

女子ハードル選手記録向上のためのバイオメカニクス的研究 (2)

A Biomechanical Study for Improving Performance in Women's 100m Hurdle (Part 2)

大村 一光
Ikko Omura

鹿児島女子短期大学

本研究では、2022年に鹿児島県新記録を大幅に更新した女子ハードル選手の過去4年間におけるレース分析やハードリング動作など日本トップ選手との比較検討を行い、トレーニングの検証を行うとともに、今後さらなる記録の向上へ向けての課題などについて明らかにしていくことを目的とした。その結果、1) 2022年に13.22をマークしたレースでは、ハードル間の疾走速度は、過去4年間の各レース時のハードル間疾走速度をほとんどの区間で上回っていたものの、日本トップ3選手のデータと比較するとやや劣る傾向にあった。2) 最高疾走速度を基準とした各区間のスピード増減率をみると、特に8台目以降のスピード減少率が大きく、日本トップ3選手と大きく異なっていた。3) スピード減少が増加し始める7台目のハードル動作をみると日本トップ3選手と比較して、ハードルクリアのための踏切位置が遠く、ハードルクリア後の着地位置がハードルに近いなど違いがみられた。このような違いがレース後半でのスピードを維持する上で課題となることが推察された。

Keywords : women's 100m hurdle, sprint velocity, rate of increase or decrease of speed

キーワード : 女子100m ハードル, 疾走速度, スピード増減率

1. はじめに

日本国内の陸上競技における近年の記録の向上はめざましいものがあり、昨年の東京オリンピックを1つの契機としてさらに加速しているように思われる。その中でも男女のハードル種目の記録向上は大きく、女子ハードル(100mH)については、2年前に日本人として初めて13秒の壁が破られた後、昨年、今年と合わせて3名の選手が12秒台に突入し、2022年の世界選手権には2名の選手が出場した。その後9月末に岐阜県にて開催された全日本実業団対抗陸上競技選手権大会においては12.73まで日本新記録が更新された。

100mHの競技力(パフォーマンス)を向上させる重要な要因は、100mや200m等のスプリント能力そのものを速くすることによるところが大きいとされており、特に女子ハードルについては男子よりもハードル高が低い(0.84m)ため、ハードルのパフォーマンスにスプリント能力がより大きな影響を及ぼすことが報告されている(伊藤ら)。このことは先日、日本新記録を達成した選手をはじめ日本国内上位のハードル選手の多くが11秒台のスプリント力を有していることをもとにするとそれを裏付けるものであろう。

一方で、ハードル間のインターバルを3歩のインターバルで跳んでいくことが望ましいとされており、リズムに乗っていかにスピードを落とさずにゴールまで走りきれるかが重要であるとも言われている。そのためトレーニングの場面においては、ハードル間をタイミングよくリズムカルに跳ぶためにインターバルやハードルの高さを変えた様々なトレーニング手段が取り入れられるとともに、これらの評価法としてハードルから次のハードルまでの所要時間を算出したタッチダウンタイムなどが重要な指標として用いられている。

一方、鹿児島県においては、13.66のタイムが県記録並びに県高校記録として約30年間破られずにきた。この記録は当時の国体優勝記録であり全国級のタイムとして評価されてきたが、その後全国のレベルが向上していったのに対し、鹿児島県では低迷を続けてきた。その中で、2020年に今回の研究対象であるM選手が2020年に13.57の鹿児島県新記録を樹立し、その後2022年には13.42、13.22と連続して県記録を更新し、ようやく全国のレベルに追いついた感がある。M選手に対しては、これまで筆者のみならず多くのコーチよりいくつか課題を指摘され、その後のトレーニングに取り組んだことにより2022年の記録更新に繋がったとみられるが、特に本年の大幅な記録更新に対してM選手の動きが具体的にどのように改善されたのかまだ明らかにできていない。

