

走幅跳のファウル試技と有効試技における 踏切準備及び踏切接地動作の相違に関する一試論

熊野陽人¹⁾ 植田恭史²⁾

A tentative study about the differences of the motions during the preparation for takeoff and the contact of takeoff between the foul jumps and the cleared jumps in the long jump

Akihito Kumano¹⁾ and Yasushi Ueta²⁾

Abstract

The purpose of this study was to clarify the differences of the motions during the preparation for takeoff and the contact takeoff between the foul jumps and the cleared jumps in the long jump, and to get hints for coaching to prevent the foul jumps. The subjects were five male student long jumpers. Their motions during the phase of preparation for takeoff and the contact takeoff were videotaped by high speed VTR cameras. The analyzed jumps were the longest distance of the foul jumps ($7.15 \pm 0.39\text{m}$) and the longest distance jump of the cleared jumps ($7.12 \pm 0.41\text{m}$). The results were summarized as follows:

1. In the second-last stride of the foul jumps, the height of the center of gravity was higher than that of the cleared jumps, and the recovery motion of the lead leg was delayed than that of the cleared jumps.
2. In the last stride of the foul jumps, the footfall position was closer to takeoff line than that of the cleared jumps.
3. In the contact of the takeoff of the foul jumps, the swing downward of the takeoff leg and the swing to body of the lead leg were delayed than that of the cleared jumps. And the foot joint of the takeoff leg was more extended than that of the cleared jumps.

Consequently, it was inferred that the footfall position of the last stride and the foot joint angle in the contact of the takeoff were important characteristics on the foul jumps.

Key words: the long jump, the motion of preparation for takeoff, the foul jumps, the cleared jumps

走幅跳, 踏切準備動作, ファウル試技, 有効試技

1. 緒言

走幅跳は、助走、踏切準備、踏切、空中動作、着地の5つの運動局面から構成され(森長ほか, 2003; 清水ほか, 2011)、助走の距離はおよそ40~50m、歩数はおおよそ18~22歩が一般的である(吉田, 2011)。この助走局面のラスト2歩(踏切2歩前~1歩前)が、踏切準備局面として位置づけられ、助走で得られた水平速度をなるべく保持しつつ身体重心を下げ、踏切に移行することが踏切準備局面での課題となる(伊藤ほか, 2009)。そのため、踏切準備局面には高度な技術を

必要とし(志賀ほか, 2002)、一流選手ともなれば踏切以上に踏切準備が重要である(阿江ほか, 1999)とされている。

現行の走幅跳の競技ルール(日本陸上競技連盟, 2013)では、踏切線よりも手前で踏み切ると「有効試技」となり、記録が計測される。また、記録の計測は踏切線の手前であればどこから踏み切っても、踏切線から着地の痕跡までの最短距離で行われる。一方、どんなに遠くへ跳躍したとしても、踏切線を僅かでも踏み越してしまうと「ファウル(無効試技)」となり、記録は計測されない。そのため、助走の終盤では、踏

1) 鹿屋体育大学大学院体育学研究科 博士後期課程

Doctor's Course, Graduate school of physical education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

2) 東海大学体育学部

Faculty of Physical Education, Tokai University

切線に足を合わせるために視覚的にストライドを調節することが報告されている (Hay, 1988; Lee et al., 1982). Hay (1988) は, 世界一流走幅跳選手を対象に助走の各歩のつま先の接地地点から踏切線までの距離を測定し, 1歩毎にその距離の標準偏差を算出したところ, 標準偏差の最大値が踏切5歩前に最も多く見られ, 踏切5歩前から踏切にかけては標準偏差が急激に減少したと報告している. これは, 助走中に蓄積した誤差を助走の終盤において, 視覚的情報を基に修正していることを表しているとされる (伊藤, 2007a; 大村ほか, 2008). 同様の研究はいくつか行われているが (熊野ほか, 2012; 森ほか, 1999; 中村ほか, 2003; 大村ほか, 2006; 大村ほか, 2008), 誤差の修正は特に助走のラスト2歩で行われる (Hay, 1988; 森下ほか, 2006; 大山ほか, 1999) と報告されている. つまり, 助走の誤差を修正して踏切線に上手く足を合わせることができかどうかは, 踏切準備局面における動作によって決まると言える.

