

2020年カムリウミスズメ調査報告書

Japanese Murrelet Surveys in 2020



Marine Bird Restoration Group

海鳥保全グループ

17 February 2021



MARINE BIRD RESTORATION GROUP SURVEY REPORT IN 2020

Contents

Acoustic surveys for Japanese Murrelet <i>Synthliboramphus wumizusume</i> at Birojima, Miyazaki Japan	1
INTRODUCTION	1
METHODS	2
RESULTS	4
DISCUSSION	11
ACKNOWLEDGEMENTS	18
LITERATURE CITED	18
Decreasing Crowpredation of Japanese Murrelet eggs at Kainage-jima, Mugi-cho, Tokushima-ken, Japan	21
SUMMARY	21
INTRODUCTION	22
STUDY AREA	22
METHODS AND STUDY PERIOD	24
RESULTS	25
DISCUSSION	29
ACKNOWLEDGEMENTS	30
LITERATURE CITED	30

目 次

宮崎県枇榔島におけるカンムリウミスズメ <i>Synalibronphus wumizusume</i> の音響調査 (声の調査)	1
はじめに	1
方法	2
結果	4
考察	11
謝辞	18
引用文献	18
徳島県牟岐町権投島におけるカンムリウミスズメ卵に対するカラス類による捕食の低減	21
要約	21
はじめに	22
調査地	22
調査方法・調査期間	24
結果	25
考察	29
謝辞	30
文献	30

Acoustic surveys for Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumizusume* at Birojima, Miyazaki Japan

宮崎県枇榔島におけるカンムリウミスズメ *Synthliboramphus wumizusume*
の音響調査 (声の調査)

Kuniko Otsuki¹, Yoshitaka Minowa¹, Nina Karnovsky², Yutaka Nakamura³,
Shokun Yamashita⁴, Maria Kai⁴, and Kazuko Kawagoe⁴

¹Marine Bird Restoration Group, 1-18 Ishida, Hokida, Fukushima-shi, Fukushima, Prefecture 960-8163, Japan.

²Pomona College Dept. of Biology, 175 W. 6th St. Claremont, CA 91711, USA.,

³The Wildlife Study Group of Miyazaki, Gakuen Kihanadai Kita, Miyazaki Prefecture 889-2152, Japan.

⁴Kadogawa Town, 1-1 Honmachi Kadogawa-cho, Higashiusuki-gun, Miyazaki Prefecture 889-0696, Japan.

INTRODUCTION はじめに

Japanese Murrelets *Synthliboramphus wumizusume* (hereafter, “JAMU”) are classified as vulnerable by the IUCN and Ministry of the Environmental Red List of Threatened species because of their small population size and declines due to gill nets, predation by non-native and native predators (Ono 2014; Otsuki et al. 2017; BirdLife International 2018), as well as heavy historical colony harvesting by human beings (Otsuki 2013) Their population size is difficult to ascertain due to their nocturnal, burrow-nesting lifestyle.

The purpose of this study was to characterize the vocal behavior and to understand the phenology of JAMU breeding on Birojima in Miyazaki Japan, the largest known breeding colony of this species (Fig. 1). Understanding their calling behavior may provide important information for efforts to understand their phenology. Recordings also helped to determine the presence of predators in the colonies. In this report, we compare data from 2020 with those collected in 2019, and described trends of voice activities of JAMU. Based on these results we also attempted to find the best time for carrying out spotlight surveys which we carry out at sea, in order to assess the population of JAMU on Birojima.

カンムリウミスズメ *Synthliboramphus wumizusume* (以降 JAMU)は、人間による歴史的な繁殖地での卵や成鳥の大量の捕獲に加え、さし網、非土着または土着の捕食者による捕食のため(Ono 2014; Otsuki et al. 2017; BirdLife International 2018)個体数が少なく、そのため IUCN や環境省のレッドリストでは vulnerable(脆弱)に分類されている。本種は夜行性であり、かつ巣穴の奥にこもる生活様式をとるため、彼らの個体数を確認することは容易ではない。

この研究の目的は、JAMU の最大の繁殖コロニーとして知られている宮崎県の枇榔島での本種の音声行動を特徴付けることであった (図 1)。彼らの音声活動を理解することは、本種の生物気候学(フェノロジー)を理解することであり、また、録音記録は、コロニー内の捕食者の存在を確認するのに役立った。この報告書では、私たちは、2019 年と

2020 年のデータの比較を行い、JAMU の音声活動の傾向について説明し、さらに、JAMU の個体数調査手法であるスポットライトサーベイ実施の適期の考察を試みた。



Figure 1. Islands of western Japan indicating the location of Birojima off the east coast of Kyushu. Inset: location of Birojima.

METHODS 方法

We deployed two songmeters (wildlife acoustics, SM4) during the 2020 breeding season (Fig. 2). Each songmeter recorded for 15 minutes per hour, from sunset to sunrise. Olivia Vasquez of Conservation Metric (CMI) analyzed the recordings from 2020. All events flagged by the Deep Neural Network (DNN) classification model (threshold = 0.99) were manually reviewed to remove false positives (misidentified sounds). Deep Neural Networks (DNNs) are a powerful classification tool used in many fields to perform speech recognition, image recognition, and computer vision tasks (Cichy, Khosla, Pantazis, & Torralba, 2016; Deng, Hinton, & Kingsbury, 2013; Fleishman, (2019); Min, Lee, & Yoon, 2016; Schmidhuber, 2015).

2020 年の繁殖期、私たちは 2 台のソングメーター(wildlife acoustics SM4)を設置した(図 2)。それぞれのソングメーターは、日没から日の出まで 1 時間あたり 15 分間記録した。Conservation Metric (CMI) の Olivia Vasquez が 2020 年のデータの解析を行った。Deep Neural Network (DNN) 分類モデル (しきい値=0.99) によってフラグが立てられたすべてのイベントを手動で確認し、偽陽性 (誤認音) の除去を行った。ディープニューラルネットワーク (DNN) は、音声認識、画像認識、コンピュータービジョンタスクを実行するために多くの分野で使用される強力な分類ツールである (Cichy, Khosla, Pantazis and Torralba. 2016; Deng, Hinton, and Kingsbury. 2013; Fleishman. 2019; Min, Lee, & Yoon. 2016; Schmidhuber. 2015)。

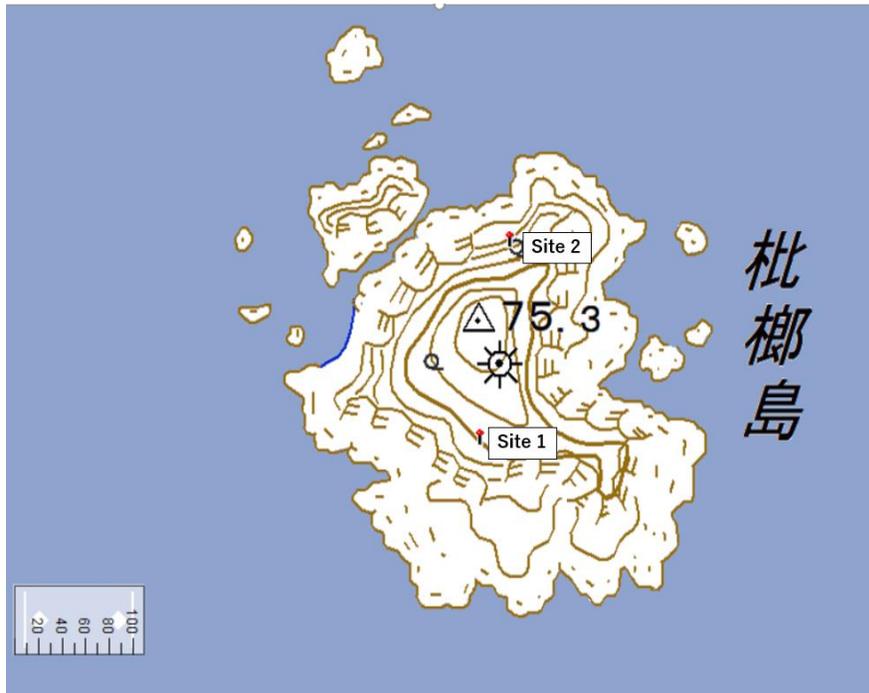


Figure 2. Survey locations during the 2020 breeding survey on Birojima.

The analysis approach splits field recordings into 2-second clips and extracts measurements of 10 spectro-temporal features typically found in animal sounds. A DNN classification model is then trained for each species of interest using training and cross-validation datasets containing examples of positive sounds (vocalizations from target species) and a representative example of “negative” sound clips (i.e., sound clips from the soundscape at all survey sites that do not contain the species of interest). The DNN learns which combination of spectro-temporal features best differentiates target sounds from other sounds in the environment. The trained DNN can then be applied to new acoustic data from survey sites, returning a probability that a given 2-second window of field recordings contains a sound produced by the target species (Fig. 3). A multi-class DNN model,

“Japanese_Islands_Multi_22May19_V06_DNNmodel.mat” was used for detection of Japanese Murrelet.

分析アプローチは、野外での録音を2秒のクリップに分割し、動物の音に通常見られる10のスペクトル時間的特徴の測定値を抽出する。次に、DNN分類モデルは、ポジティブサウンドの例（ターゲット種からの発声）と「ネガティブ」サウンドクリップの代表的な例（つまり、対象種を含まない全ての調査サイトのサウンドスケープからのサウンドクリップ）を含むトレーニングおよび相互検証データセットを使用して、対象の種ごとにトレーニングされる。DNNは、スペクトル時間機能のどの組み合わせが、環境内の他の音からターゲット音を最もよく区別するかを学習する。トレーニングされたDNNは、調査サイトからの新しい音響データに適用され、野外録音の特定の2秒間のウィンドウに対象種によって生成された音が含まれている確率を戻してくる（図3）。JAMUの検出には、マルチクラスDNNモデル「Japanese_Islands_Multi_22May19_V06_DNNmodel.mat」を使用した。

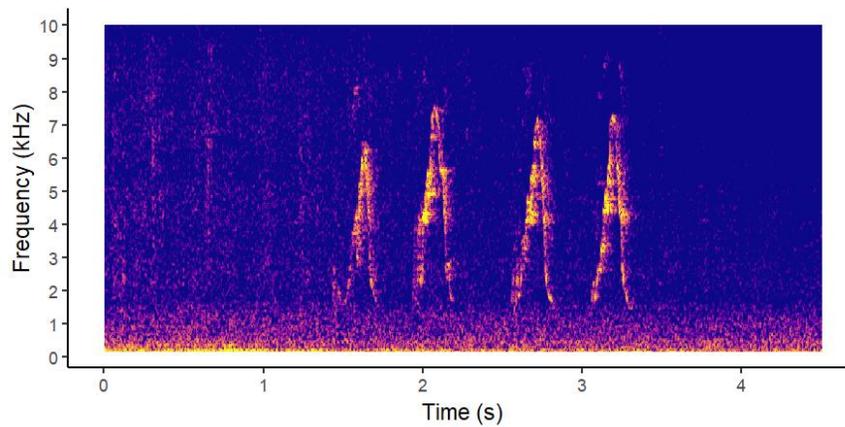


Figure 3. Spectrograms of Japanese Murrelet calls recorded on Birojima.

The automatic sound detection program does not have a very diverse dataset from which to build the detector, so if calls are very weak (quiet) or there is a lot of background noise (wind, waves, other birds, etc.), the detector may not recognize the calls. In order to catch those missing weak calls and non-targeted calls (such as crows and falcons), we analyzed part of datasets with Raven Probioacoustic Software version 1.6. We also made an effort to collect the first confirmation of the JAMU in the water during the breeding season from the Kadogawa residents.

