

# ラットおよびマウスにおけるチーズ選好

中島 定彦\*・木原 千彰\*\*・金下 真子\*\*\*

**抄録：**ラットやマウスは、(1) 固型飼料とチーズのどちらを好むか、(2) さまざまなチーズの中での好みの違いが見られるか、について6つの実験で検討した。実験1では、日ごとに異なる餌をラットに与えて23時間摂取量を比較したところ、固型飼料よりチーズの摂取量が多く、特にカマンベールチーズの摂取量が最大であった。チーズの種類を一部替えて実施した実験2でも同様の傾向であり、その後実施した20分間の2択テストで、チーズ間での好みも明らかとなった(実験3)。しかし、2択テスト時に初めてチーズを与えた実験4では、ラットはどのチーズよりも固型飼料を好んだ(チーズへの新奇性恐怖によるものと考えられる)。実験5と6ではマウスを対象に、単独呈示および2択テストを実施し、固型飼料よりもチーズ(特に、カマンベールチーズ)が好まれることを確認した。

**キーワード：**ラット、マウス、チーズ、食物選好

一般にネズミはチーズ好きだと思われているが、それは誤りだという研究が2006年に英国BBCなどで報道され、直ちにインターネットで世界に広まった。わが国でもいくつかのニュースサイトで紹介された(例えば、コジマ, 2006)。しかし、インターネット情報を詳しく調べたMr. Jonny (2006)によれば、報道された研究は英国を代表するブルーチーズであるスティルトンの製造者団体によって行われものであるようだが、その詳細は不明で内容も疑わしいという。同団体のサイトに掲載されていたという紹介記事も現在では見ることができない。なお、本稿第1著者が同団体ウェブサイトから所定メールフォームで本件について2014年夏に問い合わせたところ、何の回答も得られなかった。また、各種デー

タベースで論文検索を行っても該当する研究は見当がなかった。そこでわれわれは、標準的に用いられている固型飼料と比べて各種のチーズが好まれるかどうかをラットおよびマウス各1系統を用いて調べることにした。

本研究で使用したチーズは次の通りである。六甲バター株式会社製「Q.B.B. ベビーチーズ(プレーン)」(以下、QBB ベビー)、雪印メグミルク株式会社製「雪印6P チーズ」(以下、雪印6P)、株式会社明治製「明治北海道十勝カマンベール」(以下、カマンベール)、ソシエテ社(フランス)製「ロックフォール」(以下、Rブルー)、ジェラルール社(フランス)製「フロマージュ・ブルー」(以下、Fブルー)、エミ社(スイス)製「エメンタール」(以下、エメンタール)。これらのチーズおよび

**Table 1** Conventional laboratory chow pellets and cheeses tested in the present research

Name in this article	Pellet	QBB Baby	Yukijirushi 6P	Camembert	R Blue	F Blue	Emmental
Manufacturer (Country)	Oriental Yeast (Japan)	Rokko Butter [Q.B.B.] (Japan)	Megmilk [Yukijirushi] (Japan)	Meiji (Japan)	Societe (France)	Gerard (France)	Emmi (Swiss)
Product name	MF Pellet	Baby (plain)	Yukijirushi 6P	Camembert	Roquefort	Fromage bleu	Emmental
Type of cheese	—	processed	processed	natural	natural	natural	natural
Piece size (g)	≈3.6	≈15.0	≈18.0	≈16.7	≈20.0	≈16.7	≈23.0
Energy (kcal/g)	3.59	3.33	3.28	3.05	3.51	3.53	4.01
Protein (mg/g)	231	200	205	192	180	187	290
Fat (mg/g)	51	275	261	252	310	308	310
Carbohydrate (mg/g)	581	13	11	12	<50	20	10
Sodium (mg/g)	1.9	10.3	10.0	4.7	37.0	7.3	1.7
Calcium (mg/g)	10.7	5.6	5.7	4.3	unknown	4.5	10.2
Experiments	1-6	1, 6	1-3	1-5	2-3	6	5

\*関西大学文学部総合心理科学科教授

\*\*関西大学文学部総合心理科学科2013年度卒業生

\*\*\*関西大学文学部総合心理科学科2014年度卒業生

固型飼料（オリエンタル酵母工業株式会社製「マウス・ラット・ハムスター用固型飼料 MF」）の熱量・成分等については Table 1 を参照されたい。ラットやマウスは各実験の開始までに本学動物心理学研究施設で7週間以上、固型飼料のみで飼育されていた。

なお、ラットは日本チャールス・リバー株式会社（以下、CR 社）社と日本エスエルシー株式会社（以下、SLC 社）から購入し、マウスは SLC 社から購入した。離乳後、本学に到着するまで用いられていた固型飼料は CR 社では同社製 CRF-1、SLC 社では米国 PMI フィーズ社製 5002 であった。これらの成分組成は本研究で用いた固型飼料とほぼ同じである。

## 実験 1

### 方法

#### [被験体および装置]

CR 社より購入した Wistar ラット (Crlj: Wistar) の雄 6 匹を被験体とした。すべて 9 週齢時にサッカリン溶液に対する走行性味覚嫌悪学習の実験、29 週齢時に回避学習の実験に用いられた個体であり、本実験開始時は 36 週齢、平均体重 773.3 g (範囲: 717~864 g) であった。

被験体は実験期間中、室温 22℃、湿度 55% で 16 時間/8 時間の明/暗周期 (明期開始午前 8 時) の飼育室において手動水洗ラックの飼育ケージ (内寸: 幅 20 cm × 奥行 25 cm × 高さ 19 cm) で個別飼育した。ケージの側面はステンレス板であり、それ以外の 4 面はステンレス製格子であった。ケージ背面の中央部の給水ノズルから水道水を自由に摂取可能であった。ケージ前面にはステンレス製餌入れ (開口部は床上 3.5 cm) が組み込まれていた。固型飼料およびチーズは、ホームケージ前面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) で呈示した。この容器はカップ (内径 8 cm × 高さ 3.5 cm) と取り付けハンガーが分離可能で、カップ底面がケージ床に接していた。

