

# Timing Skill of Drop Exercise in Tug of War

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/567">http://hdl.handle.net/2297/567</a>

# タイミングからみた綱引における牽引力発揮のスキル

山本 博男・曹 玉林\*・薮野 秀一郎\*

## Timing Skill of Drop Exercise in Tug of War

Hiroh YAMAMOTO, Yulin CAO\* and Shuichiroh YABUNO\*

### Abstract

本研究面向牽引時の発揮最大時の状態而进行的。拔河比賽在欧洲非常流行，主要是穿着硬底鞋在外面的草坪上进行的，而日本却主要在市內体育場館进行。我找了在全日本全世界都有名气的一流队伍石川县金沢市消防队和金沢市大学的学生做了被实验者。消防队曾在去年獲得了全日本輕量兩級冠軍，并将在今年2月世界錦標賽。在实验中调查了个人的最大牽引力，到最大牽引力發揮時所用時間和兩人同時拔時的最大牽引力以及時間，而且分別在进攻与防守两个方面进行了调查。

結果本研究发现不论在哪个方面，都有一种現象，即時間的差越小，牽引力的差值（損失）也就越小。也就是說（个人牽引力的和一多数人牽引力的和），除以（个人牽引力的和）這一公式被得以証明，而且相关关系成正比。进攻時和防守時两个很高的相关系数是0.76和0.71。从两者的相关关系来看，要想在拔河時提高好的効率和時間差的縮小是必要的。

当然，本研究也存在一些課題，比如說只做了一流水平队员与大学生的实验，并只停留在時間的變化量和牽引力變化量的关系上，还有力积計算問題等待后人的解決。但本论文提供了在进攻与防守两个方面有关在多数人牽引時的基本情況。

### 【緒言】

綱引は近代オリンピック陸上競技の正式種目として，第2回パリ大会から第7回アントワープ大会まで実施され，特にヨーロッパでは根強い人気を博し，国際大会としては，世界選手権大会（インドア及びアウトドア）とヨーロッパ選手権大会（アウトドア）が隔年で開催されている。綱引は一本の綱を引き合う単純なルールと特別な用具や場所を必要としないため，世界各地における諸民族の間で広く行われている。「スポーツ大辞典」によれば，その発祥の地は古代中国やエジプトとされているが，綱引がことのほか盛んで，かつ儀礼として豊かに発達しているのは東アジア・東南アジアであると記述

されている。日本では，明治期から今日まで多くの運動会で実施されているばかりでなく，全国的規模の団体が組織され，正式ルールを定めて競技会を開催したりしている。学校教育では，明治期の戸外遊戯の教師用手引き書等にも取り上げられている。一方，「日本国語大辞典」によれば，日本での綱引は農耕儀礼的な意味合いを帯び，各地の神事として行われ，東日本で小正月，西日本では盆綱引として7月または8月に多く行われていたことも書き記されている。ここ数年地域スポーツ・市民スポーツとして大きな盛り上がりを見せ，2001年ワールドゲームズ秋田の綱引競技において日本チームが3位を獲得し活躍した。

競技綱引に関して、勝敗を左右するといわれる牽引力についてこれまでいくつかの研究がなされているが、日本においては競技としての綱引の歴史自体が浅く、綱引競技に関する出版物が少ない。これまでの綱引研究は、牽引姿勢・牽引力の変化・最大牽引力と牽引フォームの関係などであったが、牽引力とタイミングの研究は充分とは言えない。競技綱引において、成人男子の牽引力は150kgw~200kgwでチームとしての合計ではこの8倍、1200kgw~1600kgwの牽引力を発揮できることになる。しかし、選手個人の牽引力の合計値がチーム全体の牽引力であることは疑わしい。例えば、世界の上位チームでも1000kg~1200kgの牽引力しか出せない。これは、選手個人の姿勢や牽引する方向が一定ではなく、チーム全体で力の分散が起きているのではないかと考えられる。牽引力を大きくするのは競技者の姿勢・競技者間のタイミングなどである。とりわけ、本研究では競技者が牽引するタイミングに目を向けた。