そこで、本研究では、M選手の2019年から2022年におけるレース分析やハードリング動作など日本トップ選手との比

較検討を行い、この4年間におけるトレーニングの検証を行うとともに、今後さらなる記録の向上へ向けての課題などについて明らかにしていくことを目的とした。

2 方法

1) 被験者

100m ハードルを専門とする女子競技選手1名 (M 選手) とした。身長163cm で女子ハードル選手としては標準的な体型である。ハードル歴15年で、2013年の全国高校総体において13.93で3位入賞。同年国民体育大会において13.90で2位入賞。その後、2019年10月に13.84と記録を更新した後、2020年においては、8月に13.57とさらに自己記録を伸ばし、29年ぶりに鹿児島県新記録を達成した。その後昨年は、13.61とやや記録が伸び悩んだが、2022年においては6月に鳥取で開催された布勢スプリントにおいて13.42の県新記録を樹立し、その後の7月初旬には追い風参考ながら13.28を記録した。さらに9月に岐阜において開催された全日本実業団対抗陸上競技大会において13.22と再度鹿児島県新記録を達成し、日本新記録を樹立した選手らに続き4位に入賞した。

2) 試合時の試技の撮影及び試技の分析

2019年から2022年 (2021年は除く) に M 選手が出場した試合の中でその年のベスト記録をマークした試技について、レースのスタートからゴールまでをスタンドに設置したデジタルビデオカメラにより毎秒120f/sec で側方より撮影した。撮影された画像を元に、前のハードルを飛び越した後の接地時タイムから次のハードルを飛び越した後の接地タイムを引いた値を10台目まで算出し (タッチダウンタイム) 比較した (図1参照)。得られたタッチダウンタイムをもとに、各ハードル間の疾走速度を算出した (踏切位置や接地位置に違いはあるが、ハードルインターバル8.5m で除することとした)。また第1ハードルより第10ハードルまでの各ハードル間の疾走速度から最高疾走速度を見だし、スピード逓減率を求めた。

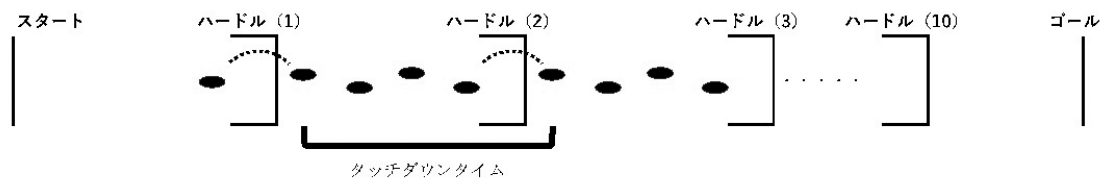


図1 タッチダウンタイムの算出法

3 結果と考察

図2は、研究対象とした M 選手について、2018年から2022年にかけてのそれぞれの年度のベスト記録を達成した大会時のレースについて第1ハードルから第10ハードルまでの各ハードルの疾走速度を比較したものである。

疾走速度はいずれのレースにおいても第1ハードルから徐々に加速し、その後トップスピードに達した後、ハードル後半においては徐々に減速する傾向にあった。2022年時の各ハードル間の疾走速度をみてみると、第1、第2ハードルを除いて、いずれの区間も2022年に13.22をマークしたものがいずれも大きかった (最高速度は第6-7ハードルにかけての8.33m/sec.)。また2018-2019年のレースにおいては、第2-3台目にかけて最高速度が出現しているが、その後タイムの短縮に伴い4-5台目、6-7台目にかけて出現しており、またハードル間の疾走速度も増加する傾向にあった。

これらの結果は、特に2022年のタイムの向上についてはハードル間の疾走速度が大きく影響したと推察される。M 選手の最近の5年間における100m 走タイムをみると2018年時には12.68であったが、その後12.54、12.36と徐々に向上する傾向に

