

# III. 有機ガス検知用簡易環境測定機の開発に関する研究

## 目 次

A. はじめに	28
B. 産業中毒の予防と測定の動向	28
C. 簡易有機ガスモニター管の開発	31
D. 簡易測定法の検討	35
E. まとめ	38

### A. はじめに

近年、世界各地でケミカルプロダクトの運送が増す傾向に伴ない、その安全管理の重要性が唱えられてきている、わが国においても、IMO第48回海上安全委員会(1975)で採択されたいわゆるガスキャリアコード、バルクケミカルコードの批准に伴ない、各種の規則や設備基準が見直されつつある。その内、有害性による人身災害の防止には、貨物に対する暴露を抑制する設備基準やそのための測定法の充実が図られている。一方、多様化する有害性化学物質に対する産業中毒、生活環境や食品の発癌性物質の管理体制が緻密になりつつあるのに呼応して、船員においても常時取扱う有害物の見直しがなされた。

このような状況下にあって、筆者はこの2年間、内航海運におけるケミカル船船員の有害物に対する暴露の実態とその影響の調査を行ってきた。

その結果タンククリーニングなど特殊な作

業において高濃度の有害物に暴露することがあり、その影響を調べるには作業条件等の資料に基づき、注意深い自覚症の把握や鑑別診断を要することを明らかにした。しかし、従来の環境測定法は現場で実施するのが難しいこともあるので、測定法の簡素化の必要性を痛感した。

以上の経緯から今年度は、貨物を取扱う間の各人の暴露量が、作業に何ら支障なく知ることができる個人モニター法を開発することとした。

### B. 産業中毒の予防と測定動向

#### 1. 産業中毒の分類と予防の観点

「産業中毒」は、最近刊行された産業中毒便覧(以下、便覧)に明示されている概念では、かつて工業中毒と呼ばれたものや有害物による職業病をすべて含めたものであるが、有害物を扱う業種の拡大に伴い、鉱工業にあった重点を産業全般に拡張した感がある。しかし、家庭での有害食品や公衆に及ぼす害までは拡大せず、労働者が業務上扱う間の中毒予防に便を図ったものである。すなわち研究用の稀少なもの、食品や医薬品のように摂取様式が異なるもの、暴露する人や時間が多様な場合を網羅することによって繁雑になることを避けるための分類である。海上での有害物による中毒は、扱うものの多くが化学工業原料であり、また、扱う人と状況からみて、上記の産業中毒の概念にもとづいて管理をす

すめることが適当である。

便覧では、有害作用の発現までの経過と予防対策の特徴から、急性中毒と慢性中毒に分けそれらの目安として致死量と許容濃度、それぞれの有害作用の機序と症状、および障害の事例が示されている。同様に、米国コーストガードの危険物の分類でも人体に対する有害性については、致死量、許容濃度及び腐食または刺激の強さによって危険度のグレードを定めている。このように分ける理由は、それぞれの毒作用が摂取する量や期間の違いによって全く異なることがあるためである。したがって、産業中毒の防止対策は状況に応じた方法が必要で、有害作用の内容や取扱う条件によってどちらにより重点をおくかが決められる。

船舶で取扱われる有害物は、常態では発散することがない荷姿の個品や高圧ガス、発散が抑制されるバルク貨物、タンク洗浄などで発散するもののいずれかであるが、第一のものと、第二、三のもので扱う頻度が少ないものに対しては災害性の中毒、扱う頻度が多いものに対しては急性と慢性の中毒について留意しなければならない。ただし、取扱い頻度は、異なる品目を扱う場合でも、類似の有害作用を及ぼすものすべてを同種に含めた合計としなければならない。そして、繰り返し扱う間の有害物の影響の有無を調べるには、定期的に特殊健康診断を行う必要がある。その結果に基づき、暴露抑制や治療などの事後措置を行う。また、頻度が少くとも、非可逆性の中毒のおそれがあるものの摂取の機会があったときには、鑑別診断により適当な処置を施す必要がある。現在、法規上、有害物に関する健康診断を行っている船員は、12品目の専用

船で内航船の特殊タンク船とケミカルタンカーの一部の乗組員である。それ以外の場合は各社の自主的判断によっている。現在、陸上産業と船舶において特殊健康診断を要する対象の規定と該当品目数には大きな違いがある。したがって、同種のを扱う場合には、陸上産業で行っている内容が、自主的に実施するときの参考になる。

