

# 夏季の六甲山登山における塩味閾値の変化について

## — 食塩含浸濾紙の有用性の検証 —

Change of Salty Taste Sensitivity during Hiking Mt. Rokko in Summer.

— Usability with Salt impregnated Filter Paper —

関 和俊\*、北村 裕美\*、高木 祐介†

Kazutoshi Seki, Hiromi Kitamura, Yusuke Takagi

本研究は、夏季の六甲山登山にて、食塩含浸濾紙（ソルセイブ）の有用性について明らかにすることを目的とした。ソルセイブによる塩味閾値は、登山前  $1.2 \pm 0.4 \text{ mg/cm}^2$ 、頂上は  $0.8 \pm 0.4 \text{ mg/cm}^2$  であり、頂上では登山前と比べて有意に減少した ( $P < 0.05$ )。このことから、登山時におけるソルセイブの測定は、登山中に生じる生体の塩分不足を示し得る塩味閾値変化の測定に活用できることが示唆された。

キーワード：夏季、六甲山登山、塩味閾値、食塩含浸濾紙（ソルセイブ）

## I. 緒言

近年、熱中症発症の件数は増加傾向にあり、夏季運動時の熱中症事故による死亡事例は 1975 年以降増加している<sup>1)</sup>。本邦において、幅広い世代で行われている登山時の熱中症発症件数は、運動種目の中では野球に次いで 2 番目に多い<sup>1)</sup>。環境変化が著しい条件下で行われる登山中に熱中症が発症した場合、傷病者の救助が著しく遅れ、致命的な事態を招く場合が考えられる<sup>2)</sup>。とりわけ、夏季の登山時では発汗量の増加に伴う脱水やミネラルの損失によって熱中症事故が常になり得る状況と考えられることから、登山者は脱水の予防策について十分な知識と理解がなければならぬ<sup>3)</sup>。

我々は夏山登山時の登山者の生理応答や最適な水分補給法について検討を行ってきた<sup>4,5)</sup>。登山時に起こり得る熱中症の予防策を考案するために、発汗量の増加に伴うミネラルの損失について検証し、夏季登山時においてミネラルの損失による体液バランスの悪化が起こりやすいことを指摘してきた<sup>2,4,5)</sup>。これらの手法は、登山中に体重、水分摂取量などの計測が必要となり、登山者の体液バランスの状態について簡便に測定する手法とはいえない。そこで、我々は登山者自

\*流通科学大学人間社会学部、〒651-2188 神戸市西区学園西町 3-1

†帝塚山大学、〒631-8501 奈良市帝塚山 7-1-1

らがミネラルの損失に気づくことができる「味覚」に注目した<sup>2)</sup>。六甲山登山にて、0.05%~0.20%濃度の食塩水を用いて、登山前と頂上到着時の「塩味」の認知閾値を比較検討したところ、頂上到着時における塩味閾値は有意に低下した<sup>2)</sup>。このことから、味覚閾値の変化を検証することによって、登山者自らがミネラルの損失を認知でき、そのことによって生じる熱痙攣を未然に防ぐことができる可能性が考えられた。しかしながら、我々が塩味の味覚閾値を評価するために用いた食塩水は独自で作成したものであり、利便性を考慮した場合、課題が挙げられた<sup>2)</sup>。

高血圧患者の食塩摂取状況の評価のために考案された味試験紙である食塩含浸濾紙（ソルセイブ）は、スプーン型濾紙に一定濃度の食塩を浸透、乾燥させたもので塩味閾値を簡便に測定できるとされている<sup>6)</sup>。ソルセイブの使用方法は、対象者に濾紙を口にくわえて紙の味を答えるという簡便な方法である。検者は塩味を検知する答えが出るまで濃度を上げていき、識別閾値を判定することができる<sup>6)</sup>。

そこで、塩味閾値が低下する夏季の六甲山にて、食塩味覚閾値判定用紙であるソルセイブの有有用性について明らかにすることを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象、調査日・場所

対象は健康な成人男性6名（年齢  $23 \pm 4$  歳、身長  $165.9 \pm 4.5$  cm、体重  $61.6 \pm 4.3$  kg）であった。調査は2014年7月に、年間を通して登山者が多い六甲山（兵庫県: 931 m）にて実施した。対象者には予め調査に関する説明を行い、調査参加に対する同意を得た。本研究は、帝塚山大学研究倫理委員会の承認を受け、実施した。

