

冬季の日本近海におけるミズナギドリ目海鳥類の分布

南 浩史*¹・清田雅史*²・伊藤 真*³

Distribution of Procellariiformes off Pacific Coast of Japan in Winter

Hiroshi MINAMI*¹, Masashi KIYOTA*² and Shin ITO*³

Seabirds were systematically sighted along the transect lines off the Pacific coast of Japan during winter in 1999. In total, 25 species and 2,558 birds were recorded during the survey. Laysan albatross, northern fulmar, streaked shearwater and Tristram's storm-petrel were dominant among the birds sighted. Five short-tailed albatrosses (two juveniles, one subadult and two adults) occurred off Kinkazan and Joban-Kashimanada. Laysan albatross, fulmar, shearwaters and gulls were distributed at high densities in the inter-frontal zone off Kinkazan. It was suggested that the inter-frontal zone off Kinkazan provided an important foraging area for breeders and nonbreeders of many seabird species including short-tailed albatross.

Key words: short-tailed albatross, albatross, Procellariiformes, distribution, inter-frontal zone, sighting survey

緒言

海鳥類は、小型浮魚類、いか類、動物プランクトン等を餌とする海洋生態系の重要な構成員である。しかし海鳥類は、海中を主な生息域として利用するのではなく、空中や海表面を広範囲に移動しながら餌を探索する。こうした移動には大きなエネルギーを必要とし、海鳥類は恒温動物であることもあいまって、単位体重当りの餌料要求量が多い(Nagy, 1987)。このような海鳥類の消費者としての特性は、漁業と類似した側面を持っている。このことから、漁業と海鳥類は関係が深く、人間が海鳥の群れを魚群探索に利用したり、海鳥が漁船からの投棄物を餌として利用する一方で、海鳥による漁獲物の食害や漁具による海鳥類の偶発的な捕獲も生じている。南大洋ではミナママグロ延縄漁業によるアホウドリ類およびミズナギドリ類の偶発的な捕獲が、彼らの個体群に与える影響が問題視されている(Brothers, 1991)。北太平洋においては、過去のさけます及びあかいし網漁業において、アホウドリ類、ミズナギドリ類およびウミスズメ類等が羅網していたことが知られている(Gould and Hobbs, 1992)。また、流し網操業時に、アホウドリ類が漁網にかかった魚類やいか類等を摂食したり、漁船から投棄された内臓や廃棄物を食べる行動も観察されている(Gould and Hobbs, 1992; Harrison, 1990; Jones and DeGange, 1988)。このことから、漁船の分布状態がア

ホウドリ類等の分布や摂餌生態に影響を及ぼす可能性も示唆されている(Wahl and Heineman, 1979)。

日本近海には、アホウドリ(*Diomedea albatrus*)、クロアシアホウドリ(*D. nigripes*)およびコアホウドリ(*D. immutabilis*)の3種のアホウドリ科海鳥類が生息する。アホウドリ類3種は10~6月に特定の繁殖地で繁殖活動を行い、6~10月の非繁殖期には広く北太平洋やベーリング海に分散して索餌を行うという生活年周期を持つ。アホウドリは、伊豆諸島の鳥島および尖閣諸島でのみ繁殖し、現存個体数も約1,000羽と少ないため(長谷川, 1999a, b)、ワシントン条約付属書Iに掲載され、標本等を含む取引が厳重に規制されている。また、我が国においても特別天然記念物として保護活動が進められている。クロアシアホウドリおよびコアホウドリは主にミッドウェー諸島、レイサン島等のハワイ諸島で繁殖し、総個体数はそれぞれ26~29万羽および250~300万羽と考えられているが(Gales, 1998)、少数は日本の伊豆諸島および小笠原諸島においても繁殖している。アホウドリ類の陸上における繁殖生態については数多くの報告があるが(Hasegawa and DeGange, 1982; Rice and Kenyon, 1962a, 1962bなど)、繁殖期における索餌海域や非繁殖期における洋上分布についての知見は少ない。さらに、日本近海では、アホウドリ類以外にフルマカモメ(*Fulmarus glacialis*)、ハイロミズナギドリ(*Puffinus griseus*)、ハシボソミズナギドリ(*P. tenuirostris*)およびオオミズナギドリ(*Calonectris leucomelas*)等のミズナギドリ科海鳥類も多

数生息している。このように、日本近海には季節や海域に応じて多様な海鳥類が出現するため、海鳥類の洋上における時空間分布を明らかにし、漁業と分布が重複する時期・海域を特定することが海鳥類の保全・管理の上で重要である。特に、11月～12月の冬季は、アホウドリ類が北太平洋北部の索餌海域から繁殖地に飛来し、営巣および産卵を始める繁殖初期に相当するため、この時期の洋上分布に関する知見は、漁業がアホウドリ類の繁殖成功や個体群動態に及ぼす影響を解析するための基礎的情報となる。

以上のような背景から本研究では、冬季の日本近海におけるミズナギドリ目海鳥類を中心とした海鳥類の分布を明らかにすることを目的として目視調査を行った。

材料と方法

海鳥の目視調査は、水産庁の「平成11年度いるか資源管理調査のうち200海里水域内いるか混獲調査」の一部として1999年10月28日～12月24日に実施した。本調査は、調査船くろさき(450トン)を使用し、鯨類の目視トランセクトに沿って、北緯30度～40度、東経136度～146度の日本近海太平洋を航行した。目視調査中の航行速度は10ノットとした。目視観測はアッパーブリッジより行い、片舷180度、距離400mの範囲を観察した。観測は海況が安定した場合のみ行い、日出30分後に開始し、日没30分前に終了した。1回の目視時間は原則として30分間とし、観測後は30分の間隔をおいて次の観測を行った。記録用紙には、開始および終了位置、海気象情報、目視時間内に観察された海鳥類の種類、個体数を記録した。また、トランセクトの変曲点に達したり、鯨類を発見して転針および追跡した場合には、一旦記録を終了し、次のトランセクトから新しい用紙に記録を再開した。得られた結果のうち、目視時間内の航行距離・目視距離から観察面積を算出し、その値と発見された海鳥個体数から単位面積当りの海鳥類の出現数を種類別に算出した。なお、アホウドリが出現した時には、トランセクト観測時以外の場合であっても、出現緯度および経度、個体数、体色等を記録した。また、アホウドリについては、幼鳥、亜成鳥および成鳥の3つの成長段階に分けて記録した。成長段階は体色に基づいて区別し、全身黒褐色で嘴が肌色である個体を幼鳥、頭部・背面が黒褐色で腹面が白色、嘴が肌色である個体を亜成鳥、翼上面以外白色で後頭部が黄色味を帯びた個体を成鳥とした。

