

〔資 料〕

筋－骨格モデル解析法によるバドミントン競技における オーバーヘッドストロークの全身筋活動の特徴

升 佑二郎¹⁾

Characteristics of Muscle Activity When Delivering Overhead Strokes
in Badminton: A Musculoskeletal Model-based Analysis

MASU Yujiro

要 旨

近年では科学技術の発展に伴い分析方法が進歩し、座標データを基にインナーマッスルを含めた多くの筋を同時に評価できる筋－骨格モデル解析法が考案された。この方法を用いることにより、従来検討することができなかったインナーマッスルを含む多くの筋活動について推定的に検討することが可能になる。本稿では、筋－骨格モデル解析法により算出された各種オーバーヘッドストローク時の筋活動の特徴について説明する。

キーワード：バドミントン

筋－骨格モデル解析法

オーバーヘッドストローク

1) 健康科学大学 健康科学部 理学療法学科

はじめに

バドミントン競技におけるストローク動作に関する研究では、上級者と下級者の比較¹⁻²⁾や各種ストロークの動作様式の特徴³⁻⁵⁾について運動学的観点から検討されたものが多くある。さらに、全身の力学的エネルギーの動態⁶⁻⁷⁾や筋活動⁸⁻¹⁰⁾についても検討されている。升ほか¹¹⁾は、バドミントン選手におけるスマッシュ動作時の体幹部の筋活動について検討し、腹直筋と広背筋の活動は非ラケット腕側の方が大きく、この非ラケット腕側への負担が腰痛の発生リスクを高める要因であると指摘した。さらに、日本トップレベルの大学バドミントン選手におけるスマッシュ、クリアおよびドロップ時の上肢筋活動について検討されている¹²⁾。その結果から、スマッシュやクリアといった瞬間的に大きな力の発揮を要するストロークでは前腕及び三角筋の活動が高くなり、大きな力の発揮を必要としないドロップではこれらの筋活動が小さくなること、クリアとドロップ間では棘下筋への負担に差はなく、それ程大きな負担が生じない場合もあるものの、より速いクリアショットを打ち放つ場合には、スマッシュと同程度の負担が生じる可能性があることが示唆されている。このようにストローク時の筋活動様相を検討することは、動作様式を評価する上で有益な方法である。一方、これらの研究で用いられた表面筋電図の場合、電極貼付部位に制限があるため多くの筋活動を同時に評価することができない。近年では科学技術の発展に伴い分析方法が進歩し、座標データを基にインナーマッスルを含めた多くの筋を同時に評価できる筋-骨格モデル解析法が考案された¹³⁾。このSybert¹⁴⁾の方法は現在の姿勢状態での最大筋張力に対する現在の張力を推定筋活動度として算出するものである。この方法を用いることにより、従来検討することができなかったインナーマッスルを含む多くの筋活動についても推定的に検討することが可能になる。本稿では、筋-骨格モデル解析法により算出された各種オーバーヘッドストローク時の筋活動の特徴について説明する。

クリア、ドロップおよびスマッシュの比較

升ほか²⁾は、上級者と下級者のドロップおよびスマッシュの打ち分け動作について運動学的観点から検討し、下級者はスマッシュ動作に似せてドロップ動作を行うことはできるものの、上級者と比べるとより速くラケットを振るためのテイクバック動作が行えていないことを明らかにした。さらに、スマッシュ、クリアおよびドロップにおける上肢動作様式の違いについて検討した報告⁴⁾によると、手の位置が低くなった場合はドロップショットを打ち、肩関節水平屈曲角度が小さい場合はスマッシュショットを打ち放つ可能性が高いということが示唆されている。これらの報告から、クリア、ドロップおよびスマッシュにおける動作様式の違いについて明らかにされた一方、全身の筋活動については検討されていない。そこで図1には上級者の各ストローク動作の全身筋活動を示した。フォワードスイング局面後期において、スマッシュは右大胸筋および左大胸筋が活動しているのに対し(矢印①)、ドロップおよびクリアでは大胸筋の活動度が低

