

中部南太平洋の海況 ならびに動物プランクトンの バイオマス分布について*

古賀重行・俵 悟・鶴田新生

Oceanic Condition Relevant to Distribution of Zooplankton Biomass
in the Central South Pacific

By

Shigeyuki KOGA, Satoru TAWARA, and Arao TSURUTA

The oceanic records used in the present report were collected during the period from Nov. 4, to Dec. 31, 1969 along the two meridional lines, one extending from 9°N to 34°S along the 175°E line and the other from 18°S to 35°S along the 175°W line. The former traversed the North Equatorial Current, the Equatorial Countercurrent, and the South Equatorial Current. The latter covered the subtropical South Pacific area.

The vertical distribution of the water temperature showed that the northern boundary of the Equatorial Countercurrent was estimated to be located at 8°N, and the southern boundary at 4°N along the 175°E line. In the equator region, there was a vertical spreading of the isotherms and a weakening of the thermal gradient in a layer of 160m deep. This was thought to be due to the Equatorial Undercurrent existing in a layer of 160m deep. A remarkable discontinuous zone was found out at 20°S along the 175°E line and about at 25°S along the 175°W line. The analysis of water mass showed that the observed area could be divided into the four water masses shown in Fig. 3.

Zooplankton were collected from 200m layer to the surface with the IIOE net. In general, the zooplankton biomasses were rather low, being at most 18.8 to 19.4 g/1,000m³ only at four of the stations. The following zooplankton were abundant, the first occupying more than a half of the total number : Copepoda, Chaetognatha, Copelata, Ostracoda, *etc.*

* 水産大学校研究業績 第643号, 1971年10月13日 受理.
Contribution from the Shimomoseki University of Fisheries, No. 643.
Received Oct. 18, 1971.

ま え が き

太平洋における南北縦断海洋観測は最近国際的な共同調査の形で行われている。たとえばNORPAC(1955北太平洋一斉調査), IGY(1957~'58国際地球観測年), CSK(1965年以降黒潮共同調査)などである。しかし、これらの観測のほとんどは北半球水域に限られている。南半球水域の調査は中村・山中(1959)⁴⁾, 山中(1956, '62)^{9, 11)}, YAMANAKA, *et al.*(1961)¹⁰⁾, 著者ら(1966)¹³⁾, および NISHIZAWA, *et al.*(1971)⁵⁾などの報告があるのみである。

本校の練習船耕洋丸は調査の不十分な中部南太平洋のマグロ漁場調査および実習のために1969年10月から'70年1月にわたり遠洋航海を実施した。著者らは海洋観測ならびに生物調査に従事し、この海域の海況ならびに動物プランクトンの分布について2, 3の知見をえたのでここに報告する。

本文にさきだち、乗船の機会を与えられ、本研究について種々のご助言をいただいた佐藤猛郎教授・前田弘教授、海洋調査に便宜と協力を与えられた耕洋丸片岡昭吉船長はじめ乗組員各位に厚くお礼を申し上げる。また資料の整理に協力いただいた本校学生本田求・平川和正の両氏に対し深く感謝の意を表する。

資料および方法

この調査は1969年11月4日から12月31日まで、第1図に示す各地点で実施した。海洋観測地点では深度1,000mまでの各層(標準観測層)測温採水を行い、あわせてBT(Bathymograph)を使用し、深度250m以浅の水温の垂直的变化を観測した。塩分はサリノメーター(Auto-Lab社製)で、溶存酸素はウインクラ法で測定した。

プランクトンはインド洋標準ネット(口径113cm, 長さ約5m, 網地GG54)で採集し、これにろ水計を取り付け深度200m(ワイヤーの長さ)から毎秒1mの速さで垂直的に曳網した。このネットは植物プランクトンではできるだけ採集せず、小型動物プランクトンの採集定量を目的として考案されている。採集したプランクトンは直ちに標本瓶に移し、中性ホルマリンを標本液の5~10%まで加え固定した。プランクトンの排水容量および湿重量の測定は元田(1959)⁷⁾の方法によって行った。

