

実験用ラットの食の好みに関する探索的研究

中島 定彦*・松房 美穂**・藤戸 彩花***・遠藤 稔也****
 山下ひかる*****・山下 玲子*****・小山加那子*****・九重 智咲*****
 辻 桃奈*****・名和明日香*****

要約：実験用ラットにさまざまな餌を与えて、その摂取重量をもとに、食の好みを推察した。12の実験を行い、その多くではテストする餌を単独で与える継時テストと、選択させる同時テストを実施した。また、熱量が大きく異なる餌の比較では、摂取熱量による分析も併用した。結果は各図に示されている。実験用ラットはドブネズミの家畜化亜種であることから、これらの結果は、野生ドブネズミによる食害対策や駆除時に用いる餌を選ぶ際にも役立つであろう。

キーワード：ラット, 食物選好, 食害

ドブネズミ (Norway rat, brown rat, 学名: *Rattus norvegicus*) などの家ネズミによる食害は農作物, 備蓄食料, 動物舎の飼料, 通信ケーブルなど広範囲に及ぶ (長谷川, 1977; 岡田, 1954; 宇田川, 1965; 矢部, 1998, 2008)。したがって、その食性を知ることは食害対策に必須である。また、家ネズミは動物由来感染症を媒介することから駆除対象となっており、おびき寄せるために用いる餌や、駆除のために毒を混ぜる餌を選択する際にも、食性の知識は必須である。しかし、野生の家ネズミの食性を厳密に調べることは容易ではない。そこで、本報告ではドブネズミの家畜化亜種である実験用ラットを対象に、どのような餌を好むかを一連の実験で明らかにすることにした。なお、本論文で紹介する諸実験は、第1著者の指導下に第2~10著者たちが収集したデータに基づいており、詳細な方法や分析は彼らの卒業論文に記載されている。

全体的方法

[被験体および飼育環境]

本報告に記す諸実験の被験体は日本エスエルシー社 (以下, Slc 社) または日本チャールス・リバー社 (以下, Crlj 社) から購入した青年期雄性アルビノラットで、離乳後は固型飼料 (Slc 社では米国 PMI フィーズ社製 5002, Crlj 社では米国チャールス・リバー社製 CRF-1) を餌として育てられていた。本研究室到着後は固型

飼料 (オリエンタル酵母工業社製 MF) で飼養した。各実験で用いたラットの系統や個体数, 実験開始時の週齢と体重, 本研究室での過去の実験経験は Table 1 の通りである。実験で用いたテスト餌については、固型飼料を除き未経験であった。

ラットは、室温 22℃・湿度 55% で 12 時間/12 時間の明/暗周期の飼育室にて、ステンレス製吊下げケージ (幅 20 cm×奥行 25 cm×高さ 19 cm) で個別飼育した。ケージ前面のステンレス製餌入れ (開口部は床上 3.5~5 cm) に固型飼料を用意した。ケージ背面中央部のステンレス製ノズルから水道水を常時摂取できた。ケージ下の糞受けには水を張り 1 日 1 回手動洗滌したが、実験によっては糞受けに新聞紙を敷いた。毎日の処置開始時刻は実験により多少異なるが、すべて明期中頃で、各実験内では同一にした。

[餌の呈示方法]

飼育室でテストする場合、マルカン製ステンレスカップ (ES-11: 内径 8 cm×高さ 3.5 cm) にテスト餌を入れ、カップ底面がケージ床に接するようケージ前面に固定した。例外的なケースや実験室でテストする場合には、該当する実験の項で述べる。

継時テストでは、飼育ケージ内で毎日同時刻に、いずれか 1 種類の餌を与え翌日までの 23 時間摂取量を測定した (24 時間ではないのは、餌の交換作業や体重測定, 糞受け洗浄などに 1 時間の余裕が必要だったためであ

*関西学院大学文学部教授

**関西学院大学文学部総合心理科学科 2012 年度卒業生

***関西学院大学文学部総合心理科学科 2016 年度卒業生

****関西学院大学文学部総合心理科学科 2017 年度卒業生

*****関西学院大学文学部総合心理科学科 2018 年度卒業生

*****関西学院大学文学部総合心理科学科 2020 年度卒業生

Table 1 本論文で報告する実験で用いたラットの属性

実験	系統と個体数	開始週齢	開始時体重	過去の実験経験(注)
1-1, 1-2	Slc : SD 8 匹	33 週齢	595-700 g	走行によるサッカ忌避
1-3	Slc : Wistar/ST 8 匹	16 週齢	345-395 g	走行によるサッカ忌避と電撃回避
2-1, 2-2	Slc : Wistar/ST 8 匹	12 週齢	376-419 g	水泳によるカオリン粘土摂取
3-1	Slc : Wistar/ST 8 匹	33 週齢	480-579 g	走行によるサッカ忌避
3-2, 3-3	Slc : Wistar/ST 8 匹	23 週齢	486-641 g	走行によるサッカ忌避
4-1, 4-2	Crj : WI 8 匹	16 週齢	488-579 g	走行によるサッカ忌避と電撃回避
5-1, 5-2	Slc : Wistar/ST 8 匹	13 週齢	415-502 g	シクロ投与によるサッカ忌避
6-1, 6-2	Crj : WI 8 匹	13 週齢	421-472 g	走行によるサッカ/塩水忌避
7-1, 7-2	Slc : Wistar/ST 8 匹	13 週齢	354-404 g	LiCl 投与による蔗糖/乳糖忌避
8	Slc : Wistar/ST 8 匹	12 週齢	370-436 g	シクロ投与によるサッカ忌避
9	Slc : Wistar/ST 8 匹	11 週齢	312-344 g	シクロ投与によるサッカ忌避
10	Slc : Wistar/ST 8 匹	15 週齢	377-503 g	LiCl 投与によるサッカ忌避
11	Slc : Wistar/ST 6 匹	30 週齢	430-460 g	LiCl 投与によるサッカ忌避
12	Crj : WI 6 匹	11 週齢	309-339 g	走行によるサッカ/塩水忌避

注：「サッカ」はサッカリン溶液，「蔗糖/乳糖」は蔗糖溶液または乳糖溶液，「塩水」は塩化ナトリウムと MSG の混合溶液で，ボトルから飲ませた。「走行」は回転かごでの自由走行，「LiCl」は塩化リチウム液注射，「シクロ」はシクロホスファミド液注射である。

る)。具体的には，テストする餌をカップに 50 g 程度入れて与えた。カップにテスト餌があるときは餌入れには固型飼料がなかった。与えたテスト餌は該当箇所述べる。なお，テスト餌は購入したままのものをを用い，新たに熱処理や味つけなどはしていない。ただし，カップに入るように切ったりちぎったりしている。固型飼料の摂取量と比較する実験では，固型飼料もカップに入れて与えることで摂取条件を等しくした。

同時テストでは，ラットを飼育室から実験室に移動して，適度な大きさの箱に入れ，複数の餌を同時に一定時間与えて摂取量を測定した。箱の材質・大きさや，テスト餌の呈示方法などの詳細は該当箇所述べる。なお，同時テストを飼育ケージ内で実施した実験については，その旨を該当箇所で記す。

[摂取量の測定と統計的分析]

与えた餌の重さから食べ残した餌の重さを減じた差分を摂取重量とした。計量は電子天秤にて 0.1 g 単位で実施した。カップ外にこぼれた餌が回収できた場合は，食べ残しに含めた。飼育ケージでのテストではケージ下の糞受けに張った水の中に食べこぼしが確認できた事例があった。この場合の対処法は各実験の項で述べる(実験間で水の汚濁具合等が異なっていたため，対処法を統一できなかった)。特に言及していない場合は，ケージ下への落下は確認できなかったか，僅少のため補正しなかった。

