

文章编号: 1674-5566(2010)02-0232-08

鱿鱼类资源量变化与海洋环境 关系的研究进展

曹杰¹, 陈新军^{1,2,3}, 刘必林^{1,2,3}, 田思泉^{1,2,3}, 钱卫国^{1,2,3}

(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:近几十年随着传统渔业资源量的下降,短生命周期的鱿鱼类产量出现持续增加,并已成为重要的渔获对象。由于鱿鱼类为短生命周期鱼类,对环境变化极为敏感,这一特点使得传统基于种群动力和生物学过程的资源量评估模型并不能很好地估算其资源量,为了解环境因子和鱿鱼类资源量变化的关系,从研究方法和内容上对其研究现状进行了回顾,目前的研究已经能够在一定程度上解释环境因子对鱿鱼类资源量变化的影响机制,但是还不能完全利用环境变量来预测资源量的变化;本文还归纳了主要经济鱿鱼类栖息环境的特点,以及环境因子对其生活史各个阶段(孵化、仔稚鱼、成鱼和产卵)和资源补充量的影响,总结了目前研究遇到的问题和不足,并提出了今后研究重点应放在环境因子如何影响鱿鱼类生活史阶段中的孵化到仔稚鱼过程,从而能够提高对鱿鱼类补充量大小的估测精度,为其资源评估的进一步发展提供全面的理论基础。

关键词:鱿鱼类;海洋环境;资源补充量;生活史

中图分类号: S 932.8 **文献标识码:** A

Review on the relationship between stock recruitment of squid and oceanographic environment

CAO Jie¹, CHEN Xin-jun^{1,2,3}, LIU Bi-lin^{1,2,3}, TIAN Si-quan^{1,2,3}, QIAN Wei-guo^{1,2,3}

(1. College of Marine Sciences Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Key Laboratory of Shanghai Education Commission for Oceanic

Fisheries Resources Exploitation Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

3. Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources

Ministry of Education Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract Over the past decades with the decline of economic finfish stocks around the world the short-life cycle squid has become one of important fishing targets and its total catches keep on increasing. Because the short-life cycle squid is sensitive responding to environmental changes with great abundance fluctuations which sometimes reduces the recruitment to the stocks the assessment and management do not work well based on traditional population dynamic models. In this paper we review the development of methods and

收稿日期: 2009-09-07

基金项目: 国家自然科学基金(NSFC40876090);上海市曙光跟踪计划(08GG14);教育部博士点基金(20093104110002);上海市重点学科建设项目(S03702)

作者简介: 曹杰(1985-),男,硕士研究生,专业方向为渔业资源学。E-mail: jcao@stmail.shou.edu.cn

通讯作者: 陈新军, Tel: 021-61900340, E-mail: xjcher@shou.edu.cn

models used in this field. current researches could explain the mechanism of how environmental factors influence the stock of squids to a certain extent. however they could not predict the change of stock based on environmental factors successfully. and we also conclude the characteristics of squid habitat and the influences of environmental changes on squid life cycle (posthatching larval growth and spawning) and its recruitment. Finally, we point out the problem for the current research, and highlight the future work. We should focus on the life stage from post hatching to larval with high effect by marine environment so that we can improve the estimate of recruitment of squids and provide comprehensive theoretical basis for squid stock assessment.

Key words: squid; oceanographic environment; stock recruitment; life stage of squid

鱿鱼类是重要的海洋经济动物,通常包括柔鱼属 (*Ommastrephidae*)和枪乌贼属 (*Loliginidae*),具有生命周期短、生长快等特点,资源极为丰富且极易受到环境的变化而波动^[1]。随着世界传统底层渔业资源的普遍衰退以及人类对海洋蛋白质需求的不断增加,鱿鱼类作为优质动物蛋白质的来源和新兴渔业(主要指钓捕作业为主)越来越受到世界各国和地区的重视,被认为是未来最具开发潜力的渔业之一^[1]。近几十年来,世界头足类渔业发展较快,其产量在世界海洋渔获量中的比例也不断增加,从20世纪70年代的1%增加到目前的5%以上^[1],2006年世界头足类总产量超过400万吨,其中70%以上为鱿鱼类^[2],主要的经济种类有十几种。我国是生产头足类的主要国家之一,年头足类总产量超过100万吨。

