

# ココアによるヒト体表温の冷え改善効果

灘本 知憲

(滋賀県立大学 人間文化学部 生活栄養学科教授)

「冷え症」は現代病ともいわれ、暮らしの中では無視できないつらいものである。冷え症は、特に女性に多く、QOLに与える影響は大きい。著者らが女子学生97名に行ったアンケート<sup>1)</sup>によれば、約70%が冷え症と自覚しており、しかもこの割合は寺澤らの冷え症判断基準<sup>2)</sup>による結果とほぼ一致した。冷さを訴える部位は手足あるいはその指先が中心であり、多くの若い女性が抹消体表温の低下に悩まされていることが窺われる。(図1)

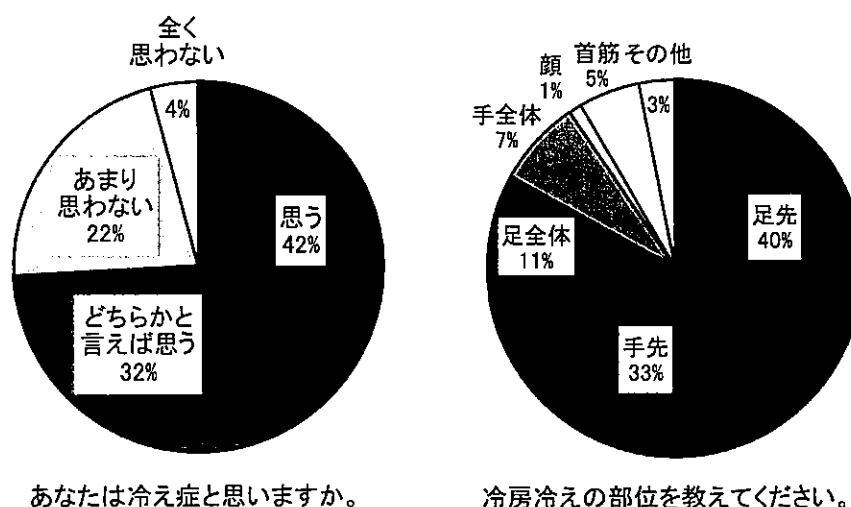


図1 冷え症に関するアンケート結果

女子学生97名 (18-22歳) に行った。

最近、食品成分によるヒトのエネルギー代謝亢進作用、血流改善効果、リラックス効果について多くの報告がある。これらはいずれも直接あるいは間接的に抹消血流の改善を通して、抹消体表温の上昇をもたらす可能性がある。著者らはショウガ<sup>3)</sup> やヘスペリジン誘導体<sup>1)</sup> の摂取がヒト体表温の改善効果を示すことを報告した。

カカオポリフェノールに自律神経活性を整え<sup>4)</sup>、ストレスを軽減する作用<sup>5)</sup> があることが示唆されたので、ココアにも体表温改善作用の可能性がある。実際、ココアが緑茶やコーヒーなど他の一般的な嗜好飲料と比較して、手指の表面温度、血流の改善に有効と示唆された<sup>6)</sup>。しかし、摂取試料としたココアは他の飲料とは異なりそれ自身相当量の脂質を含み、従ってエネルギー含量も高く、さらに砂糖やミルクによるエネルギーも加わっていることから、これらの作用が特異動的作用の結果との推測を排除できない。

今回、著者らは三大栄養素組成を揃えたスープ (飲料) を対照とすることでこれらの影響を排除

した。ココアの形態、摂取方法などいくつかの異なる条件下で、ココア試料による冷え改善効果の有無を検証した。

## 【実験方法】

### 1. 体表温、血流測定

体表温は、皮膚温測定装置（DETA COLLECTOR AM-7002 TYPEK、安立計器株式会社）のセンサーを首筋、左手薬指先、左手首、左足首、左足中指先背、その他に取り付けて、連続的に行った。血流量は、半導体レーザー血流装置（ALF21/21D 株式会社ADVANCE）を用いて、左手中指腹の第1関節から第2関節の間で、連続的に測定を行った。

