

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

清田 雅史*

Incidental Take of Seabirds in Longline Fisheries: Nature of the Issue and Measures for Mitigation

Masashi Kiyota*

Abstract. Longlining is one of the major fishing techniques used to capture pelagic and demersal fish. The incidental take of seabirds in longline fisheries has become a concern to fishing states, biologists, and conservationists in recent years. Most of the incidental take occurs during line setting, when sea birds are attracted to the baited hooks drifting near the sea surface astern of the fishing vessels. Large surface-scavenging seabirds (particularly albatrosses and large petrels) are caught in longline operations mostly in the temperate and subpolar waters. The issue first emerged in the Southern Ocean in the 1980s and 1990s, and management measures were considered by the Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) and the Convention for the Conservation of Southern Bluefin Tuna (CCSBT). Measures to reduce the incidental take or bycatch of seabirds have been developed taking advantage of the behavioral characteristics of albatrosses and large petrels. The mitigation measures currently available include: 1) bird scaring devices using streamer lines, sounds and water, 2) increasing the sinking rate of baited-hooks by weighting them, 3) underwater setting of lines, 4) line setting at night, 5) decreasing the attractivity or visibility of baits, 6) control of offal and discards. Since most of the mitigation measures improve fishing efficiency by reducing bait loss to seabirds, fishers are ready to adopt a mitigation measure if it is safe and cost-effective. Fishing states are implementing outreach programs for education and enlightenment of fishers and of the general public as well as developing mitigation techniques. In 1999, the FAO promoted the International Plan of Action for Reducing Incidental Catch of Seabirds in Longline Fisheries. In agreement with the FAO International Plan, and its Code of Conduct for Responsible Fisheries, each fishing state is required to develop its own National Plan of Action and expected to make efforts towards reducing seabird mortality in fisheries, if those fisheries are causing incidental takes of seabirds. International efforts are also

Received 28 August 2001, Revised 11 March 2002, Accepted 15 March 2002.

* 遠洋水産研究所, 〒424-8633 静岡県清水市折戸 5-7-1.

* National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1, Orido, Shimizu, Shizuoka 424-8633, Japan.

necessary to prevent and eliminate illegal, unregulated, and unreported fishing.

Key words: Albatross, Bycatch, Incidental mortality, Longline fishing.

キーワード: アホウドリ類, 混獲, 偶発的捕殺, 延縄漁業.

1. はじめに

延縄は釣り漁法の一種で、一本の幹縄に多数の枝縄と釣針をつけた漁具を使用して、大きな群れを作らない分散性、移動性の魚類を漁獲するのに適した方法である。水面から中層に仕掛けるものを浮延縄、水底に仕掛けるものを底延縄という (Fig. 1)。浮延縄の代表的なものはまぐろ延縄で、外洋の表層から中層にかけて釣針を仕掛けてマグロ類、カジキ類、サメ類を漁獲する。大規模なものでは幹縄の長さが 100 km、釣針の数は 3,000 本、釣針の最大深度は 300 m を越え、縄の投入に 5 時間、揚収に 12 時間ほど要する (平山 1981, Brothers 1991, 齋藤 1992)。このほか日本近海では浮延縄を用いたふぐ漁やさめ漁なども行われている。かつて北洋ではサケ・マス類を対象とした浮延縄が操業されていたが、サケ・マス類の公海での沖取り禁止に伴い現在では日本沿岸で小規模に行われているに過ぎない。一方底延縄漁業は、アシロ類、タラ類、ギンダラ類、メヌケ類、カレイ類などの底魚を対象として世界の海洋の大陸棚や海山の周辺で操業されている。日本近海でもマダラ *Gadus macrocephalus*、スケトウダラ *Theragra chalcogramma*、マダイ *Pagurus major*、アマダイ類などを対象とした操業が行われている (宮崎 1960, 野村 2000)。アラスカの底延縄で使用されている漁具は、7~16 km の幹縄に 1~1.5 m の間隔で枝縄が取り付けられており、一回の操業で使用される釣針数は 5,000~10,000 を越える

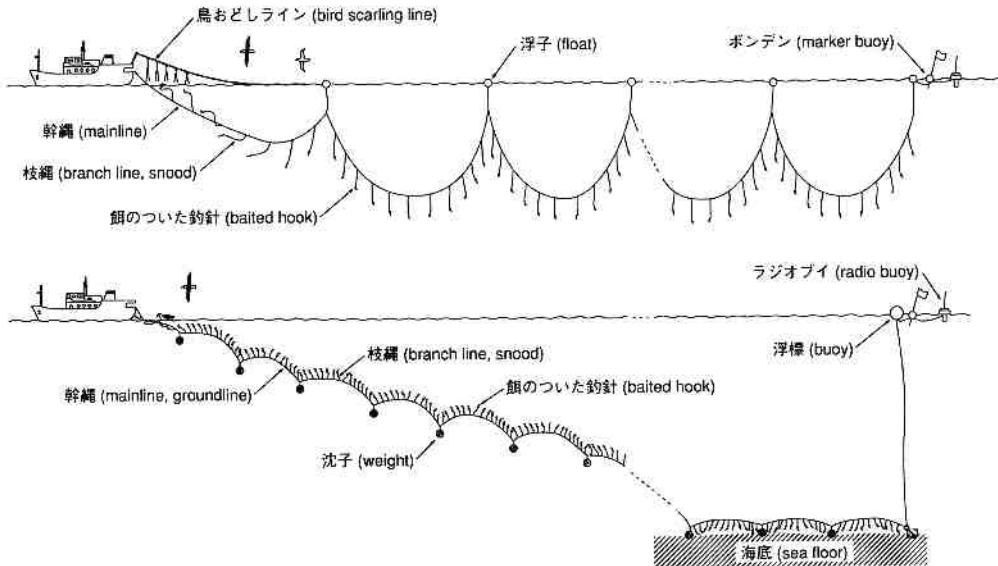


Fig. 1. Diagrams of longline fishing gear being set from fishing vessels: upper, pelagic longline (with a bird scaring line operated); lower, bottom longline (autoline type).

図 1. 投縄中の延縄の模式図。上; 浮延縄 (鳥おどしラインを使用中), 下; 底延縄 (autoline 式)。

(USFWS 1999)。

こうした延縄漁業は、網漁具に比べると漁具構成が単純で、水深が深いところでも操業が容易であり、漁獲物の損傷が少なく品質が優れ、漁具を曳航しないため燃料効率が良い、といった利点を持っている (Løkkeborg 1998)。特定の釣餌に求餌行動を示す魚種のみを漁獲の対象とし、釣針の大きさによって一定サイズ以下の小型魚を捕獲しないため、漁獲対象物に対してある程度の選択性を有している (清水 1999)。また、同じ場所で繰り返し操業しても、底引き網のように漁場環境を悪化させる心配が少なく、環境に対する負荷が比較的小さい漁業と考えられてきた。鯨類の混獲を防止するために、流し網の代替漁法として導入を進めている地域もある (Jahncke *et al.* 2001)。しかし、こうした延縄漁業において海鳥類が偶発的に捕獲されることが近年注目を集め、海鳥個体群に対する影響が問題にされ、国際漁業委員会や FAO (国連世界食糧農業機関) の場で対策が講じられるようになってきている (岡本 1998, Tasker *et al.* 2000, Gilman 2001)。こうした取り組みは、海洋という広大な環境を舞台として、産業と鳥類の競合の実態を把握し、両者の共存を模索する試みとして興味深い事例を提供している。そこで本稿では、こうした延縄漁業と海鳥の問題について、まずどのように海鳥類が捕獲されているのか概説し、さらにこの問題に対する世界的な取り組みの推移と技術的な解決の方策を紹介する。なお、本論文中で使用する鳥類の和名は山階 (1986) に従った。

2. 延縄漁業における海鳥類の偶発捕獲

延縄漁業における海鳥類の偶発捕獲は、水中で起こる魚類の釣獲とは異なった状況で発生する。漁船が延縄を投入 (投縄) する際に、海面を漂っている餌のついた釣針を海鳥が食べようとして引っ掛けてしまうのである (Brothers 1991)。縄を引き上げる揚縄の際に海鳥が掛かることもあるが、投縄中に比べれば発生頻度は少ない (Murray *et al.* 1993, Brothers *et al.* 1999b)。いずれにせよ、海鳥の偶発捕獲は、漁船近くの海面に餌のついた針が存在する間に発生するもので、発生の範囲が時間的・空間的に限られている点に特徴がある。ただし、さきまず延縄のように海のごく表層に釣針を流す漁業の場合には、漁具が海中にある間に随時海鳥が掛かる可能性がある。