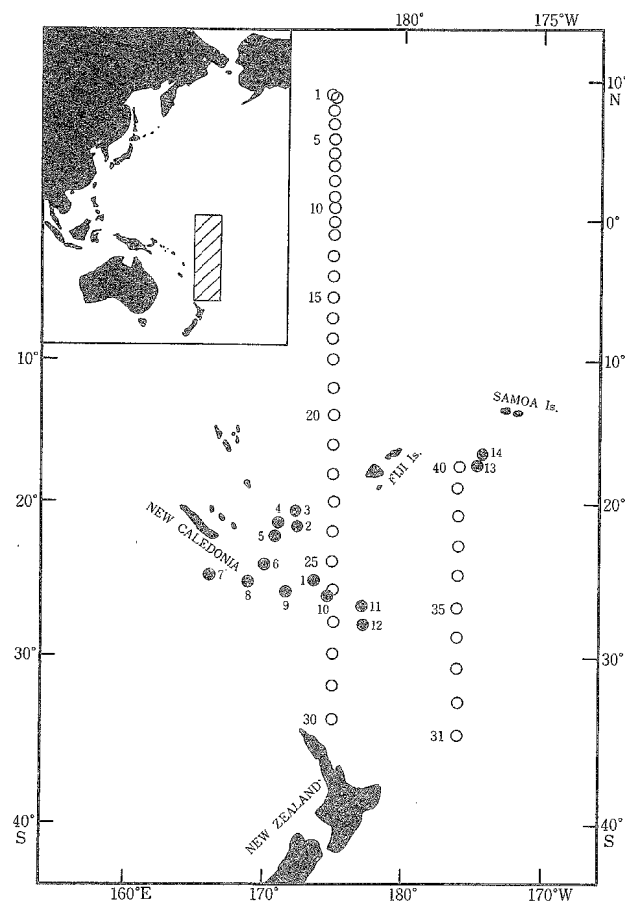


Fig. 1. The distribution of the stations of oceanographic observation and tuna longlining in the Central South Pacific.

