

海鳥類の混獲とその管理（総説）



操業中に保護されたハジロアホウドリ

はじめに

海鳥類と漁業との間には、鳥群れを利用した魚群探査や鳥による漁獲物、投棄魚、養殖魚の捕食等の様々な関係がある（清田 2006）。網や釣り漁具に海鳥類が誤って掛かる混獲は、多くの海鳥類個体群に脅威を与えている。海鳥の混獲を伴う漁業としては、流し網、底刺網、定置網、トロール、はえ縄等がある。1990年代に公海流し網が禁止されるようになった一因は海鳥類や海獣類の混獲にあり、トロールでは海鳥の死亡原因となるネットゾンデケーブルの使用が禁止されるようになった。海鳥類等の大型海洋動物の混獲を適切に回避し共存をはかることが、漁業活動を持続的に営む上で必要条件となっている。はえ縄における海鳥類の混獲についても、同時期から世界的に大きな問題となり、国際連合食糧農業機関（FAO）は1999年に、はえ縄漁業によって偶発的に捕獲される海鳥の削減に関する国際行動計画（IPOA-Seabirds）を策定し、関係各国が回避措置の導入、研究開発、教育訓練、データ収集を推進するための国内行動計画を策定した。また、各大洋の地域漁業管理機関は関係国に海鳥の混獲が多発する水域における回避措置の実施を求め、近年ではその中でも特に重要な海域にさらに重点的な措置が導入されるとともに、規制効果の評価が求められている。ここでは、我が国のまぐろのはえ縄漁業を念頭におき、混獲の発生が懸念されるアホウドリ類及びミズナギドリ類について、その生物学的特徴と、混獲の発生プロセス及びその削減のための漁業管理について概説する。

生物学的特性

【分類】

アホウドリ類はミズナギドリ目アホウドリ科に属し、くちばし基部に、左右に分離した鼻管をもつことが特徴である（清田・南 2000）。外部形態に基づいて、アホウドリ属 12 種とハイ

イロアホウドリ属 2 種に分ける分類体系が長らく用いられてきた（表 1 の旧分類）。しかし、アホウドリ類は出生場所への回帰性が強く各営巣集団の遺伝的独立性が高いことから、外部形態や繁殖周期の異なる個体群が亜種もしくは別種として細分化されるようになり、最近では遺伝子分類に基づいてアホウドリ科を 4 属 21～24 種に再編する分類体系が採用されている（Robertson and Nunn 1998, Tickell 2000, Brooke 2001, 2004）。新しい分類体系はまだ流動的な部分もあるが、本総説では小城ほか（2004）が提唱した和名及び Onley and Scofield（2007）の英・種名に準じて記述する。

ミズナギドリ科海鳥類はアホウドリ類と同様にミズナギドリ目に属し、同目の特徴である鼻管をもつ。ミズナギドリ科海鳥類はフルマカモメ類 7 属 10 種、クジラドリ類 1 属 7 種、ミズナギドリ類 2 属 28 種、シロハラミズナギドリ類 4 属 45 種の計 14 属 90 種からなる（Onley and Scofield 2007）。本総説では、我が国のまぐろのはえ縄漁業で混獲されるオオフルマカモメ、カッシュクオオフルマカモメ、オオハイイロミズナギドリ、ノジロクロミズナギドリ、アカアシミズナギドリ及びオオミズナギドリについて取り上げ、これらを総称してミズナギドリ類と呼ぶことにする。

【分布】

アホウドリ類は南大洋と太平洋に広く分布し、北大西洋には分布しない（図 1）。モリモーク属、ハイイロアホウドリ属、ワタリアホウドリ属は南大洋に分布する。営巣地は南緯 35～55 度の間に位置し、多くは人里離れた海洋島に散在する（Tickell 2000）。洋上における分布域は、全体としては亜熱帯収束線以南の周極分布を示す。アホウドリ類は飛行能力に優れており、ワタリアホウドリやハイガシラアホウドリでは種として周極分布を示すだけでなく、非繁殖期に亜南極域に沿って南大洋を周回移動する個体があることが衛星発信器によって知

表 1. アホウドリ類各種の個体群の状態 (IUCN 2022 による)

旧分類和名	新分類 和名・英名・学名	つがい数	推定総個体数	増減傾向	IUCN判定
マユグロアホウドリ	マユグロアホウドリ Black-browed albatross <i>Thalassarche melanophrys</i>	700,000	1,400,000 ^a	↗	LC
	キャンベルアホウドリ Campbell albatross <i>T. impavida</i>	21,648	43,296 ^a	↗	VU
ハイガシラアホウドリ	Grey-headed albatross <i>T. chrysostoma</i>	98,601	250,000 ^a	↘	EN
キバナアホウドリ	ニシキバナアホウドリ Atlantic yellow-nosed albatross <i>T. chlororhynchos</i>	24,800	52,000 ^a	↘	EN
	ヒガシキバナアホウドリ Indian yellow-nosed albatross <i>T. carteri</i>	41,086	160,000	↘	EN
ニュージーランドアホウドリ	ミナミニューゼーランドアホウドリ Southern Buller's albatross <i>T. bulleri bulleri</i>	32,134	50,000-99,999 ^a	→	NT
	キタニューゼーランドアホウドリ Northern Buller's albatross <i>T. b. ssp. nov.</i>				
ハジロアホウドリ	タスマニアアホウドリ Shy albatross <i>T. cauta cauta</i>	15,247	31,600 ^a	→	NT
	(和名なし) White-capped albatross <i>T. c. steadi</i>	101,798	203,600 ^a	↘	NT
	サルビンアホウドリ Salvin's albatross <i>T. salvini</i>	39,995	110,000	?	VU
	チャタムアホウドリ Chatham albatross <i>T. eremita</i>	5,300	16,000	→	VU
ススイロアホウドリ	Sooty albatross <i>Phoebastria fusca</i>	14,000	21,234-28,656 ^a	↘	EN
ハイイロアホウドリ	Light-mantled albatross <i>P. palpebrata</i>	24,000	87,000	↘	NT
ワタリアホウドリ	ワタリアホウドリ Wandering albatross <i>Diomedea exulans</i>	6,000	20,100 ^a	↘	VU
	ゴウワタリアホウドリ Tristan albatross <i>D. dabbenena</i>	1,500	6,250	↘	CR
	オークランドワタリアホウドリ Gibson's albatross <i>D. antipodensis gibsoni</i>	9,050	50,000 ^a	↘	EN
	アンティポデスワタリアホウドリ Antipodean albatross <i>D. a. antipodensis</i>				
アムステルダムアホウドリ	Amsterdam albatross <i>D. amsterdamensis</i>	46	92 ^a	↗	EN
シロアホウドリ	ミナミシロアホウドリ Southern Royal albatross <i>D. epomophora</i>	7,900	27,200 ^a	→	VU
	キタシロアホウドリ Northern Royal albatross <i>D. sanfordi</i>	5,800	26,000	↘	EN
ガラパゴスアホウドリ	Waved albatross <i>Phoebastria irrorata</i>	18,200	34,694 ^a	↘	CR
コアホウドリ	Laysan albatross <i>P. immutabilis</i>	800,000	1,600,000 ^a	→	NT
クロアジアホウドリ	Black-footed albatross <i>P. nigripes</i>	69,900	139,800 ^a	↗	NT
アホウドリ	Short-tailed albatross <i>P. albatrus</i>	?	4,200	↗	VU

