

[原 著]

疾走中における体幹部の動作特性

千葉 智博¹⁾

要 旨

近年、疾走能力と体幹部、下肢に関する研究が報告されている。しかしながら、疾走中の体幹部がどのような動きをしているのか分析した報告は少ない。そこで、本研究は、疾走中の体幹部の動作に着目し、体幹部がどのように変化しているか解明することを目的とし、体育大学の陸上競技部に所属し、短距離種目を専門とする男子学生6名を対象とした。

その結果、立位より疾走中の身体各部位 (SHO、ASI、PSI) の位置が低い位置であった。最大速度で疾走する際、膝関節が完全伸展しておらず、股関節の伸展速度を意識して疾走していることから、完全伸展している立位より接地期、離地期は低い値になったと示唆された。更に、本研究の結果で得られた骨盤の位置の関係では、接地している脚側のASIは大きく下がったことがわかった。このことは、疾走速度の高い選手に見られる体幹部の動作特性であると示唆された。

キーワード：疾走能力、体幹、骨盤

I. 諸 言

陸上競技種目のトラック種目については、スタートラインからゴールラインまでいかに速く走るかを競争する種目である。その中でも100m、200mといった短距離種目は走るために大きな下肢筋力が必要で疾走能力に影響を与えている^{4) 5) 6) 18) 33)}。また、様々な視点から疾走能力についての科学研究が行われている^{8) 9) 10) 17)}。今まで得られた疾走能力に関する研究では、疾走速度はピッチ、ストライドに影響を与える^{1) 3) 6) 10) 21) 29)}と報告している。また、疾走能力と筋形態について¹⁸⁾は疾走能力と内転筋群との関係性は認められなかったが、内転筋群形成的な発達に股関節の伸展、屈曲動作に影響を与えていると報告し渡邊³³⁾は、股関節筋群が疾走速度に大きく影響を与えていると示唆している。このことから、股関節を含む体幹部も疾走能力に影響を与えていると述べている。また、体幹部の研究として、青田ら²⁾、宮地³⁰⁾らは走動作におけるねじれに関して、熟練者と未熟練者では体幹部の動きに違いがあると述べており、近年の体幹部の研究では、疾走能力と体幹部に関連性があると報告されている^{14) 22) 24) 25) 27) 32)}。さらに、疾走能力と体幹部深

層部との関係において、様々な種目の中で短距離選手に限って大腰筋横断面積が疾走速度に相関関係が認められ、他の選手には関係が認められなかったとしている^{12) 15) 19)}。また、体幹部と四肢の関わりとして、体幹部(股関節、骨盤)と疾走能力に影響を与えているとしているが、下肢筋群に比べて体幹部は構造が複雑でこの筋が疾走能力に影響を与えているかまだ解明されていないとしている³¹⁾。さらに、大関ら¹³⁾は、体幹深層筋群と下肢の関係で、活動する際の姿勢の違いによって、体幹深層部の筋活動に違いがみられると報告している。このように、疾走能力と体幹部、下肢の関わりについていくつかの研究報告がみられるが、疾走中の体幹部自体がどのような動作をしているのか分析した報告は少ない。

そこで、本研究は疾走中の体幹部の動作に着目し、どのように体幹部が変化しているのか解明することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、体育大学の陸上競技部に所属し、短距離種

1) 弘前医療福祉大学短期大学部 生活福祉学科 介護福祉専攻 (〒036-8102 青森県弘前市小比内3-18-1)

目を専門とする男子学生6名とした。被験者の身体的特徴及び自己最高記録を示した(表1)。なお、全被験者には、測定に関する目的及び安全性について説明し、任意による測定参加の同意を得た。

2. 疾走中の動作の撮影

疾走動作の撮影は、屋外陸上競技場(オールウェザー)にVICON-250 赤外線反射軌跡専用カメラ(Oxford Metric社製)、5台を用いて撮影しWork Station(Oxford Metric社製)のソフトウェアを用いて動作解析を行った。また、VICON-250 赤外線反射軌跡専用カメラは、赤外線の影響を受けるため、すべての撮影は日没後に行った。

