

## Ⅱ オキアミ資源に関する座談会

主催 水産海洋研究会

日時：昭和48年8月6日（月） 10:00～17:00

会場：東京大学海洋研究所 大講義室

コンピーナー：川上武彦（東海区水産研究所）

話題および話題提供者

1. オキアミ類とその生態

根本敬久（東京大学海洋研究所）

2. オキアミの分布と海洋環境

奈須敬二（遠洋水産研究所）

3. 食物連鎖上のオキアミ

河村章人（鯨類研究所）

4. 日本沿岸のオキアミ漁業とその利用

小牧勇蔵（日本海区水産研究所）

5. 宮城県におけるオキアミ漁業の現状

菊地豊次郎（宮城県水産試験場）

6. 南氷洋オキアミ調査概要

下条宏之（海洋水産資源開発センター）

7. オキアミ漁法

小山武夫（東海区水産研究所）

8. 南氷洋オキアミ漁獲の可否

土井長之（東海区水産研究所）

9. 総合討論

（座長） 根本敬久（東京大学海洋研究所）

1. オキアミ類とその生態

根本敬久（東京大学海洋研究所）

1. はじめに

オキアミ類は甲殻綱，軟甲亜綱，オキアミ目に属し，現在85種が記載されている動物群で，海洋水域のみに分布する。ノールウェーの捕鯨関係者の間でひげ鯨類の餌を示す語として“kr-

ill” が使用され、*Meganyctiphanes norvegica* を指す語として “stor krill” が用いられていた。日本においてもひげ鯨類、魚類の餌料としてあみ(又はあめ)と呼ばれる生物が古書に多く記載され、そのうちのあるものは(例えば鯨記における )明らかにオキアミ類を指す。オキアミ類は、(1)生物量が卓越する群の一つである、(2)しばしば海表面に密な群集団をつくる、(3)ひげ鯨類のみならず魚類、アザラン等の海獣類の主な餌料でもある等の理由により、海洋生物研究において注目されてきた。

## 2. オキアミ類の生態—水平分布、生物量

オキアミ類は海洋環境に適応した生物群であり、塩分28‰以上の高鹹水域にその主分布域がある。太平洋において北部北太平洋、日本海域における多量のオキアミの分布は明らかに数種の卓越種 *Euphausia pacifica*, *Thysanoessa longipes*, *T. inermis*, *T. raschii* 等によるものであり、南極洋のそれは *Euphausia superba*, *Thysanoessa macrura* 等による生物量である。現存量の多い海域はいわゆる生産力の高い海域で分布型は植物プランクトンの現存量、生産量の分布の型とほぼ一致する。オキアミ類の種による水平分布は、極めて特徴的な分布型を示すことが Brinton, John, 根本等によって明らかにされた。

オキアミ類のうち、内湾浅海域や付属海に出現する種は北太平洋ベーリング海、アラスカ湾沿岸部から北極海、オホーツク海にかけて分布する *Thysanoessa raschii*, アラスカ湾からカリフォルニア沿岸部に分布する *T. spinifera*, 東支那海・黄海海域に分布する *Euphausia nana* 南極大陸棚および沿岸域に分布する *Euphausia crystallorophias* 等があり、北大西洋に分布する *Meganyctiphanes norvegica* も沿岸域にその主群がみられる。又 *Pseudeuphausia* 属2種は熱帯から亜熱帯西部太平洋沿岸域にのみ出現する。多くの外洋種は浅海域に分布せず、海流によって内湾域等に出現するのみである。太平洋の付属海である日本海に *Thysanoessa longipes* が出現するが、近似種の *T. in-spinata* は出現しない。これは *T. in-spinata* の主分布域が *T. longipes* よりも南偏し、オホーツク海を通して日本海への個体群の流入がないためと解釈される。

海流によってオキアミ類の分布は大きな影響を受け、しばしばその分布範囲は大きく変化する。特に太平洋の黒潮海域、カリフォルニア海流域、ペルー海流域、中部太平洋における赤道海流域等で著しい。しかし巨視的にみると、太平洋においては各水系と極めて良く一致した分布をすることが明らかにされている。オキアミ類のうち著しい垂直移動を行うものはその日周期垂直移動の巾が700 m に達することもある。又多くの種は、個体発生の過程でその垂直分布域を変える。太平洋において表層種は、亜寒帯表層種として *Thysanoessa raschii* 他5種、遷移表層種として *Nematoscelis difficilis*, *Thysanoessa gregaria* 他3種、太平洋中央水域表層種として *Euphausia brevis*, *Stylocheiron carinatum* 他12種、赤道水域表層種として、*Euphausia tenera*, *Thysanopoda tricus-*

pidata 他8種があげられる。又、mesopelagic zone に棲息する中層種として *Tessarabrachion oculatus*, *Stylocheiron maximum* 等13種が含まれる。*Euphausia* 属の種は含まれない。この中には亜寒帯中層種として出現する *T. oculatus*。太平洋中央水域・赤道水域に分布する *Nematobrachion boopis* 等、それぞれの水塊中層域に分布する種と、*Stylocheiron maximum* のように太平洋中層域に広く分布する種がある。深海域に分布する4種 (*Thysanopoda cornuta*, *Bentheuphausia amblyops* 他2種) は、いずれも特定の海域に分布が限られることはない。

オキアミ類の生物量は海洋の表層に多いが、他の動物プランクトンと同じく種毎に特徴的な垂直分布をし、又日周期垂直移動、個体発生にともなう成長段階に対応した垂直移動を行う。

オキアミ類のうち *Thysanopoda*, *Euphausia*, *Nyctiphanes* 属の各種は球形の眼を持ち、深層種を除き胸脚は濾過刺毛が良く発達している。昼夜移動の巾の少ない *Thysanoessa gregaria*, *Nematobrachion* 属のオキアミはそれぞれ第2脚、又は第3脚が延長し、且つ眼は上下2部に分かれている等の特徴がある。夜間海表層への垂直移動は、明らかに濾過捕食オキアミの植物プランクトン捕食の効率を高める。*Thysanopoda* 属のオキアミの例によれば、*T. tricuspidata* の成体は500m深付近より夜間海表層まで浮上するが、昼間同じ深度に分布する *T. monacantha* は海表層まで浮上して索餌をしない。両種の胸部および濾過刺毛の発達状態から見ると、*T. tricuspidata* は胸脚の基節より腕節まで濾過刺毛が発達するが、*T. monacantha* は濾過刺毛が長節までしか発達せず雑食より、動物食性にかたむいている。

幼生の垂直移動の型は種によって異なる。多くの *calyptopis*, *furcilia* 期幼生は明らかな日周期垂直移動を行い、夜間に浮上が認められるが、その移動範囲は比較的小さい。

太平洋中央水域のオキアミを研究した Roger (1971) の結果によれば、この海域におけるオキアミ類の垂直移動は次の4つの型に分けられる。

1) 表層種

(0-200m) *Stylocheiron carinatum*, *Euphausia tenera*  
*S. affine*.

2) 昼夜移動しない中層種

(50-500m) *Stylocheiron abbreviatum*, *S. longicorne*,  
*S. maximum*, *Nematoscelis*

3) 昼夜移動しない中深層種

(300-600m) *Stylocheiron elongatum*  
(600-1000m) *Bentheuphausia amblyops*  
(300-800m) *Nematobrachion boopis*  
*Thysanopoda cristata*

4) 昼夜移動する表層種および中深層種

多くは深海音波散乱層(DSL)と関連あるものと考えられる。

- 1) ( 0-160m 夜 ) Euphausia diomedea, E. paragibba,  
400-600m 昼 Thysanopoda tricuspidata, T. aequalis
- 2) ( 100-300m 夜 ) T. pectinata, T. monacantha,  
400-600m 昼 T. orientalis, Nematobranchion flexipes
- 3) ( 100-300m 夜 ) Nematoscelis  
200-600m 昼

### 3. オキアミ類の生長, 成熟

Euphausia 属においては雌雄がほぼ同体長であるが, Thysanoessa 属のオキアミでは雌雄の体長差が大きい。極海域のオキアミは約2年かかって成熟する例が, 南極洋の Euphausia superba, E. triacantha. 北太平洋の Thysanoessa 属の各種で明らかたされ, 北大西洋の Meganyctiphanes norvegica 等は2年以上生存する。

熱帯海域から亜熱帯海域の表層に分布するオキアミ類は, 成熟個体の出現状態および体長組成の変化からみて, 1年以内に成熟し, 且つ年間に数回の産卵を行う可能性がある。

オキアミ類はすべて卵を産出する。オキアミ類10属のうち, 卵の産出後胸脚および membrane により頭胸部下側に卵を抱く6属(Nematobranchion, Nematoscelis, Nyctiphanes, Pseudeuphausia, Stylocheiron および Tessarabrachion 属)を除く57種は卵を海中に放出する。

卵巣は胸甲内, 肝臓および心臓下部にあり, 初期には小さいが産卵期前に著しく発達する。産卵数は, 海中に産出する群ではおおよそ300~500個, 又卵を胸脚で抱く Stylocheiron 属では3~20, Nyctiphanes 属で50~100, Pseudeuphausia 属で20~100, Nematoscelis, Nematobranchion 属で200~400個程度であろう。

交尾の時期はその標息海域によって異なり, 南極洋の Euphausia superba では春季より夏季(12月~2月)にかけて行われる。温帯から熱帯にかけて分布する種は交尾産卵期が一定しないものも多い。繁殖期間の長短に年変化がみられるということは, 環境条件によってその生殖活動が変化することを示す。

幼生は通常 1) nauplius, 2) metanauplius, 3) calyptopis, 4) furcilia 期を経て, 成体とほぼ同じ後期幼生となる。

オキアミ類の自然死亡率については現在のところ正確な値は得られていない。しかし卵, nauplius 期, metanauplius 期にくらべて, Calyptopis 期幼生の出現数がはるかに少ないことから, calyptopis 期以前の死亡率が高いと考えられる。一般にオキアミ類の減耗は他動物の捕食によるものが多いが, 生殖時期の減耗はオキアミ自体の健康状態によって起ると考えられる。

実験水槽内で飼育されたオキアミ Euphausia pacifica は5~6日毎に夜間脱皮を行

った。 *E. superba* ではこの間隔が14日であった。

オキアミ類の脱殻乾燥重量は体乾燥重量の4～14%を示す。この脱殻は海洋の溶存体有機物源、アグリゲイト状有機物の付着基質として重要であると考えられ、海洋の物質循環の点から無視出来ない。

