

スポーツクライミング選手の身体特性と 運動パフォーマンス

石井智紋・石橋勇・高本健彦

福山平成大学 福祉健康学部
(健康スポーツ科学科)

E-mail : c.ishii@heisei-u.ac.jp

【要旨】

本研究ではスポーツクライミングメキシコ代表選手と広島県代表選手を対象に、形態計測および運動パフォーマンスの測定を行い、スポーツクライミング選手の特性に関して検討した。その結果、メキシコ代表選手は、フィジカルトレーニングを積極的に行っていることもあり、筋肉量、胸囲などの周囲径、特に下肢のパワーに優れているが、体重、体脂肪率が高いことが明らかとなった。広島県選手は、体重、体脂肪率が低く、全身反応時間に優れているが、パワーが低いことが明らかとなった。

またオリンピックにおけるクライミングは、「リード」、「ボルダリング」、「スピード」の複合で実施されるため、筋力や筋持久力、バランス能力、空間認知能力、動作技術など様々な能力を偏りなく強化していくことが重要であると考えられる。

KEY WORDS : スポーツクライミング, 形態測定, 運動パフォーマンス

1. はじめに

スポーツクライミング（以下、クライミング）は、自然の岩場での冒険的な挑戦にルーツを持ち、近年では人工のクライミング壁が普及し、競技としてのスポーツクライミングが確立された。クライミングの歴史は新しく、1989年に開催されたワールドカップが最初の国際的な規模の正式な大会とされている。また、国際スポーツクライミング連盟（IFSC）が定める国際ルールに基づいて開催されるクライミング競技は、「リード」、「ボルダリング」、「スピード」の3種目であり、2020年東京オリンピック種目の種目としても正式採用され注目されている。

「リード」は高さ12m以上の壁で、6分間の制限時間内にどこまで登ることができるかを競う競技であり、途中の確保支点到にロープをかけながら登るもので、持久力、ペース配分、ムーブ技術が求められる種目である。

「ボルダリング」は高さ5m以下の壁に設定された複数のボルダー（コース）を、4~5分の制限時間内にいくつ登ることができたかを競う競技であり、力強さと瞬発的な要素、多様なムーブ技術が求められる種目である。「スピード」は高さ10mもしくは15mの壁で、あらかじめ形状やホールドの配置が統一されたクライミング壁で、スタートからゴールまでいかに早く到達するかを競う競技であり、瞬発力、高いパワーが求められる種目である。

クライミングに関する先行研究を見ると、Cutts and Bollen (1993)¹⁾；西谷ら (2014)²⁾ など手指筋群の筋力に着目した研究が行われている。Morrison and Schoffl (2007)³⁾ は、身のこなし（動作技術）の優劣や、ホールドやスタンスの配置や形状を把握し、合理的な登り方を素早く予測する能力などについての研究を行い、前大ら (2012)⁴⁾ は、ホールドに対する認知能力、動作技術、および手指の筋持久力についての研究を行っている。このように、クライミングは筋力や筋持久力、バランス能力、空間認知能力、動作技術など様々な能力が必要であるとされているが、クライミングは競技としての歴史が浅く、クライミング選手の身体的特性や運動パフォーマンスに関する報告は少ない。こうした中で、クライミング選手および海外選手の体格や体力などの基礎資料を得ることは、意義があると考えられる。

そこで本研究では、クライミングメキシコ代表選手と広島県代表選手を対象に、形態計測および運動パフォーマンスの測定を行い、クライミング選手の特性に関して検討することを目的とした。

2. 研究方法

(1) 対象

対象は、クライミング競技のメキシコ代表女子選手5名（年齢19.6±5.8歳）、広島県女子選手5名（15.4±1.5歳）とした。また各被験者には、本調査の趣旨、内容および安全面について説明し同意を得たうえで測定を行った。

(2) 時期

2019年（令和元年）7月27日～29日に行った。

(3) 調査項目と方法

1) 形態面

身長（cm）、体重（kg）、体脂肪率（%）体脂肪量（kg）、除脂肪量（kg）、筋肉量（kg）、体水分量（kg）、BMI、推定骨量を測定した。なお、測定にあたってはTANITA社製業務用マルチ周波数体組成計MC-190を使用した。周囲径測定として、胸囲（cm）、胸囲（腋下）、比胸囲を測定した。