総目視時間は94時間35分、総目視距離は1,857.2km、総目視面積は742.9km²であった。また、調査対象とした海域を、金華山沖、常磐・鹿島灘沖、房総沖、伊豆・小

笠原沖、駿河湾・遠州灘沖および紀伊半島沖の6海区に区分した (Fig.1)。

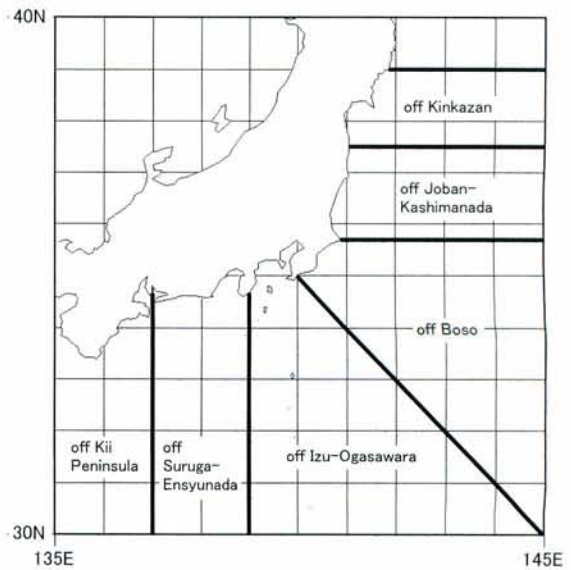


Fig. 1. Oceanographic regions off the Pacific coast of Japan.

結果

目視調査中に観察された海鳥類は25種、総個体数は2,558羽であった (Table1)。最も多く確認された種は、コアホウドリの671羽であり、続いてフルマカモメの621羽 (うち618羽は暗色型)、オーストンウミツバメ (*Oceanodroma tristrami*) の365羽およびオオミズナギドリの228羽であった (Table1)。海域別の海鳥類の分布密度に関しては、金華山沖では9.92個体/km²であり、他の海域の0.33～2.99個体/km²と比べ極めて高い値を示した (Table1)。また、金華山沖ではコアホウドリ、フルマカモメおよびミツユビカモメ (*Rissa tridactyla*) が卓越種であった (Table1)。常磐・鹿島灘沖、房総沖および伊豆・小笠原沖では、海鳥類の分布密度は2.18～2.99個体/km²の範囲であり、本調査においては中位の分布密度であった。常磐・鹿島灘沖ではコアホウドリおよびフルマカモメが卓越しており、房総沖ではコアホウドリおよびオオミズナギドリが、伊豆・小笠原沖ではコアホウドリおよびオーストンウミツバメが卓越種であった (Table1)。また、海鳥類の出現種数に関しても金華山沖は19種と他の海域よりも多く、常磐・鹿島灘沖から伊豆・小笠原沖へ南下するにつれて種数は減少した (Table1)。駿河湾・遠州灘沖や紀伊半島沖においては、卓越する海鳥種は存在せず、出現種数および密度は低い値を示した (Table1)。アホウドリ類に関しては、アホウドリは5羽とも北緯

Table 1. Numbers and average densities (birds/km²) of seabirds by sea areas off the Pacific coast of Japan.

English name	Scientific name	Kinkazan		Joban-Kashimanada		Boso		Izu-Ogasawara		Suruga-Ensyunada		Kii Peninsula		Total	
		Number	Density	Number	Density	Number	Density	Number	Density	Number	Density	Number	Density	Number	Density
Short-tailed albatross	<i>Diomedea albatrus</i>	3	0.03	2	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.01
Laysan albatross	<i>Diomedea immutabilis</i>	244	2.05	242	1.21	98	0.59	73	0.64	11	0.18	3	0.04	671	0.90
Black-footed albatross	<i>Diomedea nigripes</i>	8	0.07	5	0.03	5	0.03	5	0.04	0	0	0	0	23	0.03
Northern fulmar (dark morph)	<i>Fulmarus glacialis</i>	477	4.00	133	0.67	8	0.05	0	0	0	0	0	0	618	0.83
Northern fulmar (pale morph)	<i>Fulmarus glacialis</i>	2	0.02	1	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.00
Streaked shearwater	<i>Calonectris leucomelas</i>	62	0.52	3	0.02	132	0.79	8	0.07	0	0	23	0.28	228	0.31
Sooty shearwater	<i>Puffinus griseus</i>	13	0.11	3	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0.02
Short-tailed shearwater	<i>Puffinus tenuirostris</i>	6	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.01
Flesh-footed shearwater	<i>Puffinus carneipes</i>	0	0	0	0	1	0.01	0	0	0	0	1	0.01	2	0.00
Mottled petrel	<i>Pterodroma inexpectata</i>	0	0	0	0	1	0.01	0	0	0	0	0	0	1	0.00
Providence petrel	<i>Pterodroma solandri</i>	6	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.01
Unidentified petrels		3	0.03	6	0.03	7	0.04	0	0	0	0	0	0	16	0.02
Leach's storm-petrel	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	10	0.08	1	0.01	17	0.10	0	0	0	0	0	0	28	0.04
Fork-tailed storm-petrel	<i>Oceanodroma furcata</i>	1	0.01	1	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00
Tristram's storm-petrel	<i>Oceanodroma tristrami</i>	0	0	112	0.56	14	0.08	239	2.09	0	0	0	0	365	0.49
Black-tailed gull	<i>Larus crassirostris</i>	87	0.73	32	0.16	49	0.29	9	0.08	2	0.03	23	0.28	202	0.27
Glaucous gull	<i>Larus hyperboreus</i>	0	0	1	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00
Black-legged kittiwake	<i>Rissa tridactyla</i>	157	1.32	14	0.07	0	0	0	0	0	0	1	0.01	172	0.23
Herring gull	<i>Larus argentatus</i>	15	0.13	1	0.01	12	0.07	0	0	0	0	10	0.12	38	0.05
Slaty-backed gull	<i>Larus schistisagus</i>	32	0.27	8	0.04	2	0.01	2	0.02	0	0	5	0.06	49	0.07
Unidentified gulls		12	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0.02
Pomarine skua	<i>Stercorarius pomarinus</i>	3	0.03	1	0.01	1	0.01	0	0	0	0	0	0	5	0.01
Long-tailed skua	<i>Stercorarius longicaudus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.02	2	0.00
Brunnich's murre	<i>Uria lomvia</i>	1	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00
Ancient murrelet	<i>Synthliboramphus antiquus</i>	16	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0.02
Red phalarope	<i>Phalaropus fulicarius</i>	18	0.15	16	0.08	13	0.08	6	0.05	7	0.11	0	0	60	0.08
Pacific loon	<i>Gavia pacifica</i>	6	0.05	2	0.01	1	0.01	0	0	0	0	0	0	9	0.01
Temminck's cormorant	<i>Phalacrocorax capillatus</i>	0	0	0	0	1	0.01	0	0	0	0	0	0	1	0.00
Total		1182	9.92	584	2.93	362	2.18	342	2.99	20	0.33	68	0.83	2558	3.44
Number of species		19		17		15		7		3		8		25	