延縄漁業で偶発的に捕獲される海鳥類は、海表面で拾い食いまたは腐肉食型の採食を行うタイプの海鳥が多く、アホウドリ類がその代表である。アホウドリ類はダイナミックソアリングという風速勾配を利用したエネルギー効率の良い飛行法で長距離を飛び回り (鈴木 1984, 東 1986, Kerlinger 1995)、海面付近で魚類、イカ類、甲殻類などの餌を食べる表層採食者 (surface feeder) であり、食物のかなりの部分を海面に漂う死んだ餌を拾って食べる scavenging (拾い食い採食) に依存している (Croxall & Prince 1994, Cherel & Klages 1997)。滑翔に適した長い翼を持ったため、潜水能力は余り発達していない (Prince *et al.* 1994)。このような拾い食い食性の海鳥類にとって、漁船が投げ入れる餌は格好の食物になる。マユグロアホウドリ *Diomedea melanophrys* やワタリアホウドリ *D. exulans* は漁船に良く付くことが知られており、投棄される漁獲物の屑や不要魚を積極的に食べる (Thompson 1992, Ashford *et al.* 1994)。Thompson & 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。またコアホウドリ *Diomedea immutabilis*、クロアシアホウドリ *D. nigripes* などは、漁船に限らず一般の船にも付き

Table 1. Seabird species taken incidentally in longline fisheries in the world ocean.
表 1. 世界各地の延縄漁業において偶発的に捕獲される主な海鳥類

海域	漁業種類	和名	英名	学名	出典
地中海	浮延縄 底延縄	オニミズナギドリ	Cory's Shearwater	<i>Calonectris diomedea</i>	Beltia & Sanchez (2001)
		ミズナギドリの一様	Balearic Shearwater	<i>Puffinus naureticus</i>	
		アカハシカモメ	Audouin's Gull	<i>Larus audouini</i>	
		カモメの一様	Yellow-legged Gull	<i>L. cachinnans</i>	
		シロカツオドリ	Northern Gannet	<i>Sula bassana</i>	
北東大西洋	底延縄	フルマカモメ	Northern Fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>	Løkkeborg (1998) Brothers et al. (1999b) Chardine et al. (2000)
		シロカツオドリ	Northern Gannet	<i>Morus bassana</i>	
		オオトウツクカモメ	Great Skua	<i>Catharacta skua</i>	
		セグロカモメ	Herring Gull	<i>Larus argentatus</i>	
		ニシセグロカモメ	Lesser Black-backed Gull	<i>L. fuscus</i>	
北西大西洋	底延縄	オオカモメ	Great Black-backed Gull	<i>L. marinus</i>	Chardine et al. (2000)
		シロカツオドリ	Northern Gannet	<i>Sula bassana</i>	
		セグロカモメ	Herring Gull	<i>Larus argentatus</i>	
		フルマカモメ	Northern Fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>	
		ハイイロミズナギドリ	Sooty Shearwater	<i>Puffinus griseus</i>	
南西大西洋	浮延縄	ワタリアホウドリ	Wandering Albatross	<i>Diomedea exulans</i>	Vaske (1991) Neves & Olmos (1997) Stagi et al. (1997)
		マユグロアホウドリ	Black-browed Albatross	<i>D. melanophrys</i>	
		キバナアホウドリ	Yellow-nosed Albatross	<i>D. chlororhynchos</i>	
		ギンフルマカモメ	Southern Fulmar	<i>Fulmarus glacialisoides</i>	
		ズグロミズナギドリ	Great Shearwater	<i>Puffinus gravis</i>	
北太平洋 ベーリング海	底延縄	ノドジロクロミズナギドリ	White-chinned Petrel	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Mendenhall & Fadely (1997) Brothers et al. (1999b) Chardine et al. (2000) Stehn et al. (2001)
		アホウドリ	Short-tailed Albatross	<i>Diomedea albatrus</i>	
		クロアシアホウドリ	Black-footed Albatross	<i>D. nigripes</i>	
		コアホウドリ	Laysan Albatross	<i>D. immutabilis</i>	
		フルマカモメ	Northern Fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>	
		ワシカモメ	Glaucous-winged Gull	<i>Larus glaucescens</i>	
		シロカモメ	Glaucous Gull	<i>L. hyperboreus</i>	
		セグロカモメ	Herring Gull	<i>L. argentatus</i>	
		ミツユビカモメ	Black-legged Kittiwake	<i>Rissa tridactyla</i>	
		ハイイロミズナギドリ	Sooty Shearwater	<i>Puffinus griseus</i>	
		ハシボシミズナギドリ	Short-tailed Shearwater	<i>P. tenuirostris</i>	
		ウミガラス	Common Murre	<i>Uria aalge</i>	
		ハシブトウミガラス	Thick-billed Murre	<i>U. lomvia</i>	
		ウミスズメ類	Alcids	Alcidae	
		アビ類	Loons	Gavia spp.	
ウ類	Cormorants	<i>Phalacrocorax</i> spp.			
中西部太平洋	浮延縄	クロアシアホウドリ	Black-footed Albatross	<i>Diomedea nigripes</i>	Skillman & Flint (1997) Brothers et al. (1999b)
		コアホウドリ	Laysan Albatross	<i>D. immutabilis</i>	
		オオミズナギドリ	Streaked Shearwater	<i>Calonectris leucomelas</i>	
東部熱帯太平洋	浮延縄	ガラバゴスアホウドリ	Waved Albatross	<i>Diomedea irrorata</i>	Jahnke et al. (2001)
		ハジロアホウドリ	Shy Albatross	<i>D. cauta</i>	
		ミズナギドリ類	Petrels	<i>Puffinus</i> spp.	
		カツオドリ類	Gannets	<i>Sula</i> spp.	
		ペリカンの一様	Peruvian Pelican	<i>Pelecanus thagus</i>	
南半球亜寒帯域	浮延縄	カモメ類	Gulls	<i>Larus</i> spp.	Brothers (1991) Murray et al. (1993) Brothers et al. (1998, 1999a,b)
		ワタリアホウドリ	Wandering Albatross	<i>Diomedea exulans</i>	
		シロアホウドリ	Royal Albatross	<i>D. epomophora</i>	
		マユグロアホウドリ	Black-browed Albatross	<i>D. melanophrys</i>	
		ハジロアホウドリ	Shy Albatross	<i>D. cauta</i>	
		ハイガシラアホウドリ	Gray-headed Albatross	<i>D. chrysoloma</i>	
		キバナアホウドリ	Yellow-nosed Albatross	<i>D. chlororhynchos</i>	
		ニュージーランドアホウドリ	Buller's Albatross	<i>D. bulleri</i>	
		ススイロアホウドリ	Sooty Albatross	<i>Phoebastria fusca</i>	
		ハイイロアホウドリ	Light-mantled Sooty Albatross	<i>P. palpebrata</i>	
		オオフルマカモメ	Southern Giant Petrel	<i>Macronectes giganteus</i>	
		キタオオフルマカモメ	Northern Giant Petrel	<i>M. halli</i>	
		マダラフルマカモメ	Cape Petrel	<i>Daption capense</i>	
		ハイイロミズナギドリ	Sooty Shearwater	<i>Puffinus griseus</i>	
		アカアシミズナギドリ	Flesh-footed Shearwater	<i>P. carneipes</i>	
ノドジロクロミズナギドリ	White-chinned Petrel	<i>Procellaria aequinoctialis</i>			
ウエストランドクロミズナギドリ	Westland Petrel	<i>P. westlandica</i>			
南極海	底延縄	オオハイイロミズナギドリ	Grey Petrel	<i>P. cinerea</i>	Ashford et al. (1995) Moreno et al. (1996) Williams & Capdeville (1996) Barnes et al. (1977)
		オーストラリアシロカツオドリ	Australian Gannet	<i>Sula serrator</i>	
		オオトウツクカモメ	Great Skua	<i>Catharacta skua</i>	
		ワタリアホウドリ	Wandering Albatross	<i>Diomedea exulans</i>	
		マユグロアホウドリ	Black-browed Albatross	<i>D. melanophrys</i>	
ハイガシラアホウドリ	Gray-headed Albatross	<i>D. chrysoloma</i>			
オオフルマカモメ	Southern Giant Petrel	<i>Macronectes giganteus</i>			
キタオオフルマカモメ	Northern Giant Petrel	<i>M. halli</i>			
ノドジロクロミズナギドリ	White-chinned Petrel	<i>Procellaria aequinoctialis</i>			

