

女子100mハードル走における競技パフォーマンスと ハードリング距離との関係

高橋 和 将*

キーワード：ハードリング距離，インターバルラン距離

1. 緒言

陸上競技のハードル走（障害走）は，等間隔におかれた10台のハードルを越えながらその距離を速く走り，その疾走タイムを競う競技である。ハードルという障害を越えるために，短距離種目とは異なり特別のロングストライドが要求され，連続するランニングの中の1歩がやや変容するハードリング動作が要求される。このハードリング動作とインターバルランによる独特の疾走リズムが生じるため，ハードル競争はリズムカルなスプリング競技であるといえる（宮丸，1976）。

男子110mハードル走と女子100mハードル走では，大きく規格が異なる。110mハードル走のハードルの高さは1.067mであるが，100mハードル走では0.84mと低い。加えて，1台目までのアプローチ，およびハードル間のインターバルは，それぞれ110mハードル走が13.72m—9.14mであるのに対し100mハードル走は13m—8.5mと短い。このことから，100mハードル走では110mハードル走に比べハードリング局面における身体重心の垂直方向への引き上げが少なくよいため，疾走フォームやリズムをできる限り小さな変化にとどめて走り越えていくことが可能であると考えられる。

これまでの100mハードル走に関する研究では，McFarlane（1976）は記録短縮に最も重要な要素はスピードであることを報告している。また，森田（1994）は，世界選手権における100mハードルのパフォーマンスの異なるグループ間の比較研究において，上位，中位，下位群とも疾走速度変化がほとんど同じパターンを示したことから，疾走速度の絶対値に大きな差が認められたことを報告している。これらの報告は，100mハードル走においては，疾走速度の獲得が記録短縮に非常に重要であることを示唆するものである。

ハードル走における疾走速度の評価指標としては，タッチダウンタイムが広く用いられている。タッチダウンタイムを検討した研究は，宮下（1993，1999）が男子110mハードル走を対象に行っている。また，川上ら（2003）は女子100mハードル走を対象にモデルタッチダウンタイムを作成している。川上らは，競技レベルが低くなるにつれ，最高速度出現区間がより前半で出現する傾向があったこと，また，9つのハードル区間を3区間ずつ前半・中盤・後半に区分けした場合，14秒00までの競技レベルの高い階層においては中盤区間の平均タイム速度が最も高い傾向にあるが，14秒50以降の階層は前半区間の平均速度が

* 茨城キリスト教大学 文学部児童教育学科

最も高く、その後、中盤から後半区間にかけて低下していくことを報告している。この要因については、競技レベルの高い階層はスプリント能力が高いことに加え、着地からインターバルランへの切り替えが速いこと、踏切一步手前から踏切までの動作が素早いことによるインターバルリズムの高揚が可能であるが、競技レベルの低い階層はスプリント能力が低い上に、これらのインターバルリズムの高揚ができないためであると述べている。そして、競技レベルの低い階層の選手の記録向上には、スプリント能力の向上が第一にあげられ、またハードル間の3歩を速いリズムを意識しながら練習を行うことで、前半から中盤区間にかけての速度低下を抑えられるようなハードル技術練習を行う事が望ましいと示唆している。

タッチダウンタイムは、ハードリング着地から次の着地までの時間であり、この中にはインターバルラン局面とハードリング局面が含まれる。このうちハードリングは「跳び越す技術」から「またぎ越す技術」へと変化し、現在では「疾走中に規則的に配置されたある高さのハードルを、疾走フォームやリズムをできる限り小さな変化で走り越えていく技術」と定義されている(宮下, 1991)。よって、ハードリングによる水平速度の低下を抑えることが、ハードル走のパフォーマンスを高めるために重要な課題であると考えられる。

そのため、ハードリング局面を対象とした研究は数多く存在しており、それらの研究では、ハードルから踏切脚および着地脚のつま先までの距離をそれぞれ踏切側距離、着地側距離、それらを合わせた距離をハードリング距離と定義している。ダイソン(1972)はリード脚を引き上げる分の距離を確保するために踏切側距離が長くなるため、放物線の頂点はハードルの手前に来ると述べている。また、宮丸(1976)は踏切側距離と着地側距離比率は6:4または6:3が理想だと述べている。McDonald and Dapena(1991)は、12秒台から13秒前半の選手を対象に100mハードル走の3次元動作分析を行っており、ハードリング距離の平均は $3.19 \pm 0.15\text{m}$ 、4台目における踏切側距離と着地側距離の平均はそれぞれ $2.09 \pm 0.14\text{m}$ 、 $1.10 \pm 0.17\text{m}$ であったと報告している。McDonalds and Dapenaの報告は宮丸の報告を支持するものであるが、研究対象のパフォーマンスレベルが国内の競技レベルと比較しても高いものであり、この結果を国内の競技者にそのまま適用できるかという点については疑問が残る。