測定場所は、陸上競技場(オールウェザー)100m直線走路を使用し、70m地点前後2.5mの区間、計5m間に撮影機材を設置した。また、上記の撮影方法から得られる3

次元座標について、X軸は横方向、Y軸は進行方向、Z軸は地面に対して垂直方向と設定した(図1)。

被験者は、上半身裸、下半身タイツ、陸上競技用スパイクを着用した状態で測定を行った。また、反射マーカークの位置を、頭部(LFHD、RFHD、LBHD、RBHD)、肩(LSHO、RSHO)、第7頸椎棘突起点(C7)、胸骨柄(CLAV)、剣状突起(STRN)、第10胸椎棘突起(T10)、右肩甲下窩(R10)、右上腕骨中心(RUPA)、上腕遠位端背側面(LELB、RELB)、前腕腕橈骨茎状突起部(LWRA、RWRA)、前腕尺骨茎状突起部(LWRB、RWRB)、中手骨(LFIN、RFIN)、上前腸骨棘(LASI、RASI)、上後腸骨棘(LPSI、RPSI)、大腿骨中心(RTHI)、大腿骨外側上顆(LKNE、RKNE)、腓腹筋(LTIB、RTIB)、踝(LANK、RANK)、踵(LHEE、RHEE)、第二中足骨(LTOE、RTOE)とした(図2)。

表1. 被験者の身体的特性

n	Age (yrs)	Best record (sec)	Body height (cm)	Body weight (kg)	Leg length (cm)
6	21.7±2.1	10.6±0.1	174.9±4.5	68.7±5.6	87.9±5.5

平均値 ± 標準偏差

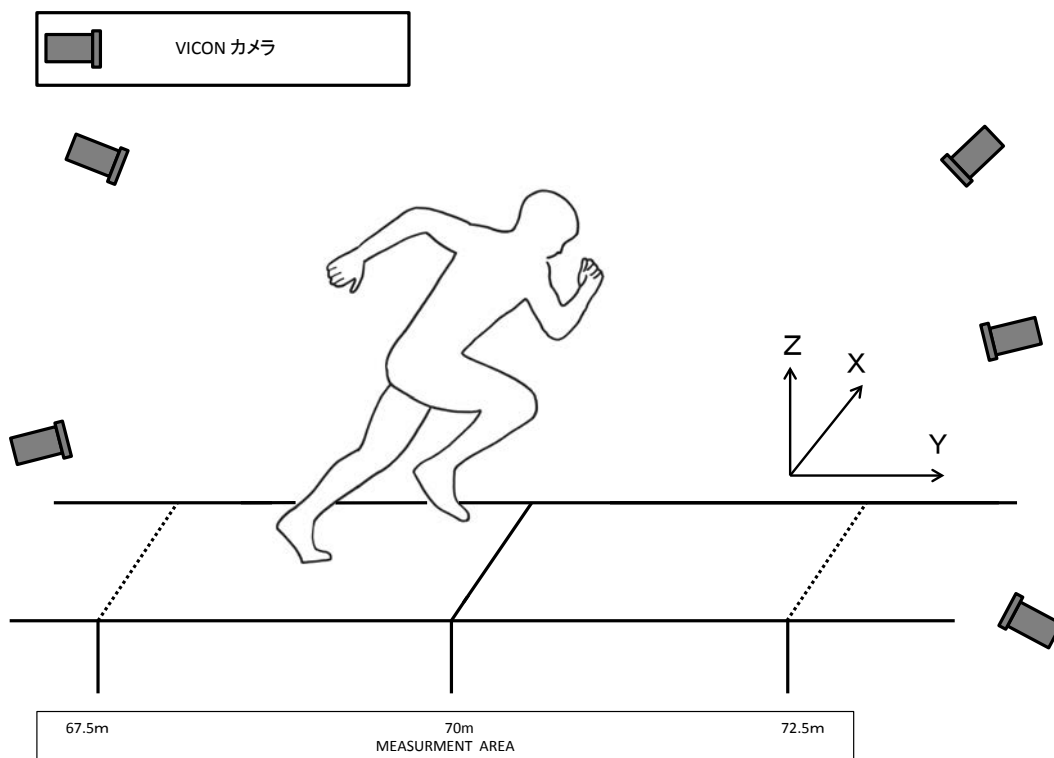


図1. 疾走中におけるVICONカメラの測定範囲
(国土館大学多摩キャンパス陸上競技場内 2007年7月から11月に測定)

