

第106回日本選手権大会男女3000m障害における障害クリアランス速度分析

丹治 史弥¹⁾ 関 慶太郎²⁾ 松林 武生³⁾ 高橋 恭平⁴⁾ 山中 亮⁵⁾ 大沼 勇人⁶⁾ 小林 海⁷⁾
 1) 東海大学 2) 日本大学 3) 国立スポーツ科学センター 4) 熊本学園大学
 5) 新潟食料農業大学 6) 関西福祉大学 7) 東洋大学

1. 目的

2022年に開催された第106回日本陸上競技選手権大会はオレゴン2022世界陸上競技選手権大会の日本代表選手選考を兼ねた大会であった。3000m障害（以下3000mSC）は、男子では2021年に開催された東京2020オリンピック競技会に続き同じ3名（三浦龍司選手、青木涼真選手および山口浩勢選手）が日本代表選手となり、女子では山中柚乃選手に加えて吉村玲美選手の2名が日本代表選手となった。近年、我が国の長距離種目の中でも非常に選手の成長が著しい種目であると言える。

3000mSCは高いスピードで走行を維持する能力に加えて、障害物を無駄なく通過する技術が求められる。日本陸上競技連盟科学委員会では2020年度に女子3000mSC（丹治ほか，2021），2021年度に男子3000mSC（丹治ほか，2022）のレース中の障害通過スピードの変化を報告した。しかしこれまで障害通過の際に障害物への足掛け動作の有無については区別してこなかった。レース中に高いスピードを維持するためには障害物に足掛けせず通過する技術が求められる可能性があり、日本人トップ選手の障害物への足掛け動作の有無による障害通過スピードの特徴を明らかにすることは重要な情報となるだろう。そこで本報告では、2022年度に実施された日本陸上競技選手権大会の男子および女子3000mSC決勝における水濠障害および通常障害の通過スピードの分析結果を障害物への足掛け動作の有無を区別して報告し、スピードの変化の特徴について考察する。

2. 方法

2-1. 対象競技会

対象競技会は、第106回日本陸上競技選手権大

会（ヤンマースタジアム長居，大阪；以下，NCA）であった。男子および女子の決勝開催日はいずれも2022年6月11日であった。

2-2. 分析対象選手

男女ともにNCAにおける日本人選手上位7名を分析対象とした。対象選手のNCAにおける記録は表1および表2に示す通りであった。

2-3. 撮影方法

水濠障害および通常障害（第3障害）の通過映像の撮影には撮影速度を119.97 fpsに設定したハイスピードカメラ（DMC-FZ300, Panasonic, Japan）

表1. 男子3000mSCの分析対象選手

順位	競技者名	所属	記録	備考
1	三浦 龍司	順天堂大	8:14.47	CR
2	青木 涼真	Honda	8:20.09	PB
3	山口 浩勢	愛三工業	8:23.29	
4	楠 康成	阿見AC	8:25.70	PB
5	濱滝 大記	富士通	8:26.61	
6	荻野 太成	旭化成	8:31.02	PB
7	西方 大珠	愛三工業	8:35.58	PB

Notes: CR, 大会新記録; PB, 自己最高記録

表2. 女子3000mSCの分析対象選手

順位	競技者名	所属	記録	備考
1	山中 柚乃	愛媛銀行	9:38.19	CR,PB
2	西出 優月	ダイハツ	9:38.95	CR,PB
3	西山 未奈美	三井住友海上	9:39.28	CR,PB
4	吉村 玲美	大東文化大	9:39.86	CR,PB
5	石澤 ゆかり	日立	10:01.73	
6	森 智香子	積水化学	10:10.45	
7	笠原 奈月	福岡大	10:10.94	PB

Notes: CR, 大会新記録; PB, 自己最高記録

を三脚に固定して用いた。ハイスピードカメラはフィールドを挟んだ反対側の競技場スタンドに設置した。したがって、水濠障害用ハイスピードカメラは第1コーナーのスタンド、通常障害用ハイスピードカメラはホームストレートのスタンドより撮影した。障害を中心に前後10 mが収まる画角に設定し、先頭選手が画角に入る前から撮影を開始し、すべての選手最終ランナーが画角から出た後に撮影を終了した。撮影は周回ごとに行い、それぞれの障害で計7回の実施となった。

2-3. 分析方法

障害通過スピードの分析のために、観客席などの情報を手掛かりにして障害前後10 m区間を2 mごとにトルソーが通過したフレーム数を確認した。0 m地点を障害物とし、障害物手前の位置を負、障害物後の位置を正の値で示した。フレーム数と撮影速度から区間ごとのスピード(m/s)を算出した。-8 mから-10 mの区間のスピードによって各区間の通過スピードを規格化し、-8 mから-10 m区間のスピードに対する変化率(%)を示した。通常障害および水濠障害における分析対象区間スピードのうち、最大区間スピード(Max)、最小区間スピード(Min)、最大区間スピードと最小区間スピードの差(Diff)および区間スピードの平均値(Ave)を算出した。また、映像から選手が各障害を通過する際に障害に脚を触れたかを目視で確認し、足掛け動作の有無を区別した。なお、本報告では足掛けをしていない動作をハードリング、足掛けをしている動作を足掛けと表現した。

