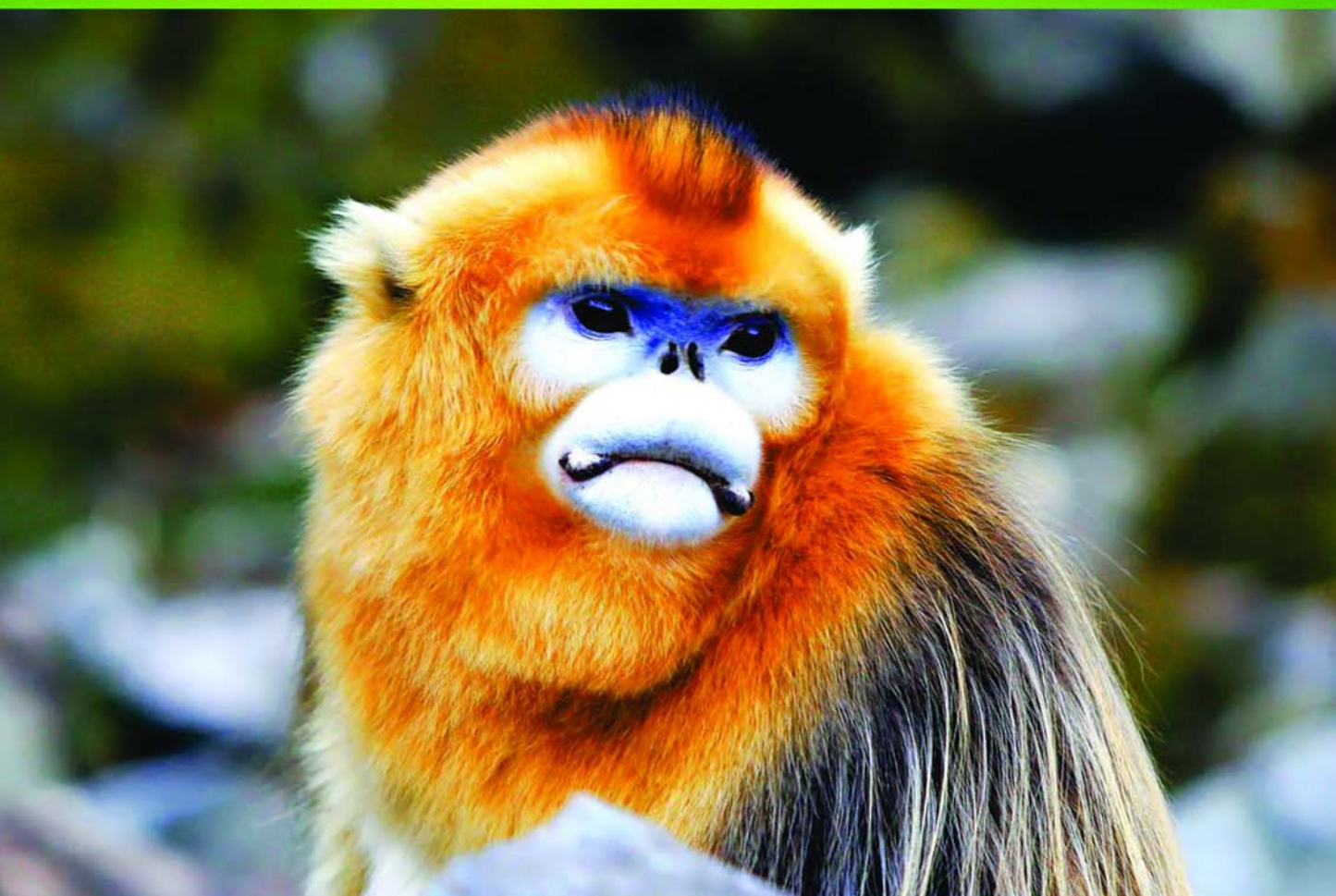


ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

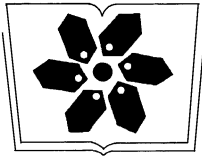
## Acta Ecologica Sinica



第32卷 第2期 Vol.32 No.2 **2012**

中国生态学学会  
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 32 卷 第 2 期

2012 年 1 月 (半月刊)

## 目 次

北部湾秋季底层鱼类多样性和优势种数量的变动趋势 .....	王雪辉,邱永松,杜飞雁,等 (333)
中国大陆鸟类和兽类物种多样性的空间变异 .....	丁晶晶,刘定震,李春旺,等 (343)
粉蝶盘绒茧蜂中国和荷兰种群学习行为及 EAG 反应的比较 .....	王国红,刘 勇,戈 峰,等 (351)
君主绢蝶的生物学及生境需求 .....	方健惠,骆有庆,牛 犇,等 (361)
西南大西洋阿根廷滑柔鱼生物学年间比较 .....	方 舟,陆化杰,陈新军,等 (371)
城市溪流中径流式低坝对底栖动物群落结构的影响 .....	韩鸣花,海燕,周 斌,等 (380)
沉积再悬浮颗粒物对马氏珠母贝摄食生理影响的室内模拟 .....	栗志民,申玉春,余南涛,等 (386)
太平洋中西部海域浮游植物营养盐的潜在限制 .....	徐燕青,陈建芳,高生泉,等 (394)
几株赤潮甲藻的摄食能力 .....	张清春,于仁成,宋静静,等 (402)
高摄食压力下球形棕囊藻凝聚体的形成 .....	王小冬,王 艳 (414)
大型绿藻浒苔藻段及组织块的生长和发育特征 .....	张必新,王建柱,王乙富,等 (421)
链状亚历山大藻生长衰亡相关基因的筛选 .....	仲 洁,隋正红,王春燕,等 (431)
太湖春季水体固有光学特性及其对遥感反射率变化的影响 .....	刘忠华,李云梅,吕 恒,等 (438)
程海富营养化机理的神经网络模拟及响应情景分析 .....	邹 锐,董云仙,张祯祯,等 (448)
沙质海岸灌化黑松对蛀食胁迫的补偿性响应 .....	周 振,李传荣,许景伟,等 (457)
泽陆蛙和饰纹蛙蝌蚪不同热驯化下选择体温和热耐受性 .....	施林强,赵丽华,马小浩,等 (465)
麦蚜和寄生蜂对农业景观格局的响应及其关键景观因子分析 .....	赵紫华,王 颖,贺达汉,等 (472)
镉胁迫对芥蓝根系质膜过氧化及 ATPase 活性的影响 .....	郑爱珍 (483)
生姜水浸液对生姜幼苗根际土壤酶活性、微生物群落结构及土壤养分的影响 .....	韩春梅,李春龙,叶少平,等 (489)
九州虫草菌丝体对 Mn 的耐性及富集 .....	罗 毅,程显好,张聪聪,等 (499)
土霉素暴露对小麦根际抗生素抗性细菌及土壤酶活性的影响 .....	张 昊,张利兰,王 佳,等 (508)
氮沉降对杉木人工林土壤有机碳矿化和土壤酶活性的影响 .....	沈芳芳,袁颖红,樊后保,等 (517)
火炬树雌雄母株克隆生长差异及其光合荧光日变化 .....	张明如,温国胜,张 瑾,等 (528)
湖南乌云界自然保护区典型生态系统的土壤持水性能 .....	潘春翔,李裕元,彭 亿,等 (538)
祁连山东段高寒地区土地利用方式对土壤性状的影响 .....	赵锦梅,张德罡,刘长仲,等 (548)
沙质草地生境中大型土壤动物对土地沙漠化的响应 .....	刘任涛,赵哈林 (557)
腾格里沙漠东南缘可培养微生物群落数量与结构特征 .....	张 威,章高森,刘光琇,等 (567)
塔克拉玛干沙漠南缘玉米对不同荒漠化环境的生理生态响应 .....	李 磊,李向义,林丽莎,等 (578)
内蒙古锡林河流域羊草草原 15 种植物热值特征 .....	高 凯,谢中兵,徐苏铁,等 (588)
不同密度条件下芨芨草空间格局对环境胁迫的响应 .....	张明娟,刘茂松,徐 驰,等 (595)
环境因子对巴山冷杉-糙皮桦混交林物种分布及多样性的影响 .....	任学敏,杨改河,王得祥,等 (605)
海藻酸铈配合物对毒死蜱胁迫下菠菜叶片抗坏血酸-谷胱甘肽循环的影响 .....	栾 霞,陈振德,汪东风,等 (614)
城市化进程中城市热岛景观格局演变的时空特征——以厦门市为例 .....	黄聚聪,赵小锋,唐立娜,等 (622)
基于遥感和 GIS 的川西绿被时空变化研究 .....	杨存建,赵梓健,任小兰,等 (632)
亚热带城乡复合系统 BVOC 排放清单——以台州地区为例 .....	常 杰,任 远,史 琰,等 (641)
<b>研究简报</b>	
不同水分条件下毛果苔草枯落物分解及营养动态 .....	侯翠翠,宋长春,李英臣,等 (650)
大山雀对巢箱颜色的识别和繁殖功效 .....	张克勤,邓秋香,Justin Liu,等 (659)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 330 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 37 * 2012-01	



