

論文要旨

I. 緒言

野球において、打者はより多くの得点を記録するために打撃力の向上が求められる。鳥越（2014）は、長打率とチームの総得点との間に非常に強い正の相関関係があることを報告しており、打撃力の中でも特に長打を放つ技術、一般に飛距離の大きな打球を放つ技術を身につけることが重要であると言える。

野球において実際に打撃されたボールを調べた先行研究では、打球の速度と飛距離との間には強い正の相関関係があることが報告されている（及川、1995；城所ら、2011）。また、発射角度について Adair（2002）は、数値シミュレーションを用いて水平面から35°上向きに打球が放たれた場合に飛距離が最大となることを報告している。さらに、打球の回転について Nathan（2008）は、同一の速度・角度で打球が発射された場合、バックスピンの回転数が多いほど上向きに作用するマグヌス力が大きくなり、打球の飛距離が大きくなることを報告している。一方で、城所ら（2011）は、実際に打撃された打球では、打球の速度と回転数はトレードオフの関係にあると報告しており、飛距離の大きな打球を放つためには、打球速度が大きく低下しない程度の適度なバックスピンをボールに加える必要があると考えられる。

このように打球の飛距離に関する研究はいくつか行われているものの、これらの研究はセンター方向へ打球が放たれることを想定しており、打球の回転については2次元的に（バックスピン・トップスピンのみ）しか検討されていない。しかしながら、野球の試合において、打者は状況や投球されたボールのコースに応じてセンター方向だけでなく、引っ張り方向（右打者の場合、レフト方向）や流し打ち方向（右打者の場合、ライト方向）にもボールを打ち分ける必要がある（アメリカ野球指導者協会、2011）。実際に左右広角に放たれた打球を方向別に見ると、流し打ち方向への打球は比較的本塁打となりやすく、飛距離が短いと考えられる。城所ら（2011）は、センター方向への打球の回転はほとんどバックスピン成分で構成されていると報告している。一方で、流し打ち方向への打球について分析した研究（城所と矢内、2015）では、打球がスライスしていたことが報告されている。つまり、これは流し打ち方向へ放たれた打球にはサイドスピン成分が加わっていたことを示唆している。以上より、打球の特性（打球の回転、飛翔軌道、飛距離など）は飛翔する方向によって異なる可能性が考えられる。しかしながら、左右広角に放たれた打球のサイドスピン成分などの3次元的な回転を含めた特性について調べた研究は見当たらない。左右広角に飛距離の大きな打球を放つために必要な打球特性やバットスイング特性が明らかになれば、打者は長打を放つことが可能になり、さらに得点の能力を高めることができる。

そこで本研究では、野球において左右広角に飛距離の大きな打球を放つために必要な打球特性を明らかにし、その打球を放つためのバットスイングについて検討することを目的とした。

II. 研究課題 1

研究課題1では、方向別（引っ張り方向、センター方向、流し打ち方向）の打球特性を明らかにし、その特性が飛距離に及ぼす影響について検討することを目的とした。

分析対象者は、大学硬式野球部に所属する右打者6名とし、ピッチングマシンから投球されるボールをできる限り遠くへ打撃させた。その際の打球の動きを3台の高速度ビデオカメラで撮影し、引っ張り方向、センター方向、流し打ち方向の打球特性について、一元配置分散分析を用いて比較した。その結果は、以下のようにまとめられる。

a) 流し打ち方向へ放たれた打球の飛距離は、他方向に比べ有意に小さかった。一方で、3方向間の打球

速度、打球上下角(鉛直面内での打球の発射角度)、バックスピン成分に有意な差は認められなかった。

- b) 流し打ち方向へ放たれた打球は、他方向への打球に比べ、サイドスピン成分が有意に多く、横向きの大きなマグヌス力を受けたため、飛翔軌道が横向きに大きく変化し、飛距離(落下地点までの直線距離)が短くなったことが示唆された。
- c) 打球左右角(水平面内での打球の発射角度)と打球のサイドスピン成分との間に有意な相関関係が認められ、引っ張り方向とセンター方向の中間(右打者の場合、左中間)を境に左右に離れた方向に打球が飛翔するほど、サイドスピン成分が多くなることも明らかになった。このことから、流し打ち方向に限らず、引っ張り方向のファウルライン際への打球なども、サイドスピン成分の影響を受け、飛距離が短くなりうるということが示唆された。

以上のことから、左右広角へ飛距離を増大させるためには、打者はさらに打球速度を増大させるか、打球のサイドスピン成分を減らして打球を直線的に飛ばす必要があることが示唆された。

