

### III 船員の心肺機能に関する調査研究（第1年度）

#### 目 次

A	はしがき	70
B	調査方法	71
C	調査内容と結果	71
D	むすび	77

#### A. はしがき

##### 船員と大気汚染

船舶においては職場が海上にあるため大気汚染環境とはまったく関係がないように直感されているが、近年は積荷の種目が種々雑多になり各種の品目の積荷を取扱うようになって来ており、各々多くは撤荷が行なわれる。チップ、大豆、石炭等いずれも荷役中に非常に多くの粉塵を発生する。粉塵による人体影響は個人差が大きいいため、意外な環境においても塵肺症の発生がみられる。以上のことから船員の塵肺症についても単に接触する時間や機会が少ないということによってその発生の危険を無視することはできない。

我々はこの数年間自動車運搬船の環境調査を行ない、その結果、船艙内における大気汚染の人体に及ぼす害で、だれしものが気にし、注目しているもので、一酸化炭素汚染に勝って確実に人体に悪影響をするものに車輛排出ガス中の酸化硫黄、窒素の酸化物、炭化水素等の大気汚染物質があることを新たに認識している。

そこで意外に問題にならないようだが潜在的に影響するものに、車輛排出ガス中のカーボン

に砂塵の混合した粉塵が艙内に滞留していることをみとめざるを得ない。これは船艙内が構造上密閉された構造であるためであり、予想外の人体影響をもたらす塵肺症罹患環境となることを見逃すことはできない。

既述した如く船員の生活環境上における大気汚染問題は、主に各種固体撤積船で見られる粉塵の大気汚染がある。即ち、チップ、大豆、石炭、磷鉱石、ボーキサイト等、総ての撤積貨物の発塵によるものがある。

以上の該当船は碇泊中の荷役中のみであり、又荷役労働は港湾労働者の担当となっていることから船員生活のなかでは問題にされていないが、甲板上で荷役を担当する船員はもちろん、メカニカルベンチレータ入口を通して船室内に浸入する粉塵量が著しいこともあり塵肺症罹患が懸念される環境である。また露天の甲板であるということから、じん肺症発生の環境とは見られていない船員職場においても、粉じんを吸い込めばその分量によっては末梢気管枝以下の肺胞内にそれら粉じんはたまり、肺内に変化がおこり、線維化巣ができる病気になる。

船員の場合は前記のじん肺症を発する機会は総ての荷役中のほんの一時期に限られていると考えられても、人によっては鼻腔や気道の除じん機構の発達の悪い人や、内分泌機能による線維増生阻止の発達が悪い人がおりじん肺症にかかりやすいと考えられているので船員の如きわずかな粉塵の接触機会でも、度々の粉塵ばくろではじん肺症にかからないということは断言できない。

そこで我々は第一年度の本調査においてはまず粉塵吸入のもっとも定期的である自動車運送船を対象として調査を行なった。これら自動車運送船は荷役回数が非常に多く、沿岸航路船では長いものでも30余時間に1回、短いものでは50分～5時間に1回ずつ車輛の取り扱いがあり、この車輛の取扱い時の艙内では一酸化炭素、一酸化窒素、二酸化窒素、炭化水素、アルデヒド、ベンツピレン等、鉛化合物、硫酸化合物、炭素粒子、光化学オキシダント、悪臭原因物質などの汚染が強く、なかでも黒煙（炭素粒、すす）、砂塵等の粉塵が目立っている。

## B. 調査方法

調査に際しては、表1の通りの対象で行なった。すなわち5隻の対象船を選定し、うち1隻はコントロール船として沿岸客船で車輛荷役の

ないものを探った。

対象船の航路は東京発、北海道往復の航路2隻、ならびに東京発、九州の航路を選び、それらのコントロールとしては東京発～小笠原諸島行きの客船を選んだ。

調査方法は入港直後、接岸中に調査船へレントゲン車を持って訪船し、乗船し胸部レントゲン撮影、尿採取、血圧測定、脈拍数、スパイロ検査を行なった。レントゲン撮影は塵肺法規定に従って、焦点深度1.5m、電圧70KV以上で、最大呼吸位で行ない、肺部限局状異常影を追求し、肺気腫、線維化、胸膜べんら、胸廓変形、等の所見を行なった。

