〈総説論文: Review article〉

リハビリした油汚染海鳥の放鳥後の生残の検証

岡 奈理子*

Evaluation of Post-release Survival of Rehabilitated Oiled Seabirds

Nariko Oka*

Abstract. Oil spills have often impacted large numbers of neritic and coastal seabirds, especially during the second half of the 20th century. In the Japan Sea, a large heavy-oil spill from the Russian tanker ‘Nakhodka’ in January 1997 oiled many seabirds. A total of 1,315 dead and emaciated birds was counted on beaches, and among them, about 90 birds were released after cleaning and rehabilitation. Oiled bird rehabilitation has a long history in some countries, and the total number of birds that has been rehabilitated and released throughout the world is at least in the low tens of thousands. From a conservation biological perspective, the need for an evaluation of the population-level contribution of released birds has been recognized since the 1980’s. Very recent studies using recoveries of ringed diving birds (*Uria aalge*, *Aechmophorus occidentalis*/*A. clarkii*, *Melanitta fusca*, *Melanitta perspicillata*) in sub-high-latitude ocean regions indicate that post-release survival of rehabilitated birds is extremely poor (e.g., the survival rate of English *Uria aalge* in the first year after release was 0.6%, and the life expectancy of North American *Uria aalge* was 9.6 days). A radio-telemetry study of pelicans (*Pelecanus occidentalis*), which are marine surface feeders along coastal areas in middle latitudes, indicates that rehabilitated pelicans do not appear to breed, though survival is slightly longer than for diving birds. In contrast, studies on marked penguins (*Spheniscus demersus*) in middle-latitude waters off South Africa have shown that about half of rehabilitated penguins survived in the critical first year after release, and afterwards had a survival rate nearly as high as non-oiled penguins. For this species, listed as “near-threatened” in the IUCN Red Data Book, rehabilitation has probably slowed to some extent the decrease of local populations or, in some cases, perhaps slowed the decrease of the population of this species as a whole. If rehabilitation techniques can be improved for other diving birds (the most vulnerable to oil spills in northern neritic and coastal waters) and for surface feeders so that post-release survival is increased, oiled bird rehabilitation could become a valua-

Received 8 December 1998, Revised 9 January 1999, Accepted 12 January 1999.

* (財)山階鳥類研究所研究部, 〒270-1145 千葉県我孫子市高野山 115 E-mail: DZD00212@nifty.ne.jp

* Research Division, Yamashina Institute for Ornithology, Konoyama 115, Chiba, 270-1145 Japan. E-mail: DZD00212@nifty.ne.jp

ble tool for the conservation of endangered or seriously threatened species when impacted by oil spills.

Key words: Oil spill, Oiled seabird, Evaluation of post-release survival, Ringed birds, Radio-telemetry, *Uria aalge*, *Spheniscus demersus*, *Pelecanus occidentalis*.

キーワード: 油の流出, 油汚染海鳥, 放鳥後の生残評価, 標識鳥, 電波発信機, ウミガラス, ジャッカスペンギン, カッシュクペリカン.

はじめに

20 世紀は 10 年刻みに石油の生産・消費量が倍増した世紀であった。海上の油汚染で海洋生物全般への影響が広範囲にわたり憂慮されるなかで (Nelson-Smith 1970, 1972), 海洋生物の油汚染の悲惨さが人の目に最も触れる海鳥に対し, 幾つもの国々で救済活動が継続的に行われてきた (Frost ら 1976, Clark 1978, Adams 1994, 他)。一部の国々や地域では油汚染海鳥の発見から放鳥までのリハビリプログラムも準備されている (Maki 1990, マゼット 1998)。日本でも 1997 年 1 月に日本海でロシア船から多量の重油が流出し, 海鳥が油汚染の被害を受け, 環境庁の調べでは海岸で発見されたものだけでも 1,315 羽が死亡あるいは衰弱し, 救護された鳥の約 90 羽が洗浄, リハビリ後に放鳥されている。

リハビリ後放鳥された個体が野生復帰し, 繁殖に参加し, 野生個体群に関与できるようになることが, 油汚染した海鳥の救済の最終目標と位置づけるならば, 油汚染鳥の救護努力が現実にとどこまで実を結んでいるのかが長く疑問視されてきた (Clark 1978, Vauk 1984)。さらに, 救護した油汚染鳥を良好な条件下でリハビリして放鳥するには高いコストがかかるため, 今世紀に激増し, 繁殖地の占有や雛や親鳥の捕食などで小型海鳥の個体数を減少させた大型カモメ類や, 十分に個体数の多い海鳥種まで包括的に救護しリハビリすることに対して, 保全生物学的視点からの問いかけがされてきた (Clark 1978, Vauk 1984)。前者のリハビリによる油汚染鳥の救済の効果に関して, 1990 年代に入り検証主義の立場から実績の点検が始まり, 1990 年代半ばからは油汚染鳥の放鳥後の生残についての分析結果が相次いで提出されてきた (Adams 1994, Sharp 1996, Camphuysen ら 1997, Underhill ら 1997, Wernham ら 1997)。油汚染海鳥の救護の動機が自然発露的, 人道主義的立場から出発しており, 被災鳥の選別救護は現場で関わる人へ心理的ストレスを与える懸念もあって, 後者の, あらゆる被災鳥を救護することへの保全生物学的な視点からの問いかけについては, いまだ科学的議論に発展していない。最近では影響力の大きい学術誌で, 油汚染鳥のリハビリは手間と経費の割に得られる効果が少ないとする否定的な見解が提出されている (Mead 1997, Estes 1998)。そうしたなかで 1998 年夏の第 22 回国際鳥学者会議のワークショップでは, 油汚染鳥の救護効果の有無を問い直し, リハビリ技術の向上の必要性和問題点が議論された (Wernham & Williams 1998)。

