

第 4 篇

船内設備に関する調査研究報告

船内換気装置の改善について

目 次

1 ま え が き	132
2 船室の容積と最小必要換気回数	133
3 自然換気方式の現状	134
4 機械換気方式の現状	138
5 船室の粉塵、細菌と換気	141
6 船室の温熱条件と換気	143
7 換気に関する船員設備基準規定	145
8 機械換気装置のある船の現状と、設計換気回数	146
9 む す び	151

1 ま え が き

衛生学上換気の問題は、会合などの場合多人数が一室に密集していると、空気の状態が悪くなるのは何故かということを中心に議論せられてきた。最初は人間の吐き出す息の中に有毒な物質が含まれるためと考えられたが、この説はやがて否定された。次に 1862 年 Max Von Pettenkofer 氏によつて CO_2 有害説が唱えられて、空気中の CO_2 濃度が 0.1 % を超えるときは、不快な現象を生ずることが多く、これを 0.07 % 以下に保つように換気することが主張された。其の後限度を遙かに超える場合があつても、不快、頭痛、倦怠、能率低下其の他の障碍は、他の原因による空気悪化によるもので、 CO_2 のためでないことは実験上及び生理学上明らかになつてきた。元来 CO_2 はあまり毒性をもたない瓦斯であつて、人間の肺臓の中には数%の濃度の CO_2 は常時存在している。この CO_2 が血液にもある程度含まれて、これが呼吸中枢を刺激するために正常な呼吸が営まれるのである。そしてこの血液中の CO_2 があまり少くなると、呼吸が自然に停止したり、その他いろいろの不快な現象が起るのである。そして CO_2 が人間に有害に作用するのは、その CO_2 濃度が数%以上となつた時だけである。0.1~0.2 % になる程度では殆んど害はない。

但し CO_2 の含有量は他の悪い条件と相伴つて増加するから、其の量の多少は空気の良否の程度を知る尺度ともなり、必要換気量算出の拠り所として、今日でも重視されている。

それならば多人数密集のときの不快感は何によるのか。この点についてはその後蒸し暑さが問題なのだと考えられるようになった。そしてこの蒸暑感は空気の温度、湿度、気流及び輻射熱によるのであつて、これらの温熱要因の綜合作用によつて定まることが明らかにされた。

その他に室内空気は時々いろいろな原因で汚染され、その汚染の状態に応じて、不快感を生じたり、

健康が害されたりする。即ち粉塵，有害瓦斯，微生物，臭気等があげられる。

鋳物工場では粉塵が発散し，化学工場では有害瓦斯が洩れ，或は臭気にみだされる。このような場合には，この汚染された空気を排除して清浄な空気と置換するために換気を必要とする。

要するに人間が作業し生活する建物内の空気状態については，第一に空気が清浄であること，第二に室内の暑さ寒さが適当な状態に保たれていることが必要なのである。即ちこの二つの要件を満たすことが換気の目的である。

以上のような換気に対する考え方を明らかにしておいて，Pettenkofer の CO_2 恕限度からはじめて船舶居室の換気について検討してみることにする。

2 船室の容積と最小必要換気回数

労働基準法安全衛生規則では，作業場について高さ 4m 以上の空間を除いて， 10m^3 の 1 人当りの気積，1 時間当り 30m^3 の換気を最低基準としているが，Pettenkofer の標準恕限度から考えられているのであろう。又換気回数を増せば換気量は次第に大きくなるが，反而換気回数が多すぎると作業場内の気流が非常に大きくなり，作業者はそのため不快を感ずる場合がある。即ち換気回数についてはイギリスでは冬季毎時 3 回以上の換気は不快な賊風を生ずるために避けるべきであるとされている。この点未だ疑問があるが 10m^3 の 1 人当りの気積もこの考えからきているのであろう。

船員室について安全衛生規則を直接比較検討することは，種々の点で無理であるが，船員室の設備或は環境衛生的施設がそれだけ重要視されなければならぬことは云える。即ちこうした狭隘な居室に設備されるものは，非常に合理的な効果的なものでなければならない。

表 1 は我が国の船舶の船室 1 人当りの容積の現状を調査したものである。

船長室では，すべての船が 10m^3 をこえるが，オフィサー室では 10m^3 すれすれのところにあり，1,000 トン以下の船では，はるかに少い。クルー室では 5m^3 の線を境にして，6,000 トン以上の船ではわずかにこれをこえているが，4,000 トン以下ではかなり低いところにある。オフィサー室，クルー室とも最低のものの平均値を示しているので，平均値はこれよりやや高いが，船室の容積のきゆうくつさはおおることが出来ない。

船室内では，ベット，机，ソファ，ロッカーなどの室内設備があるので，実際に有効な床面積および気積は著しく小さいものとなる。これを表 2 のように A 丸 (6,000 トン) C 丸 (2,400 トン) についてみると，床面積において 50~60%，容積において 14~25% がファーニチャーによつて占められている。

いま各船型について有効気積を室容積の 80 % とし，1 時間 1 人当り 30m^3 の換気量を必要とするとして，

$$(\text{換気量}) = (\text{室実容積}) \times (\text{換気回数})$$

の関係から最小必要換気回数を算出してみると、表3の通りである。クルー室では特に換気回数を多く必要とされ、8~12回も自然換気することは余程条件がよくないと困難であろう。

表1 船室の容積(最小値平均)

総トン数	隻数	船長室 m ³	士官室 m ³	普員室 m ³
~ 1,000	17	15.4	6.8	3.0
~ 2,000	3	26.4	10.7	3.9
~ 3,000	21	27.1	7.6	3.7
~ 4,000	13	40.9	11.3	4.4
~ 5,000	21	43.0	10.8	4.8
~ 6,000	5	40.7	12.4	5.3
~ 7,000	34	48.8	11.3	5.5
~ 8,000	29	50.6	9.9	5.8
~ 9,000	8	60.7	11.7	5.3
~ 10,000	9	53.8	15.4	6.2
10,000~ (タンカー)	9	52.7	13.3	6.9

表2 船室におけるファニチャーの占める比率

A 丸	面積比%	容積比%
一航室	43.4	14.3
操機長室	56.9	17.8
操倍手室	49.8	15.1
機関員室	58.5	22.3
C 丸		
船長室	56.1	17.8
二航室	48.8	15.6
甲板長室	66.5	20.9
操機手室	57.2	17.3
機関員室	60.0	25.4

