

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：14501

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K24380

研究課題名(和文)シロナガスクジラの保全に関する研究

研究課題名(英文)Study on the conservation of blue whales

研究代表者

岩田 高志 (Iwata, Takashi)

神戸大学・海事科学研究科・助教

研究者番号：10636913

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：シロナガスクジラを含む大型ヒゲクジラ類の生態把握を目的とし、動物装着型記録計を用いた行動調査を実施した。2012-2021年の期間にアイスランドで得られたシロナガスクジラ6個体およびザトウクジラ14個体の行動データから、それぞれ1534回、6521回の潜水を記録が得られた。行動データから1潜水あたりの採餌イベント数の平均を年別に算出し、その採餌イベント数と水温(0m、20m、50m)の関係を調べたところ、採餌イベント数は深度50mの水温と負の相関が示された。調査海域に来遊するヒゲクジラ類は深度30-60m付近に分布する餌生物を採餌するため、深度50mの水温変化の影響を受けることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海生哺乳類や海鳥類などの海洋高次捕食者の行動は生態系変動の指標として用いる試みがされている。一方で、大型ヒゲクジラ類の行動は調査をすることが難しいことから、それらを生態系変動の指標として用いられた例は少ない。本研究では大型ヒゲクジラ類であるシロナガスクジラとザトウクジラの複数年に渡る行動記録から、ヒゲクジラ類の採餌イベント数が深度50m付近の水温に影響されていたことを示した。ヒゲクジラ類の採餌行動が、気候変動に伴う生態系変動の指標となる可能性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：To reveal ecology of large baleen whales including blue whales, we investigated behaviour of baleen whales using animal-borne data loggers. Behavioural data of 6 blue whales and 14 humpback whales in Iceland during 2012-2022 periods were obtained. 1534 dives from blue whales and 6521 dives from humpback whales were recorded. The average number of foraging events per dive was calculated yearly from the behavioural data. The relationship between the number of foraging events and the water temperature (0m, 20m, 50m depth) was investigated. The relationship between number of foraging events and the water temperature at a depth of 50 m was shown negative correlation. It was suggested that baleen whales in the survey area are affected by changes in water temperature at a depth of 50 m because they forage prey species distributed in a depth of 30-60 m.

研究分野：動物生態学

キーワード：シロナガスクジラ バイオロギング 海洋環境

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地球上最大の動物であるシロナガスクジラは、IUCNレッドリストの絶滅危惧種 (Endangered) として指定されている。動物を保護する上でまず初めに取り組むべきことは、彼らの基礎的な生態を理解することである。特に採餌行動のような動物の生存に直接関わるような情報は重要であるが、一生を水中で過ごすシロナガスクジラの採餌行動に関する知見の多くが不足しているのが現状である。シロナガスクジラの保全のためにも彼らの詳細な時間スケールでの採餌行動を調査する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、動物装着型記録計を用いて採餌海域におけるシロナガスクジラの生態を明らかにすることを目的とした。しかし、2020年度の野外調査はCOVID-19の影響により中止となったため、研究期間を2021年度まで延長した。研究期間を延長した最終年度の2021年度は6-7月に現地の共同研究者によりアイスランドで野外調査が実施されたが、COVID-19の影響により日本からの参加は難しく研究代表者はリモートでの参加となった。この調査では、シロナガスクジラと同じナガスクジラ科の動物であるザトウクジラ1個体から行動データを得た。一方で、本研究課題の目標を達成するにはデータが不足していた。そこで、本研究ではこれまでに本調査海域で取得されたデータを集約することで、環境変動に対するシロナガスクジラおよび同じナガスクジラ科の動物であるザトウクジラの行動変化の解明に取り組んだ。

3. 研究の方法

これまでに、2012、2013、2014、2017、2018年の夏季(6-7月)にアイスランド・フーサビック湾において、動物装着型記録計を用いたヒゲクジラ類の行動データが取得されてきた。これらのすべてのデータは本研究の現地の共同研究者が関与しており、共同研究者とその関係者を通じてデータを収集した。さらに2021年には本研究の一環で実施されたにより新たに行動データが取得された。対象動物はシロナガスクジラ(2012年: n=2, 2017年: n=2, 2018年: n=2)とザトウクジラ(2013年: n=7, 2014年: n=5, 2018年: n=1, 2022年: n=1)である。調査ごとに使用されている機器が異なり、集められた行動データは全部で7種類の機器により計測されていた。まずは、何のパラメータがどのくらいの記録間隔で計測され、どのくらいの期間動物に装着されていたかなどのメタデータを作成した(表1)。

表1 本研究で収集したアイスランド・フーサビック湾に来遊するヒゲクジラ類の行動記録のメタデータ。mn2014_178bとmn18_182aは記録計の装着時間が短いため解析に含まれていない。

ID	Species	Year	Tag on	Tag off	Tag dur (hour)	Type	Parameter	DTP Freq (s)	Acc Freq (s)	Mag Freq (s)
Volcano II	bm	2012	2012/06/02 15:10:18	2012/06/02 23:56:19	8.8	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.05	-
Anonymous	bm	2012	2012/06/03 17:47:45	2012/06/04 6:50:23	13.0	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.02	-
mn2013_161a	mn	2013	2013/06/08 14:16:40	2013/06/08 18:40:40	4.4	DST-centi	D, T	10	-	-
mn2013_161b	mn	2013	2013/06/08 15:16:50	2013/06/13 5:22:40	110.1	DST-centi	D, T	10	-	-
mn2013_159	mn	2013	2013/06/06 15:13:50	2013/06/07 14:59:40	23.8	DST-centi	D, T	10	-	-
mn2013_158a	mn	2013	2013/06/05 13:03:31	2013/06/05 23:50:50	10.8	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.1	-
mn2013_158b	mn	2013	2013/06/05 17:48:33	2013/06/06 9:13:50	15.4	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.1	-
WhA13 (mn2013_158c)	mn	2013	2013/06/05 16:35:36	2013/06/05 20:42:13	4.1	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
WhB13 (mn2013_160)	mn	2013	2013/06/07 14:00:26	2013/06/08 14:31:56	24.5	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
WhA14 (mn2014_176)	mn	2014	2014/06/25 6:32:26	2014/06/25 18:51:46	12.3	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
WhB14 (mn2014_178a)	mn	2014	2014/06/27 5:42:17	2014/06/27 18:46:00	13.1	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
mn2014_178b	mn	2014	2014/06/27 6:06:43	2014/06/27 6:07:55	0.0	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
WhC14 (mn2014_179)	mn	2014	2014/06/28 3:36:47	2014/06/28 20:24:28	16.8	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
WhD14 (mn2014_180a)	mn	2014	2014/06/29 3:17:55	2014/06/29 9:49:45	6.5	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
WhE14 (mn2014_180b)	mn	2014	2014/06/29 5:44:54	2014/06/29 9:53:01	4.1	W1000-3MPD3GT	D, T, P, Acc, Mag	1	0.03125	1
bm17_178a	bm	2017	2017/06/27 2:54:44	2017/06/27 6:45:08	3.8	DST-Compass	D, T, Pitch	1	-	-
bm17_179a	bm	2017	2017/06/28 3:38:08	2017/06/28 11:47:24	8.2	DST-Compass	D, T, Pitch	4	-	-
bm18_174a	bm	2018	2018/06/23 21:43:00	2018/06/24 17:47:37	20.1	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.05	-
bm18_179a	bm	2018	2018/06/28 0:20:34	2018/06/29 3:20:59	27.0	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.05	-
mn18_174a	mn	2018	2018/06/23 6:48:26	2018/06/23 21:27:34	14.7	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.05	-
mn18_182a	mn	2018	2018/07/01 10:39:50	2018/07/01 10:58:32	0.3	ORI400-D3GT	D, T, Acc	1	0.05	-
mn2021_187	mn	2021	2021/07/06 1:39:22	2021/07/06 3:54:30	2.3	AxyTrek	D, T, Acc, GPS	1	0.04	-

Species: bmはシロナガスクジラ、mnはザトウクジラを意味する

Tag on、Tag off、Tag dur: 機器装着時刻、機器脱落時刻、機器装着期間

Type: 行動記録計の種類

Parameter: 計測パラメーター。Dは深度、Tは環境温度、Pは遊泳速度、Accは加速度、Magは地磁気、Pitchは体軸角度、GPSは水平位置。

DTP Freq: 深度、温度、遊泳速度の計測間隔

Acc Freq: 加速度の計測間隔

Mag Freq: 地磁気の計測間隔

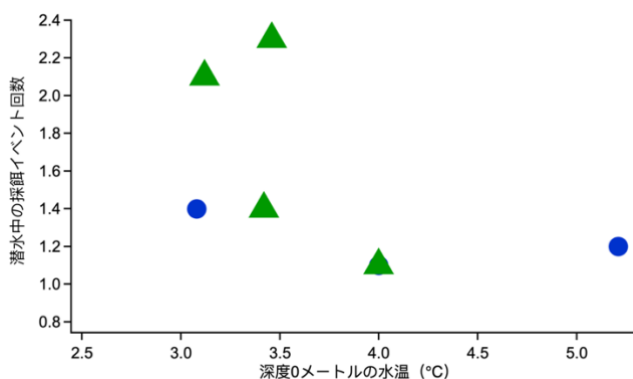
全てのデータに共通の解析処理をするために、解析の前段階のデータの一時処理を施した。全ての行動データに共通するパラメータは深度で、深度記録からは動物がいつどのくらいの深さにどのくらいの時間潜っていたのかがわかる。深度記録は1秒、4秒、10秒のさまざまな記録間隔のものが存在し、データを揃えるために1秒や4秒間隔のものは10秒間隔にダウンサンプリングした。動物が5mよりも深い深度に10秒間以上滞在した時を潜水と定義した。一部のデータには加速度も含まれていた。加速度記録からは採餌イベントが検出できることが知られ

ている (Goldbogen et al. 2017)。またアイスランド・フーサビック湾のヒゲクジラ類は水中で上方向に動物プランクトンや小魚の群れを追いかけることが報告されている (Akiyama et al. 2019)。そこで本研究では、深度記録のみから採餌イベントを検出する手法の開発に取り組んだ。まずは、1)加速度と深度記録から採餌イベントを検出、2)1秒間隔の深度データを用いた採餌イベントを検出し、「1)」の結果と照合しその有用性を検証、3)深度記録を10秒間隔にダウンサンプリングしたのちに同様に採餌イベントを検出し、「2)」の結果と照合しその有用性を検証することで、10秒間隔の深度記録を構築する。1潜水あたりの採餌回数を算出した。環境データは、アイスランドの海・淡水研究所 (Marine & Freshwater Research Institute) の水温の長期モニタリングデータからフーサビック湾に最も近いモニタリング地点を選択し、深度0 m, 20 m, 50 m の水温データを取得した。

