



## ナンキョクオキアミの

## 地理的分布と環境指数 $Q_{200}$

東京大学海洋研究所 永延幹男・平野敏行

### 1. はじめに

ある生物種の分布とその海洋環境構造をみようとするには、まずはじめにその種の分布をできうるかぎり詳細に知る必要がある。ナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*; 以下オキアミと呼称する) の分布に関しては、古くは Rustad (1930) を始めとして、多くの報告がなされてきている。

これらの論文のうちで、1974年以前に評価をうけてきたのは、Voronina (1974) も指摘しているように、Marr (1962) と Mackintosh (1973) である。他の論文はオキアミのみの分布を取り扱ったものではなく、他の生物種と関連させたものが多い。これらの論文はオキアミ分布自体を論ずるのには十分なデータを提供していない。また、たとえオキアミ分布についてのみ取り扱っているものも、地域スケールの断片的データであり、オキアミ分布を論ずるには十分ではない。

Marr (1962) は、単にオキアミ分布のみでなく、オキアミ分布に対応させた海洋構造との関係について統合的な説明を試みた。それは、それまでの資料を集大成したオキアミ分布について、その時点における資料からみてもっとも充実している内容であった。しかし、後の資料から検討して、Marr (1962) が示したオキアミの分布密度およびそれに対応させた海洋構造のいずれもが定性的すぎた。その点を修正しようと、Mackintosh (1973) がオキアミの分布密度について、また海洋構造については Deacon and Baker (1980) が、それぞれに試みた。

しかし、Mackintosh (1973) および Deacon and Baker (1980) ともまだ大まかすぎて、定性的な把握にとどまっており、オキアミの分布密度と海洋構造と

の対応関係が明瞭ではない。そこで永延 (1983) は、Marr (1962) を原点とした Mackintosh (1973) および Deacon and Baker (1980) の問題意識をふまえながら、オキアミの分布密度とその海洋構造との対応関係をより詳細に検討した。そのことを可能にする新しい資料が、BIOMASS 計画にもとづく調査資料や、近年におけるオキアミ漁業の漁獲資料から得られた。たとえば、もちいた資料の一部は、オキアミ分布域を20回にわたり南北に横切る密な観測結果であり、オキアミの分布密度とその海洋構造をより実証的に把握できるものであった。

永延 (1983) は、オキアミの鉛直分布の集中層での水温を積分することにより、オキアミ分布に対応する特徴的な表層水の把握をおこない、その積分値をオキアミ分布に対応させる環境指数とした。環境指数からは、オキアミ分布にたいする最適環境域および耐忍限界域をほぼ示すことができた。最適環境域の把握は、オキアミの生物・生態学的な研究への基礎知見となろう。また実用的には漁場探索の参考となろう。耐忍限界域の把握は、BIOMASS 計画の重点目標の一つである科学魚探による資源量見積りに寄与するであろう。

本論文では、永延 (1983) から、上記の内容を抜粋し要約したものを中心にして示す。

### 2. 資 料

本研究のすすめ方として、まず南極海のインド洋セクターにおける二回におたるオキアミ分布環境についての調査結果にもとづき、調査域の地域スケールでのオキアミ分布と海洋構造との関係について詳細に検討した。ひきつづき、その結果にもとづいて、これまでに蓄積されてきているオキアミ分布および海洋構造に

関する断片的な資料を統合させて南大洋全体スケールへ拡張した。

地域スケールに関する資料は、開洋丸(水産庁所属)によるインド洋セクター調査にもとづく。30°E—120°E間、61°S以南—最南68°Sまでの範囲である。本調査域への往復路における南大洋上での観測もふくめて、総観測点は387点であった。

海洋物理・化学観測は、表面から2000m深までのナンセン式各層観測と、XBT観測(1800mまたは460m)である。オキアミ分布についての調査は、曳網と魚群探知機および目視に依る。本研究で用いた資料を採集した主な網は次の四つである。①東京大学海洋研究所原型ORI—100ネット(口径160cm、目合1.058mm)による300mワイヤー繰出、傾斜曳採集。②開洋丸型中層網(口枠3m×3m、目合3.4mm)による750mワイヤー繰出、傾斜曳採集。③開洋丸式開閉型中層網(口枠3m×3m、目合5.6mm)による層別採集。④東京大学海洋研究所原型ORI—200ネット(口径160cm、目合2.0mm)による舷側表面曳採集。①・②の網を各層観測点で使用し、またオキアミ群集の高集中域では、随時、③・④の網も加えて採集を実施した。

開洋丸調査にもとづく地域スケールでの検討結果を、南大洋全体スケールへ拡張するさいに、以下に示すようなこれまでに蓄積されてきている資料をもちいた。海洋観測資料は次の出所に依る。

①英国・ディスカバリー委員会による the *Discovery I. II* および the *William Scoresby* 観測。②米国・ラモント地質調査所による the *Eltanin* 観測および the *Conrad 17* 観測。③白鳳丸(東京大学海洋研究所)観測。④海鷹丸(東京水産大学)観測。⑤海洋水産資源開発センターによるチャーター船観測。⑥海上保安庁水路部・海洋資料センター所蔵の磁気テープファイル(SD 1—73G)に収納されている南緯40°以南の観測資料。⑦日本南極地域観測隊による砕氷船ふじ観測「1980/81年」。⑧前述した開洋丸観測(1980, 1980/81)。

