

东海毛颚动物夏季垂直分布*

林雅蓉

(中国科学院海洋研究所)

摘要

本文材料取自范围为 123° — 129° E, $26^{\circ}30'$ — $32^{\circ}30'$ N的东海。主要在水深超过80米的测站进行垂直分层采集。采集层次为0—50米, 50—100米, 100—250米, 250—500米, [500—1000米, 1000米一底。网具用附闭锁装置的大型浮游生物网。资料的整理系沿200米等深线划分为两部分(A区和B区)进行计算和分析。经鉴定的毛颚类计4属21种, 它他大多数分布于100米上层, 数量和种类随着深度的增加而减少。优势种肥胖箭虫分布于0—250米, 少数能分布更深, 但数量集中于100米上层。2个近似种——海龙箭虫与百陶箭虫的垂直分布有所不同, 前者几乎只在A区, 主要在50—100米; 后者A、B区皆有, 50米上层居多。微箭虫的分布有避开表面的趋势。第一次采到大头箭虫、拟漂移箭虫和钩刺真箭虫等个别标本。钩刺真箭虫是冷水种, 分布深度随纬度而异。

继东海毛颚动物平面分布的研究(林雅蓉, 1982)以后, 我们又根据1978年的材料, 研究毛颚动物在东海的垂直分布。此项研究国内报道不多, 已知的有李冠国等(1964)、郑重等(1965)和陈清潮等(1978), 但国外很早就开展这方面的工作[Fagetti(1972)、Kotori(1976)对此有较详细的介绍]。就东海而言, 毛颚动物的垂直分布研究, 基本上尚属空白。

浮游生物的垂直分布研究是一个比较复杂的海洋生物生态学问题, 因为所涉因素很多(Banse, 1959; Bougis, 1976; Longhurst, 1976; Russell, 1927), 本文仅就现有的材料作一些初步探讨。

一、材料与方 法

材料来源为中国科学院海洋研究所调查船“金星号”在东海陆架区及其邻近海域的综合调查中所采集的浮游动物样品。1978年5月27日—7月3日, 在 123° — 129° E, $26^{\circ}30'$ — $32^{\circ}30'$ N水深超过80米的测站进行垂直分层采集, 这些站位绝大多数都在 124° E以东, 只有一个在 123° E的福建外海。采集网系大型浮游生物网(中国科学院海洋研究所浮游生物组, 1959), 附闭锁装置。采集层次为: 0—50米, 50—100米, 100—250米, 250—500米, 500—1000米, 1,000米一底。采得样品计78号。此外, 还分析了1976年6月25日—7月23日在 127° E以西的陆架浅海采集的样品35号, 由于测站深度都在百米以内, 所以采集水层的层距较小, 为0—25米, 25—50米, 50米一底。采集网的口径为50厘米, 长226厘米, 52GG筛绢制成。因为时间不同, 网具不同, 这35号样品分析的结果仅作参考。

样品分析采用个体计数法, 以个数/100米³为计算单位。

由于没有进行定点昼夜连续采集, 所以作图时把各站的采集时刻顺序排列(日期不按顺

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第851号。

王克同志协助清绘附图, 山东海洋学院李冠国教授、中国科学院海洋研究所刘瑞玉教授和管秉贤副教授对本文提供过宝贵意见, 特此致谢。本文所用的水文资料主要由本单位水文组提供。此外尚参考日本气象厅“海洋气象观测资料(JMANo.64 1978年7—9月)”及“黑潮开发利用调查研究资料报告(KER No.2 1978年4月—1979年3月)”等。

序), 作为昼夜垂直分布的参考。

为了能对陆架内外的垂直分布分别有所了解, 我们沿200米等深线将文中论述的海域划分为两部分: 小于200米的陆架区 (简称A区, 平均水深123米) 和大于200米的深水区 (简称B区, 平均水深968米), 这样也有助于部分地消除水深的限制对于垂直分布面貌的影响。

二、结 果

此次鉴定的种类计有21种, 比前次调查(林雅蓉, 1982)多3个深水种: 大头箭虫(*Sagitta macrocephala*), 拟漂移箭虫(*Sagitta zetesios*) 和钩刺真箭虫(*Eukrohnia hamata*)。前两种在东海是首次记录。可能由于调查范围及调查时间的原因, 此次没有采到强壮箭虫。

首先应着重介绍的是肥胖箭虫(*Sagitta enflata*), 因为它在东海是优势种。肥胖箭虫的垂直分布自0—250米, 但99%在100米上层, 其中75%在0—50米(图1 A、B)。

