

# 野球バットの構造, 振動特性と フィット感応に関する研究

神戸大学	野村治夫
(共同研究者) 同	前田正登
同	柳田泰義
同	矢野澄雄

## The Interrelationship Between Fit Feeling and Construction, Vibration Characteristics in Baseball Bats

by

Haruo Nomura, Masato Maeda,  
Yasuyoshi Yanagida, Sumio Yano  
*Kobe University*

### ABSTRACT

In baseball, a bat is demanded to be comfortable to use and functional for the purpose of exhibiting the best performance. The purpose of this study is discussed the interrelationship between fit feeling in baseball player and physical characteristics of baseball bats. As the material twelve kinds of wooden baseball bats are estimated for physical characteristics. These are evaluated by fifty seven baseball players on the view point of their fit feeling.

These results are as follows;

The materials in the same model are similar in the form, but different in the mass, the displacement of the center of gravity and the moment of inertia. The characteristics of vibration is different on each other in

these materials. The fit feeling for the moment of inertia is corresponded with physical value. The fit feeling for the characteristics of vibration is not found clearly difference.

## 要 旨

野球バットは、試合で最高のパフォーマンスを発揮するために、より機能的で使いやすいことが要求される。

本研究の目的は、野球バットの物理特性と選手のバットに対する感性評価の関係を検討することである。

試料として12種類の木製野球バットを用いた。まず、試料の形状や慣性モーメント、振動特性などの物理的諸特性を測定し、次にこれらの試料に対して、57名の野球選手に感性による評価を行わせた。

その結果、試料は同一モデルでは、形状が似ているが、質量や重心位置、慣性モーメントが異なっていることがわかった。また振動特性は、12種類の試料でそれぞれ異なっていた。

一方、選手の振り抜きやすさについてのフィット感は、測定された慣性モーメントの大きさと一致しており、感性と物理量が一致していた。バットの振動特性に関する感性評価は、明確な差が認められなかった。

## 緒 言

野球においてバット、グラブは、いわば選手の手である。それだけにその性能は、最高のパフォーマンスを発揮するために、より機能的で使いやすいことが要求される。特に、バットは投手によって投げられたボールを打撃する“手”の役割を果たすことになるので、バットの使い良さはゲーム展開に大きく影響するであろう<sup>5)</sup>。

バットの使い良さとは、選手の立場で見ると、振りやすい、ボールがよく飛ぶ、打撃時のしびれ

が少ないなどと表現される。一方、バットの振りやすさ、振りにくさの物理量は、グリップまわりの慣性モーメントで表される。振りやすいとは物体を回転させることと止めることが容易で、これを慣性モーメントが小さいという。また、ボールの飛びや打撃時のしびれは、バットの振動特性に関係すると考えられる。

本研究は、野球バットに関するこうした選手(人間)の感性評価とバットの物理特性の関係を明らかにするものである。野球バットに関する力学特性の研究はこれまでに数多く見られる<sup>3, 4, 6, 7)</sup>が、木製のバットについてこうした研究は見あたらない。

## 1. 野球バットの諸特性

野球バットは硬式、軟式の用途に分かれ、用いられる材料には、木、硬質アルミ、繊維強化プラスチックなどがある<sup>1)</sup>が、本研究で用いた試料は、硬式木製野球バットであり、すべて規格に適合したプロ野球選手のモデルである。

### 1. 1 試 料

試料は、プロ仕様の木製(青だも)バット *Gr*, *Br*, *Ur* の3本およびその各モデルでの一般普及型として *Gd*, *Bd*, *Ud* の3本、それよりやや重いものとして *Gp*, *Bp*, *Up* の3本、およびやや軽いものとして *Gm*, *Bm*, *Um* の3本の計12本である。(表1)

### 1. 2 形状、構造と静特性

#### 1. 2. 1 形状計測

長さはスチール製の尺(最小目盛り: 1.0mm)を、直径はノギス(最小読み取り値: 0.05mm)を用いて、1 cm ごとの直径を計測した。質量は、電子てんびん(最小表示: 10mg)を用いて計測

