

捕鯨船団に関する研究—I

鯨の分布と操業条件について

真野季弘・高山久明・麻生幸則・柴田恵司

Studies on Whaling Fleet—I

Geographical distribution of whales and whaling conditions

Suehiro MANO, Hisaaki TAKAYAMA, Yukinori ASO and Keishi SHIBATA

Some fundamental statistic consideration were made on the interrelations between the geographical distribution and catch of whales and the whaling conditions in the northern North Pacific in summer 1974 based on the fishing log book of a whaling factory ship.

The authors would endorse the empirical knowledges among the crew on board the whale catcher boats as follows:

- 1) The geographical distribution of the sperm whale, *Physeter catodon* was rather deviated to the lower latitude in this area in summer 1974.
- 2) On the contrary, the fin-whale, *Balaenoptera musculus* had a trend to be distributed in the higher latitude.
- 3) The sei-whale, *B. borealis*, could be hardly identified, since the number of the sei-whale was mixed with that of *B. edeni* in the statistic procedures. However, this sort of whale was detected in a high rate in the same waters as the fin-whale.
- 4) The interrelation between the whale catch and the wind velocity showed an inverse proportion.
- 5) It was estimated by periodgram analysis that the peak of the catch in this crew's occurred every 12 days at the significant level of 90%.

現在行なわれている母船式捕鯨において、捕鯨漁場ならびに鯨の捕獲とその環境条件との関連について、今迄、経験的な判断によって考えられてきた点を、統計的手段によって数的に更に明らかにしたいと考え、本研究を行った。

研究材料および方法

1. 資料 1974年度北部太平洋捕鯨事業に出漁したK船団の漁撈日誌¹⁾における96日間の平均値、標準偏差およびそれらの間の単相関行列を Table 1 に示す。これによると捕獲頭数は13.61/日、捕獲率61.3%/日、発見頭数21.1/日であったが、水温、気温、視程に較べて何れも大きな標準偏差を示している。これは鯨類の群がかなり大きな間隔をおいて塊状分布をしているためと考えられる。

ちなみに捕獲皆無の日数は15%であり、日別捕獲は1~43頭で、1~4頭が18%、10~14頭が15%、30頭以上が17%であった。

なお発見頭数では皆無の日数は15%、1~9頭33%、60頭以上3%であった。

捕獲率および風速はそれぞれ50%および11.3(m/sec)をピークとするほぼ正規分布を示している。また水温は9.9°~26.4℃, 気温9.5°~26.5℃の範囲にあった。

湊単位で示された視程は、9湊が約70%を占めていたため、相関分析のためのデータとして殆んど用をなさなかった。

Table 1. Means, standard deviations and simple correlation matrix for various whaling conditions

	Detection				Catch				Catch rate	Wind velocity	Visib-ility	Water temp	Lat.
	F	Se	Sp	Sum	F	Se	Sp	Sum					
Mean value	2.91	9.37	9.92	21.12	0.71	6.37	6.41	13.56	61.32	13.70	8.38	16.04	41.36
Std dev.	7.29	13.02	20.08	22.31	2.38	8.06	11.46	12.42	34.36	13.11	4.59	4.87	5.55

5% : $r > 0.2004$; 10% : $r > 0.1955$

Detection	F	/			0.251	0.719	/		0.221	/			-0.303	0.378		
	Se	0.330	/		0.428	/		0.891	0.404	/			0.278			
	Sp	/		0.763	/		-0.234	0.863	0.627	/			0.252-0.315			
	Sum	0.307	0.285	0.867	/			0.335	0.636	0.835	/			-0.198	0.202	0.317
Catch	F	/			/			/			/			-0.279	0.223	
	Se	0.392	0.926	/		0.276	/		-0.244	0.430	/			0.284		
	Sp	/		0.857	0.725	/		/		0.750	/			0.202-0.228		
	Sum	0.292	0.382	0.678	0.840	0.316	0.355	0.795	/			0.372(-0.193)	0.284	0.216	/	
Catch rate	/				/				/				0.272	0.240		
Wind velocity	/				/				/				-0.367			
Visibility	/			0.301	/			0.304	0.336	/			0.390-0.366	0.242		
Water temp	/		-0.263	0.576	0.435	-0.322	/		0.466(0.266)	/			(0.251)	-0.828		
Latitude	/		0.430	-0.480	/			0.385	-0.405	/			0.836			

