

# 剣道にみられる“ゆらぎ”について

後藤 俊行  
(保健体育専修)

## I 緒言

剣道の試合分析の研究は、競技力を向上させるために意義あるものとして、これまでにも数多くの報告がなされてきた。剣道は対人的競技であるから、攻め方や間合のとり方などの間合の巧拙が勝負に影響を及ぼす要素の一つとして捉えられており、相手に対応した動きについての分析を行うことはとても重要なことであると思われる。そのような点で試合中の前進・後退の動きをみると、その動きは攻防動作の一つとして考えられる。その前進・後退の動きのなかにどのような特徴がみられるのかを、習熟段階別に試合中における競技者の前進・後退動作及び間合の変動を波形として描写し、その変動波の周波数解析を試みることで、剣道においてのゆらぎ特性に焦点を当てて、剣道の“攻め”そのものを理解することを本研究のねらいとした。

## II 研究方法

### 1. 対象とした試合

習熟度別に比較するために、習熟度の高い順に八段群、全日本選手群、高校生群として設定し、八段群として第46回全日本東西対抗剣道大会の八段戦から12試合、全日本選手群として第43～50回全日本選手権大会から31試合、高校生群として第46～48回関東高等学校剣道大会から39試合、第49回全国高等学校剣道大会から20試合の合計102試合(n=204)を任意に抽出した。

### 2. VTR撮影方法と画像処理法

巽ら(1990)の方法に準拠し、DLT法を用いて実平面上の2次元座標を算出し、移動軌跡図を求めた。また、座標入力点は競技者の左足部とした。データの平滑化には、Winterの最適遮断周波数の決定方法から3Hzを採用し、BryantらのIIRフィルターを用いて1/30秒単位の競技者の移動軌跡図を1/10秒単位の移動軌跡図へと間引きした。

### 3. データ処理法

本研究で分析対象とした前進・後退動作及び間合の経時変化を描く波形(図1)を、FFT法を用いてスペクトル解析を行った(図2)。これは、フラクタルな性質をもつ時系列のパワースペクトルは負の傾きを示すため、FFT法などを用いてパ

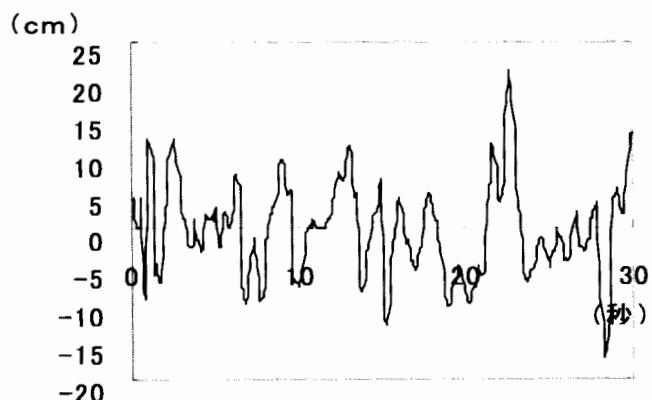


図1. 前進・後退動作の経時変化

ワースペクトルを計算し、両対数グラフの傾きを算出すれば傾きの値が得られるためである。FFT法とは、一次元系列データから、高速フーリエ変換によりパワースペクトル密度を求めるものである。なお、今回使用した窓関数は B.H.Window で、グラフのタイプは X 軸と Y 軸を Log-Log で表した。

#### 4. 分析項目

##### ①間合の判別法

試合中の間合を 0.25m 毎に区分し、その出現頻度を求める、「一足一刀の間合を中心とした攻防の局面」と「鎧ぜり合いを中心とした攻防の局面」に対応する山を持つ二峰性の分布がみられた。そこで、それぞれ二つの峰を各局面の代表値として取り出し、その中央値を間合判別の基準値として、基準値以上の間合を一足一刀の局面とした。

##### ②前後移動の区分

区分に際しては、移動前後における相手との距離と位置関係に着目した。R 競技者の移動を分析する場合、移動前の R 競技者の座標点  $R_1$  と W 競技者の座標点  $W_1$  を結ぶ線分  $R_1W_1$  と移動後の R 競技者の座標点  $R_2$  と W 競技者の座標点  $W_1$  を結ぶ線分  $R_2W_1$  とを比較し、 $R_1W_1 > R_2W_1$  の場合、この 1/10 秒間の位置移動を R 競技者の「前進移動」とし、 $R_1W_1 < R_2W_1$  の場合、この 1/10 秒間の位置移動を R 競技者の「後退移動」とした。

##### ③パワースペクトル波形について

間合及び前進・後退動作のパワースペクトル波形の近似直線より傾きの値を算出することとした。また、前進・後退動作に関しては、図 2 のように一つの波形の中に正と負の傾きに分けることができ、その交点からゆらぎが変わるものと考えられるので交点の X 座標を算出し周波数を求めることとした。

### III 結果と考察

#### 1. 前進・後退動作について

表 1 に、各群の一足一刀の間合局面における前進・後退動作のパワースペクトルの傾きについての平均値と標準偏差を示した。八段群で  $1.18 \pm 0.08$ 、全日本選手群で  $1.96 \pm 0.22$ 、高校生群で  $1.89 \pm 0.25$  を示していた。八段群と全日本選手群、八段群と高校生群を比較した場合、0.1% 水準でそれぞれ有意差がみられた。全日本選手群と高校生群との間には有意差は認められなかった。

