

# 剣道の Biomechanics 的研究

## — 第2報 中段の構えにおける歩幅変化が 打撃動作に及ぼす影響 —

脇田 裕久\*・八木 規夫\*・長井 健二\*

### Biomechanical Study of Kendo

#### — No. 2 The Comparison of Different Step Length on Striking Movement —

Hirohisa WAKITA\*, Norio YAGI\* and Kenji NAGAI\*

### 要 旨

本研究は、熟練者群と未熟練者を対象として、中段の構えにおける歩幅の変化が面打撃動作に及ぼす影響を検討した。熟練者群の結果は、歩幅の狭い構えが右膝関節動作開始を遅延させ、前方踏み込み距離を増加させる特性をもち、歩幅の広い構えが右膝関節動作開始を短縮させ、前方踏み込み距離を減少させる特性のあることを示唆している。また、熟練者群では打撃時と右足着床時の時間が歩幅の変化に関係なくほぼ一致した値を示し、歩幅変化にともなう手足の協応動作が的確に行われている。しかし、未熟練者群では歩幅の増大にともなってこの時間が徐々に延長し、初心者における広い歩幅の構えは剣と体の一致をさらに困難にすることを示唆している。

### 研究目的

スポーツには、陸上競技のスタートに見られるように静止した構えから急激な身体運動への移行が数多く観察される。このような静止状態から動的姿勢への切り換えを円滑に行うためには、動作の目的に合致した身体の構えをとる必要がある。陸上競技におけるクラウチング・スタートでは、姿勢の違いによってバンチ・スタート、メディアム・スタート、エロンゲテッド・スタートに分類されている。歩幅の最も狭いバンチ・スタートでは、素早いスタートを開始できる利点があり、歩幅の最も広いエロンゲテッド・スタートでは、スタート後の加速に重点が置かれている<sup>1)</sup>。この異なる構えに起因する身体運動の特性を理解する

ことは、競技者が運動成果を増すためにも極めて重要なことと考えられる。

一方、剣道の構えは、自然体を基礎として攻防に都合のよい姿勢でなくてはならない。剣道の一般的な構えは、自然に小歩で歩いて止まったときの姿勢であるといわれている<sup>7,10)</sup>が、この歩幅は個人によってやや異なっている。本研究は、熟練者と未熟練者の面打撃動作を対象として、中段の構えにおける歩幅の違いにともなう床反力及び打撃動作の時間的変化を検討することから剣道の構えにおける歩幅の特性を究明しようとするものである。

### 研究方法

被検者には、高さ 170 cm の剣道打突人形から被検者の重心位置を 230 cm 離れた force plate 上で中段の構えをとらせ、検者の「用意」の合図から 2～5 秒後に、面に装着した光刺激に対して出

原稿受理日 昭和63年10月15日

\* 三重大学教育学部

来るだけ素早く面打撃動作を行わせた。force plate から得られる床反力については、被検者が面打撃動作の際に左脚キック時に発揮した筋力を鉛直分力と後方の水平分力に分解して測定した。被検者の保持する竹刀の打突部位にはマイクロスイッチを装着し、打突時点を記録するようにした。床は 10 cm 間隔の座標を作成し、右足の着地位置を観察記録した。さらに被検者の右肘関節に装着した electorogoniometer から肘の屈曲と伸展、右膝関節に装着した electorogoniometer からは膝の屈曲と伸展を記録した。左右足の母趾球にはマイクロスイッチを装着させ、足の離床及び着床を記録した。

中段に構えたときの右足と左足の関係は次のように規定し、いづれの条件においても左脚でキックするように指示した。

- 条件 A……左脚を前にし、歩幅を 25 cm にする
- 条件 B……歩幅を 0 cm にする
- 条件 C……右脚を前にし、歩幅を 25 cm にする

条件 D……右脚を前にし、歩幅を 50 cm にする  
 条件 E……右脚を前にし、歩幅を 75 cm とする  
 被検者は、20歳～23歳の男子大学生10名（熟練者群 5名、未熟練者 5名）である。熟練者群は、経験年数8.6年 (S.D. 1.14年) の2段から3段の剣道部員であり、未熟練者群は、大学で剣道の授業を45時間受講した保健体育専攻学生である。被検者の身体的特性は、熟練者群の身長が 169.6 cm (S.D. 6.54 cm)、体重が 62.8 kg (S.D. 7.05 kg) であり、未熟練者群ではそれぞれ 171.0 cm (S.D. 5.52 cm)、60.8 kg (S.D. 5.45 kg) である。

### 実験結果

#### 1. 左足キック時における床反力

##### 1) 最大鉛直分力

熟練者群における左足キック時の最大鉛直分力は、条件 A (108 kg) から歩幅が大きくなるにしたがって増大し条件 D (130 kg) で最大値を示すが、最も歩幅の広い条件 E (123 kg) ではやや減

