

ウエイトリフティング選手におけるスナッチおよびスクワットの
最高挙上重量と特異動作パワーの関係

**Relationships between one repetition maximum and the specific movement power
of the snatch and the squat in Olympic weightlifters**

岡田 純一

Junichi OKADA

早稲田大学スポーツ科学学術院

Faculty of Sport Sciences, Waseda University

キーワード: ウエイトリフティング, スナッチ, スクワット, 力-速度関係, 特異動作パワー

Key Words: Weightlifting, Snatch, Squat, Force-velocity relationship, Specific movement power

抄 録

スポーツ競技において、各種の筋力やパワーの測定を通じ、当該競技選手に求められる体力レベルを客観的に評価すること、あるいは個々の長所および短所などの現状を把握することは、至適なトレーニングプログラムを構築する上で重要である。ウエイトリフティングにおいてスナッチおよびクリーン&ジャークの競技成績はスクワットの最高挙上重量(1RM)と相関が高くトレーニングにおいても重要視されている。しかし、スナッチとスクワットの動作および力と速度からみた機械的パワーの出現条件に違いが見られる。そこで本研究はそれらの1RMと特異動作パワーとの関係を明らかにすることを目的とした。

3年以上の競技経験を持つ、大学生男子ウエイトリフティング選手 24 名(169.3±6.5cm, 79.62±16.20kg)のスナッチおよびスクワットの1RM(絶対値;kg, 体重比; kg/BW)を求めるとともに、スナッチ、スクワットの動作を模倣した特異動作中の最大パワー[Pm], 最大パワー出現時の力[F(Pm)]および速度[V(Pm)]を測定した。

その結果、1RMにおいて、スナッチはスクワットの61%、スナッチ特異動作時のパワーはスクワットの94%であった。スクワットにおいて、1RM(kg)と有意な関係が認められたのは、Pm ($r=0.51$, $p<0.05$)およびF(Pm) ($r=0.62$, $p<0.001$)であった。一方、スナッチにおいては全ての指標で有意な正の相関($r=0.44\sim 0.79$)を認め、Pm が最も高い値($r=0.79$, $p<0.001$)を示していた。しかし、1RMの体重比(kg/BW)においてはいずれも有意ではなかった。

これらのことから、模擬動作を用いた特異動作パワーにおいて、スクワットでは最大パワー発揮時の力、スナッチにおいては最大パワーが1RMと最も有意な相関関係にあることが示唆された。

I 緒言

スポーツ競技において、各種の筋力やパワーの測定を通じ、当該競技選手に求められる体力レベルを客観的に評価すること、あるいは個々の長所および短所などの現状を把握することは、トレーニング目標を設定し、至適なトレーニングプログラムを構築する上で重要である。ウエイトリフティング競技は、スナッチ (Snatch) およびクリーン&ジャーク (Clean & Jerk; CJ) の挙上重量を競う。トレーニングにおいてはこの2種目以外にも関連する補助種目として様々なレジスタンスエクササイズを実施しているが、その代表といえるエクササイズがスクワット (Squat) である (Garhammer and Takano 1992)。Stoneら (2005) は米国ナショナルチームおよびジュニア選抜男女 65 名の調査から、最高挙上重量 (1RM) においてスクワットとスナッチとの間に $r=0.94$ 、同じくスクワットと CJ との間に $r=0.95$ の高い相関関係を報告している。さらに“パワーバランス”と称し、スクワットを規準として各種エクササイズの最高挙上重量 (1RM) がどのような関係にあるか、個人において得手不得手があるか、といった個々の評価やトレーニング目標の設定に活用されている尺度がある (加藤ら 1990, 岡田ら 1993)。これはスクワットを規準 (100%) とし、競技種目であるスナッチおよび CJ のほか、競技力向上に必須と位置づけられ、日常のトレーニングで補強種目として行っている種目 (Military Press [MP], High Snatch [HS], High Clean [HC], Push Jerk [PJ], Clean & Jerk [CJ], Front Squat [FSQ]) の 1RM を相対値で表している。このようにウエイトリフティングの競技成績の基盤となる能力としてスクワットの挙上記録が位置づけられ、トレーニングにおいても重要視されている。

スクワットは背中にバーベルを保持し、深くしゃがみ込み、立ち上がる動作である。スナッチより高重量を挙上できるが、伝統的な力-速度関係 (Hill 1938) に従い、重く、高重量になると低速と

なり、パワーリフティング競技の例では最高重量において 0.5m/s とされている (Garhammer, 1989)。一方、バーベルを床から一気に頭上まで引き上げるスナッチは頭上でバーベルをキャッチすることができなければ挙上が成立しない。そのため、バーベルをキャッチできる高さまで瞬時に引き上げる必要があり、そのピーク速度は 1.6m/s 以上となる (Gourgoulis et al. 2002, Hoover et al. 2006, Okada et al. 2008)。つまりスナッチの動作自体に大きなパワー出力が求められている (Garhammer 1980, 1989, Okada et al. 2008)。このようにスクワットはウエイトリフティング競技の基盤となる能力とされる一方で、競技種目であるスナッチとはその動作および力と速度からみた機械的パワーの出現条件に違いが見られる。

