

漁業者への聞き取り調査から見る 日本の沿岸漁業とウミガメの関係

石原 孝^{1,2,*}・亀崎直樹^{1,2,**}・松沢慶将^{1,3}・石崎明日香⁴

¹日本ウミガメ協議会：特定非営利活動法人日本ウミガメ協議会 〒573-0163 大阪府枚方市長尾元町5-17-18-302

²東京大学：東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1

³須磨海浜水族園：神戸市立須磨海浜水族園 〒654-0049 兵庫県神戸市須磨区若宮町1-3-5

⁴WPRFMC：Western Pacific Regional Fishery Management Council. 1164 Bishop St. Suite 1400, Honolulu 96813, Hawaii, USA.

Assessing the Status of Japanese Coastal Fisheries and Sea Turtle Bycatch

Takashi Ishihara^{1,2,*}, Naoki Kamezaki^{1,2,**}, Yoshimasa Matsuzawa^{1,3} and Asuka Ishizaki⁴

¹STAJ: Sea Turtle Association of Japan.

Nagaomotomachi 5-17-18-302, Hirakata, Osaka, 573-0163, Japan

²Univ. Tokyo: Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo.

Yayoi 1-1-1, Bunkyo, Tokyo, 113-8657, Japan

³Suma Aqualife Park: Suma Aqualife Park Kobe.

Wakamiyacho 1-3-5, Suma, Hyogo, 654-0049, Japan

⁴WPRFMC: Western Pacific Regional Fishery Management Council.

1164 Bishop St. Suite 1400, Honolulu 96813, Hawaii, USA.

Abstract: A nationwide interview survey was conducted from 2009 to 2013 to evaluate the state of sea turtle bycatch in Japanese coastal fisheries. A total of 1,074 fishermen and other industry representatives were interviewed at 175 sites, and 2,087 responses regarding the various fishing methods used were collated. Bycatch frequency of more than 5–10 sea turtles annually per operation was reported in large and small pound net, gill net, bottom trawl, boat seine, surround net, rod and line, and trawl fisheries. The highest bycatch frequency was reported from large pound net fisheries, especially in the Pacific coast of Shikoku, followed by the East coast of Ki-i Peninsula. However, bycatch frequency among large pound net fisheries varied widely by operation. Bycatch mortality rate in large pound nets were also divided, with 30 of 40 valid respondents reporting low or nearly 0% mortality rate, while 5 respondents reported high or nearly 100% mortality rate. Small pound nets also demonstrated a relatively high bycatch frequency, although lower than large pound nets. The findings of this study suggest that the priority for addressing sea turtle bycatch in Japan should be placed on individual large pound nets with high sea turtle mortality. However, mitigation measures for coastal fisheries bycatch should be developed to ensure fish landings, especially since sea turtle nesting activities in Japan are increasing and exhibiting recovery from past trends.

Key words: Bycatch, Coastal fisheries, Interview survey, Mortality, Sea turtle

*現所属：須磨海浜水族園

**現所属：須磨海浜水族園／岡山理科大学

* Current affiliation: Suma Aqualife Park

** Current affiliation: Suma Aqualife Park/Okayama University of Science

序

漁業においては漁獲対象魚種だけでなく、経済的に価値のつかない生物も混獲されている。ウミガメも漁業によって混獲されており、混獲による個体数の減少は世界的な保全上の問題点であった。メキシコ湾西部では1940年代後半以降に盛んになったエビトロールでの混獲によって、ケンブヒメウミガメ (*Lepidochelys kempii*) やアカウミガメ (*Caretta caretta*) が大量に死亡しており、1980年代には年間500から5,000個体のケンブヒメウミガメと5,000から50,000個体のアカウミガメが死亡したと推計されている (National Research Council 1990)。このエビトロールによるウミガメの混獲死はウミガメ排除装置 (Turtle Excluder Device; TED) が1987年から実用化されるまで、卵の乱獲とともに個体数急減の主因となっていた (National Research Council 1990)。公海上においても遠洋の延縄や流し網によって混獲が起きており、2000年の1年間に世界全体でアカウミガメ200,000個体、オサガメ (*Dermochelys coriacea*) 50,000個体がそれぞれ混獲されたとの見積もりもある (Lewison et al. 2004)。また、マグロ、カジキなどを対象とした延縄では、混獲対策としてサークルフックと呼ばれるウミガメの掛かりにくい針の使用が推奨されるとともに、設置水深の変更や餌種類の選択などの方法も考案されてきた (Lewison and Crowder 2007, Read 2007, 清水ほか 2008, 塩出 2008, Ward et al. 2009, Gilman et al. 2010)。その結果、ハワイを拠点に操業するメカジキ延縄では混獲数を激減させることに成功し、オサガメで83%、アカウミガメで90%の減少が報告されている (Gilman et al. 2007, 石崎・サイモンズ 2010)。一方で、アカイカなどを対象とした公海上での流し網は混獲対策として漁具の改良ではなく国連決議により1992年末をもって操業が中止されることとなった。

このように混獲対策は沖合や公海上での漁業を中心に進められてきたが、その要因のひとつは、まとまった漁業団体があつたり行政の監督下に置かれていたりしたため、情報の集約が比較的容易にできたことにある。一方で、混獲状況の把握が遅れていた沿岸漁業でも2000年代以降、沿岸延縄や刺網、定置網によるウミガメの混獲があることが知られてきた (Crouse 1984, Lutcavage and Musick 1985, 亀崎 2000, 阿部 2006, 塩出ほか 2006, Peckham et al. 2007, Gilman et al. 2010)。前述のエビトロールや遠洋の延縄のような劇的な効果はまだないものの、混獲数や死亡率を含む現状の把握と漁法ごとの特性を考慮した混獲対策の開発が進められている (阿部 2006,

Peckham et al. 2009, 阿部・塩出 2010, Gilman et al. 2010, Wang et al. 2010, Silva et al. 2011)。

日本の沿岸漁業でも刺網、まき網、底びき網、定置網などでウミガメが混獲されていることが明らかになってきたものの (塩出ほか 2006, Ishihara 2009, 松沢・亀崎 2012, 渡辺・石原 2012)、混獲情報は一部の漁法や一部の地域に限られており全体像の把握はできていない。漁業者の多くは季節的に漁具・漁法を変えて操業をしており、その数や規模も非常に多岐に渡っている。定置網だけに限っても、地域や事業主によって網の仕様や操業期間に違いが見られ、混獲個体数や死亡率に大きな違いが認められる (Ishihara 2009)。

日本においては主にアカウミガメとアオウミガメ (*Chelonia mydas*) が産卵し (亀崎 2012)、稀にタイマイ (*Eretmochelys imbricata*) の産卵も奄美諸島以南で見られる (水野 2013)。中でもアカウミガメは国内の産卵地が関東から沖縄地方にかけて最も広く分布するとともに産卵巣数も最も多く、日本を代表するウミガメである。アオウミガメの国内産卵地は小笠原諸島および大隅諸島以南の琉球列島に分布し、砂浜によっては産卵巣数がアカウミガメを凌ぐ地域もある。日本のアカウミガメやアオウミガメの個体数に関する記録は世界的にも古くから残されており、過去に激減したことが示されている。国内のアカウミガメの産卵巣数は20世紀後半の間に約50-90%が減少し (Kamezaki et al. 2003)、アオウミガメでは1880-1890年代に多い年で年間1,000から1,800個体に上った小笠原諸島での捕獲数が1920年代半ばには250個体以下になっていた (Horikoshi et al. 1994)。一方で、2000年頃からアカウミガメとアオウミガメの産卵巣数は増加回復傾向にある (Chaloupka et al. 2008, 亀崎 2012, 亀崎・谷口 2012)。