表3 所要換気回数

船型トン	船長室	士官室	普員室
~ 1,000	2.4	5.5	12.5
~ 2,000	1.4	3.5	9.6
~ 3,000	1.4	4.9	10.1
~ 4,000	0.9	3.3	8.5
~ 5,000	0.9	3.5	7.8
~ 6,000	0.9	3.0	7.1
~ 7,000	0.8	3.3	6.8
~ 8,000	0.7	3.8	6.5
~ 9,000	0.6	3.2	7.1
~ 10,000	0.7	2.4	6.1

3 自然換気方式の現状

船室はその構造が密であるため、陸上の建物に比べて自然換気量は極めて少い。夏は舷窓が開放されるので風通しがあるが、冬は舷窓が閉ざされていることが多いので特に換気が悪い。冬期の自然換気船について二、三実験調査した結果についてみよう。

その一例として、表4は自然換気による総トン数 6,700 A 丸について、冬季いろいろの時間に採気し、CO₂ を調べて気積と CO₂ 濃度の関係を示したものである。その結果午前8時にはほとんどすべての室が 0.1% の恕限度をこえ、特に大部屋では著しく高い値を示している。これを時間経過で追つ

てみると雑居室では、0.1%を下ることはないという状態であつた。

即ち冬期においては特に下甲板の各室は常時自然換気力が不足で、 CO_2 濃度は0.1%を上廻り、殊に朝にあつては就寝中の増大の影響がはつきりして甚だ不良な状態にあるわけである。

表 4 A丸船室の容積と CO_2 濃度 (冬季自然換気)

室名	容積 m^3	測定時刻					
		8.00	12.00	14.00	16.00	18.00	22.00
甲板員	7.8	0.260	0.136	0.179	0.106	0.122	0.152
		0.238	0.082	0.099		0.100	0.107
		0.187					
		0.131					
機関員	7.8	0.151				0.096	
操舵手	8.4	0.205					0.183
		0.176					
		0.102					
司厨員	8.8	0.203					
航生	11.0	0.079					
		0.125					
操缶手	14.4	0.176	0.093	0.105	0.094		
		0.162					
甲板長	18.7	0.090					
二機	20.9					0.111	
事務長	24.0	0.095					
一航	29.8					0.087	

次に夏季の自然換気船の実態はどうであろうか。第5表は1944年建造、2TL改造10,092G/TのS丸について、早朝各室の室内空気を採取し、その CO_2 濃度を測定したものである。その測定結果からみると、早朝時であつてもポルト或は扉等が開放してある室は CO_2 濃度は低い。しかしこれを室内の温度条件と併せて考えると、室温を外気温程度迄低下させるという換気の意味ではまだ充分ではない。

室内の CO_2 濃度が時間の経過と共に高まつていく度合によつて、その室内空気がどれ程外気と置換されるか判る。図1は4-F/M室において停泊時に、夏季自然換気方式のみで居室の換気量を測定した結果である。

室容積は 14.41m^3 、ファニチャーを控除した実有効気積は 10.94m^3 、寝台数4であるが、実在員は3名で、1人当りの気積は 3.65m^3 である。この室に3人在室し、室の換気条件は、ポルト2開放、扉全開、扇風機使用、天井換気孔開放という夏季の実態にし、室内の CO_2 濃度の逐時の変化を測定

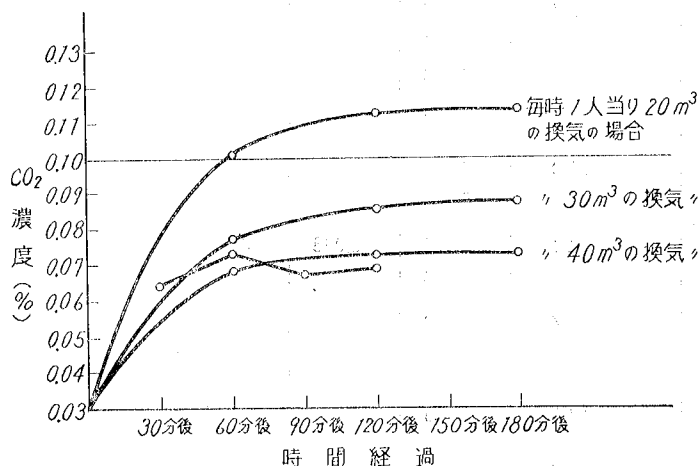
表 5

S丸船室の CO_2 濃度 (夏季自然換気)

午前 6 時 停泊時

No	室名	条件	CO_2 濃度
1	6-F/M	ボルト 2 閉, 扉開, 2 人就寝中	0.059
2	2-DONKEY	ボルト 2 開, 扉閉, 2 人就寝中	0.061
3	2-Q/M	ボルト 2 閉, 扉開, 1 人就寝中	0.057
4	CARP	ボルト 2 閉, 扉開, 1 人就寝中	0.060
5	No 1 OILER	ボルト 1 閉, 扉開, 1 人就寝中	0.060
6	J 2/E	ボルト 2 閉, 扉開, 1 人就寝中	0.059
7	3-DONKEY&OILER	ボルト 2 開, 扉閉, 2 人就寝中	0.051
8	PURSER	ボルト 2 開, 扉閉, 1 人就寝中	0.071

図 1 4-F/M 室の換気についての実験結果



した。即ち毎時 1 人当りの CO_2 排出量を 17l とし、 CO_2 濃度 0.03% の外気で平均的に換気される場合の 1 人当りの換気量条件と CO_2 濃度の関係と、実際に見られた CO_2 濃度を示している。これらの室では大体毎時 1 人当り $30\sim 40\text{m}^3$ 、室の換気回数からみると毎時平均 $8\sim 10$ 回程の換気があることが推察される。

開放的な夏期にあつては外気の風向、風速、温熱条件によつて、又は停泊時と航海時によつて換気量に大きな相違がみられる。しかし一般に以上のような換気条件では換気は充分なされ CO_2 濃度からみれば問題のない換気量があると云えるであろう。

