

鯨 研 通 信



第441号

2009年3月

財団法人 日本鯨類研究所 〒104-0055 東京都中央区豊海町4番5号 豊海振興ビル5F
 電話 03(3536)6521(代表) ファックス 03(3536)6522 E-mail:webmaster@icrwhale.org HOMEPAGE http://www.icrwhale.org

目次

2007/08年度 第三次JARPA 乗船を終えて	後藤睦夫 1
南極口ス海生態系の開洋丸/JARPA共同フィールド調査の最前線報告と展望	
「環境-餌生物-捕食者」の生態的連関アプローチを求めて	永延幹男 9
日本鯨類研究所関連トピックス(2008年12月~2009年2月).....	23
日本鯨類研究所関連出版物等(2008年12月~2009年2月).....	24
京きな魚(編集後記).....	26

2007/08年度 第三次JARPA 乗船を終えて

後藤睦夫(日本鯨類研究所・研究部)

1. はじめに

第三次となる第二期南極海鯨類捕獲調査(JARPA)が終了してすでに1年が過ぎようとしているが、筆者はこの調査に副調査団長として参加した。この第三次調査では、すでに調査団長を務めた石川(2008)が詳細に報告しているとおり、前年、前々年に引き続き、暴力的な妨害団体であるグリーンピース及びシーシェパードによる執拗かつ危険な妨害活動を長期間にわたって受け、延べ31日間にわたって調査を中断せざるを得なかった。また豪州政府が派遣した監視船による危険な追航が22日間続けられ、調査船団の行動が制約された。しかしながら、一方で乗組員及び調査団の多大な努力により、多くのデータがJARPAの目的を達成すべく着々と得られた。その際たるものがポリニア内調査である。本報ではこの調査期間中に得られた興味深い成果について、このポリニア内調査を中心に報告したい。なお、本報の内容の一部はすでに第60回IWC科学委員会に提出した航海報告(Ishikawa *et al.*, 2008)からの抜粋である。その他の結果についてはそちらを参照されたい。

2. JARPA の概要

日本政府は、南極海のクロミンククジラ資源に関する科学的情報を収集して、鯨類の持続的利用の達成に資することを目的として南極海鯨類捕獲調査(JARPA)の実施を決定した。当研究所は、政府からの調査実施許可と財政補助を受けて、1987/88年から2004/05年に至る18年間の長期にわたって調査を実施し、多大な成果をあげた。

JARPAで得られたデータの解析から、南極海生態系がナンキョクオキアミを鍵種とする単純な構造をもち、オキアミを巡ってヒゲクジラ類の間で競合関係があること、さらに、初期の商業捕鯨による乱獲で低水準にあったザトウクジラ、ナガスクジラ等の資源も、商業捕鯨モラトリアム導入以前から実施されて来た資源保護により、近年では目覚ましい回復傾向を示していることも示唆された。これらの調査結果は、いずれも、ヒゲクジラ類資源を適切に管理していくためには、単一鯨種ごとに資源動態やその将来予測を行うのではなく、南極海生態系の構成員としての鯨類の位置付けを明らかにし、鯨種間関係も併せて総合的に考える必要のあることを示している。

以上の結果を受けて、我が国は鯨類を含む南極海生態系のモニタリングを行うとともに、適切な鯨類資源管理方法の構築に必要な科学的情報を得るために、JARPA を実施することを決定した。当研究所は、日本政府からの調査実施許可及び財政補助を受けて、致命的及び非致命的手法による総合的な第二期JARPA (JARPA)を2005/2006年から開始した。JARPA の調査目的は、南極海生態系のモニタリング、鯨種間競合モデルの構築、系群構造の時空間的変動の解明、クロミンククジラ資源の管理方式の改善である。JARPA は、致命的調査と非致命的調査手法を組み合わせた、南極海における世界最大の総合的な鯨類調査である。

最初の2年間(2005/2006年と2006/2007年)は予備調査として実施し、拡大海域における目視調査と対象鯨種及び採集数の増加に関する採集方法の実行可能性と妥当性が検討され、また大型鯨の捕獲方法、解剖及び生物調査などに関する実行性についても検証された。これに続く2007/08年度調査はJARPA 初の本格調査であった。

3 . 第三次調査の結果概要

2007年11月中旬に山口県下関港を出港した捕獲調査船団は、ほぼ5ヶ月間の洋上生活を終え、4月中旬に東京大井埠頭に着岸した。第三次調査(以後、今次調査と呼ぶ)は南極海への往復航を除く101日間の調査に費やされた。調査は調査母船1隻、目視採集船3隻、目視専門船2隻の計6隻と、石川調査団長をはじめとする調査員25名を含む、総勢241名に上る乗組員で構成された。これらの3隻の目視採集船と2隻の目視専門船の調査海域内における総探索距離は14,575マイル(約27,000Km)に達し、単純計算で地球を2/3周した計算になる。

今次調査では、妨害団体による執拗な妨害活動を回避したために調査日程に不足が生じ、当初調査海域として設定していた南極海第 区東側海域、第 区全域並びに第 区西側海域(南緯60度以南、東経35度~東経165度)(図1)のうち、 区東側海域(東経165度~175度)の調査が行えなかった(図2)他、第

区東側及び第 区西側海域における目視採集船の調査活動が大幅に制限されたことから、標本の採集数は当初計画されたクロミンククジラ850頭±10%、およびナガスクジラ50頭を大きく下回り、クロミンククジラ551頭(オス:273頭,メス:278頭)のみに留まった。

今次調査では、目視採集船と目視専門船により表1に示した鯨種が確認された。従来、南極海において優先種であったクロミンククジラの発見状況と比較してもわかるとおり、今次調査における、ザトウクジラの発見数の多さは他の鯨種

表1. 調査船別・発見タイプ別による鯨種別発見群・頭数

船型 発見タイプ 鯨種名	目視専門船				目視採集船				合計			
	1次発見		2次発見		1次発見		2次発見		1次発見		2次発見	
	群	頭	群	頭	群	頭	群	頭	群	頭	群	頭
シロナガスクジラ	29	55	2	2	14	29	4	6	43	84	6	8
ナガスクジラ	39	91	9	23	9	43	3	15	48	134	12	38
イワシクジラ	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
クロミンククジラ	326	727	77	190	501	979	22	65	827	1706	99	255
クロミンククジラらしい	21	35	4	9	14	14	0	0	35	49	4	9
ザトウクジラ	796	1528	107	196	518	1008	12	21	1314	2536	119	217
ミナミセミクジラ	54	70	3	5	18	26	0	0	72	96	3	5
マッコウクジラ	181	181	11	11	99	99	4	4	280	280	15	15
ミナミトックリクジラ	53	108	3	4	27	52	1	4	80	160	4	8
ヒモハクジラ	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
シャチ	37	605	4	71	25	185	2	23	62	790	6	94
ヒレナガゴンドウ	4	90	0	0	0	0	0	0	4	90	0	0
ダンダラカマイルカ	11	64	2	8	0	0	0	0	11	64	2	8
ヒゲクジラ類	133	229	16	23	3	15	3	5	136	244	19	28
アカボウクジラ科鯨類	51	79	5	11	51	76	0	0	102	155	5	11
オウギハクジラ属	4	7	0	0	0	0	0	0	4	7	0	0
ゴンドウ属	1	25	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0
カマイルカ類	2	4	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0
鯨種不明イルカ類	2	5	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0
鯨種未確認	21	118	1	20	60	60	0	0	81	178	1	20

を圧倒しており、図3でも示したように調査海域のほぼ全域に分布していた。過去の調査結果と同様に、今次調査でも改めて本種の資源の順調な回復ぶりが示されたことになる。ザトウクジラは特に第 区西側海域（東経70度～100度）で発見が多く、目視専門船の発見密度（単位努力量あたりの発見群数）はクロミンククジラの7倍以上であった。逆に、図4に示したようにクロミンククジラの実見は、ほぼ同じ海域を調査した一昨年の結果（1,848群4,917頭を発見）と比較して半分以下となった。これは単純にクロミンククジラの資源が減少したのではなく、調査海域にザトウクジラが広く多数分布するようになり、これまで分布が優勢であったクロミンククジラが調査海域の南側のバックアイス付近に偏在するという近年の分布傾向を反映したものと考えられる。

また、JARPA より捕獲対象種となったナガスクジラは、一昨年の調査結果（224群936頭を発見）と比較して、極めて発見が乏しかった（図5）。特にナガスクジラを捕獲対象とした目視採集船は、妨害による調査日数の不足に加えて、発見数が少なく、最後まで捕獲の機会が得られなかった。目視採集船よりも北側（南緯60度）まで調査を行った目視専門船での発見数が多かったことから、例年と比べてナガスクジラの回遊分布が南まで広がらなかったことが考えられる。

一方、シロナガスクジラやミナミセミクジラ等の希少種は、過去の調査と比較して数多く発見された。シロナガスクジラは第 区東側の南部海域で、ミナミセミクジラは第 区東側の南部海域で集中して発見された（図5）。

4．ポリニア内へ

以上の結果を踏まえて、ポリニア調査について話題を移そう。

目視採集船のトラックラインは、ランダムに設定された調査開始地点から始まる、ある一定の経度幅の等間隔のジグザグコースで、原則として南部海域が6本、北部海域が2本のレグ（ジグザグの山を構成する一辺）を一単位として構成され、三隻の目視採集船は、平行な3本のトラックラインを原則として毎日交互に入れ替わりながら調査を行うように設定されている。今次調査では、通常クロミンククジラが集中する第 区西側のブリッツ湾では、後述するポリニア（外海とつながっていない開水域）が形成されていたため、内部の調査ができなかったが、事前に設定されたトラックラインは、その東方に位置するデイビス海（東経89度～東経95度）に形成されたポリニアへと伸びており、このポリニアは衛星情報によると進入できる可能性のある比較的氷の密度が薄い氷縁で囲まれていた。しかしながら、今次調査では氷の変動が例年よりも複雑で、それまでも衛星情報を介して得られる氷縁情報と実際の氷縁が大きく異なることがあり、本当に進入できるかどうかは実際に現場に行ってみなければ判らなかったのである。

4.1 ポリニアとは

実際にポリニア内調査の内容を報告する前に、ポリニアについて簡単に説明しておく。ポリニアとはあまり聞きなれない用語だと思うが、簡単に言えば南極海や北極海で観察される凍結した海水に、物理的な要因で形成される「海水によって囲まれる開放水域」を意味する地理学的用語である。ポリニア（polynya）の英語表記は19世紀に北極の探検家によって「自然な氷の穴」を意味する、海の可航部分を記述するために用いられたロシア語の発音を英語表記したところに由来している。

南極海全体の海水域におけるポリニアは、主として南極半島海域、ロス海、ブリッツ湾およびウエッデル海で認められている。これらの内、南極半島海域とロス海におけるポリニアの推移については精細に観察されており、ポリニアの発生・消滅過程が年によって大きく変化することが分かっている。

ポリニアの形成には地形効果、海流、潮汐、湧昇、風等の物理的要因が関わっている。永延（2003）はその著書の中で南極半島海域を例としてポリニアの形成に関して以下のように概況している。南極半島海域の上空に吹く偏西風が海水に働きかけて、表層水と海水を北方へ押し広げることにより、その分少なく

なった海水を補充するために、表層水より水温が高い南極周極環流の深層暖水系が下層から緩やかに開水域へ貫入・湧昇することで海水の溶解が進行し、海水原の中に湖のような海水面が形成されることになる。また、この深層暖水の湧昇により、海水の表層と深層の混合が促進され、深層暖水に含まれる豊富な栄養塩類が表層に供給されると共に、海水中の一次生産者であるアイスアルジーと呼ばれる植物プランクトンが光合成を行なう上で必要な太陽エネルギーを十分に受けることになる。これらの好条件が整うことにより、とりわけ南極海の夏の時期で沿岸域に形成されるポリニアでは、植物プランクトンの発生時期が周辺の海水域より著しく早まり、海洋生物生産が高い海域となることから、ナンキョクオキアミなど動物プランクトンの高密度分布域となり、そのオキアミを餌とする食物連鎖上位の鯨類を始め、ペンギン、アザラシ、海鳥などの捕食者が集まってくるのである。

4.2 いざポリニアへ

それでは図6と7を用いてポリニア内調査について、その前後の調査概要を述べつつ説明していきたい。

ディビス湾内に形成されたポリニアに向かう北部海域北端から南東向きトラックライン上での発見は、ほとんどがザトウクジラで、わずかに数頭の小型のクロミンククジラの発見捕獲に留まった。調査母船上ではザトウクジラの発見があると、生物調査が無い場合は調査員をブリッジに呼んで鯨を観察させることがあるが、調査当初は嬉々としてブリッジに駆け上がってきた調査員も、このころになると発見に対する呼びかけにも次第に反応が薄くなっていた。この海域はそれほどザトウクジラの発見が卓越していたのである(図6)。捕獲されたクロミンククジラも、北部海域では小型(未成熟)個体が多かったものの、ディビス湾を取り囲む氷縁間際で捕獲される個体は雌雄の成熟個体が多くなり、次第にザトウクジラの発見も少なくなっている。そして、いよいよ、ディビス湾内に形成されたポリニア内に侵入すべく慎重に氷の状況を精査し、ポリニア内に進んで行くこととなる。

4.3 ポリニアの中

船団は約2時間かけて慎重にバラ氷(小さな海水が散在した状態)を避けながら午前中にディビス湾内への進入に成功し、冰山すら存在しない水域で調査を再開した。湾内は鯨の大群とまでは行かないものの、予想通り成熟したクロミンククジラの発見と捕獲が相次いだ。向後船団は8日間に亘りこの湾内に滞在することとなる。湾内では時化のため、2日ほど調査ができない日が続いたが、その後天候は急速に回復した。捕獲個体の生物学的組成は大型の成熟雌が中心で、ポリニア外部と内部では性成熟度による明らかな棲み分けが見られた(図7)。

ディビス湾のドリガルスキー島東岸のバックアイス付近から大陸に向かうコースラインの調査では、良好な海況であったが、ドリガルスキー島周辺ではほとんど鯨の発見がなかった。再び大陸に近づくに従いクロミンククジラの発見捕獲が連続し、ここでも捕獲した個体はほとんどすべて大型の雌個体であった。ディビス湾内で捕獲された個体の主要な餌生物はすべてオキアミであったが、ディビス湾東岸付近では餌生物中にしばしば魚類(コオリイワシ)が見られた(写真1)。ただし、その数はごく少数で、コオリイワシを狙って捕食していると言うよりは、オキアミを捕食する際に偶然紛れ込んでいるようである。また、詳細は今後の解析が必要とされるが、この付近で観察された胃内容物中のオキアミは、ナンキョクオキアミではなく、この種よりも小型のコオリオキアミの捕食が観察されている。

