

## 男女中学生の50m疾走速度に関する縦断的研究

有川秀之\*・太田 涼\*\*・椿 智絵\*\*\*・八坂和典\*\*\*・柳田 勇\*\*\*

キーワード：中学生、縦断的、疾走速度、速度逓減率

### I はじめに

2009年8月にベルリンで行われた第12回世界陸上競技選手権大会の男子100mにおいて、ウサイン・ボルト選手は、9秒58という驚異的な世界記録を更新した。国際陸上競技連盟によって発表(2009)されたボルト選手の100mレースデータは、60~80m地点で最大疾走速度12.35m/秒を示し、疾走速度維持の指標の1つである速度逓減率は2.4%であったと報告している。また、100mを41歩で走ったというデータから、脚の回転の速さであるピッチ(step frequency)は、100mを通して平均4.28Hzで、片方の足の接地から逆足の接地までの歩幅で表されるストライド(step length)は平均2.43mとなり、ゴール直前の1歩は約3mであった。

阿江ら(1994)は、世界トップスプリンターは最高速度が70~80m付近でも見られるような選手や、レース後半に低下した速度を再び上げるような選手もいると述べている。これらのことは、最高速度を高めることだけでなく、速度変化、いわゆるレースパターンの考えを見直さなければならないと報告している。

これまでに、児童・生徒の疾走能力に関する研究は、疾走速度、ピッチ、ストライドなどに

ついて数多く報告されている(斎藤ら1981、斎藤・伊藤1995、有川ら2008a、2008b)。縦断的な研究は、加藤ら(1985)、宮丸ら(1991)の報告にみられ、経年的に、ピッチの変化でなく、ストライドの増大によって疾走速度は向上し、さらにストライドの増大は、下肢長や身長が発育によるところが大きいことが報告されている。なお、疾走速度変化を検討した研究は、陸上競技選手を対象にしたものであり、一般の生徒を対象にした報告(小木曾・天野1994)は少ない。

そこで本研究では、思春期発育スパート期間である男子中学生と発育スパート期間がほぼ過ぎた女子中学生を対象に、新体力テストの項目の1つである50m走を縦断的に調査・分析し、発育発達に伴う疾走速度変化を検討することを目的とした。

### II 方法

#### 1 被検者

被検者は、さいたま市にあるS中学校の生徒で、平成16年4月に入学した1年生男子81名、女子81名を対象に、平成18年までの3年間継続して調査・分析を行った。なお、3年間継続して調査・分析できた被検者は男子43名、女子34名の合計77名であった。

\* 埼玉大学教育学部保健体育講座

\*\* 埼玉大学非常勤講師

\*\*\* 埼玉大学教育学部附属中学校

## 2 撮影方法及びデータ処理

平成16年から平成18年まで、各年の4月にS中学校の整備された土のグラウンドで文部科学省新体力テスト実施時に、50m走を撮影した。撮影は、図1のように、40m地点側方のカメラと走路の10mごとの地点とを結ぶ線上にポールを立てて、ソニー社製のデジタルビデオカメラ(DCR-VX1000)によってシャッタースピード1/1000秒でパンニング撮影を行った。

ビデオ分析は、ビクター社製のデジタルビデオカメラ(GR-DV500K)の再生画像からコマ送り(1/60コマ)することによって行った。旗によるスタートの合図から左右どちらかの足が地面から離れるまでの時間を反応時間とし、反応の善し悪しは50m走タイムに含めなかった。どちらかの足が地面から離れ10mのポールに被検者のトルソーが重なった位置までを最初の10m区間、さらに次のポールにトルソーが重なるまでを次の10m区間とし、5区間それぞれの所要時間を求めた。また歩数は、10mのそれぞれの区間で足が接地した回数を数え、2区間にまたがった場合は、歩幅の比率によって求めた。そして、以下のように50m走の平均疾走速度、ピッチ、ストライド、身長比ストライドを求めた。さらに、最大疾走速度といえる最初に到達した区間疾走速度の最高値を区間最高速度、疾走速度維持の指標の1つである速度逡減率を求めた。分析項目は、以下の通りである。なお、身長や体重は、各年度の4月の形態測定時のものを採用した。

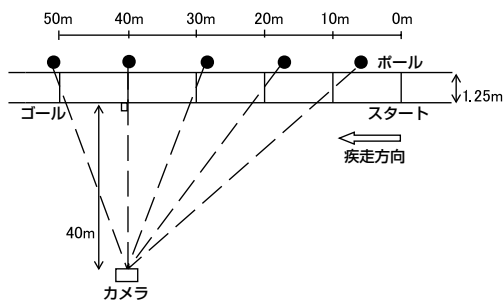


図1 実験設定図

区間疾走速度(m/秒)：

走距離(10m)÷区間所要時間(秒)

