿中トルエン, (Tol) メチルエチルケトン (MEK), イソプロピルアルコール (IPA) の測定:

バイアル瓶 (22.5 mL) に尿 1 mL, 蒸留水, 4 mL を注入後, テフロンライナー付きセプタム及びアルミシールで密栓し, ヘッドスペースサンブラーによりガスクロマトグラフに導入した.

ガスクロマトグラフ：Perkin Elmer, GC 8500,  
ヘッドスペースサンプラー：Perkin Elmer, HS  
101, を用いた。

〔分析条件〕

カラム：SUPERCO WAX-10, 60m×0.32  
I.D. film 0.50 $\mu$ m スプリット比, 1:10

ヘッドスペースサンプラー条件：

Sample temperature ; 95°C.

Transfer temperature ; 150°C.

Thermostatting time ; 40 min.

Injection time ; 0.2 min.

ガスクロマトグラフ条件：

Column flow (N<sub>2</sub>) ; 2 mL/min.

Oven temperature ; 60°C.

Detector temperature ; 200°C.

Detector ; FID.

〔成 績〕

呼吸域濃度：

某包装工場の作業者の呼吸域中の混合溶剤の濃度は、トルエン33.6±22.5ppm, メチルエチルケトン46.9±33.6ppm, イソプロピルアルコール5.5±4.0ppm を示した。

尚, 各溶剤の許容濃度は, トルエン100ppm (1994年以降50ppm), メチルエチルケトン200

ppm, イソプロピルアルコール400ppm である。

呼吸域濃度と尿中溶剤濃度, または尿中代謝物濃度との相関：

溶剤の呼吸域の気中濃度に対する尿中溶剤濃度 (非補正・補正濃度) 又は尿中代謝物濃度の相関係数, 及び主要な回帰方程式は, 表1に示す。また, 溶剤の気中濃度に対する尿中非補正濃度 (実測値) の回帰図は, 図1に示し, 溶剤の気中濃度に対する尿中代謝産物の濃度の回帰図は, 図2に示す。

気中濃度に対する尿中非補正濃度との相関係数は, 気中トルエン濃度対尿中トルエン濃度では, 0.95, 気中メチルエチルケトン濃度対尿中メチルエチルケトン濃度は, 0.93, 気中イソプロピルアルコール濃度対尿中イソプロピルアルコール濃度は0.94とよい一致を示した。

又, 気中溶剤濃度対尿中溶剤濃度は, 非補正濃度のほうが比重又はクレアチニン補正濃度より気中溶剤濃度に対して良い相関を示した。

一方において, 尿中代謝産物濃度に関しては, 気中トルエン濃度対中馬尿酸濃度の相関係数は, クレアチニン補正值が最高値で0.94を示し, イソプロピルアルコールの気中濃度対尿中代謝物であるアセトン濃度は比重補正濃度が最高値0.89

表1 作業者の呼吸域における気中有機溶剤濃度と尿中溶剤濃度の相関と回帰

A. 相関係数

気中溶剤	尿中溶剤又は代謝産物	非 補 正	クレアチニン補正	比 重 補 正
Tol	Tol	0.952	0.859	0.910
MEK	MEK	0.931	0.925	0.950
IPA	IPA	0.940	0.833	0.900
Tol	HA	0.758	0.938	0.867
IPA	ACETONE	0.863	0.813	0.890

B. 回帰方程式

気中溶剤 (ppm)	尿中溶剤又は代謝産物	非 補 正 ( $\mu$ g/L)	クレアチニン補正 ( $\mu$ g/g・creat.)	比 重 補 正 (1.020補正, $\mu$ g/L)	D C (ppm)
Tol	Tol	$-6.91+2.63x$	$-4.51+2.11x$	$-4.97+1.94x$	27.0
MEK	MEK	$-392.6+43.1x$	$-446.5+37.2x$	$-338.9+32.5x$	50.0
IPA	IPA	$-3.66+66.2x$	$23.17+49.1x$	$2.90+47.8x$	5.4
Tol	HA	$404+34.6x$	$303+25.4x$	$294+23.9x$	33.0
IPA	ACETONE	$872+230.4x$	$758+171.0x$	$650+164.1x$	9.7