本稿では, これまでに提出された個々の論文内容を整理し, 油汚染しリハビリ放鳥された海鳥の生残の現況を論ずる。

油汚染鳥のリハビリ放鳥効果について

これまでに行われた油汚染鳥の洗浄・リハビリ放鳥後の生残の検証方法は、次の二つに大別される。1) 油汚染リハビリ鳥と通常の野生個体群の、放鳥から回収までの時間と距離、回収率の比較 (Sharp 1996, Wernham ら 1997, Camphuysen ら 1997) と、電波発信機による追跡可能時間と行動圏の比較 (Anderson ら 1996) と、2) リハビリ鳥の集団繁殖地での目視 (Randall ら 1980, Adams 1994, Underhill ら 1997) である (Table 1)。どちらも識別の可能な個体の集積データに基づく。1) の Sharp (1996) では、リハビリ中の個体の幾つかのパラメータと、回収までの時間、生残との相関も分析した。対象種は、油汚染の被害が多い潜水性鳥類のうち、ウミガラス類 1 種 (Sharp 1996, Wernham ら 1997, Camphuysen ら 1997)、カイツブリ類 1 種 (Sharp 1996)、海鴨類 2 種 (Sharp 1996) と、非潜水性鳥類のペリカン類 1 種 (Anderson ら 1996) である。2) の繁殖地での目視はペンギン類 1 種 (Randall ら 1980, Adams 1994, Underhill ら 1997) である。その結果、油汚染鳥の救済効果は、前者がおおむね極めて否定的、後者のペンギンで極めて肯定的な結果となり、明暗を分けた。リハビリ鳥の生息海域は、救済効果に否定的な見解が北半球の中～亜高緯度海域で、肯定的な見解が南半球の中緯度海域で出されている。どちらも寒流と暖流の潮境海域か、亜高緯度であっても、暖流の流入する海域にあたる。油汚染鳥の救済の歴史は、ともに長い。次にそれぞれの内容を種ごとに詳論する。

1. 油汚染鳥の救済効果否定側

1-1. 潜水性鳥類の場合

A) ウミガラス

北太平洋中緯度～亜高緯度で最も多く油汚染するウミガラス (*Uria aalge*, 英名 Guillemot, アメリカ合衆国・カナダ通称名 Common Murre) (基亜種の 1 アラスカ個体群の年平均体重 980 g (Gaston & Jones 1998)) の、油へ被曝後、保護飼育施設に収容され標識を付けて放鳥された個体数は、1985 年以後の英国だけでも 2,912 羽 (Wernham ら 1997)、1979～1995 年のオランダで 1,723 羽 (Camphuysen ら 1997)、1969～1994 年の北米で 1,272 羽 (Sharp 1996) となり、これらを総計すると 5,907 羽にのぼる。このうち死亡回収されたのは 263 羽 (回収率 4.4%) で、英国で 1985 年以前に放鳥され回収された 64 羽を合わせた計 327 羽が油汚染経験鳥の分析対象個体である。北米ではアメリカ合衆国漁業野生生物局の鳥類標識センターで管理されている標識鳥のデータのうち、回収時に白骨化していたり、リングだけの回収例や、繁殖地で再目視したといった個体は除去されている。

油汚染鳥を評価するために用いられたウミガラスの健常鳥 (非油汚染鳥) は、英国と北米では繁殖地で主に雛を標識放鳥したグループからなる。英国では繁殖地で 1985 年以後 11,844 羽が放鳥され、1,897 羽が死亡回収 (回収率 16%) されている。このうち 1,784 羽は雛時に標識したもので、標識時に既に発育を終えていた個体は 113 羽であった。北米の分析鳥も、ほとんどが雛に標識したもので、カナダ・ニューファンドランド州の 23,475 羽、アメリカ・オレゴン州の 2,716 羽、カリフォルニア州の 574 羽の計 26,765 羽のうち、死亡回収された 641 羽 (回収率 2.4%) のウミガラスである。オランダが比較したのは、英国ウェールズのメイ島で標識放鳥された 2,176 羽 (放鳥時に既に発育が完了していた鳥であり、22% が若鳥/亜成鳥、残りの 78%

表 1. 救護した油污染海鳥の放鳥後の生残結果の比較.
Table 1. Comparisons of post-release survival of oiled seabirds following cleaning and rehabilitation.

種名 Species	生息域*1) Habitat*1)	海流*2) Current*2)	研究手法 Methods	分析項目 Study items	生残 Survival	年生残率/平均余命 Annual survival rate/ life expectancy	出典*3) Reference*3)
ウミガラス <i>Uria aalge</i>	A	D	標識死体回収データ Recoveries of dead ringed birds	生残日数, 移動距離, リハビリ パラメータとの関係 Days, distance, rehabilitation parameters	極めて悪い Very poor	9.6 日 ¹⁾ 9.6 days ¹⁾ , 0.6% ²⁾	1), 2), 3)
クビナガカイツブリ <i>Aechmophorus occidentalis/clarkii</i>	A	D	上と同じ Same as above	上に準ず Almost same as above	極めて悪い Very poor	nd	4)
海鴨 2 種 2 species of seaducks	A	D	上と同じ Same as above	上に準ず Almost same as above	極めて悪い Very poor	nd	4)
ジャコカスベペンギン <i>Spheniscus demersus</i>	B	E	繁殖地での目視 Direct observation	生存数 No. of birds that survived	極めて良い Very high	87% ⁵⁾ , 86% ⁶⁾	5), 6), 7)
カシヨクベリカン <i>Pelecanus occidentalis</i>	C	E	発信器装着と目視 Radio-telemetry, direct observation	追跡可能時間と行動圏 Survival period and movement	悪い Poor	nd	8)

*1) A: 北半球の中～亜高緯度海域 (Northern sub-high latitude), B: 南半球の中緯度海域 (Southern middle latitude), C: 北半球の中緯度海域 (Northern middle latitude).

*2) D: 暖流海域 (Warm current), E: 寒流/暖流潮境海域 (Cold current waters mixed with warm current).

*3) 1): Sharp 1996, ²⁾: Wernham *et al.* 1997, ³⁾: Camphuysen *et al.* 1997, ⁴⁾: Sharp 1996, ⁵⁾: Randall *et al.* 1980, ⁶⁾: Underhill *et al.* 1997, ⁷⁾: Adams 1994, ⁸⁾: Anderson *et al.* 1996. nd means no data.

表 2. 北米と英国, オランダで標識放鳥された油汚染鳥と非油汚染鳥の放鳥から回収までの日数の比較; (A) ウミガラス, (B) 北米の他の海鳥種.

Table 2. Mean and median days survived for oiled and non-oiled seabirds after release in North America, Britain and the Netherlands based on ringing recoveries: (A) *Uria aalge* and (B) other North American seabird species.