平均疾走速度(m/秒)：

走距離(50m)÷5区間合計所要時間(秒)

平均ピッチ(Hz)：

5区間合計歩数(歩)÷5区間合計所要時間(秒)

平均ストライド(m)：

走距離(50m)÷5区間合計歩数(歩)

身長比ストライド(%)：

平均ストライド(m)÷身長(m)×100

区間最高速度(m/秒)：

区間疾走速度の最高値

速度逡減率(%)：

$100 - (40 \sim 50\text{m区間疾走速度} / \text{区間最高速度} \times 100)$

## 3 統計処理

すべての測定値は、平均値(±標準偏差)で示した。平均値の比較については、t-test(対応あり)を用いた。測定値の関係は、Pearsonの相関分析を用いて検討した。統計的な有意水準は、すべて5%( $p < 0.05$ )とした。なお、統計解析ソフトは、SPSS 15.0J for Windowsを用いて行った。

## III 結果と考察

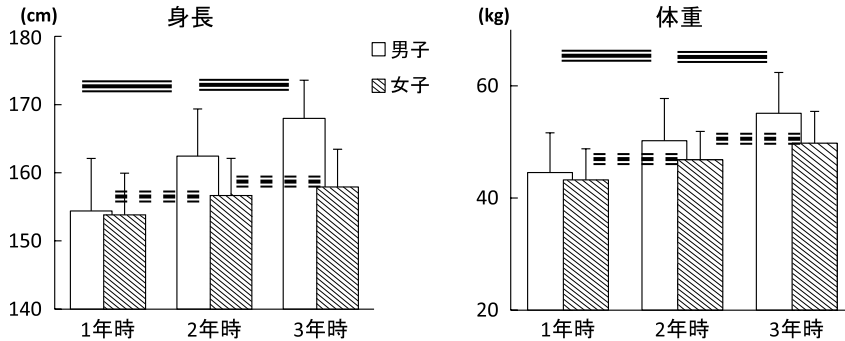
### 1 50m走の疾走能力(平均疾走速度、平均ピッチ、平均ストライドなど)について

1年時(H16)から3年時(H18)までの身長、体重の経年変化は、表1、図2のとおりであった。身長や体重は、男女とも経年的に有意な増加(男子；身長：154.41±7.69cmから167.97±5.59cm、体重：44.54±7.08kgから55.12±7.26kg、女子；身長：153.84±6.10cmから157.91±5.54cm、体重：43.23±5.54kgから49.79±5.65kg)を示した。

文部科学省による平成16年度体力・運動能力調査の学校段階別体格測定の結果(2009)から、H16年度男子中学1年生の身長は153.26

表1 男女生徒の身長、体重の経年変化

		男子 (n=43)			女子 (n=34)		
		1年時	2年時	3年時	1年時	2年時	3年時
身長 (cm)	平均	154.41	162.44	167.97	153.84	156.66	157.91
	標準偏差	7.69	6.91	5.59	6.10	5.45	5.54
体重 (kg)	平均	44.54	50.20	55.12	43.23	46.81	49.79
	標準偏差	7.08	7.54	7.26	5.54	5.06	5.65



図中の実線及び破線は、それぞれ男子、女子の学年間の有意差を示す  
(男子: ≡ ≡ ≡ p<0.001、 女子: ≡ ≡ ≡ p<0.001)

図2 身長、体重の経年変化

( $\pm 7.72$ )cm、体重は44.54 ( $\pm 8.82$ )kg、H18年度男子中学3年生の身長は165.984 ( $\pm 6.57$ )cm、体重は54.844 ( $\pm 8.60$ )kgで、全国の男子中学生とほぼ変わらない体格であった。また、H16年度女子中学1年生の身長は152.364 ( $\pm 5.78$ )cm、体重は43.904 ( $\pm 7.59$ )kg、H18年度女子中学3年生の身長は156.854 ( $\pm 5.10$ )cm、体重は49.75 ( $\pm 6.74$ )kgで、全国的女子中学生とほぼ変わらない体格であった。

