

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*

俵 悟・鶴田 新生

Water Temperature Relevant to Distribution of Zooplankton Biomass
in the Tuna Fishing Ground in the Eastern Tropical Pacific.

By

Satoru TAWARA and Arao TSURUTA

This investigation was carried out during the period from 6th Nov., 1964 to 3rd Jan., '65, in the meridional section from latitude 8° N to 8° S along longitude 95° W (A-region) and from longitude 81° W to 115° W along center of latitude 15° S (B-region). Then the most important subject of the investigation was the observation of shallow layer of sea water. The observation line of A-region traversed the North Equatorial current, the Equatorial counter-current and the South Equatorial current. The observation line of B-region located at southern part of the South Equatorial current area and eastern stations of this line situated where the Peru current flows into the South Equatorial current.

From the viewpoints of the vertical variation of water temperature and vertical distribution on the cross section of water temperature, the authors estimated that the northern boundary of Equatorial counter-current located at latitude 8° N and the southern boundary of this current located at latitude 4° N in the A-region.

In the region of the South Equatorial current, the thermocline rising was found between latitude $0^{\circ}30'$ N and $1^{\circ}00'$ S, while this region formed cold water area at where the surface water temperature was 19.5°C . This phenomenon was considered to be the effect of upwelling in the western waters of the Galapagos Islands. According to the shift of the stations southward from this area, the thermocline rising came to occur in deeper layer, so that the water of this area

* 水産大学校研究業績 第470号, 1965年10月26日 受理
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 470
Received Oct. 26, 1965

flowed west, *i.e.* this current coincided with the South Equatorial current set. The result of A-region observations was well applied to the SVERDRAP's theory (1952).

In the eastern stations of B-region, the surface water temperature was low (21°C), and as stations proceeded to west, the surface temperature became higher (25°C), and the thermocline became weak and the depth of it increased.

Zooplankton were collected with IIOE standard net, and the collection was performed from 150 m depth to the surface.

Zooplankton biomass were abundant in A-region and scarce in B-region. Especially, in the South Equatorial current area, from latitude 0°30' N to 1°00' S where the thermocline rising was recognized, the maximum value of biomass was observed (155 g / 1,000 m³).

From the results of this investigation, the authors recognized that zooplankton biomass size was not only closely related to thermocline, but also had the inverse relationship to thermocline depth.

The following zooplankton were abundant: Copepoda, Chaetognatha, Euphausiacea, Amphipoda, Hydromedusae, Tunicata etc., and the major part of total number was occupied by Copepoda.

本校の練習船耕洋丸は1964年10月から'65年3月にわたり中南米への遠洋航海を実施したが、この航海中に未調査であった太平洋東部熱帯海域のマグロ漁場調査を実施した。筆者らは海洋観測ならびに生物調査に従事し、この海域の水温ならびに動物プランクトンの分布について2、3の知見を得たのでここに報告する。本文にさきだち、資料の整理に協力いただいた井水正典、尾崎孝義、岩男行紘の三氏に対し深く感謝の意を表す。また乗船の機会を与えられ本研究について種々御助言いただいた増殖学科長松井魁博士、佐藤猛郎教授、海洋調査に便宜と協力を与えられた耕洋丸船長桜井五郎教授はじめ乗組員各位に厚く御礼を申し上げる。

研究 方 法

この調査は1964年12月6日から'65年1月3日まで第1図、第1表に示す各地点で実施した。海洋観測はマグロ漁業を対象としたため、海の上層部に重点がおかれた。したがって、調査地点では必ずB.T. (バシサーモグラフ) を使用し上層部の水温の垂直的変化を観測し、あわせて深度600 mまでの各層测温採水を実施した。

塩分についてはサリノメーターの故障で船上での検定が不能となり、また、塩検用に持ち帰った海水も長期におよぶ航海のため、その滴定結果は不正確であったので解析しなかった。

プランクトンの採集にはインド洋標準ネット (口径113 cm, 長さ約5 m, 網地GG54) を使用し、これに濾水計を取り付け深度200 m (ワイヤーの長さ) から毎秒1 m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はできるだけ採集せず、中型動物プランクトンを採集し定量するの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量および湿重量の測定は船上で元田(1959)の方法に従って実施した。

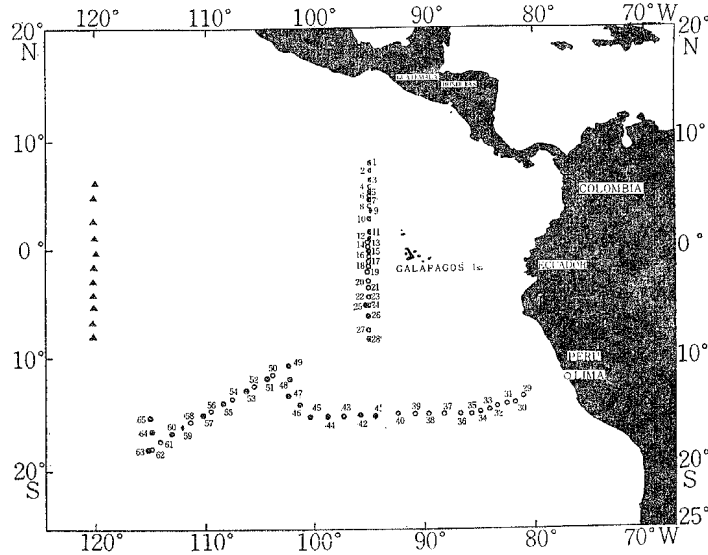


Fig. 1. Chart of the stations set in the waters eastern tropical Pacific.

●○, The vessel Kōyō-maru; ●, Collected of zooplankton;
▲, The vessel H. M. SMITH

Table 1. Oceanographic condition in the eastern tropical Pacific.

| Station | | | Date | Weather | Water temperature (°C) | | | | | | |
|---------|-----------|------------|-----------------|---------|------------------------|------|------|------|------|-------|-------|
| No. | Lat. | Long. (W.) | | | 0 m | 10 m | 20 m | 50 m | 75 m | 100 m | 125 m |
| 1 | 08—00.8 N | 94—57.0 | 1964, Dec. 6 | c | 26.3 | 26.3 | 26.2 | 14.3 | 12.6 | 12.5 | 12.3 |
| 2 | 07—17.8 | 94—54.5 | 6 | b c | 26.5 | 26.4 | 21.6 | 14.4 | 13.4 | 13.4 | 12.9 |
| 3 | 06—26.5 | 94—58.0 | 7 | o | 26.5 | 26.5 | 26.3 | 18.0 | 14.3 | 14.0 | 13.7 |
| 4 | 05—50.0 | 94—54.0 | 7 | c | 26.3 | 26.3 | 26.1 | 17.9 | 14.6 | 13.4 | 13.1 |
| 5 | 05—21.0 | 94—58.0 | 7 | d | 26.1 | 26.1 | 26.1 | 19.1 | 14.5 | 13.3 | 13.6 |
| 6 | 04—54.4 | 94—56.0 | 8 | d | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 19.6 | 15.0 | 14.0 | 13.6 |
| 7 | 04—43.0 | 94—57.0 | 8 | d | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 21.3 | 14.9 | 14.4 | 13.7 |

