

# ブラジル産プロポリスの摂取が歩行運動に与える影響 — 青年期男女を対象として —

川上 雅之<sup>1,2)</sup>・神田 明典<sup>2)</sup>・山野 力<sup>1)</sup>・荒木 直彦<sup>1,2)</sup>  
猪木原孝二<sup>1,2)</sup>・石村 麻耶<sup>3)</sup>・織部 恵莉<sup>3)</sup>・佐道 哲也<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 倉敷芸術科学大学 生命科学部健康科学科

<sup>2)</sup> 倉敷芸術科学大学大学院 人間文化研究科人間文化専攻

<sup>3)</sup> 株式会社山田養蜂場本社 みつばち健康科学研究所

(2014 年 10 月 1 日 受理)

## I. 緒 言

歩行運動は、健康運動の代表格として多くの人々に愛用されている<sup>1,11,12)</sup>。とくに歩行運動は、身近で、簡単に、自分のペースで実施することが可能な有酸素運動（aerobics exercise）といえる<sup>1,11-15)</sup>。有酸素運動は、1960 年代米国のクーパー博士（K. Cooper）が提唱したことから世界的に普及した健康運動である<sup>15)</sup>。有酸素運動の健康効果は、すでに各種の報告から明らかになっている<sup>1,4-9,11-15)</sup>。健康運動は、高齢者にとって日常の食生活と同様に健康維持のために必要なものである<sup>4,18)</sup>。しかし現実には、運動の継続に多くの課題が存在する。それは、無理な運動プログラミング、また体力以上の運動強度の設定から運動を中断するケースが多々みられることである<sup>4,19,20)</sup>。さらに運動時の疲労は、運動意欲の減退にもつながり運動を中断する誘因にもなっている。

以上のような背景から、我々は運動時における生体ストレスの緩和と運動後の疲労回復を促進する目的で、「健康運動とサプリメント」というテーマで研究に取り組んでいる<sup>10)</sup>。サプリメントは、アミノ酸、ビタミン等の栄養補助食品、また機能性食品とも呼ばれ、健康維持のために人々の間で活用されている食品である。我々は、サプリメントとしてブラジル産プロポリス（以下プロポリスと称す）に着目した。プロポリスは、免疫力の向上、抗酸化作用、疲労回復、活性酸素の抑制等、各種の報告がみられるが<sup>3,16,17)</sup>、運動との関係について議論した報告は少ない。

本研究は、プロポリスの摂取が運動時の生体に与える影響を検証する目的で実験したところ、各種の生体反応が確認できたので報告する。

## II. 実験方法

### 1. 被験者

被験者は、男子 8 名と女子 8 名の大学生である。

表 1 は、被験者の年齢及び身体的特性について示したものである。

表 1. 被験者の身体的特性

性別	年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	インピ (Ω)	体脂肪率 (%)	BMI
男子	20.4±0.9	173.0±3.6	57.9±3.9	471.5±42.7	16.2±1.7	20.2±0.8
女子	19.4±1.3	156.9±1.8	51.8±4.9	501.1±44.9	25.1±4.4	21.0±1.8

被験者には、実験前にインフォームドコンセントを行い実験に協力する同意を得た。

## 2. 実験方法

### 1) プロポリスの摂取

プロポリスは、山田養蜂場のプロポリスカプセルを使用した。

表 2 は、プロポリスカプセルの主な成分について示したものである。

プロポリスは、起床時に 6 球（1 球中プロポリスエキス 75.6 mg 含有）を飲み物と一緒に摂取させた。摂取期間は、1 週間（7 日間）である。

表 2. アルコール抽出によるプロポリスエキス 100 g 中の機能成分

成分名	含有量 (g)	成分名	含有量 (g)
ドルパニン	1.4	ナリンゲニン	0.046
ケンフェライド	1.9	ジヒドロケンフェライド	1.1
アルテピリンC	12	ケンフェロール	0.12
バッカリン	3.1	ピノセンブリン	0.029
クロロゲン酸	0.12	クリシン	0.0011
4-カフェオイルキナ酸	0.064	6-メトキシケンフェライド	1.5
カフェ酸	0.11	クリフォリン	0.22
p-クマル酸	1.5		

