

<展 望> 捕鯨のオペレーションズ・リサーチについて

吉 原 友 吉*

漁業の研究には漁場搜索、漁況と海況との関係、漁獲物の水揚げ及び処理などの問題で OR を用いる余地が多いが、今までのところ充分には利用されていない。イワシを夜間まき網で獲るときに沖合にいる魚群とそれを捜す船漁の遭遇する確率の計算〔1〕、被食魚が捕食魚に遭う確率の計算〔2〕、漁港計画に待合せ理論を応用した研究〔3, 4〕などが主なものであろう。本編では (1) 船上或いは飛行機上からの魚群の発見 (2) その結果を用いた魚群量の推定 (3) 天候、気象と漁場の形成並びに漁獲量との関係 (4) 鯨の捕獲頭数と天候、気象、海況との関係 (5) 母船上における鯨体処理の紙上実験について OR 的な取扱いを行った結果を述べる。

1. 飛行機或いは船上からの魚群の発見

「昭和17年1月セレベス島メナドを占領した日本軍は次の攻撃地ケンダリーへ向け出撃しようとしていた。私も母艦瑞穂に乗艦してメナド北方錨地にいたが陸軍の司令偵察機からの『十数隻の小型潜水艦がモルッカ海峡を北上中』との情報によって急に出撃を中止した。ところが先発した水雷戦隊の報告でその潜水艦はマッコウ鯨の群であったという笑えぬエピソードがある」〔5〕。これは鯨類研究所の西脇昌治博士の報文の一節である。飛行機より魚群を発見することは非常に有効な方法であるものの発見位置と魚種が正確に報告されることが大切である。戦後この様な事業も企てられたが成功しなかった。しかしマグロ業者、東北海区水産研究所(塩釜市)、各県水産試験場は協同して調査を行い発見した魚群の通報や、「魚探飛行成果図表」の配布を行い、また多数の写真を写したので、これらの資料は今後いろいろな目的に利用することができよう。

ソ連の Kooperatsiya 号は1957/8年にかけて世界一周を行った際、南水洋で105日間鯨の観測を行った。その際種類の確認ができ、船から2浬以内に見えた鯨の種類と頭数は第1表の如く、時には500頭以上の大群にも遭った〔6〕。

第1表 Kooperatsiya 号で見た鯨の数

	セミクジ ラ	シロナガ スクジラ	ナガスク ジラ	イワシク ジラ	ザトウク ジラ	マッコウ クジラ	計
全 期 間 (180日)	14	542	2,428	78	1,025	830	4,937
南 水 洋 (105日)	14	526	2,378	73	1,025	73	4,089

先年行われた NORPAC の海洋観測の際、船上よりの鯨の観察が行われた〔7〕。調査の対象は体長40呎以上の大型鯨で、種類の区別ができないときは単に大型鯨と記された。調査区域は印度洋(20° S, 以北, 20°—120° Eの間)と大西洋(50° S, と 60° Nの間)に分れ、1,000 浬

* 東京水産大学 昭和36年6月21日受理

当りの発見回数と頭数は第2表に示す如くであった(季節別等の詳細は略した)。

第2表 船上から観察した鯨の発見回数と頭数

		延航行裡数	発見回数	同 1000裡当り	発見頭数	同 1000裡当り
インド洋	アデン湾及びその近傍	66,100	34	0.51	76	1.15
	中央部	67,500	4	0.06	5	0.07
アフリカ・濠州間		89,700	26	0.29	86	0.96
南大西洋	中央部	38,400	23	0.60	71	0.21
	南阿, 南米間	42,600	24	0.56	73	1.71
北大西洋	中央部	39,800	17	0.43	80	0.05
	欧州, 北米間	375,200	76	0.20	298	0.79

2. 資源量の推定

以上は単に航行中の発見頭数の記録であるが、英国の Discovery 号の行った鯨の調査を用いて鯨の総数が求められている〔8〕。南氷洋の鯨の総数については Hjort が1930~31年度の捕獲頭数に基いてナガスクジラ約7万頭、シロナガスクジラ約23万頭と推定し、Ottestad は1933~39年に約30万頭のナガスクジラがいたと述べている。しかしその後シロナガスは減少して現在はナガスクジラの方が多くとれている。

視察区域を a 、南氷洋で鯨のいる全区域を A 、発見された鯨の数を N 、鯨の総数を P 、とすれば $P=NA/a$ で与えられる。この P を求めるに必要な数値は次のようにしてえられた〔8〕。

船から鯨の確認できる距離は状況により異なるが仮に5裡として計算した。従って両側で10裡である。参考のため我国の捕鯨母船上での視程の1例を調べたところ第3表に示す如く平均視程が8.55裡となったので発見可能距離5裡は大体妥当であろう。

第3表 捕鯨母船日新丸上での視程の分布(第12表より調製)

視程(裡)	1~5,	6~11,	11~15,	16~20,	21~25	計
回数	17	6	4	11	26	64

調査区域は北は南氷洋収斂線から南はバック・アイス・ライン(月毎の平均位置を用いた)までの間でここに大型ヒゲクジラの大部分がいる。

船から1裡以内で噴水したものは大部分発見できるから平均発見率を90%とする。一部の調査から398頭発見した中239頭は1裡以内であり、4~5裡で発見されたものは僅か3頭にすぎなかったため鯨が一様に分布しているとすれば5裡以内には $5 \times 239 / 0.9 = 1,328$ 頭いる。従って発見率は、 $398 / 1,328 = 0.30$ となるが他の条件を考慮に入れて27%として計算に用いた。

調査区域を一様に搜索したかどうかとも問題であるが、航跡から大体一様と見做した。〔8, p. 110 第1図〕

以上によって視程良好なときの航走距離を m とすると、観察区域は $a=10m$ 、発見頭数は、

100N/27, 従って $P=NA/a=100N/270a$ となる.

実測結果は第4表, 第1図に示す如くで, 夏(即ち2月前後)の最大資源量は約20万頭である. これに南氷洋以外にいる分1~2万頭を加えねばならない.

第4表 南氷洋鯨資源月別推定数〔8〕
1933~39年 Discovery II号の観察による

月	面積	航走距離	発見鯨数	推定資源量
9	4,562	1,680	27	24,200
10	4,562	2,130	62	47,100
11	5,284	5,220	219	82,300
12	6,139	5,110	263	91,400
1	8,154	8,640	505	129,000
2	8,993	7,090	704	194,600
3	9,202	6,960	492	177,500
4	8,108	3,150	112	118,300
5	7,103	810	56	137,400
6	5,749	620	25	105,800
7	5,080	230	1	7,800
8	5,074	1,220	6	10,100
		47,870		

面積は1,000平方海里単位

鯨の行動の特殊性, 調査区域外の棲息数の推定, などである.

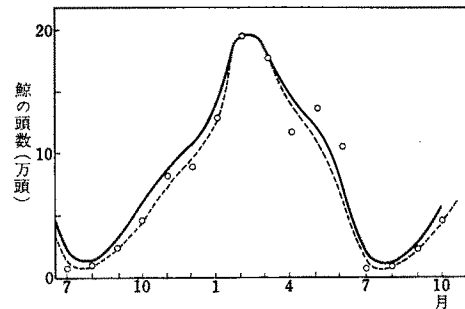
推定結果を整理表示すれば第5表がえられる.