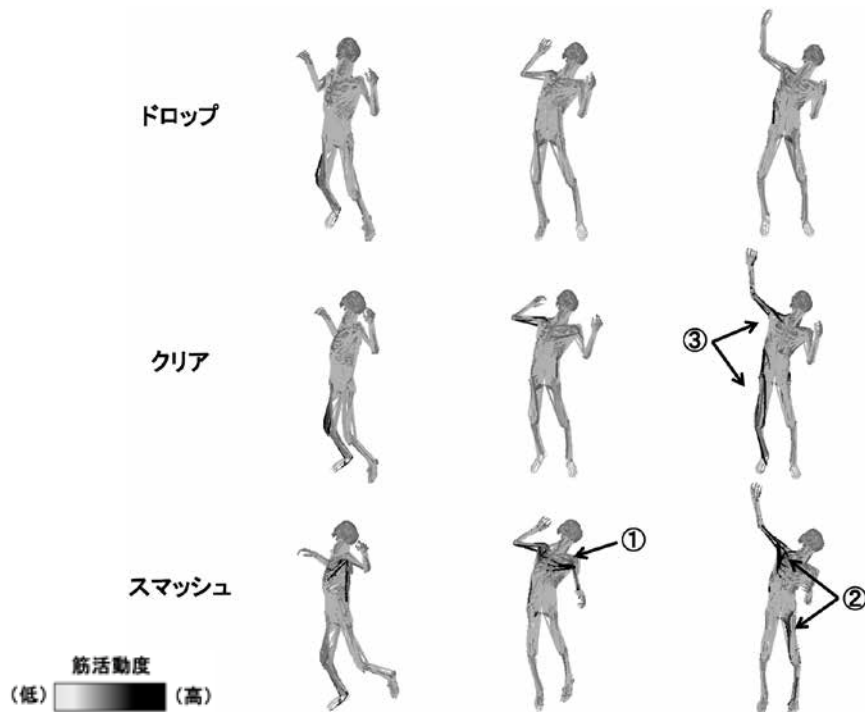


図1 ドロップ、クリアおよびスマッシュの比較

い。さらに、インパクト時において、スマッシュは右大胸筋および左下肢の筋群が活動するのに対し（矢印②）、クリアでは右上肢および右下肢の筋群が活動し（矢印③）、ドロップは全体的に筋活動度が低い。これらの結果から、スマッシュはクリアおよびドロップよりも左大胸筋が活動し、インパクト時においては、スマッシュは左の下肢、クリアは右の下肢の筋群が活動するという特徴が示された。

上級者と下級者の比較

上級者と下級者におけるスマッシュの全身筋活動を図2に示す。上級者は大胸筋の活動度が高いのに対し、下級者は活動度が低いことが示された。速いスマッシュを打つためには、テイクバック動作時に弓矢を引くようにラケット腕を後方に引き、胸を張る（大胸筋を伸ばす）。そしてラケット腕が前方に移動すると同時に非ラケット腕を内側に移動させる（大胸筋が縮む）。このように大胸筋の Stretch-Shortening Cycle（以下、SSC）運動を用いたスイング動作を行うことで、ラケットを速く振ることができると考えられている¹⁵⁾。このことから、下級者を指導する際には、大胸筋の活動度を高めるSSC運動を活用した動作様式を身につけさせることが重要であると考えられた。



図2 スマッシュ動作における上級者と下級者の比較

各種ジャンピング・スマッシュの比較

上級者の垂直方向へのジャンピング・スマッシュの全身筋活動を図3に示す。始めに両下肢の大腿筋活動が増加し (①)、垂直方向に跳ぶ。空中では、左大胸筋が活動した後 (②)、膝関節を屈曲させる際に大腿筋活動が増加する (③)。さらに、左右の大胸筋および腹斜筋の活動度が増加した後 (④)、インパクト時には左大胸筋の活動度が低下し、右大胸筋および上腕筋活動度が増加する (⑤)。このように上級者は空中にて下肢、腹斜筋、大胸筋および上腕の筋活動を順に増加させ、スマッシュ動作を遂行していることが示された。図4には、フォア奥側へのジャンピング・スマッシュを示す。始めに左大腿 (①)、次に右大腿の順に筋活動度が増加し (②)、フォア奥側に跳ぶ。空中時には、左大胸筋 (③)、左大腿 (④)、左右大胸筋 (⑤) の順に活動度が増加し、インパクト時には右大胸筋および上腕の活動度が高くなることが示された (⑥)。図5には、ラウンド側へのジャンピング・スマッシュの全身筋活動を示す。始めに右大腿 (①)、次に左大腿の順に筋活動度が増加し (②)、ラウンド側に跳ぶ。空中時には、左大胸筋 (③)、

