

レトロネーザルアロマを利用した 味覚の拡張

濱家陸[†] 羽田久一[‡]

[†] 東京工科大学 メディア学部メディア学科〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1

E-mail: m01172238c@edu.teu.ac.jp

あらまし 風味に着目し、密接に関わっている口内から入る香り（レトロネーザル）を利用した。レトロネーザルで感じた香りは味を感じ方に大きな影響を与えると考え、嗅覚から感じる風味に焦点をあてた実験を検証した。口の中からの嗅覚刺激を用いて香りを提示することで、風味を与えることができるのではないかと考え、香りを閉じこめた直径3センチメートルのゼリーを食べることで、風味を想起させることが出来るかを検討した。被験者に風味を感じることができるかを判断してもらい、風味提示ゼリーの有用性を示した。

キーワード 嗅覚, 味覚, 香り, 風味

Taste expansion using retronasal aroma

Riku Hamaie[†] Hisaiti Hada[‡]

[†] Tokyo University of Technology

E-mail: m01172238c@edu.teu.ac.jp

Abstract Focusing on the flavor, we used the scent (retronasal) that comes in from the mouth, which is closely related. I thought that it might be possible to give a flavor by presenting the scent using the olfactory stimulus from the mouth, and examined whether it would be possible to evoke the flavor by eating jelly with the scent confined. .. We asked the subjects to judge whether they could feel the flavor and showed the usefulness of the flavor presentation jelly.

Keyword Smell, taste, fragrance, Flavor

1 はじめに

1.1 人間の嗅覚

人間の食べる時に使う感覚は舌による味覚だけではなく、嗅覚、視覚、聴覚、触覚の五感すべてによって刺激から感じる。本研究では、その中でも味覚に注目して、味覚に関係性が深い嗅覚に着目した。嗅覚は、食べ物の香りを感じる時にとても敏感に働く感覚である。食べる前に香りを嗅ぐと、食欲を増大させる。他に、食事の良し悪しや好き嫌いを判断する時にも、必要となる感覚である。そのため、物を食べるときは、味覚で感じている前に食に対しての情報を感じ取る感覚である。その情報が味覚の感覚に影響を与え、感じ方を変化させるため「味」に大きな影響を与えていると言われている。嗅覚には2つの嗅覚経路を通ることで嗅状皮細胞にたどり着く。一

つ目は鼻から入る経路で、一般的に匂いを嗅ぐときに使う嗅感覚である。二つ目は口から入り鼻から抜けて出ていく経路で、食べ物を食べた時や口の中に入れた時に生じるものである。嗅覚は嗅状皮細胞が特定の化学物質に触れ合うことで香りを認識する。この二つの嗅覚から味や匂いの感覚を認識している。

1.2 オルソネーザルアロマとレトロネーザルアロマ

嗅覚には図1で示したようにオルソネーザルと言われる鼻から入る香り（レトロネーザル）と言われる口から入り鼻から抜ける香りの2つがある。鼻をつまむと味がなくなる現象や風邪など鼻の不具合により味がなくなる現象から嗅覚は味覚に影響があることが分かる。オルソネーザルの場合は、鼻から生じる単独の感覚であり、香りに特化した知覚である。一方、レトロネーザルは口内から入るため、味覚や感覚、触覚も加わることから複

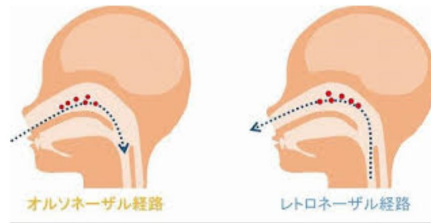


図1 オルソネーザルとレトロネーザル

数の感覚が連動して新たな風味が形成される。

1.3 研究の目的

レトロネーザルはオルソネーザルよりも複数の感覚から風味を感じやすいと考える。そのためレトロネーザルを利用し、口の中から香りを与え嗅覚に刺激を与えることで風味を感じさせることが出来ると考えた。このように嗅覚刺激による風味、味覚への変化を検証する研究は存在するが、食べられるものを使い香りを与えるものは少ない。チューブによって香りを嗅覚に与えるデバイスが多いため、食べられるものの仕組みを作り出すことで口の中にチューブを入れるなどの問題点を解決できるのではないかと考えた。

本稿では、口の中に香りを与える方法として、アガーで作成したゼリー図 1.2 の中に香りを閉じこめたものを用意した。無味無臭の球体のゼリーの中に香りを閉じこめることで、口の中に香りを与えることができると考えた。この香りによって人間が飲食するときにおいて感じる風味を与えることができる。この仕組みにより風味にどのような差異があるか調査し、研究をしていく。

