

# 2021年カムムリウミスズメ調査報告書

## Japanese Murrelet Surveys in 2021



Marine Bird Restoration Group

海鳥保全グループ

27 February 2022



MARINE BIRD RESTORATION GROUP SURVEY REPORT IN 2021



## Contents

<b>Acoustic surveys for Streaked Shearwater <i>Calonectris leucomelas</i> at Birojima, Miyazaki, Japan</b> .....	1
EXECUTIVE SUMMARY .....	1
INTRODUCTION .....	2
METHODS .....	3
RESULTS & DISCUSSION .....	4
ACKNOWLEDGEMENTS .....	12
LITERATURE CITED .....	13
APPENDIX .....	14
<b>Predation on Japanese Murrelets by Crows revealed using autofocusing cameras</b> .....	16
EXECUTIVE SUMMARY .....	16
INTRODUCTION .....	17
STUDY AREA & METHODS .....	17
RESULTS .....	19
DISCUSSION .....	25
LITERATURE CITED .....	26
<b>At-Sea Congregation Monitoring of Japanese Murrelets at Ko-shima, Kochi-ken, Japan, in 2021</b> .....	27
EXECUTIVE SUMMARY .....	27
INTRODUCTION .....	29
METHODS .....	30
RESULTS .....	34
DISCUSSION .....	40
ACKNOWLEDGEMENTS .....	42
LITERATURE CITED .....	42

## 目 次

<b>宮崎県枇榔島におけるオオミズナギドリ <i>Calonectris leucomelas</i> の音響調査(鳴声の調査)</b> .....	1
概要 .....	1
はじめに .....	2
方法 .....	3
結果および考察 .....	4
謝辞 .....	12
引用文献 .....	13
付表 .....	14
<b>自動撮影カメラで判明したカラス類によるカンムリウミスズメの捕食</b> .....	16
概要 .....	16
はじめに .....	17
調査地および方法 .....	17
結果 .....	19
考察 .....	25
引用文献 .....	26
<b>2021年 高知県幸島におけるカンムリウミスズメの洋上でのモニタリング</b> .....	27
概要 .....	27
はじめに .....	29
方法 .....	30
結果 .....	34
考察 .....	40
謝辞 .....	42
引用文献 .....	42

# 宮崎県枇榔島におけるオオミスズナギドリ *Calonectris leucomelas* の音響調査(鳴声の調査)

<sup>1</sup>大槻都子・<sup>1</sup>箕輪義隆・<sup>2</sup>大槻太樹・<sup>3</sup>Nina Karnovsky

<sup>1</sup>海鳥保全グループ, 〒960-8163 福島県福島市方木田字石田 1-18,

<sup>2</sup>千葉科学大学, 〒288-0025 千葉県銚子市潮見町 3

<sup>3</sup>Pomona College Dept. of Biology, 175 W. 6th St. Claremont, CA 91711, USA.

## Acoustic surveys for Streaked Shearwater *Calonectris leucomelas* at Birojima, Miyazaki, Japan

<sup>1</sup>Kuniko Otsuki, <sup>1</sup>Yoshitaka Minowa, <sup>2</sup>Hiroki Otsuki, and <sup>3</sup>Nina Karnovsky

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

<sup>2</sup>Chiba Institute of Science, 3 Shiomi-cho, Choshi-shi, Chiba Prefecture 288-0025, Japan.

<sup>3</sup>Pomona College Dept. of Biology, 175 W. 6th St. Claremont, CA 91711, USA.

### EXECUTIVE SUMMARY 概要

• In 2019 and 2020, we deployed two songmeters at different sites (one wildlife acoustics SM2 and one SM4 in 2019, two wildlife acoustics SM4 in 2020) during the breeding season of Japanese Murrelets at Birojima, Miyazaki.

私たちは、2019 年および 2020 年のカンムリウミスズメの繁殖期に宮崎県の枇榔島に、カンムリウミスズメの調査の目的で 2 台のソングメーター (wildlife acoustics SM2 と 4 を 1 台ずつ (2019 年)、wildlife acoustics SM4 を 2 台 (2020 年)) を宮崎県枇榔島の別の 2 か所 (サイト 1 と サイト 2) に設置した。

• Each songmeter recorded 15 minutes per hour from sunset to sunrise throughout the breeding season. We managed to capture one long-term data set each site each year. We have analyzed those long-term data for this project.

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 分間記録したものの、長期間録音できたものは、それぞれのサイトで一繁殖期分 (カンムリウミスズメの) のみであった。そのため、本プロジェクトでは、これら長期間録音されたデータの解析を行った。

• Analysis of the data included the length, in seconds, of the calls of the Streaked Shearwater during a 15-minute recording. The period used for the analysis does not include the period after the Japanese Murrelet's departure in order to detect the correlation between the vocal activity of the Japanese Murrelet and this species.

解析は、15 分間の録音中のオオミズナギドリの声を秒単位で計測し、鳴いている時間の合計を秒単位で記録した。解析に用いた期間は、カンムリウミスズメの音声活動との関連性をみるため、カンムリウミスズメの渡去後の期間は含まれていない。

・ The Streaked Shearwaters did not display similar behavior to the Japanese Murrelet, which tended to toward higher vocal activity around the new moon and lower at the full moon.

調査期間を通してのオオミズナギドリの音声活動は、カンムリウミスズメで見られた、新月前後に高くなり、満月前後に低くなるという傾向はみられなかった。

・ As with the Japanese Murrelet, the vocal activity of the Streaked Shearwater during the Japanese Murrelet breeding period was more active at site 2.

カンムリウミスズメ同様、繁殖期間(カンムリウミスズメの)を通しての音声活動は、オオミズナギドリでもサイト 2 の方で音声活動が活発であった。

・ There were similarities and differences in the vocal activity at each site throughout the night. The peak of vocal activity was commonly seen before sunrise at both sites. The difference is at site 1, vocal activity was active around the new moon, whereas at site 2, vocal activity was almost uniformly active regardless of the moon phase.

夜間を通してのサイトごとの音声活動には共通点と相違点がみられた。音声活動のピークは、両サイトとも共通して日の出前に見られた。相違点としては、サイト 1 では、新月ごろに音声活動が盛んであるのに対し、サイト 2 では、月齢にはあまり関係なく音声活動はほぼ一様に活発であった点である。

・ Most of the vocal activities in February were confirmed around the new moon at site 1 and around the full moon at site 2.

2 月の音声活動については、サイト 1 では殆どが新月頃に、サイト 2 ではほとんどが満月頃に確認されていた。

・ At both sites, the streaked shearwater's vocal activity tended to be low during the period when the Japanese Murrelets were vocally active.

両サイトとも、カンムリウミスズメの音声活動が活発な期間は、オオミズナギドリの音声活動は低い傾向がみられた。

・ While our results showed strong patterns, due to there being only one available long-term data set for each site, more surveys are needed to confirm these findings.

今回は、興味深い事象が確認されたものの、各サイト一繁殖期(カンムリウミスズメの繁殖期)のみのデータであるため、普遍的なものとは断定することはできない。今後は、その検証のため、複数年にわたる調査が求められる。

## INTRODUCTION はじめに

オオミズナギドリ *Calonectris leucomelas* は北海道から八重山諸島までの島嶼で繁殖する(箕輪 2020)。宮崎県門川町の枇榔島周辺には約 1000 羽が生息し繁殖もしている(中村他 2015)。しかしながら、現状では、枇榔島でのオオミズナギドリの繁殖については詳細がわかっていない。2019 年、2020 年とカンムリウミスズメ *Synthliboramphus wumizusume* の調査のために枇榔島にソングメーターを設置したところ、カンムリウミスズメ以外にも 16 種の鳥類、とりわけ同島で繁殖するオオミズナギドリの声が多く記録されていた。オオミズナギドリの島への初飛来の声は、2019 年は 2 月 3 日、2020 年は 1 月 29 日に記録されていた(Otsuki et al. 2021)。

カンムリウミスズメの夜間の洋上での調査中、しばしば鳥の声(ほとんどがオオミズナギドリとカンムリウミスズメ)で賑わう枇榔島に出くわすことがある。その、オオミズナギドリとカンムリウミスズメによる、大コーラスは、これらの鳥の繁殖期の夜間に常時間かれるというものではない。

この研究では、枇榔島で繁殖するオオミズナギドリの音声行動を特徴付け (Fig.1)、カンムリウミスズメの音声活動とのかかわりを見出すことを目的とした。

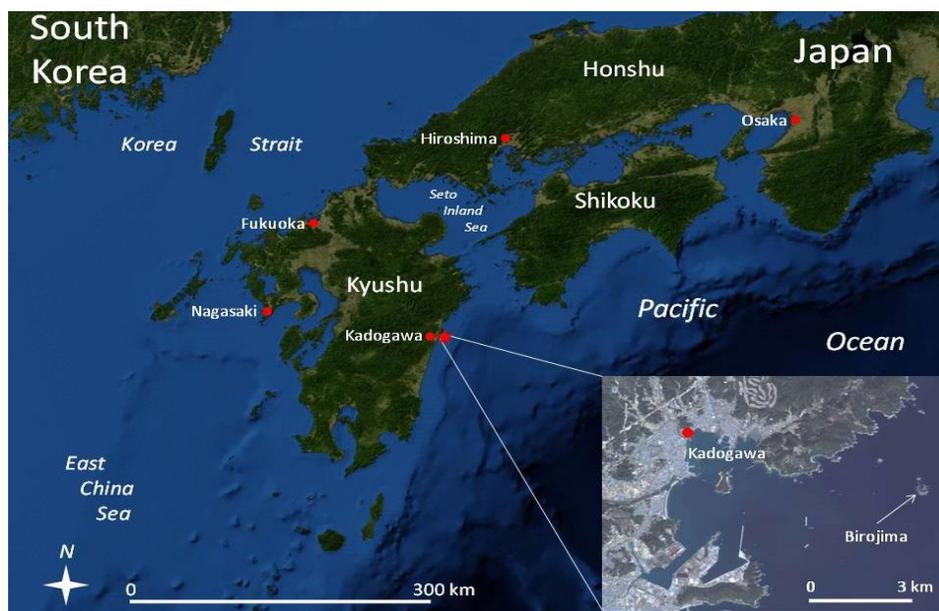


Figure1. Islands of western Japan indicating the location of Birojima off the east coast of Kyushu. Inset: location of Birojima.

## METHODS 方法

2019年および2020年のカンムリウミスズメの繁殖期間、私たちは、2019年および2020年のカンムリウミスズメの繁殖期に宮崎県の枇榔島に、カンムリウミスズメの調査の目的で2台のソングメーター(wildlife acoustics SM2と4を1台ずつ(2019年)、wildlife acoustics SM4を2台(2020年))を宮崎県枇榔島の別の2か所(サイト1とサイト2)に設置した(Fig.2)。SM2はSM4の旧バージョンの機種である。ソングメーターは、日没から日の出まで1時間につき15分間記録を行った。しかしながら、長期間録音できたものは、それぞれのサイトで一繁殖期分(カンムリウミスズメの繁殖期)ずつであった。そのため、本プロジェクトでは、各サイトで長期間録音されたデータ一繁殖期分を用いて解析を行った。

2020年のカンムリウミスズメの音声解析時と同様に Conservation Metric (CMI) による解析を用いたかったものの、費用的な問題からグループ内で行った。解析は、1レコーディング15分間に録音されているオオミズナギドリの声を秒単位で計測し、鳴いている時間の合計を秒単位で記録した。解析に用いた期間は、カンムリウミスズメの音声活動との関連性を確認するため、カンムリウミスズメの渡去後の期間は含めていない(オオミズナギドリの声が初めて確認された日~カンムリウミスズメの最後の声が確認された日まで)。

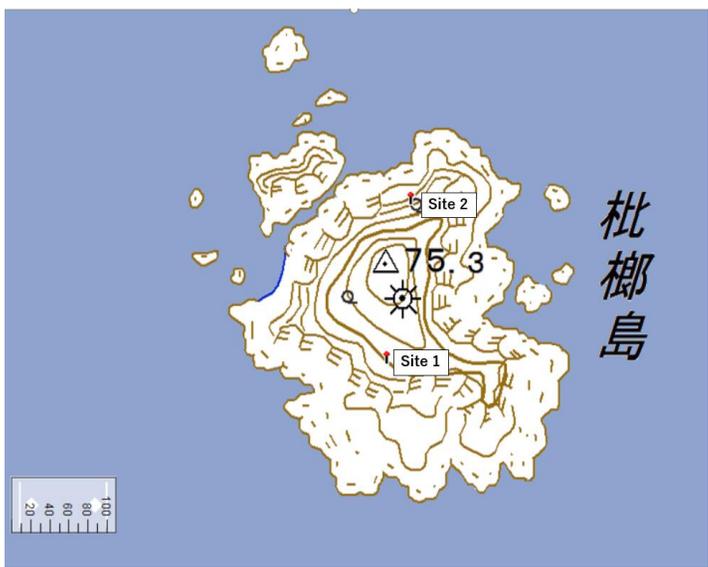


Figure 2. Survey locations during the 2020 breeding survey on Birojima.

## RESULTS & DISCUSSION 結果および考察

### Survey Effort 調査努力

2019年、2020年、両年ともオオミズナギドリの声が検出された(Fig.3)。2019年にサイト2で78夜のうちに14,710分間、2020年にはサイト1で105夜のうちに19,429分間録音された(Table1)。そのうち、オオミズナギドリの声が確認されたのは、2019年はサイト2で412,358秒(約6,872分)、2020年はサイト1で372,326秒(6,205分)であった。2019年のサイト2での鳴き声の割合の平均値は約 $28.45 \pm 15.59$ 秒/分、2020年のサイト1では約 $19.98 \pm 12.68$ 秒/分であった。これは、年による差ではなく、カンムリウミスズメでも見られたように、ソングメーターの設置場所による差だと考えている(Otsuki et al. 2021)。そのため、この報告書では、以降、ソングメーターの設置サイトごとに調査結果をまとめた。

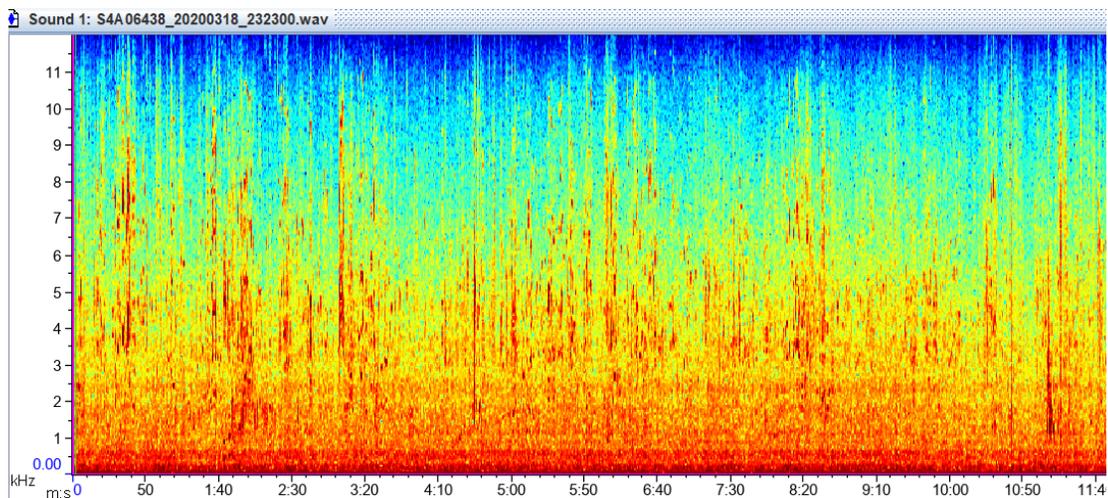


Figure 3. Spectrogram of Streaked Shearwater calls recorded on Birojima.

Table 1. Total survey effort by location during the 2019 and 2020 survey season on Birojima.

