

陽圧型と東消5型両空気呼吸器に関する調査・測定結果について

Study on pressure demand air breathing apparatus and air breathing apparatus.

張 替 久 雄**
野 尻 忠 弘*
丸 山 勝 幸*

Experiments were carried out on seventeen healthy fire fighters, on the load of step exercise (20 cm high) with pressure demand air breathing apparatus and air breathing apparatus.

The following results were obtained by estimating the physiological response during 5-minutes exercise and questionnaire survey.

- 1) Air consumption of demand pressure air breathing apparatus are more than air breathing apparatus.
- 2) The heart rate are kept below 150 beats/min for step exercise.
- 3) The merit of demand pressure air breathing apparatus are light weight and comfortable respiration.
- 4) The merit of air breathing apparatus are easy to maintain.

1. 目 的

陽圧型空気呼吸器（以下「陽圧型」という。）と東消5型空気呼吸器（以下「東消5型」という。）について、使用面における比較を隊員の生理的影響と意識面との双方から行い、それぞれの特性を把握し、安全管理上の資料を得るために実施したものである。

2. 測定時期

昭和60年10月初旬及び昭和61年1月下旬

3. 測定場所

消防科学研究所 第四研究室 医学実験室

4. 測定内容等

(1) 測定対象者

特別救助隊員，12人，一般隊員，5人，計17人。

(2) 環境条件及びタイムスケジュール

ア 熱環境(温度50°C，湿度60～70%，風速0.5 m/秒以下)

| | | |
|-------|---------|-------|
| 安 静 | 負 荷 | 回 復 |
| 3 分 | 5 分 | 10 分 |
| (常 温) | (熱 環 境) | (常 温) |

| | | |
|-------|-------|-------|
| 安 静 | 負 荷 | 回 復 |
| 3 分 | 5 分 | 10 分 |
| (常 温) | (常 温) | (常 温) |

イ 常温環境(温度20～25°C，湿度50～60%，風速0.5m/秒以下)

(3) 使用呼吸器の主な仕様

| 名 称 | 陽 圧 型 | 東 消 5 型 | |
|------------------------|--|--|-----------------------|
| 形 式 | 圧縮空気・放出肺方式 | 圧縮空気・新力開放式 | |
| 総 重 量 | 11.7kg | 15.0kg | |
| 警 報 開 始 圧 力 警 報 方 式 | 60 ⁺¹⁰ / ₋₀ kg/cm ² ホックスル式 | 30 ⁺⁵ kg/cm ² 圧縮空気打鈴式 | |
| ボ | 内 容 積 | 5 ℓ | 8 ℓ |
| | 最 高 充 填 圧 力 | 300kg/cm ² | 150kg/cm ² |
| べ | 携 行 空 気 量 | 1500 ℓ | 1200 ℓ |

(4) 装備条件

ア 安静及び負荷時とも出火出場時の服装で、陽圧型(陽圧切換バルブをONの状態)又

*第一研究室 *第四研究室

は、東消5型を着装した。

イ 回復時は、空気呼吸器をおろし、防火衣となり安静座位とした。

(5) 負荷条件

負荷は階段法（高さ20cmの踏台を2秒に1回上下する）を用いた。（この負荷は、RMR10であり、現場到着から耐火建物屋内に進入し、放水態勢をとるまでの消防活動に相当する。）

(6) 測定項目

ア 空気消費量

使用前と後のボンベの重量差を精密台秤で測定し、容量換算した。

イ 心拍数

多用途医用監視装置により、連続測定した。

(7) アンケート調査

両呼吸器測定終了後、15項目について質問紙法によるアンケート調査を実施した。

陽圧型空気呼吸器と東消5型空気呼吸器の比較

| | |
|----|--|
| 所属 | |
| 氏名 | |

あなたは、消防活動や訓練のとき、陽圧型空気呼吸器を使用していますが、その感想を東消5型空気呼吸器（8ℓボンベ）と比較して回答して下さい。

（よいと思う方に○印を付けて下さい。）

| 項目 | 陽圧型 | 判定できない | 東消5型 |
|----------------|-----|--------|------|
| 1 軽 量 感 | | | |
| 2 安 心 感 | | | |
| 3 快 適 さ | | | |
| 4 吸 気 の 楽 さ | | | |
| 5 呼 気 の 楽 さ | | | |
| 6 呼 吸 の 楽 さ | | | |
| 7 面体のフィットینگ | | | |
| 8 背負子のフィットینگ | | | |
| 9 面体内のくもり | | | |
| 10 作 業 性 | | | |
| 11 着 用 の 迅 速 性 | | | |
| 12 着 用 の 容 易 性 | | | |
| 13 視 野 の 広 さ | | | |
| 14 足 趾 の 視 野 | | | |
| 15 保 守 管 理 | | | |