随着鱿鱼类资源开发力度和规模的不断扩大,鱿鱼类产量不断增长,几乎所有鱿鱼类资源和渔获量均出现剧烈波动的现象。例如,2006年东太平洋茎柔鱼 (*Dosidicus gigas*)的产量是2000年的5倍,1998年因厄尔尼诺现象的影响秘鲁外海茎柔鱼产量达到自开发以来的最低值^[1];西南大西洋阿根廷滑柔鱼 (*Illex argentinus*)在2004—2005年资源量突然急剧下降后又有所回升,同一时期内太平洋褶柔鱼 (*Todarodes pacificus*)的资源量也有所下降^[2]。这种被认为是鱿鱼类特有、无规律性、突发性的资源波动给科学研究者带来了很大的挑战^[3],也给渔业生产者和管理者带来很大的不确定性。研究者们从最初直接揭示资源分布与环境因子的关系^[3-4],到解释环境变动如何影响到鱿鱼类生活史各个阶段^[4-9],都表明了鱿鱼类资源量的波动与海洋环境甚至全球气候之间都存在着极为密切的关系^[10-17]。鱿鱼类对

环境变动极为敏感的特点,使得人们在对其进行资源评估和管理时,环境因素成为一个必不可少的要素。此外,鱿鱼类又处于生态系统中承上启下的中间地位,其资源的变动直接影响到整个生态系统的稳定性^[10]。因此,研究鱿鱼类资源变化和環境波动的关系,对今后科学利用该资源、保护海洋生态系统都有着极为重要的意义。另外,在当今极端环境基本没有预兆的情况下^[18],掌握二者之间的关系对预测海洋环境的变化也有一定的意义。

1 鱿鱼类生活史及生态地位

鱿鱼类为短生命周期的物种,通常寿命不超过2年^[19]。一生只产卵一次,产卵后即死亡^[19],因此每一代的资源量多少都完全取决于上一代亲体所产生补充量以及补充量在进入该种群前的存活率,这种生活史模式不同于长生命周期鱼类,如果人们还是利用已有的传统模型对其补充量进行预测,以及描述亲体与补充量关系,其准确性将大大降低^[20]。其原因在于:(1)环境变化对其生活史各个阶段(孵化、稚鱼、成鱼和产卵)的影响很大^[21-29](图1)。其中从孵化到稚鱼被认为是一个非常非常重要的阶段,也是目前最不被了解的阶段^[20],研究环境变化对该阶段的影响对准确估算鱿鱼类孵化成功率有着重要的意义;(2)鱿鱼类没有剩余群体,只有当代的补充群体。

鱿鱼类是海洋生态系统中重要的组成成份,其在海洋生态系统的营养阶层中处于中间地位,作为捕食者,其主要捕食一些小鱼和小虾,作为饵料,其主要被海洋大型鱼类和哺乳动物捕食(图2)。因此鱿鱼类资源量的变动直接影响其捕食者和食物的种群数量从而影响整个生态系统

