

研究ノート

バスケットボールのワンハンドショット動作における 上肢に関する分析的研究

An analytical study on the upper extremity in one-hand shot of basketball

岩本 良裕¹⁾・門多 嘉人²⁾
Yoshihiro IWAMOTO¹, Yoshito KADOTA²

Abstract

The purpose of this study was to clarify the upper extremity in a one-handed basketball shot, using a three-dimensional DLT method and stress sensor.

Four male university basketball players were the subjects of this study. They were asked to throw free throws. These motions were filmed by two VTR cameras. 3D landmark coordinates of the subjects were calculated by the DLT method, and the load on each finger was measured by the stress sensor.

The following major results were obtained:

1. The angle of abduction and flexion at the shoulder joint at the lock were different according to the ball position of each subject.
2. The angle of internal rotation at the shoulder joint at the lock was about 95 degrees and the elbow position stayed near by the upper torso.
3. The prime extreme extension after the lock started at the elbow joint, and extension at the elbow joint continued after ball release; the maximum angle was 150 degrees.
4. Palmar flexion immediately before ball release and the timing of ball release at the wrist movements were different for each subject.
5. Regarding the value of load on each finger, that on the index finger was biggest. The sum of the loads on the index finger, middle finger, and ring finger accounted for 85% of the total.
6. Regarding the order of ball release, first was the thumb, second was the little finger, followed by the index finger, middle finger, and ring finger.

Key word : ball control, three-dimensional motion analysis, value of load

1. 緒 言

1891年バスケットボールの創案に当たったJ. ネイスミスは、ゴールを選手の頭上に、水平に開くように設置することを思いついた。そうすることにより、全力で力強く投げ入れのではなく、力をコントロールして投射することになるであろうと予想したからであった²⁾。

通常バスケットボールのワンハンドショット動作は、膝関節の伸展に伴う下肢の力を体幹を通して上肢に移

し、肩関節、肘関節の伸展と上肢末端部へと伝えながら、最終的に手と指からそれらの力をボールに加えていき、放物線を描くように上方にボールを投射する。そして距離に応じて必要な力をボールに加えている。その力の調節は主に上肢の動きによって行われている。巧みな上肢の動きから適切な初速度と投射角を与えられたボールは、ゴールへ吸い込まれていく。従ってショット動作は、ボールにどのように力を加えていくのか。そのためにどのようにボールに手と指を接するのか。また上肢の関節運動をいかにうまくスムーズに行うかが大切なポイント

1) 東京学芸大学 *Tokyo Gakugei University*

2) 東京都立航空工業高等専門学校 *Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering*

となる。

これまでショット動作については、数多くの研究がなされている⁹⁾。それらの多くは、膝関節と肩関節そして肘関節の関節運動について2次元的分析をしたものである。また手関節や手指についての研究例はあまりみることができない。近年動作分析の分野では、3次元分析を行うことができるようになった。しかし、バスケットボールのショット動作について報告した例はまだみることができず、解明されていない部分が多い。またボールをどのように持ち、力を加えているかについて、手指の働きについても報告した例が少なく⁸⁾¹⁵⁾、明らかになっていないところである。

そこで本研究では、ワンハンドショット動作における上肢の運動について3次元解析を行い、併せて手指の荷重値を測定し分析することにより、ワンハンドショット動作におけるボールと上肢の関係について明らかにすることを目的とした。

2. 方 法

2-1. 被験者

被験者は、T大学バスケットボール男子部員3名で、競技歴は7年以上の者である。被験者の選択にあたっては、部活動練習中において年間を通じてフリースロー成功率が8割以上で特にショット動作に熟練したもののの中から部の指導者によって選ばれた者である。被験者の身体的特徴、競技歴等は表1に示した通りである。

2-2. 実験方法

1) 試技条件

被験者は試技にあたり、それぞれ3本練習を行い、その後ワンハンドによるフリースローショットを連続4本ずつ行った。試技は以下の条件下で行われた。

- (1) バスケットボールコートでのフリースローラインの中央に、体の中央がくるように位置すること。
- (2) 右足のつま先をフリースローラインにあわせること。

