

研究ノート

土佐湾のホエールウォッチングにおける鯨類の出現確率の季節変化と出現場所の特徴

古市 知¹⁾・加藤元海^{1), 2)*}

要旨

高知県では4月下旬から10月下旬にかけて、ニタリクジラを対象としたホエールウォッチングが盛んに行なわれているが、鯨類の出現は日によって大きく異なる。本研究では、土佐湾でホエールウォッチングによって観察される鯨類を対象に、2015年から2017年にかけての3年間、目視調査を実施した。鯨類の出現確率（1回の出航で鯨類が観察される確率）には季節性があり、夏以降に出現確率が高かった。ニタリクジラの出現確率は海面水温が24℃以上で顕著に増加し、ロジスティック解析の結果、ニタリクジラの出現の有無と海面水温との間に有意な関係があった。大潮や小潮、満潮や干潮などの潮汐条件に関しては、年によってニタリクジラの出現確率の変動が大きく、有力な予測条件とはなりえないことが示唆された。ニタリクジラは、高知県が設置している表層型浮き漁礁である黒潮牧場ブイの8号と12号付近で観察されることが多かった。土佐湾では夏以降、水温の上昇に伴い、ニタリクジラの餌となるイワシ類などの魚が豊富になる。加えて、漁船の出航隻数が増えるため鯨類の目撃情報が集まることから、魚が集まりやすい黒潮牧場ブイ付近において、夏から秋にかけて高い確率でニタリクジラが観察されることが示唆された。

キーワード：ニタリクジラ、ホエールウォッチング、土佐湾、水温

ニタリクジラ (*Balaenoptera edeni*) は鯨偶蹄目ヒゲクジラ亜目ナガスクジラ科ナガスクジラ属の1種である。ニタリクジラは主に北緯40度から南緯40度にかけての表面水温20℃以上の暖かい海域に分布する (笠松ほか 2009)。多くのヒゲクジラが繁殖域と採餌域の間で季節的な回遊を行なうのに対し、ニタリクジラは移動距離が例外的に短く、周年暖海域にとどまる (水口 2010)。土佐湾のニタリクジラは東シナ海系群に属し、夏季に九州南西部の沿岸を経て土佐湾まで移動する個体と、春先から夏季にかけて土佐湾に來遊し、同湾内に滞留する沿岸型の個体があると考えられている (木白 2012)。沿岸型個体の主な餌は、マイワシやウルメイワシ、カタクチイワシなどの群集性の小型魚である (加藤 2000)。沖合型のニタリクジラと呼び分けるため、沿岸型のニタリクジラに「カツオクジラ」という和名を適用することも検討されている (大石ほか 2004)。

高知県では1989年以降、土佐湾中部から西部にかけてニタリクジラの沿岸型個体を対象としたホエールウォッチングが盛んに行なわれるようになった (中島 1998)。土佐湾で観察される鯨類は、ニタリクジラに加えて、観察される頻度が高い順にハナゴンドウ (*Grampus griseus*)、ハンドウイルカ (*Tursiops truncatus*)、ハセイルカ (*Delphinus capensis*)、オキゴンドウ (*Pseudorca crassidens*)、カズハゴンドウ (*Peponocephala electra*)、シワハイルカ (*Steno bredanensis*) がいる。土佐湾のホエールウォッチングでは、漁業者が自分の船を操船し、クジラや海についてガイドしている (中島 1998)。

高知県では、ホエールウォッチングが観光資源として地域経済に与える影響が大きい (高知県 1995)。ホエールウォッチングでは、鯨類が観察できるかどうかは日によって大きく異なる。潮の干満などの海洋条件は地球と月の位置関係に依存しており、旧暦は月の満ち欠けを基に作られている。土佐湾のホエールウォッチングにおける鯨類の出現に関しては、旧暦を参考にして新月にあたる晩夏から秋にかけての時期、かつ、観察時間が満潮にあたる場合に高い確率で沿岸型のニタリクジラが観察できることが2012年の調査で示唆された (三好・加藤 2013)。

