アルペンシスミントによる下腿温浴後の行動性体温調節抑制効果

DEPRESSANT EFFECT OF MENTHA ARVENSIS ON BEHAVIORAL THERMOREGULATION AFTER FOOTBATHING

長野和雄*, 渡邊慎一**
Kazuo NAGANO and Shinichi WATANABE

This study discusses how much a mint oil makes the young male and female adults feel cool after footbathing. Ten male and ten female students at universities soaked their lower legs in water of 42 °C with and without including a few drops of the essential oil of *mentha arvensis* in each air temperature of 25, 28, 31 °C. After taking a bath with the oil, the subjects felt cooler especially when the air temperature was lower although there were little effects on the physiological responses, and the thermally neutral temperature was approximately 5 °C higher at the maximum. Consequently, it is expected that the footbath using mint oil would depress their feelings and behaviors when they are tempted to make their body temperatures get lower, and that it would lead to save energy on air conditioning in summer.

Keywords : *Footbath, Japanese mint, l-menthol, TRPM8, Cool feeling effect, Gender difference*

足浴, ニホンハッカ, l-メントール, TRPM8, 涼感効果, 性差

1. 目的

ミントは最も身近なハーブの一つであり、料理や薬用の材料として直接利用されるばかりでなく、その精油が歯磨き粉や化粧水、入浴剤などに幅広く利用されている。本研究の関心は、ミントを入浴剤として利用した際に、経皮吸収されて得られる独特の冷涼感が、何℃の体感に相当するのかということである。この冷涼感は、ミントの主成分でモノテネンアルコールの一種であるメントール(l-menthol)がヒトの冷刺激受容体の一つであるTRPM8を活性化させることで得られるが、このTRPM8は求心性の感覚神経細胞に分布し、末梢から中枢へ情報を伝達する¹⁾。一方、血管収縮・拡張や発汗、ふるえといった自律的な体温調節反応は自律神経系や体性神経などの遠心性神経に支配されている。すなわち、ミントが自律性体温調節に作用し身体を冷却することはなく、感覚のみに影響する。したがって、温熱6要素の場合とは異なり、このような化学刺激による温熱的影響を人体熱収支によって捉えることは困難で、被験者の心理反応を得るアプローチが最も有効な手段の一つと考えられる。先例として、ペパーミントのにおいを嗅ぎながら恒温水槽に手を入れたときの水の温度感覚を尋ねる被験者実験があるが²⁾、気道に対する曝露のみであり、入浴時の利用を想定して経皮吸収による影響を検討する本研究とは異なる。また被験者は女子学生に限られている。本研究は夏期入浴時を想定し、浴湯にミント精油を滴下することで得られる冷涼感を青年男女を被験者とする実験により、その効果を数量的に導く。

2. 方法

奈良女子大学E棟5階人工気候室(幅3200×奥行4000×高さ2400mm;換気量60m³/h、換気回数2.0回/h)にて青年女性10名(年齢21.9±0.9歳、身長157.4±4.6cm、体重52.3±10.4kg、BMI21.0±3.6)を、大同大学8号館4階人工気候室(幅4200×奥行3170×高さ2300mm;換気量80m³/h、換気回数2.6回/h)にて青年男性10名(年齢21.4±0.5歳、身長172.1±6.3cm、体重69.5±10.8kg、BMI23.4±2.6)をそれぞれ被験者に採用し、実験を行った。実験期間は女性被験者については2011年8月10日～10月7日、男性は2012年8月23日～9月19日であった。実験条件はミント精油を滴下した場合(以降、ミント有条件)と白湯の場合(以降、ミント無条件)の足浴2条件と、25℃、28℃、31℃の室温3条件の組み合わせ計6条件とした。湯温は42℃に統一した。被験者の着衣は半袖Tシャツ、半ズボン、各自の下着とし、男女ともに0.32cloと推定された³⁾。室内湿度は50%、気流は0.15m/s以下とした。

各実験条件について、被験者は人工気候室に入室後30分椅座にて安静を保った後、椅座のまま浴槽に両足を浸漬した。15分後に出浴して直ぐに浸漬部の水分をタオルで拭き、再び60分椅座安静を保った。これを全6条件について繰り返した。その際、被験者の生理的・心理的負担を考え、1日に2条件以上に参加することはなかった。実験条件の順序効果を相殺するため、ミント有無条件・室温条件の実施順を被験者ごとにランダムとした。

浴槽にはポリプロピレンケース(内寸約幅374×奥行653×高さ319mm)を用い、湯温制御のために槽中央に投げ込み式ヒーター(ク

* 奈良女子大学大学院住環境学領域 准教授・博士(工学)

** 大同大学建築学科 教授・博士(工学)

Assoc. Prof., Research Group of Residential Architecture and Environmental Science, Nara Women's University, Dr. Eng.
Prof., Dept. of Architecture, Daido University, Dr. Eng.