^a: 未成熟個体を含まない成鳥のみの個体数

増減傾向: ↗増加、→安定、↘減少、? 不明

IUCN判定: CR (Critically endangered絶滅危惧IA類)、EN (Endangered絶滅危惧IB類)、VU (Vulnerable絶滅危惧II類)、NT (Near threatened準絶滅危惧)、LC (Least concern軽度懸念)

られている (BirdLife International 2004、Croxall *et al.* 2005、Weimerskirch *et al.* 2015)。具体的な分布域は種や成長段階によっても異なり、ハイイロアホウドリのように南極前線を越えて南極海のバックアイス付近まで分布する種もある。逆に、アムステルダムアホウドリの洋上分布域は南インド洋中部の亜熱帯水域に限定されている。

キタアホウドリ属は北太平洋に3種、東部太平洋熱帯域に1種が生息する。ガラパゴスアホウドリは、熱帯域に生息する唯一の種で、洋上での分布域もガラパゴス諸島とエクアドル周辺の近海に限られている。アホウドリ、クロアジアホウドリ、コアホウドリの3種は、北太平洋に広く分布するが、コアホウドリが北西側、クロアジアホウドリが南東側に重点的に出現する傾向をもつ。鳥島で繁殖するアホウドリの海上分布については、目視調査や衛星追跡によって詳細が解明されつつある

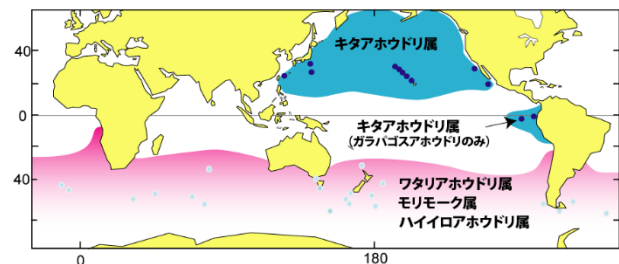


図 1. アホウドリ類の営巣地と洋上分布 (南大洋の3属の分布域は重複するため、まとめて示している)

(Suryan *et al.* 2006、清田・南 2008)。アホウドリはクロアジアホウドリやコアホウドリに比べると沿岸性が強く、春になり営巣を終えたアホウドリは日本列島、千島列島、アリューシャン列島の陸棚縁域に沿って北上し、夏にはベーリング海からアラスカ湾へ移動する。

本総説で取り上げたミズナギドリ類のほとんどは亜熱帯収束線以南の周極分布を示し、南大洋に分布するアホウドリ類と分布域は重複する。オオフルマカモメ属 2 種は南極前線を境界にカッシュクオオフルマカモメが北側、オオフルマカモメが南側に分布の中心があり、オオフルマカモメは南極大陸沿岸にまで分布する。ミズナギドリ類 6 種のうちアカアシミズナギドリだけが非繁殖期に北太平洋やインド洋低緯度域に長距離の移動を行い、南北両半球に広く分布する。オオミズナギドリは、北太平洋のみに生息し、繁殖期には日本周辺海域に分布し、越冬時期にはニューギニア島の北岸沖等で越冬する (Yamamoto *et al.* 2010)。

【生態】

アホウドリ類やミズナギドリ類は細長い翼をもち、風速勾配を利用したエネルギー効率の良い飛行法(ダイナミックソアリング)で長距離を移動しながら、海面付近で魚類、イカ類、甲殻類等の餌を食べる表層採食者 (surface feeder) である。アホウドリ類は滑翔に適した長い翼を持つため潜水能力はあまり発達しておらず、ワタリアホウドリ属はほとんど潜らないが、モリモーク属やハイロアホウドリ属の中には 5 m 以上潜る種もある (Prince *et al.* 1994)。アホウドリ類は食物のかなりの部分を海面に漂う死んだイカ類、甲殻類、魚卵等を食べる拾い食い採食 (scavenging) に依存している。種によって拾い食い食性への依存度は異なり、自力で潜水して生き餌を採ることもある (Croxall and Prince 1994)。また、糞の DNA 分析 (メタバリーコーディング) により、種によってはクラゲ類も捕食していることが明らかとなっている (McInnes *et al.* 2017)。拾い食い食性の強いアホウドリ類にとって、漁船が投げ入れる釣餌は格好の食物になる。マユグロアホウドリやワタリアホウドリは漁船によく集まり、それを追跡することが知られており、漁獲物加工後の残滓や不要魚などの投棄物を積極的に食べる。Thompson and Riddy (1995) の推定によれば、フォークランド諸島で繁殖するマユグロアホウドリは、年間に摂取するエネルギーの 5.4% をトロール漁業からの投棄物に依存しているという。空中からの餌の探索は主に視覚に頼っていると思われるが、嗅覚も索餌に役立っているようである (Nevitt 2000)。

ほとんど洋上で生活するアホウドリ類やミズナギドリ類の中でオオフルマカモメ属 2 種だけが陸上でも餌を採り、アザラシ等の哺乳類、鳥類、魚類の死肉を食べる。両種は洋上においても海面に漂う死んだ生物や漁船からの投棄物を食べる拾い食い食性が強い。オオフルマカモメ属以外のミズナギドリ類はアホウドリ類よりも小型であり、翼を利用して潜水して採餌する種が多く、ノドジロクロミズナギドリやオオハイロミズナギドリのように 5~10 m 以上潜水して自力で餌を採る種もいる (Rollinson *et al.* 2014, 2016)。

【再生産】

アホウドリ類は一般に長寿命で、長いものでは 50 年以上生きる。成熟するまでに 5 年以上要し、巣立ってから成熟するまでは営巣地に戻らず外洋で生活するものが多い。産卵から雛の巣立ちまでに要する期間は 7~14 か月に及ぶ。繁殖期あたりの産卵数は 1 つがい 1 卵で、繁殖周期はワタリアホウドリ属、

ハイロアホウドリ属及びハイガシラアホウドリは 2 年に 1 回、その他は 1 年に 1 回である (Gales 1993)。個体間のつがい関係 (pair bond) が非常に強く、同じ相手と毎年つがいを形成する。片方の死亡等でつがい相手と出会えない場合には、その後 1~2 年間は繁殖を行わないと言われている。ミズナギドリ類は成熟するまで 4 年以上要し、繁殖期間は 7~8 か月に及び、1 卵産卵し、オオフルマカモメを除いて年に一度繁殖する。また、多くは高い確率で同じ繁殖地に戻ると言われる (colony fidelity; e.g., Bried and Jouventin 1999, ACAP 2012a, 2012b)。

