

長距離走における接地動作の違いが パフォーマンスに及ぼす影響

中 雄 勇 人¹⁾・小 倉 庸 輔²⁾・谷 田 彪³⁾
石 田 真 規⁴⁾

1) 群馬大学教育学部保健体育

2) 邑楽町役場

3) 明和町立明和中学校

4) 群馬大学大学院教育学研究科

(2013年9月18日受理)

The influence of the difference ankle motion at ground contact on the race performance in Long Distance Runner

Hayato NAKAO¹⁾, Yosuke OGURA²⁾, Tsuyoshi TANIDA³⁾
and Masaki ISHIDA⁴⁾

1) Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Gunma University

2) Ora town office

3) Meiwa High school

4) Graduate school of Education, Gunma University

(Accepted on September 18th, 2013)

I. 緒 言

学校現場においては様々な運動種目が行われているが、陸上については小学校の教育現場から取り上げられ指導が行われている。陸上競技は、走・跳・投という基本的な動作から構成されていることから、ほとんどの児童・生徒がある程度の陸上運動の動作を行うことが可能である反面、動作が無意識に行われている部分が多く、指導や言葉がけが難しいという現場の声も見受けられる。特に、長距離走に至っては短距離走に比べ走速度が低いことから、動作自体が自動化されている部分が多く、無意識に行っている動作であることからフォームの指導が難しいと考えられる。また、長距離走は長時間の継続した運動を行う必要があることから、走速度を維持

するための持久力にくわえ、体力の消耗を抑えるためにいかに効率良く走ることが可能であるかという、走動作の効率化が必要となってくることから、長距離走において効率の良いフォームを身に付けることは重要であると考えられる。

走動作に関する先行研究において、短距離走に関する研究報告^{1,2,4-7)}は多く見受けられるものの、長距離走においては走動作に関する研究報告³⁾は少ない。学校体育の指導書において、長距離走時の接地の方法は、かかとから接地し、中足部に体重移動して、爪先で蹴り出す動作が基本とされている。しかし、最近では陸上競技やランニングの雑誌などにおいて、中足部(フラット)から接地する動作や前足部(つま先)から接地する動作に利点があるのではないかとの議論もされている。短距離走においては

接地技術について、「つま先型」と「かかと型」の2種類に分類し分析・検討を行った結果、疾走タイムには差が認められなかったことから、接地様式の差異が疾走速度には大きく影響を与えないものと考えられると報告している¹⁾。しかしながら、運動継続時間の差による運動特性の違いから、長距離走においては体力の消耗を押さえ、より効率よく走るために接地技術が重要である可能性も考えられる。そこで長距離走における接地技術の影響を明らかにすることは、長距離走の記録向上につながる可能性があると考えられる。

そこで本研究では、走運動のパフォーマンスに影響すると考えられる接地局面に着目し、接地の方法を分析することで、接地局面の技術的要素が長距離走のパフォーマンスに与える影響を比較検討することを目的とした。

II. 方 法

(1) 対象

対象者は、陸上競技部に所属し長距離種目を専門とする男子選手 23 名を対象とした。

(2) 測定項目

身長・体重及び自己記録を質問紙によって調査した。また、被験者 6 名は 5000m の競技会に出場した際の、記録の測定を行った。

(3) 走動作の撮影及び分析方法

走動作を明らかにするために、1 周 400m の全天候型の陸上競技場において、ビデオカメラ (GZ-HM670; ピクチャー社製、60fps) を用いて、400m トラックの 350m 地点の走行方向から見て左側方 5m より撮影を行った。撮影した画像は、動作解析システム Frame-DIASIV (DKH 社製) を用い、2 次元 4 点実長換算法によって各局面における走動作の解析を行い、各測定項目の数値を算出した。走動作の撮影においては、2 種類の走速度 (5000m レースの速さ、1500m レースの速さ) で走行を行わせ、その際の動作を撮影した。

