

# 400m 日本代表選手としてオリンピック・世界陸上における 決勝進出へのプロセス

邑 木 隆 二

## I. 緒言

400m 走は陸上競技における短距離走種目の 1 つであるが、その中でも、最も距離の長い種目である。競技は全長 400m のトラックを使用して行われ、選手は割り当てられたレーン上を走る。また、第 1 レーンを除くすべてのレーンにおいて、スタートラインが曲走路上にあり、どのレーンにおいても距離を等しくするために、外側のレーンほどスタートラインが前方にある。

400m 走に限らず、陸上競技の短距離走においては、男女ともに日本と世界には明確なタイム差がある。特に男子 400m 走における日本記録は 1991 年に高野進が樹立した 44.78 秒であるのに対して、世界記録は南アフリカの Wayde van Niekerk が 2016 年リオデジャネイロ五輪にて樹立した 43.03 秒である。0.01 秒を争う種目である短距離走において日本記録と世界記録の差が 1.75 秒と、非常にタイム差の大きい種目といえる。さらに、1960 年代には今現在の日本記録と同程度のタイムが世界記録として樹立されている。また、日本記録は 1991 年以来 28 年間更新されておらず、世界大会における日本人選手の決勝進出は 1991 年東京世界選手権、1992 年バルセロナ五輪の 2 大会において高野進が果たしたのみである。

男子 400m 走に関する研究について、日本トップレベルの選手と 2009 年世界選手権における外国人選手とのレース分析結果の比較 (山本ら 2013)<sup>1)</sup> によると、前半の 200m の走速度の平均値は日本人選手が  $9.49 \pm 0.33\text{m/秒}$  であり、外国人選手は  $9.39 \pm 0.24\text{m/秒}$  であった。一方、後半の 200m の走速度の平均値は日本人選手が  $7.95 \pm 0.17\text{m/秒}$  であり、外国人選手は  $8.41 \pm 0.08\text{m/秒}$  であった。これらことから、後半の 200m の走速度がフィニッシュ

タイムと高い相関関係にあることが明らかにされてきた。また、外国人選手は日本人選手と比較して、前半の 200m の走速度が後半の 200m まで維持されていることが示されている (山本ら 2013)<sup>1)</sup>。

400m 走のタイムが 43 秒台から 49 秒台における選手のレース中の走速度の変化について検討した研究では (山元 2014)<sup>2)</sup>、走速度の最大値が 49 秒台の選手は  $9\text{m/秒}$  であったのに対して、43 秒台の選手は  $10.5\text{m/秒}$  であった。さらに 49 秒台から 43 秒台にかけて、フィニッシュタイムが速くなるにつれて、走速度の最大値も高くなっていった。これらのことから走速度の最大値がフィニッシュタイムに大きく影響していることが示唆されている。

400m 走のピッチとストライドに着目した先行研究においては、ストライドは日本人選手も外国人選手も 80m-160m 以内にピークに達し、それ以降は緩やかに減少傾向にあったが、いずれにおいても  $\pm 30\text{cm}$  程度の変化量であり一定を保っていたといえる。一方、ピッチにおいてはストライド同様にレース全体を通して日本人選手は減少傾向にあったが、外国人選手は 200m 以降にピッチが高まっており、後半の走速度維持に大きく貢献したと報告されている (山本ら 2013)<sup>1)</sup>。これらの結果から、ピッチが後半の走維持へ貢献することに加えて、後半の走速度の最大値がフィニッシュタイムに大きく影響している可能性が示されていることから、ピッチの高低がフィニッシュタイムに大きく影響している可能性が考えられる。

しかし、フィニッシュタイムが 45-46 秒台、47 秒台、48 秒台、49 秒台の 4 つの群に分けて比較された先行研究 (山元ら 2014)<sup>2)</sup> の場合においては、45-46 秒台群に 200m 通過前後でピッチの維持・増大傾向が示されたが、群間でのピッチの差に有意差

