

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

中国生态学会 2013 年学术年会专辑



第 33 卷 第 19 期 Vol.33 No.19 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第33卷第19期

2013年10月 (半月刊)

目次

中国生态学会 2013 年学术年会专辑 卷首语

- 生态系统服务研究文献现状及不同研究方向评述 马凤娇, 刘金铜, A. Egrinya Eneji (5963)
- 非人灵长类性打搅行为研究进展 杨 斌, 王程亮, 纪维红, 等 (5973)
- 密度制约效应对啮齿动物繁殖的影响 韩群花, 郭 聪, 张美文 (5981)
- 食物链长度远因与近因研究进展综述 王玉玉, 徐 军, 雷光春 (5990)
- AM 真菌在植物病虫害生物防治中的作用机制 罗巧玉, 王晓娟, 李媛媛, 等 (5997)
- 保护性耕作对农田碳、氮效应的影响研究进展 薛建福, 赵 鑫, Shadrack Batsile Dikgwatlhe, 等 (6006)
- 圈养大熊猫野化培训期的生境选择特征 张明春, 黄 炎, 李德生, 等 (6014)
- 利用红外照相技术分析野生白冠长尾雉活动节律及时间分配 赵玉泽, 王志臣, 徐基良, 等 (6021)
- 风速和持续时间对树麻雀能量收支的影响 杨志宏, 吴庆明, 董海燕, 等 (6028)
- 白马雪山自然保护区灰头小鼯鼠的巢址特征 李艳红, 关进科, 黎大勇, 等 (6035)
- 生境片段化对千岛湖岛屿上黄足厚结猛蚁遗传多样性的影响 罗媛媛, 刘金亮, 黄杰灵, 等 (6041)
- 基于 28S, COI 和 Cytb 基因序列的薛荔和爱玉子传粉小蜂分子遗传关系研究 吴文珊, 陈友铃, 孙伶俐, 等 (6049)
- 高榕榕果内 *Eupristina* 属两种榕小蜂的遗传进化关系 陈友铃, 孙伶俐, 武蕾蕾, 等 (6058)
- 镉胁迫下杞柳对金属元素的吸收及其根系形态构型特征 王树凤, 施翔, 孙海菁, 等 (6065)
- 邻苯二甲酸对萝卜种子萌发、幼苗叶片膜脂过氧化及渗透调节物质的影响 杨延杰, 王晓伟, 赵 康, 等 (6074)
- 极端干旱区多枝怪柳幼苗对人工水分干扰的形态及生理响应 马晓东, 王明慧, 李卫红, 等 (6081)
- 贝壳砂生境酸枣叶片光合生理参数的水分响应特征 王荣荣, 夏江宝, 杨吉华, 等 (6088)
- 陶粒覆盖对土壤水分、植物光合作用及生长状况的影响 谭雪红, 郭小平, 赵廷宁 (6097)
- 不同林龄短枝木麻黄小枝单宁含量及养分再吸收动态 叶功富, 张尚炬, 张立华, 等 (6107)
- 珠江三角洲不同污染梯度下森林优势种叶片和枝条 S 含量比较 裴男才, 陈步峰, 邹志谨, 等 (6114)
- AM 真菌和磷对小马安羊蹄甲幼苗生长的影响 宋成军, 曲来叶, 马克明, 等 (6121)
- 盐氮处理下盐地碱蓬种子成熟过程中的离子积累和种子萌发特性 周家超, 付婷婷, 赵维维, 等 (6129)
- CO₂ 浓度升高条件下内生真菌感染对宿主植物的生理生态影响 师志冰, 周 勇, 李 夏, 等 (6135)
- 预处理方式对香蒲和芦苇种子萌发的影响 孟 焕, 王雪宏, 佟守正, 等 (6142)
- 镉在土壤-金丝垂柳系统中的迁移特征 张 雯, 魏 虹, 孙晓灿, 等 (6147)
- 马尾松人工林近自然化改造对植物自然更新及物种多样性的影响 罗应华, 孙冬婧, 林建勇, 等 (6154)
- 濒危海草贝克喜盐草的种群动态及土壤种子库——以广西珍珠湾为例 邱广龙, 范航清, 李宗善, 等 (6163)
- 毛乌素沙地南缘沙丘生物结皮对凝结水形成和蒸发的影响 尹瑞平, 吴永胜, 张 欣, 等 (6173)
- 塔里木河上游灰胡杨种群生活史特征与空间分布格局 韩 路, 席琳乔, 王家强, 等 (6181)
- 短期氮素添加和模拟放牧对青藏高原高寒草甸生态系统呼吸的影响 宗 宁, 石培礼, 蔺 婧, 等 (6191)
- 松嫩平原微地形下土壤水盐与植物群落分布的关系 杨 帆, 王志春, 王云贺, 等 (6202)

广州大夫山雨季林内外空气 TSP 和 PM _{2.5} 浓度及水溶性离子特征	肖以华, 李 炯, 旷远文, 等 (6209)
马鞍列岛岩礁生境鱼类群落结构时空格局	汪振华, 赵 静, 王 凯, 等 (6218)
黄海细纹狮子鱼种群特征的年际变化	陈云龙, 单秀娟, 周志鹏, 等 (6227)
三种温带森林大型土壤动物群落结构的时空动态	李 娜, 张雪萍, 张利敏 (6236)
笔管榕榕小蜂的群落结构与物种多样性	陈友铃, 陈晓倩, 吴文珊, 等 (6246)
海洋生态资本理论框架下的生态系统服务评估	陈 尚, 任大川, 夏 涛, 等 (6254)
中国地貌区划系统——以自然保护区体系建设为目标	郭子良, 崔国发 (6264)
生态植被建设对黄土高原农林复合流域景观格局的影响	易 扬, 信忠保, 覃云斌, 等 (6277)
华北农牧交错带农田-草地景观镶嵌体土壤水分空间异质性	王红梅, 王仲良, 王 堃, 等 (6287)
中国北方春小麦生育期变化的区域差异性与气候适应性	俄有浩, 霍治国, 马玉平, 等 (6295)
中国南方喀斯特石漠化演替过程中土壤理化性质的响应	盛茂银, 刘 洋, 熊康宁 (6303)
气候变化对东北沼泽湿地潜在分布的影响	贺 伟, 布仁仓, 刘宏娟, 等 (6314)
内蒙古不同类型草地土壤氮矿化及其温度敏感性	朱剑兴, 王秋凤, 何念鹏, 等 (6320)
黑河中游荒漠绿洲区土地利用的土壤养分效应	马志敏, 吕一河, 孙飞翔, 等 (6328)
成都平原北部水稻土重金属含量状况及其潜在生态风险评价	秦鱼生, 喻 华, 冯文强, 等 (6335)
大西洋中部延绳钓黄鳍金枪鱼渔场时空分布与温跃层的关系	杨胜龙, 马军杰, 张 禹, 等 (6345)
夏季台湾海峡南部海域上层水体的生物固氮作用	林 峰, 陈 敏, 杨伟锋, 等 (6354)
北长山岛森林乔木层碳储量及其影响因子	石洪华, 王晓丽, 王 媛, 等 (6363)
植被类型变化对长白山森林土壤碳矿化及其温度敏感性的影响	王 丹, 吕瑜良, 徐 丽, 等 (6373)
油松遗传结构与地理阻隔因素的相关性	孟翔翔, 狄晓艳, 王孟本, 等 (6382)
基于辅助环境变量的土壤有机碳空间插值——以黄土丘陵区小流域为例	文 雯, 周宝同, 汪亚峰, 等 (6389)
基于生命周期视角的产业资源生态管理效益分析——以虚拟共生网络系统为例	施晓清, 李笑诺, 杨建新 (6398)
生态脆弱区贫困与生态环境的博弈分析	祁新华, 叶士琳, 程 煜, 等 (6411)
“世博”背景下上海经济与环境的耦合演化	倪 尧, 岳文泽, 张云堂, 等 (6418)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 464 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 55 * 2013-10



封面图说: 毛乌素沙地南缘沙丘的生物结皮——生物土壤结皮广泛分布于干旱和半干旱区, 它的形成和发育对荒漠生态系统生态修复过程产生重要的影响。组成生物结皮的藻类、苔藓和地衣是常见的先锋植物, 它们不仅能在严重干旱缺水、营养贫瘠恶劣的环境中生长、繁殖, 并且能通过其代谢方式影响并改变环境。其中一个重要的特点是, 生物结皮表面的凝结水显著大于裸沙。研究表明, 凝结水是除降雨之外最重要的水分来源之一, 在水分极度匮乏的荒漠生态系统, 它对荒漠生态系统结构、功能和过程的维持产生着重要的影响。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201304170731

陈云龙, 单秀娟, 周志鹏, 戴芳群, 李忠炉, 金显仕. 黄海细纹狮子鱼种群特征的年际变化. 生态学报, 2013, 33(19): 6227-6235.