D C ; 判別限界濃度

を次いで実測値0.86を示した。

暴露, 非暴露の出別限界濃度:

図1.Aに示すように, 非暴露者の尿中代謝産

物濃度の95%上限値より横軸に平行線を引き,  
回帰直線上の個々のデータの95%下限値との交  
点の気中濃度をDC, 即ち, 尿中排泄物(溶剤及

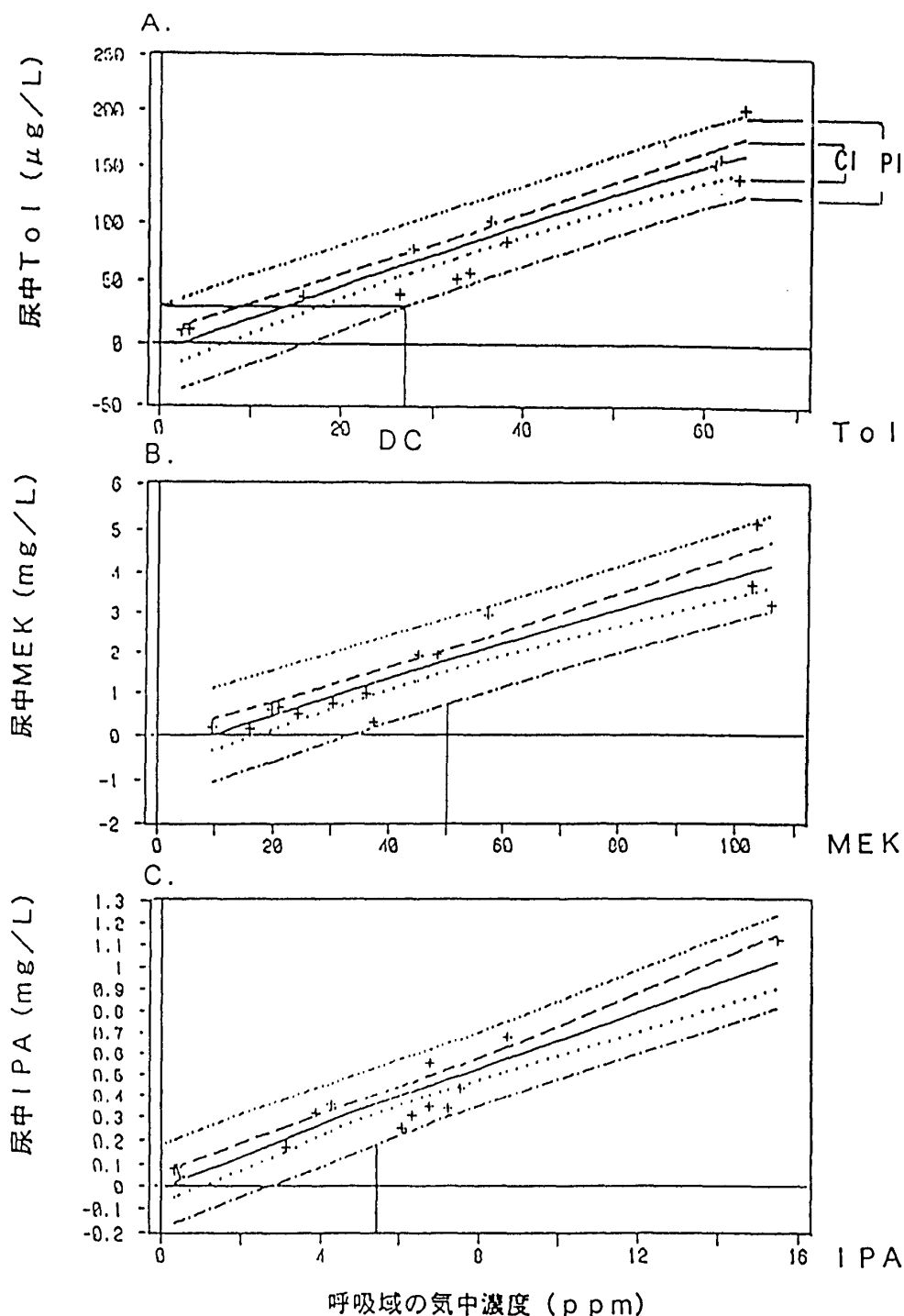


図1 作業者, 呼吸域の気中有機溶剤濃度と尿中溶剤濃度との関係

A. 気中トルエン (Tol) 濃度対尿中トルエン (Tol) 濃度

B. 気中 MEK 濃度対尿中 MEK 濃度

C. 気中 IPA 濃度対尿中 IPA 濃度

CI. 回帰直線の90%信頼区間 (90% Confidence interval of a regression line)

PI. 個々のデータの90%予測区間 (90% Predictive interval of individual samples)

