

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

丹治史弥¹⁾ 関慶太郎²⁾ 高信清人³⁾

1) 東海大学 2) 日本大学 3) 日本大学大学院

1. 目的

2021年の日本陸上競技選手権大会における3000m障害（以下3000mSC）では三浦龍司選手（順天堂大学）が当時の日本記録を樹立し、さらに山口浩勢選手（愛三工業）および青木涼真選手（Honda）もオリンピック参加標準記録を突破した。その結果、我が国初の3名が同時にオリンピック競技大会の3000mSC種目に参加することとなった。三浦選手は東京2020オリンピック競技大会において日本記録を更新して予選を突破し、決勝では日本人初の入賞（7位）を果たしたことは記憶に新しい。近年、我が国の長距離種目の記録が全体的に向上しているが、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昨年度、女子3000mSCのレース中の障害通過スピードの変化を報告した（丹治ほか，2020a）。分析対象となった日本人女子トップ選手2名においても、とりわけ水濠障害において、通過スピードに異なる傾向が認められた。したがって、障害通過スピードにはいくつかのスピードの変化が存在する可能性がある。そこで本報告では、2021年度に実施された日本陸上競技選手権大会の男子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105回日本陸上競技選手権大会（6月26日〔決勝〕；ヤンマースタジアム長居，大阪）（以下，NCA）であった。

2-2. 分析対象選手

NCAにおける上位3名のほか、日本陸連強化委員会が指定した3名を追加した計6名の選手を分析対象とした。

2-3. 撮影方法

ラップタイムを分析するためのレース映像の撮影には撮影速度を59.94 fpsに設定したデジタルビデオカメラ（DMC-FZ300, Panasonic, Japan）を用いた。フィニッシュライン延長線上の競技場スタンドより、スタートの閃光を撮影後、全選手をカメラ画角内に収めながら追従撮影をした。

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 および ILCE-6300, Sony, Japan）を三脚に固定して用いた。それぞれの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

ラップタイムの分析のために、閃光をゼロフレームとし、ラップごとにフィニッシュラインをトルソーが通過したフレーム数を確認した。フレーム数と撮影速度からラップごとの通過タイムを求め、走スピードを算出した。

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。

フレーム数と撮影速度から区間ごとのスピードを算出した。障害通過前8-10 m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、障害通過前8-10 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。

3. 結果および考察

表1に分析対象とした6名のレース中のラップごとのタイムおよび走スピードを示し、図1にはラップごとの走スピードの変化を示した。前半速く、一度走スピードが低下した後に、再び走スピードが増大する「V」字のレースパターンが認められた。これは中距離種目では順位を狙ったレース(丹治ほか, 2020b)、長距離種目でもタイムを狙ったレース(Noakes et al., 2008; Tucker et al., 2006)などで認められるレースパターンである。ただし、今回の分析対象となったレースでの走スピードは3周目(462-885 m)に最も低値と示し、その後は徐々に増大を示したことが特徴的であった。その走スピードの増大に対応できない選手は離脱していき、6.00 m/sを超えて維持できるか大きな閾値であった可能性がある。

表2には通常障害および水濠障害通過における7回のMax, Min, DiffおよびAveの平均値(±SD)を示した。通常障害では潰滝選手や青木選手が高いAveを示し、水濠障害では青木選手および三浦選手が高いAveを示した。図2には通常障害、図3には水濠障害における各周回(1-7周目)での障害通過スピードの変化およびその平均値を示した。通常障害と水濠障害では異なる通過スピードの変化が認められ、それぞれの特徴を記述する。

通常障害の通過スピードの変化における共通の傾向として、走スピードが障害通過前2-4 m区間で最も高値を示し、障害通過前0-2 m区間で最も低下することである。一方、水濠障害の通過スピードの変化における共通の傾向として、障害通過後0-2 m区間で最も低下することである。

通常障害の通過スピードの変化を個別に確認すると、大きく3つの特徴が認められた。1) 障害通過前に走スピードの減速がない、2) 障害通過前0-2 m区間の走スピードの低下が小さい(20%未満)、3) 障害通過後8-10 m区間で走スピードが回復(≒