第5表 1933~39年における南氷洋の鯨(シロナガス, ナガス, ザトウ)の平均値(単位万頭)

	推定値	最小値	最大値
南氷洋収斂線以北	1	0.5	2.0
収斂線とバック・アイスの間	19.5	13.0	29.0
バック・アイス以南	1.5	0.75	3.0
計	22.0	14.25	34.0

2月の南氷洋の広さは900万平方海里でここに19.5万頭いるのであるから46平方海里に1頭の割になる. 特に水温1°Cの線からバック・アイス・ラインまでの間の広さは243万平方海里でここに10.3万頭いるから, ここでは24平方海里に付1頭の割になる. 勿論実際の分布は餌の分布と関係がある. 各鯨の平均体重と頭数の割合は, シロナガス85吨, 15%, ナガス50吨, 75%, ザトウ27吨, 10%, であるから平均53吨になるが, 調査したのは大型鯨のみで実際は小型鯨も含まれるから, これの85%とみると平均体重が45吨になる. そして1平方海里に1/46頭いるから鯨肉として1平方海里1吨になる. もし水温1°Cからバック・アイスの線に限ると45/24即ちこの約2倍になる. これを1平方海里に換算すると夫々0.28g及び0.56gに等しい. これらの値は海洋における有機物質の生産或いは食物連鎖の問題と関連して大切である.

この方法を用いるときの誤差の原因となるものは, 視程の見積り, 監視人の注意力と個人差, 発見頭数の数え違い, 鯨の種類判別の過ち, 区域の推定誤差, 発見率の見積り,



第1図 南氷洋の鯨の推定頭数(点線は実測値, 太線は推定値)

3. 天候, 気象と漁場形成及び捕獲数との関係

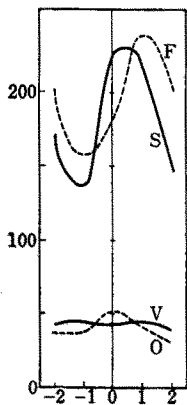
捕鯨の漁場形成や操業の難易は天象, 気象, 海象に支配される. この点について2, 3の報告を調べた結果を述べよう.

南氷洋では低気圧の来る前に鯨が群集し, その通過後は分散して回遊するといわれる. 我国の沿岸の定置網でとれるブリは低気圧の来る1.5~2.0日前と通過後2日目に好漁がある.

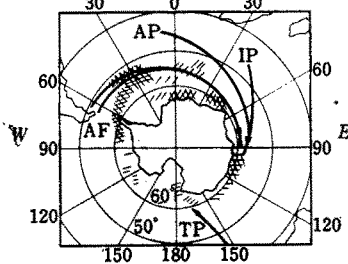
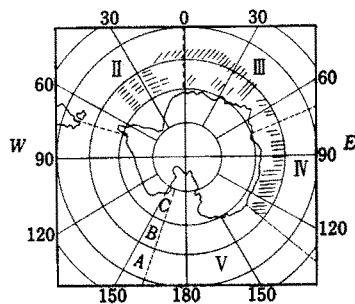
北洋の鯨漁場に来る低気圧にはシベリヤ大陸と日本近海に発生する2種があり, 低気圧が母船に最も近づいた日を0日とし, その前(-1, -2日)とその後(+1, +2日)の捕獲数を調べると, 気圧の接近する2日前と通過後1日目に好漁がある〔9〕.

捕獲数を F , 発見率を V , 集鯨量を S , 操業率を O とすると k を定数として $F=k \cdot V \cdot S \cdot O$ の関係が成立つと考えられるが, 操業率従って捕獲数は波浪 (W) に逆比例するとみられるので, $F=k'VS/W$ (k' は定数) とおくとこれから集鯨量 S は $S=FW/k'V$ で求められる. このグラフを集鯨曲線と名付けると (第2図) 低気圧の通過前後の鯨の集散の状況と通過後の捕鯨に対する

条件の好転の事情がわかる.



第2図 集鯨曲線
 $F=k'VS/W$ のグラフ
F: 捕獲数
V: 発見率
S: 集鯨量
O: 操業率



第3図
(上) 斜線部分は鯨の捕獲のあった区域
(下) 南氷洋の沖アミと低気圧の関係
(矢印は1月の低気圧の進路, 斜線は沖アミの分布を示す)

南氷洋の捕鯨でも低気圧が影響をもっている. 即ち低気圧により, 強い湧昇流の生ずる区域と, その囲りの沈降流ができる区域がある. 南極前線の低気圧は東半球では $0^{\circ} \sim 70^{\circ} E$ の間に多く, 南極大陸の海岸線では第3図に示す如く $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ 及び $140^{\circ} \sim 170^{\circ} E$ の間に多い, 低気圧が永く滞留する区域 (その中心は $35^{\circ} E$, $95^{\circ} E$, $175^{\circ} W$) にはヒゲ鯨が多く集まり湧昇流によって集まったクリル (沖アミ *Euphausia superba*) を大量に食べる〔10〕, しかし湧昇流は不規則にできるので沖アミも不規則に集まる〔11〕.

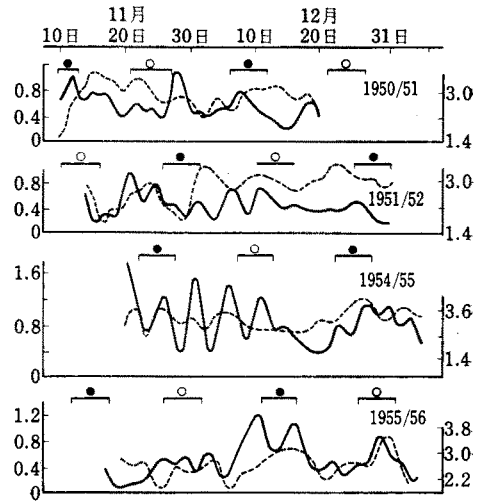
南氷洋のマッコウ鯨の出現と月齢

との関係を調べるため先づ気象状況を5段階に分ける. 即ち, 捕鯨装置を100, 75, 50, 25, 0, %利用できる状況を4, 3, 2, 1, 0で表わすと捕獲数と気象状況との間には第4図に示す関係がえられる. 次にマッコウの捕獲数と月の盈虧との関係を調べた所余り深い関係は見られない, しかし30又は40頭以上とれる場合はマッコウが密集していることを示すので第6表によると新

月及び満月にはマッコウの群形成が行われるものと考えられる[12].

第6表 マッコウの大量捕獲と月令との関係
1船団1日当り捕獲数30以上(左)40以上(右)の場合

	新 月	満ちて行 くとき	満 月	欠けて行 くとき			
捕 獲 数	844	682	560	278	685	379	386
全捕獲数に 対する%	37.0	29.9	26.2	13.0	40.7	22.5	24.0
船団操業日 数	18	13	13	5	17	8	11
全体に対す る%	6.3	4.6	3.8	1.5	7.5	3.5	4.3
1日当り延 稼働船数	228	169	137	49	172	84	121
全体に対す る%	9.6	7.1	5.3	1.9	9.3	4.5	5.9



第4図 捕鯨船1隻当りマッコウの捕獲数と気象条件の関係、左目盛及び実線は捕獲数、右目盛及び破線は気象条件、●は新月「○」は満月を示す。

4. 捕獲数をきめる要因

我国では現在近海で小型鯨が2,000頭ほど捕獲される外に南氷洋と北洋及び小笠原近海で母船式捕鯨が行われている。母船には1~2万屯の船を用いキャッチャーの捕獲した鯨は母船上で解剖して皮、肉、骨、油など殆んど余す所なく利用される。操業上のいろいろな制限や禁制が国際捕鯨条約で規定されているが、南氷洋ではヒゲ鯨はシロナガス鯨に換算して約1.5万頭まで捕獲が許されている(最近はこの制限を止めて自主規制になった)のでこの範囲内で各国の船団は早く多数の鯨を捕獲せねばならない。このためには優秀なキャッチャーにより捕獲能率を高めると共に限られた場所、設備、時間で鯨体を完全に処理する必要がある。特に我国では鯨肉を食用とする