表 1 熟練者群の実験結果

歩幅条件	A	B	C	D	E
最大鉛直分力 (kg)	108 (22.6)	113 (28.9)	129 (23.1)	130 (21.6)	123 (21.0)
体重あたりの相対値	1.73 (0.33)	1.79 (0.41)	2.05 (0.28)	2.07 (0.23)	1.94 (0.19)
最大後方分力 (kg)	46 (16.7)	52 (23.2)	69 (17.4)	65 (17.9)	68 (15.4)
体重あたりの相対値	0.75 (0.28)	0.83 (0.34)	1.11 (0.25)	1.05 (0.28)	1.07 (0.19)
キック角度 (degree)	111.4 (6.4)	114.0 (5.2)	118.2 (3.6)	116.4 (4.5)	119.0 (3.9)
前方踏み込み距離 (cm)	137.8 (15.64)	134.7 (10.82)	129.8 (10.12)	122.2 (13.28)	111.2 (14.84)
身長あたりの相対値	0.81 (0.10)	0.78 (0.06)	0.76 (0.05)	0.71 (0.06)	0.65 (0.07)
右方踏み込み距離 (cm)	3.2 (5.44)	7.1 (2.55)	8.4 (2.54)	8.0 (5.13)	10.0 (3.89)
身長あたりの相対値	0.019 (0.032)	0.041 (0.016)	0.049 (0.015)	0.046 (0.030)	0.058 (0.023)
右膝関節動作開始時間 (ms)	689 (100)	630 (93)	434 (129)	372 (94)	436 (167)
打撃動作時間 (ms)	449 (49.4)	488 (75.3)	652 (139.7)	713 (112.9)	598 (84.8)
打撃を基準とした右足着床時間 (ms)	17.6 (30.6)	15.2 (33.5)	12.0 (25.4)	30.0 (33.0)	-14.2 (23.7)

( )内は標準偏差

表 2 未熟練者群の実験結果

歩 幅 条 件	A	B	C	D	E
最大鉛直分力 (kg)	147 (13.9)	144 (9.6)	148 (11.2)	146 (7.7)	140 (15.3)
体重あたりの相対値	2.43 (0.22)	2.37 (0.10)	2.44 (0.17)	2.42 (0.28)	2.30 (0.11)
最大後方分力 (kg)	57 (8.8)	60 (7.5)	64 (6.8)	63 (8.8)	63 (10.8)
体重あたりの相対値	0.93 (0.12)	0.98 (0.10)	1.04 (0.09)	1.04 (0.16)	1.02 (0.17)
キック角度 (degree)	111.0 (2.0)	112.8 (1.9)	113.4 (2.6)	113.6 (2.6)	114.4 (2.6)
前方踏み込み距離 (cm)	145.0 (16.24)	138.8 (15.04)	134.1 (15.11)	126.9 (15.37)	118.3 (21.99)
身長あたりの相対値	0.84 (0.09)	0.81 (0.08)	0.78 (0.09)	0.74 (0.09)	0.69 (0.12)
右方踏み込み距離 (cm)	6.8 (3.51)	7.9 (3.71)	10.0 (4.04)	7.2 (1.21)	7.9 (3.51)
身長あたりの相対値	0.039 (0.019)	0.045 (0.021)	0.058 (0.022)	0.035 (0.017)	0.045 (0.020)
右膝関節動作開始時間 (ms)	747 (126)	645 (179)	509 (210)	586 (218)	532 (136)
打撃動作時間 (ms)	495 (84.8)	534 (74.8)	623 (126.4)	610 (124.7)	617 (67.1)
打撃を基準とした右足着床時間 (ms)	-77.6 (48.4)	-97.8 (43.7)	-114.6 (68.6)	-144.2 (58.1)	-177.8 (61.2)

( )内は標準偏差

少する傾向を示した。各条件間の比較では、いずれの間にも有意な差は認められなかった (F 検定・図 1)。

未熟練者群における最大鉛直分力は、最大値が条件 C (148 kg)、最小値が条件 E (140 kg) とその変化が極めて小さく、歩幅の違いによる影響は観察されず、各条件間には有意な差は認められなかった (図 1)。

体重を基準とした最大鉛直分力の相対値は、熟練者群では 1.73~2.64、未熟練者群では 2.44~2.30 の範囲であった。この相対値は、各条件とも熟練者群に比較して未熟練者群の値が大きくなる傾向にあり、条件 A が 1% 水準、条件 B・C・E にそれぞれ 5% 水準の有意な差が認められた (図 2)。

2) 最大後方分力

熟練者群の最大後方分力は、条件 A (46 kg) から歩幅が大きくなるにしたがって増大し、条件 C (69 kg) で最大値を示し、その後最も歩幅の広い条件 E (68 kg) まではほぼ一定の値を示す傾向に

