

南海北部的等辐骨虫*

谭智源 宿星慧

(中国科学院海洋研究所)

对南海北部的等辐骨虫以往没有进行过研究。1959 年和 1962 年我们乘全国海洋综合调查的机会,先后对广东沿海和海南岛以南海域进行了调查,本文系该调查研究的结果。广东沿海位处亚热带,是南海边缘海域,受南海暖流影响,等辐骨虫的种类和数量都很丰富,仅初步调查所获已超过东海西部和西沙群岛所发现的种数。文中描述了中国沿海首次记录的等辐骨虫共 8 种,对各个种的分布及其与环境因子的关系等作了初步探讨。

一、材料和方法

材料包括 1959 年 5 月、1962 年 1 月与 2 月共三个不同航次采到的 93 号样品,除 1959 年 5 月采集的拖网深度为 0—200 米外,1962 年的采集均系 0—20 米的表层拖网(采用的拖网筛绢都是国际标准 20 号)。这样的采集方法因当时条件的限制,具有很大的偶然性,但全部样品系采自连成大面的测站,故在一定程度上可对等辐骨虫的生态分布作一初步探讨。

材料用 Bouin 氏液固定,每个样品的定量检查经过三个步骤。第一,尽可能把样品中完整的标本挑出制成骨骼玻片标本。第二,骨针细长柔韧、与胶状物缠在一起的标本,或数量较多但不易挑取的个体较小的标本,则用吸管吸出平铺于玻片上用琼胶(Agar)敷涂;这样的制片,每个样品可多至数十张。经过这两个步骤,每个样品所包括的种类及数量基本上可以进行计数。第三,把剩下的样品直接置显微镜下观察鉴定计数。如果标本看不清楚,可先用清水把固定液中苦味酸成份快速冲淡,倾去多余水分,加入适当浓度的铬酸液(浓硫酸加少量重铬酸钾),消除一部分使样品和虫体柔软组织胶结在一起的胶状物,这样的虫体较易辨认。一个样品经过这三个步骤观察计数,定量工作基本上可以完成,当然仍不排除个别种类会被遗漏。此外,有些种类的幼体相似性较大,鉴定十分困难,文中未记入。

二、调查区概况

根据采集时间与采集区的不同,整个调查范围(17° — $23^{\circ} 50'N$, 108° — $117^{\circ} 30'E$)

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1016 号。
收稿日期: 1983 年 6 月 2 日。

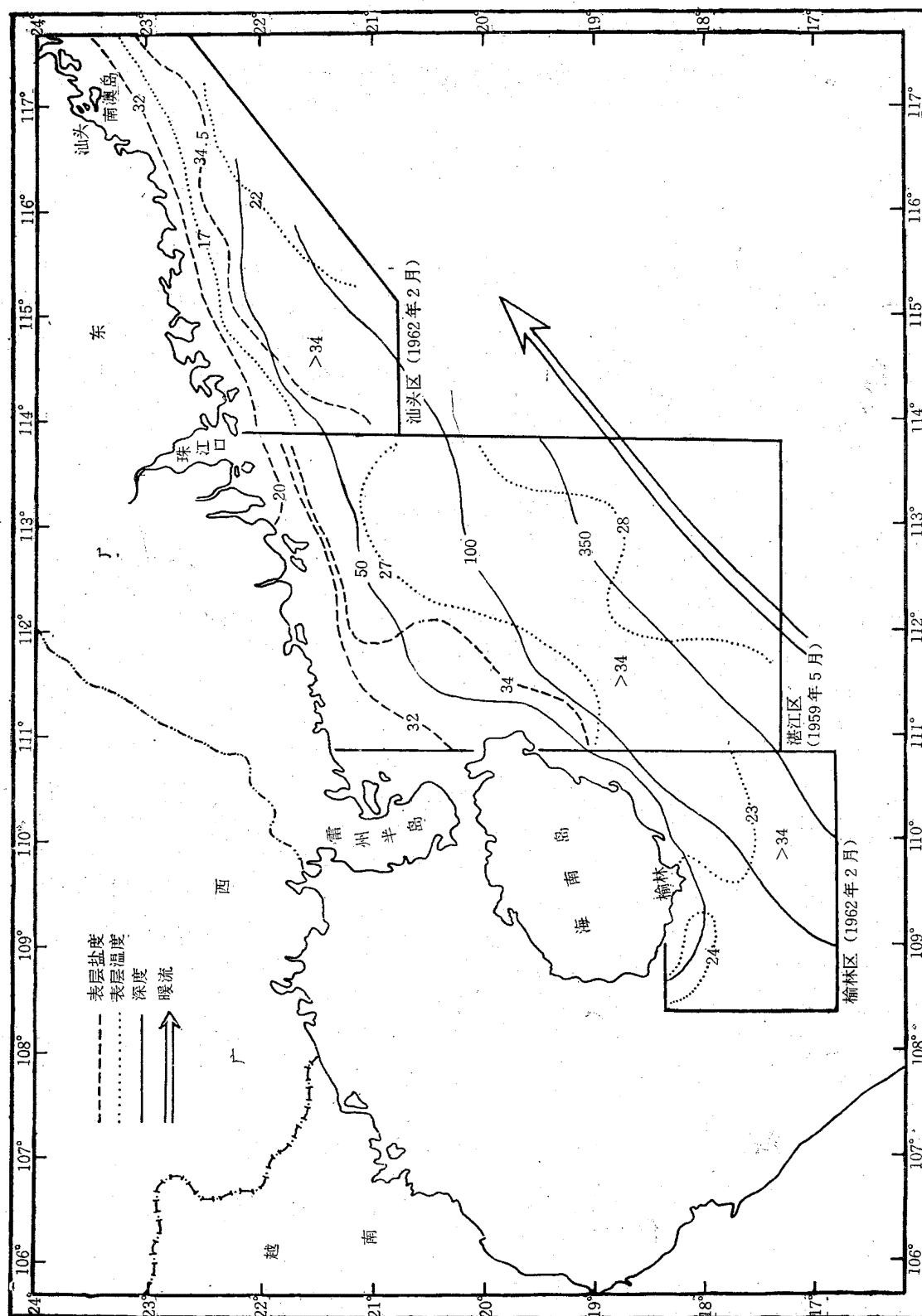


图 1 调查范围

可分为榆林、湛江和汕头三个区(图1)。这三个区都包括有200米以内的陆架区,榆林区东南角有水深超过200米的大陆坡;湛江区除了大部分水深200米以内的陆架区外,还包括了大陆坡和小部分水深超过1000米的深海。贯穿三个区的各等深线为西南-东北走向,大致与广东海岸线相平行。各调查区的温、盐度值均系取自现场记录,其等值线大体上与等深线同向。榆林区二月份的表层水温在23℃以上,表层盐度在34‰以上(下文所指温、盐度均系表层)。汕头区水温1月最低,除近岸水域外,大部分水域水温仍在17℃左右,但外海温度则高至22℃;绝大部分水域的盐度均高于34‰。湛江区5月份大部分水域的水温在27℃以上,东南外海水域是南海暖流流经区,水温可达28℃以上;盐度高于34‰的水域约占全区70%以上,其近岸区受径流水和沿岸水系影响,盐度在20—32‰之间。

三、种类记述

这次调查从样品中鉴定出的等辐骨虫共43种(见表1名录),全部种类在本调查区是新记录,但其中35种过去在东海西部和西沙群岛已有报道^[1,2],其余8种系中国沿海未记录过的种类,兹分别描述如下。

等辐骨虫目 Order ACANTHARIA

全射棘虫亚目 Suborder HOLACANTHA Schewiakoff, 1926

交叉棘虫科 Family Acanthochiasmidae p. p.

Schewiakoff emend. 1926

直径针10根,等长或不等长,同形或异形。骨针在细胞质体中央彼此越过或互相交错配合。细胞质体呈球形,能变形;内、外质可清楚区别。伪足放射状,数目丰富,呈分枝或联合状。细胞质体具一胶膜(胶膜仅在其死亡后方可见到)。缺中央囊膜和肌原纤维。

交叉棘虫属 Genus *Acanthochiasma* Krohn, 1860

大多数种类具10根直径针。骨针在细胞质体中央呈交叉状结合。细胞质体球状,可变形,内、外质分开。内质含有色素体与虫黄藻。伪足很多,呈放射状分枝而又互相连合。胶膜仅于死亡后的虫体才可见到。缺中央囊膜和肌原纤维。

1. 红交叉棘虫 *Acanthochiasma rubescens* Krohn (图版 I:5)

Acanthochiasma rubescens Krohn, Haeckel, 1862, p. 403; 1887, p. 739; Brandt, 1885, p. 208, pl. 3, fig. 2, 3, 7, 14; Popofsky, 1906, p. 349, pl. 14, fig. 2; Schewiakoff, 1926, 64, pl. 11, figs. 1, 2, figs. 1, 2, 6—9; pl. 4, figs. 1, 2.

