

2. 発達初期における恐怖条件づけの特性

下川萌未（文学部人間学科 心理学コース 4年）

指導教員

谷内 通（人間社会学域 人文学類 准教授）

1. 研究目的

特定の対象に対する恐怖は、主に恐怖条件づけを通じて獲得される。しかしながら、恐怖症がもつ文脈非依存症や消去抵抗の高さなどの特徴は、成人後の恐怖条件づけでは十分な説明が困難であり、発達の初期に獲得されて潜在化した恐怖条件づけが、成人後のストレスによって再発現したものである可能性が指摘されている（Jacobs & Nadel, 1985）。また、Sheingold & Tenney(1982)によると、大学生に自分たちの幼いころの重要な出来事について詳しく質問した研究では、実際に細かいことが思い出せるのは3歳以後であった。つまり、3歳以前のことは基本的に何も思い出せなかったのである。このような幼児性健忘をラット等の動物において示した研究もある。Campbell & Campbell(1962)はさまざまな日齢のラットに電気ショックによって恐怖学習をさせ、その後のテスト成績を日齢によって比較した。保持期間が長くなるほど忘却は増加したが、忘却の効果は成体のラットよりも離乳直後の仔ラットのほうが明らかに大きかった。では、幼児性健忘は、学習された内容の記憶が消滅されたことによって起こるのだろうか。Millerら(1991)は、一度忘却を示しても再活性化手続きを行うことによって記憶が回復できることを示している。すなわち、匂いと電気ショックを対呈示することで学習された嫌悪条件づけにおいて、時間の経過によって匂いへの嫌悪を示さなくなった後に、ショックそのものや、匂い刺激を再呈示することで、再び匂いに対する嫌悪が回復することが示された。

本研究では、離乳期マウスにおける場所刺激に対する恐怖条件づけの特性について検討した。特に、恐怖反応の幼児性健忘とその回復可能性について検討することを目的とした。

2. 予備実験

〈予備実験1〉電気ショックによる場所刺激に対する恐怖条件づけについて、成体マウスでは長期間にわたって恐怖反応が保持され、離乳期マウスでは成長に伴う幼児性健忘が生じるような条件づけ手続きを設定するための予備的な調査を行った。予備実験には3週齢のマウスを26匹、7週齢のマウス17匹を被験体とした。本実験（後述）で使用したものと同一装置を用いた。装置は往来可能な白と黒の区画が連結したもので、黒区画のみ床が金属製のグリッドとなっており、電気ショックを提示することが可能であった。まず、黒区画で5分間滞在させる間に0.5mAの電気ショックを平均20秒のランダムな間隔で14

回提示した。その後、安全な白区画に5分間滞在させた。この手続きを2回繰り返すことを条件づけ手続きとした。テストでは電気ショックを経験させた黒区画からスタートさせ、白区画での滞在時間を測定した。条件づけの翌日に行った直後テストにおける600秒のテスト中の白区画への滞在時間は、3週齢マウスが521秒、7週齢が514秒であり、両群ともに黒を避けていた。28日後の遅延テストを受けた条件では、3週齢が平均286秒、7週齢が293秒であり、両群ともにチャンスレベルである300秒前後まで成績が低下していた。白区画での滞在時間が低下した理由としては、条件づけの強度が弱く保持期間によって忘却されてしまった可能性の他に、恐怖によるフリージング反応が白区画への移動行動に干渉した可能性が考えられる。フリージング反応はマウスが恐怖場面で示す一般的な行動である。実際に、この実験でも遅延テストの成績に大きく影響していたのは黒区画に入れてから全く動かず、白区画の滞在時間が0秒であった個体の存在であった。このように、実験結果が純粋に条件づけの保持レベルを反映したものではない可能性があったため、手続きに改良を加え予備実験2を行った。

〈予備実験2〉 予備実験2では、条件づけが弱すぎた可能性に対する対策として条件づけの量を増やした。また、フリージング反応への対策として、テストを黒区画スタートから白区画スタートへと変更することにより、黒区画におけるフリージングによって白区画への移動が妨げられないようにした。実験には8週齢のオスのICRマウス4匹を用いた。条件づけは黒区画で5分間に0.5mAの電気ショックを14回経験した後、安全な白区画に5分間置かれた。これを1日3セットで、2日間行った。遅延テストは28日後に行った。テストでは白区画からスタートさせ、白区画での滞在時間を測定した。結果として、白区画の平均滞在時間は582秒となり、この手続きによって、成体のマウスでは28日後という長期の保持期間を経てもほぼ完全に恐怖条件づけが保持されることが確認された。

