

学校编码：10384

密级 _____

学号：22420111151366

廈門大學

硕士学位论文

台湾海峡及其邻近海域四种底层及近底层
鱼类生态学特征变化的研究

Study on changes of ecological characteristics of four
demersal fishes in the Taiwan Strait and its adjacent sea

鞠培龙

指导教师姓名：陈明茹 副教授

专业名称：海洋生物学

论文提交日期：2014年5月

论文答辩日期：2014年5月

2014年5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

摘要

鱼类的生活方式、鱼类种群数量变动的规律、控制及预报其数量变化的趋势等是鱼类生态学研究的重要内容,其研究结果可为渔业资源保护和开展渔业生态系统管理提供依据。鱼类生态学特征的变化,尤其是鱼类种群数量和生态学参数的变化的研究结果可以为管理和利用渔业资源提供预警。本文选取台湾海峡及其邻近海域四种底层及近底层鱼类开展其生态学特征变化的研究,以期能为台湾海峡及其邻近海域的渔业资源保护和生态系统管理研究提供数据基础。

台湾海峡位于中国的东南部,是连接东海和南海的重要通道,台湾海峡及邻近海域拥有我国著名闽东渔场、闽中渔场、闽南-台湾浅滩渔场等。该海域水文状况错综复杂,并且拥有种类繁多的浮游生物和丰富的渔业资源,但在气候变化和人类活动的影响下,底层及近底层鱼类生态学特征发生了一系列变化。

本研究利用渔业资源学和鱼类生态学的方法和理论,分析了台湾海峡及邻近海域四种底层及近底层鱼类的种群结构和生态学参数的变动趋势;并探讨引起上述变化的影响因子;同时,针对目前的资源状况提出了相应的管理措施。主要研究内容及成果如下:

(1) 与 20 世纪 70 年代、80 年代、90 年代种群结构和生态学参数相比,2006 年白姑鱼 (*Pennahia argentata*)、短尾大眼鲷 (*Priacanthus macracanthus*)、黄鳍棘鲷 (*Acanthopagrus latus*) 和乔氏蜥雀鲷 (*Teixeirichthys jordani*) 四种底层及近底层鱼类渔获群体最大体长、优势体长组、平均体长、最大体重、优势体重组、平均体重、平均年龄、初次性成熟的最小体长均有减小的趋势,种群个体出现了小型化、低龄化,性成熟提前化现象;生长和死亡参数中的渐近体长 L_{∞} 、渐近体重 W_{∞} 减小,生长系数 k 加大,体重生长拐点 t_r 提前。总死亡参数 Z 和捕捞死亡系数 F 加大,开发比率 E 达到或超过 0.5,处于充分开发或过度开发状态。

(2) 捕捞和气候变化是鱼类生态学特征的主要影响因子。捕捞对渔业资源的影响首先表现在资源量的减少,其次在种群结构上,使种群个体表现为小型化、低龄化和结构简单化,反映在生态学特征层面上则表现为生长速度加快、体重生长拐点提前和性成熟提前等,更进一步反映在生态系统层面上,表现为渔获物由

长寿命、高营养级的肉食性鱼类逐渐转变为短寿命、低营养级的小型鱼类和无脊椎动物,最后一些捕捞作业方式如拖网作业极大的改变了海洋生物栖息地的形态结构,对海洋生物尤其是底层近底层鱼类的生长和繁殖造成极大的破坏。另外,过度捕捞使鱼类种群处于脆弱的状态,进而加剧了由气候变化引起的威胁,并使处于高开发强度下的生态系统对于环境变化更为敏感。气候变化可以通过直接和间接途径对鱼类种群波动及生态学特征产生影响。气候变化引起的海洋表层水温的升高,可以通过组织、个体、种群及生态系统四个层面对鱼类的生长和繁殖产生影响;气候异常事件 ENSO 导致台湾海峡及其邻近海域海洋环境变异,然后通过食物链影响初级生产力(硅藻)、次级生产力(浮游动物),进而影响鱼类的生长、繁殖、洄游及分布等。