**封面图说:** 雄视——中国的金丝猴有川、黔、滇金丝猴三种,此外还有越南和缅甸金丝猴两种。金丝猴是典型的森林树栖动物,常年栖居于海拔 1500—3300m 的亚热带山地、亚高山针叶林、针阔叶混交林,常绿落叶阔叶混交林中,随着季节的变化,只在栖息的生境中作垂直移动。川金丝猴身上长着柔软金色长毛,十分漂亮。个体大,嘴角处有瘤状突起的是雄性金丝猴的特征。川金丝猴只分布在中国的四川、甘肃、陕西和湖北省。属国家一级重点保护、CITES 附录一物种。

**彩图提供:** 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201012191810

方舟, 陆化杰, 陈新军, 刘必林, 钱卫国. 西南大西洋阿根廷滑柔鱼生物学年间比较. 生态学报, 2012, 32(2): 0371-0379.

Fang Z, Lu H J, Chen X J, Liu B L, Qian W G. Annual variability in biological characteristics of *Illex argentinus* in the southwest Atlantic Ocean. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(2): 0371-0379.

## 西南大西洋阿根廷滑柔鱼生物学年间比较

方 舟<sup>1</sup>, 陆化杰<sup>1</sup>, 陈新军<sup>1,2,3,\*</sup>, 刘必林<sup>1,2,3</sup>, 钱卫国<sup>1,2,3</sup>

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学大洋生物资源开发和利用上海市高校重点实验室, 上海 201306;

3. 上海海洋大学大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

**摘要:** 将 2007 年 2—5 月、2008 年 3—5 月、2010 年 1—3 月我国鱿钓船在西南大西洋公海海域采集的阿根廷滑柔鱼样本, 比较其不同年间的生物学特性。结果表明, 渔获物雌雄比为 1.14—1.50:1; 3a 雌性个体的胴长(体重)分别为 188—346mm(110—856g)、200—364mm(145—950g)、124—276mm(72—425g), 雄性个体的胴长(体重)为 178—298mm(102—703g)、193—314mm(145—680g)、104—335mm(70—374g)。2010 年渔获个体明显比 2007 和 2008 年小。各年间及雌、雄个体间的体重与胴长关系均存在差异( $P < 0.001$ ), 渔获物中年间性成熟组成差异明显, 此外各年 3 月份渔获个体也存在显著差异。雌、雄个体的胴长平均增长率分别为 0.53—1.07 mm/d、0.47—0.68 mm/d, 相对增长率分别为 0.24—0.41% d<sup>-1</sup>、0.23—0.33% d<sup>-1</sup>; 雌、雄个体的体重平均增长率在 1.70—5.25 g/d、1.64—4.59 g/d, 相对增长率分别为 0.92—1.37% d<sup>-1</sup>、0.86—1.40% d<sup>-1</sup>。渔汛期间, 胴长、体重与时间的关系均符合指数生长曲线, 但生长指数年间差异明显。综合分析认为: 2007 年渔获物基本上为南巴塔哥尼亚种群; 2008 年以南巴塔哥尼亚种群为主, 但也有少量较小个体的夏季产卵种群; 2010 年则以夏季产卵种群为主, 并有少量的南巴塔哥尼亚种群。

**关键词:** 阿根廷滑柔鱼; 生物学特性; 性成熟; 增长率; 年间比较

## Annual variability in biological characteristics of *Illex argentinus* in the southwest Atlantic Ocean

FANG Zhou<sup>1</sup>, LU Huajie<sup>1</sup>, CHEN Xinjun<sup>1,2,3,\*</sup>, LIU Bilin<sup>1,2,3</sup>, QIAN Weiguo<sup>1,2,3</sup>

1 College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

2 The Key Laboratory of Oceanic Fisheries Resources Exploitation of Shanghai Education Commission, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

3 The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

**Abstract:** Based on the samples taken from the Chinese squid jigging fishery in the high sea waters of Southwest Atlantic from February to May in 2007, March to May in 2008 and January to March in 2010, annual variability in biological characteristics of squid *Illex argentinus* were evaluated. For the sampling time periods, this study showed that the sex ratio (female versus males) of catch was between 1.14—1.50:1, and that the mantle length (body weight) of female squid ranged from 188 to 364 mm (110—856g), 200—364mm (145—950g), and 124—276mm (72—425g) respectively, and that the mantle length (body weight) of male squid ranged from 178—298mm (102—703g), 193—314mm (145—680g) and 104—335mm (70—374g), respectively. The sizes of catch in 2010 were much smaller than those in 2007 and 2008. The relationship between mantle length and body weight differed significantly between the sexes and among sampling time years ( $P < 0.001$ ). Significant differences were also found in the composition of sexual maturity in the three years.

**基金项目:** 国家 863 计划(2007AA092201, 2007AA092202); 教育部博士点基金(20093104110002); 国家自然科学基金项目(NSFC40876090); 国家发改委项目(2060403); 上海市重点学科(S030702)

收稿日期: 2010-12-19; 修订日期: 2011-05-30

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xjchen@shou.edu.cn



Meanwhile the significant difference also existed in sizes of catch taken in March over the three years. The average growth rates of mantle length for females and males were 0.53—1.07 mm/d and 0.47—0.68 mm/d respectively, and the average instantaneous relative growth rates for females and males were 0.24—0.41% d<sup>-1</sup> and 0.23—0.33% d<sup>-1</sup>. The average growth rate of body weight for females and males were 1.70—5.25 g/d and 1.64—4.59 g/d, respectively, and the average instantaneous relative growth rates for females and males were 0.92—1.37% d<sup>-1</sup> and 0.86—1.40% d<sup>-1</sup>. The growth indices varied significantly among the years. The relationship between mantle length or body weight and time could be quantified by an exponential growth curve during the fishing seasons. In conclusion, the individuals of the catch in 2007 were from the South Patagonic Stock (SPS); the individuals of the catch in 2008 mainly consisted of SPS squid, but mixed with a small number of small individuals of the Summer-Spawning Stock (SSS); while the SSS made the major contributions to the catch in 2010 with the presence of a small number of SPS. This study suggests a large annual variability in key biological parameters of squid targeted by the Chinese squid jigging fishery in the Southwest Atlantic Ocean.