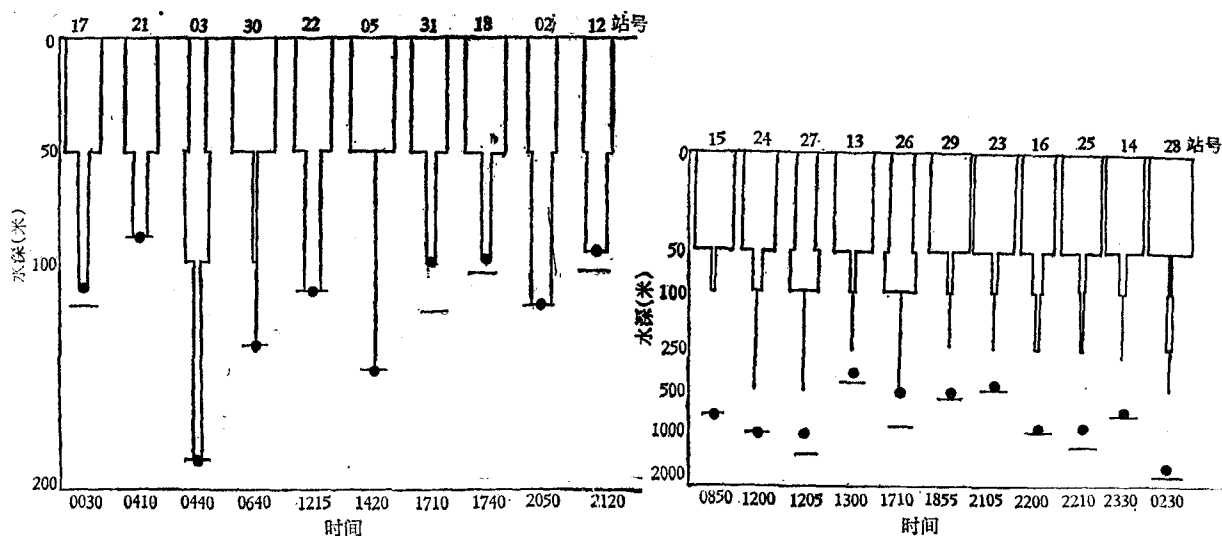
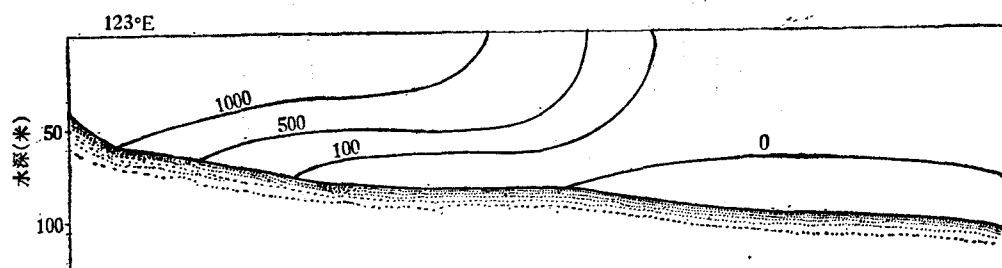


图1 肥胖箭虫的垂直分布 A: A区 B: B区
比例尺 50 0 50 短杆示水深, 圆点示采集深度 (所有柱形图均同此例)

Fig.1 Vertical distribution of *Sagitta enflata* A: area A, B: area B. The hyphen indicates water depth, and the dot indicates the collection depth (All the columnar diagrams are the same as the example)

以往曾认为肥胖箭虫是暖流种, 一般出现在近岸水与外海水的交汇水域, 可能是随外海高温高盐水自下层楔入的。但是, 从垂直分布看, 它主要分布于50米上层。从此一时期的平面分布看, 0—50米的平面分布也反映出总的平面分布 (用大型浮游生物网自底到表垂直拖, 水深大于200米者自200米到表垂直拖) 趋势, 此时数量较集中于表层温度不低于20℃的水体中。参考1976年肥胖箭虫在29°30'N断面的垂直分布资料, 也看出当时出现于近海交汇水域的密集区, 数量集中于50米上层 (图2)。因此, 自下层楔入的说法看来不能成立。根据以往平面分布的研究结果, 我们认为肥胖箭虫作为暖流指标种不够理想, 通过垂直分布研究, 进一步排除了肥胖箭虫作为暖流指标种的可能性。

图 2 29°30'N断面肥胖箭虫的分布 (个/100米³, 1976年)Fig. 2 Vertical distribution of *Sagitta enflata* in 29°30'N section (individuals/100m³, in the year 1976)

29°N以南水深上千米的深水站, 少数肥胖箭虫能分布到250—500米°

分类上一度误作同一种的海龙箭虫*Sagitta nage*与百陶箭虫*Sagitta bedoti*不但平面分布有所不同, 甚至垂直分布也有差别。前者几乎只在A区, 自表一底都有, 以50—100米较多(超过50%), 极个别虽在B区出现, 但也仅见于50—100米层; 后者A、B区皆有, 以0—50米居多(75%以上)。图3所示横贯陆架内外某个断面的情况便是其中的一例。造成这种差