(3) 本研究根据目前的资源状况,提出了相应的管理措施:削减捕捞努力量、调整作业结构;实行最小开捕规格及调整休渔期;实施保护产卵群体、产卵场及幼鱼的管理措施;从整个生态系统的角度出发,引入基于生态系统的渔业管理理念;以期获得渔业资源的可持续发展。

关键字:台湾海峡;白姑鱼;短尾大眼鲷;黄鳍棘鲷;乔氏蜥雀鲷;种群结构;生态学特征;捕捞;气候变化

Abstract

Marine ichthyecology studies the behavior of fish, the rules of fish population fluctuation, and controlling and predicting the variation trends of fishes, etc. The results could provide the scientific basis for conservation of fishery resources and fishery ecosystem management. Changes in ecological characteristics of fish, especially in fish populations and ecological parameters, play a guiding role in fish ecology and provide a practical approach to utilize fishery resources appropriately. This article studied on changes of ecological characteristics of four demersal fishes in the Taiwan Strait and its adjacent sea area, so as to provide scientific data for conservation of fishery resources and ecosystem management.

The Taiwan Strait, which is located in the southeast of China, is an important channel connecting the East China Sea and South China Sea. There are famous fishing grounds in the Taiwan Strait and its adjacent area, including the Mindong Fishing Ground, the Minzhong Fishing Ground and the Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground. Hydrological condition in Taiwan Strait and its adjacent area was complex, and plankton and fishery resources were abundant. But under the influences of climate changes and human activities, the ecological characteristics of demersal fishes have been changed significantly in this area.

Based on methods and theories in Fishery Resources and Fish Ecology, this study analyzed the fluctuation trends of population structures and ecological characteristics of four demersal fishes in Taiwan Strait and its adjacent area, including the silver croaker (*Pennahia argentata*), red bigeye (*Priacanthus macracanthus*), yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) and Jordan's damsel (*Teixeirichthys jordani*). The impact factors causing the variations were discussed as well. Furthermore, related management strategies were suggested according to the current situation of demersal fishery resources in this area. The major results of this study were presented as follows:

- (1) Compared the population structure and ecological parameters in the year of

2006 with that of 1970s, 1980s and 1990s, the maximum and mean body lengths, the dominant lengths and weights, the maximum and mean body weights, the mean ages, the minimum sizes at first sexual maturity, the asymptotic body lengths (L_{∞}) and the asymptotic body weights (W_{∞}) of the four demersal species decreased gradually in recent decades, indicating that the populations were younger in age, smaller in size and earlier in sexual maturity. At the same time, the growth coefficients (k) increased and ages at the inflexion point of weight (t_r) were younger than before. The total mortality coefficient (Z) and the fishing mortality (F) of four demersal species were at high levels, the exploitation ratio (E) had been reached or exceeded 0.5, which indicated that the four demersal species population had been fully exploited or overexploited.

(2) Fishing and climate changes were the most important factors leading to the fluctuations of population and ecological parameters of fishes. The fishing effects on the fishery resources were as follows: firstly, the amount of resources decreased; secondly, in population level, individuals were smaller in size and younger in age, and population structure became simplistic, reflecting in ecological characteristics, individuals manifested as the growth rate increased, age at the inflexion point of weight being younger and sexual maturity being earlier, etc.; thirdly, in ecosystem level, the long-lived and high trophic level fishes had been replaced by the short-lived and low trophic level invertebrates and fishes gradually; finally, some irrational fishing practices such as trawling greatly changed the marine habitats, and then threatened the growth and reproduction of marine organisms, especially demersal fishes. In addition, overfishing had made the fish populations to a fragile status; thereby strengthened the threats caused by climate changes, and made the ecosystem under high exploitation pressure more sensitive to environmental changes. Climate changes could affect fish population and their ecological characteristics in both direct and indirect ways. The increasing sea surface temperatures caused by climate changes would affect fish growth and reproduction from organization, individual, population and ecosystem perspectives. Climate extreme events such as ENSO had led to marine environmental changing of Taiwan Strait and its adjacent area. Thus the

primary productivity (diatoms) and secondary productivity (zooplankton) were affected, and then affected the growth, reproduction, migration and distribution of fishes through the food chain.

