



野球におけるバットの質量・重心位置が打撃に及ぼす影響

前田, 正登

(Citation)

スポーツ産業学研究, 19(2):91-103

(Issue Date)

2009-09

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001663>



原著論文

野球におけるバットの質量・重心位置が打撃に及ぼす影響[†]

前 田 正 登^{*}

Effect of Mass and Position of Center of Gravity of a Baseball Bat on Hitting Performance[†]

Masato MAEDA^{*}

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of the mass and position of the center of gravity of a baseball bat on its hitting performance. Twelve skilled baseball players were used in the study. A bat was developed for which the mass (869.2 - 912.4 g) and position of center of gravity (30.1 - 32.8 cm : the distance from bat head) could be adjusted. In this experiment nine different settings for the position of the center of gravity and the mass were used. The motion of the bat during swings was analyzed by the three-dimensional direct linear transformation method using two cameras, and kinematic data were calculated for the moment of impact of the bat with the ball and also for the entire hitting process. The main results are summarized as follows:

- 1) The head velocity was greater when the subjects swung a baseball bat with the center of mass located near the grip than when they swung another baseball bat with the center of mass located far from the grip.
- 2) For all the baseball players, the bat's mass did not affect the head velocity of the bat at impact.
- 3) The head velocity was greater when the subjects swung a baseball bat with a larger moment of inertia about the axis passing through the grip than when they swung another baseball bat with a smaller moment of inertia.
- 4) In some cases, the mass of the bat had a significant influence on the angular velocity on impact for a player who had a translational swing. In this case, the characteristic of the swing type was shown to affect hitting performance.

When choosing a suitable bat for each player, the swing style of the player needs to be considered. This finding suggests that when characterizing bats, not only should the mass of the bat and the position of its center of gravity be used as indexes, but also the moment of inertia, which is related to the grip of the bat, should be employed.

Key words : Baseball Bat, Bat Swing, Position of Center of Gravity of Bat, Mass of Bat

[†]原稿受付 2008 年 9 月 16 日

^{*}神戸大学 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区鶴甲 3-11

^{*}Kobe University, 3-11, Tsurukabuto, Nada-Ku, Kobe, Hyogo, Japan (657-8501)

1. 結 言

野球における打撃は、投手の手を離れてホームベース上まで飛来してくるボールを打つことであり、約 0.6 秒間^{1)~3)}という極めて短時間に行われる動作でもある。そのため、打撃に影響を及ぼすと考えられる要因は多く、それらは多種多様である。

バットの物理的特性も打撃に影響すると考えられる要因の一つであり、バットの物理的特性が打撃にどのような影響を及ぼしているのかを検討することは、それぞれの選手に適したバットを示すことを可能にし、打撃技術の向上に大きく貢献することが期待できる。

村田⁴⁾は、バットのヘッドスピードに及ぼす要因を体格的要因、体力的要因、バットの重量などからなる 11 項目の重回帰分析によって検討した結果、バットの重量はヘッドスピードに影響するとした。前田⁵⁾も、バットの質量や重心位置がバットのヘッド速度に影響することを報告している。しかし、これらは素振りやティーバッティングなどで行った実験であり、飛来してくるボールを打つスイングを評価しているわけではない。一方、Koenig et al.⁶⁾はバットの物理的特性の 1 つである慣性モーメントがスイングスピードに及ぼす影響を、ティーバッティング時だけでなく投球ボールによる打撃時についても検討している。しかし、これらほとんどの被験者で投球ボールの打撃時のほうがスイングスピードが遅いものの、スピード低下の度合いは被験者間で異なり、逆に速くなっている場合もあったと報告している。野球の打撃は、前方から飛来してくるボールに対して行われるものであり、「ボールへの対応」を想定していない研究では、バットの物理的特性が打撃に及ぼす

影響を理解することは困難であろう。

平野⁷⁾は、バットの運動を並進運動と回転運動に分けて、熟練者と未熟練者の打撃動作の違いについて検討し、インパクト付近で熟練者のバット並進速度が急激に大きくなっているのは、スイングをしながらも当てるという動きをしているためであることを報告している。また吉福⁸⁾は、打撃位置と打球速度の関係を並進的バッティングと回転的バッティングに分けて計算により比較検討している。さらに、Bahill & Karnavas⁹⁾はバットの重量とスイングスピードとの関係をバットの運動エネルギーの観点から検討しているが、バット重量の変化に対するスイングスピードの変化パターンは選手によって異なることを指摘している。これらのように、スイングにも様々なタイプがあると考えられ、バットからの影響の受け方はスイングタイプによって異なることが予想される。

本研究では、バットの物理的特性として質量と重心位置という 2 つの要因を挙げ、これら 2 つの特性が前方から飛来するボールを打撃する際のバットのヘッド速度や角速度にどのような影響を及ぼすかを明らかにするとともに、スイングタイプが異なる場合、これら 2 つの特性がどのように影響するのかについて検討するものである。

2. 研 究 方 法

2.1 被験者

被験者は大学硬式野球部に所属する選手 12 名とした。Table1 に被験者の身長、体重、手の横幅（手を握った状態で、第 2 中手骨頭の最外側方への突出点から第 5 中手骨頭の最外側方への突出点までの距離）を示す。なお、被験者の中に両打ちの選手が 1 名いたが、実験はすべ

Table 1 Physical characteristics and career of baseball in subjects

	Height (cm)	Weight (kg)	Width of palm (cm)	Career of baseball (yrs)
Subjects	175.7±5.4	71.2±4.6	8.4±0.3	11.5±1.5