一般に夏季にボルト、或いはドアが開放されていると、換気は良好であると云えるが、換気条件により如何に CO_2 濃度が変化するかを検討してみよう。

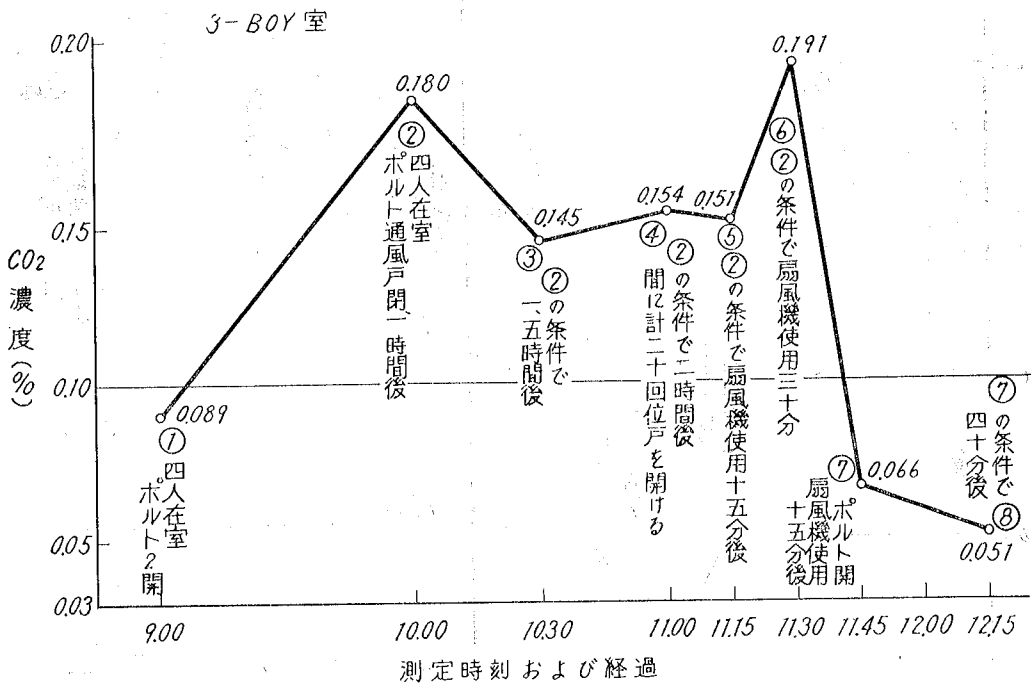
図 2 の 3-BOY 室のように換気条件を悪くすれば、当然 CO_2 濃度は増大して行く、即ち、ボルト、ドア等が閉鎖してあると、上部の通風孔、或いは隙間等からの自然換気だけでは不充分であること

が知られる。実験結果で1時間~2時間の時間経過と、 CO_2 濃度の増大が必ずしも平行でないのは、その間に頻繁にドアが開けられたためである。換気輪道を作らずにただ扇風機を使用しただけでは、換気効果には殆んど影響がない。ポルトを開放して換気輪道ができると、自然換気量は急に大きくなり、 CO_2 濃度は短時間にずっと低下してくる。

図3は4-司厨員室についての実験結果である。

この室の1人当りの気積は 3.22m^3 、実験時は在室3人であるから1人当り 4.43m^3 である。

図2 室内換気条件と CO_2 濃度



従つて CO_2 濃度0.1%以下に保たれるためには、毎時7回程度の換気が必要であろう。結果をみると、1人当りの気積が小さいだけに、換気条件を悪くすると、 CO_2 濃度は急激に増大し、又室温も上昇して行く。ドア、ポルトが開放されると急速に換気が行われ、室温も低下している。ポルト上部、ドア上部にある小さい換気孔或いは隙間だけでは、充分な換気効果がない。

夏季においても雨天とか、風速がなく、外気条件が悪い場合は、 CO_2 濃度が0.1%を上廻る事もある。図4はこのような外気条件の時の一例であるが、ポルト等を閉鎖して換気条件を悪くすると CO_2 濃度は急激に増大している。このように船室にあつては、換気孔が非常に大きな役目を果していることがわかる。

図3 室内換気条件とCO₂濃度
4-司厨員室

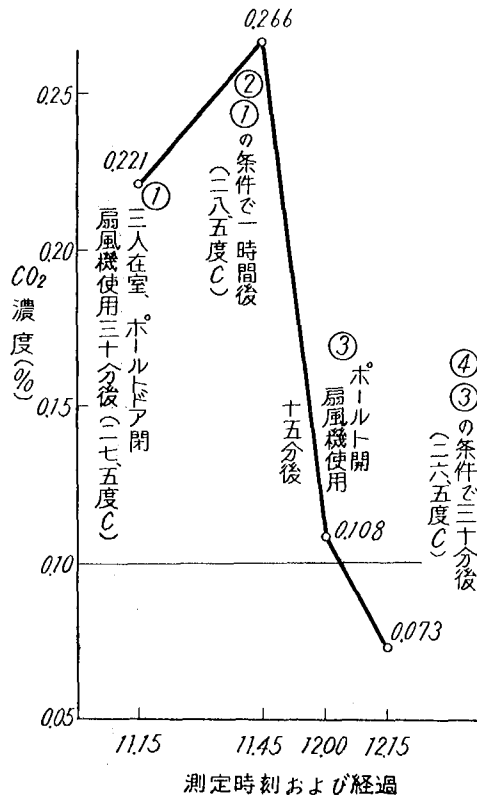
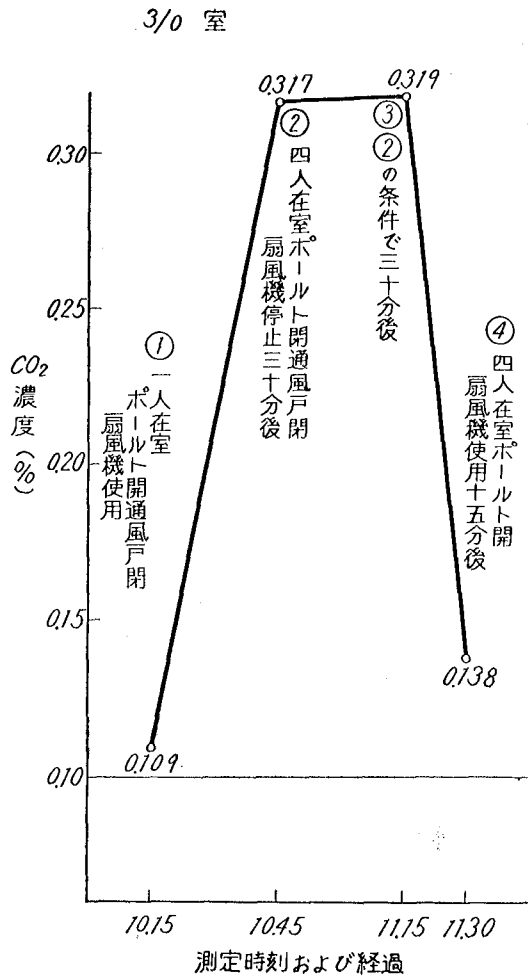


図4 室内換気条件とCO₂濃度



4 機械換気方式の現状

冬季総トン数 6,700 トンの機械換気装置を有するY丸について、起床前午前6時30分における各室のCO₂濃度を調べたところ、表6の通りほとんど0.1%以下であった。早朝起床時で就寝によるCO₂濃度の上昇の大きい時間であるがCO₂濃度は前記A丸に比べてかなり低い。

