ラットとヒトにおける「茶 (tea)」の弁別について¹

日本学術振興会・関西学院大学 榎木隆寿^{2 3}

関西学院大学 巽香菜子・中島定彦

Discrimination of “teas” in rats and humans

TAKAHISA MASAKI

Japan Society for the Promotion of Science & Kwansei Gakuin University

KANAKO TATSUMI and SADAHIKO NAKAJIMA

Department of Integrated Psychological Science, Kwansei Gakuin University

Abstract The present study investigated how rats and humans classify five kinds of “tea” after tasting them. In Experiment 1, rats consumed one of five commercial brands of tea (two brands of green tea, two brands of herb blend tea, and one brand of barley tea) followed by an injection of poisonous lithium chloride. The animals were then tested with the individual teas on successive days (one brand per day) to assess generalization of their conditioned aversion. In Experiment 2, human participants were required to rate the similarity of these teas using visual analogue scales and a blind paired-comparison procedure. Multidimensional scaling and cluster analysis methods applied to these data revealed that rats and humans categorized the teas in the similar way. The green teas were clearly distinguished from the other teas and the barley tea was placed in the same class as the herb blend teas.

Key words : tea, discrimination, taste aversion learning, rat, human

動物の摂食行動を規定する要因の一つとして、味覚や嗅覚等の感覚を挙げることができる。特に雑食性の動物は、食物の持つ味や匂いを手がかりとしてその食物の安全性や栄養価を判断している。味覚に

ついては、甘味・塩味・酸味・苦味からなる4基本味説や、これらにうま味を加えた5基本味説が従来から提唱されており、甘味はカロリー、塩味は電解質平衡に必要な各種イオン、酸味は腐敗物、苦味は毒物質、そしてうま味はアミノ酸の信号として働いていると一般的に考えられている(Chandrashekar, Hoon, Ryba, & Zuker, 2006)。味覚の受容メカニズムや脳内メカニズム等の生物学的な知見に関しては、ラット、マウス、ハムスター、そしてサル等を用いた生理学的・分子生物学的研究がこれまでに数多く行われてきた(山本, 1996)。また、味覚嫌悪条件づけに代表される好き嫌いの形成のような味覚の心理学的研究においても、被験体としてラットをはじめ数多くの動物種が用いられている(味覚嫌悪条件づけ研究のデータベースとして, Riley & Freeman, 2004を参照)。もちろんこれらの研究は、その動物種特有の味覚を解明するために行われることもあろうが、多くの場合はヒトの味覚に関する問題を検討するた

- 1 本研究は、文部科学省の学術フロンティア推進事業「先端技術による応用心理科学研究」の支援ならびに第1著者への日本学術振興会科学研究費補助金(特別研究員奨励費, 課題番号: 17・4433)の援助を受けた。また、本論文は、第1著者への日本学術振興会科学研究費補助金(特別研究員奨励費, 課題番号: 19・6826)の援助により執筆された。英文要旨の作成においてSydney大学のRobert A. Boakes先生にご校閲頂いた。ここに謝意を示す。
- 2 現所属 日本学術振興会(名古屋大学)
- 3 連絡先 e-mail: masakit1979@gmail.com
〒464-8601 名古屋市千種区不老町
名古屋大学大学院環境学研究科 心理学研究室

Published online in J-STAGE: November 28, 2007
doi: 10.2502/janip.57.2.2

めに行われることが通常である。このような研究を行う上で、用いられる動物種の味覚とヒトの味覚が類似しているという前提が必要であることは言うまでもないだろう。

ヒトを対象にして上記の4基本味説を検討した心理学的研究として、吉田(1963)が挙げられる。吉田(1963)は、ヒトに対し11種類の味覚溶液の類似度をそれぞれ味わせた後に評価させ、そのデータに対し多次元尺度構成法(multidimensional scaling, MDS)を行い、各溶液がどのような空間的位置に配置されるかを調べた。その結果、それぞれ4基本味を代表する物質は空間的に離れた場所に位置し、Henning(1916)によって提唱された味覚の四面体が構成されることが確認された。同様の結果はその後行われた実験でも追試されている(e.g., 斎藤・Faurion・Mac Leod, 1982; Schiffman & Erickson, 1971)。ラット等の動物を対象とした心理学的研究では、ある味覚溶液に嫌悪を条件づけ、その嫌悪が他の味覚溶液にどの程度般化するのかを調べるという手続きを用いて、動物がどのように味覚を分類しているのかが検討されている(Tapper & Halpern, 1968)。このような研究から、ラットやハムスターにおいても4基本味の弁別が成り立っていることを示唆する結果が得られている(Nowlis, Frank, & Pfaffmann, 1980; Yamamoto et al., 1991)。