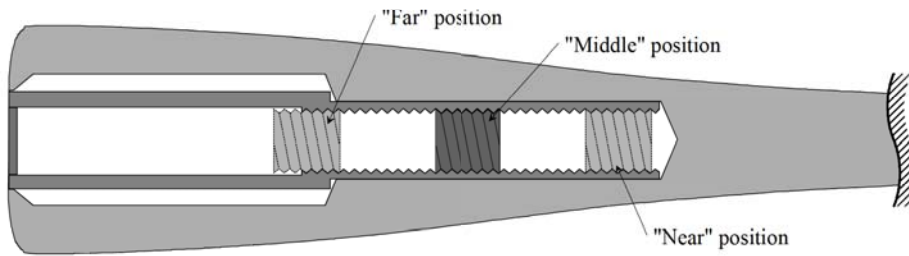


Fig.1 Construction of the measuring bat

Table 2 Sets of characteristics for measuring bats

			Mass (g)	Position of weight [*] (cm)	Center of gravity [*] (cm)	Moment of inertia [§] (kg·m ²)	Moment of inertia [¶] (kg·m ²)
LN	<u>L</u> ight	<u>N</u> ear	869.2	32.0	32.8	0.0439	0.222
LM	<u>L</u> ight	<u>M</u> iddle	869.2	23.0	31.3	0.0442	0.235
LF	<u>L</u> ight	<u>F</u> ar	869.2	16.0	30.3	0.0459	0.245
MN	<u>M</u> iddle	<u>N</u> ear	890.2	32.0	32.8	0.0437	0.227
MM	<u>M</u> iddle	<u>M</u> iddle	890.2	23.0	31.2	0.0441	0.240
MF	<u>M</u> iddle	<u>F</u> ar	890.2	16.0	30.1	0.0460	0.251
HN	<u>H</u> eavy	<u>N</u> ear	912.4	32.0	32.7	0.0433	0.232
HM	<u>H</u> eavy	<u>M</u> iddle	912.4	23.0	31.3	0.0442	0.244
HF	<u>H</u> eavy	<u>F</u> ar	912.4	16.0	30.2	0.0468	0.256

※ Distance from head

§ Moment of inertia about center of gravity

¶ Moment of inertia about 8 centimeters position from knob

て右打ちで行われた。また、被験者には実験内容を十分に説明し、同意を得た上で実験を実施した。

2.2 測定用バット

測定用バットは、市販の木製バットを基にしており、バット内部での錘の固定位置及び錘の種類（質量）を変更することにより、バット全体の質量と重心位置を任意に設定できる構造になっている（Fig.1）。Koenig et al.⁶⁾や Fleisig et al.¹⁰⁾が用いたバットではバットのグリップ端またはヘッド端に錘を取り付けるなどバットによって外観が異なっているが、本研究の測定用バットは全体の質量や重心位置を変化させても外観が変わることはなく、被験者がバットについて視覚的な先入観を持つことはない。本研究では、Table2に示すように、

バットの質量を 869.2g, 890.2g, 912.4g の 3 種類（Light, Middle, Heavy）、錘をヘッドから 16cm, 23cm, 32cm の 3 種類の固定位置（Far, Middle, Near：グリップ側からの意）に変化させ、それぞれの特性を組み合わせる 9 種類のバットを設定した（以後、Light で錘の位置を Far に設定したバットを LF, Heavy で錘の位置を Near に設定したバットを HN のように表記する）。これら測定用バットの質量と重心位置の設定は、本研究の結果の適用範囲を想定して通常用いられている木製バット¹¹⁾の範囲内とした。なお、Table2 には重心位置まわりの慣性モーメントのほか、選手がバットを握る位置での振りやすさという観点から、グリップエンドから 8cm の位置まわりの慣性モーメント（以後、グリップまわりの慣性モーメントとする）も算出して示している。

2.3 実験方法

被験者には、正規のバッターボックス（1.829m × 1.219m）内で、試合と同じように構えさせ、被験者の左方向から飛来してくるボール（スポンジ製）を打撃させた。ボールは、ホームベースから4m離れた地点から下手投げで投げた。この時、ストライクゾーン全般にボールを散らすために、コースをランダムに投げ分けた。また、トスされるボールの質にできるだけ差異が出ないように本実験を通して同じ者がボールを投げた。

投球コースをランダムとしたため、打撃の回数はバット1種類につき30回とした。バットはTable2に示した9種類とし、各被験者におけるバットの種類の順番はランダムとした。なお、被験者にはバットの種類を変える間に十分な休息をとらせた。

被験者の打撃動作を、2台のCCDカメラ（SONY社製）によって60Hzで撮影し、3次元位置計測装置Quick MAG（応用計測研究所）を用いて、バットのヘッド部とグリップ上部の2カ所に取り付けた測定用マーカー及びボールの計3点の位置を3次元座標データとして測定し、パーソナルコンピュータに取り込んだ。本測定における標準誤差は、x軸（被験者の左右方向）：1.25cm、y軸（被験者の前後方向）：0.37cm、z軸（被験者の上下方向）：0.57cmであった。

2.4 分析方法・測定項目

計測された3次元座標データには、マーカーが隠れたり見えなくなったりすることにより欠損部分が生じていたため、3次スプライン関数を用いてデータを補間し、その後Butterworth型ローパスデジタルフィルタにより6Hzで平滑化した。さらに、打撃時刻をより精密に特定するために、平滑化された3次元座標データを3次スプライン関数を用いて補間し、見かけ上のデータ数を300Hzに増やした¹²⁾。