**Key Words:** *Illex argentinus*; biological characteristics; sexual maturation; growth rate; inter-annual variations

阿根廷滑柔鱼(*Illex argentinus*)为大洋性浅海种,分布在22°—54°S的西南大西洋大陆架和陆坡,其中以35°—52°S资源尤为丰富,是目前世界头足类中最为重要的资源之一<sup>[1-2]</sup>。生命周期一般为1a<sup>[3]</sup>,通常可分为南部巴塔哥尼亚种群、布宜诺斯艾利斯—巴塔哥尼亚北部种群、夏季产卵群和春季产卵群等<sup>[4]</sup>。1978年以阿根廷滑柔鱼为目标的渔业开始兴起,之后,开发规模不断扩大,1999年达到了历史上的最高产量115万t,之后出现了下降。2006—2008年产量稳定在70万t以上<sup>[5-6]</sup>。有关学者从生物学<sup>[7-9]</sup>、资源评估与管理<sup>[10-11]</sup>、资源补充量<sup>[12]</sup>、渔场分布<sup>[13]</sup>等方面对阿根廷滑柔鱼进行了研究。阿根廷以外的公海海域是鱿钓传统重要作业渔场,其中南部巴塔哥尼亚种群是主要捕捞群体。近年来,在公海海域渔获产量和渔获个体出现了很大的年间变化,特别是2010年渔获产量比2007和2008年出现了较大的下降,渔获个体也明显偏小。为此,本研究将以近年来我国鱿钓船在西南大西洋公海海域鱿钓船所采集样本,对其渔获物的生物学特性进行年间比较,为科学利用阿根廷滑柔鱼资源提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查时间和海区

调查时间分别为2007年2—5月、2008年3—5月、2010年1—3月,对应的生产海区分别为57°55′—60°43′W、40°02′—46°53′S,60°02′—60°47′W、45°37′—46°41′S,60°05′—60°47′W、45°17′—47°14′S。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 生物学测定

主要测定胴长、性别、性腺成熟度及摄食等级等。胴长测量用量鱼板测定,精确至1mm。性腺成熟度划分为I、II、III、IV、V五期<sup>[14]</sup>,同时确认性未成熟(I、II期)、性成熟(III、IV期)繁殖后(雄性为交配后,雌性为产卵后)(V期)3个等级。

#### 1.2.2 数据处理

(1)采用频度分析法分析渔获物胴长及体重组成,组间距分别为20mm和50g。

(2)采用线性回归法,求得各年度雌雄胴长与体重之间的关系:

$$W = bL^a \quad (1)$$

式中, $W$ 为体重(g); $L$ 为胴长(mm); $a$ 、 $b$ 为估算参数。

(3)采用Logistic曲线,推算不同性别阿根廷滑柔鱼初次性成熟的胴长<sup>[15]</sup>:

$$p_i = \frac{1}{1 + e^{-(c+dl_i)}} \quad (2)$$

式中, $p_i$ 为成熟个体占组内样本的百分比; $l_i$ 为各组胴长(mm);初次性成熟胴长 $ML_{50\%} = -c/d$ ;

(4)对各年度渔获个体,分雌雄对其胴长和体重进行生长速度分析。依据 Arkhipkin<sup>[16]</sup>来作出相应的曲线。本研究采用瞬时相对生长率  $G$  (Instantaneous relative growth rate) 和绝对生长率  $AGR$  (Absolute growth rate) 来分析阿根廷滑柔鱼的生长,其计算公式分别为<sup>[17]</sup>:

$$G = \frac{\ln(R_2) - \ln(R_1)}{t_2 - t_1} \times 100 \quad (3)$$

$$AGR = \frac{R_2 - R_1}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

式中, $R_2$ 为 $t_2$ 时刻体重或者胴长; $R_1$ 为 $t_1$ 时刻的体重或胴长; $AGR$ 单位为 mm/d 或者 g/d。

## 2 结果

### 2.1 性别比较

2007 年渔获物中雌雄比为最小,为 1.14:1 ( $n=345$ ),接近 1:1;2008 年雌雄比为最大,为 1.50:1 ( $n=298$ );2010 年雌雄比 1.37:1 ( $n=2354$ )。通过卡方检验,3a 间的性别差异均不显著 ( $P>0.05$ )。

### 2.2 渔获物组成

统计分析认为(图 1),2007 年雌性个体的胴长为 188—346 mm,优势胴长为 220—280 mm,占总体的 76.63%;2008 年分别为 200—364 mm、240—320 mm 和 81.01%;2010 年分别为 124—276 mm、200—240 mm 和 84.84%,明显比 2007 和 2008 年小 ( $P<0.05$ )。2007 年雄性个体的胴长为 178—298 mm,优势胴长为 200—240 mm,占总体的 83.85%;2008 年分别为 193—314 mm、220—280 mm 和 85.71%;2010 年分别为 104—335 mm、200—240 mm 和 81.61%,个体大小的范围明显比 2007 和 2008 年大,但优势胴长组没有明显差异。

体重分析认为(图 1),2007 年雌性个体体重范围为 110—856 g,优势体重为 150—350 g,占总体的 74.46%;2008 年分别为 145—950 g、250—650 g 和 73.74%;2010 年分别为 72—425 g、150—300 g 和 92.20%,明显比 2007 和 2008 年小 ( $P<0.05$ )。2007 年雄性个体体重范围为 102—703 g,优势体重为 150—300 g,占总体的 75.16%;2008 年分别为 145—680 g、250—500 g 和 69.75%;2010 年分别为 70—374 g、150—300 g 和 85.83%。

此外,各年间同一时间(3 月份)渔获个体也存在显著差异,2007 年 3 月雌性胴长为 211—279 mm,优势胴长为 220—260 mm,占总数的 78.3%;2008 年 3 月胴长为 200—293 mm 和 220—260 mm,占总数的 86.8%;2010 年 3 月胴长为 189—261 mm 和 220—260 mm,占总数的 81.3%。2007 年 3 月雄性胴长为 191—258 mm,优势胴长为 200—240 mm,占总体的 82%;2008 年 3 月胴长为 193—263 mm 和 200—240 mm,占总数的 86.8%;2010 年 3 月胴长为 122—335 mm 和 200—240 mm,占总数的 94.4%。

### 2.3 胴长与体重的关系

经过统计检验,雌性和雄性个体的体重 ( $W$ ) 与胴长 ( $L$ ) 关系以及各年间的相互关系均存在差异 ( $P<0.001$ ),为此将不同年间雌性和雄性分开拟合(图 2),其关系式为:

雌性

$$2007 \text{ 年 } W = 4.0 \times 10^{-6} L^{3.2898} \quad (R^2 = 0.9456, P<0.001)$$

$$2008 \text{ 年 } W = 3.9 \times 10^{-6} L^{3.2959} \quad (R^2 = 0.9427, P<0.001)$$

$$2010 \text{ 年 } W = 7.3 \times 10^{-6} L^{3.1767} \quad (R^2 = 0.8484, P<0.001)$$

雄性

$$2007 \text{ 年 } W = 4.0 \times 10^{-7} L^{3.7375} \quad (R^2 = 0.9105, P<0.001)$$

$$2008 \text{ 年 } W = 4.5 \times 10^{-6} L^{3.2956} \quad (R^2 = 0.8584, P<0.001)$$

$$2010 \text{ 年 } W = 2.3 \times 10^{-5} L^{3.0002} \quad (R^2 = 0.7113, P<0.001)$$

