

動作の異なるクリーン運動の分析

瓜田 吉久*, 金高 宏文*, 平田 文夫*

Analysis of clean exercise the different movement types

Yoshihisa URITA*, Hirofumi KINTAKA*, Fumio HIRATA*,

Abstract

The purposes of this study were to clarify the muscle works of the lower extremity joints in the different two types of clean exercise (type A: make use of the upper body reaction, type B: not make use of the upper body reaction), and to identify the relation between the functions of the lower extremity joints and their contributions to the clean exercise.

The subjects were two male athletes (thrower (subject 1) and jumper (subject 2)). Subject 1 performed type A clean exercise and subject 2 performed type B clean exercise on a force platform, and their performance were recorded with a high speed video camera. A link segment modelling was used to compute joint torques of the lower extremity. Mechanical absolute, positive, and negative works done by the muscles were calculated by integrating mechanical power (product of joint torque and joint angular velocity) during each of two types of clean exercise (type A and type B).

The results were summarized as follows:

- 1) Mainly, clean exercise make use to the muscle work of hip joint.
- 2) The muscle work of hip joint in type A was larger than type B.
- 3) There was a difference between type A and type B in the contribution of lower extremity joints, that is, type A utilize the knee joint and type B utilize the ankle joint.

KEY WORDS: *Clean Exercise, Muscle Work, Lower Extremity Joint*

1. 緒 言

陸上競技の中でも短距離、跳躍及び投てき種目は、全身的パワーを発揮する能力の獲得がパフォーマンス向上にとって必要不可欠な条件の一つとなっている³⁾。そのため、全身的パワーの発揮能力を効果的にトレーニングする手段や方法の選択が

重要な意味をもってくることになる。たとえば、こうした全身のパワー発揮能力の獲得にとって非常に有益な種目とされているクリーン運動において、どのようなクリーン運動を実施するかは、トレーニングの効果に大きな影響を与えることになる。

これまでのところ、陸上競技で用いられるクリ

*鹿屋体育大学 National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, Kagoshima 891-23 Japan.

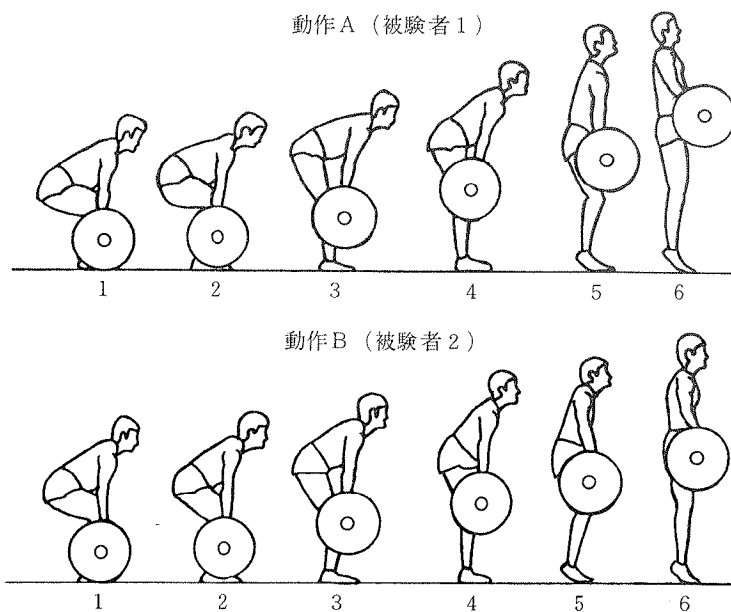


図1. 各被験者のクリーン運動における動作の規定

ーン運動に関してどのようなタイプがあるか、それらに関する研究報告は見られないが、現場の経験からは大きく分けて2種類のものがあるように思われる。一つは、オリンピックにおいて正式な種目として実施されているウェイト・リフティングであり、これはオリンピックリフトと呼ばれ、体幹の反動動作を大きく用いたクリーン運動である。またもう一つは、あまり体幹の反動動作を用いないクリーン運動である。