オキアミ分布資料は次の出所に依る。

①ディスカバリー委員会によって蓄積されてきたオキアミ曳網資料をまとめた Marr (1962) は、その原資料を記載していない。したがって、Marr が作成した分布図から引用した。Marr が用いた主な曳網資料は、直径1mのプランクトンネットによる表層(0—10m)での水平曳と鉛直曳(0—100m)であった。②大型トロール船での表・中層トロール網によるオキアミ曳網資料(海洋水産資源開発センター)。曳

網回数は総計約9,500回である。③インド洋セクターに集中している日本オキアミ操業船による漁獲量分布図。以上を南極海全体スケールでのオキアミ分布をみるための資料とした。

### 3. 環境指数 $\bar{Q}_{200}$ の選択

海洋構造の検討結果とオキアミの水平的および鉛直的な分布パターンの傾向との比較から、オキアミの分布に対応させる環境指数として、深さZについて表面から200m深までの観測された各層の水温値を台形公式で積分した次式の値をもちいた。

$$\begin{aligned} \bar{Q}_{200} &= 1/200 \int_0^{200} (\text{TEMP.}) dz \\ &= 1/200 \sum_{n=2}^{10} [(T(Z_n) + T(Z_{n-1})) \\ &\quad / 2] (Z_n - Z_{n-1}) \quad (1) \end{aligned}$$

ここに、T:水温、Z<sub>n</sub>:観測層の深度(n=2—10で、0・10・20・30・50・75・100・125・150・200mの10層)、T(Z<sub>n</sub>):深度Z<sub>n</sub>での水温、である。

表面から200m深までの水温の積分値をとったのは次のような検討の結果による。

①120°E線沿いでの、XBTによる水温鉛直断面分布とオキアミの分布密度および $\bar{Q}_{200}$ の南北勾配(図1)から判断されるように、 $\bar{Q}_{200}$ は単なる水温積分値としてではなく、水塊の層重状態が $\bar{Q}_{200}$ から読みとることができる。たとえば水塊区分にもとづく水塊の層重状態は夏季表層水、冬季形成水および深層吸水となっており、 $\bar{Q}_{200}$ の値は、1°から-1.5°Cの範囲にあるが、 $\bar{Q}_{200}$ の値が低ければ低いほど冬季形成水の層が厚くなる。すなわち $\bar{Q}_{200}$ は水塊の層重状態を包括するパラメーターとしてみれる。

②夏季におけるオキアミの高密度分布域での科学魚探による10—200m間のバッチ反応の鉛直分布を平均的にみると、40—70m層に全体にたいして占める出現頻度10%以上の高集中がみられ、深度が増すにつれてしだいに減少し200m深では約1%となる。一般におきあみ類は日周期鉛直移動をする傾向があることが知られているが、オキアミ(*E. superba*)の場合、久保田(1981)によるとこの時期には日周期鉛直移動はほとんどみられず、鉛直分布をいちじるしく変化させるものではない。鉛直的に厚みをもつ分布に対応させて、環境因子もカラムとして把握するため200m深を目安とした。

③生物分布の環境研究では、水温は無機環境因子と

して従来からもっとも関係が深いと考えられてきている。また、水温は他の因子よりも測定が比較的容易であり、資料が豊富である。さらには50m深位の第一水温躍層以浅の水温は季節変動を示すが、季節変動がいちじるしくおよばない層を厚く積分することにより季節変動が相対的に小さくなるために、時間的にずれのあるデータを持ちこざるをえないスケールの本解析にとっては有効である。

以上の点から、 $\bar{Q}_{200}$  をオキアミの分布を主体とした海洋環境構造を反映させる指数として選択し、環境指数と呼ぶことにした。 $\bar{Q}_{200}$  は単にオキアミ生息層における平均水温というその場での点環境としての意義をもつだけでなく、前もって分析した海洋構造に対応させることのできる構造環境としてみるためにも有効である。

#### 4. 環境指数 $\bar{Q}_{200}$ と

##### オキアミ分布との対応

##### 4. 1. 環境因子の南北勾配分析

南極海では、これまでの知見から環境因子は南極大陸をとりかこんだ周極構造を示し、東西方向には比較的均質と考えられる。そこで、ここでは南極海の環境因子の南北勾配の特徴に着目した。オキアミの分布密度と、その環境構造との対応関係を検討するために、 $\bar{Q}_{200}$  ・ オキアミ分布密度 ・ クロロフィル  $a$  ・ 科学魚探の後方散乱強度 ・ 流速の諸量の南北勾配を比較・解析した。

まず、地域スケールでのオキアミ分布・環境を詳細にみるために、オキアミの分布密度の南北方向における勾配を、

$$\Delta C / \Delta L \quad (2)$$

$\bar{Q}_{200}$  の南北方向における勾配を、

$$\Delta \bar{Q}_{200} / \Delta L \quad (3)$$

として両者を比較した。ここに、 $C$  : オキアミの分布密度、 $L$  : 南北方向の距離である。

120°E線沿いにおける、オキアミの分布密度および  $\bar{Q}_{200}$  の南北勾配をみる(図1)と、 $\bar{Q}_{200}$  が 63°40'S

