

スマートウォッチから得られる心拍数を登山者が利用する際の留意点

笹 子 悠 歩（鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系）
山 本 正 嘉（鹿屋体育大学名誉教授）

はじめに

近年、腕時計型のウェアラブルデバイスであるスマートウォッチが人気であり、登山中に利用している人も多く見かける。筆者もそのユーザーの一人であるが、腕に装着するだけで、歩行速度や心拍数などをリアルタイムで確認できることに加え、登山後には、移動距離や消費カロリー等のデータが一覧として表示されるなど、登山の振り返りにも役立つ機能が多くある。

しかし、登山中にスマートウォッチに表示される心拍数を見ていると、妥当な値だと思う時もある反面、心肺がかなり苦しい時でも100拍未満であるなど、実際の心拍数と乖離しているように感じるケースもある。

そこで筆者は、スマートウォッチから得られる心

拍数の正確性について、いくつかの検証を行ってみた。本稿では、それらの検証結果を踏まえ、登山者がスマートウォッチから得られる心拍数を利用する際の留意点について考えてみたい。

検証1：一般的な登山を対象とした検証

まず初めに、一般的な登山道（初心者コース）を、筆者が快適と感じるペースで歩いた際の、測定精度の検証を行った。なお、今回は4つのメーカーのスマートウォッチ（A社、B社、C社、D社）を調査対象としたため、左右の手に1つずつ装着した状態で、同じ登山コースを2回（1回目はA社とB社のスマートウォッチ、2回目はC社とD社のスマートウォッチ）歩いた。

また、スマートウォッチとは別に、胸部に装着す

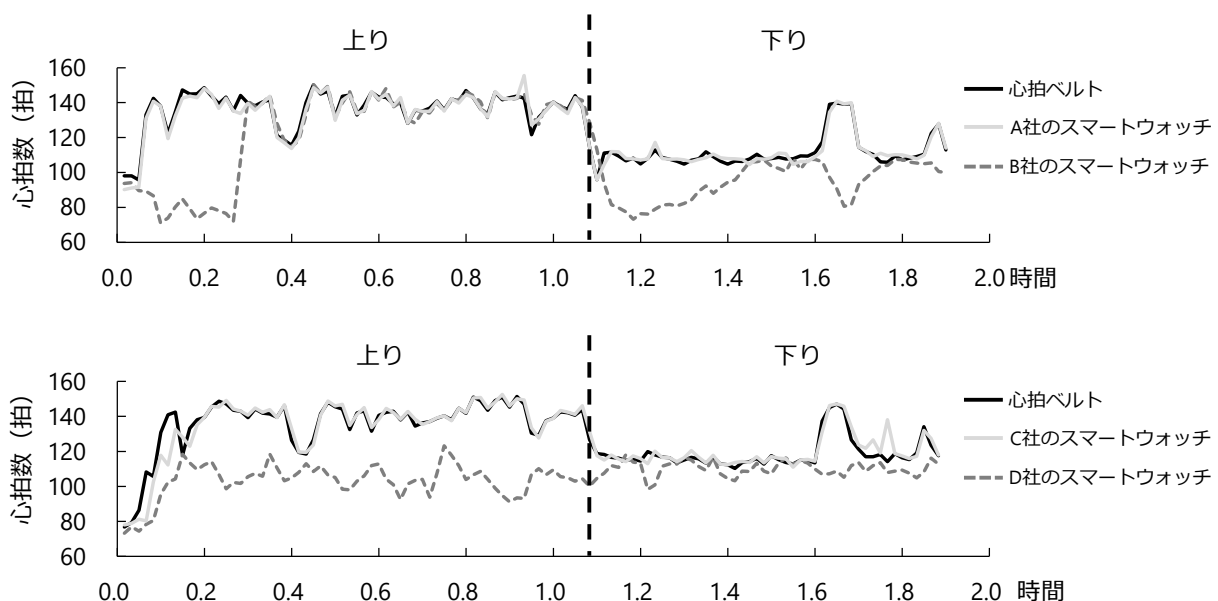


図1. 快適と感じるペースで、一般的な登山道を歩いた際の心拍数の比較
（上段はA社とB社、下段はC社とD社のスマートウォッチを左右の手に1つずつ装着して歩いている）

1. 登山に関する調査研究

る心拍ベルトを用いて心拍数を記録した。心拍ベルトは、心臓の電気信号を捉える機器であることに加え、胸部に装着することから、動作によらず、運動中の心拍数を正確に測定することができる。本研究では、この心拍ベルトにより測定された値を基準値として、スマートウォッチから得られた心拍数と比較した。

その結果、1回目の登山（図1の上段）では、A社の心拍数は基準値と比較的一致していたが、B社の値は、歩き始めは基準値との乖離が大きかった。その後、歩き始めて0.3時間が経過したあたりから、B社のスマートウォッチも基準値と同じ値を示したが、下りの前半部分では、再び基準値よりも低くなっていた。また、歩き始めてから1.6時間が経過したあたりの上り返しの部分では、基準値やA社の心拍数は増加していた一方で、B社の心拍数は逆に低下してしまっていた。

次に2回目の登山（図1の下段）では、C社の心拍数は、歩き始めた際は、基準値と乖離していたが、その後は、上り・下りのどちらにおいても、基準値と比較的一致していた。一方でD社に関しては、特に上りの心拍数で基準値との乖離が大きかった。また、歩き始めてから1.6時間が経過したあたりの上り返しの部分では、基準値やC社のスマートウォッチ

は心拍数が増加していたのに対し、D社の心拍数は変化していなかった。

これらの結果から、今回は4つのメーカーのスマートウォッチを用いて検証を行ったが、メーカーによって、心拍数の測定精度に差があることが分かる。また、スマートウォッチの特徴の一つとして、特にB社とD社のように、上りの高い心拍数を正確に測定できず、心拍数を過小評価してしまっているケースが多いことが窺える。

検証2：心拍数の測定精度に影響すると考えられるケースを想定した検証

検証1の結果から、基準値との一致度が比較的高かったA社とC社のスマートウォッチを用いて、心拍数の測定精度に影響すると考えられる、いくつかのケースを想定した検証も行ってみた。

まず初めに、上り坂で意図的に速度を上げ、心拍数が大きく変化した場合についての検証を行った（図2）。その結果、A社・C社共に、概ね基準値に近い値を示していたが、図中の四角で囲った部分のように、心拍数が急激に変化した場合には、正確に測定できていない時もあった。