Year	Location	Total nights	Total recording time(minute)	Total calls (second)	call/minute	Mean	SD
2020	Site 1	105	19,429	372,326	2,098	19.98	12.68
2019	Site 2	78	14,710	412,358	2,248	28.45	15.59

## Peak Activity 活動ピーク

### 繁殖期間を通してのピーク

調査期間を通してのオオミズナギドリの鳴声活動のピークを Fig.4 に示す。サイト 1(2020年)、サイト 2(2019年)ともに、鳴声割合のグラフは、カンムリウミスズメのものに比べて月齢に左右されないように見られる。両サイトにおいて鳴声割合のグラフに凸凹はあるものの、カンムリウミスズメで見られた、新月前後に鳴声割合が高くなり、満月前後に低くなるという傾向はみられなかった(Otsuki et al. 2020 と 2021)。

鳴声割合の平均値は、サイト 1 では、初めてオオミズナギドリの声が確認された 1 月 29 日から 3 週間以上たった 2 月 21 日頃に 20 秒/分程度の値を示しはじめ、最大でも 45 秒/分を越えることはなかった。サイト 2 では、2 月 3 日に初めてのオオミズナギドリの声が確認されてから約 2 週間後の 2 月 19 日以降、4 月中旬までの約 2 か月間、まれに低い値を示している日も見られるが、全体的には 40-50 秒/分以上の高い値が多く見受けられた。

### 夜間を通してのピーク・月齢によるピーク

夜間を通しての音声活動のピークについては、サイト 1 とサイト 2 では違いがみられた(Fig.5)。また、新月、満月の前後 10 日間のデータから、月齢の違いにおける音声活動の違いを検証した(Fig.6 と 7)。

#### サイト 1

サイト 1 では、夜間の音声活動に大小 2 つのピークがみられた。大きなピークは日の出前 40 分～230 分にみられ、小さなピークは日の出前 650 分ごろに見られた(Fig.5)。日の出前 340 分ごろを境に、日没側は音声活動が低く、日の出側は高い様子を示している。

サイト 1 では、満月よりも新月時の方が、音声活動が活発であった(Fig.6)。2 月の満月前後の音声活動は、比較的低めである。2 月は、鳴いている時間も日の出約 2 時間前～日の出までの時間帯であり、日没付近ではほとんど確認されていない。一方、同じ 2 月でも、新月前後は、日の出前 720 分ごろ(12 時間前)～日の出前 40 分まで継続して鳴き声が記録されていた。5 月の新月前後のデータは、カンムリウミスズメの繁殖期に値しないため、今回の解析には今回は含まれていない。

#### サイト 2

サイト 2 では、夜間の音声活動を示す鳴声割合のグラフは、日の出 710 分前～180 分前まで比較的平たんで(20-30 秒/分)、それ以降日の出が近づくにつれ上昇していった(40-60 秒/分)。サイト 1 に比べ、全体的に鳴声割合は高く、安定した音声活動が続いている印象を受けた(Fig.5)。

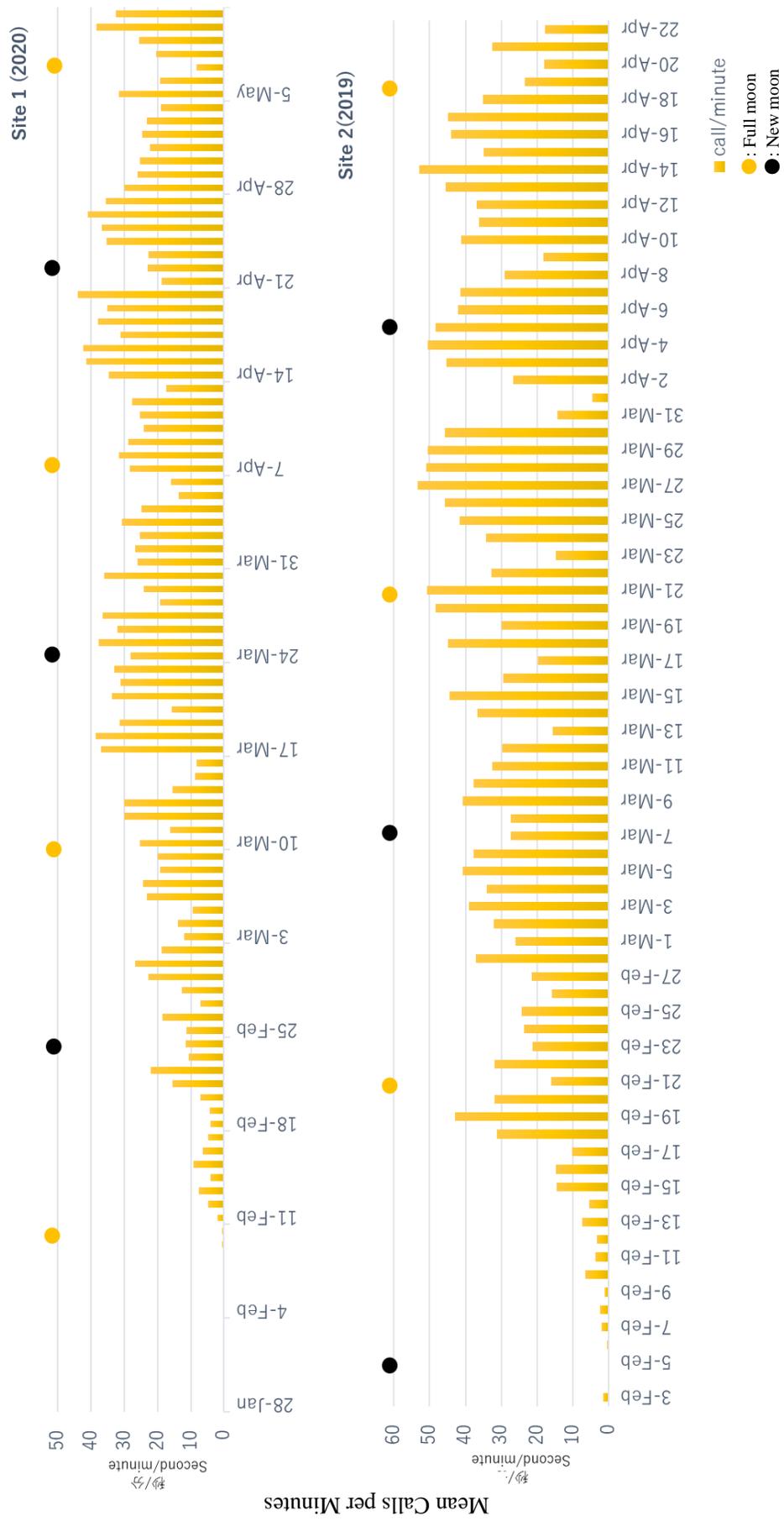


Figure 4. Nightly patterns in calling rate found on the two songmeters.

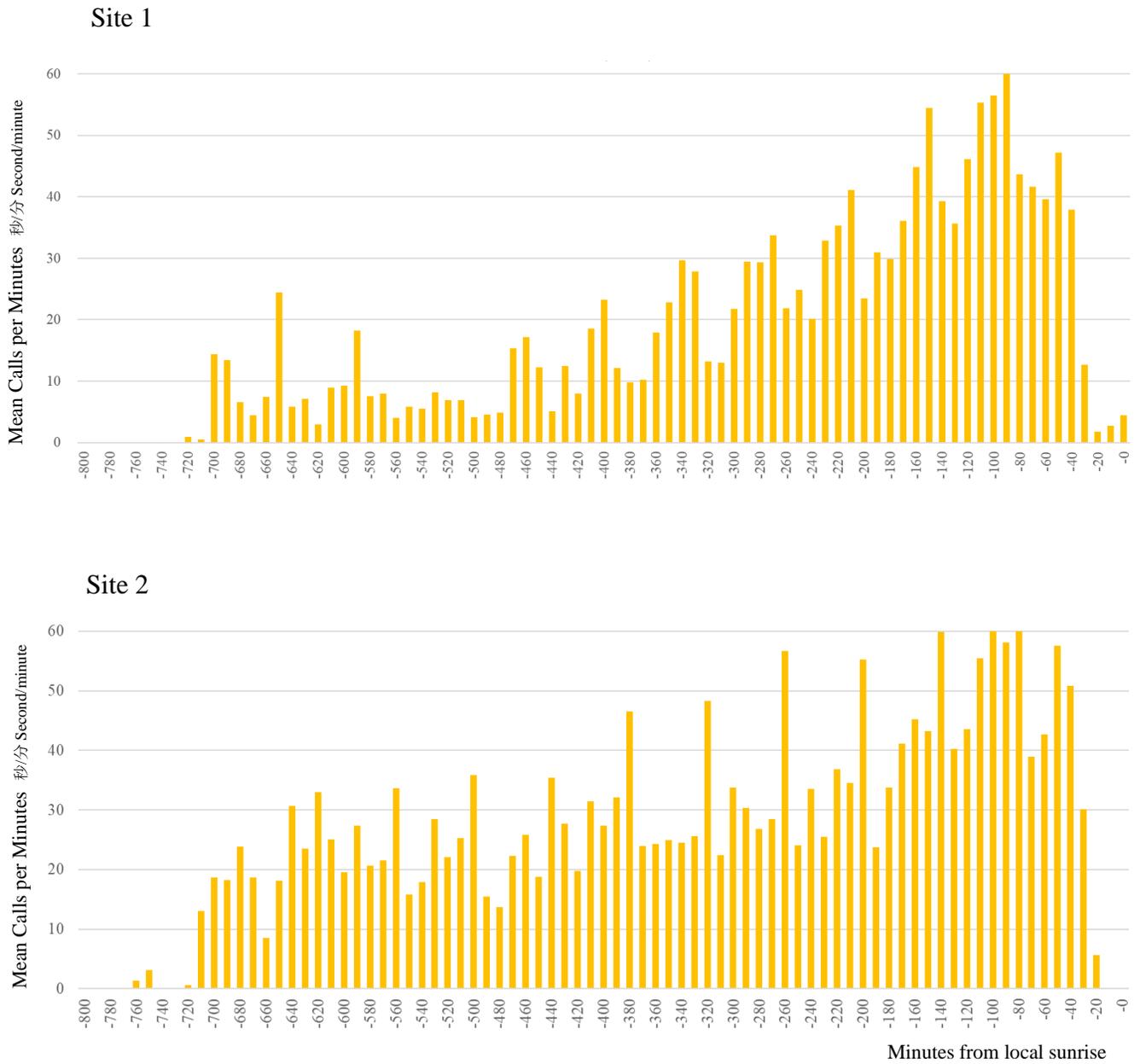


Figure 5. Streaked Shearwater activity as a function of time from sunrise.

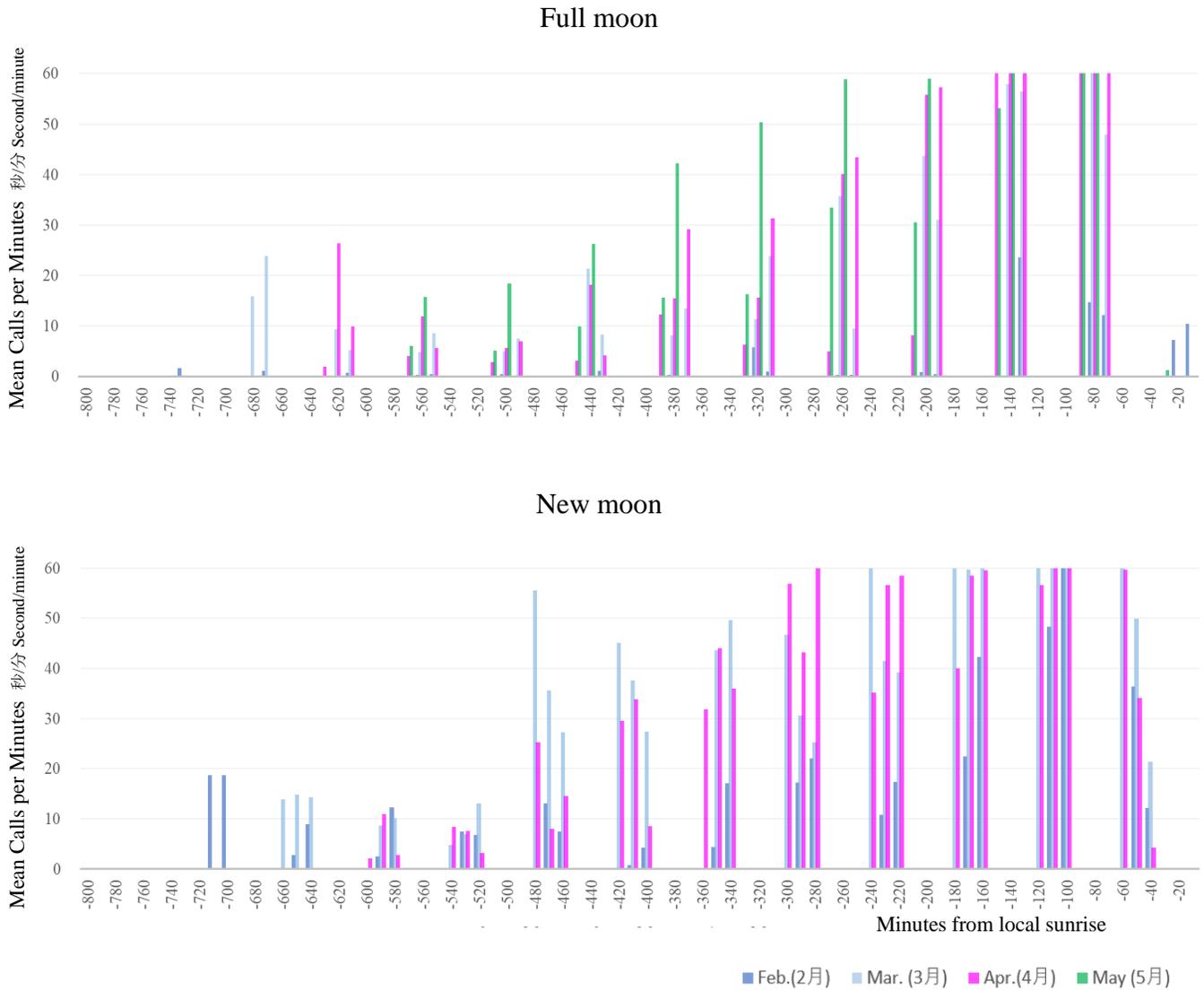


Figure 6. Streaked Shearwater activity as a function of time from sunrise around the full moon and the new moon at the site 1 in 2020.

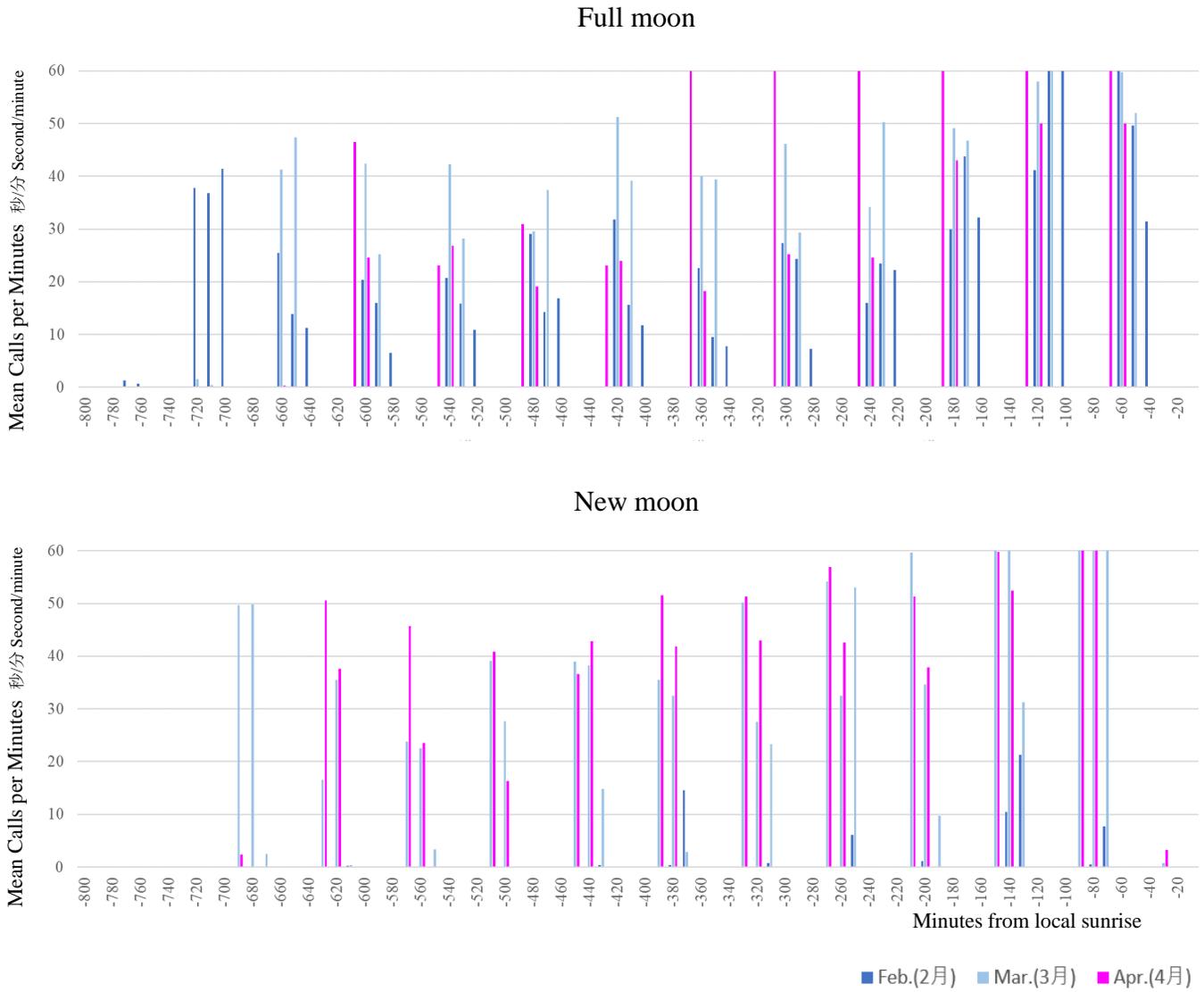


Figure 7. Streaked Shearwater activity as a function of time from sunrise around the full moon and the new moon at the site 2 in 2019.