Chen Y L, Shan X J, Zhou Z P, Dai F Q, Li Z L, Jin X S. Interannual variation in the population dynamics of snailfish *Liparis tanakae* in the Yellow Sea. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(19): 6227-6235.

黄海细纹狮子鱼种群特征的年际变化

陈云龙^{1,2}, 单秀娟², 周志鹏², 戴芳群², 李忠炉³, 金显仕^{2,*}

(1. 中国海洋大学水产学院, 青岛 266003; 2. 山东省渔业资源与生态环境重点实验室, 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071; 3. 广东海洋大学水产学院, 湛江 524088)

摘要: 根据 1958—2010 年冬季黄海渔业资源底拖网调查获得的细纹狮子鱼 (*Liparis tanakae*) 生物学数据, 对 4 个不同年代间黄海细纹狮子鱼的空间分布、相对资源密度、生长特征和繁殖特性等特征的年际变化进行了分析。结果表明: 细纹狮子鱼在黄海北部主要分布在辽东半岛一侧 50 m 等深线附近, 在黄海中南部 1958—1959 年集中分布在黄海中部, 1985 年其分布范围明显扩大, 1993—1994 年和 1999 年其分布区域发生北移, 高产区集中在 36°N 以北, 2005 年重新扩散至整个黄海中南部, 2010 年主要分布在石岛东南部 (35.5—36.5°N, 123.5—124.5°E) 和江苏南部外海 (33.5—34.5°N, 123—124°E) 的两个区域。出现频率以 1985 年最高, 达 87.5%, 相对资源密度以 1993—1994 年最大, 为 15.5 kg/h。近 10 年相对资源密度与海表温度呈极显著负相关 ($P < 0.01$), 出现频率和海表温度呈负相关关系 ($P = 0.051$)。1985 年、1999—2001 年、2005 年和 2010 年平均体长分别为 35.1、33.9、33.8 cm 和 32.3 cm, 呈逐渐减小的趋势。除 1985 年外, 雄性平均体长均显著大于雌性 ($P < 0.05$)。各年份性比均与 1:1 无显著差异, 但各体长组间差异较为明显。伴随着Ⅲ期所占的比例逐渐上升 (6.7%—71.8%), 细纹狮子鱼性成熟比例 (Ⅳ期及以上) 逐渐降低 (51.1%—23.9%)。

关键词: 细纹狮子鱼; 生物学特征; 空间分布; 黄海

Interannual variation in the population dynamics of snailfish *Liparis tanakae* in the Yellow Sea

CHEN Yunlong^{1,2}, SHAN Xiujuan², ZHOU Zhipeng², DAI Fangqun², LI Zhonglu³, JIN Xianshi^{2,*}

1 College of Fisheries, Ocean University of China, Qingdao 266003, China

2 Key Laboratory for Fishery Resources and Eco-environment, Shandong Province, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China

3 Faculty of Fisheries, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China

Abstract: The snailfish, *Liparis tanakae*, is a cold-water, demersal fish that has become one of the top predators in the Yellow Sea ecosystem because of a decline in the abundance of the commercially targeted species in recent years. We evaluated the interannual variation in relative stock density, distribution, biological and reproductive characteristics of snailfish based on fishery data collected by bottom trawl during winter (1958—2010) in the Yellow Sea. In the northern Yellow Sea, the snailfish was primarily distributed around the Liaodong Peninsula near the 50 m isotherm. In other regions of the Yellow Sea, the species was primarily distributed in the central Yellow Sea in 1959, but had expanded its distribution by 1985. Relative to surveys in 1958—1959 and 1985, the distribution of snailfish moved northward by the 1990s from 34°N to 36°N. In 2005, the species was found in all areas of the Yellow sea and in 2010, it was primarily distributed southeast of Shidao (35.5—36.5°N, 123.5—124.5°E) and off southern Jiangsu province. The relative stock density of snailfish was low in the late 1950s (1.1—4.1 kg/h), then increased in the 1980s and 1990s, peaking at 15.5 kg/h in 1993—1994. The density then decreased to 3.8 kg/h in the late 1990s and has recovered only slightly in the last 10 years. We observed a

基金项目: 国家国际科技合作专项项目 (2013DFA31410); 气候变化重大基础研究项目 (973-2013CB956503); 公益性行业 (农业) 科研专项 (200903005); 山东省泰山学者专项基金共同资助

收稿日期: 2013-04-17; **修订日期:** 2013-07-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jin@ysfri.ac.cn

similar trend in occurrence frequency. In the late 1950s, snailfish only accounted for 12.0%—26.5% of the occurrence frequency. However, it peaked at 87.5% in the 1980s. In other years, the occurrence frequency was relatively large (45.8%—77.3%), though most notably in the “cold” years such as 1985, 2005 and 2010. We observed a significant negative correlation between relative stock density and sea surface temperature in the ten most recent years suggesting that this cold-water species responded rapidly to the changing temperature. Similarly, we observed a negative but insignificant correlation between the occurrence frequency and sea surface temperature. The average body length of snailfish was 35.1 cm in 1985, 33.9 cm in 1999—2001, 33.8 cm in 2005 and 32.3 cm in 2010, suggesting a tendency towards miniaturization. The average body length of male individuals was significantly larger than for female individuals in all survey years (except 1985). The b value for males in 1985, 2005 and 2010 were significantly less than 3, consistent with intensely negative-allometric growth of the population whereas the remaining b values were not significantly different. We evaluated the sex ratios ($\varnothing : \delta$) within five length groups (<20, 20—30, 30—40, 40—50, >50 cm). There was no significant difference in the sex ratio during the survey years. However, the ratio did differ within body length groups. Within <20 cm group, all fish were female in 1985 and 2010 and male in 2000—2001 and 2005. In the 20—30 cm group, there was no difference in the ratio during four decades, although in 2005, the catch was dominated by female snailfish. In the 30—40 cm group, there was no difference in all survey years. In the 40—50 cm group, males dominated the catch in 2005 whereas the ratio was equal in all other years. Finally, the catch of >50 cm fish consisted exclusively of males in all survey years. In 1985, 2000—2001, 2005 and 2010, the proportion of sexually mature fish (at stage IV or beyond stage IV) were 51.1, 53.8, 41.8 and 23.9%, respectively, while for those at stage III the proportions were 6.7, 38.5, 48.7 and 71.8%, respectively. Changes in biological characteristics may be the result of overfishing. In addition, a shift in feeding habits may also have played an important role as the dominant prey categories of snailfish have changed significantly. In summary, the lack of interspecific competition, rapid growth and varied diet likely explain the variation in abundance of snailfish in the Yellow Sea ecosystem.

Key Words: *Liparis tanakae*; biological characteristics; distribution; the Yellow Sea

细纹狮子鱼属鲉形目 Scorpaeniformes、狮子鱼科 Liparidae、狮子鱼属 *Liparis*, 大中型底层鱼类, 广泛分布于东北太平洋近岸寒温带水域, 以黄海中南部产量最高, 东海北部为其分布南限^[1-3]。细纹狮子鱼属于低值鱼类, 国内无专门捕捞, 长期作为底拖网的兼捕种, 利用不足^[3-4]。在 1975—1983 年秋季太平洋鲱探捕中, 细纹狮子鱼占试捕总渔获量的百分比从 1975 年的 1.69% 增至 1982 年的 25.13%^[5], 现已成为黄海渔业资源优势种^[6], 在黄海食物网中占据关键地位^[7]。目前, 黄鮟鱇 *Lophius litulon* 和细纹狮子鱼 *Liparis tanakae* 已经取代蓝点马鲛 *Scomberomorus niphonius*、星康吉鳗 *Conger myriaster* 和带鱼 *Trichiurus lepturus* 等鱼类, 成为黄海生态系统的顶级捕食者^[8]。顶级捕食者的波动会通过食物网下行效应 (top-down effect) 影响其他种类的丰度^[9], 细纹狮子鱼具有季节性变动较大, 生长迅速^[10], 生命周期相对较短, 对外界环境变化响应较明显的特点, 因此对其种群进行长期监测是十分有益且必要的。目前对细纹狮子鱼种群生物学变化的研究较少^[11-12], 国内对其研究主要涉及摄食生态^[13-15] 和寄生虫学^[16], 对其种群长期动态方面还未见报道。本文以黄海水产研究所自 20 世纪 50 年末以来的底拖网调查数据为基准, 分析细纹狮子鱼资源长期动态, 探讨外界环境对其种群丰度和生物学特征的影响, 以期对黄海渔业生态系统的开发、管理和保护提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 数据来源