3. 本実験

〈方法〉

被験体：オスのICRマウスの生後21日のもの(3週齢)30匹、生後49日(7週齢)のもの21匹を被験体とした。すべてのマウスは生後21日もしくは49日で納品され、飼育開始の2日後に実験を始めた。マウスは実験が終わるまで自由摂食・摂水下で2-3匹ずつ集団飼育した。また、マウスにはメチレンブルーによって頭と足に個体識別のための印をつけた。

実験装置：実験装置は床のグリッドを通じて電気ショックを提示可能なMED社のオペラント箱2台を用いた(図1)。そのオペラント箱の中に高さ15cm、横26cm、奥行き23cmの塩ビ板製の実験箱を設置した。箱は中央の幅7cm、高さ8cmの開口部を通じて往来可能な白区画と黒区画に分かれており、装置内の照度は白区画が254lxで黒区画が25lxであった。条件づけ学習の際には往来用の開口部は透明塩ビ板でふさがれており、各区画から移動することはできなかった。テストの際には透明版が除去され、開口部を通じて両区画を自由に往来できた。その際、黒と白の両区画にまたがって滞在するのを防ぐため1cm幅の

装置と同じ材質の黒色の塩ビ板を穴の下部に渡し、簡単にのり越えられる程度の障壁を設置した。黒区画の床は金属グリッドで、白区画の床は壁と同じ素材の白色の塩ビ板であった。白面の床の下には荷重を測定するためのセンサーが設置されており、生後 21 日齢では 8g 以上、生後 51 日齢以降は 15g 以上の負荷に対して白面での滞在とみなして滞在時間と回数が測定できるようになっていた。



図 1. 実験で使用した装置

測定には、テクニカルトライ社の LOAD COUNTER を使用した。これはテクニカルトライ社の荷重測定器にタイマーがセットされており、センサーによって滞在時間と回数を測定するものであった。電気ショックはオペラント箱の MED 社製プログラミング機器で 0.5mA に設定されていた。

手続き：本実験では飼育開始の 2 日後に、2 つの異なる日齢（23, 51 日齢）のマウスに黒い区画において電気ショックによって恐怖条件づけを行った。その後、直後群では翌日、遅延群では 42 日後にテストを行った。

条件づけ手続きではまず、マウスを黒区画に 5 分間置き、グリッドには 1 秒間の 0.5mA の電気ショックが平均 20 秒のランダムな間隔で 14 回提示された。そのとき、2 つの区画をつなぐ開口部はふさがれており、他方の区画へ移動することはできなかった。次にマウスを安全な側の白区画に 5 分間置いた。この間、電気ショックは与えられなかった。ここまでを 1 セットとし、これを 1 日 2 回繰り返す手続きを 2 日間連続して行うことを条件づけとした。テストは直後群で条件づけの翌日、遅延群で 42 日後に行われた。また、統制条件として、3 週齢のマウスで白と黒の両区画に滞在させるが黒区画での電気ショックを経験せず、42 日後にテストを受ける群を設けた。テストでは条件づけで使用した装置から両区画を仕切る板が取り外され、両区画の行き来が自由にできた。マウスは白区画に入れられ、その後 10 分間の白面での滞在時間を測定した。

