

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月30日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21530778

研究課題名（和文）健康な摂食量を実現するための、「食べ止む」要因の実験的な解明とその応用

研究課題名（英文）Experimental study about the factors that terminate eating behavior in order to maintain healthy amount of food consumption

研究代表者

青山 謙二郎（AOYAMA KENJIRO）

同志社大学・心理学部・教授

研究者番号：50257789

研究成果の概要（和文）：本プロジェクトでは、人間と動物の両方を対象として、「食べ止む」要因について検討した。人間では、食べ物のカロリー量を知らせない場合には、食物のカロリー量は食べ止むことに影響しなかった。ラットでは、食物の現在のカロリー量ではなく、過去のカロリー量に関する経験が食べ止むことに影響した。これらの結果は、「食べ止む」ことの直接の要因は、食物のカロリー量に関する過去の経験であることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：This project investigated the factors that contribute to termination of feeding behavior both in human and animal subjects. In human, termination of feeding was not affected by the caloric content of the food when the participants were not informed about the caloric content. In rats, termination of feeding was affected by the past experience about the caloric content of the food, not by the current caloric content of the food. These results suggest that immediate factor to termination of feeding is the past experience about the caloric contents of the food.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：食行動・飽和・健康・肥満・セッション内減少・条件性飽和・学習

1. 研究開始当初の背景

人間でも動物でも空腹状態で食事をすると、食事のはじめは食べるペースが速いが、徐々に食べるペースは低下して行く。つまり、「食べ止んで行く」。実験室の実験においては、食べるペースが実験セッション内で徐々に減少して行くため、「食べ止んで行く」プロセスは専門的にはセッション内減少と呼ばれる。これは、従来は通常「飽和(satiation)」

と呼ばれていた現象であり、食物が胃腸を満たし、消化吸収され、血糖値が上昇することといった、栄養回復要因が原因であると考えられてきた（例えば、DeMarse, Killeen, Baker, 1999）。しかし、実際に食物の栄養がどのようにセッション内減少に影響するかは明らかではなかった。例えば、前述の栄養回復要因が作用するまでには数十分程度の遅延が存在するが、実際にはセッション内減

少は実験セッションの最初から生じる。そのため、セッション内減少を直接生じさせている要因は、実際に現在食べている食べ物が消化吸収されたことによる栄養回復要因であるとは考えられない。一方、食べ物の栄養が食べ止むプロセスに全く影響しないとも考えがたい。そこで、ある食べ物にどの程度の栄養が含まれていたかという過去の経験に基づく学習が重要である可能性が考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、食べ物に現在含まれているカロリー量の要因と、その食べ物に過去に含まれていたカロリー量に関する学習経験の要因が、食べ止むプロセス（セッション内減少）に及ぼす影響を検討することを目的とした。その際、人間と動物（ラット）の両方を対象として、実験的な検討を行った。

3. 研究の方法

(1)人間を対象とした研究：大学生 18 名が実験参加者となった。書面により研究参加への同意を得た後、市販のゼリー飲料を飲んでもらった。その際、ゼリー飲料にはカロリー量の高いもの（180g、180kcal）と低いもの（150g、39kcal）の 2 種類を用意したが、ゼリー飲料の容器を布で覆うことにより実験参加者にカロリー量に関する情報はわからないようにした。その後、実験参加者に、10 分間好きなだけポテトチップを食べるよう依頼した。その様子をビデオで撮影し、1 分ごとに食べた枚数を算出した。

(2)ラットを対象とした研究：8 匹のラットを被験体として用いた。餌の量を制限し、自由摂食時体重の 85% に減量維持した。実験は毎日 30 分間実施し、その間、ラットは装置内で自由にグルコース溶液を飲むことができた。グルコースを飲むためにラットの舌が溶液を入れたボトルの飲み口に接触した回数（リッキング数）を測定した。実験の最初の 5 日間（摂取訓練）では、毎日 30% の濃度のグルコース溶液を摂取した。続く 8 日間（条件づけ期）では、1 日交替で 20% グルコース溶液と 40% グルコース溶液を摂取した。2 つの溶液には異なる風味（レモン風味あるいはストロベリー風味）を付けておき、区別できるようにした。半数のラットは 20% グルコースにレモン風味を、40% グルコースにストロベリー風味を付けた。残り半数では濃度と風味の組み合わせを逆にした。実験の最後の 8 日間（テスト期）では、やはりストロベリー風味の溶液とレモン風味の溶液を交互に与えたが、濃度は常に 30% とした。毎日の実験終了後、溶液の摂取量（g）を測定した。また、3 分ごとにリッキングの回数を測定し

た。

4. 研究成果

(1)人間を対象とした研究：カロリーが高いゼリー飲料を飲んだ群でも、カロリーが低いゼリー飲料を飲んだ群でも、ポテトチップスの 10 分間の総摂食枚数に有意な差は無かった（高カロリー群の平均値 13.5 枚、低カロリー群の平均値 14.6 枚）。両群の 1 分ごとの摂食枚数の推移を図 1 に示す。両群とも同じように食べ止んでおり、セッション内減少に有意な違いは見られなかった。この事は、食物に関するカロリーの情報が明示的に与えられない場合、カロリー量の違いは摂食量にも食べ止むプロセスにも影響しないことを示すものである。