第7表 南氷洋でとれる鯨の種類その他

鯨の名称	種 類	採油量 順 位	捕獲頭数 (概 数)	換算基準 B.W.U*
シロナガス Blue whale	ヒゲクジラ	1	3,000	1
ナ ガ ス Fin "	"	2	20,000	2
ザ ト ウ Humpback "	"	3	1,500	2.5
イ ワ シ Sei "	"	4	500	6
マッコウ Sperm "	齒 鯨	—	5,000	—

(*) Blue whale unit 捕獲頭数をこの基準でシロナガスに換算する

るので、冷凍船が随行するがその経費が高むのでむやみに増せない。南氷洋でとれる鯨の種類などは第7表に示す如くである。捕獲された鯨は順次母船上に引上げられ次々に処理されるが、それには1頭につきおよそ30

分を要する。これに対し鯨は平均して1時間に1頭の割合で捕獲されている。従って鯨さえ順調にとれるならば更に能率を上げることが出来る筈である。一方キャッチャーは一部が曳鯨船に用いられるためその運用法にも問題がある。

生物学的乃至化学的に鯨を研究した例は非常に多く、我国でも鯨類研究所その他で盛んに研究

されている。ところが操業に関しては各会社では詳しい調査を行っているようであるが発表されたものは少ない。漁場の選定条件としては、(1)餌の状態 (2)水の状態 (3)鯨の密度 (4)鯨の移動速度 (5)水温、水色 (6)気象 (7)鯨種と生産量、などが挙げられている。

しかしキャッチャーがいくら能率をあげても、母船での処理がこれに伴はないと、未処理のまま長時間放置されることになる。漁場での水温は0°Cに近いが、厚い脂肪層で覆われた鯨の体内では急速に自己消化が進んで、肉質はどんどん悪化するから、法規上からも捕獲後33時以上経過したものは利用できない事に定められている。

斯くて捕鯨業では鯨群の捜索、キャッチャーの配置、運用、鯨体の処理などにOR的に解決できそうな問題が多いが、この方面の研究は余り見当たらない。本項では水産庁の監督官が作成し鯨類研究所で保管している「南氷洋産鯨類生物台帳」〔13〕を用いて (1)捕獲と天候、気象、海況との関係 (2)捕獲と処理との関係、などについて2, 3の簡単な試算を行った結果を述べる。

先ず上記の「台帳」から次の17項目を1頭毎にカードに写して個票を作った。

- | | | |
|----------|-------------|-----------------|
| 1. 種類 | 8. 捕獲時間 | 14. 捕獲間隔 |
| 2. 性別 | 9. 捕獲位置 | 15. 捕獲キャッチャー別 |
| 3. 体長 | 10. 処理順位 | |
| 4. 胎児の性別 | 11. 処理月日 | 16. 処理間隔 |
| 5. 胎児の体長 | 12. 処理時間 | 17. 捕獲より処理までの時間 |
| 6. 捕獲順位 | 13. キャッチャー名 | |
| 7. 捕獲月日 | | |

台帳には各船団の記録が含まれているが本報では次の2回分について(年末のマッコウ鯨を除き)年初のヒゲ鯨の分のみ用いた。

日新丸(太洋漁業KK)第6次 1952. 1.2—3.6

キャッチャー11隻 捕獲頭数 1,554頭

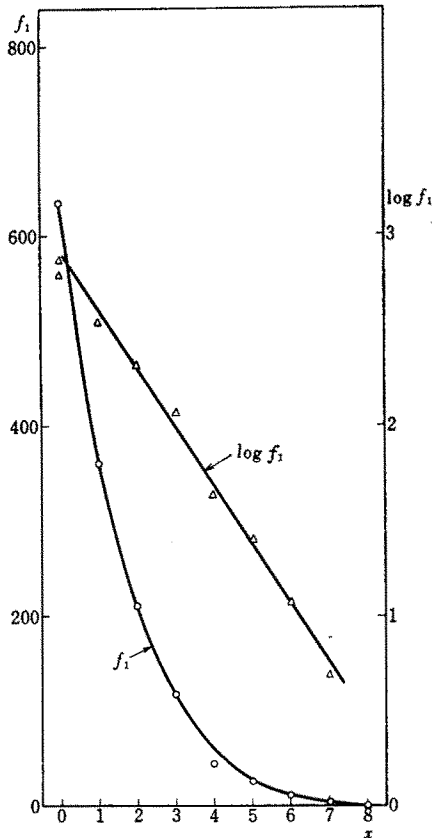
日新丸(太洋漁業KK)第8次 1954. 1.2—3.19

キャッチャー9隻 捕獲頭数 2,015頭

以下の数値で()内に記したのは第8次の分を示し、表と図で f_1 と f_2 は夫々第6次と第8次を示す。

(i) 日別捕獲数

船団の捕獲数は第8表、第9図に示す様に第6次にては最低3頭から最大60頭までとれている。し

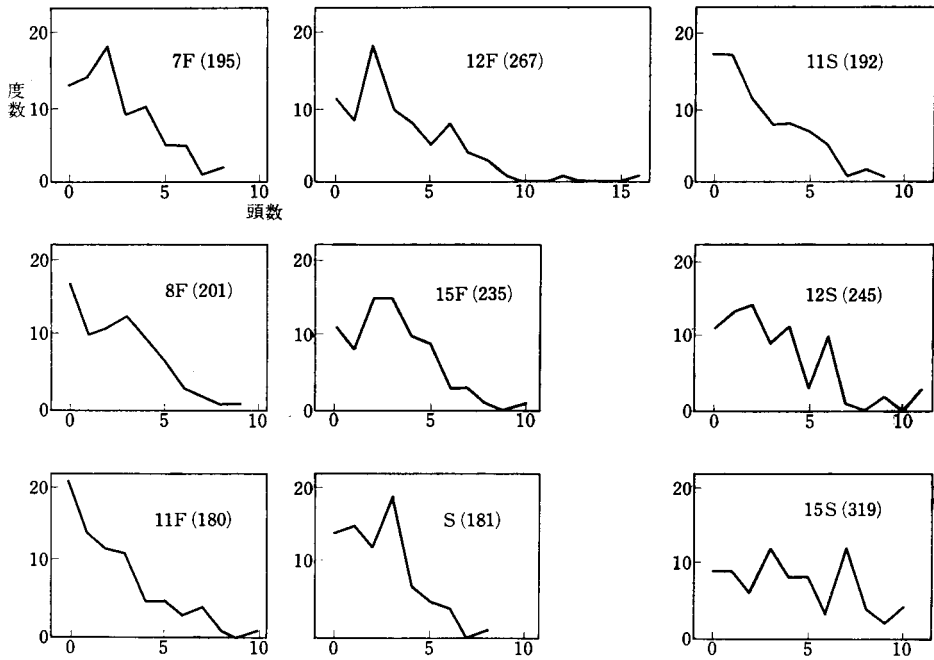


第5図 母船の1時間当り捕獲頭数(x)の分布(日新丸第6次)

しかし3月に近づくと第9表に示すように夜間が長くなってその間とはとれない。

(ii) 単位時間当り捕獲数

夜間操業できない部分を除くと第10表、第5図に示すように、船団の1時間当り捕獲数は近



第6図 キャッチャー別の日別捕獲頭数(第8次)の分布

第8表 母船の日別捕獲頭数と処理頭数

(日新丸第6次, ナガスと白ナガスの合計, ()は白ナガスの頭数を示す)

