

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 入江尚子

ヒトの数量認知は言語に依存する認知と言語から独立した認知の二種類があるとされている。前者はカウンティングと呼ばれ、数量の絶対的な値を把握することができるため、異なる数量の大小判断などが正確である上、数量を情報として他者へ伝達することができる。言語に依存するカウンティングはヒトに固有の能力であるとされるが、言語に依存しない数量認知はヒト以外の動物種も共有するとされている。ここでは数量は量的に表象されると考えられ、おおまかな大小弁別は可能であるが、数量の差が小さくなるほど、あるいは弁別する数量の総量が大きくなるほど弁別が困難になることが大型類人猿やイルカなどで報告されている。

ゾウは、解剖学的にも陸上動物最大の脳を持ち、脳の相対重量を表す脳指数でも、大型類人猿とほぼ同等のレベルにある。また霊長類の手と同等の物体操作が可能な鼻を持ち、認知実験からは高い鏡像認知能力や長期記憶能力を持つことが報告され、認知能力が高度に発達している可能性が指摘されている。これらより、ゾウが他種と比較しても、かなり高次の数量認知能力を持つと予測され、実証的に検討する意義は大きい。

本論文は、アジアゾウを中心に、長鼻目3種を対象に、相対的数量判断（異なる複数の数量の大小を弁別する課題）と総和弁別（相対的数量判断を二度に分けて行う課題）について一連の認知実験を行ない、ゾウの数量認知能力を議論した。

研究1では、相対的数量判断に関する二つの実験を行った。実験1では、タイで飼育されている5頭のアジアゾウ（平均7.2歳、オス1頭、メス4頭）に異なる数量の報酬（バナナ片）が入ったトレイを2つ同時に提示し、どちらか一方を視覚的に選択させることで弁別能力を測定した。このとき報酬の多い数量を選択することを「正答」とした。同時提示した数量は1から6とした。実験2では国内の動物園で飼育される4頭のアジアゾウ（平均15.7歳、オス2頭、メス2頭）に異なる数量の報酬を一つずつ容器に入れる様子を見せた。一つの容器に提示量をすべて入れ終わってから、もう一方の容器に入れた。以上の手順により数量は継時的に提示された。さらに十分な深さがあるバケツを容器として用いることで総量が視覚的に確認できないようにした。その結果、いずれの実験においてもゾウは数量の多い報酬を有意に大きい確率で選択した。また、ゾウの成績は、他種での先行研究とは異なり、提示した数量の範囲内では、提示数量の差や総量に影響されなかった。

研究2では国内で飼育される2頭のアジアゾウを対象に、数量認知が数量を操作する作業を経ることで影響を受けるかを検討した。数量の提示方法は基本的に実験2と同様であったが、異なる数量の報酬を2度にかけてバケツに加えることで、総和を提示した。総和を提示することで、ゾウは数量情報を短期間記憶し、

さらに記憶した数量で足し算を暗算することが求められた。提示した総和は5から7とした。結果、ゾウは総量の大きい報酬を有意に高い確率で選択した。1頭のゾウでは、2+3 vs. 5+2、1+4 vs. 3+3、1+5 vs. 3+4のように総和としては後者が大きい、2度目の提示では前者が大きいという probe comparisons 条件の追加実験を行ったが、他の提示式との間で差は見られず、数量の提示順が成績に影響を与えないことが示された。2頭のゾウの成績はいずれも、提示した数量の範囲内では、差や総量によって低下する傾向はなかった。研究1と同様にアジアゾウの数量認知能力は先行研究で報告のある他種の数量認知能力とは質的に異なる可能性が示された。

研究3では実験2と同じ実験方法で、国内で飼育されている2種のアフリカゾウ（サバンナゾウ18歳オスとマルミミゾウ10歳メス）を対象に相対的数量判断能力を測定した。アフリカゾウはアジアゾウよりも攻撃性が高く、直接飼育が困難であるため、認知能力に関する実験研究例がほとんどない。提示した数量は1から6とした。結果、いずれのゾウも有意に大きい確率で、数量の多い報酬を選択した。マルミミゾウの成績は提示した数量の相対比と負の相関が見られ、サバンナゾウの成績は総量との負の相関が見られた。これらの成績傾向はアジアゾウとは異なり、先行研究における他種の成績傾向と一致する。この研究では被験体数が各種1頭ずつと少ないため、長鼻目内の種間差異について結論を導くことはできないが、長鼻目内の種間比較研究を進めていく重要性が示された。

本研究結果より、アジアゾウの数量認知が類人猿やイルカなどと異なり、相対的数量判断の成績が、実験した範囲内で弁別する数量の差や総量に影響されないことが示された。アジアゾウの数量認知能力は、他種とは質的に異なるかどうかは、さらなる実験的検討が必要だが、1) 他種とは同じく量的表象を持つが、その精度が高く、数量の範囲が広い、あるいは、2) 言語に基づくヒトのカウンティングとは異なるが、なんらかの方法で数量情報を整理し、貯蔵している、可能性が示された。また、飼育条件の制約から十分な被験体数を確保できなかったが、アフリカゾウとアジアゾウでは、数量認知に種差がある可能性を指摘できた。これらが、系統発生上の相違を反映したものであるかどうかについては、今後の課題とした。

本研究の意義としては、まず、従来、高次認知能力を持つことが想定されながら、実験が困難なため、研究例がほとんどなかったゾウを対象に、さまざまな工夫を重ねて比較認知科学的研究として成功させた点が挙げられる。ゾウを直接飼育しない欧米では、本研究は驚きを持って迎えられ、論文や学会発表は科学メディアで大きく取り上げられた。第2に、実験結果は、独立変数の操作や被験体数において更なる追加実験が必要であるものの、アジアゾウが他種と比べて、高度な数量認知能力を有していることを示した点が評価できる。アジアゾウがもつ他の高い認知能力と考え合わせると、アジアゾウの比較認知科学研究の奥行きが深さが示された。また、長鼻目の比較研究も、今後の重要な課題として浮かび上がった。

これらの成果により、本論文は、東京大学総合文化研究科課程博士（学術）の学位請求論文として合格であると、審査委員が全員一致で判定した。