

# 武汉东湖桡足类的生态学演变

杨宇峰 陈雪梅\* 黄祥飞

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

## 提 要

根据 1962—1963, 1974—1975, 1979—1991 年在武汉东湖进行的调查资料, 考察了过去三十年内在东湖两个代表性采样站桡足类的种类组成及现存量的变化。结果表明: 桡足类种类数由 60 年代的 14 种减少为 90 年代的 7 种, I、II 站在种类组成的差别趋于消失。统计结果表明, 东湖桡足类现存量以 80 年代初、中期较高。但在水平分布格局上却发生了根本变化, 由 1987 年前的 I 站现存量高于 II 站, 至 1987 年后 II 站高于 I 站。本文还就影响东湖桡足类演变的生态因子进行了讨论。

**关键词** 桡足类、生态学演变

武汉东湖是长江中游典型浅水湖泊。有关该湖浮游动物的研究, 自 60 年代起, 已有了较为详细的报道<sup>[1,2]</sup>。作为淡水浮游动物重要组成的桡足类, 其种类组成和数量变化, 陈受忠<sup>[3]</sup>、陈雪梅<sup>[4]</sup>亦作了叙述。近三十年来, 鉴于人类频繁的经济活动, 东湖生态系统逆向演替过程加速, R-对策者占优势, 浮游生物小型化严重, 与桡足类密切相关的枝角类也发生了明显变化<sup>[4,5]</sup>。而桡足类的变化如何? 也是值得探讨的问题。这不仅可为东湖生态系统结构、功能及优化模式研究提供参考, 而且亦可为浮游动物群落生态学积累资料。

## 1 工作方法

采样站的设立和采集时间, 采集方法均与东湖其它浮游动物相一致<sup>[1]</sup>。

生物量按体长-体重回归方程获得:

$$W = 0.029L^{2.9505} \quad (W: \text{湿重, mg}; L: \text{体长, mm}) \quad \text{无节幼体按一个为 } 0.003 \text{ mg} \text{ 计算}^{[2]}.$$

## 2 结果

### 2.1 桡足类的种类演替

表 1 记录了 1962 年 4 月至 1963 年 5 月, 1980—1982, 1990—1991 年三个时期在 I、

\* 现在中国科学院南海海洋研究所。

1992 年 7 月 27 日收到。

表 1 武汉东湖桡足类的种类及其分布

Tab.1 Copepod species and their distributions in Lake Donghu, Wuhan

种 类 Copepod species	1962.4—1963.5		1980—1982		1990—1991	
	I	II	I	II	I	II
白色大剑水蚤 <i>Macrocylops albidus</i>	+					
如愿真剑水蚤 <i>Eucyclops speratus</i>	+					
锯缘真剑水蚤 <i>Eucyclops serrulatus</i>	+		+	+	+	+
近邻剑水蚤 <i>Cyclops vicinus</i>	+	+	+	+	+	+
草绿刺剑水蚤 <i>Acanthocyclops viridis</i>	+					
跨立小剑水蚤 <i>Microcyclops varicans</i>	+					
广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i>	+	+	+	+	+	+
透明温剑水蚤 <i>Thermocyclops hyalinus</i>	+		+	+		
台湾温剑水蚤 <i>Th.taihokuensis</i>	+		+	+	+	+
汤匙华哲水蚤 <i>Sinocalanus dorrii</i>	+	+	+	+	+	+
球状许水蚤 <i>Schmackeria forbesi</i>	+	+	+	+	+	+
右突新镖水蚤 <i>Neodiaptomus schmackeri</i>	+	+	+	+		
长江新镖水蚤 <i>N.yangtsekiangensis</i>	+	+				
特异荡镖水蚤 <i>Neutrodiaptomus incongruens</i>	+	+	+	+		
中华原镖水蚤 <i>Eodiaptomus sinensis</i>			+	+	+	+