#### 4. オキアミ類の群集団

多くのオキアミ類について群集団が形成されることが知られている。観察例の多い南極洋の *Euphausia superba* の群集団の形状は円形で30m前後のものが多い。この他に北半球における *Thysanoessa* の数種、 *Euphausia pacifica*, *E. similis*, *E. krohnii*, *Nyctiphanes australis*, *Meganyctiphanes norvegica* 等について記録がある。群集団の形成は、北太平洋の *Thysanoessa longipes* の例からみて *furcilia* 期直後から行われると考えられ、Marrも *E. superba* について同じく極めて初期より形成されるとした。群集団の大きさは変化するがその縁は極めて明らかに識別出来る。 *Meganyctiphanes norvegica* の群集団における例では性比は雌雄ほぼ等しいが、交尾後と考えられる *Euphausia superba* の群集団においては雌が著しく卓越した例がある。

オキアミ類の群集団は群中の個体の生長度が等しいものも多く、又他の動物プランクトンと混合の群を造ることは少ない。

#### 5. オキアミ類の食性

オキアミ類の主要な摂餌外部器官は触角、胸脚、口部器官等である。口唇の形態は動物食種と濾過捕食種では異なるが、特に著しくその機能が異なるとは考えられない。大顎の形態はそれに付属する顎脚の形態を含めて著しい変化を示す。大顎は左側の臼歯状突起が右側の突起より大きい。臼歯状突起は濾過捕食種において良く発達し(例 *E. superba*) 動物捕食種においては切歯部が発達する。

第1、第2小顎は同じく種の系統上の位置によって形態は異なり、例えば最も原始的な種であると考えられる *Bentheuphausia amblyops* においては内葉はいずれも3小葉からなり、他のオキアミ類と異なる。

胸脚は遊泳に用いられる他、オキアミ類の重要な索餌器官となる。 *Bentheuphausia amblyops* は8対の胸脚をもつ唯一のオキアミであるが、他の種は後部胸脚の退化、第2、第3胸脚の発達等が示される。オキアミ類の食性の分化に関連して特に重視されるのは、各胸脚、特に長節の刺毛および刺毛に生ずる濾過刺毛の長短、間隔であり、又発達延長した第2、第3胸脚をもつ種にあってはその胸脚の構造である。

胸脚各節の発達状態は各種、各属によって異なるが、同属内の種においてもより濾過捕食に適した種は他節にくらべて長節の発達が著しい。濾過刺毛の発達が各脚部の座節よりどの節まで見

られるかは同属の間でも種によって異なる。*Thysanopoda*属の *T. egregia* は深海に棲息し、肉食性で他の動物プランクトン、マイクロネクトンを捕食し、濾過捕食を行わないため、成体では各胸脚とも濾過刺毛は認められない。指節の刺毛には捕捉歯が密生する。中深層種である *T. monacantha* は座節、長節のみに濾過刺毛があるがその間隔は25~50  $\mu$  で不規則である。夜間海表層にまで浮上して索餌する同属の *T. tricuspadata* は腕節まで濾過刺毛の発達が認められ、刺毛の間隔は30~60  $\mu$  で規則的に配列している。

*Nematobranchion*, *Nematoscelis*, *Stylocheiron* 各属の第3胸脚の指節は缺状の捕捉器が発達し、これらの属には典型的な動物捕食種が含まれ濾過刺毛は第1、第2胸脚の座節にのみ見られる種が多い。

外部索餌器官により摂取された餌料は、口器で破碎されたのち短かい食道を経て胃に送られる。

胃の内壁には多くの刺および刺毛が各部に密生するが、その刺、刺毛の性状および数はその食性によって異なる。動物捕食種、又雑食性の強い種類の胃は体部に比して大型になり、Cluster spine は数が少なく、臼歯状のものから切歯状のものに発達する。熱帯から亜熱帯地方に分布する *Euphausia* 属の種 (*E. hanseni*, *E. paragibba* 等) は極地方に分布する *E. superba*, *E. pacifica* 等にくらべて、この傾向が明らかに認められる。

腸管は中腸部と後腸部に分かれ、胸腔の肝臓部を通過する。中腸部から後腸部にかけて、ほぼ直線的に腹部背面を貫通するが、腸管部の上皮細胞は部分によってかなり変化が認められる。腸管においても蠕動運動が行われ、腸管内の fecal pellet はかなり速やかに排泄される。吸収活動は中腸の前部で活発である。

オキアミ類の食餌は他の動物プランクトンと同じで、Mauchlineによれば、(1)珪藻、鞭毛藻等の植物プランクトン、有鐘纖毛虫等の小型プランクトン、(2)動物プランクトン、(3)海底泥中のデトリタスの3主要群に分かれる。近年の研究により、バクテリアやデトリタスもかなり重要な餌料となっていることが明らかにされた。*Meganyctiphanes norvegica* についての研究の結果、大型の *M. norvegica* は他の甲殻類、ヤムシ類をより多く捕食するのに対して、小型の *M. norvegica* からは鞭毛藻がより多量に検出された。又甲殻類の破片は日中捕獲された *M. norvegica* に多く見出され、植物プランクトンは夜間表層で捕食されると考えられた。オキアミ類については、日周期索餌量の変化が認められる例と明らかでない例がある。Ponomareva の例では、摂餌は夕方から夜間にかけて最も活発であった。Fisher & Goldie の結果では、著しい日変化は認められなかったが、これは沿岸域の底泥を摂取するオキアミに見られる現象かもしれない。

南極洋における夏季の *Euphausia superba* の餌料としては、その殻が残りやすいという点から珪藻、珪質鞭毛虫類、放散虫等が認められやすい。特に *Fragilariopsis antarctica* は他の珪藻類約10種や *Phaeocystis* とともに80%の出現率を示す。大型の動物プランクトン甲殻類はほとんど重要種として出現しないが、小型のカイアシ類幼生は記録されている。Barkleyによれば *E. superba* の夏季の主餌料は海域によって特に著

しい変化はなく、小型(40 $\mu$ 以下)で平滑なプランクトン(例えば珪藻の *Coscinodiscus*, *Asteromphalus*, *Thalassiosira* の小型種等)が多く、主要種は *Fragilariopsis antarctica* である。*E. superba* は満2年かかって成熟するが、*furcilia* 期以後の *E. superba* は1年群も2年群も餌料生物の種、量的構成比率に著しい変化はない。プランクトンネットにより採集された現場プランクトンとオキアミの胃中の餌料植物プランクトンの間には密な相関が認められた。*E. superba* の濾過刺毛の間隔は平均7 $\mu$ であり、現場で捕食された植物プランクトンの大きさはこれよりも大きい。

太平洋、日本海のオキアミ類についての *Ponomareva* の研究では、日本海の春季において *Thysanoessa raschii* は植物プランクトンを主に捕食するが、*T. longipes* は捕食しない。*T. longipes* および各種のオキアミによって捕食されたカイアシ類は現場のカイアシ類の組成と異なり、冬季は大型の *Calanus* が少なく、現存量の少ない *Metricia pacifica* が多数を占めた。摂餌量、餌種等の季節変化は、海洋現場の現存餌料プランクトンの組成とある程度対応しているが、その詳細について今後の研究に待つところが多い。*Ponomareva* はオキアミ類のカイアシ類に対する捕食は選択的であり、発光種が多く捕食されることを認めている。

又大型の *Thysanopoda* 属のオキアミ *T. egregia*, *T. spinicaudata*, *T. cornuta* 等の胃内容物としてはカイアシ類、アミ類、オキアミ類の幼生等の甲殻類が普通に見られ、*Cyclothone* 属と考えられる魚類、頭足類等も発見されている。(附記 この報文は主として、海洋学講座(東京大学出版会)プランクトン第7章の原稿によったものである。)

## 2. オキアミの分布と海洋環境

奈 須 敬 二 (遠洋水産研究所)

南極洋におけるオキアミの分布は、主として英国々立海洋研究所による調査および捕鯨船団による「ひげ鯨」の胃内容物調査結果から、比較的明らかにされている。しかし、その分布と海洋環境との関係については、ほとんど不明である。したがって、その課題について日本では、目下、海洋水産資源開発センターにより調査がすすめられており、こゝでは、既往の知見を整理し、その概要を紹介する。

### 1. オキアミの分布

プランクトン採集結果にもとづく、*Euphausia superba* の濃密な分布域は、ウェッデル(Weddell)海北方のサウスオークニー(South Orkney)諸島からサウスジョージヤ

(South Georgia); サウスサンドウィッチ (South Sandwich) 諸島へ至る海域および経度0度を中心としたヴーヴェット (Bouvet) 諸島附近とそのやゝ東方20° E 附近に認めることができる。

高緯度海域では30° E~60° Eの海域, 90° E 附近さらにベリングハウゼン (Bellingshausen) 海のサウスシェットランド (South Shetland) 諸島附近が, *E. superba* の高密度分布域となっている。

つぎに, 60° E-90° E間における分布では, 東西方向に不連続となっている海域が認められるが, その海域における調査は, 西風皮流 (West Wind Drift) 域に集中しているため, 高緯度海域の実体が良く把握されていないので, 明らかなることは不明である。

太平洋海域では, ロス海を中心に, 経度により分布域の南北方向の巾に若干の差はあるが, 東西方向へ分布している。

## 2. 南極洋の水平流動概要

南極大陸内に発達する極冠高気圧の吹出しに起因した偏東風により, 大陸周辺には東から西へ向う東風皮流 (East Wind Drift) が形成されており, その北限は, 経度により異なっている。すなわち, 100° E 附近においてもっとも低緯度に在り, 約62° Sに達し, 概して, 太平洋東部海域においてもっとも高緯度に存在している。

ウェッデル海へ達した東風皮流は, スコッチャ列島 (Scotia Arc) に沿って分布する海嶺の影響をうけて, 流向は北から東へ変り, ウェッデル皮流 (Weddell Drift) となって低緯度へ流れ, その皮流は, ほゞ20° E 附近まで認められるようである。そして, これらの水塊は, 南極表層水と呼ばれて, 南極大陸を中心に帯状に存在し, その流向は北方成分も有していて水温・塩分いづれも低い点が特徴となっている。