0%)している、ことである。1つ目の特徴として当てはまるのは三浦選手、青木選手および潰滝選手である。2つ目の特徴として当てはまるのは三浦選手、青木選手、潰滝選手および阪口選手である。また、3つ目の特徴として当てはまるのは山口選手、青木選手および阪口選手である。

水濠障害の通過スピードの変化を個別に確認すると、大きく3つの特徴が認められた。1) 障害通過前に走スピードの加速が認められる、2) 障害通過後0-2 m区間で走スピードの低下が小さい(10%程度)、3) 障害通過後8-10 m区間で走スピードが回復(-5%未満)している、ことである。1つ目の特徴として当てはまるのは三浦選手、山口選手および青木選手である。2つ目の特徴として当てはまるのは三浦選手、青木選手および楠選手である。また、3つ目の特徴として当てはまるのは山口選手、青木選手および阪口選手である。これらの特徴は障害物を通る区間平均スピードを高めるために求められる技術であると考えられる。今後はこれらのデータを蓄積していくことで、効率的な障害物の通過スピード変化や3000mSCタイムとの関係について、さらなる議論ができることを期待する。

4. まとめ

本報告では、2021年度に実施された日本陸上競技選手権大会の男子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報告し、スピードの変化の特徴について考察した。通常障害の通過スピードの変化における共通の傾向として、走スピードが障害通過前2-4 m区間で最も高値を示し、障害通過前0-2 m区間で最も低下することが認められた。一方、水濠障害の通過スピードの変化における共通の傾向として、障害通過後0-2 m区間で最も低下することが認められた。

加えて障害通過スピードの平均値を高める特徴として、通常障害では、1) 障害通過前に走スピードの減速がない、2) 障害通過前0-2 m区間の走スピードの低下が小さい(20%未満)、3) 障害通過後8-10 m区間で走スピードが回復(≒0%)していることが挙げられた。また、水濠障害では、1) 障害通過前に走スピードの加速が認められる、2) 障害通過後0-2 m区間で走スピードの低下が小さい(10%程度)、3) 障害通過後8-10 m区間で走スピードが回復(-5%未満)していることが挙げられた。

表 1. 分析対象選手のラップタイムおよび走スピード

順位	競技者名		1st (39m)	2nd (462m)	3rd (885m)	4th (1308m)	5th (1731m)	6th (2154m)	7th (2577m)	8th (3000m)
1	三浦 龍司 順天堂大	通過タイム	0:05.73	1:15.69	2:28.89	3:39.76	4:49.93	5:59.64	7:09.56	8:15.99
		ラップタイム (423m)	5.7	70.0	73.2	70.9	70.2	69.7	69.9	66.4
		スピード m/s	6.84	6.05	5.78	5.97	6.03	6.07	6.05	6.37
2	山口 浩勢 愛三工業	通過タイム	0:06.04	1:16.34	2:29.21	3:40.38	4:50.64	6:00.52	7:10.73	8:19.96
		ラップタイム (423m)	6.0	70.3	72.9	71.2	70.3	69.9	70.2	69.2
		スピード m/s	6.50	6.02	5.80	5.94	6.02	6.05	6.02	6.11
3	青木 涼真 Honda	通過タイム	0:05.87	1:16.25	2:29.13	3:39.96	4:50.25	6:00.01	7:10.89	8:20.70
		ラップタイム (423m)	5.9	70.4	72.9	70.8	70.3	69.8	70.9	69.8
		スピード m/s	6.69	6.01	5.80	5.97	6.02	6.06	5.97	6.06
4	潰滝 大記 富士通	通過タイム	0:05.82	1:15.87	2:28.64	3:39.95	4:50.65	6:02.02	7:14.31	8:25.49
		ラップタイム (423m)	5.8	70.1	72.8	71.3	70.7	71.4	72.3	71.2
		スピード m/s	6.75	6.04	5.81	5.93	5.98	5.93	5.85	5.94
6	楠 康成 阿見AC	通過タイム	0:05.97	1:16.99	2:29.71	3:41.24	4:52.35	6:05.41	7:19.42	8:29.75
		ラップタイム (423m)	6.0	71.0	72.7	71.5	71.1	73.1	74.0	70.3
		スピード m/s	6.58	5.96	5.82	5.91	5.95	5.79	5.72	6.01
8	阪口 竜平 SGH	通過タイム	0:05.75	1:16.19	2:29.66	3:40.70	4:51.81	6:05.64	7:21.32	8:34.95
		ラップタイム (423m)	5.8	70.4	73.5	71.0	71.1	73.8	75.7	73.6
		スピード m/s	6.82	6.00	5.76	5.95	5.95	5.73	5.59	5.75

