

研究報告

走幅跳のボードトレーニングが踏切動作に与える即時効果

伊藤 嶺一郎¹⁾・鈴木 雄貴²⁾・桜井 伸二²⁾

Immediate Effects of Flat Board and Inclined Board Training on Running Long Jump Take-Off Motion

Ryoichiro ITO, Yuki SUZUKI, Shinji SAKURAI

I 諸言

走幅跳の跳躍距離は踏切離地時の身体重心の初速度、跳躍角度、高さによって決定される(村木, 1982)。そのため、走幅跳の競技力向上を目指し、助走速度を高め離地時の初速度を高めること、および跳躍角度を高めるために踏切で獲得する鉛直速度を高めることを目的とした練習が行われる。

踏切局面の指導において、指導書では踏切脚接地位置に厚みや上り傾斜のあるボードを設置して踏切を行う練習方法が紹介されている(越川, 2009)(伊藤, 2010)。これらのボードはそれぞれフラットボード、傾斜板と呼ばれている。

ボードを用いた際の踏切動作の研究を行った Koyama et al. (2005) は、フラットボード使用時は接地時の踏切脚全体の前方回転角速度が大きくなることで踏切による水平重心速度の減少が抑えられ、鉛直重心速度はフラットボードを使用しない時と変わらないことを示した。また、傾斜板使用時は踏切動作に顕著な相違はなく、離地時の鉛直重心速度は傾斜板を使用しない時より大きくなることを示した。さらに、Koyama et al. (2006) はフラットボードと2種類の斜度の異なる傾斜板を組み合わせたトレーニングの即時効果の研究を行い、踏切中の水平重心速度

の減速が抑えられるが、離地時の鉛直重心速度は変わらないことを示した。

しかし、このような踏切位置にボードを置くトレーニングは一般に広く行われているにもかかわらず、研究例は少なく、更なる研究が必要であると考えられる。また、Koyama et al. (2006) の報告では、フラットボードと傾斜板の個々の即時効果については検討されていない。それぞれの特徴を明らかにすることは選手が求めるトレーニングを的確に実行することにつながると考えられる。また、即時効果を明らかにすることによって、トレーニングがその後の跳躍にどのように転移するか明らかにすることにつながり、現場の指導に役立てることができる。

そこで本研究の目的は、走幅跳の練習におけるフラットボードトレーニングと傾斜板トレーニングそれぞれの即時効果をキネマティクスのに明らかにし、指導に役立つ知見を得ることとした。

II 方法

1. 被験者

被験者は大学陸上競技部に所属する男子走幅跳選手10名(年齢: 20.0 ± 1.2 歳、身長: 1.74 ± 0.03 m、体重: 63.7 ± 4.4 kg、走幅跳ベスト記

¹⁾名古屋高等学校

²⁾中京大学スポーツ科学部

録: $7.13 \pm 0.34\text{m}$) であった。実験に先立ち被験者に実験内容の説明をし、書面によって実験参加の同意を得た。

2. 実験実施手順

実験はPre、トレーニング、Postの3セッションを1セットとした。1日に1セットを行い、3日間に分けて3セット実施した。PreおよびPostセッションではそれぞれ走幅跳の跳躍を3試技計測した。トレーニングセッションの内容は①フラットボードトレーニング、②傾斜板トレーニング、③走幅跳通常跳躍の3種類であり、1セットにつき1種類を3試技実施した。すなわち、①フラットボードトレーニングのセットでは通常の跳躍を3試技行なった(Pre)後、フラットボードを用いた跳躍を3試技行い(トレーニング)、その後再び通常の跳躍を3試技行なった(Post)。1セットのトレーニングで計9回の跳躍を行うことになる。

①のフラットボードトレーニングは高さが5.5cmの平らな板(T6905A, ニシ・スポーツ、以下フラットボード)の上で踏切を行うトレーニングである。②の傾斜板トレーニングは高さが助走路手前側4cmで奥側10cm、斜度3.8度の上り傾斜の板(T6905C, ニシ・スポーツ、以下傾斜板)の上で踏切を行うトレーニングである。③の通常跳躍はフラットボードも傾斜板も使わない通常の走幅跳である。各セットを行う順序は被験者毎にランダムで実施した。助走歩数は14または15歩で統一し、被験者には最大努力で跳躍を行わせた。

3. データ収集

踏切位置の右側方約30mに1台のハイスピードビデオカメラ(EX-F1, CASIO, 毎秒300コマ, 露光時間 $1/2000$ 秒)を、その光軸が助走路と直角になるように設置し、固定撮影した。跳躍距離の計測はメジャーによる実測で行った。