尿検査については特に本調査との関連は少ないが、塵肺という症状を発見究明するについて他の全身的な障害を測定し、全身からくる障害と塵肺症からの障害を区別して考えるために採用したものである。

表1. 調査船一覧表

対象船別	人数	重量	積載量	荷役時間	1ヶ月の荷役機会
MM	30	1,000	トラック乗用 62 150	2時間	20回
MR	23	9,200	トラック乗用 80 100	2時間	20回
SR	25	9,200	トラック乗用 80 100	3時間	20回
KT	25	3,100	—	—	—

## C. 調査内容と結果

### 1. 尿検査

尿比重、PH、BPB、Clの分析結果を検

討するため東京～北海道、川崎～日向と東京～大島の3航路別に各職種別の平均値を比較すると表2のとおりである。

表2. 尿検査航路別比較表

航路別	職別	比重	PH	BPB蛋白	Cl
東京 ー 北海道	甲板部	1.0265 (0.0089)	5.35 (0.79)	0.00553 (0.00618)	61.6 (22.9)
	機関部	1.0260 (0.0065)	5.37 (0.43)	0.00663 (0.00659)	53.5 (27.3)
	司厨部	—	—	—	—
川崎 ー 九州	甲板部	1.0267 (0.0026)	5.89 (0.66)	0.00510 (0.00205)	42.5 (6.9)
	機関部	1.0270 (0.0031)	5.28 (0.47)	0.00405 (0.00247)	43.0 (6.6)
	司厨部	1.0215 (0.0059)	6.35 (0.42)	0.00290 (0.00151)	50.2 (16.1)
東京 ー 大島	甲板部	1.0248 (0.0048)	5.53 (0.30)	0.00161 (0.00095)	62.6 (27.9)
	機関部	1.0220 (0.0066)	5.46 (0.50)	0.0030 (0.0032)	64.1 (27.0)
	司厨部	1.0236 (0.0047)	5.74 (0.46)	0.00150 (0.00047)	46.8 (6.6)

( )は標準偏差

a. 尿比重

尿比重を知ることによって尿量の変動を推測することができる。すなわち尿比重の増減で発汗の多少や蒸発の変化をみて労働量が推測できることになる。

本調査では東京～北海道の航路が東京～大島間の航路に比し全般にたかひのは、気温に比し労働量が多いため、または水分の皮膚からの蒸発量が多いことが推測できる。

b. 尿水素イオン値

尿水素イオン値ではその測定を酸性傾向とアルカリ傾向に大別して酸性傾向では運動量の増

加が考えられるが、本調査においてもっともアルカリ傾向を示しているのは川崎～日向航路であり次いで東京～北海道であり、東京～大島航路でアルカリ傾向に変動するのは本航路の労働量が少ないことを意味する証拠となるものである。以上の比較は、やはり労働負荷の多少を示しているものと思っている。

c. 尿BPB

BPBは労作性の蛋白尿を染色比色測定したもので、多い値を示すものは、労作性の負荷が大きいという判定をしている。この結果でも、東京～大島航路が各職種とも他船に比し低いこと

がわかる。全般的な値としてみるならば各船に特にたかいという値は認められず、むしろ全般として低い値である。ただし、東京～大島航路の如く出入港の多いものでは多少ばらついた値で大きい値もみられた。

#### d. 尿クロール量

クロール量は前述の説明の各項の他に尿の濃縮を知ることもできるが、その濃縮度で労作の強弱を推察することができる。尿クロール量で第1位は東京～大島航路で第2位は東京～北海道航路となっており、川崎～日向航路がもっとも低い値を示していた。

### 3. 肺機能検査

最近の船員の身体検査においても肺機能検査を必要とする気運がたかまって来ている。その理由の大きなものとして、自動車輸送が発達したため従来は海上勤務では考え得られなかった大気汚染とフェリー船員との関連が大きくなりあげられて来るようになったためである。また積荷の揚積専用船の進歩から、貨物の粉塵もはげしく船員の塵肺症に対する危険を無視することはできなくなって来ているためである。したがって大気汚染から来る肺障害の予防対策には肺生理学上の考慮を必要とすることを理解されねばならない。