2018年5月17日受領；2018年11月12日受理

1) 高知大学理学部生物科学コース理論生物学研究室

〒780-8520 高知市曙町2-5-1

2) 高知大学黒潮圏科学部門

〒780-8520 高知市曙町2-5-1

*連絡責任者e-mail address: genkai@kochi-u.ac.jp

しかし、この研究は1年間の調査に基づいた結果であるため、示唆された条件は年によって変化するかは分かってない。そこで本研究では、2015年から2017年の3年間にわたる調査に基づき、三好・加藤(2013)の結果を検証するとともに、ホエールウォッチングにおいて鯨類の出現確率が高くなる条件を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

土佐湾でホエールウォッチングによって観察される鯨類を対象に目視調査を実施した。調査は、2015年5月2日から2015年10月30日、2016年4月29日から2016年10月31日、2017年4月22日から2017年10月28日の期間に行なった。調査期間は4-6月を春、7-8月を夏、9-10月を秋として3つの季節に分けた。本研究で対象とした鯨類は、主な対象をニタリクジラとし、オキゴンドウ、ハナゴンドウ、カズハゴンドウ、ハンドウイルカ、ハセイルカ、シワイルカは他の鯨類と総称した。出航回数は、2015年は32回、2016年は27回、2017年は53回であった(Table 1)。調査には、宇佐ホエールウォッチング協会に所属するホエールウォッチング船を利用した。ホエールウォッチング船の午前の便は8時、午後の便は12時30分に高知県土佐市の宇佐港から出港し、1回の航行時間は5時間程度である。ホエールウォッチングでは、他のホエールウォッチング船や漁船と互いに連絡を取り合いながら、鯨類の探索が行なわれる。鯨類を発見した場合には、観察の開始

Table 1. 月ごとの調査回数。

季節	月	2015	2016	2017
春	4	0	2	4
	5	12	7	19
	6	2	0	3
夏	7	0	8	11
	8	9	1	6
秋	9	3	3	4
	10	6	6	6
計		32	27	53

時刻と終了時刻、位置(緯度、経度)、種名、頭数、鳥山(海鳥の群れ)の有無を記録した。位置情報はGPS(eTrex 10J, Garmin)を用いて、鯨類を発見した時に乗っていた船の位置を記録した。鯨類の出現確率は、1回の出航で鯨類が観察された確率と定義した。

土佐湾における潮の変化については、「海の暦」(高知海上保安部2015、2016、2017)を参照して、日周潮と月周潮、旧暦を考慮した。日周潮に関しては、干潮(干潮の時刻と前後1.5時間)、上げ潮(干潮から満潮への上げ潮の時間)、満潮(満潮の時刻とその前後1.5時間)、下げ潮(満潮から干潮への下げ潮の時間)の4つに分類し、出港時間の中間時刻(午前の便は10時30分、午後の便は15時)がどの日周潮に該当するのかを考慮した。月周潮に関しては、小潮、中潮A、大潮、中潮Bの4つに分類した。ただし、小潮から大潮に向かう時期を中潮A、大潮から小潮に向かう時期を中潮Bとした。旧暦に関しては、旧暦の28-4日(新月)、5-12日(上弦の月)、13-19日(満月)、20-27日(下弦の月)の4つに分類した。土佐湾における海面水温を求めるにあたっては、高知県漁海況情報システムのホームページ(<http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/>、2017年12月22日閲覧)を参照して、高知県が設置している表層型浮き漁礁である黒潮牧場ブイ12号の位置(北緯33°07'12"、東経133°37'13")における水温を代表値とした。

ニタリクジラの出現と土佐湾の海面水温との関係を検討するため、目的変数をニタリクジラが観察された場合は1、観察されなかった場合は0とし、海面水温を説明変数としたロジスティック回帰分析を行なった。統計処理はフリーの統計分析ソフトウェアRを用いた(version 3.4.3: R Development Core Team 2017)。