各被験者のスイングごとに、測定されたバットのヘッドの位置座標の変化を時間微分し、ヘッド速度を算出するとともに、ヘッドとグ

リップの位置座標の時間変化から、バット角度の時間変化を求め、時間微分してバットの角速度を算出した。

また、投球された打撃直前のボールの移動は水平面（本研究ではxy平面）内では、等速運動であると見なし、1/300秒ごとの投球されたボールとバットの位置関係から、バットとボールが衝突したと推定される時刻を割り出し、インパクト時刻とした。

各被験者のスイングごとに、インパクト時のヘッド速度及びバットの角速度を求めた。

2.5 統計処理

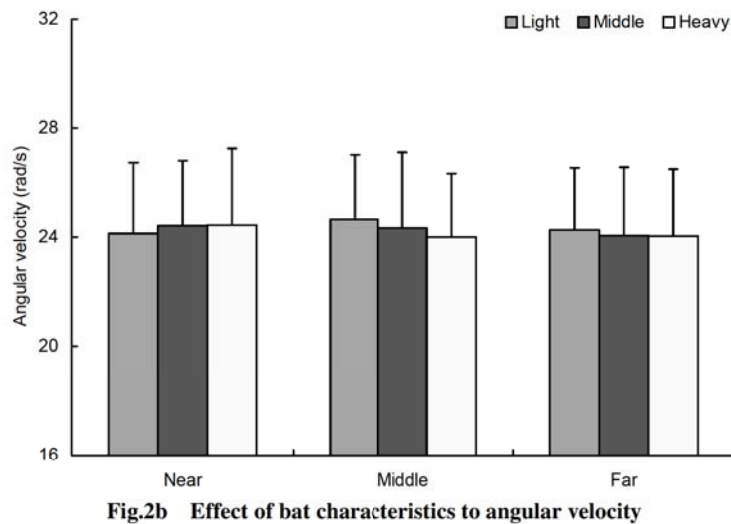
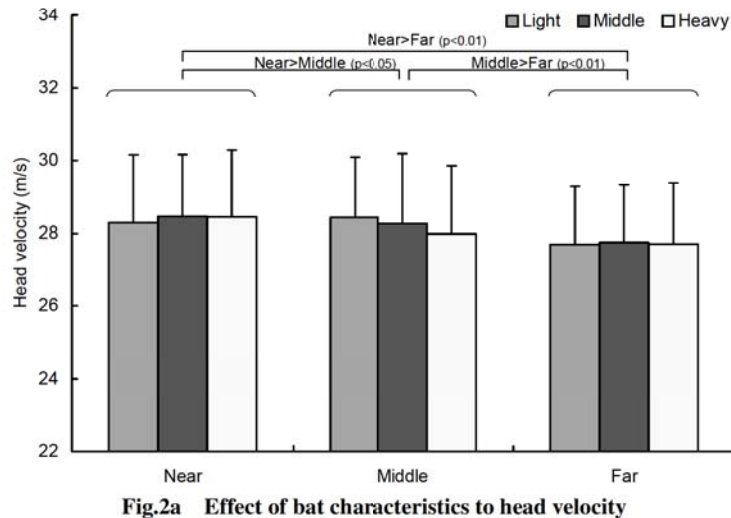
バットの質量及び重心位置の違いによるバット速度の差異を検討するために、繰り返しのある二元配置分散分析を用いた。また、全ての群間に有意差があるとは限らないので、どの群間に有意差があるのかを調べるために多重比較検定を行った。なお、結果の統計処理はすべて5%を有意水準とした。

3. 結 果

3.1 バットの物理的特性とヘッド速度、角速度との関係

設定された質量及び重心位置のバットに関して、インパクト時のバットのヘッド速度をFig.2aに、インパクト時のバットの角速度をFig.2bに示す。図では、全被験者のスイングにおける平均値とともに標準偏差も示している。また、Table3に全被験者のスイングにおけるインパクト時のバットのヘッド速度とバットの角速度、及び各被験者におけるそれらの平均値を示す。なお、Table3の各被験者における平均値として示されているmean及びSDは、被験者ごとに算出されたmean及びSDを平均した値である。

バットのヘッド速度が最も高かったのはHN（Heavy, Near）のときで 28.4 ± 1.8 m/s、最も低かったのはLF（Light, Far）のときで 27.7 ± 1.6 m/sであった。また、全被験者におけるインパクト時のバットのヘッド速度は、各被験者



のヘッド速度の平均値と同程度の値であるが、標準偏差は各被験者の平均値よりも全被験者における値のほうが大きい結果であった。一方、バットの角速度が最も高かったのはLM (Light, Middle) のときで 24.7 ± 2.4 rad/s、最も低かったのはHM (Heavy, Middle) のときで 24.0 ± 2.3 rad/s であり、インパクト時のバットの角速度も、各被験者でのばらつきよりも全被験者でのばらつきのほうが大きい結果であった。

Fig.2a のとおり、バットのヘッド速度はバットの質量に影響を受けることはなかったものの、バットの重心位置に関しては Far よりも

Middle や Near が、Middle よりも Near が有意に高い値を示し、重心位置がグリップ寄りのバットを用いたほうがヘッド速度は高い結果であった。一方、バットの角速度は、バットの質量にも重心位置にも影響を受けることが認められなかった (**Fig.2b**)。