踏切準備局面において助走は大きく修正されるが, 誤差の修正の失敗とも言える「ファウル」は, どのレベルの競技会においても試合展開に大きな影響を及ぼす (加藤ほか, 2003). ファウルが起こる要因については, 心理的・身体的要因, 技術的・戦術的要因, 物理的環境要因 (村木, 1997) があると言われ, 複雑な要因が絡み合っていると経験的に知られている. 石塚 (1999) が日本一流選手を対象に, 第1試技, 第2試技共にファウルをした場合にどのような心理状態になるかについて質問紙調査を行ったところ, どのような競技者であっても不安や焦りを感じ, 平静でいられなくなるという. このように, ファウルは, 選手にとって可能な限り防ぎたいものであると言える. しかし, ファウルを防ぐ方法は未だ明らかではなく, ファウル試技の動作に関する先行研究は国内外を問わずに見当たらないのが現状である. よって, ファウル試技における動作, 特に誤差の修正が行われるとされる踏切準備局面から, ファウル試技か有効試技かが決定される踏切接地時までの動作を分析することで, ファウルを防ぐ方法考案への手掛かりを得ることができると考えられる.

そこで本研究では, ファウル試技と有効試技の踏切準備局面から踏切接地までにおける動作を比較し, ファウル試技における動作の特徴を明らかにすることで, ファウルを防ぐ方法考案に資するヒントを得ることを研究目的とした.

II. 方法

1. 被験者

本研究の被験者は, 2012年に開催されたT大学競技会 (計4回) の男子走幅跳に出場し, ファウル試技と有効試技ともに3試技以上撮影することのできた, 男子学生走幅跳選手5名であった (年齢 20.8 ± 1.6 歳, 身長 1.72 ± 0.04 m, 体重 64.7 ± 2.6 kg, 走幅跳の自己最高記録 7.53 ± 0.38 m).

なお, 本研究は, 対象選手とT大学競技会運営者に研究協力の同意を得ると共に, 東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得て実施した.

2. データ収集

2012年に開催されたT大学競技会 (計4回) の男子走幅跳の試技を, 助走路の側方より高速度カメラ (EX-FH250: CASIO社製) 1台を用いて固定撮影した (毎秒240コマ, 露出時間1/1000秒). 撮影範囲は各競技会とも踏切2歩前から踏切接地までとし, 撮影した映像からDLT法による2次元分析ができるように, コントロールポイントを取り付けたキャリブレーションポールを走路中央に1m間隔で立て, 競技会開始前に順次撮影した.

3. 分析試技

本研究では, 踏切線を踏み越さずに記録が計測されたものを「有効試技」, 踏切線を踏み越してファウル (無効試技) となったものを「ファウル試技」として定義した. 有効試技における分析試技は, 踏切板内 (幅0.2m) に踏切脚のつま先が接地しており, 各被験者の実測跳躍距離 (踏切脚のつま先が接地した地点から着地痕までの最短距離) が最も大きい試技 (7.12 ± 0.41 m) とした. ファウル試技における分析試技は, ファウル板内 (幅0.1m) に踏切脚のつま先が接地しており, 各被験者の実測跳躍距離 (踏切脚のつま先が接地した地点から着地痕までの最短距離) が最も大きい試技 (7.15 ± 0.39 m) とした. なお, 本研究で扱っているファウル試技は, 試技直後に被験者へ, ①踏切2歩前接地位置が踏切線から遠すぎた (いわゆる“助走が間延びした状態”), ②踏切2歩前接地位置が踏切線に近すぎた (いわゆる“助走が詰まった状態”), ③踏切2歩前接地位置は有効試技と同様に適切であった, の3つのどれに該当するかを内省調査し, 被験者が主観的に「踏切2歩前接地位置は有効試技と同様に適切で

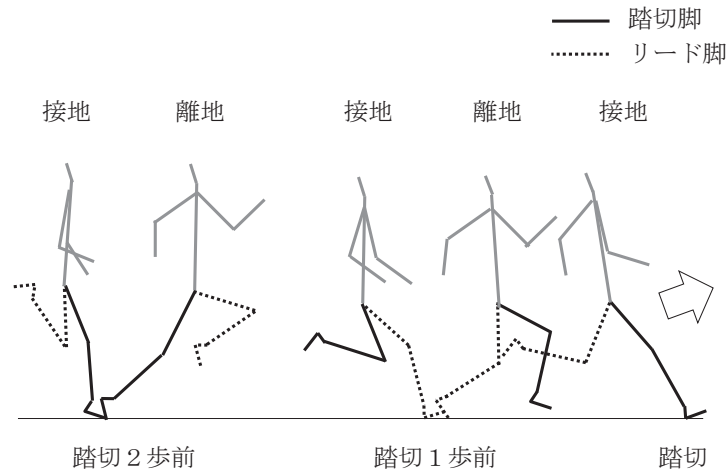


図1 分析区間とリード脚・踏切脚の定義

あった」と判断した試技である。結果の項目で後述するが、選手の主観的判断通り、踏切2歩前の接地位置においてファウル試技と有効試技に有意な差はみられなかった。

4. データ処理

撮影した映像を基に、ビデオ動作解析システム (Frame-DIAS IV : DKH社製) を用いて踏切2歩前から踏切接地までの身体分析点 (23点) をデジタル化し、DLT法により各分析点の2次元座標値を算出した。算出した2次元座標値は、ウィンター (2009) の方法を参考に、Butterworth low-pass digital filterを用いて6Hzで平滑化した。また、身体合成重心は阿江 (1996) の身体部分慣性係数を用いて算出した。