10根直径针,瘦弱,圆筒形,能屈曲,在身体中心交叉相交。细胞质体可变形。内、外质的分界极不清楚。有少数虫黄藻。一层胶膜,缺中央囊膜和肌原纤维。

表 1 南海北部的等辐骨虫名录及其在各分布区的分布频率和平均出现率

种 类	学 名	榆林区		湛江区		汕头区	
		分布 频率 D. F.	平均出 现率 M. O.	分布 频率 D. F.	平均出 现率 M. O.	分布 频率 D. F.	平均出 现率 M. O.
1 红交叉棘虫	<i>Acanthochiasma rubescens</i> Krohn*	6	0.06	15.7	0.15		
2 十字粘棘虫	<i>Acanthocolla cruciata</i> (Haeckel)	15	0.18	50	1.78	22	0.27
3 桨棘石虫	<i>Acantholithium dicopum</i> (Haeckel)	3	0.03	7.8	0.07	4.5	0.04
4 透明等棘虫	<i>Acanthometra pellucida</i> J. Müller	15	0.15	5.2	0.31	9	0.27
5 诺氏十字虫	<i>Acanthostaurus nordgaardi</i> Jörgensen*	33	0.42	23.6	0.39	13.6	0.13
6 紫棘十字虫	<i>Acanthostaurus purpurascens</i> Haeckel	72	1.18	65.7	1.89	27	0.36
7 异对针虫	<i>Amphibelone anomala</i> (Haeckel)	18	0.27	47.36	1.65	13.6	0.10
8 平面对针虫	<i>Amphibelone hydrotomica</i> (Haeckel)	6	0.06	28.94	0.39	9	0.09
9 凝结异长针虫	<i>Amphilitium concretum</i> (Haeckel)	12	0.12	31.571	0.49	4.5	0.04
10 棍异长针虫	<i>Amphilitium clavarium</i> Haeckel			2.6	0.02		
11 长对矛虫	<i>Amphilonche elongata</i> (J. Müller)	75	1.6	34.21	0.52	13.6	0.20
12 四翅双十字虫	<i>Amphistaurus tetrapterus</i> (Haeckel)	9	0.09	21	0.44	9	0.13
13 球星石虫	<i>Astrolithium bulbiferum</i> Haeckel*			7.8	0.01	4.5	0.04
14 星球虫(未定种)	<i>Astrolophus</i> sp.			7.89	0.18	4.5	0.04
15 板骨网棘虫?	<i>Dictyacantha tabulata</i> (Haeckel)*?	3	0.03				
16 四角网棘虫	<i>Dictyacantha tetragonopa</i> (Haeckel)*	3	0.03				
17 分叉网盾虫	<i>Dictyaspsis furcata</i> (Haeckel)			10.52	0.15		
18 束杆双锥虫	<i>Diploconus fascies</i> Haeckel	10.5	0.13	13.12	0.13	4.5	0.04
19 光亮双锥虫	<i>Diplocinus nitidus</i> Popofsky	21.2	0.27	18.4	0.18		
20 领孔穿盾虫	<i>Dorataspsis choanopora</i> Tchang & Tan	6	0.06	7.8	0.10		
21 剑穿盾虫	<i>Dorataspsis gladiata</i> Haeckel	6	0.06	5.2	0.05		
22 铠甲穿盾虫	<i>Dorataspsis loricata</i> Haeckel	6	0.09	28.9	0.47		
23 细孔穿盾虫	<i>Dorataspsis micropora</i> Haeckel			57	17.28		
24 脐孔穿盾虫	<i>Dorataspsis micropora</i> var. <i>callosa</i> (Popofsky)	3	2.3	39	10.94		
25 脆葡萄核虫	<i>Gigartacon fragilis</i> Haeckel	9	0.24	10.5	0.15		
26 穆勒氏海目虫	<i>Haliommatidium mülleri</i> Haeckel	18	0.18	7.89	0.07	4.5	0.04
27 两形异棘虫	<i>Heteracon biformis</i> (Popofsky)*			2.6	0.02		
28 金黄太阳石虫	<i>Helolithium aureum</i> Schewiakoff*	6	0.06	15.78	0.15	4.5	0.04
29 毛六锥虫	<i>Hexaconus ciliatus</i> Haeckel	27	0.30	39.4	1.07	4.5	0.04
30 背箭猪虫	<i>Hystrihaspsis dorsata</i> Haeckel	3	0.03	10.5	0.15		
31 菱形枪十字虫	<i>Lonchotaurus rhombicus</i> Haeckel	3	0.05	47.36	1.52	9	0.09
32 格氏楯形提灯虫	<i>Lychnaspsis gilishi</i> Haeckel	18	0.18	60	2.13		
33 长脊筋楯形提灯虫	<i>Lychnaspsis longissima</i> Haeckel			28.9	0.36	4.5	0.04
34 异孔楯形提灯虫	<i>Lychnaspsis polyanictra</i> (Haeckel)	6	0.06	20.3	0.73	4.5	0.04
35 锯齿楯形提灯虫	<i>Lychnaspsis serrata</i> Haeckel	15	0.15	2.6	0.05	4.5	0.04
36 尖棘十字叶虫	<i>Phyllostaurus cuspidatus</i> (Haeckel)	12	0.15	55.21	1.21	9	0.13
37 十字栅盾虫	<i>Phractopelta cruciata</i> (Haeckel)			18.4	0.29		
38 扁伪石虫	<i>Pseudolithium compressum</i> Haeckel	3	0.03	23.68	0.84		
39 圆脊肋盾虫	<i>Pleuraspis costata</i> (J. Müller)	6	0.06	2.6	0.13		
40 多枝肋盾虫	<i>Pleuraspis sarmentosa</i> Tchang & Tan	3	0.06	44.7	1.28	4.5	0.04
41 猬形十字盾虫	<i>Stauraspis echinoides</i> (Haeckel)	21		13	0.15		
42 翅形剑棘虫	<i>Xiphacantha alata</i> (J. Müller)	21	0.24	18.42	0.28	4.5	0.04
43 双置接合十字虫	<i>Zygostaurus amphitectus</i> Haeckel	6	0.15	10.5	0.13		
各区出现种类总数		34		41		23	

注: D. F. (分布频率) = $\frac{\text{出现标本的样品数}}{\text{样品总数}} \times 100\%$, M. O. (平均出现率) = $\frac{\text{标本在各样品中出现的总数}}{\text{样品总数}}$

有*号者系中国沿海新记录的种。

标本测量(微米) IOAS-R525, 骨针长 1082, 宽 10—12, 细胞质体直径约 389。

标本采集地 17° N, 110°30'E。

地理分布 南海, 大西洋, 地中海。1978 年 5—7 月, 我们在东海 (126°E, 28°30'N) 采到本种, 数量颇多, 个体大小不一。

标本在 Bouin 氏液中保存, 细胞质体结构完整, 胶膜与虫黄藻均清晰可见, 但中心部分因细胞质稠密不易看清, 因此乍看容易误认为透明等棘虫 (*Acanthometra pellucida* J. Müller), 但后者具肌原纤维, 这是最明显的区别。固定液中的标本一经涂胶制片, 其中心结构即可清楚看到。

粘合棘虫亚目 Suborder SYMPHYACANTHA Schewiakoff, 1926

星石虫科 Family Astrolithidae Haeckel, p. p. Schewiakoff emend. 1926

骨针 20 根, 大多数等长、同形。各骨针在细胞质体中央融合成一同质块。细胞质体球形, 内、外质分开。伪足很多, 放射状, 分枝或互相吻合。缺中央囊膜。有两层胶膜包裹着细胞质体。外胶膜具放射状、圆圈形的弹性纤维和许多让伪足通过的开孔, 内胶膜有为数较少 (6—12) 的棍棒形与带形肌原纤维或为数较多 (24—32) 的线形肌原纤维。

星石虫属 Genus *Astrolithium* Haeckel, 1860

20 根骨针等长、同形, 基部膨大。各骨针于柔软身体中心相互融合成一同质块。细胞质体球形, 能变形, 内、外质分开。伪足很多, 呈分枝而又连合状。缺中央囊膜。有一胶膜。膜外具强而发达的双条纹弹性纤维和许多开孔。膜内每根骨针具 6—8 条带状肌原纤维。肌原纤维有明暗交替区。

2. 球根星石虫 *Astrolithium bulbiferum* Haeckel (图版 II:5)

Astrolithium bulbiferum Haeckel, 1881, Prodomus, p. 466. Schewiakoff, 1926, p. 118, pl. 8, figs. 3, 4; pl. 7, fig. 13—15, pl. 9, figs. 7—14; pl. 10, figs. 1—4.