## 2. 測定と暴露評価法

船舶での有害物による中毒は、塗料等の有機溶剤、冷媒等の高圧ガス、及び貨物の漏洩や液面からの蒸気が発散による各種の有害物の気体への暴露で生ずることが多いから、それを防止するためには、作業する場での発散を抑え、換気をして低濃度にしなければならない。そのために、有害物の発散する恐れのある場の濃度の測定が義務づけられている。慢性中毒の症状は有害物の影響かその他の疾患によるものか判断がつきにくいことがあるので、取扱う有害物質名と暴露量は特殊健康診断とその後の対策に不可欠の資料となる。これらのことから、有害物を扱う船舶では測定手段を用意する必要があるし、的確に実施しないと事態をより悪化することもあるので、測定のための理解や技術の習熟を要する。

有害作用を大きく二つに分けたように、測定のための目的も急性中毒予防と慢性中毒予防のための二つに分けることができる。前者は、有害物が発散しているような所の濃度を作業に先だって測定しておき、その後も適宜測定して安全な濃度であることを確かめながら作業を進めるか、作業中連続的に検知して基準を越えたとき警報を発するなどして、短時間でも基準濃度以上に暴露しないようにすることである。後者は、作業する場の濃度をときどき

測定して作業場の濃度を許容濃度や管理濃度の目安以下に保つか、作業員個人の暴露量を連続的に測定して許容濃度を越えて作業することのないようにすることである。これらの目的に応じて各種の測定法がある。

有害物を扱う船舶では、前報の作業状況から分かるとおり、局所的に高濃度で暴露時間は不特定であることから、発散位置の濃度を測定して急性中毒を防止するとともに、作業の間の個人暴露量を知り許容濃度を越えないようにして慢性中毒を防止しなければならない。この2種の測定の目的と方法の違いに応じて、用い得る測定器機の要件が異なる。すなわち、急性中毒防止には測定が容易で結果が迅速に得られること、慢性中毒防止には許容濃度以下のレベルで継続的測定ができることが必要である。これらの条件の適合性によって分類したときの測定機器の例を示すと表1のとおりである。

表1 濃度測定法

測定目的	測定時間	検出器	サンプリング法	測定方法または対象
急性中毒予防	連続	隔膜電極 半導体 熱線 赤外線	連続吸引 同上 同上 同上	シアン、アンモニア、一酸化炭素 二酸化炭素、炭化水素 可燃性ガス、蒸気 炭化水素
	短時間	呈色試薬	手動ポンプ	検知管法、毒性ガス約200種
慢性中毒予防	連続	半導体 赤外線 ガスクロ 呈色試薬	連続吸引 同上 ガス拡散 吸引、拡散	二酸化炭素、炭化水素 炭化水素 炭素化合物、ハロゲン化物 吸光度法、窒素酸化物、塩化水素
	短時間	半導体 ガスクロ 呈色試薬 同上	連続吸引 同上 吸引、拡散 手動ポンプ	二酸化炭素、炭化水素 炭素化合物、ハロゲン化物 吸光度法、窒素酸化物、塩化水素 検知管法、毒性ガス約200種

注) 連続測定に用い得るものは短時間にも用い得る、逆は不可、対象物は代表的なもの。

本報告では、陸上産業で現在行われている作業環境測定と同様に反復暴露による慢性中毒防止を目的として、作業中の個人暴露量の測定について検討することとし、なかでも取扱い頻度の多い有機溶剤類を対象とする。

わが国の有害物の測定は作業場の濃度の測定を主に展開されてきているが、米国では自国を中心に開発の進んでいる個人暴露量測定法による評価が重視されていることや、環境濃度の変動、個人暴露量と環境濃度との違いの指摘から、最近では個人暴露量の測定が行われるようになってきている。有機溶剤に用いられている個人暴露量の測定法には、携帯ポンプで活性炭やシリカゲル等に通気し吸着した蒸気を回収して分析する方法と、バッチ型の容器に入れた活性炭に自然に吸着した蒸気を回収して分析する方法(パッシブサンプラー)とがある。おそらく将来は、後者がその扱い易さと用具の簡素さから、個人暴露量

測定法の主流になると思われる。有機溶剤は白い多孔性の膜や小さな孔を通して、活性炭粉を合成樹脂で焼結した、黒いエレメントに吸着する。暴気後エレメントを取り出して二

硫化炭素等の脱着液に浸して有機溶剤を回収し、その試料を含んだ脱着液をガスクロマトグラフ装置に注入して測定される。しかしガスクロマトグラフ法の分析は現場では困難であり、測定結果がすぐにわからず、分析や送付に時間と経費を要するなど難点がある。

表1のとおり、バルクケミカルコードに規定される約200種のうち、分析操作を要しない方法は少なく、大部分は検知管法によらなければならない。検知管法は1回の測定に2～3分の時間と1名の人手を要するし、継続的な測定ができないので、少人数の乗組員が不特定の場所で行う船内作業中の暴露量を知るための測定には不向きである。そこで、検知管の検知剤が吸着剤であるとともに吸着した有害物によって変色することに着目し、パッシブサンプラーと検知管法の原理を応用した、分析操作を要しない簡易測定法の開発を試みることにした。

