

野球のバッティングにおける打球飛距離を決定するスイング特性とインパクト

身体運科学研究領域

5009A031-9 城所 収二

研究指導教員：矢内 利政 教授

第1章 緒言

野球の試合において、勢いのある痛烈な打球（力学的に捉えて運動エネルギーの大きな打球）や、飛距離の長い打球を放つことは、試合展開の中で有効打となることが多い。打球の勢いと弾道を決定する力学的要因は、打球の初速度（打球速度）、発射角度（打球角度）、回転速度となる（Watts and Baroni 1989, Adair 2002）。さらに、これらの打球パラメータは、投球されたボールの並進・回転速度によって定量される投球特性、インパクト時におけるボールとバットの位置関係を表すインパクトパラメータ、バットの並進・回転速度によって表わされるスイング特性、およびバットの力学的特性によって規定される。このうち、打者の打撃技術によって決定される要因は、インパクトパラメータとスイング特性である。これらと打球との関連について検討した研究（Watts and Baroni 1989, Nathan 2008）の多くは、数値シミュレーションによって行われたものであり、実測による選手のデータが乏しい。そこで本研究では、1) 打球の飛距離と運動エネルギーを決定する打球の特性、及びそれらを生み出すインパクトを含むスイングの特徴を明らかにすること、2) 打球の運動エネルギーの変動を説明する因子について、打撃技術の被験者間差および被験者内変動に着目して分析することを目的とした。

第2章 野球のバッティングにおける打球飛距離と打球の運動エネルギーに影響を及ぼすスイング特性

【目的】 第2章では、野球の打撃動作における打球の飛距離と運動エネルギーを決定する打球の特性、及びそれらを生み出すインパクトを含むスイングの特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】 被験者は東京六大学野球リーグに所属する選手13名とした。各被験者には、マシンより投じら

れた硬式野球ボールをセンター方向（センターラインを中心に左右各15度の範囲）へ全力で打撃させた。このうち、打球飛距離が60m以上の試技を成功試技とした。インパクト前後のボールとバットの挙動、およびインパクト時のボールとバットの位置関係を、打者の側方に設置した超高速カメラ（2500fps）とバットのグリップエンドに装着した3軸角速度センサ（1000Hz）を用いて記録した。高速カメラによる映像からボールとバットの速度、角度、位置関係を、画像解析ソフトウェアを用いて2次元分析により取得した。また、ボールの回転速度は3軸角度測定装置を用いて推定した。

【結果と考察】 打球速度は打球飛距離と正の相関関係を示し（ $r = 0.79, p < 0.01$ ）、打球の回転速度は飛距離と負の相関関係を示した（ $r = -0.43, p < 0.05$ ）。打球の運動エネルギーについては、衝撃線角度（ $r = -0.41, p < 0.05$ ）、打球速度（ $r = 0.99, p < 0.01$ ）、打球角度（ $r = -0.42, p < 0.05$ ）、打球の回転速度（ $r = -0.60, p < 0.01$ ）との間に有意な相関関係が認められた。打球の飛距離を従属変数として重回帰分析を行った結果、ヘッド速度、バット角度（バットヘッドの速度ベクトルと水平線との成す角度）の2変数を独立変数とする有意な回帰式が得られた（寄与率52%、標準誤差7.40m）。また、打球の運動エネルギーを従属変数として重回帰分析を行った結果、ヘッド速度、ローリング角速度（バットの長軸回りの回転速度）、バット角度の3変数を独立変数とする有意な回帰式が得られた（寄与率63%、標準誤差9.87J）。すなわち、競技レベルの高い大学生選手がフリーバッティングにおいて打球の飛距離を長くするためにはヘッドスピードを高め、大きなバット角度（アッパースイング）でインパクトさせることが重要であり、打球の運動エネルギーを高めるためには、ヘッ

ド速度とバット角度を増加させるとともにトップスピンの方向への大きなローリング角速度を持たせたバットでインパクトを迎えることが重要であると示唆された。

第3章 野球のバッティングにおける打球の運動エネルギーを決定するスイングとインパクト

【目的】 野球のバッティングにおいて、大きなスイング速度と正確なインパクトの間にはトレードオフの関係が考えられる。しかし、この関係について検証した研究はこれまでにない。第3章では、打球の運動エネルギーの変動を説明する因子について、打撃技術の被験者間差および被験者内変動に着目して分析することを目的とした。

