

## 各種運動の最大負荷算出に係わる体力測定に関して

### On a Physical Fitness Test to Show a Relation in Maximum Load Calculation of Various Exercise

小原史朗  
Shirou OHARA

**Abstract** This studies examined possibility of practical use of physical fitness test to calculate maximum load of various exercise used for a training. As a result, a conjecture value of maximum load at various exercise was possible at using a physical fitness test. Estimate method of this maximum load will contribute to the removal of pain, safety, the loss of interest and decision of precise load in exercise enforcement person.

#### 1. はじめに

近年、学校教育現場において、健康・体力・生活に関するさまざまな問題が指摘されている。たとえば、中学生・高校生の生活・健康・体力に関する調査からは、①体力が低下している、②運動不足が増えている、③睡眠不足で体が疲れている、④栄養摂取が不適切、⑤特に朝食の摂り方に問題が多い、⑥貧血が多い、⑦低体温や自律神経系機能に変調がみられる、⑧骨折が多い、⑨アレルギー症状が激増している、などの問題が報告されている。小沢<sup>1)</sup>はこれら健康・体力・生活に関する問題の指摘の内、体力の問題を取り上げると、1980年頃を境に年々低下傾向にあり、しかもその傾向は運動習慣のないグループだけでなく運動習慣のあるグループにもみられるというのである。また、西嶋<sup>2,3)</sup>は1964年から1997年の34年間における体力診断テスト合計点で高校3年生の17歳がもっとも高い平均値を示す年度が多いこと、29歳を最終年度とするコホートデータにおいても17歳がもっとも高い平均値を示すことが多いことを踏まえて17歳を青少年期の体力・運動能力の発達到達点とみなしている。本来、人の体力的発達は22~23歳頃をピークとして、加齢とともに低下する傾向であった。この結果は18歳以降の青年を迎え入れる大学の体育・健康教育現場における教育内容の再考査の重要な示唆でもある。

文部科学省<sup>4)</sup>は青少年への体育的目標として、「健康や体力についての理解と運動の合理的な実践を通して、健康の増進と体力の向上を図り、心身の調和的発達を促すとともに、明るく豊かで活力のある生活を営む態度を育てること」と掲げている。体力の低下は単に運動不足だけでは語れない。学校における運動機会の環境が様々なに整っていたとしても、受講者の心の安定が図られずに意欲の湧かない生活を送っていたとすれば、それは体力に対してプラスに反映しない。勿論、体力の向上は運動プログラムが有効に働くような内容や展開でなければならない。その為には個々の体力を考慮した合理的な運動処方が重要である。このことを多くの研究者や指導者は当たり前のように理解して、多くの学校体育現場で体力測定を実施し、個々の体力の特徴を捉え、診断することまでは実施されている。しかし、測定データを直に運動処方の具体的内容作成への活用としてはほとんど使われていないと思われる。本研究は運動処方の負荷決定に体力測定の活用を意図としたものである。

著者<sup>5,6,7)</sup>は一般的な人達がサーキット・トレーニングをより合理的に実施出来る方策を検討してきた。サーキット・トレーニングでは個々人の負荷(回数や重量)を決定するためのプレテストで最大回数や最大挙上重量の測定が必要で、ハードに成り過ぎる為に、身体的・精神的な負担(苦痛)を与えなければならない。その為、処方箋作成までの過程で気持ち悪くなる者、嘔吐する者、苦しくて全力を出しきれない者が多数目立ち、サーキッ

