

## レジスタンストレーニングにおける拳上重量と反復回数, 動作速度の関係

関口愛子<sup>1)</sup> 若吉浩二<sup>1)</sup> 佃 文子<sup>1)</sup> 大西史晃<sup>1)</sup>

**The relations of the weight, the repetition number and the movement  
speed during resistance training.**

Aiko SEKIGUCHI Koji WAKAYOSHI  
Fumiko TSUKUDA Fumiaki ONISHI

### Abstract

The purpose of this study was to examine relations of the weight, the repetition number and the movement speed to estimate one repetition maximum (1RM). During bench press, the subjects performed five different weights until failure. In addition, speed was measured at each weight, and we examined relations of the weight and the movement speed of each subject. We calculated 1RM (1RM<sub>v</sub>) from relations of the weight of each subject and the movement speed. The difference between 1RM and 1RM<sub>n</sub> were examined by the presumed repetition number-of-times method. The relations of the weight and the movement speed showed a significantly high correlation in each subject. Average speed in 1RM of all subjects was 0.2 m/s within 0.24 m/s from 0.16 m/s. Furthermore, the difference of 1RM<sub>v</sub> and 1RM which was calculated from average speed was less than 6.6kg.

Key words : resistance training, 1RM, movement speed

---

1) 競技スポーツ学科

## I. 緒言

競技選手は、様々な生理的機能の適応をトレーニングにより促し、パフォーマンスの向上を図る。トレーニングの中の一つとして、筋肥大や筋力の向上を目的としたレジスタンストレーニングが挙げられる。レジスタンストレーニングとは筋に一定以上の抵抗（レジスタンス）をかけ、筋の活動力を高める運動である。近年では、高齢者に対しても、筋力トレーニングの有用性が報告されるように、レジスタンストレーニングはアスリートだけでなく、幅広い年齢層に必要とされるトレーニングとして多くの運動指導の場面で取り入れられている（浅川，2003）。レジスタンストレーニングの効果を得るためには、挙上重量、反復回数やセット数、休息时间および頻度を目的と個人の能力に合わせて処方することが必要とされる。また、実際のトレーニング現場では、ウエイトスタック式訓練機器（以下：マシン）によるトレーニングだけでなく、ベンチプレスやスクワットといったフリーウエイトによるレジスタンストレーニングも多く行われている。フリーウエイトの場合、マシンと比較して動作がより複合的となり、実際のスポーツ動作に近い動きとなる。しかしその反面、動作に習熟していなければ高い負荷をかけることは危険を伴うため、フリーウエイトにおける、より適切な負荷設定を含めた詳細なトレーニングプログラムの処方が求められる。

トレーニングの現場では、主に挙上重量についての設定が行われており、その設定において最大挙上重量（1 RM重量）の決定は欠かすことができない。1 RM重量の決定には、これまで超最大負荷をかける直接測定法や沢井（1997）によって考案された間接推定法が主に用いられている。間接推定法とは、反復挙上可能回数15回以下での、負荷と反復回数との関係は顕著に回帰直線上に位置するため、最大挙上反復回数（RM）が4～7回

（5 RM相当）および8～15回（10RM相当）の重量を測定することにより、1 RMを推定する方法である。しかし、両方法ともに、挙上不可能となるまで数多くの試技を行うため、時間や労力がかかるとともに、筋肉、腱部に負担がかかり、傷害につながる可能性が危惧されている。一方、動作に必要なパワーを強化するためには、挙上重量だけでなく、速度に着目してトレーニングの設定を行うことも重要である。力と速度の関係について先行研究では、無荷重において最高速度に達し、速度が0において最大発揮筋力となり、それらの関係は曲線となっていると報告されている（Fenn, 1935）（Hill, 1938）。しかし、一般的にレジスタンストレーニングにおいて、筋肥大や最大筋力の向上を目的にした場合、75% 1 RM重量以上で行うため、その範囲においては直線に近い関係になる可能性が考えられる。（図1）挙上重量と挙上速度が直線の関係にあった場合、1 RM時の推定挙上速度を算出し、それを代入することで1 RM重量の簡便な推定を行うことが可能であると考えられる。

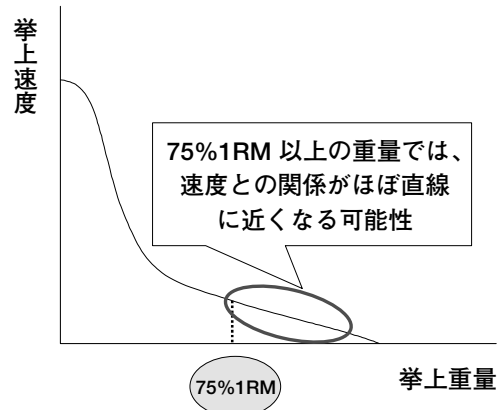


図1 カ-速度関係の模式図

そこで、本研究では、フリーウエイトのトレーニングにおいて、挙上重量と挙上速度の関係を検証し、挙上速度を用いた簡便な推定法が可能であるかどうかを検討することを目的とした。