自動音声検出プログラムには、ディテクターを構築するための非常に多様なデータセットが存在しないため、声が非常に弱い（静かな）場合、またはバックグラウンドノイズ（風、波、その他の鳥など）が多い場合は、認識されない。欠落している弱い声や対象外の鳴き声（カラスやハヤブサなど）を見つけるために、Raven Probioacoustic Software バージョン 1.6 を使用してデータセットの一部の解析を行った。また、繁殖期初期の JAMU の洋上での確認について、門川町住民からの情報収集に努めた。

RESULTS 結果

Survey Effort 調査努力

Acoustic sensors recorded 27.75 hours of audio representing 269 sensor-nights (Table 1). While one song meter stopped working earlier at site 2, both meters had similar patterns in terms of when birds returned to the island and peaks of vocal activity.

音響センサーは、269 センサーナイト中に 827.75 時間の音声を録音した（表 1）。サイト 2 ではソングメーターが早めに機能しなくなつたものの、鳥が島に戻った時と音声活動のピークに関しては、両方のメーターで、同様のパターンを示していた。

Table 1. Total survey effort by location during the 2020 survey season on Birojima.

SPID	Total Nights	Total Hours
Site 1	171	506.10
Site 2	98	321.65
Total	269	827.75

The first and last calls for the 2020 breeding season (2020 年繁殖期の最初と最後の声の検出)

The first JAMU for 2020 breeding season to be seen in the water was confirmed on 19 December 2019 (T Kurogi pers.). Around the new moon night (26 December 2019), the first calls on Birojima for this breeding season were detected on 23 December 2019 at site 1 and on 1 January 2020 at site 2 (Table 2). The last call detection for 2020 breeding season was on 11 May 2020 at site 1.

洋上での 2020 年繁殖期最初の JAMU は、2019 年 12 月 19 日に確認された(黒木私信)。今繁殖期の枇榔島上での最初の声は、新月の夜(2019 年 12 月 26 日)の前後である 2019 年 12 月 23 日にサイト 1 で、2020 年 1 月 1 日にサイト 2 で検出された(表 2)。2020 年の繁殖期間の最後の声は、サイト 1 で 2020 年 5 月 11 日に検出された。

Table 2. The first and last calls of Japanese Murrelet during 2020 breeding season on Birojima and in the water.

	In the water	Site 1 (stairs)	Site 2 (Forest)
1st JAMU	19 Dec.2019 (15:38)	23 Dec. 2019 (21:12)	1 Jan. 2020 (20:18)
Last JAMU	-	11 May 2020 (23:02)	-

Peak Activity 活動ピーク

JAMU calls were detected at both sites (Table 3). At both site 1 and 2 the calling activity matched diel patterns found on Birojima during the 2019 survey season, with a peak in activity 9 to 2 hours before sunrise and increasing throughout the night. Thus, the period of 540 to 120 minutes before sunrise was selected to compare daily peak calling rates (Fig.4). At site 2, calling activity peaked highest later in the night (80 minutes before sunrise). Calling rates were highest at site 2 ($0.41 \text{ calls min}^{-1} \pm 0.77 \text{ sd}$), while the rates at site 1 were lower and more variable ($0.09 \text{ calls min}^{-1} \pm 0.20 \text{ sd}$; Fig.5). During the 2019 survey season, sites on Birojima displayed two seasonal peaks in vocal activity within the designated nightly peak period and these peaks appear to be between full moon events each month. Calling activity declined during full moon events (except for the one in late April 2019) and increased after new moon events in 2019. We also present calling activity by both date and minutes from sunrise as a way to visualize seasonal, diel, and lunar patterns of JAMU calling mentioned above (Fig. 6). While both site 1 and 2 in 2020 displayed activity patterns similar to the seasonal trends in 2019, (Fig. 7), overall, the calling rate in 2020 was lower than in 2019.

JAMU の声は両方のサイトで検出された(表 3)。音声活動は、サイト 1 とサイト 2 の両サイトにおいて、2019 年の枇榔島での調査時の日周パターンと一致し、日の出の 9~2 時間前に活動のピークがあり、夜間に増加をしていた。そのため、解析には、日の出前の 540~120 分の時間帯を選択し、日毎の音声活動のピークの割合を比較した(図 4)。サイト 2 では、音声活動は夜遅く(日の出の 80 分前)に最も高くなった。音声活動の割合はサイト 2 で最も高く($0.41 \text{ calls/分} \pm 0.77 \text{ sd}$)、サイト 1 では、音声活動の割合は低く変動が大きかった($0.09 \text{ calls/分} \pm 0.20 \text{ sd}$; 図 5)。2019 年の調査期間中、枇榔島の調査サイトでは、2 つの季節的な声のピークが見られた(Otsuki et al. 2020)。これらのピークは、毎月、満月のイベントの間にあるようである。2019 年には、満月後(2019 年 4 月下旬を除く)に音声活

動が減少し、新月後に音声活動が増加している。また、上記の JAMU の音声活動の季節、日周、月齢パターンを視覚化する方法として、日の出からの日付ごと、分ごと音声の活動を図に示した(図 6)。2020 年は、サイト 1 と 2 の両方とも、音声活動の季節的な傾向は 2019 年のもと一致しているにもかかわらず (図 7)、音声活動の割合は 2019 年よりも低かった。

Table 3. Japanese Murrelet activity during peak calling time (540 to 120 minutes before sunrise).

SPID	Calls/Min	Nights	SD	SE
Site 1	0.09	169	0.20	0.02
Site 2	0.41	98	0.77	0.08

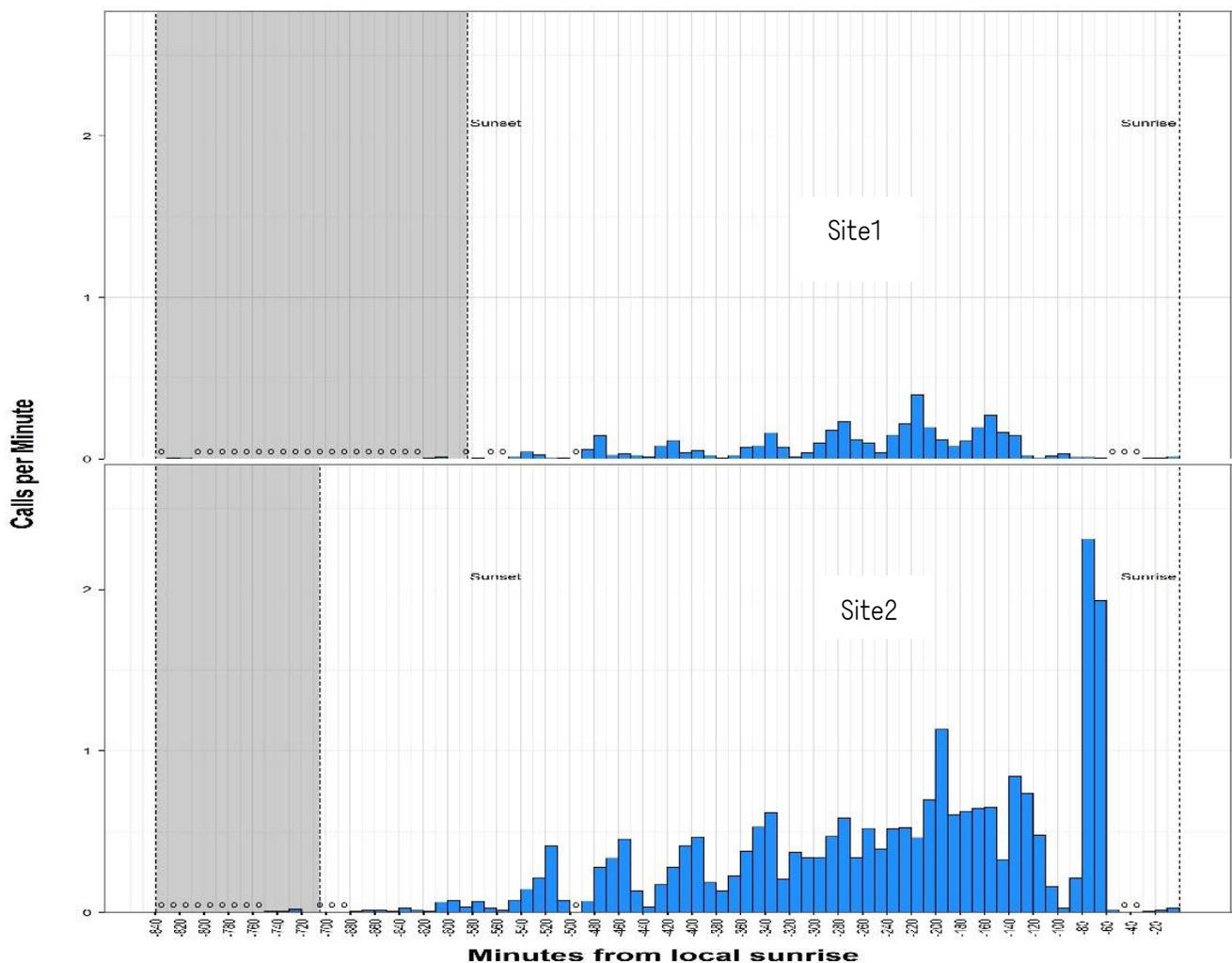


Figure 4. Japanese Murrelet activity as a function of time from sunrise.

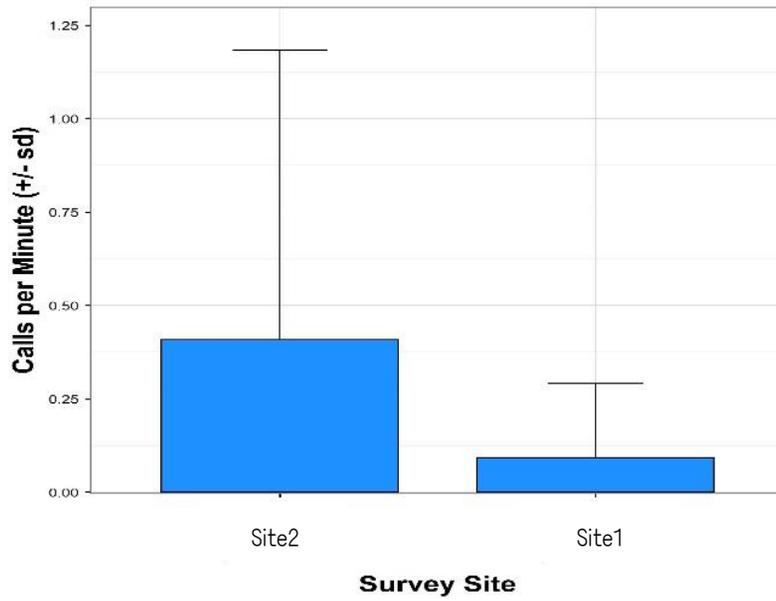


Figure 5. Japanese Murrelet call rates during peak calling period (540 to 120 minutes before sunrise).