結果と考察

出航回数112回のうち、鯨類が観察されたのは86回(76.8%)、そのうちニタリクジラが観察されたのは40回(35.7%)であった。鯨類の出現確率には季節性があり、夏以降に出現確率が高かった(Fig. 1)。特にニタリクジラは、春にはほとんど観察されなかったが、夏以降は高い確率で観察された。2012年に土佐湾で行なわれた調査でも、晩夏から秋にかけ

土佐湾の鯨類

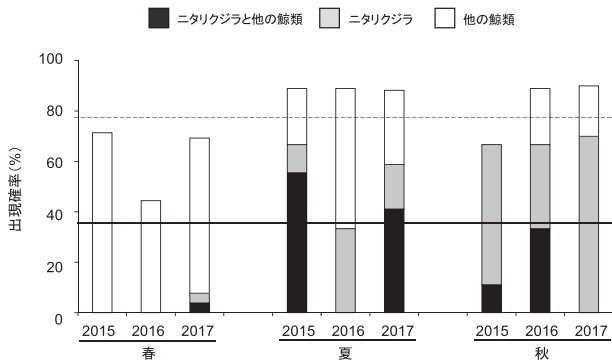


Fig.1. 季節ごとの鯨類の出現確率。破線は鯨類の平均出現確率、実線はニタリクジラの平均出現確率を表す。

てニタリクジラの出現確率が高くなったとの報告があり(三好・加藤 2013)、季節的な出現確率の特徴については本研究結果と概ね一致する。ニタリクジラの出現確率は、海面水温が24°C以上で著しく増加していた (Fig. 2a)。ロジスティック回帰分析の結果、ニタリクジラの出現確率と海面水温との間に有意な関係があり ($P < 0.001$)、ニタリクジラの出現確率が50%となる海面水温は26.4°Cであった (Fig. 2b)。土佐湾の海面水温が2015–2017年の平均値で26.4°Cを超えた時期は7月中旬から9月中旬であり (Fig. 2c)、夏以降に出現確率が高くなるという結果と概ね一致する。

潮汐条件とニタリクジラの出現確率の関係に関し

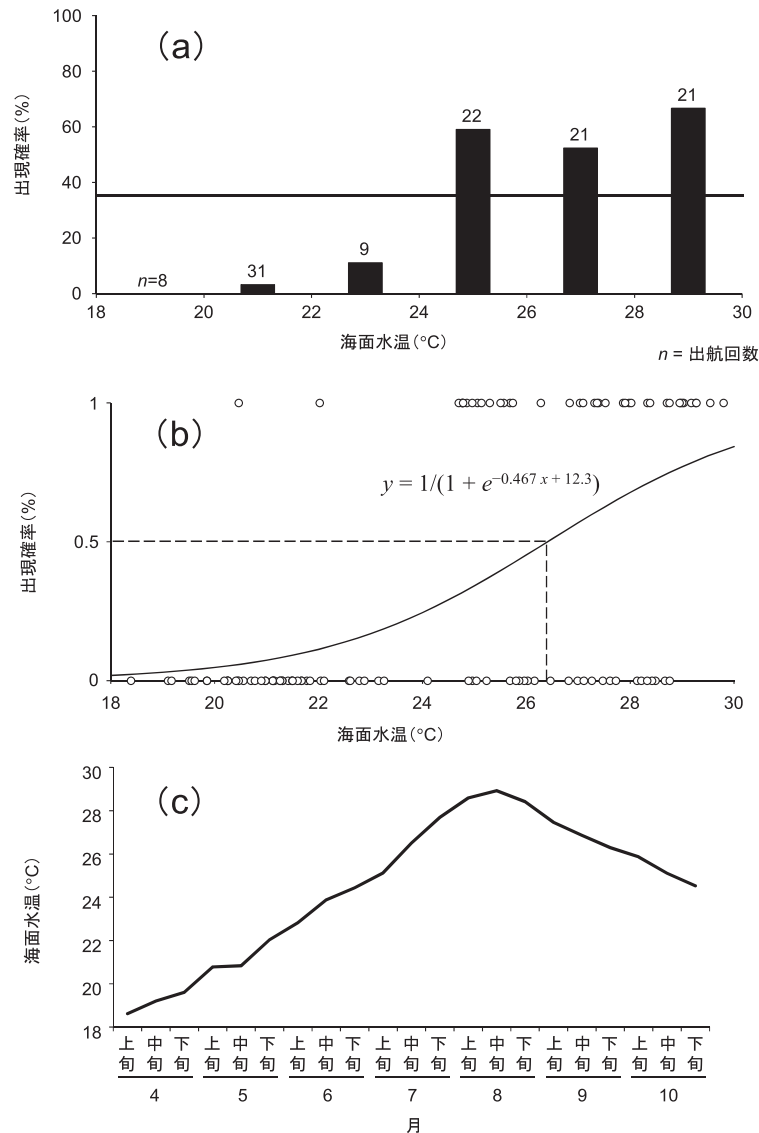


Fig.2. (a) ニタリクジラの出現確率と海面水温の関係。実線はニタリクジラの平均出現確率を示す。(b) ロジスティック回帰分析による水温勾配に沿ったニタリクジラの出現確率。実線はロジスティック回帰曲線、破線は出現確率が50%となる変曲点。(c) 2015–2017年における黒潮牧場12号ブイの平均海面水温。

て、日周潮が上げ潮のときに平均値よりも高い確率でニタリクジラが観察された (Fig. 3a)。月周潮と旧暦に関しては、年変動が大きく出現確率が高い条件はなかった (Fig. 3b, c)。2012年の調査では、旧暦の新月にあたる時期や日周潮が満潮にあたる時間帯に出現確率が高かったが (三好・加藤 2013)、これらの条件については年によって出現確率の変動が大きかったことから有力な予測条件とはなりえないことが示唆された。

ニタリクジラは黒潮牧場ブイの8号と12号付近もしくは北側で観察されることが多かった (Fig. 4)。土佐湾で観察される沿岸型ニタリクジラの餌は、イワシ類などの群集性の小型魚の占める割合が多い

(加藤 2000)。南西部日本沿岸に分布するニタリクジラは7月から9月にかけてマイワシやカタクチイワシなどのイワシ類とアジ類を捕食している (Nemoto 1959)。黒潮牧場ブイ付近では、ニタリクジラと一緒にイワシ類やカツオ、マグロの幼魚といった魚群や鳥山が本調査で観察され、数日間連続してニタリクジラが出現することが多かった。黒潮牧場ブイの北側での発見が多かった理由としては、鯨類を発見した時に乗っていたホエールウォッチング船の位置を記録したためであろう。つまり、宇佐港から出港するホエールウォッチング船は土佐湾沖に向けて南の方角に進行するため、黒潮牧場ブイ付近にいる鯨類を南下途中で前方に発見した場合、船

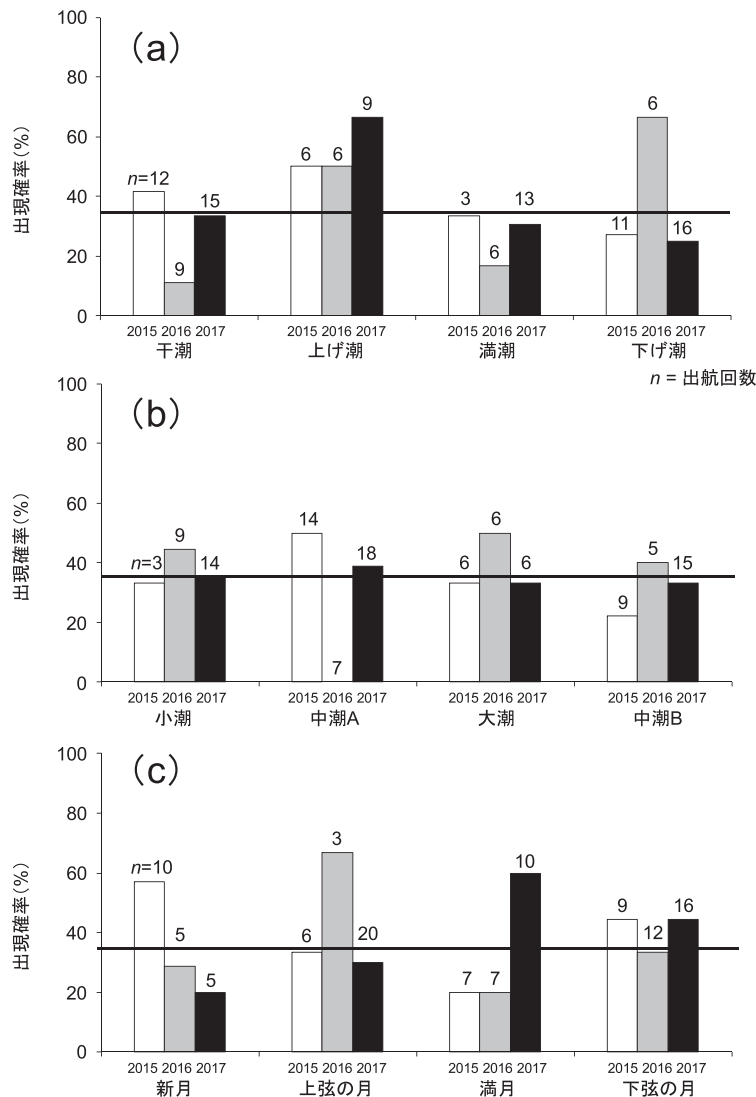


Fig. 3. 2015–2017年におけるニタリクジラの出現確率と潮汐条件の関係。(a) 日周潮。(b) 月周潮。中潮Aは小潮から大潮に向かう中潮、中潮Bは大潮から小潮に向かう中潮。(c) 旧暦。

