



中学生の反応時間の発達に暦年齢および 運動経験がどのように関与しているか —野球走塁課題を用いて—

山田 洋 (体育学部体育学科・スポーツ医科学研究所) 須田雄太 (東海大学付属熊本星翔高等学校)

伊藤栄治 (体育学部スポーツ・レジャーマネジメント学科) 宮崎誠司 (スポーツ医科学研究所・体育学部武道学科)

The study to examine how the chronological age and exercise experience are involved
in the development of reaction time of junior high school students
—by using baseball base running tasks—

Hiroshi YAMADA, Yuta SUDA, Eiji ITO and Seiji MIYAZAKI



Abstract

The purpose of this study was to examine how the chronological age and exercise experience are involved in the development of reaction time of junior high school students. We examined the effect that chronological age and exercise experience gave to the reaction time of task that assumed base running of the baseball. The subjects were 37 junior high students who belonged to the baseball club. The subjects ran for the photic stimulation of the LED light to the right direction or the left direction, and the reaction time was calculated. A significant negative correlation was seen between reaction time to left direction and the chronological age ($p < 0.05$). Also, a significant negative correlation was seen between reaction time to the both direction and the exercise experience ($p < 0.05$). These results obtained suggested that chronological age and the exercise experience have an influence on the development of the response of the junior high students, and the degree of the effect depends on the tasks to cause a response.

Keywords: Base Running, Reaction Time, Pro-agility Test, Direct Linear Transformation Method

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 34, 17-24, 2022)

I. 緒言

野球選手のパフォーマンス能力と発育発達に関する研究は多く行なわれており、その分野は多岐に渡る。勝亦ら¹⁾は野球選手の投球スピードと暦年齢の関係について検討しており、13歳前後の年齢において大きく変化が起きていることや、12歳

以上において、経験者群が未経験者群と比較し、有意に高値を示したことを報告している。また、中学生野球のトップ選手の成熟度について検討した研究²⁾では、4～6月生まれの中学生において身長成長速度が速く、身体能力も高い傾向であったことを示唆している。しかしながら、これらの研究は、中学生の体格や生物学的成熟度と身体の強さに焦点を当てたものであり、状況判断や知覚

表1 被験者の身体的特徴
Table 1 Subject's physical characteristics

	mean±SD				
	1st year (n=16)	2nd year (n=14)	3rd year (n=7)	ALL (n=37)	National Average
Height(cm)	156.5±7.3	164.7±3.6 ^{**}	168.4±5.5 ^{☆☆}	161.9±7.5	160.0±7.7
Weight(kg)	45.7±8.0	55.9±7.8 ^{**}	58.7±8.6 ^{☆☆}	52.0±9.8	48.6±9.6
Beseball history(years)	5.3±1.6	6.9±1.2 [*]	8.7±0.9 ^{†☆☆}	6.5±1.9	—
Age(yesrs old)	13.2±0.2	14.2±0.3	15.3±0.3	14.0±0.8	—
	One-way ANOVA		1st - 2ed	*p<0.05, **p<0.01	
			1st - 3rd	*p<0.05, **p<0.01	
			2nd - 3rd	†p<0.05, **p<0.01	

および運動能力について検討したものはほとんど見当たらない。

野球の指導書において、伊藤³⁾は「走塁では実戦の判断力が大事であり、バッターがボールを見送った時は右脚でブレーキをかけて戻り、インパクトした瞬間においても右脚でスタートを切る」と述べている。スタート判断は走塁において非常に重要であり、反応時間が短いことは走塁の巧さにも繋がると考えられる。

走塁は、バットとボールのインパクトに対して二塁や三塁など右方向へのGo、またはライナーバックや空振り時などの左方向へのBackといった判断をし、反応をするため、予測の部分よりも、その後の反応が大きな影響を受ける。そのため、走塁時の反応時間 (reaction time : RT) は非常に重要であることが考えられる。走塁に関する研究は数多く行われており、ベースランニングのタイムと塁間を想定した30m走の関係について検討したもの⁴⁾や、ハーキーステップのトレーニング効果と30m走の関係を検討したもの⁵⁾がある。しかしながら、走塁動作において認知や状況判断を伴う反応時間について検討したものはほとんどみられない。そこで、本研究は基本的な運動能力 (30m走、プロアジリティテスト) および実際の走塁場面を想定した光刺激による選択反応課題と、暦年齢や競技経験年数との関係について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