- Oceanographic observation
- Tuna longlining

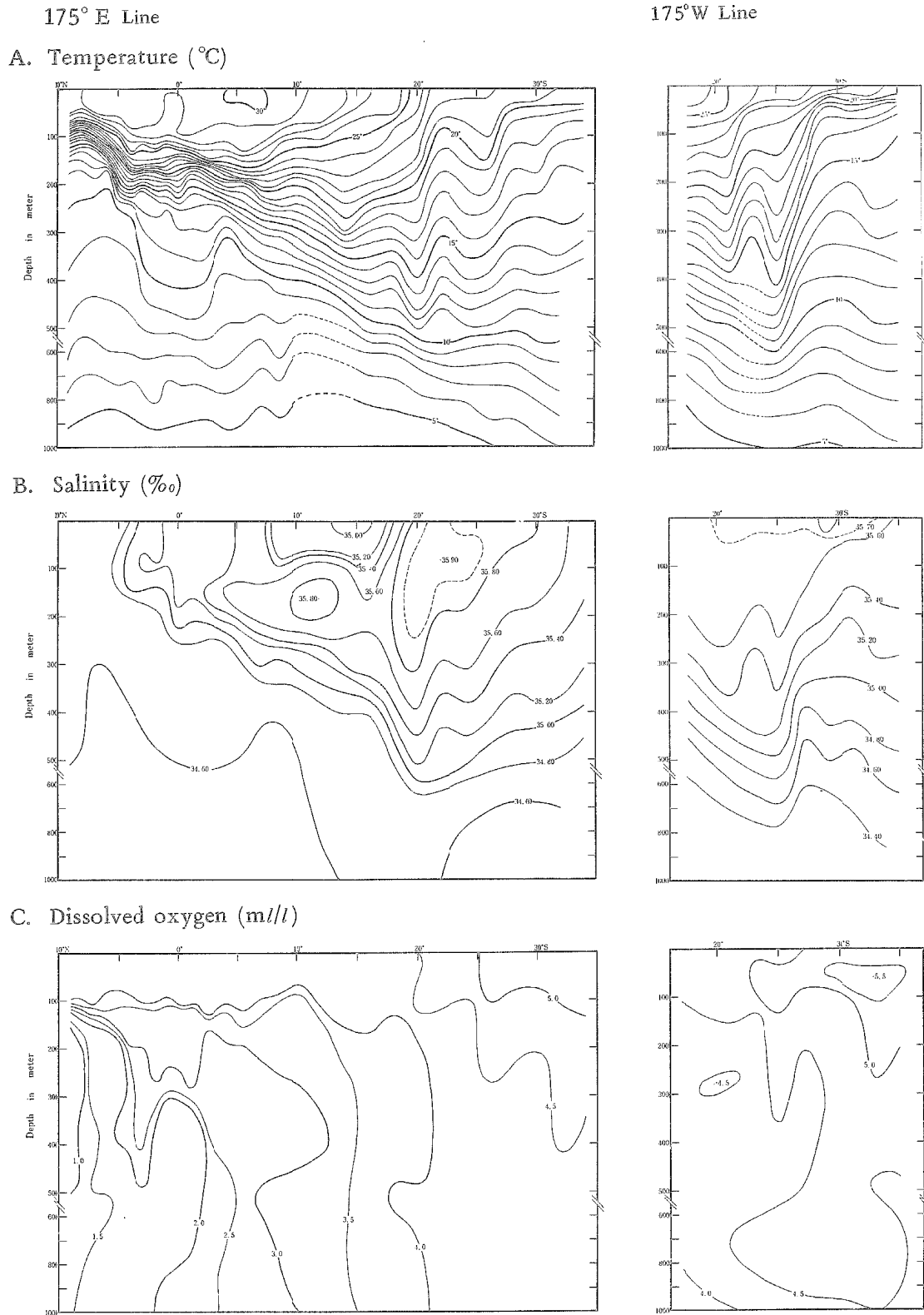


Fig. 2. The vertical distribution of temperature, salinity, and dissolved oxygen in two meridional sections.

結 果

水温の垂直断面

1. 175° E線の断面

175° E線の水温垂直断面を第2—A図左に示した。表面水温が29°C以上の高水温域は8°Nから11°S付近まで見られ、その中でも4°Sから7°S付近までは30°Cの高温水が見られる。サーモクライン (thermocline) は16°~26°の間であり、その中心温度は21°Cである。8°N付近ではサーモクラインの中心温度は深度80mにあり、また、その付近では亜表層水の湧昇が認められる。サーモクラインは8°N付近より南下するにつれて次第にその深さを増加し、4°N付近より凹状となり、赤道付近では等温線が上下に広がっている。すなわち、20°~25°Cの等温線は赤道付近でリッジ (ridge)を形成し、他方16°~18°Cの等温線はトラフ (trough)を形成している。このことから赤道潜流の存在が推定される。赤道を過ぎると、サーモクラインは次第に深くなり、また不明瞭になる。20°S付近で等温線の明瞭な凹凸が深度200mから500mの間に見られ不連続帯を形成する。この付近以南では14°C以上の等温線は次第に浅くなっている。

2. 175° W線の断面

175° Wの水温垂直断面を第2—A図右に示した。表面水温は南下するにつれて低くなっている。全体を通じて、明瞭なサーモクラインは見られない。21°~25°Sの間で等温線の明瞭な凹凸が見られ、この付近に不連続帯が形成されている。