表 1. 動き作りの運動種目と動作概要

1. サイドステップ	1 m 間隔に引いた 3 本の線の内、真ん中の線を跨いで立ち、ステップして横の線へ移動。また、真ん中の線へ戻り、今度は反対の線へステップして移り、再度、真ん中の線へステップして戻ることを早く繰り返す。
2. スプリンター	両手を床に着けたしゃがみ姿勢から、右足を後ろに伸ばす。次に両脚をはねながら交互に脚を曲げ伸ばす。膝は胸に引きつけるように行う。
3. スクワット・スラスト	両足を曲げた腕立ての姿勢から、両足を勢いよく後方に伸ばして伏臥の腕立て姿勢になり、再び両足を曲げた腕立て姿勢になる。
4. トランク・カール	仰臥姿勢で大腿上部に手を置き、頭を前方にまげ、手を出来るだけ足の方に滑らせてながら肩胛骨が床から浮くまで胸部を曲げる。
5. 伏臥上体起こし	手を頭の後ろに組み、床にうつ伏せた姿勢から、上体を起こす。
6. プレス・Up A型	平らな床で、両足を後方に伸ばした伏臥の腕立て姿勢になり、両腕を屈伸させる。
7. バーピー・ジャンプ	①床に直立する。②両膝を深く曲げて、両手を足の前につく。③脚を伸ばして腕立て伏臥の姿勢になる。④素早く脚を引きつけて、両脚で出来るだけ高くジャンプして、直立する。
8. 座位・膝屈伸	床に腰を下ろし、足を着けないで、股関節と脚をしっかり曲げ、お尻の後方に腕を伸ばして手を付く。この姿勢から、脚を床に下ろさないようにして、膝の曲げ伸ばしを繰り返す。
9. 立位背起こし	手を頭の後ろに組み、上体を床と平行になるまで前傾させ、再び上体を起こし元の位置に戻す。
10. プレス・Up B型	高さ40cmの台に両足を乗せ、両足を後方に伸ばした伏臥の腕立て姿勢になり、両腕を屈伸させる。
11. スクワット・ジャンプ	一方の足を他方の足の前に出して、しゃがみこんだ姿勢から、両足が伸びるまでとび上がり、着地したとき反対の足を前に出して、再びしゃがみこむ。
12. ジャック・ナイフ	床に腰を下ろし脚を伸ばして座り、お尻の後方に腕を伸ばして手を付く。この姿勢から膝を伸ばした両脚を上げ下げする。しっかり上まで上げ、下げた時は踵が床に触れないようにする。
13. 踵の上下動	壁に向かって70cm程離れて立ち、壁に手を掲げた状態で、踵を上下に動かすことを繰り返す。
14. サイドジャンプ	高さ12cm、幅18cmの障害物の横に立って位置し、障害物の上を左・右にジャンプする。
15. 踏台昇降	高さ40cmの踏み台に上り下りする。
16. 縄跳び	縄を自身で回しながら、縄に引っかからないようにして、ジャンプを繰り返す。

ト・トレーニングに対してマイナスな印象を強くする傾向が見られた。トレーニング実施者に対しては安全性、効果性および継続性の配慮が常に必要である。そこで、注目したのがトレーニング前のプレテストで行われる体力測定である。体力測定は多くの学校や企業においても実施されていて体力の診断に活用されている。しかし、体力づくりを構成する様々な種目の負荷（回数や重量）

を決めるための活用には至っていない。本研究はサーキット・トレーニングにおける運動処方でも合理的に負荷（回数や重量）設定を行うために、体力測定を活用することを目的とし、体力のどの様な因子が各種運動に寄与しているのかの関係を明らかにすることとした。さらには、体力づくりに用いる各種目と体力測定項目との関係から、各種目における体力的効果の示唆を得ようとした。

表 2. ウェイト運動種目と動作概要

1. ベント・ローイング	上体を床と平行に前傾させ、背筋を十分伸ばす。バーベルは肩幅の広さで握り、上体を動かさないようにして、胸の位置までバーベルを引き上げ、ゆっくり下ろす。
2. ベンチ・プレス	ベンチに伏臥して、両手でバーベルを胸の上に持ち、押し上げる。
3. バック・ハイパーエクステンション	うつ伏せ姿勢から、プレートを頭の後ろに載せ、上体を起こす。
4. シット・アップ	膝を立てた仰向け姿勢になり、プレートを頭の後ろで抱え、足首を固定して、上体を起こす。
5. ハイ・クリーン	床に置いたバーベルに出来るだけ近づき、肩幅の広さでバーベルをしっかりと握る。肘及び背筋を伸ばし、腰を低く下ろして構える。この姿勢から身体を勢いよく伸ばし、バーベルを高く引き上げ、鎖骨上に受け止める。
6. バーベル・カール	バーベルを両手で下側から握り、立位姿勢の状態ですて肘を曲げ伸ばす。
7. ハーフ・スクワット	立位姿勢で首の後ろにバーベルをかついで膝を屈伸する。足は肩幅くらいの広さに開き、踵を床から浮かせないようにする。
8. フライング・スプリット	立位姿勢で足を前後に開脚する。前足の膝は曲げ、後ろ足を伸ばした状態でバーベルを肩に担ぎ、ジャンプ動作で脚を入れ替える。
9. ストレート・アーム・ローイング	仰向けに寝て、頭の上から胸の上まで半円を描くように両手でバーベルを往復させる。
10. アップ・ローイング	バーベルを両手（順手）で身体の前方にさげて持ち、その位置から、腹部、胸に沿って顎まで引き上げる。両肘が肩関節の位置より高くなるように、バーベルを引き上げる。
11. デッド・リフト	肘及び背筋を十分に伸ばし、出来るだけ腰を低く下ろしてバーベルを握り構える。この姿勢から背筋を曲げないようにして、膝、股関節を伸ばし、バーベルを腰の位置まで引き上げる。
12. ラテラル・レイズ	仰向けに寝たまま、両手にダンベルをひとつずつ持ち、両肘を伸ばして真横に張り、大きな半円を描きながら胸の上を持ってくる。
13. パワー・プレス	バーベルを鎖骨上に乗せて持ち、膝のみを曲げて沈み込み、足・膝関節の反動を利用して、バーベルを頭上に差し上げながら肘を伸ばし、再び膝の沈みで完全に肘を伸ばしきり、バーベルを支持する。
14. スタンディング・ラテラルレイズ	背中を伸ばし、両手に持ったダンベルを体側に下げて握り、両肘を伸ばしたまま、真横に上げる。