機械換気による給気を停止した場合、室内の換気量の低減に伴うCO₂濃度の変化を実験的に測定してみたところ次のような結果を得た。

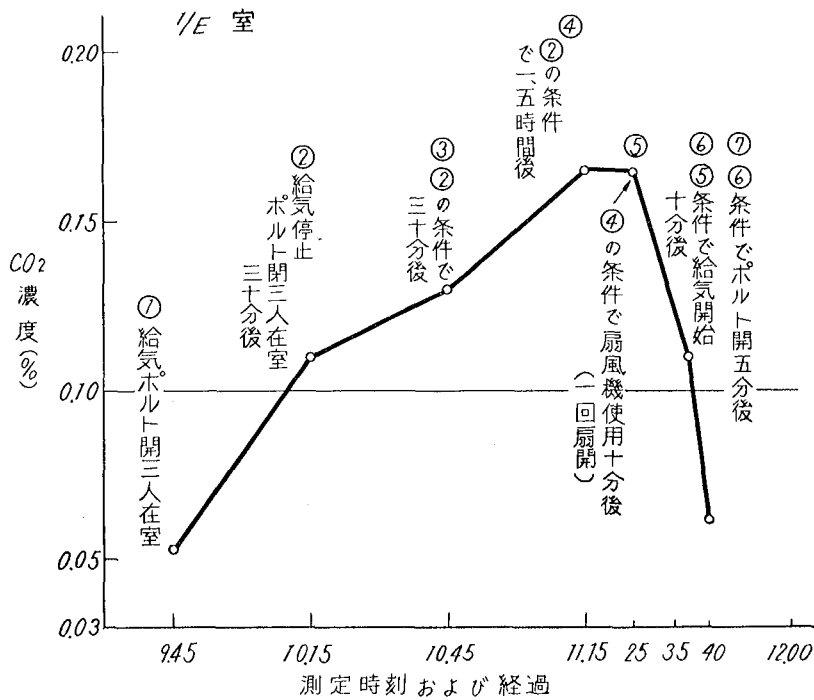
図5は新造大型タンカー船R丸での測定結果である。各居室に給気ダクト方式による機械換気設

備があり、1~2 個の給気方向を変え得るノズル（給気孔）により、天井部から外気が給気される。
 （各部の給気は前部 3P1 台、後部 3P1 台、機関部 3P1 台で、比較的給気容量は大きい）

表 6 Y丸船室の容積と CO₂ 濃度（冬季機械換気）

室名	容積 m ₃	測定時刻	
		6.30	22.00
司 厨 員	5.2	0.071	0.051
甲 板 員	5.9	0.070	0.035
操 作 手	7.9	0.053	0.083
航 生	8.8	0.058	0.080
三 機	15.9	0.084	0.082
三 通	18.7	0.102	0.064

図 5 室内換気条件と CO₂ 濃度



メカベンによる給気を停止し、ポルトを閉じ、換気条件を悪くした場合、CO₂ 濃度の上昇、それに伴う空気の汚染度の増大が明らかである。又扇風機を使用するのみではそれ程換気が促進されない。給気を開始すると、10 分後には CO₂ 濃度はずつと低下し、さらにポルトを開放すれば、5 分間で室内空気は殆んど完全に換気される。一般に空気の汚染度からみて、機械換気設備は非常に有効である

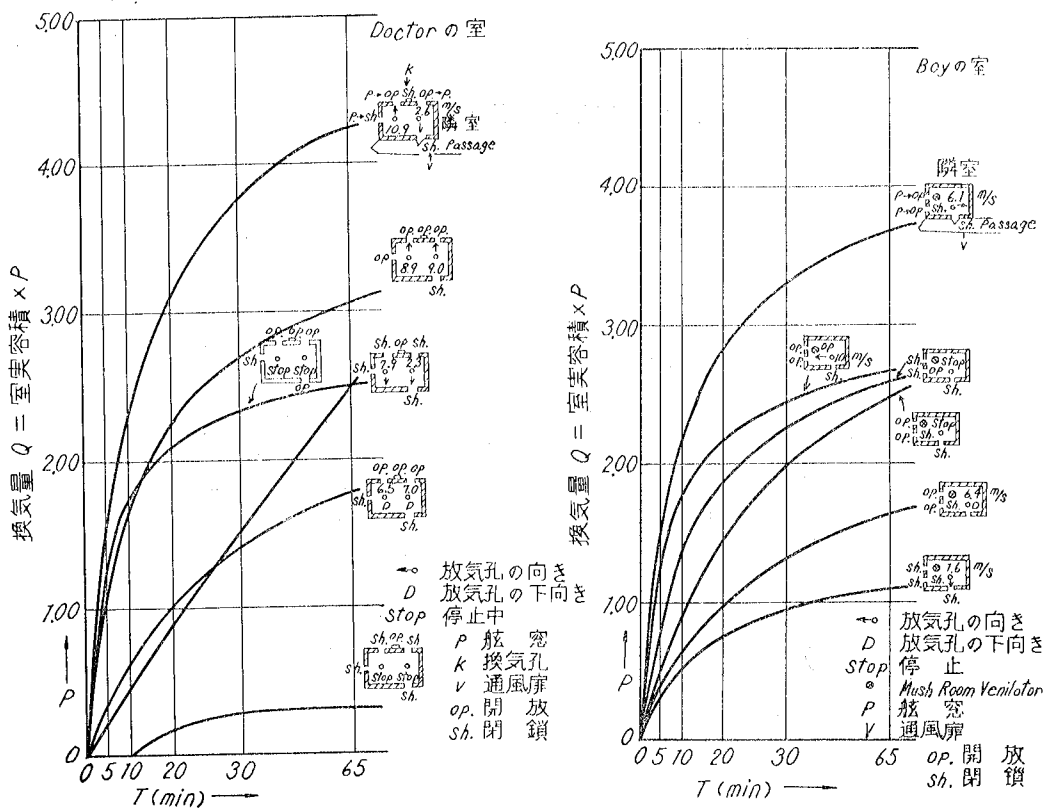
と云える。

次に自然換気と機械換気が同時に行われた時の換気効果について考えてみる。

図6は、 CO_2 量の減少量によつて換気量を求め、時間の経過と共に、換気量の増加の仕方を、種々の条件の下に比較したものである。

この船の居住室のパンカールの大きさは $8\text{cm}\phi$ であり、最大風速は 10m/sec 内外で、放気孔の向け方により、放出空気量が調節できる。換気回数は $8\sim 10$ 回/h で設計されているので、各室の最小限必要換気回数に照して充分であると云える。然しながら同じ居住室においても、舷窓の開閉、放気孔の向け方、風とり、換気口等の状態によつて、その実際の換気回数は異つてくる。