ウエイトリフティング競技において、体力測定項目と競技力との関係について検討される中で、背筋力や垂直跳びなどの測定が取り上げられてきたが、同一階級内のエリート選手では背筋力が一様にトレーニングされており、一般的に行われている背筋力測定から競技力の優劣を決定できないことが明かとなっている (船渡, 1992)。また、垂直跳びは簡易なパワーの評価指標として有用であり、タレント発掘においてはウエイトリフティング選手の特長を見極める重要な一項目となっている (船渡ら, 1990)。しかし、日本代表選手を対象とした報告では競技成績 (トータル重量) と垂直跳びの測定結果に対する有意な相関は認められなかった (船渡ら, 1992)。

スポーツ動作は多くの異なる筋群が関与し多関節を協調させる運動様式である。すなわち様々なスポーツ場面で発揮される筋出力は単関節運動による最大筋力ではなく、それぞれの競技特有の動きのなかで、スキルをともなって発揮され、かつ種々の力と速度の条件下で行われている。そのため、スポーツパフォーマンスに関連づけた筋力・パワーの測定は、そのスポーツ動作に

近い特異動作中に行うことが有効であると言われている(Funato et al. 2000). 1RM はレジスタンスエクササイズの遂行能力として, 身体各部位の筋力の指標として, 日常のトレーニングや研究において活用されている(Earle and Baechle, 2008). しかし, 再現性という点で一般的な筋力測定項目以上に, 心身のコンディショニングによって変動すると考えられる(Carlock et al. 2004, McGuigan and Kane 2004, Stone et al. 2005). そのため技術的難度が高い種目, あるいは 1RM が高いレベルの選手であれば日々のパフォーマンスも変動するであろう. また, 指導現場では身体能力としての筋力やパワーの向上が直接挙上パフォーマンス(記録)に結びつかない, あるいはそれらが向上しても挙上記録に現れるまでに時間を要する例が見られる. そのため, ウェイトリフティング競技において最高挙上重量を推し量る指標は強化の上での重要な情報をもたらすと考えられる.

そこで, 本研究はスナッチとスクワットを対象とし, その動作を模した特異動作中のパワーと挙上

記録との関係を明らかにすることを目的とした.

II 方法

1. 被験者

対象は, 男子大学生ウェイトリフティング選手であった. 全ての選手は, 3年以上の競技経験を持ち, 大学選手権 I 部のチームに所属していた. 本研究はチームが強化の一環として定期的に行っている測定データを責任者(部長, 監督)の許可を得て活用した. チームでの測定は毎年実施されるため, 一人の選手が複数のデータを有していることになるが, 当該選手の最高値を抽出するとともに, 欠落値や怪我などの注記のあるデータを除外した. その結果, 56kg 級 2 名, 62kg 級 3 名, 69kg 級 5 名, 77kg 級 4 名, 85kg 級 2 名, 94kg 級 4 名, 105kg 級 2 名および+105kg 級 2 名の合計 24 名が分析対象となり, 全ての階級から選手が抽出されていた. 対象者の年齢, 身長, 体重の平均値および標準偏差を表 1 に示した.

表 1 被験者特性

		<i>n</i> =24	
		Mean	SD
Age	<i>yr</i>	19.6	1.1
Height	<i>cm</i>	169.3	6.5
Body Weight	<i>kg</i>	79.62	16.20

2. 最高挙上重量 (One repetition maximum: 1RM)

測定の対象となるスクワット(Squat)およびスナッチ(Snatch)はウェイトリフティング選手のトレーニング種目として頻繁に実施されている. 競技パフォーマンスの尺度として, 競技会成績が最も重要であるが, スクワットは競技種目ではないこと, そして競技会参加時には減量など日常とは異なる条件下であることも多い(Carlock et al. 2004,

Stone et al. 2005). そのため, スクワットおよびスナッチの 1RM は当該測定時のトレーニング記録から抽出した.