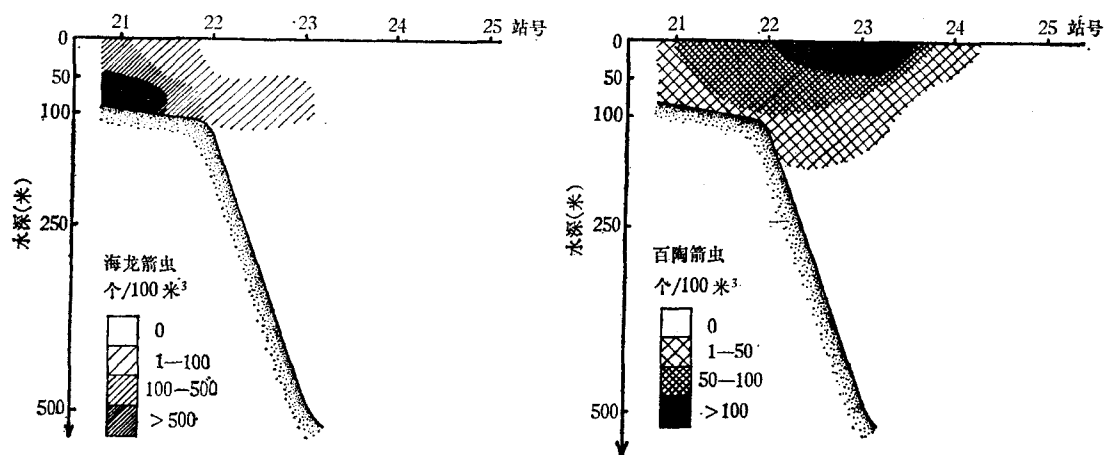


图 3 28°30'N断面两种箭虫的分布

Fig. 3 Vertical distribution of the two chaetognaths in 28°30'N section

别的主要原因可能是这两种箭虫不同的适温性。夏季, 东海海面水温普遍升高, 暖水性的百陶箭虫多数分布于广阔的表层暖水中, 但在交汇区, 20—50米之间或50米之下由于冷水楔入的影响, 水温稍低, 与表层的水温差值达2—3℃左右, 暖温带性的海龙箭虫分布较深可能与此有关。

关于海龙箭虫垂直分布, Nagasawa等在日本骏河湾(Suruga Bay)也有过报道(Nagasawa et al., 1975)

黑潮指标种太平洋箭虫*Sagitta pacifica*在A区的垂直分布与肥胖箭虫很相似, B区50%以上的个体白天分布于50—100米(图4 A、B)。

我们曾经提到, 微箭虫*Sagitta minima*的垂直分布有趋向于下层的可能(林雅蓉, 1982), 根据目前资料, 虽然85%的个体分布于100米上层, 但其中45%在50—100米(图5 A、B)。

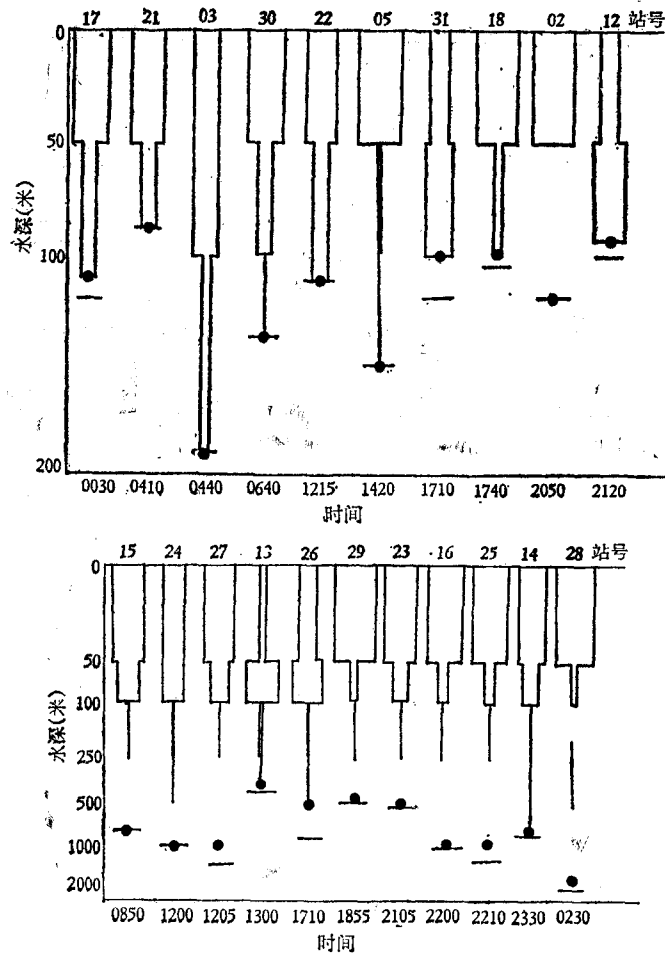


图 4 太平洋箭虫的垂直分布
Fig. 4 Vertical distribution of *Sagitta pacifica*

本调查由于垂直分层采集的层距较大, 所以我们又参考1976年的资料, 其中就0—50米而言, 有80%的个体出现于25—50米, 20%在0—20米, 而且这20%的个体是在午夜和黎明采到的。看来它的垂直分布非自表面开始, 而是趋于25米以深的水层。

据研究, 西地中海微箭虫的成体和幼体同在黎明和黄昏上升, 并有回避表面的趋势。

微箭虫在三大洋的暖水和温水都有分布 (Alvarino, 1964b), 一般在水团汇合处数量较多 (Bieri, 1959; Fagetti, 1972; Tokioka, 1959), 为上层浮游生物 (在150—200米以上水层)¹⁾ (Alvarino, 1967; Fagetti, 1972; Furuhashi, 1961)。不过, 有些例子表明它也能分布于中层, 有时甚至以100—300米为主, 所以Bieri(1959)把它划为中层种。

粗壮箭虫 *Sagitta robusta* 和凶形箭虫 *Sagitta ferox* 的数量不多, 但分布面尚广, 尤其是前者。垂直分布水层主要在0—50米 (90%以上)。少数幼体在B区分布至100—250米。