各試技は「用意」の合図でショットの構えをさせた後、カメラのフラッシュの光を合図にショット動作を開始させた。フリースローラインからゴールの中心までの距離は4.225 m、ボールはバスケットボール公式認定球7号ボールを使用した。

2) 実験装置

(1) ショット動作の撮影

試技に先立ち被験者の身体各部位に測定用のマークを貼付した。マークした部位は、左右の肩峰、肘、手首、手、大転子である。VTRカメラを被験者の正面と側方に設置し、毎秒60コマで撮影した。2台のカメラの同期はフラッシュの光で取ることにした。

2方向から撮影したVTR画像をFDW (Frame DIAS for Windows (株)ディケイエイチ社製)で各マークした点をデジタルイズ、被験者別にショット動作における上肢のスティックピクチャーを作成し、3次元動作分析を行った。

(2) 手指の荷重値の測定

被験者の右手第1指から第5指までの指先に、直径15mmの極薄型の感圧抵抗素子(FRSセンサー(株)ディケイエイチ社製)をつけた。その位置は各被験者がボールをリリースする時に使う部位に取り付けるように指示した。(図1)センサーからの電圧をFSアンプを通し、AD変換機(PowerLab / 8 sp)を介して、パーソナルコンピュータ(NEC PC - 9821 Ls 12 Aile)に出力した。実験装置配置図は図2に示す通りである。

2-3. 分析項目

本実験から得られたワンハンドショット動作時の上肢の関節運動と右手指の荷重値について以下の項目別に分析を加え検討を行った。

- (1) ショット時の肩関節外転、屈曲及び水平位内転の角度について
- (2) ショット時の手関節及び肘関節の角度について
- (3) ショット時の上肢の関節運動について
- (4) ボールリリース時の各手指の荷重について
- (5) ボールリリース時の各指のリリース順序について

表1 被験者

被験者	年齢 (years)	身長 (cm)	投手	ポジション	競技歴 (years)
Y. T.	20	170	右	ガード	7
Y. N.	22	172	右	ガード	14
T. O.	22	180	右	センター	10

