

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 200134009

UDC _____

厦 门 大 学
硕 士 学 位 论 文

外来物种沙筛贝对马銮湾大型底栖动物
生态效应研究

Study on the ecological effects of alien species *Mytilopsis*
sallei on macrozoobenthos in Maluan Bay, Xiamen

高 阳

指导教师姓名: 蔡立哲 教授

专业名称: 环境科学

论文提交日期: 2004 年 12 月

论文答辩时间: 2004 年 12 月

学位授予日期: 2005 年 6 月

答辩委员会主席: 卢昌义 教授

评 阅 人: 柯才焕 教授

林荣澄 研究员

2004 年 12 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月

目 录

中文摘要	1
英文摘要	3
1.前言	6
1.1 外来物种及其危害	6
1.1.1 外来物种和生物入侵	6
1.1.2 外来入侵种对本地物种和生态环境的影响	8
1.1.3 外来入侵种对生物多样性的影响	10
1.1.4 外来入侵种对社会和经济的影响	11
1.1.5 外来入侵种的防治和管理	11
1.2 沙筛贝及其同科种类的研究概况	13
1.2.1 沙筛贝原栖息地及其入侵途径	13
1.2.2 沙筛贝的生物学研究	15
1.2.3 沙筛贝的生态分布及习性	16
1.2.4 沙筛贝的生理生化研究	17
1.2.5 沙筛贝的分子遗传研究	18
1.2.6 沙筛贝防治的研究	19
1.3 本研究目的、意义及主要内容	20
2 材料与方法	23
2.1 马銮湾的环境状况	23
2.2 厦门马銮湾沙筛贝的挂板实验和沉积物采样方法	24
2.2.1 月附着量和 10 天附着量挂板实验方法	24
2.2.2 沙筛贝的垂直分布挂板	25
2.2.3 厦门马銮湾沉积物中大型底栖动物的采集	26

2.2.4 生物指数和统计软件-----	27
2.3 沙筛贝 DNA 提取及测定方法-----	27
2.3.1 主要药品和试剂-----	27
2.3.2 主要仪器设备-----	28
2.3.3 DNA 提取方法（酚-氯仿法）-----	28
2.3.4 RAPD-PCR 实验-----	29
3 结果与分析-----	31
3.1 厦门马銮湾虾池外水域沙筛贝的时空分布-----	31
3.1.1 马銮湾虾池外水域沙筛贝的月附着量-----	31
3.1.2 马銮湾 10 天挂板上网纹藤壶和沙筛贝的附着量-----	31
3.1.3 马銮湾虾池外水域沙筛贝的水平分布-----	34
3.1.4 马銮湾虾池外水域沙筛贝的垂直分布-----	35
3.2 厦门马銮湾沙筛贝壳壳参数特征-----	38
3.2.1 马銮湾沙筛贝壳壳累积生长特征-----	38
3.2.2 马銮湾垂直挂板层次上沙筛贝的贝壳参数-----	39
3.2.3 马銮湾沙筛贝壳长、壳高、壳宽的关系-----	40
3.3 沙筛贝对厦门马銮湾大型底栖动物的影响-----	42
3.3.1 沙筛贝栖息环境周围的大型底栖动物-----	42
3.3.2 沙筛贝与紫贻贝的关系-----	44
3.3.3 挂板上沙筛贝与网纹藤壶的数量关系-----	44
3.3.4 挂板上沙筛贝与小头虫的数量关系-----	47
3.3.5 挂板上沙筛贝与才女虫的数量关系-----	51
3.3.6 挂板上沙筛贝与刺沙蚕和太平洋侧花海葵的数量关系 -----	53
3.3.7 沉积物中沙筛贝与几种多毛类的数量关系-----	56

3.4 沙筛贝的分子生物学实验-----	57
4 讨论-----	59
4.1 水动力强弱是影响沙筛贝数量的重要因素-----	59
4.2 沙筛贝的垂直分布与水环境状况有关-----	59
4.3 厦门马銮湾大型底栖动物贫乏与污染有关-----	60
4.4 沙筛贝的空间竞争能力强于网纹藤壶,并能导致网纹藤壶死亡 ----	60
4.5 沙筛贝与几种多毛类的数量关系与它们的生态习性有关 -----	61
4.6 沙筛贝与紫贻贝的关系为种间竞争关系-----	62
5 结论-----	63
参考文献-----	64
缩写词与附图-----	72
致谢-----	75

