

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学 号: 21720061152136

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

台湾海峡及邻近海域小型底栖动物
密度和生物量研究

Density and Biomass of Meiofauna in the Taiwan Strait
and its Adjacent Waters

张 玉 红

指导教师姓名: 林荣澄 研究员

梁君荣 副教授

专业名称: 水生生物学

论文提交日期: 2009 年 4 月

论文答辩时间: 2009 年 5 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: _____ 教授

评 阅 人: _____ 教授

_____ 研究员

2009 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（）课题（组）的研究成果，获得（）课题（组）经费或实验室的资助，在（）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

目 录

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
绪论.....	1
第一章 前言.....	3
1.1 小型底栖动物.....	3
1.1.1 研究意义.....	3
1.1.2 国外小型底栖动物的研究历史和现状	4
1.1.3 我国小型底栖动物的研究历史和现状	7
1.2 自由生活海洋线虫.....	8
1.2.1 研究意义.....	8
1.2.2 国外自由生活海洋线虫研究历史和现状.....	9
1.2.3 我国自由生活海洋线虫研究现状.....	10
1.3 台湾海峡及邻近海域小型底栖动物生态学研究意义.....	11
第二章 研究海域、材料和方法.....	14
2.1 研究海域.....	14
2.2 采样方法.....	14
2.3 生物样品的处理.....	17
2.3.1 小型底栖动物样品的分选和计数.....	17
2.3.2 线虫封片的制作和种类鉴定.....	17
2.3.3 海洋线虫种类鉴定的主要依据	18
2.4 生物量和生产量的计算.....	20
2.5 数据处理与统计分析	21
第三章 研究结果.....	24
3.1 小型底栖动物类群组成和密度.....	24

3.2 小型底栖动物的生物量和生产量.....	29
3.3 小型底栖动物的分布.....	32
3.3.1 水平分布.....	32
3.3.2 垂直分布.....	34
3.4 小型底栖动物群落的多样性分析及群落组成.....	37
3.4.1 小型底栖动物多样性分析.....	37
3.4.2 小型底栖动物群落组成分析.....	37
3.5 海洋线虫的密度、生物量和生产量.....	41
3.6 海洋线虫的空间分布.....	45
3.6.1 水平分布.....	45
3.6.2 垂直分布.....	47
3.7 海洋线虫优势属描述	49
第四章 讨论.....	54
4.1 小型底栖动物分布同环境因子的关系.....	54
4.2 小型底栖动物数量的季节变化.....	55
4.3 小型底栖动物的分布.....	56
4.4 自由生活海洋线虫.....	57
4.5 不同海域小型底栖动物数量的比较.....	58
第五章 小结与展望.....	61
参考文献.....	64
致谢.....	73
附：研究生期间发表论文目录.....	74

Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	III
Introduction	1
Chapter 1 Preface	3
1.1 Meiofauna	3
1.1.1 Research meaning.....	3
1.1.2 International research Overview of the meiofauna.....	4
1.1.3 Domestic research Overview of the meiofauna	7
1.2 Free-living marine nematodes	8
1.2.1 Research meaning.....	8
1.2.2 International research Overview of nematodes.....	9
1.2.3 Domestic research Overview of the meiofauna.....	10
1.3 The study meanings of meiofauna in the Taiwan Strait	11
Chapter 2 Areas, Material and methods	14
2.1 Research areas	14
2.2 Sampling method	14
2.3 Dispose of the sample	17
2.3.1 Sorting and counting of the meiofauna.....	17
2.3.2 Making of marine nematodes slide and identifying.....	17
2.3.3 The main characteristic of marine nematodes to identify.....	18
2.4 Calculate of the biomass and production	20
2.5 Data processing and statistic	2
Chapter 3 Results	24
3.1 Composing and abundance of the meiofauna	24
3.2 Biomass and production of the meiofauna	29
3.3 Distribution of the meiofauna	32
3.3.1 Horizontal distribution of the meiofauna.....	32
3.3.2 Vertical distribution of the meiofauna.....	34

3.4 Composing and abundance of the meiofauna.....	37
3.4.1 Analysis of the meiofauna diversity.....	37
3.4.2 Analysis of the meiofauna community composing.....	37
3.5 Abundance, Biomass and production of marine nematodes.....	41
3.6 Distribution of marine nematodes.....	45
3.6.1 Horizontal distribution of marine nematodes.....	45
3.6.2 Vertical distribution of marine nematodes.....	47
3.7 The dominant genus.....	49
Chapter 4 Discussion.....	54
4.1 Analysis of the meiofauna Distribution and the environments variable.....	54
4.2 Study on the season changes of meiofauna.....	55
4.3 Distribution of the meiofauna.....	56
4.4 Free-living marine nematodes.....	57
4.5 Compare with other areas of the meiofauna.....	58
Chapter 5 Summary and prospect.....	61
Reference.....	64
Acknowledge.....	73
Appendix.....	74

摘要

小型底栖动物数量巨大,种类繁多,是许多经济鱼、虾和贝类幼体阶段的优质饵料,在海洋生态系统中起着重要作用。深入进行相关研究,对于了解海洋底栖生态系统的结构和功能,建立生态动力学模型和探讨水层-底栖耦合机制具有十分重要的意义。

2006年7月(夏季)、12月(冬季)和2007年4月(春季)、10月(秋季),对台湾海峡及邻近海域25个站位进行四个航次小型底栖动物调查研究,对研究海域小型底栖动物的沉积环境、类群组成、密度和生物量季节变化、群落结构和多样性等进行研究。研究结果如下:

研究海域调查站位平均水深为41m,沉积物类型以砂质粉砂(ST)和粘土质粉砂(YT)为主。四个航次共挑出30846个样品,鉴定出自由生活海洋线虫(Nematoda)、底栖桡足类(Copepoda)、多毛类(Polycheta)、介形类(Ostracoda)、双壳类(Bivalvia)、动吻类(Kinorhyncha)、原足类(Tanaidacea)、腹足类(Gastropoda)、端足类(Amphipoda)、螨类(Halacaroida)、无节幼体(Nauplius)、腔肠(Coelenterata)、涟虫类(Cumacea)和其它(others)等14个小型底栖动物类群,线虫和底栖桡足类是小型底栖动物中最丰富的两个类群。

四个航次小型底栖动物的平均密度为 $311.94 \pm 18.52 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$,夏季最高, $331.97 \pm 234.85 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$;其次依次为秋季、春季和冬季,密度分别为 $318.32 \pm 186.55 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$ 、 $311.82 \pm 313.20 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$ 和 $286.80 \pm 239.41 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$ 。四个航次平均生物量为 $345.02 \pm 70.16 \mu\text{g} \cdot \text{dwt}/10\text{cm}^2$,夏季>冬季>秋季>春季。数值依次为 $443.70 \pm 412.04 \mu\text{g} \cdot \text{dwt}/10\text{cm}^2$ 、 $340.36 \pm 224.15 \mu\text{g} \cdot \text{dwt}/10\text{cm}^2$ 、 $315.18 \pm 183.45 \mu\text{g} \cdot \text{dwt}/10\text{cm}^2$ 和 $280.84 \pm 263.62 \mu\text{g} \cdot \text{dwt}/10\text{cm}^2$ 。

小型底栖动物密度最高值出现在福州北部台湾海峡中线偏东部位的ZD-XM585站,为 $867.75 \pm 290.78 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$,最低值出现在东山附近远岸海域的ZD-XM657站,密度为 $66.73 \pm 22.86 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$ 。小型底栖动物垂直分布测定结果表明,小型底栖动物主要分布在沉积物的表层,其中0-2cm沉积物中的小型底栖动物占总数为60.22%,2-5cm层的比例为27.54%,5-10cm为12.24%。

海洋线虫的平均密度为 $266.15 \pm 10.62 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$,密度最高值出现在ZD-XM585站,为 $799.15 \pm 118.20 \text{ ind}/(10\text{cm}^2)$,春季航次海洋线虫密度最高,

278.44±281.13 ind/ (10cm²); 其次依次为夏季、秋季和冬季, 数值分别为: 269.51±226.76 ind/ (10cm²)、263.53±215.55 ind/ (10cm²) 和253.14±230.62 ind/ (10cm²)。四个航次调查结果显示, 分布在0-2cm层沉积物中的海洋线虫占总海洋线虫的比例为62.57%, 2-5cm层的比例为25.01%, 5-10cm层为12.41%。选取秋季航次JCDH492、ZD-MJK532、ZD-MJK551、ZD-XM626和ZD-MJK560五个站位的线虫样品为代表进行种类鉴定, 共鉴定出52种或分类实体, 隶属于3目15科32属。主要优势属有矛咽线虫属、吞噬线虫属、萨巴线虫属和希阿利线虫属。

关键词: 小型底栖动物; 海洋线虫; 密度; 生物量; 台湾海峡

Abstract

Meiofauna are species-richness and numerous in the ocean. They are the food of fish, shrimp and crab, and they play an important role in the marine food chain. Meiofauna research is an important component of marine biological survey. The study of meiofauna is significant to understand the marine benthic ecosystem structure and function.

The studies of meiofauna in the Taiwan Strait and its adjacent waters were carried out in July(Summer) and December(Winter), 2006 and in April(Spring) and October (Autumn), 2007. In this paper, we discussed density, biomass, community structure and biodiversity of meiofauna. The main results are as follows:

The average water depth was 41 meters in stations. The sediment types of the sampling stations mainly belonged to silt-clay(TY) and sand-silt (ST). A total of 15 groups of meiofauna were identified in the Taiwan Strait and its adjacent waters. They were Nematoda, Copepoda, Polychaeta, Ostracoda, Bivalvia, Kinorhyncha, Tanaidacea, Gastropoda, Amphipoda, Halacaroidea, Nauplius, Coelenterata, Cumacea and Others. Freeing living marine Nematodes and Copepodes were the two dominant groups.

The average density of meiofauna in four cruises were 311.94 ± 18.52 ind / (10cm^2). The density in four cruises were : 331.97 ± 234.85 ind / (10cm^2) in summer, 318.32 ± 186.55 ind / (10cm^2) in autumn, 311.82 ± 313.20 ind / (10cm^2) in spring, and 286.80 ± 239.41 ind / (10cm^2) in winter. The average biomass in the study were 345.02 ± 70.16 $\mu\text{g}\cdot\text{dwt}/10\text{cm}^2$. Spring: 280.84 ± 263.62 $\mu\text{g}\cdot\text{dwt}/10\text{cm}^2$. Summer: 443.70 ± 412.04 $\mu\text{g}\cdot\text{dwt}/10\text{cm}^2$. Autumn: 315.18 ± 183.45 $\mu\text{g}\cdot\text{dwt}/10\text{cm}^2$. Winter: 340.36 ± 224.15 $\mu\text{g}\cdot\text{dwt}/10\text{cm}^2$.

In terms of horizontal distribution, stations near the coast had higher density and biomass of meiofauna. The highest density was 867.75 ± 290.78 ind / (10cm^2) in ZD-XM585 station. And the lowest density was 66.73 ± 22.86 ind / (10cm^2) in ZD-XM657 station. In terms of vertical distribution, 60.28% of total meiofauna was found in the surface sediments of 0-2cm layer. There were 27.54% of total meiofauna in 2-5cm layer.

The average density of marine nematodes in four cruises were 266.15 ± 10.62 ind / (10cm^2), and the highest density was 799.15 ± 118.20 ind / (10cm^2) in ZD-XM585 station. Spring: 278.44 ± 281.13 ind / (10cm^2); Summer: 269.51 ± 226.76

ind / (10cm²); Autumn: 263.53 ± 215.55 ind / (10cm²); Winter: 253.14 ± 230.62 ind / (10cm²). In terms of vertical distribution, 62.57% of marine nematode were found in the surface sediments of 0-2cm layer. There were 25.01% of marine nematode in 2-5cm layer. 12.41% of marine nematode were found in 0-5cm layer. A total of 52 species or taxa of free living marine nematodes, belonging to 32 genera, 15 families and 3 orders, were identified at JCDH492, ZD-MJK532, ZD-MJK551, ZD-XM626 and ZD-MJK560 stations in autumn cruise. The dominant genera of marine nematodes were *Dorylaimopsis*, *Xyala*, *Sabatieria* and *Xyala*.

Key Words: meiofauna; marine nematodes; density; biomass; Taiwan Strait

绪 论

海洋生态系统是人类赖以生存的基础，是海洋生态学的主要研究对象。海洋所蕴藏的资源 and 能量是巨大的，丰富的海洋生物资源为人类提供了食物来源，矿物资源为人类缓解了越来越紧张的能源危机。随着海洋高新技术的发展，人类对海洋的开发日益加剧，海洋产业日渐成为国民经济的支柱产业。

然而，随着人口数量的增加和经济的不断发展，海洋污染问题越来越严重，人类的扰动使得海洋承受着越来越大的压力。过度捕捞、生境改变、化学和营养盐污染、外来种入侵等压力使得海洋生态系统遭受了巨大的破坏，严重影响了海洋生态系统的结构和功能。为更好地了解海洋、更合理地开发和利用海洋资源，20世纪开始，各国研究海洋的各种科研组织如雨后春笋般地多起来，如国际海洋研究科学委员会（SCOR）、联合国政府间海洋学委员会（IOC）、国际海洋考察理事会（ICES）、国际北太平洋海洋科学组织（PICES）、联合国环境规划署（UNEP）等等。这些大型国际组织极大地推动了全球海洋研究，为今后的相关研究提供了参考，也先后开展了一系列相关活动，如“全球海洋生态系统动力学研究（GLOBEC）”、“全球海洋观测系统（GOOS）”、“大海洋生态系（LMEs）”、“全球海洋通量联合研究（JGOFS）”、“世界海洋环流实验（WOCE）”、“海岸带陆海相互作用研究（LOICZ）”、“热带海洋与全球大气计划（TOGA）”、“全球海洋真光层研究（GOEZO）”等。这些大型计划将海洋作为一个出发点，通过对海洋生态系统、海洋生态环境的调查研究，深入探讨全球气候变化的原因和机制，力求寻找更好解决全球气候变化的途径。这些研究重点在于海洋生态系统的“动态过程”和“建模与预测”，在关注人类活动和气候变化对海洋生态系统影响的同时，更关注对生物资源的影响。与此同时，我国海洋生态动力学研究也逐步发展起来，积极参与了国际GLOBEC科学指导委员会的工作，在国家自然科学基金委员会和科技部等机构的组织下，我国的海洋生态系统动力学研究进入一个崭新的阶段，开展了我国海洋生态系统动力学发展战略研究，如“东、黄海生态系统动力学与生物资源的可持续利用”、“东海海洋通量关键过程研究”、“台湾海峡生源要素地球化学过程研究”、“典型海湾生态系统动态过程与持续发展研究”、“黄海环流及营养盐长期输运研究”，“典型河口陆海相互作用的研究”等。这些研究计划不仅对相关海域的理化、生态环境和生物资源的基本状况和动态变化进行了

解，同时这些研究还注重过程研究和多学科间的交叉联合，构建了生态动力学模型，为近海生态系统进行定量分析奠定了基础^[1,2]。

小型底栖动物是许多经济鱼、虾、蟹幼体的饵料，是底栖生态系统中的重要组成部分，在一定程度上影响着海域的初级生产力、营养物质的循环和其它的一些底栖代谢过程，在底栖食物网的能量转运和物质循环中占有重要地位。目前，小型底栖动物研究的时空尺度已扩大到全球。研究表明，小型底栖动物对异养微生物的摄食、胁迫和调控过程具有全球尺度的效应。

自由生活海洋线虫是小型底栖动物中的最优势类群，在底栖生态系统食物网中，自由生活海洋线虫占据不同的营养级，促进营养物质的再循环，补充新生生产力对氮的需求；同时，刺激微生物的生产，加速有机质的降解，在海洋底栖生态系统的能量流动和物质循环中发挥着重要的作用。目前海洋线虫已发展为小型底栖动物研究中一个十分重要的领域。

本文根据2006年7月、12月和2007年4月、10月对台湾海峡及其邻近海域进行的调查研究，比较分析了研究海域小型底栖动物的密度、生物量以及生产量的数量和分布，探讨了该海域小型底栖动物的季节分布变化、生态学特点和自由生活海洋线虫的群落结构与多样性，以期为台湾海峡生物资源的可持续利用提供科学依据，同时为台湾海峡底栖生态系统结构和功能的深入研究，为海洋环境的动态监测提供必要的数据库。

第一章 前言

1.1 小型底栖动物

小型底栖动物 (meiofauna) 是指分选时能够通过 0.5mm (或 1mm) 孔径的网筛, 但被 0.042mm 孔径的网筛 (深海大部分以 0.031mm 作为小型底栖动物的下限) 所截留的一类底栖动物, 包括永久性小型底栖动物 (permanent meiofauna) 和暂时性小型底栖动物 (temporary meiofauna) [3]。永久性小型底栖动物是指在其生活周期中, 其大小始终处于小型底栖动物的范畴; 暂时性小型底栖动物是指它们在其生活周期的某一阶段, 属于小型底栖动物, 一般是指大型底栖动物的幼龄个体, 特别是多毛类和双壳类的幼体[4,5]。小型底栖动物主要指多细胞后生动物, 也包括一部分原生动物, 如有孔虫和纤毛虫[6]。本研究中小型底栖动物是指那些分选时通过 0.5mm 孔径的网筛而被 0.042mm 孔径的网筛所截留的后生动物。

1.1.1 研究意义

小型底栖动物分布广泛, 从陆地、淡水到海洋的最深处, 从高度缺氧的地表深处到寒冷的两极和高温的海洋热液口区域都有它们的分布; 它们有的寄居在植物的根或枝条上, 有的寄居在苔藓、大型的海藻叶和各种动物的残骸上 (珊瑚缝隙, 蠕虫管等) [3]。它是许多经济鱼、虾和贝类幼体阶段的优质饵料, 是底栖食物网中十分重要的环节, 在海洋生态系统中起着重要的作用[7]。在海洋食物网中, 小型底栖动物还是连接有机碎屑、初级生产和水层-底栖耦合的重要环节, 在海洋生态动力学的研究中占有重要的地位。小型底栖动物的数量和分布特点不仅为研究全球尺度的生物多样性格局、过程、机制和基因流的交换提供了可贵的生物模型, 而且也为寻找生命的起源提供了一个恰当的切入点。同时, 小型底栖动物也是沉积物中有机碎屑的开发者和底栖细菌、微藻的主要消耗者。其摄食率大体上与微生物的生产量相平衡, 调节着微生物的生产过程[8]。小型底栖动物本身又是更高层营养级生物的重要食物, 小型底栖动物的群落结构、多样性格局和生物量变动直接控制着大型经济无脊椎动物幼体的补充。小型底栖动物的生物量一般不超过大型底栖动物的20%, 但其生产量超过或与大型底栖动物相当, 因而在全球生物地化循环中占据重要位置。研究表明, 小型底栖动物对异养微生物的摄食、胁迫和调控过程具有全球尺度的效应。

小型底栖动物具有分布广泛、个体小、数量大、采样简单以及生活周期短等特点，它是海洋环境质量监测的重要指示生物^[9,10]；小型底栖动物中各类群对环境改变所做出的反应也不尽相同，如海洋线虫是小型底栖动物中比较耐污的类群，而底栖桡足类对环境的变化较为敏感，多喜生存于比较干净的沉积环境中。许多专家根据小型底栖动物自身的特点和对环境所做出的相应变化提出了利用小型底栖动物作为监测环境变化的方法，目前小型底栖动物已被广泛应用于海洋生态监测和生态系统健康评估体系^[3,9,11-20]。此外，海洋中生活的小型底栖动物，特别是在极端条件下（高温、低温、缺氧）生活的小型底栖动物是研究转基因和细胞程序性死亡很好的分子生物学模型，这也是目前小型底栖动物研究中一个十分活跃的领域^[21,22]。

1.1.2 国外小型底栖动物的研究历史和现状

19世纪中叶，动物类的发现（Dujardin,1851）拉开了小型底栖动物研究的序幕。小型底栖动物的系统研究却开始于20世纪初，小型底栖动物的研究从最基本的形态分类和生态学描述到实验生态学和系统发育学大体经历了以下几个阶段^[3,23,24]：

（1）初始阶段：20世纪初至50年代是小型底栖动物研究的初始阶段，主要工作是小型底栖动物的发现和分类鉴定。这个阶段的工作主要是在砂质潮间带进行，代表性工作有Kowalevsky（1901）对地中海中部砂间后鳃类的描述，Giard（1904）对法国诺曼底海滩原环虫（*Protodrius*）和腹毛类（*Chaetonotus*）的研究，Cobb（1914，1920）对北美沿岸线虫的研究等。随着潮下带取样技术的发展，小型底栖动物的研究空间和规模得到扩大。德国学者Remane(1927，1933)首次提出了“砂间”这一特殊生境的普遍存在，并论证了生活其间的种类和类群繁多的砂间生物（*Sandlückenfauna*）的适应与形态和功能的联系，后来Nicholls（1935）将砂间生物更名为间隙生物“*Interstitial fauna*”。Remane和他的学生们对波罗的海基尔湾和德国的北海沿岸小型底栖动物的研究，门类广泛、生境描述详尽、鉴定准确，被誉为小型底栖动物的经典之作，Remane和他的继承者被称为小型底栖动物的德国学派，而他本人被誉为小型底栖动物研究之父。与Remane同期开展工作的还有英国的Moore（1931），Rees（1940）和Mare（1942）。Mare在研究英吉利海峡普利茅斯外海软泥底的微型和小型生物时首先使用了小型底

栖动物 (meiofauna) 一词^[25], 后来获得国际学术界广泛接受并一直沿用至今。这一时期丹麦的学者 Krogh、Spärck (1936) 和瑞典的学者 Swedmark (1964) 也对小型底栖动物进行了系列研究。海洋小型底栖动物研究的同时, 淡水小型底栖动物的研究也取得了较大进展, 俄国人 Sassuchin (1927) 在东欧河流和湖泊砂质底的研究开启了淡水小型底栖动物研究工作, 美国学者 Pennak (1939, 1940)、Zinn 和 Pennak 是这一时期淡水小型底栖动物研究的代表人物。

(2) 系统分类和定性描述加速发展阶段: 20世纪50年代至60年代中期, 小型底栖动物分类研究蓬勃发展, 开展了一系列小型底栖动物类群分类和形态描述的工作, 特别是对猛水蚤、介形类、线虫、涡虫类和海螨类进行了较多的分类学研究。这一阶段的主要成果有: ①人们得知特定的分类类群来自特定的生境并有一定的时空分布规律; ②沉积物的无氧层中也栖息着某些类群的小型底栖动物; ③世界上大多数浅海 (小于100m) 小型底栖动物的密度大约在 10^6 ind/m^2 这一量级, 而在河口和深海, 小型底栖动物的生物量与大型底栖生物大致相等; ④潮汐是砂质海滩小型底栖动物数量的主要控制因素等。随着国际上对小型底栖动物的关注, 国际小型底栖动物学家协会1969年在突尼斯宣告成立, 同时发布了国际小型底栖动物通讯 (Psammonalia) 并出版了第一届会议论文集和小型底栖动物研究指南^[26], 国际小型底栖动物协会的成立是该领域研究的一个重要里程碑。

(3) 生态系统动力学和生理实验研究开始阶段: 20世纪60年代末至70年代, 小型底栖动物生态生理实验和生态系统动力研究开始起步。McIntyre发表了有关小型底栖动物生态学的第一个评述^[4], 论述了小型底栖动物在营养物质循环中的重要作用, 同时把对小型底栖动物生态学研究引导到对小型底栖动物的功能作用及如何执行这一功能的研究。小型底栖动物的呼吸代谢对各种环境因子(温度、盐度和无氧)偏好和耐性以及小型底栖动物的能量学等生态生理参数的实验室测量, 为生态系统研究提供了小型底栖动物的功能和生活史参数。McIntyre首次提出了暂时性和永久性小型底栖动物的划分——按生活周期各个发育阶段的粒级, 可区分为永久性小型底栖动物(Permanent meiofauna)和暂时性小型底栖动物(Temporary meiofauna)。前者指某些类群中的大多数种的成体阶段的粒级属于小型底栖动物范畴, 如轮虫(Rotifera)、腹毛类(Gastrotricha)、底栖猛水蚤(Harpacticoida)、介形类(Ostracoda)、颚咽动物(Gnotostomulida)、有甲动物(Loricifera)、须虾类(Mystacocarida)、海螨类(Halacarida)、涡虫(Turbellaria)等,

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库