#### [手続き]

実験はすべて飼育ケージ内で行った。まずハンガー食器への馴致を 4 日間行った。この期間、ハンガー食器には何も入れず、実験前と同じく餌入れに詰めた固型飼料を摂取させた。その後、チーズ (後述の 3 種類のチーズのうち 1 種類) または固型飼料をハンガー食器のカップに入れて与えた。この際、チーズは 4 ピース (64~80 g) ずつ、固型飼料は約 50 g (約 14 粒) ずつ入れた。なお、固型飼料の呈示量を 50 g としたのは、チーズと同重量ではカップに入りきらなかったためである。チーズ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、xxxxqpypcxxcypqxxq (個体 1), xxxypcpqxxqpcpyxy (個体 2), xxxxcpqpyxyqpccxc (個体 3), xxxqpcpyxy

pcpqqxq (個体 4), xxxxcypqxxqpypcxxc (個体 5), xxxxyqpccxcqpyxy (個体 6) の順序で実施した。x は固型飼料を餌入れから与えた日で摂取量の測定はしなかった。p は固型飼料, q は QBB ベビー, y は雪印 6P, c はカマンベールをハンガー食器で与えて摂取量を測定した日である。なお、チーズとチーズの間に固型飼料を与える日を必ず 1 日以上設けた。これは、連続してチーズを与えることによる栄養の偏りを最小限にするためである (固型飼料は栄養バランスに配慮した成分構成となっている)。なお、最初にチーズを呈示した際 (上の各順序系列のイタリック文字) は与えたチーズが 2 ピースであったため、半数の個体がすべて食べきってしまった。このため、この記録は分析対象から除外し、それ以降は 4 ピースずつ与えることにした (分析に用いるチーズの呈示回数を 2 回に揃えるため、最初のチーズ呈示日に用いたチーズは最終日にも呈示した)。

#### [摂取量の測定]

毎日午後 2 時にそれ以前の 23 時間の摂取量を計測した。具体的には、食べ残しを電子天秤により g 単位で計量した。この計量作業と体重測定、ケージ下の糞受けの洗浄を 1 時間以内に行い、午後 3 時に翌日のための餌 (固型飼料またはチーズ) を用意した。

チーズについてはメーカーによってピースごとに包装された規格品であることから、事前計量は行わなかったが、実験 1 の終了後に開封した商品を計量したところ表示値よりやや多く、1 ピースあたりの平均は雪印 6P は 20 g (表示 18 g), QBB ベビーは 16 g (表示 15 g), カマンベールは 19 g (表示 16.7 g) であったので、それらを事前重量とみなした。なお、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、チーズ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」を求めるには自然乾燥による減分を除外する必要がある。自然乾燥率は、1 種類あたり 4 ピースのチーズを飼育室内で 23 時間放置し、その事前事後に重さを 0.1 g 単位で計量して、事前重量と事後重量の差分を事前重量で割ることで求めた。その結果、自然乾燥率の平均 ± 標準誤差は QBB ベビーで  $18.8 \pm 0.3\%$ 、雪印 6P で  $18.7 \pm 0.2\%$ 、カマンベールで平均  $20.7 \pm 0.9\%$  であった。なお、カマンベールについては全面を外皮が覆っている「切れてるタイプ」では、ラットが齧った場合と比べ自然乾燥率が低くなる可能性があるため、切れていない商品を実験者がナイフで 6 カットしたものを用いて自然乾燥率を求めた。

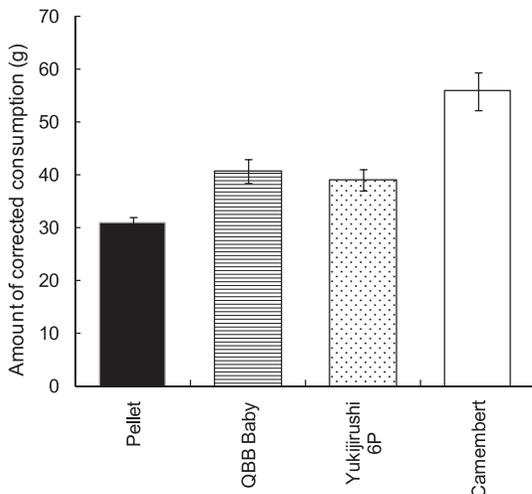
自然乾燥しなかった割合 (100% から上記の自然乾燥率平均値を減じた値、例えば QBB ベビーでは 81.2%) で事後重量を割ることで、自然乾燥による減分を除外した事後重量を求めた。これを事前重量から減じて「真の摂取量」を算出した。なお、以上の補正法は、摂食量を

重量単位で固定、自然乾燥率を残量比一定で行ったシミュレーションにより妥当であることを確認した。このようにして求めた真の摂取量を、固型飼料については4日分、各チーズについては2日分、平均したものを個体データとして分析に用いた。統計的検定には危険率5%を採用した。

## 結果

Figure 1 に固型飼料および各チーズの補正後摂取量を示す。図の値は、各チーズは2回、固型飼料は4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。いずれのチーズも固型飼料よりも摂取量が多い。餌の種類を要因とする1要因4水準の分散分析を行ったところ、餌の種類によって摂取量に有意な違いが見られた ( $F(3,20) = 18.74, p < .001$ )。Ryan 法による下位検定の結果、ほぼすべての組合せ対で有意差が認められたが、固型飼料と雪印6P、雪印6PとQBB ベビーの差は有意水準に達しなかった。

ところで、同じ重量であっても、固型飼料 (3.59 kcal/g) よりも今回用いた3種類のチーズ (3.05~3.33 kcal/g) の方がわずかにカロリーが少ない。そこで、固型飼料と3種類のチーズの摂取カロリーを比較したところ、平均値±標準誤差は固型飼料  $110.0 \pm 3.4$  kcal, QBB ベビー  $135.2 \pm 7.5$  kcal, 雪印6P  $127.9 \pm 6.7$  kcal, カマンベール  $169.9 \pm 10.9$  kcal であり、1要因分散分析の結果、餌の種類による違いは有意であった ( $F(3,20) = 10.65, p < .001$ )。Ryan 法による下位検定の結果、カマンベールとそれ以外の3種類それぞれとの間には有意差があった



**Figure 1** Daily consumption of food pellets or cheese (QBB Baby, Yukijirushi 6 P, or Camembert) in rats of Experiment 1 ( $n = 6$ ). Pellets or cheese was available for 23 h per opportunity. Each bar represents mean  $\pm$  SE.