5. 算出項目

先行研究 (Hay et al., 1985 ; Hay, 1988 ; 伊藤ほか, 2009 ; Lee et al., 1982 ; 森長ほか, 2003 ; 志賀ほか, 2002 ; 清水ほか, 2011) を参考に、算出項目を決定した。各歩の接地瞬間を接地時、離地瞬間を離地時とし、接地している脚を支持脚、支持脚と反対の脚を遊脚とした。また、踏切準備局面 (踏切2歩前接地時から踏切2歩前離地時まで) から踏切接地時までを分析区間とした。さらに、分析区間にあたる踏切準備局面では左右の脚の働き方が大きく異なるため (伊藤ほか, 2009), 脚の動作に関する項目は、各選手において踏切脚とリード脚 (踏切脚と反対の脚) に分けて算出した。分析区間とリード脚の定義は図1に示した。

(1) 歩幅：接地した足のつま先から次の接地した足のつま先までの距離 (1歩の水平距離) とした。

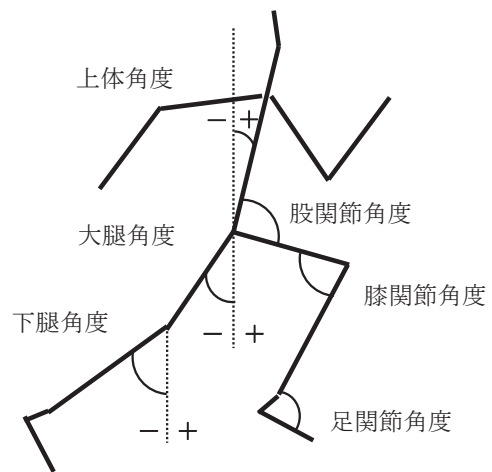


図2 部分及び関節角度の定義

- (2) ピッチ：1歩に要した時間の逆数とした。
- (3) 接地位置：各歩における、接地した足のつま先から踏切線までの距離とした。
- (4) 水平速度、重心高：各歩の接地時、離地時における身体合成重心の水平速度、重心高とした。
- (5) 支持時間、滞空時間：足が接地している時間を支持時間、足が接地していない時間を滞空時間とした。
- (6) 上体角度、大腿角度、下腿角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度、大腿角速度、下腿角速度：図2の角度定義に基づき、各部分及び関節角度、角速度を算出した。

6. 統計処理

ファウル試技と有効試技における各算出項目を比較

するために, 対応のある t 検定を行った. なお, 有意水準は危険率 5%未満とした.

Ⅲ. 結果

1. 踏切準備局面の動作

(1) 水平速度, 歩幅, ピッチ, 支持時間, 滞空時間, 接地位置

表 1 は, 踏切準備局面 (踏切 2 歩前接地時から踏切 1 歩前離地時まで) の水平速度, 歩幅, ピッチ, 支持時間, 滞空時間, 接地位置を比較したものである. 踏切 2 歩前, 踏切 1 歩前それぞれの水平速度, 歩幅, ピッチ, 支持時間, 滞空時間, 踏切 2 歩前の接地位置において, ファウル試技と有効試技に有意な差はみられなかった. 踏切 1 歩前の接地位置は, 有効試技よりもファウル試技の方が有意に踏切板に近くなっていた ($p < 0.05$).

(2) 重心高, 部分及び関節の動作に関する算出項目

表 2 は, 踏切 2 歩前の重心高, 部分及び関節の動作に関する算出項目を比較したものである. 踏切 2 歩前接地時の重心高において, 有効試技よりもファウル試技の方が有意に高くなっていた ($p < 0.05$). また, 踏切 2 歩前接地時のリード脚の大腿角速度において, 有効試技よりもファウル試技の方が有意に小さくなっていた ($p < 0.05$). これは, ファウル試技では, 遊脚にあたるリード脚の大腿を前方に振り出す速度が有効試技よりも小さくなっていたことを示す.

踏切 2 歩前離地時の重心高において, 有効試技よ

りもファウル試技の方が有意に高くなっていた ($p < 0.05$). さらに, 踏切 2 歩前離地時の踏切脚の下腿角度において, 有効試技よりもファウル試技の方が有意に大きくなっていた ($p < 0.05$). これは, ファウル試技では, 支持脚にあたる踏切脚の下腿が有効試技よりも前傾していなかったことを示す.

表 3 は, 踏切 1 歩前の重心高, 部分及び関節の動作に関する算出項目を比較したものであるが, 各算出項目において, ファウル試技と有効試技の間に有意な差はみられなかった.

