

学术争鸣

冲绳海槽中部表层沉积物中的放射虫^{*}

程振波 鞠小华

(国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266003)

提要 1992 年 7 月“向阳红 16 号”海洋调查船利用大洋 50 型抓斗在冲绳海槽中部(25°30′—30°N, 125°—129°E)区域内获取表层沉积物样品 88 个。表层沉积物中的放射虫定量分析结果表明;愈近海槽放射虫的数量及属、种丰度值愈高,西侧槽坡离开槽区越远,放射虫数量及属种越渐少。而东侧槽坡放射虫数量则表现了高、低值成点状分布的格局。表层沉积物中两大类放射虫的百分含量分别为泡沫虫约占 87%,罩笼虫约占 13%。另外根据分析结果,把本区分为 3 个小的沉积区:陆坡上部沉积区;陆坡下部沉积区;海槽底部沉积区。

关键词 放射虫 冲绳海槽 表层沉积物

学科分类号 Q913

冲绳海槽属东海陆架的一部分,以前曾有不少学者对东海陆架沉积物的放射虫进行过研究(谭智源等,1976,1982;王汝建等,1996),上述部分属于放射虫分类、生态方面的研究;部分属应用研究。本文基于对放射虫定量分析的结果,借助于前人的资料,把基础研究与应用研究相结合,较系统地探讨了冲绳海槽中部表层沉积物中放射虫的种类组成、数量、属种分布、分区,壳体与沉积物和水体等诸多因素的关系。

1 样品处理

称取 10g 干沉积物样品于蒸发皿中加水浸泡,然后放 3ml 过氧化氢溶液氧化掉有机质,再加少许 95% 的浓盐酸以除去钙质。对除钙后的样品用孔径 0.063mm 的铜筛筛洗,置砂浴上烘干后用万分之一电子天秤称取一定量的烘干样品制片,用加拿大树胶封片,然后在透射显微镜下进行鉴定统计,并换算出每克干样中的放射虫数量。共鉴定分析了 88 个表层沉积物样品,采样站位见(图 1),对每一样品分别做了放射虫数量统计。同时对大部分种作了普通显微照相。

2 结果与讨论

2.1 表层沉积物中的放射虫壳体

2.1.1 种类组成 本区表层沉积物中的放射虫壳体数量较为丰富,属种丰度也较南黄

* “八五”国家科技攻关项目,大陆架及邻近海域勘查和资源远景评价研究成果之一。程振波,男,出生于 1956 年 10 月,副研究员, Fax: 0086-0971-2879562

收稿日期: 1996-07-16, 收修改稿日期: 1998-07-12

海及近海陆架区高。共发现鉴定放射虫 106 种，主要是泡沫虫 (Spumellaria) 和罩笼虫 (Nassellaria) 两目 (图 1)。在个别站位见有稀孔虫目 (Phaeodaria) 的分子。从所分析的表层样的统计数字看，泡沫虫类约占放射虫总数的 87%，其中球虫亚目 (Sphaeridea) 占 10%—33%，一般为 20% 左右。此亚目中百分含量最高的数胶球虫科 (Collosphaeridae)，占 4.72%—25%，一般为 12.77%；其次为光滑球虫科 (Liosphaeridae) 占 1.2%—7.69%，一般为 5.04%；其它各科的含量一般均小于 4%。梅子虫亚目 (Pruniodea) 占 4%—12%，一般为 6% 左右。这其中又以馒头虫科 (Panartidae) 最为丰富，占 4.28%—10.61%，一般为 7% 左右。盘虫亚目 (Dicoidea) 占 6%—56%，一般为 30% 左右，其中最优势分子为海绵盘虫科 (Spongodiscidae)，占总数的 2.2%—32.86%，一般为 18.83%；其次孔盘虫科 (Porodiscidae) 占 3.75%—16.48%，一般为 10.70% 左右。炭篮虫亚目 (Larcoidea) 占 3%—50%，一般为