(A) ウミガラス *Uria aalge*

	サンプル数 n	平均値 Mean	中央値 Median	レンジ Range	引用文献* Reference*
油汚染鳥 Oiled					
北米 North America					
全調査年 All years	78	39	6	0-919	1
1990 年以前 before 1990	68	29	6	0-919	1
1990 年と以後 1990 and later	10	107	8	0-810	1
英国 England					
1985 年以前 before 1985	64	104	7	0-3130	2
1985 年と以後 1985 and later	77	29	7	1-381	2
オランダ Netherlands	108	164	12	0-2973	3
非油汚染鳥 Non-oiled					
北米 North America					
主に雛 Mostly nestling	641	485	216	1-9259	1
英国 England (1985 and later)					
雛 Nestling	1784	406	227	10-3762	2
成熟鳥 Fully-grown	113	876	599	3-3795	2
オランダ Netherlands					
成熟鳥 Fully-grown	57	1376	671	14-6118	3

(B) 北米のその他の海鳥種 Other North American seabird species

種名 Species	サンプル数 n	平均値 Mean	中央値 Median	レンジ Range	引用文献* Reference*
油汚染鳥全種 Oiled (all species)	118	51	6	0-919	1
クビナガカツブリ <i>Aechmophorus occidentalis/clarkii</i>					
油汚染鳥 Oiled	10	111	11	1-763	1
非油汚染鳥 Non-oiled	37	763	624	19-658	1
ビロードキンクロ <i>Melanitta fusca</i>					
油汚染鳥 Oiled	10	8	7	1-16	1
非油汚染鳥 Non-oiled	22	1019	466	8-4939	1
アラナミキンクロ <i>Melanitta perspicillata</i>					
油汚染鳥 Oiled	8	39	5	2-255	1

*: Sharp (1996), 2: Wernham *et al.* (1997), 3: Camphuysen *et al.* (1997).

が成鳥)のうち, 死亡回収された 57 羽 (回収率 2.6%) についてである。

これら 3 ヶ国で油汚染鳥と非油汚染鳥の標識放鳥後の生残がそれぞれ比較分析された結果, 油汚染経験ウミガラスの回収までの日数は平均で英国 29 日, 北米 39 日, オランダ 164 日と大きくばらついたが, 長期間生残した例外的な個体の影響を受けにくい中央値での比較では, 北米と英国で 6 日, 7 日, オランダでも 12 日となり, いずれの国あるいは場所でもリハビリ放鳥さ

図 1. 放鳥した北米の (A) ウミガラスと (B) カシヨクペリカンの、油汚染鳥と非油汚染鳥の移動の比較。 (A) 放鳥地から緯度経度 10 分毎に離れた場所での回収鳥割合。*は放鳥した州あるいは郡外での回収。Sharp (1996) から作図。 (B) 電波発信機による追跡調査で、放鳥後 150 日までの放鳥地からの距離を各期間ごとに中央値で図示する。Anderson ら (1996) から作図。

Fig. 1. Post-release movement of oiled and non-oiled (A) Guillemots *Uria aalge* and (B) Brown Pelicans *Pelecanus occidentalis* in North America in relation to release site. (A) Ratio of recovered birds by 10-minute block of latitude and longitude from the release site. * shows the area outside of the borders of the state or province in which birds were released. Made from Sharp (1996). (B) Median distance from release site as determined by radio-telemetry. Made from Anderson *et al.* (1996)

れたウミガラスも放鳥後の生残日数は共に短かった (Table 2A)。北米では 94% が 60 日以内に回収され、5 ヶ月以上を経たのは全 78 羽のうち 5 羽、さらに 1 年以上を経たのは、そのうちのわずか 2 羽に過ぎず、放鳥された油汚染リハビリ鳥の平均余命は 9.6 日と計算されている。

一方、非油汚染ウミガラスの放鳥から回収までの日数は、放鳥時に既に発育を完了していた成熟鳥群の中央値で 600 日前後 (英国で 599 日、オランダで 671 日)、初期死亡率が高い雛群の中央値で約 220 日 (北米で 216 日、英国で 227 日) である。回収までの平均日数も、北米の主に雛放鳥群で 485 日、英国の雛放鳥群で 406 日、成熟鳥放鳥群で平均 876 日、オランダの成熟鳥放鳥群で 1,376 日となり、油汚染経験鳥に比べて著しく長い。

北米の油汚染ウミガラスの放鳥後の生残日数の平均値は、1990 年以前では 29 日であったが、エクソンバルディーズ号の原油流出事故で油汚染鳥の救護を本格的に体験した後の 1990 年以後では 107 日と著しく伸びている。しかし、1990 年以後の回収数がわずかに 10 羽と少ないこともあり、その差は有意ではない。また中央値は依然として僅かに 2 日伸びたに過ぎない。これとは別にいったん放鳥したものの保護飼育施設などに再収容された油汚染リハビリ個体 82 羽では、回収までの日数が平均でも 4 日と、さらに短い。回収場所も、非油汚染鳥では約 45% の鳥が放鳥地から隔たった州外の水域で回収されたが、油汚染鳥では 80% が放鳥地と同一水域かその周辺で回収されている (Sharp 1996) (Fig. 1A)。

英国でも油汚染鳥の放鳥地と回収地の距離は中央値で 1985 年以前では 22 km ($n=64$), 1985 年以後では悪化し 8 km ($n=77$) となったが、非油汚染鳥では雛で標識放鳥された 1,784 羽で中央値が 638 km であった。放鳥後最初の 2 ヶ月の月ごとの生残率は英国の油汚染ウミガラスの場合、平均で 17% と低く、この 2 ヶ月間にほとんどが死亡するが、以後は放鳥 1 年目までの月ごとの生残率は平均 86% に急上昇する。このように放鳥直後の死亡率が著しく高い結果、油汚染鳥では放鳥初年の年生残率が 0.6% と計算されている。この海域の野生個体群の年齢別の平均年生残率は満 1 歳までが 46%, 1 歳～2 歳未満で 75%, 満 2 歳～3 歳未満で 88% と算出されており (Wernham ら 1997), 油汚染を経験し放鳥された鳥の年生残率は健常鳥に比較して極めて低い。