Acanthometron bulbiferum Haeckel, 1887, p. 745, pl. 130, fig. 1.

Acanthometron sphaericum Popofsky 1904, p. 62—63, pl. 6.

20 根骨针等长, 很瘦弱, 有弹性, 基部膨大呈大头棒形。各骨针在身体中心融合成一同质块。

标本测量(微米) IOAS-R526, 骨针长 433, 基锥宽 11, 高 26。

标本采集地 22°30'N, 117°E。

地理分布 南海, 中太平洋, 大西洋, 地中海。

我们仅获一标本, 细胞质体构造在固定液中比较模糊, 但骨骼标本的特征很清楚, 其形状与 Schewiakoff (1926) 所采到的基本相同。

太阳石虫属 Genus *Heliolithium* Schewiakoff, 1926

骨针 20 根, 大多数等长, 圆筒形, 末端削尖, 各骨针相会于细胞质体中央成为一同质

球。细胞质体球形,内、外质分开,后者具虫黄藻和色素。缺中央囊膜。伪足很多,有不分枝的轴足和分枝形成的网状伪足。胶膜两层,被覆于细胞质体之外。外胶膜带有弹性纤维,内胶膜有数目丰富的(24—32)线形肌原纤维。

3. 金黄太阳石虫 *Helolithium aureum* Schewiakoff (图版 I:4)

Helolithium aureum Schewiakoff 1926, pl. 11, fig. 1, pl. 9.

骨针 20 根,等长、圆筒形,末端削尖,各骨针基部相会合于身体中央并相互融合为一同质球。细胞质体果形,有少数虫黄藻,缺中央囊膜,胶膜两层,在每根骨针上形成山丘状突出,线状或纤维状的肌原纤维很多(24—34 条)。

标本测量(微米) IOAS-R527, 骨针长 173, 宽 8—9。

标本采集地 17° N, 110° 30' E。

地理分布 南海,地中海。

按 Schewiakoff (1926) 记述,本种细胞质体呈金黄色,有两种伪足。我们根据固定后的标本观察,未能看到这些特征,故未作描述。

松棘虫亚目 Suborder CHAUNACANTHA Schewiakoff 1926

葡萄核虫科 Family Gigartaconidae Schewiakoff, 1926

葡萄核虫属 Genus *Gigartacon* Schewiakoff, 1926

4. 脆葡萄核虫 *Gigartacon fragilis* Haeckel (图版 I:3, 6)

Acanthometra fragilis Haeckel, 1860, p. 806; 1862. p. 380 pl. 15, fig. 4. pl. 18, fig. 7.

Acanthonia fragilis Haeckel, 1887, p. 750; Popofsky, 1904, p. 86, pl. 3, fig. 8.

Acanthonia spinifera Popofsky, 1905, p. 351, pl. 14, fig. 3, 3a; Mielck, 1907, p. 70, pl. 1, figs. 3—6.

Gigartacon fragilis Haeckel, Schewiakoff, 1926. p. 189, pl. 18, fig. 2; pl. 16, fig. 4; pl. 19, figs. 2—12; pl. 21, figs. 9—11; pl. 23, fig. 1.

20 根骨针同形,四翼状,有精细的小齿。骨针基端呈葡萄核形(图 2)。各骨针基端相互疏松结合。我们的标本在固定液中外形与 Popofsky (1904) 或 Schewiakoff (1926) 的十分相似,呈扇形。缺中央囊膜。有胶膜和肌原纤维,但涂胶后制成的玻片标本这些结构

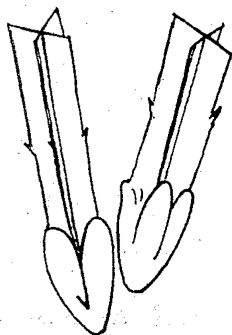


图 2 脆葡萄核虫,示骨针基端结构

仅剩残迹或消失。

标本测量(微米) IOAS-R528_{a,b}, 骨针长(已折断): $a > 1862$, $b > 311$, 宽: $a, 21$; $b, 6$ 。

标本采集地 $17^{\circ}N$, $110^{\circ}30'E$; $23^{\circ}N$, $117^{\circ}E$ 。

地理分布 南海, 太平洋, 地中海。

异棘虫属 Genus *Heteracon* Schewiakoff, 1926

20 根骨针, 其中一根主针比其余 19 根等长的副针要长。骨针的基部呈葡萄核形, 并相互在细胞质体中央疏松结合。细胞质体呈球形, 能变形。外质构成网状, 包覆着细胞质体。伪足呈放射状并带有轴丝。缺中央囊膜, 胶膜外每根骨针有 8 条肌原纤维。

5. 两形异棘虫 *Heteracon biformis* (Popofsky) (图版 I:2)

Amphilonche biformis Popofsky 1904, p. 113, pl. 2, fig. 81b.

Heteracon biformis Popofsky, Schewiakoff 1926, pl. 20, figs. 2—12, pl. 21, fig. 12.

Amphilonche variabilis Popofsky 1905, p. 353, pl. 15, fig. 9.

Amphilonche atlantica p. p. Popofsky 1904, p. 110, pl. 3.

骨针 20 根, 其中一根主针较长, 柔韧, 并具四翼稜缘。其余 19 根副针等长, 较主针短, 亦呈四翼稜状。四翼稜中相对的两稜于稜缘上向前生出刺状的小齿, 其余两稜光滑无齿。各骨针基端呈葡萄核形(图 3), 并在细胞质体中央疏松地结合。细胞质体呈球形, 无色, 能变形, 里面充满一些小圆片(用琼胶包埋制成玻片标本后尚可见到)。缺中央囊膜。有一胶膜。



图 3 两形异棘虫, 示骨针基端结构

标本测量(微米) IOAS-R529, 主针长 186, 宽 8 (最宽处); 副针长 99, 细胞质体直径约 64。

标本采集地 $17^{\circ}30'N$, $113^{\circ}30'E$ 。

地理分布 南海, 地中海。

节棘虫亚目 Suborder ARTHRACANTHA Schewiakoff, 1926

十字叶虫科 Family Phyllostauridae Schewiakoff, 1926

十字虫属 Genus *Acanthostaurus* Haeckel, 1862 emend. Popofsky 1904.

6. 诺氏十字虫 *Acanthostaurus nordgaardi* Jørgensen (图版 II:6)

Acanthostaurus nordgaardi Jørgensen, 1899, p. 69, pl. 3, fig. 19.

Acanthonia nordgaardi (Jørgensen), Popofsky, 1905, p. 67.

主针四根, 等长, 四刃状; 针身大致同宽, 至末端削尖。接近骨针的末端处, 四刃的刃

缘呈翅状凸起。回归针比赤道针稍短,双刃状。极针 8 根,稍短于回归针,呈小茎状。赤道针与回归针均有大的十字叶,并相互连成一个星状结构。

标本测量(微米) IOAS-R530, 赤道针长 129, 宽 22; 回归针长 108, 宽约 6; 极针长 51, 宽约 2; 赤道针的十字叶宽 86。

标本采集地 19°30'N, 112°30'E; 17°N, 110°30'E。

地理分布 南海,挪威西岸。

网棘虫科 Family Dictyacanthidae Schewiakoff, 1926

20 根骨针等长、同形,并具拱顶形格孔板。各格孔板彼此相连成一个格孔状球壳。各骨针基部具十字叶,这些十字叶相互连成一个星状体。细胞质体球形,位于格孔球壳内,其外围有一层厚的中央囊膜。中央囊的中心部为内质,中心部以外的囊内部分和囊膜外部分为外质。伪足分两种,一种是自囊外外质生出呈精细分枝而又连合的网状结构,另一种是不分枝的轴足。胶膜带有放射状和圆圈形的弹性纤维;膜外每根骨针带有 50 条线形(基部变宽)的肌原纤维。

网棘虫属 Genus *Dictyacantha* Schewiakoff, 1926

特征同科。

7. 四角网棘虫 *Dictyacantha tetragonopa* (Haeckel) (图版 II:1—4)

Haliommatidium tetragonopum Haeckel, 1862, p. 421, pl. 22, fig. 13.

Icosapis tetragonopa Haeckel, 1887, p. 845.

Dictyacantha tetragonopa Haeckel, Schewiakoff, 1926, p. 531, pl. 44, figs. 12, 13.

20 根骨针等长、剑形,具四翼,并于其中点生出正方形的格板,各个格板相互连成一个大网眼的格孔状球壳。骨针基部有大的十字叶。

标本测量 (微米)

标 本 号	骨针长(自中心算起)	骨针宽(最宽处)	格孔壳直径
IOAS-R531 _a	446	18—20	216
IOAS-R531 _b	已折断	24—26	251
IOAS-R531 _c	325	18—19	216
IOAS-R531 _d	519	24—26	285

标本采集地 17°N, 112°30'E。

地理分布 南海,大西洋;南赤道流(大西洋),莫桑比克流。

我们共获四个标本,在固定液中虫体的细胞质体是个大黑球,这时很难分辨出哪些是成体,哪些是发育期的幼体。经铬酸洗液处理后的制片,则可清楚辨认出其中两个是成体标本,另两个是发育期标本。成体标本的球壳大小并不一致,但格板的结构是相同的(图版 II:3, 4)。发育期的标本球壳大小相差较远,一个较大的标本格板尚未长好,亦有可能是同属另一种的幼体(图版 II:2)。

8. 板骨网棘虫(?) *Dictyacantha tabulata* (Haeckel) (?) (图版 I:1)

Icosapis tabulata Haeckel, 1887, p. 843, pl. 136, fig. 2.

Tignisphaera tabulata Popofsky, 1907, p. 86—89, fig. 29.

Dictyacantha tabulata (Haeckel), Schewiakoff, 1926, pl. 45, fig. 5, pl. 44, fig. 14.

20 根骨针等长, 同形, 四翼状, 延向末端逐渐削尖, 其近心端有小棘。小棘稚形, 呈十字对向生长。各骨针基部有十字叶。中央囊膜厚。

我们的标本在固定液中及制片后都可观察到上述结构, 考虑系属网棘虫属, 但骨针所生出的横突起尚属稚形, 并且未形成格孔壳, 因此亦可能系同属的另一种, 故于种名下置以问号。

标本测量(微米) IOAS-R532, 骨针长 822, 宽 24—26, 格孔壳(稚形)直径 338。

标本采集地 17°N, 117°30'E。

地理分布 南海, 大西洋, 太平洋, 地中海。

四、各个种的分布(图 4a—c)

在本调查区各个种中, 紫棘十字虫、长对矛虫和菱形枪十字虫的分布极为相似, 它们在榆林区的分布十分密集, 几乎布满全区; 湛江区稍次, 三者在该区西南与西北部的分布均很稀疏或几乎全缺; 汕头区分布稀疏, 仅有少数分布点。紫棘十字虫在盐度较低(20‰)的珠江口也有分布, 它可能是适盐范围较广的种。

在各区分布比较均匀的种类有十字粘棘虫、诺氏十字虫、异对针虫、毛六锥虫、尖棘十字虫、透明等棘虫和平面对针虫等七种, 前五种的分布或多或少地向北分布至粤西和粤东近岸及珠江口低盐区域。榆林、湛江和汕头三个区的温差较大(约 10℃ 左右), 因此这些种类可能是适温、适盐较广的种类。

几乎仅在湛江区有分布的是细孔穿盾虫、胼胝穿盾虫、铠壳穿盾虫、长脊筋楯形提灯虫、异孔楯形提灯虫、多枝肋盾虫、双匿接合十字虫和凝结异长针虫等八种。已知湛江区 5 月份的水温较榆林 1 月份和汕头 2 月份的水温要高, 而在湛江的采集拖网深度亦较深, 故这些种类的分布大约与季节的水文情况如温度以及深度等有关。

在榆林区与湛江区均有分布而汕头区没有分布或仅有零星分布(1 或 2 个分布点)的有束杆双锥虫、光亮双锥虫、剑穿盾虫、领孔穿盾虫、背箭猪虫、格氏楯形提灯虫、桨棘石虫、圆脊肋盾虫、猬形十字盾虫、穆勒氏海目虫、金黄太阳石虫和锯齿楯形提灯虫等十二种。已知榆林区 2 月份水温最低仍在 23℃ 左右, 但汕头区水温较低, 即使温度最高的外海区, 仍略低于榆林区。从各个区的种类分布与温度关系比较来看, 汕头区水温较低可能是影响等辐骨虫分布的不利因素。

分布仅限在 18°N 以南的种类有红交叉棘虫、板骨网棘虫(?), 四角网棘虫和两形异棘虫, 前一种在榆林区和湛江区共有六个分布点, 后三种在榆林区和湛江区各仅有一个分布点。根据它们的分布位置来看, 这四个种是适于高温高盐的, 但在温、盐度均较高的湛江中部却没有分布, 原因尚难分析。

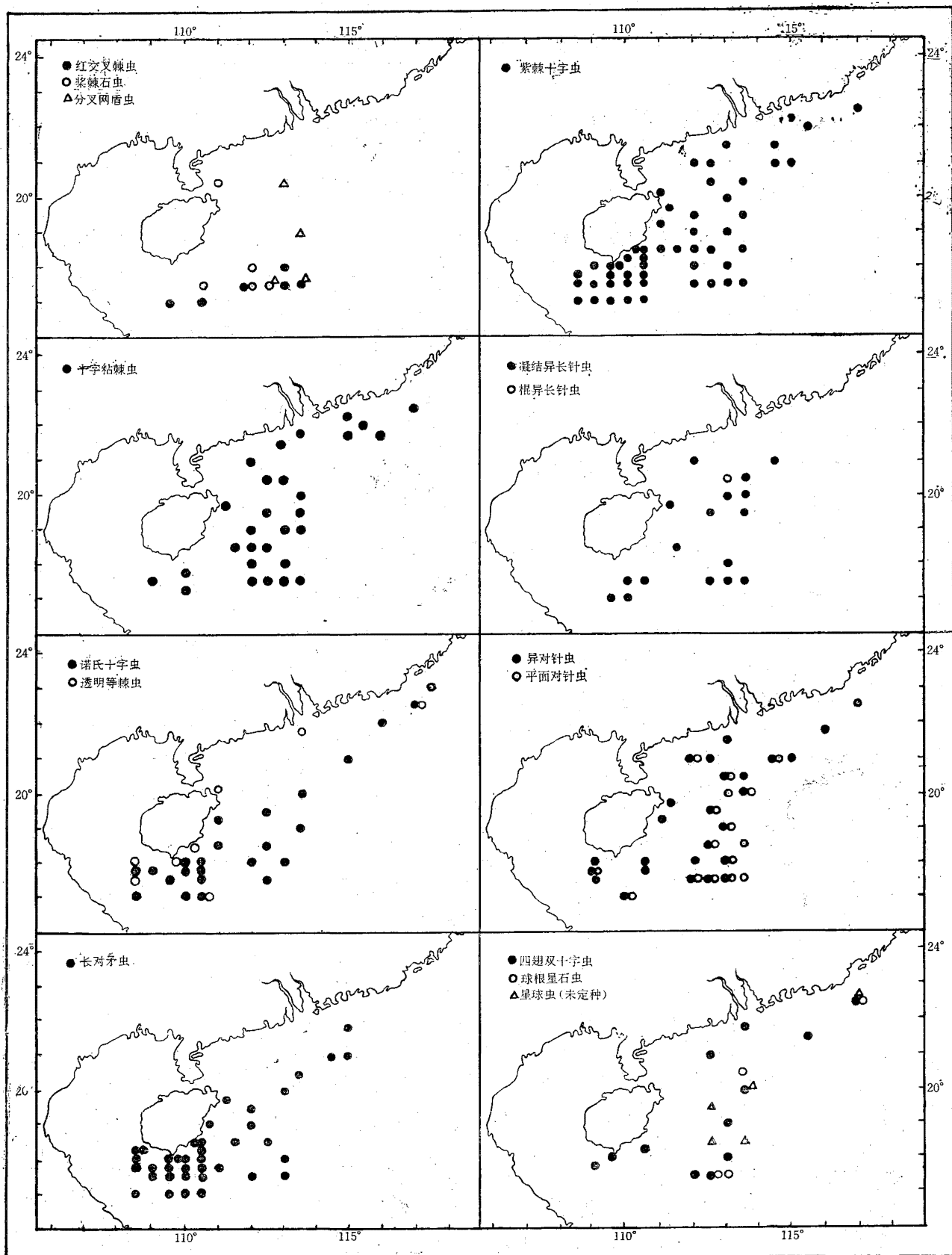


图 4a 各种等辐骨虫的分布

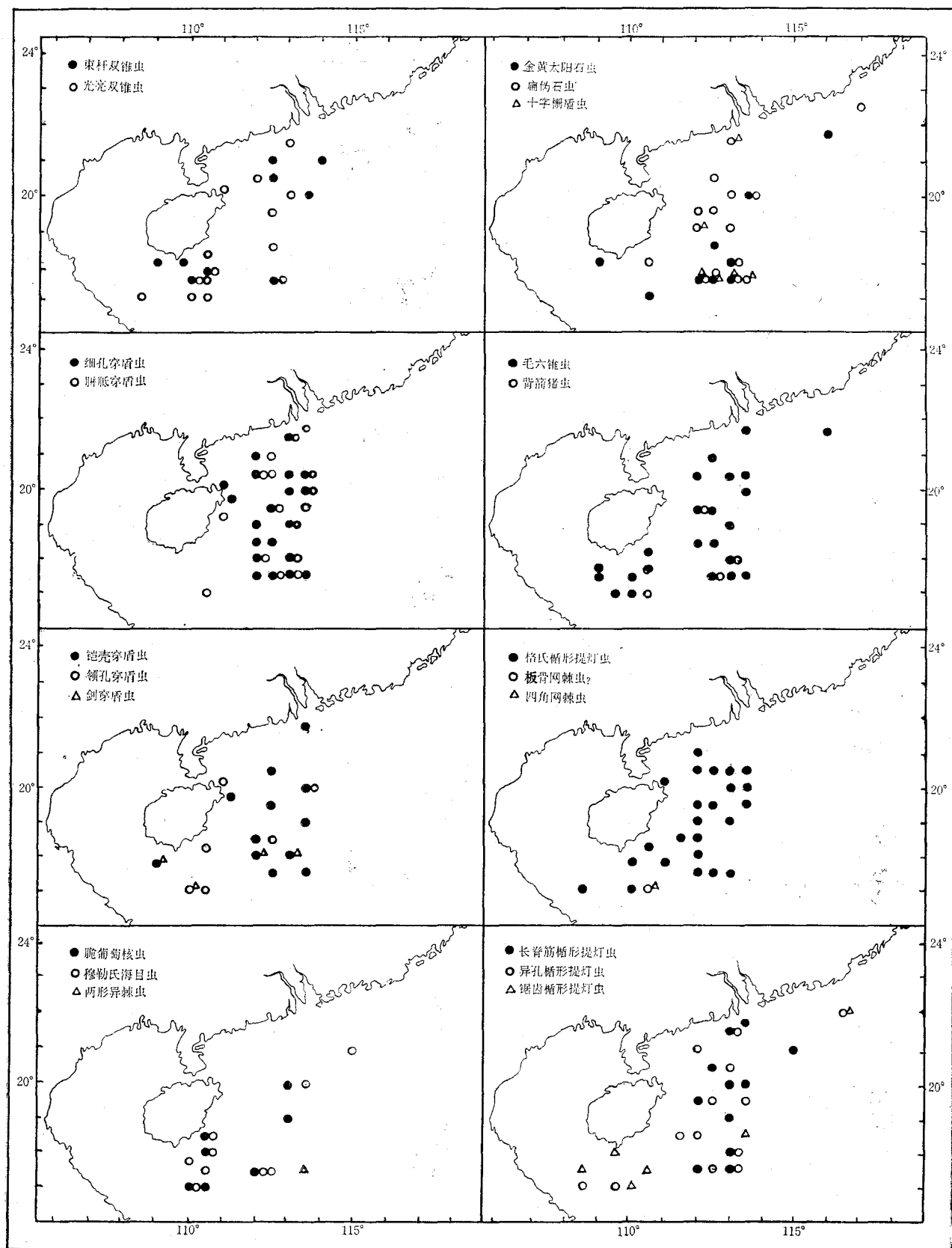


图 4b 各种等辐骨虫的分布

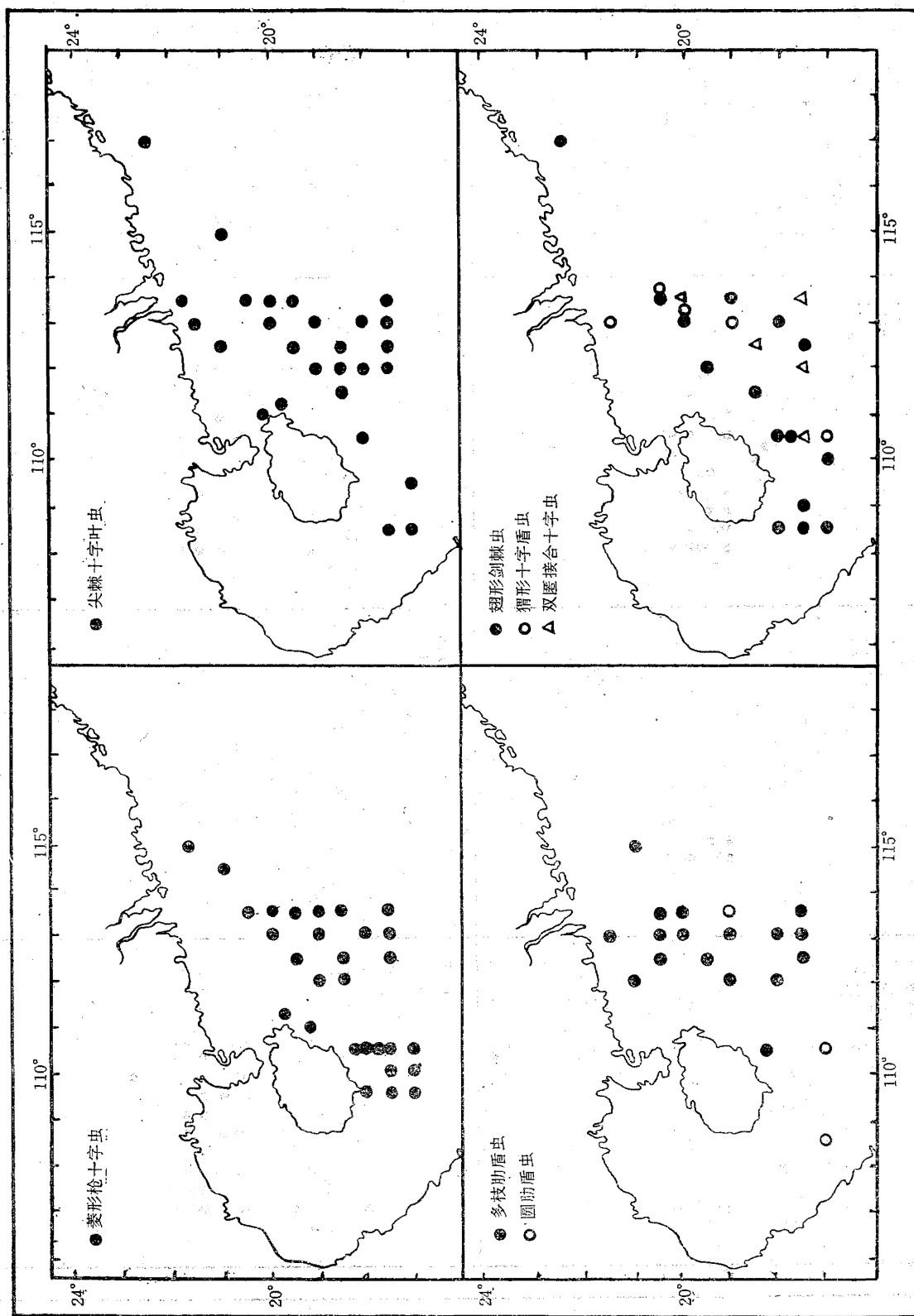


图 4c 各种等鞭骨虫的分布

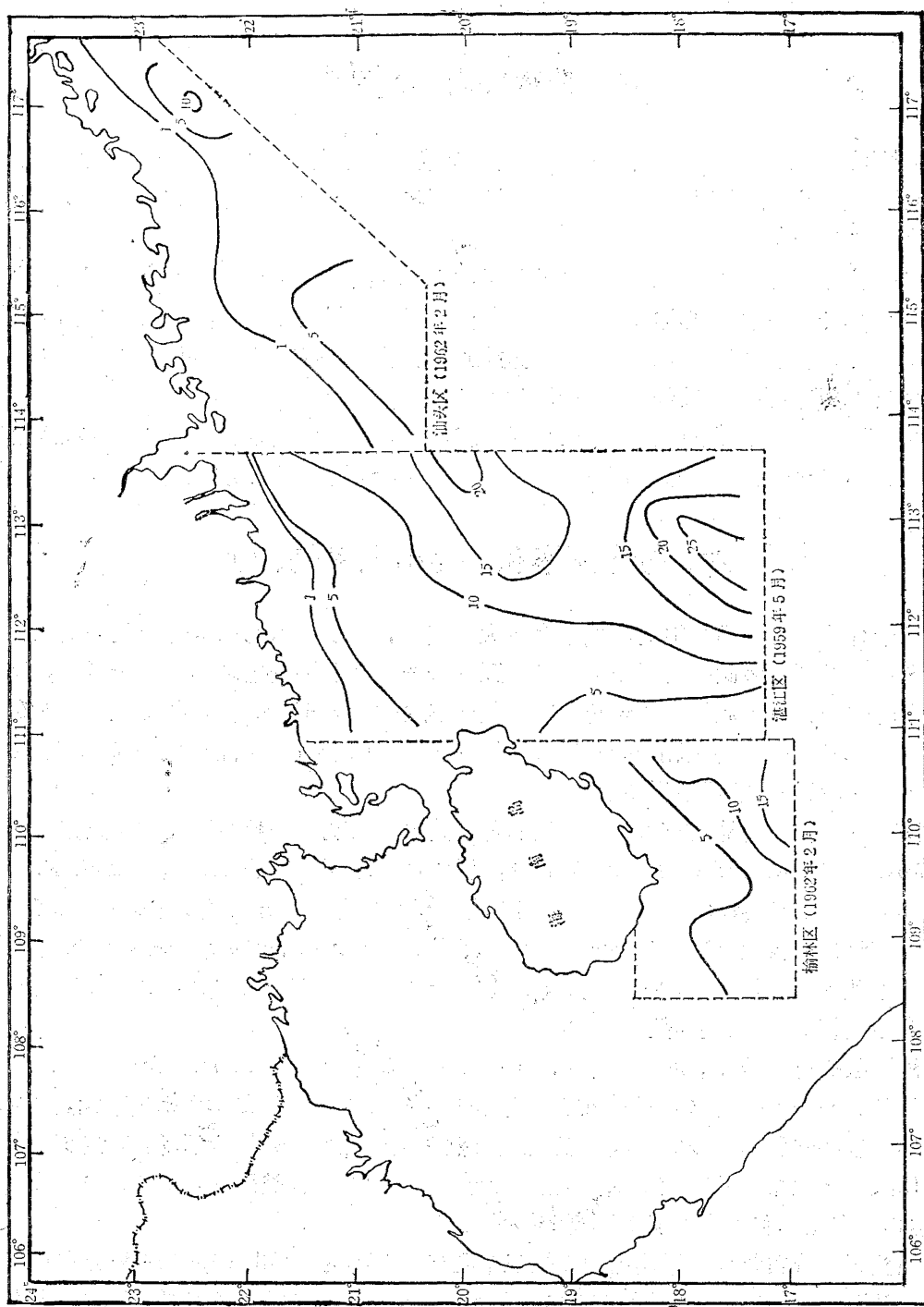


图 5 等种数线图

星球虫(未定种)和球根星石虫两个种比较特别,二者在湛江区各有三、四个分布点,汕头区仅一分布点,并且迫近海岸,但在榆林区没有分布。棍异长针虫仅在湛江区有一分布点。根据这些种的分布情况,较难分析其生态特性。

五、种数分布(图5)

榆林区的种数分布显示出: 离岸很近的海域即有超过一种以上的等辐骨虫分布, 5等种数线包括了榆林南面一大片海域,本区的东南面种数迅速增加,达15种以上,密集中心种数增至18种。

湛江区的种数有两个密集区,本区东面,15等种数线包括的范围较大,20等种数线包括的范围较小,密集中心达24种。另一个密集区在本区南面偏东,等种数线从15很快增至25,密集中心达31种,5至10种的分布区主要在本区的西北至西南部,1至5种的分布面较狭,1种的等种数线较榆林区离岸为远。

汕头区的种数分布较榆林和湛江两区稀疏,在东北和西南各有一个5等种数线包括的面,东北一个密集中心种数为10种。1种的等种数线较湛江区离岸更远。

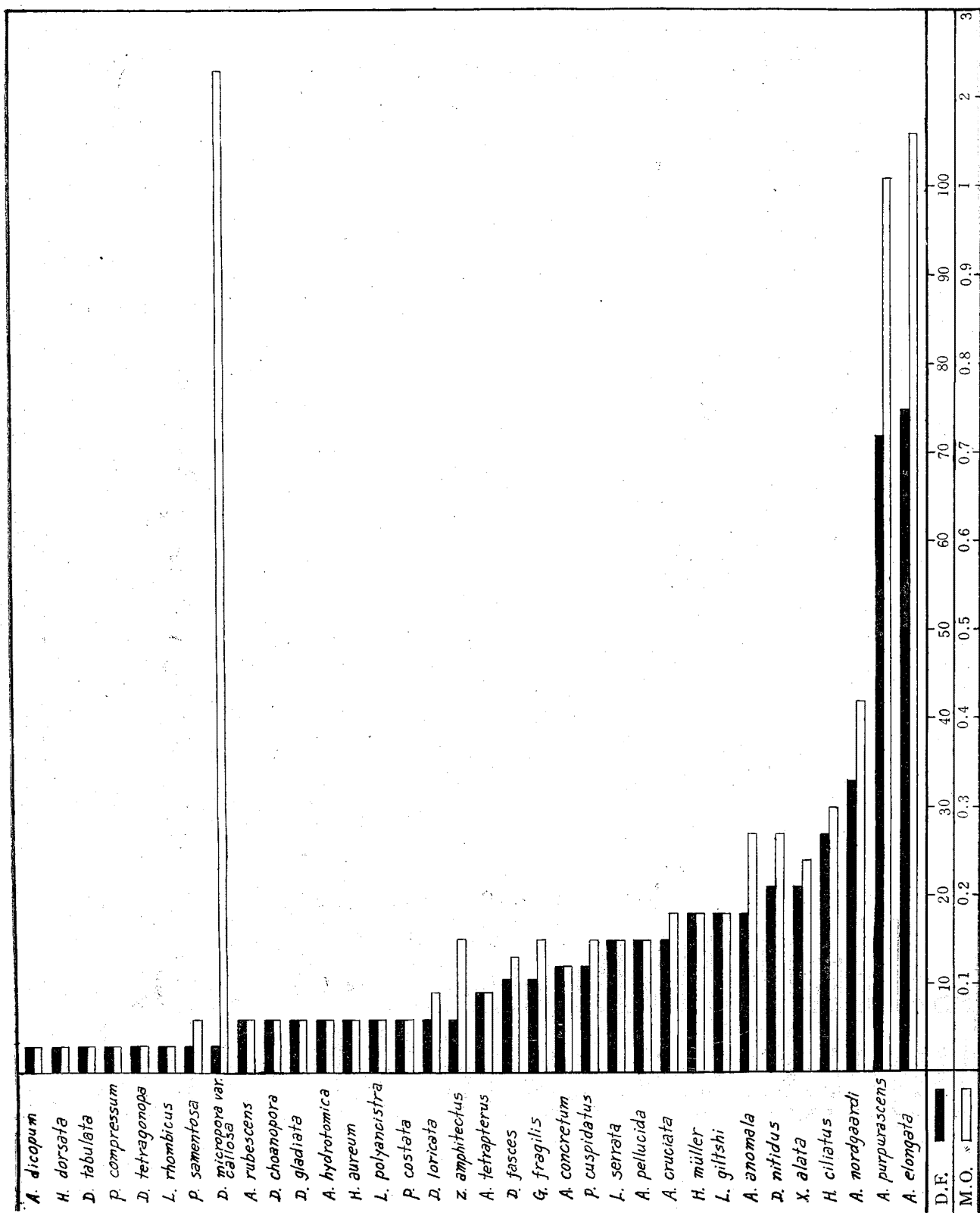
六、分布频率和平均出现率(表1)

