

一流女性綱引競技者におけるチーム牽引技術の鳥瞰的分析

著者	山本 博男, 中川 真宏, 岡 美成, 清水 聡一, 六田 茂行, ゴディフレイ ムクアヤ
雑誌名	教育工学・実践研究
巻	33
ページ	61-67
発行年	2007-09-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/7496

一流女性綱引競技者におけるチーム牽引技術の鳥瞰的分析

A bird's-eye analysis of team pulling technique
performed by elite female tug-of-war athletes

山本博男 中川 真宏* 岡 美成* 清水 聡一*
六田 茂行** ゴディフレイ・ムクアヤ***

Hiroh YAMAMOTO, Masahiro NAKAGAWA, Yoshinari OKA,
Soh-ichi SHIMIZU, Sigeyuki ROKUTA and Mukwaya Godfrey

Abstract

The purpose of this study was to clarify the team pulling technique during first 1 second of drop phase for Japanese female elite tug of war team from the view point of the rope line. In order to examine the pulling movement of the competitive situation, digital video camera was set on the ceiling of the gymnasium, the games, performed by 5 elite teams (finalists) and 5 normal teams (non finalists) in 2006 All Japan Tug of War Championship tournament, were videotaped from right above the lane and analyzed by using two-dimensional motion analysis system. As for backward pulling distance (BPD), puller 1, 2, 4 and 6 of the elite team pulled the rope longer distance significantly ($p < 0.05$). And also, some rope slanting angles of the elite team had smaller angle than normal team significantly ($p < 0.05$). These results suggest that elite team pulled both the rope longer distance and more straight line than normal team. It is concluded that pulling rope straight line might be one of the techniques in tug of war.

Key words: tug of war, team pulling technique, backward pulling distance, pulling direction, rope-straight line

I. 緒言

綱引競技(以下、綱引と略記する)は綱を両方から互いに引き、牽引力を競い合うスポーツである。公式のルールでは、1チーム8人で相手を4m引いた方の勝ちとなり、体重によって階級が分けられている。近代オリンピックにおいても、第2回パリ大会から第7回アントワープ大会まで公式種目でもあった綱引は、1960年に設立された国際綱引連盟(TWIF)が2002年

に国際オリンピック委員会(IOC)に加盟し、今後の発展の可能性を秘めている。近年、TWIFの主催で2年に1度行われる世界インドア綱引選手権^{注1)}において、日本勢の活躍が目立っている。女子は480kg級において5大会で4回の優勝(2002, 2004, 2006年の3連覇を含む)、男子も2004年には金沢レスキュー隊(石川)が600kg級での初優勝を果たした。また、アジア綱引選手権大会^{注2)}男子600kg級において

平成19年3月30日受理

* 金沢大学大学院 教育学研究科 保健体育専攻

** 金沢大学教育学部内地留学生

*** 日本政府(文部科学省)教員研修留学生

も、第1回から日本勢が6連覇(2002、2004の佐川急便東京(東京)の連覇を含む)を果たし、2006年には進友会(長野)が優勝、城端綱引クラブ(富山)が3位と、早期開業を目指す北陸新幹線沿線を主軸としたチームが活躍をみせている。単に力比べと捉えられがちなこのスポーツにおいて、欧米各国に比べ身体能力で劣るといわれる日本勢が世界で活躍しているところに、綱引における「技術」の重要性が見て取れる。

綱引の技術についての研究は既にいくつか行われており、主に、「いかに各選手がそれぞれ力を発揮するか」と、「いかにチーム全体としての力を発揮するか」の大きく2つに分けられる。各選手が力を発揮する技術については、Nakagawa et al. (2005)が異なる競技レベルのホールド、ドライブ両局面(綱引における3局面(Tanaka et al. 2004)、ドロップ局面:競技開始直後の牽引力の急激な発揮局面、ホールド局面:相手に引かれている、あるいは相手の牽引に耐えている局面、ドライブ局面:相手を引いている局面)における牽引姿勢について2次元的に明らかにし、Tanaka et al. (2005)がドライブ局面における上級競技者の牽引動作について3次元的に明らかにしている。