2. 解析法 1974年5月27日から8月30日迄の間に操業されたK船団(附属捕鯨船7隻)の1974年度北部太平洋捕鯨事業の漁撈日誌から、視程(湊)、気温、水温(℃)、発見頭数(いずれも鯨種別、および合計)、捕獲頭数、捕獲率の7項目について、これら相互間の単純相関関係について考察を行った。

捕獲率は全捕獲頭数を全発見頭数で除したものであるが、この算定に当っては「ながすくじら」の船団割当枠72頭を達成した7月13日以降、「ながすくじら」の発見頭数(74頭)は捕獲率の算定において使用しなかった。

なお発見頭数が0であった時の捕獲率も0に算入してある。

また「しろながすくじら」、「ざとうくじら」、「せみくじら」は、現在捕獲禁止の鯨種であるから発見頭数に算入しなかった。

次に Table 1 の相関行列において、中央にある斜線から右上半部は96日間全体における資料を用いたが、「ながすくじら」について更に詳しく調査するため、「ながすくじら」が捕獲された7月13日迄の47日間の資料によって、同様な単純相関行列を求めたものを、中央より左下半部に示してある。これに掲げた相関係数の5%、10%の有意水準における下限値はそれぞれ0.2004および0.19551であり、本表においては10%の有意水

準に満たないものは除外した。ただし括弧を附してあるものは有意とは言えないがそれに近い相関を示すものである。なおこれらの有意水準は、F検定およびZ変換による検定の結果を示すものである。なお風速および視程は前述の理由でそれぞれの自乗値に対して相関係数を算出した。

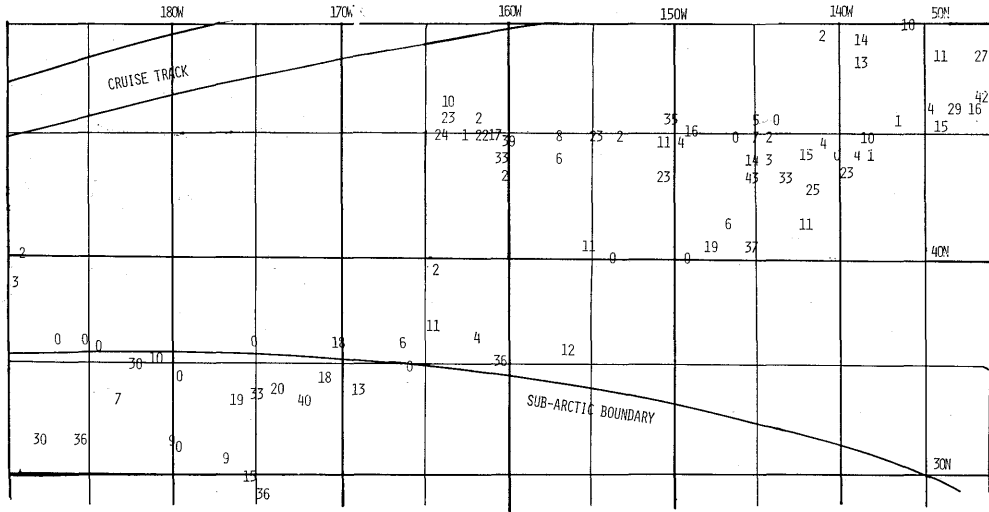


Fig. 1. Geographical distribution of whale catch in summer 1974
Numerals show total catch per day and also whaling position

結果および考察

1. 漁場ならびに操業状態

K船団は5月27日36°N, 165°E附近より操業を開始した。操業された海域は Fig. 1における北太平洋中央水塊, 東北太平洋中央水塊および亜極北太平洋水塊の3水塊にまたがる実線で囲まれた30°N~50°N, 165°E~130°Wの海域であり, この漁場の北端は北太平洋航路の大圏コースに当り, 南限は図示した如く亜極洋前線²⁾のやゝ南側までであった。