3. 特異動作パワー測定

本研究のパワー測定には多用途パワー測定装置(パワープロセッサ II, VINE 社製)を用いた. この装置は, 軸の回転時間検出装置, ワイヤの張力検出装置およびワイヤー巻き取り装置

から構成され、電圧調節によるパウダーブレーキによって等張力性の負荷を制御している(Funato et al. 2000). 軸に巻き付けてあるワイヤーの牽引速度は、軸に取り付けたロータリーエンコーダーから 1/500 回転毎に出力されるパルス間隔から求めた。また、ワイヤーの張力は引っ張りロードセルを用いて直接測定した。500Hz で出力されるデータはパーソナルコンピュータに取り込まれ、ワイヤーが牽引される方向の線速度に演算処理し、時間軸に対する速度曲線を求めた。さらに力曲線と速度曲線を 5msec 毎に乘じパワー曲線を得

た。このデータから各試行の力曲線の最大値、パワー曲線の最大値およびその時点の力と速度を抽出した。また、模擬動作により近づけるため、このワイヤーに特別注文のアタッチメントを介しウエイトリフティング用のバー(15-20kg)を連結した(図1)。すなわち、被験者には、通常の競技会及びトレーニングと同じ器具を用いて模擬動作を実施できる環境を整えた。このため実験前にバネばかりを用いて、機器の較正を行うとともに、データ処理において力曲線にバーベルの重量を加算した。



図1 Power Processor およびウエイトリフティング特異動作用アタッチメント

本装置での測定手順について、先行研究と同様(Funato et al. 2000, 岡田ら, 1996)に、各試行のパワーの極大値(Peak Power; PP)を確認しながら装置の負荷を段階的に上げていった。このとき負荷の増大とともに PP は増加するが、ある負荷で最大値を示し、その後低下する(Funato et al. 2000, 岡田ら, 1996)。測定に際しては、0~4V から電圧負荷を2~4V ずつ増加させ、各負荷2回ずつ実施し、PP の低下を確認した上で終了した。再現性を考慮し、各負荷2回の試行においてパワーの差が 100W 以上見られた場合は、再測定とした。各負荷の試行間隔はトレーニング時のセット間隔に基づいて2~3分とした。これらの

一連の試行で得られた、パワーの最大値をその動作の最大パワー(Maximum Power; Pm)とし、その試行を分析対象として抽出した。

スクワットの特異動作は、バーをハイバーポジション(Earle and Baechle, 2008)で僧帽筋上に保持し、一般にハーフスクワットと定義される膝関節角度 90 度から開始した。検者は“用意”と声を掛け、被験者の開始姿勢および静止したことを確認し、装置のスタートボタンを押した。このとき装置が音を発することで、被験者への測定開始の合図とした。被験者には各試行を“全力”で行い、股関節および膝関節が伸展した立ち上がり動作終了まで力を抜かないよう指示した(図2)。



Start



Finish

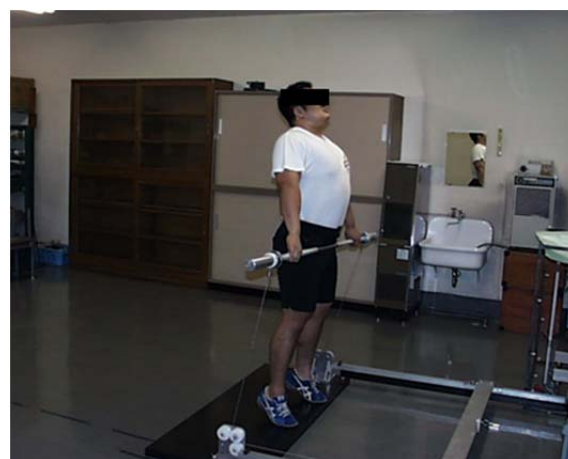
図2 Squat 特異動作

同様にスナッチの特異動作においては実際の競技動作時と同様にフックグリップを使用し競技用のバーを握り、膝上にバーを構えるハングポジション(Earle and Baechle, 2008)を開始姿勢とした(図3Start)。スクワットと同様に開始姿勢で静止した後の合図によって、最大努力でバーを引き上げる動作を行わせた(図3Finish)。実際のスナッチは床に置かれたバーベルを引き上げ、頭上へ挙上する動作であるが、装置の機構上、牽引

したワイヤーが測定中に巻き取られない。そのため身体を沈み込ませるキャッチ動作を適切に行うことができないことから、本測定においてはハングポジションからの引き上げ動作とした。この局面はスナッチ動作においてセカンドプルと呼ばれ、バーの最大速度が出現する重要な局面とされている(Baumann et al. 1988, Garhammer and Takano 1992, Campos et al. 2006, Okada et al. 2008)。なお、これらの測定の順序は無作為とした。



Start



Finish

図3 Snatch 特異動作

4. 統計処理

各被験者のスクワットおよびスナッチ特異動作中において PP が最大値を記録した試行を最大

パワーとして分析対象とし、PP【Pm】、PP 出現時の力【F(Pm)】および速度【V(Pm)】を求めた。結果は SPSS ver19 を用いて、平均値および標準偏差

で示すとともに、パワー関連指標と 1RM について有意水準を 5%未満として線形回帰分析を行った。

Ⅲ 結果

スクワットおよびスナッチの 1RM はそれぞれ

187.6kg±28.2kg および 112.6±12.2 kg であり、スナッチはスクワットの 61%に相当していた(表2)。スクワットとスナッチにおける特異動作パワーの最大値 Pm, 最大パワー出現時の力 F(Pm)および速度 V(Pm)を比較すると、スナッチはスクワットの 94%;Pm, 81%; F(Pm), 117%; V(Pm)であった。