【個体群の動向とその要因】

アホウドリ類の個体群動向は繁殖地によって違いがあるが、減少傾向を示す個体群が多い。表 1 は種別の個体群サイズと増減傾向を示したもののだが、IUCN (2022) によれば、22 種に分類したアホウドリ類のうち、増加あるいは安定傾向を示すものはマユグロアホウドリ、キャンベルアホウドリ、ニュージーランドアホウドリ、チャタムアホウドリ、アムステルダムアホウドリ及びミナシロアホウドリの南大洋アホウドリ類 6 種と、アホウドリ、コアホウドリ及びクロアシアホウドリの北太平洋アホウドリ類 3 種であり、11 種は減少傾向を示している。IUCN レッドリスト・カテゴリーでは絶滅危惧 IA 類が 2 種、IB 類が 7 種、II 類が 6 種、準絶滅危惧が 6 種、軽度懸念が 1 種として掲載されている。2008 年、2010 年、2012 年、2013 年、2016 年及び 2018 年にアホウドリ類の IUCN レッドリスト・カテゴリーは大きく見直され、また、他年でも一部の種が見直されている。絶滅危惧 IB 類であったマユグロアホウドリは、全個体数の 70% を占めるフォークランド諸島個体群が 2000 年代で増加傾向にあり、もはや急速な減少傾向を示していないことから 2013 年に準絶滅危惧にダウニリスト (レッドリスト・カテゴリーが、絶滅リスクがより低いカテゴリーに変更されること) され、さらに 2017 年に軽度懸念にダウニリストされた。絶滅危惧 II 類であったニュージーランドアホウドリは、営巣地が広範囲に分布し個体数が安定していること、また、同類であったコアホウドリは 1990 年代後期と 2000 年代初期における個体数の減少傾向から一変して増加傾向を示していることから、2013 年に両種ともに準絶滅危惧にダウニリストされた。絶滅危惧 IA 類であったチャタムアホウドリは、営巣地の縮小がみられないことや個体数が安定あるいは増加傾向であることから 2013 年に絶滅危惧 II 類にダウニリストされた。絶滅危惧 IB 類であったクロアシアホウドリは、はえ縄混獲死亡数や減少率が過大評価されていたものが見直され、その結果個体群の将来予測が減少傾向から一変して増加傾向を示したことから、2012 年に絶滅危惧 II 類にダウニリストされ、さらに、個体数が急速な減少傾向を示しておらず、むしろ安定あるいは増加傾向にあるため、2013 年に準絶滅危惧にダウニリストされた。加えて、1970 年代に大きく減少し、絶滅危惧 IA 類であったアムステルダムアホウドリは、成鳥・雛の生存率が高く、1983~2009 年には徐々に増加傾向になっていることから、2018 年に絶滅危惧 IB 類にダウニリストされた。一方で、絶滅危惧 II 類であったハイガシラアホウドリは、主要な繁殖地、特に全個体数の半数を占めるサウスジョージアにて減少率が高

表2. ミズナギドリ科各種の個体群の状態 (IUCN 2022 による)

分類	和名・英名・学名	つがい数	推定総個体数	増減傾向	IUCN判定
オオフルマカモメ類	オオフルマカモメ Southern giant petrel <i>Macronectes giganteus</i>	47,800	150,000	↗	LC
	カッシュクオオフルマカモメ Northern giant petrel <i>M. halli</i>	11,800	23,600 ^a	↗	LC
ミズナギドリ類	ノドジロクロミズナギドリ White-chinned petrel <i>Procellaria aequinoctialis</i>	1,200,000	3,000,000 ^a	↘	VU
	オオハイロミズナギドリ Grey petrel <i>P. cinerea</i>	75,610	151,500 ^a	↘	NT
	アカアシミズナギドリ Flesh-footed shearwater <i>Puffinus carneipes</i>	74,000	148,000 ^a	↘	NT
	オオミズナギドリ Streaked shearwater <i>Calonectris leucomelas</i>	?	3,000,000	↘	NT

^a: 未成熟個体を含まない成鳥のみの個体数

増減傾向: ↗増加、→安定、↘減少、? 不明

IUCN判定: CR (Critically endangered絶滅危惧IA類)、EN (Endangered絶滅危惧IB類)、VU (Vulnerable絶滅危惧II類)、NT (Near threatened準絶滅危惧)、LC (Least concern 軽度懸念)

いため 2013 年に絶滅危惧 IB 類にアップリスト (レッドリスト・カテゴリーが、絶滅リスクが増加するカテゴリーに上がる) された。絶滅危惧 IB 類であったゴウワタリアホウドリは、営巣地が狭い範囲にあり個体群の将来予測が減少傾向を示したことから 2013 年に絶滅危惧 IA 類にアップリストされた。また、絶滅危惧 II 類であったオークランドワタリアホウドリ・アンティポデスワタリアホウドリは、両亜種の繁殖地で 2004 年のピークから 2016 年にかけて急激な個体数の減少があり、2017 年に絶滅危惧 IB 類にアップリストされた。

ミズナギドリ類の個体群動向を表 2 に示した。ミズナギドリ類はアホウドリ類に比べ個体数が多く、また、陸上での繁殖が穴居性である種が多いため、正確な個体数を推定することが困難である。IUCN (2022) によれば、オオフルマカモメ及びカッシュクオオフルマカモメは増加傾向を示し、ノドジロクロミズナギドリ、オオハイロミズナギドリ、アカアシミズナギドリ及びオオミズナギドリは減少傾向を示している。2016 年に IUCN レッドリスト・カテゴリーの見直しが行われ、アカアシミズナギドリについては、オーストラリア漁業の脅威が指摘されるとともに、個体数が減少傾向を示したため、軽度懸念から準絶滅危惧へアップリストされた。また、軽度懸念であったオオミズナギドリは、日本の繁殖地における移入捕食者 (ノネコ) の影響 (Azumi *et al.* 2021)、また、漁業による混獲死亡や人によるかく乱等の付加的な影響が考慮され、2015 年に準絶滅危惧にアップリストされた。この結果、オオフルマカモメ及びカッシュクオオフルマカモメは、絶滅の脅威が低い軽度懸念に、アカアシミズナギドリ、オオハイロミズナギドリ及びオオミズナギドリが準絶滅危惧に、ノドジロクロミズナギドリが絶滅危惧 II 類にリストされている。

アホウドリ類やミズナギドリ類の減少要因としては、漁業による混獲死亡の他に、営巣地の荒廃、ノネコやネズミ類等の移入動物による卵や雛の食害、感染症、プラスチック呑み込み、石油流失や重金属、有機塩素化合物による汚染等がある (Gales 1993、1997、Tickell 2000、Philips *et al.* 2016)。その中でも漁業による混獲死亡と移入動物の影響を受けている個体群が最も多いと考えられている。移入動物による海鳥類の被害に対しては、海鳥を捕食する移入種の駆除が有効であることが報告さ

れている (Donlan and Wilcox 2008、Pascal *et al.* 2008)。さらに、病気や気候変動による繁殖地の水没等の影響も無視できないとする研究成果も報告されている (Weimerskirch *et al.* 2003、Weimerskirch 2004、Jenouvrier *et al.* 2005)。

はえ縄における混獲

【混獲の発生状況】

アホウドリ類や本総説で取り上げたミズナギドリ類の主な分布域は南大洋と北太平洋の亜熱帯～亜寒帯水域であることから、海鳥類との競合が起こる主な漁業は、メロ類を主対象とした南極海の底はえ縄、南大洋のミナミマグロを主対象とした浮きはえ縄、北太平洋のマグロ・カジキ類を対象とした浮きはえ縄、北洋の底魚類 (オヒョウ、ギンダラ等) を対象とした底はえ縄及びトロール漁業である。このうち我が国から出漁しているのは、南大洋の浮きはえ縄と底はえ縄、北太平洋の浮きはえ縄である。南大洋のミナミマグロ漁業では、1992 年より科学オブザーバー乗船によるデータの収集を行い、海鳥の混獲の実態解明に努めてきた。日本の科学オブザーバーデータによって、南半球では大きく分けて、南アフリカ沖、オーストラリア西岸、タスマニア島東岸において主な混獲が認められ、高緯度になるほど混獲率が高まることがわかってきている。当初 Brothers (1991) により年間 44,000 羽と推定されていた海鳥類の捕獲数は、回避措置の導入等により近年では年間 1,000～4,000 羽まで低下したと見積もられている (Minami and Inoue 2015)。また、南半球のアホウドリ類では、漁船の分布、海鳥の分布、各種の混獲されやすさ及び個体群の生産性等を考慮し、統合的に混獲に対する各種の危険性を評価する「生態学的リスク評価」が導入され、より多角的に海鳥への漁船の影響を評価している (Ochi *et al.* 2018)。また、漁船の分布の情報収集に、船舶自動特定システム (AIS) や電子モニタリングシステム (EMS) が利用される例も認められる (Weimerskirch *et al.* 2020、Brown *et al.* 2021)。一方、北太平洋では、水産研究・教育機構による調査船、都道府県の試験船や水産高校の実習船によるはえ縄操業調査や、2007 年より科学オブザーバー乗船によるデータ収集により、コアホウドリ、クロアジアホウドリ及びオオミズナギドリの混獲が起こることが確認されている。