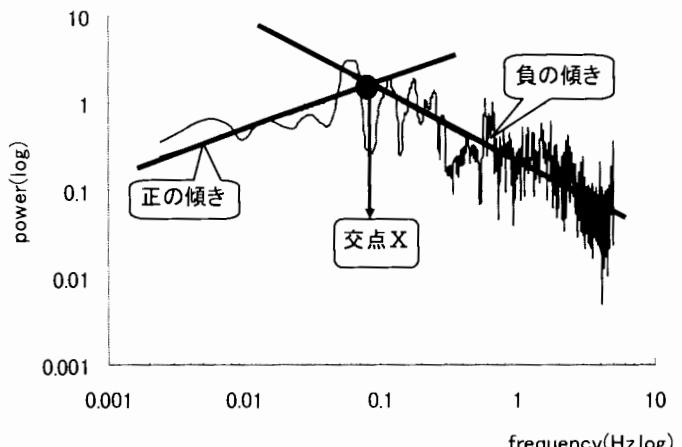


図 2. 前進・後退動作におけるパワースペクトル

表 1. 前進・後退動作の傾きの平均値と標準偏差

	Mean	S.D.	
八段	1.18	±0.08	**
全日本	1.96	±0.22	**
高校生	1.89	±0.25	NS

\*\*P<0.01, NS (not significant)

また、これまでに報告されているゆらぎ研究の中では、代表的なゆらぎは負の傾き( $-\beta$ )をもつ $1/f^{\beta}$ 型パワースペクトルで、それは3種類に分類され、 $1/f^0$ 型はよりランダムな動きをもつもの、 $1/f^2$ 型は規則性をもった動きであるもの、 $1/f^1$ 型は規則性とランダムな動きをあわせもつものになるとされていることから、八段群の一足一刀の間合局面における「攻め」には $1/f$ 特性が、一方、全日本選手群、高校生群の「攻め」には、 $1/f^2$ 特性がみられるということが示唆された。

また、パワースペクトルの正負の傾きの交点座標から周波数を算出した結果、各群の周波数は図3のような割合の分布を示した。八段群と全日本選手群で、0.1~0.2Hz、高校生群で0.3~0.4Hzに多くみられた。このことから、前者が9~10秒、後者が7~8秒周期の動きより遅い動きになるとランダムな「攻め」動作になることが推測される。

## 2. 間合について

図4に、各群の試合中の間合変動におけるパワースペクトルの傾きの割合を示した。また、各群の平均値と標準偏差は、八段群で $1.16 \pm 0.08$ 、全日本選手群で $1.22 \pm 0.10$ 、高校生群で $1.20 \pm 0.07$ を示していた。八段群と高校生群においては、 $P=0.054236 > 0.05$ の値を示しており、有意傾向にあったが、検定の結果、3群間には有意な差は認められなかった。しかし、図4をみてみると、全日本選手群、高校生群の2群は同様な分布をしているが、八段群においては異なった分布をしていることが確認できる。習熟度の高い八段群の方が $1/f$ 型に近いものであるということが示唆されるが、3群共、 $1/f$ 特性に分類される「攻め」パターンを呈している。剣道の試合中の間合変動におけるゆらぎ特性は習熟度とほとんど関係しない結果を示した。

今後の課題は、前進・後退動作だけでなく左右動作について、また、決勝戦や一本取得前後などのゆらぎの変化についても明らかにしていきたい。

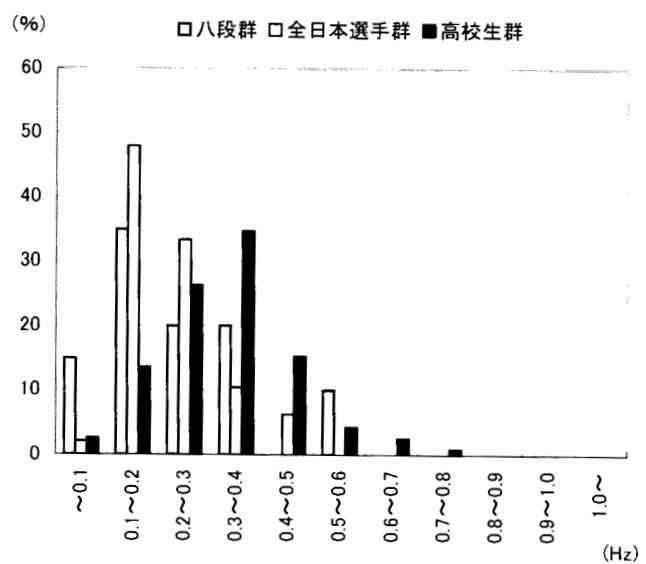


図3. 各群の前進・後退動作における周波数の割合

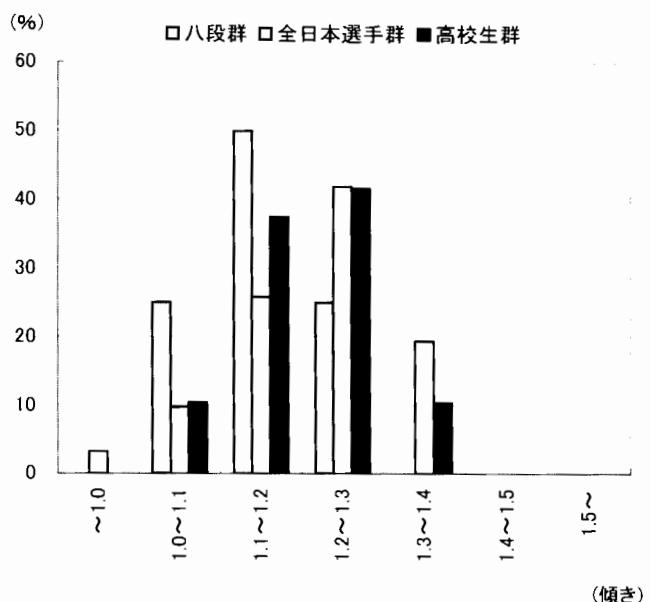


図4. 各群の間合変動におけるパワースペクトルの傾きの割合