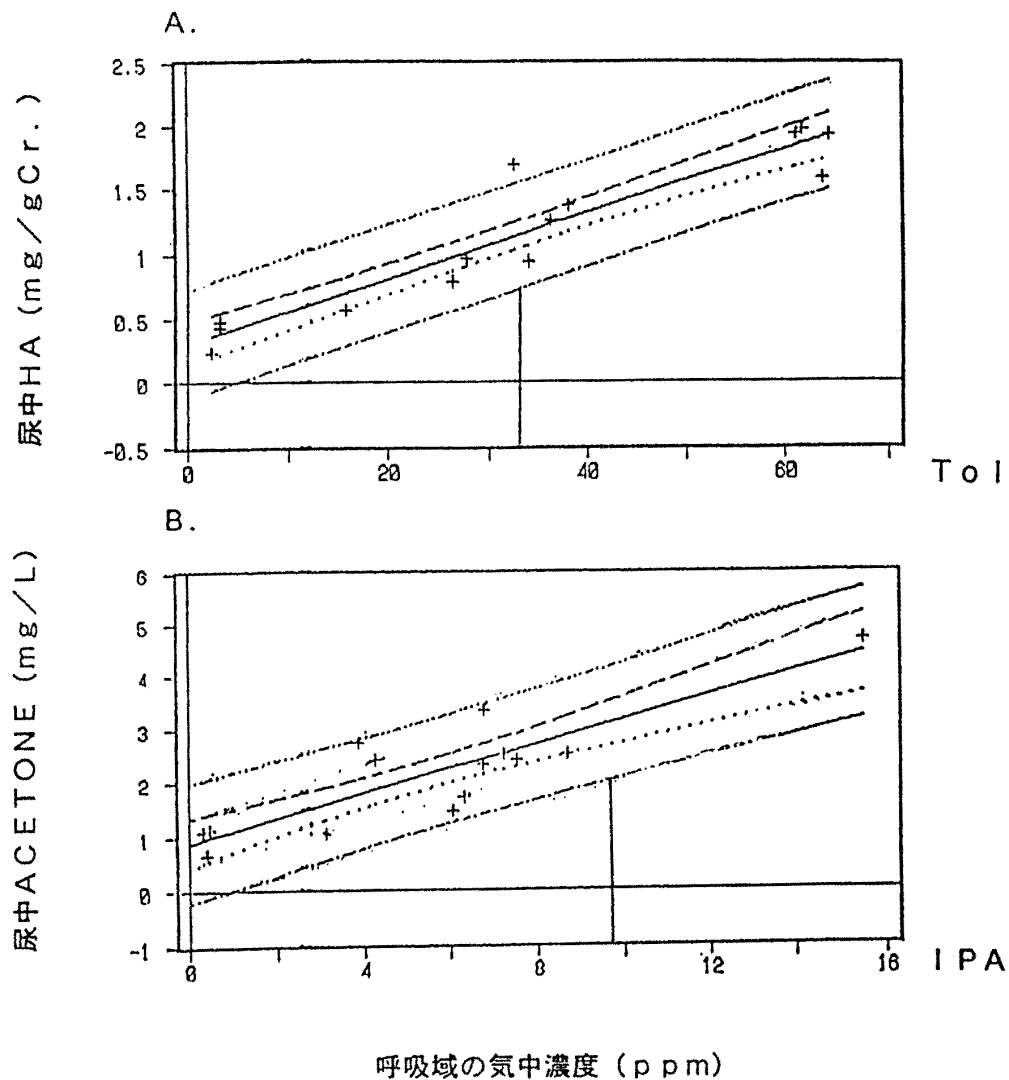


図2 作業中、呼吸域の気中有機溶剤濃度と代謝産物濃度との関係  
 A. 気中トルエン (Tol) 濃度対尿中馬尿酸 (HA) 濃度  
 B. 気中イソプロピルアルコール (IPA) 濃度対尿中アセトン濃度  
 注: 垂直線と横軸の交点はDCを示す。(図1.A) 参照。

び代謝産物) からの暴露, 非暴露について, 判別限界濃度 (判別誤差 5%) を示す。

DC は, 私達の初めて報告した指数<sup>9)</sup>であるが, この値は, 表 1 . B に示される。気中トルエンに対して, 尿中トルエンのほうが, 尿中馬尿酸より DC が低く, また, 気中メチルエチルケトンに対して, 尿中メチルエチルケトンのほうが, 尿中アセトンより DC が低いので, 尿中溶剤の測定のほうが, 尿中代謝産物の測定よりやや感度が良い結果となった。

生物学的暴露指標を用いた尿試料よりの暴露の評価法:

#### 1. 全成分を対象とした評価法

ACGIH による混合溶剤気中濃度の評価式<sup>10)</sup>による

$$K = \sum_{i=1}^n C_i / TLV_i \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

K = Hazard index,  $C_i$  = 溶剤の気中濃度,  $TLV_i$  = 溶剤の許容濃度である。

K  $\geq 1$  で評価する。

①式による算出は,

1) トルエンの許容濃度及び管理濃度 100 ppm の場合:

$$K \text{ の測定: } \sum_{i=1}^n C_i / TLV_i = (33.6/100) + (46.9/200) + (5.5/400) = 0.58 \text{ となる。}$$

次いで我々の考案した尿中代謝産物濃度の評価式<sup>3)5)6)</sup>による方法を述べる。

(1) BEI, BAT を用いる評価法

$$K_B = \sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (BEI_i - BC_i) \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$K_B$ は、Biological hazard index,  $EC_i = i$  溶剤暴露者の尿中排泄物濃度,  $BC_i =$ バックグラウンド濃度(正常値),  $BEI =$ 溶剤の生物学的暴露指標, 但し,  $BEI_1$ のない溶剤は, 生物学的許容値( $BAT_1$ ; 独国のGRS)による。気中濃度と尿中排泄物濃度が直線関係を示す場合は  $K_B \equiv K$  であるので,  $K_B \equiv 1$  で評価する。

独国の GRS は, IPA の最大許容濃度(MAK)は, 400ppm で TLV に等しく, 生物学的許容値(BAT)は, 代謝産物アセトンについて 50 mg/L を勧告している。本作業者の尿中アセトン濃度は,  $2.14 \pm 1.07$  mg/L であるので, この値を用いれば,  $K_B$ は,  $\sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (BEI_i - BC_i) = [(1.16 - 0.21) / (2.5 - 0.21)] + (1.63 / 2.00) + (2.14 / 50) = 1.27$  を示した。