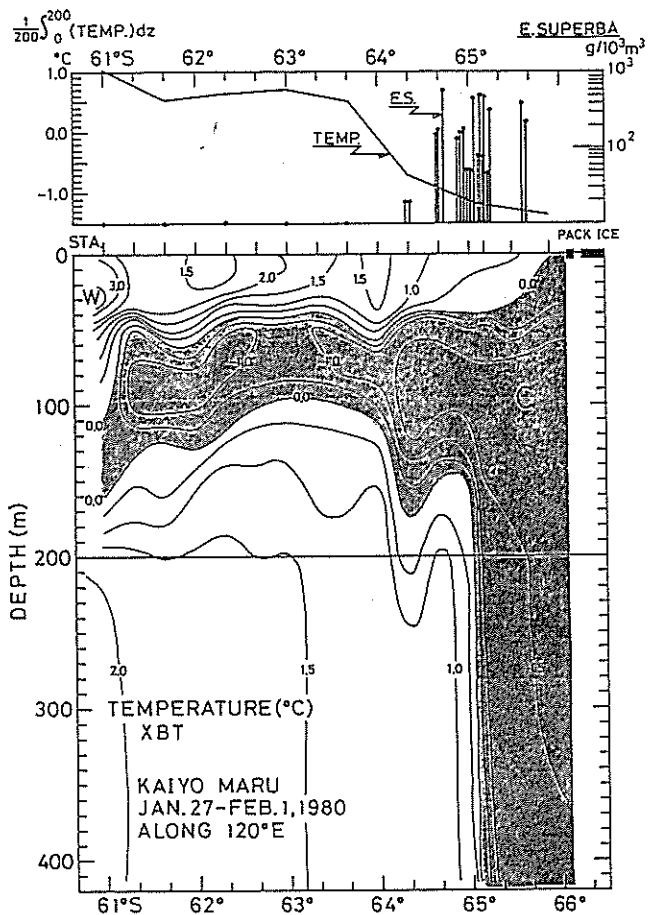


図1 : 120°E線沿いにおける水温鉛直分布・オキアミ分布密度 (E. S. で表示)・環境指数  $\bar{Q}_{200}$  (TEMP. で表示)。 $\bar{Q}_{200}$  が急勾配をとる以南において、オキアミ分布が集中している。

で急勾配を示す。その急勾配以南においてオキアミ分布が集中していることがわかる。その他の観測線に沿っても同様な傾向がみられる。そこで、45・50・55・100・105・110・115・120°Eの子午線沿いにおけるそれぞれの  $\bar{Q}_{200}$  の急勾配に着目することにした。これらの子午線に沿う  $\bar{Q}_{200}$  の値を比較すると、急勾配の位置が南北に約 140mile の幅でずれている。そこで、急勾配を示す各線上の北端を中心にして、 $\bar{Q}_{200}$  の南北線の地理的緯度をずらして現象として一致させ、 $\bar{Q}_{200}$  八線の平均線と標準偏差をもとめた。

上の手順で整理した  $\bar{Q}_{200}$  の南北勾配の平均線を座標軸として、オキアミの分布密度を対応させた(図2)。さらに図2には以下に示すような、科学魚探の後方散乱強度・クロロフィル  $a$  の南北勾配の平均線も加えた。

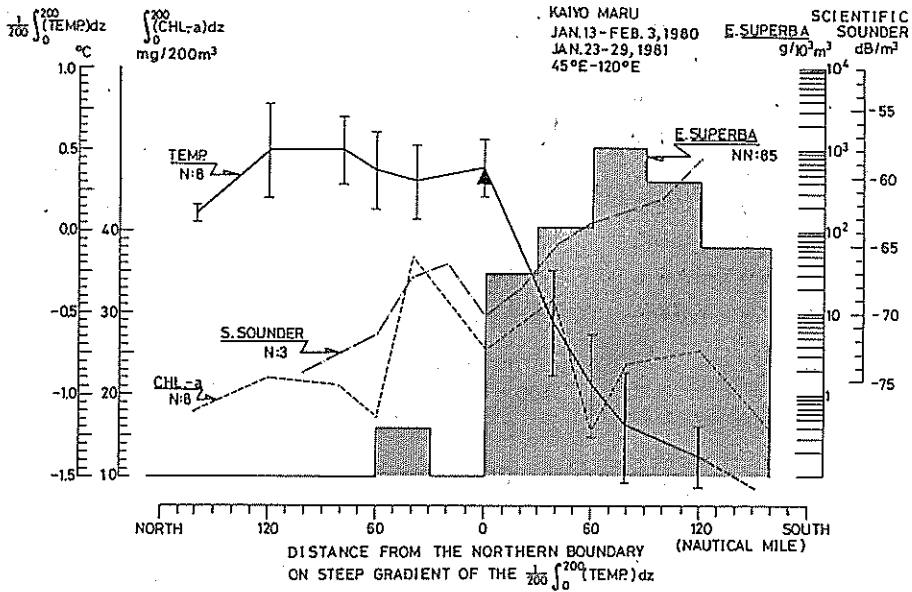


図2：環境指数  $\bar{Q}_{200}$  平均線の急勾配の起点 (▲で表示) から南北への距離を横軸とした、オキアミ分布密度・科学魚探の後方散乱強度・クロロフィル-a量の対比。  
 N：観測線の数。NN：オキアミ採集回数。オキアミ分布の平均パターンは、 $\bar{Q}_{200}$ の急勾配以南にピークをもつ山型分布を示す。

科学魚探の後方散乱強度は、魚群量を計量的にもとめるための音源方向へのエコーの散乱である。ここでの後方散乱強度は、鉛直方向への積分範囲が10-100m、水平方向へは20mileでの区間平均を示す。

