

水産資源管理談話会報

第42号

(財)日本鯨類研究所 資源管理研究センター

2008年 8月

翻訳・公表希望者は以下の手続きとり、著者の許可を得た上で
翻訳・公表する。

1. 翻訳・公表希望者は文章（FAX、手紙）で著者、表題および
会報の号を明記し、資源管理談話会事務局を通じて要請し、
著者の許可を得て翻訳・公表する。
2. 翻訳公表物を資源管理談話会事務局に送付する。

目 次

お知らせ

南極海鯨類捕獲調査 (JARPA) の背景とその概要	西脇茂利	・・・	1
クロミンククジラの系群構造の解明	後藤睦夫	・・・	4
資源管理に有用な生物学的特性値の推定	坂東武治	・・・	11
南極海生態系の中で鯨類の果たす役割の解明 - オキアミを巡る争いを中心として -	田村力	・・・	17
南極海の環境変動が鯨類に与える影響の解明 - 環境汚染物質について -	安永玄太	・・・	25
Contribution of JARPA to the management and conservation of large baleen whale;	Luis A. Pastene	・・・	32
【投稿】 鯨資源の動態モデル	田中昌一	・・・	36

南極海生態系の中で鯨類の果たす役割の解明 - オキアミを巡る争いを中心として -

田村 力 (財団法人 日本鯨類研究所)

はじめに

南極海は、南緯 55 度付近に存在する南極極前線とも呼ばれている南極収束線以南の海域を指し、開放されている割には、3つの不連続線によって他の海洋の影響を受けにくい独立的な存在としての海洋であることが知られている(図1)。その基礎生産量は約 64 億トンと算出されており、そのかなりの部分がナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*) によって利用されていると考えられている。そのオキアミを巡って、ヒゲクジラ類、アザラシ類、海鳥類、魚類、イカ類が競合していることが指摘されている(図2)。

1987/88 年から開始された南極海鯨類捕獲調査 (JARPA) では、南極海生態系におけるエネルギーフローを考える上で、ナンキョクオキアミとクロミンククジラの捕食・被食関係を明らかにすることが目的のひとつとして挙げられていた。今回は、18年間の長期にわたった JARPA 調査で得たクロミンククジラの摂餌生態に関する成果を中心にして、南極海生態系の中で鯨類の果たす役割の解明を試みるとともに、今後の課題についても紹介したい。

クロミンククジラの摂餌生態 -JARPA 調査(南極海鯨類捕獲調査)の結果から-

1. 餌生物種

クロミンククジラの胃内容物に含まれていた主要な餌生物は、端脚類が 1 種類、オキアミ類が 4 種類、魚類が 1 種類であったが、大半はナンキョクオキアミであった(表1、2)。地理的に見てみると、外洋域ではナンキョクオキアミ、水深が 1,000m 以下と浅いロス海やブリッツ湾などの沿岸域ではコオリオキアミ (*E. crystallorophias*) が主要餌生物として卓越していた(図3) (Tamura and Konishi, 2006)。2004/2005 年 JARPA で実施した水産庁開洋丸との共同調査から、胃内容物と RMT ネット標本から得たオキアミの体長組成はほぼ一致しており、胃内容物はオキアミの分布を反映していると考えられた(図4) (Tamura *et al.*, 2006)。

2. 摂餌周期

クロミンククジラの体重あたりの胃内容物重量を経時的に示したところ、朝方で高く次第に減少していた。このことから、クロミンククジラは一日の早い時間に多量の餌を食べていることが明らかとなった(図5) (Tamura and Konishi, 2006)。

3. 日間摂餌量

胃内容物重量値の経時変化に基づく直接的な推定(方法1)と標準代謝量などのエネルギー収支に基づく間接的な推定(方法2)をしたところ、体重の3-5%程度と算出され、従来知見と一致した。成熟個体であれば、1日に200-300kg程度の餌を食べることが示唆された(表3) (Tamura and Konishi, 2006)。

4. 年間摂餌量

日間摂餌量の推定値と目視調査から得られた資源量(Hakamada *et al.* 2006))を用いて、クロミンククジラの年間摂餌量(南極海滞在中)を求めたところ、南極海IV区では120-130万トン、V区では450-570万トンに達した(表4) (Tamura and Konishi, 2006)。

