

学位論文要旨

100m 走の加速局面における前傾姿勢の  
保持を意識する時間の違いがパフォーマンスに及ぼす影響

広島大学大学院教育学研究科  
文化教育開発専攻 健康スポーツ教育学分野

D150443 足立 達也

## 第1章 緒言

100m 走は、加速局面、中間局面および減速局面の3局面に分類される (Delecluse et al., 1995; Simonsen et al., 1985). 中間局面における最高疾走速度が高い短距離選手ほど、100m 走のタイムが短い (阿江ほか, 1994; 松尾ほか, 2010, 2015). また、100m 走が速い者ほど、0m から最高疾走速度が現れる地点までの距離が長くなる (天野・宮下, 2009). ゆえに、ゴールまでの減速局面の距離が短くなるために、一流スプリンターは速度逡減が小さい (猪飼ほか, 1963). これらを考慮すると、最高疾走速度に至るまでの疾走速度の増加量と距離の長さが、100m 走タイムの短縮につながる一因となる. これらのことから、100m 走のパフォーマンスを高めるためには、加速局面が重要になると考えられる.

速度の上昇の変化と前傾姿勢の角度の変化は密接な関係があり (村木・宮川, 1973), 前傾姿勢の保持を意識する距離の違いが 100m 走の疾走速度に影響を及ぼすことが報告されている (伊藤・伊藤, 2010).

そこで本研究は、前傾姿勢の保持を意識する方法に、時間の長さを用いて実践することを考えた. そして、前傾姿勢の保持の長さを時間によって意識するように指示し、その影響の定量化を試みた. この理由は、競技者の 100m のパフォーマンスを向上させる指導者の指示や指導を探ることにつながると考えられるためであった.

また、加藤・木越 (2012) は、走者が任意の意識で目的の動作をおこなった時、疾走動作がどのような変化を起こすのかについての知見を集積していくことが重要と述べている.

さらに、疾走中において、目的とした動きがそれ以外の疾走動作や筋活動を変化させたという報告もされている (後藤ほか, 1976; 加藤・木越, 2012). 100m 走は下肢動作や筋活動の観点から検討されることが多く (馬場ほか, 2000; 遠藤ほか, 2008; 後藤ほか, 1976; 伊藤ほか, 1997; 貴嶋ほか, 2010), 指導現場における 100m 走のパフォーマンス改善のための重要な報告がなされてきた.

そこで本研究では、加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間を3種類用いた. 1つ目は、普段の練習や試合において、前傾姿勢の保持を意識する時間であった. 2つ目は、1つ目よりも短く、前傾姿勢の保持を意識する時間であった, 3つ目は、1つ目よりも長く、前傾姿勢の保持を意識する時間であった. これらの時間で、前傾姿勢の保持を意識する加速方法を用いた 100m 走を疾走した試技を、順に、前傾通常、前傾短、前傾長とした. これらの3種類の試技を用いて、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが、100m 走のパフォーマンスに及ぼす影響を検討した.

## 第2章 100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが前傾角度、疾走速度、ピッチ、ストライドに及ぼす影響 (研究課題1)

第2章の目的は、100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが、前傾角度、疾走速度、ピッチとストライドに及ぼす影響を明らかにすることであった.

被験者は、大学陸上競技部に所属している男子短距離選手9名 (年齢:  $20.8 \pm 1.3$  歳, 身長:  $174.3 \pm 5.0$ cm, 体重:  $68.1 \pm 7.8$ kg, 自己記録:  $11.19 \pm 0.43$  秒) であった. 被験者は、上述の3種類の加速方法の試技をおこなった. この加速方法間のパフォーマンス、前傾角度の比較をおこなった. 撮影については、毎秒300コマの高速デジタルビデオカメラ (CASIO 社製, EXILIM EX-F1) 4台と毎秒30コマのデジタルビデオカメラ (SONY 社製,

HDR-CX180) 1 台を用いた。動作分析については、ビデオ動作解析装置 (DKH 社製, Frame-DIASIV) を用いて三次元 DLT 法をおこなった。加速方法間の測定値の差を検討するために、Bonferroni 法を用いて多重比較をおこなった。

Table 1 には、加速局面における 3 つの加速方法の前傾角度を示した。Table 2 には、0m—30m, 0m—40m, 0m—100m における 3 つの加速方法の疾走速度、ピッチとストライドを示した。Table 3 には、加速局面における 3 つの加速方法の 10m 毎の疾走速度、ピッチ、ストライドを示した。

主な結果を以下にまとめた。1) 5m, 10m, 20m, 30m 地点において、前傾短の前傾角度は小さく、前傾長の前傾角度は大きかった。また、40m 地点において、3 つの加速方法間で前傾角度に差はなかった。2) 0m—10m, 0m—30m, 0m—40m において、前傾通常と前傾長の疾走速度は、前傾短よりも大きかった。3) 前傾姿勢の保持を意識する時間の違いは、ピッチとストライドをほとんど変化させなかった。

Table 1 Forward angle with three methods in the acceleration phase.