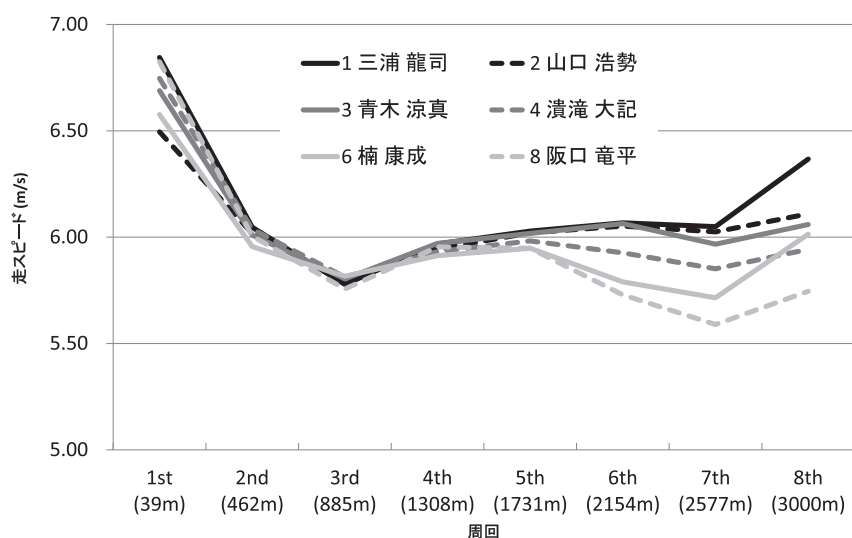


図 1. 3000mSC 中の走スピードの変化

表 2. 分析対象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)

選手	通常障害				水濠障害			
	Max	Min	Diff	Ave	Max	Min	Diff	Ave
三浦	4.4±3.4	-18.4±1.6	22.9±1.9	-5.8±1.9	5.0±1.7	-14.3±10.1	19.3±9.6	-3.3±2.1
山口	2.8±2.6	-20.6±4.0	23.5±2.8	-5.7±2.9	3.6±2.4	-13.7±2.8	17.3±2.2	-4.3±2.3
青木	4.6±3.0	-16.9±2.4	21.5±2.5	-4.1±1.8	5.6±2.1	-12.9±5.5	18.4±3.6	-2.9±3.7
潰滝	5.9±3.9	-16.6±3.3	22.4±1.6	-3.7±3.2	1.7±1.3	-18.0±4.7	19.8±3.8	-6.5±2.8
楠	1.9±1.5	-20.5±1.7	22.4±1.3	-6.7±1.1	2.6±2.5	-11.9±5.4	14.5±3.7	-3.9±4.0
阪口	2.1±2.1	-15.9±2.6	18.1±2.3	-4.7±2.7	2.6±1.3	-15.0±1.7	17.6±2.0	-4.7±1.2