操業報告によれば, 例年165°E線附近を中心に暖水塊が舌状に北へ張出し, その周辺や先端に鯨が回遊して好漁場を形成するが, 当年の水溫分布は全体に低目で, 水溫構造の年変化が例年より遅れているように感じられた。この冷水勢力の強かったことは操業海域全般に言えるが, 特に西経漁場では優勢な冷水塊が南方へ大きく張出し, そのためひげ鯨類の漁場は例年より南偏し, 「いわしくじら」, 「ながすくじら」とも, 50°N附近の比較的高緯度海域では, 部分的に狭い漁場を形成していた。また45°N, 160°W附近で顕著な湧昇流が認められる狭い海域に「いわしくじら」が, かなり濃密に分布し約200頭の捕獲を得た。なお西経漁場, アラスカ漁場にかけては「しろながすくじら」の発見が延94頭もあり, 資源回復の兆がうかがわれた。

本次航海における全操業日数の6割弱は, 西経, アラスカ漁場であったため, 終始ひげ鯨と「まつこうくじら」の混獲が続いた。また異常気象のため比較的天候の安定した中緯度での操業が多かった。なお帰路においては「にたりくじら」の捕獲(計120頭)も行なわれたが, 本研究においてはこの分の頭数を「いわしくじら」の捕獲頭数に合算した。

船団移動の概略は, 5月27日東経漁場から捕獲が開始され (Fig. 1では省略した) 順次東進し, アラスカ沖より反転西進後, 中緯度漁場を経て170°E附近で8月30日操業を終了した。

96日間の操業期間において「ながすくじら」計72頭, 「いわしくじら」計623頭, 「まつこうくじら」計601頭, 合計1,296頭を捕獲した。

2. 各 論

Table 1の各項に従って, それぞれ相互の関係を順に述べる。

1) 「ながすくじら」：F

「ながすくじら」と「いわしくじら」の発見頭数との間の割合に高い相関は（前述の理由によって「ながすくじら」の捕獲頭数に関しては、前半47日間の資料によることにする）、「ながすくじら」が「いわしくじら」の群へ混在していたり、また「いわしくじら」の漁場と同一或いはその附近で発見されることが多いことを示すものであろう。毎日の鯨種別発見状況からみると、「いわしくじら」のみを発見した日数と、「ながすくじら」も同じ日に発見された日数とは、全期間を通じてそれぞれ約 $\frac{1}{2}$ づつを占めている。このことは次に述べる「まつこうくじら」の発見頭数との関係とは著しく異なっている。これは、「ながすくじら」の発見頭数と「まつこうくじら」の発見頭数との間に、有意的な相関関係が存在しない結果からも言える。

この「ながすくじら」は、比較的高価なものであるから捕獲との相関も高いと予想されたが、相関係数は他の鯨種に対するそれぞれの捕獲頭数との相関係数 0.89, 0.86に較べ、0.809とやや低位の値を示している。これは「ながすくじら」の捕獲割当頭数が、他のそれに較べて極めて少ないことから、大型のもののみを選択して捕獲する方法がとられているためであろう。なお現在各鯨種共捕獲制限体長が定められており、この点についてはこの種の鯨のみの問題ではない。

また水温とは逆相関関係にあり、これは水温の低い高緯度帯に分布していることが多かったことを示している。

緯度との間にも正のかなり高い相関を示していることから、同様なことが判断される。

2) 「いわしくじら」；Se

「まつこうくじら」と「いわしくじら」の発見頭数は、Table 1の上部に示した平均値にして約 $\frac{1}{2}$ づつを示していることから、「いわしくじら」の発見頭数と発見総頭数との間の関係は、当然大きな相関を示している。また本航海に使用した母船の最大処理能力は、「まつこうくじら」にして43頭/日であるから、43頭を超える鯨を捕獲しても処理能力の点で捕獲作業を中断せざるを得ない。「いわしくじら」の発見頭数と捕獲頭数の関係は、発見した「いわしくじら」のうち制限体長を超えるものの殆んどが捕獲されているから、極めて高い相関係数値を示している。

なお「いわしくじら」の資料に「にたりくじら」が混入されているが、この種の鯨の捕獲は帰路165°W以西で捕獲されており、本資料における「いわしくじら」の捕獲頭数の19.2%であった。

3) 「まつこうくじら」；Sp

「まつこうくじら」の発見頭数は、鯨の総発見頭数と共に、他の鯨種に比して最も高い値を示す。このことは発見頭数が全鯨種のうち最も多かったことを示している。なお「まつこうくじら」は群を成して発見される場合が多い。

水温との関係については、比較的高い水域に分布することが多く、従って緯度については逆相関関係となっているが、これも本航海の場合、低緯度での発見頭数が高緯度よりも多かったことを示すものであろう。

