

環境気中濃度を考える (H17年度技術専門職員研修の実習報告)

機器分析グループ 前田浩二

はじめに

作業環境測定とは、作業に起因する労働者の健康障害を防止する目的で有害物質や有害エネルギー等の有害因子を測定し、作業環境の実態を把握するために行なわれるもので、労働安全衛生法・第65条に規定されている。また、有害な業務を行なう屋内作業の場合、作業環境測定士の資格を持った者が測定を行なうことや、測定方法（デザイン・サンプリング及び分析手法など）についても、法令等（労働安全衛生法、作業環境測定法、作業環境測定基準など）によって定められている。

三重大学では、上記の作業環境測定を昨年度は学外の測定業者に依頼していたが、今年度から事業者が雇用する作業環境測定士が測定を行なう、いわゆる自社測定に切り替えた。機器分析グループは、本学の安全対策室の依頼を受け、作業環境測定のデザイン・サンプリング・測定・分析及び評価を行なっている。

そこで今回は、平成17年度東海・北陸地区国立大学法人等技術専門職員研修（物理・化学コース）（H17.9.26～28：三重大学）の2日目に行なわれた実習テーマの一つである「ガスクロによる作業環境測定」について報告し、環境気中濃度を考える。

実習内容

実習内容を以下に示す。

タイトル：ガスクロによる作業環境測定

実習場所：機器分析施設 2階 作業環境測定室

実習時間：午前 9時～12時30分

午後 13時30分～17時

1.労働安全衛生法より作業環境測定の概要説明

三重大学の作業環境測定の現状

2.捕集方法の紹介

検知管法

液体捕集法

ろ過捕集法

気体捕集法

3.アセトンを用いての気中濃度評価

検量線の作成

単位作業場所での気体採取

4.ガスクロによる濃度測定

採取した気体のアセトン濃度をFIDガスクロで測定

5.評価値の計算と管理区分の決定

測定したアセトン濃度より、幾何平均、幾何標準偏差を求める

第一評価値および第二評価値を計算する

管理濃度と比較し、単位作業場所の管理区分を決定する

アセトンを用いての気中濃度評価

試料空気作成計算の式は、

$$\text{標準ガス濃度(ppm)} = \frac{\text{有機溶剤の採取液量}(\mu\text{l}) \times \text{密度}(\text{g/ml}) \times 24.47(\text{l/mol}) \times 10^3}{\text{空気量}(\text{l}) \times \text{分子量}(\text{g/mol})}$$