しかしながら綱引は1対1ではなく多人数対多人数で行う競技であるがゆえに、単に選手各個人が大きな力を出すことに加え、8人の力をいかに無駄なく綱を引く力として利用するかが重要であり、選手各々が発揮する牽引力を効率的に利用するためにはチームとしての高度な技術が必要である。例えば日本綱引連盟の機関誌には、綱引において8人で発揮する牽引力は、1人1人の牽引力の単純合計よりも上級者で約20%低い値を示すと記されている。これは綱が竿のような剛体でなくやわらかいため、ロープを一直線に保つことが極めて難しいという綱引の特性から引き起こされる。ロープを引く選手それぞれが力を加える方向の微妙なズレから生まれるのである。さらに、Tanaka et al. (2006)は、ドロップ局面における牽引力発揮タ

イミングの重要性について指摘し、牽引力発揮のタイミングを8人が合わせることで、力の分散を最小限に抑えられることを明らかにしている。Tanaka et al. (2006)が着目したドロップ局面は、相撲における「立ち合い」とも言うべき競技開始直後の重要な局面である。ドロップ局面において自分達に有利な形を作ることさらに戦況をも有利に展開していくことができる。従来、綱引における力の分散について牽引力に着目した実験に関連して、実際の試合においてロープが作りだす曲線の形状や、力の方向のずれによって起こる力の分散について局面ごとに調べられた研究は皆無に等しい。

従って本研究の目的は、女子インドア綱引の実際の試合における各選手の牽引方向からみた綱の形状の変化と後方への牽引距離から、ドロップ局面におけるチーム技術について鳥瞰的分析を用いて明らかにすることである。

II. 方法

1. 対象

対象は2006年11月12日に金沢市総合体育館で行われた全日本綱引選手権軽量級大会(主催社団法人日本綱引連盟)に参加した女子14チームによる予選リーグ82試合のRサイドとした。大会は2006年度競技規則に基づいて行われた。なお、予選リーグは1セットマッチで行われ、1ブロックあたり7チーム(計2ブロック)の総当たり戦で各ブロック上位3チーム(計6チーム)が決勝トーナメントへと進出した。予選82試合からRサイドのチームが勝利した全20試合を抽出し、その中から、女子決勝進出チーム(決勝群)による5試合、予選敗退チーム(予選群)による5試合の計10試合を任意に選択した。選手は全員が右腋に綱をはさんで競技を行っていた。