東風皮流の北側には, 偏西風に起因して, 西から東へ向かって西風皮流 (West Wind Drift) が発達している。したがって, 南極大陸周辺の水平流は, 大陸を中心としてドーナツ状に, 高緯度では東から西, 低緯度では西から東へ向う環流が存在している。

そして, 北上する南極表層水とその北側の亜南極水との間に形成された収束線が南極収束線 (Antarctic Convergence) と呼ばれ, その収束線から南を海洋学的に南極洋と呼んでいる。

## 3. オキアミの主なる分布域と水平流動との関係

南極洋における主なオキアミ分布域と水平流動を概観すると, それらに関係のあることが分る。すなわち, 概して, 東風皮流域およびウェッデル皮流域にオキアミの分布密度が高くなっている。さらに, オキアミの分布密度の高いサウス・ジョージヤ~サウス・サンドウィッチ諸島



附近はウェツデル皮流域内にあり、また、ヴーヴェット島附近はウェツデル皮流東端附近に相当している。

100°E附近におけるオキアミの高密度分布域では、ウェツデル皮流域を除き、もっとも低緯度となっているが、その要因として海底地形が考えられる。すなわち、その附近では北西から南東方向へ向かって分布しているケルゲレン～ガウスベルグ海嶺により、西へ流れる東風皮流の一部が、舌状形を呈して北へ張り出している。そして、オキアミの分布域が、その北上する舌状冷水域と一致している。

かように、一般にオキアミの高密度分布域は、主として低温低かな東風皮流域およびウェツデル皮流域に形成されていることが分る。さらに、Beklemishev(1960)はオキアミの量的分布が、低気圧の通路又は低気圧が長期停滞する海域に多いことを指摘し、その要因として低気圧にもなり湧昇現象をあげている。

つぎに、過去の調査において、オキアミ分布と海洋条件との関係が、比較的良く知られているサウス・ジョージヤ(South Georgia)島周辺およびヴーヴェット(Bouvet)島周辺の海況について述べる。

サウス・ジョージヤ島周辺には、ウェツデル水塊とベリングハウゼン海域(太平洋)から、ドレーク海峡を経て大西洋へ流入している、比較的水温の高いベリングハウゼン水塊が分布し、さらに、それらの2水塊による混合水塊域が形成されている。そして、それらの水塊と同水域における植物プランクトンの分布量(水深100mから表面まで)を対応してみると、混合水域において分布密度が高くなっているが、それは一般に、収束現象に起因した結果と解釈されている。また、動物プランクトンは、植物プランクトンの量的に少ないサウスジョージヤ島の東側海域に多くなっており、さらにその海域は、かつてのシロナガスおよびナガスクジラの好魚場となっていた。

*Euphausia superba* の濃密な分布域であるヴーヴェット島南部海域は、過去における主要な鯨漁場の一つであり、そして、ウェツデル皮流は、一般に57°~61°Sの間にあり、その東端は15°~20°E附近に存在しており、その皮流のcoreと考えられる海域の植物プランクトン量は比較的lowく1cc/l以下となっているが、皮流のedgeと考えられる海域では高い値を示している。特に、渦流域に相当している57°S, 12°E附近では、12~1月に11cc/lにも達する値が測定されており(Lüneberg, 1940)、その海域は*E. superba*の高密度分布域に相当している。なお、このウェツデル皮流域には氷山が多く、特に、皮流の東端と考えられる海域に、その分布数が多いことから、この海域では氷山がウェツデル皮流域の間接的な把握手段として考えられよう。

以上を総括すると、オキアミの分布密度は南極大陸周辺で形成された水塊の分布と特に関係の深いことが分る。すなわち、東風皮流域において流れが顕著に北上している海域では、*E. superba*の高密度分布域が比較的低緯度にまで達し、またウェツデル皮流域では、概して*E. superba*の分布密度が高くなっている。

さらに、*E. superba* は200 m以深において産卵されるものと考えられているため、卵の大部分は深層暖水 (Warm Deep Water) により、南極大陸周辺の高緯度海域へ運ばれるものと考えられる。したがって、南極大陸周辺に浮上した *E. superba* は、成長しつつ東風皮流の北上成分およびウェッデル皮流により北上する南極表層水によって、北方へ運ばれることになる。そして、北方へ運ばれた *E. superba* は、南極表層水が南極収束線において沈降し、北上をつづける南極中間層水とともに亜南極水の下層をさらに北上をつづけるために、下層へ運ばれる個体も出てくるが、それらは環境の変化から死滅するものと考えられている(根本, 1962)。したがって、一般に *E. superba* は南極収束線以南に分布し、オーストラリヤで報告されたような、南極収束線以北で観察された例は (Dall and Dunstan, 1957), 極く稀な部類に属することになる(根本, 1962)。そして、マグロにみた場合 *E. superba* の分布密度の特に高い海域は、南極大陸周辺に起源を有する水温・塩分ともに低い水塊ということになる。

なおオキアミの生態、たとえばパッチの形成機構又はその浮上、沈降現象に対応した海洋環境などについては不明な点が多く、漁具・漁法開発の観点からも、それらの研究は積極的に促進しなければならない。

#### 文 献

- Beklemishev, C.W. 1960. Southern Atmospheric Cyclones and the Whale Feeding Grounds in the Antarctic. *Nature*, 187 (Aug. 6, 1960).
- Dall, W. and Dunstan, D. 1957. *Euphausia superba* Dana from a humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonnaterre), caught off southern Queensland. *Norsk Hvalfangst-Tid.* nr. 1:6-12.
- Lüneberg, H. 1940. Über die hydrographischen Untersuchungen südlich Bouvet in der walfangssaison 1938/39. *Z. f. Fischerei und Deren Hilfswissenschaften*.
- 根本敬久 1962. ひげ鯨類の餌料, 鯨研叢書 No.4.

### 3. 食物連鎖上のオキアミ

河村章人(鯨類研究所)

#### 1. 緒言

極めて多様性に富んだ海洋の生態系の中で、オキアミ類という生物群集をとり出して、それが食物連鎖において占めている相対的な役割を位置づけてみよう、というのが与えられたテーマの主旨であろうと考えた。

海洋の動物プラントン群集を考えた場合、全体的にはその50%以上、時には80~90%以上の生物量が甲殻類によって占められているという事実(Lyubimovaほか, 1973)は、橈脚類と並んでオキアミ類が海洋の生産系における経済の中で重要な位置にあることを示唆している。西村(1972)は生物群集のとらえ方として、1) Eltonに代表される食物連鎖関係を通じてのある群集の他生物との相互関係、2) 群集と無機的環境という生物地理学的の見方、の2つをあげている。本稿では前者の立場をとって、オキアミ類を中心に検討してみようということであるが、それでも餌生物自体が動物性か植物性かという食習性によって、あるいはそれらを捕食するより上位階梯にある群集の全体的な食習性など、いくつかの栄養階梯において夫々に比較論を展開しうる性格のものである。食物連鎖を通じたある生物群集の生態学的位置は、種類、その数(多様性と空間)、個体の大きさ(空間)、行動・繁殖(社会性と時間)、分布様式と生物量(空間)等といった事項が機能してくるであろうが、ここでは特に重要と考えられる生物量の大きいこと並びに食べられやすさ、即ち分布の普遍性や集合性などを要点として、オキアミ類を直接食する生物群集について考えたい。したがって、この意味において例としてとりあげた生物群集の主体は漁業資源として考えられる生物種である。

#### 2. オキアミ類の種類並びに分布の一般的性状

オキアミ類の種類数は、一部に分類学上多少の問題を残しているが、概括すれば11属 85種という見方がある(Mauchline & Fisher, 1969)。これは魚類やエビ・カニ類に比べてかなり少なく、また生態学的にみて類似した位置関係にあるとみられる橈脚類(極東海域だけでも約224種を数える—Zenkevitch, 1963)と比較すれば多様性に乏しい群である。

一般的な分布の性状を主要な5つの海域について考えると、大汎はどの海洋においても他の生物群集と同様に Epipelagic のものが主体をなしており、中~深層においては種類、個体数ともに特にとりあげうる存在ではない(第1表)。即ち、オキアミ類が食物連鎖の上で生物量からいって大きく機能する多くの部分は海洋の表層においてであり、前述の基本的考え方からすれば、問題は浮魚類を中心とする大量分布性生物及びその他の主要大型生物群集という辺りに集約されてくる。

第1表 オキアミ類の分布層とその種数 (Mauchline and Fisher, 1969 により作成)

	Atlantic	Pacific	Indian <sup>1)</sup>	Antarctic <sup>2)</sup>	Arctic <sup>3)</sup>
Epipelagic	45	52	39	8	6
Mesopelagic	12	12	8	1 <sup>4)</sup>	1
Bathypelagic	4	3	2	1 <sup>4)</sup>	1

1) 20°N 以南

2) South of 60°S in Atlantic, Pacific and Indian sectors  
 北方限界を亜熱帯収束域 (略々 40°S) までとると 12 種

3) North of 60°N.