ハードリング距離やタッチダウンタイムといった、簡便に測定でき、かつトレーニングの指標となるインデックスの関係を明らかにすることは、今後の100mハードル走のトレーニングに有益な知見となることが期待される。杉本ら(2013)は、女子100mハードル走尾における疾走速度とハードリング距離との関係を検討しているが、ハードリング距離をレーザー式速度測定器を用いて測定した身体の移動距離から算出しており、前述の一般的な算出方法とは異なっている。トレーニング現場への還元を考えると、より簡便に測定できるハードルからの踏切位置・着地位置までの距離を用いて検討することが必要だと考えるが、これまでにそれらの距離とパフォーマンスの関係を検討した研究は見当たらない。

そこで本研究は、女子100mハードル走の国内トップレベルの学生選手に関して、競技会におけるレースタイムと各ハードルにおけるハードリング距離およびインターバルラン距離との関係を検討することを目的とした。

2. 研究方法

2.1 研究対象

本研究では、第85回関東学生陸上競技対校選手権大会（決勝レースのみ）および第75回日本学生陸上競技対校選手権大会における女子100mハードルレースを分析対象とした。上記の競技会のうち、タッチダウンタイム・踏切側距離・着地側距離の計測でいずれか1つでも欠損があるものは除き、その中で各選手の最も良いタイムのレースを研究対象とした。研究対象のレースタイムの範囲は13秒67～14秒70であった。レースタイムをもとに、対象者を13秒（～13秒99；n=6）、14秒前半（14秒00～14秒49；n=8）、14秒後半（14秒50～；n=7）の3群に分類した。

2.2 撮影方法

図1に撮影時の設定を示した。

100mハードルレースにおけるタッチダウンの撮影には、ハードル5台目、10台目の側方にデジタルビデオカメラを1台ずつ計2台設置した（図1，DV IおよびDV II）。スタートの閃光が映るようにし、対象者の全ての動作がスタートからゴールまで入るように毎秒60フィールド、シャッタースピード1/1000秒で撮影した。

各ハードルにおけるハードリングの撮影には、全てのハードルの側方にVTRカメラを1台ずつ計10台設置した（図1，DV1～10）。全てのレーンにおいて踏切から着地までの動作が入るように画角を固定し、毎秒60フィールド、シャッタースピード1/1000秒で撮影した。

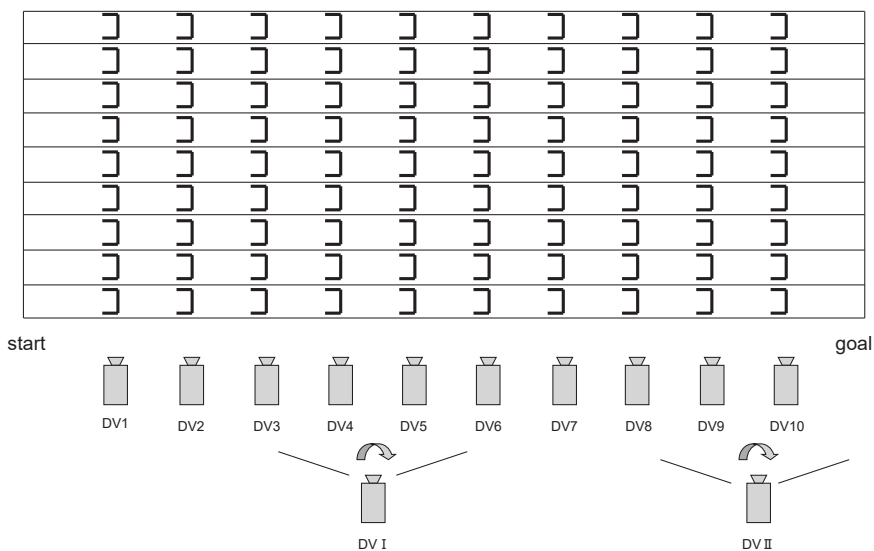


図1 撮影の設定

2.3 分析方法

(1) タッチダウンタイムの算出

各レースにおいて撮影されたVTRテープにデジタルタイマーを映し込み、スタートの閃光から各タッチダウン時までのフィールド数を時間に換算することで、各対象者のタッチダウンタイムを算出した。

(2) ハードリング距離の算出

各レースにおいて撮影されたVTRテープから、ハードリング踏切中およびハードリング着地中の接地脚のつま先の座標と、第1レーンおよび第9レーンに設置されているハードルの支持部の両端各2点の2次元座標を読み取った。その後、ハードル支持部分の座標4点を較正点として用い、2次元DLT法を用いて実長換算を行った。

