

## 4 種の高級食パンを用いたラットにおける食物選好

佐保 憂希音・永石 高敏

### 序論

「ネズミが好きな食べ物は何？」と聞かれたらあなたは何と答えるだろう。おそらく多くの人が「チーズ」と答えるのではないだろうか。実際、ネズミがイラスト化される際には、チーズと一緒に描かれていることが多い。だが、コジマ(2006)によると、マンチェスター・メトロポリタン大学とチーズ製造業の団体が 2006 年に行った共同研究では、ネズミに様々な餌を呈示し、嗜好を調べた結果、穀物やドライフルーツがチーズよりも好まれた。しかし、Mr.Johnny(2006)によるとこの研究は詳細が不明で内容も疑わしいとされている。そこで、中島・木原・金下(2015)ではラットおよびマウスを用いて、標準的に用いられる固形飼料と比較して 6 種類のチーズが好まれるかどうかを検討した。具体的には、実験 1・2 ではラットを対象に、6 種のチーズと固形飼料を交互に呈示し、23 時間の摂取量を調べた。その結果、固形飼料よりもチーズの摂取量が多く、チーズの中でも特にカマンベールチーズを好んでいることがわかった。また、実験 3 ではチーズ間の嗜好を調べたところ、カマンベールチーズがラットに最も好まれることが明らかになった。さらに、実験 5・6 では対象をラットからマウスに変更し、実験 1・2・3 と同様の実験を行ったところマウスもラット同様にチーズを好むことが明らかになった。これらの結果からネズミはチーズが好きである可能性が高いことがわかった。しかし、中島・木原・金下(2015)はネズミがチーズが好きであると断言するにはチーズ以外の食べ物との比較検討も必要であると述べている。

そこで、中島(2015)はマウスを対象にチーズと固形飼料に加えてその他の食物(アーモンド・リッツ・干し芋)を比較してチーズが最も好まれるかについて検討した。具体的には、実験 1A では、チーズ・固形飼料・アーモンド・リッツの 23 時間の摂取量を調べた。その結果、固形飼料よりもその他の 3 種の食物を好むことがわかり、中でもチーズが最も好まれた。実験 1B では選択テストを行い、その結果、その他の食物よりチーズが好まれた。実験 2 ではマウスを個別飼育から集団飼育に変更し、チーズとその他の食物とを比較してチーズが好まれるかどうかを検討した。その結果、集団飼育下でもチーズが好まれた。実験 3 では歯ごたえの違いが食べ物の選好に影響した可能性を考慮し、チーズ同様に軟らかい干し芋を使用し、集団飼育下で選好を行なった。その結果、他の実験と同様にチーズが最も好まれた。

中島(2015)の同研究室はネズミの食物選好に関する研究の続編を他にも行なっている。例えば、遠藤(2018)では固形飼料・チーズ・甘栗・食パンの 4 種類の食物を 23 時間

単独呈示し、その摂取量を調べた。その結果、食パンの摂取量が最も多かった(実験 1)。しかし、チーズの種類を BBQ ベビーチーズからカマンベールチーズに変えて、固形飼料・チーズ・食パン(中身と耳部分を分けて呈示)の比較を行なったところ、チーズの摂取量が最も多いことがわかった。さらに実験 3 では、チーズ・食パン(中身部分)・食パン(耳部分)の同時選択テストを行ったところ、チーズの摂取量が最も多いことがわかり、やはりチーズがネズミの最も好む食物である可能性が高いことが確認された。しかし、実験 1 では食パンの方を好んでおり、先行研究(中島ら、2015)でもチーズの種類によって好みが変わっていることが示されたように、食パンも種類によって好みが変わる可能性があるため、その点の検討の余地が残っている。

そこで、永石・吉田(2021)は 4 種類の食パンを用いて、ラットに最も好まれる食パンを調べた。具体的には、乃が美・ダブルソフト・超熟・小麦香の 4 種類の食パンを用いて 23 時間の単独呈示と選択テストを行った。その結果、選択テストにおいて乃が美の摂取量が最も多かった。また、摂取カロリーにおいても同様に選択テストにおいて、乃が美の食パンが最も好まれていることが示された。

