

[論文]

ヘビはヒトにとって特別な存在か？

—心理学者によるヘビの研究—

柴 崎 全 弘

名古屋学院大学国際文化学部

要 旨

ヒトを含む霊長類がヘビを恐れるのは本能によるものなのか、それとも学習に由来するものなのかについては100年以上も前から論争が続けられてきた。ヘビと対面させて反応を調べるといった単純な研究に始まり、その後、ヘビに対する仲間の反応を観察させる実験や、ヘビに対してどのように注意が向けられるかを調べる視覚探索実験などが行われ、霊長類にとってヘビはどのような存在なのかが徐々に明らかにされつつある。本稿の目的は、これまでに行われてきたヘビ恐怖を巡る研究を振り返り、そこで明らかにされた事実を整理することにある。

キーワード：ヘビ恐怖，準備性仮説，視覚探索，観察学習

Are snakes special for humans? Studies of snakes by psychologists

Masahiro SHIBASAKI

Faculty of Intercultural Studies
Nagoya Gakuin University

発行日 2017年10月31日

恐怖の準備性仮説

恐怖症は、あらゆるものに対してランダムに形成されるのではなく、ヒトの祖先がおかれていた環境において脅威であったものに対して形成される傾向があるといわれる (Lumsden & Wilson, 1982; Seligman, 1971)。動物恐怖症に関していえば、ヘビやクモが恐怖症の対象に挙がることが多いとされている (Rakison, 2009)。これまでに多くの心理学実験において、ヘビとクモに対して向けられる注意にバイアスがみられることが示されてきた。

Schell, Dawson, and Marinkovic (1991) は、ヘビ、クモ、花、キノコの各写真を電気ショックと対呈示した。その後、電気ショックを呈示せずに写真だけの呈示を繰り返すと、花とキノコの写真に対する皮膚伝導反応 (SCR) は速やかに消去されたのに対し、ヘビとクモの写真に対する SCR はなかなか消去されなかった。また同様の実験において、各写真を電気ショックと対呈示した後に、写真だけを閾下呈示すると、ヘビとクモの写真に対してのみ SCR が生じたことから、ヘビとクモは、花やキノコよりも閾値が低いことが示唆された (Öhman & Soares, 1993)。心拍数の変化を指標とした同様の実験では、電気ショックと対呈示されたヘビ、クモ、花、キノコの写真のうち、ヘビとクモの写真に対しては心拍数が増加したのに対し、花とキノコの写真に対しては逆に心拍数は減少したことが確認されている (Cook, Hodes, & Lang, 1986)。Tomarken, Mineka, and Cook (1989) は、ヘビ、クモ、花、キノコの写真を、電気ショック、音、何ものなし、のいずれかとランダムに対呈示した。テストでは、各カテゴリーの写真に対する電気ショックの随伴確率を参加者に評価させた。その結果、各写真の呈示に電気ショックが随伴した確率は等しく 33% であったにもかかわらず、ヘビとクモの写真に対してはそれよりも確率が高く評価された。

ヘビ・クモの写真は他の写真よりも電気ショックなどの嫌悪刺激と容易に連合が形成されることを示した研究は、上記の研究以外にも数多く残されており (レビューとして、Öhman & Mineka, 2001 を参照)、この現象の頑健性が保証されている。これらの研究は、人類の進化の過程において危険であった動物には、それに対する恐怖が容易に獲得されるよう準備されているとする恐怖の準備性仮説 (Seligman, 1971) を強く支持している。

視覚探索課題を用いた実験

アルファベットの“O”が複数個ある中に“Q”が1つ紛れ込んでいるとき、その“Q”を見つけ出すのは容易だが、逆に複数個の“Q”の中に紛れ込んでいる“O”を見つけ出すのは困難である (Treisman & Souther, 1985)。このように、探すべき対象 (ターゲット) とその周りに存在する刺激 (ディストラクター) を交換すると、発見の難易度が変化する現象は、探索非対称性 (search asymmetry) と呼ばれている。また、ディストラクターの数が増えても、ターゲットの発見速度が変化しない場合、そのターゲットはポップアウト (pop-out) したと表現される。

Öhman, Flykt, and Esteves (2001) は、アルファベットの代わりにヘビ、クモ、花、キノコのカラー写真を用いて視覚探索の実験を行った。各試行では、4枚または9枚の写真が同時に呈示

ヘビはヒトにとって特別な存在か？

されたが、1枚だけカテゴリーの異なる写真が混ざっているターゲット有り試行（たとえばヘビの写真1枚+花の写真8枚）と、すべて同一カテゴリーの写真からなるターゲット無し試行があった。被験者は、カテゴリーの異なる写真が混ざっているか否かを判断してボタン押しで答えることが求められた。その結果、ヘビやクモの写真がターゲットになった場合は、花やキノコがターゲットになった場合よりも、反応時間が有意に速くなった。また、ヘビやクモがターゲットであった場合は、ディストラクターの数が増えても反応時間に差がみられず、したがってヘビやクモはポップアウトすることが確認された。これらの結果から Öhman et al. (2001) は、人類の進化の過程において脅威の対象であったヘビやクモなどの刺激に対しては優先的に注意が向けられると結論づけた。