各个种的分布频率和平均出现率有较大的差异,由于标本的采集月份及采集深度在三个区不尽相同,因此即使同一种在各个区的分布频率和平均出现率亦有所不同,榆林区各个种的分布频率数值由3%至75%,湛江区由2.6%至65.7%,汕头区由4.5%至27%。平均出现率榆林区由0.03至1.6,湛江区由0.02至1.89,汕头区由0.04至0.36。为便于进一步说明,兹用柱形图表示。

图6a表明,在榆林区分布频率偏低的种,其平均出现率一般亦低,如图上方所列的 *A. dicopum*, *H. dorsata* 和 *D. tabulata* 等,反之亦然,如图下方的 *A. nordgaardi*, *A. purpurascens* 和 *A. elongata*, 分布频率高,其平均出现率也高。但分布频率相同的种,其平均出现率有时差别极大,例如 *P. samentosa* 和 *D. micropora* var. *callosa*, 分布频率都是3%,而平均出现率前者是0.06,后者竟是2.3,后者将近前者的40倍,这说明后者出现的站数与前者虽然相同,但出现的数量特大。

湛江区的特点是 *A. pellucida*, *P. compressum*, *L. polyancistra*, *D. micropora* var. *callosa* 和 *D. micropora* 等5种的分布频率分别与图中相邻种的分布频率相差不大,但平均出现率却较相邻种高得多(图6b)。这说明虽然它们出现的站数相差不多,但该5种出现的个体数量却比相邻种要大得多。然而就湛江区的大部分种类而言,其情形与榆林区相仿,唯其分布频率和平均出现率均较榆林区为高。

汕头区的分布频率和平均出现率是三个区当中最小的(见图6c),有14种分布频率为4.5%,平均出现率为0.04;数值较高的 *A. purpurascens* 分布频率仅27%,平均出现率为0.36,该种在榆林或湛江的平均出现率要比本区高出数倍。