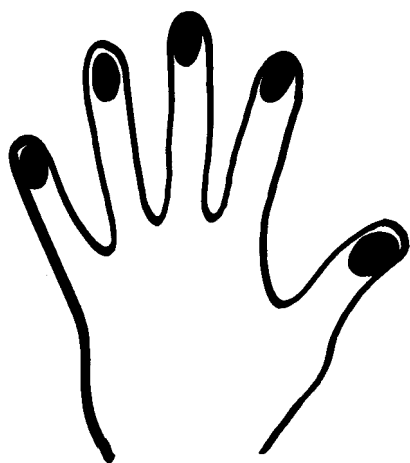


図1 ショット時における右手各指のセンサーの位置

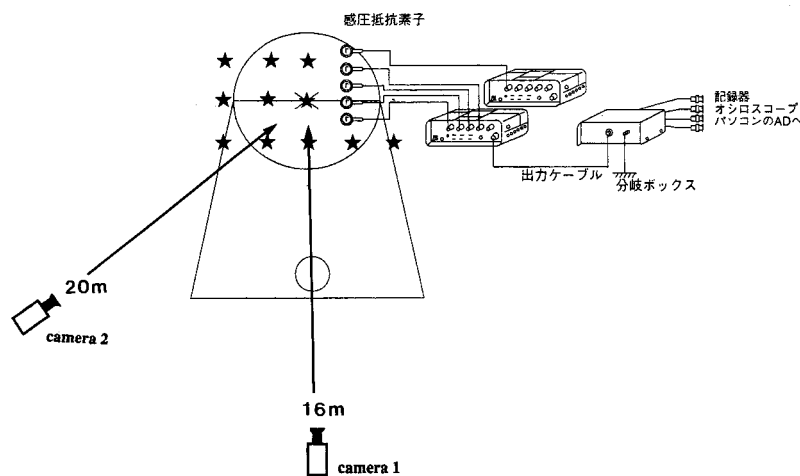


図2 実験装置配置図

3. 結果

3-1. ワンハンドショット動作の上肢関節運動

通常ショット動作は、一連の動きの中で途中ボールを頭上にセットして構える時期がある。この局面は普通ロックの状態にあると呼ばれ、肩関節と肘関節の角度変化が一時停止し、増減がみられなくなった時期のことを表している。そこで本研究では、この時期をロック時と定義することとし、実験から得られた肩関節、肘関節の角速度の変位からその地点を求め、以下分析を進めることにした。

表2は各被験者のワンハンドショット動作時の肩関節外転・屈曲角度、肩関節水平位内転角度、肘関節角度、手関節角度のロック時とボールリリース時及びそれぞれの角度の最大値を表したものである。

これより肩関節外転・屈曲角度は、それぞれの被験者においてロック時に、 $88.88^\circ \pm 4.72^\circ$ 、 $95.18^\circ \pm 4.35^\circ$ 、 $118.75^\circ \pm 10.44^\circ$ とかなりの個人差がみられた。その後リリースに向かいそれぞれ、 $105.60^\circ \pm 6.88^\circ$ 、 $122.75^\circ \pm 10.72^\circ$ 、 $126.25^\circ \pm 4.57^\circ$ と増加し、最大値はリリース後、 $133.75^\circ \pm 4.83^\circ$ 、 $140.00^\circ \pm 2.16^\circ$ 、 $134.60^\circ \pm 4.92^\circ$ となっていた。また肩関節水平位内転角度は、ロック時に $92.68^\circ \pm 3.44^\circ$ 、 $95.45^\circ \pm 3.30^\circ$ 、 $97.23^\circ \pm 2.74^\circ$ と3名ともほぼ同じ値を示した。その後若干角度を小さくしながらリリースに向かっていた。

次に肘関節については、ロック時に $74.58^\circ \pm 3.36^\circ$ 、 $69.65^\circ \pm 6.50^\circ$ 、 $86.53^\circ \pm 5.68^\circ$ となり、その後のリリースに向かつてほかの関節に先立ち、急激に伸展する

(図3～図5)。それにつれて急激に角度が増加し、リリース時には、 $104.28^\circ \pm 5.98^\circ$ 、 $114.55^\circ \pm 27.18^\circ$ 、 $129.25^\circ \pm 4.79^\circ$ となっていた。リリース後も伸展を続け、最大値 $153.38^\circ \pm 6.48^\circ$ 、 $151.15^\circ \pm 8.10^\circ$ 、 $154.75^\circ \pm 11.59^\circ$ となった。

そして次に手関節についてみると、ロック時に $148.75^\circ \pm 5.75^\circ$ 、 $163.75^\circ \pm 11.81^\circ$ 、 $156.25^\circ \pm 9.22^\circ$ となり、ボールを保持している状態である。その後リリースに向かい角度が変化していくが、その後の手関節の動きには、被験者により違いがみられた。

被験者Y.T.はロック時に入る前から手関節の背屈動作が始まり、背屈動作が終了すると肘関節の伸展と同期して掌屈動作に移り、肩関節外転・屈曲角度の増加と伴にリリースに向かい、急激な掌屈動作に入っている(図3)。リリース時の手関節角度は $185.20^\circ \pm 8.10^\circ$ であった。また被験者Y.N.は被験者Y.T.とほぼ同様な傾向がみられたが、リリース直前の手関節角度に違いがみられた。それはリリースに向かい掌屈動作の途中で一時的に角度変化が止まる、いわゆる「ため」の状態が観察された(図4)。これは4試技行ったすべての動作に認められ、「ため」の後、急激な掌屈動作に移り、リリースされていた。リリース時の角度は $169.75^\circ \pm 11.81^\circ$ であった。次に被験者T.O.は、ほかの2名に比べリリースのタイミングが速く、手関節の掌屈動作が始まるとすぐにボールをリリースしていた。従ってリリース時の手関節角度は3名の被験者のうちで最も小さく、 $156.25^\circ \pm 9.22^\circ$ であった(図5)。

表2 4 試投の各時点における上肢の関節角度 (deg) の平均値及び標準偏差

被験者Y. T.