4) Pacific sector

1) 魚 類

魚類では海産哺乳類のように摂餌の時期が明確に定まてはいないであろうから、餌としてある特定生物を食するのかどうかということは、餌生物の季節的な分布の多様性もあって単純ではない。生物の食習性は時期や場所によって異り、また捕食者の成長段階の相違によっても変化する。第2表に北大西洋、北太平洋、南アフリカ、オーストラリア、南極洋、南アメリカの各海域における主要浮魚類の餌生物について示したが、この内容は前述の理由や夫々の調査における粗密の相違もあり、極めて tentative のものである。北海のニシンを中心とした捕食、被捕食関係 (Hardy, 1924) に示されたように、生物の食習性は元来極めて多様であって、第2表に示したような簡略な資料が示す内容はとほしい。しかし、少なくともオキアミ類や橈脚類等の甲殻類プランクトンが漁業上有用な魚類の生産過程において欠くことのできない重要な存在であることは推察できる。そして、85種に及ぶオキアミ類の中、このような大量性を以って海洋の生産系の中で機能しているのは高々17種程度である。更に、これらの中、特に重要とみられるのは各海洋或いは海域毎にみると僅かに数種を数える程度である。表中北海の plaice (*Pleuronectes platessa*) の例があるが、これは底魚の食性の例として他の浮魚に対比させるためで、この場合には甲殻類プランクトンは重要性を示さない。また、マグロやカジキの類は専らカツオの幼稚魚、小魚、イカ類を食し、甲殻類プランクトンとは直接の関係をもたないようである。南極洋海域ではプランクトン食性といわれる *Gastrochiswa* がおり、恐らく橈脚類 (*Calanus tonsus* や *C. simillimus*) やオキアミ類 (*Euphauria vallentini*, *E. similis*, *E. lucens*) 等を食していると思われる。表中オキアミ類以外の餌生物は多くの場合、浮魚類の幼稚魚の餌

第 2 表 主要魚種とその餌生物 (元田・佐藤, 1949; 堀田・小達, 1956; Hardy, 1959; Zenkevitch, 1963; 近藤, 1964; 川崎, 1965; 辻田, 1965; 宇佐美, 1968; Mauchline-Fisher, 1969; 坂本ほか, 1963; 竹内, 1972; 佐々木, 1973; Kawamura, 1973(による))

餌生物の種類	魚種									
	Herring: Clupea harengus Pilchard: Sardinia pilchardus Cod: Gadus morhua Cod: (Larvae) Plaice: Pleuronectes platessa Haddock: Gadus aeglefinus Hake: Merluccius merluccius Other gadoid fishes Mackerel: Scomber scomber Red fish: Sebastes marinus Pollack: Salmon, dog-fish etc. Azov anchovy: Engraulis engraulis Azov clupeonella: Clupeonella delicatula Pacific herring: Clupea pallasii Pacific cod: Gadus macrocephalus Alaska pollack: Theragra chirogramma Sand-eel: Ammodytes persnatus Russell's scad: Decapterus russelli Boar fish: Pseudopentaceros richardsonii Frigate mackerel: Auxis thazard Atka-fish: Pleurogrammus azonus Pacific saury: Cololabis saira Japanese (=Chub) mackerel: Scomber japonicus Horse mackerel: Trachurus japonicus Japanese sardine: Sardinops melanosticta Skip jack: Katsuwonus pelamis Pacific salmon: Oncorhynchus spp. Cape stock fish: Merluccius capensis Myctophids: M. humboldti, Mauriol. pennanti Southern blue fin tuna: Thunnus maccoyii Striped tuna: Katsuwonus pelamis Barracouta: Thyrsites atun Australian pilchard: Sardinops neopilchardus Tiger flat-head: Neoplatycephalus macrodon Electrona antarctica Notothenia rossii Saury: Scomberesox saurus Anchovy: Engraulis ringens									
M. norvegica	+	+		+	+	+				
Th. raschii	+	+								
Th. inermis	+	+		+	+	+		+	+	
Nyct. couchii	+			+	+					
Nemat. megalops		+								
Th. longicauda		+		+		+				
E. lanei										
E. pacifica							+	+		
Th. longipes										
Tes' chion oculatum							+			
Pseudeup. latifrons								+	+	+
E. similis										
Nyctip. capensis									+	+
Th' da sp.									+	+
Nyctip. australis										
Nyctip. simplex									+	+
E. distinguenda									+	+
E. examina										
E. superba										+
Copepoda & nauplii	+	+	+		+	+		+	+	+
Isopoda		+								
Mysidacea										
Decapoda (adult & larvae)			+		+			+	+	
Amphipoda		+	+		+			+	+	
Cirripedia larvae						+	+			
Sea urchin		+								
Molluska			+	+		+	+		+	+
Pteropoda	+						+	+	+	+
Polychaeta			+		+		+	+	+	+
Tunicata			+		+		+	+	+	+
Sagitta	+						+	+	+	+
Fish larvae	+	+			+	+	+	+	+	+
Fish adult	+	+		+	+	+	+	+	+	+
Fish egg			+				+	+	+	+

となっているもので、特に橈脚類の重要性が推察できる。また、捕食されている魚類では haddock (*Gadus aeglefinus*), ニシン (*Clupea* spp.), サバ (*Scomber* spp.), イカナゴ (*Ammodytes persnatus*), カタクチイワシ (*Englauris* spp.), 等が多く、これらの魚類もオキアミ類や橈脚類を食している。第2表は多分に定性的のものでどの程度の重要性をもって食べられていたのかを示すものではない。しかし、極めて多種の魚類がその生活史の全体或いは一部の餌を甲殻類プランクトンに負うているということは明らかである。そして、オキアミ類の橈脚類と比べた食物連鎖の上での位置関係は見究め難いにしても、捕食生物の種や食習性、成長段階等の相違と考えると両群集の餌生物とこの役割に分担のあることが考えられる。

## 2) イカ類

かなり大きな生物量が期待され、その普遍的な分布性状とともに潜在的な水産資源として無視できないもののひとつにイカ類がある。しかし、全体的にはここで問題とする餌関係での知見にとぼしく、食物連鎖は殆ど不明に近い。こうした中で、スルメイカ (*Todarodes pacificus*) は最も開発、調査が進み比較的によく知られている一種であろう。そして、本種の餌生物としてオキアミ類では *E. pacifica* が知られており、小型魚類 (例えばハダカイワシ類 *Myctophids*, カタクチイワシ *Englauris japonicus*, サンマ *Cololabis saira*, マイワシ *Sardinops melanosticta* 等), イカ類, 端脚類, 橈脚類と共に主要な餌料を構成している。本種と *E. pacifica* の重要な関係は、対馬方面でオキアミ類のパッチを探索し、それがイカ釣り漁場のよい目安とされている事実によっても示される。また、夏季三陸沖に出現する鯨類の胃内容物中にみられるイカ類 (川上, 1973) の中 *Moroteuthis robusta*, *Gonatus fabricii*, *G. borealis*, *Ommastrephes bartramis*, *Hististoteuthis dofleeni* 等は *E. pacifica* をかなり食べているものと考えられる。

北大西洋では *Loligo* sp., *Stenoteuthis* sp., *Ommastrephes* sp. 等がオキアミの *Meganyctiphanes norvegica* を食べており、ニュージーランド沖のミナミスルメイカ (*Nototodarus sloani sloani*) が *Nyctiphanes australis* を食べている。南大洋の沖合温暖海域では本種はクチナガサンマ (*Scomberesox saurus*) をかなり食べているが、このクチナガサンマは橈脚類、主として *C. tonsus* のほかオキアミ類も食しているので、直接の食物連鎖関係にはないが、イカ類と甲殻類プランクトンとの関係はかなり密接であると考えられる。

こうしてみると、北太平洋、北大西洋、南大洋に於て主要なイカ類が夫々の海域において優占的な、そして集群性のつよいオキアミ類や橈脚類と密接な関係にあることがうかがわれるであろう。ただここで注目すべきことは、北太平洋や北大西洋に於て魚類の場合に重要な存在であった *Thysanoessa inermis*, *Th. raschii* などのオキアミ類がイカ類の餌

生物として報告されていないことである。そして、こうしたところにオキアミ類の各々の種間の生態学的な位置関係が変化に富んだものであることを想像することができる。

### 3) ひげ鯨類

新たに餌関係を論ずるまでもなく、海洋の生物群集の中で最もオキアミ類、橈脚類との関係が深く、調査・研究もよく進められている。したがってここでは遂一その内容を検討することは避ける。

ひげ鯨類の餌生物としてのオキアミ類や橈脚類は Nemoto (1959, 1963), Mauchline & Fisher (1969), Kawamura (1970) にまとめられているが、広く世界の海洋についての概略は Mauchline & Fisher (1969, 第39表) を参照することができる。即ち、20種のオキアミ類があらゆるひげ鯨類(同表にはコイワシ鯨—*Balaenoptera acutorostrata* 及び *B. bonaerensis* が欠落している) によって食されており、*M. norvegica*, *E. pacifica*, *E. superba*, *Th. inermis*, *Th. raschii* 等は北大西洋、北太平洋、ベーリング海及び南極洋の各海域において極めて重要である。さらにその後の知見 (Kawamura, 未発表並びに 1973) によれば、*E. diomedae*, *E. similis* var *armata*, *Thysanopoda actifrons* などが南極洋域で、また北太平洋では *E. tenera*, *E. diomedae*, *Nematoscelis difficilis*, *N. gracilis* (?) 等がかなり重要な餌生物である。こうしてみると、ひげ鯨類の場合、約26種のオキアミ類が鯨類に食されやすい状態で分布していることになり、オキアミ類の種類数からみると全体の約33%のものが鯨類と直接に関係していることになる。

また、オキアミの餌料としての重要性の軽重は、鯨種間においてもみられる。フォークランドからオーストラリア南方にかけての海域では、イワシ鯨 (*Balaenoptera borealis*) におけるオキアミ類の捕食状況は頭数では0.06~5.35%程度にすぎないが、ナガス鯨 (*B. physalus*) では30.00~66.12%に及んでいる (Kawamura, 未発表資料)。同様のことは北太平洋の場合にも考えることができる (Nemoto, 1959, Table 7; Kawamura, 1973, Table 5 参照)。オキアミ類 (*E. pacifica*, *Th. inermis*, *Th. raschii*, *Th. spinifera*, *Th. longipes*) のほかに橈脚類、魚類等がナガス鯨やイワシ鯨において相当重要な位置にある。そして、海域や鯨種によって、オキアミ類の餌生物としての重要性に大きな変動があることを示している。Kawamura (1973) によれば、北太平洋の場合40°N以南、即ち略々極前線以南域ではオキアミ類は餌生物としての優占性を表層性魚類や橈脚類にゆずることになる。そしてこの傾向は南大洋においても同様であり (Kawamura, 1970), ひげ鯨類とオキアミ類との密接な関係はほぼ南北緯40度から高緯度海域にかけての場所でのみ大きく機能していると考えられる。

## 4) 橈脚類

鯨類以外の海産哺乳類について餌生物としての甲殻類プランクトンとの関係をみると、全体的には他の生物群集における程の重要性をもっているとは思われない。しかし、南極洋においてはヒョウアザラシ (*Hydrurga leptonyx*) ウェツデルアザラシ (*Leptonychotes weddelli*)、カニクイアザラシ (*Lobodon carcinophagus*) などは、*E. superba*、*E. crystallophilus* を食べており、中でもカニクイアザラシは殆んど *E. superba* 1種に依存している。北大西洋やオホーツク海のゴマファアザラシ (*Phoca vitulina*) は *Th. raschii*、*Th. inermis* を食し、後者の海域では タテゴトアザラシ (*Pagophilus groenlandicus*) が前記 *Thysanoessa* を食している。