II 站出现的桡足类种类。1962 年 4 月至 1963 年 5 月, 在 I 站共采获了 14 种桡足类。II

站只采集了其中的 7 种。这 7 种桡足类也是东湖的主要种类。其中近邻剑水蚤、广布中剑水蚤、长江新镖水蚤、特异荡镖水蚤等 4 种是优势种类<sup>[3]</sup>。1980—1982 年,在 I、II 站观察到了剑水蚤和哲水蚤各 5 种。其中广布中剑水蚤、球状许水蚤、近邻剑水蚤和特异荡镖水蚤是主要种类<sup>[4]</sup>。与 60 年代比较,80 年代的桡足类由 14 种减少为 10 种,白色大剑水蚤,如愿真剑水蚤、草绿刺剑水蚤、跨立小剑水蚤、长江新镖水蚤业已消失,但出现了 60 年代所没有的中华原镖水蚤。1990—1991 年,在 I、II 站观察到 7 种桡足类。其中近邻剑水蚤、广布中剑水蚤、球状许水蚤是主要种类。90 年代和 80 年代比较,又减少了透明温剑水蚤,右突新镖水蚤,特异荡镖水蚤等 3 种桡足类。

30 年来,桡足类种类数的减少是很明显的,I、II 站在种类组成上的差别也趋于消失。值得注意的是,广布中剑水蚤、近邻剑水蚤、球状许水蚤这三种桡足类却一直占据着优势地位。

## 2.2 桡足类现存量的变化

**2.2.1 数量变化** 图 1 为 1962—1991 年间武汉东湖桡足类若干年的年平均数量。I、II 站的数量均以 80 年代初、中期较高,特别是 1981 年,I、II 站桡足类年平均数量分别高达 207 和 167 ind./L。除 1975 年以外,1987 年以前,桡足类的年均数量均是 I 站高于 II 站,然而从 1987 年起,I 站却比 II 站低(1989 年除外)。

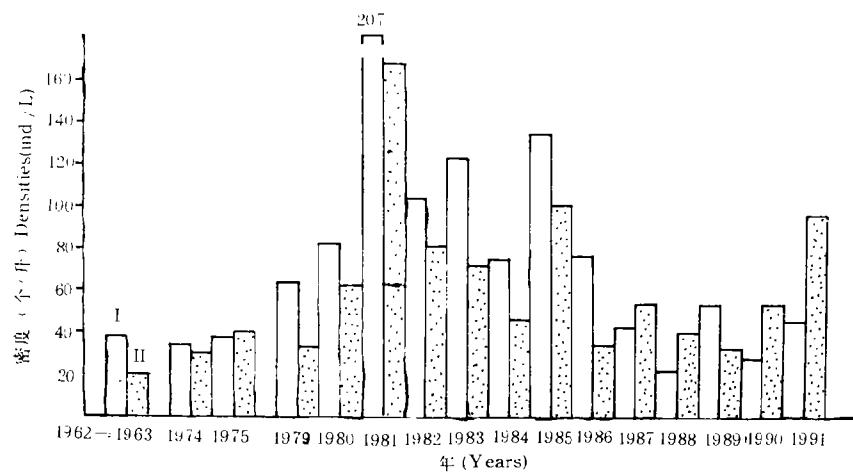


图 1 武汉东湖桡足类的年平均密度(1962—1991)

Fig.1 Annual mean densities of copepods in Lake Donghu, Wuhan (during 1962—1991).

桡足类的高峰期随着年份变化有些差异。1962 年 4 月—1963 年 5 月,I 站桡足类有两次高峰,一次是在 1962 年 8 月(140.95 ind./L),另一次在 1963 年 3 月(152.3 ind./L);II 站也有两个高峰,最大峰值为 1962 年 8 月(66.5 ind./L),比 I 站的两次峰值都低。1974—1986 年,I、II 站桡足类的季节变动颇有相似之处,一般在 8—10 月间出现全年数量的最高峰。如 II 站,1974 年 10 月数量为 88.2 ind./L,1975 年 9 月为 128.4 ind./L,1979 年 8 月为 180 ind./L,1980 年的 8,9,10 三个月数量分别为

148.9, 142.0 和 124.7ind. / L, 三个月桡足类的数量占全年总数量的 56%。特别是 1981 年 8 月, I、II 站数量分别高达 908.8 和 476.8ind. / L, 为 30 年桡足类的最大峰值。其次是 1985 年 8 月, I、II 站分别为 807.07 和 439.8ind. / L。从 1987 年起, I、II 站高峰期多在 2—4 月, 如 1987 年 2 月, I、II 站分别为 106.77 和 109.1ind. / L, 1988 年 4 月, I、II 站分别为 63.9 和 181.28ind. / L, 1991 年 4 月, II 站达到 234.40ind. / L, 但在 1989 年, I、II 站的峰值却在 11 月 (375.33ind. / L) 和 12 月 (119.50ind. / L)。从 I、II 站桡足类数量的季节变化看, 峰值的出现已由 60 年代的 I 站逐步转移至 II 站。

