

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25840170

研究課題名(和文)ニホンザルにおける腸内細菌叢の形成過程および伝播メカニズム

研究課題名(英文)Gut microbiota composition and development in Japanese macaques

研究代表者

澤田 晶子 (Sawada, Akiko)

京都大学・野生動物研究センター・研究員

研究者番号：10646665

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：腸内細菌叢の形成過程および伝播メカニズムを解明するため、異なる条件下の霊長類を対象にメタゲノム解析を実施した。季節によって食性が大きく変動する野生ニホンザルを対象に採食内容と腸内細菌叢の関連性を検証したところ、昆虫食中心の時期であっても、ベジタリアンにみられるような腸内細菌タイプになることがわかった。母子間の類似性および母子分離による影響を検証するために予定していた飼育ニホンザルでの実験は、新生児からの糞サンプリングが非常に困難であったため、動物園で飼育される別の霊長類種の母子での実験に切り替え、現在データ解析を進めているところである。

研究成果の概要(英文)：In this study, I investigated the gut microbiota of primates under different conditions. First, I examined gut microbiota of wild Japanese macaques, whose diets significantly change along with seasons. The results showed that macaques had vegetarian-like gut microbiota patterns that is known to be associated with a high-carbohydrate diet. Another challenge in the original research plan was to evaluate the degree of similarity/difference regarding gut microbiota composition in mother-infant pairs as well as consequences of mother-infant separation using captive Japanese macaques. Due to difficulties in samplings, I modified the plan and now have been working on other primate species in a zoo.

研究分野：採食生態学

キーワード：霊長類 ニホンザル 腸内細菌 採食生態 消化

1. 研究開始当初の背景

採食生態についての理解を深める新たな指標として、腸内細菌に着目した。食物の消化・吸収に密接に関連する腸内細菌は、宿主である動物の適応度を左右する非常に重要な存在である。採食内容の変化に合わせて腸内細菌叢を適応させることは、消化器官の形態を変化させるよりもはるかに容易であることから、動物は多くの子孫を残すため、より効率的にエネルギーや栄養を吸収できるような独自の腸内細菌叢を獲得・進化させてきたと予測される。無菌状態で生まれてくる新生児の腸内細菌叢は、母親から受け継いだもの(垂直伝播)や、生育環境や食事内容から獲得したもの(水平伝播)で形成される。親が子の世話をする動物において垂直伝播がみられることは、腸内細菌と動物の共進化という仮説の大前提と考えられている。

2. 研究の目的

霊長類の腸内細菌叢における形成過程および伝播メカニズムの解明を目的とする。異なる条件下のニホンザル母子を対象に、腸内細菌叢における菌種組成の解析および細菌の系統分類をおこなう。具体的な目標は、(1) 母子間の類似性の検証、(2) 母子分離によってもたらされる影響の評価、(3) 採食内容と腸内細菌叢における関連性の検証の3点である。

3. 研究の方法

採取した糞から、難培養細菌も含めた腸内細菌叢の遺伝子を丸ごと抽出し、16S rRNA 遺伝子配列を指標とした分析を実施した。V1/V2 領域を増幅するプライマーを用いて PCR をおこない、次世代シーケンサー (Illumina 社・Miseq) で解析し、その結果をもとに、菌種組成の解析および細菌の系統分類をおこなった。

4. 研究成果

(1) 母子間の類似性

当初の計画にあった、所属機関で飼育するニホンザル母子を対象とした実験をおこなうことができなかった。これは、母親に抱かれたまま排泄する新生児からの糞サンプリングが非常に困難であったことに加え、実験

個体が死亡するという想定外の出来事が起こったためである。必要なサンプル数を確保することができなかったことから、動物園で飼育される別の霊長類種(ラングール)の新生児とその母親での実験に切り替えた。経時変化を追うため、約1年間に渡って定期的に糞サンプルを採取した。すでにサンプリングは終了し、現在は解析をおこなっているところである。腸内細菌叢における母子間の類似度が経時的に高まることが示されれば、垂直伝播の証明となり、ヒトの腸内細菌叢の進化過程を明らかにする上でも重要な基礎データになることが期待される。