被験者は硬式野球経験のある中学生37名 (1年生16名、2年生14名、3年生7名) とした。被験者の身体的特徴を表1に示した。一般的な中学生の体格との比較のため、表1の右端の全国平均は平成29年度の文部科学省体力・運動能力調査⁶⁾による全国の中学生の平均を示している。なお、被験者の練習頻度は週に2回程度であり、選手の中に突出して競技能力の高い選手は存在しなかった。

2. 測定項目

1) 30m走

光電管 (BROWER TCi TIMING SYSTEM, スポーツコミュニティ社製) を用いて計測をした (図1)。

2) プロアジリティテスト

有賀ら⁷⁾の方法を参考に、光電管 (BROWER TCi TIMING SYSTEM, 株式会社スポーツコミュニティ社製) を用いて、①~③の順番に5mラインを2度切り返す「前方プロアジリティテスト」を計測した。総距離は合計20mとした (図2)。

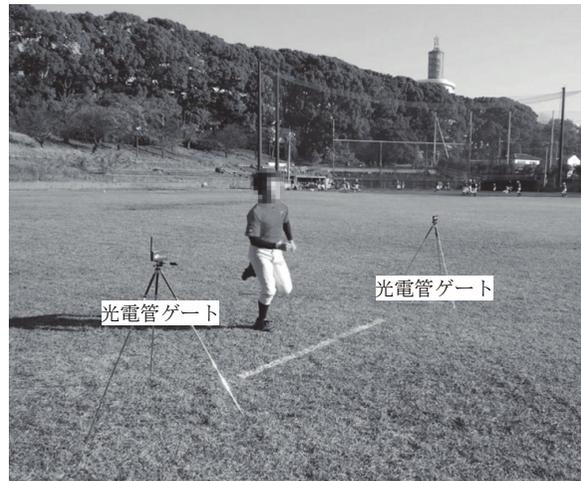


図1 30m 走の測定
Fig. 1 Measurement of 30m run

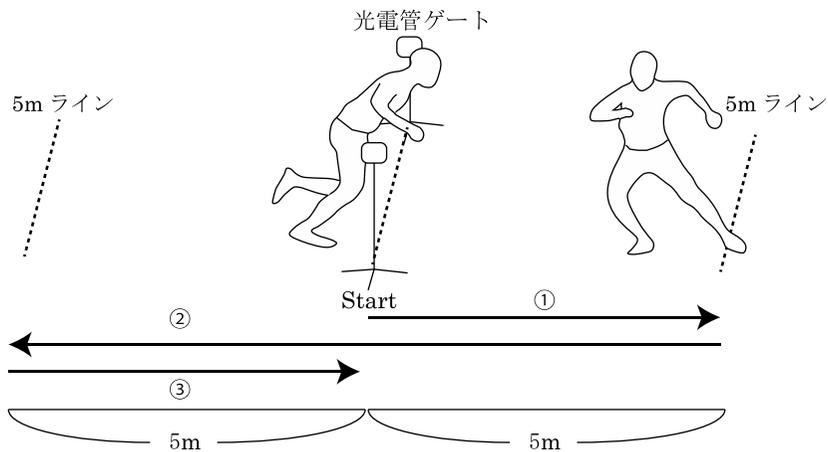


図2 プロアジリティテストの測定の概略図
Fig. 2 Schematic diagram of pro-agility test measurements

3) 走塁時反応時間テスト

図3は走塁時反応時間テストを後ろから見た模式図である。光刺激装置 (SmartSpeed, Fusion Sport 社製) を用いて、打者のバットとボールがインパクトする瞬間と仮定し、光刺激が入るように設定したゲートをオリジナルで作成した。第1ゲートを右サイドステップで通過した瞬間をインパクトと仮定し、走塁時の右方向への Go および左方向への Back を想定した選択反応ダッシュの測定を行った。この課題では、バットとボールのインパクトに対して二塁や三塁など右方向への Go、またはライナーバックや空振り時などの左方向への Back といった反応を測定する独自の課

