



手首への振動提示による日本酒の味わい変化に関する質的分析

小西優多郎¹⁾, 畑田裕二²⁾, 韓燦教²⁾, 苗村健^{1),2)}

Yutaro KONISHI, Yuji HATADA, Changyo HAN, and Takeshi NAEMURA

1) 東京大学 大学院学際情報学府 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, konishi@nae-lab.org)

2) 東京大学 大学院情報学環 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, {hatada, hanc, naemura}@nae-lab.org)

概要: 日本酒の味わいは上立ち香から余韻まで時系列的に変化する複雑な体験であり, その魅力を十分に味わうことは容易ではない. この課題に対して, 他感覚刺激が味わいの認知に影響を与えることが知られており, 感覚間の相互作用を活用したクロスモーダル知覚による味わい体験の拡張が有効と考えられる. しかし従来研究の多くは静的な味覚を対象としており, 時系列変化する味わいへの介入は限られていた. また既存の定量的評価では, 複雑な味わいの変化や主観的な知覚の個人差を十分に捉えきれないという課題があった. そこで本研究は, 主観的体験の詳細な記述を可能とするマイクロ現象学的手法に着目し, 手首への振動刺激が日本酒の時系列的な味わいに与える影響の分析を行った.

キーワード: 日本酒, 振動, クロスモーダル, マイクロ現象学

1. はじめに

日本酒の味わいは甘味や酸味といった基本五味では捉えきれない複雑なものであり, 上立ち香を感じ, 口に含んでから飲み込み, 余韻が消えていくまでの一連の流れに沿って時系列的に変化していく奥深い体験である. しかし, その複雑かつ動的な性質ゆえに, 魅力を十分に味わい尽くすことは容易ではない.

この課題に対して, 感覚間の相互作用であるクロスモーダル知覚を活用することで, 味わいへの注意を自然に喚起し, 特定の感覚的特徴を際立たせることが期待される. 例えば, 博報堂と東京大学の共同研究「Human X Experiment」では, ビールの食感を際立たせる音楽の開発を通じて, 新たな味わいを創出する試みが行われている¹⁾.

しかし, 既存のクロスモーダル研究の多くは静的な味覚を対象としており, 日本酒の魅力である味わいの時間的な展開に焦点を当てた研究は限られてきた. さらに, 既存の定量的な味わい評価では複雑な味わいの変化や主観的な知覚の個人差を十分に捉えることは困難であった.

そこで本研究は, 日本酒の時系列的な味わいをより豊かに感じられる体験の創出を目指す基礎研究として, 味わいと振動のクロスモーダル知覚に着目し, 手首への振動提示の時系列変化が日本酒の味わいにどのような変化をもたらすのかを調査する実験を行った. 実験の分析には, 主観的な感覚の時間的展開や注意の移ろいを精緻に分析するマイクロ現象学 [1] を用いた. これにより, 従来の定量的評価では捉えきれない微細かつ個別的な味わいの変化を明らかにし, 振動特性が味わいの各側面に与える影響を詳細に分析することを目的とした.

2. 関連研究

2.1 味覚と触覚のクロスモーダル知覚

味わいは, 舌で感じる味覚だけでなく, 五感が相互に影響し合うクロスモーダルな体験であることが知られており, その中でも触覚が味覚に及ぼす影響を調べた研究は複数存在する. Pramudya ら [2] は, カップスリーブの手触りがコーヒーの風味と関連し, 消費者の認識に影響を及ぼすことを明らかにした. しかし, 手触りは静的な触覚刺激であるため, 味わいの時系列変化への注意を誘導するには必ずしも適さないと考えられる. 一方, Escobar ら [3] は基本味覚と振動周波数の間に静的な対応関係 (甘味・うま味と 77Hz, 酸味と 98Hz) が存在し, その背景に感情や意味的関連が介在する可能性を指摘した. しかし, この研究も振動周波数と味覚の対応関係の分析にとどまり, 振動の時間変化が味わいの時系列の変化に与える影響については明らかにされていない. そこで本研究では, 動的に変化する振動刺激を用いて, 味わいの時間的な変化に与える影響を分析することを目的とする.