2. 踏切接地時の動作

表 4 は, 踏切接地時の水平速度, 重心高, 部分及び関節の動作に関する算出項目を比較したものである. 踏切接地時の踏切脚の足関節角度において, 有効試技よりもファウル試技の方が有意に大きいことから ($p < 0.01$), ファウル試技では踏切脚の足関節が有効試技よりも伸展していたことになる. また, 踏切接地時の踏切脚の大腿角速度において, 有効試技よりもファウル試技の方が有意に小さくなっていた ($p < 0.05$). これは, ファウル試技では, 踏切脚の大腿を振り下ろす速度が有効試技よりも小さくなっていたことを示す. さらに, 踏切接地時のリード脚の下腿角速度において, 有効試技よりもファウル試技の方が有意に小さくなっていた ($p < 0.05$). つまり, ファウル試技では, リード脚の下腿を身体に引き付ける速度が有効試技よりも小さくなっていたことを示す.

表 1 踏切準備局面の水平速度, 歩幅, ピッチ, 支持・滞空時間, 接地位置

	算出項目	ファウル試技	有効試技	有意差
踏切 2 歩前	水平速度 (m/sec)	9.91 ± 0.19	9.96 ± 0.23	<i>n.s.</i>
	歩幅 (m)	2.06 ± 0.17	2.09 ± 0.12	<i>n.s.</i>
	ピッチ (step/sec)	5.19 ± 0.87	5.02 ± 0.48	<i>n.s.</i>
	支持時間 (sec)	0.09 ± 0.01	0.09 ± 0.01	<i>n.s.</i>
	滞空時間 (sec)	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.01	<i>n.s.</i>
	接地位置 (m)	3.97 ± 0.31	4.09 ± 0.29	<i>n.s.</i>
踏切 1 歩前	水平速度 (m/sec)	9.78 ± 0.24	9.81 ± 0.34	<i>n.s.</i>
	歩幅 (m)	1.96 ± 0.18	1.99 ± 0.18	<i>n.s.</i>
	ピッチ (step/sec)	5.56 ± 0.44	5.57 ± 0.34	<i>n.s.</i>
	支持時間 (sec)	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.01	<i>n.s.</i>
	滞空時間 (sec)	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	<i>n.s.</i>
	接地位置 (m)	1.91 ± 0.16	2.01 ± 0.17	$p < 0.05$

(mean ± SD)

表2 踏切2歩前の重心高、部分及び関節の動作に関する算出項目

	分析項目		ファウル試技	有効試技	有意差
踏切2歩前 接地時	重心高 (m)		0.97±0.04	0.95±0.04	$p<0.05$
	上体角度 (deg)		10.21±2.81	9.24±3.47	<i>n.s.</i>
	踏切脚	股関節角度 (deg)	133.10±9.76	130.82±2.84	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	134.04±7.35	129.08±6.20	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	106.06±7.07	102.71±2.71	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	37.27±12.39	40.72±5.78	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	-8.70±7.13	-10.21±5.27	<i>n.s.</i>
		大腿角速度 (deg/sec)	-501.83±72.08	-530.51±70.60	<i>n.s.</i>
		下腿角速度 (deg/sec)	-603.05±102.74	-584.89±75.82	<i>n.s.</i>
	リード脚	股関節角度 (deg)	150.95±20.82	154.74±12.55	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	49.17±8.52	49.47±12.49	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	127.00±15.87	128.22±9.35	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	17.79±22.49	15.10±14.28	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	-113.03±27.02	-115.43±21.55	<i>n.s.</i>
大腿角速度 (deg/sec)		672.14±56.09	691.22±57.34	$p<0.05$	
下腿角速度 (deg/sec)		338.75±485.75	255.92±326.34	<i>n.s.</i>	
踏切2歩前 離地時	重心高 (m)		0.96±0.04	0.95±0.04	$p<0.05$
	上体角度 (deg)		5.34±5.30	4.43±4.47	<i>n.s.</i>
	踏切脚	股関節角度 (deg)	184.51±15.52	191.02±12.58	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	115.87±9.31	117.68±7.07	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	119.12±7.44	119.95±3.26	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	-3.48±8.95	-8.32±5.80	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	-67.61±2.17	-70.65±3.42	$p<0.05$
		大腿角速度 (deg/sec)	-282.14±158.75	-331.07±76.55	<i>n.s.</i>
		下腿角速度 (deg/sec)	-635.98±94.29	-627.95±81.69	<i>n.s.</i>
	リード脚	股関節角度 (deg)	100.78±6.62	102.55±6.77	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	73.45±19.24	74.44±14.37	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	102.16±6.99	100.81±7.81	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	71.58±4.09	70.68±6.10	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	-34.97±20.68	-34.88±14.57	<i>n.s.</i>
大腿角速度 (deg/sec)		240.54±134.98	218.85±75.49	<i>n.s.</i>	
下腿角速度 (deg/sec)		1067.34±204.59	1070.08±197.74	<i>n.s.</i>	