4. 結果と考察

各群の白区画での平均滞在時間を図2に示した。

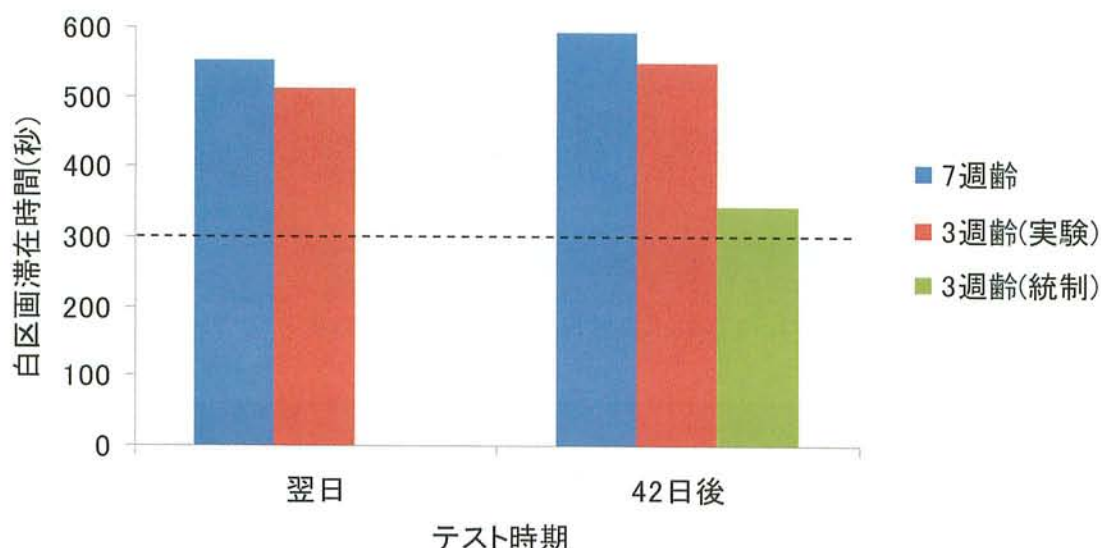


図2. 各群の白区画の平均滞在時間

直後テストでは、3週齢のマウスの平均滞在時間が512.6秒、7週齢のマウスでは553.3秒であり、黒区画への嫌悪を明確に示した。42日後の遅延テストでは3週齢では549.1秒、7週齢のマウスでは591.6秒であった。週齢(2)×テスト時期(2)の分散分析では、週齢とテスト時期の主効果が有意であり、3週齢よりも7週齢の成績が優れること、および42日後のテストの成績が優れることが示された。後者は、テスト時の週齢による一般活動性が成績に影響した可能性が考えられる。しかしながら、週齢×テスト時期の交互作用は有意ではなく、3週齢条件での遅延による選択的な成績の低下は示されなかった。また、条件づけとして2日間の電気ショックを経験した実験群に対し、電気ショックを経験せず同じ時間だけ装置に入れられた統制群では白区画への滞在時間は344.5秒であり、3週齢・7週齢の実験群よりも有意に短かった。このことから、白区画への滞在時間が長いことはマウスの生得的な特性やテスト時に投入される区画の偏りによるものではなく、黒区画への嫌悪学習によるものであることが確認された。図3には、電気ショックを受けた黒区画を避ける3週齢実験群の遅延テストの様子を示した。また、図4には電気ショックを受けていないため、黒区画への滞在を拒まない3週齢の統制群のマウスの遅延テストの様子を示した。