| Water temperature (°C) | | | | | | Dissolved oxygen (cc/l) | | | | | | Remark | No. | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|------|------|------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| 150 m | 200 m | 250 m | 300 m | 450 m | 600 m | 10 m | 25 m | 50 m | 75 m | 100 m | 125 m | | | 150 m | 200 m | 300 m | 450 m |
| 12.0 | 11.4 | — | — | — | — | 5.88 | 2.47 | 0.84 | 1.16 | 0.71 | 0.77 | 1.15 | 1.17 | 0.99 | 0.77 | 0.91 | 1 |
| 12.7 | 11.8 | 11.4 | — | — | — | 4.50 | 4.04 | 1.44 | 1.41 | 1.11 | 1.31 | 1.08 | 1.05 | 1.21 | 1.13 | 1.05 | 2 |
| 13.4 | 12.8 | 11.9 | 11.05 | 8.88 | 7.12 | 4.52 | 4.47 | 2.47 | 1.70 | 1.50 | 1.26 | 0.81 | 0.72 | 0.60 | 0.65 | 0.25 | 3 |
| 13.1 | 12.5 | 11.9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 |
| 13.2 | 12.6 | 11.6 | 10.86 | 8.75 | 7.23 | 4.56 | 4.55 | 3.77 | 1.91 | 1.06 | 1.34 | 0.88 | 0.66 | 0.62 | 0.59 | 0.78 | 5 |
| 13.3 | 12.7 | 11.9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 |
| 13.4 | 12.6 | 11.9 | 10.91 | 9.16 | — | 4.37 | 4.58 | 3.62 | 1.82 | 1.03 | 0.88 | 0.74 | 0.56 | 0.40 | 0.42 | 0.44 | 7 |

| No. | Station | | Date | Weather | Water temperature (°C) | | | | | | |
|-----|-----------|------------|-----------------|---------|------------------------|------|-------|------|------|-------|-------|
| | Lat. | Long. (W.) | | | 0 m | 10 m | 20 m | 50 m | 75 m | 100 m | 125 m |
| 8 | 04—01.0 | 94—46.5 | 1964, Dec. 8 | o | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 20.6 | 15.4 | 14.4 | 13.9 |
| 9 | 03—36.0 | 94—46.0 | 8 | o | 25.2 | 25.2 | 25.2 | 18.4 | 15.5 | 14.5 | 13.8 |
| 10 | 02—43.0 | 94—45.0 | 9 | c | 24.6 | 24.6 | 24.6 | 17.1 | 15.0 | 14.6 | — |
| 11 | 02—48.0 | 94—54.0 | 9 | c | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 16.8 | 14.9 | 14.5 | 13.9 |
| 12 | 01—36.2 | 95—00.0 | 9 | b | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 18.4 | 14.6 | 14.1 | 13.7 |
| 13 | 00—46.0 | 95—07.0 | 10 | b | 20.8 | — | — | — | 14.2 | 13.2 | 13.7 |
| 14 | 00—55.0 | 95—00.0 | 10 | c | 21.6 | 21.5 | 19.6 | 15.5 | 14.1 | 13.5 | 13.1 |
| 15 | 00—17.0 | 95—03.0 | 10 | b | 19.5 | 19.5 | 19.1 | — | — | 13.6 | 13.1 |
| 16 | 00—08.0 S | 95—04.0 | 10 | b | 19.2 | 19.1 | 18.1 | 14.1 | 13.6 | 13.5 | 13.4 |
| 17 | 00—40.0 | 95—06.0 | 11 | b c | 19.4 | 19.4 | 18.6 | 14.6 | 13.6 | 13.4 | 13.1 |
| 18 | 01—08.0 | 95—08.0 | 11 | o | 19.6 | 19.6 | 19.2 | 13.6 | 13.1 | 13.1 | 13.1 |
| 19 | 01—36.0 | 95—11.0 | 11 | o | 19.8 | — | — | 13.2 | 13.1 | 13.1 | 13.1 |
| 20 | 02—12.0 | 95—14.0 | 11 | b | 20.2 | 20.1 | 19.8 | 13.5 | 13.3 | 13.1 | 13.0 |
| 21 | 02—52.0 | 95—08.0 | 11 | b | 20.8 | — | 20.1 | 14.4 | 13.6 | 13.3 | 13.1 |
| 22 | 03—36.0 | 95—09.0 | 11 | b c | 20.9 | 20.9 | — | 15.7 | 14.1 | 13.6 | 13.4 |
| 23 | 04—20.0 | 95—04.0 | 11 | o | 21.2 | 21.1 | 21.1 | 20.5 | 14.3 | 13.9 | 13.6 |
| 24 | 05—09.0 | 95—08.0 | 12 | o | 21.8 | — | — | — | 18.0 | 14.4 | 12.9 |
| 25 | 05—05.0 | 95—12.0 | 12 | o | 21.9 | 21.9 | 21.8 | 21.5 | 17.1 | 13.7 | 13.0 |
| 26 | 06—12.5 | 95—01.0 | 12 | o | 21.6 | 21.6 | 21.6 | 21.3 | 18.6 | 14.2 | 13.1 |
| 27 | 07—26.8 | 95—04.0 | 13 | c | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.4 | 16.6 | 13.8 | 12.9 |
| 28 | 08—19.7 | 95—01.0 | 13 | b c | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.1 | 21.0 | 14.1 | 13.1 |
| 29 | 13—29.0 | 81—10.0 | 22 | b | 21.8 | 21.6 | — | 16.1 | 15.1 | 14.1 | 13.3 |
| 30 | 13—46.0 | 81—52.0 | 22 | b | 22.0 | 21.6 | — | 16.9 | 16.5 | 13.6 | 12.9 |
| 31 | 14—03.0 | 82—37.0 | 22 | b | 21.1 | 21.1 | *20.1 | 17.6 | 15.2 | 13.1 | 12.6 |
| 32 | 14—19.5 | 83—24.0 | 22 | b | 20.7 | 20.7 | 20.3 | 15.6 | 13.5 | 12.8 | 12.7 |
| 33 | 14—32.7 | 84—01.2 | 23 | b c | 20.5 | — | — | — | 16.7 | — | — |
| 34 | 14—50.0 | 84—52.0 | 23 | b | 20.5 | 20.4 | 20.4 | 17.6 | 17.5 | 16.6 | 13.6 |
| 35 | 15—00.0 | 85—41.5 | 23 | b | 20.7 | 20.6 | 20.6 | 18.4 | 17.7 | 17.6 | 14.8 |
| 36 | 15—00.0 | 86—53.0 | 23 | c | 20.9 | 20.9 | 20.8 | 19.4 | 17.9 | 17.6 | 16.9 |
| 37 | 15—00.0 | 88—15.0 | 24 | o | 20.7 | 20.7 | 20.7 | 18.1 | 18.1 | 17.7 | 17.1 |
| 38 | 15—02.0 | 89—34.0 | 24 | o | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 19.6 | 19.0 | 18.7 | 18.6 |
| 39 | 15—03.0 | 90—50.0 | 24 | b c | 21.1 | 21.1 | 21.0 | 18.6 | 18.0 | 17.6 | 14.6 |
| 40 | 15—03.0 | 92—21.0 | 24 | c | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 19.8 | 19.1 | 18.9 | 18.6 |
| 41 | 15—16.0 | 94—24.0 | 25 | o | 21.6 | 21.6 | 21.6 | 20.6 | 20.1 | 19.9 | 19.4 |
| 42 | 15—09.0 | 95—51.5 | 25 | c | 22.1 | 22.1 | 22.1 | 20.6 | 20.1 | 19.6 | 19.3 |
| 43 | 15—11.0 | 97—27.5 | 26 | o | 22.2 | 22.2 | 22.2 | 21.1 | 20.3 | 19.8 | 19.3 |
| 44 | 15—10.5 | 98—53.5 | 26 | o | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 21.1 | 20.6 | 20.3 | 20.1 |
| 45 | 15—13.3 | 100—26.5 | 27 | r | 22.8 | — | *22.9 | 21.0 | 20.7 | 20.50 | 20.0 |
| 46 | 14—08.0 | 101—21.0 | 27 | o | 22.8 | 22.8 | 22.6 | 21.4 | 20.7 | 20.0 | 19.8 |
| 47 | 13—20.3 | 102—21.0 | 28 | b c | 22.8 | 22.8 | 22.8 | 22.6 | 21.1 | 20.5 | 20.3 |
| 48 | 11—51.0 | 102—16.0 | 28 | b | 23.1 | 22.9 | 22.9 | 21.5 | 20.8 | 20.4 | 18.7 |
| 49 | 10—35.0 | 102—22.0 | 29 | b | 22.9 | 22.8 | 22.8 | 21.6 | 21.3 | 21.4 | 17.0 |
| 50 | 11—28.8 | 103—48.8 | 29 | b | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 21.9 | 20.6 | 20.4 | 18.0 |