次に、スイングタイプによってバットの特徴が打撃に及ぼす影響が異なるのかを検討するために、各被験者のスイングをインパクト時におけるバットの角速度を基準に類別した。すなわち、角速度の大きい被験者4名を Group1、小さい被験者4名を Group3、その中間の被験者

Table 3 Head velocity of bat and angular velocity in the swings of all subjects and their averages in each subject

Bat	Head velocity (m/s)				Angular velocity (rad/s)			
	Swings of all subjects		Average in each subject		Swings of all subjects		Average in each subject	
	mean	S.D	mean	S.D	mean	S.D	mean	S.D
LN	28.3	1.9	28.4	0.8	24.1	2.6	24.3	1.6
LM	28.4	1.7	28.5	0.7	24.7	2.4	24.7	1.4
LF	27.7	1.6	27.8	0.8	24.3	2.3	24.3	1.5
MN	28.5	1.7	28.5	0.8	24.4	2.4	24.5	1.5
MM	28.3	1.9	28.4	0.9	24.3	2.8	24.4	1.7
MF	27.8	1.6	27.9	0.8	24.0	2.5	24.2	1.6
HN	28.4	1.8	28.6	0.7	24.4	2.8	24.5	1.4
HM	28.0	1.9	28.1	0.7	24.0	2.3	24.1	1.4
HF	27.7	1.7	27.8	0.9	24.0	2.5	24.1	1.5

Table 4 Angular velocity of bat, head velocity and their ratio in each group

Group		Angular velocity (rad/s)	Head velocity (m/s)	ratio
Group 1	n=4	26.1±1.9	29.0±1.1	0.90
Group 2	n=4	24.7±1.6	28.7±1.8	0.86
Group 3	n=4	22.3±2.2	26.8±1.4	0.83

を Group2 として 3 グループに分け、グループごとにバットの質量と重心位置が打撃に及ぼす影響を検討した。(Table4)

各グループにおけるバットの重心位置及び質量がヘッド速度に及ぼす影響を Table5a 及び Fig.3a ~ Fig.3c に、バットの角速度に及ぼす影響を Table5b 及び Fig.4a ~ Fig.4d に、有意差が認められたものについてそれぞれ示す。

Fig.3a ~ Fig.3c に示すように、重心位置の要因として Group1 では、Middle よりも Near, Far よりも Middle, Far よりも Near が有意にヘッド速度が高く、Group2 及び Group3 では、いずれも Far よりも Middle, Far よりも Near が有意にヘッド速度が高かった。また、質量要因としてはいずれのグループにおいても有意な差が認められず、質量要因がヘッド速度に影響していなかった。一方、Fig.4a ~ Fig.4d の角速度についてみると、重心位置要因として Group1 で

は Far よりも Near が、Group2 では Far よりも Middle, Far よりも Near が有意に高い値を示したが、Group3 では有意な関係が認められなかった。また、質量要因としては Group2 において Light よりも Middle, Heavy よりも Middle が有意に高い値を示し、Group3 では Heavy よりも Light が有意に高い値を示したが、Group1 においては有意な関係が認められなかった。

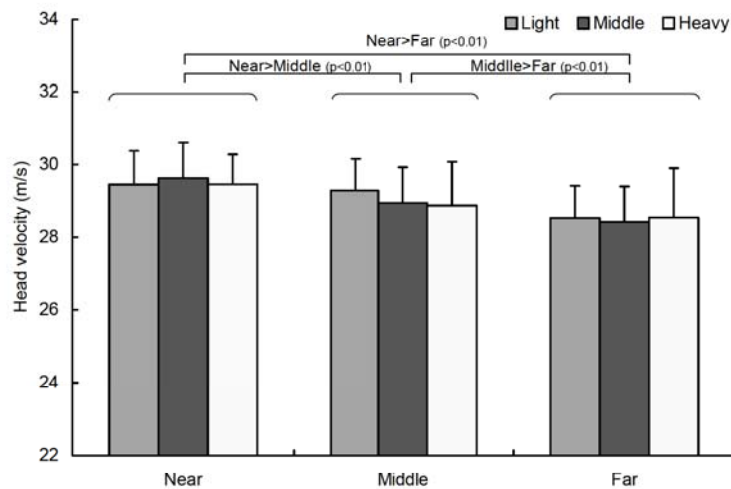
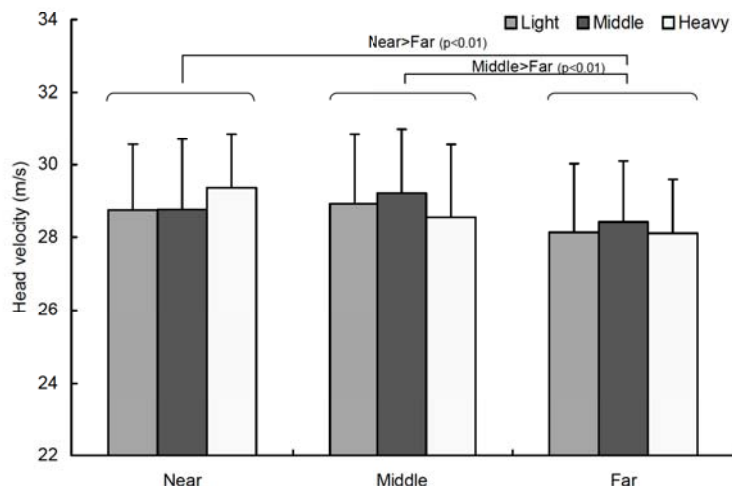
3.2 バットの慣性モーメントとインパクト時のヘッド速度及び角速度の関係