一方、アシカ類 (*Otariidae*) では魚食性がつよく、甲殻類プランクトンを食する傾向は全くみられない。例えば、三陸沖では *E. pacifica* の分布が顕著であるが、和田 (1971) によれば、この海域のオットセイ (*Callorhinus ursinus*) の胃内容物中に *E. pacifica* や他の甲殻類プランクトンは周年全く見出されていない。恐らくオットセイには直接オキアミ類や橈脚類、端脚類等を対象とする食習性は存在しないのであろう。しかし、オットセイが捕食する魚類の多くは直接、或いは間接に餌として *E. pacifica* や橈脚類と関係しているであろうから、オットセイの場合においても甲殻類動物プランクトンを無視することはできない。

## 5) 海鳥類

海鳥類は分布する種類数と生息数において生態系の中の位置は重要である。しかし、この群集の餌料関係ではその知見が極めて乏しい。

北大西洋域では主としてカモメ類 (*Laridae*, *Puffinidae*) 及びアジサシ類 (*Sternidae*) 特にキョクアジサシ (*Sterna paradisea*) 等が *M. norvegica*、*Th. raschii*、*Th. inermis* をかなりよく食している。北太平洋域ではカモメ類が、*Th. raschii*、*Th. inermis* を食べ、中緯度海域では *E. pacifica* の餌料としての存在が大きい。注目すべきはオオトウゾクカモメ (*Stercorarius skua lonnbergi*)、キョクアジサシ、Arctic skua (*Stercorarius parasiticus*)、*Pomarine skua* (*Stercorarius pomarinus*) などは両極地間を季節移動し、その間に通過或いは留る海域で甲殻類プランクトンやそれを食する小魚類を食べているであろうから、他の種類と比較してより広範な動物プランクトン群集と関係していることになる。

南半球では南アフリカ周辺やオーストラリア南方域において夫々 *Nyctiphanes capensis*、*N. australis* がペンギン類やマトンバード (*Puffinus tenuirostris*) 等の重要な餌料となっている。亜南極洋域ではアゴジロクマカモメ (*Procellaria aequinoctialis*) やクジラドリ (*Pachyptila* spp.) が多く分布し、これらは *E. vallisnerii*、*C. tonsus*、*C. similis*、*Parathemisto*



*gaudichaudii* 等の諸種に多くを依存していると考えられる。さらに、南極海域では餌料となる小型生物群が専ら *E. superba* 唯一種に求められる極めて *monotypic* な棲息環境にあることから分布する殆ど全部の海鳥類はオキアミ類に依存しているものと考えられる。それらは、アホウドリ類 (*Diomedidae*)、ギンフシマカモメ (*Fulmarus glacialis*)、アシナガコシジロウミツバメ (*Oceanites oceanicus*)、キョクアジサシ、クジラドリ、マダラフルマカモメ (*Daption capensis*)、アオドリ (*Halobaena caerulea*)、アゴジロフルマカモメ、ナンキョクフルマカモメ (*Thalassioica antarctica*)、ペンギン類等の諸種で、*E. superba*、*E. crystallophias*、*E. vallentini*、*Th. macrura*、*Parathemisto gaudichaudii* 及び *Calanus propinquus*、*Rhincalanus gigas*、*Calanoides acutus* 等の甲殻類プランクトンを食しているものと考えられる。中でも、ペンギン類によるオキアミの摂食量は莫大である。ロス海のアデア岬におけるアデリーペンギン (*Pygoscelis adeliae*) やゼンツーペンギン (*P. papua*) のルッケリーでは約250トン/日のオキアミが食されているという事実は海鳥類とオキアミ類の重要な食物連鎖関係を示す例である。

#### 6) その他

南極洋では *Sagitta gazellae* が *E. superba* を、北太平洋では *Sergestes similis* が *E. pacifica* を捕食しているといわれている。これはオキアミ類を食する動物プランクトンの一例にすぎないであろうから、オキアミ類が餌生物としてこのような食物連鎖上の低位置においてもある程度の役割を果たしていると考えられる。そして、橈脚類がオキアミ類に食されることを考慮すれば、両者間の位置関係に相違が存在することも考えられるのである。

### 4. 考 察

海洋における生物量が大きく、生態系の中で、より重要な位置を占めている魚類のような生物群集を目安として考えると、世界の主要な海洋においてオキアミ類や橈脚類が餌として機能している事実は、量的にもまたその普遍性においても極めて大きく、生態系の中では不可欠な位置にあることがわかる。これらの内容を少し詳細にみると、ひとつの生物群集としてのオキアミ類とはいっても、実際的な生産系の中で大きく機能しているのは全85種の中高々20~30種程度である。そして、特に重要な位置にあると考えられるものは世界の各海洋を通じてそれぞれ数種にすぎない。即ち、北大西洋では *M. norvegica*、北太平洋では *E. pacifica*、そして両海域を通じては *Th. inermis*、及び *Th. raschii* を考えることができ、南大洋においては *E. superba*、*E. vallentini*、*N. capensis*、*N. australis* 等である。橈脚類では、このような重要種の単調性は一層顕著である。また、海域や時期、捕食生物の

種類や成長段階といった諸要素によってもこれら甲殻類プランクトンがもつ生態学的な重要性は変化する。この点、南極洋の生態系を考えると、殆どは *E. superba* 1種のみが食物連鎖上の要をなす位置にあり、トータルシステムとしての南極洋の場合はその他の海洋に比較すると単純であるといえる。しかし、そうであるだけに、おそらく *E. superba* の存在なくしては南極洋の安定した生態系は保持されない。未開発時における南極洋のひげ鯨類の生物量は約 4,800 万トンと見積られているが(大村, 1973), これが少なくとも持続的な生産量としての 1~2 億トンの *E. superba* を食することによって安定した生産系を保ってきたのである。

一方、北太平洋や北大西洋の場合、確かに前に述べた甲殻類プランクトンの各種が重要ではあるが、海洋の生産系を構成する基本的な内容は甲殻類プランクトンの他に魚類やイカ類などの存在が相対的に大きいと考えられ、より多様性に富んだ生産系の構造にある。南極洋においてはオキアミ類の生態学的な位置にとって代る生物群集として、亜南極洋域では *C. tousus* 唯 1種、いわゆる南極洋域ではこれと同程度の重要性をもつ橈脚類は存在せず、端脚類の *Parathemirto gandichaudii* を考え得る程度である。これが、北太平洋域やその他主要海域では橈脚類は *C. cristatus*, *C. plumchrus*, *C. finmarchicus*, *C. pacificus*, *C. helgolandicus*, *M. lucens*, *Temora longicornis*, (Herdman, 1925) 等がオキアミ類にとって代ることができる程度に存在しており、更にこれら海域には小魚類、イカ類等が存在する。

こうしてみると、オキアミ類の食物連鎖の中での位置では、橈脚類のそれとの比較を通じて考えることができるであろう。前述の南極洋の場合、*E. superba* 唯 1種が優占的に存在するがその他の海洋では必ずしもオキアミ類或いは橈脚類の特定の 1種をとり出して同様に考えることは困難である。オキアミ類は世界の海洋に約 85 種存在するが、橈脚類は極東海域だけを考えても 224 種に及ぶ(Zenkevitch, 1963)。このことは、最初に述べたように橈脚類がその多様性と生物量の故により大きな空間を占め、オキアミ類とは多少異った生態学的の位置にあることを示唆している。小牧(1973)は、日本海におけるオキアミ類(主として、*E. pacifica* 及び *Th. longipes*)と橈脚類(主として *C. cristatus*, 及び *C. plumchrus*)の資源量を試算し、夫々前者が 300 万トン、後者が 650 万トンであることを示した。オキアミ類と橈脚類の両者は、その餌関係でみると略々類似していて生態系の中では共に低次の存在である。これを単純に生物量として比較すると、その重要性は橈脚類にあるものと考え得るであろう。しかし、これを第 2 表に示した魚類における餌関係において考えると、橈脚類は魚類の中でも特に幼稚魚により多くの場合食されており、オキアミ類は成魚に多くなっている。したがって、幼稚魚が同種内或いは異種間で成魚に食される場合が多いことや食物連鎖において殆ど最高の位置にあるひげ鯨類がオキアミ類を食するという関係、及びオキアミ類自身が橈脚類を食すること等の諸特質から考えると、これら両群集が生態学的に似た同位関係にあるとは考え難い。即ち、橈脚類はオキアミ類に比べて全体にはより低次の存在として位置づけられることが明らかとなってくる。橈脚類の普遍性の大きい分布生態からみて、餌生物としての位置は、小牧(1973)の試

算結果からみても極めて重要と考えなければならないが、オキアミ類が全体には鯨類、海獣類、海鳥類等の海洋の生態系の中でも高位の栄養階梯にある生物群集に捕食されること(河村, 1972)や南極洋といった特定海域における機能等を考えると、甲殻類プランクトンの中でもオキアミ類は幾分高位に位置づけなければならない存在であることが考えられる。

餌としてプランクトン群集を考える場合、Herdman(1925)は次のようにのべている。

“魚にとって実際に重要なプランクトンは植物であれ、動物であれ、その大部分は比較的少数種の生物からなるにすぎない。夏の動物プランクトンの大部分を占めている橈脚類では仔魚や成魚の餌料に適するのは6種で、年々同じ目的に用い得る春の植物プランクトンの主体をなす珪藻の属の数も略々同数である。”

特定プランクトン種による“たべられやすさ”という分布様式、即ち集合してパッチを形成し得るかどうか、の問題であり、この意味で生態系の中で重要な位置にあるプランクトンの種数が極めて僅かであることが理解される。そして、生物の摂餌場とその形成が単に全体的なプランクトン分布量だけからでは説明され難い性質のものであることを示唆しているのである。