### 2. 登山内容

登山は、東おたふくやま登山口（以後、登山前：標高697m）から出発し、六甲山頂上（以後、頂上）までとした。対象者のザック重量は約4.0 kgであった。研究対象区間では、約50分歩行-10分休憩のサイクルで登山活動を行った。引率は、六甲山登山の経験が豊富な大学教員および健康運動指導士によって行われた。登山のペースは、「山と高原地図（昭文社）」に記載される時間に準じた速度に調整した。調査当日は晴天であった。対象者には登山当日の朝食を指定し、登山中の食事は原則禁止にした。頂上到着後は、調査を行った後、直ちに昼食を摂らせた。

### 3. 測定項目

#### a. 気象条件

気象条件は、熱中症指標計（WBGT-203：京都電子工業社製）を用いて、気温、相対湿度およびWBGTの測定を行った。測定は登山前および頂上到着時に行った。

#### b. 運動強度

運動強度の指標として心拍数および自覚的運動強度 (Rating of Perceived Exertion : RPE) を測定した。心拍数は、スポーツ心拍計 (POLAR RS400 : POLAR 社製) を用いて計測・記録した。RPE は、調査対象者が Borg (1970) の指標<sup>7)</sup> に従い口頭で検者に申告した。測定は登山前および頂上到着時に行った。

#### c. 体重・発汗量・水分摂取量・水分補給率

体重はデジタル体重計 (インナーキャン 50V BC-622 : TANITA 社製)、水分摂取量は小型の軽量秤 (デジタルホームスケール社 : AND 社製) を用いて計測した。発汗量は中井<sup>8)</sup> の方法を用い、(登山前体重+水分摂取量) - (登山後体重+排尿量) によって算出した。排尿は、登山中、随時行えるものとし、その際に紙コップにて採取したものを計測し排尿量とした。しかしながら、研究対象区間において排尿を行った者はいなかった。水分摂取量は登山前から頂上到着時のボトルの重量を減算して求めた。水分補給率は、水分摂取量 / 発汗量から算出した。本研究で用いた飲料水は市販の水のみとし、対象者がそれぞれ 2.0 リットルの飲料水を装備し、登山中、自由に飲水できるものとした。市販の水は、100ml あたりの成分 : Na0.4~1.0 mg, Ca0.6~1.5 mg, Mg0.1~0.3 mg, K0.1~0.5 mg, 硬度 : 約 30 mg/l であった。

#### d. 口渴感および塩分欲求指数

口渴感と塩分欲求指数は、Visual Analog Scale を用いて計測した。100mm の長さの直線上の両端に、口渴感の場合「100 : とてものどが渴いている」および「0 : まったくのどが渴いていない」、塩分欲求指数の場合「100 : とても欲しい」および「0 : まったく欲しくない」と記述しており、対象者に現在の状況がどの程度のものか直線上にマークさせた。測定は登山前および頂上到着時に行った。

#### e. 塩味の味覚閾値

塩味の味覚閾値の評価は、市販の食塩含浸濾紙ソルセイブ (アドバンテック東洋株式会社) を用いて行った。食塩含浸量は 0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6mg/cm<sup>2</sup> の 6 種の濾紙である。上記の測定場所にて、各濃度の濾紙を対象者の舌に置き、官能評価を行った。測定中は、他人との相談を厳禁し、対象者自らの意思のみで判断するよう指示した。測定は登山前および頂上到着時に行った。

### 4. 統計処理

統計処理には SPSS17.0 for Windows を用いた。口渴感および主観的な塩分欲求指数の比較には

Wilcoxon 検定を実施し、それ以外の測定項目は登山前後における対応ありの t 検定を用いた。統計上の有意水準は 5%未満とした。口渇感および塩分欲求指数は中央値、それ以外の測定項目については平均値±標準偏差で示した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 六甲山登山時における気象条件の変化

表 1 に六甲山時の気象の変化を示した。WBGT は登山前 25.1 °C、頂上 24.2 °C であり、積極的に水分補給が必要な「注意 (21 ~ 25 °C)」の領域であった。

表 1. 六甲登山時の気象変化

	登山前	頂上
気温 (°C)	25.5	24.4
相対湿度 (%)	89.4	83.5
WBGT (°C)	25.1	24.2

#### 2. 六甲山登山時の心拍数・RPE の変化

図 1 に心拍数の変化を示した。心拍数は登山前 84 ± 6 bpm、頂上 158 ± 19 bpm であった。また、登山中の最高心拍数は 150 ± 15 bpm であった。頂上は登山前と比べて有意に増加した (P<0.05)。図 2 に RPE の変化を示した。RPE は登山前 8 ± 2、頂上 15 ± 1 であった。頂上は登山前と比べて有意に増加した (P<0.05)。