月日	捕獲頭数	処理頭数	月日	捕獲頭数	処理頭数	月日	捕獲頭数	処理頭数
1月2日	40(5)	34(4)	2月1日	37	29	3月1日	9	18(1)
3	18	18(1)	2	60	40	2	35	27
4	5	8	3	15	41	3	11	19
5	13(1)	5	4	9(6)	13(3)	4	10(10)	10(10)
6	18	26(1)	5	4(3)	6(5)	5	5(3)	2
7	10(8)	13(8)	6	23(1)	13(2)	6		3(3)
8	18	12	7	26	28	(65日の)計 1,554(116) 1,554(116)		
9	22	22	8	6	14			
10	19(1)	15	9	36	29			
11	8(4)	13(7)	10	16	20			
12	22(4)	22(7)	11	38(1)	22(1)			
13	35(3)	23(3)	12	43(14)	42(6)			
14	42	43	13	40(8)	40(12)			
15	50(1)	36(1)	14	3(1)	23(4)			
16	3	22	15	38(1)	18(1)			
17	14	19	16	56(1)	43(2)			
18	39	23	17	55	55			
19	11	28	18	37	47			
20	20	19	19	15(1)	32			
21	43	27	20	15	22(1)			
22	54	44	21	29(1)	20			
23	11	43	22	23(2)	20(2)			
24	4(1)	2(1)	23	9	21(1)			
25	12(3)	4(2)	24	12(1)	2(1)			
26	13(1)	17(1)	25	19	31			
27	47(11)	30(10)	26	16	8			
28	25(1)	38(3)	27	58	39			
29	28(9)	28(2)	28	30	49			
30	24(8)	27(13)	29	35(1)	32			
31	13	14(2)						

第9表 時刻別捕獲頭数 (日新丸第6次)

時刻	0-1-	1-2-	2-3-	3-4-	4-5-	5-6-	6-7-	7-8-	8-9-	9-10-	10-11-	11-12-	12-13-	13-14-	14-15-	15-16-	16-17-	17-18-	18-19-	19-20-	20-21-	21-22-	22-23-	計	
1 月上旬	3	2	4	7	5	9	9	7	1	9	3	8	5	7	8	14	8	7	4	7	10	9	9	8	163
中旬	6	6	8	7	4	6	7	10	10	8	9	8	13	16	11	13	11	11	3	15	14	17	14	17	244
下旬	4	7	6	8	9	11	18	14	8	11	14	11	10	17	16	10	9	14	14	11	11	11	17	13	274
2 月上旬	0	2	6	6	8	15	17	13	13	8	13	12	15	11	8	10	9	13	8	8	9	10	9	8	232
中旬	0	0	0	6	14	17	22	27	25	23	18	18	14	19	22	18	15	15	16	13	11	12	12	3	340
下旬	0	0	0	0	6	8	16	14	18	21	15	12	7	18	14	9	12	9	14	10	14	10	4	0	231
3 月上旬	0	0	0	0	0	1	3	4	5	8	4	7	8	2	2	11	2	4	4	0	4	1	0	0	70
合計	13	17	24	34	46	67	92	89	80	88	76	76	72	90	81	85	66	73	63	64	73	70	65	49	1,554

第10表 1時間当り捕獲頭数の分布

x	f_1 (第6次)	f_2 (第8次)
0	760*	952*
1	359	366
2	211	231
3	117	141
4	44	78
5	26	46
6	12	22
7	5	8
8	1	3
9	0	0
10	0	1

(*) 夜間のため操業しない時間を除くと夫々 $760-125=635$, $925-300=652$ となる

似的に指数分布をしている。キャッチャー別の1日の捕獲頭数も第6図に示すように同様の分布をしている。

(iii) 捕獲の時間間隔

1頭毎の捕獲時刻の記録からこれを求めると、船団全体としては第11表、第7図がえられ近似的に指数分布をなすと見做せる。全捕獲数1,554(2,015)頭の77(83)%に当る1,214(1,682)頭は1時間以内の間隔で捕えられている。

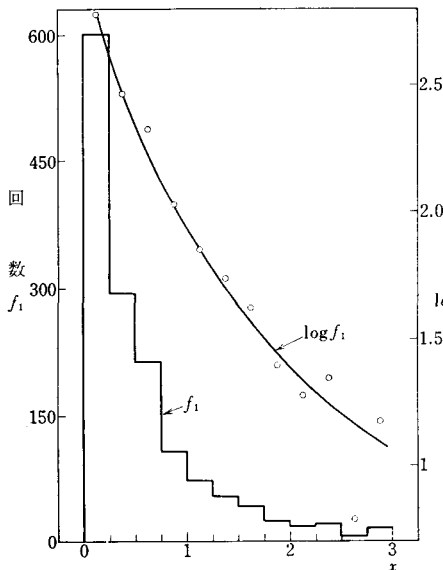
このように捕獲状況を調べてみると第9図に示したように毎日の捕獲数が波状的に変化していることがわかる。その原因としては、例えばある漁場での鯨を獲り尽すということも考えられるが船団の毎日の位置を記入した第8図によるとその移動は $65^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{S}$ の間で主に東西に行われ漁

場位置と捕獲数との間にははっきりした関係は認められない。この外の要因としては天候気象などがある。第12表には9項目についての観測値を示してある。各項目と捕獲数の関係を見るため第9図を画いた。

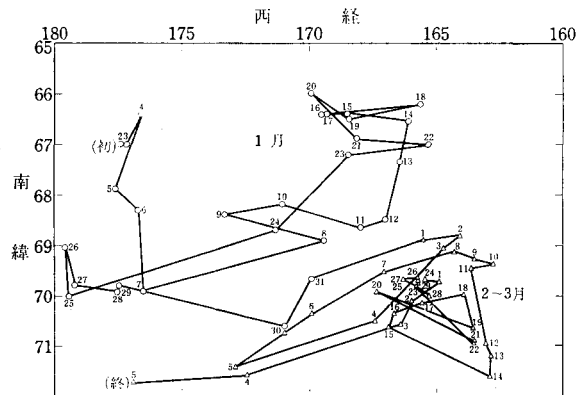
この関係をはっきりさせるため観測値毎に捕獲数との相関図(略す)を画き、更に観測値を第13表により数量化し捕獲数と点数の合計との相関図を画くと第10図に示す如く1月中は両者の関聯は深いが2月は乱れる。第9図に毎日の点数の変化も記入してあるが捕獲数の変化

第11表 捕獲時間間隔の分布

時間間隔	f_1	f_2
$0-\frac{1}{4}$	602	937
$\frac{1}{4}-\frac{1}{2}$	293	397
$\frac{1}{2}-\frac{3}{4}$	212	217
$\frac{3}{4}-1$	107	131
$1-1\frac{1}{4}$	71	85
$1\frac{1}{4}-1\frac{1}{2}$	55	41
$1\frac{1}{2}-1\frac{3}{4}$	42	27
$1\frac{3}{4}-2$	25	27
$2-2\frac{1}{4}$	19	11
$2\frac{1}{4}-2\frac{1}{2}$	22	14
$2\frac{1}{2}-2\frac{3}{4}$	6	14
$2\frac{3}{4}-3$	15	8
$3-$	84	106



第7図 捕獲時間間隔(x)の分布(第6次)

