

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K14490

研究課題名（和文）中大型動物が枯死木分解に果たす役割：ニホンザルの昆虫食が分解速度に及ぼす影響

研究課題名（英文）Effects of mammal behavior on deadwood decomposition

研究代表者

栗原 洋介（Kurihara, Yosuke）

静岡大学・農学部・特任助教

研究者番号：70814359

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究で行った屋久島・西部林道における枯死木分解実験の結果、ニホンザルは急激な材の体積減少を引き起こし、さらに細片化された材はニホンジカに踏まれやすくなることがわかった。ニホンザルは節足動物を採食するために、森林内に多数存在する分解後期の白色腐朽材をよく壊しており、そのような材にはクワガタ・ゴミムシダマシなどの幼虫、ゴキブリ、シロアリなどの節足動物が生息していた。本研究で得られた結果は中大型哺乳類が分解後期において枯死木分解を促進する付加的な役割を果たすことを示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

枯死木は森林に大量に存在するだけでなく、生物多様性や物質循環を支えるなど生態系において重要な役割を果たしている。その分解は主に真菌や節足動物が担うことが知られている一方、中大型動物が枯死木分解プロセスにどのように関与するかはよくわかっていない。本研究では、ニホンザルやニホンジカなどの中大型哺乳類が枯死木分解速度にあたる影響に関するデータを得ることで、枯死木と中大型動物という未解明のリンクに迫ることができた。

研究成果の概要（英文）：Japanese macaques caused a rapid loss of deadwood volume, and furthermore, the fragmented deadwood was more likely to be trampled by Japanese deer in the western coastal forest in Yakushima Island, Japan. Japanese macaques broke white-rot wood in a late stage of decay in forests to feed on arthropods, and such wood was inhabited by arthropods such as larvae of beetles, cockroaches, and termites. The results of the present study suggest that medium and large mammals play an additional role in promoting deadwood decomposition especially in the late stage of decomposition.

研究分野：動物生態学

キーワード：枯死木 哺乳類 昆虫

1. 研究開始当初の背景

枯死木をめぐる生物間相互作用ネットワークを深く理解することは、森林生態系の安定性および森林動態を考えるのに必須である。枯死木は森林内に大量に存在するだけでなく、炭素や養分を貯留したり多様な生物に食物や生息場所を提供したりするなど、森林の維持・更新に重要な働きをしている。

森林生態系における生物間相互作用ネットワークのなかで、中大型動物と枯死木の関わりはこれまで見逃されてきた。森林性動物は消費者として植物(生産者)を採食し、植物個体の形質・個体群動態・群集構造に影響をあたえる一方、分解者として生物遺体を無機化し、森林内の物質循環に貢献する。なかでも中大型動物は生食連鎖において種子散布者として働いたり、生息地を改変したりすることで、生態系に重大なインパクトを及ぼす。その一方で、腐食連鎖において枯死木分解の中心的な役割を果たすのは、真菌や節足動物とされてきた。しかし、中大型動物が枯死木依存性昆虫を採食することは世界各地で報告されており、昆虫食の過程で無視できない量の枯死木を物理的に破壊している可能性がある。

中大型動物のなかでも霊長類は最適な研究対象である。最大の利点は、直接観察により動物が昆虫食のために枯死木を破壊する行動の一部始終を捉えられることである。とくに屋久島ではニホンザルが枯死木を破壊し昆虫を採食する行動が1970年代から観察されている。霊長類がいつ・どのように枯死木を破壊し、どれくらい枯死木分解を促進するのかを解明することは、中大型動物と枯死木の関わりに迫る端緒となり、森林生態系における中大型動物の役割を包括的に理解するのに役立つにちがいない。

2. 研究の目的

ニホンザルによる昆虫食にともなう枯死木破壊行動が枯死木分解速度にあたる影響を解明する。そのために、(1)サルはどのような特性をもつ枯死木を壊すのか、(2)サルはいつ・なぜ枯死木を壊すのか、(3)サルはどれくらい枯死木を壊すのかという3つの研究課題に取り組む。