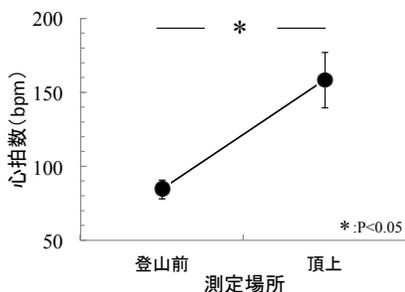


図 1. 心拍数の変化

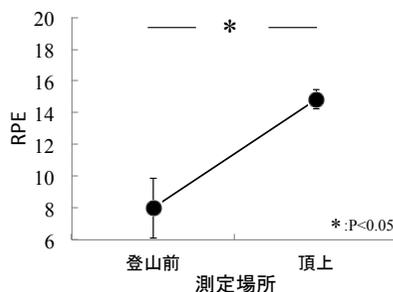


図 2. RPE の変化

#### 3. 体重・水分摂取量・発汗量の変化

図 3 に体重の変化を示した。体重は登山前 62.2 ± 4.4 kg、頂上 61.6 ± 4.3 kg であった。頂上は登山前と比べて有意に減少した (P<0.05)。対象者の総水分摂取量は 384.6 ± 79.0 ml であった。発汗量は 385.3 ± 78.7 ml であった。対象者の水分補給率の平均値は 90 % であった。

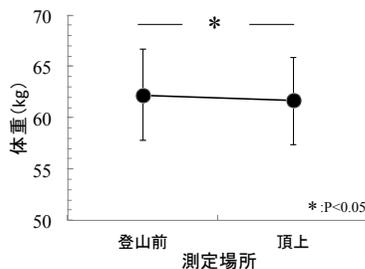


図 3. 体重の変化

#### 4. 口渇感および塩分欲求指数の変化

表 2 に口渇感および塩分欲求指数を示した。口渇感は登山前 (18)、頂上 (51) であった。塩分欲求指数は登山前 (8)、頂上 (46) であった。頂上において登山前と比べて、それぞれ有意に増加した ( $P<0.05$ )。

表 2. 口渇感および塩分欲求指数の変化

	口渇感	塩分欲求指数
登山前	18	8
頂上	51 *	46 *

\* :  $P<0.05$

#### 5. ソルセイブによる塩味の味覚閾値の変化

図 4 にソルセイブによる塩味の味覚閾値の変化を示した。ソルセイブによる塩味の味覚閾値は登山前  $1.2 \pm 0.4$  mg/cm<sup>2</sup>、頂上  $0.8 \pm 0.4$  mg/cm<sup>2</sup> であった。頂上は登山前と比べて有意に低下した ( $P<0.05$ )。

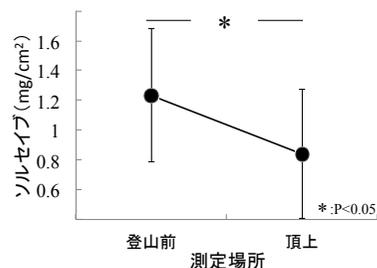


図 4. ソルセイブによる塩味の味覚閾値

### IV. 考察

本研究は、食塩含浸濾紙の有用性について明らかにするために、ソルセイブを用いて夏季の六甲山登山前後の塩味閾値の変化を評価した。ソルセイブによる塩味の味覚閾値は登山前と比べて頂上時に有意に低下したことから、ソルセイブは塩味閾値の測定に活用できることが示唆された。

発汗量が多い運動では血液中のナトリウム濃度が減少する。そのことによって、発汗量の多い運動後では塩味閾値が低下する<sup>2,9,10)</sup>ことが報告されている。日本体育協会の報告によると、特に体重の2%以上の発汗では電解質の損失が大きいと言われている<sup>1)</sup>。測定日のWBGTは「注意(21~25°C)」の領域であり登山時間は2時間であることから、WBGTおよび身体負担度(心拍数およびRPE)から推察すると、対象者の発汗量は体重の2%以上の発汗は観察されなかったものの、熱中症に十分に注意すべき環境であり、多量の発汗を伴う登山であったことが考えられる。水分補給率に関しては90%であったことから十分な水分補給ができていたものと推測されるものの、口渇感および塩分欲求指数が有意に増加していること、登山運動による発汗の増加に伴い血液中のナトリウム濃度が減少していることが、頂上到着後にソルセイブによる塩味閾値の低下に繋がったものと考えられる。以上の結果から、ソルセイブは発汗量の増加を示す評価指標として応用できる可能性が示唆された。