ヘビとクモだけが特別なのか？

Öhman et al. (2001) の研究に対してはいくつかの疑問が投げかけられた。第一の批判は、なぜヘビ・クモの写真を花・キノコの写真と比較するのかという点である (Quinlan, 2013)。最初にこの刺激の組み合わせを用いて実験したのは Öhman, Fredrikson, Hugdahl, and Rimmö (1976) であるが、花・キノコの写真を用いた理由については書かれていない。しかし、この研究が発表されて以降、Öhman の研究グループはヘビ・クモの写真と花・キノコの写真とを比較する実験を行い続けたために、いつのまにかこの刺激の組み合わせが定着してしまったようである。ヘビ・クモの写真に対して優先的に注意が向けられるのは、それらが人類の進化史において常に驚異の対象であったからだというのが Öhman et al. (2001) の主張であるが、Lipp, Derakshan, Waters, and Logies (2004) は、優先的に注意が向けられるのは本当にヘビ・クモだけなのかという疑問を抱き、ウマ・ネコといった恐怖に関連しない動物の写真を使って視覚探索実験を行った。その結果、花・キノコよりもウマ・ネコのほうが素早く検出されることが明らかになった。同様の結果が Tipples, Young, Quinlan, Broks, and Ellis (2002) によっても報告されており、ウマ・ネコ・イヌ・イルカの写真は植物の写真よりも速く検出されている。つまり、花・キノコの写真よりもヘビ・クモの写真のほうが速く検出されるという結果からヘビ・クモの特殊性を主張することはできず、単に動物の写真は植物やキノコの写真よりも速く検出されることが示されたに過ぎないことが明らかになったのである。そこで Lipp (2006) は、恐怖に関連する動物としてヘビとクモ、恐怖に関連しない動物としてサカナとウマの写真を使って視覚探索実験を行った結果、ヘビ・クモの写真はサカナ・ウマの写真よりも迅速に検出されることが示された。また、ヘビとカエル・イモムシの写真、あるいはヘビ・クモとトリ・コアラの写真を使った視覚探索の実験においても、ヘビ・クモのほうが迅速に検出されることが示されており (LoBue & DeLoache, 2008; 柴崎・川合, 2011)、動物の中でも恐怖に関連した動物には素早く注意が向けられることが明らかになった。しかし、花・キノコの写真と比較したときのようなポップアウト現象はみられず、写真の枚数が4枚から9枚になると、それに応じてヘビ・クモの写真を検出する時間も長くなった。このことから、ヘビ・クモに対しては真っ先に注意が向けられるわけではなく、意識的な探索のプロ

セスを経た結果としてそれらに注意が向けられることが確認された。

注意の2つのプロセス

ヘビ・クモ・花・キノコの写真を用いた視覚探索実験に対する第二の批判は、注意の捕捉 (capture) と注意の拘束 (hold) という2つの要素が切り分けられていないという点である。視覚探索課題における探索非対称性には、注意の捕捉と注意の拘束という2つの要素が関係している。探すべきターゲットに対して素早く注意が向けられる現象が注意の捕捉であり、ターゲットに向けられた注意をなかなか逸らすことができなくなる現象が注意の拘束である。ヘビ・クモ・花・キノコの写真を用いた視覚探索実験で確認された探索非対称性は、花・キノコよりもヘビ・クモのほうが注意を捕捉しやすいことを示唆しているとは必ずしもいえない。なぜなら、ディストラクターがヘビ・クモであったときに、それらに注意が拘束されることによって、ターゲットである花・キノコの検出が遅れることが原因である可能性も考えられるからである。植物やキノコがディストラクターであったときにターゲットとしてのヘビ・クモを探索する実験では、ヘビやクモに対する恐怖心の強い被験者ほど、それらを迅速に検出できることが示されており (Öhman et al., 2001; Rinck, Reinecke, Ellwart, Heuer, & Becker, 2005; Soares, Esteves, & Flykt, 2009), 被験者にとって怖い動物には注意が捕捉されやすいのは確かなようである。では、ヘビ・クモのディストラクターが被験者の注意を拘束することによって、ターゲット (植物かキノコ) の検出を遅らせている可能性についてはどうだろうか。Rinck et al. (2005) はディストラクターとしてクモ・カブトムシ・チョウの写真を使い、その中からターゲットとしてのトンボの写真を探索させる実験を行ったところ、クモ恐怖症の被験者はそうでない被験者よりも、ディストラクターがクモになったときにターゲットの検出が有意に遅れるという結果が示された。また Lipp and Waters (2007) は、トリまたはサカナをターゲットとし、ヘビ・トカゲ・クモ・ゴキブリをディストラクターとする視覚探索実験を行ったところ、トカゲやゴキブリのように気持ち悪いが毒をもたない動物よりも、ヘビやクモのように有毒な動物がディストラクターになったときのほうが、ターゲットの検出が有意に遅れることが示された。これらの実験結果から、ヘビやクモがディストラクターになったときは、それらが被験者の注意を拘束することにより、ターゲットの検出を遅らせることが明らかとなった。以上のことから、視覚探索実験にみられる探索非対称性は、ヘビ・クモによる注意の捕捉と注意の拘束という両方の成分が関係していることが確認された。

ヘビ・花の写真を使った視覚探索実験では、ターゲット無し試行における反応時間の分析も行われているが、結果は3つのパターンに分かれている。1つ目のパターンは、恐怖関連刺激のみの試行では恐怖に関連しない刺激のみの試行よりも、ターゲットが無いと判断するのが速くなるという結果である (Öhman et al., 2001; Lipp, 2006, Experiment 1; Lipp et al., 2004, Experiments 1 and 1a; Purkis & Lipp, 2007)。2つ目のパターンはその逆で、恐怖関連刺激のみの試行のほうが、反応が遅くなるという結果である (Brosch & Sharma, 2005; Lipp, 2006, Experiment 2, at the largest display size; 柴崎・川合, 2011; Soares et al., 2009, Experiment 2; Tipples et al., 2002,

