

## 呼吸保護器具に関する問題点について (第1報)

鵜	銅	恒*
渡	辺	門*
野	尻	忠
橋	本	達
大	竹	温
田	辺	世
大	崎	孝
		視*
		博*

現在、当庁では各種の呼吸保護器具が採用されているが、その取扱い使用法は必ずしも適正適確とはいえない。今後の都市災害を考えると、呼吸保護器具の使用頻度はますます増加の一途をたどるものと思われるので、取扱いの適正化と取扱い時の技術向上を強力に推進し、使用時における安全管理を徹底する必要がある。

このためには、呼吸保護器具そのものの安全性が必要なことはもちろんのこと、器具の性能は握及び保守管理を徹底するとともに、これを使用する人間の教育訓練を行わなければならない。即ち、呼吸保護器具そのものの安全管理及びこれを使用する人間自身の健康管理と教育訓練が重要である。

このような観点から、呼吸保護器具の面体適合度試験と、新型呼吸保護器具の性能試験を実施したので発表する。

### その1 面体の適合度に関する研究

呼吸保護器具の面体が使用者の顔面に適合するかどうかは、使用時における安全管理上もっとも重要なことであるにもかかわらず、消防界においてはこれらを試験する手段方法について暗中模索の時代が続き今日に至っていた。

面体の適合度を試験する方法としては

- ①面体の吸気管を折り曲げて呼吸することにより試験する方法(1人でいつ、どこでもできるが、確度も低く、また客観的な判定も困難である)。
- ②発煙筒を用いる方法(煙がもれても、ある程度耐えることができるので、確度が高くない)。
- ③CN(クロルアセトフェノン)等催涙ガスを用いる方法(ガスの催涙性が強いので確度も高く、客観的な判断が容易)。
- ④DOP(ジ・オクチール・フタレート)等微粒子を用いる方法(非常に確度が高く、客観的に判断でき

るが、高度の設備が必要で経費もかかり、一般的でない)。

等があるが、従来は、①及び②の方法でのみ試験されてきた。即ち、本人の感じに頼るか、あるいは濃煙中における行動要領等に主眼をおいた訓練に附随するものとして行われてきたにすぎなかった。

しかし、呼吸保護器具が消防隊員の生命の保護に直接かかわりあいがあるものである以上、より信頼度の高い試験を行い、安全管理を徹底する必要があることから、今度初めて③及び④の試験方法を採用したものである。

#### 1. CN催涙線香を用いた試験

- (1) 実施主体 各方面本部
- (2) 実施人員 10,709人
- (3) 実施要領

当室が試作したガステント内に、CN催涙線香を点火、テント内のガス濃度が100mg/㎡になるようにくん焼し、このテント内で呼吸器を着装した隊員に各種の動作をさせ、面体の適合度を試験した。

#### (4) CNの性質

試験に用いたCNの性質は次のとおりである。

ア 構造式  $C_6H_5COCH_2Cl$

イ 分子量 154.59

ウ 物性

空気1に対するCN蒸気の重さ5.3

比重 1.32 (15°C), 融解点 54~55°C

沸点 240~245°C, 蒸気圧 0.0054mmHg

(20°C)

揮発度 150mg/㎡ (20°C)

エ 毒性

中央致死量 約11,000mg/分/㎡

半数行動不能 80mg/分/㎡

解毒度 急速

#### (5) 実施結果

次のとおりである。(表1)

\* 第四研究室 \*\* 矢口消防署 \*\*\* 臨港消防署

表1 CN催涙ガスによる面体の適合度試験結果

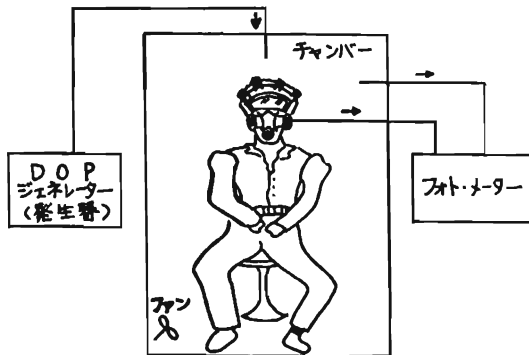
区分	実施人員	適当と認められた者		不適当と認められた者	
		人員	%	人員	%
呼吸器					
東消3型	5,941	5,398	90.9	543	9.1
東消4型	3,518	3,235	92.0	283	8.0
東消5型	1,236	1,124	90.9	112	9.1
エアラインマスク	14	4	28.5	10	71.5

