

球技系スポーツ選手における全力疾走時の速度変化の様相

— 大学野球選手とサッカー選手の比較 —

Velocity patterns during the maximal sprinting in ball games players

松波 勝・鈴木 茂久・大城 卓也・乗松 柚衣

要旨

本研究では、異なる球技系スポーツ選手の疾走速度の変化について検討することを目的とした。大学野球選手 9 名およびサッカー選手 10 名の計 19 名（年齢：20.0 ± 0.8 歳、身長：172.3 ± 6.3 cm、体重：68.9 ± 8.1 kg）を対象に 50 m の全力疾走を行い、レーザー速度計により疾走中の速度変化を測定した。最大疾走速度はサッカー群の方が高く、有意な差が認められた ($P < 0.05$)。野球群においては疾走タイム、最大疾走速度とその出現距離と出現時間において有意な相関関係があり ($P < 0.05$)、サッカー群では疾走タイムと最大疾走速度のみ有意な相関関係があった ($P < 0.05$)。疾走距離および疾走時間にもなう速度変動については、スタートから 1.5 m および 2.1 秒までは野球群の方が有意に速く ($P < 0.05$)、一方、3.5 m から 30 m まで、および 2.1 秒から 4 秒後まではサッカー群の方が有意に速かった ($P < 0.05$)。結論として、最大疾走速度に至るまでの疾走動態は種目によって異なり、球技種目に応じた疾走の特徴があることが示唆された。

キーワード：短距離走、最大疾走速度、疾走速度曲線、速度変動、競技特性

1. 緒言

「走る」は「歩く」の延長線上にあり、早く移動することを目的とした運動である。スポーツ競技における「走る」は「疾走」とされ、それぞれの競技の勝敗を決するためには、非常に速く走ることが求められる。陸上競技における 100 m 走では 40～60 m で最大疾走速度に到達するとされ（阿江ほか，1994）、一方で、球技系スポーツ種目における全力疾走は得点を獲得し、試合を有利に進めるための疾走であり（三本木ほか，2011、篠原ほか，2012）、20-30 m で最大疾走速度に到達するとされている（蔭山ほか，2020）。従って、球技選手は陸上選手に比べて高速度で移動する疾走距離が短く、加速できる時間も短い。そのため、可能な限り早く最大疾走速度に到達することが重要であるとされている（篠

原ほか, 2012)。

これまで疾走速度の測定は、光電管などを用い一定の距離区間毎の時間を測定して、平均疾走速度を算出し疾走速度変動が検討されてきた。しかしながら、この方法では測定区間内の瞬間的な速度の変動を捉えることは難しい。最大疾走速度の大きさは、刻一刻と変化する中で瞬間的に捉える必要があるとされ(篠原ほか, 2020)、また、短い間隔における速度変動の観察は、距離区間毎の測定では発見できない現象を確認できるとし(黒須ほか, 2010)、疾走速度の動態を捉えることの必要性を示している。

球技系スポーツ種目の全力疾走時の速度変動については、篠原ほか(2012)、高橋ほか(2013)が検討している。しかし、陸上選手との比較や種目内の男女間の比較にとどまり、球技系スポーツ種目間の疾走速度の変動については検討していない。また、黒須ほか(2010)は、野球選手とサッカー選手を対象にしたスプリント走における速度変動について検討しているが、それぞれの種目に用いた疾走距離が異なっており、種目間の比較検討は行われていない。

球技系スポーツには様々な種目があり、サッカーやラグビーのようにボールと相手プレイヤーの動きに合わせた疾走もあれば、野球のように進塁のための疾走もある。従って、球技系スポーツ種目といえどもそれぞれ疾走の在り方に特徴があると考えられる。岩壁ほか(1995)はサッカーやラグビー選手における走動作の特徴は、接地時間が長く、ピッチが高いことを示している。また、蔭山ほか(2020)は、野球選手が高い疾走速度を獲得するためには1歩目からストライドとピッチを高め、効果的な加速を生み出す必要があることを示している。このことから短時間で最大疾走速度に到達する必要がある球技選手の瞬間的な速度変動を比較検討することは、各種目における全力疾走時の様相を明らかにできると考えられる。