クロロフィル-aは、次式で示される表面から200m深までの積分量である。

$$\int_0^{200} (\text{CHL.}-a) dz = \sum_{n=2}^{10} [(H(Z_n) + H(Z_{n-1})) / 2] (Z_n - Z_{n-1}) \quad (4)$$

ここに、H(Z<sub>n</sub>):観測層Z<sub>n</sub>でのクロロフィル-a量、Z<sub>n</sub>:観測層の深度(n=2~10で、0・10・20・30・50・75・100・125・150・200mの10層)

$\bar{Q}_{200}$ とオキアミ分布密度との平均的な対応関係は、北から南方へかけて $\bar{Q}_{200}$ が著しい低下の勾配( $\Delta\bar{Q}_{200}/\Delta L=0.108^\circ\text{C}/10\text{mile}$ )をとる水域以南において、オキアミ分布密度が高いことがわかる(図2)。オキアミの分布密度の南北勾配は、分布密度がもっとも高い水域(1016g/10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)を中心とした山型分布(二項分布型)を示す。

$\bar{Q}_{200}$ が南方へむけて急勾配を示す端(▲で表示)から、南へ80mileの水域においてオキアミの分布密度の最も高く、その水域での $\bar{Q}_{200}$ の平均は-1.1°Cであった。

科学魚探の後方散乱強度は、オキアミ分布の高密度域に対応して高くなる。クロロフィル-a量は、 $\bar{Q}_{200}$ の急勾配の端▲点から南北へそれぞれ40mileいった水域において高い(25mg/200m<sup>3</sup>以上)が、オキアミ分布の高密度域では相対的に低い。

以上、61°S以南、45°E~120°E間の地域スケールでのオキアミの分布密度は、大陸棚上の冬季形成水層が厚い水域において高く、冬季形成水層が次第に薄くなる北方の水域に向かうにつれて低くなることがわかった。

#### 4. 2. 全体スケール

これまでみてきた地域スケールでのオキアミ分布と $\bar{Q}_{200}$ との対応をひきつづき南大洋全体のスケールへ拡張し、南半球での盛夏季である1・2・3月におけるオキアミの分布と環境指数 $\bar{Q}_{200}$ との対応を示した(図3)。