表2 特異動作の最大パワーおよび 1RM 関連指標

			<i>n</i> =24	
			Mean	SD
Squat	Pm	<i>W</i>	2281	369
	F(Pm)	<i>N</i>	1534	230
	V(Pm)	<i>m/s</i>	1.497	0.186
	1RM	<i>kg</i>	187.6	28.2
	1RM/BW	<i>kg/kg</i>	2.39	0.29
Snatch	Pm	<i>W</i>	2135	462
	F(Pm)	<i>N</i>	1227	220
	V(Pm)	<i>m/s</i>	1.749	0.280
	1RM	<i>kg</i>	112.6	12.2
	1RM/BW	<i>kg/kg</i>	1.45	0.21
Sn/Sq	Pm		0.94	0.17
	F(Pm)		0.81	0.15
	V(Pm)		1.17	0.16
	1RM		0.61	0.06
	1RM/BW		0.61	0.06

スクワットおよびスナッチ特異動作時の Pm, F(Pm)および V(Pm)と 1RM(kg)の関係を図4および図5に示した。スクワットにおいて、1RM と有意な関係が認められたのは、Pm (r=0.51, p<0.05)および F(Pm) (r=0.62, p<0.001)であった。一方、ス

ナッチにおいては全ての指標で有意な正の相関 (r=0.44~0.79)を認め、Pm が最も高い値(r=0.79, p<0.001)を示していた。しかし、1RM の体重比 (1RM/BW)においてはいずれも有意ではなかった。