(2) 尿中排泄物濃度と一部溶剤の気中濃度の補完による評価法。

次に, トルエン, メチルエチルケトン, 尿排泄濃度を用い, IPA のみ BEI が無いので, IPA は, 気中濃度を用いた場合の補完法を述べる。IPA の尿中排泄物濃度の不明の時も同様である。

a. 尿中濃度, 気中濃度の評価を独立とした場合 (n種の溶媒)。

生物学的暴露指標の算出は

$$K_B = \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (BEI_j - BC_j) + \sum_{k=m+1}^n C_k / TLV_k \cdots \cdots \textcircled{3}$$

$EC_j = j$  溶剤 (m種) の代謝産物濃度,  $BEI_j = j$  溶剤の生物学的暴露指標,  $BC_j = j$  溶剤のバックグラウンド値,  $C_k = k$  溶剤 (尿中排泄物未知,  $n-m$ 種) の気中濃度,  $TLV_k = k$  溶剤の許容濃度である。

$K_B = [(1.16 - 0.21) / (2.5 - 0.21)] + (1.63 / 2.00) + (5.5 / 400) = 1.24$  を示した。

b. IPA, トルエン, メチルエチルケトン相互間の C/T 比と  $(EC - BC) / (BEI - BC)$  比が近似的に等しいと仮定した場合の計算法。

(緒方, Thomas, Droz の法)<sup>5)</sup>

この方法は, 環境測定 of 気中濃度 (A, B 測定値) の組成比が, 個人暴露濃度の組成比で近似できるので, わが国におけるように, 環境測定 of 気中濃度のみでも補完出来る特長がある。尿中代謝産物の  $i$  成分中  $j$  成分のみ明らかで  $k$  成分の明らかでない場合 (前述) について述べる。

$$\sum_{i=1}^n C_i / TLV_i = \sum_{j=1}^m C_j / TLV_j + \sum_{k=m+1}^n C_k / TLV_k$$

とすると

$$\sum_{i=1}^n C_i / TLV_i = \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (BEI_j - BC_j) + \sum_{k=m+1}^n (EC_k - BC_k) / (BEI_k - BC_k)$$

したがって,

$$\sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (BEI_i - BC_i) = \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (BEI_j - BC_j) \times \sum_{i=1}^n C_i / TLV_i \div \sum_{j=1}^m C_j / TLV_j \cdots \cdots \textcircled{4}$$

で算出される。

それは各成分に於て

$(EC - BC) / (BEI - BC)$  間の比が近似的に  $C / TLV$  間の比に等しい事によるものである。

④式について著者(緒方等<sup>5)</sup>) が医学と生物学, 129(6)1994で解説した式;

$$\sum_{k=m+1}^n C_k / TLV_k = \sum_{k=m+1}^n (EC_k - BC_k) / (BEI_k - BC_k) \cdots \cdots \textcircled{a}$$

$$\sum_{j=1}^m C_j / TLV_j = \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (BEI_j - BC_j) \neq 0 \cdots \cdots \textcircled{b} \text{ では}$$

$$\frac{\sum_{k=m+1}^n C_k / TLV_k}{\sum_{j=1}^m C_j / TLV_j} = \frac{\sum_{k=m+1}^n (EC_k - BC_k) (BEI_k - BC_k)}{\sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (BEI_j - BC_j)} \cdots \cdots \textcircled{c}$$

$$\begin{aligned} \text{それ故, } \sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (BEI_i - BC_i) = \\ \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (BEI_j - BC_j) + \\ \frac{\sum_{k=m+1}^n \frac{C_k}{TLV_k}}{\sum_{j=1}^m \frac{C_j}{TLV_j}} \times \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (BEI_j \\ - BC_j) \dots\dots\dots \textcircled{d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{又は, } \sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (BEI_i - BC_i) = \\ \frac{\sum_{k=m+1}^n C_k / TLV_k + \sum_{j=1}^m C_j / TLV_j}{\sum_{j=1}^m C_j / TLV_j} = \\ \frac{\sum_{k=m+1}^n (EC_k - BC_k) (BEI_k - BC_k) + \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) (BEI_j - BC_j)}{\sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) (BEI_j - BC_j)} \\ \dots\dots\dots \textcircled{e} \end{aligned}$$