オキアミの主たる分布域は、 $\bar{Q}_{200}=0.0^\circ\text{C}$ 線以南

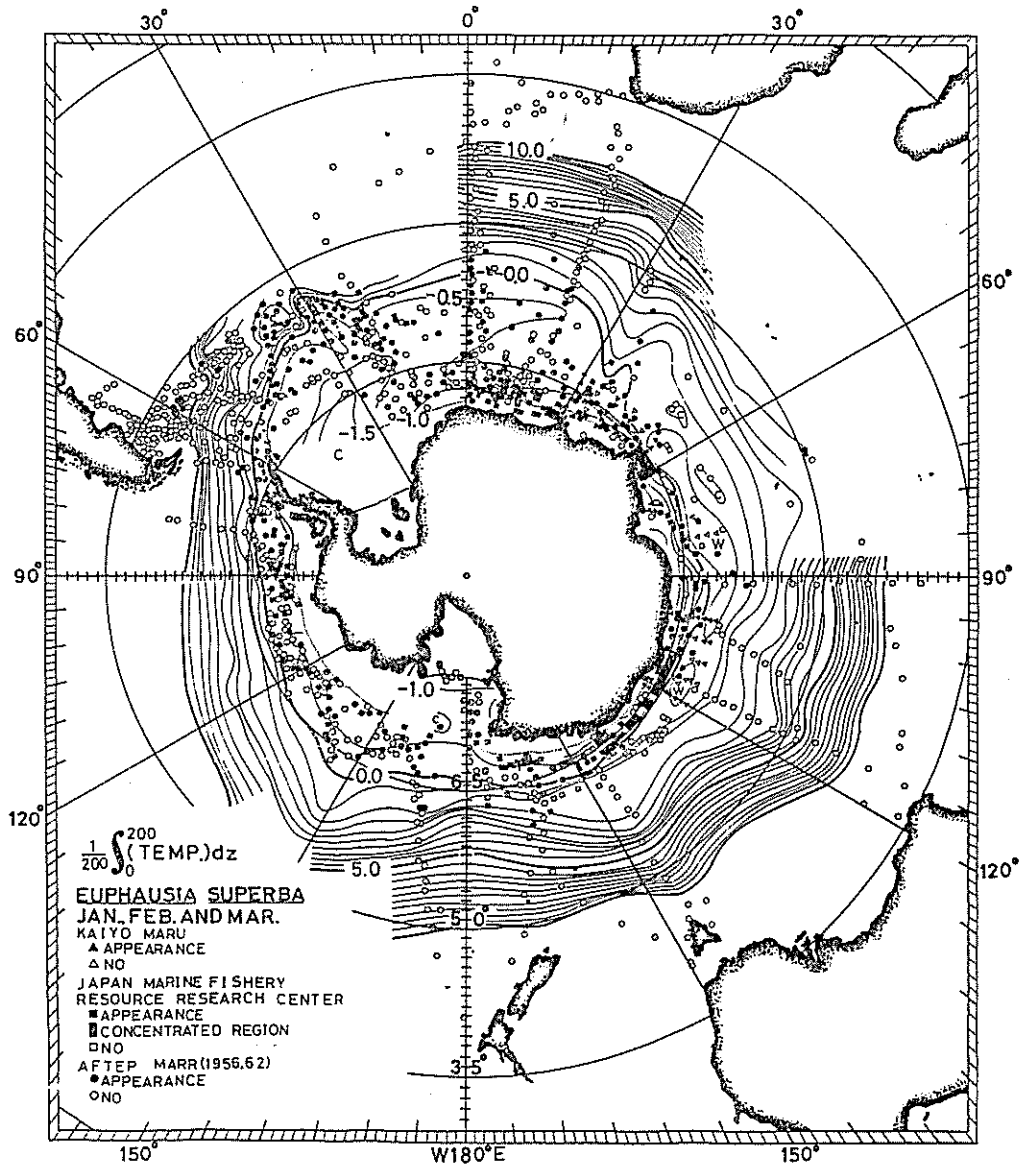


図 3 : 夏季・南大洋全体スケールにおける、オキアミの水平分布と環境指数  $\bar{Q}_{200}$  との対比。 $\bar{Q}_{200} = 0.0^\circ\text{C}$  以下の水域にオキアミ分布が集中している。

の低温域にみられ、全体スケールでのオキアミ分布と  $\bar{Q}_{200}$  との対応は、地域スケールの結果とよく一致している。

$\bar{Q}_{200} = 0.0^\circ\text{C}$  以下の低温域は地域的にみて北方向への張出しの割合が異なる。たとえば、 $45^\circ\text{E} \sim 150^\circ\text{E}$  間では、南極大陸から  $0.0^\circ\text{C}$  までの距離は最大 240 mile である。それにたいして、ウェッデル海の  $30^\circ\text{W}$  線では 1320 mile の大きな幅を示す。ロス海域の  $150^\circ$

W線では 840 mile。アムンゼン海の  $120^\circ\text{W}$  線では 420 mile。ベリングスハウゼン海の  $90^\circ\text{W}$  線では 360 mile。南極半島周辺域の  $60^\circ\text{W}$  線では 120 mile のせまい幅となっている。オキアミの分布は、これら低温域の北方向への張出しの割合に対応している。

$30^\circ\text{E} \sim 120^\circ\text{E}$  間の地域スケールでみたときには、オキアミ分布の高密度域は  $\bar{Q}_{200} = -0.5^\circ\text{C}$  以下の大陸棚域および陸棚斜面域上の低温域であった。全体ス

ケールでも同じ傾向が、 $0\sim 30^{\circ}\text{E}$  間、 $120^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$  間ではみられる。しかし全体スケールでは、ウエッデル海の  $60^{\circ}\text{W}$  線周辺の  $-0.5^{\circ}\text{C}$  以上の海域でもオキアミの分布密度が高い傾向にある。ところがウエッデル海の中心付近である  $-1.5\sim -0.5^{\circ}\text{C}$  では、 $0\sim 30^{\circ}\text{E}$  間の  $-0.5^{\circ}\text{C}$  以下および  $30^{\circ}\text{W}$  周辺の  $-0.5^{\circ}\text{C}$  以上の海域と比較して、オキアミの分布密度が低い傾向にある。 $30^{\circ}\text{W}$  周辺の  $-0.5^{\circ}\text{C}$  以上の海域は、サウスサンドウィッチ諸島周辺の陸棚域と一致する。 $0\sim 30^{\circ}\text{E}$  間、 $65^{\circ}\text{S}$  以南でみられるオキアミ分布の高密度域も大陸棚および陸棚斜面域である。サウスサンドウィッチ諸島周辺および  $0\sim 30^{\circ}\text{E}$  間、 $65^{\circ}\text{S}$  以南の両者の水域に共通することは、陸棚または陸棚斜面域であることである。しかし、 $\bar{Q}_{200}$  は  $-0.5^{\circ}\text{C}$  以下の低温域であっても、ウエッデル海の中心域は水深  $4000\text{m}$  以上のウエッデル海盆が存在する。したがって、オキアミ分布の高密度域は、単に  $\bar{Q}_{200}$  の低温域ではなく陸棚および陸棚斜面上と一致すると判断される。このことは、 $\bar{Q}_{200}$  が  $0.5^{\circ}\text{C}$  前後と南極大陸周辺のオキアミの出現水域と比較してやや高温であるが、比較的オキアミの出現が密に造られる  $30^{\circ}\text{W}$  線沿い  $54^{\circ}\text{S}$  に位置するサウスジョージア島周辺も陸棚であることから支持される。

一方、太平洋セクターである南極半島付近の  $60^{\circ}\text{W}\sim$  ロス海付近の  $180^{\circ}\text{W}$  においては、インド洋セクター側の  $0^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{E}$  に比較して、棚氷の張り出しが広く (GEBCO, 1980)、 $\bar{Q}_{200}$  が  $-1.0^{\circ}\text{C}$  以下の低温域がみられず、それに対応してオキアミの分布密度が低い傾向がうかがわれる。

## 5. オキアミ資源量見積りにおける 環境指数 $\bar{Q}_{200}$ の意義

オキアミの資源量を見積ることは、BIOMASS 計画の重点目標の一つである。資源量見積りのために、科学魚探は有力な装備として考えられている。Hampton (1983) は、科学魚探の測定値をもちいて、各ブロック毎に見積ったオキアミと考えられる平均密度の総積算を求める、次式にもとづき、オキアミ資源量 ( $\hat{B}_j$ ) を見積ろうと試みている。

$$\hat{B}_j = \hat{A}_j \hat{P}_j = \hat{A}_j \sum_{i=1}^{N_j} \frac{(\hat{\rho}_j)_i (D_j)_i}{(D_T)_j} \quad (5)$$

where  $\hat{A}_j$ : estimated area of block  $j$ ,

$(\hat{\rho}_j)_i$ : mean weight of krill/unit area estimated from the  $i$ th interval

in block  $j$ ,

$N_j$ : number of intervals in block  $j$ ,

$(D_j)_i$ : integration distance for the  $i$ th interval in block  $j$ ,

$(D_T)_j$ : total integration distance in block  $j$ ,

$\hat{P}_j$ : estimated mean weight of krill/unit area in block  $j$ .