(3) According to the current situation of fishery resource, relevant management strategies were proposed. The fishing efforts should be reduced and fishing industry structure should be adjusted; The minimum catchable size should be implemented and the closed season should be modified; Establish regulations to protect the juvenile fishes, spawning groups and their spawning grounds. In order to obtain the sustainable development of fishery resources, Ecosystem-based Fishery Management (EBFM) should be taken into account from the perspective of the whole ecosystem.

Keywords: Taiwan Strait; silver croaker (*Pennahia argentata*); red bigeye (*Priacanthus macracanthus*); yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*); Jordan's damsel (*Teixeirichthys jordani*); population structure; ecological characteristics; fishing; climate changes

目录

摘要.....	I
Abstract.....	III
第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 海洋渔业资源状况.....	1
1.2.1 世界海洋渔业资源概况.....	2
1.2.2 中国海洋渔业资源状况.....	3
1.3 国内外海洋渔业资源研究进展.....	5
1.3.1 海洋底层及近底层鱼类生物学特性的研究.....	5
1.3.2 海洋渔业资源动态与气候变化的研究.....	6
1.3.3 渔业资源动态与捕捞力量的研究.....	9
1.4 研究区域自然条件及渔业概况.....	10
1.4.1 自然条件概况.....	11
1.4.2 渔业概况.....	13
1.5 本研究四种底层、近底层鱼类研究概况.....	15
1.5.1 白姑鱼.....	15
1.5.2 短尾大眼鲷.....	20
1.5.3 黄鳍棘鲷.....	23
1.5.4 乔氏蜥雀鲷.....	25
1.6 本研究的内容、意义及拟解决的科学问题.....	26
第二章 材料和方法.....	28
2.1 数据收集.....	28
2.1.1 捕捞渔获量和捕捞力量.....	28
2.1.2 海洋表层水温.....	28
2.1.3 四种鱼类的采样站位和样品处理.....	28
2.2 种群生态学参数的计算方法.....	30

2.1.1 体长-体重关系	30
2.1.2 von Bertalanffy equations	30
2.1.3 残存率 S	30
2.1.4 总死亡系数 Z	30
2.1.5 自然死亡系数 M	30
2.1.6 捕捞死亡系数 F	31
2.1.7 开发比率 E	31
2.1.8 临界年龄（最佳开捕年龄）	31
2.1.9 最小可捕体重.....	31
2.1.9 最小可捕长度.....	31
第三章 结果与分析	32
3.1 种群结构.....	32
3.1.1 白姑鱼.....	32
3.1.2 短尾大眼鲷.....	32
3.1.3 黄鳍棘鲷.....	34
3.1.4 乔氏蜥雀鲷.....	34
3.2 生态学参数.....	35
3.2.1 生长参数.....	35
3.2.2 死亡系数.....	47
3.3 福建省海洋捕捞渔获量及捕捞努力量.....	48
3.3.1 渔获量及 CPUE	48
3.3.2 捕捞努力量.....	49
3.3.3 小结.....	50
第四章 讨论	51
4.1 种群结构的变化.....	51
4.2 生态参数的变化.....	53
4.3 种群结构和生态学参数的主要影响因子.....	54
4.3.1 捕捞.....	54
4.3.2 气候变化.....	59

4.3.3 小结.....	64
4.4 管理对策.....	65
4.4.1 削减捕捞努力量、调整作业结构.....	65
4.4.2 实施最小开捕规格.....	66
4.4.3 保护幼鱼、产卵群体、产卵场.....	67
4.4.4 基于生态系统的渔业管理.....	68
第五章 结语.....	69
5.1 主要研究成果.....	69
5.1.1 四种底层及近底层鱼类生态特征及变化趋势.....	69
5.1.2 四种底层及近底层鱼类生态特征的主要影响因子.....	70
5.1.3 管理对策.....	71
5.2 特色与创新.....	71
5.3 不足与展望.....	71
5.3.1 不足.....	71
5.3.2 展望.....	72
参考文献.....	73
主要研究成果.....	73
致谢.....	84