2. 分析方法

ビデオカメラ(DCR-TRV70, SONY)を体育館天井裏のキャットウォークに固定し、試合

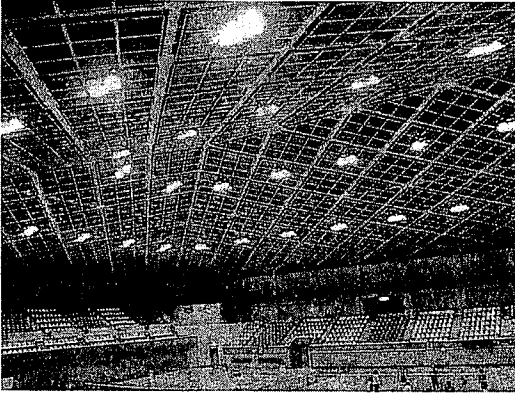


Photo 1 フロアから見た体育館の天井

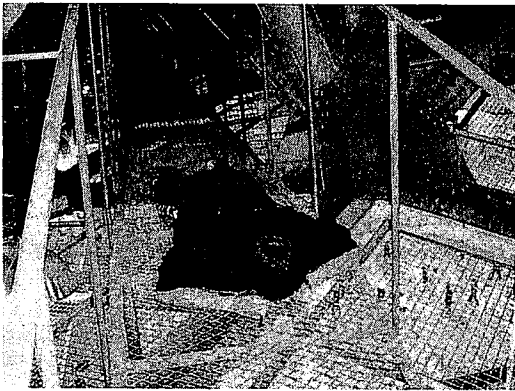


Photo 2 天井裏のキャットウォークにビデオカメラをセッティングするための準備

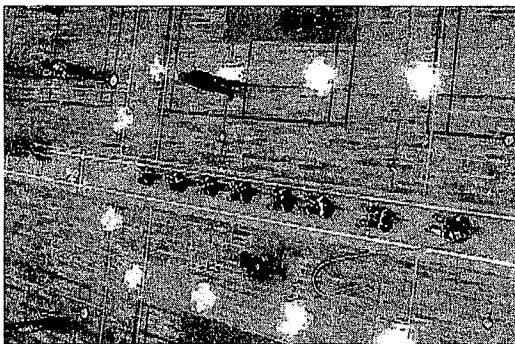


Photo 3 試合中の映像記録例

を真上から撮影した (Photo 1,2,3)。シャッター速度は30 Frame/secとし、撮影した映像をIEEE1394ケーブル端子からパソコン (Lavie L LL750/2, NEC) に取り込み、動画編

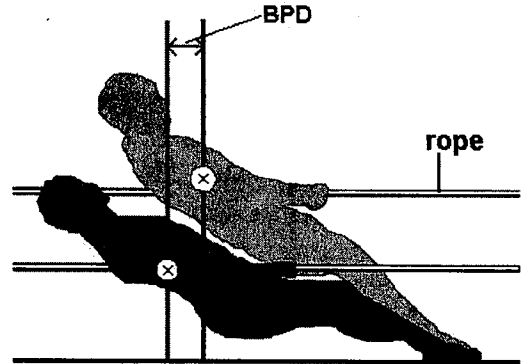


Figure 1 BPDの模式図。グレーの影は競技開始直前、黒の影はBPDが最大になる時点での競技者の位置を表す。

集ソフト (超編 Ultra edit 2.0, canopus) を用いて画像を編集した後、動作解析ソフト (Frame Dias 3.0 for windows, DKH) を使い、網と体 (主に右腕) との交点をポイントとして2次元動作解析を行なった。分析対象は審判による「Pull」の合図動作開始から1秒間のDrop局面とし、Drop局面における各選手の後方への移動距離、網の傾きを測定した。

3. 後方への最大移動距離 (maxBPD)

Drop局面における各選手の後方への移動距離をBPD (Figure 1) として測定し、その最大ピーク値を最大移動距離 (max BPD) として求め、平均値について群間において比較した。

4. 網の傾き ($av\theta$, $max\theta$)

センターラインと垂直に交わる線と、前後に並ぶ2選手を結んだ線が作る鋭角 $\theta 1$ (puller1-puller2)、 $\theta 2$ (puller2-puller3)、 $\theta 3$ (puller3-puller4)、 $\theta 4$ (puller4-puller5)、 $\theta 5$ (puller5-puller6)、 $\theta 6$ (puller6-puller7)、 $\theta 7$ (puller7-puller8) の大きさを測定し (Figure 2)、1秒間で得られた30個のデータの $\theta 1 \sim 7$ それぞれの平均値を $av\theta$ 、データの最大値を $max\theta$