### 2. 実験のプロトコル

ヒトを対象に5通りの実験を行った。実験は18-24歳の健康な女子学生を被験者とし、体温の日内変動を考慮し、実験Ⅴを除き同様の時間帯（9-13時）で行った。実験Ⅴは就寝前を想定し、17-19時に実験を行った。実験に先立ち、温度管理された（25℃）前室で、被験者に一定の服装（Tシャツ、トレーニングズボン、白衣、ソックス）を着用させ、前日からの食事、生活行動に関するアンケートに答えさせた。過度の香辛料やカフェイン飲料の摂取、前日の欠食、激しい運動、睡眠不足など不適切な場合は実験を中止した。なお実験前3時間は絶飲食とした。その後、恒温室（室温 $22 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、湿度50%）に入室し、約30分安静の後、実験を開始した。被験者の姿勢は実験Ⅴを除き坐位とし、安静を保たせた。実験Ⅴでは、試料摂取後靴下を脱ぎ、簡易リクライニングベッドに幾分頭を起こした位置で、仰臥位に横たわり、掛け布団を首下まで掛け安静とした。入眠は禁止した。試料摂取前後の額、首、手首、手指先、足首、足指先などの体表温、手指先などの血流を測定し、この他実験に応じて測定部位を変化させた。

### 3. 摂取試料

実験Ⅰ：ピュアココア8g/150ml浄水（37℃）を試験試料とした。対照試料は鶏ガラだしをベースにした三大栄養素組成を揃えたスープとした。

実験Ⅱ：実験Ⅰでの試料温度を60℃として行った。

実験Ⅲ：試験試料として超臨界二酸化炭素抽出によって脂質含量が1%未満となった脱脂ココアを用いた。脱脂ココアは苦味が強く、味を緩和するためスキムミルクをベヒクルとして用いた。脱脂ココア8g+18gスキムミルク/150ml浄水（60℃）を試験試料とした。対照試料は18gスキムミルク/150ml浄水をベースとして、ゼラチンなどを用いて三大栄養素組成を揃えた飲料とした。なお脱脂ココア8gはピュアココア10.7gに相当する。

実験Ⅳ：脱脂ココア熱水抽出物3.22g+18gスキムミルク/150ml浄水（60℃）を試験試料とした。対照試料は実験Ⅲと同じ飲料とした。なお熱水抽出物3.22gは、脱脂ココア16gに相当する。

実験Ⅴ：試料は実験Ⅲと同じとした。夕刻（17-19時）に飲料を摂取した後、就寝を想定した姿勢で実験を行った。

### 4. 試料中のテオブロミン、ポリフェノールの測定

試験試料中のテオブロミン（TB）含量はHPLC法で、ポリフェノール（PP）含量はフォリンチオカルト法で測定し、エピカテキン相当量として示した。

### 5. 統計処理

試験試料、対照試料摂取後の両群の体表温、血流量の平均変化値の比較は、対のあるt検定を用

いた。両群の時間経過に伴った比較は、繰り返しのある二元配置分散分析によって行った。危険率0.05未満を有意水準として用いたが、0.1程度も参考のため表示した。

## 【結果と考察】

実験Ⅰ～Ⅳにおいて、手首、指先、足首、指先の抹消部位の体表温は摂取物の如何に関わらず、時間経過とともに低下した。室温22℃は、上述の実験着衣では軽い寒冷条件と言える。

### 1. 実験Ⅰ、Ⅱ

実験Ⅰ、Ⅱでは、ピュアココア（TB含量：185mg、PP含量：351mg）は飲料の温度に関わらず、上半身末梢部位での冷え抑制傾向を示した（図2）。飲料温度が高いBの方が試験飲料、対照飲料とも抹消体表温低下が小さく、摂取物の温度が体表温変化に大きな影響を与えていることが分かる。しかしながら、ピュアココアの有意な体表温低下抑制効果は飲料温度37℃の手首に見られたのみであった。なお、二元配置分散分析による経時変化の有意性はどの部位においても認められなかった。