題である。全被験者の試技中の映像をハイスピードカメラ (EX-F1, CASIO 社製) を用いて撮影した。得られた映像から、映像解析ソフト (FrameDIAS V, DKH 社製) を使用し、2次元 DLT法により、走塁時の Go および Back の判断後の右脚着地から、右方向であれば次に左足が着地するまでに要したタイムと、左方向であれば切り返して左方向に向かって次に右足を着地するまでに要した時間を算出した。

1) 2) 3) の測定は全選手に対し、任意のタイミングでスタートを切らせた。試技回数は全て2回ずつ行い、良い方のタイムを採用した。なお、試技は全てスパイクを履いて計測を行った。

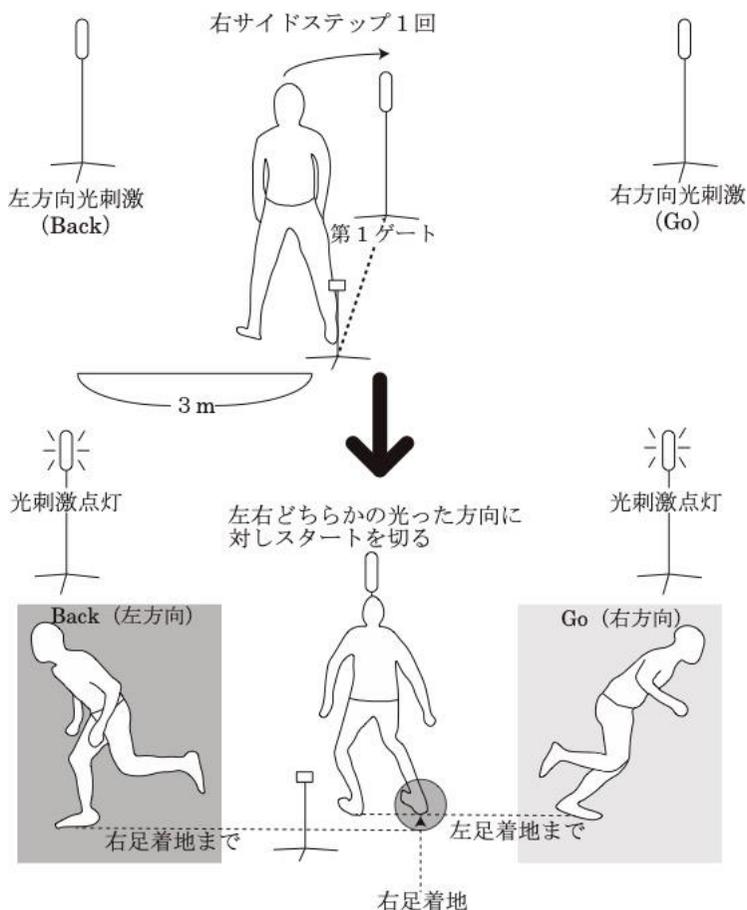


図3 走塁時反応時間テストの測定の概略図
Fig. 3 Schematic diagram of measurement of reaction time test at base running

3. 統計処理

統計量の計算には、統計解析ソフト R (バージョン 3.4.3, プラットフォーム x86-64-apple-drowind15.6.0) を用いた。

30m 走、プロアジリティテスト、走塁時反応時間テストの学年ごとの平均値および標準偏差の比較には対応のない一元配置分散分析を用いた。

30m 走やプロアジリティテストと身長や体重、野球経験年数、暦年齢との関係については、ピアソンの積率相関分析を用いた。また、走塁時選択反応テストについても、左右方向別に個人特性との相関係数を求めた。どちらも、有意性が認められた場合は回帰式を求めた。なお、統計学的有意水準は 5% とした。