前者のクリーン運動については、Kinematic 及び Kinetic なデータを用いて、クリーン運動を力学的に分析したもの¹⁴⁾、あるいは、技術レベル及び重量負荷の違いに着目して、クリーン運動プル動作時の下肢各関節のピークパワーや平均パワーを分析したもの²⁾が報告されている。しかし、後者のような動作で実施したクリーン運動に関する研究は見られない。確かに、これまでの発展史からもオリンピックリフトと呼ばれるクリーン運動の方が重量物の挙上という観点から見た場合、優れているものと考えられ、それにまつわるこれまでの研究の重要度は高いものと思われるが、一方で陸上競技の短距離等の選手ではこれとは異なった動作でトレーニング効果をあげていると思われる

事実を考慮すると、こうしたクリーン運動についても分析される必要があると思われる。

そこで本研究では、体幹の動作が異なる2種類のクリーン運動を実施させ、その時の下肢各関節（足関節・膝関節・腰関節）まわりの筋群の筋の仕事や貢献度をもとめ、動作の違いがクリーン運動時の下肢各関節にどのような影響するかを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

被験者は、陸上競技選手2名（投てき選手（被験者1）：身長；182cm、体重；90kg、年齢；31歳、跳躍選手（被験者2）：身長；173cm、体重；80kg、年齢；28歳。）であった。

1. 動作の規定

①動作A (被験者1)

体幹の反動を用いて動作を実施する（オリンピックリフト方式のクリーン運動；図1, 上図参照）。

②動作B (被験者2)

体幹の反動をできるだけ用いないで動作を実施する（体幹をできるだけ起こした姿勢からのクリ

表1 各被験者のクリーン運動における設定重量

	60%	70%	80%	90%	100%
被験者1	84	98	112	126	140
被験者2	66	77	88	99	110

(単位: kg)

ーン運動; 図1. 下図参照)。

2. 実験試技

被験者には、各重量のクリーン運動を各々2試技ずつ実施させ、そのうち目的の動作が遂行されたと思われる試技を成功試技として用いた。その際用いた重量は、各被験者の最大挙上重量の60%・70%・80%・90%・100%であった(表1)。

実験前に、各々の被験者に対し、実施してもらう動作について十分な説明を行い(被験者1:動作A, 被験者2:動作B)、あわせて模範試技を師範すると共に、それを基に被験者に十分な練習を行わせた。また、実験の際、疲労の影響がでないように各試技間に十分な休息を設けた。

3. 実験

被験者のKinematicなデータを得るため、クリーンのフォームを右側方25m地点から、ハイスピードカメラ(Nac社製, HSV-200により200コマ/秒で撮影した。また、Kineticなデータを得るために、Force Platform(AMTI OR6-6-1型)を利用した。その際、両足をForce Platformの中央のセクリーン運動を実施させた。

4. データの分析及び処理

Kineticな(地面反力の)データは、サンプリング周波数200 HzでA/D変換した後、フロッピーデスクに格納した。

Kinematicなデータを得るために、VTRの画像をパーソナルコンピューターの画面上にスーパーインポーズし、コマ毎に14個の分析点の座標をマウスにより読み取った。分析は、プレート(円形の重量物)が地面に接地し、かつ膝関節が最大屈曲した時点から、両足がForce Platformより離

地した時点までを行ったが、その後の平滑化や微分演算を考慮して分析範囲の前後10コマを加えた。これらを、VTRに写した込んだ4つのリファレンスマークをもとに、各点の座標を実長に換算した後、デジタルフィルターにより5 Hzで平滑化した。

以上によって得られたKinematicなデータとKineticなデータは、動作開始直後に同期(電機計測販売(株)シンクロナイザ: PH-100型)を取り、下肢平面リンクモデル⁵⁾に入力した後、下肢の各関節まわりの筋群の筋の仕事及び貢献度を求めた。筋の仕事は、符号に着目して、正の仕事(Positive Work)、負の仕事(Negative Work)に分け、2つの絶対値の和を絶対仕事(Absolute Work)とした。

なお、これらの計算に必要な各部分の質量比、重心位置、慣性モーメントは、横井ら⁶⁾の方法によって求めたものを用いた。

5. 貢献度の定義と求め方

貢献度とは、運動遂行時に、その運動に関与する部位(本研究では、下肢各関節(足関節、膝関節、腰関節)まわりの筋群)が運動に貢献した割合を示すものであり、その求め方は、各関節の仕事を下肢関節の総仕事で除して求めるものとし、その時の単位は%で現すこととした。