### 2) 運動試験

運動試験は、安静時 2 分間、ウォームアップ 1 分間、その後分速 60m、80m 及び 100m の連続歩行運動（以下運動と称す）、そして 1 分間のクールダウンと 2 分間の回復期である。運動は、各ステージ 3 分間の計 9 分間である。

測定は、運動試験中における呼気ガス代謝（以下呼気ガスと称す）及び心電図（以下 ECG と称す）を測定した。

呼気ガスは、ドイツコールテックス社（Cortex）の Metsoft3（写真 1）により測定した。測定内容は、運動強度（以下 Mets と称す）、酸素摂取量（以下  $VO_2$  と称す）、二酸化炭素産出量（以下  $VCO_2$  と称す）、呼吸商（以下 RQ と称す）及び体重当たりのエネルギー代謝（以下 EE/kg と称す）である。

写真 1. 呼気ガス代謝の測定



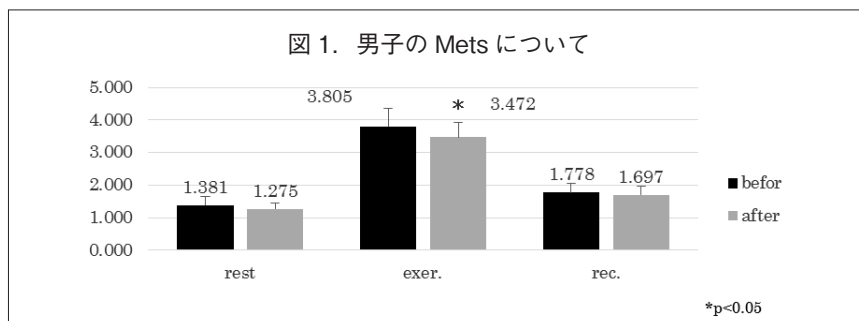
ECG は、アメリカ GE 社の Case15 により運動試験中の心拍数（以下 HR と称す）及び血圧（以下 BP と称す）を測定した。

運動試験は、プロポリス摂取前と摂取後の 2 回実施した。

### Ⅲ. 実験結果

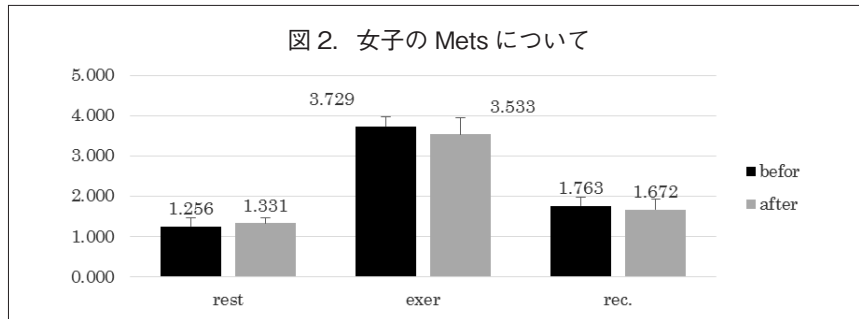
#### 1. 運動強度 (Mets)

図 1 は、プロポリス摂取前後における男子の Mets について示したものである。



男子の Mets は、安静時、運動時及び回復期のいずれも摂取前に比較して摂取後が低い値を示している。とくに運動時は、摂取後が有意に低下することを確認した ( $p < 0.05$ )。安静時及び回復期は、摂取前後で統計的な有意差を確認するには至らなかった。

