

## 川崎医療福祉学会 第36回研究集会（講演会）

日時：平成21年6月10日（水）14：00～

場所：川崎医療福祉大学 10階 大会議室

### 全体テーマ『遺伝と多様性』

#### 利他的行動を考える ― 社会生物学の知見から

川崎医療福祉大学 医療福祉学部 医療福祉学科 教授 吉田 浩子

##### 講演要旨

広辞苑によると「福祉」とは、「幸福・公的扶助やサービスによる生活の安定」の意とされる。それは、人が自らの幸福だけでなく、他者の幸福を願うことにより成立したシステムなのだろう。では、なぜ人は自分の生存のためだけでなく、他者のより良い生存をも希求し、そのために行動するのだろうか。

この問いかけに対し、哲学や心理学、宗教、倫理等の分野で様々な見解が議論されていることは周知のことであるが、実は、動物の行動の進化を考える上でも大きなテーマのひとつである。ここでは、主に社会生物学の視点から、「他者に対する支援」について考えてみたい。

話をわかりやすくするために、予めごく簡単にいくつかの専門用語の定義を説明しておく。

生物学では「生物の進化」とは、例えば「生物の形態や機能がある方向に、次第に連続的に変化すること」であるとされる<sup>1)</sup>。要するに世代をこえて生物の性質が累積的に変化することであり、これは一種の物理現象であり、科学的手法で解明可能な事実である<sup>2)</sup>。一般的には「進化」と「進歩」が同義であるかのように用いられるなど、人間側の勝手な価値づけや、あたかも生物進化が予め定められた目的を目指して起こるかのようなイメージによって「進化」という言葉が様々な誤解を生んでいることもまた確かである。この「進化」という単語を含め、ここで用いる用語はすべて生物学における専門用語であり、特定の価値を含むものではない。また、「自らの適応度（個体が一生に残すことができる子どもの数）を下げ他個体の適応度を向上させる自己犠牲的形質」を「利他性」と呼び、それが行動形質して発現した場合を「利他的行動」と呼ぶ<sup>2)</sup>。この行動は社会性昆虫をはじめ様々な動物種で観察されているが、このような行動がなぜ進化したのか、良くわからないことも多い。

ヒトを含む動物の利他性や協利行動の進化について考えることは、動物の行動生態を研究している者にとっては最も魅力的なテーマのひとつである。今年は、ダーウィンの生誕200年にあたり、彼が「種の起源」<sup>3)</sup>を発表してから150年目となるが、この「利他性」は、ダーウィンが考えた進化のメカニズムである「自然選択説」ではどうしても説明しにくい現象のひとつなのである。「自然選択説」とは、「異なる性質を持つ個体の中から一部の個体が子どもを残し、一部の性質が次世代により多く引き継がれることで集団の中の性質の頻度が変化し、その結果として個体の性質は時間とともに変化する」という考え方である<sup>4)</sup>。簡単に言えば、環境により良く適応した生存に有利な特徴を備えた個体の形質は次世代に伝えられる確率が高いので、現在見られる動物たちの行動や形態はそのような変化の蓄積の結果である、ということになる。現在も進化を考える上でこの考え方が基本になっていることは確かであるが、様々な動物種の行動が明らかになるに連れて、個体を淘汰の対象と考えると説明できない現象が自然界には多々見られることがわかってきた。

例えば、社会性昆虫の代表的な仲間であるミツバチでは、女王バチだけが繁殖し、ワーカーと呼ばれるメスはもともと不妊である<sup>5)</sup>。不妊なのだからその形質は次世代に伝えられないはずなのに、なぜ延々とワーカーは存在するのだろうか？ 哺乳動物にもかかわらず社会性昆虫と同じように完全な生殖的分業社会（真社会性という）を構成しているハダカデバネズミの働きバチならぬ働きデバには、文字通り他個体の「ふとん」の役

目を果たす「ふとん係」まで存在するという<sup>6)</sup>。「ふとん係」は世襲ではないらしいが、コロニーの中で唯一繁殖できる「女王デバネズミ」の形質はともかく、「ふとん係」の形質はなぜ淘汰されずに残るのだろう？ さらに、多くの草食動物には「見張り役」が存在し、敵の接近を音声で他個体に伝える行動が観察されるが、黙ってさっさと逃げるほうが生存の確率が高まるとしたら、さっさと逃げた個体の形質がより多く広まるはずなのに、なぜ「見張り役」の行動は淘汰されないのだろう？ これらの行動は、ダーウィンの個体を対象とした「自然選択説」だけではどうにも説明がつかないのである。

そこで、ダーウィン以降も、様々な研究者が「進化」について研究を続けてきたが、その中で著しい発展を遂げた分野が社会生物学である。生物の進化のしくみを考える時に遺伝子という「単位」を導入することで、ダーウィンが当時説明に苦労した生物界に見られる様々な現象が、かなり良く説明できるようになった。「利他的行動」も、そのひとつである。