#### 参 考 文 献

- 新谷久男 1967. スルメイカの資源. 水産研究叢書, 16:1-60.
- Bertram, G.C.L. 1940. The biology of the weddell and crabeater seals; with a study of the comparative behaviour of the pinnipedia. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Sci. Rep. Brit. Graham Land Exped., 1934-1937, 1 (1):1-139.
- Elton, C.S. 1927. Animal Ecology. Sidgwick & Jackson Ltd., London.
- Hardy, A.C. 1924. The herring in relation to its animate environment, Pt. 1. Ministry of Agricultural and Fisheries, Fish. Invest., Ser. 2. 7 (3).
- Hardy, A.C. 1959. The open sea. II. Collins, London, 322p.
- Hardy, A.C. & E.R. Gunther, 1935. The plankton of the South Georgia whaling grounds and adjacent waters, 1926-1927. Discov. Rep., 11:1-456.
- Herdman, W.A. 1925. Founders of oceanography and their work. (日高孝次訳, 東海大学出版会, 1971, 315p.).
- 堀田秀文・小達和子, 1956. サンマの食餌構成とその摂餌活動について, 東北水研報, 7.
- 川上武彦, 1973. 三陸沖で捕獲されたマッコウジラの餌としてのイカ類, 鯨研通信, 263:159-162.
- Kawamura, A. 1970. Food of sei whale taken by Japanese wh-

- aling expeditions in the Antarctic, season 1967/68.  
Sci. Rep. Whales Res. Inst., 22:127-152.
- 河村章人, 1972. 食物連鎖と海獣類の位置遺伝, 26 (11):21-31.
- 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.
- 川崎 健, 1965. カツオの生態と資源I. 水産研究叢書, 8-1, 1-48.
- 近藤恵一, 1964. マイワシの生態, 同上, 5:1-56.
- 小牧勇蔵, 1973. 日本沿岸オキアミ漁業とその利用. 水産海洋研究会報, 24.
- Lyubimova, T.G., A.G.Naumov and L.L.Lagnov, 1973. Prospects of the utilization of krill and other noncommercial resources of the world ocean. FAO Tech. Conf. Fish. Canada.
- Mauchline, J. & L.R. Fisher, 1969. The biology of euphausiids. Academic Press, London & N.Y., 454p.
- McLaren, I.A., 1958. The biology of the ringed seal (*Phoca hispida* Schreber) in the eastern Canadian Arctic. J. Fish. Res. Bd. Can., Bull., 118:1-97.
- 元田茂・佐藤重勝, 1949. ホッケ (*Pleurogrammus azonus*) の食餌並に漁場プランクトンの観察, 日水誌, 15 (7):343-353.
- Nemoto, T. 1959. Food of baleen whales with reference to whale movements. Sci. Rep. whales Res. Inst., 14:149-290
- Nemoto, T. 1963. Some aspect of the distribution of *Calanus cristatus* and *C. plumchrus* in the Bering and its neighboring waters, with special reference to the feeding of baleen whales. Ibid., 17:157-170.
- 西村三郎, 1972. 海洋における生物群集の構造・分布・維持, 海の生態学, 築地書館, 東京, 317p.
- 西脇昌治, 1965. 鯨類・鰭脚類, 東京大学出版会, 東京, 439p.
- 大村秀雄, 1973. 南極洋のヒゲ鯨とオキアミ. JAMARC, 2:4-10.
- 佐々木喬, 1973. 開洋丸による中部太平洋海山調査, (2)生物関係, 水産海洋研究会報, 23:62-70.
- 竹内 勇, 1972. 北部北太平洋および隣接水域におけるサケ属魚類の餌生物の分布とそれらの胃内容物に関する研究. 北水研報, 38:1-119.

- 辻田時美, 1965. 東シナ海の浮魚資源, 水産研究叢書, 12:1-56.
- 宇佐美修造, 1968. サバの生態と資源, 同上, 18:1-116
- 和田一雄, 1971. 三陸沖のオットセイの食性について, 東海水研報, 64:1-37.
- 坂本勝美・恩田幸雄・渡瀬節雄, 1970. ベルー, チリにおけるアンチョビー漁業, フイッシュミール工業の実態とメキシコのエビ漁業. 海外水産叢書, 13:1-104
- Zenkevitch, L. 1963. Biology of the seas of the U.S.S.R.  
Engl. transl by S. Botscharskaya, George Allen & Unwin,  
London, 955p.

#### 4. 日本沿岸のオキアミ漁業とその利用

小 牧 勇 蔵 (日本海区水産研究所)

わが国でオキアミを対象とする漁業があることを最初に紹介されたのは宇田(1952)であり, 1948年1~5月五島方面から若狭湾に至る日本海西部沿岸全般にわたりツノナシオキアミ(*Euphausia pacifica*)の成群接岸が, 寒冷水の接岸とともに顕著に行なわれ, 各地で大量漁獲し福井県小浜地区では1,000万円もの漁獲高を上げたことを記述されている。

太平洋側でオキアミ漁業のあることを私に示唆されたのは畑中である。東北大学の水産実験所がある宮城県女川町を中心とする牡鹿半島一帯とその周辺の漁村を基地とする沿岸漁業者が, 毎年2~5月イカナゴ漁と平行してツノナシオキアミを漁獲している。

日本海側の場合は若狭湾の極く限定された漁業者に限り, 例年オキアミ漁に従事するのであって, 一般には漁業カレンダーのスケジュールに載った漁業種ではない。尤も宇田の報告にあったような異常大量接岸があったような場合は別であるし, また近年遊漁人口が増えた為播餌需要が増え, ひいては高値を呼んだ関係からか, 山口県~島根県沿岸で相当量の水揚げがあるという。

何れにせよオキアミ漁業は規模が小さく, 統計的には「その他の漁業」に一括されてしまうか, 無視される向きもあるので, その漁業の実体は仲々把握し難い。宮城県女川においては地元漁業者にとっては決して産額として少なくない関係で, 宮城県漁協女川支所においては克明な記録をとっているので, オキアミ漁業を数値的概念で捉えるに大変有益である。

1. 種類: 世界の海洋からは100種足らずのオキアミ類が報告記載されているが, この目の生態的特質は一般にoceanicな分布をすることゝ, 群集をなすこととされている。しかし, 海面成群が報告されている種類となると極く限定されたものとなり, *Meganyctiphanes norvegica*, *Thysanoessa raschii*, *T. inermis*, *T. gregaria*, *T. longipes*, *T. spinifera*, *Euphausia superba*, *E. pacifica*, *Nematoscelis australis* 等で, 目の中でも沿岸性の分布特性を兼ねた種類である

(Komaki 1967)。

第1表 日本海に於けるプランクトン資源推定量

100 m 以浅の海水量	種 類	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )	推定資源量 (kt)
	Euphausia pacifica	Min. 10	1,000
		Avr. 22	2,200
		Max. 37	3,700
	Thysanoessa longipes	Min. 5	500
		Avr. 8	800
		Max. 15	1,500
10 <sup>14</sup> m <sup>3</sup> (100兆)	Parathemisto japonica	Min. 11	1,100
		Avr. 18	1,800
		Max. 23	2,300
	Calanus cristatus	Min. 7	700
		Avr. 17	1,700
		Max. 29	2,900
	Calanus plumchrus	Min. 22	2,200
		Avr. 48	4,800
		Max. 65	6,500

(日本海の表面積：130 萬Km<sup>2</sup>)

第2表 宮城県漁協女川支所の記録にもとづく地先オキアミの漁獲量

年 次	漁 獲 量 (トン)	漁 獲 高 (1000円)	平均単価 (円/トン)	操 業 日 数	平均日漁獲量 (トン)
1953	432				
54	0				
55	887				
56	1,029				
57	274				
58	404				
59	1,419				
60	9,677	15,582	1,610		
61	4,152	8,255	1,988		
62	5,849	14,181	2,225		
63	4,412	38,860	8,808	115	38.4
64	2,591	18,882	7,288	78	33.2
65	1,158	9,541	8,240	97	11.8
66	1,737	24,428	14,063	45	38.6
67	7,815	40,632	5,199	109	71.7

不思議なことに日本近海からは25~30種のオキアミの報告があるが(荒木 私信), 日本海側でも, 金華山附近でも漁業を成立させている種類はEuphausia pacifica(ツノナン

- オキアミ)だけである。この種類は北太平洋北部で日本周辺、千島、アリューシャン、北米大陸沿岸と三日月状の広い分布範囲を持つ種類で、米国北西部のいわゆる sound をなす海域でもフィヨルド状の深い内湾であるためか、豊富に分布している。分布範囲は広いが、寒冷性の色彩の濃い種類である。
2. 漁法：如何なる漁法でも、対象生物の生態あるいは行動特性を上手く利用した漁法が考案されるのであって、ツノナシオキアミ漁もその季節的な日中成群浮上接岸という、いわば海洋生物カレンダーに載った性質、行動を利用して金華山、若狭湾ともに目が3mm程の網を張った叉手網で、海面に群集するオキアミ群をすくいとるか、山口県江崎では群を小型まき網で漁獲する。
  3. 漁期：年変動は当然あるが、各地とも2~5月の極く限定された季節に漁獲される。冬季から春季にかけての時期であって、北西季節風が未だ卓越する頃から、春の気圧配置が不安定の時期にわたるわけであるから、海象が定まらず出漁可能な日数もそのために制限される。漁期間の稼働日数は50日から100日前後である。
  4. 漁場と漁況の特質： 前述のように漁業自身が非常に極地的というか地方色が濃い性格を持っている。これはオキアミ漁場の形成の様相と裏と表、或いは同じ意味合いである。ツノナシオキアミが地先に群棲していても、日中に海面に群として浮上し視認されないことには、現漁法では漁獲し得ないからである。また従業漁船が5トン未満の小型船であるから、その行動半径(日帰り操業半径)内でオキアミの群浮上が行なわれる立地条件、或いはオキアミの生態条件が満たされる水域にのみ漁場が成立する。

太平洋側ではそれに相当するのが不可解なことに金華山周辺から女川湾口にかけてのごく限定された水域である。これに隣接する雄勝、志津川、あるいはより北方の岩手県沿岸にかけて、ツノナシオキアミは研究船、調査船のプランクトン採集では、採集物の中でポピュラーなメンバーとして出現するにも拘らず、漁獲物となり得る程の定期的であり、また豊富な量の浮上群の目撃例は仄聞だにしない。また米大陸沿岸でもツノナシオキアミは *Thysanoessa spinifera* とともに、最もポピュラーなオキアミであり、アイザック・キッド中層トロール、メーター・ネットなどによる採集を行なうと、ツノナシオキアミだけといってもよい程の単純組成で得られる場合すらあるのに、成群浮上の例は諸大学や海洋・水産研究機関の経験豊富な研究船乗組員やマリーン・テクニシャンから聞くことはなかった。独り、Boden et al. (1955)、Brinton (1962) 等の報文に記述があるのみである。