Ⅲ. 結果

1. 30m 走、プロアジリティテスト、走塁時反応時間テストの学年ごとの平均値および標準偏差について

図4は30m 走およびプロアジリティテストの学年ごとおよび全体の平均値と標準偏差を示している。30m 走では、1年生が $4.92 \pm 0.22\text{sec}$ 、2年生が $4.68 \pm 0.28\text{sec}$ 、3年生が $4.64 \pm 0.16\text{sec}$ 、全体平均が $4.78 \pm 0.26\text{sec}$ であり、2年生と3年生間に有意な差はみられなかった。一方、1年生と2年生は、2年生が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。また、1年生と3年生においては、3年生が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。プロアジリティテス

中学生の反応時間の発達に暦年齢および運動経験がどのように関与しているか

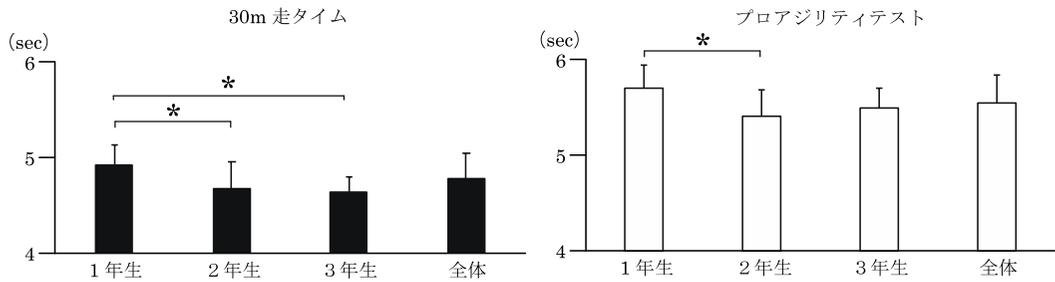


図4 各学年における30m走およびプロアジリティテストの所要時間
Fig. 4 Time for 30m run and pro-agility test in each grade

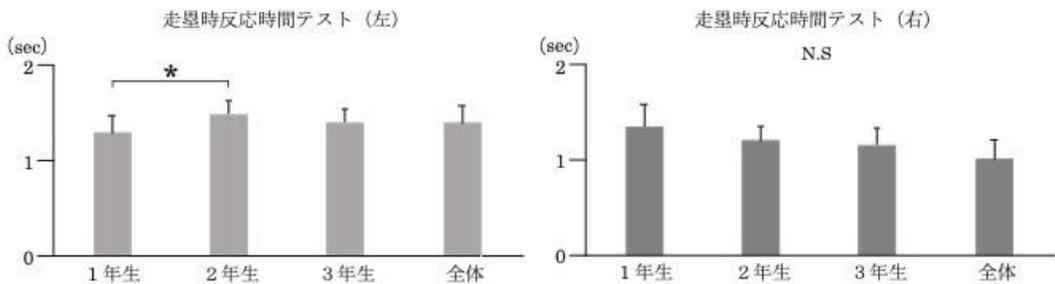


図5 各学年における走塁時反応時間テストの所要時間
Fig. 5 Time for the reaction time test at base running in each grade

表2 30m走・プロアジリティテストと個人特性間の相関係数
Table 2 Correlation coefficient between 30m running / pro-agility test and personal characteristics

	Height(cm)	Weight(kg)	Beseball history(years)	Age(yesrs old)
30m 走	-0.50**	-0.34*	-0.38*	-0.53**
プロアジリティテスト	-0.33*	-0.23	-0.33*	-0.38*

*:p<0.05 **:p<0.01

トでは、1年生が 5.70 ± 0.25 sec、2年生が 5.41 ± 0.28 sec、3年生が 5.49 ± 0.22 sec、全体平均が 5.55 ± 0.29 secであり、1年生と2年生間において、2年生が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

図5は走塁時反応時間テストの学年ごとおよび全体の平均値と標準偏差を示している。右方向 (Go) では、1年生が 1.35 ± 0.23 sec、2年生が 1.20 ± 0.15 sec、3年生が 1.16 ± 0.17 sec、全体平均が 1.26 ± 0.21 secであり、右方向では有意な差はみられなかった。一方、左方向 (Back) では、1年生が 1.31 ± 0.19 sec、2年生が 1.51 ± 0.14 sec、3年生が 1.42 ± 0.14 sec、全体平均が 1.41 ± 0.19 secであり、1年生が2年生に比べ有意に低値を示した