正箭虫 *Sagitta regularis* 和小箭虫 *Sagitta neglecta* 的分布趋势相近似。垂直分布于0—

1) 垂直带的划分各作者不一, 这里根据的是Alvarino(1964)。

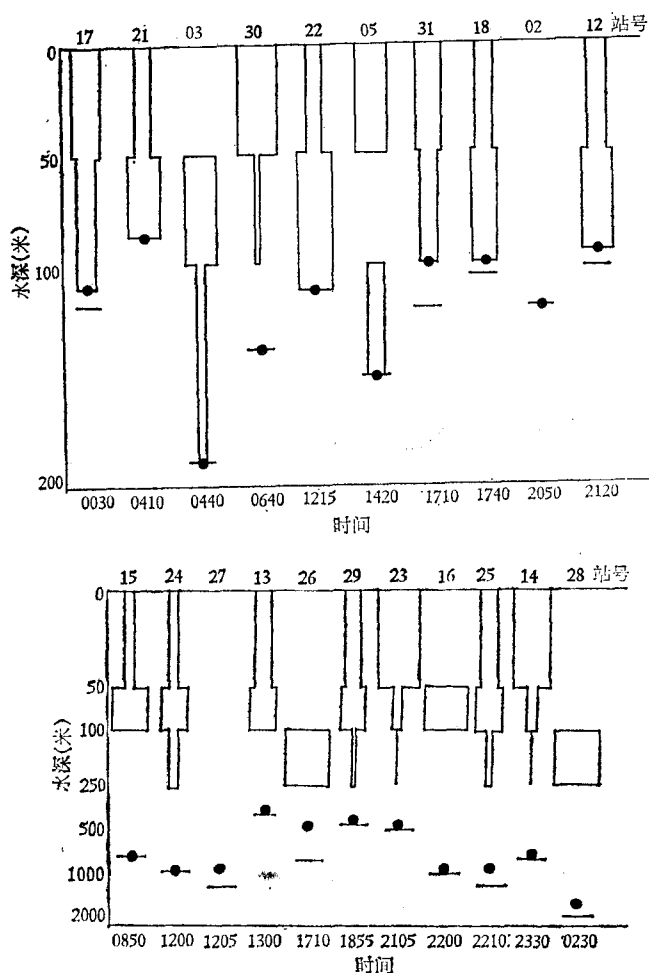


图 5 微箭虫的垂直分布
Fig. 5 Vertical distribution of *Saitta minima*

100米, 但75%以上在0—50米层。在B区, 个别个体能达100—250米。

本次调查, 丽箭虫*Sagitta pulchra*在黑潮区比1976年同期有较多的出现。由于数量少, 因而有的测站分层采集时没有采到, 而是在该站自底到表(或200米到表)的垂直拖网中见到1—2个个体。它在A区和B区的垂直分布几乎全在100米上层, 其中80%集中分布在0—50米层。从时间上看, 分布在0—50米层的个体主要在傍晚和黎明之间采到, 而50—100米层的个体则是白天采到的。

在调查期间观察到, 龙翼箭虫*Pterosagitta draco*的垂直分布与温度的关系相当密切, 温度越高, 数量越大; 温度低于15—20℃时开始消失。其分布趋势与等温线的走向颇为一致(图6A、B)。99%的龙翼箭虫分布在0—100米, 其中65%左右在0—50米层。

太平洋镖虫*Krohnitta pacifica*垂直分布于0—100米上下, 90%在50米上层。B区有少数能分布至100—250米(甚至更深一些)据多数人研究, 它是上层种类, 但个别作者发现它也能生活在上层偏下的水体中(Jumao-As et al., 1975)。这一属的另一个种纤细镖虫

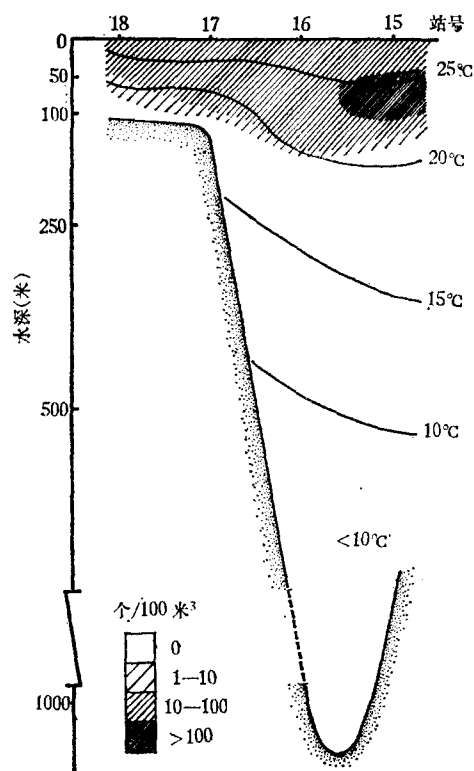


图 6A 29°30'N断面龙翼箭虫和水温的分布
Fig.6A Vertical distribution of *Pterosagitta draco* and water temperature in 29°30'N section

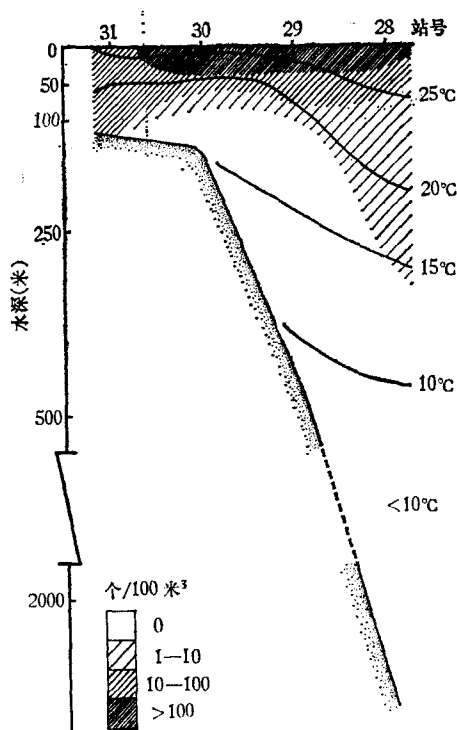


图 6B 26°30'N断面龙翼箭虫和水温的分布
Fig.6B Vertical distribution of *Pterosagitta draco* and water temperature in 26°30'N section