近年の個体数の増加要因について、ウミガメは長命な生物であり、個体数の回復が産卵地を含めた保護策や遠洋漁業での混獲対策の成果なのか、長期的なレジームシフトの一端なのかは結論付けられない。そのため、日本沿岸を生息地とするアカウミガメ、アオウミガメ、タイマイ、オサガメの保全を考えると、危機要因となる沿岸漁業を抽出し、その混獲状況を把握しておく必要がある。また、漁業による混獲は、その時その場所にウミガメがいたことを示すものでもあり、海を生息域とするウミガメの生態を明らかにする鍵ともなる。そこで、本研究では今後の混獲対策と優先順位を国内で策定していくための知見を得ること、およびウミガメの生態に関する新見を得ることを目的とし、日本全国の沿岸漁業を対象とした漁法と操業形態に関する聞き取り調査を行い、

合わせてウミガメの混獲情報を収集した。

材料と方法

2009年9月~2013年2月にかけて、全国の漁業者および漁業協同組合職員などの漁業関係者を対象として操業形態とウミガメの混獲状況について聞き取り調査を実施した。調査地点は全国を南西諸島区、九州区、四国区、紀伊半島区、東海-内房区、日本海、外房-東北区、北海道区に分割した地区ごとに選定した (図1)。なお、北海道区はウミガメに関する過去の情報量が少なく、漁業者を含めた情報提供者との過去のやりとりからもウミガメの出現は非常に稀であると考えられたため、本研究では調査対象から除外した。また、外房-東北区は2011年3月11日に発生した東日本大震災による多大な漁業被害を考慮し、調査の実施を見送った。調査地となる漁港は農林水産省 (2005, 2010) の漁業地区を基に南西諸島区を除き各地区30地点ずつ選定した。調査は日本ウミガメ協議会の混獲調査拠点があり既存情報の多い四国区から開始し、調査地点は既存の情報からウミガメの混獲情報の寄せられていた漁港や規模の大きな漁港を



図1. 聞き取り調査の実施場所。乱数表から無作為に選定された調査地点を○で、既存情報から選択した調査地点を●で示す。北海道区は過去のウミガメ情報が乏しく、外房-東北区は東日本大震災によって甚大な漁業被害を被った地域であるため調査を実施しなかった。

選択した。続いて実施した九州区、紀伊半島区、東海-内房区、日本海区での聞き取り調査では、調査地点選択への客観性を高めるため、漁業地区に連番を付して乱数表にて20地点を無作為に抽出し、残る10地点を四国区と同様に既存情報を基に選択した。残る南西諸島区では島嶼間の移動が多くなることから、調査地点の数を25地点に絞り、10地点は無作為に、残る15地点は既存情報を基に選択した。また、各調査地点の地形条件を錦江湾、有明海、豊後水道、瀬戸内海、紀伊水道、伊勢・三河湾、相模湾、東京湾内、富山湾、若狭湾を湾・内海とし、それ以外を外海とした。

聞き取り調査は各調査地点で5人以上を対象とし、半構造化面接形式で行った。質問者はメモをとりながら会話形式で聞き取りを行い、面接終了後に回答を調査票に書き込む作業を行った。調査項目は操業形態 (漁法、操業時期、操業人数、船舶の数と大きさ、操業時間、漁具の浸漬時間、主要対象種) およびウミガメの混獲状況 (年間混獲数、混獲される種と季節、息継ぎの可否、死亡率) とし、聞き取りの中で被質問者の年齢と漁業歴に話が及んだ際にはそれも記録した。年齢および漁業歴は10年単位でまとめた。

聞き取り調査の結果から、はじめにウミガメの混獲頻度の高い漁法を抽出した。ここで、ウミガメの混獲個体数は漁業者の記憶に頼ったおおよその数であることから、クラス1: ないかほとんどない (1個体未満/年)、クラス2: 年間数個体程度 (1-5個体/年)、クラス3: 10個体はない (6-10個体/年)、クラス4: 20個体程度 (20 ± 10個体/年)、クラス5: 50個体程度 (50 ± 20個体/年)、クラス6: 100個体程度 (100 ± 30個体/年)、クラス7: 100個体を優に越える (> 130個体/年) に区分し、回答数の多いクラスの階級が高い漁法を混獲頻度の高い漁法とした。また、死亡率については漁業者の記憶はさらに曖昧であったため、具体的な数値での区分は難しかった。そこで、ほぼ0%、低率、約50%、高率、ほぼ100%、漁具内の発見場所によって異なる場合は場所による、体サイズによって異なる場合をウミガメの大きさによる、に区分した。

結果

全国を8地区に大別したうちの6地区において、農林水産省 (2005, 2010) に記載された漁港地区1,504地点中11.6%にあたる175地点を選定し、1,074名に聞き取り調査を実施した。各地区において調査した地点の割合は南西諸島区35.7% (25/70地点)、九州区6.1% (30/489

地点), 四国区 11.7%(30/257 地点), 紀伊半島区 16.3% (30/184 地点), 東海-内房区 15.5%(30/193 地点), 日本海区 9.6%(30/311 地点)であった。漁法について延べ 2,134 件の回答を得たが, そのうち同一の船あるいは同一の船団に所属する漁業者からの回答が 47 件あった。以後, 同一の船あるいは船団からの回答は統合し全 2,087 件として解析した。

漁業者と漁法

漁業者の年齢は 596 名から情報が得られ, 50 代, 60 代, 70 代がそれぞれ 148 名 (24.8%), 152 名 (25.5%), 155 名 (26.0%) と大勢を占め, 80 代以上も 30 名見られた (表 1)。聞き取り調査の中では 10 代はおらず, 20 代から 40 代までを合わせても 50 代から 70 代に比べて少なかった。同様に, 漁業歴は 470 名から情報が得られ, 40-49 年が最も多く 99 名 (21.1%) で, 次いで 50-59 年の 88 名 (18.7%), 30-39 年の 85 名 (18.1%) であった (表 1)。60 代以上の世代では中学校に上がる頃から父親とともに漁業を営んでいた人も多く, 70 年以上の漁業歴を持つ漁業者も 4 名みられた (表 1)。

聞き取った漁業は 47 種類に大別され, 回答数の最も

多かった漁法は刺網 (400 件) であり, 次いで釣り (244 件), ひき縄 (182 件), 底びき網 (175 件), 小型定置網 (163 件), 延縄 (132 件), 潜水 (112 件), 養殖 (96 件), 大型定置網 (89 件) の順に多かった。なお, ここでの刺網は底刺網を指し, 浮き刺網は流し網に区分した。漁法の割合はすべての漁業経営体を対象に実施された漁業センサス (農林水産省, 2010) の結果と比較して, 大型定置網, 小型定置網, 刺網, 底びき網, 延縄の割合が高く, 釣り, 採貝・採藻, その他の漁業, 養殖の割合が低かった (表 2)。