綱引競技の進め方としては、主審の「テイク・アップ・ザ・ロープ」の号令で選手はロープを持ち、続いて主審の「プル」の号令で競技が開始される。つまり、綱引において最も大きな力が発揮されるのは、双方のチームが合図とともに綱を引き始める最初の瞬間、いわゆる「ドロップ局面」であり、いかに相手チームよりも早く大きな力を発揮するかが重要な要素となる。ドロップ局面における瞬間的な力の大きさは、チームにおける各選手のドロップ局面の牽引力が同じタイミングで発揮されることによって最大値を得ることができるが、力発揮のタイミングには当然ながら個人差があり、力の最大値「ピークフォース」はもちろん、最大値を得までのタイムもそれぞれ異なっていることが考えられる。(図1)言い換えれば、個人のピークフォースの総和がチームの牽引力と一致しないのは、個人間のタイムの差異、即ちタイミングが原因の1つと考えられる。

従って、本研究の目的は、綱引運動における

牽引力の基礎的実験を行い、個人の牽引力の合計と2人同時牽引力の差異をタイミングの観点から検討することであった。

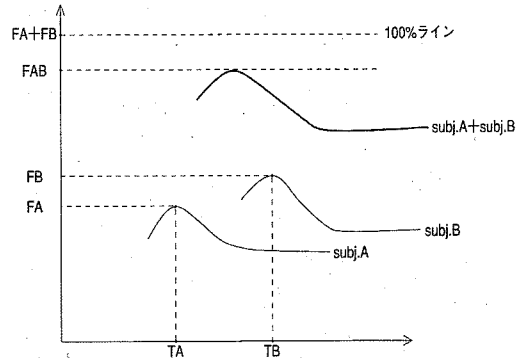


図1 個人及び2人同時牽引における力発揮曲線

## 【方法】

### 1. 被検者

本研究の被検者は、1985年以来2001年まで過去10回の全日本綱引選手権大会優勝、1988年国際親善綱引大会優勝、1990年アジア綱引選手権大会優勝、1991年世界綱引選手権大会第2位の成績を収めている金沢市消防本部特別救助隊(以下、金沢レスキュー隊と略記する)綱引チームの選手22名であった。本研究の内容は、同チームの監督・コーチを通じて金沢レスキュー隊の選手に説明がなされ、理解と協力を得た。

被検者の身体的特徴は表1に示した。

表1 金沢レスキュー隊の身体的特徴

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
Mean	28.7	174.4	71.9
SD	4.1	5.0	4.9

### 2. 実験内容

被検者は十分なウォーミングアップの後、最大努力により3回牽引した。被検者は、競技用シューズを着用し綱引競技において使用されるマット上に立ち、競技用ロープを握り、競技綱

引を想定した牽引準備姿勢をとった。次に検者の「ステディー」の合図とともに、被検者は予備牽引を行い、次のストロボフラッシュの光信号を合図として最大努力による力発揮を行い、その後その力を維持しつづけるよう努めた。検者によるストロボフラッシュ発光後、5秒を経過した時点で「終了」の合図を与え、被検者は牽引を終了した。

次に無作為に組み合わせた2人組による最大努力の牽引（以下、2人同時牽引と略記する）を3回ずつ行った。この間ロードセル（TCLP-200KA, TOD）で検出した力はストレインアンプ（6M46, SAN-EI INSTRUMENT CO, LTD）で増幅し、焼ペン式オシログラフ（RECTI-HORIZ-8K, SAN-EI INSTRUMENT CO, LTD）に記録した。ストロボフラッシュは焼ペン式オシログラフに同期させ、記録した牽引力の力波形における最大力（ピークフォース）とフラッシュ発行時からピークフォースが示された時刻までの時間（タイム）を求め、焼ペン式オシログラフにペーパースピード25mm/secで記録した。