*Krohnitta subtilis*较太平洋钺虫少见,垂直分布也深得多,几乎只分布于B区。它的分布稍为特别:29°N以北自0—250米或稍深,88%在0—100米,其中50%在50—100米;29°N以南达250—500米,个别甚至达1,000米上下,但90%以上在50—500米(其间各层比例大致相同:50—100米占28%,100—250米占32%,250—500米占33%),0—50米很少(图7)。

纤细钺虫在世界其他海区的垂直分布情况也是不全一样的。不过,或上层或中层,或近海或外海均随它所在的水体而变化(Jumao-As et al., 1975)。Furuhashi(1961)观察到这种箭虫分布较深,在日本小笠原海脊以西,外海较黑潮普遍,在水温较低而氯度较高的外海样品中出现较多(Furuhashi, 1961)。

六翼箭虫*Sagitta hexaptera*也是一个主要分布于B区的种类。在A区基本上出现于陆架边缘。它的分布深度在A区为0—100米,70%在50米上层。在B区深达500米上下,80%在100米上层,但50米上层只占36%,约有8%的个体在29°N以南分布到250—500米(图8)。我们采到的标本多系幼体,成体很少。白天采到的成体来自250—500米,黄昏采到的来自50—100米,到了晚上,50—100米层和0—50米层均有采到,表现出成体对光比较敏感的特性。这种现象在幼体并不明显,采自较深层次的幼体有的比采自较浅层的个体大。

琴形箭虫*Sagitta lyra*的分布较六翼箭虫更不普遍,垂直分布水层更深。不过我们只看到它的幼体。A区,只个别出现于陆架远缘50—100米水层。B区,65%分布于50—250米

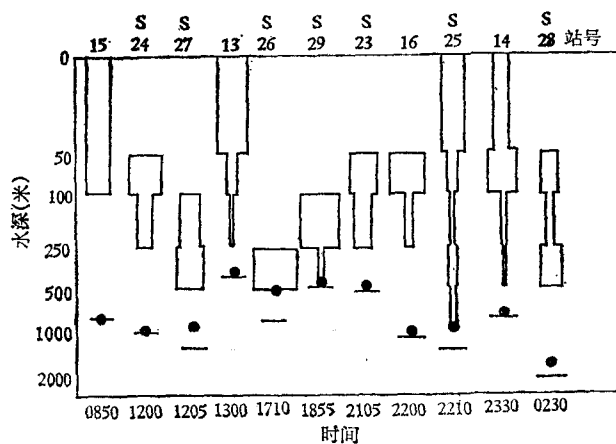


图 7 纤细箭虫的垂直分布 (有“S”者为29°N以南的测站)
Fig. 7 Vertical distribution of *Krohnitta subtilis* (“S” the station south of 29°N)

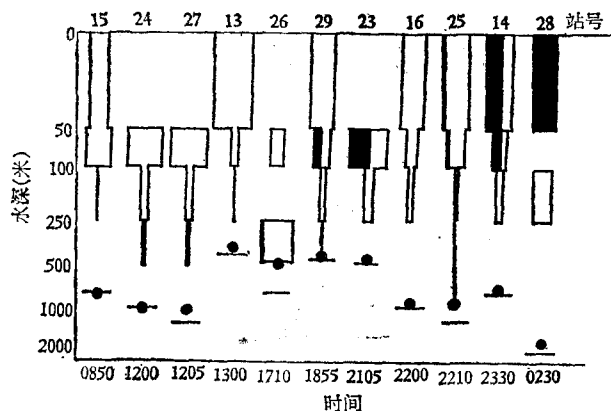


图 8 六翼箭虫的垂直分布 (黑色的部分为成体所占比例)
Fig. 8 Vertical distribution of *Sagitta hexaptera* (The black part is the proportion of adult)

(37%在50—100米, 28%在100—250米); 将近30%的个体在29°N以南分布至250—500米。

多变箭虫 *Sagitta decipiens* 也是分布较深的种类。A区, 水深不到100米的测站没有采到; 大于100米的测站78%分布于50—100米, 50米上层未见。B区, 垂直分布自0—1000米, 75%以上分布于100—500米, 但以100—250米比较集中, 约占45%, 另30%左右的个体主要分布于29°N以南250—500米; 分布于100米上层的个体不足1/4, 0—50米更少, 主要是在夜间采到一些幼体 (图9 A、B)。个别测站的幼体中混合分布着一些躯体薄软透明, 眼色素短小的个体, 颇似Tokioa的 *Sagitta neodecipiens* (Nagasawa *et al.*, 1975)。

多变箭虫为中层 (200—1,000米) 种。由于在圣迭戈外海100米上层昼夜都有出现, 所以Alvarino认为它可作为该处存在上升流的标志 (Alvarino, 1964a) 在印度西岸也是上升流的指标。 (Srinivasan, 1974)。

