

上り坂・下り坂ランニング時における動的アライメントの変化

池田 潤一

Change of dynamic alignment when uphill and downhill running

Junichi IKEDA

I. 緒言

1. 研究の背景

近年、益々ランニング人口が増加している。一方、陸上競技中長距離選手では競技レベル（競技記録）の向上が伺える。ランニング愛好家の増加や選手の競技力向上によりランニングを起因とするスポーツ外傷（以下、ランニング障害）の増加が危惧される。ランニング障害は慢性的な経過をたどり、治療に難渋することが多い。ランニング障害の効果的な治療や予防にはランニング動作のバイオメカニクスの特徴およびリスクを把握することが重要である。

2. スポーツ外傷の発生要因

スポーツ外傷は、「急性外傷」と「慢性外傷」に分類でき、その発生要因について川野は個体要因、環境要因、トレーニング要因を挙げている。下肢スポーツ外傷の発生要因にダイナミックアライメント（以下、動的アライメント）がある。アライメントとは基本的な肢位を決めて観察した骨の配列であり、これを静的アライメントという。静的アライメントに対して運動時の骨の配列の変化を動的アライメントといい、川野はknee-in & toe-out、neutral、knee-out & toe-inの三つのタイプに分類した。

3. 研究の目的

ランニングは多様なランナーが、多様な内容を、多様な環境で実施する。先行研究では、ランニングのバイオメカニクス研究や傾斜地のランニング研究、ランニング障害の疫学調査、発生要因について多くの報告がある。しかし、ランニング障害に焦点を当てた前額面における傾斜地ランニング

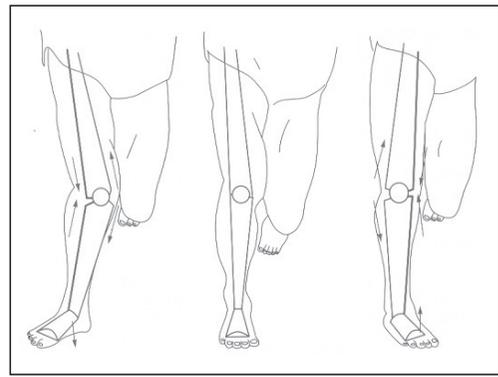


図1 動的アライメント

左 knee-in & toe-out
中 neutral
右 knee-out & toe-in

のバイオメカニクス研究はない。環境要因である「上り」、「下り」など走路の傾斜の変化と個体要因であるランニング時の動的アライメントの変化を検討し、平地と傾斜のある走路をランニングする際の特徴とリスクを把握し、ランニング障害の予防に役立てることを本研究の目的とする。

II. 研究の方法

1. 対象

大学陸上競技部に所属し、中長距離種目を専門とする健常男性15名とした。年齢 21.5 ± 2.0 歳、身長 171.4 ± 6.2 cm、体重 57.0 ± 5.1 kg、BMI 19.4 ± 0.9 （平均 \pm 標準偏差）であった。

2. 研究方法

- (1) トレッドミルにおける平地、傾斜地のランニング実験
- (2) 実験条件と実験課題

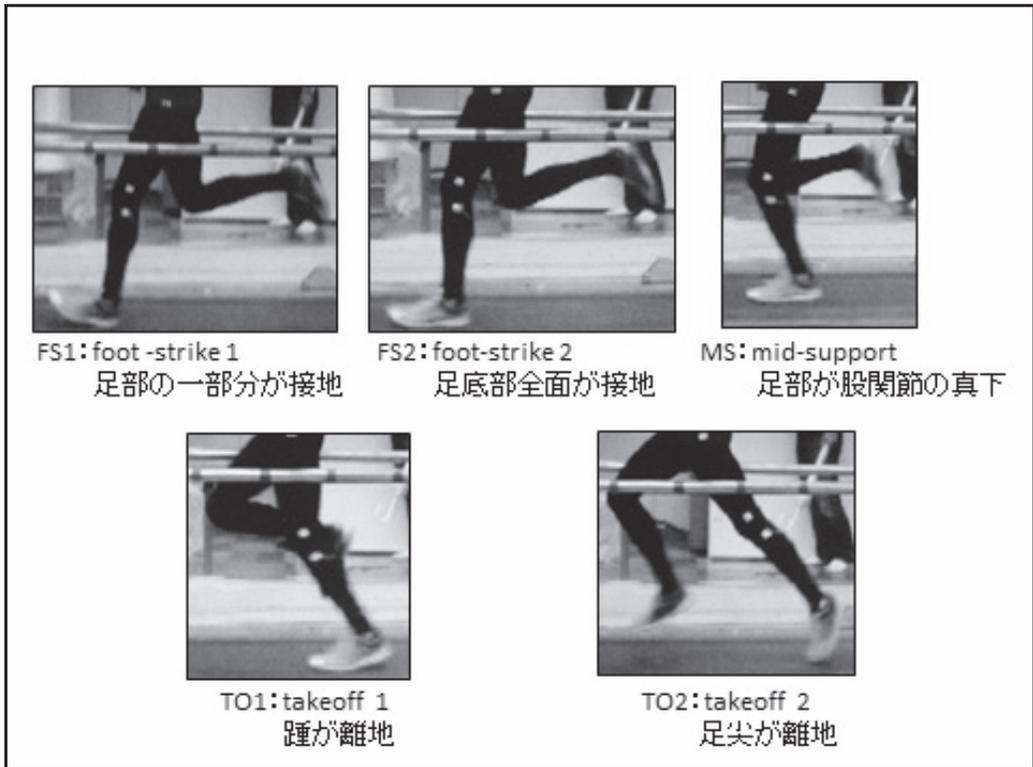


図2 関節角度を検討した支持期の位相

走速度を280m/min (16.8km/h)、トレッドミルの傾斜は0度 (以下、平地)、上り10度、下り10度の3条件とした。実験課題は、ウォーミングアップ約10秒の後、平地で約5秒、傾斜10度で5秒ランニングした。傾斜の上昇に約50秒かかり、課題に要する時間は約70秒であった。課題1は上り傾斜、課題2は下り傾斜として、課題間は疲労回復のために対象者の任意による時間を休憩とした。