### 2.4 性成熟组成

统计分析发现,雌性个体中 2007 年未成熟个体接近 60%,而 2008 年成熟个体约占总数的 70%;2010 年

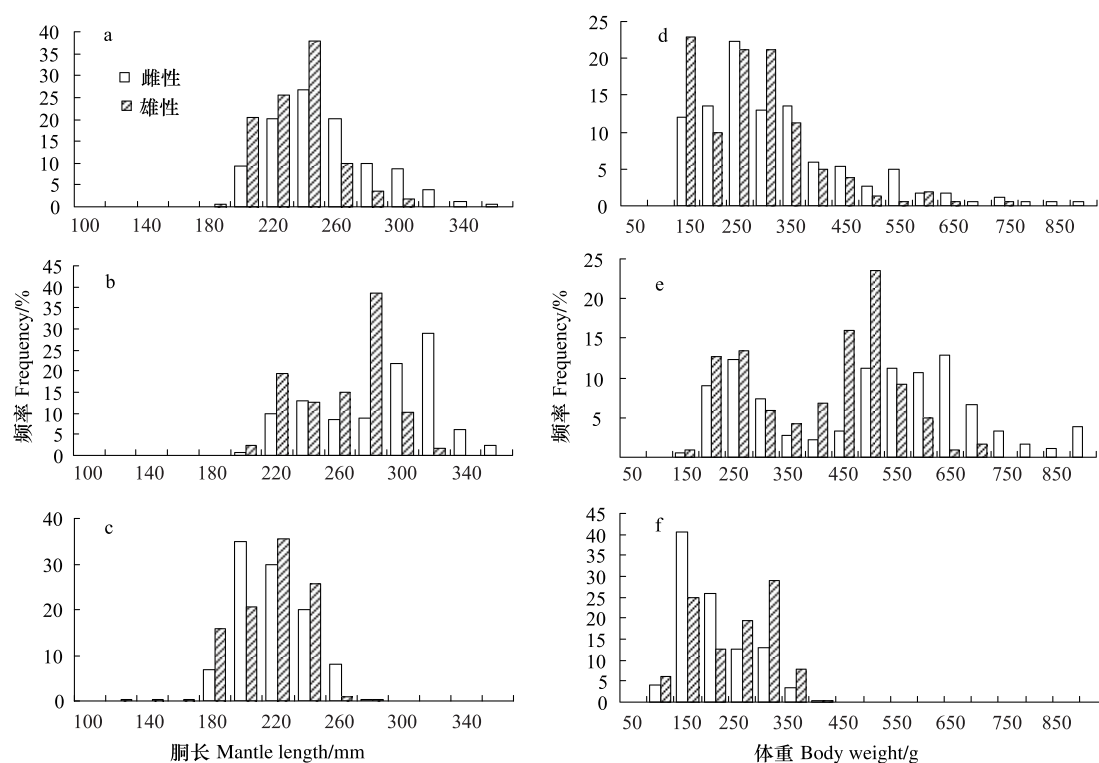


图1 阿根廷滑柔鱼胴长与体重大小组成分布图

Fig.1 Distribution of mantle length and body weight of *Illex argentinus*

a—c 分别是 2007、2008 和 2010 年的胴长组成, d—f 分别为 2007、2008 和 2010 年的体重组成

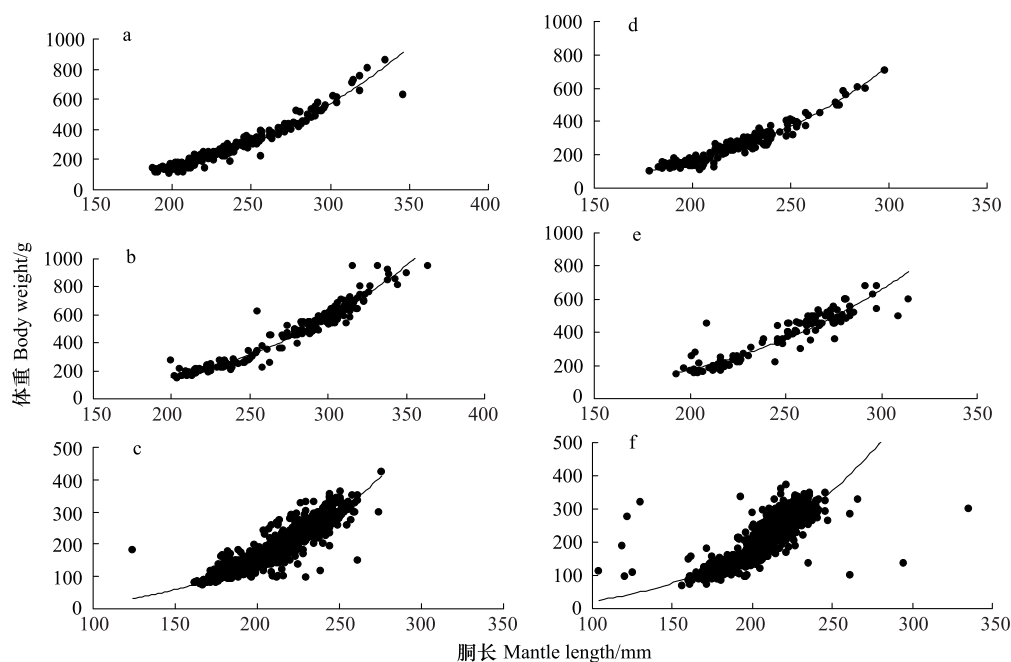


图2 阿根廷滑柔鱼胴长与体重的关系

Fig.2 Relationships between mantle length and body weight of *Illex argentinus*

a—c 分别是 2007、2008 和 2010 年的雌性个体, d—f 分别为 2007、2008 和 2010 年的雄性个体

出现了少量产完卵的个体,成熟与未成熟个体总体持平(图3)。雄性个体中,2007年超过70%的个体已达到

成熟,2008 年约 90% 的个体达到性成熟,2010 年几乎 99% 的个体已经达到性成熟或产完卵。以同一时间 3 月份为例做进一步分析,雌性个体中 2007 年 3 月有 70% 个体未成熟;2008 年和 2010 年 3 月未成熟个体分别占 72% 和 56%。雄性个体中,2007 年 3 月有超过 80% 的个体已性成熟,2008 年 3 月约有 70% 个体性成熟,2010 年 3 月则有高达 97% 个体性成熟,并且约 20% 的个体已经产完卵。由此发现,年间性成熟差异明显。

对同一胴长组的性腺成熟度比较发现(图 4):雌性个体中,2007 年和 2008 年胴长大于 220 mm 的个体就出现性成熟个体,性成熟主要分布在胴长大于 280 mm 群体中。但是,2010 年胴长为 100—150 mm 的个体就已达到性成熟。在雄性个体中,2007 年胴长大于 200 mm 的个体就到达性成熟,但性成熟个体主要为胴长大于 240 mm 的群体,胴长大于 260 mm 的个体全部为性成熟 V 期;2008 年胴长大于 200 mm 的群体中就有性成熟个体,胴长在 280 mm 以上的群体所占比例最大;2010 年胴长为 100—150 mm 的群体中就出现性成熟的个体。