表1 試料

	長さ (mm)	質量 (g)	材質	主な仕様
Gr	875	926	青だも	プロG選手モデル
Gp	875	959	青だも	Grの増量型
Gd	875	933	青だも	Grの普及型
Gm	875	895	青だも	Grの減量型
Br	850	915	青だも	プロB選手モデル
Bp	850	949	青だも	Brの増量型
Bd	850	923	青だも	Brの普及型
Bm	850	882	青だも	Brの減量型
Ur	870	1078	青だも	プロU選手モデル
Up	870	1050	青だも	Urの増量型
Ud	870	1032	青だも	Urの普及型
Um	870	1017	青だも	Urの減量型

した。重心位置は、ナイフエッジ上でつりあう箇所とし、先端（以下ヘッドという）からの距離を示した。

1. 2. 2 慣性モーメントの測定

慣性モーメントは、質量分布に依存し、回転のしにくさを示す物理量である。ここでは、重心を通る短軸まわりの慣性モーメント  $I_G$  を測定した。

慣性モーメントの測定法は、剛体の一端を支点とする物理振り子法<sup>6)</sup>で、図1に示す。

振り子が小さい角度で振れる時の周期Tは、

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_o}{Mgh}}$$

$I_o$  : 支点まわりの慣性モーメント

M : 質量

g : 重力加速度

h : 重心から支点までの距離

で与えられる。測定には周期Tとして、高速度ビデオ (HSV-400:nac社製) を用いて20コマ/秒で撮影した20周期分の映像から1周期に要した時間を求めた。これを上式に代入し、次式から重心についての慣性モーメント  $I_G$  を算出する。

$$I_G = I_o - Mh^2$$

1. 3 振動特性の同定

インパルス応答法による振動特性測定法<sup>2)</sup>の概

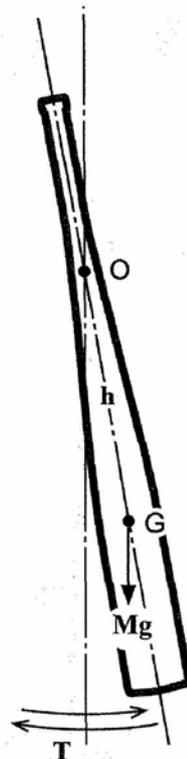


図1 慣性モーメントの測定方法

要を図2に示す。バットのヘッドを下にしてつり、自由状態にした。バットにはヘッドから25.4 cmの箇所に加速度計 (TEAC社製、使用最大加速度:150G) を固定し、ロードセル (PCB社製、使用最大加重:500lb) を備えたハンマによって、ヘッドから2 cmの位置を含めて10cmごとに、加速度計の感度方向 (水平方向) に5回の打撃加振を行った。同時に、バットに固定した加速度計によって、応答振動加速度を測定した。

各箇所の加振力と応答振動の信号をA/D変換し、コンピュータに入力した後、FFTを行って共振周波数、イナータンス (加速度/力)などを求めた。なお、データのサンプリング周波数は5 kHzであった。

1. 4 試料バットの諸特性

本研究で用いた試料の諸特性を表2に示す。試料は3つのモデル (図3参照) であり、数十カ所の直径を計測した結果でも、同一モデル内では形状はほとんど変わらない。しかし、質量および重心位置、慣性モーメントは、同一モデルでも異なっ