| Station(N. or S.) | | | Date | Weather | Water temperature (°C) | | | | | | |
|-------------------|---------|------------|------------------|---------|------------------------|------|------|------|------|-------|-------|
| No. | Lat. | Long. (W.) | | | 0 m | 10 m | 20 m | 50 m | 75 m | 100 m | 125 m |
| 51 | 11—49.0 | 104—25.0 | 1964, Dec. 30 | b | 23.1 | 23.1 | 23.1 | 23.1 | 21.4 | 19.7 | 17.7 |
| 52 | 12—31.0 | 105—36.0 | 30 | b | 23.3 | 23.3 | 23.3 | 22.4 | 21.1 | 21.0 | 20.8 |
| 53 | 12—54.0 | 106—18.0 | 30 | b c | 23.7 | 23.7 | 23.6 | 22.5 | 21.6 | 21.4 | 21.1 |
| 54 | 13—38.0 | 107—35.5 | 30 | b c | 24.1 | 24.1 | 24.1 | 23.4 | 22.3 | 22.2 | 21.8 |
| 55 | 14—03.0 | 108—18.0 | 31 | b c | 24.1 | 23.8 | 23.8 | 22.6 | 22.1 | 21.4 | 21.4 |
| 56 | 14—41.7 | 109—28.0 | 31 | b | 24.5 | 24.2 | 24.2 | 23.0 | 22.6 | 22.2 | 21.9 |
| 57 | 15—06.0 | 110—10.0 | 31 | b | 24.5 | 24.4 | 24.4 | 22.8 | 22.4 | 22.1 | 21.5 |
| 58 | 15—47.5 | 111—21.2 | 31 | b c | 24.4 | 24.4 | 24.4 | 23.1 | 22.5 | 21.9 | 21.5 |
| 59 | 16—10.3 | 112—03.3 | 1965, Jan. 1 | b | 24.9 | 24.6 | 24.6 | 23.5 | 23.1 | 22.8 | 22.4 |
| 60 | 16—48.5 | 113—08.5 | 1 | b c | 24.8 | 24.8 | 24.8 | 23.9 | 23.1 | 22.8 | 22.6 |
| 61 | 17—29.0 | 114—09.0 | 1 | b c | 24.9 | 24.9 | 24.9 | 24.5 | 23.3 | 22.9 | 22.4 |
| 62 | 18—01.5 | 115—00.0 | 2 | b | 25.1 | 25.1 | 25.1 | 23.9 | 23.3 | 22.9 | 22.6 |
| 63 | 18—08.5 | 115—12.5 | 2 | c | 25.1 | 24.9 | 24.9 | 23.8 | 23.0 | 22.5 | 22.5 |
| 64 | 16—34.0 | 115—02.0 | 2 | b | 25.1 | 25.1 | 25.1 | 24.1 | 23.3 | 23.0 | 22.8 |
| 65 | 15—21.0 | 115—06.5 | 3 | c | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 23.7 | 23.3 | 22.9 | 22.6 |

| Water temperature (°C) | | | | | | Dissolved oxygen (cc/l) | | | | | | | | | | Remark | No. |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| 150 m | 200 m | 250 m | 300 m | 450 m | 600 m | 10 m | 25 m | 50 m | 75 m | 100 m | 125 m | 150 m | 200 m | 300 m | 450 m | | |
| 16.0 | 12.6 | 11.1 | 10.73 | 8.45 | 7.10 | — | 4.58 | 5.00 | 4.98 | — | — | — | 0.95 | 0.49 | 0.68 | 1.20 | 51 |
| 19.1 | 13.5 | 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | 52 |
| 20.4 | 13.1 | 11.6 | 11.26 | 8.55 | 6.82 | — | 4.94 | 5.15 | 5.15 | 4.93 | 4.89 | 4.83 | 3.68 | 1.87 | 0.26 | 1.61 | 53 |
| 20.5 | 15.9 | 11.9 | | | | | | | | | | | | | | | 54 |
| 21.1 | 16.6 | 12.6 | — | 8.62 | 6.93 | — | 4.92 | 5.12 | 5.02 | 4.86 | 4.84 | 4.82 | 3.55 | 0.91 | 0.37 | 1.27 | 55 |
| 20.4 | 16.6 | 12.4 | | | | | | | | | | | | | | | 56 |
| 21.3 | 18.1 | 12.8 | — | 8.30 | 6.80 | — | 4.88 | 5.10 | — | 4.89 | 4.82 | 4.74 | 3.54 | 1.21 | 0.43 | 1.41 | 57 |
| 21.1 | 18.5 | 13.9 | | | | | | | | | | | | | | | 58 |
| 22.1 | 18.7 | 14.6 | — | 9.75 | 6.76 | — | 4.37 | 4.88 | 4.95 | 5.02 | 5.02 | 5.00 | 4.34 | 2.55 | 1.42 | 1.35 | 59 |
| 22.0 | 19.6 | 16.6 | — | 8.57 | 6.12 | — | 4.71 | 4.77 | 4.52 | 3.31 | 3.55 | 4.52 | 4.82 | 3.42 | — | 1.28 | 60 |
| 21.9 | 19.4 | 13.7 | | | | | | | | | | | | | | | 61 |
| 22.1 | 19.1 | 15.6 | | | | | | | | | | | | | | | 62 |
| 22.1 | 18.5 | 15.9 | 14.39 | 8.26 | 5.73 | 4.85 | 4.73 | 4.81 | 4.64 | 4.95 | 4.87 | 4.88 | 4.45 | 4.75 | 4.40 | 3.22 | 63 |
| 22.4 | 19.1 | 15.1 | 12.87 | 8.25 | 6.60 | 4.20 | 4.79 | 5.03 | 5.02 | 4.70 | — | 5.03 | 4.45 | 2.58 | 1.77 | 1.54 | 64 |
| 21.6 | 19.1 | 13.9 | 12.20 | 8.08 | 6.41 | 4.93 | 4.88 | 4.82 | 5.05 | 4.90 | 4.89 | 4.86 | 4.49 | 2.87 | 1.81 | 1.75 | 65 |