固型飼料など十分乾燥した餌以外のものは，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，23

時間与えた餌の「真の摂取重量」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。そこで，前報(中島ら，2015)と同じく，ラットのいる飼育ケージの隣の空きケージで餌を 23 時間放置した際の減分を元の重量で割ることで自然乾燥率を求め，真の摂取重量を下式で推定した。真の摂取重量 = 事前重量 - {事後重量 ÷ (1 - 自然乾燥率)}。なお，短時間のテストでは自然減は無視しうる程度(0.1% 以下)であるから，こうした補正は行わず単純な差分を摂取重量とした。

熱量(カロリー)が同じであれば味の違いかかわらず，ラットは等しく食べるという報告がある(Warisaia et al., 2020)。そこで，テスト餌の熱量差が大きい実験では，摂取重量を熱量に換算した分析も行った。この際，商品の包みに表示された熱量表示にしたがったが，熱量表示がないものは日本食品標準成分表 2020 年版(八訂)をもとに計算した。同表にないもの(食品ではないもの)については熱量での分析は行えなかった。なお，本報告では，摂取した重量や熱量の多さを「好み」の指標とする。

本論文で報告するすべての実験は個体内計画である。2 種類の餌をテスト対象とする際は，対応のある *t* 検定を適用した。3 種類以上の餌をテスト対象とする際には分散分析を行い，餌の効果が有意なときは Ryan 法で多重比較した。テスト全体の有意水準は 5% に設定した。紙幅の都合上，図示した値の検定統計量は当該図中のみ記す。対比較で有意な組合せは矢印または異なる英文字で示す。

実験1 (コメ)

童謡『ずいずいずっころばし』に「俵の鼠が米食ってチュウ」と歌われているように、家ネズミは備蓄米を食べる。水田周辺にすむドブネズミが稲穂を食べる被害も昭和期にはしばしば報告されている(芳賀, 1955; 犬飼ら, 1953; 水島・山田, 1974; 武笠・芳賀, 1954)。そこでまず、コメの好みを検討した。なお、実験1で用いた米はすべて自然乾燥率0%で、熱量の違いも僅少であるため、事前測定と事後測定との差分重量のみ報告する。

まず、7日間にわたり2種類の米を継時テストした(実験1-1)。4匹のラットには精米した国内産コシヒカリ(k)と兵庫米(h)を、k.h.kの順に1日ずつ与え、別の4匹にはh.k.hの順で与えた(..は米ではなく固型飼料を与えた2日間)。前者ではkが2回でhが1回、後者ではkが1回でhが2回ということになる。2回測定の場合は個体内平均をその個体の摂取データとした。ケージ下に水没した米粒は数えて、同数の湯いた米粒を食べ残しに加えた。個体間平均摂取重量はコシヒカリ25.8g、兵庫米24.5gで、有意差はなかった($t[7]=1.24, p=.255$)。

実験1-1で用いたラット8匹を対象に、1か月後に12種類の精米したコメで継時テストを開始した(実験1-2)。短粒種として、国内産コシヒカリ(k)と兵庫米(h)のほかに、中国産(c)・台湾産(t)・米国産(a)の標準米(品種不明)、そして国内産もち米(m)の6種類を用いた。長粒種として、タイ米(T)、タイ米のもち米(M)、カルナローリ(C)、ジャスミンライス(J)、バスマティライス(B)の5種類と、コメ(イネ科イネ属の栽培種)とよく似たイネ科マコモ属のワイルドライス(W)を使用した。これら12種類の呈示順序は、半数の個体がJ.h..W..m..c..c..B..t..T..a..M..k、残り半数がk..m..c..T..W..M..a..h..B..J..C..tであった(テスト34日間連続)。Figure 1に示すように、米種によって摂取

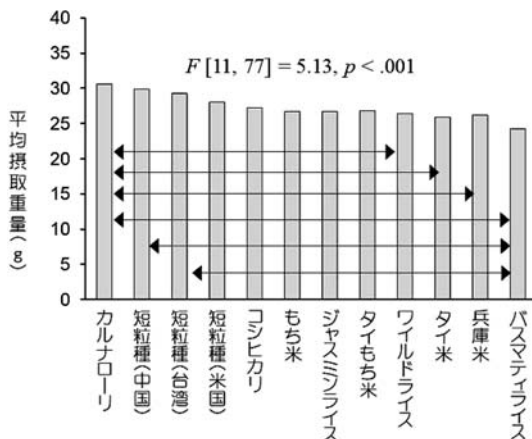


Figure 1 実験1-2の摂取重量

重量は有意に異なっていた。

コメの好みは、上記12種類のうち3種類(カルナローリ、中国産単粒種、バスマティライス)を対象に別個体で実施した同時テスト(実験1-3)で、さらに顕著だった。自由摂食時体重の90%になるよう食餌制限した8匹のラットを1匹ずつ、アルミ板製の箱(内寸:幅35cm×奥行45cm×高さ18cm:天井はステンレス格子)に20分間入れて馴致した。その翌日から4日間(各テスト2日間)、ハンガー食器のカップ2つ(箱の1短辺に11cm間隔で固定)で20分間の選択機会を設けた。カップの左右位置は日間で変更した。同時テストは継時テストと嗜好傾向が同じであった。カルナローリ(平均2.5g)と中国産単粒種(平均1.4g)の選択は有意水準に達しなかったものの($t[7]=2.01, p=.084$)、カルナローリ(平均5.0g)とバスマティライス(平均0.3g)間には明白な差があった($t[7]=13.21, p<.001$)。

実験2 (コメ・餅)

日本の民話『おむすびころりん』で地下のネズミは餅つきをしている。『ねずみのすもう』で餅をうまいうまいと食べた小鼠は大鼠に相撲で勝つ。保存食である餅は家ネズミにとって格好の食物であったろう。餅は、通常の米(うるち米)ではなく、水溶性澱粉アミロースをほとんど含まず粘度の高いもち米を加工したものである。実験2では、精米した国内産うるち米(大分産つや姫)ともち米(全農パールライス「ひよくもち」)を、切り餅(日本生協連販売で、国内産もち米を加工したもの)と比較した。

実験2-1(4日間)では、うるち米・もち米・切り餅・固型飼料を1日1種類、8匹のラットに与えた(呈示順序は個体ごとに変えて、順序効果を相殺した)。この実験ではケージ下の水の汚濁のために落下した米粒を数えることが困難であったので、切り餅と固型飼料の摂取量だけを分析した。Figure 2上パネルの白柱は自然乾燥率(切り餅10.8%)をもとに補正した摂取重量である(固型飼料は呈示時点で十分に乾燥しているため自然乾燥率は0%)。この図から、切り餅が固型飼料よりも有意に多い(ラットは固型飼料よりも餅を好む)といえる。ただし、商品表示によれば100gあたりの熱量は固型飼料359kcal、切り餅240kcalであるので、摂取熱量に換算すればほぼ等しくなる(同パネルの黒柱)。

実験2-1のラットを3~4日後にアルミ箱(実験1-3で用いたものと同じ)へ10分間馴致した。その翌日、この箱内で、うるち米(約5g)、もち米(約5g)、切り餅(四等分して10g)、固型飼料(10g)を、それぞれ夏目製作所製ガラス容器(KN-675-4:直径11cm、深さ6cm)に入れて与える同時テストを30分間行った(実験2-2)。この際、容器は中心間距離が20cmになるよ