ディビス湾内は大陸とバックアイスに囲まれた水域のせい、湾内調査の後半には水温が-2と低くなる日もあり、それに伴い気温も-8を記録した。その日の午前中には海面の凍結が始まり急速に蓮の葉氷が発達して、あたかも海表面に描いたかのように各調査船の航跡を延々と追うことができるようになった(写真2)。

ディビス湾内の調査では捕獲調査の結果、捕獲された83頭の内、未成熟個体は1頭(雌)のみで、その他は全て成熟個体であり、しかもそのうち雌の占める割合は91%にも及んだ。さらに、雌に占める妊娠個

体の割合は92%に達し、ポリニアの内部には資源の再生産に重要な役割をもつクロミンククジラの妊娠雌個体が多く入り込んでおり、性状態による棲み分けが認められた。このことは、調査船が進入できない複雑な氷縁の中にも、多くの成熟した雌のクロミンククジラが入り込んでいる可能性が高いことを示唆していると同時に、クロミンククジラの資源状態を把握するための調査として、性状態による棲み分けを踏まえた広範囲かつ詳細な海域を調査することが必要であることを示唆している。

4.4 ポリニア脱出

ディビス湾ポリニアの調査を終えた船団は、早朝からディビス湾からの離脱を図り、湾口を塞ぐ厚いバックアイスに突入した。途中、バックアイスに阻まれながらも3隻の目視採集船は昼頃に、引き続き調査母船も船長の的確な操船で夕刻には無事湾外に達した。なお、バックアイス内では所々、小さな開氷面が散在し、その隙間を縫うように10頭以上のシャチの群れや、別の開氷面ではクロミンククジラの複数の群れが調査母船から観察された。

ポリニア脱出後、船団はさらに北上コースを取り調査を再開したが、一旦ポリニアの外に出てしまうと、氷縁の付近でもクロミンククジラの発見は少なく、再びザトウクジラの発見が最も多くなった(図7)。しかしながら、この海域では各船ともミナミセミクジラを連続して発見し、バイオプシー標本を合計8個採集した。また、この他シロナガスクジラから1個、ザトウクジラからも2個のバイオプシー標本を採集している。

5. まとめ

先に述べたように筆者は副調査団長として今次調査に参加し、調査団長の補佐として主に目視専門船並びに目視専門船が収集した目視記録、天候記録、努力量記録等のデータの取り纏めのほか、実際に捕獲された鯨体の生物調査にも参加する機会を持った。目視データと生物調査など日々蓄積されるデータを目の当たりにして、これまでJARPAの結果から示された生態系の変化の一部を目の当たりにすることになった。

南極海生態系の変化に関する仮説については藤瀬(2008)に詳しい。概略は以下の通りである。

- ・南極海で1904年から開始された商業捕鯨は、鯨油の生産効率の高いシロナガスクジラやナガスクジラ、遊泳速度が遅く捕獲しやすいザトウクジラが捕獲の対象となった。
- ・商業捕鯨の隆盛期に当たる1930年ごろから1940年ごろには、すでにシロナガスクジラ、ナガスクジラやザトウクジラの資源は大きく減少し、これらの鯨が餌としていたオキアミに余剰が生じた。
- ・クロミンククジラがこのオキアミを利用し、成長速度が徐々に加速して、早熟化が起り、若い個体が繁殖に参加するようになり、その結果、クロミンククジラの資源は加速度的に増大していった。
- ・しかし、1970年ごろにはその増加もピークを向かえ、クロミンククジラの資源は最も高いレベルまで達成することとなる。その数は少なくとも76万頭前後と考えられ、これは初期資源(8万頭)の10倍にも相当する。
- ・1990年ごろ以降はこれまで枯渇状態にあったナガスクジラやザトウクジラなど大型鯨類が徐々にその資源を回復していく。特にザトウクジラの増加はJARPAのみならず、オーストラリアの東海岸や西海岸での調査でも報告されている。
- ・ザトウクジラの資源増大は特に顕著であり2000年に入ってから、JARPAの調査海域(特に第 区)の広い範囲で発見され、これまで調査海域に広く分布していたクロミンククジラは大陸側(南側)に押しやられてきた。

以上の仮説はJARPAおよびJARPA による長期にわたる調査により得られたものであり、特に今次調査が行われた第 区を中心とする調査海域の西側では、ザトウクジラが急激に資源を増加させており、生物

量ではクロミンククジラを凌駕する状況にある事が明らかとなっている。また、クロミンククジラの生物学的特性値では、脂皮厚の有意な減少や性成熟年齢の若齢化停止が確認されており、近年の調査結果は、主要な餌生物であるオキアミを巡る複数種のヒゲクジラ間の競合を強く示唆し、南極海生態系の構造が現在もなお変化し続けていることが明らかとなっている。これらのことから、今後はナガスクジラ、ザトウクジラとクロミンククジラとの間の餌をめぐる関係や分布の変化要因を調査していくことで、鯨類の資源動態の変動メカニズムを明らかにすることが可能となろう。

また、今次調査で行われたポリニア内調査は、近年IWCで行われているクロミンククジラの資源量推定に関する議論にも一石を投じることになるだろう。現在IWC科学委員会では、IWCが実施している目視調査（IDCR/SOWER）から得られた資源量推定値が、2順目（CP：1985/86-1990/91年）から3順目（CP：1991/92-2003/04）にかけて、見かけ上減少しているのはなぜかという議論が行われている（詳細は袴田（2008）参照）。昨年（2008年）今次調査終了後にチリのサンチャゴで行われたIWC科学委員会では、当研究所の研究者を中心としたグループが、資源量が見かけ上減少した南極海第 区（西経60度～0度）と 区（東経130度～西経170度）ではCP とCP との間で氷が大きく変化しており、氷と資源量に関係があるという仮説の妥当性について報告し、氷縁の年変化あるいはポリニアの資源量への影響が無視できないことを示した（Matsuoka *et al.*, 2008）。しかしながら、IWC科学委員会では資源量と氷縁内のクロミンククジラの分布情報がないために、現時点では量的な評価ができないとされたが、氷縁の影響は、CP とCP との間の比較で資源量推定値の違いを説明する仮説リストに加えられることが合意され、将来的に、氷縁内の調査を行うことが奨励された。このような経緯を踏まえ、今次調査におけるポリニア内調査がこれらの問題を解決する上での糸口になることを期待している。

6 . おわりに

冒頭紹介したように、今次調査は環境団体による調査妨害を受けながら、限られた日数で如何にして当初予定された調査コースを消化していくかが、調査運行上の大きな鍵となった。ポリニア内の調査を行う前には、上述の通り我々が乗船した調査母船とほぼ同じ大きさの船体を持つ豪州政府が派遣した監視船の追航および異常接近を受け、精神的な威圧を受けながらの調査であり、また、このポリニア調査後に実際に襲撃を受けることになるシーシェパード所属の妨害船のホバート出港の報を聞き、その後の対応策を考えながらの調査であった。そのような状況の中で、上項で述べたように、ランダムに設定された調査コースがこれまで我々の懸案事項であったポリニア内調査に向けられたことは、今次調査で得られた数少ない幸運な出来事であった。

生態系の変化がどこに向かっているのかを見極め、それを実際に研究者のみならず、一般の人々にも理解できるような形にすることは我々の大きな課題であり、そのためには、まさに自分の目で見て感じる事ができる現場での経験を解析に還元する必要があるだろう。そして、そこから得られる結果は、まさに長年継続してきた調査であるからこそ得られるということを終わりの言葉に代えたい。今次調査による結果が、JARPA の目的を達成するために、今後の解析の一助となると信じている。

最後に、拙報を仕上げるに当たり有益なコメントを頂いた鯨研通信編集委員の方々と本調査の調査団長を務めた石川調査部次長に謝意を表す。さらに、共に苦労を分かち合った、第三次第二期南極海捕獲調査に従事した乗組員および調査団に深甚なる感謝の意を表したい。

7 . 参考文献

石川創 2008 . 鯨の保護は地球環境を救うか？ - 暴走する「環境保護」団体の奇妙な論理 - . 鯨研通信

439.

Ishikawa, H., Goto, M., Ogawa, T., Bando, T., Kiwada, H., Isoda, Y., Kumagai, S., Mori, M., Tsunekawa, M., Ohsawa, T., Fukutome, K., Koyanagi, T., Kandabashi, S., Kawabe, S., Sotomura, N., Matsukura, R., Kato, K., Matsumoto, A., Nakai, K., Hasegawa, M., Mori, T., Yoshioka, S. and Yoshida, T. 2008. Cruise Report of the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPA) in 2007/2008. Paper SC/60/O4 presented to the IWC Scientific Committee, June 2008 (unpublished). 19pp.

永延幹夫 2003 . 南極海 極限の海から . 集英社文庫 . x+205pp

袴田高志 2008.資源量推定法と南極海鯨類捕獲調査 (JARPA) への適用。鯨研通信439.

藤瀬良弘 2008 . 海洋生態系を探る - 鯨類捕獲調査がめざすもの - 加藤秀弘 (編) . 日本の哺乳類学 水生哺乳類 . 東京大学出版会 . pp203-228.

Matsuoka, K., Nishiwaki, S., Murase, H., Kanda, N. Kumagai, S. and Hatanaka, H. 2008. Influence of sea ice concentration in the research area on IDCR-SOWER abundance estimation. Paper SC/60/IA12 presented to the 60th IWC Scientific Committee, June 2008 (unpublished). 9pp.

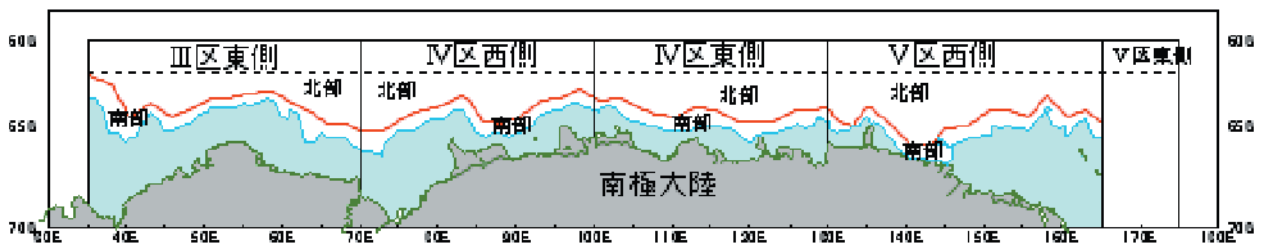


図1 . 2007/08JARPAIIの調査海域。図中北側の線(赤)は南北海域境界線、南側の線(青)は氷縁を示す。

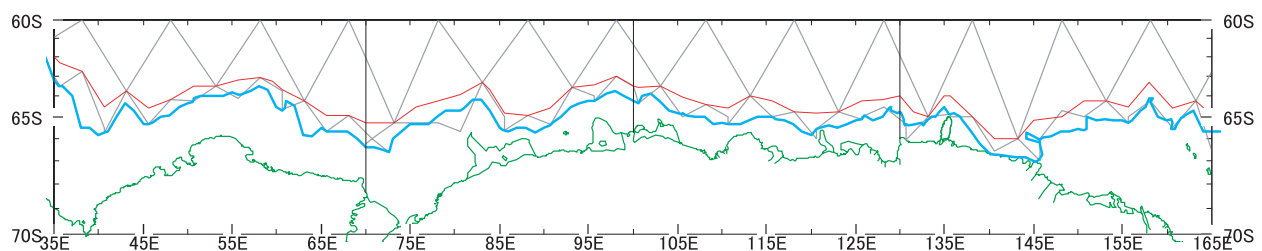


図2 . 2007/08JARPAIIにおける目視専門船のトラックラインデザイン。図中北側の赤線は南北海域境界線、南側の青線は氷縁を示す。目視採集船では III区東側及び V区西側海域における目視採集船の調査活動が大幅に制限された。

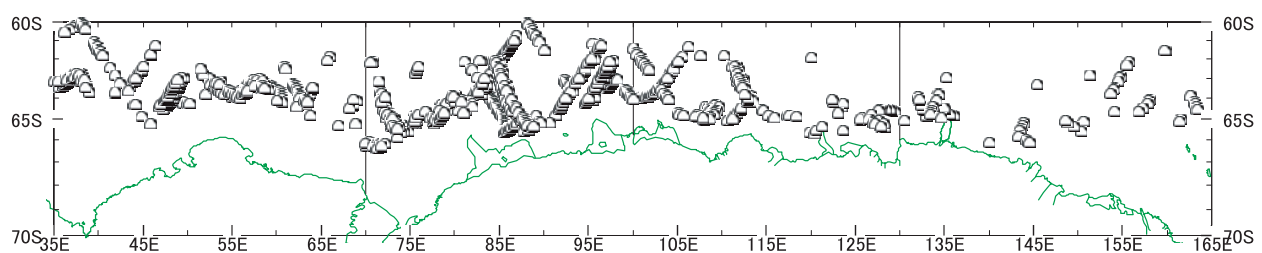


図3 . 2007/08JARPAIIにおける目視専門船と目視採集船によるザトウクジラの発見位置

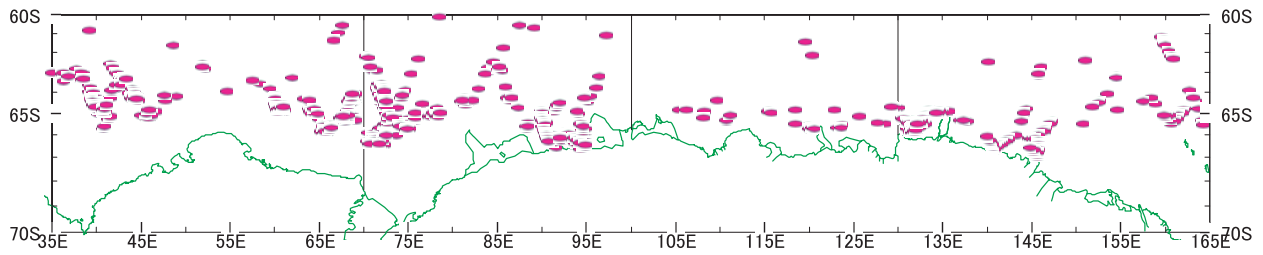


図 4 . 2007/08JARPAIIにおける目視専門船と目視採集船によるクロミンククジラの発見位置

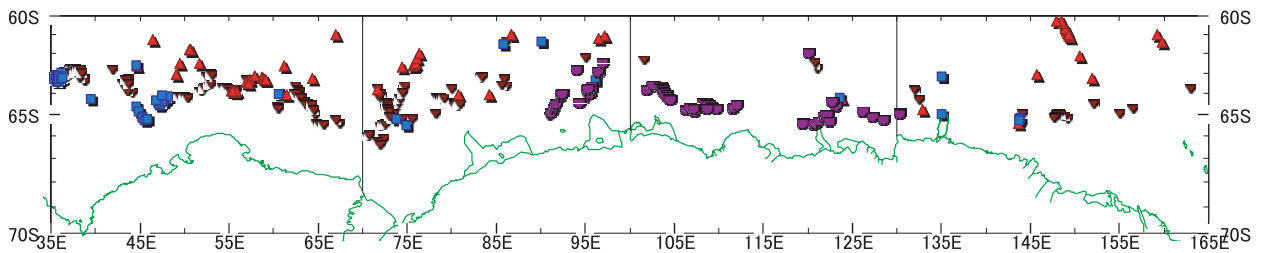


図 5 . 2007/08JARPAIIにおける目視専門船と目視採集船によるナガスクジラ (▲)、シロナガスクジラ (■)、ミナミセミクジラ (●) およびマッコウクジラ (▼) の発見位置