混獲頻度

ウミガメの混獲頻度についてクラス 3 以上の回答が 1 件でもあった沿岸漁業の漁法は大型定置網, 小型定置網, 刺網, 底びき網, 船びき網, 延縄, まき網, 釣り, ひき縄の 9 漁法であった (表 3)。遠洋マグロ延縄では 2 件中 1 件がクラス 3 以上であったが, 沿岸漁業ではなく, 回答数も少ないため解析から除外した。それら以外の漁法ではほとんどの回答がクラス 1 であった。いずれの漁法もすべての回答で混獲が認められたわけではなく, 同一漁法内でのばらつきがあった。回答数の多いクラスの

表 1. 聞き取りを行った漁業者の年齢構成と漁業歴構成。回答を得た年齢と漁業歴について, 地区別にまとめた。

年齢	南西諸島	九州	四国	紀伊半島	東海-内房	日本海	合計 (%)
10 代	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
20 代	0	3	1	2	1	4	11 (1.8)
30 代	13	7	6	6	5	3	40 (6.7)
40 代	9	12	10	16	8	5	60 (10.1)
50 代	26	29	16	37	23	17	148 (24.8)
60 代	30	37	20	20	24	21	152 (25.5)
70 代	22	23	27	38	26	19	155 (26.0)
80 代	4	4	2	9	9	1	29 (4.9)
90 代	0	0	0	1	0	0	1 (0.2)
合計	104	115	82	129	96	70	596 (100)

漁業歴	南西諸島	九州	四国	紀伊半島	東海-内房	日本海	合計 (%)
10 年未満	8	3	7	8	9	11	46 (9.8)
10-19 年	24	16	1	4	7	6	58 (12.3)
20-29 年	13	12	4	7	6	12	54 (11.5)
30-39 年	30	20	5	4	9	17	85 (18.1)
40-49 年	18	23	16	10	10	22	99 (21.1)
50-59 年	16	19	14	15	12	12	88 (18.7)
60-69 年	5	5	3	7	8	2	30 (6.4)
70-79 年	3	0	0	1	0	0	4 (0.9)
引退その他	0	0	2	2	2	0	6 (1.3)
合計	117	98	52	58	63	82	470 (100)

表 2. 聞き取った漁法の割合。選定した 175 地点の漁港において 1,074 名より得た, 2,087 件の漁法について回答数をまとめた。ただし, 同一の船あるいは同一の船団に所属する漁業者からの回答 47 件は解析に先立ち統合した。

農林水産省 (2010)		本研究			
漁法	割合 (%)	漁法	割合 (%)	小計 (%)	件数 (n)
大型定置網	0.3	大型定置網	4.3	4.3	89
小型定置網	2.6	小型定置網	7.8	7.8	163
刺網	13.6	刺網	19.2	20.5	400
		流し網	1.3		27
底びき網	5.4	底びき網	8.4	8.4	175
船びき網	1.9	船びき網	3.7	4.0	77
		地びき網	0.3		6
延縄	3.5	延縄	6.3	6.3	132
遠洋マグロ延縄	0.1	遠洋マグロ延縄	0.1	0.1	2
まき網	0.6	まき網	2.8	2.8	59
釣り	32.0	釣り	11.7	21.7	244
		ひき縄	8.7		182
		立縄	1.2		26
敷網	0.2	敷網	0.0	0.4	1
		棒受け網	0.3		7
その他の網漁業	2.0	ごち網	0.5	1.4	10
		すくい網	0.2		4
		込網	0.2		4
		張網類	0.1		2
		打たせ網	0.1		2
		ささ網	0.1		2
		すくいチリメン	0.1		2
		ひきまわし網	0.0		1
		八艘張網	0.0		1
		まわし網	0.0		1
小型捕鯨	0.0	小型捕鯨	0.1	0.1	2
潜水器漁業	1.0	潜水	5.4	5.4	112
採貝・採藻	16.4	採貝・採藻	3.6	5.2	76
		磯見漁	0.6		13
		かなぎ漁	0.6		12
		みづき	0.2		4
		ガンヅメ	0.1		3
その他の漁業	9.7	かご	3.3	5.7	69
		つぼ	1.1		23
		筒	0.2		5
		突きとり	0.2		5
		トビウオ追い込み	0.1		3
		突きん棒	0.1		3
		サンゴ漁	0.1		3
		たきや漁	0.1		3
		スイシ漁 (磯見漁)	0.0		1
		焚こみ	0.0		1
		イカ拾い	0.0		1
		うなぎ漁	0.0		1
		よてじ	0.0		1
海面養殖	10.7	養殖	4.6	4.6	96
対象外		遊漁	0.6	1.5	13
		観光	0.3		7
		詳細不明	0.5		11
				合計	2,087 件

階級が最も高かったのは大型定置網で、次いで小型定置網、刺網であった。また、大型定置、小型定置、刺網の混獲頻度を既存情報から選択した地点と無作為抽出した地点で比較したところ有意な差は認められなかった ($p>0.05$, Kolmogorov-Smirnov test)。そのため以降は調査地点の抽出方法を区別することなく解析した。

大型定置網

大型定置網の混獲状況について76件の回答を得た。混獲頻度はクラス2が25件(32.9%)、クラス3が18件(23.7%)と多かったが、クラス7まですべてのクラスに分散していた(表3)。ウミガメの種について有効な回答があったのは26件で、主要な種はアカウミガメとアオウミガメであった。また、アカウミガメの方が多くとした回答は10件であったのに対し、アオウミガメの方が多くとした回答は4件であった。

大型定置網について全国を大別した地区別に混獲頻度のクラス分布を見ると、混獲頻度は地域で大きく異なり、日本海や東海-内房区ではクラス3以下の3つのクラスがそれぞれ97%と75%を占めたが、九州区と紀伊半島区ではクラス3からクラス5の3つのクラスでそれぞれ70%と79%、四国区ではクラス4からクラス6の3つのクラスで100%を占めた(図2)。南西諸島区は大型定置網の絶対数そのものが少なく、聞き取りのできた唯一の網の回答はクラス7であった。

日本海区では37件中29件の大型定置網が富山湾や若狭湾の中に設置されていた。湾・内海と外海に面した網

の混獲頻度はクラス2が最も多く、それぞれ58.6%と62.5%を占めた。一方、東シナ海や太平洋に接する九州区や四国区、紀伊半島区、東海-内房区では外海に面した網が38件中34件と多く、ウミガメの混獲頻度は湾・内海の網がクラス2または3であったのに対し、外海に面した網ではクラス3から6に集中しており全般的に高い傾向にあった(図3)。なお、九州区の玄界灘に面した調査地点および四国区の瀬戸内海に面した調査地点において、聞き取り調査で大型定置網からの情報はなかった。

大型定置網での死亡率について40件の有効な回答を得た。その75.0%にあたる30件では死亡率はほぼ0%か低率で、高率やほぼ100%の死亡率との回答は5件(12.5%)であった。また、場所によるとの回答が4件、ウミガメの大きさによるとの回答が1件であった。回答