3. 実験試技

本研究では、十分なウォーミングアップ後、100mのスタートラインからスターティングブロックを使用し、最大努力で100mを走らせた。身体各部位の座標値はVICONカメラの映像からWork Station (Oxford Metrix社製) のソフトを用いることにより三次元座標値を得た。また、VICONカメラにおいて撮影前にキャリブレーションを行い、各カメラの誤差範囲は1.4mm~2.8mmであった。得られた座標値は、3次元の平滑化スプラインを用いることにより平滑化した。

4. 分析局面と身体各部位の座標、疾走速度の算出方法

分析局面は、脚が地面に接地した瞬間（以下：接地期）と足が地面から離れる瞬間（以下：離地期）と立

位、合わせて3つの局面を分析局面とした（図3）。

身体各部位の座標の算出は、赤外線カメラから得られたマーカーの座標値をWork Station (Oxford Metrix社製) 上で処理し、地面から各部位 (SHO、ASI、PSI) までの垂直距離を算出した（図4）。

疾走速度の算出は、剣状突起 (STRN) の座標値をWork Station (Oxford Metrix社製) 上で処理し疾走速度を算出した。

5. 統計処理

全ての測定項目における値は、平均値 ± 標準偏差で示した。群間の検定は、対応のあるt-testを用いて行った。いずれも有意水準危険率5%未満で判定した。

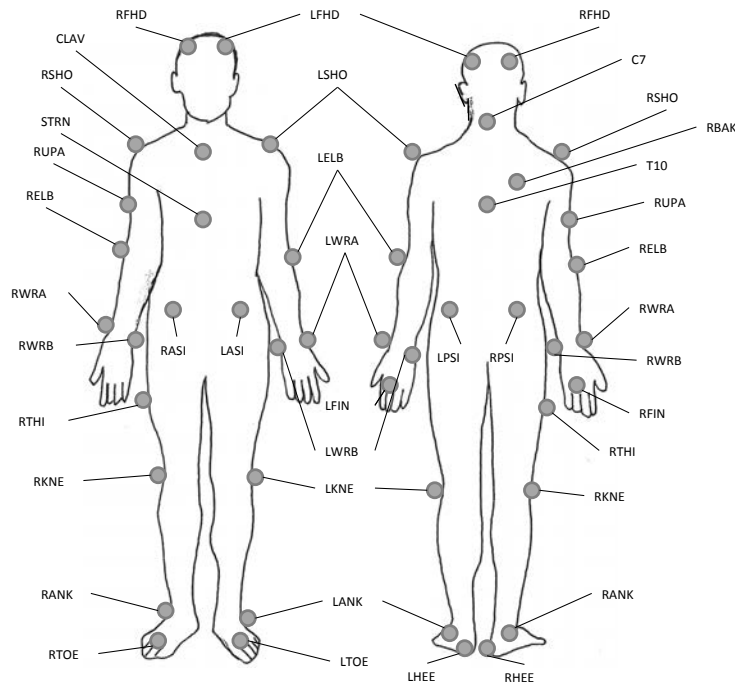


図2. 身体各部位のマーカー位置

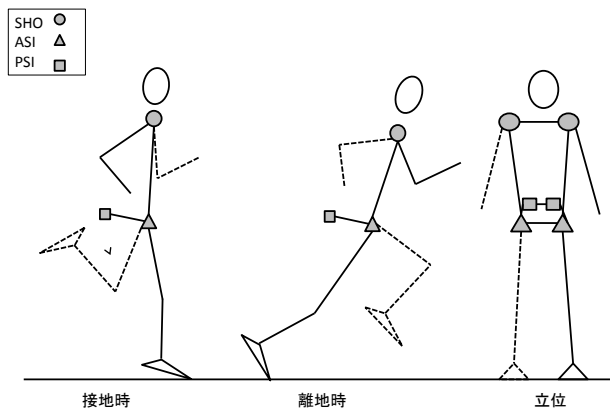


図3. 接地時、離地時、立位の解析位置

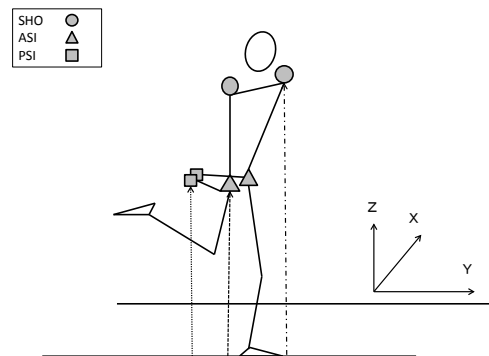


図4. 地面からの各測定部位の位置と方向

Ⅲ. 結果

1. 地面から身体各部位までの関係

接地期、離地期、立位のSHO、ASI、PSIの地面から身体各部位までの鉛直方向の高さと、接地期、離地期の疾走速度を表2に示した。左脚が地面に接地している時、接地期と立位の項目 (LSHO: $t=8.87$, $df=5$ $p<0.01$, RSHO: $t=10.27$, $df=5$ $p<0.01$, LASI: $t=4.51$ $df=5$ $p<0.01$, RASI: $t=3.63$ $df=5$ $p<0.05$, LPSI: $t=4.52$ $df=5$ $p<0.01$, RPSI: $t=5.13$ $df=5$ $p<0.01$,)、離地期と立位の項目 (LSHO: $t=8.25$, $df=5$ $p<0.01$, RSHO: $t=2.85$, $df=5$ $p<0.05$, LASI: $t=6.88$ $df=5$ $p<0.01$, RASI: $t=5.81$ $df=5$ $p<0.01$, LPSI: $t=7.69$ $df=5$ $p<0.01$, RPSI: $t=9.86$ $df=5$ $p<0.01$,) すべてにおいて有意差が認められ、接地期と離地期においてはRSHO ($t=-3.73$ $df=5$ $p<0.05$)、LASI ($t=3.61$ $df=5$ $p<0.05$)、RPSI ($t=3.86$ $df=5$ $p<0.05$) の項目で有意差が認められた (表2)。