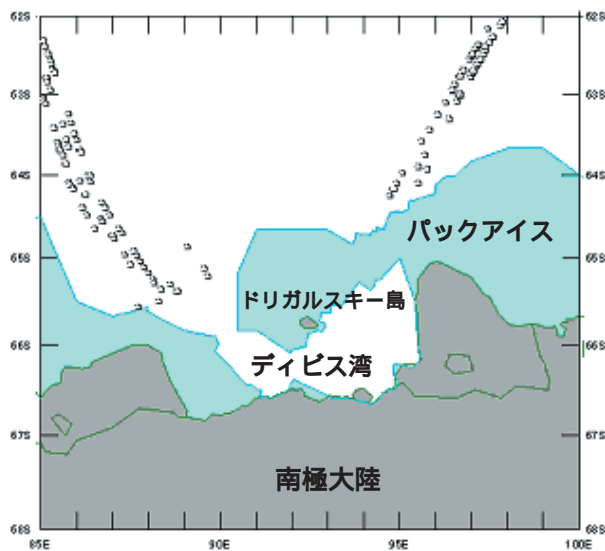


図 6 . 2007/2008JARPAIIにおけるディビス湾周辺海域の目視採集船によるザトウクジラ (○) の発見位置

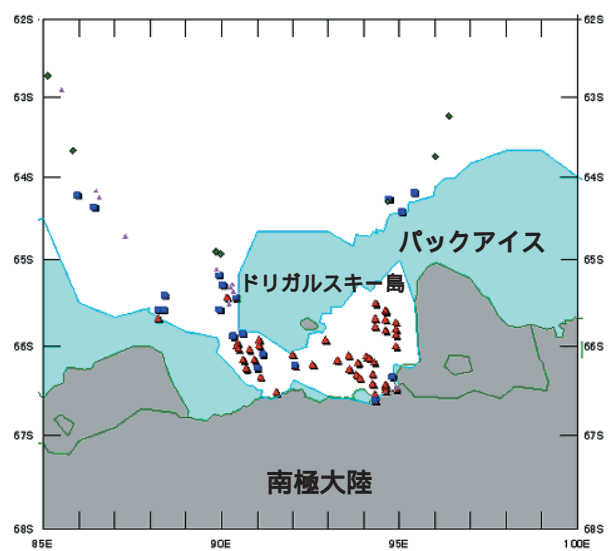


図 7 . 2007/2008JARPAIIにおけるディビス湾周辺海域のクロミンククジラの性成熟度別発見位置。
 ■ : 成熟雄、◆ : 未成熟雄、▲ : 成熟雌、▲ : 未成熟雌



写真 1 . ポリニア内調査で捕獲された鯨体の胃内容物中に見られたコオリワシ



写真 2 . ポリニア内の蓮の葉氷に描かれた航跡

南極ロス海生態系の開洋丸/JARPA共同フィールド調査の最前線報告と展望 「環境 - 餌生物 - 捕食者」の生態的連関アプローチを求めて

永延幹男（水産総合研究センター・遠洋水産研究所）

1. はじめに

1.1 南極海生態系フィールド調査の動向

近年の南極海調査研究の世界的動向はダイナミックである。

南極海は、地球自然におけるその重要性から、世界各国による調査研究活動が歴史的に活発である。こうした成果の蓄積を踏まえて、近年、南極海の海洋や生態系は大きく変動していることが明らかになってきている。とはいえ、南極海はその自然環境の厳しさから調査活動に制約があり、他の海域に比べて未知の部分が多く残されている。我が国では、しらせ・海鷹丸・白鳳丸等の科学調査活動とともに、開洋丸調査（写真1・図1）および日新丸船団・南極海鯨類捕獲調査（JARPA）等による海洋生物資源系調査が長年に渡って実施されてきている。開洋丸は、南極海洋生態系の要であるナンキョクオキアミ資源に関する国際共同調査（BIOMASS計画・CCAMLR科学委員会等）で実績を上げている。JARPAは1987年以降20年に渡り、IWC科学委員会等を通じ鯨類生態系に関する貴重な調査結果を提供している。

1.2 「環境 - 餌生物 - 捕食者」の生態的連関へ

しかし、各調査の個別知見は収集されてきたが、海洋環境、基礎生産およびオキアミ・魚類等の低次栄養段階から、鯨等の高次栄養段階にいたる生態系全体を総合的に調査したフィールド事例はほとんどなかった。そこで、開洋丸とJARPAは各調査能力の特徴を相互に活かした共同調査を、2004/05年南半球夏季に南極ロス海域で実施した（図2・図3）（Anonymous, 2006; Nishiwaki *et al.*, 2005）。「海洋環境（海洋物理化学構造・融水域の低次基礎生産等） - 餌生物（オキアミ・他動物プランクトン・魚類等） - 鯨類等の高次捕食者間における生態的連関」に関して、精密な基礎データを収集した。現在、これらのデータは専門分化ごとの解析がかなり進展し、各種の報告書・シンポジウム開催・学会発表・学術論文等で公表されてきている。他方、多種多様な収集データは一回性の結果解析だけでなく、累積データとして可能な限り電子媒体で整理・保存されている。こ



写真1．南極ロス海のロス棚氷を背景とした開洋丸。2004/05年南極海オキアミ生態系調査航海。撮影日：2005年2月8日/位置：78-30S, 170-00W付近/撮影者：永延幹男。

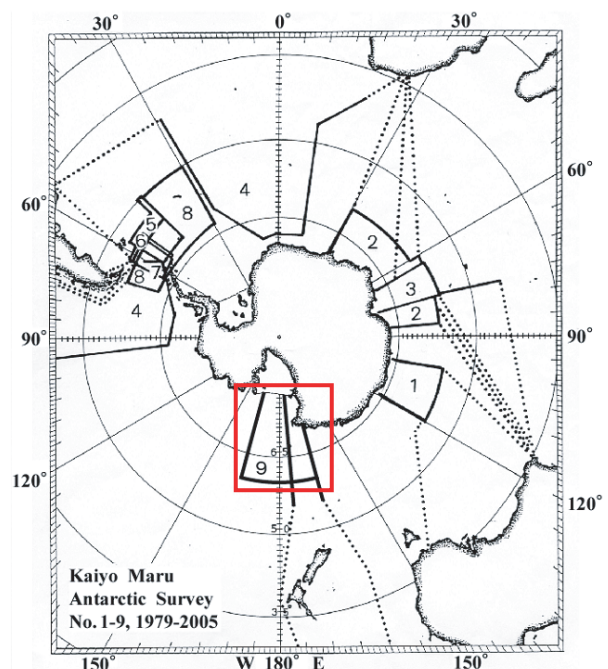


図1．南極海全体におよぶ既存の開洋丸南極海調査航海：第1次（1979/1980）から第9次（2004/05）調査域を数字で示す。枠は、ロス海における開洋丸/JARPA共同調査域で、第9次調査航海となる。

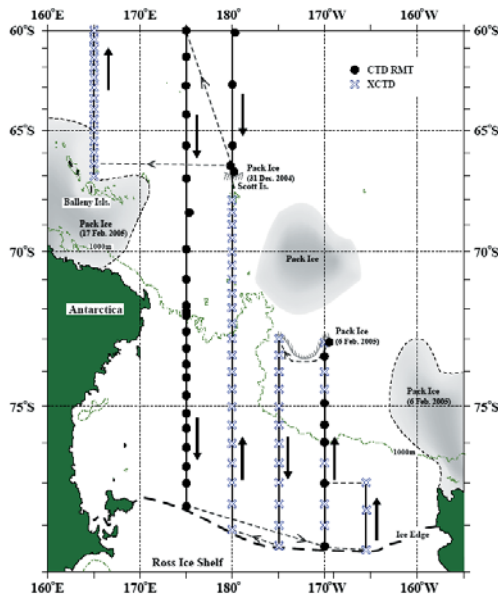


図 2 . 南極ロス海域の開洋丸の調査線（2004年12月26日～2005年2月24日；60S以南 - ロス棚氷堤・165E - 165W）（Anonymous, 2006）海水・ポリニアが日々刻々と変化する状態での観測行動において、経験豊富なJARPA船団からの適切な助言を得つつ、当初計画案を超えた観測網をロス海全体に拡げることができた。

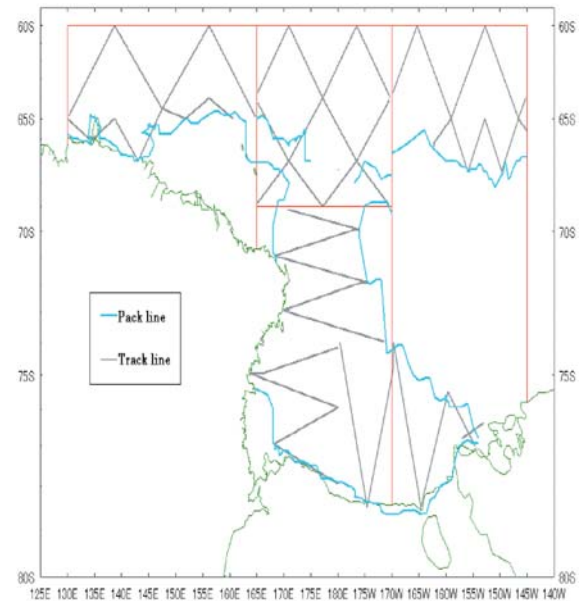


図 3 . 南極ロス海域のJARPA調査の目視船・採集船による航跡図（2004年12月7日 - 2005年3月8日；60S以南 - ロス棚氷堤・130E - 145W）（Nishiwaki *et al.*, 2005）同海域のJARPA調査は、1988/89年以降2008/09年現在まで計11回実施。南極海の世界生態系変動研究にとっても貴重な時系列資料を蓄積している。

こうした総合的生態系調査でのデータ整理・保存は、フィールドでの調査計画の実施とともに、専門分化ごとの相互利用にとって重要である。

1.3 環境座標の視点

さて、次なる問題意識である。開洋丸/JARPA共同調査に限らず、CCAMLR国際共同調査（Watkins *et al.*, 2004）等への参画経験を通して感じる、特に南極海での総合的生態系フィールド調査における問題意識だ。専門分化した調査方法や解析方法は当然のことながら不可欠。物理・化学等の海洋環境調査にはCTD・採水観測。生物採集には網。生物資源量には音響。高次捕食者数には目視観察。といったように各々に高度な方法論および専門人材が必要であることはいうまでもない。「環境 - 餌生物 - 捕食者」の連関を知るには、専門分化で得られた知見群を統合的にどう捉えるかである。

この統合的アプローチは、本鯨研通信でも分かりやすく論じられている、鯨類の食物連鎖の餌選択性への実証（村瀬, 2007）や、南極海の数理生態系モデル構築（森, 2006）による資源管理等への転換といった機能的レベルにも繋がる。フィールド調査の最前線での専門分化した多種多様な収集データ・知見を、環境座標をベースとして可能な限り秩序立てて提示する基盤的仕事でもある。調査域での任意の共通「環境」を地理的座標として、多種多様な分布様式を啓発的に捉えようとする視点である。ここでの「環境 - 餌生物 - 捕食者」という考えは、別の生態学的概念に近い定義として、「環境傾度（environment gradient） - 種個体群分布（community gradient） - 生態傾度（ecocline）」が挙げられる（Whittaker, 1975参照）。古くて常に新しい問題でもある。ここでいう基本アプローチの試みを、具体的に提示する。加えて、その可能性の展望につき考察する。

2 . 環境 - オキアミ類 - 鯨類分布の生態傾度

2.1 環境水温指数の導入

調査海域の海洋環境構造と生物分布との関係を繋ぐ環境指数として、ここでは、表面から200mまでの表層水温の平均値 (Mean TMEmpérature-200; 略称、環境水温指数MTEM-200) を導入する (Naganobu *et al.*, 2008a)。その理由を概略すれば、水温は生物環境因子の基本であり、例えば南極海では採集生物の主要な分布深度はその鉛直分布の集中層から表面から200m以浅に絞り込んでいる。加えて、水温値を鉛直的に積算平均化した指数とすることで、上層の水塊重層構造 (南極表層水 (夏季形成水 + 冬季形成水)・深層暖水・陸棚冷水等) を把握しやすくなり、また流動パターンも読みとることが出来る。南極海上層水の環境構造とオキアミ等生物分布様式との関係を見ることは基本的に重要である。

この環境水温指数MTEM-200を共通の地理座標として、餌生物のオキアミ類・他の動物プランクトン・魚類等、および捕食者鯨類等の分布パターンを検討した。ここではMTEM-200と、主要なオキアミ類近縁2種 (ナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*)・コオリオキアミ *E. crystallorophias*) およびその捕食者鯨類2種 (クロミンククジラ (*Balaenoptera bonaerensis*)・ザトウクジラ (*Megaptera novaeangliae*)) の分布を比較した。加えて、目視頭数は少ないがナガスクジラ (*Balaenoptera physalus*) とシロナガスクジラ (*Balaenoptera musculus*) 分布と、MTEM-200の水平構造との連関を調べた。