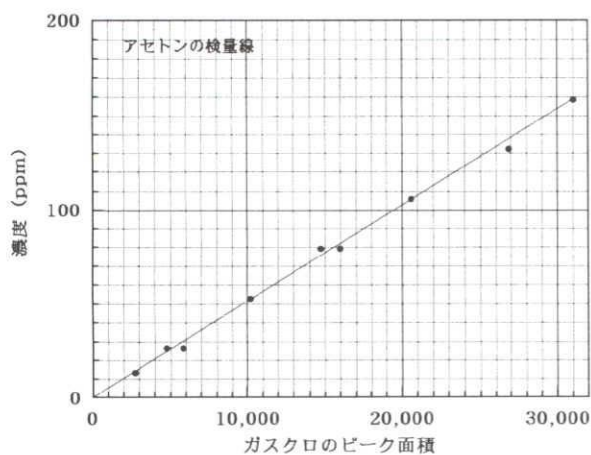


図1 アセトンの検量線

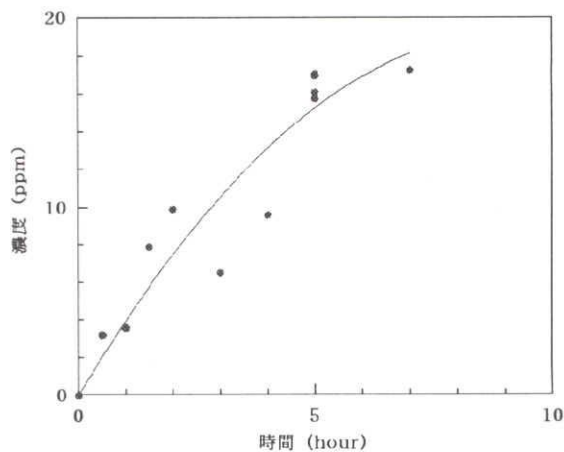


図2 アセトン濃度の時間依存性

で求め、有機溶剤の種類はアセトンとし、その管理濃度は500(ppm)である。そこで

空気量 (ℓ)	1	有機溶剤の採取量 (μℓ)	80
有機溶剤の密度 (g/ml)	0.785	有機溶剤の分子量 (g/mol)	58.1

を代入することで、標準ガス濃度 26449.5ppm を得ることができる。その後1ℓの捕集瓶に標準ガスを適量希釈すると、任意の標準ガス濃度を得ることができる。図1はそのアセトン濃度の検量線であり、ガスクロによりアセトン濃度(13ppm~160ppm)に対応するピーク面積を測定した。

そこで実際にアセトンの気中濃度を測定するために単位作業場所を設定した。写真1は500mlのアセトン容器で、蓋を開けた状態にしておき、写真2に示すような部屋(2m×4m程度の面積)の中央の場所