1年時から3年時までの50m平均疾走速度や平均ピッチなどの疾走能力の経年変化は、表2、図3のとおりであった。

平均疾走速度について、男子は、1年時6.082 ( $\pm 0.365$ )m/秒、2年時6.370 ( $\pm 0.414$ )m/秒、3年時6.974 ( $\pm 0.441$ )m/秒と有意に増加していた。一方、女子は1年時5.936 ( $\pm 0.257$ )m/秒、2年時5.825 ( $\pm 0.268$ )m/秒、3年時5.913 ( $\pm 0.245$ )m/秒であり、増加していない。加藤らの報告(1985)と同様に、男子は3年時まで経

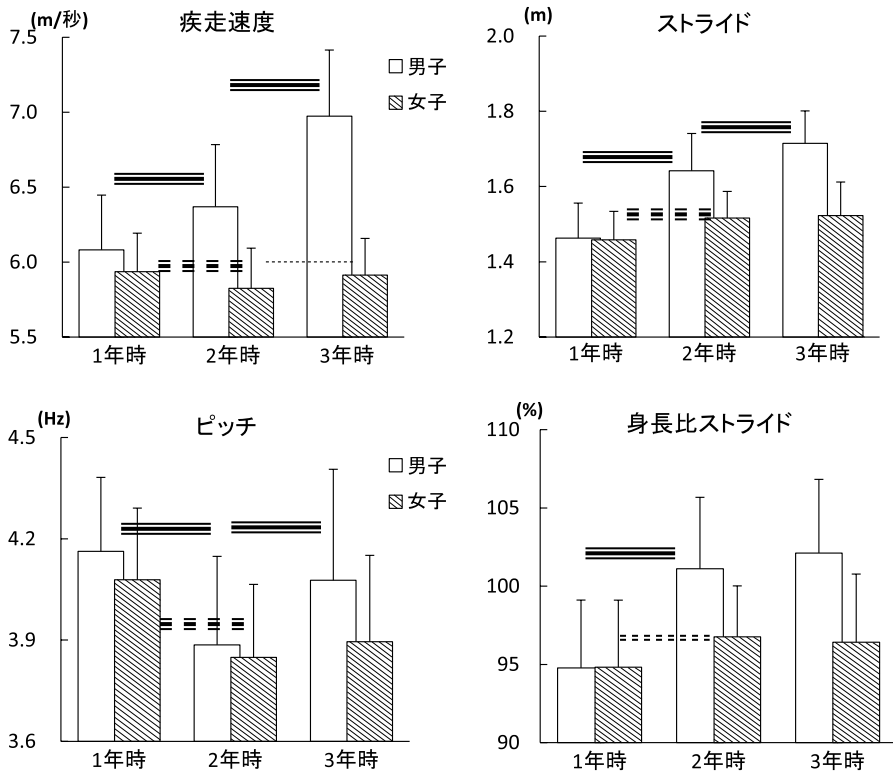
年的に著しく速度が増加するが、女子は、経年的な変化が見られず、疾走速度が停滞することが示唆された。

平均ストライドについて、男子は、1年時1.463 ( $\pm 0.093$ )m、2年時1.642 ( $\pm 0.099$ )m、3年時1.715 ( $\pm 0.086$ )mと経年的に有意に増加していた。女子は、1年時1.458 ( $\pm 0.076$ )mと2年時1.516 ( $\pm 0.071$ )mには有意な増加がみられたが、2年時と3年時1.523 ( $\pm 0.089$ )mには有意な差がみられなかった。

平均ピッチについて、男子は、1年時4.163 ( $\pm 0.219$ )Hzから2年時3.886 ( $\pm 0.262$ )Hzに有意に減少し、2年時から3年時4.077 ( $\pm 0.329$ )Hzに有意に増加し、1年時と3年時に有意な差はみられなかった。そして女子は、1年時4.079 ( $\pm 0.212$ )Hzから2年時3.849 ( $\pm 0.216$ )Hzに有意に減少し、2年時と3年時3.895 ( $\pm 0.256$ )Hzは、有意な差はみられず、1年時と3年時も有意な差はみられなかった。

表2 男女生徒の疾走能力（ストライドやピッチ）の経年変化

		男子 (n=43)			女子 (n=34)		
		1年時	2年時	3年時	1年時	2年時	3年時
平均疾走速度 (m/秒)	平均	6.082	6.370	6.974	5.936	5.825	5.913
	標準偏差	0.365	0.414	0.441	0.257	0.268	0.245
平均ストライド (m)	平均	1.463	1.642	1.715	1.458	1.516	1.523
	標準偏差	0.093	0.099	0.086	0.076	0.071	0.089
平均ピッチ (Hz)	平均	4.163	3.886	4.077	4.079	3.849	3.895
	標準偏差	0.219	0.262	0.329	0.212	0.216	0.256
身長比 ストライド(%)	平均	94.78	101.11	102.12	94.82	96.76	96.41
	標準偏差	4.332	4.563	4.701	4.280	3.256	4.362