Content

Chinese abstract -----	1
English abstract -----	3
1.Preface -----	6
1.1 Alien species and their damage -----	6
1.1.1 Alien species and biological invasion -----	6
1.1.2 Alien species' effect on native species and ecological environment-----	8
1.1.3 Alien species' effect on biodiversity-----	10
1.1.4 Alien species' effect on society and economy -----	11
1.1.5 Prevention and management of alien species-----	11
1.2 Review of <i>Mytilopsis sallei</i> and other coordinal species -----	13
1.2.1 <i>Mytilopsis sallei</i> 's original habitat and invasive pathway -----	13
1.2.2 <i>Mytilopsis sallei</i> 's biological research-----	15
1.2.3 <i>Mytilopsis sallei</i> 's ecological distribution and behaviour -----	16
1.2.4 Research on physiology and biochemistry of <i>Mytilopsis sallei</i> -	17
1.2.5 Research on molecular genetics of <i>Mytilopsis sallei</i> -----	18
1.2.6 Research on prevention of <i>Mytilopsis sallei</i> -----	19
1.3 Purpose and main contents -----	20
2 Materials and methods -----	23
2.1 Environmental conditions in Maluan Bay -----	23
2.2 Panel test and sediment investigation in Maluan Bay -----	24
2.2.1 Panel test of <i>Mytilopsis sallei</i> 's attachment -----	24
2.2.2 Panel test of vertical distribution-----	25
2.2.3 Macrozoobenthos sample in sediment-----	26

2.2.4 Biological index and statistics software -----	27
2.3 DNA extraction -----	27
2.3.1	
Medicament-----	27
2.3.2	
Equipment-----	28
2.3.3 DNA extraction by phenol-chloroform method -----	28
2.3.4 RAPD-PCR test-----	29
3 Results and analysis-----	31
3.1 Spatial and temporal distribution research on <i>Mytilopsis sallei</i> -----	31
3.1.1 <i>Mytilopsis sallei</i> 's attachment quantity in a month-----	31
3.1.2 <i>Balanus reticulates</i> and <i>Mytilopsis sallei</i> 's attachment quantity on 10-days-panels-----	31
3.1.3 <i>Mytilopsis sallei</i> 's horizontal distribution-----	34
3.1.4 <i>Mytilopsis sallei</i> 's vertical distribution-----	35
3.2 Shell parameters of <i>Mytilopsis sallei</i> in Maluan Bay -----	38
3.2.1 Accumulated growth pattern of <i>Mytilopsis sallei</i> 's shell -----	38
3.2.2 Shell parameters of <i>Mytilopsis sallei</i> at vertical levels-----	39
3.2.3 Relations between shell length ,height and width of <i>Mytilopsis sallei</i> --	40
3.3 <i>Mytilopsis sallei</i>'s effect on macrozoobenthos -----	42
3.3.1 Macrozoobenthos around <i>Mytilopsis sallei</i> 's habitat -----	42
3.3.2 Quantity relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and <i>Mytilus galloprovincialis</i> on the panels -----	44
3.3.3 Quantity relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and <i>Balanus</i>	

<i>reticulatus</i> on the panels -----	44
3.3.4 Quantity relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and <i>Capitella capitata</i> on the panels-----	47
3.3.5 Quantity relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and <i>Polydora</i> sp. on the panels -----	51
3.3.6 Quantity relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and <i>Neanthes</i> sp., <i>Actinia nigrescens</i> on the panels -----	53
3.3.7 Quantity relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and several polychaeta on the panels -----	56
3.4 Molecular biology experiment -----	57
4	
Discussion-----	59
4.1 Hydrodynamics is a important factor effect on <i>Mytilopsis sallei</i>'s quantity-----	59
4.2 <i>Mytilopsis sallei</i>'s quantity is associated with water environmental condition -----	59
4.3 Macrozoobenthos' scarcity in Maluan Bay is associated with pollution ---	60
4.4 <i>Mytilopsis sallei</i>'s spatial competitive ability is stronger than that of <i>Balanus reticulates</i>, which leads to <i>Balanus reticulates</i>' death -----	60
4.5 The quantity relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and several polychaeta has relation to their life habits-----	61
4.6 Relationship between <i>Mytilopsis sallei</i> and <i>Mytilus</i>	

<i>galloprovincialis</i> is interspecific competition -----	62
5	
Result -----	63
References -----	64
Abbreviation and photo -----	72
Acknowledgements -----	75

厦门大学博硕士学位论文摘要

摘要

外来物种沙筛贝原产中美洲热带水域，随着航运的发展入侵世界上许多国家和地区，对入侵地造成巨大的经济损失。二十世纪九十年代初，在厦门马銮湾作为鱼虾饵料引入沙筛贝，其后沙筛贝大量繁殖，并对马銮湾的水产养殖造成严重的影响。沙筛贝滤水量很大，对澄清水质有所贡献，但大量代谢产物也将增加有机污染和耗氧量。海洋入侵种是生态变化的主要驱动者，它们适应当地栖息环境，与本地种竞争，还可能是带菌者，对生物多样性造成严重的危害。因此，只有研究沙筛贝对其他生物的生态效应和分析各种环境因素，才能正确地判断沙筛贝的利弊及其对生态环境的影响程度。