日本海側では能登以西に限り、オキアミの浮上が行なわれ、若狭湾、島根・山口沿岸で漁場成立が見られる。日本海では対馬暖流の流動に伴なう環状冷水塊、北方寒冷水が張出した形の舌状冷水塊が幾つかあって、海況研究者により佐渡沖、能登沖、山陰若狭、隠岐、島根沖冷水塊というように固有名詞化されて命名されているが、オキアミ漁場が形成される水域は、これら冷水塊と何らかの関係があるのではないかと、冬季の垂直混合による温度躍層の消滅が垂直的な温度障壁をとり除いたことになっているのではないかと、オキアミ自身の生物学的内的周期(それが何であるかと大きな問題なのであるが)が関与しているのではないかと、その水域に棲息する生物群集一

コミュニティ — 中のオキアミの天敵(哺乳動物)が浮上現象の主役ではないのか、等の疑問をKomaki(1967)は提起している。

海産物の一般の性質なのであろうが、オキアミ漁況の特質の一つとして、年変動が非常に大きいということを挙げることができよう。

また漁期間漁獲量が大きく短期変動する、すなわち日々の漁獲量を漁期を通じてプロットしてみると、不規則なパルスのようなグラフとなることも、オキアミ漁況の特質であろう。これは生活史、生活相とでもいべきものが異なる幾つかのオキアミのポピュレーションがあって、時間的なphaseがずれて浮上行動を行なうのではないかという憶測を私に与えるものである。

5. 利用方法: ツノナンオキアミは漁獲水揚げされると、一部はその儘直ちに冷凍され、他は煮干しとされる。前者は主としてニジマスの飼料とされる。現在ニジマス飼料の主勢は配合飼料であるが、オキアミを与えることによってニジマスの肉色を赤くすることに役立たされている模様である。オキアミが含有するカロチノイド系色素の効用であろう。

煮干しはそのまま種々な販路を通じ小売りに流れ、あるいは配合飼料に利用されもしているようであるが、その実体を詳しくは調べていない。数年前エビの香気をセイリング・ポイントにしている軽焼きセンベイの生産者から、原料の雑エビが入手困難になったが、これに代るべきものはないだろうかという相談を受けたことがあり、女川のオキアミ漁のことを紹介したが、そうしたいわば香气成分の原料として実際使用されているかどうかはその後聞いていない。

オキアミ類の直接利用に当って、土井(1973)はオキアミの最大持続生産量を考慮しての漁獲が大切であることを強調されている。そして資源管理の上で如何なる場合でも先ず必要なことであるが、オキアミの場合もその資源水準を知って置かねばならない。金華山周辺水域や日本海側で残され、また残されつゝある漁獲記録は局地的であり限定された情報ではあるが、この目的に役立ち得るものではあるまいか。

オキアミは直接利用の発想が具体化する前には、有用水産資源(直接食品に供される生物資源)を涵養する土台としての重要性が強調されて来たものである。直接利用の可否は別として、魚とかイカとかクジラとかの「型」をした容器に盛られた蛋白質は、海という生産効率は良くはないが人為を介しない生産過程によって生産される。自然の生産力にゆだねて魚型、イカ型、クジラ型の容れものに入った蛋白質が生産されるのを待つことは怠情なことであろうか。

日本海の場合、北鮮、韓国、ソ連の漁獲量は考えずに、日本の総漁獲量は100萬トン弱である。そうした海面に於いてプランクトン資源の資源水準がどの程度のものであるか、大変粗雑であるが手許の資料で概算してみた。挙げた種類は何れも寒冷性のものであり、天然餌料として転換してゆく過程に大きな偏りがあることは否定できないが、日本海の漁業資源を考える上である示唆を与えるかも判らないので、こゝに掲げさせて頂くことにした。



5. 宮城県におけるオキアミ漁業の現状

(原稿未着) 菊地 襲次郎 (宮城県水産試験場)

6. 南氷洋オキアミ調査概要

(原稿未着) 下条 宏之 (海洋水産資源開発センター)

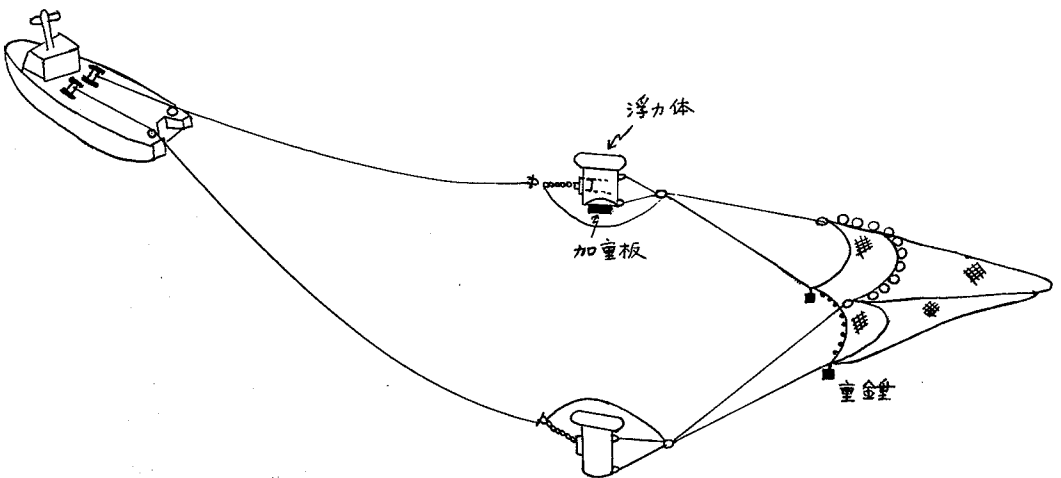
7. オキアミ漁法

小山 武夫 (東海区水産研究所)

47年度における南極海オキアミの調査結果については東海区水研業績C集, さかな第11号, (昭和48年10月)に詳しく掲載したので, ここではオキアミ漁法として筆者が当初より提案してきた船尾トローラーによる表中層曳き案について, その概要を述べることにする。

なお, 本年度(48年度)のオキアミ調査には, この漁法が海洋水産資源開発センターの調査船, 第11大進丸(極洋KK, 1500ton型船尾トローラー)に採用され, 操業に使用されている。

この案というのはオッターボード上部に浮力体を取りつけ, ワープ長さ100m位までは, オッターボード, 網とも水面に浮くようにし, 浮上魚群に対してはプロペラ渦流の影響を避けさせるため, 旋し曳きなどの方法を取り, また, 中層魚群に対してはワープ長さをさらに長く延し, 任意の水深を曳網するというものである(第1図)。



第1図 船尾トローラーによる表中層曳き

そして, 実際に南極海のオキアミ漁場をみてみると(47年度), オキアミの生態行動面からみて, この案が使えるような気がした。その理由を要約すると,

- 1) オキアミ魚群は船や漁具に対して敏捷な逃避反応を示めさないため、魚群の上を船が通過しても、それほど、魚群には大きな影響をあたえない。したがって、船尾トロールによるオッター方式でも漁獲可能という印象を受けた。
- 2) 魚群は0~100 m範囲の深度にみられるので、表層、中層が同一漁具で曳けるようにする必要がある。浮上魚群の上を船が通過すると、魚群は多少沈降する傾向もみられるので浮上魚群に対しても中層曳き適用の可能性がある。
- 3) 漁場には小型魚群が数多く点在する傾向を示しているため、それを能率よく捕獲するためには漁撈操作を簡素にし、曳網回数をできるだけ増やす必要がある。その点では船尾トローラーによる操業が適している。
- 4) 荒天時における操業には船型からして、船尾トロール漁法が他の漁法より有利である。
- 5) 製品製造過程でもトローラーは工場スペースの面からみて有利である。

以上のような理由で、昨年帰国早々(48年5月)、漁網会社のニチモウKK、それにオッターボードのメーカー、カネヤスKKと協同で、この案について具体的に研究を始めることにした。

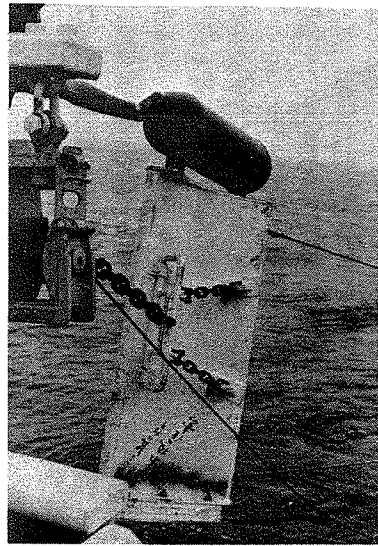
まず、1500 ton型船尾トローラーを想定し、東海区水研の試験船、たか丸(船尾トロール型式50 ton 230馬力)で、縮尺 $\frac{1}{3}$ 程度的大型模型実験を開始した。この案で最も重要なポイントとなるのはオッターボードである。ワープ長さ100 m以上という条件で、オッターボードをいかにして海面に浮上させるか、という問題をまず、解決しなければならない。

これについてはオッターボードの材質を軽合金とし、上部にフロートを取りつけ、下部に加重板を配置し、その水中重量を0近くに、極力、水中での重心位置を下方にさげ、水中での安定性をよくするように留意した。また、ハードな漁撈操作条件に対しても破損しないよう強度も十分に配慮した。

試作したフロート付オッターボードの写真を第2図に示す。

網は、上下左右同型の4枚構成トロール網とし(第1図)、網目は47年度の経験を生かしてポリエチレン60本57 mmの内側に、さらに内張りとしてナイロン18本13 mmの網地を装着した。

実験結果(1500 ton型実物漁具に換算)としては曳網速度2~3 knotでワープ長さ100 m位まではオッターボード、トロール網とも海面に浮上し、表層曳きが可能であることが確認され、また、ワープの長さを、それ以上長く延ばすことにより中層曳きも可能であることが実証された。



第2図 表層曳き用フロート付オッターボード

網深度の測定はネットレコーダーの発信器（水深3mで発信器が作動するように改良したもの）をグランドローブ中央に装置し、海面からの深度を読みとった。

網口面積は網口高さ8~9m, 網口巾約10m, ワープにかゝる張力は左右合計で、約10ton前後と得られ、また、回頭15度位の旋し曳き（表層曳き）も安定した状態で操業可能なことがわかり、プロペラ渦流圏外の表層曳きも可能であることが実証された。

前述したように南極海のオキアミは漁船や漁具に対して、その逃避行動が比較的にぶいから、その漁獲量は網口面積に比例して増大すると考えてよいであろう。本年度（48年度）使用している漁具の網口面積は曳網速度2~3knotで80~90 $m^2$ 位であるから、漁獲をその2倍にしようと思う場合は、当然、網口面積を160~180 $m^2$ と2倍にする必要があるであろう。それには主機関馬力の大きなトローラーが必然的に必要になってくる<sup>1)</sup>。

将来、企業化への夢としては捕鯨母船に、高馬力の北転船トローラーを随行させるとか、あるいは、大型トローラーによる基地操業（ケープタウン等を基地として、12月、1月、2月等、トロールにおける夏枯れの一定期間操業）が考えられそうである。

なお、このような船尾トローラーによる表層曳きはオキアミに限らず、ニシン、イカ、イワシ等浮き魚に対する漁法として今後開発すべき重要課題といえる。この小論文が、将来の一つの切掛けになれば幸いである。

#### 文 献

- 1) 小山武夫, (1974) 船尾トロールについての実験的考察, 東海区水研報告, 77.