5. オキアミ資源への影響

Murase *et al.* (2006)による計量魚探の結果と比較すると、IV区ではオキアミ資源の4%前後、V区では22-25%がクロミンククジラによって利用されていることが試算された。また、近年資源量が増加しているザトウクジラとナガスクジラについても同様の解析を行ったところ、IV区ではザトウクジラがクロミンククジラよりも、ナンキョクオキアミを利用していることが示唆された。3鯨種によるナンキョクオキアミの利用は、IV区で10-20%、V区で30%前後に達した(表4)。

6. 胃内容物重量の経年変化

JARPAで捕獲したクロミンククジラのデータを用いて、胃内容物重量の経年変化をステップワイズ重回帰分析で調べた(Tamura and Konishi, 2006)。従属変数として胃内容物重量値を、説明変数として調査年、調査日、捕獲鯨の発見時刻、追尾時間、性、体長、捕獲位置(緯度・経度)を用いた。その結果、クロミンククジラの胃内容物重量は、有意に減少していた。このことから、クロミンククジラが短期的に摂餌できる餌の量が、年々減少していることが明らかとなった(表5)。

7. 栄養指標の経年変化

JARPAで捕獲したクロミンククジラのデータを用いて、栄養指標の経年変化をステップワイズ重回帰分析で調べた(Konishi *et al.*, 2007)。従属変数として脂皮厚、脂皮重量、胴周(臍)を、説明変数として調査年、調査日、ダイアトムの付着程度、性、体長、体重、年齢、胎児体長、捕獲位置(緯度・経度)を用いた。その結果、クロミンククジラの栄養指標は、全て有意に減少していた。このことから、クロミンククジラの摂餌している餌の量が、年々減少していることが明らかとなった(表6)。

8. まとめと今後の課題

JARPAは、2回の予備調査を含めて18年にもわたる長期間の調査を実施してきた。第二の主な調査目的である<南極海生態系の中で鯨類の果たす役割の解明>についても、多くのことが明らかになってきた。例えば、クロミンククジラは、分布する海域に卓越するようなオキアミ類を利用していることや、ある程度の幅はあるが、日間摂餌量や年間摂餌量を求めることが出来るようになり、更に目視調査や餌生物調査の結果を用いることによって、クロミンククジラがオキアミ資源に与えているインパクトを推測することが可能になり、ナンキョクオキアミを巡る他のヒゲクジラ類との関係なども明らかになってきた。そして、18年にも及ぶ長期モニタリングによって、近年においてクロミンククジラの餌環境が悪化してきており、胃内容物重量や脂皮厚が年々減少していることが明らかになってきた。

この現象については、近年資源量が増加したザトウクジラやナガスクジラとの間で餌生物を巡る争いが起きているとか、主要な餌であるナンキョクオキアミが地球温暖化などの地球規模の気候変動で大きく減少したためであるとか様々な理由が考えられるが、現時点でははっきりした原因は不明である。しかしながら、2005年より始まったJARPA2を継続することで、このプロセスもはっきりしてくるのではないかと考える。摂餌量推定のところでは、消化速度の推定や、夜間摂餌の有無の検証、南極海の滞在期間の推定など、まだ多くの課題があるが、これらの点もJARPA2を通じて検証していきたい。

今後は南極海の生態系に関する関心はますます高くなることが予想され、南極海全体を捉えた研究と海域を限定して詳細な調査を行う研究の両方が上手く機能することによって、数多くの知見が得られるであろう。

9. 謝辞

本調査及び研究には、実に多くの方々への努力と苦勞が注がれている。調査に参加

された調査員、乗組員はもとより計画に参画された方、解析に参画された方を含めれば、相当数になろう。そのようにして予備調査を含め 18 年間の長きに渡る調査で採集した標本やデータ類は、非常に貴重なものである。本調査及び研究に携わった方全員に、お礼を申しあげる。尚、調査部の村瀬主任研究員と研究部の小西研究員からは、解析結果の一部を紹介させていただいた。この場を借りて感謝申し上げます。

10. 引用文献

Hakamada, T. Matsuoka, K. and Nishiwaki, S. 2006. An update of Antarctic minke whales abundance estimate based on JARPA data. Report of the Intercessional Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December. SC/D06/J06.