36度以北の金華山沖および常磐・鹿島灘沖の表面水温19度～21度の移行域およびその周辺の黒潮域で観察され (Table1, Figs.2, 3), その体色から成鳥2羽, 亜成鳥1羽, 幼鳥2羽と考えられ, 成鳥は南寄りに, 幼鳥は北寄りに出現した (Fig.3). コアホウドリは, 房総沖, 常磐・鹿島灘沖, 金華山沖の潮目付近で多数確認され, 金華山沖以外ではより沿岸寄りのトランセクトで多く発見された (Figs.2, 4). クロアシアホウドリの出現数は23羽と少数

であり, クロアシアホウドリが観察された海域では, 同時にコアホウドリも観察された. しかしながら, コアホウドリが多数出現した金華山沖の沖合域においては, クロアシアホウドリはほとんど出現しなかった (Fig.4).

ミズナギドリ類に関しては, フルマカモメが主に北緯35度以北の金華山沖および常磐・鹿島灘沖で多数出現した (Fig.5). 逆に, オオミズナギドリは, 金華山沖の沿岸域と北緯36度以南の房総沖の沖合域, 伊豆・小笠原沖

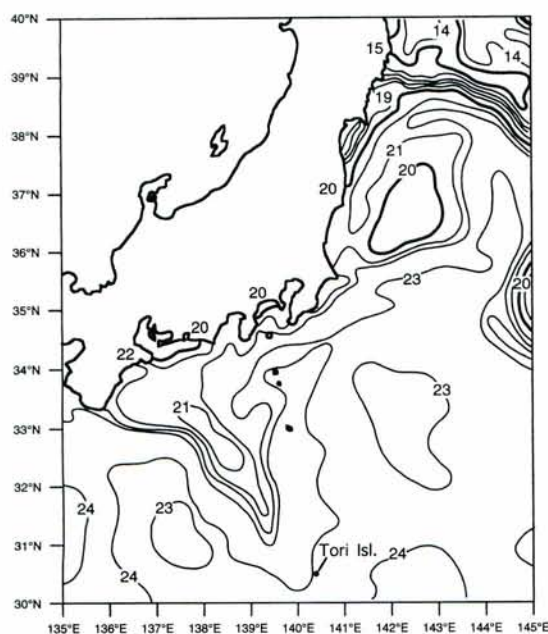


Fig. 2. Sea surface temperature off the Pacific coast of Japan in 24-30 November 1999 (Modified from Japan Fisheries Information Service Center).

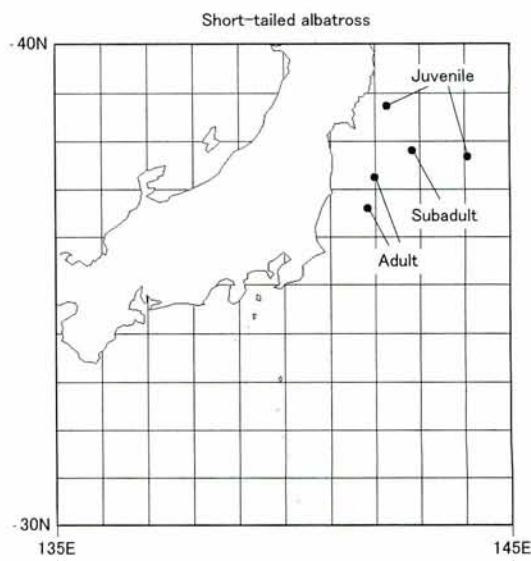


Fig. 3. Locations of short-tailed albatrosses observed off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Growth stage of this species is divided by the plumage pattern (adult : white body except upperwing, golden head, subadult : dark brown head and back, white berry, pink bill, juvenile : dark brown body, pink bill).