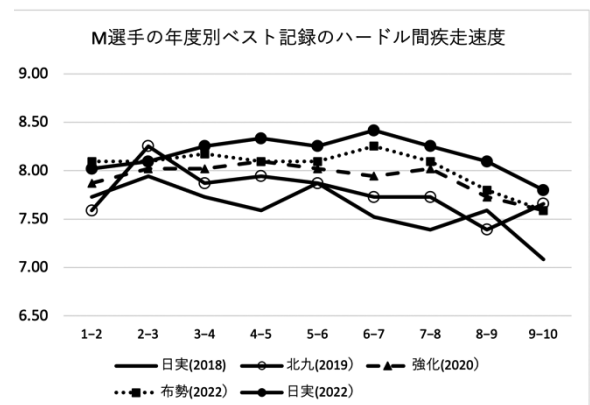


図2 M選手の年度別ベスト記録のハードル間疾走速度 (m/sec.)

あり、2022年において12.19まで短縮しており、このような記録の向上がハードル記録にも影響したとみられる。

一方、ハードル後半（7台目以降）の疾走速度については、いずれの年度においても減速する傾向にあった。このようなハードル後半における疾走速度の減速はハードル競技のみならず、100mなどのスプリント走も含めてほぼ全ての競技者にみられる特徴であるが、M選手の場合2020年に13.57を記録した場合と比較してもその低下の傾向に違いはみられなかったことから、レース後半のハードリング技術にやや課題があるとも推察された。

図3は、2022年9月に開催された全日本実業団対抗陸上において上位に入賞した4名（4位としてM選手）の大会時のレースについて各ハードル間の疾走速度を比較したものである。なお、この大会における上位4選手のタイムは、1位のF選手が12.73の日本新記録、2位のA選手が13.03、3位のK選手が13.12、4位のM選手が13.22とハイレベルな大会であった。

優勝したF選手の各ハードル間の疾走速度は第1-2ハードル時においてすでに他の3選手よりも大きく（スタートから1台目までは2位の選手と先行したものの、その後一気に抜け出した）、その後も高い疾走速度を維持したまま第6ハードルをクリア時には8.67m/sec.の最高速度をマークした。その後最終ハードルへ向けて疾走速度は徐々に減速しているが2位、3位の選手とほぼ同じ疾走速度を維持していた。このようなスタート時からの高い疾走速度で最終ハードルまで高い疾走速度を維持していたことが独走での日本新記録につながったとみられる。

一方、本研究対象であるM選手の各ハードル間の疾走速度をみると、スタートから1台目までのアプローチにおいて、他の3選手に差を広げられたものの、その後第1-2ハードルから第7-8ハードル間においては、2位、3位の選手とほぼ同じ疾走速度を維持していた（A選手が8.50m/sec.、K選手が8.42m/sec.）。しかしながら、第8-9ハードルから第9-10ハードルにかけて疾走速度の減少がみられ、特に第9-10ハードル区間での失速は他の3選手と比較して大きかった。これらのことをもとにすると、M選手は、今後さらに記録を伸ばしていくためには、スタートから第1ハードルまでのスピード加速区間の向上と、ハードル後半の失速の程度を少なくすることにあるとみられる。これらの課題を克服するためには1つには先述したように100m走などのスプリントスピードの向上が何よりも必要であろう。近年の日本女子ハードル界の飛躍的な記録向上の1要因として100mの強い選手がハードル競技に進出してきている点にあらう。

特に2位に入ったA選手は100mベストタイムが11.51と女子短距離選手としても互角に戦える選手であり、今年の世界陸上においても日本女子リレーメンバーの1人として選出されたほどの実力がある。また優勝したF選手、3位のK選手についても11.8-11.9台のタイムを有している。それに対してM選手の100mベストタイムは12.19であることから、上位3名とはかなりスプリント力に差があるとみられる。

図4は、研究対象としたM選手について、2018年から2022年（2021年欠）にかけてのそれぞれの年度のベスト記録を達成した大会時のレースについてスピード通減率（各ハードル区間速度をそれぞれの年度の最高区間速度で除したもの）を示したものである。