そこで本研究では、異なる種目の球技系スポーツ選手の疾走速度変動から疾走の特徴について検討し、それぞれの疾走パフォーマンス向上のトレーニング指導に寄与することを目的とした。

2. 方法

2.1. 被験者

被験者は大学硬式野球部およびサッカー部に所属する選手19名(野球選手9名、サッカー選手10名)とした。被験者の身体的特性はTable 1に示した。被験者には事前に実験の詳細について書面と口頭で十分に説明した後、書面による同意を得た。なお、本研究は聖カタリナ大学研究倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号 学倫 21-04、承認日 2021年7月16日)。

Table 1 被験者の身体的特性

種目	年齢 (歳)	競技歴 (年)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)
全体 (n=19)	20.0±0.8	12.7±1.8	172.3±6.3	68.9±8.1	15.0±3.2
野球群 (n=9)	20.4±0.7*	12.9±1.7	174.8±6.4	75.2±5.2*	15.7±3.7
サッカー群 (n=10)	19.6±0.7	12.5±1.9	170.0±5.5	63.2±5.6	14.4±2.8

Average±SD
*P<0.05

2.2. 測定方法

被験者には、屋外グラウンドにおいて 50 m の全力疾走を行わせた。測定前には被験者にウォーミングアップを十分に行わせた後、スタンディングの姿勢で全力疾走を 1 回実施した。被験者が疾走を開始してから終了するまでの疾走速度をレーザー式速度測定器 (LDM301S; フォーアシスト社製。以下、「レーザー速度計」) を用いて測定した。レーザー速度計は被験者の約 5 m 後方に三脚で固定して設置し、被験者の腰背部にレーザー光が当たるようにレーザー速度計の向きを調整しながら測定を行った。疾走速度の瞬間的な変化を距離と時間から検討するため、篠原ほか (2020) が示している方法に基づき、データのサンプリングレートを 100Hz とし、データの平滑化にはバターワース型ローパスデジタルフィルタを用い、遮断周波数を 1.0 とした。また、ストップウォッチ (S120; SEIKO 社製) を用いて疾走タイムを計測した。

2.3. 疾走速度の分析

得られた速度データから最大疾走速度および最大疾走速度到達距離、最大疾走速度到達時間を求めた。また、各被験者の疾走距離にともなう速度変化については、サッカーおよび野球の疾走速度について検討している先行研究 (三本木ほか, 2009、蔭山ほか, 2016、山田ほか, 2020) より、疾走開始から 30 m までの速度データを 0.5 m 間隔のデータにした。さらに、時間経過にともなう速度変化については、疾走開始からの速度データを 0.05 秒ごとのデータにした。いずれも疾走開始は、篠原ほか (2016) の分析を参考に疾走速度が 0.2 m/s を上回った時点とし、速度データの算出を行った。

2.4. 統計処理

得られた全ての測定値は、平均±標準偏差で示した。疾走タイムと疾走速度に関わる項目との相関関係については、ピアソンの積率相関係数を算出した。また、各測定値の差の検定には、対応のない t 検定を行った。距離、時間における速度様態については繰り返しのある二元配置分散分析を行い、交互作用および主効果について確認した。交互作用が見られた場合、下位検定には対応のない t 検定を用いた。統計処理には Statcel 4 (OMS 社製) を用い、統計学的有意水準は 5% 未満とした。

3. 結果

3.1. 疾走タイム、最大疾走速度、最大疾走速度出現距離および出現時間

Table 2に疾走タイム、最大疾走速度、最大疾走速度出現距離およびその出現時間を示した。疾走タイムは野球群と比較してサッカー群の方が速かったが主効果はなかった。一方で、疾走中に見られた最大疾走速度はサッカー群の方が高く、主効果があった ($P<0.05$)。最大疾走速度出現距離とその出現時間については両群間に主効果はなかった。しかし、いずれもサッカー群の方が最大疾走速度の出現距離が短く、出現時間が早い傾向にあった。また、疾走タイムと最大疾走速度、最大疾走速度出現距離と時間との相関関係についてはTable 3に示した。全体としては疾走タイムと最大疾走速度のみ有意な負の相関関係があった ($P<0.05$)。種目別で見ると野球群においては全ての項目間において有意な相関関係があり ($P<0.05$)、サッカー群では疾走タイムと最大疾走速度のみ有意な相関関係があった ($P<0.05$)。