的结构。例如目前一些作为鱿鱼类捕食者的传统捕捞对象种类资源量的下降被认为是这些鱿鱼类资源量增长的原因之一^[1, 10]。

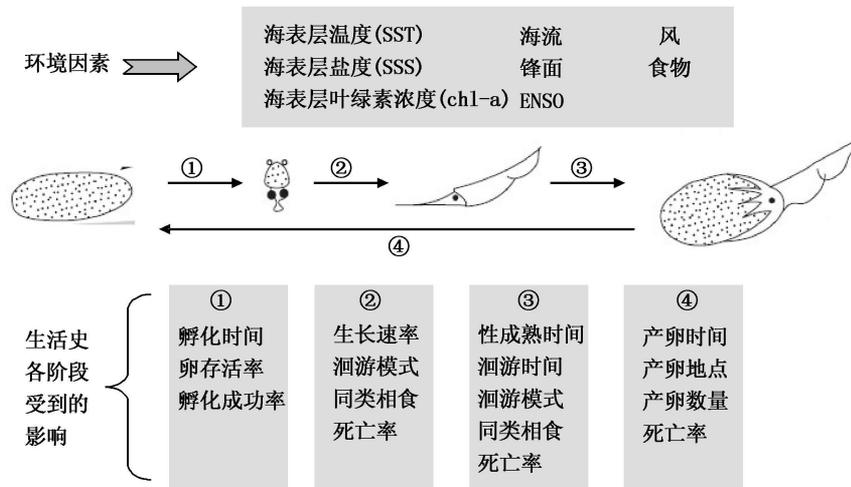


图 1 鱿鱼类生活史中受到环境因子影响的示意图

Fig 1 Schematic of squid life cycle influenced by environmental factors

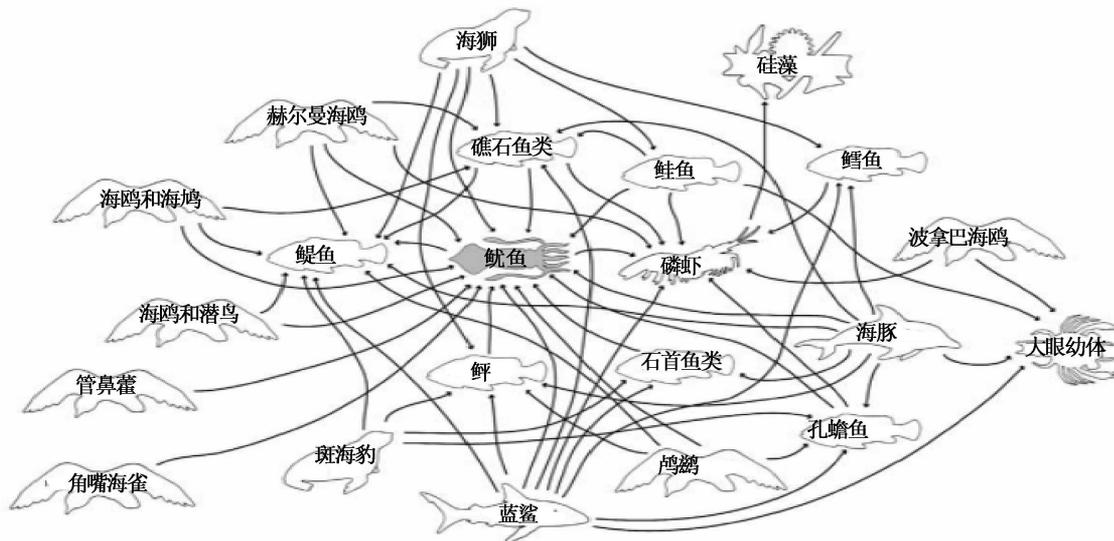


图 2 鱿鱼类在海洋生态系统营养阶层中地位的示意图

Fig 2 Schematic of the role of squid in trophic structure of the marine ecosystem

加利福尼亚沿岸乳光枪乌贼 (*Loligo opalescens*) 的生态地位^[30]

2 鱿鱼类栖息环境

鱿鱼类分布广泛, 主要分布在区域性的重要大洋性生态系统中, 如各大洋的高流速的西部边界流、大尺度沿岸上升流和大陆架海域^[31-32] (图 3)。其中栖息在各大洋西部边界流和上升流附近海域的种类, 资源量极大, 也是目前海洋环境变化对鱿鱼类影响的研究重点^[5]。典型的有西

南大西洋的阿根廷滑柔鱼 (*Illex argentinus*)、北太平洋的柔鱼 (*Ommastrephes bartramii*) 和日本周边海域的太平洋褶柔鱼 (*Todarodes pacificus*) 均分布在西部边界流海域。西部边界流从赤道附近携带大量的热量与高纬度冷水海流相遇后, 在锋面形成涡流和一些异常的水团, 这种环境特征能够给鱿鱼类不同生活史阶段带来营养和合适的生存环境^[33-34]。例如分布在北太平洋的柔鱼, 属

