

総説特集Ⅱ：食における味とにおいの接点－6

うま味とにおいのインターラクション：鰹ダシのおいしさを例に

伏木 亨

(京都大学大学院・農学研究科・栄養化学分野)

味とにおいは受容も伝達経路も異なる感覚であるが、食品の中では両者は常に共存する。両者の相互関係は密であり明確には区別し難い場合が多い。

食品の味わいの中には、ほとんどの人がおいしいと感じるほど強いインパクトを持つものがある。油脂の味わいやダシの風味である。鰹ダシを中心とするダシの風味は日本食を考える上で欠かせないものである。鰹ダシのおいしさには、含まれるアミノ酸や核酸の呈するうま味が重要な役割を果たしているが、鰹ダシへの嗜好性がうま味だけで説明できるかは明らかではない。ここでは、うま味とにおいの相互作用の例として、鰹ダシへの高い嗜好性に対するにおいの影響についての研究の一端を紹介する。

キーワード：鰹ダシ、におい、うまみ、やみつ

はじめに

日本人の多くは伝統的な鰹・昆布ダシの風味を好むが、ダシに対する嗜好は日本のみならず世界中で見られる。中国では鶏湯、肉湯、排骨湯などのダシが使われることが多く、肉を煮出したブイヨンはフランスの代表的なダシと言える¹⁾。

ダシの味わいは、味覚であるうま味を中心ではあるが、材料に由来する風味も非常に重要である。嗜好性の高いダシは、味覚と嗅覚の両方を刺激する。

ダシに使われる材料の違いは、地域に独自の食文化を育てる基本にもなっている。時には、独特なダシの風味に対する違和感が、異文化の食を受け入れられない原因にもなる。うま味はグローバルであるが、風味は極めてローカルである。ここには、食における味と風味の果たす役割の違いが表れている。

長期間海外に滞在して、日本のダシの味わいがなつかしく思えることがある。ダシのおいしさにやみつになっていると表現することができよう。このなつかしさには、ダシの味と同時に風味も関わっていることは明らかである。

実験動物もダシに対して高い嗜好性を示す

やみつきの行動を評価できる条件付け場所嗜好性試験により、鰹ダシに対してマウスの強化効果が観察された。

用いた装置は以下のようなものである²⁾ (図1)。開閉できるシャッターで仕切られた明暗2つの箱を連結し、その連結部分にマウスを入れ、シャッターを開き自由に20分間往来させたときの各箱における運動量と滞在時間を測定しベースラインとした。翌日より、1日30分間、シャッターを閉じて片方の箱にマウスを入れ、鰹ダシ溶液を明箱に、水を暗箱で摂取させた。これを6日間繰り返すことによって、明暗の箱と試料との間の条件付けとした。条件付けが終了した翌日に、ベースラインの測定時と同様の方法で測定した結果をベースラインと比較した。実験に先立って、強化効果のあることが明らかになっている薬物である diazepam (1mg/kg) の条件付け15分前腹腔内投与が強化効果をもたらすことを確認している。

試料には市販の鰹ダシ粉末の水溶液を用いた。この溶液による条件付けでは、マウス (BALB/C 雄、

* Received June 6, 2009; Accepted August 17, 2009

Interaction of flavor with taste in the palatability for dried bonito broth.

** Toru Fushiki, Division of Applied Life sciences, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyou-ku, Kyoto 606-8502; Fax: +81-75-753-6264