高名な社会生物学者であるハミルトンは、1964年に「利他的行動」の進化を説明するために「ハミルトン則」と呼ばれる公式を提案した<sup>7)</sup>。すなわち、 $b$  (利他性がもたらす利益)  $r$  (利他性のコスト)  $- c$  (助けた相手と自分が共通の祖先から受け継いだ稀な遺伝子を共通する確率)  $> 0$  あるいは  $b/c > 1/r$  で、 $r$  がこの数式を満たすほど高ければ、利他的行動をもたらす遺伝子は集団全体に広がる、ということになる。その上で、「生物は可能な選択肢の中で、個体の適応度 (個体が一生に残すことができる子どもの数) の最大化ではなく、包括適応度 ( $w - c + br$  :  $w$  : 利他行動に一切関与しない場合の適応度  $c$  : 利他性のコスト  $br$  : 相手を助けたことで得られた間接的適応度 = 助けられた相手が得た適応上の利益は、血縁度で重みをつけて自分自身の間接的な適応度とみなす) を最大化するように進化する」と唱えた。血縁度は、減数分裂をする雌雄2倍体生物では、例えば両親の子どもの4通りの遺伝子型は等確率で生じるので稀な遺伝子を親から子どもが受け継ぐ確率は1/2と計算する。

要するに、ハミルトンは自然淘汰で選択されるのは個体ではなく遺伝子の表現型であるということを示したのである。このような考え方は、1975年のウィルソンの大著「社会生物学」<sup>8)</sup> やドーキンスの著書「利己的な遺伝子」<sup>9)</sup> に受け継がれ、現在では動物の行動の進化を考える時に欠かせない視点のひとつとなった。この社会生物学の考え方をを用いると、社会の構成員の「利他的行動」が観察される社会性昆虫の行動も、自分は繁殖せずに子育てを手伝う個体が存在する協同繁殖を行う動物たちの行動も、より確からしく説明できるからである。例えば、受精卵からはメス (染色体数  $2n$ ) が、未受精卵からはオス (染色体数  $n$ ) が生まれるというしくみを持つハチ目を含む一部の昆虫では、ワーカーは女王バチの遺伝子を有しているので自分が世話をした幼虫の適応度が向上すれば自分の遺伝子の適応度を向上させることになる (同じ両親から生まれた姉妹は父親由来のゲノムをまるごと共有するため、メスにとって姉妹の血縁度0.75は自分の子どもとの血縁度0.5より高くなる)。ジャッカルやミーアキャット等は乳類で見られる群れから独立せずに弟妹の世話をする個体は、結果的には弟妹の生存率を向上させることで自分自身の遺伝子の生存を助けていることになる。

それでは、現在知られている動物の行動はすべて社会生物学の考え方で説明できるかと言えば、必ずしもそうではないように見える。例えば、血液食で知られるチスイコウモリは3日間食べないと餓死するが、餌の分配は非血縁の「顔見知り」の個体間でも行われ、この餌の分配は、以前自分が餌を分け与えた個体から受ける傾向が高いと言われる<sup>10)</sup>。このような非血縁者間の互恵的行動が観察されている動物はめずらしく、その進化については、良くわからないことが多い。

まして、ヒトの利他性や互恵行動について、社会性昆虫の研究に端を発した社会生物学の理論をそのままあてはめることができるのか、議論は続いている。社会生物学は、ある動物種の社会や社会行動は、自然淘汰のどのような働きによって作り出されたかを問うものだが、ヒトの社会や行動は他の動物種に比べても複雑である。ヒトと共通の祖先から進化したと言われ、そのDNAの約98%がヒトと共通であるチンパンジーやボノボに観察される行動にヒトの行動の起源を求める試みがなされているが、まだまだ不明なこともたくさんある。

確かなことは、地球上の生物の中で、ヒトだけが環境に自らを適応させるのではなく、環境を自らのために作り変えるという生存戦略を選択したことである。この点において、ヒトは46億年の生命進化の流れから大きく逸脱した生物なのだ。その一方で、利他性が最も発達した動物がヒトであることもまた確かである。高度に発達した利他性こそが動物としてのヒトを人間たらしめる根拠となると考えたい。もしかしたら、「福祉」という名で自らの利他性のあり方を追求しようとするのは、ヒトの進化の最先端に位置する行為なのかもしれない。

## 文 献

- 1) 永野為武(編): 生物学用語辞典. 三共出版, 東京, 1972.
- 2) 長谷川真理子, 河田雅圭, 辻和希, 田中嘉成, 佐々木顕, 長谷川寿一: 行動・生態の進化. 岩波書店, 東京, 2006.
- 3) Darwin C: On the origin of Species. Murray, London, 1859. (「種の起源」上・下, 八杉龍一訳, 岩波書店, 1990)
- 4) (例えば) 藤田宏之(編): 見てわかるダーウィンの進化論. 日経ナショナルジオグラフィック社, 東京, 2008.
- 5) (例えば) Amdam GV, Csondes A, Fondrk MK, Page RE Jr.: Complex social behaviour derived from maternal reproductive traits. *Nature*, 439 (7072), 76-8, 2006.
- 6) 吉岡重人, 岡ノ谷一夫: ハダカデバネズミ. 岩波書店, 東京, 2008.
- 7) Hamilton WD: The genetical evolution of social behavior, I, II. *L. Theor. Biol.* 7, 1-16, 17-52. 1964.
- 8) Wilson EO: Sociobiology: The New Synthesis. Harvard University Press, 1975(「社会生物学」 第1-5巻, 伊藤嘉昭他訳, 思索社, 1983-85, 合本版, 新思索社, 1999.)
- 9) Dawkins R: The Selfish Gene. Oxford University Press, 1976(「生物=生存機会論 利己主義と利他主義の生物学」, 日高敏隆他訳, 紀伊国屋書店, 1980, 「利己的な遺伝子」(増補新装版, 2006))
- 10) Wilkinson GS: Reciprocal food sharing in the vampire bat. *Nature*, 308, 181-184, 1984.