

IV. 内航船員の労働と生活に関する労働科学的調査

査 — 船内環境・災害及び生活時間構造に関する調査 —

IV-1 荷役時等における乗組員の有害物曝露の実態

目 次

A. 調査方法	35
B. 有機ケミカル船の有害物 取扱い作業と曝露の状況	35
C. 無機ケミカル船の有害物取扱い作業 と曝露の状況	37

A. 調査方法

調査対象とした有害物積載船は、船員労働安全衛生規則における健康上有害な物質と、職業病をもたらすおそれのある物質を積載する船舶であり、有機ケミカル船4隻、無機ケミカル船3隻およびタール等を積載する1隻である。

調査内容は、(イ)荷役時とタンク洗浄作業時に貨物の蒸気等が発散する付近の有害物の気中濃度の測定、(ロ)有害物取扱い作業中に乗組員各人が曝露する有害物の濃度の時間荷重平均値の測定、(ハ)有害物を摂取することによって作業後に尿に排泄される代謝産物の測定である。

有害物発散位置付近の濃度測定は、陸上産業における有害物取扱い作業現場の発散源近くの作業位置の10分間平均濃度の測定（略してB測定法という）に準じた方法で、ここではこれを仮にB'測定とする。

個人曝露濃度時間荷重平均値測定には、活

性炭粉を含む吸着剤に有機化学物質が自然に吸着してくる原理を応用したモニターバッジを用いた。この方法は、有害物取扱い作業場の濃度と個人曝露濃度とが必ずしも一致しないことから、米国を始めとして最近注目されている測定法であり、時間荷重平均濃度（Time Weighted Average, 略してTWA）といわれている。

尿中の代謝産物は、体内に摂取された有害物が化学変化を受けるか有害物によって体内の物質の変化したものが尿中に排泄される量を測定し、その増加量によって曝露とそれによる人体に対する有害物の負荷をみるものである。トルエンとキシレンは尿中の馬尿酸とメチル馬尿酸を増加させることから、今回はそれらの総量を、作業前、作業後、作業後の翌朝の尿を採取し、高速液体クロマトグラフ法（略してHPLC法という）によって測定した。

B. 有機ケミカル船の有害物取扱い作業と曝露の状況

1) 曝露濃度の測定結果

貨物取扱い作業時の有害物の気中濃度は図1のとおりである。貨物品目別、作業内容別、測定方法別に分けてそれぞれ縦の一例に示してある。図に記した点線は日本産業衛生学会勧告の許容濃度（1985年）である。