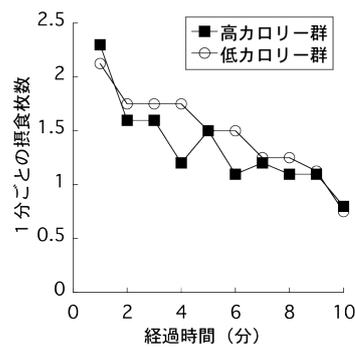


図1 高カロリーのゼリーを食べた群と低カロリーのゼリーを食べた群のポテトチップの 1 分ごとの平均摂食枚数の推移。

図 2 は、同じセッション内減少のデータを、横軸を累積摂食量として描き直したものである。図中の各点は、各 1 分ブロックでの平均摂食量を縦軸の値とし、その 1 分ブロックが開始されるまでに食べられた枚数（累積摂食量）を横軸の値とする。回帰直線の説明率は 90% 以上であり、ゼリー飲料を飲んだ後のポテトチップの摂食行動のセッション内減少が、累積摂食量の 1 次関数として記述可能であることが示された。このことは、食べ

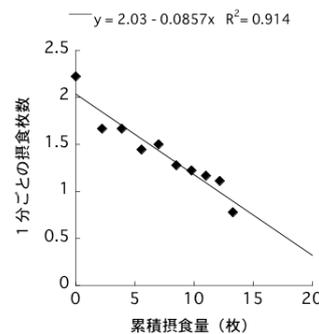
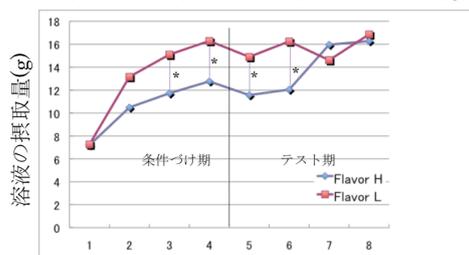


図2 累積摂食量の関数としての反応率（1分ごとの摂食枚数）の推移。群間に差異は認められなかったため、両群の実験参加者 18 名全員を平均した。

れば食べるほど、食べた量に比例して食べるペースが低下することを示している。さらに、1枚のポテトチップの摂取が食べるペースを低下させる力は、セッションの最初から最後まで、常に一定であることを意味する。したがって食べる行動のセッション内減少を生じさせる要因は、食べ始めた最初から遅延無く常に一貫して作用するものでなければならないことになる。このことは、食物が胃腸を満たし、消化吸收され、血糖値が上昇することといった、それぞれ遅延の伴う栄養回復要因がセッション内減少の直接の要因とはなり得ないことを意味する。

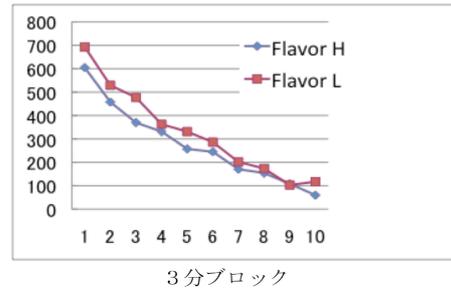
(2) ラットを対象とした研究：毎日の摂取量の推移を図3に示す。条件づけ期の最初の4日間（第1ブロックと第2ブロック）では、溶液の濃度が異なるにもかかわらず摂取量に差はみられなかった。この結果は、ラットにおいてもカロリー量の違いが摂食量に影響しないことを示すものである。条件づけ期の後半の4日間（第3ブロックと第4ブロック）では、高カロリーの溶液よりも低カロリーの溶液が多く摂取された。これは最初の4日間の経験による学習に基づく差であると考えられる。テスト期の最初の4日間（第5ブロックと第6ブロック）では、溶液の濃度が30%で揃っているにもかかわらず、条件づけ期後半の差がほぼそのまま維持された。この結果は、現在含まれているカロリー量の要因よりも、その食べ物に過去に含まれていたカロリー量に関する学習経験の要因が摂食量により強い影響を与えることを示している。テスト期の後半の4日間（第7ブロックと第8ブロック）では、溶液の摂取量の差が消失した。これはテスト期前半4日間の経験により溶液の濃度に差がないことを学習したことに基づく変化であると考えられる。図4にはテスト期の最初の4日間のリッキング回数のセッション内減少を示す。条件間でセッション内減少には有意な差がみられた。具体的には、セッションの最初のうちには以前に低カロリーの溶液と結びついていた風味（Flavor L）の付けられた溶液を多く



2日ブロック

図3 1日毎のグルコース溶液の平均摂取量の推移。Flavor Hでは条件づけ期においては40%グルコース溶液が、テスト期においては30%グルコース溶液が与えられた。Flavor Lでは条件づけ期においては20%グルコース溶液が、テスト期においては30%グルコース溶液が与えられた。

3分あたりのリッキング回数



3分ブロック

図4 テスト期の前半4日間（第5および第6ブロック）でのリッキングのセッション内減少。30分の実験セッションを3分ごとのブロックに区切り、リッキングの推移を示す。