2) 骨密度

日本光電社製超音波骨密度測定ビーナスを使用し骨梁面積率（%）、骨密度判定区分（1：十分多い、2・3：普通、4：やや少なめ、5：少なめ・要注意）を測定した。

3) ヘモグロビン推定値

近赤外分光画像計測法を用いた、SYSMEX社製ASTRIM FITを使用しヘモグロビン推定値（g/dl）を測定した。

4) 運動パフォーマンステスト

①握力（kg）

スメドレー式握力計を用いて、文部科学省新体力テスト要項に準拠し実施した。またその値を各被験者の体重で除すことにより、体重当たりの握力（最大筋力）（kg/BW）を算出した。

②長座体前屈（cm）

文部科学省新体力テスト要項に準拠した。

③足指筋力（kg）

竹井機器工業社製足指筋力測定器ⅡT.K.K3365aを使用し、椅子座位で左右2回ずつ測定した。また左右それ

ぞれの最大値を平均した値を分析に用いた。

④全身反応時間 (sec)

竹井機器工業社製全身反応測定器Ⅱ型T.K.K1264bを使用し、光刺激による反応時間を立位で測定した。測定回数は2回として、最小値を用いた。

⑤ウインゲートテスト

自転車エルゴメーター (Power max-VⅢ: Combi社製) を用いて、被験者の体重の7.5%に相当する負荷強度で30秒間の全力自転車運動を行った。平均パワー、ピークパワー、ピーク回転数、ピーク到達時間を評価項目とした。

(4) 統計処理

統計処理にはMac Pro (Apple) を用い、統計ソフトSPSS Statistics21 (IBM) を使用した。検定には、対応のないt検定を行い、有意確率は5%未満をもって有意とした。

3. 結果

(1) 形態面

身長では、メキシコ代表選手が161.7±3.1cmで、広島県選手が156.0±1.9cmで有意な差が認められた (t (8) =3.429, p<.05)。体重では、メキシコ代表選手が55.43±5.8kgで、広島県選手が46.70±3.2kgで有意な差が認められた (t (8) =2.956, p<.05)。除脂肪量では、メキシコ代表選手が43.01±3.5kgで、広島県選手が38.45±1.2kgで有意な差が認められた (t (8) =2.725, p<.05)。筋肉量では、メキシコ代表選手が40.41±3.2kgで、広島県選手が36.20±1.2kgで有意な差が認められた (t (8) =2.753, p<.05)。体水分量では、メキシコ代表選手が31.12±2.0kgで、広島県選手が28.14±0.9kgで有意な差が認められた (t (8) =3.023, p<.05)。推定骨量では、メキシコ代表選手が2.61±0.3kgで、広島県選手が2.24±0.1kgで有意な差が認められた (t (8) =3.429, p<.05)。体脂肪率、脂肪量、BMIにおいては有意な差は認められなかった (表1)。

周囲径測定の胸囲では、メキシコ代表選手が86.56±4.3cmで、広島県選手が79.90±4.1cmで有意な差が認められた (t (8) =2.511, p<.05) (図1-1)。胸囲 (腋下) では、メキシコ代表選手が89.98±4.5cmで、広島県選手が83.16±2.1cmで有意な差が認められた (t (8)

=3.057, p<.05) (図1-2)。比胸囲では、メキシコ代表選手が55.63±2.0で、広島県選手が53.30±1.6で有意な差は認められなかったが、メキシコ代表選手の方が大きい傾向が認められた (t (8) =2.033, p<.1) (図1-3)。

表 1. メキシコ選手と広島県選手の身体特性

項目	メキシコ	広島	
身長	161.7±3.1	156.0±1.9	*
体重	55.43±5.8	46.70±3.2	*
体脂肪率	22.16±4.9	20.14±0.8	
脂肪量	12.41±3.9	9.69±0.7	
除脂肪量	43.01±3.5	38.45±1.2	*
筋肉量	40.41±3.2	36.2±1.2	
体水分量	31.12±2.0	28.14±0.9	
BMI	21.2±1.9	19.8±0.9	
推定骨量	2.61±0.3	2.24±0.1	