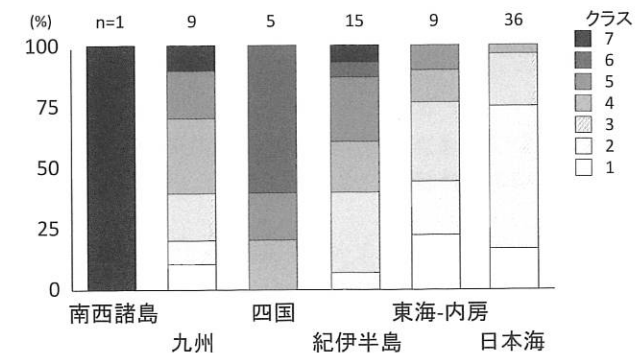


図2. 大型定置網での地区別混獲頻度。混獲頻度の表し方は表2に同じ。図中の数字は有効回答数を示した。

表3. 聞き取り調査で抽出された漁法とそれぞれでの混獲頻度。回答を得た混獲頻度をクラス1から7に区分した。クラス1: 1個体未満/年, クラス2: 1-5個体/年, クラス3: 6-10個体/年, クラス4: 20個体程度/年, クラス5: 50個体程度/年, クラス6: 100個体程度/年, クラス7: 年100個体を優に越える。漁法の種類については表2に同じだが、クラス3以上の回答のなかった漁法はまとめて示した。

漁法	クラス1 (<1/yr)	クラス2 (1-5)	クラス3 (6-10)	クラス4 (20 ± 10)	クラス5 (50 ± 20)	クラス6 (100 ± 30)	クラス7 (>130)	不明	合計
大型定置網	9	25	18	9	8	4	3	13	89
小型定置網	49	44	10	8	3	0	1	48	163
刺網	198	33	9	2	1	1	0	156	400
底びき網	83	9	0	2	0	0	0	81	175
船びき網	20	11	0	2	0	0	0	44	77
延縄	54	5	6	0	0	0	0	67	132
まき網	22	4	0	1	0	0	0	32	59
釣り	89	0	0	2	0	0	0	153	244
ひき縄	133	1	0	0	1	0	2	45	182
遠洋マグロ延縄*	0	1	0	0	1	0	0	0	2
上記以外の漁法	202	8	0	0	0	0	0	354	564
合計									2,087件

*: 沿岸漁業ではない漁法

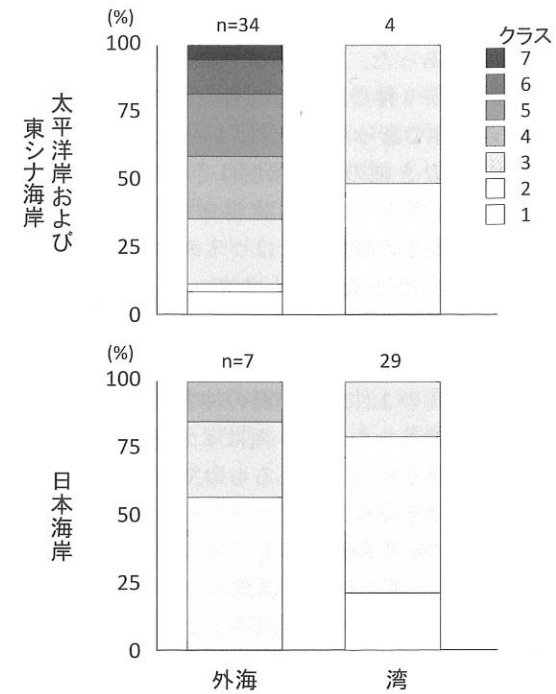


図3. 大型定置網での海洋別地形条件別混獲頻度。混獲頻度の表し方は表2に同じ。図中の数字は有効回答数を示した。

数の比較的多かった日本海区(12件)と紀伊半島区(13件)での死亡率について見てみると、日本海区では12件すべてがほぼ0%であったのに対し、紀伊半島区では3件(25.0%)が高率あるいはほぼ100%と回答した。ただし、紀伊半島区でも最も多い回答はほぼ0%の5件(38.5%)であった。また、ウミガメが息継ぎの可能な網型かどうかについても聞いたところ、死亡率0%および低率の大型定置網では29件から回答があり、26件が息継ぎ可能、2件が息継ぎ可能だが一部不可能、1件が不明、死亡率が高率およびほぼ100%の大型定置網では5件中5件が息継ぎ不可能との回答であった。なお、全回答中最も混獲頻度の高かった網は紀伊半島区にあり、この網は海面に開けているため死亡率は低く、ウミガメは発見後速やかに放流されていた。

小型定置網

小型定置網では、115件の回答中93件(80.9%)はクラス1または2であり、混獲頻度の低い網が多かったが、クラス5を越える回答も4件あった(表3)。

地区別に比較すると、相対的に混獲頻度が高かったのは南西諸島区であった。回答数は少ないものの、6件中5件がクラス3以上で、そのうちクラス5と7がそれぞれ1件ずつあった。次いで九州区の混獲頻度が高く、29

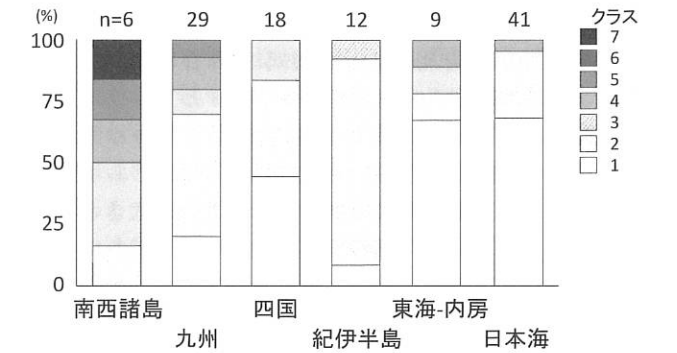


図4. 小型定置網での地区別混獲頻度。混獲頻度の表し方は表2に同じ。図中の数字は有効回答数を示した。

件中9件(31.0%)がクラス3以上でそのうちクラス4が4件、クラス5が2件みられた。一方で、四国区では18件中15件(83.3%)、紀伊半島区では12件中11件(91.7%)、東海-内房区では9件中7件(77.8%)、日本海区では41件中39件(95.1%)がクラス1または2であり、南西諸島区や九州区に比べて混獲頻度は低かった(図4)。

混獲されたウミガメの種類について言及のあった小型定置網は28件あった。アオウミガメとアカウミガメが主要な種であり、アオウミガメの方が混獲数が多いとした回答は14件であったのに対し、アカウミガメの方が多くとした回答が9件であった。また、タイマイも時折混獲されるとした回答が2件あった。

小型定置網による死亡率については58件の回答があり、ほぼ0%が38件(65.5%)、低率が1件(1.7%)、約50%が2件(3.4%)、高率が4件(6.9%)、ほぼ100%が12件(20.7%)、場所によるが1件(1.7%)であった。死亡率を地区別にみると日本海区や紀伊半島区ではそれぞれ15件中12件(80.0%)と6件中6件(100%)がほぼ0%と全般的に低く、東海-内房区では4件中4件が高率かほぼ100%と高かった。九州区や四国区では死亡率がほぼ0%がそれぞれ19件中12件(63.2%)と14件中8件(57.1%)であったのに対して、死亡率ほぼ100%もそれぞれ5件(26.3%)と5件(35.7%)みられた。また、ウミガメが息継ぎの可能な網型かどうかを聞いたところ、死亡率0%および低率の小型定置網では39件中33件(84.6%)が息継ぎ可能、2件(5.1%)が息継ぎ不可能、4件が不明であり、死亡率が高率およびほぼ100%の小型定置網では16件中16件が息継ぎ不可能との回答であった。

