

# 大鹏湾海水理化因子与 浮游动物数量的关系\*

黄伟建 齐雨藻 黄长江

(暨南大学水生生物研究所 广州 510632)

**提要** 利用灰色系统研究方法对 1990 年 3 月 30 日—1990 年 6 月 22 日采自大鹏湾地区海水样品进行了研究,并计算了大鹏湾盐田海域浮游动物数量变动与海域理化因子间的关联度,且进行了关联序整理。结果表明,Mn, Fe, 叶绿素 *a* 和溶解氧对浮游动物数量变动影响较大。

**关键词** 灰关联 关联度 浮游动物 大鹏湾

**学科分类号** Q178.53

黄伟建等(1996)在对夜光藻种群增殖的灰关联分析时发现,浮游动物、溶解氧和叶绿素 *a* 等因素对夜光藻种群密度的增长有比较重要的影响。本文采用灰色模型理论对浮游动物和若干环境理化因子含量的变动进行了对比分析,找出了上述因素的影响强弱顺序,这为进一步的生态动力学研究提供了基础。

## 1 样品的采集与分析方法

所有数据皆取自大鹏湾盐田海域的调查结果。采样时间是 1990 年 3 月 30 日—1990 年 6 月 22 日,每隔 2d 采样一次。共 11 个因子(30 个数据  $\times$  11  $\times$  3 个站位)。浮游动物采样分定性和定量两种:定性是用浅水 2 号浮游生物网,网口为 31.6cm,全长为 140cm,用 GB36 筛绢垂直拖网采样;定量是用 2L 的采水器,标本少则全部计数,多则浓缩后计数。该部分定量和定性采样由暨南大学水生生物研究所负责;理化因子的分析按《海洋污染调查暂行规范》(国家海洋局,1979)进行,样品由国家海洋局南海分局海洋环境监测中心提供。

## 2 灰关联分析(易德生等,1992;傅立,1992)

以浮游动物数量(ind/L)为母序列  $\{X_0(t)\}$ ,以温度( $^{\circ}\text{C}$ )、盐度、溶解氧(mg/L)、pH、叶绿素 *a*( $\mu\text{g/L}$ )、磷酸盐( $\mu\text{g/L}$ )、亚硝酸盐( $\mu\text{g/L}$ )、硝酸盐( $\mu\text{g/L}$ )、Fe 和 Mn 为子序列  $\{X_1(t)\}$  ( $i = 1, \dots, 10$ )。在将数据代入运算时,首先将数据均值化或初级化处理。均值化处理设原始数列:  $X(0) = \{X(0)(1), X(0)(2), \dots, X(0)(n)\}$ , 得其平均值为  $X(0)$ ,  $X(0) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X(0)(k)$ , 则对  $X(0)$  作均值化处理,得  $Y(0)$  为:

\* 国家自然科学基金重大项目,9389008号。黄伟建,男,出生于1959年10月,高级实验员, Fax: 0086-020-85223334

收稿日期:1996-03-23,收修改稿日期:1997-12-20

$$Y(0) = \{Y(0)(1), Y(0)(2), \dots, Y(0)(n)\}$$

$$= \left\{ \frac{X(0)(1)}{X(0)(1)}, \frac{X(0)(2)}{X(0)(1)}, \dots, \frac{X(0)(n)}{X(0)(1)} \right\}$$

对  $X(0)$  作初级化处理得  $Y_1(0)$  为:

$$Y_1(0) = \{Y_1(0)(1), Y_1(0)(2), \dots, Y_1(0)(n)\}$$

$$= \left\{ \frac{X(0)(1)}{X(0)(1)}, \frac{X(0)(2)}{X(0)(1)}, \dots, \frac{X(0)(n)}{X(0)(1)} \right\}$$

当  $t = k$  时,  $\{X_0(k)\}$  与  $\{X_i(k)\}$  的关联系数  $\zeta_{0i}(k)$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ) 用下式计算:

$$\zeta_{0i}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \rho \Delta_{\max}}$$