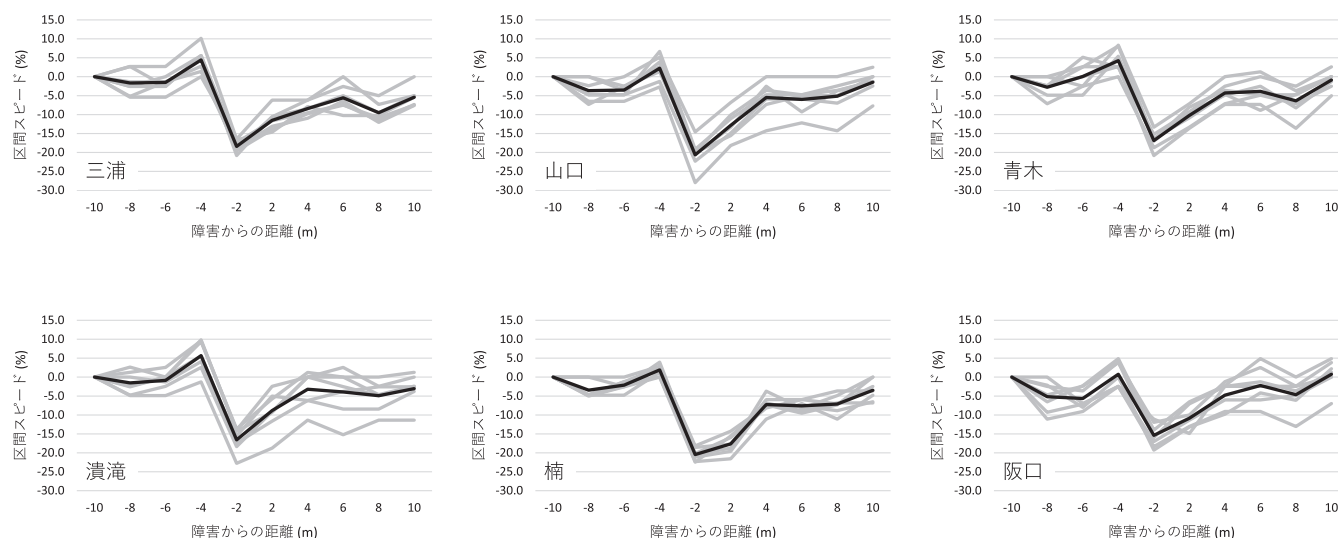


図 2. 分析対象選手の通常障害の通過スピードの変化

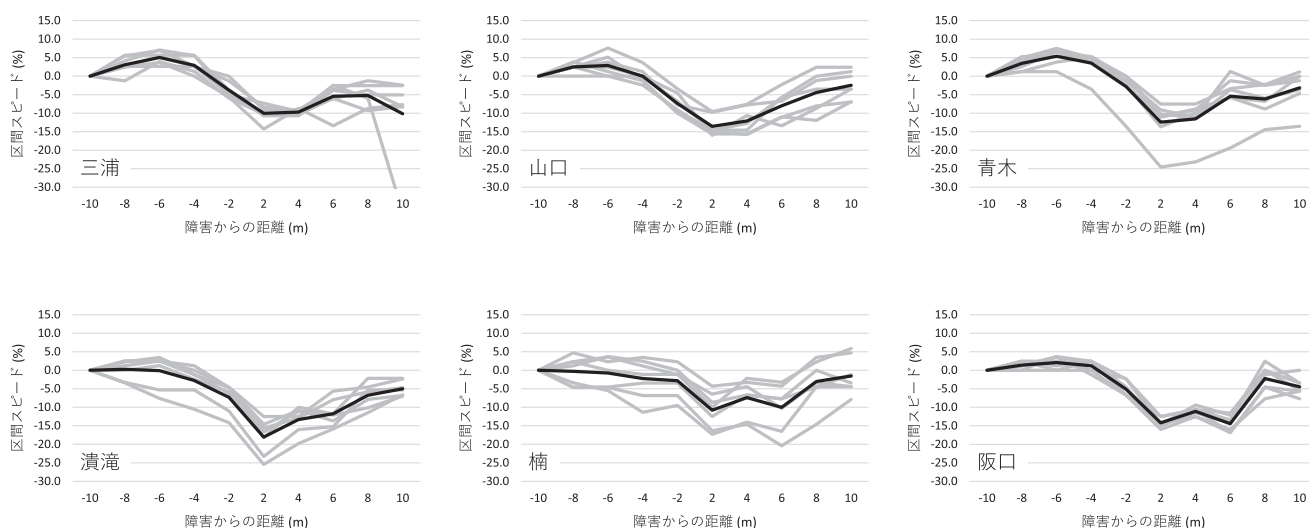


図 3. 分析対象選手の水濠障害の通過スピードの変化

参考文献

- Noakes TD, Lambert MI, Hauman R. (2008) Which lap is the slowest? An analysis of 32 world mile record performances. *Br J Sports Med*, 43: 760-764.
- 丹治史弥, 榎本靖士, 小林海. (2020a) 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, 榎本靖士, 楊永昌, 栗原俊. (2020b) 2020 年主要競技会における男子 1500m のレース分析. *陸上競技研究紀要*, 16: 128-132.
- Tucker R, Lambert MI, Noakes TD. (2006) An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *Int J Sports Physiol perform*, 1: 233-245.