#### 8. 南氷洋オキアミ漁獲の可否

土 井 長 之 (東海区水産研究所)

話題提供者急用のため出席できず、下記資料が配布された。

土井長之, 1973: 南氷洋の沖あみを漁獲することの可否, 鯨研通信, 第263号 157-159.

## 9. 総 合 討 論

(座長) 根 本 敬 久 (東京大学海洋学研究所)

根 本 — オキアミ類について 1) 海洋生物としての特性 2) オキアミの分布と環境 3) オキアミの漁業とその問題点 4) 漁獲物の利用等について報告が行われたが総合討論として先ず、沖合漁業資源としてのオキアミ類について。

坂 本 — 開発センターの昨年度の調査によればオキアミが少なかったというが、ミナミダラ (スケトウダラ近似種) がふえたということはないか。

根 本 — ミナミダラは *E. superba* より北にいるので両者の増減は関係ないと考えられる。ひげくじらが減りその分オキアミがふえたという報告はあるようだが、定量的な証明はない。

坂 本 — メルルーサとオキアミ類の間を結ぶもの、中間のものがミナミダラで、それがアルゼンチン附近海域に大量にいると分かった。ひげくじらの減少に対してオキアミ類がもっと残っていると考えていいのに、いない。何がオキアミ類の主捕食動物だろうか。

河 村 — ウェツデル海で、*Notothenia* 類とオキアミと関係があると、何かで読んだことがある。

菊 池 — 北太平洋のスケトウダラ、イカナゴはツノナシオキアミ (*E. pacifica*) を食べている。

坂 本 — イカナゴが沢山とれると *E. pacifica* が少ないか。

菊 池 — 去年、スケトウダラは大漁、*E. pacifica* は反対でこの関係は 10 年位調べたら、面白い結果がでるのではないか。

宇 田 — メルルーサの分布は *E. superba* より北 (低緯度) であり、関係あるとは思わない。オキアミの群集団 (パッチ) が昔に比べて減ったと捕鯨業者がいう。増えたということはきいていない。ひげ鯨をとらなければ、ふえていると思うが、実際に魚網をひいた場合昔と比べてどうか。

下 条 — 今年、千代田丸で漁業調査して、オキアミの群集団の発見でこんなに苦労すると思わなかった。

飯 田 — 昔から、オキアミ類の群集団 (パッチ) は余り見えなかった。見えることはあったが、一漁期を通してずっと見えたことはない。千代田丸が最初に操業した所は水が濁り、水色 6~5 で緑色で、ひげ鯨のいなかったところである。オキアミもいないと思った。サウス・ジョージ島の南は漁期おわりにイワシクジラがはいってくる場所である。北洋でもカムチャッカから東経漁場のオホーツクの冷水が出たところの水色が 6~5 のところにひげ鯨はいない。4 位のところならひげ鯨がいる。ひげ鯨は餌のいるところに集まるから、この水色の海域にオキアミ類も多いと考えられる。ひげ鯨はその海域の外側にいる。

蓮 井 (大洋) — 最近、捕鯨は南極洋の北の方で操業していて、オキアミ類のみえる南の海域でやっていない。オキアミ類が減っているのではないと思う。一昨年のミンククジラの操業でも昨年の

11 興南の調査でもオキアミ群をみた。日水船団も昨年ロス海で多くのオキアミ群をみたと思う。ひげ鯨は、みえるパッチの処についていない。みえないところでとれたひげ鯨でも多数満腹している。従ってみえないところでも中層群を対象として漁獲できよう。

高橋(日水) — 同感である。センターの調査したウェッデル支流ののびているところは、船団でより広範囲に調査すればオキアミはいるだろう。ひげ鯨の生態の差がクジラ船団の目視に変化を与えている。マッケンジーは「クジラ資源」の中心で、ひげ鯨がオキアミを食べなくなったからブルーヘイクが増えたといっている。ブルーヘイクは亜熱帯収束線より北(メルルースほどではないが)にあり極前線以南にははいらない。トラギキ類は南にいるが、それが特にふえたという記録はない。

荒川(泉) — 今年、 $60^{\circ}\text{S}$ 、 $150^{\circ}\text{W}$ (ロス海)でナガスクジラ漁をした。オキアミ類のパッチはかなりあったが径40m位のもので冷水塊のまわりに点在していた。南側も調査したが思ったほどパッチは見えなかった。漁場別にオキアミの捕食状態を過去から洗ってみたいと思う。

根本 — 次に漁業と環境について、オキアミの群集と実際の漁業との関係について論議したい。

奈須 — 千代田丸が最初に操業したのはディスカバリー・レポートのオキアミの生物量によったのだと思う。(漁獲がなかったのは)単に環境の年変動によるのか、クジラとの関係からそうなったのかよく分らない。

根本 — 植物プランクトン、動物プランクトンの現存量、生産量の分布から言えばオキアミ類の量分布の型は一応ディスカバリー号の報告で良いと思う。

河村 — 飯田さんのお話で水色が違うからオキアミが多いとか少ないとか言う結果があるとのことだが、生物環境という意味では植物プランクトン全体として見ても好結果が得られず、オキアミの好む植物プランクトンの分布が問題である。現在パッチのあるところとないところの珪藻の種類が違うかどうか調べているが、違いがあるような結果が得られている。パッチがある時にみた種類には、*Fragilariopsis* や *Tharassiosira* の類が多いが、パッチがみられなかったところでは *Tharassiothrix longissima* 等が多い様である。

飯田 — 湧昇流で植物プランクトンがわく海域があると、その水塊でなくその海域のまわりにひげ鯨が集まっている。ウェッデル海流の西におし出しているところの周辺にも好漁場が形成される。ひげ鯨の排泄物が栄養塩として再生される量も無視出来ないのではないかと。

中村 — 漁具はどういうものかいいかが悩みである。枠網、トロール等船型で限定される。企業的に考えると難しい問題がある。一網打尽にとる方法はないか。さっき、搭載艇の問題がでたが、二艘びきで口を広くしてとるとかしてパッチ全体をとれないか、表層舷側トロールでは大きな期待はできず、まきあみ、中層トロール等で実験したい。

宇田 — 慶大の中村さんが見えなくて残念であるが、オキアミ類に水銀がどの位含まれているか、ミナミマグロ、オーストラリアのサメ類には水銀が多く含まれているということで禁漁になっている例がある。マッコウクジラ、イカ類、北方でメヌケ類の間にもかなり高緯度に分布する生

物で水銀の蓄積の多いものがでている。マグロ類、カジキ類はエラを通して水銀が吸収されるという説もあるが、フード・チェーンの一部としてオキアミが関係してないか。

中村 — 他種のもと一緒に冷凍検査協会で調べてもらったが、低いと言う結果が出ているので、他種も大陸から離れる程少ない。

根本 — マグロ・サメ・マッコウクジラ等は他の海洋生物に比べて生存年数が長いのでこの間に濃縮されたものとする学者もいる。南極のオキアミは2年で死亡するので、この点更に検討されねばならない。北太平洋での結果では、亜鉛等がかなり急速に蓄積されるという報告もあるが、中村さんの話では重金属はないということである。慶大の中村さんの論文の別ずりがここにあるがそれによると、継続して食べると血中のコレステロール量が増加するらしい。この点については更に慎重に検討されるべきではないか。

次に利用についてどなたか。

下条 — 利用関係として、とってきたものはチャーター先の人々に依託販売をお願いしてある。今回は株式会社極洋が当たっている。研究ベースでは、液化蛋白は東海水研利用部にお願いした。(今年予算とおらず東水研独自の研究費でお願いした)

衣巻 — 液化蛋白について、アミノ酸組成はいいが殻が問題である。適当に殻が別れ、色素はその方に行くので、餌としてはいいであろう。液化蛋白には重金属多く、ふつうの魚の7倍、水銀は分光分析では見られない。銅とクロームが多い。銅はオキアミが甲殻類であるので当然と思う。又コレステロールのふえるのは被検者によると思う。中村先生のところの結果でも大して悪くない。

坂本 — 含水量と基本的な蛋白、脂肪等は。

根本 — 4/5が含水量、乾重量に対して40~50%程度の窒素が含まれる。

衣巻 — センターの資料を解析した結果でも過去の成分組成と大差なく、脂肪は特にその採集時期で変化する。脂肪を除かないと製品がいたみやすい。灰分中に重金属が多いが、これは甲殻類に一般的なことである。

飯田 — 今回の58トンは少なすぎて、あちこちにサンプルをあげて、試験の段階でなくなってしまい、販売面でどうかよく分らない。1000トン位もってきてくれないと売れるかどうかすら分らない。まき餌(遊魚)として用いるなら、クジラの食べていた餌で胃から採集しても充分である。もっと多量の漁獲物で試験すべきであるが、エビセンベイ等への利用では大きな眼も製品に影響しないとのことであった。