数据来源于各年冬季黄海底拖网调查, 调查时间为 11 月—2 月初, 翌年 1 月和 2 月调查数据归为前一年, 共计 17 个航次, 分别为 1958、1959、1960、1985、1993、1994、1999、2000、2001、2002、2003、2004、2005、2006、2007、2009 和 2010 年。调查范围为整个黄海 (33°—39°N, 121.5°—124.5°E), 以 37°N 作为黄海北部和黄海中南部调查区的分界限。1958—1960 年取样使用双船 (约 149.0 kW×2) 底拖网, 1985 年至今采用“北斗”号调查船 (1677.8 kW), 船舶参数如表 1。生物学测定细纹狮子鱼样品共计 667 尾, 分别为 1985 年 97 尾; 2000—2001 年 61 尾; 2005 年 222 尾; 2010 年 287 尾。生物学测定指标包括体长、体重、性别和性腺成熟度。

细纹狮子鱼 (12 月—2 月) 取样海域的年平均海表温度下载自哥伦比亚大学海洋环境数据库 [http://iridl.ldeo.columbia.edu], 范围为 32.5—36.5°N, 121.5—124.5°E, 分辨率为 1°×1°。

表 1 各航次调查船和网具
Table 1 Vessels and trawls used in the surveys

年代 Year	调查船 Research vessel	网目大小 Mesh size/cm	囊网网目大小 Mesh size of cod-end/cm	网口高度 Height of the net/m	船速 Speed/ (n mile/h)
1958—1960	普通渔船	420 目×8.0	4.8 ^[17]	7—8	2.6
1985—1994	北斗	450 目×17.0	2.0	6.3—6.9	2.8—3.3
1999—2010	北斗	836 目×20.0	2.4	6.6—7.1	2.8—3.3

1.2 数据处理

各站位拖网时间均标准化为 1 h,并根据网口面积标准化渔获数据^[18]。相对资源密度以单位时间渔获量(kg/h)表示,各年平均相对资源密度以平均单位时间渔获量(kg/h)表示。

生物学测定中,体长和体重分别精确到 1 mm 和 0.1 g,以 2 cm 分组计算优势体长,体长-体重关系用幂指数方程表示: $W = aL^b$ 。W 为体重(g),L 为体长(cm),其中 a 为条件因子,b 为异速增长因子^[19]。协方差分析(ANCOVA)检验性别间体长-体重关系差异性,若无显著差异,则合并雌、雄及未发育个体以拟合体长-体重关系。

性别、性腺成熟度和摄食等级采用目测法,性腺按照 I—VI 期^[20]划分,并规定 IV 期以上(即 IV—VI 期)为性成熟。细纹狮子鱼性比与 1:1 的差异以 20 mm 为间隔运用卡方检验(χ^2 检验)进行分析,肥满度公式^[19]为 $C = W/L^3 \times 100$,L 为体长(cm),W 采用体重(g)。

数据采用 Excel 2007、SPSS 18.0 和 Surfer 9.0 进行统计和处理。

2 结果

2.1 种群空间分布的变化

黄海中海部细纹狮子鱼相对资源密度的空间分布及相对资源密度和出现率的年际变化见分别见图 1 和表 2。在黄海北部,细纹狮子鱼主要分布在辽东半岛一侧 50 m 等深线附近,中部深水区分布较少,1999 年分布区域较 1958 年相比有所扩大。其中在黄海北部 1958 年出现频率为 20.8%,相对资源密度最高为 31.5 kg/h,1985 年在黄海北部仅 1 个站位出现,为 1.2 kg/h,1999 年出现频率为 66.7%,相对资源密度最高为 37.2 kg/h。

在黄海中海部,1958—1959 年相对资源密度集中分布在黄海中部,特别是 34°N 附近,最高为 63.0 kg/h。1958 年在近岸区域也有分布,但相对资源密度小于黄海中部,最高为 21.0 kg/h。1985 年其分布范围明显扩大,广泛分布于黄海海槽区域,出现率为 87.5%,相对资源密度相对均匀,在 50 m 等深线附近稍高。1993—1994 年和 1999 年相比 1985 年和 1958—1959 年,细纹狮子鱼的分布区域发生北移,高产区集中在 36°N 以北,出现率为 45.8%,相对资源密度最高值出现在 1993—1994 年间,为 160 kg/h,占当年调查的 44.1%,1999 年 36°N 以南相对资源密度明显较小,并在 34°N 形成分布南限。2005 年其分布重新扩散至整个黄海中海部,出现率为 77.3%,相对资源密度多在 5—20 kg/h,分布相对均匀。2010 年主要分布在 50 m 以深的水域,且明显集中在石岛东南部(35.5—36.5°N,123.5—124.5°E)和江苏南部外海(33.5—34.5°N,123—124°E)的两个区域,出现率为 69.4%,南部分布较为均匀,相对资源密度基本在 5—20 kg/h 之间,北部几个站点相对资源密度较高,最高为 70 kg/h,而 50 m 以浅的几个站点均未分布。如图 1,1958—1959 年细纹狮子鱼在黄海中海部相对资源密度较低,分布范围也较小,1985 年和 1993—1994 年其相对资源密度最高,分布范围遍及黄海中海部,1999 年相对资源密度有所下降,而近 10 年其相对资源密度有回升的趋势。

表 2 黄海中海部细纹狮子鱼相对资源密度和出现率的年际变化

Table 2 Interannual variance in relative stock density and occurrence frequency of *L. tanakae* in the central and southern Yellow Sea

年份 Year	1958	1959	1960	1985	1993—1994	1999	2005	2010
出现频率/% Occurrence frequency	24.3	12	26.5	87.5	45.8	51.6	77.3	69.4
平均渔获量/(kg/h) Mean catch	4.1±1.4	1.1±0.9	1.1±0.3	10.8±1.4	15.5±9.4	3.8±1.2	5.6±0.9	6.9±2.1

海表温度和细纹狮子鱼相对资源密度以及出现频率的关系如图 2。比较近 10 年海表温度与细纹狮子鱼相对资源密度发现,两者存在极显著的负相关关系($P<0.01$, $r=-0.81$):当温度升高时,细纹狮子鱼的相对资源密度下降,如 2005—2006 年间,平均水温升高 0.73℃,相对资源密度由 5.6 kg/h 下降至 1.9 kg/h。当温度下降时,相对资源密度往往有上升的趋势,如 2000—2002 年水温下降了 0.86℃,相应的相对资源密度上升了 2.45 kg/h,而 2004—2005 年的数据相应为 1.06℃,3.14 kg/h。水温较低的年份如 2005 和 2010 年细纹狮子鱼出现率均很高,其分布遍及整个黄海中部。海表温度和细纹狮子鱼的出现频率呈负相关关系,但不显著($P=0.051$, $r=-0.60$)。