3. 結果および考察

3-1. 男子選手

男子選手7名の通常障害および水濠障害におけるラップごとの区間スピードをそれぞれ図1および図2に示した。また、-8 mから-10 mの区間のスピードによって各区間の通過スピードを規格化したときの通常障害および水濠障害の区間スピードについて選手ごとに集約し、図3および図4に示した。加えて、各選手におけるMax, Min, DiffおよびAveの平均値±標準偏差(SD)を表3に示した。青木選手、楠選手および西方選手はすべての周回で通常障害通過時にハードリングをしており、三浦選手は1度(7周目)、山口選手は2度(2周目および3周目)、潰滝選手は1度(2周目)それぞれハードリングをしており、その他は足掛けであった。

荻野選手はすべての周回で通常障害通過時に足掛けであった。また、水濠障害ではすべての選手が足掛けであった。

通常障害の通過時にハードリングと足掛けを使い分けた選手(三浦選手、山口選手および潰滝選手)の個人内で、障害の通過スピードに大きな差は示されなかった(図3)。しかしながら、通常障害の通過時にすべてハードリングをしていた選手(青木選手、楠選手、西方選手)は障害前後10 mの中で最大区間走スピードと最小区間走スピードの差で表されるDiffが非常に小さいことが認められた。つまり、ハードリングでの障害通過は速度の変化が小さいと言い換えることができる。おそらく障害通過時に足掛けをすると走スピードの減少が生じてしまうと考えられる。また、通常障害前後10 m区間の平均走スピードを示すAveはおおむね順位通りの傾向が示されたが、荻野選手および西方選手は楠選手や潰滝選手よりも高い値であった。楠選手はDiffが小さい一方で、Aveも低いことから集団の中で走っていても通常障害の通過10 m前までに減速をしていることが推察される。潰滝選手はMinが低く、Diffが大きくなっていることが課題として挙げられるだろう。

水濠障害の通過にはすべての選手が足掛けを選択していたため、ハードリングと足掛けの通過スピードの比較ができなかった。三浦選手はMaxおよびMinが他の選手よりも高く、ほぼ通常障害と同等のスピードであった。Aveにおいても、他の多くの選手が通常障害のAveの1SDの範囲以上の走スピードの低下が水濠障害で認められる中、三浦選手は通常障害のAveの1SDの範囲内に水濠障害のAveが示され、ほぼ通常障害と同じ通過スピードで水濠障害を通過できていることが見て取れる。三浦選手を除くすべての選手では、水濠障害におけるMaxが通常障害におけるMaxよりも低く、水濠障害の手前で高い走スピードを発揮していないことが特徴として見受けられた。

3-2. 女子選手

女子選手7名の通常障害および水濠障害におけるラップごとの区間スピードをそれぞれ図5および図6に示した。また、-8 mから-10 mの区間のスピードによって各区間の通過スピードを規格化したときの通常障害および水濠障害の区間スピードについて選手ごとに集約し、図7および図8に示した。加えて、各選手におけるMax, Min, DiffおよびAveの平均値±SDを表4に示した。山中選手、吉村選