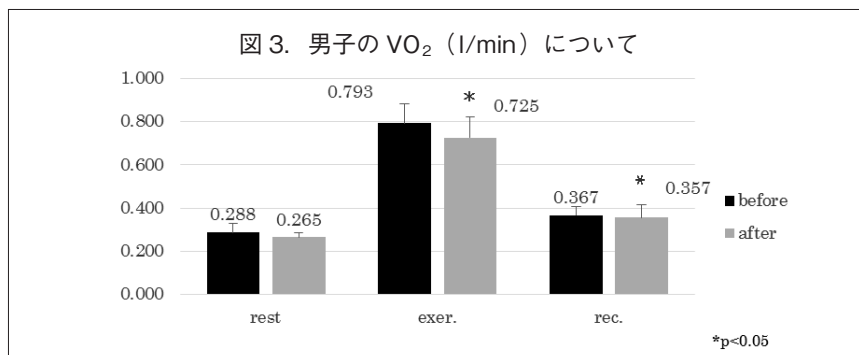
図 2 は、プロポリス摂取前後における女子の Mets について示したものである。



女子の Mets は、運動時が摂取前に比較して摂取後に低い値を示している。これは、統計的な有意差を確認するものではなかった。しかし、これは低下傾向を認める範囲であった。また安静時及び回復期には、統計的な有意差を確認するには至らなかった。

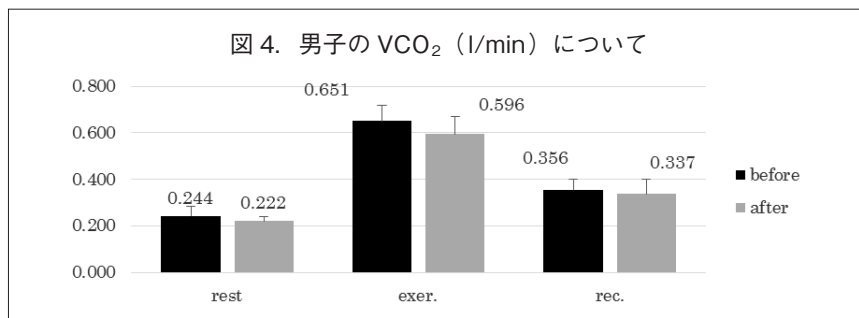
## 2. 酸素摂取量 ( $VO_2$ ) と二酸化炭素産出量 ( $VCO_2$ )

図 3 は、プロポリス摂取前後における男子の  $VO_2$  について示したものである。



男子の  $VO_2$  は、安静時、運動時及び回復期のいずれも摂取前に比較して摂取後が低い値を示している。とくに運動時及び回復期は、摂取後に有意に低下することを確認した ( $p<0.05$ )。

図 4 は、プロポリス摂取前後における男子の  $VCO_2$  について示したものである。



男子の  $\text{VCO}_2$  は、安静時、運動時及び回復期のいずれも摂取前に比較して摂取後が低い値を示している。これは、統計的な有意差を確認するものではなかった。しかし運動時は、摂取後に有意な低下傾向を示すことが確認された。

表3は、プロボリス摂取前後における女子の  $\text{VO}_2$  を示したものである。

表3. 女子の  $\text{VO}_2$  (l/min.) について

	摂取前	摂取後
安静時	$0.184 \pm 0.031$	$0.192 \pm 0.021$
運動時	$0.536 \pm 0.073$	$0.507 \pm 0.085$
回復期	$0.310 \pm 0.063$	$0.291 \pm 0.063$

女子の  $\text{VO}_2$  は、摂取前後に統計的な有意差を確認するには至らなかった。

表4は、プロボリス摂取前後における女子の  $\text{VCO}_2$  を示したものである。

表4. 女子の  $\text{VCO}_2$  (l/min.) について

	摂取前	摂取後
安静時	$0.221 \pm 0.031$	$0.236 \pm 0.021$
運動時	$0.666 \pm 0.065$	$0.631 \pm 0.091$
回復期	$0.314 \pm 0.042$	$0.298 \pm 0.055$

運動時の  $\text{VCO}_2$  は、摂取前に比較して摂取後が低い値を示している。これは、統計的な有意差を確認するものではないが、摂取後に有意な低下傾向を示すことが確認された。