(mean±SD)

IV. 考 察

1. ファウル試技における踏切準備動作の特徴

(1) 踏切2歩前の動作について

まず、踏切2歩前接地時において、重心高は有効試技よりもファウル試技の方が有意に高くなっていた(表2)。さらに、リード脚の大腿角速度は有効試技よりもファウル試技の方が有意に小さくなっており(表2)、踏切2歩前接地時において、リード脚の大腿の

前方へのリカバリー(支持脚が接地した瞬間に、遊脚がより前方に位置していること)が遅れていたと考えられる。伊藤(2007a)によると、助走ではスムーズに踏切準備を行うために、スプリントと比較して、接地した脚と逆の脚は比較的前方に位置することが特徴とされている。つまり、遊脚のリカバリーが素早く行われていることがスムーズな踏切準備動作に有利である(伊藤, 2007b)と言える。しかし、踏切2歩前接地時の遊脚に相当するリード脚のリカバリーは遅れてお

表3 踏切1歩前の重心高, 部分及び関節の動作に関する算出項目

	分析項目		ファウル試技	有効試技	有意差
踏切1歩前 接地時	重心高 (m)		0.91±0.04	0.90±0.03	<i>n.s.</i>
	上体角度 (deg)		2.63±4.31	2.43±3.07	<i>n.s.</i>
	踏切脚	股関節角度 (deg)	154.24±15.12	158.51±10.82	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	52.10±17.09	51.55±9.61	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	116.26±5.09	117.14±5.49	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	24.44±10.93	19.00±5.12	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	-103.46±25.78	-109.45±13.00	<i>n.s.</i>
		大腿角速度 (deg/sec)	676.02±95.80	730.47±39.21	<i>n.s.</i>
		下腿角速度 (deg/sec)	497.84±176.60	458.28±188.49	<i>n.s.</i>
	リード脚	股関節角度 (deg)	126.94±6.91	128.50±5.00	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	124.76±8.37	125.01±6.52	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	99.92±5.89	98.82±7.10	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	49.16±5.18	49.00±4.69	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	-6.08±4.15	-5.99±2.43	<i>n.s.</i>
大腿角速度 (deg/sec)		-426.20±66.46	-391.04±67.54	<i>n.s.</i>	
下腿角速度 (deg/sec)		-642.15±74.03	-638.03±80.47	<i>n.s.</i>	
踏切1歩前 離地時	重心高 (m)		0.90±0.04	0.90±0.03	<i>n.s.</i>
	上体角度 (deg)		-2.54±3.50	-0.83±5.04	<i>n.s.</i>
	踏切脚	股関節角度 (deg)	114.53±8.86	112.62±9.80	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	123.00±25.11	120.56±23.05	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	110.97±4.83	108.46±3.29	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	64.50±6.09	64.88±5.10	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	7.50±21.35	5.45±18.27	<i>n.s.</i>
		大腿角速度 (deg/sec)	-129.88±91.82	-99.32±95.35	<i>n.s.</i>
		下腿角速度 (deg/sec)	819.11±320.71	870.05±207.45	<i>n.s.</i>
	リード脚	股関節角度 (deg)	205.50±6.05	201.95±4.80	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	120.18±9.67	119.13±7.74	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	123.34±8.75	122.58±8.53	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	-13.76±3.86	-12.37±3.55	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	-73.58±6.38	-73.24±6.08	<i>n.s.</i>
大腿角速度 (deg/sec)		-357.97±86.59	-398.45±98.09	<i>n.s.</i>	
下腿角速度 (deg/sec)		-485.51±134.01	-522.67±135.58	<i>n.s.</i>	

(mean±SD)

り, 有効試技と比べてスムーズな踏切準備動作を行えていなかった可能性が考えられる。

次に, 踏切2歩前離地時において, 重心高は接地時と同様に有効試技よりもファウル試技の方が有意に高くなっていた(表2)。さらに, 踏切脚の下腿角度は有効試技よりもファウル試技の方が有意に小さくなっており(表2), 踏切脚の下腿が有効試技よりも前傾していなかったと考えられる。一般的に, 踏切2歩前離地から踏切1歩前接地にかけては重心高の下降が行われ

る(伊藤ほか, 2009; 小山, 2011)。そのため, 踏切2歩前離地時には重心高を下げるために, 支持脚の下腿を前傾させながら離地する(清水ほか, 2011)と考えられる。しかし, 踏切2歩前接地時の支持脚である踏切脚の下腿は有効試技よりも前傾しておらず, 重心高を適切に下げることができずに踏切2歩前離地時の重心高が有効試技よりも高くなってしまっていたと考えられる。