Experiment 1)。そして3つ目のパターンが差なしという結果である (Lipp, 2006, Experiment 2, at the smallest display size; Soares et al., 2009, Experiment 1; レビューとして, Quinlan, 2013を参照)。恐怖関連刺激のほうが恐怖に関連しない刺激よりも注意を拘束するのであれば, 恐怖関連刺激のみの試行のほうが, 視覚走査 (visual scanning) が困難になるため, 反応時間は遅くなることが予測され, これはパターン2に該当する。しかし, 恐怖関連刺激を目にすることによって覚醒が生じ, それが迅速な反応を引き起こしている可能性も考えられ (Shibasaki, Isomura, & Masataka, 2014), この場合はパターン1に該当する。Tipples et al. (2002, Experiments 3 and 4) は, マグカップ・時計・パソコン・傘などの人工物の写真の中から, ヘビ, 好ましい動物 (ネコ・イルカなど), 植物の写真を検出させる実験を, ターゲットの種類に応じてブロック化して行った結果, ターゲットが好ましい動物であった場合に, ターゲット無し試行における反応時間が有意に遅くなったと報告している。このことから Quinlan (2013) は, 探すべきターゲットの性質が, ターゲット無し試行における反応時間に影響を及ぼす可能性を指摘している。つまり, 探すべきターゲットが好ましい動物であった場合は, ターゲット無し試行であっても, つい長く探してしまうからではないかと考えられる。おそらく実験に用いた刺激の種類や組み合わせによって異なるメカニズムが作用し, それによって結果が枝分かれしていくものと考えられるが, それらの関係性を解明するにはさらなる研究が必要であろう。

クモ恐怖の起源

ヘビ・クモ・花・キノコの写真を用いた視覚探索実験に対する第三の批判は, ヘビとクモを恐怖関連動物として同列に扱っていいのかという点である。ヘビに関しては, 現在でも世界中で毎年10万人もの人々が毒ヘビに咬まれて亡くなっているといわれており (Kasturiratne et al., 2008), 人類の進化の歴史を通じて常に脅威となる存在であったことは想像に難くない。しかしクモに関しては, 約3万8千種いるうち, ヒトにとって危険な毒グモはわずか0.1~0.3%でしかないといわれており (Steen, Carbonaro, & Schwartz, 2004), 人類の進化史において脅威となる存在であり続けたとは考えにくい。特に日本にはヒトを死に至らしめるほどの強い毒をもったクモは生息していない (羽根田, 2004)。He, Kubo, and Kawai (2014) は脳波を指標とした実験を行った結果, 日本人のクモに対する反応はハチやカナブンに対する反応に比べて有意な差はみられなかったと報告している。柴崎・川合 (2011) は, ヘビ・クモ・トリ・コアラの写真を使った視覚探索実験において, ヘビはクモよりも迅速に検出されることを示した。またヘビがディストラクターになったときは, クモがディストラクターになったときよりも, ターゲット (トリ・コアラ) の検出が有意に遅くなることを明らかにした。やはり恐い毒グモが身近に存在しない日本人にとっては, クモはヘビほど脅威を感じる存在ではなく, それほど強い注意の捕捉および拘束は起きないようである。

世界的にみても, クモはヘビほど恐い存在ではないはずだが, 不思議なことに, 動物恐怖症の中で最も罹患率が高いのはクモ恐怖症であるという報告がある (Jacobi et al., 2004)。ドイツで行

われた調査によると、大学生に対してクモ・ハチ・カブトムシ・チョウの写真を呈示し、恐怖感、嫌悪感、危険度の3項目について評定させたところ、クモにはすべての項目において最も高い評定値がつけられた (Gerdes, Uhl, & Alpers, 2009)。クモよりもハチのほうがヒトとの遭遇率が高く、しばしば集団で現れるため、客観的にはハチのほうが危険度が高い (Vetter & Visscher, 1998) ことを考えると、この少し奇妙な調査結果は、ヒトにとってクモは特別な存在である可能性を示唆している。その証拠として、ヒトはクモを検出するための認知的メカニズムを生得的にもっている可能性を示す研究が報告されている。Rakison and Derringer (2008) は、生後5か月の乳児16名に対し、クモの絵と、クモの絵にスクランブルをかけた絵を見せて、注視時間を測定した。その結果、クモの絵はスクランブルのかかった絵よりも注視時間が長くなった。また、同じ実験が花の絵でも行われたが、花の絵とスクランブルのかかった花の絵との間には、注視時間に有意な差はみられなかった。これらの結果は、ヒトはすでに乳児の段階でクモに対する知覚的テンプレートをもっている可能性を示唆している。しかし、クモに対する恐怖心は本能に植え付けられたものではなく、文化的に伝達されたものであるとする説も存在する。10世紀以降のヨーロッパにおいて、クモは感染症の蔓延に関わっているという風評が広まり、それが今日に至るまで文化的に伝達され続けた結果、クモに対する恐怖心が獲得されやすくなったのではないかと考えられている (Davey, 1994; Davey et al., 1998)。

ヘビを知らないサルでの実験

視覚探索実験により、ヘビに対しては迅速に注意が捕捉され、かつ拘束されることが明らかになったが、次に問題となるのは、この性質が生得的なものなのか、あるいは学習によるものなのかという点である。LoBue and DeLoache (2008) は、3歳の子供に対して視覚探索実験を行い、やはりヘビは花や他の動物 (カエル、イモムシ) よりも素早く検出されることを報告しているが、3歳の子供でもヘビに対する知識がまったくないとは言い切れず、この結果からヘビ検出メカニズムの生得性を主張することはできない。DeLoache and LoBue (2009) はヒトの乳児を対象とした実験でヘビ恐怖の生得性について検討している。実験では、生後7～18か月の乳児に対してヘビの動画とそれ以外の動物 (キリン、カバ、ゾウ、トリ、クマ、サイ) の動画を同時に呈示し、それぞれの動画に対する注視時間を計測した。その結果、動物の種類による注視時間の有意な差はみられなかったが、動画を呈示すると同時に母親の笑い声あるいは叫び声を聞かせるという条件では、ヘビの動画に対してのみ声の効果が現れ、笑い声の条件よりも叫び声の条件においてヘビの動画に対する注視時間が有意に増大した。このように、ヘビに対する経験をもたない乳児でも、母親の叫び声とヘビとを連合させる性質をもっていることから、ヒトはヘビが怖い動物であることを生得的に知っている可能性が示唆された。しかし、叫び声の条件においてヘビの動画とその他の動物の動画に対する注視時間を比較しても有意な差はみられておらず、また動画ではなく静止画を使った実験においても、ヘビの特殊性は確認されていないことから、この実験からヘビ恐怖の生得性を主張することはできないであろう。