## II. 方法

被験者は男子大学生9名とした。被験者の身体特性については、表1に示す通りであった。被験者には、実験の目的、方法及び実験に伴う危険等について十分な説明を行い、実験に参加する同意を得た。

表1 被験者身体特性

	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)
平均	173.00	67.55	16.08
標準偏差	5.60	4.88	1.21

・ベンチプレスの各試技の挙上速度と、反復回数の測定

各被験者において、5種類の重量で挙上不可能となるまで試技を繰り返し、各試技の挙上速度の測定を行った。速度の測定には、フィットロダイン (FiTRONiC s.r.o社製) を用い、バーに取り付けて挙上方向への平均速度を算出した。そこで得られたデータから、挙上重量、反復回数および挙上速度のそれぞれに相関関係が認められるかを検証した。

・1RM重量の推定法の検討

さらに、反復回数と挙上速度の関係から1RM時の推定速度を算出し、被験者間で比較を行った。1RM時の推定速度が被験者間である一定の値が得られれば、挙上重量と挙上速度の関係式にその値を代入し、推定1RM重量(1RM<sub>v</sub>)を算出することが可能とな

る。その値と直接測定法による1RM重量(1RM)、反復回数推定法による1RM重量(1RM<sub>n</sub>)を比較し、速度による推定法の妥当性を検討した。なお、直接測定法は、被験者が最大努力によって、二回以上挙上不可能な重量を決定するため、危険を伴う。そのため、被験者の体調等を考慮し、測定が可能であった7名の値を用いた。

## III. 結果

挙上回数と挙上速度の関係は、すべての被験者において、有意に高い正の相関を示した。各被験者の挙上回数と速度の回帰式より算出した、推定1RM時挙上速度は0.16~0.24m/sの範囲内であった。挙上回数と挙上速度の回帰式から得られた推定1RM時速度の平均値は0.20m/sであった。(表2)なお、一例として被験者一名の挙上回数と挙上速度の散布図を図2に示した。また、各被験者において、直線回帰の分散分析を行った結果、すべての被験者において有意確率5%以下で予測に有

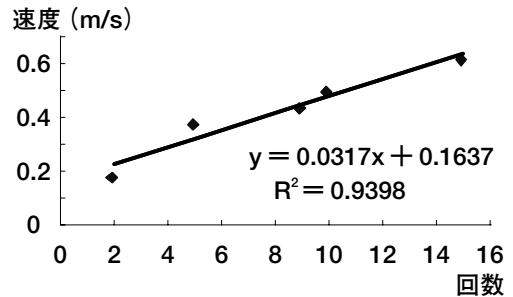


図2 挙上回数と挙上速度の散布図の一例

表2 各被験者の挙上回数と挙上速度の関係

被験者	回帰直線式	決定係数	推定1RM時速度	回帰の分散分析有意確率
No.1	$y=0.0227x+0.2067$	0.9664*	0.22	0.029
No.2	$y=0.0317x+0.1637$	0.9398*	0.18	0.006
No.3	$y=0.0218x+0.2116$	0.9142*	0.22	0.011
No.4	$y=0.0363x+0.2315$	0.9341*	0.23	0.033
No.5	$y=0.0313x+0.1679$	0.8942*	0.16	0.015
No.6	$y=0.0259x+0.21$	0.9817*	0.24	0.009
No.7	$y=0.0344x+0.1242$	0.9633*	0.16	0.003
No.8	$y=0.0197x+0.2073$	0.996*	0.23	0.002
No.9	$y=0.0149x+0.1598$	0.9054*	0.17	0.013
平均値			0.20	

y: 挙上速度 x: 挙上回数 (\*:  $p < 0.01$ )

表3 各被験者の挙上重量と挙上速度の関係

被験者	回帰直線式	決定係数	回帰の分散分析有意確率
No.1	$y = -42.265x + 67.153$	0.896**	0.007
No.2	$y = -47.205x + 75.015$	0.896**	0.006
No.3	$y = -64.595x + 96.355$	0.956**	0.004
No.4	$y = -34.091x + 71.25$	0.9818**	0.009
No.5	$y = -56.818x + 95.909$	0.9773**	0.001
No.6	$y = -35.776x + 73.509$	0.8053**	0.103
No.7	$y = -52.254x + 103.45$	0.981**	0.001
No.8	$y = -66.478x + 99.929$	0.9998**	.000
No.9	$y = -98.214x + 91.964$	0.7516**	0.057

y: 挙上速度 x: 挙上回数 (\*\*:  $p < 0.01$ )