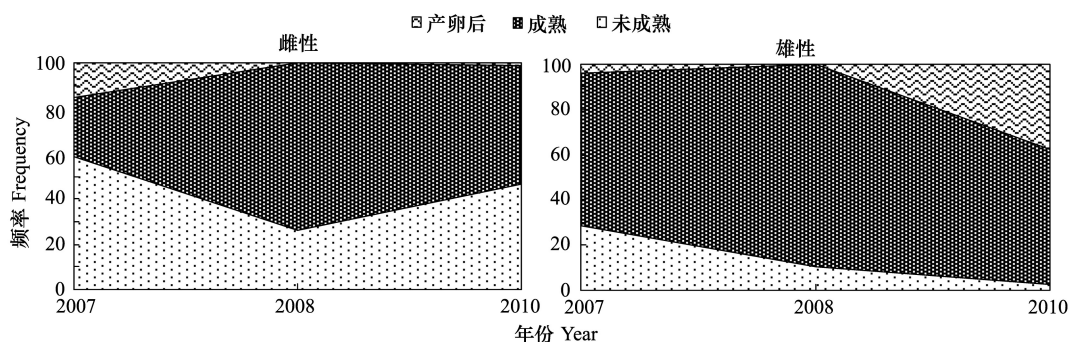


图 3 阿根廷滑柔鱼不同性成熟度组成

Fig. 3 Composition of different maturity stages of *Illex argentinus*

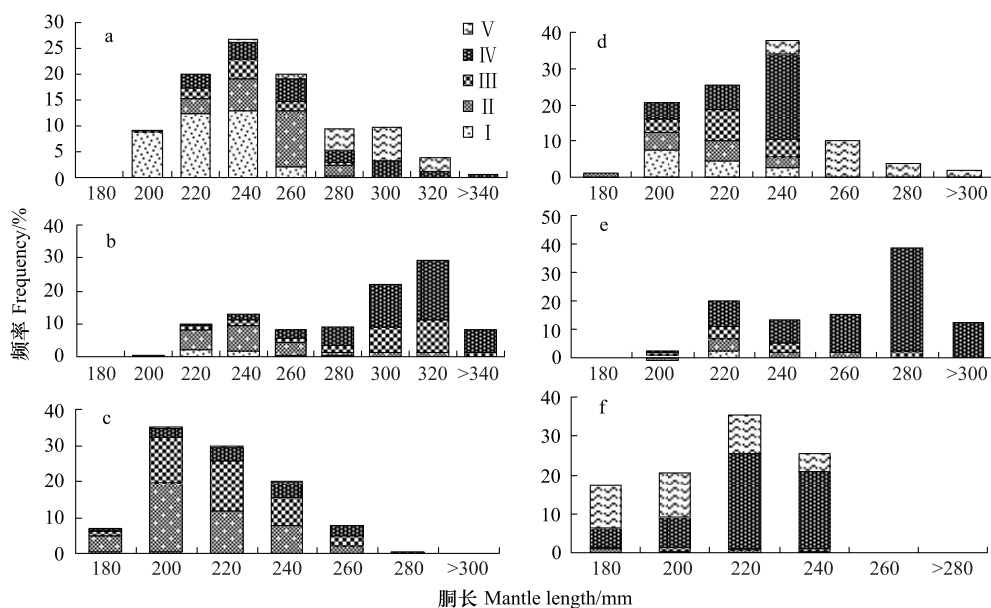


图 4 阿根廷滑柔鱼性成熟度与胴长关系

Fig. 4 Relationships between sexual maturity and mantle length of *Illex argentinus*

a—c 分别是 2007、2008 和 2010 年的雌性个体,d—f 分别为 2007、2008 和 2010 年的雄性个体

## 2.5 初次性成熟的胴长估算

由于样本中缺少不同性成熟的个体,因此无法拟合 2008 年雄性个体和 2010 年雌雄个体初次性成熟与胴长的关系。不同年间雌雄个体的性成熟度\胴长之间的关系分别为:

$$\text{2007 年雌性个体 } p_i = \frac{1}{1 + e^{-(-12.0468 + 0.045642l_i)}} \quad (R^2 = 0.9617, n = 184, P < 0.001)$$

$$\text{2008 年雌性个体 } p_i = \frac{1}{1 + e^{-(-15.7732 + 0.061204l_i)}} \quad (R^2 = 0.9865, n = 179, P < 0.001)$$

$$\text{2007 年雄性个体 } p_i = \frac{1}{1 + e^{-(-14.4475 + 0.068171l_i)}} \quad (R^2 = 0.9773, n = 161, P < 0.001)$$

初次性成熟胴长  $ML_{50\%}$  分别为:2007 年雌性个体为 263.9 mm, 雄性个体为 211.9 mm; 2008 年雌性个体为 257.7 mm。

## 2.6 渔汛期间平均生长速度

阿根廷滑柔鱼在渔汛期间生长规律为:从采样起始至 80 d, 增长较为平缓, 从 80 d 之后开始, 胴长增加较为迅速, 在 120 d 之后趋于平缓。这种变化在体重中更为明显。从不同性别来看, 在 80 d 之前, 雌雄的胴长与体重差别不大, 而在 80 d 之后, 雌性生长较为迅速, 增加速度快于雄性(图 5)。

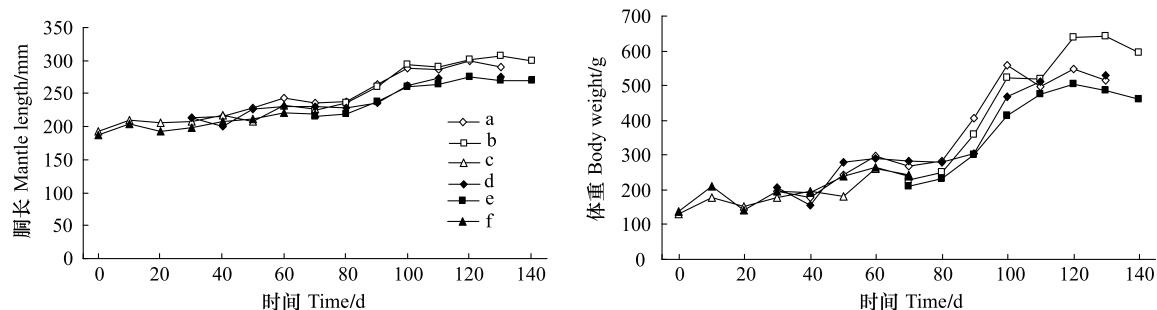


图 5 渔汛期间阿根廷滑柔鱼胴长、体重生长曲线

Fig. 5 Growth curve of mantle length and body weight of *Illex argentinus* in the fishing seasons

a—c 分别是 2007、2008 和 2010 年的雌性个体, d—f 分别为 2007、2008 和 2010 年的雄性个体

渔汛期间阿根廷滑柔鱼的生长较为迅速。雌性个体胴长平均生长率在 0.53—1.07 mm/d 间, 相对生长率在 0.24—0.41 % d<sup>-1</sup> 间; 雄性个体分别为 0.47—0.68 mm/d 和 0.23—0.33 % d<sup>-1</sup> (表 1)。其中, 2007 年雌性个体的最大胴长相对生长率 (1.04 % d<sup>-1</sup>) 和绝对生长率 (2.61 mm/d) 出现在 91—100 d; 2008 年则出现在 101—110 d, 分别为 1.22 % d<sup>-1</sup> 和 3.39 mm/d; 而 2010 年出现在 61—70 d, 分别为 1.09 %/d 和 2.40 mm/d。2007 年雄性个体最大胴长相对生长率 (1.04 %/d) 和绝对生长率 (2.57 mm/d) 出现在 101—110 d; 2008 年出现在 101—110 d, 分别为 0.88 %/d 和 2.19 mm/d; 2010 年则出现在 11—20 d, 分别为 0.95 %/d 和 1.85 mm/d。