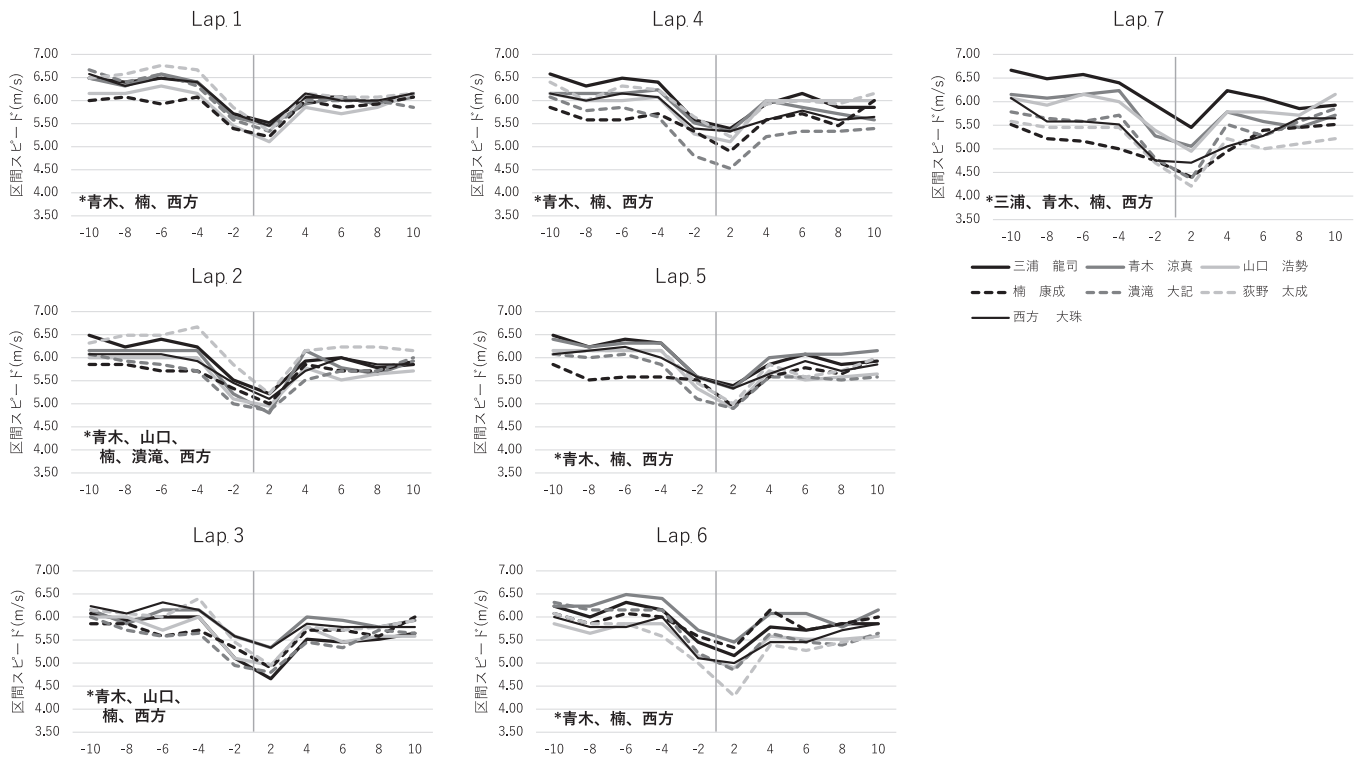


図 1. 男子選手の通常障害通過時の走スピードの変化

Notes: *, ハードリング選手； 負が障害物の手前の位置， 正が障害物の後の位置， 中央縦棒が障害物の位置を示す

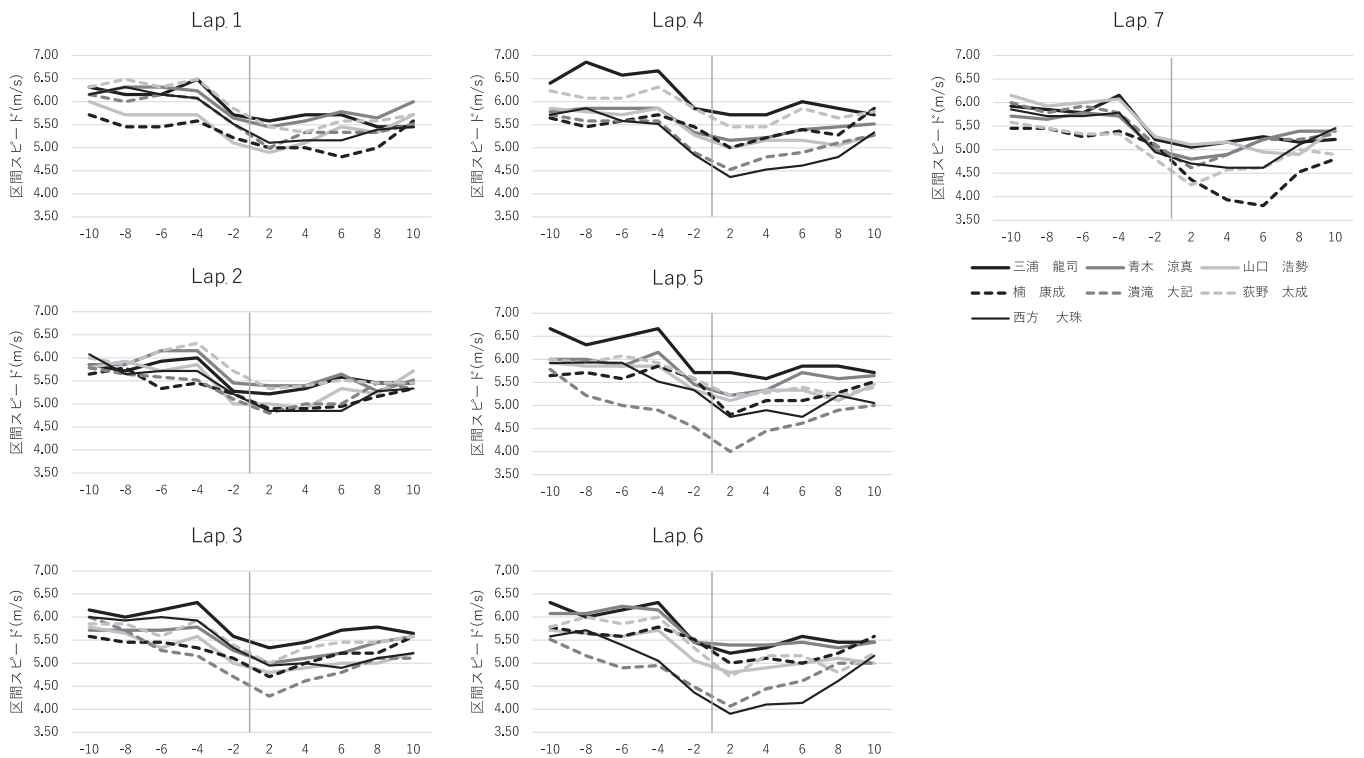


図 2. 男子選手の水濠障害通過時の走スピードの変化