は認められず、パフォーマンスの高い群はストライドが大きい傾向にあった。これらのことから、フィニッシュタイムにはピッチの差よりもストライドの差が大きく影響している可能性も示唆された。これらのように、ピッチとストライド、どちらがフィニッシュタイムに大きく起因しているかについては先行研究によって違いがあり、どちらが重要であるのか、またどの様に克服するのかが明らかにされていない。

400m 走においてはスタート後 80m 付近で最高走速度に達し、それ以降は減少しながらゴールを迎える(尾縣ら 1998)<sup>3)</sup>。そのため、終始全力疾走を維持し、走りきることは不可能である種目であることを示すものであるといえる。それは運動中における筋肉のエネルギー供給に起因すると考えられる。筋肉が収縮するためのエネルギーとなる ATP は、筋肉中にはわずかしかない。そのため、運動を持続したり、短い間隔で再び運動を行ったりする際、筋へのエネルギー供給は ATP の再合成によって賄われる。エネルギー供給機構は、ATP-CP 系、解糖系、有酸素系の 3 つの方法があり、3 つが同時に行われるが、運動強度によって動員される割合が変わる。ATP-CP 系は筋収縮が行われた後に残る ADP と筋肉の中にあるクレアチンリン酸 (CP) から ATP を再合成させる過程によって供給される。ATP-CP 系は大きな力を生み出すとともに、エネルギー供給系の 3 つの中で最も速いとされている。しかし、筋肉中のクレアチンリン酸の容量は非常に少ないため、約 8 秒程度しか供給を持続することができない。そのため、400m 走では ATP-CP 系に加えて解糖系によるエネルギー供給が必須となる。解糖系は筋肉などの体内のグリコーゲン(糖質)を分解する際に生じるエネルギーを使って ATP を再合成させる過程である。解糖系は ATP-CP 系の次に大きな力を生み出し、持続時間も約 33 秒程度持続できるため、ATP-CP 系よりも長時間エネルギーを供給し続けることができる。しかし、解糖系は ATP を再合成する過程で乳酸を生み出すため、疲労物質の蓄積により、筋の収縮を妨げる原因となる。これらのことから、400m 走において、高いレベルのパフォー

マンスを発揮するためには適切なペース配分や最大下疾走時に推進力に起因しない無駄な力を最小限に留めることが必要不可欠となる。

先行研究(山本ら 2013<sup>1)</sup>、山元ら 2014<sup>2)</sup>、山中ら 2017<sup>4)</sup>、山中ら 2018<sup>5)</sup>、山元ら 2016<sup>6)</sup>、山元 2017<sup>7)</sup>、山元 2018<sup>8)</sup>)における 400m 走のレース分析では、フィニッシュタイムによって走速度やピッチ、ストライドにどのような差があるのかが明らかにされてきたが、それらをどの様に克服するのか、個人のレースパターン特性や走動作における特徴を考慮した具体的なトレーニング方法を含めた研究はなされていない。その特徴や方向性について示すことが出来れば、日本人の 400m 走選手のレベルアップに寄与する方策が示せる可能性がある。そこで、本研究は先行研究におけるレースパターンを参考に日本人選手、特に世界大会出場を目指す選手が、世界と勝負するために劣っている部分を明確にすること、また、具体的な改善策について検討することを目的とする。

## Ⅱ. 目的

本研究は先行研究におけるレースパターンを参考に日本人選手、特に世界大会出場を目指す選手が、世界と勝負するために劣っている部分を明確にすること、また具体的な改善策について検討することを目的とする。

## Ⅲ. 方法

### 1-1. 分析対象選手

本研究では、国内外で好記録を収めている選手と日本の上位に位置する選手との比較から、400m 走を走る日本人選手の具体的な改善点を検討するために、個人種目である 400m 走で世界大会に出場することはできないが、4×400mR 日本代表として世界大会等に出場している選手(以下、A 選手)を被験者とする。分析対象となるレース当時の A 選手は身長 177cm、体重 70kg であった。部活動として陸上競技に取り組み始めた 13 歳から 22 歳に至るまで、400m 走を専門とし、大学入学当時の自己最高記録は 48.51 秒であった。大学 4 年次の 11 月