表 1 使用測器

測定項目	2011 年実験 (女性被験者)	2012 年実験 (男性被験者)
室内気温・湿度	自己記録式温湿度計 (ESPEC RS-12)	
湯温	自己記録式温度計 (ESPEC RT-12)	
グローブ温度	150mmφ グローブ温度計、自己記録式温度計 (ESPEC RT-12)	
風速	熱線式風速計 (KANOMAX Climomaster 6542)	
皮膚温・耳内温	皮膚温サーミスタプローブ (Gram LT-ST 08-12)	
	サーミスタロガー (Gram LT-8A)、耳用体温ロガー (TechnoScience DBTL-1)	サーミスタロガー (Gram LT-200SA)、0.2mmφT 型熱電対 + 電圧ロガー (ETO CADAC21)、耳栓型プローブ (Gram LT-2N-13)
熱流量	防水型熱流計 (EKO MF-180M) 電圧ロガー (ETO CADAC21)	
体重	電子天秤 (Sartorius F150S)	電子天秤 (Sartorius QA150FEG-S)

マガイ電工 SCH-901) を入れた。女性は下腿の 50% が浸漬する (膝とくるぶしのほぼ中間に水面がくる) 程度、男性は水深 25cm 程度になるよう湯量を調節した。浸漬部をサージカルテープで完全に覆った後に剥がして面積を実測し、Hardy and DuBois[®] の皮膚面積比と合わせて全体表面積に対する浸漬部の表面積比を求めたところ、女性は 14.5%、男性は 11.4% と推定された。ミントには l-menthol の含有率が高い和ハッカ、すなわちアルペンシスミント (*Mentha arvensis*) 精油 (プラナロム;l-menthol 含有率 75 ~ 76%) を採用し、入浴直前に 3 ~ 4 滴 (0.15 ~ 0.2ml 相当) を浴槽に滴下した。出浴直後に浴槽に蓋をしたが、実験中は室温制御に伴う換気以外の機械換気はなく、経皮吸収だけでなく肺胞や鼻腔等からの経気道吸収も妨げなかった。

実験中の温熱環境項目 (室内気温・湿度、風速、グローブ温度、湯温) と生理反応 (Hardy and DuBois[®] の 7 点および下腿の浸漬部 1 点の皮膚温、耳内温、浸漬部 (下腿下部) 熱流量、体重減少量) を測定・記録した。表 1 に使用測器を示す。体重については開始時・入浴直前・出浴直後・終了時の 4 回測定し減少量を算出した。その他の温熱環境項目・生理反応の測定間隔は 10 秒とした。湯温を除く温熱環境項目の測定高さは椅座位姿勢人体のおおよそ中央となるよう、2011 年実験 (女性被験者の場合) では床上 600mm、2012 年実験 (男性被験者の場合) では床上 700mm とした。湯温の測定高さは底上 50mm および 200mm とした。空気環境の測定項目はニオイセンサー (COSMOS XP-329 III R) によるセンサー値とした。ただし測器の計測音が大きい被験者への影響を考慮して実験中には計測せず、別日に各 6 条件を実現し験者のみが入室して計測した。

心理反応の測定項目は、直線評定尺度による脚の「寒い-暑い」「涼しい-暖かい」「冷たい-熱い」「爽快感がない-爽快感がある」、全身の「寒い-暑い」「涼しい-暖かい」「爽快感がない-爽快感がある」、総合的・熱的・嗅覚的それぞれについての「不快である-快適である」、環境全体・熱環境・匂い環境それぞれについての「受け入れられない-受け入れられる」と、6 段階の臭気強度尺度⁷⁾とした。入浴前は 10 分間隔、入浴中・出浴後は 5 分間隔で、入浴時・出浴時には直前・直後に続けて測定した。直線評定尺度について、両端を各評価語に対する最大の感覚とし、そのときの感じた印象にふさわしい位置に印を付けるよう被験者に指示した。その際あまり考え込まず直感的に申告するよう教示した。評価語の意味の解釈は被験者に一任した。

