

110mH レースにおけるモデルタッチダウンタイムの再検討： 13.71s—14.59s の競技者を対象として

宮代賢治*・山元康平***・内藤 景**・
谷川 聡****・西嶋尚彦****

The Revisional Study of Model Touchdown Time in the 110 metres Hurdle Race: for the Hurdlers with the Record in the Range of 13.71s to 14.59s

MIYASHIRO Kenji*, YAMAMOTO Kohei***, NAITO Hikari**,
TANIGAWA Satoru**** and NISHIJIMA Takahiko****

Abstract

The purpose of this study was to analyze the 110 metres hurdle races of hurdlers with the record in the range of 13.71s to 14.59s, and to restudy the model touchdown time in the 110 metres hurdle race. Seventy-five male hurdlers were recorded with two or three high speed video cameras at a sampling rate of 299.7 Hz during whole course of the race. Ten touchdown times from 1st hurdle to 10th hurdle were calculated using video images. Touchdown time was defined as the time from start to the touchdown after each hurdle. 110 metres hurdle race record was assigned to the independent variable and each touchdown time was assigned to the dependent variables, and then simple linear analyses were conducted ten times. The main results were shown as follows:

1. 110 metres hurdle race record was significantly correlated with each touchdown time ($r = .680— .989$, $p < .05$) and linear regression formulas were significantly given, respectively.
2. Average of standard errors of the estimate in ten linear regression formulas was .043s (ranging from .035s and .051s). This value is lower, and therefore accuracy of prediction in each linear regression formula was partly higher than those of previous study.

It is concluded that more effective regression formulas were made in this study than previous studies to calculate the model touchdown time for 110 metres hurdlers with the record in the range of 13.71s to 14.59s.

Key words: sprint hurdles, approach, race analysis

* 筑波大学・人間総合科学研究科博士後期課程体育科学専攻
Graduate School of Comprehensive Human Sciences Doctoral Program in Physical Education, Health and sport Sciences,
University of tsukuba

** 筑波大学・人間総合科学研究科博士後期課程コーチング学専攻
Graduate School of Comprehensive Human Sciences Doctoral Program in Coaching Science, University of tsukuba

*** 筑波大学・人間総合科学研究科博士前期課程体育学専攻 研究生
Research students, Graduate School of Comprehensive Human Sciences Master's program in Health and Sport Sciences,
University of tsukuba

**** 筑波大学体育系
Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

1. 緒言

陸上競技の110mハードル走(以下、「110mH」とする)では、ハードル間距離が規則的であるという種目特性のため、レースにおけるハードルの着地瞬間を捉えた10回のタッチダウンタイムから、アプローチタイム(スタート瞬間から第1ハードルの着地瞬間まで)、9つの区間タイム(各ハードル間)、ランインタイム(第10ハードルの着地瞬間からゴール瞬間まで)が計測されている。これらのタイムは、競技会やトレーニングの場面において頻繁に計測され、レース分析や技術、戦術、およびトレーニングを考える際に有効活用されている^{8,9,11,12,16}。

宮下⁹は、110mHレースの競技記録(以下、「記録」とする)が12s—16s台の総計152例の全てのハードルにおけるタッチダウンタイムデータからモデルタッチダウンタイムを求める一次回帰式を作成し、モデルタッチダウンタイムより求められるモデル区間タイム等と併せて、記録に対応したモデルタイムを明らかにしている^{9,11,12}。それまでの先行研究¹⁵では、第5ハードルから第7ハードルまでの回帰式が発表されていなかったが、全てのハードルについて検討した宮下⁹の回帰式を利用することで、個々の競技者は自己のタッチダウンタイムや区間タイム等を、それらのモデルタイムと比較することができ、自己のレースの特徴が評価できるようになった¹¹。また、トレーニングにおけるタイムから110mHの記録を推定できるようになった^{11,12}。さらに、目標とする記録を回帰式に代入することで、そのモデルタッチダウンタイムやモデル区間タイム等が示され、その後のトレーニング目標やトレーニング課題をより明確にすることができるようになった^{11,12}。このように、モデルタッチダウンタイムはコーチングやトレーニングで活用できるので、コーチや競技者にとって利用価値は高く¹²、有益な情報をもたらすといえる。

宮下⁹は、記録が12s—16s台という広い範囲のデータから作成した回帰式と競技レベル階層別(12s—13s台、14s台、15s台、16s台)のデータから作成した回帰式を示しており、タッチダウンタイムから区間タイムやスピード変化などの傾向を見る場合には、競技レベル階層別のデータから作成した回帰式を利用することを勧めている。しかし、この研究⁹における各競技レベル階層別の回帰式は、対象者数が少ない中で作成されており、改良する余地を残していた⁹。中でも、記録が14s台の回帰式については、19例という特に少ないデータから作成されたものであり、そのうち14s台前半のデータは3例のみであった。最近3年間(2009年—2011年)

