

消防隊員の年代別活動能力に関する調査

The Investigation About Firemen's Physical Fitness
According to Age Groups.

張 替 久 雄*
森 田 吉 保*

This investigation is based on the air and oxygen consumption, Time taken, Relative Metabolic Rate (R. M. R) during an exercise test and on the self-examinations of physical strength by questionnaires.

(1) The time taken in an exercise test becomes longer as firemen get older Especially, a great gap in the physical strength is seen between those in their bath twenties and thirties and those in their forties.

(2) Judging from R. M. R, violence of activity in fighting structure fires is similiar to that of basket ball, rugby, tennis, kendo and like that.

1. 目 的

中高層建物火災を想定し、消防隊員が消防活動をする際の生理変化を年代別に調べ、併せてアンケート調査を行い、その実状を把握するために行ったものである。

(2) アンケートによる消防活動の年代別自己体力評価。

3. 期 間

昭和59年7月11日から13日まで。

2. 調査内容

(1) 消防活動における隊員の年代別空気消費量、酸素消費量、心拍数、一定活動の所要時間及びエネルギー代謝量等の測定。

4. 場 所

池袋消防署

5. 消防活動に関する測定

(1) 対象者

表1 測定対象人員及び身体特性

	対 象 人 員 (人)	平 均 年 齢 (歳)	平 均 身 長 (cm)	平 均 体 重 (kg)
I 群 〔20～24歳〕	10	22 (1)	172.5 (4.4)	65.8 (8.2)
II 群 〔30～34歳〕	10	32 (1)	171.7 (3.4)	71.9 (5.3)
III 群 〔40～44歳〕	10	42 (1)	167.6 (3.2)	68.1 (7.6)
IV 群 〔45～54歳〕	10	49 (3)	165.8 (4.6)	63.6 (6.1)
合計及び平均	40		169.4 (4.8)	67.4 (7.5)

