

平成11年度第2回9月8日

演題：オーバーハンド投球動作のバイオメカニクス

演者：桜井 伸二（体育科学部）

人間にしかできない動作、それが投げの動作の一番の特徴だ。また走や跳といった動作では自分の身体それ自体を加速して運ぶわけだが、ボールという自分の身体以外のものを操作し加速するということも投げの動作の特徴である。さらに投げる動作のもう一つの特徴はひねりを十分に用いるということだ。そのため立体的（3次元的）に解析することが必要となる。2台以上の測定用の映画カメラあるいはビデオカメラを用いて3次元解析を行なって得た結果をいくつか紹介する。

●良い動作とはどんな動作か

大人の男女を比べると投球能力には2倍以上の差がある。男女の投球動作を比較することによって、良い投球動作とはどのようなものか調べた。

男女の平均的な投球動作の最も顕著な違いは肩関節の動きである。男性では肘が両肩の延長線を越えて後方に引かれ（水平位外転）、そこから再び前に加速されて（水平位内転）ボールが投げ出される。それに対して女性では肘が肩より後方に引かれることはない。肘は常に胴体の前で、腕全体が下から上に向かって押し上げられるようにしてボールが投げ出される。また良い動作では腕全体が真後ろを向くほど強く肩が捻られる。その他男性は肩と腰の間の胴体のねじれが大きく、肘から手首にかけての前腕部の回内というひねりも有效地に使われる。

四足動物は腕が肩に対して前向きについており肘を後ろに引くことができない。また前肢でも体重を支えるので、各関節は柔軟性がなく十分にひねることもできない。ウエストと呼ばれる長い胴体部分もヒトの身体的特徴の一つである。良い投球動作とは人間の解剖学的な特性を十分に生かした動作だと言えよう。

●カーブの投げ方

発育期の野球投手では、投球障害の予防のため試合における投球回数が制限されたりカーブのような変化球の投球が禁止されたりしている。カーブは前腕部の回外をともなうため特に危険だとされる。直球とカーブの投球動作の違いと同じように3次元映像解析法を用いて詳細に調べてみた。

肩や肘の動きは直球とカーブで全く違いがみられなかった。違うのは前腕部と手首の角度である。リリー

スの前0.2秒ほどの間、直球では手首がやや後ろに折られて掌がまっすぐ投球方向に向くのに対して、カーブでは投手の顔の方を向いていた。このままボールを擦るように投げることによって直球ではテニスで言うところのアンダースピンを、またカーブでは横方向のスピンドルをボールに与える。ところが、リリースの際にはカーブの投球においてもこれまで考えられていた回外動作ではなく回内動作がおこっていた。選手の動きの感覚と実際に起こっている運動は往々にして食い違っているものである。

●フォークボールはなぜ落ちる

カーブの曲がりはマグヌス効果として流体力学で説明される。回転する物体のまわりでは圧力にアンバランスが生じ、それがカーブの変化の原動力になる。ところがフォークボールはほとんど回転しない球種の球である。この場合にはボールが落ちる理由はカーブの場合とは違うはずだ。プロ野球の投手の様々な球種についてボールの軌跡を調べたところ、フォークボールの落ち方は重力加速度とほぼ同じであった。つまり直球に比べれば落ちるがカーブに比べれば落ちない。飛行の後半で落下の加速度が急に大きくなるわけではない。落ちるように目るのは目の錯覚であることがわかった。

直球もカーブもスライダーも手を離れたときの「初速」に比べて捕手のミットに収まるまでに約10%減速する。ところがフォークボールの減速率はこれらのボールよりやや大きい。カーブやスライダーは初速やボールの回転方向こそそれぞれ異なるが、その回転速度は直球とほとんど同じである。回転しないことがボールの周囲の空気の流れに影響して、他の球種に比べてフォークボールでは空気抵抗が大きくなると推測される。他の球種に慣れてそのタイミングでボールを待っている打者にとっては、フォークボールはホームベースに到達するのがより遅く、その分大きく落下したと錯覚させるのであろう。スポーツの技術を考える上で、タイミングは見落としてはならない要素であることが改めてわかった。