時点において自己記録は 45.81 秒であった。2019 年シーズンにおいては、アジア選手権、世界リレー、世界選手権において、4×400mR の日本代表として出場した。

### 1-2. 分析対象レース

A 選手が自己最高記録を更新した下記レースを対象とした。

<2018 年 第 5 回木南道孝記念大会 男子 400m 決勝 記録 45.81 秒>

### 1-3. 撮影方法

400m 走のレース時に、iPad(29.97fps) を用い、フィニッシュライン付近のホームスタンド上部の位置から、A 選手の 100m 間隔のラインの通過を画面に収めながら追従撮影を行った。

### 1-4. 分析方法

400m 走のレース分析は先行研究(山本ら 2013<sup>1)</sup>、

山中ら 2017<sup>1)</sup>、山中ら 2018<sup>2)</sup>、山元ら 2016<sup>3)</sup> を参考に、映像分析には動画再生および編集ソフト (QuickTime Player) を用い、スターターの閃光を映した後、100m 毎の各通過地点を胴体部分が通過したフレーム数を記録した。通過タイムは、通過に要したフレーム数をフレームレートで除することで算出した。100m 毎の各通過地点間 (分析区間) の平均走速度 (m/秒) は、100m 毎の各通過地点の通過タイムから各分析区間に要した時間を算出し、分析区間の距離をその区間に要した時間で除することで求めた。平均ピッチ (steps/秒) は各分析区間で要した歩数とその時間から、1 秒間当たりの歩数として算出した。平均ストライド (m) は各分析区間の平均走速度を平均ピッチで除することによって算出した。また、走速度低下の評価指標として、100m 毎の 4 区間での最大走速度から最低走速度への低下率を算出した。さらに、レース前半と後半の 200m 区間タイムの差 (以下、「前後半タイム差」) も算出した。

## IV. 結果・考察

表1 木南記念男子400m走におけるA選手のラップ・スプリットタイム  
ならびに走速度とピッチ、ストライド

	100m	200m	300m	400m
ラップタイム[s]	11.38	10.44	11.34	12.65
スプリットタイム [s]	11.38	21.82	33.17	45.81
走速度 [m/s]	8.8	9.6	8.8	7.9
ピッチ [steps/s]	4.1	3.9	3.7	3.7
ストライド [m]	2.2	2.4	2.4	2.2

表2 木南記念男子400m走におけるA選手の前後半タイム差と走速度低下率

前半200m [s]	後半200m [s]	前後半タイム差 [s]	走速度低下率[%]
21.82	23.99	2.17	21.09%

100m-200m区間にかけて上昇し、100m-200m 区間で最も速いタイム、走速度になり、以降は徐々に低下していた。また、走速度は 100m-200m 区間から 200m-300m 区間にかけてより、200m-300m

区間から 300m-400m 区間にかけての方が大きく低下していた。また、表 2 には前半 200m と後半 200m のタイム差と走速度低下率を示した。前半の 200m は 21.82 秒、後半の 200m は 23.99 秒であっ

た。よって前後半タイム差は 2.17 秒であった。そして、走速度低下率は 21.09%であった。これらのことから、先行研究 (山元 2017)<sup>7)</sup>を参考にすると、A 選手の自己記録時のレースはやや前半型よりの中間型に当てはまると考えられる。

次にピッチは 0m-100m において最も数値が高く、その後は低下傾向にあったが、300m-400m においては維持されていた。ストライドは 0m-100m 区間から 100m-200m 区間にかけて上昇し、100m-200m と 200m-300m の局面において最も大きな数値になり、それ以降は 0m-100m と同じ値まで減少していた。

これらのレース分析結果を、A 選手が世界と勝負するために劣っている部分を明確にするために、先行研究 (山本ら 2013<sup>1)</sup>, 山中ら 2017<sup>9)</sup>, 山中ら 2018<sup>5)</sup>, 山元ら 2016<sup>6)</sup>)にあるレース分析データと比較した。比較対象を決定するにあたって、基準となるタイムを設定するために、4年に1度の五輪過去3大会と2年に1度の世界陸上過去5大会の予選出場者、ならびに、準決勝突破者の平均タイムについて検討した。その結果、予選出場者平均タイムは 45.23 秒、準決勝突破者平均タイムは 44.63 秒であった。このタイムを世界大会出場、および世界大会決勝進出の目安となるタイムとし、45.23 秒と