関節	最終ロック	リリース	最大
肩関節 外転屈曲	88.88±4.72	105.60±6.88	133.73±4.83
肩関節 水平位内転	92.68±3.44	85.68±2.03	97.30±0.70
肘関節	74.58±3.36	104.28±5.78	153.38±6.48
手関節	148.73±5.75	185.20±8.10	255.78±7.51

被験者Y. N.

関節	最終ロック	リリース	最大
肩関節 外転屈曲	95.18±4.33	122.75±10.72	140.00±2.16
肩関節 水平位内転	95.45±3.30	87.03±8.63	99.73±3.48
肘関節	69.65±6.50	114.55±27.18	151.50±8.10
手関節	163.75±11.81	197.50±9.88	260.25±12.94

被験者T. O.

関節	最終ロック	リリース	最大
肩関節 外転屈曲	118.75±10.44	126.25±4.57	134.60±4.92
肩関節 水平位内転	97.23±2.74	90.53±4.95	101.94±2.01
肘関節	86.53±5.68	129.25±4.79	154.75±11.59
手関節	156.25±9.22	188.00±5.48	254.25±7.27

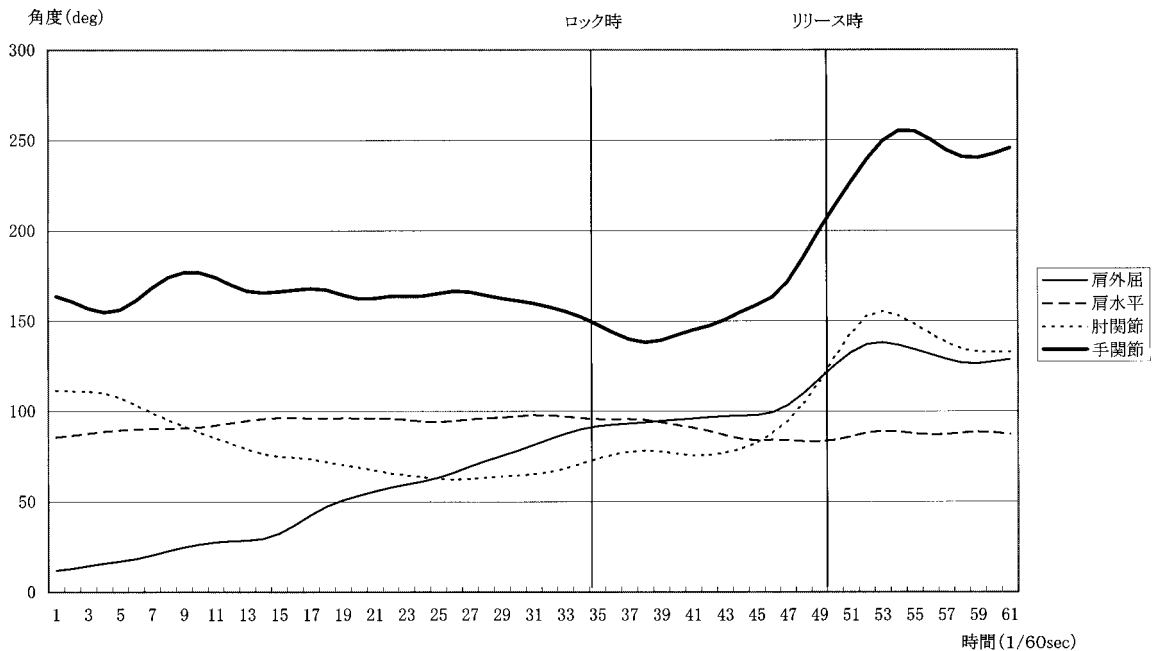


図3 関節角度変化 (被験者Y. T.)