得られた申告は全長 100 の任意尺度として数値に変換した。

被験者には、ヘルシンキ宣言に則り実験概要・手順・方法や考え得る危険性を事前に十分説明し、書面にて同意を得た者を採用した。ただし、事前アンケートで過去にミントやアルコールにアレルギー反応を示したことがあると回答した者は除外した。また、実験前日からの禁酒と十分な睡眠、実験開始 1 時間前からの飲食の禁止など、生理状態を統制するための注意を促した。実験終了後に適切な報酬が支払われた。

3. 結果

3.1 実験条件の実現状況

2011 年実験 (女性被験者の場合) において、実験中の 105 分間 (湯温については足浴中の 15 分間) の時間変動はいずれの温熱環境項目ともに小さく、標準偏差の平均 (全被験者 × 全 6 条件) は気温で 0.10 °C、グローブ温度で 0.09 °C、相対湿度で 0.7 %、風速で 0.03 m/s、湯温 (床上 200mm) で 0.19 °C、湯温 (床上 50mm) で 0.22 °C であった。2012 年実験 (男性被験者の場合) においても実験中の時間変動はいずれの温熱環境項目ともに小さく、標準偏差の平均 (全被験者 × 全 6 条件) は気温で 0.08 °C、グローブ温度で 0.11 °C、相対湿度で 0.9 %、風速で 0.03 m/s、湯温 (床上 200mm) で 0.26 °C、湯温 (床上 50mm) で 0.20 °C であった。各温熱環境項目を時間平均

表 2 各温熱環境項目の実測値

Mean (s.d.)		気温 [°C]	グローブ温度 [°C]	相対湿度 [%]	風速 [m/s]	湯温上 [°C]	湯温下 [°C]
2011 年実験 (女性)	31°C	31.7 (0.05)	31.8 (0.12)	50 (1.0)	0.11 (0.03)	42.6 (0.20)	42.6 (0.33)
		28.5 (0.12)	28.7 (0.10)	47 (1.1)	0.07 (0.04)	42.7 (0.13)	42.7 (0.15)
		25.6 (0.38)	25.9 (0.37)	43 (2.3)	0.07 (0.03)	42.6 (0.15)	42.6 (0.10)
	28°C	31.7 (0.07)	31.7 (0.09)	49 (0.7)	0.11 (0.03)	42.7 (0.14)	42.8 (0.22)
		28.5 (0.12)	28.7 (0.12)	48 (0.9)	0.08 (0.05)	42.7 (0.12)	42.7 (0.20)
		25.4 (0.15)	25.8 (0.13)	45 (1.5)	0.08 (0.04)	42.6 (0.18)	42.5 (0.27)
	25°C	31.1 (0.22)	31.2 (0.71)	48 (0.7)	0.04 (0.03)	42.4 (0.17)	41.9 (0.12)
		28.0 (0.07)	28.4 (0.04)	48 (0.6)	0.05 (0.02)	42.2 (0.16)	41.8 (0.18)
		25.1 (0.07)	25.5 (0.15)	47 (0.2)	0.07 (0.03)	42.4 (0.21)	41.8 (0.34)
2012 年実験 (男性)	31°C	31.0 (0.13)	31.2 (0.49)	48 (0.8)	0.03 (0.02)	42.3 (0.07)	41.7 (0.20)
		28.1 (0.04)	28.7 (0.78)	48 (0.9)	0.05 (0.03)	42.5 (0.18)	41.6 (0.19)
		25.1 (0.09)	25.5 (0.11)	47 (0.3)	0.05 (0.02)	42.5 (0.26)	41.9 (0.18)
	28°C	31.0 (0.13)	31.2 (0.49)	48 (0.8)	0.03 (0.02)	42.3 (0.07)	41.7 (0.20)
		28.1 (0.04)	28.7 (0.78)	48 (0.9)	0.05 (0.03)	42.5 (0.18)	41.6 (0.19)
		25.1 (0.09)	25.5 (0.11)	47 (0.3)	0.05 (0.02)	42.5 (0.26)	41.9 (0.18)