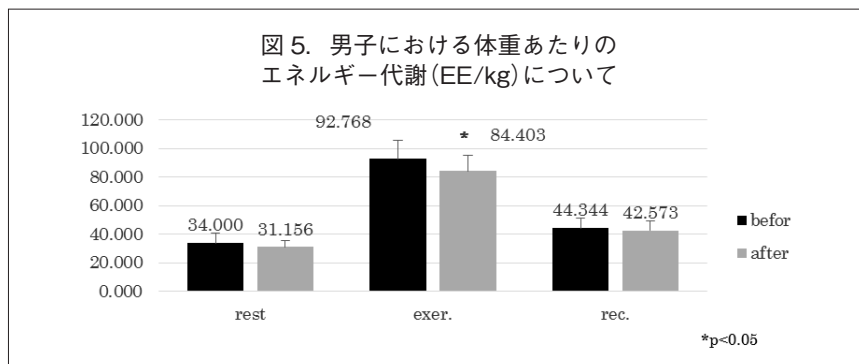
### 3. 呼吸商 (RQ)

男子の RQ は、プロボリス摂取前の安静時が  $0.848 \pm 0.051$  であり、運動時が  $0.82 \pm 0.053$ 、回復期が  $0.964 \pm 0.064$  であった。また摂取後は安静時が  $0.843 \pm 0.034$  であり、運動時が  $0.818 \pm 0.025$ 、回復期が  $0.948 \pm 0.068$  であった。運動時の RQ は、摂取前に比較して摂取後が低い値を示しているが、統計的な有意差を確認するものではなかった。

女子の RQ は、プロボリス摂取前の安静時が  $0.832 \pm 0.064$  で運動時が  $0.798 \pm 0.038$ 、回復期が  $0.982 \pm 0.082$  であった。また摂取後は安静時が  $0.815 \pm 0.052$ 、運動時が  $0.798 \pm 0.049$  で回復期が  $0.982 \pm 0.092$  であった。RQ は、女子においてもプロボリス摂取前後で大きな変化を確認するものではなかった。

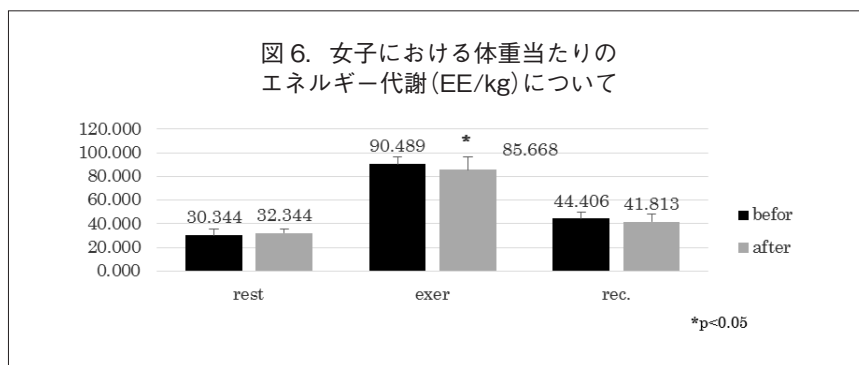
#### 4. 体重あたりのエネルギー代謝 (EE/kg)

図5は、プロポリス摂取前後における男子のEE/kgについて示したものである。



男子のEE/kgは、安静時、運動時及び回復期のいずれも摂取前に比較して摂取後が少いエネルギー消費量を示している。とくに運動時は、摂取後にエネルギー消費量が大きく低下することを確認した ( $p<0.05$ )。

図6は、プロポリス摂取前後における女子のEE/kgについて示したものである。



女子のEE/kgは、運動時のエネルギー消費が摂取前に比較して摂取後が大きく低下することを確認した ( $p<0.05$ )。安静時及び回復期には、大きな変化を確認することはできなかった。