CONTENT

Abstract in Chinese	I
Abstract in English.....	III
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research background	1
1.2 Marine fishery resources	1
1.2.1 World marine fishery resources	2
1.2.2 China marine fishery resources.....	3
1.3 Progress of studies on marine fishery resources	5
1.3.1 The research of biology characteristics of marine demersal fishes	5
1.3.2 The research of fishery resources dynamic and climate change	6
1.3.3 The research of dynamic fishery resources and fishing	9
1.4 Natural conditions and fishery of study area	10
1.4.1 Natural conditions	11
1.4.2 Fishery situation.....	13
1.5 Overview of four demersal fishes	15
1.5.1 Silver croaker	15
1.5.2 Red bigeye	20
1.5.3 Yellowfin seabream.....	23
1.5.4 Jordan's damsel	25
1.6 Aims, significance and intended to solve scientific problems	26
Chapter 2 Materials and methods	28
2.1 Data collection	28
2.1.1 Fishing effects and catches	28
2.1.2 SSTA	28
2.1.3 Sampling area and sample handling	28
2.2 The calculation methods of ecological parameters	30
2.1.1 Body weight-body length relationships	30

2.1.2 von Bertalanffy equations	30
2.1.3 Survival rate S	30
2.1.4 The total mortality coefficient Z	30
2.1.5 The natural mortality coefficient M	30
2.1.6 The fishing mortality coefficient F	31
2.1.7 The exploitation ratio E	31
2.1.8 Critical age (the best catchable age)	31
2.1.9 The minimum capture body weight	31
2.1.9 The minimum capture length	31
Chapter 3 Results and analysis	32
3.1 Population structure	32
3.1.1 Silver croaker	32
3.1.2 Red bigeye	32
3.1.3 Yellowfin seabream	34
3.1.4 Jordan's damselfish	34
3.2 Ecological parameters	35
3.2.1 Growth parameters	35
3.2.2 Mortality coefficients	47
3.3 Marine fishing catches and effects in Fujian Province	48
3.3.1 Catches and CPUE	48
3.3.2 Fishing effects	49
3.3.3 Summary	50
Chapter 4 Discussion	51
4.1 Changes in population structure	51
4.2 Changes in ecological parameters	53
4.3 The main factors affecting population structure and ecological parameters ..	54
4.3.1 Fishing	54
4.3.2 Climate changes	59
4.3.3 Summary	64

4.4 Management strategies.....	65
4.4.1 Reduce in fishing efforts and adjust fishing industry structure	65
4.4.2 Implement the minimum catchable size	66
4.4.3 Protect, juvenile fish, spawning group and grounds	67
4.4.4 Ecosystem-based fishery management	68
Chapter 5 Summary	69
5.1 Main research achievements	69
5.1.1 Ecological characteristics and variation trends.....	69
5.1.2 The main factors affecting the ecological characteristics	70
5.1.3 Management strategies.....	71
5.2 Characteristic and innovation	71
5.3 Questions and prospects.....	71
5.3.1 Questions.....	71
5.3.2 prospects	72
References.....	73
The main research achievements	73
Acknowledgements.....	84

第一章 绪论

1.1 研究背景

海洋是人类赖以生存和发展的重要基础,全世界有一半以上的人们生活在沿海60 km 以内的地方;在许多国家,特别是发展中国家,海洋生物资源是重要的蛋白质来源,为千百万人提供着食物和生计^[1]。据 FAO《世界渔业和水产养殖状况2012》的报告,2009年世界人口动物蛋白摄入量中16.6%来自水产品(捕捞和养殖),所有蛋白质摄入量中有6.5%来自水产品^[2]。21世纪海洋开发成为世界各国研究的热点,随着海洋开发的加剧,特别是对渔业资源的过度捕捞、海洋环境污染以及生境的破坏,导致世界范围内大部分海域的渔业资源受到不同程度的破坏都处于充分或过度开发的状态,加上气候变化带来的影响,使得渔业资源出现退化濒临衰竭^[3,4]。因此,渔业资源的保护迫在眉睫,开展渔业资源保护和管理研究以缓解资源衰竭的现状。鱼类生态学的研究是开展渔业资源保护研究的基础,了解鱼类的生态学特征变化能为更合理地提出资源保护对策提供依据。