図 1 ニオイセンサー値の経時変化

し、その被験者平均および標準偏差を6条件別に求めた。表2にその結果を示す。2011年実験（女性被験者の場合）において、気温・グローブ温度・湯温の平均値が設定条件より0.4～0.9℃高めであったが、メント有無条件間の差は小さく、温度条件間の差は明確である。2012年実験（男性被験者の場合）においても、湯温下を除いて設定条件よりわずかに高めであり、2011年実験との差は小さい。両実験とも相対湿度・風速についてもおおむね設定条件を満たし、またいずれの項目とも標準偏差は小さいことから、検討に十分耐え得る熱条件が実現できていると見なし以降の分析を行った。

図1にニオイセンサー値の経時変化を示す。両実験とも精油滴下前30分間においても条件間の差が大きい。メント有条件では滴下後に急激に上昇し、徐々に下降を続ける。上昇幅や下降の仕方に室温との関連は読み取れない。メント無条件では実験開始から終了まで緩やかに下降を続ける。同様に室温との関連は読み取れない。2011年実験（女性被験者の場合）では滴下後の上昇幅が大きく、その後下降するが滴下前の値まで下らないまま実験を終えるのに対し、2012年実験（男性被験者の場合）では滴下後の上昇幅が小さく、そ

の後下降して31℃・25℃メント有条件では滴下後30分頃にほぼ滴下前の値に戻る。全体としては、滴下直後を除き2012年実験の方が値がやや高めである。

3.2 生理反応

図2に各条件における浸漬部（下腿下部と足背部の平均）皮膚温および平均皮膚温の経時変化を示す。浸漬部皮膚温について、男女とも入浴後急激に上昇し、約5分でどの室温条件も湯温に近い41℃前後で安定する。出浴後、女性の方は入浴前よりも低い温度まで急激に下降し、その後緩やかに再上昇し安定するのに対し、男性は入浴前より2℃前後高い値から実験終了まで緩やかに下降を続ける。男女とも入浴中以外は高室温条件ほど高いが、メント有無条件間に明確な差は認められない。平均皮膚温について、男女とも入浴中上昇し、出浴直後に急激に下降する。高室温条件ほど高いがメント有無条件間に明確な差は認められない。

図3に各条件における耳内温変化（入浴前30分間の平均からの差）および体重減少量の経時変化を示す。耳内温について、女性の方は入浴中から出浴後5分（入浴後20分）頃まで上昇を続け、その後入浴前の温度付近まで下降する。25℃条件では変動が小さい。男性もおおむね同様である。男女ともメント有無条件間に明確な差は認め

図2 浸漬部・平均皮膚温の経時変化

図3 耳内温変化・体重減少量の経時変化

図4 寒暑感（脚部・全身）・熱的快適感の経時変化

図5 臭気強度・嗅覚的快適感の経時変化

られない。体重減少量について、男女ともおおむね高室温条件ほど体重減少量が多いが、ミント有無条件間に明確な差は認められない。

3.3 心理反応

図4に各条件における脚・全身それぞれの寒暑感および熱的快適感の経時変化を示す。脚部寒暑感について、男女とも入浴後急激により「暑い」側に、出浴後急激により「寒い」側に変化し、高室温条件ほど「暑い」側である。女性の方は出浴後にミント有条件の方がほぼ一貫して「寒い」側であるが、男性は必ずしもそうではない。全身寒暑感について、入浴後・出浴後の経時変化は脚よりも緩やかである。男女とも、31℃条件では出浴後のミント有無条件間に明確な差は認められないが、28℃・25℃条件では脚と同様にミント有条件の方が「寒い」側である。熱的快適感について、女性の方は入浴後により「不快」側に变化する。出浴後直ぐに入浴前程度の申告となり、その後31℃・28℃条件では徐々により「快適」側に变化し、25℃条件ではあまり変化しない。出浴後15分(入浴後30分)頃までは28℃条件と25℃条件の差は曖昧であるが、出浴後35分(入浴