の男子110mH日本ランキングの傾向を見ると、毎年70人—100人程度の日本人競技者が、13s台後半—14s台前半を記録している^{4,6}。これらのことは、宮下⁹が示した競技レベル階層別の回帰式から、競技レベルの高い日本人競技者や同程度の競技レベルを有する外国人競技者に対して、良好なモデルタッチダウンタイムが得られていない可能性を示唆している。したがって、そのような競技レベルを有する多数の競技者を対象として、モデルタッチダウンタイムを再検討する必要があると考えられる。しかし現在のところ、モデルタッチダウンタイムの再検討を試みた研究は見当たらない。

また宮下⁹の研究において、タッチダウンタイムデータに対応する記録の一部(73例)は、電気計時の普及していない1976年—1977年の競技会で測定されており、手動計時による記録^{13,14}を電気計時相当に補正したものであった。その上、分析に用いたタッチダウンタイムデータの多くが、ハイスピードカメラではなく標準的なカメラによる映像から得られたものであった。これらはタッチダウンタイムの誤差を大きくする要因であり、モデルタッチダウンタイムの値に影響を及ぼした可能性があるとして推測された。宮下¹⁰は、研究対象としてのタッチダウンタイムの測定には、可能な限りハイスピードカメラを使用することを推奨している。一方、今日では電気計時が一般に普及しているため、記録測定時の誤差は小さいものと考えられる。したがって、ハイスピードカメラを使用することが、モデルタッチダウンタイムを再検討する上で必要である。

そこで本研究では、記録が13.71s—14.59sの競技者を対象に110mHレースを分析し、モデルタッチダウンタイムを再検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 対象者

本研究の対象者は、公認競技会における男子110mHレースに出場した競技者75名(年齢22.4±3.5歳)であった。表1に、分析した110mHレース記録の基本情報を示した。本研究では、撮影した110mHレースの中で決勝レースの撮影対象者は最大努力で走破した者と仮定し、分析対象とした。また、予選・準決勝レースの撮影対象者のうち、次ラウンド(撮影対象外)への着順進出条件を最も遅い着順で満たして進出した者(例:着順通過条件が2着の場合、2着通過者のみ、着順通過条件が3着の場合、3着通過者のみ)、プラス条件で進出した者、そして落選した者を最大努力で走破した者と仮定し、分析対象とした。上記以外で次ラウンドへ進出

表1 分析した110mH レース記録の基本情報

記録の範囲 (s)	n	記録 (s)		
		平均値 ± 標準偏差	最小値	最大値
13.70—13.99	23	13.83 ± .10	13.71	13.99
14.00—14.29	25	14.17 ± .08	14.01	14.29
14.30—14.59	27	14.47 ± .08	14.30	14.59
全体	75	14.17 ± .28	13.71	14.59

した撮影対象者のうち、次ラウンド（撮影対象外）において記録が1%（約0.14s）未満で向上した者、もしくは悪かった者は、撮影対象レース（予選もしくは準決勝）において最大努力で走破した者と仮定し、分析対象とした。一方、予選・準決勝レースの撮影対象者のうち、次ラウンド（撮影対象外）において1%以上で記録を向上させた者や、得られたレース映像より明らかに最大努力で走破していないと目視で確認された者は、撮影対象レースにおいて最大努力で走破していない者と判断し、分析対象から除外した。

2.2 110mH レースの撮影

公認競技会における男子110mH レースを、2台（もしくは3台）のハイスピードカメラ（CASIO 社製 EXILIM EX-F1、フレームレート299.7fps、露出時間1/500—1/2000s）を用いて、レースの大よそ40m 地点および70m 地点（3台の場合は、100m 地点を追加）の側方（観客席）から、対象者における10回のハードル着地瞬間が判定できるようにカメラを調整した後、パンニング撮影した。2台（もしくは3台）のカメラのうち、スタートから最も離れた地点のカメラ（露出時間1/500s）は、スターターピストルからの閃光もしくは雷管煙をスタート瞬間として映した後、対象者をパンニング撮影した。

2.3 タッチダウンタイムの算出方法

レースのスタート瞬間から、第1ハードルを跳び越えて着地する瞬間までのタイムを第1ハードルのタッチダウンタイム（アプローチタイム）、スタート瞬間から第2ハードルを跳び越えて着地する瞬間までのタイムを第2ハードルのタッチダウンタイムとし、以下同様に第10ハードルまで算出した。各タッチダウンタイムは、撮影映像において分析対象者が各ハードルを跳び越えてリード脚が着地する瞬間のフレームを目視で判定し、そのフレーム番号とスタート瞬間のフレーム番号との差を、フレームレート（299.7fps）で除した値とした。なお、2台