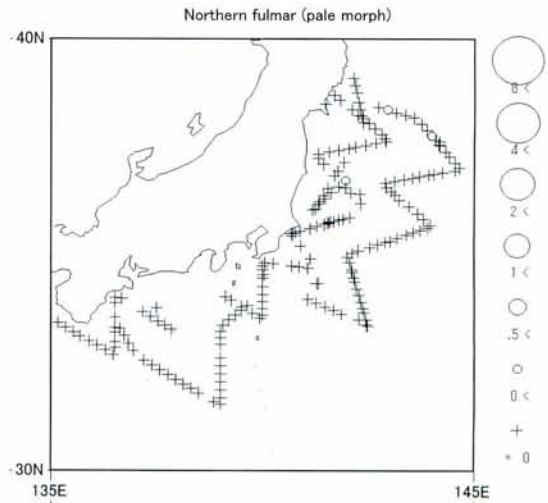
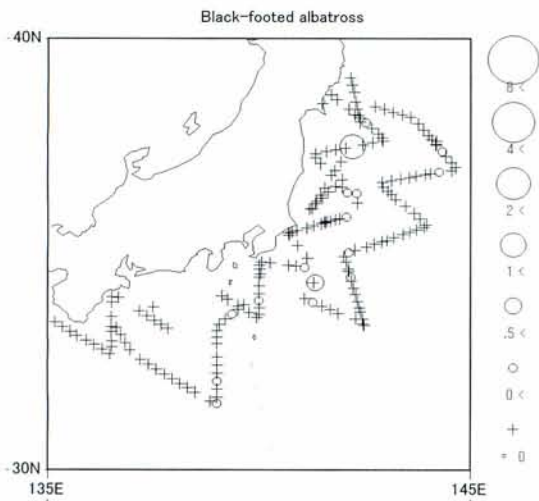
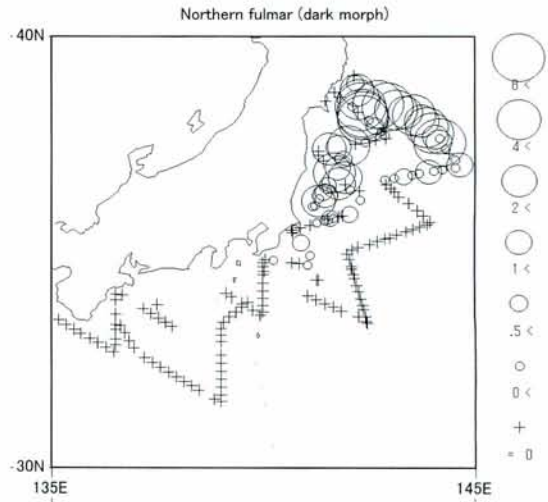
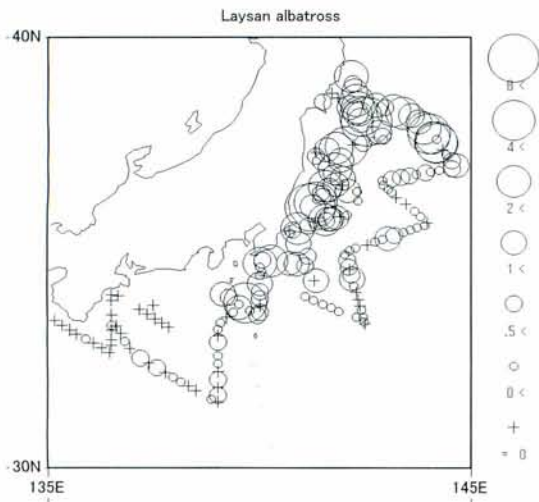


Fig. 4. Distributions of Laysan and black-footed albatrosses off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per sighting section) of each seabird species.

Fig. 5. Distributions of northern fulmar (dark and pale morphs) off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per sighting section) of each seabird species.

および紀伊半島沖の沿岸域で高い分布密度を示した (Fig.6). アカアシミズナギドリ (*Puffinus carneipes*) は房総沖および紀伊半島沖の沿岸域に出現した (Fig.6). ハイロミズナギドリ, ハシボソミズナギドリおよびハジロミズナギドリ (*Pterodroma solandri*) は主に金華山沖において観察され, マダラシロハラミズナギドリ (*P. inexpectata*) は房総沖の沖合域に出現した (Figs.7, 8).

ウミツバメ類に関しては, コシジロウミツバメ (*Oceanodroma leucorhoa*) が金華山沖, 常磐・鹿島灘沖および房総沖の沖合域に多数出現し, ハイロウミツバメ (*O. furcata*) は金華山沖および常磐・鹿島灘沖で観察された (Fig.9). オーストンウミツバメは, 常磐・鹿島灘沖, 房総沖および伊豆・小笠原沖において高い分布密度を示した (Fig.9).

これら以外に出現した海鳥類に関しては, Appendices

1~3にまとめた. ウミネコ (*Larus crassirostris*), セグロカモメ (*L. argentatus*) およびオオセグロカモメ (*L. schistisagus*) は, ほとんど日本周辺沿岸域で観察され, 金華山沖において高い分布密度を示した. ミツユビカモメは, 主に金華山沖の沿岸域に多く出現した.

考 察

今回の目視調査において, 金華山沖および常磐・鹿島灘沖でアホウドリの繁殖鳥と考えられる成鳥および亜成鳥が確認され, また, その年生まれと考えられる非繁殖鳥の幼鳥も確認された. アホウドリは繁殖期である冬季から春季に西部北太平洋に分布し, 夏季にはベーリング海やアラスカ湾, アリューシャン列島近海に分布すると考えられている (McDermond and Morgan, 1993). また,

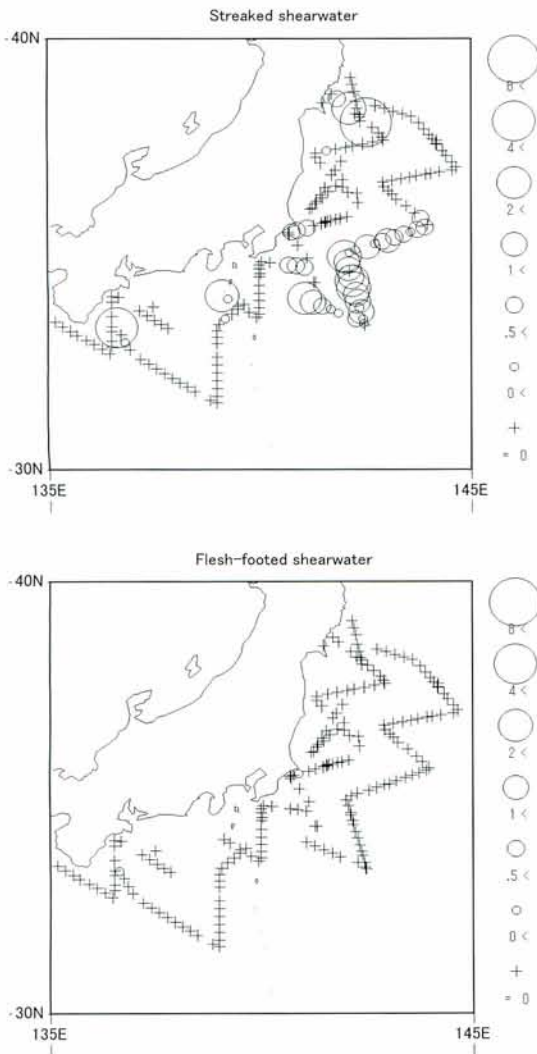


Fig. 6. Distributions of streaked and flesh-footed shearwaters off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per sighting section) of each seabird species.

