



## 南极中山站、长城站附近 18 个湖泊 生态学特征的逐步判别分析

蔡庆华 王洪铸 梁彦龄

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

### STEPWISE DISCRIMINANT ANALYSIS FOR THE ECOLOGICAL CHARACTERS OF 18 LAKES AROUND THE CHINESE ZHONGSHAN STATION AND GREAT WALL STATION, ANTARCTICA

Cai Qinghua, Wang Hongzhu and Liang Yanling

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

**关键词** 南极, 湖泊, 生态学特征, 逐步判别分析, 拉斯曼丘陵, 乔治王岛

**Key words** Antarctica, lakes, ecological characters, stepwise discriminant analysis, Larsemann Hills, King George Island

中山站位于南极大陆拉斯曼(Larsemann)丘陵的 Mirror 半岛上, 长城站位于亚南极乔治王(King George)岛的菲尔德斯(Fields)半岛上, 其附近的淡水生态系统包括湖泊、湿地、溪流和冰雪等。由于湖泊生态系统较为稳定, 生物群落发育较好, 故本研究以湖泊为主。

中国科学院水生生物研究所于 1991 / 1992 和 1992 / 1993 年度夏季分别对中山站所在地—拉斯曼丘陵和长城站所在地—乔治王岛的淡水生态系统进行了野外综合考察, 并采用系统的数学分析方法, 对中山站附近主要湖泊生态系统进行了环境综合分析及生态系统相似性研究<sup>[1]</sup>。本研究拟在上述工作的基础上, 运用多元统计分析中的逐步判别方法, 对我国南极中山站和长城站附近若干湖泊生态系统的根本生态学特征进行数学解析。

#### 1 参数和方法

选择中山站附近拉斯曼丘陵的 Mirror 半岛和 Stornes 半岛上的 11 个湖泊, 其中 Stornes 半岛 5 个(ST-7 湖、ST-8 湖、Heidi 湖、Oska 湖和 Long 湖), Mirror 半岛 6 个(Progress 湖、Mirror 湖、Big 湖、Nella 湖、莫愁湖和 Heart 湖), 长城站附近乔治王岛的 Fields 半岛上的 7 个湖泊(高山湖、Glubukoe 湖、山海关湖、Tern 湖、Kitezko 湖、Langer 湖和西湖), 每湖取 9 项参数, 其中非生物因素 6 项: 电导率(Cond,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )、pH 值、碳酸氢盐( $\text{HCO}_3$ , mg/L)、总磷(TP, mg/L)、硅酸盐( $\text{SiO}_2$ , mg/L)和溶解氧(DO, mg/L), 生物因素 3 项: 叶绿素 a(Chla,  $\mu\text{g}/\text{L}$ )、毛初级生产量(PG, mg C/L/d)和群落代

为中国科学院和国家南极考察委员会“八五”重大项目资助课题“南极菲尔德斯半岛及其附近地区淡水生态系统研究”的部分内容。

1995 年 4 月 24 日收到。

谢率(CMR)。文献[1]指出,中山站附近的湖泊可依其周边环境大致分为两个湖群即 Mirror 半岛湖群和 Stornes 半岛湖群。按这一思路,可将长城站附近的若干湖泊视为一个湖群即 Fields 半岛湖群。这三个湖群因所处环境的差异故在其生态学特征上有所不同。但在影响其特征的诸多环境因素包括理化因子和生物因子中,存在复杂的相关关系。本研究采用逐步判别方法尝试分析影响这三个半岛湖群基本生态学特征的主要因素。有关判别分析的方法及步骤见文献[2—3]。数据处理与计算采用自编及通用统计软件在 OCTEC PC486 / 66 微型计算机上实现。

## 2 结果与讨论

表 1 列出了南极中山站及长城站附近三个湖群共 18 个湖泊各监测因子的平均值。表 2 则是三湖群生态学特征的逐步判别方程的系数。由此可见,这三个湖群的生态学特征主要由湖中电导率、硅酸盐浓度和叶绿素 a 含量决定。其方程分别为:

$$\text{Stornes 湖群 } Y(S) = -1.3788 + 0.0021 \text{ Cond} + 2.4673 \text{ SiO}_2 + 0.0017 \text{ Chla}$$

$$\text{Mirror 湖群 } Y(M) = -11.4260 + 0.0071 \text{ Cond} + 6.9140 \text{ SiO}_2 - 0.5928 \text{ Chla}$$

$$\text{Fields 湖群 } Y(G) = -6.2775 + 0.0020 \text{ Cond} + 2.5126 \text{ SiO}_2 + 7.1885 \text{ Chla}$$