($p < 0.05$)。

2. 30m走およびプロアジリティテストと個人特性の関係

30m走およびプロアジリティテストと個人特性との相関係数を表2に示す。また30m走およびプロアジリティテストと個人特性についての代表例のグラフを図6に示す。相関係数を求めた結果、30m走は、身長、体重、野球経験年数、暦年齢のすべての項目と有意な相関関係がみられ、プロアジリティテストでは、体重以外の項目において有意な相関関係がみられた ($p < 0.05$ および $p < 0.01$)。

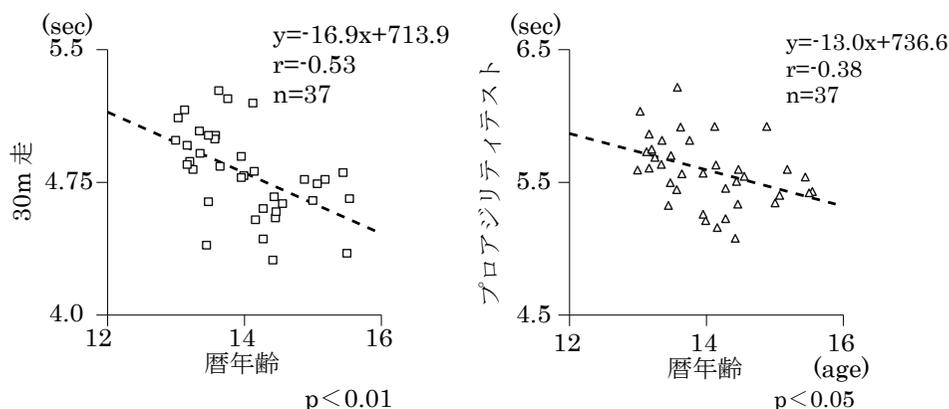


図6 30m走・プロアジリティテストの所要時間と暦年齢との関係
Fig. 6 Relationship between the time for the 30m run / pro-agility test and the calendar age

3. 走塁時反応時間テストと個人特性との関係について

本研究において測定をした全課題をおよび被験者の個人特性との相関係数を表3に示す。図7上段は、走塁時反応時間テストの左右別のタイムと暦年齢との関係を示したグラフである。一方、図7下段は、走塁時反応時間テストの左右別のタイムと野球経験年数との関係を示したグラフである。相関係数を求めた結果、走塁時反応時間テストにおける右方向の反応時間と野球経験年数に有意な相関関係がみられ ($p < 0.01$)、左方向の反応時間と個人特性の全項目と有意な相関関係がみられた ($p < 0.05$ および $p < 0.01$)。

IV. 考察

1. 30m走、プロアジリティテスト、走塁時反応時間テストの学年ごとおよび全体の平均値と標準偏差について

30m走では、2年生と3年生間に有意な差はみられなかったが、1年生と2年生間は、2年生が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。また、1年生と3年生においては、3年生が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。プロアジリティテストでは、1年生と2年生間にのみ有意な差がみられ、2年生が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。一方、走塁時反

応時間テストにおいて、右方向では有意な差はみられなかった。左方向 (Back) では、1年生が2年生に比べ有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

30m走やプロアジリティテストは、走力および敏捷性のテストとして知られている。30m走は、文部科学省による平成29年度の体力・運動能力調査の結果⁶⁾では、中学生期において身長や体重が大きく伸びることや、体力テストの数値 (50m走など) も良くなっていることから、学年が上がるにつれてタイムが短縮されていくのは妥当である。

一方、走塁時反応時間テストは、学年ごとに大きな違いはなく、左方向においては、1年生が2年生よりも良いタイムであった。このことから、走塁時反応時間テストにおいて、1年生では、サイドステップ時に重心が左側に残っていたことや、Backの意識が強く出ていた可能性がある。

2. 30m走およびプロアジリティテストと個人特性の関係

30m走のタイムは、身長・体重・野球経験年数・暦年齢の全ての個人特性と有意な負の相関関係を示した ($p < 0.05$)。一方、プロアジリティテストでは、体重以外の個人特性において有意な負の相関関係を示した ($p < 0.05$)。

