シロネズミの飢餓と一般活動性

東京教育大学心理学研究室 馬 場 道 夫

問 題

RICHTER (6) の研究以来、飢は一致して活動性を増大させるものとされてきた。最近の研究でも SIEGEL ら(9)、FINGER ら (1) はこのことを肯定している。しかし飢による活動性の増大が何によるのか十分明かでない。

GEIER(2)、SEWARD ら (7) は回転ケージにおける一般活動測定後、動物に餌を与えて回転量の増大をみた。RICHTER (6) の研究は給餌時刻に活動性の増大のあることを示している。また REID 及び FINGER (5) の研究によると、一般活動は動因統制の継続と共に増加することも認められている。特に SHEFFIELD 及び CAMBELL (8) は給餌時の刺激変化が重要であることを指摘した。つまり、明るさの変化等が給餌にともなう時、飢による一般活動の増大が生ずるが、明るさの変化等が給餌にともなわない時、飢は活動性を増大させなかつたという。後 HALL (4) はこの研究に反対して、飢は刺激変化なしにも活動性を増大させる。更に、飢と光を同時に与えれば、両者をそれぞれ単独に与えた時の単なる加算になるという。

ここに若干の問題がある。もし一般活動が、全く外的な手がかりなしに、餌の存在と関係なしに、飢によつて増大したとすれば、SHEFFIELD と CAMBELL の結果と矛盾することになる。SHEFFIELD と CAMBELL の見解に従えば、従来の実験で餌によつて一般活動の増大したのは、給餌と結びついた種々の室内の変化によつて生じたものであるということになる。先に述べた種々の結果は、同様に一般活動における、外的条件の餌との関連性のあることを示している様にみえる。これは飢による活動性の増大が、強化によつて条件づけられて、又は餌の報酬の期待から生ずるものであるとも考えることができる。しかし逆に全く餌を期待できない所で、飢による活動性の増加を生ずるとすれば、飢餓による一般活動の増大を、誘因の存在にのみ帰する訳にはゆかないであろう。

本実験は、この問題に対して二三の吟味を試みるものである。比較的短い測定時間で一般活動の増大があるかどうかを研究した。特に従来、あまり実験のない強動因を用い、飢餓の下になお活動性の増大がないかどうかを研究した。また雌雄にこの点異に関し差が認められるかどうかを実験した。特に雌雄に差異が認められるとすれば、一般活動の飢による増大に、発生的、遺伝的要因を含めねばならぬであろう。

実験 I

動物 シロネズミ, ♀31匹, ♂15匹, 生後3ヶ月〜4ヶ月, 体重平均: ♀160.8g, ♂205.9g, 実験経験なし。

装置 回転活動ケージ, 直径30cm 巾15cm。回転量は, 八木・梅岡式簡易スキャナー箱付記録器により記録, マーカーにより15秒単位で, 回転数を数えることができる。

手続 実験1週間前より個室に入れ, 十分飽食させる。この間ハンドリングを行う。

順応 次の1週間毎日5分間づつ回転ケージに1匹づつ動物を入れ活動量を測定する。この間全く飽食, 測定後直ちに個室にもどす。但し飽食のため, また実験は午前8時より10時の間に行われたため, 個室にて餌を直ちに食べることはない。特に実験前の給餌時刻は多くは12時以後であるため, この時刻には給餌周期による活動性の増大が生じていない。また実験中の給餌は, 実験前か, 実験後30分に行つた。餌は十分に与えてあるので, 給餌に際して反応し, 食べ出す動物は少なかった。しかし, 実験後直ちに, 個室にもどすという手続は個室から生ずる二次強化要因, 餌を見ることによつて生ずる二次強化要因を残している点で注意さるべきである。

飢餓期 第1週の結果に基づき, ほぼ活動量の等しい2群に雌雄をそれぞれ分ける。実験群は♀16匹, ♂8匹, 統制群は♀15匹, ♂7匹である。実験群は, 前週の最後の実験後直ちに縊ての食物を除き, 水のみを与えておく。これを1週間続ける。統制群はそのまま飽食の状態を実験の最後まで続ける。