#### 5. 心拍数及び脈圧 (HR & BP)

男子のHRは、プロポリス摂取前の安静時が  $76.9 \pm 16.0$  拍、最高値が  $118.1 \pm 11.8$  拍であった。摂取後は、安静時が  $77.9 \pm 8.9$  拍、最高値が  $116.6 \pm 11.6$  拍であった。HRは、摂取前に比較して摂取後が最高値において低い値を示しているが、統計的な有意差を確認するには至らなかった。女子のHRは、プロポリス摂取前の安静時が  $75.8 \pm 12.6$  拍、最高値が  $132.3 \pm 18.4$  拍、摂取後は安静時が  $81.4 \pm 11.9$  拍、最高値が  $127.4 \pm 9.9$  拍であった。女子のHRにおいても、摂取前に比較して摂取後の最高値が

低い値を示しているが、統計的な有意差を確認するには至らなかった。HR は、男女とも個人差が非常に大きなものであった。

脈圧は、最高血圧と最低血圧の差であり、心拍出量を推定する指標となる。男子の脈圧は、プロポリス摂取前の安静時が  $57.5 \pm 13.9$ 、最高値が  $88.9 \pm 15.4$  であった。摂取後は、安静時が  $53.0 \pm 12.2$ 、最高値が  $80.9 \pm 23.7$  であった。脈圧は、摂取後に低下を示しているが統計的な有意差を確認するには至らなかった。女子の脈圧は、プロポリス摂取前の安静時が  $49.6 \pm 19.4$  であり、最高値が  $81.5 \pm 18.8$  であった。摂取後は、安静時が  $44.4 \pm 7.2$ 、最高値が  $75.1 \pm 22.7$  であった。脈圧は、女子においても摂取後が低下を示しているが、統計的な有意差を確認するには至らなかった。脈圧においても、HR と同様に個人差が非常に大きいものであった。

#### Ⅳ. 考 察

プロポリスは、抗菌作用、疲労回復、活性酸素の抑制及び抗酸化作用等、各種生体に与える影響が報告されている<sup>3,16,17)</sup>。とくに疲労回復及び活性酸素の抑制については、運動時におけるストレス反応を考えるうえで非常に興味深いものがある。それは、プロポリスが運動時におけるストレス反応を軽減させる、また代謝産物の分解を促進させる可能性がある。Imai 等は、剣道の合宿においてプロポリスの摂取が還元型アルブミンに与える影響について報告している。それは、プロポリスの摂取によって血中の酸化型アルブミンの割合が少なくなったという報告である<sup>2)</sup>。これは、運動時に生体が受ける酸化ストレスの抑制にプロポリスが影響を与える可能性があることを示唆するものである<sup>2,16)</sup>。

今回は、青年期男女を対象にプロポリス摂取後における運動時の生体反応について検証した。実験結果は、男子においてプロポリス摂取後の Mets が有意に低下することを確認した。これは、プロポリスの摂取が運動時の生体ストレスを軽減させる可能性があることを示唆するものである。それは、プロポリスに含有されるポリフェノールの一種であるフラボノイドが関与している可能性があると考えている<sup>21)</sup>。フラボノイドは、植物から採取されるもので血流量の促進等、循環器系代謝に影響を与える成分として注目されている物質である<sup>21)</sup>。本実験に使用したプロポリスエキスは、フラボノイド、アミノ酸、各種ビタミン等を比較的多く含有している（表2）。それらが、複合的に運動時の生体ストレスを軽減させた可能性がある。しかし女子には、プロポリス摂取前後において低下傾向は認められるが、統計的な有意差を確認するには至らなかった。この点は、被験者の体力レベル、また運動習慣の有無から再度検証する必要があると考えている。Mets の低下は、運動時の代謝産物である  $\text{VCO}_2$  を低下させる可能性がある。本実験の  $\text{VCO}_2$  は、男女ともプロポリス摂取前後に統計的な有意差は認められないが、摂取後において低下する傾向を確認することができた。これは、Mets の低下によって代謝産物である  $\text{VCO}_2$  を低下させた可能性が大きいといえる。ここにおいても、プロポリスの摂取が運動ストレスの軽