2. DOPを用いた試験

- (1) 実施主体 電力中央研究所
- (2) 実施人員 成城・狛江各消防署から30人
- (3) 実施要領

試験用面体に、面体内の空気をサンプリングするための穴をあけ、これを被験者が着装し、テントチャンパー内に入る。一方、圧縮空気を利用したDOPエアゾール発生器により、チャンパー上部からDOPエアゾールを流入させ、小型扇風機でチャンパー内のDOP濃度を均一にし、これをフォトメータで測定し、もれ率を算出する(図1)。

図1 DOPによるフィッティングテスト概図



- (4) 実施結果  
次のとおりである。

表2 静止時における全もれ率

着用者	任意着用群		着用指導群	
	最小値	最大値	最小値	最大値
面体				
全もれ率				
国産(新)	0.125	0.709	0.052	0.778
国産(旧)	0.255	2.996	0.200	2.537

マスクの着け方が適切ならば、新型では平均値で0.4以下、悪い場合でも最大値で0.8%以下の全もれ率であるが、旧式では0.8%以下、悪い場合

には3%近い全もれ率となった。

表3 運動負荷による全もれ率

面体	負荷した運動	全もれ率の増大
新 型	頭を左右に廻す	静止状態の時の20%程度
	話をする	" " "
	顔をしかめる	" 20%より大きい
旧 型	話をする	静止状態の時の20%程度
	顔をしかめる	" 20%より大きい

即ち、ある種の動作を負荷することにより、マスクは、新旧を問わずもれが生じ、とくに顔をしかめるという動作で全もれ率の増加が著しかった。

おわりに

都市災害の態様の変化は、消防隊員が好むと好まざるとにかかわらず、呼吸保護器具の着装を余儀なくさせられると思われるので、今後ともこの種実験を継続し、使用時における安全管理を一層徹底してまいりたい。

なお、今年10月ごろ、CN催涙ガスによる試験で面体の適合度が適切と判定された人のうちから100人を選び、DOP法により試験を行い、その確度を比較検討する予定である。

その2 ドレーゲルO<sub>2</sub>呼吸器の性能に関する研究

1. ドレーゲルO<sub>2</sub>呼吸器の仕様

- (1) 型 式 OXY-SR45M
- (2) 方 式 圧縮O<sub>2</sub>循環式全面マスク
- (3) 使用時間 最高45分
- (4) 携行O<sub>2</sub>量 64.5l
- (5) 重 量 2.5kg
- (6) シリンダ明細

種 類	ドイツ(DIN)規格軽合金シリンダ
最高充真圧力	300kg/cm <sup>2</sup>
容 量	215cc
試験圧力	450kg/cm <sup>2</sup>
材 質	34CrMo <sub>4</sub>
自 重	約0.5kg
厚 さ	1.8mm(最小部分)
外形寸法	50φ
耐 圧	900kg/cm <sup>2</sup>

2. 被験者

当庁職員のうち特救隊員、小隊長及び呼吸器着装経験のほとんどないものからそれぞれ3名、計9名を選定した(表4)

表4 被験者一覧表

年令	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	皮厚 (mm)	備考
No. 1	35	175	63	89	6 注 1
No. 2	32	164	53	86	8 "
No. 3	28	167	69	98	31 "
No. 4	31	172	80	105	30 注 2
No. 5	34	163	70	94	33 "
No. 6	31	170	72	96	20.5 "
No. 7	19	172	55	86	11 注 3
No. 8	19	170	65	88	22 "
No. 9	19	165	53	81	22 "

注 1 特別に召替訓練等を受けた者  
 2 着装経験のある者  
 3 " " ない者

3. 検討事項

- (1) 本呼吸器着装時の各種運動負荷において、吸気中のO<sub>2</sub>濃度が生理的に適切かどうか。
- (2) 閉鎖循環回路内に蓄積したC O<sub>2</sub>ガスが、キャニスタによって適切な濃度に低下しているかどうか。
- (3) 運動負荷による耐用時間はどうか。
- (4) 心拍数、呼吸数、吸気量及び吸気温度の変化はどうか。

4. 実験方法

- (1) OXY-SR45とともに、東消3型との性能比較を行った。
- (2) OXY-SR45の呼吸性能の検討方法は、図2のような計測装置の組み合わせによった。
- (3) 被験者に対する運動負荷は、自転車エルゴメータによった。  
 負荷量はRMR 4で5分間、6で10分間、8で5分間を1シリーズとして連続負荷、運動が困難になった場合は、そのシリーズの途中で適宜中止させた。
- (4) 運動負荷中の呼吸数、心拍数の測定はポリグラフにより行った。

5. 実験結果

9名の被験者において得られた各種記録は、要約すると、表5のとおりであるが、これらのうち、ドレーゲル及び東消3型の両方を試験した5名についてみると次のことがいえる。

- (1) OXY-SR45Mの閉鎖回路におけるO<sub>2</sub>濃度は、最低でもせいぜい21%どまりで、それ以上の

下降はみられなかったが、東消3型においてはO<sub>2</sub>分圧の低下がみられる(表5、6)。

表5 測定結果(要約)