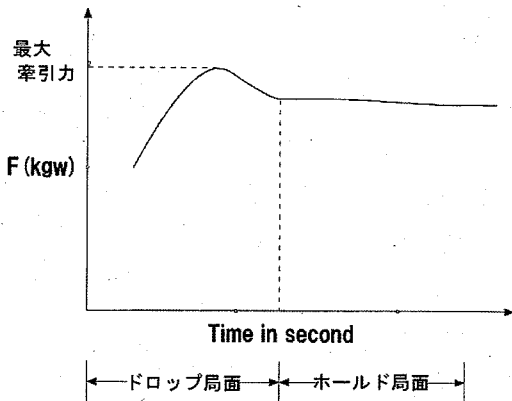


図2 綱引におけるドロップ局面とホールド局面の力発揮曲線

### 3. 測定項目

- 最大牽引力（ドロップ局面，図2）  
個人および2人同時牽引時に焼ペン式オシロ

グラフから導出した力曲線より最大値を計測した。

- 保持力（ホールド局面，図2）  
最大牽引力の測定と同様に，ホールド時における牽引力を計測した。
- 保持力の最大牽引力に対する比率  
保持力/最大牽引力 により比率を算出した。
- ドロップ局面における最大牽引力の減少率とピークフォースに達するまでの時間差  
被検者 AB における2人同時牽引時のピークフォースを  $F_{AB}$ ，個人牽引時のピークフォースをそれぞれ  $F_A$ ， $F_B$  とする。また，個人の牽引開始からピークフォースが出るまでの時間（ピークフォースタイム）を  $T_A$ ， $T_B$  とする。個人のピークフォースの総和 ( $F_A+F_B$ ) からみた2人同時牽引時のピークフォース ( $F_{AB}$ ) の減少率は，割合として次式で求めた。  

$$\Delta \text{ピークフォース (\%)} = \{(F_A+F_B) - F_{AB}\} / (F_A+F_B) \times 100$$
個人間のピークフォース表出までの時間差は，次式で求めた。  

$$\Delta \text{タイム (s)} = |T_A - T_B|$$

### 【結果と考察】

#### 1. 最大牽引力・保持力・保持力/最大牽引力 (1) 個人牽引

結果は表2に示した。金沢レスキュー隊個人の最大牽引力は  $152.9 \pm 22.7 \text{kgw}$  で，最大値は  $198.8 \text{kgw}$ ，最小値は  $119.9 \text{kgw}$  であった。この結果は，川原らが同チームに対して行った実験における最大牽引力の平均値  $148.5 \pm 31.7 \text{kgw}$  とほぼ同等値であった。保持力は  $115.7 \pm 22.8 \text{kgw}$  で，最大値は  $158.8 \text{kgw}$ ，最小値は  $86.7 \text{kgw}$  であった。比率は  $75.3 \pm 6.6\%$  で，保持力は最大牽引力の約4分の3であることがわかる。

#### (2) 2人同時牽引

結果は表3に示した。金沢レスキュー隊2人同時牽引の最大牽引力は  $277.7 \pm 45.1 \text{kgw}$  で，最大値は  $348.6 \text{kgw}$ ，最小値は  $217.7 \text{kgw}$  であった。保持力は  $203.4 \pm 33.6 \text{kgw}$  で，最大値は  $267.7$

表2 金沢レスキュー隊個人の最大牽引力・保持力・保持力/最大牽引力

被検者(n=22)	最大牽引力(kgw)	保持力(kgw)	保持力/最大牽引力(%)
A	153.3	109.1	71.2
B	126.6	93.3	73.7
C	131.9	100.2	76.0
D	125.4	99.4	79.3
E	173.3	148.3	85.6
F	134.8	106.6	79.1
G	150.6	126.7	84.1
H	131.9	92.2	69.9
I	150.9	119.9	79.5
J	163.9	116.8	71.3
K	137.2	106.6	77.7
L	146.6	108.1	73.7
M	131.9	86.7	65.7
N	150.1	90.1	60.0
O	144.1	93.5	64.9
P	119.9	88.2	73.6
Q	185.9	140.1	75.4
R	167.0	133.3	79.8
S	183.0	158.8	86.8
T	198.8	153.6	77.3
U	186.6	139.9	75.0
V	170.9	133.3	78.0
Mean	152.9	115.7	75.3
SD	22.7	22.8	6.6