肺機能障害の診断には肺機能検査を行なわねばならないが、その検査に先立って息切れや、たんもち等の問診が必要である。なぜなら単にスパイログラムで異常を認めるもののほか、息切れやせき、たんのある場合が多い。本検査においても、かぜをひきやすいものや、せきの出るもの、冬になるとせきが出る等という大気汚染が原因とおもわれている症状のものが少なくないのをもみても問診が必要なことは当然なことである

と思われる。

#### a. 肺活量

肺活量の測定は昔から行われており、できるだけ吸い込んだ位量（最大吸気位）からできるだけはき出した位量（最大呼気位）まで頑張っはき出させたガス量を肺活量ということはよく知られている。しかし、その正しい意味づけが案外知られていないようである。肺活量計を吹かせる場合にゆっくり吹かせるか、一気に早く吹かせるかで値も異なり、臨床的意義は大いに異なるのである。たとえばぜんそく、肺気腫など気道の閉塞症のある場合には、ゆっくりならかなりの量となるけれど、一気に早く吹かされると少なかったり、呼出する時間が延長することがある。健康人でも肺活量は年齢とともに嘗が減少するが、呼出時間は延長し、スパイログラムで見ると横にのびていることがわかる。このようなことは従来用いられてきた、ハッチンソン肺活量計ではわからない。そこで、スパイロメーターを用いて、スパイログラムを画いて測定する。

スパイログラムを画かせるにはスパイロメーターが必要であり、本調査に用いたスパイロメーターは **Benedict-Ro** 法という型のものと、極くかんたんな **Vitalor** のどちらかで行なっている。

こゝで肺活量検査の説明を加えてみると、肺活量の測定種目には次の如きものがあげられる。

#### (1) 呼気肺活量 **Slow vital capacity**

最大吸気位から、最大呼気位までゆっくりとできるだけ頑張っはき出させた肺活量である。

#### (2) 努力性肺活量 **Fast vital capacity or Foreed Expira-**

## tory volume (FEV)

最大呼気位から一気に早くはき出させた肺活量をいう。

### (3) 吸気肺活量

最大呼気位から逆に最大吸気位までできるだけ頑張つてゆっくり吸入させる吸気肺活量をいう。

以上、(1)、(2)、(3)は良く用いられる手技であつて、単に肺活量というときは測定した値の中の最大値という申し合わせになっている。

通常では、吸気肺活量が最も大きく、呼気肺活量がほぼ同じかやや小さく、努力肺活量はこれより大きい値となる。

なお肺気腫研究会のスパイロメトリーによる慢性肺気腫の基準はつぎの通りである。

あまい基準      きつい基準

1秒率    70%以下      55%以下

### d. 最大換気量

12秒間最大換気をさせて、1分間にどの位の空気を吸つたか、あるいは、はき出したかを検査するのが最大換気量(maximum Breathing Capacity)MBC(略記)である。正常では男子で85~150Lit/minで、MBCが正常ならば横隔膜は良好に働き、肺の弾性も良い。40Lit/min以下では肺気腫が疑われる。しかし40~120Lit/minの間では決定的な問題とはならない。

## 4. 肺機能調査結果

### a. 肺活量測定結果

実測肺活量について本調査では男子、年齢20歳~57歳迄のもの94名の測定を行つたものであるが、基準値3,000ml以下のものは1名であつて、その値は基準値に極くわずかな不足であるにすぎず、43歳の高い年齢に

ついても考慮するなら病的に有意なものもみなさなくともよいと考える。

標準肺活量から次の式によつて算定できる肺能力肺活量の正常値は、

$$\left(\frac{\text{実測肺活量}}{\text{標準肺活量}} - 1\right) \times 100\% = \text{肺能力肺活量}(\%)$$

15%以上ということになっており、それ以下になると一応病的な肺機能の低下を考えることになる。

本調査においてはMM丸のNo.8、No.22、SR丸のNo.14、No.15、MR丸のNo.16にその症状が認められているが、しかしそのうちMR丸のNo.16の-15.8がもっとも少ない程度であつた。