オランダでは、油汚染鳥は放鳥後 1 ヶ月以内に約 70% が回収され、1 年以内に全体の 92% が回収されたが、1 年以上経て回収された個体も 8% あり、英国、北米で放鳥された油汚染鳥より、比較的生残率が高い。半年以上生残したウミガラス 16 羽の放鳥地と回収地の距離は平均 404 km と伸びており、回収されるまでの最長例では 8 年 1 ヶ月の記録がある (Camphuysen ら 1997)。イギリスでも最長例は、1985 年以前に放鳥された個体に、8 年 6 ヶ月の記録がある。Clark (1978) によると、1972～74 年の 3 年間にイギリスで放鳥された油汚染リハビリウミガラス 88 羽のうち、7 羽が放鳥後 1～2 週間で死んで回収され、1 羽が衰弱して発見されているが、1 羽が 800km 離れたフランス北西部で回収され、2 羽が 4 ヶ月後に生きていたのが発見され、1 羽と、同様に救護後放鳥されたミツユビカモメ *Rissa tridactyla* 1 羽が近くの集団繁殖地にいたのが確認されている。また Harris & Wanless (1997) は、繁殖期にウエールズのメイ島に戻った 1,000 羽を越える標識付きウミガラスの中に、3 羽の油汚染経験鳥 (2 羽がオランダ、1 羽がドイツで放鳥) が混じっていたのを記載している。

以上みたように、ウミガラスの標識鳥の集積データに基づく 3 ヶ国での分析結果は、油汚染鳥の放鳥から回収までの日数が中央値で北米、英国とともに 6 日、最も長いオランダでも 12 日にすぎず、放鳥初年の生残率は僅か 0.6% とする結果が英国で、放鳥後の平均余命は 9.6 日とする結果が北米で出されている。放鳥地から回収地までの距離もこの結果に同調し、油汚染ウミガラスでは英国では半数が 10～20 km 以内で回収され、北米でも 80% が放鳥地付近かその周辺で回収されており、オランダはわずかに良い傾向にあったものの、健常ウミガラスに比べて放鳥後の生残は一樣に著しく悪い結果が示されている。

B) カイツブリ類と海鴨類

北米で油汚染しリハビリ後に標識放鳥されたウミガラスを除く海鳥は、1969 年～1994 年の 25 年間に 12 種計約 1,900 羽である。放鳥後、死亡回収された計 127 羽のうち、比較検定に耐えうる回収数のある、先に論評したウミガラスと、クビナガカイツブリ (*Aechmophorus occidentalis*, Western Grebe)/(*A. clarkii*, Clark's Grebe)(0.6～1.2 kg) (最近別種とされる)、ビロードキンクロ (*Melanitta fusca*, White-winged Scoter, 北米通称 Velvet Scoter) (体重 1.2～1.8 kg), アラナミキンクロ (*Melanitta perspicillata*, Surf Scoter) (体重 0.9～1.0 kg) の 4 種の計 118 羽が、非汚染グループとの比較分析に供された (Sharp 1996)。その結果、油汚染鳥 118 羽の放鳥後の生残日数は、平均値が 51 日、中央値が 6 日であった (Table 2B)。種別の中央値はクビナガカイツブリの油汚染鳥で 11 日なのに対し非汚染鳥では 624 日、ビロードキンクロの油汚染鳥で 7 日なのに対し非汚染鳥で 466 日、アラナミキンクロの油汚染鳥で 5 日となり、ウミガラスと同じ傾

向にある。海鴨類の多くは狩猟対象にされる。油汚染標識放鳥した 395 羽のビロードキンクロのうち計算上 16 羽が銃猟で捕殺されると予測されるが、1 羽も報告がない。これらの結果はウミガラス同様、クビナガカイツブリ、ビロードキンクロ、アラナミキンクロの 3 種でも野生復帰がほとんどできなかったことを示唆している。

油汚染リハビリ中に放鳥時期などを図る現行の指標のうち、9 パラメータ（収容時 PCV（血中の細胞成分容積率）、放鳥時 PCV、油の付着の程度、白血球数、全蛋白量、洗浄日数、飼育日数、収容時体重、放鳥時体重）と放鳥後の生残日数の関係を、この潜水性鳥類 4 種一括で調べたところ、ほとんどのパラメータが、放鳥後の生残日数の長短と無関係とする結果が得られている (Sharp 1996)。生残日数とわずかに相関が認められるのは、飼育日数と油の付着の程度と、放鳥時 PCV の 3 つであり、前者が正、後者が負の相関である。が、その相関の程度は最も高い飼育日数でも r^2 が僅かに 14% に過ぎない。ウミガラスだけで有意な相関があったのは飼育日数だけであるが、飼育日数と生残日数にはこの解析中、最も高い正の相関 ($r^2=32\%$) が認められている (Sharp 1996)。

1-2. 表層索餌型鳥類の場合

非潜水索餌型鳥類では、カッシュクペリカン (*Pelecanus occidentalis*, Brown Pelican) を用いて油汚染放鳥後の生残が追跡調査されている (Anderson ら 1996)。カッシュクペリカンは体重約 3.5 kg で、アメリカ大陸の沿岸の主に低～中緯度にかけて生息し、海面に着水して索餌、あるいは低空から海面に突撃して採食し、海浜あるいは海上の構造物で過ごす習性が知られている (del Hoyo 1992)。Anderson ら (1996) は、北米西海岸で電波発信機と標識を付けて油汚染リハビリ群と非汚染群（通常の野生個体群）計 131 羽の行動を最長 2 年にわたり追跡している。油汚染群は 1990 年 2 月初旬と 1991 年 4 月初旬にカリフォルニアの Southern California Bight 海域に流出した油で汚染したカッシュクペリカンのうち、それぞれ 2～3 週間のリハビリ後に放鳥した 112 羽（幼鳥 19 羽を含む）で、非汚染群は 1990 年 3～4 月に同海域で油汚染被害を受けなかった地域個体群から捕獲した 19 羽（幼鳥 2 羽を含む）である。すべての個体に金属標識と、目視発見率を高めるために半数以上の鳥に色標識を付け、そのうちの油汚染群 31 羽、非汚染群 11 羽の計 42 羽の成鳥には発信器を装着した。油汚染鳥のリハビリ後の放鳥には特に注意を払い、南に位置し寒波の影響が少ない主要な夜峙の一つで、繁殖前に集団で滞在する場所を選んだ。カリフォルニア海域と西バハ・カリフォルニア海域（北緯 23 度～30 度）を 1990～1992 年に陸と空から受信機と目視で広範囲に探索した結果、油汚染鳥は非汚染鳥より早期に受信が途絶え、目視率も下がったが、その程度は先述した潜水性鳥類に比べて良好と言える。発信機を装着した非汚染鳥では半年目に 1 羽が行方不明になり、半年間の推定生残率は 91% であったが、油汚染鳥では行方不明が最初の 60 日間と 120～180 日間で多発したものの、半年間の推定生残率は初年度の 1990 年放鳥群で 33%、次年度放鳥群で 40% の、平均 36% である。油汚染鳥は、23 羽中 12 羽の成鳥が放鳥前の 1～2 週間、コートシップディスプレイや、他の雌、雄、番いに固執したり、防御行動など繁殖に関係する行動を示したにもかかわらず、放鳥後すぐに、こうした行動をしなくなり、1 羽を除き、1990、1991、1992 年の繁殖期に、どの繁殖地へも飛来が確認されなかった。この 1 羽は 1990 年 4 月に数日間、島の繁殖地の一つを峙にしたが、すぐに大陸側の海岸に戻り 4 週間滞在後、発信が途絶えている。これに対して、非汚染鳥

