

鯨 研 通 信

第 323 号

1979年 3 月

財団法人 日本捕鯨協会 鯨類研究所 〒 135 東京都江東区越中島 1 丁目 3 番 1 号 電話 東京 (642) 2888 (代表)



鯨 の 体 重 所 論 (続)

東海区水産研究所 土 井 長 之

1. 前報のあらまし

鯨研通信第 318 号 (1978 年 9 月) に載せて頂いた私の小論「鯨の体重所論」に於て、

$$\text{体長の成長: } L = a - be^{-kt} = a[1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

$$\text{体長・体重関係: } W = AL^3$$

$$\text{同化係数: } \alpha = 3k$$

$$\text{異化係数: } \beta = 3A^{\frac{1}{3}}ak$$

$$\text{同化量} = \alpha W^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{異化量} = \beta W$$

単位時間当りの成長量 = 同化量 - 異化量

となることを示した。具体的には、ミンク鯨、マッコウ鯨、イワシ鯨、白ナガス鯨、ナガス鯨、ニタリ鯨について雌雄別に A の値を計算した。また体長の成長式が求められている南氷洋のミンク鯨については同化係数異化係数、同化量、異化量、1 日当りの成長量を計算した。

本統報に於ては、ミンク鯨以外の鯨種について、推定されている成長式を用いて同化・異化に関する計算をしたものである。

2. マッコウ鯨

マッコウ鯨の成長については Best, P. B. (1970) "The sperm whale (*Physeter catodon*) off the West coast of South Africa-5. Age, growth and mortality", *Invest. Rep. Div. Sea. Fish. S. Afr.* に記載されている成長図を読みとって次式を求めた。

マッコウ鯨

$$\text{雌 } L = 11.03 - 6.026e^{-0.2863t}$$

雄 (20歳未満)

$$L = 12.66 - 8.377e^{-0.325t}$$

(20歳以上)

$$L = 16.7 - 4.921e^{-0.3466t}$$

体長・体重関係としては前報に於て

$$W = 0.00957L^3$$

である。尚本文にては W の単位はトン、 L の単位はメートルを取ってある。同化係数と異化係数は、

雌 雄

(0~20歳) (20歳以上)

$$\text{同化係数 } \alpha/\text{年} = \begin{matrix} 2.011 & 2.621 & 3.687 \end{matrix}$$

$$\text{異化係数 } \beta/\text{年} = \begin{matrix} 0.857 & 0.975 & 1.040 \end{matrix}$$

となり、同化量・異化量は表 1 に示す。

3. 白ナガス鯨

白ナガス鯨の成長は Lockyer (1976) "Growth and energy budgets of large marine baleen whales for the Southern Hemisphere" ACMRR/MM/SC/41 に記載されている式を採った。すなわち