しかし、この実験で使用した乃が美以外の食パンはいわゆる低価格の食パンであり、価格が違えば美味しさも違ってくる可能性もあり、同じ価格帯の高級食パン同士での比較検討が必要であるだろう。さらに、永石・吉田(2021)では週齢についての検討も必要であると述べている。一般的に人は、加齢と共に味の濃いものを好むようになるとされており、実際、Graaf, Staveren, & Burema(1996)の研究では高齢者が若年者よりも味の濃い食品を好んだことを報告している。また、成川・三坂(2020)はマウスにおいても人と同様に、加齢により味感受性が変化することが確認されたことを報告している。そのため、本研究においても、週齢の違いで味の好みが変わるのかについて検討する必要がある。

本研究では、ラットを対象に高級食パン 4 種を用いて、最も好まれる食パンがどれか、また週齢によって味の好みが変わるのかについて調べることを目的とした。

### 方法

#### 実験日時・場所

本実験は 2021 年 6 月 24 日から 7 月 11 日の 13 時から 14 時にかけて、帝塚山大学 10 号館 3 階実験室において実施した。

## 被験体

日本 SLC 株式会社より購入した雄性の Wistar ラット 8 匹(若齢ラット 4 匹, 老齢ラット 4 匹)を被験体とした。本実験開始時の週齢は若齢ラット 7 週齢, 老齢ラット 44 週齢であり, 体重は全体の平均体重が 340.5 g( $SD \pm 168.3$ )で, 若齢ラット平均体重 185.8 g( $SD \pm 16.2$ ), 老齢ラット平均体重 495.3 g( $SD \pm 44.6$ )であった。また, 若齢ラットは実験経験のない個体で, 老齢ラットは 4 週齢時に社会的接触に関する実験に用いられた個体であった。本研究は帝塚山大学動物実験委員会の承認を得て実施された(承認番号 2021-02)。

## 実験器具

被験体は実験期間中, 室温 23°C, 湿度 60%で 12 時間/12 時間の明/暗周期(明期開始午前 8 時)の飼育室において株式会社 GB 社製(AMC-N 万能ケース)のケージ(内寸:幅 35.5 cm×奥行 27.7 cm×高さ 16.3 cm)で個別飼育した。ケージは床面および側面はプラスチックであり, 天井は取り外し可能なスチール製の格子であった。ケージの天井に給水瓶(株式会社マルカン社製ウォーターボトルフラット WBF-350)が設置され, 常時水道水を摂取可能であった。固形飼料および食パンは, ケージ内に取り付けたステンレス製容器(株式会社マルカン社製ハンガー食器プチ ES-11:内径 8 cm×高さ 3.5 cm)で呈示した。

## 実験刺激

本実験で用いた食物は次の通りであった。高級「生」食パン専門店「乃が美」販売の乃が美の「生」食パン(以下, 乃が美), 食パン専門店「パティシエ・ル・パン」販売のパティシエの生食パン(以下, ルパン), 高級食パン専門店「銀座に志かわ」販売の「水にこだわる高級食パン」(以下, に志かわ), 高級食パン専門店乃木坂な妻たち販売の「豊潤な妻」(以下, 妻たち), 固形飼料(オリエンタル酵母工業株式会社製「マウス・ラット・ハムスター用固形飼料 MF-20」)であった。食パンは全てクラスト(耳の部分)部分はいらず, クラム(パンの中身)部分を 4 等分にして用いた。ラットは実験開始時まで本学の動物研究室で, 上記の固形飼料のみで飼育されていた。食パンは実験期間中, 平均室温 21.5°C(範囲: 22.2~20.8°C), 73.5%(範囲: 77.4~69.6%)の実験室内で食パンを購入した際の付属の袋に入れ, ビニタイをした状態で保存されていた。Table 1 は各食パンの栄養成分表を示したものである(に志かわは情報開示されておらず不明であった)。

## 手続き

実験の馴致期および単独呈示期は飼育ケージ内で実施した。

**馴致期** 2021 年 6 月 24 日から 6 月 26 日の 3 日間はステンレス製容器への馴致を飼育ケージ内で行った。実験開始日に全ての被験体の体重を 1 匹ずつ測定した。この測定は

Table 1 各食パンの栄養成分表(100 g 当たり)

	乃が美	ルパン	に志かわ	妻たち
熱量(kcal)	290	280	-	294
たんぱく質(g)	8	9.7	-	7
脂質(g)	8.3	4.5	-	8.1
炭水化物(g)	45.7	50.6	-	48.3
食塩相当量(g)	0.851	1.3	-	0.69

電子天秤(A&D デジタルはかり HT-300)の上にプラスチック容器を置き, その中に被験体を入れることで測定した。また, 体重測定等で実験者に触れられることに慣れさせるために, 馴致期はラットへのハンドリングを 2~3 分程度実施した。この期間はステンレス製容器内に固形飼料を毎日約 50 g ずつ呈示した(摂取量の計測はしなかった)。

