

Exerted Force with Several Types of Shoes during Tug of War Exercise

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	http://hdl.handle.net/2297/20415

各種シューズからみた綱引の牽引力

山本 博男, 山本紳一郎*, 犀川 豊*, 中嶋 芳邦*, 松永 一成*
アッチャラ ダヌタ**, 山口 正樹***, 横山 慎二****

Exerted force with several types of shoes during Tug of War exercise

Hiroh YAMAMOTO, Shin-ichiroh YAMAMOTO, Yutaka SAIKAWA,
Yoshikuni NAKAJIMA, Kazushige MATSUNAGA, ATCHARA Danutra
Masaki YAMAGUCHI, Shinji YOKOYAMA

目 的

年中行事、儀礼等を起源とする綱引は1960年に国際綱引連盟が発足し、競技化が図られたことに伴い、屋外競技から屋内競技へと移行してきた⁹⁾¹⁰⁾。従って、地面に穴を掘り、足かせを利用して牽引していた以前の綱引とは異なり、現在は床面がフラットで足がかりのない綱引専用レーン上で競技が行われ、いかに1チーム8人の息を合わせて最大の牽引力を産出し、相手チームの体勢を崩すかが勝敗において大きな割合を占めている。戦術、とりわけ防御の際には、相手に引かれまいとシューズのグリップ力を最大限に利用し、踏ん張る動作が重要になってくる。大道¹⁵⁾¹⁶⁾は摩擦力と綱引の勝敗との関係について、勝ち組の筋力が負け組のもつ地面との摩擦力を上回っていると報告している。綱引競技において、運動中に生じるシューズ底の滑りが大きいことは、個人、チームの発揮する力をロスすることになる³⁾⁷⁾¹¹⁾。しかし、全く滑りがない状況下ではバックステップ等の動作の円滑性を欠くばかりか、足に加わる負荷も大きくなり疲労し易くなる⁹⁾。

また、床反力の面からみると、牽引力を向上させようとする場合、垂直下方向の力をより多く前方向に向けることが必要になる。この考え方に基き、大道¹⁵⁾は床反力から牽引力を推測し

ている。つまり、前方向の力が大きいほど牽引力が増大すると考えられる。

従って本研究の目的は、様々な摩擦力のシューズ⁵⁾¹²⁾¹⁴⁾を着用した場合の牽引力及び床反力の変化に関する基礎的情報を得ることであった。

方 法

被検者は、綱引競技経験のない健康な男子学生30名(18~23歳)で、綱牽引実験に先立ち、身長、体重、握力、背筋力及び脚伸展力を測定

表1 体力測定値の平均と標準偏差

N=30	平 均	標準偏差
身長 (cm)	173.3	6.4
体重 (kg)	67.0	8.3
握力 (kgw) 右	50.1	8.9
〃 左	45.7	7.9
背筋力 (kgw)	125.5	22.7
脚伸展力 (kgw) 右	52.0	10.8
〃 左	50.4	11.3

した。その結果を表1に示した。脚伸展力の測定は、垂直式を採用し¹³⁾、ロードセルにより張力を導出、ストレインアンプを介しペンオシログラフに記録した。

被検者は、綱引競技専用レーン(ウレタンゴム製)が敷かれたフォースプレート上でスタート姿勢をとり、「Steady pull」の合図と同時に床面から高さ70cmに固定された綱引競技用綱を

平成5年9月16日受理

* 金沢大学大学院

** バンコク体育大学

*** 金沢市役所情報統計課

**** (株)サクラダ工業

最大努力で10秒間牽引した。網の牽引方法は、ファーストブレイク後にパワーホールドを維持することとし、この時の網の張力はロードセルを介し、床反力と共にストレインアンプで増幅し、ペンオシログラフに記録した。床反力は、鉛直成分と水平前後成分について記録、分析した（図1）。