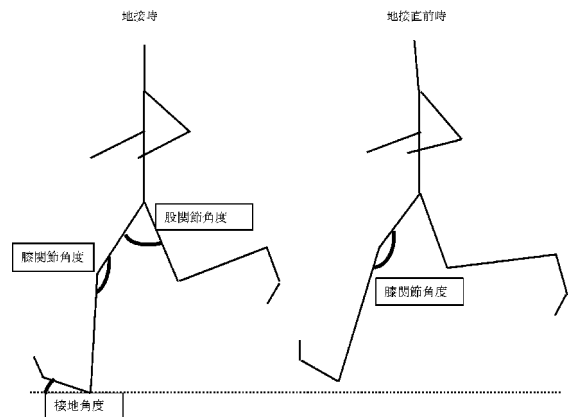


図 1 各関節角度の定義

解析項目としては図 1 に示すように、接地角度、接地時・接地直前時の膝関節角度、接地時の股関節角度を算出した。また、走行動作の 1 サイクル中における接地時間、滞空時間を算出した。さらに、接地時・接地直前時の膝関節角度の差を算出し、その差を振り戻し角度と定義した。また、1 サイクル中における接地時間、滞空時間から、接地期割合と滞空期割合を算出した。

なお、各測定項目の比較においては、対応のない t 検定を用いて比較を行った。また、各測定項目間の関連については、ピアソンの相関係数を用い検討した。なお、すべての解析において、有意水準は 5% 未満を有意とした。

III. 結 果

本研究の対象における 5000m 走自己記録の平均は 981.85 ± 62.38 秒、平均身長は 169.07 ± 5.76 cm、体重は 56.06 ± 6.17 kg であった。

長距離走時の接地様式の違いによるパフォーマンスへの影響を検討するため、5000m ペース時の足裏と地面との接地角度と、走速度の関係について検討したところ、2 項目間に関係性は認められなかった (図 2)。しかしながら、5000m ペース時における膝関節角度ならびに振り戻し角度と 5000m ペース走時の走速度の間に有意な相関が認められ、走速度が速いものほど接地時の膝関節角度が小さいこと、振