双斑箭虫 *Sagitta bipunctata* 和拟锯齿箭虫 *Sagitta pseudoserratodentata* 只在黑潮区零星采到, 前者出现于0—50米; 后者出现于0—250米 (29°N以北只见于50—100米层)。

在29°N以南的黑潮区, 我们从水深为138米, 460米及1340米的三个测站各采到一个未成

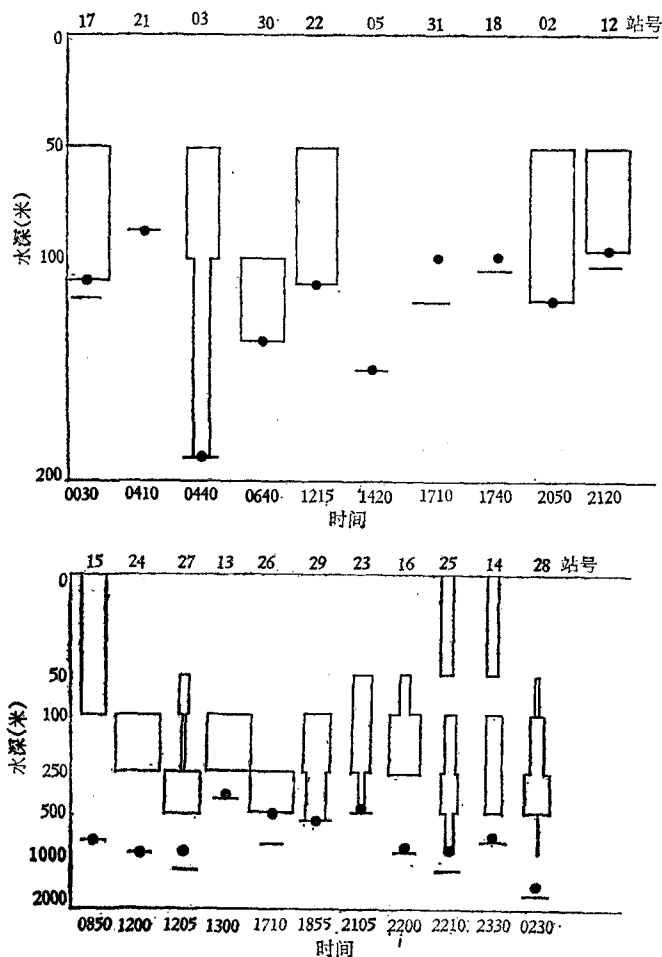


图 9 多变箭虫的垂直分布

Fig. 9 Vertical distribution of *Sagitta decipiens*

熟的拟漂移箭虫 *Sagitta zetesios*; 采集水层分别为100—138米, 250—450米及500—1,000米。这是一个能分布至深层(1,000米以下)的中层种。

冲绳海槽—水深2,150米的测站, 我们在500—1,000米水层采到一个大头箭虫 *Sagitta macrocephala*。它是分布于中层之下迄深层之上的种类 (Kotori, 1976)。用 Issac-Kidd 中层拖网在3,000米以下也曾采到 (Fagetti, 1972)。

靠近九州西南的海域, 一水深810米的测站, 我们在250—500米层采到一个钩刺真镰虫 *Eukrohnia hamata*。它是冷水种, 分布深度随纬度而异, 在高纬度栖息上层、低纬度匿居深层。

为对比和进一步了解调查区毛颚类的分布水层, 我们求出各种毛颚类在 A、B 区的平均分布中心¹⁾, 归纳成表1。双斑箭虫, 大头箭虫, 拟漂移箭虫和钩刺真镰虫因出现甚少, 未予列入。

1) 由于决定垂直分布的因素很多, 各站的情况不尽相同, 这里我们未将各种毛颚类在各站的垂直分布中心一一列出, 而是取其平均值。作为参考, 各站分布中心(c)系根据 $c = \frac{\sum nidi}{\sum ni}$ 一式求出。ni = 水层i某种毛颚类数量, di = 水层i的平均深度。

表 1 平均分布中心 (米)
Table 1 Mean distribution center (meters)

种 名 species	A 区 area A	B 区 area B
肥胖箭虫 (<i>Sagitta enflata</i>)	39.2	37.2
海龙箭虫 (<i>S. nage</i>)	56.5	—
百陶箭虫 (<i>S. bedoti</i>)	39.2	35.4
太平洋箭虫 (<i>S. pacifica</i>)	41.0	49.0
微箭虫 (<i>S. minima</i>)	56.1	82.5
粗壮箭虫 (<i>S. robusta</i>)	31.0	25.0
凶形箭虫 (<i>S. ferox</i>)	25.0	34.2
正箭虫 (<i>S. regularis</i>)	37.2	39.1
小箭虫 (<i>S. neglecta</i>)	32.0	38.0
丽箭虫 (<i>S. pulchra</i>)	46.2	26.0
龙翼箭虫 (<i>Pterosagitta draco</i>)	42.3	46.0
太平洋箭虫 (<i>Krohnitta pacifica</i>)	32.2	32.0
纤细箭虫 (<i>K. subtilis</i>)	—	157.0
六翼箭虫 (<i>Sagitta hexaptera</i>)	40.0	93.0
琴形箭虫 (<i>S. lyra</i>)	78.0	201.3
多变箭虫 (<i>S. decipiens</i>)	88.3	231
拟锯齿箭虫 (<i>S. pseudoserratodentata</i>)	—	94.4