以上の結果を職場別に見ると、甲板手はMM丸に1名いるが、機関部でSR丸2名、MR丸1名と多く、司厨部はMM丸に1名であつた。年齢別では40代が2名、35歳以上が2名、27歳は1名であつたので、一応20代の前半のものにはみられないということになる。

### b. 努力性呼気曲線の検討

#### (1) 努力性肺活量

予備呼気量と最大呼気量を合計して二段肺活量といつている。一般には吸気肺活量、呼気肺活量、努力性肺活量の3種類が使われ、単に肺活量というときは測定した値のなかの最大値をいい、いわば肺の大きさを表わすものである。肺は短い時間になるべく大きな換気をする必要があるであり前述もした如く肺の大きさは大きくても、換気が悪ければ良くないので、こゝに努力性呼気曲線の分析が重要である。

#### c. 換気機能の検討

%肺活量と1秒率によつて換気機能の型を区分してみると図1の如くなる。

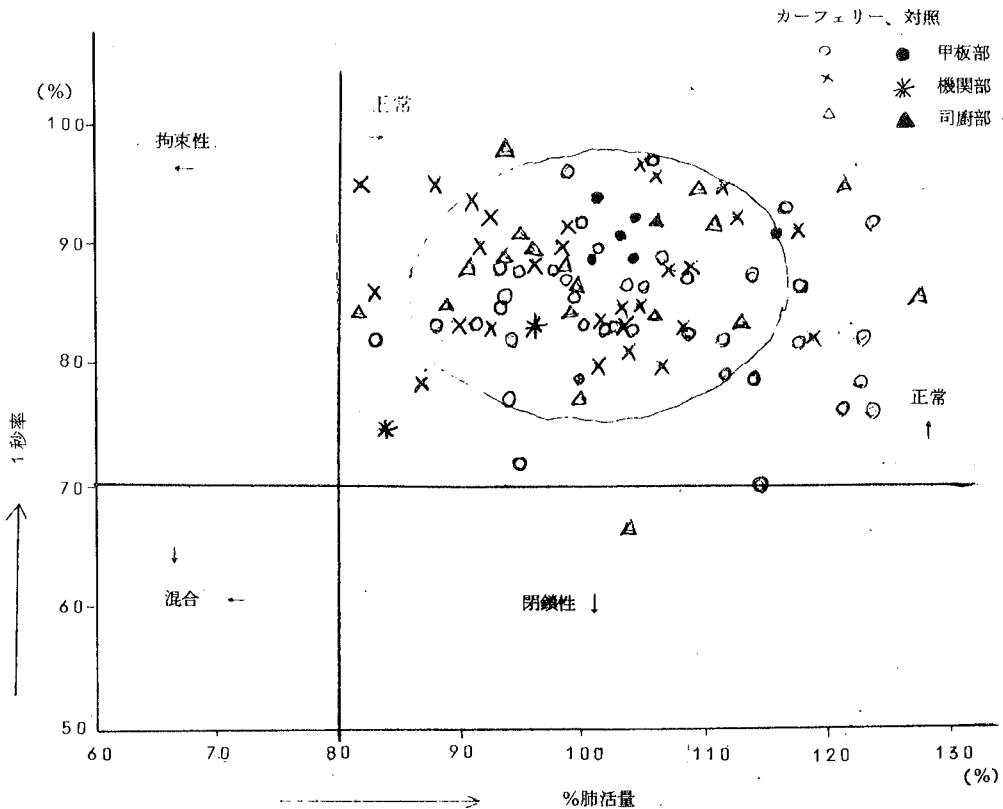


図1. 換気機能型

図中、円形の中に大部分が入り、これらは正常の値である。閉鎖性のもは、被験船員司厨部に1名、また甲板部の2名が、その境界近くにあるのがわかるが、さらに本図で、被験船員のなかには甲板部に1秒率の低いものがみられるが、拘束性、混合性のもは見当らない。

d. 気道閉塞の種類と程度

(トラッピング指数からみた気道閉塞の程度)

気道閉塞は完全閉塞と不完全閉塞に分けられる。気道の完全閉塞があればその肺胞内域は無気肺になり、機能的には呼吸面積が減少して拘束性障害のタイプをとる。例えば、ぜんそくなどで、気管支のれん縮症状をとまう場合は閉塞は不完全にちがいない。正常の場合でも気管