2.2 環境 - オキアミ類 - 鯨類分布の比較

ナンキョクオキアミは南極海全体に周極分布しているが、海域によってその分布様式が異なる (永延, 2008)。ロス海域のオキアミの分布・資源に関する知見は、既存調査が多いスコシア海域やインド洋区に比べて、一部地域スケールの情報 (Azzali and Kalinowski, 2000) はあるものの極めて少ない。開洋丸調査の音響測定 (Simrad EK500) によるオキアミ2種の分布密度を図4に示す。オキアミ2種の分布出現は開洋丸RMTネット採集物とJARPA捕獲鯨胃内容物から判定した。ナンキョクオキアミとコオリオキアミの分布様式は明らかに異なった。ナンキョクオキアミは、MTEM-200の等温線が0以南から-1線以北に分布した。他方、コオリオキアミは-1以南の-1.5辺りに多く分布した。つまり近縁2種が、MTEM-200の環境傾度に沿って南北に配列分布していることがわかる。ここでは図示しないが、他の大型動物プランクトン群集および魚類群集の分布様式も出現種類に応じて、オキアミ類と同様に南北に配列分布を示している。

ロス海域の鯨類の分布・個体数に関する知見は、長年のJARPA等により明らかになってきている (藤瀬, 2008)。鯨類の分布様式をここでいう環境傾度からみてみよう。JARPA目視調査結果の鯨類分布とMTEM-200とを比較検討する。図5-1はMTEM-200を座標としたクロミンククジラの分布密度である。ミンククジラは、ほぼ0線あたり付近から以南に分布し、175W付近の0から-1にかけてする舌状の南下流に沿って相対的に高い密度を示す。170E付近のほぼ0線以北に相対的に高い分布がみられる。これも舌状の南下流を示す。-1線を超えたロス海域では170W付近の渦流を示す冷水域で特に高集中する。

図5-2はMTEM-200を座標としたザトウクジラの分布密度である。当然に既知のことだが、クロミンククジラと比較するとザトウクジラの分布様式は明らかに異なっている。両種の分布様式をMTEM-200との関係で見ると、経度180あたりに0線をすこし超えてわずかに分布するが、急な南北傾度を示す0線以北の温かい水域に集中している。ただし、舌状の南下流ではなく、むしろ175E付近にみられるように北

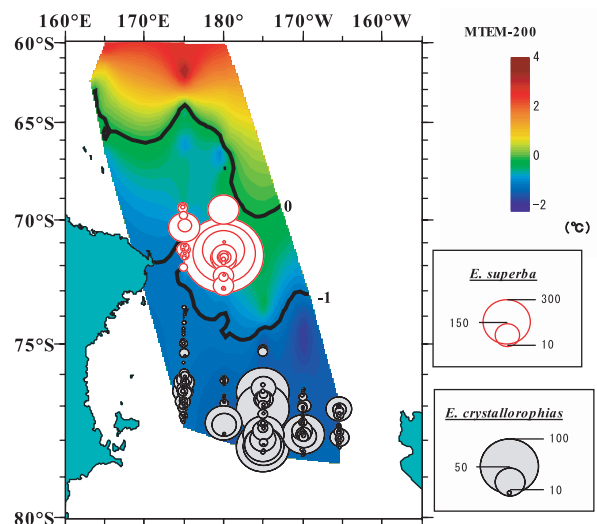


図4. 表層水温環境MTEM-200 ()を座標とした、ナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*) とコオリオキアミ (*E. crystallorophias*) の網サンプリングの種判定に基づく音響測定による分布密度 (g/m^2)。

方向へのびる舌状域に多いことが特徴的である。

加えて、図5-3にナガスクジラの分布、図5-4にはシロナガスクジラの分布を示す。両種の目視頭数は少ないが、MTEM-200との関係において興味ある分布様式を示している。ナガスクジラは、170E・70S付近の1点を除き、急な南北傾度を示す0線以北に分布している。ザトウクジラと南北方向には分布域が一致しているが、東西方向で分布を違えている。すなわち、ザトウクジラが北上舌状流域に、その隣でナガスクジラが南下舌状流域に、それぞれ分布域を異にしているように見える。次にさらに興味を引くのは、シロナガスクジラの分布が-1線付近のやはり舌状南下流域に一致することだ。調査域の鯨類はこの時期には南下回遊し、北上回帰するまで好適応水域で留まる行動をとるのだろう。

これらの大型動物である鯨類の行動において、MTEM-200で示されるような環境傾度場を何らかの形で

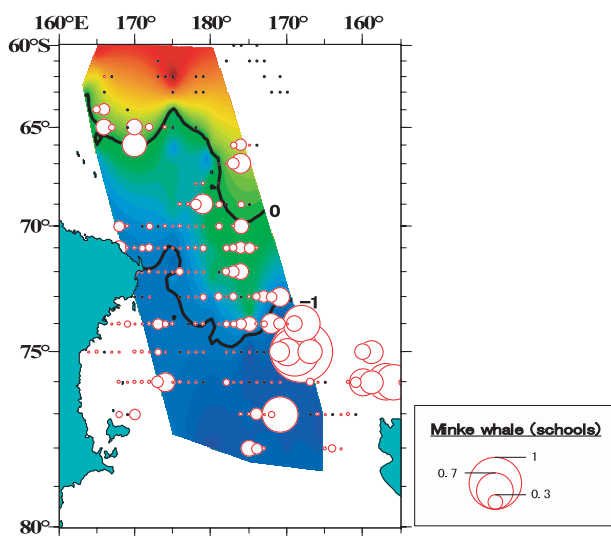


図5-1．環境水温指数MTEM-200()を座標とした、クロミンククジラ (*Balaenoptera bonaerensis*) (100 n. miles 単位当たり群目視数)。黒点(・)は未発見。

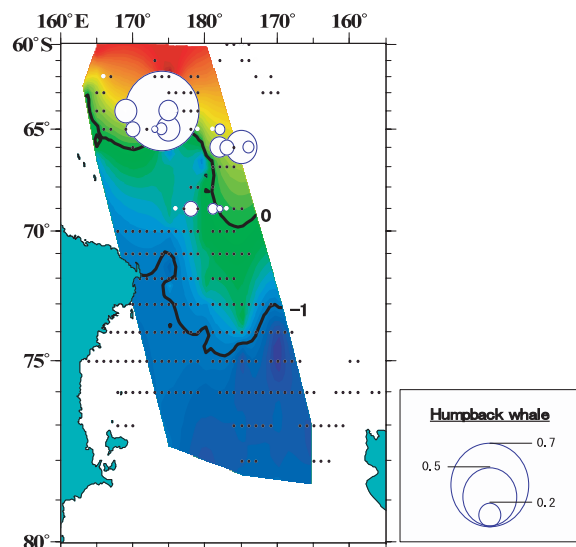


図5-2．環境水温指数MTEM-200()を座標とした、ザトウクジラ (*Megaptera novaeangliae*) (100 n. miles 単位当たり群目視数)。黒点(・)は未発見。64S線の一部を除き、0線の以北に主分布域が認められる。

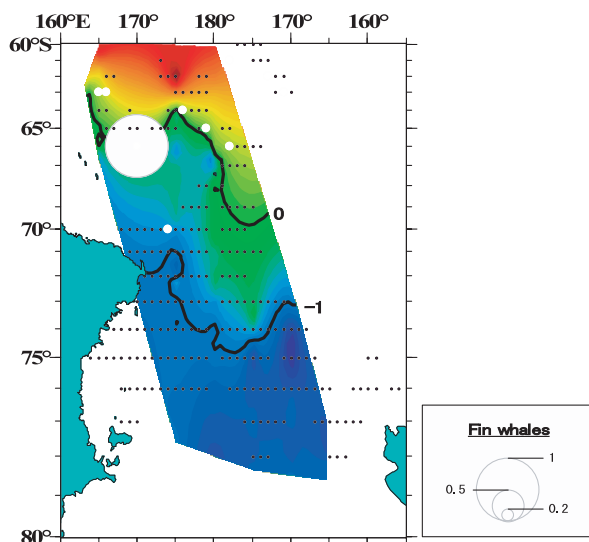


図5-3．環境水温指数MTEM-200()を座標とした、ナガスクジラ ((*Balaenoptera physalus*)) (100 n. miles 単位当たり群目視数)。黒点(・)は未発見。70S線での一点を除き、0線の以北に主分布域が認められ、かつ170E線沿いの蛇行南下域に高い。

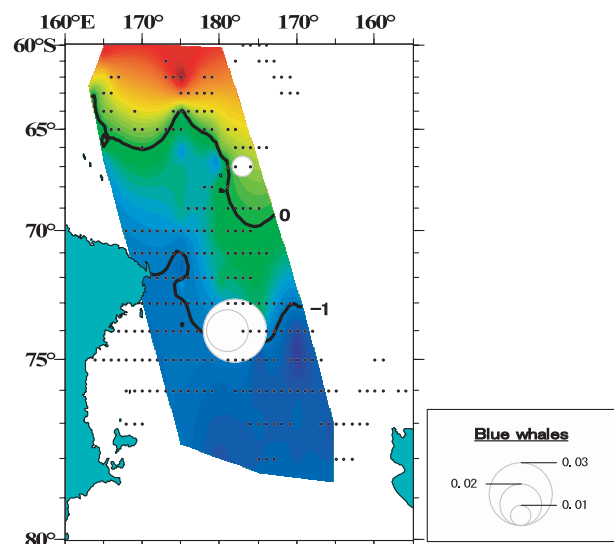


図5-4．環境水温指数MTEM-200()を座標とした、シロナガスクジラ ((*Balaenoptera musculus*)) (100 n. miles 単位当たり群目視数)。黒点(・)は未発見。67S線の一部を除き、180線沿いの-1線の蛇行南下域に高い。

利用しているとも考えられる。こうした行動を考察する上でも、海況・海水等がダイナミックに変動する南極海フィールドでの調査活動において、MTEM-200は環境傾度の基盤情報を必要に応じて調査現場でリアルタイムに簡便に提供できるだろう。

2.3 環境生態傾度の概念図

開洋丸/JARPA共同調査は、ポリニア（氷湖）の拡大動向に依存しつつも、ロス海全体にわたって実施できた。この調査から多種多様の膨大なデータは得られた。これらの中から当初の問題意識である「環境 - 餌生物 - 鯨類分布の連関」に沿った結果を要約すれば、図6のように概念化できるだろう。調査域の表層水塊構造（南極周極環流南方前線（SBACC）・南極周極環流域（ACC）・南極表層水域（ASW）・ロス海陸棚水域（SW））に対応する表面 - 200m間平均水温（MTEM-200（ ））と流動を座標とする環境傾度に沿って、餌生物種（オキアミ類・他動物プランクトン・魚類等）および捕食者（鯨類・海産鳥類等）の分布相は南北の帯状分布様式を示した。図6では、生物分布のうちオキアミ2種と鯨類2種を取り上げた。

基本的な海洋構造は、63S付近のSBACC以北のACC域では東向流が卓越し、以南のASW域では弱い南向流を、およびSWでは時計回りの弱い渦流を示した。これらの特徴的な水塊構造に応じて、音響測定によるナンキョクオキアミ（ANK）はASW域、およびその近縁種であるコオリオキアミ（ICK）はSW域に分布が集中した。ヒゲ鯨類のザトウクジラ（HUW）はACC域のSBACC域付近に、クロミンククジラ（MIW）はASWからSW域にかけて広く分布し、その境界付近に分布が集中した。等値線 - 1 は海底深度1000m線に概略的には一致するが、MTEM-200との南北方向へのずれがみられ、表層水塊がダイナミックに変動し、生物分布もこれに応じて変化していることが示唆される。

加えて、開洋丸/JARPA共同調査とほとんど似た内容をもつオキアミ生態系総合調査として、開洋丸も参画したCCAMLR-2000日英米露共同調査（Watkins *et al.*, 2004）と、オーストラリアによるインド洋区オキアミ生態系調査（Nicol *et al.*, 2000a）がある。このうちNicol *et al.*（2000b）は、SBACC線を基準としてオーストラリア調査結果群を概念図化している（図7）。このSBACC線はオキアミや鯨類の分布環境の一つの基準として重視されている（例えば、Tynan, 1998; Matsuoka *et al.*, 2003）。生物分布に合わせて地理的区分をする境界概念の適用は、複雑な環境生態系の抽象度を上げて理解

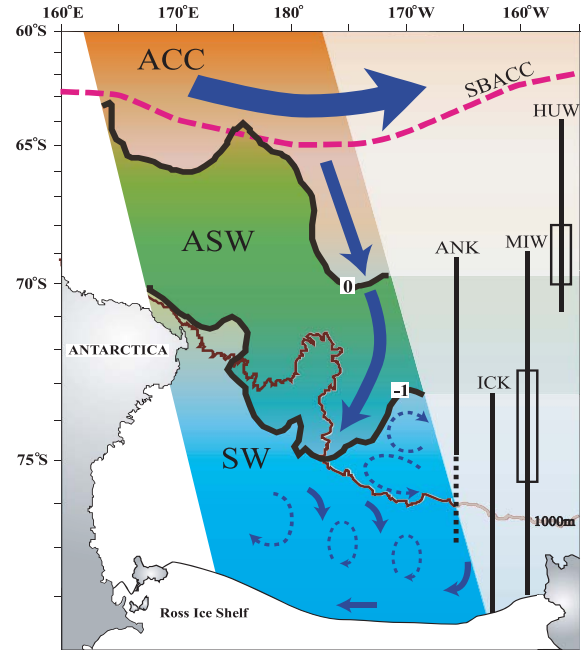


図6. 開洋丸/JARPA共同調査結果による生態傾度分布（海洋環境 - オキアミ類 - 鯨類）の概念図（Naganobu *et al.*, 2008a）。表層の水塊構造である、南極周極環流南方境界（SBACC）・南極周極環流域（ACC）・南極表層水域（ASW）・陸棚水域（SW）に対応する、MTEM-200（ ）の環境傾度に沿って、餌生物のナンキョクオキアミ（ANK）とコオリオキアミ（ICK）および捕食者のクロミンククジラ（MIW）とザトウクジラ（HUW）の種分布が南北に帯状配列している。

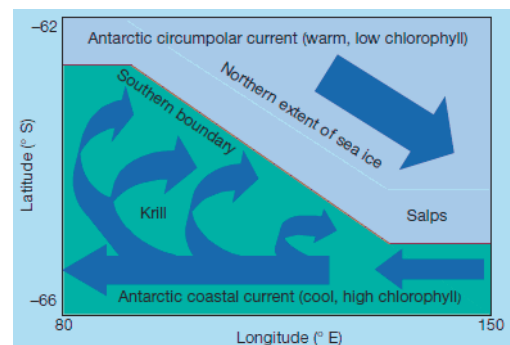


図7. 東南極大陸沖合（80-150E）における豪州の総合生態系調査に基づく、南極周極環流南方境界（SBACC）と流動パターンと、クロフィル、サルパおよびオキアミの分布様式との関係の概念図（Nicol *et al.*, 2000）。海洋環境 - 餌生物（オキアミ等） - 鯨類目視調査も含む。この抽象度が高い概念図に、図6で示すように定量指数MTEM-200を加えることで応用範囲が広がるだろう。

できる良さがある。しかし、このSBACC線に加えて、前述の図6のようにMTEM・200を座標とすることで、「環境傾度」をより定量的にかつ具体的に提示できる。つまりMTEM・200は、抽象度の高い概念であるSBACC線と現場水温との間の中庸レベルの指数概念といえる。MTEM・200分布値は水平的に連続しており、音響資源調査に合わせての地理面積計算や、時系列データがあればその変動値も数値化できるなど、その応用範囲は広まる。近年の南極海の温暖化現象に対応した環境生態系の変動指数として使える。さらにMTEM・200は定量的指数であることから、次の第3章で論じる周極全体スケールへそのまま応用できる利点がある。

3 . 地域スケールと周極全体スケールとの相互補完

3.1 地域から周極全体へ

開洋丸/JARPA共同調査はロス海域の地域スケールである。それでは次に、この地域スケールで捉えられた「環境生態傾度の概念」を南極海全体に拡げてみたらどうなるだろうか？

南極海全体の海洋環境もそこに生息する生物分布もほぼ周極構造をとることは周知の知見である。南極海の環境生態系調査研究のパイオニアである英国Discovery委員会報告書シリーズでは、南極海全体の周極構造を意図した成果が多くみられる。近代になると、特定水域での地域スケールの詳細な調査研究が増加している。旧来より、地域スケールと周極全体スケールとの相互補完は望ましいアプローチでもある。南極海全体にわたって周極的に生息するオキアミおよび鯨類の調査研究にとっては、むしろ必要なアプローチである。開洋丸/JARPA共同調査のような特定の地域スケールでの精密調査解析から得られる知見・概念を、既存の関連データを活かしつつ、南極海全体スケールへ拡充するアプローチが効果的である。というのは、地域スケールに比べれば、南極海全体にわたっての関連データはまだ十分に蓄積されていないからである。地域と全体との相互比較から見えてくるものがあるはずだ。

3.2 環境傾度とオキアミ漁獲分布

図8は、南極海全体スケールでのMTEM・200を座標とした、ナンキョクオキアミ操業地点の地理的分布図である。用いたデータは、過去1973 - 2005年間の南半球夏季（1 - 3月）の約9.1万点に及ぶ日本オキアミ漁船の操業結果である。一方のMTEM・200を計算するために用いた水温データは、米国NODC（National Oceanographic Data Center）作成のWOD05（World Ocean Atlas 2005；1772 - 2005年）に基づき、オキアミデータに合わせて夏季（1 - 3月）に限定した、55S以南の累積観測データ（約4.5万点）である（後述（3.3）する図10表示の一部）。海水縁の南下につれて操業位置も南下していく傾向がある。オキアミ漁船は漁獲効率の良い漁場に移動し、集中する傾向が強い。

図8は、全く独立した2つのデータセットであるMTEM・200とオキアミ操業地点が、極めて高い相関性を持っていることを示している。オキアミ操業地点はインド洋区から太平洋区の60E - 170Eにかけて、MTEM・200が0.5 から - 1 の狭い南北範囲内で東

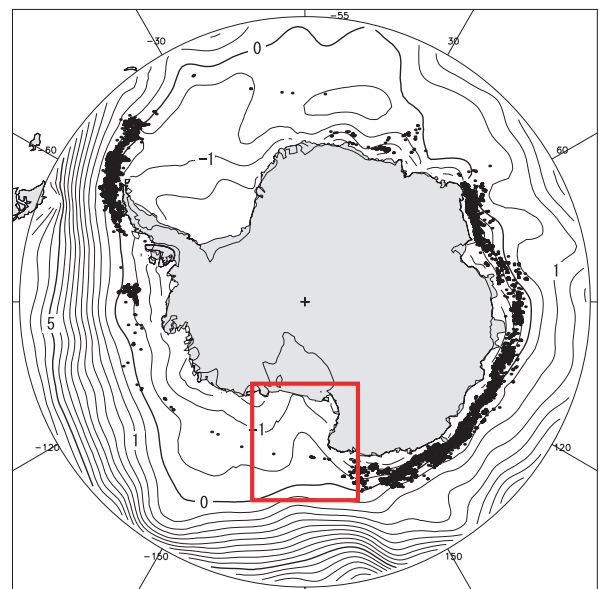


図8 . 海水がほぼ融け切った南半球夏季（1-3月）における、過去日本漁船によるオキアミ漁獲位置（1973-2005年）と、環境水温指数MTEM-200（ \square ）（World Ocean Atlas Data）の周極分布の比較。過去漁場はインド洋区の東南極大陸沖であった。現在漁場は、世界漁獲も含め大西洋区の南極半島海域からスコシア海域である。枠で示す開洋丸/JARAPA共同調査域では漁場は形成されていない。冬季には大西洋区の結氷しないサウスジョージア島水域も漁場となる。

西方向に帯状に集中分布している。他方、ドレーク海峡から大西洋区の南極半島海域およびスコシア海では、わずかながらも高温側（0.5 から -0.5 ）の狭い南北範囲内で東西方向に帯状に集中分布している。これらの水域以外ではほとんど漁場が形成されていない。漁場の形成場と非形成場との特徴的な相違は、MTEM・200の南北傾度の違いである。

漁場形成場は、MTEM・200の南北変化が急傾度を示す。これに対して、非形成場ではMTEM・200の南北変化が緩慢な傾度を示す。南極大陸沿岸から0 等値線までの北方向への張り出し状態をみると、0 以下の低温域は、ウェッデル海で広く、東方向へ進んだ東経30E線あたりで急に狭くなる。引き続き170E線あたりから、150W線あたりへ向けて拡がり、そこから極大となり、ドレーク海峡へ向かうにつれて狭くなる。こうした周極的な全体形状に応じて漁場形成は対応している。

例えば、ロス海域の開洋丸/JARPA共同調査域（図8中に 枠で表示）では漁場は形成されていない。漁獲位置が太平洋区で東西方向に一直列に並んでいるが、これはたぶん海洋水産資源開発センターによる新漁場開発調査として試験操業されたもので、持続的な漁場ではないだろう。つまり、MTEM・200が緩慢な南北傾度を示すロス海域では漁場は形成されていないことになる。同様に、MTEM・200が緩慢な南北傾度を示すウェッデル海においても漁場は形成されていない。南極大陸沿岸から北方向へのMTEM・200の0 等値線の張り出し距離の南北範囲は、ウェッデル海で最大の数千kmから、ドレーク海峡で最少の数百kmまでの周極分布を示す。最大と最小の比が約10倍もあるゆがみをもった周極構造である。マクロなオキアミ漁場形成は、MTEM・200を座標におくことにより把握しやすくなる特徴的な周極構造となっている。

MTEM・200とオキアミ漁獲との関係をより明確にみるため、図9に、0.1 ことごとのMTEM・200に対する総漁獲量のグラフを示した。マクロな主漁場がインド洋区と大西洋・太平洋区（主として南極半島海域）の2カ所あるため、インド洋区（東経0E - 180E）の東南極海域と、大西洋区・太平洋区（西経0W - 180W）の西南極域を区別し、およびその統合の全南極海を表示した。漁獲量は、MTEM・200が -1.2 から0.7 の範囲に集中しており、この範囲を超えた部分では事実上漁獲が無い。-0.6 と0.3 の二つのところに漁獲量のピークがみられる。-0.6 のピークは、相対的に高緯度域にあたる東南極海域の漁場を代表したもので、0.3 のピークは低緯度にあたる西南極海域の漁場を代表している。

海洋構造的には図8の水平分布でみたように同質の周極構造を示し、西南極海域が低緯度の分だけ日射量が強いため、表層の季節躍層以浅の夏季形成水の水温が高めであることを反映している。加えて、周極環流の0 以上の暖水系の深層暖水がより南方へ流れ込み、偏西風効果も働き、陸棚域付近において上層の0 以下の冷水系の南極表層水へ貫入する湧昇現象が示唆される（Naganobu *et al.*, 1993; Kim *et al.*, 1998）。この深層暖水が200m以浅の水温を高めることで、MTEM・200値が高くなる。このように同質の周極構造でも地域的な海洋構造の相違が、オキアミ分布ひいては漁場形成へ影響していると考えられる。

しかし、ここで留意しておくべきことは、人間活動による漁場形成はあくまでも漁獲効率や経済効率に依存していることである。例えば、1970年代から1980年代前半にかけての主漁場域はインド洋区であったけれども、1980年代後半から漁場域は大西洋区へ移動した。これは、夏季の融氷期操業に限定されていたインド洋区漁場に比べて、大西洋区漁場は周年操業が可能であり、かつ南米大陸の寄

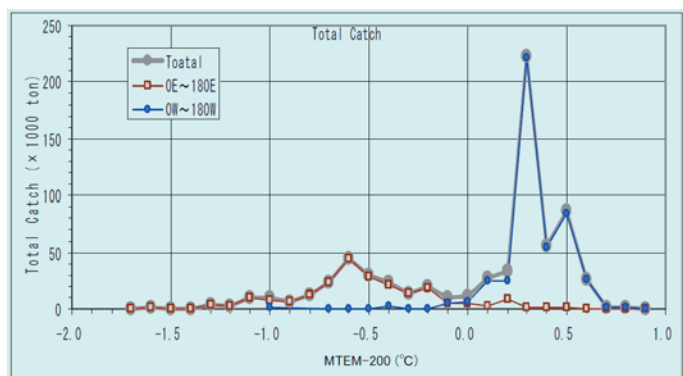


図9．図8で示したオキアミ漁獲とMTEM-200の地理分布をグラフ化。横軸：MTEM 200。縦軸：0.1 ことごとのMTEM 200に対する総漁獲量。マクロな漁場の違いを示すため、インド洋区（東経0E-180E）の東南極海域と大西洋区・太平洋区（西経0W-180W）の西南極域を区別、およびその合計を表示。総漁獲量は-1.2 から0.7 の範囲に集中しており、高緯度にあたるインド洋区では0.6 にピークが、相対的に低緯度にあたるスコシア海では0.3 にピークがみられる。

港地からも近いなどの理由によるものだろう。とはいえ、オキアミ主漁場域はオキアミ高密度分布域とほぼ一致するだろう。しかし同時に、漁場域だけでは、自然状態のオキアミ地理分布を反映しているとはいえない。そこで、次節で自然状態のオキアミ地理分布についてみてみよう。

3.3 環境傾度とオキアミ自然地理分布

南極海全体スケールでの自然状態のオキアミ地理分布は、英国Discovery調査のプランクトン網採集による資料 (Marr, 1962) が現在においてもいまだ高質レベルを示す。というのは、近代になって地域精密スケールでの海洋調査の増加につれて網採集による生物地理分布の知見は増加している。しかし、暴風圏を含む広大な南極海・南大洋全体スケールにわたっての網採集は、物理的な困難をとまなうためかさほど増加してはいない。他方、水温・塩分等の海洋物理環境データは、過去からの蓄積および観測機器の発達にともなってその累積資料は近年増大している。ここでは、前述 (3.2) した米国NODC作成によるWOA05 (World Ocean Atlas 2005 ; 1772 - 2005年) の35S以南の全年の累積観測データ (約23.5万点) を用いた (図10参照) WOA05は、キャプテン・クックの南大洋航海観測データを含む1772年から最近2005年までの累積であるが、1960年代以降のデータがほとんどである。この海洋環境データを用いて、南極海全体スケールでの環境傾度にそったオキアミ地理分布を比較検討してみよう。

図11は、MTEM-200を座標とした、オキアミ地理分布を出現 (●)・未出現 (○) 点 (Marr, 1962) である。このMarrによるオキアミ分布資料は、オキアミ分布の原点ともいべきものである。オキアミ分布は全年を通したデータである。他方のMTEM-200計算

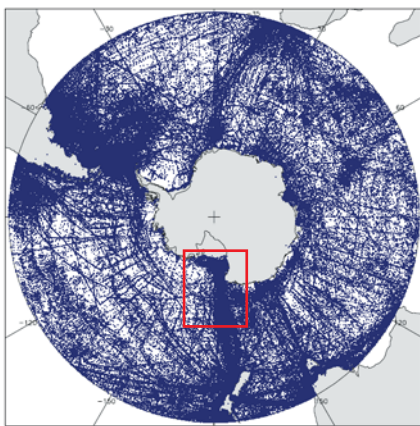


図10. 南大洋全体スケールでの環境水温指数MTEM-200を算定するために用いた35S以南の海洋観測地点の分布図。米国NODC (National Oceanographic Data Center) 作成によるWOA05 (World Ocean Atlas 2005 ; 1772-2005年間の累積観測データ約23.5万点)。海洋環境データは生物データと比較して相対的にはるかに多く、生態環境論としての活用方法が鍵となる。図11で示すオキアミ地理分布との比較のため、本観測データから気候値的MTEM-200水平分布を作成。枠は開洋丸/JARAPA共同調査域。

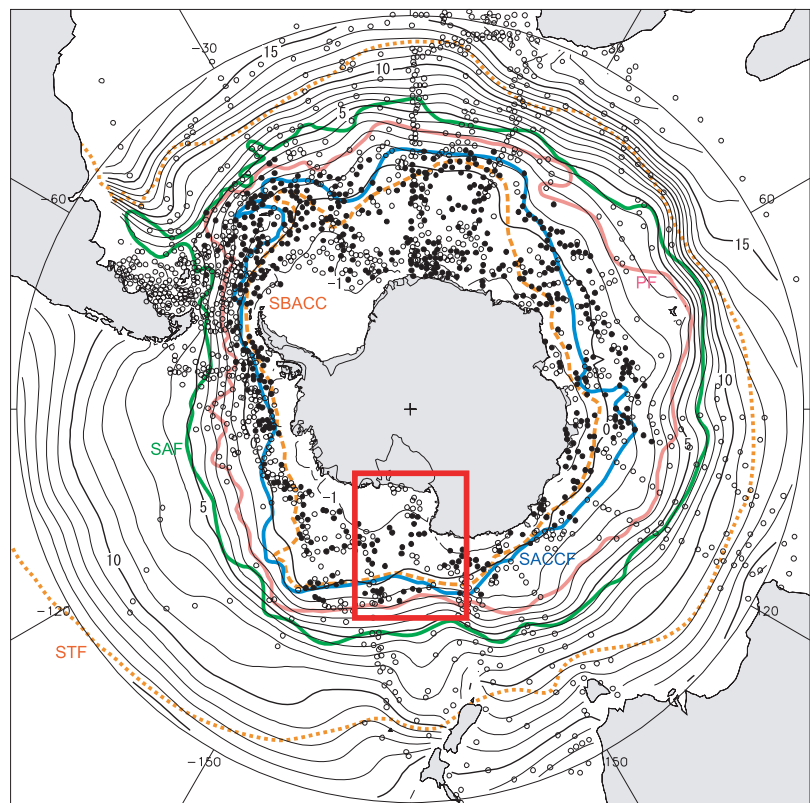


図11. 南大洋スケールの英国Discovery調査のプランクトン網採集による集大成的オキアミの出現 (●)・未出現 (○) 点 (Marr,1962) と、環境水温指数MTEM-200 (○) (World Ocean Atlas Data) の地理的分布の比較図 (Naganobu *et al.*, 2008bに追補)。オキアミおよびMTEM-200とも全周年データ。枠は開洋丸/JARAPA共同調査域。5本の周極前線 (Orsi *et al.*, 1995) は北から南へかけて、亜熱帯前線 (STF)、亜南極前線 (SAF)、南極前線 (PF)、南極周極環流南方前線 (SACCF) および南極周極環流南方境界 (SBACC) を示す。この基本図は、オキアミ以外にも鯨類を含めて、南大洋に生息する生物地理分布の環境座標として応用できるだろう。周極的な生物分布と環境の基盤把握とともに、近年・今後の顕著な海洋環境変動を踏まえた、精密な地域調査とともに全体スケールとの相互補完の探究が重要である。

に用いた水温値は、WOD05データベースによるオキアミデータに合わせて全年（12ヶ月）平均値である。

したがって、環境傾度とオキアミ分布とも、夏季の図7と異なりに全年平均場となる。加えて、南大洋におけるマクロな海洋周極構造との対応をみるために、既知の5本の周極前線（Orsi *et al.*, 1995）を重ねて作図した。北から南へかけて、亜熱帯前線（STF）、亜南極前線（SAF）、南極前線（PF）、南極周極環流南方前線（SACCF）および南極周極環流南方境界（SBACC）を示す。また、ロス海域の開洋丸/JARPA共同調査域を 枠で表示した。

図11から読み取れることは、まずMTEM・200と周極前線群との整合性の良さである。各周極前線がMTEM・200の各等値線と対応している。STFはMTEM・200が10 線位とほぼ一致する。SAFは5 線位。PFは3 線位。SACCFは0 線位。図6と図7に登場している、SBACCは0.5 線位とほぼ一致している。対象とする生物分布に対応させて、これらの前線との関係がよく論じられている（Tynan, 1998; Atkinson *et al.*, 2008）。しかしながら、海洋構造に依存しているこれらの前線はあくまでも一本の線であり、図6でも考察したようにMTEM・200と組み合わせることでより詳細な環境場を論じることができるだろう。

次に、MTEM・200の視点でみると、オキアミ出現分布はほぼ2 線以下の南方冷水域におさまっている。スコシア海では5 線あたりまでわずかながら出現しているが、これは強い海流に広く北方へ運ばれたいわゆる無効散布によるものだろう。逆にロス海の - 1.0 以下の冷水域では出現していない。これは開洋丸/JARPA共同調査の結果とも一致する。ロス海湾奥の - 1 以下の水域では、Discovery調査においてもたぶんコオリオキアミが出現したのだろう。また - 1 線の南方向への移流状況に応じて、オキアミがやはり南下して出現している。ロス海域でも、ウェッデル海域でも同様の分布様式がみられる。他方、ロス海域やその他の海域でもみられるように、1 線の北方向への張り出しに応じて、オキアミは北上して出現している。マクロな周極スケールでのオキアミの自然地理分布は、MTEM・200の環境傾度とよく対応している。

3.4 地域と周極全体の相互補完へ

以上、ロス海域における開洋丸/JARPA共同調査の結果から、MTEM・200を座標においた「環境 - 餌生物 - 鯨類」の特に「環境 - オキアミ」分布生態様式について、地域スケールと周極全体スケールとが相似を示すことを論じてきた。この相似様式は周極構造という地理的な共通性があるからだ。東西方向へはほぼ均質を示しつつ、南北方向に大きな変化傾度をもつ。ただし、周極全体の一部である地域スケールでは地域固有の特性を示し、地域比較では相異を示す。こうした一見ごくあたりまえに感じる分布生態のイメージ概念を、あらためて認識しておくことが大事であると思われる。

こうした共通概念を踏まえると、地域スケールと周極全体スケールとの相互補完のアプローチが合理的である。実際的なフィールド調査は特定の地域スケールとなる。著しく発達している近年のフィールド調査からは多種多様多量のデータが収集されている。かつ専門分化した解析方法を通して課題ごとの成果を得られている。詳細な地域スケールでの解析結果を、周極全体スケールへ応用していくことも重要だ[k16]。開洋丸/JARPA共同調査に関連する累積資料を取り上げてみても、開洋丸は南極海全体にわたって累積9回の調査を実施している（図1）。これだけの調査結果をあらためて再解析することで、調査域スケールごとの生態知見群が、周極全体からみた比較検討の対象として得られるだろう。

もう一方のJARPA資料は1987/88年以降、2008/09年まで現在進行形の累計22回であり、調査域の分布生態様式の時系列変動まで踏み込める良質さをもつ。

時系列変動は重要な課題だ。最近の南極域は気候・雪氷・海洋において顕著な環境変動が次々に報告されている（Gille, 2002; Aoki *et al.*, 2005; IPCC, 2007; Rintoul, 2007; Steig *et al.*, 2009; Ozaki *et al.*, 2009等）。たぶんこれらの環境変動に応じていると考えられる、南極海洋オキアミ生態系も明らかな変化がみられ（Siegel and Loeb, 1995; Loeb *et al.*, 1997; Naganobu *et al.*, 1999; Atkinson *et al.*, 2004等）それは今後一層増大するだろう（Murphy *et al.*, 2007）。環境変動を踏まえた統合的生態系「環境 - 餌生物 - 捕食者」の時系列

解析は今後の重要課題となるだろう。事実、累積データが多い南極半島海域やスコシア海域では、気象・海洋の環境変動と餌生物や捕食者との関係を探る報告が増加している。

同様に、気候変動と鯨類との関係はJARPAにとっても主要な課題である（藤瀬, 2008）。開洋丸南極海調査に関連していえば、著者らは南極半島海域調査からヒントを得て、オキアミ加入比率変動とドレーク海峡間の海面気圧差からみる偏西風変動指数（DPOI；Drake Passage Oscillation Index）との関係を見いだした（Naganobu *et al.*, 1999）。IPCC（2001）はこのオキアミとDPOIとの関係の結果を引用し、DPOIの長期変動に着目している。それに対応する形で、著者らは過去50年間の気候データを収集しDPOIをすでに算定した。また、将来にわたるDPOI関連の気候・海洋データのモニタリング・持続的解析へ貢献していくつもりだ。

最近、この気候指数DPOIと、南極半島海域で長期継続されている米国の南極海洋生態系調査計画（AMLR；Antarctic Marine Living Resources）で収集された累積19年間のCTDデータに基づく計算によるMTEM・200との間に、予備的ながら統計的關係が見い出された（近藤淳也ら, 2008）。MTEM・200は「環境」と「餌生物 - 捕食者」の分布生態様式との関係を視野に入れた定量指数だ。これに「気候」が加わったことになる。1952年以降の継続的DPOIデータは、エルニーニョ・南方振動（ENSO）などの気候変動指数との関連研究とともに、南極半島海域における地域スケールでの気候変動のモニタリング指数として利用できる。気候変動と生物とを繋ぐ環境指数であるDPOIとMTEM・200は、著者らのフィールドワークの経験と論理から発想したオリジナル指数である。これらの環境指数は、過去および将来データをも同じ座標とすることができるため、長期変動等のフィールド調査研究の推進が期待できる。

4．あとがき - Marrの夢

4.1 遥かなる手作業

本報告は、開洋丸/JARPA共同調査の地域スケールにおける「環境 - 餌生物（オキアミ類等） - 捕食者（鯨類等）」の詳細データに基づき、MTEM・200という環境概念を媒介として、生物分布様式を啓発的に捉えようとする視点で論じた。かつ、この地域スケールの概念を周極全体スケールへ応用し、相互補完の重要性につき論じた。このMTEM・200の意味をあらためて（情念レベルからの発想も含めて）考察してみたい。MTEM・200の基本概念は、すでに1980年代前半に提示（Naganobu and Hirano, 1982）、本鯨研通信357でも論述（永延・平野, 1984）、さらにその後の新たな知見と考察を踏まえ、包括的論理への覚書を試みている（永延, 1991・1992）。

ただし、当時の調査研究環境は現在のように電子処理による解析処理が進んではいなかった。本報告で示した地域および全体スケールの解析や作図はほとんどが手作業であった。試行に手間暇が膨大にかかった。前述の図8や図11と質的に同じ作図をひとつひとつプロットして作図した。南大洋周極全体の大判白地図は、越中島時代の当時の日本鯨類研究所から大量に分けてもらったものだった。自らのフィールド調査および様々な刊行物からの水温データの緯度経度の位置を、白地図上にプロットし各層観測の水温値を積算平均し、全体の等値線図を手で描いた。同様に、オキアミ分布図も手作業。何枚もの下書きプロット図の中から選んだものをロットリング製図へ持ち込んだ。それから文章化へようやく進めた。遥かなる道程だった。

4.2 Marrの夢

MTEM・200概念は、その根底には重層的な水塊構造を指数化するという狙いがあるものの、形式上は鉛直方向の積算水温の平均値でありシンプルである。逆に、このシンプルさの意味が伝わりにくいかもかもしれない。生物分布との関係でみると、古典的な生物地理学的アプローチの観さえする。事実その後、むしろ陸上のケッペンの気候区分（ドイツの気候学者ケッペンが1884年に初歩的考案し、その後拡充してきた気

温・降水量を基準とする世界の気候区分。扱い易い有用な分類法で、現在でも気候・産業・文化・農業等を論じる上で重視されている)と等価の南極海版を考案できないか?といった古典的アプローチさえ意識するようになった。海洋(特に未知が多く残る南極海)では陸上でいうケッペン流の仕事さえ済んではいないのでないか。もちろん海洋データは、気象データに比べればまさに雲泥の差ともいべきくらいに乏しい。しかし将来の海洋データ蓄積にしたがって、MTEM・200の進化形態を工夫できるかもしれない。

しかし現時点での何かの環境座標が欲しい。自らがフィールド調査した場の環境と生物分布との関係はいったいどうなっているのか?特に南極海という独特の環境場にあっては、実感的にも論理的にもその関係を、地域スケールと周極全体スケールとが相互補完できるように、可能な限り定量的にかつ統合的に捉えたいという気持ちが強く湧いてくる。調査研究者の問題意識に応じて、あるいは様々なフィールド海域での任意の探究アプローチがあってよいのは当然である。何も環境指数をMTEM・200に限定する必要はない。ただしである。約30年前に閃いたMTEM・200の概念レベルは、その後同類の南極海調査研究にも留意し続けてきたが、南極海への私の自然観からみて、やはりこのシンプルさのまま活かしておくべきだと思いつめた。比較的シンプルな周極構造をとる南極海だからMTEM・200は展開しやすいかもしれない。ここでは、現段階レベルでのMTEM・200の場合を述べる。

この概念の発想は、1980年代前半の南極海での長期フィールドワークの現場から孵化してきた。それを要約すれば次の三点になる。第一には点情報がもつ意味だ。1970年代前半から世界的(旧ソ連・日本等)に始まったオキアミ漁業の漁獲データとXBTデータとの比較解析から、XBT1点の水温鉛直プロファイルで示される南極表層水形状から漁場域をほぼ類推できることだ。つまり上層から下層にかけて、夏季ならば、南極表層水(夏季形成水+冬季形成)と深層暖水の重層構造がシンプルに捉えられ、それが漁場探査の簡便な方法として使えたのだ。第二には線情報だ。1980年代前半の国際BIOMASS計画参画の開洋丸オキアミ生態系調査による多数の南北観測線結果によると、オキアミ高密度分布域は、大陸沿岸寄りの南極表層水の鉛直的厚みが急激に増す冷水域とよく一致する。要約すれば、オキアミ分布様式は南極表層水の分布形状に依存している。この南極表層水の形状をどうとらえるかの様々な試行の結果、MTEM・200の概念に到ったわけだ。

第三には周極全体面情報だ。周極スケールは英国の膨大なDiscovery委員会の科学調査報告書シリーズがある。当時の捕鯨業に支えられた英国のDiscovery委員会(1924年発足)の科学的調査の貢献度は著しく、これらの報告書は博物学的成果に満ちており、現在でも欠かすことのできない貴重な史的文献である。オキアミ分布環境に関しては、前述(3.3)したMarr(1962)がすぐれた原典だ。Marrが抱いた南大洋統合生態系の夢(課題)は極めて大きい。オキアミの地理分布図は最良レベルをもち、未だに多く引用され続けている。ただし海洋環境は、当時の状況からいって当然だが、東風皮流域や周極西風皮流域といった定性的把握であった。その後Deacon(1982)は、南大洋の周極的zonation視点による環境生態学的な統合概念を提唱した。元来、Discovery科学調査の根底には、南極海・南大洋の周極構造を明らかにする自然哲学があったと思われる(Mackintosh, 1960)。

こうした状況を踏まえて、前述(4.1)したようにオキアミ分布環境図を提示した。ここで、MTEM・200を媒介指数として、点が線に繋がり、線が周極全体面へ拡がり、これらが相互に補完して発想・考察できる端緒を開いた。

4.3 e-ecoclineへの展望

近年、コンピュータシステム支援による科学技術の飛躍的発展により海洋調査も著しく進化した。例えば、1970代以前の南極海の水氷縁は船舶による目視観察報告に基づいて作成、配布されていた。ところが今は、宇宙人工衛星のリモートセンシング情報により日毎情報が現場の船舶へも配信される。事実、開洋丸/JARPA共同調査時においても、日々刻々と変化する水氷情報に基づいて観測を実施している。同様に、海洋物理環境情報のデータベース化も顕著に進化している。南大洋周極スケールの大冊の海洋ATLASが電

子版CD付きで最近刊行されている (Orsi *et al.*, 2004)。

他方、生物情報に関しては地域スケールの精密調査結果は頻繁に見かけるようになったが、南大洋スケールではDiscovery報告書時代から顕著に進化したとは言いがたい。これは生物サンプリングデータが基本的に網採集に頼るしかないことに起因するだろう。そうした中で最近 (2008年) 近年の南大洋スケールのオキアミ関連情報を駆使して、Marrの課題に近づいた内容が、Discovery調査の史的流れを組む英国極地研究所グループにより報告された (Atkinson *et al.*, 2008)。同様に最近、MTEM-200の発想を活かしてMarrの課題を追った内容が提示されている (Naganobu *et al.*, 2008b)。両者は相互に啓発し合える内容をもつ。オキアミ生物分布に対応した海洋環境との関係は、今後いっそう重要視されていくだろう。

