

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 29 日現在

機関番号：25406
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2011～2012
課題番号：23700806
研究課題名（和文） 砂浜歩行の健康増進効果－特徴的な足趾・足部負荷に着目して－
研究課題名（英文） Effect of sand-walking for health promotion on loading allocation of ankle and toe.
研究代表者
金井 秀作 (KANAI SHUSAKU)
県立広島大学・保健福祉学部・教授
研究者番号：70326437

研究成果の概要（和文）：足趾筋力が砂浜歩行動態に与える影響を確認するとともに専用の砂場床反力計測装置にてその衝撃特徴を評価した。足趾筋力と砂浜歩行動態の関係については、筋力の強弱において特異な変化は見られなかった。砂場による床反力計測では砂の粒子が細かいほど衝撃吸収力は高いものの、最も筋力が必要とされる terminal stance 時においては逆に床反力垂直成分および水平成分が減少するため特異な足関節底屈運動の減少が必要となることが判明した。

研究成果の概要（英文）：As for the shock absorption power, it became clear that decrease of the ankle plantar flexion exercise that was the most specific in order that a floor reaction verticality ingredient and a stability ingredient decreased at terminal stance that muscular strength was required adversely was required so that a particle of the sand was small by the floor reaction measurement with the sandbox although it was high.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,400,000	420,000	1,820,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 応用健康科学

キーワード：ヘルスプロモーション

1. 研究開始当初の背景

昨今の健常成人の健康ブームと高齢者の介護実践から予防への変革の流れから“健康の維持”についての関心が高まっている。健康維持の要因には一般に栄養、休養、運動があげられてきたが、とくに運動については 21 世紀における機械化・省力化がもたらす体力の低下と生活習慣病の対策として広く認知されている。日本人が日ごろ実践している運動とは誰もが特別な器具等を用いずに継続して行うことができるウォーキングすなわち“歩行”が挙げられる。SSF 笹川スポーツ財団による調査を見てもその数は 2,600 万人を超えるとされており、その注目と期待の高さが伺える。一方、その効果に着目すると

実に多くの研究成果が報告されている。体脂肪コントロールや血圧コントロール、などの器官別にみた効果や心的ストレス効果、さらには歩く習慣により死亡率に影響を与えていること（ハーバード大学）まで様々である。また、リハビリテーションの臨床の場で患者からの期待が高いのがこの歩行能力の回復であることは、周知の事実である。

この歩行を実施する上で履物についても“ウォーキングシューズ”と称して多くの研究開発が進められているが、その開発の着眼点のほとんどがいかに楽に安全に歩くかという足部を守るという視点であることに私は疑問を抱いてきた。そこで歩行という運動に対する履物の影響を今まで検証してきた。

とくに履物＝「足部を守る」という視点から脱却し、運動療法の視点から「足を鍛える」ことに注目した。裸足の履物に近いということから「下駄」の鼻緒構造に着目し、加工を加えながら裸足に近い状態での歩行の“足部強化”の視点で有意性を証明してきた。

これまでの成果から裸足での歩行が足趾を中心とした足部強化の可能性が高いことが示唆され、この裸足歩行へ不安定性を加えることによる訓練効果の可能性を考案した。

本研究機関の立地条件（瀬戸内海近郊）から砂浜を利用した歩行訓練について検討する機会が与えられ（平成 18 年度広島県重点研究事業地域課題解決研究）、砂浜歩行ではアスファルト路上に比べ、足趾の筋活動が極めて高いことが判明した。

一方で砂地を利用したリハビリテーション領域における歩行訓練について先行研究をひも解くと、1958 年発行の医学雑誌である Archives of physical medicine and rehabilitation までさかのぼるが歩行訓練への応用の紹介にとどまり、臨床効果については検証されていない。国内においても経験的にいわゆる“足腰を鍛える”目的で砂浜をランニングする光景を目にするが「砂浜・砂地歩行」の科学的検証については皆無である。

2. 研究の目的

今までのリハビリテーション医学分野における臨床経験と履物、裸足、歩行に関する研究成果からとくに裸足歩行の再考（重要性）を見出してきたことに基づき砂地の歩行の健康増進効果について検証することを研究目的とした。

