

令和元年6月25日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00841

研究課題名(和文) 減塩生活に役立つ香りの記憶メカニズムの解明

研究課題名(英文) The flavor experience is important for dietary life of salt reduction.

研究代表者

河合 崇行 (KAWAI, Takayuki)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・食品研究部門・上級研究員

研究者番号：50425550

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：食経験による味覚変化の積極的な介入試験をヒトに対して行うことはできない。そこで、動物行動学実験を利用して、塩味増強を引き起こす香りの特徴を調べた。その結果、子どもの頃に経験した香と味の連合学習が強く影響していることが示された。ヒトでは塩味を想起しないバニラ由来香気やオレンジ由来香気でも、連合学習さえすれば、塩味増強に役立つことを明らかにした。発酵食品の中では、味噌由来香気に安定した塩味増強作用が見られることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食経験による味覚変化の積極的な介入試験をヒトに対して行うことはできない。本研究課題で開発した実験動物行動学試験モデルでは、食経験を自在にコントロールすることが可能である。また、本研究課題により大人になってからの塩味の増強に子どもの頃の経験が大きく影響すること、発酵食品の中で今まで注目されていなかった味噌の香りに安定した塩味増強作用がみられることが明らかとなった。これらの知見は、今後の減塩食の開発に応用でき、しいては、日本人の健康長寿の一助につながっていくことが期待できる。

研究成果の概要(英文)：Active intervention trials for individual taste modification by dietary habits are very difficult to be applied to human. So, we tried the trails to apply to the animal behavioral studies and investigated the characters of salt-enhancing flavors. Our results revealed that the taste-flavor association learning in early childhood strongly effected the taste modification in adults. They also revealed vanilla or orange flavor, even though it was not imaged to saltiness, could be useful to enhance saltiness after the association learning and that miso flavor would have stable effect of salt enhancement.

研究分野：栄養生理学

キーワード：塩味増強 味噌 香

1. 研究開始当初の背景

日本型食事において塩味は重要な役割を示している。近年、様々な減塩素材が開発されているが、そのほとんどは、減塩によって低下した美味しさを補うことはできるものの、減塩する前と同じ塩味の強さに戻せる素材ではない。ダシや酵母エキスを使った減塩商品の中には、塩味がマイルドになったせいで、食べ過ぎてしまうほど美味しい商品もある。塩味が薄ければご飯が進まず、副菜の食べ過ぎや脂質の摂り過ぎの危険性が出てくる。健康のために塩分を減らしても塩味を減らしてはいけなくと考えられる。

G.Lawrenceらは、フランス人学生を対象にした研究で、ベーコンやチーズの香りに塩味増強効果があること、下田らは、日本人を対象にした研究で、醤油の香りに塩味増強効果があることを報告している。これらのヒトを対象にした先行研究では、塩味閾値付近の低濃度の食塩水に対する香の影響の定性的な評価にとどまっており、塩味強度変化量の数値化には至っていない。塩味増強効果を比較し、発展させていくには、効果の数値化が必要である。

2. 研究の目的

香気共存することによって、味の感じ方が変わることがある。パイナップルやバナナの香気が甘味を強く感じさせたり、ベーコンや醤油の香気が塩味を強く感じさせたりすることが知られている。意外な組み合わせは少なく、甘味や塩味を強めると言われている香気は、甘い食品や塩辛い食品に含まれる成分である。その理由の一つに、食経験に基づいた味と香気の連合学習記憶が考えられる。食経験のない食品の香気でも効果を示すかは不明である。本研究においては、動物実験により食経験をコントロールし、食経験（香り経験）のもたらず塩味増強への影響や食経験（香り経験）のない香りの持つ呈味修飾作用について明らかにすることにより、ナトリウムを使わずに効率よく塩味を増強する技術を探求することを目的としている。

3. 研究の方法

(1) マウスを2群に分け、片方には、バニラ香のついた砂糖水とオレンジ香のついた塩水を提示して3週間以上飼育した。他方には、オレンジ香のついた砂糖水とバニラ香のついた塩水を提示して飼育した。甘味や塩味の強度評価には、リック試験を実施した。甘味評価には、12時間以上絶食させることで甘味欲求性を亢進させた状態のマウスを用いた。塩味評価には、3週間以上利尿剤入りの餌を与えることで塩味欲求性を亢進させた状態のマウスを用いた。種々の濃度の甘味溶液、塩味溶液をマウスに提示し、10秒間に試料溶液を舐める（リックする）回数を測定し、試料溶液の嗜好度に換算した。