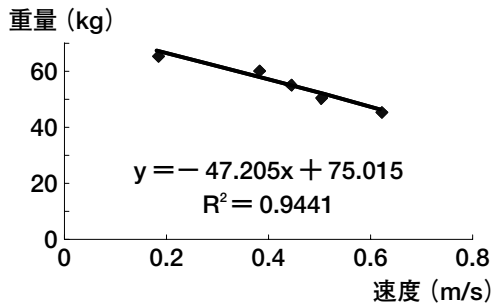


図3 挙上重量と挙上速度の散布図の一例

効な回帰式であった。

挙上重量と速度の関係は、すべての被験者において、有意に高い負の相関を示した。(表3) なお、一例として被験者一名の挙上重量と挙上速度の散布図を図3に示した。また、各被験者において、直線回帰の分散分析を行った結果、7名の被験者において有意確率5%以下で予測に有効な回帰式であった。

また、各被験者の1RMと1RMn、挙上重量と挙上速度の回帰式に推定1RM時速度の平均値0.20m/sを代入して算出した1RMvは表4に示す通りであった。1RMvは、1RMと1RMnの双方との間に有意に高い相関関係

表4 各被験者の1RMv, 1RM, 1RMnの値

被験者	1RMv(kg)	1RM(kg)	1RMn(kg)
No.1	59.04	57.50	57.72
No.2	65.96	66.58	66.58
No.3	83.96	82.51	82.51
No.4	64.71	65.00	63.53
No.5	85.01	90.00	88.06
No.6	66.64	65.00	65.51
No.7	93.42	100.00	95.34
No.8	87.17	90.00	84.84
No.9	73.12	77.50	77.01

係を示した。(図4, 5) 1RMと、1RMvとの差は6.6kgの範囲内であった。また、1RMvと1RMnとの差は3.9kgの範囲内であった。

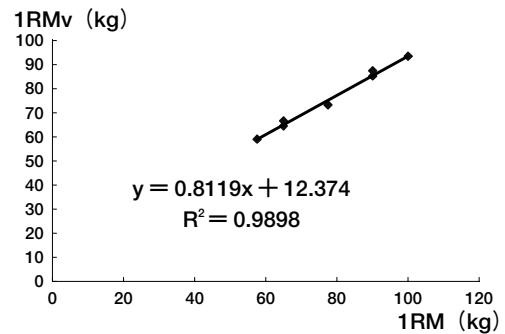


図4 被験者(7名)の1RMvと1RMの値の回帰直線

1RMvと1RMの値は、有意に高い相関関係を示した。

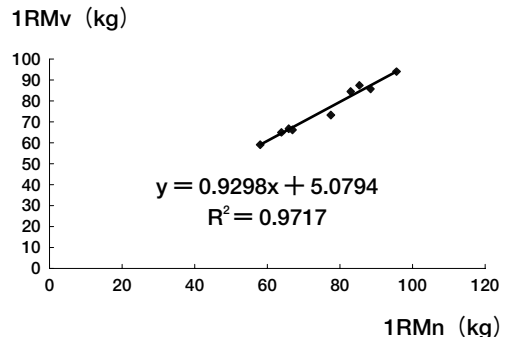


図5 被験者(9名)の1RMvと1RMnの値の回帰直線

1RMvと1RMnの値は、有意に高い相関関係を示した。

#### Ⅳ. 考察

レジスタンストレーニングは、主にアスリートの競技力向上に焦点をあてて行われることが多い。しかし、その一方で非競技者の参加を容易にし、筋の形態と機能を良い状態に保つことが、健康で豊かな人生を育む基盤になるという認識が深まり、幅広い年齢層へ向けたトレーニングとしても行われるようになってきている（金子，1997）。高齢者における筋力トレーニングは、介護予防ならびに健康寿命延伸の観点からその効果が期待されている（浅川，2003）。このように、レジスタンストレーニングは様々な場面で、様々な人によって行われている。よって、これまで以上に簡便にトレーニング強度や頻度を、一人一人の能力に合わせて設定することができれば、さらにレジスタンストレーニングの普及につながると考えられる。

レジスタンストレーニングの強度設定に関して、先行研究では力-速度関係は、無荷重において最高速度となり、速度が0において最大発揮筋力となると報告されている（Fenn, 1935）（Hill, 1938）。そして、それらの関係は曲線となっている。しかし、これまでの我々の予備的な研究において、挙上速度が75% 1 RM以上の範囲における、挙上重量と挙上速度は、直線の関係が見られる可能性が示された。本研究において、挙上重量と挙上速度の関係は、有意な相関関係を示した。回帰の分散分析を行った結果、7名の式が予測に有効な回帰直線式であった。レジスタンストレーニングでは、無荷重や速度が0となる負荷に設定することはない。つまり、レジスタンストレーニングで使用される重量の範囲は、力-速度曲線上の特定の範囲となり、その範囲における挙上重量と挙上速度は、ほぼ直線に近い関係と考えられる。しかし、二名の被験者においてその関係が認められなかったことから、今後は測定する重量を増やし、より詳細な検討が求められる。また、挙