土佐湾の鯨類

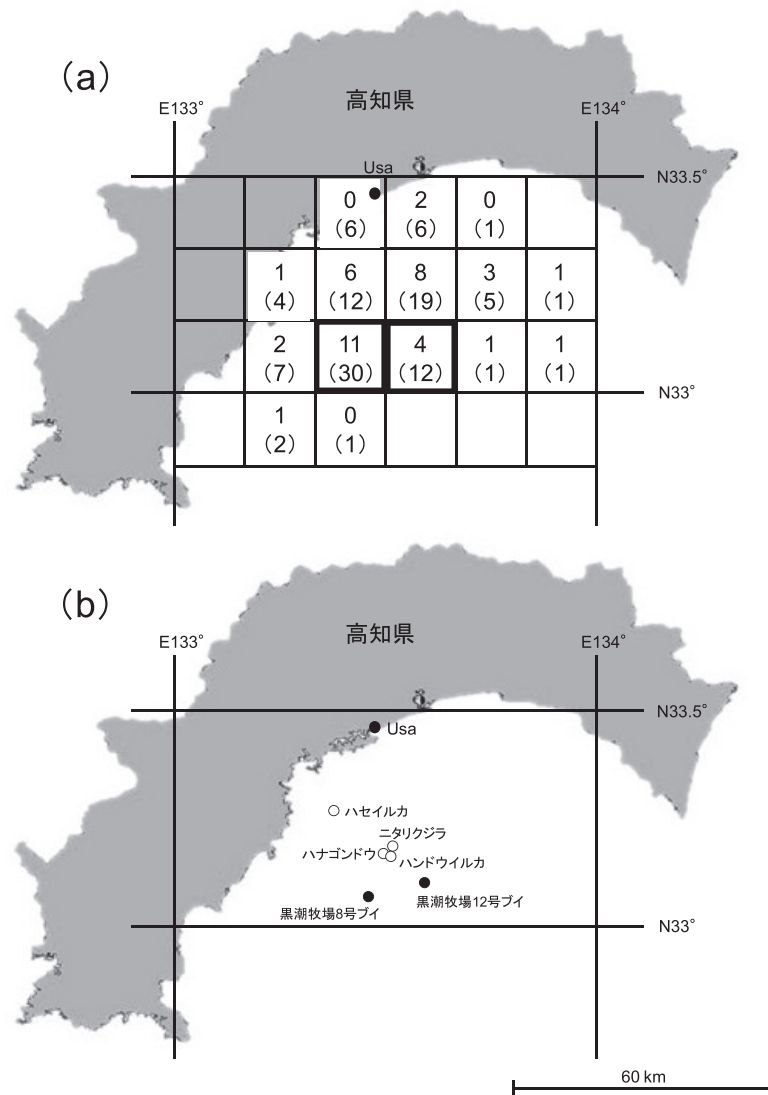


Fig. 4. 土佐湾において鯨類が観察された海域と黒潮牧場ブイの位置。(a) 2015-2017年にニタリクジラが観察された回数 (括弧内は他の鯨類を含めた鯨類の観察回数)。太枠は黒潮牧場ブイがある海域。(b) 種ごとの観察地点の重心と黒潮牧場ブイの位置。

の位置は黒潮牧場ブイの北となる。その他の鯨類の多くはニタリクジラと同様の場所に分布が集中していたが、ハセイルカは沿岸域で多く観察された (Fig. 4b)。観察回数が10回以下であった種は、オキゴンドウ (3回) とカズハゴンドウ (6回)、シワハイルカ (1回) であった。

夏以降にニタリクジラの出現確率が高かった要因として、夏以降はホエールウォッチング船や漁船の出航隻数が増え、多くの船から鯨類の目撃情報が寄せられたことが考えられる。ホエールウォッチングの繁忙期は夏以降であり、特に夏休みの時期には客数の増加に伴って出航隻数が増える (Fig. 5)。更に、

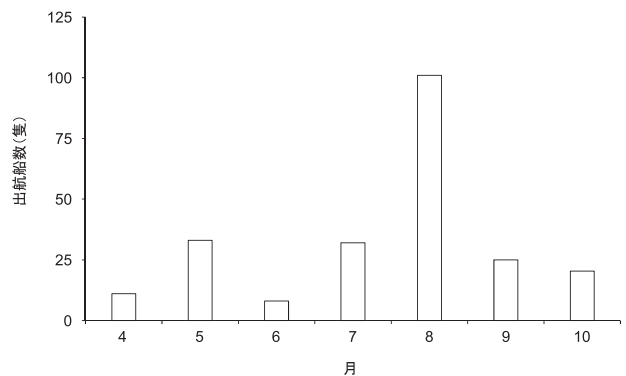


Fig. 5. 2015-2017年における宇佐ホエールウォッチング協会の月別平均出航船数。

土佐湾においてはホエールウォッチング船の多くは漁業者によって運営されているため（中島 1998）、同業者のネットワークを通じて鯨類の目撃情報が操業中の漁業者からも寄せられる。土佐湾では夏以降、カツオをはじめ、サバやイワシ類、アマダイ、カンパチの稚魚などを目当てに出漁する船が多くなる（ホエールウォッチング船長であり元漁業者の村松敏勝氏、私信）。特に、カツオ漁船はカツオを先導にクジラが追従する鯨付きカツオ群を発見するために、ブロー（クジラの噴き上げる潮）を目印としている（若林 2004）。夏以降はニタリクジラの餌（主にイワシ類）が豊富になり、ニタリクジラが表層にいる餌を食べるために特定の海域に留まって水面に浮上することから、比較的ブローを発見しやすい（村松敏勝氏、私信）。本研究では、時期と水温以外にニタリクジラの出現確率が高くなる条件を見出すことができなかったが、3年間の観測により、三好・加藤（2013）で得られたニタリクジラの出現確率と海洋条件との関連の確実性を高めることができた。