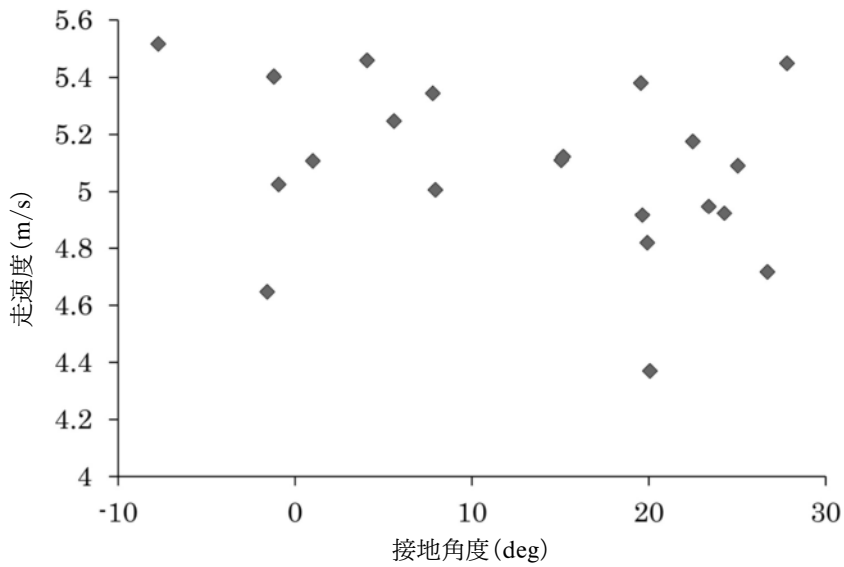


図2 5000m ペース時の走速度と接地角度との関係

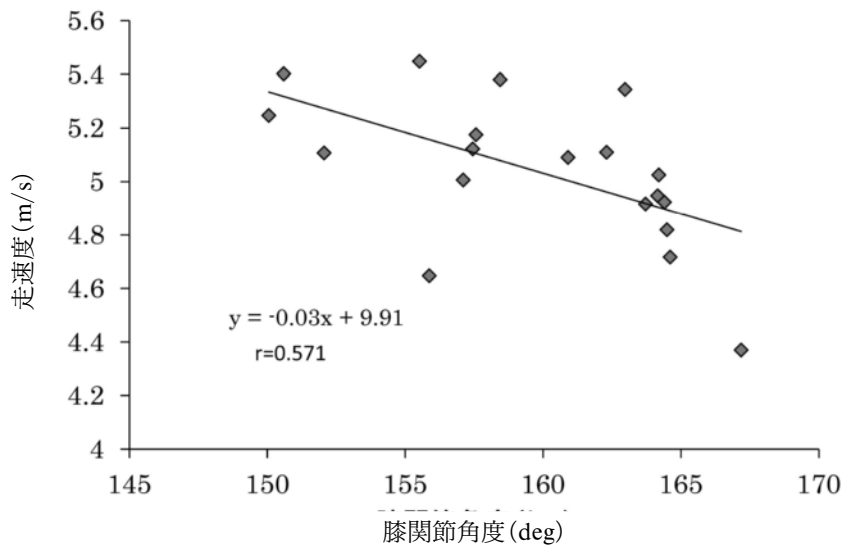


図3 5000m ペース時の走速度と膝関節角度との関係

り戻し角度が大きいことが認められた (図3)。

また、個人間の走速度の差による走動作の違いを検討するために、1500m と 5000m ペース時の各種測定項目の平均値を比較した (表1)。接地時における各関節角度において、接地角度、膝関節角度、振り戻し角度において有意差が認められ、1500m 走行時が 5000m 走行時よりも接地角度と膝関節角度が小

さいこと、振り戻し角度が大きいことが認められた。また、接地時間、接地期割合、滞空期割合において、有意差が認められ、1500m 走行時が 5000m 走行時よりも接地時間が短いこと、接地期割合が小さいこと、滞空期割合が大きいことが認められた。

接地角度を含む各測定項目が実際のレース中にもどのように変化するかを知るために、6名の対象に

表1 1500m および 5000m ペース走時の各測定項目結果

| | | 1500m | 5000m | |
|--------|------|-------------|-------------|----|
| | | Mean±SD | Mean±SD | |
| 走速度 | m/s | 5.71±0.37 | 5.11±0.31 | ** |
| 接地角度 | deg | 6.67±9.05 | 12.85±10.84 | * |
| 膝関節角度 | deg | 154.38±5.31 | 159.80±4.87 | ** |
| 振り戻し角度 | deg | 4.72±3.20 | 2.38±4.55 | * |
| 股関節角度 | deg | 47.26±7.40 | 43.36±7.95 | |
| 接地時間 | sec. | 0.08±0.01 | 0.09±0.01 | ** |
| 滞空時間 | sec. | 0.13±0.01 | 0.13±0.01 | |
| 接地期割合 | % | 37.38±3.73 | 40.80±3.97 | ** |
| 滞空期割合 | % | 62.62±3.73 | 59.20±3.97 | ** |

Values are expressed as mean±SD.

