

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：62611

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18535

研究課題名(和文)南極のペンギンルッカリー遺物から再考する科学的「環境決定論」の概念と研究方法論

研究課題名(英文)A concept of scientific "environmental decision theory" and research methodology to reconsider from Antarctic penguin Rookery relics

研究代表者

三浦 英樹(Miura, Hideki)

国立極地研究所・研究教育系・准教授

研究者番号：10271496

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：南極沿岸に生息するアデリーペンギンは、毎年夏の繁殖期に陸上の特定の場所にルッカリーを形成し、そこに堆積物を残す。南極・リュツォ・ホルム湾におけるアデリーペンギンルッカリーの地理的分布を確認し、地形的に安定して堆積物が残存する4箇所を選定し、その堆積物の放射性炭素年代を測定した。その結果、この地域のルッカリーは最も古くても約1000年前、多くは約400年前以降に形成されたことが明らかになった。この事実は、リュツォ・ホルム湾周辺でアデリーペンギンが定着した時期は、隆起海浜が離水した後の約7000年前以降ではなく、より新しい歴史時代であることを示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

南極・リュツォ・ホルム湾にアデリーペンギンが定着した時代が、完新世に氷床や海水から露岩が露出した時期よりもあとの歴史時代の新しい出来事であったことは、18世紀以降の人類の捕鯨活動の活発化を反映したオキアミ生息数と関係する可能性がある。また、アデリーペンギン営巣地の定着は、南極の陸上生態系の形成にも大きな影響を与えることから、リュツォ・ホルム湾の陸上生態系の形成史も比較的新しい歴史時代の出来事である可能性も示唆された。

研究成果の概要(英文)：The Adelie penguins, which live on the Antarctic coast, form rookeries at specific locations on land every summer during the breeding season, leaving sediments there. Radiocarbon dating ages of four Adelie Penguin rookeries in Lutzow-Holm Bay, Antarctica of topographically stable sediments suggest Adelie penguins have become established in the historical era since about 1000 years ago, most often about 400 years ago. This is not just after the raised beach has emerged since about 7,000 years ago.

研究分野：地理学

キーワード：南極 アデリーペンギン ルッカリー遺物 放射性炭素年代

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

南極沿岸に生息するアデリーペンギンは、南半球夏期(10月~2月)の繁殖期に、南極大陸の海岸付近の陸上露岩上の特定箇所集まり、ルッカリー(集団営巣地)を形成する。アデリーペンギンは、卵を安定させて転落を防ぐとともに冷たい雪解け水に浸からないように、嘴で挟める大きさの小石をルッカリーに運搬・集積して産卵前に予めベッドを作り、このベッド上で抱卵・育雛を約4ヶ月間行う。この繁殖行動は、毎年同じ場所で繰り返されるため、ルッカリーには、小石とともに、卵の殻、羽、死骸の骨、糞などの遺物が年々累積して堆積物が形成される。アデリーペンギンは氷床上や海面下で営巣しないので、ルッカリーの存在は、その形成時にすでにその場所から氷床が後退していたことを示すとともに、海水準より高い位置にあったことを示す。

研究代表者は、これまで南極リュツォ・ホルム湾の海岸地形・堆積物の調査を通じて、総合的な海面変化史と氷床変動史を明らかにしてきた(Miura et al., 1998など)。これらの海面変化史や氷床変動史を背景に、代表的な生物であるアデリーペンギンのルッカリーの定着史とその原因を探り、これまで明らかにしてきた海面変化史、氷床変動史のクロスチェックおよび当該地域の陸上生態系への影響の可能性を検討することは、この地域の総合的な自然史を明らかにするとともに、南極の生物の地理的分布を制約する条件を検討する格好の材料になると考えられた。