Table 2 疾走タイム、最大疾走速度、最大疾走速度出現距離および出現時間

種目	疾走タイム (sec)	最大疾走速度 (m/s)	最大疾走速度出現距離 (m)	最大疾走速度出現時間 (sec)
全体 (n=19)	6.81±0.24	8.48±0.35	33.79±4.29	5.23±0.43
野球群 (n=9)	6.92±0.30	8.28±0.42	34.87±5.24	5.38±0.49
サッカー群 (n=10)	6.72±0.13	8.65±0.11*	32.81±3.20	5.09±0.33

Average±SD
* $P<0.05$

Table 3 疾走タイム、最大疾走速度、最大疾走速度出現距離および出現時間の相関関係

全体 (n=19)	疾走タイム(sec)	最大疾走速度(m/s)	最大疾走速度出現距離(m)
最大疾走速度 (m/s)	-0.924 *	-	-
最大疾走速度出現距離 (m)	-0.305	0.439	-
最大疾走速度出現時間 (sec)	-0.201	0.299	0.976 *
野球群 (n=9)	疾走タイム(sec)	最大疾走速度(m/s)	最大疾走速度出現距離(m)
最大疾走速度 (m/s)	-0.949 *	-	-
最大疾走速度出現距離 (m)	-0.800 *	0.879 *	-
最大疾走速度出現時間 (sec)	-0.735 *	0.797 *	0.985 *
サッカー群 (n=10)	疾走タイム(sec)	最大疾走速度(m/s)	最大疾走速度出現距離(m)
最大疾走速度 (m/s)	-0.704 *	-	-
最大疾走速度出現距離 (m)	0.632	-0.063	-
最大疾走速度出現時間 (sec)	0.523	-0.005	0.975 *

* $P<0.05$

3.2. 疾走到達距離および疾走時間にともなう疾走速度の変動

疾走中の到達距離における疾走速度の変動について Fig 1 に示した。野球群、サッカー群ともに 10 m まで急激に疾走速度が増加した。スタートから 2 m まではサッカー群よりも野球群の疾走速度が速く、1.5 m までは主効果があった ($P<0.05$)。2.5 m 以降は野球群よりもサッカー群の疾走速度が速くなり、3.5 m 以降 30 m までは主効果があった ($P<0.05$)。