4. 研究成果

加速度から検出した採餌イベント数と1秒間隔の深度から検出した採餌イベント数を潜水毎に計測し相関を調べたところ、正の相関関係が見られた ($n = 238$ 潜水、 $Y = 0.85244 * X - 0.01912$ 、 $r^2 = 0.7313$ 、 $p < 0.001$)。同様に、1秒間隔の深度から検出した採餌イベント数と10秒間隔の深度から検出した採餌イベント数を潜水毎に計測し相関を調べたところ、正の相関関係が見られた ($n = 238$ 潜水、 $Y = 0.96486 * X + 0.13872$ 、 $r^2 = 0.8566$ 、 $p < 0.001$)。このことから10秒間隔の深度の記録から採餌イベントが検出できることが示された。海洋環境変動とクジラの採餌行動の関係を調べる上で使用した採餌イベントは、10秒間隔の深度記録から検出したものを使用した。シロナガスクジラ6個体から81時間、ザトウクジラ14個体から263時間、合計で344時間の行動データを解析した。シロナガスクジラから1534回、ザトウクジラから6521回、合計で8055回の潜水を記録が得られた。そのうち採餌イベントを伴う潜水は、シロナガスクジラから1298回、ザトウクジラから5665回検出された。それぞれの潜水深度は、シロナガスクジラは 54 ± 9 メートル(SD)、ザトウクジラは 34 ± 11 メートルであった。年別の1潜水あたりの採餌イベント数の平均は、シロナガスクジラは2012年：1.4回、2017年：1.2回、2018年：1.1回、ザトウクジラは2013年：1.4回、2014年：2.3回、2018年：1.1回、2021年：2.1回となった。採餌イベント数と水温(0 m, 20 m, 50 m)の関係を調べたところ、1潜水あたりの採餌イベント数は深度50 mの水温と負の相関があり、深度50 mの水温が低い年ほどクジラは良く採餌していたことが示された(図1)。その他の深度0 mや20 mの水温と採餌イベントには相関は見られなかった(図1)。本研究海域に来遊するヒゲクジラ類は深度30-60 m付近に分布する餌生物を採餌するため、深度0 mや20 mの水温よりも深度50 mの水温変化の影響を受けることが示唆された。

海生哺乳類や海鳥類などの海洋高次捕食者の行動は生態系変動の指標として用いる試みがされている。一方で、大型ヒゲクジラ類の行動は調査をすることが難しいことから、それらを生態系変動の指標として用いられた例は少ない。本研究では大型ヒゲクジラ類であるシロナガスクジラとザトウクジラの複数年に渡る行動記録から、ヒゲクジラ類の採餌イベント数が深度50 m付近の水温に影響されていたことを示した。ヒゲクジラ類の採餌行動が、気候変動に伴う生態系変動の指標となる可能性を示すことができた。



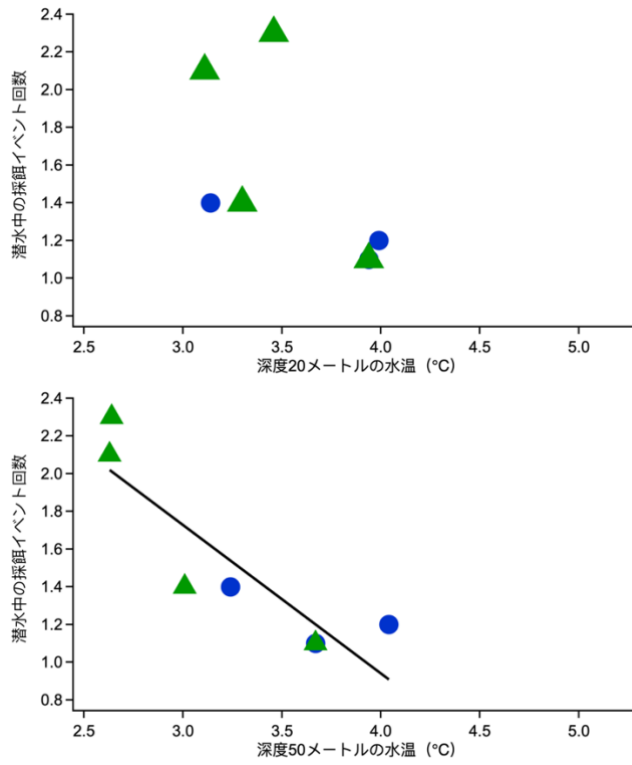


図1. 1潜水あたりの採餌イベント数と水溫の関係。上から深度0m, 20m, 50mの水溫を示す。各年の種ごとの平均値をプロットし、シロナガスクジラを青丸、ザトウクジラを緑三角で示す。1潜水あたりの採餌イベント数は深度50mの水溫と負の相関がみられた ($p < 0.01$)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	Univ. Veterinary Medicine Hannover			
アイスランド	University of Iceland			