図中の実線及び破線は、それぞれ男子、女子の学年間の有意差を示す

(男子: ≡≡≡ p<0.001、女子: ≡≡≡ p<0.001、=====: p<0.01、.....: p<0.05)

図3 疾走能力（ストライドやピッチ）の経年変化

身長比ストライドについて、男子は、1年時94.78 (±4.332)%から2年時101.11 (±4.435)%に有意な増加がみられたが、2年時から3年時102.12 (±4.701)%は、変わらなかった。女子も男子と同様に、1年時94.82 (±4.280)%から2年時96.76 (±3.256)%に有意な増加がみられたが、2年時から3年時96.41 (±4.362)%は、変わらなかった。

疾走速度は、1歩の長さであるストライドと1歩の速さであるピッチの積である。疾走能力の発達は、これまで報告されている結果(宮丸ら1991)と同様の傾向を示した。つまり、男子中学校期を経年的にみると、平均ストライドが経年的に著しく増加したこと、平均ピッチは2年時に減少したが、1年時と3年時は差がなかったことから、ストライドの増大により疾走速度が著しく向上したと判断できる。一方、女

子中学校期をみると、1年時から2年時に疾走速度の増加がみられず、3年時も1年時と変わらない。その理由として、1年時から2年時に平均ストライドは増加したが、平均ピッチが減少したことにより疾走速度が停滞していると考えられる。

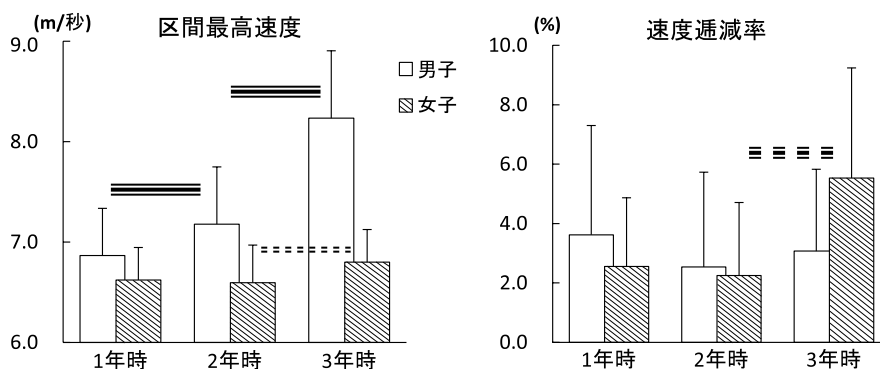
## 2 50m走の区間最高速度、速度逓減率について

表3、図4は、1年時から3年時までの区間最高速度と速度逓減率の経年変化である。

区間最高速度について、男子は、1年時6.867 (±0.469)m/秒、2年時7.179 (±0.570)m/秒、3年時8.234 (±0.672)m/秒と有意に著しく増加していた。一方、女子は1年時6.622 (±0.324)m/秒、2年時6.595 (±0.375)m/秒、3年時6.800 (±0.325)m/秒と、1年時と2年時について差はみられず、3年時に有意に増加した。

表3 男女生徒の区間最高速度と速度逓減率の経年変化

		男子 (n=43)			女子 (n=34)		
		1年時	2年時	3年時	1年時	2年時	3年時
区間最高速度 (m/秒)	平均	6.867	7.179	8.234	6.622	6.595	6.800
	標準偏差	0.469	0.570	0.672	0.324	0.375	0.325
速度逓減率 (%)	平均	3.62	2.54	3.07	2.55	2.25	5.53
	標準偏差	3.678	3.192	2.756	2.315	2.462	3.707



図中の実線及び破線は、それぞれ男子、女子の学年間の有意差を示す  
(男子: ≡≡≡ p<0.001、女子: ≡≡≡ p<0.001、===== :p<0.01)

図4 区間最高速度と速度逓減率の経年変化

速度通減率について、男子は、1年時3.62(±3.678)％、2年時2.54(±3.192)％、3年時3.07(±2.756)％とも、有意な差はみられなかった。一方、女子は1年時2.55(±2.315)％と2年時2.25(±2.462)％は、有意な差がみられなかったが、2年時から3年時5.53(±3.71)％は、有意に著しく増加していた。