回復期 前週最後の測定の1時間後, 実験群に十分な餌を与え, 再び飽食の状態とする。実験群, 統制群ともに飽食の条件で更に二週間測定する。

実験はサイクルに分けられ, 嚴寒, 酷暑を除き1年にわたつている。回転ケージのある実験室内に実験用個室をおき飼育し, 大きな環境条件の変化が実験に際して生じない様にした。

Fig. 1

結果 測定された回転数は分散が正規でなく, 特に各回転数を対数に変換してもなお, 正規とは思われないので, 中央値にて表した。このため検定はすべてノンパラメトリック法によつた (3)。Fig. 1 は中央値にて各群の回転数を表わしたものである。なお実験中, ♀3匹, ♂1匹が死亡したが, 図中の矢標は各群の動物の死亡確認日

を示したものである。死亡した動物は, 死亡前まで計算に入れて図示されている。

順応期に回転数は徐々に低下の傾向をみせ, 第1日第7日を比較すると, 活動量の減

少ししたもの♀31匹中20匹, ♂15匹中12匹である。雌雄の合計では $CR=2.36$ 5%有意で差が認められる。従つて全体として回転数の減少しているものが多いということになる。この傾向について雌雄の差を求めれば, $\chi^2=1.192$, $df=1$, $p<0.3$ で, 有意とは認め難い。また順応期中の回転数の合計を各個体について算出し中央値は, ♂55, ♀99 となる。雌雄全体の中央値は85.5, 従つてこの差は $\chi^2=2.47$, $0.1<p<0.2$ で有意でない。しかし雌の反応が多い傾向は従来の研究と一致する。雌雄各々について実験群と統制群の回転数の差は U テストにおいて, ♀ $U=110.5$, ♂ $U=29.5$ で差は認められなかった。(Table 1 参照)

さて実験飢餓期に入つて, 実験群の食物が除去され, 飢餓が導入されても, 当初は回転数の増大が大きくない。特に雌においては, 実験, 統制両群に明瞭な差は生じない。

この点を詳細に明にするため, 食物除去期間中毎日各群間の差を U テストで検定した結果は Table 1 の如くである。雌には全く有意な差が認められず, 平均において僅か

Table. 1 Mean and median numbers of rotations, and significance of difference between paired groups.

group	Hunger	0	24	48	72	96	120	144	168
Exp.	mean	4.2	5.1	12.0	13.9	17.4	30.6	44.3	39.1
	median	3.0	3.0	4.5	8.5	9.5	17.5	38.5	41
Cont.	mean	10.6	11.6	15.9	13.6	13.7	12.5	14.3	9.2
	median	2.0	0	0	0	2.0	3.0	1.0	0
	U value	29.5	33.5	31.0	35.0	33.0	43.5*	47.0**	45.0*
Exp. female	mean	15.5	17.0	20.8	22.6	24.7	26.9	23.5	16.7
	median	11.5	8.0	3.0	9.0	7.5	3.5	5.0	5.0
Cont. female	mean	15.1	16.1	13.3	13.4	14.3	14.9	16.0	12.5
	median	11	10	10	8	7	13	7	6
	U value	110.5	127.5	120.5	110.0	112.5	110.5	114.0	119.5

* $p<0.1$, ** $p<0.5$ 註 死亡動物は, 死後0として計算された。

の増大があるのみである。他方雄の実験群は, 飢の増加と共に急激な増加をみせ, 144時間の食物除去において, 5%の水準で差を証明し得た。なおこの時, 雌と雄の実験群の差は $U=37.5$ で有意でなく, 雄の実験群と雌の統制群との間には1%で差が認められる。

以上の点から, 飢による一般活動の増大には, 雌雄によつて相異のあることが認められよう。しかし, 雌雄の実験群間に有意の差の認められない如く, 雌の実験群のすべてが動因による活動性の増大がないのではない。16匹中6匹は活動性の増大をみせ, 死亡