各站分布中心不同, 影响的原因很多, 昼夜垂直移动也是其中之一。在没有定点昼夜连续采集的情况下, 我们权且将A区和B区的测站各按白天和晚上的时间分为两组, 以两组分布中心之差作为分布中心的移动幅度 (表2)。

三、讨 论

1. 浮游动物的平面分布离不开它的垂直分布, 例如, 通过垂直分布研究, 有助于进一步阐明肥胖箭虫、微箭虫等平面分布的情况。

2. 温度可能是影响调查区某些种类垂直分布的重要因子之一, 龙翼箭虫是较明显的例子。在世界其他海区, 其他毛颚类对温度变化的敏感反应也有一些报道, 例如, 在日本东南外海, 当50米层水温达20—24℃时, 微箭虫大量出现 (Furuhashi, 1961)。有人认为, 温度主要是通过摄食率的影响来影响那些昼夜垂直移动显著的浮游动物的分布 (Banse, 1964)。

3. 相互依存的食物关系可能也是影响垂直分布的重要因素之一。调查区的毛颚动物, 大多数分布于100米以上水层 (尤其是0—50米), 数量和种类随着深度的增加而减少。即便是分布较深的种类, 例如六翼箭虫, 其成体也有夜间上升至100米上层的趋势。100米上层

表 2 分布中心移动幅度 (米)

Table 2 Moving range of the distribution center (meters)

种 名 species	A 区 area A	B 区 area B
肥胖箭虫 (<i>Sagitta enflata</i>)	14.3	9.5
海龙箭虫 (<i>S. naga</i>)	5.0	—
百陶箭虫 (<i>S. bedoti</i>)	1.0	9.2
太平洋箭虫 (<i>S. pacifica</i>)	3.4	16.1
微箭虫 (<i>S. minima</i>)	12.0	22.7
粗壮箭虫 (<i>S. robusta</i>)	6.6	0
凶形箭虫 (<i>S. ferax</i>)	晚上组未采到	4.5
正箭虫 (<i>S. regularis</i>)	15.0	3.8
小箭虫 (<i>S. neglecta</i>)	11.9	18.0
丽箭虫 (<i>S. pulchra</i>)	53.0	白天组未采到
龙翼箭虫 (<i>Pterosagitta draco</i>)	17.0	14.2
太平洋镖虫 (<i>Krohnitta pacifica</i>)	7.0	10.8
纤细镖虫 (<i>K. subtilis</i>)	—	27.1
六翼箭虫 (<i>Sagitta hexaptera</i>)	37.5	44.0
琴形箭虫 (<i>S. lyra</i>)	白天组未采到	36.0
多变箭虫 (<i>S. decipiens</i>)	19.6	37.9
拟锯齿箭虫 (<i>S. pseudoserratodentata</i>)	—	42.0

相当于一般有光层的深度,浮游植物和毛颚类主要以之为食的草食性浮游物正是大量分布于此一深度的范围内。

4. 关于浮游生物分布水层的垂直划分,迄今未有普遍一致的意见。在毛颚类方面较普遍接受的意见是:上层0—200米,中层200—1,000米,深层1,000米以下。东海的毛颚类多数属于大洋上层的种类,只有少数是中层种,除了个别种类,都能分布于水深在200米以内的广大的陆架浅海。东海东部虽然深度达一、二千米以上,但尚未采到真正的深层种。

东海200米上面毛颚类分布水层如何进一步划分是一个值得商榷的问题,在这方面尤其需要有更多的垂直移动的资料,所以这个问题尚待今后探明。

5. 调查区东北一水深147米的测站(128°E, 31°30'N)出现各种生态类型的一些毛颚类,为肥胖箭虫、海龙箭虫、百陶箭虫、微箭虫、太平洋镖虫、龙翼箭虫和太平洋箭虫等,这可能与该站受对马海流影响、海况较复杂有关。同时,它们几乎都出现于0—50米层,50米以下数量骤减或根本没有。出现这一情况的原因目前尚难断言。若仅就该水域的温、盐要素而言,50米以下以低温(<20°C)、高盐(>34.8‰)为其特色,水温垂直梯度较大,但没有形成明显的跃层,在这方面似乎不大可能妨碍一些种类在50米以下的正常分布。

6. 在深水区,六翼箭虫、琴形箭虫、纤细镖虫等的分布水层在29°N以南较29°N以北为深。在东海,它们是一些黑潮水的种类,而且较多地出现在黑潮主干部分,就垂直范围

看,大致相当于黑潮表层水与次表层水的范围。黑潮水往北渐薄渐浅,沿子午线分布的等温线有由 29°N 向南倾斜下降的趋势(Takahashi *et al.*, 1967、1969),这可能引起一些分布稍深的种类在向北分布时趋向比较上面的水层。

7. 在研究浮游动物的垂直分布和垂直移动时,对于我们来说,调查方法已有进一步考虑的必要。例如,由于浮游生物的斑状分布、不同类型采集工具的效能和选择性以及内波的产生等等所带来的局限性,将使这方面工作的准确性受到影响。因此,这就需要使用先进的采集工具,或尽量与水文学的水层一致而不是以人为既定的标准水层进行采集。

