アーチェリーにおける世界トップ選手のシューティング動作の 時間配分に関する特徴:世界ターゲット選手権大会の男女個人戦の ゴールドメダリストを対象として

高井 秀明¹⁾ 久保 陽子²⁾ 荒木 雅信³⁾

Hideaki Takai¹, Yoko Kubo² and Masanobu Araki³: Characteristics of time spent on each phase during archery shooting: A study of the men's and women's individual gold medalists from the World Outdoor Archery Championships. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci., 54: 399-404, December, 2009.

Abstract : This study investigated the characteristics of the world's top archery athletes, focusing on the amount of time spent on every phase of shooting. Case studies were conducted on the Recurve men's individual gold medalist and the Recurve women's individual gold medalist; the mean time and the coefficient of variation of the mean for each phase of their shooting were calculated and compared with those of all their opponents from the 1/64 Elimination Round to the Finals. Additionally, the mean time for each phase of shooting was calculated for every match, and then these values were compared with one other. It was found that the aiming time—the time spent aiming at the target's center before shooting—of both the male and female individual gold medalists was distinctly different from those of their opponents. The male gold medalist's coefficient of variation of the mean aiming time was smaller than those of his opponents in all matches from the 1/64 Elimination Round to the Finals, except in the 1/16 Elimination Round. The aiming time of the female gold medalist was shorter than those of her opponents in all matches from the 1/64 Elimination Round to the Finals. Both medalists' aiming times remained constant throughout all of their matches. The above results suggest that the aiming time of the male and female individual archery gold medalists is a distinct characteristic of their shooting technique.

Key words : aiming time, phase structure of movement, motor skill

キーワード : エイミング時間, 局面構造, 運動技術

1 はじめに

アーチェリーは、決められた時間内に決められた数の矢を射ち、得点を競う競技である。オリンピック種目であるリカーブ部門では、雷以外の天候であればいかなる風雨でも競技を実施するため、

風や雨の状況をみながら制限時間内に矢を完射することが要求される。第25回オリンピック競技大会(1992年/バルセロナ)からトーナメント方式が導入されてからは、対戦相手との心理的な攻防に加え、1ラウンドの合計発射本数は12本、1本につき40秒という時間的制約の中でシューティングしなければならない。近年のルール改正により、

- 1) 日本体育大学大学院体育科学研究科
〒158-8508 東京都世田谷区深沢 7-1-1
- 2) (社)全日本アーチェリー連盟
〒150-8050 東京都渋谷区神南 1-1-1
- 3) 大阪体育大学大学院スポーツ科学研究科
〒590-0496 大阪府泉南郡熊取町朝代台 1-1
連絡先 高井秀明

1. Graduate School of Health and Sport Science, Nippon Sport Science University
7-1-1 Fukasawa, Setagaya-ku, Tokyo 158-8508
2. All Japan Archery Federation
1-1-1 Jinnan, Shibuya-ku, Tokyo 150-8050
3. Graduate School of Sport and Exercise Sciences, Osaka University of Health and Sport Sciences
1-1 Asashirodai, Kumatori-cho, Sennan-gun, Osaka 590-0496
Corresponding author 07n0004h@nittai.ac.jp

オリンピックラウンドにおいて選手が交互にシューティングするときには、さらに1本あたりの制限時間が30秒に短縮された。これに伴いシューティングスタイルも1本のシューティングに長く時間をかけるスタイルから、瞬時に狙いを定め短い時間でシューティングを行なうスタイルへと変遷してきている。従って、アーチェリーにおいてシューティング時間の短縮は競技力向上に大きく関与すると考えられる。