2 関連研究

実際にそれらの関係性を利用した研究は行われている。角谷らの呼吸と連動した醤油の匂い提示による塩味増強効果 [1] ではレトロネーザルに着目しており、刺激提示装置は呼吸センサを伴う前後鼻腔経路嗅覚デバイスを用いた。嗅覚刺激として市販の醤油を用いた。提示の際には、綿に染み込ませたい耐熱性のプラスチック製のボトルに入れている。効率的に香気成分を提示するために、実験中、匂い瓶及び水の入った瓶は 65℃ に保温している。味覚刺激用の食塩水は、市販の食塩と純粋を用いて作成している。嗅覚提示の行い方は、PC ディスプレイが設置された机の前の椅子に着席し、嗅覚ディスプレイに接続されたヘッドセットを装着した。この際に、鼻孔に前鼻孔刺激と空気を配給するシリコンチューブを 5mm 程度挿入する。また、こう鼻孔刺激と空気を配給するために、実

験参加者自身にポンプに連結させたストローを口腔に挿入させ、できるだけ咽頭に匂いが届くようにした。前鼻腔経路に刺激を提示するときは吸気、後腔経路に提示するときは呼気に合わせて刺激を提示することにより、食べ物の風味を増強させることが出来ることを示した。

また、岡崎らの嗅覚ディスプレイは、レトロネーザルにに着目し、箸の先から香りをだし口内に入れることで、風味を増強させることが出来ると示した。[2]

一方で鳴海らによるメタクッキー [3] は味覚に対して、オルソネーザルと視覚による刺激を用いる。プレーン味のクッキーに対して HMD を用いた見た目の違うクッキーに見せ、オルソネーザルの嗅覚刺激で別の味のクッキーの香りをエアポンプによる空気の送風で香りかがせる。視覚と嗅覚を用いることでの味の変化がある回答を得ている。

白須らはオルソネーザルからの嗅覚刺激を利用した風味変容の研究を行っており、「かき氷」を題材とし、味覚変容の手法を検討している。かき氷のシロップを容器に LED 光源を取り付けることでシロップの色を再現し、スプーンから香料を出すことで鼻に直接香りを与える。視覚的に着色料ではなく光源を使用することで、リアルタイムで同じ皿で視覚情報と嗅覚情報を切り替えるシステムを作成している。視覚と鼻からの嗅覚刺激を用いることでの味覚の変化の有用性を示した。[4][5]

横山らは嗅覚を用いて情報の伝達と提示を行うデバイスシステム [6] を開発し実験を行った。この実験は両方の鼻に香りを送り濃度を変化させることで香りの強度、空間情報を伝達させることを示している。他にも味覚と嗅覚は複数の感覚と影響し合う研究は行われおり、Nimesha らによる Vocktail[7] は味覚、嗅覚、視覚を利用した研究を行っている。視覚情報として LED を使用した色の印象、嗅覚として香りを与え、味覚として電気味覚を使用しているこれらを使い水の風味がどのようにして変化するのか実験を行った。このシステムは、3 つの感覚を活用して味覚に与える影響を与えていたことを明らかにしている。

3 予備実験

口から鼻に抜ける香り（オルソネーザル）からの嗅覚情報の提示方法として、アガーを使用したゼリーを用いた。アガーを使用したゼリーを球体に固め、その中身を空洞にすることで空気を入れるスペースが出来る。ス

ペースに香りを閉じこめることで香りを閉じこめたゼリーを作成した。そのゼリーを口から食べることで口の中でゼリーが割れることにより、閉じこめられていた香りが出て鼻から抜ける香りを与える物となっている。

3.1 球体ゼリーの作成方法

中に香りを閉じこめるためには、ゼリーの中身を空洞にする必要がある。そのため、ゼリーを作成するための材料としてアガーを使用した。今回アガーを利用した理由は、ゼラチンよりも透明度が高く、常温でも溶けない性質を持っているからである。また、アガー自体には味がついておらずゼリー状に固めても無味無臭で作ることが出来る。もう一つの特徴として、溶ける温度が 90℃以上と溶けにくく、固まる温度が 30, 40℃と常温でも固まりすぐに固めることが出来るため扱いやすく丈夫である。固める際に図 4.1 で示した丸い氷を作成する用の製氷機を使用した。この製氷機にアガーを溶かしたゼリーの素となる液体を半分まで流し込む。アガーの固まる温度は 30, 40 度のため、製氷機を回しながら氷で全体を急速に冷やすことで型にそって固まり、図 4.3 で示したような中が空洞で球体のゼリーを作成している。