**単独呈示期** 馴致の翌日から 15 日間, 食パンまたは固形飼料を呈示した。この際, 各食パンと固形飼料は毎日約 50 g ずつ呈示した。食パンの呈示順序は個体間でカウンタバランスした。具体的には, axbxcxdxbxcxdxax(個体 1・5), bxcxdxaxcxdxaxbx(個体 2・4), cxdxaxbxdxaxbxcx(個体 3・7), dxaxbxcxaxbxcxdx(個体 4・8)であり, ここでは a は乃が美, b はルパン, c はに志かわ, d は妻たち, x は固形飼料を呈示した日であった。固形飼料を呈示した日は摂取量の測定はしなかった。

## 摂取量の測定

単独呈示期は毎日 13 時に前日 23 時間の摂取量を計測した。具体的には, 飼育ケージに残っている食パンを電子天秤を用いて 0.1 g 単位で計量した。この計量作業と当日に呈示する餌(食パンまたは固形飼料)の準備作業を行い, 14 時に新たな餌を呈示した。また, 事前重量と 23 時間後の事後重量との差分が摂取量となるが, 食パンは長時間放置すると水分が蒸発して重量減となる。このため, 「真の摂取量」を求めて自然乾燥による減分を除外する必要がある。具体的には, 実験とは別に各食パンを約 50 g 切りわけ実験を行ったのと同じ飼育室に 23 時間放置し, 事前と事後の重量を電子天秤を用いて 0.1 g 単位で計量して, 事前重量と事後重量の差分を算出した(Table 2)。また, 自然乾燥率を(事前重量-事後)/事前×100 で算出し, その後, 真の摂取量を{事前重量×(100-自然乾燥率)}/100-事後重量で算出した。なお, 各食パンの自然乾燥率は乃が美 8.5%, ルパン 7.2%, に志かわ 7.1%, 妻たち 6.6%であった。

Table 2 各食パンの自然乾燥による減分量(g)

	事前	事後	差分
乃が美	96.8	88.6	8.2
ルパン	95.2	88.3	6.9
に志かわ	97.0	90.1	6.9
妻たち	97.9	91.4	6.5

## 結果

### 摂取量の分析

Figure 1は単独呈示期の各食パンの補正後の平均摂取量を示している。図の値は、各食パンの2回の平均を被験体ごとに求めたものを平均したものである。妻たちの平均摂取量±標準誤差が最も多くなっており(28.81±3.3 g)、その次に、に志かわ(26.57±3.5 g)、乃が美(25.98±3.1 g)、ルパン(23.47±2.0 g)の順になっている。食パンの種類を被験体内要因とする1要因4水準の分散分析を行ったところ、食パンの種類による摂取量の違いが有意であった( $F(3, 21) = 15.40, p < .001$ )。Ryan法による多重比較を行ったところ、妻たちー乃が美( $p < .001$ )、妻たちールパン( $p < .001$ )、妻たちーに志かわ( $p < .005$ )、乃が美ールパン( $p < .001$ )、ルパンーに志かわ( $p < .01$ )、との間に有意差がみとめられた。乃が美ーに志かわ( $p > .05$ )の間には有意差はみとめられなかった。つまり、妻たちが最も摂取量が多く、ルパンが最も摂取量が少ない食パンであることが示唆された。

### 週齢による分析

Figure 2は単独呈示期の各食パンの補正後の平均摂取量を週齢で比較したものを示している。図の値は、各食パンの2回の平均を被験体ごとに求めたものを平均したものである。若齢ラットでは妻たちの平均摂取量が最も多くなっており(30.3±3.5 g)、次に、に志かわ(26.7±4.4 g)、乃が美(26.6±3.2 g)、ルパン(23.7±2.2 g)の順になっている。老齢ラットでは妻たち(27.3±2.7 g)、に志かわ(26.5±3.0 g)、乃が美(25.4±3.3 g)、ルパン(23.2±2.0 g)の順になっており、若齢ラットが老齢ラットより妻たちの摂取量が多くなっている。2(週齢)×4(パンの種類)の混合要因の分散分析を行なったところ、パンの種類の要因の主効果が有意であった( $F(3, 18) = 15.99, p < .001$ )が、週齢の要因( $F(1, 18) = 0.36, n.s.$ )と、週齢とパンの種類の交互作用( $F(3, 18) = 1.27, n.s.$ )は有意ではなかった。Ryan法による多重比較の結果は、妻たちー乃が美( $p < .001$ )、妻たちールパン( $p < .001$ )、妻たちーに志かわ( $p < .005$ )、乃が美ールパン( $p < .001$ )、ルパンーに志かわ( $p < .01$ )、との間に有意差がみとめられた。乃が美ーに志かわ( $p > .05$ )の間には有意差はみとめられなかった。つまり、パンの種類で好みはわかれたが、週齢でパンの好みの違いはみられなかった。