(3) ランニング動作の撮影

3台のデジタルカメラ (CASIO社製 EXILIM HS EX-FC150) のハイスピードモード (毎秒120コマ、露出時間1/400) で前方、側方、斜め前方から撮影した。規定した19箇所のランドマークに反射用テープを貼付した。

(4) データ処理と関節角度の算出

3台のカメラで撮影した1ランニングサイクルの画像をFrameDIAS II ver III (株DHK) を用いて三次元DLT法によりランドマークをデジタル化し、三次元座標に変換し、矢状面と前額面で関

節角度 (股関節屈曲角度、膝関節屈曲角度、足関節底屈角度、股関節内転角度、膝関節外反角度、足部外転角度) を算出した。

(5) 統計処理

支持期を5つの位相に分け、各位相における関節角度の平均値と標準偏差を求めた。平地と上り10度、平地と下り10度の間で比較し、対応のあるt検定で検討した (有意水準は5%未満)。

III. 結果と考察

トレッドミルにおける平地、傾斜地のランニング実験では、平地と上り傾斜、下り傾斜では下肢の関節運動は矢状面だけでなく、前額面においても異なることが示唆された。とくに矢状面での足関節底屈・背屈角度の変化が前額面での足部外転角度に影響を及ぼし、上り傾斜ではknee-in & toe-out、下り傾斜ではknee-out & toe-inの動的アライメントの傾向を強めると考えられた。この関節運動、動的アライメントの違いにより、上り

傾斜では下肢の後面の筋群と膝関節、足関節、足部の内側に加わる力学的ストレスが増大し、下り傾斜では下肢の前面の筋群と膝関節、足関節、足部の外側に加わるストレスが増大すると考えられる。上り傾斜や下り傾斜をランニングする際は、下肢の筋力向上やランニングフォームの修正に有効である一方、着地衝撃や動的アライメントの変化によるランニング障害のリスクが高まることが示唆された。今後の課題は、ランナーの外傷歴や運動器機能と動的アライメントの関連を詳細に検討し、リスク要因を抽出することである。

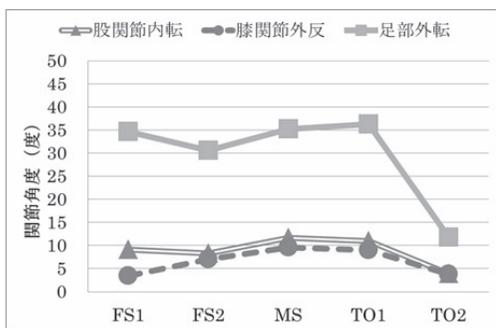


図3 上り0度の結果（前額面）

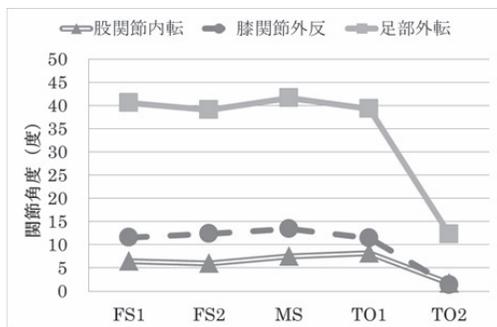


図4 上り10度の結果（前額面）

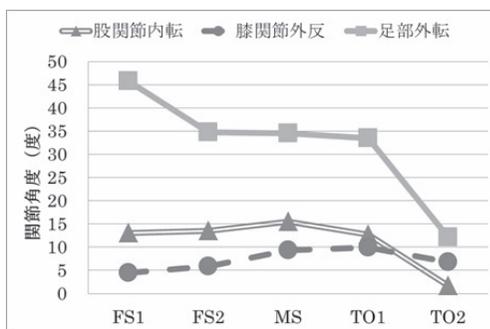


図5 下り0度の結果（前額面）

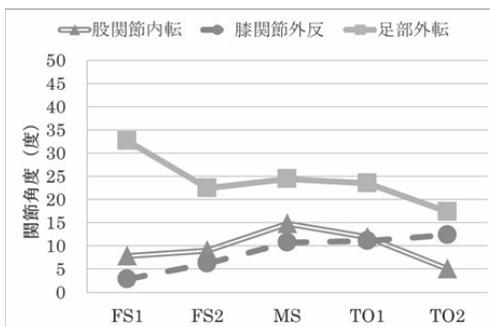


図6 下り10度の結果（前額面）

(参考文献)

- 1) 川野哲英:ファンクショナルテーピング。ブックハウスHD。1988
- 2) 横澤俊治:傾斜地における長距離動作のバイオメカニクスの特徴。筑波大学大学院体育科学研究科博士論文。2004

(指導教員 筒井清次郎)