

発育期にある野球投手の上肢関節障害をいかに防ぐか ——直球とカーブの投球動作の比較——

名古屋大学 桜井伸二

(共同研究者) 同 池上康男

財団法人
スポーツ医・科学研究所 山賀 寛

A Pilot Study for the Prevention of the Injuries of Upper Extremities of Young Baseball Pitchers

—A Comparison of the Arm Movement
Between Fastball and Curveball Pitches—
by

Shinji Sakurai, Yasuo Ikegami

*Research Center of Health, Physical Fitness
and Sports, Nagoya University*

Hiroshi Yamaga

Institute of Sport Medicine and Science

ABSTRACT

Elbow injuries are very common in baseball pitchers. Curveballs are thought to increase this risk, particularly if the athlete begins this pitch at an early age. The purpose of this study is to identify the differences of the upperarm motion between fastball (FB) and curveball (CB) baseball pitches. Three dimensional (3-D) high-speed cinematography was used to record FB and CB pitches of varsity baseball pitchers. Two small reference sticks were fixed on the hands and forearms of the throwing arm of the subjects to detect their movements. The direct linear transformation (DLT) method was used for 3-D space reconstruction from 2-D images filmed by two phase-locked cameras (200 frames/s). The throwing arm has

seven degrees of freedom of joint motion except in the fingers ; three for the shoulder, one for the elbow, one for the radioulnar, and two for the wrist. Seven joint angle changes corresponding to all these degrees of freedom were obtained throughout the pitching motion.

The results showed that horizontal adduction and internal rotation of the shoulder, extension of the elbow, pronation of the forearm, and palmar flexion of the wrist were the important joint actions for both FB and CB pitching in baseball. There was no difference in the changes of joint angles of the shoulder and elbow between FB and CB pitches. However, there was a significant difference in the motion of supination/pronation of the forearm and dorsal flexion/palmar flexion of the wrist prior to the ball release ; the forearm was largely supinated by 20 ~ 25 degrees in the CB compared to the FB, while the wrist was dorsi-flexed by 5 ~ 10 degrees in the FB compared to the CB.

はじめに

児童・生徒という若年期の投手には肘関節をはじめとして上肢の関節障害が多いことが知られており、それに関連してリトルリーグ投手の投球動作の解析が行われている^{6,10)}。またこの時期の野球投手においては年齢によって投球回数が制限されたり変化球の投球が禁止されて、障害の防止に効果があったという報告もある¹⁹⁾。

直球は野球の投手の投球において最も重要な球種であり、またカーブは投手が直球に続いて覚えなければならない球種であるという⁸⁾。これまでこの二つの球種に関する比較を行った研究としては、投球されたボールの飛行軌跡に関するものの他に、投球時の筋活動に関するもの¹⁴⁾、リリース時の指の離れる順序に関するもの¹⁵⁾、上肢の動きに関するもの⁴⁾、などがあげられる。

このうち、Sisto, D. J. et al.¹⁴⁾は大学生野球投手の直球とカーブの投球時の前腕の筋群の筋電図記録を比較して、上腕骨の内側上顆が起始である

前腕屈筋群の放電様相は両球種で大差なく、これまで主張されていたほどカーブの投球は発育期の野球投手の肘関節障害に対して有害ではない可能性を示唆している。しかしながら、投球中の上肢関節にどのような力が加わっているのか、あるいは変化球の投球フォームが直球のフォームに比べてはたして上肢の障害に及ぼす影響が大きいのか等について定量的な研究は少なく、未解明なことが数多く残されている。

投動作のようなひねりを含む動作の分析には、三次元的な動作解析を行う必要性が強い。高速度映画から三次元的な映像解析法を用いて投手の投球動作の解析を試みた研究もいくつかある。Vaughn¹⁶⁾は高校生および大学生投手の直球投球動作を対象として、上腕部の回旋および肘関節の屈曲・伸展の角速度の変化を求めているが、特にカーブを始めとする変化球の投球の分析においては前腕部や手部の動きの解析が重要であると指摘している。Elliott, et al.⁴⁾はやはり三次元映画解析法を用いてカーブと直球の投球動作を比較検

討している。しかしながらその関節角度の定義は不明確であり、前腕部と手部の運動については肉眼に基づく主観的な観察にとどまっている。Pappas, et al.¹²⁾もアメリカ大リーグの投手を対象として、肩の内旋・外旋、肘の屈曲・伸展についてそのリリース前 0.08 秒からリリース後 0.05 秒の関節角度の変化を報告しているが、同じく前腕部の回内・回外と手部の屈曲・伸展に関する記述は肉眼の観察によるものである。このように、投手の投球動作について前腕部や手部の運動までも定量的に求めた研究は少なく、また直球とカーブの投球動作を比較検討したのもきわめて少ない。

本研究の目的は、三次元映像分析法を用いて直球とカーブの投球における上肢関節運動を定量的に比較検討することにより、若年期の野球投手の上肢の障害を引き起こす要因について基礎的な知見を得ることである。