右脚が地面に接地している時は、接地期と立位のすべての項目 (LSHO: $t=8.53$, $df=5$ $p<0.01$, RSHO: $t=8.08$, $df=5$ $p<0.01$, LASI: $t=3.85$ $df=5$ $p<0.05$, RASI: $t=7.95$ $df=5$ $p<0.01$, LPSI: $t=10.67$ $df=5$ $p<0.01$, RPSI: $t=9.06$ $df=5$ $p<0.01$,) で、離地期と立位においてRSHO ($t=3.90$, $df=5$ $p<0.05$)、LASI ($t=7.41$, $df=5$ $p<0.01$)、RASI ($t=9.06$, $df=5$ $p<0.01$)、LPSI ($t=6.99$, $df=5$ $p<0.01$)、RPSI ($t=4.57$, $df=5$ $p<0.01$) において、接地期、離地期においてはLSHO ($t=-6.97$, $df=5$ $p<0.01$)、RSHO ($t=-3.30$, $df=5$ $p<0.05$)、RASI ($t=4.29$, $df=5$ $p<0.01$) において有意差が認められた (表2)。

Ⅳ. 考察

本研究は、陸上競技短距離走を対象とした、疾走中の身体各部の上下動きおよび、横方向の動きを運動学的観点から検討し、疾走動作の基礎知識の知見を得ることを目的とした。

1. 疾走中の体幹部の上下動

接地期と立位及び、離地期と立位において、地面から身体各部位 (SHO、ASI、PSI) に右脚が接地している時のLSHO以外、全ての項目で有意差が認められた。疾走中の膝の角度は完全伸展していない¹⁾¹⁶⁾²⁰⁾²³⁾。さらに、加藤ら¹⁶⁾は、疾走動作の男女の特徴として、疾走速度に影響を与えているものは脚全体の最大スウィング速度としている。このなかで、男女の疾走動作の違いは、男子は接地中において、股関節伸展速度を有効に使い疾走速度に変換したのに対し、女子は膝関節の伸展動作が大きく、脚を十分に固定できないため股関節伸展速度を有効にすることができず、疾走速度に変換することができない。このことにより、疾走中の上下動が大きい動作になると示唆している。また、稲葉ら¹¹⁾は、疾走技術トレーニングの目的は、接地中の膝関節の屈曲・伸展動作を少なくすることやスウィング脚の振り戻し速度を速くすることであると述べている。本研究の被験者も男子大学生で、100mの平均記録が 10.6 ± 0.1 と高いレベルの選手であることから、接地中の膝関節伸展動作が少なく膝関節を固定し、股関節伸展速度を有効に使って