平均値±SD, *:<.05

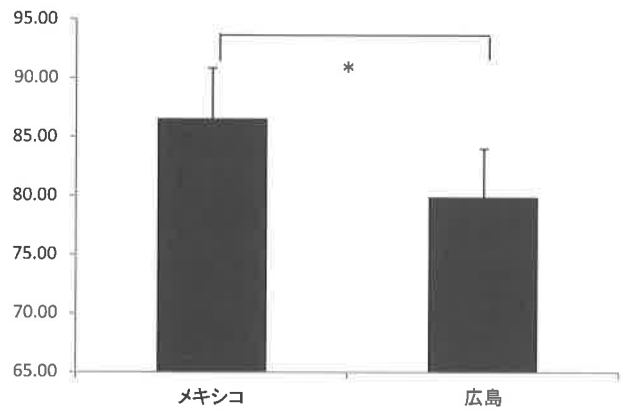


図 1-1 胸囲

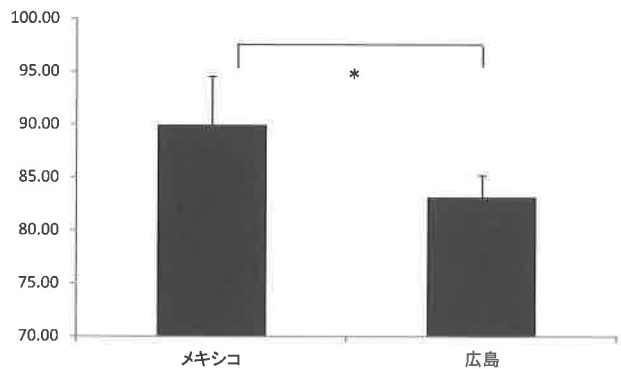


図 1-2 胸囲 (腋下)

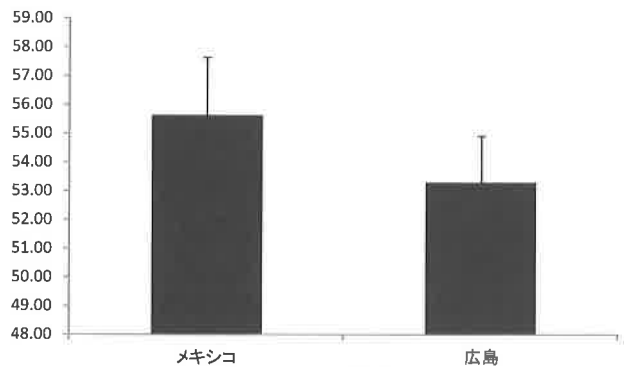


図 1-3 比胸囲

(2) 骨密度

骨梁面積率では、メキシコ代表選手が $42.28 \pm 2.7\%$ で、広島県選手が $36.78 \pm 3.4\%$ で有意な差が認められた ($t(8) = 2.837, p < .05$) (図2-1)。骨密度判定区分では、メキシコ代表選手が 1.0 ± 0.0 で、広島県選手が 2.0 ± 1.0 で有意な差は認められなかったが、メキシコ選手が良い傾向が認められた ($t(8) = -2.236, p < .1$) (図2-2)。

