

色彩の冷え性女性に対する生理的・心理的効果の研究

— 五行思想に基づく色光による冷えの改善を目指して —

永島 計¹, 郭 洋², 中村真由美¹, 内田有希¹, 時澤 健¹, 齋藤美穂²(¹早稲田大学・人間科学学術院 統合生理学研究室, ²色彩心理研究室)

【目的】

冷え性は主に東洋で一般化した概念であり、女性の温熱感覚にかかわる問題である。しかし医学的な定義は明確でなく、特に西洋医学的な該当する疾患や愁訴の記述は全く認められない。皮膚血管反応は体温調節に大きくかかわっており、通常的生活環境では最もよく機能している体温調節のための自律神経反応であり、交感神経が主たる調節神経である。特に、寒冷刺激時は手や足の末端部に存在する動脈収縮の強い収縮を引き起こす。この皮膚血管収縮反応は有効に熱放散を抑制する一方で、強い冷感を引き起こし、痛みとして知覚されることもある。研究代表者は、冷え性女性に特徴づけられる生理学的反応として寒冷時の指先血管収縮の亢進、および同部の寒冷感覚の増強があげられることを示している。一方、交感神経を含む自律神経の反応は様々な要因により影響を受けることが知られている。色彩もその一つであり、末梢皮膚温（皮膚血管反応の変化と考えられる）が色光により変化することが報告されている。また中国の五行思想では色を対応させており、その意味と温熱感などの対応を関連づけられれば興味深い知見がえられると考えられる。本年度までの研究では五行思想に対応する色光のうち赤、青について冷水負荷時の皮膚血管反応、温度感覚への影響について解析した。さらに黄の光を与えた際の全身的な温熱反応、温度感覚への影響を冷え性の女性に対して調べている。また女性特有の温熱反応を調べるために性周期に伴う温熱反応、温度感覚の変化も調べた。

【方法】

実験1 健康女子大学生9名を被験者とし、Tシャツ、半ズボンを着用の上、室温27℃、湿度30%の環境条件に保った人工気候室内で実験を行った。実験は3種類の色光条件で3日にわけておこなった。被験者は実験1時間前に人工気候室に入り、測定装置を装着した。食事の体温、温熱感覚への影響を避けるため、実験開始5時間前より絶食とした。また前日から激しい運動、刺激物摂取、カフェイン・アルコールの摂取を禁止した。(色光) 色光はリアプロジェクションスクリーンを用いて赤、青、白のいずれかの3色を投射し、試験者が覆われるようにした。1日の実験では、

白-白、白-赤、白-青の1つの組み合わせで行い、3回の順番はランダムとした。(生理測定) 心拍、血圧を連続測定し、被験者は9点の表面皮膚温を熱電対で測定、舌下温、レーザードップラー法による手指の血流測定をおこなった。またサーモグラフィーによる両手背部の表面皮膚温の測定をおこなった。20分のベースライン測定の後、左手全体を15℃の冷水に3分間つけ、十分水分を除去した後20分の回復過程の測定を行った。(心理指標) 左手・右手局所、および全身の温度感覚、快不快感、回復の速度を1-5で被験者に申告させた。1日の実験は、はじめに白色の色光を与え、1時間の休憩をおいて次の色光で同様の実験を行った。

実験2 排卵を伴う規則的な月経を有する女性8名を被験者として、卵胞期と黄体期にそれぞれ1回ずつ同じ実験を行った。環境温度を29.5℃から23.5℃まで40分間で段階的に低下させ、その後80分間23.5℃で寒冷負荷を行った。皮膚温12点を熱電対にて、深部体温は経口式テレメーターを用いて測定した。代謝量は間接カロリメトリを用いて測定した。皮膚血流量を前胸部、手指にて各々レーザードップラー法で測定した。血中ホルモン濃度はELISA法にて測定した。感覚については全身温熱的快不快感および全身温度感覚、手温度感覚、足温度感覚の4点をvisual analogue rating scaleを用いて測定した。

実験3 永島ら (J Appl Physiol, 2003) の提示した冷え性の基準をもとに、冷え性を持つ女子大学生3名を対象に環境温度を29.5℃から23.5℃まで40分間で段階的に低下させ、その後80分間23.5℃で寒冷負荷を行った。皮膚温12点を熱電対にて、深部体温は直腸温を用いて測定した。皮膚温12点を熱電対にて、代謝量は間接カロリメトリを用いて測定した。皮膚血流量を前胸部、手指にて各々レーザードップラー法で測定した。感覚については全身温熱的快不快感および全身温度感覚、手温度感覚、足温度感覚の4点を質問紙により評価した。実験は、リアプロジェクションスクリーンを用いて白、黄のいずれかの色光を投射して行い、試験者が覆われるようにした。実験は2日に分けて行った。