44.63 秒に近いタイムを比較対象として選定した。まず、世界大会出場レベル (45.23 秒)として、2017 年世界選手権において 45.23 秒を記録したアメリカの Fred KERLEY 選手 (以下、KERLEY 選手) (山中ら 2017)<sup>9)</sup>, ならびに、2016 年の日本選手権において、45.35 秒を記録した日本のウォルシュ・ジュリアン選手 (以下、ウォルシュ選手) のレース分析 (山元ら 2016)<sup>6)</sup> と比較を行った。次に世界大会決勝進出レベル (44.63 秒)として、2013 年世界選手権において 44.54 秒を記録したベルギーの Jonathan BORLEE 選手 (以下、BORLEE 選手) (山元ら 2016)<sup>6)</sup>, ならびに、2017 年世界選手権において 44.66 秒を記録したボツワナの Baboloki THEBE 選手 (以下、THEBE 選手) のレース分析 (山中ら 2017)<sup>9)</sup> と比較を行った。これらの 4 選手それぞれのラップタイム、スプリットタイム、走速度、ピッチ、ストライドは表 3-6 に記した。また、A 選手と比較した数値の差も記した。A 選手を上回った項目は青文字とし、下回った項目は赤文字で示した。本研究で抽出した上記の選手たちは、A 選手とは身体的な特性 (身長や体重、筋量など) が異なるため、単純に比較することは無意義である可能性もあるが、A 選手の競技力向上のための 1 つの指標としては有用な比較になると考える。

表3 2016日本選手権男子400m走におけるウォルシュジュリアン選手のラップ・スプリットタイム  
ならびに走速度とピッチ、ストライド

	100m		200m		300m		400m	
ラップタイム[s]	10.97	-0.41	10.47	+0.03	11.41	+0.07	12.51	-0.14
スプリットタイム [s]	10.97	-0.41	21.44	-0.38	32.84	-0.33	45.35	-0.46
走速度 [m/s]	9.1	+0.3	9.6	± 0	8.8	± 0	8.0	+0.1
ピッチ [steps/s]	3.9	-0.2	3.7	-0.2	3.7	± 0	3.5	-0.2
ストライド [m]	2.6	+0.4	2.6	+0.2	2.4	± 0	2.3	+0.1

表4 2017世界選手権男子400m走におけるFred KERLEY選手のラップ・スプリットタイム  
ならびに走速度とピッチ、ストライド

	100m		200m		300m		400m	
ラップタイム[s]	11.01	-0.37	10.18	-0.26	11.16	-0.18	12.88	+0.23
スプリットタイム [s]	11.01	-0.37	21.19	-0.63	32.35	-0.82	45.23	-0.58
走速度 [m/s]	9.1	+0.3	9.8	+0.2	9.0	+0.1	7.8	-0.1
ピッチ [steps/s]	4.2	+0.1	4.0	+0.1	3.9	+0.2	3.6	-0.1
ストライド [m]	2.4	+0.2	2.4	±0	2.2	-0.2	2.2	±0

表5 2017世界選手権男子400m走におけるBaboloki THEBE選手のラップ・スプリットタイム  
ならびに走速度とピッチ、ストライド

	100m		200m		300m		400m	
ラップタイム[s]	10.97	-0.41	10.09	-0.35	10.8	-0.54	12.8	+0.15
スプリットタイム [s]	10.97	-0.41	21.06	-0.76	31.86	-1.31	44.66	-1.15
走速度 [m/s]	9.1	+0.3	9.9	+0.3	9.3	+0.4	7.8	-0.1
ピッチ [steps/s]	4.4	+0.3	4.2	+0.3	4.1	+0.4	3.7	±0
ストライド [m]	2.3	+0.1	2.3	-0.1	2.2	-0.2	2.1	-0.1