4) 風 力

鯨類の発見頭数および捕獲頭数と風力とは、逆相関関係にある。これは風が強くなると海面に白波が立つなどして、鯨類の噴気が視認し難くなり、かつ船体動揺などのため探鯨作業が困難となる。また捕獲頭数についても、風が強くなると風圧、波浪による船体への影響が大きくなり、これらに起因する船の運動能力の低下は、当然捕獲頭数を低下させる。

5) 視 程

視程と鯨類の発見頭数、捕獲頭数との関係は、非常に密接で高い相関関係にあると思われる。探鯨面積Aは、 γ を視程とすると、 $A \div \pi \gamma^2$ と考えることができる。従って発見頭数は鯨の分布が均一であると仮定すれば、視程の自乗に比例して増減し、また捕獲頭数も視程が制限される状態では追尾が困難となるので視程の良い程、捕獲効率も増すことが言える。

しかしながら本資料解析の限りでは、このような事象を数的に充分明らかにすることができなかった。

6) 捕 獲 率

捕獲率は鯨の発見段階から関連があるが、「いわしくじら」の捕獲頭数との関係値が高く示されていることは、前述した如く「いわしくじら」の発見頭数の69.27%が捕獲された事実を数的に著わし、視程との関係で

正の値を示しているのは、本次航海の全期間を通じて視程良好であったからであろう。

緯度との関係では高緯度との相関がみられるが、これは一般的に言って高緯度になる程鯨の体長組成が大きく、生産をあげるため極力捕獲したことを示すものであろう。

論 議

これまで主として相関関係について考察してきたが、次に Fig. 2 の周期分析の結果によって相関とは異った角度から考えてみたい。

発見頭数、捕獲頭数、捕獲率および其の日の正午における風速 (m/sec) のペリオドグラム⁴⁾を Fig 2 に示す。この図において縦軸は周期変動が期待される度合の自乗であり、横軸は日数で示した周期である。このペリオドグラムは、前述の相関行列の計算に用いたものをそのまま用いたが、水温、気温など周期性が極めて微量であったものは除外して示してある。

これによると前三者の周期はほぼ一致した傾向を示し、特に周期5日、12日及び15日において、風速とはほぼ逆位相を示すことが判った。このことは周期分析において充分明らかにできなかった点であるが、ここではその傾向を認めることができる。以下数字的ではなく傾向を述べる。以下数字的ではなく傾向を述べると、4, 5, 8, 11, 12, 16日の周期は、捕獲率と捕獲頭数との間に、風力と逆になる傾向を明らかに示している。このことは我々が漁場において風速が大きい場合、探鯨および追尾に大きな苦労をしたことを数的に示したものであると考える。

Table 2 に Fig. 2 に掲げたペリオドグラムの計算結果を掲げる。表の上部に2日~16日迄の周期とそれに対応する振巾の関数を示している。ペリオドグラムについては、次報の脚註に示してあるのでここでは省略するが、この表に掲げた数値は、 Sp の自乗で示している。これに続く2列は平均値とその標準偏差である。また末尾の1列の値は誤差5%を与える Sp^2 の値である。従って Table 2 において星印を付した値は95%の有意水準を超えるものと考えられる。