伏木 亨

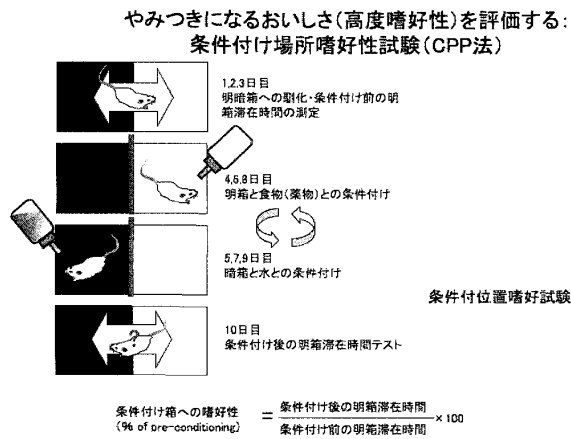


図1 条件付け位置嗜好試験の概要

8週齢)の強化効果は観察されなかった。この溶液に、21%デキストリンあるいは同量のカゼインを混合して条件付けを行うと、設置した明箱での滞在時間が有意に増加し、エネルギーを補強した鰹ダシに対する高い嗜好性が示された³⁾。(図2)ドーパミン受容体のアンタゴニストであるハロペリドール(0.1mg/kg ip) および、オピオイド受容体もアンタゴニストであるナロキソン(1mg/kg ip)の前投与はデキストリンを添加した鰹ダシ溶液の強化効果を抑制した。

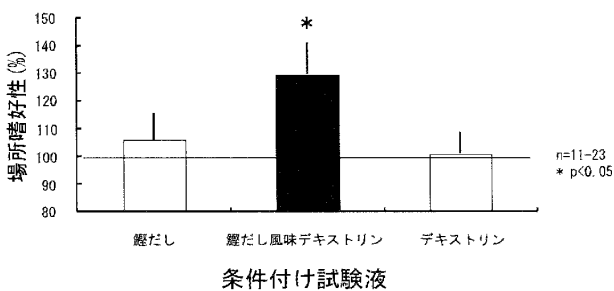


図2 条件付け位置嗜好試験

21%デキストリンあるいは同量のカゼインを混合して条件付けを行うと、設置した明箱での滞在時間が有意に増加し、エネルギーを補強した鰹ダシに対する高い嗜好性が示された。鰹ダシのみ、あるいはデキストリンのみに対しては明箱の滞在時間は増加しなかった。

マウスのレバー押し行動を用いた、食品成分を強化子とするオペラント実験⁴⁻⁵⁾が報告されている。

この方法を用いて、鰹ダシ溶液に対する報酬効果と考えられる行動が観察された。実験には、規定回数のレバーを押さねば新たな餌が獲得できないシステムを設定した⁴⁾。PR スケジュールによって規定回数を漸増するように設定し、規定回数を10分間以内にクリアできなかった時点でのレバー押し回数をブレイクポイントとした。マウスは約一ヶ月間、この実験に慣れるように訓練した。鰹ダシを強化子として観察されたレバー押し回数のブレイクポイントは、油脂には及ばないものの、20%砂糖水に匹敵するものであった。

なお、実験動物の飼育のために用いた市販の固形飼料の成分が嗜好の形成に影響を与えている可能性を排除するために、精製されたカゼインタンパク源とする合成飼料を用いて二世帯にわたって飼育したマウスを用いた実験でも、マウスは鰹ダシに対して高い嗜好性を示した。飼育に用いた飼料の影響はないと考えられる。

鰹ダシに対する高い嗜好性には嗅覚も関与している

実験に用いた鰹ダシのアミノ酸、核酸、塩分等を分析し、そのデータに基づいて精製された試薬を用いて人工的な鰹ダシ溶液を再構成した⁶⁾。これには天然の鰹に由来するにおいては含まれていない。この溶液にデキストリンを添加したものをを用いて、条件付け位置嗜好試験を実施したところ、試験溶液に対する強化効果は観察されなかった(図3)。この人工だし溶液に、天然の鰹ダシから抽出したにおい成分を添加すると強化効果が観察された。