	Shorter method	Normal method	Longer method	Multiple comparison
5 m (deg)	34.7±9.6	48.8±7.7	52.8±8.9	SM<NM*, LM* NM<LM*
10 m (deg)	25.6±9.1	37.2±8.5	44.3±9.0	SM<NM**, LM*** NM<LM**
20 m (deg)	17.0±7.6	22.0±5.2	27.5±5.4	SM<LM*** NM<LM#
30 m (deg)	16.2±5.4	19.5±6.8	25.2±5.2	SM<LM* NM<LM**
40 m (deg)	12.7±4.8	12.9±6.1	12.7±4.7	n.s.

SM:Shorter method NM:Normal method LM:Longer method \*\*\*:p<.001 \*\*:p<.01 \*:p<.05 #:p<.10

Table 2 0 m—30 m, 0 m—40m, and 0 m—100 m running velocity, stride frequency, and stride length.

		Shorter method	Normal method	Longer method	Multiple comarison
Running velocity (m/sec)	0 m—30 m (m/sec)	6.58±0.18	6.70±0.15	6.71±0.17	SM<NM*, LM*
	0 m—40 m (m/sec)	7.10±0.20	7.21±0.16	7.21±0.18	SM<NM*, LM*
	0 m—100 m (m/sec)	8.25±0.26	8.29±0.24	8.33±0.26	n.s.
Stride frequency (steps/sec)	0 m—30 m (steps/sec)	4.12±0.24	4.14±0.26	4.17±0.22	n.s.
	0 m—40 m (steps/sec)	4.21±0.23	4.23±0.26	4.26±0.22	n.s.
	0 m—100 m (steps/sec)	4.33±0.22	4.34±0.25	4.37±0.24	n.s.
Stride length (m/step)	0 m—30 m (m/step)	1.60±0.09	1.62±0.09	1.61±0.08	n.s.
	0 m—40 m (m/step)	1.69±0.09	1.71±0.10	1.70±0.08	n.s.
	0 m—100 m (m/step)	1.91±0.10	1.92±0.11	1.91±0.10	n.s.

SM:Shorter method NM:Normal method LM:Longer method[\* :p<.05]

Table 3 Running velocity, stride frequency, and stride length at every 10 m with three methods in the acceleration phase.

		Shorter method	Normal method	Longer method	Multiple comparison
Running velocity (m/sec)	0 m—10 m (m/sec)	4.51±0.10	4.61±0.10	4.62±0.13	SM < NM**, LM*
	10 m—20 m (m/sec)	8.17±0.27	8.32±0.20	8.35±0.17	SM < LM#
	20 m—30 m (m/sec)	8.95±0.29	9.02±0.27	9.04±0.26	n.s.
	30 m—40 m (m/sec)	9.32±0.30	9.33±0.25	9.30±0.27	n.s.
Stride frequency (steps/sec)	0 m—10 m (steps/sec)	3.63±0.25	3.65±0.25	3.69±0.25	n.s.
	10 m—20 m (steps/sec)	4.57±0.28	4.60±0.27	4.62±0.21	n.s.
	20 m—30 m (steps/sec)	4.61±0.24	4.63±0.27	4.63±0.21	n.s.
	30 m—40 m (steps/sec)	4.60±0.23	4.62±0.29	4.62±0.22	n.s.
Stride length (m/step)	0 m—10 m (m/step)	1.25±0.07	1.27±0.07	1.26±0.07	n.s.
	10 m—20 m (m/step)	1.79±0.09	1.81±0.10	1.81±0.08	n.s.
	20 m—30 m (m/step)	1.95±0.09	1.95±0.10	1.95±0.08	n.s.
	30 m—40 m (m/step)	2.03±0.09	2.03±0.12	2.02±0.09	n.s.