刺網

刺網は244件中198件(81.1%)がクラス1に集中し、

クラス2が33件(13.5%)と続いた(表3)。ウミガメの種類について言及のあった刺網は37件あり、アオウミガメが27件(73.0%)、アオウミガメとアカウミガメまたはタイマイがそれぞれ1件(2.7%)、アカウミガメが7件(12.1%)、タイマイが2件(3.4%)であった。アオウミガメの場合特に小型、手で示された大きさなどからおそらくは標準直甲長40-50cmの個体が多いようであった。

死亡率についてはほとんど死なないとする回答が52件中28件(53.8%)と過半数を超えていた。また、刺網は年や季節、天候によって設置場所や網目や網丈を変更するため、漁獲対象でないウミガメについては混獲の多い漁場や網の型、具体的な死亡率についての記憶はほとんどの場合曖昧であった。

その他の漁法

この項では上述の3漁法以外でクラス3以上の混獲がみられた沿岸漁業である底びき網、船びき網、延縄、まき網、釣り、ひき縄について混獲状況をまとめた。

沿岸での底びき網での混獲頻度は主にクラス1であった。混獲される種類は、種を推定できる回答13件のうち、アカウミガメが多いという回答が11件を占め、春先あるいは夏から秋が多いようであった。中には年間30個体ほどかかるといふ回答もあったが、94件中2件に過ぎなかった(表3)。混獲されたウミガメの死亡率は、20件の回答中12件がほぼ0%、5件が低率と低かった。

船びき網では、混獲頻度に関する33件の回答中31件がクラス1あるいはクラス2で、クラス4が2件のみ遠州灘の沿岸で見られた(表3)。混獲のある季節に関して10件の回答があり、夏あるいは夏から秋が6件、6-7月が3件、お盆前が1件と、6-7月頃に集中した。死亡率についての回答は11件あり、ほぼ0%が5件、低率が5件、高率が1件であった。種を判別できる回答は得られなかった。

沿岸で操業される延縄での混獲頻度は65件の回答中クラス1が54件(83.1%)と大半を占めた(表3)。クラス3に分類された6件の操業者は近海マグロ延縄2件、伊勢湾内のフグ延縄2件、南西諸島区のパエフキダイ類延縄2件であった。近海マグロ延縄では年間を通しておそらくアカウミガメが5頭前後、伊勢湾内のフグ延縄は10-12月にアカウミガメが10頭程度かかるとのことであった。死亡率についての回答は15件あり、そのすべてがほぼ0%であった。

まき網での混獲頻度は27件の回答中クラス4の回答が1件(3.7%)あったが、その他はクラス1が22件

(81.5%)、クラス2が4件(14.8%)と低クラスの回答がほとんどであった。死亡率についての回答は12件あり、ほぼ0%が9件、低率が1件、約50%が1件、ほぼ100%が1件であった。

釣りおよびひき縄の混獲頻度はそれぞれ有効回答91件中89件(97.8%)および137件中133件(97.1%)がクラス1で、大半の経営体ではウミガメの混獲はないか非常に稀であった(表3)。一方で、クラス4以上の回答が釣りで2件(2.2%)、ひき縄で3件(2.2%)みられ、一部の経営体では高頻度でウミガメが混獲されていた。釣りでクラス4の2件は遠州灘の沖合で5-7月頃に集中するとのことであった。ひき縄は屋久島近海で5-8月にカツオなどを狙って操業されるもので混獲が多く、混獲されるのはおそらくアカウミガメだろうとのことであった。死亡率についての聞き取りは4件で行われ、そのすべてがほぼ0%、さらにいえば死なないとのことであった。

考 察

1. 聞き取り状況

全国の漁業者のうち、2012年11月1日現在、51.5%が60歳以上であり、40-59歳の階層が32.5%を占める(農林水産省2013)。本調査での聞き取り対象も60歳以上が56.5%、40-59歳が34.9%と農林水産省(2013)の報告と同様の割合を示し、年齢層の高齢化が認められた。

本研究で聞き取った漁法は2008年に実施された漁業センサス(農林水産省2010)の結果と比較して、大型定置網、小型定置網、刺網、底びき網、延縄で回答数の割合は高くなったが、漁法は網羅されており、調査の実施地域の傾向を示す結果といえた。また、これらの割合の高くなった漁法は既存情報として混獲情報が寄せられていたり標識のついたウミガメが発見されたりするなど特に注目していた漁法であり、実際に混獲頻度が上位の漁法であった。調査員はこうした混獲が多いと思われる漁法、特に定置網類に携わる漁業者への聞き取りを優先しており、その結果、回答数の割合が高くなったと考えられた。沿岸漁業とウミガメとの関連を考えると、混獲頻度の高い漁法の回答数が増えたことは有効であった。一方で、個々の回答からは同一地区の同一漁法においても混獲種や混獲頻度に大きな違いがあったことから、微地形の違いや設置水深が混獲種や混獲頻度に与える影響は少なくないと考えられた。そのため、各漁法の混獲状況を一般化する際には注意が必要である。

2. 混獲頻度

2-1. 漁法による混獲頻度の違い

1件あたりの混獲頻度は大型定置網が最も高く、小型定置網も大型定置網ほどではないが他の漁法に比べて高かった。次いで刺網の混獲頻度が高かったものの、大型定置網や小型定置網と比較するとクラス1や2といった低クラスの割合が高かった。その他の漁法では稀に高クラスの経営体もあったが、ほとんどはクラス1か2であった。定置網が他の漁法に比べて混獲頻度が高くなる正確な理由は不明だが、生物の回遊ルートを遮断するように網が仕掛けられていることと24時間常に海中に仕掛けられていることが関係していると推察された。定置網はその名の通り定まった場所に固定された待ち受け型の漁法であり、魚道に沿って設置されている。魚道を通る魚の群れを網内に保持する漁法であるため、その魚道を通ったウミガメも網に入りやすいのかもしれない。また、定置網は台風などの荒天や非漁期を除いては常に海中に設置されているため、ウミガメが入網する機会が多い可能性も考えられた。ただし、これらだけでは他の漁法では混獲されにくいことや定置網で混獲頻度が高くなる明確な理由とはならない。今後、定置網へ誘導されてくるウミガメの行動についても研究が進むことが期待される。

小型定置網に比べて大型定置網で混獲頻度が高かったのは、漁具の設置場所や操業方法の他、操業規模も関わっていると考えられた。大型定置網と小型定置網の主な違いは設置水深であり、深い場所では設備も大がかりとなるため、操業規模も大きくなる。操業規模が大きい分、漁獲量も相対的に多くなるため、ウミガメの混獲数も多くなるものと考えられた。

2-2. 大型定置網

大型定置網での混獲頻度は全国を大別した地区によっても、また地区内でも網によって大きく異なっていた。地区別にみても、混獲頻度の主要なクラスが最も高かった四国区では、地区内で30経営体が操業しており(農林水産省2010)、そのうち25経営体は太平洋岸に集中していた。混獲種はアカウミガメが大半を占め、特に東西両端に伸びる足摺岬と室戸岬の周辺で混獲頻度が高いようであった。土佐湾を形作るこの二つの岬は黒潮の影響を強く受け、ブリやアジ、サバ、ソウダガツオなどの回遊性の魚が漁獲される。アカウミガメの回遊ルートは衛星発信機による追跡結果から(Sakamoto et al. 1997, Hatase et al. 2002a, Hatase et al. 2002b, 亀崎2012)、黒潮の影響も受けていると考えられており、そのために両岬先端