飲んだが、セッションの後半になるにつれて差が小さくなり、セッションの後半ではリッキング回数に差がみられなくなった。図5には、同じくテスト期の最初の4日間のリッキング回数のセッション内減少を示す。ただし、この図では横軸はAoyama (1998)等の先行研究にならぬ、累積強化数（累積リッキング回数）としてデータを描き直した。赤で示す Flavor L は以前に低カロリーの溶液と結びついていた風味が付けられた 30%グルコース溶液に対する反応を表し、青で示す Flavor H は以前に高カロリーの溶液と結びついていた風味が付けられた 30%グルコース溶液に対する反応を表す。3分間あたりのリッキングの回数（反応率）は累積強化数の1次関数として、両方の条件において記述することが可能であった。両条件において回帰直線の説明率は99%を超えていた。2本の回帰直線においては、y軸切片とx軸切片の値には有意な差が認められたが、傾きには有意な差が認められなかった。回帰直線のy軸切片は、セッション開始時の反応率を示す。したがってこの結果はセッション開始時点で、以前に低カロリーの溶液と結びついていた風

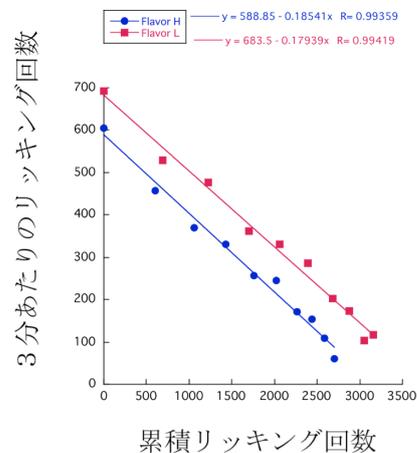


図5 テスト期の前半4日間（第5および第6ブロック）でのリッキングのセッション内減少。累積リッキング回数の関数として3分あたりのリッキング回数の推移を示す。

味 (Flavor L) が付けられた 30%グルコース溶液に対するリッキング反応の頻度が高いことを表す。回帰直線の傾きは、1 回のリッキングによりグルコース溶液を摂取することに伴う、反応率の低下の程度を表す。両条件とも溶液の濃度が同じであるこの条件においては、傾きには差がみられなかった。回帰直線の x 軸切片は、合計何回のリッキングがなされることにより、リッキング反応の頻度が 0 にまで低下するかを予測する値を表す。したがって、以前に低カロリーの溶液と結びついていた風味 (Flavor L) が付けられた 30%グルコース溶液に対するリッキング反応の方が、頻度が 0 に低下するまでに要するリッキング反応回数 (およびそれに伴うグルコース溶液の摂取量) が大きいことを示す。

(3) 以上の結果により、食物に現在含まれるカロリー量は摂食量及びセッション内減少の直接の規定因ではないことが示された。また、その食べ物に過去に含まれていたカロリー量に関する学習経験の要因が、摂食量だけでなくセッション内減少パターンにも影響することが確認された。食べ物に過去に含まれていたカロリー量に関する学習経験の要因がセッション内減少に影響することが示されたのは国内外を問わずこの研究が最初のものである。また、人間を対象とした実験において、テスト食物 (この場合はポテトチップ) の直前に与えられる食物 (この場合はゼリー飲料) に関するカロリーの情報が明示的に与えられない場合、直前に与えられる食物のカロリー量の違いが、テスト食物の摂食量にも食べ止むプロセス (セッション内減少) にも影響しないことが示されたのも、国内外を問わずこの研究が最初のものである。以上の結果は、適切な摂食量のコントロールのためには、食物の風味と栄養価の学習が適切に行われる必要があることを示している。これらのことにより、例えば人工甘味料を使用した飲料の摂取が常習的に行われると、通常の食べ物で学習された甘味と栄養価の学習が損なわれ、適切なコントロールが失われるといった可能性が示唆される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 4 件)

- ① 青山謙二郎、ラットのグルコース摂取行動のセッション内減少に条件性飽和が及ぼす影響、日本動物心理学会第 71 回大会、2011 年 9 月 8 日、東京 (慶應義塾大学)

- ② 青山謙二郎、Effects of conditioned satiety on within-session changes in glucose solution drinking, Society for the Quantitative Analysis of Behavior 34th Annual Conference, 2011 年 5 月 27 日、Denver, USA

- ③ 青山謙二郎、心理学からみた摂食行動に影響を与える環境要因、第 5 回日本栄養改善学会若手の会夏期研修会、2010 年 9 月 4 日、滋賀 (同志社びわこリトリートセンター)

- ④ 青山謙二郎、オペラント行動と食行動のセッション内変動における動物研究の意義、日本心理学会第 73 回大会、2009 年 8 月 26 日、京都 (立命館大学)

[その他]

ホームページ等

http://psych.doshisha.ac.jp/staff/aoyama/shibe_zhimunohanaze.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青山 謙二郎 (AOYAMA KENJIRO)

同志社大学・心理学部・教授

研究者番号：50257789