図6 爽快感(脚部)の経時変化

後50分)以降は28℃条件の方が「快適」側である。31℃条件は常に28℃・25℃条件よりも「不快」側である。31℃・28℃条件では出浴後ミント有条件の方がわずかに「快適」側である場合が多いが、25℃条件では一貫してミント有条件の方が「不快」側である。男性は、入浴前にもかかわらず31℃条件でミント有無条件間で差があるなどばらつきが大きく、女性ほど室温条件による差や時間経過に伴う変化は明確ではない。その中でも、31℃条件では出浴直後を除きミント有条件の方が「快適」側であり、25℃条件では出浴後30分(入浴後45分)以降にミント有条件の方が「不快」側であるなど、部分的に女性と共通する傾向が認められる。

図5に各条件における臭気強度および嗅覚的快適感の経時変化を示す。臭気強度は図1のニオイセンサー値に応じて変化しており、女性の方はミント有条件では入浴前のほぼ「無臭」から入浴後に「強いにおい」と「楽に感知できるにおい」の間まで臭気強度が上がる。その後緩やかに下降を続け、実験終了後には「無臭」に近づく。ミント無条件では一貫してほぼ「無臭」である。男性は、女性よりもニオイセンサー値が全体としてやや高めであることを反映して、ミント有条件の入浴前やミント無条件では「無臭」よりも「やっと感知できるにおい」に近いことが多い。ミント有条件では入浴後に「楽に感知できるにおい」まで臭気強度が上がる。その後緩やかに下降を続け、31℃・28℃条件では出浴後20分(入浴後35分)頃、25℃条件では出浴後50分(入浴後65分)頃には「やっと感知できるにおい」まで下がる。男女とも室温条件間に明確な差は認められない。嗅覚的快適感について、女性の方はミント無条件では一貫して「快適」側である100に近い値である。ミント有条件では入浴中により「不快」側に、出浴後再びより「快適」側に变化し、その後徐々にミント無条件に近づく。室温条件間に明確な差は認められない。男性の方は入浴中の「不快」側への変化は見られず、室温条件間・ミント有無条件間に明確な差もなく、おおむね中立よりも「快適」側の60～70程度の値で一貫している。

図6に各条件における脚の爽快感の経時変化を示す。女性の方は入浴前では低室温条件ほど爽快感が高く、入浴後にミント有条件で爽快感が上がるが出浴前にいったん下がる。出浴後にミント有無条件ともに大きく上がるが、ミント有条件の方がより爽快感が高い。その後ミント有条件の方が爽快感が高い状態が維持されたまま実験終了まで下がり続ける。男性も、入浴後にミント有条件で爽快感が上がり出浴前にいったん下がる。出浴後爽快感が上がるのは女性と同様であるが、女性ほど極端ではなく直ぐに下がり、その後は大きな変化は見られない。出浴後31℃・28℃条件ではミント有条件の方が爽快感が高いが25℃条件ではミント有無条件間に明確な差は認められない。

4. 考察

4.1 ミントによる涼感効果

図4よりミント精油の寒暑感への影響は明らかである。メントールは自律性体温調節反応に直接作用して身体を冷却することはないが、冷涼感が惹起されることにより、その分身体を温めようと中枢から体温調節系統に指令する、すなわち体温が上がるという仮説は成り立ち得る。しかしながら、浸漬部皮膚温・平均皮膚温・深部(耳内)温・体重減少量のいずれの指標においても、室温条件による差は認

図7 出浴後における室温と寒暑感(脚部・全身)の関係

図8 涼感効果(脚部・全身)の経時変化

められても、ミント有無条件間の差は非常に小さかった。したがって、少なくとも本実験条件の範囲内においては、ミント精油は自律性体温調節に影響しないと見なして差し支えないと考えられる。

図7に、出浴後以降の脚・全身それぞれの寒暑感の全申告をミント有無条件別に、室温を横軸とする散布図として示す。室温に対する脚部寒暑感の回帰直線は、女性はミント有条件の方が下にあり、共分散分析の結果も $p < 0.01$ で有意であった。男性の方はほぼ重なり共分散分析の結果も有意ではなかったが、全身寒暑感については男性もミントによってより「寒い」側に感じている様子が窺える。ただし、女性も含め高室温条件ではミントによる差異は小さく、回帰直線は31°C条件付近で交差し、共分散分析の結果もミント有無条件と室温の間に有意な交互作用が認められた(男女とも $p < 0.01$)。TRPM8が活性化する温度閾値は8～28°Cとされる¹²⁾。温度とメントールの同時刺激でより活性化し温度閾値の上限が上がるとされる