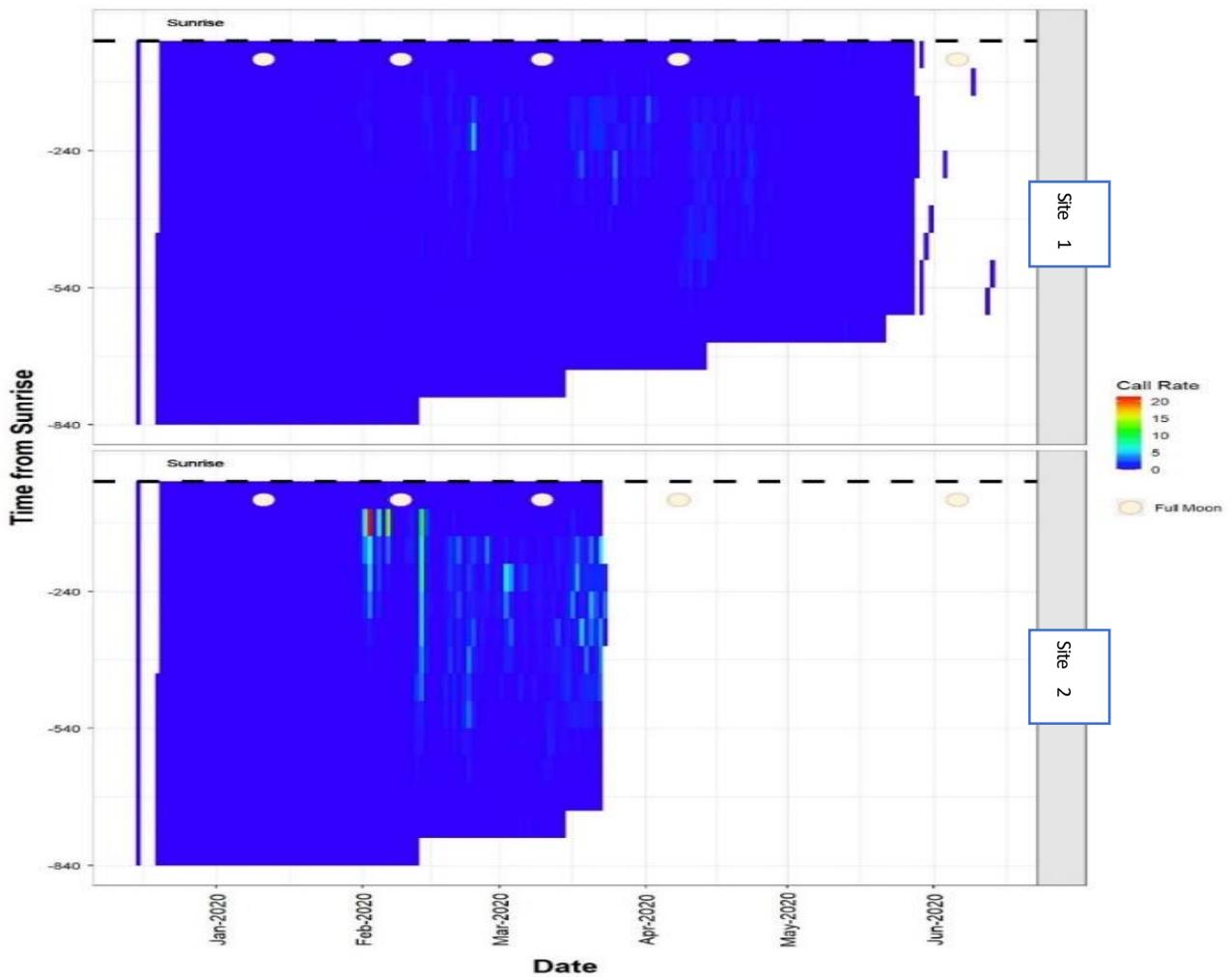


Figure 6. Japanese Murrelet activity by date and as a function of time from sunrise.

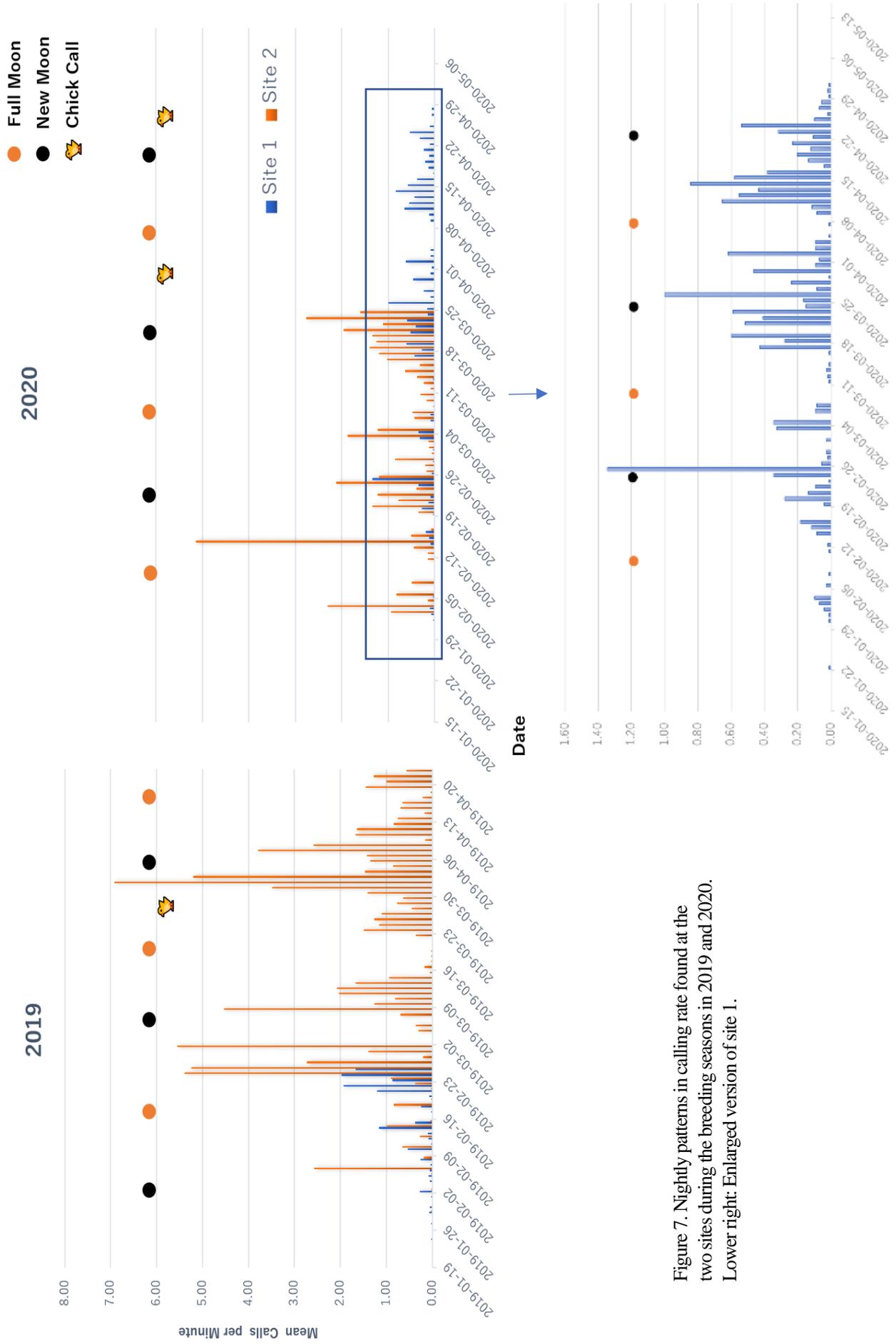


Figure 7. Nightly patterns in calling rate found at the two sites during the breeding seasons in 2019 and 2020. Lower right: Enlarged version of site 1.

Chick 雛

We examined the acoustic data to find the chick calls. It was very simple analyses to check whether or not chicks were confirmed at night. At site 1, we found some chick calls. The first chick calls occurred at 20:35 on 3 April and were confirmed almost every day until at 22:01 on 29 April. We reviewed the data recorded in 2019 and found chick calls at site 2, at 23:34 on 28 March 2019 and were confirmed almost every day until at 20:47 on 22 April. Unfortunately, the 2019 record ended on April 22, so we couldn't confirm the final chick calls.

今回、私たちは雛の声の解析を試みた。それは、その夜間の雛の声の有無を確認する程度の非常に簡単な分析であった。サイト 1 において雛の声が確認された。最初の雛の声は 4 月 3 日の 20:35 に確認され、その後、最後の声の 4 月 29 日の 22:01 まで、ほぼ毎日確認された。2019 年のデータを確認したところ、2019 年 3 月 28 日の 23:34 にサイト 2 で雛の声が確認され、最終録音の 4 月 22 日の 20:47 までほぼ毎日確認することができた。残念ながら、2019 年の記録は 4 月 22 日が最後であったため、繁殖期後期の雛の声を確認することはできなかった。

At both sites and in both years, the time that adults returned to the island was similar: before family departure, JAMU returned the island 1-2 hours after sunset, then a few days before family departure, they returned to the island at sunset, and it lasted a little over two weeks, then shifted to 1-2 hours from the sunrise (Fig. 8).

成鳥が島に戻る時間は、両方のサイトにおいて、2 年間とも同じ傾向を示していた：巣立ちの前は、JAMU は、日没後 1-2 時間後に島に戻り、巣立ちの数日前になると、彼らは日没と同時に戻るようになった。その状態が 2 週間強続いた後に、島へ戻る時間は日没から 1-2 時間後へとシフトしていった (図 8)。

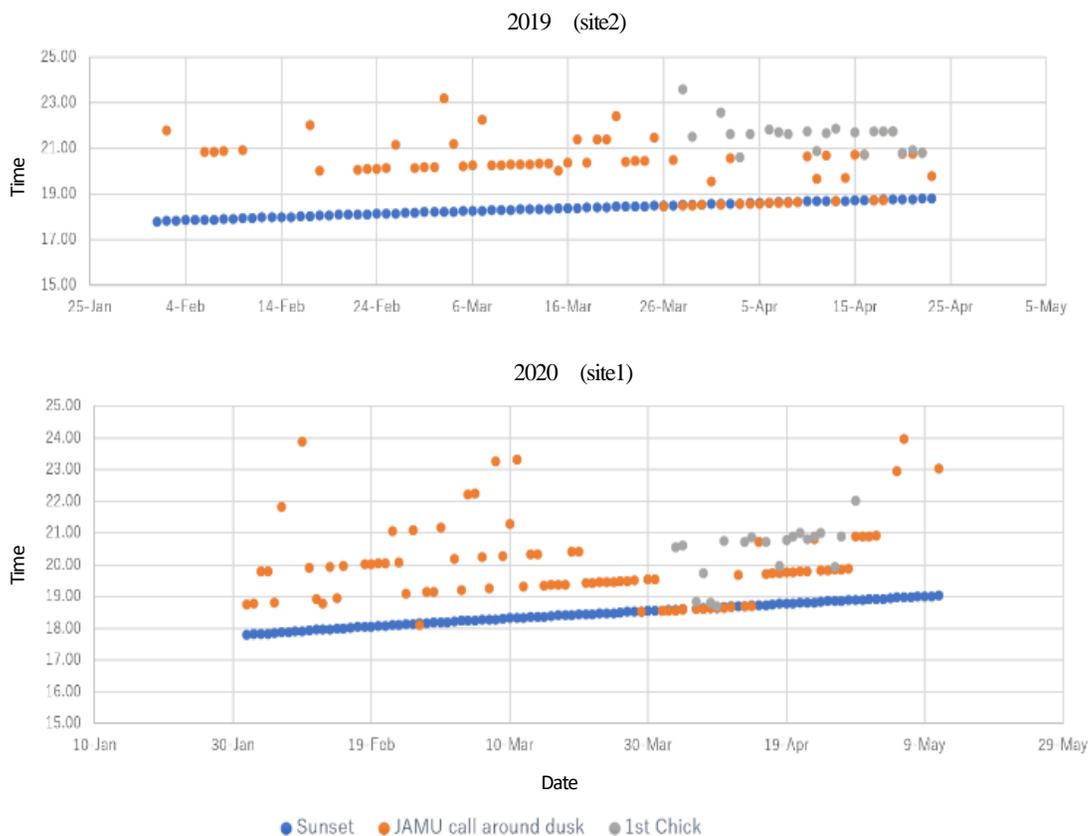


Figure 8. Calls of Japanese Murrelet around the dusk in 2019 and 2020.

Crows and JAMU カラス類とカンムリウミスズメ

The primary predators of JAMU on Birojima are the Large-billed Crow *Corvus macrorhynchos* and the Carrion Crow *C. corone* (Karnovsky et al. 2017, Otsuki et al. 2018). We heard crow calls at both sites (Fig. 9). Site 1 had more days with crows present than at site 2 at both dawn and dusk. Most of the days, crows stopped calling at sunset and started calling just before/at sunrise. On the night of 10 January 2020, Carrion Crows calls were recorded after sunset at site 2.