表6 2013年世界選手権男子400m走におけるJonathan BORLEE選手のラップ・スプリットタイムならび  
に走速度とピッチ、ストライド

	100m		200m		300m		400m	
ラップタイム[s]	11.16	-0.22	10.34	-0.10	10.86	-0.48	12.17	-0.47
スプリットタイム [s]	11.16	-0.22	21.50	-0.32	32.37	-0.80	44.54	-1.27
走速度 [m/s]	9.0	+0.2	9.7	+0.1	9.2	+0.4	8.2	+0.3
ピッチ [steps/s]	4.1	±0	4.0	+0.1	4.0	+0.3	3.8	+0.1
ストライド [m]	2.4	+0.2	2.4	±0	2.3	-0.1	2.2	±0

まず、今回比較対象にした選手間の 0m-100m 区間における区間タイムをみると、A 選手が最も 100m 通過タイムが遅く、次に遅い BORLEE 選手と比較しても -0.22 秒の差がみられた。また THEBE 選手およびウォルシュ選手とは -0.41 秒の差がみられたことを考慮すると、0-100m 区間におけるタイム差が 400m レース全体のタイム差に大きく影響している可能性が考えられる。400m 走ではスタート後 80m 付近で最高走速度が発現することが報告されている(尾懸ら 1998)<sup>3)</sup> ことから、A 選手は世界大会に出場する選手や日本のトップレベルの選手

と比較して最高走速度が低いことが、0-100m 区間タイムが最も遅かったことの主要因として考えられる。したがって、今後トレーニングを行う際は 400m 全体を走りきれる体力を養うだけでなく、100m 走選手と同様のトレーニングを行うなど、最高走速度を高めるためのトレーニングに取り組む必要があると推察される。

さらに、走速度の規定因子であるピッチとストライドについて、A 選手とウォルシュ選手と海外の 3 選手とを比較すると、A 選手はウォルシュ選手よりもピッチは高かったが、海外の 3 選手と比較すると

ピッチは低かった。400m 走は世界のトップ選手であっても 40 秒以上、ほぼ全力で走り続けなくてはならないため、速く筋を動かし続けることはエネルギー供給機構の観点から考えてもマイナスに働く可能性が大いに考えられる。しかし、A 選手よりも走力が高い選手のピッチが高かったことを考えると、A 選手が世界で活躍するためには 0-100m 区間からピッチを高める必要があり、且つ 400m を走りきれる走力を身につける必要があることを示唆するものである。

0m-100m 区間において、A 選手はウォルシュ選手や海外の 3 選手よりストライドが小さかった。また、A 選手は 100m-200m 区間において最もストライドが大きかったのに対して、ウォルシュ選手と海外の 3 選手は、0m-100m 区間で最もストライドが大きかった。これらのことから、A 選手は 0m-100m 区間において、ピッチを高めるために速く筋を動かすことによるエネルギーの消費を抑えるためにストライドを抑制した可能性が示唆される。これらのことから A 選手が世界大会等を目指す上で、ウォルシュ選手や海外の 3 選手のようにストライドを抑制することなく、ピッチを高めることで最大走速度が高まり、0m-100m 区間における世界大会出場レベル、ならびに世界大会決勝進出レベルとの差を短縮できる可能性が考えられる。

次に、今回比較対象にした選手間の 100m-200m 区間における区間タイムをみると、A 選手が最も 200m 通過タイムが遅く、次に遅い BORLEE 選手と比較しても -0.32 秒の差がみられた。また、KERLEY 選手とは -0.63 秒の差があり、THEBE 選手とは -0.76 秒の差がみられたことを考慮すると、80m 付近で発現された最大走速度が 100m-200m 区間の走速度の高さに大きく貢献したと考えられる。これらのことから、0m-100m 区間と同様に、A 選手は世界大会に出場する選手や日本のトップレベルの選手と比較して最高走速度が低いことが、100m-200m 区間タイムが海外の 3 選手と比較して遅い要因となった可能性が考えられる。したがって、0m-100m 区間と同様に最高走速度を高めるためのトレーニングを実施する必要があるといえる。