2.4 分析項目

(1) インターバルタイム：ハードリングの着地瞬時から次のハードリングの着地瞬時までのタイムとした。

(2) 踏切側距離：踏切接地のつま先からハードルまでの距離とした。

(3) 着地側距離：ハードルから着地接地のつま先までの距離とした。

(4) ハードリング距離：踏切側距離と着地側距離の合計とした。

(5) インターバルラン距離：インターバル距離（8.5m）から、着地側距離と踏切側距離を引いたものとした。

2.5 統計処理

身長およびレースタイムと各ハードルにおけるハードリング距離との関係の検定には、ピアソンの相関係数を算出した。各ハードルにおける分析項目の群間の差の検定には、群と各分析項目を要因とする二元配置の分散分析を行った。要因間に交互作用が認められた場合、および群のF値が有意であった場合は、Tukey-Kremer法による多重比較検定を用い、群間の差を検定した。いずれも有意水準は危険率5%未満とし、10%未満を有意傾向とした。

3. 結果

3.1 インターバルタイム

表1に、各群におけるインターバルタイムの平均と標準偏差を示した。

全てのインターバルにおいて、13秒群と他の2群との間に有意差が認められた。また、第1、第3、第5、第6、第8インターバルにおいて、14秒前半群と14秒後半群の間に有意差が認められ、その他のインターバルにおいては14秒前半群と14秒後半群の間に有意傾向が認められた。

13秒群と14秒前半群は第7インターバル以降にタイムが増加していた。14秒後半群は第5インターバル以降にタイムが増加していた。

表1 タッチダウンタイムの比較 (sec.)

	13 秒群	14 秒前半群	14 秒後半群
TD1	1.10±0.01 a,b	1.14±0.02 b	1.18±0.04
TD2	1.08±0.02 a,b	1.13±0.03 c	1.14±0.01
TD3	1.08±0.01 a,b	1.11±0.02 b	1.14±0.01
TD4	1.07±0.01 a,b	1.12±0.02 c	1.14±0.02
TD5	1.09±0.02 a,b	1.12±0.02 b	1.16±0.02
TD6	1.08±0.03 a,b	1.12±0.02 b	1.16±0.02
TD7	1.11±0.03 a,b	1.15±0.02 c	1.18±0.02
TD8	1.12±0.01 a,b	1.15±0.02 b	1.20±0.02
TD9	1.14±0.02 a,b	1.18±0.02 c	1.21±0.02

a ; 14 秒前半群との間に有意差あり (p<0.05)

b ; 14 秒後半群との間に有意差あり (p<0.05)

c ; 14 秒後半群との間に有意傾向 (p<0.10)

3.2 身長と各距離項目との相関関係

表2に身長と各ハードルにおけるハードリング距離・踏切側距離・着地側距離との間の相関係数を示した。2台目の踏切側距離との間にのみ、有意な正の相関関係が認められた (r=0.465;p<0.05)。表3に身長と各インターバルラン距離との間の相関係数を示した。第1インターバルにおいて負の相関傾向が認められた (r=-0.416 ; p=0.068)。

表2 身長と各ハードルにおけるハードリング距離との間の相関係数

	踏切側距離	着地側距離	ハードリング距離
1 st	-0.009	-0.044	-0.056
2 nd	0.465 *	-0.077	-0.414
3 rd	0.215	-0.040	0.207
4 th	0.074	-0.131	-0.076
5 th	0.269	-0.209	-0.047
6 th	0.290	-0.165	0.108
7 th	0.378	0.137	0.402
8 th	0.250	-0.094	0.124
9 th	0.121	0.022	0.205
10 th	-0.029	-0.029	-0.057

*: p<0.05

表3 身長と各インターバルラン距離との間の相関係数

	身長
Int.1	-0.416 †
Int.2	-0.146
Int.3	-0.036
Int.4	-0.121
Int.5	-0.055
Int.6	-0.287
Int.7	-0.330
Int.8	-0.035
Int.9	0.016

†: p<0.1

3.3 パフォーマンスと各距離項目との相関関係

表4にレースタイムと各ハードルにおけるハードリング距離との間の相関係数を示した。ハードリング距離については、4台目、5台目、10台目において、レースタイムとの間に有意な負の相関関係が認められた（それぞれ $r=-0.458$, $r=-0.440$, $r=-0.712$; $p<0.05$ ）。また、7台目、9台目において負の相関傾向が認められた（それぞれ $r=-0.405$; $p=0.069$, $r=-0.433$; $p=0.050$ ）。踏切側距離については、10台目においてレースタイムとの間に負の相関傾向が認められた（ $r=-0.420$; $p=0.058$ ）。着地側距離については、全てのハードルにおいてレースタイムとの間に有意な相関関係は認められなかった。