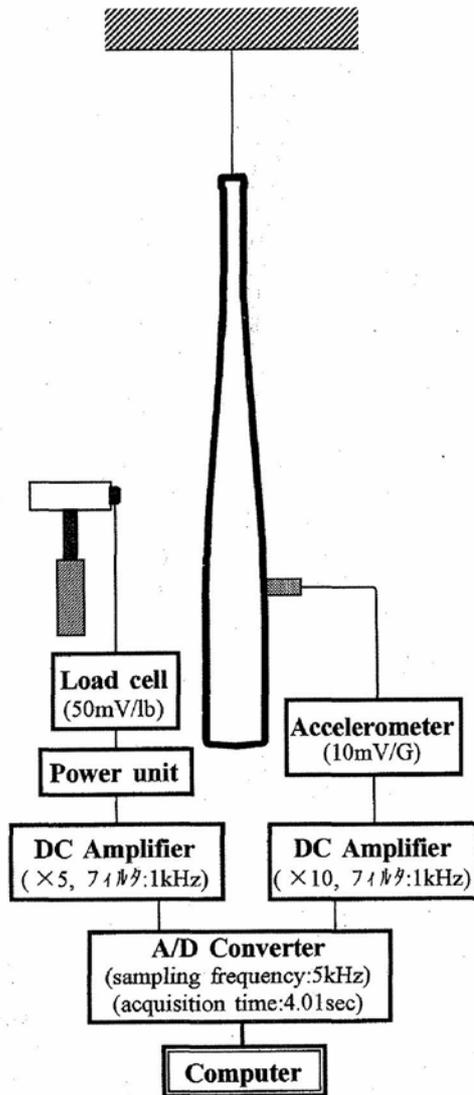


図2 振動特性の実験構成

ており、材料の質、たとえば木の含水量や木目の粗密度などが異なっているものと考えられる。

本研究の試料は木製であり、金属のように一律な物質ではない。そのために、同じ形状であっても振動特性は異なる。表2の共振周波数においても、かなりばらつきが認められる。試料バットの

表2 試料の諸特性

	重心位置* (mm)	慣性モーメント (kg m <sup>2</sup> )	共振周波数 (Hz)		
			1次	2次	3次
<i>Gr</i>	286	0.055	124	436	893
<i>Gp</i>	288	0.057	117	413	857
<i>Gd</i>	286	0.055	111	394	819
<i>Gm</i>	286	0.054	103	370	771
<i>Br</i>	284	0.052	119	416	864
<i>Bp</i>	280	0.052	122	419	860
<i>Bd</i>	283	0.051	129	435	889
<i>Bm</i>	283	0.049	122	418	848
<i>Ur</i>	315	0.067	136	498	1031
<i>Up</i>	309	0.066	117	445	942
<i>Ud</i>	309	0.062	121	451	950
<i>Um</i>	309	0.062	120	456	969

\*ヘッドからの距離

うち *Gr*, *Br*, *Ur* の3本の振動モードを図4-1～図4-3に示す。図において、各モードともグリップに近い部分では差が大きいことが認められる。すなわち、ヘッドからの距離が同じである箇所を打撃しても、グリップ部の手で感じる振動は、バットによってかなり異なることを示している。

## 2. バットの諸特性とフィット感

### 2.1 実験方法

被験者は大学硬式野球部に所属する選手57名(身長:173.5±4.5cm, 体重:68.0±5.4kg, 野球歴:11.2±2.1年)である。

前章で諸特性を同定した12本のバットを被験者に1本につき3分程度で持つ、振るなどをしてもらい、その感じから用意した項目についてそれぞれのバットを、5段階で評価してもらった。