これまでの成果では筋電図による筋活動ならびに三次元動画解析による角度変化そしてポータブル心拍計によるカロリー消費について検証し、やはり砂地特有の過負荷の効果を得ている。

しかし、力学的検証が欠けるため科学的効果としての精査は十分ではない。本研究計画では移動型床反力計測装置を使用し、砂質の影響も踏まえた被験者への力作用と砂による緩衝作用について検証する。

3. 研究の方法

(1)対象砂浜の砂粒子計測と専用床反力計の開発

三原市所有の3つの砂浜から2箇所（海側および岸側）の計6種類の砂サンプルを収集し、粒子特性を検証した。また、砂場歩行の計測に適した砂を使用した砂場床反力計の作成を試みた。

(2)砂上歩行における足部動態と床反力につ

いて

研究(1)で開発した砂場床反力計と Vicon Nexus 三次元動作解析装置、そして Basler 二次元ハイスピードカメラをサンプリング 120Hz で同期させ、歩行時の足部動態と歩行周期に合わせた床反力成分を計測した。

なお研究(1)および(2)においては健康成人男性 20 名 (21.1±2.1 歳)を被験者とした。

4. 研究成果

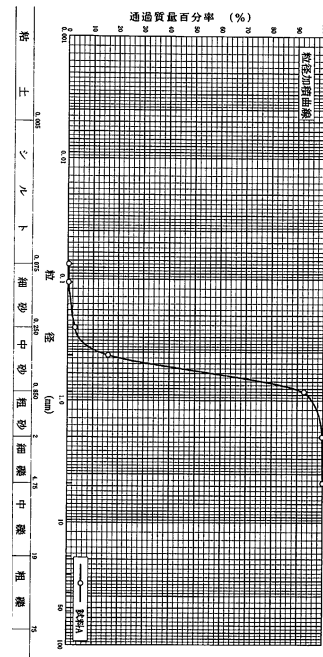
(1) 対象砂浜の砂粒子計測と専用床反力計の開発

粒径加積曲線(右図)の結果から大野浦浜の砂質が最も粒子が細かく、その種類も安定していることが判明した

(礫: 0.3%, 砂: 99.4%, シルト: 0.3%)。そこで砂上歩行の計測で使用する砂を上記砂浜より調達することとした。

なお、その他の砂では礫の比率が大きいため、裸足歩行において疼痛を伴うため、砂上歩行そのものが困難であった。

そこで上記の砂を用いて砂場を作成した。作成した砂場のケースはスチール合金としテック技販社製床反力系 TF-4060 の床面上 400*600mm のサイズに合わせて深さ 10cm として作成した。



作成した砂場床反力計



使用した歩行路

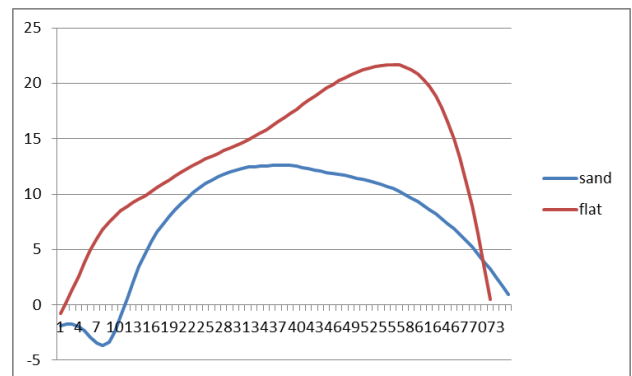
(2) 砂上歩行における足部動態と床反力について

ハイスピードカメラによる足部動態観測では、全被験者において踵接地時、立脚中期時、つま先離地時において5mm以上の足底部沈み込みが確認できた。下図3枚は典型例を示す。