1. 方 法

大学の野球部に所属する投手 6 名を対象として研究を行った。被検者の身長は 1.77 ± 0.03 m、体重は 68 ± 4 kg (平均値 \pm 標準偏差) であった (表 1)。これらの投手のうち 1 名 (subj. 6) は左投げであり、他の 5 名は右投げであった。いずれ

もオーバーハンドないしスリークォータと呼ばれるピッチングスタイルの投手であった。

十分な投球練習の後、各投手にブルペンの練習マウンドから正規の距離に位置する捕手に向けて、最大努力で直球を投げさせた。直球に続いて、カーブの投球練習を行わせ、同様にカーブを投げさせた。いずれの場合にも、投手が本来の投球ができなかったと感じた場合、および投球がストライクではなかった場合にはさらに投球を続けさせた。

投動作の撮影およびその分析方法は、すでに著者らが直球の投動作について報告したもの¹³⁾とおおよそ同じであった。すなわち、投動作をシャッターの開閉を完全に同期させた二台の 16 mm 高速カメラ (フォトソニック社, 16-1 PL) を用いて、右後方および左後方 (光軸間の角度約 60 度) から撮影した。カメラの位置は予備実験によってボールのリリースにいたるまでの腕の運動が観察しやすい場所とした。フィルムスピードは 200 コマ/秒 (露光時間: 1 / 2400 秒) であった。

被検者の身体各部位 (両側の肩峰点、投げる側の肘、手首) には黒色の粘着テープによりマークをつけ、腰の後ろにはマークをつけた長さ 40 cm の棒をベルトで取り付けた。さらに手部と前腕部

表 1 被検者の身体的特性と分析された試行におけるボールスピード

subject	age (yrs)	height (m)	body mass (kg)	ball speed (m/s)	
				fastball	curveball
1	20	1.75	69	36.7	29.6
2	21	1.76	74	37.4	29.4
3	22	1.73	68	32.8	27.0
4	22	1.80	72	34.5	29.4
5	19	1.75	67	33.7	28.2
6*	19	1.80	60	34.8	27.9
mean	21	1.77	68	35.0	28.6
S. D.	1	0.03	4	1.6	1.0

* : left-handed pitcher

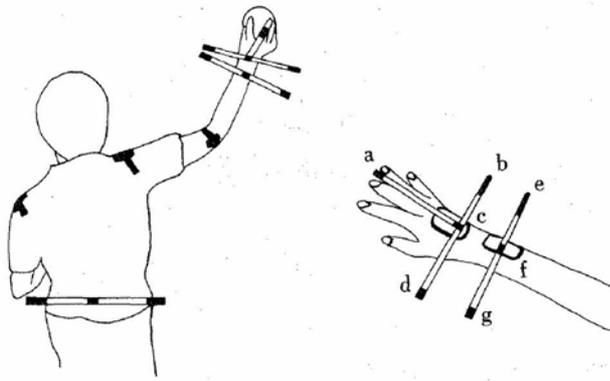


図1 手と前腕の運動の分析のための小ボール

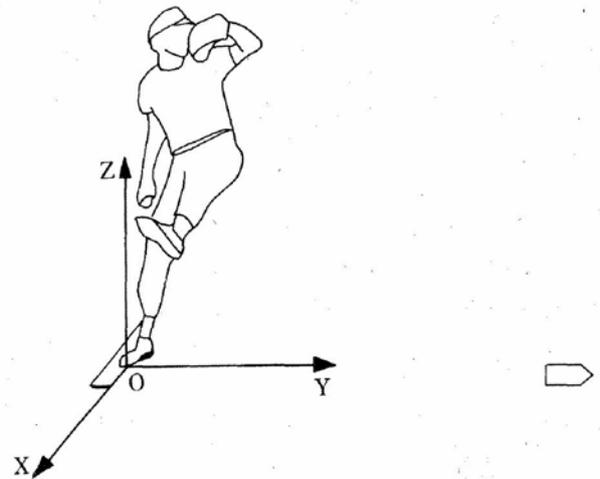


図2 本研究で用いた座標系（右投げ投手の場合）

の動きの分析を容易にするため、木製の棒と塩化ビニル製の板で作製した2つの部分からなる小ボール（各棒の長さ15 cm、重量計20 g）を手背部と前腕部（手背側）にずれないように固定した（図1）。

本研究では、手背部に取り付けた小ボールのうち横棒（b～c～d）は分析には用いなかった。

撮影によって得られた2本のフィルムのそれぞれ

れについて、身体各部位、腰の棒、手部と前腕部の小ボール上のマーク、およびボールの中心について座標計測を行い、DLT（Direct Linear Transformation）法^{1,7)}を用いてそれぞれの点の三次元座標値を求めた。