参 考 文 献

- 中国科学院海洋研究所浮游生物组 1959 统一浅海区浮游生物调查方法的建议。海洋与湖沼 2(2):67—71。
 李冠国、黄世玫 1964 烟、威海区鲈鱼渔场中浮游动物的昼夜垂直分布。山东海洋学院学报(1):106—127。
 陈清潮等 1978 西沙、中沙群岛周围海域浮游动物的平面分布和垂直分布。我国西沙、中沙群岛海域海洋生物调查研究报告集,第63—74页。科学出版社。
 郑重等 1965 烟、威海鱼渔场及邻近水域浮游动物生态的初步研究,海洋与湖沼7(4):329—354。
 林雅蓉 1982 在海陆架区毛颚动物的分布。海洋科学集刊 19:51—63。
 Alvario, A. 1964 a Bathymetric distribution of chaetognaths, *Pacif. Sci.* 18(1):64—82。
 ———— 1964 b The chaetognaths of the Monsoon Expedition in the Indian Ocean, *ibid.* 18(3):336—348。
 ———— 1967 Bathymetric distribution of Chaetognaths, Siphonophorae, Medusae and Ctenophorae off San Diego, California, *ibid.* 21:474—485。
 Banse, K. 1964 On the vertical distribution of zooplankton in the sea, *Prog. Oceanog.* 2:53—125。
 Bieri, R. 1959 The distribution of the planktonic Chaetognaths in the Pacific and their relationship to the water masses, *Limnol. Oceanogr.* 4(1):1—28。
 Bougis, P. 1976 Vertical distribution and diurnal migration of zooplankton. In *Marine plankton ecology*, pp. 215—236. New York.
 Fagetti, E. 1972 Bathymetric distribution of chaetognaths in the south Eastern Pacific Ocean, *Mar. Biol.* (Berl.) 17(1):7—29。
 Furuhashi, K. 1961 On distribution of chaetognaths in the water off the south-eastern coast of Japan (JEDS-3), *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 9(1):17—30。
 Jumao-As, M. D. B. and H. von Westernhagen 1975 Vertical distribution of epipelagic chaetognaths in the upper 100m of the Hilutangan Channel, Cebu, the Philippines, *Mar. Biol.* (Berl.) 29(3):201—210。
 Kotori, M. 1976 The biology of Chaetognaths in the Bering Sea and the northern North Pacific Ocean, with emphasis on *Sagitta elegans*, *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 23(2):95—183。
 Longhurst, A. R. 1976 Vertical migration. In *The ecology of the seas*, pp. 116—137. Oxford.
 Nagasawa, S. and R. Marumo 1975 Distribution of a chaetognath, *Sagitta naga* Alvario in Suruga Bay, central Japan with notes on the zooplankton biomass, *Bull. Plankton Soc. Japan* 21(2):87—104。
 ———— 1976 Identification of young chaetognaths based on the characteristics of eyes and pigmented regions, *ibid.* 23(2):96—102。
 Pearre, S. Jr. 1974 Ecological studies of three Westmediterranean chaetognaths, *Inv. Pesq.* 38(2):325—369。
 Russell, F. S. 1927 The vertical distribution of plankton in the sea, *Biol. Rev.* 23(3):213—262。
 Sriniwasan, M. 1974 Distribution of chaetognaths with special reference to *Sagitta decipiens* as an indicator of upwelling along the west coast of India, *J. Mar. Biol. Assoc., India* 16(1):126—142。
 Takahashi, T. and M. Chaen 1967 Oceanic conditions near the Ryukyu Islands in summer of 1965, *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 16:63—75。
 ———— 1969 Oceanic conditions near the Ryukyu Islands—II. oceanic conditions on 125°E in spring and summer of 1966, *ibid.* 18:99—114。
 Tokioka, T. 1959 Observation on the taxonomy and distribution of chaetognaths of the North Pacific, *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 7(3):349—456。
 ———— 1965 The taxonomical outline of Chaetognaths, *ibid.* 12(5):335—357。

VERTICAL DISTRIBUTION OF CHAETOGNATHS IN THE EAST CHINA SEA IN SUMMER OF 1978*

Lin Yarong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica Qingdao, Shandong)

The study was conducted in the East China Sea, located about 123° — 129° E, $26^{\circ}30'$ N— $32^{\circ}30'$ N. Vertical hauls were mainly made at depths greater than 80 meters and samples were taken through a water column at layers 0—50, 50—100, 100—250, 250—500, 500—1,000, 1,000—bottom. A Nansen-type conical net with closing mechanism was used. For convenience of notation, the area shallower than 200m and deeper than 200m will be referred to as the area “A” and “B” respectively in this paper.

Chaetognaths were identified and counted, 21 species of 4 genera of maturing and matured ones were found. Most of them appeared to be more abundant in the upper 100m and decreased rapidly with increasing depth.

Sagitta enflata—the most common and abundant species, mostly found between 0—250m with some caught in the lower strata, extending into deeper waters even down to 500m. However, most concentrated layer was the upper 100m.

There were differences found in the vertical distributional patterns of two allied species—*Sagitta nage* and *Sagitta bedoti*. The former inhabited almost only area “A”, with its maximum occurrence between the 50 and the 100m level, while the latter was distributed from area “A” to “B” and had its maximum in the uppermost 50m.

Sagitta minima appeared to avoid the surface and lived fairly deep in the water column.

Single specimens of *Sagitta macrocephala* Fower, *Sagitta zetesios* Fower, and *Eukrohnia hamata* (Möbius) were found for the first time in the present investigation. Among them *E. hamata* is a bipolar species which changes its distribution in depth with latitude.

* Contribution No. 851 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.