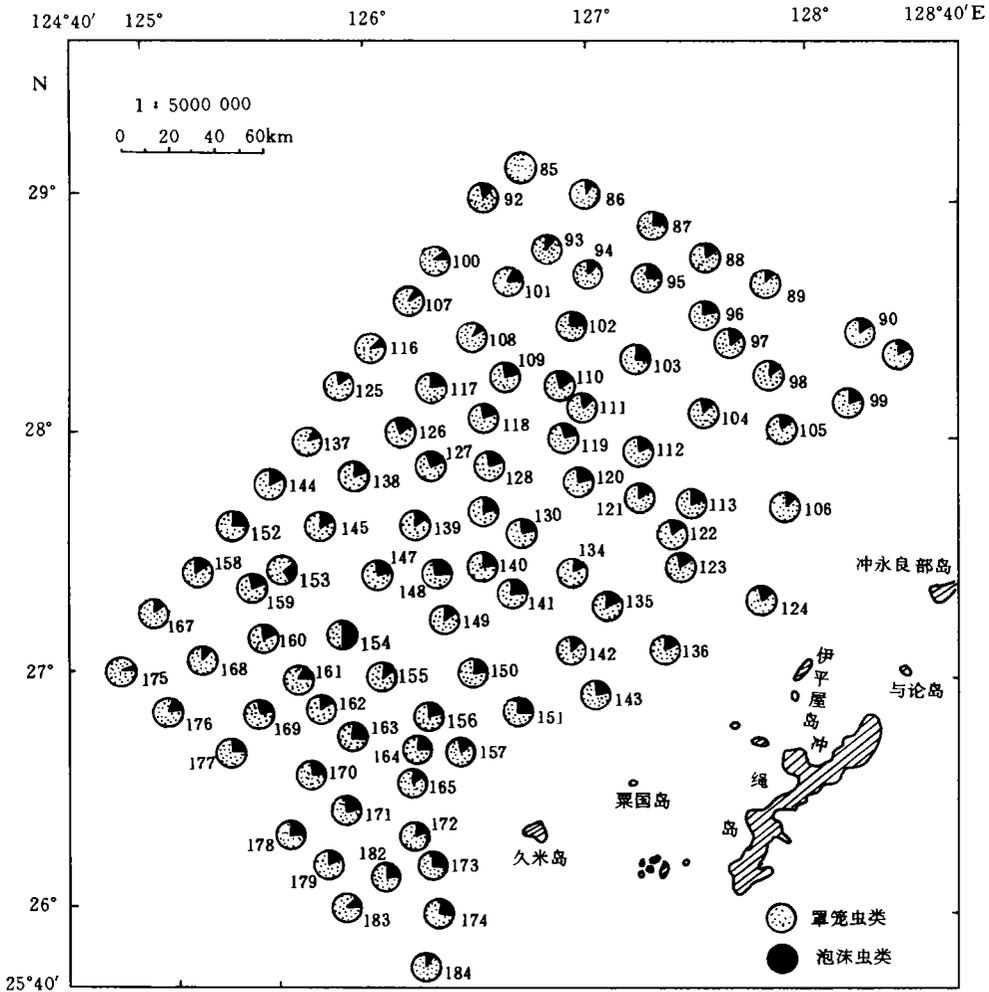


图1 冲绳海槽中段表层沉积物中两大类放射虫的百分含量对比

Fig.1 Comparison of the contents (%) of Spumellaria and Nassellaria from the surface sediments in the middle part of the Okinawa Trough

25%，其中优势分子为门孔虫科(Pylonidae)，占 5.1%—31.34%，一般为 20.83%，其它各科的含量一般均小于 10%。

罩笼虫目(Nassellaria)约占放射虫总量的 13%，其中编网虫亚目(Plectoidea)约占 4.55%，(主要是编网虫科的分子)。篓虫亚目(Spyroidea)约占 20%(主要以双眼虫科、盔篮虫科、条篮虫科分子为主)。笼虫亚目(Cyrtoidea)在罩笼虫目中所占成分最多，为 10%—85%，一般在 50% 以上，其中主要为足篮虫科(Podocyrtidae)、神篓虫科(Theocyrtidae)、花篮虫科(Anthocyrtidae)、三足篮虫科(Tripocyrtidae)、石毛虫科(Lithocampidae)等(谭智远等, 1976, 1982; Haeckel, 1862, 1887)。