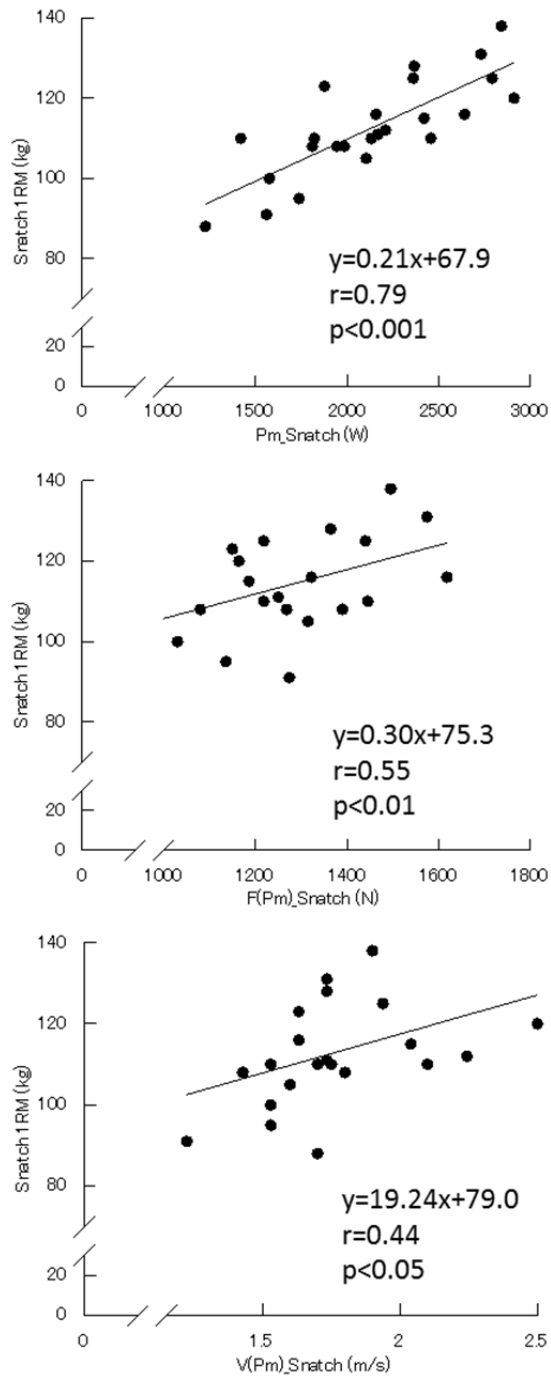


図4 Snatch 特異動作時の最大パワー(Pm), 最大パワー発揮時の力 F(Pm) および速度 V(Pm)と1RM(kg)の関係

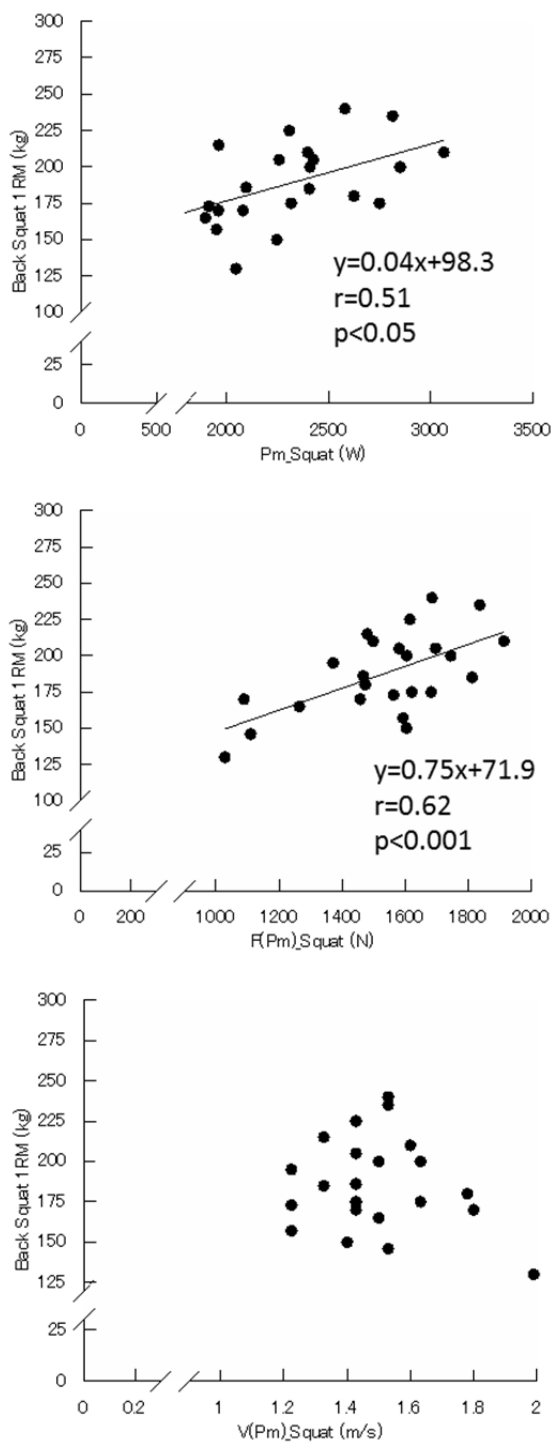


図5 Squat 特異動作時の最大パワー(Pm), 最大パワー発揮時の力 F(Pm) および速度 V(Pm)と1RM(kg)の関係

IV 考察

本研究は, 大学生のウェイトリフティング選手を対象とし, スナッチの挙上記録とスクワットの関係, および特異動作時に発揮したパワー出力とそれぞれの最大挙上重量(1RM)の関係について検討

した. その結果, 1RM(kg)において, スナッチはスクワットの 61%, スナッチ特異動作時のパワー (Pm)はスクワットの94%であった. スナッチ特異動作時の Pm, F(Pm)および V(Pm)と1RM(kg)との関係において, 全ての指標で有意な正の相関

($r=0.44\sim 0.79$)を認め、スクワット特異動作時においては Pm, および $F(Pm)$ と $1RM(kg)$ との間に有意な相関関係を認めた($r=0.51$ および 0.62)。

ウエイトリフティング競技において、パフォーマンスを挙上記録から評価し、トレーニング目標を得るために、相対値を利用した尺度が用いられている(加藤ら1990, 岡田ら1993)。これはスクワットを規準(100%)とし、競技種目であるスナッチおよびクリーン&ジャーク(CJ)のほか、競技力向上に必須と位置づけられ、日常のトレーニングで補強種目として行っている種目(Military Press [MP], High Snatch [HS], High Clean [HC], Push Jerk [PJ], Clean & Jerk [CJ], Front Squat[FSQ])を相対値で表している。有力選手の記録を基に作成された理想値(MP45%, HS55%, Sn63.75%, HC68%, PJ73.75%, CJ80%, FSQ89%)あるいは個人毎の各種目のスクワット比を参考に、それぞれの種目の目標設定に活用している。本研究の対象におけるスナッチは61%であり、加藤ら(1990)が示す理想値の63%、全日本代表選手で報告されている60.7%ならびに全国中学大会入賞者60.9%(岡田ら1993)と同水準であった。この数値には個人差があり、各種目の得意、不得意あるいはトレーニングでの実施頻度が影響すると言われている(加藤ら1990)。初心者では技術習得過程で多用されるHCの値が78%と顕著に高い値を示している(加藤1990)。また、中上級者においても挙上技術が劣っているものはスナッチが低い、あるいは挙上技術が優れている者ではスナッチやHCが高いといった傾向が見られているが、平均値でみると、十分な経験を積んだ選手では年代に関係なく理想値とされる60%付近に集約されている(岡田ら1993)。本研究の結果は先行研究から約20年経過した後の選手たちの記録であったが、日本人選手におけるスナッチ記録のスクワット比が変化していないことを示唆するものである。