* p<0.05 ** p<0.01

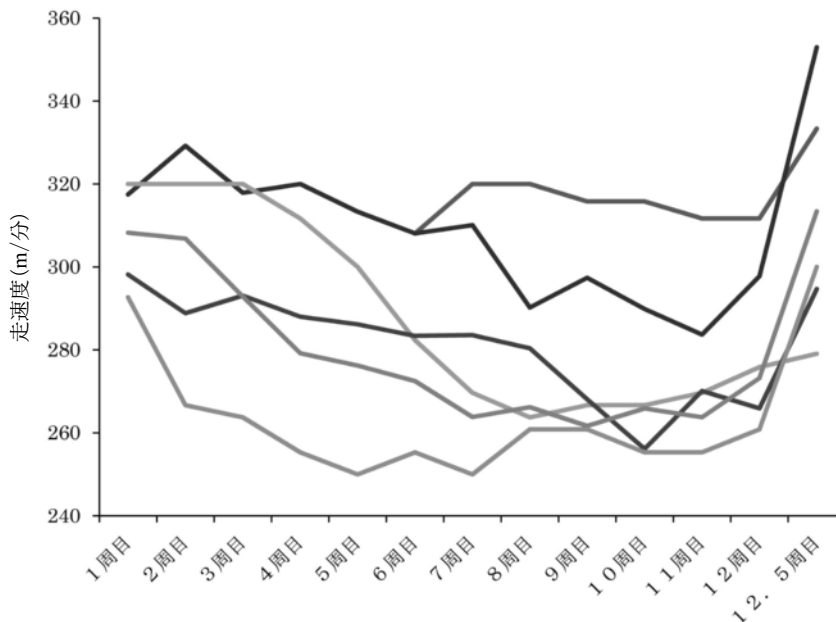


図4 5000m レース時の各周回における走速度の変化

ついて実際のレース中の、走速度の変化並びに各測定項目の変化について検討した。例数が少ないことから、平均値での検討は行わず各対象の変化について検討を行うこととし、一周ごとの速度変化を図4に示した。これより、初期のスタートダッシュおよび、後半のフィニッシュにかけて、高い走速度が現れていることから、本研究では安定したフォームで走行している際の検討を行うために、スタートとフィニッシュをのぞく、950m 地点、2550m 地点、4150m 地点の3地点について、走速度を含む各種測

定項目について検討した。結果、走速度において950m 地点、2550m 地点、4150m 地点とレースが進むほどに、走速度の低下傾向が認められ、接地角度および膝関節角度についても、大きくなる傾向が認められた(図5)。