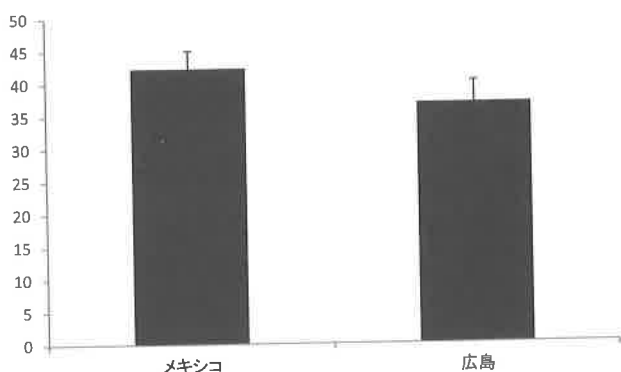


図 2-1 骨梁面積率

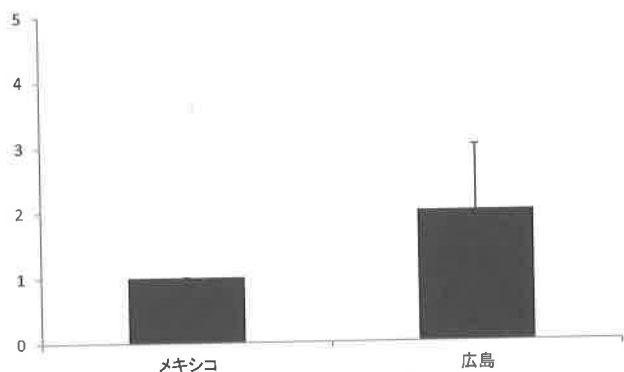


図 2-2 判定区分

(3) ヘモグロビン推定値

ヘモグロビン推定値では、メキシコ代表選手が $13.26 \pm 0.6 \text{g/dl}$ で、広島県選手が $14.36 \pm 0.9 \text{g/dl}$ で有意な差が認められなかったが、広島県選手が高い傾向が認められた ($t(8) = -2.259, p < .1$) (図3)。

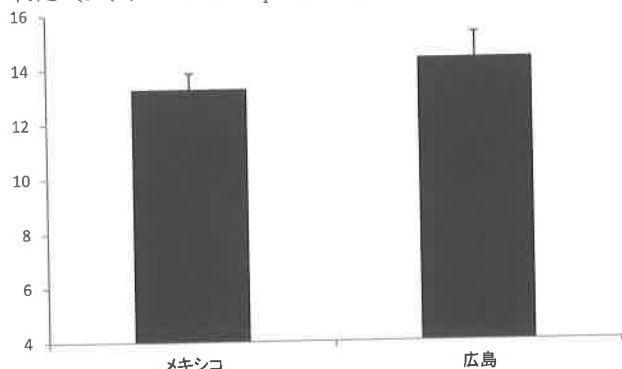


図 3 ヘモグロビン推定量

(4) 運動パフォーマンステスト

1) 握力

握力では、メキシコ代表選手が $35.4 \pm 6.3 \text{kg}$ で、広島県選手が $33.5 \pm 10.3 \text{kg}$ で有意な差は認められなかった ($t(8) = .429, \text{n.s.}$) (図4-1)。体重当たりの握力(最大筋力)では、メキシコ代表選手が $0.645 \pm 0.14 \text{kg/WB}$ で、広島県選手が $0.721 \pm 0.23 \text{kg/WB}$ で有意な差は認められなかった ($t(8) = -.624, \text{n.s.}$) (図4-2)。

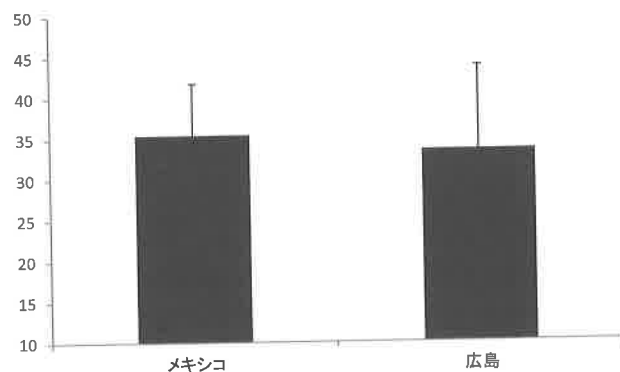


図 4-1 握力

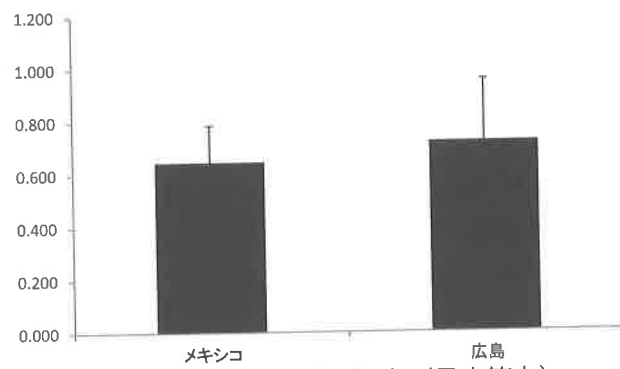


図 4-2 体重当たりの握力 (最大筋力)