ウエイトリフティング競技はその特性から筋力・パワー系種目と位置づけられる(Stone et al. 1980, Fry et al. 2003, Garhammer 1989)。しかし、代表的なパワー測定項目である垂直跳びとウエイトリフティング競技成績との関係について検討した先行研究(Stone et al. 1980, 船渡ら1992, Carlock et al. 2004)においては、一致した見解が得られていない。Stoneら(1980)は13名の初心者に14週間のウエイトリフティングトレーニングを実施し、スナッチおよびCJにおける記録の向上とともに垂直跳びが8.8%向上したことを報告し、競技成績との関係を示唆しているが、スナッチとの相関係数はトレーニング前($r=0.22$)、中($r=0.46$)および後($r=0.09$)とバラツキがあった。同じく垂直跳びから求めたパワー値はトレーニング前、中、後に $r=0.63\sim 0.75$ を示し、跳躍高よりパワーとの相関係数が高かった。すなわち、垂直跳びはパワーの指標として実施されているけれども、跳躍高を用いると上肢、腕振りの使い方など跳躍の技術が影響し、真の下肢の出力が反映されない場合も懸念される(Carlock et al. 2004)。そこで、Carlockらは手を腰に当て、腕振りをを用いずに脚の反動だけを用いるCMJ; Counter movement jump, と反動を用いないSJ; Squat jump における跳躍高と発揮パワーと挙上重量の関係を米国ナショナルチームおよびジュニア選抜合宿の選手を用いて検討した。その結果、CMJとSJの跳躍高とスナッチ、CJ、スクワットの挙上記録の間の相関係数は $r=0.52\sim 0.64$ であったが、ジャンプ時のPeak Powerにおいては、 $r=0.90\sim 0.93$ という高い相関を示した。しかしながら、日本代表レベルの選手において、垂直跳びの跳躍高と競技成績(トータル重量およびトータル重量/体重)の間に有意な相関は認められていない(船渡ら1992)。このように垂直跳びはウエイトリフティングの挙上記録の裏付けとなっているが、一定の競技レベルの選手の中では、跳躍高にバラツキ

きがあり、一致した見解が得られていない。跳躍の方法を限定する、あるいはパワーを求めることでウエイトリフティング競技の潜在能力をより高い精度で評価できることになるが、競技現場での利用を考えたときには、指導者が容易に測定できないなどの課題が残る。

このような競技力を推定する、あるいは競技力の背景となる筋出力の検討を進めるなかで、競技により類似した動作中のパワー測定が考案され、それが特異動作パワー (Specific movement power) と名付けられた (Funato et al. 2000)。この測定は装置に付属するワイヤーを牽引する際のパワーを評価するため、様々な姿勢や関節運動を扱うことが可能である。しかし、先行研究 (船渡ら 1992, Funato et al. 2000) ではバーの中央にワイヤーを連結したため、バーの牽引動作時にワイヤーや連結金具が被験者の身体に触れる状況が見られた。そこで本研究ではこの装置のワイヤーに特別注文のアタッチメントを連結し、競技用のバーベルを装着することで、実際の動作をより忠実に再現できるように配慮した。また、先行研究 (船渡ら 1992, Funato et al. 2000) ではパワーとの関係を検討する競技成績をトータル重量 (スナッチ + CJ) としていたが、本研究では2種の特異動作パワーと挙上記録との検討においてはスクワットおよびスナッチそれぞれの挙上記録を対象とした。本研究で記録された最大パワーと先行研究の値を比較すると、スクワット (2281W vs 1351W [Funato et al. 2000])、およびスナッチ (2135W vs 1878W [船渡ら 1992]) 両動作において、本研究の方が高値を示した。Funato ら (2000) がスクワットと称して実施した動作はしゃがんだ姿勢からバーを引き上げながら立ち上がるという動作であったため、下肢の可動域は本研究と類似していたが、背中にバーを担いではいなかった。同様にスナッチについては、本研究が競技用のバーを用いており、手の滑りを抑制しグリップを強化

する処理 (ナールング) が施されていた。したがって、本研究の模擬動作は、先行研究よりも実際の運動場面に近い状況で選手の身体能力を評価しており、1RM との関係を検討する上で適当であったと考えられる。

スナッチは床から一連の動作で頭上へ引き上げる動作である。そのキネマティック分析から、バーベルの最高速度はギリシャの女子ナショナルチームの報告では 1.98 ± 0.09 m/s (Gourgoulis et al. 2002)、全米選手権大会 1.648 ± 0.191 m/s (Hoover et al. 2006)、ジュニア世界選手権における日本人選手では 1.86 ± 0.09 m/s (1.70-1.96) および優勝者 1.94 ± 0.19 m/s (1.66-2.13) といった値が示されている (Okada et al. 2008)。本研究のスナッチ特異動作は膝上にバーを構えるハングポジションから開始した。すなわちセカンドプルと定義され、股関節および膝関節を伸展させて最大の加速を得ようとする局面である (Baumann et al. 1988, Garhammer and Takano 1992, Campos et al. 2006, Okada et al. 2008)。本研究の特異動作中の $V(P_m)$ は平均で 1.741 ± 0.29 m/s であり、これら競技時のスナッチ動作における値に相当している。一方、スナッチ特異動作における $F(P_m)$ は 1227N であり、スナッチの 1RM (1103N) の 1.11 倍に相当していた。すなわち、本研究で用いた特異動作パワー測定は実際の競技動作を模しているだけでなく、得られた最大パワーは競技場面に類似した力-速度条件下で生じていたことが推察される。