した他の3匹の動物は、特に多くの活動量の増大があつた。

回復期に入つて、実験群に食物が与えられると、活動量の減少が生じている。FINGER (1)によると、この時、飽食効果が生じ、活動量は元の水準より下り、更に後に上昇し、次いで下降し再び元の水準にもどるという傾向をとるといふが、本実験において、統制群との比較において特に有意な差を生ずる程の効果はみられなかつたが、この傾向は、雌の群に表われている様にみえる。雄の群は、むしろ元の水準よりむしろ高い反応傾向を示し、動因の残存効果を示している如くである。しかし以上の諸点は、確実なものとはいえない。

なお、実験の経過に従い、5分間をたまたま過ぎた動物は、活動量の急増がみられたので、実験の最終日に、更に5分間測定を延長したところ、5分を境に活動量の増大をみた。このテストは総ての動物について行えなかつたが、♀17匹中13匹、♂14匹中8匹が増加を示した。全体を通じ31匹中21匹が増加、中央値は2より18に増した。これは $\chi^2=3.903$, $df=1$, 5%で有意である。このことは、動物が順応によつて、活動量の消去を示すと共に、外へ出される事に対する、時間条件づけによる反応を示すものであるだろう。測定時間5分を更に正確に厳守すれば、更にこの傾向は明確にとらえられるだろう。多くの動物が、5分間無意味な反応をせず、いわば待つことができることを示している。

解釈 以上の結果から明かな様に、他の実験(1)(6)(9)に比べて、活動性の増大は僅かであつたことである。特に飢餓期の前半は雄においても活動性の増大は少なく有意な差を生じていない。更に雌の多くの動物は、活動性の増大を示さない。このことは2, 3の餌につながる二次強化要因が残されているにも拘らず、誘因との結合を除去することは、活動性に対して重要な効果をもつことが指摘される。他方この効果は、本実験条件に関する限り、絶対的なものではなく、激しい飢の下には、やはり活動性の増大がみられる。更に、雌雄の間に活動性の増大の傾向に差が認められた。これらのことは活動性の増大は発生的遺伝的な、要因を含んでいることを示すだろう*。

しかし、以上の結論を下すには、やや問題が残されている。特に問題であるのは、完全な飽食が続けられ、全般的な活動水準の低下があり、活動量が少なくなつたと考えられること、また測定時間がごく単時間であつたため、従来の20分以上の結果とは比較が困難な点である。しかし第1の点は、体重の著しい減少、死亡動物のあつたこと、飢餓期の第1日に、前日より増加の認められないこと、などから否定できよう。しかし第2の点は、厳密な比較がない。そこで実験Ⅱにおいて誘因に条件づける、又は誘因を期待させる様な方法で一般活動を測定し、実験Ⅰとの比較を行う。

このためこの活動を最もよく条件づける様な装置を考案した。これによつて、先の実

* なお雌の発情周期は明確にとらえられず、僅か1匹のみが4日おきの正確な性周期を示したにすぎない。

験群の曲線が、次の実験のそれと一致するかどうかをみる。もし有効な差がないとすれば、先の予想は十分とはいえず、結果は測定時間の問題になってしまうだろう。

実験 II

動物 シロネズミ、♂6匹、♀6匹、生後4ヶ月、体重平均：♂255.1g、♀182.0g、実験経験なし。

装置 Fig. 2 の如し、中央部に木製のベルトが仕掛けられていて、ベルトは前後に回転できる。ベルトの半回転毎に、実験 I のレコーダーのマーカで記録される。走路の巾は 14cm、目標箱は 25×25cm、出発箱の長さ 20cm、深さ 12cm、上面は金網、走路全体は黒色、出発箱の上部 1m の所に、200W の電燈があり、照明として用いられる。