本研究では右投げの投手の場合には図2に示す

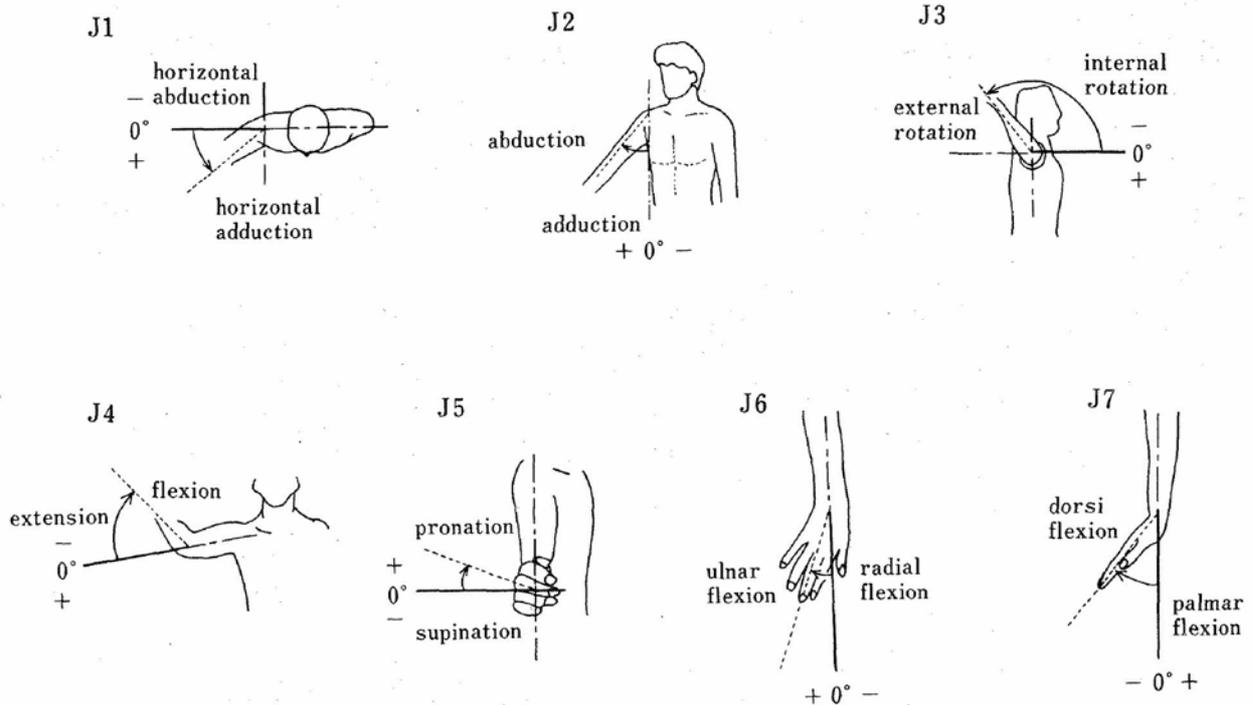


図3 上肢の関節角度の定義（J1：肩の水平位内転—水平位外転，J2：肩の外転—内転，J3：肩の内旋—外旋，J4：肘の伸展—屈曲，J5：前腕部の回内—回外，J6：手関節の尺屈—橈屈，J7：手関節の掌屈—背屈）

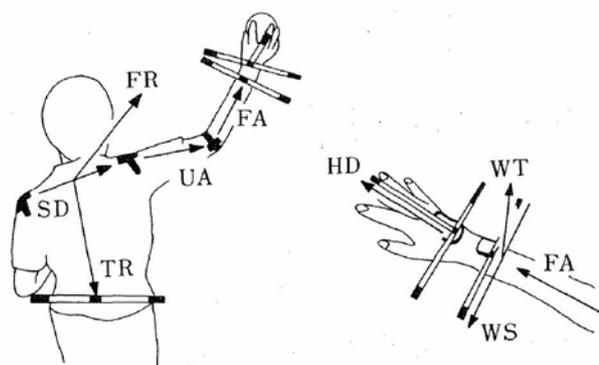


図4 角度の算出に用いたベクトルの模式図

ような座標系を採用した。すなわち、マウンド上のピッチングプレート前縁の軸足の爪先を原点とし、Z軸は鉛直に、Y軸はホームベースに向けて水平に、X軸は両軸に垂直で3塁ベース方向（ホームベースに向い右方向）に向くものとした。左投げの投手の場合にはY、Zの両軸は同じでX軸を反転させた座標系を採用し、各点の三次元座標値を得た後は右投げの被検者の場合とまったく同様に以下の処理を行った。

遮断周波数が13.3 Hzとなるデジタルフィルター¹⁷⁾を用いて各点の三次元座標値を平滑化した。得られた三次元座標値から、図3に示した7つの関節角度（J1：肩関節の水平位内転—水平位外転、J2：肩関節の外転—内転、J3：肩関節の内旋—外旋、J4：肘関節の伸展—屈曲、J5：前腕部の回内（内旋）—回外（外旋）、J6：手関節の尺屈—橈屈、J7：手関節の掌屈—背屈）を、ボールを投げる側の腕について計算で求めた。