3.2 香りの注入方法

香りを注入する方法としては注射器の中に香料を含めたコットンを入れ、注射器内に香りを含めることで構成した。空洞があるゼリーに香りを閉じこめるために、大きな穴が開かないように図 2 で示した細い針の注射器を使用した。元々空洞に空気がはいつているため注射器でゼリーの空洞の空気を抜くことにより中に香りをこめた空気が入るようにして、注射器で香りを空洞の中に注入した。香りは注射器の中に香料を含めたコットンを入れ、注射器内に香りを含めることで構成することで香りを閉じこめた。

3.3 嗅覚提示実験方法

予備実験では香りを閉じこめたゼリーを食べることで、風味を想起させることが出来るかを検証する。香りを想起させるために香りの感じ方が強い二つの香りを用意した。甘味の強い香りと塩味が強い香りの香料を使用する。今回の実験では、作成した嗅覚提示ゼリーの有用性を調査するとともに、中に入れる香りがどの程度の認知を得るか調査した。

3.4 香料

香料は甘味の強い香りのバニラと塩味が強い香りの醤油の香料を用意する。香料はコットンに染み込ませ注射



図 2 香りを注入する注射器

器の中に入れることで気化し香りが充満し、濃度が高い香りを注入することができると考えた。また、今回はゼリーを口の中に入れた際に香りを感じることが出来るかを調査するためゼリー自体の味を無味とする。2 名の風邪などひいておらず、鼻詰まりなど匂いを嗅ぐのに支障がない被験者に実際に香りを注入したゼリーを食べてもらい、風味を感じるか実験を行った。

3.5 予備実験結果

被験者 2 名に行った実験の結果、香りを閉じこめたゼリーを食して、バニラの香り、醤油の香り 2 種類とも風味を僅かに感じたという結果になった。香料の違いでの感覚の差ではなく、香料の量と濃度がある程度必要であることを示した。また、意見として「無味のゼリーの味が邪魔していた」ということから、ゼリーの味付けが無味だと不快感が出てしまうことが明らかになった。

上記の結果から、今回作成したゼリーを用いた嗅覚提示は僅かながら、風味を与える可能性を感じさせるものである。だが、香りの量、濃度が不十分ため風味が僅かになってしまったため、香料での香りの出し方と量を増強させる必要があると考える。そのため、コットンに香りをつける量やゼリーの大きさを調整しながら、香りの質を高めることにより感じ方が強化できるのではないかと考えた。また、ゼリー自体の味付けに関して無味だと不快感を感じることから、中に閉じこめた香りの嗅覚刺激だけでなく、ゼリー自体に甘味や塩味をつけ味覚刺激を与え調査する必要があると考える。

4 本実験

予備実験より上がった問題点をまとめたものを以下に簡潔にまとめる．・香りの量，濃度が不十分・香料の出し方の増強を検討・ゼリーの大きさの変更・無味のゼリーへの不快感の改善これらの課題点を踏まえた上で新たに構築したシステムと実験方法について述べていく．

4.1 風味変容システムの概要

嗅覚情報を風味として付与する仕組みとして，予備実験を踏まえたうえで Vape のリキッドを使用して気化させた香料を中に閉じこめる風味強化した新たなシステムを試作している．予備実験のバニラの香りと醤油の香りの他にワインを気化した香りを空洞のゼリーに入れて食したところ，アルコールとワインの香りをバニラと醤油の二種類よりも強く感じた．そのため，アルコールのような気化しやすい液体を混ぜて中に入れゼリーの中で気化して充満させることでより香料の濃度を上げることが出来ると考えた．

そこで，香料を気化して吸うことで様々な味を味わうことができる Vape の香料の素であるリキッドを利用することであり，予備実験で使用していた香料よりも香りの量，濃度を上げることが可能とする．

これらによって，予備実験で上がった香りの量，濃度が不十分である問題点を解決することが出来る．本項ではこのシステムについての詳細を述べていく．

4.2 ゼリーの大きさと作成

ゼリーは直径 3 センチメートルの大きさの製氷機を使用し作成した．予備実験では，直径が 5 センチメートルと 1~2 センチメートルの製氷機を使用した．しかし，5 センチメートルの製氷機では，サイズが大きすぎて一口で口に入れることが難しかった．また，作成する際にも形になる前に簡単に潰れてしまうなど問題点があった．1~2 センチメートルの製氷機はサイズが小さく，形を崩すことなく作成することはできるが香料を中に入れる量が少なくなるため，口内に入れるときに香料を感じにくくなってしまうデメリットがある．