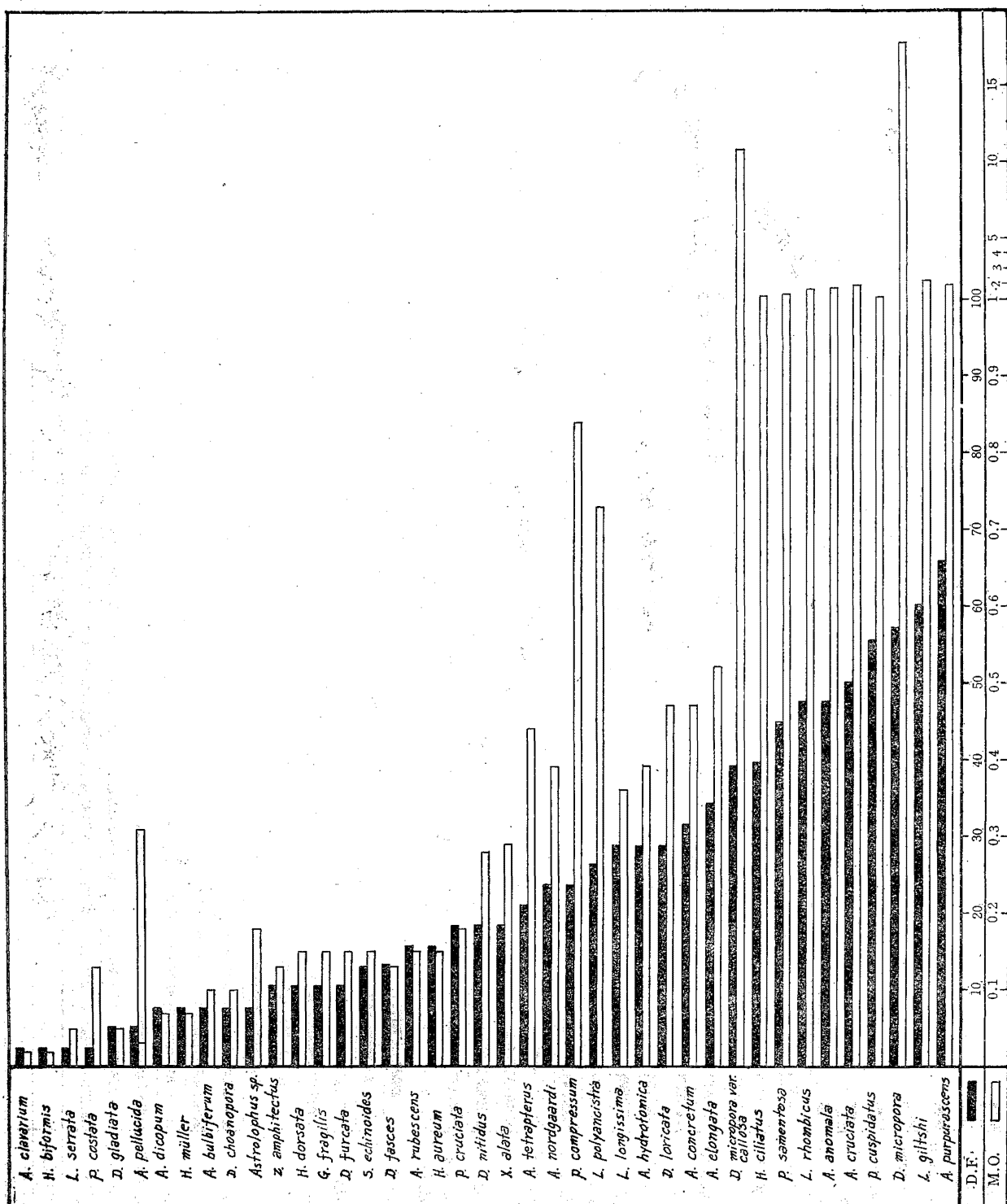


图 6b 等辐骨虫各个种在湛江区的分布频率 (D.F.) 和平均出现率 (M.O.)

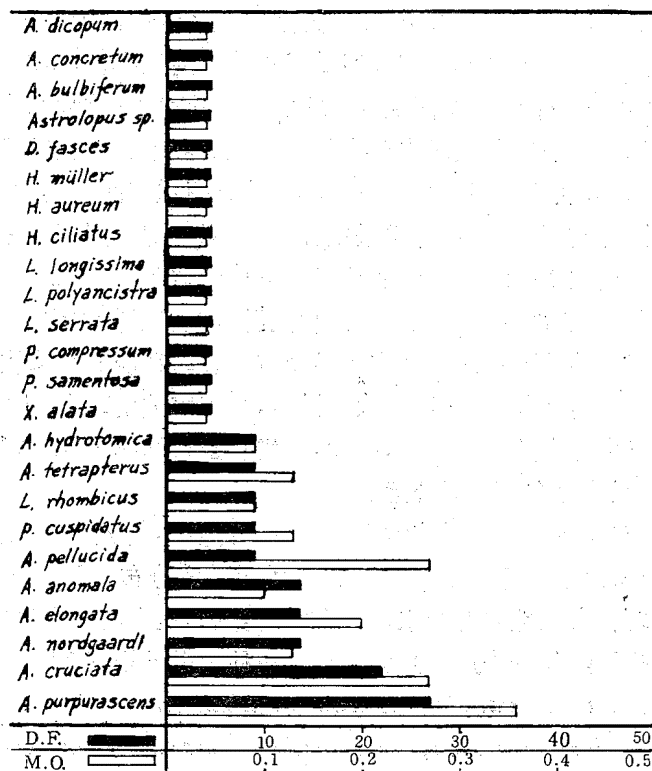


图 6c 等辐骨虫各个种在汕头区的分布频率 (D.F.) 和平均出现率 (M.O.)

七、分异度 (diversity)

随着等辐骨虫分布水域温度、盐度和深度之不同,表现出它们的分异度有明显的差异。从不同深度来看,各区水深愈大,分异度愈大。榆林区深度 0—50 米的水域出现 5 种,50—200 米出现 10 种,深于 200 米出现 15 种;湛江区 0—50 米出现 5 种,50—200 米出现 20 种,深于 200 米出现 31 种;汕头区 0—50 米仅 1 种,50—200 米出现 5 种。从温、盐度的差异来看,近岸温、盐度低的水域种类少,反之种类则多。

总的来看,各个区分异度的变化均呈现一致的趋势,即愈近外海,深度愈增,温、盐度愈高,分异度亦随之而增大,这种趋势与等辐骨虫在东海西部的分布情况完全相似。

八、数量分布与环境因子的关系

等辐骨虫在海洋中的数量分布与环境因子有密切关系,其数量多寡与分布格局系诸因子综合影响的结果。在本调查区除受温度、盐度、深度的影响外,还受南海暖流、珠江径流、广东沿岸流、季风和海洋生物链中有关诸生物的影响。

关于温、盐度以及深度与等辐骨虫的关系上文已部分谈及。由于等辐骨虫大部分是适于高温高盐的浮游生物,因而在数量分布上是外海多、近岸少。从湛江区来看,这种现

象十分清楚,在5月份,出现15种以上的区域水温均在 28°C 以上,近岸区温度在 27°C 左右的水域中,出现种数仅5种左右。若以湛江区与其他两区比较,湛江区出现的种数最多(41种),榆林区次之(34种),汕头区更次(23种)。(见表1)据我们分析,这种现象是由于在湛江区采集标本时处初夏,现场水温比其它两区高。不过,在湛江区采集的深度较大(0—200米),而其它两区采集深度浅(0—20米),因而湛江区与其它两区的比较缺乏统一的基础。但榆林与汕头区同是在冬季采集,而且拖网深度相同,这是可以比较的。2月份,榆林区全区水温均在 23°C 以上,而汕头区大部分水域水温在 22°C 以下(包括 17°C 以下的近岸水域和 17°C — 22°C 的沿海水域),榆林区种数较多显然与水温有一定关系。

另一方面,湛江和汕头区的北部受广东沿岸流和珠江径流的影响较大,对等辐骨虫的分布有不同程度的影响。而海南岛则无大的河流,且海底坡度较大,100米等深线迫近海岸,这些都是等辐骨虫分布的有利因素,因此,等辐骨虫在榆林区的分布贴近海南岛沿岸,而在湛江和汕头两区的分布则离岸较远。

