



博士(人間科学)学位論文 概要書

ランニングジャンプにおける踏み切り時の
動作特性と運動制御との関連

2001年7月

早稲田大学大学院人間科学研究科
博士後期課程生命科学専攻

垣花 渉

本論文の概要

ヒトや動物が行う身体を移動させる運動 (locomotion) の中で、助走を用いて跳ぶという動作はきわめて高度でかつ複雑な神経系のネットワークにより統御されていると考えられている。この動作は、スポーツ種目の中で重要な役割を果たしている例が多く、走幅跳や三段跳のような種目 (ランニングジャンプ) ではパフォーマンスそのものを決定している。助走を用いて跳ぶという動作における踏み切りの役割とは、助走で得た速度を生かして踏み切り角度を大きくすることにあると考えられている。すなわち、踏み切り角度が一定であれば、助走速度と跳躍距離との間にほぼ比例関係が成立する。一方、助走速度が一定の場合には、従来報告されている至適な踏み切り角度が具体的にどの範囲にあるかについては必ずしも明確になっていない。さらには、助走速度が大きい場合、踏み切り角度が相対的に小さくなるのみならず、跳躍距離にも影響するが、逆に踏み切り角度を大きくすると、走幅跳に走高跳の要素が加わるため跳躍距離が減少する可能性が高い。したがって、ランニングジャンプでは、助走速度、踏み切り角度、および跳躍距離との関連性を総合的に明らかにすることがきわめて重要である。他方、ランニングジャンプの踏み切りには、動きや力の物理的特性または神経筋協応能などの運動制御にもとづく技術や筋力とが密接に関連している。しかしながら、これらの要因の相互関連性については、現時点では十分明らかにされていない。

そこで本研究では、運動能力の高い健康な成人男性を被験者として二種類の実験を行った。すなわち、(1) 3 歩の助走で助走速度を一定にして踏み切り角度を変えたとき、(2) 助走の歩数を変えて助走速度を変えたとき、踏み切り時の動作、地面反力、踏み切り脚の筋放電活動および跳躍距離がどのように変化するかを測定・解析した。これらの結果をもとにして、跳躍距離に対してどのような物理的特性と神経筋協応能などの運動制御系が関係しているかを総合的に比較・検討した。

その結果、以下の知見を得た。

- 1) 3歩助走のランニングジャンプで踏み切り角度を変えると、踏み切り角度が33度以下では跳躍距離に変化はみられなかったが、33度を超えるとほぼS字型に減少した。また、踏み切り角度を大きくすると踏み切り動作はより走高跳に近い動作へ移行し、その結果として地面反力の前後成分におけるブレーキ方向の力積が増加し、鉛直成分の力積が増加した。この結果

は、踏み切り角度を大きくすると前方への推進力が減少するため、跳躍距離が減少することを示唆する。踏み切り角度と跳躍距離の関係は、理論値から得たパターンと定性的に一致した。

- 2) 踏み切り角度を大きくすると、大腿二頭筋の筋放電量がほぼS字状に低下し、腓腹筋のそれは著しく低下した。一方、ヒラメ筋の放電量は踏み切り角度が50度付近までは大きく変動しなかった。これらの結果は、ランニングジャンプにおける筋の放電量は踏み切り角度を変えると筋ごとに異なる出力応答があることを示唆する。
- 3) 踏み切り角度を大きくすると、接地時の体幹、大腿、膝関節および足関節の角度は増加した。また、離地時の体幹と大腿の角度変化は、いずれも接地時の場合と同じ傾向を示したが、膝関節と足関節の角度は踏み切り角度との間に一定の関係がみられなかった。これらの結果は、接地時と離地時とで膝関節または足関節の動作特性や運動制御系が大きく異なることを示唆する。
- 4) 助走速度を上げると、跳躍距離もほぼ比例して増大した。この現象に大きく寄与している骨格筋は、測定した筋のうち内側広筋、大腿二頭筋、前脛骨筋および腓腹筋であった。これに対し、大腿直筋とヒラメ筋の放電量は助走速度に依存しなかった。これらの結果は、助走速度を変えたときに跳躍距離に寄与する骨格筋と寄与しない骨格筋があることを示唆する。
- 5) 助走速度を上げると、接地時の体幹、大腿、膝関節および足関節の角度はいずれも増加したが、離地時ではこのような関係がみられなかった。これらの結果より、助走速度を上げたときの接地時と離地時とで大きく異なった運動制御系が働いているものと推定される。
- 6) 助走速度を上げると、踏み切り時の地面反力の力積、身体各部位における角度および筋放電活動に個人間でバラツキがみられた。この原因の一つとして、神経筋協応能などの運動制御系にもとづく踏み切り時の技術の違いが関与した可能性が高い。