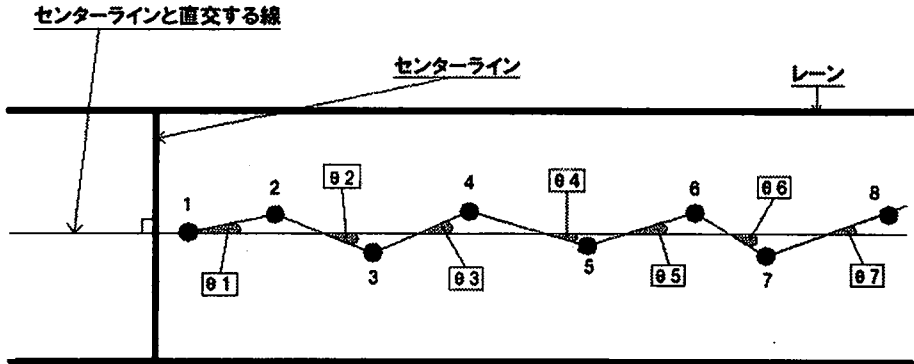


Figure 2 θの模式図。前後に並ぶ選手間のロープと、センターラインと直交する線が作る角をθとし、前方から順番にθ1～θ7とした。

1～7として求め、その平均値について群間において比較した。

5. 統計処理

測定値は全て平均値±標準偏差で示した。決勝群、予選群間におけるmax BPD、av θ、max θの差の検定には、対応のないt-検定を行った。なお、有意水準は5%とした。

III. 結果

1. max BPDについて

Figure 3にmax BPDの結果について示した。max BPDについては、No.1 (決勝群: 0.52

±0.10m、予選群: 0.32±0.11m)、No.2 (決勝群: 0.59±0.16m、予選群: 0.36±0.12m)、No.4 (決勝群: 0.52±0.07m、予選群: 0.37±0.10m)、No.6 (決勝群: 0.51±0.09m、予選群: 0.34±0.09m)において決勝群の方が有意に大きな値を示した。No.3 (決勝群: 0.49±0.10m、予選群: 0.33±0.14m)、No.5 (決勝群: 0.49±0.10m、予選群: 0.38±0.09m)、No.7 (決勝群: 0.37±0.10m、予選群: 0.34±0.11m)、No.8 (決勝群: 0.20±0.04m、予選群: 0.12±0.07m)において有意差は認められなかったものの、全体的に決勝群の方が大きい傾向を示した。

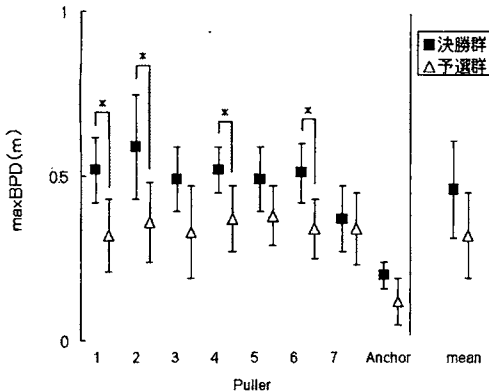


Figure 3 決勝群、予選群の群間における、各ポジションごとのmax BPDの比較 (*p<0.05)

2. av θ、max θについて

Figure 4にav θ、Figure 5にmax θについて示した。

av θについては、θ1 (決勝群: 1.2±0.4°、予選群: 2.2±0.2°)、θ2 (決勝群: 1.5±0.6°、予選群: 2.2±0.7°)、θ3 (決勝群: 1.2±0.4°、予選群: 1.4±0.6°)、θ4 (決勝群: 1.3±0.4°、予選群: 1.3±1.1°)、θ5 (決勝群: 1.2±0.2°、予選群: 1.4±0.7°)、θ6 (決勝群: 1.7±0.8°、予選群: 2.1±1.0°)、θ7 (決勝群: 4.6±2.0、予選群: 2.4±0.9°)と、θ1において決勝群の方が有意に小さい値を示し、θ7を除く全てに

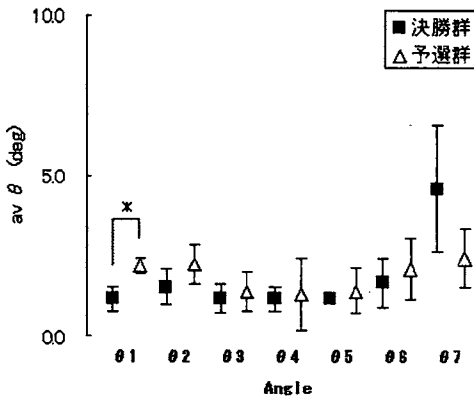


Figure 4 決勝群、予選群の群間における、センターラインと直交する線、及び前後の競技者を結んだ線が作る角度の平均値 ($av \theta$) の比較。(* $p < 0.05$)

