

特徴をもっている。早い時期に大型の群が生長をはじめると、体の大きさによって餌も自ずと異なってくるので類縁関係の近い2種間でも比較的競合は小さいと考えられる。秋から冬の餌生物が少ない時期にはともに深層へ移動し産卵するというきわめてよく環境に適応した効率の良い生活史を獲得したことは夏季の北太平洋亜寒帯域の高い動物生産量を作る大きな要因にあげられるか

3. 2. 南太平洋の生態系

3. 2. 1. ひげ鯨類の餌関係からみた南大洋生態系の一断面

河村章人* (鯨類研究所)

南大洋における生物分布の性状を概観し、その生態系に特徴があるとすればそれはどのような内容をもつか、について考察を試みた。討論の主題が南北亜寒帯水域の生態系にあるので、ここでは特に検討水域を南半球の亜寒帯水域 (antiboreal) に相当する $40^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{S}$ の緯度帯に求め、同海域を主たる摂餌場とするイワシクジラ (*Balaenoptera borealis*) の食習性との関連においてこの海域の生態的特性を比較論的に検討した。

まず最初に認識しておきたいのは、南大洋における海洋生物の調査密度が小さいことで、南大洋捕鯨操業に付随して戦後しばらくの間気象庁が行なった diatom の分布調査のほか海鷹丸など IGY 以降の若干の研究調査、捕鯨による鯨類の生物学的調査、昭和基地における沿岸海洋生物調査などを数えるにとどまる。つまり、我々手持ちの知見としては現在なお非常に少く、また内容的に必ずしも系統だったものとはいえず、かつ特定生物群や限定された空間など大きなバイアスが存在する。したがってここで扱うことのできるのは亜南極海表層生態系ということになる。

南大洋の海表面水温構造からすれば、亜熱帯収束線、南極収束線、南極発散線に画される三つの水域が存在する。生態系としてこれら相互間は連続的に機能しているであろうが、faunistic character としては景観的にいって三つの独立した生態系が南極大陸を中心とする同心円状に存在し、個々の生態系の中では固有の環境条件が地理的に広く均一であるのが特徴的である。すなわち、これら三つの生態系は夏季のおよその表面水温でみるならば、それぞれ $12^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 、 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}\text{C}$ 、 $-1^{\circ}\sim +1^{\circ}\text{C}$ の水に代表される。

も知れない。いままで述べてきたことは、ネット採集の結果によったものであるが、亜寒帯水域の大量漁獲魚類の餌として重要であるオキアミ、端脚類など、大型動物プランクトンの生態についても、その採集方法がまだ確立していないために過小評価されているようであり、今後の重要な課題であろう。

動物地理学的に南大洋生態系を北方亜寒帯水域のそれと比較すれば、分布する魚類の種数レベルで前者の場合 90%、後者で 60% を固有種が占め、またヒトデ類、ウニ類など棘皮動物の種類では前者が 73% に対し後者は 27% となっており、南半球において土着性の強い固有種が卓越している (EKMAN, 1953)。つまり、ハビタートとして南大洋全体は固有の生物種に恵まれ、いわゆる、隔離のより顕著にすすんだ海域である。同様の問題を南大洋に限って考えてみると、分布する生物種の種組成が沿岸、沖合、陸棚、島嶼並びに大西洋、太平洋、インド洋といった各大洋のセクターの別等、地理的、地形的にもかなりの変化を生じている。当然のことながら、陸地寄りでは大洋中よりも豊富な生物分布をみるが、それにしてもニュージーランド、マクォーリー、クローゼー、ケルゲレン、ブーベその他大洋中の島嶼間にも大きな生物分布の相違が存在する。