謝辞

本研究において、土佐湾での鯨類の調査に協力してくださった宇佐ホエールウォッチング協会の鳴滝清一郎氏、村松敏勝氏、久保松男氏、村松英一氏と久保英志氏に感謝いたします。査読者の方々からは本原稿に対して有益な助言をいただきました。

引用文献

- 笠松不二男・宮下富夫・吉岡基. 2009. 鯨とイルカのフィールドガイド. 東京大学出版会.
- 加藤秀弘. 2000. ニタリクジラの自然誌. 平凡社.
- 木白俊哉. 2012. 西部北太平洋、特に南西部日本沿岸におけるニタリクジラの資源生態学的研究. 博士学位論文, 東京海洋大学, 日本.
- 高知海上保安部. 2015. 平成27年「海の暦」. 海上保安協会高知支部.
- 高知海上保安部. 2016. 平成28年「海の暦」. 海上保安協会高知支部.
- 高知海上保安部. 2017. 平成29年「海の暦」. 海上保安協会高知支部.
- 高知県. 1995. 1994年度土佐湾ホエールウォッチング育成事業調査報告書.
- 水口博也. 2010. クジラ・イルカ生態写真図鑑. 講談社.
- 三好智子・加藤元海. 2013. 土佐湾のホエールウォッチングにおける鯨類の出現頻度と気象海洋条件との関係. 黒潮圏科学 6: 230-236.
- 中島敏男. 1998. 土佐湾のニタリクジラ. くろしお 13: 14-27.
- Nemoto T. 1959. Food of baleen whales with reference to whale movements. Scientific Report of the Whales Research Institute 14: 149-290.
- 大石雅之・和田志郎・山田格. 2004. ツノシマクジラ *Balaenoptera omurai* 調査概報といわゆるニタリクジラ *B. edeni*, *B. brydei* の分類. 日本海セトロロジー研究 14: 1-12.
- 若林良和. 2004. カツオの産業と文化. 成山堂書店.

Seasonal and spatial characteristics of the appearance of whales and dolphins during whale watching in Tosa Bay, Japan

Tomo Furuichi¹⁾ and Motomi Genkai-Kato^{1), 2)*}

¹⁾ Department of Biology, Faculty of Science, Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho, Kochi 780-8520, Japan

^{2)*} Graduate School of Kuroshio Science, Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho, Kochi 780-8520, Japan

Abstract

Whale-watching is one of the important sightseeing activities in Kochi Prefecture. It focuses on the Bryde's whale *Balaenoptera edeni*, as well as on other whales and dolphins, in Tosa Bay. The probability of the appearance of whales and dolphins greatly varies depending on the day. In this study, visual surveys on the appearance of whales and dolphins were conducted in Tosa Bay from 2015 to 2017. The probability of the appearance of

土佐湾の鯨類

whales and dolphins at one whale-watching cruise increased in summer to autumn. The probability of the appearance of Bryde's whales was greater than 50% when sea surface temperature was higher than 24°C. A logistic regression analysis showed a significant relationship between probability and water temperature. There were no clear relationships between the probability and tidal conditions such as neap and spring tides and

high and low tides. Bryde's whales which mainly feed on sardines were often observed near Kuroshio Farm buoys No. 8 and No. 12, both of which were artificial reefs to attract fishes such as sardines, bonito and tuna.

Key words: *Balaenoptera edeni*, whale watching, Tosa Bay, water temperature.