【混獲の回避手法】

はえ縄における海鳥の混獲は、投縄中の漁船の船尾付近の海面で発生することから、ここで海鳥類が釣餌を取ることができないような工夫を施すことにより、混獲を低減することが可能である。アホウドリ類やミズナギドリ類の生物学的特徴を考慮した上で様々な回避方法が考案されている（清田 2002、2005、清田・横田 2010）。

1) トリライン：漁船の船尾に取り付けた長いポールの先から吹き流しを付けたロープを曳航し、鳥が餌に近づけないようにする装置である（図 2、3）。アホウドリ類は滑空性に優れた細長い翼を持つ代わりに空中での静止や方向転換といった細かな機動は得意ではないことから、船から投下された餌付き釣鉤の上空にロープや吹き流しのような障害物を設けることで釣鉤への接近を阻害することができる。投縄中に集まる海鳥の種類や、使用するトリラインによって変わってくるが、混獲率を平均 3 分の 1 に減らすことができる。トリラインは元々日本の遠洋はえ縄漁船の乗組員が考案したものだが、現在では世界各国の漁業者の間で“tori-line”として広く利用されている。トリラインは材質や吹き流しの形状によって 4 種類に大別され、遠洋まぐろはえ縄の大型船が主に使用している吹き流しが長い標準型、近海船が主に使用している短い吹き流しが数多く取り付けられた軽量型、また、前述の 2 種類の吹き流しを組み合わせた複合型、19 トン以下の近海小型船が使用する吹き流しなしの超軽量型が存在する。安全に使用し、かつ十分な混獲回避効果を得るためには、餌の着水地点の真上にロープや吹き流しが来るようにポールやロープを調節すること、漁具やプロペラに絡まないよう各船に合わせてポールやラインの形状を工夫することが必要である。また、空中ライン部分を軽量化し、かつ曳航部分に抵抗を持たせることによって、トリラインの空中部分を広げることが可能となる。

2) 加重枝縄：錘や鉛芯入りコードを使用して枝縄を加重し（図 4）、餌のついた釣鉤を速く沈めることにより海鳥が水中で釣鉤から餌をとる機会を減らし、混獲を低減することができる。加重枝縄は潜水能力の低いアホウドリ類の混獲回避に効果があるが、他の回避手法と組み合わせることによりミズナギドリ類のような潜水能力の高い海鳥の混獲回避にも効果がある。欠

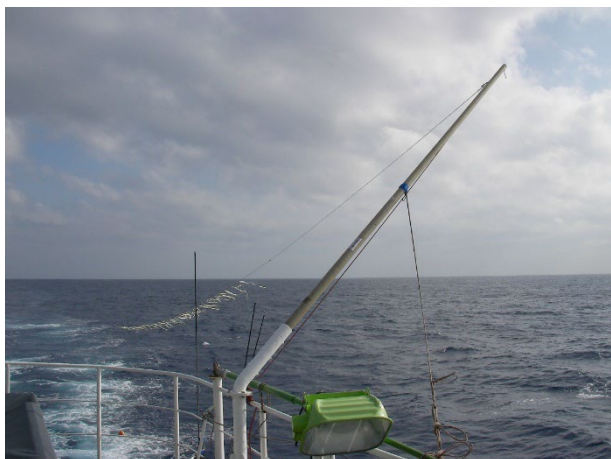


図 2. トリライン

点として安全性の問題があり、揚縄中に漁獲物から釣鉤が外れた際に枝縄を巻き取る乗組員に錘が激しくぶつかり怪我をする事例が報告されている（Melvin *et al.* 2013）。このことから、錘の重量は安全性と混獲回避性能の両方を考慮した適正な仕様である事が求められる。また、安全性を高めるため 1 m 程度のワイヤーの両端に錘を付けた枝縄（ダブル加重枝縄、図 4）などが開発・利用されている。

3) 夜間投縄：アホウドリ類の多くは昼間視覚に頼って餌を探すことから、夜間に投縄作業を行えば混獲の発生頻度を抑えることが可能である。混獲率は夜間に投縄した鉤において減少することが分かっている。投縄を日出や日没を避けた暗い時間帯に行い、デッキライトの使用を必要最小限に控え、むやみに海面を照らさないようにすると効果が高まる。欠点として、満月前後の夜は月明かりにより混獲回避効果が低減すること、同じく夜行性の海鳥には効果が薄いことが挙げられる。さらに、乗組員にとって夜間作業による負荷や危険性の増大、対象漁獲物の漁獲率低下や日中揚縄を行うことによる漁獲物品質低下などの問題がある。

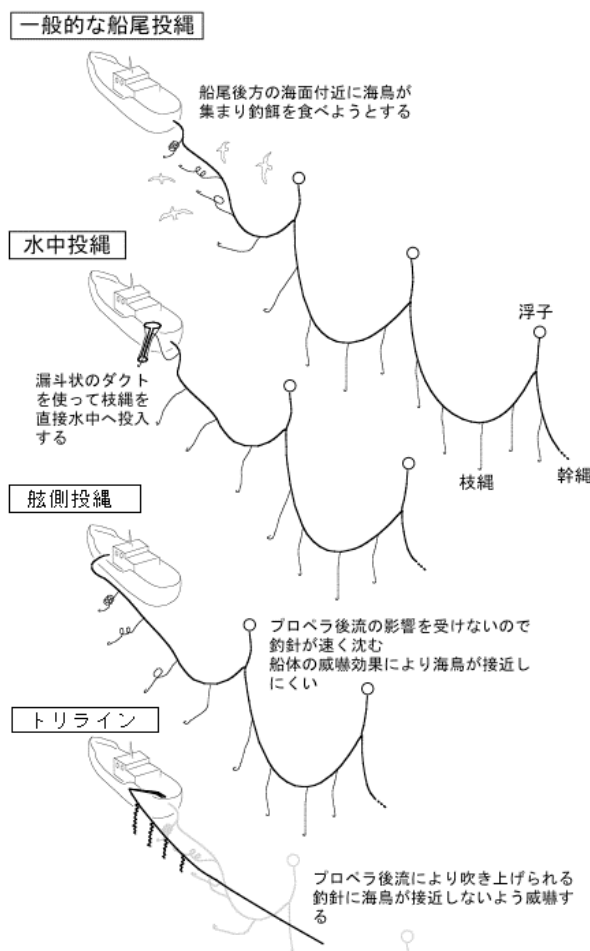


図 3. 投縄中のはえ縄の模式図と海鳥類の偶発的捕獲回避手段を示す模式図



図 4. 加重枝縄の例、ダブル加重枝縄の模式図

4) 鈎覆い装置 (hook shielding device) : 投縄されてからある一定の水深まで鈎鈎を小型の器具で保護することにより、海鳥が鈎鈎を飲み込んだり引っかかったりするのを防ぐ器具である。現在、海外で開発されたフックポッドと呼ばれる器具がこれに該当し、国内外で混獲回避効果及び運用可能性が検討され (Sullivan *et al.* 2017)、中西部太平洋まぐろ類委員会 (WCPFC) の条約海域では 2018 年に他の措置との併用を要さない (stand-alone) 措置として、選択肢に加えられた。鈎覆い装置は機械的に鈎鈎を保護するため混獲回避効果は高い一方で、装着に時間がかかり投縄スピードを遅らせるか作業に当たる人員を増やす必要があること、破損率は決して低くない水準であり運用にコストがかかるといった欠点もある。