て飛翔する (Hyrenbach 2001)。

アホウドリ類はかつて羽毛や卵の採取を目的とした乱獲に会い (Warham 1996, Medway 1997), アホウドリ *Diomedea albatrus* のように個体数が著しく減少した種もある (長谷川 1998)。一方マユグロアホウドリやコアホウドリのように個体数が 200 万羽以上と多く、比較的安定している種もある (Gales 1997)。長寿命で成熟するまでに 5 年以上要し、番いが 1~2 年で 1 卵を育てるため繁殖率は低い (Gales 1993)。個体群の動向は繁殖地によって様々だが、減少傾向にある個体群も多い。現在の個体群減少要因として、繁殖地の荒廃、野獣による卵や雛の捕食、感染症、プラスチック呑み込み、重金属や有機塩素化合物による汚染などが挙げられている (Gales 1993, 1997, Weimerskirsh *et al.* 1996, de la Mare & Kerry 1994, Tickell 2000)。鳥島のアホウドリやクロアシアホウドリのように、営巣地の環境保全によって個体群が回復傾向を示すようになった例もあるが (林ほか 1997, 長谷川 1999), これらの要因が実際にどの程度個体群減少に関与しているか特定し、対策を講じるのは困難な場合も多い。一方、延縄漁業による偶発的死亡は、海上における人為死亡要因の一つであるが、漁業の調査を通じて死亡率の推定が可能であることから、実態解明と対策が積極的に進められることとなった。

延縄漁業では、アホウドリ類以外にオオフルマカモメ *Macronectes giganteus*, フルマカモメ *Fulmarus glacialis*, マダラフルマカモメ *Daption capense*, アカアシミズナギドリ *Puffinus carinipes*, ノドジロクロミズナギドリ *Procellaria aequinoctialis*, オオハイイロミズナギドリ *P. cinerea* などの大型のミズナギドリ類も偶発的に捕獲される。またトウゾクカモメ類, カモメ類, カツオドリ類などが捕獲されることもある (Table 1)。延縄漁業は全世界の海洋で広く行われているが、海鳥の偶発捕獲が問題となっているのは、熱帯域よりも高緯度域の方が多い。延縄の釣針を呑み込みやすい表層拾い食い食性の大型海鳥類は、熱帯域の無風帯には少なく、卓越風が常時吹く高緯度域に多く生息することと関係しているであろう (Spear & Ainly 1998)。また、北大西洋のようにアホウドリ類が分布しておらず、主に捕獲されるのは個体数が豊富なフルマカモメやセグロカモメ *Larus argentatus* であることから、偶発捕獲の影響が深刻な問題と見なされていない地域もある (Løkeborg 1998, Chardine *et al.* 2000)。こうした中で、延縄漁業と海鳥類の問題がまず最初に顕在化したのは、アホウドリ類が種数、個体数ともに豊富な南半球の高緯度域における漁業であった。

3. 海鳥の偶発捕獲問題を巡る世界的な情勢

南半球の漁業の中で、海鳥類の偶発捕獲が最初に取り上げられたのは、マゼランアイナメ *Dissostichus eleginoides* を対象とした底延縄漁業である。マゼランアイナメは南大洋の大陸棚に生息し体長 3m に達するノトセニア科 *Nototheniidae* の大型魚類で、メロ、ギンムツなどの俗称で日本国内でも流通している。1980 年頃より、チリ・パタゴニア陸棚水域や南極海のサウスジョージア水域、ケルゲレン諸島水域で底延縄による漁業が始められた (永延 1999)。この漁業が多数の海鳥類を捕獲しているとして、1984 年の CCAMLR (南極海洋生物資源保存条約) 年次会議で取り上げられ、偶発捕獲に関するデータの収集が開始された (Haward *et al.* 1997)。調査の結果、捕獲されるのはノドジロクロミズナギドリが最も多く、マユグロアホウドリやワタリアホウドリも少数捕獲されていることがわかった (Dalziell & Poorter 1993, Ashford *et al.* 1994, 1995, Cherel *et al.* 1996, Williams & Capdeville 1996)。1992 年には CCAMLR 加盟 23 カ国

に対して偶発的捕獲の軽減措置の導入が勧告された。その結果、加盟国漁業における海鳥の偶発捕獲率は低下したが、非合法漁業による捕獲は後を絶たないと言われている(永延 1999)。1997年のCCAMLR科学委員会特別作業部会では海鳥類の捕獲総数が算出され、合法的漁業による捕獲は大西洋区で5,700羽(アホウドリ類48%, ノドジロクロミズナギドリ48%), インド洋区で1,000羽(アホウドリ類23%, ノドジロクロミズナギドリ73%)と推定された。しかし、非合法漁業による捕獲数がこの20倍以上であると推定されている(永延 1999)。

これに次いで南半球の亜南極-温帯水域でミナミマグロ *Thunnus maccoyii* を対象として操業しているまぐろ延縄漁業においても、アホウドリ類の偶発捕獲が問題にされた。オーストラリア自然公園野生動物局のNigel Brothersは早くからこの問題を指摘し、軽減措置の導入を呼びかけた(Brothers 1991)。1993年に日本、オーストラリア、ニュージーランドが署名したみなみまぐろの保存のための条約(CCSBT)において、海鳥偶発捕獲問題が取り上げられるようになった。1995年12月にウェリントンで第1回生態系関連種作業部会(ERSWG)が開催され、漁船に同乗した科学オペレーターによる情報収集、軽減措置の導入、啓蒙普及を行うことが決議された(Haward et al. 1997)。1988年のオーストラリアの200海里内水域における日本の延縄漁船の海鳥捕獲率は、釣針1,000本当たり0.7羽、総数14,359と推定され、マユグロアホウドリ、キバナアホウドリ *Diomedea chlororhynchos*, ハイガシラアホウドリ *D. chrysostris*, ハジロアホウドリ *D. cauta*, ワタリアアホウドリ, オオフルマカモメ, ノドジロクロミズナギドリ, アカアシミズナギドリが多く捕獲されていた。しかし軽減措置の導入により1996年には捕獲率0.02羽/1,000針、推定捕獲総数160羽まで低下している(Brothers et al. 1998, 1999a)。

その後北太平洋でも、アラスカ湾、アリューシャン列島周辺およびベーリング海の底延縄漁業における偶発捕獲が問題となった。捕獲される海鳥はフルマカモメが大部分を占めるが、夏季に索餌のため渡って来るアホウドリもわずかながら捕獲される(Chardine et al. 2000, Stehn et al. 2001)。1987年から1999年までの間に6羽のアホウドリの捕獲が記録された(USFWS 1999)。回復途上にあるアホウドリ個体群への影響が懸念されたため、1997年にはアラスカ底延縄漁船へ軽減措置を導入することを決定した(NMFS 1997, 1998)。一方1997年にオーストラリアとオランダは、南アフリカとウルグアイの賛同を得て世界のアホウドリ全種をボン条約(移動性野生動物種の保全に関する条約)の附属書に掲載し、アホウドリ類の国際的な保護管理を進めることとした(アホウドリとアムステルダムアホウドリ *Diomedea amsterdamensis* が絶滅の危機に類した種として附属書I, 他のアホウドリ類は望ましくない状態にある種として附属書IIに掲載されている)。それに基づいてアホウドリ類およびミズナギドリ類の保存に関する協定(Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels)が立案され、2001年11月の時点でオーストラリアとニュージーランドが批准している(Lee 2001)。

このように世界各地において海鳥の偶発的捕獲に対する問題意識が高まってきたことから、FAOでは1995年に制定した責任ある漁業の行動規範(Code of Conduct for Responsible Fisheries)に則ってこの問題に取り組むことを決め、1997年に水産委員会に専門家協議会を設置して海鳥偶発捕獲の削減を目的とした行動計画のガイドラインを作成した(FAO 1998)。1998年3月に東京で開催された海鳥専門家の技術作業グループによる検討を経て、1999年2月のFAO第23回水産委員会において、延縄漁業によって偶発的に混獲される海鳥の削減に関する国際行動計画(International Plan of Action for Reducing Incidental Catch of Seabirds in Longline

Fisheries) を採択し、関係各国が軽減措置の導入、研究開発、教育訓練広報、データ収集に関する国内行動計画を策定するよう求めた (FAO 1999, Cooper *et al.* 2001)。FAO の行動計画は強制力を持つものではないが、2年ごとに各国から報告を受け、海鳥偶発捕獲の軽減状況を評価し計画を見直すことにしている。FAO が提示したガイドラインに基づき、現在各国では色々な軽減法への取り組みが進められている。