ヘビはヒトにとって特別な存在か？

ヘビに対する知識がまったくないヒトを探すのは困難であるため、Shibasaki, Nagumo, and Koda (2014) は、実験室で生まれ育ち、ヘビに対する経験をまったくもたないニホンザルを被験体として、DeLoache and LoBue (2009) と同様の実験を行った。まず、サルに対してヘビの写真と花の写真を同時に呈示して注視時間を比較した結果、ヘビに対する注視時間が有意に長くなった。また、写真を呈示すると同時に警戒声またはコンタクト・コール（リラックスしている場面で発せられる鳴き声）を流すと、警戒声を流したときにヘビに対する注視時間が増大したが、この現象はサルの左視野にヘビが呈示されたときのみ確認された。脊椎動物の多くの種では、なわばりへの侵入者や捕食者などの危険な刺激は主に右脳で処理されるため、したがってそれらが左視野に出現したときに反応が迅速になることが確認されている (Kaplan & Rogers, 2013; Vallortigara & Rogers, 2005)。たとえば餌を食べているイヌに対してヘビの写真を左右から同時に近づけていくと、左視野から近づいてきたヘビに対して先に反応が生じることが多くなる (Siniscalchi, Sasso, Pepe, Vallortigara, & Quaranta, 2010)。また、コモンマーモセットに対して覗き穴のついた不透明な箱を呈示すると、中に餌が入っているときには主に右目で覗こうとするが、中身をヘビにすると、左目で覗く頻度が徐々に増えていく (Hook-Costigan & Rogers, 1998)。このようなことから、被験体のニホンザルは警戒声を耳にすることで右脳が活性化され、それによって左視野に呈示されたヘビに対する注意が高まったと解釈することができる。いずれにせよ、実験室で生まれ育ったヘビを知らないサルでも、ヘビに対する注視時間が長くなり、警戒声とヘビとを連合させることが確認できたことから、サルにとってヘビは中性刺激ではなく、特別な存在である可能性が示唆される。

Shibasaki and Kawai (2009) は、実験室で生まれ育ち、ヘビに対する経験をまったくもたないニホンザルを被験体として視覚探索実験を行った。実験にはタッチパネルが使用され、複数の花の写真の中に混ざったヘビの写真、あるいは複数のヘビの写真の中に混ざった花の写真を見つけ、タッチするまでの反応時間が計測された。その結果、ヘビに対する経験がまったくないサルでもヘビを速く検出できることが確認され、この性質の生得性が示唆された。また、Kawai and Koda (2016) はヘビ・クモ・コアラの写真を使った実験を行い、やはりサルはヘビの写真を素早く検出することができたが、クモの写真に対する迅速な検出はみられなかったと報告している。

ヘビ恐怖は本能か学習か？

ヒトやサルが示すヘビに対する恐怖心は生得的か否かという問題については、100年以上も前から研究が行われてきた。霊長類11属を対象に行われたフィールド調査によると、彼らはヘビに遭遇すると警戒声を発するなどの恐怖反応を示したと報告されており (Öhman & Mineka, 2003), 野生のサルの場合はヘビに対して強い恐怖反応を示したとする報告が大多数を占めている (e. g., Bartecki & Heymann, 1987; Boinski, 1988; Joslin, Fletcher, & Emlen, 1964; Mineka, Keir, & Price, 1980; Seyfarth, Cheney, & Marler, 1980a, 1980b; Struhsaker, 1967)。細かくみると、霊長類の種類によってヘビに対する反応に違いがみられ、たとえば新世界ザルよりも旧世界ザルのほ

うが、ヘビに対して強い恐怖反応を示す (Isbell, 2006)。この結果には、新世界ザルと旧世界ザルでは毒ヘビとの共存期間が大きく異なることが関係していると考えられている。最初の毒ヘビは約6千万年前のアジアに出現したとされており、アジアに生息する霊長類は、現在までの長い歴史（少なくとも2500万年）を毒ヘビと共に過ごしてきた (Isbell, 2009)。一方、アジアに出現した毒ヘビ（たとえばガラガラヘビ）が北アメリカから南アメリカへと本格的に進出したのは、北米と南米がパナマ地峡によって陸続きになって以降であり、約300万年前のことである (Wüster et al., 2005)。つまり、南米に生息する新世界ザルは、毒ヘビがいない時期に適応放散を遂げており、毒ヘビとの共存期間は旧世界ザルに比べると非常に短い。また、マダガスカル島には毒ヘビは生息していないが、そこに住んでいる原猿類のキツネザルは、ヘビをほとんど恐がらないことが知られている (Deppe, 2005)。このような毒ヘビとの共存期間の長短がヘビに対する感受性にグラデーションを与えていると考えられているのである。さらに、地上性のサルは樹上性のサルよりもヘビとの遭遇率が高いと予測されるが、やはり地上性のサルのほうがヘビに対して強い恐怖反応を示すことが分かっている (Isbell, 2006)。