式中:  $\Delta_{0i}(k)$  为  $k$  时刻两个序列的绝对差, 即  $\Delta_{0i}(k) = mX_0(k) - X_i(k)m$  或  $\Delta_{0i}(k) = mY_0(k) - Y_i(k)m$ ;  $\Delta_{\max}, \Delta_{\min}$  分别为各个时刻的绝对差中的最大值与最小值。  $\rho$  分辨系数的作用在于提高关联系数之间的差异显著性,  $\rho \in (0, 1)$ , 本文取  $\rho = 0.5$ , 并用下式计算其关联度  $\gamma$ :

$$\gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_{0i}(k)$$

式中:  $\gamma_{0i}$  为子序列为  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ) 与母序列为 0 的关联度;  $N$  为序列的长度, 即数据个数。 根据关联度大小的排序得出关联序。

### 3 结果与讨论

均值化处理的理化因子对浮游动物数量变动影响的排序为: 叶绿素  $a$ 、Mn、溶解氧、Fe、硝酸盐、酸碱度、盐度、亚硝酸盐、温度、磷酸盐(表 1)。 初值化处理的理化因子对浮游动物数量变动影响的排序为: Mn、Fe、叶绿素  $a$ 、溶解氧、酸碱度、盐度、温度、硝酸盐、亚硝酸盐、磷酸盐(表 1)。 由表 1 可以看出, 均值化方法的分辨率较差, 它的变化范围在 0.719 3

表1 各因素对浮游动物种群密度消长的关联度及排序

Tab. 1 The degree of correlation between the a factors affecting the increment of population density of zooplanktons

关联度及排序	温度	盐度	溶解氧	酸碱度	叶绿素a	磷酸盐	亚硝酸盐	硝酸盐	Fe	Mn
S1	0.6160	0.6287	0.7198	0.6604	0.6661	0.5933	0.5767	0.5786	0.7453	0.7170
S2	0.6631	0.6112	0.5804	0.6932	0.6885	0.5334	0.6388	0.6511	0.6055	0.6188
S3	0.6058	0.7123	0.7101	0.6152	0.6796	0.6021	0.7099	0.7455	0.6322	0.6741
平均值	0.6283	0.6507	0.6699	0.6563	0.6781	0.5762	0.6418	0.6584	0.6610	0.6699
排序	9	7	2	5	1	10	8	5	4	2
S1	0.9059	0.9263	0.9315	0.9249	0.9207	0.5097	0.6595	0.6263	0.9585	0.9424
S2	0.9257	0.9405	0.9491	0.9410	0.9588	0.3581	0.7402	0.9590	0.9710	0.9731
S3	0.8775	0.8966	0.9054	0.8975	0.9341	0.4061	0.7544	0.8223	0.9043	0.9357
平均值	0.9030	0.9211	0.9287	0.9241	0.9379	0.4246	0.7180	0.8025	0.9446	0.9504
排序	7	6	4	5	3	10	9	8	2	1
结论	7	6	4	5	3	10	9	8	2	1

—0.533 4; 而初值化方法的分辨率较好, 它的变化范围在 0.973 1—0.358 1, 初值化方法所得到的理化因子对浮游动物增殖影响的排序是: 1. Mn; 2. Fe; 3. 叶绿素 *a*; 4. 溶解氧; 5. 酸碱度; 6. 盐度; 7. 温度; 8. 硝酸盐; 9. 亚硝酸盐; 10. 磷酸盐。

本文研究结果与作者前文(黄伟建等, 1996)的结论进行比较, 后者为: 夜光藻是浮游动物的饵料, 所以浮游动物对夜光藻的影响排在第 1 位是合理的; 由于夜光藻体内没有光合成所需的色素, 所以它的呼吸作用消耗水体的溶解氧, 当海水的溶解氧含量高时可刺激夜光藻的生长, 因此溶解氧因子排在第 2 位; 而叶绿素 *a* 的含量高, 即浮游植物含量高, 则会提高水中的溶解氧, 利于夜光藻增殖, 即叶绿素 *a* 因子排在第 3 位; 此外, 温度对夜光藻增殖的影响非常直接, 运算的结果是温度因子排在第 5 位; 而夜光藻是异氧性甲藻, 营养盐的作用是间接的, 所以营养盐因子排在第 7, 8, 9 位。而本研究的结果是叶绿素 *a* 对浮游动物的影响排在第 3, 是“优势”因素, 浮游动物对叶绿素 *a* 的吸收要求比较高; 溶解氧对浮游动物的影响排在第 4, 当海水的溶解氧含量高时可刺激浮游动物的生长, 所以溶解氧也属于“优势”因素。Mn 和 Fe 对浮游动物的影响排在第 1, 2 位, 属于“优势”因素。Mn 和 Fe 如何在生理和生态上对浮游动物施加影响需在实验室中进一步研究。此外, 酸碱度、盐度和温度对浮游动物的影响是非常直接的, 运算的结果分别排在第 5, 6, 7 位, 存在适宜的范围对其施加影响。