表5にレースタイムと各インターバルラン距離との間の相関係数を示した。第7～第9インターバルにおいて有意な正の相関関係が認められ（それぞれ $r=0.436$, $r=0.468$, $r=0.505$; $p<0.05$ ）、第4インターバルにおいて正の相関傾向が認められた（ $r=0.380$; $p=0.090$ ）。

表4 レースタイムと各ハードルにおけるハードリング距離との間の相関係数

	踏切側距離	着地側距離	ハードリング距離
1 st	-0.175	-0.044	-0.234
2 nd	-0.162	-0.112	-0.252
3 rd	-0.045	0.083	0.051
4 th	-0.326	-0.131	-0.458 *
5 th	-0.183	-0.193	-0.440 *
6 th	0.054	0.035	0.094
7 th	-0.263	-0.262	-0.405 †
8 th	-0.181	0.063	-0.113
9 th	-0.369	0.090	-0.433 †
10 th	-0.420 †	-0.320	-0.712 *

†: p<0.1, *: p<0.05

表5 レースタイムと各インターバルラン距離との間の相関係数

	レースタイム
Int.1	0.197
Int.2	0.153
Int.3	0.293
Int.4	0.380 †
Int.5	0.183
Int.6	0.280
Int.7	0.436 *
Int.8	0.468 *
Int.9	0.505 *

†: p<0.1, *: p<0.05

3.4 ハードリング距離の群間比較

(1) ハードリング距離について

図2および表6に、各群のハードリング距離の平均値および標準偏差の変化を示した。

パフォーマンス群とハードリング距離との間に交互作用は認められなかった。群間には主効果が認められ、各ハードルにおける群間の差を多重比較にて検定した結果、4台目における13秒群と14秒後半群の間 (3.22±0.16m vs 3.04±0.11m)、9台目における13秒群と14秒後半群の間 (3.03±0.09m vs 2.90±0.05m)、および10台目における13秒群と14秒後半群の間 (3.12±0.12m vs 2.86±0.08m) にそれぞれ有意差が認められた (p<0.05)。また、4台目における13秒群と14秒前半群の間 (3.22±0.16m vs 3.05±0.10m;

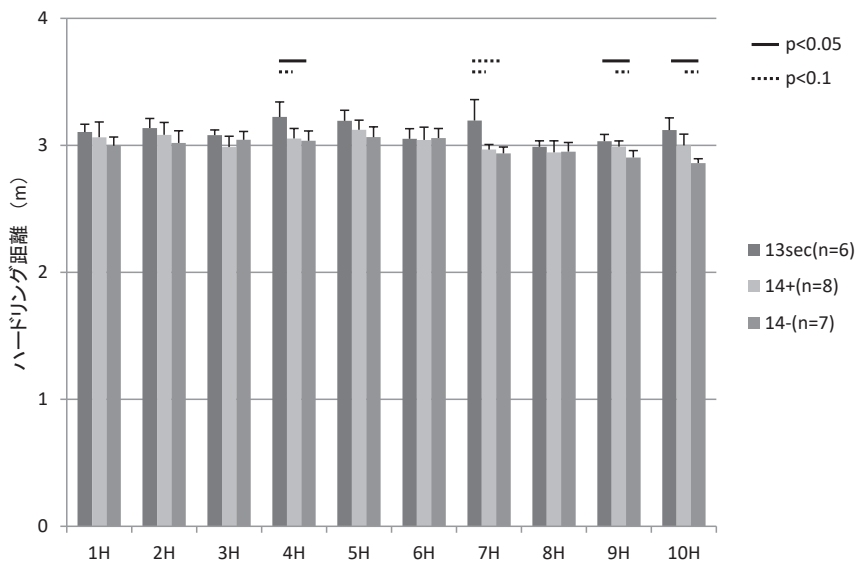


図2 ハードリング距離の変化と群間比較

p=0.060), 7 台目における13秒群と14秒前半群および14秒後半群の間 ($3.20 \pm 0.33\text{m}$ vs $2.97 \pm 0.07\text{m}$, $2.94 \pm 0.07\text{m}$; それぞれ $p=0.083$, 0.054), 9 台目における14秒前半群と14秒後半群の間 ($2.99 \pm 0.07\text{m}$ vs $2.90 \pm 0.05\text{m}$; $p=0.077$), 10台目における14秒前半群と14秒後半群の間 ($3.00 \pm 0.12\text{m}$ vs $2.86 \pm 0.08\text{m}$; $p=0.057$) にそれぞれ有意傾向が認められた。

表 6 各ハードルにおけるハードリング距離 (m)