図6 船員居室の換気効果



測定方法は、所謂 Pettenkofer 氏法といわれる CO_2 量の減少量によつて換気量を求めたものであり、室内空気の採集は種々の制約を受けたので、室の中央のみで採集されたものである。

機械換気装置の設計換気回数（放気孔よりの流出空気量を室容積で割つたもの）と、この方法による測定換気回数との関係については、未だ疑問とする処であるが、設計換気回数が如何によつても、その換気方法が悪くては、十分な効果をあげることはできない。

我が国の船舶では、機械換気方式が未だ試験的段階にあり、多くの未解決の問題が残されている。

5 船室の粉塵、細菌と換気

室内空気の汚染度並びに室内換気状態の良否を知る一方法として、空気中の塵埃及び細菌について考えてみよう。

実船における実測の結果は表7の通りである。労働省通牒による恕限量は一般粉塵については1000/ccである。又石川氏による粉塵濃度の恕限度によれば表8の通りである。又労研の三浦氏の提唱する発塵係数とは

$$\frac{(\text{室内粉塵数}) - (\text{戸外粉塵数})}{(\text{戸外粉塵数})}$$

を以つて表わし、発塵係数1を基準にして、1以上を発塵ありとして換気不良、1以下を換気良好としている。一般に海上にあつては当然空気中塵埃は非常に少くなり、従つて船内にあつても石炭を使用する船のボイラー室等は別として、陸上に比して極めて少いのが普通である。これは外気の清浄である結果である。東京郊外で比較的空気の澄んでいるといわれる地域の労研で、室内粉塵数が200~300位である。都心では屋外の空気でも概して多く、春先空気が乾燥して風も強く、空気がひどく濁つてみえるような日は1,000を超えることもある。航行する船の甲板では、大平洋に出ると、50~40といった程度で最も清浄な空気と云いうる。

表7 船室の粉塵

測定場所	船別	SP丸 (ディーゼル機械 タンカー換気)		AK丸 (ディーゼル 自然換気)		UZ丸 (燃料 自然換気)	
		粉塵数	発塵係数	粉塵数	発塵係数	粉塵数	発塵係数
外	気	30	(印度洋)	92	(伊勢湾)	55	(本州東岸)
船	橋	45	0.5			59	0.1
航	海士	45	0.5				
甲	板部員	35	0.2	760	7.3	270	3.9
汽	缶					716	12.0
機	関	40	0.3			2,610	46.4
機	関	105	2.3	140	0.5	3,445	61.5
機	関	152	4.1				
機	関	48	0.6	250	1.7	255	3.6
機	関	50	0.7				
機	関	50	0.7			225	3.1
無	線	45	0.5				
調	理	40	0.3	420	3.6	350	5.4
司	厨			160	0.8		
司	厨					399	6.3

表 8 粉塵濃度の恕限度

1cc 中の粉塵数	濃 度
100 以下	清 浄
100—200	軽度発塵
200—400	中等度発塵
400	恕 限 度
400—800	高度発塵
800 以上	危険度発塵

しかし船では一般に通風モーター、サーモタンクの位置についての研究が足りないのか煙突の近く、調理室、便所の空気抜きの近く等に取付けられることがあつて、風向きにより煙突の排気瓦斯を吸引したり、臭気を吸引して、折角の機械換気装置もかえつて悪い結果を招くことがある。外気は清浄であつても、吸気孔の設備個所が不適当なために、逆効果になることがあるから、設備に

あつてはこの点よく考慮しなければならない。

換気状態を発塵係数からみても、機械換気のある船に比べて自然換気方式のみの船は、発塵の程度がかなり著しいことがわかる。

近年水爆実験以来放射能を含んだ塵埃(死の灰)に特に関心がもたれ、その対策が研究された。機械換気装置にフィルターをつけて防塵することが、換気と合せて重要な課題となりつつある。

大気中の細菌は大多数は種々の糸状菌及び芽生菌であつて、分裂菌が次いでおり、この分裂菌の大多数は球菌である。一般に病原菌はごく少数であると考えられるが、汚染度のひどい空気中にはこうした種々の細菌の多いことも当然であつて、汚染度の一つの指標となる。

船室の空气中細菌数についてみると、表9の通りである。これは陸上のオフィスにおける調査例と比べてみても、特に良好な状態とはいえない。空气中細菌数についても、機械換気を行つている船が良好な状態がうかがえる。但し空气中細菌数により相対的に換気状態の判定にするだけであつて、細菌数は少なくて問題にならない。

空气中細菌数の判定の指標を垂木氏の表によつて示せば、表10の通りである。

表 9 船室の空中細菌(48 時間培養)

室 名	S		A 丸	U 丸
	マラツカ海	カ 峽 ベルシヤ 湾	日本近海	日本近海
外 船	2	7	3	9
橋 室	4	4	6	
無 線	6	12		
機 関	3	4		
調 理	5	4	6	14
サ ロ ン	3	9		
航 海	15	5		
機 関	3	8		8
甲 板	2	9	10	15
機 関	11		34	26
司 厨	16	12		41

表 10 空中細菌の判定

個 数	判 定
30 以下	清 浄
30 ~ 50	軽度汚染
50 ~ 100	中等度汚染
100	恕 限 度
100 以上	高度汚染

6 船室の温熱条件と換気

人間が作業し生活する建造物内の空気状態については、第一に空気が清浄であること、第二に室内の温度が適当な状態に保たれていることが必要である。この二つの要件を満たすことが換気の主要な目的なのである。今迄は空気の清浄を中心として述べてきたのであるが、一歩進んで温熱条件から換気を考えてみよう。

図7は5,000トン型のA丸と、2,400トン型のC丸について、夏季アツパーデッキ各室の気温を測定し、外気温と比較したものである。これによると、室温は外気温よりかなり高いことがうかがわれる。殊にこの傾向は小型船にいちじるしい。その原因は、船は汽罐、機関等大きな発熱体をかかえているが、船室はこれらをかこんで配置されているので、これらの熱の伝導によつて室温が高まる。また日照によつて、デッキから室の天井へ、あるいは外板を通じて側壁へ熱が伝えられる。室が狭いこと、換気が悪いことが、これらに拍車をかけ、居室を一層住みにくいものになっている。