## 考察

本研究では、ラットが高級食パンの中でどの食パンを最も好むのか、また、年齢によって味の好みが変わるのかどうかについて検討することを目的とした。

8匹のラットに乃が美・ルパン・に志かわ・妻たちをそれぞれ単独で呈示し、23時間の摂取量を測定した。その結果、ラットは妻たちを最も摂取し、ルパンの摂取量が最も少なか

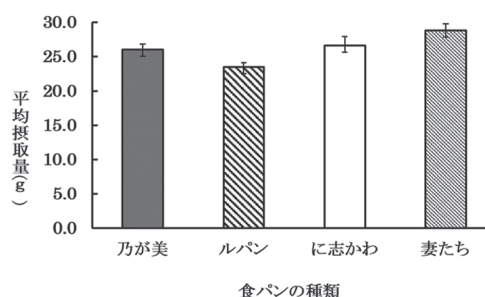


Figure 1 各食パンの平均摂取量 注) エラーバーは標準誤差を示す。

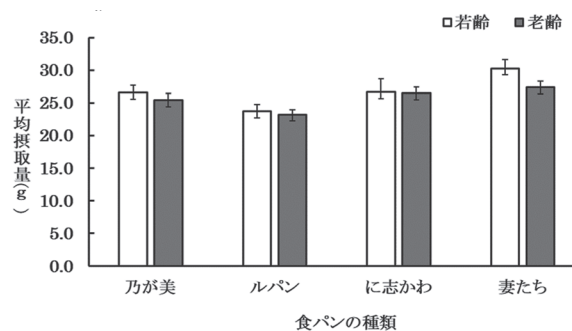


Figure 2 各食パンの平均摂取量(週齢での比較) 注) エラーバーは標準誤差を示す。

った。このことから、ラットが4種類の高級食パンの中で妻たちを好むことが明らかになった。また、年齢での摂取量の比較を行なったが、味の好みの変化はみられなかった。本研究で使用した食パンの中で、なぜ、妻たちが最も好まれたのだろうか。Table 2は各食パンの栄養成分表を示したものである(に志かわは情報開示されていない為、不明)。各食パンの成分を比較してみると、妻たちのカロリーが294 kcalと最も高く、次に、乃が美290 kcal、ルパン280 kcalの順になっている。これは、単独呈示期の摂取量の順と一致している。カロリーは身体を動かすエネルギー源であり、ラットはカロリーの高い食パンを好んで摂取した可能性がある。また、風味や食感が摂取量に影響した可能性がある。伏木(2008)は風味と食感は美味しさを判断する際に重要な役割を担っていると述べている。実際、ラットが実験で実験刺激を食べた時の味を体感するために、著者は実際に本実験で使用した食パンを食してみた。その結果、妻たちは他の3種類に比べて弾力があり、歯ごたえのあるもちもちとした食感で、風味としては4種類の食パンの中では、酵母の匂いが最も強いように感じられた。乃が美と、に志かわは、口当たりはやわらかく軽い食感ではあったが、2つの間に

顕著な食感の違いはみられなかった。風味においても、どちらも特徴的な匂いは感じられなかったが、に志かわの方が口に含んだ時にほんのりと甘い風味を感じられた。ルパンはいわゆるデニッシュ生地になっており、口に入れた時にぼそぼそとした食感が感じられた。4種類の中では最もバターの匂いが強く、乳臭いと感じた。辻(2018)では、ラットに複数の米と餅を呈示した結果、餅がラットに最も摂取された。この結果について、辻(2018)は、切り餅の味だけではなく独特の噛み応えが摂取量の違いにつながった可能性を述べている。本実験でも、餅ほどの食感ではないが、食パンではあまりみられない妻たちのもちもちとした食感をラットが好んだ可能性がある。また、伏木(2008)では、匂いの受容体は人間で388種類、マウスなどのネズミでは1000種類にも達するとし、嗅覚受容体で識別される食べ物の微妙な風味は美味しさの主役であると述べている。そのため、風味においても食感と同様に、各食パンの風味の違いが摂取量に違いをもたらした可能性がある。

