

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 4日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2012

課題番号：22800015

研究課題名（和文） 琉球列島の更新世以降の環境変動に対する陸棲哺乳類の生態学的応答と形態進化

研究課題名（英文） Ecological response to environmental fluctuations and morphological evolution of terrestrial mammals in Ryukyu Islands during Pleistocene.

研究代表者

久保 麦野 (Mugino Kubo)

東京大学・総合研究博物館・特任研究員

研究者番号：10582760

研究成果の概要（和文）：

本研究では、後期更新世の琉球列島から発掘された化石シカ類 2 種（リュウキュウジカ、リュウキュウムカシキョン）について、形態分析および安定同位体分析による古生態復元を行った。化石シカ類は出土サイトによって歯牙のサイズに違いがあること、同一サイトでは 2 種とも木本植物の葉を主体とする食性であるが、リュウキュウジカの方がイネ科草本を採食する頻度が高かったと推定され、同所的な 2 種でのニッチ分化が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

The present study investigated morphology and ecology of two extinct deer species (*Cervus astylodon*, *Dicrocerus* sp.) excavated from late Pleistocene Ryukyu Islands. From stable isotope analysis and mesowear analysis, it was estimated that both species primarily consumed leaves of trees and bushes, but *C. astylodon* consumed grass more frequently, implying a niche partitioning between sympatric species.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	940,000	282,000	1,222,000
2011 年度	526,697	158,009	684,706
2012 年度	113,303	33,990	147,293
年度			
年度			
総計	1,580,000	473,999	2,053,999

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：文化財科学

キーワード：琉球列島、化石、脊椎動物、リュウキュウジカ、古生態学、更新世

1. 研究開始当初の背景

琉球列島は石灰岩土壌であるために、石灰岩洞穴や裂罅から更新世の脊椎動物化石を多産する。また琉球列島からは日本最古の人骨化石（山下町第一洞穴人、約三万年前）が発見されており、さらなる人骨化石資料の発見を目指した探索が後期更新世の洞穴等で現在も進められている。こうした発掘調査により、後期更新世の陸棲動物相が明らかにさ

れてきたが、その中でリュウキュウジカやリュウキュウムカシキョンの化石の産出量が特に多く、これらは後期更新世から完新世にかけての琉球列島の動物相を代表する種である。化石シカ類はおそらく前期更新世に大陸から移入したと考えられているが、最終氷期最寒期前後に絶滅した。この時代は土壌中の花粉化石の分析から植生の変化が認められており、環境変化とシカ類の絶滅の関連が

示唆されている。しかしながら化石シカ類の古生態復元は試みられてこなかったため、環境変化に応答した生態的变化があったのか、またそれに関連した形態進化があったのかについては明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究では、琉球列島の化石シカ類を対象に、更新世末期の環境変動に関連し、食性の変化など生態学的応答があったのか、さらにそれと形態進化の関連性について、形態分析ならびに安定同位体分析などの古生態復元手法により明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1)下顎骨・歯牙の形態分析

化石資料について、下顎骨・歯牙の形態計測を行い、サイト間で比較を行った。使用した化石資料の産地は、沖縄本島の5サイト(山下町第一洞穴、港川フィッシャー、与座、真栄平、ハナダガマ)である。

化石シカ類の年齢を歯牙の磨耗から推定するため、年齢既知の現生ニホンジカ標本を用い、年齢と歯牙サイズの関係性を調査した。さらに年齢と大白歯の萌出状態(歯頸線が歯槽より出ているか否か)の関係についても調べた。大白歯の歯冠高から年齢を推定するモデル式を作成し、これにリュウキュウジカの歯冠高を当てはめることで年齢を推定し、歯構成を復元した。

(2)安定同位体分析

化石資料について、大白歯のエナメル質をサンプリングし(ハナダガマ出土のリュウキュウジカ・リュウキュウムカシキオン各20点)、炭素・酸素安定同位体分析を行った。

比較現生種として、日本列島に生息するニホンジカの各地域集団(北海道、房総半島、屋久島)ならびに房総半島に定着している外来種キオンについても、エナメル質の安定同位体分析を行った(各10点。房総のニホンジカとキオンについては各20点)。