4. データ分析

分析対象試技は各セッションにおけるPre、トレーニング、Postの各3試行の中から最も記録の良い試技とした。2次元座標の算出には、撮影した映像から動作分析ソフト(Frame-DIASV, デイケイエイチ社)を用いて身体分析点21点をデジタイズした。映像から算出した座標値は遮断周波数8HzのButterworth digital filterを用いて平滑化した。なお本研究では跳躍方向をX軸、鉛直上向きをY軸の正として分析を行った。

5. 算出項目

図1には接地距離と離地距離、重心高、跳躍角度および身体部分角度・関節角度の定義について示した。得られた実座標データから以下の項目を算出した。なお身体重心(以下重心)の算出には阿江ら(1996)の身体部分慣性係数を用いた。

- ・重心速度：重心位置を時間微分したもの。X成分を水平重心速度、Y成分を鉛直重心速度、それらの合成成分を合成重心速度とした。
- ・踏切指数：木野村ら(2012)の踏切における速度変換指数を用いた。

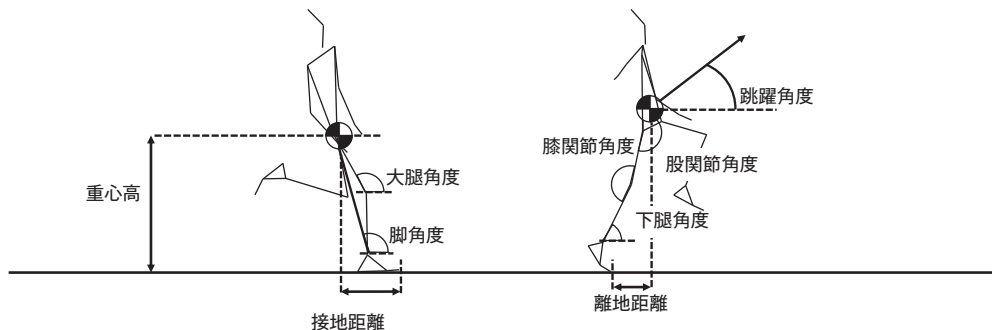


図1 接地・離地距離、重心高、跳躍角度および、身体部分角度・関節角度の定義

踏切指数 = 離地時鉛直重心速度 / (接地時水平重心速度 - 離地時水平重心速度)

6. 統計処理

各条件における Pre セッションと Post セッションの結果を対応のある t 検定を用いて比較し、有意水準は5%以下とした。

Ⅲ 結果・考察

表1はトレーニングセッション前後およびトレーニングセッション中の跳躍距離である。このうち、フラットボードおよび傾斜板トレーニングの Pre セッションと Post セッションにおける跳躍時の各変量を比較することで、それぞれのトレーニングがもたらす即時効果を検討する。

まずフラットボードトレーニングにおける跳躍距離は Pre: $6.36 \pm 0.36\text{m}$, Post: $6.27 \pm 0.34\text{m}$ であり、トレーニング前後で有意差はなかった。また、傾斜板トレーニングにおける跳躍距離は Pre: $6.38 \pm 0.26\text{m}$, Post: $6.41 \pm 0.24\text{m}$ であり、やはりトレーニング前後で有意差はなかった。つまり2種類のボードトレーニングによる即時的な記録の向上は見られなかった。Koyama et al. (2006) ではボードトレーニング直後で記録が向上したのに対し、本研究において記録の向上がなかった理由の一つにトレーニング回数の違いが考えられる。Koyama et al. (2006) のトレーニングの跳躍回数は平均 9 ± 1 回であり、本研究におけるトレーニング回数の3回では十分な効果が得られなかった可能性がある。即時的な記録の向上は見られなかったが、それぞれのボードトレーニングについて記録向上に繋がる動作の違いの有無を検討した。

1. フラットボードトレーニングの即時効果

表2は重心に関する踏切時の諸変量の値を示したものである。表3は踏切接地時における下肢キネマティクスのトレーニング前後の比較を示したものである。表4は踏切離地時における下肢キネマティクスのトレーニング前後の比較を示したものである。また図2は下腿部および股関節の角速度変化の例を示したものである。