SM:Shorter method NM:Normal method LM:Longer method \*:p<.05 #:p<.10

### 第3章 100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが下肢動作、筋放電量、パフォーマンスに及ぼす影響（研究課題2）

第3章の目的は、100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが、加速局面における下肢の動作に及ぼす影響と、加速局面、中間局面、減速局面におけるパフォーマンスと筋放電量に及ぼす影響を明らかにすることであった。

被験者は、大学陸上競技部に所属している男子短距離選手6名（年齢：20.7±0.9歳，身長：171.3±6.0cm，体重：64.3±4.1kg，自己記録：11.19±0.21秒）であった。被験者は、第2章と同じように、3種類の加速方法の試技をおこなった。この加速方法間のパフォーマンス、接地時間と滞空時間、前傾角度、股関節、膝関節、足関節、大腿、下腿の角度及び角速度、脚スイング速度、下肢の筋放電量の比較をおこなった。撮影については、毎秒300コマの高速度デジタルビデオカメラ（CASIO社製、EXILIM EX-F1）4台を用いた。動作分析については、ビデオ動作解析装置（DKH社製、Frame-DIASIV）を用いて二次元DLT法をおこなった。筋活動電位については、ワイヤレス筋電センサ（ロジカルプロダクト社製）を4台使い、双極導出法により求めた。また、求められた筋活動電位をlp\_wSensor7\_std（ロジカルプロダクト社製）を使用して、筋放電量を求めた。加速方法間の測定値の差を検討するために、Tukey-Kramer法を用いて多重比較をおこなった。

Table 4に加速局面、中間局面、減速局面における3つの試技の疾走速度、ピッチ、ストライドを示した。Table 5に加速局面における5m、15m、35m付近の3つの試技のピッチ、ストライド、接地時間、滞空時間を示した。

Table 4 Running velocity, stride frequency, and stride length in the acceleration, maximum, and deceleration phase.

		Shorter method	Normal method	Longer method	Multiple comparison
Running velocity (m/sec)	0 m—40 m	7.07±0.22	7.17±0.12	7.18±0.16	n.s.
	40 m—80 m	9.18±0.30	9.31±0.34	9.32±0.42	SM < NM#, LM#
	80 m—100 m	8.79±0.38	8.92±0.32	9.04±0.40	SM < LM**
Stride frequency (steps/sec)	0 m—40 m	4.34±0.22	4.35±0.17	4.34±0.25	n.s.
	40 m—80 m	4.61±0.19	4.64±0.12	4.64±0.22	n.s.
	80 m—100 m	4.31±0.16	4.33±0.13	4.37±0.23	n.s.
Stride length (m/step)	0 m—40 m	1.63±0.07	1.65±0.06	1.66±0.07	SM < NM#, LM**
	40 m—80 m	1.99±0.10	2.01±0.09	2.01±0.09	n.s.
	80 m—100 m	2.04±0.11	2.06±0.10	2.08±0.16	n.s.

SM:Shorter method NM:Normal method LM:Longer method \*\*:p<.01 #:p<.10

Table 5 Running velocity, stride frequency, stride length, support time, and air time at the 5 m, 15 m and, 35m with the three acceleration methods.

		Shorter method	Normal method	Longer method	Multiple comparison
Stride frequency (steps/sec)	5 m	4.56±0.23	4.50±0.31	4.60±0.31	n.s.
	15 m	4.69±0.20	4.67±0.14	4.72±0.21	n.s.
	35 m	4.63±0.20	4.75±0.14	4.72±0.32	n.s.
Stride length (m/step)	5 m	1.33±0.04	1.35±0.07	1.36±0.06	n.s.
	15 m	1.75±0.08	1.79±0.08	1.80±0.06	SM < NM#, LM*
	35 m	1.94±0.10	1.92±0.09	1.95±0.12	n.s.
Support Time (sec)	5 m	0.14±0.02	0.14±0.03	0.13±0.01	n.s.
	15 m	0.10±0.01	0.10±0.01	0.11±0.01	n.s.
	35 m	0.10±0.01	0.10±0.00	0.10±0.01	n.s.
Air Time (sec)	5 m	0.08±0.00	0.09±0.02	0.08±0.01	n.s.
	15 m	0.11±0.01	0.11±0.01	0.10±0.01	n.s.
	35 m	0.12±0.00	0.11±0.01	0.12±0.01	n.s.

SM:Shorter method NM:Normal method LM:Longer method \*:p<.05 #:p<.10

主な結果を以下にまとめた。1) 減速局面において、前傾長の疾走速度は、前傾短よりも大きかった。2) 加速局面において、前傾長のストライドは前傾短よりも大きかった。とりわけ、15m 付近において、前傾長のストライドは前傾短よりも大きかった。3) いずれの局面においても、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いは、ピッチにほとんど影響はなかった。

## 第4章 総合考察

前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが、必ず同じ結果を引き起こすとは限らないことが示唆された。例えば、第2章の結果では、加速局面における前傾通常の疾走速度は前傾短よりも大きかったが、第3章の結果では、同様の差は認められなかったことが挙げられる。

そこで、第2章の加速局面（0m—40m）と100m全体（0m—100m）、第3章の加速局面（0m—40m）と中間局面（40m—80m）と減速局面（80m—100m）の結果（Table 2, Table 4）から、前傾短、前傾通常、前傾長の疾走速度、ピッチ、ストライドの具体的な数値の差を検討する。