表2. 疾走速度と地上からの各測定部位

	LSHO(cm)	RSHO(cm)	LASI(cm)	RASI(cm)	LPSI(cm)	RPSI(cm)	Sprint Velocity (m/sec)	
Left leg touches the ground	Stand	145.4±5.3	144.8±5.7	96.1±4.6	96.2±4.9	100.9±4.2	100.9±4.5	
	Foot touch down	139.0±6.9	140.2±5.9	92.6±6.5	91.0±7.3	96.5±6.4	971±6.2	9.68±2.51
	Foot release	140.4±5.8	142.3±6.0	88.8±6.1	90.2±6.6	95.7±5.3	95.6±5.6	9.66±1.60
Right leg touches the ground	Stand	145.4±5.3	144.8±5.7	96.1±4.6	96.2±4.9	100.9±4.2	100.9±4.5	
	Foot touch down	140.6±5.9	140.4±6.5	91.1±5.8	92.9±5.6	97.2±4.8	97.2±5.0	9.68±2.5
	Foot release	143.5±6.2	142.2±5.5	91.3±5.8	89.2±6.2	96.1±5.7	96.9±5.5	9.66±1.61

平均値±標準偏差
*:有意差, $p<0.05$ **:有意差, $p<0.01$

る可能性が考えられる。これらのことから、立位より疾走中の身体各部位（SHO、ASI、PSI）の位置が低い位置であったことは最大速度で疾走する際、膝関節が完全伸展しておらず、股関節の伸展速度を意識して疾走していることから、完全伸展している立位より接地期、離地期は低い値になったと示唆された。

2. 疾走中における体幹部の動き

本研究の結果から、左脚が地面に接地している時の接地期、離地期において、RSHO、LASI、RPSIの項目で有意差が認められ（図5）、右脚が地面に接地している時の接地期、離地期においては、LSHO、RSHO、RASIで有意差が認められた（図6）。本研究の結果で特に興味深い点は、接地期から離地期の変化で、肩（LSHO、