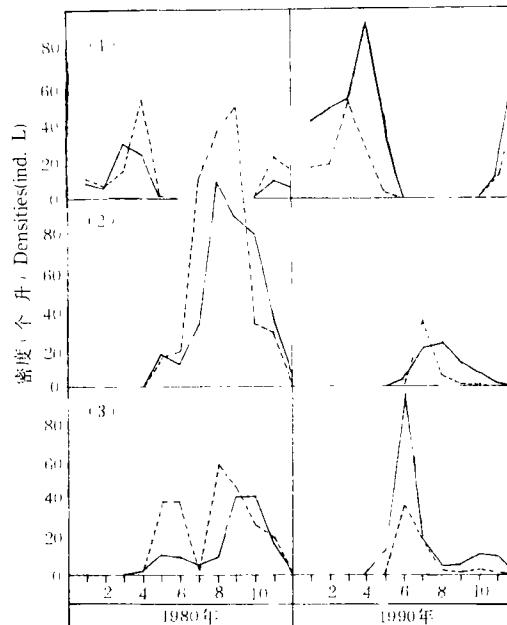
图 2 为 1980、1990 年近邻剑水蚤、广布中剑水蚤、球状许水蚤的数量季节变动。近邻剑水蚤的高峰期发生在冬春季, 而广布中剑水蚤、球状许水蚤则在夏秋季。1980 年, 近邻剑水蚤在 I、II 站的年均数量分别为 10.4 和 6.9ind. / L。到 1990 年, 已分别增为 14.5 和 29.6ind. / L, 一跃成为东湖桡足类的第一优势种。广布中剑水蚤在 1980 年属第一优势种, 年均数量在 I、II 站分别为 40.8 和 31.8ind. / L, 可是到了 1990 年, 年均数量已降为 3.6 和 5.7ind. / L。这两种剑水蚤, 在 1980 年, 年均数量均是 I 站高于 II 站; 1990 年, 则是 II 站高于 I 站。球状许水蚤是东湖 80 年代、90 年代均占优势的哲水蚤, 随着年份的变更, 其数量在 I、II 站亦有较大变动。1980、1990 年 I 站年均数量分别为 19.4, 5.4ind. / L; II 站分别为 11.2, 13.3ind. / L。II 站球状许水蚤在 1990 年的数量比 1980 年略高。

图 2 东湖 I、II 站优势桡足类种群密度的季节变动

Fig.2 Seasonal changes in population density of dominant copepod species at Stations I (—) and II (—) in Lake Donghu.

(1) *Cyclops vicinus* (2) *Mesocyclops leuckarti*

(3) *Schmackeria forbesi*



**2.2.2 生物量的变化** 桡足类年平均生物量的变化趋势与年平均数量变化相似。1987 年以前, I 站高于 II 站 (1974, 1985 年 I 站比 II 站略低), 从 1987 年起, II 站高于 I 站 (1989 年除外)。年平均生物量以 1981 年最高, I、II 站分别达到 1.204 和 0.981mg / L。I 站最

低年均生物量在 1988 年, 仅为  $0.141\text{mg/L}$ , II 站最低在 1989 年, 为  $0.158\text{mg/L}$ (图 3)。