	13 秒群 (n=6)	14 秒前半群 (n=8)	14 秒後半群 (n=7)
1 st	3.10 ± 0.07	3.06 ± 0.18	3.00 ± 0.10
2 nd	3.14 ± 0.10	3.08 ± 0.15	3.02 ± 0.22
3 rd	3.08 ± 0.10	2.99 ± 0.11	3.04 ± 0.11
4 th	3.22 ± 0.16	3.05 ± 0.10	3.04 ± 0.11
5 th	3.19 ± 0.09	3.12 ± 0.10	3.06 ± 0.15
6 th	3.05 ± 0.10	3.04 ± 0.15	3.06 ± 0.13
7 th	3.20 ± 0.33	2.97 ± 0.07	2.94 ± 0.07
8 th	2.99 ± 0.10	2.94 ± 0.12	2.95 ± 0.11
9 th	3.03 ± 0.09	2.99 ± 0.07	2.90 ± 0.05
10 th	3.12 ± 0.12	3.00 ± 0.12	2.86 ± 0.08

(2) 踏切側距離について

図 3 および表 7 に、各群の踏切側距離の平均値および標準偏差の変化を示した。

群とハードリング距離との間には交互作用は認められなかった。また、群間にも主効果は認められなかった。

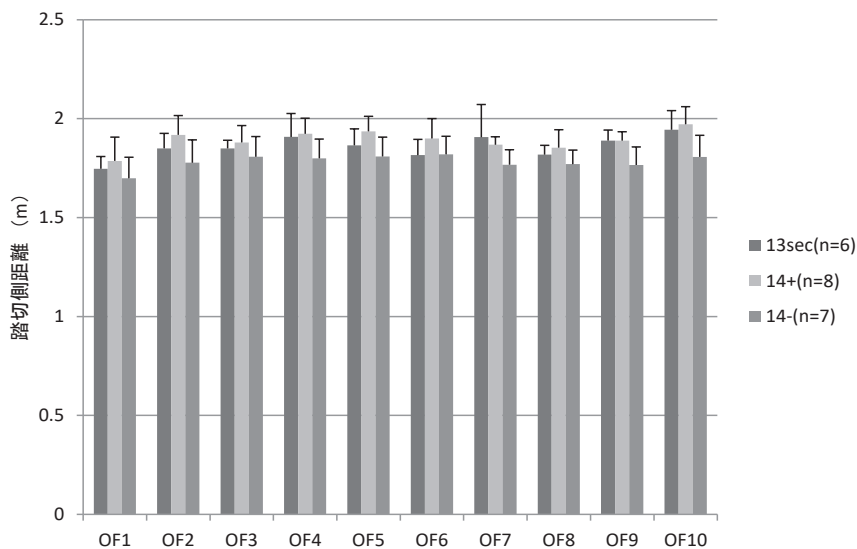


図 3 踏切側距離の変化と群間比較

表7 各ハードルにおける踏切側距離 (m)

	13秒群 (n=6)	14秒前半群 (n=8)	14秒後半群 (n=7)
1 st	1.75±0.12	1.79±0.13	1.70±0.17
2 nd	1.85±0.15	1.92±0.13	1.78±0.21
3 rd	1.85±0.15	1.88±0.11	1.81±0.17
4 th	1.91±0.14	1.92±0.11	1.80±0.16
5 th	1.87±0.15	1.94±0.09	1.81±0.17
6 th	1.82±0.15	1.90±0.08	1.82±0.14
7 th	1.91±0.27	1.87±0.13	1.77±0.10
8 th	1.82±0.12	1.85±0.09	1.77±0.12
9 th	1.89±0.12	1.89±0.11	1.77±0.13
10 th	1.94±0.08	1.97±0.15	1.81±0.16

(3) 着地側距離について

図4および表8に、各群の着地側距離の平均値および標準偏差の変化を示した。

群と着地側距離の間には交互作用が認められず、各ハードルにおける着地側距離についても群間に主効果は認められなかった。

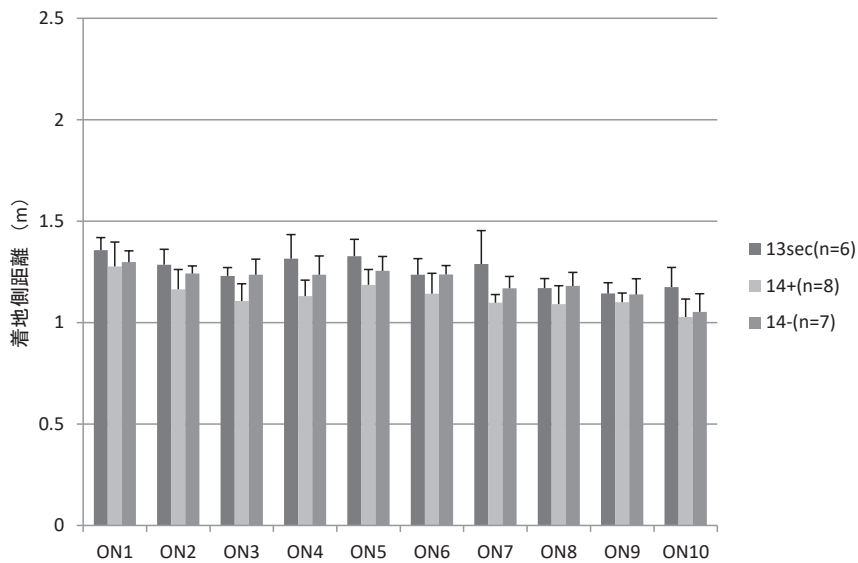


図4 着地側距離の変化と群間比較

表 8 各ハードルにおける着地側距離 (m)