(原文引用)

しかし、本稿でみてきたオキアミ分布密度と環境指数  $\bar{Q}_{200}$  との対応結果と対照させると、Hampton が示す、

①オキアミ分布平均密度の最小単位の面積 <block  $j$ >

②全体スケールでのオキアミ資源量見積りのためのオキアミ分布の想定面積 <the geographic range of the krill>

は、大まかで定性的すぎると思える。たとえば、インド洋セクターでの <block  $j$ > の緯度幅を  $5$  度間隔にとっている。これは、オキアミ分布パターンをあまりにも機械的に平均化しすぎることになり、実際の資源量を正しく見積れないだろう。また <the geographic range of the krill> は、Mackintosh (1973) にもとづいているが、これも、前述 (1 章) したように大まかすぎる。オキアミ分布域の把握の弱さから、せっかくの科学魚探の精密な計量値が有効に生かされていないと言えよう。

ところで、前述 (4 章) したように環境指数  $\bar{Q}_{200}$  は、オキアミの分布密度とよく対応させることができる (図 3)。そこで、 $\bar{Q}_{200}$  の等値線でオキアミの分布範囲をおさえながら、その範囲内において、科学魚探の測定値からオキアミの平均密度をだす。この平均密度を、科学魚探の調査がなされていない水域へ、環境指数  $\bar{Q}_{200}$  と対照させながら拡張する。つまり、Hampton のいう <block  $j$ > を、より環境生態学的な視点に立脚した分割でとらえようとする環境指数  $\bar{Q}_{200}$  をもちいることによって、Hampton の試みよりもより実際に近似する資源量見積りが可能となる、と考えられる。

## 6. オキアミ (*E. superba*) 近縁種の 地理的分布域の配列

オキアミの地理的分布パターンの要因としては、流動による集積であるとの考えが多い (Voronina

(1974)、奈須 (1979)、Maslemikov and Solyankin (1980)、Lubimova et al. (1980) など。これらの考えはつぎの二点を根拠にしているように思われる。

①西風反流域と東風反流域との境界域での深層暖水の湧昇が示唆される海域である南極発散域以南において、オキアミ分布がみられるのは、南極海の模式的な流動から判断して、東風反流域におけるエクマン輸送による海水の南方向への移動がオキアミ群集(卵・幼生をふくむ)を南極大陸周辺へ集積させるのではないか。

②動物プランクトンであるオキアミは卵・幼生のみならず成体そのものも遊泳力が弱いと考えられて、流動がオキアミ分布に強く影響していると考えられる。マクロスケールでの海流の影響のみならず、分布密度の高いオキアミのPATCHスケールの個体群も流動によって影響をうけてその分布パターンもきまるのではないか。

そこで、表層における流動とオキアミ分布との対応関係をみるために、 $\bar{Q}_{200}$ の南北勾配とオキアミ分布

密度との対応図(図2)に、次式によってもとめた東西方向の地衡流の流速平均の南北勾配線をくわえた。

$$\begin{aligned} & 1/200 \int_0^{200} (\text{VELOCITY}) dz \\ & = 1/200 \sum_{n=2}^{10} [(V(Z_n) + V(Z_{n-1})) \\ & \quad / 2] (Z_n - Z_{n-1}) \quad (6) \end{aligned}$$

ここに、V:地衡流域算でもとめた流速、Zn:観測層の深度(n=2~10で、0・10・20・30・50・75・100・125・150・200m)。

この結果、オキアミの分布密度は、急勾配以南すなわち南極発散域以南の流動緩慢な水域において高いことがわかった(図4)。また、全体スケールでの流動とオキアミ分布との対応をみるために、1000db面を基準としたジオポテンシャル・アノマリーとオキアミ分布を検討したが、これからも、オキアミ分布は比較的流動緩慢な水域に対応していることがわかった。