表 1 阿根廷滑柔鱼胴长平均生长率

Table 1 Average growth rate of mantle length of *Illex argentinus*

性别 Sexes	2007		2008		2010	
	绝对生长率 AGR/(mm/d)	相对生长率 G/(%/d)	绝对生长率 AGR/(mm/d)	相对生长率 G/(%/d)	绝对生长率 AGR/(mm/d)	相对生长率 G/(%/d)
雌性 Female	0.82	0.31	1.07	0.41	0.53	0.24
雄性 Male	0.68	0.28	0.79	0.33	0.47	0.23

雌性个体体重平均生长率在 1.70—5.25 g/d 间, 相对生长率在 0.92—1.37 %/d 间, 雄性个体分别为 1.64—4.59 g/d 和 0.86—1.40 %/d (表 2)。其中 2007 年雌性个体最大体重相对生长率 (3.17 %/d) 和绝对生长率 (15.23 g/d) 出现在 101—110d; 2008 年出现在 101—110d, 分别为 3.76 %/d 和 16.40 g/d; 2010 年出现在 61—70d, 分别为 3.60 %/d 和 7.85 g/d。2007 年雄性个体最大胴长相对生长率 (4.34 %/d) 和绝对生长率



(16.49 g/d)出现在 91—100d;2008 年出现在 101—110d,分别为 3.19%/d 和 11.33g/d;2010 年出现在 11—20d,分别为 4.23%/d 和 7.29g/d。

表 2 阿根廷滑柔鱼体重平均增长率

Table 2 Average growth rate of body weight of *Illex argentinus*

性别 Sexes	2007		2008		2010	
	绝对增长率 AGR/(g/d)	相对增长率 G/(%/d)	绝对增长率 AGR/(g/d)	相对增长率 G/(%/d)	绝对增长率 AGR/(g/d)	相对增长率 G/(%/d)
雌性 Female	3.36	1.00	5.25	1.37	1.70	0.92
雄性 Male	3.51	1.03	4.59	1.40	1.64	0.86

胴长与时间以及体重与时间的关系较为符合指数生长曲线,且雌、雄间和各年间均存在显著差异,其生长方程见表 3。

表 3 渔汛期间阿根廷滑柔鱼生长方程

Table 3 Growth model of *Illex argentinus* during fishing season

性别 Sexes	年份 Years	胴长与日龄关系 Relations between age and ML	体重与日龄关系 Relations between age and BW	<i>P</i>
雌性 Female	2007	$L = 212.09e^{0.0032t}$	$W = 189.24e^{0.0105t}$	<0.01
	2008	$L = 235.41e^{0.0045t}$	$W = 253.93e^{0.0156t}$	<0.01
	2010	$L = 197.21e^{0.0021t}$	$W = 140.32e^{0.0081t}$	<0.01
雄性 Male	2007	$L = 204.84e^{0.0032t}$	$W = 181.39e^{0.0119t}$	<0.01
	2008	$L = 219.84e^{0.0037t}$	$W = 233.3e^{0.0129t}$	<0.01
	2010	$L = 190.03e^{0.0022t}$	$W = 150.64e^{0.0078t}$	<0.05

### 3 讨论与分析

本研究发现,在 3a 的渔获物性别比较中,雌雄性别比在 (1.14—1.50):1 之间,经过统计分析,3a 间差别不显著 ( $P>0.05$ )。这与王尧耕、陈新军<sup>[2]</sup>的研究结果 1.3:1、叶旭昌和陈新军<sup>[18]</sup>的研究结果 1.25:1 较为接近。雌性个体多于雄性个体,这与陆化杰<sup>[19]</sup>等的研究结果相符。

分析表明,除 2010 年外,雌性个体优势胴长都大于雄性,雌性个体的平均胴长也大于雄性。同样,体重也存在相似的关系。唐议<sup>[20]</sup>分析认为,1—3 月以体重为 100—200 g 的个体居多,4 月份以体重 200—300 g 居多,这与本次研究结果相近。

2008 年渔获物中,雌性和雄性胴长组成均出现两个波峰(图 2b),这在体重中更为明显(图 2e)。其他两年基本仅呈现一个波峰。值得注意的是,2010 年雌性个体要小于雄性个体,且最大体重也小于雄性个体,这与其它年份有很大差别。根据 Brunetti 等<sup>[21]</sup>所划分的种群类型,结合本次研究胴长组成和性成熟情况分析,初步判定:2007 年渔获物以南巴塔哥尼亚种群为主体;2008 年以南巴塔哥尼亚种群为主,但也混有少量较小个体的夏季产卵种群;2010 年则以夏季产卵种群为主,同时有少量的南巴塔哥尼亚种群。

胴长与体重关系表明,各年的生长指数  $b$  均超过了 3。但 2010 年的  $b$  值明显比 2007 和 2008 年的低。唐议<sup>[20]</sup>、尹增强和孔立辉<sup>[22]</sup>、龚彩霞等<sup>[23]</sup>分别对 2000 年、2001—2002 年、2009 年阿根廷的胴长与体重关系进行了研究,其生长指数  $b$  值分别为 2.76—2.90、3.628、2.678,但他们均未将雌雄分开讨论。

研究发现,3a 中渔获物性成熟分布存在差异。雌性个体中性成熟Ⅲ、Ⅳ期的占总数的 50%—70%,其中 2007 年约有 15% 的个体已达到 V 期;雄性个体性成熟Ⅲ、Ⅳ期的占总数的 70%—90%,其中 2010 年超过 25% 的个体已经达到 V 期。这与王尧耕和陈新军<sup>[2]</sup>的研究有一定差异,与刘必林<sup>[9]</sup>的研究较为接近。除 2010 年外,雌性个体性成熟平均胴长在 250—265 mm 间,雄性为 180—220 mm 间;而 2010 年雌性个体胴长 180—200 mm、雄性个体胴长 100—150 mm 即出现性成熟,雄性个体有相当一部分更是达到 V 期。Rodhouse

和 Hatfield<sup>[24]</sup>、Brunetti 等<sup>[25]</sup>认为,夏季产卵种群性成熟平均胴长雌性为 195.1 mm,雄性为 141.7 mm;南部巴塔哥尼亚种群性成熟平均胴长雌性为 190—300 mm,雄性为 250—350 mm。据此认为,3a 渔获物中种群组成存在一定差异,可能是由不同产卵种群组成的。

分析认为,渔汛期间雌性个体的生长速度要快于雄性,生长速度最快的年份为 2007 年,而 2010 年的生长速度最慢,2010 年雌雄个体生长方程中指数值仅为 2007 年和 2008 年的一半,不同产卵群体是导致这一现象的主要原因。Schwarz 和 Perez<sup>[26]</sup>根据耳石提供的生长信息,认为阿根廷滑柔鱼生长可分为两个阶段,前一个阶段生长速度较快,在 200d 后的生长速度变缓,整个生长曲线呈 S 型,类似于 logistic 曲线。本研究应用指数生长曲线模拟渔汛期间的生长情况。

阿根廷滑柔鱼洄游范围较广,即使在不同时间同一个地区的渔获组成也十分复杂,而且环境因素对其生长的影响较大。建议今后应从种群组成(结合耳石、内壳等物质)、生活习性变化<sup>[27]</sup>(如从索饵场到产卵场迁徙的食性变化)和海洋环境因子(如水温及盐度<sup>[28]</sup>,水深<sup>[29]</sup>及气候变化<sup>[30]</sup>)等,对阿根廷滑柔鱼渔业生物学及其年间变化进行系统分析,为可持续利用提供基础。

## References:

- [1] Chen X J, Liu B L, Chen Y. A review of the development of Chinese distant-water squid jigging fisheries. *Fisheries Research*, 2008, 89(3): 211-221.
- [2] Wang Y G, Chen X J. *The Resource and Biology of Economic Oceanic Squid in the World*. Beijing: Ocean Press, 2005: 58-264.
- [3] Hatanaka H. Growth and life span of short-finned squid *Illex argentinus* in the waters off Argentina. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1986, 52(1): 11-17.
- [4] Brunetti N E. Contribución al Conocimiento Biológico-Pesquero del Calamar Argentino (Cephalopoda, Ommastrephidae, *Illex argentinus*) [D]. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 1988: 135-135.
- [5] FAO. Capture production by principal species in 2008. [2010-12-8]. [ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/a1c.pdf](http://ftp.fao.org/fi/stat/summary/a1c.pdf).
- [6] Chen X J, Liu B L, Wang Y G. *Cephalopod in the World*. Beijing: Ocean Press, 2009: 331-332.
- [7] Arkhipkin A I. Age, growth, stock structure and migratory rate of pre-spawning short-finned squid *Illex argentinus* based on statolith ageing investigations. *Fisheries Research*, 1993, 16(4): 313-338.
- [8] Arkhipkin A, Laptikhovsky V. Seasonal and interannual variability in growth and maturation of winter-spawning *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) in the Southwest Atlantic. *Aquatic Living Resource*, 1994, 7(4): 221-232.
- [9] Liu B L, Chen X J, Tian S Q, Qian W G. Sex maturity of *Illex argentinus* in the high sea waters of southwest Atlantic. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2008, 17(6): 721-725.
- [10] Sato T, Hatanaka H. A review of assessment of Japanese distant-water fisheries for cephalopods//Caddy J F, ed. *Advances in Assessment of World Cephalopod Resources*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome: FAO, 1983, (231): 145-180.
- [11] Besson M, Beddington J R, Crombie J A, Holden S J, Purchase L V, Tingley G A. Assessment and management techniques for migratory annual squid stocks; the *Illex argentinus* fishery in the Southwest Atlantic as an example. *Fisheries Research*, 1996, 28(1): 3-27.
- [12] Waluda C M, Trathan P N, Rodhouse P G. Influence of oceanographic variability on recruitment in the *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) fishery in the South Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 1999, 183: 159-167.
- [13] Liu B L, Chen X J. Preliminary study on the relationship between the distribution of production of *Illex argentinus* and SST in the Southwest Atlantic Ocean in 2001. *Marine Fisheries*, 2004, 24(6): 326-330.
- [14] Lipinski M R, Underhill L G. Sexual maturation in squid; quantum or continuum?. *South Africa Journal of Marine Science*, 1995, 15(1): 207-223.
- [15] Tafur R, Villegas P, Rabí M, Yamashiro C. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Onustastrephidae) in Peruvian waters. *Fisheries Research*, 2001, 54(1): 33-50.
- [16] Arkhipkin A I, Roa-Ureta R. Identification of ontogenetic growth models for squid. *Marine and Freshwater Research*, 2005, 56(4): 371-386.
- [17] Ricker W E. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 1958, 119: 1-300.
- [18] Ye X C, Chen X J. Study on biological features of *Illex argentinus*. *Marine Fisheries*, 2002, 24(S1): 46-51.
- [19] Lu H J, Chen X J, Liu B L, Gong C X. Review on fishery biology of argentinean short-finned squid *Illex argentinus* in the southwest Atlantic

- ocean. Journal of Guangdong Ocean University, 2010, 30(4): 91-98.
- [20] Tang Y. Analysis on biological characteristics of the catch of squid jigging in the southwest Atlantic. Marine Fisheries, 2002, 24(1): 14-19.
- [21] Brunetti N E, Elena B, Rossi G R, Ivanovic M L, Aubone A, Guerrero R, Benavides H. Summer distribution, abundance and population structure of *Illex argentinus* on the Argentine shelf in relation to environmental features. South Africa Journal of Marine Science, 1998, 20(1): 175-186.
- [22] Yin Z Q, Kong L H. Analysis on composition and correlations of body length and body weight and between therm of Argentine shortfin squid *Illex argentinus*. Hebei Fisheries, 2007, (1): 14-15.
- [23] Gong C X, Chen X J, Liu B L, Lu H J. Biological characteristics of squid *Illex argentinus* in the high sea waters of Southwest Atlantic Ocean. Journal of Dalian Fisheries University, 2010, 25(4): 353-358.
- [24] Rodhouse P G, Hatfield E M C. Age determination in squid using statolith growth increments. Fisheries Research, 1990, 8(4): 323-334.
- [25] Brunetti N E, Elena B, Rossi G R, Ivanovic M L, Aubone A, Guerrero R, Benavides H. Summer distribution, abundance and population structure of *Illex argentinus* on the Argentine shelf in relation to environmental features. South African Journal of Marine Science, 1998, 20(1): 175-184.
- [26] Schwarz R, Perez J A A. Growth model identification of short-finned squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern Brazil using statoliths. Fisheries Research, 2010, 101(2): 177-184.
- [27] Arkhipkin A I. Age, growth, stock structure and migratory rate of pre-spawning short-finned squid *Illex argentinus* based on statolith ageing investigations. Fisheries Research, 1993, 16(4): 313-338.
- [28] Zhang W, Zhang J. A discussion about relationship between the distribution of production of *Illex argentinus* and marine environmental factors in the Southwest Atlantic Ocean. Journal of Shanghai Fisheries University, 2008, 17(4): 471-475.
- [29] Bazzino G, Quiñones R A, Norbis W. Environmental associations of shortfin squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Northern Patagonian Shelf. Fisheries Research, 2005, 76(3): 401-416.
- [30] Portela J, Sacau M, Wang J, Pierce G J, Santos M B, Cardoso X. Analysis of the variability in the abundance of shortfin squid *Illex argentinus* in the southwest Atlantic fisheries during the period 1999—2004. ICES CM, 2005, O: 16-16.

#### 参考文献:

- [2] 王尧耕, 陈新军. 世界大洋性经济柔鱼类资源及其渔业. 北京: 海洋出版社, 2005: 58-264.
- [6] 陈新军, 刘必林, 王尧耕. 世界头足类. 北京: 海洋出版社, 2009: 331-332.
- [9] 刘必林, 陈新军, 田思泉, 钱卫国. 西南大西洋公海阿根廷滑柔鱼性成熟的初步研究. 上海水产大学学报, 2008, 17(6): 721-725.
- [13] 刘必林, 陈新军. 2001 年西南大西洋阿根廷滑柔鱼产量分布与表温关系的初步研究. 海洋渔业, 2004, 24(6): 326-330.
- [18] 叶旭昌, 陈新军. 阿根廷滑柔鱼生物资源特性研究. 海洋渔业, 2002, 24(增刊): 46-51.
- [19] 陆化杰, 陈新军, 刘必林, 龚彩霞. 西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔业生物学研究进展. 广东海洋大学学报, 2010, 30(4): 91-98.
- [20] 唐议. 西南大西洋鱿钓作业渔获物——阿根廷滑柔鱼生物学分析. 海洋渔业, 2002, 24(1): 14-19.
- [22] 尹增强, 孔立辉. 阿根廷滑柔鱼体长、体重组成以及体长与体重关系的初步研究. 河北渔业, 2007, (1): 14-15.
- [23] 龚彩霞, 陈新军, 刘必林, 陆化杰. 西南大西洋公海阿根廷滑柔鱼生物学特性的初步研究. 大连海洋大学学报, 2009, 25(4): 353-358.
- [28] 张伟, 张健. 西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔场与主要海洋环境因子关系探讨. 上海海洋大学学报, 2008, 17(4): 471-475.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.32 ,No.2 January ,2012( Semimonthly)