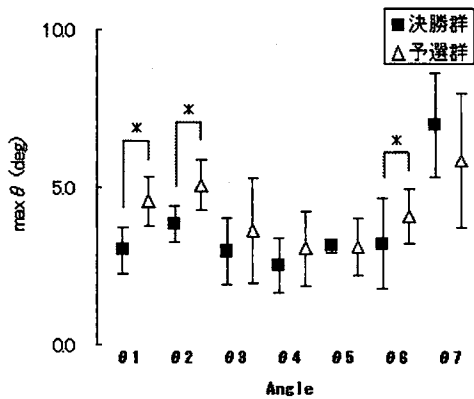


Figure 5 決勝群、予選群の群間における、センターラインと直交する線、及び前後の競技者を結んだ線が作る角度の最大値 ($max \theta$) の比較。(* $p < 0.05$)

において予選群よりも決勝群の方が小さい値を示した。

$max \theta$ については、 $\theta 1$ (決勝群: $3.0 \pm 0.8^\circ$ 、予選群: $4.6 \pm 0.8^\circ$)、 $\theta 2$ (決勝群: $3.9 \pm 0.6^\circ$ 、予選群: $5.1 \pm 0.8^\circ$)、 $\theta 6$ (決勝群: $3.21 \pm 1.43^\circ$ 、予選群: $4.1 \pm 0.9^\circ$) において決勝群の方が有意に小さい値を示した。 $max \theta 3$ (決勝群: $3.0 \pm 1.1^\circ$ 、予選群: $3.6 \pm 1.7^\circ$)、 $max \theta 4$ (決勝群: $2.5 \pm 0.9^\circ$ 、予選群: $3.0 \pm 1.2^\circ$)、において有意差は認められなかったものの、決勝群の方が小さい傾向を示した。また、 $max \theta 5$ (決勝

群: $3.2 \pm 0.2^\circ$ 、予選群: $3.1 \pm 0.9^\circ$)、及び $max \theta 7$ (決勝群: $7.0 \pm 1.7^\circ$ 、予選群: $5.9 \pm 2.1^\circ$) については、予選群のほうがやや小さい傾向を示した。

IV. 考察

max BPDは、競技開始直後1秒間の間に各選手がどれだけ後ろへ下がったかを表している。すなわちこの数値が大きいほど、ドロップ局面においてより大きな距離、相手を後ろに引いていると考えられる。いくつかの項目において予選群よりも決勝群の方が大きな数値を示した。競技開始直後1秒間のDrop局面という、早い段階における牽引距離で既に違いが生まれていることは、群間に何らかの技術的な違いが存在することが考えられる。

ただし、本研究で利用したポイントは網の握りではなく、体と網との交点であることから、BPDの数値が直接的にロープの牽引距離を示しているわけではなく、あくまで目安として検討する必要がある。

$av \theta$ はセンターラインと直角に交わる線と、前後に並ぶ2選手を結んだ線が作る鋭角の大きさの平均値、 $max \theta$ はその最大値を示している。綱引は相手を4m引いた方が勝ちであるというルールから、センターラインと垂直に引くことが最短距離で効率よく勝負をつけることに繋がる。 $av \theta$ 、 $max \theta$ が小さいほど真っ直ぐ、 $max \theta$ が小さいほど、大きくぶれることなく安定して真っ直ぐに相手を牽引している。本実験においては、 $av \theta$ 、 $max \theta$ のいくつかの項目において決勝群の方が予選群に比べて有意に小さな値を示した。また、 $av \theta$ 、 $max \theta$ 共に全体的に決勝群の方が予選群に比べて小さい傾向を示した。この結果は、予選群に比べて決勝群の方が真っ直ぐ安定的に牽引を行っていることを表している。できるだけ真っ直ぐに牽引を行うことで、力の方向のズレによる力の分散を少なくし、チームとしての牽引力を無駄なく、大きく発揮できる。

日本における女子上級綱引競技者において、決勝進出チームと予選リーグ敗退チームの間に牽引距離と方向についての違いが明らかになった。双方の関係については本研究で明らかにしていないが、ドロップ局面におけるチーム技術として、タイミングを合わせることに加え、綱を真っ直ぐに保つことが重要であることが示唆された。