Table2 に示すように、本研究ではバットの重心位置及び質量に関して設定を変えたため、重心まわりの慣性モーメントもそれぞれのバットで異なる値となる。さらに、バットを握ったときの両手間をスイング時のバットの回転軸と想定し、グリップまわりの慣性モーメントを算出した (Table2)。設定した 9 種類の測定用バツ

Table 5a Effect of bat mass and the center of gravity to head velocity

Center of Gravity				Mass		
Group1	Near	> Middle	**	Light	Middle	ns
	Middle	> Far	**	Middle	Heavy	ns
	Near	> Far	**	Light	Heavy	ns
Group2	Near	Middle	ns	Light	Middle	ns
	Middle	> Far	**	Middle	Heavy	ns
	Near	> Far	**	Light	Heavy	ns
Group3	Near	Middle	ns	Light	Middle	ns
	Middle	> Far	**	Middle	Heavy	ns
	Near	> Far	**	Light	Heavy	ns

**: $p<0.01$, *: $p<0.05$


Fig.3a Effect of the center of gravity of bat to head velocity (Group 1)

Fig.3b Effect of the center of gravity of bat to head velocity (Group 2)

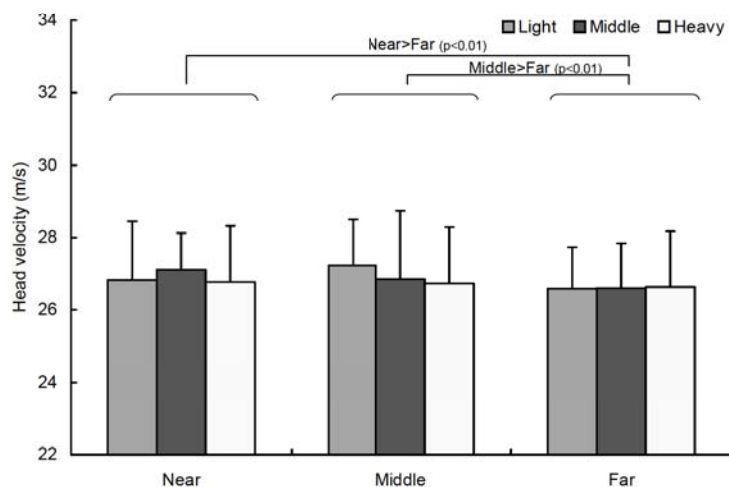


Fig.3c Effect of the center of gravity of bat to head velocity (Group 3)

Table 5b Effect of bat mass and the center of gravity to angular velocity

Center of Gravity				Mass		
Group1	Near	Middle	ns	Light	Middle	ns
	Middle	Far	ns	Middle	Heavy	ns
	Near	> Far	*	Light	Heavy	ns
Group2	Near	Middle	ns	Light	< Middle	*
	Middle	> Far	**	Middle	> Heavy	**
	Near	> Far	**	Light	Heavy	ns
Group3	Near	Middle	ns	Light	Middle	ns
	Middle	Far	ns	Middle	Heavy	ns
	Near	Far	ns	Light	> Heavy	**

**p<0.01, *p<0.05

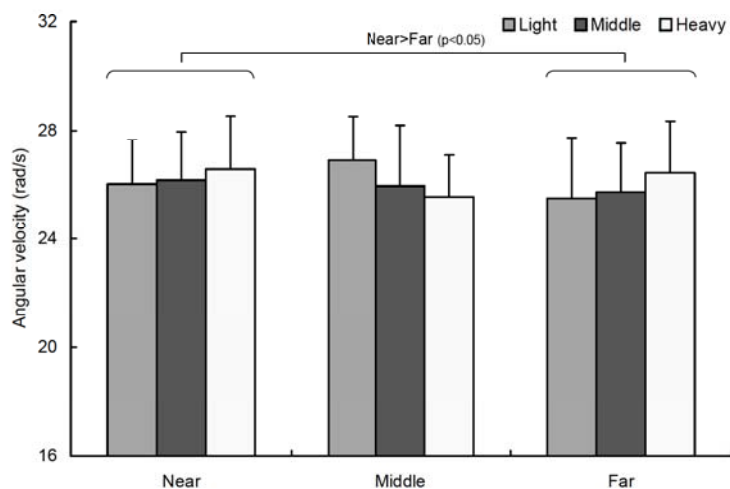


Fig.4a Effect of the center of gravity of bat to angular velocity (Group 1)

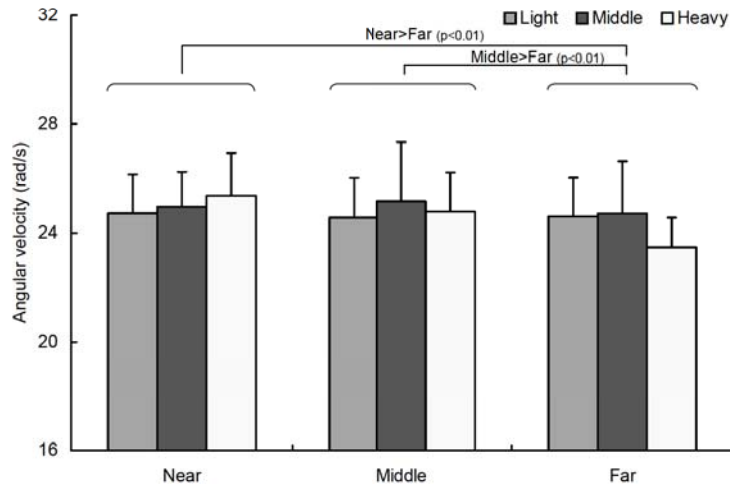


Fig.4b Effect of the center of gravity of bat to angular velocity (Group 2)