手続 実験 1 週間前より個室に入れ、十分餌を与え、飽食させる。この間ハンドリング。

動因統制 次の 1 週間、各動物の体重の 5% の餌を与える。水は常時与える。この週の末期、通常の給餌の外に、毎日少量の実験用餌、うどん 100mg を 10 回与える。

順応 第 1 日、2 匹ずつ走路で 30 分の探索、目標箱に餌をおかない。第 2 日、同じ条件で 1 匹ずつ走らせる。出発箱で 1 分、ベルトの前の部分で 1 分、ベルトの部分で 2 分、ゴール前で 1 分以上留つた時、順次に手で次の箇所へ送る。目標箱にて 30 秒閉じこめる。連続でこれを 4 回、5 回目にベルトの部分の前後のドアの部分を下し、5 分間閉じこめる。この間、動物がベルトの中央の位置から前後に走れば、それに応じて、動物の進行とは逆にベルトを回転、動物が常にベルトの中央にある様にする。かくして動物の活動量を測定する。この際、注意を要することは、動物の走行開始と同時にベルトを逆転しないことで、前後 10cm 以上歩いてからとする。走行時間も同時に測定したが、ここでは取り扱わない。

学習期 次の 10 日間、目標箱に 1 片 100mg のうどんを 1 こおく。他の手続きは順応期の 2 日目と全く同様。最終日には訓練終了 1 時間後、十分餌を与え、飽食させる。

動因テスト 飽食にて、動物を走らす。次の 7 日間は個室にて餌を与えず、水のみをおく。目標箱では以前と同様にうどんがおかれている。実験 I においては、この間全く餌を与えられなかつたが、実験 II では目標箱で 100mg の餌を 5 回得ることになるので 1 日 0.5g、7 日間に 3.5g の餌を与えられる。しかし、ネズミの 1 日の摂取量は、20g 前後であるので、これに比べれば $1/400$ にすぎない。

次に 2 日間再び飽食にて行い、活動量が元の水準にもどるかどうかみる。

毎日給餌は実験終了 1 時間後。

Fig. 2 Schema of the general activity-alley with a tread mill.

B : Belt, D : Door, G : Goal, H : Handle, S : Start-box

結果 学習期には走行時間の十分な短縮をみたが、もの1匹は走行時間の減少がみられなかった。雌雄各々の中央値は Fig. 3 の通り。図中の矢標は死亡動物があつたことを示す。死後は残りの動物で中央値が決定された。動因テスト最後の飽食テストで、雌

Fig. 3

の活動量が学習期の水準より高い様にみえるが、この効果は一部、死亡動物が学習期に比較的小さい活動水準を示したためである。前後に有意な差はない。

図中最初の日に0とあるのは、目標誘因なしに活動量を測定したことを示す。目標誘因なしにかなりの活動量を示した。装置の差異のために、絶対的比較は困難であるが、その走行距離から比較すると、実験Ⅰの1回転は、94.2cm、実験Ⅱでは133.7cmで、走行距離は $94.2 \times 10 = 942\text{cm}$ 、及び $133.7 \times 14.5 = 1838.65\text{cm}$ で実験Ⅱの方が多いことが解る。これは恐らく、実験Ⅱにおいて動因統制があり、飢のあるためであろう。

雌雄の差はこの順応活動量中有意でないが ($U=20$)、餌を入れてより3日目、雄は雌よりも $U=31, 5\%$ の有意な差をもつて、優れている。この最初の3日間の測定値の中央値を各動物についてとり、更にその中央値を比較すれば $U=34, 1\%$ の水準で差があるといえる。この傾向は実験Ⅰとは逆で注意すべきことである。