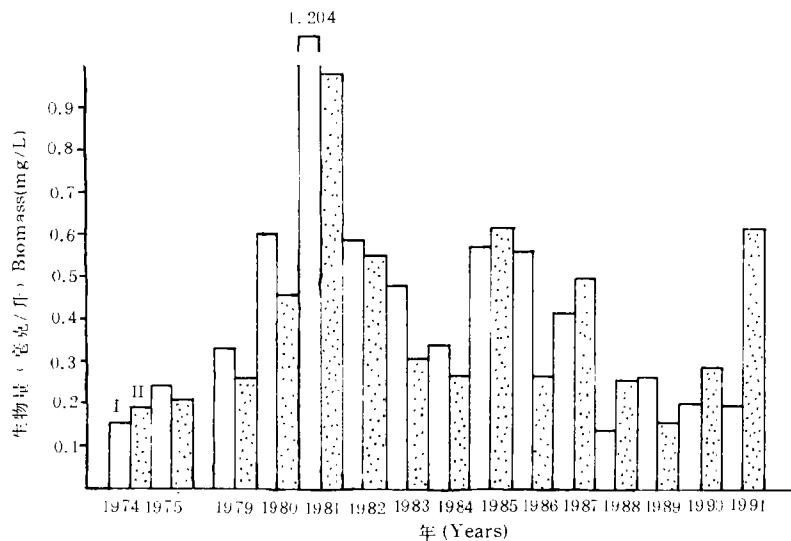


图 3 武汉东湖桡足类的年平均生物量(1974—1991)

Fig.3 Annual mean biomass of copepods in Lake Donghu, Wuhan (during 1974—1991).

### 3 讨论

#### 3.1 渔产量提高对桡足类演变的影响

渔业是我国内陆水体中重要的人类经济活动。60 年代, 东湖的渔产量尚低, 湖内水生维管束植物茂盛。进入 70 年代, 由于采取一系列措施, 使东湖渔产量逐年提高, 加上过量投放草鱼, 使遍布全湖的水草几告绝迹<sup>[6,7]</sup>。水草的消失, 使栖息于沿岸带杂草丛中的种类, 如白色大剑水蚤、如愿真剑水蚤、草绿刺剑水蚤、跨立小剑水蚤消失, 这是桡足类种类数减少的重要原因之一。

鱼类对浮游动物的影响, 国内外报道较多<sup>[2,8—10]</sup>。国内陈少莲通过对东湖主养鱼种——鲢鳙肠内含物分析, 发现这两种鱼肠内均有桡足类成体的碎片<sup>[8]</sup>。无疑, 桡足类现存量的变动与鲢鳙摄食活动密切相关。在大型枝角类和桡足类之间, 鲢鳙对桡足类的摄食压力可能较小。据 Hanazata 报道, 在有鱼的池塘中长刺溞(*Daphnia longspina* Maller)没有形成大的种群, 但哲水蚤却很丰富<sup>[10]</sup>。因此, 尽管东湖自 70 年代起, 即开始渔业增产, 但渔产量的上升并没有导致球状许水蚤的直线下降, 反而 1990 年的数量还略高于 1980 年(II 站, 图 2), 有关这个问题尚待进一步的观察。

#### 3.2 枝角类种类演替对桡足类的影响

东湖优势枝角类自 1980 年以来发生了很大变化, 特别是 1987 年以后, 一直居优势地位的透明溞(*Daphnia hyalina* leydig)种群规模急剧减少, 而体型较小的短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum* Lievin)逐渐增加, 已成为东湖的优势枝角类<sup>[5]</sup>。

1987 年以前,透明溞在冬春季能形成较大种群,在一定程度上可制约桡足类的发展。Soto 曾用 1000L 的水槽,把 *Daphnia* 引入具有高密度的 *Diaptomus* 中,结果, *Daphnia* 密度快速增加, *Diaptomus* 快速下降<sup>[11]</sup>。1987 年以前,由于 I 站的透明溞数量低于 II 站(如 1980 年, I、II 站数量分别为 28ind./L 和 38.5ind./L),桡足类在 I 站所受的竞争压力较低,因而现存量高于 II 站。1987 年以后,由于透明溞的种群规模急剧减小,数量仅在 1ind./L 以下,加上个体趋于小型化,可能对桡足类的制约作用基本解除。这就使同为冬春季出现的近邻剑水蚤种群发展成为可能。加上它适应性强,是一肥水性种类<sup>[12]</sup>。随着东湖污染日趋严重,近邻剑水蚤的种群得到发展,至 1990 年,已成为桡足类的第一优势种。

### 3.3 水体富营养化对桡足类的影响

70 年代以来,随着渔业的发展,大量生活污水和工业废水倾注东湖,使水体富营养化日益严重。富营养化对桡足类种类的影响,将使其群落结构趋于简单,多样性指数下降,因为群落对污染的反应首先是降低其复合性。因此,东湖桡足类种类数从 60 年代以来逐渐减少,与水质肥沃也密切相关。