100m-200m 区間のピッチとストライドについて、A 選手とウォルシュ選手と海外の 3 選手とを比較すると、これも 0m-100m 区間と同様に A 選手はウォルシュ選手よりもピッチは高かったが、海外の 3 選手と比較するとピッチは低かった。0m-100m 区間から 100m-200m 区間にかけてのピッチの低下をみると、A 選手、ウォルシュ選手、KERLEY 選手、THEBE 選手に共通して 0.2steps/秒低下していた。BORLEE 選手においては、0.1steps/秒の低下であった。このことから、A 選手の 100m-200m 区間におけるピッチの低さは、この区間において遅いのではなく、0m-100m 区間において発現した最大ピッチの低さが影響したと考えられる。

A 選手はウォルシュ選手と比較して、ストライドでは下回っていたが、海外の 3 選手との比較では同程度かわずかに上回っていた。また、A 選手は 100m-200m 区間ならびに 200m-300m 区間において最もストライドが大きかったのに対して、ウォルシュ選手と海外の 3 選手は 0m-100m 区間ならびに 100m-200m 区間で最もストライドが大きかった。これらのことから、A 選手は 0m-100m 区間において発現した最大走速度がウォルシュ選手、海外の 3 選手と比較して下回っていたことが、100m-200m 区間において、海外の 3 選手よりも走速度が低かったことに起因していると推察される。

今回比較対象にした選手間の 200m-300m 区間における区間タイムをみると、A 選手が最も 300m 通過タイムが遅く、次に遅いウォルシュ選手と比較しても -0.33 秒の差がみられた。また、THEBE 選手とは -1.31 秒の差がみられた。100m-200m 区間から 200m-300m 区間にかけて走速度が A 選手では 0.8m/秒低下していたのに対して、THEBE 選手は 0.6m/秒の低下に抑えられていたため、-0.54 秒の大きなラップタイム差が生じていた。また、KERLEY 選手では 0.6m/秒、BORLEE 選手では 0.5m/秒の低下に抑えられていた。これらのことから世界大会出場および決勝進出レベルにおいては、0-100m 区間から 100m-200m 区間において発現した走速度を 200m-300m 区間にかけても維持することが重要である可能性が示唆された。

200m-300m 区間のピッチとストライドについて、A 選手とウォルシュ選手と海外の 3 選手とを比較すると、A 選手はウォルシュ選手とピッチ、ストライド共に同じ値であったが、KERLEY 選手、THEBE 選手と比較するとピッチは低く、BORLEE 選手とは同程度であった。A 選手はストライドにおいて、海外の 3 選手を上回っていたが、A 選手が 100m-200m 区間から 200m-300m 区間にかけてピッチが 0.2steps/ 秒低下しているのに対して、KERLEY 選手と THEBE 選手は 0.1steps/ 秒の低下に抑えられていた。また BORLEE 選手においては、ほぼ維持される走りであった。これらのことから、200m-300m 区間における走速度の低下が抑えられていたことにはピッチの維持が大きく貢献していると推察される。また、海外の 3 選手においては、ピッチを維持するためにストライドを抑制したことが示唆される。競技が行われる 400m トラックにおいて 200m-300m 区間がコーナーであるため、大きなストライドでコーナーを曲がるよりも、速いピッチで曲がったほうが一歩当りの旋回幅が小さく、常にレーン上の内側を維持でき、最短でコーナーを通過できる可能性があることが起因していると推察される。また、A 選手はストライドを維持したことでピッチの低下が大きく、コーナーを通過する際も大きな旋回幅であり、距離が長くなってしまっていた可能性がある。これらのことから、A 選手は世界大会決勝進出レベルの選手と比較して、200m-300m 区間における走速度の低下が大きかったことが、300m 通過タイムが最も遅かったことの要因として考えられる。今後のトレーニングでは最大走速度を向上させるだけでなく、その低下を抑え、効率的にコーナーを通過する技術の習得が必要であると推察される。

今回比較対象にした選手間の 300m-400m 区間における区間タイムをみると、A 選手が最もフィニッシュタイムが遅く、次に遅いウォルシュ選手と比較しても -0.46 秒の差がみられた。ラップタイムを比較すると、THEBE 選手との差は +0.15 秒であり、KERLEY 選手との差は +0.23 秒であり、A 選手が上回っていた。しかし、この区間での走速度の差は

