

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	Xu Zhihong
論文題目	Linking Sociability to Parasite Infection in Macaques (マカク類における社会性と寄生虫感染の関連性)		
(論文内容の要旨)			
<p>Living in groups presents both benefits and risks, among which increased parasite infection is a key concern. Studying how sociability is linked with infection can provide insights into the evolution of animal societies, support wildlife management, and aid zoonotic disease control. Social network analysis serves as a useful tool for assessing sociability by considering interactions between all individuals in a group, enabling a better description of each individual's position within it. Previous studies have demonstrated a positive correlation between sociability and geohelminth infections, which are caused by common soil-transmitted intestinal parasites. However, existing studies omitted key subgroups, such as juveniles, and thus have not assessed how sociability relates to infection across an entire group. Furthermore, disparate study designs and subjects restrict the generalizability of previous findings. Finally, despite having found positive correlations between sociability and intestinal parasite infection, mechanisms explaining this phenomenon remain unknown. This study therefore aimed to: (1) explore the sociability-infection relationship within a complete group and assess the impact of incomplete network data through simulations; (2) investigate the generality of the sociability-infection relationship by studying multiple groups in different macaque species inhabiting different study sites; and, (3) test whether space-sharing serves as a potential mechanism explaining observed positive relationships between sociability and geohelminth infection. Xu Zhihong first collected and compiled behavioural and parasitological data from one complete group of Japanese macaques and used simulations to subsample the group in ways that allowed investigation of the network centrality-geohelminth infection relationship in complete and incomplete networks (Chapter 2). He then aggregated five behavioural and parasitological data sets from two groups of Japanese macaques and three groups of rhesus macaques to test the generality of the sociability-infection relationship (Chapter 3). Finally, the candidate conducted observations and animal tracking in one macaque group to construct space-sharing networks for comparison with proximity networks and, ultimately, to test for a correlation with geohelminth infection (Chapter 4). Chapter 2 demonstrates a positive correlation between sociability and infection in complete networks of Japanese macaques on Koshima island. However, omitting juveniles or random sets of individuals leads to biased results that may hamper a researcher's ability to detect real network effects in a study group. Chapter 3 demonstrates variability in the relationship between sociability and geohelminth infection across different groups of macaques. Through this larger comparative data set that spanned multiple seasons, results did not support a general pattern linking sociability to geohelminth infection. Within the five groups, a significant positive relationship between sociability and infection was only observed in one group. These results call into question how generally useful an indicator social networks are in predicting parasite infection across individuals. Finally, Chapter 4 describes a negative correlation between space-sharing among individual Japanese macaques on Yakushima Island ranging in their core home range areas and geohelminth infection. However, no association</p>			

between space-sharing networks and those based on spatiotemporal proximity (the index of sociability used) was found, nor between sociability and infection. While space-sharing emerges as a potential factor in geohelminth infection, additional studies focusing on environmental factors or space-sharing at higher resolutions are needed for a more comprehensive understanding. This thesis emphasizes the importance of comprehensive network assessment when studying potential links between sociability and parasite infection in macaques. Social networks do not always predict infection across groups or even across seasons in the same group, suggesting that environmental factors play a crucial role. This work did not support the assumption that space-sharing is an underlying mechanism for the sociability-infection link. As such, different hypotheses can be tested in the future, including the possibility that social relationships predict feeding site usage, leading to similar trends of infection, or that genetic relatedness drives similar patterns of both sociability and infection. Future studies focusing on environmental sampling, animal tracking, and extended observation periods on different macaque groups will deepen our understanding of the interplay between sociability and parasite infection, and its impact on social evolution.

(論文審査の結果の要旨)

申請者Xu Zhihongによる本研究は、動物の集団内の社会性と寄生虫感染の関係を調査し、特にニホンザルおよびアカゲザルにおける土壌伝播蠕虫の感染に焦点を当てている。申請者は社会ネットワーク分析を用いて、集団内の社会的統合度を評価した。本研究の目的は、ネットワーク内での個体の位置と感染リスクとの相関を理解することであり、この現代的なアプローチによって寄生虫感染と疾病リスクについての理解を深めることができた。

第2章では、申請者は幸島のニホンザルのすべての個体を対象とした、完全な社会ネットワークの中での、社会性と感染の関係を調査した。そのようなニホンザルの完全なネットワークにおいて、社会性と感染の間に正の相関を見出し、先行研究の結果を再現した。それに加えて、申請者は、若齢個体などの特定のサブグループの除外が結果の偏りを引き起こす可能性があることを示した。この結果は、寄生虫の感染リスクと疾病伝播を研究する際に、広範囲な資料収集と、集団内のすべてのサブグループを考慮する必要性を示している。

第3章では、申請者は異なる個体群にまたがる複数の集団を対象にして、社会性と寄生虫感染の関係の研究の範囲を広げた。その結果はさまざまであり、ニホンザルおよびアカゲザルの異なる集団間で、社会性と土壌伝播蠕虫感染の関係に変異があることを示した。有意な正の関係は、幸島の1つの集団でのみ見つかり、社会ネットワークが、寄生虫感染を普遍的に予測できるわけではないことを示唆している。この結果はこれまでの研究の暗黙の仮定に疑問を投げかけ、この領域でのさらなる研究の必要性を強調している。

第4章では、申請者は屋久島のニホンザルの個体間での空間の共有が寄生虫感染に及ぼす役割を探究した。予測とは逆に、行動圏のコアエリア内での空間共有と寄生虫感染の間には負の相関が見出された。しかし、空間共有のネットワークと、時空的な近接をもとにした社会的ネットワークの間、および社会性と感染の間には関連がなかった。これは、空間の共有は寄生虫リスクに影響を与えるかもしれないが、社会性と感染の関係の主要な要因ではない可能性を示唆している。つまり、空間の共有は、本論文および他の研究で見つかった社会性と感染の関連の根本的なメカニズムではないかもしれない。

結論として、この論文は、マカクにおける社会性と寄生虫感染の潜在的な関連を研究する際に、包括的な社会ネットワークを評価することの重要性を強調している。また、環境要因が感染率に重要な役割を果たし、空間共有が社会性と感染の関連の基本的なメカニズムでない可能性があることを示唆している。申請者の研究は、環境サンプリング、動物の追跡、長期にわたる行動観察を、さまざまなマカクの個体群で実施し、さまざまな仮説を検証する将来的な研究への展望を開拓している。この研究は、社会性と疾病伝播の相互作用、および社会進化への影響に対する私たちの理解に重要な貢献をしている。

申請者の研究結果は、この分野の将来の研究や霊長類の保全において指針となりうるものである。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5年7月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行い、その結果をもって令和5年8月3日に霊長類学・野生動物系教員会議で合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降