枇榔島でのJAMUの主な捕食者は、ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* とハシボソガラス *C. corone* である (Karnovsky et al.2017、Otsuki et al.2018)。両方のサイトでカラス類の鳴き声が確認された (図9)。サイト1は、夜明けおよび日没時ともに、サイト2よりもカラス類の声が確認された日数が多かった。ほとんどの日、カラスは日没で鳴くのをやめ、日の出の直前/日の出で鳴き始めた。2020年1月10日の夜、日没後にハシボソガラスの鳴き声が確認されたことがあった。

JAMU calls started 1-2 hours after sunset at both sites for both 2019 and 2020, but it occurred at/around sunset during the fledging period. JAMU calls stopped 20 minutes -1.5 hours before sunrise before crow calls started.

JAMUの声は、2019年と2020年の両年、両サイトで日没の1~2時間後に開始されていたが、巣立ち期間中は、日没時ごろに発生していた。JAMUの声は、カラス類の音声活動が始まる前、日の出から20分~1.5時間前に止んでいた。

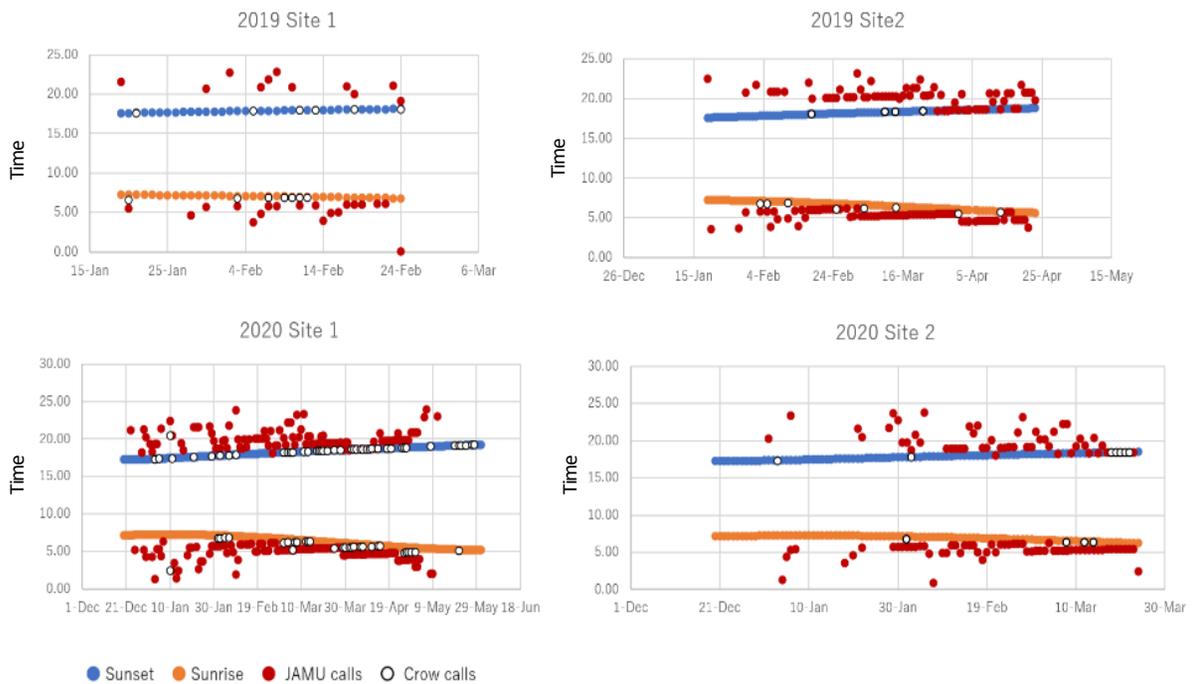


Figure 9. First and last calls of Japanese Murrelets and crows around the dawn and dusk.

Other species 他の種類

We recorded 16 species of birds (including one *Anas* species and one *Turdus* species) (Appendix 1). Japanese Grosebeak *Eophona personata* was the first record on Birojima. The Streaked Shearwater *Calonectris leucomelas* started to call on the 29th of January at site 1 and on 10th of February at site 2 in 2020. In 2019 they started calling on the 3rd of February at site 1 and the 4th of February at site 2.

他の16種の鳥類(1種のカモ種、1種のツグミ種を含む)も確認された(付表1)。イカル *Eophona personata* は、枇榔島での初記録であった。オオミズナギドリ *Calonectris leucomelas* の初めての声は、2020年に1月29日にサイト1で、2月10日にサイト2で記録され、2019年は、2月3日にサイト1で、2月4日にサイト2で記録されていた。

DISCUSSION 考察

General Trend 一般的な傾向

The 2020 acoustic surveys detected the presence of JAMU at both Birojima sites (site 1 & 2). Calling rates were highest at site 2 ($0.41 \text{ calls min}^{-1} \pm 0.77 \text{ sd}$), while rates were lower at site 1 ($0.09 \text{ calls min}^{-1} \pm 0.20 \text{ sd}$). Both sites displayed diel and seasonal peak patterns consistent with the 2019 acoustic analysis, with a nightly peak of 9 to 2 hours before sunrise and a seasonal peak beginning roughly in early February and extending until May.

2020年の音響調査において、枇榔島の両方のサイトでJAMUの存在が検出されていた。鳴声の割合は、サイト2で高く($0.41 \text{ calls/min} \pm 0.77 \text{ sd}$)、サイト1で低かった($0.09 \text{ calls/min} \pm 0.20 \text{ sd}$)。両方のサイトで、2019年の音響解析と同じ日周および季節のピークパターンを示していた。日の出の9~2時間前に夜間のピークがあり、季節的なピークはおおよそ2月上旬に始まり5月まで続いていた。

The overall calling rate in 2020 was lower than 2019, which suggests that the colony might have been less active in 2020. It doesn't directly mean the population of murrelets is getting low. It should be helpful to continue the songmeter project for further understanding the trend of JAMU breeding population.

2020年の音声活動は2019年のものより低い傾向を示しており、2020年のJAMUの活動が2019年に比べ不活発であった可能性を示している。これは、JAMUの個体数減少を直接に意味するものではない。JAMUの繁殖個体数の動向を、より理解するために、ソングメータープロジェクトを続けることが望ましいと考える。

Calling activity patterns at both sites (site 1 & 2) and both years (2019 & 2020) show similar trends: (1) there were peaks in calling activity in between the full moon events of February and April; (2) calling activity declined significantly during the full moon events; and (3) it peaked around the new moon. The Ancient Murrelet, shows a similar pattern (Gaston 1992). According to the 2020 survey for the whole breeding season, JAMU already returned to the waters around Birojima around mid-December in 2019 and landed onto Birojima around the following new moon night. These facts also suggest that the reproductive activity of JAMU may be in line with the moon phase, so it makes difficult to discuss about the seasonal trend of JAMU based on the solar calendar month due to the differences of the moon phase on the solar calendar every year.

両サイト(サイト1&2)、および両年(2019年&2020年)の音声活動のパターンは同様の傾向を示しており：(1)2月~4月の満月の間に音声活動のピークがあり、(2)満月時には音声活動が著しく低下し、(3)新月付近では音声活動のピークを迎えていることが解った。近縁種のウミスズメも同様のパターンを示している(Gaston 1992)。全繁殖期間を通し

て記録のある 2020 年の調査結果からは、12 月中旬頃にはすでに、枇榔島の周辺海域に戻っており、その直近の新月の夜の周辺の期間に枇榔島に上陸を開始していることが解った。これらのことより、JAMU は月齢に沿って繁殖活動を開始している可能性が示唆された。月齢は、太陽暦の暦の上では、毎年変動するため、太陽暦のカレンダーで JAMU の季節的な同行について議論するのは難しいように感じられた。

There is a large difference in calling activity rate between sites 1 and 2 throughout the two years (site 2 was higher than site 1), which appears to indicate a low population / breeding scale at site 1. Probably, the presence of crows at site 1 was related to this low calling rate. More analyses are needed to confirm the effect of the crows.

2 年間を通して、サイト 1 と 2 の間では、音声活動の割合に大きな差がみられるが、これはサイト 1 での個体数規模/繁殖規模の低さを表しているように見える。おそらく、これはサイト 1 で頻繁に確認されたカラス類の存在に影響するのではないかと考えている。

JAMU breeding calendar JAMU の繁殖カレンダー

As a result of analyzing chick calls, the first and last dates of the family departure period were identified for 2020, and the first day of the family departure was identified for 2019. From those dates (of the first and the last chick calls) and the call rate of adults, we inferred the breeding calendar of JAMU for site 1 (2020) and site 2 (2019) (Fig. 10).

今回は、雛の声の解析の結果、2020 年については、巣立ち期間の初日と最終日が、2019 年については、巣立ち期間の初日が特定できた。それらの日付および、JAMU の声のデータから、カムリウミスズメの繁殖カレンダーを推測した(サイト 1 については 2020 年のもの、サイト 2 については 2019 年のもの) (図 10)。

JAMU arrival: The 1st day of the 1st JAMU in the water in the pre-2020 breeding season was confirmed by T. Kuroki on 19 December 2019. The first calls on Birojima were detected on 23 December 2019 at site 1, and on 1 January 2020 at site 2, which were around the new moon night, 26 December 2019.

JAMU の帰還 2020 年の繁殖期に先駆け、2019 年 12 月 19 日に、黒木氏により、枇榔島海域での 2020 シーズン初の JAMU が確認された。枇榔島のソングメーターでは、サイト 1 で 2019 年 12 月 23 日に、サイト 2 で 2020 年 1 月 23 日に録音されている。これらはちょうど、新月(2019 年 12 月 26 日)の夜の周辺で起こっていた。

Based on the first and last chick calls, the egg-laying date and copulation date can be determined. The range of the egg-laying period and incubation period in 2020 were indirectly determined by subtracting 42 days from the first and last chick calls. For 2019 data, we only determined the initiation dates for the egg-laying and starting incubation, as no data were available for the last timing of the breeding season. The 42-day period took into account typical *Shynthliboramphus murrelets* breeding patterns: (1) 7 days for laying 2 eggs; (2) 2 days of neglect; (3) 31 days of incubation (Sealy 1976; Murray et al. 1983; Gaston 1992; Ono 1993; Whitworth et al. 2020); and (4) 2 days in the burrow with chicks (Gaston 1992, Ono 1993).

最初と最後の雛の声から産卵日と交尾日を決定することができる。2020 年の産卵期間と孵卵期間の範囲は、最初と最後の雛の声から 42 日を差し引くことによって求められた。2019 年のデータは、繁殖期の最後の期間のデータが不足しているため、産卵と孵卵開始の開始日のみを決定した。42 日間は、典型的な *Shynthliboramphus murrelet* の繁殖パターン (1) 2 卵目の産卵までに 7 日、(2) 抱卵開始までの 2 日間の不在、(3) 31 日間の抱卵 (Sealy 1976;

Murray et al. 1983; Gaston 1992; Ono 1993; Whitworth et al. 2020)、(4) 雛と巣穴で過ごす2日間、を考慮した (Gaston 1992、Ono1993)。

Egg-laying & Copulation: The earliest chick calls were recorded on 3 April 2020, which suggests a date of first egg-laying of 22 February. The latest chick calls were recorded on 29 April 2020, which suggests a date of the second egg was laid about 26 March. In 2020, the period from 22 February to 26 March was confirmed as egg-laying period (Fig. 10). Those seem to be started around the new moon (February) and finishing around the new moon (March). Ono observed one probable copulation in the nest in 1992 (Ono 1993). The period from this observation to the confirmation of the first egg was 7 days, so we subtract 7 days from the first egg-laying date, which suggests a date of copulation for the 1st fledging family was around 15 February and for the last fledging family was around 12 March. Peaks of calling activity between February and March matched the predicted timing of mating and egg-laying.

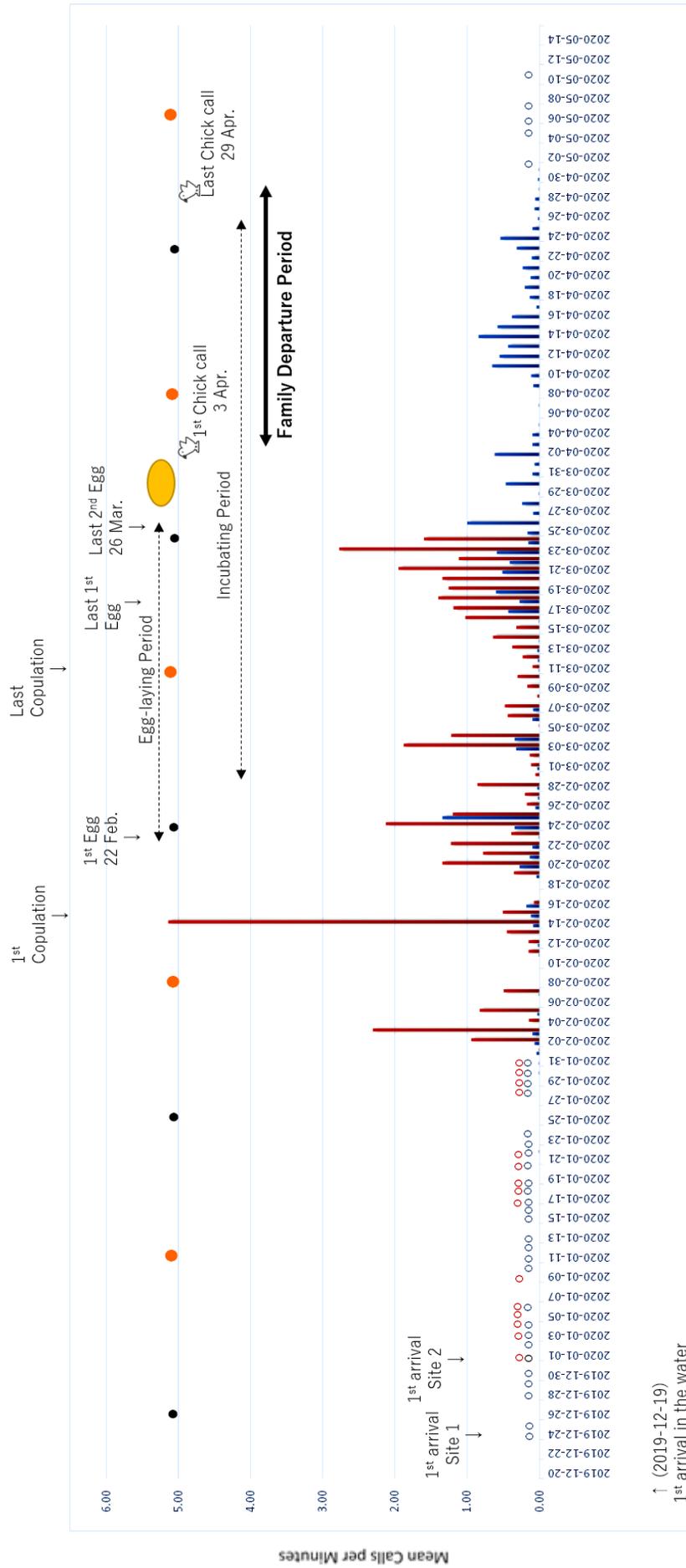
産卵・交尾 2020年4月3日の最初の雛の記録から推定される初卵日は、2月22日である。4月29日の最後の雛の声から推定される最後の産卵日(2卵目の産卵日)は3月26日であった。これらのことから、2020年のJAMUの産卵期間は2月22日～3月26日であることが示された(図10)。これらは、ちょうど新月(2月)に始まり、新月(3月)に終わるように見える(表4)。小野は、1992年に伊豆諸島の小池根にて、交尾と思われる行動から7日後に1卵目の産卵を確認している。そのため、巣立ちが4月3日のペアの交尾は、2月15日頃、巣立ちが4月19日のペアの交尾は、3月12日頃と推定された。2月～3月の間に見られるいくつかの音声活動のピークは、交尾、産卵のピークに一致していた。

In 2019, since there are no data on the last period of the breeding season, only the first egg-laying date and first copulation date could be estimated; the egg-laying period and fledging period could not be estimated. The earliest chick calls were recorded on 28 March 2019, which suggests a date of first egg-laying of 14 February and a date of copulation of 7 February. In 2019, the pattern of calling activity at the timing of the new moon event showed the same pattern as in 2020, but it seems that copulation (not egg-laying) had started around the new moon event in February 2019. This may be due to the different timing of the moon phase (Table 4).

These two-year data indicate, JAMU have tended to start reproductive activities such as copulation and egg-laying around the new moon event in February.

2019年は、繁殖後期のデータが存在しないため、産卵期間、巣立ち期間など、期間としての推測はできないものの初卵日、初交尾日は推測することができた。2019年最初の雛の声が確認されたのは3月28日であり、その日付から、初卵日は2月14日、最初の交尾日は2月7日であることが推定される。2019年も新月のタイミングで音声活動が活発な傾向は、2020年と同様の傾向にあったが、この年は、2月の新月付近では、産卵ではなく交尾が開始されていたようだ。これは、年による月齢の周期の違いによるものかもしれない(表4)。

これら2年間の結果から、近年、JAMUは、2月の新月の頃に、交尾や産卵の繁殖活動を開始する傾向にあることが確認された。



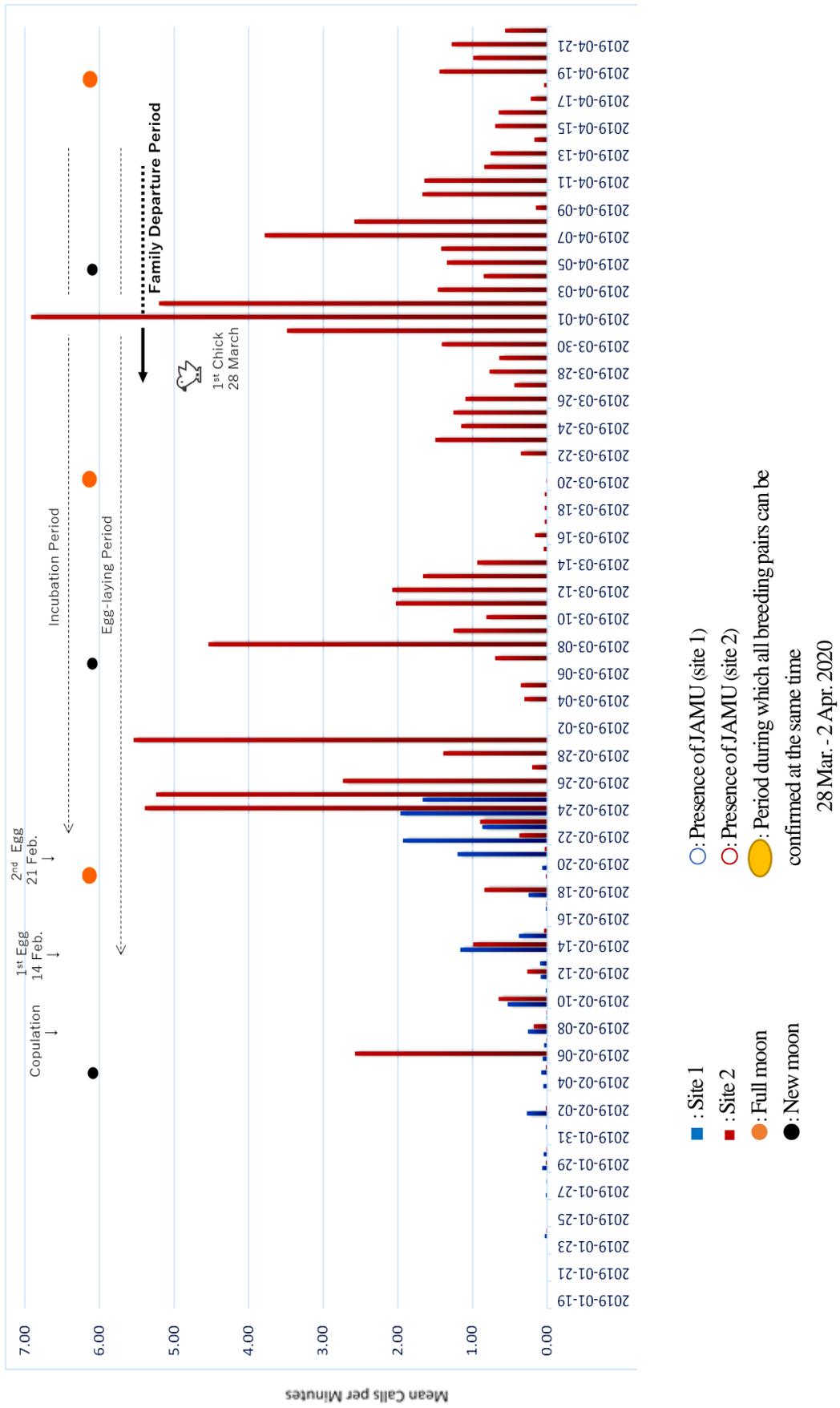


Figure 10. Estimated breeding timing from the first and last chick calls in 2020, and partial ones from the first chick call in 2019.

Table 4. Moon phases in 2019 and 2020

Moon phase	Year	January	February	March	April	May
New moon	2020	25	24	24	23	23
	2019	6	5	7	5	5
Full moon	2020	11	9	10	8	7
	2019	21	20	21	19	19

Family departure: The voice of the first chick in 2020 was confirmed on April 3, and the voice of the last chick was confirmed on April 29, so the family departure period in 2020 was around 3- 29 April. In 2019, Site 2 did not have recordings at the end of the breeding season, so only the first date of family departure could be determined, 29 March. However, since the patterns of calling activity in 2019 and 2020 show similar trends, family departure likely ended around the new moon event in late April - early May in 2019.

巣立ち: 2020年の最初の雛の声は4月3日に、最後の雛の声は4月29日に確認されており、2020年の巣立ち期間は、4月3日～4月29日付近であるということが解る。2019年については、Site2において、比較的長期間のデータがあるものの、繁殖期最後のデータが不足しているため、巣立ち初期が3月下旬(3月29日)であることが解った程度である。ただし、2019年、2020年の音声活動のパターンは同様の傾向を示しているため、2019年の巣立ちは、4月下旬～5月上旬の新月の頃に終息していくのではないだろうか、と考えている。

In 2020, calling activity increased after the 1st family departure on 3 April (Fig. 10). Since the full moon came after the start of the family departure period, calling activity declined once, but increased soon after that. After last egg-laying period, eggs cannot not be observed, so it is thought that calling activity was active due to fledging. Ono (1992) observed that the pair gathered in the nest and starting to call about two days before the family departure, so he inferred that JAMU might return to the island slightly earlier than the family departure and decided the timing of the fledging. We think that the peak of calling activity after March 28 could be due to the increase in calling activity just prior to family departure.

4月3日に雛の巣立ちが始まると、音声活動が活発になる(図10)。巣立ち期開始の後に満月がくるため、音声活動はいったん下がるものの、それを過ぎるとすぐ増加している。最後の産卵期のあとは、産卵はみられなくなるため、音声活動は巣立ちのために活発になっているものと思われた。小野(1992)は、巣立ちの2日程度前からペアが巣にそろい、鳴き交わりを始めるのを目撃していることから、JAMUは巣立ち日より若干早めに島に戻り、巣立ちのタイミングを見計らっていると推測している。3月28日以降の音声活動のピークは、巣立ちによる鳴き交わりの増加によるものと考えている。

Timing for the spotlight survey スポットライトサーベイの実施時期

Spotlight survey should be conducted when all breeding pairs (from the earliest pair to the last pair) are incubating eggs on Birojima (Fig. 10, the yellow ellipse). During this period, the pairs that laid eggs earlier are incubating eggs, and the pairs that started laying eggs one month later from the earliest ones also start incubating eggs. At this time, all breeding individuals should be incubating eggs, but the period is surprisingly short, roughly about only one week. The calls of the chicks were not recorded very often, and it is almost impossible to find the peak of family departure. M Takeishi, who spent the breeding season in 2020 in the JAMU colony in Tokushima has confirmed that adult birds sing actively to lead chicks during the family departure period (Takeishi personal communication). He suggested that spotlight survey should be conducted before 10 April.