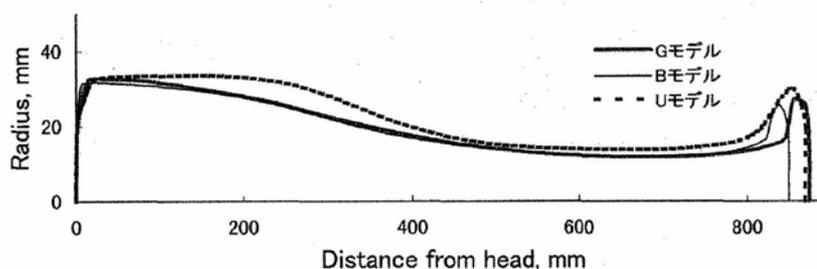


図3 試料バットの形状

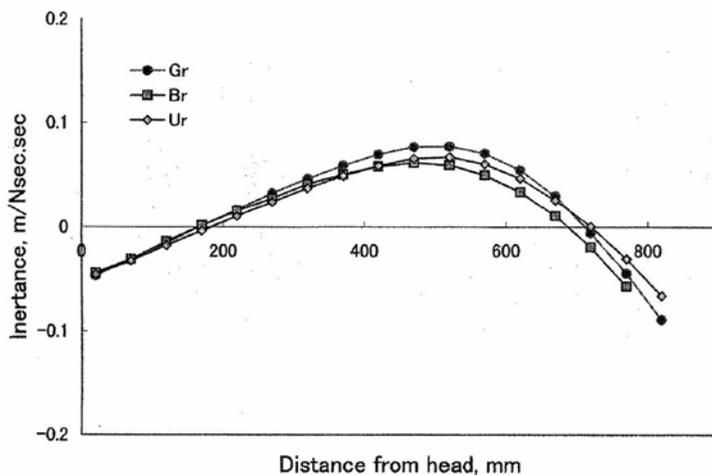


図 4-1 試料バットの振動特性 (1次モード)

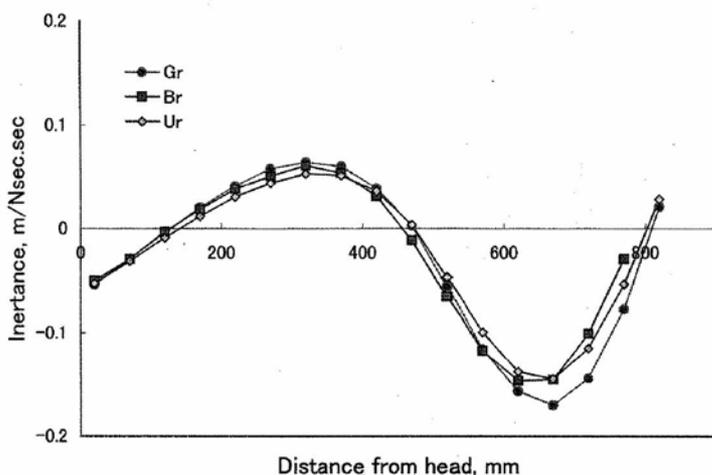


図 4-2 試料バットの振動特性 (2次モード)

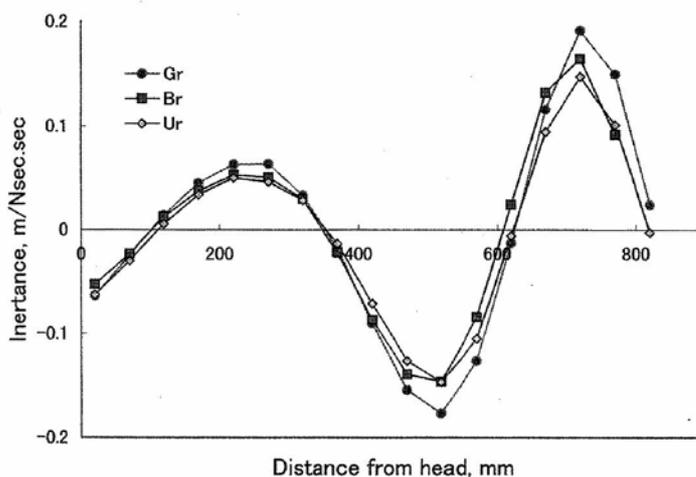


図 4-3 試料バットの振動特性 (3次モード)