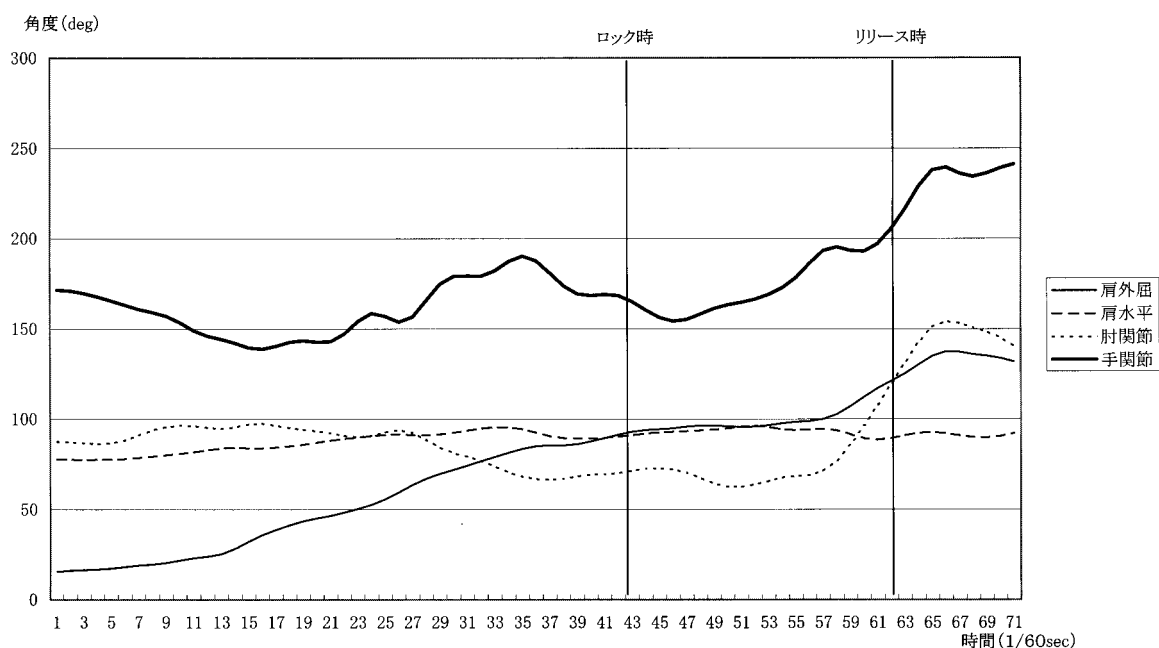


図4 関節角度変化(被験者Y.N.)