Notes: 負が障害物の手前の位置， 正が障害物の後の位置， 中央縦棒が障害物の位置を示す

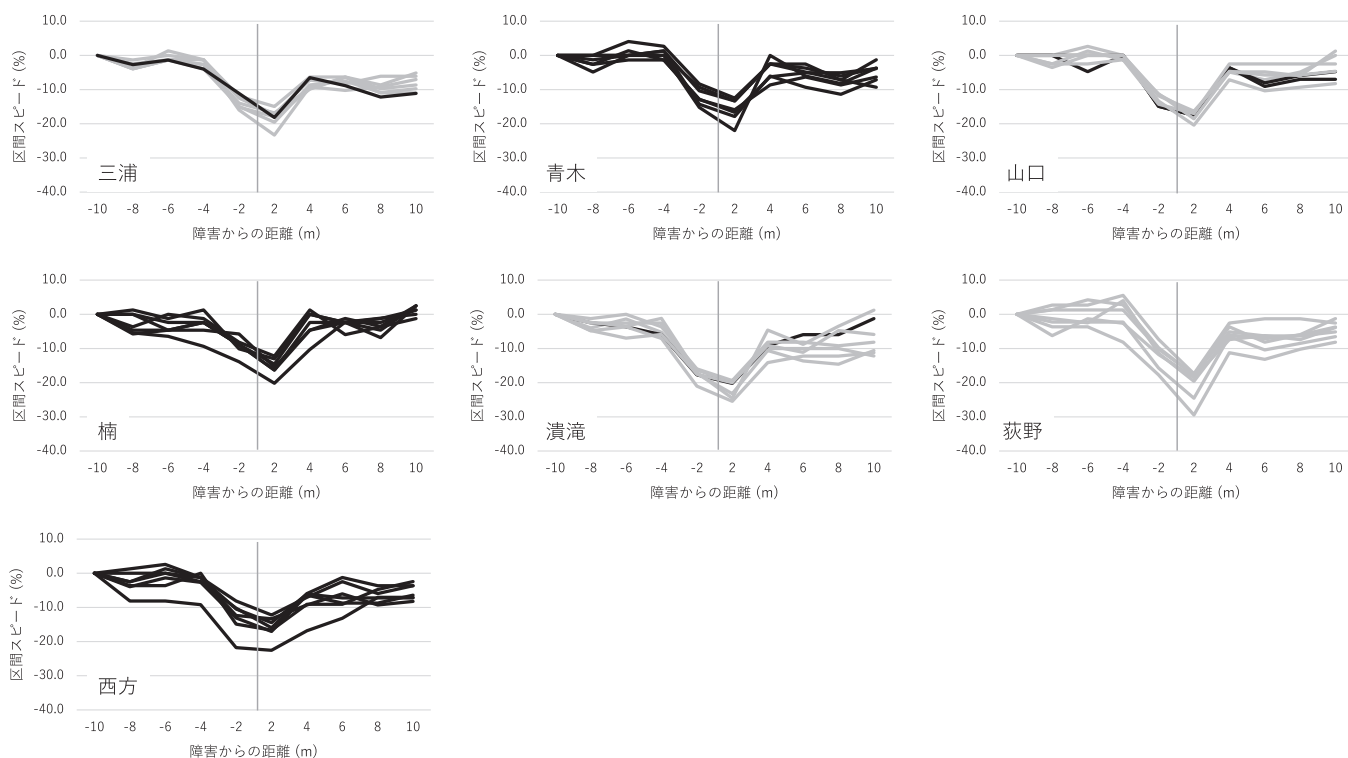


図 3. 男子選手の通常障害通過時の規格化した走スピードの変化

Notes: 黒実線, ハードリング時の通過スピードの変化; グレー実線, 足掛け時の通過スピードの変化; 負が障害物の手前の位置, 正が障害物の後の位置, 中央縦棒が障害物の位置を示す