$$\text{雌 } L = 26.2[1 - e^{-0.240(t+4.5)}]$$

$$\text{雄 } L = 25.0[1 - e^{-0.216(t+4.92)}]$$

である。体長・体重関係は前報により

$$\text{雌雄とも } W = 0.00602L^3$$

である。これらの数式に従って、

雌 雄

$$\text{同化係数 } \alpha/\text{年} = \begin{matrix} 3.432 & 2.947 \end{matrix}$$

$$\text{異化係数 } \beta/\text{年} = \begin{matrix} 0.72 & 0.648 \end{matrix}$$

となり、よって表 2 の同化・異化の量が求められる。

4. ナガス鯨

成長式は白ナガス鯨と同じく Lockyer (1976) によった。

$$\text{雌 } L = 22.25[1 - e^{-0.22(t+4.9)}]$$

$$\text{雄 } L = 21.0[1 - e^{-0.221(t+5.3)}]$$

体長・体重関係は前報により

表1 マッコウ鯨の同化・異化

性	年齢 t	体長		同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日	性	年齢 t	体長		同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日
		L メートル	W トン						L メートル	W トン			
雌	0	5.0	1.20	0.0062	0.0028	0.0034	雄	0	4.3	0.76	0.0060	0.0020	0.0040
	3	6.5	2.63	0.0105	0.0062	0.0043		3	6.6	2.75	0.0141	0.0073	0.0068
	6	7.6	4.20	0.0143	0.0099	0.0044		6	8.3	5.47	0.0223	0.0146	0.0077
	9	8.5	5.88	0.0179	0.0138	0.0041		9	9.5	8.21	0.0292	0.0219	0.0073
	12	9.1	7.21	0.0206	0.0170	0.0036		12	10.4	10.76	0.0350	0.0287	0.0063
	15	9.6	8.47	0.0229	0.0199	0.0030		15	11.0	12.74	0.0392	0.0340	0.0052
	18	9.9	9.29	0.0243	0.0219	0.0024		18	11.5	14.55	0.0428	0.0389	0.0039
	21	10.2	10.16	0.0258	0.0239	0.0019		20	11.8	15.72	0.0634	0.0448	0.0186
	24	10.4	10.76	0.0269	0.0253	0.0016		25	13.2	22.01	0.0793	0.0627	0.0166
	27	10.6	11.40	0.0279	0.0268	0.0011		30	14.2	27.40	0.0918	0.0781	0.0137
	30	10.7	11.72	0.0284	0.0276	0.0008		35	15.0	32.30	0.1025	0.0920	0.0105
	33	10.8	12.06	0.0290	0.0284	0.0006		40	15.5	35.64	0.1094	0.1015	0.0079
	36	10.8	12.19	0.0292	0.0287	0.0005		45	15.8	37.75	0.1137	0.1076	0.0061
	39	10.9	12.39	0.0295	0.0292	0.0003							
42	10.9	12.46	0.0296	0.0293	0.0003								

表2 白ナガス鯨の同化・異化

年齢 t	雌					雄				
	体長 L メートル	体重 W トン	同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日	体長 L メートル	体重 W トン	同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日
0	17.30	31.18	0.0931	0.0615	0.0316	16.30	26.37	0.0715	0.0468	0.0247
1	19.20	42.62	0.1147	0.0841	0.0306	18.04	35.34	0.0869	0.0627	0.0242
2	20.69	53.35	0.1333	0.1052	0.0281	19.39	43.90	0.1005	0.0779	0.0226
3	21.87	62.96	0.1488	0.1242	0.0246	20.48	51.72	0.1121	0.0918	0.0203
4	22.79	71.29	0.1617	0.1406	0.0211	21.36	58.66	0.1219	0.1041	0.0178
5	23.52	78.33	0.1721	0.1545	0.0176	22.07	64.69	0.1301	0.1148	0.0153
6	24.09	84.18	0.1806	0.1661	0.0145	22.64	69.83	0.1369	0.1240	0.0129
7	24.54	88.98	0.1874	0.1755	0.0119	23.10	74.16	0.1425	0.1317	0.0108
8	24.89	92.89	0.1929	0.1832	0.0097	23.47	77.78	0.1471	0.1381	0.0090
9	25.17	96.04	0.1972	0.1894	0.0078	23.76	80.79	0.1509	0.1434	0.0075
10	25.39	98.57	0.2006	0.1944	0.0062	24.00	83.26	0.1539	0.1478	0.0061
11	25.57	100.58	0.2034	0.1984	0.0050	24.20	85.29	0.1564	0.1514	0.0050
12	25.70	102.19	0.2055	0.2016	0.0039	24.35	86.95	0.1585	0.1544	0.0041
13	25.81	103.47	0.2072	0.2041	0.0031	24.48	88.30	0.1601	0.1568	0.0033
14	25.89	104.48	0.2086	0.2061	0.0025	24.58	89.40	0.1614	0.1587	0.0027
15	25.96	105.28	0.2096	0.2077	0.0019	24.66	90.30	0.1625	0.1603	0.0022
16	26.01	105.91	0.2105	0.2089	0.0016	24.73	91.02	0.1634	0.1616	0.0018
17	26.05	106.41	0.2111	0.2099	0.0012	24.78	91.61	0.1641	0.1626	0.0015
18	26.08	106.81	0.2117	0.2107	0.0010	24.82	92.08	0.1646	0.1635	0.0011
19	26.11	107.21	0.2122	0.2115	0.0007	24.86	92.46	0.1651	0.1641	0.0010
20	26.13	107.36	0.2124	0.2118	0.0006	24.89	92.77	0.1655	0.1647	0.0008

雌 $W=0.00542L^3$
 雄 $W=0.00594L^3$
 である。故に

	雌	雄
同化係数 α /年=	2.579	2.522
異化係数 β /年=	0.66	0.663

であり、同化・異化の量は表3のようになる。

5. イワシ鯨

成長式は白ナガス鯨、ナガス鯨と同じく Lockyer (1976) によった。

雌 $L=15.3[1-e^{-0.1337(L+10.0)}]$

雄 $L=14.8[1-e^{-0.1454(L+9.36)}]$

体長・体重関係は前報に示したように

雌 $W=0.00548L^3$

雄 $W=0.00581L^3$

であり、故に

	雌	雄
同化係数 α /年=	1.082	1.161
異化係数 β /年=	0.401	0.436

となる。同化・異化の量は表4に示す

6. 体長・体重関係の追記

鯨の体重計測の記録として前報に載せたもの以外に Ohno and Fujino の報告 (Biological investigation on the whales caught by the Japanese Antarctic whaling fleets, Season 1950/51) が鯨研報告第7号にある。

それによって体長・体重関係式のAを計算してみると次のようになる。

マッコウ鯨以外は測定数が少ないので推定精度は良くないであろうが参考にはなる訳である。ザトウ鯨は前報には無いのでこれのみが唯一のものであるが、これをみるとミンク鯨以上に即ち鯨の中では一番ずんぐ

表3 ナガス鯨の同化・異化

年令 t	雌					雄				
	体長 L メートル	体重 W トン	同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日	体長 L メートル	体重 W トン	同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日
0	14.51	16.56	0.0459	0.0299	0.0160	14.49	18.07	0.0476	0.0328	0.0148
1	16.04	22.37	0.561	0.0404	0.0157	15.78	23.34	0.0564	0.0424	0.0140
2	17.27	27.92	0.0650	0.0505	0.0145	16.82	28.27	0.0641	0.0514	0.0127
3	18.25	32.94	0.0726	0.0596	0.0130	17.65	32.66	0.0703	0.0593	0.0113
4	19.04	37.41	0.0790	0.0676	0.0124	18.31	36.46	0.0760	0.0562	0.0098
5	19.67	41.25	0.0843	0.0746	0.0097	18.84	39.72	0.0804	0.0721	0.0083
6	20.18	44.54	0.0888	0.0805	0.0083	19.27	42.50	0.0841	0.0772	0.0069
7	20.59	47.31	0.0924	0.0855	0.0069	19.61	44.79	0.0871	0.0814	0.0057
8	20.92	49.62	0.0954	0.0897	0.0057	19.89	46.74	0.0897	0.0849	0.0048
9	21.18	51.50	0.0978	0.0931	0.0047	20.11	48.31	0.0917	0.0878	0.0039
10	21.39	53.04	0.0997	0.0959	0.0038	20.29	49.62	0.0933	0.0901	0.0032
11	21.56	54.32	0.1013	0.0982	0.0031	20.43	50.65	0.0946	0.0920	0.0026
12	21.70	55.38	0.1027	0.1001	0.0026	20.54	51.47	0.0956	0.0935	0.0021
13	21.81	56.23	0.1037	0.1017	0.0020	20.63	52.15	0.0964	0.0947	0.0017
14	21.89	56.85	0.1045	0.1028	0.0017	20.70	52.69	0.0971	0.0957	0.0014
15	21.96	57.40	0.1051	0.1038	0.0014	20.76	53.14	0.0977	0.0965	0.0012
16	22.02	57.87	0.1057	0.1046	0.0011	20.81	53.53	0.0981	0.0972	0.0009
17	22.07	58.26	0.1062	0.1053	0.0009	20.85	53.84	0.0986	0.0978	0.0008
18	22.10	58.50	0.1065	0.1058	0.0007	20.88	54.07	0.0988	0.0982	0.0006
19	22.13	58.74	0.1068	0.1062	0.0006	20.90	54.23	0.0990	0.0985	0.0005
20	22.15	58.90	0.1070	0.1065	0.0005	20.92	54.38	0.0992	0.0988	0.0004