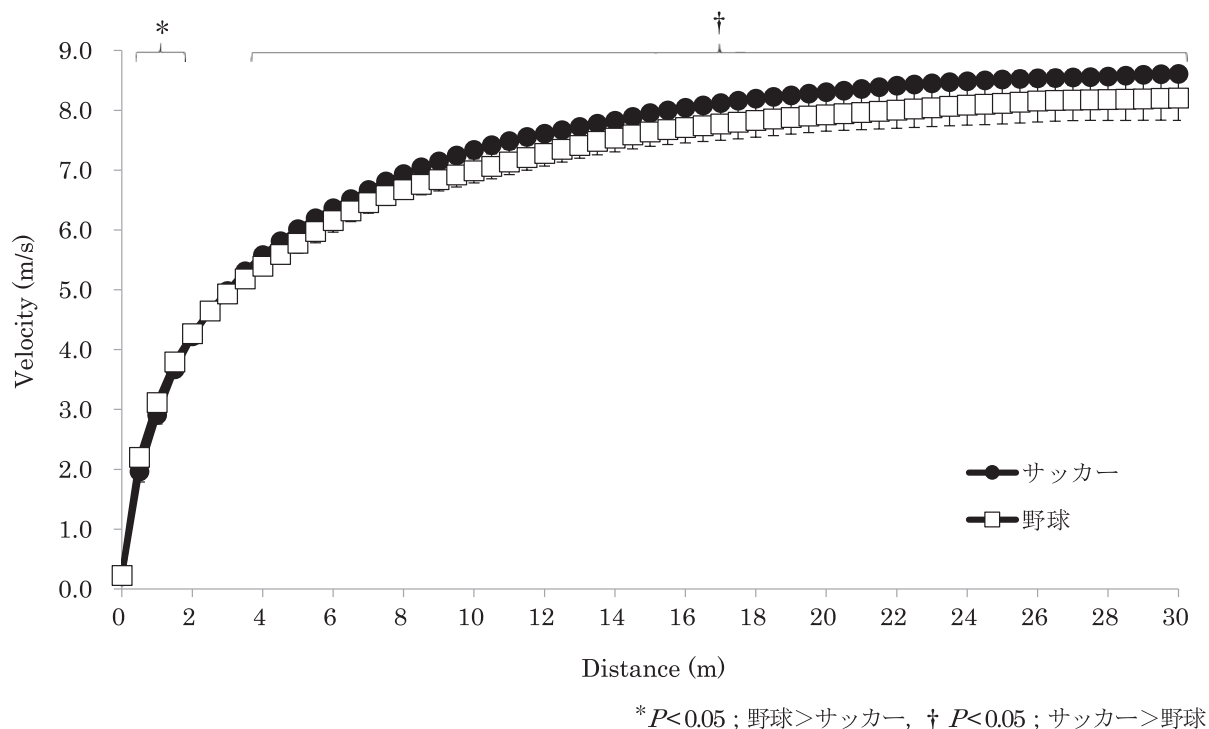
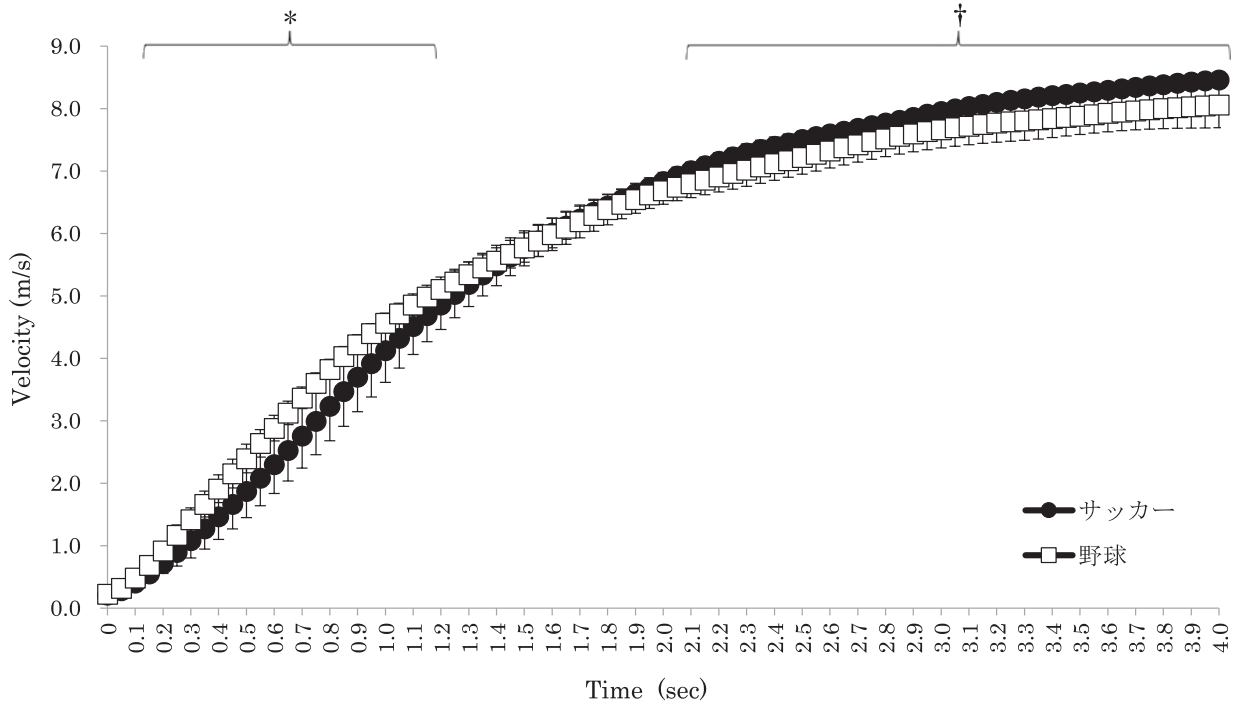