5) その他の回避措置 : 現在、上述したトリライン、加重枝縄、及び夜間投縄の 3 つの手法が高い混獲回避効果をもち、主要な回避措置として国際的に周知されている。特に、トリラインと加重枝縄、トリラインと夜間投縄の併用が、より大きな混獲回避効果があることが商業船においても確認されている (Inoue *et al.* 2015a, 2015b)。その他の回避措置については、他の方法と組み合わせることで効果を発揮する補助的なもの、使用できる船の大きさや海況等の水域が限定されているものであり、次に示す方法が存在する。

残渣排出管理は、投縄中の船に海鳥の群れが集まらないように、海鳥の餌となるもの (魚屑、回収した釣り餌、残飯等) を捨てない、あるいは、投縄中に多数の鳥が集まってしまった場合には、冷凍貯蔵等をした魚屑を投縄と逆舷からまとめて投入し、海鳥の注意を釣り餌からそらす方法である。

青色餌は、はえ縄の餌を青く着色して空中から餌を見つけにくくする方法で、海鳥の餌取り行動が抑制され、混獲率を下げる事が確認されている。青色餌は主対象魚種の釣獲率にはあまり影響を与えないことも示されている。青色餌は米国ハワイの浮きはえ縄漁業において混獲回避措置として用いられているが、最近の研究によるとトリラインのような主要な回避手法に比べ混獲回避効果が低い可能性が指摘されている (Gilman *et al.* 2021)。

舷側投縄は、元々米国のフロリダやハワイの近海はえ縄船が漁労作業の省力化のために導入した方式で、通常のはえ縄漁船は船尾から幹縄と枝縄を投入するのに対し、舷側から投入する漁法である (図 3)。漁具を舷側から投入することでプロペラ後流の影響を受けないために餌が速く沈降する上に、船体の威嚇効果により海鳥が投入した餌に近づきにくく、混獲の発生が抑制されることが実験でも確認されている (横田・清田 2008、Yokota *et al.* 2011)。ただし、一般的には漁労機械の配置や作業形態の変更が必要であり、海況の悪い高緯度海域での実施が可能であるかも含めて、操業の安全性や作業効率を確認する必要がある。

水中投縄は、餌つき鈎鈎を船上から水面へ投げ込むのではなく、直接水中に投下する方法であり (図 3)、底はえ縄では実用化されている。

水中投餌機は船尾に取り付けた金属のカプセル状の装置に餌付きの鈎鈎を入れ、カプセルごと水中に沈めて水中で鈎鈎を開放することによって海鳥が海面で餌をとるチャンスを減ら

すものである (Robertson *et al.* 2018)。アホウドリ類が潜水するよりも深く餌を沈めるため鈎覆い装置と同様の効果が見込まれるが、機構が複雑なためメンテナンス性や日本船の操業様式への適合性にも課題が残されている。

また、放水装置は効果はあるが風に対して弱いこと、爆発音等の音、磁気、光、電気等の刺激因子は繰り返しの使用で海鳥が慣れて効果がなくなることが確認されている。この他にも、様々な混獲回避手法の検討や試験が継続されている。

混獲の発生状況は、生息する海鳥の種や個体数、漁船サイズや漁具漁法、海況等によって変わると考えられている。南半球の一部の水域では、ノドジロクロミズナギドリ等の潜水性ミズナギドリ類が、はえ縄投縄時に沈降しつつある餌を捕獲し水面へ浮上させ、さらに、アホウドリ類がその餌を略奪して混獲が発生することが問題となっている。このように、飛翔が機敏で潜水性の海鳥が多数生息する水域においては、トリラインと海面の間に空間ができやすい船尾付近に、長い吹き流しを取り付けたトリラインを使用することで海鳥の接近を防ぎ、さらに、枝縄に錘を付加して餌を速く沈めることで海鳥の潜水捕獲の機会を少なくすることが有効である。一方、北太平洋の浮きはえ縄操業水域では、潜水性の海鳥がほとんど生息しておらず、浮きはえ縄に関連する海鳥はコアホウドリ、クロアシアホウドリとオオミズナギドリといった非潜水性の海鳥で占められる。そのため、北太平洋においては吹き流しが短い軽量トリラインや吹き流し自体がない超軽量型トリラインの使用でも十分に海鳥の混獲を低減することが可能である。このように混獲の発生は水域によって大きく変わることから、世界中で画一的な回避手法を導入するのではなく、それぞれの水域に生息する海鳥や漁業の実態に応じて柔軟な対応が必要である。また、回避方法はそれぞれに一長一短があるため、単独で使用するよりも組み合わせることで効果が高まる場合もある。日本の漁業者がトリラインやダブル加重枝縄を開発したように漁業者が現場で工夫しながら効果的な方法を使うことも重要であり、漁業者との情報交換や漁業者への啓発普及活動も必要である。

【海鳥の混獲の管理】

はえ縄における海鳥の混獲は、まず南極海の底はえ縄において問題になり、南極の海洋生物資源の保存に関する委員会 (CCAMLR) は 1994 年に合意された保存管理措置によって夜間投縄、トリラインの使用を義務づけ、その後、鈎鈎沈降速度の改善、残滓の投棄制限も義務化した。CCAMLR 水域に隣接する南大洋のミナマグロはえ縄に関しては、みなみまぐろ保存委員会 (CCSBT) に生態系関連種作業部会が設けられ、1997 年にトリラインの使用が義務づけられた。北太平洋では、個体数が少ないアホウドリに対する混獲の影響が最も心配され、アホウドリの夏季分布域で操業するアラスカの底はえ縄に対しては、2 年間でアホウドリを 4 羽捕獲した場合には漁業の停止という混獲の制限枠を設けて、混獲回避技術利用の普及に努めている。こうした世界的な流れを受け、FAO は 1999 年に国際行動計画 (IPOA-Seabirds) を策定し、関係漁業国に対策を要請した。これを受けて 2001 年 2 月に日本と米国は国内行動計画を提出した。その後ブラジル、カナダ、チリ、ニュージーランド、ウルグアイ、オーストラリア、南アフリカ、ノルウェー等国