しかし、次に示すような根拠から、オキアミ分布を

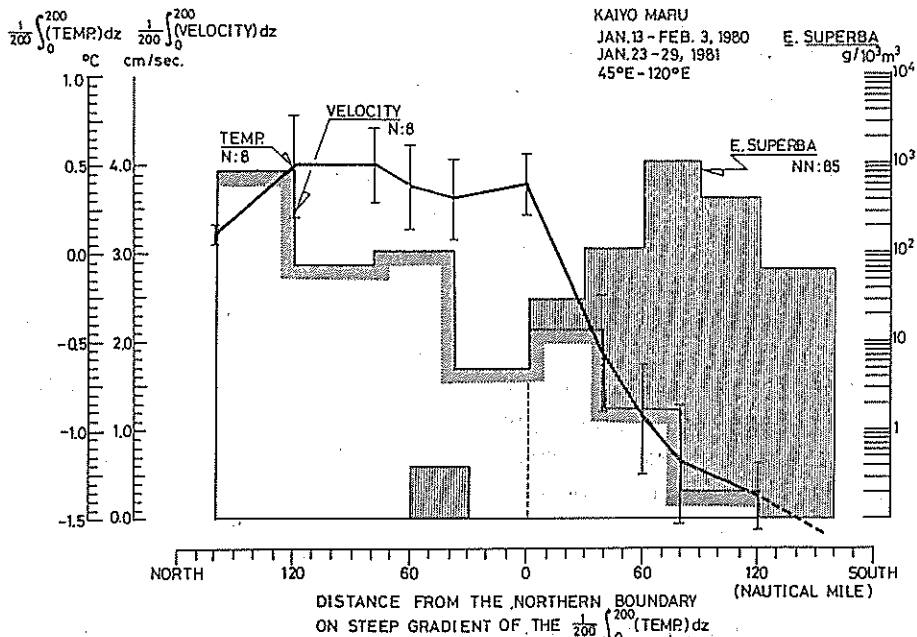


図4: 環境指数  $\bar{Q}_{200}$ ・表面から200m深までの地衡流速の平均線・オキアミ分布密度の南北勾配の対比。 $\bar{Q}_{200}$ の急勾配以南の流動緩慢な海域にオキアミが多いことがわかる。

きめている要因として単に力学的な海水流動による受動的な結果として説明することは困難になる。オキアミ採集と同時に採集された全生物の湿重量と、その全

体に占める *E. superba* (以後 *E. superba* 以外のおきあみ類をふくめて議論する場合は学名であらわす) の出現率を示し、各採集点での優占種および *E.*

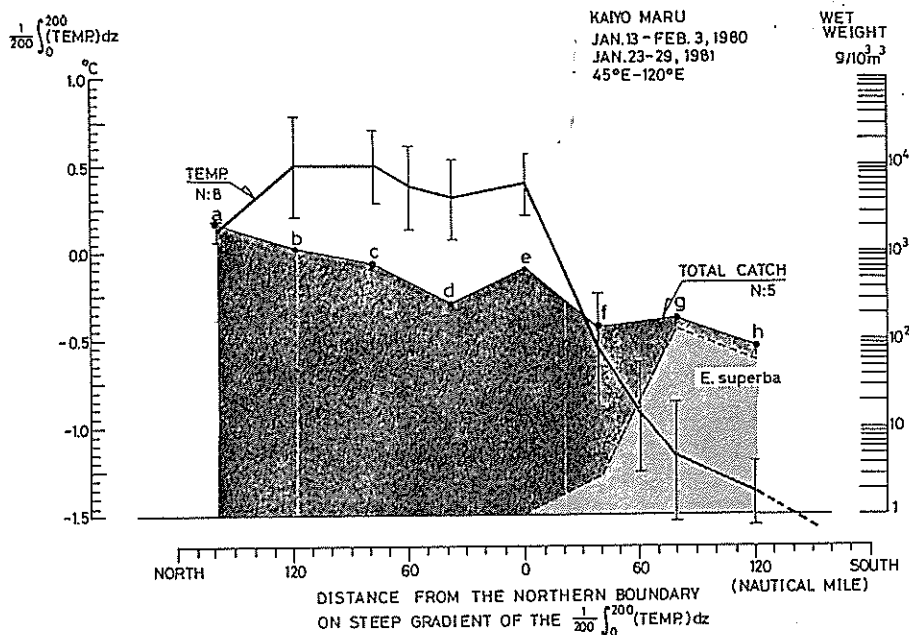


図5：環境指数  $\bar{Q}_{200}$  線に対比させた採集生物の総湿重量とオキアミ量の比率。  
 a～f点での最優占種はサルバ類、その他には、かいあし類・*T. macrura*・*E. triacantha* が出現。8点では、*E. superba* 以外に、かいあし類・くらげ類が、h点では *E. crystallorophias* が出現した。

*superba* 以外に出現したおきあみ類の種名を示した(図5)。

図5からは次の点がよみとれる。流速が急勾配以南に比較して強い急勾配以北の海域において、形態上からみて *E. superba* 以上に遊泳力が弱いと考えられるサルバ類が最も多く出現している。また、*E. superba* 以外のおきあみ類である、*Thysanoessa macrura*, *E. triacantha* および *E. crystallorophias* が出現している。もし、*E. superba* が流動によって集積させられているとするならば、他の種も *E. superba* の高密度域に集積され、各種が混然とした状態で分布していてもよいように思われるが、事実はそうならない。したがって、*E. superba* の高密度域は流動緩慢の海域と一致はするが、流動のみが *E. superba* の分布をきめていると説明することは困難である。

*E. superba* の地理的分布の要因について考えるべきは、海洋構造との関連からのみみるのではなく、その種がこれまでどのような形で現在の地理的分布をとるようになってきたか、という生物側の歴史の考察をぬきにしては考えられない。Darwin (1859) 以後の生物地理学の理論からみて、生物種の地理的分布は、

一つの先祖から多数の形態的に異なる種類が異なる生息環境に適応していく種分化の過程—適応放射 (adaptive radiation)—の結果とみなされるべきである、と考えられている (たとえば橋川、1967)。南大洋に分布している *Euphausia* 属に属する種は、10数種の出現がこれまでにみとめられていて、これらの種のうち、*E. superba* の近縁種として次の四種、*E. crystallorophias*, *E. frigida*, *E. vallentini* および *E. lucens* があげられている (John, 1936, Brinton, 1975)。