実験室で生まれ育ち、ネコをみたことのないラットでも、ネコの匂いを嗅がされるとすくみ反応を示すことが確認されていることから、ラットのネコに対する恐怖心は生得的なものであると考えられている (Blanchard & Blanchard, 1972)。では実験室で生まれ育ち、ヘビを一度もみたことのないサルにヘビを見せると恐怖反応が示されるかといえば、結果は研究によってまちまちであり、ラットの実験ほどはっきりとした結論は得られていない。ヘビに対してまったく恐怖反応を示さなかったとする研究もあれば (Mineka & Öhman, 2002)、防衛反応を示したとする研究も存在する (Mineka, 1987)。また、ヘビに対して防御反応を示すのは最初のうちだけで、ヘビの呈示を繰り返すと速やかに馴化を示したとする報告もある (Nelson, Shelton, & Kalin, 2003)。これらの結果だけを見ると、サルにとってヘビに対する恐怖心は生得的なものではなく、のちの経験によって獲得されるものであるという説のほうが正しいように思えるが、話はそう単純ではない。Levine, Atha, and Wiener (1993) は、野生のリスザルおよび実験室で生まれ育ったリスザルに対して、水槽に入れられたサカナまたはヘビを呈示し、血中のストレスホルモン濃度（コルチゾール）の変化を調べた。その結果、サカナを呈示された場合は空の水槽を呈示されたときと比較してストレスホルモン濃度の有意な変化はみられなかったが、ヘビを呈示された場合はストレスホルモン濃度が有意に上昇することが確認され、しかもこの現象は野生の個体のみならず、ヘビに対する経験をもたない実験室育ちの個体でもみられたことから、たとえ行動にはヘビに対する恐怖反応が示されなかったとしても、血中のストレスホルモン濃度のような生理指標を取ると反応が表れる場合も有りうるということが確認されたのである。2013年に、ヘビ恐怖の生得性を裏付ける強力な証拠が発表された。2頭のニホンザルを被験体とした電気生理実験により、ヘビに対して特異的に反応する神経細胞が、視覚情報の処理をつかさどる視床枕という脳部位に存在していることが明らかにされたのである (Van Le et al., 2013)。この実験に使われたニホンザルは実験室で生まれ育ち、ヘビに対する経験をもたない個体であったことから、ヘビに対する特別な反応には経験を要しないことが示唆される。

観察学習とヘビ恐怖

連合理論に基づいて考えると、あらゆる恐怖症は条件づけによって形成されることになる。しかし、直接的に条件づけを経験していないヒトでも、あるものに対する恐怖心が獲得される場合がある。Mineka, Davidson, Cook, and Keir (1984) はアカゲザルを被験体とした実験において、子ザルは親ザルの行動観察を通じてヘビに対する恐怖心を身につけることを示した。実験では、生きたヘビが入ったクリアケースの上に餌を乗せたものをサルに呈示し、餌を取るまでの反応時間が計測された。その結果、野外での生活経験をもつ親ザルは餌を取ろうとしなかったのに対し、子ザルはそれほど躊躇することなく餌を取ることが確認された。次に、親ザルがヘビを恐がっている様子の子ザルに観察させ、再び同様のテストを行うと、今度は子ザルも餌を取ろうとはしなくなった。また、3か月後にテストを行った場合でも、子ザルのヘビに対する恐怖心は維持されたままであった。このように、もともとヘビに対する恐怖心をもっていなかったサルでも、他個体がヘビを見て恐がっている姿を目撃するだけで、ヘビに対する恐怖心が獲得されることが明らかにされた。その後の研究から、ヘビをまったく恐れない親ザルを観察する機会を与えられた子ザルは、のちにヘビを恐がっている親ザルの様子を観察させられても、ヘビに対してそれほど強い恐怖心を獲得しないことも確認されている (Mineka & Cook, 1986)。

電気ショックをヘビあるいは花の写真と対呈示すると、ヘビの写真に対しては恐怖条件づけが速やかに形成され、かつ消去されにくいことが知られているが (Öhman & Mineka, 2001)、同様の現象はサルの実験においても確認されている。Cook and Mineka (1990) は、ヘビに対して恐怖反応を示しているサルの映像と、花に対して恐怖反応を示しているサルの映像 (実際はヘビを見て恐がっているサルが、あたかも花を見て恐がっているように合成されたもの) を用意し、ある群のサルには前者の映像、別の群のサルには後者の映像を呈示した。その後、ヘビまたは花に対する反応を調べた結果、ヘビを見て恐がっているサルの映像を見せられた群は、速やかにヘビに対する恐怖心を獲得したが、花を見て恐がっているサルの映像を見せられた群は、花に対する恐怖心を獲得しなかった。Cook and Mineka (1991) はオモチャのヘビとウサギを使って同様の実験を行った結果、観察学習によって恐怖心が獲得されたのはヘビに対してのみであり、ウサギに対する恐怖心は獲得されなかった。これらの研究からいえるのは、霊長類はヘビに対する恐怖反応を生得的に示すわけではないが、ヘビに襲われたり咬まれたりする経験をしなくても、他個体の行動を観察することを通じて速やかにヘビに対する恐怖心を獲得できる性質を生得的にもっているということである。

恐怖を喚起するヘビの特徴

ヒトを含む霊長類は、ヘビに対する経験の有無にかかわらず、ヘビに対して注意が捕捉あるいは拘束されることが多くの研究によって明らかにされたが、最近ではヘビのこういった特徴が注意を引きつけるのかについての研究が増えてきている。たとえば Etting and Isbell (2014) はアカ

ゲザルにヘビの模型を呈示して反応を調べる実験を行ったが、模型には鎌首をもたげているヘビ、トグロを巻いているヘビ、地面を這っているヘビの3種類があった。その結果、サルのリアクションが最も大きかったのは鎌首をもたげているヘビに対してであり、最も小さかったのは地面を這っているヘビに対してであった。トグロを巻いている状態のヘビは、鎌首をもたげているヘビほど危険ではないが、地面を這っている状態のヘビよりも危険であることが知られており (Arnold & Bennett, 1984; Greene, 1988)、サルは遭遇したヘビの姿勢から、そのヘビの危険度を判別していることが明らかとなった。また Masataka, Hayakawa, and Kawai (2010) は、3～5歳のヒトの子供を対象に、ヘビと花の写真を使った視覚探索実験を行ったが、ヘビの写真を攻撃態勢にあるものと休んでいる状態のものに分けて分析した結果、攻撃態勢にあるヘビのほうが迅速に検出されていたことを明らかにしている。