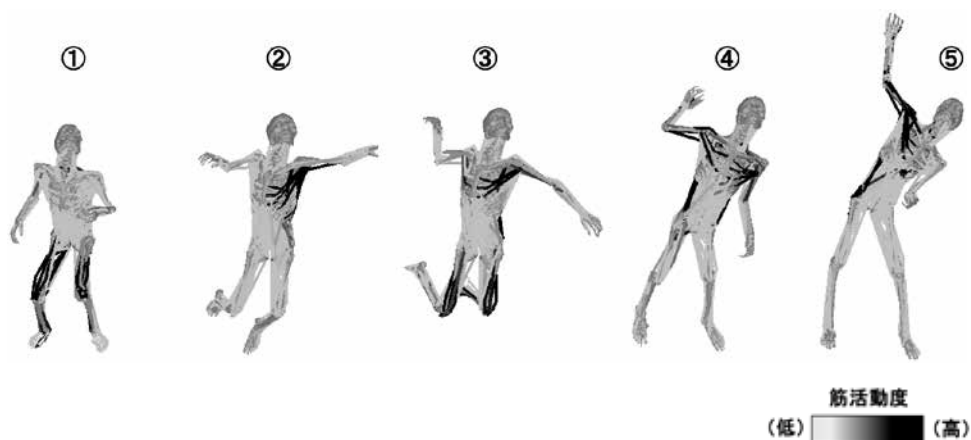


図3 垂直方向のジャンピング・スマッシュ

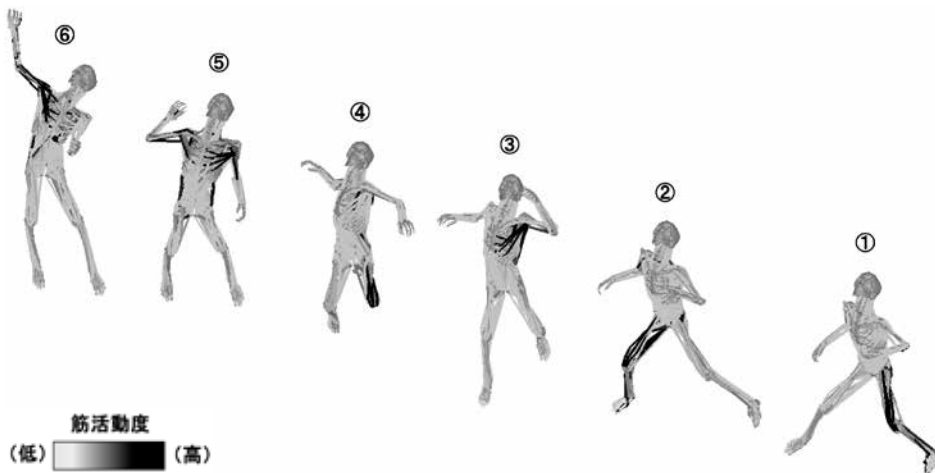


図4 フォア奥方向のジャンピング・スマッシュ

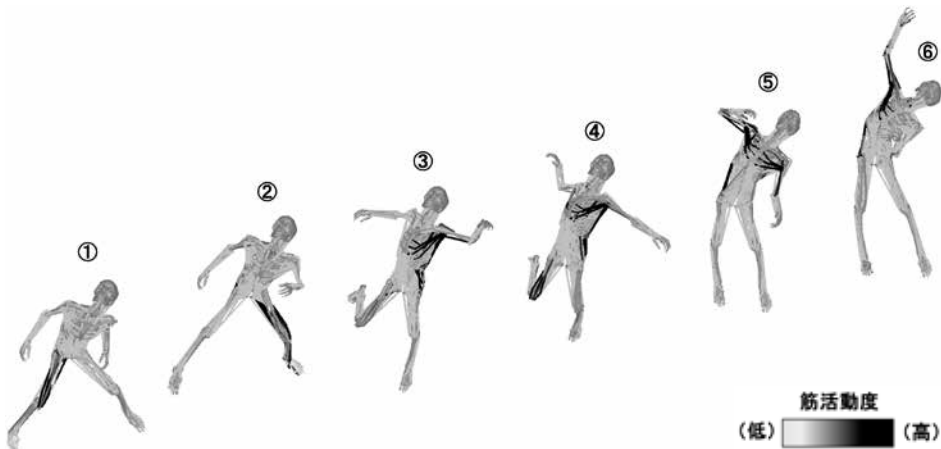


図5 ラウンド方向のジャンピング・スマッシュ

右大腿 (④)、左右大胸筋の順に活動し (⑤)、インパクト時には右大胸筋および上腕の活動度が高くなることが示された (⑥)。これらのことから、大胸筋の活動度は各跳躍方向ともに左、左右、右の順に増加する。一方、空中時の大腿筋活動は、垂直方向では両下肢の筋活動度がともに高く、フォア奥側では左大腿のみ、ラウンド側では右大腿のみの活動度が高いことが示された。従って、ジャンピング・スマッシュは、異なる跳躍方向に伴い大腿の活動度に違いが生じ、空中での態勢を安定させ、上半身に大きな力を発揮する上で下肢の役割が重要であると考えられた。