于大洋性洄游的种类,每年进行着南北洄游^[35],北上的黑潮不但帮助其输送稚仔鱼和浮游植物,而且黑潮北上到高纬度与亲潮相遇而形成的锋面和涡流等,这些都有助于提高高纬度海域形成丰富的初级生产力^[36]。同样在西南大西洋海域,巴西暖流和福克兰海流交汇处形成的暖水团,给阿根廷滑柔鱼的补充群体提供了适宜的海洋环境^[21]。

而与沿岸上升流生态系统有关的鱿鱼类,主要有分布在秘鲁寒流区域的茎柔鱼(*D. gigas*)、本格拉寒流区域的好望角枪乌贼(*Loligo reynaudi*)、加利福尼亚寒流区域的乳光枪乌贼(*Loligo opalescens*)和印度洋西北部海域的鸢乌贼(*Sthenoteuthis oualaniensis*)。这些低流速东部边界流通过表层埃克曼作用,将底层富含营养盐海水输送至表层,从而为鱿鱼类提供丰富的营养物质^[37]。而分布在近岸大陆架海域的鱿鱼类则主要受到陆地河流、降雨等环境因素的影响^[12]。

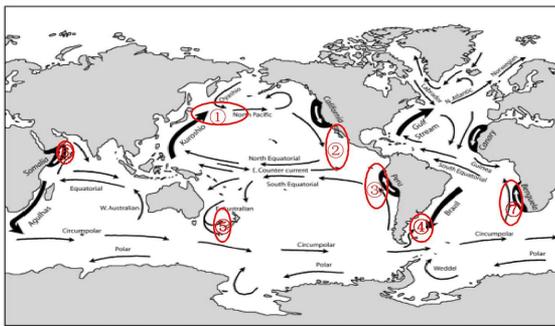


图 3 主要鱿鱼类在海洋大尺度海流中的分布示意图

Fig 3 Schematic of squids distributed in large ocean currents

- ①黑潮与亲潮交汇区—北太平洋柔鱼(*Ommastrephes bartramii*); ②加利福尼亚寒流上升流区域—乳光枪乌贼(*Loligo opalescens*); ③秘鲁寒流上升流区域—茎柔鱼(*Dosidicus gigas*); ④巴西暖流和福克兰海流交汇区—阿根廷滑柔鱼(*Illex argentinus*); ⑤新西兰西部东澳暖流区域—新西兰鱿鱼(*Nototodanus sloanii*); ⑥印度洋西北部上升流海域—鸢乌贼(*Sthenoteuthis oualaniensis*); ⑦本格拉寒流上升流区域—好望角枪乌贼(*Loligo reynaudi*)。

这些海域的环境特点虽然为鱿鱼类提供了适宜的栖息条件,但是其自身的时空变动以及外因诱导使其发生的变化都会给鱿鱼类生活史的各个阶段带来影响。例如黑潮发生大弯曲、厄尔尼诺现象等的出现,使得西北太平洋柔鱼冬春生西部群体产卵场海域适合产卵和孵化的水温范

围减少,从而减低了柔鱼孵化的成功率^[17];由于西北太平洋柔鱼秋生群体在生活史的前半周期所栖息环境中的初级生产力要比冬春生群体丰富,因此秋生群体在前半周期的生长速率大于冬春生群体^[9];巴西暖流的减弱使得阿根廷滑柔鱼栖息环境中适合生存的水温范围大大降低,导致其死亡率增加,从而进一步影响到来年的补充量^[21]。总之,只有当栖息地环境的变化与波动对鱿鱼类生存和生长有利,并且在时间上与鱿鱼类生活史阶段同步,才会有利于鱿鱼类资源补充量的发生、发展和增加,否则则会大幅度减少,这也是鱿鱼类被称为生态机会主义者的原因。