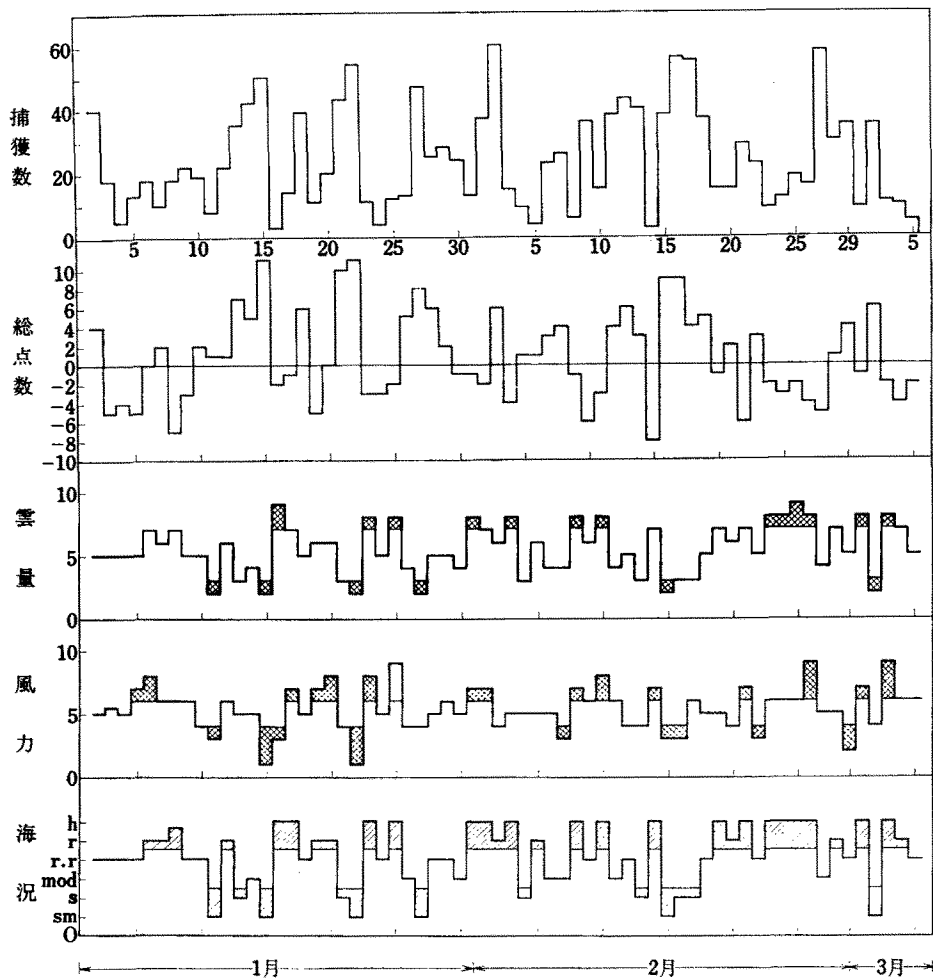


第8図 母船の毎日の正午位置(第6次)

第12表 漁期間の天候, 気象, 海況 (* 印の水産庁資料を除き他は鯨類研究所資料)

月日	地点*		天候	風向*	風力	気圧 mb	視程 哩	* 雲量	気温* °C	水温* °C	海況*	捕獲数	点数	
	S	W											3項目の計	総計
1. 2	67°00'	177°21'	△	ENE	5	990	25	5	-0.5	1.0	r.r.	40	0	+4
3	66 59	177 10	△	E/N	6	985	4	5	-1.0	1.2	r.r.	18	-2	-5
4	67 25	176 35	≡	ENE	5	980	1	5	1.0	2.0	r.r.	5	0	-4
5	67 52	177 37	≡	ENE	7	990	1	5	1.0	0.8	r.r.	13	-2	-5
6	68 22	172 42	≡	ESE	8	985	8	7	0.0	1.0	r.	18	-5	0
7	69 56	171 30	◎	ESE	6	990	18	6	0.0	0.5	r.	10	-3	+2
8	68 52	169 24	◎	E/S	6	990	1	7	-1.0	0.5	h.	18	-5	-7
9	68 26	173 19	◎	SE/E	6	985	3	5	1.0	0.5	r.r.	22	-2	-3
10	68 12	171 03	◎	NE/E	4	980	3	5	0.2	0.5	r.r.	19	+2	+2
11	68 40	167 59	≡	N/E	3	985	1	2	0.5	2.7	sm.	8	+5	+1
12	68 29	167 00	◎	ENE	6	985	25	6	1.0	1.0	r.	22	-2	+1
13	67 21	166 27	◎	SE	5	975	8	3	0.3	1.5	s.	35	+3	+7
14	66 35	166 06	◎	S	5	990	25	4	0.5	1.5	mod.	42	0	+5
15	66 25	163 31	◎	SW	1	1,000	25	2	0.5	1.0	sm.	50	+5	+11
16	66 25	164 30	◎	E/N	3	965	1	9	0.2	1.0	h.	3	-1	-2
17	66 25	164 21	◎	S/E	7	985	23	7	-0.8	1.2	h.	14	-5	-1
18	66 13	165 40	◎	SW/W	5	1,005	25	5	0.5	1.3	r.r.	39	0	+6
19	66 30	168 28	◎	NW	7	1,000	1	6	1.8	1.0	r.	11	-3	-5
20	66 01	169 56	⊗	WNW	8	995	15	6	2.5	1.5	r.	20	-3	0
21	66 56	168 08	⊗	W	4	1,000	25	3	0.0	1.8	s.	43	+5	+10
22	67 01	165 27	⊗	SW/W	1	1,000	25	2	0.0	1.2	sm.	54	+5	+11
23	67 14	168 26	*	NE/E	8	985	8	8	0.0	1.0	h.	11	-5	-3
24	68 44	171 18	*	ENE	5	965	5	5	0.5	1.2	r.r.	4	0	-3
25	70 00	179 26	◎	SW/S	9	980	18	8	-1.5	0.0	h.	12	-5	-2
26	69 02	174 37	◎	NW	4	985	25	4	-0.5	0.4	mod.	13	+2	+5
27	69 47	179 13	◎	E/N	4	990	25	2	-0.7	0.5	sm.	47	+5	+8
28	69 53	177 31	◎	ESE	5	995	25	5	-0.2	0.5	r.r.	25	0	+6
29	69 44	173 29	◎	E	6	990	25	5	-2.0	0.5	r.r.	28	-2	+2
30	70 38	170 58	◎	E/S	5	990	5	4	-0.8	0.4	mod.	24	0	-1
31	69 40	169 56	◎	SE/E	7	985	25	8	-1.5	0.5	h.	13	-5	-1
2. 1	68 56	165 31	*	SE/E	7	980	7	7	-0.5	1.0	h.	37	-5	-2
2	68 48	164 02	◎	S/E	4	1,000	25	6	-1.0	1.0	r.	60	+1	+6
3	69 03	164 44	◎	NE/E	5	985	3	8	0.0	0.8	h.	15	-3	-4
4	70 29	167 23	*	SSE	5	970	5	3	0.0	1.0	s.	9	+3	+1
5	71 23	172 53	◎	WSW	5	990	25	6	-4.0	-0.5	r.	4	-1	+1
6	70 21	169 55	◎	W	5	1,000	8	4	-2.0	0.5	mod.	23	0	+3
7	69 32	167 02	⊗	NNW	3	965	16	4	1.0	0.9	mod.	26	+2	+4
8	69 08	164 16	◎	WSW	7	985	25	8	-0.8	0.9	h.	6	-5	-1
9	69 15	163 29	*	E/N	6	975	2	6	-1.5	0.8	r.r.	36	-2	-6
10	69 21	162 45	*	S/W	8	980	19	8	-1.2	1.0	h.	16	-5	-3
11	69 27	163 39	⊗	WSW	6	995	25	4	-0.1	1.5	mod.	38	-2	+4
12	70 57	163 01	◎	WSW	4	990	16	5	-1.0	0.5	r.r.	43	+2	+6
13	71 12	162 52	≡	N/E	4	980	2	3	-0.5	1.0	s.	40	+5	+3
14	71 36	162 54	◎	ENE	7	960	5	7	0.5	0.8	h.	3	-5	-8
15	70 36	166 56	◎	SE/S	3	965	15	2	-0.4	0.6	sm.	38	+5	+9
16	70 22	166 40	◎	SE	3	970	18	3	0.0	0.5	s.	56	+5	+9
17	70 10	165 33	◎	S/E	6	975	21	3	-0.1	1.7	s.	55	+1	+4
18	69 56	163 54	◎	WSW	5	995	25	5	-1.5	0.7	r.r.	37	0	+5
19	70 39	163 32	◎	NE/N	5	975	25	7	-0.7	0.7	h.	15	-3	-1
20	69 54	167 20	*	WNW	4	980	16	6	-1.0	0.7	r.	15	+1	+2
21	70 56	163 30	*	SSW	7	975	18	7	-3.8	0.0	h.	29	-5	-6
22	70 58	163 30	○	SSW	3	985	25	5	-3.2	-1.0	r.r.	23	+2	+3
23	69 44	165 43	◎	NW	6	955	11	8	-0.2	0.9	h.	9	-5	-2
24	69 42	165 42	◎	SW/S	6	995	25	8	-2.7	-0.7	h.	12	-5	-3
25	69 47	165 48	◎	NNE	6	965	22	9	-0.1	0.9	h.	19	-5	-2
26	69 38	165 45	◎	SW	9	975	13	8	-3.5	-0.2	h.	16	-5	-4
27	69 38	166 19	△	NE/E	5	985	5	4	-2.5	-0.2	mod.	58	0	-5
28	70 00	165 19	◎	W/N	5	980	18	7	-0.5	0.5	r.	30	-3	+1
29	69 40	165 31	*	NW	2	980	18	5	0.5	1.0	r.r.	35	+2	+4
3. 1	69 40	164 56	◎	S/W	7	985	25	8	-2.0	0.5	h.	9	-5	-1
2	70 04	165 59	△	NW	4	995	9	2	-2.0	0.3	sm.	35	+5	+6
3	70 33	166 23	◎	NW	9	980	16	8	0.4	-0.2	h.	11	-5	-2
4	71 33	172 27	◎	S/W	6	985	25	7	-10.0	-2.0	r.	10	-5	-4
5	71 42	176 54	◎	E/N	6	980	25	5	-6.5	-2.8	r.r.	5	-2	-2