減に関与した可能性がある。さらに Mets の低下は、運動時の  $VO_2$  も減少させる可能性がある。本実験の  $VO_2$  は、プロポリス摂取後の男子において低下する傾向を示している。これも、Mets の低下が運動代謝に必要な  $VO_2$  に影響を与えた可能性が大きい。しかし女子においては、統計的な有意差を確認するには至らなかった。この点は、各種の角度から検証する必要があると考えている。つぎに RQ は、運動時における生体のエネルギー代謝を予測するものである。本実験の RQ は、プロポリス摂取後において低下する傾向は認められるが、統計的な有意差を確認するには至らなかった。しかし RQ の低下傾向は、運動時の  $VCO_2$  との関連性が背景に存在するといえる。つぎにプロポリスの摂取は、男女の運動時における EE/kg を有意に低下させている。ここでもプロポリスの摂取は、運動時におけるエネルギー消費量を減少させる可能性がある。運動時の心拍出量は、HR 及び脈圧によって確認した。しかし HR 及び脈圧は、プロポリス摂取後に低下傾向は認められたが統計的な有意差を確認するには至らなかった。この点についても、被験者の年齢的、体力レベル、運動習慣の有無等、と運動強度との関係、さらにプロポリスの摂取が与える影響について再度検証する必要があると考える。運動強度の増加は、HR 及び脈圧との相関が非常に高いものである。

以上のことから、プロポリスの摂取は歩行運動時における生体ストレスの軽減に関与する可能性がある。とくに運動時の Mets と EE/kg は、摂取後において有意に低下することが確認された。また男子の  $VO_2$  も、運動時において有意に減少することが確認された。これは、プロポリスエキスを含有されるポリフェノールの一種であるフラボノイドが複合的に影響を与えて運動時の生体ストレスを緩和させた可能性があると考えられる。

## V. 要 約

本研究は、ブラジル産プロポリスの摂取が歩行運動に与える影響について検証する目的で実験した。

実験結果は、以下のとおりである。

1. Mets は、男子においてプロポリス摂取後の運動時に有意な低下を示すことが確認された。女子では、摂取前後に統計的な有意差を認められなかった。しかし、摂取後において低下する傾向が確認された。
2.  $VO_2$  は、男子においてプロポリス摂取後の運動時及び回復期に有意な低下を示すことが確認された。しかし女子は、摂取前後に統計的な有意差を確認するには至らなかった。
3.  $VCO_2$  は、男女ともプロポリス摂取前後に有意な差を確認できなかった。しかし、摂取後において低下する傾向が確認された。
4. RQ は、男女ともプロポリス摂取前後に統計的な有意差は確認できなかった。
5. EE/kg は、男女においてプロポリス摂取後の運動時にエネルギー消費量が有意な低



下を示すことが確認された。

6. HR 及び脈圧は、男女ともプロポリス摂取前後において統計的な有意差を認めるには至らなかった。しかし、摂取後において低下する傾向のあることが確認された。
7. 以上のことから、プロポリスの摂取は歩行運動時の Mets を減少させる可能性がある。Mets の減少は、運動時における生体ストレスの軽減を示唆する。またプロポリスの摂取は、運動時の EE/kg を低下させる可能性がある。EE/kg の低下は、プロポリスが運動エネルギーの省エネ化に関与することを示唆するものである。

