

競技スポーツにおける滑り止めの役割と選手の工夫

The role of anti-slip materials in competitive sports and the ingenuity of athletes

慶應大（非）*仰木 裕嗣

Yuji OHGI*

*Keio University

1. はじめに

スポーツ競技における摩擦には、「滑って欲しくない局面」と「滑って欲しい局面」とが存在する。「滑って欲しくない局面」として真っ先に思いつくのは、おそらくシューズと床・地面との摩擦であろう。なかでも室内競技種目のシューズには選手がグリップ力と呼ぶ機能が重要視されていて、各社が鎬を削っている。しかしながら常に高いグリップ力を持たせると怪我のリスクも高まるために、むしろグリップ力を低下させるべきではないか、と問いかける研究も近年みられる¹⁾。ほかにも滑って欲しくない選手が望むのは滑り止めを利用する幾つかの種目であろう。野球の投手、ハンドボール、アメリカンフットボール選手などはボールと手指との滑りを抑えるため、様々な滑り止めを使ってきた。一方で「滑って欲しい局面」としてはおおよそほとんどの冬季スポーツが該当しそうである。雪氷学では雪や氷の上での滑り現象の解明に多くの貢献がなされてきた²⁾、自然条件における雪氷を氷点下の実験室内で再現することの難しさもさることながら、一度滑らせる実験を行うと、その試料での実験ができなくなるため困難を極める。そこでスキーのワックスの評価などは現在でも自然の雪面において実施されている³⁾。したがって雪氷の表面における摩擦と潤滑のメカニズムの全容解明にはまだ到達していないようである。スポーツには「滑って欲しくない、と滑って欲しい」が混在する場面も存在していることが、製品開発に難しさを突きつけている。

複雑な摩擦のメカニズムには諸説ある一方で選手たちは彼ら独自のルーティンに沿ってスポーツ競技を行っていて、その過程にみられる彼らの工夫はあまり顧みられることはない。本発表ではスポーツの摩擦にまつわる話題に着目し、彼らが使う滑り止めの役割とともに選手たちの工夫の一端を紹介したい。

2. 体操：平行棒

体操には男子 6 種目、女子 4 種目が存在するが男子の鉄棒、吊り輪と女子の段違い平行棒では選手たちは革製のプロテクター（英名は **grip**）と呼ぶ用具を用いて掌を保護している。プロテクターには小さな芯棒が備え付けられていて、選手たちは鉄棒や吊り輪自体をしっかりと握らなくてもぶら下がることが出来る。これに対して男子平行棒では選手は半世紀前から素手で演技をしており、興味深いことに演技前に平行棒に「ハチミツ」を塗布することで、平行棒と手との摩擦を得ている。筆者が調査したところメキシコ五輪の日本選手は平行棒においても現在のプロテクターに相当するものを用いていたが、その後技の変遷によって素手で演技を行うようになり、何故か世界中の体操選手がハチミツを平行棒に塗布するようになったらしい。ほかにも砂糖水やシロップを用いる選手もいるとされる。選手らがハチミツを平行棒に塗布するには独特の方法をとる。

- 掌にハチミツを垂らす。
- （飽和）食塩水をそこに加え、手でハチミツを伸ばす。
- 掌についた、ハチミツ+（飽和）食塩水を平行棒に塗る。このとき自身が懸垂技と呼ばれる技を行う場所を中心に塗る。ハチミツを塗るための時間はルール上、**preparation** として 50 秒と規定されている。
- 平行棒に塗ったハチミツの上から炭酸マグネシウムを塗る。実際には塗り広げるというよりは、盛るといったイメージに近い。

体操選手が手を真っ白にしているのは炭酸マグネシウムの粉末であり多くの人が炭酸マグネシウムこそが滑り止めと信じているが炭酸マグネシウムには主として吸水の役割を担っている。近年、技が高度化しており、特に懸垂技と呼ばれる技を多用しなければ高得点が狙えない実態がある。懸垂技では技の途中で保持した手を回転中心とした車輪技が行われるため、このとき体重の約 4 倍以上の力が手と平行棒の間には生じている⁴⁾。これを支えるために、「ハチミツ+食塩水+炭酸マグネシウム」が用いられていると筆者らは考えた。

筆者の研究室では、このハチミツの効用についてこの数年間、研究を行ってきた。具体的にはハチミツのもつ摩擦特性の解明と、よりグリップ力の高いハチミツの開発である⁵⁾。

選手達が用いているハチミツを調査してみると、日々の練習で用いるハチミツは価格面で優位な量販店で得られる安価なハチミツを使うことが多いことが判明した。しかしながらこれらの多くは正確にはハチミツではなく、ハチミツに水飴や増粘多糖類が混合されている。そこで我々は天然ハチミツを含む試料を用意しブラインドテストを実施したところ、例外なく選手達が天然ハチミツのグリップ力が高いという感想を述べたことをきっかけにして、液体としてのハチミツそのものの性質だけでなく、混入している花粉が何らかの影響を及ぼしている可能性を期待し、その検証を行ってきた。未だその全容は明らかではないが、花粉の混入濃度を変化させた場合にはおおよそ天然のハチミツ同様に、2000 個/g 程度の花粉量が選手から好評であった。また花粉に代わる工業試料としての粉体を混入させる試みに