※()内の値は、標準偏差を示す(以下各表とも同様)。

対象人員及び身体特性は、表1のとおりである。

(2) 測定方法

ア 条件

(7) 服装

東消3型空気呼吸器を着装した出火出場時と同様の服装とする(装備重量約20kg)。

(イ) 活動内容

A ホースカーに直径65mm、長さ20mのホース10本を積載(総重量約250kg)し、平坦な舗装道路を60m走行する(以下「行動A」という)。

B ① 架梯してある3連梯子を利用して2階へ進入する。

② 2階から屋内階段を利用し、4階へ上った後3階に戻る。

③ 3階から地上にある直径65mm、長さ30mのホース1本を引揚げた後、30秒間注水姿勢をとる(以下①から③までを「行動B」という)。

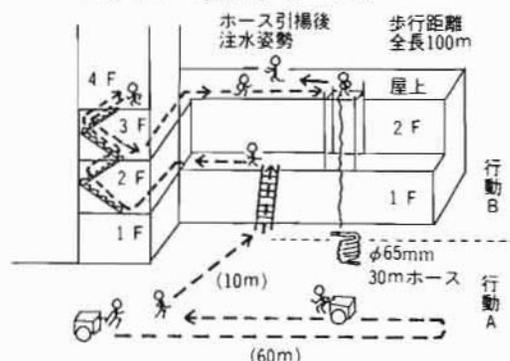


図1 消防活動概要

イ 測定項目

(7) 所要時間

屋外と屋内における活動の差をみるために、行動Aと行動Bについて、それぞれ所要時間を制限せずに測定する。

(イ) 空気消費量及び酸素消費量

行動Aと行動Bの呼気をダグラスバッグに採集し、空気消費量を測定する。

また、ダグラスバッグ内の呼気の一部をサンプルバッグに採集し、ガス分析装置(エレクトロメタボラー)により酸素消費量を測定する。

(ウ) 心拍数

無拘束長時間心拍記憶装置(ハートメモリ)により活動時の心拍数を測定する。

(3) 測定結果と考察

ア 空気消費量について

行動A及び行動Bに要した各群ごとの総空気消費量と1分間あたりに換算した空気消費量の平均は、表2のとおりである。

総空気消費量については、行動A、行動Bともに各群別の差はほとんどみられない。

1分間あたりに換算した空気消費量の値をみると、年齢が増すにつれて減少していく傾向にある。

また、行動Aのホースカー走行は軽い作業ではないが、後の行動Bを考慮し若干の余裕をもって行動したためか、1分間あたりの空

表2 活動時の空気消費量

	行 動 A		行 動 B	
	総空気消費量 (l)	1分間あたりの 空気消費量 ($l/分$)	総空気消費量 (l)	1分間あたりの 空気消費量 ($l/分$)
I 群	29.5 (3.9)	48.5 (9.2)	221.9 (42.1)	84.8 (9.9)
II 群	28.2 (3.8)	43.7 (7.5)	217.0 (21.4)	83.8 (7.2)
III 群	27.1 (2.9)	37.2 (3.3)	210.2 (14.7)	78.2 (10.0)
IV 群	28.6 (4.6)	38.9 (5.1)	225.2 (27.5)	75.9 (11.7)
平均	28.4 (3.9)	42.3 (8.1)	218.6 (29.1)	80.9 (10.4)

気消費量は、40ℓ程度となった。しかし、行動Bのように立体的活動が伴う作業になると、時間の経過とともに疲労も加わったこともあり、1分間あたりの空気消費量は、80ℓ前後と多くなった。一般に男子の運動時の1分間あたり最大空気消費量（オールアウトまで頑張って走らせた時の空気消費量）は、80～100ℓに達するが、このように大きな空気

消費量を伴う運動は、長く維持できないといわれている。¹⁾このことから、行動Bのような激しい行動は、生理的にみて限界に近い空気消費量といえる。

イ 酸素消費量について

行動A及び行動Bに要した各群ごとの総酸素消費量と1分間あたりに換算した酸素消費量の平均は、表3のとおりである。

表3 活動時の酸素消費量

	行 動 A		行 動 B	
	総酸素消費量 (ℓ)	1分間あたりの 酸素消費量 (ℓ/分)	総酸素消費量 (ℓ)	1分間あたりの 酸素消費量 (ℓ/分)
I 群	1.0 (0.1)	1.7 (0.3)	7.5 (0.9)	2.9 ((0.3)
II 群	1.0 (0.3)	1.6 (0.5)	7.2 (0.9)	2.8 ((0.4)
III 群	1.1 (0.2)	1.5 (0.2)	6.8 (0.7)	2.5 ((0.4)
IV 群	1.1 (0.2)	1.6 (0.1)	7.3 (1.3)	2.5 ((0.6)
平 均	1.1 (0.2)	1.6 (0.3)	7.2 (1.0)	2.7 ((0.5)

総酸素消費量については、行動A、行動B共、各群別の差はあまりみられない。又1分間あたりに換算した値をみると、年齢が増すにつれて減少していく傾向にある。これは、前アの空気消費量とほぼ同じ傾向にある。

これを表4に示す酸素消費率でみると、行動Aでは年齢が増すにつれて増加しているが、

行動Bでは逆に年齢が増すにつれて減少している。このことは、年齢が増すにつれて運動負荷が厳しくなりと、呼吸の効率（呼吸による肺内での酸素摂取）が劣ってくることを示している。

ウ 1分間あたりの最高心拍数について

表4 活動時の酸素消費率 (%)

	行 動 A	行 動 B
I 群	3.48 (0.42)	3.42 (0.58)
II 群	3.67 (0.49)	3.32 (0.39)
III 群	3.95 (0.55)	3.24 (0.36)
IV 群	3.99 (0.30)	3.24 (0.53)
平 均	3.74 (0.49)	3.31 (0.48)

$$\text{※ 酸素消費率} = \frac{\text{1分間あたりの酸素消費量 (ℓ/分)}}{\text{1分間あたりの空気消費量 (ℓ/分)}} \times 100 (\%)$$

行動A、行動Bにおける心拍数の測定は、他の測定項目と同様に各群10人ずつ実施したが、筋電の影響による心拍数記憶の乱調や測定のため取り付けられた胸部の電極が行動中に離脱する等の障害があり、確実に測定できたの