アーチェリーのシューティング動作は、一般的に①スタンス、②セット、③ノッキング、④セットアップ、⑤ドロ잉、⑥フルドロ、⑦リリース、⑧フォロースルーの8節により構成されたと考えられており、これらの動作を遂行する時間をシューティング時間とする。シューティング動作を運動の局面構造(Meinel, 1960)として分類すると、①から③までが準備局面、④のセットアップから⑦のリリースまでが主要局面、⑧のフォロースルーが終末局面となる。これまでのアーチェリーに関する研究は、主要局面の中でも特に⑥のフルドロや⑦のリリースに焦点をあてたものが多くみられ、筋電図(Martin et al., 1990; Clarys et al., 1990; Ertan et al., 2003; Soyulu et al., 2006; Ertan et al., 2005)や心拍(Keast and Elliott, 1990; Salazar et al., 1990)、脳波(Salazar et al., 1990; Landers et al., 1991)などの指標から検討がなされている。時間的側面では、Keast and Elliott (1990)により、得点の良し悪しと、的に対して狙いを定める時間であるエイミング時間との関係について検討されており、低得点を示したときのほうが高得点を示したときよりもエイミング時間が延長する選手がみられたものの、顕著な差はなかったと報告されている。しかし、シューティングは上記の8節から成るものであり、それぞれの動作にかかる時間の配分について検討された研究はみられない。

また、オリンピック競技大会や世界大会のように競技レベルの高い大会になると、実力の拮抗した選手同士の対戦となる。事実、前述のトーナメント方式の導入以後、オリンピック競技大会や世界大会において、同じ選手の連覇が減少している(International Archery Federation, 2008)。つまり、

トーナメント方式の競技会ではトップレベルの選手であれば誰が優勝してもおかしくないが、トップ選手(ゴールドメダリスト)はその大会において他の選手よりも秀でている要因があるために優勝することができる。その要因が明らかになれば、大会までのコンディション調整の目安や指標ができ、競技力向上への一助になると考えられる。

そこで、本研究では世界トップ選手のシューティング動作における局面構造毎の時間配分に関する特徴について明らかにすることを目的とし、第44回世界ターゲット選手権大会におけるリカーブ部門の男女個人戦のゴールドメダリストを対象に事例的に検討を行なうこととする。

II 方 法

1. 対象試合

2007年7月7日から15日までの間、ドイツのライプツィヒで開催された第44回世界ターゲット選手権大会におけるリカーブ部門の男女個人戦の1/64予選ラウンドから決勝ラウンドまでの試合を分析対象とした。

2. 対象選手

分析対象の選手は、個人戦のゴールドメダリストの男女2名(男子、I選手; 女子、V選手)とかれらの1/64予選ラウンドから決勝ラウンドまでの試合における対戦相手の選手とした。

3. シューティング動作の局面構造

シューティング動作をMeinel (1960)の運動の局面構造を参考に、本研究では4つの局面に区分した。1-2の局面は、シューティングが可能となる合図のブザー音が鳴ってから弓をセットアップするまでの間のことである。ここでのセットアップとは、弓と矢をもった両手をあげて、弓を引こうとするまでの動作を意味する。2-3の局面は、弓をセットアップしてからアンカリング(引き手の人差し指を顎の下やその近くに固定する動作)までの間のことである。3-4の局面は、アンカリングしてから矢をリリースするまでの間のことであ

り、エイミング時間のことを指し示す。エイミング時間とは、弓の付属品である照準器を使用して照準点と的の中心を合わせて射つために狙いを定める時間のことである。4-5の局面は、矢をリリースしてからフォロースルーが終わるまでの間のことである。Meinel (1960) の運動の局面構造からいうと、1-2の局面がシューティング技術の準備局面となり、2-3と3-4の局面が主要局面、4-5の局面が終末局面となる。

4. 試合の記録

試合中の選手のシューティング動作を記録するために、競技会場内にある観客席の中段にビデオカメラ (SONY HDR-HC3: 30fps) を設置し、各選手の全身を追跡録画した。これらの録画した映像をコマ送り再生し、シューティング動作における局面構造毎の所要時間を求めた。

5. シューティング時間の分析

シューティング時間は、シューティング動作における局面構造毎の平均時間と局面構造毎の時間の変動を表す変動係数 (以下, CV) を算出し、評価した。統計処理には統計解析プログラムの ANOVA4 on the Web を用いて分散分析を行ない、事後の検定は Ryan 法による多重比較を行なった。これらの分析においては、有意水準を 5% 未満とした。