フラットボード条件における Post の水平重心速度の離地—接地の変化量が Pre より有意に小さかった。この結果は Koyama et al. (2006) の先行研究と同様であった。また、小山ほか(2008)では脚および下腿の前方回転角速度が大きくなり、同時に重心の前方移動速度は大きくなっていることを示した。重心の前方移動が大きくなることで踏切による水平重心速度の減少が抑えられ、これは離地時水平重心速度の高い走幅跳選手が用いる動作であると報告している。このような動作の傾向は本研究における Post の離地時の下腿前方回転角速度が Pre よりも有意に大きかった結果と一致している。つまり、これらのことから、フラットボードトレーニングを行うことで下腿の前方回転角速度が増加した結果、踏切における水平重心速度の減少の抑制につながったと考えられる。

2. 傾斜板トレーニングの即時効果

傾斜板トレーニングの離地時における股関節角速度については、Pre セッションより Post セッションで有意に大きく、股関節がより速く伸展していたことが示された (表3)。村木(1982)は股関節伸展角速度の大きい動作は起こし回転を大きくし、離地時鉛直重心速度が増加すると報告している。起こし回転とは、踏切脚足部から身体重心までの仮定の線分が前方に回

表1 トレーニングセッション前後およびトレーニングセッション中の跳躍距離

跳躍距離 (m)	Pre	標準偏差	トレーニング	標準偏差	Post	標準偏差
フラットボード	6.36	± 0.36	6.39	± 0.43	6.27	± 0.34
傾斜板	6.38	± 0.26	6.44	± 0.40	6.41	± 0.24
通常跳躍	6.35	± 0.22	6.21	± 0.26	6.39	± 0.21

表2 重心に関する踏切時の変量トレーニング前後の比較

		フラットボード			傾斜板			通常跳躍			
			平均	標準偏差	有意差	平均	標準偏差	有意差	平均	標準偏差	有意差
水平重心 速度 (m/s)	接地時	Pre	8.91	± 0.30	n.s.	8.96	± 0.21	n.s.	8.85	± 0.18	n.s.
		Post	8.84	± 0.24		8.96	± 0.20		8.99	± 0.25	
	離地時	Pre	7.47	± 0.30	n.s.	7.52	± 0.18	n.s.	7.37	± 0.31	n.s.
		Post	7.56	± 0.36		7.55	± 0.31		7.40	± 0.40	
	離地－接地 変化量	Pre	-1.45	± 0.30	Pre<Post*	-1.44	± 0.19	n.s.	-1.48	± 0.41	n.s.
		Post	-1.28	± 0.20		-1.41	± 0.36		-1.59	± 0.36	
鉛直重心 速度 (m/s)	接地時	Pre	-0.40	± 0.11	n.s.	-0.38	± 0.13	n.s.	-0.37	± 0.15	n.s.
		Post	-0.46	± 0.18		-0.40	± 0.14		-0.39	± 0.14	
	離地時	Pre	2.95	± 0.30	n.s.	2.99	± 0.31	n.s.	3.07	± 0.37	n.s.
		Post	2.95	± 0.35		3.04	± 0.30		3.11	± 0.29	
合成重心 速度 (m/s)	接地時	Pre	9.08	± 0.27	n.s.	8.97	± 0.21	n.s.	8.86	± 0.18	n.s.
		Post	9.03	± 0.32		8.97	± 0.21		9.00	± 0.25	
	離地時	Pre	8.17	± 0.17	n.s.	8.10	± 0.18	n.s.	8.00	± 0.28	n.s.
		Post	8.31	± 0.24		8.15	± 0.27		8.03	± 0.39	
踏切指数		Pre	2.12	± 0.38	n.s.	2.11	± 0.33	n.s.	2.24	± 0.69	n.s.
		Post	2.30	± 0.35		2.27	± 0.56		2.09	± 0.65	
接地距離 (m)		Pre	0.65	± 0.04	n.s.	0.66	± 0.03	n.s.	0.68	± 0.05	n.s.
		Post	0.63	± 0.03		0.66	± 0.03		0.67	± 0.04	
離地距離 (m)		Pre	0.35	± 0.06	n.s.	0.34	± 0.06	n.s.	0.33	± 0.06	n.s.
		Post	0.37	± 0.05		0.35	± 0.05		0.35	± 0.05	
離地時重心高 (m)		Pre	1.14	± 0.03	n.s.	1.13	± 0.04	n.s.	1.14	± 0.04	n.s.
		Post	1.13	± 0.03		1.13	± 0.04		1.13	± 0.04	
跳躍角度 (deg.)		Pre	20.9	± 2.4	n.s.	20.9	± 2.3	n.s.	21.8	± 2.9	n.s.
		Post	20.7	± 2.8		21.2	± 2.3		22.1	± 2.3	