2.2 定量的な味わい評価の限界

味わいの時系列変化に関しては, 聴覚を用いたクロスモーダル研究が存在している. 例えば, Wang ら [4] はサウンドトラックの変更により味の強度認識が音楽の印象に合わせて変化することを報告しており, 刺激の変化が味わいの認識強度に時間的な影響を与えることが示されている. さらに Wang ら [5] は, 異なる音楽条件下におけるワインの味わいを時系列に分析し, 優勢な味覚特性の時間変化の仕方が大きく異なることを明らかにした. これらの研究では, 特定の味覚要素の強度を評価する TI (Time Intensity) や, 複数の味わい項目のうち最も優勢なものを選択する TDS (Temporal Dominance Sensations) といった手法が用いられている.

¹<https://www.hakuhodo.co.jp/news/newsrelease/98057/>



図 1: 振動デバイスを装着した状態

しかし、これらの手法は味の強度や優勢性に着目しているため、香りや舌触りの微妙な変化や味の複合的な印象の推移などの複雑な味わい変化を十分に捉えきれないという課題がある。また、これらの手法は予め設定された共通の評価項目を用いるため、味わいに対する主観的な感覚の多様性を十分に捉えることができないという限界も存在する。

3. 実験

本研究では、手首への振動刺激が日本酒の味わいの時系列変化に与える影響を検証するため、以下の手続きで実験を実施した。なお本実験は、東京大学大学院情報学環・学際情報学府 人を対象とした実験研究および調査研究に関する倫理審査委員会の承認を得て実施された（承認番号：第25-11号）。

3.1 参加者

実験参加者は10名（A～J；男性6名、女性4名、平均年齢23.2歳、SD = 1.55）であった。日本酒の飲酒頻度に関するアンケートでは「週に1度以上」が3名、「月に1度以上」が2名、「年に数回程度」が4名、「ほとんど飲まない」が1名であった。

3.2 日本酒

実験に使用する日本酒には中谷酒造の「奈良吟 純米吟醸 一貫造り」を用いた。本銘柄は、特定の風味（甘口・辛口など）に偏りがなく、実験に適しているとの製造元からの推薦に基づき選定した。実験では、1回の試飲あたり10mlを、匂いや見た目が味わいに影響を与えにくいガラス製のお猪口に注いで提供した。

3.3 振動提示

本実験では Escobar ら [3] の実験同様、手首への振動刺激を用いて味わいの変化を検証するため、専用のウェアラブルデバイスを制作した。このデバイスは振動子（触感デバイス開発モジュール hapStak デジタル版）、制御用マイコン（ATOM Matrix）、および充電池から構成される。デバイスの装着状態を図1に示す。

実験は以下の3つの振動条件からなる被験者内計画で実施した。参加者は1条件目に統制条件を行い、その後高-低周波条件（H-L）と低-高周波条件（L-H）を参加者ごとにランダムな順番で実施した。提示する振動は知覚可能で明確な差を感じられる振動として低周波を50Hz、高周波を150Hzと設定した。

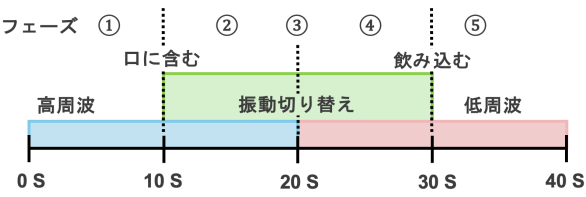


図 2: H-L 条件での実験タイムラインと時系列フェーズ

- 1. 統制条件：振動提示なし
- 2. **H-L 条件**：前半 20 秒間に高周波（150Hz）、後半 20 秒間に低周波（50Hz）
- 3. **L-H 条件**：前半 20 秒間に低周波（50Hz）、後半 20 秒間に高周波（150Hz）

また、味わい変化を評価するのに適切な時間として試飲時間を20秒とし、各試飲のタイムラインは以下のように設定した。例としてH-L条件の実験タイムラインを図2に示す。

- 1. 合図と同時に40秒間の振動プログラムを開始する。
- 2. 振動開始から10秒後に参加者は日本酒を口に含むよう指示される。
- 3. 口に含んでから20秒後（振動開始から30秒後）に日本酒を飲み込むよう指示される。
- 4. 飲み込んだ後も10秒間振動は継続し、その後停止する。