III 結 果

1. 個人間の比較

Table 1 は、1/64 予選ラウンドから決勝ラウンドまでの試合における男子個人戦のゴールドメダリストの I 選手とその対戦相手の選手を対象に発射本数、得点、シューティング動作の局面構造毎の平均時間、分散分析の結果、平均時間の CV を示している。全試合で I 選手とその対戦相手の選手の 1-2 の局面の時間は 2-3, 3-4, 4-5 の局面よりも長かったが、全試合における選手間での一貫した顕著な差異はみられなかった。しかしながら、I 選手は 1/16 予選ラウンド以外の 1/64 予選ラウンドか

ら決勝ラウンドまでの全試合で、対戦相手の選手よりも 3-4 の局面の平均時間の CV が小さかった。それに対して、3-4 の局面以外では、対戦相手の選手と比較して平均時間の CV は各試合によって様々であった。

Table 2 は、1/64 予選ラウンドから決勝ラウンドまでの試合における女子個人戦のゴールドメダリストの V 選手とその対戦相手の選手を対象に発射本数、得点、シューティング動作の局面構造毎の平均時間、分散分析の結果、平均時間の CV を示している。全試合で V 選手とその対戦相手の選手は 1-2 の局面の時間が 3-4, 4-5 の局面よりも長かったが、全試合における選手間での一貫した顕著な差異はみられなかった。しかしながら、V 選手は 1/64 予選ラウンドから決勝ラウンドまでの全試合で、対戦相手の選手よりも 3-4 の局面の平均時間の CV が大きかった。それに対して、3-4 の局面以外では、対戦相手の選手と比較して平均時間の CV は各試合によって様々であった。

2. 個人内の比較

男子個人戦のゴールドメダリストである I 選手の試合 (1/64 予選ラウンド, 1/32 予選ラウンド, 1/16 予選ラウンド, 1/8 予選ラウンド, 準々決勝ラウンド, 準決勝ラウンド, 決勝ラウンド; 7) の 1-2 局面の平均時間は分散分析の結果、試合の主効果が有意であり ($F(6,66)=3.25, p<.01$), 1/8 予選ラウンドは 1/32 予選ラウンド, 準決勝ラウンド, 決勝ラウンドより長かった ($MSe=53.87, p<.05$)。2-3 局面の平均時間は分散分析の結果、試合の主効果が有意であり ($F(6,66)=7.00, p<.001$), 準々決勝ラウンドは 1/64 予選ラウンド, 1/32 予選ラウンド, 1/16 予選ラウンド, 準決勝ラウンドより長かった ($MSe=0.06, p<.05$)。また, 1/32 予選ラウンドは 1/8 予選ラウンド, 決勝ラウンドより短かった ($MSe=0.06, p<.05$)。3-4 局面と 4-5 局面の平均時間は分散分析の結果、試合の主効果は認められなかった。

女子個人戦のゴールドメダリストである V 選手の試合 (7) の 1-2 局面の平均時間は分散分析の結果、試合の主効果が有意であり ($F(6,66)=2.65, p<$

Table 1 Number of shots, score, mean time for each phase of shooting (sec), result of ANOVA, and coefficient of variation of mean (CV) for Men's Individual gold medalist I and his opponents in every match