文部科学省による平成29年度の体力・運動能力調査の結果⁶⁾では、中学生期において身長や体重

表3 走塁時反応時間テストの所要時間と個人特性の間の相関係数
Table 3 Correlation coefficient between the time for the reaction time test at base running and personal characteristics

	Height(cm)	Weight(kg)	Baseball history(years)	Age(yesrs old)
右 (Go)	0.03	-0.14	-0.68**	-0.31
左 (Back)	-0.66*	-0.62*	-0.61*	-0.83**

*:p<0.05 **:p<0.01

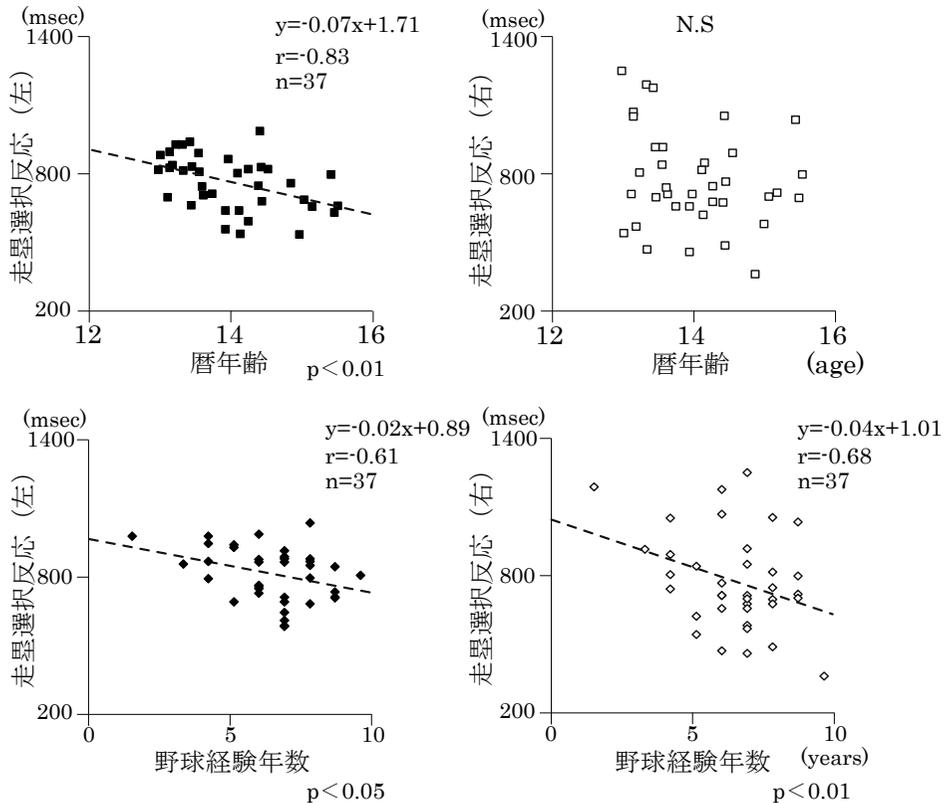


図7 走塁時反応時間テストの所要時間と暦年齢・野球経験年数の関係
Fig. 7 Relationship between the time for the reaction time test at base running and the calendar age / years of baseball experience

が大きく伸びることや、体力テストの数値（50m走など）も良くなっていることから、30m走のタイムと個人特性との間に有意な相関が見られたことは、妥当であると考えられる。また、有川ら⁸⁾は男子中学生の疾走速度を縦断的に検討し、その中で、身長、体重、50mの疾走速度について学年ごとに分散分析を行い学年が上がるにつれて、身長および体重については有意に高値を示し50mの疾走速度については有意に低値を示した

と報告している。発育発達に伴って、走力や切り返しなどの敏捷性が高くなることは先行研究を含めても妥当であり、今回の結果は、一般的な中学生の発育発達の過程を支持するものであった。