以上のハイスピードカメラを用いて撮影したため、予めすべてのカメラの映像における同一のハードル着地瞬間を同時刻として、各カメラの映像を同期した。

2.4 統計処理

Kolmogorov-Smirnov 検定を用いて、記録およびタッチダウンタイムデータが正規分布していることを、予め確認した（ $p=.39-.90$ ）。

宮下⁹⁾と同様に、記録を独立変数、各タッチダウンタイムを従属変数とする単回帰分析を行い、モデルタッチダウンタイムを算出した。

得られた10本の回帰式における推定値の標準誤差の平均値を、宮下⁹⁾の全対象者（12s—16s台）および競技レベル階層別（12s—13s台、14s台）のデータから作成された回帰式における推定値の標準誤差の平均値と比較するため、t検定を行い、等分散性が保証されなかった場合には、Welch 検定を行った。

有意性は危険率5%未満で判定した。

3. 結果および考察

3.1 モデルタッチダウンタイムを求める回帰式の傾向

本研究の目的は、記録が13.71s—14.59sの競技者を対象に110mH レースを分析し、モデルタッチダウンタイムを再検討することであった。記録とすべてのタッチダウンタイムとの間に有意な正の相関関係が認められ、10本の有意な回帰式が得られた（表2、図1）。第1ハードルから第10ハードルにかけて、記録とタッチダウンタイムとの間の相関係数は漸増していた（表2）。これらの結果は、宮下⁹⁾とほぼ同様の傾向を示した。相関係数については、本研究の値（ $r=.680-.989$ ）が、宮下⁹⁾の全対象者（12s—16s台）から作成された回帰式における値（ $r=.890-.995$ ）と比較して、幾分低かった。宮下⁹⁾は、競技レベル階層別の回帰式を作成した時の相関係数は、全対象者での相関係数と比較して、低い値であったことを報告している。特に、12s—13s台では

表2 モデルタッチダウンタイムを求める回帰式

ハードル	モデルタッチダウンタイムの式	SEE	r
第1	$Y_1 = .116 X + 1.039$	.035	.680 *
第2	$Y_2 = .178 X + 1.274$	.037	.802 *
第3	$Y_3 = .255 X + 1.272$	.041	.865 *
第4	$Y_4 = .336 X + 1.229$	.045	.901 *
第5	$Y_5 = .427 X + 1.037$	.048	.926 *
第6	$Y_6 = .512 X + .924$	.051	.942 *
第7	$Y_7 = .610 X + .651$	.049	.960 *
第8	$Y_8 = .707 X + .395$	.048	.971 *
第9	$Y_9 = .802 X + .180$	.044	.981 *
第10	$Y_{10} = .896 X - .012$	.037	.989 *

X: 記録 (適用範囲: 13.71s—14.59s), SEE: 推定値の標準誤差,

r: 相関係数, *: $p < 0.05$

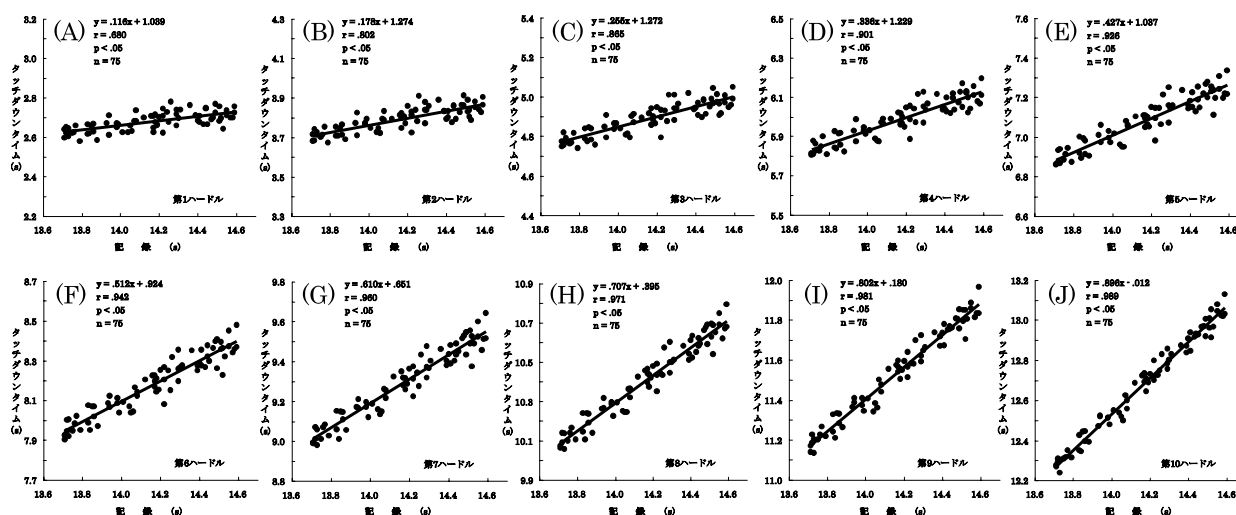


図1 110mH レースにおける記録と第1ハードルから第10ハードルのタッチダウンタイム(A)～(J)との関係

$r = .467 - .981$ 、14s台では $r = .748 - .933$ の範囲であり、14s台の第1ハードルでの値($r = .748$)を除いて、本研究の値が比較的高かった。相関係数は、分析対象の2変数の範囲や対象者数が変わると、大きく変化することがある¹⁾。これらのことから、分析対象の記録範囲や対象者数が先行研究⁹⁾と異なっていたことが、本研究において幾分異なる相関係数が算出された要因であると考えられる。