結 果

調査地点は 95° W 線上の 8° N から 8° S にいたる海域 (A 海域) と, 15° S を中心として 81° W から 115° W にいたる海域 (B 海域) に大別される。

本調査海域は太平洋東部熱帯海域に属し, A 海域の観測線は北赤道海流, 赤道反流, 南赤道海流を縦断

しており、また B 海域の東西の観測線は南赤道流域の南部に位置し、この観測線の東部地点はペルー海流が南赤道海流に合流する場所に該当する。

水温の垂直分布

i) A 海域

A. Sta. 1~3 (第2図A)

Sta. 1, 2 では深度 10 m, Sta. 3 では深度 20 m まで 26.3°~26.5° C の高温を示した。これらの深度から 75 m の間に顕著な躍層が認められ、これは 10 m につき 2° C におよぶ急激な水温下降を続け、表層水と約 12° C 以上の差を生じた。その後は深度の増加と共に水温も漸次低下した。

B. Sta. 4~12 (第2図B)

表面水温は南下するにしたがい、約 2° C の低下を示し、深度 30 m まではそれぞれの表面水温と同一であるが、深度 75 m においてこれらは 15° C 前後に収束した。それ以深になるとほとんど同じ傾向で水温低下を示した。

C. Sta. 13~22 (第2図C)

この附近の表面水温は最も低く、冷水域を形成していたものと思われる。したがって、躍層の水温の下降も 10 m につき 0.8° C と小さくなった。

D. Sta. 23~28 (第2図D)

表層水の水温は深度 50 m までほとんど変化はなかった (21.5° C 前後)。これらは深度 100 m において 14° C 前後に収束する。

以上の結果からこの海域においては、表面水とほとんど等温の表層水と躍層以深の亜表層水と 2 つの水塊が認められる。

SVERDRAP (1942)によると、赤道水塊の亜表層水は $t=15^{\circ}\text{C}$, $s=35.15\%$ と $t=8^{\circ}\text{C}$, $s=34.60\%$ の間の値を示す。本研究では塩分についての資料がないので、T-S カーブを描くことはできなかったが、躍層以深の水塊は前記の亜表層水に相当すると推察される。他方、ガラパゴス諸島西側水域には貿易風による湧昇流が認められているが、本海域での Sta. 13~22 は同島の西部海域にあたり、この湧昇流の影響で表層水の水温が低かったものと考えられる。

ii) B 海域

Sta. 29~32 (第2図E)

表層水は深度 20 m にて各点がほとんど同一温度 (20.5° C) に収束した。これから深度 100 m までに躍層があり、100 m 以深では各点とも類似した水温低下を示した。

Sta. 34~39 (第2図F)

表層水の水温は深度 20 m までほとんど変化がなかった。ここでは躍層があまり明瞭でないが、深度 30~50 m と、125~150 m の 2 つが認められ、表層水と亜表層水の水温の差が小さくなった。

Sta. 40~47 (第2図G)

表層水の水温は深度 30 m までほとんど変化がなかった。躍層はあまり明瞭でない深度 30~50 m と、やや明瞭な深度 150~200 m の 2 つが認められた。

Sta. 48~51 (第2図H)

表層水の水温均一層 (0~30 m) から深度 200 m までの水は、10 m につき 0.7° C の割合で低下し、躍層は不明瞭となった。ただし、Sta. 49 の躍層は深度 100~150 m において比較的明瞭であった。各地点の水温は深度 240 m にて 11.4° C に収束した。

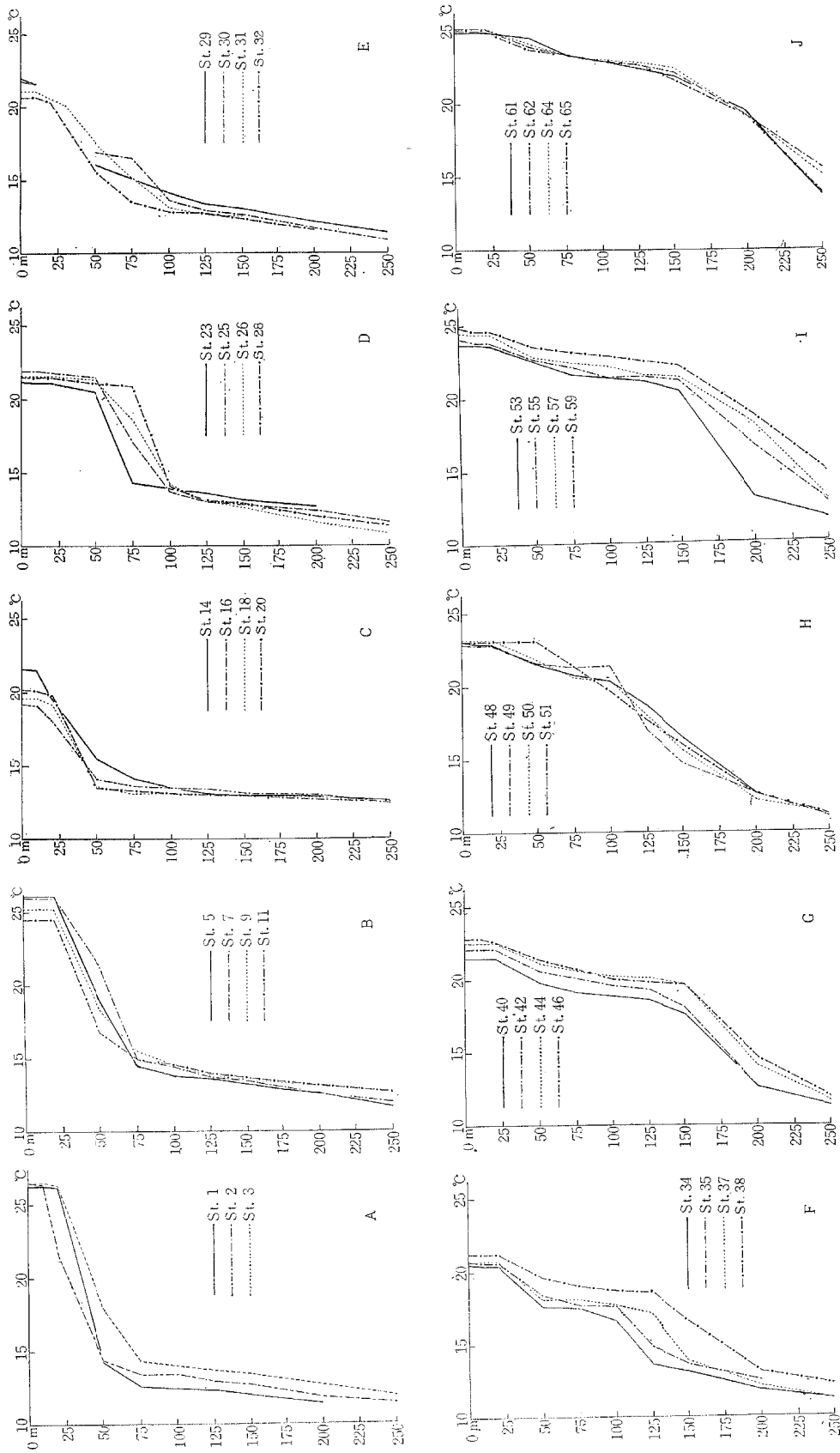


Fig. 2. Vertical distribution of water temperature in the eastern tropical Pacific.