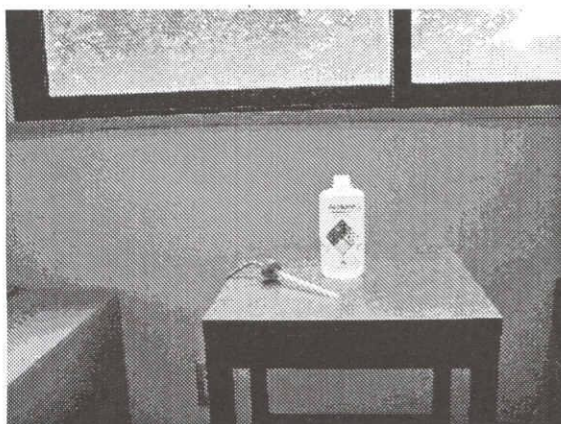


写真1 蓋を開けたアセトン容器

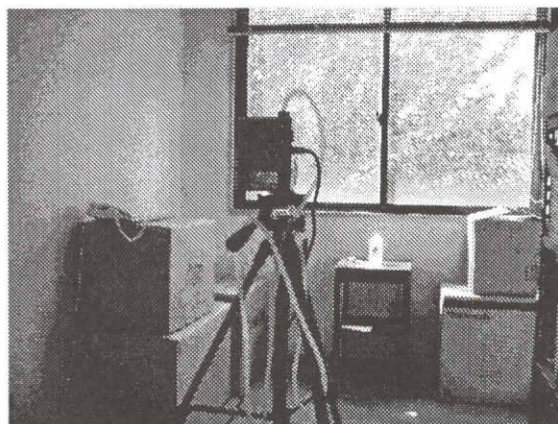


写真2 アセトン濃度を測定した単位作業場所

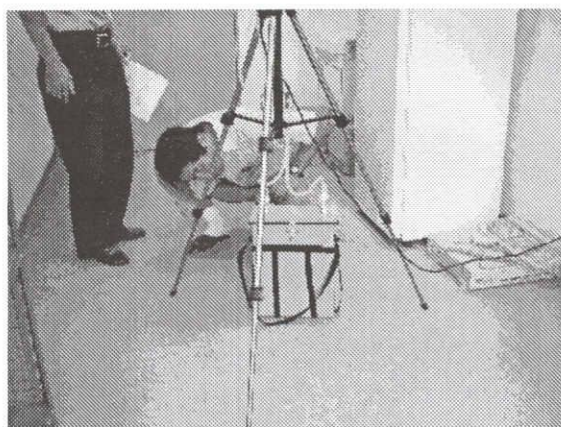


写真3 テドラーバッグを用いて気体捕集を行なっているところ

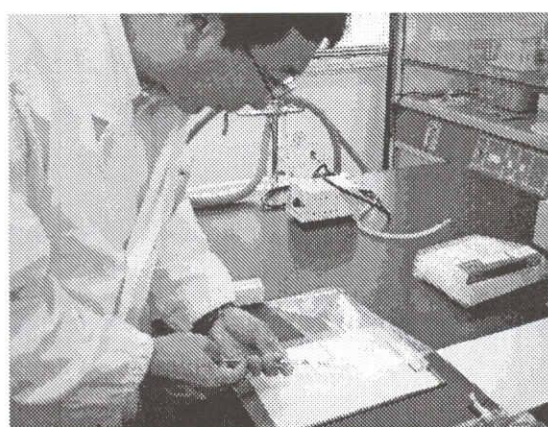


写真4 テドラーバッグからガスタイトシリンジを使い、捕集した気体を抜き取っているところ

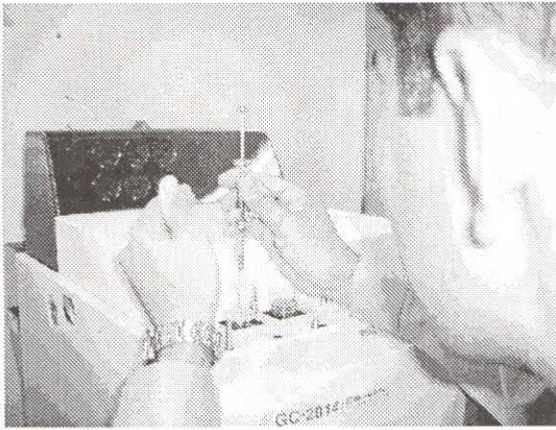


写真5 シリンジでガスクロに採取した気体を打ち込んでいるところ

表1 アセトン濃度の測定結果

アセトン濃度	1	15.4 ppm
	2	12.7 ppm
	3	292.3 ppm
	4	19.8 ppm
	5	19.0 ppm
	6	2783.8 ppm

でアセトン濃度を測定することとした。図2はその単位作業場所でのアセトン濃度と時間の関係を示す。このように時間の経過と共に空気中のアセトン濃度が高くなっていくことが分かる。実習ではこのようなアセトン雰囲気中でテドラバッグを用い気体捕集を行ない(写真3)、環境気中濃度の評価をガスクロにより行なった(写真4、5)。

測定結果

表1にアセトン濃度の測定結果を示す。ほとんどが15～20ppmであるが、その中でアセトン濃度の3(292.3ppm)と6(2783.8ppm)の値が異常に高い値を示しているが、それは作為的にアセトン濃度の高い雰囲気をつくり出したためである。したがってアセトン濃度の評価値の計算では2つのデータは除くこととした。

環境気中濃度の評価法

A測定とB測定があるが、A測定のみの場合について評価すると、第1管理区分～第3管理区分は以下に示すようになる。

第1管理区分：第1評価値<管理濃度

第2管理区分：第2評価値≤管理濃度≤第1評価値

第3管理区分：第2評価値>管理濃度

ここで、

A測定：単位作業場所における気中有害物質の平均的な状態を把握するための測定

B測定：単位作業場所で最も濃度が高いと考えられる場所の測定(今回は省略)

管理濃度：作業環境管理を進める過程で有害物質に関する作業環境の状態を評価するために国が定めた基準

第1評価値：単位作業場所において高濃度側から5%に相当する濃度の推定値

第2評価値：単位作業場所における気中有害物質の算術平均濃度の推定値

第1管理区分：作業環境管理が適切であると判断される状態

第2管理区分：作業環境管理になお改善の余地があると判断される状態

第3管理区分：作業環境管理が適切でないと判断される状態

評価値の計算とその評価

1日測定の場合(2日測定が困難であるとか無意味な場合は1日測定)、評価値の計算は以下のようになる。

$$\log EA1 = \log M1 + 1.645 (\log^2 \sigma + 0.084)^{1/2}$$

$$\log EA2 = \log M1 + 1.151 (\log^2 \sigma + 0.084)$$

ここで、

EA1：第1評価値

EA2：第2評価値

M1：A測定の実測値の幾何平均値

$\sigma 1$ ：A測定の実測値の幾何標準偏差

上式により、アセトン濃度の測定結果を計算すると表2のようになり、第1評価値が52.4ppmとなり管理濃度(500ppm)より低い値となるので、今回の単位作業場所でのアセトンの管理区分は第1管理区分と決定することができる。