Match	Athlete	Number of shots	Score	Mean time for each phase (sec)				Result of ANOVA (<i>F</i> value)			Coefficient of variation of mean time (CV)			
				1-2	2-3	3-4	4-5	Athlete	Each phase	Athlete×Each phase	1-2	2-3	3-4	4-5
1/64 Elimin	I	12	111	13.14	2.46	2.65	1.60	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=3.36^*$	77.39	4.80	24.90	2.44
	K	12	102	18.61	7.68	3.17	1.77	10.57***	67.58****		33.59	17.76	52.67	13.99
1/32 Elimin	I	12	112	7.97	2.45	2.91	1.64	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=4.21^{**}$	84.89	6.14	20.72	4.88
	W1	12	105	13.66	2.70	3.63	1.99	6.94*	42.38****		49.45	3.49	31.42	5.36
1/16 Elimin	I	12	109	10.24	2.53	4.31	1.60	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=23.76^{****}$	49.98	20.40	61.02	26.06
	P1	12	108	21.05	6.63	6.86	2.16	54.88****	174.31****		20.76	11.42	17.06	2.32
1/8 Elimin	I	12	111	17.86	2.77	3.56	1.38	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=0.35$	68.02	5.57	22.46	18.90
	H1	12	102	21.83	4.16	3.86	1.69	1.11	34.10****		82.69	10.13	34.02	2.56
Quarterfinals	I	12	112	11.50	2.98	3.68	1.53	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=3.13^*$	82.45	10.44	33.32	19.90
	X	12	107	18.43	3.40	3.61	1.82	4.14	41.51****		47.83	12.04	40.69	6.01
Semifinals	I	12	115	8.19	2.63	4.37	1.56	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=5.85^{***}$	34.32	3.69	23.09	14.86
	W2	12	107	7.08	3.33	1.70	1.87	3.64	67.56****		34.53	9.46	58.07	18.34
Finals	I	12	110	6.73	2.76	3.95	1.58	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=4.86^{***}$	43.33	5.93	33.70	13.51
	T	12	108	8.55	3.83	2.11	1.48	0.38	52.77****		44.44	12.37	42.76	23.47

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.005$, **** $p<.001$ **Table 2** Number of shots, score, mean time for each phase of shooting (sec), result of ANOVA, and coefficient of variation of mean (CV) for Women's Individual gold medalist V and her opponents in every match

Match	Athlete	Number of shots	Score	Mean time for each phase (sec)				Result of ANOVA (<i>F</i> value)			Coefficient of variation of mean time (CV)			
				1-2	2-3	3-4	4-5	Athlete	Each phase	Athlete×Each phase	1-2	2-3	3-4	4-5
1/64 Elimin	V	12	107	10.49	3.90	0.61	1.90	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=3.82^*$	64.82	13.21	89.67	20.10
	H2	12	103	14.30	2.90	2.71	2.09	6.25*	87.97****		25.93	5.71	33.86	12.07
1/32 Elimin	V	12	106	8.86	3.85	1.24	1.81	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=7.26^{****}$	60.72	3.99	59.96	12.57
	H3	12	105	15.56	4.40	3.18	2.50	18.88****	79.65****		38.15	18.28	21.05	18.91
1/16 Elimin	V	12	107	15.34	3.78	1.03	1.45	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=1.42$	121.67	9.56	62.60	23.56
	A	12	82	25.50	3.60	4.60	2.00	3.39	20.15****		88.45	7.55	54.92	4.91
1/8 Elimin	V	12	110	9.92	3.98	1.11	1.69	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=9.13^{****}$	38.93	11.35	68.61	8.65
	G	12	102	13.56	2.82	2.84	1.88	10.83***	191.76****		23.59	13.60	23.92	3.18
Quarterfinals	V	12	108	7.92	4.45	1.20	1.75	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=16.87^{****}$	42.82	9.60	52.67	10.68
	Z	12	106	14.14	4.14	2.41	1.84	20.75****	140.89****		31.36	7.83	38.45	6.08
Semifinals	V	12	109	5.12	4.12	0.86	1.76	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=3.26^*$	24.50	10.11	72.23	5.95
	E	12	101	6.18	3.47	2.03	1.74	4.59*	65.08****		43.08	6.19	44.46	6.48
Finals	V	12	108	4.01	4.07	1.18	1.63	$F(1,22)=$	$F(3,66)=$	$F(3,66)=14.08^{****}$	41.83	8.86	60.73	10.47
	P2	12	106	8.53	4.57	2.86	1.65	42.67****	64.45****		34.63	10.60	36.56	11.73

* $p<.05$, *** $p<.005$, **** $p<.001$

.05), 1/16 予選ラウンドは準決勝ラウンド, 決勝ラウンドより長かった ($MSe=63.60$, $p<.05$). 2-3 局面の平均時間は分散分析の結果, 試合の主効果が有意であり ($F(6,66)=4.20$, $p<.005$), 準々決勝