2. 研究の目的

本研究では、南極リュツォ・ホルム湾の東海岸のルッカリーの地形情報(風・降雪や海洋の湧昇水と関わる陸上地形及び海底地形)、現海面からの高度、及び採取した遺物の層位別放射性炭素年代と炭素・窒素同位体比の分析データから、まず、ルッカリーの地理的分布とそれらの形成史(場所によるルッカリーの形成開始時期の違い)を明らかにし、次いで、これまでに公表してきた、約5万年前以降の最終氷期・後氷期の南極の古環境データも活用して、南極の海水準の変動史(海面の離水した時期はルッカリーの基底の遺物の年代より前)、南極氷床の変動史(氷床の後退時期はルッカリーの基底の遺物の年代より前)、ペンギンの餌内容の変化史(南極海の海水氷状況や海水温等の自然環境変動を反映した海洋生態系の変化、及び18世紀以降の人類の捕鯨活動の活発化を反映したオキアミ生息数に関する海洋生態系の変化)、という南極沿岸の自然環境変動史の全体像を明らかにすることを一つ目の目的とした。

そして、これらの自然科学的事実を総合的に検討して、約5万年前以降、アデリーペンギンが南極・昭和基地周辺の様々な環境の空間的・質的变化に対して、どのような必然性でルッカリーの場所を選択してきたのか(アデリーペンギンは、なぜ、いつから、その場所を選んだのか)について分析・考察することを二つ目の目的とした。

さらに、これらの分析・考察を通して、ヒトを含む動物の地理学における「環境決定論」に関する概念や研究方法論について再検討し、この方法論を北極・グリーンランドの考古遺跡に残された極域の初期人類の移動・定着の原因解明の研究への応用・発展の可能性を探ることを三つ目の目的とした。

3. 研究の方法

一つ目の目的のうち、ルッカリーの地理的分布とそれらの形成史、南極の海水準

の変動史、南極氷床の変動史、については、過去の南極観測隊が採取した貝化石やルッカリーの堆積物が最も厚いと考えられる中心部の堆積物の放射性炭素年代と現地の測量結果を用いて検討した。また、ペンギンの餌内容の変化史、については、堆積物の放射性炭素年代とともに炭素・窒素同位体比を用いて検討した。

二つ目の目的である、約5万年前以降、アデリーペンギンのルッカリーの場所の選択については、ルッカリーの存在する地点の条件に共通した条件が存在するのか、海底と陸上の地形図を用いて考察した。

三つ目の目的には、上記の分析・考察を通して、アデリーペンギンの生物地理（具体的にはルッカリーの分布）を通して、周囲の環境が南極における生物の移動・定着の原因を考察することを試みることにした。

4. 研究成果

(1)過去の南極観測隊が採取した貝化石の放射性炭素年代を再測定し、特に、3万年より古い貝化石については、酸によるエッチング率を50%まで行ったうえで、貝化石試料とバックグラウンド試料のpMC値を比較した。その結果、いずれの年代値もスケールアウトしていないことが明らかになった。このことから、これまで示してきた海面変化史、氷床変動史に関して年代学的に問題がないことが明らかになった。