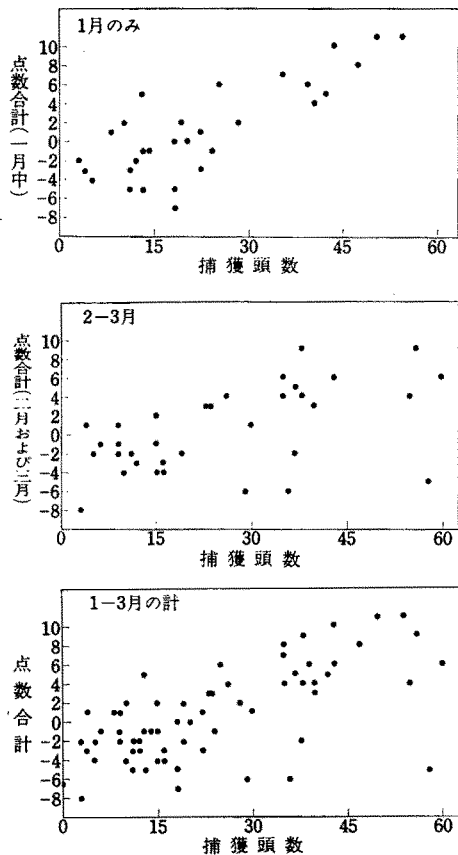
快晴(○), 晴(⊙), 薄曇(⊖), 高曇(⊗), 本曇(◎), 雪(*), 霧(≡), 水あられ(△).



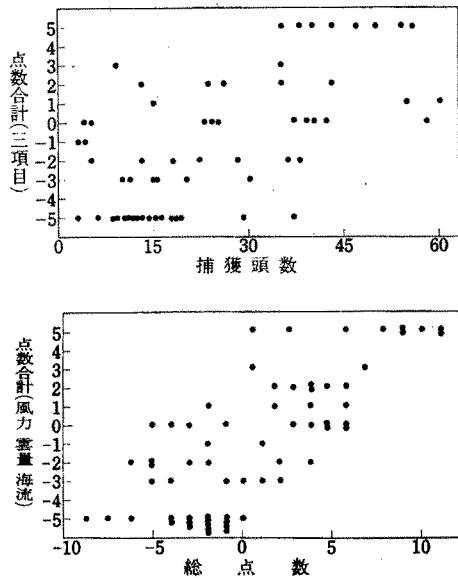
第9図 毎日の捕獲数(第1段)と気象条件などから算出した指数(点数で示す, 第2段)捕獲数の変化に深い関係があると考えられる雲量, 風力, 海況の変化(下3段). 斜線部分については第13表参照.

第13表 天候, 気象, 海況の採点表

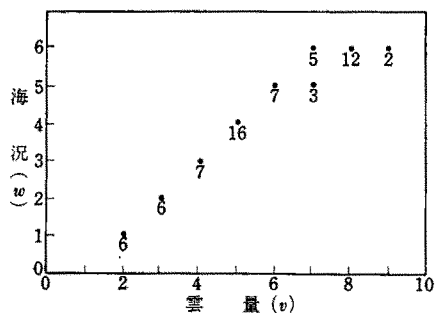
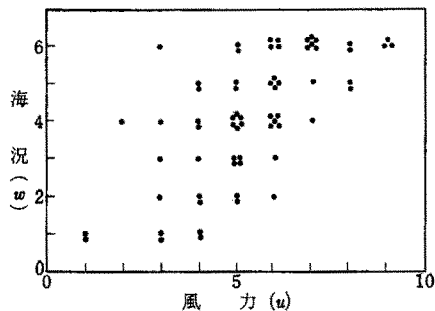
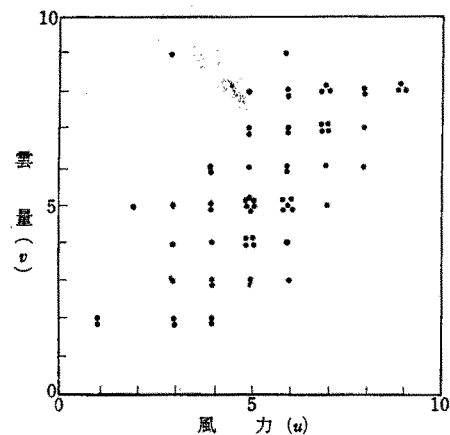
点 数	-2	-1	0	1	2
天 候	—	雨	—	晴 と 曇	—
風 向	—	E~N~W	E~S~W	—	—
風 力	6 以上	—	5	—	4 以下
気 圧	—	979mb以下	980—990mb	991mb以上	—
視 程	5 哩以下	—	—	—	6 哩以上
雲 量	7 以上	—	4 ~ 6	—	3 以下
気 温	—	{ -2°C 以下 2°C 以上	{ -2~-0.5°C 0.5~2°C	-0.5~0.5°C	—
水 温	—	{ -0.5°C 以下 2.5°C 以上	{ -0.5~0.5°C 1.5~2.5°C	0.5~1.5C	—
海 況	—	r, h	mod., r.r.	sm. s.	—



第10図 気象条件などの総点数と捕獲数の関係



第11図-1 捕獲頭数と主要三項目の点数の計の関係
2 総点数と三項目の計との関係



第12図 主要なる三項目(雲量, 風力, 海況)の相関図

とよく対応している。

9項目中特に関係の深い3項目(雲量, 風力, 海況)を選びその点数と総点数の関係を求めると第11図がえられる。これによると9項目全部を用いなくてもその中3項目だけで捕獲数と深い関係がある。

またこの3項目相互の関聯の程度は第12図に示す如くで特に海況 (Sea condition) と雲量の間には完全正相関に近い関係が見られる (この相関は余り高いので目下他の例について検討中である)。捕獲数を x , 総点数を y , 風力を u , 雲量を v , 海況を w とすると, これらの間に

$$y = 0.16x - 3.04, \quad r_{xy} = 0.64, \quad r_{uv} = 0.61, \quad r_{vw} = 0.98, \quad r_{wu} = 0.67$$