次に、週齢での摂取量の比較で違いがみられなかった点に関して、味覚は口腔内に存在する味蕾という部位で感知されており、例えば、人において、子供の頃に苦手だった食べ物が大人になって食べられるようになるのは味蕾の減少によって味覚が鈍感になるからとされている(日本安全食料料理協会, 2021)。一方で、食べ物の味を受け止める味細胞はヒトもラットも10日程度のサイクルで新しい細胞と入れ替わっており、新陳代謝が活発なので、嗅覚や聴覚に比べて味覚は歳をとっても衰えにくいといわれている(日本うま味調味料協会)。さらに、Mistretta(1984)によると年齢とともに味蕾の数は減少するが、味蕾の数と味覚機能の低下の間に相関はないという報告もあり、味蕾の数的減少が加齢による味覚機能の低下の原因とは考えにくいとされている。このため、本実験のラットも年齢で味の好みの変化はみられなかった可能性がある。

最後に、本研究では食パンで最も好まれるものがあきらかに変わった。先行研究(中島ら, 2015)によりチーズはカマンベールチーズがラットに最も好まれることが明らかにされている。さらに、米を用いた研究ではイタリアのカルナローリがラットに最も好まれることが明らかにされている(松房, 2013)。今後の研究では、これらの先行研究で選ばれた食物を使ってラットに最も好まれる食物を調べる必要があるだろう。

## 引用文献

- Graaf, C.D., Staveren, W.V., & Burema, J. (1996). Psychophysical and psychohedonic functions of four common food flavours in elderly subjects. *Chem Senses*, 21, 293-302.
- 遠藤 稔也(2018). ラットにおける食物選好-チーズとパンの比較- 関西学院大学文学部総合心理科学科 2017年度卒業論文(未刊行)
- 伏木 亨(2008). 味覚と嗜好のサイエンス 丸善出版
- Mistretta, C.M.(1984). Aging Effects on Anatomy and Neurophysiology of Taste and Smell. *Gerodontology*, 3, 131-136.
- 中島 定彦(2015). マウスにおけるチーズ選好 人文論究, 65, 31-47.
- 中島 定彦・木原 千彰・金下 真子(2015). ラットおよびマウスにおけるチーズ選好 関西学院大学心理科学研究, 41, 7-15.
- 永石 高敏・吉田 貴彦(2021). ラットにおける食物選好-乃が美の食パンはネズミにも人気なのか? - 帝塚山大学心理科学論集, 4, 55-57.
- 成川 真隆・三坂 巧(2020). 味覚のサイエンス~加齢と味覚の関係~ 日本老年医学会雑誌, 57, 1-8.
- 辻 桃奈(2018). 米と餅を使用したラットとマウスの食物選好 関西学院大学文学部総合心理科学科 心理科学専修 2018年度卒業論文
- ゴジマ(2006). 400年の勘違い、ネズミはチーズが嫌いだった。ナリナリドットコム Retrieved from <https://www.narinari.com/Nd/2006096452.html> (2021年8月31日)
- Mr. Johnny (2006). 猫は魚が大好きだ、ネズミはチーズが大好きだ、パンダは笹が大好きだ 吹風日記 Retrieved from <https://mrjohnny.hatenadiary.org/entries/2006/09/19> (2021年8月31日)
- 日本安全食料料理協会(2021). 好き嫌いの原因・子供と大人で味覚が違う理由とは? Retrieved from <https://note.com/foodjapan/n/nf6611df29994> (2021年8月31日)
- 日本うま味調味料協会「うま味」ってなんだろう? うま味の生理学 Retrieved from <https://www.umamikyo.gr.jp/knowledge/physiology.html>(2021年9月12日)

## Food preference among rats: Four types of high-grade white bread

Yukine SAHO and Takatoshi NAGAISHI

Keywords: food preference, rat, high-grade white bread

This study examined laboratory rats' preference regarding four types of high-grade white bread. A within-subject repeated test was applied, with a single type of high-grade white bread per feeding opportunity. It was observed that the amount of consumption of individually housed rats was higher for the Tsumatachi high-grade white bread than the other three types. Next, an age comparison (young rats vs. old rats) revealed that there was no difference in the intake of white bread. Both rats consumed the highest intake of Tsumatachi white bread. Therefore, Tsumatachi high-grade white bread was the most popular among laboratory rats.