表3 金沢レスキュー隊2人同時牽引の最大牽引力・保持力・保持力/最大牽引力

被検者(n=11)	最大牽引力(kgw)	保持力(kgw)	保持力/最大牽引力(%)
AB	253.3	183.6	72.5
CD	240.3	173.3	72.1
EF	287.3	211.1	73.5
GH	246.6	190.0	77.0
IJ	271.0	205.4	75.8
KL	217.7	190.2	87.4
MN	254.6	163.1	64.1
OP	257.2	173.2	67.3
QR	334.6	250.7	74.9
ST	348.6	267.7	76.8
UV	343.9	228.6	66.5
Mean	277.7	203.4	73.4
SD	45.1	33.6	6.3

kgw, 最小値は163.1kgwであった。比率は73.4±6.3%で、個人牽引と同様に保持力は最大牽引力の約4分の3であることがわかる。

## 2. ドロップ局面における最大牽引力の減少率とピークフォースに達するまでの時間差

結果は表4に示した。

金沢レスキュー隊の方針として、綱引競技の中でドロップ局面が最も重要な局面であると考えている。このドロップ局面においてチームの最大牽引力をいかに大きくするかが綱引競技の勝敗に大きく影響すると考えているからである。しかし、ドロップ局面における個人と個人の牽引力の和と2人同時牽引力は同等ではなく、減少する傾向にある。この結果から、時間差をX軸、最大牽引力の減少率をY軸にした、回帰直線  $Y=64.193X+2.454$  ( $r=0.926$ ) を得た。即ち、ドロップ局面において牽引する2人の最大牽引力を発揮する時間差が大きくなるほど、最大牽引力の減少率が高くなる正の相関関係を認めた。(図3)

猪飼(1972)は、遺稿となった名著『猪飼道夫論文選集全3巻』の中で、身体運動を科学する基本的情報に関して、「いわゆるスキルとは

表4 金沢レスキュー隊における減少率と時間差

被検者(n=11)	減少率(%)	時間差(sec)
AB	9.5	0.12
CD	6.6	0.04
EF	6.8	0.07
GH	10.6	0.13
IJ	9.9	0.10
KL	4.5	0.02
MN	1.8	0.01
OP	2.7	0.01
QR	5.2	0.05
ST	8.6	0.10
UV	3.8	0.02
Mean	6.4	0.06
SD	3.0	0.05

協応や調整などに相当し、動作がいかによく整い、目的とするところに合致するかを意味している。これを仮に調整能力と呼ぶことにする。調整能力には3つの要素がある。まず、第1には運動の強さを調整する能力である。第2は、いくつかの筋肉にそろって強い力を出させたり、

