

レベル4条件では全員が、基準溶液の温度が高いときに塩味増強効果を弱く感じた。自由記述アンケートでは、基準溶液が温かい方がまるやかに感じる、より金属味を感じるといった回答があった。その一方、図7、図8より確認実験で温度が高い基準溶液に対し塩味を強く感じた参加者は、電気味覚を提示した状態でも温度が高いほど塩味を強く感じる傾向にあった。参加者からは、基準溶液が温かいことでより味を感じやすくなったという回答があった。

また、グラフの傾きを比較すると、参加者の過半数がレベル4条件の方が温度による塩味増強量の変化率が大きい結果となった。

5. 考察

実験の結果、個人差はあるが、電気味覚による塩味増強効果は温度によって変化することが確認できた。これにより、温度による電気味覚の違いを解消することで、これまで以上に効果的な塩味増強が行えることが示唆された。また、レベル4条件のように提示する電流量が大きいとき、温度による塩味増強量の変化率が大きい傾向にあった。さらに、多重分析の結果、温度と電流量で交互作用が見られたことから ($p < 0.1$)、飲食物に提示する電流の強さは温度による電気味覚の違いに影響を与えると考えられる。

しかし、レベル2条件のように提示する電流量が小さいほど、温度による電気味覚の感じ方にばらつきがあることも明らかとなった。多重分析の結果から温度条件間の塩味増強量を比較すると、電流がレベル4の条件では有意な差が見られたが ($p < 0.1$)、レベルが2の条件では有意な差が見られなかった。さらに、McBurneyら[2]やPangbornら[7]の実験結果に反し、確認実験の時点で温度の高い基準溶液に対して塩味を強く感じる参加者が11名中3名いた。これらのことから、各個人の味覚に合わせた塩味増加を行うためには、飲食物の温度に応じて変化する電気刺激波形を個人ごとに最適化する必要があると考えられる。例えば、温度の高い飲食物に対し電気味覚による塩味増強を感じにくい参加者には、温度が高いほど強い電流を提示する必要がある。一方、温度の高い飲食物に対し電気味覚による塩味増強を感じやすい参加者には、温度が高いほど弱い電流を提示する必要がある。そのため、既存の電気刺激提示デバイスにおいて、飲食物の温度に応じて刺激波形の電流量を調整するシステムが有効であると考えられる。

6. 結論

本稿では、飲食物の温度が電気味覚による塩味増強効果に与える影響を調査した。その結果、温度によって塩味増強効果に変化することが確認された。また提示する電気刺激の電流量が大きく、基準溶液の温度が高いほど塩味増強

効果が弱まる傾向がみられた。

今後、温度条件を増やし、温度によって味覚の感度に変化する甘味や苦味、旨味を対象として、温度による味覚増強量の変化を調査する予定である。さらに、飲食物の温度をリアルタイムに計測し、その温度に応じて電流量を決定する電気刺激提示デバイスへの応用も検討したい。

7. 倫理

本研究は、キリンホールディングス株式会社ヒト試験倫理審査委員会の承認を受けて実施した。参加者には、本研究の趣旨を十分に説明し、本人の文書による同意を得た。

8. 謝辞

本研究は、キリンホールディングス株式会社が提供する箸型デバイスを使用した。

参考文献

- [1] 鍛冶慶亘, 安蔵健司, 佐藤愛, 宮下芳明: 減塩生活者を対象とした電気味覚による塩味増強効果の調査, インタラクシオン 2022, pp. 97-104 (2022).
- [2] D H McBurney, V B Collings, L M Glanz : Temperature dependence of human taste responses, *Physiology & Behavior*, Vol. 11, pp. 89-94 (1973).
- [3] Yoshinobu Kaji, Ai Sato, Homei Miyashita : Design of Electrical Stimulation Waveform for Enhancing Saltiness and Experiment on Low-Sodium Dieters, *Frontiers in Virtual Reality*, Vol.3, pp.1-10 (2022).
- [4] 櫻井健太, 青山一真, 古川正紘, 前田太郎, 安藤英由樹: 連続矩形波陰極電流刺激による塩味および旨味の持続的増強効果, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 22, No. 2, pp. 149-156 (2017).
- [5] 原彰良, 安藤英由樹, 櫻井健太, 前田太郎, 青山一真: 連続矩形波電流刺激による五味の継続的増強, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 24, No. 1, pp. 13-21 (2019).
- [6] 大塚勇人, 青山一真, 宮下芳明: 陰極刺激による塩味増強効果の定量化, 第2回神経刺激インタフェース研究会 pp. 1-4 (2020).
- [7] Rose Marie Pangborn, Rosalind B. Chrisp, Linda L. Bertolero : Gustatory, salivary, and oral thermal responses to solutions of sodium chloride at four temperatures, *Perception & Psychophysics* 8, pp. 69-75 (1970).
- [8] Barry G. Green, Cynthia Alvarado, Kendra Andrew, Danielle Nachtigal : The Effect of Temperature on Umami Taste, *Chemical Senses*, Vol. 41, pp. 537-545 (2016).