V. まとめ

本研究の目的は、女子インドア綱引の実際の試合における各選手の牽引方向からみた綱の形状の変化と後方への牽引距離から、ドロップ局面におけるチーム技術について鳥瞰的分析を用いて明らかにすることであった。2006年度全日本綱引選手権軽量級大会において、決勝群5チーム、予選群5チームについて真上から撮影した動画を元に2次元動作解析を行い、後方への移動距離と綱の左右方向への傾きについて測定した。後方への移動距離については、多くの項目において決勝群の方が有意に大きく、綱の左右方向への傾きについては決勝群の方が有意に小さな値を示した。本研究においては、後方への移動距離の違いから、ドロップ局面において何らかの技術について違いがあること、実際の試合におけるチーム技術の一つとして綱を真っ直ぐに保つことが重要であることが示唆された。

注1) 世界インドア綱引選手権大会は、1991年の第1回以後ほぼ1年おきに行われている。

注2) アジア綱引選手権大会は1990年の男子第1回、1996年の第2回、2000年の第3回以降1年おきに行われ、2006年の第6回まで男子は日本勢が6連覇、女子は第1回の2000年、2002年に連覇、2004、2006年に準優勝という成績を修めている。

注3) 全日本綱引選手権大会は男女共、社団法人日本綱引連盟が設立された翌年の1981年より毎年行われている。男子においては

1990年以降それまでの560kg級から600kg級に変更され、同年に560kg級は全日本綱引選手権軽量級大会として行われるようになった。女子においては85年まで無差別級、1986年から2001年まで480kg級、2002年以降520kg級として行われており、2002年以降480kg級は軽量級大会として行われている。ただし、2001年は例外として、軽量級大会で520kg級を扱っている。

参考文献

- ChunHui Liou, Tzu-Lin Wong, Jin-Cherng Wang and Jung-Chan Shin (2005) The study of team resultant force vanishing percentage in elite tug of war players. Proceedings of XXIII ISBS, Beijing, Vol.1: 399-401
- Jui-Hung Tu, Chien-Hsun Lee, Yung-Hsing Chiu (2005) The analysis of pulling force curves in Tug-of-war. Proceedings of XXIII ISBS, Beijing, Vol.2: 487-490
- Nakagawa Masahiro, Fuki Toryu, Katsue Tanaka, Shigeki Kawahara and Hiroh Yamamoto (2005) Characteristics of pulling movement for Japanese elite tug of war athletes. Proceedings of XXIII ISBS, Beijing, Vol.2: 475-478
- Tanaka Katsue, Yasuhiro Yamaguchi, Saki Sodeyama, Reina Sekino, Shingo Nishikawa, Masae Konishi, Cao Yulin and Hiroh Yamamoto (2004) A three-dimensional motion analysis of two-handed waist belt pulling backward exercises in elite tug of war athletes. Proceedings of XXII ISBS, Ottawa, 411-414
- Tanaka, Katsue, Ami Ushizu, Naotoshi Minamitani, Motoi Fukushima and Hiroh Yamamoto (2005) Biomechanical

analysis on dynamic pulling skill for elite indoor tug of war athletes. Proceedings of XXIII ISBS, Beijing, Vol.1: 330-333

Tanaka Katsue, Shigeki Kawahara, Naotoshi Minamitani, Motoi Fukushima, Cao Yulin and Hiroh Yamamoto (2006) Analysis of timing skill of drop exercise in elite indoor tug of war athletes. Proceedings of XXIV ISBS, Salzburg, Vol.1: 363-366

日本綱引連盟機関紙 (1993) Vol.11: 56-59

謝 辞

本研究を実施するにあたり、体育館の天井裏にカメラを設置する許可を頂いた金沢市総合体育館 金沢市スポーツ事業団事務局総務課の島進一課長をはじめ、綱引連盟関係者の皆様に深謝の意を表します。