(2) ヒトが塩味を想起しやすい食品由来の香気を用いて、バニラ香よりも強い塩味増強効果が得られるかを検討した。マウスを4群に分け、それぞれにバニラ、醤油、味噌、ベーコンから抽出した香気を添加した食塩水を提示し、約8週間経験させた。利尿薬であるスピロラク톤を混和した餌により飼育した塩味欲求性マウスを用いて、香気を添加した食塩水と添加していない食塩水に対するリック試験を行った。

(3) 醤油、味噌、ベーコン、バニラの塩味に対する連合学習効果に般化性があるかを検討した。マウスを4群に分け、それぞれにバニラ、醤油、味噌、ベーコンから抽出した香気を添加した食塩水を提示し、約8週間経験させた。利尿薬であるスピロラク톤を混和した餌により飼育した塩味欲求性マウスを用いて、対経験した香気を添加した食塩水や対経験していない香気を添加した食塩水に対するリック試験を行った。

4. 研究成果

(1) バニラ由来香気と砂糖水に対して提示した群のマウスでは、バニラ由来香気つき砂糖水をオレンジ由来香気つき砂糖水よりも嗜好した。また、オレンジ由来香気つき塩水を同濃度の香なし塩水よりも嗜好した。一方、他方の群のマウスでは、オレンジ由来香気つき砂糖水をバニラ由来香気つき砂糖水よりも嗜好し、バニラ由来香気つき塩水を同濃度の香なし塩水よりも嗜好した。利尿剤入りの餌で飼育したマウスは、甘味よりも塩味に強い嗜好性があることから、対提示で連合学習した香のついた塩水の塩味を強く感じている可能性を示している。塩味増強の大きさを計算すると、いずれの香の場合も約1.5倍になっていることが示された。一般的には塩味を想起させない香気であるバニラやオレンジを使って、塩味を強く感じさせることができた。ヒトの場合も、幼少の頃から長年にわたって経験・記憶している塩味食品の香に、塩味増強あるいは塩味補完する効果がある可能性がある。地方の伝統食や発酵食品を探求することで、減塩素材としての新たな香気を見つける可能性を示している。

(2) 醤油、味噌、ベーコン、バニラ、いずれの群においても経験香気を添加した食塩水の方が有意に多くリックしていた。すべての香気に塩味増強効果があることを示している。効果の大きさを比較したところ、塩味を想起しやすいしにくいに関わらず、ほぼ同程度であった。このことは、塩味食品に特徴的な香り成分による塩味増強効果よりも、食経験や記憶による効果の方がメインであることを示唆している。

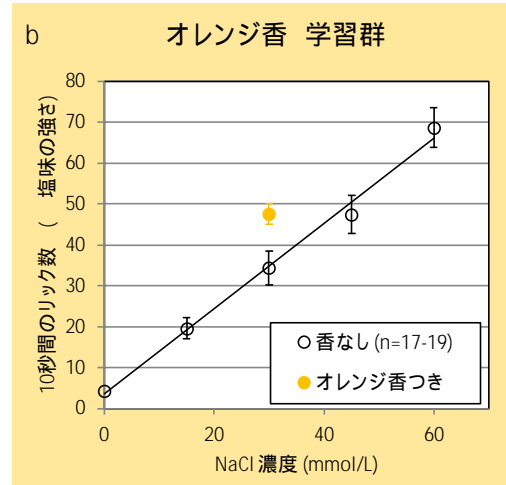
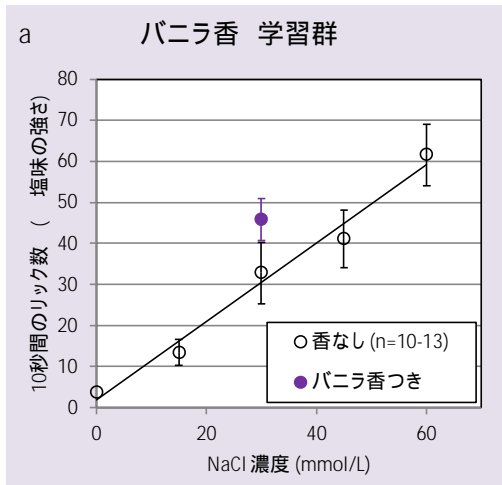


図1. ヒトが塩味を想起にくい香気経験による塩味増強効果の定量的解析
 a. バニラ由来香気入りの食塩水を毎日経験したマウスのリック試験、b. オレンジ由来香気入りの食塩水を毎日経験したマウスのリック試験。値はいずれも平均±標準誤差。