生物生産の基礎となる diatom の地理的の分布量を概観すると、太平洋セクターの亜南極洋域では 6.25×10^6 cells/m³ 以下であるのに対し、南極収束線以南の南極海では $25\sim 12.5\times 10^6$ cells/m³、南極発散線以南の東風漂流域では $100\sim 400\times 10^6$ cells/m³、またエンダービーランド沖インド洋セクターでは亜南極洋域が 6.25×10^6 cells/m³ 以下、南極海域 $50\sim 12.5\times 10^6$ cells/m³、南極大陸沿岸部で $800\sim 200\times 10^6$ cells/m³ となっている (KOZLOVA, 1964)。各セクターの間に若干の東西の変化が認められるものの、それよりは子午線に沿った南北方向において diatom の現存量が急増減し、かつ分布量は亜南極、南極、南極大陸沿岸の三海域に夫々特徴的である。第1表に KOZLOVA (1964) によって作成した diatom の平均分布量を示す。ここで注目すべきは中緯度の亜南極海域

*現北海道大学水産学部

では南極海域の1/100程度、いわば barren とでも言えそうな貧相な diatom 分布量しか示さないことであり、かつ先にものべたように、この植物プランクトン相の貧しい海域がイワシクジラの主たる餌場となっている事実である。

第1表 南大洋の diatom 分布量 (KOZLOVA, 1964, Table 9 より作成)

| Climate zone | Location of collection | Average number of cells per m ³ ($\times 10^6$) |
|------------------------|------------------------|--|
| Antarctic | Indian | 218 |
| | Pacific | 243 |
| Antarctic Divergence } | Indian | 42 |
| | Pacific | 86 |
| Subantarctic | Indian | 68.7 |
| | Pacific | 34.8 |
| Temperate | Indian | 5.1 |
| | Pacific | 1.1 |

次に食物連鎖からみて少くとも一階梯上位にある動物プランクトンの分布量(湿重量)をみてみる。東大海洋研究所の白鳳丸の南太平洋研究航海において Narpac ネットを用いた採集記録からすると、50 mg/m³ 以上の分布をみるのは 45°S 以南海域である (KAWAMURA and KUREHA, 1970)。亜南極海域全体では平均的に略々 100 mg/m³ を示すが、南極海域では 50~400 mg/m³ に増加し、最南の東風漂流域では 150~300 mg/m³ に漸減する (KAWAMURA, 1974; FOXTON, 1956 も参照)。いわゆる南極海高緯度海域では *Euphausia superba* の幼成体をはじめ *Rhincalanus gigas*, *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus*, *Salpa fusiformis*, Pteropoda, *Eukrohnia hamata*, 等の大型動物プランクトンの出現によって大きな現存量を示し、多様な海洋生物の摂餌場としては極めて当然である。しかしながら、diatom の分布量でも少く、かつ高々 100 mg/m³ という動物プランクトンの分布量しかもたない亜南極海域が、それでもイワシクジラやセミクジラの餌場として重要な位置にあることが注目されなければならないし、このことが即ち、北方亜寒帯水域に対比するべき生態系のひとつの特徴を示すものと考えたい。

南アフリカ南方の 10°E に沿って行われた「ふじ」の採集記録では 45°S において *Calanus tonsus*, *C. simillimus* の特に多量の出現をみる (KAWAMURA and HOSHIAI, 1969)。即ち、亜南極海域の鯨類の餌場としての重要性は前記 2 種の 'localized swarming phenomenon' に負うことを示唆している。南極収束線と発散線に挟まれた南極海ではその生態系は殆ど *E. superba* 唯一種による

monospecific な系の枠組構造に依存的であるのに比べると、亜南極では Copepoda を中心にした生態系構造にあるといえる。しかしこの外にも *Clausocalanus laticeps*, *Drepanopsis pectinatus*, *Parathemisto gaudichaudii*, *Euphausia vallentini* 等も重要であり、特に二後者は copepoda よりもやや高緯度偏りに分布することから亜南極~南極生態系を連続的にしている。特にこの傾向は大西洋~インド洋セクターにおいて顕著である (KAWAMURA, 1974)。