	13 秒群 (n=6)	14 秒前半群 (n=8)	14 秒後半群 (n=7)
1 st	1.36±0.13	1.28±0.17	1.30±0.10
2 nd	1.29±0.15	1.16±0.13	1.24±0.07
3 rd	1.23±0.12	1.11±0.13	1.24±0.15
4 th	1.32±0.14	1.13±0.15	1.24±0.15
5 th	1.33±0.17	1.19±0.12	1.25±0.12
6 th	1.24±0.17	1.14±0.14	1.24±0.09
7 th	1.29±0.17	1.10±0.11	1.17±0.12
8 th	1.17±0.09	1.09±0.14	1.18±0.12
9 th	1.14±0.09	1.10±0.13	1.14±0.13
10 th	1.18±0.08	1.03±0.12	1.05±0.14

3.5 インターバルラン距離について

図5および表9に、各群のインターバルラン距離の平均と標準偏差を示した。

パフォーマンス群と着地側距離の間には交互作用が認められなかった。群間の主効果には有意傾向が認められ、その後の多重比較では第7インターバルにおける13秒群と14秒後半群の間 (5.39±0.19m vs 5.56±0.06m)、第8インターバルにおける13秒群と14秒後半群の間 (5.44±0.08m vs 5.55±0.07m)、第9インターバルにおける13秒群と14秒後半群の間 (5.41±0.08m vs 5.55±0.06m)、および14秒前半群と14秒後半群の間 (5.43±0.11m vs 5.55±0.06m) に有意差が認められた。また第7インターバルにおいて13秒群と14秒前半群との間に有意傾向が認められた (5.39±0.19m vs 5.55±0.08m ; p=0.061)。

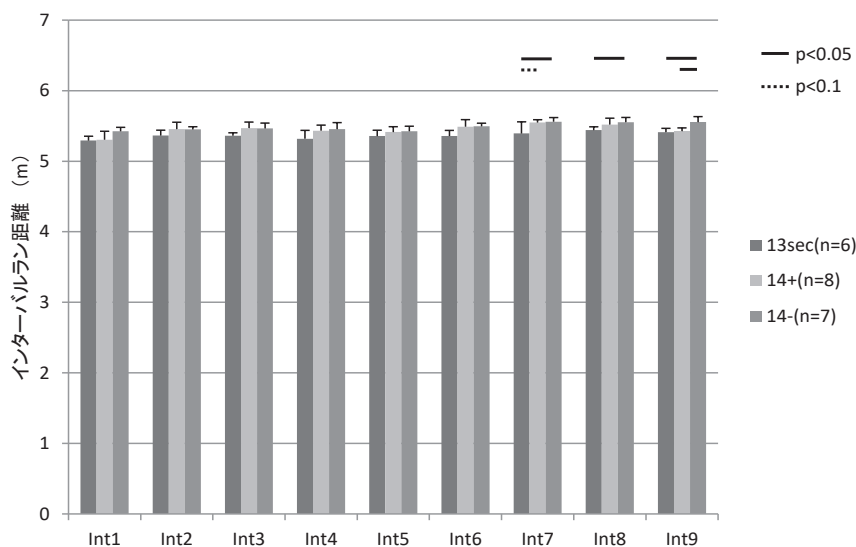


図5 インターバルラン距離の変化と群間比較

表9 各インターバルにおけるインターバルラン距離 (m)

	13 秒群 (n=6)	14 秒前半群 (n=8)	14 秒後半群 (n=7)
Int.1	5.29±0.10	5.30±0.18	5.42±0.19
Int.2	5.36±0.08	5.46±0.15	5.45±0.14
Int.3	5.36±0.15	5.47±0.09	5.46±0.09
Int.4	5.32±0.08	5.43±0.11	5.45±0.14
Int.5	5.36±0.09	5.41±0.12	5.43±0.13
Int.6	5.36±0.19	5.49±0.13	5.50±0.09
Int.7	5.39±0.19	5.55±0.08	5.56±0.06
Int.8	5.44±0.08	5.52±0.07	5.55±0.07
Int.9	5.41±0.08	5.43±0.11	5.55±0.06

4. 考察

4.1 ハードリング距離に影響する要因について

本研究では、対象者の身長とハードリング距離との間に有意な相関関係は見られなかった (表1)。これは、ハードリング距離が身長によって規定されないことを示している。それに対し、パフォーマンスタイムとハードリング距離の間には、特に中盤から後半にかけて有意な負の相関関係または相関傾向が認められた (表2)。このことから、パフォーマンスが高くなると、レース中盤から後半におけるハードリング距離が長くなる傾向があることが明らかとなった。

すべてのハードルにおける踏切側距離、着地側距離には、各群間に有意な差は認められなかった (図2, 3)。ダイソン (1972) は、「踏切位置が遠いことは、リード脚を引き上げる分の距離を確保するためには必要である」、「スピードが速いほど踏切距離が遠くないとリード脚が上がらない」と述べている。このことから踏切側距離は疾走速度の高い13秒群が最も長いことが予想された。しかし、3群間では有意差は認められなかったものの、14秒前半群が最も踏切側距離が長く、着地側距離が短い傾向にあった。McDonald and Dapena (1991) は、12秒台から13秒前半の選手における4台目の踏切側距離、着地側距離、ハードリング距離の平均はそれぞれ2.09±0.14m, 1.10±0.17m, 3.19±0.15mであったと報告している。本研究の対象者の中で最もパフォーマンスの高かった選手 (13秒67) の場合、4台目の踏切側距離、着地側距離、ハードリング距離はそれぞれ1.89m, 1.36m, 3.25mであった。これを比較してみると、ハードリング距離は同程度であるが、踏切側距離と着地側距離の割合が大きく異なり、相対的に着地側距離が長いことが分かる。踏切時の速度が高いほど踏切側距離が長く必要となり、ハードリング距離は長くなることが想像されるが、ハードリング距離の増大は同時にインターバルラン距離が短縮することにつながる。インターバルラン距離が短縮することで、インターバルランにおけるストライド長の短縮とそれに伴うピッチの向上が期待でき、結果として走速度が向上すると考えられる。しかし、極端なインターバルラン距離の短縮はストライド長の過度な制限につながり、逆に走速度が低下することが考えられる。そのため、踏切時の速度が高くなるほど着地にかけて

のリード脚の素早い振り下ろしによって着地側距離を短くし、インターバルラン距離を確保することが必要になってくると考えられる。McDonald and Dapenaの報告では、対象者の記録が12秒台から13秒前半であり、本研究の対象者よりもパフォーマンスが高かった。本研究で対象とした13秒後半までのパフォーマンスレベルでは、積極的なリード脚の振り下ろしにより着地側距離を短縮させるよりも、ハードリング距離を延長させることでインターバルラン距離を短縮させ、インターバルラン速度を高めることでパフォーマンスを改善させることができると考えられる。

4.2 レース後半に見られた群間の違い

パフォーマンス群とハードリング距離との間の交互作用に有意傾向が認められたことは、パフォーマンスの優劣によってハードリング距離の変化のパターンが異なる傾向にあることを示している。多重比較の結果、特に7台目以降で群間に有意差および有意傾向が見られた。インターバルラン距離については、第7～第9インターバルにおいて13秒群が他の2群に比べ有意に短かった(図4)。このことから、インターバルランにおいては他の2群よりストライドが短くなっていることが分かる。しかし、インターバルタイムは他の2群より短かった。よって、13秒群は他の2群よりもインターバルランにおけるストライド長を短くし、高いピッチでインターバルを疾走していたと考えられる。

また、13秒群と14秒前半群では、レース後半でハードリング距離が増大しており、第9、第10ハードルのハードリング距離は、13秒群が14秒後半群より有意に長かった。しかし、インターバルラン距離は、レース後半にかけても大きな変化は見られなかった。このハードリング距離の増大は、主に踏切側距離の増大によるものであると思われる。よって、レース後半のインターバルタイムの延長は、少なくともハードリングの所要時間が延長したことによって生じたと考えられる。また、インターバルラン距離が変化しないことでインターバルでのストライド長の変化が抑えられ、結果としてインターバルランでの速度低下を抑えていると考えられる。

14秒後半群では他の2群と異なり、レース後半でハードリング距離が短縮すると同時に、インターバルラン距離が延長していく傾向がみられた。また、レース後半での踏切側距離の変化は少ないが、着地側距離は徐々に短縮していた。よって、ハードリング距離の短縮は着地側距離の短縮によるものであると考えられる。またインターバルラン距離が長くなることでインターバルランでのストライドを伸長させる必要が生じ、ピッチの低下を招き、結果として疾走速度の低下が起きたと考えられる。そのため、踏切時の速度も低くなり、ハードリング距離が短縮する循環が生じたと考えられる。

5. まとめ

本研究の目的は、女子100mハードル走の国内トップレベルの学生選手に関して、競技会における速度変化と各ハードルのハードリング距離やインターバルラン距離の関係を検討することであった。本研究の結果は、以下のとおり要約できる。