ここでの本質的要点は、「環境 - 餌生物 - 捕食者」すなわち「環境傾度 (environment gradient) - 種個体群分布 (community gradient) - 生態傾度 (ecocline)」の連関アプローチのうち「環境傾度 (environment gradient)」の座標をどう取り扱うかだと考える。Atkinson *et al.* (2008) は、周極スケールのオキアミ分布に対応する物理環境として、各種の周極前線、表面水温、流動モデルおよび海底地形などと比較検討している。これは限定的な海洋・生物データの解析にあつて妥当な解析である。ただし、既述 (特に2.3) してきたように、海洋の水塊構造を定量化できる「環境傾度 (environment gradient)」の指数が、これらの諸因子に加われば、特定地域および単なるオキアミ一種だけでなく、周極全体および多様種での「種個体群分布 (community gradient) 生態傾度 (ecocline)」へ向けての環境座標を提供できるだろう。加えて、現在および今後の南極海は顕著な環境変動を避けて通ることはできない。そのためにも、MTEM-200のような水温データによる環境傾度は応用範囲が広がる。

時代はすっかり電子操作によるデータ解析およびその表示が主流となっている。手作業時代と異なり、様々なアプローチの試行が短時間で行える。「e-ecocline」ともいべきアプローチの展望がみえてくる。博物学的Discovery時代のMarrが抱いた夢が、現代の要素還元主義の専門分化したフィールド領域を踏まえて、再び高次の生態的統合へ止揚するという展望だ。最近急速に膨らみだしたBioregionalisation (生物生態地理的区分) 概念アプローチとの関連も含めて、この展望へ向けた方針・具体策の検討が今後の重要な共通課題となると思われる。加えて、近年の顕著な南極環境変動およびその生態系影響は地球規模の深刻な課題として避けて通ることができない。南極異変はダイナミックに地球規模へ影響を及ぼす。いわば一連托生の繋がりともしえる。新たな人類史的Discoveryが希求される。

5 . 謝辞

南極ロス海域での開洋丸/JARPA共同調査では、行政・研究機関・大学・業界等の多くの関係者・機関にご理解・支援を賜った。特に水産庁漁場資源課には開洋丸調査運航全般にわたり強力なご支援を頂いた。ここにあらためて深く感謝申し上げます。フィールドでは、日新丸船団から多大なご助言・支援に支えられた。西脇茂利船団長・遠山大介船長はじめ乗組員の皆様へ深甚な敬意を表します。今次の開洋丸航海は、本船航海史にとってはたぶん最南端にあたる78SのRoss棚氷域まで達する寒冷域での長期調査であった。土井慈脩船長はじめ乗船者の皆様の調査活動への熱意と健闘に敬意を表します。加えて、本稿作成にあたり丁寧なご協力をいただいた日本鯨類研究所の関係各位へ深くお礼申し上げます。

6 . 引用文献

- Anonymous. 2006. 平成16年度開洋丸調査航海報告書 第9次南極海調査. 水産総合研究センター遠洋水産研究所・水産庁. 247pp.
- Aoki S., N.L. Bindoff and J.A. Church. 2005. Interdecadal water mass changes in the Southern Ocean between 30oE and 160oE. *Geophys. Res. Lett.*, 32 (7) : L07607, doi:10.1029/2004GL022220.

- Atkinson A., V. Siegel, E. Pakhomov and P. Rothery. 2004. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. *Nature*, 432 (4) : 100-103.
- Atkinson, A., V. Siegel, E. A. Pakhomov, P. Rothery, V. Loeb, R. M. Ross, L. B. Quetin, K. Schmidt, P. Fretwell, E. J. Murphy, G. A. Tarling, A. H. Fleming. 2008. Oceanic circumpolar habitats of Antarctic krill. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 362: 1-23. doi: 10.3354/meps07498
- Azzali M. and J. Kalinowski. 2000. Spatial and Temporal Distribution of Krill (*Euphausia superba*) Biomass in the Ross Sea (1989-1990 and 1994). In: Faranda, F.M., L. Guglielmo and A. Ianora (Eds.). *Ross Sea Ecology*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 433-455.
- Deacon D.E.R. 1982. Physical and biological zonation in the Southern Ocean. *Deep-Sea Res.*, I, 29: 1-15.
- 藤瀬良弘. 2008. IWC/JARPAレビュー報告. 鯨研通信438 : 1-9 .
- Gille S.T. 2002. Warming of the Southern Ocean since the 1950s. *Science*, 295 (15) : 1275-1277.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* [McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge : 1032 pp.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge : 996 pp.
- Kim, S., V. Siegel, R. P. Hewitt, M. Naganobu, D. A. Demer, T. Ichii, Sung-Ho Kang, S. Kawaguchi, V. Loeb, A. F. Amos, K. H. Chung, O. Holm-Hansen, W. C. Lee, N. Silva and M. Stein, 1998: Temporal changes in marine environments in the Antarctic Peninsula area during the 1994/95 austral summer, *Mem. Natl. Inst. Polar Res.*, Spec. Issue, 52, 186-208.
- 近藤淳也・巒田邦夫・永延幹男. 2008. 南大洋上における海上気象変動特性および南極半島近海の上層海況変動への影響. 2008 (平成20)年度気象学会中部支部研究会講演要旨集:21-22.
- Loeb V., V. Siegel, O. Holm-Hansen, R. Hewitt, W. Fraser, W. Trivelpiece and S. Trivelpiece. 1997 Effects of sea-ice extent and krill or salp dominance on the Antarctic food web. *Nature* 387: 897-900.
- Mackintosh N.A. 1960. The pattern of distribution of the Antarctic fauna. *Proc. Roy. Soc. London*, B152, 624-631.
- Marr J.W.S. 1962. The natural history and geography of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) . *Discovery Rep.*, 32: 33-464.
- Matsuoka K, T. Watanabe, T. Ichii, H. Shimada and S. Nishiwaki. 2003 Large whale distributions (south of 60S, 35E-130E) in relation to the southern boundary of the ACC. In: *Antarctic Biology in a Global Contest*, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands: 26-30
- 森光代. 2006. 南極海における生態系モデル構築に向けて ~ はじめの一歩 ~ . 鯨研通信432:1 - 7.
- 村瀬弘人. 2007. クジラに食べ物の好き嫌いはあるか? 北西太平洋におけるミンククジラとニタリクジラ の選択性に関する調査・研究 . 鯨研通信436 : 1-7.
- Murphy E.J., J.L. Watkins, P.N. Trathan, K. Reid, M.P. Meredith, S.E. Thorpe, N.M. Johnston, A. Clarke, G.A. Tarling, M.A. Collins, J. Forcada, R.S. Shreeve, A. Atkinson, R. Korb, M.J. Whitehouse, P. Ward, P.G. Rodhouse, P. Enderlein, A.G. Hirst, A.R. Martin, S.L. Hill, I.J. Staniland, D.W. Pond, D.R. Briggs, N.J. Cunningham and A.H. Fleming. 2007. Spatial and temporal operation of the Scotia Sea ecosystem: a review of large-scale links in a krill centred food web. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*; 362 (1477) : 113-148.

- Naganobu M. and T. Hirano. 1982. Geographical distribution of the Antarctic krill, *Euphausia superba* Dana, and its environmental structure. Mem. Natil Inst. Polar Res., Spec. Issue, 40: 191-193.
- 永延幹男・平野敏行. 1984. ナンキョクオキアミの地理分布と環境指数Q₂₀₀. 鯨研通信357 : 101-110.
- 永延幹男. 1991. 南大洋における海洋構造の解析 - 環境生態学的アプローチへの覚書 -. 月刊海洋23 (11) : 715-733.
- 永延幹男. 1992. 「その認識をいかに進めるか」についての覚書. 漁業資源研究会議報, 28: 65-71.
- Naganobu, M., T. Katayama, T. Ichii, H. Ishii and K. Nasu, 1993: Characteristics of oceanic structure in the waters around the South Shetland Island of the Antarctic ocean between December 1990 and February 1991: outstanding coastal upwelling? Proc. NIPR Symp. Polar Biol., 6: 166-170.
- Naganobu M, K. Kutsuwada Y, Sasai, S. Taguchi and V. Siegel (1999) Relationships between Antarctic krill (*Euphausia superba*) variability and westerly fluctuations and ozone depletion in the Antarctic Peninsula area. J Geophys Res 104 (C9) : 20651-20666
- Naganobu M., S. Nishiwaki, H. Yasuma, R. Matsukura, Y. Takao, K. Taki, T. Hayashi, Y. Watanabe, T. Yabuki, Y. Yoda, Y. Noiri, M. Kuga, K. Yoshikawa, N. Kokubun, H. Murase, K. Matsuoka, T. Iwami and K. Ito. 2008a. Relationships between oceanographic environment and distribution of krill, related species and baleen whales in the Ross Sea and adjacent waters, Antarctica in 2004/05. CCAMLR-WG-EMM-08/31: 53pp.
- Naganobu M, T. Kitamura and K. Hasunuma. 2008b. Relationship between distribution of Antarctic krill (*Euphausia superba*) and environmental index MTEM - 200 in the Antarctic Ocean throughout the year. CCAMLR-WG-EMM-08/32: 37pp.
- 永延幹男. 2008. 平成19年度国際漁業資源の現況：ナンキョクオキアミ 南極海 (Antarctic Krill, *Euphausia superba*) . http://kokushi.job.affrc.go.jp/H19/H19/H19_69.pdf . 水産庁・水産総合研究センター : 11pp.
- Nicol S., T. Pauly, N.L. Bindoff and P.G. Strutton. 2000a. "BROKE": a biological/oceanographic survey off the coast of East Antarctica (80-150 °E) carried out in January-March 1996. Deep-Sea Res., II, 47 (12-13) : 2281-2298.
- Nicol S., T. Pauly, N. L. Bindoff, S. Wright, D. Thiele, G.W. Hosie, P.G. Strutton and E. Woehler. 2000b. Ocean circulation off east Antarctica affects ecosystem structure and sea-ice extent. Nature, 406 (3) : 504-507.
- Nishiwaki S., D. Tohyama, M. Goto, T. Mogoe, T. Isoda, M. Tsunekawa, K. Yoshimura, H. Kasai, T. Teraoka, T. Koyanagi, S. Ito, A. Kitajima, M. Ogihara, A. Hasegawa, T. Fujihira. 2005. Cruise report of the Japanese whale research program under special permit in the Antarctic (JARPA) area V and western part of area VI in 2004/2005. Document IWC SC/57/05: 22pp.
- Orsi A.H., T. Whitworth III and W.D. Nowlin Jr. 1995. On the meridional extent and fronts of the Antarctic Circumpolar Current. Deep-Sea Res., I, 42: 641-673.
- Orsi., A.H. and T. Whitworth III. 2004. Hydrographic Atlas of the World Ocean Circulation Experiment (WOCE) . Volume 1: Southern Ocean. International WOCE Project Office, Southampton: ISBN 0-904175-49-9.
- Ozaki, H., H. Obata, M. Naganobu and T. Gamo. 2009. Long-term bottom water warming in the north Ross Sea. J. Oceanogr. 65 : 235-244.
- Rintoul, S.R. 2007. Rapid freshening of Antarctic Bottom Water formed in the Indian and Pacific oceans. Geophys Res Lett. Doi:10.1029/2006GL028550
- Siegel V. and V. Loeb. 1995. Recruitment of Antarctic krill (*Euphausia superba*) and possible causes for its

variability. Mar Ecol Prog Ser 123: 45-56.

Steig E.J., D.P. Schneider, S.D. Rutherford, M.E. Mann, J.C. Comiso and D.T. Shindell. 2009. Warming of the Antarctic ice-sheet surface since the 1957 International Geophysical Year. Nature, 457 (22) : 459-463.

Tynan C.T. 1998. Ecological importance of the Southern Boundary of the Antarctic Circumpolar Current. Nature, 392 (16) : 708-710.

Watkins J. L., R. Hewitt, M. Naganobu and V. Sushin . 2004. The CCAMLR 2000 Survey: a multinational, multi-ship biological oceanography survey of the Atlantic sector of the Southern Ocean. Deep-Sea Res. II, 51: 1205-1456.

Whittaker R.H. 1975. Communities and ecosystems, second edition. Macmillan Publishing Co., Inc., New York: 387pp.