上記のことから，口内に入れやすく香料を入れる容量がある図 5.1 で示した直径 3 センチメートルの製氷機を使用した．

また，ゼリーを作成するにおいて予備実験から強度が弱く中に香りを入れる際に穴を開けるため潰れてしまう問題点が存在した．そのため，強度が強いものにするた



図 3 空洞のあるゼリー

めに氷水で 5 分間冷やした後冷蔵庫で冷やすことでより図 3 で示した強度の強いゼリーを作り出すことができた．ゼリー作成方法は以下になっている．

1. アガー 5g を鍋に入れ，水 100ml を少しずつ混ぜながら加える．
2. 完全に解けたら火にかける．沸騰したら火を止める．
3. 2 の液体を立体の体積の半分よりやや少なめに入れる．
4. フタをして，開かないように固定．
5. 容器を氷水の中で 5 分ほど回す．この時に一定方向だけでなく縦横斜めと全体にいきたわるように回す．
6. 冷蔵庫で冷やしておく．冷やしておく事でゼリーがより固まり取り出しやすくなる．

4.3 実験の方法

本実験では香りを閉じこめた直径 3 センチメートルのゼリーを食べることで，風味を想起させることが出来るかを検討する．香りを想起させるために Vape の香りがわかりやすいリキッド二つの香りを用意した．なお，口内で香りを充満させ風味を感じさせるために食べる際にゼリーを口内で割るよう一口で口内に入れてもらう．この時に舌に当たる味ではなく鼻から向ける風味を感じることが出来るかを判断してもらう．今回の実験では，作成した嗅覚提示ゼリーの有用性を調査するとともに，中に入れる香りがどの程度の認知を得るか調査した．

今回実験するにあたって四種類のゼリーを用意した．香料を気化させた空気を注射器で吸い取り，空洞のゼリーに入れたものを青りんごの Vape リキッド図 5.3 とバニラエッセンス図 5.4 の二種類用意した．この青りんごの香りを含んだゼリーを 1 のゼリー，バニラの香りを含んだゼリーを 2 のゼリーとする．

表 1 質問内容

質問内容	評価
1 のゼリーを食べて風味を感じましたか？	4 段階評価
2 のゼリーを食べて風味を感じましたか？	4 段階評価
3 のゼリーを食べて風味を感じましたか？	4 段階評価
4 のゼリーを食べて風味を感じましたか？	4 段階評価

また、香料をゼリーの中に入れ、ゼリー内で気化させ中に香りを充満させる方法で青りんごの Vape リキッドとバニラエッセンスの二種類用意した。この青りんごの香りを含んだゼリーを 3 のゼリーバニラの香りを含んだゼリーを 4 のゼリーとする。この四種類の香りの入ったゼリーを食してもらい風味の感じ方を調査した。

5 結果と考察

5.1 評価方法

風味を感じさせる四つの種類の中に香りが入っているゼリーを食べてもらい風味の感じ方を検証する。味の評価は表 1 に示したような質問内容に答えることでこととする。システムにより一瞬でも風味を想起しか確認するために 4 段階評価 (1:全く感じない~4:すごく感じる) で変化の度合いを調査する。さらに、自由記述でコメントを記入してもらうこととした。アンケートの回答は風邪などひいておらず、嗅覚、味覚が正常な状態である 6 名の被験者を用意した。

5.2 実験結果と考察

気化した香りを入れた場合の香りは、青りんごの Vape のリキッドとバニラエッセンス二つとも少し感じたが多数であった。これは、気化した香りを入れた仕組みでは香りの量が少なく風味を感じることが難しいという結果になった。

また、青りんごの Vape リキッドにおける評価は全員がすごく風味を感じたという結果であった。バニラエッセンスは少し感じたという人が多数であった。これは香りが強い Vape のリキッドは口内から鼻に抜ける風味を感じやすいと思われる。一方バニラエッセンスは香りが分かりにくいいため少し感じづらい結果になったと考える。これは、リキッドをゼリーの中で気化させる仕組みが有効であったと言える。このことから、風味の感じ方に関しては気化した香りを入れるよりも、ゼリーの中で気化させ香りを充満させる方が優位性が高いのではないかと考えられる。