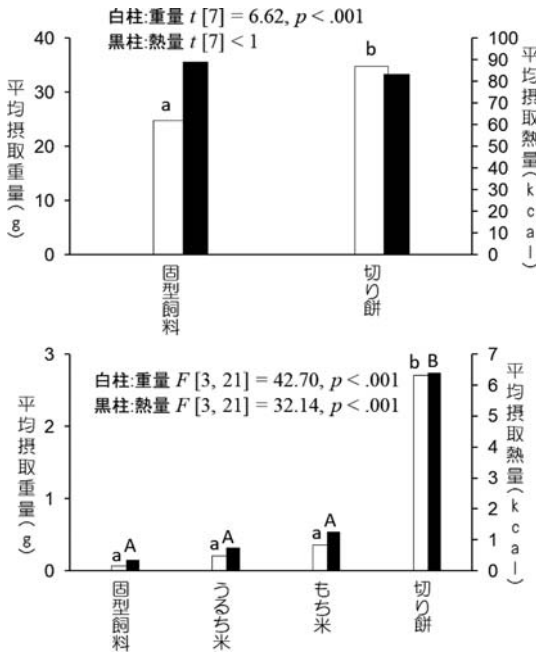


Figure 2 実験 2-1 の固型飼料と切り餅の摂取量（上パネル）と実験 2-2 の摂取量（下パネル）

う仮想正方形の頂点に配置し、各餌の場所は個体ごとに違えた。さらに 1~5 日間の休憩（この間、餌入れから固型飼料のみ与えて計量せず）をはさんで、同じテストを再度繰り返した。この 2 回のテストの直前 23 時間は飼育室で絶食とした。同図の下パネルの白柱は 2 回のテストの平均値である。テスト時間が短いため自然乾燥率を勘案した補正は行っていない。切り餅は他の餌よりも好まれていることが明らかである。なお、のべ 16 回（8 匹×2 回）の同時テストのうち 13 回は、最初に口にした餌が切り餅であった。同パネルの黒色柱は結果を摂取熱量で表示したものである。餌の種類の効果は有意であり、ラットが熱量だけをもとに餌を選んでいるわけではないことを意味している。

実験 3（チーズ・食パン・焼甘栗）

実験用ラットは、新奇性恐怖の要因を排除すれば、標準固型飼料よりもチーズを好む（中島ら, 2015）。しかし、チーズは高価で腐敗しやすいため、野生ネズミ駆除のためにおびき寄せる餌としては使用しづらい。ネズミ駆除業者が推奨するのは食パンである（山崎, 2020）。そこで、チーズと食パンの嗜好を調べることにした。

実験 3-1（4 日間）では実験 2-1 と同様の継時手続きで、六甲バター製プロセスチーズ「QBB ベビーチーズ」、敷島パン製「パスコ超熟食パン 6 つ切り」の耳でない部分（クラム部）、クラシエフーズ製焼甘栗「甘栗むいちゃいました」、固型飼料の計 4 種類を 8 匹のラッ

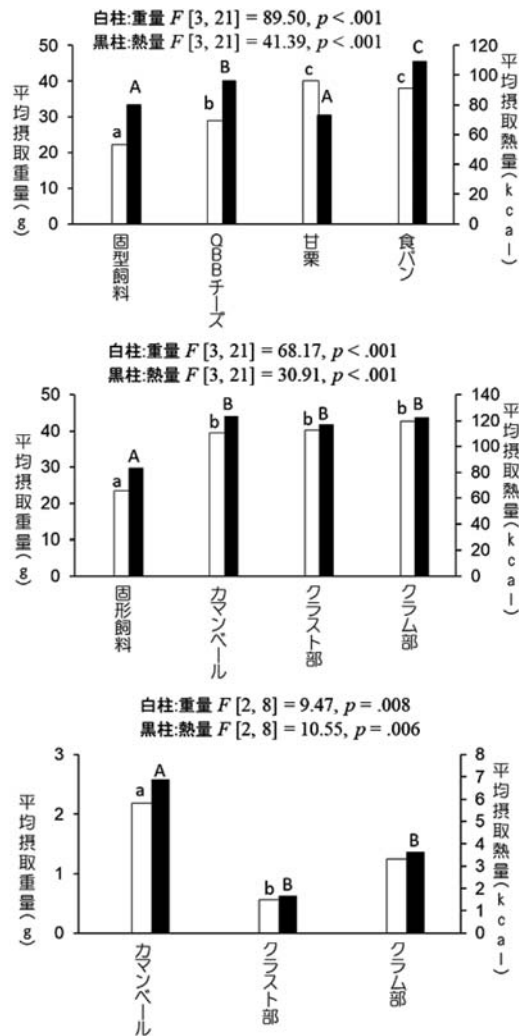


Figure 3 実験 3-1（上パネル）、実験 3-2（中パネル）、実験 3-3（下パネル）の摂取量

トに 1 日 1 種類呈示した（この際、順序効果が最小になるようにした）。焼甘栗をテスト餌に含めたのは低カロリー食品で、熱量の要因を検討するに相当だと判断したためである。2 日間の休憩後、継時テストを再び行った。

Figure 3 上パネルの白柱は 2 回のテストの個体内平均をもとに、自然乾燥率（QBB チーズ 18.8%、食パン 13.4%、焼甘栗 7.5%）を勘案して算出した個体間平均である。固型飼料に比べ、食パン、QBB チーズ、甘栗のすべてで摂取重量が多い。同パネル黒柱は結果を摂取熱量で表示したものである。甘栗は低カロリーのため、固型飼料と同程度の値となっている。餌の種類による違いは有意で、多重比較の結果は図から受ける印象通りであった。

ラットはプロセスチーズよりもカマンベールチーズを

好む(中島ら, 2015)。そこで、別の8匹のラットを対象にした実験3-2では、明治製「北海道十勝カマンベール」を用いた。また、パンの耳(クラスト部)とそうでない部分(クラム部)で好みに違いがあるかどうかを検討するため、実験3-1で用いたパスコ製「超熟食パン」をクラスト部とクラム部に分けて検討した。以上3種類のテスト餌に固型飼料を加えた計4種類を、実験3-1と同じ手順でテストした(4日間×2回)。同図の中パネルの白柱は2回のテストの平均をもとに、自然乾燥率(カマンベールチーズ7.8%、クラスト部10.6%、クラム部14.0%)を勘案して算出した個体間平均である。固型飼料と比べて、カマンベールチーズや食パンの摂取重量が多かった。これは熱量で分析した場合も同じであった(同パネルの黒柱)。

実験3-2の結果からは、ラットはカマンベールチーズと食パンを等しく好むようである。また、食パンのクラム部とクラスト部でも差がない。では、好みの違いがより敏感に反映される同時テストではどうだろうか。そこで、実験3-2で使用した8匹から無作為に5匹を選び、12日後に30分間の同時テストを1回実施した(実験3-3)。装置は実験1-3, 2-2で用いたものと同じアルミ箱であったが、手続きを簡便化して馴致訓練は行わず、事前の絶食処置も1時間とした。テストしたのは、カマンベールチーズと食パンのクラスト部とクラム部の3種類で、箱の四隅のうち1つを除く3つに1つずつ取り付けたハンガー食器のカップから与えた。Figure 3下パネルに示すように、摂取重量・熱量ともカマンベールチーズは食パンより好まれた。食パンでは、クラム部がクラスト部よりも好まれたが、この差は有意ではなかった。

実験4 (チーズ・ドライソーセージ・スルメ・干しプルーン)