2) 長座体前屈

長座体前屈では、メキシコ代表選手が $49.8 \pm 6.6 \text{cm}$ で、広島県選手が $47.8 \pm 9.0 \text{cm}$ で有意な差は認められなかった ($t(8) = .399, \text{n.s.}$) (図5)。

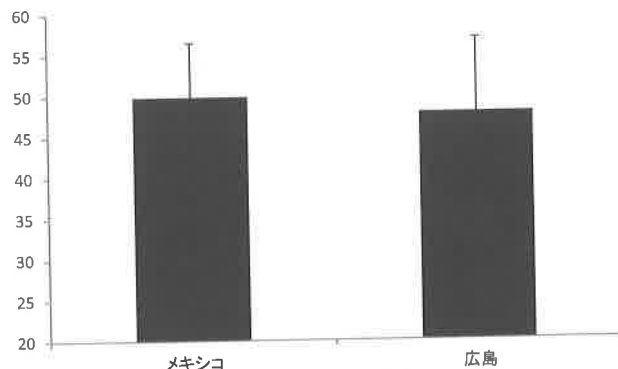


図 5 長座体前屈

3) 足指筋力

足指筋力では、メキシコ代表選手が 20.0 ± 5.9 kgで、広島県選手が 19.0 ± 5.9 kgで有意な差は認められなかった ($t(8) = 2.73$, n.s.) (図6)。

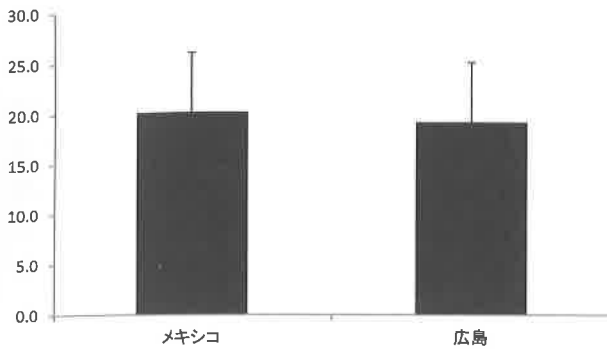


図6 足指筋力

4) 全身反応時間

全身反応時間では、メキシコ代表選手が 0.305 ± 0.033 secで、広島県選手が 0.257 ± 0.027 secで有意な差が認められた ($t(8) = 2.471$, $p < .05$) (図7)。

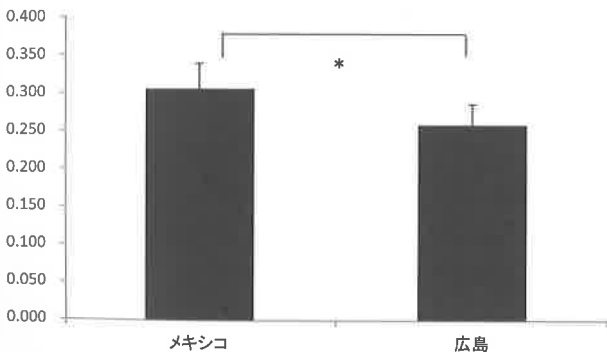


図7 全身反応時間

5) ウィンゲートテスト

ウィンゲートテストの評価項目である平均パワー値では、メキシコ代表選手が 367.6 ± 29.0 wで、広島県選手が 323.4 ± 27.7 wで有意な差が認められた ($t(8) = 2.463$, $p < .05$) (図8)。ピークパワー値においても、メキシコ代表選手が 488.4 ± 57.4 wで、広島県選手が 405.6 ± 37.8 wで有意な差が認められた ($t(8) = 2.694$, $p < .05$) (図9)。ピーク回転数では、メキシコ代表選手が 120.4 ± 5.7 RPMで、広島県選手が 115.0 ± 9.2 RPMで有意な差は認められなかった ($t(8) = 1.117$, n.s.) (図10)。ピーク到達時間においても、メキシコ代表選手が 7.14 ± 2.0 secで、広島県選手が 8.10 ± 1.7 secで有意な差は認められなかった ($t(8) = -0.811$, n.s.) (図11)。