4. 偶発捕獲を減らすための方法

前述したように、海鳥の偶発的捕獲は投縄時の漁船の近くに集中して発生し、捕獲される海鳥類は拾い食い食性に適した生物学的特徴を有している。こうした特性をうまく利用した回避策を導入することによって、漁業を禁止しなくても海鳥類の偶発的捕獲を減らすことが可能である。これまで考案されている具体的な回避方法を以下に紹介する。

4-1. 鳥よけ装置

投入した釣餌に海鳥が近づかないよう、障害物や視覚、聴覚刺激を用いて鳥を遠ざける方法である。鳥おどしライン (bird scaring line) は、船尾に立てたポールから丈夫な長いヒモを曳航し、空中部分にすだれ状の下垂物や鳥よけテープを取り付けたものである (Fig. 1)。アホウドリ類は細かく方向転換するような飛行は苦手としているため、餌の上に障害物があると餌取り行動が妨げられる (Brothers *et al.* 1999b)。まぐろ延縄で用いられている物は、鳥おどしラインの長さが 150 m 以上あり、後半部分は水面に着いているが、波浪や船の動揺によってヒモが急に引っ張られて水しぶきを上げると、着水していた鳥も驚いて逃げる (Brothers 1996)。この装置は、日本のまぐろ延縄漁業者が海鳥による餌の損失を防ぐため自発的に使用していた器具が改良されて普及したもので (ブラザーズ 1994)、海外でも Tori pole streamer, Tori line などと呼ばれている (例, Keith 1999)。装置が安価で漁船や漁具の変更が少なく済むため、現時点では最も実践的な方法として利用されている (Barnes *et al.* 1997, Løkkeborg 1998)。まぐろ延縄に使用した場合、アホウドリ類の捕獲率を平均 3 分の 1 程度低減することが確認されている (Brothers 1991, Boggs 2001)。しかし海況や延縄と鳥おどしラインの位置関係など色々な要因によって軽減効果にはばらつきが生じることが報告されており (Ashford *et al.* 1995, Klaer & Polackheck 1998)、回避効果を最大限に発揮するためには、ヒモの長さやポールの振り出し角度などを状況に応じて調整する必要がある。使用方法によって効果が一定しないこと以外の欠点として、ヒモが漁具やスクリューに絡まる、下垂物が作業員に衝突する、ラインの投入と揚収を人力で行うと作業員の負担が大きい、など作業上の問題点もある。最近建造される大型の延縄漁船には油圧や電動モーターを用いて機械化された装置が導入されており、ラインの位置の微修正や揚収が簡単にできるようになっている。小型の漁船では大規模な装置の使用はむずかしいが、船尾にフロートを曳航し水しぶきを上げるだけでもある程度の効果が得られると言われている (McNamara *et al.* 1999, Baird 2001)。底延縄では揚縄時の偶発捕獲を防止するため、鳥よけカーテン (brickle curtain) というスダレ状のものも用いられている (Brothers *et al.* 1999b)。

鳥おどしライン以外の鳥よけ装置として、水や音、光、磁気の利用が試みられてきた (Brothers *et al.* 1999b)。放水は船尾から水を噴射して鳥の飛行を妨害するもので、ポンプの能力と風によって有効範囲は制限されるが、まぐろ延縄では実際に使用している船もある。漁具への絡

まりがなく開始終了が簡単という利点があり、鳥が船のごく近くに集まった時には効果がある。有効範囲を改善するために船尾に曳航したホースから水を噴射する方法も試されているが、漁具に絡まる問題があり実用化には至っていない (Baird 2001)。また、陸上の農場や果樹園で鳥よけとして用いられる爆音や閃光を発する装置も試されている。電子音やプロパンガス、アセチレンガスの爆発を利用して大きな音を発する装置は、一時的には効果があるものの、繰り返し使用すると海鳥が馴化して効果が消失するらしい (Ashford *et al.* 1994, Brothers *et al.* 1999b)。鳥が多数集まった時の一時的撃退器具として補助的に利用することは可能であろう。ニュージーランド沿岸での実験によれば、威嚇音を発する銃に対し海鳥類は昼間は反応しなかったが、夜間には警戒行動を示したという (Baird 2001)。陸上の鳥に対しては、合成威嚇音や遭難声をスピーカーから発する装置や磁気やレーザーを用いた鳥よけ器具が用いられている (清水ほか 1988, Blackwell *et al.* 2002)、海上での予備的な実験では効果は確認されていない (Brothers *et al.* 1999b, 自然資源保全協会私信)。これらの刺激の忌避効果は局所的なものであり、陸鳥の休息場や採餌場所を変更させることは可能かもしれないが、外洋上を飛び回る海鳥を漁具から遠ざけるには不十分なのであろう。

4-2. 釣針の沈降速度の改善

アホウドリ類の翼は滑翔に適した細長い形状をしており、水中での遊泳潜水には適していない。Prince *et al.* (1994) は、南極海周辺のサウスジョージア島、マクウォーリー島、ケルゲレン諸島でアホウドリ類に毛細管式の圧力計を取り付けて最大潜水深度を調べた。その結果、各種の最大潜水深度は、ワタリアホウドリ 0~0.6 m (平均 0.2 m)、ハイガシラアホウドリ 0.8~6.0 m (平均 3.0 m)、マユグロアホウドリ 1.4~4.5 m (平均 2.5 m)、ハイイロアホウドリ (*Phoebastria palpebrata*) 0.7~12.4 m (平均 3.4 m) であった。Hedd *et al.* (1997) はハジロアホウドリに圧力計と深度記録計を取り付け最大潜水深度 7.4 m という値を得たが、大部分の潜水は 3.5 m 以浅であった。このようにアホウドリ類の潜水深度は通常数 m 以内であり、それ以上の深度に素早く釣針を沈降させることができれば、偶発捕獲を減らすことができる。そのためにいくつかの方法が考案されている。

最も直接的な方法は延縄を重くするもので、主に底延縄を対象として開発が進められている。底延縄には漁具を水底に沈めるため幹縄に一定間隔で沈子が付けられており、この沈子の重量を増すことによって縄全体の沈降速度を改善することが可能である。Robertson (2000) は底延縄に取りつける沈子 (6.5 kg) の間隔と沈降速度の関係を船上で計測し、沈子間隔を 50 m より短くすると沈降速度が大幅に改善されることを示した。Agnew *et al.* (2000) は、底延縄の沈子の重量を変えて実際にサウスジョージア水域で操業を行い、海鳥 (主にノドジロクロミズナギドリとマユグロアホウドリ) の釣獲死亡率を比較した。40 m 間隔で 8.5 kg の沈子を使用した操業では、4.25 kg の沈子を使用した場合よりも有意に死亡率が低かったが、沈子重量を 12.5 kg まで増やしてもそれ以上死亡率は低下しなかった。

一方、浮延縄はフロートを用いて幹縄を水中に懸垂するものであり、枝縄の長さが 10~30 m もあるため、幹縄に重りを付けても釣針の初期沈降速度は改善されない。Brothers *et al.* (1995) は枝縄の末端に 20 g 程度の鉛を取りつけることによって表層付近での沈降速度が 1.5 倍に改善されると報告している。Stagi *et al.* (1997) はウルグアイ沖のまぐろ浮延縄において、枝縄の

末端から 3.6 m のところに 80 g の重り付きより戻し金具を付けることによって、釣針の沈降速度が改善され海鳥の偶発捕獲率が減少することを報告している。しかし、枝縄の末端部に重りを付けると、揚げ縄中に強い張力がかかった状態で枝縄が切れたり釣り針が外れると甲板上の作業員に向かって重りが飛んで来ることになり危険を伴う。このため枝縄の一端所に集中して重りを付けるのではなく、枝縄の中間部に鉛入りのヒモを使用したり、末端部の釣糸の素材をナイロンよりも比重の大きいフロロカーボンに代えることによって沈降速度を改善する方法も検討されている（有元貴文私信）。

同様の効果は、餌の浮力を軽減することによっても得られる。延縄漁業では冷凍保存した魚やイカを餌として使うことが多いが、凍ったままの餌は海水より比重が小さく浮力を持つため、釣針の沈降の妨げとなる。餌を十分に解凍してから使うことによりこの効果をなくすことができる（Brothers 1991, Klaer & Polacheck 1998）。また、魚を丸ごと餌として使用する場合には、体内の鰾を潰すことによってさらに沈降速度が改善される（Brothers *et al.* 1995）。