等辐骨虫的分布与海流的关系非常密切,以往许多学者对此作过报道。Popofsky (1904, 1906) 对等辐骨虫栖息在大西洋环流的种类及其分布作了阐述;近年, Bottazzi (1978) 调查了等辐骨虫在地中海的水层分布格局,认为是由海流流动方式所致。目前尚不能查明南海调查区是否有地方性种,但采集到的种类中已知有27种与东海西部是共同的,它们是 *Acanthocolla cruciata*, *Acanthometra pellucida*, *Amphibelone anomala*, *Amphibelone hydrotomica*, *Amphilithium concretum*, *Amphilithium clavarium*, *Amphilonche elongata*, *Amp-histaurus tetrapterus*, *Astrolophus* sp.?, *Dictyaspis furcata*, *Diploconus fascies*, *Diploconus nitidus*, *Dorataspis choanopora*, *Dorataspis loricata*, *Dorataspis micropora*, *Dorataspis micropora* var. *callosa*, *Hexaconus ciliatus*, *Hystrichaspis dorsata*, *Lychnaspis giltshi*, *Lychnaspis longissima*, *Lychnaspis polyancistra*, *Lychnaspis serrata*, *Lonchostaurus rhombicus*, *Phyllostaurus cuspidatus*, *Phractopelta cruciata*, *Pleuraspis costata*, *Xiphacantha alata*; 25种与西沙群岛礁盆外水域是共同的,它们是 *Acanthocolla cruciata*, *Acantholithium dicopum*, *Acanthometra pellucida*, *Amphibelone anomala*, *Amphibelone hydrotomica*, *Amphilithium clavarium*, *Dictyaspis furcata*, *Diploconus fascies*, *Diploconus nitidus*, *Dorataspis gladiata*, *Dorataspis loricata*, *Dorataspis micropora*, *Dorataspis micropora* var. *callosa*, *Haliommatidium mülleri*, *Hexaconus ciliatus*, *Hystrichaspis dorsata*, *Lonchostaurus rhombicus*, *Lychnaspis giltshi*, *Lychnaspis longissima*, *Lychnaspis polyancistra*, *Phyllostaurus cuspidatus*, *Pseudolithium compressum*, *Pleuraspis sarmentosa*, *Xiphacantha alata*, *Zygostaurus amphitectus*。所以,大部分种类不是本区所特有,而且上述以外的其它种类(*D. choanopora* 除外)一般都能在地中海以及其它海区找到。看来绝大部分种类是由海流带来,从南海暖流与调查区等辐骨虫分布的关系看,愈接近暖流区域种数和数量愈多,似乎也证明了这一点。

参 考 文 献

- 【1】 张作人、谭智源, 1964. 东海放射虫的研究 I. 等辐骨虫目. 海洋科学集刊 6: 33—78.
- 【2】 谭智源、宿星慧, 1983. 西沙群岛礁盆外水域的放射虫(等辐骨虫目). 海洋科学集刊 20: 141—156.
- 【3】 管秉贤, 1978. 南海暖流——广东外海一支逆风流动的海流. 海洋与湖沼 9(2): 117—127.
- 【4】 郑执中、郑守仪, 1964. 南海北部的浮游有孔虫. 海洋与湖沼 6(1): 38—77.

- [5] Bottazzi, E. M., 1978. Systematic-ecological aspects of Radiolaria with special reference to Acantharia. *Boll. Zool.* 45: 133—144.
- [6] Brandt, K., 1885. Die Koloniebildenden Radiolarien des Golfos von Neapel. *Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel*. 13: 1—275. Taf. 1—8.
- [7] Haeckel, E., 1860. Über neue lebende Radiolarien des Mittelmeeres. *Monatsber. der K. Preuss. Akad. d. Wissensch.* Berlin, pp. 794—817.
- [8] ———, 1862. Die Radiolarien (Rhizopoda Radiolaria). Eine Monographie. Berlin, pp. 1—572, Taf. 1—35, Mit 1 Atlas.
- [9] ———, 1881. Prodrömus Systematis Radiolarium. Entwurf eines Radiolarien-Systems auf Grund von Studien der "Challenger"—Radiolarien. *Jenaische Zeitschr. Med. Nat.* 15: 418—472.
- [10] ———, 1887. Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76. *Challenger Expedition* 18: 716—888. pl. 129—140.
- [11] Jörgensen, E., 1899. Protophyten und Protozoen im Plankton aus der Norwegischen Westküste. *Bergens Museums Aarbog*. Nr. 6.
- [12] Mielck, W., 1907. Acanthometren von Neu-Pommern. *Wiss. Meeresuntersuch.* Kiel, N. F. 10: 39—105, Taf. 4—8.
- [13] Nigrini, C. A., 1967. Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. *Univ., San Diego, Scripps Inst. Oceanogr., Bull.*, 11: 1—125.
- [14] Popofsky, A., 1904. Die Acantharia der Plankton Expedition. T. I. Acanthometra. *Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung* 3: 1—158, Taf. 1—12.
- [15] ———, 1905a. Weiteres über die Acanthometrien der Plankton-Expedition. *Arch. f. Protistenk.* 5: 339—357, Taf. 14—15.
- [16] ———, 1907. Die Nordischen Acantharien. Teil II. Acanthophracten. *Nordisches Plankton* 16: 71—90.
- [17] Schewiakoff, W., 1926. Acantharia. Fauna e Flora Golfo Napoli. *Monograf.* 37: 755, Taf. 1—46. Tab. 1—22.

THE ACANTHARIA OF THE NORTHERN SOUTH CHINA SEA*

Tan Zhiyuan and Su Xinghui

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The present paper presents the results of a taxonomic and ecological study of the Acantharia of the northern South China Sea. Specimens were collected by means of plankton net in May 1959 (0—200 m, 38 samples) and January, February 1960 (0—20 m, 22+33 samples) from the northern South China Sea. Forty-three species were identified (see Table I), of which 8 species belonging to 7 genera and 5 families are recorded for the first time from Chinese waters. They are *Acanthochiasma rubescens* Krohn, *Acanthostaurus nordgaardii* Jørgensen, *Astrolithium bulbiferum* Haeckel, *Dictyacantha tabulata* (Haeckel) (?), *Dictyacantha tetragonopa* (Haeckel), *Gigartacon fragilis* Haeckel, *Heteracon biformis* (Popofsky), *Helolithium aureum* Schewiakoff. Description of these species is given in the Chinese text.

The general trend of the distribution of Acantharia shows an increase in abundance with the increase in distance from shore. In nearshore areas they are very rare or even absent.

The species number of Acantharia is greater in offshore waters, especially in the southeastern corner of each area studied (fig. 3).

Acantharia exhibit greatest diversity in offshore waters >100 m, where salinity (> 34‰) and temperature (23°—28°C) are high and decreasing diversity towards the coast of Guangdong.

The distribution frequency and mean occurrence of each species varies. In general, species which has lower distribution frequency also has lower mean occurrence and vice versa. Sometimes some species have the same distribution frequency but their mean occurrence is very different because of their difference in abundance.

A controlling agency of the distribution of Acantharia is current. Most of the species of Acantharia found in the South China Sea are found also in the East China Sea or adjacent waters. So it is considered that most of the Acantharia are carried there by the Warm Current of South China Sea.

* Contribution No. 1016 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

图 版 说 明

图 版 (plate) I

比例尺: 1, 3, 5=100 μ ; 4, 6 = 50 μ ; 2 = 25 μ

1. 板骨网棘虫(?) *Dictyacantha tabulata* (Haeckel) (?) (IOAS-R532) 骨骼标本全形;
2. 两形异棘虫 *Heteracon biformis* (Popofsky) (IOAS-R529) 素材标本;
3. 脆葡萄核虫 *Gigartacon fragilis* Haeckel (IOAS-R528a) 素材标本;
4. 金黄太阳石虫 *Heliolithium aureum* Schewiakoff (IOAS-R527) 骨骼标本全形;
5. 红交叉棘虫 *Acanthochiasma rubescen* Krohn (IOAS-R525) 标本全形, 苏木精染色标本;
g.m.——gelatinous membrane 胶膜; s.——spine 骨针;
6. 脆葡萄核虫 *Gigartacon fragilis* Haeckel (IOAS-R528b) 洋红染色标本, 靠近骨针基端灰暗处为细胞质体

图 版 (plate) II

比例尺: 1—4=100 μ ; 6 = 50 μ ; 5 = 25 μ

- 1—4. 四角网棘虫 *Dictyacantha tetragonopa* (Haeckel), 1. IOAS-R531c 发育期标本;
2. IOAS-R531d 发育期标本, 球壳较大, 骨针较短; 3. IOAS-R531b 成体, 球壳较大, 骨针多已折断; 4. IOAS-R531a 成体, 骨骼标本全形;
5. 球根星石虫 *Astrolithium bulbiferum* Haeckel (IOAS-R526) 骨针中央星标结构。
b.c.——basic cone 基锥;
6. 诺氏十字虫 *Acanthostaurus nordgaardi* Jørgensen (IOAS-R530) 骨骼标本全形