以上のことから, ファウル試技の踏切2歩前におい

表4 踏切接地時の水平速度、重心高、部分及び関節の動作に関する算出項目

		分析項目	ファウル試技	有効試技	有意差
踏切接地時	水平速度 (m/sec)		9.29±0.31	9.40±0.41	<i>n.s.</i>
	重心高 (m)		0.88±0.04	0.89±0.03	<i>n.s.</i>
	上体角度 (deg)		-5.34±4.04	-4.00±6.05	<i>n.s.</i>
	踏切脚	股関節角度 (deg)	135.76±6.38	134.22±7.53	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	149.54±7.13	147.78±5.36	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	123.98±3.76	118.35±3.60	<i>p</i> <0.01
		大腿角度 (deg)	47.75±3.74	47.34±2.00	<i>n.s.</i>
		下腿角度 (deg)	17.28±4.23	15.12±3.93	<i>n.s.</i>
		大腿角速度 (deg/sec)	-203.30±87.23	-265.26±64.51	<i>p</i> <0.05
		下腿角速度 (deg/sec)	-521.26±131.05	-550.76±130.04	<i>n.s.</i>
	リード脚	股関節角度 (deg)	189.23±7.50	188.50±7.93	<i>n.s.</i>
		膝関節角度 (deg)	69.06±11.11	64.54±6.17	<i>n.s.</i>
		足関節角度 (deg)	144.74±4.08	140.92±10.61	<i>n.s.</i>
		大腿角度 (deg)	-0.63±4.99	-0.77±6.14	<i>n.s.</i>
下腿角度 (deg)		-111.57±9.85	-116.23±3.75	<i>n.s.</i>	
大腿角速度 (deg/sec)		699.89±48.12	710.86±23.07	<i>n.s.</i>	
下腿角速度 (deg/sec)		-191.22±86.78	-287.70±123.44	<i>p</i> <0.05	

(mean±SD)

では、有効試技と比べて重心高を下げる事ができておらず、遊脚のリカバリーが遅れており、有効試技のようなスムーズな踏切準備動作が行えていなかった可能性が考えられる。

(2) 踏切1歩前の接地位置について

踏切1歩前の接地位置は、有効試技よりもファウル試技の方が有意に踏切線に近くなっていた(表1)。前項で述べたように、踏切2歩前離地から踏切1歩前接地にかけては重心高の下降が行われると考えられる。しかし、ファウル試技の踏切2歩前離地時には有効試技よりも重心が高く、ファウル試技では踏切2歩前離地から踏切1歩前接地にかけて有効試技よりも急激に重心を下げていたと考えられる。さらに、急激に重心を下げることに加え、踏切2歩前ではリード脚のリカバリーの遅れによるスムーズな踏切準備動作が行えていなかった可能性が考えられる。以上のように、有効試技と比べてリカバリーの遅れていることや重心高を下げられていないなど、スムーズな踏切準備を行えていないことが影響し、踏切1歩前の接地位置が有効試技よりも有意に踏切線に近くなっている可能性が考えられる。この踏切1歩前の接地位置が踏切線に近いことは、最後の1歩で踏切線を踏み越してしまうことを助長し、ファウルへと繋がる大きな要因になっていることが推察される。

2. ファウル試技における踏切接地時の動作の特徴

踏切接地時の踏切脚の大腿角速度において、有効試技よりもファウル試技の方が有意に小さいことから(表4)、踏切脚の大腿を振り下ろす速度が遅くなっていたと考えられる。伊藤(2012)によると、踏切脚の振り下ろす速度は踏切脚のリカバリーの早さと関係があり、踏切脚の素早い接地が行えているかどうかを表していると考えられる。よって、ファウル試技では踏切脚の大腿の振り下ろす速度が有効試技よりも遅いため、間延びして遅れた踏切接地になってしまっていたと言える。

さらに、踏切接地時の踏切脚の足関節角度において、有効試技よりもファウル試技の方が有意に大きくなっていた(表4)。これは、踏切脚の足首を伸ばしてつま先から地面を捕えるように踏切接地していたことを表していると考えられ、素早く踏切に入るために必要とされる、つま先を上げて踵からしっかりと乗り込むように接地する積極的踏込み(Active foot placement)(村木, 1982)が行えていないと言える。

また、踏切接地時のリード脚の下腿角速度は、有効試技よりもファウル試技の方が有意に小さく(表4)、リード脚の下腿を身体に引きつける速度が遅くなっていたと考えられる。飯干ら(2005)によると、寺野伸一選手が日本歴代2位の記録である8m20cmを跳躍

した試技の特徴として、素早く踏切に入っていた寺野選手は、踏切接地時にリード脚を十分に身体に引きつけ、リード脚を素早く前方に振り出すように効果的に使っていたとされている。つまり、リード脚を素早く体に引きつけられていないということは、間延びして遅れた踏切接地になっていることを表していると考えられる。