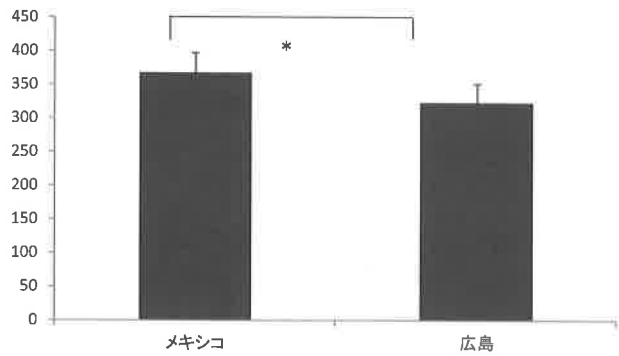


図8 平均パワー

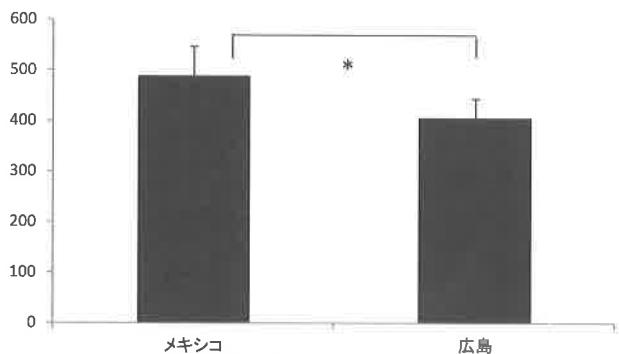


図9 ピークパワー

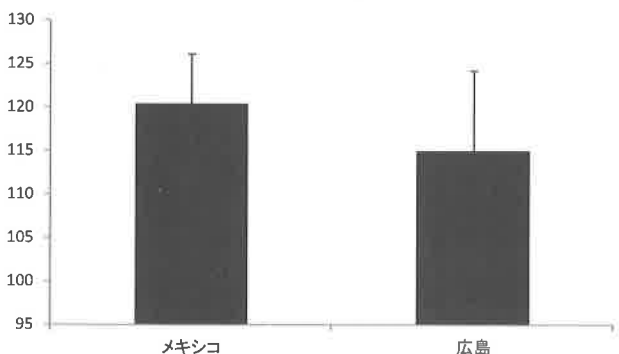


図10 ピーク回転数

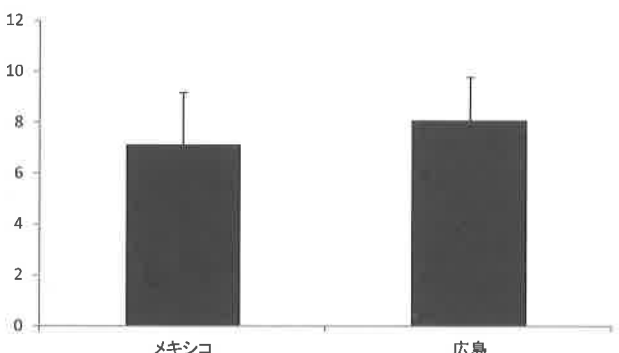


図11 ピーク到達時間

4. 考察・まとめ

本研究は、クライミングメキシコ代表選手と広島県代表選手を対象に、形態計測および運動パフォーマンスの測定を行い、クライミング選手の特性を調査した。

その結果、メキシコ代表選手における、身長、体重、

除脂肪量, 筋肉量, 体水分量, 骨密度はそれぞれ広島県代表選手より有意に高い値であった。周囲径の項目については, 胸囲(腋下)で, メキシコ代表選手が大きく, 比胸囲では, 有意な差は認められなかったが, メキシコ代表選手の方が大きい傾向が認められた。体組成および周囲径の結果から, メキシコ代表選手は広島県代表選手と比較して筋力が高く, 特に上肢の筋肉が発達していることが明らかになった。