## 2. 方法

### 2.1 対象者

対象とした者は、運動実施に影響を及ぼす内科および外科的な疾病や障害が無く、体育実習（トレーニングの種目）を受講した健康な男子大学生 186 名とした。

### 2.2 体力測定データの取得

体力測定の項目は、背筋力、垂直跳び、反復横跳び、立位体前屈および踏み台昇降運動で、いずれも室内にて測定した。測定は旧文部省方式で、踏み台昇降運動を除いた他の項目は一人 2 回測定し、高い方の値を採用した。

### 2.3 運動種目の動作概要

本研究に用いた運動種目は自身による動き作りを目的とした 16 種目およびウェイト（重量）負荷を用いて筋力改善を目的とした 14 種目を採用した。採用した運動種目と動作の概要を表 1 および表 2 に示した。

### 2.4 運動種目の最大反復回数及び最大重量の測定

#### ① 動き作りを目的とした 16 種目の最大反復回数

本研究ではサーキット式にトレーニングを進める運動プログラムを作成することを意図としている。したがって、それぞれの種目ごとにおける最大反復回数の測定は 20 秒間、30 秒間、40 秒間の 3 つの時間を設けて、表 1

に示した動作で時間内に反復することが出来た最大数を各設定時間で測定して、分析の値として採用した。

## ② ウェイト負荷を用いた 14 種目の最大挙上重量

あらかじめ、表 2 に示した各々の種目において個人が仮重量を設定して試行し、改めて別の日に種目ごとに一連の動作が 5 回以内で終わりそうな重量を自己申告して、その重量が挙上出来なくなるまでの回数を測定した。この反復回数から、波多野ら<sup>8)</sup>の著書を参考に、試行した負荷重量が最大挙上重量の何%に相当しているかを求め、最大値に換算して、個人が挙上可能な最大重量として本研究の分析値とした。

## 2・5 統計処理

測定で得られたデータの統計処理は、Microsoft Office Mac 2001 Japanese AE CD (キーNo. 877-7909746、Microsoft Co., USA) 中の Excel 2001 と Stat View 4.5 Mac 日本語版 (S/N jxs7240 番 Hulinks 社) を用いて行った。動き作りを目的とした 16 種目それぞれの最大反復回数とウェイト負荷を用いた 14 種目それぞれの最大挙上重量を目的変数、背筋力・垂直跳び・反復横跳び・立位体前屈・踏み台昇降運動を説明変数としてステップワイズ重回帰分析 (変数増加法) を行った。

## 3. 結果と考察

対象とした被験者 (男子学生) の身体的特徴を表 3 に示した。各項目とも同年代の水準<sup>9)</sup>を示していた。

表 3. 対象者の身体的特徴

年齢 (才)	18.2 ± 0.4
身長 (cm)	170.0 ± 5.4
体重 (kg)	62.4 ± 7.6
BMI	21.4 ± 2.5
反復横とび (回)	46.9 ± 4.8
垂直跳び (cm)	63.6 ± 8.0
背筋力 (kg)	144.8 ± 22.2
立位体前屈 (cm)	11.2 ± 6.7
踏み台昇降運動 (点)	60.3 ± 9.5

本研究は Morgan ら<sup>10)</sup>の創案したサーキット・トレーニングを参考に、合理的に体力向上の為の運動処方の内容を作成することを目的として課題の検討を行った。

サーキット・トレーニングは体力の各構成要素 (筋力、スピード、パワー、筋持久力および全身持久力など) を基本的にレベルアップさせるための簡便な方法として利

用範囲が広く、学校体育の実習、実技においてもよく利用されている<sup>11, 12, 13, 14)</sup>。このトレーニングを利用する際に、極めてマイナスな印象を持つ要因として、トレーニングの構成種目それぞれの負荷 (反復回数および負荷重量) 決定の手続きにあると考える。すなわち、各運動で実施する負荷の決定をほぼ全力で測定するプレテストの後に、実際に遂行するトレーニングの具体的内容を決めるということからプレテストで「気持ち悪くなる」、「嘔吐する」、「疲労困憊となる」、「意欲が喪失する」などを伴う為に、本格的なトレーニングに入る段階でマイナスの影響が認められる。

そこで、体力つくりのために良く行われていると思われる、「動き作りを目的とした運動を 16 種目」と「ウェイト負荷を用いた運動 14 種目」を採用して、どのような体力測定項目と関係があるのかその因子を検討し、体力測定を利用した運動負荷設定のための示唆と各種目での体力的な運動効果の示唆を得ようとした。その結果を表 4-①、表 4-②、表 4-③および表 5 に示した。