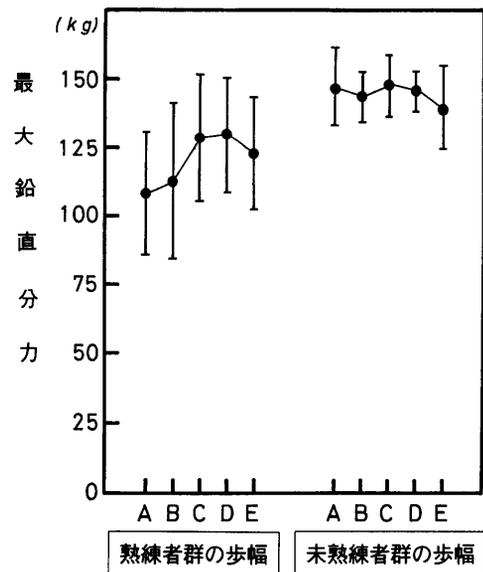


図 1. 歩幅変化にともなう最大鉛直分力の比較

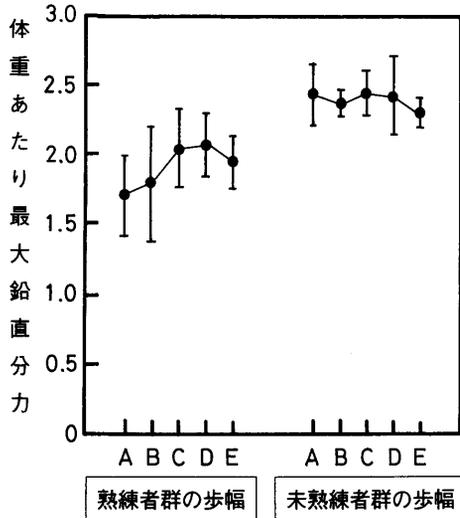


図2. 歩幅変化にともなう体重あたり最大鉛直分力の比較

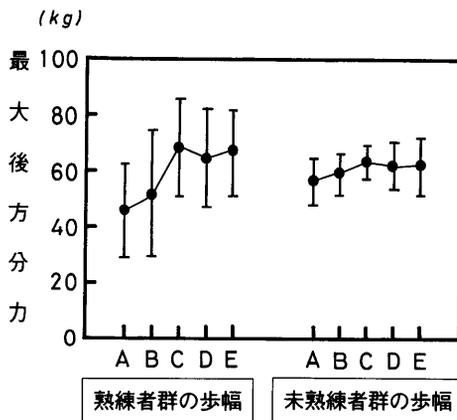


図3. 歩幅変化にともなう最大後方分力の比較

あった。各条件間の比較では、いずれの間にも有意な差は認められなかった (図3)。

未熟練者群における最大後方分力は、条件A (57 kg) から歩幅が大きくなるにしたがって増大し、条件C (64 kg) で最大値を示し、その後最も歩幅の広い条件E (63 kg) までほぼ一定の値を示す傾向にあった。各条件の比較では、いずれの間にも有意な差が認められなかった (図3)。

体重を基準とした最大後方分力の相対値は、熟練者群では0.75~1.11、未熟練者群では0.93~1.05の範囲であった。この相対値に関する両群の比較では、条件ABでは熟練者群に比較して未熟練者群の値が大きくなり、条件CDEでは両群と

もほぼ同様の値を示す傾向にあったが、各条件とも両群の間に有意な差が認められなかった (図4)。

3) キック角度

床反力曲線から水平線を基準とした時計回りの

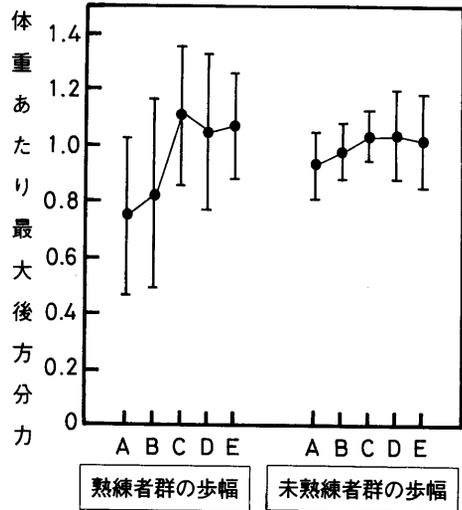


図4. 歩幅変化にともなう体重あたり最大後方分力の比較

最大キック角度の平均値を図5に示した。熟練者群における最大キック角度は、条件A (111.4°) から歩幅が大きくなるにしたがって増加し、条件E (119.0°) が最大値を示したが、各条件間には