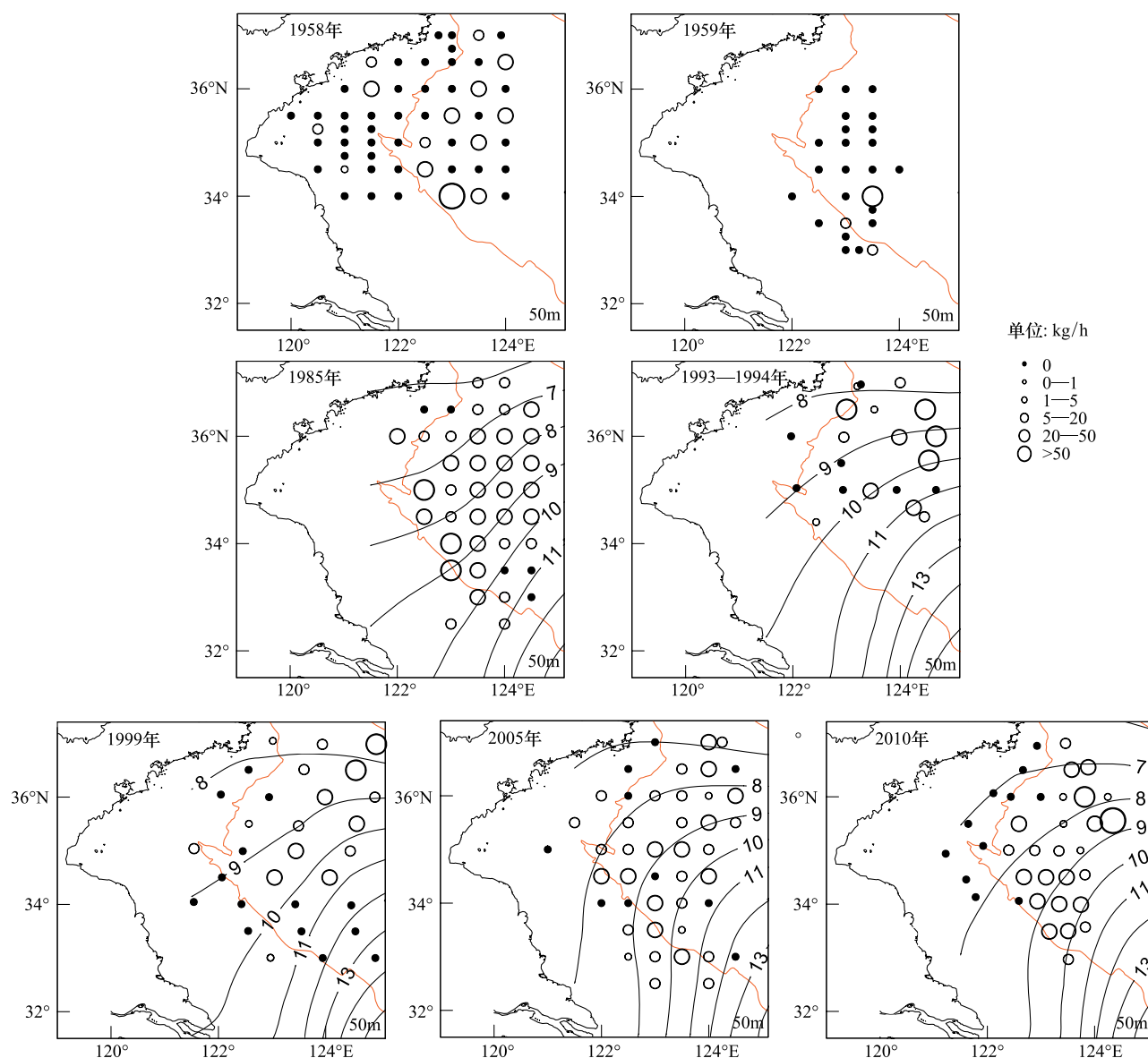


图1 黄海中南部细纹狮子鱼相对资源密度的空间分布

Fig.1 Distribution of the relative stock density of *L. tanakae* in the central and southern Yellow Sea

1958 和 1959 年无相应温度资料

2.2 体长分布和体长体重关系

细纹狮子鱼各年份的体长频次如图3所示。1985年其平均体长为35.1 cm,优势体长范围30—42 cm,占69.9%,雌性平均体长为34.6 cm,雄性为34.9 cm;1999—2001细纹狮子鱼的平均体长为33.9 cm,优势体长范围30—34 cm和36—44 cm,分别占24.3%和37.1%,雌性和雄性平均体长分别为35.7 cm和38.1 cm;2005年平均体长为33.8 cm,优势体长范围30—38 cm,约占58.5%,雌性和雄性的平均体长为32.3 cm和35.6 cm;2010年平均体长为32.3 cm,优势体长范围26—38 cm,占78.8%,其中雌性平均体长为30.9 cm,雄性为33.6 cm;4个年代的总体平均体长和优势体长呈下降趋势。

年际间的 t 检验显示,2010年平均体长显著小于其他年份($P < 0.05$),2005年平均体长显著小于1985年($P < 0.05$),其余年份间均无显著差异。另外除1985年雌雄间平均体长无差异($P > 0.05$),其余年份雄性平均体长极显著大于雌性($P < 0.01$)。

各年代体长体重关系见表3,协方差检验显示1985年和2005年的雌雄个体参数 b 值差异不显著($P > 0.05$),故将其雌雄合并,而2000—2001年和2010年的雌雄间 b 值差异显著($P < 0.05$)。 b 值年际间变化显示,1985年和剩余年份差异显著($P < 0.05$),其他3个年份之间无显著差异($P > 0.05$)。 t 检验显示,1985年、2005年以及2010年的雄性个体的 b 值显著小于3,群体呈负异速生长;其余 b 值均与3无显著差异,为等速生长。

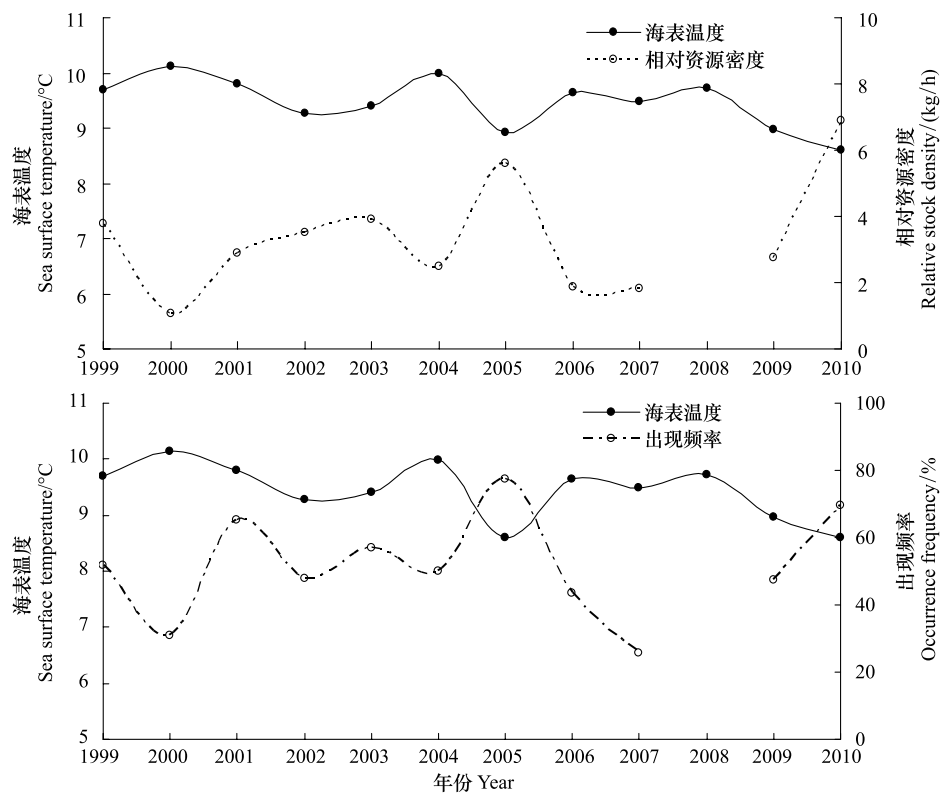


图 2 细纹狮子鱼相对资源密度和出现频率与海表温度的关系

Fig.2 The relative stock density and occurrence frequency of *L.tanakae* and their relationship with sea surface temperature

表 3 黄海细纹狮子鱼体长-体重关系式中各参数

Table 3 Parameters in the body length-weight relationship of <i>L. tanakae</i> in the Yellow Sea				
年份 Year		关系式 Equation		
1985	♀	$W=0.1481L^{2.4174}$	$(R^2=0.8635, N=45)$	$F=3.136, P=0.08$
	♂	$W=0.0576L^{2.6667}$	$(R^2=0.8926, N=52)$	$W=0.0923L^{2.5418}$ $(R^2=0.8737, N=97)$
2000—2001	♀	$W=0.0087L^{3.2229}$	$(R^2=0.9141, N=26)$	$F=4.315, P=0.042$
	♂	$W=0.0290L^{2.8586}$	$(R^2=0.8893, N=35)$	
2005	♀	$W=0.0350L^{2.8103}$	$(R^2=0.8797, N=117)$	$F=0.105, P=0.746$
	♂	$W=0.0441L^{2.7462}$	$(R^2=0.9233, N=105)$	$W=0.0375L^{2.7906}$ $(R^2=0.9164, N=223)$
2010	♀	$W=0.0250L^{2.9108}$	$(R^2=0.9228, N=142)$	$F=8.80, P=0.003$
	♂	$W=0.0415L^{2.7484}$	$(R^2=0.8462, N=145)$	