Konishi, K., Tamura, T., Zenitani, R., Bando, T., Kato, H. and Walloe, L. 2007. Decline in energy storage in the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*) in the Southern Ocean using JARPA data. IWC Scientific Committee working paper SC/59/O10, 10p. (unpublished).

Murase, H., Tamura, T., Matsuoka, K. And Hakamada, T. 2006. First attempt of estimation of feeding impact on krill standing stock by three baleen whales species (Antarctic minke, humpback and fin whales) in Areas IV and V using JARPA data. Report of the Intercessional Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December. SC/D06/J22.

Tamura, T. and Konishi, K. 2006. Food habit and prey consumption of Antarctic minke whale *Balaenoptera bonaerensis* in JARPA research area. Report of the Intercessional Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December. SC/D06/J18.

Tamura, T., Konishi, K., Nishiwaki, S., Taki, K., Hayashi, T. and Naganobu, M. 2006. Comparison between stomach contents of Antarctic minke whale and krill sampled by RMT net in the Ross Sea and its adjacent waters. Report of the Intercessional Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December. SC/D06/J20.

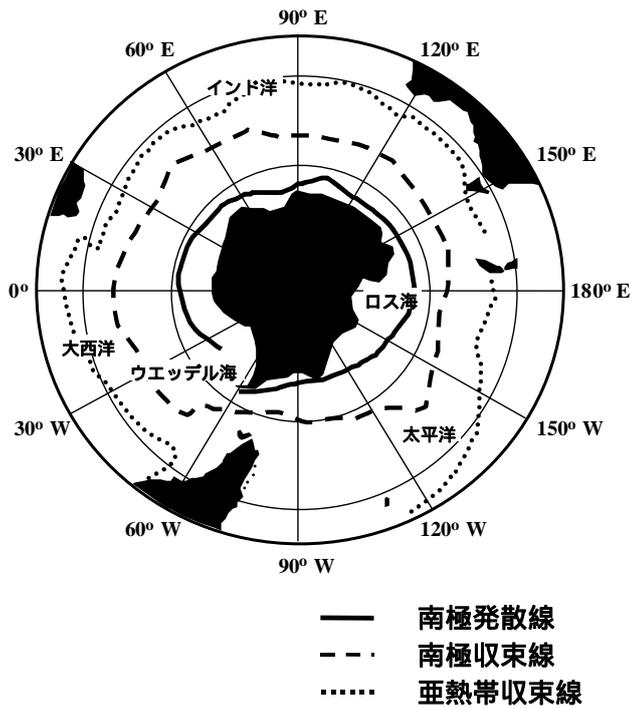


図 1. 南極海の概略図

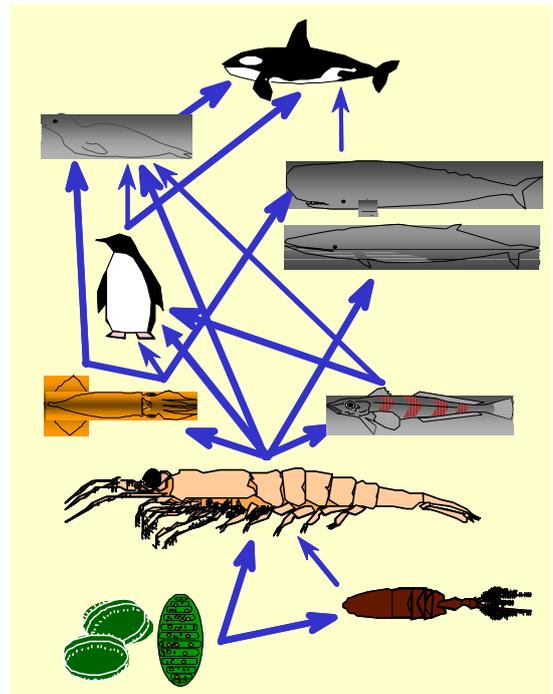


図 2. 南極海における食物網の概念図

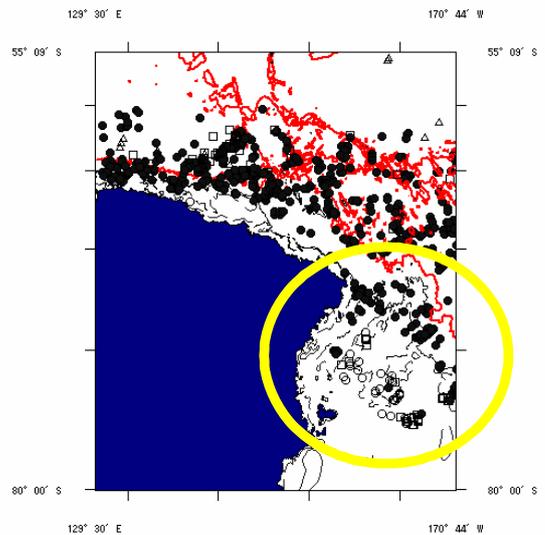
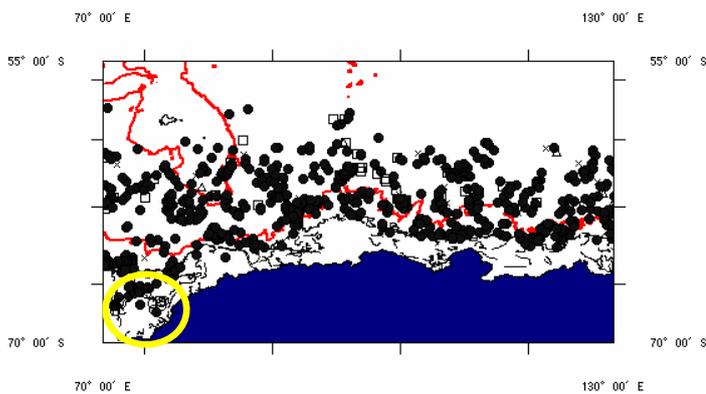
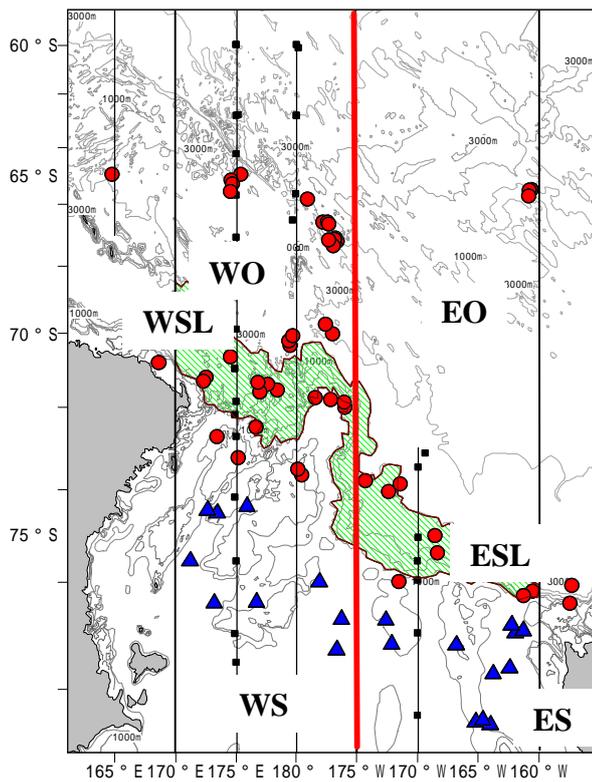
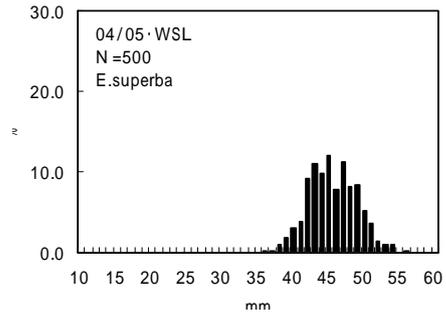