日本鯨類研究所関連トピックス (2008年12月~2009年2月)

南大洋鯨類生態系調査 (IWC/SOWER)

12月22日、塩釜港において、SOWER調査船第二昭南丸(小宮博幸船長)の出港式が行われた。今回の調査はその前身であるIDCRを含め31回目であり、実験航海としては5回目である。1月4日インドネシアのバリ島ベノアに入港し、ポール・エンサー団長を含む国際調査員4名と調査機材を乗せて南極海へ向かった。24日間の南極海滞在中、クロミンククジラの目視データの収集、資源量推定値精度向上のための実験、自然標識撮影及びバイオブシーサンプル採取などの実験を実施した。2月26日にベノアに入港、3月14日に塩釜港へ帰港した。

平成21年新春合同記者懇談会の開催

1月19日、当研究所理事長、共同船舶株式会社社長及び日本捕鯨協会会長が水産業界紙・誌各社の記者を招き、当研究所会議室において合同の新春記者懇談会を開催した。9社から11名の記者が出席し、森本理事長、山村社長及び中島会長が、それぞれ、昨年度の事業、最近の反捕鯨団体による妨害の状況、IWCの将来等についての報告と、今年の事業計画及び抱負について語り、活発な質疑応答がなされた。

第 期北西太平洋鯨類捕獲調査 (JARPN II) の成果をレビューするための専門家作業部会

IWC主催標記の会合が、2009年1月26日から5日間にわたり中央水産研究所国際会議室(横浜市)において開催された。IWC科学委員会議長でもあるビヨルゲ博士が議長となり、各国の専門家12名および調査実施国の我が国から14名の科学者が出席し、JARPN IIによる調査成果の発表と評価が議論された。この作業部会の報告書は次期科学委員会に提出される。日鯨研からは畑中顧問、パステネ研究部長以下9名が出席した。

JARPAII調査船団に対するシーシェパードの妨害活動

環境保護団体を自称する環境テロリスト集団のシーシェパード・コンサベーション・ソサエティー(SS)は、昨年、一昨年に引き続き、今次の第二期南極海鯨類捕獲調査に対しても、暴力的な激しい妨害を行った。SS所属のスティープアーウィン号(SI号:オランダ船籍)は、豪州のホバートを2008年12月10日に出港した後、12月26日に、調査活動中の目視専門船海幸丸の後方に突然体当たりを行い、火傷や失明の危険がある酪酸や、染料の瓶を多数船内に投げ込んだ。またSI号は、2009年1月6日、調査活動中に行方不明になった船団乗組員を捜索中の現場に現れ、捜索活動中の目視専門船第二共新丸に異常接近するなどして捜索を妨害した。その後SI号は一旦ホバートに戻ったが補給後に再出港し、2月1日に調査船団を捕捉し

た。船団は危険な衝突を避けるために回避を行ったが、SI号は船団を追航して2月2日に調査母船日新丸及び目視採集船に対して、酪酸瓶の投げ込みや、船のスクリュー破壊を狙ったロープの海面投入などを繰り返して行った。2月5日には同様な妨害を執拗に繰り返したばかりではなく、目視採集船勇新丸、第二勇新丸に対して、救命索発射用のロケット弾や照明弾を撃ち込んだ。暴力的な攻撃は翌2月6日にはさらにエスカレートし、SI号は調査母船日新丸及び目視採集船に対してロケット弾を発射し、薬品瓶を投げ込んだ他、第二勇新丸及び第三勇新丸に体当たりをおこなった。特に第三勇新丸への衝突は船体を大きく損傷し、SI号は衝突前後に多数の薬品瓶や金属製ボルトを第三勇新丸乗組員に対し投げつけた他、SI号活動家が船に直接侵入しようとする行動も見られた。

日本鯨類研究所は、合法的な調査活動を行う船舶を襲撃し、乗組員の命さえ奪いかねないSSの暴力行為を厳しく糾弾すると共に、SI号に港を提供する事で間接的援助を与えている豪州政府や、SI号を放任して船籍国としての義務を果たさないオランダ政府を批判した。日本政府もまた、両国政府に対しSSへの厳正な対処を強く要請している。

日本鯨類研究所関連出版物情報 (2008年12月～2009年2月)

【印刷物 (研究報告)】

村瀬弘人, 川端淳, 中神正康, 大関芳沖: 北西太平洋沖合域 (東経170度以西)における計量魚探によるカタクチイワシ現存量推定. 第57回サンマ等小型浮魚資源研究会報告. 163-167. 2009.

【JARPN II Review Workshop 提出文書】

Goto, M., Kanda, N., Pastene, L.A., Bando, T. and Hatanaka, H. Differences in cookie cutter shark-induced body scar marks between J and O stocks of common minke whales in the western North Pacific. 7pp. SC/J09/JR28.

Goto, M., Kanda, N., Kishiro, T., Yoshida, H., Kato, H. and Pastene, L.A. Mitochondrial DNA analysis on stock structure in the western North Pacific common minke whales. 10pp. SC/J09/JR29.

Hakamada, T., Matsuoka, K. and Miyashita, T. The number of western North Pacific common minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) distributed in JARPN II coastal survey areas. 12pp. SC/J09/JR8.

Hakamada, T., Matsuoka, K. and Miyashita, T. Distribution and the number of western North Pacific common minke, Bryde's, sei and sperm whales distributed in JARPN II Offshore component survey area. 18pp. SC/J09/JR15.

Hakamada, T. and Bando, T. Morphometric analysis on stock structure in the western North Pacific common minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*). 13pp. SC/J09/JR27.

Hakamada, T. Re-assessment of the effect on the stocks of JARPN II catches. 51pp. SC/J09/JR36.

Kanda, N., Goto, M., Kishiro, T., Yoshida, H., Kato, H. and Pastene, L.A. Individual identification and mixing of the J and O stocks around Japanese waters examined by microsatellite analysis. 9pp. SC/J09/JR26.

Kanda, N., Goto, M., Kishiro, T., Yoshida, H., Kato, H. and Pastene, L.A. Microsatellite analysis of minke whales in the western North Pacific. 14pp. SC/J09/JR30.

Kanda, N., Goto, M. and Pastene, L.A. Stock structure of Bryde's whales in the western North Pacific as revealed by microsatellite and mitochondrial DNA analyses. 8pp. SC/J09/JR31.

Kanda, N., Goto, M., Yoshida, H. and Pastene, L.A. Stock structure of sei whales in the North Pacific as revealed by microsatellite and mitochondrial DNA analyses. 14pp. SC/J09/JR32.

Kanda, N., Goto, M. and Pastene, L.A. Genetic characteristics of sperm whales sampled during JARPNII from 2000 to 2007 as revealed by mitochondrial DNA and microsatellite analyses. 5pp. SC/J09/JR33.

Kawahara, S. A minimum realistic model in the JARPNII offshore survey area. XXpp. SC/J09/JR22.

Kishiro, T., Yoshida, H., Goto, M., Bando, T. and Kato, H. Methodology and survey procedure under the JARPN II coastal component of Sanriku and Kushiro-, with special emphasis on whale sampling procedures. 27pp. SC/J09/JR3.

Kishiro, T., Yoshida, H., Tamura, T., Konishi, K., Kanda, N., Okamoto, R. and Kato, H. Relationship between body size, maturity, and feeding habit of common minke whales off Kushiro in autumn season, from 2002-2007 whale

- sampling surveys under the JARPN II coastal components off Kushiro. 25pp. SC/J09/JR13.
- Kiwada, H., Kumagai, S. and Matsuoka, K. Methodology and procedure of the dedicated sighting surveys in JARPN II Offshore and coastal component of Sanriku and Kushiro. 16pp. SC/J09/JR2.
- Konishi, K., Kiwada, H., Matsuoka, K., Hakamada, T. and Tamura, T. Density prediction modeling and mapping of common minke, sei and Bryde's whales distribution in the western North Pacific using JARPN II (2000-2007) data set. 20pp. SC/J09/JR19.
- Konishi, K., Tamura, T., Goto, M., Bando, T., Kishiro, T., Yoshida, H. and Kato, H. Trend of blubber thickness in common minke, sei and Bryde's whales in the western North Pacific during JARPN and JARPN II periods. 4pp. SC/J09/JR20.
- Matsuoka, K., Kiwada, H., Fujise, Y. and Miyashita, T. Distribution of blue (*Balaenoptera musculus*), fin (*B. physalus*), humpback (*Megaptera novaeangliae*) and north pacific right (*Eubalaena japonica*) whales in the western North Pacific based on JARPN and JARPN II sighting surveys (1994 to 2007) . 12pp. SC/J09/JR35.
- Mori, M., Watanabe, H., Hakamada, T., Tamura, T., Konishi, K., Murase, H. and Matsuoka, K. Development of an ecosystem model of the western North Pacific. 49pp. SC/J09/JR21.
- Murase, H., Watanabe, H., Yonezaki, S., Tamura, T., Matsuoka, K., Fujise, Y. and Kawahara, S. Methodology and procedures of cetacean prey surveys in JARPN II Offshore Component. 11pp. SC/J09/JR7.
- Murase, H., Kawahara, S., Nagashima, H., Onodera, K., Tamura, T., Okamoto, R., Yonezaki, S., Matsukura, R., Minami, K., Miyashita, K., Yoshida, H., Goto, M., Bando, T., Inagake, D., Okazaki, M., Okamura, H. and Kato, H. Estimation of prey preference of common minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in a coastal component (off Sanriku) of JARPNII in 2005 and 2006 . 15pp. SC/J09/JR10.
- Murase, H., Tamura, T., Isoda, T., Okamoto, R., Yonezaki, S., Watanabe, H., Tojo, N., Matsukura, R., Miyashita, K., Kiwada, H., Matsuoka, K., Nishiwaki, S., Inagake, D., Okazaki, M., Okamura, H., Fujise, Y. and Kawahara, S. Prey preferences of common minke (*Balaenoptera acutorostrata*), Bryde's (*B. edeni*) and sei (*B. borealis*) whales in offshore component of JARPNII from 2002 to 2007. 31pp. SC/J09/JR18.
- Okamura, H., Nagashima, H. and Yonezaki, S. Preliminary assessment of impacts on the sandlance population by consumption of minke whales off Sanriku region. 20pp. SC/J09/JR14.
- Okazaki, M., Inagake, D., Masujima, M., Murase, H., Watanabe, H., Yonezaki, S., Nagashima H., Matsuoka, K., Kiwada, H. and Kawahara, S. Oceanographic conditions of the western North Pacific based on oceanographic data collected during the JARPN II. 13pp. SC/J09/JR34.
- Pastene, L.A., Hatanaka, H., Fujise, Y., Kanda, N., Murase, H., Tamura, T., Miyashita, T. and Kato, H. The Japanese Whale Research Program under Special Permit in the western North Pacific Phase-II (JARPN II): origin, objectives and research progress made in the period 2002-2007, including scientific considerations for the next research period. 73pp. SC/J09/JR1.
- Tamura, T., Matsuoka, K. and Fujise, Y. Methodology and survey procedure under the JARPN II - offshore component-with special emphasis on whale sampling procedures. 16pp. SC/J09/JR4.
- Tamura, T., Konishi, K., Goto, M., Bando, T., Kishiro, T., Yoshida, H., Okamoto, R. and Kato, H. Prey consumption and feeding habits of common minke whales in coastal areas off Sanriku and Kushiro. 18pp. SC/J09/JR9.
- Tamura, T., Konishi, K., Isoda, T., Okamoto, R. and Bando, T. Prey consumption and feeding habits of common minke, sei and Bryde's whales in the western North Pacific. 36pp. SC/J09/JR16.
- Tamura, T., Kubotera, T., Ohizumi, H., Konishi, K. and Isoda, T. Feeding habits of sperm whales and their impact on neon flying squid resources in the western North Pacific. 22pp. SC/J09/JR17.
- Yasunaga, G. and Fujise, Y. Temporal trends and factors affecting mercury levels in common minke, Bryde's and sei whales and their prey species in the western North Pacific. 13pp. SC/J09/JR23.
- Yasunaga, G. and Fujise, Y. Temporal trends and factors affecting PCB levels in baleen whales and environmental samples from the western North Pacific. 10pp. SC/J09/JR24.
- Yasunaga, G. and Fujise, Y. Accumulation features of total and methyl mercury and selenium in tissues of common minke, Bryde's and sperm whales from the western North Pacific. 11pp. SC/J09/JR25.
- Yonezaki, S., Nagashima, H., Murase, H., Yoshida, H., Bando, T., Goto, M., Kawahara, S. and Kato, H. Methodology and procedures of surveys of prey of common minke whales JARPN II - Coastal component of Sanriku. 6pp.

SC/J09/JR5.

- Yoshida, H., Kishiro, T., Goto, M., Bando, T., Tamura, T., Konishi, K., Okamoto, R. and Kato, H. Relationship between body size, maturity, and feeding habit of common minke whales off Sanriku in spring season, from 2003-2007 whale sampling surveys under the JARPN II coastal component off Sanriku. 20pp. SC/J09/JR12.
- Watanabe, H., Yonezaki, S., Kiwada, H., Kumagai, S., Kishiro, T., Yoshida, H. and Kawahara, S. Methodology and procedures of common minke whale's prey surveys in JARPN II Coastal component of Kushiro. 12pp. SC/J09/JR6.
- Watanabe, H., Yonezaki, S., Kiwada, H., Kumagai, S., Kishiro, T., Yoshida, H. and Kawahara, S. Distribution and abundance of prey species and prey preference of common minke whale *Balaenoptera acutorostrata* in the coastal component of JARPN II off Kushiro from 2002 to 2007. 37pp. SC/J09/JR11.

【印刷物（書籍）】

- 大隅清治（監修）：新版 鯨とイルカのフィールドガイド（大隅清治 [監修] 笠松不二男・宮下富夫・吉岡基 [著]）。147pp。東京大学出版会。2009/1/30

【印刷物（雑誌新聞・ほか）】

- 当研究所：鯨研通信440。16pp。2008/12.
- グッドマン・ダン：国際捕鯨委員会（IWC）の将来：IWC再生への努力と新組織設立の議論から見た第60回IWC年次会合結果概要。鯨研通信440号。1-5。2008/12.
- 石川 創：調査捕鯨は未来の海の生態系を守るための行為。OceanGate 8。全日本海員組合。6pp。2009/1/22.
- 大隅清治：マッコウクジラの長時間潜水の機序（回答）。日本医事新報4417。医事新報社。101-102。2008/12/20.
- 大隅清治：くじらひげの文化誌。勇魚49。勇魚会。3-10。2008/12/25.

【学会発表】

- Funasaka, N., Yoshioka M., Fujise, Y. : Anatomical and histological characteristics of the Harderian gland in the common minke whale *Balaenoptera acutorostrata* (Poster Presentation). 5th World Fisheries Congress。パシフィコ横浜。2008/10/20-25.
- Mori, M., Hakamada, T., Matsuoka, K., Murase, H., Tamura, T., Watanabe, H., Konishi, K. : Introduction of an ecosystem model of the western North Pacific : progress made and future work for its application to multi-species management。5th World Fisheries Congress。パシフィコ横浜。2008/10/20-25.
- Pastene, L.A., Goto, M., Kanda, N. : Utility of genetic analyses for the management of large whales : applications and limitations。5th World Fisheries Congress。パシフィコ横浜。2008/10/20-25.

【放送・講演】

- 藤瀬良弘：クジラ博士の出張授業。北海道。札幌市立三角小学校。2008/12/3.
- 藤瀬良弘：クジラ博士の出張授業。北海道。札幌市立南月寒小学校。2008/12/4.
- 藤瀬良弘：クジラ博士の出張授業。札幌市立定山溪小学校。2008/12/5.
- 石川 創：我が国調査捕鯨に対する妨害の現状。国際シンポジウム～海上の安全保障と漁業～。三田共用会議所。2008/12/1.
- 石川 創：“殺し屋”女優が過激抗議船に 調査捕鯨側は猛反発。イブニング5。TBS。2008/12/3.
- 本村秀昭：クジラ・鯨・くじら。明治大学大学院政治経済学研究所特別講義。明治大学大学院。2008/12/15.
- 村瀬弘人：クジラ博士の出張授業。東京。大田区立館山さざなみ小学校。2009/1/21.
- 安永玄太：クジラ博士の出張授業。静岡。三島市立北小学校。2009/2/5.

京きな魚（編集後記）

永延氏が報告したJARPA/開洋丸共同調査時は私も母船に乗船しており、白亜の開洋丸を初見した時は、安堵と頼もしさを感じたことを思い出す。今号で拙報と同時掲載された事に奇妙な縁を感じている。この様な共同調査はますます重要となっており、今後第2第3の共同調査の実施に期待したい。（後藤睦夫）