1. 各ハードルにおけるハードリング距離と競技者の身長との間には相関が認められなかった。

2. 踏切側距離, 着地側距離には, 全てのハードルにおいて各群間に有意な差は認められなかった。また, インターバルタイムと各距離項目の間においても有意な関係は認められなかった。
3. ハードリング距離とレースタイムとの間には, レース後半に有意な相関関係が認められる傾向にあった。また, レース後半において, 13秒群と14秒前半群はハードリング距離が増大していたが, 14秒後半群では短縮していた。このとき, インターバルラン距離は13秒群と14秒前半群では大きな変化が見られないが, 14秒後半群では延長していく傾向が見られた。13秒台のパフォーマンスを持つ選手は, レース後半にかけてハードリング距離を延長させ, インターバルラン距離を延長させない事でストライド長の増加を抑え, 疾走速度の低下を防いでいると考えられる。

謝 辞

本論文の執筆にあたり, 宮下憲氏(筑波大学名誉教授)には多大なるご助言を頂きました。また, 金子紗織氏, 神田亮氏(香川大学)にはデータ収集にご協力いただきました。心より感謝申し上げます。

引用文献

- ダイソン: 金原勇, 洪川侃二, 古藤高良共訳(1972) 陸上競技の力学, 大修館: 東京
- Hucklekemkes, J. (1990) Model technique analysis sheets for the hurdles PART VI: The Women's 100 metres Hurdles. *New Studies in Athletics*, 4, 33-58.
- 川上小百合・宮下憲・志賀充・谷川聡(2004) 女子100mハードル走のモデルタッチダウンタイムに関する研究, 陸上競技紀要, 17, 3-11.
- McDonald, C. and Depena, J. (1991): Linear kinematics of the men's 110-m and women's 100-m hurdles races. *Medicine and Science in sports and Exercise* 23(12): 1382-1391.
- McFarlane, B. (1976) Correct high hurdle technique. *Track Technique*. 63: 2014-2016.
- 宮下憲(1988) 陸上競技指導教本. 財団法人日本陸上競技連盟編, 大修館: 東京, pp.57-64.
- 宮下憲(1991) 最新陸上競技入門シリーズ4「ハードル」ベースボールマガジン社: 東京.
- 宮下憲(1993) 110mハードルレースに於けるモデルタッチダウンタイムに関する研究, 陸上競技研究14: 10-20.
- 宮下憲(1999) 110mハードル走でのモデルタッチダウンの利用, 陸上競技を哲学する, 道徳書院: pp.32-41.
- 宮丸凱史(1976) ハードル競争. 金原勇編著「陸上競技のコーチング1」. 大修館: 東京, pp.299-381.
- 森田正利・伊藤章・沼沢秀雄・小木曾一之・安井年文(1994) スプリントハードル(110m・100m)および男女400mHのレース分析. 佐々木秀幸ほか監修 日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編「世界一流競技者の技術」ベースボールマガジン社: 東京, pp.66-87.
- 杉本和那美・遠藤俊典・加藤彰浩・安井年文(2013) 女子100mハードル走における疾走速度とハードリング距離との関係. 陸上競技研究, 94(3), 28-37.
- Susanka, p., Miskos, G., Millerova, V., Dostal, E., Barac, F. (1988): Time analysis of the sprint hurdle events at II World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics* 2(3): 51-74.

The relationship between race performance and hurdling distances in women's 100m hurdle race.

Kazumasa TAKAHASHI*

* Department of Elementary Education, Ibaraki Christian University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between performance time and hurdling distances in the women's 100m-hurdle race. Twenty-one athletes' races in the national and regional collegiate-championship game were collected. All hurdle-clearance movements were recorded by using 10 digital video cameras that set on the side of each 10 hurdles. Take-off distance (TO) and touchdown distance (TD) were defined as the distance between each toes of take-off leg and touchdown leg and hurdle, respectively. Hurdling distance (HD) is calculated using the sum of TO and TD. And interval-run distance (IR) is calculated by subtract TD and TO from interval distance (8.50m). Athletes were grouped by performance time to 13s (under 13.99s), early 14s (14.00-14.49s) and late 14s (over 14.50s).

The results were as follows:

- 1) There is no significant correlation between HD and subjects' height.
- 2) No significant differences were observed in TO and TD between groups, but HD were correlated with performance time.
- 3) In 13s and early 14s, HD became longer and interval-run distance changed little at after 8th hurdle, but in late 14s HD became shorter and IR became longer in the same phase.

These results suggest that HD is independent with body size and it changes with athlete's performance. It is indicated that 13s athlete shorten interval-run distance by extending HD to maintain stride length suitable, and consequently they keep high running speed at the late of the race.

Keywords; hurdling distance, interval-run distance