も挑戦しており、いくつか粉体については選手から良好な反応が得られた。またその際、選手達は混入している花粉や人工試料の違いを掌に塗り伸ばすだけで効き当てることから選手自身が高感度のセンサであることが大変興味深い。現在はハチミツの量やそこに混ぜる水の量、塗布する全体量やその方法などを模索しながら、平行棒の試料サンプルによる摩擦試験を繰り返している。

3. 野球：投手

野球投手が滑り止めとしてロジンバッグに入ったロジンを使っていることは広く知られている。ロジンバッグに封入されているのは炭酸マグネシウム 80%, ロジン 15%, その他 5%程度とされているが、粉末にしてみるとロジンは体温程度で軟化するため粒径が比較的大きくなくてはならないとも認識されている。飛田らの研究では投手が用いるロジンの効果はドライ・ウェットのいずれの環境においても一定の摩擦係数を維持することが示唆されているが⁶⁾、近年メジャーリーグにおいて、ロジンバッグのロジンよりも強力な粘着力をもった製品を使う選手が登場し、これによってボールの回転数が上がるということが認められた。その効果が著しいため、すぐに禁止されることになったが、この強粘着物質を用いた経験をもつ選手において粘着物質を使えなくなった後にも投球する球の回転数が高い状態を維持している、という不思議な事実が認められる。この結果を信じるならば、試合では使えないものの強粘着物質を手指に塗布して投球練習をすれば、回転数が試合の場面でも向上するのではないかとという疑問が生じる。またしっかりと握ろうとする意思を持たずともボールを保持できるということから投球動作に何からの貢献も期待される。当研究室では元プロ野球投手自らがこの強粘着物質に興味を抱き研究を進めているため⁷⁾、その一端を紹介したい。

4. スキージャンプ

FIS が 2022/2023 シーズンから競技規定を改正し、フッ素系ワックスの全面禁止を打ち出したが、準備不足によって施行は 2023/2024 シーズンに移行した。これによってフッ素を用いないワックスの模索が一気に高まったと言える。雪上で用いられるスキーワックスには古くからの固形ワックスも存在するが、スキージャンプが冬季だけでなく夏季にも行われるようになった現在、夏季シーズンではセラミックタイルの上を滑走することになり、スキー板とセラミックタイルとの間との摩擦が検討事項として挙がってきた。しかしながら、国内外を見渡してもスキージャンプにおけるスキー板とセラミックタイルとの間の摩擦に関する研究は見当たらない。そこで当研究室ではスキージャンプ現役選手が自らの手で実験斜面を製作し、自身の工夫によってサマージャンプにおいて適切なワックスを検証した⁸⁾。

5. エアリアルシルク

胴体に巻きつけた布だけにぶら下がる行方空中パフォーマンスにエアリアルシルクという演目がある。当研究室には現在このエアリアルシルクの世界的パフォーマーが在籍している。彼女は掌に松ヤニ、すなわちロジンを塗布して布を押さえつけることで保持しており、落下してくる速度はこの掌と布地との摩擦に委ねられている。落下しながらも安定した回転を維持しつつ、さらにそのわずかな時間に演技を行うことが摩擦によっており、極めて興味深いこの演技もスポーツと摩擦の話題に加えて紹介したい。

6. おわりに

スポーツ選手やアクロバティックな演目を行うパフォーマー自身は試合や公演のために膨大なトレーニング時間と努力を費やしているが、用具やその使用法についても長年の経験によって培われた彼ら独自の知見がある。何年も費やした彼ら自身は、自身の身体が鋭敏なセンサと化しており、彼ら自身が被験者として得た膨大な統計データを元にしたその知見にはきっと物理的な裏付けがあろう、と筆者は考えているため、選手との対話を重要視し、その対話の中から新たな発想の手がかりが得られるものと期待している。

文献

- 1) Lysdal F. G., Grønlykke T. B., Kersting U. G., Spraino: A novel low-friction device for prevention of lateral ankle sprain injuries in indoor sports, *Medicine in Novel Technology and Devices*, 16, (2022), <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2022.100141>
- 2) 対馬, 氷雪のトライボロジー, (2013).
- 3) 磯村, 畠山, 八重樫, スキー用ワックスの開発—秘伝と計算化学の融合, *化学と教育*, 63, 11 (2015) 532-535
- 4) 花岡, 榊原, 石塚, 成田, 仰木, 体操競技平行棒種目に用いるプロテクターの開発, *日本機械学会 シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2020 講演論文集*, (2020) A-2-1
- 5) 花岡, 桃園, 森山, 仰木, 体操平行棒における滑り止めとしての蜂蜜の摩擦特性, *日本機械学会シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2023*, (2023) B-7-5
- 6) 飛田, 山倉, 山口, 柴田, 堀切川, 硬式野球ボールと指の摩擦に及ぼすロジン粉末の影響, *スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門講演会 2018 (SHD2018)*, (2018) A-31
- 7) 島, 神事, 仰木, 野球の投球における粘着物質の影響とトレーニングによる即時効果, *スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門講演会 2024 (SHD2024)*, (2024) B-3-2.
- 8) 小林朔太郎, サマージャンプにおけるワックスの現状の検証と改良案の提案, *慶應義塾大学環境情報学部学士論文* (2023)