が、それでも27.1°Cから29.6°Cへの上昇に留まる¹²⁾⁸⁾。水の温度感覚を尋ねる被験者実験⁹⁾でも、水温が34°Cの場合ミント臭の影響は小さく低温ほど明確であることから、本結果は既往の知見を支持しているといえる。したがって、室温が高過ぎなければ、ミント精油によって暑さの感覚を緩和できると考えられる。図7の脚部寒暑感の回帰直線に基づき、寒暑感が50すなわち暑くも寒くもない中立を意味する値を示すときの室温を熱的中立温度として算出したところ、女性のミント有条件・無条件でそれぞれ29.39°C・25.23°C、男性のミント有条件・無条件で27.66°C・27.16°Cであった。同様に全身寒暑感については、女性のミント有条件・無条件でそれぞれ26.19°C・24.65°C、男性のミント有条件・無条件で26.69°C・25.11°Cであった。いずれもミント有条件の方が高い。このことは、熱的中立の感覚を得るのにミント精油を用いた方がその分だけ高い室温でよいことを意味する。したがってこの熱的中立温度の差によってミント精油による効果を数量的に表すこととし、本研究において涼感効果と呼称する。この涼感効果を出浴後の各時間別に算出した。図8にその算出結果を示す。脚部に対する涼感効果は時間別に見ても女性は明確で男性は曖昧であるが、全身に対する涼感効果は男女とも明確で、女性では出浴後10分(入浴後25分)に5.45°C、男性は出浴後5分(入浴後20分)に6.44°Cを示し、その後徐々に小さくなる。Stevens and Choo⁹⁾によれば18～28歳の冷覚弁別閾はつま先が最も大きく0.7°Cであり、図8にはこれを同時に示している。この0.7°Cを目安とするならば、全身に対する涼感効果は、男女とも少なくとも出浴後35分(入浴後50分)まで持続すると解釈できる。

4.2 ミントによる快適境界

図4より、ミント精油は寒暑感だけでなく熱的快適感にも影響すると考えられる。図9に出浴後以降の全申告について、室温に対する熱的快適感の散布図をミント有無条件別に示す。室温に対する熱的快適感の回帰曲線は、女性はおよそ28°C以上ではミント有条件の方が、28°C以下ではミント無条件の方が上にある。すなわち、室温が低いときにはミント精油によって熱的快適感が下がる。男性はおよそ28°C以上ではミント有条件の方が上にあり、28°C以下ではミント有無条件間の差が小さい。すなわち、室温が高いときにはミント精油によって熱的快適感が上がる。

したがって、ミント精油を用いることによって暑さの感覚を和らげられるが、室温が低過ぎればとくに女性には不快感が増す場合があり、ミント精油の使用には注意を要すると推察される。本実験では

図9 出浴後における室温と熱的快適感の関係

その下限室温はおよそ 28℃と読み取れるものの、これよりも低い室温条件は 25℃条件しか行っていない。今後これをミント入浴の境界基準とするには、低温側の実験条件を増やし検討を重ねる必要がある。

4.3 2011 年実験と 2012 年実験の差

2011 年実験（女性被験者の場合）と 2012 年実験（男性被験者の場合）では実施した実験室が異なるために、2012 年実験（男性被験者の場合）の方がニオイセンサー値が全体としてやや高い傾向があり、また換気回数が大きいミント精油滴下後のセンサー値の上昇幅も小さかった。加えて、女性の浸漬面積比がより大きいことから、2011 年実験（女性被験者の場合）の方がメントール曝露量が多く、経皮・経気道吸収とも多かったと考えられる。寒暑感・熱的快適感、臭気強度および嗅覚的快適感、爽快感のいずれも、ミント精油滴下に対して男性よりも女性の方が顕著な変化を示すことが多かったのは、この実験条件の差が一因と考えられる。したがって、性差については本実験のみによって検討するのは困難であり、厳密に実験条件を統一して別途実験を行う必要がある。