Fig 1 疾走到達距離における疾走速度の変動

Fig 2 は、疾走中の経過時間と疾走速度の変動について示した。野球群、サッカー群ともにスタートから 2 秒後まで急激に疾走速度が増加した。速度の立ち上がりはスタートから 1.5 秒後まで野球群の方がサッカー群よりも速く、1.1 秒後までは主効果があった ($P<0.05$)。その後はサッカー群が野球群を上回り、2.1 秒後以降、4 秒後まで主効果があった ($P<0.05$)。



* $P < 0.05$; 野球 > サッカー, † $P < 0.05$; サッカー > 野球

Fig 2 疾走時間における疾走速度の変動

4. 考 察

4.1. 疾走タイム、最大疾走速度、最大疾走速度出現距離および出現時間

疾走タイムは、サッカー群の方が野球群と比較して速かったが、有意な差が認められなかった。一方で最大疾走速度においてはサッカー群の方が野球群と比較して有意に速かった。篠原ほか（2012）は、50 m 走により球技選手の最大疾走速度は、有意ではないもののサッカー選手の方が野球選手よりも高い最大疾走速度であったこと示している。疾走タイムに差がなく、最大疾走速度に有意な差が見られたことは、野球選手とサッカー選手の疾走の性質に違いがあると考えられた。また、陸上短距離選手の最大疾走速度は、疾走タイムと負の相関関係があることが示されている（荒川, 1990、松尾ほか、2010）。本研究においても疾走タイムと最大疾走速度の関係については、野球群、サッカー群のいずれにおいても、有意な負の相関関係が認められた。従って、瞬間的に速度を高めることを要求される球技選手は、疾走タイムよりも瞬間的な最大疾走速度により疾走パフォーマンスを評価することが必要であると考えられた。

最大疾走速度出現距離および出現時間については、篠原ほか（2012）は、野球群の方がサッカー群と比較して、有意ではないもののいずれも長い距離、時間で最大疾走速度が出現していることを報告している。陸上競技の100 m 走では、最大速度までの到達距離を伸ばし、速度低下の距離を短くすることで好タイムを得ることが示されている（松尾ほか、2010）。また、ソフトボール選手においては、

最大速度の立ち上がり距離を伸ばすことで最大速度の維持と減速を起こさないことが報告されている（高橋ほか，2013）。本研究では野球群において、最大疾走速度、最大疾走速度出現距離および出現時間の間に有意な正の相関関係が認められた。このことから、野球選手において最大疾走速度の出現がサッカー選手より長い傾向にあるのは、最大疾走速度までの到達距離を伸ばし、疾走タイムを高めるという陸上選手に似た疾走スキルを有している可能性があると考えられた。このことは、ボールや相手プレーヤーとの関係で疾走するサッカー選手とは異なり、予め走る距離が決まっており、ベースという目標物に対して塁を獲得するために全力疾走を行う野球選手の疾走形態が関係していると推察される。一方で、サッカー群の最大疾走速度出現距離および出現時間が野球群よりも短く、また最大疾走速度との間に有意な相関関係が認められなかった。このことは、サッカー選手は野球選手のように距離に応じて徐々に加速して最大疾走速度を出現させる疾走ではなく、瞬間的に速度を上昇させる疾走であると考えられた。サッカーにおいて、相手との80 cmの差は併走すればファウルをしなければならない距離である（宮西ほか，2008）と示されている。また、サッカー選手の1試合におけるスプリント距離は平均で17 mと報告されている（Bangsbo et al., 1994）。従って、疾走距離に依存して最大疾走速度を出現させるのではなく、短距離、短時間に速度を最大に到達させようとする特徴がサッカー選手の疾走にあると考えられた。