3.4 分析手法

本研究では、日本酒の複雑で時系列的な味わい体験の豊かさを損なわずに捉えることを目的として、体験者の主観に深く分け入るマイクロ現象学を採用した。マイクロ現象学の分析は、インタビューを通じて過去の具体的な体験を想起させ、その瞬間に何が起きていたかを詳細に問い直すことから始まる。そして、収集したデータを時系列順に整理し、体験全体の流れを複数のフェーズに区分した上で、各フェーズにおける経験の具体的な内容を詳細に分析する手法である [1]。

この手法に基づき、実験では各試飲の後に味わいの時系列変化や注意の移り変わりについて参加者に半構造化インタビューを実施した。すべてのインタビュー音声は個人が特定できないよう匿名化し、逐語的に書き起こした上で分析に使用した。インタビューの発話内容は①口に含むまで、②口に含んでから振動が変わるまで、③振動が変わる瞬間、④振動が変わってから飲み込むまで、⑤飲み込んでから余韻を感じるまでの5つの時系列フェーズに分け、体験の継続的および共時的構造の抽出を行った。分析の過程では、筆者間で逐次的な確認と議論を行い、見解の一致と解釈の妥当性を吟味した。

4. 結果

インタビューを分析した結果、振動が味わいに与える影響として3つの現象が見出された。本章ではまず、ボトム

アップ的な「振動と味わい知覚の結びつき」(4.1)について述べ、続けてトップダウン的な「振動と味わいの注意配分」(4.2)、「振動による味わい注意の誘導」(4.3)のそれぞれを詳述する。

4.1 振動と味わい知覚の結びつき

4.1.1 振動状態と味わいの潜在的対応

手首への振動によって味わいに変化していると自覚されていない場合が多いものの、統制条件と比較して味わいの変化を報告する発言が複数存在した。特に、低周波の振動が提示されている間の味わいについてはアルコールの刺激感や強さに関する言及が、高周波においては刺激の弱さや甘さに関する言及が目立った。例えば、L-H 条件において飲む前に嗅いだ匂いに対して「攻撃的」(A, L-H)、H-L 条件の余韻の持続について「強く続いていた」(D, H-L)と述べられたり、また逆に、H-L 条件の前半の味わいについて「刺激が意外と少ない」(I, H-L)、「甘味とかは強く感じる事ができて」(G, H-L)という発言が得られた。しかし、「飲み慣れた」せいか二回目に行った H-L 条件の前半の味わいについて「刺激」が強く感じた (B, H-L) と述べる参加者も存在し、個人差が大きいことも明らかになった。

4.1.2 振動変化による味わいの知覚変化

振動が変化した瞬間に、日本酒の味わい自体が自然に変化したとする報告が複数の参加者から得られた。これは「知覚して答え出すまでには時間がかかるけど、もっと早かった」(E, L-H) という発言が示すように、意識を介さないボトムアップ的なクロスモーダル知覚によって生じたものと考えられる。この現象は、以下のように多様な形で報告された。例えば、振動の変化とともに「めっちゃうアルコール臭がする」(E, H-L) といった新たな感覚の出現、「苦味の深さみたいなのがまたちょっと沈んだ」(D, H-L) といった既存の味わいの変化、さらには振動が停止した際に「全部の味が消えた」(A, H-L) と表現されるような味の消失などである。

4.2 振動と味わいの注意配分

4.2.1 継続的な振動による注意の阻害

参加者の語りからは、振動が集中を要する日本酒の味わいへの知覚を妨げる要因として機能する場合があったことが伺えた。高周波の振動に対して「くすぐったさ」を訴えた参加者は、味わいに対する注意が振動に継続的に「奪われた」(B, H-L) と感じていた。反対に低周波の振動を「ボール」だと感じたことで「甘味かアルコールかみたいな判断が遅れた」、「匂いとかの感覚も飛んじやった」など、味わいの認知的な遅れや消失を訴える報告 (E, L-H) も存在した。

4.2.2 振動の変化による一時的な注意の阻害

振動の変化は、味わいへの注意を一時的に妨げる要因となり得ることが複数の参加者から報告された。これらの報告は、振動の変化によって「一瞬気が取られ」たが「味は変化がなかった」(I, H-L) とするものと、振動変化の前後で味わいに変化を感じたとするものの2種類に大別される。後者のうち、ある参加者は「意識を阻害されて、すぐ酒の方