自由記述では、「青りんごの香りが口の中から鼻に抜けるのを感じた」「味が無いとおいしくはない」「ガムのような味」と言った様々な意見が得られた。

これらの結果から、レトロネーザルの嗅覚における影響に対しての仮説が生まれた。それは、一つ目に青りんごのような風味を想像しやすい香りの方が風味を感じやすいのではないかとこの考察が生まれた。バニラは普段口にする際、香りだけではなく甘い味がついていることがほとんどのため香りだけで判断することが難しいと考えられる。そのため、ゼリー自体に甘い味をつけることで風味の感じ方の違いに差が出るのではないかとこの仮説として浮かんだ。

二つ目に、気化する量がカギになっているのではないかとこの仮説が生まれた。今回予備実験で風味をあまり感じる事が難しかったため、気化しやすく、香りが強い Vape のリキッドを使用した。そのため、ゼリー内で気化した香りの量が増え、口内に入れた時に鼻にぬけレトロネーザルとして風味を感じやすくなったと考えられる。そのため、鼻に抜けるような香りをあつた与えることで風味を作り出すことができ、より強い錯覚を起こすことにつながるのではないかと考える。

6 おわりに

本研究では、レトロネーザルアロマと嗅覚デバイスを利用して、風味の変化を起こすシステムの検討を行った。そのためにゼリーを用いた風味変容システムを構築した。このシステムを用いて、ゼリーに対して香りを付与し、食した時の風味を評価してもらう実験を行った。その結果、風味の変化を感じているという結果が得られ、口内に入れたときの風味を認識させることができるという有効性を示した。

この手法は、決まった風味だけでなく様々な風味に対して一瞬の風味を想起させることができるのではないかと考えている。具体的には、紅茶の風味やフルーツの風味のような香りが想像することができるものでなら行えるのではないかと考えており、今後の検討にしていきたい。

現段階において、香りを入れる際に、そのたびに注射器で香料を入れ替えなければならない。また、その提示する香りが混ざらないように香料をいれる注射器の容器を分ける事の重要性を改めて再確認した。今回の実験では香りが混ざらないように香料が付着したものは香料ご

とに分け保管し、洗浄していた。加えて、一度香りが部屋に充満してしまうと被験者が余計な香りに気づき誤差を生じてしまう可能性があった。異なる香りが混ざり合わないよう配慮が必要である。

今後の展望として、今回実験で使用した以外の香料での風味の感じ方を検証していきたいと考えている。香料にはフルーツだけではなく、様々な香料での風味の感じ方の比較実験を実践していくことが必要である。また、味覚や視覚を組み合わせたときに風味の感じ方と味覚への影響の変化があるのではないかと考えている。そして、換気や部品の保管方法の重要性を再確認したところで、実験が行いやすくなるための実験方法を検討している。

以上で述べたことを実践していくことで、レトロネーザルからの風味を認識させることができるのではないかと考えている。また、実際に食べなくても嗅覚だけで味を想起することが出来る体験を感じさせることができる。

参考文献

- [1] 角谷雄哉, 鳴海拓志, 小早川達, 河合崇行, 日下部裕子, 國枝里美, 和田有史. 呼吸と連動した醤油の匂い提示による塩味増強効果. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 24, No. 4, pp. 77–82, 2019.
- [2] 岡崎翔悟, 井上亮文, 星徹. レトロネイザル嗅覚の刺激による接触物の風味増強システムの開発. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017 論文集, Vol. 43, pp. 1–7, 2006.
- [3] 鳴海拓志, 谷川智洋, 梶波崇, 廣瀬通孝. メタクッキー: 感覚相互作用を用いた味覚ディスプレイの検討. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 15, No. 4, pp. 579–588, 2010.
- [4] 白須棕介, 羽田久一. 視覚と嗅覚の相互作用における味覚変容の検討. 研究報告デジタルコンテンツクリエイション (DCC) , Vol. 53, pp. 1–6, 2019.
- [5] 白須棕介, 羽田久一. 複合感覚によるリアルタイム味覚変容デバイスの開発. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2019 論文集, pp. 310–316, 2019.
- [6] 横山智史, 谷川智洋, 広田光一, 廣瀬通孝. ウェアラブル嗅覚ディスプレイによる匂い場の生成・提示. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 9, No. 3, pp. 265–274, 2004.
- [7] Nimesha Ranasinghe, Thi Ngoc Tram Nguyen, Yan Liangkun, Lien-Ya Lin, David Tolley, Ellen Yi-Luen Do. Vocktail: デジタルの味, 香り, 色の感覚をペアリングするための仮想カクテル. MM'17, 2017 年 10 月 23–27 日, カリフォルニア州マウンテンマウンテンビュー.