上図1枚目：踵接地時
 上図2枚目：立脚中期時
 上図3枚目：つま先離地時

いわゆる通常の床面上での歩行に比べ沈み込みの影響により、足関節においてより大きな可能域が必要になると思われたが結果逆であった。

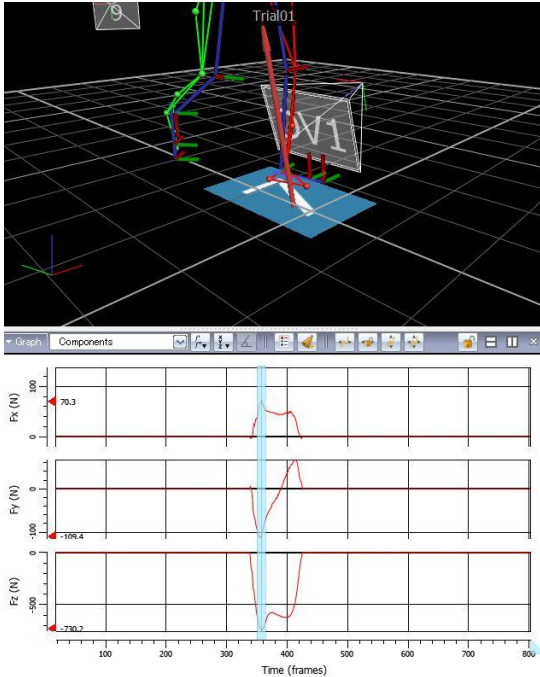


歩行立脚相における足関節角度

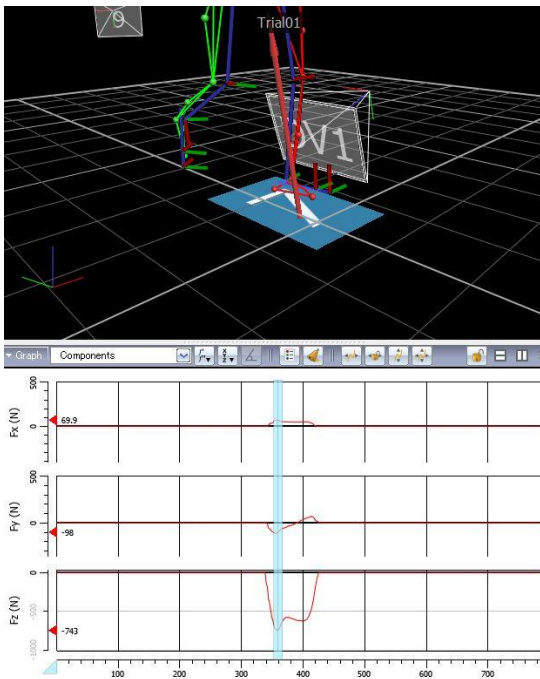
三次元解析による角度計測の結果、歩行時における身体前方加速を生み出す踵離地～つま先離地時において砂場上では足関節底屈角度が減少することが判明した。二次元解析や被験者の主観からは通常の床面より可動域が大きいと感じられたのは接地面の柔らかさに対する足部コントロールのスキル負荷の影響と考えられる。また、ロッカー機能の代償として砂地の沈み込みが作用していた可能性も高い。

一方、床反力の結果では予想通り、砂地に

よるクッション効果が明確となった。



平地歩行時の床反力



砂地歩行時の床反力

上図それぞれは平地および砂地歩行におけるスティックピクチャーと床反力成分（上から x 成分：左右方向，y 成分：前後方向，z 成分：垂直方向）グラフである。

まず明らかなのが砂場による垂直成分の減少である。示したグラフは典型例であるが被験者平均では約 10%の減少を確認できた。同様に水平面での摩擦を意味する前後・左右成分も約 8%の減少を示した。これらのことからいわゆる“砂場に足を取られる”現象と

して、砂上歩行では、足関節底屈角度の減少および床反力の減少が生じることが判明した。本結果から関節を保護を目的とした歩行訓練において礫比率の少ない（1%未満）砂場を利用することは有益であることが示唆できた。

今後の研究として、より粒子の細かい砂の利用および高齢者や関節症患者に対する効果の検証が求められる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計 2 件）

①金井秀作他「足関節肢位が足趾筋力に及ぼす影響」第 25 回日本靴医学会学術集会 2011. 9. 19, 奈良

②金井秀作他「握る、挟む、押す、の 3 種運動方向による足趾筋力の影響」第 47 回日本理学療法学術大会 2012. 5. 26, 神戸

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金井 秀作 (KANAI SHUSAKU)

研究者番号：70326437