5. 結果と考察

(1) 空気消費量と使用時間

ア 空気消費量

空気消費量は、呼吸器の種別及び環境条件ごとに1分間あたりに換算すると表1のとおりになり、熱環境下では陽圧型が東消5型より18%多く、両呼吸器の間には統計上の有意差が認められた（P<0.05）。

常温環境下でも陽圧型が9%多いが、両呼吸器の間には有意差は認められなかった。

表1 空気消費量の比較

| 環境条件 | 陽圧型 | 東消5型 | 消費量差(%) |
|------------|-------|-------|-----------|
| 熱環境下(10人) | 52ℓ/分 | 44ℓ/分 | 8ℓ/分(18%) |
| 常温環境下(11人) | 47ℓ/分 | 43ℓ/分 | 4ℓ/分(9%) |

イ 使用時間の算出

使用時間の算出は、次式によって求められる。

$$\text{使用時間} = \frac{\text{ボンベ容量} \times (\text{充填圧力} - \text{余裕圧力})}{\text{毎分当たりの空気消費量}}$$

この式により、呼吸器の種別及び環境条件ごとに、それぞれ使用時間を算出すると、表2のとおりとなる。

表2 使用時間の比較

| 環境条件 | 陽圧型 (1500-75)ℓ | 東消5型 (1200-120)ℓ | 時間差 |
|-------|-------------------|---------------------|-----|
| 熱環境下 | 27分 | 25分 | 2分 |
| 常温環境下 | 30分 | 25分 | 5分 |

（余裕圧力：15kg/cm²とした）

ウ 空気消費量と使用時間との関係

陽圧型の方が東消5型より空気を多く消費し、特に熱環境下での活動のように負荷が厳しくなるにつれて差が大きくなる傾向がみられる。

したがって、使用時間もそれだけ短くなり、携行空気量の割に使用時間の差がなくなってくることに注意する必要がある。

陽圧型が空気をより多く消費する理由としては、吸気が楽なため、あるいは構造上の特性によるためなどが考えられる。

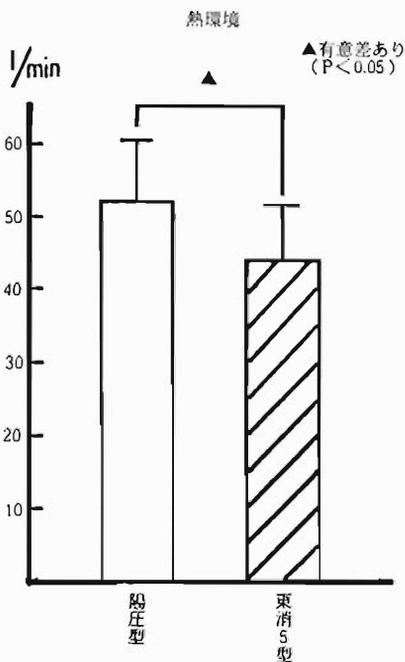
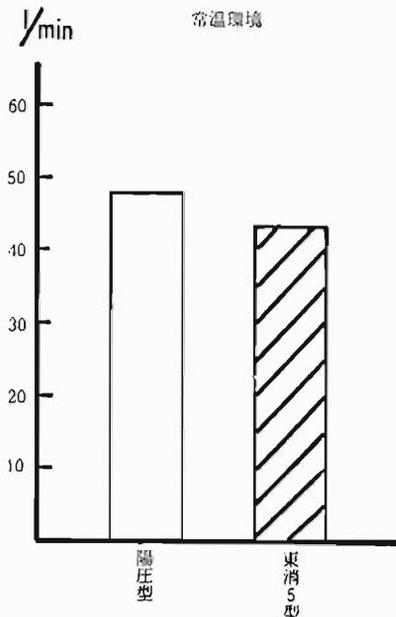