本研究においてはそれぞれの体節および小ボールをベクトルであらわし（図4）、関節角度等はベクトルがなす角度として求めた。左肩から右肩へ向かうベクトルを \vec{SD} 、両肩の中心から両腰の中心へ向かうベクトルを \vec{TR} 、両者の外積 $\vec{SD} \times \vec{TR}$ を \vec{FR} とする。J1およびJ2は \vec{SD} と \vec{FR} がなす平面への \vec{UA} の投影（ \vec{UA}' ）と \vec{SD} のなす角、および \vec{TR} と \vec{UA} とのなす角とした。J3は前腕部（ \vec{FA} ）と \vec{FR} とを \vec{UA} に垂直な平面に投影したベクトル

をそれぞれ \vec{FA}' 、 \vec{FR}' とすると、 \vec{FA}' と \vec{FR}' のなす角度とした。J4は \vec{UA} と \vec{FA} がなす角とした。J5は前腕部に取り付けた小ボール \vec{WS} （e~g）と \vec{UA} とを \vec{FA} に垂直な平面に投影したベクトルをそれぞれ \vec{WS}' 、 \vec{UA}'' とすると、 \vec{WS}' と \vec{UA}'' のなす角度とした。J6およびJ7はそれぞれ、手節に取り付けた小ボール（ \vec{HD} ：c~a）の \vec{FA} と \vec{WS} がなす平面への投影（ \vec{HD}' ）と \vec{FA} がなす角、および \vec{FA} と \vec{WT} （ \vec{FA} と \vec{WS} との外積： $\vec{FA} \times \vec{WS}$ ）がなす平面への \vec{HD} の投影（ \vec{HD}'' ）と \vec{FA} がなす角とした。なお、これらの関節角度の表示法については日本整形外科学会・日本リハビリテーション学会により制定された「関節可動域表示ならびに測定法」¹⁸⁾を参考にして図3に示すようなものとした。

本研究では各被検者の両球種について各1投、ボールが手から離れる瞬間（リリース）を便宜的に1.00秒として0.60秒から1.04秒を分析の対象とした。同一時刻における6名の値から、各変量ごとに直球とカーブ別にその平均値と標準偏差を求めた。また直球とカーブの間の各変量間で統計的有意差があるかどうかを対のt検定法を用いて調べ、危険率5%以下をもって統計学的に有意な差とした。

なおフィルムからの座標計測にはフィルムモーションアナライザー（NAC社、160B）の映写ヘッド部とデジタイザ（グラフテック社、KD5050II）を用い、すべての計算はミニコンピュータ（データゼネラル社、MV-4000）を用いて行った。

2. 結 果

フィルムから求められた各投手の投球スピードはリリースの直後で、直球で 35.0 ± 1.6 m/s、カーブで 28.6 ± 1.0 m/s（それぞれ平均値±標準偏差）であった（表1）。