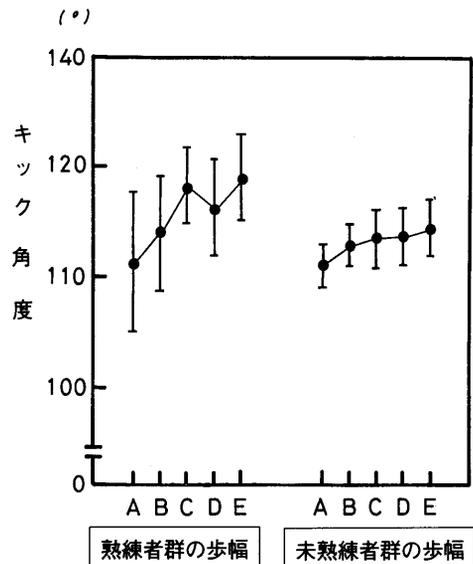


図5. 歩幅変化にともなうキック角度の比較

有意な差は認められなかった。

未熟練者群における最大キック角度は、条件A (111.0°) から歩幅が大きくなるにしたがって増加し、条件E (114.4°) が最大値を示したが、各条件間には有意な差は認められなかった。

条件ごとに両群を比較すると、いずれの条件とも熟練者群の値が未熟練者群に比較して大きかったが、両群間には有意な差が認められなかった。

## 2. 踏み込み距離

### 1) 前方踏み込み距離

被検者が構えた歩幅の中間点から、左足キック後の右足着地位置までの前方移動距離を前方踏み込み距離とした。熟練者群における前方踏み込み距離は、条件A (137.8 cm) から歩幅が大きくなるにしたがって減少し、歩幅の最も広い条件E (111.2 cm) が最小値を示した。各条件間の比較では、条件A E、B E、C E間にそれぞれ5%水準の有意な差が認められた (図6)。

未熟練者群における前方踏み込み距離は、条件A (145.0 cm) から歩幅が大きくなるにしたがって減少し、歩幅の最も広い条件E (118.3 cm) が最小値を示したが、各条件間には有意な差は認められなかった (図6)。

また、身長を基準とした前方踏み込み距離の相

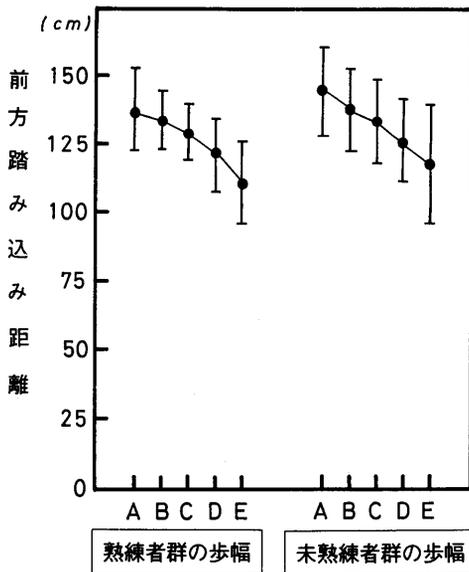


図6. 歩幅変化にともなう前方踏み込み距離の比較

対値は、熟練者群では0.81~0.65、未熟練者群では0.85~0.69の範囲であった。この相対値に関する両群の比較では、各条件とも経験者群の値が未経験者群に比較して小さかったが、両群間には有意な差は認められなかった (図7)。

### 2) 右方向踏み込み距離

被検者が構えた両歩幅の中間点から、左足キッ

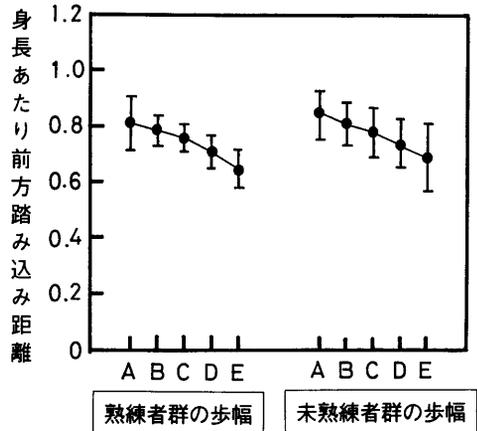


図7. 歩幅変化にともなう身長あたり前方踏み込み距離の比較

ク後の右足着地位置までの右方移動距離を右方向踏み込み距離とした。熟練者群における右方向踏み込み距離は、条件A (3.2 cm) から歩幅が大きくなるにしたがって増大し、歩幅の最も広い条件E (10.0 cm) が最大値を示したが、各条件間には有意な差が認められなかった (図8)。

未熟練者群における右方向踏み込み距離は、条件A (6.8 cm) から歩幅が大きくなるにしたがって増大し、条件C (10.0 cm) が最大値を示すがその後条件E (7.9 cm) まで再び減少する傾向を示したが、各条件間には有意な差は認められなかった (図8)。