2.3 性比及性腺成熟度

1985—2010 年冬季 4 个年份的雌雄性比虽稍有变化,但均与 1:1 无显著差异(表 4)。各体长组间差异较为明显,小于 20 cm 的个体中,1985 年和 2010 年均均为雌性,2005 和 2000—2001 年均均为雄性。20—30 cm 体长组中,2000—2001 年和 1985 年性比 1:1 无显著差异。而 2005 年雄性居多($P<0.05$),2010 年雌性居多($P<0.01$)。30—40 cm 体长组雌雄个体性比与 1:1 无显著差异。40—50 cm 体长组中,各个年份个数雄性居多,其中 2005 年差异极显著($P<0.01$),而大于 50 cm 的渔获物中仅存在雄性个体。

表 4 细纹狮子鱼体长组性比的年际变化

Table 4 Interannual changes in sex ratios(♀:♂) of <i>L. tanakae</i>						
年份 Year	总体 Overall sex ratio	体长组 Body length group/cm				
		<20	20—30	30—40	40—50	>50
2010	0.97:1 ($P=0.814$)	♀	1.85:1 ($P=0.004$)	0.76:1 ($P=0.063$)	0.25:1 ($P=0.058$)	♂
2005	1.09:1 ($P=0.504$)	♂	0.76:1 ($P=0.010$)	1.17:1 ($P=0.327$)	0.11:1 ($P=0.000$)	♂
2000—2001	0.74:1 ($P=0.249$)	♂	1:1	1:1	0.47:1 ($P=0.072$)	—
1985	0.87:1 ($P=0.477$)	♀	0.78:1 ($P=0.617$)	0.85:1 ($P=0.529$)	0.89:1 ($P=0.808$)	—

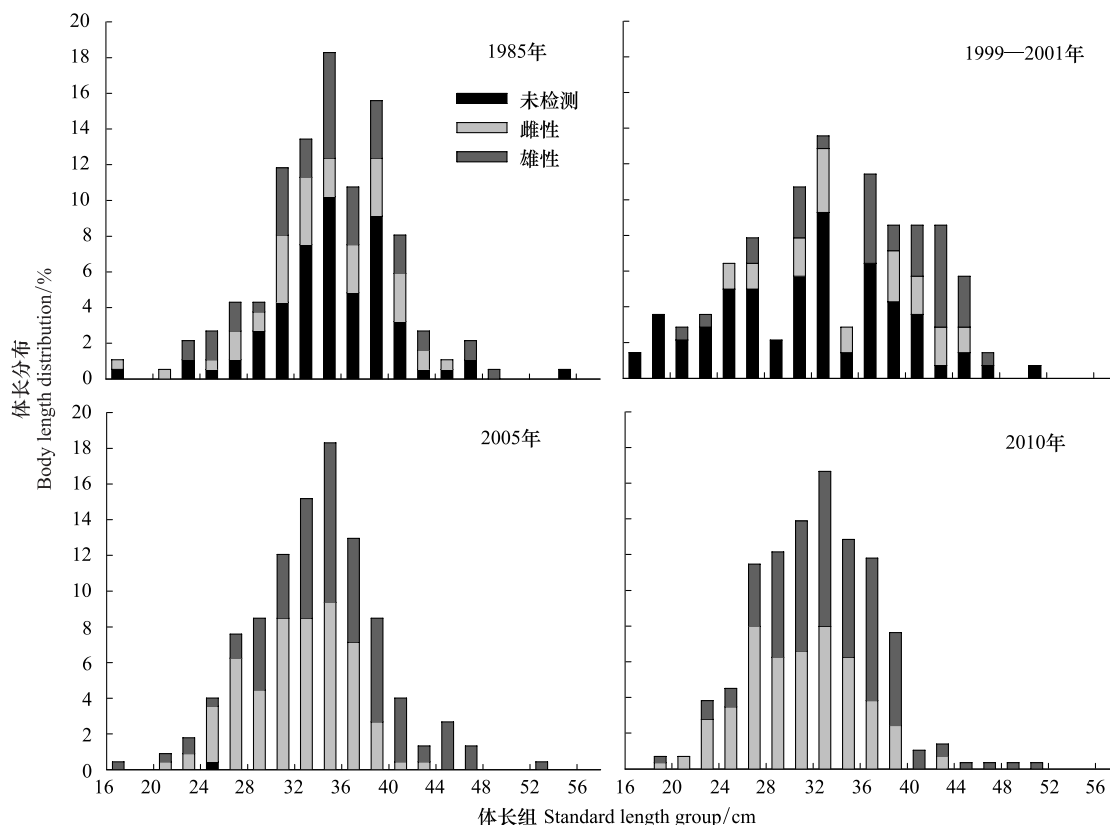


图3 黄海细纹狮子鱼的体长频次分布
Fig.3 Body length distribution of *L. tanakae* in the Yellow Sea

性腺成熟度各期百分比如图4所示,1985年Ⅱ期占据比例较高,为42.2%,为所有调查年份最高,而其余年份Ⅱ期所占比例均小于10%。Ⅲ期所占比例随时间的变化逐渐增加,1985年仅占6.7%,而2010年冬季高达71.8%。性成熟个体(Ⅳ和Ⅴ期)所占比例呈现出下降趋势,1985年为51.1%,2000—2001年略有上升变为53.8%,2005年为41.8%,2010年最低,仅为23.9%。

2.4 肥满度的变化

细纹狮子鱼的肥满度为1.81—1.99,雌性肥满度为1.82—1.96(图5),而雄性为1.78—1.83。 t 检验显示,各年份雌雄肥满度无显著差异,而2000—2001年的总体肥满度显著高于2005年和2010年,其他年份之间均无显著差异。

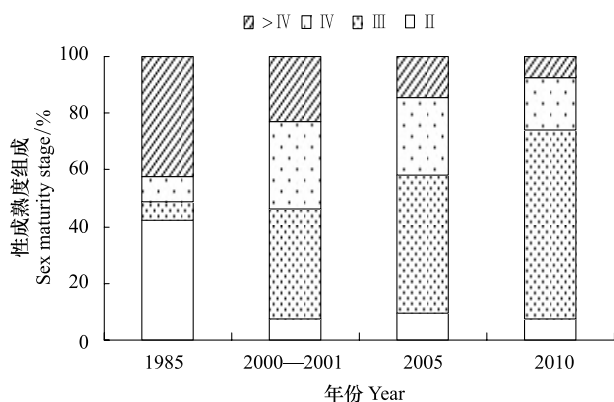


图4 黄海中南部细纹狮子鱼雌性性腺成熟度(Ⅱ—Ⅵ期)各期百分比组成

Fig.4 Percentage of sex maturity stage (Ⅱ—Ⅵ) of female *L. tanakae* in the central and southern Yellow Sea

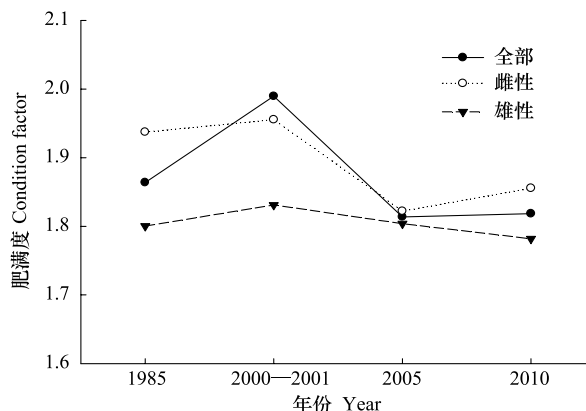


图5 黄海中南部细纹狮子鱼的肥满度变化

Fig.5 Variations in condition factor of *L. tanakae* in the central and southern Yellow Sea