このほか、船尾のスクリューによる流れも、釣針と枝縄の沈降を妨げている。まぐろ延縄では自動投餌器という装置を用いてプロペラ後流の影響の少ないポイントに餌を着水させることによって、この影響をある程度回避できる（Klaer & Polacheck 1995）。底延縄では幹縄のテンションも沈降速度に影響する要因となっている（Brothers *et al.* 1999b）。

これらの方法は、単独では十分な効果を持たなくても、鳥おどしラインなどの他の方法と組み合わせることで使用することにより相乗効果が期待できる。ただし、小型のミズナギドリ類はアホウドリ類よりも潜水能力が優れ、ノドジロクロミズナギドリは 13 m まで潜水することが記録されている（Hunn 1994）。漁業者や漁船に同乗して情報を収集する科学オブザーバの観察によれば、こうした小型のミズナギドリ類が深く潜水して釣餌を水面へ引き上げ、それをアホウドリ類が横取りして釣針にかかることもあるという。色々な種類の海鳥が投縄中の船に付いた場合には、鳥よけ装置やその他の軽減措置を組み合わせなければ十分な回避効果が上がらないこともあると思われる。

4-3. 水中投縄装置

前出の沈降速度改善を一步進めた方法として水中投縄装置が考案されている（Brothers *et al.* 1999b）。通常の延縄は幹縄を船尾の甲板上から投入し、餌も空中を経て水中へ到達する。これに対し水中投縄は餌と釣針を最初から水中に投入するもので、釣餌が水と空気の界面で余計な動きをすることなく速やかに沈降を開始する上に、餌が海鳥の目に付きにくい、というメリットをもつ。比較的単純な構造の漁具であればこの方法が利用可能である。

Autoline 式と呼ばれる底延縄漁具は、一本の幹縄に短い枝縄が直接付いた簡単な構造をしており、水中投縄が可能である。既に専用の水中投縄装置が実用商品化されており（O. Mustad & Son 社, Gjovik）、船尾に取り付けた筒状のシュートを通して幹縄と枝縄が繰り出されていく。Løkkeborg (1998) の実験では、フルマカモメの偶発的捕獲率は、水中投縄を用いると 0.04羽/1,000 針であり、軽減措置を行わない場合（1.75羽/1,000 針）よりも有意に少なかった。ただし底延縄でも、ラインが二重になっているスペイン式は構造が複雑なためこの装置を利用できない。同様にマグロ・カジキ用浮延縄も、幹縄に長い浮子縄や枝縄を付けるため、全体を一緒に筒に通す方法には無理がある。ニュージーランドでは、枝縄の先端部だけを水中に投入する

シュート式、カプセル式の装置が考案されている (Molloy & West 1997)。O'toole & Molloy (2000) はニュージーランド沿岸のまぐろ延縄でシュート式水中投縄装置を試験した。彼らを使用した装置は、大きな漏斗の先にパイプを取り付けたもので、餌のついた釣り針を漏斗に入れ水流によってパイプを通して水面下 4.2 m の水中に送り込むものである。パイプの後側に開いたスリットを通して、枝縄がパイプから外れる仕組みになっている。水深記録計のデータによれば、投入後船が 100 m 進む間に釣り針が達した深度は、この水中投縄装置を用いると平均 8.7 m であり手投げの平均 5.9 m に比べ有意に大きかった。ただし、個々の釣り針の挙動には変動が大きかった。また、これらの水中投縄装置は高価であり、船尾に突出物を取り付けるため、漁具が絡まったり、強い波浪を受けたりすることによって装置が破損する恐れがある。

4-4. 夜間投縄

Croxall & Prince (1994) によれば、アホウドリ類の採食方法は昼間海表面に浮いている餌を拾い食いする scavenging と、夜間生きた餌を自ら捕獲する live capture に大別することができ、種によって2つの方法への依存度が異なっている。拾い食い採食者は昼間視覚に頼って餌を取るため、投縄を夜間に行えば偶発捕獲の頻度を削減できる。この夜間投縄法は実際に導入されており、浮延縄でも底延縄でも効果が確認されている (Brothers 1991, Ashford *et al.* 1995, Belda & Sanchez 2001)。しかし、月明かりの夜や夏の高緯度における操業では、日没後も真っ暗にならないため効果が低下することも知られている (Ashford & Croxall 1998, Klaer & Polacheck 1998)。夜間投縄の効果を上げるために、投縄中はできるだけ船の灯火を消すことが推奨されている (Barnes *et al.* 1997)。ただし、海鳥の中には夜間索餌するものもあり、夜間投縄の効果は海鳥の種類によっても異なると言われている (Murray *et al.* 1993)。

4-5. 餌の視認性・誘因性の低減

視覚に頼って空中から餌を探す拾い食い採食者に対し、餌を視認しにくくする、もしくは海鳥に採餌意欲を生じさせないような餌を用いることによって偶発捕獲を削減しようとする方法である。具体的には着色餌、人工餌、疑似餌の利用が考えられる。着色餌は、餌を食用色素で青く着色し、水中にある餌を海鳥が空中から視認しにくくするものである。元々米国のメカジキ *Xiphias gladius* を対象とした延縄漁業では餌のイカに色を付ける習慣があり (Ito *et al.* 1998)、青色の餌を使うと海鳥が掛かりにくくなることが経験的に知られていた。ハワイのメカジキ延縄漁業において青色餌を使った実験が行われ、海鳥捕獲の軽減効果が確認されている (McNamara *et al.* 1999, Baird 2001, Boggs 2001)。筆者らの実験でも投縄中にクロアシアホウドリやコアホウドリの餌取り行動の頻度が減少するなどの効果が確認された (南・清田 2001)。また、この他にイカ類の内臓を整形した人工餌や疑似餌もテストされている (Baird 2001)。いずれも、普及させるためには漁獲対象魚の釣獲効率が悪化しないことを確認するとともに、通常の餌に比べコストが大きく上回ることはないよう経済効率面での実用性も検討しておく必要がある。

4-6. その他

漁船から魚の内臓や残飯を投棄すると、沢山の鳥が集まり採餌行動を活性化する恐れがあ

る。このため、投縄中の漁船から魚屑を投棄しないことが奨励されている (Ashford *et al.* 1995)。一方逆に、鳥が漁船に多数集まって困る場合には、投縄位置から離れたところに細かく砕いた魚屑や冷凍したサメ類の肝臓などを投入して、海鳥の注意を釣餌からそらす方法 (strategic offal discards) も利用されている (Cherel *et al.* 1996, Baird 2001)。

釣鉤の大きさや形状も偶発捕獲の発生頻度に関係している。Moreno *et al.* (1996) は、マゼランアイナメ底延縄における海鳥類 (主にノドジロクロミズナギドリ) の捕獲率が、釣針が大きくなるほど低下することを指摘している。大きな針を使用すると、小型の鳥が掛かりにくく、また、針の重量増加によって沈降速度が改善されるのであろう (Brothers *et al.* 1999b)。Moreno *et al.* (1996) の観察では、J字型の釣針 (ストレートフック) を用いた船で最も高い捕獲率が記録された。釣針の先端部が内側に湾曲したサークルフックを使用すると捕獲率が低下することが期待される。ただし、大型の海鳥は餌をついばむのではなく丸呑みすることが多いので (Brothers 1991)、海鳥の大きさによって偶発捕獲の軽減効果が異なる可能性がある。また釣針は漁獲効率に直接関係する要素であり、漁業者へ形状の変更を促すためには、対象魚種の釣獲効率も比較検討しなければならない。

以上列举した海鳥偶発捕獲の軽減法の多くは、漁業者の自発的な工夫から生まれてきたものである。投縄時に海鳥が集まって釣餌を奪われると魚を漁獲する効率が低下するため、漁業者は海鳥に釣餌を取られないよう色々な工夫を凝らしてきた (前述のようにトリポールは日本の漁業者が考案したものである)。このように海鳥の偶発捕獲の回避は、漁獲効率の改善につながるため、費用対効果が高く操業の妨げにならない軽減法を開発し、漁業者に周知すれば普及することが期待される。実際、各国政府や漁業委員会は教育啓蒙の重要性を認識しており、軽減法を説明したパンフレットの配布や鳥よけ装置の無償提供など、漁業者への啓蒙普及活動に力を注いでいる (ブラザーズ 1994, Brothers 1996, CCAMLR 1996, 自然資源保全協会 2001)。また、漁業者主催のセミナーやフォーラムも開催されている (Baird 2001)。