ラウンドは 1/64 予選ラウンド, 1/32 予選ラウンド, 1/16 予選ラウンド, 1/8 予選ラウンドより長かった ($MSe=0.14$, $p<.05$). 3-4 局面の平均時間は分散分析の結果, 試合の主効果は認められなかった. 4-5

局面の平均時間は分散分析の結果、試合の主効果が有意であり ($F(6,66)=5.70, p<.001$)、1/16 予選ラウンドは1/64 予選ラウンド、1/32 予選ラウンド、準々決勝ラウンド、準決勝ラウンドより短く ($MSe=0.04, p<.05$)、1/64 予選ラウンドは決勝ラウンドより長かった ($MSe=0.04, p<.05$)。

IV 考 察

本研究では、世界トップ選手のシューティング動作における局面構造毎の時間配分に関する特徴について明らかにすることを目的とし、第44回世界ターゲット選手権大会におけるリカーブ部門の男子個人戦のゴールドメダリストであるI選手と女子個人戦のゴールドメダリストであるV選手を対象に事例的に検討を行なった。

男子個人戦のゴールドメダリストであるI選手と女子個人戦のゴールドメダリストであるV選手のシューティング動作における局面構造毎の時間配分に関する特徴は、かれらの対戦相手の選手と比較すると、シューティング動作の主要局面の3-4の局面であるエイミング時間以外の局面では顕著な違いがみられなかったため、エイミング時間にあることがうかがえる。I選手は1/16 予選ラウンド以外の1/64 予選ラウンドから決勝ラウンドまでの全試合で、対戦相手の選手よりもエイミング時間のCVが小さく、V選手は全試合で、対戦相手の選手よりもエイミング時間のCVが大きかった。つまり、I選手はエイミング時間の変動が対戦相手の選手よりも小さいといえる。また、V選手のエイミング時間の変動が大きいという結果は、エイミング時間が短かったことによるものと考えられる。理想的なエイミング時間は、一般的に1-3秒であり、エイミング時間に3秒以上の時間を費やすことは避けるべきであるといわれている (Lee and De Bondt, 2005)。つまり、エイミング時間の短いほうがシューティングする上で好ましい状態であると考えられている。V選手のようにエイミング時間が短ければ、風や雨などの環境による影響を受けにくいと思われるため、エイミング時間の短縮は競技力向上の一助になりえると推察され

る。これらのことから、I選手にとってはエイミング時間の変動が小さいこと、V選手にとってはエイミング時間が短いことが、高いパフォーマンスを安定して発揮するために重要な役割を果たすのではないかと考えられる。

男子個人戦のゴールドメダリストであるI選手の全試合の中で最も注目すべき試合は、1/16 予選ラウンドの試合である。前記したように、全試合の中で唯一この試合だけが、対戦相手のP1選手よりもエイミング時間のCVが大きく、さらにそれ以外の全局面においても同様の結果を示した。かれらの得点をみると、I選手の得点は109点であり、P1選手の得点は108点であった (International Archery Federation, 2007)。I選手にとって唯一この試合だけが、得点差1点の僅差の試合であった。また、I選手のこの得点は、かれの全試合の中で最低得点でもあった。これらのことから、I選手にとって、シューティング時間のCVと得点には深い関連性があると考えられる。Eysenck and Calvo (1992) は、心理的ストレス状況下における処理効率性とパフォーマンスの有効性の関係について処理効率性理論を提唱し、心理的ストレスの喚起による不安の増加などは注意の処理資源を不足させ、処理効率性とパフォーマンスの有効性を低下させると述べている。I選手にとって、得点の競り合いが心理的ストレスとなり、それによりシューティング時間の変動が大きくなった可能性が考えられる。また、心理的ストレスが多かったためによるものか、なんらかの理由により心理的ストレスに対処できなかったという可能性もある。しかしながら、実際の試合の場面で心理的ストレスを評価することは困難であり、今後このような事例を積み重ね、さらに検討が必要であると思われる。