こうした亜南極海域の生態系とその特徴をイワシクジラの餌関係から今少し検討してみたい。イワシクジラは通常 40°~50°S の西風漂流帯において摂餌するが、実際には略々 35°S 以南域がその対象となっていると思われる。1931/32~1971/72年漁期間において経緯度 10° 毎のひげ鯨類の捕獲量(積算重量)をみると、40°~50°S 帯では数千~20数万トンである。これが 50°S 以南では多くの場所で 100~200万トンの生産があげられてきており (OMURA, 1973)、これから考えると Copepoda 主体の亜南極海域は *Euphausia superba* 主体の南極海域とは生物生産における potential において大きな相違が存在することを示している。中でも太平洋セクターはより生産性の低い傾向がみられる。一般に南大洋を亜熱帯収束線以南水域と考えるならば、亜南極海域はその最も北方偏りに位置し、かつ生物生産の最も低いところということである。イワシクジラの漁場(=餌場)はインド洋セクターで多少の地理的変化が存在するものの、全体的には略々 40°~50°S 間を周極的にひろがっており、相対的な生産量では低いもののイワシクジラやセミクジラは亜南極海域における主たる最終消費者である。

このイワシクジラ漁場から優占的に見出される餌料生物は Copepoda, Euphausiacea, Amphipoda などであるが、その詳細は第 2 表に示したとおりである。イワシクジラの食習性は南大洋における他のひげ鯨類の場合に比してかなり多様性に富む傾向が認められるが、それでも実際に餌料として出現する頻度や量的内容からすれば、*Calanus tonsus*, *C. simillimus*, *D. pectinatus*, *P. gaudichaudii*, *E. vallentini* など比較的少数の種が key となっている。このことは、とりわけこれら餌生物種が亜南極海域で広く、また大量に生息分布していることを示唆するが、摂餌の選択性や季節の推移、海域等によって、その重要性に Copepoda \geq Euphausiacea \geq Amphipoda の順位が見出される。例えば、40°~50°S といったせまい空間内においても通常は前記順序をもって北方から南方へと出現の推移がみられるのである。とはいえ、

第2表 1967/68—1971/72 漁期に見出された南半球産イワシクジラの餌生物種 (KAWAMURA, 1972)

| | |
|--------------|--|
| COPEPODA | <i>Calanus simillimus</i> GIESBRECHT <i>Calanus tonsus</i> BRADY <i>Clausocalanus laticeps</i> FARRAN <i>Drepanopus pectinatus</i> BRADY |
| AMPHIPODA | <i>Parathemisto gaudichaudii</i> GUERIN f. <i>compressa</i> f. <i>bispinosa</i> f. <i>intermediate</i> |
| EUPHAUSIACEA | <i>Euphausia superba</i> DANA <i>Euphausia vallentini</i> STEBBING <i>Euphausia lucens</i> HANSEN <i>Euphausia diomedea</i> ORTMANN <i>Euphausia similis</i> G.O. SARS <i>Thysanoessa vicina</i> HANSEN <i>Thysanoessa gregaria</i> G.O. SARS <i>Thysanopoda actifrons</i> HOLT & TATTERSALL |
| FISHES | <i>Gymnoscopelus nicholsi</i> (GILBERT) <i>Myctophum subasperum</i> (GUNTHER) <i>Scomberesox saurus</i> (WALBAUM) <i>Notolepis castsi</i> DOLLO <i>Vinciguerrria attenuata</i> (COCCO) Gonostomatid fishes |
| DECAPODA | <i>Penaeus</i> sp. |
| OTHERS | <i>Cleodora sulcata</i> (PFEFFER) <i>Clione antarctica</i> E. A. SMITH <i>Eukrohnia hamata</i> (MÖBIUS) |

Copepoda → Amphipoda/Euphausiacea, Copepoda/Euphausiacea → Amphipoda などのように海域 (区, セクター) によっては必ずしも前記三者を順次経験するわけではない。