ヒトやサルは白黒写真を使った視覚探索実験においても、花よりもヘビを速く見つけられることから (Flykt, 2005; Shibasaki & Kawai, 2009)、ヘビの検出は色以外の要素に基づいて行われていると考えられる。ヒトの脳波を指標とした最近の研究により、ヘビのウロコの写真はトカゲのウロコやトリの羽毛の写真などよりも強いEPN (情動を喚起する視覚刺激を処理する際に生じる脳波)を引き起こすことが確認された (Van Strien & Isbell, 2017)。また野生のベルベットモンキーを被験体とした研究でも、ヘビのウロコがサルの視覚的注意を強く引きつけることを明らかにしており、ヘビの素早い検出にはヘビに特有のウロコ模様が深く関係していることが示唆される。

おわりに

初めて見る物に対して示される恐怖や不安の大きさにはかなりの個体差がみられるが、それには幼少期の経験が大きく関わっているとされる。Mineka, Gunnar, and Chmpoux (1986) は生後2か月前後のアカゲザル20頭を3つのグループに分け、異なる給餌方法で飼育した。A群は餌や水を得るためにレバー押しが要求される環境、B群はA群が餌や水を得ると同じタイミングでそれらが自動的に与えられる環境、C群は自由に餌や水を手に入れられる環境で、7～10か月間に渡って飼育された。その後、動くおもちゃのロボットをサルに呈示して反応を調べたところ、B群とC群との間には有意な差はみられなかったが、A群のサルは新奇物であるロボットに対して強い好奇心や探索反応を示した。このことから、自分の力で環境をコントロールすることができるということを幼少期の間に経験しておく、新奇な物に対して喚起される恐怖や不安が抑えられることが明らかになった。

サルをヘビと対面させる実験では、ヘビに対する反応にかなりの個体差がみられているが、そのような個体差を生じさせている原因については、まだ不明な点が多い。おそらく、そのような個体差の発現には遺伝的要因と環境要因の両方が関与していると考えられる。遺伝的要因としてはセロトニントランスポーターの多型性を挙げることができる。セロトニントランスポーター遺伝子にはLL, LS, SSの3つの型があり、SS型のヒトはストレス耐性が弱く、うつ病の発症や不安障害との関連が指摘されている (土屋, 2015)。この多型性はサルにもみられることが確認され

ており (Watson, Ghodasra, & Platt, 2009), ヘビに対するサルの反応の個体差も, セロトニントランスポーター遺伝子の多型性によって説明できる可能性が考えられる (川合, 2016)。

ヘビやクモの写真を使った視覚探索実験により, 恐怖を喚起する刺激に対して向けられる注意メカニズムが明らかにされ, またサルをヘビと対面させる一連の実験を通じて, 恐怖症や不安障害の発症プロセスが明らかにされつつある。また Mineka and Zinbarg (2006) はこれまでの研究成果をふまえて, 遺伝的・気質的要因, 恐怖の代理性条件づけ, 個体 (個人) の条件づけの履歴, 危険な物への対処可能性や予測可能性の認知など多くの要因を組み込み, 不安障害の病因と発症プロセスに関する包括的な理論を提起している (レビューとして, 小牧, 2012 を参照)。ヘビ恐怖は本能か学習か? という純粋な知的好奇心から出発した一連の研究は, 単なるオモシロ研究の域を超えて, 今ではヒトの不安障害のメカニズムの解明や臨床場面への応用が期待できるところまで発展してきたのである。

引用文献

- Arnold, S. J., & Bennett, A. F. (1984). Behavioural variation in natural populations. III: Antipredator displays in the garter snake *Thamnophis radix*. *Animal Behaviour*, 32(4), 1108–1118.
- Bartecki, U., & Heymann, E. W. (1987). Field observation of snake-mobbing in a group of saddle-back tamarins, *Saguinus fuscicollis nigrifrons*. *Folia Primatologica*, 48(3–4), 199–202.
- Blanchard, D. C., & Blanchard, R. J. (1972). Innate and conditioned reactions to threat in rats with amygdaloid lesions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81(2), 281–290.
- Boinski, S. (1988). Use of a club by a wild white-faced capuchin (*Cebus capucinus*) to attack a venomous snake (*Bothrops asper*). *American Journal of Primatology*, 14(2), 177–179.
- Brosch, T., & Sharma, D. (2005). The role of fear-relevant stimuli in visual search: A comparison of phylogenetic and ontogenetic stimuli. *Emotion*, 5(3), 360–364.
- Cook, E. W., Hodes, R. L., & Lang, P. J. (1986). Preparedness and phobia: Effects of stimulus content on human visceral conditioning. *Journal of Abnormal Psychology*, 95(3), 195–207.
- Cook, M., & Mineka, S. (1990). Selective associations in the observational conditioning of fear in rhesus monkeys. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16(4), 372–389.
- Cook, M., & Mineka, S. (1991). Selective associations in the origins of phobic fears and their implications for behavior therapy. *Handbook of behavior therapy and psychological science: An integrative approach*, 413–434.
- Davey, G. C. (1994). The “disgusting” spider: The role of disease and illness in the perpetuation of fear of spiders. *Society & Animals*, 2(1), 17–25.
- Davey, G. C., McDonald, A. S., Hirisave, U., Prabhu, G. G., Iwawaki, S., Im Jim, C., ... & Reimann, B. C. (1998). A cross-cultural study of animal fears. *Behaviour Research and Therapy*, 36(7), 735–750.
- DeLoache, J. S., & LoBue, V. (2009). The narrow fellow in the grass: Human infants associate snakes and fear. *Developmental Science*, 12(1), 201–207.
- Deppe, A. M. (2005, July). Visual predator recognition and response in wild brown mouse lemurs (*Microcebus rufus*) in Ranomafana National Park, Madagascar. In *American Journal of Primatology* (Vol. 66, pp. 97–98). DIV JOHN WILEY & SONS INC, 111 RIVER ST, HOBOKEN, NJ 07030 USA: WILEY-LISS.
- Etting, S. F., & Isbell, L. A. (2014). Rhesus macaques (*Macaca mulatta*) use posture to assess level of threat