【方法】 被験者は東京六大学野球リーグに所属する選手10名とした。各被験者には、マシンより投げられた硬式野球ボールをセンター方向（センターラインを中心に左右各15度の範囲）へ全力で打撃させた。このうち、フェアグラウンドに放たれた全ての試技を成功試技とし、各被験者18～40球、計306試技収集した。インパクト前後のボールとバットの挙動、およびインパクト時のボールとバットの位置関係を、打者の側方、および後方に設置した2台の高速度カメラとバットのグリップエンドに装着した3軸角速度センサを用いて記録した。各パラメータの算出は、第2章と同様の方法を用いた。

【結果と考察】 全306試技における打球の運動エネルギーは平均値106 Jであり、このうち120 J以上を記録した100試技では1試技を除いてすべての打球角度が ± 0.5 radの範囲内にあった。これより、運動エネルギーの大きな試技は回転速度が小さく、ライナー性の打球だったと言える。打球の運動エネルギーを従属変数、インパクトパラメータとスイング特性を独立変数としてステップワイズの重回帰分析を行った結果、全ての被験者にインパクトパラメータが投入され（寄与率48～73%）、被験者B、Cを除いた8名の被験者にスイング特性が投入された（寄与率11～30%、Fig.1）。この時、運動エネルギーの増加に対して、ヘッド速度、ローリング角速度（バ

ックスピン方向）は正の値に、芯からの距離、衝撃線角度は負の値になった。被験者によりその寄与率が異なったが、運動エネルギーの大きな打球を放つためには正確なインパクト位置へスイングすることが最も重要であることが示された。全ての被験者でヘッド速度に対して芯からの距離、および衝撃線角度との間に正の相関関係が認められなかったことから（ $p > 0.05$ ）、ヘッド速度を低下させることによってインパクトの正確性を高めるといったトレードオフの関係はいずれの被験者からもみられなかった。

第4章 総括論議

本研究では2章と3章の実験で同一被験者が2名存在した。このうち1名の被験者について、2章と3章で打球の運動エネルギーの大きさを比較すると、満足のいく打撃であったと自己評価した試技における打球の運動エネルギーの値（89.5 J）が3章で行った実験の同被験者の平均値（120.8 J）を大きく下回り、残る1名の被験者における打球の運動エネルギーの値（116.8 J：2試技の平均値）も同一被験者の平均値（111.9 J）に近い値となった。これらより、打球の運動エネルギーの最大値は、飛距離が最大となる打球における運動エネルギーとは一致せず、ライナー性の弾道を生むような直中心衝撃となるインパクトから得られることが示された。

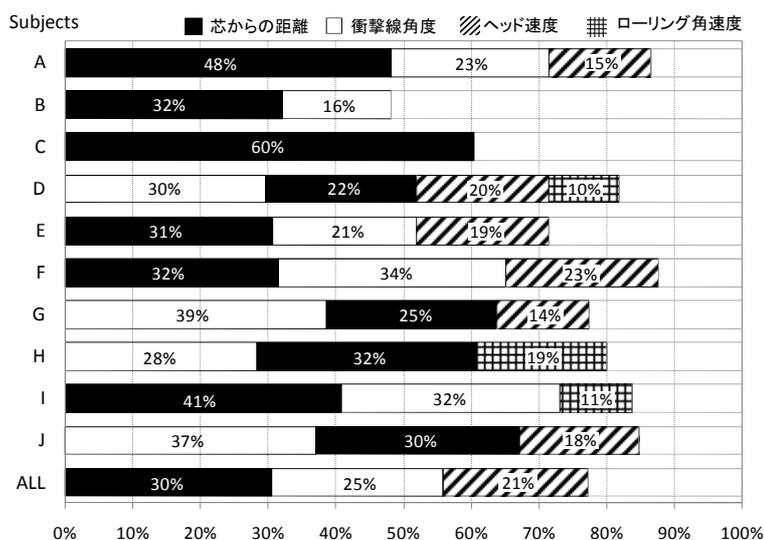


Fig.1 各被験者における打球の運動エネルギーのばらつきを説明するインパクトパラメータとスイング特性の割合