3. 走塁時反応時間テストと個人特性の関係

暦年齢との関係では、右方向（Go）とばらつきが大きく有意な相関関係はみられなかったが、左方向（Back）は有意な負の相関関係がみられ

た ($p < 0.01$)。一方、野球経験年数との関係では、右方向 (Go) と有意な負の相関関係はみられ ($p < 0.01$)、左方向 (Back) においても有意な負の相関関係がみられた ($p < 0.05$)。また、左方向 (Back) では、身長、体重の項目においても有意な負の相関関係がみられた ($p < 0.05$)。

今回の走塁時反応時間テストは、右方向にサイドステップを1回行なっていることから、サイドステップ中に左右どちらの方向にスタートを切るのかを判断することになる。そのため、右方向 (Go) への反応に関しては右サイドステップは助走となり、左方向 (Back) への反応に関しては右サイドステップは切り返しとなる。左右方向へのタイムの平均値と標準偏差を比較すると、右方向が有意に短かったことから左右における違いが見て取れ ($p < 0.05$)、これは走塁動作の特徴とも言える。バスケットボール選手のサイドステップスピードの左右差について検討した木村ら⁹⁾は、左右方向において平均値に有意な差はみられなかったことを報告しているが、被験者によって利き脚や得意な方向があったと述べている。暦年齢において、右方向に有意な相関関係がみられず、左方向にのみ有意な相関関係がみられたことについては、サイドステップ時の身体重心位置が、被験者によって異なっていた可能性がある。さらに走塁は右方向のみにサイドステップをしていることから、利き脚や得意な方向が左側であった可能性も考えられる。一方、野球経験年数では、左右の両方向において有意な相関関係がみられていることから、野球という運動経験の中で、右方向へのサイドステップから Go および Back の判断を行なうための、適切な重心位置や戦略をバランスよく獲得していた可能性が考えられる。さらに与那ら¹⁰⁾は筋力トレーニングと Pre-motor time (以下 PMT) および Motor time (以下 MT) の関係について検討しており、筋力が向上することで、PMT と MT は短縮されることを報告していることから、左方向と身長や体重の間に有意な相関関係がみられたことは、プロアジリティテストと類似した切り返しが含まれるため、筋力的要因が少

なからず影響した可能性がある。

これらの結果は、暦年齢と運動経験は中学生の反応の発達に影響を与え、その効果の度合いは反応を生じさせる課題に依存することを示唆している。

謝辞

本研究を進めるに当たり、東海大学体育学部 澤井拓実氏、武内将平氏、ならびに湘南平塚北リトルシニアの皆様にご多大なるご協力をいただいた。記して、感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 勝亦陽一・金久博昭・川上泰雄・福永哲夫 (2008) 野球選手における投球スピードと年齢の関係, スポーツ科学研究, 5, 224-234.
- 2) 勝亦陽一・設楽佳世・飯田悠佳・鳥居俊・高井洋平・平野裕一 (2017) 中学生期におけるトップ野球選手の成熟度, 発育発達研究, 74, 26-33.
- 3) 伊藤栄治 (2007) よくわかる野球, 西東社, 150-159.
- 4) 大岡昌平・藤村美歌・前田正登 (2013) 野球における進塁時間短縮方法に関する研究, 体育・スポーツ科学, 22, 41-48.
- 5) 薄田翔平・藤田英二 (2014) 中学生野球選手におけるハーキーステップが30m 疾走能力に及ぼす影響, スポーツトレーニング科学, 15, 13-18.
- 6) 平成29年度文部科学省体力・運動能力調査 (2018) http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/1261241.htm
- 7) 有賀誠司・積山和明・藤井壮浩・生方謙 (2016) バレーボール選手における直線移動能力と方向転換移動能力に関する縦断的研究, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 29, 31-42.
- 8) 有川秀之・太田涼・石川泰成・椿智絵・八坂和典 (2008) 男子中学生の疾走能力に関する縦断的研究, 埼玉大学紀要, 57, 51-60.
- 9) 木村瑞生・山本正彦 (2004) バスケットボール選手におけるサイドステップスピードの左右差, 東京工芸大学工学部紀要, 27, 16-21.
- 10) 与那正栄・室増男・下敷領光一・永田晟 (1990) 筋力トレーニングに伴う反応時間の変化, 体力科学, 39, 307-314.