スポットライトサーベイは、早期に繁殖を開始するペアも、最も遅れて繁殖を開始するペアも、全ての繁殖ペアが枇榔島で抱卵をしている時期が望ましい(図 10 の黄色の楕円で囲まれた部分)。この期間は、早期に産卵を行ったペアは抱卵中で、かつ、約 1 か月遅れで産卵を開始した最後のペアも抱卵を開始する時期である。この時期であれば、全ての繁殖個体が抱卵中ということになるが、期間は意外に短く 1 週間程度である。雛の声はか弱く録音頻度も少ないため、ヒナの巣立ちのピークを求めることはほぼ不可能である。2020 年の JAMU の繁殖期を、徳島のコロニーで過ごした武石は、巣立ちの期間は、雛を誘導するため、成鳥が盛んに鳴くことを確認しており(武石私信)、スポットライトサーベイの実施時期として、4 月 10 日よりも前の実施が望ましいと話している。

Comparison with the past 過去との比較

Based on the results of the 1993 and 1994 surveys on Birojima, Ono (1994) reported that JAMU family departure at Birojima began around mid-April, peaked in late April and continued until early May. Otsuki also observed several chicks on 1 May 1994 while helping Ono's investigation. As of 2020, family departure started from late March to early April, and most of the departure was already completed by the end of April. Although the current peak of the family departure period is unknown, it is clear that family departures begin roughly two weeks earlier than past records.

Nowadays, there are concerns about global warming, but what we are concerned about is the decrease in JAMU population or the disappearance of their habitats. If the habitat of the fish that feed JAMU changes due to the rise in seawater temperature, JAMU will have to change its breeding colonies. Population monitoring is necessary to maintain the world's largest breeding ground for JAMU. However, the annual implementation of carrying out the census is costly. Calling activity data from songmeters seems to be very effective as a supplemental tool for the population survey.

小野(1994)は、1993 年、1994 年の枇榔島での調査結果の結果、当時の枇榔島の JAMU の巣立ちは、4 月中旬ごろに始まり、4 月下旬をピークに 5 月上旬まで続くと報告している。実際、大槻も、小野の調査の手伝いをした際の 1994 年 5 月 1 日に数羽の雛(家族での巣立ち)を目撃している。2020 年現在では、巣立ちは 3 月下旬~4 月上旬にかけて開始され、4 月の下旬には、もう殆どが終了している。現状では、巣立ちのピーク期はわからないものの、巣立ちの開始を過去の記録と比較すると、約 2 週間早くなっていることが明らかである。

地球温暖化が叫ばれる昨今であるが、我々が懸念するのは、それに起因する JAMU の個体数の減少、もしくは生息域の消失である。海水温の上昇により JAMU の餌となる魚の生息状況が変わることで、JAMU も繁殖地の変更を余儀

なくされる。世界最大の JAMU の繁殖地を維持し続けるために、個体数のモニタリングは必要である。しかしながら、個体数調査の毎年の実施は、経費の負担が大きい。ソングメーターによる音声活動からコロニーのアクティブ度合いを読み取り、間接的に個体数の増減の動向を推測することは、個体数調査を補うツールとして、非常に有効ではないかと思われた。

Future tasks should include (1) quantifying the calling activity of crows in order to prove the low calling activity of JAMU at site 1, (2) verification of the daily calling time of JAMU and Streaked Shearwaters, because the peaks of calling time seemed to be different; and (3) verification of the spotlight survey timing by conducting the spotlight and songmeter surveys in parallel.

今後の課題として、(1)サイト 1 の JAMU の音声活動の低さを証明するため、カラス類の音声活動を数値化すること、(2)JAMU とオオミズナギドリが一日のうちでの音声活動のピークが異なるように見えたため、その検証、そして(3)スポットライトサーベイとソングメーター調査の並行実施によるスポットライトサーベイ調査時期の検証、があげられる。

ACKNOWLEDGEMENTS 謝辞

The town of Kadogawa provided project funding to the Marine Bird Restoration Group. We thank Masayoshi Takeishi for setting up the songmeters, and Hitoshi Ikeda and Tsutomu Kurogi for collecting data of JAMU in the water. We are very grateful for the assistance of Olivia Vasquez and Jeff Schlueter of Conservation Metric (CMI) for analyzing the all recordings.

門川町から、海洋保全グループにプロジェクト資金を提供頂きました。2019 年末に枇榔島周辺海域の洋上での初 JAMU 記録の収集に協力いただいた、池田氏および黒木氏には心から感謝申し上げます。ソングメーターをセットアップしてくれた武石全慈氏にもまた感謝します。すべての記録を分析していただいた、Conservation Metric (CMI) の Olivia Vasquez と Jeff Schlueter Abram Fleishman of の支援に心から感謝いたしております。

LITERATURE CITED 引用文献

- BirdLife International. 2018. *Synlithorampus wumizusume*. *The IUCN red list of threatened species* 2018: e.T22694899A132580332. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694899A132580332.en>. Downloaded on 09 January 2021.
- Cichy, R. M., Khosla, A., Pantazis, D., & Torralba, A. 2016. Comparison of deep neural networks to spatio-temporal cortical dynamics of human visual object recognition reveals hierarchical correspondence. *Sci. Rep.* 6: 27755. (online) <https://doi.org/10.1038/srep27755>
- Deng, L., Hinton, G., & Kingsbury, B. 2013. New types of deep neural network learning for speech recognition and related applications: an overview. In *2013 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (pp. 8599–8603). Vancouver, BC: IEEE. (online) <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2013.6639344>
- Fleishman, A. 2019. Automated acoustic surveys for Japanese Murrelet (*Synlithorampus wumizusume*) at potential breeding sites in southern Japan. *Conservation Metrics Report*.

- Gaston, A.J. 1992. *The Ancient Murrelet: a natural history in the Queen Charlotte Islands*. T & AD Poyser, London.
- Karnovsky, N.J., Y. Minowa, K. Otsuki, H.R. Carter, and Y. Nakamura. 2017. Assessing Avian Predators of Japanese Murrelet on Birojima. Pages 100-105 *In*: Otsuki, K., H.R. Carter, Y. Minowa, V.M. Mendenhall, M. Takeishi, S.K. Nelson, D.L. Whitworth, H.Y. Nam, and P.N. Hébert (Eds.). Status and Monitoring of Rare and Threatened Japanese Crest Murrelet. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.
- Min, S., Lee, B., & Yoon, S. 2016. Deep learning in bioinformatics. *Briefings in Bioinformatics*, 18(5): 851-869. <https://doi.org/10.1093/bib/bbw068>
- Murray KG, Winnett-Murray K, Eppley ZA, Hunt Jr GL & Schwartz DB. 1983. Breeding biology of the Xantus' Murrelet. *Condor* 85: 12-21.
- Ono K. 1993. Offshore distribution and breeding ecology of the Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumizusume*. Unpublished M.Sc. Thesis, Toho University, Funabashi-shi, Chiba-ken, Japan. (In Japanese with English summary)
- Ono K. 2014. Japanese Murrelet. In Ministry of the Environment (ed) *Red data book 2014. Threatened wildlife of Japan. Volume 2, Aves*: 200-201. Gyosei Corporation, Tokyo.
- Otsuki, K., H.R. Carter, Y. Yamamoto, and C. U. Park. 2017. Summary of breeding status for the Japanese Murrelet. Pages 15-32 *In*: Otsuki, K., H.R. Carter, Y. Minowa, V.M. Mendenhall, M. Takeishi, S.K. Nelson, D.L. Whitworth, H.Y. Nam, and P.N. Hébert (Eds.). Status and Monitoring of Rare and Threatened Japanese Crest Murrelet. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.
- Otsuki, K., H.R. Carter, and Y. Nakamura. 2018. Preliminary studies of crows, the main predators of Japanese Murrelets, at Birojima, Miyazaki-ken. *Annual Report of Pro Natura Foundation Japan vol.26*: Pages 145-152
- Otsuki, K., Y. Nakamura, N. Karnovsky, and K. Kawagoe. 2020. Acoustic survey for Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumizusume* at Birojima, Miyazaki Japan. Pages 1-8 *In*: Otsuki, K. and Y. Minowa (Eds.). Japanese Murrelet Survey in 2019. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.
- Otsuki, K. 2013. Historical colony harvesting, at-sea hunting, and local fishing bycatch of the Japanese Murrelet at Birojima Miyazaki-ken, Japan. *Pacific Seabirds* vol.40 num. 2: Pages 59-69
- Schmidhuber, J. 2015. Deep Learning in neural networks: An overview. *Neural Networks*, 61, 85-117. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2014.09.003>
- Sealy, S.G. 1976. Biology of nesting Ancient Murrelets. *Condor* 78: 294-306.
- Whitworth, D.L., H.R. Carter, Y. Nakamura, M. Takeishi, & K. Otsuki. 2020. Hatching success and predation of Japanese Murrelets (*Synthliboramphus wumizusume*) at Birojima, Miyazaki, Japan. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology* 52: 63-82.

Appendix. Bird species confirmed in the songmeter recordings.

Species	Binominal Name	IUCN* Red List	MOE** Red List	Note
Anas sp.				
Japanese Wood Pigeon	<i>Columba janthina</i>	Near Threatened (NT)	Near Threatened (NT)	
Streaked Shearwater	<i>Calonectris leucomelas</i>			
Pacific Swift	<i>Apus pacificus</i>			
Black Kite	<i>Milvus migrans</i>			
Perigrine Falcon	<i>Falco peregrinus</i>		Vulnerable (VU)	
Carrion Crow	<i>Corvus corone</i>			
Large-billed Crow	<i>Corvus macrorhynchos</i>			
Brown-eared Bulbul	<i>Hypsipetes amaurotis</i>			
Japanese Bush Warbler	<i>Horornis diphone</i>			
Warbling White-eye	<i>Zosterops japonicus</i>			
Styan Grasshopper-warbler	<i>Locustella pleskei</i>	Vulnerable (VU)	Endangered (EN)	1st call was on 20 April 2020
Turdus sp.				
Black Rock Thrush	<i>Monticola solitarius</i>			
Oriental Greenfinch	<i>Chloris sinica</i>			
Japanese Grosebeak	<i>Eophona personata</i>			

* : IUCN: International Union for Conservation of Nature

** : MOE: The ministry of the environment

徳島県牟岐町權投島におけるカンムリウミスズメ卵に 対するカラス類による捕食の低減

Decreasing Crowpredation of Japanese Murrelet eggs at Kainage-jima, Mugi-cho, Tokushima-ken, Japan

武石全慈

Masayoshi Takeishi

〒806-0011 福岡県北九州市八幡西区紅梅 3-2-24-404. E-mail: masawumizusume@gmail.com

要約

徳島県牟岐町沖の島々では 1,500 羽近くのカンムリウミスズメ (*Synthliboramphus wumizusume*) が繁殖している。2019 年に武石ら (2020) は牟岐町の島々の中で最も小さい權投島において、カラス類 (ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* とハシボソガラス *C. corone*) によるカンムリウミスズメ卵の捕食が高いレベルで生じていることを示した。島での人間の存在がカラス類によるカンムリウミスズメ卵の捕食を減少させるかどうかをみるために、私は 2020 年 3 月上旬から 6 月上旬にかけて權投島に滞在して調査を行なった。2020 年に地表部で発見された捕食された卵の数 (17 卵) は、2019 年のそれ (55 卵) よりも 69% 低かった。權投島のような小さな島においては、一人の調査者の存在は、カラス類によるカンムリウミスズメ卵の捕食を減少させるようである。しかし、この効果が数年にわたって一貫して見られるかどうかを見極めるためには、対照地域での調査も含めて、より多くの研究が必用とされるだろう。

Summary

Nearly 1,500 Japanese Murrelets (*Synthliboramphus wumizusume*) breed on several islands off Mugi-cho in Tokushima-ken, Japan. In 2019, Takeishi et al (2020) documented high levels of crow (*Corvus macrorhynchos* and *C. corone*) predation on Japanese Murrelets at Kainage-jima, the smallest of the Mugi-cho islands. To determine whether the presence of humans might reduce crow predation on murrelet eggs, I stayed at Kainage-jima and conducted murrelet nest monitoring from early March to early June in 2020. The number of crow-depredated eggs in 2020 (n = 17) was 69% lower than in 2019 (n = 55). At small islands like Kainage-jima, the presence of an investigator appears to be reduce corvid predation of murrelet eggs, but more studies (including nest monitoring on control islands) would be needed to determine if this effect is consistent over several years.