5. 国際的な規制の状況

最後に、国際漁業委員会や各国における海鳥偶発捕獲の軽減措置の導入状況について概観する。南極海では CCAMLR が 1994 年の決議によって夜間投縄、鳥おどしラインの使用を義務づけており、釣針沈降速度の改善、残滓の投棄制限も奨励している。浮延縄によるミナミマグロ漁業については、CCSBT によって日本、オーストラリア、およびニュージーランドの漁船に鳥おどしラインの使用が義務づけられている。オーストラリア政府は、自国の全ての延縄漁業における海鳥捕獲率を釣針 1,000 本当たり 0.05 個体以下にするという目標を掲げ、国内の削減計画 (Threat Abatement Plan for the incidental catch (or by-catch) of seabirds during oceanic longline fishg operations; 通称 TAP) を策定するとともに、アホウドリ類とオオフルマカモメ類の回復計画 (Recovery Plan for Albatrosses and Giant Petrels) を設定して大型海鳥類の保全に努めようとしている (Environment Australia 1998, 1999)。ニュージーランド政府も国内行動計画の策定を進めており、オブザーバー・プログラムの拡充と海鳥捕獲許容枠を設定して削減を推進しようとしている (Ministry of Fisheries & Department of Conservation 2000)。また、関連業界の資金を用いて軽減のための調査研究を進める試みも行われている (West *et al.* 1999)。

北太平洋では、米国とカナダがオヒョウ *Hippoglossus stenolepis* の底延縄漁業に関して 2 国

間委員会 (International Pacific Halibut Commission) を設置し予備的な調査を行っていたが、国際的な管理機構に基づく規制は行われていなかった (Cooper *et al.* 2001)。しかし 2001 年 2 月に FAO の国際行動計画に従って日本と米国が国内行動計画を提出した。米国の国内行動計画は捕獲実態の調査を主体としているが、国内規制によってアラスカ底延縄漁船全船に沈降速度の改善、投縄・揚縄中の残滓の投棄禁止、生きたまま掛かった鳥の放鳥を要求し、大型船については、夜間投縄、鳥おどしライン、フロートの曳航、水中投縄のうちの一つ以上を併用することを求めている (NMFS 1997, 1998, USFWS 1999)。さらにアラスカ底延縄漁業に対し、1999~2000 年の 2 年間にアホウドリを 4 羽捕獲した場合には漁業の停止という偶発捕獲の制限枠を設けて、軽減法の普及に努めた。実際にはこの間にアホウドリの捕獲は記録されることはなかったが、この捕獲規制は 2001~2002 年にも適用された。

日本の国内行動計画は、既に漁業規制がなされている南半球のミナミマグロ漁業に加えて、北太平洋における浮延縄を対象として策定されている。北太平洋にはアホウドリ、クロアシアホウドリ、コアホウドリが生息しており、個体群サイズはそれぞれ約 1,000 羽、26~29 万羽、250~300 万羽と推定されている (Gales 1997, 長谷川 1998)。この他日本近海ではオオミズナギドリ *Calonectris leucomelas* が捕獲されることもある。日本国内ではオオミズナギドリが天然記念物に指定されている繁殖地もあるが、全体の個体群レベルは 100 万番い以上、総個体数は数百万羽と言われており (del Hoyo *et al.* 1992)、アホウドリ類に比べれば偶発捕獲が個体群へ及ぼす影響は小さいと考えられる。日本の回避措置は生きた鳥の放鳥と魚屑の適切な処理を基本としており、ミナミマグロ水域では CCSBT の規制に従い鳥おどしラインの使用を全船に義務づけるとともに、夜間投縄、加重枝縄、投餌機、餌の解凍の中から一つ以上の措置を適用するよう勧めている。北太平洋の北緯 20 度以北の水域については、鳥おどしライン、夜間投縄、加重枝縄、投餌機、餌の解凍の中から一つ以上の措置を適用することとしている。さらに、アホウドリの繁殖地がある伊豆諸島鳥島周辺の重点水域では、軽減措置を 2 つ以上適用するよう求めている。また、漁業者を対象に海鳥問題への理解を深め、軽減法の周知徹底やデータ精度の改善を目的とした啓蒙普及活動 (ビデオやポスターの配布、セミナーの開催) を行うことにしている。さらに次世代の漁業者の育成を担う全国の水産高等学校において、教育啓蒙活動を行い長期的な改善を目指している。調査研究の面では、偶発捕獲回避法の開発と評価、国内のアホウ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、国際協力の推進を掲げている (自然資源保全協会 2001)。

6. おわりに

世界的な人口の増大に伴い、水産業が蛋白食糧供給源として担う役割は大きくなっている。これからの水産業は、海洋環境の保全や野生生物との共存を図りつつ資源の持続可能な利用を進め、食糧を安定して供給することが求められている (松岡 1996a, b)。偶発捕獲に関して適切な管理が行われれば、海鳥個体群への影響を最小に留めつつ延縄漁業を続けることも可能であろう。洋上での回避措置の積極的な導入と並行して、海鳥の繁殖地において個体群のアセスメントを行い、漁業やそれ以外の要因が個体群に及ぼす影響をモニタリングし、海と陸の双方の環境を管理することが海鳥類の保全のためには重要である。延縄漁業を行う国家は、FAO の責任ある漁業の行動規範に従い自国漁業の適正な管理を進めなければならないが、規制や報告義

務を逃れるために国籍を置き換える便宜置籍船や IUU (illegal, unregulated, unreported) 船のような国際的なルールを守らない漁業体を排除するべく、各国が協調して努力しなければならない (FAO 2001)。また、軽減措置の技術開発や教育啓蒙に関する情報交換や技術支援などの面での国際協力も大切である。

謝 辞

遠洋水産研究所図書室の近藤禮子女氏には、文献の収集に際してご協力いただいた。また遠洋水産研究所鈴木治郎博士、魚住雄二博士、中野秀樹博士、南 浩史博士および水産庁研究部加藤秀樹氏には本論文の草稿に対し貴重なご意見を頂戴した。また、東京大学農学部藤田 剛氏には本稿をご校閲いただき、有益なご助言を賜った。これらの方々に厚くお礼申し上げる。

摘 要

延縄漁業は浮魚や底魚を漁獲する一般的な漁法である。近年延縄漁業における海鳥類の偶発的捕獲が世界的な問題になっている。海鳥の偶発捕獲が発生するのは、大部分が延縄を投入中の漁船の近くであり、投入直後の釣餌を海面付近で食べようとして海鳥が釣針に掛かる。表層で拾い食い (scavenging) 型の採食を行うアホウドリ類・大型ミズナギドリ類が捕獲されることが多く、これら表層採食性大型海鳥類が多数分布する各大洋の温帯から極域にかけて問題が発生している。1980年代から1990年代に南極の海洋生物資源の保存に関する条約 (CCAMLR) やみなみまぐろの保存のための条約 (CCSBT) などに基づく地域漁業委員会において海鳥の偶発捕獲問題が取り上げられ、軽減法が導入されるようになった。現在考案されている軽減法は、偶発捕獲が投縄中の漁船付近の海面表層で発生すること、アホウドリ類が飛行中の巧みな方向転換や潜水を苦手とすること、などの特徴を利用したもので、1) 船尾からのヒモの曳航や爆音、放水を用いて鳥を近づけないようにする、2) 釣針の沈降速度を改善し早く餌を沈める、3) 水中投縄装置、4) 夜間投縄、5) 視認性・誘引性の低い餌の使用、6) 魚屑の投棄の制限、などがある。偶発捕獲の軽減は、海鳥による釣餌の損失を減らし漁獲効率の向上に役立つため、漁業者が受け入れる素地が十分ある。各国は軽減法の技術開発と並行して啓蒙普及や指導に力を入れ普及に努めている。FAO は、責任ある漁業の行動規範に則り各国が偶発捕獲の削減へ向けて努力するよう求めており、延縄漁業によって偶発的に混獲される海鳥の削減に関する国際行動計画を1999年に決議し、関係各国へ国内行動計画の策定を促した。さらに便宜置籍船のように国際的な取り決めを遵守しない漁業体を排除するための国際協力も必要とされている。

引用文献

- Agnew, D. J., Black, A. D., Croxall, J. P. & Parkes, G. B. 2000. Experimental evaluation of the effectiveness of weighting regimes in reducing seabird by-catch in the longline toothfish fishery around South Georgia. *CCAMLR Science* 7: 119-131.
- Ashford, J. R. & Croxall, J. 1998. An assessment of CCAMLR Measures employed to mitigate seabird mortality in longlining operations for *Dissostichus eleginoides* around South Georgia. *CCAMLR Science* 5: 217-230.
- Ashford, J. R., Croxall, J. P., Rubilar, P. S. & Moreno, C. A. 1994. Seabird interactions with longlining operations for *Dissostichus eleginoides* around South Sandwich Islands and South Georgia. *CCAMLR Science* 1: 143-153.