Sta. 52~59 (第2図I)

表層水の水温は深度 125 m までにわずか 2°C 前後の低下を示した。躍層は 150 m 以深に存在するようである。

Sta. 60~66 (第2図J)

この海区は深度 250 m においても水温は 15°C 前後の高温を示し、上下の混合が盛んと考えられ、明瞭な躍層は存在しなかった。

以上のように B 海域では水温鉛直変化の 6 型が認められた。水温変化型についてこの海域と前述の A 海域を比較すると、躍層は不明瞭で、しかも場所によっては 2 つの躍層が認められた。調査地点が東から西へ移動するにしたがい、水温鉛直傾度は小さくなった。このことは水の上下両層の混合がかなり進んでいることを意味しよう。

垂 直 断 面

A) A 海域 (Sta. 1~28) の断面

本海域の水温の垂直断面を解析するため、隣海域に該当する (第1図参照) 120°W 線 $7^{\circ}\text{N}\sim 8^{\circ}\text{S}$ の H. M. SMITH 号 (1955) による調査結果と比較検討した。

第3図に H. M. SMITH 号の水温ならびに塩分の垂直断面を示した。躍層は $20^{\circ}\sim 14^{\circ}\text{C}$ の間にあり、その

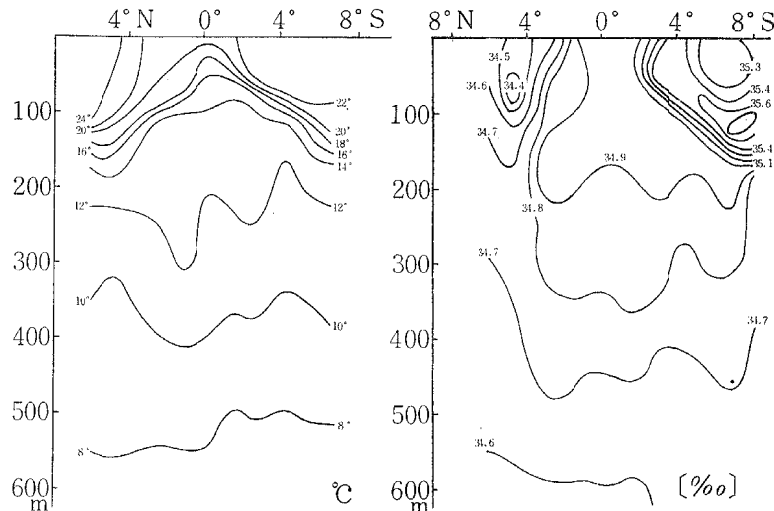


Fig. 3. Distribution, of water temperature and salinity in the vertical cross-section, by the vesse H. M. SMITH.

中心温度 18°C は 6°N 付近では深度 150 m にあるが、赤道付近では深度 25 m となり最も浅くなっている。赤道を過ぎ南下するにしたがって躍層の深度は再び増加し、 $6^{\circ}30'\text{S}$ 付近では深度 150 m に存在する。塩分 $34.7\sim 34.4\%$ の低鹹水塊が 4°N を中心に深度 $0\sim 180\text{m}$ の間に存在し、南側には 35.1% 以上の高鹹水が存在する。このことは赤道を中心に冷水塊の湧昇を示している。

5°N から 6°N にかけて躍層が深くなっているのは、赤道反流と南赤道海流との潮境を示すものと考えられる。海流は潮境以北は東流、以南は西流となる。

A 海域 Sta. 1~28 の水温垂直断面図を第4図Aに示した。 $0^{\circ}30'\text{N}$ より 2°S 付近までは表面水温が 20°C 以下の冷水域がみられるが、これは前述のようにガラパゴス諸島西側水域の湧昇に起源するものであ

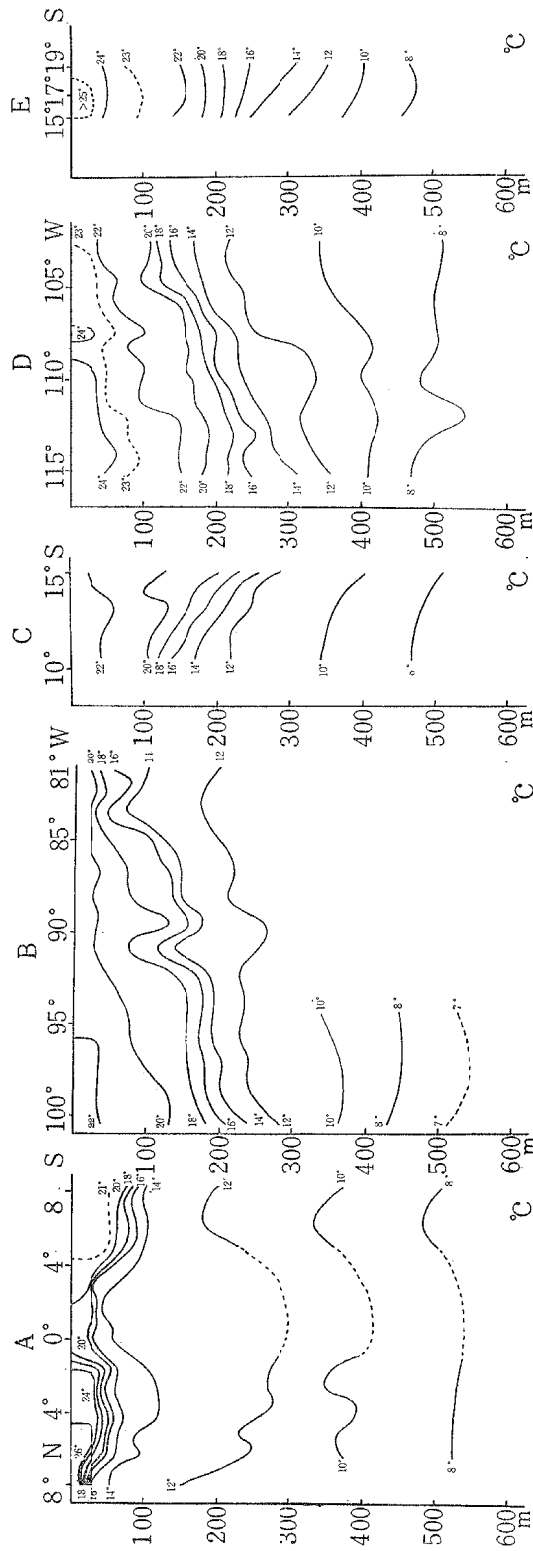


Fig. 4. Distribution of water temperature in the vertical cross-section.