B丸のアクリロニトリルのB'測定値は荷役、洗浄作業とも許容濃度の10倍程のレベルを中心に大きく分散しており、タンク洗浄の

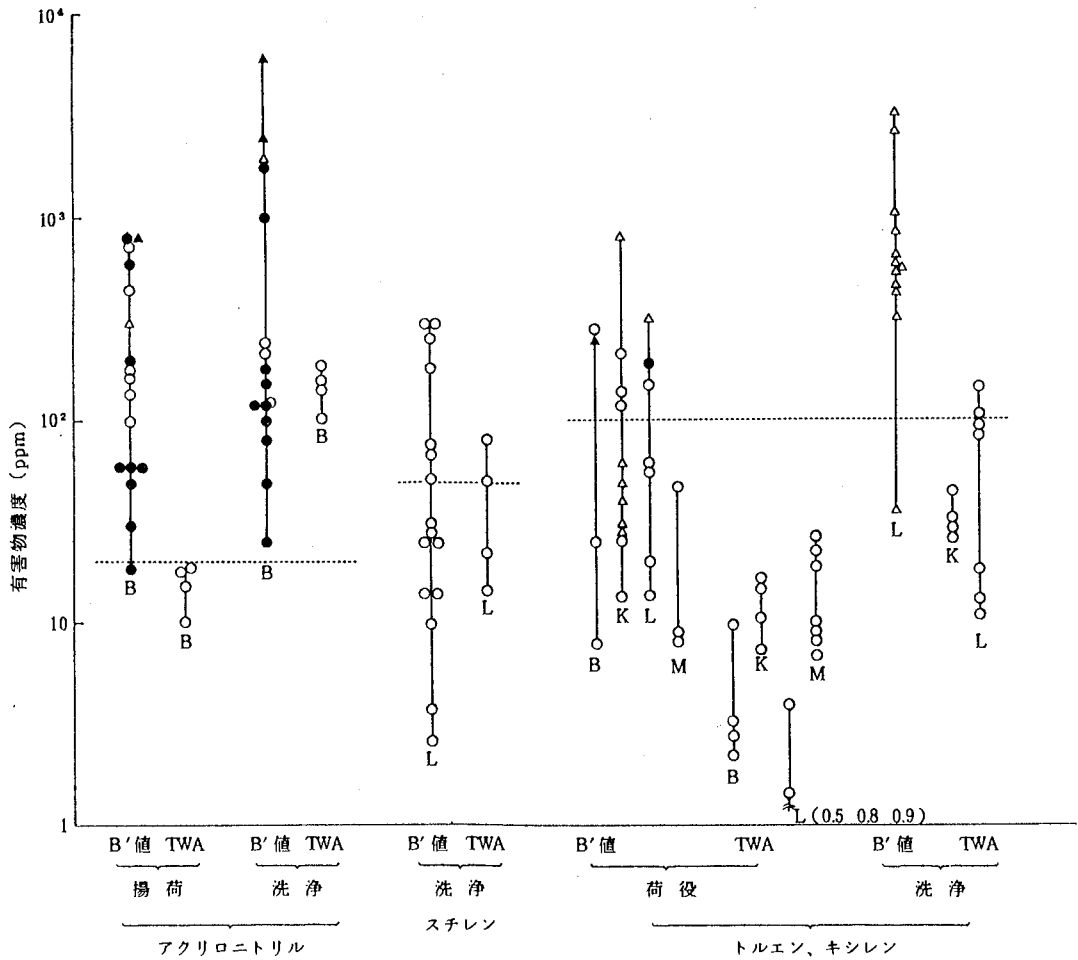


図1. 貨物取扱い作業時の有害物発散位置濃度 (B' 値) と個人曝露濃度 (TWA),

B, K, L, Mは船名略号

(黒印は作業者が存在することが少ない位置での測定値
 △印は高感度可燃性ガス検知器 (トルエン目盛) の参考値
 ……は日本産業衛生学会勧告の許容濃度)

方が荷役より2倍程高レベルにある。揚荷役では換気しなかったポンプルーム内、タンク洗浄作業では水洗しながらガスフリーされる間の排気側のマンホール周辺で高濃度になる。作業者はこれらの位置にいることが少ないので、TWA値は、荷役で $\frac{1}{10}$ 、タンク洗浄で $\frac{1}{2}$ 程のレベルに分散している。B'測定値とタンク洗浄作業時のTWA値は許容濃度の10倍程度であり、刺激のご流涙をもよおす程である。

アクリロニトリルは比較的沸点の溶剤で蒸発し易いために発散する蒸気の量が多くなって、このような高レベルになるとみられるので、発散抑止の措置によって曝露を低減する必要がある。

L丸のスチレンの揚荷終了間近からタンク洗浄までの間の濃度の測定結果は、B'測定値とTWA共に許容濃度よりやや低い値を中心に分散している。TWA値はマンホールから

水を噴射して水洗いをする作業で高濃度であり、マンホールに近づくことが少ない人は低濃度になる。

揚荷役終了近くではマンホールを開放するため高濃度になっている。これに対してTW Aは、その $\frac{1}{10}$ のレベルの広い範囲に分布している。しかし、すべて許容濃度の $\frac{1}{10}$ 以下のレベルであり、マンホールをのぞき込むわずかの間だけ高濃度に曝露していることがわかる。マンホールを開放して荷役を行ったK、B丸は密閉荷役を行ったL丸より高濃度側に分布している。タンク洗浄作業におけるL丸のB'測定値は荷役時の10倍に分布しており、TW Aはその $\frac{1}{10}$ に分布している。L丸の4名は許容濃度近くの濃度の有害物に曝露し、他の2名は低レベルである。これは作業分担の違いによるもので、排水のバルブ操作やポンプ操作をする人は低濃度であり、ホースを用いてマンホールから水洗いをする人は高濃度になる。バタワース装置を持つK丸ではこれらの $\frac{1}{10}$ 程度になっており、この装置の曝露濃度の軽減効果がみられる。

2) 尿中代謝物の測定値

トルエンとキシレンの尿中代謝産物である馬尿酸類の総濃度を、標準的な尿比重である1.024に尿の濃さを補正し、各採尿時機別に縦に一系列にプロットすると図2のとおり、作業後で明らかに高いことから、曝露による排泄の増加が認められる。