3. 研究の方法

調査はすべて鹿児島県屋久島町の西部林道で実施した。調査地には暖温帯常緑広葉樹林が広がり、ニホンザルをはじめ、ニホンジカ・ニホンイタチ・タヌキ・ネズミ類などの哺乳類が分布している。

研究(1)(2)のために、ニホンザルの行動観察を行い、採食行動および枯死木破壊行動を記録した。また、森林内に存在する枯死木現存量および枯死木に生息する節足動物群集の調査を行った。枯死木現存量調査では50m四方の調査プロットを8つ(合計2ha)設定し、枯死木のサイズ、腐朽タイプ、腐朽度、種名などを記録した。節足動物群集調査では、サルがよく壊した分解後期の白色腐朽材および褐色腐朽材(倒伏木に限定)を対象とし、内部に生息している節足動物の種と個体数を記録するとともに重量を測定した。

研究(3)のために、森林内に調査プロットを20箇所設置し、枯死木放置実験を行った。分解後期のマテバシイ白色腐朽材を2分割し、一方はそのまま放置、他方はサルが破壊できないようにネットで覆った。およそ3ヶ月おきにメジャーを用いて材の大きさを計測するとともに、材の写真撮影を行い3Dモデルを作成することで、材の表面積・体積のデータを収集した。また、自動撮影カメラを用いて動物の訪問および枯死木とのコンタクトを記録した。

4. 研究成果

サルは分解後期の白色腐朽材(倒伏木)をよく壊す傾向にあった。森林内の現存量について、体積は倒伏木より立枯木で大きかった一方、数は立枯木より倒伏木が多かった。倒伏木に限定すると、褐色腐朽材より白色腐朽材の体積が大きく、数も多かった。また、枯死木に生息している節足動物について、生息個体数は褐色腐朽材と白色腐朽材で同程度だったが、白色腐朽材では褐色腐朽材より多様性が高く、重量も大きい傾向にあった。とくに、クワガタ類やキマワリ類の幼虫、オオゴキブリなどが白色腐朽材に生息する節足動物の重量増加に貢献していた。これらの結果より、サルが分解後期の白色腐朽材(倒伏木)をよく壊したのは、腐朽が進んでおり壊しやすい、地上にたくさんあるためアクセスしやすい、餌となる節足動物がたくさん生息していることが関連していると考えられる。

サルはエネルギー収支の最も悪い冬に枯死木破壊行動を行うことが多かった。枯死木に生息

する節足動物は、サルの主要食物である果実種子の少ない期間にエネルギーやタンパク質の供給源として重要であると考えられる。また、ニホンザルの枯死木破壊行動は主要な採食樹が多く、平坦な場所によく見られることがわかり、ニホンザルと枯死木の関わりが空間特異的である可能性が示唆された。なお、計画していたよりも十分な観察時間をとることができなかつたため、過去に収集したデータも合わせて分析を行った。

枯死木放置実験の結果、サルが破壊できないようにネットで覆った材は、そのまま放置した材よりも体積減少が遅くなった（図 1）。行動観察の結果と同様、設置した材は冬（12-2月）に破壊されることが多かった。サルによる枯死木破壊行動は立て続けに起こり、材の体積は急激に減少した（図 2）。ある個体が破壊した跡が採食場所の手がかりとなり、他個体によるさらなる破壊が引き起こされていると考えられる。また、材の体積が小さくなるにつれて、シカに踏まれやすくなる傾向があった。屋久島・西部林道のシカは葉リターを主要な食物とするため、林床のリターを採食する際に細片化された枯死木を踏みやすいと考えられる。

以上の結果より、中大型哺乳類は分解後期において枯死木分解を促進する付加的な役割を果たしている可能性が示唆された。なお、現在も一部の材の分解が完了していないため、モニタリングを継続して実施している。今後は、他種・他サイトでの検証を行うことで、より頑健な結論を得る必要がある。また、枯死木—節足動物—中大型動物の関わりをとらえる研究へと発展させることで、枯死木をめぐる生物間相互作用ネットワークにおける中大型動物と枯死木の関わりへの解明に引き続き取り組む。