また、身長を基準とした右方向踏み込み距離の相対値は、熟練者群では0.019~0.059、未熟練者群では0.040~0.059の範囲であった。この相対値に関する両群の比較では、熟練者群の値が未熟練者に比較して、条件ABCで小さく、条件DEでは大きくなる結果を示したが、各条件間には有意な差は認められなかった (図9)。

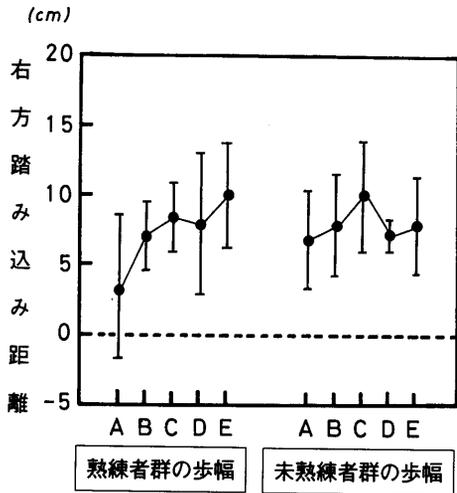


図8. 歩幅変化にともなう右方踏み込み距離の比較

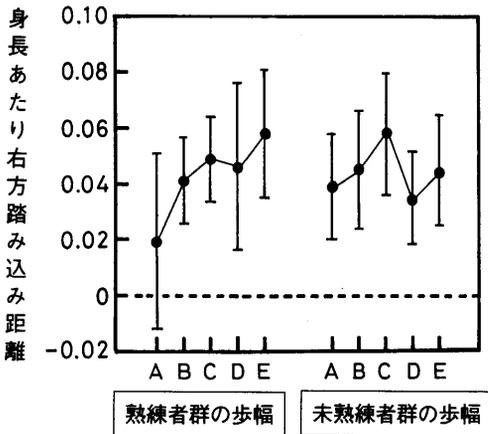


図9. 歩幅変化にともなう身長あたり右方踏み込み距離の比較

### 3. 打撃動作に関する時間関係

#### 1) 右膝関節動作開始時間

光刺激から被検者の右膝関節屈曲開始までの時間を右膝関節動作開始時間とした。熟練者群の右膝関節動作開始時間は、条件A (689 ms) から歩幅が大きくなるにしたがって短縮し、条件D (372 ms) が最小値を示したが、歩幅の最も広い条件E (436 ms) で再び遅延する傾向にあった。各条件間の比較では、条件A Dに0.1%水準、A C、B D間には1%水準、A E、B C間に5%水準の有意な差が認められた (図10)。

未熟練者群の右膝関節動作開始時間は、条件A (747 ms) から歩幅が大きくなるにしたがって短

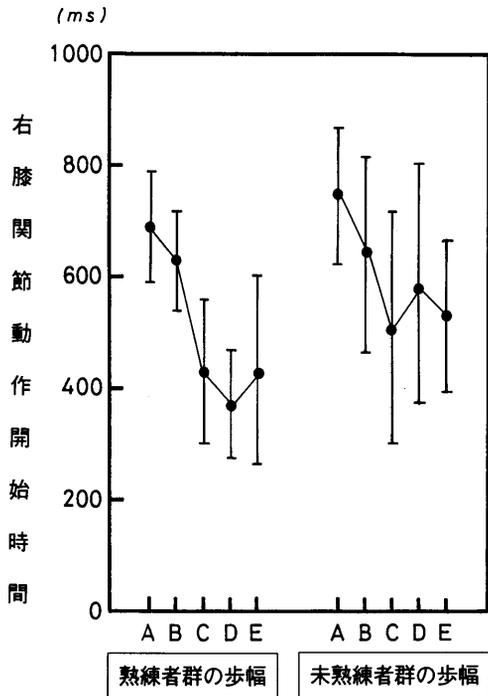


図10. 歩幅変化にともなう右膝関節動作開始時間の比較

縮し、条件C (509 ms) が最小値を示し、その後歩幅の最も広い条件E (532 ms) までほぼ一定の値をとる傾向にあったが、各条件間には有意な差は認められなかった (図10)。

条件ごとに両群を比較すると、各条件とも熟練者群の値が未経験者群に比較して短縮した値を示したが、両群間には有意な差が認められなかった。

#### 2) 打撃動作時間

被検者の右膝関節屈曲開始から打撃まで時間を打撃動作時間とした。熟練者群の動作時間は、条件A (449 ms) から歩幅が大きくなるにしたがって遅延し、条件D (713 ms) が最大値を示し、その後歩幅の最も広い条件E (598 ms) で再び短縮する結果を示した。各条件の比較では、条件A D、B D、A E間に1%水準、A C、B C間に5%水準の有意な差が認められた (図11)。

