

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19700516

研究課題名（和文） 常歩（なみあし）様踏切動作に床面物理特性が与える影響

研究課題名（英文） The effect of the differential floor surfaces on *FUMIKIRI* step in *NAMIASHI* movement

研究代表者

高橋 健太郎（TAKAHASHI KENTARO）

群馬工業高等専門学校・一般教科（人文科学）・准教授

研究者番号：80342468

## 研究成果の概要：

本研究の目的は「床面の物理特性が日本古来の常歩（なみあし）という特徴的動作における踏切動作特性へ与える影響」を、剣道を例に明らかにすることである。

本年度はまず、床面の物理的特性を検証するために一般的な体育館と剣道を専門としておこなっている道場に関する調査をおこなう。その後、大学生剣道選手や、異なった技術を持つ一般剣道愛好家を被検者とし、それぞれ異なった床において、踏切動作中の下肢の筋電図ならびに筋振動測定をおこなった。

プロジェクト1：体育館・剣道場の調査

床面の物理的特性を明らかにするために体育館や剣道場の床振動周波数特性を計測する。測定予定の体育館および剣道場は3都県内（群馬県、東京都、神奈川県）の大学やスポーツセンター等の体育館とした。

プロジェクト2：剣道の踏切動作と床の物理的特性との関係

床の振動周波数の結果を踏まえ、概ね3つのグループ（振動周波数：高、中、低）に分類した。その後、それぞれの床面（体育館や剣道場）に対しての踏切動作をおこなわせ、その時の下肢の筋動態、及び筋振動を測定する。なお、実験試技は正面打撃（単打撃）、小手面打撃（複数連続打撃）の2種類とし、デジタルビデオカメラを用いて、キネマティックデータを求め、それらを複合させ検討をおこなった。実験設定は3種類の床面において、踏切動作中のEMG測定（前脛骨筋、腓腹筋、大腿四頭筋）、踏切動作中の加速度測定（腓腹筋、大腿四頭筋）をおこなった。測定部位は左右の下肢とした。

その結果、一般の剣道場のほうが、固い床面の体育館でおこなわれるものよりも筋活動が多い傾向が認められた。このことより体育館で活動をおこなう場合、怪我の予防を十分に考える必要性が示唆された。また、高齢者の場合、動作様式も考える必要も示唆できた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19年度	1,600,000	0	1,600,000
20年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,200,000	180,000	2,380,000

研究分野：健康・スポーツ科学

科研費の分科・細目：スポーツ科学」

キーワード：剣道、踏切動作、床面特性

1. 研究開始当初の背景

ヒトの運動メカニズムや傷害発症要因を明らかにする上で、一般的な歩・走運動中の着地・離地時の筋活動やバイオメカニクスの特性を、床面物理特性と関係づけて研究することが多い。たとえば、筋や軟組織の収縮時の加速度や振動周波数の分析により、筋などの軟組織の振動が床面との衝撃力を和らげることが知られている (Nigg 1997、Wakeling and Nigg 2001)。また、着地時の衝撃力と筋の振動や力発揮特性との関係が報告されている (Moritz and Claire 2004、Boyer and Nigg 2006)。一方で、床面物理特性 (滑りやすさ、硬さ) が運動動作に影響を及ぼすことも明らかになってきている (Dixon et al 2000、Stiles et al 2006)。

このような、一般的な歩・走運動中の運動動作に関する研究は国内外ともに進んでいるが、日本に特徴的な動きであるナンバ (右手右足あるいは左手左足を同期して動かす) 的運動様式での踏切に関する科学的な研究は非常に限られている。この「ナンバ」は歩行や走動作、日本舞踊などにおける身体操作法として近年再注目されているが (木寺 2004、小田 2005) それらよりも大きな力が瞬時にかかる、剣道中の踏切に関する研究はスポー

ツ科学分野における重要課題と考えられる。剣道では「右手・右足前の構えから左足のみで踏切、右足で床を強く踏み込む」という特有の動作を行なうことが多い。また裸足で行なわれるために下肢の傷害が多い (百鬼ら 1980)。しかし、剣道における下肢動作のバイオメカニクスの研究は非常に少なく、関節運動を分析したものや、打撃動作に関する研究が国内で数例報告されているのみである。踏込や踏切動作に関するものは、体重移動や衝撃力に関する極めて基礎的なものに限られ (横山ら 1980、1981、1982、1984) 筋活動や動作特性と床面物理特性との関係に関する研究は皆無である。剣道は日本の「武道」として、国際的に発展してきている。国外においては、剣道の動作を科学的に解明しているものはない。しかしながら、国際的なスポーツ種目の一つとして認知されつつある現在、剣道の動作を科学的に研究し、それを国内外に公表していくことは大変意義あることであり、国際的にも望まれていることと考えられる。