骨梁面積率では, 有意にメキシコ代表選手が高く, ヘモグロビン推定値では, 有意な差は認められなかったが広島県代表選手が高い傾向が見られた。しかし, それぞれ基準値内であり, 骨密度の低下や貧血は見られなかった。クライミングは四肢で全体重を支えてルートを登るため, 体重が軽い方が有利とされている⁵⁾。また, 栄養摂取不足や激しい運動を長期間続けるなどした場合, 疲労感, 骨密度の低下や貧血などを引き起こし⁶⁾, 競技パフォーマンスを低下させる可能性がある。そのためこれらの測定はクライミング選手におけるコンディション評価として重要であると考えられる。

運動パフォーマンステストでは, 握力においてメキシコ代表選手が 35.4 ± 6.3 kgで, 広島県選手が 33.5 ± 10.3 kgで有意な差は認められなかった。体重当たりの握力(最大筋力)では, メキシコ代表選手が 0.645 ± 0.14 kg/WBで, 広島県選手が 0.721 ± 0.23 kg/WBで有意な差は認められなかった。これまでの研究で, 手指の最大筋力である握力および保持力, 筋持久力(保持時間)が必要とされ, 体重当たりの相対値が重要であることが示されている^{2) 4)}。本調査では, 保持力, 保持時間等について測定を実施していないため, クライミング能力と関連が強いとされている手指筋群の特性を検討することはできなかった。しかし, 他競技や非クライマーとの身体特性を比較するうえで, 握力測定は重要であると考えられる。長座体前屈では, メキシコ代表選手が 49.8 ± 6.6 cmで, 広島県選手が 47.8 ± 9.0 cmで有意な差は認められなかった。長座体前屈は, 主に大殿筋, ハムストリングス, 腓腹筋, 股関節等の柔軟性の評価として用いられている。クライミングにおいては, 手で使用しているホールドよりも高い位置にあるホールドをフットホールドとして使用する際や, 上肢にかかる負担を軽減するために, ドロップニー, ヒールフックなどの技術が使われており, これらの技術は下肢関節の可動域に相関があるとされている⁷⁾。そのため, 柔軟性・可動域の広さが高いパフォーマンス発揮に重要であり, またケガの予防などの観点から

も柔軟性を高める必要があると考える。足指筋力では, メキシコ代表選手が 20.0 ± 5.9 kgで, 広島県選手が 19.0 ± 5.9 kgで有意な差は認められなかった。足指筋力は, バランス能力など様々な運動機能との関係が報告されているが, クライミング選手を対象とした足指筋力の調査は見あたらなかった。クライミングにおいては, ホールドのわずかな突起や窪みに足先を載せて身体を支えバランスをとる必要があるため, 足指筋力について検討していく必要があると考える。全身反応時間は, 光と音の刺激に対してどれだけ早く動作を開始することができるかを評価するものであり, 反応時間が小さいほど刺激に対して素早い反応を行う能力を有している。クライミングの「スピード」種目においては, 10分の1秒, 100分の1秒を競う種目であり, フライイングは失格となるためスタートでの反応が重要となる。本調査では, メキシコ代表選手が 0.305 ± 0.033 secで, 広島県選手が 0.257 ± 0.027 secで有意に広島県選手が早い反応であった。全身反応時間の短縮には, 日常行動の敏捷性や, 運動を実施することによる神経および筋への刺激が重要になってくることから, メキシコ代表選手と広島県選手におけるトレーニングの違いなどが影響しているのかもしれない。ウインゲートテストは, 筋パワー, 筋持久力, 疲労性などの評価として広く用いられている。本調査では, 評価項目である平均パワー値でメキシコ代表選手が 367.6 ± 29.0 wで, 広島県選手が 323.4 ± 27.7 w, ピークパワー値においても, メキシコ代表選手が 488.4 ± 57.4 wで, 広島県選手が 405.6 ± 37.8 wで有意な差が認められた。また, ピーク回転数では, メキシコ代表選手が 120.4 ± 5.7 RPMで, 広島県選手が 115.0 ± 9.2 RPM, ピーク到達時間においても, メキシコ代表選手が 7.14 ± 2.0 secで, 広島県選手が 8.10 ± 1.7 secで有意な差は認められなかったが, メキシコ代表選手の方が良い数値であり, 下肢の筋力, パワーに優れていることがわかる。補足として, メキシコ代表選手のトレーニングを見ると, 実際のクライミングトレーニングだけでなく, 懸垂, 重りを用いたスクワット運動, ボックスジャンプなどのプライオメトリクストレーニング, 体幹トレーニングといったフィジカルトレーニングを積極的に行っていた。こういった背景が今回の結果につながったのではないかと考える。日本のクライマーにおいては「スピード」種目が弱いとされており, またボルダリングやリード種目でもパワー系の動きが増加しているため, 下半身のトレーニングが競技力向上のために重要となることが示唆された。