IV. 考 察

陸上競技において長距離走は、種目の特性上、高い走速度を長時間維持することでより良い記録を出

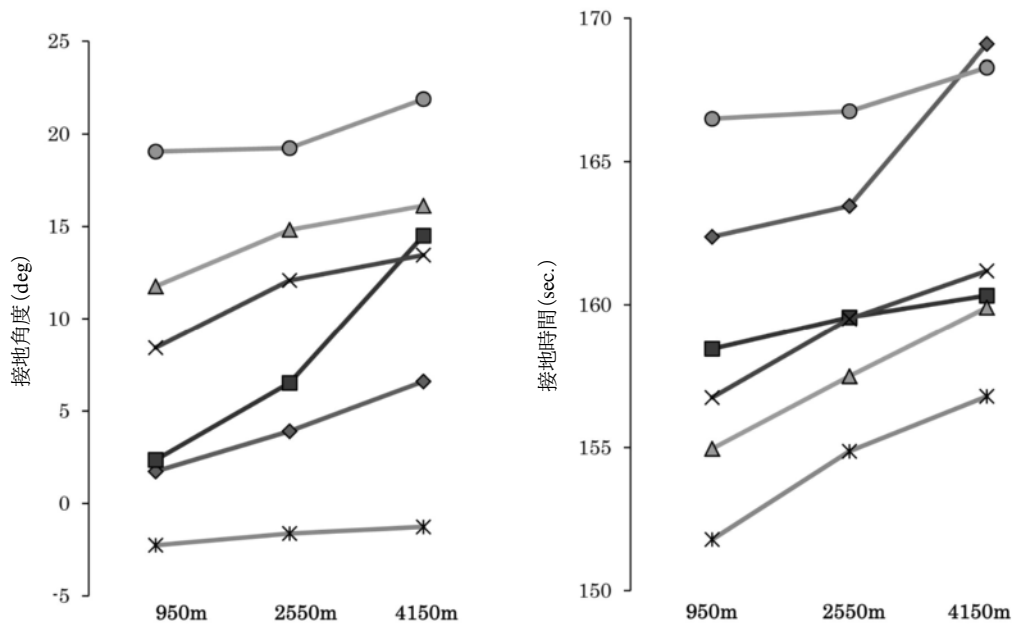


図5 5000m レース時の走行距離と接地角度・時間の変化

すことが出来る種目であることから、効率的な走動作の獲得が記録の向上につながると考えられる。特に接地においては、かかとから接地するフォームや、足裏が地面にフラットに接地するフォームなど、いくつかの接地様式があり、接地は地面からの反力を水平の移動速度に変化させるに当たり重要な要素であると考えられる。そこで本研究では、長距離走行時の足の接地様式に着目し、走速度との関係性について検討を行った。結果、5000m ペース時の接地角度において走速度との間に関連性は認められなかった。実際に本研究の対象の中には、地面に対してフラットに接地するものから若干つま先から接地するもの、また踵から接地するものまで様々な接地様式が認められたが、5000m のパフォーマンスとの間には関連性が認められなかったことから、接地様式の違いは長距離のパフォーマンスに影響を与えないことが認められた。しかしながら長時間の継続した運動を必要とする長距離種目においては、走速度の変化に伴うフォームの変化も、長距離のパフォーマンスを検討する上で必要な要素であると考えられる。そこで本研究において、長距離走の走速度の変化に伴う走動作の特徴を知るために 1500m と 5000m 走

時の動作の比較を行ったところ、5000m ペース走時が 1500m ペース走時よりも走速度が遅く、接地角度が大きいことが認められた。このことから接地角度は個人の走速度に比例して小さくなるものであることが伺えた。さらには 5000m ペース走時には、1500m ペース走時よりも膝関節角度が大きく振り戻し角度が小さいことが認められた。このことから走速度の増加に伴い、接地にかけて膝下を積極的に屈曲しながら接地するために、接地時の膝関節の屈曲角度が小さくなっているものと考えられる。これは、膝下の積極的な屈曲を行うことで下腿の速度を増大し、接地時の地面反力を大きく受けることで走速度を確保しようとしているのではないかと考えられた。よって本研究においても 5000m ペース時から、1500m ペース時への走速度の増加に伴い接地時間が減少していることから、大きな地面反力を得たことによって接地時間の減少が起こったのではないかと考えられる。また、膝下を積極的に屈曲させた結果、接地位置が若干身体重心によったことにより、接地角度が小さくなっているのではないかと考えられる。これらの結果より、つま先よりの接地や、かかとからの接地などの接地様式の違いが、長距離

種目のパフォーマンスの直接影響することはないものの、走速度を増大させる際には下腿の振り戻し速度を増大させることで得ることの出来る大きな地面反力を利用して走速度を増大させていることから、膝関節を接地に向けて積極的に屈曲させた結果、接地角度が小さくなることが認められた。

そこで、実際の 5000m のレースにおいてもレースでの走速度の変化に応じて、接地角度の変化が起こりうるのかどうかを、実際のレースを分析することで検討を行った。競技会におけるレースペースの変化を 1 周ごとに比較すると、全対象においてスタート直後の速度と、ゴール直前の速度が高い水準、またはその前の周回の速度より高いものとなっており、レースが開始時にはスタートダッシュを、レース終盤にはラストスパートをかけていることが理由となっていると考えられる。そこで、レース開始時と終盤を分析対象から外し、950m・2550m・4150m と 1600m ほどの 3 地点の分析を行った。その結果、950m・2550m・4150m と、ゴール地点に近づくほどに走速度の減少傾向が認められた。同様に、走行中の接地角度変化について見ると、全対象において 950m 地点から 2550m 地点、2550m 地点から 4150m 地点へとレースが進むにつれて接地角度が増大する傾向が見受けられた。しかし、5000m の結果記録の優劣と接地角度の大小とは傾向が見られなかった。このことから、長距離のパフォーマンスには接地角度は大きな影響を与えないが、個人内においては走速度を増大させるためには、接地角度が減少する、または、接地角度を小さくすると速く走ることができるということが考えられる。さらに、接地動作について個々人の動作を見てみると、かかとから接地する動作と中足部から接地する動作が見受けられたが、今回の対象においては、つま先から接地し、かかとを着かずに離地する対象は見られなかった。また、かかとから接地するものと中足部から接地するものとの間に、パフォーマンスの明らかな差異は見受けられなかった。また、走行中の膝関節角度についてみると、全被験者においてレースが進むにつれて角度が増大するという接地角度と同様な傾向が見られた。1 周ごとの速度変化からも見られるよう