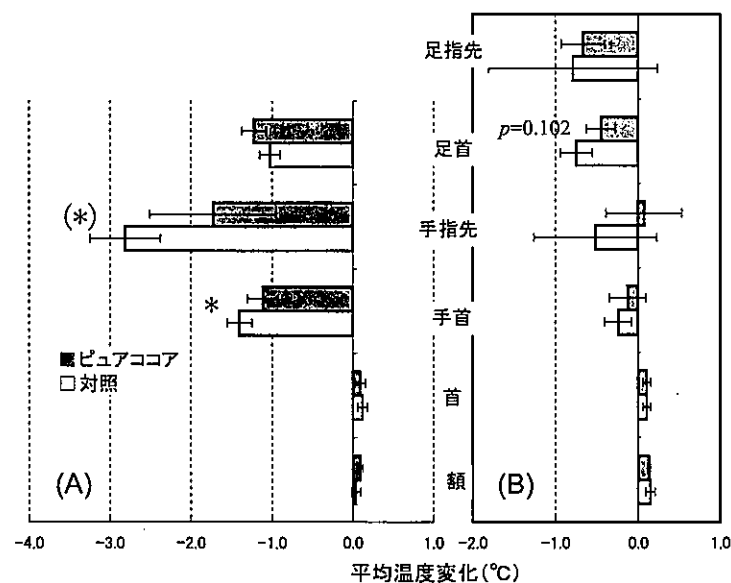


図2 ピュアココア8g摂取後48分間の平均体表温変化

ピュアココア8gを150mlの浄水（A：37℃）、温湯（B：60℃）に溶かし摂取させた。  
n=10（実験A）、n=7（実験B）、\*：p < 0.05，（\*）：p < 0.1（by paired t-test）

### 2. 実験Ⅲ

実験Ⅲでは、実験Ⅰ、Ⅱで用いたピュアココアよりTB含量が幾分高く、PP含量は2/3の脱脂ココア（TB：207mg、PP：236mg）を試験飲料とした。実験Ⅲにおいては、通常の部位以外に腹、腰部の体表温の変化を測定した。実験方法で述べたように、脱脂ココアは脂質を殆ど含まずエネルギー含量が小さい。特異動的作用の影響を軽減できる好都合な試料であったが、飲料としてそのまま使用するには苦みが強すぎる欠点がある。比較的飲みやすくするための手段として、スキムミルクをベヒクルとして用いた。数カ所の部位における体表温の、栄養組成を揃えた対照飲料摂取と比較した経時変化を図3に示す。脱脂ココアを用いることで、ココアの体表温改善効果がクリアに現れた。すなわち対照と比べ、手指先、手首、さらに腹、腰部において脱脂ココアは体表温の上昇促進または低下抑制効果を示し、その効果は実験終了時（摂取後70分）まで続いた。手指先、腹、腰