アミノ酸核酸溶液

- ・鰹だしと、塩分・核酸・各遊離アミノ酸が同濃度になるよう調整
- ・香りのない「人工鰹だし」

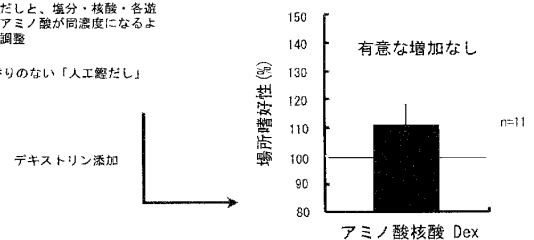


図3 アミノ酸・核酸・塩類のデータを元に試薬で再構成した人工うま味溶液ではマウスの強化効果は観察されなかった

うま味とにおいのインターアクション：鰹ダシのおいしさを例に

さらに、マウスの嗅覚を嗅糸切断や硫酸亜鉛溶液によって遮断した実験では、デキストリン添加した天然鰹ダシ溶液を用いた強化効果が観察されなかった⁶⁾。(図4) これらの結果は、鰹ダシに対する高度な嗜好性に、ダシのうま味とエネルギーの他ににおいが必須であることを示唆している。

ダシの構造

ダシ=匂い+うま味+エネルギー

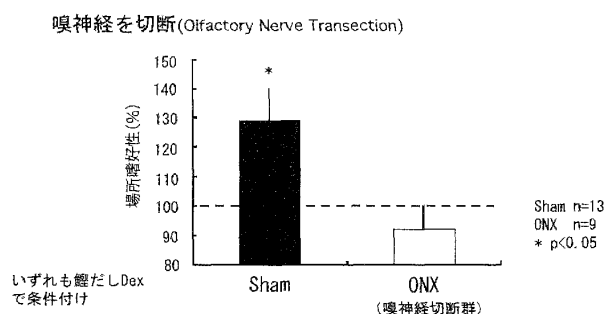


図4 嗅覚を破壊したマウスでは天然ダシに対する強化効果は観察されなかった

他のにおいては強化効果が観察されない

鰹と同じく日本の伝統的なダシの材料である昆布についても検討を加えた。天然の昆布から抽出したダシは、デキストリンを添加しても強化効果が観察されなかった。人工鰹ダシ溶液に、コンソメ風味、酵母エキスを添加すると、鰹ダシ同様に強化効果が観察された。しかし、バニラ、シト랄、メントールなどの香料を添加しても強化効果は観察されなかった。人工鰹ダシ溶液に添加したときに高度な嗜好性を生みやすいにおいがあることが示唆される。

鰹ダシの高度な嗜好性に寄与するフレーバーの探索

鰹の燻煙中には500種類以上のにおい成分が含まれているとされる。このうち300種類程度は同定されている化合物であるが残りは明らかではない⁷⁾。これらの中から関与成分を特定することは容易ではない。そこで、目的のにおい成分を絞り込む目的で、まず抽出法を検討した。マウスを用いて、においを持たない人工鰹ダシ溶液とこの溶液ににおい成分を添加したものとの間で嗜好性の違いを比較した。嗜好性の評価には30分間二瓶選択実験法⁸⁾を用いた。

超臨界CO₂抽出法で抽出したにおい試料が最もマウスの嗜好性を高めた(図5)。

さらに、この試料を出発点としてヘキサン可溶画分のうちエーテル可溶画分に高い嗜好性をもたらすにおい成分が絞り込まれているが(向田ら、日本栄養食糧学会 2009年にて発表)、さらに検討を重ねているところである。

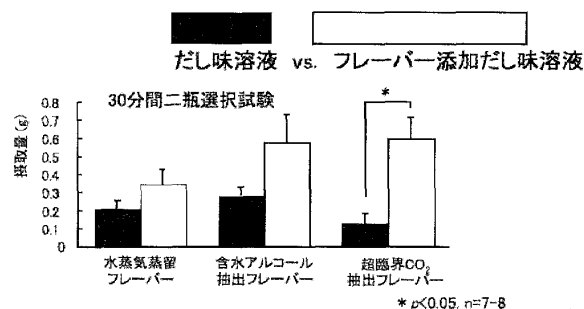


図5 人工ダシ溶液に分類したフレーバーを添加して、人工ダシ溶液に対するマウスの嗜好性の増加を二瓶選択実験で評価する

おわりに

油脂のような嗜好性の高い食品を積極的に摂取するモチベーションとして、フレーバー⁹⁾、味覚^{10,11)}、さらに消化吸収後の栄養効果¹²⁾、さらには脳内のエンドルフィン類の作用^{13,14)}等が指摘されている。鰹ダシに対するマウスの高い嗜好性には、においとうま味とエネルギーの三者が必要であることが示唆される。人間の鰹ダシに対する嗜好性も同様である可能性がある。鰹ダシに対する嗜好性は、摂取した後に感じられる豊かなうま味と豊富なエネルギーに対してマウスが高い価値判断を下し、その溶液の味やにおいが好ましく記憶されると考えられる。においにかかわる鍵物質が同定できれば、今後のダシの開発に重要な寄与が可能となると考えている。