近くでの混獲が多くなったのであろう。紀伊半島区もまた黒潮の影響を強く受け、ブリを主要対象魚種として大型定置網の設置されている地域である。聞き取りを行った全国の大型定置網の中でも突出して混獲頻度が高かった網はこの紀伊半島区にあり、回答者曰く多い年少ない年があるものの年間200-300個体が入網するとのことであった。この網で混獲される種類については判然としなかったが、ウミガメの来遊が黒潮の影響を受けることを支持する結果であった。

日本海区では、回答数の割合が高かったのは混獲頻度の低いクラスであったが、1網あたり年間数個体ほどが見つかっていた。日本海区は大型定置網が非常に盛んで166経営体が操業しており(農林水産省2010)、設置密度は聞き取りを行った地区中最も高かった。したがって、同一個体が複数回混獲される割合も他地区に比べて高くなるかもしれないが、日本海全体での混獲総数は数百個体規模になるとも考えられた。日本海岸でウミガメが産卵することは非常に稀であり(亀崎・松井1997, Kamezaki et al. 2003, 亀崎2012)、漂着を含めてもウミガメに関する報告例は少ないことから、従来日本海はウミガメの主要な生息地とはみなされてこなかった。しかし、混獲されない個体も相当数いるだろうことや遊泳能力の高い成体や亜成体が見つかることを踏まえると、日本海はウミガメにとって偶発的に迷い込む場所ではなく、重要な生息地のひとつである可能性は高い。

内海か外海に分別した地形条件をみると、九州区や四国区に代表される太平洋岸や東シナ海岸ではウミガメは外海での混獲が多い傾向がみられ、主に外海に面した生息地が多い既存情報と一致しているようであった。一方で、日本海側での生息状況はまだわからないことも多く、今回の調査で日本海側では湾内と外海における混獲頻度に大きな差が見られなかったことで、太平洋側とは異なった行動様式を持つ可能性を示した。ただし、太平洋・東シナ海側の内海および日本海側の外海には大型定置網の設置数および聞き取り調査の回答数が少なく、外海の中でも太平洋や東シナ海、日本海では海況条件も異なるため、今後の更なる情報収集が必要である。今後、日本海がウミガメの生息地としてどのような役割を持っているのか明らかにされていくことが期待される。

2-3. 小型定置網

小型定置網の混獲頻度は大型定置網に比べると低いクラスが多かったものの、その他の沿岸漁業よりは高かった。混獲頻度の高い地区は大型定置網とは異なり、南西諸島区、次いで九州区と低緯度の地区であった。これは、

小型定置網に主に入網するのはアオウミガメであり、アオウミガメの生息密度は日本国内では低緯度ほど高いためかもしれない。実際、レジャーダイバーから日本ウミガメ協議会に寄せられたアオウミガメの目撃情報や1潜水あたりの出現個体数は南西諸島区で高かった (Sato et al. 2013)。

大型定置網ではアカウミガメの混獲が多かったのに対して、小型定置網でアオウミガメの混獲が優占したのは、小型定置網は大型定置網より沿岸寄りで設置水深が浅いことに起因すると考えられた。アオウミガメは餌となる海藻や海草が群落を形成する海岸近くに生息し、アカウミガメは沖合を回遊していると考えられ (優谷 2010)、沖合側に設置された大型定置網ではアカウミガメが入網し、海岸近くに設置された小型定置網ではアオウミガメが入網しやすいのだと推察された。小型定置網でもアカウミガメが多いとする網もあった。アカウミガメの多い網は比較的規模が大きく水深の深い網だと考えられた。ただし、日本近海で多く見られる標準直甲長 40-50cm のアオウミガメ (平手 2000, 武内 2008, 岡本ほか 2011, 谷口・亀崎 2011) の中には背甲が赤褐色の個体もあり、著者らの経験上こうした個体が時折アカウミガメと誤認されることがあった。したがって、アカウミガメが多いとした回答の中には、小型のアオウミガメをアカウミガメと誤認している場合もあると考えられた。

2-4. 刺網

刺網で混獲される場合は小型のアオウミガメであることが多いようであったが、目測で甲長 80cm や体重 100kg 程度の大きなアカウミガメがかかるという網も 6 件あった。アカウミガメにかかる網では 5-7 月に多いことから、産卵地近くでは産卵のために沿岸に寄った雌が稀に混獲されているものと推察された。一般的に、回答者は刺網にかかった事実は記憶にあるものの、それが正確にいつであったか、年に何回程度の頻度であるかの記憶は曖昧であった。

2-5. その他の漁法

底びき網はその名の通り、海底あるいは海底付近に沈めた網を曳航することで漁獲する漁具である。そのため、肺呼吸動物であるウミガメは網に入ると息継ぎをすることができず、1980 年代には米国大西洋岸やメキシコ湾で底びき網の一種、エビトロールによるケンブヒメウミガメやアカウミガメの混獲が深刻な問題となった (National Research Council 1990)。その結果、エビトロール用に開発されたウミガメ排除装置 (TED) の装着が米国

国内やメキシコなどで義務付けられるに至った。一方で、日本国内での沿岸底びき網による混獲は、多くの場合 1 隻の底びき網船に年間 1 個体入るかどうかという程度であった。さらには、後述する死亡率も低いことから、日本国内でのウミガメ保全対策において、底びき網での混獲対策の優先度は低いと考えられた。

延縄、まき網、釣り、ひき縄についても、一部に比較的混獲頻度の高い経営体があるものの、全体としての混獲頻度は低く、稀であった。混獲頻度の高いものに関しても、死亡率は低く、ウミガメへの脅威の程度としては低いと考えられた。

3. 死亡率

混獲によるウミガメへの影響を考えると、混獲頻度とともに死亡率も考慮する必要がある。混獲頻度の高いクラスの多かった大型定置網と小型定置網では、死亡率の低い網と高い網に 2 極化しており、そのうち低い網が優占していた。大型や小型に関わらず定置網は操業期間中 24 時間網が漁場に設置されており、揚網は基本的に毎日朝に 1 回ないしは朝と昼の 2 回のみであり、混獲されたウミガメが網内で過ごす時間も長くなる。そのため、定置網での死亡率は網内でもウミガメが息継ぎをできるかどうか重要になる (阿部 2006)。定置網は針をかけた網に絡ませたりといった身体を拘束するものではないため、上部が海面に開けた網型であれば死亡率は極めて低くなり、海中に沈んだ網型であれば死亡率は相当に高くなる (Ishihara 2009)。本調査もこれらを支持する結果が得られており、定置網でのウミガメの死亡要因は網やロープによる身体拘束ではなく、海面へのアクセスの途絶であることが改めて示された。

混獲頻度で高クラスの回答が多かった四国区の大規模定置網では、漁獲量の大半を占める主要な網は海面に開いた箱形 (あるいは落とし網という) で、死亡率は 0% に近かった。主要対象魚であるブリの漁獲される 12 月から 5 月頃にかけて、海中に沈んだ中層・底層型の網が張り増しされる場合もあるが、ウミガメの入網割合は主要な箱形の網に比べて低く (日本ウミガメ協議会 未発表)、このことが全体としての死亡率を低く抑えた要因と考えられた。

刺網は漁獲物を網に絡ませるため、ウミガメが混獲されると海中で網に拘束される漁法である一方で、ほとんど死なないとする回答が過半数を超えたことは意外であった。この点、一部の回答者に理由を尋ねたところ、設置水深の浅い網や掛かったウミガメが大きな場合には網ごと海面まで上がってくる、であるとか、揚網時に掛