3 讨论

3.1 细纹狮子鱼生物学特征的变化

赵紫晶^[5]曾报道 1—2 月黄海细纹狮子鱼的产卵群体平均体长 40 cm, 优势体长 33—36 cm 和 44—45 cm, 略高于 1985 年的数据, 这可能是与该鱼生长快速, 体长跨度大有关。本研究中, 1985 年到 2010 年平均体长和优势体长持续减小。过度捕捞常常被认为是影响鱼类生物学特征的主要因素^[21-22], 由于细纹狮子鱼的资源量相对较高, 其他资源种类的衰退迫使渔业对象发生转变, 且水产品深加工的发展也提升了该鱼的利用率, 其近年承受的捕捞压力增大, 使得体长特征开始发生变化, 大个体比例显著减小。在摄食习性上, 细纹狮子鱼的优势饵料生物也出现了明显的更替^[13, 15], 张波等^[14]发现由于鳀鱼在渔业资源的比例逐渐降低, 细纹狮子鱼的饵料中鳀鱼比例逐渐减小, 而脊腹褐虾的比例逐渐升高。鱼类的生长与饵料的大小有很大的关系, 根据“最佳摄食理论”^[23], 鱼类生长过程中总是倾向于捕食大个体的饵料生物, 最大限度地获得能量, 以补偿捕食所消耗的能量。这种食性的变化可能导致细纹狮子鱼捕食耗能增加, 而用于生长的能量下降, 从而导致生物学特征变化。

繁殖时期, 细纹狮子鱼所摄能量多用于性腺发育, 这个时期的体长生长速度降低, 所以异速增长因子 b 小于 3 或与 3 无差异。肥满度在性成熟时一般较大, 可以用来确定产卵期。2000—2001 年冬季的肥满度高于其他年份, 与 2005 年和 2010 年冬季差异显著, 且性成熟比例同时也较高, 说明该年的繁殖期可能早于其他年份。不同体长组的性比变化可能与雌雄异形有关, 本研究中 1985 年各体长组差异较小, 起性比均与 1:1 无显著差异。而其他年份, 体长大于 40 cm 组的个体偏向于雄性, 这种体长组性比的雌雄差异在鲛鳕鱼类中也有存在^[24]。性成熟个体所占总个体数比例呈现下降的趋势, 由 1985 年的 51.1% 降至 2010 年的 23.9%, 一方面可能与过度捕捞导致大个体数量减少有关, 本文四个年代的总体平均体长和优势体长均呈下降趋势; 另一方面, 严重的过度捕捞使得一些鱼类存在产卵期延长的繁殖策略, 如带鱼^[25], 而目前针对细纹狮子鱼繁殖的研究较少, 其是否存在这样的繁殖策略值得进一步研究。

3.2 细纹狮子鱼的资源变动

20 世纪 50 年代, 由于渔业捕捞力量不足, 黄海的其他大型底层鱼类在渔业资源中比例较高。细纹狮子鱼与很多底层种类存在食物竞争和空间竞争, 如张波等^[26]发现细纹狮子鱼与小黄鱼、高眼鲱、大头鲈、华鲮、鲛鳕、带鱼和龙头鱼等鱼类存在一定的食物竞争。而于振海等^[27]发现细纹狮子鱼与星康吉鳗的时空生态位重叠值最大, 这可能使得细纹狮子鱼在 20 世纪 50 年代的生态位空间竞争激烈, 分布范围受到限制, 导致其相对资源量处于较低水平, 分布范围较小。

本研究 1985 年细纹狮子鱼出现率为 87.5%, 为各个年份最高。这可能是由于渔业资源和海水温度的共同变化造成的。一方面, 20 世纪 80 年代初, 随着黄渤海底层渔业资源的衰退, 黄海食物网上层出现生态空缺, 细纹狮子鱼种间竞争压力减小, 而其食性广, 生长速度快的特性使其能够迅速填补生态位的空缺。根据黄海中北部鲱鱼试捕调查^[5], 1975 年细纹狮子鱼出现率为 25.8%, 1976 年升至 80.76%, 1977—1980 出现率在 33.33%—55.5%, 而 1981—1983 年出现率高达 94.7%—100%。80 年代后期, 在大型底层鱼类锐减的同时, 小型中上层鱼类成为黄海的优势种类^[28], 特别是鳀鱼为细纹狮子鱼种群的增长提供了较好饵料基础。另一方面, 相对资源密度与海表温度具有极显著的负相关关系 ($P < 0.01$, $r = -0.81$), 出现频率和海表温度呈负相关关系 ($P = 0.051$, $r = -0.60$), 1985 年黄海中南部冬季平均温度 (来源于哥伦比亚大学海洋环境数据库) 远低于文中其他年份的海表温度 (图 2), 为细纹狮子鱼这样的冷水性鱼类的出现创造了良好的水温条件。

水温对鱼类的分布有直接的影响。Henderson 等^[29-30]在布里斯托尔湾发现水温和狮子鱼 (*L. liparis*) 丰度的长期变化具有一定相关性; Ishida 等^[31]研究发现当阿拉斯加湾北部海表温度较低时, 大麻哈鱼 (*Oncorhynchus keta*) 和红大麻哈鱼 (*Oncorhynchus nerka*) 在白令海的产量和分布范围减少, 反之, 其在白令海丰度较高, 分布较广; Poulard 和 Blanchard^[32]发现温度上升使得比斯开湾亚热带种类分布比例上升, 而温带种类的产量稳步下降, 一些鱼类的分布南限北移; 在我国, 温度的上升使得黄海冷水团位置北移, 使小黄鱼的分布向北偏移^[33-34]。本研究中, 1993—1994 年和 1999 年相比 1985 年和 1958—1959 年, 细纹狮子鱼的分布区域发生北移。在调查区域内, 细纹狮子鱼冬季主要分布范围为 7—11℃ (图 1), 冬季影响黄海的水系主要是黄海暖流水和沿岸水, 图 1 中可以看到黄海暖流 1993—1994 年和 1999 年相比 1985 年强度要高, 影响的范围更大, 相应的 7—11℃ 区域也更偏北, 这可能是导致细纹狮子鱼这一冷水性鱼类分布北移的原因。此外, 1985 年和 2010 年冬季的平均海表温度相近, 处于较低水平, 而相对资源密度之差高达 3.9 kg/h, 说明细纹狮子鱼还受到其他因素的影响, 低选择性的捕捞可能是原因之一。

References:

- [1] 山田梅芳, 时村宗春, 堀川博史, 中坊徹次. 東シナ海・黄海の魚類誌. 東京: 東海大学出版会, 2007: 525-529.
- [2] Chernova N V, Stein D L, Andriashev A P. Family Liparidae Scopoli 1777-snailfishes. California Academy of Sciences, Annotated Checklists of Fishes, 2004, 31: 1-72.
- [3] Zhao C Y. Marine Fishery Resources of China. Hangzhou: Zhejiang Scientific and Technical Press, 1990: 70-71.
- [4] Liu C X, Qin K J. Fauna of Liaoning (Fishes). Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 1987: 409-414.