- from snakes. *Ethology*, 120(12), 1177–1184.
- Flykt, A. (2005). Visual search with biological threat stimuli: Accuracy, reaction times, and heart rate changes. *Emotion*, 5(3), 349–353.
- Gerdes, A. B., Uhl, G., & Alpers, G. W. (2009). Spiders are special: fear and disgust evoked by pictures of arthropods. *Evolution and Human Behavior*, 30(1), 66–73.
- Greene, H. W. (1988). Antipredator mechanisms in reptiles. *Biology of the Reptilia*, 16(1), 1–152.
- 羽根田治 (2004). 『野外毒本—被害実例から知る日本の危険生物』. 山と溪谷社.
- He, H., Kubo, K., & Kawai, N. (2014). Spiders do not evoke greater early posterior negativity in the event-related potential as snakes. *Neuroreport*, 25(13), 1049–1053.
- Hook-Costigan, M. A., & J. Rogers, L. (1998). Eye preferences in common marmosets (*Callithrix jacchus*): Influence of age, stimulus, and hand preference. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 3(2), 109–130.
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of Human Evolution*, 51(1), 1–35.
- Isbell, L. A. (2009). *The fruit, the tree, and the serpent*. Harvard University Press.
- Jacobi, F., Wittchen, H. U., Höltling, C., Höfler, M., Pfister, H., Müller, N., & Lieb, R. (2004). Prevalence, comorbidity and correlates of mental disorders in the general population: results from the German Health Interview and Examination Survey (GHS). *Psychological Medicine*, 34(4), 597–611.
- Joslin, J., Fletcher, H., & Emlen, J. (1964). A comparison of the responses to snakes of lab-and wild-reared rhesus monkeys. *Animal Behaviour*, 12(2), 348–352.
- Kaplan, G., & Rogers, L. J. (2013). Stability of referential signalling across time and locations: testing alarm calls of Australian magpies (*Gymnorhina tibicen*) in urban and rural Australia and in Fiji. *PeerJ*, 1, e112.
- Kasturiratne, A., Wickremasinghe, A. R., de Silva, N., Gunawardena, N. K., Pathmeswaran, A., Premaratna, R., ... & de Silva, H. J. (2008). The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Medicine*, 5(11), e218.
- 川合伸幸 (2016). 『コワイの認知科学』. 新曜社.
- Kawai, N., & Koda, H. (2016). Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) quickly detect snakes but not spiders: Evolutionary origins of fear-relevant animals. *Journal of Comparative Psychology*, 130(3), 299–303.
- 小牧純爾 (2012). 『学習理論の生成と展開 動機づけと認知行動の基礎』. ナカニシヤ出版.
- Levine, S., Atha, K., & Wiener, S. G. (1993). Early experience effects on the development of fear in the squirrel monkey. *Behavioral and Neural Biology*, 60(3), 225–233.
- Lipp, O. V. (2006). Of snakes and flowers: Does preferential detection of pictures of fear-relevant animals in visual search reflect on fear-relevance?. *Emotion*, 6(2), 296–308.
- Lipp, O. V., Derakshan, N., Waters, A. M., & Logies, S. (2004). Snakes and cats in the flower bed: fast detection is not specific to pictures of fear-relevant animals. *Emotion*, 4(3), 233–250.
- Lipp, O. V., & Waters, A. M. (2007). When danger lurks in the background: attentional capture by animal fear-relevant distractors is specific and selectively enhanced by animal fear. *Emotion*, 7(1), 192–200.
- LoBue, V., & DeLoache, J. S. (2008). Detecting the snake in the grass: Attention to fear-relevant stimuli by adults and young children. *Psychological Science*, 19(3), 284–289.
- Lumsden, C. J., & Wilson, E. O. (1982). Precipit of genes, mind, and culture. *Behavioral and Brain Sciences*, 5(1), 1–7.
- Masataka, N., Hayakawa, S., & Kawai, N. (2010). Human young children as well as adults demonstrate ‘superior’ rapid snake detection when typical striking posture is displayed by the snake. *PLoS One*, 5(11), e15122.