図 3. 南極海 IV 区及び V 区でのクロミンククジラの捕獲位置とその餌生物
 (丸囲みはそれぞれプリッツ湾周辺とロス海周辺)
 (: *Euphausia. superba*, ○: *E. crystallophias*, △: *Thysanoessa* spp., □: *E. S.* + others,
 ×: *E. spp.*)



クロミンククジラ胃内容



RMT ネット標本

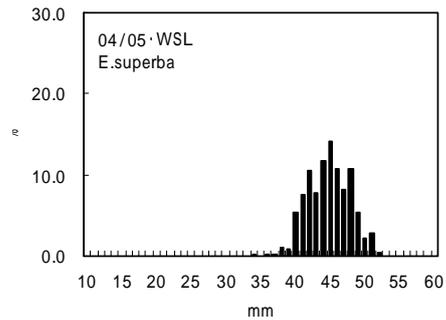


図 4. ロス海におけるクロミンククジラ食性と西側大陸棚斜面 (WSL) においてクロミンククジラに摂餌されたナンキョクオキアミと RMT ネットにより採集されたナンキョクオキアミの体長組成 (○: *Euphausia. superba*, △: *E. crystallophias*)

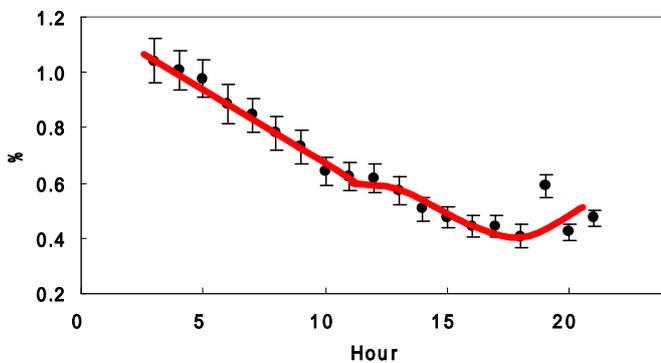


図 5. クロミンククジラの体重あたりの胃内容物重量値の経時変化

表 1. クロミンククジラから認められた餌生物種

species	
Main prey	
Amphipoda	<i>Parathemisto gaudichaudi</i>
Krill	<i>Euphausia superba</i>
	<i>E. crystallorophias</i>
	<i>E. frigida</i>
	<i>Thysanoessa macrura</i>
Pisces	<i>Pleuragramma antarcticum</i>
Miner prey	
Pisces	<i>Notolepis coatsi</i>
	<i>Electona antarctica</i>
	<i>Chionodraco</i> sp.
	<i>Notothenis</i> sp.

表 2. クロミンククジラの利用していた餌生物の重量組成 (%)

Species	Area III-E	Area IV	Area V	Area VI-W
Krill	100.0	99.9	99.7	100.0
<i>Euphausia superba</i>	99.5	95.2	85.4	93.0
<i>E. crystallorophias</i>	0.1	2.7	11.5	0.0
<i>E. frigida</i>	0.4	0.0	0.2	0.0
<i>Thysanoessa macrura</i>	0.0	2.1	2.9	6.8
Amphipods <i>Parathemisto gaudichaudi</i>	0.0	0.1	0.1	0.0
Fish <i>Pleuragramma antarcticum</i>	0.0	0.0	0.2	0.0

表 3. クロミンククジラの日間摂餌量

方法 1 : 胃内容物重量の経時変化に基づく直接的な推定

性	成熟段階	体重 (kg)	S=0.74		S=0.67	
			(kg)	(%)	(kg)	(%)
雄	未成熟	2,900	126.4	4.36	143.6	4.95
	成熟	6,800	296.5	4.36	336.6	4.95
雌	未成熟	3,800	165.7	4.36	188.1	4.95
	成熟	8,100	353.2	4.36	401.0	4.95