次に、12本のバットを用いて1本につき20球程度のティー打撃を行い、同様の形式で打撃時のバットに関する項目について、5段階で評価してもらった。

## 2. 2 結果と考察

バットの長さ、重さに関する評価の結果を図5に示す。長さは各モデルで同じである(表1参照)にもかかわらず、被験者の長さの評価は異なって

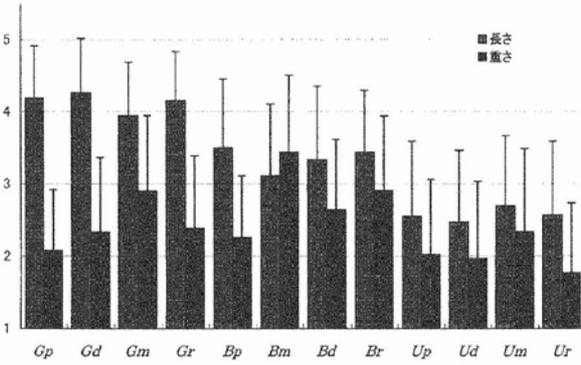


図5 長さ、重さに関する評価

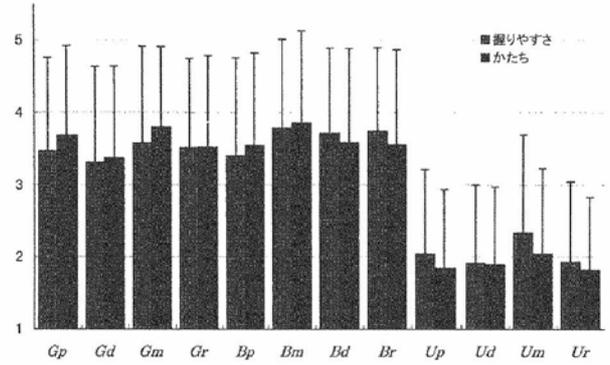


図6 かたちに関する評価

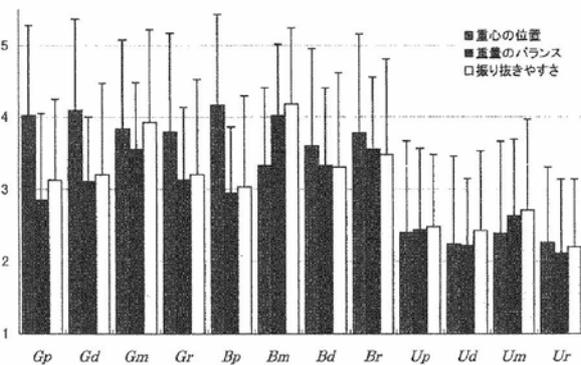


図7 振り抜きやすさに関する評価

いる。特に、Uモデルは実際はBモデルよりも長いが、選手の評価はやや短いという結果である。これには、全体的な形状に対する印象と握りの位置が影響しているものと推察される。

重さに対しては、ほとんどのバットが3以下の、重いという評価である。普通程度と感じているGm, Bm, Brの質量は、いずれも900g前後であり、本研究の対象選手はこの程度の重さが適当と感じているものと考えられる。また、各モデル内では、実際の質量の順序と選手の感応による重さの順序は、ほぼ合っており、10~20g程度のわずかな数%の違いでも、選手は敏感に感じとることができることがわかる。

握りやすさや全体的な形に関する評価の結果を図6に示す。握りやすさ、形はいずれもUモデルが低い値であった。本研究で取り上げた3つのモデルは、形状としてはG, BとUの2種類に分かれる。Uモデルは、いわゆる短打者向きと言われ

るモデルで、全体的に太めな独特の形である。図3でも明らかのように、グリップ部も他のモデルよりも太く、そのことが選手に良い印象を与えなかったようである。

振り抜きやすさ、重心の位置、重量のバランスは、バットの慣性モーメントに関わる項目と考えることができる。これらの項目に関する評価の結果を図7に示す。慣性モーメントの値を表2でみる限り、振りやすいと評価しているバットは重心まわりの慣性モーメントが小さく、振りにくいバットは重心まわりの慣性モーメントが大きい傾向が見られ、感性と物理量が一致している。

慣性モーメントは、物体が回転する時の回転のしにくさを表す物理量であるが、バットを振ることを考慮するとその回転中心は重心ではない。すなわち、選手が握る位置で慣性モーメントを考える必要がある。選手が握る位置の慣性モーメント  $I_{Grip}$  は、重心まわりの慣性モーメントを  $I_G$ 、握る位置と重心との距離を  $l$  とすれば、

$$I_{Grip} = I_G - Ml^2$$

で求められる。本研究の試料について握り位置と慣性モーメントの関係を図8に示す。いずれのバットも重心から離れるほど慣性モーメントは大きくなり、バットによる差も大きくなる。このことは、握る位置を変えることで異なるバットでも慣性モーメントを同じ値にすることが可能であることを示している。たとえば、Grをヘッドから80cmの位