以上のことから、ファウル試技の踏切接地においては、踏切脚の振り下ろしとリード脚の身体への引きつけが遅れており、さらに、足首を伸ばしてつま先から地面を捕えるように接地しており、つま先を上げて踵からしっかりと乗り込むように接地する積極的踏込みが行えていないと言える。よって、有効試技と比べて間延びして遅れた踏切接地になっていると考えられる。

V. まとめ

本研究の目的は、ファウル試技と有効試技の踏切準備局面における動作を比較し、ファウル試技における踏切準備動作を明らかにすることで、ファウルを防ぐ方法考案に資するヒントを得ることであった。

本研究で得られたファウル試技の踏切準備動作の主な特徴は、以下の通りである(図3)。

- 1) 踏切2歩前では、重心が高く、リード脚のリカバリーが遅れていた。
- 2) 踏切1歩前では、接地位置が踏切線に近くなって

いた。

- 3) 踏切接地時では、踏切脚の振り下ろし、リード脚の身体への引きつけが遅れていた。また、踏切脚の足首を伸ばしてつま先から捉えるような接地になっていた。

これらの結果から、ファウル試技の踏切2歩前においては、有効試技と比べて重心高を下げることでおらず、遊脚のリカバリーが遅れており、有効試技のようなスムーズな踏切準備動作が行えていなかった可能性が考えられる。このように、スムーズな踏切準備を行えていないことが影響し、踏切1歩前の接地位置が有効試技よりも有意に踏切線に近くなってしまっている可能性が考えられる。この踏切1歩前の接地位置が踏切線に近いことは、最後の1歩で踏切線を踏み越してしまうことを助長し、ファウルへと繋がる大きな要因になっていることが推察される。そして、踏切接地時においては、踏切脚の振り下ろしの遅れやリード脚の身体への引きつけの遅れ、さらに、足首を伸ばしてつま先から捉えるような踏切接地がみられた。よって、有効試技と比べて間延びして遅れた踏切接地になっていると考えられる。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、東海大学体育学部の小河原慶太先生に貴重なご助言を頂きました。ここに記し、心より感謝致します。