図5には、分析した時間範囲内での6名の被検

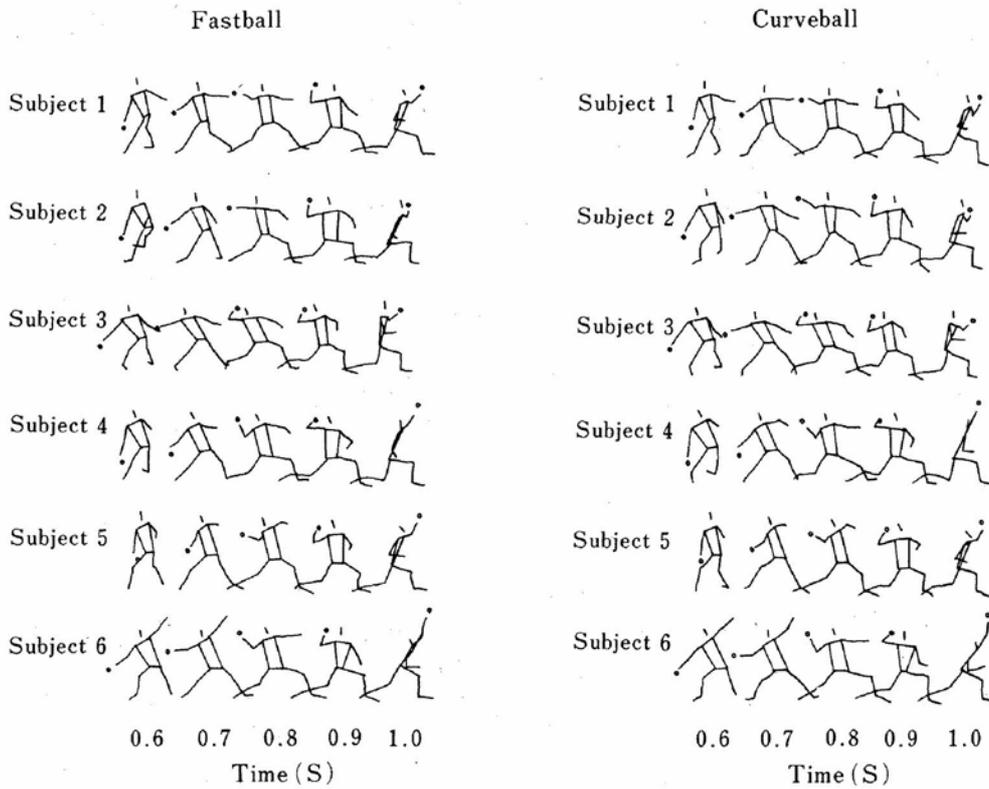


図5 Y-Z平面に投影した直球（左）とカーブ（右）の投球動作（リリースを1.0秒の時点とした）

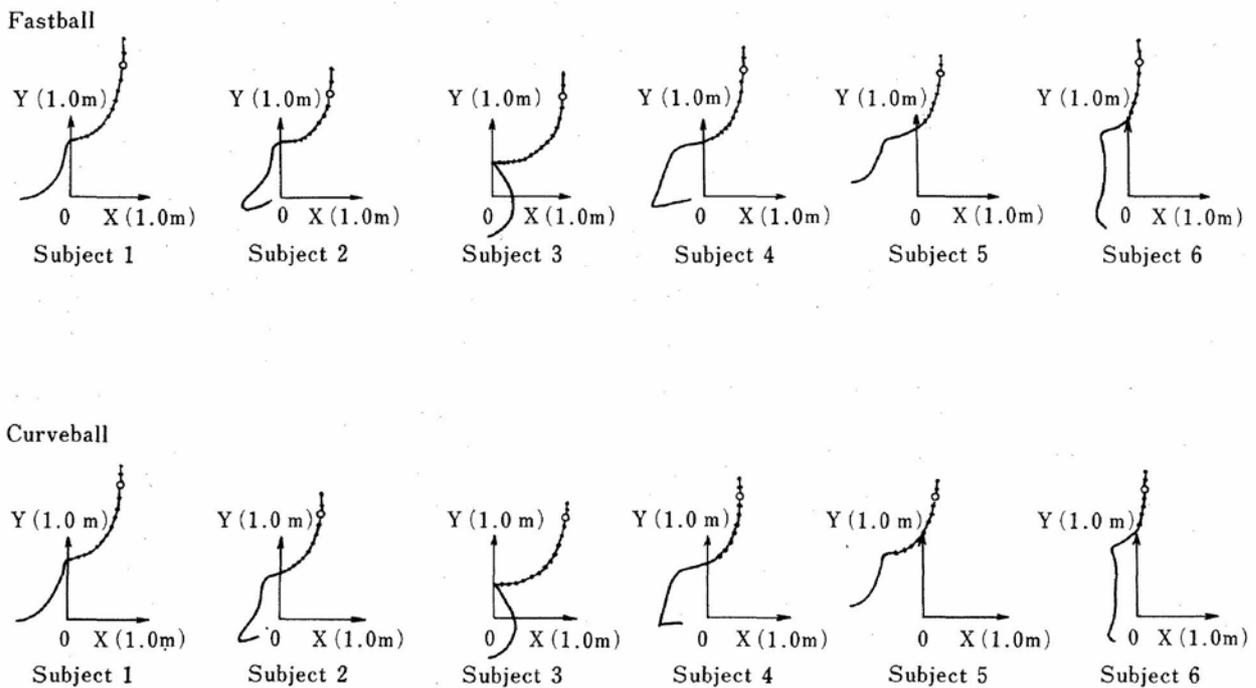


図6 X-Y平面に投影した直球（上）とカーブ（下）の投球動作中のボールの軌跡（1/200秒毎、○印の時点がリリース）

者の直球とカーブの投球動作を、Y-Z平面に投影したスティック図で示した。また、同じく6名の

被検者の動作中のボールの動きをX-Y平面に投影したものを図6に示した。いずれの場合もボー

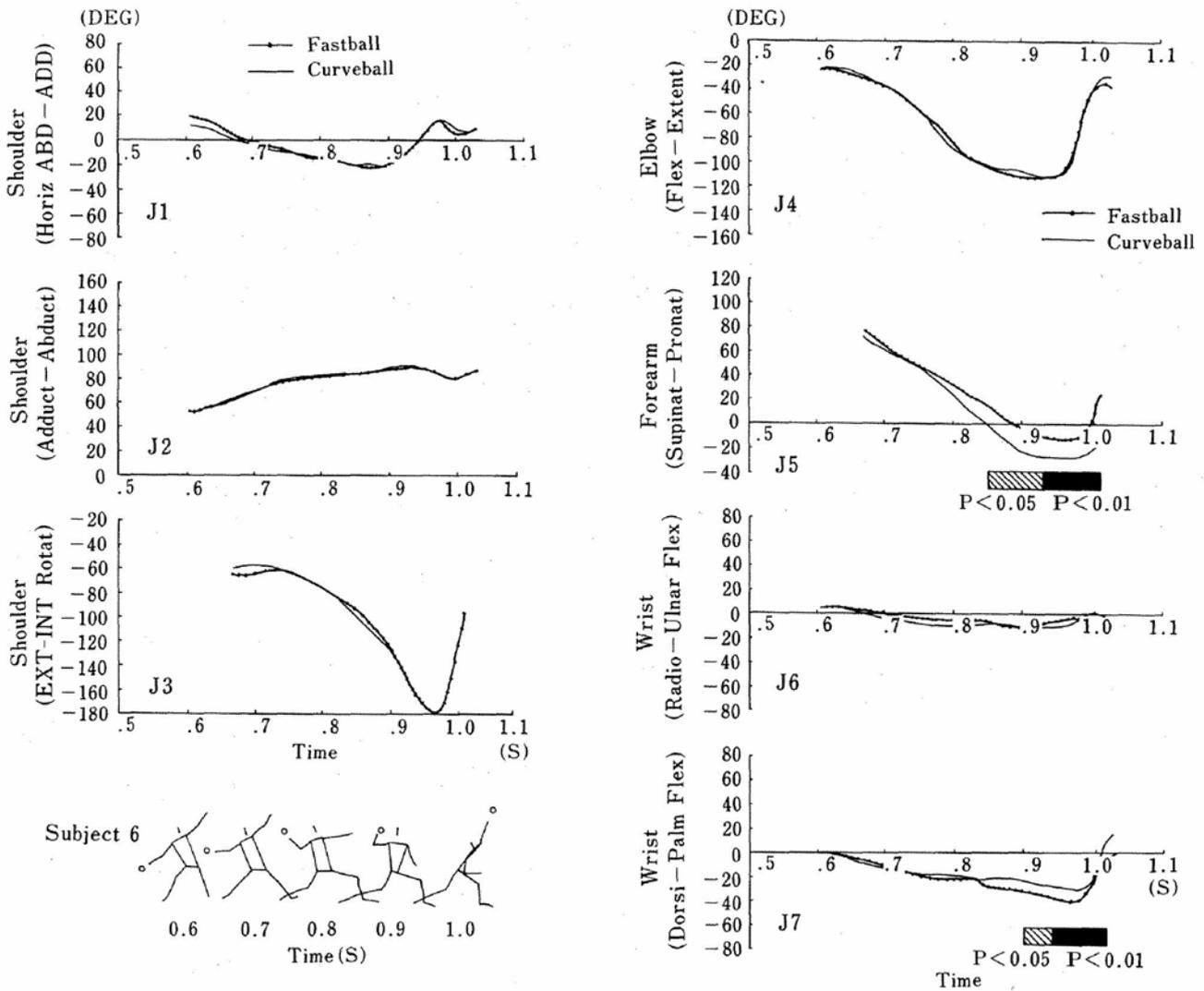


図7 直球とカーブ投球動作中のJ1からJ7の関節角度変化の比較
 (同一の時刻における6名の被検者の値の平均値。直球(太線)とカーブ(細線)の群間の有意差検定の結果をあわせて示す。斜線部は $P < 0.05$ 、また黒塗部は $P < 0.01$)

ルの軌跡は投球方向に対して直線的ではなかった。これらのスティック図およびボールの軌跡には、それぞれ被検者ごとに特徴が認められたが、両球種間での差異は明瞭でなかった。

投球中の上肢関節角度変化には個人差も認められたが、すべての被検者においてその変動の傾向としてはよく似たものであった。そこでJ1からJ7の関節角度変化について同一の時刻で6名の被検者の平均値と標準偏差を求めた結果を図7に示す。なお両球種間でその関節角度値に統計学的な有意差が認められた場合には、その有意レベル

(危険率)を同じ図中に示した。