が、それ以外の組合せ対では有意水準に達しなかった。

## 実験 2

実験1で使用したチーズはプロセスチーズ2種類 (QBB ベビー, 雪印6P), ナチュラルチーズ1種類 (カマンベール) であった。本論文の冒頭で述べたように、ネズミはチーズが嫌いだとの研究は英国のブルーチーズ製造者団体によって行われたものようである。そこで、実験2ではQBB ベビーの代わりにブルーチーズを用いて、実験1の結果を追試することにした。なお、使用したブルーチーズは、スティルトン (英国), ゴルゴンゾーラ (イタリア) と並んで「世界三大ブルーチーズ」のひとつとされるロックフォール社のものである。

## 方法

### [被験体および装置]

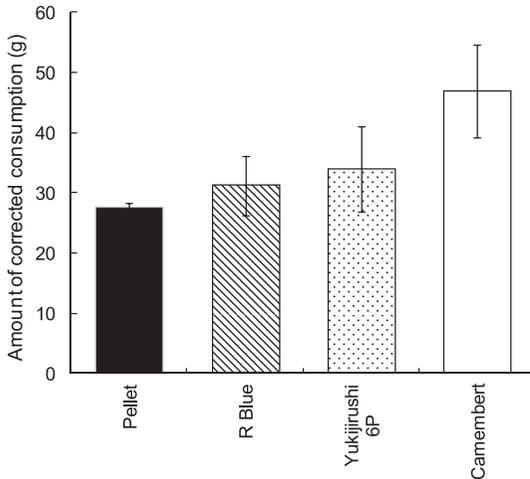
SLC 社より購入した Wistar ラット (Slc: Wistar/ST) の雄6匹を被験体とした。すべて10週齢時に炭酸またはサッカリン溶液の味覚嫌悪学習の実験、12週齢時に回避学習の実験に用いられた個体であり、本実験開始時は16週齢、平均体重346.0g (範囲: 313~402g) であった。飼育環境は実験1と同一であり、飼育ケージ内で自由摂水条件にて実施した。

### [手続き]

実験1と同じくチーズ (各4ピース。なお、R ブルーについては実験者がナイフで20g程度に切り分けたものを4ピース) または固型飼料 (約50g) を与えた。測定は各チーズ1回で、間に固型飼料の日を1日挟んだ (固型飼料は計2回呈示となる) ので5日分のデータである。呈示順序は個体間でカウンタバランスした。具体的には、ypcpr (個体1), cprpy (個体2), rpypc (個体3), rpcpy (個体4), yprpc (個体5), cpypr (個体6) であった。pは固型飼料, yは雪印6P, cはカマンベール, rはRブルーを意味する。実験1と同様に23時間摂取量を記録したが、事前事後とも電子天秤により0.1g単位で計量することで正確な値を求めた。なお、Rブルーの23時間自然乾燥率の平均値±標準誤差は  $19.6 \pm 1.1\%$  であったので、この平均値をもとに摂取量を補正した。雪印6Pおよびカマンベールについては実験1と同じ乾燥率で補正した。

## 結果

Figure 2 に固型飼料および各チーズの補正後摂取量の平均値を示す。いずれのチーズも固型飼料より摂取量が多いが、1要因4水準の分散分析を行ったところ、餌の種類による違いは有意ではなかった ( $F(3,20) = 2.09, p = .134$ )。摂取カロリーの平均値±標準誤差は固型飼料  $99.0 \pm 2.8$  kcal, Rブルー  $109.4 \pm 17.2$  kcal, 雪印6



**Figure 2** Daily consumption of food pellets or cheese (Yukijirushi 6 P, Camembert, or Roquefort blue) in rats of Experiment 2 ( $n=6$ ). Pellets or cheese was available for 23 h per opportunity. Each bar represents mean  $\pm$  SE.

P 111.3  $\pm$  23.4 kcal, カマンベール 142.9  $\pm$  23.4 kcal であり、この指標でも餌の種類による違いは有意でなかった ( $F(3,20) = 1.02, p = .403$ )。統計的に有意でなかったのは、測定が各チーズについて 1 回だけであったため、分析に使用したデータのばらつきが大きかったことによると思われる (Figure 2 の標準誤差が Figure 1 のそれより大きいことはこれを支持している)。

### 実験 3

実験 2 でも実験 1 と同様に、平均摂取量ならびに平均摂取カロリーを指標とした場合、ラットは固型飼料よりもチーズを好んでいた (ただし、実験 2 では統計的には有意でなかった)。しかし、チーズ間の好みの大小については、実験 1 においてカマンベールと QBB ベビーまたは雪印 6P の間に有意差が確認されたのみである。そこで、実験 3 では、刺激間の違いをより鋭敏に反映すると考えられる同時選択テストによって、実験 2 で用いた 3 種類のチーズ間の好みの大小を検討することにした。

#### 方法

##### [被験体および装置]

実験 2 で使用した 6 匹を引き続き用いた。実験開始時の体重は平均 404.8 g (範囲: 365~460 g) であった。ハンガー食器はケージから取り外し、餌入れから固型飼料を自由に摂食可能であった。その他の飼育環境は実験 2 と同じであった。