本調査において、メキシコ代表選手は、フィジカルトレーニングを積極的に行っていることもあり、筋肉量、胸囲などの周囲径、特に下肢のパワーに優れているが、体重、体脂肪率が高いことが明らかとなった。広島県選手は、体重、体脂肪率が低く、全身反応時間に優れているが、パワーが低いことが明らかとなった。オリンピックにおけるクライミングは、「リード」、「ボルダリング」、「スピード」の複合で実施されるため、筋力や筋持久力、バランス能力、空間認知能力、動作技術など様々な能力を偏りなく強化していくことが重要であると言える。

引用・参考文献

- 1) Cutts, A. and Bollen, S.R. (1993), Grip strength and endurance in rock climbers. Proc. Inst. Mech. Eng. (Lond), 207 (2) : 87-92.
- 2) 西谷善子・川原貴・山本正嘉 (2014), 「スポーツクライマーの手指筋群における筋力および筋持久力特性の評価法—リードクライミングを対象として—」, 『コーチング学研究』第28巻第1号53-64.
- 3) Morrison AB, Schoffl VR. (2007), Physiological responses to rock climbing in young climbers. Br J Sports Med. 41: 852-861; discussion 861.
- 4) 前大純朗・川原貴・山本正嘉 (2012), 「スポーツクライミング未経験者の上達過程における認知能力、動作技術、手指筋力、および運動後における血中乳酸濃度の変化」, 『スポーツパフォーマンス研究』4, 1-15.
- 5) 西谷善子・長迫風・六角智之 (2019), 「スポーツクライミングにおける競技力向上サポート体制のあり方—ユース日本代表選手におけるサポート体制を実例として—」 『登山研修』VOL34, 44-49.
- 6) 長迫風・西谷善子 (2019), 「ユーススポーツクライマーに対する栄養指導のあり方」, 『登山研修』VOL34, 50-54.
- 7) Andreas Schweizer (2012), Sport climbing from a medical point of view. Swiss Medical Weekly The European Journal of Medical Sciences.

Physical characteristics and athletic performance of sport climbers

Chiaki ISHII, Tsuyoshi ISHIBASHI, Takehiko TAKAMOTO

Department of Health and Sports Science,
Faculty of Welfare and Health Science,
Fukuyama Heisei University

Abstract

In this study, we measured the morphometry and exercise performance of sports climbing Mexican representatives and Hiroshima representatives, and examined the characteristics of sports climbers. As a result, it is clear that Mexican national athletes are actively conducting physical training, and are excellent in muscle mass, circumference, such as chest circumference, especially lower limb power, but high in weight and body fat percentage. It became Hiroshima players were found to have low body weight and body fat percentage and good overall reaction time but low power.

Climbing in the Olympics held in a combination of "lead", "bouldering", and "speed", so that various abilities such as muscle strength, muscle endurance, balance ability, spatial cognitive ability, and movement technology should be strengthened without bias. It is thought that it is important to go.

KEY WORDS : sport climbing, Morphological measurement, Exercise performance