未熟練者群の動作時間は、条件A (495 ms) から歩幅が大きくなるにしたがって遅延し、条件C (623 ms) が最大値を示し、その後歩幅の最も広い条件E (617 ms) までほぼ一定の値を示す傾向にあったが、各条件間には有意な差は認められなかった (図11)。

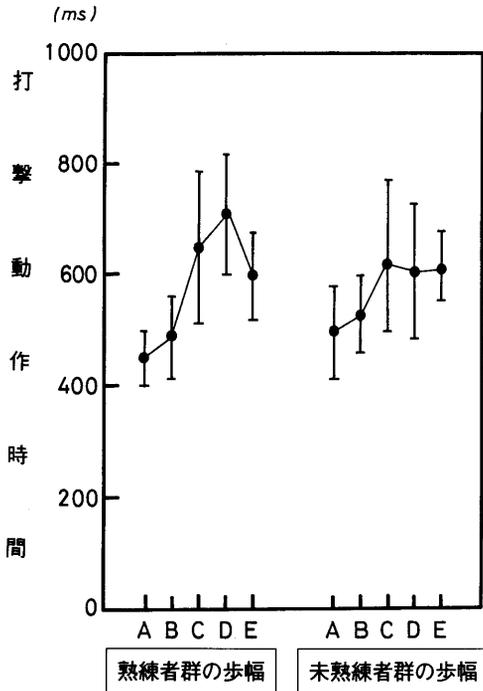


図 11. 歩幅変化にともなう打撃動作時間の比較

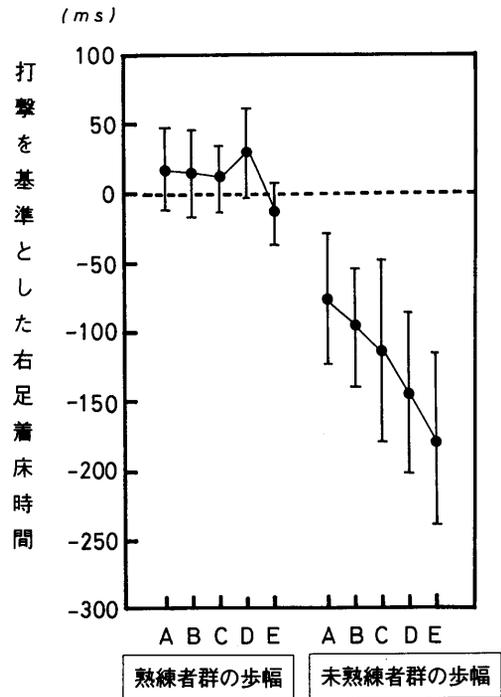


図 12. 歩幅変化にともなう打撃を基準とした右足着床時間の比較

条件ごとに両群を比較すると、熟練者群の値は未経験者群に比較して、条件 A B では短縮した値を示し、条件 C D E では延長した値を示したが、両群間に有意な差は認められなかった。

### 3) 打撃と右足着床時の時間関係

打撃時を基準とした右足着床時の時間関係については、打撃前に着床した場合を負、打撃後に着床した場合を正の値として処理した。熟練者群における打撃時点基準とした右足着床時の時間関係は、条件 A (17.6 ms) から条件 D (30.0 ms) まで歩幅の増加に関わらずほぼ一定の正の値を示し、歩幅の最も広い条件 E (-14.2 ms) では他条件と異なり負の値を示したが、各条件間には有意な差が認められなかった (図 12)。

未経験者群におけるこの時間関係は、条件 A (-77.6 ms) から歩幅が大きくなるにしたがって増大し、条件 E (-177.8 ms) で最大値を示し、各条件とも打撃前に着床する負の値を示したが、各条件間には有意な差は認められなかった (図 12)。

条件ごとに両群を比較すると、いずれの条件とも熟練者群に比較して未経験者群の値が小さく、条件 A、C で 5% 水準、条件 B、D、E で 1% 水

準の有意な差が認められた。

## 論 議

ある動作へ敏速に移行するためには、その運動目的に最も適した準備姿勢 (構え) が要求され、合理的な構えはその後の動作をより円滑にする。準備姿勢時における筋緊張について、Howorth<sup>4)</sup> は、「骨格筋の中程度の緊張が、身体の平衡を保持し、どの方向へも敏速な運動を可能にする。」と報告している。脇田ら<sup>9)</sup> は、準備姿勢時の筋緊張と反応動作について検討を加え、主動筋や拮抗筋の筋緊張は動作開始時には影響を持たないが、動作時間や筋力発揮に影響することを報告している。また、剣道の構えについて、百鬼ら<sup>8)</sup> は熟練者の左腓腹筋の緊張が左右脚の応答時間を速めることなどを報告し、準備姿勢時の筋緊張が敏速な運動を可能にするという先の報告を支持している。