第2章の100m全体の疾走速度、第3章の加速局面、中間局面、減速局面の疾走速度では、前傾長、前傾通常、前傾短の順で大きい値が示されている。したがって、第3章の100m全体の疾走速度では、前傾長、前傾通常、前傾短の順で大きい値が示されていると考えられる。第2章の加速局面、100m全体のピッチ、第3章の減速局面のピッチでは、前傾長、前傾通常、前傾短の順で大きい値が示されている。第3章の加速局面、減速局面のストライドでは、前傾長、前傾通常、前傾短の順で大きい値が示されている。

これらの具体的な値の検討から、前傾姿勢の保持を意識する時間を長くすると、100m全体の疾走速度は大きくなる可能性が示唆された。一方、前傾姿勢の保持を意識する時間を短くすると、100m全体の疾走速度は小さくなる可能性が示唆された。したがって、前傾姿勢の保持を意識する時間の長短は、100m全体の疾走速度と関係することが明らかになった。

また、100m走は、加速局面と中間局面と減速局面から構成されている。したがって、100m走の疾走速度の増減には、各局面の疾走速度が関係する。しかし、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いは、各局面の疾走速度に必ず同じ影響があるとは限らないことが明らかになった。

加えて、疾走速度は、ピッチとストライドの積である。したがって、疾走速度の増減には、ピッチとストライドが関係する。しかし、本研究において、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いは、ピッチとストライドに必ず同じ影響があるとは限らないことが明らかになった。

## 第5章 総括

通常疾走（前傾通常）よりも前傾姿勢の保持を意識する時間を短くすることは、100m走のパフォーマンスを低下させることが明らかになった。一方、通常疾走よりも前傾姿勢の保持を意識する時間を長くすることは、100m走のパフォーマンスを向上させることが明らかになった。

## 文献

阿江通良・鈴木美佐緒・宮西智久・岡田英考・平野敬靖（1994）世界一流スプリンターの100mレースパターン分析：男子を中心に。陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編，佐々木秀幸・小林寛道・阿江通良監，世界一流競技者の技術。ベースボールマガジン社：東京，pp. 14-28.

- 天野秀哉・宮下憲（2009）男子 100m 走中の疾走速度動態からみたタイム特性．日本体育学会大会予稿集，60：244.
- 馬場崇豪・和田幸洋・伊藤章（2000）短距離走の筋活動様式．体育学研究，45：186-200.
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van, Leemputte, M., Diels R., and Goris M. (1995) Influence of high resistance and high velocity training on sprint performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27：1203-1209.
- 遠藤俊典・宮下憲・尾縣貢（2008）100m 走後半の速度低下に対する下肢関節のキネティクスの要因の影響．体育学研究，53：477-490.
- 後藤幸弘・松下健二・辻野昭（1976）走の筋電図的研究：各種走速度における筋電図．大阪市立大学保健体育学研究紀要，11：55-68.
- 猪飼道夫・芝山秀太郎・石井喜八（1963）疾走能力の分析：短距離走のキネシオロジー．体育学研究，7：59-70.
- 伊藤章・斉藤昌久・淵本隆文（1997）スタートダッシュにおける下肢関節のピークトルクとピークパワー，および筋放電パターンの変化．体育学研究，42：71-83.
- 伊藤宏・伊藤藍（2010）100m 走の加速疾走区間における上体の前傾姿勢が最高疾走速度に与える影響について．静岡大学教育学部研究報告教科教育学篇，41：229-236.
- 加藤彰浩・木越清信（2012）全力疾走時における意識の相違による動作の変容：遊脚の動作に着目して．陸上競技研究，89：15-23.
- 貴嶋孝太・福田厚治・伊藤章・堀尚・川端浩一・末松大喜・大宮真一・山田彩・村木有也・淵本隆文・田邊智（2010）男女短距離選手のスタートダッシュ動作．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研究班報告書：pp. 24-38.
- 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）100m のレース分析．澤木啓祐編，世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術．財団法人日本陸上競技連盟，pp. 5-17.
- 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・松林武生・高橋恭平・小林海・杉田正明（2015）2015シーズンと記録別にみた男女 100m のレース分析について．陸上競技研究紀要，11：141-149.
- 村木征人・宮川千秋（1973）短距離疾走の加速過程における運動の変化：歩幅，サイクル数，上体の前傾，および下肢関節筋群を中心として．東海大学紀要体育学部，3：55-72.
- Simonsen, E. B., Thomsen, L., and Klausen, K. (1985) Activity of mono- and biarticular leg muscles during sprint running. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 54：524-532.