- Mineka, S. (1987). A primate model of phobic fears. In H. Eysenck & I. Martin (Eds.), *Theoretical foundations of behavior therapy* (pp. 81–111). New York: Plenum Press.
- Mineka, S., & Cook, M. (1986). Immunization against the observational conditioning of snake fear in rhesus monkeys. *Journal of Abnormal Psychology*, 95(4), 307–318.
- Mineka S., Davidson M., Cook M., Keir R. (1984). Observational conditioning of snake fear in rhesus monkeys. *Journal of Abnormal Psychology*, 93(4), 355–372.
- Mineka, S., Gunnar, M., & Champoux, M. (1986). Control and early socioemotional development: Infant rhesus monkeys reared in controllable versus uncontrollable environments. *Child Development*, 1241–1256.
- Mineka, S., Keir, R., & Price, V. (1980). Fear of snakes in wild-and laboratory-reared rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Animal Learning & Behavior*, 8(4), 653–663.
- Mineka, S., & Öhman, A. (2002). Phobias and preparedness: The selective, automatic, and encapsulated nature of fear. *Biological Psychiatry*, 52(10), 927–937.
- Mineka, S., & Zinbarg, R. (2006). A contemporary learning theory perspective on the etiology of anxiety disorders: it's not what you thought it was. *American Psychologist*, 61(1), 10–26.
- Nelson, E. E., Shelton, S. E., & Kalin, N. H. (2003). Individual differences in the responses of naïve rhesus monkeys to snakes. *Emotion*, 3(1), 3–11.
- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(3), 466–478.
- Öhman, A., Fredrikson, M., Hugdahl, K., & Rimmö, P. A. (1976). The premise of equipotentiality in human classical conditioning: Conditioned electrodermal responses to potentially phobic stimuli. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105(4), 313–337.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108(3), 483–522.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2003). The malicious serpent: Snakes as a prototypical stimulus for an evolved module of fear. *Current Directions in Psychological Science*, 12(1), 5–9.
- Öhman, A., & Soares, J. J. (1993). On the automatic nature of phobic fear: Conditioned electrodermal responses to masked fear-relevant stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*, 102(1), 121–132.
- Purkis, H. M., & Lipp, O. V. (2007). Automatic attention does not equal automatic fear: preferential attention without implicit valence. *Emotion*, 7(2), 314–323.
- Quinlan, P. T. (2013). The visual detection of threat: A cautionary tale. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1080–1101.
- Rakison, D. H. (2009). Does women's greater fear of snakes and spiders originate in infancy?. *Evolution and Human Behavior*, 30(6), 438–444.
- Rakison, D. H., & Derringer, J. (2008). Do infants possess an evolved spider-detection mechanism?. *Cognition*, 107(1), 381–393.
- Rinck, M., Reinecke, A., Ellwart, T., Heuer, K., & Becker, E. S. (2005). Speeded detection and increased distraction in fear of spiders: evidence from eye movements. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(2), 235–248.
- Schell, A. M., Dawson, M. E., & Marinkovic, K. (1991). Effects of potentially phobic conditioned stimuli on retention, reconditioning, and extinction of the conditioned skin conductance response. *Psychophysiology*, 28(2), 140–153.
- Seligman, M. E. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2(3), 307–320.

- Seyfarth, R. M., Cheney, D. L., & Marler, P. (1980a, November 14). Monkey responses to three different alarm calls: Evidence for predator classification and semantic communication. *Science*, 210(4471), 801–803.
- Seyfarth, R. M., Cheney, D. L., & Marler, P. (1980b). Vervet monkey alarm calls: Semantic communication in a free-ranging primate. *Animal Behaviour*, 28(4), 1070–1094.
- Shibasaki, M., Isomura, T., & Masataka, N. (2014). Viewing images of snakes accelerates making judgements of their colour in humans: red snake effect as an instance of 'emotional Stroop facilitation'. *Royal Society open science*, 1(3), 140066.
- Shibasaki, M., & Kawai, N. (2009). Rapid detection of snakes by Japanese monkeys (*Macaca fuscata*): an evolutionarily predisposed visual system. *Journal of Comparative Psychology*, 123(2), 131–135.
- 柴崎全弘・川合伸幸 (2011). 「恐怖関連刺激の視覚探索：ヘビはクモより注意を引く」『認知科学』, 18, 158–172.
- Shibasaki, M., Nagumo, S., & Koda, H. (2014). Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) spontaneously associate alarm calls with snakes appearing in the left visual field. *Journal of Comparative Psychology*, 128(3), 332–335.
- Siniscalchi, M., Sasso, R., Pepe, A. M., Vallortigara, G., & Quaranta, A. (2010). Dogs turn left to emotional stimuli. *Behavioural Brain Research*, 208(2), 516–521.
- Soares, S. C., Esteves, F., & Flykt, A. (2009). Fear, but not fear-relevance, modulates reaction times in visual search with animal distractors. *Journal of Anxiety Disorders*, 23(1), 136–144.
- Steen, C. J., Carbonaro, P. A., & Schwartz, R. A. (2004). Arthropods in dermatology. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 50(6), 819–842.
- Struhsaker, T. (1967). Auditory communication among vervet monkeys (*Cercopithecus aethiops*). In S. Altmann (Ed.), *Social communication among primates* (pp. 281–324). Chicago: University of Chicago Press.
- Tipples, J., Young, A. W., Quinlan, P., Broks, P., & Ellis, A. W. (2002). Searching for threat. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 55(3), 1007–1026.
- Tomarken, A. J., Mineka, S., & Cook, M. (1989). Fear-relevant selective associations and covariation bias. *Journal of Abnormal Psychology*, 98(4), 381–394.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114(3), 285–310.
- 土屋廣幸 (2015). 『性格はどのようにして決まるのか 遺伝子, 環境, エピジェネティックス』. 新曜社.
- Vallortigara, G., & Rogers, L. J. (2005). Survival with an asymmetrical brain: advantages and disadvantages of cerebral lateralization. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(4), 575–588.
- Van Le, Q., Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., ... & Nishijo, H. (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(47), 19000–19005.
- Van Strien, J. W., & Isbell, L. A. (2017). Snake scales, partial exposure, and the Snake Detection Theory: A human event-related potentials study. *Scientific Reports*, 7, 46331.
- Vetter, R. S., & Visscher, P. K. (1998). Bites and stings of medically important venomous arthropods. *International journal of dermatology*, 37(7), 481–496.
- Watson, K. K., Ghodasra, J. H., & Platt, M. L. (2009). Serotonin transporter genotype modulates social reward and punishment in rhesus macaques. *PLoS One*, 4(1), e4156.
- Wüster, W., Ferguson, J. E., QUIJADA-MASCAREÑAS, J. A., Pook, C. E., Da Graca Salomao, M., & Thorpe, R. S. (2005). Tracing an invasion: landbridges, refugia, and the phylogeography of the Neotropical rattlesnake (*Serpentes: Viperidae: Crotalus durissus*). *Molecular Ecology*, 14(4), 1095–1108.