チーズ選好は飼育室ではなく別室 (室温 22°C, 湿度 65%) の机の上に配置したアルミニウム製の実験箱 (幅 35 cm  $\times$  奥行 45 cm  $\times$  高さ 18 cm) で行った。実験箱の短辺

側面にある 2 か所の通気口には実験 1 で用いたハンガー食器を 1 つずつ、端-端間隔 11 cm で取り付けた。実験箱の天井はステンレス製の格子網を蓋としてかぶせた。

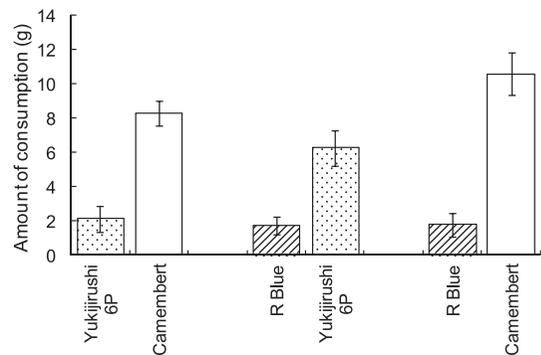
##### [手続き]

実験 2 の翌々日から 3 日間選択テスト (前半) を行い、5 日間の休憩をはさんで後半 3 日間の選択テストを実施した。テスト日はラットを飼育室から 1 匹ずつバケツで別室に移動させ、実験箱に入れて、ハンガー食器に用意したチーズ (雪印 6P, カマンベール, R ブルーから 2 種類) の選択テストを行った。なお、雪印 6P とカマンベールは 1 ピース, R ブルーは約 20 g 呈示した。20 分間のセッション終了後、こぼしたチーズと固型飼料はそれぞれの食器の中に戻し、糞尿がある場合は霧吹きとペーパータオルで取り除いた。その後、次のラットと入れ替えた。餌の種類と左右呈示位置の実施順序は被験体間でカウンタバランスした。具体的には、[yc][cy][yr][ry][cr][rc] (個体 1), [yr][ry][cr][rc][yc][cy] (個体 2), [cr][rc][yc][cy][yr][ry] (個体 3), [rc][cr][ry][yr][cy][yc] (個体 4), [cy][yc][rc][cr][ry][yr] (個体 5), [ry][yr][cy][yc][rc][cr] (個体 6) であり、角括弧内の 2 文字が 1 日分を示し、並んだ文字の左右が呈示位置を意味する。

[測定] セッション前後のハンガー食器の重さを電子天秤で 0.1 g 単位で計量した。なお、セッションは短時間であるため乾燥補正は不要であった。

#### 結果

Figure 3 に 3 種類の選択テストの結果を示す。各比較 2 回分 (例えば [yc] と [cy]) のデータを個体ごとに平均し、それを全個体で平均した値である。この図か



**Figure 3** Preferences in 20-min choice tests between two kinds of cheeses out of three accustomed cheeses (Yukijirushi 6 P, Camembert, and Roquefort blue) in rats of Experiment 3 ( $n=6$ , the same animals of Experiment 2). Each bar represents mean  $\pm$  SE.

ら、チーズの好みは、Rブルー<雪印6P<カマンベールであることが明らかである。各テストについて対応のある  $t$  検定 (両側検定) を行ったところ、雪印6Pよりもカマンベールの摂取量が有意に多く ( $t(5)=4.47, p=.007$ ), Rブルーよりも雪印6Pの摂取量が有意に多く ( $t(5)=3.21, p=.024$ ), Rブルーよりもカマンベールの摂取量が有意に多かった ( $t(5)=5.55, p=.003$ )。

なお、摂取カロリーで比較しても、雪印6P ( $7.0 \pm 2.4$  kcal) よりもカマンベール ( $25.2 \pm 2.2$  kcal) の方が有意に多く ( $t(5)=4.19, p=.009$ ), Rブルー ( $6.1 \pm 1.8$  kcal) よりも雪印6P ( $20.6 \pm 3.4$  kcal) の摂取量が有意に多く ( $t(5)=3.06, p=.028$ ), Rブルー ( $6.2 \pm 2.4$  kcal) よりもカマンベール ( $32.4 \pm 3.7$  kcal) の摂取量が有意に多かった ( $t(5)=5.15, p=.004$ )。

## 実験 4

実験1~2はラットが固型飼料よりもチーズを好むことを示している。これは、ネズミはチーズを嫌うとの報告とは相容れない結果である。先述のように、ネズミはチーズ嫌いだと結論を引き出した研究の詳細は詳らかではないが、そうした結論を引き出した可能性として考えられる要因の1つは新奇性恐怖 (neophobia) である。与えられた食物が未知または馴染みの少ないものである場合、ラットを含む多くの動物 (われわれヒトも含む) はその摂取をためらう傾向がある (Rozin, 1976)。ネズミがチーズ嫌いだと報告は、チーズが新奇であったために生じた結果に基づいているのではないだろうか。そこで、実験4では短時間の同時選択テストで、ラットに馴染みの固型飼料と新奇なチーズの比較を行うことにした。なお、本実験ではテスト時の摂食行動を促進するため、以下に述べる摂食制限下で実施した。

## 方法

### [被験体および装置]

SLC社より購入したWistarラット (Slc: Wistar/ST) の雄6匹を被験体とした。すべて9週齢時に粉末ジュースを用いた砂糖依存後の剥奪風味嫌悪学習の実験、13週齢時に回避学習の実験に用いられた個体であり、本実験開始時は16週齢、平均体重347.5g (範囲: 316~397g) であった。