東部北太平洋ではほぼ周年にわたって非繁殖鳥の発見例あることから、ほぼ3~4年は繁殖地に戻らず、南北に季節的な移動を繰り返しながら滞留するのではないかと考えられている (Hasegawa, 1991; McDermond and Morgan, 1993). 本研究において、金華山沖にその年生まれと考えられる幼鳥が出現したことから、東部北太平洋と同様に西部北太平洋においても幼鳥は繁殖地に戻らずに滞留する可能性がある。

繁殖期間中に、アホウドリの繁殖鳥がどこで索餌するかは知られていないが、今回の目視調査では、金華山沖および常磐・鹿島灘沖において成鳥および亜成鳥が発見された。黒潮親潮移行域である金華山沖やその周辺海域は、魚類やいか類等の餌資源が豊富な海域であり、また、海面表層を漂う餌生物が潮目集積しやすい海域でもある。このような移行域の生産性の高さや、繁殖地である

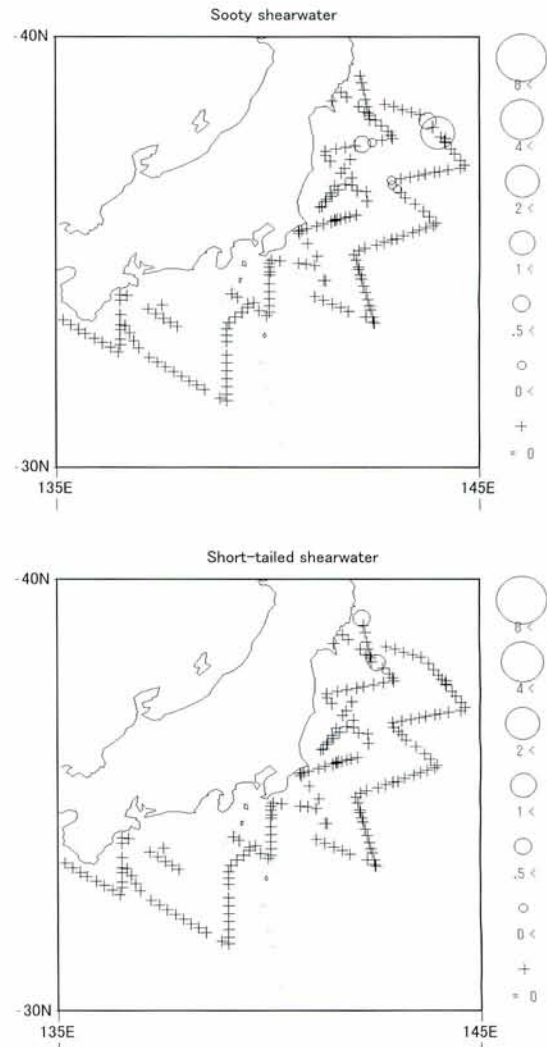


Fig. 7. Distributions of sooty and short-tailed shearwaters off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per sighting section) of each seabird species.

鳥島との距離、アホウドリの飛行能力を考えると、金華山沖および常磐・鹿島灘沖がアホウドリ繁殖鳥にとって重要な索餌海域の一つであると考えられた。

コアホウドリは、水温15度から21度の黒潮親潮移行域から南側にかけて密に分布していた。McDermond and Morgan (1993)は、コアホウドリは勇昇流が見られる海域、異なる水塊がぶつかる海域そして大陸斜面またはその縁辺部に集まると指摘しており、本研究結果と一致した。日本の伊豆諸島および小笠原諸島で繁殖するコアホウドリは、約14つがいと少ないことから (Hasegawa, 1984)、本研究で発見された個体は日本個体群だけに由来するとは考えられず、ハワイ諸島の個体群も含まれると考えられる。ハワイ個体群のコアホウドリの非繁殖鳥および繁殖鳥が、冬季の日本近海に出現することは、標識調査からも確認されている (Robbins and Rice, 1974)。

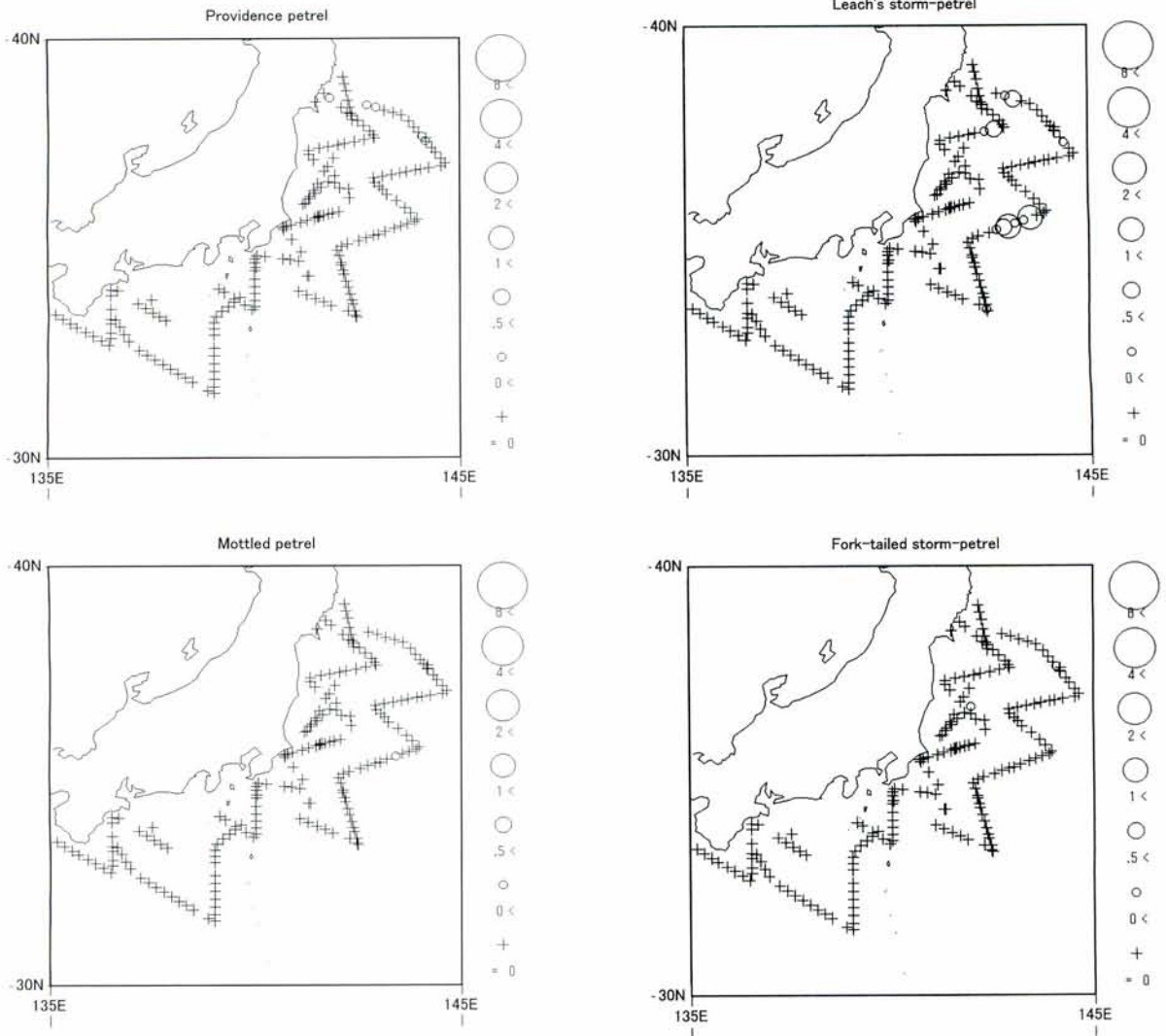


Fig. 8. Distributions of providence and mottled petrels off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per sighting section) of each seabird species.

クロアシアホウドリは、金華山沖の沖合域においてコアホウドリとは異なる分布傾向を示した。また、本研究でのクロアシアホウドリの出現個体数は23羽と少なく、コアホウドリの約30分の1であり、現存する総個体数の割合に比べても少なかった。Robbins and Rice (1974)によると、コアホウドリの主要分布域が西部太平洋であるのに対し、クロアシアホウドリの主要分布域は東部太平洋であると示唆している。これらのことから、本調査における両種の出現頻度の違いは、現存する総個体数や主要分布域の違いを反映したものと考えられた。

フルマカモメは、アホウドリ類とは異なり、5月～9月に北太平洋および北大西洋の北緯45度以北で繁殖を行う(Harrison, 1987; 桐原, 2000)。そのため、11、12月は本種の非繁殖期であり、本調査で出現した個体は、索餌のための南下越冬期に相当するものと考えられた。

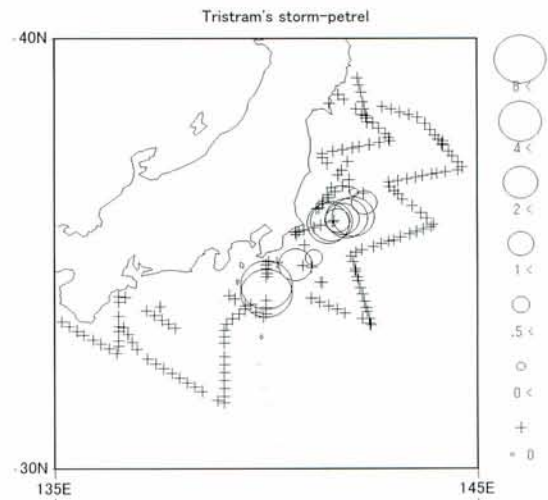


Fig. 9. Distributions of Leach's, fork-tailed and Tristram's storm-petrels off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per sighting section) of each seabird species.

オオミズナギドリは、2月～10月に、北海道渡島大島から八重山諸島仲御神島までの日本の島々、朝鮮半島と中国およびロシア東南部の島々で繁殖する (Harrison, 1987; 桐原, 2000)。非繁殖期は南東アジアからオーストラリア北部にかけての海域およびインド洋東部域まで南下越冬する (Harrison, 1987; 桐原, 2000)。今回の目視調査で観察された個体は、繁殖終了後の南下渡り時期のものに相当すると考えられた。

オーストンウミツバメは、ハワイ諸島および日本の伊豆諸島の蛇島、恩馳島、鳥島と小笠原諸島の北ノ島、北硫黄島で繁殖すると考えられている (Harrison, 1987; 桐原, 2000)。本調査では、八丈島近海で極めて高い分布密度を示したことから、これらの個体は伊豆諸島および小笠原諸島の日本における繁殖個体と考えられた。

ウミネコ、オオセグロカモメおよびセグロカモメは沿岸性の海鳥類であり、本調査では恐らく夏季に日本の島々で繁殖した個体が出現したものと考えられる。ミツユビカモメは外洋域にも分布しており、本調査で観察された個体は、北太平洋北部において夏季に繁殖した個体が南下したものと考えられた。

以上、黒潮親潮移行域付近の海域は、海鳥類の出現種数および分布密度が高く、アホウドリ類の日本個体群やハワイ個体群、南北両半球で繁殖するミズナギドリ類、沿岸域を主要分布域としているカモメ類等の海鳥種が集積する重要な索餌海域となっている。また、この水域は、多獲性浮魚類やいか類の好漁場であり、漁船も集中することから、海鳥類の季節的な分布と漁業の季節性を明らかにすることが重要であると考えられた。今後、対象海域や時期を拡大し、海鳥類の分布の全体像を解明するとともに、海洋構造、餌資源および漁業との関わりについても検討する必要があると考えられる。

謝 辞

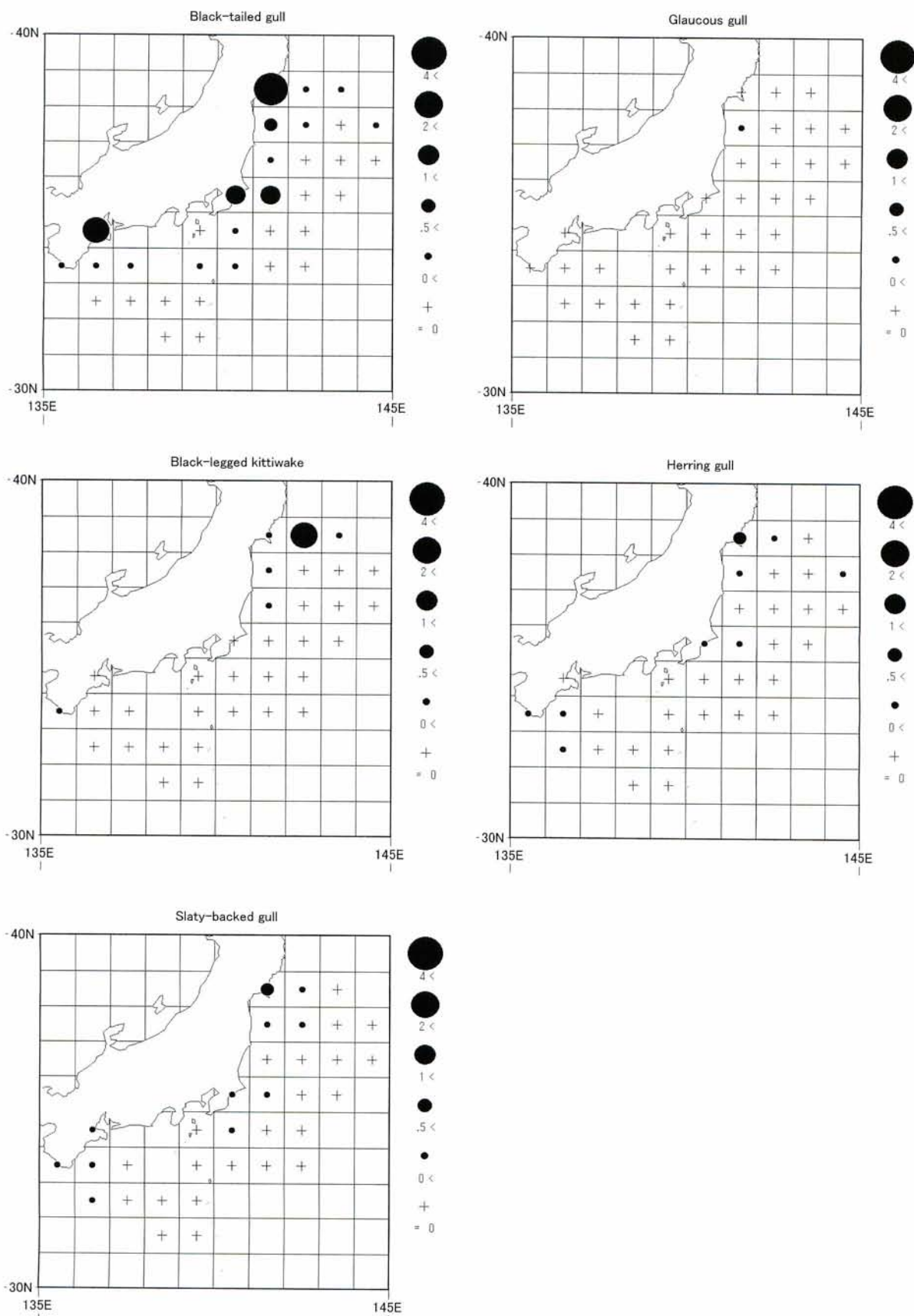
海鳥目視調査の便宜を図って頂いた水産庁遠洋水産研究所鯨類生態研究室岩崎俊秀主任研究官に感謝の意を表します。また、調査に御協力戴いた調査船くろさきの佐々木徳船長ならびに乗組員の皆様に感謝致します。