チーズと噛み応えが似た餌の嗜好を調べるため、イオントップバリュのドライソーセージとスルメ(一夜干し風やわらかあたりめ)とカリフォルニア産干しプルーン(種抜き)をQBBチーズや固型飼料の摂取量と比較した。継時テスト(実験4-1:8日間)では、チーズ・ドライソーセージ・スルメ・干しプルーンをpWpXpYpZの順で与えた(pは固型飼料、WXYZは上記4種で個体ごとに順序は異なる)。pの日は固型飼料をカップに入れて与えたため、測定3回の平均値をその個体の固型飼料摂取量として分析対象に加えた。

Figure 4の白柱は8匹の個体内平均をもとに、自然乾燥率(QBBチーズ18.8%、ドライソーセージ5.9%、プルーン11.2%、スルメ0%)を勘案して算出した個体間平均である。固型飼料やQBBチーズはその他の餌より好まれ、プルーンはドライソーセージやスルメより好まれた。摂取熱量(同図の黒柱)もほぼ同様であったが、

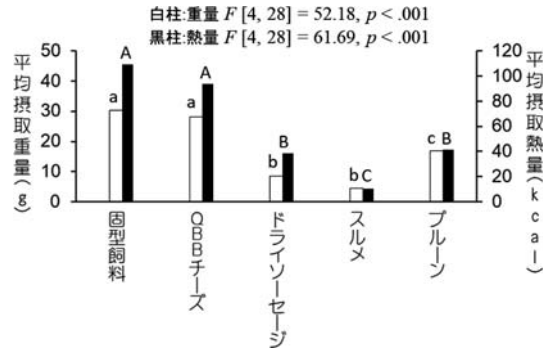


Figure 4 実験4-1の摂取量

ドライソーセージがプルーンと同程度であり、スルメより好まれた。

同じラット8匹を対象として、実験4-1の翌日から1日おきに、カップに2種類の餌を入れた23時間の同時選択テストを飼育ケージ内で3回実施した(実験4-2)。選択テストの間の日は固型飼料だけを餌入れから与えた。1回目の「ドライソーセージ(平均10.1g, 45.6kcal)とスルメ(平均4.1g, 9.7kcal)」, 2回目の「QBBチーズ(平均36.7g, 102.2kcal)と干しプルーン(平均5.6g, 13.6kcal)」, 3回目の「固型飼料(平均23.1g, 82.8kcal)と干しプルーン(平均3.78g, 9.18kcal)」のすべてについて、摂取重量でも熱量でも餌の好みが明瞭であった($ts[7] = 6.77, p < .001$)。

実験5 (ニンジン) および実験6 (ダイコン)

長谷川(1977)はニンジンやダイコンをネズミの好物としてあげている。そこで、実験5と6ではこれらの根菜の摂取量を固型飼料と比較した。テストしたのは長崎産ニンジン(五寸人参)と徳島産ダイコン(青首大根)で、部位によって味が異なると思われるため、上中下に三等分し、カップに入るサイズにさらにカットした。なお、皮はむかなかった。

まず、実験2-1や3-1と同様の継時手続きで、4種類の餌(各部位と固型飼料)を1日1種類、ハンガー食器のカップで8匹のラットに呈示した(4日間:実験5-1, 6-1)。その4日後に、4種類の餌を飼育ケージの床に直接置いて、翌日までに食べた量を測定する同時テストを行った。Figure 5とFigure 6は自然乾燥率(ニンジン5.7%、ダイコン6.5%)を勘案して算出した個体間平均である。両図とも上パネルは継時テスト、下パネルは同時テストの結果を示す。なお、根菜の部位による熱量の違いが不明のため、摂取重量のみ分析した。ニンジンは部位による差はなく、選択テストでは部位に関わらず固型飼料よりも好まれていない。いっぽう、ダイコンは中央部が最も好まれ、固型飼料以上に摂取されていた。

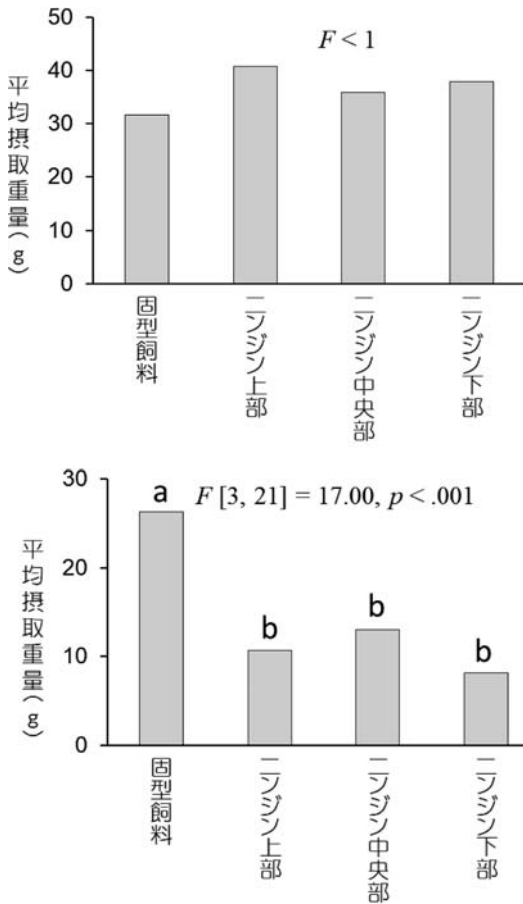


Figure 5 実験 5-1 (上パネル), 実験 5-2 (下パネル) の摂取重量

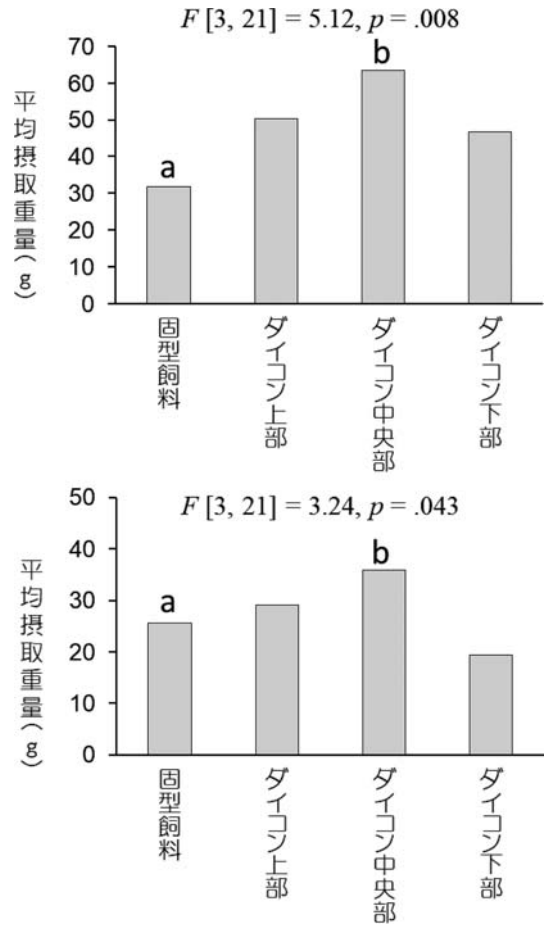


Figure 6 実験 6-1 (上パネル), 実験 6-2 (下パネル) の摂取重量

実験 7 (チーズ・食パン・ニンジン・ジャガイモ)