1. はじめに

カンムリウミスズメ *Synthliboramphus wumizusume* は日本と韓国の島嶼で繁殖する小型の海鳥で、国際自然保護連合 (IUCN) レッドリストでは Vulnerable に (BirdLife International 2018)、環境省レッドリストでは絶滅危惧II類 (VU) に掲載され (環境省 2020)、また、我が国の天然記念物にも指定されている (文化庁 2019)。四国南東部の徳島県海部郡牟岐町沖の島々ではカンムリウミスズメが繁殖している (武石ら 2019, 2020)。

現在、カンムリウミスズメの世界の成鳥総数は 5,200~9,400 羽とされている (BirdLife International 2018)。繁殖期に牟岐町海域に集まるカンムリウミスズメについては、2019 年調査では総個体数が 2,150 羽、そのうち 1,490 羽が繁殖個体と推定された (武石ら 2020)。この数値は世界の生息数の中で高い割合を示しており、牟岐町海域での本種繁殖地の重要性が示唆される。

牟岐町海域でのカンムリウミスズメ繁殖地の一つである権投島では、2019 年には 99 つがい程度が繁殖していると推定された (武石ら 2020)。しかし、カラス類による成鳥や卵の捕食被害が認められ、特に卵については推定産卵総数の 28% というかなり高い割合が捕食されているのではないかと試算もされている (武石ら 2020)。このようなカラス類による卵捕食被害を低減させるためには、カンムリウミスズメの繁殖期間中、即ち、産卵期と抱卵期にあたる 3 月上旬から 5 月上旬までの 2 ヶ月余りの期間中に、繁殖地の島への監視員の配置が有効なのではないかとの提案がなされた (武石ら 2020)。権投島は、差し渡しで 100m×60m ほどのかなり小さい島であるので、そのような場合には、日中の監視員の見回りによって、カラス類にカンムリウミスズメの巣の探索を断念させることが可能であるように考えられたからである。

そこで、2020 年の繁殖期に、権投島において、人の滞在がカラス類のカンムリウミスズメ卵の捕食活動に与える影響について調査した。

2. 調査地

調査は徳島県海部郡牟岐町沖の権投島で行なった。

この海域には本土から 2.0~4.2km 沖に有人島の出羽島^{てぼしま}と 5 つの無人島、即ち、西から東へ、ナザノハナ (小津島^{こつしま}の北の島)、サデバ (小津島の南の島)、津島、大島 (牟岐大島)、そして権投島が分布する (図 1)。

権投島 (図 2) は最高標高 23m (北緯 33 度 38 分 53 秒、東経 134 度 29 分 42 秒)、大きさは差し渡しで 100m×60m ほどの岩礁状の島で、斜面と頂上平坦部はマツ類を含む常緑樹の林となっている。

権投島の南には最近接距離 650m で無人島の大島がある。大島 (図 3) は最高標高 215.8m (北緯 33 度 38 分 03 秒、東経 134 度 29 分 46 秒)、周囲長約 8km、面積約 1.9km²で全域が常緑樹林で覆われている。



図 1. 徳島県牟岐町海域の島.
Figure 1. Islands off Mugi-cho, Tokushima Prefecture, Japan.



図 2. 権投島 (南西側から 2020 年 4 月 4 日撮影).
Figure 2. Kainage-jima.



図3. 大島 (権投島から 2020 年 4 月 27 日撮影).
Figure 3. O-shima.

3. 調査方法・調査期間

2020 年 3 月上旬から 6 月上旬にかけて、筆者一人で無人島の権投島に滞在して、毎日島内を見回り、カラス類の行動をチェックしつつ、地表部に残されたカンムリウミスズメの卵殻片や斃死体の確認に努めた。また、同時にカンムリウミスズメの繁殖動向を示す徴候についても留意した。

島の頂上の平坦部（標高約 20m）にテントを設営し、頂上部から海岸部にかけて任意にルートを設定した。通常は、南に隣接する大島への見晴らしが効く、島の南端の高台からカラス類の飛来状況をチェックした。カラス類の飛来や鳴き声に応じて、島内を移動してカラス類への接近を試みた。また、毎日、設定したルートを回って、卵殻片等の発見に努めた。卵殻片が捕食によるものか孵化によるものかの判断は Whitworth et al. (2020) に従った。

2020 年 3 月 6 日から 5 月 15 日までの 71 日間については、なるべく権投島で連続して滞在することに努め、その結果 62 日間（51 泊）にわたって島内での見回りを行なうことができた。それ以降は、7 日または 8 日間隔となる 5 月 22 日、5 月 30 日、6 月 6 日に権投島に上陸して同様の調査を行なった（表 1 参照）。

折しも、2020 年 3 月 11 日の世界保健機関（WHO）による新型コロナウイルスのパンデミック認定、同年 4 月 7 日の同ウイルスに関する緊急事態宣言の発出（1 都 1 府 5 県対象）、4 月 16 日の緊急事態宣言の全国化、そして 5 月 25 日の緊急事態宣言の最終的な全国解除の時期と重なったが、調査期間中は無人島（権投島）での滞在を主として、一部期間は牟岐町及び徳島市での装備補充や休養等に当てた。

4. 結果

(1) カラス類等の確認羽数

表 1 に調査期間中に権投島で確認されたカラス類及び猛禽類（トビ *Milvus migrans*・ミサゴ *Pandion haliaetus*・ハヤブサ *Falco peregrinus*）の確認羽数を日別に示した。カラス類については、重複がない場合を除き、1 時間以上の間をおいた確認時点毎の個体数を示した。また、同時に確認された羽数の最大値を、カラス類と猛禽類について日別に示した。

カラス類については、権投島に常時滞在する個体は認められなかった。カラス類のものと考えられる巣が 1 個、権投島で見られたが、外巣部分が作られているだけであり、3 月 6 日の最初の上陸以降にカラス類の警戒声はそれほど聞かれなかった。ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos*、ハシボソガラス *C. corone* とも散発的に 1 羽から 2 羽で大島から飛来して来ることがほとんどであった。また、飛来してからの島での滞在時間は短く、こちらの姿を認めたためでもあろうが、すぐに飛去することがしばしばであった。ハシブトガラスでは 1 羽から 6 羽、ハシボソガラスでは 1 羽から 2 羽の範囲での飛来であった。同時に確認できたカラス類の羽数は、1 羽から 9 羽までであった。9 羽の場合（3 月 26 日）には、その構成はハシブトガラス 6 羽、ハシボソガラス 2 羽、カラス不明種 1 羽であった。群れで行動していたわけではなく、それぞれ 2 羽または 1 羽で飛来して来て、島内上空で追いかけ合いを行なった後に、別個に大島へと飛び去っていった。

権投島の周りの複数の岩礁は釣り場になっていて、毎日 14 時半頃に瀬渡し船が釣人を回収しにやって来た。そして釣人が乗船した直後に、釣り場に取り残された魚やまき餌などをねらってカラス類が大島から飛来した（図 4）。釣人の岩礁での人数は表 1 に日別に記してあるが、1 人から 10 人の範囲であった。この時間帯以外にも、早朝にはカラス類が権投島に飛来した。

猛禽類では、トビが 1 羽から 4 羽ほどで権投島上空を旋回する姿がよく見られた。1 度だけ 10 羽が島の南端の岩礁に集まってきたことがあったが（3 月 9 日）、これは釣人が釣りを終えて瀬渡し船で去った直後に、取り残された魚類をねらったものであった。ミサゴとハヤブサは時おり権投島の周囲に 1 羽ほどが現れる程度であった。



図 4. 釣りのポイントの岩礁とハシボソガラス(権投島にて 2020 年 4 月 15 日撮影)。

Figure 4. A carrion crow at the fishing point.

表 1.徳島県牟岐町権投島でのカラス類等の確認記録(2020 年).

Table 1. The number of crows and raptors found at Kainage-jima off Mugi-cho in 2020.

カラス類の確認羽数は、重複がない場合を除き、1 時間以上の間をおいた確認時点毎の個体数を列記した。

c:鳴き声, fl:飛翔, v:地上・樹上, C.m.:ハシブトガラス, C.c.:ハシボソガラス, C.sp.:カラス不明種

月/日 Month/day	上陸時刻～ ～離島時刻 Time	確認羽数 (Number of birds)			最大確認羽数 (Maximum number of birds)				釣人の数 No. of fishermen
		ハシブトガラス Corvus macrorhynchos	ハシボソガラス Corvus corone	カラス不明種 Corvus sp.	カラス類 Corvus	トビ Milvus migrans	ミサゴ Pandion haliaetus	ハヤブサ Falco peregrinus	
3/6	09:33～		1c		1(C. c.)				8
3/7	～15:35		1c, 1fl, 1c		1(C. c.)	5fl			9
3/9	09:11～		2c		2(C. c.)	10fl, v			3
3/10						2fl			
3/11			1c, 1c, 2v		2(C. c.)	3fl	1fl		8
3/12	～16:53					2fl			9
3/13	09:10～		1fl	2fl	2(C. sp.)	2fl	1fl		2
3/14				1c, 2fl	2(C. sp.)	3fl	1fl		6
3/15			1c, 1c		1(C. c.)	1c		1c	10
3/16			1c		1(C. c.)	2fl	1fl		2
3/17		2c, 2fl	1c, 1v, 2fl	1fl	4(2C. m., 2C. c.)	1fl			6
3/18			1fl		1(C. c.)	4fl			8
3/19	～10:05		1c, 1v	1fl	1(C. c.)	4fl			3
3/21	14:10～	2fl, 1c			2(C. m.)	1fl			
3/22			1c		1(C. c.)	1fl			6
3/23				1fl	1(C. sp.)	4fl			0
3/24		2fl	1c		3(2C. m., 1C. c.)	3fl	1fl		0
3/25		1c	2c	1fl, 1fl	3(1C. m., 2C. c.)	4fl			0
3/26		2fl, 6fl	1c, 2fl	1fl, 1fl	9(6C. m., 2C. c., 1C. sp.)	2fl			0
3/27						2fl			0
3/28			1c, 1v		1(C. c.)	2fl			0
3/29									0
3/30	～15:34	2fl, 4fl			4(C. m.)	2fl			0
3/31	09:07～11:15					1fl			0
4/4	14:24～					1fl			
4/5			2fl		2(C. c.)	1fl			1
4/6		1c, 1v, 1c	2fl, 2c	4fl	7(1C. m., 2C. c., 4C. sp.)	2fl			7
4/7				1fl, 1fl	1(C. sp.)	3fl	2fl		5
4/8	～14:40	2fl			2(C. m.)	1fl	1fl		0
4/9	10:26～			4fl	4(C. sp.)	1fl	1fl		
4/10		1fl	1fl		2(1C. m., 1C. c.)		1fl		0
4/11						1fl			0
4/12									
4/13						1fl			0
4/14						1fl			0
4/15	～16:03		1c, 1c, 1v	1v	1(C. c.)	2fl			4
4/16	09:30～	2fl		1fl, 1v	2(C. m.)	1fl			2
4/17		2c	1c, 1c, 2c	1c	3(2C. m., 1C. c., 1C. sp.)	3fl			2
4/18		2c, 2c			2(C. m.)				0
4/19						1fl			1
4/20						1fl			0
4/21		2fl	2c	2fl, 4fl	4(2C. m., 2C. sp.)	2fl		1c	0
4/22	～13:05	2fl, 2c			2(C. m.)	2fl		1fl	0
4/24	15:23～	1c			1(C. m.)				
4/25		2c, 2c, 3c			3(C. m.)	1c		1c	
4/26		2c			2(C. m.)		1fl		8
4/27	～13:02		1c		1(C. c.)	1c		2fl	0
4/28	13:23～	2fl			2(C. m.)				0
4/29		1c			1(C. m.)	1fl			3
4/30		2fl		1c	2(C. m.)	2fl			0
5/1						1fl	1fl		1
5/2						1fl			10
5/3		2c			2(C. m.)				0
5/4		2fl, 2fl			2(C. m.)				3
5/5						4fl		1fl	10
5/6		2fl			2(C. m.)	1fl			3
5/7				1fl	1(C. sp.)				1
5/8	～12:57	2fl			2(C. m.)	4fl		1fl	4
5/12	09:20～	2fl			2(C. m.)	1fl			2
5/13						1fl			3
5/14		1c, 1fl, 2fl	2fl	1fl, 1fl	4(2C. m., 2C. c.)	1fl			2
5/15	～13:19	1c			1(C. m.)				
5/22	09:28～14:04								
5/30	09:16～12:24								1
6/6	09:16～12:40					1fl			4