支は吸気時に拡大し、呼気時には狭少短縮するが、気道狭搾があれば呼気時には狭搾がおこり、呼気性呼吸困難となり、ゼイゼイすることになる。このようなときには空気が肺胞内にとらわれて肺は過膨張の状態になる。このようなものに肺機能検査を行なってみると、機能的残気量(FRC)は増加し残気率は上昇して来る。

前述の trapped airの程度は、スパイロ検査では、Air trappingの指数として定量的に次式によって示すことができる。

$$\text{Leslieの指数} = \frac{\text{吸気肺活量} - \text{呼気肺活量}}{\text{呼気肺活量}} \times 100(\%)$$

**Air trapping** の指数 =

$$\frac{\text{呼気肺活量} - \text{努力性肺活量}}{\text{呼気肺活量}} \times 100 (\%)$$

この指数が5%以上のときは有意な障害があると考えてよい。

本調査結果5%以上のものは、MM丸では№8の甲板手、№26のスチュワードの2名、SR丸では№19の操機手1名、MR丸では№18

の操機手の1名であった。以上はカーフェリー船員であったが、対照沿海旅客船員にも、№11の一機士に1名認められる。

以上の如く各船とも1名程度のAir trapping 指数の基準以下のものが認められたが、カーフェリー船員と対照船船員と比較してみると、カーフェリーに限り数が多いということはあきらかでなかった。