根据 Bayes 定律,对某一湖泊 X,如果

表 1 南极中山站及长城站附近若干湖泊各监测因子的平均值

Tab.1 Average of observed factors of some lakes around the Chinese Zhongshan Station and Great Wall Station, Antarctica

	Stornes 半岛湖群	Mirror 半岛湖群	Fields 半岛湖群	总平均
Cond	186.000	896.300	77.428	380.500
pH	6.323	6.486	6.571	6.474
HCO <sub>3</sub>	15.255	26.084	13.500	18.182
TP	0.032	0.052	0.030	0.038
SiO <sub>2</sub>	0.958	2.412	1.542	1.670
DO	12.494	11.678	12.571	12.252
Chla	0.166	0.370	1.185	0.631
PG	0.0371	0.1854	0.0078	0.0752
CMR	0.164	1.161	0.971	0.811

注: 其中,Cond 为电导率( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), CMR 为群落代谢率(Community metabolism rate)

表 2 三湖群生态学特征的逐步判别方程

Tab.2 Stepwise discriminant functions for the ecological characters of three groups of lakes

自变量	判别函数的系数		
	Stornes 半岛湖群	Mirror 半岛湖群	Fields 半岛湖群
常数	-1.3788	-11.4260	-6.2775
Cond	0.0021	0.0071	0.0020
pH			
HCO <sub>3</sub>			
TP			
SiO <sub>2</sub>	2.4673	6.9140	2.5126
DO			
Chla	0.0017	-0.5928	7.1885
PG			
CMR			

$$Y(X) = \text{MAX}(Y(S), Y(M), Y(G)) = Y(I), I = S, M, G$$

则湖泊 X 可归为湖群 I。由此将上述 18 个湖泊分别代入上述三个方程, 计算其后验概率, 结果见表 3。

表 3 的结果说明, 这三个判别函数对上述三个湖群的判别有较高的正确率(平均为 88.88%), 基本上可以满足对其生态学特征进行鉴别的需要。对其判别结果进行统计学检验, 取 F 的临界值为  $F(r, n-g-r+1)$ , 其中 r 为最终选入的自变量数, n 为样本数, g 为分类的组数, 显然本文中  $r=3, n=18, g=3$ , 故 F 的临界值  $F(r, n-g-r+1) = F(3, 13)$ , 在显著水平为 0.01 时, 其值为 5.74, 上述三个判别函数对三个湖群的判别均在 0.01 的水平上显著(表 4), 即 Stornes 半岛湖群和 Mirror 半岛湖群间、Stornes 半岛湖群和 Fields 半岛湖群间以及 Mirror 半岛湖群和 Fields 半岛湖群间的差异均显著。

综上所述, 南极中山站及长城站附近的 18 个湖泊可依其所处环境分为三个湖群即 Stornes 半岛湖群、Mirror 半岛湖群和 Fields 半岛湖群, 其基本生态学特征主要由湖中电导率、硅酸盐浓度和叶绿素 a 含量决定。文中所示的判别函数在统计学上极为显著且具有较高的判别正确率, 可用于南极中山站和长城站附近湖泊的生态特征的解析和分类。

表 3 逐步判别分析的结果

Tab.3 Result of stepwise discriminant analysis

实际湖群	判别结果				合计	正确率
	Stornes 湖群	Mirror 湖群	Fields 湖群			
Stornes 湖群	5(100.00%)	0(0.00%)	0(0.00%)		5	100.00%
Mirror 湖群	1(16.67%)	5(83.33%)	0(0.00%)		6	83.33%
Fields 湖群	1(14.28%)	0(0.00%)	6(85.72%)		7	85.72%
合 计	7	5	6		18	88.88%

注: 括号内为后验概率

表 4 逐步判别分析的检验(上三角为湖群间 Mahalanbis 距离、下三角为其 F 值)

Tab.4 Test of stepwise discriminant analysis (upper triangle shows the Mahalanbis distances,  
lower triangle F test)

	Stornes 湖群	Mirror 湖群	Fields 湖群
Stornes 湖群		9.9076	7.3674
Mirror 湖群	7.8060		14.3742
Fields 湖群	6.2077	13.4159	

### 参 考 文 献

- [1] 梁彦龄等。南极中山站主要淡水水体环境综合分析及生态系统相似性研究。水生生物学报, 1994, 18(1): 92—94。
- [2] 蔡庆华。白鲫和鲫鱼的形态鉴别函数。湖泊科学, 1990, 2(2): 45—48。
- [3] 蔡庆华。武汉东湖浮游植物水华的多元分析。水生生物学报, 1990, 14(1): 22—31。