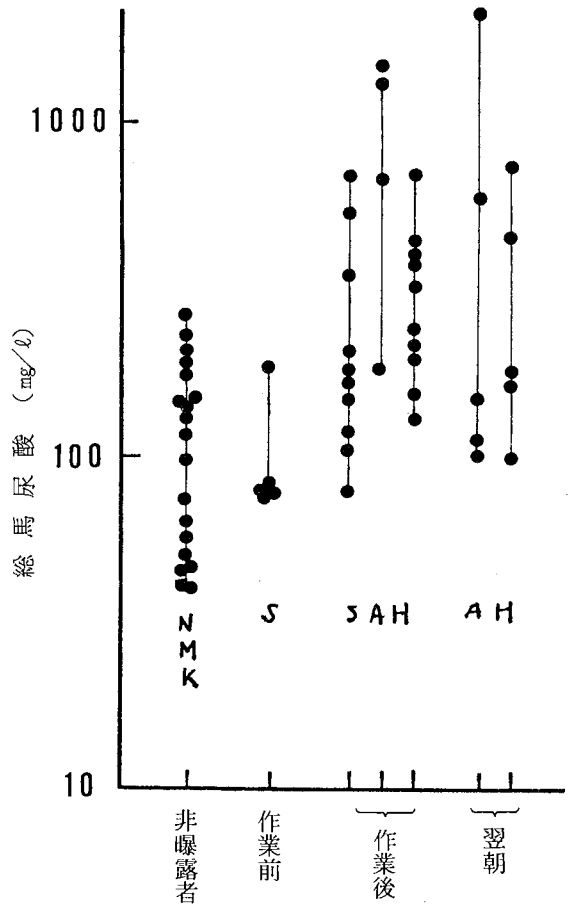


図2. 貨物取扱い作業前と作業後及び翌朝の尿中代謝物濃度、N、M、K、S、A、Hは船各略号

(総馬尿酸は、トルエン、キシレンへの曝露により増加する尿中代謝物、)

C. 無機ケミカル船、黒油タンカー(タール)の貨物取扱い作業と曝露の状況

1) 無機ケミカル船での有害物取扱い

塩酸タンク船は2個の隔離式のタンクとバラスト専用タンク、および密閉式のフロートゲージを持つ専用船である。積荷時の排ガスは密閉式で陸上に回収され、カーゴタンクへのバラスト漲水も行われない。したがって通

常の貨物取扱いにおいては、マニホールドの取外しの2分間以外は、塩酸のガスが外部に漏出することはない。マニホールドの取外し作業時の塩酸ガスの測定値は風の流れによって著しく異なり、検知されない場合から数十ppmまでになる。この作業では保護面を用いてできるだけ風上において作業しているため、ほとんど曝露することはない。しかし、風向の変動によっては数十ppmの濃度の塩酸ガスを吸入することになるので、酸性ガス用防毒マスクの装着が望まれる。

硫酸専用船の調査対象船は、荷役設備等は油タンカーと同様であるが、比重の大きい硫酸を積載するため、浮力を確保するサイドタンクをもつ。調査は、No.1, 3, 4タンクに濃硫酸、No.2タンクに発煙硫酸を積荷するとき、その揚荷役について行った。

積荷役作業は油タンカーと同様、測深管で検尺を繰り返しながらバルブ操作を行う。この間にマンホールのふたを1～2cm程上げてガス逃しを行っており、発煙硫酸のマンホール周辺と測深管、およびベントからは常時白煙状の硫酸ミストが漂っている。調査時に時々咳をしていたことから、一時的に5mg/m³程度（許容濃度1mg/m³）の濃度をこえているものとみられる。マンホール付近の白煙がみられるような所での作業には、酸性ガス用防毒マスクの装着が必要である。

2) 黒油タンカー（タール）での有害物取扱い

A丸は499GT型の重油またはタールを運搬するいわゆるダーティタンカーである。調査は、タールの揚荷役と重油の積荷役について行った。揚荷役はマンホールのふたを開放

して、液面を看視しながらバルブを操作して行う。マンホールにはフェノール類とみられる結晶が細片になって付着しており、発散する蒸気には刺激臭がある。トルエンを標準とした目盛の高感度可燃性ガス検知器によって、マンホール周辺の濃度を測定した結果、マンホールのふちで200～1000ppmであり、液面を看視している作業者の呼吸位置で80ppmである。ポンプルーム内では検知されなかった。積荷役ではポンプを使用しない外は、ほとんど揚荷役と同様の作業である。しかし、発散される蒸気の濃度は、残液から蒸発した蒸気が積荷で押し出されることと、重油の軽質分の蒸気の発生によって、揚荷役中の約2倍の値となり、マンホールのふちで1000～2000ppm、作業位置で200～700ppm、それより1m離れた待機位置で80～120ppmである。この測定値は高感度可燃性ガス検知器（トルエン校正目盛）による参考データであるが、かなり高濃度のフェノール類その他の蒸気が発散しており、これに間欠的に曝露していることが明らかである。したがって、蒸気の発散源近くでの作業時に有機ガス用防毒マスクを着用すると、有害物の摂取抑制によって効果的である。