図8は夏季A丸(6,700トン)において、デッキの位置によつて温度差がいちじるしいことを示したものである。最上部のポートデッキにある室でも2~3°Cの温度差を示している。

ポートデッキの各室では主として、日射によるデッキ裏からの貫流熱によるものである。また下方のデッキに行くほど温度が高くなるのは、汽罐、機関の影響と換気の不良によるものと考えられる。即ち少なくとも外気温の近くまで室温を下げようするためには、機械換気装置によつて換気をよくしなければならないことがうかがわれる。

換気不良の害として気流の不足ということがあるが、気流は温熱要素の一つとして暑さ寒さを左右し、気温が体温より著しく高い場合を除き、一般に気流のある方が涼しい。しかも気流の働きはかかる点にあるばかりでなく、皮膚に対する機械的刺激としても有効に働いている。

船室内における不快感の一つにデッド・カームがある。従つて全く気流のない状態をさけて、常に何がしかの気流を持たせることが必要である。特に夏季には機械換気でしごきやすくする必要がある。前に扇風機が換気には余り効果が無いことを述べたが、涼風を得て身体を快感状態におくのに大いに役立つ。生体に対しては一定の刺激が持続的に作用すると、それはやがて刺激として作用しないようになる。したがつて気流はなるべくリズムカルに変化するものであることが望ましい。そういう意味では、室の換気に直接有効でない扇風機も、首を振らせて使用すれば快適となるのである。しかし気流の強すぎるのも勿論好ましくないので、気流も適度であることが大切である。

なお、扇風機を舷窓と結びつけて、給排気に利用することによつて、大きな換気効果をあげることができる。

室内の空気状態を快適に保つためには、温熱条件を適当に調節することが大切なのであるが、船

図7 船室の温湿度(夏季)

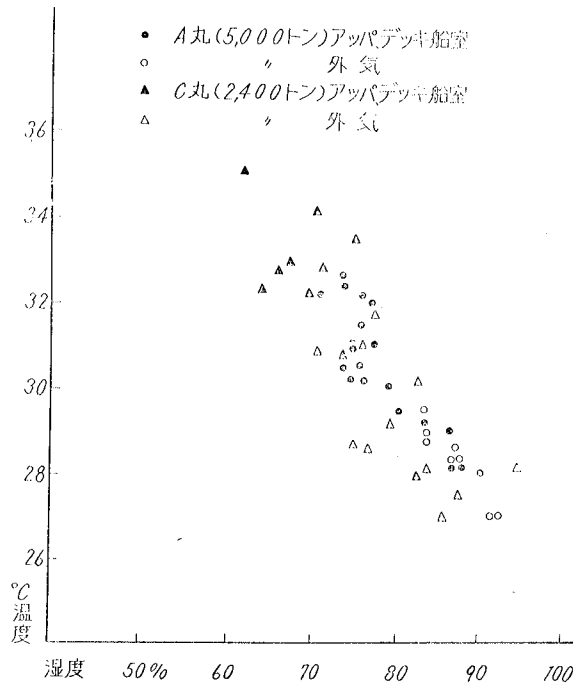
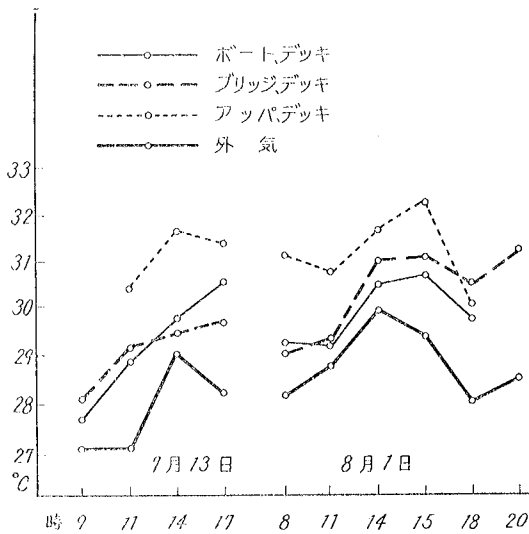


図8 デッキの位置による温度差 (A丸自然換気)



の場合気候の激変に見舞われることが多く、数日で 20°C を超える気温の変化を受けることはめずらしくない。試みにペルンヤ湾航路における W丸の記録によると、外気は 45°C をこえ、機関室では 50°C に達している。ペルンヤ湾は世界最高温度 47°C の記録をもつ砂塵が吹き込む猛暑地である。6~9 月は一滴も雨が降らず、昼間は 35°C が普通で、深夜になつても 30°C を下らない。

このような気候条件の下では、普通の方法で快適な気候に近づけることは不可能と思われる。冷房装置を行う以外方法はないであろう。寒さは一般に暖房によつてすでに充分調

節されているが、冷房装置はまだ殆んど普及していない。

居住性の問題で、暑熱による苦しみは最も深刻なものであり、機械的な換気装置に附随して、冷房の問題を充分検討しなければならない段階に置かれている。

7 換気に関する船員設備基準規定

最近の新造船においても、戦前の船舶に比べて、設備は著しく改善されたが、その一部においては不合理な施設も見受けられる。これはわが国の船舶の船員設備に関して、従来全般的な基準がないことに起因する。換気に対しても至つて実状に適さないものである。

一方近年諸外国においては、船舶の設備の進歩は著しいものがある。イギリス、アメリカ等の一流海運国はもとより、他の外国においても、1946年シヤトルにおける国際労働総会で採択された船員設備条約に準拠して、法令を制定している。

かかる国際情勢において、わが国が国際労働機関 (I. L. O) に復帰加入した現在、国際信義の見地からも、シヤトル条約をできるだけ早く批准することは、公正な国際海運界への復帰を促進するために極めて必要なことである。

この目的に沿つて船員設備協議会が、昭和27年に設置され、船員設備基準案が出来た。この船員設備基準案並びにシヤトル条約の換気に関する規定を列記すれば次の通りである。

シヤトル (ジュネーヴ) 条約	船 員 設 備 基 準 案
第7条：	
(1) 寝室及び食堂は充分換気しなければならない。	(1) 居住設備の換気装置は如何なる天候及び気候にあつても、室内の空気を新鮮に保ち、且つ空気の流通を充分ならしめるものであること。
(2) 通風装置はいかなる天候状態にあつても、空気を満足な状態に保ち、且つ空気の流通を充分ならしめるようこれを操作しなければならない。	(2) 定期的に熱帯地方及びペルシヤ湾を航行する船舶の居住設備には、機械換気装置又は電気扇風機のいずれかを備え付けること。
(3) 熱帯地方及びペルシヤ湾の航行に定期的に従事する船舶には、機械通風装置及び電気扇風機の双方を備え付けなければならない。但しこれらの装置の中、片方で充分な通風を確保できる場合については、片方のみを採用することができる。	(3) 前項以外の船舶の居住設備には、機械換気装置又は電気扇風機のいずれかを備え付けること。
(4) 熱帯地方以外に就航する船舶には、機械通風装置か、電気扇風機の何れかを備え付けなければならない。	(4) 居住設備の室内に二個以上の自然換気口を設け、その大きさは居室において1人につき出口入口とも各 39cm ² 以上であること。
権限ある機関は、北半球又は南半球の寒冷水域	但し1個の換気口の最小限の大きさは 156cm ²