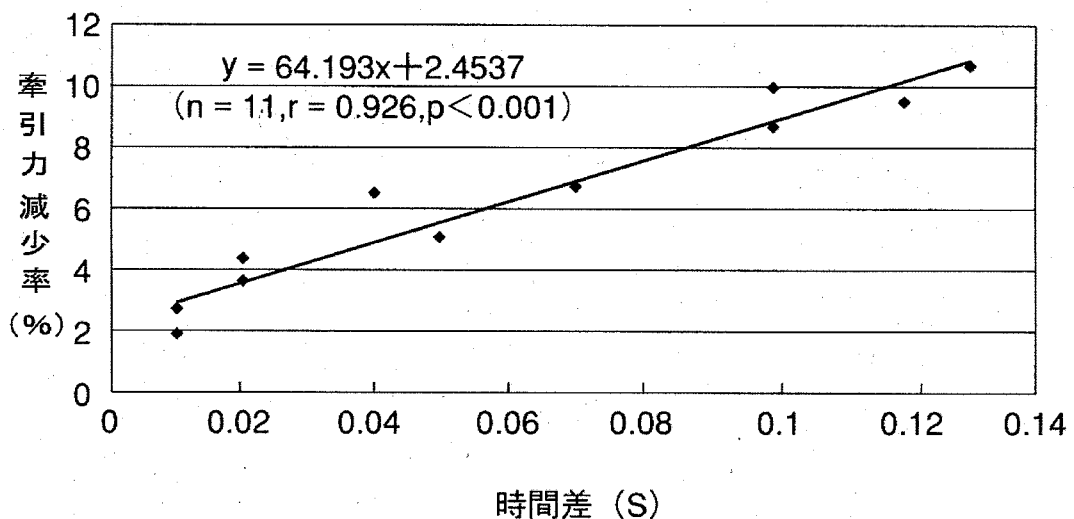


図3 金沢レスキュー隊における牽引力減少率と時間差の関係

ある筋肉には強い力, ある筋肉には弱い力を出させるように, 筋肉の強さの空間的調整能力である。第3は, その筋力をはじめに弱く, 次第に強くするとか, はじめに強く次第に弱めていくとかといった筋力の強さの時間的調整能力である。これらはそれぞれ *grading* (強さの調整), *spacing* (空間的調整) および *timing* (時間的調整) といわれる。すべての動作は, 筋肉がいかに大きい力を出し, これが, 時間的・空間的にいかに調整されるかによって決まってくるのである。」と, *coordination* (調整能力) を提言している。

これを綱引運動に当てはめてみると, *grading* (強さの調整) というのは最大努力で牽引することであり, *spacing* (空間的調整) は後方に牽引するということになる。そして, *timing* (時間的調整) は, メンバーが同じタイミングで牽引しようと調整することであると考えられる。綱引競技においては, *grading*・*spacing* について強化することは比較的容易に思われる。しかし, *timing* については個人だけの問題ではなく, チームとしていかにロスを減らし, 牽引力を高めることができるかを追求する必要があるだろう。

### 【結論】

ドロップ局面における最大牽引力に関して, 個人と個人の和(2名)と2人同時牽引力は同等ではなく, 減少することが明らかになった。さらに, 2人同時牽引時において2人の最大牽引力発揮までの時間差が小さければ小さいほど, 最大牽引力の減少率も小さくなり, ロスの少な

い牽引が可能である。

綱引競技では, 勝敗を決する重要な局面であるドロップ局面において, いかにチームの牽引力を発揮するかが大きな課題である。個人における筋力向上のトレーニングに加え, タイミングを重視したチーム練習がとりわけ重要になると思われる。

### 【参考文献】

- 1) 穴田 生他(1990): 綱引競技の実験研究. バイオメカニクス研究: 60-71
- 2) 穴田 生(1991): 力発揮の効率から見た綱引のスキル. 金沢大学教育学部教科教育研究 29: 133-137
- 3) 猪飼道夫(1972): 猪飼道夫論文選集全3巻 第1巻 身体運動を分析する. 杏林書院: 278-281
- 4) 川原繁樹ら(1988): 綱引競技の基礎的研究. 第9回日本バイオメカニクス学会大会論集: 267-272
- 5) Kawahara, Shigeki. et al.(2001): Biomechanical considerations of pulling force in tug of war with computer simulation. XIX International Symposium on Biomechanics in Sports, USF, San Francisco, CA, U.S.A., 19: 72-75
- 6) 日本体育協会監修(1987): スポーツ大辞典 大修館書店
- 7) 日本国語大辞典(1975): 小学館. Vol. 14
- 8) Yamamoto, Hiroh. et al.(1997): Influences of some sports shoes on the strength of pulling exercise in indoor tug of war. XV International Symposium on Biomechanics in Sports, TWU, Denton, TX, U.S.A., 15: 403-409