3.2 推定値の標準誤差

得られた10本の回帰式における推定値の標準誤差は、第1ハードルから第6ハードルまで漸増した後、第10ハードルまで漸減しており(表2)、その

平均値は.043s(範囲:.035s—.051s)であった。宮下⁹⁾の全対象者(12s—16s台)のデータから作成された回帰式における全対象者の推定値の標準誤差は、第1ハードルから第6ハードルまで漸増した後、第10ハードルまで.090s付近で安定しており、その平均値は.082s(範囲:.055—.093)であった。2つの平均値を統計的に比較した結果、本研究の値が有意に低かった($p < .05$)。同じ回帰式における12s—13s台のみの推定値の標準誤差は、本研究と同様に、第1ハードルから第6ハードルまで漸増した後、第10ハードルまで漸減しており、その平均値(.056、範囲:.046—.062)は、本研究の値と比較して、有意に高かった($p < .05$)。また、14s台のみの推定値

の標準誤差は、第6ハードルまで本研究とほぼ同様の値および出現傾向を示していたが、第8ハードルまで漸増したのち安定しており、その平均値（.056、範囲：.035—0.081）は、本研究の値と比較して高いものの、有意ではなかった（n.s.）。これらの結果を考慮すると、本研究で得られた回帰式の精度は比較的高く、良好なモデルタッチダウンタイムを得ることができると考えられる。

宮下⁹⁾は、分析対象者数が少ないという問題があるものの、競技レベル階層別（12s—13s台、14s台、15s台、16s台）に回帰式を作成し、同様に推定値の標準誤差の平均値を、それぞれ算出している。その結果、値は、記録が12s—13s台の回帰式で.054（範囲：.041—0.061）であり、本研究の値と比較して、有意に高かった（ $p<.05$ ）。14s台の回帰式では.055（範囲：.031—0.077）であり、本研究の値と比較して高いものの、有意ではなかった（n.s.）。また宮下⁹⁾の12s—13s台の回帰式では、推定値の標準誤差の出現傾向が、本研究と同様に第1ハードルから第6ハードルまで漸増した後、第10ハードルまで漸減していた。14s台の回帰式においては、第6ハードルまで本研究とほぼ同様の値および出現傾向を示していたが、第8ハードルまで漸増したのち安定していた。これらの結果から、本研究で得られた回帰式の精度が、宮下⁹⁾の競技レベル階層別の回帰式のものと比較して高く、良好なモデルタッチダウンタイムを得ることができると考えられる。

宮下^{9,11,12)}は、回帰式の精度の指標である推定値の標準誤差は、競技者の習熟度を反映していると述べている。宮下⁹⁾の14s台の回帰式は、分析対象者数が少なく（19例）、大部分（16例）が14s台後半のデータである中で作成されたことから、その推定

値の標準誤差が14s台全体の習熟度を反映するには不十分である一方、14s台後半の習熟度をある程度反映していると考えられる。したがって、13.71s—14.59sである本研究の競技者は、宮下⁹⁾の14s台の競技者よりも技能レベルの高い競技者であると同時に、比較的世界一流競技者の技能レベルに近い水準に達していると考えられる。

3.3 モデルタッチダウンタイム

表3には、得られた回帰式に、記録範囲内の両端である13.71sと14.59s、および中央の値である14.15sを代入して求めたモデルタッチダウンタイムを示した。また、（ ）内と[]内の数字は、それぞれ宮下⁹⁾の全対象者（12s—16s台）のデータによる回帰式と、競技レベル階層別（12s—13s台、14s台）のデータによる回帰式から算出されたモデルタッチダウンタイムとの差を示している。記録が低下し且つレース後半になるほど、宮下⁹⁾のモデルタッチダウンタイムとの差が大きくなる傾向を示した（表3）。宮下⁹⁾の対象者数（特に14s台前半）が少ないことが、回帰式の傾きや切片の値を変化させ、このような差が生じた主要因であると考えられる。また、宮下⁹⁾が扱った対象者の一部（73例）の記録が、手動計時によるものに0.24s³⁾を加えたものであったことや、タッチダウンタイムデータの多くが標準的なカメラによる映像から算出されたものであったことも要因であると推察された。

本研究では、記録範囲が13.71s—14.59sである比較的多数の競技者を対象としていること、分析対象の記録がすべて電気計時により測定されたものであること、および個々のタッチダウンタイムデータがハイスピードカメラによる映像から算出されたもの