男女の個人戦のゴールドメダリストの特徴をより詳細に評価するために、個人内でシューティング動作の局面構造毎に試合間の平均時間について検討した。その結果、男子のI選手は1-2局面と2-3局面において、女子のV選手は1-2局面、2-3局面、4-5局面において試合間で差がみられたが、両選手ともに3-4局面に試合間で有意な差はみら

れず、試合間でエイミング時間が一定であったといえる。このようにエイミング時間が一定であることが、パフォーマンスの安定につながったと考えられる。

以上により、男子個人戦のゴールドメダリストであるI選手と女子個人戦のゴールドメダリストであるV選手のシューティング動作における局面構造毎の時間配分に関する特徴は、エイミング時間にあることが明らかになった。エイミング時間の調整のみが優勝に貢献する要因というわけではないが、エイミング時間の長さや一定性が、大会に向けた調整の良否をうかがう目安のひとつとなる可能性を示したといえる。

V ま と め

本研究の目的は、世界トップ選手のシューティング動作における局面構造毎の時間配分に関する特徴を明らかにすることであり、男子個人戦のゴールドメダリストであるI選手と女子個人戦のゴールドメダリストであるV選手を対象とし、事例的に検討を行なった。

その結果、男子個人戦のゴールドメダリストは、1/16 予選ラウンド以外の1/64 予選ラウンドから決勝ラウンドまでの全試合で、対戦相手の選手よりもエイミング時間のCVが小さかった。また、女子個人戦のゴールドメダリストは、1/64 予選ラウンドから決勝ラウンドまでの全試合で、対戦相手の選手よりもエイミング時間が短かった。さらに、両選手ともにエイミング時間は一定であった。

これらのことから、男女ともに個人戦のゴールドメダリストのシューティング動作における局面構造毎の時間配分に関する特徴は、エイミング時間にあることがうかがえた。

文 献

Clarys, J. P., Cabri, J., Bollens, E., Smeckx, R., Taeymans, J., Vermeiren, M., Van Reeth, G., and Voss, G. (1990) Muscular activity of different shooting distances, different release techniques, and different performance levels, with and

without stabilizers, in target archery. *Journal of Sports Sciences*, 8: 235–257.

Ertan, H., Kentel, B., Tümer, S. T., and Korkusuz, F. (2003) Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human Movement Science*, 22: 37–45.

Ertan, H., Soylu, A. R., and Korkusuz, F. (2005) Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15: 222–227.

Eysenck, M. W. and Calvo, M. G. (1992) Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6: 409–434.

International Archery Federation (2007) Outdoor Archery World Championships Result Page. http://www.archeryworldcup.org/UserFiles/Document/Results/Results/07_WC_Outdoor_Leipzig/IEFRM.pdf.

International Archery Federation (2008) Medallists Page. <http://www.archery.org>.

Keast, D. and Elliott, B. (1990) Fine body movements and the cardiac cycle in archery. *Journal of Sports Sciences*, 8: 203–213.

Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Salazar, W., Crews, D. J., Kubitz, K. A., Gannon, T. L., and Han, M. (1991) The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23: 123–129.

Lee, K. and De Bondt, R. (2005) Total Archery. Korea: Samick Sports Co.

Martin, P. E., Siler, W. L., and Hoffman, D. (1990) Electromyographic analysis of bow string release in highly skilled archers. *Journal of Sports Sciences*, 8: 215–221.

Meinel, K. (1960) *Bewegungslehre : Versuch einer Theorie der sportlichen Bewegung unter pädagogischem Aspekt*. Berlin: Volk und Wissen.

Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M., Crews, D. J., and Kubitz, K. A. (1990) Hemispheric asymmetry, cardiac response, and performance in elite archers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61: 351–359.

Soylu, A. R., Ertan, H., and Korkusuz, F. (2006) Archery performance level and repeatability of event-related EMG. *Human Movement Science*, 25: 767–774.

(平成20年3月27日受付)
(平成21年5月7日受理)