- [5] Liu X S. Investigation and Division of the Yellow Sea and Bohai Sea Fishery Resources. Beijing: Ocean Press, 1990: 251-252.
- [6] Jin X S, Cheng J S, Qiu S Y, Li P J, Cui Y, Dong Q. Integrated Research and Evaluation on Fisheries Resources in the Yellow Sea and Bohai Sea. Beijing: Ocean Press, 2006: 94-98.
- [7] Wei S, Jiang W M. Study on food web of fishes in the Yellow Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1992, 23(2): 182-192.
- [8] Zhang B, Tang Q S, Jin X S. Functional groups of communities and their major species at high trophic level in the Yellow Sea ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1099-1111.
- [9] Scheffer M, Carpenter S, Young B. Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends in Ecology and Evolution*, 2005, 20(11): 579-581.
- [10] Zhou Z P, Jin X S, Shan X J, Li Z L, Dai F Q. Seasonal variations in distribution and biological characteristics of snailfish *Liparis tanakae* in the central and southern Yellow Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(17): 5550-5561.
- [11] 小坂昌也. 仙台湾産クサウオ *Liparis tanakai* (Gilbert et Burke) の生態的地位について. 東海大学紀要海洋学部, 1971, (5): 27-41.
- [12] Kawasaki T, Hashimoto H, Honda H, Otake A. Selection of life histories and its adaptive significance in a snailfish *Liparis tanakai* from Sendai Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1983, 49(3): 367-377.
- [13] Xue Y, Xu B D, Gao T X, Qiu T L, Lin L S. Preliminary study on feeding ecology of *Liparis tanakae* in North Yellow Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2010, 17(5): 1066-1074.
- [14] Jin X S, Zhang B, Xue Y. The response of the diets of four carnivorous fishes to variations in the Yellow Sea ecosystem. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2010, 57(11/12): 996-1000.
- [15] Zhang B, Jin X S, Dai F Q. Feeding habits and their variation of seasnail (*Liparis tanakae*) in the Central and Southern Yellow Sea. *Journal of Fisheries of China*, 2011, 35(8): 1199-1207.
- [16] Li L, Xu Z, Zhang L P. A new species of genus *Hysterothylacium* Ward et Magath, 1917 (Nematoda, Anisakidae) from *Liparis tanakae* (Scorpaeniformes, Liparidae) from the Yellow Sea, China. *Acta Parasitologica*, 2007, 52(4): 371-375.
- [17] Li Z L, Jin X S, Shan X J, Dai F Q. Inter-annual changes on body weight-length relationship and relative fatness of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*). *Journal of Fishery Sciences of China*, 2011, 18(3): 602-610.
- [18] Jin X S, Zhao X Y, Meng T X, Cui Y. Living Resources and Environment in the Yellow Sea and Bohai Sea. Beijing: Science Press, 2005: 1-20.
- [19] Zhan B Y. Fisheries Stock Assessment. Beijing: China Agriculture Press, 1995: 20-21.
- [20] Yellow Sea Fishery Research Institute. Investigation Handbook of Marine Fisheries Resources Survey. 2nd ed. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Press, 1981: 38-39.
- [21] Zhang G Z, Li X S, Jin X S, Zhu J C, Dai F Q. Changes of biological characteristics of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) in the Central and Southern Yellow Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(24): 6854-6861.
- [22] Hsieh C, Yamauchi A, Nakazawa T, Wang W F. Fishing effects on age and spatial structures undermine population stability of fishes. *Aquatic Sciences*, 2010, 72(2): 165-178.
- [23] Gerking S D. Feeding Ecology of Fish. San Diego: Academic Press, 1994: 1-244.
- [24] Zhang X J, Cheng J H, Shen W, Liu Z L. Feeding ecology of *Lophius litulon* in the South of Yellow Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(12): 3117-3125.
- [25] Mi C D. A study on resources, stock structure and variation of reproductive habit of haritail, *Trichiurus haumela* in East China Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*, 1997, 4(1): 7-14.
- [26] Zhang B, Tang Q S, Jin X S, Xue Y. Feeding competition of the major fish in the East China Sea and the Yellow Sea. *Acta Zoologica Sinica*, 2005, 51(4): 616-623.
- [27] Yu Z H, Jin X S, Li X S. Analysis of ecological niche for major fish species in the Central and Southern Yellow Sea. *Progress in Fishery Sciences*, 2010, 31(6): 1-8.
- [28] Jin X S, Tang Q S. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea. *Fisheries Research*, 1996, 26(3/4): 337-352.
- [29] Henderson P A, Holmes R H A. Population stability over a ten year period in the short lived fish *Liparis liparis*. *Journal of Fish Biology*, 1990, 37(4): 605-615.
- [30] Henderson P A, Seaby R M. Population stability of the sea snail at the southern edge of its range. *Journal of Fish Biology*, 1999, 54(6): 1161-1176.
- [31] Ishida Y, Azumaya T, Fukuwaka M, Davis N. Interannual variability in stock abundance and body size of Pacific salmon in the central Bering Sea. *Progress in Oceanography*, 2002, 55(1/2): 223-234.
- [32] Poulard J C, Blanchard F. The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 2005, 62(7): 1436-1443.
- [33] Shan X J, Li Z L, Dai F Q, Jin X S. Seasonal and annual variations in biological characteristics of small yellow croaker *Larimichthys polyactis* in the Central and Southern Yellow Sea. *Progress in Fishery Sciences*, 2011, 32(6): 7-16.
- [34] Lin L S, Cheng J H, Jiang Y Z, Yuan X W, Li J S, Gao T X. Spatial distribution and environmental characteristics of the spawning grounds of

small yellow croaker in the Southern Yellow Sea and the East China Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(8): 3485-3494.

参考文献:

- [3] 赵传网. 中国海洋渔业资源. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990: 70-71.
- [4] 刘蝉馨, 秦克静. 辽宁动物志(鱼类). 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1987: 409-414.
- [5] 刘效舜. 黄渤海区渔业资源调查和区划. 北京: 海洋出版社, 1990: 251-252.
- [6] 金显仕, 程济生, 邱盛尧, 李培军, 崔毅, 董婧. 黄渤海渔业资源综合研究与评价. 北京: 海洋出版社, 2006: 94-98.
- [7] 韦晟, 姜卫民. 黄海鱼类食物网的研究. 海洋与湖沼, 1992, 23(2): 182-192.
- [8] 张波, 唐启升, 金显仕. 黄海生态系统高营养层次生物群落功能群及其主要种类. 生态学报, 2009, 29(3): 1099-1111.
- [10] 周志鹏, 金显仕, 单秀娟, 李忠炉, 戴芳群. 黄海中南部细纹狮子鱼的生物学特征及资源分布的季节变化. 生态学报, 2012, 32(17): 5550-5561.
- [13] 薛莹, 徐宾铎, 高天翔, 邱天龙, 林龙山. 北黄海细纹狮子鱼摄食生态的初步研究. 中国水产科学, 2010, 17(5): 1066-1074.
- [15] 张波, 金显仕, 戴芳群. 黄海中南部细纹狮子鱼的摄食习性及其变化. 水产学报, 2011, 35(8): 1199-1207.
- [17] 李忠炉, 金显仕, 单秀娟, 戴芳群. 小黄鱼体长-体质量关系和肥满度的年际变化. 中国水产科学, 2011, 18(3): 602-610.
- [18] 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 崔毅. 黄、渤海生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2005: 1-20.
- [19] 詹秉义. 渔业资源评估. 北京: 中国农业出版社, 1995: 20-21.
- [20] 黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册(第二版). 上海: 上海科学技术出版社, 1981: 38-39.
- [21] 张国政, 李显森, 金显仕, 朱建成, 戴芳群. 黄海中南部小黄鱼生物学特征的变化. 生态学报, 2010, 30(24): 6854-6861.
- [24] 张学健, 程家骅, 沈伟, 刘尊雷. 黄海南部黄鲛鰈摄食生态. 生态学报, 2010, 30(12): 3117-3125.
- [25] 宓崇道. 东海带鱼资源状况、群体结构及繁殖特性变化的研究. 中国水产科学, 1997, 4(1): 7-14.
- [26] 张波, 唐启升, 金显仕, 薛莹. 东海和黄海主要鱼类的食物竞争. 动物学报, 2006, 51(4): 616-623.
- [27] 于振海, 金显仕, 李显森. 黄海中南部主要鱼种的生态位分析. 渔业科学进展, 2011, 31(6): 1-8.
- [33] 单秀娟, 李忠炉, 戴芳群, 金显仕. 黄海中南部小黄鱼种群生物学特征的季节变化和年际变化. 渔业科学进展, 2012, 32(6): 7-16.
- [34] 林龙山, 程家骅, 姜亚洲, 袁兴伟, 李建生, 高天翔. 黄海南部和东海小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)产卵场分布及其环境特征. 生态学报, 2008, 28(8): 3485-3494.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.19 Oct., 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