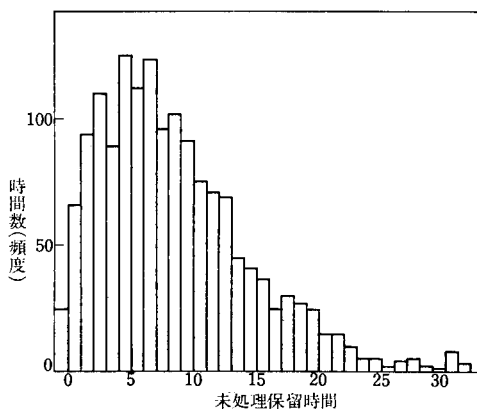
の関係がある。第12図の図中の数字は重なりを示す。

(iv) 未処理保留時間

捕獲されてから処理されるまでの時間の分布は第14表, 第13図に示す如くである。肉の冷凍油の採取などのためには, できるだけ新しい材料を用いる必要があるが, 一時的に多数獲れることがあるので上表に示すように捕獲してから20時間以上放置されるものが, 6.2 (7.9) %もある。33時間以上経過したものは処理できないが, これは母船とキャッチャーの間の防舷材としたような例外的な小数の場合だけ起る。

第14表 未処理保留時間の分布

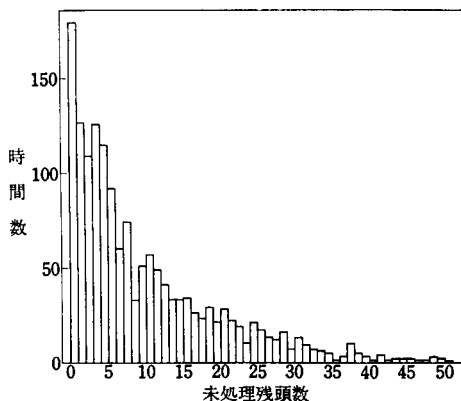
時間	f_1	f_2	時間	f_1	f_2
0	25	17	17	25	61
1	66	56	18	30	46
2	94	88	19	27	39
3	110	97	20	25	22
4	89	128	21	15	20
5	125	155	22	15	20
6	113	138	23	10	15
7	123	152	24	5	18
8	96	130	25	5	10
9	102	143	26	2	13
10	91	118	27	4	13
11	75	113	28	5	8
12	71	117	29	2	13
13	69	78	30	1	7
14	45	68	31	8	1
15	41	60	32	3	3
16	37	48			



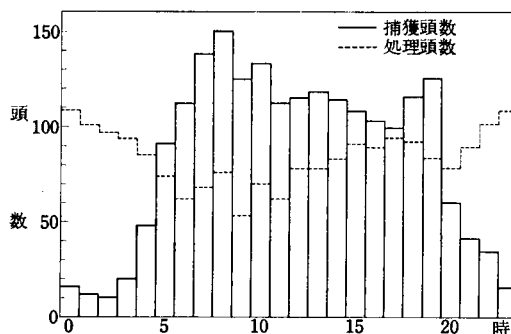
第13図 未処理保留時間の分布図(第6次) (第8次も同様)

(v) 未処理残数

時間別に調べると処理されず残されている鯨の数は第15表, 第14図に示す様に50頭を超す



第14図 処理残数の分布



第15図 母船における1日中の捕獲頭数(実線)と処理頭数(点線)の変化(第8次)

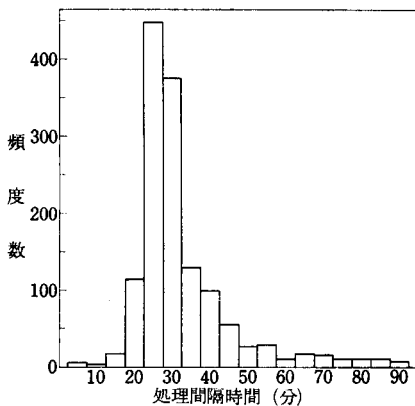
ことがある。しかしこれらが全て母船に集められているわけではなく、ある場合にはキャッチャーが獲った鯨を母船から離れた場所に集めておいて、後刻母船がそこに移動して処理することもある。また全期間を通じてみると第15図に示すように捕獲は午後に、処理は夜間に多い。

第15表 未処理残頭数

頭数	f_1	f_2	頭数	f_1	f_2	頭数	f_1	f_2
0	180	235	17	23	36	34	5	11
1	127	110	18	29	31	35	1	13
2	109	101	19	21	40	36	3	8
3	126	124	20	28	28	37	10	10
4	115	74	21	22	32	38	5	13
5	92	81	22	19	31	39	3	13
6	60	74	23	10	21	40	1	16
7	74	75	24	21	23	41	4	5
8	33	66	25	17	29	42	1	4
9	51	72	26	13	14	43	2	2
10	57	60	27	12	21	44	2	2
11	49	69	28	16	21	45	2	1
12	41	37	29	7	21	46	1	2
13	33	42	30	13	17	47	1	
14	33	56	31	9	11	48	3	
15	34	49	32	7	14	49	2	
16	26	31	33	6	10	50	1	

(vi) 処理時間間隔

処理に着手する時間の間隔は第16表、第16図に示す如くで、25～、30～(20～、25～)分の場合が全体の53(51)%を占めている。捕獲されたものの大部分がナガス鯨であるからこの時間間隔のモードはナガス鯨の場合に当る。シロナガス鯨は小数きりとれず、その処理には1頭につき約1時間を要するから第16図で1時間前後の部分はこれに当る。更に長い場合と20分以下の場合は別の原因によるものである。



第16図 処理時間間隔時間(分)(第6次)

第16表 処理時間間隔

時間(分)	f_1	時間(分)	f_2
0	2	50	36
5	16	55	30
10	35	60	14
15	93	65	20
20	500	70	21
25	529	75	15
30	243	80	10
35	109	85	10
40	69	90	9
45	44	—	以下略

(iv) 鯨体処理の紙上実験

処理を完全にするのは設備を増強するのも一つの方法であるが、母船の大きさが限られているので、陸上の工場の様に拡張、増設は簡単にできない。鯨は解剖されると(i)皮からはハートマ

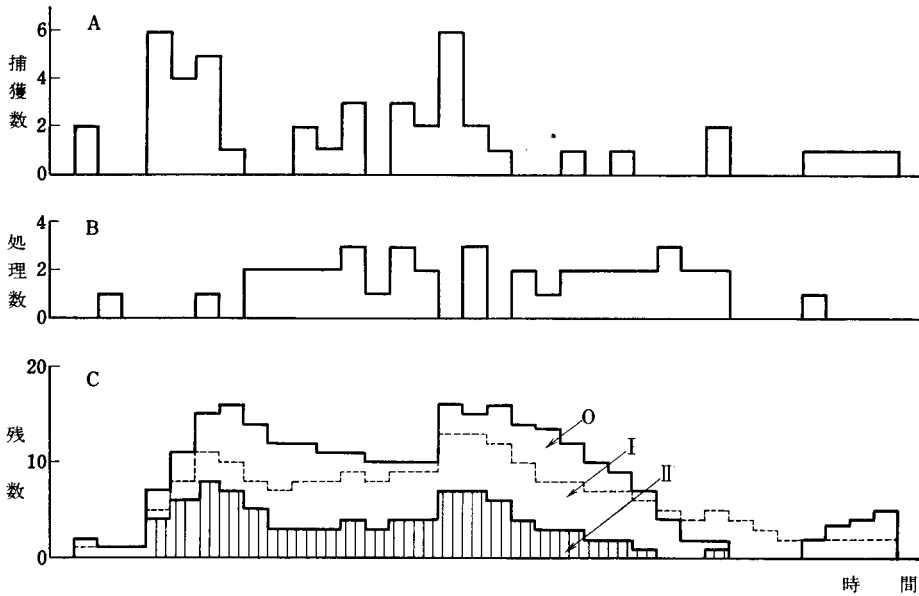
ンボイラーで油を (ii) 肉は母船の近くにいる冷凍船に (iii) 骨は細分してクワナ・ボイラーで油を採る。従って処理能力を高めることは、この3点を改めることであるが、特に(ii)及び(iii)の場合が問題になる。しかし今はその具体的な点には触れず、ナガス鯨の処理のみを考えて第17