継時テストではカマンベールチーズと食パンを同程度食べていたが(実験 3-1), 同時テストではカマンベールチーズが食パンよりも好まれた(実験 3-2)。実験 7 では, こうした結果を追試するとともに, 実験 5 で検討したニンジン, そして新たにジャガイモをテストした。実験 7 で用いたのは, 明治メグミルク製「北海道 100 カマンベール」, 敷島製パン製「パスコ超熟食パン 6 つ切り」, 長野産ニンジン(五寸人参), 北海道産ジャガイモ(メークイン)である。食パンはクラム部とクレスト部の割合がパン片間で等しくなるようにちぎり, ニンジンとジャガイモは皮をむかずに適宜カットしてカップに収めた。自然乾燥率はカマンベール 13.9%, 食パン 13.4%, ニンジン 8.6%, ジャガイモ 4.7%であった。

実験 7-1 (4日間)では, この 4 種類を 8 匹のラットに 1 日 1 種類呈示した。2 日間の休憩の後, 継時テストを再び行った。Figure 7 上パネルの白柱は 2 回のテストの平均をもとに, 自然乾燥率を勘案して算出した個体間

平均である。摂取重量はニンジンが最も多く, 食パン・ニンジン・ジャガイモは同程度である。しかし, ニンジンはケージ下に食べこぼしが少なからずあって, それを回収して事後重量補正を行うことができなかったため, 実際にラットが食べたニンジンの重量は図に示したほど多くない。なお, 摂取熱量ではカマンベールと食パンが, ジャガイモはもちろん, ニンジンにも勝っていた(同図の黒柱)。

4 日間の休憩の後, 23 時間の絶食を行い, 同時テストを実施した(実験 7-2)。具体的には, 白色プラスチック製の箱 4 個を横に 2 等分した区画(幅 32 cm × 奥行 20 cm × 高さ 16 cm : 天井は開放)の各隅に, ハンガー食器のカップを箱 1 つずつ配置し(計 4 個), それぞれに異なる餌を入れた。各区画に 1 匹ラットを入れて, 45 分間の同時テストを行った。Figure 7 の下パネルから, 重量・熱量のいずれでも, カマンベール, 次いで食パンが好まれていることがわかる。

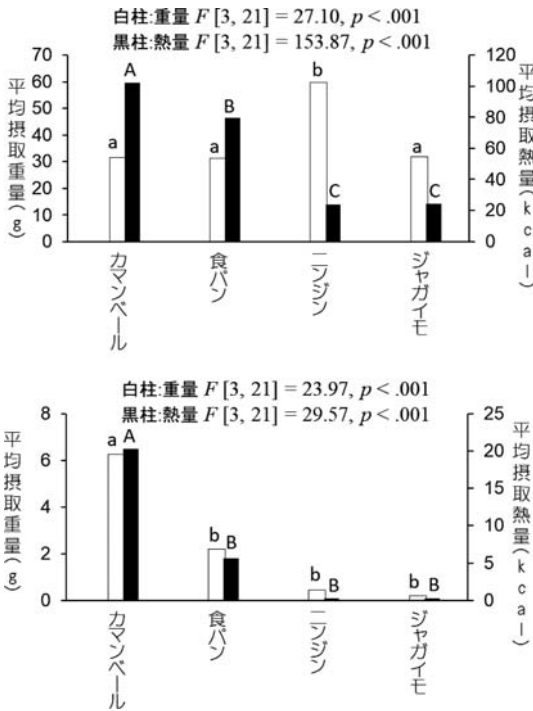


Figure 7 実験 7-1 (上パネル), 実験 7-2 (下パネル) の摂取量

実験 8 (ニンジン・カボチャ・ヒマワリの種)

ネズミはカボチャやヒマワリの種も好む。例えば、埼玉県郷土玩具「唐茄子鼠」はカボチャに空いた1つの穴からネズミが首をのぞかせている張子のおもちゃである(ネズミがカボチャの中身をくりぬいて食べたという設定)。また、喫食が非常に良いとされる毒餌「メーシード S」(神栄産業製)はヒマワリの種に殺鼠剤をまぶしたものである。そこで、実験 8 では、ニンジンと固型飼料をこの2種類の餌と比べることにした。使用した長野産ニンジン(五寸人参)とメキシコ産カボチャ(えびす南瓜)は、皮をむかず適宜カットしてカップに取めた(カボチャの種は取り除いた)。剥きヒマワリの種(ナチュラルペットフーズ製ナチュラルセレクト)と固型飼料はそのままカップに入れた。この4種類を8匹のラットに1日1種類呈示した(計4日)。2日間の休憩の後、継時テストを再び行った。なお、飼育ケージ下の糞受けから水を抜き、新聞紙を敷いて落下した餌を回収して事後重量に含めることで、より正確な摂取量を測定できるようにした。

Figure 8 は2回のテストの個体内平均をもとに、自然乾燥率(ニンジン 8.6%, カボチャ 9.3%, ヒマワリの種 0%)を勘案して補正したものである。重量では大きな違いがないが(ヒマワリの種とカボチャの間のみ有意)、熱量では固型飼料やヒマワリの種と比べてニンジン

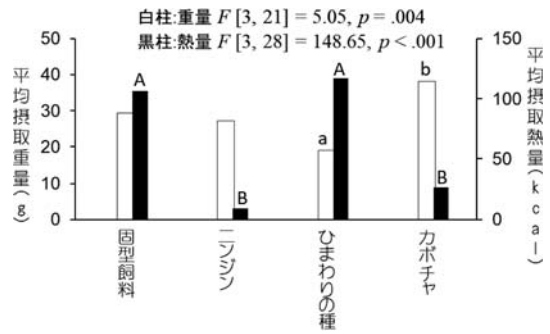


Figure 8 実験 8 の摂取量

ンやカボチャは少ない。ところで、本実験で用いたヒマワリの種は殻なしであった。われわれの研究室で実施した未発表の実験では、殻つきのヒマワリの種と殻を手剥きしたヒマワリの種の同時テストで摂取量に違いがなかったことを付記しておく。

実験 9 (ジャガイモ・タマネギ・ニンニク)

絵本『ちいさなたまねぎさん』(せなけいこ作)では、台所でネズミにかじられて泣いている「じゃがいもさん」のために、食器や調理器具がネズミと戦うが、かなわない。ところが「たまねぎさん」をかじったネズミは、目が痛い口がひりひりするといって敗退する。ここで、ネズミはタマネギ嫌いとしてキャラクター設定されているが、実際はどうだろう。また、ニンニク臭の鼠忌避剤がある(https://www.tt-techno.co.jp/gyoumu_seihin/13-100.html)ことから、ネズミはニンニクも避けるだろうと思われる。そこで実験 9 では、タマネギとニンニクの摂取量を調べることにした。なお、実験 6 で用いたジャガイモも、タマネギやニンニクと同じ「球根」であるため、この実験でも比較のため再びテストした。ちなみに、ジャガイモは地下茎自身が肥大化して球状になった塊茎で、タマネギやニンニクは葉(鱗葉)が層状に重なり合った鱗茎である。実験 9 で使用した球根の品種は北海道産ジャガイモ(マークイン)、淡路島産タマネギ(ターザン)、中国産ニンニク(ホワイト)である。

まず、ジャガイモ、タマネギ、ニンニク、固型飼料の4種類を、1日1種類、8匹のラットに与える継時テストを実施した。なお、ジャガイモは皮をむかずに、タマネギとニンニクは外皮をむき、ジャガイモとタマネギはカップに入るよう適宜カットした。2日間の休憩の後、継時テストを再び行った。

Figure 9 の白柱は2回のテストの平均で、自然乾燥率(ジャガイモ 4.5%, タマネギ 6.3%, ニンニク 0.2%)を勘案したものである。なお、ケージの下の新聞紙に落下した餌は回収して事後重量に含めてある。摂取重量の多さはジャガイモ、タマネギ、固型飼料の順で、ニンニク