表3. 各水域のマグロ類漁業管理機関におけるはえ縄漁業の海鳥混獲に関する規制状況

水域	管理機関	管理措置	規制内容
大西洋	ICCAT	Recommendation 11-9	<ul style="list-style-type: none"> 南緯25度以南で夜間投縄、トリライン、加重枝縄の3つから2つ以上の回避措置使用 南緯25度以北、南緯20度以南はRecommendation 07-07に従う
		Recommendation 07-07	<ul style="list-style-type: none"> 南緯20度以南でのトリライン使用 予備のトリラインの携行 鳥が多い場合は2つのトリラインを使用（夜間投縄、枝縄加重を行うメカ縄船は除外）
インド洋	IOTC	Resolution 12/06	<ul style="list-style-type: none"> 南緯25度以南で夜間投縄、トリライン、加重枝縄の3つから2つ以上の回避措置使用 各国におけるIPOAの遂行
ミナミマグロ漁場（南大洋）	CCSBT	Recommendation ERS	<ul style="list-style-type: none"> インド洋においてはIOTCの措置に従う 中西部太平洋においてはWCPFCの措置に従う 大西洋においてはICCATの措置に従う 各国におけるIPOAの遂行
中西部太平洋	WCPFC	Conservation Measure 2018-03	<ul style="list-style-type: none"> 北緯23度以北で船体長24 m以上の船は2つ以上、24 m未満の船は1つ以上の回避措置使用（表4） 南緯30度以南で夜間投縄、トリライン、加重枝縄の3つから2つ以上の回避措置、もしくは釣鈎遮蔽保護装置を使用 その他海域で1つ以上の回避措置使用の推奨（表4） 南緯25度から南緯30度¹⁾で加重枝縄、トリライン、釣鈎遮蔽保護装置の中から1つを使用（2020年1月1日より施行） 各国におけるIPOAの遂行と報告
東部太平洋	IATTC	Resolution C-11-02	<ul style="list-style-type: none"> 北緯23度以北、南緯30度以南及び北緯2度～南緯15度で西経95度以東、南緯15度～南緯30度で西経85度以東で2つ以上の回避措置使用 その他海域で1つ以上の回避措置使用

*1 仏領ポリネシア、ニューカレドニア、トンガ、クック諸島及びフィジーの排他的経済水域においては、適用されない。

内行動計画を策定した。日本は、自国のはえ縄漁業による海鳥への影響を客観的・科学的に解析し、効果的かつ実行可能な国内行動計画を定めて以降、制定後も本問題をめぐる状況の変化に対応し改正を行ってきた。現在、本行動計画の対象となっているのは、遠洋まぐろはえ縄漁業、近海まぐろはえ縄漁業、沿岸まぐろはえ縄漁業である。全海水域において生きて捕獲された海鳥の放鳥と、可能な限り海鳥の生命を害さないよう釣鈎をはずすことを努力義務とし、各地域漁業管理機関の管轄水域においては、当該機関の決議が課する規制に従い、トリライン、加重枝縄、夜間投縄、青色餌、舷側投縄、投縄機の使用等の混獲回避措置を実施することとしている。このほか、本計画では、混獲回避手法の研究開発と評価・改善、国内のアホドリ類繁殖地の環境改善、漁業データの収集、海鳥の生態学的情報の収集、国際協力の推進も掲げられている。

また、各大洋の漁業管理機関において海鳥混獲の発生状況をモニタリングし、回避措置を導入・強化する動きが進められている。各機関は関係国に国際行動計画の実施と国内行動計画の策定を促すとともに、混獲が多発する水域では回避措置の使用を求めている（表3）。まず、WCPFCにおいて北緯23度以北及び南緯30度以南で操業する大型はえ縄船は、表4に示したAとBの2つの欄（2ボックス型の選択肢）から合わせて2つ以上の混獲回避措置を使用することが2007年の年次会合で決定された（WCPFC 2007）。インド洋まぐろ類委員会（IOTC）や東部太平洋の全米熱帯まぐろ類委員会（IATTC）においてもWCPFCに準じた2ボックス型の回避措置が導入された（IOTC 2010、IATTC 2011）。その後、大西洋まぐろ類保存国際委員会（ICCAT）では、WCPFCやIATTCの2ボックス型選択という保存管理措置と異なり、海鳥の混獲が多く発生する南緯25度以南においては混獲回避効果の高い夜間投縄、トリライン、加

表4. 北緯23度以北の中西部太平洋で操業するはえ縄漁船に適用されたWCPFC海鳥混獲回避措置

24 m以上の船は、北緯23度以北で少なくともA欄から1つ以上、合計2つ以上の回避措置を使用する。ただし、A欄のバードカーテン及び加重枝縄を併用した舷側投縄を選択した場合には2つ使用したと見なされる。24 m未満の船は、北緯23度以北でA欄から1つ以上の回避措置を使用する。

A欄	B欄
バードカーテン及び加重枝縄を併用した舷側投縄	トリライン
船上照明を最小とした夜間投縄	青色餌
トリライン	ラインシューター投縄機
加重枝縄	残滓排出管理
釣鈎遮蔽保護装置 *2018年から追加	

重枝縄の3つから2つ以上を選択するという制約を強めた措置が2011年に採択され（ICCAT 2011）、翌年、WCPFCでも南緯30度以南、IOTCでも南緯25度以南においては、以前の2ボックス型選択から、ICCATと同様の主要措置3つから2つ以上を選択する保存管理措置となった（IOTC 2012、WCPFC 2012）（表3）。WCPFCでは2017年から、北緯23度以北の太平洋水域で操業する小型はえ縄船は、表4に示したA欄から1つ以上の混獲回避措置を使用することとなった（WCPFC 2015）。さらにWCPFCでは2018年から、南緯30度以南で使用する回避措置の選択肢及び表4のA欄の選択肢へ、併用を求めない措置として釣鈎遮蔽保護装置が追加されるとともに、2020年から、南緯25度から30度の海域では、加重枝縄・トリライン・釣鈎遮蔽保護装置から1つ以上を選択して使用することとなった（WCPFC 2018）。同じ大洋内であっても操業水域によって漁船の大きさ、使用漁具、操業形態、海況、出

現する鳥の種類と数等が異なることから、漁業の地域特性に応じて効果が高く実用性のある方法を選択できるよう保存管理措置を改善していく必要がある。一方で、地域漁業管理機関による規制措置の差異を解消し漁業者が混乱することなく使いやすい措置を柔軟に組み合わせられるようにすることが、回避措置の遵守状況の改善につながり結果として海鳥の混獲問題の解決に近づくであろう。そのような観点から特定の管理水域をもたない CCSBT では独自の保存管理措置ではなく、太平洋においては WCPFC の保存管理措置、インド洋においては IOTC の保存管理措置、大西洋においては ICCAT の保存管理措置を遵守することを求める勧告が策定された。加えて、2018 年より CCSBT メンバーはこれら各海域の漁業管理機関の保存管理措置に拘束されることが明記された (CCSBT 2020)。また、2019 年には海鳥を含む保全対象種の影響評価を行い、各地域漁業管理機関が新たな措置を導入するべきかを検討することが策定された (CCSBT 2019)。

以上、本稿ではまぐろはえ縄漁業と海鳥類の関係について論じた。しかし、海鳥類と漁業との問題は外洋域のはえ縄だけに限らずウミスズメ類、カモメ類、ミズナギドリ類等の海鳥類が沿岸漁業と競合関係にある (小城 1991) との指摘もあり、海鳥類と漁業の共存のためには海鳥類へ影響する様々なリスクの包括的な理解が必要であり、営巣地環境等の漁業以外の影響要因の把握も含めた調査研究も重要である。