J1(肩関節の水平位内転—水平位外転角)では、最初やや水平位内転の位置に上腕部があり、リリース前0.31~0.06秒前後に上腕部が両肩を結ぶ線を超えて水平位外転されその後再び水平位内転する傾向が認められた。J2(肩関節の外転—内転角)では、リリースに向けて上腕部は次第に挙上(外転)され、ほぼ体幹部に対して直角の位置に近づいた。J3(肩関節内旋—外旋角)については、投球動作中に急速に外旋し、最大位外転となり、その後急激に内旋しながらリリースにい

たっていた（直球の場合でリリース0.035秒前で最大外旋—181.9 ± 6.2度，リリース時には—124.5 ± 18.0度）。

J4（肘関節の伸展—屈曲角）については，伸展位から次第に屈曲しリリース前約0.15～0.05秒で最大屈曲となり，急速に伸展しリリース時にはほぼ伸展位に戻っていた。以上の肩関節角度および肘関節角度の変化には，球種間で統計学的に有意な差は認められなかった。

J5（前腕部の回内—回外角）では，両球種でともに最初回内位にあったものが次第に回外しリリース前にはやや回外位となり，その後急速に回内してリリースに至るという傾向が認められた。しかしながらカーブでは直球投球時に比べ，リリースの前後を通じて20～25度程度，より回外している状態にあった。J6（手関節の尺屈—橈屈角）は，他の関節運動に比べ最もその変動範囲が小さく，顕著な関節運動は認められなかった。J7（手関節の掌屈—背屈角）は，両球種とともに，投球動作中に次第に背屈しリリースの直前に最大背屈となり，掌屈しながらリリースとなる傾向が認められた。直球ではカーブに比べて，5～10度程度，より大きく背屈している傾向が認められた。