第17表 各種処理方式

	未処理残頭数	処理頭数 (1時間当り)
現行	何頭でも	約2頭
第1法	1-9	1頭
	10-	2頭
第2法	1-5	1頭
	6-9	2頭
	10-	3頭
第3法	1-9	1頭
	10-10	2頭
	20-	3頭

表の如き各種の方法で処理能力を増した(仮想的な)場合を現行の方法と比較検討してみた。

1月の捕獲の実数を第1法及び第2法で処理した結果は第18表、第17図に示すように処理残数が相当に減少した。現行の方法では1月中に残数が30頭を越す場合が19回あったのが、第1法を用いた結果全て30頭以下になり、残数の平均は55.8%に減少した。現行の方法では1月中の1日の最大処理頭数は1月22日の44頭であったが第1法を用いた場合の同日の処理頭数は48頭に増しただけで全体としては上述の如く著しく残数が減じて処理が改善された。



第17図 各種方法による処理状況 A, B, C は、第18表に示した捕獲数、処理数、残数。最下段の O, I, II は現行法、第1法、第2法を用いた場合の残数の減少状況

第18表 1月初めに捕獲された鯨に各種処理方式を行った結果の一例

A: 捕獲数 B: 処理数 C: 残数

I 現行法 (1月2日 第6次)

時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	2	0	0	6	4	5	1	0	0	2	1	3	0	3	2	6	2	1	0
B	0	1	0	0	0	1	0	2	2	2	2	3	1	3	2	0	3	0	2
C	2	1	1	7	11	15	16	14	12	12	11	11	10	10	10	16	15	16	14

II 第1法 (Aは上に同じ)

B	1	1	0	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	
C	1	0	0	5	8	11	10	8	7	8	8	9	8	9	9	13	13	12	10

III 第2法 (Aは上に同じ)

B	1	1	0	2	2	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	3	2	2	2
C	1	0	0	4	6	8	7	5	3	3	3	4	3	4	4	7	7	6	4

1月の捕獲頭数は全期間の43.8(30.8)%で捕獲頭数は2月の方が多い。1月中には40頭以上獲れた日がなかったのに処理残数を調べると、2月には30頭以上6回、40頭以上18回、50頭以上1回であった。このため第1法を用いたのでは余り改善されず40頭以上の場合が7回も残った。そして平均残数は現行の場合の83.6%に減じたにすぎない。

2月17日には1日に55頭も処理し、1時間に3頭以上処理した場合が7回もあった。それ故残数が多いときに1時間3頭処理するということは非現実的な案といえない。従って第2法の計算を試みた。その結果残数が多いときには現行法の1/3、第1法の1/2程度に減じて2月17日においても残数は20頭を超えなかった。そして現行の方法で40時間を要したものが15時間で処

第19表 処理方法の差による未処理残頭数の分布の差
(第6次, 1月分)

頭数	現行	第1法	第2法	頭数	現行	第1法	第2法
0	63	258	344	19	14	3	—
1	57	62	98	20	16	0	—
2	54	61	81	21	10	3	—
3	53	36	89	22	11	4	—
4	54	29	28	23	5	2	—
5	52	37	28	24	6	—	—
6	38	35	18	25	5	—	—
7	43	29	34	26	6	—	—
8	20	47	9	27	3	—	—
9	25	23	2	28	7	—	—
10	26	19	1	29	3	—	—
11	19	19	2	30	2	—	—
12	18	18	1	31	3	—	—
13	10	15	—	32	3	—	—
14	11	9	—	33	3	—	—
15	20	6	—	34	1	—	—
16	13	1	—	35	0	—	—
17	14	3	—	36	1	—	—
18	14	2	—	37	6	—	—

理できた。また第2法を用いたときの1日の最大処理頭数は58頭であった。

次に残数が非常に多いときだけ1時間3頭処理を行う第3法を試みた。その結果は勿論第1、第2法の間断的な成績を示した。

各方法による残数の分布の変化は第19表に示す如くで、残数の最大数が37、23、12頭と減じた残数が皆無の場合が63、258、345(夫々8.8%、35.8%、47.8%に当る)となり、処理が改善されている事がわかる。

参 考 文 献

- [1] Neyman, J. On the problem of estimating the number of schools of fish Univ. Calif. Publ. in Statistics 1 (3), 1949, 21-36
- [2] Brock, V.E. and Riffenburgh R. H. Fish schooling: A possible factor in reducing predation, Journal du Conseil(Conseil Permanent International pour l'Exploitation de la Mer) 25, 1960, 307-317
- [3] Shiba, M. An application of queuing theory in Misaki fishing port planning, J. Oper. Res. Soc. Japan. 2, 1960, 130-8
- [4] 司馬正次 新らしい漁港計画のたて方 (1), (2) 水産時報 12, 1960, 7月号(137号)5-12, 8月号(138号)29-29, オペレーションズ・リサーチ 6(3), 1961, 144-149, 155.
- [5] 西脇昌治 空中よりの鯨の観察 鯨研通信 77, 1958, 397-404.
- [6] Zenkovich, B.A. 西脇昌治訳 ソ連観測船による海産哺乳動物の観察, 鯨研通信 106, 1960, 111-6.
- [7] Brown, S. G. 印度洋における鯨の観察, 鯨研通信 83, 1958, 520-7.
大西洋における鯨の観察, 鯨研通信 102, 1960, 27-36.
- [8] 大村秀雄 南水洋にいる鯨の数はどの位か, 鯨研通信 61, 1956, 108-116.
- [9] 奈須敬二 北洋における鯨の漁況研究(その一), 鯨研通信 56, 1956, 19-22.
- [10] Beklemishev, C. W. Southern atmospheric cyclons and the whale feeding grounds in the Antarctic Nature 187, 1960
(宇田道隆訳 南水洋の鯨索餌場と低気圧, 鯨研通信 12, 1960, 228-230)
- [11] Beklemishev, K. V. Connections between phtoplankton distribution in the Indian Ocean sector of the Antarctic with hydrographical conditions, Doklady A. N. S S S R, 119(4), 1958
(奈須敬二訳 南水洋の発散海域と捕鯨漁場, 鯨研通信 108, 1960, 157-160.)
- [12] ホルムおよびヨンスフールド 南水洋におけるマッコウ鯨の出現と月の影響についての考察, 鯨研通信 97, 1959, 751-761.
- [13] 大隅清治 南水洋産鯨類生物台帳を整理しながら, 鯨研通信 100, 1959, 831-2.

▶ ニュース ◀

○ 10月31日(火)午後2時~4時 お茶の水の日本化学会会館において日仏工業技術会, 情報処理学会, 自動制御研究会, 日本オペレーションズ・リサーチ学会の共催で, Arnold Kaufmann 氏(Conseiller Scientifique à la Cie. des Machines Bull, Professeur à l'Ecole National Supérieurs des Mines de Paris, Prof. à l'Institut Polytechnique de Grenoble)による「大型電子計算機による管理業務のシミュレーション法」と題する講演会を開いた。その内容としては経営上の諸問題に解析的手法が使えない場合にシミュレーションがいかに有用な武器であるかを説いたもので, 詳細は日仏工業技術会会報 12月号に翻訳, 掲載される。なお講演後, 日本の OR 活動について同氏より質問があり, 森口副会長がわが学会その他の活動状況を説明した。集る者 300人をこえ盛会であった。