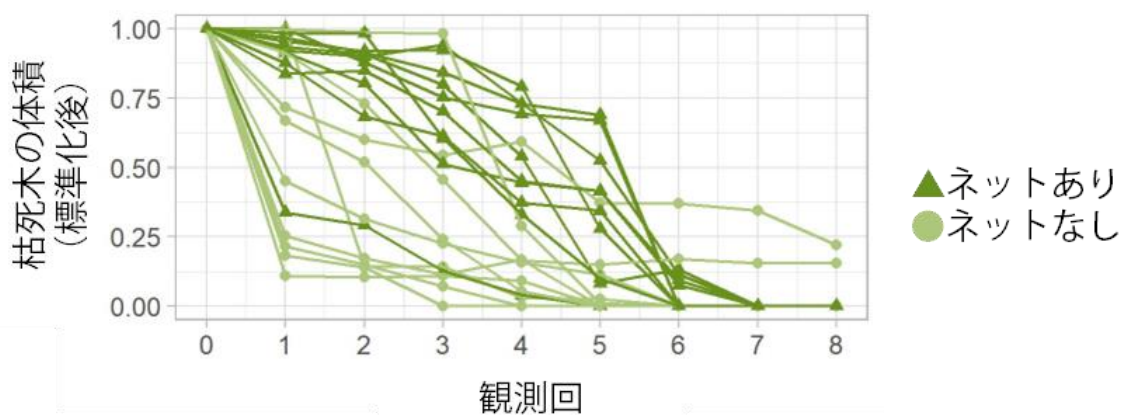


図 1
枯死木（10 本×2 条件）体積の時系列データ（2019/12-2021/12）
※各材の設置時点の体積を 1 とした。観測間隔は約 3 ヶ月。



図 2
ニホンザルがマテバシイ白色腐朽材を破壊する様子

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Lee Wanyi, Hayakawa Takashi, Kurihara Yosuke, Hanzawa Maho, Sawada Akiko, Kaneko Akihisa, Morimitsu Yoshiki, Natsume Takayoshi, Aisu Seitaro, Ito Tsuyoshi, Honda Takeaki, Hanya Goro	4. 巻 83
2. 論文標題 Stomach and colonic microbiome of wild Japanese macaques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 American Journal of Primatology	6. 最初と最後の頁 e23242
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajp.23242	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ito Tsuyoshi, Hayakawa Takashi, Suzuki-Hashido Nami, Hamada Yuzuru, Kurihara Yosuke, Hanya Goro, Kaneko Akihisa, Natsume Takayoshi, Aisu Seitaro, Honda Takeaki, Yachimori Syuji, Anezaki Tomoko, Omi Toshinori, Hayama Shin ichi, Tanaka Mikiko, Wakamori Hikaru, Imai Hiroo, Kawamoto Yoshi	4. 巻 48
2. 論文標題 Phylogeographic history of Japanese macaques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biogeography	6. 最初と最後の頁 1420 ~ 1431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jbi.14087	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kurihara Yosuke, Kinoshita Kodzue, Shiroishi Izumi, Hanya Goro	4. 巻 61
2. 論文標題 Seasonal variation in energy balance of wild Japanese macaques (<i>Macaca fucata yakui</i>) in a warm-temperate forest: a preliminary assessment in the coastal forest of Yakushima	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Primates	6. 最初と最後の頁 427 ~ 442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10329-020-00797-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 栗原洋介、相場慎一郎	4. 巻 46
2. 論文標題 屋久島・永田における9年間（2005-2014年）の気象観測記録	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature of Kagoshima	6. 最初と最後の頁 317 ~ 327
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 半谷吾郎、好廣眞一、YANG Danhe、WONG Christopher Chai Thiam、岡桃子、楊木萌、佐藤侑太郎、大坪卓、櫻井貴之、川田美風、F. FAHRI、SIWAN Elangkumaran Sagtia、HAVERCAMP Kristin、余田修助、GU Ningxin、LOKHANDWALA Seema Sheesh、中野勝光、瀧雄渡、七五三木環、本郷峻、澤田晶子、本田剛章、栗原洋介	4. 巻 36
2. 論文標題 道路上の糞を採す踏査で明らかになった屋久島のニホンザルの全島分布 (2017 2018年)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 霊長類研究	6. 最初と最後の頁 23 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2354/psj.36.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kurihara Yosuke、Muto Hiroyuki	4. 巻 182
2. 論文標題 Behavioral responses of Japanese macaques to playback-simulated intergroup encounters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Behavioural Processes	6. 最初と最後の頁 104279 ~ 104279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.beproc.2020.104279	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kurihara Yosuke、Nishikawa Mari、Mochida Koji	4. 巻 162