ろう。躍層は $20^{\circ}\sim 16^{\circ}\text{C}$ の間で、その中心温度は 18°C であった。 8°N 付近では躍層の中心は深度 25m に存在し、 4°N と $1^{\circ}30'\text{N}$ では深度約 60m の谷となり、赤道と 3°S 付近では深度 25m に存在し、 3°S

以南は次第に深くなって 8°S において深度約 90 m となった。このことは北赤道海流と赤道反流との潮境は 8°N 付近にあり、赤道反流と南赤道海流との潮境は $4^{\circ}\text{N}\sim 5^{\circ}\text{N}$ 付近にあることを意味しよう。

SMITH 号の結果では、躍層が割合単調であるが、ここでは躍層の中心温度 18°C 線は 8°N 付近と赤道付近に隆起しており、その 2 点間は波状を呈した。

SVERDRAP (1952) は太平洋の赤道海域における鉛直循環模型図によって、北東貿易風、南東貿易風の卓越した風系、さらにこれらの間にある無風帯の分布に対応して、3つの海流系を説明したが、この理論と本研究結果、すなわち、躍層の緯度に対する深度分布はほぼ一致した。日高 (1955) の海流図 (2月) で本調査海域に該当する部分の北赤道海流、赤道反流、南赤道海流によって生じた潮境の位置は、この研究結果から想定した位置とも大体一致した。

B 海 域

Sta. 29~45 の断面 (第 4 図 B)

81°W から 100°W の東西にわたる断面である。躍層は全般的に東方 (深度 30 m) から西方 (深度約 180 m) へと漸次深さを増しており、このことは北へ向かう表層水の流れを暗示する。 $83^{\circ}30'\text{W}$ 付近では冷水の浮上が認められ、また 91°W 付近には深度 80~190 m に躍層の浮上が認められた。

Sta. 45~49 (第 4 図 C)

この断面は 102°W 付近で 10°S から 15°S にいたるほぼ南北の断面である。表層では 13°S 付近を中心に暖水の沈降があり、深度 100 m 以深の等温線は南へ向かうにしたがって深くなっていた。

Sta. 49~62 の断面 (第 4 図 D)

東北東から西南西に向かう断面である。等温線は Sta. 29~45 の断面と同じく西へ向かうにしたがって深くなった。躍層の中心温度 16°C 線は 103°W 付近で深度 140 m、 115°W 付近では深度 250 m と深くなった。

Sta. 63~65 の断面 (第 4 図 E)

これは 115°W 付近の 15°S から 18°S にいたる南北の断面である。表層部においては等温線の傾斜は見られないが、深度 250 m 以深では等温線が南へ向かうにしたがって深くなった。

動物プランクトンのバイオマス

動物プランクトンの採集位置ならびに定量結果を第 2 表に、各採集点のプランクトン湿重量および排水量を第 5 図と第 6 図に示した。湿重量と排水量はよく比例し相以の分布型をしめす。

バイオマス量で $100\text{g}/1,000\text{m}^3$ 以上の大きな値をしめた地点は A 海区の Sta. 1, 3, 12, 14, 16 の 5 点である。特に Sta. 14 では $155\text{g}/1,000\text{m}^3$ の最大値が測定されたが、この地点は水温の躍層の浮上が認められ、表面水温 19.5°C の冷水域を形成した水域に位置する。また、この地点から南下するに従ってバイオマス量は漸次少なくなる。これは水温分布で述べた躍層が深くなる地点ほどバイオマス量は減少する傾向が認められる。

南赤道海流域の南部に当る Sta. 41~65 の B 海域では一般にバイオマス量は少なく $20\sim 50\text{g}/1,000\text{m}^3$ であった。この海域では調査地点が西進するに従いバイオマス量は減少し、ここでも躍層の深度との関連性が認められた。

東部太平洋熱帯域では躍層の深度とバイオマス量は逆の関係があることが W. BRANDHORST (1958) によって究明されたが、今回の研究結果もこれとよく一致している。

動物プランクトンの種属別個体数を概略的に計数し第 3 表にしめした。多量出現した種属は Copepoda, Chaetognatha, Euphausiacea, Hydromedusae, Amphipoda などであり、Decapoda の *Lucifer raynaudii* も多量採集された。特に Copepoda は総標本個体数の過半数をしめ卓越する。

Table 2. Data on standard plankton samplings in the eastern tropical Pacific.
(0—200m vertical hauls with Indian Ocean standard net)

| Station | | | Date 1964 ~ '65 | Hour (L.T.) | Angle of wire | Length of wire (m) | Estimated volume of water filtered (m ³) | Wet weight of samples (gr.) | | Displacement volume of samples (cc.) | |
|---------|-----------|---------------|-----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|
| No. | Lat. | Long. (W.) | | | | | | Observed | Per 1,000m ³ | Observed | Per 1,000m ³ |
| 1 | 08 00.8N. | 94 57.0 | 6Dec. | 15 15 | 37.0 | 245 | 508.4 | 56.5 | 111.1 | 54.0 | 106.2 |
| 2 | 07 17.8 | 94 54.5 | 6 | 22 10 | 25 | 221 | 180.9 | 15.3 | 84.6 | 15.0 | 82.9 |
| 3 | 06 26.5 | 94 58.0 | 7 | 06 29 | 24 | 219 | 99.2 | 14.3 | 144.2 | 13.0 | 131.0 |
| 5 | 05 21.0 | 94 58.0 | 7 | 21 04 | 60 | 200 | 486.7 | 22.3 | 45.8 | 20.0 | 41.1 |
| 7 | 04 43.0 | 94 57.0 | 8 | 06 27 | 59 | 200 | 388.5 | 6.8 | 17.5 | 6.0 | 15.4 |
| 9 | 03 36.0 | 94 46.0 | 8 | 21 06 | 50.5 | 220 | 395.7 | 34.5 | 84.7 | 35.0 | 88.5 |
| 11 | 02 48.0 | 94 54.0 | 9 | 06 06 | 35 | 244 | 387.4 | 8.2 | 21.2 | 9.0 | 23.2 |
| 12 | 01 36.2 | 95 00.0 | 9 | 21 07 | 56 | 200 | 521.1 | 55.2 | 105.9 | 54.0 | 103.6 |
| 14 | 00 55.0 | 95 00.0 | 10 | 06 41 | 69 | 200 | 520.6 | 80.8 | 155.2 | 78.0 | 149.8 |
| 16 | 00 08.0S. | 95 04.0 | 10 | 21 06 | 77 | 200 | 829.7 | 101.0 | 121.7 | 105.0 | 126.6 |
| 25 | 05 05.0 | 95 12.0 | 12 | 06 13 | 50 | 200 | 407.6 | 32.8 | 80.5 | 28.0 | 68.7 |
| 26 | 06 12.5 | 95 01.0 | 12 | 20 05 | 35 | 200 | 309.7 | 22.5 | 72.7 | 24.0 | 77.5 |
| 28 | 08 19.7 | 95 01.0 | 13 | 08 10 | 32 | 200 | 296.4 | 15.5 | 52.3 | 12.0 | 40.4 |
| 41 | 15 16.0 | 94 24.0 | 25 | 05 53 | 30 | 200 | 269.7 | 7.0 | 26.0 | 7.0 | 26.0 |
| 42 | 15 09.0 | 95 51.5 | 25 | 21 07 | 34 | 200 | 327.2 | 15.4 | 47.1 | 15.0 | 25.8 |
| 43 | 15 11.0 | 97 27.5 | 26 | 05 49 | 41 | 200 | 351.1 | 12.0 | 34.2 | 11.0 | 31.3 |
| 44 | 15 10.5 | 98 53.5 | 26 | 21 07 | 32 | 200 | 301.7 | 14.5 | 48.1 | 16.0 | 53.0 |
| 45 | 15 13.3 | 100 26.5 | 27 | 06 08 | 40 | 200 | 324.0 | 5.0 | 15.4 | 5.0 | 15.4 |
| 46 | 14 08.0 | 101 21.0 | 27 | 21 07 | 32 | 200 | 391.7 | 16.0 | 40.8 | 15.0 | 38.3 |
| 47 | 13 20.3 | 102 21.0 | 28 | 06 33 | 20 | 200 | 305.6 | 11.5 | 37.6 | 8.0 | 26.2 |
| 48 | 11 51.0 | 102 16.0 | 28 | 21 08 | 43 | 200 | 422.4 | 21.2 | 50.2 | 20.9 | 47.3 |
| 49 | 10 35.0 | 102 22.0 | 29 | 06 38 | 47 | 200 | 444.2 | 10.5 | 20.6 | 12.0 | 27.0 |
| 51 | 11 49.0 | 104 25.0 | 30 | 01 04 | 43 | 200 | 368.7 | 19.5 | 52.9 | 16.0 | 43.4 |
| 53 | 12 54.0 | 106 18.0 | 30 | 13 06 | 46 | 200 | 424.0 | 11.0 | 25.9 | 10.0 | 23.6 |
| 55 | 14 03.0 | 108 18.0 | 31 | 01 06 | 44 | 200 | 427.4 | 15.0 | 35.1 | 13.0 | 30.4 |
| 57 | 15 06.0 | 110 10.0 | 31 | 13 06 | 46 | 200 | 373.8 | 6.0 | 16.1 | 5.0 | 13.4 |
| 59 | 16 10.3 | 112 03.3 | 1 Jan. | 01 07 | 45 | 200 | 427.4 | 6.5 | 15.2 | 6.0 | 14.0 |
| 60 | 16 48.5 | 113 08.5 | 1 | 13 07 | 50 | 200 | 471.8 | 5.5 | 11.7 | 5.0 | 10.6 |
| 63 | 18 08.5 | 115 12.5 | 2 | 05 55 | 38 | 200 | 358.3 | 7.0 | 19.5 | 9.0 | 25.1 |
| 64 | 16 34.0 | 115 02.0 | 2 | 21 06 | 39 | 200 | 387.9 | 8.0 | 20.6 | 6.0 | 15.5 |
| 65 | 15 21.0 | 115 06.5 | 3 | 05 47 | 49 | 200 | 416.0 | 7.2 | 17.3 | 8.0 | 19.2 |