考 察

Atwaterのレビュー²⁾によれば，野球の投手についてこれまで報告されている最も大きな投球初速（スピード）は，試合中にスピードガン（レーダー）で測定されたノーラン・ライアン投手の45.1 m/sであり，以下多くの報告がある。本研究と同じ三次元映画分析法により大学野球投手の直球の投動作を撮影したFeltner & Dapena⁵⁾が33.5 m/s，またオーストラリアナショナルチームについてElliott, et al.⁴⁾が直球で35.1 m/s，カーブで28.2 m/sという投球スピードを報告している。本研究で得られた値はアマチュア投手を対象とした実験条件下でのこれらのボールスピー

ドとほぼ同じであった。

Feltner & Dapena⁵⁾は，野球の投手のリリース0.2秒前からの投動作中の肩と肘の動きを三次元的に分析し，リリース前の主要な動作として，肩の外旋に引き続いておこる内旋，肘の屈曲に引き続いておこる伸展を報告している。本研究においても同様な傾向が認められた。この他に前腕部の運動についても投球時の回内とそれに先立つ回外動作が認められ，関節の運動範囲も他の二者同様に大きなものであった。また，肩関節の水平位内転，手関節の掌屈というリリースに向けての動作の前にも，それぞれ水平位外転，背屈という反対向きの動作が認められた。すなわち，投手の投動作における腕の主要な関節運動は，リリース前後の肩関節の水平位内転と内旋，肘関節の伸展，橈尺関節（前腕部）の回内，手関節の掌屈であるが，いずれについてもそれに先行して，リリースに向かうのと逆の方向への運動（肩の水平位外転と外旋，肘の屈曲，前腕部の回外，手関節の背屈）が各関節でおきていた。

リリースに向かう動作に先立ちこれと逆方向への運動が各関節でおきることにより，関節の運動範囲は大きくなる。このようにボールの移動距離が大きいこと，あるいは関節の運動範囲が大きいことは，筋がパワーを発揮する時間とボールに力が加わる距離をのばして大きなエネルギーがボールに与えられることに寄与する¹⁸⁾ものと考えられる。さらに，筋に蓄えられた弾性エネルギーが再利用され，パフォーマンスを高めるために都合の良い動作である^{3,9)}とも考えられる。

なお，上述した動作の特徴は，直球とカーブの両球種の投動作にともに認められた。投動作のスティック図やボールの軌跡図からうかがわれるように，打者に直前まで球種を知らせないためにも，球種によって大きくその投動作が異なっているわけではない。両球種の投動作が，肩関節や肘関節の運動については本質的には同一のものであ

ることが示唆された。

直球とカーブの投球フォームの違いは前腕部と手関節の運動に認められた。すなわち直球を投げる時に比べてカーブの投球時には前腕部は20～25度程度回外している一方、手首についてはカーブの投球時に比べ直球投球時には5～10度程度背屈していた。

野球の指導書によれば、鋭いカーブを投げるためには人差し指と中指をぐいと下方に引き下ろすようなモーションが必要であるという⁸⁾。また野球の試合で投手がウォーミングアップをしているのを見ていると、カーブの投球練習の前には、捕手に次の投球がカーブであることを知らせるために、肘から先をひねって見せることがある。こうしたモーションは前腕の回外動作と手首の尺屈動作に相当する動作である。Hang⁹⁾はリトルリーグ投手の直球とカーブの投動作をストロボ撮影法で撮影し、肉眼で観察した結果、リリースの前後で直球では前腕部が回内していたのに対して、カーブでは回外動作が認められたと述べている。

本研究で得られた結果によれば、こうした前腕の回外動作はカーブ投球におけるリリース時にはおこっていなかった。また手首の尺屈動作がカーブ投球時に特に顕著に認められたわけでもなかった。つまりカーブにおけるボールの飛行軌跡の変化を引き起こすためのボールの回転は、回外動作や尺屈動作によって引き起こされるのではないと思われる。

それではどのようにしてカーブに特有の回転がボールに与えられるのだろうか。Stevenson¹⁵⁾は直球とカーブ投球時の、ボールから指が離れる順序を小さなスイッチを指先につけることによって調べた。その結果によれば、直球では人差し指と中指がボールから離れるのがほぼ同時であるのに対して、カーブでは人差し指が最後にボールから離れていた。こうした結果と上肢関節の角度変化をあわせて考えれば、手掌の向きによってボール

に回転が与えられると考えるのが自然であろう。すなわち、直球ではやや背屈した手掌がまっすぐ捕手の方にボールを押しことによって上向きのスピンのボールに与えられる。それに対してカーブでは、やや投手の身体の方(内側)に向いた手掌がボールをこするように押すことになるために、ボールに横方向のスピンの回転が与えられるのである。

