

学 位 審 査 報 告 書

（ ふ り が な ） 氏 名	アンドリュー ジェイムズ ジョナサン マッケントッシュ Andrew James Jonathan MacIntosh
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 22 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理学研究科 生物科学 専攻
（学位論文題目） Gastrointestinal helminth parasitism among Japanese macaques: patterns, processes, and host responses （ニホンザルにおける腸内寄生虫:分布パターンとその形成プロセス、ホストの反応について）	
論 文 調 査 委 員	（主査） Michael A. Huffman 准教授 渡邊 邦夫 教授 濱田 穰 教授

理 学 研 究 科

京都大学	博士（理 学）	氏名	Andrew James Jonathan MacIntosh
論文題目	Gastrointestinal helminth parasitism among Japanese macaques: patterns, processes, and host responses		
(論文内容の要旨)			
Parasites are ubiquitous in nature, but we still lack a basic understanding of the natural processes underlying infection dynamics and how these organisms may affect wild primate health and behavior. In this study, Andrew MacIntosh used an integrative approach to investigate interactions between Japanese macaques (<i>Macaca fuscata</i> ssp.) and their gastrointestinal nematode parasites. To examine variation in infection patterns across individuals, the number of eggs per gram of feces of 5 parasite species observed among 434 fecal samples collected from macaques on Yakushima Island between October 2007 and August 2008 were calculated. The data suggest that <i>Oesophagostomum aculeatum</i>, <i>Strongyloides fuelleborni</i> and <i>Trichuris trichiura</i>, all directly-transmitted and potentially pathological parasites, may be regulated by host immunity because infections 1) peaked among juveniles and declined with age thereafter, and 2) were mediated by host sex and reproductive state. Conversely, the patterns of infection with the trophically-transmitted <i>Streptopharagus pigmentatus</i> and <i>Gongylonema pulchrum</i>, which may not cause serious pathology, are not suggestive of immune regulation because infections increased with age following host sexual maturity and did not vary with host sex or reproductive state. These patterns suggest that Japanese macaques may respond differently to each of their nematode parasites, which may exhibit differential fitness costs with infection. By examining the mechanisms that may underlie infection dynamics, it was demonstrated that insight into the co-evolutionary histories between primate hosts and each of the parasites that infect them can be gained. In addition to fecal sampling, behavioral observations to determine whether increasing parasitic infection was associated with changes in macaque behavior indicative of health impairment were conducted. Stress and disease can be associated with increased behavioral stereotypy, so the autocorrelation dimension of individual behavior using detrended fluctuation analysis to determine the complexity with which behavioral sequences were performed was examined. The analysis showed that clinical signs of health impairment, increasing intensity of infection with <i>O. aculeatum</i>, reproductive activity, and low dominance status were all associated with reductions in the sequential complexity of behavior sequences. These results suggest that complexity loss in animal behavior is characteristic of individuals in impaired or ‘stressed’ states, and that nematode infection may be involved in such changes. That <i>S. pigmentatus</i> infection was not associated with complexity loss suggests that <i>O. aculeatum</i> may pose a greater health risk to Japanese macaques on Yakushima. Because complexity is adaptive, allowing animals to cope with changing ecological conditions, complexity loss and increased stereotypy may represent another fitness cost of infection with certain parasitic organisms, in addition to other stressors. Because infection is costly, vertebrates employ behavioral counter-strategies to parasitism. For example, self-medication involves the ingestion of plant items containing antiparasitic compounds. A meta-analytical approach was used to examine potential interactions between Japanese macaques, their plant food items, and their parasites. A generalized linear model showed that the proportions of plant items with antiparasitic properties consumed by 10 populations of macaques increased with relative parasitic challenge, as measured by nematode species richness, but not latitude. No relationship existed between parasitic challenge and the proportion with which macaques consumed other medicinal plant items without antiparasitic properties. These data link the feeding behavior of Japanese macaques to parasitic infection. Meta-analysis of the database highlights plant food items potentially relevant to such host-parasite interactions with the aim of stimulating future research concerning this possibility. It is argued that studies in feeding ecology will benefit from incorporating the potential for such tri-trophic interactions into our models.			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

寄生虫感染は生物にとって負荷を与えるものであり、感染された宿主は体の定常性を保つために、生理学的にも行動学的にも対応していくことが求められる。例えば、行動的な適応の例としては、チンパンジーが腸内寄生虫に対し駆虫作用のある物質を含んだ特殊な植物を利用していることが知られている。だが霊長類の腸内寄生虫に関しては、その感染のしくみや自然状態での感染状況、性や年齢等による違いなどについての知識は非常に限られている。また彼らの行動が寄生虫の感染によってどのように影響を受けるのか、健康を維持するためにどのような生理的反応や行動学的な適応が認められるのかということについては、ほとんど調べられてこなかった。

申請者は屋久島のニホンザルを対象に、宿主の性や年齢によって感染特性に違いがあることを明らかにし、寄生虫感染の抑制に働いている可能性のあるいくつかのメカニズムを示した。これらの結果は、感染率は宿主の個体差だけでなく、年齢や繁殖生理学的な状態によっても異なっていることを示しており、それには個体の免疫システムやホルモン等を含む生理的条件が大きく影響していることを示唆するものであった。また直接感染する寄生虫と、中間宿主を介して感染する寄生虫とでは、感染のパターンが違うことも明らかになった。申請者はまた、寄生虫感染、妊娠の有無、他の疾患といったさまざまなストレスが個体の行動に及ぼす影響を調べるため、フラクタル関数という今まで霊長類学では用いられることのなかった分析方法を導入している。ニホンザルの行動を、他の身体的、生物学的なシステムと同様な動的システムとしてとらえることによって、ストレスを受けた動物の行動の規則性が、通常のそれとは明らかに異なっていることを示した。さらに申請者は、日本全国10ヶ所のニホンザル個体群における感染寄生虫の種類数とその食物として利用される植物種のうち、駆虫作用のある二次化合物を持った植物種数を調べ、南の暖かい地域から北の寒い地域に向かうにしたがって、寄生虫の種類数が減少し、それとともに駆虫作用をもった植物種の利用も減っていくことを明らかにした。

申請者によって得られた結果は、霊長類の腸内寄生虫に関する多くの新しい知見をもたらしただけでなく、採食を含む野生霊長類の行動のダイナミックな理解に新たな方向性を与えるものである。この研究はまた、感染症をめぐる様々な生態学的要因の相互関係を明らかにし、かつ寄生虫と宿主との共進化のメカニズムの解明にも寄与するものであり、さらには野生動物の福祉や保護管理にも貢献する学際的なものである。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。

平成 22 年 9 月 23 日に、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、合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降