に意識を戻した」と述べたうえで、変化後の低周波振動を「強い」と感じた結果、「味香りみたいなところが弱くなった」(C, H-L) と報告している。また別の参加者も、変化後の低周波の振動が強く知覚されたため、味わいへの注意を「取り戻しきれなかった」(G, H-L) と述べている。これらの報告はいずれも振動に対して感じた強さについて言及しており、4.2.1 項で述べた注意の阻害に起因する可能性も含まれる。

4.3 振動による味わい注意の誘導

4.3.1 外的な指示としての誘導

振動の変化が複数の味わいへの注意を切り替えるスイッチとして機能していたことを示唆する報告が存在した。この現象を報告した参加者は、振動が切り替わった瞬間について H-L 条件では「別のところに意識を向けてくださいって言われている」ような気がして元々存在していた甘味を「より強く意識させられ」たと感じた (H, H-L) 一方で、L-H 条件では「甘さじゃない別の苦味とか酸味」に注意が向いた (H, L-H) と語っている。なお、注意を向ける先が変化したこと自体は認知しているものの「何が原因か分からない」と述べており、味わいの変化の内容自体は 4.1.1 項のような潜在的な結びつきとしても捉えられる。

4.3.2 内的なイメージを介した誘導

振動の変化から得られた感覚的イメージが、味わいの質感のイメージへと転移されることを示唆する参加者も存在した。例えば、辛味を感じている最中に振動が「ヒューッ」と変化したことで、匂いが「収縮」していくように感じたと言った参加者は、振動を「イメージ」として受け取っていたと述べている (F, H-L)。同参加者は、L-H 条件において振動変化を「ボワッ」とした広がりとして表現し、その広がりイメージは酒の匂いが口中に充満していく感覚と同方向であると語った。ただし、その特徴が強調されている実感は「なかった」と述べる一方で、収縮のイメージについては、通常の酒の匂いの広がりとは「逆のことが起こったから効果を感じられた」と説明した。さらに、この匂いの広がりが抑えられる体験について、普段は「匂いだけで酔った気がしちゃう」ため、「ちょっとポジティブ」と肯定的に捉えていたことも付け加えられた。

5. 考察

本章では、4. 章で見出された3つの現象を詳細に検討し、振動刺激が味わい体験に与える影響のメカニズムについて考察する。さらに、日本酒の奥深い味わいを促進するためのクロスモーダル知覚に基づいた振動刺激の設計指針についても検討を加える。

振動周波数と味わいの静的な知覚との結びつきについて、本研究では 50Hz の振動が刺激感や味の強さといった感覚に、150Hz の振動が甘味やまろやかさといった感覚に対応する傾向が観察された。しかし、Escobar らの研究 [3] では、甘味および旨味が約 77Hz という低めの周波数に、酸味が約 98Hz という比較的高めの周波数に対応づけられており、本

研究とは異なる対応関係が示されている。同研究では、甘味の持つポジティブな感情価や滑らかな質感が、低周波数の快適さと意味的に結びついている可能性が指摘されていた。一方本研究では、参加者の多くは50Hzの低周波を「強い」、150Hzの高周波を「弱い」振動として知覚していたと考えられる。例えば、H-L条件においては「途中で強くなった」(A, H-L)、逆にL-H条件では「振動が弱まった」(G, L-H)といった報告が存在している。この点を踏まえると、両研究の相違は単なる周波数の高低ではなく、各周波数が喚起した触覚的な「強度」や「鋭さ」の印象に基づくものである可能性がある。すなわち、「触覚的な鋭さ」と「味覚的な刺激性」のあいだに意味的な結びつきが形成されるというクロスモーダルなメカニズムが両研究に共通して作用していたことが示唆される。

