

# 力積から求めるソールの反発

三重県立四日市高等学校

## 1 研究の動機

部活動で用いるランニングシューズの反発について興味を持ったこと。

## 2 研究理論

地面を蹴る力を $F(t)$ 、シューズの接地時間 $\Delta t$ とすると、力積 $I = \int F(t)dt = (\text{平均}F) \cdot \Delta t$   
 $F_{\text{max}}$ が大きいほど反発が大きい。 $I$ が大きいほど蹴った効果大きい。 $I$ が大きく $\Delta t$ が小さい、つまり $F_{\text{平均}}$ が大きいものを効率よく反発を得られるシューズと考える。走り方を踵から着地してつま先で蹴る走り方に固定した。このとき図1のように2つの大きな衝撃がかかると考えた。

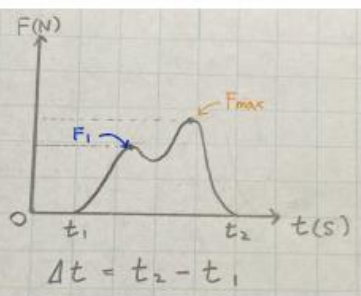
## 3 実験方法

実験者は、実験で使用するシューズを履き、フォースプラットフォーム(上から力が与えられることで力積を測ることができる機械)の上を走る。シューズを変更して、同様にデータを取る。

## 4 実験結果



図1



- 〈自分なりの走りやすいシューズの定義〉
- ①  $F_1$ が小さい…着地時の衝撃吸収
  - ②  $F_{\text{max}}$ が大きい…最も力のかかる踏み出し時の反発大
  - ③  $\Delta t$ が小さい…接地時間が小さい(=ピッチが早くなる)
  - ④  $F_{\text{平均}}$ が大きい…一歩走ったときの反発が大

シューズ	$F_{\text{max}}(\text{N})$	$F_{\text{平均}}(\text{N})$	$\Delta t(\text{s})$	$F \Delta t(\text{N}\cdot\text{s})$
① シューズ A	1404	859	0.191	164
② シューズ B	1434	723	0.209	151
③ シューズ C	1469	853	0.204	174
④ シューズ D	1387	859	0.205	176
⑤ シューズ E	1519	913	0.197	180

※上記の値は各シューズで3回走って得られたデータの平均

## 5 考察

実験をしたところ小さな $F_1$ は見られたもののはっきりと表れなかった。しかし、①,④,⑤は踵の衝撃が大きく、②は小さいことは読み取ることができた。③はピークが見られないためなめらかに力を受けていると言える。また、 $F_{\text{max}}$ 、 $\Delta t$ 、 $F_{\text{平均}}$ についても以下で考察する。

(1) ①,②,④,のシューズは主にジョグに用いられ、分厚いクッション材が用いられているためか $F_{\text{max}}$ の値が比較的小さい傾向にあった。一方で $F_{\text{max}}$ が大きかった③,⑤はレーシングモデルであり、③は硬い反発材、⑤に関しては非常に固く反発性に優れているカーボンプレートが内蔵されていてその効果が顕著に見られた。

(2)  $\Delta t$ に関しては明確にシューズとの因果関係を見出すことができなかったが、②に関してはソールがメーカーが独自開発した非常に柔らかいクッション材が使用されていて、走るときに靴が沈むために接地時間が大きくなっていると考えられる。

(3) 最後に $F_{\text{平均}}$ に関しては、値の大きい④,⑤が同じメーカーのシューズであることに目が止まった。④,⑤に共通することはメーカーだけではなく、シューズのソールにとあるタイヤ会社がつけているゴム素材が使用されていることも分かった。そのゴム素材が使用されているシューズで走ることによって、トラクション(地面をつかむことで生み出される推進力)が30%も向上したという研究結果もあり、接地時の蹴る力が強くなる分与えられた $F_{\text{平均}}$ も大きくなったと考えられる。

結論、上に記した定義に最も当てはまる走りやすいシューズは⑤であり、本実験においては最も反発を得ているシューズとすることができる。

## 6 今後の展望

今回実験をして結果が出て、じっくり分析してその結果とシューズの機能の因果関係を推測することはできたが、それを確証することができなかった。考察していく中でシューズのソールの硬さが反発と密接に関係しているように思われたので、今後、硬度計測によってより明確な因果関係を発見できるように本実験を大学の研究に繋げていこうと思う。