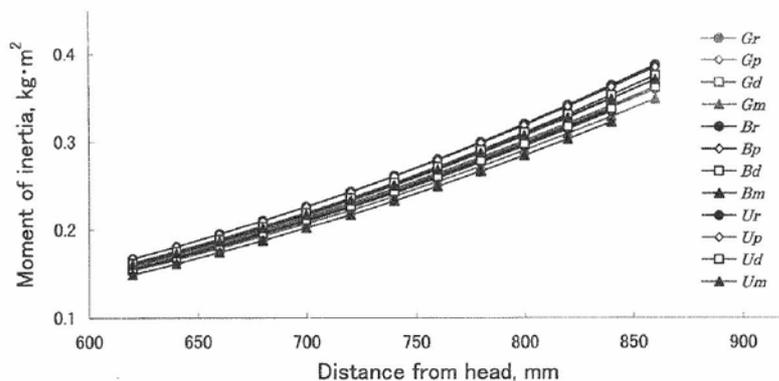


図8 握り位置と慣性モーメントの関係

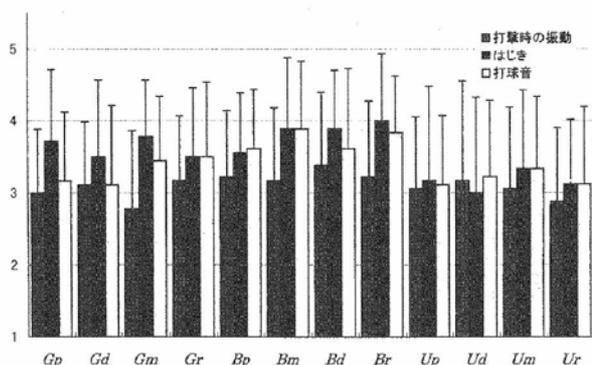


図9 打撃時の振動に関する評価

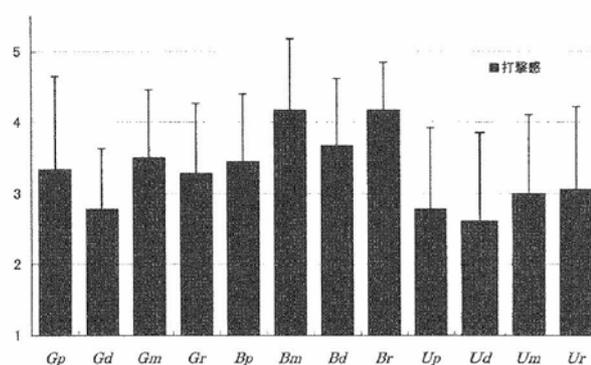


図10 打撃感に関する評価

表3 振りやすさの評価点と各評価項目との関係

振りやすさ の評価点	長さ (%)			重さ (%)			握りやすさ (%)			形 (%)			重心 (%)			バランス (%)		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
5	53.1	32.3	14.6	84.2	5.3	10.5	81.1	8.3	10.6	81.7	9.2	9.2	56.1	31.1	12.9	88.5	7.6	3.8
4	47.0	33.5	19.5	74.1	13.5	12.4	58.2	15.2	26.7	55.2	15.2	29.7	53.3	22.4	24.2	60.0	20.6	19.4
3	51.9	29.1	19.0	68.8	23.8	7.5	37.0	23.5	39.5	33.3	21.0	45.7	49.4	22.8	27.8	11.3	57.5	31.3
2	45.8	26.8	27.4	51.8	25.0	23.2	30.8	10.5	58.7	28.5	18.0	53.5	48.3	15.1	36.6	12.7	17.3	70.3
1	31.2	26.9	41.9	27.5	35.1	37.4	6.3	3.2	90.5	5.3	6.3	88.4	32.3	6.5	61.3	2.1	4.2	93.7

置で握る場合と、Urをヘッドから78cmの位置で握る場合とでは慣性モーメントはともに0.3kgm<sup>2</sup>であり、Urを2cmヘッド寄りの位置で握ることにより、回転のしにくさはGrと同じになる。このように、選手によって握る位置が変われば、振りやすさも当然変わる。バットを評価するには選手側（スイング）の評価を含めて考える必要があらう。