本岡ら<sup>10)</sup>は暑熱環境下での長時間(4時間)運動時における味覚変化を検討した研究において、発汗量の増加による血中ナトリウム濃度の低下、その際に水だけを摂取した場合には自発的

脱水を引き起こすことについて懸念している。暑熱環境下の運動時において水のみ摂取を行い続けると、血中ナトリウム濃度の低下を抑制するために、体内で調節反応が起こる<sup>1)</sup>。また、体重の2%以上の発汗では、電解質の損失も大きく、それを補うために電解質を含む飲料水が必要とされている<sup>1)</sup>。本研究の水分補給は水のみと限定していることから、水分補給率は十分であっても、ミネラル損失が多量であったと推測される。そのため、電解質濃度とソルセイブによる塩味閾値との関連性について検討することは、熱中症予防のための運動指針作成の一助となる知見を提供できるものと考えられる。さらに、発汗量に適した水分・電解質補給が出来なかった場合、脱水症状を招き、パフォーマンスが低下することが明らかとなっている<sup>11)</sup>。このことから、簡便に塩味閾値を測定することができるソルセイブがあらゆる運動場面で活用できることはパフォーマンスの維持・向上にも寄与できると推測される。

本研究は夏季の2時間の六甲山登山が、多量の発汗、体重の減少、口渇感および塩分欲求指数の増加を促し、ソルセイブによる塩味閾値の低下に繋がったものと推測した。しかしながら、体液バランスを観察するための血液や尿、汗中における電解質濃度を評価する指標を測定していない。そのため、今回用いた味覚閾値の指標を、登山者が自己のコンディションについて簡便に評価でき、且つ利便性・経済性に優れた新たな熱中症予防指標にするためには、さらに多くの運動現場において検証実験を行う必要性が考えられる。

## V. まとめ

夏季の六甲山登山における塩味の味覚閾値の変化についてソルセイブを用いて検討した。ソルセイブによる塩味の味覚閾値は、WBGTの指針による運動「注意」による環境下での2時間の六甲山登山において、登山前と比べて頂上到着時に有意に減少した。このことから、ソルセイブは塩味閾値の測定に活用できることが示唆された。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、ご協力いただきました関ゼミの学生に感謝いたします。

## 参考・引用文献

- 1) 日本体育協会：『スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック』（日本体育協会，2006）26-34.
- 2) 高木祐介，関和俊，北村裕美：「六甲山登山時における塩味の味覚閾値の変化に関する実践的調査」、『野外教育研究』18，No.1（2015），33-39.
- 3) 高木祐介，河野友志，瀬戸香菜美，他：「夏季登山時における地理的環境の変化に伴う気象条件の変動からみた熱中症予防のための湿熱指標の検討（第一報）」、『野外教育研究』14，No.1（2011），37-43.
- 4) 関和俊，西村一樹，小野くみ子，他：「大山夏山登山におけるアイソトニック飲料水摂取が尿中電解質に及ぼす影響」、『登山医学』27，No.1（2007），1-5.

- 5) 関和俊, 西村一樹, 吉岡哲, 他: 「大山夏山登山における脱水予防水摂取が尿中電解質に及ぼす影響」, 『登山医学』 28, No.1 (2008), 54-59.
- 6) 丸山千寿子, 天海紀代美, 東千恵美, 他: 「健常者及び高血圧患者の食塩味覚閾値について (第2報)」, 『栄養学雑誌』 48, No.6 (1990), 267-271.
- 7) Borg, G.: "Perceived exertion as an indicator of somatic stress.", *Scand J Rehabil Med*, 2(2)(1970) 92-98.
- 8) 中井誠一: 「運動と水分摂取」 井上芳光, 近藤徳彦編 『体温』 (NAP, 2010) 170-173.
- 9) 杉晴夫, 斎藤望, 佐藤昭夫: 『栄養・健康科学シリーズ 運動生理学』, (南江堂, 2001), 57-60.
- 10) 本岡佑子, 麻美直美: 「暑熱化での屋外スポーツ活動が味覚に閾値に及ぼす影響」, 『日本運動生理学雑誌』 17, No.2 (2010), 59-66.
- 11) 渡辺剛: 『スポーツ栄養の本 (第2版)』 (ムイスリ出版, 2007), 23-27.