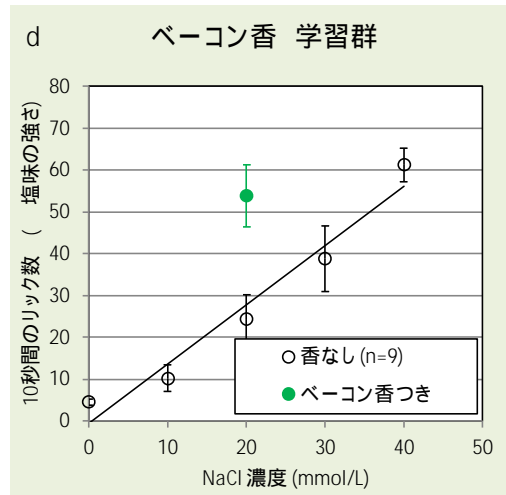
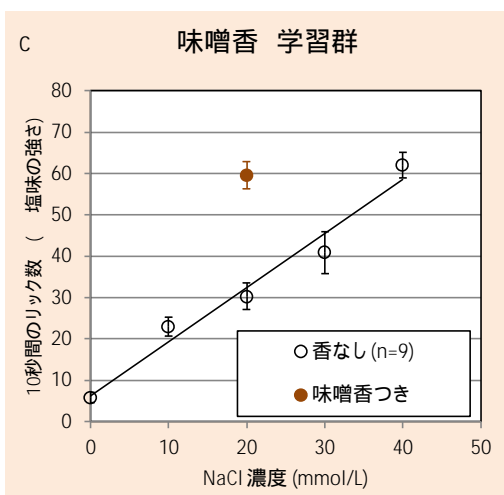
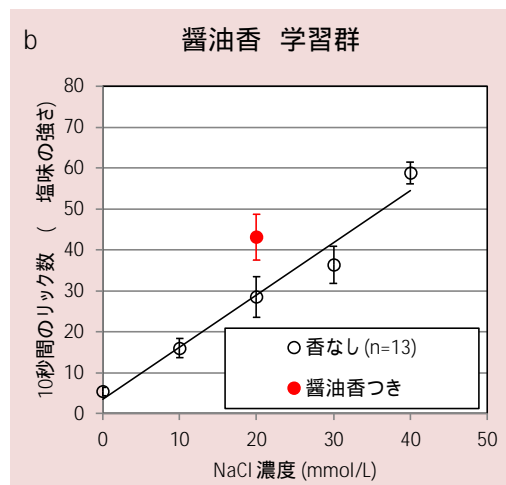
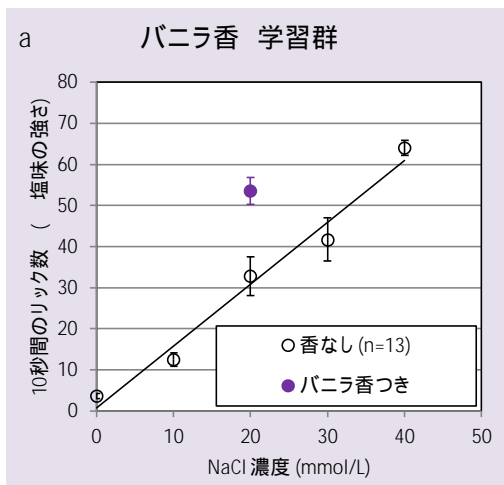


図2. ヒトが塩味を想起する香気学習による塩味増強効果の定量的解析
 a. 塩味対提示香りとしてバニラ由来香気を用いたマウスのリック試験(n=13)、b. 塩味対提示香りとして醤油由来香気を用いたマウスのリック試験(n=13)、c. 塩味対提示香りとして味噌由来香気を用いたマウスのリック試験(n=9)、d. 塩味対提示香りとしてベーコン由来香気を用いたマウスのリック試験(n=9)。値はいずれも平均±標準誤差。

(3) 経験したことのない日本食発酵臭(味噌香、醤油香)を付けた塩水を提示し、塩味にどのような影響を与えるのか調べた。その結果、味噌由来香気は経験していないマウスにとっても嫌われにくい香りであること、バニラ由来香気と塩味を連合学習したマウスでは若干の塩味増強傾向がみられることが分かった。一方、醤油由来香気は、食経験条件によっては嫌われる可能性のある香りであることがわかった。味噌には、豆、小麦、赤、黒、白など地域により様々な特徴を持つ味噌がある。塩味増強という観点からみた味噌香の利用法・優位性・類似性などを調べることで、減塩生活の一助となれるのではないかと考えられる。