塩分の垂直断面

1. 175° E線の断面

175° E線の塩分垂直断面を第2—B図左に示した。塩分35.8‰以上の高鹹水は25°Sを中心に20°Sから

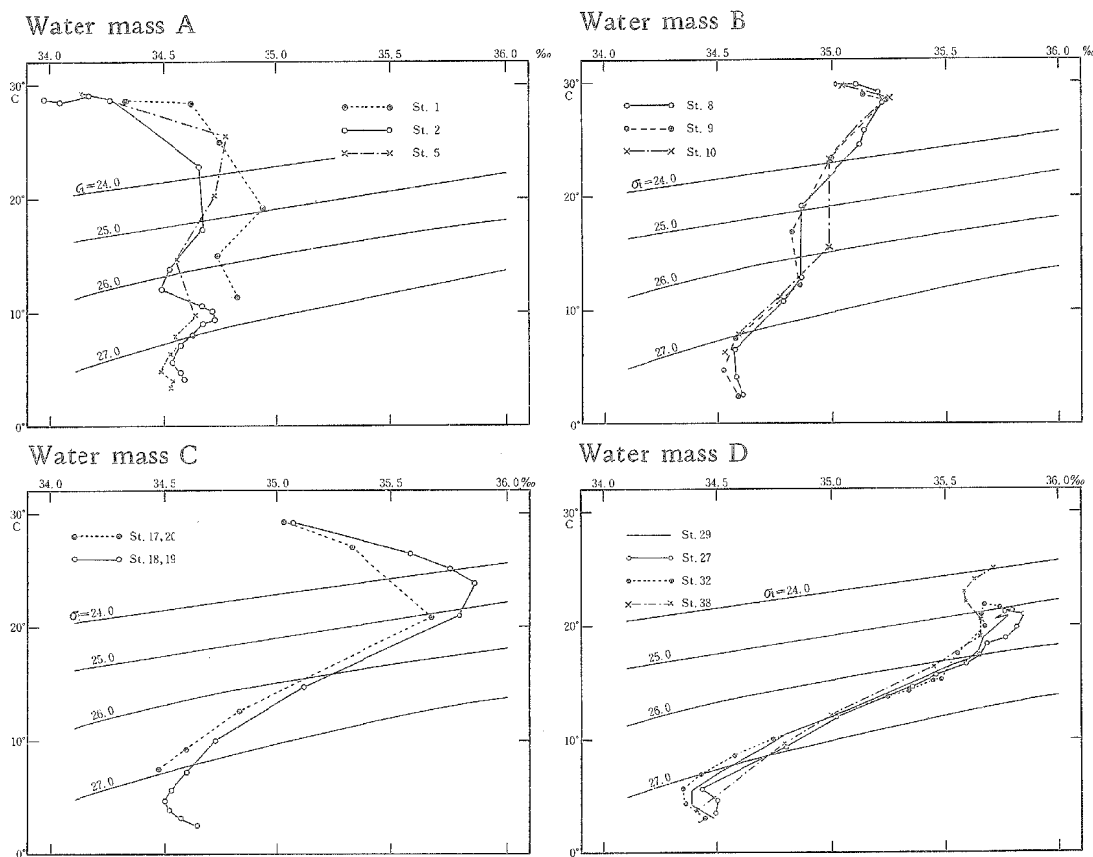


Fig. 3. The T-S diagrams of the stations representative of the four water masses.

30° S の表層に認められる。この付近に起源をもつ高鹹水(35.6‰以上) は深度 150m付近を舌状に北上している。20° S 付近に等塩分線の明瞭な凹入が見られ、水温の不連続帯と対応している。

2. 175° W 線の断面

175° W 線の塩分垂直断面を第 2—B 図右に示した。塩分 35.8‰以上の高鹹水が 29° S 付近の表層に認められる。25° S 付近では35.4‰, 35.6‰の等塩分線に凸状をなし、35.2‰以下の各等塩分線は凹入している。この形状は水温の不連続帯と対応している。

溶存酸素の垂直断面

1. 175° E 線の断面

175° E 線上の溶存酸素の垂直断面を第 2—C 図左に示した。全般的には南部水域の溶存酸素は北部水域より高く、赤道に対して全く非対称のパターンを形成している。表層の酸素の躍層は 4.0~3.5ml/l の範囲にあり、調査海域の北よりの 10° N から 10° S までの間にはっきりと存在し、サーモクラインとの対応が認められる。10° S 付近以南では溶存酸素の垂直傾度は小さくなり、酸素の躍層は見られない。溶存酸素 5.0ml/l 以上の豊酸素水域が 25° S 以南、深度 100m以浅の表層に認められる。一方、北縁部9° N 付近での深度 150 m から 500mの間には 1.0ml/l以下の酸素欠乏層が認められる。また、2.5ml/l 以下の低酸素層(深度 125 m以深) は南へ拡がり5° S まで達している。

2. 175° W 線の断面

175° W 線上の溶存酸素の垂直断面を第 2—C 図右に示した。この調査海域はいわゆる亜熱帯海域であり、全般的には溶存酸素の変化は小さい。5.5ml/l 以上の豊酸素水は30° S から 35° S の深度 30m から100m の間に認められる。この断面の溶存酸素と175° E 線の同じ緯度のそれと比較すると、わずかに前者が高い。

水塊

水塊を解析する場合、表層の海況は気象状態および季節変化の影響が大きいので、一般には取扱われないが、ここではマグロ漁業を対象としているので、表面の水温、塩分をも水塊の解析に用いた。これらの水塊は基本的には SVEEDRUP *et al.* (1952)⁸⁾ の分類に従うものである。深度 1,000m 付近の水温および塩分は $T = 4^{\circ}\text{C}$, $S = 34.5 \pm 0.15\text{‰}$ のまわりに集まっており、南極中層水の北向きの拡延によってできた水塊と思われる。ここではこれらの水塊を Antarctic intermediate water (南極中層水) と呼ぶ。各観測点の T—S 曲線を大別すると第 3 図に示すように 4 つの水塊 (Water mass) が認められる。