### ① 動き作りを目的とした 16 種目に関して

#### ①・1 20 秒間の最大反復回数と体力測定の関係

サイド・ステップ/20sec は反復横とびとの関係が認められた ( $R=0.563$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 31.7%)。次に踏み台昇降運動を加えることで、二因子との関係がさらに増すことが認められた ( $R=0.577$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 33.3%)。スプリンター/20sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.233$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 5.4%)。スクワット・スラスト/20sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.226$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 5.1%)。トランク・カール/20sec は立位体前屈とのみ関係が認められた ( $R=0.196$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 3.8%)。伏臥上体起こし/20sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.191$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 3.6%)。バービー・ジャンプ/20sec は反復横とびと踏み台昇降運動の二因子との関係が認められた ( $R=0.232$ ,  $p<0.05$ , 寄与率 5.4%)。立位背起こし/20sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.280$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 7.9%)。プレス・Up B型/20sec は反復横とびと垂直跳びの二因子との関係が認められた ( $R=0.207$ ,  $p<0.05$ , 寄与率 4.3%)。スクワット・ジャンプ/20sec は反復横とびと立位体前屈の二因子との関係が認められた ( $R=0.251$ ,  $p<0.05$ , 寄与率 6.3%)。踵の上下動/20sec は反復横とびと立位対前屈の二因子との関係が認められた ( $R=0.291$ ,  $p<0.05$ , 寄与率 8.5%)。サイド・ジャンプ/20sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.295$ ,  $p<0.01$ , 寄与率 8.7%)。体力測定因子が説明変数として関係を認めなかった運動種目はプレス・Up A型/20sec、座位・膝屈伸/20sec、ジャック・ナイフ/

表4-①. 動きつくりを主とした運動種目での20秒間・最大反復回数と体力測定項目との関係

運動種目名	有意な関係を示した体力測定項目		重相関係数 (R=)	寄与率 (%)	関数式
	変数 (a)	変数 (b)			
サイド・ステップ/20秒	反復横とび **	踏台昇降運動 *	0.577	33.3	$y=0.740a+0.079b+4.4$
スプリンター/20秒	反復横とび **	---	0.233	5.4	$y=0.482a+24.2$
スクワット・スラスト/20秒	反復横とび **	---	0.226	5.1	$y=0.505a+0.9$
トランク・カール/20秒	立位体前屈 **	---	0.196	3.8	$y=0.231a+18.6$
伏臥上体起こし/20秒	反復横とび **	---	0.191	3.6	$y=0.313a+13.2$
プレス・アップA型/20秒	---	---	---	---	---
バーピー・ジャンプ/20秒	反復横とび *	踏台昇降運動 *	0.232	5.4	$y=0.100a+0.041b+3.6$
座位・膝屈伸/20秒	---	---	---	---	---
立位背起こし/20秒	反復横とび **	---	0.280	7.9	$y=0.252a+7.2$
プレス・アップB型/20秒	反復横とび *	垂直跳び *	0.207	4.3	$y=0.308a-0.158b+17.1$
スクワット・ジャンプ/20秒	反復横とび *	立位体前屈 *	0.251	6.3	$y=0.105a+0.080b+13.7$
ジャック・ナイフ/20秒	---	---	---	---	---
踵の上下動/20秒	反復横とび **	垂直跳び *	0.291	8.5	$y=0.878a-0.317b+31.8$
サイド・ジャンプ/20秒	反復横とび **	---	0.295	8.7	$y=0.488a+11.1$
踏台昇降/20秒	---	---	---	---	---
縄跳び/20秒	---	---	---	---	---

\* ;  $p < 0.05$  , \*\* ;  $p < 0.01$ 

表4-②. 動きつくりを主とした運動種目での30秒間・最大反復回数と体力測定項目との関係

運動種目名	有意な関係を示した体力測定項目		重相関係数 (R=)	寄与率 (%)	関数式
	変数 (a)	変数 (b)			
サイド・ステップ/30秒	反復横とび **	踏台昇降運動 *	0.581	33.8	$y=1.040a+0.122b+7.7$
スプリンター/30秒	反復横とび **	---	0.216	4.7	$y=0.643a+37.2$
スクワット・スラスト/30秒	反復横とび **	---	0.208	4.4	$y=0.668a+4.4$
トランク・カール/30秒	垂直跳び **	---	0.215	4.6	$y=0.304a+11.5$
伏臥上体起こし/30秒	反復横とび **	---	0.215	4.6	$y=0.503a+17.2$
プレス・アップA型/30秒	---	---	---	---	---
バーピー・ジャンプ/30秒	反復横とび *	踏台昇降運動 *	0.234	5.5	$y=0.128a+0.062b+6.6$
座位・膝屈伸/30秒	---	---	---	---	---
立位背起こし/30秒	反復横とび **	---	0.286	7.1	$y=0.348a+11.8$
プレス・アップB型/30秒	反復横とび *	垂直跳び *	0.217	4.7	$y=0.435a-0.263b+26.9$
スクワット・ジャンプ/30秒	反復横とび *	---	0.189	3.6	$y=0.193a+20.4$
ジャック・ナイフ/30秒	垂直跳び *	---	0.159	2.5	$y=0.151a+40.7$
踵の上下動/30秒	反復横とび **	垂直跳び *	0.297	8.8	$y=1.384a-0.369b+36.1$
サイド・ジャンプ/30秒	反復横とび **	---	0.299	9.0	$y=0.724a+15.5$
踏台昇降/30秒	反復横とび *	---	0.169	2.9	$y=0.377a+10.8$
縄跳び/30秒	立位体前屈 *	---	0.160	2.6	$y=0.253a+67.0$