3 资源量变动与环境因子关系

3.1 研究方法

20世纪80年代初,Caddy和Rowell首先提出头足类的分布及资源量和海洋环境之间的关系^[3-4]。90年代以后,研究者们从水温入手开始了相关的研究。最初的研究只是简单的根据揭示了温度与鱿鱼类分布及资源量的关系为寻找渔场提供一定的理论依据^[38-43],并没有过多的考虑其它环境因子和解释内在的联系即影响机制。随着研究方法的发展,研究者们开始考虑更多的环境因素包括海表层温度(SST)、海表层盐度(SSS)、海表面高度(SSH)、海表层叶绿素a浓度(Chl-a)、锋面等等,将鱿鱼类生活史各个阶段分开考虑,并试图解释环境变量对鱿鱼类资源量变动的影响机制。

在研究方法发展的同时,数理统计方法和模型的应用也在不断地深入,从最初的单一因子变量的回归模型和相关性分析到现在多因子变量的复杂数理模型,包括应用Generalized Linear Models(GLM)、Generalized Additive Models(GAM)来解释各种环境因子对鱿鱼类资源量分布与变化的影响程度等,例如田思泉等利用GAM模型分析阿拉伯北部公海海域鸢乌贼渔场分布及其与海洋环境因子的关系,结果表明了产量与表温、50 m水温和200 m水温以及各层盐度的关系密切^[44]。类似的还有栖息地指数模型(habitat suitability index model HSI),田思泉等利用该模型分析了北太平洋柔鱼栖息地环境变量与其分布的关系,揭示了关键性环境变量以及其适合范围^[45]。另外还包括应用Auto-Regressive

Integrated Moving Average (ARMA)^[46]等时间序列分析法来分析环境变量对资源量分布和变化的延迟影响和时间上的自相关性,这些模型主要为时间模拟(temporal modelling)即利用数据在时间序列上的变化找出变量之间的关系。另外由于地理信息系统(Geographic Information Systems GIS)的发展,一些空间模拟(spatial modelling)的模型也得到了较大的发展,包括应用 Generalized Additive Mixed Models (GAMM)来分析环境变量影响资源量空间上的分布^[47]等等。最后在模型的计算过程中,许多新的方法也被应用,例如 bootstrapping 人工神经网络算法(artificial neural networks ANN)和贝叶斯算法(Bayesian models)^[48],从而使得模型得到的结果更为准确。

3.2 柔鱼类资源变动与环境因子关系

柔鱼类中大洋性种类的研究较为深入,环境变动被认为对该种类的资源量变动起着决定性的影响,尤其是海表层温度作为一直接影响因子对其生活史各个阶段都有深刻的影响,因此研究者们常常利用其产卵场的海表层温度等主要环境因素的变动解释其资源量(补充量)的变化。Waluda利用福克兰群岛海域阿根廷滑柔鱼产卵场的海表层适合其产卵水温的范围大小一定程度上解释了其补充量的变化^[36]; Sakurai认为太平洋褶柔鱼也有相同的情况^[49];曹杰等利用北太平洋柔鱼冬春生西部群体产卵场与索饵场的适合水温范围解释了其资源量的变化^[17];以上的研究都认为温度影响了柔鱼类孵化生活史阶段从而影响了其资源量的变动,并且解释了温度变化的原因即能够影响温度变化的其它环境因子(间接环境因子),这些间接环境因子通过影响其栖息环境的表层温度而间接地影响其资源量的变动。例如巴西暖流的强弱能够影响福克兰群岛附近阿根廷滑柔鱼产卵场海表层适合其产卵的水温范围^[36];黑潮强弱和路径变化能够影响北太平洋柔鱼冬春生西部群体产卵场适合水温范围^[17];厄尔尼诺现象、拉尼娜现象和气候变化等等都能够通过影响柔鱼类栖息地的海表层温度组成和结构而对其资源量造成一定的影响^[50-52]。