表3 モデルタッチダウンタイムおよびその先行研究⁹⁾との差

記録 (s)	モデルタッチダウンタイム (s)									
	第1H	第2H	第3H	第4H	第5H	第6H	第7H	第8H	第9H	第10H
13.71	2.627	3.711	4.774	5.832	6.887	7.948	9.013	10.087	11.173	12.274
	(+.011)	(+.018)	(+.020)	(+.033)	(+.029)	(+.035)	(+.045)	(+.044)	(+.035)	(+.031)
	[+.009]	[+.019]	[+.023]	[+.033]	[+.039]	[+.037]	[+.043]	[+.036]	[+.033]	[+.025]
14.15	2.678	3.790	4.886	5.979	7.075	8.173	9.281	10.398	11.526	12.668
	(+.021)	(+.027)	(+.031)	(+.045)	(+.047)	(+.054)	(+.070)	(+.076)	(+.071)	(+.072)
	[+.040]	[+.022]	[+.032]	[+.039]	[+.050]	[+.048]	[+.041]	[+.030]	[+.034]	[+.032]
14.59	2.729	3.868	4.998	6.127	7.262	8.399	9.550	10.709	11.879	13.063
	(+.032)	(+.037)	(+.043)	(+.058)	(+.065)	(+.074)	(+.096)	(+.109)	(+.108)	(+.112)
	[+.031]	[+.026]	[+.042]	[+.055]	[+.073]	[+.081]	[+.088]	[+.089]	[+.104]	[+.100]

※H: ハードル

※()内の数字は、宮下⁹⁾の全対象者（12s—16s台）のデータによる回帰式から算出されたモデルタッチダウンタイムとの差を表している

※[]内の数字は、宮下⁹⁾の競技レベル階層別（12s—13s台、14s台）のデータによる回帰式から算出されたモデルタッチダウンタイムとの差を表している

であることから、この範囲の記録に対応した誤差の小さいタッチダウンタイムが測定され、比較的良好なモデルタッチダウンタイムが得られたと考えられる。

3.4 モデルアプローチタイム、モデル区間タイム、モデル平均区間タイム、およびモデルランインタイム

表4には、モデルタッチダウンタイムから求められたモデルアプローチタイム、モデル区間タイム、モデル平均区間タイム、およびモデルランインタイムを、同様に13.71s、14.15s、14.59sの記録で示した。宮下⁹⁾は、タッチダウンタイムから算出するこれらモデルタイムの傾向を見る場合には、競技レベル階層別の回帰式を利用することを推奨している。このことから、表4には、[]内の数字として、宮下⁹⁾の12s—13s台もしくは14s台のデータによる回帰式から算出された各モデルタイムとの差を示した。本研究と宮下⁹⁾の各タイム差を見ると、14.15sおよび14.59sの記録では、モデルアプローチタイムと

モデルランインタイムで差が大きかった。特に、モデルランインタイムでは最も遅い14.59sにおいて、.100sの差が生じた(表4)。モデルタッチダウンタイムの項でも述べたように、宮下⁹⁾の分析対象者数(特に14s台前半)が少ないことが回帰式の傾きや切片の値を変化させ、このような差が生じた主要因であると考えられる。

モデルタッチダウンタイムと同様に、本研究の回帰式から、比較的良好なモデルアプローチタイム、モデル区間タイム、モデル平均区間タイム、およびモデルランインタイムが得られたと考えられる。

3.5 記録と区間スピードとの関係、レース中のモデル区間スピードおよびモデル%区間スピードの変化

図2には、記録と各ハードル間(計9区間)のスピードとの関係を示した。対象者における各区間のスピードは、ハードル間距離(9.14m)を区間タイムで除した値であった。また、区間タイムはタッチダウンタイムとその1つ前のタッチダウンタイムと

表4 モデルアプローチタイム、モデル区間タイム、モデル平均区間タイム、モデルランインタイム、およびそれらの先行研究⁹⁾との差

記録 (s)	モデル Apr.(s)	モデル区間タイム (s)										モデル R _{in} (s)
		第1	第2	第3	第4	第5	第6	第7	第8	第9	平均	
13.71	2.627	1.084	1.062	1.058	1.055	1.061	1.065	1.074	1.086	1.101	1.072	1.436
	[+.009]	[+.010]	[+.004]	[+.011]	[+.006]	[-.002]	[+.006]	[-.006]	[-.003]	[-.008]	[+.002]	[-.025]
14.15	2.678	1.111	1.096	1.093	1.095	1.099	1.108	1.117	1.128	1.142	1.110	1.482
	[+.040]	[-.018]	[+.010]	[+.006]	[+.012]	[-.003]	[-.007]	[-.011]	[+.004]	[-.002]	[-.001]	[-.032]
14.59	2.729	1.139	1.131	1.129	1.136	1.136	1.151	1.160	1.170	1.184	1.148	1.527
	[+.031]	[-.005]	[+.016]	[+.013]	[+.018]	[+.008]	[+.007]	[+.000]	[+.016]	[-.004]	[+.008]	[-.100]