### C. 簡易有機ガスモニター管の開発

#### 1. 実験方法

モニター管の開発にあたって、①測定時間

は15分～4時間、②測定濃度は許容濃度の $\frac{1}{4}$ ～2倍、③現場で迅速測定が可能、④分析操作が不要、⑤安価、⑥測定に際して通常の作業に支障がないことを具備すべき条件とした。測定器と実験内容は以下のとおりである。

#### a. 簡易有機ガスモニター管

試作した有機ガスを捕集する器具（簡易有機ガスモニター管、以下、モニター管）は、パッシブモニター法と同じく、有機ガスの拡散と膜透過現象、および検知管の分析操作を要しない呈色反応による比色法を応用したもので、器具の簡素さと測定の手軽さを合わせもつ。その概要は写真1および図1に示すとおり、容量3.5 mlのガラス製バイアル瓶の中に検知管の検知剤（トルエン用、ガステック社製）を0.5 ml入れ、シール部分に食品包装用低密度ポリエチレンフィルム（添加剤：多価アルコール脂肪酸エステル、宇部興産社製、UBEポリラップ）で封をし、このバイアル瓶を下向きにして検知剤と膜が接するようしておく。

#### b. 測定器機

暴露チャンバー内のトルエン濃度はガスリンジで直接サンプリングした空気と、活性

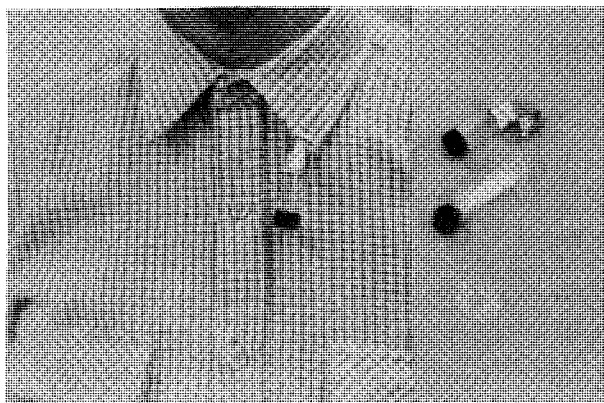


写真1 簡易有機ガスモニター管  
右は内部と膜

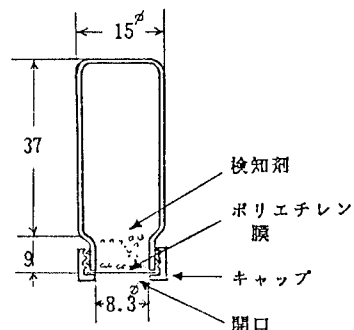


図1 簡易有機ガスモニター管  
(横断面, 単位mm)

炭管から得られた抽出液を試料として、それぞれガスクロマトグラフ装置（日本電子社製 JG-1100）に注入して測定した。

暴気または通気して発色した検知剤の吸収波長の測定にはダブルビーム式分光光度計（日立製作所 124 型）、吸光測定には携帯型分光光度測定機（柴田科学社製、SPM-1、大きさ 15.20、5.7 cm、重量 1.7 kg）を用い、検知剤を入れるセルは光路長 2 mm の平型セル（2 × 10 × 45 mm）とした。

### c. 実験内容与方法

モニター管による測定値が、目的とする暴露量を正確に示すことを明らかにするため、以下の内容についての実験を行った。

- (1) トルエンに暴露して発色した検知剤の透過光の最大吸収波長の測定
- (2) 検知剤に吸着したトルエン量と吸光度の比例関係
- (3) 暴露した時間及び濃度（暴露時間荷重濃度、単位： $\mu\text{m} \cdot \text{hr}$ ）とモニター管に捕集する量または吸光度との比例関係
- (4) 検知下限、精度、応答性
- (5) 既存の別種の方法との比較

内容(1)の実験方法は、トルエン蒸気を通気して発色した検知剤の透過光が、最大の吸収を示す波長を知るために、ダブルビーム式分光光度計の波長を連続的に変えて測定した。（実験 1）。

内容(2)は、袋に 10 l の空気を送り込む間に 2  $\mu\text{l}$  のトルエンを気化させて作製した 45  $\mu\text{m}$  の標準ガスを、検知剤を封入したガラス管に手動ポンプ（ガステック社製検知管用、及びプラスチックシリンジ 10 ml 用）で通気して吸着させた後、検知剤をバイアル瓶に全量取り出して混合し、吸光セルに入れて波長 445 nm