次に、振り抜きやすさという評価項目に着目して、他の評価項目との相関関係を検討する。つま

り、振り抜きやすさに関して高い評価をした選手が、長さ、重さ、握りやすさ、形と、重心位置および重量バランスの各項目をどう評価し、その人数分布はどうか、同様に振り抜きやすさについて低い評価をした選手は各項目についてどう評価したかである。この頻度の百分率によって振り抜きやすさと相関する感性評価項目の傾向を見る。

結果を表3に示す。表は従属評価項目の5段階評価5、4点を「上」、3点を「中」、2、1点を「下」と3段階評価とした。具体的な見方は、た

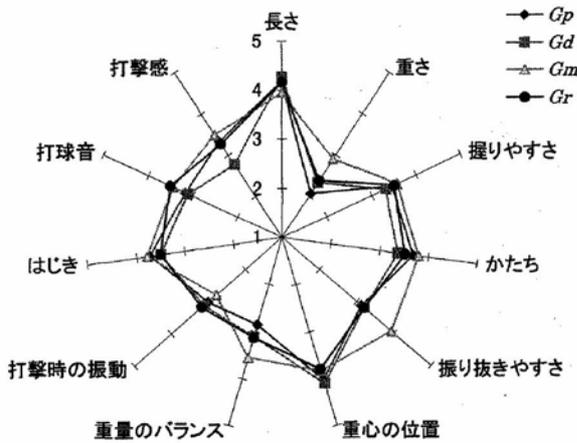


図11-1 Gモデルのバットに関する評価

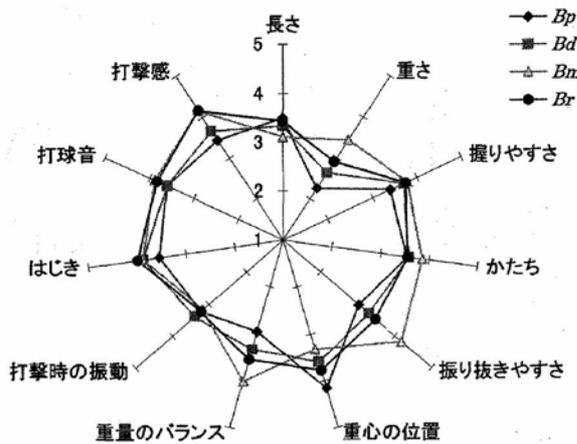


図11-2 Bモデルのバットに関する評価

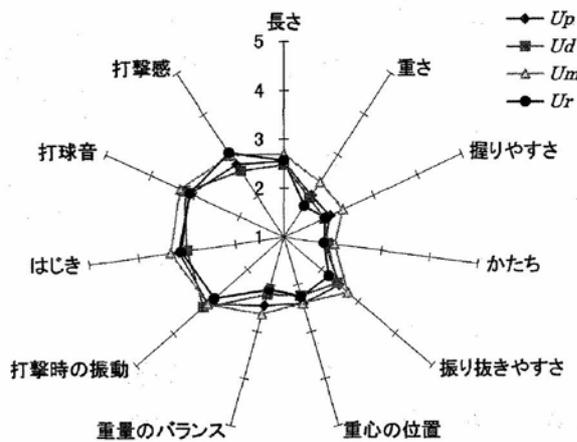


図11-3 Uモデルのバットに関する評価

例えば、振り抜きやすさが評価5点で重量バランスを「上」と高い評価をした選手が88.5%、「中」が7.6%、「下」が3.8%であると見る。こうして見ると、振り抜きやすさに5点と高い評価をした

選手は、握りやすさ、形、重量バランスに高い評価をし、長さ、重さ、重心位置の評価は高くない。同様に、振り抜きやすさについて1点と低い評価をした選手は、重さ、握りやすさ、形および重量バランスに低い評価をした。つまり、振りやすいバットは、握りやすいこと、かたちが良いこと、重量バランスがよいことが挙げられ、逆に、振りにくいバットは、重いこと、握りにくいこと、形が悪いこと、重量バランスが悪いことが挙げられる。