2. 論文標題 Behavioral responses to changes in group size and composition: a case study on grooming behavior of female Japanese macaques (<i>Macaca fuscata yakui</i>)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Behavioural Processes	6. 最初と最後の頁 142 ~ 146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.beproc.2019.03.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hanya G、Morishima K、Koide T、Otani Y、Hongo S、Honda T、Okamura H、Higo Y、Hattori M、Kondo Y、Kurihara Y、Jin S、Otake A、Shiroisih I、Takakuwa T、Yamamoto H、Suzuki H、Kajimura H、Hayakawa T、Suzuki Hashido N、Nakano T	4. 巻 34
2. 論文標題 Host selection of hematophagous leeches (<i>Haemadipsa japonica</i>): Implications for iDNA studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 842 ~ 855
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 He Tianmeng, Honda Takeaki, Kurihara Yosuke, Thierry Ghislain	4. 巻 171
2. 論文標題 Variation in chewing efficiency of Yakushima Japanese macaque (<i>Macaca fuscata yakui</i>)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 American Journal of Physical Anthropology	6. 最初と最後の頁 110 ~ 119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajpa.23955	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hayakawa Takashi, Sawada Akiko, Tanabe Akifumi S., Fukuda Shinji, Kishida Takushi, Kurihara Yosuke, Matsushima Kei, Liu Jie, Akomo-Okoue Etienne-Francois, Gravena Waleska, Kashima Makoto, Suzuki Mariko, Kadowaki Kohmei, Suzumura Takafumi, Inoue Eiji, Sugiura Hideki, Hanya Goro, Agata Kiyokazu	4. 巻 59
2. 論文標題 Improving the standards for gut microbiome analysis of fecal samples: insights from the field biology of Japanese macaques on Yakushima Island	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Primates	6. 最初と最後の頁 423 ~ 436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10329-018-0671-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sha John Chih Mun, Kurihara Yosuke, Tsuji Yamato, Take Makiko, He Tianmeng, Kaneko Akihisa, Suda-Hashimoto Naoko, Morimoto Mayumi, Natsume Takayoshi, Zahariev Alexandre, Blanc Stéphane, Hanya Goro	4. 巻 76
2. 論文標題 Seasonal variation of energy expenditure in Japanese macaques (<i>Macaca fuscata</i>)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Thermal Biology	6. 最初と最後の頁 139 ~ 146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtherbio.2018.07.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kurihara Yosuke, Hanya Goro	4. 巻 89
2. 論文標題 Within-Population Variations in Home Range Use and Food Patch Use of Japanese Macaques: A Perspective of Intergroup Hostility	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Folia Primatologica	6. 最初と最後の頁 397 ~ 414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000493574	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 栗原洋介