執筆者

かつお・まぐろユニット

混獲生物サブユニット

水産資源研究所 水産資源研究センター

広域性資源部 まぐろ第4グループ

越智 大介・井上 裕紀子

参考文献

- ACAP. 2012a. Northern giant petrel. 17 pp.
<https://www.acap.aq/en/acap-species/264-northern-giant-petrel/file> (2022年9月8日)
- ACAP. 2012b. Southern giant petrel. 24 pp.
<https://www.acap.aq/en/acap-species/288-southern-giant-petrel/file> (2022年9月8日)
- Azumi, S., Watari, Y., Oka, N., and Miyashita, T. 2021. Seasonal and spatial shifts in feral cat predation on native seabirds vs. non-native rats on Mikura Island, Japan. *Mammal Res.*, 66: 75-82.
- BirdLife International. 2004. Tracking ocean wanderers: the global distribution of albatrosses and petrels. Results from the Global Procellariiform Tracking Workshop, 1-5 September, 2003, Gordon's Bay, South Africa. 100 pp.
- Bried, J., and Jouventin, P. 1999. Influence of breeding success on fidelity in long-lived birds: and experimental study. *J. Avian Biol.*, 30: 392-398.
- Brooke, M. 2001. Seabird systematics and distribution: A review of current knowledge. *In* Schreiber, E.A. and Burger, J. (eds.), *Biology of Marine Birds*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 57-85 pp.
- Brooke, M. 2004. Albatrosses and Petrels across the World. Oxford University Press, Oxford, UK. 499 pp.
- Brothers, N. 1991. Albatross mortality and associated bait loss in the Japanese Longline Fishery in the Southern Ocean. *Biol. Conserv.*, 55: 255-268.
- Brown, C.J., Desbiens, A., Campbell, M.D., Game, E.T., Gilman, E., Hamilton, R.J., Heberer, C., Itano, D., and Pollock, K. 2021. Electronic monitoring for improved accountability in western Pacific tuna longline fisheries. *Marine Policy*, 132: 104664. Doi: 10.1016/J.MARPOL.2021.104664
- CCSBT. 2019. Recommendation on mitigate the impact on ecologically related species of fishing for southern bluefin tuna. Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
https://www.ccsbt.org/sites/ccsbt.org/files/userfiles/file/docs_english/operational_resolutions/Recommendation_ERS.pdf (2022年11月1日)
- CCSBT. 2020. Resolution to Align CCSBT's ecologically related species measures with those of other tuna RFMOs.
https://www.ccsbt.org/sites/default/files/userfiles/file/docs_english/operational_resolutions/Resolution_ERS_Alignment.pdf (2022年11月1日)
- Croxall, J.P., and Prince, P.A. 1994. Dead or alive, night or day: how do albatrosses catch squid? *Antarct. Sci.*, 6: 155-162.
- Croxall, J.P., Silk, J.R.D., Phillips, R.A., Afanasyev, V., and Briggs, D.R. 2005. Global circumnavigations: tracking year-round ranges of nonbreeding albatrosses. *Science*, 307: 249-250.
- Donlan, C.S., and Wilcox, C. 2008. Integrating invasive mammal eradications and biodiversity offsets for fisheries bycatch: conservation opportunities and challenges for seabirds and sea turtles. *Biol. Invasions*, 10: 1053-1060.
- Gales, R. 1993. Co-operative mechanisms for the conservation of albatrosses. Australian Nature Conservation Agency. 132 pp.
- Gales, R. 1997. Albatross populations: status and threats. *In* Robertson, G. and Gales, R. (eds.), *Albatross biology and conservation*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton. 20-45 pp.
- Gilman, E., Chaloupka, M., Ishizaki, A., Carnes, M., Naholowaa, H., Brady, C., Ellgen, S., and Kingma, E. 2021. Tori lines mitigate seabird bycatch in a pelagic longline fishery. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, 31: 653-666.
- IATTC. 2011. Resolution C-11-02. Resolution to mitigate the impact on seabirds of fishing for species covered by the IATTC. Inter-American Tropical Tuna Commission.
https://www.iattc.org/GetAttachment/6117c3fd-ad66-46fe-8005-f6af18f0ee92/C-11-02-Active_Seabirds.pdf (2022年11月1日)
- ICCAT. 2011. Recommendation 11-09. Supplemental recommendation by ICCAT on reducing incidental bycatch of seabirds in ICCAT longline fisheries. International Co