次に、トレッキングポールを使用したり、スマートウォッチを推奨されている装着位置から、指先側

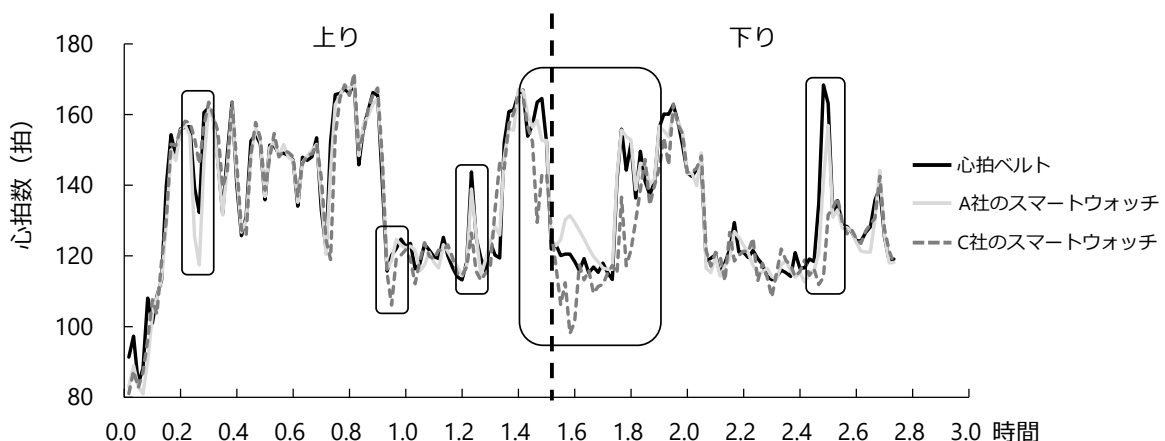


図2. 心拍数を大きく変化させるような歩き方をした際の測定精度の比較

□は基準値との乖離が大きかった部分

へ約5 cmずらして装着した場合の精度検証を行った(図3)。その結果、トレッキングポールを使用した場合(図3の①の部分)、上りの前半部分では、A社・C社共に基準値を追従できていなかったが、歩き始めてから0.4時間が経過した付近からは、どちらの機器も基準値と同じ値を示した。また、下りに関しては、両社とも基準値と完全には一致しておらず、終始5～10拍ほどの差がみられた。

一方で、スマートウォッチを推奨されている位置からずらした場合(図3の②の部分)、およびその状態のままトレッキングポールを使用した場合(図3の③の部分)、A社のスマートウォッチは、心拍数の変化を追従できておらず、基準値との乖離が大きい場面もあった。また、C社のスマートウォッチについては、上り・下りのどちらも、基準値よりも低い値であり、特に下りは基準値との乖離が大きかった。

スマートウォッチに搭載されている心拍計について

スマートウォッチに搭載されている心拍計は、光学式心拍計と呼ばれるもので、これは手首に光を照射し、反射した光の量を基に、静脈や組織内を循環する血流量を推定することで、心拍数を算出している。

そのため、例えば時計のバンドを強く締め、手首の血流を阻害したり、手首に強い振動を伴うスポーツを行ったりした場合、測定精度が低下してしまう^{2, 4)}。反対に、時計のバンドが緩すぎたり、運動中に時計が動いたりした場合には、外部からの光がセンサーに入り込み、測定精度に悪影響を及ぼす可能性がある^{2, 4)}。その他にも、汗や日焼け止め等も、測定精度を低下させる要因になり得る^{2, 4)}。

光学式心拍計の測定精度について調べた海外の研究をみると、軽い運動では比較的精度が高いが、運動が激しくなるにつれて、測定精度が低下することが報告されている⁵⁾。また、登山と同様に、山の中で行われるトレイルランニング中に、スマートウォッチを用いて心拍数を測定したところ、実際の心拍数との乖離が大きかったという報告もある³⁾。

光学式心拍計は、ランニングやサイクリングのように、リズムカルな動きをしている時の方が、より測定精度が向上するとされている¹⁾。一方で登山は、傾斜によって歩行リズムが変わったり、歩きながら樹や岩を掴んだり、トレッキングポールを用いたりするなど、運動がより不規則になる場合があるため、測定精度の低下が起りやすい可能性も考えられる。