水塊 A……この水塊は St. 1~5 の北部海域にあり、深度 100m 付近では WNP (北西

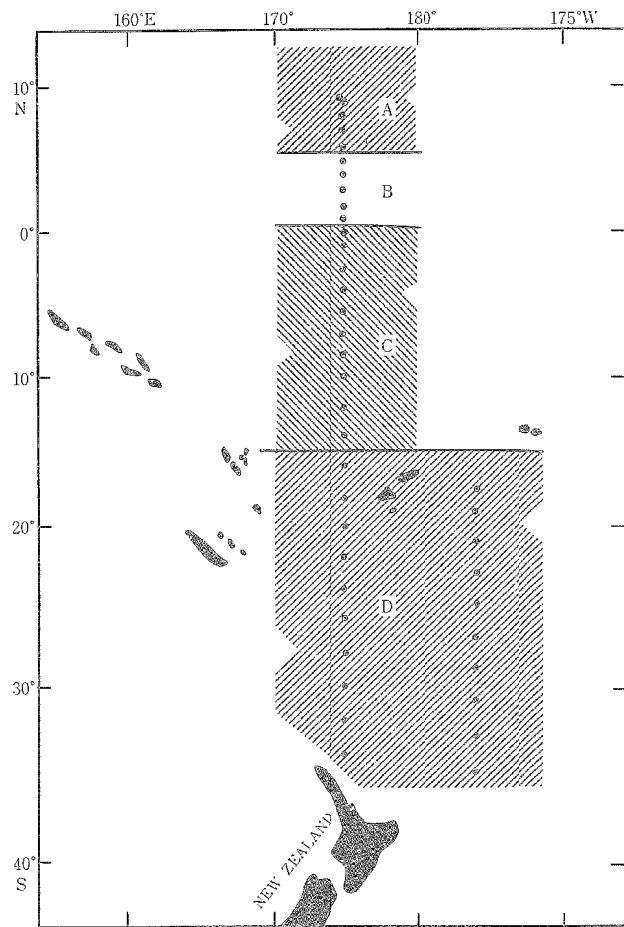


Fig. 4. Schematic representation of the distribution of the principal water masses in the Central South Pacific.

太平洋中央水)の項部の性格をもち、表層の $T=29^{\circ}\text{C}$ 、 $S=34.0\sim 34.3\text{‰}$ の水型との混合で生成されている(第3図左上)。

水塊B……この水塊は St. 8, 9, 10にあり、深度 250m以深は Eq(赤道水)の性格をもち、深度 200m付近では WNPの性格をもっている。従って、この水塊は WNPと Eqの混合によって生成され、さらに、表層の $T=28^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、 $S=35.0\sim 35.3\text{‰}$ の水型とにより生成されている。このことから WNPと Eqの水塊はこの付近で遷移するものと思われる(第3図右上)。

水塊C……この水塊は St. 12~21の間にあり、深度 200m以深では $T=10^{\circ}\text{C}$ 、 $S=34.6\sim 34.7\text{‰}$ から $T=16^{\circ}\text{C}$ 、 $S=35.1\sim 35.3\text{‰}$ のいわゆる Eqと、この項部に $T=21^{\circ}\sim 24^{\circ}\text{C}$ 、 $S=35.6\sim 35.8\text{‰}$ の水型が形成され、さらに、表層には $T=29^{\circ}\text{C}$ 、 $S=35.5\text{‰}$ の水型が存在する(第3図左下)。

水塊D……この水塊は St. 26~30, St. 31~40の広範囲にわたって存在し、これらは SVERDRUP *et al.* (1952)⁸⁾のいうWSP(西南太平洋中央水)である(第3図右下)。

以上4つの水塊の水平分布は第4図に示すようになる。

動物プランクトンのバイオマス

各採集点における動物プランクトンの湿重量および排水容量を第5図に示した。湿重量と排水容量はよく比例し相似の分布型を示す。

バイオマスは全般的に少なく、 $15\text{ g}/1,000\text{ m}^3$ 以上の大きさの値をしめた地点は赤道付近の St. 9, 10, 11と