(3)大白歯のメゾウェア分析

食性推定の信頼度を高めるため、大白歯のメゾウェア分析を行った。メゾウェア分析は大白歯の磨耗様態を評価し、食性既知の現生種と比較することで化石種の古食性を復元する手法である。化石資料について、大白歯のメゾウェアデータを取得した。

さらにメゾウェア分析の信頼性を評価するため、食性・生息環境既知のニホンジカ地域個体群(北海道から屋久島まで15個体群)についてもデータを取得し、採食物中のイネ科植物の割合などとメゾウェアスコアの関係を調査した。またメゾウェアデータがすでに発表されている現生有蹄類70種以上につ

いて、定量的食性調査を行っている研究の網羅的な文献調査を行い、食性の定量値とメゾウェアスコア間の関係について、種間比較を行った。

4. 研究成果

(1)下顎骨・歯牙の形態分析

化石資料は破損が著しいものが多く、下顎骨全体にわたり計測が行えた標本は少なかった。しかしながら保存の良い大白歯の計測値についてみると、いずれのサイトでもリュウキュウジカの方がリュウキュウムカシキオンより大きかった。しかしながら2種のサイズ差はサイトによって異なり、ハナダガマでは両者の差が小さいのに対し、与座では差が大きかった。この結果から、地域的ないし時代的に化石シカ類のサイズが変化していたことが示唆された。

年齢既知の現生ニホンジカ標本を用いた分析から、大白歯の高さおよび切歯の高さが年齢とよく相関し、また生息環境によっても磨耗速度が異なることが示された。大白歯の萌出状態は年齢とともに進行するものの、地域差が大きく、年齢推定方法としては精度が低いことが明らかになった。ニホンジカの大臼歯の磨耗モデル式を用いて、歯冠高からリュウキュウジカ(山下町第一洞穴、ハナダガマ)の年齢を推定したところ、両遺跡とも高齢個体が極めて多かった。このことからリュウキュウジカは捕食圧の低い環境で極めて長寿命であった可能性が示唆された。

(2)安定同位体分析

食性既知のニホンジカおよびキオンを対象に行った安定同位体分析から、同所的に生息する房総のニホンジカとキオンで炭素同位体比に有意な差が見られ、シカの方がより $\delta^{13}\text{C}$ が小さい値を示した。これは房総のシカとキオンで、キオンの方がより木本植物(C3植物)の葉を選好するという生態学的知見から予測されるパターンとは逆であった。しかしながら、ニホンジカがより多く採食するササが、C3植物の中でも特に $\delta^{13}\text{C}$ の値が低い(約-33‰)ことを鑑みると、ササ食の影響が反映されている可能性が考えられた。このことはササ食の割合の高い北海道のニホンジカで $\delta^{13}\text{C}$ が最も低い値を取っていることから支持された。今後さらに比較集団数を増やして分析を行うことで、採食物と同位体値の関係が明らかになるものと期待される。

化石シカ類の安定同位体分析から、両者ともC3植物がメインの食性であったことが示唆された。リュウキュウムカシキオンと比較して、リュウキュウジカの方が $\delta^{13}\text{C}$ の値が大きく、また変異幅もより大きかった。このことから、リュウキュウジカの方が、1) C3植物がメインだがC4植物(温帯~熱帯性の

イネ科植物)も利用していた、2)森林だけでなく林縁さらに草地のようなよりオープンな生息環境まで、幅広く利用していたという可能性が示唆された。すなわち同所的に生息していた2種で生態的ニッチが異なっていたことが示唆された。

(3)大臼歯のメゾウェア分析

メゾウェア分析は古生物学分野で食性復元に広く用いられているものの、食性が定量的に調べられている現生種を用いた信頼性評価は今までほとんどなされてこなかった。食性の定量的分析が行われている現生ニホンジカについて、北海道から屋久島まで全国15集団を対象に、メゾウェアと食性や生息環境との関係を調査した。その結果、メゾウェアスコアと採食物中のイネ科草本の割合には有意な正の相関があり、先行研究において種間で定性的に示されていた関係をより定量的に示すことができた。