学習期中活動量は大きな変化がなく、活動量の減少の傾向の多い動物は12匹中4匹で ($T=4$)、この傾向に差は認められない。飽食の条件 (0時間) での活動量もその前日より減少の傾向は有意でない ($T=3.5$)。これは、飽食にてもすべての動物が目標箱の餌を食べたことから、獲得動因の効果であるかもしれない。餌の完全な除去の後、活動量は増加の傾向を示し、飽食日と168時間の飢まで順次に較べると $T=2, 1, 0, 1, 1, 1, 1$ となり、24時間の2.5%を除き、他は総て0.5%以下で有意の差が認められる。最後の2回の0時間テストは、活動量の有意な減少を示す。動因テスト中、雌雄に活動量の差はない。

解釈 実験Ⅱにおいて、活動量は最初から、急激に増大している。この傾向は実験Ⅰと全く異なる様である。特に雌においても、明白な増大がみられる。

しかし実験Ⅰと直接比較ができないので、動因テスト期間中、各動物について毎日の活動量の多少を比較する。ある日の活動量が、他の7日と比べて、より多い日があるかを探る。例えば、7とあれば、他の7日のいずれより活動量の多いことを示し、0とあれば最低-2とあれば2日だけその日より少ない活動量の日があつたことを示す。これを優位数と仮称する。これを更に各動物の0時間水準を0として表す。これは各日の優位数から0時間水準の優位数を減じたものである。これの各群についての中央値を示し、各群間にテストを行つたものが Table 2 である。

Table 2 Median ranked scores of activity level.

Groups	n	Hours of food deprivation							
		0	24	48	72	96	120	144	168
Exp. I ♂	8	0.00	0.00	1.00	2.00	1.25	3.75	4.5	3.75
Exp. I ♀	16	0.00	-0.50	0.00	-0.50	-0.50	-0.50	1.00 [†]	0.00
Exp. II ♂+♀	12	0.00	1.00	2.00	2.00 [†]	4.00	4.50	4.75 [†]	6.50

†: one animal died

Significance of differences in *U*-test between paired groups

Exp. I ♂ v. Exp. I ♀	8	16	—	59.5	47.0	49.5	41.0	32.5 [*]	21.5 ^{***}	23.0 ^{***}
Exp. I ♀ v. Exp. II ♂+♀	16	12	—	61.5	45.0 ^{**}	53.0 [*]	37.5 ^{**}	44.5 ^{**}	29.5 ^{**}	23.0 ^{***}
Exp. I ♂ v. Exp. I ♂+♀	8	12	—	72.5 [*]	60.5	54.0	63.0	53.0	56.0	51.0

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

実験Ⅰの雌は再び活動性の増大を示していないが、雄は Fig. 1 や Table 1 とは異り、増加を示している。しかし24時間では0を示す。これは実験Ⅱの同時間の中央値1と比べてあまり小さいことはみえないが、有意水準10%で差のある可能性を示している。今実験Ⅱの学習傾向を示さなかつた動物1匹を除去すれば、5%で有意の差を認めることができる。従つて実験Ⅰの雄と実験Ⅱの結果から、飢の初期において両者の活動性の増大に相異のあることを予想できる。

またFig. 3にも示される様に、実験Ⅱは、雌雄に活動性の増大に関して差異のないことが認められる。この結果は実験Ⅰ*のそれと著しく異つている。

以上の二点は、活動性について強化の効果が極めて重要であることを示す。

しかし、実験Ⅱと比較して、実験Ⅰの雄の飢による活動性の増大は、初め期待した程小さいものではなかつた。Table 2 では24時間を除いて比較的順調な増加を示している。従つてかなり学習要因を除いた場面でも雄は活動性の増大をみせるということができよう。これに反し雌は、誘因との関係なしには、活動性の増大しないことが認められる。

更に実験Ⅰにおける雄と、数匹の雌の活動性の増大は、明白な外的誘因に条件づけられることなく生じたものである。特に飢餓の後期では全く餌が与えられないことから、活動の消去が生じても良い。動物にとつて全くこの活動は無意味である。それにも拘らず減少する傾向はなく、逆に更に増加する傾向をもっている。