2. 研究の目的

これまで身体運動における下肢の力発揮特

性といった力学的情報を取り入れた研究を一貫しておこなっており、現在は剣道における下肢動作の特徴を、傷害予防や、年齢に適した指導法を踏まえた視点から明らかにするための研究を推進中である。剣道は生涯スポーツとして、少年から高齢者まで幅広い年齢層で親しまれている。しかし、剣道の持つ運動特性から、下肢に対する傷害が多く、それが原因で剣道を断念してしまうケースも少なくない。剣道は右手・右足前の構えから左足のみで踏み切る独特の動作をおこなっている。構えの姿勢で後ろ足となる足底屈筋群は前に出るときなどに強い伸張性収縮をアキレス腱に負荷するため、この強い負荷からアキレス腱断裂を受傷する例も多い。また、右足での踏込動作を繰り返しおこなうことで、右足踵部の受傷も多い。床の硬さや滑りやすさなどの物理特性によって、疲労の度合いや傷害の発生などが異なると考えられ、これは剣道競技者の経験則にも当てはまる。これらは床面の物理的特性と筋疲労などが関係していると考えられるが、それらの研究は未だ手付かずの状態である。最近では、競技場の床面の振動周波数を測定し、そこから傷害や疲労との関連を探る研究(Niggら2006)も行われている。剣道に限らず、他の競技においても傷害の発生や予防を、動作とともに床などのハード面と併せてアプローチすることは、競技選手だけでなく一般愛好者にとっても意義あることと考えられる。

### 3. 研究の方法

床面の物理的特性を検証するために一般的な体育館と剣道など武道を専門としておこなっている道場に関する調査をおこなう。その後、大学生剣道選手や、異なった技術を持つ一般剣道愛好家を被検者とし、それぞれ異なった床において、踏切動作中の下肢の筋電

図ならびに筋振動測定をおこなう。

#### (1) 体育館・剣道場の調査

床面の物理的特性を明らかにするために体育館や剣道場の床振動周波数特性を簡易的に計測する。測定予定の体育館および剣道場は3都県内(群馬県、東京都、神奈川県)の大学やスポーツセンター等の体育館(10ヶ所)とした。

#### (2) 剣道の踏切動作と床の物理的特性との関係

床の振動周波数の結果を踏まえ、概ね3つのグループ(振動周波数:高、中、低)に分類し、その後、それぞれの床面(体育館や剣道場)に対しての踏切動作をおこなわせ、その時の下肢の筋動態、及び筋振動を測定した。なお、実験試技は正面打撃(単打撃)、小手面打撃(複数連続打撃)の2種類とし、デジタルビデオカメラを用いて、キネマティックデータを求め、それらを複合させ検討をおこなった。

実験設定は3種類の床面において下記の測定をそれぞれおこなう。測定部位は左右の下肢とした。

・踏切動作中のEMG測定(前脛骨筋、腓腹筋、大腿直筋、大腿二頭筋)

・踏切動作中の加速度測定(腓腹筋、大腿直筋)

加速度測定に関してはWakeling and Nigg(2001)と同様の方法とした。被検者は、比較的年齢が若い大学生や一般愛好家男性をそれぞれの床面に対して10名とした。

### 4. 研究成果

これまでの研究では、構えから打突動作に移行する際の体重移動の特徴を明らかにすることができた。しかし、これらは床面の物理的特性といった外部情報を考慮していない。下肢に発生する傷害の原因や、その予防に対

する指導法などを考えた場合、踏切動作中に発揮される力学的情報や、主要な筋の動態を検討することだけではなく、床面の硬さや滑りやすさ等の関係を明らかにすることは非常に重要なことであると考えられる。そこで本研究では、床面の物理的特性（振動周波数など）が、剣道の踏切動作にどのように影響するかをバイオメカニクスの的に明らかにした。

これまでアキレス腱や下肢に対する傷害予防に関する研究は様々な視点からおこなわれている。しかし、剣道において踏切動作の特徴や、床面の物理的特性からアプローチする手法は他に例がない。Nigg ら（2006）は柔らかい床は振動が多いため、傷害の発生率が高く、傷害の予防のためには適度な硬さが必要だと報告している。しかし、硬すぎる床は膝や腰への負担も増大させ、結果として傷害が発生しやすいとも考えられ、これは剣道における経験則からも支持される。一般的に体育館として使用されている床と、剣道場として建設された床の表面は外観や感触も明らかに異なる場合も多い。

本研究では、剣道場でおこなわれる際の踏切動作では一般の体育館に比べ、筋活動が少ないという結果が得られた。また、動作においても体育館でおこなわれたものでは、打突後の動作に剣道場では見られない余計な動作（振り返る際の小さな跳躍）もみられた。すなわち、本研究の結果から、以下のようなことが考えられる。

一般的な体育館（床：硬） 動作として無理が生じる 疲労、傷害（多）

剣道場（床：軟） スムーズな動作 疲労、傷害（少）

剣道は生涯スポーツとして、国内外の間で、少年から高齢者まで老若男女から親しまれており、最近では、海外での剣道愛好者も多

く存在している。彼らが使用している床の状況も様々である。特に海外で道場として使用している場所の床は、非常に硬い場合も多い。床面の物理的特性と踏切動作との関係を明らかにすることは、国内外における剣道愛好者の技術的な指標となるだけでなく、傷害の原因や予防のための指導やリハビリテーションに関する研究からも高く評価されるものと考えられる。また、本研究結果は床面特性などのサーフェイス開発にも役立てられると示唆される。