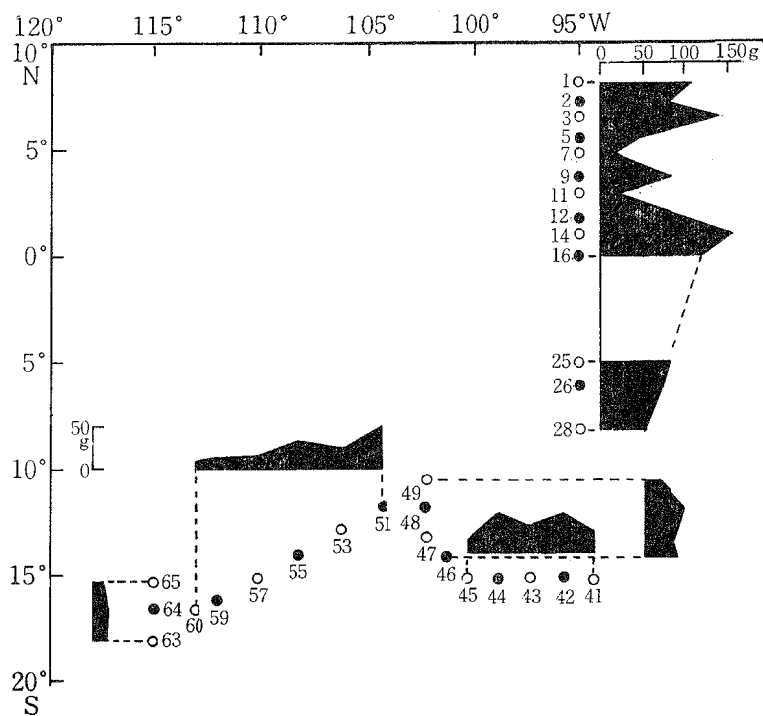


Fig. 5. Distribution of zooplankton biomass (wet weight g/1,000 m³).
○, Day time, ●, Night time

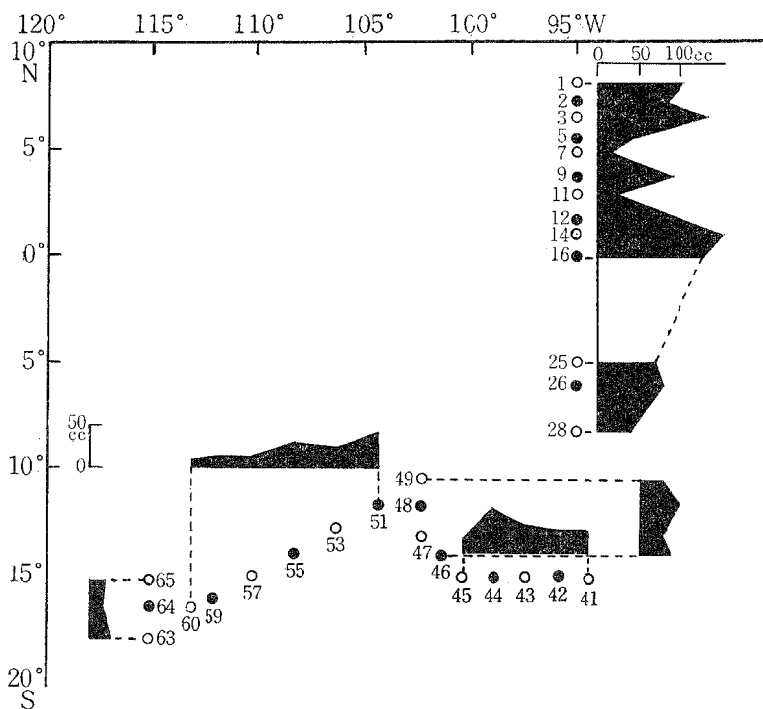


Fig. 6. Distribution of zooplankton biomass (displacement volume cc/1,000m³). ○, Day time, ●, Night time