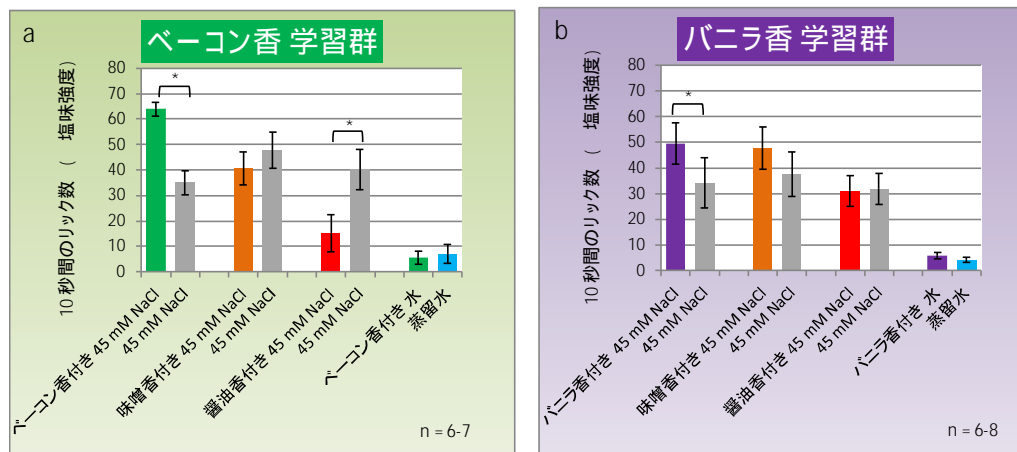


図3. 未学習の日本食発酵香気に対する塩味増強効果の比較

a. ベーコン由来香気と塩味を連合学習したマウスに対する日本食発酵香気の影響。B. バニラ由来香気と塩味を連合学習したマウスに対する日本食発酵香気の影響。値はいずれも平均±標準誤差。*は $p < 0.05$ (paired-t test)。

〔参考文献〕

Odor-taste interaction: A way to enhance saltiness in low-salt content solutions. G. Lawrenceら *Food Quality and Preference*. 20 p241-248 (2009).
 おいしさを知る・引き出す科学 嗅覚刺激を利用したおいしさ増強技術 下田満哉 *Bio Industry* 32, p45-50. (2015)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3件)

河合崇行、実験動物の食行動に基づいた呈味評価、日本調理科学会誌、査読有、50巻、2017、217-221
 河合崇行、リックカウンターによる味強度測定、日本官能評価学会誌、査読有、21巻、2017、14-17
 河合崇行、日下部裕子、和田有史、日本味と匂学会誌 第51回大会 Proceeding 集、査読無、2017、S51-S54

〔学会発表〕(計 7件)

河合崇行、日下部裕子、和田有史、塩味を想起する香りと食経験、日本農芸化学会 2018年度大会、2018
 Takayuki Kawai, Yuko Kusakabe, Yukino Ogawa, Miso flavor could be generalized to a saltiness enhancing flavor., 17th International Symposium on Molecular and Neural Mechanisms of Taste and Olfactory perception, 2018
 河合崇行、日下部裕子、後藤猛仁、バニラ香およびオレンジ香による塩味増強、日本農芸化学会、2017
 河合崇行、日下部裕子、和田有史、香りによる減塩効果とその記憶、日本食品化学学会 第23回総会・学術大会、2017
 Takayuki Kawai, Yuko Kusakabe, Yuji Wada, Takehito Goto, Flavor-saltiness integration is affected by eating experiences., Association for Chemoreception Sciences XXXIX, 2017
 Takayuki Kawai, Yuko Kusakabe, Yuji Wada, valuation of the enhancing effects of saltiness by flavor addition., International Symposium on Olfaction and Taste, 2017
 河合崇行、リックカウンターによる味強度測定、日本官能評価学会第21回大会、2016

〔図書〕(計 3件)

河合崇行、食品における塩味の増強効果とその評価、日本醸造協会誌、2017、112(1)、22-28

河合崇行、味の錯覚を利用した減塩食品の開発、フードケミカル、2017、384、25-30

河合崇行、塩味増強効果のある食品素材の探索、ソフト・ドリンク技術資料、2017、182、143-151

6 . 研究組織

(2)研究協力者

研究協力者氏名：日下部 裕子

ローマ字氏名：KUSAKABE, Yuko

研究協力者氏名：和田 有史

ローマ字氏名：WADA, Yuji

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。