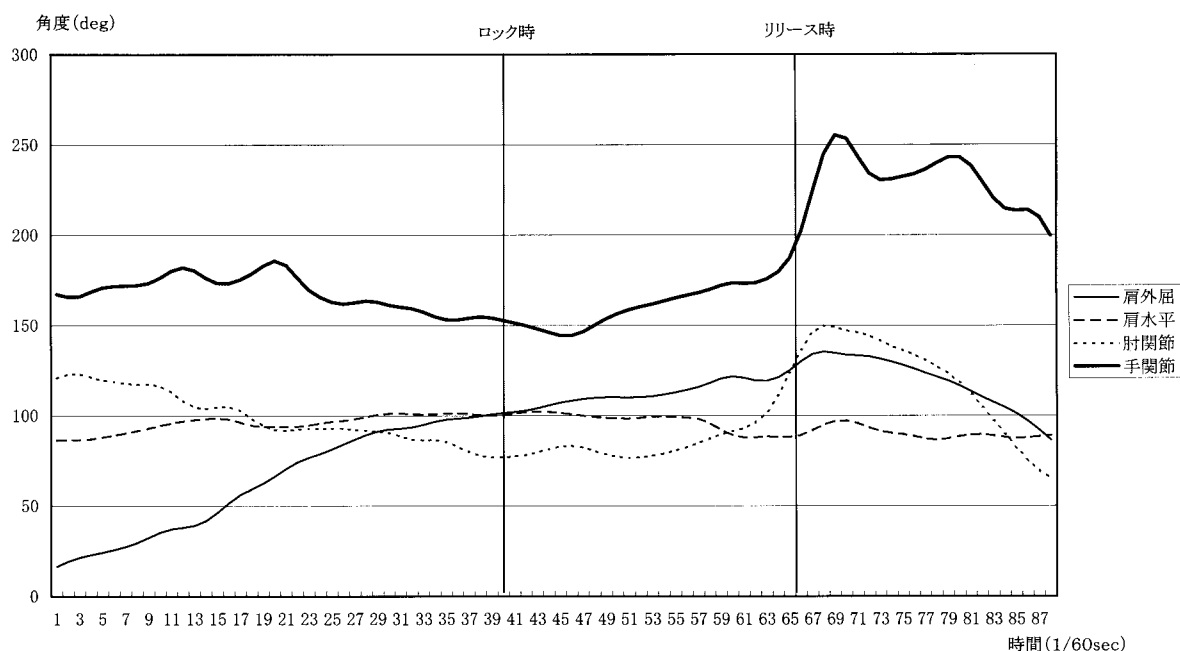


図5 関節角度変化(被験者T.O.)

3-2. ワンハンドショット動作時における指の荷重値

実験から得られた荷重値の波形から、各験被者別に各指の最大荷重値を求めたものが表3である。これにより各指別に比較すると最も高い値を示した指は第2指であった。被験者のうち1名は、第2指の荷重が全体に占める割合が52.8%になっていた。次に高い値を示した指は第3指、第4指であった。第2指と合わせたこの3指で全体の85%以上を占めていた。また第1指と第5指の荷重

値は低い割合となっていた。

3-3. ワンハンドショット動作時における各指のボールリリース順序

各指のボールリリース順序は、被験者3名ともまず第1指そして第5指がボールから離れ、続いて第2指、第3指、第4指がほぼ同時に離れていた。

表3 各被験者におけるシュート時の手指の最大荷重値とその割合

被験者Y. T.					
投球	第1指 (平均: %)	第2指 (平均: %)	第3指 (平均: %)	第4指 (平均: %)	第5指 (平均: %)
1 投目	63.0(2.81)	1128.0 (50.39)	441.0 (19.70)	379.0 (16.93)	227.5 (10.16)
2 投目	54.0(2.43)	1160.0 (52.17)	357.5 (16.08)	333.0 (14.98)	319.0 (14.35)
3 投目	98.0(4.96)	1005.0 (50.89)	395.0 (20.00)	343.0 (17.37)	134.0 (6.78)
4 投目	33.0(1.49)	1275.0 (57.74)	396.0 (17.93)	305.0 (13.81)	199.0 (9.01)
平均 (mV)	62.0±27.09	1142.0±111.02	397.4±34.16	340.0±30.57	219.9±76.80
平均 (%)	2.92±1.49	52.80±3.34	18.43±1.81	15.75±1.67	10.08±3.15
被験者Y. N.					
投球	第1指 (平均: %)	第2指 (平均: %)	第3指 (平均: %)	第4指 (平均: %)	第5指 (平均: %)
1 投目	0.5 (0.02)	744.0 (31.54)	633.0 (26.83)	691.0 (29.29)	290.5 (12.31)
2 投目	0.5 (0.02)	835.0 (37.85)	527.5 (23.91)	589.0 (26.70)	254.0 (11.51)
3 投目	0.5 (0.02)	1043.0 (46.20)	517.0 (22.90)	415.0 (18.38)	282.0 (12.49)
4 投目	0.5 (0.02)	889.5 (39.39)	531.0 (23.52)	565.0 (25.02)	272.0 (12.05)
平均 (mV)	0.5	877.9±125.38	552.1±54.24	527.5±113.95	277.1±156.9
平均 (%)	0.02	38.75±6.03	24.29±1.73	24.85±4.65	12.09±0.43
被験者T. O.					
投球	第1指 (平均: %)	第2指 (平均: %)	第3指 (平均: %)	第4指 (平均: %)	第5指 (平均: %)
1 投目	19.0 (1.39)	498.0 (36.48)	391.0 (28.64)	289.0 (21.17)	168.0 (12.31)
2 投目	37.5 (2.81)	426.5 (31.98)	398.5 (29.88)	337.0 (25.27)	134.0 (10.05)
3 投目	26.0 (2.23)	282.5 (24.28)	374.0 (32.14)	366.0 (31.46)	115.0 (9.88)
4 投目	1.0 (0.07)	398.0 (29.42)	344.0 (25.42)	351.0 (25.94)	259.0 (19.14)
平均 (mV)	20.9±15.29	401.3±89.65	376.9±24.19	335.8±33.34	169.0±63.88
平均 (%)	1.63±1.17	30.54±5.06	29.02±2.80	25.96±4.23	12.85±4.33