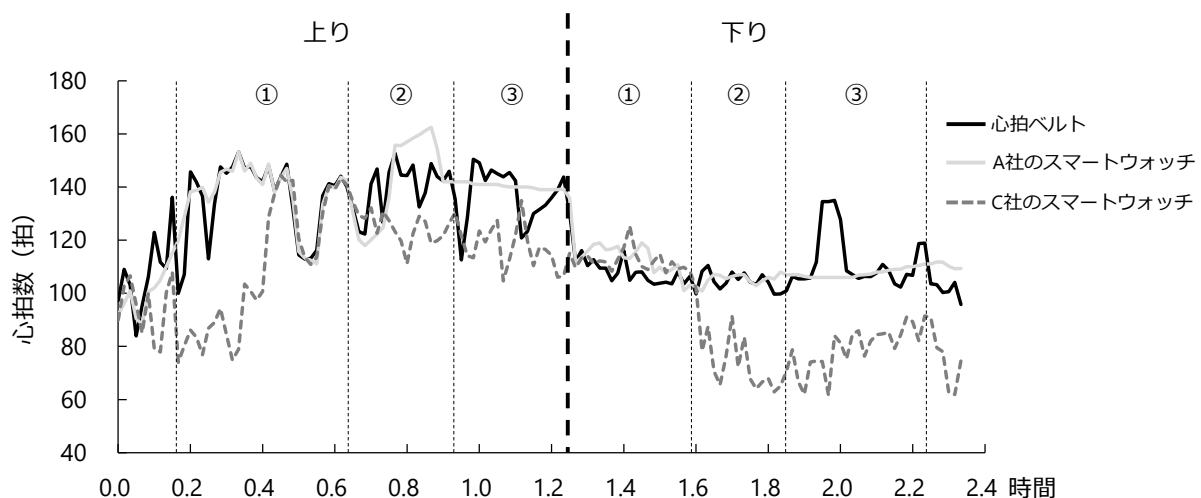


図3. トレッキングポールを使用したりスマートウォッチの装着位置をずらした状態で歩いた際の心拍数の比較
①はスマートウォッチは推奨されている位置に装着し、トレッキングポールを使用して歩いた区間
②はスマートウォッチは推奨されている位置からずらし、トレッキングポールを使用せずに歩いた区間
③はスマートウォッチは推奨されている位置からずらし、トレッキングポールを使用して歩いた区間

1. 登山に関する調査研究

なお、図3のグラフでは、歩き始めから、A社は0.3時間程度まで、C社は0.4時間程度までは、スマートウォッチを推奨位置に装着しているにも関わらず、両社共に基準値との乖離が大きかった。この理由として、トレッキングポールの使用による手首の動き以外に、寒さによる手先への血流量の低下が考えられる。

前述の通り、光学式心拍計は、手首の血流量を測定することにより心拍数を計測しているが、寒さによって手先への血流量が減少した場合、測定精度が低下してしまう^{1, 3)}。図3の登山日の最低気温は1.5度であり、寒気の影響で登山中は雪が降っていたことに加え、風も比較的強かった。そのため、特に歩き始めは手先が冷えていたため、心拍数の測定精度に、悪影響を及ぼしていたと推察される。

登山者がスマートウォッチを使用する際の留意点

スマートウォッチは、様々な指標を簡便に測定することができることに加え、近年のデジタル技術の急速な普及・発展により、機器によっては、数千円程度で購入することが可能である。また、特に心拍数は、生体に掛かる負担度を表す指標であることから、機器によっては、運動中の心拍数が高すぎる場合に、アラーム等で通知してくれる機能もある。このような機能は、登山中のペース管理をする上で、有用な機能であると考えられる。

しかし、例えば図1のように、実際には140拍程度まで心拍数が増加しているにも関わらず、スマートウォッチに表示される値は100拍以下であるなど、心拍数を過少評価してしまうケースも多い。また、スマートウォッチを装着する位置について、筆者の周囲の人たちに尋ねてみたところ、尺骨茎状突起（手首の小指側にある出っ張った骨）に掛かる位置、もしくは突起よりも指先側の手首に付けるなど、メー

カーが推奨している装着位置ではない人もいた。

そのため登山者は、スマートウォッチに表示される心拍数は、装着位置や登山時の気象条件はもとより、歩行ペースやトレッキングポールの使用の有無等の登山状況によっては、実際の心拍数と一致した値を示さないケースも起こり得ることを認識した上で、機器から得られるデータを解釈し、それらの情報を安全な登山のために活用するリテラシーを持つことが必要であると考えられる。

引用文献

- 1) APPLE社ホームページ：Apple Watchを使った運動量計測の精度を上げる（最終閲覧日：2024年1月5日）<https://support.apple.com/ja-jp/105002>
- 2) GARMIN社ホームページ：光学式心拍計の精度を上げるには（最終閲覧日：2024年1月5日）<https://support.garmin.com/ja-JP/?faq=xQwjQjzUew4BF1GYcusE59>
- 3) Navalta JW, Montes J, Bodell NG et al. (2020) Concurrent heart rate validity of wearable technology devices during trail running. Plos One, 15: 1-11.
- 4) SUUNTO社ホームページ：手首からより正確に心拍数を測定する方法（最終閲覧日：2024年1月5日）<https://www.suunto.com/ja-jp/Content-pages/what-should-you-know-about-wrist-heart-rate2/>
- 5) Thomson EA, Nuss K, Comstock A et al. (2019) Heart rate measures from the Apple Watch, Fitbit Charge HR 2, and electrocardiogram across different exercise intensities. J Sports Sci, 37: 1411-1419.