上速度と反復回数も有意な相関関係を示した。さらに、回帰の分散分析を行った結果、すべての被験者の式が予測に有効な回帰直線式であった。その回帰式から全被験者の推定1RM時の速度を求めたところ、その値はほぼ一定であった。よって、予め1RM時の速度を設定することは可能であると考えられた。

挙上重量と挙上回数との関係は、顕著に回帰直線上に位置するため、回帰直線式に挙上回数1を代入することで、1RMを推定する間接推定法が沢井（1997）によって開発された。この方法と同様に、挙上重量と挙上速度の関係及び、推定1RM時速度が一定であるならば、挙上速度から1RMを推定することは可能である。本研究では、1RM、1RMn、1RMvをそれぞれ比較した。その結果、1RMvは、1RMと1RMnともに有意に高い相関関係を示した。また、それぞれで得られた1RM重量の差は、1RMでは6.6kg以内、1RMnでは3.9kg以内の範囲であった。これらのことから、挙上重量と挙上速度の回帰式から1RM重量を推定することは、可能であると考えられた。しかしながら、本研究では被験者数が少ないため、より大規模な研究が求められる。また、本研究の対象者は大学生男子のみであった。これまでの研究によって、力-速度関係が直線である範囲は、性別によって異なる可能性が示されているため、男性と女性の負荷設定を変える必要があると考えられる。今後は女性や年齢の異なる対象者で行うことによって、幅広い対象でこの方法が可能であるかどうかを検証する必要がある。

本研究のように、動作の速度をレジスタンストレーニングの負荷設定に用いることは、1RMの推定だけでなく、通常のトレーニング時にも有用であると考えられる。速度を測定することによって、その際の重量とあわせ、パワーを算出することが可能である。実際のスポーツ現場においては、重い重量を上げられるだけでなく、どれだけ速く動くことがで

きるか、つまりパワーの向上が求められる(金子, 1990)。重量だけを負荷設定の目安にするのではなく、同じ重量でも速度を高め、パワーの向上を図るようなトレーニング処方を行うことが可能である。そのためにも、今後速度の観点からの負荷設定のさらなる研究が求められる。(図4)

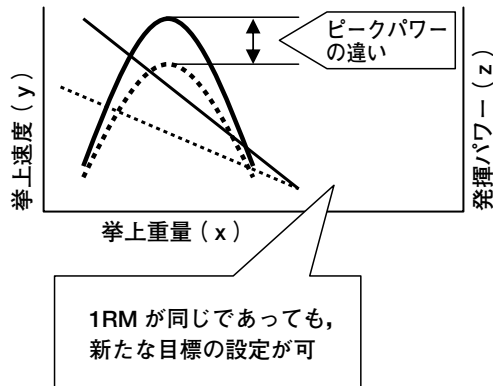


図6 速度からの負荷設定の利点

## V. まとめ

本研究は、レジスタンストレーニングにおける挙上重量と挙上速度の関係を検証することで、だれでも簡便にかつ安全に1RM重量を推定できる方法の開発を目的として行った。

- 1) レジスタンストレーニングにおいて、挙上重量と挙上速度の関係は顕著に回帰直線上に位置した。
- 2) 被験者の推定1RM時速度は、各被験者の筋力・筋パワーに関係なく、0.16～0.24m/sの範囲内であった。
- 3) 挙上重量と挙上速度の回帰式から算出した1RM重量は、直接測定法・反復回数推定法による1RM重量と高い相関関係を示した。

## 文献

- 1) Fenn W.O. (1935) Muscular force at different speeds of shortening, J. Physiology, Vol.85 : pp.277-297
- 2) 金子博昭 (1997) 筋力のトレーナビリティ, バイオメカニクス研究, Vol.1 (2) : pp.148-163
- 3) Hill A.V. (1938) The heat of shortening and the dynamic constants of muscle, Proc. Roy. Soc. B., Vol.126 : pp.136-195
- 4) 金子博昭 (1990) 筋力トレーニングの科学, 理学療法学, Vol.17 (3) : pp.229-235
- 5) 沢井史穂 (1997) マシンを使った筋力トレーニングでの安全かつ簡便な負荷設定法, 体力科学, Vol.46 : pp.742
- 6) 浅川康吉 (2003) 高齢者の筋力トレーニングにおける筋力増強効果の関連要因, 日本理学療法士協会, Vol.351 : pp.702