\* ;  $p < 0.05$  , \*\* ;  $p < 0.01$

表 4-③. 動きづくりを主とした運動種目での 40 秒間・最大反復回数と体力測定項目との関係

運動種目名	有意な関係を示した体力測定項目		重相関係数 (R=)	寄与率 (%)	関数式
	変数 (a)	変数 (b)			
サイド・ステップ/40 秒	反復横とび **	踏台昇降運動 *	0.504	25.4	$y=1.105a+0.145b+21.8$
スプリンター/40 秒	反復横とび **	---	0.257	6.6	$y=1.001a+38.97$
スクワット・スラスト/40 秒	反復横とび **	---	0.224	5.0	$y=0.939a+2.5$
トランク・カール/40 秒	垂直跳び *	---	0.212	4.5	$y=0.402a+15.1$
伏臥上体起こし/40 秒	反復横とび **	---	0.214	4.6	$y=0.648a+22.5$
プレス・アップ A 型/40 秒	---	---	---	---	---
バーピー・ジャンプ/40 秒	反復横とび *	踏台昇降運動 *	0.225	5.1	$y=0.148a+0.082b+9.6$
座位・膝屈伸/40 秒	---	---	---	---	---
立位背起こし/40 秒	反復横とび **	---	0.285	8.1	$y=0.498a+14.1$
プレス・アップ B 型/40 秒	垂直跳び **	反復横とび *	0.221	4.9	$y=0.359a-0.555b+34.8$
スクワット・ジャンプ/40 秒	反復横とび **	立位体前屈 *	0.247	6.1	$y=0.201a+0.141b+27.5$
ジャック・ナイフ/40 秒	垂直跳び *	---	0.156	2.4	$y=-0.198a+52.6$
踵の上下動/40 秒	反復横とび **	垂直跳び *	0.324	10.5	$y=2.026a-0.498b+37.8$
サイド・ジャンプ/40 秒	反復横とび **	---	0.285	8.1	$y=0.919a+20.1$
踏台昇降/40 秒	反復横とび *	---	0.155	2.4	$y=0.438a+16.7$
縄跳び/40 秒	立位体前屈 *	---	0.174	3.0	$y=0.356a+87.6$

\* ;  $p < 0.05$  , \*\* ;  $p < 0.01$ 

20sec、踏台昇降/20sec および縄跳び/20sec の 5 種目であった。

### ①・2 30 秒間の最大反復回数と体力測定の関係

サイド・ステップ/30sec は反復横とびと踏台昇降運動との二因子で高い関係が認められた ( $R=0.581$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 33.7%)。スプリンター/30sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.216$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 4.7%)。スクワット・スラスト/30sec も反復横とびとのみ関係を認めた ( $R=0.208$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 4.4%)。トランク・カール/30sec は垂直跳びとのみ関係が認められた ( $R=0.215$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 4.6%)。伏臥上体起こし/30sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.215$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 4.6%)。バーピー・ジャンプ/30sec は反復横とびと踏台昇降運動の二因子との関係が認められた ( $R=0.234$ ,  $p < 0.05$ , 寄与率 5.5%)。立位背起こし/30sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.286$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 7.1%)。プレス・アップ B 型/30sec は反復横とびと垂直跳びの二因子との関係が認められた ( $R=0.217$ ,  $p < 0.05$ , 寄与率 4.7%)。スクワット・ジャンプ/30sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.189$ ,  $p < 0.05$ , 寄与率 3.6%)。踵の上下動/30sec は反復横とびと垂直跳びの二因子との関係が認められた ( $R$

$=0.297$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 8.8%)。サイド・ジャンプ/30sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.299$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 9.0%)。20 秒間・最大反復回数の種目で測定因子との関係が認められなかったジャック・ナイフ、踏台昇降および縄跳びに於いては、有意な関係を示す測定因子が新たに認められた。すなわち、ジャック・ナイフ/30sec が垂直跳びとのみ関係を認め ( $R=0.159$ ,  $p < 0.05$ , 寄与率 2.5%)、踏台昇降/30sec では反復横とびとのみ関係を認め ( $R=0.169$ ,  $p < 0.05$ , 寄与率 2.9%)、さらに縄跳び/30sec では立位対前屈とのみ関係を認めた ( $R=0.160$ ,  $p < 0.05$ , 寄与率 2.6%)。プレス・アップ A 型/30sec と座位・膝屈伸/30sec の二種目は有意な関係を示す測定因子が認められなかった。