2.1.2 常见属种特征及总量分布 本区放射虫数量及属种丰度值较高的站位于海槽的中、北部，其走向呈现东北—南西向伸延(图 1、图 2)。这些站位是 94, 95, 106, 112, 120, 121, 122, 134, 140, 149, 163, 164 和 171 站，其丰度值约每克干样 100 枚以上，特别是 120, 121, 122 站，放射虫总量达到 200 枚以上。上述各站中放射虫的属种一般达几十种，最高者达 55 种。而在每克干样中不足 10 枚壳体的站位是 85, 100, 123, 124, 144, 145, 160, 161, 152, 159, 175, 176, 182 和 183 站等。其中 100, 154, 161, 183 等站的放射虫均不足 2 枚(以每克干样计算)，且在属种上表现出少而单调(图 1、图 3)。

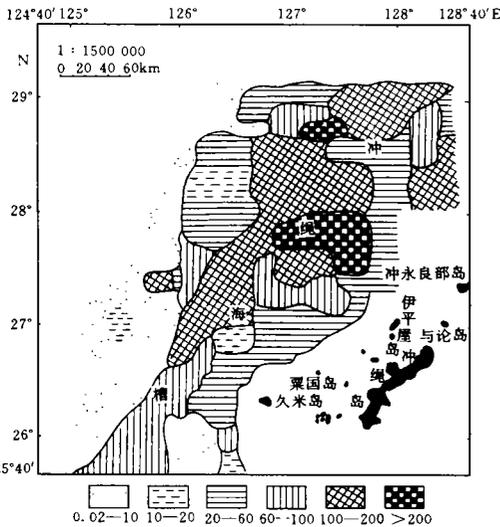


图 2 冲绳海槽中段表层沉积物放射虫数量分布图(枚 / g)

Fig.2 Distribution of radiolaria numbers from the surface sediments in the middle part of the Okinawa Trough

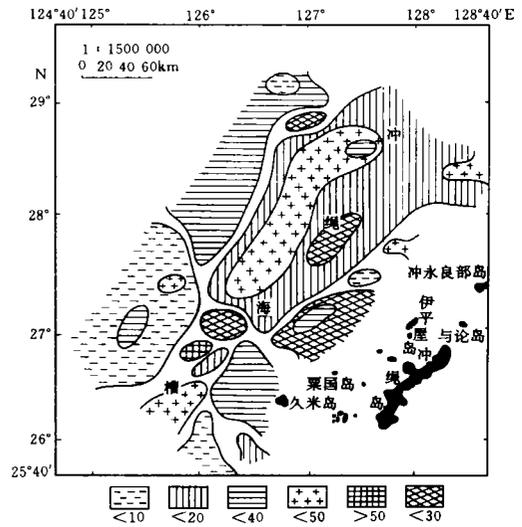


图 3 冲绳海槽中段表层沉积物中放射虫种数分布

Fig.3 Distribution of radiolaria species from the surface sediments in the middle part the Okinawa Trough

本区内较多和较常见的放射虫属、种有: 刺尖球虫(*Acrosphaera spinosa* Haeckel)、四房馒头虫(*Ommatartus tetrathalamus* Haeckel)、多管管球虫(*Siphonosphaera polysiphonia* Haeckel)、丘尖球虫(*Acrosphaera collina* Haeckel)、秀美壳虫(*Euchilonia elegans* Ehrenberg)、海绵盘虫(*Spongodiscus* sp.)、棒网虫(*Dictyocoryne profunda* Ehrenberg)、三

斑棒网虫 (*Dictyocoryne trimaculatum* Tan & Tchang)、格里可荚球虫 (*Thecosphaera grecoi* Vinassa de Regny)、空球虫 (*Cenosphaera* sp.)、刺太阳盘虫 (*Heliodiscus echiniscus* Haeckel)、星太阳盘虫 (*Heliodiscus astericus* Haeckel)、多角针网虫 (*Stylodictya polyacantha* Popofsky)、拱光眼虫 (*Actinomma arcadophorum* Haeckel)、萨可光眼虫 (*Actinomma saccoi* Carnevale)、大六柱虫 (*Hexastylus dimensivus* Haeckel)、六柱虫 (*Hexastylus* sp.)、钟乳石枝球虫 (*Cladococcus salatiles* Haeckel)、六矛虫 (*Hexalonche* sp.)、炭篮虫 (*Larcopyle butschii* Dreyer)、厚单环带虫 (*Monozonium pachystylum* Popofsky)、苍子石太阳虫 (*Lithelius xanthiformis* Jørgensen Tan et Su)、转棘旋壳虫 (*Streblacantha circumtexta* Jørgensen)、螺石太阳虫 (*Lithelius spiralis* Haeckel)、六枪虫 (*Hexacantium* sp.)、蛇花篮虫 (*Anthocyrtidium ophirensense* Ehrenberg)、美丽袍虫 (*Lamprocyclus maritilis* Haeckel)、鸟帽虫 (*Theopilium cranoides* Haeckel)、卵果蓬虫 (*Carpocanopsis obovata* Tan et Su)、长颈圆头虫 (*Theocorythium trachelium* Ehrenberg)、辄环虫 (*Zygocircus* sp.)、钟翼盔虫 (*Pterocorys campanula* Haeckel)、长脚翼篮虫 (*Pterocanium praetextum* Ehrenberg)、果篮虫 (*Carpocanium* sp.)、石蜂虫 (*Lithomelissa* sp.)、裙窗袍虫 (*Clathrocyclas alcmenae* Haeckel)、梯旋笼虫 (*Spirocyrtis scalaris* Haeckel)、节帽虫 (*Slichopilium* sp.)。除上述常见种外,本区内稀有种的出现有较大差异,多者占放射虫总量的 5% 以上,少者仅有个别出现。