表4 イワシ鯨の同化・異化

年令 t	雌					雄				
	体長 L メートル	体重 W トン	同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日	体長 L メートル	体重 W トン	同化量 トン/日	異化量 トン/日	成長量 トン/日
0	11.28	7.87	0.0117	0.0086	0.0031	11.01	7.74	0.0124	0.0092	0.0032
1	11.78	8.97	0.0128	0.0099	0.0029	11.52	8.88	0.0136	0.0106	0.0030
2	12.22	10.01	0.0138	0.0110	0.0028	11.96	9.95	0.0147	0.0119	0.0028
3	12.61	10.99	0.0147	0.0121	0.0026	12.35	10.93	0.0157	0.0131	0.0026
4	12.95	11.89	0.0154	0.0131	0.0023	12.68	11.84	0.0165	0.0141	0.0024
5	13.24	12.72	0.0162	0.0140	0.0022	12.97	12.66	0.0173	0.0151	0.0022
6	13.50	13.48	0.0168	0.0148	0.0020	13.21	13.41	0.0180	0.0160	0.0020
7	13.72	14.16	0.0174	0.0156	0.0018	13.43	14.07	0.0185	0.0168	0.0017
8	13.92	14.78	0.0179	0.0162	0.0017	13.61	14.66	0.0191	0.0175	0.0016
9	14.09	15.34	0.0183	0.0169	0.0014	13.77	15.18	0.0195	0.0181	0.0014
10	14.24	15.84	0.0187	0.0174	0.0013	13.91	15.65	0.0199	0.0187	0.0012
11	14.38	16.28	0.0190	0.0179	0.0011	14.03	16.06	0.0202	0.0192	0.0010
12	14.49	16.68	0.0194	0.0183	0.0011	14.14	16.42	0.0205	0.0196	0.0009
13	14.59	17.03	0.0196	0.0187	0.0009	14.23	16.73	0.0203	0.0200	0.0008
14	14.68	17.34	0.0199	0.0191	0.0008	14.30	17.01	0.0210	0.0203	0.0007
15	14.76	17.62	0.0201	0.0194	0.0007	14.37	17.25	0.0212	0.0206	0.0006
16	14.83	17.86	0.0202	0.0196	0.0006	14.43	17.46	0.0214	0.0209	0.0005
17	14.89	18.08	0.0204	0.0199	0.0005	14.48	17.64	0.0216	0.0211	0.0005
18	14.94	18.27	0.0206	0.0201	0.0005	14.52	17.80	0.0217	0.0213	0.0004
19	14.98	18.43	0.0207	0.0202	0.0005	14.56	17.93	0.0218	0.0214	0.0004
20	15.02	18.58	0.0208	0.0204	0.0004	14.59	18.05	0.0219	0.0216	0.0003

鯨種	性	A	測定頭数
マッコウ鯨	♀+♂	0.01086	16
ナガス鯨	♀	0.00608	3
"	♂	0.00554	2
白ナガス鯨	♂	0.00642	2
ザトウ鯨	♀	0.01271	1

り型であることがわかる。

マッコウ鯨の前報の分は $A=0.00957$ であってこれは日本近海のものである。上の表の数字の 0.01086 は南氷洋であり、この方が大きな値であるので良く肥え

ていることになる。

7. おわりに

貴重な鯨研通信の紙面を2回にわたり拝借して鯨の体重に関する所論を述べさせて頂いた。少しでも鯨の研究にお役に立てば幸であるが、この問題はこれで終わったわけではない。排出量、排泄量、出産のエネルギー、Biomass 解析（ミンク鯨については前報で行った）等々、まだまだ解明していかなければならない事柄が多くあるように思われる。将来の発展を期待しつつひとまずここで筆を置くことにする。