### ①・3 40 秒間の最大反復回数と体力測定の関係

各運動種目 (目的変数) に対し体力測定項目 (説明変数) として寄与する測定項目は前述した 30 秒間・最大反復回数で示した結果と同様の傾向であった。

サイド・ステップ/40sec に対しては反復横とびと踏台昇降運動の二因子との関係が認められた ( $R=0.504$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 25.4%)。スプリンター/40sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.257$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率 6.6%)。また、スクワット・スラスト/40sec も反

復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.224$ ,  $p<0.01$ 、寄与率=5.0%)。トランク・カール/40sec は垂直跳びとのみ関係が認められた ( $R=0.212$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 4.5%)。伏臥上体起こし/40sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.215$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 4.6%)。バーピー・ジャンプ/40sec は反復横とびと踏台昇降運動の二因子との関係が認められた ( $R=0.225$ ,  $p<0.05$ 、寄与率 5.1%)。立位背起こし/40sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.286$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 8.1%)。プレス・U p B型/40sec は反復横とびと垂直跳びの二因子との関係が認められた ( $R=0.221$ ,  $p<0.05$ 、寄与率 4.9%)。スクワット・ジャンプ/40sec は反復横とびと立位対前屈の二因子との関係が認められた ( $R=0.247$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 6.1%)。ジャック・ナイフ/40sec は垂直跳びとのみ関係が認められた ( $R=0.159$ ,  $p<0.05$ 、寄与率 2.4%)。踵の上下動/40sec は反復横とびと垂直跳びの二因子との関係が認められた ( $R=0.297$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 8.8%)。サイド・ジャンプ/40sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.285$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 8.1%)。踏台昇降/40sec は反復横とびとのみ関係が認められた ( $R=0.155$ ,  $p<0.05$ 、寄与率 2.4%)。縄跳び/40sec は立位対前屈とのみ関係が認められた ( $R=0.174$ ,  $p<0.05$ 、寄与率 3.0%)。プレス・U p A型/40sec と座位・膝屈伸/40sec の二種目は相関関係を示す測定因子が認められなかった。

以上、動き作りを主目的とした 16 種目それぞれの運動種目別に設定した時間 (20 秒間・30 秒間・40 秒間) ごとの最大反復回数 (目的変数) と背筋力、垂直跳び、反復横とび、立位体前屈および踏み台昇降運動との関わりを見ると、主に反復横とびが多く運動種目と有意な関係を認め、各種目の最大反復回数に影響を及ぼす体力因子として一定の役割を担っていることが示唆された。このことは、各運動種目における動作様式に違いがあるものの、反復横とびの測定・動作様式の如くに一定時間内 (20 秒間・30 秒間・40 秒間) での急速反復動作による測定様式と各種運動の動作様式が似通っていたことが一つの要因として考えられる。さらに、一つ一つの種目では動き作りとして、動作の敏速な繰り返しによる筋の相反神経支配の相互効果を期待しての巧みな動き方 (筋肉のしなやかな動かし方) を養うことを主眼にしていた。反復横とびは正に敏速な動作の繰り返しが要求され、しかも、左右方向への動作の切り替え能力が相反的な神経支配<sup>15)</sup>に依存する体力的様相があり、今回設けた多くの運動種目には反復横とびと同じような体力的要素を含めていたことが関係したと思われる。

バーピー・ジャンプとサイド・ステップは踏台昇降運動と反復横とびの二因子との関係が認められた。踏台昇

降運動は全身持久力の総合力を判定する測定項目で、運動の様式が全身的に行われている。バーピー・ジャンプとサイド・ステップは身体の屈伸、膝関節と股関節の上下動およびジャンピング動作を全身的に繰り返すために、踏台昇降運動の動作様式に相似していたことが呼吸循環器系の総合的能力とも関係したと思われる。

トランク・カール、プレス・アップB型および踵の上下運動は垂直とびとの関係を認めた。これらの運動種目は筋の瞬発的な収縮を全身的に発揮することをねらっていたため、垂直とびで評価される瞬発力の要素と合致する要因が備わっていたものと考えられる。

今回、動き作りを主目的とした 16 の運動種目のうち、14 の運動種目で何らかの体力因子と有意な関係が示されたことから、体力測定によりプログラムに採用する個々の運動の最大反復回数算出の可能性が示唆された。そして、プレテストにおいて感じる苦痛や興味の喪失、安全性や負荷の適確性など諸条件に対する対策への解決が示唆された。さらに、実際のトレーニング遂行にあたり、動き作りや体力因子の向上に寄与するという期待が持てそうである。

## ② ウェイト負荷を用いた 14 種目に関して

ストレート・アーム・ローイングとスタンディング・ラテラルレイズの二種目は体力因子との関わりが認められなかった。他の十二種目は背筋力が主となって関わりを持ち、そのうちの半数の種目はステップ 2 の段階で他の体力因子との関わりが認められた。その結果を表 5 に示した。