2.1.3 优势种及两大类放射虫分布特征对比 本区内数量最多的优势种为四叶四门孔虫 (*Tetrapyle quadriloba*), 尤其在海槽的中北部, 其丰度一般列其它种类的放射虫之首。在有些岛礁之间的水深较深的站位亦有不连成片的分布点。从全球分布情况看, 这个种为分布较广的暖水种, 对环境的适应力强。秀美壳虫 (*Euchitonia elegans*), 此种在本区的分布区域与四叶四门孔虫比较则显得区域性更强, 海槽区及紧靠海槽中轴线两侧区域数量较多, 而愈向两侧槽坡数量锐减。据 Ling (1972) 报道, 本种为暖水性表层种 (Nigrini, 1968)。四房馒头虫 (*Ommatartus tetrathalamus*), 此种在本区分布较多。从各站位分析资料所获取的统计数字看, 从槽区向两侧随着罩笼虫类的减少, 其百分含量有逐渐增加的趋势。这与其自身骨以及外界的环境因素有关。刺尖球虫 (*Acrosphaera spinosa*), Ling (1972) 报道, 在印度洋低纬度至中纬度区的分布均较疏 (Nigrini, 1967)。而该种在本区内的分布数量则较其它种稳定。它的分布模式与四房馒头虫基本相似, 从海槽中央到两翼槽坡, 其百分含量愈高。另外, 以两大类放射虫的分布特征作一比较也不难发现, 从两翼到海槽罩笼虫类的数量在不断增加, 而泡沫虫则恰恰相反, 其原因主要与两大类放射虫的自身结构与保存条件有关。

本区表层沉积物中的放射虫基本反映了热带暖水放射虫群落的组合特点, 但就其单位面积内放射虫的数量及属、种丰度而言, 与以前所做的中太平洋北部表层沉积物中的放射虫比较又相差甚远。另外, 纵观放射虫总量分布图 (图 2) 也不难看出: 放射虫的密集区正好属海槽槽底区, 而放射虫分布的疏松区则在两翼槽坡区, 西侧槽坡尤为明显。同时作者也发现, 由于该研究区地质条件复杂, 也出现了在某些小区域与大趋势不相吻合的现象。如 153, 146, 174 号站, 在水深、水温与邻近站位条件相同的情况下, 放射虫的数量却相差甚远, 造成这种分布差异的原因有待作进一步研究。

2.2 水温、盐度对表层沉积物中放射虫数量分布的影响

水温对放射虫分布的影响不少学者已做过详细研究,其中 Haecher 早在 1904 年就证实了靠近两极的海域放射虫分布在较浅的水层内,而在赤道区则分布在较深水层的分布特点。另外,盐度也是影响本区放射虫分布的重要因素之一。在以往所做的大洋沉积物样品分析中,区域盐度变化不大,所以盐度对放射虫的影响甚微;而在本研究区内,由于入海河流象长江、钱塘江等沿岸大河大量注入淡水,致使盐度的变化较大,所以放射虫的数量上也表现出明显差异性。本区放射虫的密集区在海槽中部,这与黑潮的主流方向基本吻合。大量的高温、高盐放射虫种类被黑潮携到此处栖息、繁殖,这里的水温在 23℃ 左右,区域盐度年总平均值 ≥ 34 , 有比较适宜放射虫栖息的水温、盐度条件,故其数量及属、种丰度均较高。而在海槽区西翼近陆架区,由于沿岸冷水的影响,水温变化大,一般 $\leq 20^\circ\text{C}$, 盐度一般在 31 左右,这种不利于放射虫生存、繁殖的温盐条件,正是放射虫数量日趋减少的原因。

2.3 黑潮对本区放射虫壳体的影响

Cleve (1900) 曾报道,大量的浮游生物放射虫生活在大西洋海流之中。这就是说:海流直接影响到放射虫组合分布。同时也正因为海流的搬运与携带使放射虫形成了若干地理区。如: Petrushevskaya (1971) 通过从 Bengal 湾到南极大陆架之间的 70 多个岩心表层样品的分析,划出了 5 个主要放射虫生物地理组合(即热带组合、亚热带组合、南极组合、双向组合和全球组合),这些组合中的放射虫因海流的变化而不同。在本区,黑潮从赤道外洋带入了丰富的放射虫,沿 200—1 000m 等深线北上,主流与海槽的主轴线基本一致。(Cheng *et al.*, 1993; 程振波等, 1995, 1996),这对于放射虫的繁殖生长、搬运起着举足轻重的作用,致使本区放射虫数量丰富,属种繁多。

另外,柱状沉积物中分布较广的比较典型的大洋暖水种四叶四门孔虫的分布变化也进一步证实了海流对放射虫壳体分布的影响。以 155 号岩心为例,此种含量在该岩心 335 cm 以下的沉积物中仅占放射虫总量的不足 10%;而在 335cm 以上的沉积物中,它的含量骤增至 12.5%,有的样品中甚至超过 15%。在岩心顶部的样品内,其丰度又趋于减少。作者认为:造成这种变化的主要因素与黑潮暖流有关。

2.4 沉积物的粒度、成分与放射虫壳体的关系

由图 2 可清楚地看出,放射虫壳体在表层沉积物中的分布与底质情况关系密切。根据分析结果,将研究区划分为 3 个沉积区。

2.4.1 陆坡上部沉积区(海槽西侧斜坡)

水深一般在 150—500m 之间,沉积物主要以中粗、细砂为主,砂的含量在 80% 以上,砂级物质中绝大多数为有孔虫壳体,含量达 20%

表1 表层沉积物中放射虫的丰度

Tab.1 Abundance of radiolaria in the surface sediments

| 地貌单元 | 陆架外缘 | 陆 坡 | | 海 槽 | |
|-----------|---------|---------|-----------|-------------|--------|
| | | 上部 | 下部 | | |
| 水深(m) | 110—150 | 150—500 | 500—1 000 | 1 000—1 500 | >1 500 |
| 平均丰度(枚/g) | 9 | 110 | 193 | 232 | 113 |
| 种数 | 8 | 30 | 41 | 40 | 40 |
| 样品个数 | 18 | 14 | 14 | 36 | 6 |

以上,而放射虫壳体平均含量为每克干样 110 枚。

2.4.2 陆坡下部沉积区 水深一般为 500—1 000m 之间,沉积物成分随着水深加大粒度变小,主要沉积物为粉砂、泥质粉砂,放射虫丰度也迅速增加至每克干样大于 180 枚。

2.4.3 海槽底部沉积区 海槽底部的水深平均为 1 000—1 500m。沉积物成分主要为泥质粉砂或粉砂质泥。放射虫丰度高,属种丰富,平均每克干样中放射虫的数量超过 200 枚(表 1)。

3 结论

3.1 本区表层沉积物中的放射虫壳体愈近海槽区其数量及属种丰度值愈高,西侧槽坡离开槽区越远,放射虫数量及属种越渐少。东侧槽坡由于海底地形的崎岖变化,使放射虫数量也表现出高、低值成点状分布的格局。

3.2 表层沉积物中的放射虫壳体以泡沫虫类为主,约占总数的 87%;而罩笼虫类仅占 13%。这种区势从海槽向两翼有所不同,愈近陆架泡沫虫含量愈高,愈近海槽罩笼虫含量愈增。

3.3 表层沉积物中放射虫的分布与水温、水深、盐度、海流诸因素关系密切,同时也受到沉积物成分、粒度的影响。根据分析结果,把本区分为 3 个小的沉积区:陆坡上部沉积区;陆坡下部沉积区;海槽底部沉积区。