2022年次の各区間のスピード通減率をそれ以前のものと比較してみると、特に後半のハードル区間のスピード通減率はほとんど差がみられなかった。このような結果は、図1で示したようにスピードレベルがあがったものの、M選手のハードル後半のレースパターンに変化がみられなかったことを示している。多くの選手の場合、スプリント能力の向上に伴い、レース後半の疾走速度も維持されるとみられ、結果として後半のスピード通減率も抑えられゴールタイム短縮の要因となるとみられる。このことからM選手がハードル後半においてスピードが低下してしまうことはスプリント能力がまだ不足していると考えられることに加えて、ハードリング技術においてまだ改善の必要性があることを示しているとも推察された。

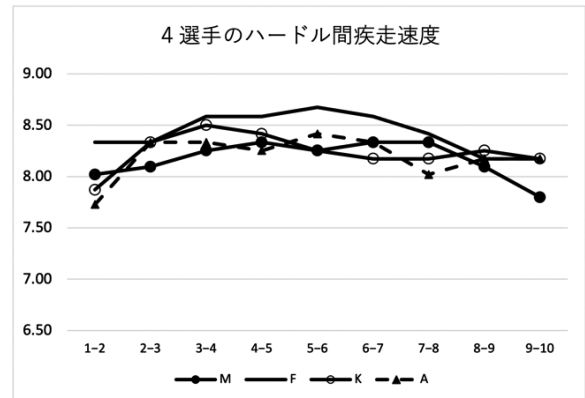


図3 日本実業団陸上上位4選手のハードル疾走速度 (m/sec.)

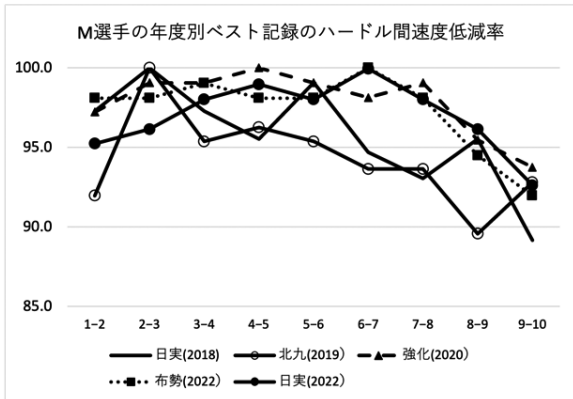


図4 M選手の年度別ベスト記録のハードル速度逓減率 (%)

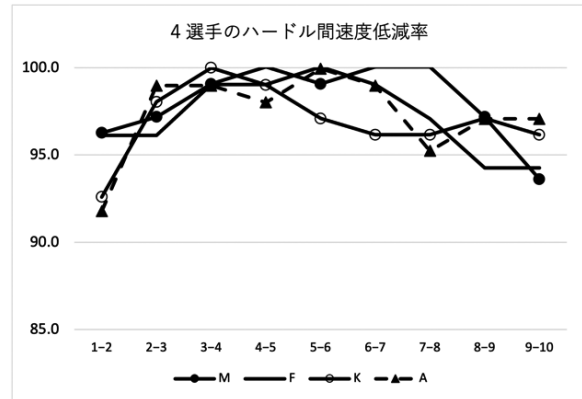


図5 日本実業団陸上上位4選手のハードル速度逓減率 (%)

図5は、2022年9月に開催された全日本実業団対抗陸上において上位4名（4位としてM選手）の大会時のレースについて各選手のスピード逓減率（各ハードル区間速度をそれぞれの年度の最高区間速度で除したものを示したものである。

M選手の場合には、図4においても特徴がみられたように、レース後半でのスピードの低下率が大きい傾向がみられることからレース後半の疾走速度の維持がこれからの課題になるとみられる。

図6は、日本新記録を達成したF選手と本研究対象であるM選手の第7ハードルにおけるハードリング動作を比較したものである。M選手のハードリング動作が手前の選手と重なり比較しづらい部分もあるが、特に第7ハードルへ向けての踏切位置とハードルクリア後の着地位置については確認できる。