(2) 母子分離による影響

上記ラングールの新生児が途中から人工哺育に切り替わったことから、母子分離の影響についても検証できると考える。(1)とあわせて、現在データ解析を進めているところである。母子を引き離した結果、新生児にのみ有害菌の増加や有益菌の減少といった腸内細菌叢の著しい変動がみられるようであれば、免疫力と腸内細菌叢の構成・安定性の関連性を示すデータとなり得る。

(3) 採食内容との関連性

屋久島の野生ニホンザルの12か月に渡る詳細な採食データと腸内細菌叢の構成を検証した。その結果、昆虫食中心の時期であっても、ニホンザルはベジタリアンにみられるような腸内細菌叢をもつことがわかった。季節に応じて採食内容が大きく変動する野生個体を対象としたことで、当初の予定以上の成果を収めることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

澤田晶子「総論：霊長類のキノコ食行動 - 今後の課題と可能性」霊長類研究、30: 5-21、2014、査読有
DOI: 10.2354/psj.30.010

Otani Y, Sawada A, Hanya G 「Short-term separation from groups by male Japanese macaques: Costs and benefits in feeding behavior and social interaction」 American Journal of

Primates, 76: 374-384, 2014, 査読有

DOI: 10.1002/ajp.22241

Sawada A, Sato H, Inoue E, Otani Y, Hanya G
「Mycophagy among Japanese macaques in Yakushima: fungal species diversity and behavioral patterns」Primates, 55: 249-257, 2014, 査読有

DOI: 10.1007/s10329-013-0396-9

〔学会発表〕(計 11 件)

澤田晶子、早川卓志、栗原洋介、半谷吾郎、岸田拓士、阿形清和「野生ニホンザルの腸内細菌叢は採食パターンに応じて変化するのか」第 62 回日本生態学会大会、2015/03/18-2015/03/22、鹿児島大学(鹿児島市)

Sawada A 「You are what you eat: Diet and gut microbiota of Japanese macaques」The 2nd Annual Symposium of Leading Graduate Program in Primatology and Wildlife Science, 2015/03/05-2015/03/08, Kyoto University (Kyoto)

澤田晶子「サルは毒キノコを避けているのか？」鳥取大学ポストグローバル COE プログラム公開シンポジウム、2015/03/01、国立科学博物館(東京都・台東区)

Sawada A, Hayakawa T, Kurihara Y, Kishida T, Agata T 「Gut microbiota associated with dietary changes in wild Japanese macaques」The 3rd International Workshop on Tropical Biodiversity and Conservation, 2014/09/22-2014/09/23, Arusha (Tanzania)

Sawada A, Hayakawa T, Kurihara Y, Agata K 「Gut microbiota of wild Japanese macaques」XXV Congress of International Primatology Society, 2014/08/10-2014/08/16, Hanoi (Vietnam)

澤田晶子、福田真嗣、半谷吾郎「野生ニホンザルの腸内細菌叢解析：サンプル保存方法による影響の比較」第 61 回日本生態学会大会、2014/03/14-2014/03/18、広島国際会議場(広島市)

澤田晶子「きのこ好きな屋久島のニホンザル」日本生態学会近畿地区会共催イベント、2013/11/06、京都大学(京都市)

澤田晶子「ニホンザルの食 - 探索から消化まで」第 29 回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013 年度合同大会合同シンポジウム、2013/09/06-2013/09/09、岡山理科大学(岡山市)

澤田晶子、早川卓志、他 48 名「次世代シーケンサーによる屋久島のニホンザル(*Macaca fuscata yakui*) の採食品目および腸内細菌叢の網羅的探索」第 29 回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013 年度合同大会合同シンポジウム、2013/09/06-2013/09/09、岡山理科大学(岡山市)

澤田晶子「違いのわかるサル? ニホンザルのキノコ食から見えること」日本地衣学会第 12 回大会、2013/07/06-2013/07/07、京都大学(京都市)

Sawada A, Sato H, Inoue E, Otani Y, Hanya G 「Fungi as food resources for Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*) on Yakushima Island, Japan」The 36th Meeting of the American Society of Primatologists, 2013/06/18-2013/06/22, San Juan (Puerto Rico)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

澤田晶子 (Sawada Akiko)
京都大学野生動物研究センター
研究員
研究者番号 : 10646665

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし