

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	井上 漱太
論文題目	Spatial positioning of individuals within groups of feral horses (野生ウマにおける個体の空間配置)		
(論文内容の要旨)			
<p>動物の群れにおける個体の空間配置は様々な利点と欠点に関係するものである。ただ、特に野生の動物を対象とした研究では、個体の空間配置を定量的に評価することは必ずしも容易ではなく、群れ内の個体の空間配置に着目した先行研究は少ない。したがって、大型哺乳類では殊に個体の集団内空間配置に関する知見が乏しい。本研究では、ポルトガル北西部のアルガ山地域に野生状態で暮らしているウマ (<i>Equus caballus</i>) を対象に、無人航空機であるドローンを用いて個体の空間配置を定量的に記録し解析する研究を実施した。個体識別をおこなったうえで、ドローンを用いることによって各個体の空間配置を客観的かつ正確に表すことができた。</p> <p>まず第1に、ドローンを用いた記録と解析の手法を確立した。1群のウマ集団を対象に、群れ内の個体の配置を記録し解析したところ、ウマは互いに前後ではなく左右に位置することが有意に多いこと、オスは群れの周辺部に位置しメスが中心部に集まることが判明した。また、個体間距離の分布はパラメトリックな密度関数として表すことが可能であることも確認できた。第2に、最近接個体間の配置を詳細に調べたところ、有意な左右差が検出された。この結果は、右脳-左目系で社会的な刺激を処理する傾向と最近接個体の配置に関連していることを示唆するものである。第3に、群れの凝集性に関する要因を検討した。群れの個体数と群れの広がりとの諸相を調べたところ、群れの個体数が多くなるにつれて最近接個体間距離は短くなる一方で、最小凸法で定義される群れの専有面積に寄与する1個体あたりの面積は大きくなる傾向にあることが分かった。また、群れ間関係と群れの凝集性にも関連があることが示された。複数の群れが集まった状態において、比較的中心に位置する群れほど、群れの空間的凝集性は高まった。このことは、群れ内の個体配置が個体の利益と不利益に及ぼすのと同様の要因が、群れ間関係に働いていることを含意すると考えられる。最後に、群れ内の個体配置から、個体間に働くと推定される引力と斥力を数理モデルによってシミュレーションした。その結果、トポロジカルな要因によって力が働くと推定した場合より、メトリックな要因によって力が働くと推定した場合のほうが、実測値によりよく適合することが示された。</p> <p>これらの一連の研究によって、野生状態のウマの空間配置の諸特性が明らかになった。ドローンを用いて大型哺乳類の個体間配置を定量的に解析した新機軸の研究と言える。動物における集団行動の発生と維持のメカニズムを理解するにあたって、本研究の結果は重要な礎になるものと考えられる。</p>			

(続紙 2 )

(論文審査の結果の要旨)

本研究は、ポルトガル北西部のアルガ山地域に野生状態で暮らしているウマを対象に、群れ内の個体の位置関係及び群れの広がりや群れ間関係に焦点を当てて多角的な検証を加えたものである。無人航空機であるドローンを大型哺乳類の行動調査に適用した研究として世界的にも先駆的な試みであり、詳細な統計解析や数理モデルを用いて個体間関係の諸特性を明らかにした本研究の意義は大きい。

本研究ではまず、ドローンを用いる研究の端緒として、1群の野生状態のウマを対象にしたデータ収集とその解析の手法の確立をおこなった。データ取得と、いくつかの観点からの解析に成功し、群れ内の2個体の配置の前後左右関係、群れ内の全個体の個体間距離の頻度分布、群れの中心からの距離に関する個体差と性差、グルーミングを指標にした社会ネットワークと距離を指標にした社会ネットワークの関連について明らかにした。研究の基盤を確立したことで次につながる第一歩の成果であると高く評価できる。

次に、群れ内の個体間配置を微細なレベルで解析し、左右差が存在することを見出した。ある個体を中心としたとき、その最近接個体は、中心個体の左後ろに位置することが有意に多く、右後ろに位置することが有意に少ない。このことは、中心個体のウマが最近接個体を左目で見ようとする傾向があると仮定するとうまく説明することができ、最近接個体を社会的情報として右脳で処理する脳機能の左右差との連動が考えられる。

さらに、群れの広がりを最小凸法に基づく方法で定量化し、群れの個体数及び群れ間関係との関連を解析した。得られた結果から、集団の中心部と周辺部で異なる利益、不利益があるという仮説を、群れ間関係にも拡張してとらえることができる可能性を示唆した。

最後に、個体間に働く引力と斥力を想定して個体間距離の関数として表し、その数理モデルに基づいてシミュレーションをおこなって実測値との適合度を評価する研究がおこなわれた。その結果、実測値と適合性の高い数理モデルを導くことができることを立証し、その数理モデルに基づいて、個体間に働く引力と斥力の特性を推論することができた。行動データと数理モデルを融合させた研究として意義が高いと言える。

以上、本研究によって、野生状態のウマを対象に、ドローンを用いて個体間空間配置を定量的に扱い解析する研究を立ち上げて発展させることができた。野生の大型哺乳類を対象とした研究として独創性が高く、今後の哺乳類研究の展開にとっても貢献度が高いと評価できる。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和3年1月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降