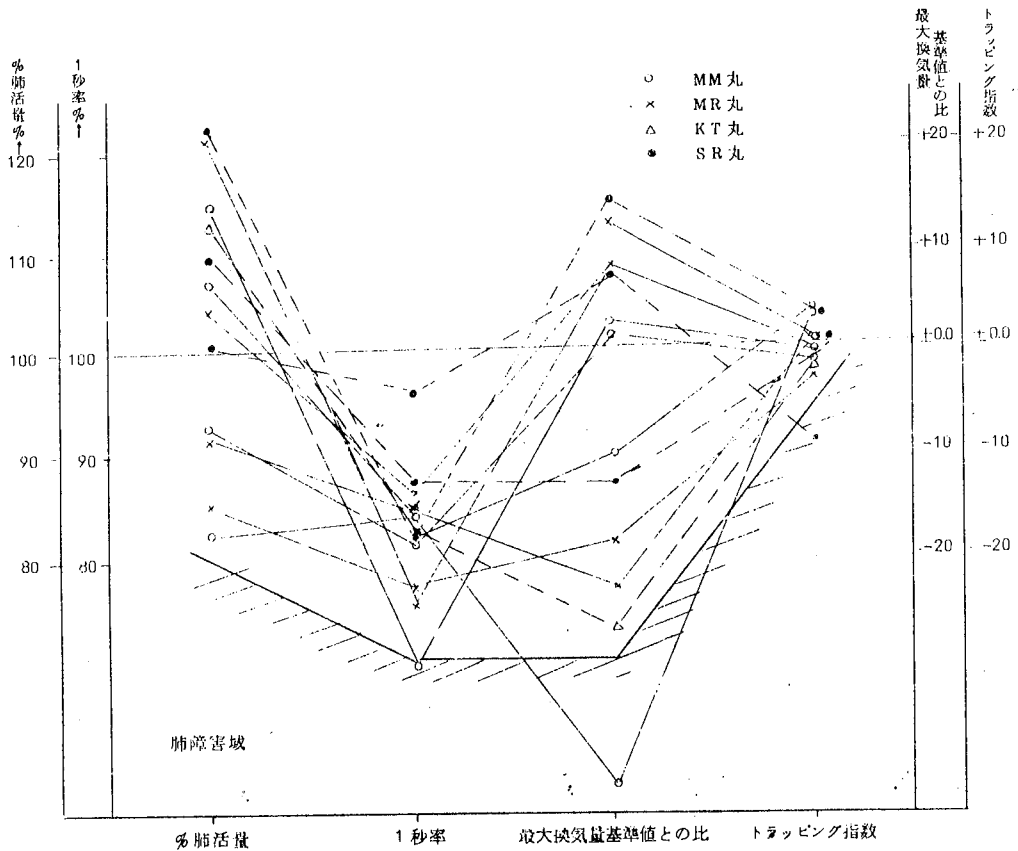


図2. レントゲン所見の認められたものの肺障害

## 5. 胸部レントゲン検査結果の検討

極く少数ではあるが、軽度障害がみとめられることは、フェリー船員にも塵肺があることがわかる。そこで被検船員のカーフェリー船員の就労条件と職歴を検討してみると、陸上の塵肺発生職場に比してその粉塵ばく露時間は、前掲の如くまことに短い時間である上に、職歴も短い。ここでは長距離フェリーでは3～4年の長い職歴の乗組員がもっとも多く、中距離では、5～6年の職歴が多い人数となっている。

粉塵ばく露機会は、近距離がもっとも多いことになり、他の中距離フェリー乗組員の職歴は本調査では行っていないが、意外に長い筈であるから近距離に準ずるものと考えられる。したがって長距離カーフェリー船員に比し、胸部レ線の塵肺所見の者が少ないのは奇とするものであり、この原因については今後追及し究明することとしたい。

塵肺は従来より陸上産業では問題となっており、環境によっては、出かせぎの1年2ヶ月の稼働でもX線4型の塵肺に全員が罹患したということが報告されている。この事実からすれば本調査結果もあり得ることを判明した事実であると考えてよい。

そこで前にもどって船艙環境からレントゲン所見を検討してみる。本調査における粉塵は前述した如く、大部分が車輛ディーゼルの排気管から排出される燃やし媒（微少カーボンブラック）で、10～30 $\mu\text{m}$ 以下の粒子が多く、その中には約10%程度の率で1 $\mu\text{m}$ をこえる大きさのものがあると考えている。有所見者の全部が0.8～1.5mmの粒状影で、肺尖部には陰影は認めておらず、肺門部を中心に左右に拡大した網状の様に認められ、陰影濃度は非常にうすく

判定に困難がある。

これらを職歴職別でみると2年以上の甲板部に所見がみられ、航路では長距離と短距離との区別なく、車輛積載量の大きいものに塵肺症状がみられる感が強い。また司厨部の如く車輛に関係がないと思われる職種に塵肺1pの症状のものが認められたが、この場合の職種との発生原因との関連はあきらかでないが、おそらく乗船以前の発症ではないかと考えている。しかし司厨部員も船客の誘導案内で船艙内に立ち入ることもあり得るが、該当者が1名なのでその発生条件については判定しがたく、今後の追及事項としたい。

次にレントゲン所見の認められたものに対する肺機能障害を图示してみると、図2の如くである。示されたもののうち、肺障害域に入るものは14名中3名になっており、呼吸機能障害の判定に有効な1秒率については80%を下廻るもの3名が認められている。その他の全て有意に低い値は見当らなかった。

この理由はやはり前述してきた粉塵の性格であって、粉塵がカーボンブラックを主体とする粉塵に起因するためであると云える。ただし、1名はトラッピング指数が-8.3%と低いものが認められている。しかし、この例のみでは、確実にじん肺症の肺機能低下とは決められないので、今後の調査結果によって検討することとしたい。

## D. むすび

本調査結果はカーフェリー乗組員67名と、その対照として沿海旅客船々員25名をもって塵肺調査を行なったものであるが、その結果、



程度は極く軽度ではあるが塵肺所見を認めるものが予想外に発見され、その程度は既述の区別の1 p型、Foに診断されるものを合計14名認めた。発症の船種別ではカーフェリー乗組員に大部分で14名中13名を占め、残り1名は対照船たる近海客船々員である。発症船員の職種別では甲板部が大部分であったが、その他機関部、司厨部にも各々1名の塵肺症と診断し得るものを認めている。

尿検査、血圧検査結果については塵肺症の症

状との関連性を見逃すことができなかったが、カーフェリー乗組員は対照船沿海客船々員に比し、脈圧が一般に少なく、特に甲板部にあきらかである。脈圧については直接塵肺症との関連はないことは前述の如くであるが、本件については次回に追及検討を行なうこととしたい。

(註) 塵肺法は52年にさらに細かく改正されているが、本報告書は旧法によって説明されていることを御承知願いたい。