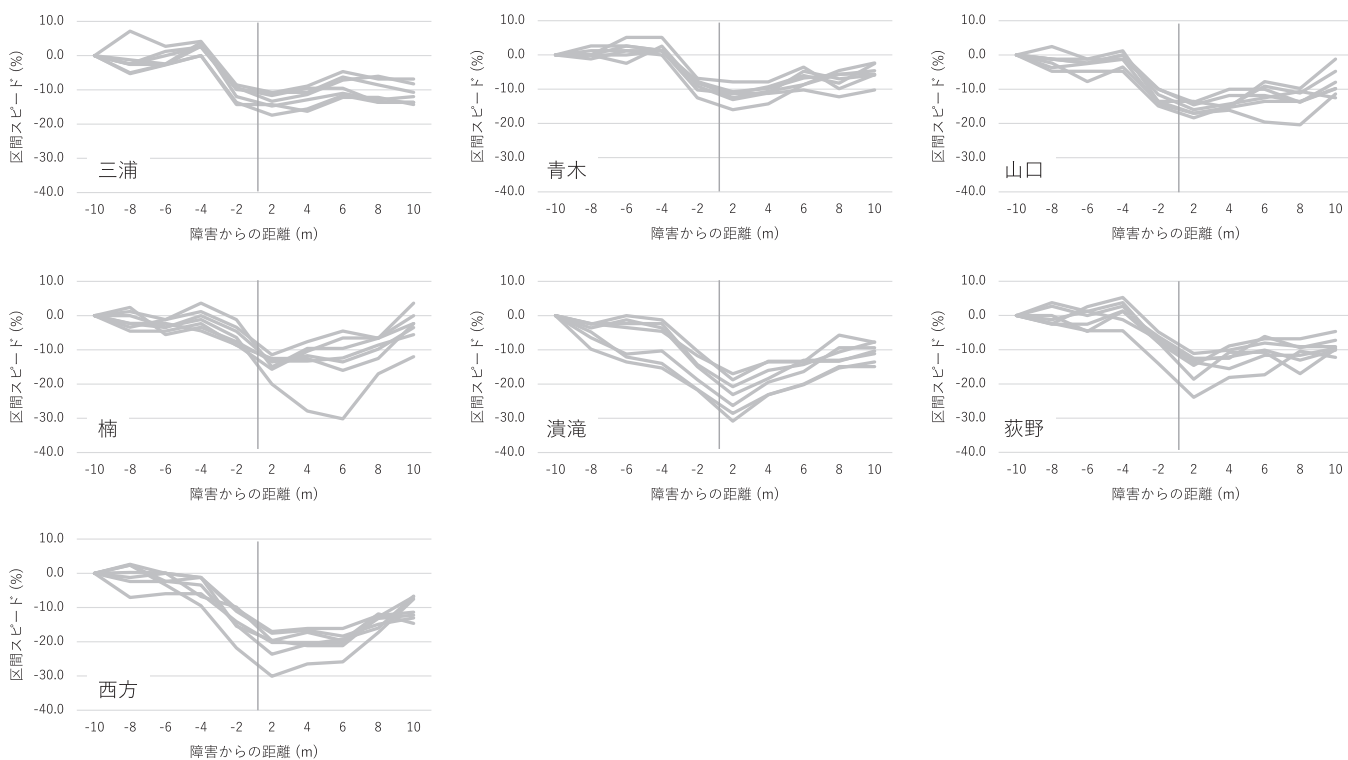


図 4. 男子選手の水濺障害通過時の規格化した走スピードの変化

Notes: グレー実線, 足掛け時の通過スピードの変化; 負が障害物の手前の位置, 正が障害物の後の位置, 中央縦棒が障害物の位置を示す

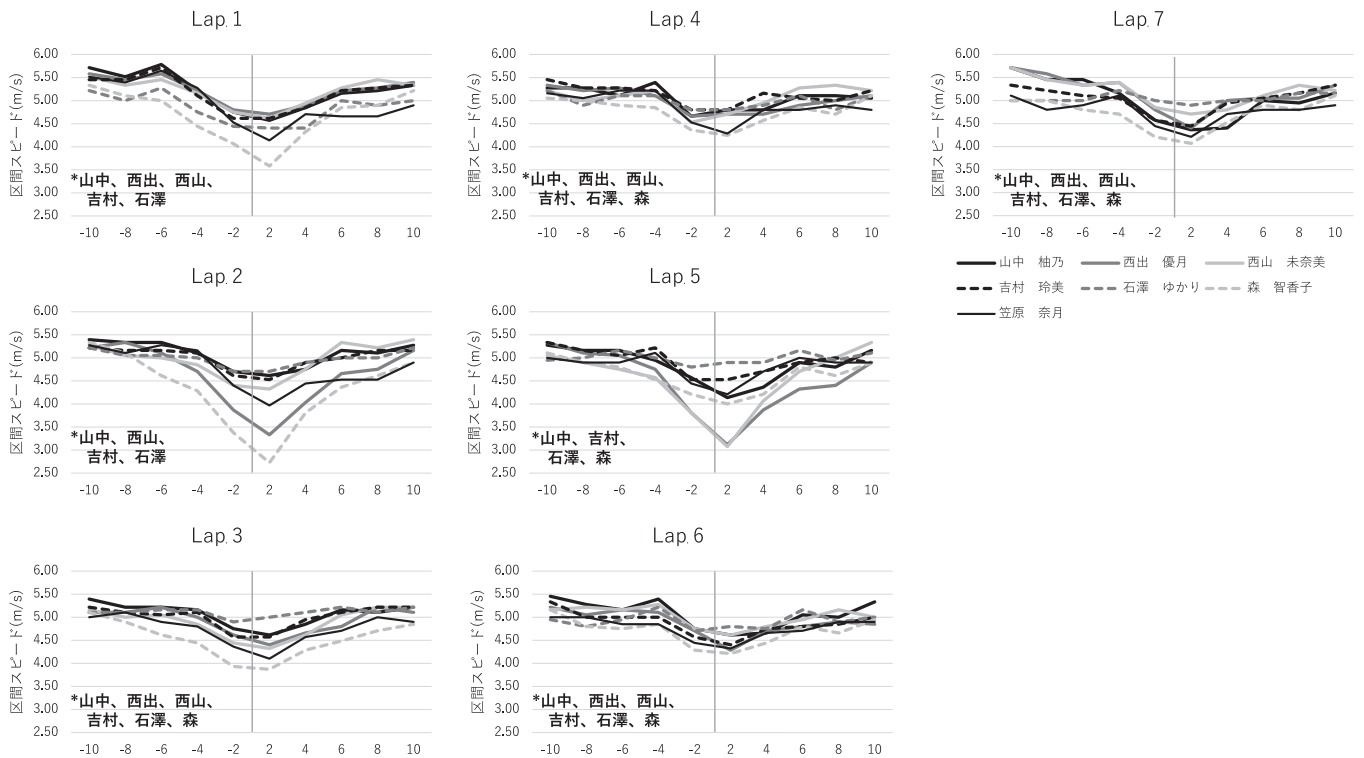


図 5. 女子選手の通常障害通過時の走スピードの変化

Notes: *, ハードリング選手；負が障害物の手前の位置，正が障害物の後の位置，中央縦棒が障害物の位置を示す