### 参 考 文 献

- 易德生 郭萍编著, 1992. 灰色理论与方法. 北京: 石油工业出版社. 25—61
- 黄伟建 齐雨藻 韩博平, 1996. 大鹏湾海水理化因子与夜光藻增殖的灰关联分析. 应用与环境生物学报, 2(2): 115—118
- 傅立编著, 1992. 灰色控制系统. 武汉: 华中理工大学出版社. 185—264
- 国家海洋局著, 1979. 海洋污染调查暂行规范. 北京: 海洋出版社. 108

## ANALYSIS OF RELATIONSHIPS BETWEEN SEAWATER PHYSICO-CHEMICAL FACTORS AND THE ABUNDANCE OF ZOOPLANKTON IN DAPENG BAY, THE SOUTH CHINA SEA

HUANG Wei-jian, QI Yu-zao HUANG Chang-Jiang

(*Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou, 510632*)

**Abstract** Relationship between abundance of zooplankton and physico-chemical factors of seawater were studied. The studies were undertaken at Dapeng Bay, the South China Sea between March 30 and June 22, 1990. The samples were collected at 2 day intervals.

For the zooplankton, qualitative and quantitative analyses were simultaneously carried out. A No.2, GB36 mesh net was used for the qualitative investigation; moreover, a 2 liter water-collecting bottle was used for quantitative counting. Physico-chemical factors are analysed according to the

“Provisional Regulations for Investigation of Marine Pollution”, which was issued by the State Oceanic Administration in 1979. Eleven factors were considered; therefore, there are 990 parameters in total (i.e. 30 parameter  $\times$  11  $\times$  3 sampling stations). The number (ind / L) of the zooplankton as the generating sequence  $\{X_0(t)\}$ , and temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinity, dissolved oxygen (mg / L), pH, chlorophyll-*a* ( $\mu\text{g}$  / L), phosphate ( $\mu\text{g}$  / L), nitrite (mg / L), nitrate ( $\mu\text{g}$  / L), Fe and Mn, as the sub-sequence  $\{X_i(t)\}$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ) were calculated. On the basis of grey incidence, the correlation degree between the reference sequence (zooplankton) and compared series (the seawater physical and chemical factors) were estimated. The results show that Mn, Fe, chlorophyll-*a* and dissolved oxygen were more important for the zooplankton of biomasses than other substances.

**Key words** Grey incidence Correlation degree Zooplanktons Dapeng Bay

**Subject classification number** Q178.53

## 《海洋与湖沼》学报被引频次再前进 5 名

据中国科学引文数据库公布,在中国科技期刊被引频次的前 500 名排行表中,《海洋与湖沼》的名次依次为:1994 年,45 名;1995 年,40 名;1996 年,35 名。这三年以每年前进 5 名的顺序递增。1996 年按学科分类,在地球科学领域的期刊中,以被引频次统计,本刊排序为第 2 名;以影响因子统计,本刊排序为第 10 名。

又 1997 年本刊分别获中国科协优秀科技期刊二等奖,中宣部、国家科委、新闻出版署优秀科技期刊三等奖。

以上成绩的取得是与各级领导、专家及广大作者、审者和读者等的鼎力和帮助是分不开的。为此,本编辑部向所有对本刊给予支持和作出贡献的领导、专家和科技工作者,致以最忠心的谢忱和敬意。希望今后让我们继续通力合作,不断拓新办刊新局面,争取《海洋与湖沼》尽早加入世界先进期刊的行列,为繁荣学术、人才培养和现代化建设作出更大贡献!

本刊编辑部