まとめ

本稿では、筋-骨格モデル解析法による各種オーバーヘッドストローク時の全身筋活動を示した。スマッシュはドロップおよびクリアよりも左大胸筋の活動度が高く、イン

パクト時には右半身全体の筋活動度が高いことが示された。また、上級者と下級者のスマッシュ動作は大胸筋の活動度に差が生じ、下級者を指導する際には大胸筋のSSC運動を活用した動作様式を身につけさせることが重要であると考えられた。さらに、跳躍方向の異なるジャンピング・スマッシュでは、大腿の筋活動に違いが生じることが示された。このように、従来行われていた表面筋電図による分析では明らかにすることができなかった全身の筋活動を筋-骨格モデル解析法を用いることにより明らかにすることができる。特に、視覚的に各種動作の筋活動度の違いや上級者と下級者の筋の使い方の違いを理解することができる点は、動作様式の改善を目的とした指導を行う上で有益であると考えられた。

参考文献

- 1) 升佑二郎, 田中重陽, 熊川大介, 他: 日本トップレベルの大学生と高校生バドミントン選手におけるスマッシュ動作の運動学的考察-ラケットヘッドの移動軌跡及び肩関節運動に着目して, トレーニング科学, 22(3): 257-268, 2010.
- 2) 升佑二郎, 田中重陽, 角田直也: バドミントン競技におけるスマッシュ及びドロップ動作のキネマティクスの分析-テイクバック動作に着目して, トレーニング科学, 23(4): 305-32, 2012.
- 3) 升佑二郎, 藤野和樹, 林直樹: バドミントン競技における奥行の異なる的当て課題時のジャンピング・スマッシュの特徴, スポーツリハビリテーション学会誌, 6, 9-15, 2017.
- 4) 升佑二郎, 駒形純也, 藤野和樹: バドミントン競技におけるスマッシュ, クリアおよびドロップの上肢動作様式の違い, コーチング学研究, 30(2): 193-204, 2017.
- 5) 升佑二郎, 角田直也: 中学バドミントン選手におけるスマッシュショット速度に関わる能力の一考察, 体育の科学, 61(11): 879-884, 2011.
- 6) 升佑二郎: バドミントン競技のスマッシュ動作における大学生及び高校生選手の比較-力学的エネルギーに着目して, 東京電気大学総合文化研究, 9: 197-207, 2011.
- 7) 升佑二郎, 駒形純也: バドミントン競技におけるスマッシュ, クリアおよびドロップ動作の力学的エネルギーの動態, 健康科学大学紀要, 13: 33-43, 2017.
- 8) 升佑二郎, 駒形純也: バドミントン競技におけるレシーバーの注視点および前腕筋活動, 健康科学大学紀要, 13: 45-55, 2017.
- 9) 兒嶋昇, 升佑二郎: バドミントン競技におけるサービスレシーブ時の下肢筋活動, 法政大学スポーツ健康学研究, 7: 39-43, 2016.
- 10) 升佑二郎, 村松 憲, 竹内雅明: バドミントン競技におけるサービス動作の筋電図学的分析-バックハンドショートサービスに着目して, 体育の科学, 63(4): 333-338, 2013.
- 11) 升佑二郎, 小林健太郎, 渡辺健, 他: バドミントン競技におけるスマッシュ動作時の体幹部の筋活動, 体育の科学, 64(11): 815-819, 2014.
- 12) 兒嶋昇, 升佑二郎, 上村孝司: 日本トップレベルの大学バドミントン選手におけるオーバーヘッドストロークの筋活動, 法政大学スポーツ健康学研究, 5: 33-40, 2014.

- 13) 兒嶋昇, 升佑二郎: 筋－骨格モデル解析法を用いたバドミントン競技のオーバーヘッドストローク時の推定筋活動. 法政大学スポーツ健康学研究, 8: 19-31, 2017.
- 14) Sybert S. : Impedance characteristics of a neuromusculoskeletal model of the human arm I. Posture control. Biological Cybernetics, 81(5): 475-494, 1999.
- 15) 升佑二郎: バドミントン競技におけるオーバーヘッドストロークの指導理論. 健康科学大学紀要, 12: 43-53, 2016.

Abstract

With the recent advances in scientific technologies, analytical techniques have markedly progressed, leading to the development of a musculoskeletal model-based analytical method to simultaneously examine multiple muscles using data on coordinates. This new method allows us to evaluate the activities of various muscles, including deep muscles that have been difficult to evaluate using conventional methods. On the basis of the results of analysis using this method, this study explains the characteristics of various types of muscle activities when delivering overhead strokes.

Key word : Badminton

Musculoskeletal Model-based Analysis

Overhead Strokes