こうした現象を北方亜寒帯水域の場合と比較すればどうであろうか。北部北太平洋, ペーリング海において *Calanus cristatus*, *C. plumchrus* を食していたナガスやイワシクジラの分布をみると略々 49°~58°N (一部はペーリング海) にわたって分布している (NEMOTO, 1963)。このことは同海域に優占的に分布するオキアミ類, 魚類その他哺乳類にいたる動物群の分布域とも重複しているわけで, こうした多層構造ながら複合同位社会的な側面をも兼ねたような生物社会が北太平洋亜寒帯水域の摂餌場の特徴と考えられる。こうした亜寒帯水域の相対的に複雑・多様な群集構造は, 北太平洋亜寒帯前線附近から以南海域における鯨類の餌料を検討した KAWAMURA (1973, figs. 4-5) や食習性からイワシ,

ニタリ両鯨種の分布特性とポピュレーションサイズを検討した NEMOTO and KAWAMURA (1977) と参照すれば一層明瞭となるはずである。このような比較論において考えると, 亜南極海域の生態系がその特異性において構造的にやや単調な性格がつよいことが指摘される。

本稿のはじめにも述べたが, 動植物プランクトン分布量が全体に小さい亜南極海域にイワシクジラの摂餌場が存在し得るか, ということは興味深い。第3表はイワシクジラの胃内容物組成の一例を示したもので, ひげ鯨類の餌場となり得る動物プランクトンの分布様式を示す好例である。表中左端のカラムについてみると, 237 個体の胃を検べた結果, 203 個体は *Calanus tonsus* 一種のみからなる餌 (胃内容物) 組成であったことを示しており, 19例は *C. tonsus* を第一の優占順位とする *Parathemisto gaudichaudii* との2種混合群を食していた。ここで重要なことは, 単に多様な動物プランクトン種が漠然と多量に分布するのではなく, 少数種であってもそれらが濃密且つ monospecific な集群を形成すれば餌場としての必要条件が満足されるという点である。こうした動物プランクトンの集群は局在するのが普通であるから, 見かけ上動物プランクトン相が貧しい亜南極海域においても摂餌場としての価値が大きいことになる。

いわゆる赤道発散海域を除けば, 動物プランクトンの分布量が熱帯海域で小なることは広く知られた通念である。しかしながら, 最近になってインド洋マダガスカル~セイシェル諸島方面, 南太平洋のサモア~ニュカレドニア方面においてはイワシクジラと近縁なニタリクジラ (*Balaenoptera edeni*) を特別捕獲調査によってしらべたところ多量のオキアミ類 (*Euphausia diomedea*, *E. recurva*, *E. brevis*) 等が mono-specific な状態で食されていることがわかった (KAWAMURA, 未発表資料)。こうした事実も先述の例と同様に餌関係を通じて生態系を考究する場合, 単純な動物プランクトン分布量 (abundance) が尺度になるというよりは swarming による動物プランクトンの uneven/patchy distribution が重要な意味をもつことを証している。

亜南極海域において *C. tonsus* の集群は海表面の着色により視認され, 夏季には表面水温が 12°~14°C で分布傾度が周辺部よりもやや大きい水温分布の構造下に頻発する。しかし, その分布域は極めて局在している。かかる *C. tonsus* の表層濃密集群を形成する個体密度は一例をあげると, 23,680 個体/m³ (約 29.4 g/m³) (KAWAMURA, 1974) にも達するが, こうした集群の分布域を外れた普通の海面では 0~1 個体/m³ にすぎない。

第3表 南半球産イワシクジラ並びにナガスクジラの胃内容物組成の1例 (KAWAMURA, 1974)