上記のように、比較的単純な味覚においてはヒトもラットもほぼ同じような弁別を行っていることが示唆されている。しかしながら、自然場面において動物に摂取される食物が単一の味覚のみを呈するということはほぼありえない。つまり、単一の味覚情報だけでなく、複数の味覚情報、さらに嗅覚情報をも合わせ持つ「風味」溶液のようなより複雑な刺激に対しても、ヒトとその他の動物の知覚様式が類似しているのか否かという問題についてはこれまでほとんど検討されていない。Parker & Revusky(1982)は、サッカリン・塩化ナトリウム・塩酸・キニーネのような単純な味覚溶液だけでなく、コーヒー・ミルク・グレープジュースという複雑な風味刺激を用い、ラットに対して塩化リチウムを無条件刺激(US)とした嫌悪条件づけを行い、各刺激に対する嫌悪がどのように般化するのかを調べた。その結果、コーヒーは苦味、グレープジュースは酸味のように基本的な味覚に分類されることは示されたが、例えば、同じコーヒーであってもその種類によってさらに詳細な弁別をラットが行うことが可能であるかという点等については考慮されていない。そこで、本研究ではわれわれヒトの現代の生活において馴染みの深い風味刺激を用い、それらに対してヒトとラットではどのような弁別がなされるのかを直接的に比較す

ることを試みた。

この目的のために本研究で選択した風味刺激とは「茶」である。茶はチャ(*Camellia sinensis*)の葉から加工、抽出された飲料であり、チャ葉の加工方法により緑茶、紅茶、ウーロン茶と大きく分類される。そして、現在では麦茶やどくだみ茶などのチャ葉を使用しないものも一般的に茶と呼ばれており、これらを混ぜ合わせたブレンド茶(混合茶飲料)なども存在する。これら各種茶の味はそれぞれ異なるが、例えば緑茶の味は主に苦味、甘味、うま味からなる。苦味は茶の成分であるカテキン類やカフェインによるものであり、甘味やうま味はテアニンに代表される各種アミノ酸によって引き起こされる。また、カテキン類はいわゆる広義の味の一つである渋味を生じさせる。一方、茶の匂い成分に関しては、その加工方法や抽出方法により大きく変化するなど複雑な様相を示しており、一概に述べることは困難である(茶の成分について詳しくは、伊奈・坂田・富田・伊勢村, 2002; 川上, 2000を参照)。

本研究では、われわれの身近に存在し手に入りやすく、しかも複雑な刺激である茶を用いて、ラットとヒトの弁別能力に検討を加える。まず、実験1ではラットに対してある種類の茶へ風味嫌悪を条件づけ、その嫌悪が他の種類の茶へどのように般化するのかを調べる。実験2ではヒトに対して、実験1で使用したのと同じ茶を用い、各茶の類似性判断を一对比較法により行わせる。そして、実験1および2で得られたラットとヒトのデータに対して多次元尺度構成法およびクラスタ分析を行い、ラットとヒトが各茶をどのように弁別、分類しているのかを比較する。

実験 1

方法

被験体 株式会社ケアリー(大阪市)から購入した実験経験の無いWistar系雄性アルビノラット30匹を用いた。実験開始時、被験体は約8週齢で平均体重は252.3g(範囲216-272g)であった。動物飼育室内は室温 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に維持されており、12-12時間の明暗周期下(08:00-20:00が明期)に置かれていた。なお、本研究は「動物の愛護及び管理に関する法律」「実験動物の飼養及び保管等に関する基準」、兵庫県「動物の愛護及び管理に関する条例」、日本動物心理学会「動物実験の指針」、および関西学院大学内の動物実験管理規程にしたがって実施した。実験計画および報告は学内の動物実験委員会承認されている。