### [手続き]

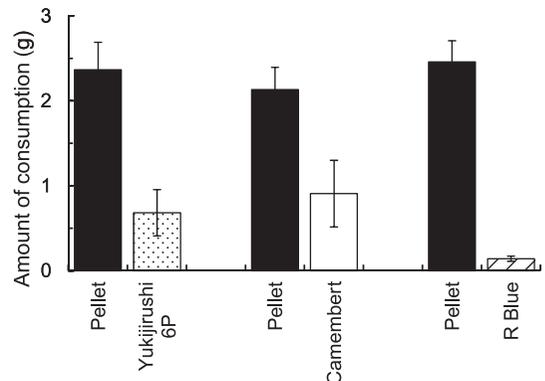
実験に先立ち7日間の摂食制限を行い、自由摂食時体重の90%まで体重を低減した。その後、連続6日間、毎日同時刻に実験3と類似の手順で、固型飼料5~6粒 (約20g) とチーズ1ピース (約20g) の選択テストを実施した。餌の種類と左右呈示位置の実施順序は被験体間でカウンタバランスした。具体的には、[py][yp][pc][cp][pr][rp] (個体1), [pc][cp][pr][rp][py][yp] (個

体2), [pr][rp][py][yp][pc][cp] (個体3), [yp][py][rp][pr][cp][pc] (個体4), [cp][pc][yp][py][rp][pr] (個体5), [rp][pr][cp][pc][yp][py] (個体6) であった。測定方法も実験3と同じであった。毎日テスト後には飼育ケージで固型飼料を適量与えて自由摂食時体重の90%を維持した。

## 結果

Figure 4に3種類の選択テストの結果を示す。各比較対につき2回分のデータを個体ごとに平均し、それを全個体で平均した値である。雪印6P、カマンベール、Rブルーのいずれも固型飼料よりも摂取量が有意に少なかった ( $t(5)=4.61, p=.006$ ;  $t(5)=2.84, p=.036$ ;  $t(5)=8.95, p<.001$ )。なお、摂取カロリーで比較しても、固型飼料 ( $8.5 \pm 1.2$  kcal) よりも雪印6P ( $2.2 \pm 0.9$  kcal) の方が有意に少なく ( $t(5)=5.00, p=.004$ ), 固型飼料 ( $7.7 \pm 0.9$  kcal) よりもカマンベール ( $2.8 \pm 1.2$  kcal) の摂取量が有意に少なく ( $t(5)=3.53, p=.017$ ), 固型飼料 ( $8.8 \pm 0.9$  kcal) よりもRブルー ( $0.5 \pm 0.1$  kcal) の摂取量が有意に少なかった ( $t(5)=8.97, p<.001$ )。

なお、実験3では飼育ケージで摂食制限を行わず、固型飼料を自由に食べることができたのに対し、本実験のラットは自由摂食時体重の90%で維持されており、食動因は実験3よりも強いと考えられる。それにもかかわらず、本実験では固型飼料とチーズを合わせた摂取量は約3gで、実験3における摂取量の3分の1以下である (Figure 3とFigure 4の縦軸を比較されたい)。このことは、本実験ではチーズに比べて固型飼料を多く摂取しているとはいえ、固型飼料をそれほど好んでいるわけではないことを示しており、それよりもさらにチーズの摂取量が少ないことは、新奇食物に対する忌避反応が強いことを意味している。



**Figure 4** Preferences in 20-min choice tests between pellets and a cheese out of three novel cheeses (Yukijirushi 6P, Camembert, and Roquefort blue) in rats of Experiment 4 ( $n=6$ ). Each bar represents mean  $\pm$  SE.

## 実験 5

「ネズミはチーズが嫌い」との BBC 報道記事にいう「ネズミ」は「rat」ではなく「mouse」である。一方、実験 1~4 では被験体としてラットを用いていた。ラットはマウスよりも摂食量が多いため、その計測が容易であるためである。しかし、ラットがチーズ好きであるからといって、マウスもそうであるとは限らない。そこで、実験 5 ではマウスを対象にチーズの好みを検討することにした。

また、「ネズミとチーズ」というとき、われわれの脳裏に浮かぶチーズのイメージは「穴あきチーズ」であろう。穴あきチーズで最も有名なのはスイスのエメンタール地方で生産されるチーズである。そこで、実験 5 では、マウスにエメンタール、カマンベール、または固型飼料を与えて 23 時間摂取量を比較することにした。さらにその後、固型飼料と各チーズの選択テスト、チーズ間の選択テストを実施した。

### 方法

#### 〔被験体および装置〕

SLC 社より購入した ICR マウス (Slc: ICR) の雄 8 匹を被験体とした。すべて 9~10 週齢時にモリス水迷路の実験に用いられた個体であり、本実験開始時は 21 週齢、平均体重 51.0 g (範囲: 45~62 g) であった。被験体はラット実験と同じ飼育室で透明ポリケージ (夏目製作所製 KN-600-B, 内寸: 幅 22 cm × 奥行 32 cm × 高さ 13.5 cm) で個別飼育した。ポリケージの床には SLC 社製の木屑を厚さ 2 cm で敷きつめた。ケージの天井はステンレス格子の落込蓋であり、そこに挿したステンレス製ノズルのついたプラスチックボトルから常時摂水可能であった。

#### 〔手続き〕

天井の落込蓋に固型飼料約 50 g (約 14 粒) またはチーズ 1 ピースを置き、毎日正午 12 時に取り去って 23 時間の摂取量を記録した。計量作業と体重測定、ボトル内の水の交換を毎日 1 時間以内に行い、4~5 日おきには床敷の交換もこの時間帯に実施した。午後 1 時に翌日のための餌 (固型飼料またはチーズ) を与えた。

カマンベールは「切れてるタイプ」ではない商品を実験者がナイフで 6 等分したもの、エメンタールは 4 等分したもので、各 1 ピースあたり約 16 g であった。測定は各チーズ 2 回で、チーズ日の前は必ず固型飼料の日とした (固型飼料呈示は計 4 回となる) ので 8 日分のデータが得られた。呈示順序は個体間でカウンタバランスした。具体的には、pcpepcpe (個体 1~4) または pepcepc (個体 5~8) であり、p は固型飼料、c はカマンベール、e はエメンタールを与えた日である。