かったと思われる場合に生きたまま見つかるのではないかと、とのことであった。

底びき網では 20 件中 17 件 (85.0%) が死ぬことはないか少ないと回答されていることから、混獲されても多くの場合生きたまま放流されるようであった。回答者によると、死亡率が低いのはウミガメが網に入ると漁を中断して網の外に放流するためであるという。国内の沿岸底びき網船は 1-2 名で操業する小型のものが大半で、大きなものが入網すると船の行き足が落ちること、ウミガメは呼吸をしようと網を持ち上げて網なりを崩すことから、そのまま漁業を継続しても漁獲は望めないとのことであった。底びき網での混獲はアカウミガメが多く、日本周辺のアカウミガメは直甲長 75.7 ± 6.7 cm と成長した個体のみであるため (亀崎 2000, 平手 2000, Ishihara et al. 2011)、混獲されるのは比較的大型の個体が多いと考えられた。大型の個体ほど入網時に船の行き足が落ち、網なりも崩れやすくなるため、入網後すぐに漁は中断され、混獲されたウミガメは放流されることとなり、死亡率が低くなったと推察された。

4. 最後に

同一あるいは類似の漁法での混獲頻度や混獲される種の割合を調べることは、沿岸域でのウミガメの分布を知る上で貴重な知見ともなる。混獲される種については操業している地域だけでなく、漁法に依存する傾向もみられた。比較的沖合いで操業される大型定置網や底びき網ではアカウミガメの割合が高く、沿岸近くで操業される小型定置網や刺網ではアオウミガメの割合が高く、それぞれの漁法の操業条件が各種のウミガメが利用する環境と重なることが示唆された。また、同一漁法で混獲頻度の高い地区はウミガメの生息密度が高いとも言え換えることができ、アオウミガメは低緯度の地区ほど高密度で生息していることも見て取れた。

アオウミガメの個体数については、南西諸島の漁業者らより興味深い話があり、泳いでいるアオウミガメや水面で息継ぎをするアオウミガメを目撃することが顕著に多くなっているようであった。世界的にアオウミガメの産卵巣数は回復傾向にあり (Chaloupka et al. 2008)、南西諸島においても個体群は回復しつつあると考えられた。一方で、個体数の増加に伴って、漁業者からは船舶との衝突やウミガメによる漁具の破損を懸念する声も聞かれるようになってきた。

アオウミガメに限らず、アカウミガメも国内での産卵巣数は回復基調にある (亀崎 2012, 亀崎・谷口 2012)。しかし、ウミガメは長寿命で成熟までには数十年 (石原

2012, Avans and Snover 2013) にかかる生き物であり、種として長期的に健全であり続けられる環境基盤が必要である。成長した個体の沿岸漁業が原因となる死亡は、種の保全にとっての大きなリスクである。本研究によって漁法や地区ごとの混獲頻度、あるいは死亡率が示されたことで、今後の混獲対策と優先順位を国内で策定していくための重要な知見が得られた。

同一地区同一漁法でも混獲の程度や死亡率の違いがみられたことから、混獲死を低減するためには特に個別の状況を把握して進める必要があるだろう。その一方で、漁法別にみると、日本沿岸での混獲死を低減するためには大型定置網での対策が特に重要となる。中でも年間死亡個体数の多い個別の網に対して対策を実施すべきと考えられた。ただし、大型定置網は規模の大きな沿岸漁業であり集落や地域の基幹産業である場合も多く、産卵巣数の推移から生息数も回復してきたと考えられることから、混獲対策は漁業者との相互理解を深め、漁業とウミガメ保全との適切なバランスを模索しつつ、慎重に実施する必要がある。

謝 辞

調査に際し、全国数多くの漁業者の皆様、漁業関係者の皆様、そのご家族の皆様には快くお答えいただいた。また、各府県の水産試験場、水産技術センター、栽培センター等の水産研究施設には地域の漁業状況について事前情報を提供いただいた。調査の実施にあたっては関西大学の吉野なつこさん、近畿大学 (当時) の山下洋平氏、名古屋大学の阿部朱音さん、宮崎大学 (当時) の吉田博美さん、三重大学 (当時) の吉田朱梨さん、奄美海洋生物研究会の興克樹氏と水野康次郎氏、日本ウミガメ協議会の若月元樹氏と亀田和成氏、渡辺紗綾さん、鳥達也氏に特にご協力いただいた。独立行政法人国際水産研究所の阿部寧博士、東京海洋大学の塩出大輔助教には本稿をまとめるにあたり、ご助言いただいた。また、本研究は米国西部太平洋区漁業管理評議会 (Western Pacific Regional Fishery Management Council) の支援を受けて行われた。ここに深く感謝の意を表します。

引用文献

- 阿部寧 (2006) 小型定置網によるウミガメ混獲を防止する技術開発について。ていち 109: 63-76。
阿部寧・塩出大輔 (2010) 定置網によるウミガメ混獲防止策の開発。海洋と生物 190: 448-454。