に通常使用される船舶には、この要件を免除することが出来る。

- (5) 第3項及び第4項により要求される通風装置の動力は、実行し得る限り、船員が船内において居住し、又は労働しているときに必要な場合には何時でもこれを利用し得るようにしなければならない。

であること。

- (5) 居住設備の換気口の位置及び構造は、空気の流通を良好ならしめ、且つ室内の居住者に不快を与えないようにすること。
- (6) 便所からの排気は、直接大気中に導くこととし、その換気装置は他の船員設備の換気装置と別個のものとする。

8 機械換気装置のある船の現状と設計換気回数

調査の対象となつた船舶は、5~10次船の日本船舶113隻、1950~1956年の輸出船舶71隻である。表11、表12は換気装置種類別分類である。日本船にあつては、6次船から、サーモタンク式機械換気方式が採用され、漸次この方式が多くなつていく。一方一部自然換気一部機械換気方式及び自然換気方式も未だ多い。

表13は11次船航路別換気装置分類であるが、自然換気のみ船舶が多い。12次船に至つては、造船原価切下げのため、造船合理化審議会において、船員の居住性関係の設備が簡素化され、機械換気装置の減少する傾向にある。

輸出船では、自然換気のみ船舶は極めて少なく、サーモタンク式機械換気方式が大半採用されている。そして空気調節 (air conditioner) の方式に移りつつある。

尚空気浄化装置の有無について調べた結果、輸出船にあつては日本船に比べて有るものが多く、又年次別にも増えている。

空気浄化装置によつて清浄な空気を確実に供給することは、健康上必要である。同時に給気吸込口の位置は、機関室、調理室、浴室、便所等からの影響の無い場所を選ばなければならない。度々給気吸入口の金網に、真黒な油滓状のものがつまつていることに驚かされるが、常に空気浄化装置を清浄に保つために、手入をおこたつてはならない。

次に機械換気装置のある船舶で、換気回数設計基準の現状を調べてみた。結果は表14の通りである。

高級士官、下級士官、サロン、メスルーム、普員食堂では、日本船、輸出船共に10~15回で、16~20回がこれに次ぐ。概して輸出船の方が換気回数が多い。

調理室は、輸出船では排気方式のみのもので、給排気方式併用のものが採用されている。

日本船は給気方式のものが大半であり、換気回数から云つても著しく劣つてゐる。

配膳室、浴室、便所においても、日本船の場合換気回数は少い。又給気方式のみのものが多い。浴室、便所は排気方式のもののみである。

本調査で、日本船は輸出船に比べて、調理室、配膳室、浴室、便所の換気装置が特に悪いことが判る。諸外国の船員設備基準には、換気回数についての具体的な規定は無いが、第二次大戦中、アメリカ合衆国新造船船員設備基準（1943年）には、具体的に定められている。

その中から機械換気装置関係のものを抜き出してみると、次のようなものである。

『すべての居室及び食堂は室外の周囲の温度より 7°F (3.9°C) を超えないように保持できる機械換気供給装置を設けなければならない。

換気は最小1時間10回、6分間に1回より少くなくてはならない。

便所、浴室、雨衣ロッカー及びこれに類似の場所は、1時間15回、4分間に1回十分に機械換気排出装置を設けなくてはならない。

調理室及び配膳室は、室外の周囲の温度より 15°F (8.4°C) を超えないよう保持出来る、充分な機械的給気及び排気装置を設けなければならない。

この換気は、少くとも給気において1時間20回、3分間に1回、排気において、1時間60回、1分間に1回しなければならない。

以上の場所に用いるすべての換気の供給装置は、その場所が乾舷甲板下にあるときは、荒天においてもこの装置を閉鎖せずに作動出来るようにしなくてはならない。』

これらの規定によると、新造船にはすべて機械換気設備をなすべきことを規定している。

しかも調理室と配膳室については、居住室よりずっと上廻つた換気量と、そのための設備をきめてゐる。居室と食堂に関しては給気方式による機械換気を規定しているが、調理室と配膳室には、給気及び排気両方式を併置すべきこと、又排気量は1時間60回という能力をきめてゐる。

許容温度差は調理室で 8.4°C であり、即ち外気が例えば、30°C の場合、調理室内で 38.4°C 以上にならない様にとということであるが、実際には、毎時20回の給気、60回の排気による換気量があれば、相当の熱源があつても 8.4°C という大きな温度差にならないであろう。

又この規定では便所、浴室、ロッカー等についての機械的排気を規定しているのが目立つ。

調理室、浴室、便所等は、臭気、熱気が室外に散逸しないよう、排気を過剰とするのが原則である。

わが国では、換気回数基準について特別に定められたものはなく、まちまちであるが、表15は、造船工学便覧で一応標準とされているものである。気流による涼しい感じを必要とせず、単に衛生上の必要による換気を必要とする場合、若しくは良好なる自然通風が得られる場合、それに応じて適当に減少してもよい。

尚機械通風計画に対する一般注意事項として、

- (イ) 排気通風のみ行う個所は、内部の圧力降下による換気性能を低下せぬよう、機動排気孔面積の30~50%の自然給気孔を設けること。
- (ロ) 調理室並びに浴室、便所等、高温、多湿、臭気発生個所等と、一般居住区等は、通風系統を共通とせず、出来るだけ別個に行うこと。
- (ハ) 風量決定に際しては、一般居室に対しては、換気回数によるのであるが、公的な集会室、雑居室等、床面積当りの人数が大なる個所に対しては、1人当りの換気量により決定する場合もある。
- (ニ) 送風機の種類選択に当つては、その特性を充分に考慮して決定し、計画計算の誤差を補うため、風量、静圧、馬力には、5~15%の余裕を見込むこと。
- (ホ) 室内換気孔は均一な換気を促進せしめるよう配置に充分考慮し、給気排気孔間の短絡、両者のバランス等の問題に充分考慮すること。