(2) 地表部で認められたカンムリウミスズメの卵殻片及び死骸の数

表2に権投島の地表部で認められたカンムリウミスズメの卵殻片と死骸について、卵及び個体の数として、主に10日毎の期間で示した。捕食された卵の卵殻片は、3月6日から4月4日までの期間中に17卵相当が見られた。具体的には、上陸第1日目の3月6日に6卵相当の卵殻片が認められ、既に産卵が開始されていることがわかる(図5)。捕食された卵の最終確認日は4月4日で、1卵相当の卵殻片であった。孵化後の卵殻片については、4月11日に初めて認められ、ヒナの孵化が始まったことがわかる(図6)。その後、孵化後の卵殻片は散発的に5月30日まで認められた。

死骸(全身)については、3月6日、15日、16日に各1羽が見つかり、頭がちぎれた状態または胸筋部分が大きく損なわれた状態で、強い力がくわえられて捕食されたものであった。体の一部しか残っていない死骸は、3月6日の1羽分だけで、左翼と胸骨が残っているだけであった。

表2.カンムリウミスズメの卵殻片と死骸の数(2020年、権投島)。

Table 2. The number of eggshells and carcasses of Japanese Murrelets found at Kainage-jima off Mugi-cho in 2020.

調査日(月/日)	捕食卵殻	孵化卵殻	死骸(全身)	死骸(部分)
month/day	predated eggs	hatched eggs	carcasses (body)	carcasses (part)
3/ 6~3/15	8	0	2	1
3/16~3/25	6	0	1	0
3/26~4/ 4	3	0	0	0
4/ 5~4/14	0	4	0	0
4/15~4/24	0	5	0	0
4/25~5/ 4	0	1	0	0
5/ 5~5/15	0	1	0	0
5/22	0	3	0	0
5/30	0	1	0	0
6/ 6	0	0	0	0
合計(total)	17	15	3	1



図 5. カンムリウミスズメの捕食された卵殻片 (權投島にて 2020 年 3 月 6 日撮影)

Figure 5. Depredated eggshells of Japanese Murrelet on the ground at Kainage-jima on 6 March in 2020.



図 6. カンムリウミスズメの孵化後の卵殻片. 卵膜が目立つ (權投島にて 2020 年 4 月 11 日撮影).

Figure 6. Hatched eggshells with membranes of Japanese Murrelet on the ground at Kainage-jima on 11 April in 2020.

5. 考察

(1) カラス類の確認羽数

表1に示されたカラス類の権投島での確認数は、1回の観察回当たりで見ると、ハシブトガラスで1.9羽、ハシボソガラスで1.3羽となる。権投島でのカラス類によるカンムリウミスズメ卵に対する捕食圧は大きいものがあるように考えられるが(武石ら2020)、それに関与するカラスの個体数は、せいぜいハシブトガラスとハシボソガラスの各1ペア程度のものである。

これらのカラス類を権投島に引き寄せる要因としては、付近の複数の岩礁が釣りのポイントになっていることが大きいだろう。悪天候でなければ、ほぼ毎日のように釣人が訪れ、納竿時には岩礁に取り残された魚類やまき餌を求めてカラス類が大島から飛来する(図4)。多くのカンムリウミスズメ繁殖地で、保全上の問題として指摘される点であろう。

(2) カンムリウミスズメ卵に対する捕食圧の低減について

権投島における2019年の調査では、2月下旬から5月下旬にかけて8回の上陸が行なわれて、地表部に残されたカンムリウミスズメの卵殻片や死骸が探され、卵数と個体数に見直した結果が得られている(表3:武石ら2020の表3から抽出)。それによると、2月22日には卵殻片は見つからなかったが、3月17・18日には卵殻片が認められ、3月中旬までには産卵が開始されていることが示唆された。その後、3月31日、4月9・11日、及び5月24・31日の調査でも卵殻片は毎回認められた。但し、2019年の調査では、発見された卵殻片が、捕食にあった卵なのか孵化した後の卵なのかの区別がされていなかった。そこで、牟岐町海上での過去のヒナ連れ家族群10例の発見日(4月17日から5月28日まで)を参考にして、4月9・11日までに見られた卵殻片は、孵化に伴うものではないと判断した。そして、2019年2月22日から4月11日までの間に権投島の地表部で見られた卵殻片(55卵相当)は捕食によるものであろうと推定した。2019年の権投島での自動撮影カメラによる撮影では、ハシブトガラスとハシボソガラスがカンムリウミスズメ卵をくわえたり、食べたりしている画像3枚と、ハシボソガラスがカンムリウミスズメ成鳥をくわえている画像1枚が得られた。このことから、地表部に見られる捕食後の卵殻片は、カラス類によるものであろうと考えられた(武石ら2020)。

表3.カンムリウミスズメの卵殻片と死骸の数(2019年、権投島).武石ら(2020)の表3から抽出。

Table 3. The number of eggshells and carcasses of Japanese Murrelets found at Kainage-jima off Mugi-cho in 2019.

調査日(月/日)	卵殻	死骸(全身)	死骸(部分)
month/day	eggs	carcasses (body)	carcasses (part)
2/22	0	0	0
3/17, 18	8	0	0
3/31	36	0	2
4/ 9, 11	11	1	0
5/24, 31	3	0	0
合計	58	1	2

今回2020年の権投島での調査では、孵化卵の卵殻片は4月11日に初めて発見された。2019年調査時の4月11日までに発見された卵殻片(55卵相当)を捕食された卵とみなしたのは、ほぼ妥当であったと考えられる。

2020年調査では、3月6日の上陸第1日目には、捕食された卵殻片(6卵相当)が認められ、既に産卵が始まっていたことがわかる。表1では10日間毎にまとめられているが、3月6日から4月14日までの間で、最後に発見された捕食された卵殻片(1卵相当)は4月4日に認められた。この間の捕食された卵数の合計は17卵であった。これは2019年の同時期(2月22日~4月9・11日)に捕食された卵数(55卵)の69%減の31%にあたることになる。2019年の調査は、2020年のほぼ毎日の調査(3月6日~4月14日の40日間中には35日間実施)とは異なり、23日間、13日間、9日間といった日数をあけての島への上陸調査であったことから、その間の風雨等による卵殻片の自然消失も加わっていた可能性がある。その場合には、2019年に実際に捕食された卵数はより多かったことになり、それと比較しての2020年の減少幅は更に大きいものであった可能性がある。また、3月6日には既に産卵が開始されていたことから、更に早い時期から島への常駐を開始していたならば、例えば2019年の調査結果では2月22日にはまだ捕食卵が認められていないことから、遅くとも2月下旬から開始していたならば、この減少幅は更に大きいものになった可能性がある。

権投島でのカンムリウミスズメの最終確認日は、2019年は自動撮影画像から5月11日の夜であった。2020年については、5月12日に1ヶ所の巣で抱卵姿勢の成鳥が認められ、その巣では14日には孵化後の卵殻片が残されていて、無事に巣立ったものと判断された。その時期の夜間にはカンムリウミスズメの鳴き声は聞こえることはなかったため、ほとんどのカンムリウミスズメは島を去っているものと思われた。一方、地表での孵化後の卵殻片の確認は、2020年については散発的であるが5月30日まで認められた。これが、その時期まで繁殖個体群の孵化期間が続いていたとみなしてよいかどうかについては今後の検討が必要であろう。そこで、現時点では島内での見回りは5月中旬までは続けられる必要があるように思われる。

もし、2019年と2020年の権投島でのカンムリウミスズメの繁殖状況がそれほど異なるものでなかったとしたら、繁殖期間中に一人の人間が島へ常駐することによって、カラス類による卵への捕食圧をかなりな程度弱めることができたことになる。しかし、この効果が数年にわたって一貫して見られるかどうかを見極めるためには、対照地域での調査も含めて、今後の更なる調査・研究が必用とされるだろう。

謝辞

原田利宏氏には操船による島へのご案内と調査へのご参加をいただきました。満石高明氏には快適な調査環境を維持していただきました。Darrell Whitworth氏と大槻都子氏には英文要約を修正していただきました。これらの方々に対しまして御礼申し上げます。

文献

BirdLife International 2018. *Synthliboramphus wumizusume*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*:

e.T22694899A132580332. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694899A132580332.en>.

2020年2月23日閲覧.

文化庁. 2019. 国指定文化財等データベース. <https://kunishitei.bunka.go.jp/heritage/detail/401/3189>. 2020 年 2 月 23 日
閲覧.

環境省. 2020. 環境省レッドリスト 2019. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/110615.pdf>. 2020 年 2 月 23 日閲覧.

武石全慈, Darrell L. Whitworth, Michael Parker, 大槻都子. 2019. 徳島県牟岐町海域におけるカンムリウミスズメ調査
(2018 年 4・5 月: 第 1・2 回調査). 大槻都子・箕輪義隆(編), 2018 年カンムリウミスズメ調査報告書. 海鳥保全
グループ, 福島.

武石全慈, Darrell L. Whitworth, Michael Parker, 大槻都子. 2020. 新たに確認された徳島県牟岐町カンムリウミスズメ繁
殖地での繁殖個体群規模の推定とネズミ類及びカラス類の生息状況. 大槻都子・箕輪義隆(編), 2019 年カンムリ
ウミスズメ調査報告書. 海鳥保全グループ, 福島.

Whitworth, D.L., H.R. Carter, Y. Nakamura, M. Takeishi and K. Otsuki. 2020. Hatching success and predation of
Japanese Murrelets *Synthliboramphus wumizusume* at Birojima, Miyazaki, Japan. J. Yamashina Inst. Ornithol.
52: 1-20.

2020年カンムリウミスズメ調査報告書

Japanese Murrelet Surveys in 2020

編集委員：大槻都子, 箕輪義隆

写真：2020年の繁殖期間 最初の洋上でのカンムリウミスズメ
2019年12月19日

The first Japanese Murrelets for 2020 breeding season to be seen
in the water on 19 December 2019

(黒木勉 撮影)

発行所：海鳥保全グループ (Marine Bird Restoration Group)

福島県福島市方木田字石田 1-18

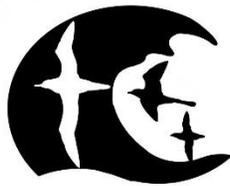
<https://marinebird-restorationgroup.jimdo.com/>

印刷所：株式会社イタミアート

岡山県岡山市南区新保 660-15

発行年月日：2021年2月17日 1刷発行

2023年10月7日 2刷発行



Marine Bird Restoration Group