文献

- 1) 二宮くみ子：うま味の世界、うま味の文化・UMAMIの科学(山口静子監修)丸善、東京 pp.35-64 (1999)
- 2) 伏木亨、川崎寛也、鈴木綾子：おいしさと“こく”、だし、脂肪への嗜好性、日本味と匂学会誌 9(2), 163-168 (2002)
- 3) 高裕一、米田武志、伏木亨：脂肪のエネルギー

伏木 亨

- 情報が嗜好性及び報酬強度に及ぼす影響、日本味と匂学会 12(3), 425-426 (2005)
- 4) Yoneda T, Taka Y, Okamura M, Mizushige T, Matsumura S, Manabe Y, Tsuzuki S, Inoue K and Fushiki T: Reinforcing effect for corn oil stimulus was concentration dependent in an operant task in mice. *Life Sci* 81, 1585-1592 (2007)
- 5) Ward S J and Dykstra L A : The role of CB1 receptor antagonists in sweet versus fat reinforcement. *Behav Pharmacol* 16, 381-388 (2005)
- 6) Kawasaki K, Yamada A, Fuse R and Fushiki T: Preference of dried bonito broth in olfactory-blocked or taste nerve-sectioned mice in the two-bottle choice test. *Biosci Biotech Biochem* 72, 2840-2846 (2008)
- 7) 伏木亨：日本のダシ、おいしさを科学する、ちくまプリマー新書 pp. 35-37 (2006)
- 8) Yoneda T, Saitou K, Mizushige T, Matsumura S, Manabe Y, Tsuzuki S, Inoue K and Fushiki T : The palatability of corn oil and linoleic acid to mice as measured by short-term two-bottle choice and licking tests. *Physiol Behav* 91, 304-309 (2007)
- 9) Ramirez I : Role of olfaction in starch and oil preference. *Am J Physiol* 265, R1404-1409 (1993)
- 10) Takede M, Sawano S, Imaizumi M and Fushiki T : Preference for corn oil in olfactory-blocked mice in the conditioned place preference test and the two-bottle choice test. *Life Sci* 69, 847-854 (2001)
- 11) Fukuwatari T, Shibata K, Iguchi K, Saeki T, Iwata A, Tani K, Sugimoto E and Fushiki T : Role of gustation in the recognition of oleate and triolein in anosmic rats. *Physiol Behav* 78, 579-583 (2003)
- 12) Sclafani A and Glendinning JI : Sugar and fat conditioned flavor preferences in C57BL/6J and 129 mice : Oral and postoral interactions. *Am J Physiol* 289, R712-720 (2005)
- 13) Mizushige T, Kawai T, Matsumura S, Yoneda T, Kawada T, Tshuzuki S, Inoue K and Fushiki T : POMC and orexin mRNA expressions induced anticipation of a corn-oil emulsion feeding are maintained at the high levels until oil ingestion. *Biomed Res* 27, 227-232 (2006)
- 14) Mizushige T, Matsumura S, Yoneda T, Kawada T, Tshuzuki S, Inoue K Fushiki T: Daily increase of fat ingestion mediated via mu-opioid receptor signaling pathway. *Biomed Res* 27, 259-263 (2006)

〈著者紹介〉

伏木 亨 (ふしき とおる) 氏略歴

昭和50年 京都大学農学部食品工学科卒業

昭和55年 同大学院博士課程修了

昭和55年 京都大学助手

昭和63年 同大学助教授

平成6年 同教授

