

遠隔測定装置による身体変化の測定について (第1報)

鵜 飼 恒*
 渡 辺 恵 門*
 野 尻 忠 弘*
 橋 本 達 男**
 八 尾 和 人*
 田 辺 孝 視*
 大 崎 博*
 大 竹 温世至***

表1 負荷内容, 条件及び装備品重量

| 試験番号 | 負荷内容(kg) | 負荷条件(分速) | 装備品重量(kg) |
|------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| 1 | 執務服, 短靴 (1.0) (1.0) | 60m, 120m | 2.0 |
| 2 | 防火衣, 防火帽, 長靴 (2.5) (0.8) (2.4) | " " | 5.7 |
| 3 | 防火衣, 防火帽, 長靴 2連ハンゴ(16) | " " | 21.7 (13.7)※1 |
| 4 | 防火衣, 防火帽, 長靴 3連ハンゴ(28) | " " | 33.7 (19.7)※1 |
| 5 | 防火衣, 防火帽, 長靴 発発※2(21) | " " | 26.7 |
| 6 | 執務服, 短靴, 東消3 型(11.0) | " " | 13.0 |
| 7 | 防火衣, 防火帽, 長靴 東消3型 | " " | 16.7 |
| 8 | 防火衣, 防火帽, 長靴 東消3型(実使用) | " — | 16.7 |
| 9 | 防火衣, 防火帽, 長靴 東消3型(自転車使用) | 経済スピード フルスピード | 16.7 |

※1 1人分の負荷重量

※2 可搬式投光器用発動発電機(300W)

1. ま え が き

熱・煙等が充満する火災等の災害現場で行動する消防隊員の安全管理を考えると、これら隊員の健康管理はゆるがせにできない問題である。

しかし、近年における目ざましい労働医学の発展に伴い、職場における健康管理対策はかなり研究されているが、消防という特殊な分野については、若干の報告があるが、ほとんど、未開拓の分野で、問題が山積しているといえる。

したがって、消防職員が安心して消防行政を遂行するためにも、消防業務の労働医学的な研究は是非とも行わなければならない課題である。

このような見地から、当研究所においては職員の基礎体力及び、疲労度の測定等を行っているが、遠隔測定装置を用い、各種消防動作時における身体変化を測定し、これらの資料を分析、検討して職員の安全管理を図る基礎的な研究を行っている。

このたび、この遠隔測定装置を用いて、各種動作及び呼吸器装着等の負荷時における基礎的資料をえたのでその1部を報告する。

2. 試 験 方 法

(1) 試験内容

消防隊員が警防行動時に着装する各種装備品について表1の負荷内容及び条件で試験を実施した。

(2) 各種動作時の測定及び負荷

遠隔測定装置による測定は負荷開始前の安静時1分間、負荷時10分間、負荷終了後の回復期3分間の計14分間行った。また、続いて次の試験を実施するときは10分間以上の休息をとり、完全に安静時の定常状態にして行った。

負荷は一般にトレッドミルか自転車エルゴメータ

により精確に運動量を定めて行いが、今回の試験では、被検者の歩巾を60cmとし、メトロノームのリズムに歩調をあわせ、その場足踏みを行い、分速が一定になるようにして実施した。

2連及び3連ハンゴは2人1組で行い、東消3型空気呼吸器は重量負荷のみの場合と実使用したときの比較を行った。

3. 遠隔測定装置について

遠隔測定装置は送信機部と受信機部からなり、運動中の被検者の生体電気現象を無線により伝送する装置である。

* 第四研究室 ** 矢口消防署 *** 臨港消防署

(1)送信機部

送信機部は送信機本体、電極またはトランスジューサーなどからなり、生体に取り付けた電極（心電図、筋電図用）、サーミスタ（呼吸曲線用）からの情報を電気量（最高1mV前後）とし、空間を伝播しやすいように高周波（主及び副搬送波）で変調し、無線伝送する。