より④式は導かれる。

上記の式を、 $E/BEI(1 \sim n) = [E/BEI(1 \sim m)] \times [C/T(1 \sim n)] / [C/T(1 \sim m)]$ と省略して示し、この式を用いると  
 $E/BEI(1 \sim m)$ は  $[(1.16 - 0.21) / (2.5 - 0.21)] + (1.63 / 2.0) = 1.230$   
 $C/T(1 \sim n)$ は  $0.584$ ,  $C/T(1 \sim m)$ は  $0.571$   
 であるので  $K_B$ , 即ち  $E/BEI(1 \sim n)$ は,  
 $1.23 \times 0.584 / 0.571 = 1.26$   
 と計算される。

- (3) E. TLV (許容濃度対応尿中排泄物濃度)を用いる評価法:

この度の研究で、 $K_B$ が、 $K$ に比べて高いのは、メチルエチルケトンについて、生物学的暴露指標の設定理由書<sup>11)</sup>に、200ppm相当値では、5.3mg/L(宮坂等)との報告も記載しているが、設定に際し、健康影響を考慮して、低い値2mg/L(Perbellini等)を用いた為で前者の値の方が、気中濃度に対応が良いと思われる。

- a. 尿中排泄物濃度, E. TLV, BATを用いる評価法

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (BEI_i - BC_i) \dots\dots\dots \textcircled{2} \\ \text{の代わりに,} \\ \sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (E. TLV_i - BC_i) \dots\dots\dots \textcircled{2}' \\ \text{を用いる} \end{aligned}$$

但し、 $E. TLV_i$ は、 $i$  溶剤の TLV に対

応する尿中排泄物濃度である。

トルエンは、BEI を、メチルエチルケトンは、宮坂の値を、IPA は BAT を用いた評価:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (EC_i - BC_i) / (E. TLV_i - BC_i) = \\ [(1.16 - 0.21) / (2.5 - 0.21)] + (1.63 / 5.3) + (2.14 / 50) = 0.765 \text{ と気中濃度による} \textcircled{1} \text{式, } 0.584 \text{ より高いがやや近い値を示した。それ故、皮ふ吸収等に注意する必要がある。} \end{aligned}$$

- b. 尿中排泄物濃度, E. TLV と一部溶剤の気中濃度を用いた補完法

- (a) 尿中濃度, 気中濃度の評価を独立とし, IPA に気中濃度を用いた場合

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m (EC_j - BC_j) / (E. TLV_j - BC_j) + \\ \sum_{k=m+1}^n C_k / TLV_k \dots\dots\dots \textcircled{3}' \\ [(1.16 - 0.21) / (2.5 - 0.21)] + (1.63 / 5.3) + (5.5 / 400) = 0.736 \end{aligned}$$

- (b) IPA がトルエン, メチルエチルケトンと同じ程度で排泄されると考えた場合

$$\begin{aligned} \textcircled{4} \text{式の } BEI_i \text{を } E. TLV_i \text{に変換した} \textcircled{4}' \text{式を用いた場合, } K_B' \text{の値は,} \\ [(1.16 - 0.21) / (2.5 - 0.21)] + (1.63 / 5.3) = 0.722 \quad 0.722 \times 0.584 / 0.571 = 0.739 \end{aligned}$$

- 2) トルエンの許容濃度50ppmの場合:

現在、トルエンに関して、わが国の管理濃度は100ppmであるが、許容濃度は50ppmに低下した。この値を入れると、 $K$ の値は、 $(33.6 / 50) + (46.9 / 200) + (5.5 / 400) = 0.92$ となった。

- (1) E. TLV, BAT を用いた場合

現在、トルエン50ppmに相当する生物学的暴露指標は、示されていないので、私達の単独トルエン暴露の報告から、トルエン50ppmに相当する尿中馬尿酸の濃度を求めると、その値は、1.3g/gクレアチニンであるので、この値を用いる。

②式の BEI を E. TLV とした②'式による  $K_B'$ は、

$$[(1.16 - 0.21) / (1.3 - 0.21)] + (1.63 / 5.3) + (2.14 / 50) = 1.22 \text{ となり, } K_B \text{ は } K \text{ に比}$$

較的近いがKより高いので皮膚吸収等に注意する。

(2) 尿中排泄濃度, E. TLV と一部溶剤の気中濃度を用いた補完法

a. 成分の尿中濃度と暴露濃度が独立とした場合の評価法

$K_B'$ は,  $[(1.16-0.21)/(1.3-0.21)] + (1.63/5.3) + (5.5/400) = 1.19$ となり,  $K_B$ に比較的近い値を示す。

b. IPA, トルエン, メチルエチルケトンについて1(2)bと同じ場合の評価法

④式の BEI を E. TLV とした④'式による  $K_B'$ は,

$E/E. TLV (1 \sim n) = E/E. TLV (1 \sim m) \times C/T(1 \sim n) \div C/T(1 \sim m)$  と省略して示せば,

$E/E. TLV (1 \sim m)$  は  $[(1.16-0.21)/(1.3-0.21)] + (1.63/5.3) = 1.18$

$C/T(1 \sim n)$ は0.927,  $C/T(1 \sim m)$ は0.907であるので  $K_B'$ 即ち  $E/E. TLV (1 \sim n)$ は,  $1.18 \times 0.927/0.907 = 1.20$  と計算される。

以上の式で何れの場合も

$K_B' > K$ , であるので, 皮膚吸収, 業務外暴露に注意し, 防毒マスク等の着用の必要性にも注意する必要がある。

2. 尿中排泄物濃度のみ明らかな成分による評価法

濃度の低いIPAを除外し尿中排泄物濃度のみに明らかなトルエン, メチルエチルケトンについて,  $K, K_B$ の比較を行なった結果では,  $K = (33.6/50) + (46.5/200)$  で0.907であり,  $K_B = [(1.16-0.21)/(1.3-0.21)] + (1.63/5.3)$  で1.18であるので,  $K < K_B$ となるので, 気中濃度の評価に比し, 摂取量の評価値が高い事より, 作業者の皮膚吸収に注意する必要

があると考え, この方法は, 除外物質に TLV の低い毒性の強い溶剤のある時は評価には使えない。

## 考 案

本研究では, 混合溶剤暴露者の呼吸域で測定した気中溶剤濃度と, 尿中溶剤濃度の間に有為の相関を示している。その内 MEK<sup>12)</sup>, IPA<sup>13)14)</sup>, については, 既に研究者の報告がされている。今回の研究に於けるトルエンについては, 気中トルエン濃度と尿中トルエン濃度の間に有為な相関を示す(相関係数, 0.952) 事から, 今回の私達の報告に前回<sup>15)</sup>の報告を併せて, 尿中トルエンによる生物学的モニタリングの可能である事を示している。気中 IPA 濃度と尿中 IPA 濃度の回帰方程式及び, 気中 IPA 濃度に対しては, 尿中アセトン濃度との回帰方程式は, 河合等<sup>13)</sup>の報告中の B-plant の男性の成績にやや近い値を示した。

溶剤の呼吸域濃度に対する尿中溶剤濃度の相関については, 非補正濃度のほうが, 比重補正濃度, クレアチニン補正濃度よりよい一致を示したが, 溶剤は単に腎臓の糸球体で血液より尿に拡散されるので, 尿中の溶剤濃度は, 尿量と殆ど関係しない為と考える。