*: p<0.05

表3 踏切接地時における下肢キネマティクスのトレーニング前後の比較

		フラットボード				傾斜板				通常跳躍			
		平均	標準偏差	有意差		平均	標準偏差	有意差		平均	標準偏差	有意差	
関節角度 身体部分 角度 (deg.)	股関節	Pre	144.3 ± 5.8	n.s.		146.9 ± 5.3	n.s.			147.6 ± 4.3	n.s.		
		Post	145.7 ± 6.2			148.3 ± 6.5			148.3 ± 6.6				
	膝関節	Pre	158.9 ± 6.2	n.s.		159.4 ± 6.5	n.s.			162.1 ± 6.8	n.s.		
		Post	160.3 ± 6.1			161.4 ± 4.3			162.5 ± 5.6				
	脚	Pre	121.6 ± 1.7	n.s.		121.4 ± 1.9	n.s.			122.7 ± 2.0	n.s.		
		Post	121.0 ± 2.3			121.8 ± 3.2			122.2 ± 3.1				
	大腿	Pre	132.3 ± 3.1	n.s.		131.9 ± 4.5	n.s.			131.8 ± 2.7	n.s.		
		Post	130.8 ± 3.7			131.2 ± 4.5			131.3 ± 4.5				
	下腿	Pre	111.1 ± 3.9	n.s.		111.3 ± 3.3	n.s.			113.9 ± 4.9	n.s.		
		Post	111.1 ± 3.9			112.6 ± 3.5			113.7 ± 3.7				
関節 角速度 身体部分 角速度 (deg./s)	股関節	Pre	254.2 ± 143.4	n.s.		258.6 ± 117.9	n.s.			252.4 ± 151.3	n.s.		
		Post	243.0 ± 155.7			244.5 ± 82.6			266.8 ± 126.7				
	膝関節	Pre	-270.2 ± 182.0	n.s.		-224.5 ± 179.5	n.s.			-185.9 ± 221.1	n.s.		
		Post	-291.9 ± 172.4			-221.6 ± 170.8			-253.7 ± 132.6				
	脚	Pre	-392.3 ± 87.7	n.s.		-377.6 ± 75.1	n.s.			-344.0 ± 58.4	Pre>Post*		
		Post	-396.9 ± 89.5			-377.0 ± 54.2			-399.6 ± 80.7				
	大腿	Pre	-253.1 ± 90.9	n.s.		-269.3 ± 85.2	n.s.			-260.2 ± 110.7	n.s.		
		Post	-250.1 ± 95.2			-276.3 ± 62.4			-279.2 ± 103.2				
	下腿	Pre	-523.2 ± 140.9	n.s.		-493.8 ± 138.0	n.s.			-446.1 ± 143.6	Pre>Post*		
		Post	-542.1 ± 132.6			-497.9 ± 128.7			-532.9 ± 115.7				

*: p<0.05

表 4 踏切離地時における下肢キネマティクスのトレーニング前後の比較

		フラットボード				傾斜板			通常跳躍		
		平均	標準偏差	有意差	平均	標準偏差	有意差	平均	標準偏差	有意差	
関節角度 身体部分 角度 (deg.)	股関節	Pre	196.5	± 4.9	n.s.	199.0	± 7.0	n.s.	196.0	± 7.4	n.s.
		Post	196.1	± 5.3		199.9	± 6.1		197.3	± 3.2	
	膝関節	Pre	165.9	± 7.9	n.s.	167.8	± 4.2	n.s.	165.7	± 6.1	n.s.
		Post	165.7	± 4.8		169.3	± 5.1		168.2	± 7.3	
	脚	Pre	64.2	± 3.3	n.s.	63.5	± 4.0	n.s.	65.1	± 4.4	n.s.
		Post	63.8	± 2.9		63.4	± 2.9		64.5	± 3.8	
	大腿	Pre	71.3	± 5.1	n.s.	69.9	± 3.7	n.s.	72.5	± 4.6	n.s.
		Post	71.2	± 4.7		68.6	± 4.8		70.7	± 3.7	
	下腿	Pre	57.3	± 5.7	n.s.	57.7	± 5.2	n.s.	58.2	± 5.8	n.s.
		Post	56.9	± 3.1		58.5	± 3.8		58.9	± 6.5	
関節 角速度 身体部分 角速度 (deg./s)	股関節	Pre	377.6	± 97.4	n.s.	348.5	± 110.3	Pre<Post*	272.4	± 242.3	n.s.
		Post	403.1	± 140.2		423.1	± 84.1		340.7	± 108.2	
	膝関節	Pre	134.0	± 130.8	n.s.	24.9	± 201.7	n.s.	64.8	± 173.0	n.s.
		Post	65.2	± 209.3		71.3	± 130.7		20.1	± 117.9	
	脚	Pre	-298.9	± 61.2	n.s.	-318.6	± 32.7	n.s.	-296.8	± 66.7	n.s.
		Post	-333.1	± 45.0		-335.5	± 37.6		-319.9	± 47.8	
	大腿	Pre	-373.3	± 82.2	n.s.	-343.9	± 104.3	n.s.	-334.4	± 104.0	n.s.
		Post	-375.5	± 104.7		-374.9	± 58.7		-335.4	± 80.2	
	下腿	Pre	-238.7	± 97.6	Pre>Post*	-319.1	± 110.3	n.s.	-269.6	± 121.0	n.s.
		Post	-310.2	± 121.5		-310.3	± 91.2		-315.3	± 74.1	