鱼类生态学研究的内容包括鱼类的的生活方式(种群变动的性质、种内及种间集群、分布、洄游、昼夜和季节性生活规律、摄食和繁殖等)、鱼类种群数量变动的规律、控制及预报其数量变化的趋势等,其研究结果可为渔业资源保护和开展渔业生态系统管理提供依据^[5]。鱼类生态学特征的变化尤其是鱼类种群数量和生态学参数的变化是鱼类生态学研究中的重要内容,其研究结果能为合理利用渔业资源的实际问题提供指导。本文选取台湾海峡及其邻近海域四种底层及近底层鱼类开展其生态学特征变化的研究,以期能为台湾海峡及其邻近海域的渔业资源保护和生态系统管理研究提供数据基础。

1.2 海洋渔业资源状况

目前,国内外对“渔业资源”未有统一的定义。《辞海》中认为:“水产资源是指水域中蕴藏的各种经济动植物(鱼类、贝类、甲壳类、海兽类、藻类)的数量”;《农业大词典》和《中国农业百科全书》(水产业卷)中将渔业资源定义为:“水产资源是指天然水域中具有开发利用价值的经济动植物种类和数量的总称”;

郭守前（2004）认为海洋渔业资源有广义和狭义之分^[6]：广义海洋渔业资源是指海洋水域中的水体及其内含的水生动植物资源的种类、数量、质量、种群分布及地域分布状况；狭义海洋渔业资源则是指海洋水域中的鱼、虾、蟹、贝、藻类等水生动植物资源的数量、质量及分布状况。综合上述定义，本文认为海洋渔业资源是指海域中蕴藏的具有经济、社会、生态价值，现在或将来可以通过渔业产业途径利用的生物资源。

渔业资源主要包括鱼类、甲壳类、软体类、藻类和哺乳类等。鱼类是渔业资源中数量最多的类群，全世界约有 32700 种^[7]，但主要的捕捞鱼类全世界仅 100 多种^[143]；甲壳类主要包括虾类和蟹类；软体动物主要包括头足类（主要包括柔鱼类、枪乌贼类、墨鱼类和章鱼类）和贝类；藻类包括江蓠、裙带菜、紫菜和海带等。

1.2.1 世界海洋渔业资源概况

在 1950 年至 20 世纪 90 年代中期的 60 多年中，世界海洋渔业捕捞量持续增长（图 1.1），1996 年全球海洋捕捞渔业产量达到最高值，此后处于相对稳定状态。在 2004-2010 年的 7 年中，全球捕捞渔业产量稳定在 9000×10^4 t 左右，其中全球海洋捕捞渔业产量稳定在 8000×10^4 t 左右^[2]。

据世界粮农组织（FAO）统计，从 1974 年起至今，全球渔业资源种群中，未完全开发的种群所占比重在逐渐下降；而已完全开发或过度开发的种群所占比重则在上升，20 世纪 70 年代末至 80 年代，过度开发种群所占比例从 1974 年的 10% 上升到 1989 年的 26%^[2]。就渔获量世界排名前 10 位的种群（在世界海洋渔获量中合计占约 30%）而言，其中多数已被完全开发甚至过度开发：如东南太平洋秘鲁鳀鱼（*Engraulis ringens*）的两大主要种群、北太平洋的阿拉斯加狭鳕（*Theragra chalcogramma*）和大西洋的蓝鳕（*Micromesistius poutassou*）已完全开发；东北大西洋和西北大西洋的大西洋鲱鱼（*Clupea harengus*）种群已完全开发；西北太平洋的日本鳀鱼（*Engraulis japonicus*）和东南太平洋的智利竹荚鱼（*Trachurus murphyi*）被认为已过度开发；东太平洋和西北太平洋的鲭鱼（*Scomber Japonicus*）种群已完全开发；西北太平洋主要渔场的白带鱼（*Trichiurus Lepturus*）于 2009 年估计已过度开发^[2]。由此可见，海洋过度捕捞已成为一个全

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