然而,少数适于肥水的桡足类,如近邻剑水蚤却得到充分发展,目前已成为东湖占绝对优势的种类。由于近邻剑水蚤可捕食广布中剑水蚤,特别是对其后期桡足幼体和成体有较强的抑制作用<sup>[13]</sup>。已导致广布中剑水蚤由 80 年代以前的第一优势地位退居为较次要的地位。但由于广布中剑水蚤的高峰期在夏秋季,在一定程度上避开了与近邻剑水蚤之间的竞争,加上它的食性广泛<sup>[14,15]</sup>,因此,其种群还维持相当的规模,仍为东湖优势桡足类之一。

至于长江新镖水蚤和特异荡镖水蚤分别在 80 年代和 90 年代消失的原因,可能是因为它们同属大型的哲水蚤。根据大小选择的原则<sup>[9]</sup>,链鱥可能首先摄食了它们,随着东湖渔产量逐年提高,链鱥对它们的摄食压力也逐年增加,终于导致了其种类在东湖消失。此外,水体富营养化也可能是长江新镖水蚤消失的原因,因为它一般只生活在较清洁的水体中。总之,随着东湖富营养化日趋严重,导致许多不适于生存在富营养化环境中的种类消失,从而形成了东湖桡足类种类组成简单化。

## 参 考 文 献

- [1] 沈韫芬,陈受忠。武昌东湖浮游动物数量季节变动的初步观察。水生生物学集刊。1965,5(2):202—219。
- [2] 黄祥飞等。武汉东湖浮游动物数量和生物量变动的研究。水生生物学集刊。1984,8(3):345—358。
- [3] 陈受忠。武昌东湖桡足类数量的周年资料。水生生物学集刊。1965,5(2):202—219。
- [4] 陈雪梅。武汉东湖桡足类生物量及其生产量的初步研究。水生生物学报。1985,9(2):144—158。
- [5] 黄祥飞。武汉东湖短尾秀体溞的种群变动和生产量。生态学报。1989,9(2):132—138。
- [6] 刘建康。东湖渔业增产实验综述。海洋与湖沼。1984,11(2):185—188。
- [7] 饶钦止、章宗涉。武汉东湖浮游植物的演变(1956—1957年)和富营养化问题。水生生物学集刊。1980,7(1):1—17。
- [8] 陈少莲。东湖放养链鱥鱼种的食性分析。水库渔业。1982,(3):21—26。
- [9] Gophen M, Serruya S & Spataru, P. Zooplankton community changes in Lake Kinneret (Israel) during 1969—1985. *Hydrobiologia*. 1990, 191: 39—46.
- [10] Hanazata T, Yasuno M. Zooplankton community structure driven by vertebrate and invertebrate predators. *Oecologia* 1989, 81: 450—458.

- [11] Soto D. Experimental evaluation of copepod interactions. International vereinigung fur Theoretische und Angewante Limnologie: *Verhandlungen*, 1985, **22**: 3319—3240.
- [12] 中国科学院动物研究所甲壳动物研究组, 中国动物志, 节肢动物门, 甲壳纲, 淡水桡足类。北京: 科学出版社, 1979: 357—359.
- [13] Einsle, U. Long-term changes in planktonic associations of crustaceans in Lake Constance and adjacent water and their effects on competitive situations. *Hydrobiologia*, 1983, **106**: 127—134.
- [14] Fryer G. The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *J. Anim. Ecol.*, 1957, **26**: 263—286.
- [15] Gophen M. Food and feeding habits of *Mesocyclops leuckarti* (Claus) in Lake Kinneret (Israel). *Freshwater Biology*, 1977, **7**: 513—518.

## ECOLOGICAL CHANGES OF COPEPODS IN LAKE DONGHU, WUHAN

Yang Yufeng, Chen Xuemei and Huang Xiangfei

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

### Abstract

From the data of copepod surveys made in 1962—1963, 1974—1975 and 1979—1991 at Stations I and II in Lake Donghu, Wuhan, the authors analyse the changes in species composition, standing crop of copepods. The number of copepod species decreased from 14 species in 1960's to 7 in 1990's, but the species composition became similar between the two stations. The standing crop of copepods was largely higher in the early and middle 1980's. Before 1987, the standing crop was higher at Station I than that at Station II, whilst the reverse results were observed afterwards. Obvious changes also occurred in the horizontal distributions of copepods. Ecological factors influencing such changes are then discussed.

**Key words** Copepods, Ecological changes