当研究所の送信機は多重化伝送方式を採用しており4つの情報（心電図、筋電図2、呼吸曲線）を同時に伝送することが可能である。送信機的主要仕様は表2のとおり。

表2 送信機的主要仕様

| | |
|-----------------|---|
| 1. 変調方式 | FM（副搬送波変調）—FM（主搬送波変調）方式 |
| 2. 伝送方式 | 多重化伝送（主搬送波 76.47 および 77.53MHz） |
| 3. チャンネル数 | 4チャンネル |
| 4. 送信距離 | 見通し可能な場所で約50m |
| 5. 電源 | 9V積層乾電池1個 入力コネクタの着脱により電源ON、OFF可能 連続使用48時間 |
| 6. 本体寸法重量 | 71(W)×27(H)×144(D)mm 約200g（乾電池含む） |
| 7. 装着方法 | 本体に皮ケースをかぶせ、ベルトで腰部に固定、さらにヒモで首から吊り下げる |
| 8. 電極、トランスジューサー | 電極はデスポーサブル型（心電筋電図用） トランスジューサーはサーミスタ型（呼吸曲線用） |
| 9. 使用環境 | 温度 10~40℃ 湿度 80%以下 |

(2)受信機部

受信機部は受信機本体、記録器、受信アンテナなどからなり、空間を伝播してくる電磁波（無線）を受信アンテナでとらえ、目的とする生体情報と電磁波とに分け、信号成分のみを復調器から選び出して、心電、筋電、呼吸などの生理変化をペン書き式レコーダーに記録できるように増幅する。受信機的主要仕様は表3のとおり。

4. 試験結果

(1) 図1~7は歩速60m/分(RMR2.0)、120m/分(RMR7.0)のときの、装備品重量が被検者の心拍数、呼吸数に及ぼす影響を示すものである。

表3 受信機的主要仕様

| | |
|---------|------------------------------------|
| 1. 復調方式 | FM（周波数変調）波 |
| 2. 伝送方式 | 多重化伝送（主搬送波 76.47 および 77.53MHz） |
| 3. 出力 | 出力電圧 ±1V 出力抵抗 10Ω |
| 4. 電源 | AC100V±10%、50または60Hz、20VA |
| 5. 外形寸法 | 213(W)×150(H)×303(D)mm ラックマウント型 |
| 6. 使用環境 | 温度 10~40℃ 湿度 80%以下 |

図1 (試験1)

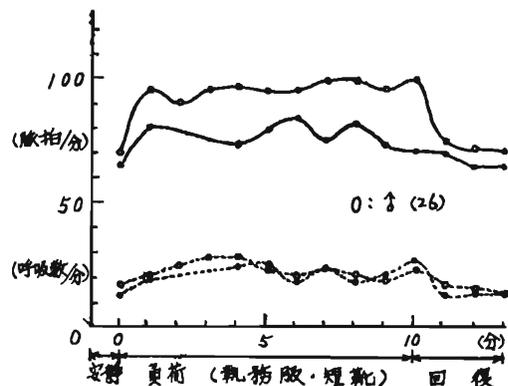
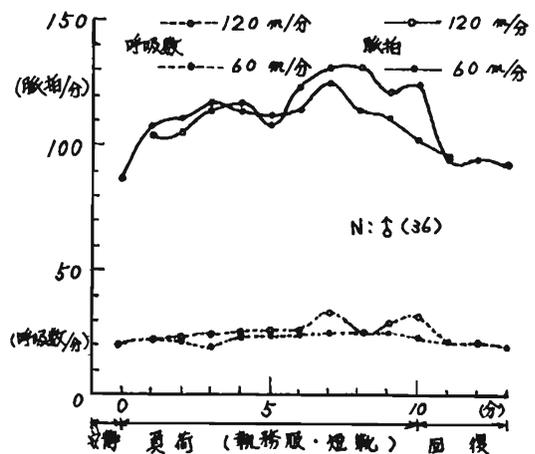


图 2 (試驗 2)

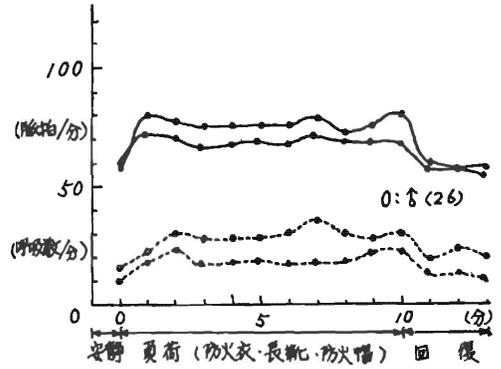
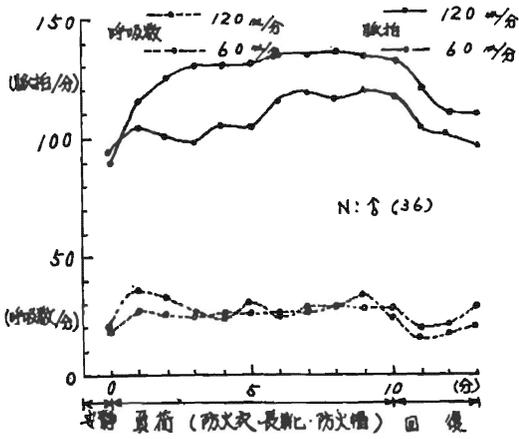