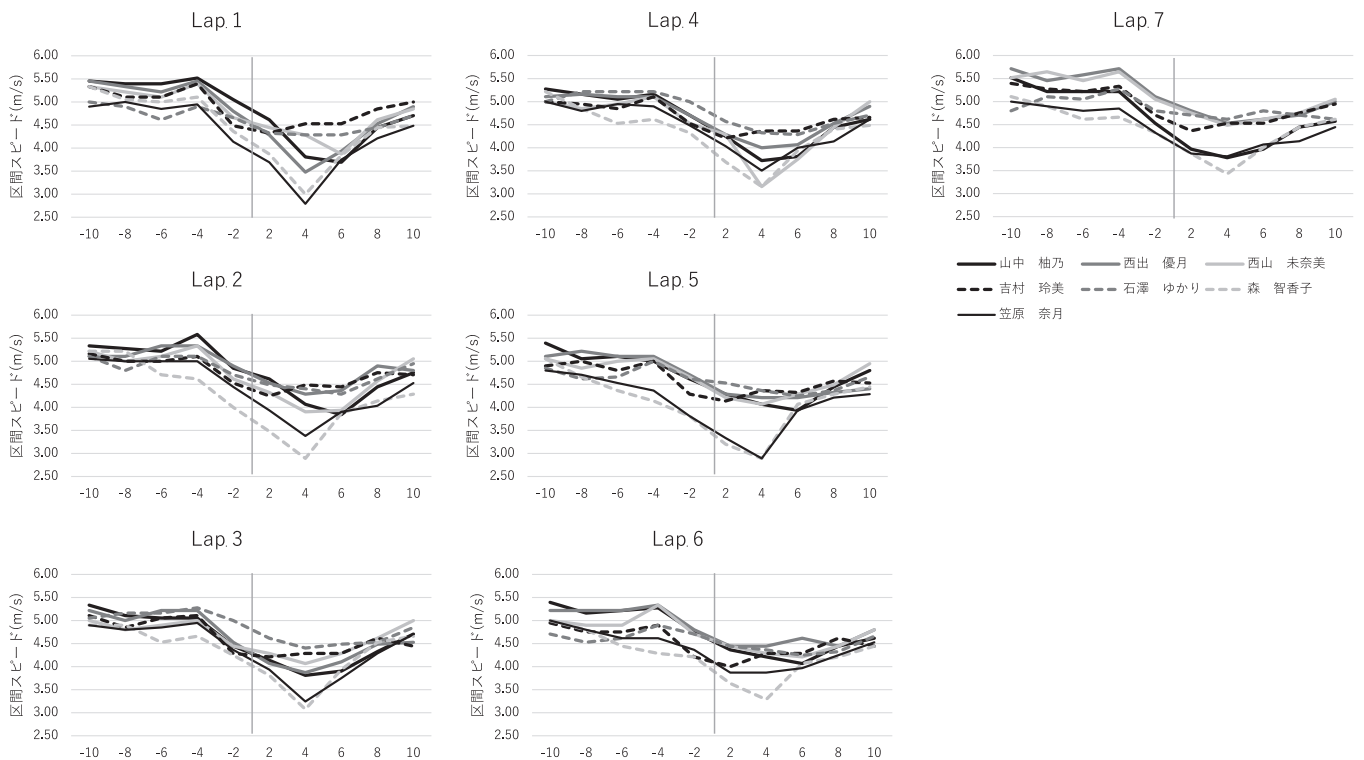


図 6. 女子選手の水濺障害通過時の走スピードの変化

Notes: 負が障害物の手前の位置，正が障害物の後の位置，中央縦棒が障害物の位置を示す

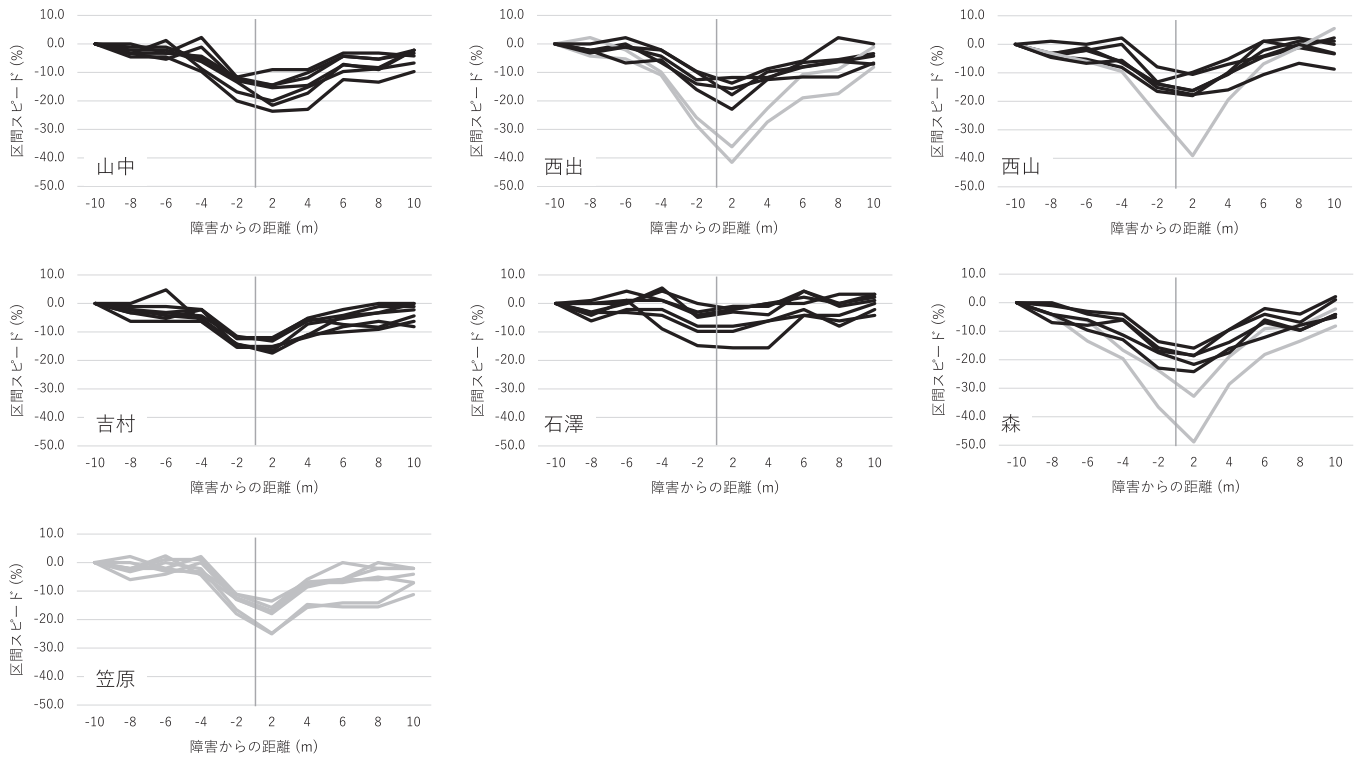


図 7. 女子選手の通常障害通過時の規格化した走スピードの変化

Notes: 黒実線, ハードリング時の通過スピードの変化; グレー実線, 足掛け時の通過スピードの変化; 負が障害物の手前の位置, 正が障害物の後の位置, 中央縦棒が障害物の位置を示す