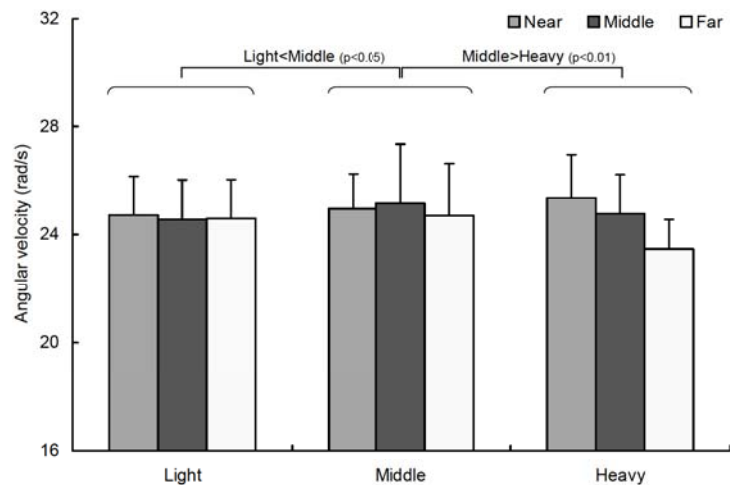


Fig.4c Effect of the bat mass to angular velocity (Group 2)

トでは、グリップまわりの慣性モーメントの大きさの順は重心まわりのそれとは異なり、値が大きいほうから $HF > MF > LF > HM > MM > LM > HN > MN > LN$ の順であった。つまり、本実験の測定用バットでは、錘の位置を変えずにその質量を変えるよりも錘の質量を変えずにその位置を変えるほうがグリップまわりの慣性モーメントを大きく変えることになり、バットの質量の設定を変えたことより重心位置の設定を変えたことのほうが、グリップまわりの慣性モーメントに及ぼす影響がより大きかったと言える。

グリップまわりの慣性モーメントとインパ

クト時のバットのヘッド速度との関係を Fig.5a に、インパクト時のバットの角速度との関係を Fig.5b に示す。

グリップまわりの慣性モーメントとインパクト時のバットのヘッド速度との間には、有意な負の相関 ($r = -0.853; p < 0.05$) が認められたが、バットの角速度との間には有意な相関関係は認められなかった。

4. 考 察

4.1 打撃に影響を及ぼすバットの特性

本研究では測定用バットに通常使用されてい

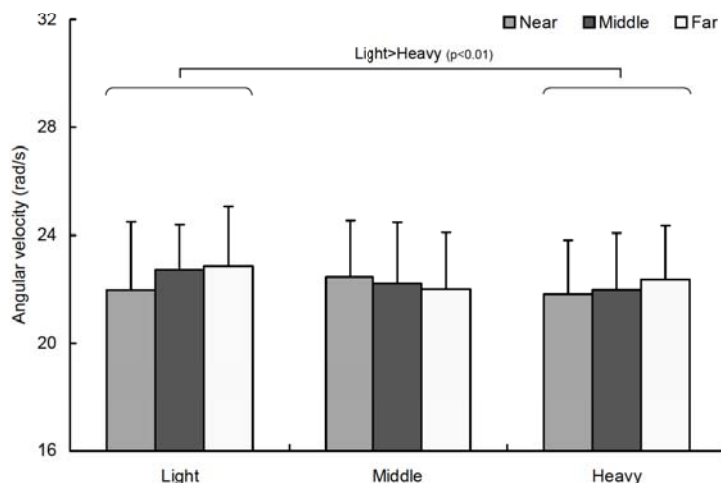


Fig.4d Effect of the bat mass to angular velocity (Group 3)

る範囲で9種類の特性を設定し、外見ではわからないようにバットの特性の設定をその都度変更して実験を行った。そのため、被験者は設定されたバットの特性に関して先入観を持つことがなく、本研究の結果は現実的なバット選択の状況に近い設定としたものの、その設定範囲が先行研究⁶⁾⁹⁾¹⁰⁾と比較するとかなり狭い範囲になっており、この限られた範囲内においてバットの物理的特性が打撃に及ぼす影響を検討することになる。

Fig.2aのように、インパクト時のバットのヘッド速度はバットの重心位置に影響を受け、重心位置がグリップに近いほどヘッド速度は大きくなる傾向が認められたが、バットの質量による影響は認められなかった。一方、インパクト時のバットの角速度はバットの重心位置の変更による影響も質量の変更による影響も認められなかった。

野球の熟練者においては、バットをボールに確実に当てるためにインパクト直前のヘッド速度は急激に大きくなる⁷⁾と報告されているように、インパクト時のバットは相対的に並進運動の割合が大きくなっているものと推察される。つまり、バットの重心位置の変更はスイング全体を通してバットの回転運動と並進運動の双方に影響を与えている可能性があるものの、本研

究ではインパクト時についての検討であったために、影響の有無が比較的顕著にわかるインパクト時のバットのヘッド速度のみに有意な差が認められたものと考えられる。

Table3の結果から、バットの設定ごとにバットのヘッド速度や角速度の標準偏差をみると、いずれの設定においても全被験者による標準偏差のほうが各被験者の標準偏差の平均値よりも大きいことがわかる。これには各被験者間の差、つまり被験者のスイングタイプが異なることが原因しているものとも考えられ得る。そこで次に、被験者をスイングタイプ別に分け、スイングタイプごとにバットの特性の影響を検討する。