また、剣道の打突動作では、「足八分手二分」「一眼二足三胆四力」などの言葉によって表現されているように脚の働きがきわめて重要であるとされ<sup>7,10)</sup>、この脚と打突との関係について、林<sup>6)</sup> は間合の増減によって足さばきの種類と打突時間

が変化することを報告している。一般的に、剣道における中段の構えの歩幅は、自然体から右足を半歩前に出すように指導されている<sup>7)</sup>が、この歩幅は個人によってやや異なっており、歩幅の違いに伴う運動の特性はあまり報告されていない。そこで本研究は、中段に構えたときの歩幅変化に注目し、この歩幅変化が床反力や打撃動作の時間関係にどのような影響をもつものかを比較検討した。

キック時の最大床反力については、これまでに面打撃における鉛直分力が 128.7 kg (S.D. 12.6 kg) で体重の約 1.9 倍、後方分力が 63.0 kg (S.D. 15.9 kg) で体重の約 0.93 倍と報告されている<sup>9)</sup>。本研究における熟練者群の値は、鉛直分力が 108~130 kg、後方分力が 46~69 kg であり、体重当りの床反力はそれぞれ 1.73~2.07 と 0.75~1.11 であり、先の報告とほぼ同様の結果を得た。また、本研究の熟練者群における鉛直分力の条件別比較では、歩幅が 25・50 cm の条件 C D が他の条件に比較して大きな値を示している。この歩幅は、従来から指導されている中段の構えにおける歩幅と一致しており、この歩幅が強いキック力を生み出す上で合理的な歩幅であるといえよう。

また、体重当りの鉛直分力はほとんど全ての歩幅において、熟練者が未熟練者に比較して有意に小さい値を示した。このことは、熟練者が未熟練者に比較して、上下動の少ない重心移動による打撃動作を行い、未熟練者では上方にキックする傾向の強いことを示唆している。

熟練者の後方分力は、歩幅の広い条件 C D E に比較して条件 A B が小さい値を示した。このことは三橋<sup>7)</sup>が指摘しているように、条件 C D E ではキックする左足の位置と身体重心の位置が歩幅の増大にもなって大きくなるため後方分力が増したものと考えられる。また、条件 A B が条件 C D E に比較して小さい値であることから、歩幅のきわめて狭い構えでは後方分力に余り依存しない位置エネルギーを利用した打撃動作であると推定されるが、この点に関しては動作分析による詳細な検討が必要であると考えられる。

また、このような歩幅の増大にもなう後方分力の増大は、最大キック角度に影響をもち、このことが水平線から時計回りのキック角度を増大させたものと考えられる。各条件のキック角度は、熟練者群が未熟練者より大きく、熟練者群が前方への身体移動をより合理的に行っているものと考えられる。

熟練者の前方踏み込み距離は、歩幅の増大にもなって後方分力が増加したにも関わらず減少した。これは、各条件とも打突人形から被検者の身体重心位置までの距離を 230 cm と一定に規定したことから、左脚の位置が歩幅の増大にもなって相対的に後方に移行したことが主たる原因であると考えられる。また、身長あたりの前方踏み込み距離は、各条件とも熟練者群が未熟練者に比較して小さい値を示した。熟練者では、打突後、相手からの攻撃を避けるために前方への身体移動(寄り身)を素早くすることが要求されている。従って、前方踏み込み距離を過大にした場合には、身体重心と右足の着床位置との差が大きくなり、床反力の前方分力が増大し身体移動の速度が減少するため、熟練者では未熟練者に比較してこの値が減少したものと考えられる。さらに、熟練者の右方踏み込み距離が歩幅の増大に伴って大きくなったことについては、歩幅の増大にもなって構えにおける身体の捻れが大きくなりバランスが失われ、右方踏み込み距離の増大したものと考えられる。

熟練者群における右膝関節動作開始時間は、歩幅 25・50 cm である条件 C・D が有意に短縮した値を示した。これは、歩幅 25・50 cm の構えでは片足を床面から上げると重心と基底面とのバランスが崩れ、身体は倒れはじめて重心がその方向に移動しやすくなるためであり<sup>7)</sup>、歩幅が狭い構えでは重心を傾けてバランスを崩した後、右脚の運動が開始されたことによるものと考えられる。従って、動作開始を素早く行うためには歩幅を 25~50 cm の範囲に構えることが最適であるといえよう。また、熟練者の右膝関節動作開始時間が未熟練者に比較して各条件とも短縮した値を示したことについては、熟練者群が打撃動作に関して習熟していたことによるトレーニング効果であると考えられる。右膝関節動作開始から打撃までの打撃動作時間については、熟練者群では歩幅 50 cm の条件 D が最も延長した値を示した。このことは、熟練者群の脚の振り上げ動作が歩幅の増大にもなって高くなることが起因したものと考えられる。しかし、歩幅 75 cm (条件 E) の構えでは、股関節開角度が大きくなりすぎたため、脚の振り上げ動作が再び小さくなり、これが打撃前に着床する原因を引き起こしたものと推定されるが、これに関しては動作分析による検討が必要であると考えられる。