以上のように機械換気装置のある船の現状を調査し、合せて換気回数設計基準について、日本船、輸出船について比べてみた。そして日本船の調理室、配膳室、浴室、便所等は著しく設備の悪いことが判つた。尚かつ換気回数設計基準を如何にすべきか考えた。しかしこれらの換気回数を決定するための科学的根拠がまだ充分でない。今後更に研究する必要がある。

表 11 換気方式種類別分類(日本船)

国籍	種 類	5 次	6 次	7 次	8 次	9 次	10 次	
		(1949)	(1950)	(1951)	(1952)	(1953)	(1954)	
日 本 船	自然通風装置のみ	11	6	10	6	1	1	
	一部機械通風一部自然通風	5	4	1	2	8	5	
	機械通風のみ	1	3	1	3			
	サーモタンク式機械通風		3	10	10	16	8	
	空気濾過器 の有るもの	GLASS WOOL	1	3	7	2	2	1
		COPPER WOOL		1	1	3	9	6
		棕 梲			1	1	5	1
		調 査 船 舶 数	17	16	22	21	25	14
	各年次建造船舶数	43	35	48	36	37	19	

表 12 換気方式種別分類（輸出船）

国籍	種 類	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
		輸 出 船	自然通風装置のみ			1		
	一部機械通風一部自然通風							1
	機 械 通 風 の み	2	1		6		3	3
	サーモタンク式機械通風				6	1	10	24
	空 気 調 節						1	1
	GLASS WOOL				4		1	3
	COPPER WOOL				3	1	8	11
	棕 梶				1		1	6
	STAINLESS WOOL						1	3
	不 明							3
	調 査 船 舶 数	2	1	1	12	1	14	30

表 13 11 次 船 航 路 別 換 気 装 置 分 類

換気装置種類	不定期	定 期					油槽船	計
		欧 州	ニユヨーク	印度・パキスタン	中南米 アフリカ	インド ネシヤ		
自然通風のみ	17	1	1	1			20	
一部機械一部自然通風	3	1					4	
機械通風のみ	3						3	
サーモタンク式機械通風	18	1	2	1	1	1	31	

表 14 機械換気装置の換気回数設計基準現状調査

室名	給 気	排 気	輸出船	日本船	室名	給 気	排 気	輸出船	日本船
高級 士官	～ 9			2	普 員 居 室	～ 9			
	10～15		46	46		10～15		45	40
	16～20		6	3		16～20		9	10
	21～		3	3		21～		2	3
下級 士官	～ 9			2	サ ロ ン	～ 9			1
	10～15		48	43		10～15		33	34
	16～20		7	5		16～20		20	13
	21～			3		21～		4	

室名	給 気	排 気	輸出船	日本船	室名	給 気	排 気	輸出船	日本船	
サ ロ ン	15	15	2		配	～9		1	2	
	20	15	1			10～15		19	20	
メ ス ル ー ム	～ 9			1		16～20		8	1	
	10～15		30	37		21～25		1	4	
	16～20		19	12		30			1	
	21～		3	2	膳		10～15	6	1	
	15	15	2				20	5	1	
20	15	1		10～15		15	1			
普 員 食 堂	～ 9				〃	20～25	4	1		
	10～15		30	37	〃	30	3			
	16～20		18	12	〃	50	1			
	21～		5	4	〃	100	1			
	15	15	1		室	10～15		4		
20	25	1		20			1			
調 理 室	～ 9		1	10		浴 室		10～15	10	1
	10～15			13				16～20	15	2
	16～20			6				25	1	1
	21～25			3			30	2	1	
	40		1				5	10	1	
理 室		20	1		便 所	〃	30	1		
		30	10	10		10	15	3		
		40	4			〃	20	4		
		60	2			〃	30	2		
	～ 9	20	2	1		〃	50	1		
室	10～15	20～30	9		通 路 (上甲板)	15	15	1		
	〃	40	2			〃	90	1		
	〃	60	1			～ 5		5	1	
	20～30	20～30	2	1		10		1	1	
	〃	30～40		1			15	1		
〃	40～50	12	1		20	2				
〃	60～	5			10	70	1			
60	60	2								

〔註〕 各項目の室で、年次別の換気回数の変動は認められず

表 15

機械換気の場合の換気回数表（船舶工学便覧）

通 風 場 所	換 気 回 数 (毎 時)		備 考
	給 気	排 気	
公 室 1. 2 等	8~10	8~10	給気又は給排気併用
〃 3 等 (上 甲 板)	15	15	
〃 〃 (上甲板以下)	20	20	
食 堂 1. 2 等	15~28	8	室外汚気の侵入を完全に防ぐため給気を過剰とす
〃 3 等	15~20	8	
1 等船客居室 (遊歩甲板以上)	8~10	一般居住区は給気とす、下層甲板に至るに従い1人当りの室容積は減少し、又外気の自然流通不良となるため換気回数を増す	
高級乗組員居室	〃		
1. 2 等船客居室 (船橋楼甲板)	13		
3 等船客居室 (上 甲 板)	15		
乗組員居室 (上 甲 板)	〃		
〃 (上甲板以下)	20		
調 理 室	6~ 8	45~60	排気又は給排気併用、但し臭気熱気が室外で散逸せぬよへ排気を過剰とす
配 膳 室	6	25	
洗 濯 機 械 室	8	25	
乾 燥 室		60	
浴 室, 便 所 等	6	25	
客 室 通 路		10	
転 輪 羅 針 儀 室	25	25	
消 火 用 炭 酸 ガ ス 瓶 格 納 室		40	
糧 食 庫		25	
甲 板 間 貨 物 艙 及 び 船 艙		3~ 5	
同 上, 家 畜 を 積 む 場 合		20	
小 荷 物 室, 郵 便 室 等	15		

9 む す び

換気に対する考え方を明らかにしておいて、いろいろの立場から船室の換気の現状を調査した。要約すると、

- (1) CO_2 濃度からみて、夏季における自然換気は一般に充分と考えられるが、冬季は不足している。機械換気装置のある船では、換気は大體良好である。
- (2) 船室の粉塵及び細菌からみた汚染度は、いちじるしくはない。
- (3) 温熱条件からみれば、換気のみでは解決され得ない悪い状態にあり、換気から一步進んで、空気調節を考慮しなくてはならないであろう。
- (4) わが国の船員設備規定については、諸外国の規定と国際的情勢から立遅れており、一考を要する。
- (5) 外国船に比べて、日本船には自然換気方式のみの船が未だ多い。

又設計換気回数からみても調理室、配膳室、浴室、便所等の設備の立遅れを特に指摘したい。