## CONTENTS

Dynamics of demersal fish species diversity and biomass of dominant species in autumn in the Beibu Gulf, northwestern South China Sea .....	WANG Xuehui, QIU Yongsong, DU Feiyan, et al (333)
Spatial variation in species richness of birds and mammals in mainland China .....	DING Jingjing, LIU Dingzhen, LI Chunwang, et al (343)
Comparative study on learning behavior and electroantennogram responses in two geographic races of <i>Cotesia glomerata</i> .....	WANG Guohong, LIU Yong, GE Feng, et al (351)
Biological characteristics and habitat requirements of <i>Parnassius imperator</i> (Lepidoptera: Parnassidae) .....	FANG Jianhui, LUO Youqing, NIU Ben, et al (361)
Annual variability in biological characteristics of <i>Illex argentinus</i> in the southwest Atlantic Ocean .....	FANG Zhou, LU Huajie, CHEN Xinjun, et al (371)
The impact of run-of stream dams on benthic macroinvertebrate assemblages in urban streams .....	HAN Minghua, YU Haiyan, ZHOU Bin, et al (380)
Effect of suspended sediment on the feeding physiology of <i>Pinctada martensii</i> in laboratory .....	LI Zhimin, SHEN Yuchun, YU Nantao, et al (386)
Potential nutrient limitation of phytoplankton growth in the Western and Central Pacific Ocean .....	XU Yanqing, CHEN Jianfang, GAO Shengquan, et al (394)
Ingestion of selected HAB-forming dinoflagellates .....	ZHANG Qingchun, YU Rencheng, SONG Jingjing, et al (402)
Formation of aggregation by <i>Phaeocystis globosa</i> (Prymnesiophyceae) in response to high grazing pressure .....	WANG Xiaodong, WANG Yan (414)
Growth and reproduction of the green macroalga <i>Ulva prolifera</i> .....	ZHANG Bixin, WANG Jianzhu, WANG Yifu, et al (421)
Screening of growth decline related genes from <i>Alexandrium catenella</i> .....	ZHONG Jie, SUI Zhenghong, WANG Chunyan, et al (431)
Analysis of inherent optical properties of Lake Taihu in spring and its influence on the change of remote sensing reflectance .....	LIU Zhonghua, LI Yunmei, LU Heng, et al (438)
Neural network modeling of the eutrophication mechanism in Lake Chenghai and corresponding scenario analysis .....	ZOU Rui, DONG Yunxian, ZHANG Zhenzhen, et al (448)
The compensatory growth of shrubby <i>Pinus thunbergii</i> response to the boring stress in sandy coast .....	ZHOU Zhen, LI Chuanrong, XU Jingwei, et al (457)
Selected body temperature and thermal tolerance of tadpoles of two frog species ( <i>Fejervarya limnocharis</i> and <i>Microhyla ornata</i> ) acclimated under different thermal conditions .....	SHI Linqiang, ZHAO Lihua, MA Xiaohao, et al (465)
Effects of landscape structure and key landscape factors on aphids-parasitoids-hyper parasitoids populations in wheat fields .....	ZHAO Zihua, WANG Ying, HE Dahan, et al (472)
Effects of cadmium on lipid peroxidation and ATPase activity of plasma membrane from Chinese kale ( <i>Brassica alboglabra</i> Bailey) roots .....	ZHENG Aizhen (483)
Effects of ginger aqueous extract on soil enzyme activity, microbial community structure and soil nutrient content in the rhizosphere soil of ginger seedlings .....	HAN Chunmei, LI Chunlong, YE Shaoping, et al (489)
Manganese tolerance and accumulation in mycelia of <i>Cordyceps kyusyuensis</i> .....	LUO Yi, CHENG Xianhao, ZHANG Congcong, et al (499)
Influence of oxytetracycline exposure on antibiotic resistant bacteria and enzyme activities in wheat rhizosphere soil .....	ZHANG Hao, ZHANG Lilan, WANG Jia, et al (508)
Effects of elevated nitrogen deposition on soil organic carbon mineralization and soil enzyme activities in a Chinese fir plantation .....	SHEN Fangfang, YUAN Yinghong, FAN Houbao, et al (517)
Differences in clonal growth between female and male plants of <i>Rhus typhina</i> Linn. and their diurnal changes in photosynthesis and chlorophyll fluorescence .....	ZHANG Mingru, WEN Guosheng, ZHANG Jin, et al (528)
Soil water holding capacity under four typical ecosystems in Wuyunjie Nature Reserve of Hunan Province .....	PAN Chunxiang, LI Yuyuan, PENG Yi, et al (538)
The effect of different land use patterns on soil properties in alpine areas of eastern Qilian Mountains .....	ZHAO Jinmei, ZHANG Degang, LIU Changzhong, et al (548)
Responses of soil macro-fauna to land desertification in sandy grassland .....	LIU Rentao, ZHAO Halin (557)
Characteristics of cultivable microbial community number and structure at the southeast edge of Tengger Desert .....	ZHANG Wei, ZHANG Gaosen, LIU Guangxiu, et al (567)
Physiological and ecological responses of maize to different severities of desertification in the Southern Tklamakan desert .....	LI Lei, LI Xiangyi, LIN Lisha, WANG Yingju, et al (578)
Characterization of caloric value in fifteen plant species in <i>Leymus chinensis</i> steppe in Xilin River Basin, Inner Mongolia .....	GAO Kai, XIE Zhongbing, XU Sutie, et al (588)
Spatial pattern responses of <i>Achnatherum splendens</i> to environmental stress in different density levels .....	ZHANG Mingjuan, LIU Maosong, XU Chi, et al (595)
Effects of environmental factors on species distribution and diversity in an <i>Abies fargesii</i> - <i>Betula utilis</i> mixed forest .....	REN Xuemin, YANG Gaihe, WANG Dexiang, et al (605)
Effects of alginate cerium complexes on ascorbate- glutathione cycle in spinach leaves under chlorpyrifos stress .....	LUAN Xia, CHEN Zhende, WANG Dongfeng, et al (614)
Analysis on spatiotemporal changes of urban thermal landscape pattern in the context of urbanisation: a case study of Xiamen City .....	HUANG Jucong, ZHAO Xiaofeng, TANG Lina, et al (622)
The analysis of the green vegetation cover change in western Sichuan based on GIS and Remote sensing .....	YANG Cunjian, ZHAO Zijian, REN Xiaolan, et al (632)
An inventory of BVOC emissions for a subtropical urban-rural complex: Greater Taizhou Area .....	CHANG Jie, REN Yuan, SHI Yan, et al (641)
<b>Scientific Note</b>	
Litter decomposition and nutrient dynamics of <i>Carex lasiocapa</i> under different water conditions .....	HOU Cuicui, SONG Changchun, LI Yingchen, et al (650)
Nest-box color preference and reproductive success of great tit .....	ZHANG Keqin, DENG Qiuxiang, Justin Liu, et al (659)



# 《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究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;新书评介和学术、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,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 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

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 32 卷 第 2 期 (2012 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA  
(Semimonthly, Started in 1981)  
Vol. 32 No. 2 2012

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元