±1m/ 秒以内であり、これまでの区間で発生した差と比較すると小さな差であるといえる。

300m-400m 区間のピッチとストライドについて、A 選手とウォルシュ選手と海外の 3 選手とを比較すると、A 選手は KERLEY 選手と THEBE 選手よりもピッチがわずかに高く、ストライドにおいても、同じかわずかに高かった。また、KERLEY 選手と THEBE 選手は 200m-300m 区間から 300m-400m 区間にかけてピッチが、0.3-0.4steps/ 秒と大きく低下していたのに対して、ストライドの低下は 0-0.1m/ 秒であった。こられのことから、200m-300m 区間において維持されたピッチを 300m-400m 区間においても維持することはエネルギー供給機構の点からも困難であるため、ストライドを維持することで走速度の低下を抑制していた可能性が示唆される。A 選手においては、海外の 3 選手と異なり、200m-300m 区間においてピッチが低下し、ストライドが維持されていたため、300m-400m 区間におけるストライドの維持が困難になり、ピッチを維持することで走速度の低下を抑えていた可能性が考えられる。

以上の世界大会出場レベル、ならびに世界大会決勝進出レベルとの比較を経て考えられる A 選手の改善点は、大きく分けて 2 点挙げられる。まず 1 点目として、0m-100m、100m-200m 区間において推察された最大走速度を高める必要がある。2 点目として、200m-300m 区間において推察された発現した最大走速度の低下を抑え、効率的にコーナーを通過する技術の取得が必要である。A 選手のコーチは、A 選手のレースパターンについて、バックストレートにおけるオーバーストライドを指摘してきた。これは極端なピッチの低下を招き、結果的に走速度の低下や 200m-300m 区間にかけてピッチを維持する、もしくは上げる際に負担となり得る要因であると考えられる。本研究において、A 選手の 100m-200m 区間におけるラップタイムと走速度は海外の 3 選手を下回っており、ウォルシュ選手とはほぼ同程度であった。これらのことは、バックストレートにおける走速度の不足を示唆するものであり、前半の 200m での高い走速度の向上の必要性

を示すものである。また A 選手のコーチは、後半にかけて腕振りが高い位置へ移行していく癖があるため床反力を上に逃がしてしまっている可能性があることを指摘しており、このことも後半にかけての走速度の低下につながる可能性がある。これらの点を改善するための有効な考えトレーニング方法として以下の3つが考えられる。

まず1つ目として、スクワットやクリーン、スナッチなどのウエイトトレーニング、ならびにスレッドを使ったトレーニングである。1点目の改善点として挙げた最大走速度の向上の必要性は、走る動作において主に推進力に起因する地面を押す力を発揮する股関節周辺の筋群を効果的に鍛えることができるスクワットやクリーン、スナッチなどのウエイトトレーニングが効果的であると推察される。また、スレッドを使ったトレーニングでは、負荷がかかった状態で走り始めることで、ウエイトトレーニングで培った筋力を、より直接的に力強いスタートや加速力、また最大走速度の向上に繋げることができると考える。ウエイトトレーニングとスレッド走の両方を取り入れることで、2つの面から最大走速度の課題にアプローチでき、双方で得たイメージや感覚が相乗的に効果を発揮すると考えられる。

次に2つ目はウェーブ走である。ウェーブ走とは、定められた距離の中で、加速する区間、発現した走速度を維持する区間、もう一度加速する区間（加速するイメージではあるが実際はスピード維持）を設け、走速度の変化及び動きの切り替えを取り入れたトレーニングである。このトレーニングにおいては、400m 走における100m-200m 区間から200m-300m 区間にかけてのピッチの維持、向上でストライドの低下を補う技術を習得できると考える。

最後に3つ目としてスティックやマーカークーンなどの目印を用いたスプリント走（スティック走もしくはマーク走）が挙げられる。スティック走は一定の幅で等間隔に並べられたスティックの間に足を接地して走るというトレーニング方法の一つである。スティックの幅を狭く設定し行うことにより、コーチの指摘したオーバーストライドを抑制し、且