既に明らかなように、全被験者によるバットの角速度は、バットの特性の変更による影響が認められなかった。つまり、各被験者におけるバットの角速度は、その被験者のスイングタイプを規定するひとつの指標となり得ると思われる。そこで12名の被験者のうち、バットの角速度が大きい選手4名(Group1)と、小さい選手4名(Group3)、及びその中間の選手(Group2)とスイング速度で分け(Table4)、これら3グループを比較することにより、選手のスイングタイプによって、バットの特性から受ける影響が異なるのかを検討した。

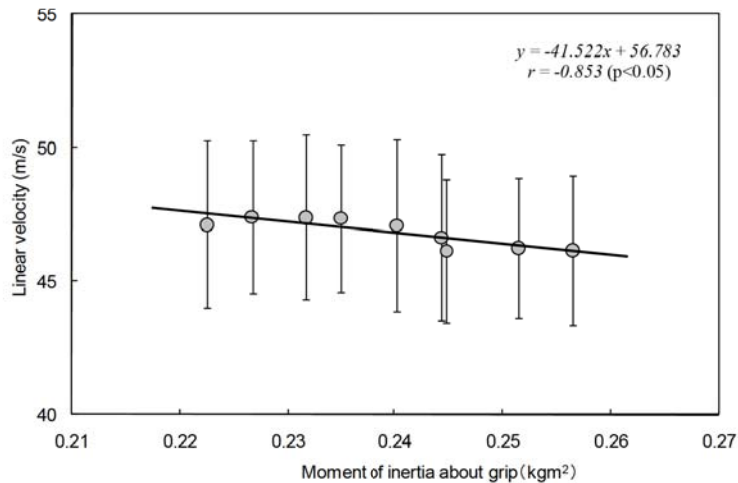


Fig.5a Relationship between the moment of inertia of the bat and head velocity at impact

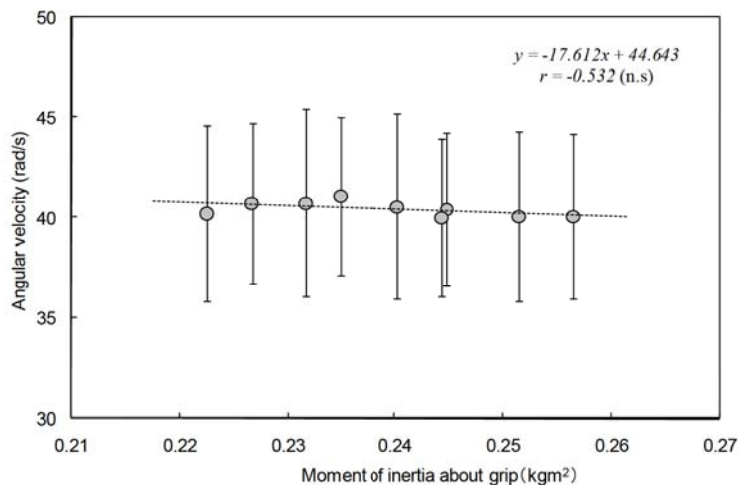


Fig.5b Relationship between the moment of inertia of the bat and angular velocity at impact

各 Group において、重心位置及び質量の変更がバットのヘッド速度に及ぼす影響は被験者全体としての傾向と同様の結果であったが、バットの角速度に及ぼす影響は異なっていた。Group1 の Near よりも Far のほうが、Group2 の Near や Middle よりも Far のほうがバットの角速度が有意に大きい結果は、バット重心位置をグリップ寄りに変更したことがバットの角速度に影響を及ぼした結果であり、Group2 の Heavy よりも Middle のほうが、Group3 の Heavy よりも Light のほうがバットの角速度が有意に大きい結果は、バット質量を小さく変更したこ

とがバットの角速度に影響を及ぼした結果といえる。また Table4 に示されるように、各 Group 間のヘッド速度に対する角速度の割合¹³⁾は、Group1, Group2, Group3 の順に有意に小さい関係があり、Group3 の被験者は Group1 の被験者よりも並進的なスイング様式であると考えられる。Fig.4c や Fig.4d のように並進運動の割合が比較的高い Group において、バット質量の変更がバットの角速度に影響を及ぼしたのは、このような被験者のスイングタイプの違いに起因していると考えられる。

4.2 バットの慣性モーメントが打撃に及ぼす影響

バットの慣性モーメントは、バットの質量、重心位置などで規定される物理的なパラメータの一つであり、スイングの際にはバットの重心位置とは異なる位置を握るため、バットの質量及び重心位置が打撃に与える影響を検討するには、グリップ位置まわりの慣性モーメントと打撃との関係を明らかにすることが非常に有効となるであろう。

Fig.5a に示したバットのグリップまわりの慣性モーメントとバットのヘッド速度の間には、有意な負の相関 ($r = -0.853$; $p < 0.05$) が認められた。このバットの慣性モーメントが大きくなるとバットのヘッド速度が小さくなる結果は、バットの慣性モーメントに関する定義は異なるものの Koenig et al.⁽⁶⁾ の報告と同様の結果であった。しかし、**Fig.5b** に示したバットのグリップまわりの慣性モーメントとバットの角速度の間には、有意な関係が認められなかった。これらの結果は、Fleisig et al.⁽¹⁰⁾ の報告と一致しており、**Fig.2b** で示したバットの特性の打撃への影響の分析結果とも一致している。つまり、バットの角速度には、質量も重心位置も有意な影響を及ぼしておらず、慣性モーメントとの間にも有意な関係はないものの、バットのヘッド速度には重心位置が有意な影響を及ぼしており、慣性モーメントとの間に有意な相関関係があることが明らかになった。