- mmission for the Conservation of the Atlantic Tunas.
<http://www.iccat.int/Documents/Recs/compendiopdf-e/2011-09-e.pdf> (2022年11月1日)
- Inoue, Y., Yokawa, K., and Minami, H. 2015a. Preliminary analyses; evaluation of the effects of the newly employed seabird bycatch regulation for longline fisheries in ICCAT conventional area with using current observer data. ICCAT-SCRS/2015/130.
- Inoue, Y., Yokawa, K., and Minami, H. 2015b. Preliminary analyses; evaluation of the effects of the newly employed seabird bycatch regulation for longline fishery in IOTC conventional area with using current observer data. IOTC-2015-WPEB11-37 Rev_1.
- IOTC. 2010. Resolution 10/06 On reducing the incidental bycatch of seabirds in longline fisheries. Indian Ocean Tuna Commission.
<http://www.iotc.org/cmm/resolution-1006-reducing-incidenta-bycatch-seabirds-longline-fisheries> (2022年11月1日)
- IOTC. 2012. Resolution 12/06 On reducing the incidental bycatch of seabirds in longline fisheries. Indian Ocean Tuna Commission.
<http://www.iotc.org/cmm/resolution-1206-reducing-incidenta-bycatch-seabirds-longline-fisheries> (2022年11月1日)
- IUCN. 2022. 2022 The IUCN Red List of Threatened Species.
<https://www.iucnredlist.org/> (2022年9月8日)
- Jenouvrier, S., Weimerskirch, H., Barbraud, C., Park, Y.-H., and Cazelles, B. 2005. Evidence of a shift in the cyclicity of Antarctic seabird dynamics linked to climate. *Proc. R. Soc. B*, 272: 887-895.
- 清田雅史. 2002. 延縄漁業における海鳥類の偶発的捕獲：問題の特性と回避の方法. *山階鳥類研究所研究報告*, 34: 145-161.
- 清田雅史. 2005. はえ縄漁業とアホウドリ類の知恵比べー環境に優しい漁法をめざしてー. *海洋水産エンジニアリング*, 2005年2月号: 7-12.
- 清田雅史. 2006. 海鳥類. *水産総合研究センター (編), 水産大百科事典*. 朝倉書店, 東京. 91-94 pp.
- 清田雅史・南 浩史. 2000. 嘴の形態による南大洋アホウドリ類の検索. *遠洋水産研究所報告*, 37: 9-17.
- 清田雅史・南 浩史. 2008. 船舶調査から推定した日本周辺におけるアホウドリの海上生息域. *山階鳥類学雑誌*, 40: 1-12.
- 清田雅史・横田耕介. 2010. まぐろ延縄漁業における混獲回避技術. *日本水産学会誌*, 76: 348-361.
- McInnes, J.C., Alderman, R., Lea, M., Raymond, B., Deagle, B.E., Phillips, R.A., Stanworth, A., Thompson, D.R., Catry, P., Weimerskirch, H., Suazo, C.G., Gras, M., and Jarman, S.N. 2017. High occurrence of jellyfish predation by black-browed and Campbell albatross identified by DNA metabarcoding. *Mol. Ecol.*, 26: 4831-4845.
- Melvin, E.F., Guy, T.J., and Read, L.B. 2013. Reducing seabird bycatch in the South African joint venture tuna fishery using bird-scaring lines, branch line weighting and nighttime setting of hooks. *Fish. Res.*, 147: 72-82.
- Melvin, E.F., Guy, T.J., and Read, L.B. 2014. Best practice seabird bycatch mitigation for pelagic longline fisheries targeting tuna and related species. *Fish. Res.*, 149: 5-18.
- Minami, H., and Inoue, Y. 2015. Estimation of incidental catch of seabirds in the Japanese southern bluefin tuna longline fishery in 2013. *CCSBT-ERS/1503/17*.
- Nevitt, G.A. 2000. Olfactory foraging by Antarctic Procellariiform seabirds: life at high Reynolds number. *Biol. Bull.*, 198: 245-253.
- Ochi, D., Abraham, E., Inoue, Y., Oshima, K., Walker, N., Richard, Y., and Tsuji, S. 2018. Preliminary assessment of the risk of albatrosses by longline fisheries. *WCPFC-SC14-2018/EB-WP-09*.
- 小城春雄. 1991. 受難続きの日本の海鳥たち. 私たちの自然, 350: 6-11.
- 小城春雄・清田雅史・南 浩史・中野秀樹. 2004. アホウドリ類の和名に関する試案. *山階鳥類学雑誌*, 35: 220-226.
- Onley, D., and Scofield, P. 2007. Albatross, petrels and shearwaters of the world. Princeton University Press, Princeton, USA. 240 pp.
- Pascal, M., Lorovec, O., Bretagnolle, V., and Culioli, J.-M. 2008. Improving the breeding success of a colonial seabird: a cost-benefit comparison of the eradication and control of its rat predator. *Endang. Species Res.*, 4: 267-276.
- Phillips, R. A., Gales, R., Baker, G. B., Double, M. C., Favero, M., Quintana, F., Quintana, M. L., Tasker, H., Weimerskirch, M., Uhart, A., and Wolfaardt, A. 2016. The conservation status and priorities for albatrosses and large petrels. *Biol Cons*, 201: 169-183.
- Prince, P.A., Huin, N., and Weimerskirch, H. 1994. Diving depths of albatrosses. *Antarctic Science*, 6: 353-354.
- Robertson, C.J.R., and Nunn, G.B. 1998. Towards a new taxonomy for albatrosses. *In* Robertson, G. and Gales, R. (eds.), *Albatross biology and conservation*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, Australia. 13-19 pp.
- Robertson, G., Ashworth, P., Ashworth, P., Carlyle, I., Jiménez, S., Forselledo, R., Domingo, A., and Candy, S.G. 2018. Setting baited hooks by stealth (underwater) can prevent the mortality of albatrosses and petrels in pelagic fisheries. *Biol. Conserv.*, 225: 134-143.
- Rollinson, D.P., Dille, B.J., and Ryan, P.G. 2014. Diving behaviour of white-chinned petrels and its relevance for mitigating longline bycatch. *Polar Biol.*, 37: 1301-1308.
- Rollinson, D.P., Dille, B.J., Davies, D., and Ryan, P.G. 2016. Diving behaviour of Grey Petrels and its relevance for mitigating long-line by-catch. *Emu*, 116: 340-349.
- Sullivan, B.J., Kibel, B., Kibel, P., Yates, O., Potts, J.M., Ingham, B., Domingo, A., Gianuca, D., Jimenez, S., Lebepe, B., Maree, B.A., Neves, T., Peppes, F., Rasehlomi, T., Siva-Costa, A., and Wanless, R.M. 2017. At-sea trialling of the Hookpod: a 'one-stop' mitigation solution for seabird bycatch in pelagic longline fisheries. *Anim. Conserv.*, 21: 159-167.

- Suryan, R.M., Sato, F., Balogh, G.R., Hyrenbach, K.D., Sievert, P.R., and Ozaki, K. 2006. Foraging destinations and marine habitat use of short-tailed albatrosses: A multi-scale approach using first-passage time analysis. *Deep Sea Res. II*, 53: 370-386.
- Thompson, K.R., and Riddy, M.D. 1995. Utilization of offal and discards from 'finfish' trawlers around the Falkland Islands by the Black-browed Albatross *Diomedea melanophris*. *Ibis*, 137: 198-206.
- Tickell, W.L.N. 2000. Albatrosses. Yale University Press, New Haven, USA. 448 pp.
- WCPFC. 2007. Conservation and Management Measure 2007-04. Conservation and management measure to mitigate the impact of fishing for highly migratory fish stocks on seabirds. Western and Central Pacific Fisheries Commission. [http://www.wcpfc.int/system/files/CMM-2007-04 \[Mitigation of the Impact of Fishing on Seabirds\].pdf](http://www.wcpfc.int/system/files/CMM-2007-04 [Mitigation of the Impact of Fishing on Seabirds].pdf) (2022年11月1日)
- WCPFC. 2012. Conservation and Management Measure 2012-07. Conservation and management measure to mitigate the impact of fishing for highly migratory fish stocks on seabirds. Western and Central Pacific Fisheries Commission. http://www.wcpfc.int/system/files/CMM 2012-07 Conservation and Management Measure for Mitigating impacts of fishing on Seabirds_rev.pdf (2022年11月1日)
- WCPFC. 2015. Conservation and Management Measure 2015-03. Conservation and management measure to mitigate the impact of fishing for highly migratory fish stocks on seabirds. Western and Central Pacific Fisheries Commission. <http://www.wcpfc.int/system/files/CMM 2015-03 CMM to Mitigate the Impact of Fishing for Highly Migratory Fish Stocks on Seabirds.pdf> (2022年11月1日)
- WCPFC. 2018. Conservation and Management Measure 2018-03. Conservation and management measure to mitigate the impact of fishing for highly migratory fish stocks on seabirds. Western and Central Pacific Fisheries Commission. <https://www.wcpfc.int/doc/cmm-2018-03/conservation-and-management-measure-mitigate-impact-fishing-highly-migratory-fish> (2022年11月1日)
- Weimerskirch, H. 2004. Diseases threaten Southern Ocean albatrosses. *Polar Biol.*, 27: 374-379.
- Weimerskirch, H., Inchausti, P., Guinet, C., and Barbraud, C. 2003. Trends in bird and seal populations as indicators of a system shift in the Southern Ocean. *Antarct. Sci.*, 15: 249-256.
- Weimerskirch, H., Delord, K., Guitteaud, A., Phillips, R.A., and Pinet, P. 2015. Extreme variation in migration strategies between and within wandering albatross populations during their sabbatical year, and their fitness consequences. *Scientific Reports*, 5: 8853.
- Weimerskirch, H., Collet, J., Corbeau, A., Pajot, A., Hoarau, F., Marteau, C., Filippi D., and Patrick, S.C. 2020. Ocean sentinel albatrosses locate illegal vessels and provide the first estimate of the extent of nondeclared fishing. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 117: 3006-3014.
- Yamamoto, T., Takahashi, A., Katsumata, N., Sato, K., and Trathan, P.N. 2010. At-sea distribution and behavior of streaked shearwaters (*Calonectris leucomelas*) during the nonbreeding period. *The Auk*, 127: 871-881.
- 横田耕介・清田雅史. 2008. 海鳥類の混獲回避技術—近年の取り組み. *日本水産学会誌*, 74: 226-229.
- Yokota, K., Minami, H., and Kiyota, M. 2011. Performance of side-setting method as a mitigation measure for reducing incidental catch of seabirds on a large-sized longline vessel. *Fisheries Engineering*, 48: 7-14.