今回の成績では, Hazard index (K) と Biological hazard index の値の内 E. TLVを用いた  $K_B'$ との間は, ほぼ一致を示すが, 寧ろ  $K < K_B'$ の事から, 代謝に関して溶剤相互間の作用は少ないと思われる。そして, 混合溶剤取り扱い作業者の尿中排泄量から算出された, Biological hazard index の値 ( $K_B'$ ) を算出する事は, 作業者の有害物の摂取量の評価に有効な方法を提供するものと考え。

本研究の一部は, 文部省, 科学研究費の補助を受けた。

## 文 献

- 1) Imbriani M, Ghittori S, Pezzagno G et al (1986) Toluene and styrene in urine as biological exposure indices. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 1 (4), 172-176.
- 2) Ghittori S, Imbriani M, Pezzagno G et al (1987) The urinary concentration of solvents as a biological



- indicator of exposure : Proposal for the biological equivalent exposure limit for nine solvents. *American Industrial Hygiene Association Journal*, **48** (9), 786—790.
- 3) Ogata M (1991) Biological Monitoring in Japan. In : Ogata M (ed) The international symposium on biological monitoring and industrial medicine in Asia. Association of medical doctors for Asia, Okayama, Japan, pp8—9.
  - 4) Ogata M and Fiserova-Bargero (Thomas) V. (1992) Evaluation of mixed exposure to organic solvents by estimating their metabolites in urine. *Industrial Health*, **30** (3, 4), 139—144.
  - 5) Ogata M, Fiserova-Bergerova (Thomas) V and Droz P (1993) Biological monitoring VII. Occupational exposure to mixture of industrial chemicals. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, **8**, 609—617.
  - 6) Ogata M (1993) Japanese experience in biological monitoring. Internatinal symposium of biological monitoring. Supplement of *International Archives of Occupational and Environmental Health*, **65**, 15—21.
  - 7) Ogata M and Taguchi T (1988) Simultaneous determination of urinary creatinine and metabolites of toluene, xylene, styrene, ethylbenzene and phenol by automated high performance liquid chromatography. *Internaional Archives of Occupational and Environmental Health*, **61**, 131—140.
  - 8) 道辻広美, 大原照雄, 福田昌宏 他 (1992) ヘッドスペース・ガスクロマトグラフ (HS・GC) 法による尿中アセトン, メタノール, およびメチルエチルケトンの定量. *産業医学*, **34** (3), 243—252.
  - 9) Ogata M and Taguchi T (1986) Quantitative analysis of urinary glycine conjugates by high performance liquide chromatography : excretion of hippuric acid and methylhippuric acids in the urine of subjects exposed to vapours of toluene and xylenes. *Internaional Archives of Occupational and Environmental Health*, **58**, 121—129.
  - 10) ACGIH (1990) 1993—1994 Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati, Ohio, USA, pp39—43
  - 11) ACGIH, 緒方正名訳 (1987) 生物学的暴露指標, 同文書院, 東京, pp53—551.
  - 12) Brugnone F, Perbellini L, Apostli P et al (1983) Isopropanol exposure. *British Journal of Industrial Medicine*, **40**, 160—168.
  - 13) Kawai T, Yasugi T and Horiguchi S (1990) Biological monitoring of occupational exposure to isopropyl alcohol vapor by urinalysis for acetone. *Internaional Archives of Occupational and Environmental Health*, **62**, 409—413.
  - 14) Ogata M, Taguchi T, Hirota N, et al (1990) Data base for biological monitoring of aromatic solvents. In : Fiserova-Bergerova (Thomas) V, Ogata M eds. Biological monitoring of exposure to industrial chemicals. ACGIH, Cincinnati, Ohio, USA, pp119—125.