图 3 (試驗 3)

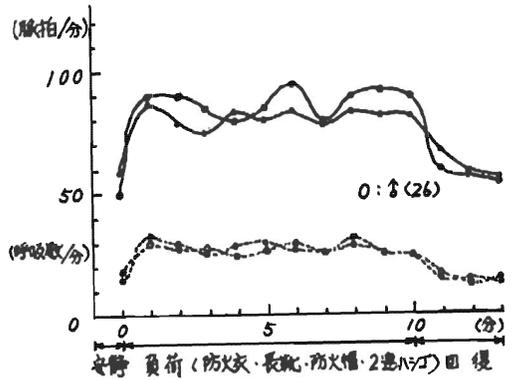
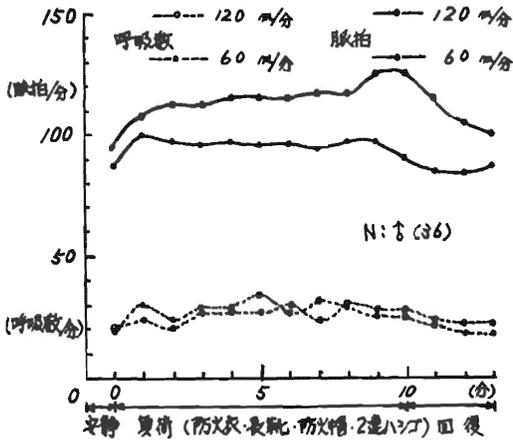


图 4 (試驗 4)

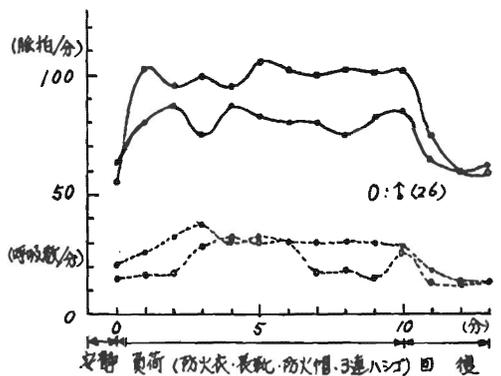
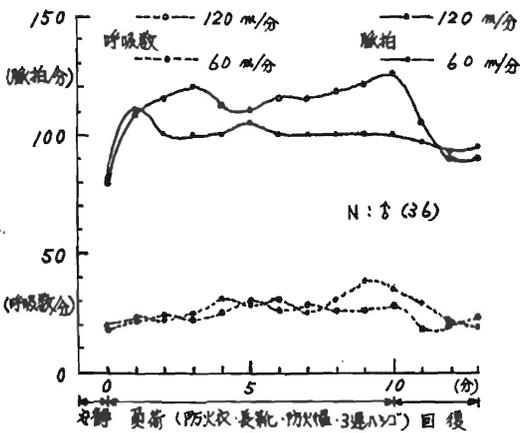


图5 (试验5)

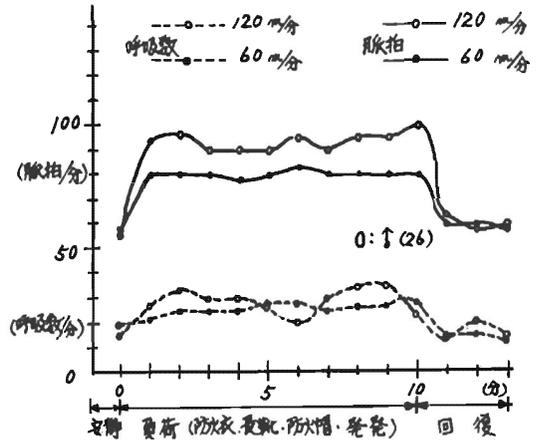
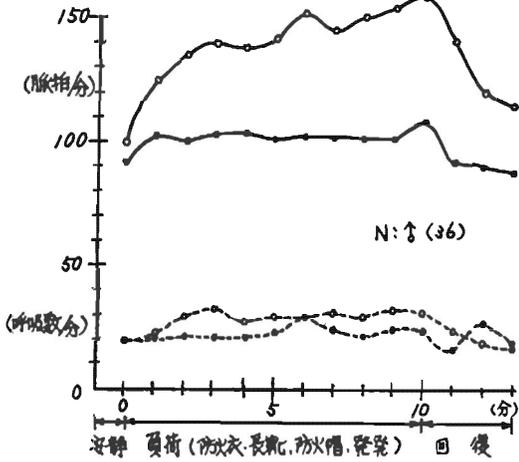