本研究は、加計学園と山田養蜂場が産学共同研究を目的に、2012 年 5 月に締結した教育交流協定に基づき実施したものである。

#### 参考文献

1. 青木高他：21世紀の健康・体力作り，大修館，71-73，125-140（1990）
2. Imai Hajime et.al：Effect of Propolis Supplementation on the Redox State Albumin during High-tensito Kendo Training, Exercise and sports physiology Vol.11 No.3, 109-113（2005）
3. 大熊章郎他：風邪症状に対するブラジル産プロポリス含有食品の効果，Pharmacometrics 79，43-48（2010）
4. 奥野純子他：中・高齢者の歩数計使用の主観的有效観と歩数増加・運動継続との関連，体力科学53, 302-308（2004）
5. 川上雅之：エネルギー代謝による健康歩行運動の検討，岡山体育学研究第13号，1-7（2006）
6. 川上雅之他：歩行動作が酸素摂取量に与える影響，倉敷芸術科学大学紀要No.8，103-113（2003）
7. 川上雅之他：歩行と生体反応に関する研究，倉敷芸術科学大学紀要No.2，87-98（1997）
8. 川上雅之他：歩行動作とエネルギー代謝の関係，倉敷芸術科学大学紀要No.9，99-109（2004）
9. 川上雅之他：ヘルスサイエンス，不昧堂出版，25-65（1994）
10. 川上雅之他：乳酸菌製剤の摂取が骨形成に及ぼす影響，倉敷芸術科学大学紀要No.4，145-156（1999）
11. 川久保清他：生活習慣病に対するウォーキング効果，スポーツ医学19-4，375-381（2002）
12. 佐藤祐造他：運動不足に必要な1日歩行量，スポーツ医学19-4，367-371（2002）
13. 国土交通省健康局：健康増進のライフスタイル形成支援・連携方策に関する調査報告書，1-59（2008）
14. 厚生労働省：健康づくりのための身体活動基準・指針，3-17（2014）
15. Cooper K.H.：The new aerobics exercise, M.Evans and Company, 25-180（1970）
16. 鈴木郁功他：ローヤルゼリー，プロポリス，およびハチミツの疲労回復効果に関する研究，医学と生物 第153巻 第6号，416-421（2009）
17. 座間味義人他：Propolis長期投与によるOtsuka Long-Evans Tattyラットのインスリン抵抗性改善作用，The pharmaceutical society of Japan 130，833-840（2010）
18. 福永哲夫：生活フィットネスの性年齢別変化，体力科学52，9-16（2003）
19. 藤原健固：歩きの科学，講談社，10-61，75-106（1999）
20. 水野真由美：運動習慣動機付けとしてのウォーキングの応用，スポーツ医学19-4，383-389（2002）
21. 前田剛希：沖縄県産野菜の抗酸化能及び抗酸化成分に関する研究，沖縄県農業研究センター研究報告2，1-29（2009）

## The influence that an intake of the propolis from Brazil gives in a walk test – For male and female of the youth –

Masayuki KAWAKAMI<sup>1,2)</sup>, Akinori KANDA<sup>2)</sup>, Chikara YAMANO<sup>1)</sup>, Naohiko ARAKI<sup>1,2)</sup>,  
Kouji INOKIHARA<sup>1,2)</sup>, Maya ISHIMURA<sup>3)</sup>, Eri ORIBE<sup>3)</sup> and Tetsuya SADO<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>*Deptment of Health and Sport Science,  
College of Life Science,*

<sup>2)</sup>*Graduate School of Science and Humanities,  
Kutashiki University of Science and the Arts,*

*2640 Nishinoura, Tsurajima-cho, Kurashiki-shi, Okayama 712-8505, Japan*

<sup>3)</sup>*Institute For Bee Products and Health Science, Yamada Bee Company Inc.*

*194 Ichiba, Kagamino-cho, Tomata-gun, Okayama 708-0393, Japn*

(Received October 1, 2014)

This study is to inspect it about the influence that propolis from Brazil gives in a walk test.

The results are as follows.

1. Mets at the time of the exercise compared it before an intake of the propolis in a boy and significantly decreased after an intake.
2. VO<sub>2</sub> compared it before an intake of the propolis in a boy and significantly decreased after an intake for at the time of exercise and convalescence.
3. EE/kg compared it before a propolis intake and decreased with the male and female after an intake.
4. The above-mentioned result, an intake of the propolis reduced Mets, VO<sub>2</sub> and EE/kg in the walk test.