针对沙筛贝的生态习性，在马銮湾设计挂板实验和沉积物取样，通过这些实验了解沙筛贝的时空分布，探索沙筛贝对其他大型底栖动物及其生态环境的效应，为保护生物多样性，防止沙筛贝扩散，减轻其入侵危害提供宝贵资料。

本研究的主要结果如下：

- ① 在马銮湾虾池外水域，一年内有 7 个月出现沙筛贝幼体附着，即从 5 月份开始有沙筛贝附着，至 11 月份止。附着高峰在 6 月份，6 月份后附着量逐月减少。短期挂板表明在 2004 年 8 月底和 9 月初沙筛贝附着密度出现小高潮，原因可能与雨水较多有关。
- ② 从水平分布看，4 个挂板点中，A 和 D 挂板点沙筛贝平均密度和生物量较 B 和 C 挂板点高，其原因主要是 B 和 C 挂板点靠近虾池排水口，水动力较强影响了沙筛贝的附着。
- ③ 沙筛贝的垂直分布随不同月份而有所变化，6 月份和 7 月份沙

筛贝的垂直分布基本上是随挂板深度增加而增加的,而 8 月份沙筛贝的垂直分布基本上是随挂板深度增加先增加而后减少,在挂板深 40 cm 左右形成高峰。

- ④ 虽然沙筛贝附着高峰出现在 6 月份,但贝壳生长快速期出现在 7-9 月。同时我们也发现,沙筛贝壳长、壳高、壳宽两两之间呈显著线性相关。
- ⑤ SPSS 统计软件回归分析表明,沙筛贝与网纹藤壶在挂板的垂直分布上有负相关关系,沙筛贝高密度时能导致网纹藤壶死亡。小头虫、才女虫的数量有随沙筛贝数量增加而增加的趋势。刺沙蚕和太平洋侧花海葵数量则与沙筛贝数量无显著相关关系。沙筛贝与紫贻贝为种间竞争关系。大型底栖动物与沙筛贝的数量关系与它们的生态习性和生物学特性有关。

关键词: 沙筛贝; 马銮湾; 大型底栖动物; 生态效应

Abstract

The normal distribution of alien species *Mytilopsis sallei* is in tropic water area in Central America. It has been introduced into many countries and areas by attaching to hulls of ship. *Mytilopsis sallei* made a great deal of economic lose in the invasive areas. In early 1990's, *Mytilopsis sallei* was introduced into Maluan Bay, Xiamen as food for cultured fish and shrimp and later *Mytilopsis sallei* bred fast and affected aquiculture in Maluan Bay. *Mytilopsis sallei* can filtrate a great deal of seawater to purify water, but lots of metabolic product increase organic pollution and consume a great deal of oxygen. Marine invasive species often become dominant species and lead to ecological variety, they adapt to the invasive habitat, compete with native species, and they possibly are carrier. They also do a serious harm to biodiversity. By studying *Mytilopsis sallei*'s ecological impacts on the other organisms and analysing the environmental factors, we can judge *Mytilopsis sallei*'s advantages and disadvantages and its influence on the ecological environments.

According to the ecological behavior of *Mytilopsis sallei*, we designed panel tests and sediment investigation in Maluan Bay to know *Mytilopsis sallei*'s spatial and temporal distributions, and explore *Mytilopsis sallei*'s impacts on the other macrozoobenthos and ecological environments. The research provide valuable data to protect biodiversity, and prevent *Mytilopsis sallei*'s diffusion and reduce their invasive harm.

The main results of our research are:

- ① In the water outside shrimp pond in Maluan Bay, *Mytilopsis sallei*'s larvae can attach for seven months in a year (from May to November). Attaching *Mytilopsis sallei*'s quantity was peak in June and decreased from June to November. In short-term panel test, attaching *Mytilopsis sallei*'s quantity was a small peak from the late August to the early September, as a result of more rainwater in this period.
- ② From the results of horizontal distribution, we could find that average density and biomass of *Mytilopsis sallei* on panel A and panel D were higher than that on panel B and panel C. The first cause was that panel B and panel C were near shrimp pond's outlet, stronger hydrodynamics affected the attachment of *Mytilopsis sallei*.
- ③ Vertical distribution of *Mytilopsis sallei* changed in different months. In June and July, vertical distribution of *Mytilopsis sallei* basically increased with panels' depth increasing. In August, vertical distribution of *Mytilopsis sallei* firstly increased and then decreased with panels' depth increasing. The highest quantitative was about 40 cm depth.
- ④ Although *Mytilopsis sallei*'s attachment peak appeared in June, but the period of growing fast was from July to September. We also found there are remarkable linear correlation among shell length, shell height and shell width.
- ⑤ Regression analysis by SPSS statistics software showed there is