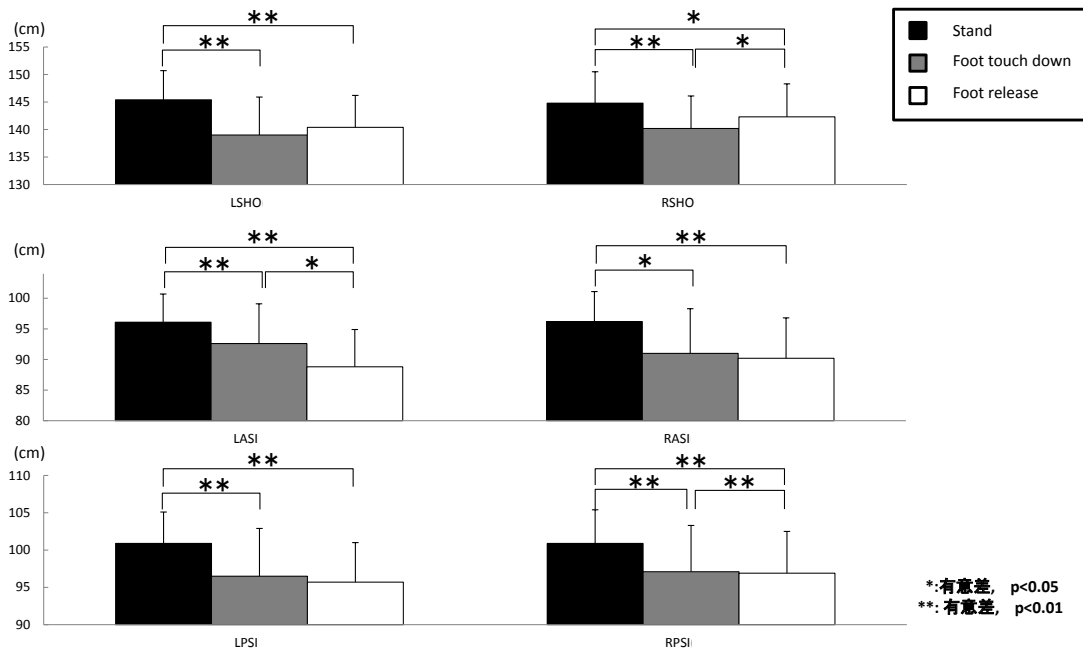


図5. 左脚地面接地時の各測定部位の関係

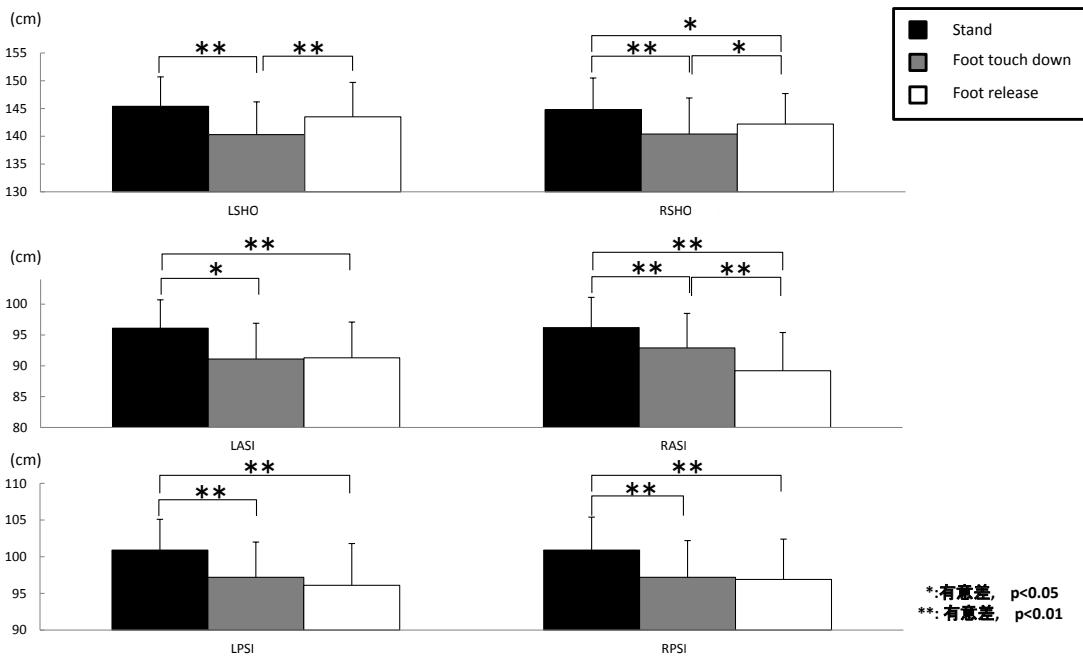


図6. 右脚地面接地時の各測定部位の関係

RSHO) の位置が上がり、骨盤 (LASI、RASI、LPSI、RPSI) の位置が下がっており、特に接地している脚側の ASI は大きく下がっていることがわかった。疾走中における骨盤の運動について、青田ら²⁾、宮地ら³⁰⁾ が述べているように、疾走中の肩と腰のねじれについて、熟練者と未熟練者にはねじる角度に違いがあり、体幹部の動作として、上体と下体のねじれの位相差は、熟練者においては小さく腰がストライドを伸ばす方向にねじれることを妨げないと報告している。小川ら¹⁴⁾ は、疾走速度と骨盤前傾角度との間には有意な相関関係がみられなかったが、疾走速度が最も大きかった選手は最も小さかった選手よりも骨盤が前傾していた。成瀬ら²⁴⁾ は、接地期後半の加速局面ではヒップスイングとは逆の骨盤の動きがみられ、股関節の伸展動作とともに支持脚の大転子を進行方向へ積極的に動かすことによって加速力を発揮すると示唆している。西守²⁸⁾ は、接地局面前半の骨盤内旋角加速度は知面反力の減速力を積極的に受け止める反動動作に相当し、続く後半は反動を利用した受動作に相当すると報告している。

以上のことから、本研究の結果で得られた骨盤 (LASI、RASI、LPSI、RPSI) の位置が下がり、接地している脚側の ASI は大きく下がったことは、疾走速度の高い選手に見られる体幹部の特徴であると示唆された。本研究の被験者は、高レベルの選手を対象としたため、全ての人と同じ疾走中の体幹特性であるかは不明である。このことは、今後の課題である。

V. まとめ

本研究では、疾走中の体幹部の動作特性を明らかにし、それによって疾走中の基礎的知見を得ることを目的とした。陸上競技の短距離種目を専門としている男子学生 6 名を対象に、100 m を疾走した際の 70 m 付近の疾走動作を三次元動作分析した結果次の知見が得られた。