は発信器を装着した 11 羽のうち 5 羽が 4, 5 月に繁殖地に飛来したのが追跡された。非汚染鳥は翌 1991 年も繁殖地で定位され、1992 年に少なくとも 3 羽が繁殖地で目視されている。繁殖終了後は定常の北方への移動分散を始めている。放鳥後半年間の放鳥地からの移動距離は非汚染鳥では平均でも 100 km を越えたが、油汚染鳥では平均 10~20 km 程度に過ぎない。さらに中央値ではわずかに 5~8 km で、非汚染鳥の 16~49 km と比較し、放鳥地に滞留する傾向が顕著である (Fig. 1B)。油汚染ペリカンが放鳥水域に滞在する傾向は、北米と欧州の油汚染ウミガラスと酷似する。潜水性鳥類と比較して、カッシュクペリカンの放鳥半年の生残率 36% ははるかに高いが、生残個体が繁殖群に加わった可能性は低い。

このように、北半球中~亜高緯度海域での油汚染リハビリ海鳥の放鳥後の生残は、潜水性鳥類 4 種で著しく悪く、非潜水性鳥類 1 種で悪く、繁殖した可能性がないか、あっても極めて少数である。これまでのところ油汚染を経験し救護され放された鳥の、それぞれの種、あるいは個体群の保全への貢献は極めて低いとみられる。

これと極めて対照的なのが、次にみる南アフリカ共和国で油汚染し、救護され放されたジャッカスペンギンである。

2. 油汚染鳥の救済効果肯定側

2-1. ペンギン類

北半球のウミガラス類と類似ニッチを持つ南半球のペンギン類のうち、南アフリカ共和国とナミビアの固有種で全長約 70 cm、体重 2.5~3 kg のジャッカスペンギン (*Spheniscus demersus*, Jackass Penguin/African Penguin) (南アフリカ共和国で危急種に指定) は、多くの船舶が航行するケープタウン周辺海域の流出油に頻繁に汚染されてきた。この救護を目的に 1968 年に設立された南アフリカ沿岸性鳥類保護財団 (South African National Foundation for Conservation of Coastal Birds) (通称 SANCCOB) は 1969~1974 年の 7 カ年だけでも計 5,550 羽のジャッカスペンギンを救護し、そのうち 3,614 羽を放鳥している (Frost ら 1976)。1981~1991 年には 4,215 羽が油汚染して SANCCOB に収容され、ジャッカスペンギンの年平均収容数は、1980 年代半ば時点での同種の推定総個体数 162,771 羽の 0.24% にあたる (Adams 1994)。1970 年代前半の 3 ヶ年に標識放鳥した油汚染経験ジャッカスペンギン 1,440 羽のうち 1.8% の死体が回収されている (Frost ら 1976)。この死体回収率は油汚染経験ウミガラスの死体回収率 4.4% (263 羽/5907 羽) の半分に満たない。

油に汚染して救護されたジャッカスペンギンの放鳥後の生残についての肯定的報告は、既に 1980 年に Randall らにより次のように行われている。1979 年 7 月油汚染した 150 羽のジャッカスペンギンが集団繁殖地のある南アフリカの St. Croix 島から SANCCOB に輸送され、油の洗浄・リハビリ後、回復した 100 羽が島から 600 km 西のケープタウン近くの洋上で放鳥された。半年後の翌 1980 年 2 月までに、そのうちの 87% が約 650 km 離れた St. Croix 島で目視された。健康な様子で、通常の換羽もしており、巣に戻り、番い行動をし、そのうち 6 羽は産卵していたと記している。

最新の肯定的な報告は Underhill ら (1997) が次のように行っている。1994 年 6 月、南アフリカ共和国南西部沖にある本種最大の繁殖島 Dassen 島近くで貨物船が沈没し、流出した燃料用重油で多数のジャッカスペンギンが油汚染し、SANCCOB に収容され放鳥された計 5,213 羽の

うち、金属製翼標識を付けた 4,076 羽をその後の 3 年間、生態調査基地のある同 Dassen 島と、隔週を目安に渡島した Robben 島などで目視調査し、記録を集積した。その結果、死亡率が最も高いと予想される放鳥直後の 1 ヶ月を生残した鳥は全標識鳥の 68% にあたる計 2,792 羽、放鳥後まる 1 年以上 2 年未満生残したのは全標識放鳥数の約半分で、次いで放鳥後まる 2 年以上少なくとも 3 年未満生残した鳥の総個体数は全標識放鳥数の 38% にあたる計 1,548 羽であった。放鳥後 1 年後から 2 年間の生残率は 84% (2353/2792) (2353 羽は放鳥して 1 年間は生存が不明だったが、その後の 2 年間に生存が確認された鳥の合計数) となり、放鳥後 3 年間に繁殖島で目視された総計 2,792 羽のうち、放鳥 2 年目あるいは 3 年目に死亡した可能性のある (再目視されなかった) 個体は、2 年合計で僅かに 439 羽 (16%) に過ぎない。これを本種の繁殖域の最南東部 St. Croix 島個体群の成鳥の年死亡率 9% (La Cock ら 1987) と比較すると、油汚染リハビリ経験鳥の放鳥 1 年後以降の死亡率は、通常の個体群に遜色ない。その後の経過と生残した油汚染経験ペンギンがどの程度繁殖に参加したかについては一切触れられていない (Underhill らが近く発表する予定の査読制の英国鳥学誌 *Ibis* で、この点が明らかになることを期待する)。