方法 2 : 標準代謝量に基づく間接的な推定

性	成熟	体長 (m)	体重 (kg)	SMR (KJ/day)	脂肪貯蔵 (KJ/day)	筋肉貯蔵 (KJ/day)	内臓脂肪 (KJ/day)	出産 (KJ/day)	日間摂餌量 (KJ/day) (kg/day) (%)		
雄	未成熟	6.2	2,900	167,825	69,610	24,698	52,535		374,605	83.7	2.9
	成熟	8.4	6,800	318,009	162,664	50,245	151,704		812,645	181.7	2.7
雌	未成熟	6.7	3,800	205,540	144,620	20,088	81,306		537,562	120.2	3.2
	成熟・妊娠	8.9	8,100	362,595	302,215	33,265	207,344	157,500	1,265,379	282.9	3.5

表4. 南極海滞在中のクロミンククジラ、ザトウクジラ及びナガスクジラの総摂餌量とオキアミ資源への影響

海区	調査年	資源量 (頭)	滞在中摂餌量 (万トン)	オキアミ資源量 (万t)	オキアミ資源量 (鯨消費量%)
クロミンククジラ					
IV区	1999/00	44,931	119.4	3,420	3.5
	2001/02	48,280	133.3	3,410	3.9
V区	2000/01	164,789	447.9	2,070	21.6
	2002/03	201,883	572.8	2,260	25.3
ザトウクジラ (日間摂餌量1,108.8kg/day)					
IV区	1999/00	16,751	222.9	3,420	6.5
	2001/02	31,134	414.3	3,410	12.1
V区	2000/01	5,130	68.3	2,070	3.3
	2002/03	2,873	38.2	2,260	1.7
ナガスクジラ (日間摂餌量2,027.9kg/day)					
IV区	1999/00	1,565	38.1	3,420	1.1
	2001/02	5,861	142.6	3,410	4.2
V区	2000/01	5,321	129.5	2,070	6.3
	2002/03	3,210	78.1	2,260	3.5
合計					
IV区	1999/00		380.4	3,420	11.1
	2001/02		690.1	3,410	20.2
V区	2000/01		645.6	2,070	31.2
	2002/03		689.2	2,260	30.5

表5. クロミンククジラの胃内容物重量の経年変化

	Coefficient		P value	95% confidence interval of B		F value	R square
	B	SE		Lower bound	Upper bound		
Constant	68.217	16.122	0.000	36.604	99.830		
Body length (m)	19.251	0.936	0.000	17.415	21.087	394.424	0.135
Time	-2.909	0.260	0.000	-3.419	-2.399	278.347	0.181
Latitude	-1.980	0.245	0.000	-2.460	-1.500	205.008	0.196
Date	0.201	0.035	0.000	0.133	0.270	166.166	0.209
Year (87/88=1)	-0.693	0.199	0.001	-1.083	-0.303	135.943	0.213

Results of step-wise multiple regression at 5% level for JARPA all year (87/88-04/05) results

Area 3-6

Dependent variable= SC (kg)

Explanatory variables=Body length, Time (sighting), Latitude, Date, Year

Date:Dec.1st=1,sex:male(1) female(2), Year(87/88=1)

表6. クロミンククジラの栄養指標の経年変化

Independent variables	Coefficient		P value	95% confidence interval of B		Results of each model	
	B	SE		Lower bound	Upper bound	R square	F value
Constant	3.9736	0.3224	0.000	3.3416	4.6057	-	-
Date (Dec. 1st=1)	0.0100	0.0004	0.000	0.0092	0.0109	0.247	1535.272
Body weight (t)	0.4242	0.0152	0.000	0.3944	0.4540	0.329	1151.310
Diatom	0.1526	0.0093	0.000	0.1344	0.1708	0.395	1018.124
Body length (m)	-0.6674	0.0386	0.000	-0.7430	-0.5918	0.424	863.289
Longitude (deg E)	0.0030	0.0003	0.000	0.0025	0.0035	0.453	777.054
Sex (male=1, female=2)	0.2332	0.0281	0.000	0.1780	0.2883	0.467	684.774
Year (87/88=1)	-0.0187	0.0021	0.000	-0.0228	-0.0147	0.477	611.061
Fetus length (cm)	0.0033	0.0004	0.000	0.0025	0.0041	0.485	551.553
Age	-0.0050	0.0011	0.000	-0.0073	-0.0028	0.487	494.195
Latitude (deg)	0.0130	0.0034	0.000	0.0064	0.0196	0.489	447.547