スナッチの 1RM (kg) と特異動作中の最大パワー [P_m]、最大パワー出現時の力 [$F(P_m)$] と速度 [$V(P_m)$] との関係、全ての項目で有意な相関が認められた。一方、スクワットにおいて P_m および $F(P_m)$ と 1RM (kg) との間に有意な相関が見られたが、速度においては認められなかった。本研究のスクワット特異動作においては最大パワー出現時の速度が 1.497 ± 0.186 m/s であった。特異動作

試行は最大努力で動作を行うものであり、スピードを調整させていない。スナッチなどのウエイトリフティング・エクササイズはクイックリフトとも呼ばれ、その動作自体に最大速度を得ようと努力しながら動作することが求められている(岡田1997)。しかし、スクワットのとくに一般のトレーニング場面においては、動作速度を一定に保つことによって高負荷での姿勢を保持している(Zink et al. 2001, Earle and Baechle 2008)。また、実際のスナッチでは約1.6m/s以上のピーク速度で挙上されている(Gourgoulis et al. 2002, Hoover et al. 2006, Okada et al. 2008)が、スクワットにおいて50%1RMでは約1.2m/s(Stevenson 2010), 90%1RMでは0.839m/s (Zink et al. 2001), パワーリフティング競技会試技では0.5 m/s(Garhammer, 1986)とピーク速度が遅く、スナッチの半分程度の速度となっている。

このようなスナッチとスクワットの動作様式の違いが、最大パワー出現の条件に影響しているものと考えられた。すなわち、スナッチにおいてPm, F(Pm)およびV(Pm)において有意な関係が認められたのに対し(図4), スクワットにおいては、PmおよびF(Pm)においては有意であったが、V(Pm)では有意な相関が認められなかった(図5)。最大筋力はパワー出力に影響する基礎的因子である(Schmidtbleicher 1992)とされ、Stoneら(1980)は最大筋力が爆発的パワースポーツに大きく影響すると結論している。したがって、最大パワーが高いこと、および最大パワーがより高い力発揮レベルで発現することが、スナッチおよびスクワットのような高強度動作で必要な要素であると考えられる。しかし、動作自体がより高速条件でなければ成立しない(挙上が成功しない)スナッチと、より低速条件でも1RM挙上が可能であるスクワットでは、最大パワーの獲得状況が異なっていたと考えられる。すなわち、スナッチにおいて最大パワー[Pm]と1RM(kg)に有意な相関が見られ、最大パワー出

現時の力[F(PM)]および速度[V(Pm)]も同様な相関を認めたことは、この最大パワーが大きな力をより早く発揮するなかで獲得されたことを意味している。一方、スクワットにおいてはV(Pm)と1RMに有意な関係が見られなかったが、F(Pm)と1RMとの関係性が最も高かった($p < 0.001$)ことから、これらの1RMを推定するには模擬動作で出力される力あるいはパワーの関係性が高いことが示唆された。

V 結論

本研究はスナッチとスクワットを対象とし、それらの挙上記録と特異動作パワーの関係を明らかにすることを目的とした。その結果、スクワットにおいては1RMとの有意な相関が最大パワー[Pm]および最大パワー出現時の力[F(Pm)]において認められ、力の方がより強い相関であった($r=0.62$, $p < 0.001$)。一方、スナッチにおいては全ての指標で有意な正の相関($r=0.44 \sim 0.79$)を認め、最大パワーが最も高い値($r=0.79$, $p < 0.001$)を示していた。

これらのことから、模擬動作を用いた特異動作パワーにおいて、スクワットでは最大パワー発揮時の力、スナッチにおいては最大パワーが1RMと最も有意な相関関係にあることが示唆された。

VI References

- Baumann, W., Gross, V., Quade, K., Galbierz, P. & Schwirtz, A. (1988). The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 world championships. *International Journal of Sports Biomechanics*, 4: 68-89.
- Campos, J., Poletaev, P., Cuesta, A., Pablos, C. & Carratala, V. (2006). Kinematical analysis of the snatch in elite male junior weightlifters of different weight categories. *Journal of Strength and Conditioning*

