

## 下顎部電気刺激を用いた咽頭での後味の増強・持続時間延長

上野 新葉\* 青山 一真† 中村 裕美‡§ 宮下 芳明\*

**概要.** 電気刺激を用いて味覚の提示や抑制・増強を実現する手法が数多く提案されている。それらの研究対象の多くは口腔内であるが、味蕾は口腔内だけでなく咽頭にも存在する。本研究では、顎の下と首の後ろへ電極を配置し、咽頭で感じられる後味の増強と持続時間を延長する手法を提案し、その効果の有無を実証実験を行った。顎の下に陽極を、首の後ろに陰極を配置する電気刺激の提示を行う一対比較法の実験を行ったところ、甘味・酸味のある市販飲料の後味の増強と持続時間延長が確認された。

### 1 はじめに

電気味覚とは、電気刺激が舌や口腔内に対して提示されたときに感じる味のことをいう。この現象は1752年に発見され[4]、味覚検査のための電気味覚計などに利用されてきた。電気刺激を提示する際、舌の近傍に陽極がある場合（陽極刺激）は、主に電気味が提示される。一方、舌の近傍に陰極がある場合（陰極刺激）は、電解質の水溶液の呈する味覚が抑制されることに加え、電気刺激を停止した直後には抑制されていた味覚の増強が感じられる。Hettingerらは塩味あるいは塩味と苦味を呈する塩の水溶液を用いて、陰極刺激提示中は塩味が抑制され、提示後には提示前・提示中よりも塩味が増強されることを示している[2]。青山らは、陰極刺激による味覚抑制が、基本五味（甘・旨・塩・酸・苦）全てに対して有効であることを示している[1]。また中村らは、陰極刺激の提示と停止を繰り返すことで、塩味の増強効果を利用する手法を提案している[3, 6]。

こういった電気刺激による味覚研究の多くは、口腔内における味覚提示を対象としていた。しかし味覚の受容器である味細胞が存在する味蕾は、口腔内だけでなく咽頭や喉頭などのいわゆる喉にも存在する。青山らは咽頭においての味覚提示を、顎の下と首の後ろに配置した電極での電気刺激（下顎部電気刺激）を用いて実現している[5]。

咽頭で感じる味覚の中でも後味は、「のどごし」や「コク」、「キレ」などと表現される感覚の形成にも重要な役割を果たし、飲食行為の印象へ強く影響する。そこで本研究では咽頭で知覚する後味に着目し、電気刺激を用いて後味の増強と持続時間を延長させる手法を提案する。

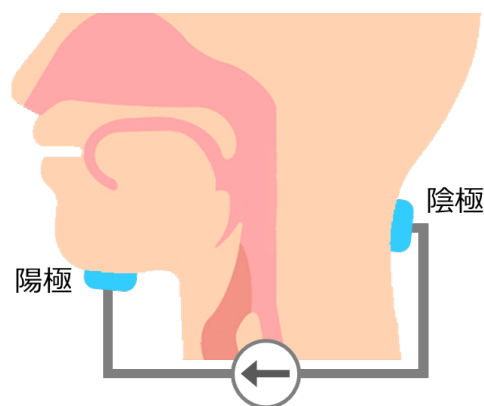


図 1. 下顎部電気刺激を行う電極配置

### 2 提案手法

提案手法では、電気刺激を用いて後味の増強および持続時間延長を実現する。電極は、咽頭においての味覚提示が可能な配置[5]を参考に、図1のように顎の下に陽極、首の後ろに陰極を配置した。

### 3 実験

提案手法による後味の増強および持続時間延長の効果の有無を検証するため、実験を行った。

実験は、事前に実験者の試行で味の差異が感じられた市販飲料である「DREAMeiji<sup>1</sup>」を用いた。飲料は冷蔵庫で約8℃で保存し、試行の直前に取り出したものを使用した。また、電気刺激は約3mAで提示を行った。

電気刺激有/無の条件いずれかを提示した状態で飲料を飲ませ、次にもう一方の条件を提示し飲料を飲ませた。実験参加者には、先に飲んだものと比べて、咽頭で感じる後味の強度と持続時間がどう変化したかを紙に記入させた。後味の強度/持続時間を-3（弱い/短い）から3（強い/長い）までの7段階で評価するように、等しい場合には0をつけるように

Copyright is held by the author(s).