一方、今まで定性的な採食類型が使われてきていた種間比較について、食性調査を行った文献を網羅的に調べ、採食物中のイネ科植物の割合を求めることで、メゾウェアスコアとの関係を調べたところ、ニホンジカ集団でみられたのとはほぼ同等の相関関係が示された。さらに食性に季節・地域的変異が大きい種と、変異の小さい種の2群に分け、メゾウェアスコアの変異幅(変動係数)を比較したところ、食性に変異の小さい種ではメゾウェアの変異も小さいことが明らかとなった。このことは、メゾウェアスコア自体のみならず、その変異の大きさにも生態学的に重要な情報が含まれていることを示すものである。

ニホンジカ15集団から示された、メゾウェアスコアと採食物中のイネ科植物割合の関係式に、リュウキュウジカとリュウキュウムカシキョンのメゾウェアスコアを代入することで、化石シカ類の食性に含まれるイネ科植物の割合を推定した。その結果、リュウキュウジカでは12.2%、リュウキュウムカシキョンでは7.6%のイネ科植物が含まれていたと予測された。このことは安定同位体分析で、リュウキュウジカの方がC4植物(温帯～熱帯性のイネ科植物)をより多くとっていたという結果と整合的である。今後、分析する化石サイトの数を増やすことで、リュウキュウジカとリュウキュウムカシキョンのニッチ分化に地域的・時代的変異があったのかどうか、さらにそれと形態的変異に関連があるのかを明らかにすることができると考えられる。

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)

- ① Kubo, M. O., Minami, M., Higuchi, N., Ohnishi, N., Okada, A., Kaji, K., Ohba, T., Hosoi, E., Koizumi, T. and Takatsuki, S. Female sika deer evolved larger incisors than males under relaxed selection against rapid tooth wear. *Biological Journal of the Linnean Society* (in press). 査読有
- ② Kubo, M. O., Kaji, K., Ohba, T., Hosoi, E., Koizumi, T. and Takatsuki, S. (2011) Compensatory response of molar eruption for environment-mediated tooth wear in sika deer. *Journal of Mammalogy* 92: 1407-1417. 査読有
- ③ Kubo, M. O., Fujita, M., Matsu'ura, S., Kondo, M. and Suwa, G. (2011) Mortality profiles of Late Pleistocene deer remains of Okinawa Island; evidence from the Hananda-Gama Cave and Yamashita-cho Cave I sites. *Anthropological Science* 119: 183-201. 査読有

[学会発表](計7件)

- ① 久保麦野 沖縄県南城市ハナダガマから出土した後期更新世シカ類の古生態復元, 第66回日本人類学会大会, 慶応大学, 2012年11月.
- ② 松浦秀治 山下町第一洞穴人骨の産出層位に関する新たな知見, 第66回日本人類学会大会, 慶応大学, 2012年11月.
- ③ 久保麦野 ニホンジカ切歯サイズに見られる性的二型—磨耗と繁殖戦略の違いがもたらす雌雄差, 日本哺乳類学会2012年度大会, 麻布大学, 2012年9月.
- ④ 山田英佑 メゾウェア解析によるニホンジカ個体群間比較, 日本哺乳類学会2012年度大会, 麻布大学, 2012年9月.
- ⑤ 山田英佑 反芻動物におけるメゾウェア解析歯種の拡大, 日本古生物学会2012年年会, 名古屋大学, 2012年7月.
- ⑥ 久保(尾崎)麦野 現生ニホンジカにおける大臼歯の磨耗と形態進化に関する研究, 第16回野生動物保護学会・日本哺乳類学会2010年度合同大会, 岐阜大学, 2010年9月.
- ⑦ 久保(尾崎)麦野 現生ニホンジカにお

ける大臼歯の摩耗と萌出の関連性, 第
16 回野生動物保護学会・日本哺乳類学
会 2010 年度合同大会, 岐阜大学, 2010
年 9 月.(日本哺乳類学会優秀ポスター賞
受賞)

6. 研究組織

(1)研究代表者

久保 麦野 (Mugino Kubo)

東京大学・総合研究博物館・特任研究員

研究者番号: 10582760

(2)研究協力者

松浦 秀治 (Shuji Matsu'ura)

お茶の水女子大学・人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号: 90141986

近藤 恵 (Megumi Kondo)

お茶の水女子大学・人間文化創成科学研究科・助教

研究者番号: 40302997

藤田 祐樹 (Masaki Fujita)

沖縄県立博物館・美術館・主任

山田 英佑 (Eisuke Yamada)

鹿児島大学大学院・理工学研究科・博士課程