の吸光度を測定した（実験 2）。

内容(3)は、一定濃度に維持した暴露チャンパー内に、検知剤を入れた 4～8 個のモニター管を入れ、4 時間まで 30 分経過する毎に一個ずつ取り出して、活性炭は抽出液に回収したトルエンをガスクロマトグラフ装置で測定し、検知剤は上記の方法で吸光度を測定した（実験 3 a, 3 b）。

内容(4)は、モニター管の検知剤の吸光度を、暴露しないもの、30、60  $\mu\text{m}$  の濃度で 15 分間暴露したときのものとを各 6 個、100  $\mu\text{m}$  または 200  $\mu\text{m}$  で 2 または 3 時間の暴露のものを各 5 個測定し、検知下限と精度を測定した（実験 4 a）。また、濃度を高くして（5500  $\mu\text{m}$ ）短時間暴露したのち吸光度を測定する操作を、時間を次第に長く 4 分になるまで繰り返し行い、応答性を測定した（実験 4 b）。

内容(5)は、チャンパー内にモニター管と市販の有機ガスモニターバッヂ（Du-PONT 社製 PRO-TEK）とを同時に暴気して、前者は吸光度、後者はガスクロマト法で捕集量を測定した（実験 5）。

## 2. 実験結果

### a. 最大吸収波長の測定（実験 1）

発色した検知剤の透過光の吸収率の測定の結果は図 2 のとおり、400～430 nm では平坦に 76% の吸収率で、445 nm でピーク（78%）を示し、それ以上は 780 nm までほぼリニアに低下する。

### b. 検知剤の捕集量と吸光度との関係（実験 2）

トルエンの標準ガスを検知剤に通気して発色させた検知剤は写真 2 のようになる。この吸光度を測定した結果は、図 3 のとおりである。たて軸は吸光度を示し、よこ軸は通気し

た標準ガスの量と、それに含まれているトルエンの量すなわち吸着剤に吸着した量を示している。吸光度は吸着量に正比例しており、比例定数は28.5であるから、逆に吸着量は吸光度の測定結果をこの値で除して求められる。

c. 簡易有機ガスモニター管の有機ガス捕集量と吸光度 (実験3 a, 3 b)

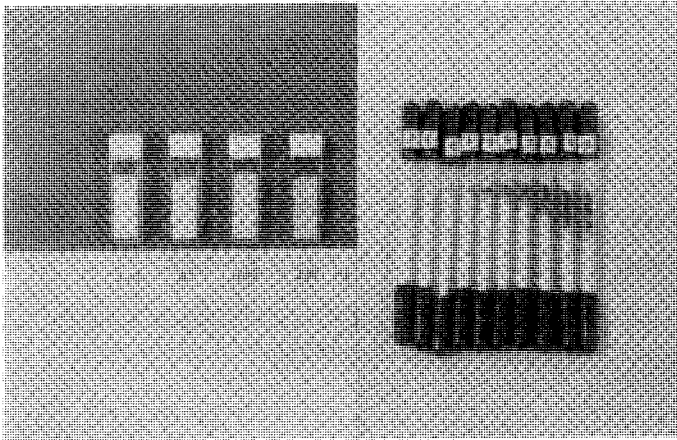


写真2 標準ガスの通気により呈色した検知剤の比較(Q:通気量)  
右:通気直後, 左:セル内に入れた状態

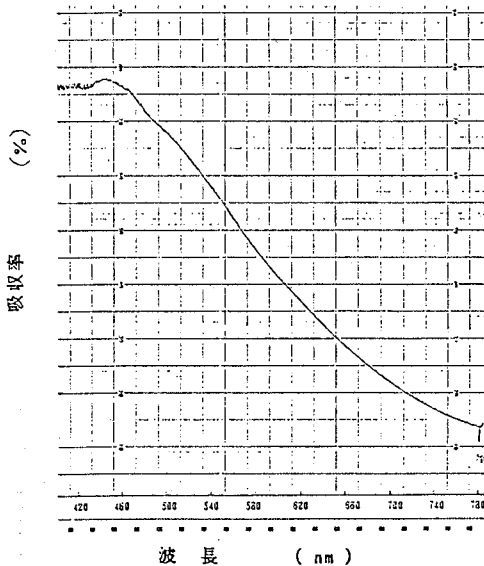


図2 トルエン検知管の発色後の検知剤の透過光吸収率

モニター管に活性炭を入れて暴気したとき(実験3 a)のトルエンの捕集量と、暴露する間に活性炭でサンプリングした捕集量との関係は図4のとおりである。また、活性炭管の捕集量と通気したサンプルの総量から求められる暴露した濃度と時間を乗じた暴露時間荷重濃度、すなわちどれだけ長時間で高濃度に暴露したかを示す値は、同図の下のよこ軸に示すものとなる。

モニター管に検知剤を入れて4段階の濃度に維持した状態で暴気したとき(実験3 b)の暴露時間に対する吸光度の変化は図5のとおりである。たて軸は吸光度、よこ軸は暴露した時間を示す。低濃度では正比例の関係にあるが、高濃度になるにしたがって時間とともに

吸光度の上昇が小さくなる傾向にある。しかし、許容濃度付近までは直線で近似し得る。また、この結果を、暴露時間別に、活性炭管によって得られた暴露時間荷重濃度を暴露時間で除した暴露時間荷重平均濃度をよこ軸にして表わすと、図6のように正比例の関係になる。この二つの結果から、モニター管の検知剤の吸光度は、暴露時間と濃度に比例して増加することがわかる。

以上の結果を全て、活性炭管の捕集量及びそれによって知られる時間荷重濃度とモニター管の吸光度との関係について表わすと、図7の近似直線が得られる。これから、暴露時間荷重濃度は吸光度に700を乗じて求められることがわかる。直線近似は、 $600 \mu\text{g} \cdot \text{hr}$

まで可能であることから、150 ppmで4時間の測定ができる。

d. 検知下限, 精度, 応答性

(実験4a, 4b)

複数のモニター管の検知剤の吸光度を、暴露前と各条件での暴露後に測定した実験4aの結果は、表2のとおりである。検知下限は暴露前の盲検のバラツキの標準偏差の3倍程度とされていることから、吸光度で0.02(時間荷重濃度では図8の関係より15ppm・hr)が検知下限である。また、定量限界はその数倍であるとされていることから、0.06(同様に45ppm・hr)が定量下限である。誤差は、NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health)の測定精度に関する基準である、測定値の平均に対する標準偏差の比(偏向係数: CV)の2倍が25%未満である条件をほぼ満たしている。

高濃度で短時間暴露したときの捕集量の時間的な遅れについての実験4bの結果は図8のとおりである。たて軸は検知剤の吸光度、よこ軸は暴露時間である。この遅れは、膜を拡散する際の膜透過遅れに相当するもので、定常状態の漸近線の時間軸との交点が、その時間を表わす。実験結果から18秒が得られる。これは、数分の濃度の変動は測定値に影響を与えない即応性を持つことを示している。

e. 簡易測定法とガスクロマトグラフ法の比較(実験5)

モニター管の吸光測定と市販され

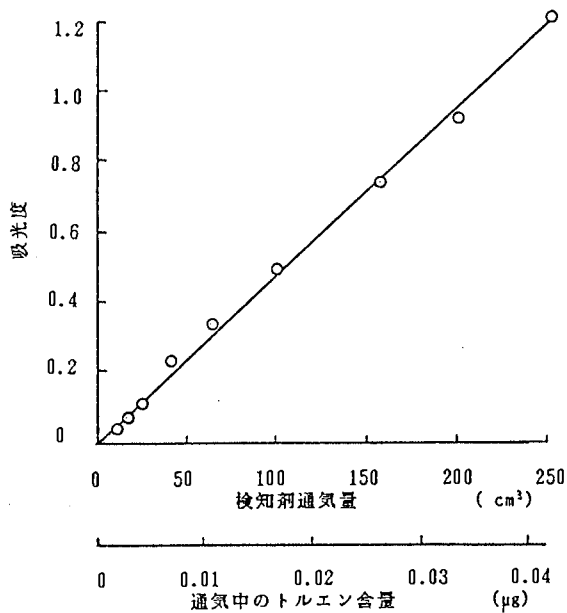


図3 ガラス管充填検知剤へのトルエン蒸気(45ppm)の通気量と吸光度

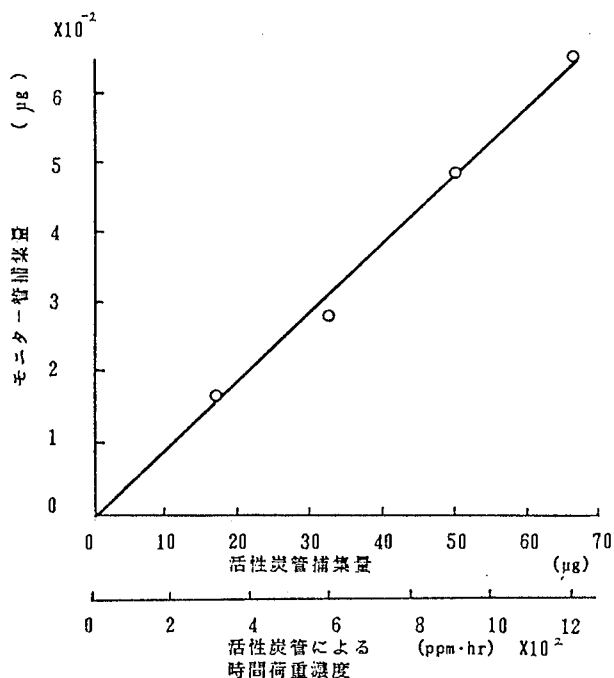


図4 トルエン暴露時の簡易有機ガスモニター管内活性炭への捕集量と活性炭のサンプリングによる捕集量との関係(299 ± 7 ppm)

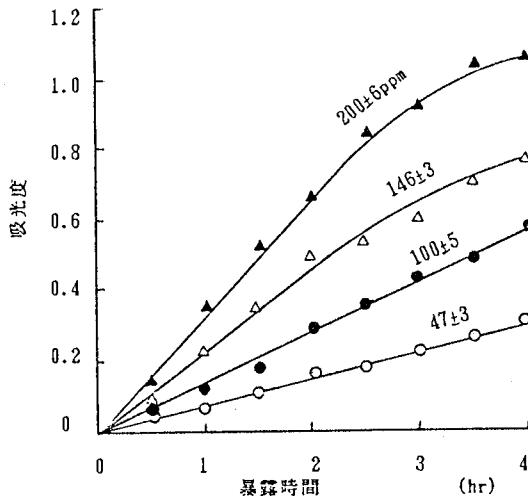


図5 トルエン暴露時の簡易有機ガスモニター管内検知剤の吸光度と暴露時間の関係

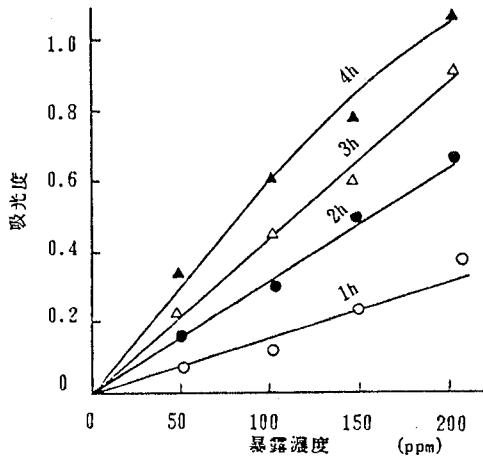


図6 トルエン暴露時の簡易有機ガスモニター管内検知剤の吸光度と暴露濃度の関係  
(1h, 2h, 3h, 4h: 暴露時間)

表2 検知下限および精度

濃度 (ppm)	時間 (hr)	時間荷 重濃度 (ppm・hr)	吸光度平均	標準偏差		偏向係数 CV (%)	サンプル数 N
			E	$\sigma$	$3\sigma$		
0	0	(盲検)	0.00	0.0065	0.0195	—	6
25	1/4	6	0.0118	0.0041	0.0122	34.7	6
50	1/4	13	0.0246	0.0060	0.0180	24.4	5
100	2	200	0.294	0.039	0.117	13.2	5
217	3	651	0.949	0.073	0.219	7.7	5

ている有機ガスモニターバッヂ (Du-PONT 社製, PRO-TEK) のガスクロマトグラフ法の測定結果とを比較すると図9のとおりである。ここで、よこ軸は活性炭管法による時間荷重濃度を取り、たて軸の吸光度による時間荷重濃度は図7の吸光度・時間荷重濃度の関係から求めたものであり、有機ガスモニターバッヂのガスクロマトグラフ法による時間荷重濃度はサンプリング・レートと脱着率から求めた結果である。モニター管は、活性炭管とはほぼ同じ測定値が得られるが、モニターバッヂは10~15%程高めの値になっている。これは、活性炭管流通量調整の誤差、またはモニターバッヂが小孔を拡散する現象を利用しているのでチャンバー内の気流が強かったことが影響している可能性がある。

#### D. 簡易測定法の検討

##### 1. 実験結果について

試作したモニター管の最適な測定範囲は、検知下限以上で暴露時間荷重濃度との比例関係が保たれ、かつ測定誤差が基準以下であることを要するから、表2と

図7に示す結果より、10~600 ppm・hrである。これは、25 ppmのとき30分~24時間、100 ppmのとき7分~6時間の測定が可能



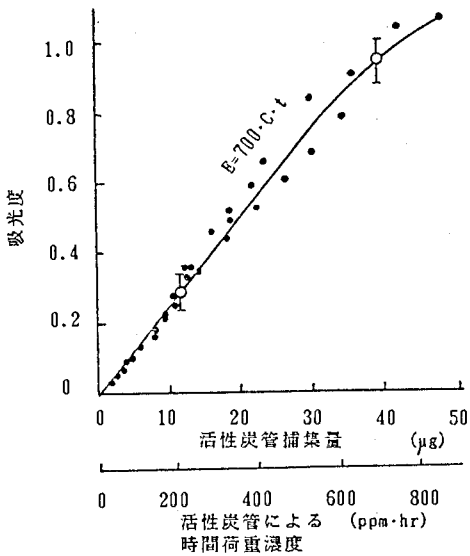


図7 トルエン暴露時の簡易有機ガスモニター管内検知剤の吸光度と活性炭のサンプリングによる捕集量との関係 (E: 吸光度, C: 濃度, t: 暴露時間)