耐時間 (分)	心拍数 (毎分)	呼吸数 (毎分)	吸気量 (ℓ/分)	吸気中C O <sub>2</sub> (%)	吸気中O <sub>2</sub> (%)	吸気温度 (°C)	
No. 1	14.00	141	28	7.2	1.0	40	36
No. 2	29.30	174	36	5.9	0.3	30	49
No. 3	18.30	144	23	10.2	0.2	34	41
No. 4	20.00	144	24	10.1	0.3	21	45
No. 5	19.00	177	30	5.9	1.6	25	38
No. 6	19.00	138	23	12.3	0.9	32	42
No. 7	35.00	180	18	7.5	0.5	26	48
No. 8	18.00	168	23	4.8	0.5	24	47
No. 9	13.30	174	32	13.0	0.9	35	41
No. 5 T	15.30	162	25	33.2	0.8	17	
No. 6 T	17.00	138	22	29.6	1.0	17	
No. 7 T	15.20	168	14	29.3	0.6	15	
No. 8 T	15.00	133	36	34.2	0.8	18	
No. 9 T	16.00	175	35	30.9	0.8	17	
備考		最高数	最高数	最高量	最高濃度	最低濃度	最高温度

表6 吸気中におけるO<sub>2</sub>濃度

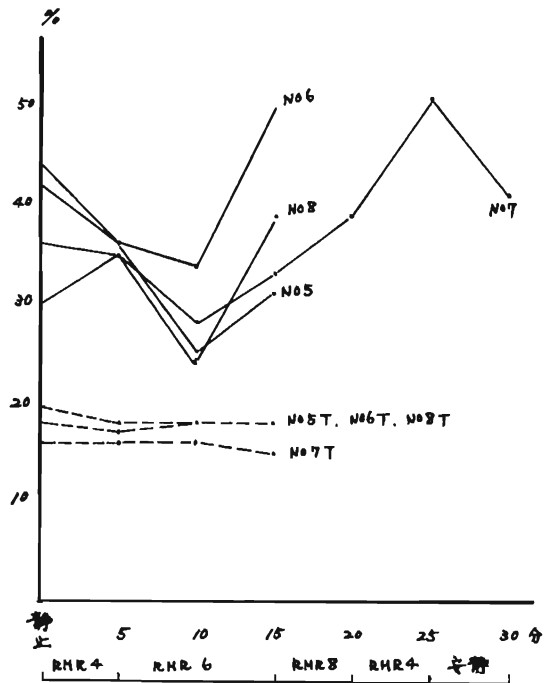
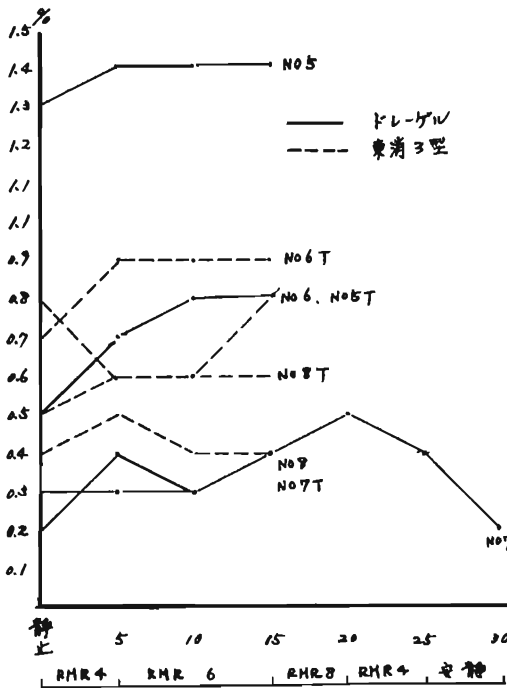
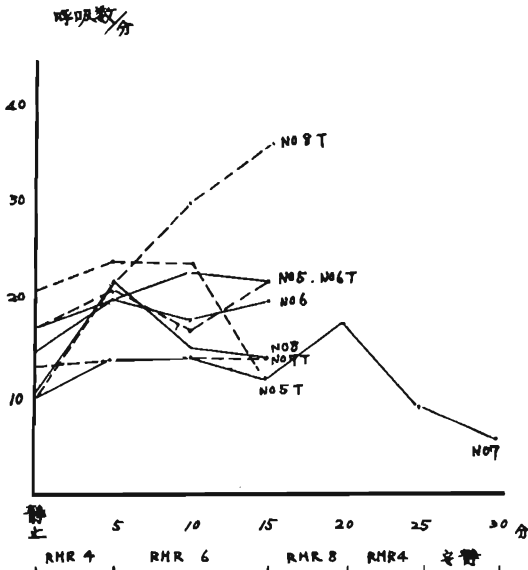