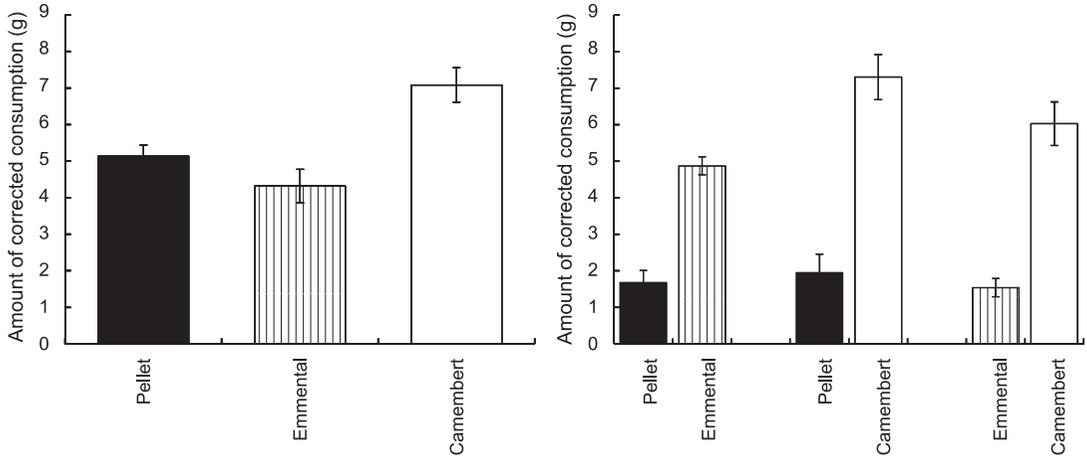
上記の単独呈示期の後、固型飼料とチーズの選択テストを実施した。天井の落込蓋の左右に隣接して固型飼料とチーズまたは 2 種類のチーズを置いて、23 時間摂取量を比較した。固型飼料と各チーズの選択テストを各 1 回行った後、両チーズ間の選択テストを 1 回行った。つまり選択テストは 3 回であり、選択テスト前日は必ず固型飼料の単独呈示日とし、呈示位置および呈示順序は個体間でカウンタバランスした。具体的には、p[pc]p[pe]p[ce] (個体 1)、p[cp]p[ep]p[ec] (個体 2)、p[pe]p[pc]p[ec] (個体 3)、p[ep]p[cp]p[ce] (個体 4)、p[pc]p[pe]p[ce] (個体 5)、p[cp]p[ep]p[ec] (個体 6)、p[pe]p[pc]p[ec] (個体 7)、p[ep]p[cp]p[ce] (個体 8) の位置・順序で実施した ([ ] 中の文字の左右が呈示の左右位置を示す)。なお、ラットの場合 (実験 3 および 4) のように 20 分間のテストにしなかったのは、マウスでは摂食量が少なく、短時間のテストでは信頼に足る結果が得られる見込みがなかったためである。ただし、各選択テストの初回について最初に食べたのはどちらの餌であったかを記録した。固型飼料の呈示量は約 30 g (約 8 粒)、チーズは 1 ピース約 18 g であった。

エメンタールの 23 時間自然乾燥率の平均値 ± 標準誤差は  $8.5 \pm 0.2\%$  であったので、この平均値をもとに摂取量を補正した (カマンベールは実験 1 と同じ 20.7% で補正した)。

### 結果

単独呈示期の餌の摂取量を Figure 5 の左パネルに示す。なお、固型飼料については 4 日分、各チーズについては 2 日分を平均したものを個体データとして、8 匹分のデータを平均したのがこの図である。固型飼料とエメンタールの摂取量はほぼ等しく、それらよりもカマンベールをやや多く食べていることが見て取れる。餌の種類を要因とする 1 要因 3 水準の分散分析を行ったところ、餌の種類によって摂取量に有意な違いが見られた ( $F(2,14) = 12.12, p < .001$ )。Ryan 法による下位検定の結果、固型飼料とカマンベールの間、エメンタールとカマンベールの間に有意差が認められ、固型飼料とエメンタールの差は有意ではなかった。ただし、摂取カロリーに換算した場合、固型飼料 ( $16.4 \pm 1.1$  kcal)、エメンタール ( $17.3 \pm 1.8$  kcal)、カマンベール ( $21.6 \pm 1.4$  kcal) であり、この 3 種類の餌の間に統計的に有意な違いは認められなかった ( $F(2,14) = 2.41, p = .126$ )。

以上のように、単独呈示では餌の種類による違いがあまり顕著ではなかったが、選択テストの結果、固型飼料 < エメンタール < カマンベールの順に好まれることが判明した (Figure 5 右パネル)。各テストについて対応のある  $t$  検定 (両側検定) を行ったところ、固型飼料よりもエメンタールの摂取量が有意に多く ( $t(7) = 5.97, p$



**Figure 5** Results of Experiment 5 with mice ( $n=8$ ). Left panel: Daily consumption of food pellets or cheese (Camembert or Emmental), when the pellets or cheese was available for 23 h per opportunity. Right panel: Preferences in 23-h choice tests between two out of the three accustomed foods. Each bar represents mean  $\pm$  SE.

<.001), 固型飼料よりもカマンベールの摂取量が有意に多く ( $t(7)=5.36, p=.001$ ), エメンタルよりもカマンベールの摂取量が有意に多かった ( $t(7)=6.10, p<.001$ )。なお, 摂取カロリーで比較しても, 固型飼料 ( $6.0 \pm 1.2$  kcal) よりもエメンタル ( $19.5 \pm 1.0$  kcal) の方が有意に多く ( $t(7)=6.71, p<.001$ ), 固型飼料 ( $7.0 \pm 1.8$  kcal) よりもカマンベール ( $22.3 \pm 1.9$  kcal) が有意に多く ( $t(7)=4.65, p=.002$ ), エメンタル ( $6.2 \pm 1.0$  kcal) よりもカマンベール ( $18.3 \pm 1.8$  kcal) が有意に多かった ( $t(7)=5.06, p=.001$ )。

また, 固型飼料とエメンタルの選択テストや固型飼料とカマンベールの選択テストでは 8 匹すべてが最初にチーズの方を選んでおり, エメンタルとカマンベールの選択テストでは 8 匹中 6 匹が最初にカマンベールを選んでいた。

## 実験 6

実験 5 によって, マウスも固型飼料よりもチーズを好むことが明らかとなった。この結果の普遍性を確認するため, 実験 5 で用いた 2 種類のチーズとは異なる 2 種類のチーズを別のマウスに与え, 同じ手続きで摂食量を測定した。なお, 実験 5 の被験体は雄マウスであったが, 実験 6 では雌マウスを使用し, この点でも普遍性を確認することとした。

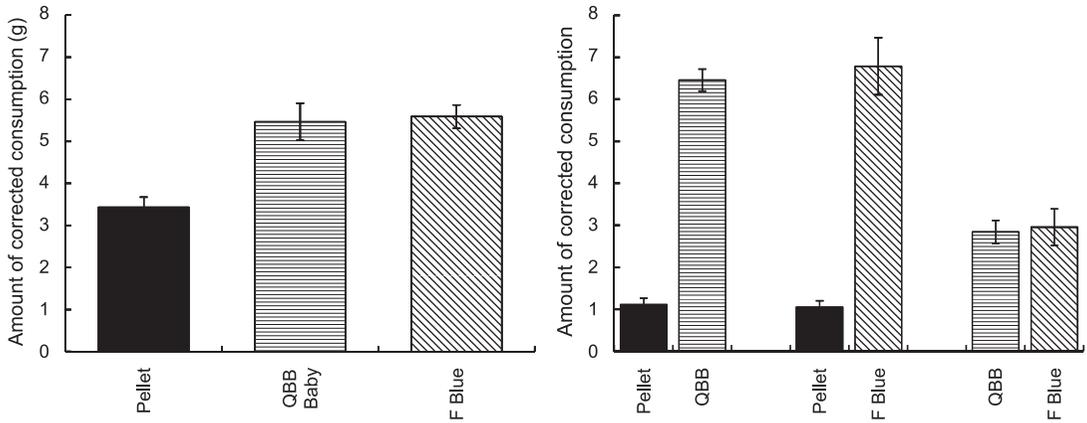
## 方法

SLC 社より購入した ICR マウス (Slc: ICR) の雌 8 匹を被験体とした。すべて 9~10 週齢時にモリス水迷路の実験に用いられた個体であり, 本実験開始時は 35 週齢, 平均体重 57.0 g (範囲: 45~67 g) であった。なお, 同週齢では雄より雌の方が体重が軽い, 本実験の雌は

実験 5 の雄より週齢が高いため, 実験間ではほぼ同じ体重であった。飼育方法, 実験手続きは実験 5 と同一であったが, 実験者の都合により作業は 5 時間遅い時刻 (餌呈示は午後 6 時, 計測は翌日午後 5 時) に実施した。また, 用いたチーズは QBB ベビーとジェラル社 (フランス) 製フロマージュブルー (F ブルー) であり, 呈示順序などは実験 5 のカマンベールとエメンタルをこれらに置き換えたものであった。F ブルーの 23 時間自然乾燥率は平均 16.5% であったので, この平均値をもとに摂取量を補正した (QBB ベビーについては実験 1 と同じ 18.8% で補正した)。なお, ブルーチーズとして R ブルーではなく F ブルーを用いたのは, 主として入手容易性と経済性 (F ブルーは R ブルーの約半額) によるものである。ちなみに F ブルーはゴルゴンゾーラやスティルトンと同じく牛乳を原料としたブルーチーズであり, それに対して R ブルーは羊乳を原料としたブルーチーズである。

## 結果

単独呈示期の餌の平均摂取量を Figure 6 の左パネルに示す。2 種類のチーズは固型飼料よりも摂取量が多い。餌の種類を要因とする 1 要因 3 水準の分散分析を行ったところ, 餌の種類によって摂取量に有意な違いが見られた ( $F(2,14)=32.17, p<.001$ )。Ryan 法による下位検定の結果, 固型飼料と QBB ベビーの間, 固型飼料と F ブルーの間有意差が認められ, QBB ベビーと F ブルーの差は有意ではなかった。なお, 摂取カロリーに換算した場合, 固型飼料 ( $12.3 \pm 0.9$  kcal), QBB ベビー ( $18.2 \pm 1.5$  kcal), F ブルー ( $19.7 \pm 1.0$  kcal) であり, 摂取量の場合と同じく餌の種類による違いは有意であった ( $F(2,14)=29.39, p<.001$ )。Ryan 法による下位検定の



**Figure 6** Results of Experiment 6 with mice ( $n=8$ ). Left panel: Daily consumption of food pellets or cheese (QBB Baby or Fromage bleu), when the pellets or cheese was available for 23 h per opportunity. Right panel: Preferences in 23-h choice tests between two out of the three accustomed foods. Each bar represents mean  $\pm$  SE.