图6 (试验6)

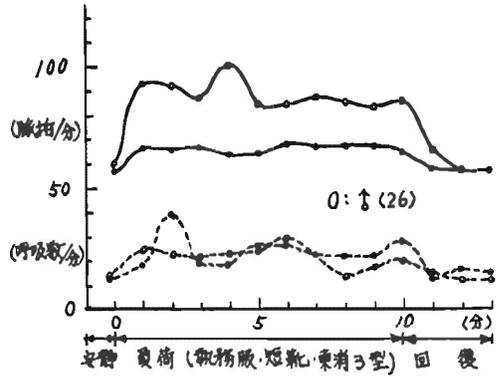
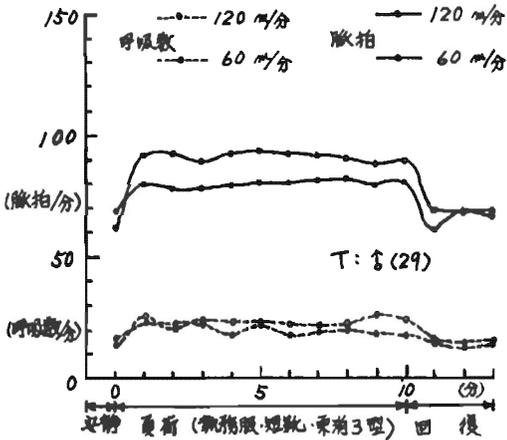
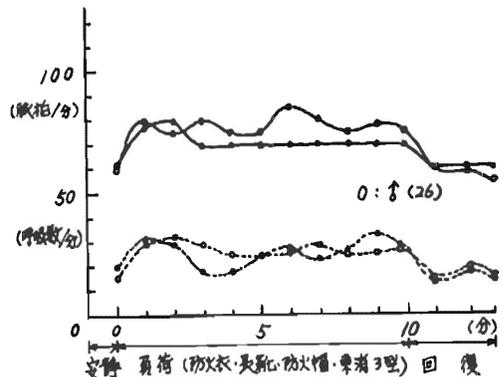
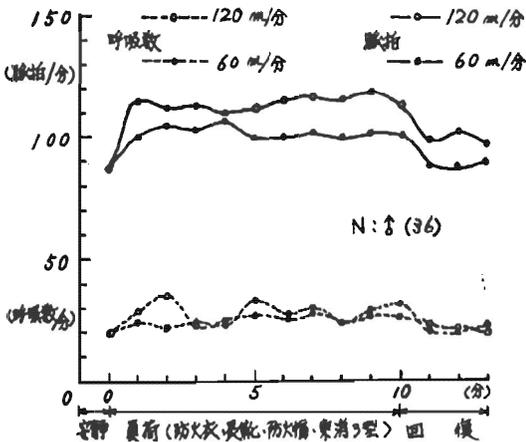


图7 (试验7)