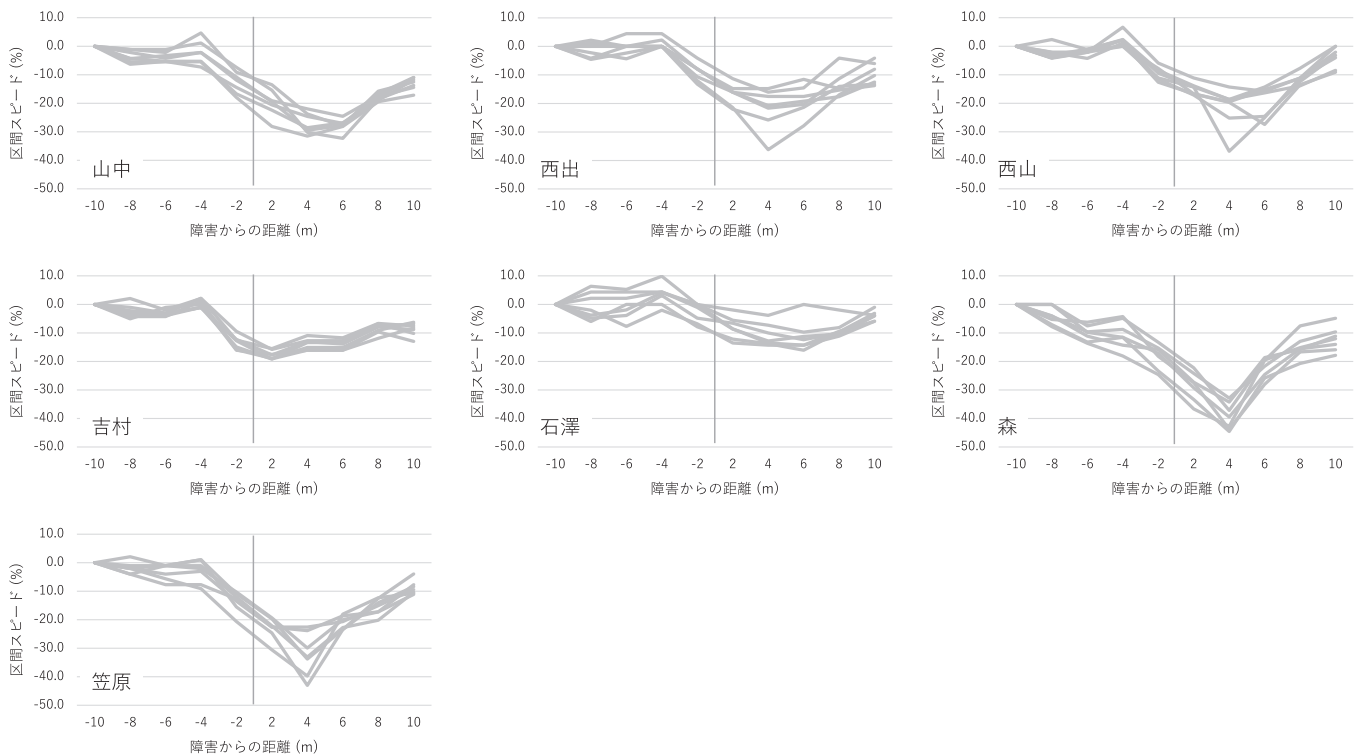


図 8. 女子選手の水濺障害通過時の規格化した走スピードの変化

Notes: グレー実線, 足掛け時の通過スピードの変化; 負が障害物の手前の位置, 正が障害物の後の位置, 中央縦棒が障害物の位置を示す

表 3. 男子選手の障害通過区間における最大区間スピード (Max), 最小区間スピード (Min), 最大区間スピードと最小区間スピードの差 (Diff) および区間スピードの平均値 (Ave) の平均値 (± SD)