はI群7人、II群7人、III群4人、IV群6人の合計24人であった。

対象者の1分間あたりの最高心拍数の平均は、表5のとおりである。

表5 活動時の1分間あたり最高心拍数 (拍/分)

	行 動 A	行 動 B
I 群 (7人)	164 (10)	185 (10)
II 群 (7人)	175 (11)	189 (10)
III 群 (4人)	161 (10)	180 (11)
IV 群 (6人)	156 (10)	188 (12)
平均 (24人)	165 (11)	186 (11)

行動Aのホースカー曳行は、比較的激しい作業であるため、心拍数の平均は165拍となった。

次に、行動Bのように梯子を登り、屋内進入と一連の行動になると負荷はさらに厳しくなり、最高値の平均が186拍と非常に高い値を示した。屋内進入をしてからの心拍数は、全体的に大きな差はなく、かなり高い値のところで活動がなされていた。このことは、一般に1分間の心拍数の安全限界は180拍である²⁾といわれていることからみると、行動Bに

おける最高心拍数は上限をこえた数値であり、設定した活動内容自体もかなり厳しいものであったと推測できる。

一方、年齢差についてみると行動A、行動Bともに際立った差はなく、ほぼ同じ程度の値とみていい。しかし、所要時間がそれぞれ異なることから、この値の比較のみでは一概に年齢の差について論ずることは困難である。

エ 所要時間について

各群の平均所要時間は、表6のとおりである。

表6 活動所要時間

	行 動 A	行 動 B	計	
I 群	37(秒) (4)	2分 36秒 (13)	3分	13秒
II 群	39 (4)	2 36 (13)	3	15
III 群	45 (4)	2 43 (16)	3	28
IV 群	45 (4)	3 00 (19)	3	45
平 均	42 (5)	2 43 (17)	3	25

行動A、行動Bともに当然ではあるが、年齢が増すにつれて長くなっている。特に目につくのは、行動BのIV群(45~54歳)で、体力の衰えが現われる年齢層といえる。

また、先に述べたように空気消費量と心拍

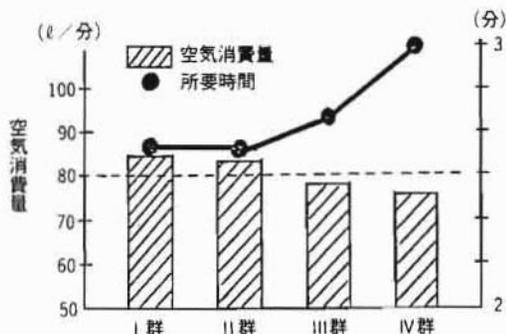


図2 空気消費量と所要時間(行動B)

数については、それぞれ生理的に上限に近い値を示していることから、各群とも所要時間は、各隊員が全力で活動した結果であると考えられる。

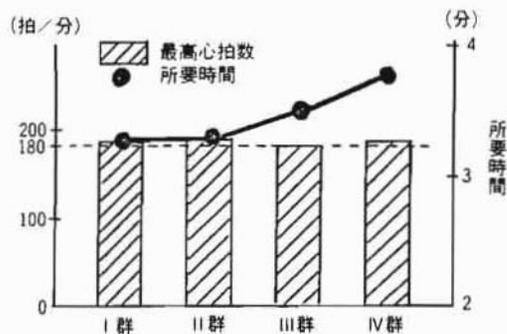


図3 最高心拍数と所要時間(全体の活動)

オ エネルギー代謝率(RMR)について

今回実施した活動がどの程度の作業強度であったかについて、RMR(Relative Metabolic Rate エネルギー代謝率)を用いて

$$RMR = \frac{\text{作業時毎分酸素消費量 (ml/分)} - \text{安静時毎分酸素消費量 (ml/分)}}{\text{基礎代謝時毎分酸素消費量 (ml/分)}}$$

(基礎代謝とは、快適な温度のもとで筋活動や消化活動をできるだけ除いた覚醒空腹時における安静横臥状態の代謝であり、生命を

検討してみる。

RMRは、エネルギー需要量の個人差を除き、単位時間の運動の強度を示す指数で、次式によって算出される。³⁾

維持する場合の最小のエネルギー代謝である。⁴⁾

表7 活動のRMR

	行 動 A	行 動 B	行動Aと行動Bを連続したもの
I 群	6.6 (1.3)	12.1 (1.5)	11.0 (1.2)
II 群	5.9 (2.0)	11.2 (1.9)	10.1 (1.5)
III 群	5.7 (1.1)	10.8 (1.9)	9.7 (1.4)
IV 群	6.6 (0.8)	11.8 (2.8)	10.2 (2.2)
平 均群	6.2 (1.5)	11.3 (2.1)	10.3 (1.7)

行動Aと行動BのRMR及び行動Aと行動Bを連続した場合のRMRは、表7のとおりである。

行動Aと行動BのRMRを各群別について

みると、一部に若干の差はあるが、ほぼ同じ傾向を示しているものと考えられ、また、行動Aと行動Bを連続したRMRの平均は、10ないし11の強度といえる。

この強度をスポーツの RMR と比較してみると、10ないし11に匹敵する種目としては、バスケットボール (10.9)、ラグビー

(11.1)、硬式テニスシングルス3セットマッチ (10.9) などがある。(各種文献により報告されている RMR を表8に示す。)

表8 スポーツと消防活動のRMRの比較^{3),4)}

消 防 活 動	RMR	ス ポ ー ツ
乗車 (1.0)	1	ゆっくり歩行45m/min (1.5)
室内検索 (3.0)	3	急ぎ足 (3.5)、ゴルフ (3.6)
放水、筒先圧力3kg/cm ² (5.5)	5	ラジオ体操、バドミントン (5.0)
現場調査、指揮 (7.0)	7	登山 (7.4)
ホース収納 (8.4)	9	剣道 (8~14)
今回の活動 (10.3)	11	ラグビー (11.1)、バスケット (11.3)
ホース手広め延長 (14.0)	13	サイクリング (13.5)
	15	マラソン (15.6)
	17	10,000m走 (17.0)
ホースカー降ろし、ホース延長 (18.3)	22	3,000m走 (22.0)
	26	2,000m走 (26.0)
	30	1,500m走 (30.0)
全装備で疾走 (30.0)	95	400m走 (95.0)
	205	100m走 (205.0)

次に RMR との関連で算出される運動量指数で比較してみることにする。RMR は、時間的な要素が加わっていないため、全運動量がわかりづらい面がある。そこで RMR と運動の持続時間の積を運動量指数として比較を行うものである。³⁾

運動量指数 = RMR × 所要時間

行動Aと行動Bを連続して行った場合の各

群の総平均所要時間は、3分24秒である (表6参照)。これは、バスケットボール、ラグビー、硬式テニス等のスポーツを3分30秒ぐらいプレーしたものと同程度の運動量といえる。

また、剣道の試合と比較してみると、行動Aと行動Bを連続して実施したときの平均した RMR と所要時間から運動量指数を算出すると、下式のように36.38 となる。

$$\text{運動量指数} = \underset{\text{(RMR)}}{10.7} \times \underset{\text{(所要時間)}}{3\text{分}24\text{秒}} = 36.38$$

一方、剣道の RMR は2分45秒間の試合で8~14と報告されている。⁴⁾ これらのことから、消防活動の運動量に匹敵する試合時間を算出すると2分36秒から4分33秒となる。

6. アンケート調査

(1) 対象者

対象人員は、表9のとおりである。

(2) 調査内容

前5「消防活動に関する測定」(2)アの条件と

表9 アンケート調査対象人員

	対 象 人 員 (人)
20歳代	58
30 "	41
40 "	23
50 "	4
合 計	126

同一の活動を実施させて、その後に別記様式の 調査を行う。

別記様式

ア ン ケ ー ト

調査年月日 ()

年 齢 (歳)