また縦軸にA測定の実測値の幾何標準偏差である $\sigma 1$ を、横軸にA測定の実測値の幾何平均値(M1)/管理濃度(E)をとると図3に示すようになり、第1管理区分の中でも十分にアセトン濃度の低い状態であることが分かる。このように表すことにより、たとえば管理区分が第2であっても、その管理区分が第1管理区分に近いのか第3管理区分に近いのかが一目でわかり、非常に有効である。

表2 アセトン濃度の計算結果

アセトン濃度	1	15.4 ppm
	2	12.7 ppm
	3	
	4	19.8 ppm
	5	19.0 ppm
	6	
幾何平均 (M1)		16.5
幾何標準偏差 ($\sigma 1$)		1.23
第1評価値 (EA1)		52.4 ppm
第2評価値 (EA2)		21.2 ppm
アセトン管理濃度		500 ppm
管理区分		第1管理区分

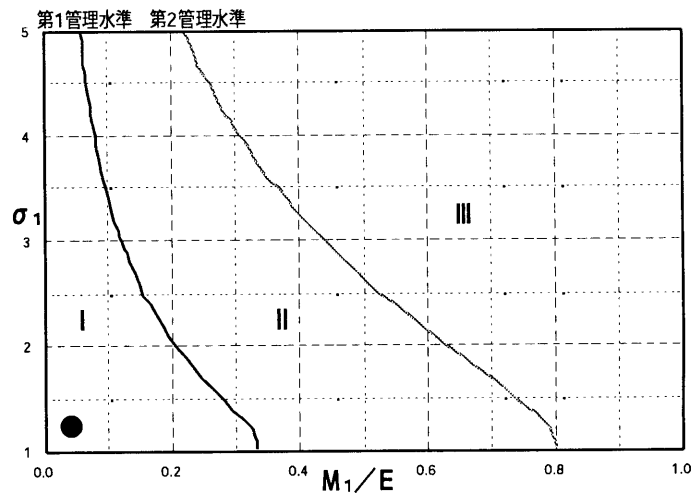


図3 管理区分の評価

最後に

今回の実習ではアセトンを用いて単位作業場所でのアセトン濃度を測定し、その評価値の計算を行なった。またA測定のみであるが管理区分の決定の仕方を実習した。

表3では三重大学で使用されている主な有機溶剤と特定化学物質の管理濃度を示したが、今回のアセトンの管理濃度(500ppm)と比較しても非常に低い管理濃度の物質が数多く使用されていることが分かる。このような有害物質の環境気中濃度には十分な注意を払い、安全衛生法で規定するところの作業環境基準を遵守するとともに、快適な職場環境の実現と労働条件の改善を通じて、大学における教職員と学生の安全と健康を確保することが大切である。

表3 主な物質と管理濃度

物質名	管理濃度
塩素	0.5 ppm
エチレンオキシド	1 ppm
ベンゼン	1 ppm
弗(ふっ)化水素	2 ppm
エチレングリコールモノメチル エーテル	5 ppm
クロロホルム	10 ppm
1・4-ジオキサン	10 ppm
二硫化炭素	10 ppm
N・N-ジメチルホルムアミド	10 ppm
1-ブタノール	25 ppm
トリクロルエチレン	25 ppm
ノルマルヘキサン	40 ppm
キシレン	50 ppm
ジクロルメタン	50 ppm
トルエン	50 ppm
アセトン	500 ppm

【参考文献】 作業環境測定のための関係法令：厚生労働省労働衛生課編