ベント・ローイングは背筋力とのみ関係が認められた ( $R=0.460$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 21.1%)。ベンチ・プレスは背筋力と立位体前屈の二因子との関係が認められた ( $R=0.457$ ,  $p<0.01$ 、寄与率=20.9%)。バック・ハイパーエクステンションは背筋力とのみ関係が認められた ( $R=0.271$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 7.3%)。シット・アップは背筋力とのみ関係が認められた ( $R=0.181$ ,  $p<0.05$ 、寄与率 3.3%)。ハイ・クリーンは背筋力とのみ関係が認められた ( $R=0.381$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 14.5%)。バーベル・カールは背筋力と立位体前屈の二因子との関係が認められた ( $R=0.338$ ,  $p<0.01$ 、寄与率=11.4%)。ハーフ・スクワットは背筋力と垂直跳びの二因子との関係が認められた ( $R=0.398$ ,  $p<0.01$ 、寄与率=15.8%)。フライイング・スプリットは背筋力と垂直跳びの二因子との関係が認められた ( $R=0.528$ ,  $p<0.01$ 、寄与率=27.9%)。アップ・ローイングは背筋力とのみ関係が認められた ( $R=0.323$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 10.4%)。デッド・リフトは背筋力とのみ関係が認められた ( $R=0.370$ ,  $p<0.01$ 、寄与率 13.7%)。ラテラル・レイズは背筋力と反復横とびの

表 5. ウェイト負荷を用いた運動種目の最大挙上重量と体力測定項目との関係

運動種目名	有意な関係を示した体力測定項目		重相関係数 (R=)	寄与率 (%)	関数式
	変数 (a)	変数 (b)			
ベント・ローイング	背筋力 **	---	0.460	21.1	$y=0.214a+32.1$
ベンチ・プレス	背筋力 **	立位体前屈 *	0.457	20.9	$y=0.177a+0.198b+23.7$
バック・ハイパーエクステンション	背筋力 **	---	0.271	7.3	$y=0.102a+5.9$
シット・アップ	背筋力 *	---	0.181	3.3	$y=0.050a+8.4$
ハイ・クリーン	背筋力 **	---	0.381	14.5	$y=0.158a+28.2$
バーベル・カール	背筋力 **	立位体前屈 **	0.338	11.4	$y=0.071a+0.221b+28.1$
ハーフ・スクワット	背筋力 **	垂直跳び *	0.398	15.8	$y=0.319a+0.502b+6.3$
フライング・スプリット	背筋力 **	垂直跳び *	0.528	27.9	$y=0.289a+0.456b-7.7$
ストレート・アーム・ローイング	---	---	---	---	---
アップ・ローイング	背筋力 **	---	0.323	10.4	$y=0.115a+27.2$
デッド・リフト	背筋力 **	---	0.370	13.7	$y=0.337a+30.2$
ラテラル・レイズ	背筋力 **	反復横とび *	0.273	7.5	$y=0.056a+0.200b-4.3$
パワー・プレス	背筋力 **	立位体前屈 *	0.616	37.9	$y=0.229a+0.189b+10.2$
スタンディング・ラテラルレイズ	---	---	---	---	---

\* ;  $p < 0.05$  , \*\* ;  $p < 0.01$ 

二因子との関係が認められた ( $R=0.273$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率=7.5%)。パワー・プレスは背筋力と立位体前屈の二因子との関係が認められた ( $R=0.616$ ,  $p < 0.01$ , 寄与率=37.9%)。

以上、ウェイト負荷を用いた 14 種目それぞれの運動種目別の最大挙上重量 (目的変数) と背筋力、垂直跳び、反復横とび、立位体前屈および踏み台昇降運動との関わりを見ると、背筋力がほとんどの運動種目と有意な関係を認め、それぞれの最大挙上重量に影響を及ぼす体力因子として一定の役割を担っていることが示唆された。これは各運動で動作様式に違いは有るが、バーベルを荷重重量として用いる点は共通で、筋肉に筋力的な附加を促していることから、全身の筋力評価を伴う背筋力との関係が示されたのは当然の結果と考えられる。

ベンチ・プレス、バーベル・カールおよびパワー・プレスでは背筋力に加え立位体前屈との関係も認められた。また、ハーフ・スクワットとフライング・スプリットでは背筋力に加え垂直とびとの関係も認められた。大筋動作の場合は神経系の協調的な作用に加えて、筋のしなやかさ、力の発揮能力あるいは無酸素的エネルギーの動員によるパワー能力が大きく関与する<sup>16)</sup> ことから、しなやかさを察する立位体前屈とパワー能力を察する垂直とびの要素を加える要因になったものと思われる。