2. 発表標題 枯死木を壊すサル、踏むシカ：哺乳類の行動と枯死木分解の関わり
3. 学会等名 日本哺乳類学会 2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗原洋介
2. 発表標題 サル・シカ・枯死木：屋久島で紐解く新たなつながり
3. 学会等名 屋久島学ソサエティ 第9回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗原洋介
2. 発表標題 中大型哺乳類の行動が枯死木分解速度にあたる影響
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 栗原洋介、兼子明久、夏目尊好、愛洲星太郎、Nelson Broche、本田剛章、伊藤毅、澤田晶子、半谷吾郎
2. 発表標題 群間エンカウターの勝敗が野生ニホンザルの移動パターンにあたる影響
3. 学会等名 第36回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗原洋介
2. 発表標題 サルは森の壊し屋? : 見逃されてきたサルと枯死木の関わり
3. 学会等名 屋久島学ソサエティ 第 8 回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Lee Wanyi, He Tianmeng, Kurihara Yosuke, Shiroishi Izumi, Hanya Goro
2. 発表標題 Fermentation ability of Japanese macaques' gut microbiome fluctuates seasonally with diet
3. 学会等名 第 68 回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 半沢真帆、栗原洋介
2. 発表標題 ニホンザルにおける他群個体との距離に応じた行動変化：接近および回避について
3. 学会等名 ニホンザルの「暮らし」を俯瞰する 遺伝子・行動・生態・人との関わり
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗原洋介
2. 発表標題 ニホンザルはどこで枯死木を壊す? : 主要採食樹と地形の影響
3. 学会等名 ニホンザルの「暮らし」を俯瞰する 遺伝子・行動・生態・人との関わり
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 半沢真帆、栗原洋介、兼子明久、夏目尊好、愛洲星太郎、伊藤毅、本田剛章、半谷吾郎
2. 発表標題 二ホンザルにおける他群個体との距離に応じた行動変化：接近および回避について
3. 学会等名 第 35 回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉浦秀樹、早川祥子、栗原洋介、香田啓貴、鈴木真理子、菅谷和沙、藤田志歩、田伏良幸、川添達朗、田中俊明、Macintosh Andrew、清野未恵子、大谷洋介、室山泰之、西川真理、持田浩治、半沢真帆、澤田晶子、Bonaventura Majolo、Hernandez Alexander D.、原澤牧子
2. 発表標題 屋久島西部低地林における過去 20 年間の野生二ホンザルの個体数変動
3. 学会等名 第 35 回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤毅、早川卓志、橋戸南美、田中美希子、濱田穰、栗原洋介、半谷吾郎、兼子明久・夏目尊好、愛洲星太郎、本田剛章、谷地森秀二、姉崎智子、新宅勇太、近江俊徳、羽山伸一、今井啓雄、若森参、川本芳
2. 発表標題 核ゲノムの系統から見直す二ホンザルの形態変異と進化史
3. 学会等名 日本進化学会第 21 回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lee Wanyi、He Tianmeng、Kurihara Yosuke、Hanya Goro
2. 発表標題 Fermentation ability of Japanese macaques' gut microbiome fluctuates seasonally with diet
3. 学会等名 第 67 回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗原洋介
2. 発表標題 他群の接近がニホンザルの行動に与える影響：屋久島海岸域における音声プレイバック実験
3. 学会等名 第34回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岸田拓士・松島慶・半谷吾郎・本田剛章・早川卓志・栗原洋介・澤田晶子・杉浦秀樹
2. 発表標題 ヤクシマザルの地理分布の経年変化
3. 学会等名 第63回プリマーテス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ito T, Hayakawa T, Suzuki-Hashido N, Hamada Y, Kurihara Y, Hanya G, Kaneko A, Natsume T, Aisu S, Honda T, Yachimori S, Anezaki T, Shintaku Y, Omi T, Hayama S, Imai H, Wakamori H, Tanaka M, Kawamoto Y
2. 発表標題 Incongruence between nuclear genome phylogeny and morphological diversity in Japanese macaques
3. 学会等名 第63回プリマーテス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kurihara Y, Muto H
2. 発表標題 Behavioral responses of Japanese macaques to simulated intergroup encounters: evidence from field playback experiments
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------