問1 現在当庁で実施している体力測定のうち、一定スピード走を行った時の「きつさ」は、どの程度ですか。

1 ゆとりがある	2 ふつう	3 きつい
----------	-------	-------

問2 今回実施した活動についてお聞きします。

(1) あなたの体力からみると「きつさ」は、どの程度ですか。

1 ゆとりがある	2 ふつう	3 きつい
----------	-------	-------

(2) 日頃の消防活動訓練と比べるとどうですか。

1 ゆとりがある	2 ふつう	3 きつい
----------	-------	-------

問3 あなたの体力についてお聞きします。

(1) 自信がありますか。

1 は い	2 いいえ
-------	-------

(2) 同年代と比べて優れていると思いますか。

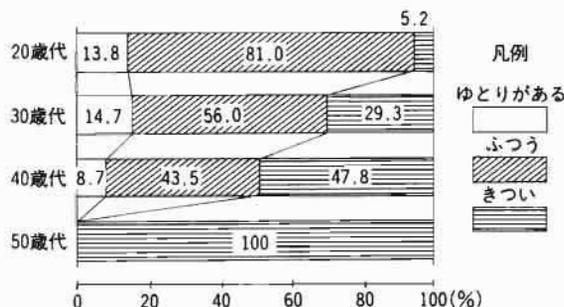
1 は い	2 いいえ
-------	-------

(3) 調査結果と考察

ア 当庁で実施している体力測定の一一定スピード走について

問 現在当庁で実施している体力測定のうち、一定スピード走を行った時の「きつさ」はどの程度ですか。

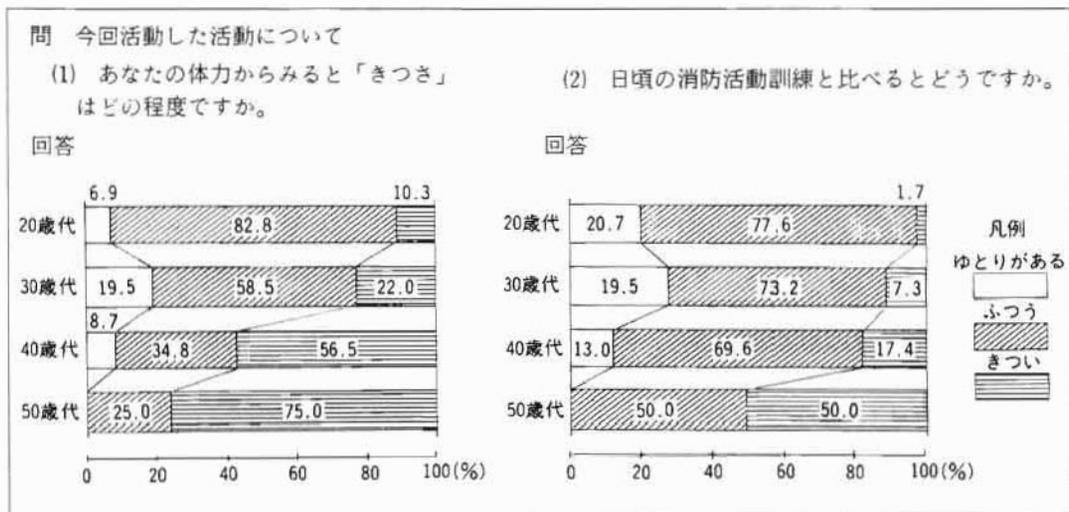
回答



当庁の一定スピード走は、1,000mを5分間一定のスピードで走り、運動後の心拍数を測定し持久力を判定するものである。

問に対して、「きつい」と回答している隊員
イ 今回実施した活動について

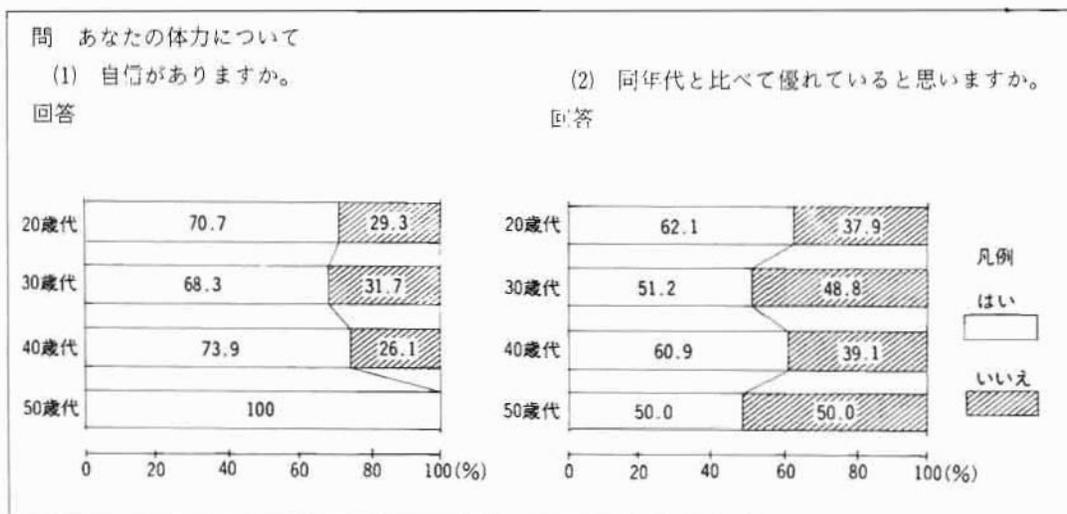
は、年代が増すにつれて多くなっており、特に40歳代、50歳代は若い年代との差が著しく、体力に大きな差があることが推測できる。



(7) 問(1)に対して、「きつい」と回答している隊員は、年齢が増すにつれて多くなり、40歳代以上になると半数以上が「きつい」と感じている。このことは、最高心拍数や所要時間の結果に述べたように、各年代とも限界に近いところで全力の活動を行ったにもかかわらず、年齢の高い隊員ほど所要時間が長くなっている傾向と一致するものであり、年輩者にとっては厳しい活動内容で
ウ 自己の体力について

あったと考えられる。

(イ) 問(2)の日頃実施している消防活動訓練との比較では、「ゆとりがある」、「ふつう」と回答している隊員が全体的にみて多数を占めている。このことは、今回実施した行動は、平素実施している消防活動訓練とほぼ同程度の活動量であるということが推測される。



(ア) 問(1)に対して、自己の体力に「自信がある」と回答している隊員は、各年代とも多くの率を占めており、消防職員の集団としては望ましいことである。50歳代が100%「自信がある」と回答しているが、対象人員4名であったことを考慮して評価したい。

(イ) 問(2)の同年代の者と比べて自己の体力をどうみているかについては、「優れている」と回答している隊員が約半数強となっている。これは、一つの集団の中での比較としては、ごく常識的な結果であると考えられる。

7. ま と め

今回設定した一般的な消防活動における測定結果及びアンケート調査結果から次のことがいえる。

(1) 活動所要時間は、高齢者ほど長くなっているが、特に20歳、30歳代の者と40歳以上の者との間に体力的な断層がみられる。しかし、所要時間の長短についての評価は、高齢者の長い経験にもとづく活動内容を考慮する必要があると思

われる。

(2) 一般的な消防活動の強度は、RMRで比較するとバスケットボール、ラグビー、硬式テニス、剣道などのスポーツに匹敵する。従って、活動能力の向上及び維持策の一方途として、消防活動訓練と併せて、これら強度のスポーツを実施していくことは極めて好ましいことと言える。

なお、本調査は池袋消防署及び同署員の協力を得て実施したものである。

8. 文 献

- 1) 朝比奈一男、中川功哉著：現代保健体育学大系7「運動生理学」(P31)：大修館書店(昭和50年)
- 2) 渡辺 巖一著：「基礎環境衛生学」(P43~45)：朝倉書店(昭和48年)
- 3) 日本火災学会誌：vol. 33, No. 6, 1983, (P8)「消防活動の労働科学的考察」
- 4) 山岡誠一、沼尻幸吉著：特殊栄養学講座4「スポーツ労働栄養学」：医歯薬出版(昭和51年)