図1 空気消費量の比較

(2) 心拍数

心拍数の変化は両呼吸器とも殆ど同じ傾向にあり、特徴はみられない。

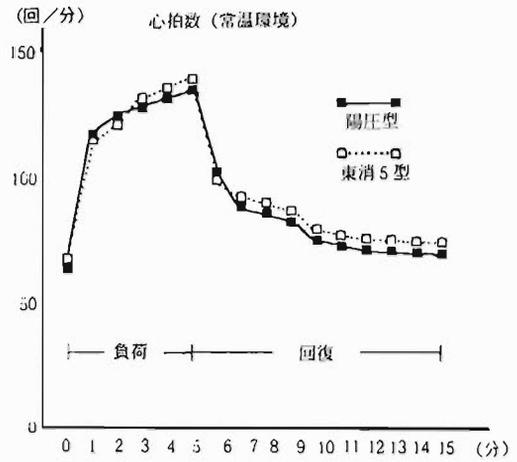


図2 心拍数の変化(1)

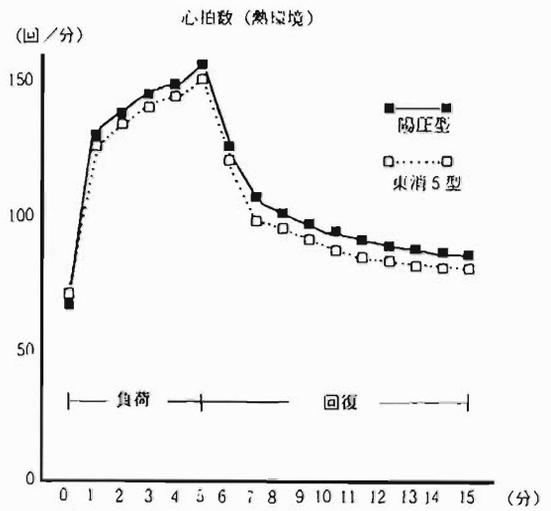


図3 心拍数の変化(2)

(3) アンケート調査

ア 陽圧型について

(ア) 陽圧型が東消5型より優れているという意見は、「軽量感」、「吸気之乐さ」、「快適さ」などのソフト面に多い。

(イ) 特に東消5型と比較し、重量が3.3kg軽くなっていることから、疲労度が軽減され楽になったと述べている者が多く、また、マスク内が陽圧になっているために呼吸が楽であるなど、使用感覚面に対する評価が高く、隊員の負担が軽減されるものと考えられる。

イ 東消5型について

表3 陽圧型と東消5型両空気呼吸器の比較アンケート調査結果

(N:17名)

| 項目 | 陽圧型 | 東消5型 | 判定できない |
|-------------|-------------|------|--------|
| 便 用 感 | 軽量感 | 17 | |
| | 安心感 | 7 | 5 |
| | 快適さ | 11 | 6 |
| | 吸気の楽さ | 14 | 2 |
| | 呼気の楽さ | 5 | 10 |
| | 呼吸の楽さ | 11 | 1 |
| | 面体のフィッティング | 3 | 7 |
| | 背負子のフィッティング | 11 | 1 |
| | 面体内のくもり | 9 | 1 |
| | 操 作 性 | 作業性 | 11 |
| 着用の迅速性 | | 3 | 9 |
| 着用の容易性 | | 4 | 9 |
| 視野の広さ | | 3 | 2 |
| 足もとの視野 | | 1 | 7 |
| 保守管理 | | 2 | 10 |

(注) 優れていると思う方をチェックした。

- (7) 東消5型が陽圧型より優れているという意見は、「着用の迅速性」、「着用の容易性」、「面体のフィッティング」、「保守管理」などハード面に多い。
- (4) 操作性、保守管理面などを東消5型の利点としてあげているのは、構造が若干単純であり、また、使用上の慣れによるものと考えられる。

6. ま と め

- (1) 陽圧型の空気消費量は、負荷が厳しくなるにしたがって東消5型より多くなるので、使用時間の算出にあたっては注意する必要がある。
- (2) 陽圧型は、使用感覚面において優れ、東消5型は、操作性について優れた面があり、それぞれの特性を有している。