* : p<0.05

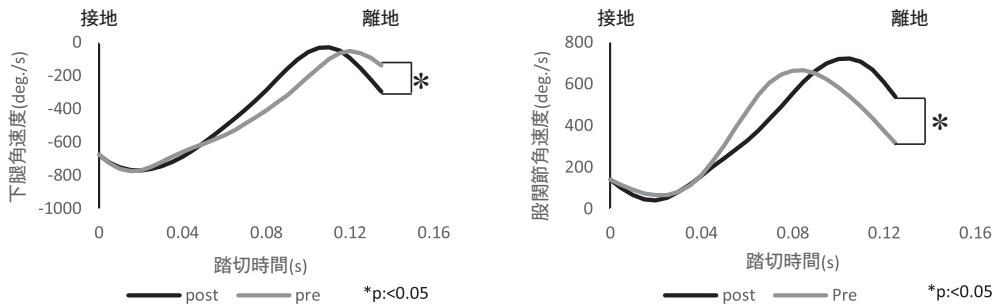


図 2 踏切接地期における下腿部および股関節の角速度変化の例
左：フラットボードトレーニング前後の下腿角速度
右：傾斜板トレーニング前後の股関節角速度

転する動作に相当する。この動作は本研究における Post の離地時の股関節角速度が Pre よりも有意に大きかった結果と関連するものと考えられるが、離地時鉛直重心速度の向上には直接つながってはいなかった。

3. まとめ

フラットボードおよび傾斜板を用いた3回の練習後、跳躍距離には即時的な変化は認められ

なかった。しかしながら、フラットボードトレーニング後では踏切による水平重心速度の減少が小さかった。また、傾斜板トレーニング後は離地時の鉛直重心速度の増加に関する動作が見られた。これらのことから、フラットボードトレーニングは水平重心速度の維持を目的とした跳躍技術の修得に、傾斜板トレーニングは離地時の鉛直重心速度の獲得を目的とした跳躍技術の修得に効果的であることが期待される。

本研究は2015年度中京大学体育研究所の共同研究費を得て行われた。

参考文献

- 1) 阿江通良：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 Sports Sciences*, 15 : 155-162, 1996.
- 2) 伊藤信之：ボードとハードルを用いた跳躍練習, *陸上競技マガジン*, 2, ベースボールマガジン社, 東京, 200, 2010.
- 3) 木野村嘉則, 村木征人, 関子浩二：走幅跳における助走歩数を増やして踏切るための踏切動作：短助走跳躍から長助走跳躍に至る踏切動作等の変化率に着目して, *体育学研究*, 57, 71-82, 2012.
- 4) 越川一紀：第5章跳躍, 順天堂メソッド勝つための陸上競技, 池田哲雄・順天堂大学陸上競技研究室 (編), 102-103, ベースボールマガジン社：東京, 2009.
- 5) Koyama. H., Muraki. Y., and Ae. M.: Effects of an inclined board as a training tool on the take-off motion of the long jump, *Sports Biomechanics*, 4: 133-129, 2005.
- 6) Koyama. H., Muraki. Y., and Ae. M.: Immediate effects of the use of modified take-off boards on the take-off motion of the long jump. *Sports Biomechanics*, 5: 139-153, 2006.
- 7) 小山宏之, 村木有也, 吉原礼, 永原隆, 柴山一仁, 大島雄治, 高本恵美, 阿江通良：走幅跳のバイオメカニクスの分析, 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術, 一第11回世界陸上競技選手権大阪大会日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書一, 154-164, 財団法人日本陸上競技連盟, 東京, 2008.
- 8) 村木征人：現代コーチ実践講座2, 陸上競技 (フィールド), 220-255 ぎょうせい：東京, 1982.