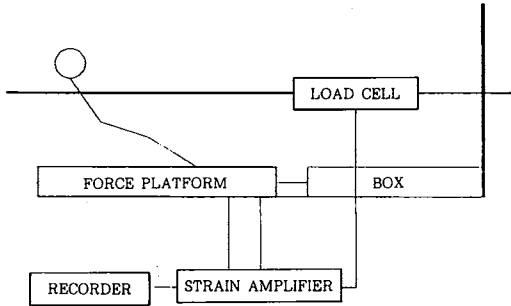


図1 実験器具の配置

本研究では以下に示す9種類のシューズを用いた。

1. 屋内用運動シューズ
2. 地下足袋
3. サングル
4. 爪先1 cm高の取り付け靴
5. 爪先2 cm高の取り付け靴
6. 爪先4 cm高の取り付け靴
7. 接地面積を広くした両端取り付け靴
8. シューズの底面に両面粘着テープを装着
9. 靴下にポリ袋を装着

測定に際して、牽引開始直後に発揮される最

大牽引力をファーストブレイク、その後のプラトー状態の1点をパワーホールドとし、各シューズ着用時の被検者のパワーホールドの牽引力を最大努力牽引力とした^{1) 2) 17) 18)}。また、床反力波形より、パワーホールド時の網の張力波形を計測した時点での鉛直方向、前方向の値より合力を算出し、床面と合力のなす角度（合力角度）を求めた。

本研究における牽引力及び合力角度の平均値間の有意差検定には、ノンパラメトリック検定法を用い、対応のあるt検定を行った^{8) 10)}。

尚、有意水準を5%及び1%とした。

結果と考察

各シューズを着用した際の最大努力牽引力、床反力及び合力角度の平均値と標準偏差を表2に示した。牽引力が最大を示したのは両面粘着テープ装着時の53.4kgw (P<0.05)、最小を示したのはポリ袋装着時の20.8kgw (P<0.01)であった。又、運動シューズや地下足袋に比べ、サンダル着用時の方が低い牽引力を示している (P<0.05) ことから、ポリ袋やサンダル着用は床面と身体の摩擦力を直接的に示していると思われる⁵⁾。つまり被検者が大きな力を発揮しようとしても滑ってしまうために「滑らないように網を引く」という意識が働き、自ずと筋力発揮を控えた結果であろう。逆に「全く」あるいは「ほとんど」滑らないシューズを着用した際には、体全体を使って網を引こうとする傾向

表2 各履物における最大努力牽引をした時の牽引力、床反力、合力の角度の平均値および標準偏差

履物種類	牽引力 (kgw)	垂直方向 (kgw)	前方向 (kgw)	合力の角度 (deg)
運動シューズ	53.4 (8.5)	70.8 (9.8)	43.8 (10.0)	58.6 (5.0)
地下足袋	54.9 (9.9)	67.3 (10.1)	44.1 (10.0)	56.8 (4.6)
ポリ袋	20.8 (4.3)	69.4 (9.5)	15.1 (3.7)	77.8 (2.4)
両面テープ	61.3 (11.2)	67.6 (9.9)	55.8 (13.4)	50.8 (6.5)
サンダル	34.0 (6.0)	69.2 (9.3)	24.4 (5.3)	70.9 (3.3)
爪先1 cm高	48.6 (7.5)	68.3 (9.0)	35.4 (8.4)	62.9 (4.2)
爪先2 cm高	50.4 (7.8)	69.6 (9.8)	38.7 (8.3)	60.9 (5.3)
爪先4 cm高	50.5 (8.5)	69.9 (9.3)	39.8 (8.6)	60.4 (4.7)
両端取り付け	47.5 (7.4)	69.7 (9.9)	34.7 (8.0)	63.6 (4.0)

がみられる。Fothergill et al⁶⁾は、pulling action における限定要因の1つとしてシューズの摩擦係数を挙げており、本研究における測定値は被検者の最大力発揮能力を示していると思われる。