Apr.: アプローチタイム, R_{in}: ランインタイム

※[]内の数字は、宮下⁹⁾の競技レベル階層別(12s—13s台, 14s台)のデータによる回帰式から算出された各モデルタイムとの差を表している

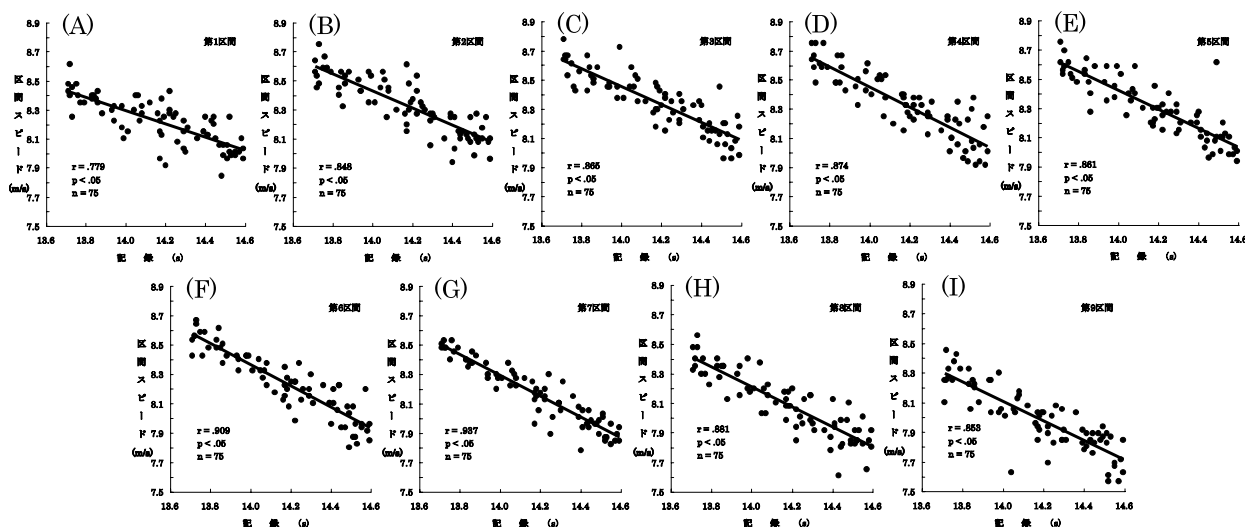


図2 110mH レースにおける記録と第1区間から第9区間のスピード(A)～(I)との関係

の差であった。記録は、各区間のスピードとの間に有意な相関関係を示した（図2）。この時、相関係数は、第1区間から第7区間にかけて漸増した後、第9区間まで漸減した（図2）。110mH レースの第1ハードルの着地から第10ハードルの着地までは、疾走リズムの形成と維持、インターバル（区間）単位での加速、最大速度、速度維持が主な技術的目標である⁸⁾。レース序盤は加速しながら疾走リズムを形成する段階にあることや、レース終盤は疲労により減速しながら疾走リズムを乱す段階であることから、両局面はレース中盤と比較して、スピードの変化が大きく技術的難易度の高い局面であるだろう。そのため、レース序盤の区間やレース終盤の区間で相関係数が低くなり、その結果として、レース中に相関係数が漸増した後、漸減したという変化がみられたと考えられる。

本研究では、ハードル間距離（9.14m）をモデル区間タイムで除した値を、モデル区間スピードとして算出した。また、モデル区間スピードの最高値をモデル最高区間スピードとし、各モデル区間スピードをモデル最高区間スピードで除した値に100を掛けたものをモデル%区間スピードとして、9区間分を算出した。

図3には、記録が13.71s、14.15s、および14.59sにおける110mH レース中のモデル区間スピードの変化を示し、その様相を確認した。競技レベルが高いほど高いスピードで推移しており、各記録でほぼ同様の傾向でスピードが変化していたといえる。宮下⁹⁾の回帰式から算出したモデル区間スピードの変化と比較すると（図4）、本研究の回帰式から算出したモデル区間スピードの変化が、明らかに滑らかであった。モデル区間スピードの変化からみて、本研究で作成された回帰式は、比較的有効なものであると考えられる。