4. 考 察

バスケットボールのワンハンドショット動作について、今回得られた結果から各局面ごとに考察を加えると次のようになる。すなわち、まずロック時において、肩関節外転・屈曲角度に個人差がみられた。これはロック時のボールを構える位置と関係し、頭上のどの位置にボールをセットするかによって違いがでてくる。その差が被験者それぞれの関節角度に表われてきたと考えられる。また水平内転角度は、95°前後で、脇をしめた状態で構えられていたといえる。

その後ボールリリースに向かい上肢の関節運動は、まず肘関節が急激な伸展を開始した。それに続いて肩関節、手関節の屈曲が始まっていた。肘関節はリリース後も伸展を続け、その後150°程度まで伸展したが、最大伸展位の180°までには至っていなかった。これはフリースローショット動作における肘関節の関与の大きさを示し

ていると思われる。

ボールリリース前後の手関節の動きとリリースのタイミングにかなりの個人差がみられた。ボールリリース時における手関節運動は、ボールコントロールに関与しているといわれている²¹⁾。その手関節運動に個人差がみられ、個人による特徴が観察された。これはボールコントロールの仕方に影響を与えていると考えられる。しかし、これについては今回被験者が3名と少なく、その影響について検討し、一般化するまでには至らないので、今後被験者数を増やし、さらなる分析を加えていきたいと思う。

また、リリース時の各指の荷重値については、第2指の役割が大きいこと、第1指と第5指はボールの保持に携わっていると考えられる。

各指のボールリリース順序については、ボスハンドショットについて同様な研究を行った松岡ら¹⁵⁾の報告では、最終リリース指は第3指が最も多かったと報告している。また、岩本ら⁸⁾の報告でもワンハンドショット及

びボスハンドショット共に第3指が多いと報告されているが、今回の結果からは、第2指と第3指そして第4指がほぼ同時にリリースされていた。このことから被験者によって個人差があると思われる。

5. ま と め

本研究の目的は、バスケットボールのワンハンドショット動作時における上肢の動きについて3次元解析を行い、併せて手指の荷重値を測定し、ボールと上肢との関係について明らかにしようとするものであった。

得られた結果は以下の通りである。

1. ロック時の肩関節外転・屈曲角度は、ボールの構えた位置により、各被験者により差がみられた。
2. 肩関節の水平位内転角度は、ロック時に95°前後で脇をしめた状態で構えていた。
3. 肘関節はロック後、最初に急激に伸展を開始し、リリース後も伸展し続け、その後150°程度まで伸展した。
4. 手関節については、リリース直前の掌屈動作とボールリリースのタイミングに個人差がみられた。
5. 指の荷重値については、第2指に最大値がみられ、それに第3指、第4指を含めた3本の指の合計値は全体の85%以上を占めていた。
6. ボールリリース順序は、第1指そして第5指の順で、続いて第2指、第3指、第4指がほぼ同時であった。