つ、狭い間隔でスティックが並べられたところをダッシュで駆け抜けるため、ピッチを高めることが必要になる。そのため、ピッチの最大値を高める効果もあると考える。このトレーニングによって極端にストライドが大きく、ピッチが低くなる特徴を改善できると考える。

また、これらのトレーニングにおいてスムーズで推進力に起因しない力みのない腕振りは必須であるので、それぞれのトレーニングにおける目的を意識して取り組むことで、おのずと、後半にかけて腕振りが高い位置へ移行していく癖を改善できると考えられる。今回の研究、ならびにコーチの指摘による改善点を先に述べたトレーニングによって克服することで世界大会出場、ならびに世界大会決勝進出に近づく、もしくは達成できると考える。

## V. まとめ

本研究では、先行研究を参考に日本人選手、特に世界大会出場を目指す選手が、世界と勝負するために劣っている部分を明確にすること、また、具体的なトレーニングの方策を含めて明示することを目標に世界大会出場、決勝進出の日安となるタイムのレース分析との比較を通じて考察した。その結果、以下の4つの改善点が明らかになった。

- ①0m-100m 区間におけるスタート、加速力の不足
- ②100m-200m 区間、200m-300m 区間における大きなタイム、走速度差
- ③世界大会決勝進出レベルにおける200m-300m 区間走速度差
- ④100m-200m 区間から200m-300m 区間にかけての走速度の大きな低下

これらの課題を A 選手が改善するためには、スクワットやクリーン、スナッチなどのウエイトトレーニングならびにスレッドを使ったトレーニング、ウェーブ走、スティック走・マーク走といったトレーニング方法が有用であると考えられる。また、これらのトレーニングにおいて、その目的を意識して取り組むことで、スムーズで推進力に起因しない力みのない腕振りも習得できると考える。これらのト

レーニングを継続的に実施することで世界と勝負することができるレベルへステップアップできると考える。

## VI. 参考文献

- 1) 山本真帆 松尾彰文 広川龍太郎 柳谷登志雄 松林武生 貴嶋孝太 渡辺圭佑 .2013.「競技会における男子 400m のレース分析」『陸上競技研究紀要』第9巻 .66-70
- 2) 山元康平 宮代賢治 内藤景 木越清信 谷川聡 大山卍圭悟 宮下憲 尾縣貢 .2014.「陸上競技男子 400m走におけるレースパターンとパフォーマンスとの関係」『体育学研究』第59巻(1).159-173
- 3) 尾縣貢 福島洋樹 大山圭悟 安井年文 鍋倉賢治 宮下憲 関岡康 永井純 .1998.「下肢の筋持久性と 400m 走中の疾走速度逓減との関係」『体育学研究』第42巻 .370-379
- 4) 山中亮 高橋恭平 小林海 広川龍太郎 松尾彰文 柳谷登志雄 渡辺圭佑 大沼勇人 岩山海渡 丹治史弥 山本真帆 松林武生 .2017.「2017 年度競技会における男女 400mのレース分析」『陸上競技研究紀要』第13回 .174-182
- 5) 山中亮 高橋恭平 小林海 渡辺圭佑 広川龍太郎 松林武生 松尾彰文 .2018.「2018 年度競技会における男女 400m のレース分析」『陸上競技研究紀要』第14巻 .220-223
- 6) 山元康平 高橋恭平 広川龍太郎 松林武生 小林海 松尾彰文 柳谷登志雄 .2016.「2016 年主要競技会における男女 400m 走のレース分析」『陸上競技研究紀要』第12巻 .98-103
- 7) 山元康平 .2017.「陸上競技男子 400m 走におけるレースパターンの特性」『陸上競技研究』110巻 .2-12
- 8) 山元康平 広瀬健一 前田奎 大山卍圭吾 木越清信 尾縣貢 .2018.「競技レベルの異なる 400m 走競技者のレースパターンの特徴」『陸上競技研究』113巻 .11-20