3. 結果及び考察

1. 筋の仕事と重量負荷との関係

図2は、各被験者のクリーン運動における下肢各関節(足関節・膝関節・腰関節)の筋の仕事と重量負荷との関係を示したもので、縦軸は筋の仕事(体重当り)、横軸は重量負荷(最大挙上重量に対するパーセント)を現している。なお、この図

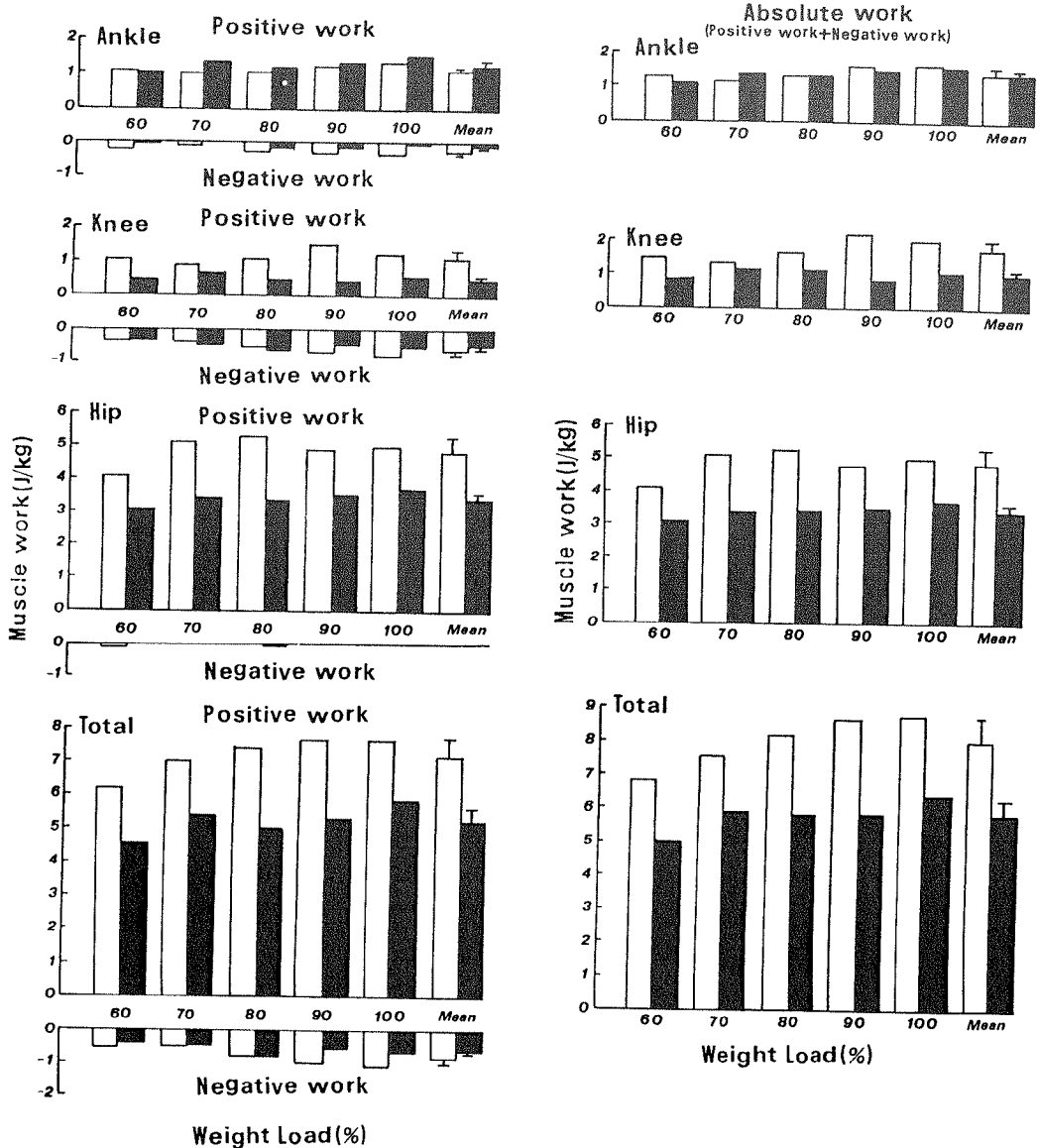


図2. 各被験者のクリーン運動における下肢各関節の筋の仕事と重量負荷との関係
(被験者1: , 被験者2:)