に、レースが進むにつれて走速度が低下している傾向があり、走速度の低下に伴い膝関節角度が増大することで、接地位置が重心位置より前方になることから、接地角度が大きくなっている姿が伺えた。

また、走行中の平均接地時間について見ると、全被験者においてレースが進むにつれて接地時間が増大する傾向が認められ、レースが進むにつれて接地角度が増大していることにより、接地してから離地するまでの時間が増大していることが考えられる。これは、1500m と 5000m ペース走での実験結果と合致しており、かかとから接地する場合、接地角度が大きくなると、かかとからつま先へと重心移動の距離が増加することから、接地角度が増大すると離地までの時間が長くなるということが考えられる。これらの結果より、実際の 5000m のレースにおいても 1500m と 5000m ペース走での実験結果から得られた結果と同様に、長距離走においては接地様式が記録に大きな影響を与えることはないものの、走速度を増大させることにより、積極的な下腿の振り戻し動作がおり、地面反力を増大させることで走速度の増加に貢献している姿が伺えた。その結果として、接地角度の現象が現れているのではないかと考察される。

V. まとめ

長距離走における、接地局面の技術的要素がパフォーマンスに与える影響を検討することを目的に研究を行った結果、以下のような結果が明らかとなった。

- ①長距離走のパフォーマンスと接地角度について、関係性は認められなかった。
- ②接地角度は、個々人の走速度に比例して小さくなることが認められた。
- ③走速度に比例して、振り戻し角度も増大していることから、下腿の振り戻しを利用して地面より強い反発を得、高い走速度を獲得すると共に、その結果、接地時の膝の屈曲角度が小さくなり膝が曲がった状態で、より重心に近い位置に接地するため、接地角度が小さくなる姿が伺えた。

これらのことから、長距離走における接地時の足の角度に起因する接地様式は個人差が大きく、走速度に依存して変化しパフォーマンスに直接関係しないことから、指導において変える必要がないと考えられる。しかしながら、膝関節の屈曲が走速度と関連することから、指導で接地に着目する際には、接地前に脚を突っ張っていてブレーキをかける動作になってしまっていないかどうかに着目し、重心に近い位置で接地できているかを確認する必要があると考えられる。

引用・参考文献

- 1) 前田正登 (1999) : 短距離走における足の接地に関する研究. スポーツ方法学研究 12(1) : 193-201.
- 2) 福田厚治、伊藤 章 (2004) : 最高疾走速度と接地期の身体重心の水平速度の減速・加速—接地による減速を減らすことで最高疾走速度は高められるか—. 体育学研究 49(1) : 29-39.
- 3) 高橋昌宏、前田正登、野村治夫、柳田泰義 (2000) : 長距離走の接地局面における下肢の三次元動作分析. 神戸大学発達科学部研究紀要 8(1) : 241-253.
- 4) 土江寛裕、櫛部静二、平塚 潤 (2010) : 最大スプリント走時の走速度、ピッチ・ストライド、接地・滞空時間の相互関係と、競技力向上への一考察. 城西大学研究年報 自然科学編 33 : 31-36.
- 5) 尾縣 貢、中野正英 (1991) : 疾走能力に影響を及ぼす動作要因. 奈良教育大学紀要 40(2) : 21-28.
- 6) 末松大喜、西嶋尚彦、尾縣 貢 (2008) : 男子小学生における疾走能力の指数と疾走中の接地地点の動作との因果構造. 体育学研究 53 : 363-373.
- 7) 稲葉恭子、加藤謙一、宮丸凱史、久野譜也、尾縣 貢、狩野 豊 (2002) : 女子スプリンターにおける疾走能力の向上に関する事例研究. 体育学研究 47 : 463-472.