これら五種の出現頻度を、南大洋全体で計算した環境指数  $\bar{Q}_{200}$  横軸として対応させると、 $\bar{Q}_{200}$  の値を横軸として南方より北方にかけて順次、*E. crystallorophias*, *E. superba*, *E. frigida*, *E. vallentini*, および *E. lucens* が分布域の中心をずらせながら配列する(図6)。近縁種のこのような地理的分布域のずれは、生活形を異にした種はその生活の場を異にしている、すなわち、棲みわけ (habitat segregation) (今西、1948) の概念に相当しよう。この観点からも *E. superba* の分布域を単に力学的な流動による集積の結果であるという考えでみるのではなく、種自体が



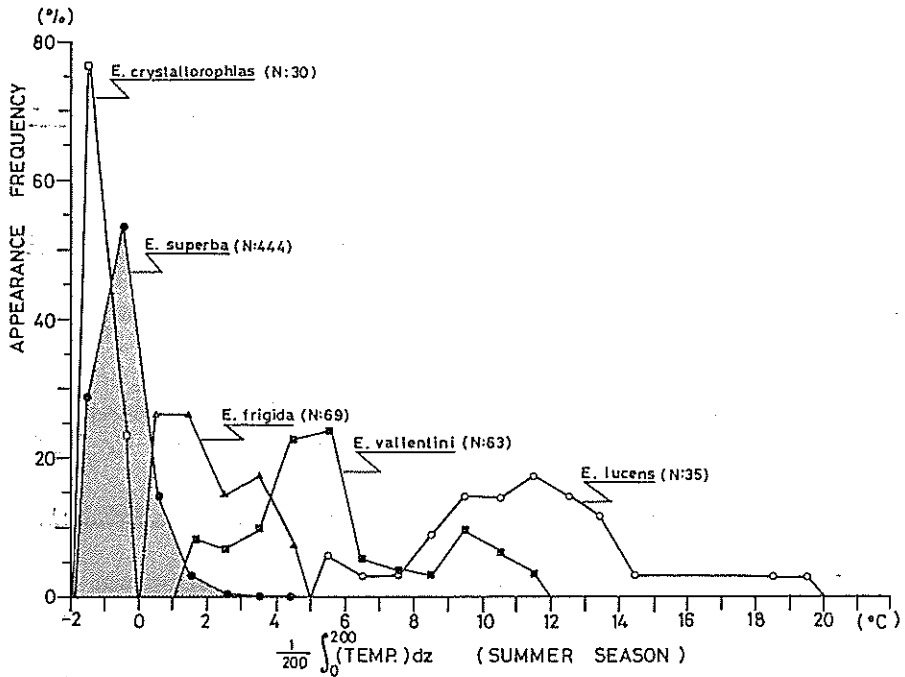


図 6 : 南大洋スケールにおいて、環境指数  $\bar{Q}_{200}$  に対応させた *E. superba* とその近縁種である *E. crystallophilas*・*E. frigida*・*E. vallentini*・*E. lucens* の出現頻度。*E. superba* 以外の資料は John (1936)・Marr (1962)・Lubimoba et al. (1980) にもとづく。低温域し種ほど  $\bar{Q}_{200}$  値の幅がせまくなる傾向をもち、近縁各種が分布域の中心をずらせながら配列する。

その分布域の環境に主体的に適応しているとみなされるべきであろう。ただし、*E. superba* が他種に比較して現存量が多いということは、生息場の流動環境が種の逸散を比較的にふせぐ役割をそなえているからである、と一面的にはいえよう。

## 7. 謝 辞

「鯨研通信」へ投稿の段取りの労をとって下さった

奈須敬二博士(水産庁)へ、感謝申し上げる。また、この機会に、これまでに発刊されてきている「鯨研通信」に図書室で目を通して見て、その蓄積の重みを感じた。捕鯨が歴史的なターニング・ポイントにかかっている今、あらためて、大村秀雄・鯨類研究所所長はじめこれらの蓄積を重ねられてこられた人々に敬服の念を捧げる。

## ぶ　　っ　　く　　す

8. Anderson, P. K., 1984. Suckling in *Dugong dugong*. J. Mamm. 65(3): 510-511.
9. Aurioles, D., C. Fox, F. Sinsel and G. Tanos, 1984. Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Bay of La Paz, Baja California Sur, Mexico. J. Mamm. 65(3): 519-521.
10. Brownell, R. L. Jr., 1984. The ecology of whales and dolphins by Gaskin. J. Mamm. 65(3): 533-534.
11. Douglas, M. E., G. D. Schnell and D. J. Hough, 1984. Differentiation between inshore and offshore spotted dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. J. Mamm. 65(3): 375-403.
12. G. P. Donovan (ed), 1984. Thirty-Fourth Report of the I.W.C. I.W.C. Cambridge. 752pp.
13. Payne, S. F. and R. J. Jameson, 1984. Early behavioral development of the sea otter, *Enhydra lutris*. J. Mamm. 65(3): 527-531.
14. Ross, G. J. B., 1984. The smaller cetaceans of the south east coast of southern Africa. Ann. Cape Prov. Mus. (nat. Hist.) 15(Part 2): 173-410.
15. Simos, L. S., 1984. Seasonality of reproduction and dentinal structures in the harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) of the North Pacific. J. Mamm. 65(3): 491-495.
16. Perrin, W. F., R. L. Brownell Jr. and D. P. DeMaster (Eds), 1984. Reproduction in whales, dolphins and porpoises. I.W.C. Cambridge. 495pp.
17. 西脇昌治, 1984. ジュゴンの話。全集日本動物誌30巻: 5-52. 講談社。