SANCCOB とは別個に救護活動を行った南アフリカ共和国のポートエリザベス大学の Kerley らは、1985 年に油汚染し救護したジャッカスペンギン 84 羽のリハビリ中の生残状態を、収容時と放鳥時の体重とその間の体重の経日変化、収容期間、洗浄方法について検討している。その結果、収容時に体重の軽い個体にリハビリ中の死亡率が高いため、重い体重の個体の選別リハビリの必要性和、油の効果的な洗浄時期と方法について提言を行っている (Kerley & Erasmus 1987)。だが、いずれの研究でもリハビリ中の生体情報と放鳥後の生残の相互関係についての解析は行われていないため、どのような要因がジャッカスペンギンの放鳥後の生残に好影響を与えているのか、直接の手がかりを得ることができない。

2-2. 今後の課題

このように、南アフリカ共和国で精力的にリハビリが行われてきた油汚染ジャッカスペンギンの救護放鳥後の高い生残が、北半球で油汚染被害数が最多で、ゆえに集中的に救護され放鳥されてきたウミガラスなどから提出された複数の結果と相反する原因は、1998 年夏、国際鳥学者会議の油汚染海鳥のリハビリに関する円卓会議で大きく次の 2 点から議論されたが、不明であった (Wernham & Williams 1998)。まず、1) 研究手法の違いが大差を生む可能性については、標識回収データによる生残率の計算モデルを再検証することが必要だとされたが、標識回収データに基づく間接調査法が大差を生んだ可能性は否定された。油汚染鳥は放鳥時に必ず個体識別のできる標識をすることと、集団繁殖島で目視調査が行える条件が整う種では、油汚染標識鳥の目視調査の実施が望ましいとしている。2) リハビリ方法の差が生残に大差を生んだ可能性については、検証するためのリハビリ中の個体の情報が不足するため、詳細な分析が不可能となっている。北半球でのリハビリ鳥の生残率を上げるために、リハビリ技術の向上は不可欠であり、そのために必要なカルテ (収容して放鳥までの鳥 1 羽づつの生体情報、取り扱い、処置方法など) の細目が議論され、そのリストが提出された。ついで、油の摂取が免疫システムを低下させる可能性が共通の認識として提出され、今後の研究の主要課題と位置づけている。救護鳥の血液などの採取による生体情報の収集の必要性も臨床獣医師から要望されている。

(Newman 1994)。

放鳥後の生残結果からみる限り、他種に比べてペンギンの油汚染に対する高い耐性は、羽毛構造の違いと、抱卵時、換羽時に曝される長期の絶食への耐性とそれに伴う栄養生理・生態的特徴と、後肢筋の強さなどに伴う陸上生活への耐性が、保護飼育時に有利に働く可能性がある点が、現時点で予想される。羽毛に油が付着すると低温環境では極めて高い熱消耗が発生することが知られており、特に微細な羽毛構造を持つ鳥種では致死原因にもなると考えられる(Jenssen 1994, 梶ヶ谷・岡 1999, 他)。もし、救護リハビリ方法に大差が無く、さらに油の摂取による免疫システムの低下の発現が、本論文で議論された種間あるいは体サイズ間(最小のクビナガカイツブリ 0.6 kg～最大のカッシュコベリカン 3.5 kg, ジャッカスペンギン 2.5～3 kg)で仮に大差がないとしたら、先に述べたペンギン特有の硬く短い羽毛と厚い皮下脂肪層を形成する体構造と栄養生理的特徴と、換羽中は陸で過ごす行動習性などの総和が、油汚染リハビリ後に放鳥されたペンギン類の熱消耗による衰弱を防ぎ、回復への耐性を生み出す要因になっているのかもしれない。同じ潜水種のなかでもジャッカスペンギンの生息海域が、否定的報告が相次いだ欧米の油汚染ウミガラスなどの主要生息海域の北緯 50～60 度と比べて 15 度以上も緯度が低い南緯 35 度海域であるため、油の流出事故が多発する冬期でも 1 日の明期が比較的に長い太陽放射熱を受け易く、ジャッカスペンギンが周年繁殖(Williams 1995)することが示唆するように、南アフリカ西岸を北上するベンゲラ海流の餌資源量が季節的に大きく変動せず、冬期も索餌環境が整うことが、油汚染経験鳥の放鳥後の生残に有利に働いているのかもしれない。

熱帯域のウ類では、1991 年ペルシャ湾の湾岸戦争で油汚染しリハビリ放鳥したウ類数羽が繁殖した情報を、現地からの私信として Warheit ら(1997)が記している。放鳥後の生残にはそれぞれの種の生息環境と生態的特性も大きく影響するため、臨床的・獣医学的研究と生態学研究的の両面のアプローチが欠かせないと考えられる。

海鳥の救護効果の結果に基づく油汚染対策の提言

これまで少なくとも 3～4 万羽の油汚染海鳥が救護され放鳥されてきたが、ペンギン(ジャッカスペンギン)を除き、放鳥後の生残は今のところ極めて悪い。Warheit ら(1997)は、絶滅危惧種など特例的な場合以外では、投入費用と得られる成果を総合的に考えて、油汚染鳥の救護は一般的に保全に貢献していないとする。その上で、リハビリ技術の向上で将来、放鳥後の生残率が高まり、リハビリコストが相対的に逓減されることで、海鳥の将来の保全戦略の選択肢の一つになりえるかもしれないとみる。

有効な防御法が講じられない限り、海洋への油の流出は今後も続くとみなければならない。個々の生物種を保全する場合、種、地域個体群、個体の、それぞれの位置づけが必要になる。一度に多数が被害を受け、迅速な対応が求められる洋上の油汚染の場合では、とりわけ効果的な保護あるいは保全へ向けての戦略的な対応が必要である。現状では、総個体数が少ない種を優先的に救護し、重点的にリハビリを試みるのが、まず不可欠である。最新のレッドデータブックは海鳥の保全の優先順位を考える上で指針となる。さらに油汚染した個体がどこの地域個体群の出身であるかを知ること、今後の保全の立案の上で必要な情報の一つになる。