この表において鯨の発見及び捕獲頭数においては、何れも有意水準を下廻るがかなり高い値を示している。なお前述の振巾は、近似的に

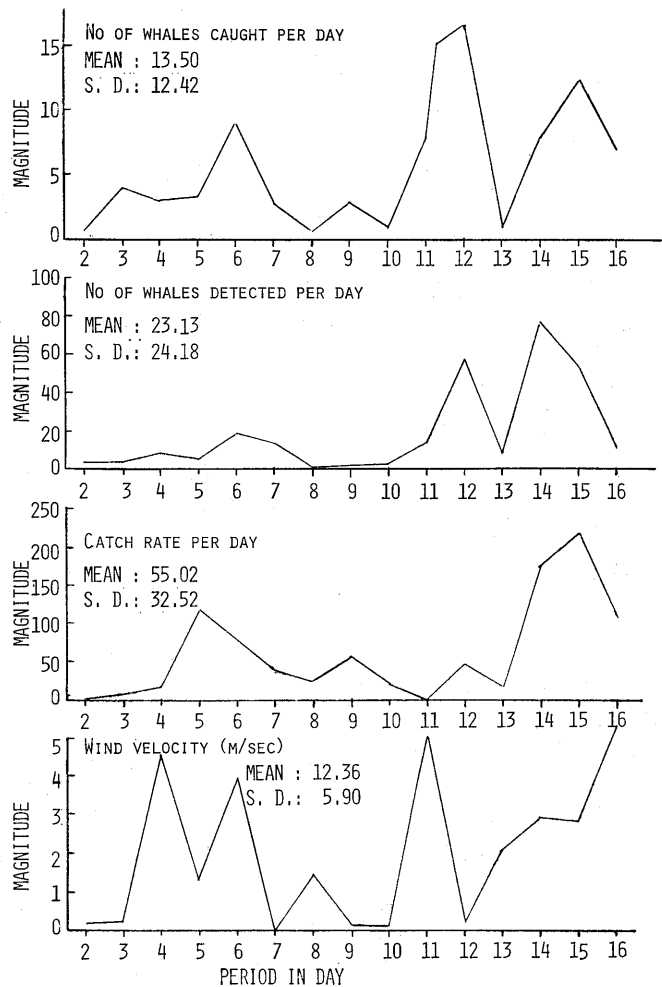


Fig. 2. Periodgrams of whaling conditions in North Pacific in summer 1974. Magnitude in ordinate is shown in terms of Sp^2 . Amplitude of fluctuation in time series data may possibly be considered to vary proportionately with Sp .

Sp と置換えられるから、上表の値の平方根に平均値を乗じたものが、期待値の近似値であると概念的に言えるかも知れない。

Table 2. periodgrams of whaling conditions

Period in day	Wind velocity	Visibility	Water temp	Whales found	Whales caught	Catch rate
2	0.191	0.444*	0.025	2,777	0.626	0.740
3	0.240	0.344	0.042	2,645	4,020	6.815
4	4.512*	0.336	0.003	7,939	2,962	15.641
5	1.334	0.380	0.008	4,940	3,376	117.828
6	3.954	0.164	0.046	18,418	8,970	76.436
7	0.033	0.028	0.072	13,371	2,650	37.464
8	1.453	0.008	0.000	1,039	0.591	25.351
9	0.189	0.011	0.154	0.884	2,940	56.192
10	0.128	0.182	0.250	2,669	0.896	20.077
11	5.024*	0.259	0.143	14,047	7,844	0.046
12	0.241	0.061	0.234	56,977	16,390	46.170
13	2.126	0.048	0.262	7,290	0.899	16.105
14	2.865	0.191	0.167	77,014*	8,417	177.774*
15	2.770	0.210	0.245	53,271	12,199	216.041*
16	5.285	0.230	0.165	10,703	6,845	107.029
Mean	12.36458	8.1667	16.0396	23,1250	13,5000	55.0177
S. D.	5.8987	1.8745	4.8710	24,1778	12,4164	32.5225
Sp ²	4.3493	0.4392	2.9658	73.0707	19.2708	132.2141

要 約

1974年度K社船団の北洋捕鯨操業日誌にもとづいて、漁場の諸条件と鯨の関係について解析を行った結果、現在まで捕鯨関係者の間で一般に言われていることを或程度数的に示すことができた。即ち主な点をあげると、

1. 1974年度における「まつこうじら」の分布は、例年よりやや南に偏していたためか、低緯度で多く捕獲された。
2. 「ながすくじら」はこれに反して高緯度が多かった。
3. 「いわしくじら」は、「にたりくじら」を混算したため明確にできなかったが、「ながすくじら」と同じ水域で発見されることが多かった。
4. 風力は発見頭数および捕獲頭数と逆の関係にあることが、或程度証明できた。
5. 本航海における捕獲頭数の周期は90%の精度で12日であった。

終りに臨み、貴重な資料を提供して頂いた株式会社極洋 捕鯨部長 青柳勲氏および極洋会各位に深謝する。

文 献

- 1) (株)極洋捕鯨部：漁撈日誌 (1974)
- 2) G. C. Anderson and R. E. Munson: Biological Oceanography of Northern North Pacific Ocean, 245~251 (1972)
- 3) N. A. Mackintosh: The Stock of Whales, (1965) (大村秀雄訳, 鯨の資源, (1967))
- 4) 草場郁郎：統計的方法演習(改訂版)日科技連 (1973)