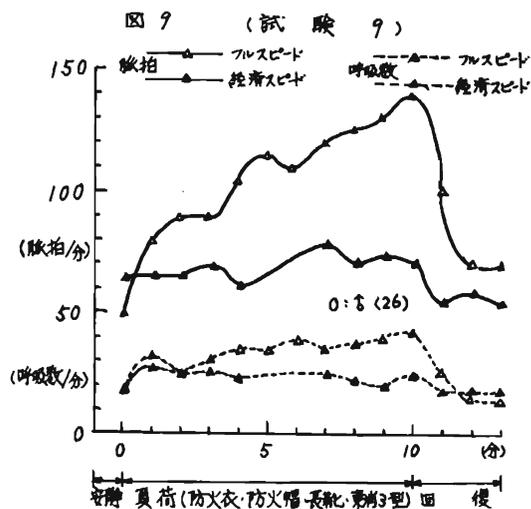
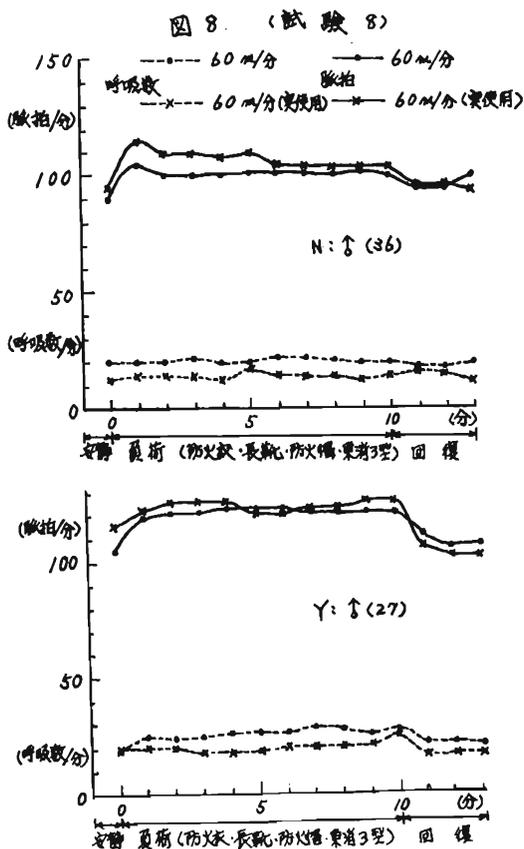
(2)表4, 図8は歩速60m/分のとき東消3型空気呼

吸器を実使用したときの変化を示すものである。

表4 東消3型空気呼吸器と心拍数, 呼吸数の変化(回/分)

| | | 安静時 | 負荷(防火衣, 長靴, ヘルメット, 東消3型, 歩速60m/分) | | | | | | | | | | 回復 | | |
|----------|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| | | | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 | 1分 | 2分 | 3分 |
| 東消3型重量負荷 | 呼吸数 | 20 | 20 | 20 | 22 | 20 | 20 | 22 | 22 | 21 | 20 | 20 | 18 | 18 | 20 |
| | 実使用 | 13 | 15 | 15 | 14 | 13 | 18 | 15 | 15 | 15 | 13 | 15 | 17 | 16 | 12 |
| 重量負荷 | 心拍数 | 90 | 105 | 100 | 100 | 100 | 101 | 101 | 101 | 101 | 102 | 100 | 95 | 95 | 100 |
| | 実使用 | 95 | 115 | 110 | 110 | 108 | 110 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 97 | 97 | 95 |

※被検者 N: ♂(36)



試験5の歩速120m/分程度(かけ足)の負荷では被検者により定常状態になるものもおり個人差がある。

(5)負荷を与えたときの心拍数の応答は図10のとおりで, 比較的早い時期に应答することが明らかになった。

(6)負荷終了後の心拍数の回復は図11のとおりである。この回復は同一被検者でも負荷内容が厳しいと回復までに時間がかかる。

5. 考 察

(1)一般的に運動強度と心拍数の関係は図12のようにになるといわれている。

試験1~9のうち激運動とみられるのは試験5の被検者N(120m/分), 試験9のO(フルスピード)であり, 他は軽ないし強運動に分類される。

(2)負荷内容と条件が同じでも心拍数の増加には個人差がある。また練習を繰り返すことにより, 心拍数の増加はある程度おさえられるといわれている。

この結果, 実使用すると, 心拍数は最高10回/分増えたのに対し, 呼吸数は最高8回/分減少し, 呼吸そのものも深くなることが明らかになった。

(3)図9は自転車を固定し, 被検者が経済スピードとフルスピードで回転したときの心拍数, 呼吸数の変化をとらえたものである。

(4)試験1~9(図1~9参照)のうち心拍数が負荷時の定常状態にならず増加傾向を示したのは試験5の歩速120m/分と試験9のフルスピードであるが,

図 10 脈拍数の応答 (試験 5)