先にみたジャッカスペンギンは総個体数が1980年代半ばに約16万羽と推定されており(Adams 1994), この数は1930年頃までの主要繁殖島1島の推定個体数(Frost ら1976)に相当し, 1970年代後半時の推定総個体数20万5千羽と比較しても, 10年弱で約20%減少している(Adams 1994)。BirdLife International の最新のレッドデータリスト(Collar ら1994)では準危惧種(Near-threatened species)に指定されている。生息個体数の減少の最大の要因は漁業による餌資源の枯渇にあることを複数の研究者が指摘しており(e.g., Frost ら1976, Randall & Randall 1986), 個体群全体での成鳥の年死亡率に, 油汚染が直接起因する割合は2.6%と推定される一方(Adams 1994), 繁殖地によっては死因の40%を占め, 総個体数そのものの少なさとあいまって, 油汚染が地域個体群へ及ぼす影響は決して無視できない状況下にある(Randall ら1980)。1981~1991年にはその前の11年間に比べて, SANCCOB への油汚染ペンギン収容数が24%も減少している(Adams 1994)。これは, 南ア海域では, 1979年以降, 西に航行し, さらに南アの港と交易しない油搭載タンカーは夏季には25海里(約46 km)以上沖合いを航行することを義務付け, また, 油による海洋汚染防止法(Prevention and Combating of Pollution of Sea by Oil Act)の施行で, 沿岸12海里(約22 km)以内では油すべてに関して, 50海里(約93 km)以内では100 ppm以上の油を含む溶液や水の排出を禁じている。Adams (1994)は, こうした沿岸域での油の流出阻止の立法化と施行, 違反した場合の罰則の強化と, 沿岸域の警視活動といった汚染防除の連携システムが, ペンギンの油汚染数の減少に貢献したとみている。

日本での海洋汚染は, 海上保安庁の発表によると1998年には699件が確認され, そのうち船舶による重油などの油の流出が, 年間確認数の56%にあたる389件を数えている。油汚染した鳥を救護しても保護効果が極めて低いと予想される今日, 最も要望されることは, 1) 油汚染防止の徹底と, 2) 油汚染した時の迅速な回収と, 生態系へ二次汚染を伴わない方法による油の無害化である。油汚染の防止には, タンカーの二重底化と, あらゆる船舶の燃料タンクの構造強化, 油汚染を防止する港湾設備の充実(廃油回収施設の設置と利用しやすい運用), 油汚染防除の法律の強化, 汚染の監視, 罰則の強化, 海上従事者への海洋汚染防止の普及活動など, 油汚染を防除するきめ細かいシステム作りが不可欠である。流出した油の化学処理剤(界面活性剤)は油汚染鳥にとって, 特に低温環境では油そのものよりも危険性を一層高めると考えられ(梶ヶ谷・岡1999, 他), また界面活性剤は生態系の汚染原因ともなるため, 積極的使用は控えるべきである。

英国では今世紀初頭以降から半世紀余りに及ぶ大型カモメ類の激増で, 小型海鳥の地域的絶滅あるいは減少が引き起こされてきた(Lloyd ら1991)。それを受けてウエールズのメイ島で1972年以来, 大型カモメの大規模な駆除が3年連続で行われ, 以後約10年小規模な駆除を継続している(Coulson 1991, Lloyd ら1991)。その結果, 大型カモメの繁殖数が最大規模だった42,000番いから3,000~4,000番いに減少した時点で, 地域個体群が一度は絶滅していたアジサシ(*Sterna hirundo*), キョクアジサシ(*S. paradisaea*), サンドイッチアジサシ(*Thalasseus sandvicensis*)などが再び入植し, 復活している。この例は, 海鳥の保全は, それぞれの海鳥種の生活史の特性(繁殖年齢, 産卵数, 生残率, 繁殖地, 生息域の特徴など), 種間関係, 個体群規模などを視野に入れて行うことの重要性の一端を示している。油汚染した海鳥の救護活動も, 日本周辺の海域での海鳥の通年の生息状況, 個体群規模, 生活史の特性, 種間関係などを把握し, あらかじめ重点的に救護する種の策定と救護保全システムの総枠づくりを行いながら, 効果的

に進めることが不可欠であることを示す。

謝 辞

オランダ海鳥研究グループの研究誌 *Sula* の該当文献の入手に迅速な便宜をはかって下さり、筆者が参加できなかった第 22 回国際鳥学会議の油汚染リハビリ海鳥ワークショップで論議された結果をお知らせ下さった英国鳥学基金 (British Trust for Ornithology) の C. Wernham 博士に感謝申し上げます。本研究は、1997 年 1 月ナホトカ号重油流出事故を契機に (財)日本鳥類保護連盟を通じて環境庁から支援を受けた。環境庁の水谷知生氏、日本鳥類保護連盟の箕輪多津男氏、油汚染の文献の入手に尽力をいただいた山階鳥類研究所鶴見みや古氏、本稿の校閲をいただいた同黒田長久所長と東京大学樋口広芳教授、Abstract の英語をみていただいたカリフォルニア大学デイビス校の John Fries 氏をはじめ、関係諸氏、機関にお礼を申し上げます。

摘 要

油の流出は、特に 20 世紀後半に入り、大陸棚・沿岸域に生息する海鳥にしばしば多大な被害を及ぼしてきた。日本でも 1997 年 1 月に日本海でロシア船から多量の重油が流出し、海鳥が油汚染の被害を受け、海岸で発見されたものだけでも 1,315 羽が死亡あるいは衰弱している。そのうち約 90 羽が救護され洗浄、リハビリ後に、放鳥された。油汚染鳥の救護の歴史は幾つかの国々で長く、これまで全体で、少なくとも 3~4 万羽の油汚染海鳥が救護され放鳥されている。油を洗浄し放鳥された海鳥が生残し、それぞれの個体群の動態に関与できているかの検証が、保全生物学的な観点からここ 10 数年来、要望されてきた。本稿は海外 (英国, オランダ, 北米, 南アフリカ共和国) で最近相次いで提出された油汚染リハビリ海鳥の放鳥後の生残についての研究結果に基づき、リハビリ放鳥された油汚染経験海鳥の動向を考察し、現状と問題点を整理した。

標識放鳥された海鳥の回収状況から推定された放鳥後の生残率と生残日数は、亜高緯度海域で救護後に標識放鳥された潜水性海鳥 4 種 (ウミガラス, クビナガカイツブリ, ビロードキンクロ, アラナミキンクロ) ですべて著しく悪く、たとえば英国のウミガラスで放鳥初年の生残率が 0.6%, 北米のウミガラスの平均余命が 9.6 日と推定されている。電波発信機を装着し追跡した中緯度海域の水面採食型のカシヨクペリカンでは、先の潜水性海鳥よりも生残期間が長かったものの、繁殖に参加できていない。これとは対照的に、南アフリカ共和国で救護され、標識放鳥された中緯度海域のジャッカスペンギンは、放鳥初年度に約半数が生残し、次年度の年生残率は健全個体群に匹敵していた。このペンギンは国際レッドデータブックで準危惧種に指定されており、油汚染個体のリハビリ放鳥は、この種の地域個体群、あるいは場合によっては種個体群そのものの減少を幾分緩和するのに成功してきたとみなせるだろう。油汚染した海鳥を救護して放鳥しても現状では保全効果がない北半球の浅海・沿岸性潜水型鳥類や表面採食型鳥類で、有効なリハビリ技術が開発され、今後これらの鳥類の生残を高めることが可能となれば、積極的な保全要請の高い絶滅危惧種あるいは危急種などが油汚染した場合に、有効な救護手段の一つになりえると考えられる。