| II | I | | <i>Calanus tonsus</i> | | <i>Calanus simillimus</i> | | <i>Drepanopus pectinatus</i> | | <i>Euphausia lucens</i> | | <i>Euphausia valleritini</i> | | <i>Euphausia superba</i> | | <i>Euphausia diomedea</i> | | <i>Parathemisto gaudichaudii</i> | | <i>Notolepis coastsii</i> | | |
|------------------------|------|-----|-----------------------|-----|---------------------------|-----|------------------------------|-----|-------------------------|-----|------------------------------|-----|--------------------------|-----|---------------------------|-----|----------------------------------|-----|---------------------------|-----|---|
| | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | Sei | Fin | |
| <i>C. tonsus</i> | 203* | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>C. simillimus</i> | | | 5** | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Th. vicina</i> | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Th. gregaria</i> | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Th. sp.</i> | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>E. lucens</i> | 3 | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>E. valleritini</i> | 1 | | | | | | | | | 10 | 38 | | | | | | | | | | |
| <i>E. superba</i> | | | | | | | | | | | | | 8 | 8 | | | | | | | |
| <i>E. similis</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>E. diomedea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Th. actifrons</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. gaudichaudii</i> | 19 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 20 | 2 | | | | |
| <i>Penaeus sp.</i> | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>S. saurus</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>V. attenuata</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>N. coastsii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

注) I, II: 優占する順位

* : 優占順位 II において *Pseudochirella sp.* の混在する1例を含む

** : 優占順位 II において *P. gaudichaudii*, *E. valleritini*, *Th. gregaria*, *E. hamata* 等の若干数が混在する1例を含む

北太平洋亜寒帯水域の場合、既往の知見によれば (e. g. 北大水産学部, 1962), *C. cristatus*, *C. plumchrus* の分布密度は夫々数10個体/m³, 数100個体/m³ (10~10²個体/m³ のオーダー) であるから、動物プランクトン (Copepoda) 集団の略々10³~10⁴個体/m³ という生物量が食物連鎖を通じた生態系の中でもつ意味は大きい。

先述のとおり、亜南極海域における動植物プランクトンの分布量は全体に極めて小さいので、同海域の生物生産に大きく関与するのはこうした動物プランクトンがパッチ状に分布する生態である。これが北部北太平洋亜寒帯水域では全般に動植物プランクトンの分布量が大きく、'milky water' とみるのが一般的である。そこで、イワシクジラやナガスクジラの餌料となっている *C. cristatus*, *C. plumchrus* が北太平洋からベーリング海にわたって広く分布するが (*C. tonsus* の場合と同様に海表面に濃密集団を形成していることを意味する)、洋上においては視認することができない。これは恐らく植物プランクトン或いは懸濁物質の分布量の大きいことと関係を有するであろうが、亜南極海域とはちがって基礎生産物質の多量に分布する環境下に鯨類の餌場が存在しているわけで、南北両半球亜寒帯水域の生態系の比較とい

う意味ではこうしたところにも景観的の相違をみる事ができる。

引用文献

- EKMANN, S. (1953) Zoogeography of the sea, Sidwick & Jackson, London, 417 pp.
- Faculty of Fisheries, Hokkaido University (1962) Data record of oceanographic observations and exploratory fishing. 6. Hokkaido University, Hakodate, 283 pp.
- FOXTON, P. (1956) The distribution of the standing crop of zooplankton in the southern ocean. Discovery Reports, 28, 191-236.
- KAWAMURA, A. (1973) Food and feeding of sei whale caught in the waters south of 40°N in the North Pacific. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 25, 219-236.
- KAWAMURA, A. (1974) Food and feeding ecology in the southern sei whale. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 26, 25-144.
- KAWAMURA, A. and T. HOSHIAI (1969) Data on copepods collected in the 7th Japanese Antarctic Research Expedition, 1965-66. Antarctic Record, 36, 69-73.
- KAWAMURA, A. and K. KUREHA (1970) Sighting