結果も摂取量の場合と同じであった。

単独呈示の場合と同じ好みのパターンは選択テストの結果 (Figure 6 右パネル) でも確認できる。各テストについて対応のある  $t$  検定 (両側検定) を行ったところ、固型飼料よりも QBB ベビーの摂取量が有意に多く ( $t(7)=17.00$ ,  $p<.001$ )、固型飼料よりも F ブルーの摂取量が有意に多く ( $t(7)=7.49$ ,  $p<.001$ )、QBB ベビーと F ブルーの摂取量には有意差がなかった ( $t(7)=0.21$ ,  $p=.841$ )。なお、摂取カロリーで比較しても、固型飼料 ( $4.0 \pm 0.6$  kcal) よりも QBB ベビー ( $21.5 \pm 0.9$  kcal) の方が有意に多く ( $t(7)=16.37$ ,  $p<.001$ )、固型飼料 ( $3.8 \pm 0.6$  kcal) よりも F ブルー ( $24.0 \pm 2.4$  kcal) が有意に多く ( $t(7)=7.44$ ,  $p<.001$ )、QBB ベビー ( $9.5 \pm 0.9$  kcal) と F ブルー ( $10.4 \pm 1.5$  kcal) の間には有意差がなかった ( $t(7)=0.52$ ,  $p=.621$ )。

また、固型飼料と QBB ベビーの選択テストや固型飼料と F ブルーの選択テストでは 8 匹すべてが最初にチーズの方を選んでしたが、QBB ベビーと F ブルーの選択テストでは 8 匹中 5 匹が QBB ベビーで残り 3 匹は F ブルーを最初に選んでいた。

## 考 察

実験 1~2 および 5~6 では、ラットもマウスも固型飼料よりもチーズを好んで摂取した。一方、チーズが新奇な場合、短時間の選択テストではラットはチーズよりも食べ慣れた固型飼料のほうを好むことが実験 4 により明らかである。マウスでは短時間のテストで摂取量測定が困難なことから、マウスではそうした実験を行わなかったが、新奇チーズよりも固型飼料を好むことが想定される。ネズミはチーズを好まないというスティルトン製造者団体によって行われた研究はそうした条件下で得られ

た新奇性恐怖によるアーティファクトであろう。

ところで、本研究では、ラットやマウスがチーズ好きであるかどうかを、飼育室で常食としている固型飼料との比較で検討したが、「ねずみはチーズ好き」と断じるにはそれ以外の餌との比較検討も必要である。例えば、餌そのものではなくそのにおいを報酬に用いた実験であるが、ラットのレバー押し学習において、8 種類の食物 (黒胡椒、ミルク、コーヒー、ナッツ、ペパーミント、プラム、オレンジ、チーズ) の中でチーズのにおいが最も報酬価が低かったとの報告がある (Tabuchi, Ono, Uwano, Takeshima, & Kawasaki, 1991)。ただし、固型飼料の飽食状態でもチーズのにおいを報酬としたレバー押し行動は確認されたことから、固型飼料よりもチーズのにおいの誘因価が高いことが示唆される。

管見の限り、ネズミのチーズの好みを調べた学術論文は過去に Harlow (1932) のみである。彼は 5 つの実験からなる研究で離乳直後の雄のアルビノラット (系統は論文に非掲載であるがおそらく Wistar 系と思われる) を 4~5 匹の集団で飼育し、4 種類の新奇な餌を 1 日 2 回各 15 分間、20 日にわたって飼育ケージで与えた。集団での摂取量をもとにラットの好みを評価したところ、固型飼料が牛肩肉よりもやや好まれ (ただし統計的には有意ではない)、それらに次いでチーズ、最後にトウモロコシの順であった。また、離乳後に固型飼料だけで飼育した場合は、固型飼料が牛肩肉の 2 倍摂取され、それらに次いでチーズ、最後にトウモロコシであった。固型飼料がチーズよりも好まれるという彼の報告は本研究の結果とは一致しない。彼が固型飼料として用いた McCollum's diet (McCullom は McCollum の誤記だと思われる) の成分は不明であるが、チーズは米国 Kraft 社製 Limburger Cheese であり、これが同社から現在販売され

ている商品 (Mohawk Valley Pasteurized Process Limburger Cheese) と同じであるとすれば、ビン入りのペースト状プロセスチーズで、熱量は 2.5 kcal/g, 蛋白質 125~156 mg/g, 脂肪 219 mg/g, 炭水化物 0 mg/g, ナトリウム 14.7~15.6 mg/g, カルシウム 3.1 mg/g であり、本研究で用いた各種のチーズと比べると熱量・蛋白質・脂肪ともやや少なく、炭水化物がまったく含まれていない。こうしたことが固型飼料よりも好まれなかった原因であるかもしれない。

なお、本研究ではすべてのラットやマウスが過去に実験歴のある個体であった。過去経験の種類に関わらず結果は一貫しているため、過去経験の効果は重要でないと筆者らは考えているが、実験歴のない個体でも同じ結果が得られるか確認するほうが望ましい。また、本研究では Wistar ラットと ICR マウスを使用した。これらの系統はおとなしく扱いやすいためである。また、ICR マウスはマウスの中では比較的大型であるので、摂食量も多く測定が容易であると考えた。今後、他の系統のラットやマウスで本研究の結果を追試し、結果の一般性を確認する必要があるだろう。さらに、性差についても検討すべきかもしれない。本研究ではラット実験はすべて雄の個体、マウス実験は実験 5 は雄のみ、実験 6 は雌のみであった。以上のような課題は残されているものの、6つ

の実験を通して、ラットやマウスは固型飼料よりもチーズを好むこと、チーズの種類によっても好みがあることを示すことができたことは本研究の大きな成果である。

#### 引用文献

- Harlow, H. F. (1932). Food preferences of the albino rat. *Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, **41**, 430–438.
- コジマ (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 (2006 年 9 月 8 日付記事) <http://www.narinari.com/Nd/2006096452.html> 2014 年 8 月 10 日閲覧
- Mr. Johnny (2006). 猫は魚が大好きだ, ネズミはチーズが大好きだ, バンダは笹が大好きだ。吹風日誌 (2006 年 9 月 19 日付記事). <http://d.hatena.ne.jp/MrJohnny/20060919> 2014 年 8 月 10 日閲覧
- Rozin, P. (1976). The selection of foods by rats, humans, and other animals. *Advances in the Study of Behavior*, **6**, 21–76.
- Tabuchi, E., Ono, T., Uwano, T., Takeshima, Y., & Kawasaki, M. (1991). Rat preference for food-related odors. *Brain Research Bulletin*, **27**, 387–391.