合力角度に関して、両面粘着テープ、運動シューズの値が小さく ($P < 0.01$)、ポリ袋の値が大きかった ($P < 0.01$)。合力角度も牽引力と同様にシューズの摩擦係数を反映しているために¹⁵⁾摩擦力の大きな両面粘着テープ、運動シューズの方が体を思い切って後方に倒すことが可能になっている。ところが、接地面を広く加工し、運動シューズよりも摩擦を大きくした両端取り付け靴では、運動シューズ、地下足袋に比べ牽引力は低く、合力角度は大きい傾向を示した。本研究で使用した両端取り付け靴は、靴底の踵部分が足の踵よりも約3cm後方に突出していたという構造上の問題があったために、体を後方に傾斜させるのが困難だった事が原因と考えられる。

爪先を高く加工したシューズに関して、牽引力は1cm高が 48.6 ± 7.5 kgw、2cm高が 50.4 ± 7.8 kgw、4cm高が 50.5 ± 8.5 kgwであり、爪先が高くなるほど高くなる傾向を示した。また、合力角度は1cm高が $62.9 \pm 4.2^\circ$ 、2cm高が $60.9 \pm 5.3^\circ$ 、4cm高が $60.4 \pm 4.7^\circ$ であり、爪先が高くなるほど小さくなる傾向を示した。綱引競技において、特に受動的牽引²⁾を行う防御のフェーズでは、できる限りロープラインを低く保つために、プラーは体を後方に倒すことが要求される。この観点に立った場合、本研究で用いた爪先高シューズは、ゲーム中、相手チームの引きに対処する局面で有効なシューズとなることが示唆される。

本研究で用いた9種類のシューズについて、合力角度と牽引力の関係を図2に示した。両者間には高い相関 $r = -0.855$ ($P < 0.01$) が得られ、合力角度 (X) と牽引力 (Y) との回帰方程式は、