打撃時の振動に関する項目の評価の結果を図9に示す。打撃した時のバットの振動は少ない方がよい。3つの項目はいずれのバットも3~4点の評価で、バットによる明確な差は認められない。一方、表2や図4で示されたようにそれぞれのバットの振動特性は少なからず異なっている。元来、いわゆるsweet spotに当たれば打撃時のバットの振動はかなり小さいが、それからはずれれば手で感じる振動は大きくなる。sweet spotは、1次モードの振動の節(図4-1においてイナータンスがゼロの位置)と考えられており、この箇所を打撃しても振動は励起されない。

本研究においては、バットの振動に関しては、それを評価する以前に、sweet spotに当たるかどうかの選手個人の打撃技術に影響されるところが大きいものと推察される。はじき、打球音に関しても、バットの違いによる際だった差異は認められない。プロの野球選手はこのような項目でのバットの差を敏感に感じ分けると言われるが、本研究の対象であった選手たちは、バットの振動特性の差を感じる事が困難であったと考えられる。

打撃感はバットに関する総合評価と見ることができる。図10では、Bm, Brがよい評価であり、本研究の対象の選手には最もフィットしているバットであると考えられる。

バットのフィット感の結果を3つのモデル別に

まとめて図11-1～図11-3に示す。図で明らかのように、モデルによる趣向が顕著であり、細かな違いよりも、まず全体の形状が優先し、次に重さを重視して選好されていることがわかる。

プロの選手は自分たち独自のモデルを持っているのが普通で、その意味では、使用するバットの種類は多くない。したがって、限られた範囲内での選好になり、細かな差でも敏感に感じ分けることが可能となるのではないだろうか。

### 3. 結 言

3種類のモデルで異なる4種類の重量の野球バット12本の諸特性を同定し、57名の大学野球選手を対象に、人間の感性評価とバットの物理特性の関係を検討した。その結果、以下のような知見を得た。

1. 同一モデルのバット間では、形状はほとんど変わらないが、質量、重心位置および慣性モーメントは異なっていた。

2. 振動特性は、ばらつきが大きく、バットによって異なっていた。

3. 選手が振りやすいと評価したバットは、重心まわりの慣性モーメントが小さく、振りにくいと評価したバットの重心まわりの慣性モーメントは大きく、感性と物理量が一致した。

4. 選手が振りやすいと評価したバットは、握りやすいこと、形状が良いこと、重量バランスが良いことなどであった。

5. 選手が振りにくいと評価したバットは、重

いこと、握りにくいこと、形状が気に入らないこと、重量バランスが悪いことなどであった。

6. 異なるバットでも、握る位置を変えることでグリップまわりの慣性モーメントを同じ値にすることが可能である。

7. バットの振動特性に対する評価には、明確な差が認められなかった。

本研究を進めるにあたり、大手前女子短期大学 青海邦子氏に御協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

### 文 献 (References)

- 1) 林敬次郎; 新素材の応用によるスポーツ用品, 冬樹社, (1989)
- 2) 前田正登, 野村治夫, 森脇俊道, 社本英二; 競技用ヤリの動特性, *Jap. J. Sports Sci.*, 12 (2), 130-136 (1993)
- 3) 鳴尾丈司, 宮沢一敏, 佐藤文宣; FRP バットの打撃時のしびれに関する研究, *スポーツ産業学研究*, 3 (1), 27-33 (1993)
- 4) 西川範浩, 西脇剛史, 森 貞樹; バットの力学特性が反発特性に及ぼす影響, *スポーツ産業学研究*, 5 (2), 19-24 (1995)
- 5) R.G.ワッツ, A.T.ベイヒル, 大路通雄 訳; ベース「ボール」の科学, サイエンス社 (1993)
- 6) 柳田泰義, 野村治夫, 前田正登, 宮垣盛男; バットの慣性モーメントと力学的特性, *神戸大学医療技術短期大学部紀要*, 9, 131-139 (1993)
- 7) 矢野澄雄, 前田正登; 軟式野球バットの振動解析, *体育・スポーツ科学*, (5), 49-54 (1996)