致谢 承蒙国家海洋局第一海洋研究所研究员刘振夏审阅,谨志谢忱。

参 考 文 献

- 王汝建 陈荣华, 1996. 冲绳海槽南部表层沉积物中放射虫的研究. 同济大学学报, 24(6): 670—675
- 程振波 傅命佐 鞠小华, 1996. 渤海海峡和辽东半岛海岸带黄土中的古生物化石的地质意义. 海洋地质与第四纪地质, 16(1): 85—94
- 程振波, 1995. 渤海东侧海岸带黄土中的放射虫. 海洋科学, 6: 59—64
- 谭智源 张作人, 1976. 东海放射虫的研究 II. 泡沫虫目、罩笼虫目、稀孔虫目和棒矛虫目. 海洋科学集刊, 11: 217—314
- 谭智源 宿星慧, 1982. 东海大陆架沉积物中的放射虫. 海洋科学集刊, 19: 129—216
- Cheng Zhenbo, Li Peiying, Fu Mingzuo *et al*, 1993. Fossil Radiolaria and Planktonic foraminifera in the Coastal Loess in Eastern China. In: Institute of Oceanology, Academia Sinica ed. Proceedings of the 2nd International Symposium on Marine Science in Yellow Sea. Qingdao: Qingdao Ocean University Press. 217—225
- Cleve P T, 1900. Notes on some Atlantic planktonic-organisms. Kgl Sevenska Ventensk Akad Handl, 34(1): 1—22
- Haeckel E, 1862. Die Radiolarien (*Rhizopoda radiolaria*) Eine Monographie. Berlin: Georg Reimer, 1—572, Taf 1—35
- Haeckel E, 1887. Report on the radiolaria collected by H. M. S. challenger during the years 1873—1876 "Chall" rept Ecology, 18: i-clxxxviii, 1—1 803, pls 1—140
- Haecher V, 1904. Bericht über die Tripyleen-Ausbeute der Deutschen tiefsee—Expedition Verhandl. Deutsch Zool Ges, 14: 122—156, Text figs 1—21
- Ling H Y, 1972. Polycystine radiolaria from Surface Sediments of the South China Sea and adjacent Seas of Taiwan. Acta Oceanographica Taiwanica, 159—178, pl 1—2
- Nigrini C A, 1967. Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. Bull Scripps Inst

Oceanogr tech Ser, 11: 1—106, pls 1—9

Nigrini C A, 1968. Radiolaria from eastern tropical Pacific sediments. *Micropaleontology*, 14(1): 51—63, 1pl
16 figs 2 tabs

Petrushevskaya M G, 1971. Radiolaria in the Plankton and recent sediments from the Indian Ocean and Antarctic. *The Micropalaeontology of Oceans*, 319—329

RADIOLARIA FROM THE SURFACE SEDIMENTS IN THE MIDDLE OKINAWA TROUGH

CHENG Zhen-bo, JU Xiao-hua

(*First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao, 266003*)

Abstract The Okinawa Trough is a part of the East China Sea. Scientists have studied the trough and have achieved a lot. In this paper, the numbers of radiolaria, the distribution of genera and species, the division of radiolaria and the correlation among the radiolaria shells, and the sediments and the water are systematically studied, using 88 surface sediment samples with the quantitative analysis collected by R/V Xiang Yanghong 16 from the middle part of the Okinawa Trough (25°30' N to 30° N, 125° E to 129° E) in July 1992, together with historical data. The results show that in this area, the quantity and the abundance of genera and species for the shells of radiolaria in the surface sediments are high near the Okinawa Trough. The radiolaria are present in different quantities on the eastern slope of the Okinawa Trough, where the bottom is regged and rough. Radiolaria shells are mainly Spumellaria and account for 87% of the total shell quantity; Nessellaria amount for 13% in the surface sediments. There is a difference between the trough and its two sides. The Spumellaria content is relating large near the slopes, whilst the Nessellaria content is relatively high in the trough. The distribution of radiolaria in the surface sediments is closely related to water temperature, water depth, salinity and current. At the same time, it is influenced by sediment composition and grain size. Based on the analysis, this region can be divided into three sediment areas: the upper continental slope; the lower continental slope; and the central trough.

Key words Radiolaria Okinawa Trough Surface sediments

Subject classification number Q913