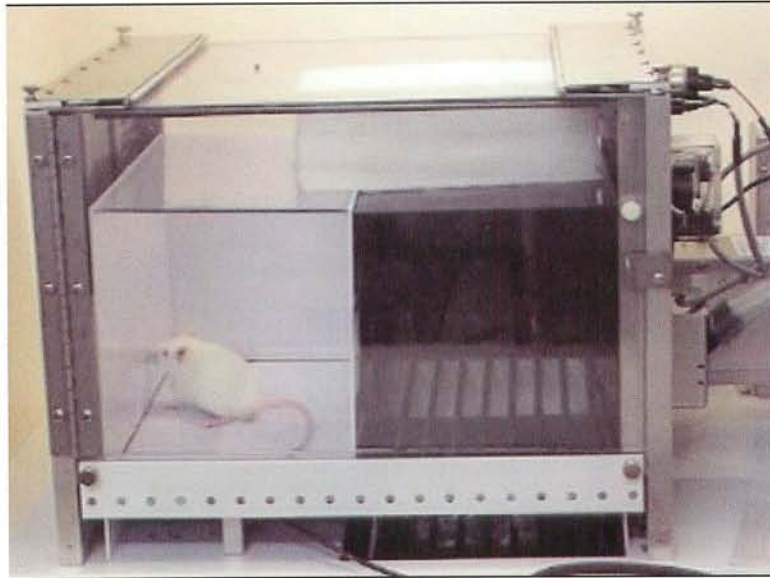


図 3. 3 週齢の実験群の遅延テスト時の様子

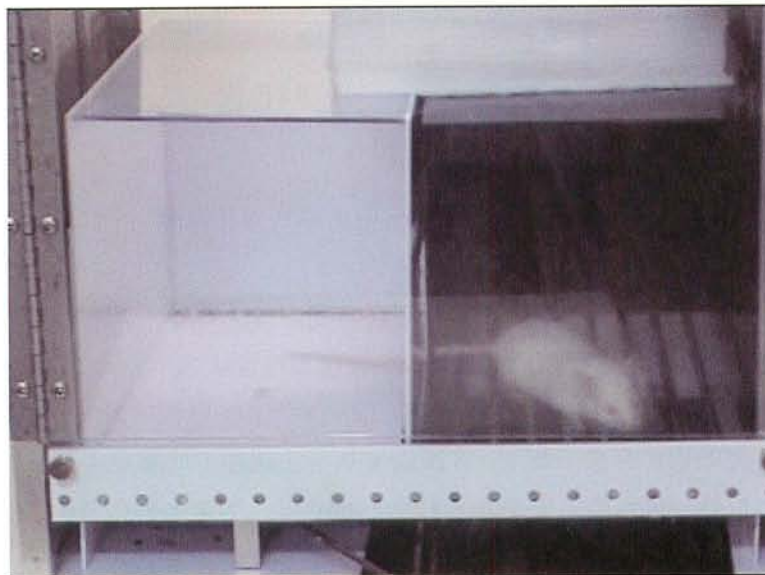


図 4. 3 週齢の統制群の遅延テスト時の様子

遅延テストでは、予想していたような3週齢のマウスの成績の低下がみられなかった。つまり、場所刺激に対する恐怖条件づけにおいては、幼児性健忘は確認されず、離乳期から成体までの発達を通じて長期に保持されることが新たに示された。

先行研究とは異なり幼児性健忘が示されなかった原因としては、まず、先行研究との種の違いが考えられる。幼児性健忘が確認された先行研究ではラットに用いていた。本研究ではラットとマウスの種差については予想していなかったが、これらの動物の発達過程における種差が結果に影響を及ぼした可能性が考えられる。第2は、条件刺激のタイプや条件づけの強さにおける違いである。すなわち、幼児性健忘が生じるかどうかは、条件刺激

のタイプや無条件刺激の強度，あるいは条件づけの経験量によって規定される可能性も考えられる。本研究では，場所刺激に対して 0.5mA 電気ショックとの計 56 回の対呈示を行った。先行研究のように，条件刺激が匂い刺激である場合や，また電気ショックの強度が弱い場合，あるいは対提示回数が少ない場合等の実験条件に応じて，幼児性健忘に類する現象が発現するのかもしれない。第 3 は，学習のタイプの違いである。知識や思い出などの海馬を介して形成される宣言的記憶と，運動技能や古典的条件づけなどの小脳系で形成される手続き的記憶では幼児性健忘の生起に差がある可能性が考えられる。今回の実験の古典的条件づけは手続き的記憶に分類されるが，そもそも手続き的記憶では幼児性健忘が生じにくい可能性が考えられる。今後，幼児性健忘における種差，実験諸変数の作用，学習課題に求められる記憶のタイプの相違等について検討を行う必要がある。

5. 結論

1. 離乳期マウスにおける場所刺激に対する恐怖条件づけを検討するための実験手続きを確立した。
2. 離乳期の恐怖条件づけにおいては，幼児性健忘による恐怖反応の消失はみられず，発達を通じて長期にわたって保持される場合があることを新たに示した。
3. 今後の課題として，恐怖条件づけの幼児性健忘に関わる実験的要因の検討と，記憶のタイプと幼児性健忘の関連についての検討の必要性を示した。

6. 参考文献

- Campbell, B. A., & Campbell, E. H. (1962). Retention and extinction of learned fear in infant and adult rats. *Journal of Comparative and Physiology Psychology*, *55*, 1-8
- Campbell, B. A., James, R. M., Brent, C. W., & Loy, D. L. (1974) Species differences in ontogeny of memory: Indirect support for neural maturation as a determinant of forgetting. *Journal of Comparative and Physiology Psychology*, *87*, 193-202
- Campbell, B. A., & Robert, T. (1958). Electrical and behavioral effects of different types of shock stimuli on the rat. *Journal of Comparative and Physiology Psychology*, *51*, 185-192
- Miller, J. S., Jagielo, J. A., & Spear, N.E. (1991). Differential effectiveness of various prior-cuing treatments in the reactivation and maintenance of memory. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *17*, 249-258
- M. R. パピーニ(著) 比較心理学研究会(訳). (2005). パピーニの比較心理学 行動の進化と発達 北大路書房 pp.330-334
- Sheingold, K., & Tenney, Y. J. (1982). Memory for a salient childhood event. In U. Neisser(E.d), *Memory observed. Remembering in natural contexts.* (pp.201-212). San Francisco: Freeman.