選手	通常障害				水濠障害			
	Max	Min	Diff	Ave	Max	Min	Diff	Ave
三浦	6.44±0.19	5.26±0.29	1.19±0.14	5.97±0.19	6.40±0.30	5.37±0.23	1.03±0.12	5.81±0.24
青木	6.32±0.17	5.25±0.24	1.07±0.18	5.93±0.13	6.04±0.23	5.18±0.22	0.86±0.10	5.62±0.18
山口	6.09±0.15	4.98±0.09	1.11±0.11	5.73±0.13	5.91±0.14	4.91±0.11	0.99±0.15	5.40±0.12
楠	5.95±0.21	4.96±0.30	1.00±0.13	5.62±0.24	5.72±0.15	4.72±0.41	1.00±0.30	5.27±0.22
潰滝	6.15±0.26	4.80±0.31	1.35±0.15	5.62±0.23	5.85±0.21	4.47±0.37	1.38±0.30	5.18±0.30
荻野	6.29±0.40	4.89±0.46	1.40±0.21	5.80±0.39	6.10±0.30	5.04±0.43	1.06±0.20	5.58±0.32
西方	6.20±0.20	5.18±0.26	1.02±0.18	5.78±0.23	5.96±0.19	4.64±0.40	1.32±0.25	5.28±0.27

表 4. 女子選手の障害通過区間における最大区間スピード (Max), 最小区間スピード (Min), 最大区間スピードと最小区間スピードの差 (Diff) および区間スピードの平均値 (Ave) の平均値 (± SD)

選手	通常障害				水濠障害			
	Max	Min	Diff	Ave	Max	Min	Diff	Ave
山中	5.49±0.19	4.51±0.19	0.98±0.25	5.05±0.11	5.43±0.11	3.83±0.13	1.60±0.18	4.70±0.09
西出	5.39±0.19	4.13±0.64	1.26±0.61	4.90±0.27	5.35±0.19	4.12±0.36	1.23±0.36	4.80±0.17
西山	5.40±0.17	4.31±0.56	1.08±0.53	4.97±0.23	5.27±0.23	3.97±0.41	1.30±0.36	4.73±0.18
吉村	5.37±0.17	4.56±0.13	0.82±0.17	5.02±0.10	5.16±0.18	4.21±0.12	0.94±0.08	4.70±0.14
石澤	5.22±0.03	4.74±0.17	0.47±0.19	4.98±0.09	5.11±0.15	4.34±0.13	0.77±0.11	4.72±0.13
森	5.18±0.11	3.82±0.53	1.36±0.62	4.61±0.15	5.12±0.15	3.10±0.20	2.01±0.28	4.29±0.12
笠原	5.21±0.21	4.18±0.12	1.03±0.28	4.81±0.07	4.97±0.08	3.36±0.42	1.62±0.38	4.35±0.13

手および石澤選手はすべての周回で通常障害通過時にハードリングをしており、西出選手は2度(2周目および5周目)、西山選手は1度(5周目)、森選手は2度(1周目および2周目)それぞれ足掛けをしており、その他はハードリングであった。笠原選手はすべての通常障害通過時に足掛けであった。また、水濠障害ではすべての選手が足掛けであった。

多くの女子選手では、通常障害に自身の跳びやすい距離感を取れなかった際に足掛けを選択しているものと推察される。実際に、数回の足掛けをした西出選手、西山選手および森選手は足掛けをした際に大きく走スピードを低下させている。一方、すべて周回でハードリングを選択していた山中選手、吉村選手および石澤選手はDiffが小さいことが認められた。笠原選手は唯一すべての障害通過時に足掛け選択していたが、すべてハードリングを選択していた選手たちよりも大きなDiffである一方で、数回足掛けをした選手たちよりも小さいDiffであった。女子選手の場合、障害の高さが男子に比べて低くなるため、ハードリングをするの

が鉄則になりつつあるものの、何らかの理由で足掛けを選択する場合にも上手く走スピードを低下させないよう、準備をする必要があるだろう。

女子選手でも水濠障害の通過にはすべての選手が足掛けを選択していたため、ハードリングと足掛けの通過スピードの比較ができなかった。石澤選手や吉村選手は水濠障害でもDiffが小さく、失速せずに水濠障害を通過されていることが見受けられた。しかし、上位入賞選手と比べると水濠障害のMaxが低いことが特徴として挙げられる。一方、山中選手は上位選手の中では水濠障害のDiffが大きいことが特徴のようであり、Minを高めることは大きな課題となるだろう。女子選手も水濠障害のMaxが通常障害のMaxよりも低く、水濠障害へのアプローチで高い走スピードを発揮していないことが特徴として見受けられた。

4. まとめ

本報告では、2022年度に実施された日本陸上競技選手権大会の男子および女子3000mSC決勝におけ

る水濠障害および通常障害の通過スピードの分析結果を障害物への足掛け動作の有無を区別して報告し，スピードの変化の特徴について考察した．男女ともに通常障害をハードリングで通過をしている選手は障害通過時の走スピードの変化が小さいことが示された．したがって，足掛けによる障害通過はハードリングよりも走スピードを低下させることが示唆された．

加えて，三浦選手は水濠障害の前後 10 m 区間の走スピードを通常障害の走スピードから 1SD 以内の低下に留めており，非常に水濠障害の通過に対する技術が高いことが示唆された．三浦選手の水濠障害通過時の特徴として，障害の手前で通常障害通過時と同水準のスピードを発揮していることが見受けられ，その他男女を含めて多くの選手では見受けられなかった．水濠障害においても通常障害と同等のスピードでアプローチすることによって，水濠障害の前後 10 m 区間の走スピードが高まると考えられる．

参考文献

- 丹治史弥，榎本靖士，小林海．(2021) 女子 3000m 障害における水濠障害と通常障害の通過スピード分析．陸上競技研究紀要，16: 195-198.
- 丹治史弥，関慶太郎，高信清人．(2022) 男子 3000 m 障害における水濠障害と通常障害の通過スピード分析．陸上競技研究紀要，17: 185-189.