引用文献

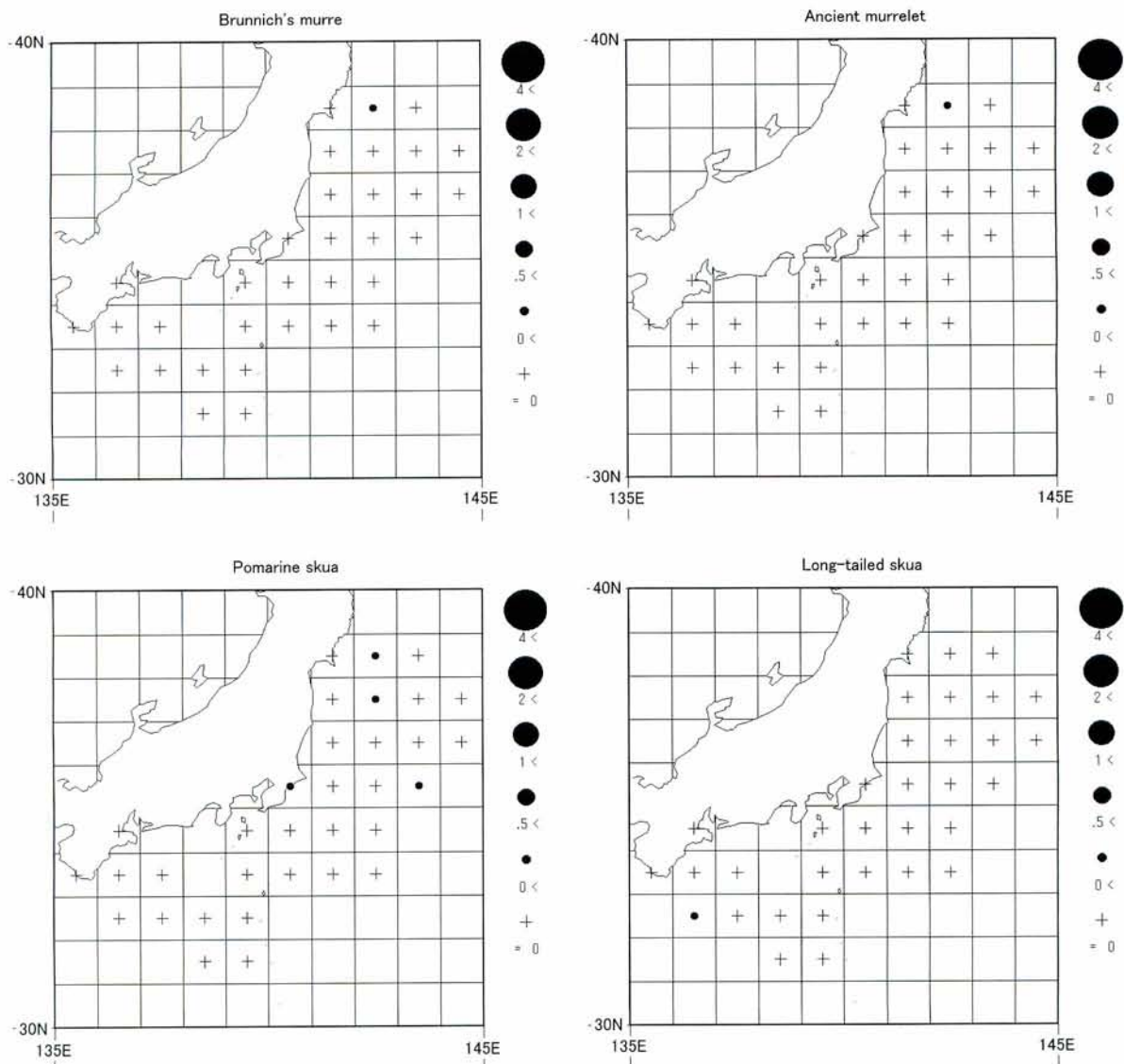
- Brothers, N. P. 1991: Albatross mortality and associated bait loss in the Japanese longline fishery in the Southern Ocean. *Biological Conservation*, **55**: 255-268.
- Gales, R. 1998: Albatross populations: status and threats. In: Albatross. Biology and Conservation (Robertson, G. and Gales, R. eds.), 20-45, Surrey Beatty & Sons Pty Limited, Australia.
- Gould, P. and R. Hobbs. 1992: Population dynamics of the Laysan and other albatrosses in the North Pacific. In: Proceedings of a Symposium on the Biology, Distribution and Stock Assessment of Species Caught in High Seas Driftnet Fisheries in the North Pacific Ocean (Shaw, W., Burgher, R. and Ito, I. eds.), Intentional North Pacific Fisheries Commission, 4-6 November, Tokyo, Japan.
- Harrison, C. S. 1990: Seabirds of Hawaii: natural history and conservation. Cornell University Press, New York.
- Harrison, P. 1987: Seabirds of the World. A photographic guide. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Hasegawa, H. 1984: Status and conservation of seabirds in Japan, with special attention to the Short-tailed Albatross. In: Status and Conservation of the World's Seabirds (Croxall, J. P. ed.), 487-500, ICBP Technical Publication No. 2.
- Hasegawa, H. 1991: Red data bird: short-tailed albatross. *World Birdwatch*, **13**: 10.
- 長谷川 博 1999a: 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.
- 長谷川 博 1999b: アホウドリは復活するか-残された課題と展望 (後編). 遺伝, 53(5): 54-58.
- Hasegawa, H. and A. R. DeGange. 1982: The short-tailed albatross *Diomedea albatrus*, its status, distribution and natural history. *American Birds*, **36**: 806-814.
- Jones, L. L. and A. R. DeGange. 1988: Interactions between seabirds and fisheries in the North Pacific Ocean. In: Seabirds and other Marine Vertebrates. Competition, Predation and other Interactions (Burger, J. ed.), 269-291, Columbia University Press.
- 桐原政志 2000: ネイチャーガイド. 日本の鳥550. 水辺の鳥. 文一総合出版, 東京.
- McDermond, D. K. and K. H. Morgan. 1993: Status and conservation of North Pacific albatrosses. In: The status, ecology and conservation of marine birds of the North Pacific (Vermeer, K.,

- Briggs, K. T., Morgan, K. H. and Siegel-Causey, D. eds.), 70-81, Canadian Wildlife Service Special Publication, Ottawa.
- Nagy, K. A. 1987: Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds. *Ecological Monographs*, **57**: 111-128.
- Rice, D. W. and K. W. Kenyon. 1962a: Breeding distribution, history and populations of North Pacific Albatrosses. *Auk*, **79**: 365-385.
- Rice, D. W. and K. W. Kenyon. 1962b: Breeding cycles and behaviour of Laysan and Black-footed albatrosses. *Auk*, **79**: 517-567.
- Robbins, C. S. and D. W. Rice. 1974: Recoveries of banded Laysan Albatross (*Diomedea immutabilis*) and Black-footed Albatross (*Diomedea nigripes*). In: Pelagic studies of seabirds in the Central and Eastern Pacific Ocean (King, W. B. ed.), No. 158, 232-277, Smithsonian Contributions to Zoology, Washington, D. C., USA.
- Wahl, T. R. and J. Heineman. 1979: Seabirds and fishing vessels: cooccurrence and attractions. *Condor*, **81**: 390-396.

Appendix 1. Distributions of gulls off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per 1° × 1°) of each seabird species.



Appendix 2. Distributions of auks and skuas off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per 1° × 1°) of each seabird species.



Appendix 3. Distributions of other seabird species off Pacific coast of Japan in 28 October-24 December 1999. Circle size in figure indicates the average density (birds/km² per 1° × 1°) of each seabird species.

