



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |   |
|---------------------|---|
| Title               | Effects of dietary shift and altered helminth infection on the gut microbiota of two sympatric rodents in urban environments [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s)           | Anders, Jason Lee   |
| Degree Grantor      | 北海道大学   |
| Degree Name         | 博士(環境科学)  |
| Dissertation Number | 甲第14336号  |
| Issue Date          | 2021-03-25  |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/81922">https://hdl.handle.net/2115/81922</a>   |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>   |
| Type                | doctoral thesis   |
| File Information    | Jason_Anders_Lee_review.pdf, 審査の要旨  |



# 学位論文審査の要旨

博士（環境科学）

氏名 Jason Lee Anders

|      |    |     |                   |
|------|----|-----|-------------------|
| 審査委員 | 主査 | 准教授 | 小 泉 逸 郎           |
|      | 副査 | 教 授 | 野 田 隆 史           |
|      | 副査 | 教 授 | 鈴 木 仁             |
|      | 副査 | 准教授 | 中 尾 亮 (大学院獣医学研究院) |

## 学位論文題名

Effects of dietary shift and altered helminth infection on the gut microbiota of  
two sympatric rodents in urban environments

(都市化にともなう食性と寄生虫相の改変が同所的に生息する齧歯類の  
腸内細菌叢に及ぼす影響)

都市化は人間活動による生態系改変の最も顕著な例であり、多くの野生生物が様々な影響を被ってきた。都市化により局所個体群が消滅することが一般的であるが、一部の生物は何とか生き延びており、さらにごく一部はむしろ都市環境に上手く適応している。どういった生物において都市で生存できるのかを理解することは、野生生物と人間の共生を考えるうえで重要である。

これまで個体群成長率や分散能力、大胆さといった個性形質などが都市適応に関係することが示唆されてきた。さらに、ごく最近一部の研究者に着目され始めたのが腸内細菌叢である。腸内細菌叢は個体の発生や食物の消化効率、さらには免疫系にも強く関連することが知られており、野生動物の適応度にも大きく影響しうる。腸内細菌は餌を介して環境から取り入れることが多いため、餌環境が大きく異なる人工環境では腸内細菌叢が変化していることが明らかになりつつある。しかし、実証研究はまだ限られており、都市化がどのように腸内細菌叢を改変するのかはほとんど明らかになっていない。そこで本研究では、食性ニッチ幅の異なる複数種の野ネズミを用いて都市と森林域において腸内細菌叢を比較した。

まず初めに、内臓の部位によって腸内細菌叢が異なるかをアカネズミ *Apodemus speciosus*、ヒメネズミ *Apodemus argenteus*、エゾヤチネズミ *Myodes rufocanus* において確認した。これまでの多くの研究では野外で採集された糞便を用いて腸内細菌叢を調べていた。しかし、糞便では一部の腸内細菌が分解されている可能性があり、また腸内の部位によっては糞便と異なる細菌叢になっているかもしれない。16SrRNA領域をもちいたメタゲノム解析の結果、全ての種において小腸において多様性が最も低く細菌叢も大きく異なった。一方で、盲腸、大腸、糞便サンプルは類似した細菌叢であり、野外での糞便からのサンプリングの妥当性を確認できた。また、近縁であるアカネズミとヒメネズミにおいて細菌叢が類似しており、腸内細菌叢の一部は宿主との共進化の歴史を反映していることが示唆された (phylosymbiosis)。

次に、サンプル数の多いアカネズミとエゾヤチネズミにおいて食性の指標である安定同位

体比と腸内細菌叢を都市と郊外で比較した。安定同位体分析の結果、森林環境よりも都市環境において食性ニッチ幅が大きいことが明らかになった。さらに、本来の食性ニッチ幅が大きいアカネズミにおいて変化がより顕著であった。アカネズミでは動物食の割合が顕著に高くなっており、人為由来の餌を食べている可能性が示唆された。腸内細菌叢も都市と郊外で異なっており、またその変化は内臓の部位にも依存することが示された。アカネズミでは乳酸菌やビフィズス菌といったいわゆる善玉菌 (probiotics) の増加がみられた一方、エゾヤチネズミではヘリコバクターなどの悪玉菌の増加がみられた。

最後に、腸内細菌叢に影響を及ぼす要因として、同じ腸内に生息する寄生虫群集について検討した。最近の研究から腸内寄生虫と腸内細菌は相互に影響を及ぼし合っていることが示唆されている。解析の結果、都市化は腸内寄生虫相を改変していたが、その影響は種や生息地によって異なっていた。また、寄生虫と腸内細菌叢の相関関係を都市と森林域でそれぞれ調べたが、影響は非常に複雑であり一般的な傾向は見つからなかった。

以上の結果から、食性ニッチ幅の違いが腸内細菌叢を介して都市適応に関係することが示唆された。さらに、都市化は腸内寄生虫相を改変し、それが直接的・間接的に腸内細菌叢に影響する可能性も示されたが、これらの影響は複雑であり、今後さらなる研究が求められる。本研究はヒトでも盛んに研究されている腸内細菌叢を都市に生息する野生生物において詳細に調べた数少ない研究であり、人間と野生動物の共存を考えるうえでも非常に身近な題材であると考えられる。

審査員一同は、これらの成果を評価し、研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士 (環境科学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。