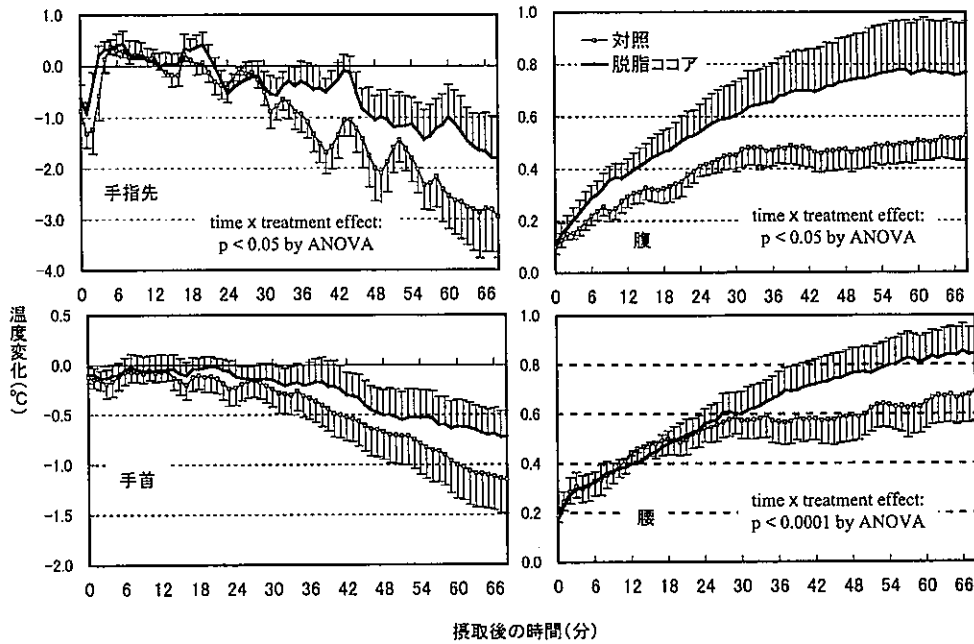


図3 脱脂ココア8g摂取後の体表温の経時変化

脱脂ココア8gを150mlの温湯（60℃）に溶かして摂取させた。  
 n=6、統計処理は二元配置分散分析における交互作用で示した。

部ではt検定、二元配置分散分析における交互効果いずれでも有意な差が認められ、手首ではt検定で危険率0.1未満であった。ピュアココア摂取と較べて、脱脂ココアの効果が顕著となった理由は定かではないが、脱脂によって特異動的作用の要因が著しく軽減したこと、ピュアココア相当量が多いこと、TB含量が高くPP含量が低いことなどが、ピュアココアを用いた実験との差異である。本実験によって、ココアの温効果が脂質画分には由来しないことが明らかとなり、またTB、PP含量から考えて、TBの方が可能性ある成分であることが推測された。

### 3. 実験Ⅳ

さらに脱脂ココア熱水抽出物を試験試料とした実験Ⅳにおいては、下半身の末梢部位での効果も確認された。実験Ⅰ～Ⅲで用いたピュアココア、脱脂ココア中のTB、PP含量測定には、ココアからの抽出、前処理など一連の測定試料作成のための過程を要する。これらの過程における成分損失を考慮する必要のないココアを実験試料とすることを試みた。すなわち脱脂ココアを熱水で抽出し、乾燥粉末試料を調製した。本試料は前処理を全く行うことなく、フォルインチオカルト法にてPP含量を摂取量3.22g当たり195mgエピカテキン相当量と測定した。また同様にHPLC法にてTB含量を151mgと算出した。HPLCクロマトグラム上ではTB以外の紫外吸収ピークは一つしか観察されず、本ピークはエピカテキンの保持時間と一致し、また紫外吸収スペクトルはカテキン類と一致した。このピーク面積から計算されるエピカテキン相当量は32.2mgであり、フォルインチオカルト法によるエピカテキン相当PP含量とは大きく異なっていた。いずれにしてもこれらの含量値は、実際に被験者に摂取させた量そのものを示している。本試料に関しては栄養組成データがなかったため、対照飲料として実験Ⅰと同じものを用いた。そのため、エネルギー含量が試験飲料より大きい可能性がある。しかし試験飲料の温効果を検証するには不都合はないと判断した。いくつかの部位の体表温の経時変化を図4に示す。実験Ⅲと同様、抹消部位での冷え抑制効果が顕著に現れたが、特に足