装置 被験体は動物飼育室の飼育ラック内に並べ

られたステンレス製ケージ (24.5cm×19cm×19cm) で個別に飼育され、各実験手続きは其中で行われた。ケージの背面には飼育ラックから給水ノズルが突出しており、被験体は通常このノズルから水道水を摂取することが可能であったが、ケージを手前に引き出してノズルとの距離を設けることによって給水を制限することができた。実験で用いる水道水および各風味刺激の呈示は、ステンレス製ノズル付きのプラスチックボトルをケージの前面に取りつけることによって行った。その際、ノズルの先端は床から高さ3.6cmの位置であった。

風味刺激 本実験で使用する茶を選定するために、まず別のラットを用いて予備テストを行った。用意した茶は市販されているペットボトル飲料茶であり、緑茶3種類、ブレンド茶2種類、麦茶・ウーロン茶・紅茶各1種類の合計8種類であった (すべて無糖)。給水制限下にある各ラットに、これらの茶のいずれか一種類を2日間、1日あたり15分呈示した (各茶に4匹のラットを配分、合計32匹)。そして、2日間の平均摂取量が多く、摂取量に有意差がない茶上位5つを本実験で使用する風味刺激とした。それらは、緑茶 (green tea) が2種類で G1 (株式会社伊藤園、おーいお茶)、G2 (キリンビバレッジ株式会社、生茶)、ブレンド茶 (herb blend tea) が2種類で H1 (アサヒ飲料株式会社、十六茶)、H2 (日本コカ・コーラ株式会社、爽健美茶)、麦茶 (barley tea) が1種類で B (株式会社伊藤園、天然ミネラルむぎ茶)、とそれぞれ名づけた。2種類のブレンド茶はどちらも十数種類の茶葉および茶葉以外の原料を混合した飲料であった。また、温度はすべて室温と同じであった。

手続き 全ての実験手続きは同時刻 (明期の10:30–11:50) に実施した。ケージ背面からの給水を不可能な状態にした翌日から、ボトルからの摂水訓練を6日間行った。各日、ラットに対してケージ前面のボトルから水道水を20分間呈示した。なお、実験全体を通して、毎日の実験手続き以外に付加的な給水がラットに行われることはなかった。摂水訓練最終日の平均摂取量が等しくなるようにマッチングを行い、被験体を6つの群に振り分けた ($ns = 5$)。群名は、条件づけ訓練時に無条件刺激 (unconditioned stimulus, US) である塩化リチウム (lithium chloride, LiCl) と対呈示されてターゲットとなる茶 (target tea) の名前に従って、G1t 群、G2t 群、H1t 群、H2t 群、Bt 群、そして US のみ呈示される被験体は統制群とした。続いて、条件づけ訓練を1日行った。各群のラットに対してそれぞれターゲットとなる茶を20分間呈示し、その後すぐに0.2MのLiCl溶液を体重の1%量、腹腔内に投与した。統制群のラットに対しては水道水を20分間呈示した後に、同量のLiClを投

与した。続く2日間は回復期とし、全群に水道水を20分間呈示した。テストは5日行い、テスト1日ごとに休憩日 (20分間の水道水摂取) を挟んだ。各テスト日には、5種類の茶のうちいずれか1つを20分間呈示した。5回のテストで各ラットはすべての茶の摂取量を測定された。順序効果を最小限にするため、あらかじめ同系統の茶 (G1とG2、H1とH2) が連続しない順列 (例えば、G1→H1→G2→H2→B) を5パターン用意しておき、各群5匹の被験体に1つずつ割り当てた。なお、各テスト日に、同じ群の他個体と同じ茶でテストされることがないように配慮した。

水道水、各茶の摂取量は、呈示前後のボトルの重さを電子秤 (Sartorius 社製、BJ1500) で測定することにより0.1g単位で算出した。

結果と考察

条件づけ訓練時における各群の平均茶摂取量は、G1t 群12.0g、G2t 群14.4g、H1t 群14.1g、H2t 群13.7g、Bt 群10.8gであった。群間の差は有意でなく、各群はほぼ同量の茶を摂取していたといえる ($F(4, 20) = 2.44$)。