- records of whales and sea-birds. Plankton sampling and observation of the DSL. In Preliminary report of the Hakuho Maru Cruise KH-68-4 (Southern Cross Cruise) November 14, 1968-March 3, 1969. Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo, 170 pp.
- KOZLOVA, O.G. (1964) Diatoms of the Indian and Pacific sectors of the Antarctic. Acad. Sci. U.S.S.R., Inst. Oceanology, Moskva. (Engl. Transl. IPST, 1966, 191 pp.)
- NEMOTO, T. (1963) Some aspects of the distribution of *Calanus cristatus* and *C. plumchrus* in the Bering and its neighbouring waters, with reference to the feeding of baleen whales. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 17, 157-170.
- NEMOTO, T. and A. KAWAMURA (1977) Characteristics of food and distribution of baleen whales with special reference to the abundance of North Pacific sei and Bryde's whales. IWC Supplement (IWC/SC/SP74/DOC 21) (in press).
- OMURA, H. (1973) A review of pelagic whaling operations in the Antarctic based on the effort and catch data in 10° squares of latitude and longitude. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 25, 105-203.

3. 2. 2. 海水中の基礎生産

極海の生態系を考えるに当たって、海水は大気・海面間のガス交換、熱交換、日射の海水への透過等に影響を与える存在として重要である。さらに、海水はそれ自体が微小藻類の生活の基盤になるので、定着水に覆われる沿岸生態系の重要な要素と考えられている(ANDRIASHEV, 1968)。したがって、海水中の生物群が極地の沿岸海域の生物生産をどの程度に支えているのかは、検討に値する問題であろう。

海水は、氷の結晶と結晶間に取込まれた海水とからなる複雑な系である。この氷の結晶間隙に含まれる海水中には、原生動物、珪藻などの微小生物群が棲息する。とくに、海水下端では下方に向かって成長する短冊型の氷の結晶の間隙に海水が入り込み、海水のうち最も生物量の多い部分となり、しばしば、微小藻類の色素により褐色に見えることがある。

この生物群について、南極昭和基地で行った観察を基に、二、三の考察を試みたい。

69°00'S, 39°35'E に位置する昭和基地の周辺は、定着水に覆われているが夏期部分的に開水面が形成されることがある。その面積は年によりかなり変動するものと考えられる。氷山の分布状態の変化から、或る年には定着水域のかなりが開水面になる、ということもあり得ようである。

普通、この開水面が凍り始めるのは2月中旬からであり、3月中旬ないし下旬に氷厚は30cmほどになる。しかし、その後約1か月あまりの間の氷の成長はおそく、4月末までに、せいぜい、40cm程度にしかならない。新成氷の下端に珪藻を主とした微小藻類の群落の形成さ

星 合 孝 男 (国立極地研究所)

れるのはこの時期である。

1970年3月20日、微小藻類による着色層の認められた海水の下端におけるクロロフィルa量の経時的変化を、3月27日から追跡した(第1表)。厚さ数cmにすぎない層ではあるが、クロロフィルa量は短期間のうちに急激に増加し、4月16日には921.25 mg/m³に達した。そして、この時をピークにクロロフィルaは減少した。また、3月27日、前述の観察地点の脇に1m×1mのプールをつくり、そこで形成される海水下端においても微小藻類の群落が形成されることを確めた(第1表)。この時期すでに、海水直下の海水中的クロロフィルa量は低くなっていた。

自然に形成された海水、プールの海水の下端の藻類群落は、*Nitzschia seriata* に似た鎖状群体をなす *Nitzschia* sp. 1, *Nitzschia closterium* によく似た *Nitzschia* sp. 2, *Fragilariopsis* spp. 及び *Dinoflagellata* sp. 1, からなっていた。さらに、海水直下に垂下しておいたスライドグラスには、*Nitzschia* sp. 1, *Nitzschia* sp. 2, *Fragilariopsis* spp. が付着し群落を形成した。以上の事実から、海水下端では付着性の強い珪藻が、氷の結晶を基盤として群落を形成していたものと考えられる。

4月下旬或は5月初旬以降、気温の低下とともに、海水は下方に向かって成長し、9月下旬から10月にかけて最高の厚み(130cm~180cm)に達する。一方、日射量は減少し、6月1日から7月10日まで太陽のない季節を迎える。7月以降、太陽高度、日照時間は日を追って増加する。9月中旬以降には、気温も上昇し氷の成長は鈍くなる。場所によって遅速はあるが、この頃になると海