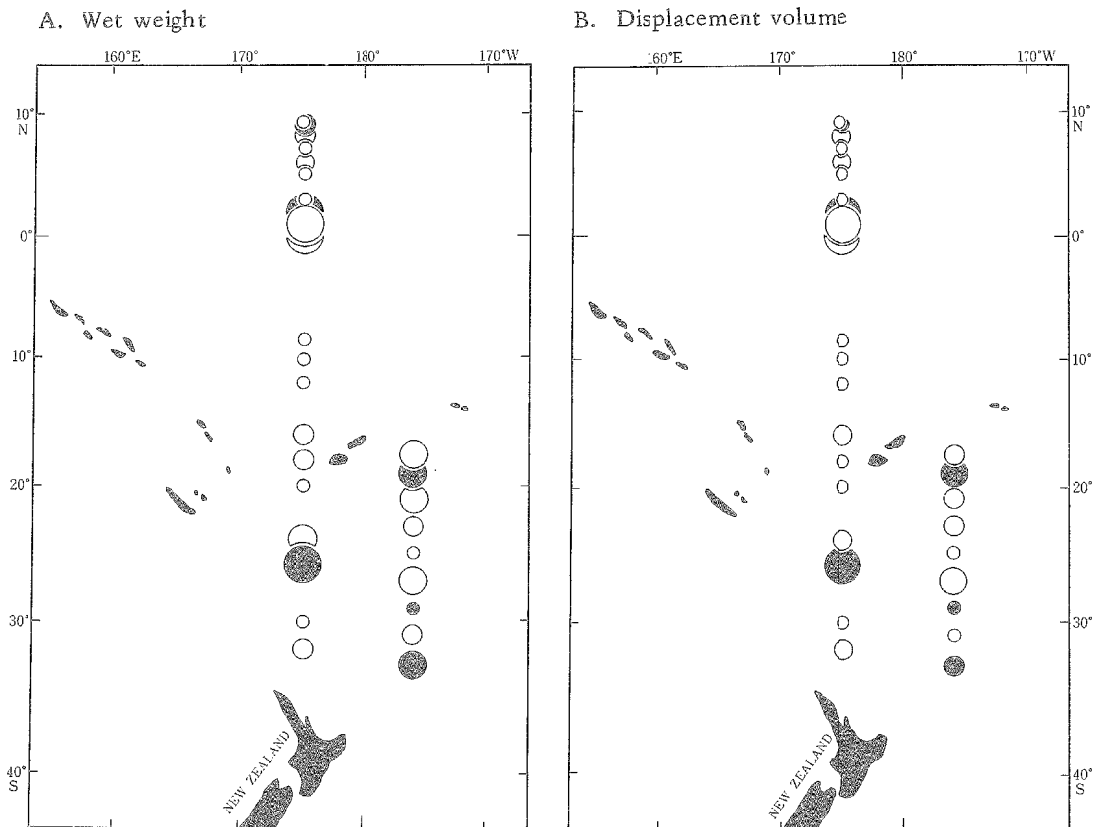


Fig. 5. Distribution of the zooplankton biomass.

Table 1. Relative abundance of the copepods in the four water masses.

Species name \ Water mass	A	B	C	D
<i>Calanus helgolandicus</i>	R	+		+
<i>Nannocalanus minor</i>		+		+
<i>Undinula darwini</i>	+	R		R
<i>Eucalanus atenuatus</i>		+		RR
<i>E. crassus</i>		+		
<i>Mecynocera clausi</i>		R		CC
<i>Paracalanus aculeatus</i>		C		+
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	+	C		+
<i>Aetideus armatus</i>	R			RR
<i>Calocalanus pavo</i>		R		R
<i>Euchirella rostrata</i>			+	RR
<i>Euchaeta marina</i>	RR	C	+	R
<i>Scolecithrix danae</i>	RR	RR		R
<i>Pleuromamma xiphias</i>	+		R	RR
<i>Lucicutia flavicornis</i>	C	+		+
<i>Haloptilus ornatus</i>	RR	RR	RR	RR
<i>Candacia truncata</i>	R	R	R	R
<i>Acartia danae</i>	R	R	+	+
<i>Oithona setigera</i>				R
<i>O. fallax</i>		+		R
<i>Onceea venusta</i>	C	CC	C	C
<i>O. media</i>	C	+	+	+
<i>Lubbockia squillimana</i>				R
<i>Sapphirina gemma</i>	RR			
<i>S. opalina</i>	RR	RR	RR	R
<i>Corycaeus speciosus</i>	RR	R	R	RR
<i>C. clausi</i>	R	+	R	RR
<i>C. longistylis</i>	R		RR	RR
<i>C. gibbulus</i>	+	+	R	R
<i>C. concinnus</i>	+	+	R	R
<i>Macrosetella gracilis</i>				RR
<i>Clytemnestra scutellata</i>				RR
<i>Aegisthus mucronatas</i>	RR			