剣道の打撃動作では、「気剣体」を一致させることが有効打突の必須条件である。これまで、剣(竹刀の打突時)と体(右足の着床時)の時間関係については、熟練者では 50 ms 以内であると報告されている<sup>2,3)</sup>。本研究は先の報告と同様、熟練者群の打撃と右足の着床の時間関係が各条件とも打撃前 14 ms から打撃後 30 ms の極めて短縮した値を示し、剣と体の一致が観察された。一方、未熟練者の打撃と右足の着床の時間関係は、何れの条件においても打撃前 78 ms~178 ms の間に右足が着床し、歩幅の増大にともなって剣と体の時間差が増大した。このことから、初心者指導では、歩幅をなるべく狭くして構えさせることが剣・体の一致を容易にさせるものと考えられる。さらに、熟練者では歩幅変化に対応した剣体一致をさせるための手足の協応動作があり、未熟練者ではこのような対応がなされていないものと考えられるが、この協応動作に関してはさらに詳細な動作分析による検討が必要であると考えられる。

以上熟練者群の結果は、歩幅の狭い構えが右膝関節動作開始時間を遅延させ、前方踏み込み距離を増加させる特性をもち、比較的歩幅の広い構えが右膝関節動作開始時間を短縮させ、前方踏み込み距離を減少させる特性のあることを示唆している。したがって、このような構えにおける歩幅の特性を理解した上で、状況に応じた歩幅で構えることが重要であると考えられる。

## 要 約

本研究は、熟練者群と未熟練者を対象として、中段の構えにおける歩幅の違いが面打撃動作に及ぼす影響を比較検討し、次のような結果を得た。

1) 熟練者群の最大鉛直分力は、50 cm の歩幅が最大値を示した。体重当りの最大鉛直分力は熟練者群が未経験者群に比較して有意に小さい値であった。

2) 熟練者群の最大後方分力は、歩幅の比較的広い条件(25~75 cm)が大きくなる傾向を示した。

3) 熟練者群の前方踏み込み距離は、歩幅の増

大にともなって有意に減少する傾向にあった。

4) 熟練者群の右方踏み込み距離は、歩幅の増大にともなって増加する傾向にあった。

5) 熟練者群における右膝関節動作開始時間は、歩幅 50 cm が最も短縮した値を示した。

6) 熟練者群の打撃動作時間は、歩幅 50 cm が最も延長した値を示した。

7) 熟練者群における打撃と右足着床の時間関係は、歩幅に関係なく極めて一致した値を示したが、未熟練者群においては歩幅の増大にともなって打撃前に着床する時間の延長が認められた。

## 参 考 文 献

- 1) 浅川正一、古藤高良 「写真と図解による陸上競技」大修館書店、1963.
- 2) 網代忠宏、田村新三郎、橋本明雄、小柳津尚、井上正孝、大堀孝雄、中野昭一 「剣道の運動生理学的研究 その1 一正面打撃動作と打撃力一」東海大学紀要体育学部、93-102、1970.
- 3) 網代忠宏、山並義孝、田村新三郎、橋本明雄、小柳津尚、井上正孝、中野昭一 「剣道の運動生理学的研究 その2 一正面打撃動作と打撃力一」東海大学紀要体育学部、73-80、1972.
- 4) Beckett Howorth: Dynamic Posture, J.A. M.A, 24, 1398-1404, 1946.
- 5) 恵土孝吉、中橋文夫、長谷睦子 「剣道の打撃動作に関する研究」金沢大学教育学部紀要(自然科学編)、第34号、133-144、1985.
- 6) 林 邦夫 「剣道の kinesiology 的研究 一 剣道の足捌き一」中京大学中京体育学論叢、13巻、2号、67-72、1971.
- 7) 三橋秀三 「剣道」大修館書店、1972.
- 8) 百鬼史訓 「剣道の構えにおける下肢筋の状態と応答動作について」武道学研究、7巻、2号、34-40、1975.
- 9) 脇田裕久、長井健二、八木規夫、矢部京之助 「準備姿勢時筋緊張の反応動作におよぼす影響」体育の科学、第33巻、第5号、378-381、1983.
- 10) 湯野正憲、岡村忠典：剣道教室、大修館書店、p. 28、235、1979.