図5には、記録が13.71s、14.15s、および14.59sにおける110mH レース中のモデル%区間スピードの変化を示した。各記録におけるモデル%区間スピードの変化を見ると、競技レベルが低いほど、第1区間からモデル最高区間スピードに近いスピードで推移しており、早い段階でモデル最高区間スピードに到達した後、低下していた。反対に、競技レベルが高いほど長い距離にわたり加速しており、結果としてスピードが比較的維持される傾向にあった。この結果は、先行研究¹²⁾とほぼ一致しており、競技レベルによりレースパターンが異なる傾向にあることが示された。回帰式からは、13.95s未済の上位記録では第4区間で、13.95s以上の下位記録では第3区間でモデル最高区間スピードに到達していることが明らかになった。110mHのスピード曲線⁸⁾は、ランイン局面を除くと100m走（以下、「100m」とする）のスピード曲線⁷⁾にある程度類似している。

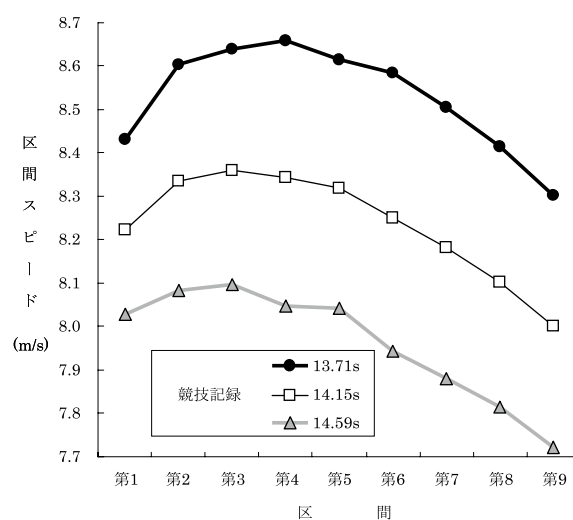


図3 モデルタッチダウンタイムから求めた110mH レース中のモデル区間スピードの変化

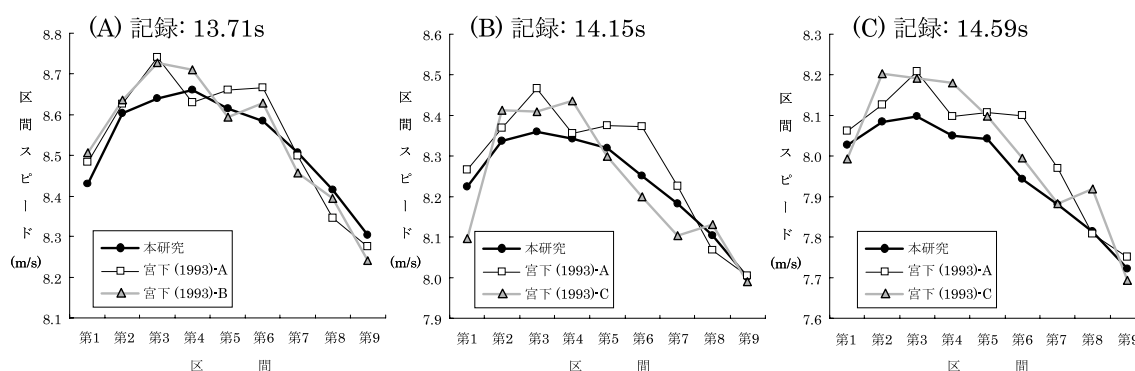


図4 各モデルタッチダウンタイムから求めた110mH レース中のモデル区間スピードの変化
<記録(A)13.71s,(B)14.15s,(C)14.59s>

※1 宮下(1993)-A: 記録が12s—16s台のデータによる回帰式のモデルタッチダウンタイムから算出

※2 宮下(1993)-B: 記録が12s—13s台のデータによる回帰式のモデルタッチダウンタイムから算出

※3 宮下(1993)-C: 記録が14s台のデータによる回帰式のモデルタッチダウンタイムから算出

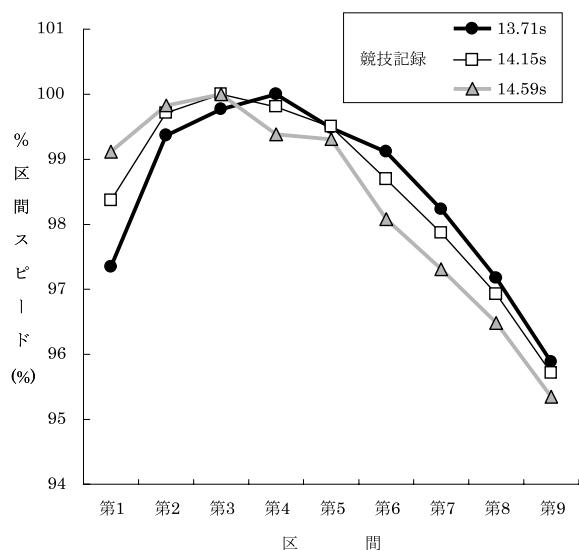


図5 モデルタッチダウンタイムから求めた110mHレース中のモデル%区間スピードの変化

100mにおいても記録が良いほど最高疾走スピードが高く、それに到達するまでの距離が長い傾向にあり⁷⁾、本研究の110mHとはほぼ同様の結果を示した。110mHではハードルを跳び越えながら高いスピードを発揮することが重要であるので、100mで求められる走動作とは異なるもの¹⁶⁾、高いスプリント能力が要求される。宮下⁸⁾は「ハードラーも一流スプリンターでなければならない」と述べており、本研究においても競技レベルの高い競技者ほどスプリント能力に優れている傾向にあることが推測された。したがって、上位記録と下位記録との間で、最高区間スピードを示した区間が異なった要因の1つとして、スプリント能力の差があげられるだろう。