4.2. 疾走到達距離および疾走時間にもなう疾走速度の変動

野球選手とサッカー選手において疾走の性質が異なると考えられたことから、疾走速度曲線において各種目の疾走速度変動について検討した。Fig 1, 2に示したように疾走を開始してから到達距離では2 mまで、経過時間1.5秒まで野球群の方が高い速度を示した。疾走速度曲線により球技系スポーツ選手と陸上選手の速度変動を検討した先行研究（篠原ほか，2012）において、経過時間1秒までは、陸上選手より野球選手の方が有意に高い速度を出現させ、サッカー選手は陸上選手と比較して速度変動に有意な差はなかったことを示している。野球における盗塁では、走り始めた1歩目からのストライドとピッチを高める必要があると示され（田邊ほか，2019）、また、疾走スタート直後の高い速度獲得の必要性が示されている（大石ほか，2020）。本研究の速度変動からも野球選手はスタート直後、爆発的なパワーによって速度を立ち上げていると考えられる。また、2.1秒以降、サッカー群を下回ったのは、距離を伸ばして高い疾走タイムを獲得する疾走形態を反映し、結果的に最大疾走速度の出現距離および時間が長くなったと考えられた。サッカー群については、到達距離3.5 m以降、経過時間2.1秒以降、野球群よりも高い速度を示した。篠原ほか（2012）は、静止と歩行によるスタートからの疾走について最大疾走速度、最大疾走速度出現距離および出現時間について検討したところ、サッカー群においては歩行スタートの方が最大疾走速度出現距離および出現時間が有意に短くなったことを示している。また、サッカーは常時、ボールや相手プレーヤーとの対峙の中で疾走するオープンスキル

種目であり、最大スピードにいかに早く到達することが求められる（篠原ほか，2012）。従って、サッカー選手の場合、スタートから速度の立ち上げに若干の時間を有するが、その後の瞬間的な速度の立ち上がりは野球選手より大きく、また、最大疾走速度の出現距離や時間が野球選手より短いことから、短時間で速度を高め、速度を維持する疾走であると考えられた。以上のことから、種目によって最大疾走速度に至るまでの疾走動態には違いがあり、球技種目に応じた疾走の特徴があることが示唆された。

5. まとめ

本研究では、異なる種目の球技系スポーツ選手の疾走速度変動から疾走の特徴について検討し、それぞれの疾走パフォーマンス向上のトレーニング法に寄与することを目的とした。その結果、以下のような知見が得られた。

- 1) 野球選手の疾走は、スタート直後の速度の立ち上がりが早く、最大疾走速度までの到達距離を伸ばし、疾走タイムを高める疾走であった。
- 2) サッカー選手の疾走は、スタートから速度の立ち上がりには時間を有するが、疾走距離に依存して最大疾走速度を出現させるのではなく、短時間に速度を最大に到達させようとする疾走であった。

これらのことから、瞬間的に速度を高めることを求められる球技選手の疾走速度の向上には最大疾走速度とその出現に着目し、それぞれの疾走特性を踏まえたトレーニングの指導を行うことが望ましいと示唆された。

6. 本研究の限界と今後の課題

本研究では、種目毎の疾走特性は明らかになったものの、各種目における競技レベル別の疾走特性は検討していない。従って、得られた結果の解釈は、本研究の対象者レベルにおいての示唆にとどまり、競技レベルに関係なく包括的に言及するには限界がある。今後は、競技レベル別の疾走特性について検討することが課題であり、競技力の高い選手の疾走特性を明らかにすることにより、疾走能力を向上させるコーチングの一助になると考える。