これらの点は、一般活動の増大が、外的な要因ばかりでなく、内的遺伝的要因までも含んでいることを示すものであろう。もし言うならば、本能的なものを含んでいるので

はないか？。

なお活動量の増大が、両実験共に最後まで増加しているのは、RICHTER (6) の結果と一致しない。また動因強度の変化に関する YAMAGUCHI (10) の公式に一致しない。YAMAGUCHI は、動因の促進傾向と共に飢から生ずる身体の衰弱を考慮し、これが反応傾向を弱める様に働くと考えた。この促進と抑制の関係から飢の強度曲線が規定される。本実験で何故反応傾向の減退が生じなかつたかは十分明かでないが、規定時間の短いため、反応量が少なく、体力の消耗が少ないため、禁止傾向を軽減したと解釈できよう。この意味で、実験Ⅱの装置は動因強度測定用として最適であるといえよう。

(昭和33年2月6日原稿受付)

References

1. FINGER, F. W., & REID, L. S. The effect of water deprivation and subsequent satiation upon general activity in the rat. *J.comp. physiol. Psychol.*, 1952, **45**, 368—377.
2. GEIER, F. M., & TOLMAN, E. C. Goal distance and restless activity. I. The goal gradient of restless activity. *J.comp. physiol. Psychol.*, 1943, **35**, 197—204.
3. 岩原信九郎 教育と心理のための推計学(新版) 日本文化科学社, 1957.
4. HALL, J. F. The relationship between external stimulation, food deprivation, & activity. *J.comp. physiol. Psychol.*, 1956, **49**, 339—341.
5. REID, L. S., & FINGER, F. W. The rat's adjustment to 23 hours deprivation cycles. *J.comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 110—113.
6. RICHTER, C. P. A behavioristic study of the activity of the rat. *Comp. Psychol. Monogr.*, 1922—23, **21**.
7. SEWARD, J. P., & PERLOOM, A. C. Does the activity wheel measure goal-striving? *J.comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 272—277.
8. SHEFFIELD, F. D., & CAMBELL, B. A. The role of experience in the spontaneous activity of hungry rats. *J.comp. physiol. Psychol.*, 1954, **47**, 97—99.
9. SIEGEL, P. P., & STEINBERG, M. Activity level as a function of hunger. *J.comp. physiol. Psychol.*, 1948, **42**, 413—416.
10. YAMAGUCHI, H. G. Drive (*D*) as a function hours of hunger (*h*)'. *J.exp. Psychol.*, 1951, **42**, 108—117.

Abstract

An experimental study of the effect of starvation on the activity in the white rat

MICHIO BABA

Department of Psychology, Tokyo University of Education

The purpose of this experiment was to study the increment of the activity with starvation in relation to sex difference under two conditions; one the measurement of simple general activity in the expectation of food reward, the other the measurement of running a alley with tread-mill.

Exp.1: General activity of 15 male and 31 female rats was measured by rotating cage for 5 minutes per day during four weeks. In the first week all the animals were satiated. After the activity level was observed, they were divided into two groups, one experimental and the other control. During the next week the experimental group, 8 males and 16 females, were not given any food but water. In the last two weeks they were satiated again. For control groups the feeding was unrestricted for four weeks.

General activity of male rats of the experimental group increased in the second half of the period of deprivation. The female showed no significant increment of the activity level (Fig.1 and Table 1).

Exp.2: Six male and 6 female rats were given five rewarded runs a day for 20 days in a straight-alley (Fig.2). At the fifth trial of the daily runs they were confined at the middle portion of the alley where their activities were recorded by a tread-mill for 5 minutes. For the first 10 days they were given food of 5 per cent of the body weight per day and satiated on 11th day. Next 7 days the animals were deprived of all food except reward in the goal box and last two days satiated again. For both male and female animals the activity increased steadily as starvation continued (Fig.3).

Since there were some differences between two methods of the experiments, each measure was converted into ranked score (Table 2). As Table 2 shows, the increment of the activity in Exp. 2 was greater than Exp. 1. The difference in the activity between two experiments was much significant for female animals.