\* 明治大学大学院 先端数理科学研究科

† 東京大学 情報理工学系研究科

‡ 明治大学大学院 理工学研究科

§ 現在、産業技術総合研究所 情報技術研究部門 メディアインタラクション研究グループ

<sup>1</sup> <http://meidaigoods.net/SHOP/10015.html>

表 1. 実験結果 評価値は、\*1 の条件では負であるほど、\*2 の条件では正であるほど、有効であることを示す。表中、○が多いほど、実験参加者の評価に一貫性 (\*3) および正確性 (\*4) があることを示す。

評価項目	後味の強度		後味の持続時間		強度	時間	強度	時間	強度	時間	強度	時間
	先：刺激有 後：刺激無	先：刺激無 後：刺激有	先：刺激有 後：刺激無	先：刺激無 後：刺激有	先：刺激無 後：刺激無				先：刺激有 後：刺激有			
飲料条件	同濃度*1	同濃度*2	同濃度*1	同濃度*2	同濃度*3		異濃度*4		同濃度*3		異濃度*4	
P1	-2.67	+2.67	-3.00	+3.00	○	○	○	○	○	○	○	○
P2	-1.33	+1.33	-2.67	+2.00	○	○	○	○	○	○	○	○
P3	-0.67	-0.33	+0.67	+1.67	○	○	○	○	○	○	○	○
P4	±0.00	+0.33	-0.67	+0.33	○	○	○	○	○	○	○	○
P5	-1.67	+1.33	-1.00	+1.00	○	○	○	○	○	○	○	○
P6	-2.00	+1.67	-1.67	+2.00	○	○	○	○	○	○	○	○
P7	-1.00	+1.67	-0.33	+1.00	○	○	○	○	○	○	○	○
P8	-0.67	-0.67	-1.00	-0.33	○	○	○	○	○	○	○	○
P9	±0.00	-0.67	+0.33	-1.33	○	○	○	○	○	○	○	○
P10	±0.00	±0.00	+0.33	±0.00	○	○	○	○	○	○	○	○
P11	+2.00	+1.33	+0.67	+1.33	○	○	○	○	○	○	○	○
P12	+0.33	+0.67	-0.67	+1.00	○	○	○	○	○	○	○	○

指示した。同様に刺激の提示順序を入れ替えた場合を行い、2 試行で 1 セットとした。セット内の順序はランダムとし、計 3 セット 6 施行を実施した。

その後、実験参加者の評価の一貫性および正確性を確認するための実験を行った。評価の一貫性は、刺激無/無と、刺激有/有 の同刺激条件下で同じ濃度の飲料を飲む比較実験によって確認した。さらに評価の正確性は、通常の濃度の飲料と、その飲料を精製水で 1 : 1 に薄めたものを用いて、同様に同刺激条件下での比較を 1 回ずつ行うことで確認した。どちらも評価は前述のような、先に飲んだものと比べて後に飲んだものの後味がどう変化したかを問うことで行った。同濃度・同刺激条件では、評価値 0 を付けた場合を正答とした。異濃度・同刺激条件では、後に飲んだ濃度が濃い場合に正の値を、薄い場合に負の値を付けたものを正答とした。

実験参加者には紙コップに入れた約 10 ml を 1 口で飲み切るように、また意図的に飲み方は変えず普段通りに飲むよう指示した。実験参加者は、著者 2 名を含む 12 名である。

異刺激条件での評価値の 3 セット平均を、同濃度/異濃度同刺激条件の比較実験での正答数が多い順にまとめた実験の結果を、表 1 に示す。実験参加者の多くが、下顎部電気刺激によって後味の強度および持続時間のいずれも、強く/長く感じていた。また喉だけでなく、舌根の下側で後味の増強・持続時間延長を強く感じたという意見も得られた。一方、効果が弱い場合や感じられない場合もみられたため、より最適な電極配置や電流値などが存在することは十分に考えられる。

#### 4 展望

本稿では複合的な味を含む市販飲料を用いた実験を行ったが、今後基本五味の標準物質を用いて、どの味質に有効であるかを調査し、提案手法のメカニズムを解明する。提案手法を応用し、こうした後味の強さや持続時間の長さをコントロールできるようになれば、食体験の向上につながると考えている。

#### 参考文献

- [1] Kazuma Aoyama, Kenta Sakurai, Satoru Sakurai, Makoto Mizukami, Taro Maeda, Hideyuki Ando. Galvanic Tongue Stimulation Inhibits Five Basic Tastes Induced by Aqueous Electrolyte Solutions, *Frontiers in Psychology*, Vol.8, Article 2112, pp.1-7, 2017.
- [2] Thomas P. Hettlinger, Marion E. Frank. Salt taste inhibition by cathodal current, *Brain research bulletin*, Vol.80, No.3, pp.108-115, 2009.
- [3] Hiromi Nakamura, Homei Miyashita. Enhancing saltiness with cathodal current, In *Proc. of CHI EA '13*, pp.3111-3114, 2013.
- [4] Alessandro Volta. On the Electricity Excited by the Mere Contact of Conducting Substances of Different Kinds, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol.90, pp.403-431, 1800.
- [5] 青山 一真, 櫻井 健太, 前田 太郎, 安藤 英由樹. 下顎部電気刺激による咽頭への局所的な味覚提示, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol.22, No.2, pp.145-148, 2017.
- [6] 中村 裕美, 宮下 芳明. 塩分を用いない塩味味覚感度制御—陰極刺激の提示と停止による飲食物の味質変化における評価, *情報処理学会論文誌*, Vol.55, Issue 4, pp.1316-1324, 2014.