文 献

- 1) American Sport Education Program, Coaching Youth Basketball, Human kinetics, 1995. pp. 95-100.
- 2) Frank G. Menke, The Encyclopedia of Sports, 1969, pp. 150-152. A.S. Barnes & Company.
- 3) HAL WISSEL, BASKETBALL Steps to Success, Human Kinetics, 1994. pp. 32-43.
- 4) 細川磐(1968) バスケットボールのワンハンドショットについて - 肘関節の角度とシュート率 - 体育学研究12(5): 200.
- 5) 細川磐(1969)バスケットボールのワンハンド・ショットの分析的研究 - 手関節について - 体育学研究13(5): 254.
- 6) 細川磐(1970)バスケットボールのワンハンドショットについて - ショットフォーム - 体育学研究14(5): 304.
- 7) 石原文吉(1959)Basket ballにおけるFree throwの分析 体育学研究4(1): 138.
- 8) 岩本良裕, 門多嘉人, 青木拓郎, 加藤敏明, 古村溝, 中山大輔(2000)バスケットボールのワンハンドショット動作における手指に関する分析的研究 東京学芸大学紀要52-5: 179-185.
- 9) 岩本良裕, 関四郎, 波多野義郎(1977)日本体育学会におけるバスケットボールに関する研究報告の文献調査 東京体育学研究4: 59-64.
- 10) JAMES G. HAY, THE BIOMECHANICS OF SPORTS TECHNIQUES, PRENTICE HALL, 1973. pp. 232-240.
- 11) Jerry V. Krause, Basketball SKILLS & DRILLS, Leisure Press, 1991. pp. 33-45.
- 12) John W. Scott, Step - by - Step Basketball Fundamentals FOR THE PLAYER & COACH, PRENTICE HALL, 1989. pp. 3-24.
- 13) 加藤敏明, 関四郎, 岩本良裕, 中村雅之(1979)バスケットボールにおけるジャンプショットに関する一考察 - ボールリリースのタイミングについて - 日本体育学会第29回大会号 pp. 360.
- 14) 加藤敏明, 関四郎, 古村溝, 岩本良裕(1983)バスケットボールにおけるボールハンドリングに関する一考察 東京体育学研究10: 103-107.
- 15) 松岡孝博, 三浦修史, 松岡敏恵(1983)バスケットボールのショット分析 - リリース時の指先について - 日本体育学会第34回大会号 pp. 567.
- 16) 峰村昭三(1968)バスケットボールのシュートモーションについて(特にセットシュート) 体育学研究11(5): 131.
- 17) Nancy Lieberman - Cline, Robin Roberts, BASKETBALL for Woman, Human Kinetics, 1996. Pp. 137-151.
- 18) ROBERT A. FOX, Basketball The Complete Handbook of INDIVIDUAL SKILLS, PRENTICE HALL, 1988. pp. 115-174.
- 19) 徳山宏, 後藤幸弘, 辻野昭(1971)バスケットボールにおけるフリースロー動作の分析的研究 体育学研究15(5): 214.
- 20) 塚越克己, 笠井恵雄, 小川新吉, 岩崎義正, 多和健雄, 鯛谷隆, 寄金義紀, 勝田茂, 春山国広(1963)運動の習熟過程に関する基礎的研究 - バスケットボールのセットシュートについて - 体育学研究8(1): 373.
- 21) 植屋清見, 渋川侃二, 吉本修, 石田俊丸, 桐生武夫,

藤江学, 水田拓道, 松永尚久, 藤巻公裕(1971)投げにおけるスナップの力学的研究 体育学研究 15(5): 122.

図 説

図 3 ~ 5

波形は, スタートからボールリリース後までの各関節角度の変化を示す.

肩外屈: 肩関節外転・屈曲角度

肩水平: 肩関節水平位内転角度

肘関節: 肘関節角度

手関節: 手関節角度