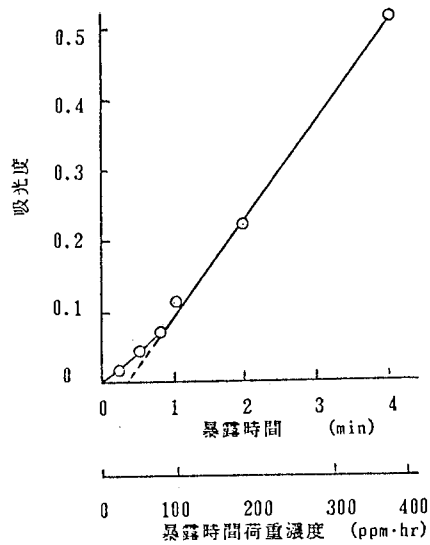


図8 簡易有機ガスモニター管のサンプリングの遅れ (5500 ± 190 ppm)

なことを示す。

このときの変動係数は25%未満で、値が高くなるほど小さくなるようである。しかし、製作や測定条件が異なれば他の誤差要因があるので、それについての検討が必要である。第一は、器差の要因になる管の口径と膜厚の精度、及び検知剤の呈色程度の再現性であるが、口径のバラツキは0.2 mm以下であり、膜厚の精度は同一ロットであれば大差ないと考えられる。二つの異なるロットの検知剤を用いた200 ppm·hrの測定のバラツキは、標準偏差の範囲内であった。

第二は、暴露環境条件による外乱要因で、気流速度、湿度、温度及び妨害物である。気流速度については、拡散孔や透過膜を用いた他のパンプモニターによると、通常の作業状態での気流があれば充分一定値に近づくことがわかっている。湿度の影響は、水分の透過速度が有機ガスに比べて小さい膜を用いる

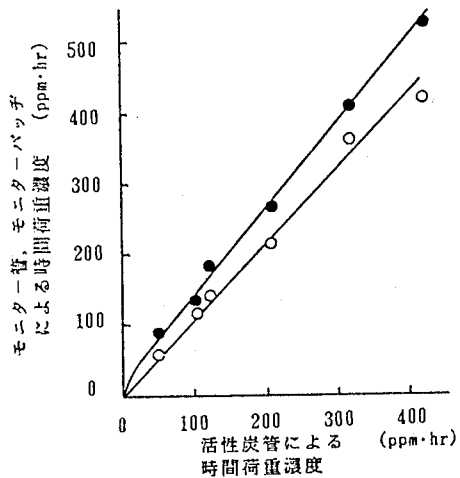


図9 簡易有機ガスモニター管と有機ガスモニターパッチによる測定濃度(時間荷重濃度)と活性炭管による測定濃度(同)との比較 (100 ± 8 ppm)

- モニターパッチ
- モニター管

ことによって少なくすることができる。今回用いたポリエチレンフィルムは、この条件をよく満たし、数日間暴気しても検知剤の乾燥状態が保たれたことから、影響は少ないとみられる。温度の影響は、膜の透過速度と検知剤の呈色反応に影響を与える。通常の作業場

場の気温差は20℃程度で大きくはないとみられるが、差の定量は今後の課題である。妨害物の影響は測定対象物以外のものの存在によっておこるが、船舶での有害物の取扱いでは精製された純品であることが多いので考慮しなくともよい。

第三は、測手の手技における差であるが、暴露までのモニター管の扱いに何等技術を要せず、測定も攪拌してセルに注入するだけであるから違いは小さい。また、吸光度測定までの時間の違いによる差は、4時間まで比較した結果では差がなく、その後も色調の変化がみられない。ただし、モニター管の保管や有効期限には検知管と同様の注意が必要であり、吸光度測定では検知剤の攪拌と、セルに注入してから検知剤粒子の間隙をつめて一定になるよう振動を与えることが必要である。

## 2. 簡易測定法の可能性

今回はトルエンについてのみ、モニター管を試作し検討したが、既に検知管法は200種程の化学物質について開発されており、これらの特殊なもの（反応管を要するもの）以外は、この簡易測定法が応用し得る。この場合最も工夫が必要な点は、透過膜には検知剤の試薬に対して安定で、試料は透過し易いが水分を通しにくいもので、適度の透過速度をもつものを選択することにある。ただし、試薬に対する安定性の条件は、膜と試薬を隔離する方法で緩和することも可能である。