Table 3. Composition of main animal at each station in the eastern tropical Pacific.
(Individual per haul)

| Group | Station | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 | 16 | | |
| Hydrmedusae | 100 | 1440 | 1570 | 860 | 130 | 260 | 40 | 200 | 360 | 690 | | |
| Chaetognatha | 3990 | 5750 | 5240 | 2029 | 2018 | 6960 | 530 | 4780 | 3590 | 750 | | |
| Polycyeta | — | 5 | 8 | 10 | 20 | 30 | 20 | — | 9 | — | | |
| Copepoda | 46000 | 34500 | 33700 | 4200 | 6600 | 1600 | 44900 | 99000 | 101200 | 6400 | | |
| Decapoda, Macrura | 170 | 280 | 1050 | 110 | 190 | 130 | 40 | 20 | 300 | 60 | | |
| Decapoda, Phyllosoma larvae | 2 | — | 10 | 2 | 2 | — | — | — | — | — | | |
| Euphausiacea | 2560 | 2300 | 2100 | 2030 | 100 | 2370 | 130 | 2390 | 400 | 1690 | | |
| Amphipoda | 510 | 570 | 530 | 110 | 60 | 390 | 60 | 300 | 100 | 60 | | |
| Mysidacea | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| Gastropoda, Thecosomata, Heteropoda | 400 | 290 | 1050 | 320 | 20 | 130 | 20 | 10 | 200 | 70 | | |
| Cephalopoda, pelagic young | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | | |
| Tunicata, Copelata (Appendicularia) | 400 | 2100 | 2620 | 210 | 270 | 390 | 80 | 510 | 500 | 560 | | |
| Tunicata, Thaliacea | 410 | 1700 | 550 | 120 | 50 | 150 | 40 | 300 | 100 | 250 | | |
| Fish eggs | 180 | 570 | 106 | 61 | 131 | 20 | 13 | 17 | 62 | 382 | | |
| Fish larvae and young | 390 | 290 | 213 | 82 | 657 | 18 | 99 | 74 | 15 | 28 | | |

| 25 | 26 | 28 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 51 | 53 | 55 | 57 | 59 | 60 | 63 | 64 | 65 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 130 | 340 | 60 | 30 | 70 | 20 | 30 | 30 | 100 | 130 | 150 | 65 | 195 | 245 | 50 | 60 | 30 | 60 | 70 | 80 | 70 |
| 4630 | 2510 | 2420 | 60 | 240 | 130 | 190 | 730 | 820 | 1580 | 1510 | 1760 | 300 | 180 | 430 | 1640 | 780 | 530 | 620 | 850 | 650 |
| 5 | — | — | — | 48 | — | — | 29 | 6 | 13 | 37 | 29 | — | — | 18 | — | 37 | 5 | 8 | — | 38 |
| 35300 | 4100 | 3800 | 3400 | 3900 | 2680 | 2500 | 7400 | 4700 | 5900 | 34100 | 7200 | 9800 | 2900 | 3900 | 2100 | 8500 | 2500 | 3300 | 4600 | 2800 |
| 640 | 1340 | 540 | 150 | 270 | 15 | 185 | 25 | 165 | 80 | 75 | 105 | 40 | 130 | 20 | 45 | 40 | 50 | 120 | 20 | 60 |
| — | — | — | 3 | — | 3 | — | — | — | 9 | 4 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 640 | 1340 | 540 | 150 | 370 | 340 | 660 | 440 | 470 | 310 | 720 | 120 | 520 | 20 | 1540 | 130 | 580 | 70 | 50 | 560 | 20 |
| 1910 | 840 | 270 | 60 | 320 | 480 | 930 | 150 | 250 | 550 | 480 | 370 | 700 | 20 | 40 | 20 | 40 | 35 | 45 | 100 | 30 |
| — | — | — | 30 | 120 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 250 | 30 | 25 | 10 | 1180 | 820 | 1200 | 220 | 570 | 130 | 110 | 60 | 20 | 20 | 50 | 40 | 110 | 50 | 105 | 20 | 15 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 260 | 180 | 80 | 30 | 135 | 450 | 395 | 235 | 100 | 183 | 150 | 100 | 80 | 56 | 35 | 20 | 37 | 33 | 90 | 60 | 76 |
| 90 | 100 | 26 | 8 | 30 | 70 | 550 | 205 | 80 | 160 | 130 | 75 | 50 | 37 | — | 20 | — | 16 | 65 | 20 | 18 |
| 503 | 53 | 59 | 73 | 45 | 30 | 106 | 58 | 81 | 52 | 75 | 15 | 21 | 18 | 18 | 4 | 18 | 33 | 65 | 8 | 19 |
| 12 | 6 | 4 | 3 | 25 | 45 | 26 | 3 | 61 | 104 | 90 | 29 | 43 | 22 | 187 | 16 | 112 | 16 | 44 | 20 | 13 |

考 察 と 要 約

水温の垂直分布ならびに垂直断面から推察して、A海域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。南赤道流域の0°30'Nから1°00'Sにわたって躍層の浮上が認められ、表面水温19.5°Cの冷水域を形成し、これはガラパゴス諸島西側水域の湧昇水の影響と思考される。なほ、躍

層は南下するにしたがって深くなっており、このことはこの水が西流することを意味する。すなわち、南赤道海流の流向と一致する。南東貿易風が赤道を越えて無風帯が北半球にある場合の3つの海流系についての SVERDRAP (1952) による断面構造と今回の観測結果はよく一致している。

B 海域の表面水温は東部地点で低く (21°C)、西進するにしたがい高温 (25°C) となった。一方躍層は西方ほど不明瞭となり、さらにその深度を増している。このことは上層部の上下混合が盛んなことを意味しよう。

動物プランクトンのバイオマス量は A 海域に多く、B 海域では少ない。特に躍層の浮上が認められた南赤道海流の 0°30'N から 1°00'S の水域では極大値 155g/1,000m³ のバイオマス量を測定した。

動物プランクトンのバイオマスは躍層と密接な関係があり、バイオマス量は躍層の深度と逆の関係があることが認められた。

動物プランクトンで多量出現した種属は、Copepoda, Chaetognatha, Euphausiacea, Amphipoda, Hydromedusae, Tunicata などで、これらのうち Copepoda が卓越した。

文 献

- BRANDHORST W., 1958: Thermocline topography, Zooplankton standing crop, and mechanisms of fertilization in the eastern tropical Pacific. *Extrait du Journal du Conseil International Pour L'exploration de La Mer* **24** (1).
- 日高孝次, 1955: 海流. 岩波書店.
- JOSEPH, E. K., THOMAS, S. A. & S. D. MAXWELL, 1957: Preliminary report on expedition eastropic. *Special Scientific Report- Fisheries* No. 201.
- MOTODA, S., 1959: Devices of simple plankton apparatus. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* Vol. 7. 73~94.
- 中村広亓・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).
- ROBERT, W. H., MILNER, B. S. & B. M. SHIMADA, 1957: Primary production, chlorophyll, and zooplankton volumes in the tropical eastern Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission*, **11** (4).
- 佐藤猛郎, 1955: スンダ列島西岸域の海況 (1). *本報告*, **4** (2).
- SVERDRUP, H. U., JONSON, M. W. & R. H. FLEMING, 1952: *The Oceans*. 4th ed. Prentice-Hall, Inc., New York.
- 鶴田新生・佐藤猛郎・早山万彦・千葉卓夫, 1957: 印度洋東部鯖漁場の海況並びにプランクトンの分布について. *本報告*, **7** (1).
- TSURUTA, A., 1963: Distribution of plankton and its characteristics in the oceanic fishing grounds, with special reference to their relation to fishery. *This Jour.*, **12** (1)
- 山中一, 1956: 西南太平洋 10° S 付近の鉛直海洋構造とビンナガ漁況. *日本水産学会誌*, **21** (12).
- 吉田昭三・二谷頼男・鈴木成二, 1959: 赤道海域一斉海流測定 (国際地球観測年) について (1958年1~2月). *水路要報*, 59.