ザトウクジラの摂餌法についての新説 とオキアミ気泡網漁法の可能性

遠洋水産研究所 大 隅 清 治

ヒゲクジラ類は動物プランクトンや群集性小中型魚類を、“くじらひげ”という、特異な口器でこして食べることはよく知られているところであるが、食べる前の行動については十分な観察例が少ない。ザトウクジラやその他のナガスクジラ科に属する鯨類について一般にいわれているのは、餌生物集団の囲りを旋回し、次第にその輪をちぢめて集団を濃縮してから、その集団をバクリと大きな口を開けて呑み込むという説である。ところが、先日手に入った米国の地理の一般雑誌である「National Geographic」の1979年1月号(155巻1号)にザトウクジラの摂餌法についての興味ある観察記録が掲載されていたので、摂餌法に関する新説として紹介する。原文題名は次の通りであり、この雑誌にはザトウクジラの美しい写真が豊富にのっているので一読をおすすめする。

Humpback whales :

I. The gentle giants by S. A. Eale

II. Their mysterious songs by R. Payne

米国では最近鯨類の生態観察研究が盛んであり、潜水技術の発達に伴って潜水して鯨の行動を観察する方法が取られている。鯨類は本来水中で生活しているものであるから、従来の船上、飛行機、あるいは陸上からの観察よりもずっと効果的であることはいうまでもない。潜水による鯨の行動観察により、今までわからなかった色々な鯨の生態や生理的知見が得られるようになってきた。摂餌行動に関する知見もその一つの成果といえよう。

近年水産の分野でもエアーカーテンと称して、海底をはわせたチューブに沢山の穴を開け、空気を送り込み、気泡を出すと気泡はいうまでもなく水より軽いので浮き上り、気泡がカーテン状に拡がり、一種の遮断効果を挙げ、魚類などが進路を断たれ、魚をその中に閉じ込めておいたり、魚道を変えたりするのに役立っている。ここに紹介するザトウクジラの摂餌法は、鯨類がすでに人間より以前からこのエアーカーテン法を摂餌に応用しているという点で大変興味深い。

鯨は魚と異なり空気呼吸を行って生活する。ザトウ

クジラはこの吸い込んだ空気を水中で少しづつ吐き出し、気泡のカーテンを作って、餌生物をその中に閉じ込め、また濃縮するというのがここに紹介する摂餌法である。水族館での観察でもイルカが水中で時々空気を出して、気泡を作ることはよく見かけることであり、ヒゲクジラ類も気泡を出すというのは疑うべき現象ではない。

ザトウクジラは餌の集団を見付けると、その下に潜り、少しづつ空気を吐き出しながら餌集団を中心にらせん状に次第に浮き上り、餌集団は気泡のカーテンの中に閉じ込められ、濃縮され、そこをクジラがバクリと口を開けて食べるという原理である。報告者はこのエアーカーテンのことを“気泡網 (Bubble net)”と名付けている。雑誌にはその様子を美しい絵によって示

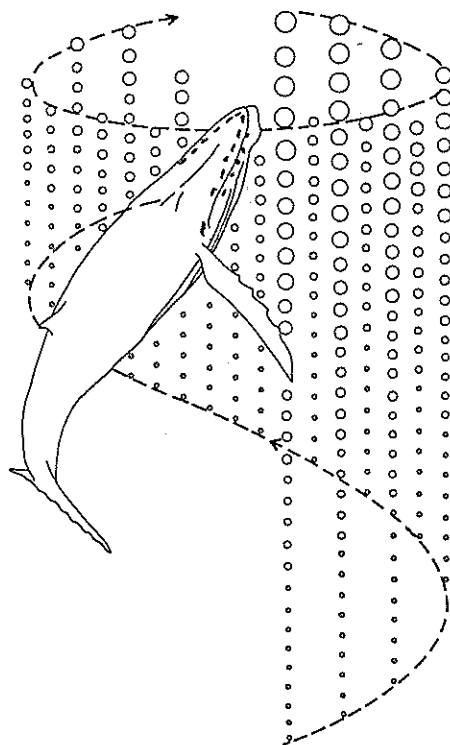


図1 ザトウクジラの“気泡網”の作り方の模式

しているが、本誌ではそれがうまく印刷されない恐れがあるので、小生が模式図を図1に示した。

米国の研究者 Charles Jurasz 氏とその奥さんはアラスカのジュノーとグレーシャー・ベイというところで、12年間ザトウクジラの観察を行なっている人であるが、彼がこの摂餌法を発見し、会う人々に話をしたが、始めはほとんど信用されなかったという。この雑誌への報告者 S. Earle 博士がグレーシャー・ベイを訪れ、Jurasz 氏の案内でザトウクジラの観察を行っていた際に丁度気泡の輪が浮き上るのに遭遇した。この輪は直径3メートルの大きさで、間もなく一頭のザトウクジラがこの輪の中心に、大きな口を開けて浮び上った。