謝辞

本研究への実施にご協力いただきました被験者の皆様に深謝いたします。なお、本研究は令和3年度聖カタリナ大学学長裁量事業の助成を受けて実施した。

文献

- 阿江通良・鈴木美佐緒・宮西智久・岡田英孝・平野敬靖（1994）世界一流スプリンターの100 m レースパターンの分析—男子を中心に—, 世界一流陸上競技者の技術. 日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編, ベースボールマガジン社, 東京, 14-28.
- 荒川勝彦（1990）疾走速度曲線に関する分析的研究. 神奈川工科大学研究報告 A：人文社会科学編, 14, 105-109.
- Bangsbo, J. and Lindquist, F. (1992) Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med.*, 13 (2), 125-132.
- 岩壁達男・尾縣貢・関岡康雄・永井純・清水茂幸（1995）球技プレイヤーにおける疾走動作の検討. スポーツ教育学研究, 15（2）, 91-97.
- 蔭山雅洋・藤井雅文・土川千尋・鈴木智晴・前田明（1995）大学野球選手における30 m 走タイムと跳躍能力との関係. トレーニング科学, 27（3）, 93-100.
- 蔭山雅洋・大石祥寛・亀田麻依・藤井雅文・北哲也・前田明（2020）野球選手におけるステップタイプに応じた30 m 走中の疾走動態の検討. 体育学研究, 65, 579-593.
- 北哲也・古川統英・小松昌平・亀田麻依・前田明（2013）高負荷全力ペダリングトレーニングが野球選手の30 m 疾走タイムに及ぼす影響. トレーニング科学, 25, 69-78.
- 黒須雅弘・中田有紀（2010）レーザー速度計を用いたスプリント評価の試み. 東海学園大学研究紀要, 15, 139-144.
- 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・杉田正明・土江寛裕・阿江通良（2010）100 m のレース分析：世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術. 第11回世界陸上競技選手権大阪大会日本陸上競技連盟バイオメカニクス班報告書, 財団法人日本陸上競技連盟, 14-28.
- 宮森隆行・吉村雅文・綾部誠也・宮原祐徹・青葉幸洋・鈴木茂雄（2008）大学サッカー選手のポジション別体力特性に関する研究—試合中の移動距離・移動スピードからみた生理学的特徴との関連性について—, 理学療法科学, 23（2）, 189-195.
- 大石祥寛・蔭山雅洋・藤井雅文・前田明（2020）大学野球選手の早朝と夕方の疾走パフォーマンスの違い. 九州体育・スポーツ学研究, 34（1）, 1-7.
- 三本木温・黒須慎矢（2011）陸上競技選手における30 m 走の疾走能力と無酸素パワーおよび柔軟性との関係. 八戸大学紀要, 42：57-64.
- 篠原康男・曾谷英之・前田正登（2012）疾走速度曲線からみた球技系スポーツ選手の加速局面に関する研究. トレーニング科学, 24（2）, 151-160.
- 篠原康男・前田正登（2016）疾走速度変化からみた小学生の50 m 走における局面構成. 体育学研究, 61：797-813.
- 篠原康男・前田正登（2020）疾走速度変化からみた疾走能力の評価. 陸上競技研究, 121：2-14.
- 高橋流星・筒井崇護・柏木悠・船渡和男（2013）レーザードップラー方式距離計測装置を用いた短距離疾走能力評価方法～大学生のソフトボール選手と陸上短距離選手の比較～. 日本体育大学紀要, 42（2）, 103-

110.

田邊智・川端浩一・山田一典・村上雅俊（2019）野球における盗塁時間と走速度，ストライド，ピッチ，歩隔との関係について．大阪体育学研究，57，15-28.

山田魁人・奥平柁道・九鬼靖太・吉田拓矢・前村公彦・谷川聡（2020）男子学生サッカー選手におけるパワー発揮能力とスプリント能力および方向転換の関係：跳躍タイプによる違いに着目して．Football Science，17，1-10.

Velocity patterns during the maximal sprint run in ball games players

Masaru MATSUNAMI, Shigehisa SUZUKI, Takuya OHSHIRO,
Yui NORIMATSU

Abstract

The purpose of this study was to examine the variation in maximum sprinting speed among athletes in different ball games. Nineteen ball game players (nine baseball player and ten soccer player, age : 20.0 ± 0.8 years, height : 172.3 ± 6.3 cm, weight : 68.9 ± 8.1 kg) performed a 50-m sprint run, and changes in speed during the sprint were measured with a laser velocity meter. The maximum running speed was higher in the soccer group, with a significant difference ($P < 0.05$). In the baseball group, there was a significant correlation between running time, maximum sprinting speed, and the distance and time of its appearance ($P < 0.05$). In the soccer group, only sprinting time and maximum sprinting speed were significantly correlated ($P < 0.05$). The baseball group was significantly faster from the start to 1.5 m and 2.1 sec ($P < 0.05$), while the soccer group was significantly faster from 3.5 m to 30 m and from 2.1 s to 4 sec ($P < 0.05$). In conclusion, it was suggested that the sprinting dynamics leading up to the maximum sprinting speed differed by event, and there are characteristics of sprinting according to ball game events.

Keywords: Sprint, maximum sprint speed, sprint speed curve, velocity fluctuation, competition characteristics