CC----- Very common

+ ----- Present

RR----- Very rare

C ----- Common

R ----- Rare

St. 26 の4点である。これらのうち南赤道流流域の北部にあたる3地点は連続して18.8~31.4 g/1,000m³ のバイオマス分布が見られる。

多量に出現した種類は、Copepoda, Chaetognatha, Copelata, Ostracoda, Euphausiacea, 幼体類, Amphipoda, Gastropoda, Medusa, Polychaeta, Foraminifera, Ciliata, Radiolaria, および Dinoflagellata などである。特に Copepoda は総標本個体数の過半数をしめて著しく多く出現した。

多量に出現したCopepodaの主要種を4水塊別に分けて検討してみる(第1表)。

概観的には水塊によるCopepodaの出現状況では明瞭な差異が認められなかった。全水塊にわたって優先的に出現したのは *Oncaea venusta* と *Oncaea media* の2種である。*Mecynocena clausi* は水塊Dのみに極めて多量に出現したので、この水塊の指標種としてあげられよう。

考 察

水温、塩分、および溶存酸素の垂直断面から推察して、175° E線上での赤道反流の北限は8° N付近、南限は4° N付近にあったと思われる。

山中(1971)¹²⁾ は赤道反流の経年変化、季節変化について、北縁の位置が相対的にみて南下する年(1965, '67, '69)には、8~9月に最も南下し、他方、4~5月および10~11月に北上するという、ほぼ規則的な変動を指摘した。この研究ではこのような赤道反流の変化を見ることができなかったが、この赤道反流は太平洋の平均的な位置にあると思われる。東部熱帯海域の著者ら(1966)¹³⁾ の調査結果でも赤道反流はほぼ同位置にあり、今回の調査と一致している。

9° N付近から10° S 付近までサーモクライン、酸素躍層が著しく発達しており、これらの形状と溶存酸素1.0 ml/l以下の酸素欠乏層の存在から、赤道反流の北縁にあたる8° N付近には、かなり発達した湧昇流があると推定される。サーモクラインは赤道直下深度160mを中心に上下に拡がっている。すなわち、20~25°Cの等温線は赤道付近でリッジを形成し、16~18°Cの等温線はトラフを形成している。赤道潜流についての既往の知見(KNAUSS(1960)³⁾, MONTGOMERY(1962)⁶⁾, FORRESTER(1964)²⁾)によると、サーモクラインの形状から赤道潜流の存在が指摘されている。水温垂直断面の等温線が赤道付近で既述のような形状を示すことは、赤道付近の深度160m付近に赤道潜流が存在するものと思われる。

山中(1956)⁹⁾ は10° S 付近に海洋構造の不連続帯の存在を指摘しているが、今回の調査では水温、塩分の垂直断面で明瞭な不連続帯は認められなかった。しかし、22°C以上の等温線は7° S 付近より南下するにわたってその深度は浅くなっている。

175° E線上の20° S 付近の深度200mから500mの間では水温、塩分とも明瞭な凹入を示し、著しい不連続帯の存在が推定される。一方、175° W線上では等水温線、等塩分線の形状と対応した著しい不連続帯は25° S 付近にあり、この両者の不連続帯は東西に連続し、かなり広い範囲の海域に存在するものと思われる。

175° E線と175° W線における溶存酸素の垂直断面を比較すると、同緯度では東方の175° W線上の溶存酸素が全般的に約0.5 ml/l程度高い。

水塊の解析では、基本的には SVERDRUP *et al.* (1952)⁸⁾ が区分した3つの水塊、すなわち、WNP, Eq, WSP 系統に属するものと、WNP と Eq とが混合して生成された水塊に区分することができた。これらの水塊の水平分布では、南赤道流の北限から赤道付近までは WNP と Eq との遷移帯となっており、SVERDRUP *et al.* (1952)⁸⁾ による水塊水平分布図に比べて、WNP が南下すると同時に南よりの Eq も南下し、15° S 付近に達し WSP と境している。