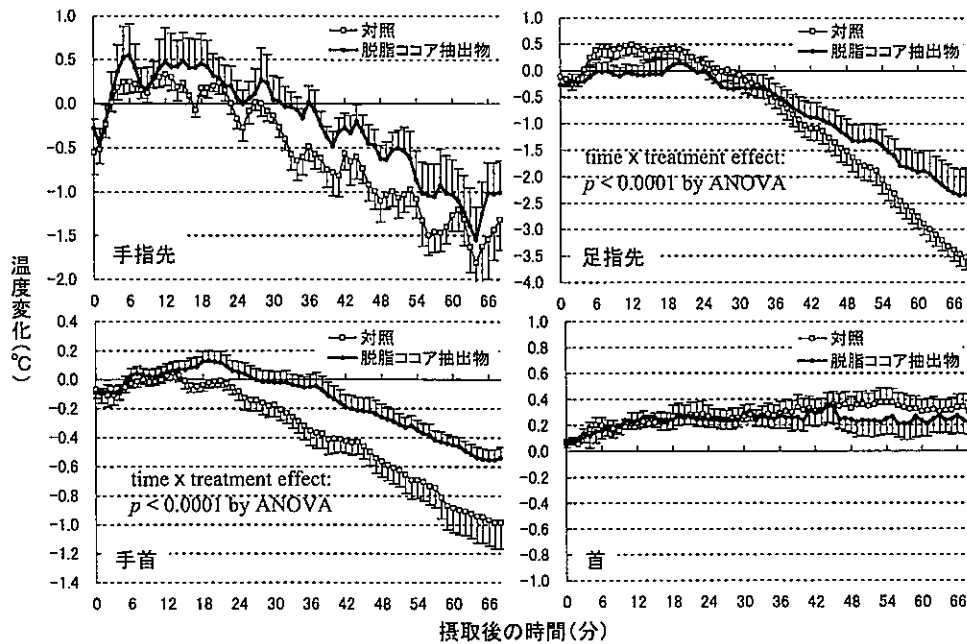


図4 脱脂ココア抽出物3.22g摂取後の体表温の経時変化

脱脂ココア抽出物3.22gを18gのスキムミルクとともに150mlの温湯（60℃）に溶かして摂取させた。  
n=8、統計処理は二元配置分散分析における交互作用で示した。

指先の有意な冷え抑制効果はこの実験で初めて観察された。図に示すように、手首、足指先では二元配置分散分析で交互効果が見られ、手指先ではt検定で平均変化に有意な差が観察された。なお図4では首部の結果も示した。首体表温は対照飲料摂取と比較して全く変化がなかった。首体表温は体温の影響を受けやすく、例えば褐色脂肪細胞のエネルギー産生を敏感に反映しやすい。また首部の温度は動脈脈吻合の調節因子となり、特に手足の体表温に大きな影響を及ぼす。本実験において首体表温に変化が見られなかったことは、ココアの温効果が動脈脈吻合の調節によるものではないことを示し、さらにエネルギー代謝亢進の結果ではないことを示唆している。

TBは古くから循環器系障害の治療薬として用いられた歴史がある。最近では咳止め薬としての効果が報告<sup>7)</sup>されており、その効果が血流改善によるものと推測されている。またカカオポリフェノールの血管拡張作用についても、エピカテキン<sup>8)</sup>、フラボノール<sup>9)</sup> いずれにも確認されている。本実験試料中のエピカテキン含量32mgという値は、血管拡張作用を示すのに十分な量であった。従ってココアの温効果の主要成分として、TB、PPいずれも可能性があり、さらに両物質の複合効果の可能性もあり、本実験からは断言できない。

### 3. 実験V

また就寝前の摂取を想定して行った実験Vにおいて、脱脂ココアは布団に入った後の手足の体表温の上昇を顕著に促進した。結果を図5に示す。本実験では、実験I～IVとは異なり抹消部の体表温は、試験飲料摂取開始後15分の靴下を脱いで布団を掛けた時点から、急激な上昇を示した。脱脂ココアの体表温上昇促進効果は顕著で、手首、足首、足指先では二元配置分散分析で、またt検定による平均変化の比較では手指先においても有意な差が観察された。手足が冷えた状態から、例えばこの実験のように布団に入り温度が上昇するような環境下では、ココアの効果が顕著に現れることが示された。