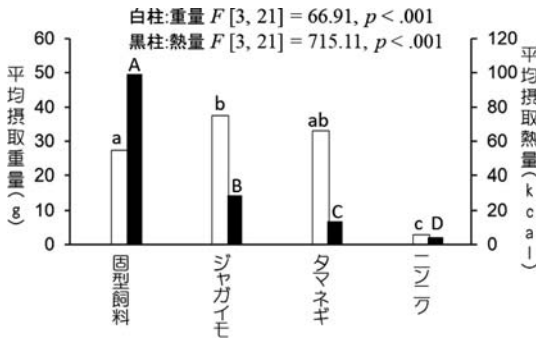


Figure 9 実験9の摂取量

の摂取は僅少である。いっぽう、摂取熱量では固型飼料が最も多い。このことから、ドブネズミはニンニクは嫌うが、タマネギはジャガイモと同程度には好むといえよう。

実験10 (チューリップ・シラー・クロッカス)

人間の食材となる球根だけでなく、チューリップなど花卉の球根の食害もしばしば報告される(宇田川, 1965)。実験10では、3種類の花の球根(鱗茎のチューリップとシラー、茎自身が肥大化して球状になった球茎のクロッカス)の好みを調べることにした。具体的には、この実験の実施季節にホームセンターで入手可能であった「原種チューリップ5品種ミックス」(フミリス、ヘレネ、サクサチリス、リニフォリア、ティンカ)、シラー(シベリカ)、クロッカス(ピックウィック)で、自然乾燥率はすべて0%であった。

実験10-1(5日間)では、この3種類の球根と固型飼料を8匹のラットにXpYpZの順で与えた(pは固型飼料、XYZは3種類の球根で個体ごとに順序は異なる)。pの日は固型飼料をカップに入れて与えたため、測定2回の平均値をその個体の固型飼料摂取量として分析対象に加えた。Figure 10上パネルに示すように、チューリップと固型飼料がクロッカスやシラーよりも好まれていて餌の種類効果は有意だったが、どの対比較も有意水準に達しなかった。そこで、2日間の休憩の後、4種類の餌を同時に23時間呈示する同時テストを飼育ケージ内で実施したところ(実験10-2)、チューリップ>固型飼料≈クロッカス>シラーであった(同図の下パネル)。

実験11 (石鹼)

インターネット検索をすると、ネズミが石鹼をかじるという事例が多く見いだされる。一般人のブログだけでなく、駆除業者や自治体のウェブページでも注意喚起されている。書物でも、宇田川(1965)や長谷川(1977)などで言及されており、岡田(1954)は「石鹼は大好物なのである」(p.105)とまで述べている。そこで、3種

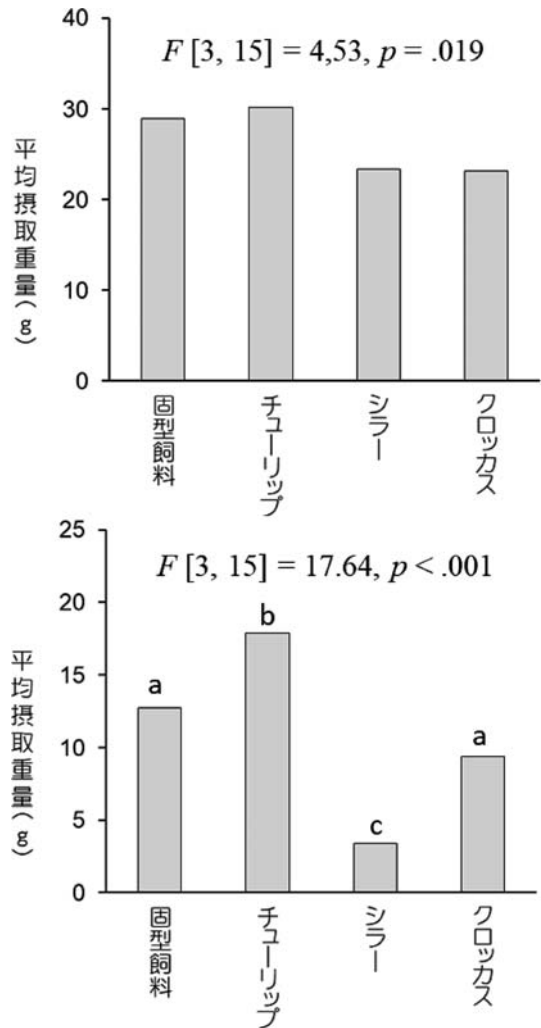


Figure 10 実験10-1 (上パネル), 実験10-2 (下パネル)の摂取重量

類の石鹼(牛乳石鹼共進社製「牛乳石鹼赤箱」、花王製「花王ホワイト」、レキットベンキナー・ジャパン社製「薬用ミューズ」)を用いて、かじった量を測定した。各石鹼の1個当たりの重さ(表示値)は順に100g, 85g, 95gであり、これをナイフで二等分した。自然乾燥率はすべて0%であった。

実験11-1(5日間)では、この3種類の石鹼と固型飼料を6匹のラットにXpYpZの順で与えた(pは固型飼料、XYZは3種類の石鹼で個体ごとに順序は異なる)。pの日は固型飼料をカップに入れて与えたため、測定2回の平均値をその個体の固型飼料の摂取量として分析対象に加えた。Figure 11上パネルに示すように、石鹼の値は極めて小さく、固型飼料はこれまでの実験と同程度食べている。なお、固型飼料を分析から除外して、石鹼3種だけで比較すると、摂取量は牛乳石鹼>ホワイト>

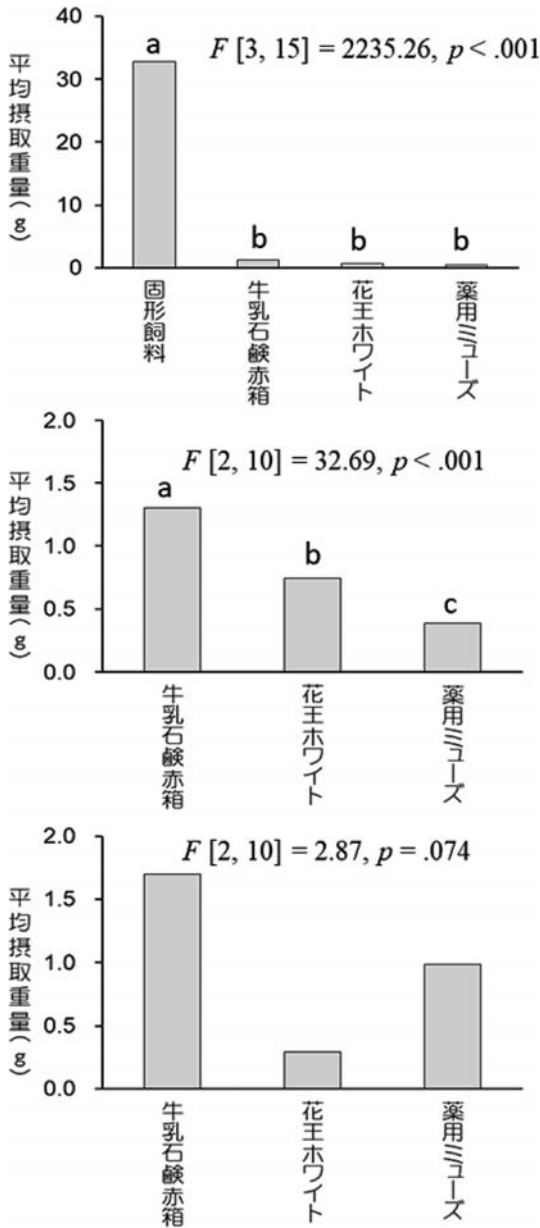


Figure 11 実験 11-1 (上パネル), 実験 11-2 (下パネル) の摂取重量

ミューズであった (同図の中パネル)。

実験 11-1 の終了から 2 日後, 3 種類の石鹸を飼育ケージの床に直接置いて, 2 日後 (47 時間後) までに食べた量を測定する同時テストを行ったところ (実験 11-2), 石鹸の種類の効果は有意水準には達しなかったが, 平均摂取量は牛乳石鹸 > ミューズ > ホワイトであった (同図の下パネル)。牛乳石鹸の摂取量が最も多いという点は実験 11-1 と一致している。この理由として, 牛乳石鹸の成分である乳脂 (バター) をラットが好んだ可能

性や, 硬さの違い (牛乳石鹸はナイフ切断時に最も手応えがあった) が考えられる。なお, 同時テストの 2 日間, 他に食べるものがない状態でも石鹸の摂取量は 3 種類合わせて 3 g 程度であり, ラットは石鹸をほとんど食べないといえる。わずかでもネズミがかじった石鹸は気分よく使えないことを思えば, その量が少くても「ネズミは石鹸をかじる」と記すのは不適當とはいえないものの, 「大好物」というのは言い過ぎであろう。

実験 12 (木材)

ネズミの歯は永久に伸び続けるため, 何もかじらないと歯が伸び過ぎて死ぬ (岡田, 1954; 宇田川, 1965)。石鹸も油分を栄養として摂取するためだけでなく, 歯の伸び過ぎを防ぐためにかじるのであろう。木製の家屋・家具がネズミの被害にあいやすいのもこの理由による。例えば, インターネットの検索エンジンで「ネズミ 柱かじる」で画像検索すると, 被害例をたくさん見ることができる。では木材の種類によって好みはあるだろうか?

実験 12 では, ホームセンターで同サイズの木片 (5 cm × 3 cm × 0.6 cm : アガチスは 0.5 cm) が入手可能であったヒノキ・キリ・アガチスを対象にした。この 3 種類の木材と固型飼料を 6 匹のラットに XpYpZ の順で与える継時テスト (p は固型飼料, XYZ は 3 種類の木材で個体ごとに順序は異なる)。与えた木材は 1 枚 (ヒノキ 3.7 g, キリ 2.6 g, アガチス 3.9 g), 固型飼料は前述の実験のほとんどと同じ約 50 g (16 個程度) である。なお, ラットは木材をかじっても食わずに飼育ケージ下へ落とすことが想定されたため, 実験 8 や実験 9 と同様に, ケージ下の糞受けに新聞紙を敷き, 落下方を回収した。1 回目のテストでは木片がかじり尽くされて木屑が糞受けに多量に落ちていたため, 木片サイズをすべて 5 cm × 6 cm × 厚さ 0.6 cm (アガチスは厚さ 0.5 cm) に変更して (1 枚の重さは上記の 2 倍となる), 2 日の休憩をはさんで 2 回目のテストを同じ手順で実施した。自然乾燥率は 0% であった。

Figure 12 は, 木片の事前重量から事後重量を減じた重さで, 木材の毀損量である。テスト 1 回目と 2 回目では値が大きく異なっていたため, 平均せず各回別に示す。1 回目のテストではどの木材も平均して 1.5 g (与えた木片の約半分) をかじっていたが, 2 回目は大幅に少なくなった。餌の種類 (3) × 回数 (2) の 2 要因分散分析の結果, 回数の主効果のみ有意であり, 2 回目のグラフに見られる餌の種類による違いは統計的に支持されなかった。なお, かみ砕かれてケージ内や糞受けにあった木屑を木片本体の事後重量に含めて, 木片の事前重量から減算した値が摂取量である。すべての木材で平均値が 0.1 g 以下であり, 2 要因分散分析の結果, 主効果・交互作

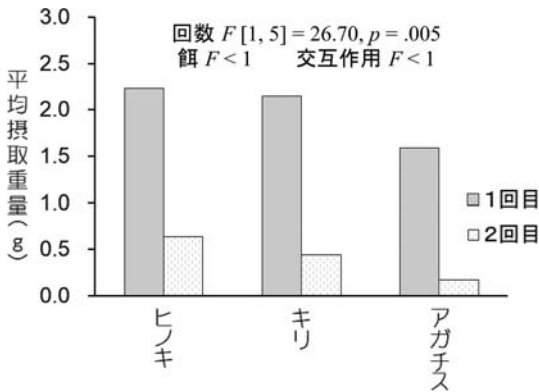


Figure 12 実験12の摂取量

用とも有意でなかった。これらの結果から、ラットはヒノキでもキリでもアガチスでも、初めて接した際には等しくかじるが、同じ木材を再び与えられたときはあまりかじらないといえる。

全体的考察

研究期間が多年に及ぶため、その間の方法改善や時々事情によって、実験手続きの詳細は異なっている。また、テストした餌の性質によっても手続きが違う。したがって、実験間の単純比較はできない。しかし、カマンベールチーズと食パンの摂取量は継時テストでほぼ等しく(実験3-2, 7-1)、同時テストでカマンベールチーズが多い(実験3-3, 7-2)という結果や、固型飼料とニンジンの摂取量は継時テストでほぼ等しい(実験5-1, 8)という結果は、実験間で一致している。また、継時テストで固型飼料よりもカマンベールチーズ(実験3-2)やQBB チーズ(実験3-1)が多く摂取されるという結果も前報(中島ら, 2015)と同じである。したがって、得られた結果には一定の普遍性があるといえよう。

さて、実験用ラットの食性に関する先行報告を以下に紹介し、本報告の結果と比較したい。まずはコメの品種間の好みである。アセチルピロリンを多く含む香りの強い米を「香り米」という。Naganuma & Ikeda (1977)は、香り米「ヒエリ」は通常米であるササニシキよりも多く食べられたと報告している。本報告(実験1)で用いたジャスミンライスやバスマティライスも香り米であるが、摂取量は通常米であるコシヒカリや兵庫米と統計的に違いがなかった。平均値でみても、コシヒカリ>ジャスミンライス>兵庫米>バスマティライスの順であり、香り米が必ずしも好まれるわけではない。

Harlow (1932)は離乳後に固型飼料だけで飼育した実験用ラットでは、固型飼料が牛肉より多く摂取され、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点は本報告の実験3-1, 3-

2, 4-1、さらに前報(中島ら, 2015)と一致しない。前報でわれわれは、彼が用いたチーズは熱量・蛋白質・脂肪が少なく炭水化物がまったく含まれていないことが原因であろうと推察した。

永沼ら(1973)は野生捕獲したドブネズミを研究室で累代飼育した個体を対象に、5種類の餌(小麦粉・ピーナツ・煮干粉末・サツマイモ・粉末配合飼料)の同時テストを3日間行い、自然乾燥率に配慮して分析し、サツマイモが最も好まれたと報告している。これは、離乳後に与え続けた餌が上記5種類のいずれであっても同じであり、テスト時に単独で食べるか集団で食べるかによっても変わらなかった。摂取重量2位は、生育に用いた餌やテスト方法により若干異なっていたが、概ねピーナツであった。小麦粉・煮干粉・粉末配合飼料はあまり食べられていなかった。この結果を再分析したNaganuma & Ikeda (1974)は、重量ではなく熱量でみると、サツマイモとピーナツの摂取量が同程度だと指摘している。また、粉末配合飼料で飼育した個体に上記5種類の餌のいずれか1つだけを7日間与えたところ、摂取重量ではサツマイモが最も多かった。熱量に換算すると餌間の違いは縮小したが、それでもサツマイモが最も好まれていた。本報告に記したわれわれの諸実験ではサツマイモをテストしていないが、その後に実施した複数の実験でサツマイモの嗜好が高いことを確認している(続報として準備中である)。

Abdel-Kader et al. (2014)は、個別飼育下にある実験用ラットを14群に分け、群によって異なる餌を5日間与えた。摂取重量は、米粒 \geq 砕いた米粒>小麦麦粒 \geq 砕いた小麦粒>小麦ふすま>アルファルファ種 \geq 砕いたアルファルファ種>チキンパウダー>魚の干物>砕いたトウモロコシ粒 \geq トウモロコシ粒>米糞 \geq トウモロコシ芯 \geq アルファルファ乾草であった。なお、Ikeda et al. (1976)は、餌が豊富にある3つの場所(牛舎、養鶏場、ごみ捨て場)で野生ドブネズミに5種類の餌(サツマイモ、食パン、ピーナツ、厚揚げ、煮干し)を10日間与えて、それらの嗜好を自然乾燥率に配慮して分析している。その結果、どの場所でもサツマイモが最も多く食べられており、次いで食パンであった。また、サツマイモやピーナツの代わりに魚肉ソーセージを含めた実験では、魚肉ソーセージは煮干しと同様にあまり食べられていなかった。こうした研究は、本報告で見たコメ(実験2)・食パン(実験3)の高い嗜好と合致する。また、煮干粉や魚の干物がそれほど好まれないのは、ドライソーセージやスルメがあまり好まれないという本報告の知見(実験4)と重なるものである。

Warisaia et al. (2020)は、実験用ラットに成分の異なる固型飼料を6種類与えて、摂取量を決めるのは味ではなく熱量だと結論している。この主張が正しいとすれば

ば、継時テストではどの食物も熱量で見れば同程度に摂取することになる。摂取重量では差があるが摂取熱量で見れば違いがないという結果は彼らの主張を支持している(実験2-1)。しかし、熱量換算しても摂取量に違いがあるという結果(実験3-1, 3-2, 4-1, 7-1, 8, 9)は、彼らの主張が妥当でないことを意味している。また、同時テストについても、熱量の大きい餌が必ず選択されているわけでないことは、Naganuma & Ikeda (1974) や本報告の諸実験から明らかである。

4種類の木材でテストした Cooper & Trowill (1974) は、実験用ラットがかじった量はマホガニー、マツ、シラカバ、ナラの順だと報告している。いっぽう、本報告でヒノキ・キリ・アガチスは等しくかじられていた(実験12)。今後、多様な木材で検討する必要がある。

本報告の限界と今後の課題は以下の通りである。第1に、本報告では重量と熱量の両面から摂取量を検討したが、われわれが抱く「たくさん食べる」という視覚イメージは体積である。餌の比重をもとに重量を体積換算した値も分析すべきだったかもしれない。第2に、本報告ではすべてのラットが過去に味覚に関する実験歴がある個体であった。テストした餌は未経験であり、過去経験の種類に関わらず結果に一貫性が見られるため、過去経験の効果は看過しようと筆者らは考えるが、実験歴のない個体で再検証すべきである。第3に、本報告では Wistar 系の実験用ラットを使用した。他系統の実験用ラットや野生ドブネズミで本報告の結果を追試する必要がある。第4に、ニンジンなど作物の味や熱量・成分は品種により異なり、季節によっても違う。チーズ等の加工製品もメーカー・商品による差があるだろう。一般性の確認が望まれる。第5に、より多くの餌をテストすべきである。Schein & Orgain (1953) は市街地で捕獲したドブネズミを5~8匹単位で飼育し、50種類もの餌の好みを調べている。彼らの研究は自然乾燥率を顧慮していないという難点はあるが、どのような餌を今後テストすべきかの指針になる。

なお、本報告では摂取した重量や熱量の多さを「好み」の指標とした。摂取量以外の指標で「好み」を測ることもできる。例えば、異なる餌を報酬にして学習速度を比較したり、異なる餌が得られる選択肢への反応割合を T 字迷路やスキナー箱で調べることができる。また Warden (1931) の障害箱のように、弱電流を流した通路を横断して目標箱で餌を食べる状況では、耐えられる電流の強さとして餌の「好み」を測定できる。こうしたさまざまな指標と摂取量との関係を調べる必要がある。

引用文献

Abdel-Kader, M. R., Asran, A. A., Al-Gendy, A. A., &

Kaleal, K. E. (2014). Food preference for albino rats and albino mice under laboratory conditions. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 92, 1279-1290.

Cooper, P. H., & Trowill, J. A. (1974). Wood gnawing preferences in rats. *Physiology & Behavior*, 13, 845-847.

芳賀良一 (1955). 水田地帯におけるドブネズミ個体群の越冬による変動と北海道の農業鼠害の考察 北海道大学農学部邦文紀要, 2(3), 97-104.

Harlow, H. F. (1932). Food preferences of the albino rat. *Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, 41, 430-438.

長谷川恩 (1977). 北海道ねずみ物語 北海タイムズ社

Ikeda, Y., Tabaru, Y., Yuyama, Y., & Naganuma, S. (1976). Studies on the food habits of rats III: Feeding preferences of wild Norway rats in various habitats. *防虫科学*, 41, 75-77.

犬飼哲夫・芳賀良一・森樊須 (1953). 北海道新十津川に於ける水田のドブネズミによる被害—予報—北海道大学農学部邦文紀要, 1(3), 301-304.

水島俊一・山田英一 (1974). 北海道の農耕地におけるネズミ類の分布と食性について 日本応用動物昆虫学会誌, 18, 81-88.

Naganuma, S., & Ikeda, Y. (1974). Studies on the food habits of rats II: Relation between food consumption and caloric intake in the food preferences of Norway rats. *防虫科学*, 39, 85-88.

Naganuma, S., & Ikeda, Y. (1977). Studies on the food habits of rats IV: Effects of a scent rice on bait acceptance by two species of commensal rats. *防虫科学*, 42, 111-114.

永沼清久・桜井孝・池田安之助 (1973). ネズミの食性に関する研究 I: 未経験の食物に対するドブネズミの摂食嗜好性 衛生動物, 23, 24-26.

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.

岡田要 (1954). ネズミの知恵 法政大学出版局

Schein, M. W., & Orgain, H. (1953). A preliminary analysis of garbage as food for the Norway rat. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2, 1117-1130.

武笠耕三・芳賀良一 (1954). 水稻の鼠害と水田に於けるドブネズミの生態 北海道農業試験場彙報, 66, 56-69.

宇田川竜男 (1965). ネズミ—恐るべき害と生態—

中央公論社

- Warden, C. J. (1931). *Animal motivation : Experimental studies on the albino rat*. Columbia University Press.
- Warisaia, V., Pansarim, V., Aragon, D. C., Zucoloto, F. S., & Schmidt, A. (2020). Female and male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) discriminate diets according to energetic quantity. *International Journal of Comparative Psychology*, 33. doi.org/10.5070/P

4331044290

- 矢部辰男 (1998). ネズミに襲われる都市-都会に居座る田舎のネズミ- 中央公論社
- 矢部辰男 (2008). これだけは知っておきたい日本の家ねずみ問題 地人書館
- 山崎収一 (2020). 捕獲具開発と驚くべきネズミの習性 幻冬舎