1. 疾走中、脚が接地している時、体幹部 (SHO、ASI、PSI) は立位よりも低いことが分かった。
2. 脚が接地している時、骨盤 (ASI、PSI) は下がる、さらに、接地脚側の ASI が特に下がることわかった。

(受理日 平成 25 年 7 月 9 日)

参考文献

- 1) 阿江通良・伊藤 章・松尾彰文・小林寛道 (1992) 第 3 回世界陸上競技選手権大会男子 100m における世界一流スプリンターのレース構造の分析、日本体育学会大会号 (43A), 427, 1992-10-31.
- 2) 青田雅樹・小林一敏・他 (1980) 走動作における腰のねじれに関する力学的考察、日本体育学会号 32, 430, 1980.
- 3) 阿部征次 (1988) 重量負荷疾走時のスピード、ピッチ、ストライドの変化、東京女子体育大学紀要 23, 63-68, 1988-03.
- 4) 生田香明 (1982) 上腕・体幹・大腿の屈筋と伸筋の特徴と短距離疾走筋力との関係、日本体育学会大会号 (33), 286, 1982-10-15.
- 5) 生田香明・栗原崇志・中塘二三生・川合 悟・播本定彦・黒田英三 (1983) パワー・トレーニングによるスプリント能力および敏捷性・筋力・パワーの効果、日本体育学会大会号 (34), 309, 1983-08-18.
- 6) 生田香明・栗原崇志・中塘二三生・播本定彦 (1984) スプリント・トレーニングが疾走能力および敏捷性・筋力・パワーに与える効果体育学研究 29 (3), 227-235, 1984-12-01.
- 7) 伊藤 章・市川博啓・斉藤昌久・佐川和則・伊藤道郎・小林寛道 (1998) 100m 中間疾走局面における疾走動作と速度との関係、体育学研究 43 (5・6), 260-273, 1998-11-10.
- 8) 伊藤浩志・村木征人・金子元彦 (1998) スプリントの加速局面および中間疾走局面における主観的努力度とパフォーマンスの対応関係 (体育方法)、日本体育学会大会号 (49), 545, 1998-08-20.
- 9) 伊藤浩志・村木征人 (2000) 全力および最大下努力度によるスプリント走の再現性、日本体育学会大会号 (51), 436, 2000-08-25.
- 10) 伊藤浩志・村木征人・森本吉謙・杉林孝法 (2003) スプリント走における加速方法の違いが中間疾走局面の疾走スピードに及ぼす影響、日本体育学会大会号 (54), 541, 2003-08-26.
- 11) 稲葉恭子・加藤謙一・宮丸凱史・久野譜也・尾縣貢・狩野 豊 (2002) 女子スプリンターにおける疾走能力の向上に関する事例研究、体育学研究 47 (5), 463-472, 2002-09-10.
- 12) 榎本好孝・久野譜也・狩野 豊・宮下 憲・山中邦夫・宮丸凱史・加藤謙一・勝田 茂 (1997) スプリンターの大腰筋横断面積と疾走速度の関係、日本体育学会大会号 (48), 261, 1997-08-29.
- 13) 大関純平・深堀辰彦・藤野洋佑・倉富慎介・杉山進・小野英規・中尾一久・山田道廣 (2012) 下肢動作に伴う体幹深層筋群の筋活動性の分析—Fine Wire 電極を用いた腹横筋の分析—、ヘルスプロモーション理学療法研究 2 (1), 27-32, 2012-04.
- 14) 小川孝・富樫泰一 (2006) 疾走時における疾走速度と骨盤前傾角度の関係、日本体育学会大会予稿集

