

定量古生态学导论

〔瑞典〕 R. A. 雷门特 著

科学出版社

定量古生态学导论

(瑞典) R. A. 雷门特 著

肖 义 越 译

汪 品 先 校

科学出版社

1983

内 容 简 介

古生态学是研究古代生物与古代环境之间的相互关系以及古生物与古生物之间的相互影响的一门古生物学分支学科,是当前古生物学中非常活跃的一个研究领域。本书作者是知名的数学地质学家和古生物学家,他在这本书里,根据大量的研究实例探索用定量的方法处理古生态学问题,试图把古生态工作从定性描述引向定量分析的途径。尽管所用的数学方法都属于比较简单的初级方法,但对进一步开展定量的古生态学研究却很有启发,特向读者介绍。

Introduction to Quantitative

Paleoecology

by R. A. Reymont

Elsevier, 1971

定 量 古 生 态 学 导 论

[瑞典] R. A. 雷门特 著

肖 义 越 译

汪 品 先 校

责任编辑 苏宗伟

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1983年5月第一版 开本: 787×1092 1/32

1983年5月第一次印刷 印张: 8 1/4

印数: 0001—2,740 字数: 181,000

统一书号: 13031·2260

本社书号: 3090·13—16

定价: 1.30 元

译 者 的 话

这本《定量古生态学导论》是雷门特 (R. A. Reymont) 所著。他是瑞典乌普撒拉大学地质古生物研究所历史地质学教授。他主要从事的研究领域是数学地质, 非洲和南美洲的白垩纪和第三纪, 以及中生代古生物学。他是国际数学地质协会的创始人之一。现在是乌普撒拉大学地质研究所杂志的编辑。

古生态学是古生物学中相当于现代生态学的部分, 它是许多领域包括石油工业研究的重要工具。生态学、分类及动植物变异研究中统计和定量方法的应用的迅速发展, 使得定量古生态学领域开创性的工作已经提到议事日程。雷门特教授出于这样的目的精心著述了第一本定量古生态学著作。在这本开创性而必定是探索性的著作中, 作者列举了简单数学模型应用于某些生态学问题的许多实例。书中讨论了许多典型例子, 其中很多是根据文献来分析的, 更多的则取自作者原来的研究成果。定量古生态学的一个重要工具是实验途径, 这方面的工作包括许多根据现代生物设计的室内实验、模型、假设检验等等。书中整章讨论方向数据的分析, 其余各章则研究环境因素的识别, 化石共生组合中种群动态作用的识别, 以及空间古生态学, 后者提供关于气候和微气候对生态影响的分析。其它论题包括盐度影响, 波浪作用和搬运, 捕食和被捕食动物关系, 以及捕食的研究。还有几个附录, 其中介绍本书中所用的某些统计方法的 FORTRAN 程序。

近年来古生态学研究也毫无例外地出现了从定性发展到

定量研究的趋势。目前定量古生态学已经发展到应用比较复杂的多变量统计分析方法和其它定量技术。这本书中所用的定量研究方法都是比较简单的,大多可用袖珍或小型计算机解决,在数学上用语浅显,对于目前还不熟悉数学方法的古生物工作者来说,十分适用,故译出供参考。由于译者水平的限制,衷心希望对译文提出批评和指正。

译 者

1981.1.10 于北京

前 言

八年前埃尔斯维尔出版公司与我联系,要求写一本定量古生态学方面的书。我当时答复,我认为写这本书是一种很好的设想,但是,我认为对于这个学科需要作仔细的考虑,因为定量古生态学方面(这方面还应该包括定量生态学)的文献过去是不足的,而且,为了写出一些真正有用的东西还需要相当数量的原始调查材料。

随着时间的流逝,在一些激励下我终于写成了这本书。尽管为了考虑这个领域的问题我进行了大量调查工作,可是我并不觉得与1962年相比,我对这门十分困难的学科就知道得很多了。然而,至今毕竟还没有一本定量生态学方面的普通教科书。

我把统计论述只局限在初等水平上,虽说统计知识应该为每个研究工作者所掌握,但是现在还并非如此。我本来可以用更高等的数学方法对我的题目作更充分和更细致的论述,但是我还是决定尽可能限于初等的水平,以便本书能对相当多的读者有用。

同样我应尽量在本书中采用通俗易懂的英语,同时我还认为后面的章节应该避免使用“学院式的”词句和时髦的措词。我希望这样作能使这本书更易领会。同样我应尽量谦虚一些;令人讨厌的词句“笔者”、“作者”和“读者”等一律不用。从现在开始,我就是“我”,你就是“你”。

定量生态学是一门难度很大的学科,但是这里至少你可以在可控的实验条件下作观察,而且,如果你认为第一次试验

没有成功，你还可以重复做一系列实验。这一点你在定量古生态学中就不能做到。这时你就必须勇敢地对付你所掌握的材料，尽你的力量处理这些往往被证明是很复杂的材料。

尽管这本书的格式是很常见的，即把学科的材料分成几章来叙述，但是你很快就会发现，这些材料是由许多典型例子构成的。这些典型例子在很大程度上是由我自己研究获得的，因而肯定是有倾向性的。我完全相信，其它的人写同样的题目会列举出许多不同的例子，而且有可能用不同的方法考察我的问题，甚至包括我还没有碰见的问题。因此，本书讨论动物古生态学要比讨论植物古生态学多得多。尽管这样，我认为在一个新的领域中出第一本书总要比写第二本和对第一本书写篇评述难得多。如果有人指出本书中的任何疏忽和不妥，我应该感谢，我也欢迎提供另外的例子。

我感谢已故的罗纳德 A. 费歇爵士(英国皇家学会会员)著作遗嘱执行人，感谢弗兰克·耶茨博士(英国皇家学会会员)以及爱丁堡的奥利弗和博伊德出版社，因为他们都允许我复印引自他们书(《生物、农业、医学研究统计表》)中的 t 和 χ^2 表(本书中的附录 3 和 4)。

最后，谈一件微妙的事情。人很容易被统计结果所蒙骗，而且往往迷恋于为统计而统计；在古生态学应用方面这点尤其如此。当分析你的数据时，应虚怀若谷，扪心自问“我是在欺骗自己，还是这种结果、或者这些数据确实是真实的”，我自己后面章节中已力求这样做，但并非总是那么容易。现在，我就从自白转入行动。

1970 年 8 月于乌普撒拉

实 例 表

第 三 章

- 3.1 求角度数据的均值矢量
- 3.2 实例 3.1 的离差量度计算(根据喙头直角石 *Rhynchorthoceras* 的数据)
- 3.3 确定后抵波对头足动物壳的作用
- 3.4 缺乏一个明显优先定向的体管数据
- 3.5 直锥形壳的搁浅状态
- 3.6 死浮游生物上附生动物的定向
- 3.7 比较鹦鹉螺的各自的产状
- 3.8 用移位化石确定原地标本
- 3.9 古生态学的时序分析
- 3.10 近岸和远岸环境中瓣鳃类壳的定向
- 3.11 潮滩上瓣鳃类壳的定向

第 四 章

- 4.1 分析一个时间序列里的变异和年代渐变群
- 4.2 检验年代渐变群的随机性
- 4.3 盐度控制介形虫壳大小差异的分析
- 4.4 环境中的微量元素

第 五 章

- 5.1 制作一张介形虫种的生命表
- 5.2 竞争种平行的大小差异

5.3 钻孔动物在瓣鳃类壳上所钻孔的分布

5.4 壳的大小和孔大小的相关

第 六 章

6.1 海生螺类的地方分布

6.2 在一个环境综合体中种的空间分布

6.3 种的多样性分析

6.4 西非古新世介形虫的散布

6.5 西非白垩系中部的菊石多样性

第 七 章

7.1 活着和死亡生物之间的关系

7.2 应用现代森林环境解释古环境

7.3 更新世一种有孔虫和一种介形虫的组合

7.4 抱球虫类三个种的组合

方 法 表

角度数据的均值
角度数据的卡埃方检验
圆上数据随机性的雷利检验
检验方位一致的均值矢量
游动的非参数方法
二项分布
比例，频率的卡埃方检验
学生式 t 检验
方差分析
方差的均匀性检验
变异系数
生命表的作图
不等方差的 t
用卡埃方检验泊松拟合
积矩相关系数
负二项分布
肯德尔方法的秩相关
多样性的指标
生物散布性的指标
比率的置信区间
康特卡内的相似性商
有与无数据的卡埃方分析

目 录

译者的话	
前言	
实例表	ix
方法表	xi
第一章 绪论	1
本书中古生态学的范围	1
环境因素	3
古生态学的实验方法	5
若干导论性的古生态学概念	8
第二章 定量古生态学的若干概念	10
变量、图解和有效数字	10
定量古生态学中观察值的性质	12
若干初等的统计概念	13
样本、总体和全域	13
正态分布	15
样本均值和标准差	15
圆分布	18
非参数和无分布检验	18
显著性	18
典型例子的设计	19
第三章 定向分析	20
引言	20

• v •

关于圆分布的一些内容	21
绘角度观察值图	22
样本均值矢量	22
角度和离差	27
非正态数据	30
研究圆分布的一些典型例子	30
死浮游生物头足动物壳的分布	31
研究一个样本的问题	34
研究一个样本以上的问题	48
没有圆的定向	64
第四章 环境影响	71
影响个体大小的生态因素的识别	71
总的生态影响	72
统计工具 1	76
学生式 t 检验和时间序列	76
年代渐变群	78
随机和非随机序列	88
作环境中某些因素的推测	89
可识别的环境组分的一个分析实例	90
统计工具 2	91
方差分析	91
关于大小、形状和环境	107
咸水小虾	107
淡水介形虫	108
化石介形虫	109
定量古生态学和气候	110
第五章 捕食生物、被捕食生物和种群动态	111
一个种的种群动态	111