博士は動物プラクトンを細かい目合の網で採集しようと試みたが、プラクトンが目に見えているところでも30回すくってわずか3個体しか採集できなかったが、ザトウクジラの気泡の輪の中では水面でも毎回10~100個体のオキアミをすくい取ることができたことから、気泡網の効果を納得したという。

C. Jurasz 氏によれば、時には2頭のザトウクジラが協力して、直径30メートルもの大きさの気泡網を作ることがあるという。Payne 博士は Jurasz 氏とともに永い間ザトウクジラの気泡網の音の型を解析しているが、ザトウクジラは気泡の大きさを調節することができ、それによりどんな網目の気泡網でも作ることができるかと信じている。

さらに Jurasz 氏はザトウクジラが尾鰭を水中ではね上げ、餌がびっくりして水流とともに鯨の頭の上に逃げ、そこをバクツと食べる例や、長い胸鰭を使ってすくうように餌を口の方へ追いやる動作も観察している。

最近ナンキョクオキアミの漁法はほぼ中層トロールに定着しつつあるが、より効率的な漁法の開発も研究すべきである。それにはプラクトン漁法の名人であるヒゲクジラ達にもっと学ぶ必要があるのではあるまいか。気泡網もその一つとして実験してみる価値があるように思われる。気泡網とフィッシュ・ポンプを組合せることにより、無人的にしかも連続的にオキアミの漁獲ができることが考えられる。

ザトウクジラの気泡網摂餌法の記事を読みながら、漁法に関する1つのヒントを得たので、ここに紹介するとともに、日本でもこれから鯨の行動研究が進展す

べきことを強調して筆をおく。

附録オキアミ気泡網のアイデア

小生は漁具漁法に関しては全くの素人であるので、果してこのアイデアが実用可能なのか、あるいはすでに試みられているかについては全く知らない。しかしザトウクジラの摂餌法からヒントを得て、以下にオキアミ用気泡網のアイデアをここに示す。御批判を頂き、さらに実験しようとする人がでてくれれば幸いである。

1、漁法

オキアミパッチを漁探等により発見したら、そのパッチの直下に気泡網を設置し、気泡網のノズルから圧搾空気を噴出させ気泡でパッチを囲み、次第に内側のより小さな気泡網に切り換えてオキアミ群を濃縮させ、フィッシュポンプで漁獲する。

2、漁具(図2)

- 1) 気泡網および圧搾空気パイプ
- 2) フィッシュポンプ
- 3) プイ
- 4) 圧搾空気生産装置

3、解決すべき技術

- 1) 気泡網の水中での固定
- 2) ノズルの直径と間隔
- 3) 気泡網の大から小への切り換え装置
- 4) フィッシュポンプ
- 5) 気泡網、圧搾空気パイプの材質
- 6) 圧搾空気の圧力
- 7) 気泡網の直径および枚数
- 8) 気泡網の大から小への切換え時間
- 9) 漁船から気泡網までの距離
- 10) 気泡網の漁船への収納法

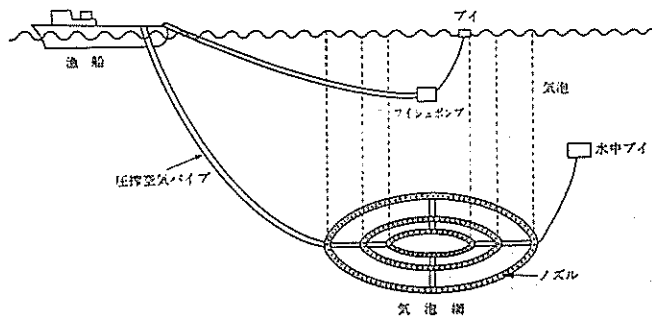


図2 オキアミ用気泡網