テストにおける各群の平均茶摂取量を Table 1 に示した。表の縦方向は6つの群、横方向はテストで呈示した5種類の茶 (テスト刺激) を示している。この表より、統制群における5種類の茶の摂取量はほぼ同じであることがわかる。そして、残り5つの群におけるターゲット茶の摂取量 (例えば、G1t 群におけるG1) は、統制群における同じ茶の摂取量より低くなっていることが認められる。テストにおける平均茶摂取量について、群(6)×テスト刺激(5)の2要因の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F(5, 24) = 4.47, p < .01$) および交互作用 ($F(20, 96) = 1.80, p < .05$) が有意に認められた。交互作用の低位検定として単純効果検定を行い、各テスト刺激における群の単純効果が有意であった場合には多重比較 (LSD 検定) を行った。その結果、テスト刺激がH1の場合にはH1t 群の摂取量と統制群の摂取量の間に、テスト刺激がH2の場合にはH2t 群の摂取量と統制群の摂取量の間に有意な差が認められた ($ps < .05$)。そして、テスト刺激がBの場合には、H1t 群とBt 群の摂取量が統制群の摂取量よりそれぞれ有意に低いことが示された ($ps < .05$)。この結果は、ブレンド茶や麦茶においては風味嫌悪の形成が生じたが、緑茶では明確な嫌悪は形成されなかったこと、さらにH1への嫌悪がBに般化したことを示唆している。

Figure 1 に各テスト日のターゲット茶のみの平均摂取量を示した。グラフより、1日目にテスト刺激としてターゲット茶が呈示されたラットよりも、テ

Table 1. Mean intake (g) of each kind of teas in the testing of Experiment 1 with rats.

Group (each $n=5$)	Test stimulus				
	G1	G2	H1	H2	B
G1t	6.2	8.0	14.7	14.8	13.3
G2t	10.9	11.6	13.8	15.1	14.1
H1t	11.2	11.5	7.7 *	10.2	8.5 *
H2t	11.8	12.0	9.7	7.7 *	10.9
Bt	10.1	14.8	8.8	10.1	5.1 *
Control	13.5	13.5	14.4	15.0	13.6

Note. Asterisks indicate the groups that significantly differed from Group Control in each tea ($p<.05$). Italics show that the test tea and the conditioned tea were the same.

Figure 1. Mean intake (g) of target tea, which was paired with lithium chloride at the conditioning, on each testing day in Experiment 1. Error bars indicate the standard errors of mean.

スト後半日にターゲット茶が呈示されたラットの方がそれを多く摂取していることがわかる。この摂取量に関して1要因の対応のない分散分析を行ったところ、その効果が有意であった ($F(4, 20) = 6.27$, $p < .05$)。つまり、テスト初期にターゲット以外の茶が呈示されることにより、ターゲット茶自体の嫌悪が消去されることが示された。

実験 2

方法

被験者 被験者は大学生および大学院生10名（男性5名、女性5名）で、平均年齢は22.5歳（範囲21–26歳）であった。被験者は全て非喫煙者で、事前に、

実験開始一時間前からの飲食を控えるよう求められていた。

手続き 被験者は椅子に座り、対にされた2つの茶を順に味わった後、それらの茶の類似度を評価することが求められた。茶の呈示は紙コップで行い、各呈示量は5mlとした。また、色での区別をさせないよう、茶呈示時にはアイマスクを着用させた。被験者はまず水で口を濯ぎ、1つ目の茶を5秒間口に含み、その後飲み込んだ。そして、再び水で口を濯いだ後、2つ目の茶を5秒間口に含み、飲み込んだ。そして、ビジュアルアナログスケール(visual analogue scale, VAS)を用い、「全く同じ：0」から「全く違う：100」までの範囲で10秒以内にこの2つの茶の類似度を判断した。5種類の茶すべての組み合わせ10対と、G1→G1のように同じ茶の組み合わせ5対の計15対、さらに呈示順序を逆転したものを加え、合計30試行を被験者に行わせた(G1→G1のような同一刺激の呈示からなる試行は各2回含まれていた)。試行系列は同じ対が連続しないよう設定し、被験者毎に異なっていた。また、10試行毎に10分間の休憩を挟んだ。