サイト2では、2月の月齢ごとの音声活動は、サイト1と真逆の様子を呈している(Fig.7)。サイト2では、音声活動は2月の満月前後に活発であった。それは、日没に近い時間帯から活発であり(40秒/分)、夜間の中頃には若干下がるものの(30秒/分)、日の出前後になると再び上昇していった(60秒/分)。2月の新月時には、音声活動は殆ど見られず、確認されているものは、日の出前370分以降~70分前までの時間と日の出に近い時間帯のみであった。

サイト1と2での夜間を通しての音声活動のパターンの違い、特に2月に興味深い違いがみられたが、その原因は現状ではわからない。

#### カンムリウミスズメの音声活動のピークとの関係 (カンムリウミスズメの繁殖期を通して)

カンムリウミスズメとオオミズナギドリの鳴声割合は、解析手法が異なっている。カンムリウミスズメの鳴声割合は、1回15分の録音データを2秒ごとのクリップに刻み、その中のカンムリウミスズメの声が含まれていたクリップ数を数えている(Otsuki et al. 2021)。一方、オオミズナギドリの方は、15分の録音データ内のオオミズナギドリの声の合計秒数を合計している。手法は若干異なるものの、それぞれ、秒数が基準になっていることから、2種の音声活動の比較には十分であった。

2020年、サイト1では1月29日に初めてオオミズナギドリの声が記録されて以降、鳴声割合は、2月22日以降に20秒/分まで上昇し、3月12日には30秒/分、3月17日に35秒/分を記録したのち4月下旬まで、4月下旬まで高い値を示していた(Fig.8)。カンムリウミスズメの鳴声割合と比較してみる。カンムリウミスズメの鳴声割合が高くなっている日(2月25日、3月26日、4月2日等)の殆どで、オオミズナギドリの鳴声割合が低下していた。反対に、オオミズナギドリの鳴声割合が高い日(2月22日、4月27日等)は、カンムリウミスズメでは、鳴声割合は減少していた。また、カンムリウミスズメの鳴声割合が殆ど確認されていない期間には、オオミズナギドリの鳴声割合は、高い値を示していた。4月中旬以降は、まれに両種の鳴声割合の増減が同じ動きを示す場合もみられるものの、基本的に、カンムリウミスズメの音声活動が活発な時は、オオミズナギドリのそれは低くなり、カンムリウミスズメの音声活動が不活発な期間は、オオミズナギドリでは、活発化する傾向が感じられた。なお、3月20日および4月4日の夜は、カンムリウミスズメ、オオミズナギドリ両種の音声活動が著しく低下しているが、これらの日はサイト1から約10m離れた場所に調査員が捕獲調査のため夜間滞在しており、その影響があるものと考えられる。4月の後半にも調査員が滞在している日が2回みられるが、この期間はカンムリウミスズメの巣立ちの後期にあたりすでに個体数自体が減少していることから、カンムリウミスズメの繁殖最盛期の音声活動の傾向とは一様に比較できないものと考えている(Otsuki et al. 2021)。

2019年、サイト2では2月4日にオオミズナギドリの声が確認されて以降、鳴声割合は、2月19日に40秒/分まで上昇をした後も、時折低くなることはみられても比較的安定した頻度で録音されていた(Fig.9)。サイト1同様、カンムリウミスズメの記録と比較してみる。カンムリウミスズメの鳴声割合が高くなっている日(2月24日・25日、3月1日・8日、4月1日等)の殆どで、オオミズナギドリの鳴声割合が低下していた。反対に、オオミズナギドリの鳴声割合が高い日(2月19日)は、カンムリウミスズメでは、鳴声割合は減少していた。また、カンムリウミスズメの鳴声割合が低い期間は、オオミズナギドリでは、高い値を示していた。サイト2ではカンムリウミスズメのデータ数が多いためであろうか、これらの傾向は、サイト1よりも鮮明に表れている印象である。

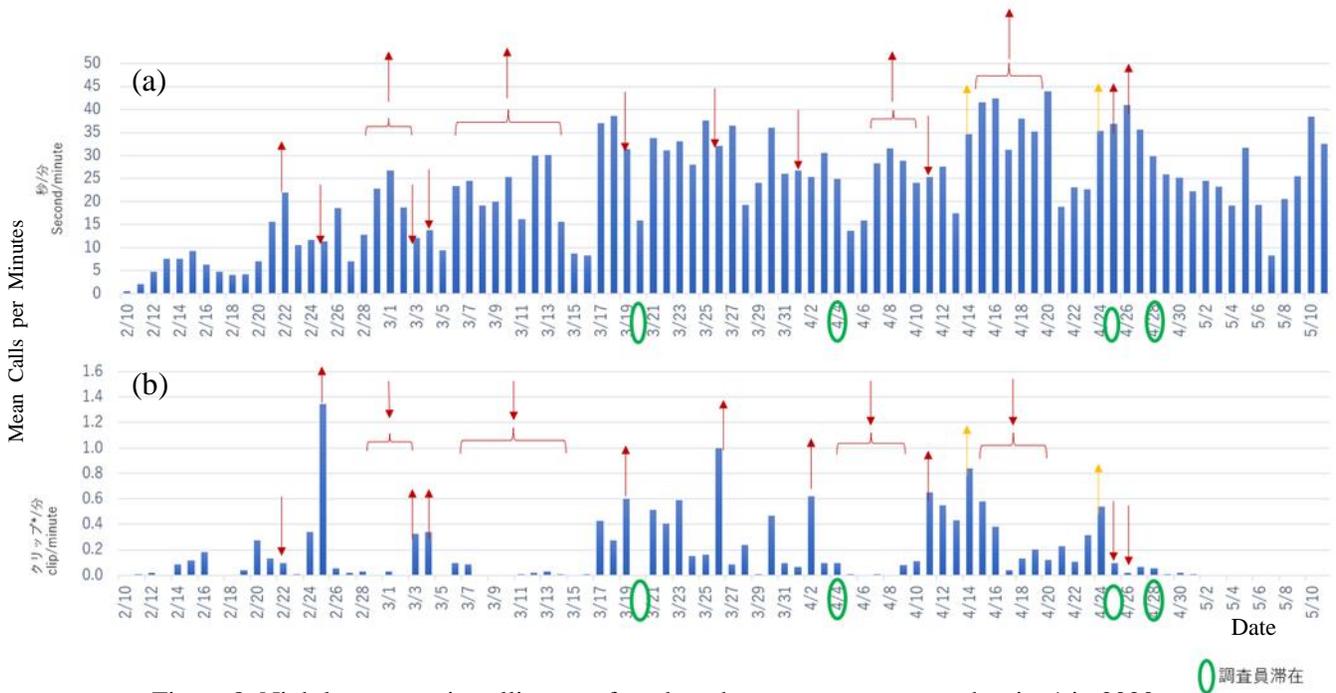


Figure 8. Nightly patterns in calling rate found on the two songmeters at the site 1 in 2020. (a) Streaked Shearwater; (b) Japanese Murrelet.

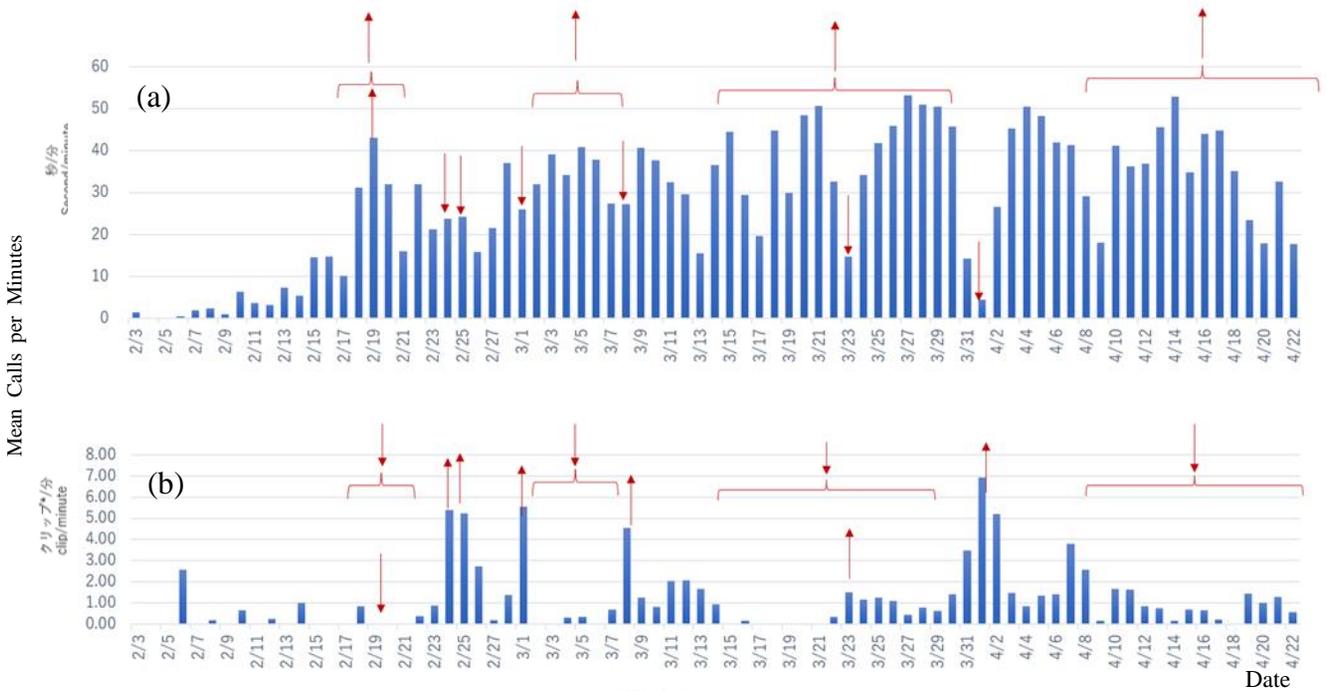


Figure 9. Nightly patterns in calling rate found on the two songmeters at the site 2 in 2019. (a) Streaked Shearwater; (b) Japanese Murrelet.

本解析は、カンムリウミスズメの繁殖期間における、オオミズナギドリとカンムリウミスズメの音声活動の比較を目的としたため、オオミズナギドリの音声活動の全体を把握したわけではない。本プロジェクトでは、カンムリウミスズメ音声活動が活発になるタイミングでオオミズナギドリの音声活動が減少する傾向があることが示された。オオミズナギドリの音声活動全体をより詳しく把握するためには、オオミズナギドリの繁殖期間を通じた調査が必要となる。

カンムリウミスズメとオオミズナギドリの音声活動の関りについて、それぞれのサイトで一繁殖期のみデータではあるものの、上記の傾向を確認できたことは、枇榔島でのこれら2種の生態を理解する上では大きな前進であろう。期間(カンムリウミスズメの繁殖期間)をとおしての、カンムリウミスズメとオオミズナギドリの住み分けならぬ鳴き分けのような行動が起こっていることは、非常に興味深い確認であった。今回は、カンムリウミスズメの繁殖期を通しての違いについての確認はできたが、カンムリウミスズメについては、夜間ごとの詳細なデータが存在しないことと、オオミズナギドリの解析方法が異なることから、ここまでの比較はできなかった。夜間ごとの違いも比較することができたら、また面白い結果が出てくるかもしれない。両種の鳴声割合を同じ基準で解析すれば、繁殖期間を通しての鳴き分けの他に、一晚内での鳴き分けも確認され、そこから音声活動のピークを生み出す要因の解明ができるかもしれない。

今回は、上記のように興味深い事象の確認はできたものの、各サイト一繁殖期(カンムリウミスズメの繁殖期)のみデータであるため、普遍的なものとは断定することはできない。今後は、本プロジェクトで示された興味深い結果の検証のために、複数年にわたる調査が求められる。その際、前述のように、カンムリウミスズメ、オオミズナギドリともに同じ基準で解析されることが望ましいが、そのためには、資金的な問題がある。オオミズナギドリの声は大きくて強いので、大半は、スペクトログラムを見れば視覚的に把握でき人間でも解析が容易であるが、カンムリウミスズメの声は弱い場合も多いのでそれが難しい。そのため、CMIが用いていた手法を用いて、オオミズナギドリの声を解析できればよいのだが、それをするためには、オオミズナギドリの音声パターンをAIに記憶させる必要があり、それに解析費を加えるとオオミズナギドリ1種について70万円(AIに記憶させるため初回のみ高額)必要となる。

オオミズナギドリとカンムリウミスズメの大コーラスで賑やかな枇榔島を、多くの人に、夜間の洋上から、ぜひ感じて欲しい。その時の枇榔島は、まるで一つの生命体のようにあり、ものすごいパワーを感じさせられる。両種の大コーラスを楽しむためには、3月下旬の日の出前、5時間~1時間前が最適かもしれない。これはちょうどカンムリウミスズメの巣立ちの開始時期に当たる時期のようだ(Otsuki et al. 2021)。カンムリウミスズメ観察ツアーなどは町などによって定期的に開催されているが(大槻 2016)、これに夜間の枇榔島の大コーラスを楽しむツアーを新たに加えることはどうであろう。このような企画が成立するのは、ここ枇榔島だけである。なぜなら、カンムリウミスズメとオオミズナギドリの大コーラスが成り立つほど、カンムリウミスズメのまとまった声を聴くことができるのは、おそらく世界中で、ここ枇榔島だけだからである。

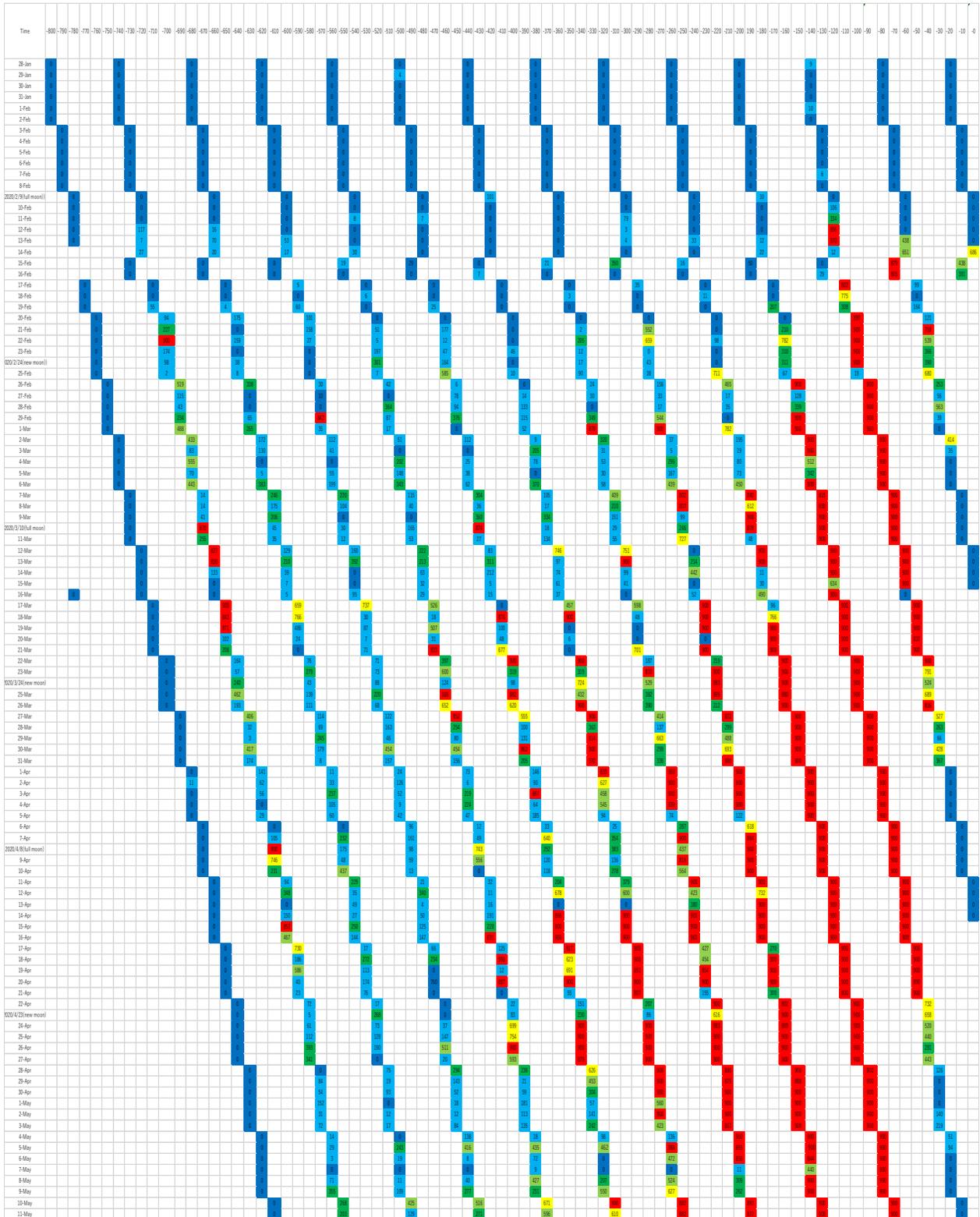
## ACKNOWLEDGEMENTS 謝辞

本プロジェクトは、門川町から補助金を頂いたため、実施することができました。安田修町長様はじめ社会教育課の皆様には、心から感謝いたします。

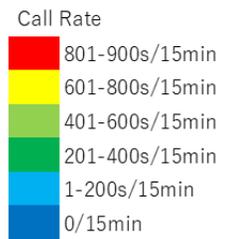
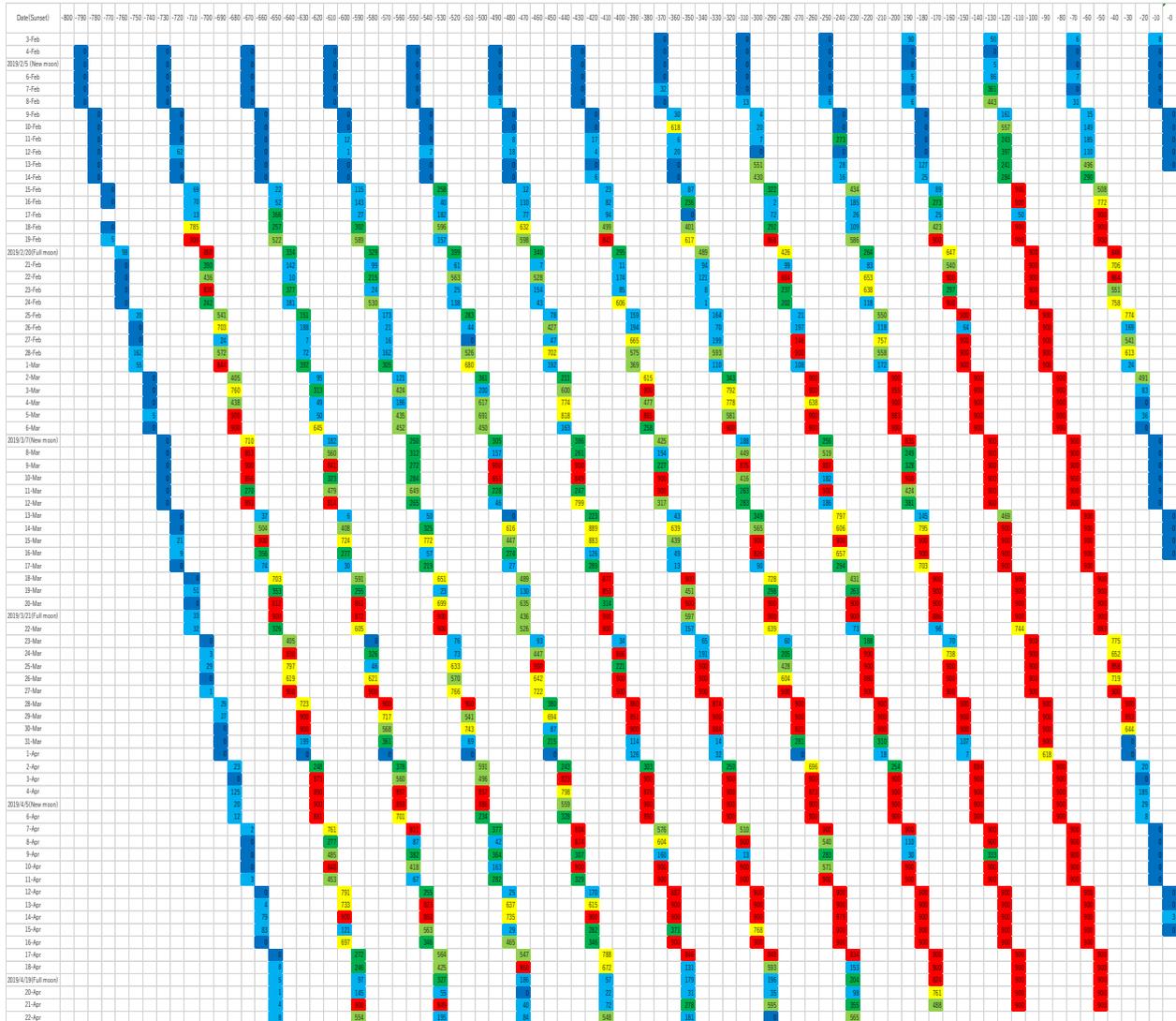
## LITERATURE CITED 引用文献

- 箕輪義隆. 2020. 新海鳥ハンドブック. 文一総合出版, 東京.
- 中村豊・井上伸之・福島秀樹. 2015. みやぎの野鳥図鑑. 鈿脈社, 宮崎.
- 大槻都子. 2016. カンムリウミスズメ保全における国際協力および行政(宮崎県門川町)の取り組み例. *Strix*32. 43-54.
- Otsuki, K., Y. Nakamura, N Karnovsky, & K Kawagoe. 2020. Acoustic survey for Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumizusume* at Birojima, Miyazaki Japan. Pages 1-8 *In*: Otsuki, K. & Y. Minowa (Eds.). Japanese Murrelet Survey in 2019. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.
- Otsuki, K., Y Minowa, N Karnovsky, Y. Nakamura, S Yamashita, M Kai, & K Kawagoe. 2021. Acoustic survey for Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumizusume* at Birojima, Miyazaki Japan. Pages 1-20 *In*: Otsuki, K. & Y. Minowa (Eds.). Japanese Murrelet Survey in 2020. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.

Appendix: Seasonal and temporal patterns in calling rate found at site1



Appendix: Seasonal and temporal patterns in calling rate found at site2.



## 自動撮影カメラで判明したカラス類による カンムリウミスズメの捕食

<sup>1</sup>箕輪義隆・<sup>2</sup>Nina Karnovsky・<sup>3,4</sup>中村豊・<sup>1</sup>大槻都子・<sup>5</sup>Harry Carter・  
<sup>6</sup>Darrell Whitworth

<sup>1</sup>海鳥保全グループ, 〒960-8163 福島県福島市方木田字石田 1-18

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

<sup>3</sup>宮崎野生動物研究会, 〒880-0055 宮崎県宮崎市南花ヶ島 197-3

<sup>4</sup>枇榔島調査研究会, 〒880-0841 宮崎県宮崎市吉村町孫堀甲 2008-5

<sup>5</sup>故人, Carter Biological Consulting, 1015 Hampshire Road Victoria, British Columbia, V8S 4S8 Canada.

<sup>6</sup>California Institute of Environmental Studies, P. O. Box 1185, Davis, California 95617 USA.

## Predation on Japanese Murrelets by Crows revealed using autofocusing cameras

<sup>1</sup>Yoshitaka Minowa, <sup>2</sup>Nina Karnovsky, <sup>3,4</sup>Yutaka Nakamura, <sup>1</sup>Kuniko Otsuki,  
<sup>5</sup>Harry Carter and <sup>6</sup>Darrell Whitworth

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

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

<sup>3</sup>Miyazaki Wildlife Research Group, Gakuen Kihanadai Kita, Miyazaki Prefecture 889-2152, Japan.

<sup>4</sup>Birojima Research Group, 2008-5 Magobori-ko, Yoshimura-cho, Miyazaki-shi, Miyazaki Prefecture 880-0841, Japan.

<sup>5</sup>Deceased. Carter Biological Consulting, 1015 Hampshire Road Victoria, British Columbia, V8S 4S8 Canada.

<sup>6</sup>California Institute of Environmental Studies, P. O. Box 1185, Davis, California 95617 USA.

### EXECUTIVE SUMMARY 概要

・ To identify predators of Japanese Murrelet on Birojima, we set up motion sensing cameras in the forest on the island. Two cameras were set out on April 9, 2016, and data were collected until April 29, 2016 and March 3, 2017. The cameras operated for a total of 263 Camera Trap Days, 8,354 photos were taken.

枇榔島におけるカンムリウミスズメの捕食者を特定するため、島北西部の林内に自動撮影カメラを設置した。

2016年4月9日に2台のカメラを設置し、2016年4月29日と2017年3月3日にデータを回収した。263 Camera Trap Days、8354枚の写真が撮影された。

・ The cameras recorded 6 cases of predation on adult Japanese Murrelets and 3 cases of egg predation by Carrion Crows, and 1 case of egg predation by Large-billed Crow.

ハシボソガラスによるカンムリウミスズメ成鳥の捕食が6例、卵の捕食が3例、ハシブトガラスによるカンムリウミスズメ卵の捕食が1例撮影された。枇榔島でカンムリウミスズメの捕食者が映像で記録されたのはこれが初めてである。

・ The period from April 12 to 20, the adult Murrelets were predated, was incubation period for Japanese Murrelet. It seems that Crows attacked in the Murrelet's nests.

カンムリウミスズメ成鳥の捕食が撮影された4月12～20日はカンムリウミスズメの抱卵期にあたるため、巢内にいるところを捕食されたと考えられる。

・ The predation on Murrelet eggs occurred from late May to mid-July, and it is suggested that they were feeding on unhatched eggs.

カンムリウミスズメ卵の捕食は5月下旬から7月中旬で、未孵化卵または貯食してあった卵を食べていたと考えられる。

・ Most of the photographs were of Carrion Crows. This may be due to the fact that the study area was located in their breeding territory. It is estimated that one pair of Carrion Crows and two or three pairs of Large-billed Crows are nesting on Birojima. The recent increase in the number of nesting Crows may affect the breeding population of Japanese Murrelet.

撮影されたほとんどがハシボソガラスであったのは、調査地がハシボソガラスの繁殖縄張りの中にあつたためと考えられる。枇榔島で営巣するハシボソガラスは1つがい、ハシブトガラスは2～3つがいと推定され、カラス類の営巣数の増加はカンムリウミスズメの繁殖個体数にも影響を与える可能性がある。

## INTRODUCTION はじめに

枇榔島では3～5月にカンムリウミスズメが捕食された痕跡、すなわち成鳥の死体や体の一部、羽毛、卵殻等がしばしば見つかる。枇榔島におけるカンムリウミスズメの主要な捕食者は、カラス類をはじめとする大型鳥類と考えられてきた。成鳥を捕食するのはハシボソガラス *Corvus corone* やハシブトガラス *C. macrorhynchos*、ハヤブサ *Falco peregrinus*、フクロウ *Strix uralensis* と推測され (Whitworth et al.2020)、実際にハシブトガラスが巢内のカンムリウミスズメ成鳥を襲う様子が目撃されている (小野ら 1994)。卵の捕食者は卵殻に残された食痕からカラス類の可能性が指摘されている (小野ら 1994)。しかし、これまで捕食の場면을直接観察した記録や、証拠となる映像は得られていなかった。

著者らは捕食者を明らかにするため、2015～2017年に自動撮影カメラを島内に設置するなど調査を実施した。結果の一部はこれまでに中村ら (2016)、Karnovsky et al. (2017)、箕輪ら (2017)、Minowa et al.

(2018) によって報告してきた。本報告では、カラス類がカンムリウミスズメを捕食する映像が多く得られた枇榔島北西部の海岸林の状況について解析する。

## STUDY AREA & METHODS 調査地および方法

調査は宮崎県白杵郡門川町の枇榔島 (北緯 32°27.9'、東経 131°43.9') で行った (図1)。枇榔島は門川漁港の東方約7kmに位置する無人島で、世界最大規模のカンムリウミスズメの繁殖地として知られる (Otsuki et al.2017)。調査地として、これまで捕食の痕跡が見つかった島の北西部の海岸林を選定した。林内の比較的明るい場所を選び、約10m離れて2台の自動撮影カメラ (No.11、No.12) を設定した (図2、3)。

使用機材は Bushnell 社の自動撮影カメラ Trophy Cam model 119636 (図4) で、PIRセンサーが熱を持った対象物の動きに反応して自動的に撮影する。撮影画像には日付と時刻、温度が記録される。日中の撮影だけでなく、夜間の暗い状況でもLEDのフラッシュにより3～14mの範囲で撮影可能である。カンムリウミスズメが地表付近で捕食されることを想定し、カメラは地上1.5m付近の樹木に紐で固定し、地面を見下ろす角度に設置した。2台のカメラは2016年4月9日に設置し、2016年4月29日と2017年3月3日にデータを回収した。記録画像から、鳥類が撮影された時刻と種名、個体数、特徴的な行動等を抽出した。

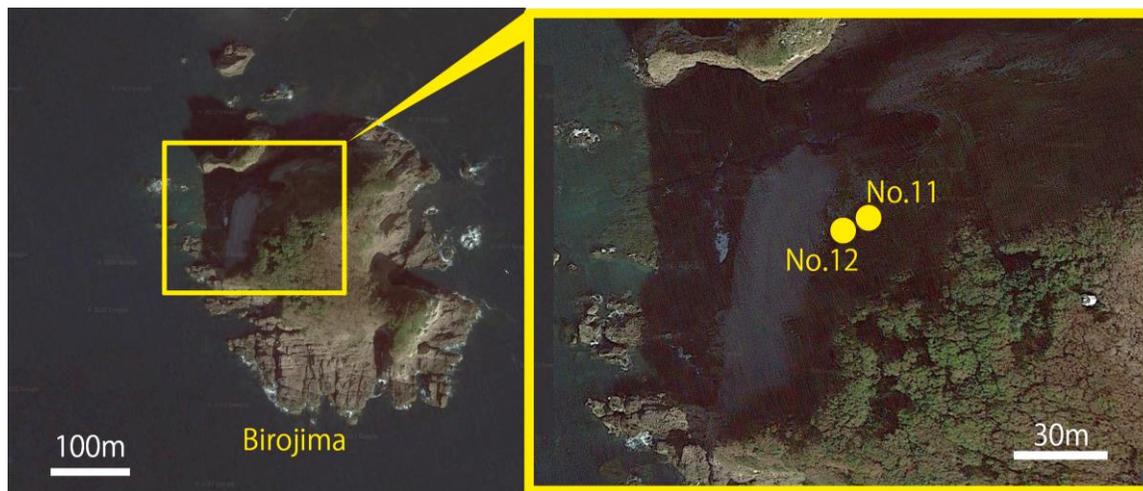


図1. カメラの設置場所



図2 調査地  
中央の林内にカメラを設置した。  
2018年4月18日撮影



図3 林内の様子  
下層植生は貧相で開けた空間になっている。  
2018年4月18日撮影



図4. 島内の樹木に設置した自動撮影カメラ

## RESULTS 結果

No.11 と 12 を合わせて 263 Camera Trap Days、8354 枚が撮影された。このうち鳥類の姿が確認できた有効撮影枚数は 3572 枚、カラス類による採食行動は 326 枚撮影された (表 1)。

表 1. 各地点の撮影期間と Camera Trap Days、撮影枚

地点	撮影期間	Camera Trap Days	全撮影枚数	有効撮影枚数	カラス類の最食行動撮影枚数 (カッコ内はカンムリウミスズメの捕食)
No.11	2016年4月9日～6月25日	78	7407	3063	315 (45)
No.12	2016年4月9日～10月10日	185	947	509	11 (3)
合計		263	8354	3572	326 (48)

注：有効撮影枚数は鳥類の姿が写っていた枚数を示す。

## ・撮影された鳥類

有効撮影枚数 3572 枚のうち、2765 枚の写真から 9 種の鳥類が判明し、807 枚については映像が不鮮明で同定に至らなかった (表 2)。カラス類はハシボソガラスとハシブトガラスの 2 種が出現し、ハシボソガラスは全出現種の中で最も多い 1529 枚、ハシブトガラスは 10 枚撮影された。また、カンムリウミスズメは 2 番目に多い 893 枚撮影された。

表 2. 確認種と撮影枚数

種 名	撮影枚数		合計
	No.11	No.12	
カラスバト <i>Columba janthina</i>	37	48	85
オオミズナギドリ <i>Calonectris leucomelas</i>	4		4
カンムリウミスズメ <i>Synthliboramphus wumizusume</i>	699	194	893
ハシボソガラス <i>Corvus corone</i>	1,385	144	1,529
ハシブトガラス <i>Corvus macrorhynchos</i>		10	10
ウチヤマセンニュウ <i>Locustella pleskei</i>	128		128
シロハラ <i>Turdus pallidus</i>	105	4	109
アカハラ <i>Turdus chrysolaus</i>	1		1
オオルリ <i>Cyanoptila cyanomelana</i>	6		6
小計	2,365	400	2,765
カラス属 <i>Corvus</i> spp.	447	70	517
ツグミ属 <i>Turdus</i> spp.	32	4	36
スズメ目不明種 Passerine	138	4	142
不明種 Unidentified birds	81	31	112
小計	698	109	807
合計	3,063	509	3,572

・ハシボソガラスによるカンムリウミスズメ成鳥の捕食

カンムリウミスズメ成鳥が捕食される様子は4月11日～20日に6例撮影された。時系列順に図5～10に示す。捕食者はすべてハシボソガラスで、生きていたカンムリウミスズメをくわえる姿(図7、9)や採食中の様子(図8)、貯食行動(図6)などが確認できた。これらの行動は日中撮影され、7:16から17:19までの範囲であった。



図5. 2016年4月11日13:36  
地点: No.12  
捕食者: ハシボソガラス (1羽)  
状況: 地上で頭部のないカンムリウミスズメの死体をくわえている。



図6. 2016年4月11日17:19  
地点: No.12  
捕食者: ハシボソガラス (1羽)  
状況: カンムリウミスズメの死体を岩の隙間に差し入れている。14秒後の写真では何もくわえていないため貯食行動と推定される。図5から3時間43分後で、カンムリウミスズメは同一の可能性もあるが、新鮮な状態に見えるため別個体と判断した。



図7. 2016年4月12日16:42  
地点: No.11  
捕食者: ハシボソガラス (1羽)  
状況: カンムリウミスズメ成鳥の頭部付近をくわえている。カンムリウミスズメはまだ生きており翼を動かしている。



図8. 2016年4月13日 15:11  
地点：No.11  
捕食者：ヒシボソガラス（1羽）  
状況：岩の上でカンムリウミスズメ成鳥を足で押さえている。カンムリウミスズメは胸の部分が食べられ、頭部が失われている。



図9. 2016年4月15日 12:15  
地点：No.11  
捕食者：ヒシボソガラス（1羽）  
状況：カンムリウミスズメ成鳥をくわえている。カンムリウミスズメは翼を開き、暴れているように見える。

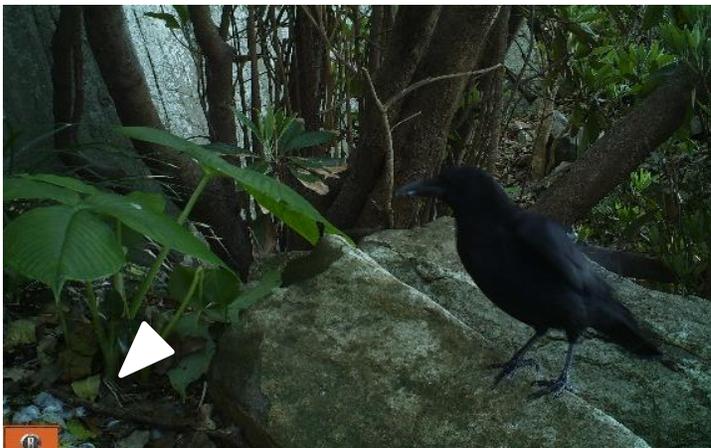


図10. 2016年4月20日 7:16  
地点：No.11  
捕食者：ヒシボソガラス（1羽）  
状況：この写真の前（7:11）には地面に何も無かったが、7:16以降は羽毛が多数落ちており（矢印）、ヒシボソガラスの嘴にも羽毛が付着していることから、カンムリウミスズメ成鳥を捕食と判断した。

・ハシボソガラスとハシブトガラスによるカンムリウミスズメ卵の捕食

カンムリウミスズメ卵の捕食は5月21日～7月16日に4例撮影された。時系列順に図11～14に示す。このうちハシボソガラスが3例、ハシブトガラスが1例であった。写真によっては同所的に繁殖するオオミズナギドリ卵との見分けが難しいが、卵殻の模様とサイズから判断した。



図11. 2016年5月21日15:04～15:08  
地点：No.11  
捕食者：ハシボソガラス（最大3羽）  
状況：地上で卵をつつき、中身を採食する様子が連続で撮影された



図12. 2016年5月30日13:32  
地点：No.11  
捕食者：ハシボソガラス（1羽）  
状況：卵をくわえている。



図13. 2016年6月8日9:17  
地点：No.11  
捕食者：ハシボソガラス（最大3羽）  
地上で卵をつつき、中身を採食している。



図14. 2016年7月16日15:59  
 地点：No.12  
 捕食者：ハシブトガラス（1羽）  
 ハシブトガラスが出現した後、石の上に割れた卵殻が写っていた（矢印）。

・カラス類の採食内容

写真から判明したカラス類の採食内容73例を表3に示す。このうちハシボソガラスによるものが72例、ハシブトガラスは1例であった。

ハシボソガラスの採食内容のうち鳥類は9例で、カンムリウミスズメ成鳥6例（図5～10）とアマツバメ1例（図15）、種不明の1例、カンムリウミスズメの卵3例（図11～13）が含まれる。他は魚類、甲殻類、昆虫、植物が含まれていた。不明とした40例は画像が不鮮明で採食内容が判断できないもので、肉片、微小な塊状のもの等が含まれる。ハシボソガラスはカンムリウミスズメ以外にも島内の陸域や海岸に由来する動植物を採食していることが示された。なお、ハシブトガラスはカンムリウミスズメの卵を採食した1例（図14）のみ記録された。

表3. 写真から判明したカラス類の採食内容

捕食者	採食内容	No.11	No.12	合計	%	
ハシボソガラス	鳥類					
	カンムリウミスズメ成鳥	4	2	6	8.2	
	アマツバメ	1		1	1.4	
	不明	1		1	1.4	
	カンムリウミスズメ卵	3		3	4.1	
	魚類	種不明	7		7	9.6
	甲殻類	カニ、フナムシの仲間	6		6	8.2
	環形動物	ミミズ	2		2	2.7
	棘皮動物	ウニと思われる	1		1	1.4
	昆虫	種不明	1		1	1.4
植物	種子、果実等	4		4	5.5	
不明		39	1	40	54.8	
ハシブトガラス	鳥類					
	カンムリウミスズメ卵		1	1	1.4	
合計		69	4	73	100.0	



図15. アマツバメをくわえたハシボソガラス  
 2016年5月5日 No.11で撮影。

・カラス類の出現状況

ハシボソガラスは4月10日から8月21日まで出現し、合計1,529枚撮影された。カンムリウミスズメの繁殖期終盤の4月末～5月初めにハシボソガラスの撮影枚数は減少したが、5月上旬から再び増加した。特に、5月18日から6月18日までは幼鳥3羽を含む家族群が出現して撮影枚数が増え、5月27日に最多の127枚を記録した(図16、17)。6月下旬からは出現回数が減少し、ほとんど見られなくなった。

ハシブトガラスが出現したのは7月16日と9月1日の2日間のみで、合計10枚撮影された。

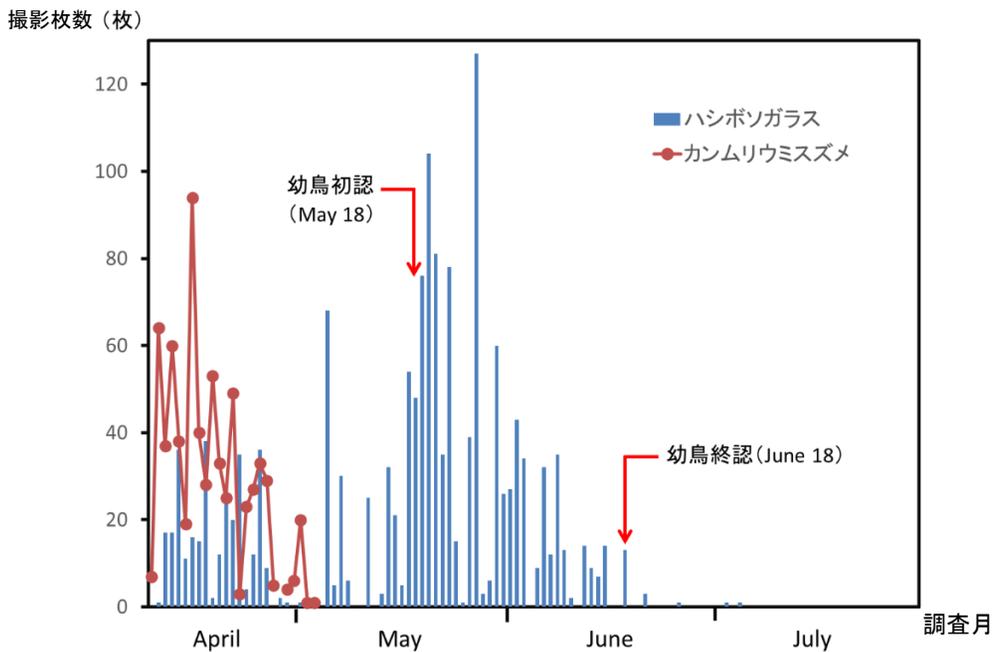


図16. カンムリウミスズメとハシボソガラスの撮影枚数の変化



図17. ハシボソガラスの幼鳥3羽  
2016年5月20日 No.11で撮影。

## DISCUSSION 考察

### ・カンムリウミスズメの捕食者について

枇榔島で毎年確認されるカンムリウミスズメの死体や卵殻について、これまでハシボソガラスとハシブトガラスによる捕食の可能性が指摘されてきたが(中村ら 2016)、映像によって捕食者を特定できたのは今回が初めてとなる。なお、枇榔島の別地点では2016年4月16日に卵を捕食するハシブトガラスが1例撮影されたほか(Otsuki 2016)、他の繁殖地でも下田市神子元島(手嶋ら 2016)、徳島県牟岐町權投島(武石ら 2019)でカラス類による捕食が撮影されており、カラス類は繁殖期のカンムリウミスズメにとって主要な捕食者と言える。どのような方法で捕食するかは不明であるが、撮影された時期がカンムリウミスズメの抱卵期にあたる事、ハシボソガラスが生きているカンムリウミスズメをくわえて運んでいた事から、比較的奥行の浅い岩の隙間などで抱卵中の成鳥を引き出すなどして捕らえた後、特定の場所に運んで採食していたと推測される。

### ・捕食の発生時期とカラスの繁殖スケジュール

小野ら(1994)は3月上旬～5月上旬までの調査期間中、カンムリウミスズメ成鳥の死体と羽毛を4月2日～5月8日、卵殻を3月28日～5月18日に確認している。本調査では成鳥の捕食は4月12～20日で概ね一致したが、卵についてはより遅く5月下旬～7月中旬まで及ぶことが示された。

カンムリウミスズメの繁殖期が終わった後まで続くのは、卵を貯食していたか、巣内に残された未孵化卵等を採食していたためと考えられる。カラス類はカンムリウミスズメの繁殖期に成鳥と卵を捕食し、その後は卵を捕食することで、長期にわたりカンムリウミスズメを利用している可能性がある。

今回の調査で確認されたハシボソガラスの家族群について、抱卵日数18～19日、育雛期間33～34日(山階 1934)、幼鳥が初認された5月18日を巣立ち日とすると、産卵は3月26～28日、孵化は4月14～15日、巣立ち5月18日、外部への分散は6月18日以降と推定される。ハシボソガラスは繁殖期間中、抱卵期終盤から巣内育雛期にカンムリウミスズメの成鳥を、巣外育雛期にカンムリウミスズメの卵を捕食しており、重要な食物資源としてカンムリウミスズメを利用していると考えられる。

### ・捕食の影響について

捕食が撮影された10例のうち、ハシボソガラスはカンムリウミスズメの成鳥6例と卵3例、ハシブトガラスは卵1例に関わっていた。これはハシボソガラスの捕食圧の高さを示すものではなく、カメラがハシボソガラスの縄張り内に設置された結果に過ぎない。ハシボソガラスとハシブトガラスは繁殖期に種間で排他的な縄張りを持つことが知られている(Matsubara 2003)。

枇榔島に生息するカラス類の個体数はハシブトガラスの方が多く(大槻ら 2018)、営巣数はハシブトガラス2～3つがい(Karnovsky et al. 2017, Otsuki et al. 2018)に対しハシボソガラスは1つがい程度と推定される。また、1993年にハシボソガラスの巣が確認された小枇榔では(小野ら 1994)、2019年にカラス類の巣とカンムリウミスズメの捕食痕が確認されている(Otsuki et al. 2020)。小枇榔で営巣していたカラス類の種の特定はできていない。小枇榔は、枇榔島から約200mの距離にあるため、小枇榔に限らず枇榔島のカンムリウミスズメを捕食する可能性も無視できない。枇榔島で繁殖するカラス類は、2～3つがい、年間60～150羽のカンムリウミスズメを捕食すると推定されているため(Otsuki et al. 2018)、カンムリウミスズメの個体数に与える影響は大きい。カラス類の増加はその捕食圧を高め、カンムリウミスズメの個体数維持に影響を与えることから、枇榔島・小枇榔におけるカラス類の増減をモニタリングするなどの注意が必要である。

## LITERATURE CITED 引用文献

- Karnovsky N. J., Y. Minowa, K. Otsuki, H. R. Carter & Y. Nakamura. 2017. Assessing Avian Predators of Japanese Murrelets on Birojima. In *Status and monitoring of rare and threatened Japanese Crested Murrelet* (eds. K. Otsuki, Y. Minowa & V. M. Mendenhall), pp. 100-106. Marine bird restoration group, Fukushima.
- Matsubara H., 2003. Comparative study of territoriality and habitat use in syntopic Jungle Crow (*Corvus macrorhynchos*) and Carrion Crow (*C. corone*). *Ornithol. Sci.* 2:103-111.
- 箕輪義隆・N. Karnovsky・中村豊・大槻都子・H. Carter・D. Whitworth, 2017. 枇榔島におけるハシボソガラスの採食内容. 日本鳥学会 2017 年度大会実行委員会 (編) 日本鳥学会 2017 年度大会講演要旨集:123. 日本鳥学会 2017 年度大会実行委員会, つくば.
- Minowa Y., N. Karnovsky, Y. Nakamura, K. Otsuki, H. Carter & D. Whitworth. 2018. Carrion and Large-billed Crows predate Japanese Murrelets on Birojima. 2018 Pacific seabird group 45<sup>th</sup> annual meeting:122. [https://pacificseabirdgroup.org/wp-content/uploads/2018/07/Abstracts\\_PSG2018.pdf](https://pacificseabirdgroup.org/wp-content/uploads/2018/07/Abstracts_PSG2018.pdf), accessed 2022-1-27.
- 中村豊, N. Karnovsky, 箕輪義隆, 大槻都子, 古中隆裕, H. Carter, D. Whitworth, 2016. 枇榔島におけるカンムリウミスズメ殺しの犯人は・・・!. 日本鳥学会 2016 年度大会実行委員会 (編) 日本鳥学会 2016 年度大会講演要旨集:94. 日本鳥学会 2016 年度大会実行委員会, 札幌.
- 小野宏治・J. N. Fries・中村豊, 1994. カラス類によるカンムリウミスズメの捕食. *Urban Birds*11(2):63-68.
- Otsuki K., 2016. Asia & Oceania. *Pacific Seabirds*43:26-28.
- 大槻都子. 2020. 2019 年 9 月 1 日、宮崎県枇榔島におけるカンムリウミスズメ複数ペアによる巣の占有に関する調査. 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:36-38. 海鳥保全グループ, 福島.
- 大槻都子・H. Carter・中村豊, 2018. 宮崎県枇榔島におけるカンムリウミスズメの最大の捕食者, カラス類に関する基礎調査. 自然保護助成基金成果報告書 26:145-150.
- Otsuki k., H. R. Carter, Y. Yamamoto & C. Park. 2017. Summary of breeding status for the Japanese Crested Murrelet. Status and monitoring of rare and threatened Japanese Crested Murrelet. In *Status and monitoring of rare and threatened Japanese Crested Murrelet* (eds. K. Otsuki, Y. Minowa & V. M. Mendenhall), pp. 100-105. Marine bird restoration group, Fukushima.
- Otsuki K., Y. Nakamura, N. Karnovsky & K. Kawagoe. 2019. Acoustic surveys for Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumizusume* at Birojima, Miyazaki Japan. In *Japanese Murrelet Surveys in 2019* (eds. K. Otsuki & Y. Minowa), pp. 1-8. Marine bird restoration group, Fukushima.
- Otsuki K., H. Carter, Y. Nakamura, N. Karnovsky, Y. Minowa & D. Whitworth. 2018. Estimated impact of Crow predation on Japanese Murrelet on Biro Island, Miyazaki Prefecture, Japan. 2018 Pacific seabird group 45<sup>th</sup> annual meeting:135. [https://pacificseabirdgroup.org/wp-content/uploads/2018/07/Abstracts\\_PSG2018.pdf](https://pacificseabirdgroup.org/wp-content/uploads/2018/07/Abstracts_PSG2018.pdf), accessed 2022-1-27.
- Otsuki k., D. L. Whitworth, M. W. Parker, Y. Minowa, Y. Nakamura & T. Yoshimoto. 2020. Confirmation of Breeding by Japanese Crested Murrelet *Synthliboramphus wumizusume* at Kobiros Islet, Miyazaki, Japan. *J. Yamashina Inst. Ornithol.* 52: 99-104.
- 武石全慈・Whitworth D.・Parker M.・大槻都子, 2019. 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:39-72. 海鳥保全グループ, 福島.
- 手嶋洋子・田尻浩伸・佐藤智寿, 2016. ハシボソガラスによるカンムリウミスズメの捕食例. 日本鳥学会 2016 年度大会実行委員会 (編) 日本鳥学会 2016 年度大会講演要旨集:211. 日本鳥学会 2016 年度大会実行委員会, 札幌.
- Whitworth D., H. Carter, Y. Nakamura, M. Takeishi & K. Otsuki. 2020. Hatching success and predation of Japanese Murrelets *Synthliboramphus wumizusume* at Birojima, Miyazaki, Japan. *J. Yamashina Inst. Ornithol.* 52:63-82.

## 2021年 高知県幸島におけるカムリウミスズメの 洋上でのモニタリング

- <sup>1</sup>大槻都子・<sup>2</sup>佐藤重穂・<sup>1</sup>箕輪義隆・<sup>3</sup>雀ヶ野孝・<sup>4</sup>古口大雅・<sup>1</sup>中村忠昌・<sup>1</sup>吉本竹宏  
<sup>1</sup>海鳥保全グループ, 〒960-8163 福島県福島市方木田字石田 1-18  
<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所, 〒780-8077 高知県高知市朝倉西町 2-915  
<sup>3</sup>長崎県対馬振興局, 〒817-0011 長崎県対馬市厳原町宮谷 224  
<sup>4</sup>帝京大学大学院理工学研究科アニマルサイエンス専攻, 〒409-0193 山梨県上野原市八ツ沢 2525

## At-Sea Congregation Monitoring of Japanese Murrelets at Ko-shima, Kochi-ken, Japan, in 2021

<sup>1</sup>Kuniko Otsuki, <sup>2</sup>Shigeho Sato, <sup>1</sup>Yoshitaka Minowa, <sup>3</sup>Takashi Suzumegano,  
<sup>4</sup>Taiga Koguchi, <sup>1</sup>Tadamasa Nakamura, and <sup>1</sup>Takehiro Yoshimoto

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

<sup>2</sup>Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 2-915 Asakura-nishimachi, Kochi-shi, Kochi Prefecture 780-8077, Japan.

<sup>3</sup>Nagasaki Prefectural Tsushima Promotion Bureau, 224 Miyatani, Izuhara-machi, Tsushima-shi, Nagasaki Prefecture 817-0011, Japan.

<sup>4</sup>Animal Science Major, Graduate School of Science and Engineering, Teikyo University of Science, 2525 Yatsusawa, Uenohara-shi, Yamanashi Prefecture 409-0193, Japan.

### EXECUTIVE SUMMARY 概要

- In 2019, the LUSH Japan Charity Bank and the Taisei group funded Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumizusume* (hereafter, “JAMU”) surveys at Ko-shima and Biro-to, in Kochi-ken, Japan. These surveys were originally scheduled for March 2020 but were postponed until March 2021 due to the COVID-19 pandemic.  
2019年、LUSH ジャパンチャリティバンクと大成建設自然・歴史基金環境基金から高知県の幸島でのカムリウミスズメのプロジェクト(2020年)に助成金を提供頂いた。調査はもともと2020年3月に実施予定であったが、新型コロナウイルスのパンデミックのため2021年3月まで延期となった。
- The main goal of the JAMU surveys was to determine whether a reliable correction factor could be estimated based on the relationship between the number of birds counted in nocturnal at-sea congregations around Ko-shima and the number of nests found on the island. This correction factor could be used to estimate JAMU population size at breeding islands where a large proportion of nests occur in inaccessible habitats.  
カムリウミスズメ調査の主な目的は、幸島周辺に夜間、洋上に集まる鳥の数と、島で見つかった巣の数との関係に基づき、信頼できる補正係数が推定できるかどうかを判断することであった。この補正係数は大部分の巣が、アクセスが困難な場所に作られている可能性が高い繁殖地(島)でのカムリウミスズメの個体数の推定に使用されるようになるであろう。
- JAMU research in 2021 followed the spotlight survey and nest search protocols established at Birojima (Miyazaki-ken) in 2018-2019, including: (1) round-island spotlight surveys on 3 concentric transects located 200 m, 600 m, and 1,000 m from shore and 1 round-island spotlight survey located 600 m from

Biro-to; (2) spotlight surveys on 1 straight transect between Ko-shima and Biro-to; (3) night-lighting captures of JAMU in the at-sea congregation around Ko-shima; and (4) comprehensive nest searches in all accessible habitats at Ko-shima.

2021年のスポットライトサーベイと営巣調査は、2018-2019年の枇榔島(宮崎県)の調査で確立されたプロトコルに従って行われた: (1)岸から、200m、600m、および1,000mの距離で、3つの同心円状のトランセクトを描く周回型スポットライトサーベイと蒲葵島から600mの周回型スポットライトサーベイ、(2)幸島と蒲葵島間の直線的なスポットライトサーベイ、(3)夜間における幸島周辺でのカンムリウミスズメの洋上捕獲、および(4)幸島のアクセス可能なエリアでの包括的な営巣調査、である。

- The distribution of JAMU around Ko-shima suggested that nesting occurred more widely around the island than indicated by nest searches conducted by the Ministry of the Environment (Hereafter, “MOE”) every 3 years since 2008. Therefore, we expanded the nest search area to include areas of the island where MOE were not able to find nests.

カンムリウミスズメの幸島周辺の洋上での分布は広く、環境省の調査結果(2008年以来3年毎に実施)が示してきた以上の幸島での営巣地の可能性を示していた。そのため、営巣調査の範囲は、環境省がこれまでに巣を確認していないエリアも含め拡大されることとなった。

- Combined round-island survey counts around Ko-shima each night totaled 221 JAMU on 15 March, 144 JAMU on 17 March, and 293 JAMU on 23 March ( $\bar{x} = 219 \pm 75$  [s.d.]). Assuming 250 m strip transects, the combined survey densities were 91 JAMU/km<sup>2</sup> on 15 March, 59 JAMU/km<sup>2</sup> on 17 March, and 121 JAMU/km<sup>2</sup> on 23 March ( $\bar{x} = 90 \pm 31$ /km<sup>2</sup>). No JAMU were counted on the Biro-to transect on 15 March.

幸島での周回型サーベイのカウント数の合計は、3月15日は221羽、3月17日は144羽、3月23日には293羽( $\bar{x} = 219 \pm 75$  [s.d.])であった。トランセクトの幅を250mと想定し、合計されたカンムリウミスズメの個体数密度は、3月15日は91羽/km<sup>2</sup>、17日は59羽/km<sup>2</sup>、23日は121羽/km<sup>2</sup>であった( $\bar{x} = 90 \pm 31$  /km<sup>2</sup>)であった。蒲葵島の周りでは1羽のカンムリウミスズメも確認できなかった。

- We counted only 4 JAMU on the straight transect between Ko-shima and Biro-to on 15 March. These birds were counted 677 m from shore off Ko-shima. No JAMU were counted around Biro-to transect. 3月15日の直線的なサーベイでは、私たちは、カンムリウミスズメを4羽カウントした。これらは、幸島から約680mの位置で確認された。蒲葵島のトランセクト上では、カンムリウミスズメはカウントされなかった。

- We captured and banded 6 JAMU in the at-sea congregation at Ko-shima on 15 March 2021. Four (67%) JAMU had brood patches indicative of breeding. No JAMU banded in previous years were recaptured. 3月15日の夜、幸島周辺の洋上に夜間集まる個体を6羽捕獲した。そのうちの4羽(67%)が抱卵斑を有していた。以前に足環が装着されたカンムリウミスズメの再捕獲はみられなかった。

- Nest searches on Ko-shima discovered 212 nests in 2021, including 125 nests with incubating adults, 84 nests with 1-3 eggs, and 3 nests which contained dead adults. Four nests with depredated eggs and 3 nests with dead adults had already failed by the time of our nest searches. No hatched eggshells were found on the island, confirming that surveys were conducted during the late egg-laying and main incubation period. As shown by the spotlight result, more nest sites on Ko-shima were able to be confirmed than the MOE report.

2021年、幸島では、212巣が確認された。内訳は、成鳥が確認された巣が128巣、1-3卵の卵のみの巣が84巣であった。調査実施時点では、212巣中7巣(卵が捕食されていた巣が4巣、親鳥が殺されていた巣が3巣)で親または卵が捕食されていた。孵化卵は確認されなかったため、調査は産卵後期で抱卵期のメインのタイミングで実施されたことが裏付けられた。スポットライトサーベイの調査結果が示した通り、環境省の報告よりも多くの場所で営巣を確認することができた。

- JAMU nests were found in most of the accessible habitats on Ko-shima, mainly in areas dominated by sedges and bunch grasses, but we did not search small patches of difficult habitat so we probably slightly underestimated the total number of nests on the island.

カンムリウミスズメの巣は、幸島のアクセス可能なほとんどの場所、主にスゲ類や他の草本が密集する場所で確認されたが、アクセスが困難なわずかな範囲が調査できなかったため、島の巣の総数をわずかに過小評価した可能性がある。

- Uncertainties about the number of JAMU nests in areas not searched prevented us from determining a reliable correction factor in 2021. Therefore, we followed the protocols established at Birojima to tentatively estimate the size of the breeding population by extrapolating spotlight survey densities. Extrapolations of the mean round-island spotlight survey densities over the entire congregation area yielded of 347 JAMU in the waters around Ko-shima in 2021.  
カンムリウミスズメの営巣数については、調査が実施できていない場所での営巣数の不確実性もあり、2021年は信頼のある補正係数を確定できなかった。そのため、今回は、枇榔島で確立されたプロトコルに従い、スポットライトサーベイでの密度を外挿することで暫定的に繁殖個体群の規模を推定した。集合しているエリア全体に、スポットライトサーベイの平均密度を外挿することで、2021年に幸島周辺の海域に集まっていた個体数は、347羽と推定された。
- We considered 184–232 breeding pairs to be the “best available” JAMU population estimate for Ko-shima at this time. The upper limit of this range is close to the number of nests we found on Ko-shima in 2021. 今回は、暫定的に 184–232ペアを幸島での個体数推定とした。この推定値の上限は、実際に確認した巣の数に近いものであった。
- A nest search over the entire island and larger samples of spotlight surveys will be needed to calculate a reliable correction factor at Ko-shima; therefore, we recommend continued research efforts at Ko-shima which, to our knowledge, is the only JAMU breeding island where a correction factor can be determined. 幸島で信頼ある補正係数を確定するためには、島全体での営巣調査と、より大きなスポットライトサーベイのサンプル数が必要となる。そのため、私たちの知る限り、補正係数を決定できる唯一のカンムリウミスズメの繁殖島である幸島での継続的な研究努力を提案したい。
- We discovered 4 nests with 3 eggs, probably due to JAMU pairs competing for the same nest site. This is the first time more than 2 eggs have ever been documented for a JAMU nest. また、幸島で一巣に3卵がある巣を4巣見つけた。一巣に2個より多い卵(3個以上)が複数巣確認されるのは珍しい。
- Eggs of birds that were locally called “Umisuzume” were harvested on Biro-to until the mid-1960s, but there are no historical records of Ancient Murrelets *S. antiquus* (“Umisuzume” in Japanese) occurring on these islands, so we are confident these harvested birds were JAMU. 1960年代中頃まで、浦葵島で、地方名‘ウミスズメ’である鳥の卵が採集されていたことが確認された。過去にウミスズメ *S. antiquus* の繁殖記録が存在しないため、この卵を採集されていた鳥はカンムリウミスズメとみて間違いはないであろう。

## INTRODUCTION はじめに

カンムリウミスズメ *Synthliboramphus wumizusume* は、海鳥の中でも最も希少なウミスズメ科 Alcidae (Gaston and Jones 1998) の1種である。日本の文化庁は「天然記念物」に指定しており (Hasegawa 1984)、日本の環境省および国際自然保護連合(IUCN)のレッドリストでは、「絶滅危惧II類」(絶滅の危険にさらされるリスクが高い) に指定されている。世界規模での小規模な繁殖個体数は、日本と韓国の41のコロニーで5,000ペア以下と推定されている (Otsuki et al. 2017)。しかしながら、これは、暫定的なもので、この推定に引用した文献内の個体数の推定法は、殆どといってよいほど、統一性が見られない。2011-2012年度に実施されたカンムリウミスズメ個体数調査チーム(現、海鳥保全グループ)の調査の結果、アメリカでウミスズメ類の繁殖個体数調査に用いられている「スポットライトサーベイ」がカンムリウミスズメの個体数調査にも有効であることが確認され(Whitworth et al. 2012、Carter et.al 2013)、その手法は、環境省のモニタリング調査報告書でも紹介されている。しかしながら、統一化されたプロトコルが存在しないため、その早急な完成が期待されている。

アメリカやメキシコでは、ウミスズメ類の個体数推定には、スポットライトサーベイでの鳥のカウント数に「補正係数」をかけ合わせて算出されている。今回の調査の目的は、信頼できる補正係数の推定が可能かどうかを判断することであった。補正係数は、繁殖地周辺の洋上に夜間集まる鳥の数と、繁殖地内の巣の数の関係により決定される。この補正係数は、巣の大半が調査員のアクセスが不可能な場所に作られるウミスズメ類の営巣数

の推定を可能にしている(Whitworth and Carter 2018a, Whitworth et al. 2018)。補正係数は、コロニー内のほぼ全営巣数を把握できるコロニーでのみ求めることができる。環境省のモニタリング調査報告書によれば、幸島の広い範囲で調査を実施したものの、島の北東斜面の草地内および南端の岩の隙間でのみ、推定約 140 巣のカンムリウミスズメの営巣が確認されている(BIODIC 2018)。統計処理に必要な巣のサンプル数を満たし、営巣地のほぼ全てが踏査可能なコロニーは、日本では唯一、高知県の幸島であると考えられたため、当地での、補正係数作成のプロジェクトを計画した。

## METHODS 方法

### Study Area and Logistics 調査地および詳細な調査実施計画

高知県の足摺宇和海国立公園に位置する幸島(32° 45. 21'N、132° 37. 33'E)および蒲葵島(32° 44. 47'N、132° 36. 02'E)で、2021年3月13-17日および3月21-23日にかけて、スポットライトサーベイおよび営巣調査を実施した(図1)。両島はまた、県指定蒲葵島鳥獣保護区の特別保護地区にも指定されている。幸島は、柏島の南西約700mに位置し、長径約300m、短径約150m、標高は50mの無人島で、島の上部はタブノキ *Machilus thunbergii*、シャリンバイ *Rhaphiolepis indica* var. *umbellata* などの照葉樹の林が存在する。島の北東には緩やかなヒゲスゲ *Carex wahuensis* var. *robusta*、ボタンボウフウ *Peucedanum japonicum* Thunb. var. *japonicum* などの草地となっており、2008年以來ここで環境省のモニタリング調査が実施されている(図2)。環境省のモニタリングサイトは植物の間隔がそれほど密ではなく、比較的踏査しやすい環境であった。調査中、ボタンボウフウを採集に来ている地元住民数名に出会ったが、モニタリングサイト内にもボウフウを採集した痕が見られた。南側斜面の草地は斜面が急なためか、人が入り込んだ形跡はみられず、植物の間隔も密であった。

蒲葵島は、長径580m、短径430m、面積約170,000 m<sup>2</sup>、最高標高は140mの無人島で、亜熱帯植物の浦葵樹が自生していることが島名の由来である(Ikeda 1999)。オオミズナギドリとウミネコの繁殖が知られており、1996年に大型ネズミの目撃例もある(BIODIC 2009)。

スポットライトサーベイおよび夜間洋上捕獲は、ダイビング用ボート Fairy (1.9 トン、矢中船長) で、スポットライトサーベイのための下見、および島での営巣調査時の移動は、良栄丸 (10 トン、黒田船長) で行った(図3)。



Figure 1. The location of Ko-shima and Biro-to off the west coast of Kashiwa-jima, Kochi-ken, Japan.

図1. 高知県柏島地区の幸島と蒲葵島の位置



Figure 2. A researcher searching nests at the monitoring site at the north site on Ko-shima, Kochi-ken, Japan.

図2. 高知県幸島の北側のモニタリングサイトで巣探しをする調査員



Figure 3. The vessels used for the project in 2021.

Left: The vessel “Fairy” owned by Yanaka was used for the spotlight surveys and at-sea capture. Right: The vessel Ryoeimaru” was used for setting transects and landing to Ko-shima. Kochi-ken, Japan

図3.調査に利用した船

左: ダイビング用ボート(矢中培雄船長、スポットライトサーベイと洋上での捕獲に使用)、右: 良栄丸(黒田良一船長、高知県幸島-柏島間の渡船)。

### Spotlight Surveys スポットライトサーベイ

米国カリフォルニア州南部では、繁殖する島々の洋上に集まるスクリプスウミスズメ *S. scrippsi* を数えるために、標準化されたプロトコルを用いて夜間スポットライトサーベイを行っている (Whitworth and Carter 2014)。幸島および蒲葵島で実施されたスポットライトサーベイとの違いは、カリフォルニアで使用されている小型の膨張式の船(ゾディアック)ではなく、ダイビング用の船を使用することであった(図3)。手持ちの GPS (Garmin eTrex@30X) を使用し、トランセクト上の座標間を 7-8 km/h の速度で航行した。観察者は、12V の

マリンバッテリーから電源をとり、手持ちの高強度のスポットライト（Q-Beam Maxmillion®）を使用した。スポットライトのビームが船の両サイドから始まり舳先まで両側 90°の弧にそって、ゆっくりと通過する際に、カンムリウミスズメの数を数えた。カウント数は、記録者に伝えられ記録された。記録者は、防水のフィールドノートにすべての観察記録を入力し、同時にカウント時の GPS 座標も記録した。記録されたデータには、以下のものが含まれる:1) カンムリウミスズメのカウント数、2) 行動（海面に浮いている、飛んでいる、または飛び立った）、3) GPS の座標の番号。調査開始時に日付、時刻、場所、条件（風、海の状態、雲の状態、月の様子）が記録され、これらの条件が変わったときには途中で書きとめた。

各トランセクトの長さを表 1 に示す。周回型のスポットライトサーベイは、幸島の周りには、岸から 200m、600m、1,000m の距離にある 3 つのトランセクトの上に設置されたが、1,000m のトランセクトについては、最北部の一辺が四国本島にかかるため、その一辺を省略した（図 4）。蒲葵島には、岸から 600m のところにトランセクトを 1 本設けたが、これは蒲葵島での繁殖の可能性を調べるためである。蒲葵島周辺では、佐藤らが 2015 年のスポットライトサーベイを実施した際に、10 羽程度のカンムリウミスズメが確認されている。

幸島-蒲葵島間のトランセクトは、蒲葵島にカンムリウミスズメの繁殖を想定した場合、それぞれのコロニーの独立性を確認するために設けた。

カンムリウミスズメの夜間の活動には、夜空の明るさが関係するため(Gaston 2002、Otsuki et al. 2021)、新月に近い 3 月中旬に調査を設定したが、枇榔島(宮崎県)でのソングメーターを用いた調査から、3 月下旬-4 月上旬が個体数調査の適期という結果が示されたため、3 月末の満月の前の期間にもスポットライトサーベイを設けた。

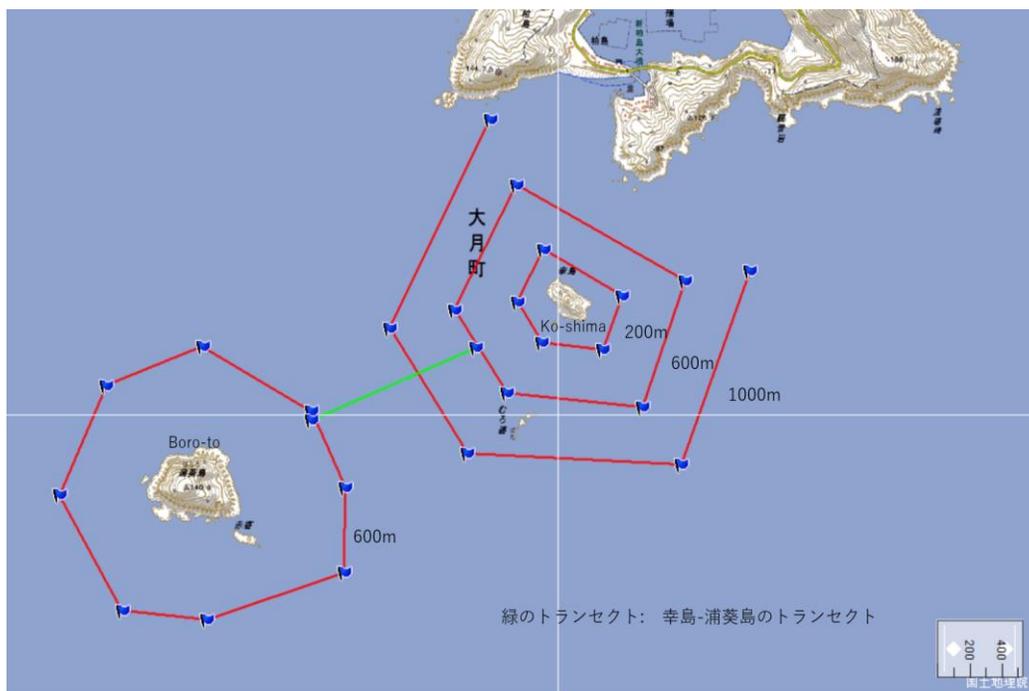


Figure 4. Round-island (red) and straight (green) spotlight survey transects used at Ko-shima and Biro-to, Kochi-ken, Japan in 2021.

図 4. 2021 年に高知県の幸島と蒲葵島で用いられた 周回型(赤)と直線型(緑)のスポットライトサーベイのトランセクト

Table 1. Length of each transect spotlight transect at Ko-shima and Biro-to, Kochi-ken, Japan in 2021.  
表 1. 2021 年に高知県の幸島と蒲葵島の スポットライトサーベイで使用したトランセクトの距離

Transect		Length (km)
幸島 (Ko-shima)	200m	1.8
	600m	4.1
	1000m	4.7
Total		10.6
幸島(Ko-shima)-蒲葵島(Biro-to)	600m-600m	1.1
蒲葵島(Biro-to)	600m	5.2

### “Night-Lighting” At-Sea Captures 夜間照明を用いた洋上捕獲

3月17日の夜、幸島の東側の洋上で、「夜間照明」技術を使用しカンムリウミスズメの捕獲を行った(Whitworth et al. 1997)。ライト担当の調査員は、船の舳先から高強度のスポットライトで船の周りをスキャンしながら、洋上に群れるカンムリウミスズメを探した。カンムリウミスズメの単体または少数が洋上に浮いているのが確認されると、適度な速度で接近し、その鳥にスポットライトを集中させ続けた。目標とする鳥が捕獲可能な範囲内に入った場合、捕獲担当の調査員は約2.0mの長さの漁網で、洋上に浮いている個体や海面のすぐ下を泳ぐ個体を捕獲した。捕獲後は、鳥の計測、足環の装着、抱卵斑(産卵前から抱卵期間に雌と雄の両者の腹部の両サイドに現れる斑)の有無の確認を行ったのち放鳥した。

### Nest Searches 営巣調査

3月14日(調査員3人)、15日(調査員4人)、17日(調査員4人)、22日(調査員3人)、幸島に上陸し、島の踏査が可能なエリアで、カンムリウミスズメの営巣調査を行った。調査時間は、各日ともおおよそ10:00-14:40であった。14日および15日は、主に環境省のモニタリングエリア内での踏査を行ったが、15日夜のスポットライトサーベイの結果から、17日および22日は、島のそれ以外の場所へ営巣調査範囲を拡大した。繁殖の確認は、小さなライトを使用して、植物の根本の穴や岩の裂け目などを確認した。確認した巣には、マスキングテープで、付近の植物などにマーキングをし、調査員同士のデータの重複をさけた。繁殖の証拠としては以下のものが含まれる:(1)抱卵か雛を抱いている成鳥の存在、(2)抱卵はされていないが完全な状態の卵があること、(3)割れた卵があること、(4)卵殻があること。抱卵している成鳥については、ライトで短時間のみ観察し、時には写真撮影も行った。研究者の妨害による抱卵の放棄の可能性を考慮し、抱卵中の成鳥を手づかみ、もしくは巣から取り出すことは避けた。営巣地は比較的、土壌がもろかったため、巣の破壊を避けるため、基本的には、調査期間中、それぞれ1度のみ確認とした。

## RESULTS 結果

### Spotlight Surveys スポットライトサーベイ

スポットライトサーベイは、3月15日(幸島のみ)、17日(幸島、蒲葵島、幸島-蒲葵島)、23日(幸島のみ)の夜に行われた。幸島の3本のトランセクトでの調査は、おおよそ20時40分ごろから1時間程度で終了したが、3月15日のみ、GPSロガーの不調で1時間程度長くかかった。

幸島周辺海域での3夜のスポットライトサーベイの結果、周回型のトランセクト内でのカウント数の合計は、最大は23日の293羽、最少は17日の145羽であり、3日間の平均は219羽 ( $\pm 75$  [s.d.])であった(表2)。カンムリウミスズメの洋上での分布は、日によってばらつきはあったものの、1,000mトランセクトの北西部と調査海域の南部の一部分を除いては、おおむね島を取り囲むように分布していた(図5)。近縁種のスクリプスウミスズメは、夜間に営巣地に隣接する洋上に集まることが知られており(Whitworth et al. 1997、Whitworth and Carter 2018a)、コロニー上の営巣地の分布を表している。今回のスポットライトサーベイの結果は、カンムリウミスズメは、島を取り囲むように分布しており、環境省のモニタリング調査で報告されている島の北側での営巣のみならず、島全体での営巣の可能性を示唆するものとなった。

蒲葵島と幸島間のルートは、両島の600mのトランセクト上から始まっているが、幸島の600mを過ぎたあたりで4羽が確認されているのみであった。蒲葵島から600mのトランセクトでは、今回は、カンムリウミスズメは確認されなかった。しかし調査時間外に蒲葵島から540mの地点で、1羽のカンムリウミスズメが確認されている。

### “Night-Lighting” At-Sea Captures 夜間照明を用いた洋上捕獲

3月15日の夜間21:40-23:20に夜間照明を用いて、カンムリウミスズメの洋上捕獲を試みた。捕獲開始時は、海面も比較的穏やかであったが、4羽目を捕獲した22:45ごろからうねりが出始め6羽目を捕獲した頃には、ライト係は何かにつかまり立ちしないと、ライト操作が困難となったため作業を終了した。捕獲された6羽のうち、抱卵斑を有していた個体は4羽(67%)であった。

Table 2. Number of Japanese Murrelets counted during spotlight surveys at Ko-shima, Kochi-ken, Japan in 2021.

表2. 2021年高知県幸島でのスポットライトサーベイ時にカウントされたカンムリウミスズメの数

Date	Time	200m	600m	1000m	Combined (Kojima)	Kojima-Birojima	Birojima 600m
15-Mar-21	20:45-22:40	47	127	47	221	-	-
	22:45-22:54	-	-	-	-	4	-
	22:55-11:25	-	-	-	-	-	0
17-Mar-21	20:40-21:40	91	31	22	144	-	-
23-Mar-21	20:45-21:50	8	234	51	293	-	-
Mean $\pm$ s.d.		49 $\pm$ 42	131 $\pm$ 102	40 $\pm$ 16	219 $\pm$ 75	-	-
CV		0.85	0.78	0.39	0.34	-	-

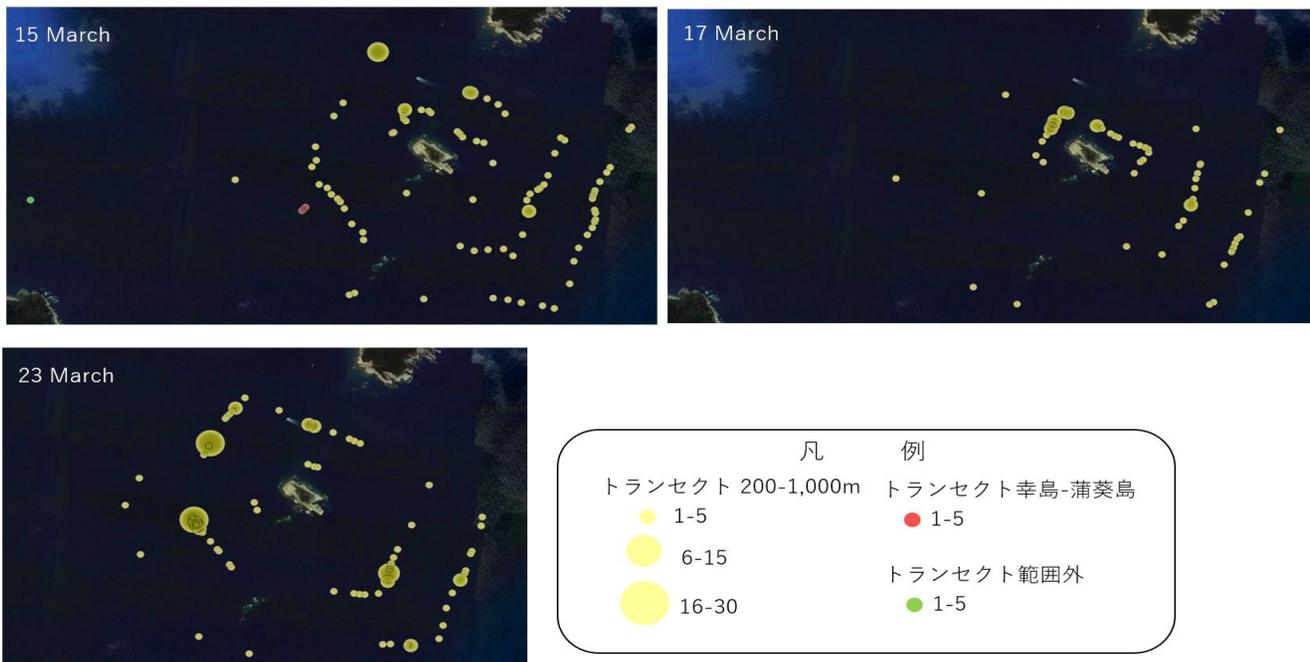


Figure 5. Distribution of Japanese Murrelets during spotlight surveys at Ko-shima, Kochi-ken, Japan in 2021.

図 5. 2021 年高知県幸島でのスポットライトサーベイ時のカンムリウミスズメの分布

### Nest Searches 営巣調査

3月15日のスポットライトサーベイの結果、カンムリウミスズメが島全体で営巣している可能性が示唆されたため、島全域に調査域を拡大した。その結果、環境省のモニタリング調査で報告されている範囲より、より広い範囲で、合計 212 巣を確認することができた(図 6、図 7、表 3、表 4)。内訳は、卵のみが 1 卵以上確認された巣が 128 巣、卵と成鳥もしくは成鳥のみが確認された巣は 84 巣であった。このうち、成鳥もしくは卵が捕食されていた巣は 7 巣確認され、それは全体の 3%であった。

確認された巣の数は、調査の日数が進むにつれ、抱卵の割合が高くなっており、繁殖の進行をよく表している(表 3)。巣の確認数が初期に多く最後に少ないのは、初期には踏査の容易なエリアから始まり、最後は残された踏査が困難なエリアでの実施であったため、後半に減少するのはやむを得ない。



Figure 6. Incubating Japanese Murrelet at the south side of Ko-shima, Kochi-ken, Japan on 22 March 2021.

図 6. 2021 年 3 月 22 日 高知県幸島の南側で抱卵中の成鳥

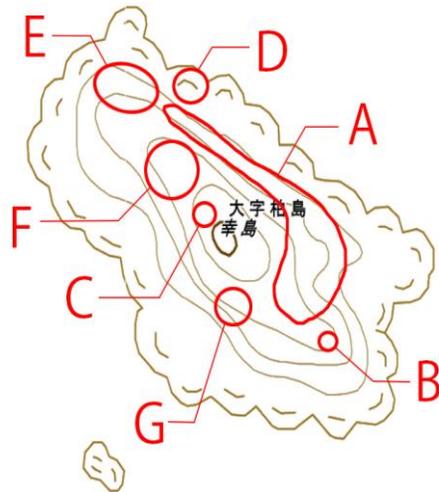


Figure 7. Areas found Japanese Murrelet nests at Ko-shima, Kochi-ken, Japan.  
 図7. 高知県幸島でカンムリウミスズメの巣が確認されたエリア

Table 3. Number of Japanese Murrelet nests that had eggs and/or adult during nest searches at Ko-shima, Kochi-ken, Japan.

表3. 高知県幸島で営巣調査時に確認された、卵のみもしくは成鳥を含むカンムリウミスズメの巣の数

Date	Only Egg	Egg + Adult or Adult	Total
14 March	51 (76%)	16 (24%)	67
15 March	49 (60%)	33 (40%)	82
17 March	24 (49%)	25 (51%)	49
22 March	4 (29%)	10 (71%)	14
Total	128	84	212

Table 4. Location and number of Japanese Murrelet nests at each site on Ko-shima, Kochi-ken, Japan.

表4. 高知県幸島上のカンムリウミスズメの巣場所とそのサイトごとの営巣数

Site	A	B	C	D	E	F	G	Total
	Sedge	Rock	Rock in the forest	Rock	Rock + Sedge	Sedge + other plants	Cliff with sedge	
Number of nests	184	1	3	1	1	6	16	212

図7のエリアBは、環境省のモニタリング調査では、2014年には9巣が(BIODIC 2015)、2017年には5巣が確認されている場所である(BIODIC 2018)。今回は、渡船の時間的制約で、1巣を確認したところで調査が終了した。Bのある環境は、急な狭い岩場であるため、環境省のモニタリング結果が示す以上の大幅な営巣数の増加は期待できないように感じられた。Cは、島西部の山頂付近にある岩場である。幸島にしては珍しいケースとなるが、ここで確認された3巣は、全て岩の間隙で確認された。F、Gは島の南側で確認された。本調査ではこれら南側のエリアでも22巣が確認されている。南側の営巣地も、北側の営巣地同様、主にスゲ類に覆われていた。Gは、急な斜面にあるため、調査員が踏査可能な範囲も限られてくる。Dの1巣は、北側の斜面の比較的低い位置の岩場で確認された。また、珍しいケースとして、一巣に3卵があった巣が4巣(島の南東部に1巣、北東部に3巣)確認された(図8)。過去には、一巣に3卵が確認されていたという話も聞かれたが(Otsuki 2013)、それ以降ではカンムリウミスズメでの、このようなまとまった数での3卵の巣の記録は初めてである。



Figure 8. One of four Japanese Murrelet nests with three eggs found on Ko-shima, Kochi-ken, Japan.

図8. 高知県幸島で、3卵が確認された4巣のうちの1巣

### Correction Factor and Population estimate 補正係数と個体数推定

繁殖個体数の推定を容易にする「補正係数(Correction Factor)」の開発には、ほぼ全ての営巣数を網羅する必要がある。今回は踏査が危険と判断し、一部、踏査ができていないエリアを残している(時間的な問題で調査を中断したBも危険なエリアの1つである)。そのため、宮崎県の枇榔島で用いた手法(洋上での個体数密度と、抱卵斑の保有個体の割合を用いる)を用いて繁殖個体数の推定を試みた。個体数推定に用いる洋上のエリアは、カンムリウミスズメが確認されなかった1,000mのトランセクトの北西部を省いた図9に示す黄色で囲んだエリア(2.87 km<sup>2</sup>)とした。

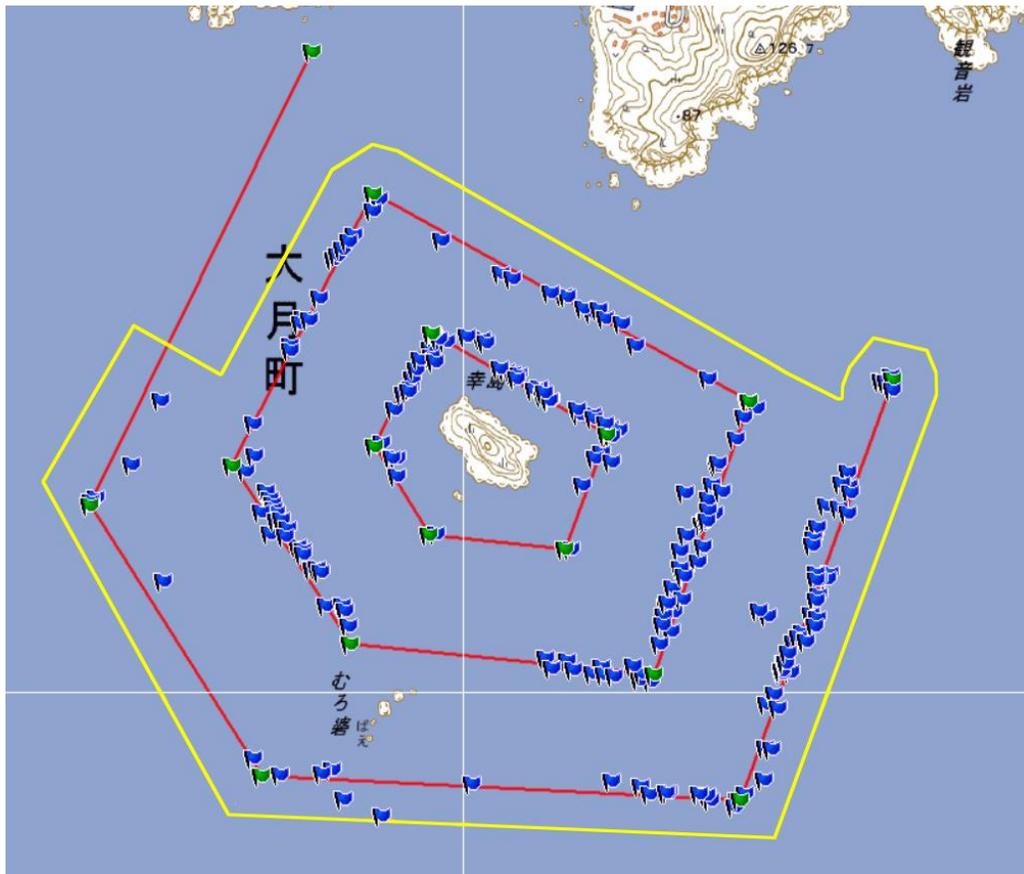


Figure 9. Area for estimating population of Japanese Murrelet  
 図9. カンムリウミスズメの個体数を推定するためのエリア

まず、洋上に集まる個体数規模を推定するために、スポットライトサーベイのカウント数からトランセクト毎の平均個体数密度を求めた。個体数密度の推定に用いた各トランセクトの面積は、2018年に枇榔島で確認された調査船からのカンムリウミスズメの目視可能範囲片側125m(両側で250m)を用いて算出した(Whitworth et al. 2019)。その結果、調査日毎の個体数密度は、3月15日の91羽/km<sup>2</sup>、3月17日は59羽/km<sup>2</sup>、21日は121羽/km<sup>2</sup>となった(表5)。次に、3日分のデータのうち、最大カウント数が得られた3月23日の分の記録(121羽/km<sup>2</sup>)を用いて繁殖個体数の推定を行った。個体数推定に用いる面積2.87km<sup>2</sup>に、この値を挿入すると、23日の洋上での集合個体数は347羽と推定された。これに抱卵斑保有個体の割合をかければ、洋上に集合している個体の繁殖個体数が推定されるが、今回の捕獲数は6羽で、そのうちの4羽(67%)が抱卵斑を保有してはいたものの、サンプル数の少なさが懸念された。そのため、この報告書では、暫定的に、2018年の宮崎県枇榔島周辺海域での抱卵斑保有個体の割合53%と、この67%の両方を用いることとした。抱卵斑保有割合53%で計算した場合は184(368)羽が、67%で計算した場合は232(464)羽が洋上の集合の中の繁殖個体数と推定された。集合内の全てのペアの一方が抱卵していると仮定すると、184-232ペア(368-464羽)が現時点での最適な繁殖個体数であると考えられる。

Table 5. Density of Japanese Murrelet during spotlight right surveys at Ko-shima, Kochi-ken, Japan in 2021.

Date	Time	200m (0.45 km <sup>2</sup> )	600m (1.03 km <sup>2</sup> )	1,000m (0.95 km <sup>2</sup> )	Combined (2.43 km <sup>2</sup> )
15-Mar-21	20:45-22:40	47 (104/km <sup>2</sup> )	127 (123/km <sup>2</sup> )	47 (49/km <sup>2</sup> )	221(91 km <sup>2</sup> )
17-Mar-21	20:40-21:40	91 (202/km <sup>2</sup> )	31 (30/km <sup>2</sup> )	22 (23/km <sup>2</sup> )	144(59/km <sup>2</sup> )
23-Mar-21	20:45-21:50	8 (18/km <sup>2</sup> )	234 (227/km <sup>2</sup> )	51 (54/km <sup>2</sup> )	293(121/km <sup>2</sup> )
	Mean ± s.d.	49 ± 42 (108 ± 92/km <sup>2</sup> )	131 ± 102 (127 ± 99/km <sup>2</sup> )	40 ± 16 (42 ± 17/km <sup>2</sup> )	219 ± 75 (90 ± 31/km <sup>2</sup> )
	CV	0.85	0.78	0.39	0.34

その他、調査中に、幸島で繁殖している海鳥2種（カンムリウミスズメとオオミズナギドリ *Calonectris leucomelas*）のどちらのものでもない2種類の古い卵殻（おそらく去年の卵）が確認された（図10）。下記の2つの卵の写真から推定したサイズは、左が30.7mm×20.9mm、右が47mm×35.7mmであった。そのサイズから、それぞれ、ヒメクロウミツバメ *Oceanodroma monorhis*、アナドリ *Bulweria bulwerii* の可能性が示唆された。アナドリのもと考えられる頭骨も1つ確認された。どちらの種でも繁殖が確認できれば、高知県内での初繁殖記録となる（The Ornithological Society of Japan 2012）。

海鳥以外の鳥類では、3月15日に南の斜面の岩の隙間でアマツバメ *Apus pacificus* の繁殖が確認された。22日には、巣材と考えられるわずかな植物が運び込まれていた。



Figure 10. Two types of old white eggs of unknown species found at Ko-shima, Kochi-ken, Japan.

### 聞き取り調査 Historical information

3月17日、営巣調査の最中に、幸島で野草を採取されていた中嶋久子氏(1950年11月生まれ)から、過去のカンムリウミスズメの繁殖について聞き取り調査を行った。中嶋氏によれば、彼女が中学生になる以前は、鶏卵が普及しておらず、‘ウミスズメ’とよばれていた鳥の卵採りの解禁日になると、彼女の父とその仲間数人が数艘の伝馬船で、蒲葵島まで行き卵を採り、皆で分けて食べていたそうである。中嶋氏の当時の家族は7人であり、1人が1-2個程度食べるぐらいを採集されていたようである。卵採集は、中嶋氏が中学に入り(1963年)、鶏卵が普及すると徐々に行われなくなったとのことであった。中嶋氏は、今でも少数のカンムリウミスズメが蒲葵島で繁殖しているのではないだろうかと話されていた。当地区でのこれまでのウミスズメの繁殖記録は存在しないこ

とから、中嶋氏らが‘ウミスズメ’と呼んでいた鳥は、カンムリウミスズメと考えると間違いはないであろう(Ono 1995、BIODIC 2018)。

## DISCUSSION 考察

### Spotlight Survey スポットライトサーベイ

本種の特徴である、発見が困難な営巣場所、険しい繁殖地、または、夜行性の性質(夜間にコロニーに飛来する)のため、個体数規模とその動向を推定することは、長い間困難な作業であった。過去 20 年間に於いて、スポットライトサーベイが、スリプスウミスズメ、クラヴェリウミスズメ *S. craveri*、およびガダルーベウミスズメ *S. hypoleucus* といったウミスズメ類の個体数を推定するために、米国カリフォルニア州、メキシコバハカリフォルニア州で用いられてきた(Whitworth et al. 2014、2018、2019、2020a; Whitworth and Carter 2014、2018a、2018b; Whitworth unpubl. data)。

### Round-island survey of Ko-shima 幸島の周回型スポットライトサーベイ

3 回の周回型スポットライトサーベイの結果、カンムリウミスズメの夜間の洋上分布は、島の周りを取り囲んでいた。これは、カンムリウミスズメの島全体での営巣の可能性を示唆している。ただし、1,000m のトランセクトの北西部ではカンムリウミスズメは全く確認されず、南側の 3 本全てのトランセクト上の一部区間でも、ほとんど確認されなかった(図 5、図 9)。1,000m トランセクトの北西部で少ない理由は、有人地区との距離がだいぶ近いのではないかと考えられ、南部の一部区間については、島の地形的な条件が影響している可能性が考えられた。島南部の写真を見ると、鳥の分布が見られなかったエリアに接する陸上部(赤い丸で囲んだ部分)は、植生も少なく、鳥が入り込む隙間も無い大きな岩壁となっており、営巣地には不向きな環境のように見られる(図 11)。

また、今回のスポットライトサーベイ調査の結果、カンムリウミスズメの夜間の洋上分布の特性をだいぶ決定づけることができた。私たちは、これまで、宮崎県の枇榔島、徳島県の牟岐町の島々、そして、ここ幸島でスポットライトサーベイを実施してきたが、カンムリウミスズメは、これら全地域で、洋上の比較的広い範囲(600m-1,000m 以上)に分布していることが解ってきた(Whitworth et al. 2019 and 2020b)。これは、夜間、島から、200m の距離にほとんどが集まるスリプスウミスズメにはみられない分布形態である(Whitworth and Cater 2014)。



Figure 11. South side of Ko-shima, Kochi-ken, Japan.

図 11. 高知県幸島の南側の岩肌

### **Round-island survey of Biro-to and Ko-shima – Biro-to transect**

#### **蒲葵島の周回型スポットライトサーベイ(島から600m)および幸島-枇榔島のトランセクト**

蒲葵島の600mの周回型のスポットライトサーベイの結果、本調査では1羽のカンムリウミスズメも確認されなかったが、トランセクトの範囲外(蒲葵島から約540m地点)で1羽が確認された。同海域では、2015年の3月21日のスポットライトサーベイで、一度に10羽をカウントしており(佐藤ら 未発表)、蒲葵島での少数のカンムリウミスズメが繁殖する可能性は否定できない。また、中嶋氏からの、1960年の初めごろまでの、カンムリウミスズメと考えられる鳥の卵を採取した情報からも、本種の少数の繁殖の可能性も考えられる。

蒲葵島と幸島間の600mのトランセクトを結ぶ直線トランセクト上には、幸島から730m(蒲葵島から約1.5km)の地点を最後に、蒲葵島側付近ではカンムリウミスズメを確認することはなかった。これは、幸島で繁殖するカンムリウミスズメは、夜間は幸島の周りにのみ滞在することを示唆するものであろう。

#### **“Night-Lighting” At-Sea Captures 夜間照明を用いた洋上捕獲**

捕獲個体数が少なかったため断定はできないが、抱卵斑の保有個体の割合は67%と高い割合を示していることから、繁殖ペアの大部分が抱卵を開始したのではないかと、という目安にはなった。

#### **Nest Searches 営巣調査**

3月15日のスポットライトサーベイの結果を考慮し、営巣調査の範囲を島全域に拡大した結果、島全域で212巣を確認することができた。幸島の営巣地の殆どは植物の根元の穴(97%、n=206)であったが、一部、岩の隙間に営巣するものも見られた(3%、n=6)。島の北側に位置する環境省のモニタリングサイトでは圧倒的に巣の数が多く、このエリアは、ボタンボウフウなどの野草を採取する人の出入りがあるためか、比較的、歩行も容易であり、調査も容易にできた。それ以外の草地は、草が繁茂し、人間の歩行を困難にした。南部と北部のこの環境の差が、これまでのモニタリング結果にも影響を及ぼしていたのであろう。

確認された巣の数は、調査の日数が進むにつれ、抱卵の割合が高くなっており、繁殖の進行をよく表している。14日には、抱卵している巣の割合は24%であったが、次の15日には40%とほぼ倍増している。伊豆諸島の八丈小島小池根でのカンムリウミスズメの調査によれば、本種の一腹卵数は通常2卵であるが、2卵目を産んですぐに完全な抱卵状態に移行するわけではなく、2晩程度は夜間みの抱卵であったことが報告されている(Ono 1994)。また、カンムリウミスズメは、新月の後に繁殖活動が活発化する傾向があるので(Otsuki et al. 2021)、13日の新月時に多くの巣で産卵が終了し、2日程度経ってから抱卵を開始したためであろう。満月の2日後から、抱卵している巣の割合が高くなっていることから、調査時期は、殆どの繁殖ペアが抱卵を開始していた時期であったと、判断することができる。

#### **Correction Factor and population estimate 補正係数と個体数推定**

アメリカでは、*Synthliboramphus* 属のウミスズメ類の個体数評価において「補正係数」を使用している。これは、コロニー内の営巣数とそのコロニー周辺の洋上に夜間集まるウミスズメ類の数を関係づけるものである。国内のカンムリウミスズメでは残念ながら補正係数が決定されていないが、韓国では開発されている(Park et al. 2017)。補正係数の決定には、コロニー内の全ての営巣数がおさえられる場所での営巣数と、その周囲でのスポットライトサーベイのカウント数が必要となる。統計的処理をするため、ある程度のサンプル数も必要となる。私たちは、それを可能とする場所は、おそらく日本で唯一幸島のみであろうと考えていた。

今回は、212巣を確認したものの、時間的な制限(渡船の際の潮の干満に対するもの)、物理的な制約(危険な岩場)などの制約のため、全営巣数を確認することはできなかった。危険な岩場では、営巣数の確認は困難であるため、私たちが確認した巣の数212巣が全営巣数のほんの一部なのか、それとも殆ど全てなのかその割合を確かめる必要があった。そのため、スポットライトサーベイの結果から、宮崎県の枇榔島で実施した手法を用いて営巣数の推定を試みた。おそらく、推定値は、実際の営巣数を大きく上回ってくるのであろうと考えながらの計算であったが、実際に確認された巣は、212巣(ペア)、推定値は140-177(67-267)ペア(95%信頼区間 [CI])であ

り、見つけられた巣の数は、その推定値の幅の中の上限に近い値を示していた。時間的な制限のためB地区の踏査がほとんどできなかったこと、危険と判断したところでの踏査は、今回は極力避けたことから、実際の営巣数が212巣より多かったことは明らかである。推定値の上限と実測値が比較的近い値を示していたことから、今回確認した営巣数はだいたい全営巣数に近い可能性、ほとんどの巣は人間の踏査が可能な範囲にある可能性が示されたのではないだろうか。

今回の調査に参加予定であったスポットライトサーベいの産みの親の一人、Whitworth氏からは、以下の意見を頂いた：①ある程度の実証をもって営巣数が決定されない限り補正係数は求められない、②自身は幸島のコロニーを把握してないので、現状での営巣数を幸島でのカンムリウミスズメの営巣数と断定することは難しい、③今回の調査の結果から、幸島のほとんどの巣もしくは全ての巣を確認することは可能ではないか考えている。

今回は、補正係数の決定に必要な営巣数が、推定値の上限に近いものが得られたものの、洋上での捕獲個体数が少なかったため、推定に用いた繁殖個体数の割合が少し不確実なこと、および、一部危険と判断したエリアでの調査を実施しなかったことから、実証をもって営巣数を決定づけることはできなかった。また、今回は、幸島海域での初めてのスポットライトサーベいの試みであったため、統計処理に必要なデータ数には、不十分である。しかしながら、暫定的ではあるものの、推定数と実測値の近さが示されたことで、再度、調査に取り組む必要性を強く感じている。今回営巣調査をすることができなかったエリアを踏査することでより多くの営巣数が期待され、洋上でももう少し多くの個体数を捕獲することで繁殖個体の割合が若干低くなることが期待される(サンプル数が増えれば非繁殖個体の割合も多くなるものと仮定)。もし、この予測が正しければ、巣の実測値と個体数密度から求めた繁殖数(営巣数)の差は縮まり、Whitworth氏のいう、「ある程度の実証をもって営巣数を決定すること」ができるのではないかと考えられる。調査の最中、環境省のモニタリング調査以外のエリアでの営巣が確認されたことで、本プロジェクトの目標を諦めかけていたが、再トライする意義を感じている。

## ACKNOWLEDGEMENTS 謝辞

本プロジェクトは、LUSH ジャパンチャリティバンクおよび大成建設自然・歴史環境基金から助成いただき実施いたしました。大変感謝いたします。調査結果の判断、解析法において Darrell Whitworth 氏および Mike Parker 氏には多くの助言を頂きました。また、Darrell Whitworth 氏と Scott Morse 氏には、Executive Summary の英文校正をしていただきました。調査機材の一部は、カリフォルニア環境研究所(米国カリフォルニア州デビス)から提供されました。多くの人々の心ある支援に励まされましたが、とりわけ船長の矢中培雄氏および黒田良一氏、やなか屋の矢中邦子氏には、心から感謝いたします。

## LITERATURE CITED 引用文献

- BIODIC (Biodiversity Center, Natural Conservation Bureau, Ministry of the Environment).  
2009.[Monitoring site 1000 seabird project report in Heisei 20.]  
[https://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/h20\\_seabirds.pdf](https://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/h20_seabirds.pdf). Accessed on 5 April 2021.
- BIODIC (Biodiversity Center, Natural Conservation Bureau, Ministry of the Environment).  
2015.[Monitoring site 1000 seabird project report in Heisei 26.]  
[https://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/h26\\_seabirds.pdf](https://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/h26_seabirds.pdf). Accessed on 2 May 2021.
- BIODIC (Biodiversity Center, Natural Conservation Bureau, Ministry of the Environment).  
2018.[Monitoring site 1000 seabird project report in Heisei 29.]  
[https://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/2019\\_seabirds.pdf](https://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/2019_seabirds.pdf). Accessed on 2 April 2021. [In Japanese]
- Carter, H., D. Whitworth, Y. Nakamura, M. Takeishi, S. Sato, K. Otsuki, & Y. Watanuki. 2013. Surveys of Japanese Murrelets (*Synthliboramphus wumizusume*) at Birojima, Miyazaki-ken, Japan, in 2012. Unpubl. report, Japan Seabird Group, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido. 27 p.
- Gaston, A.J. 1992. The Ancient Murrelet: a natural history in the Queen Charlotte Island. T&AD Poyser, London.

- Hasegawa, H. 1984. Status and conservation of seabirds in Japan, with special attention to the Short-tailed Albatross. Pages 487-500 *In*: Croxall, J.P., P.G.H. Evans & R.W. Schreiber (Eds.). Status and conservation of the world's seabirds. International Council for Bird Preservation Technical Publication 2.
- Ikeda, H. 1999. Granite Tafoni Topography on the Pacific side of Birou and Kou Islands in Southwestern Kochi Prefecture Western Japan. *Memoirs of the Nara University* 28: 95-109.
- Ono, K. 1995. Japanese Murrelet. *In*: Ono, K.(ed.). [Status and conservation of rare alcids in Japan.] Japan Alcid Society, Tokyo, Japan. Pp.117-124.
- Otsuki, K. 2013. Historical colony harvesting, at-sea hinting, and local fishing bycatch of the Japanese Murrelet at Birojima, Miyazaki-ken, Japan. *Pacific Seabirds* 40(2): 59-69.
- Otsuki, K., Carter, H.R., Yamamoto, Y. & Park, C.U. 2017. Summary of the breeding status for the Japanese Crested 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 & 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., Minowa, Y., Karnovsky, N., Nakamura, Y., Yamashita, S., Kai., M., & Kawagoe., K. 2021. Acoustic surveys for Japanese Murrelet *Synthliboramphus wumuzusume* at Birojima, Miyazaki Japan. Page 1-20. *In*: Otsuki, K., & Y. Minowa (Eds.). Japanese Murrelet Surveys in 2020. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.
- Park, C.U., S.G. Seo, H.Y. Nam, & C.Y. Choi. 2017. Current breeding status of two sympatric *Synthliboramphus* murrelet species on Gugul-do, Republic of Korea. Pages 67-72 *In*: Otsuki, K., H.R. Carter, Y. Minowa, V.M. Mendenhall, M. Takeishi, S.K. Nelson, D.L. Whitworth, H.Y. Nam, & 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.
- The Ornithological Society of Japan. 2012. Check-list of Japanese Birds, 7<sup>th</sup> revised edition. The Ornithological Society of Japan, Sanda.
- Whitworth, D., H. Carter, Y. Nakamura, M. Takeishi, S. Sato, F. Gress, K. Otsuki & Y. Watanuki. 2012. Nocturnal spotlight surveys of Japanese Murrelets (*Synthliboramphus wumizusume*) at Birojima, Miyazaki-ken, Japan, in 2011. Unpubl. report, Japan Seabird Group, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido. 44 p.
- Whitworth, D.L. & H.R. Carter. 2014. Nocturnal spotlight surveys for monitoring Scripps's Murrelets in at-sea congregations at Anacapa Island, California. *Monographs of the Western North American Naturalist* 7: 306-320.
- Whitworth, D.L. & H.R. Carter. 2018a. Population trends for Scripps's Murrelet following eradication of black rats. *Journal of Wildlife Management* 82: 232-237. doi:10.1002/jwmg.21370
- Whitworth, D.L., & H.R. Carter. 2018b. Scripps's Murrelet at San Miguel Island, California: status of a small population at the northwest limit of the breeding range. *Western North American Naturalist* 78: 441-456.
- Whitworth, D.L., J.Y. Takekawa, H.R. Carter, & W.R. McIver. 1997. Night-lighting as an at-sea capture technique for Xantus' Murrelets in the Southern California Bight. *Colonial Waterbirds* 20: 525-531.
- Whitworth, D.L., H.R. Carter, T.M. Dvorak, & L.S. Farley. 2014. Status, distribution, and conservation of the Scripps's Murrelet at Santa Catalina Island, California. *Monographs of the Western North American Naturalist* 7: 321-338.
- Whitworth, D.L., H.R. Carter, M.W. Parker, F. Gress, & M. Booker. 2018. Long-term monitoring of Scripps's Murrelet and Guadalupe Murrelet at San Clemente Island, California: evaluation of baseline data in 2012-2016. *Western North American Naturalist* 78: 457-473.
- Whitworth, D., K. Otsuki, Y. Nakamura, Y. Minowa, T. Suzumegano, & M. Parker. 2019. At-Sea Congregation Monitoring of Japanese Murrelets at Birojima, Kadogawa-cho, Miyazaki-ken, Japan, in 2018. Pages 1-32 *In*: Otsuki, K., & Y. Minowa (Eds.). Japanese Murrelet Surveys in 2018. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.
- Whitworth, D.L., H.R. Carter, E. Palacios, & F. Gress. 2020a. At-sea congregation surveys to assess the status of Scripps's Murrelets *Synthliboramphus scrippsi* at islands off western Baja California, México in 2002-2008. *Marine Ornithology* 48: in press.
- Whitworth, D., K. Otsuki, M. Parker, Y. Nakamura, Y. Minowa, & T. Yoshimoto. 2020b. At-Sea Congregation Monitoring of Japanese Murrelets at Birojima, Kadogawa-cho, Miyazaki-ken, Japan,

in 2019. Pages 9–35 *In*: Otsuki, K., & Y. Minowa (Eds.). Japanese Murrelet Surveys in 2019. Publication of the Marine Bird Restoration Group, Fukushima-shi, Fukushima-ken, Japan.

**2021年カンムリウミスズメ調査報告書**  
**Japanese Murrelet Surveys in 2021**

編集委員：大槻都子，箕輪義隆

写真：ハシボソガラス、カンムリウミスズメ、オオミズナギドリ  
(箕輪義隆撮影)

Carrion Crow, Japanese Murrelet and Streaked Shearwater.

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

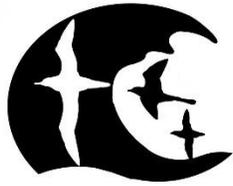
福島県福島市方木田字石田 1-18

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

印刷所：発行所に同じ

発行年月日：2022年2月27日 1刷

2023年10月7日 2刷



Marine Bird Restoration