本研究の設定では9種類の測定用バットのグリップまわりの慣性モーメントの大きさの順は、HF>MF>LF>HM>MM>LM>HN>MN>LN であった (**Table2**)。つまり、グリップまわりの慣性モーメントの値に及ぼす影響はバット質量の変化よりもバットの重心位置の変化の方が大きかったと言える。**Fig.2a** のようにバット質量の変化に対して有意な影響が認められず、バットの重心位置の変化に対しては有意な影響が認められたのは、このような測定バットに挿入した錘の設定間隔の差が原因しているのではないかと考えられ得る。

本研究は、バットの物理的特性が打撃にどのような影響を与えているのかを明らかにするために、質量と重心位置という二つの要因に着目してインパクト時のバットのヘッド速度及び角速度に及ぼす影響を検討した。村田⁽⁴⁾や前田⁽⁵⁾、Bahill & Karnavas⁽⁹⁾ はバットの質量がバットのヘッドスピードに影響を及ぼすと報告しているが、本研究ではバットの質量がインパクト時のバットのヘッド速度及び角速度に影響を及ぼすとは認められなかった。しかし、バットの質量と重心位置などによって決まる慣性モーメント値がインパクト時のバットのヘッド速度に影響を及ぼしていることが認められたことから、バットを選ぶ際の目安として従来のようにバットの質量や重心位置だけでなく、慣性モーメント値もその指標となり得ることが示唆された。

5. 総 括

本研究では、バットの質量及び重心位置が前方から飛来するボールに対してバットのヘッド速度や角速度にどのように影響を及ぼしているのかを、3種類の質量 (869.2 ~ 912.4g) と3種類の重心位置 (ヘッドからの距離が 30.1 ~ 32.8cm) に設定できる測定用バットを使用し、3次元動作解析システムにより分析・検討した。

その結果、以下のことが明らかになった。

- ①インパクト時のヘッド速度は、重心位置がグリップに近いバットを用いた時のほうが、重心位置がグリップから遠いバットを用いた時よりも大きかった。
- ②被験者全体としては、バットの質量はインパクト時のヘッド速度に有意な影響を及ぼしていなかった。
- ③インパクト時のヘッド速度は、グリップまわりの慣性モーメントが大きいバットを用いた時のほうが、グリップまわりの慣性モーメントが小さいバットを用いた時よりも小さかった。
- ④バットの角速度が小さい被験者では、バットの質量がインパクト時のバットの角速度に

有意な影響を及ぼしたと認められる場合があり、スイングタイプが異なると影響される特性も異なることがあることが示された。

各選手に適したバットを選ぶ際は、選手それぞれのスイング様式を考慮すること、また、従来のように質量や重心位置だけで判断するのではなく、握り位置まわりの慣性モーメントも指標となり得ることが示唆された。

なお、本研究では9種類の質量・重心位置に設定できる測定用バットを使用しての結果であり、得られた知見はそれらの設定範囲を超えては適用できない可能性があることを踏まえておく必要がある。

参 考 文 献

- 1) 平野裕一：打つ科学，大修館書店，東京，1992.
- 2) Messier, S. P. and Owen, M. G. : Bat dynamics of fast pitch softball batters, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55 (2), pp.141-145, 1984.
- 3) 渋谷侃二：インパクト直前におけるバットの動き，日本バイオメカニクス学会編，身体運動の科学IV，pp.216-221，杏林書院，東京，1983.
- 4) 村田厚生：野球のスイング時のバットのヘッドスピードに及ぼす影響，*人間工学*，34 (3)，pp.151-155，1998.
- 5) 前田正登：野球バットの特性がスイングに及ぼす影響，*スポーツ産業学研究*，13 (1)，pp.45-51，2003.
- 6) Koenig, K., Mitchell N.D., Hannigan, T.E. and Clutter, J.K.: The influence of moment of inertia on baseball/softball bat swing speed, *Sports Engineering*, 7 (2), pp.105-117, 2004.
- 7) 平野裕一：当てる打撃と運ぶ打撃，*Japanese Journal of Sports Science*，12 (6)，pp.340-345，1993.
- 8) 吉福康郎：バットの力学的性質から見たバッティングの科学，*Japanese Journal of Sports Science*，4 (10)，pp.723-728，1985.
- 9) Bahill, A.T. and Karnavas, W.J. : Determining Ideal Baseball Bat Weights Using Muscle Force-Velocity Relationships, *Biological Cybernetics*, 62, pp.89-97, 1989.
- 10) Fleisig, G. S., Zheng, N., Stodden, D. F. and Andrews, J. R. : Relationship between bat mass properties and bat velocity, *Sports Engineering*, 5 (1), pp.1-8, 2002.
- 11) 野村治夫，前田正登，柳田泰義：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，*デサントスポーツ科学* 18，pp.141-149，1997.
- 12) 山田憲政：ゴルフスイング中の上肢関節の役割，*人間工学*，26 (2)，pp.81-86，1990.
- 13) 及川研，大沼徹，平野裕一：野球のバットの軌道及びそれに影響する打撃動作の類型化の試み，*スポーツ方法学研究*，9 (1)，pp.127-139，1996.