表7 吸気中におけるCO<sub>2</sub>濃度



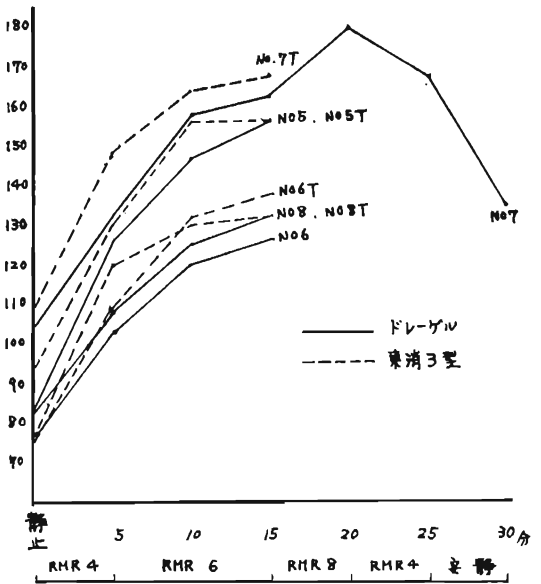
- (2) CO<sub>2</sub>濃度は比較的低値に保たれている (表5, 7)
- (3) CO<sub>2</sub>吸収剤 (ソーダライム・キャニスタ) のCO<sub>2</sub>及び水分吸収による発熱にもとづく吸気温度の上昇は、40°C前後にとどまっている (表5)。
- (4) 被験者の呼吸数及び心拍数は、吸気温度及び負

表8 呼吸数の変化



荷勞作の増大とともに増加するが、東消3型装用時と比較して低い傾向がみられる (表5, 8, 9)

表9 心拍数の変化



6. 考察

- (1) OXY-SR45Mでは、吸気のO<sub>2</sub>濃度は、いわゆるO<sub>2</sub>中毒をひきおこすような濃度にはならない。附属している「予備のう」は、約5 lの容積があり、ここに高濃度O<sub>2</sub>吸入の際に排出されてきた体内N<sub>2</sub>が蓄積し、O<sub>2</sub>を適当な濃度に稀釈する効果をもっているように思われる。
- (2) CO<sub>2</sub>の蓄積は1%前後であり、これは高濃度O<sub>2</sub>吸入の際の呼吸中枢抑制を防止する効果をもっているように思われる。
- (3) 耐用時間は、東消3型と比較して小型ながらはるかに長い。
- (4) 装用者によって、かなり耐用時間のバラツキがあるが、これは通関の際の減圧処理 (270kg/cm<sup>2</sup>) にも原因があったのではないと思われる。即ち、減圧を行う際、正確な計器によらなかったため、理論値のガスが入っていなかったのではないと思われる。

また、このバラツキは装用者の身体的条件、即ち基礎代謝量の高い肥満者と筋肉質のものとの間にも差異をみるようである。

7. 結論

- (1) OXY-SR45Mは、東消3型と比較して長い耐用時間と装着簡便などの高い効率をもっているが、呼吸要領等について他の呼吸器と同様熟練が

必要であると思われる。

(2) 一般論的に、呼吸保護器具の耐用性能について  
いうならば、救助活動、消防活動等における各種  
動作別のエネルギー代謝率を演習等により測定算  
出し、これと実際の行動におけるタイムスタデー  
から割り出されるエネルギー代謝率に即した運動  
負荷によって、その使用限界を確認する必要があ

る。

本稿中、DOPによる呼吸器面体の適合度試験  
については、電力中央研究所研究顧問井上武一郎  
医博に、ドレーゲル O<sub>2</sub>呼吸器の性能に関する研  
究については、昭和大学医学部山口裕助教授の御  
指導によったものである。

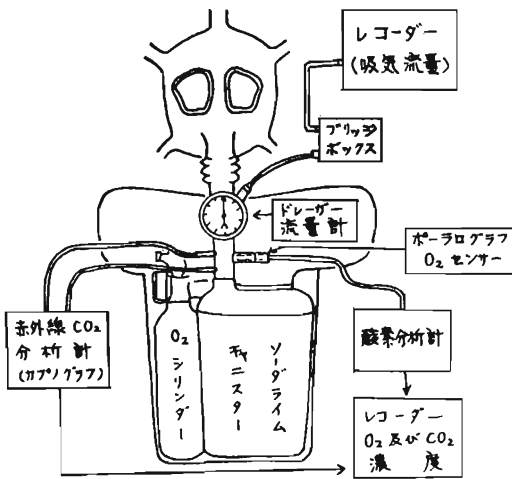


図2 ドレーゲル OXY-SR 呼吸性能実験装置