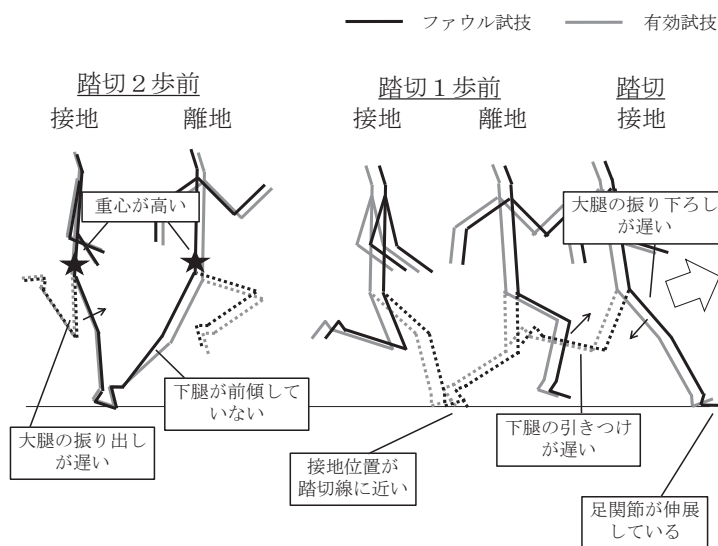


図3 ファウル試技における動作の特徴のまとめ

引用・参考文献

- 阿江通良 (1996) 日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数. *Japanese Journal of Sciences*, 15 : 155-162.
- 阿江通良・大村一光・金高宏文・飯干 明・山田 哲・伊藤信之・植田恭史 (1999) 一流走幅跳選手の踏切準備動作のバイオメカニクスの分析. 平成10年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, 1 : 183-186.
- Hay J. G. (1988) Approach Strategies in the Long Jump. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT BIOMECHANICS*, 4 : 114-129.
- Hay J. G. and Miller J. A. Jr. (1985) Techniques Used in the Transition From Approach to Takeoff in the Long Jump. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT BIOMECHANICS*, 1 : 174-184.
- 飯干 明, 大村一光, 小山宏之, 村木有也, 阿江通良 (2005) 日本一流男子走幅跳選手の踏切準備と踏切動作のバイオメカニクスの分析. *陸上競技研究紀要*, 1 : 137-141.
- 石塚 浩 (1999) 陸上競技の跳躍種目における戦術に関するスポーツ運動学的視点から見た基礎的研究 —走幅跳と三段跳を対象として—. *陸上競技研究*, 19 (4) : 10-19.
- 伊藤信之 (2007a) 走幅跳びの指導. *体育の科学*, 57 (7) : 501-506.
- 伊藤信之 (2007b) 一流走幅跳選手の技術と戦術について. *陸上競技学会誌 特集号* : 75-81.
- 伊藤信之・阿江通良・小山宏之・村木有也・岡子浩二・松尾彰文・山田真由美・平野裕一 (2009) 日本一流走幅跳選手における踏切準備動作. *陸上競技学会誌*, 7 (1) : 8-17.
- 伊藤信之 (2012) 走幅跳びのバイオメカニクス. *体育の科学*, 62 (2) : 131-136.
- 加藤弘一・青山清英・安井年文・重城 哲・森長正樹・岡野雄司・小山裕三 (2003) 走幅跳・三段跳の試合展開に関するトレーニング科学的考察 —一試合論的視点から—. *陸上競技研究*, 52 (1) : 30-38.
- 小山宏之 (2011) 走幅跳の踏切および踏切準備動作の特徴と補助的トレーニング手段の有効性. *陸上競技研究*, 87 (4) : 2-9.
- 熊野陽人・吉田雅行・千住真智子 (2012) 男子学生走幅跳選手の助走におけるストライドの調整に関する研究. *大阪教育大学紀要 第IV部門*, 61 (1) : 343-350.
- Lee D. N., Lishman J. R. and Thomson J. A. (1982) Regulation of Gait in Long Jumping. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 8 (3) : 448-459.
- Lees A., Smith G. P. and Fowler N. (1994) A Biomechanical Analysis of the Last Stride, Touchdown, and Takeoff Characteristics of the Men's Long Jump. *JOURNAL OF APPLIED BIOMECHANICS*, 10 : 61-78.
- Miladinov O. (2006) New aspects in perfecting the long jump technique. *New Studies in Athletics*, 4 : 7-25.
- 森長正樹・安井年文・重城 哲・加藤弘一・岡野雄司・小山裕三・澤村 博 (2003) 走幅跳の成功試技と失敗試技における踏切および踏切準備動作の相違. *陸上競技研究*, 52 (1) : 12-21.
- 森下裕史・有吉正博・繁田 進 (2006) 走幅跳の助走方法に関する実験的研究 —セツト法とローリング法の比較—. *陸上競技研究*, 65 (2) : 36-43.
- 森 司朗・岡田敏榮 (1999) 走り幅跳びにおける歩幅調整に関する研究 —踏切板の有無に関して—. *東京学芸大学紀要 1部門*, 50 : 209-214.
- 村木征人 (1982) 陸上競技 (フィールド) 現代スポーツコーチ実践講座 2. ぎょうせい : 東京, pp.220-239.
- 村木征人 (1997) 跳躍選手の不安 —ファウルに対する不安を中心に—. *体育の科学*, 47 : 201-204.
- 中村祥子・山本裕二 (2003) 走り幅跳びにおける助走動作の協応構造. *総合保健体育科学*, 26 (1) : 67-75.
- 日本陸上競技連盟 (2013) 陸上競技ルールブック 2012年度版. ベースボール・マガジン社 : 東京, pp.203-208.
- 大村一光・飯干 明・小山宏之・村木有也・阿江通良 (2006) 男子ジュニアトップ走幅跳選手における助走と踏切について. *陸上競技研究*, 67 (4) : 27-35.
- 大村一光・飯干 明・小山宏之・村木有也・阿江通良 (2008) 日本ジュニア走幅跳選手の助走における視覚コントロールが助走の正確性とパフォーマンスに及ぼす影響. *陸上競技研究紀要*, 4 : 1-9.
- 大山裕之・尾縣 貢・関岡康雄 (1999) 走幅跳における踏切の正確性に関する研究. *陸上競技研究*, 36 (1) : 23-29.
- 志賀 充・永井 純・尾縣 貢・宮下 憲・大山下圭吾 (2002) 走幅跳における踏切準備及び踏切局面の身体動作と記録の関係. *陸上競技研究*, 51 (4) : 9-17.
- 清水 悠・阿江通良・小山宏之・村木有也 (2011) 標準動作モデルからみた一流走幅跳選手の踏切準備および踏切動作の特徴. *陸上競技研究*, 85 (2) : 23-30.
- ウインター : 長野明紀・吉岡伸輔 訳 (2011) バイオメカニクス 人体運動の力学と制御 (原著第4版). 有限会社ラウンドフラット : 東京, pp.26-41, 65-79 (Winter, D.A. (2009) *Biomechanics and Motor Control of Human Movement 4th edition*. John Wiley & Sons Inc. : New Jersey.).
- 吉田孝久 (2011) 陸上競技入門ブック 跳躍. ベースボール・マガジン社 : 東京, pp.75-79.

平成25年7月29日受付

平成26年3月16日受理