引言.....	111
大小频率分布.....	112
生命表.....	112
引出生命表的某些比较古生态学结果.....	126
多于一个种的种群动态.....	129
引言.....	129
两个种之间的竞争.....	130
捕食.....	136
第六章 空间古生态学.....	159
引言.....	159
生物的地方分布.....	159
更进一步讨论群生数据的分析.....	162
生物的地理散布.....	168
种的多样性.....	168
动物群的组分.....	173
种名表的比较.....	173
第七章 化石组合的定量分析.....	178
引言.....	178
化石的计数.....	178
化石群落的识别.....	180
动物群稳定性的分析.....	183
植物组合的分析.....	184
种的有无.....	188
组合的强度.....	193
几个种之间的组合.....	193
组合分析方面的一些意见.....	196
附录 1 0°—360° 的弧度, 正弦和余弦数值表.....	197
附录 2 雷利 π 的临界值.....	202

附录 3 t 分布表	203
附录 4 χ^2 分布表	204
附录 5 5% 和 1% 显著水准的 F 表	206
附录 6 本书中所用的某些统计方法的 FORTRAN 程序	207
参考文献	221
名词索引	225

第一章 绪 论

本书中古生态学的范围

我们必须做的第一件事情是对于什么算作古生态学的问题取得某种程度上的一致。我认为，古生态学的范围应当很广。关于什么属于古生态学是合适的、什么原则性问题又应当排除在古生态学之外，我认为不必恪守教条。我的思路当然在某个方面已进入沉积学家的领域。但是，正如生态学家已经发现，他们必须考虑有关其生物居住的那种底质的特性一样，古生态学家也许在更大程度上应当在他们分析时把含化石的沉积物包括进去。因为我们不仅要掌握生物和底质之间在生物学上相互作用的证据，而且也要掌握地质作用诸如成岩作用这方面的资料。由于古生态学家在从事这方面工作时很少能得到沉积学家的帮助，他们就必须自己去掌握它们，如果他们还不知道一些必要的技术的话。根据上述的理由，这本书包括许多原理，你们当中有些人可能认为不属于古生态学。我希望我将能够向你们当中持这种见解的一些人说明，这些原理如何常常在定量古生态分析中起到重要的作用。

你们当中的一些人可能知道，生态学中定量方法应用方面的许多工作是最近正在做的，有关定量方面的文章在主要的生态学杂志中越来越常见。在阅读这些文章时人们不能不注意到，主要的问题之一是获得令人满意的数据有困难，即使实验室工作也如此。那么古生态学家的困难怎么会更大呢？在定量生态学研究，生态学家制订获得数据的操作过

程(他设计他的实验),他希望这些数据能解答他提出的某个问题。这些材料通常由野外工作获得,而且经常是重复的。这是指如果有些研究失败,或许由于有些模型错了(该计划就失败了),这多半能够回去重新作一系列的观察。在另外一些情况下,这种野外研究可辅以一系列室内实验,或者室内实验本身可以构成生态学研究的主要部分。而且如果有些现象还没有搞清楚的话,在这种场合下即使重复做其中部分或者全部试验也没有甚么关系。因此,可重复性就比较强。

古生态学家显然在获得好的定量数据时面临更艰巨的任务。他的野外研究不得不依赖于已经经过“饱经琢磨”的材料。很清楚,为了查明观察中的不精确部分,或者为了由同一地点获得另一组数据,对同样的材料进行一系列新的野外观察是完全不可能的。要获得一系列新的观察最适当的做法就是在同一露头的附近剖面另外作一系列观察,但这并不能与重复试验类比。然而,生态学家的第二种手段,即实验室的试验,的确可以进行,也许可以认为与古生态学中的部分工作具有某种相似之处。也就是,应用多次实验来阐明一种化石组合所提出的问题。实验古生态学虽不是实验生态学的一种完全的翻版,但它在一定程度上是设法用一种与实验生态学类似的方法解决一种特殊的问题。有一些古生态学家为了解答各种不同的问题,曾经仿效过这种实验方法。

人们从古生态学的研究中,自然会看到很明显的局限性。古生态学中可用的材料具有墓葬的性质,也就是说,吃腐肉的动物和细菌等,曾有瓦解死亡生物的良好机会,而被保存下来的那一部分,却成为地质营力改造过程的牺牲品。

环 境 因 素

我根本不自称自己写出了一本综合性的普通古生态学著作。尽管这样,还是有必要简单地回顾这门学科的要点,以便说明使用定量分析方法的理由。当然下列的讨论也不是很完美的。关于详细的阅读材料我介绍你去参考阿格尔 (Ager, 1963)的著作或者任何一本好的新生态学教科书。

生物的环境是三种主要因素相互作用的结果:

- (1) 物理因素
- (2) 化学因素
- (3) 生物因素

其中每个因素实际上可以分成下列几个主要组成部分:

(1) 物理因素:

地理位置(纬度和经度两种位置以及垂直方向的位置)

底部沉积物/土壤(底质)

混浊度

地表地形(包括微环境地形)

水体运动(波浪,浪蚀,水流)

大气

温度

光照

深度(压力)

重力和潮汐作用

声音

分层现象(停滞水体中的温度和盐度的分层现象)

(2) 化学因素:

盐度和缓冲作用