第7ハードルの踏切位置についてみるとF選手はM選手と比較してハードルにより近い位置（M選手よりも約10-15cm前）で踏切っていることがわかる。F選手はレース後のインタビューにおいて「インターバルの走りにおいて刻みきれずにレース中に数台足ぶつけた」ことを明らかにしているが、そのことが影響してかF選手のハードリング動作がやや浮いた感じにみられ、これらの結果がF選手のレース後半の疾走速やスピード低減率の低下につながったとみられる。また、この画像からは観察できないが2位、3位になった選手の第7ハードルの踏切位置はF選手ほどではないが、やはりM選手よりも5-10cm程度前に位置していた。

一方、ハードリング後のリード足接地位置はF選手や2、3位の選手に比較してM選手は10cm程度手前に着地していた。これらのことをもとにすると、M選手はこれまでも指摘してきたように本研究では少なくとも7台目以降においてはやや遠い位置から踏切動作を行っていたものと推察される。以前の研究ではこのようなハードリング技術が後半のリード足接地時の膝の屈曲や、抜き脚の前方への引きつけ動作の遅れなどを招き、疾走速度の大きな低下に繋がっていると考えられたことから、2021年から2022年にかけてはこれらの改善を行ってきた。近年のレース時のリード足接地時の膝の屈曲など観察してみると以前ほどの大きな屈曲はみられなくなってきており、このレースにおいても8台目あたりの接地動作をみると同様に大きな屈曲はみられないことから以前ほどの疾走速度の減速はみられない（前述の疾走速度値をみても7台目あたりまでは大きな減速がない）ことからハードリング技術の向上したものと考えられる。しかしながら、9台目にかけてやや他の選手と比較して減速がみられたことなどから、今後は最終ハードルまで疾走速度を維持するためのさらなるスプリント能力の向上が課題になるとみられる。また第7ハードルから最終ハードルにかけての踏切位置などについて、今後はレース前半でのハードル踏み切り位置などとの比較も含め検討し、それらのハードリング技術の改善が必要となろう。