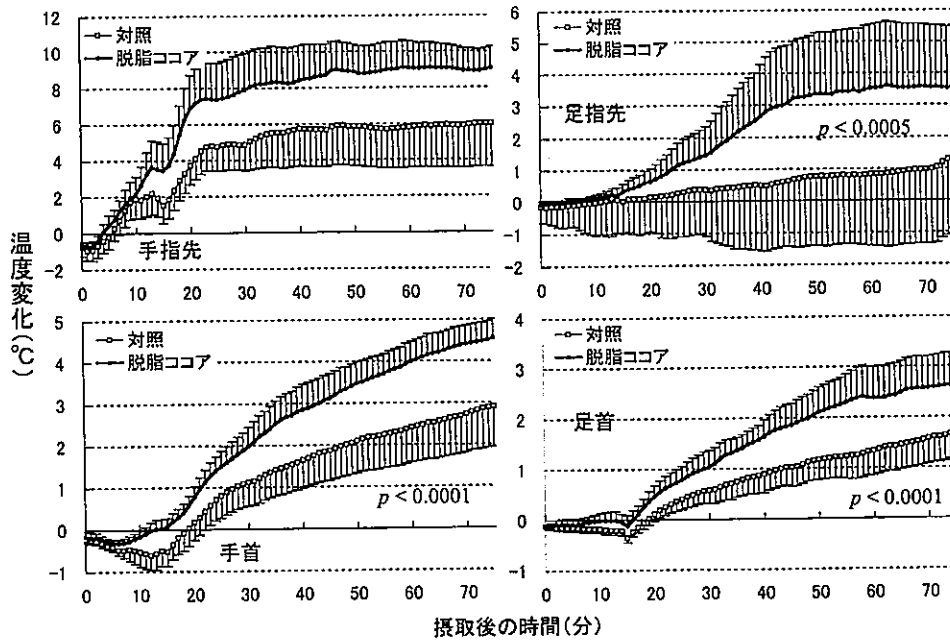


図5 脱脂ココア8g摂取後の体表温の経時変化

脱脂ココア抽出物8gを150mlの温湯（60℃）に溶かして摂取させ、就寝位で測定を行った。  
n=6、統計処理は二元配置分散分析における交互作用で示した。

以上表1に示すように、被験者の差異、季節、摂取温度、摂取時間に関わりなくココアの抹消部位体表温の冷え抑制効果が明らかとなった。また、全ての実験においてココアによる冷え抑制効果は持続的であった。ココア健康効果を示唆する報告は多いが、今回の結果ではココアが持つ冷え改善効果を具体的に示すことができた。今後、作用成分がTBなのかPPなのか、あるいはそれらの複合的効果なのか、それとも別の物質が関与しているのか。摂取時の条件によって効果の現れ方に差があるのか。等々、人の実生活に直接貢献するための課題に取り組んでいく予定である。

表1 結果のまとめ

	摂取物 摂取量 (g) (純ココア換算)	テオブロ ミン量 <sup>2)</sup> (mg)	ポリフェノ ール量 <sup>3)</sup> (mg)	実験時期 実験時刻	飲料温度 実験姿勢	温効果の有意性			
						手首	手指	足首	足指
実験 1 n=10	純ココア 8	185	351	12-1月 9-12時	37℃ 座位	■	■	■	■
実験 2 n=7	純ココア 8	185	351	11月 9-12時	60℃ 座位	■	■	■	■
実験 3 n=6	脱脂ココア <sup>1)</sup> 8 (10.7)	207	236	6月 9-13時	60℃ 座位	■	■	■	■
実験 4 n=8	脱脂ココア 熱水抽出物 3.22 (21.4)	151	195 (32) <sup>4)</sup>	7-8月 9-13時	60℃ 座位	■	■	■	■
実験 5 n=6	脱脂ココア 8 (10.7)	207	236	1月 17-19時	60℃ 就寝位	■	■	■	■

1) 超臨界二酸化炭素抽出法による。(脂質含量1%未満)  
2) HPLC法  
3) フォリンチオカルト法にてエピカテキン相当量として表示。  
4) HPLC法にてエピカテキン相当量として表示。

■  $p < 0.05$  by t-test or ANOVA

□  $p < \text{or} = 0.1$  by t-test

- 1) 南利子ら、第61回日本栄養・食糧学会 (2006)
- 2) 寺澤捷年、生薬学雑誌、141 (2)、85 (1987)
- 3) 藤沢史子ら、栄養・食糧学会誌、58 (1)、3 (2005)
- 4) 横越英彦、第8回チョコレート・ココア国際栄養シンポジウム (2003)
- 5) 武田弘志、第4回チョコレート・ココア国際栄養シンポジウム (1998)
- 6) 南雲久美子、第8回チョコレート・ココア国際栄養シンポジウム (2003)
- 7) Usmani O.S. et al, FASEB J., 19 (2) , 231 (2005)
- 8) Hagen S. et al, PNAS, 103, 1024 (2006)
- 9) Helmut S. et al, Am. J. Cli. Nutr., 127, 1422 (1997)