(2)ルッカリーの地理的分布については、南極・リュツォ・ホルム湾の東海岸に存在する15箇所すべてのアデリーペンギンのルッカリー遺物の堆積状況を調査・確認した。そのうち、平坦な地形上で堆積物が侵食されずに連続した遺物を確認できる場所として、4箇所のルッカリー（ラングホブデ・水くぐり湾、ラングホブデ・袋浦、ルンパ島、スカルプスネス・鳥の巣湾）を選定し、その位置（GPS）・高さ（レーザー高度計）・面積（空中写真）を測量した。その結果、いずれの地点も、完新世の海面変化の上限高度（約20m）以下の高度に存在していること、隆起海浜堆積物の上に形成されていることが明らかになった。規模はルンパ島で最大規模であり、ラングホブデ・袋浦、ラングホブデ・水くぐり浦、スカルプスネス・鳥の巣湾の順であった。また、1㎡あたりの現在のアデリーペンギンの密度は、いずれのルッカリーでも6~8羽（3~4つがい）であった。現存する15箇所のルッカリーの分布に共通の規則性は認められなかったが、リュツォ・ホルム湾の北部に位置するルンパ島や西オングル島・豆島は、比較的、ルッカリーの面積が大きく、リュツォ・ホルム湾の奥部（南）に向かって、ルッカリーの面積が小さくなる傾向が認められた。また、スカルプスネス・鳥の巣湾より南側には、ルッカリーは確認されていない。このことは、外洋に近い場所の陸地（島）は、ペンギンの繁殖に有利な環境にある（すなわち、ルッカリーとして継続しやすい立地にある）可能性を示唆する。ただし、隣接して存在する島であっても、まったくルッカリーが存在しない島は多数あり、これ以外の要因が存在することも否定はできない。考えられる他の要因としては、残雪が遅くまで残らないこと、ルッカリー周囲の海水の状況、オキアミの繁殖に係るプランクトンの生育をもたらず、温暖な水塊の上昇が生じる海底地形の存在などが挙げられ、今後、更に検討する必要がある。

(3)ルッカリーの形成史については、表層堆積物と最深部堆積物の放射性炭素年代の差（暦年補正していない最深部の堆積物の放射性炭素年代）は、ルンパ島で約1100年、ラングホブデ・袋浦で約400年、ラングホブデ・水くぐり浦では0年（ほぼ差がない）、スカルプスネス・鳥の巣湾で約300年となった。これらの結果は、隆起海浜堆積物の離水年代の

比べて非常に新しく、これまで得られたリュツォ・ホルム湾の東海岸における海面変化史、南極氷床変動史とは、矛盾するものではないが、海浜が離水してすぐにペンギンルッカリーが作られなかったことを示唆するもので、当初の予想と大きく異なるものとなった。

- (4) ペンギンの餌内容の変化史を考察するために、堆積物の窒素の安定同位体比の測定を行った。その結果、約400年前以降に形成されたラングホブデ・袋浦、ラングホブデ・水くぐり浦、スカルプスネス・鳥の巣湾の堆積物でも最深部から表層までの間に、顕著な値の変化は認められなかった。ただし、ルンパ島においては、約1000年前の窒素の同位体比が、他の層準や他の地点に比べて相対的に大きいことが認められた。
- (5) リュツォ・ホルム湾の露岩域におけるルッカリーの形成年代が、最も古くてもルンパ島の約1000年前であること、ルンパ島以外の他の地点では約400年前以降の極めて新しい時期に形成されていること、また、約1000年前と約400年前以降の窒素の安定同位体比に違いがあることが明らかにされた。この事実が、18世紀以降の人類の捕鯨活動の活発化を反映したオキアミ生息数と関係しているのかについては、より広域のアデリーペンギンルッカリー遺物のデータと比較し、南極大陸全体におけるリュツォ・ホルム湾という地域の地理的・地形的特性を踏まえて、引き続き、検討していく必要がある。
- (6) アデリーペンギン営巣地の定着は、南極の陸上生態系の形成（陸上や湖底のコケ群落等の形成）にも大きな影響を与えたことが予想されたが、アデリーペンギンの定着年代が、本研究の結果から歴史時代の新しい出来事だとすれば、リュツォ・ホルム湾の陸上生態系の形成史も比較的歴史時代の新しい可能性があることが示唆された。

< 引用文献 >

Miura, H., Maemoku, H., Igarashi, A. and Moriwaki, K. 1998, Distribution of the raised beach deposits and marine fossils with radiocarbon dates around the Lützow-Holm Bay region, east Antarctica. Special Map Series of National Institute of Polar Research, No. 6 (with explanatory text, 46p).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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 |
|-------|---|---|----|
| 研究分担者 | 奥野 淳一 (Okuno Jun'ichi) (00376542) | 国立極地研究所・研究教育系・助教 (62611) | |