Ⅲ. 研究課題 2

研究課題 1 の結果、打球のサイドスピン成分を減らすことができれば、左右広角に飛距離の大きな打球を放つことができると示唆された。実践現場においては、バットを水平に近い状態でボールをインパクトすることにより、サイドスピン成分が少なくなり、直線的に打球を飛ばすことが可能になると考えられている(古田、2010;池田、2019)。そこで、研究課題 2 では、インパクト時のバットの上下方向の傾斜が打球の回転に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

長軸を水平にして固定したバット(バット水平条件)と長軸を40°傾斜させて固定したバット(バット傾斜条件)にピッチングマシンから投射される85-90m/sのボールを衝突させた。衝突後の打球の動きを3台の高速度ビデオカメラで撮影した。研究課題 1 において、打球左右角と打球のサイドスピン成分の間には相関関係が認められたため、条件間での打球のサイドスピン成分を比較する場合、打球左右角の影響を考慮する必要がある。そこで、それぞれの条件において、打球左右角と打球のサイドスピン成分の相関関係を調べ、得られた回帰直線の傾きと切片の差の検定を行うことにより、条件間でそれらの関係が異なるか否かを調べた。

その結果、条件間の回帰直線の傾きに有意な差は認められなかったが、切片に有意な差が認められた。このことから、インパクト時のバットの上下方向の傾斜は打球のサイドスピン成分に影響を及ぼすことが明らかとなったが、バットの傾斜角度の差が40°であるのに対して、切片(打球のサイドスピン成分)の差は7rps程度であった。実際の打撃場面を想定した場合、インパクト時のバットの向きは打球の高さやコースによってある程度制限される。そのため、打者が意図的にバットの上下方向の傾斜角度を変えることにより制御できるサイドスピン成分はほんのわずかであり、飛距離に影響を及ぼすほどサイドスピン成分を変えることはできないことが示唆された。そのため、広角に長打を放つためには、インパクト時のバットの向きを調整して打球の回転を制御しようとするのではなく、打球の速度を高めることが重要であることが示唆された。

Ⅳ. 研究課題 3

研究課題 1 および研究課題 2 の結果から、打球のサイドスピン成分は打球方向ごとに異なるため、同一の速度・角度・バックスピン成分の打球が放たれた場合であっても、方向ごとに飛距離が異なることが推察された。そこで、研究課題 3 では、飛距離の大きな打球を放つために必要な打球特性を打球方向別に定量化することを目的とした。

ここでは、研究課題1と同様のデータを使用して分析を行った。まず、打球速度と飛距離の関係を調べた。打球速度を説明変数、飛距離を目的変数とした一般的な回帰直線の場合、ある打球速度から推定される飛距離が実際の飛距離よりも、過大あるいは過小評価される場合が生じる。そこで、①飛距離の推定値が実測値を下回らないこと、②推定値と実測値の差分の二乗和が最小化されることの2つの条件を満たす回帰直線を求めた。この直線上の値は、ある打球速度で生み出すことのできる飛距離の上限値、すなわち期待できる最大の飛距離を示している。また、得られた回帰式から各方向の各距離までボールを飛ばすのに必要最小限の打球速度を示した。さらに、打球飛距離の上限値まで打球を飛ばすために必要な速度以外の条件を示すため、飛距離の実測値から予測値を減じた値と打球上下角およびバックスピン成分との関係をそれぞれ調べた。

その結果、例えば、100mの距離まで打球を飛ばすためには、引っ張り方向には37.3m/s、センター方向には38.0m/s、流し打ち方向には39.8m/sの打球速度が最低限必要であり、最低限の打球速度で最大の飛距離を獲得するためには、約20-40°の打球上下角で打球を放ち、かつ、少なくとも20rpsのバックスピン成分をボールに加える必要があることが明らかになった。

V. 総括

研究課題1-3の結果をまとめると、左右方向へ放たれた打球は、必ず横向きに飛翔軌道が変化してしまうため、飛距離の大きな打球を放つためには、飛翔軌道が変化したとしても遠くへ飛ぶような速度の大きな打球を放つ必要がある。特に、流し打ち方向へ飛距離の大きな打球を放つためには他方向よりも大きな速度をボールに与える必要がある。そのために、打者はテイクバックを大きく取り、バットを十分に加速させた状態でインパクトを迎えることが重要であると考えられる。さらに、少なくとも20rpsのバックスピン成分をボールに加え、水平面から約20-40°上向きに打球を発射させることで、打球速度から期待できる飛距離を最大化できることが示唆された。

これまで、左右広角への飛距離を増大させることに関する研究は行われてこなかったため、実践現場では経験則に基づいた指導や練習が行われてきた。本研究により得られた知見は、指導者がより良い指導を行うこと、選手が明確な目標を持って効果的な練習を行うことに役立つものであり、選手の打撃技術の向上に貢献するものであると考えられる。