引用文献

- Adams, N. J. 1994. Patterns and impacts of oiling of African penguins *Spheniscus demersus*: 1981–1991. *Biol. Conser.* **68**: 35–41.
- Anderson, D. W., Gress, F. & Fry, D. M. 1996. Survival and dispersal of oiled Brown Pelicans after rehabilitation and release. *Mar. Pollut. Bull.* **32**: 711–718.
- Camphuysen, C. J., Duiven, P., Harris, M. P. & Leopold, M. F. 1997. Recoveries of Guillemots ringed in the Netherlands: The survival of rehabilitated oiled seabirds. *Sula* **11**: 157–174. (in Dutch with English abstract, summary and figure and table explanations)
- Clark, R. B. 1978. Oiled seabird rescue and conservation. *J. Fish. Res.* **35**: 675–678.
- Collar, N. J., Crosby, M. J. & Stattersfield, A. J. 1994. Bird to watch 2: The world list of threatened birds. Birdlife International, Cambridge.
- Coulson, J. C. 1991. The population dynamics of culling Herring Gulls and Lesser Black-backed Gulls. pp. 479–497 in *Bird population studies*, Perrins *et al.* (eds.). Oxford Univ. Press, Oxford.
- del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. 1992. Handbook of the birds of the world, Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona.
- Estes, J. A. 1998. Concerns about rehabilitation of oiled wildlife. *Conserv. Biol.* **12**: 1156–1157.
- Frost, P. G. H., Siegfried, W. R. & Cooper, J. 1976. Conservation of Jackass Penguins (*Spheniscus demersus* (L.)). *Biol. Conserv.*: 80–99.
- Gaston, A. J. & Jones, I. L. 1998. The auks. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Harris, M. P. & Wanless, S. 1997. Successful rehabilitation of oiled guillemots *Uria aalge*. *Sula* **11**: 151–153.
- Jenssen, B. M. 1994. Effects of oil pollution, chemically treated oil, and cleaning on the thermal balance of birds. *Environ. Pollut.* **86**: 207–215.
- 梶ヶ谷 博・岡 奈理子. 1999. 油汚染が鳥類の体に及ぼす影響. 山階鳥研報 **31**: 16–38.
- Kerley, G. I. H. & Erasmus, T. 1987. Cleaning and rehabilitation of oiled jackass penguins. *S. Afr. J. Wildl. Res.* **17**: 64–70.
- La Cock, G. D., Duffy, D. C. & Cooper, J. 1987. Population dynamics of the African penguins *Spheniscus demersus* at Marcus Island in the Benguela upwelling ecosystem. *Biol. Conserv.* **40**: 117–126.
- Lloyd, C., Tasker, M. L. & Partridge, K. 1991. *The status of seabirds in Britain and Ireland*. T & A D Poyser, London.
- Maki, A. W. 1990. The Exxon Valdez wildlife rescue and rehabilitation program. *Trans. N. Amer. Wildlife. Conf.* **55**: 193–201.
- マゼット, J. 1998. カリフォルニア州における油汚染野生生物救護ネットワーク・官民共同で行われる対策活動について. 野生動物救護獣医師協会, (財)世界自然保護基金日本委員会, 日本ウミスズメ研究会, 日本財団(編), ナホトカ号油汚染鳥類の保護保全活動から何を学ぶか? 環境保全における危機管理の将来像, 96–105 頁. 日本財団, 東京.
- Mead, C. 1997. Poor prospects for oiled birds. *Nature* **390**: 449–450.
- Nelson-Smith, A. 1970. The Problem of Oil Pollution of the Sea. Pp. 215–306 in *Advances in Marine Biology*, F. S. Russell & M. Yonge (eds.) Academic Press, London & New York.
- Nelson-Smith, A. 1972. *Oil Pollution and Marine Ecology*. Paul Elek (Science Books) Ltd., London.
- Nettleship, D. N. & Evans, P. G. H. 1985. Distribution and status of the Atlantic Alcidae. pp. 53–154 in *The Atlantic Alcidae*, D. N. Nettleship & T. R. Birkhead (eds.). Academic Press, London.
- Newman, S. 1994. Oil spill rehabilitation: beware of research. *Pacific Seabirds* **21**: 2.
- Randall, R. M. & Randall, B. M. 1986. The diet of Jackass Penguins, *Spheniscus demersus*, in Algoa Bay, South Africa, and its bearing on population declines elsewhere. *Biol. Conserv.* **37**: 119–134.
- Randall, R. M., Randall, B. M. & Bevan, J. 1980. Oil pollution and penguins: Is cleaning justified? *Mar. Pollut. Bull.* **11**: 234–237.
- Sharp, B. E. 1996. Post-release survival of oiled, cleaned seabirds in North America. *Ibis* **138**: 222–228.
- Underhill, L. G., Whittington, P. A., Crawford, R. J. M. & Williams, A. J. 1997. Results of monitoring oiled African Penguins *Spheniscus demersus* for three years after the Apollo Sea incident of June 1994. *Sula* **11**: 187–192.

- Vauk, G. 1984. Oil pollution dangers on the German coast. *Mar. Pollut. Bull.* **15**: 89–93.
- Warheit, K. I., Harrison, C. S. & Divoky, G. J. 1997. Exxon Valdez Oil Spill Seabird Restoration Workshop. Exxon Valdez Oil Spill Restoration Project Final Report, Project 95038. Techn. Publ. No. 1. Pacific Seabird Group, Seattle.
- Wernham, C. V., Peach, W. J. & Browne, S. J. 1997. Survival rates of rehabilitated Guillemots. BTO Research Report No. 186. BTO, Thetford.
- Wernham, C. V. & Williams, T. J. 1998. RT03: Rehabilitation of oiled seabirds. Extended abstract for the CD-rom proceedings of IOC.
- Williams, T. D. 1995. African or Jackass Penguin. pp. 238–245 in *The penguins*. Oxford Univ. Press, Oxford.