結果と考察

VASでの判断をもとに、各茶間の平均評価値を求めた。その結果をTable 2に示す。表の縦方向は各試行の最初に呈示した茶(First)、横方向は2番目に呈示した茶(Second)である。表の対角に示されているように、同じ茶に対する評価値は低くなっており、似ているとの判断がなされている。そして、G1とH1のようにカテゴリが違う茶間に対する評価値は高くなっており、似ていないとの判断がなされている。また、これらの評価は溶液の呈示順序によって

Table 2. Mean score of similarity between each tea rated by visual analogue scale in Experiment 2 with humans.

First presentation	Second presentation				
	G1	G2	H1	H2	B
G1	<i>26.0</i>	32.9	77.1	79.9	79.6
G2	22.0	<i>21.4</i>	88.5	90.1	77.4
H1	79.9	88.6	<i>18.5</i>	19.7	22.2
H2	91.2	91.2	30.3	<i>25.1</i>	37.8
B	88.6	89.8	36.1	32.8	<i>20.1</i>

Note. The lower score indicates that two teas more closely resemble each other. Italics show that the first and the second teas were the same kind.

それほど大きく異なっているはいない。

このヒトで得られたデータと実験 1 のラットで得られたデータについて多変量解析を行うために、以下のような変換を行った。まずヒトの実験で得られた評価値について、斎藤・Faurion・Mac Leord(1982)と斎藤・宿久(2006)に従い、次式による変換を行って、非類似度を算出した。

$$s_{jk} = (o_{jk} + o_{ji} - o_{ji} - o_{kk}) / 2$$

s_{jk} は茶 j と k 間の非類似度、 o_{jk} は実験で得られた茶 j と k 間の平均評価値である。この変換式により、茶の呈示順序効果と、同じ茶に対する評価値を考慮に入れた各茶間の非類似度を求めることができる。ラットのデータに関しては、まず Table 1 に示した 5 つの群の各茶摂取量を統制群の各茶摂取量で割り忌避率 (%) を求めた。そして、この忌避率を o_{jk} として上記の式により各茶間の非類似度を算出した。

この変換式によって得られたヒトとラットの非類似度行列について、ALSCAL の非計量 MDS を行った。Figure 2 の(a)と(b)はその結果を 2 次元空間内にプロットしたものである。適合度を示す Young の S-Stress の値は、2 次元解においてヒトでは.00078、ラットでは.00192となった。これらの適合度の良さと、ヒトとラット間の比較の容易さからこの 2 次元解を採用することにした。ヒト、ラットともに、緑茶系の茶 G1, G2 は近い場所に位置しており、残り 3 種の茶 H1, H2, B はそれとは逆方向の場所に位置している (なお、ヒトの H1 と H2 の点は図上で重なっている)。つまり、どちらの種においても緑茶系の茶と、ブレンド茶、麦茶は異なって知覚されていることが示唆される。また、2 種類のブレンド茶 (H1 と H2) に関しては、ヒトではほぼ同じ場所に位置しており、弁別が困難であることが伺える。ラットにお

いては、H1 と B の位置が H2 と B の位置より近くなっており、このことは実験 1 で確認された H1 から B への風味嫌悪の般化を反映していると考えられる。

続いて、この図から得られた解釈をさらに裏づけるためにクラスタ分析を行った。先に述べた変換式で得た各非類似度行列に対して階層的クラスタ分析 (最短距離法) を行い、樹形図として表したものが Figure 2 の(c)と(d)である。この樹形図からも、ヒト、ラットともに、緑茶系の茶とそれ以外の茶という分類を行っていることが示唆される。

全体的考察

本研究では「茶」というヒトにとって身近でかつ刺激として複雑な風味刺激を用い、ヒトとラットでどのような弁別が行われているのかを比較した。ラットの実験では、ある茶に対して風味嫌悪を獲得させ、その嫌悪が他の茶にどの程度般化するかを調べることにより各茶間の類似度を求めた。ヒトの実験では、一対比較法を用いて各茶間の類似度を直接的に評価させた。これらの実験で得られたデータに対して多次元尺度構成法とクラスタ分析を行ったところ、ヒトとラットにおける 5 種類の茶に対する弁別は、ほぼ同じように行われていることが示された。つまり、単純な味覚を呈する溶液を用いた場合と同様に、味覚情報と嗅覚情報が合わさった複雑な風味刺激においても、ヒトとラットの知覚様式は類似していることが示唆された。