5. おわりに

身体を清潔にし温めることが入浴の目的の一つであるが、ミント精油を用いても生理反応に違いは認められなかったことから、自律性体温調節には影響せず、同じように温まっていると考えられる。しかしながら寒暑感への影響は明らかであり、本実験において熱的中立温度の差すなわち涼感効果は最大で約 5℃以上で、徐々に減衰し弁別できなくなるまでの時間すなわち持続時間は約 30 分以上であった。したがって、例えば暑いと感じて冷房により室温を下げ体温を下げようとする行動も、通常浴後よりも暑さが和らげられるミント浴後では起こりにくく考えられる。すなわち行動性体温調節には影響を及ぼし得る。加えて女性は室温が低いと不快感が増し、男性は室温が高いと快適感が増すことも、このような行動性体温調節の抑制を促すであろう。これにより室温が高く維持されれば、入浴による温熱効果を保ちやすいだけでなく、その分だけ夏季の冷房機器の節電・省エネルギーにも貢献すると期待される。ただし、近年は熱中症の増加も社会問題化している¹⁰⁾。TRPM8 の活性化温度は高くとも 30℃以下とされ¹²⁾⁸⁾、本実験でも 31℃条件ではミント精油の影響は小さいものの、身体が温まり過ぎていくことにミント精油を用いたがために気づかないようなことがあってはならない。より温度条件を広げた検証が必要である。また、本研究は下腿温浴のみであったが、半身浴・全身浴の方がより一般的な入浴方法である。浸漬部の皮膚面積が広ければそれだけ多くの l-menthol が経皮吸収されることとなる。影響の強さが異なると容易に推察され、この点も今後の課題である。

謝辞

実験に際し貴重な助言を頂いた AEAJ 認定アロマセラピーインストラクターの安川美佐子氏、被験者としてご協力頂いた奈良女子大学および大同大学の学生諸氏、卒論生（当時）として尽力頂いた安達理沙氏・原さつき氏に深謝します。本研究の研究費の一部に平成 24 年度奈良女子大学研究推進プロジェクト経費を使用した。

本論文に関する既発表論文

*1) 長野和雄, 安達理沙, 安川美佐子: アルペンシスミントを用いた下腿温浴が青年女性に及ぼす熱的影響, ハウスクリマ研究ノート, 第 38 号, pp.25-28, 2012.6

参考文献

- 1) 富永真琴: 生体はいかに温度をセンスするか—TRP チャネル温度受容体—, 日本生理学雑誌, 65(4・5), pp. 130-137, 2003.4
- 2) 富永真琴: 温度受容の分子機構—TRP チャネル温度センサー—, 日本薬理学雑誌, 124(4), pp. 219-227, 2004.10
- 3) 庄司健, 田口澄恵, 寺島有史: 温冷感に及ぼす香りの効果, 日本味と匂学会誌, 10 巻, 3 号, pp. 371-374, 2003.12
- 4) 花田嘉代子, 三平和雄, 大幡久仁子: 婦人用下着類の熱抵抗の計測に関する研究, 繊維製品消費科学, 22(10), pp. 430-437, 1981.10
- 5) 花田嘉代子, 三平和雄, 佐藤由美: 男子用下着類の熱抵抗の計測に関する研究, 繊維製品消費科学, 24(8), pp. 363-369, 1981.10
- 6) Hardy, J.D., DuBois, E.F.: The technic of measuring radiation and convection, Journal of Nutrition, 15(5), pp. 461-475, 1938.5
- 7) 日本建築学会環境基準: 室内の臭気に関する嗅覚測定法マニュアル, AIJES-A007-2010, 日本建築学会, 2010.9
- 8) McKemy, D.D., Neuhaussner, W.M., Julius, D.: Identification of a cold receptor reveals a general role for TRP channels in thermosensation, Nature, 416(6876), pp. 52-58, 2002.3
- 9) Stevens, J.C., Choo, K.K.: Temperature sensitivity of the body surface over the life span, Somatosensory and Motor Research, 15(1), pp. 13-28, 1998.1
- 10) 星秋夫, 金田英子, 山本享, 稲葉裕, 中井誠一: わが国における熱中症死亡の地域差, 日本生気象学会雑誌, 47(4), pp. 175-184, 2010.12

(2013 年 5 月 7 日原稿受理, 2013 年 10 月 8 日採用決定)