以上に述べてきた結果はあくまでも動作の面からのみ見た結果であり、両球種の投動作において実際に肘や手首でどのような力(あるいはモーメント)が作用しているのかは不明である。ただし上腕骨の内側上顆をその起始とする前腕の屈筋群は、その作用としては主として前腕部の回内と手関節の掌屈を司る。直球の投球に比べ前腕が回外した状態から急激に回内および掌屈がおきるカーブの投球動作においては、より大きな力がこれらの筋の起始部となっている内側上顆等に作用することも考えられる。したがって、カーブの投球が直球の投球に比べて発育期の投手の上肢関節障害により強く結び付く可能性は否定できない。今後はこうした運動力学的な観点からもさらに研究を深めなければならないと考えられる。

ま と め

野球の投手の前腕部と手部に小ボールを取り付け、三次元映画分析法を用いることにより、投げる側の腕の肩、肘、前腕(橈尺)、手のそれぞれの関節角度について投動作中の角度変化が求められた。この分析法により直球とカーブを投げる際の投動作における腕の運動を明らかにすることが可能となった。それによれば、両球種の投動作における主要な腕の関節運動は、ともに、リリース前後の肩関節の水平位内転と内旋、肘関節の伸展、橈尺関節(前腕部)の回内、手関節の掌屈であり、いずれについても、その運動に先立ち逆方向への運動(肩関節の水平位外転と外旋、肘関節の屈曲、橈尺関節(前腕部)の回外、手関節の背屈)が認

められた。また、肩関節、肘関節の運動には両球種間で差異は認められなかったが、前腕部の回内・回外、および手関節の背屈・掌屈の運動間に両球種間で差異が認められた。すなわち、カーブ投球時には直球投球時に比べて、前腕部はやや回外、手関節はやや掌屈している傾向にあった。このことによってカーブ投球時により大きな力が上腕骨内側上顆に加わり、野球肘等の原因となる可能性も否定できないと考えられた。

文 献

- 1) Abdel-Azis, Y. I., Karara H. M.; Direct linear transformation from computer coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. Proc. ASP Symp. on Close-range Photogrammetry. American Society of photogrammetry, Falls Church. (1971)
- 2) Atwater, A. E.; Biomechanics of overarm throwing movements and of throwing injuries. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 7, 43-85 (1979)
- 3) Cavagna, G. A., Saibene, F. P. and Margaria, R.; Effect of muscle work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *J. Appl. Physiol.*, 20, 157-158 (1965)
- 4) Elliott, B., J. R. Grove, B. Gibson, B. Thurston; A three-dimensional cinematographic analysis of the fastball and curveball pitches in baseball. *Int. J. Sport Biomech.*, 2, 20-28 (1986)
- 5) Feltner, M., J. Dapena; Dynamics of the shoulder and elbow joints of the throwing arm during a baseball pitch. *Int. J. Sport Biomech.*, 2, 235-259 (1986)
- 6) Hang, Y.; Little league elbow—A clinical and biomechanical study. Biomechanics VIII—A, H. Matsui and K. Kobayashi (eds), Human Kinetic Publishers Inc., Champaign, IL, 70-85 (1983)
- 7) 池上康男; 写真撮影による運動の三次元的解析法, *J. J. Sports Sci.*, 2, 163-170 (1983)
- 8) Jordan, P.; Pitching. —The keys to the excellence—, Sports Illustrated Winner's Circle Books, New York (1988)
- 9) Komi, P., Bosco, C.; Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports*, 10, 261-265 (1978)
- 10) 宮下充正, 他; 発育期の野球選手の投能力に関する研究, *デサントスポーツ科学*, 1, 84-90 (1981)
- 11) 日本整形外科学会身体障害委員会, 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会編; 関節可動域表示ならびに測定法, *リハビリテーション医学*, 10, 119-123 (1973)
- 12) Pappas, A. M., R. M. Zawacki, T. J. Sullivan; Biomechanics of baseball Pitching—A preliminary report, *Am. J. Sports Med.*, 13, 216-222 (1985)
- 13) 桜井伸二, 他; 野球の投手の投動作の三次元動作解析, *体育学研究*, 35, 143-156 (1990)
- 14) Sisto, D. J., et al.; An electromyographic analysis of the elbow in pitching. *Am. J. Sports Med.*, 15, 260-263 (1987)
- 15) Stevenson, J. M.; Finger release sequence for fastball and curveball pitches, *Can. J. Appl. Spt. Sci.*, 10, 21-25 (1985)
- 16) Vaughn, R. E.; An algorithm for determining arm action during overarm baseball pitchers, Biomechanics IX—B, D. A. Winter, et al. (eds), Human Kinetic Publishers Inc., Champaign, IL, 510-515 (1985)
- 17) Winter, D. A.; Biomechanics of Human Movement, John Wiley & Sons, Inc., New York, 9-46 (1979)
- 18) 吉福康郎; 投げる—物体にパワーを注入する. *J. J. Sports Sci.*, 1, 85-90 (1982)
- 19) 柚木 脩; 整形外科的側面からみた問題点—少年野球について—, *臨床スポーツ医学*, 4, 767-772 (1987)