- (57), 149, 2006-08-01.
- 15) 衣笠竜太・加藤謙一・麻場一徳・久野譜也 (2001) 日本のトップスプリンターの大腰筋横断面積と疾走速度との関係、日本体育学会大会号 (52), 312, 2001-08-10.
 - 16) 加藤謙一・宮丸凱史 (2006) 一般高校生の疾走動作の特徴、体育学研究 51 (2), 165-175, 2006-03-10.
 - 17) 金子公宥・穴倉保雄・伊藤章・淵本隆文・豊岡示朗 (1982) スプリント・ランニングの効率:短距離・長距離選手の筋特性比較、日本体育学会大会号 (33), 426, 1982-10-15.
 - 18) 狩野 豊・高橋英幸・森丘保典・秋間 広・宮下 憲・久野譜也・勝田 茂 (1996) スプリンターの股関節筋力とスプリント走パフォーマンスとの関係、日本体育学会大会号 (47), 309, 1996-08-25.
 - 19) 久野譜也 (2000) 大腰筋の筋横断面積と疾走能力及び歩行能力との関係 (〈特集〉二足歩行と大腰筋)、バイオメカニズム学会誌 24 (3), 148-152, 2000-08-01.
 - 20) 斉藤昌久・湯浅景元・浅川正一 (1981) 2-10 歳 女児の下肢関節角度変化からみた走動作の特徴、中京体育学研究 22 (1), 23-30, 1981-11-01.
 - 21) 櫻田淳也・水浦彩子 (2004) ピッチとストライドに着目した 100m 走の指導法に関する一考察:レーザー式速度測定器 (LAVEGSPORTLDM300C) を使用して、東京女子体育大学紀要 39, 43-46, 2004.
 - 22) 佐藤賢一・結城匡啓・三條俊彦 (2007) 100m レース中間疾走局面における優れた選手の体幹の動きに関する三次元分析、日本体育学会大会予稿集 (58), 227, 2007-09-05.
 - 23) 高橋和将 (2011) スプリント動作とリバウンドジャンプ動作の類似点の検討、新潟医療福祉学会誌 11 (1), 28-28.
 - 24) 成瀬竜也・伊藤 章 (2004) スタートダッシュにおける骨盤の動きと地面反力との関係:各歩数での変化、日本体育学会大会号 (55), 299, 2004-09-01.
 - 25) 成瀬竜也 (2005) 短距離走における骨盤運動:スタートから中間疾走までの変化、大阪体育大学紀要 36, 160, 2005-03-31.
 - 26) 西守 隆・伊藤 章 (2006) 歩行と走行の移動速度変化における骨盤と体幹回旋運動の相互相関分析、理学療法学 33 (6), 318-323, 2006-10-20.
 - 27) 西守 隆・高崎恭輔・金井一暁・大工谷新一・鈴木俊明 (2006) 走速度変化における体幹回旋運動の時系列解析、理学療法学 33 (Supplement_2), 362, 2006-04-20.
 - 28) 西守 隆 (2011) 歩行と走行における骨盤と体幹回旋運動、Sportsmedicine 2011 NO. 13623: 33-37.
 - 29) 松尾彰文・秋田真介・金高宏文 (1998) 陸上競技 100m レース中のピッチ変化について (バイオメカニクス)、日本体育学会大会号 (49), 364, 1998-08-20.
 - 30) 宮地力・小林一敏・他 (1982) 走動作における身体ねじれに関する力学的一考察、東京体育学研究 9 : 31-35.
 - 31) 矢田敦子・森 清子・西埜植祐介・中島敏貴・西守隆・大工谷新一・鈴木俊明 (2002) 腹臥位での膝関節伸筋群の等尺性収縮時における体幹筋活動について、理学療法学 29 (supplement_2), 401, 2002-04-20.
 - 32) 若吉浩二 (2004) 体幹・下肢の多関節屈曲パワーとスプリント疾走能力の関係およびトレーニングによる影響、体力科学 53 (6), 818, 2004-12-01.
 - 33) 渡邊信晃・榎本好孝・大山圭悟・狩野 豊・安井年文・宮下 憲・久野譜也・勝田 茂 (2000) スプリンターの股関節筋力とスプリント走パフォーマンスとの関係、体育学研究 45 (4), 520-529, 2000-07-10.

Operating characteristics of the trunk during the sprint

Tomohiro Chiba¹⁾

1) Hirosaki University of Health and Welfare Junior College

Abstract

The purpose of this study was to elucidate the movement of the trunk during the sprint.

The subjects were six male students who belong to the athletics part of the physical education college, which specializes in sprinting performance.

The position (SHO, ASI, PSI) of each part of the sprint body was lower position than the standing position. The ASI leg-side position of the pelvis obtained results of the present study, is grounded dropped greatly, was suggested to be characteristic of a trunk found in athletes high sprint speed.

key words: Sprint ability, Trunk, Pelvis