- Research, 20(4): 843-850.
- ・ Carlock JM, Smith SL, Hartman MJ, Morris RT, Cirosan DA, Pierce KC, Newton RU, Harman EA, Sands WA, Stone MH. (2004) The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *J Strength Cond Res.* 18(3):534-9.
 - ・ Earle RW and Baechle TR (2008) Resistance training and spotting techniques. Baechle TR and Earle RW Ed. *Essentials of strength training and conditioning 3rd.Humankinetics.*325-376.
 - ・ Fry AC, Schilling BK, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, hrush JT. (2003) Muscle fiber characteristics and performance correlates of male Olympic-style weightlifters. *J Strength Cond Res.* 17(4):746-54.
 - ・ 船渡和男(1990)ウエイトリフティング選手の形態・機能の発育発達と競技成績の関係に関する研究～中学生ウエイトリフティング選手の発育発達履歴と競技成績～. 平成元年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. V スポーツタレントの発掘方法に関する研究第1報, 147-156.
 - ・ 船渡和男, 松尾彰文, 川上泰雄, 福永哲夫, 細谷治朗, 関口脩(1992)エリートウエイトリフターの資質を探る筋出力測定～リフティングパワーと競技力. 平成3年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. II 競技種目別競技力向上に関する研究, 15:257-270.
 - ・ Funato K, Matsuo A, Fukunaga T.(2000) Measurement of specific movement power application: evaluation of weight lifters. *Ergonomics.* 43(1): 40-54.
 - ・ Garhammer, J. (1980). Power production by Olympic weightlifters. *Medicine and Science in Sport and Exercise,* 12(1): 54-60.
 - ・ Garhammer J (1989) Weightlifting and training. In: *Biomechanics of sport.* C.L. Vaughan ed. Boca Raton: CRC press pp.169-211.
 - ・ Garhammer J and Takano B (1992) Training for Weightlifting. In: *Strength and Power in Sport.* P.V. Komi, ed. London: Blackwell Scientific Publications. pp. 357-369.
 - ・ Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Antoniou, P., Christoforidis, C. Mavromatis, G. & Garas, A. (2002). Comparative 3-dimensional kinematic analysis of the snatch technique in elite male and female Greek weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 16(3): 359-366.
 - ・ Hill AV (1938) The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc. R. Soc. Lond. B* 126:136-195.
 - ・ Hoover, D.L., Carlson, K.M., Christensen, B.K. & Zebas, C.J. (2006). Biomechanical analysis of women weightlifters during the snatch. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 20(3):627-633.
 - ・ 加藤令子, 岸田謙二, 船渡和男, 関口脩 (1990)中学生ウエイトリフターの競技成績に及ぼす形態的および機能的要因. 平成元年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. II 競技種目別競技力向上に関する研究, 13:357-363.
 - ・ McGuigan, M.R. and Kane M.K. (2004) Reliability of performance of elite Olympic weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 18(3):650-653.
 - ・ 岡田純一(1997)クイックリフトのすすめ. *コーチングクリニック,* 11(4):46.
 - ・ 岡田純一, 船渡和男(1996)ジュニアおよびシニア・ウエイトリフターの競技成績と除脂肪体重およびパワー発揮能力. 平成7年度日本体育

- 協会スポーツ医・科学研究報告 No.Ⅱ 競技種目別競技力向上に関する研究, 19:278-282.
- ・ 岡田純一, 船渡和男, 大橋令子, 関口脩, 加藤清忠(1993)パワーバランスから見た中学生ウエイトリフターの競技力向上過程. 平成4年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.Ⅱ 競技種目別競技力向上に関する研究, 16:257-268.
 - ・ Okada J, Iijima K, Fukunaga T, Kikuchi T and Kato K (2008) Kinematic analysis of the snatch technique used by Japanese and international female weightlifters at the 2006 junior world championship. *International Journal of Sport and Health Science* 6:194-202.
 - ・ 岡田純一, 金子敬二, 加藤清忠(1995)ウエイトリフターのスナッチ動作における挙上技術. *ヒューマンサイエンスリサーチ* 4:129-140.
 - ・ Schmidtbleicher, D (1992) Training for power events. In: *Strength and Power in Sport*. P.V. Komi, ed. London: Blackwell Scientific Publications. pp. 381-395.
 - ・ Stevenson MW, Warpeha JM, Dietz CC, Giveans RM, Erdman AG. (2010) Acute effects of elastic bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power, and force production. *J Strength Cond Res.* 24(11):2944-54.
 - ・ Stone MH, Byrd R, Tew J, Wood M. (1980) Relationship between anaerobic power and olympic weightlifting performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 20(1):99-102.
 - ・ Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Carlock J, Cardinale M, Newton RU. (2005) Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Med Sci Sports Exerc.* 37(6):1037-43.
 - ・ Zink AJ, Whiting WC, Vincent WJ, McLaine AJ (2001) The effects of a weight belt on trunk and leg muscle activity and joint kinematics during the squat exercise. *J Strength Cond Res.* 15(2):235-40.