今度の感度は、許容濃度（トルエン100ppm）で最もよくしてあるが、これは検知剤の調整と充填する検知剤の量によって変えることが可能である。感度を高くすることによって短時間測定用のものが出来、急性中毒予防のための測定に活用することも可能である。たと

えば、ポリエチレンフィルムの代わり、シリコンゴム膜（厚さ：0.5mm）及びこれを試薬と隔離する多孔性テフロンフィルターを用い、検知剤の量も $\frac{1}{2}$ にした場合、感度が10倍近くなるので100ppmの濃度が数分の暴気で測定できる。

800ppm・hrまで等間隔に8段階に暴露した検知剤を、あらかじめそれを知らせていない被験者5名に、目視による一対比較法でその序列を判定させた結果、誤りが全くないことから、目視による標準色系列との対照による定量がある程度可能である。

## 3. 簡易測定実施法

モニター管による測定を船舶で行なう場合には、以下の手順と注意の下に実施される必要がある。

- 1) 過去の運送実績または運送の見通しから、測定すべき対象を明らかにする。この選定は、特殊健康診断とも関係するから慎重に行う。基本的には有害性が強く扱い頻度の多いものである。
- 2) 必要なモニター管やその測定器の有無を調べ、無ければ注文し取り寄せる。有効期限と測定濃度及び時間に注意する。
- 3) 経験的にガスの発散する場と時間及び作業内容を想定する。これには思いがけないこともあるので、他の人の話しやわずかの兆候にも日頃注意しておく。
- 4) 暴露作業開始直前にモニター管を入れてある密閉袋から取り出して、作業服の襟に取り付け、暴露する作業の間そのままにしておく。この間、膜を覆ったり濡らしたりしないよう注意する。作業の間に全くガスのない居室などで待機した場合などの時間を除いて終了するまでの暴露時間を計る。

- 5) 作業が終了したら外し、強く振る。光度計の電源を入れ、盲検で0調整し、モニター管の検知剤をセルに注入し、吸光度を読む。
- 6) 読み取り値に、定められた係数を乗じ時間荷重濃度を求め、さらに暴露時間で除して平均濃度を求める。
- 7) 結果を手帳に記入し、もし許容濃度を超えるようなら、何が原因していたか考え、必要ならその部分を短時間用の測定器などで追加測定をして、原因をつきとめ発散の抑制措置を講ずる。

以上の手順の測定を含めた職業病に関する健康・環境管理の流れは図10のようになる。

## E. ま と め

現在、有害物を扱う船員は、それによる職業病の兆候を調べるための特殊健康診断が行なわれている。しかし、暴露している有害物質名やその暴露濃度が不明なため、検診や予防措置が必ずしも的確に行われていない。そこで、有害物を扱う間の暴露量を、作業に支障なく、手軽にその場で知ることができる測定法の開発を試みた。その結果、以下に記す特徴を持つ簡易有機ガスモニター管が試作できた。

- 1) 有害物を扱う作業の間、作業服の襟に取り付けておくだけで、連続的にサンプリングできる。
- 2) 測定結果は、暴露後モニター管を振り、光度計で吸光度を計り、濃度に換算して知られる。
- 3) 測定できる濃度と時間は、25ppmで30分から150ppmで4時間までの間の時間荷重

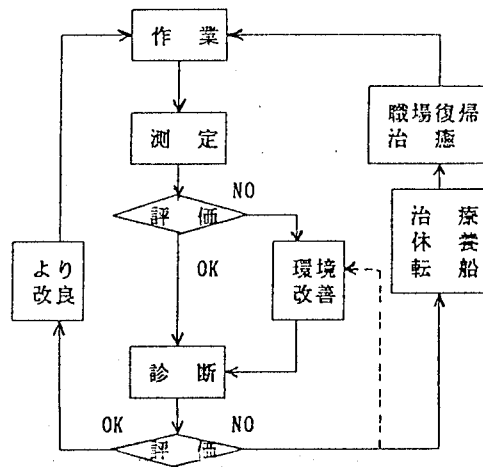


図10 有害物による職業病のための環境管理と健康管理フロー図

濃度及び時間荷重平均濃度が測定できる。

- 4) 従来のモニターバッヂのガスクロマトグラフ法の分析に比べて、即時に安易に結果を得られる利点がある。

今後、測定範囲の拡大、多種類の対象への拡張、温度の影響の定量、目視比色法の確立及び光度計の簡素化について検討を加え、より充実したものにすることが期待される。

(村山義夫：昭和59年度、有機ガス検知用簡易環境測定機の開発に関する研究より)