実験 1 では、ラットは新奇刺激である茶をよく摂取すること、また、LiCl との対呈示により獲得された嫌悪も比較的早く消去されることが示された。茶の呈する味は主に苦味だと一般的と考えられがちである。しかしながら、本実験では条件づけ訓練時の

(a) human

(b) rat

(c) human

(d) rat

Figure 2. The upper two panels show two-dimensional configurations for five teas obtained by applying multidimensional scaling to the data of humans (a) and rats (b). The lower two panels show dendrograms for five teas obtained by applying cluster analysis to the data of humans (c) and rats (d). G1 and G2=green tea 1 and green tea 2; H1 and H2=herb blend tea 1 and herb blend tea 2; B=barley tea. The data points of H1 and H2 are overlapped in panel (a).

各茶の摂取量が示すように、生得的に苦味を呈する食物を避けるラットが茶に対する強い新奇性恐怖を示さなかった。このことは、本実験で用いた茶はそれ程強い苦味を呈していなかったこと、あるいは苦味以外の動物にとって好ましい味を強く呈していたことを示唆している。また、緑茶に含まれているカ

フェインには報酬的な作用が有り (e.g., Fedorchak, Mesita, Plater, & Brougham, 2002), この結果, 獲得される嫌悪が弱くなった, あるいは速く嫌悪が消去した可能性も考えられる。

本研究では風味刺激として、緑茶2種類、ブレンド茶2種類、そして麦茶1種類を使用した。多次元

尺度構成法とクラスタ分析の結果、ヒト、ラットともに、緑茶とそれ以外の茶という分類を行っていることが示唆された。このことは各茶に含まれている味覚、嗅覚成分を反映した結果であると考えられる。しかしながら、本研究で用いた茶は市販のペットボトル茶でありその成分比率を分析していないことから、ヒトやラットが示した分類がどの成分に基づいて行われたのかを議論することはできない。また、ヒトやラットが各茶の味覚、嗅覚成分を要素的に分けて知覚していたのか、あるいは形態的に一つの刺激として知覚していたのかという問題(e.g., Pearce, 1987) も生じる。今後、茶に含まれる各成分と弁別パターンとの関係性を調べるのが必須である。

本研究で用いた茶は5種類であり、その数は決して多いとは言えず、さらに多次元尺度構成法による分析も結果の解釈の容易さから2次元解を選択した。ヒトとラットが茶のような複雑な刺激をどのように分類しているのかをより詳細に調べるためには、判断させる茶の種類を増やし、他の次元による解釈を行う必要もあるだろう。また、ラットに対しては嫌悪的な手続きを用い茶の知覚様式を検討したが、ヒトは日常における安全で、かつ報酬が結果として伴うような摂取経験により茶の知覚を獲得していると考えられる。本実験の結果には、このような訓練方法および過去経験の違いが反映されていることは間違いなく、今後はラットに対しても報酬的な学習により弁別を獲得させる等、種間における手続きの違いを極力少なくしていくことも必須であろう。ただし、実験1でラットが新奇な茶を比較的良好に摂取したことから、茶に対して報酬的な結果を伴わせてもその摂取量の増加の幅は少ないことが予想されるので、茶の摂取量を指標として般化を調べることは適切ではないだろう。このような古典的条件づけ事態ではなくオペラント条件づけ事態における般化、つまり、風味刺激を弁別刺激として、レバー押し行動の増減を調べるような実験は実施可能だと考えられる(e.g., Morrison, 1967; St. John & Spector, 1998)。以上のように問題点はいくつかあるが、茶を実験刺激として用い、ヒトとラットの弁別能力に対する直接的な比較を初めて試みた本研究の意義がこのような理由により薄れることはないだろう。今後、茶以外の風味刺激を用い、ヒトとその他の動物の知覚様式を比較する実験等を行うことによって、さらに動物の感覚や食行動の理解を深めていくことが期待される。