の Positive Work (正の仕事)とは、筋のコンセントリックな収縮を、また Negative Work (負の仕事)とは筋のエクセントリックな収縮を示しており、さらにそれらの絶対値の和を Absolute Work (絶対仕事)として示した。

(1)クリーン運動と下肢各関節の筋の仕事との関係

図2に示した両被験者の下肢各関節の Positive Work 及び Negative Work の平均値を見ると、腰関節の Positive Work (コンセントリックな収縮)が一番大きな値を示していた。このことから、クリーン運動は、腰関節のコンセントリックな筋の収縮が大きく利用される運動であると考えられた。

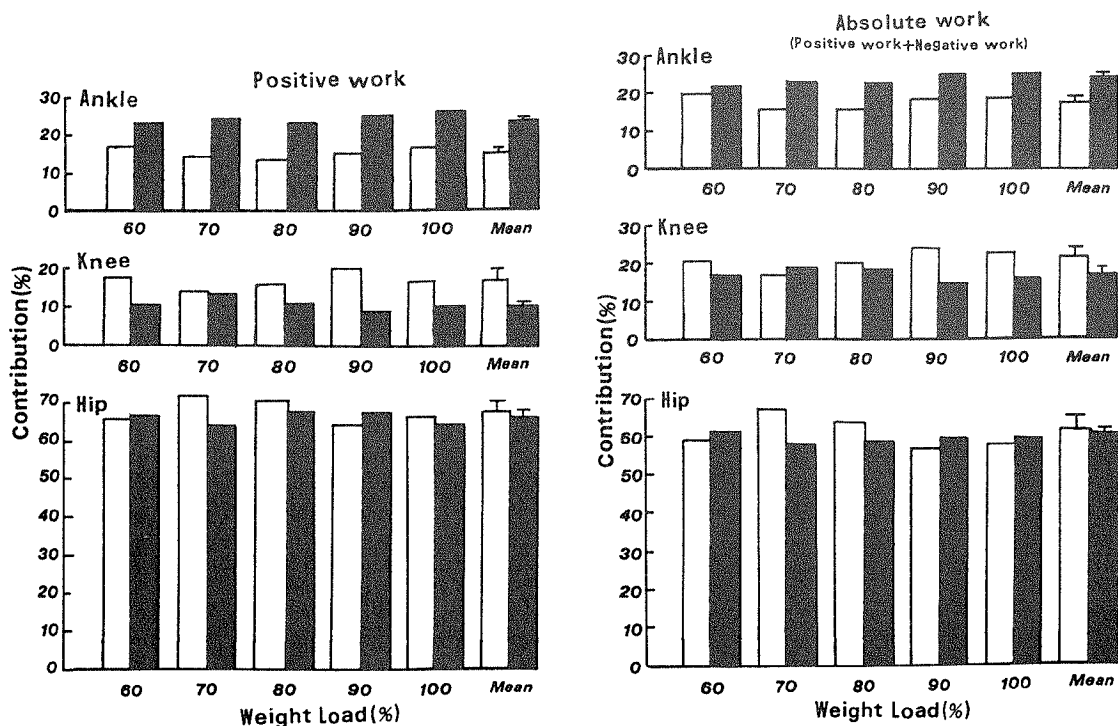


図3. 各被験者のクリーン運動における下肢各関節の貢献度と重量負荷との関係
(被験者1: , 被験者2:)

(2)被験者間の筋の仕事の比較

図2における両被験者の Absolute Work の平均値を比較すると、被験者1は腰関節>膝関節>足関節の順で筋の仕事の値が高いのに対し、被験者2は、腰関節>足関節>膝関節の順で筋の仕事の値が高かった。ここで両被験者に共通して言えることは、下肢3関節中、腰関節の筋の仕事が一番大きな値を示していたということである。ここで、この腰関節の筋の仕事を両被験者で比較すると、被験者1の方が被験者2よりも大きな値であった。このことから、動作Aの方が動作Bよりも腰関節の筋の仕事を多く必要とするフォームであるということが考えられた。この理由として、動作Aは体幹の反動(後屈)を大きく利用した挙上フォームでクリーン運動を行うためではないかと思われた。