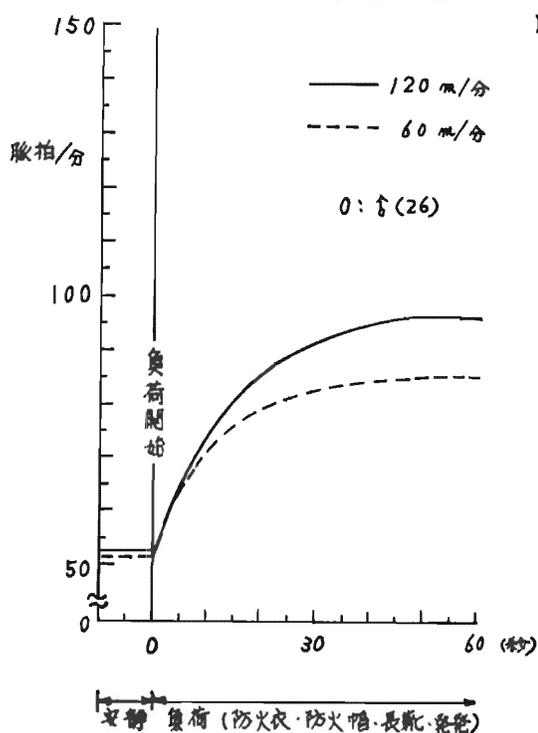


図 11 脈拍数の回復 (試験 5)

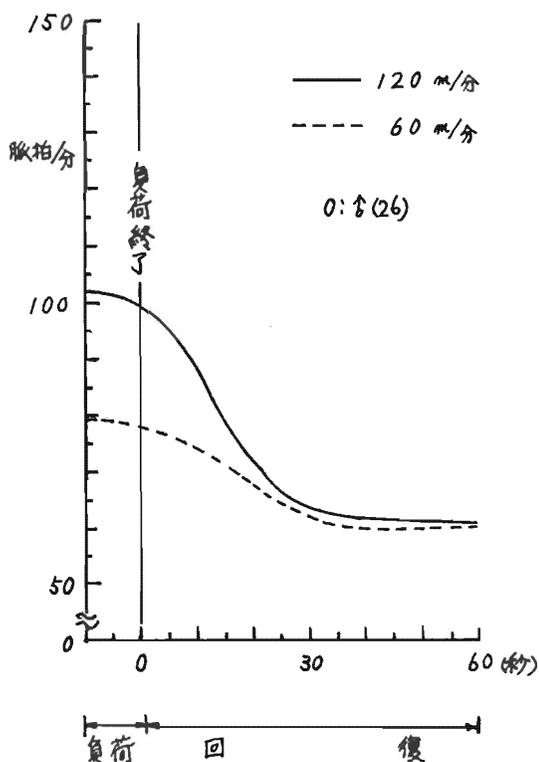
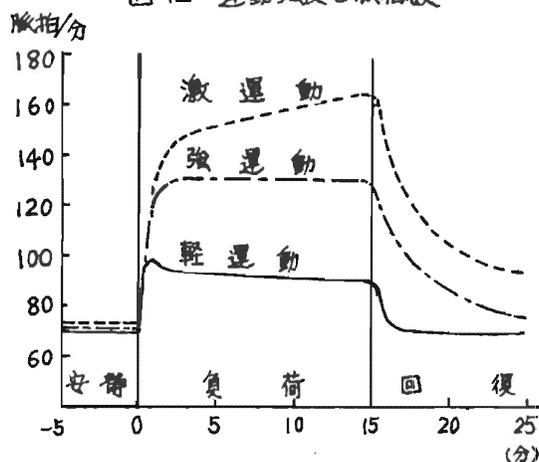


図 12 運動強度と脈拍数



(3)東消3型空気呼吸器を実使用すると、重量負荷のみの場合と比べ、呼吸数が少なくなり、呼吸が深くなったが、どのような理由によるか、今後の研究課題であると考えられる。また、実使用すると心拍数が若干増加するが、生理的なものか、心理的影響によるものか明らかでない。

6. おわりに

今回の試験は屋内での各種動作時における生理変化を測定したもので、今後は、遠隔測定装置をより効果的に活用し、温度やその他の条件を勘案して消防隊員の実際行動に即した屋外試験を実施し、より実用性のある基礎資料の蓄積をはかりたい。

7. 参考文献

- (1)スポーツ医学入門 (南山堂)
- (2)ME入門講座 (1~6巻) (金原出版)
- (3)医学エレクトロニクス入門 (南山堂)
- (4)医用電子生体工学概論 (コロナ社)
- (5)運動の生理 (杉山書店)
- (6)体育生理学実験 (技術書院)