これらのことから、男子は区間最高速度、つまり最大疾走速度が著しく増加したことにより50m走が経年的に速くなったが、女子は、区間最高速度があまり増加しないことに加え、3年時では特に速度維持率が大きく増加したことにより、つまり後半失速したことにより、50m走の疾走速度が向上しなかったことが示唆された。

また表4に、各生徒の平均疾走速度と区間最

高速度、速度通減率の関係を各年時で示した。平均疾走速度と区間最高速度について、男女とも、各年時それぞれに有意な高い正の相関関係がみられた。また、男子において平均疾走速度と速度通減率について、各年時とも有意な負の相関関係がみられた。これらのことから、男子は、各学年とも平均疾走速度が高い生徒は、区間最高速度、つまり最大疾走速度が高く、速度通減率が低いため、つまり疾走速度の低下が抑制されているためと考えられる。女子については、平均疾走速度が高い生徒は、速度通減率にあまり関係なく、区間最高速度、つまり最大疾走速度が高いためであると考えられる。

図5は、最高疾走速度に到達した区間の分布を図示したものである。男子は1年時に10～

表4 平均疾走速度と区間最高速度、速度通減率の相関係数(男子：右上、女子：左下)

		平均疾走速度			区間最高速度			速度通減率		
		1年時	2年時	3年時	1年時	2年時	3年時	1年時	2年時	3年時
女子	平均疾走速度	1年時			0.916***			-0.345*		
		2年時				0.971***			-0.338*	
		3年時						0.926***		-0.340*
男子	区間最高速度	1年時	0.940***					ns		
		2年時		0.873***					ns	
		3年時			0.849***					-0.322*
女子	速度通減率	1年時	ns			ns				
		2年時		ns			ns			
		3年時			ns			ns		
		男子			女子					

\*\*\* : p<0.001、\* : p<0.05、ns : no significant

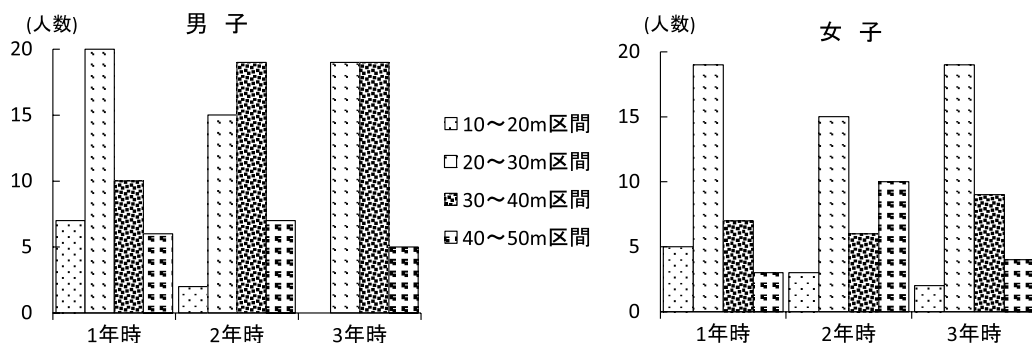


図5 各年時の最高疾走速度に到達した区間の分布

20m区間であった生徒は7名、20～30m区間であった生徒は20名、30～40m区間であった生徒は10名、40～50mであった生徒は6名であった。そして、3年時には、10～20m区間であった生徒はおらず、20～30m区間であった生徒は19名、30～40m区間であった生徒は19名、40～50mであった生徒は5名となり、最高疾走速度区間に到達した区間が経年的に長くなった、つまり最高速度に到達するまでの距離が長くなったことが示唆される。

一方、女子は1年時に10～20m区間であった生徒は5名、20～30m区間であった生徒は19名、30～40m区間であった生徒は7名、40～50mであった生徒は3名であった。そして、3年時には、10～20m区間であった生徒は2名、20～30m区間であった生徒は19名、30～40m区間であった生徒は9名、40～50mであった生徒は4名となり、最高疾走速度区間に到達した区間について、経年的にあまり変化がないと判断できる。

#### IV まとめ

本研究は、思春期発育スパート期間で、個人差が顕著である男子中学生1年生と、思春期発育スパート期間をほぼ過ぎた女子中学1年生を対象に、疾走速度を3年時まで縦断的に調査・分析した。主な結果は次のとおりである。