バイオマスとサーモクラインの深度との間には逆の関係があると BRANDHORST (1958)¹⁾、著者ら(1966, '67)^{13, 14)} によって究明されたが、今回の調査ではこれらの関係は見られなかった。

要 約

1969年11月から12月までの間、練習船耕洋丸による中部南太平洋海域の漁場調査の結果、海況と動物プランクトンのバイオマス分布に関してつぎのような知見をえた。

1. 175° E線上の赤道反流の北限は8° N付近、南限は4° N付近にあると思われる。
2. 赤道付近の深度 160m付近に赤道潜流があると思われる。
3. 175° E線上の 20° S付近に明瞭な不連続帯が存在し、10° S付近には明瞭な不連続帯は現われなかった。一方、175° W線上の 25° S付近に明瞭な不連続帯が存在した。
4. 水塊の解析では、4つの水塊に区分できた。
5. 溶存酸素の断面で、南北両半球のパターンは著しく異なり、サーモクライン以深では一般に南半球の溶存酸素が高く、北半球は低い。9° N付近には溶存酸素 1.0ml/l以下の酸素欠乏層がある。
6. 動物プランクトンのバイオマスは概観的に少なく、175° E線上の2° Nから赤道までの水域で18.8~31.4 g/1,000m³、26° Sの地点で 19.4g/1,000m³ のバイオマスを測定した。動物プランクトンで多量出現した種類は Copepoda, Chaetognatha, Copelata, Ostracoda など、これらのうち Copepoda が卓越した。Copepoda 類の出現と水塊分布との関係では、*Oncaea venusta* と *Oncaea media* の2種は全水塊にわたって出現し、*Mecynocera clausi* は水塊Dのみに優先種として出現した。

文 献

- 1) BRANDHORST, W., 1958 : Thermocline topography, zooplankton standing crop, and mechanisms of fertilization in the eastern Pacific. *Jour. Conseil*, 24(1), 16-31.
- 2) FORRESTER, W. D., 1964 : Thermocline structure in equatorial Pacific. *Jour. Mar. Res.* 22(2), 142-151.
- 3) KNAUSS, J. A., 1960 : Measurements of the Cromwell Current. *Deep-Sea Res.*, 6, 265-286.
- 4) 中村広司・山中 一, 1959 : マグロ類の分布と海洋構造. 日本海洋学会誌, 15(3), 143-194.
- 5) NISHIZAWA, S., A. TANIGUCHI, and T. ICHIKAWA, 1971 : An oceanographic section from lat. 20°S to 20°N at 175°E in July to August, 1968. *Kaiyo Rep.*, (3), 1-16.
- 6) MONTGOMERY, R. B., 1962 : Equatorial Undercurrent observations in review. *Jour. Oceanogr. Soc. Japan*, 20th Anniversary Vol., 487-498.
- 7) MOTODA, S., 1958 : Devices of simple plankton apparatus. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 7, 73-94.
- 8) SVERDRUP, H. U., M. W. JONSON, and R. H. FLEMING, 1952 : The Oceans. Their Physics, Chemistry, and General Biology. Prentice-Hall, New York, 739-745.
- 9) 山中 一, 1956 : 西南太平洋 10° S 附近の鉛直海洋構造とビンナガ漁況. 日水誌, 21(12), 1187-1193.
- 10) YAMANAKA, H. and N. ANRAKU, 1961 : Relation between the distribution of tuna and water masses of the North and South Pacific Ocean west of 160°W. *Occ. Rept. Nankai Reg. Fish. Res. Lab.*, 1, 23-34.
- 11) 山中 一, 1962 : マグロ類と海況. 日本海洋学会誌20周年特別号, 663-678.
- 12) ———, 1971 : 西部太平洋における海洋調査の結果. マグロ漁業研究協議会資料, 1-10.
- 13) 俵 悟・鶴田新生, 1966 : 太平洋東部熱帯海域のマグロ漁場における水温ならびに動物プランクトンのバイオマス分布について. 本報告, 14(3), 43-57.
- 14) TAWARA, S., A. TSURUTA and H. IMANISHI, 1967 : Oceanographic Conditions and Zooplanktonic Biomass in Tuna Fishing Grounds of the Central Tropical Atlantic. *This Jour.* 15(3), 23-37.