- Ashford, J. R., Croxall, J. P., Rubilar, P. S. & Moreno, C. A. 1995. Seabird interactions with longlining operations for *Dissostichus eleginoides* around South Georgia, April to May 1994. *CCAMLR Science* 2: 111-121.
- 東 昭 1986. 生物・その素晴らしい動き. 共立出版株式会社, 東京. 172 pp.
- Baird, S. J. (comp. & ed.) 2001. Report on the international fisher's forum on solving the incidental capture of seabirds in longline fisheries, Auckland, New Zealand, 6-9 November 2000. Department of Conservation, Wellington, New Zealand. 63 pp.
- Barnes, K. N., Ryan, P. G. & Boix-Hinzen, C. 1997. The impact of the hake *Merluccius* spp. longline fishery off South Africa on procellariiform seabirds. *Biological Conservation* 82: 227-234.
- Belda, E. J. & Sanchez, A. 2001. Seabird mortality on longline fisheries in the western Mediterranean: factors affecting bycatch and proposed mitigating measures. *Biological Conservation* 98: 357-363.
- Blackwell, B. F., Bernhardt, G. E. & Dolbeer, R. A. 2002. Lasers as nonlethal avian repellents. *Journal of Wildlife Management* 66: 250-258.
- Boggs, H. C. 2001. Deterring albatrosses from contacting baits during swordfish longline sets. Pp. 79-94. in *Seabird Bycatch: Trends, Roadblocks, and Solutions* (eds. Melvin, E. F. & Parrish, J. K.). University of Alaska Sea Grant, Fairbanks.
- Brothers, N. 1991. Albatross mortality and associated bait loss in the Japanese Longline Fishery in the Southern Ocean. *Biological Conservation* 55: 255-268.
- Brothers, N. 1996. *Longline Fishing Dollars and Sense: Catching Fish not Birds Using Bottom Set or Mid-water Set Longlines*. Parks and Wildlife Service Tasmania, Hobart. 80 pp.
- Brothers, N., Foster, A. & Robertson, G. 1995. The influence of bait quality on the sink rate of bait used in the Japanese longline tuna fishing industry. *CCAMLR Science* 2: 123-129.
- Brothers, N., Gales, R. & Reid, T. 1998. Seabird interactions with longline fishing in the AFZ: 1997 seabird mortality estimates and 1988-1998 trends. *Wildlife Report* 98/3, Parks and Wildlife Service, Tasmania. 34 pp.
- Brothers, N., Gales, R. & Reid, T. 1999a. Seabird interactions with longline fishing in the AFZ: 1997 seabird mortality estimates and 1988-1997 trends. *Wildlife Report* 99/3, Parks and Wildlife Service, Tasmania. 34 pp.
- Brothers, N. P., Cooper, J. & Løkkeborg, S. 1999b. The incidental catch of seabirds by longline fisheries: Worldwide review and technical guidelines for mitigation. *FAO Fisheries Circular* No. 937. 100 pp.
- Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR). 1996. *Fish the Sea, Not the Sky: How to Avoid By-catch of Seabirds When Fishing with Bottom Longlines*. CCAMLR, Hobart. 46 pp.
- Chardine, J. W., Porter, C. J. J. & Whol, K. (eds.) 2000. Workshop on seabird incidental catch in the waters of Arctic countries: Report and recommendations. *CAFF Tech. Rept. No. 5*. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Iceland. 65 pp.
- Cherel, Y. & Klages, N. 1997. A review of the food of albatrosses. Pp. 113-136 in *Albatross Biology and Conservation*, (eds. Robertson, G. & Gales, R.). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Cherel, Y., Weimerskirch, H. & Duhamel, G. 1996. Interactions between longline vessels and seabirds in Kerguelen waters and a methods to reduce seabird mortality. *Biological Conservation* 75: 63-70.
- Cooper, J., Croxall, J. P. & Rivera, K. S. 2001. Off the hook? Initiatives to reduce seabird bycatch in longline fisheries. Pp. 9-32. in *Seabird Bycatch: Trends, Roadblocks, and Solutions* (eds. Melvin, E. F. & Parrish, J. K.). University of Alaska Sea Grant, Fairbanks.
- Croxall, J. P. & Prince, P. A. 1994. Dead or alive, night or day: how do albatrosses catch squid? *Antarctic Science* 6: 155-162.
- Dalziel, J. & De Poorter, M. 1993. Seabird mortality in longline fisheries around South Georgia. *Polar Record* 29: 143-145.
- del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.) 1992. *Handbook of the Birds of the World. Vol. 1*. Lynx Edicions, Barcelona. 696 pp.
- de la Mare, W. K. & Kerry, K. R. 1994. Population dynamics of the Wandering Albatross (*Diomedea exulans*) on Macquarie Island and the effects of mortality from longline fishing. *Polar Biol.* 14: 231-241.
- Environmental Australia. 1998. Threat abatement plan for the incidental catch (or by-catch) of seabirds during

- oceanic longline fishing operations. Environment Australia, Canberra. 61 pp.
- Environmental Australia. 1999. Draft recovery plan for albatrosses and giant petrels. Environment Australia, Canberra. 98 pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 1998. Report of the preparatory meeting for the consultation on the management of fishing capacity, shark fisheries and incidental catch of seabirds in longline fisheries. FAO Fisheries Report 584. 48 pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 1999. International plan of action for reducing incidental catch of seabirds in longline fisheries. United Nations Food and Agriculture Organization, Committee on Fisheries, Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2001. International plan of action to prevent, deter and eliminate IUU fishing. United Nations Food and Agriculture Organization, Committee on Fisheries, Rome.
- 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. Pp. 20-45 in *Albatross Biology and Conservation*, (eds. Robertson, G. & Gales, R.). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Gilman, E. 2001. Integrated management to address the incidental mortality of seabirds in longline fisheries. *Aquatic Conservation: Mar. Freshw. Ecosyst.* **11**: 391-414.
- 長谷川 博 1998. 2. アホウドリ. Pp. 392-393. 日本の希少な野生水生生物に関するデータブック. 水産庁.
- 長谷川 博 1999. アホウドリは復活するか—残された課題と展望《前編》. *遺伝* **53**(4): 86-89.
- Haward, H. J., A. Bergin & Hall, H. R. 1997. International legal and political bases to the management of the incidental catch of seabirds. Pp. 255-266 in *Albatross Biology and Conservation*, (eds. Robertson, G. & Gales, R.). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- 林 京一・小城春雄・鶴見みや古・佐藤文夫 1997. 北太平洋および鳥島のクロアシアホウドリの現状と保全. *山階鳥研報* **29**: 37-101.
- Hedd, A., Gales, R., Brothers, N. & Robertson, G. 1997. Diving behaviour of the Shy Albatross *Diomedea cauta* in Tasmania: initial finding and dive recoder assessment. *Ibis* **139**: 452-460.
- 平山信夫 1981. マグロ漁業資源とその漁具・漁法. 東京水産大学第7回公開講座編集委員会編, マグロ—その生産から消費まで—, pp. 85-117. 成山堂書店, 東京.
- Hunn, N. 1994. Diving depth of White-chinned Petrels. *Condor* **96**: 1111-1113.
- Hyrenbach, K. D. 2001. Albatross response to survey vessels: implications for studies of the distribution, abundance, and prey consumption of seabird populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **212**: 283-295.
- Ito, R. Y., Dollar, R. A. & Kawamoto, K. E. 1998. The Hawaii-based longline fishery for swordfish, *Xiphias gladius*. NOAA Technical Report, NMFS **142**: 77-88.
- Jahncke, J., Goya, E. & Guillen, A. 2001. Seabird by-catch in small-scale longline fisheries in Northern Peru. *Waterbirds* **24**: 137-141.
- Keith, C. 1999. Tori line designs for New Zealand domestic pelagic longliners. Conservation Advisory Science Notes No. 248. Department of Conservation, Wellington. 14 pp.
- Klaer, N. & Polacheck, T. 1995. Japanese longline seabird bycatch in the Australian fishing zone April 1991-March 1994. CSIRO Division of Fisheries. 95 pp.
- Klaer, N. & Polacheck, T. 1997. By-catch of albatross and other seabirds by Japanese longline fishing vessels in Australian fishing zone from April 1992 to March 1995. *Emu* **97**: 150-167.
- Klaer, N. & Polacheck, T. 1998. The influence of environmental factors and mitigation measures on by-catch rates of seabirds by Japanese longline fishing vessels in the Australian region. *Emu* **98**: 305-316.
- Kerlinger, P. 1995. *How Birds Migrate*. (丸 武志訳, 鳥の渡りを調べてみたら, 文一総合出版, 東京. 2000. 255 pp).
- Lee, S. 2001. NZ signs International Albatross and Petrel Treaty. Department of Conservation, Wellington. 3 pp.
- Løkkeborg, S. 1998. Seabird by-catch and bait loss in long-lining using different setting methods. *ICES Journal of Marine Science* **55**: 145-149.