ウェイト負荷を用いた多くの種目で体力測定項目の一部との関係が認められたことで、動き作りの運動種目と同様な体力測定を生かした最大挙上重量算出の可能性が

示唆された。さらに、実際のトレーニング遂行にあたり、筋力を主とする筋機能は勿論だが他の体力因子の向上にも寄与する期待が持てようである。

#### 4. まとめ

体力テストは体力の診断に有効活用されているが、体力づくりの処方への活用には至っていない。本研究は体力測定値を有効活用し、各人の各種運動に対する最大反復回数・最大挙上重量を合理的に算出する方法を考察してサーキット・トレーニングに活用するために、どのような体力因子が各種運動にどの様に寄与しているのかの関係を明らかにすることとした。さらには、体力づくりに用いる各種目と体力測定項目との関係から、各種目における体力的効果の示唆を得ようとした。

動き作りを主とした 16 種目の運動は多くの運動種目 (目的変数) で体力測定項目のいずれかの因子と統計的に有意な関係を認め (表 4-①、②、③参照)、体力測定値から各種目の最大反復回数の推定値算出の可能性が示唆された。

ウェイト負荷を用いた 14 種目の各最大挙上重量と体力測定項目との関係はストレート・アーム・ローイングとスタンディング・ラテラルレイズの 2 種目で認めることは出来なかったが、他の 12 種目では主因子として背筋力との関係を認めた (表 5 参照)。

ベンチ・プレス、バーベル・カールおよびパワー・プ



レスでは背筋力に加え立位体前屈との関係も認めた。また、ハーフ・スクワットとフライング・スプリットでは背筋力に加え垂直とびとの関係も認めた。

体力測定値から動き作りを主とした種目の最大反復回数およびウェイト種目の最大挙上重量の推定値を算出することの可能性が示唆されたと共に、このことで個々の運動負荷（重量）設定の際に障害となる苦痛や安全性、興味の喪失、負荷の適確性などの対策に寄与するものと思われる。

動き作りを主とした種目では反復横とびで多くの運動種目との関係が認められ、各運動により反復急速動作の維持・向上に寄与するものと思われる。また、垂直跳びと踏台昇降運動も一部の運動と関係が認められ、それぞれの体力因子の維持・向上に寄与するものと思われる。

ウェイト・トレーニング遂行にあたっての効果は筋力を主とする筋機能の維持・向上は勿論だが他の体力因子への良好な影響にも期待が持てそうである。

## 5. 引用および参考文献

- 1) 小沢治夫：最近の子どもの健康・体力・生活の問題と課題、子どもと発育発達、Vol.1 No.1 pp.40-41 2003.
- 2) 西嶋尚彦：子どもの体力の現状、子どもと発育発達、Vol.1 No.1 pp.13-22、2003.
- 3) 西嶋尚彦、鈴木宏哉、田淵裕崇ほか：青少年の身体活動と体力との関係、日本体育学会第53回大会号、pp.446、2002.
- 4) 文部省体育局学校健康教育課編集：逐条解説 学校保健法規集3 ～学校における保健教育～、pp.7036～7038、第一法規.
- 5) 小原史朗：サーキット・トレーニング方法における身体的運動負荷について ～有酸素性作業能力の向上を主目的とした相対的時間条件と生理的強度の関係について～、愛知工業大学研究報告 No.17-A、pp.49-58、1982.
- 6) 小原史朗：サーキット式トレーニングの検討 ～Submaximal な強度での実施が身体に及ぼす影響について(1)～、愛知工業大学研究報告 No.18-A、pp.73-84、1983.
- 7) 小原史朗：サーキット式トレーニングの検討 ～Submaximal な強度での実施が身体に及ぼす影響について(2)～、愛知工業大学研究報告 No.19-A、pp.65-75、1984.
- 8) 波多野義郎、池田克紀：THE TRAINING WITH MACHINES、セノー株式会社、pp.63、1982.
- 9) 東京都立大学体育学研究室編：日本人の体力標準値第四版、不昧堂出版、1989.
- 10) R.E. モーガン、G.T. アダムソン著、加藤橋夫、窪田登訳：サーキット・トレーニング、ベースボールマガジン社、東京、1979.
- 11) 舟橋明男：高校正課体育内に採り入れたサーキット・トレーニングの効果に関する研究、体育学研究 14(4)、pp.239-246、1969.
- 12) 滝沢英夫、西尾貫一、渡辺慶寿：正課体育時におけるサーキット・トレーニングの効果に関する研究(第1報)～女子中学生・高校生について～、東大体育学紀要8、pp.75-83、1974.
- 13) 本間 崇：大学正課体育の運動教材としての「体力づくり」、新体育 48(11)、pp.93-95、1978.
- 14) 新畑茂充、原田碩三、太田和義：トレーニング授業の開講と学生の体力向上に関する研究、名市大教養部紀要(自然科学編)24、pp.41-49、1978.
- 15) 小林寛道：何故体力テストが必要なのか～過去から未来へ～、体育の科学、Vol.47 No.11 pp.844-846、1997).
- 16) 猪飼道夫編：身体運動の生理学、杏林書院、東京、pp.14、pp.91、pp.330、1976.

(平成16年3月19日受理)