なお、本実験により、市販の飲料茶をラットの風味嫌悪条件づけにおける般化実験の材料として用いることが可能であることが示された。視聴覚刺激の認知処理に関する動物心理学的研究では、単一の波長

の光刺激や単純な形刺激、単一の周波数の音刺激を用いた古典的実験だけでなく、極めて複雑な刺激材料を用いた実験も数多く行われている。例えば、ハトにおける絵画弁別(Watanabe, Sakamoto, & Wakita, 1995)や楽曲弁別(Porter & Neuringer, 1984)などのように、ヒトと動物の比較から、動物の認知の豊さを示している研究がある。味覚や嗅覚に関する動物実験でそうした複雑な刺激材料が用いられることは極めて少ない。今後、複雑な風味刺激を効果的に用いることで、動物の味覚世界や嗅覚世界に関する知見がさらに広がるかもしれない。

引用文献

- Chandrashekar, J., Hoon, M. A., Ryba, N. J. P., & Zuker, C. S. 2006 The receptors and cells for mammalian taste. *Nature*, **444**, 288-294.
- Fedorchak, P. M., Mesita, J., Plater, S. A., & Brougham, K. 2002 Caffeine-reinforced conditioned flavor preferences in rats. *Behavioral Neuroscience*, **116**, 334-346.
- Henning, H. 1916 Die Qualitätenreihe des Geschmacks. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, **74**, 203-219.
- 伊奈和夫・坂田完三・富田勲・伊勢村護(編) 2002 茶の化学成分と機能 弘学出版.
- 川上美智子 2000 茶の香り研究ノート—製造にみる多様性の視点から— 光生館.
- Morrison, G. R. 1967 Behavioural response patterns to salt stimuli in the rat. *Canadian Journal of Psychology*, **21**, 141-152.
- Nowlis, G. H., Frank, M. E., & Pfaffmann, C. 1980 Specificity of acquired aversion to taste qualities in hamsters and rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **94**, 932-942.
- Parker, L. A., & Revusky, S. 1982 Generalized conditioned flavor aversions: effects of toxicosis training with one flavor on the preference for differential novel flavors. *Animal Learning & Behavior*, **10**, 505-510.
- Pearce, J. M. 1987 A model of stimulus generalization for Pavlovian conditioning. *Psychological Review*, **94**, 61-73.
- Porter, D., & Neuringer, A. 1984 Music discrimination by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **10**, 138-148.

- Riley, A. L., & Freeman, K. B. 2004 Conditioned taste aversions: a database. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, **77**, 655-656.
- 斎藤幸子・Faurion, A.・Mac Leod, P. 1982 心理的味覚空間の検討 心理学評論, **25**, 105-142.
- 齋藤堯幸・宿久洋 2006 関連性データの解析法—多次元尺度構成法とクラスター分析法— 共立出版.
- Schiffman, S. S., & Erickson, R. P. 1971 The theoretical review: a psychophysical model for gustatory quality. *Physiology & Behavior*, **7**, 617-633.
- St. John, S. J., & Spector, A. C. 1998 Behavioral discrimination between quinine and KCl is dependent on input from the seventh cranial nerve: implications for the functional roles of the gustatory nerves in rats. *Journal of Neuroscience*, **18**, 4353-4362.
- Tapper, D. N., & Halpern, B. P. 1968 Taste stimuli: a behavioral categorization. *Science*, **161**, 708-710.
- Watanabe, S., Sakamoto, J., & Wakita, M. 1995 Pigeons' discrimination of paintings by Monet and Picasso. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **63**, 165-174.
- 山本隆 1996 脳と味覚—おいしく味わう脳のしくみ— 共立出版.
- Yamamoto, T., Matsuo, R., Fujimoto, Y., Fukunaga, I., Miyasaka, A., & Imoto, T. 1991 Electrophysiological and behavioral studies on the taste of umami substances in the rat. *Physiology & Behavior*, **49**, 919-925.
- 吉田正昭 1963 閾値近傍の濃度における味の類似度 心理学研究, **34**, 25-35.
(2007.5.25 受稿, 2007.9.28 受理)