【結果】

実験1 : 舌下温、平均皮膚温はいずれの色光においても有

意な差は認められなかった。しかし、回復期全体の温度変化を評価するため、グラフ上で冷水負荷前の温度を基準値として、それよりの低下全体を面積として数値化する (area under the curve, AUC) と冷却側の指先および手背皮膚温で赤色は白色と有意な差はなかったが、青色は白色より小さかった。反対に右指先では青色が白色より大きかった。すなわち冷却側の手では青色は皮膚温の回復が大きいものに対して、対側の非冷却側では皮膚温の回復が小さい結果が得られた。またレーザードップラーフローでも同様の皮膚血流回復の結果が得られた。青色は冷却側の皮膚血管収縮を抑制し、逆に非冷却側では促進していると考えられる。温度感覚、不快感は冷却側で青色が他の色光に比べて冷たさの強く、かつ不快感も増強していた。回復の早さは、赤<青<白の順に早いことがわかった。

実験2: 深部体温は開始から終了まで黄体期で有意に高い値を示した (卵胞期 $36.7 \pm 0.1^{\circ}\text{C} \sim 37.0 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 黄体期 $37.0 \pm 0.1^{\circ}\text{C} \sim 37.3 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$; $P < 0.05$)。血中ホルモン濃度はエストロゲン・プロゲステロンともに黄体期に有意に上昇した (卵胞期 $32.7 \pm 6.7 \text{ pg/ml}$, 黄体期 $122.2 \pm 35.6 \text{ pg/ml}$, 卵胞期: $0.2 \pm 0.01 \text{ ng/ml}$, 黄体期 $4.5 \pm 1.8 \text{ ng/ml}$; $P < 0.05$)。平均皮膚温、代謝量、皮膚血管コンダクタンスに有意差は認められなかった。しかし平均皮膚温の変化に対して、黄体期の深部体温上昇は有意に少なかった。深部体温の変化に対する温熱的快不快感の増強は黄体期には減弱していた。

実験3: 先行研究と同様、冷え性女性では中等度寒冷負荷時の直腸温は変化せず、対象群と同様であった。しかし、指先の皮膚温の低下、不快感の増強は対象に比較して大きくなっていった。色光 (黄色) の影響は現在解析中であるが、明らかな差は認められていない。

【考察】

1. 色光は、それ自体で冷水負荷時の指先部の生理学的反応および温熱感覚に影響を及ぼすことが明らかになった。また冷却側の皮膚血管収縮の強さは青色により軽減され、また回復も早くなることが明らかになった。しかし温熱感覚は逆に、青色はむしろ冷たさを増強した。回復の感覚も、生理学的な反応とは合致せず、赤色が最も効果的であることが明らかになった。これらの結果より、1. 色光は自律性の体温調節を変化させる、2. 色光により温度感覚が大きくなるかわることが明らかになった。さらに、色光は、1. 自律性の体温調節反応を変え過剰な指先の皮膚血管収縮を軽減させる、あるいは2. 生理学的な反応を変えずに、温度感覚を変化させることが考えられ、冷え性の改善効果が期待できる可能性が示唆された。

2. 皮膚温の変化に対する深部体温の変化が性周期によつ

て異なった。このことから自律性の熱放散反応が性周期によって異なることが示唆された。また深部体温の変化に対する温熱的快不快感の反応も性周期によって異なった。このメカニズムとして性ホルモンの体温調節中枢および温熱的快不快感に関与する脳部位への影響があるかもしれない。

3. 実験1の結果をもとに、冷え性女性を集め、全身的な温熱負荷時の冷え性の改善効果を検証している。五行思想を加味して黄での効果を調べており現在、解析中である。局所的な自律性の反応に対しては色光の効果が認められているため、全身的な影響も見られると予想している。

【研究成果・業績】

- 1: Uchida Y, Kano M, Yasuhara S, Kobayashi A, Tokizawa K, Nagashima K. Estrogen modulates central and peripheral responses to cold in female rats. *J Physiol Sci.* 2009; 60: 151-60.
- 2: Kanosue K, Crawshaw LI, Nagashima K, Yoda T. Concepts to utilize in describing thermoregulation and neurophysiological evidence for how the system works. *Eur J Appl Physiol.* (in press)
- 3: Nakamura M, Yoda T, Crawshaw LI, Yasuhara S, Saito Y, Kasuga M, Nagashima K, Kanosue K. Regional differences in temperature sensation and thermal comfort in humans. *J Appl Physiol.* 2008; 105:1897-906.
- 4: Yoda T, Crawshaw LI, Saito K, Nakamura M, Nagashima K, Kanosue K. Effects of alcohol on autonomic responses and thermal sensation during cold exposure in humans. *Alcohol.* 2008 May; 42:207-12.
- 5: Nishiyasu T, Hayashida S, Kitano A, Nagashima K, Ichinose M. Effects of posture on peripheral vascular responses to lower body positive pressure. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007; 293: H670-6.