- 1 男子中学生は、経年的にストライドの増大により疾走速度が経年的に著しく向上したと判断でき、女子は、疾走速度の増加は見られず、中学1年時の値で停滞していると考えられる。
- 2 50m走について、男子は区間最高速度が経年的に著しく増加したことにより50m走が経年的に速くなったが、女子は、区間最高速度があまり増加しないことに加え、3年時には特に後半失速し、50m走の疾走速度が向上しなかったことが示唆された。
- 3 男子は、各学年とも平均疾走速度が高い生

徒は、区間最高速度が高く、速度逓減率が低いと考えられる。女子については、平均疾走速度が高い生徒は、速度逓減率にあまり関係なく、区間最高速度が高いためであると考えられる。

- 4 最高疾走速度に到達する距離は、男子は経年的に長くなる傾向であったが、女子は経年的にあまり変化がないと考えられる。

#### 付記

本研究は、平成19年度－平成22年度日本学術振興会科学研究費（基盤研究(C) NO.19500524, 研究代表者 有川秀之）の補助を受けて実施されたものである。

#### 参考文献

- 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100mレースパターンの分析—男子を中心に—。佐々木秀幸・小林寛道・阿江通良監修。世界一流陸上競技者の技術。ベースボールマガジン社：東京。pp14-28。
- 有川秀之・太田涼・石川泰成・椿智絵・八坂和典・柳田勇 (2008a) 男子中学生の疾走能力に関する縦断的分析。埼玉大学紀要教育学部（教育科学Ⅱ）。57(1)：51-60。
- 有川秀之・太田涼・石川泰成・椿智絵・八坂和典・柳田勇 (2008b) 女子中学生の疾走能力に関する縦断的分析。埼玉大学紀要教育学部（教育科学Ⅱ）。57(2)：27-36。
- IAAF Biomechanics Project Berlin 2009 (2009) Analysis of Bolt's 100m. <http://berlin.iaaf.org/records/biomechanics/index.html>.
- 加藤謙一・川本和久・関岡康雄 (1985) 中学生の疾走能力の発達に関する縦断的研究。体育の科学35：858-862。
- 宮丸凱史・加藤謙一・久野譜也・芹沢玖美 (1991) 発育期の子どもの疾走能力の発達に関する研究(1)—児童の疾走能力の縦断的発達—。平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報

告. スポーツタレントの発掘方法に関する研究—第2報—. pp.128-137  
文部科学省平成16・17・18年度体力運動能力調査  
(2009)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/001/index22htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/index22htm)  
小木曾一之・天野義裕(1994) スプリント走の特性  
が活かされる至適条件—疾走能力の発達から—.  
J.J.Sports Sci.13:115-123.

齊藤昌久・宮丸凱史・湯浅景元・三宅一郎・浅川正  
一(1981) 2～11歳児の走運動における脚の動  
作様式. 体育の科学31:357-361  
齊藤昌久・伊藤章(1995) 2歳児から世界一流短距  
離選手までの疾走能力の変化. 体育学研究40:  
104-111

(2009年9月30日提出)

(2009年10月16日受理)



# A longitudinal study on development of 50m sprinting performance for junior high school students

Hideyuki ARIKAWA, Ryo OHTA, Tomoe TSUBAKI, Kazunori YASAKA, Isamu YANAGIDA

Keywords : junior high school, longitudinal study, sprinting performance, rate of speed diminishing successively

This research investigated through a first grade at a junior high school child and, until third grade time after two year, analyzed sprinting performance for 77 people (43boys and 34girls). They were filmed in VTR picture during 50m sprinting. Using the VTR pictures, we calculated average speed, step frequency, step length and rate of speed diminishing successively. The results obtained were as follows:

1. It can be judged that the boy junior high school student has remarkably improved the sprinting velocity in the passing age because of the increase of the step length. And, it is thought that the girl is not seen an increase at the sprinting velocity, and has stagnated by a value in the first grade of junior high-school.
2. As for the boy, 50m dash quickened in year of passing because a maximum speed had remarkably increased. On the other hand, for the girl the 50m dash has not improved in year of passing because of no so much increase of a maximum speed, and the latter section speed fell at especially three time of year.
3. It is thought that the reason for the student with high average sprint velocity is that a maximum speed is high, and the rate of the speed diminishing successively is low about the boy, and is that so unrelated to the rate of the speed diminishing successively but a maximum speed section is high about the girl for each school year.
4. Though the boy had become long in the passing age in the distance that reached at the highest sprint velocity, the girl was too changeless in the passing age.