- Avens, L. and M. L. Snover (2013) Age and age estimation in sea turtles. In "The Biology of Sea Turtles Volume III" (Eds. Wyneken, J., K.J. Lohmann and J.A. Musick). pp. 97-134, CRC Press, Inc., 457 p, Boca Raton, Florida.
- Chaloupka, M., K. A. Bjorndal, G. H. Balazs, A. B. Bolten, L. M. Ehrhart, C. J. Limpus, H. Suganuma, S. Troëng and M. Yamaguchi (2008) Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. *Global Ecology and Biogeography* 17: 297-304.
- Crouse, D. T. (1984) Incidental capture of sea turtles by commercial fisheries. *Smithsonian Herpetological Information Service* 62: 1-8.
- Gilman, E., J. Gearhart, B. Price, S. Eckert, H. Miliken, J. Wang, Y. Swimmer, D. Shioda, O. Abe, S. H. Peckham, M. Chaloupka, M. Hall, J. Mangel, Alfaro-Shigueto, P. Dalzell and A. Ishizaki (2010) Mitigating sea turtle by-catch in coastal passive net fisheries. *Fish and Fisheries* 11: 57-88.
- Gilman, E., D. Kobayashi, T. Swenarton, N. Brothers, P. Dalzell and I. K. Kinan (2007) Reducing sea turtle interactions in the Hawaii-based longline swordfish fishery. *Biological Conservation* 139: 19-28.
- Hatase, H., Y. Matsuzawa, W. Sakamoto, N. Baba and I. Miyawaki (2002 a) Pelagic habitat use of an adult Japanese male loggerhead turtle *Caretta caretta* examined by the Argos satellite system. *Fisheries Science* 68: 945-947.
- Hatase, H., N. Takai, Y. Matsuzawa, W. Sakamoto, K. Omuta, K. Goto, N. Arai and T. Fujiwara (2002b) Size-related differences in feeding habitat use of adult female loggerhead turtles *Caretta caretta* around Japan determined by stable isotope analyses and satellite telemetry. *Marine Ecology Progress Series* 233: 273-281.
- 平手康市 (2000) 沖縄近海に出現するウミガメ類集団の種、性、サイズ組成とその季節変動に関する研究。修士論文。69 p. 琉球大学大学院理工学研究科, 宜野湾。
- 優谷真理 (2010) 日本近海に生息するウミガメ類の外傷分析—サメ類による捕食痕に注目して—。修士論文。59p. 東京大学大学院農学生命科学研究科, 東京。
- Horikoshi, K., H. Suganuma, H. Tachikawa, F. Sato and M. Yamaguchi (1994) Decline of Ogasawara green turtle population in Japan. In "Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation" (Eds. Bjorndal, K.A., A.B. Bolten, D.A. Johnson and P.J. Eliazar). pp. 235-237, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351, 323 p.
- Ishihara, T. (2009) Status of Japanese coastal sea turtle by-catch. In "Proceedings of the Technical Workshop on Mitigating Sea Turtle Bycatch in Coastal Net Fisheries" (Ed. Gilman, E.). pp. 15, Western Pacific Fishery Management Council, 76p, Honolulu.
- 石原孝 (2012) 生活史—成長と生息場所。「ウミガメの自然誌 産卵と回遊の生物学」(亀崎直樹, 編), pp. 57-84, 東京大学出版会, 307p, 東京。
- Ishihara, T., N. Kamezaki, Y. Matsuzawa, F. Iwamoto, T. Oshika, Y. Miyagata, C. Ebisui and S. Yamashita (2011) Re-entry of juvenile and subadult loggerhead turtles into natal waters of Japan. *Current Herpetology* 30: 63-68.
- 石崎明日香・キティサイモンズ (2010) 米国におけるウミガメ保全管理の取り組み ハワイの延縄漁の事例。海洋と生物 190: 463-467.
- 亀崎直樹 (2000) ウミガメ。「イルカとウミガメ」(吉岡基・亀崎直, 共著), pp. 74-178, 岩波書店, 178 p, 東京。
- 亀崎直樹 (2012) 日本産アカウミガメ。「ウミガメの自然誌 産卵と回遊の生物学」(亀崎直樹, 編), pp. 281-298, 東京大学出版会, 307 p, 東京。
- 亀崎直樹・松井正文 (1997) 日本におけるウミガメ類の生物学的研究。沖縄生物学会誌 35: 1-18.
- Kamezaki, N., Y. Matsuzawa, O. Abe, H. Asakawa, T. Fujii, K. Goto, S. Hagino, M. Hayami, M. Ishii, T. Iwamoto, T. Kamata, H. Kato, J. Kodama, Y. Kondo, I. Miyawaki, K. Mizobuchi, Y. Nakamura, Y. Nakashima, H. Naruse, K. Omuta, M. Samejima, H. Suganuma, H. Takeshita, T. Tanaka, T. Toji, M. Uematsu, A. Yamamoto, T. Yamato and I. Wakabayashi (2003) Loggerhead turtles nesting in Japan. In "Loggerhead sea turtles" (Eds. Bolten, A.B. and B.E. Witherington). pp. 210-217, Smithsonian Books, 319 p, Washington, D.C.
- 亀崎直樹・谷口真理 (2012) ウミガメ類の上陸産卵状況報告 2012。日本ウミガメ誌 2012: 19-24.
- Lewison, R. L. and L. B. Crowder (2007) Putting longline bycatch of sea turtles into perspective. *Conservation Biology* 21: 79-86.
- Lewison, R. L., S. A. Freeman and L. B. Crowder (2004) Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecology Letters* 7: 221-231.
- Lutcavage, M. and J. A. Musick (1985) Aspects of the biology of sea turtles in Virginia. *Copeia* 1985: 449-456.
- 松沢慶将・亀崎直樹 (2012) 保全—絶滅危惧種を守る。「ウミガメの自然誌 産卵と回遊の生物学」(亀崎直樹, 編), pp. 227-254, 東京大学出版会, 307p, 東京。
- 水野康次郎 (2013) タイマイ *Eretmochelys imbricata* の産卵北限記録の更新—鹿児島県奄美大島崎原海岸(須野地区)における産卵—。うみがめニュースレター97: 18-19.
- National Research Council, Committee on Sea Turtle Conservation (1990) In "Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention." National Academy Press, 259 p. Washington, D.C.
- 農林水産省 (2005) 「2003年漁業センサス報告書」, 農林水産省大臣官房統計部, 東京。
- 農林水産省 (2010) 「2008年漁業センサス報告書」, 農林水産省大臣官房統計部, 東京。
- 農林水産省 (2013) 「農林水産統計 平成24年漁業就業動向調査の結果」, 農林水産省大臣官房統計部, 東京。
- 岡本慶・石原孝・谷口真理・山下訓右・亀崎直樹 (2011) 熊野灘沿岸に出現するウミガメ類。うみがめニュースレター88: 13-17.
- Peckham, S. H., D. Maldonado-Diaz, J. Lucero, A. Fuentes-Montalvo and A. Gaos (2009) Loggerhead bycatch and reduction off the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico. In "Proceedings of the Technical Workshop on Mitigating Sea Turtle Bycatch in Coastal Net Fisheries" (Ed. Gilman, E.). pp. 58-60, Western Pacific Fishery Management Council, 76 p, Honolulu.
- Peckham, S. H., D. Maldonado-Diaz, A. Walli, G. Ruiz, L. B. Crowder and W. J. Nichols (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. *PLoS ONE* 2: 1-6.
- Read, A. J. (2007) Do circle hooks reduce the mortality of sea turtles in pelagic longlines? A review of recent experiments. *Biological Conservation* 135: 155-169.
- Sakamoto, W., T. Bando, N. Arai and N. Baba (1997) Migration paths of the adult female and male loggerhead turtles *Caretta caretta* determined through satellite telemetry. *Fisheries Science* 63: 547-552.
- Sato, K., T. Ishihara, K. Mizuno and N. Kamezaki (2013) Analysis of sea turtles by underwater photograph taken by divers. In "Proceedings of the Thirtieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation" (Eds. Blumenthal, J., A. Panagopoulou and A.F. Rees). pp. 101, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-640, 177 p.
- 清水晋・小林真人・阿部寧 (2008) 海亀類の混獲回避—釣り針および餌の変更による回避効果。日本水産学会誌 74: 237-240.
- 塩出大輔 (2008) 海亀類の混獲回避—漁具・漁法からのアプローチ。日本水産学会誌 74: 234-236.
- 塩出大輔・川原林奈美・東海正 (2006) 大型定置網へのウミガメ入網に関するアンケート調査結果について。ていち 109: 54-62.
- Silva, R. D., J. T. Dealteris and H. O. Milliken (2011) Evaluation of a pound net leader designed to reduce sea turtle bycatch. *Marine Fisheries Review* 73: 36-45.
- 武内有加 (2008) 鹿児島県野間池沿岸におけるアオウミガメ (*Chelonia mydas*) の個体群構造とその季節変動。修士論文。67 p. 鹿児島大学大学院理工学研究科, 鹿児島。
- 谷口真理・亀崎直樹 (2011) 熊野灘に出現するウミガメ類。南紀生物 53: 65-67.
- Wang, J. H., S. Fisler and Y. Swimmer (2010) Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 408: 241-250.
- Ward, P., S. Epe, D. Kreutz, E. Lawrence, C. Robins and A. Sands (2009) The effects of circle hooks on bycatch and target catches in Australia's pelagic longline fishery. *Fisheries Research* 97: 253-262.
- 渡辺紗綾・石原孝 (2012) ウミガメ類の混獲状況報告 2012。日本ウミガメ誌 2012: 29-31.