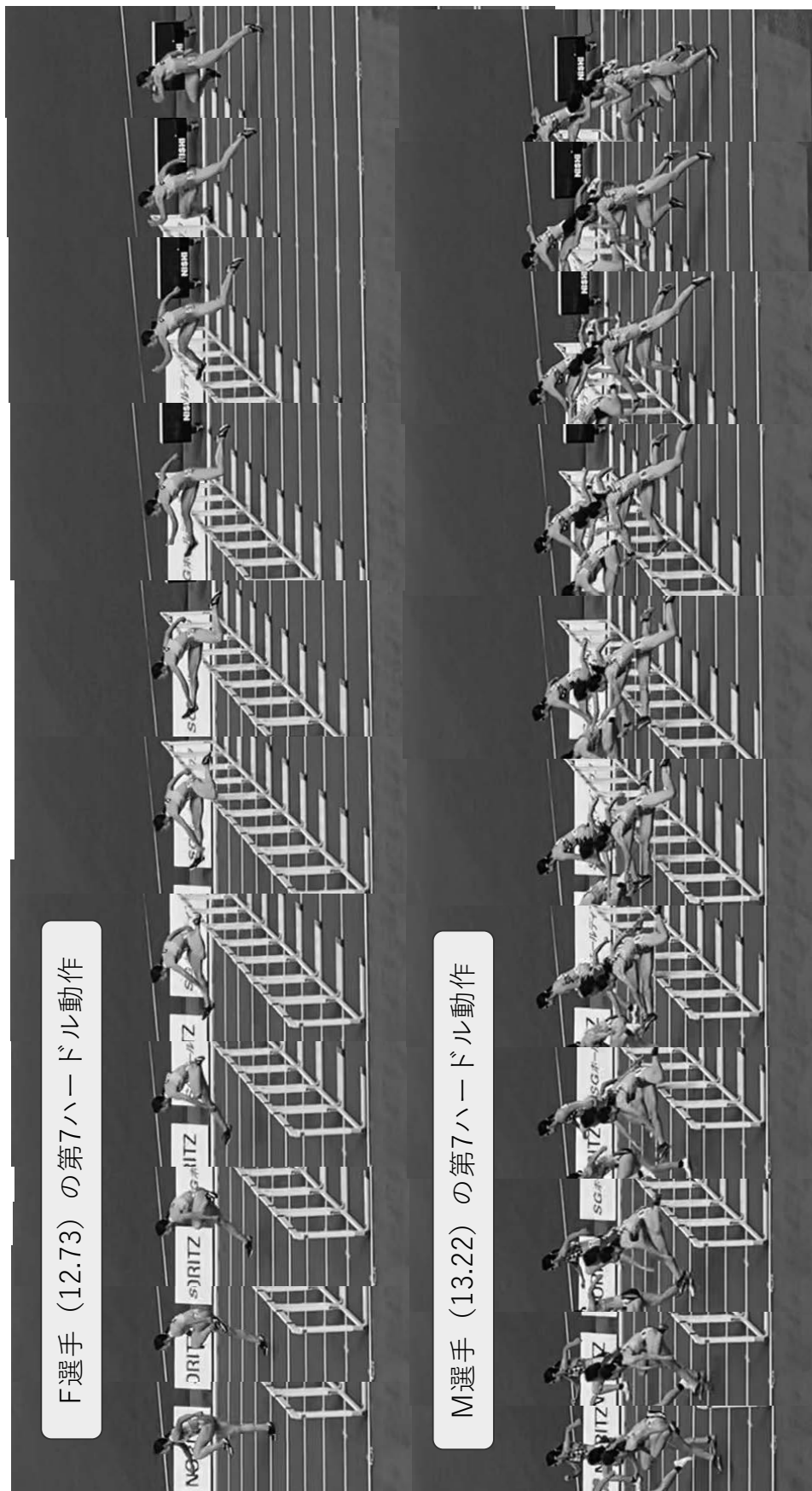


図6 F選手とM選手の第7ハードルにおける連続写真

4 結 論

本研究では、2022年に鹿児島県新記録を大幅に更新した女子ハードル選手の過去4年間におけるレース分析やハードリング動作など日本トップ選手との比較検討を行い、トレーニングの検証を行うとともに、今後さらなる記録の向上へ向けての課題などについて明らかにしていくことを目的とした。その結果、以下のことが明らかとなった。

1) 2022年に13.22をマークしたレースでは、ハードル間の疾走速度は、過去4年間の各レース時のハードル間疾走速度をほとんどの区間で上回っていたものの、日本トップ3選手のデータと比較するとやや劣る傾向にあった。

2) 最高疾走速度を基準とした各区間のスピード増減率をみると、特に8台目以降のスピード減少率が大きく、日本トップ3選手と大きく異なっていた。

3) スピード減少が増加し始める7台目のハードル動作をみると日本トップ3選手と比較して、ハードルクリアのための踏切位置が遠く、ハードルクリア後の着地位置がハードルに近いなど違いがみられた。

これらのことから、今後はレース後半のスピードの減少を抑えるためにも100m走などのスプリント能力のさらなる向上を図るとともに、レース後半でのハードルクリア動作の改善が課題となることが推察された。

【参考文献】

- 1) 伊藤 章, 富樫 勝 (1997): ハードル走のバイオメカニクスの研究: スプリント走との比較, 体育学研究 Vol.42, pp.246-260
- 2) 日本陸上競技連盟 (2019): アスリートのパフォーマンス及び技術に関する調査研究データブック
- 3) 大村 一光 (2021): 女子ハードル選手記録向上のためのバイオメカニクスの研究, 鹿児島女子短期大学「紀要」, No.58, pp.31-35
- 4) 杉本 和那美, 榎本 靖士, 森丘 保典, 貴嶋 孝太, 松尾 彰文 (2012): 100m ハードル走におけるハードルサイクルおよびステップごとにみた疾走速度の変化, 陸上競技研究紀要8, pp.1-8
- 5) 月間陸上競技: 「福部真子 衝撃の日本新」, Vol.56, No.12, pp.24-27

(2022年11月22日 受領/2022年12月8日 受理)