続いて、振動と味わいの注意配分に関する結果からは、参加者の注意が日本酒を味わうことから継続的に逸れたり、振動変化のタイミングで一時的に味わいへの注意が阻害される現象が報告された。Spence[6]は、提示される刺激がクロスモーダルな対応関係において不一致である場合、他の感覚の処理を阻害する可能性があると指摘している。この知見を踏まえると、参加者が振動を「強すぎる」あるいは「急峻な変化」として捉えることでクロスモーダルな対応が成立せず、結果として味わいへの集中が阻害された可能性が考えられる。したがって、味わいを豊かにする振動刺激の設計には味わいと振動感覚の調和が求められ、振動の強さや変化の速度を適切に設計することが重要となる。

さらに本研究では、振動の時間的な変化パターン（例：「ヒューッと収縮する」など）が、味わいの動的なイメージへと転移する現象が観察された。このことは、味わいの印象が単に振動の周波数といった静的な特性だけでなく、振動の動的な変化に影響されることを示唆している。音楽の切り替えが味覚に影響を及ぼすことを示したWangらの研究[4]では、音の静的な属性の切り替わりに着目していたのに対し、本研究は振動変化のプロセスそのものが味わいの時系列的なイメージを生成するという新たなメカニズムを明らかにした点に特徴がある。この知見を踏まえると、振動の周波数や振幅を組み合わせることで時間変化させることで、日本酒の味わいが時系列的に移り変わる印象を伝達できる可能性が示される。例えば、滑らかに減衰する振動は「まろやかな余韻」、急激に立ち上がってすぐ消える振動は「鋭い刺激感」や「キレ」、波打つようなリズムをもつ振動は「複雑な味の重なり」といったイメージを喚起する可能性がある。このように、振動変化の特性が動的な味わいの印象に影響を与えうるという知見は、日本酒の味わい体験の拡張に向けた振動刺激を設計する上で重要な手がかりとなる。

6. おわりに

本研究では、日本酒の持つ繊細かつ動的な味わいをより深く引き出す手がかりとして、味わいの時間的な変化に対する振動刺激の影響をマイクロ現象学によって分析した。そ

の結果、振動が日本酒の味わいに与える影響について「振動と味わい知覚の結びつき」、「振動と味わいの注意配分」、「振動による味わい注意の誘導」という3つの現象を引き起こすことが明らかとなった。特に、振動の時間的な変化そのものが味わいの動的イメージへと転移するという現象は本研究の新たな知見である。従来研究が音の切り替えによる味覚への影響を扱っていたのに対し、本研究では振動の変化パターンが味わいの時系列的な印象形成に関与することを明らかにした。この知見は、日本酒の実際の味わい変化に同期した振動刺激による味覚体験の拡張可能性を示している。今後は、より多様な振動の周波数や振幅変化の組み合わせによる表現を探索し、時系列変化する日本酒の味わいに寄り添う振動提示の設計指針を確立することで、日本酒の味わいをより豊かに感じられる振動インタフェースの実装へと発展させていく。

謝辞 本研究は中山未来ファクトリーの支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Claire Petitmengin. Describing one's subjective experience in the second person: An interview method for the science of consciousness. *Phenomenology and the Cognitive sciences*, Vol. 5, No. 3, pp. 229–269, 2006.
- [2] Ragita C Pramudya, Dipankar Choudhury, Min Zou, and Han-Seok Seo. “bitter touch”: Cross-modal associations between hand-feel touch and gustatory cues in the context of coffee consumption experience. *Food Quality and Preference*, Vol. 83, p. 103914, 2020.
- [3] Francisco Barbosa Escobar and Qian Janice Wang. Tasty vibes: Uncovering crossmodal correspondences between tactile vibrations and basic tastes. *Food Research International*, Vol. 174, p. 113613, 2023.
- [4] Qian Janice Wang, Bruno Mesz, and Charles Spence. Assessing the impact of music on basic taste perception using time intensity analysis. In *Proceedings of the 2nd ACM SIGCHI International Workshop on Multisensory Approaches to Human-Food Interaction*, pp. 18–22, 2017.
- [5] Qian Janice Wang, Bruno Mesz, Pablo Riera, Marcos Trevisan, Mariano Sigman, Apratim Guha, and Charles Spence. Analysing the impact of music on the perception of red wine via temporal dominance of sensations. *Multisensory Research*, Vol. 32, No. 4-5, pp. 455–472, 2019.
- [6] Charles Spence. Crossmodal correspondences: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, Vol. 73, pp. 971–995, 2011.