negative correlation between *Mytilopsis sallei* and *Balanus reticulatus* at the vertical distribution of the panels. The higher density *Mytilopsis sallei* is, the lower density of *Balanus reticulatus* is. Quantity of *Capitella capitata* and *Polydora* sp. increased with *Mytilopsis sallei*'s quantity increasing. Quantity of *Neanthes* sp. and *Actinia nigrescens* had no remarkable linear correlation with *Mytilopsis sallei*. Relationship between *Mytilopsis sallei* and *Mytilus galloprovincialis* is interspecific competition. Quantity relationship between *Mytilopsis sallei* and macrozoobenthos has something to do with their ecological and biological characters.

Key words: *Mytilopsis sallei*; Maluan Bay; macrozoobenthos; ecological impacts

1 前言

1.1 外来物种及其危害

1.1.1 外来物种和生物入侵

外来物种 (alien species) 是指出现在其过去或现在的自然分布范围及扩散潜力以外 (即在其自然分布范围以外, 在没有直接或间接的人类引入或照顾之下而不能存在) 的物种、亚种或以下的分类单元, 包括其所有可能存活、继而繁殖的部分、配子或繁殖体^[1]。当外来物种在自然或半自然生态系统或生境中建立了种群, 改变或威胁本地生物多样性的时候, 就成为外来入侵种 (Alien invasive species)。外来物种在有的文章中也称为非本地的 (non-native)、非土著的 (non-indigenous)、外国的 (foreign) 或外地的 (exotic) 物种。

外来物种是移入种 (immigrant species) 和引入种 (introduced species) 的总称。前者是指由外地自然迁入本地的物种, 如凭借风、海流、动物定向运动而迁移到本地并生存下来的物种; 后者是指由人为无意或有意引入本地的物种。

20 世纪 50 年代, Elton 就提出了生物入侵 (biological invasion) 的概念^[2]。他认为生物入侵是指某种生物从原来的分布区域扩展到一个新的 (通常也是遥远的) 地区, 在新的区域里, 其后代可以繁殖、扩散和维持。事实上, 外来物种对新地区生态系统的影响可能有三种情况^[3]: ①对经济和社会有积极的影响, 同时对生态系统的平衡有稳定和促进作用, 如生物防治; ②对新地区没有任何明显影响, 在新的生态系统中是非关键种, 生态位也不与其它物种重复; ③对新地区有明显的影响, 有时是毁灭性的影响。因此,

Elton的这个定义没有明确入侵的影响究竟是正面的还是反面的。

后来的生物学家给出的生物入侵的定义是^[4]：某种生物由原生存地通过自然或人为途径到达一个新的生态系统中，并能存活、繁殖和形成野外种群，其种群的进一步扩散，已经或即将形成不良的生态和经济后果。其中广义的入侵生物应包括微生物、动物、植物，而狭义的入侵生物则主要是动物和植物。

目前，外来入侵种已经成为世界性的问题，引起了全人类的关注。世界自然保护同盟2000年2月在瑞士通过的《防止因生物入侵而造成的生物多样性损失》中指出，千万年来，海洋、山脉、河流和沙漠的珍稀物种和生态系统的演变，提供了隔离性天然屏障。在近几年间，这些屏障受到全球变化的影响已变得无效，外来物种远涉重洋到达新的生境和栖息地，并成为外来入侵物种。这里所说全球变化的影响应包括自然气候环境的变化，也包括交通运输发达、不断扩大的人员交往与改变自然能力的加强等人文因素的改变。

据不完全统计，英国水域已有53种大型的外来物种；德国水域有100种外来物种；爱尔兰的科克港口也发现了24种外来物种；沿瑞典海岸线则发现近70余种外来物种；目前已知超过450种外来物种被带到了地中海；总计有172种有害海洋生物侵入到澳大利亚海域；美国西海岸的旧金山湾被认为是世界上外来物种数量最多的聚集地，目前在旧金山湾发现了总计有212种外来物种^[5]。

随着我国经济的迅速发展和对外交流的日益扩大，有意或无意引入的外来物种也越来越多，但由于相关法律制度的不完善，以及人们对外来物种的危害认识不足，导致外来物种扩散到全国各地，造成巨大的危害。据不完全统计，成功入侵我国外来草本

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.

廈門大學博碩士論文摘要庫