$$Y = 133.2 - 1.382X$$

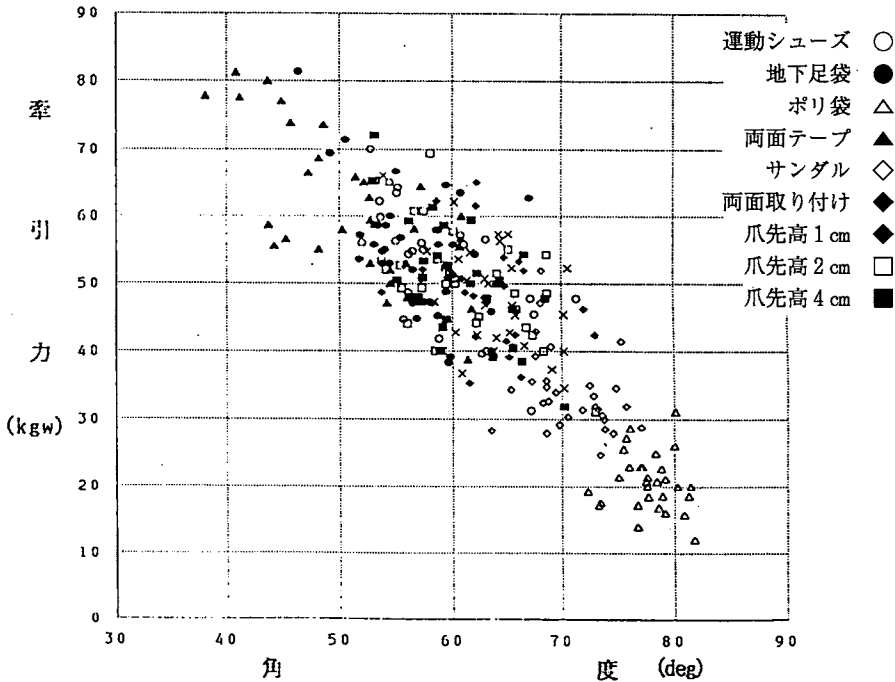


図2 各履物における合力の角度と牽引力との関係

の直線関係を示した。これは合力角度が 1° 小さくなると牽引力が1.4kgw増加することを示している。つまり体を後方に倒すほど牽引力が増加することになる。Dempster⁴⁾は体軸に対して様々な角度で両手による牽引力を調べ、体軸に対して 90° (水平状態)の牽引では体重の約75%、 150° の牽引では約200%の力発揮が可能であると報告している。本研究の結果はDempsterの研究を発展させた点で興味深い。実際の競技を想定した場合、体を後方に倒す事は身体の重心高を下げることを意味し、牽引力が増加することも含め、チーム全体の防御能力が向上することになる。

さらに、運動シューズ着用時におけるパワーホールドの牽引力、身長、体重、左右の握力及び背筋力の各平均間での相関係数を求めたところ、有意な相関は認められなかった。この結果は、一流綱引競技選手における身体的特徴とパワーホールド時の牽引力との関係について報告した先行研究⁹⁾と一致した。この事は、一見単純な力発揮だけの競技にみえる綱引において、一流選手、初心者問わずパワーホールドの技術は、単に体が大きいといった身体的特徴以外の要因が関与することが示唆される。

参考文献

- 1) 穴田生ら：綱引競技の実験研究. バイオメカニクス研究, 66-71.,1990
- 2) 穴田生ら：綱引きの牽引力に対する重力付加の影響. 日本体育学会第42回大会号, 421., 1991
- 3) Chaffin D.B.et al. : Volitional postures during maximal push/pull exertions in the saggital plane. Human Factors,25, 5, 541-550.,1983
- 4) Dempster W.T. : Analysis of two-handed pulls using free body diagrams. J.Appl. Physiol.,13, 3,469-480,1958
- 5) 福岡正信：スポーツシューズ開発とバイオメカニクス.J.J.SPORTS SCI., 8, 9,599-606.,1989
- 6) Fothergill D.M.et al. : The influence of some handle designs and handle height on the strength of the horizontal pulling action. Ergonomics,35, 2,203-212.,1992
- 7) Gaughran G.R.L.et al. : Force analysis of horizontal two-handed pushes and pull in the saggital plane. Human Biol.,28, 67-92.,1950
- 8) 市原清志：バイオサイエンスの統計学. 南江堂, 1990
- 9) 川原繁樹ら：綱引き競技の基礎的研究. 第9回日本バイオメカニクス学会大会論集, 267-272., 1988
- 10) 北川敏男ら：基礎数学 統計学通論 第2版. 共立出版, 1979
- 11) Kroemer et al. : Horizontal push and pull forces-Exertable when standing in working positions on various surfaces. Applied Ergonomics,23, 1,55-64.,1980
- 12) 小林一敏：シューズの滑りと緩衝の動特性. J.J.SPORTS SCI., 8, 9,579-584.,1989
- 13) 松井秀治：トレーナビリティからみた日本人の体力. 日本人の体力第3版, 杏林書院, 200-202., 1977
- 14) 宮地力：シューズ・人間系のシミュレーション. J.J.SPORTS SCI., 8, 9,591-598.,1989
- 15) 大道等：綱引き・押し相撲における床反力と床面性状. J.J.SPORTS SCI., 7, 6,366-371.,1988
- 16) 大道等：綱引きの力学. 月刊武道, 6, 1988
- 17) 山本博男ら：バイオメカニクスから見た綱引競技の基礎的研究. 金沢大学教育学部教育工学研究, 14,127-132.,1987
- 18) 山本博男ら：筋力発揮に対するテンプレート効果の基礎的実験研究. 金沢大学教育学部教科研究第26号, 247-251.,1990
- 19) 山本博男ら：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第27号, 133-137.,1991