(3)重量負荷の増量と筋の仕事との関係

図2の Absolute Work の下肢各関節の合計

(Total)の値を見ると、両被験者とも負荷の増量とともに筋の仕事が増加する傾向を示していた。これは、クリーン運動において負荷の増量がなされた場合、該当する重量負荷を挙上するという目的を遂行するためには、筋の仕事を増大させることが必要になってくるものと思われた。

2. 貢献度と重量負荷との関係

図3は、各被験者のクリーン運動における下肢各関節(足関節・膝関節・腰関節)の貢献度と重量負荷との関係を示したもので、縦軸は貢献度を、また横軸は重量負荷を現している。なお、この図で示した Positive Work 及び Absolute Work は先の説明と同様である。

(1)被験者間の貢献度の比較

図3の下肢各関節の Positive Work 及び Absolute Work の貢献度の平均値を両被験者について見ると、被験者1(動作A)と被験者2(動作B)

の腰関節の貢献度は、ともに下肢3関節中一番大きな値を示し、その値はほぼ同様の値であった。しかし、足関節と膝関節の貢献度の割合は挙上フォームの違いによって大きく異なった。つまり、動作A（被験者1）は、膝関節の方が足関節よりも貢献度が高いのに対し、動作B（被験者2）は、足関節の方が膝関節よりも貢献度が高かった。このことから、異なった動作でのクリーン運動では、足関節と膝関節の貢献度の割合に違いがみられるということが認められた。この理由として、動作Aはいわゆるオリンピックリフトといわれる動作であり、この動作では、膝関節（Double knee bend）が運動遂行に大きく関与する¹⁾²⁾という報告がなされており、そのため、挙上に際し膝関節の利用が増大し貢献度が高まったものと思われる。反対に、動作Bは、体幹の反動をできるだけ用いず、体幹を立てるような姿勢から挙上するため、挙上動作時に重量負荷が足関節の鉛直線上の近くに位置するものと思われる。そして、この挙上フォームで運動を遂行しようとするならば、足関節の伸展（Positive Work；コンセントリックな筋の収縮）が大きく利用され、貢献度が高まるものと思われる。

4. 結 論

以上の結果及び考察から、次のような結論を引き出すことができた。

- (1)クリーン運動では、筋の仕事において腰関節のPositive Work（コンセントリックな筋の収縮）が一番大きい値を示していた。このことから、クリーン運動は、腰関節のコンセントリックな筋の収縮が大きく利用される運動であると考えられた。
- (2)動作の異なるクリーン運動の腰関節の筋の仕事を両被験者で比較すると、動作A（被験者1）の方が動作B（被験者2）よりも筋の仕事が大きな値であった。このことから、動作Aの方が動作Bよりも大きな腰関節の筋の仕事を必要とする動作であると思われる。
- (3)Absolute Workの下肢各関節の合計を見ると、両被験者とも負荷の増量にともない筋の仕事が増

加する傾向がみられた。

(4)体幹の反動を用いたクリーン運動（動作A）は、膝関節の貢献度が高く、反対に、体幹の反動をできるだけ用いないクリーン運動（動作B）は、足関節の貢献度が高かった。このことから、動作の異なるクリーン運動では、足関節と膝関節の貢献度の割合が相違するものと思われた。

5. 文 献

- 1) Enoka, R. M.: The Pull in Olympic weightlifting. *Med. Sci. Sports Exere*, 11 (2): 131-137, 1979.
- 2) Enoka, R. M.: Load-and skill-related changes in segmental contributions to a weightlifting movement. *Med. Sci. Sports Exerc*, 20 (2): 178-187, 1988.
- 3) 村木征人: 跳躍競技者の専門的筋力トレーニングの理論と実際-上級ジャンパーの競技力向上を目指して-月刊陸上競技, 17(1): 190-196, 1985.
- 4) Roman, R. A.: Clean and jerk technique of valery shary. *soviet sports REV*, 15 (1): 22-28, 1980.
- 5) 瓜田吉久, 金高宏文, 松下雅雄, 平田文夫: 両手砲丸投げ運動の特性. 鹿屋体育大学研究紀要, 6: 119-133, 1990.
- 6) 横井孝志: 形態学的要因が走動作におよぼす影響に関する生力学的研究. 昭和62年度筑波大学大学院博士論文, 1982.