3.6 研究の限界

本研究から、110mHレースにおけるモデルタッチダウンタイムを求める有効な回帰式が得られた。記録が13.71s—14.59sの範囲であること、という制約条件の範囲内であれば、それらの回帰式を利用して良好なモデルタッチダウンタイムを求めることが可能である。

4. 結 論

本研究の目的は、記録が13.71s—14.59sの競技者を対象に110mHレースを分析し、モデルタッチダウンタイムを再検討することであった。その結果、110mHレースの記録が13.71s—14.59sの範囲にある競技者のためのモデルタッチダウンタイムを求める有効な回帰式を得た。

5. 今後の課題

今後は、本研究の記録範囲外のデータを収集し、同様にモデルタッチダウンタイムを再検討することが課題である。一方、タッチダウンタイムはレース全体の流れや最高スピード等のスピードを評価するにとどまり、1インターバルの中で生じる現象がどのようなものであるかを把握することはできない²⁾。新たな課題として、タッチダウンタイムだけでなく、その構成要因であるハードリングタイムやインターバルランタイムを分析し、競技者への課題がより明確になるようにそれらのモデルについても検討する必要がある。また、このようなレース分析を、ハードリング動作や体力、さらには形態といった下位領域の項目と関連づけて検討することで、これらの特性に応じてより明確なレースパフォーマンス内容のモデルを提示できることが期待され、コーチングやトレーニングで活用できる知見を提供することが可能になるだろう。

6. 謝辞

本研究データの一部は、財団法人上月スポーツ・教育財団の第6回スポーツ研究助成事業の援助により得られました。ここに、感謝の意を表します。

文 献

- 1) 出村慎一 (2007)：健康・スポーツ科学のための研究方法—研究計画の立て方とデータ処理方法—。杏林書院、東京、219-221。
- 2) 一川大輔・安井年文・谷川 聡・流郷吐夢・上野祐紀子 (2004)：110mハードル走における競技的相違についての事例的研究。陸上競技研究 59: 27-36。
- 3) 川田清八 (1995)：競技運営の変遷。(編)日本陸上競技連盟七十年史編集委員会「日本陸上競技連盟七十年史」、ベースボール・マガジン社、東京、554-557。
- 4) 菊池仁志・向永拓史・吉見淳司 (2012)：2011年日本100傑 男子110mH。陸上競技マガジン 62 (8)：14-15。
- 5) 牧島香苗・菊池仁志・高野直樹 (2010)：2009年 日本100傑&パフォーマンス50傑/男子110mH。陸上競技マガジン 60 (8)：61-62。
- 6) 牧島香苗・菊池仁志・轡田哲朗 (2011)：2010年 年代別100傑/男子110mH。陸上競技マガジン 61 (8)：82。
- 7) 松村浩貴 (1999)：100m走のレースパターンおよび疾走動作の分析。神戸商科大学 人文論集 34 (3・4)：485-496。

- 8) 宮下 憲 (1991)：ハードル、ベースボール・マガジン社、東京、38、56、58-62.
- 9) 宮下 憲 (1993a)：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.
- 10) 宮下 憲 (1993b)：110mH におけるモデルタッチダウンタイムについて. 陸上競技マガジン 43 (6)：202-205.
- 11) 宮下 憲 (1999)：110mH 走でのモデルタッチダウンタイムの利用. (編) 関岡康雄「陸上競技を科学する」、道和書院、東京、32-41.
- 12) 宮下 憲 (2012)：110m ハードル走におけるモデルタッチダウンタイムについて. スプリント & ハードル. (編)宮下 憲「スプリント & ハードル」、株式会社陸上競技社、東京、109-112.
- 13) 大山康彦 (1978)：110mHurdle における動きが疾走速度に及ぼす影響について. 筑波大学大学院体育研究科修士論文、141-146.
- 14) 大山康彦・関岡康雄・宮下 憲・柄純忠 (1979)：ハイハードルに関する研究—110m ハイハードル走における速度推移に関して—. 茨城キリスト教大学紀要 13: 25-31.
- 15) Susanka, P. (1990): Presentation of biomechanical knowledge of hurdle running. *Technique in Athletics 1 The First International Conference, I.A.F.*, 49-62.
- 16) 谷川 聡 (2012)：ハードル、ベースボール・マガジン社、東京.