- 松岡達郎 1996a. 食糧安保のための漁業の持続的貢献に関する国際会議と今後の水産研究 (上). 水産の研究 **15**(3): 29-32.
- 松岡達郎 1996b. 食糧安保のための漁業の持続的貢献に関する国際会議と今後の水産研究 (下). 水産の研究 **15**(4): 29-32.
- McNamara, B., Torre, L. & Kaaialii, G. 1999. Final Report of the Hawaii Longline Seabird Mortality Project. Garcia and Associates, Honolulu. 93 pp.
- 南 浩史・清田雅史 2001. 青い餌は鳥を救うか? まぐる延縄における海鳥の偶発的捕獲をなくすための新しい試み. 遠洋水産研究所ニュース **107**: 28-29.
- Medway, D. G. 1997. Human-induced mortality of Southern Ocean albatrosses at sea in the 19th century: A brief historical review. Pp. 189-198 in *Albatross Biology and Conservation*, (eds. Robertson, G. & Gales, R.). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Mendenhall, V. M. & Fadely, J. 1997. Update on seabird bycatch issues in the North Pacific. *Pacific Seabirds* **24**: 6-7.
- Ministry of Fisheries & Department of Conservation 2000. Seabird interaction with fisheries in the New Zealand exclusive economic zone: A review and national plan of action (draft). 106 pp.
- 宮崎千博 1960. 沿岸近海漁業. 恒星社厚生閣, 東京. 390 pp.
- Molloy, J. & West, I. 1997. Fishing related conservation services. *Seafood Newzealand*, March '97:30-31.
- Moreno, C. A., Rubilar, P. S., Marschoff, E. & Benzaquen, L. 1996. Factors affecting the incidental mortality of seabirds in the *Dissostichus eleginoides* fishery in the southwest Atlantic (subarea 48.3, 1995 season). *CCAMLR Science* **3**: 79-91.
- Murray, T. E., Bartle, J. A., Kalish, S. R. & Taylor, P. R. 1993. Incidental capture of seabirds by Japanese southern bluefin tuna longline vessels New Zealand water, 1988-1992. *Birds Conservation International* **3**: 181-210.
- 永延幹男 1999. 南大洋の生物資源利用と生態系保存—南極海洋生物資源保存条約とその展開を中心にして—. 水産振興, 第 382 号. 93 pp.
- ナイジェル・ブラザーズ 1994. 捕まえるのは魚, 海鳥ではありません: 延縄漁の効率を高めるための指針. バンダニ出版社, ホバート. 60 pp.
- National Marine Fisheries Service (NMFS) 1997. Fisheries of the exclusive economic zone off Alaska; management measures to reduce seabird bycatch in the hook-and-line groundfish fisheries. *Federal Register* **62**(82): 23176-23184.
- National Marine Fisheries Service (NMFS) 1998. Halibut fisheries in U.S. convention waters off Alaska; Fisheries of the exclusive economic zone off Alaska; management measures to reduce seabird bycatch in the hook-and-line halibut and groundfish fisheries. *Federal Register* **63**(44): 11161-11167.
- Neves, T. & Olmos, T. 1997. Albatross mortality in fisheries off the coast of Brazil. In *Albatross Biology and Conservation*, (eds. Robertson, G & Gales, R.), pp. 214-219. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- 野村正恒 2000. 最新漁業技術一般. 成山堂書店, 東京.
- 岡本純一郎 1998. 水産をめぐる国際的な動向. *海洋* **30**(11): 678-691.
- O'toole, D. & Molloy, J. 2000. Preliminary performance assessment of an underwater line setting device for pelagic longline fishing. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **34**: 455-461.
- Prince, P. A., Huin, N. & Weimerskirch, H. 1994. Diving depths of albatrosses. *Antarctic Science* **6**(3): 353-354.
- Robertson, G. G. 2000. Effect of line sink rate on albatross mortality in the Patagonian toothfish longline fishery. *CCAMLR Science* **7**: 133-150.
- 齋藤昭二 1992. マグロの遊泳層と延縄漁法. 成山堂書店, 東京. 197 pp.
- 清水 晋 1999. 釣具. *海洋* **31**(2): 91-95.
- 清水祐治・稲垣 明・種田芳基・高松美智則・大竹良知・中森雅澄 1988. ドボトの生態並びにダイズ栽培におけるハト害の実態と防除法の研究. *応用鳥学集報* **8**: 21-48.
- 自然資源保全協会 2001. 海洋環境にやさしい漁業・実践の手引き (海鳥・サメ). 自然資源保全協会, 東京. 48 pp.
- Skillman, R. & Flint, E. N. 1997. Mortality of Laysan and Black-footed Albatrosses in the Hawaii pelagic longline fishery. *Pacific Seabirds* **24**: 23.

- Spear, L. B. & Ainly, D. G. 1998. Morphological differences relative to ecological segregation in petrels (family: Procellariidae) of the Southern Ocean and tropical Pacific. *Auk* **115**: 1017-1033.
- Stagi, A., Vaz-Ferreira, R., Marin, Y. & Joseph, L. 1997. The conservation of albatrosses in Uruguayan waters. Pp. 220-224 in *Albatross Biology and Conservation*, (eds. Robertson, G. & Gales, R.). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Stehn, R. A., Rivera, K. S., Fitzgerald, S. & Wohl, K. D. 2001. Incidental catch of seabirds by longline fisheries in Alaska. Pp. 61-77. in *Seabird Bycatch: Trends, Roadblocks, and Solutions* (eds. Melvin, E. F. & Parrish, J. K.). University of Alaska Sea Grant, Fairbanks.
- 鈴木曠二 1984. ダイナミックソアリングとアホウドリ. *海洋* **16**(4): 231-234.
- Tasker, M. L., Camphuysen, C. J., Cooper, J., Garthe, S., Montevecchi, W. A. & Blaber, J. M. 2000. The impacts of fishing on marine birds. *ICES Journal of Marine Science* **57**: 531-547.
- Thompson, K. R. 1992. Quantitative analysis of the use of discards from squid trawlers by Black-browed Albatrosses *Diomedea melanophris* in the vicinity of the Falkland Islands. *Ibis* **134**: 11-21.
- Thompson, K. R. & Riddey, 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 Heaven. 448 pp.
- U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS) 1999. Biological opinion on the effects of hook-and-line groundfish fisheries in the Gulf of Alaska and Bering Sea/Aleutian Islands areas on Short-tailed Albatrosses (*Phoebastria albatrus*). U.S. Fish and Wildlife Service. 50 pp.
- Vaske, T. 1991. Seabirds mortality on longline fishing for tuna in Southern Brazil. *Ciência e Cultura* **43**: 388-390.
- Warham, J. 1996. *The Behaviour, Population Biology and Physiology of the Petrels*. Academic Press, London. 613 pp.
- Weimerskirch, H., Brothers, N. & Jouventin, P. 1996. Population dynamics of wandering Albatross (*Diomedea exulans*) and Amsterdam Albatross (*D. amsterdamensis*) in the Indian Ocean and their relationships with long-line fisheries: conservation implications. *Biological Conservation* **79**: 257-270.
- West, I. F., Molloy, J., Donoghue, M. F. & Pugsley, C. 1999. Seabird and marine mammal bycatch reduction through fishing industry funded research: the New Zealand conservation services levy program. *Marine Technology Society Journal* **33**: 13-18.
- Williams, R. & Capdeville, D. 1996. Seabird interactions with trawl and longline fisheries for *Dissostichus eleginoides* and *Champsocephalus gunnari*. *CCAMLR Science* **3**: 93-99.
- 山階芳麿 1986. 世界鳥類和名辞典. 大学書林. 東京.