A review of ecosystem services and research perspectives	MA Fengjiao, LIU Jintong, A. Egrinya Eneji (5963)
Sexual interference in non-human primates	YANG Bin, WANG Chengliang, JI Weihong, et al (5973)
Density-dependent effect on reproduction of rodents; a review	HAN Qunhua, GUO Cong, ZHANG Meiwen (5981)
Proximate and ultimate determinants of food chain length	WANG Yuyu, XU Jun, LEI Guangchun (5990)
Mechanism of biological control to plant diseases using arbuscular mycorrhizal fungi	LUO Qiaoyu, WANG Xiaojuan, LI Yuanyuan, et al (5997)
Advances in effects of conservation tillage on soil organic carbon and nitrogen	XUE Jianfu, ZHAO Xin, Shadrack Batsile Dikgwatlhe, et al (6006)
Habitat selection of the pre-released giant panda in Wolong Nature Reserve	ZHANG Mingchun, HUANG Yan, LI Desheng, et al (6014)
Activity rhythm and behavioral time budgets of wild Reeves's Pheasant (<i>Syrnaticus reevesii</i>) using infrared camera	ZHAO Yuze, WANG Zhichen, XU Jiliang, et al (6021)
The energy budget of tree sparrows <i>Passer montanus</i> in wind different speed and duration	YANG Zhihong, WU Qingming, DONG Haiyan, et al (6028)
Nest site characteristics of <i>Petaurista caniceps</i> in Baima Snow Mountain Nature Reserve	LI Yanhong, GUAN Jinke, LI Dayong, HU Jie (6035)
Effects of habitat fragmentation on the genetic diversity of <i>Pachycondyla luteipes</i> on islands in the Thousand Island Lake, East China	LUO Yuanyuan, LIU Jinliang, HUANG Jiuling, et al (6041)
The molecular genetic relationship between the pollinators of <i>Ficus pumila</i> var. <i>pumila</i> and <i>Ficus pumila</i> var. <i>aukeotsang</i>	WU Wenshan, CHEN Youling, SUN Lingli, et al (6049)
The genetic evolutionary relationships of two <i>Eupristina</i> species on <i>Ficus altissima</i>	CHEN Youling, SUN Lingli, WU Leilei, et al (6058)
Metal uptake and root morphological changes for two varieties of <i>Salix integra</i> under cadmium stress	WANG Shufeng, SHI Xiang, SUN Haijing, et al (6065)
Effects of phthalic acid on seed germination, membrane lipid peroxidation and osmoregulation substance of radish seedlings	YANG Yanjie, WANG Xiaowei, ZHAO Kang, et al (6074)
The morphological and physiological responses of <i>Tamarix ramosissima</i> seedling to different irrigation methods in the extremely arid area	MA Xiaodong, WANG Minghui, LI Weihong, et al (6081)
Response characteristics of photosynthetic and physiological parameters in <i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i> seedling leaves to soil water in sand habitat formed from seashells	WANG Rongrong, XIA Jiangbao, YANG Jihua, et al (6088)
Effects of ceramsite mulching on soil water content, photosynthetic physiological characteristics and growth of plants	TAN Xuehong, GUO Xiaoping, ZHAO Tingning (6097)
Dynamics of tannin concentration and nutrient resorption for branchlets of <i>Casuarina equisetifolia</i> plantations at different ages	YE Gongfu, ZHANG Shangju, ZHANG Lihua, et al (6107)
Sulfur contents in leaves and branches of dominant species among the three forest types in the Pearl River Delta	PEI Nancai, CHEN Bufeng, ZOU Zhijin, et al (6114)
Impacts of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus on growth dynamics of <i>Bauhinia faberi</i> seedlings	SONG Chengjun, QU Laiye, MA Keming, et al (6121)
Characteristics of ion accumulation and seed germination for seeds from plants cultured at different concentrations of nitrate nitrogen and salinity	ZHOU Jiachao, FU Tingting, ZHAO Weiwei, et al (6129)
Physio-ecological effects of endophyte infection on the host grass with elevated CO ₂	SHI Zhibing, ZHOU Yong, LI Xia, et al (6135)
Effects of pretreatment on germination of <i>Typha domingensis</i> and <i>Phragmites australis</i>	MENG Huan, WANG Xuehong, TONG Shouzheng, et al (6142)
Transfer characteristics of cadmium from soil to <i>Salix × aureo-pendula</i>	ZHANG Wen, WEI Hong, SUN Xiaocan, et al (6147)
Effect of Close-to-Nature management on the natural regeneration and species diversity in a masson pine plantation	LUO Yinghua, SUN Dongjing, LIN Jianyong, et al (6154)
Population dynamics and seed banks of the threatened seagrass <i>Halophila beccarii</i> in Pearl Bay, Guangxi	QIU Guanglong, FAN Hangqing, LI Zongshan, et al (6163)
Effects of biological crusts on dew deposition and evaporation in the Southern Edge of the Mu Us Sandy Land, Northern China	YIN Ruiping, WU Yongsheng, ZHANG Xin, et al (6173)
Life history characteristics and spatial distribution of <i>Populus pruinosa</i> population at the upper reaches of Tarim River	HAN Lu, XI Linqiao, WANG Jiaqiang, et al (6181)
Interactive effects of short-term nitrogen enrichment and simulated grazing on ecosystem respiration in an alpine meadow on the Tibetan Plateau	ZONG Ning, SHI Peili, JIANG Jing, et al (6191)

- The correlation between soil water salinity and plant community distribution under micro-topography in Songnen Plain YANG Fan, WANG Zhichun, WANG Yunhe, et al (6202)
- Comparison of TSP, PM_{2.5} and their water-soluble ions from both inside and outside of Dafushan forest park in Guangzhou during rainy season XIAO Yihua, LI Jiong, KUANG Yuanwen, et al (6209)
- Fish community ecology in rocky reef habitat of Ma'an Archipelago II. Spatio-temporal patterns of community structure WANG Zhenhua, ZHAO Jing, WANG Kai, et al (6218)
- Interannual variation in the population dynamics of snailfish *Liparis tanakae* in the Yellow Sea CHEN Yunlong, SHAN Xiujuan, ZHOU Zhipeng, et al (6227)
- Spatial and temporal variation of soil macro-fauna community structure in three temperate forests LI Na, ZHANG Xueping, ZHANG Limin (6236)
- Community structure and species biodiversity of fig wasps in syconia of *Ficus superba* Miq. var. *japonica* Miq. in Fuzhou CHEN Youling, CHEN Xiaoqian, WU Wenshan, et al (6246)
- Marine ecological capital: valuation methods of marine ecosystem services CHEN Shang, REN Dachuan, XIA Tao, et al (6254)
- Geomorphologic regionalization of China aimed at construction of nature reserve system GUO Ziliang, CUI Guofa (6264)
- Impact of ecological vegetation construction on the landscape pattern of a Loess Plateau Watershed YI Yang, XIN Zhongbao, QIN Yunbin, et al (6277)
- Spatial heterogeneity of soil moisture across a cropland-grassland mosaic: a case study for agro-pastoral transition in north of China WANG Hongmei, WANG Zhongliang, WANG Kun, et al (6287)
- The regional diversity of changes in growing duration of spring wheat and its correlation with climatic adaptation in Northern China E Youhao, HUO Zhiguo, MA Yuping, et al (6295)
- Response of soil physical-chemical properties to rocky desertification succession in South China Karst SHENG Maoyin, LIU Yang, XIONG Kangning (6303)
- Prediction of the effects of climate change on the potential distribution of mire in Northeastern China HE Wei, BU Rencang, LIU Hongjuan, et al (6314)
- Soil nitrogen mineralization and associated temperature sensitivity of different Inner Mongolian grasslands ZHU Jianxing, WANG Qiufeng, HE Nianpeng, et al (6320)
- Effects of land use on soil nutrient in oasis-desert ecotone in the middle reach of the Heihe River MA Zhimin, LÜ Yihe, SUN Feixiang, et al (6328)
- Assessment on heavy metal pollution status in paddy soils in the northern Chengdu Plain and their potential ecological risk QIN Yusheng, YU Hua, FENG Wenqiang, et al (6335)
- Relationship between the temporal-spatial distribution of longline fishing grounds of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and the thermocline characteristics in the Central Atlantic Ocean YANG Shenglong, MA Junjie, ZHANG Yu, et al (6345)
- Biological nitrogen fixation in the upper water column in the south Taiwan Strait during summer 2011 LIN Feng, CHEN Min, YANG Weifeng, et al (6354)
- Storage and drivers of forests carbon on the Beichangshan Island of Miaodao Archipelago SHI Honghua, WANG Xiaoli, WANG Ai, et al (6363)
- Impact of changes in vegetation types on soil C mineralization and associated temperature sensitivity in the Changbai Mountain forests of China WANG Dan, LÜ Yuliang, XU Li, et al (6373)
- Analysis of relationship between genetic structure of Chinese Pine and mountain barriers MENG Xiangxiang, DI Xiaoyan, WANG Mengben, et al (6382)
- Soil organic carbon interpolation based on auxiliary environmental covariates: a case study at small watershed scale in Loess Hilly region WEN Wen, ZHOU Baotong, WANG Yafeng, et al (6389)
- Eco-management benefit analysis of industrial resources from life cycle perspective: a case study of a virtual symbiosis network SHI Xiaoqing, LI Xiaonuo, YANG Jianxin (6398)
- The game analysis between poverty and environment in ecologically fragile zones QI Xinhua, YE Shilin, CHENG Yu, et al (6411)
- The coupling development of economy and environment under the background of World Expo in Shanghai NI Yao, YUE Wenzhe, ZHANG Yuntang, et al (6418)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 陈利顶

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 19 期 (2013 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 19 (October, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元