总之,环境影响柔鱼类资源量的关键阶段是从孵化到稚仔鱼的生活史阶段,因为该阶段柔鱼主要是被动地受到环境的影响,不能主动地适应

环境的变化,而当稚仔鱼发育到成鱼后,柔鱼个体拥有了较强的游泳能力就能够通过洄游等方式寻找适宜的栖息环境而主动地适宜环境的变化。

3.3 枪乌贼类资源变动与环境因子关系

枪乌贼类通常栖息于沿岸的大陆架上,与大洋性柔鱼类经历的环境条件有所区别,没有进行大规模远距离的洄游,也没有受到大尺度海流的影响。然而海表层水温变动对枪乌贼的资源量变化也有一定的影响^[53],例如 Agnew 等人利用海表层水温的环境变量和亲体量的大小解释了福克兰群岛附近巴塔哥尼亚枪乌贼(*Loligo gahi*)补充量的变动^[54]; Challier 等人认为英吉利海峡福氏枪乌贼(*Loligo forbesi*)的补充量与水温的关系较为密切^[55],但并不像柔鱼类那样属于决定性的环境因素。除了温度外枪乌贼的资源量还受到其它很多环境因素的直接影响。由于枪乌贼会在近岸大陆架海域进行洄游活动,因此海水的深度与枪乌贼生活史各个阶段有着密切的联系^[6]。苏格兰海域的福氏枪乌贼(*Loligo forbesi*)资源量被认为在大陆架中等深度的暖水域中最为丰富^[45],其资源量也一定程度上受到表温的影响^[56]。有研究表明好望角枪乌贼产卵场海域的海水浑浊度与溶解氧气浓度是其生活史中产卵阶段的关键环境因子^[8],海水过于浑浊而能见度太低使得其交配和产卵成功率降低从而资源量下降。另外降雨、风、潮汐等等环境变化都可能对其资源量产生影响。

4 总结与展望

鱿鱼类作为一种短生命周期的生态机会主义者(ecological opportunists)^[5],环境变化对其资源量波动的影响一直受到研究者的关注,研究方法也在不断发展。目前在揭示二者关系的同时,也在一定程度上解释了其中的影响机制,然而大多数研究还不能完全利用环境变量来描述资源量的变化,即使二者关系十分显著,这种关系也没有经过验证,也就是说目前想要利用这种关系来预测资源量的变化还比较困难,事实也证明了以往的大多数利用环境变量来预测鱿鱼类资源的研究都没能经受住时间的考验^[20]。因此,目前全球对于鱿鱼类资源的开发力度在不断增加,科学地对其资源量进行评估和管理是当务之急,现

阶段研究鱿鱼类资源量和环境变化的关系是为了弥补传统资源评估方法在短生命周期鱼类上的不足,为此,就目前而言既不能单一地只考虑环境因素而忽略其自身的种群动力过程,也不能只考虑种群动力过程而忽略环境因素,应该将二者同时考虑,发展出适合鱿鱼类的资源评估和预测模型。然而大多数鱿鱼种类经商业性开发不到40年,就目前掌握的数据想要短期内彻底弄清其资源量和环境变化的关系是不切实际的。建议今后的研究重点应该放在环境因子对鱿鱼类生活史影响最大的孵化到稚仔鱼阶段上,加大对鱿鱼类产卵场及其栖息环境、洄游分布等重要生活史阶段的调查和了解。

参考文献:

- [1] 周金官,陈新军,刘必林.世界头足类资源开发利用现状及其潜力[J].海洋渔业,2008,30(3):268-274.
- [2] FAO Marine Resources Service. Fishery Resources Division. Review of the state of world marine fishery resources[R]. FAO Fisheries Technical Paper 2005, (457): 235.
- [3] Caddy J F. The cephalopods: factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks [R]. Advances in Assessment of World Cephalopod Resources. FAO Fisheries Technical Paper 1983, (231): 416-449.
- [4] Rowell T W, Young J H, Poulard J C, et al. Changes in the distribution and biological characteristics of *Illex illecebrosus* on the Scotian shelf 1980-83 [J]. NAFO Scientific Council Studies 1985, (9): 11-26.
- [5] Anderson C I H, Rodhouse P G. Life cycles, oceanography and variability: ommastrephid squid in variable oceanographic environments [J]. Fish Res 2001, 54(1): 133-143.
- [6] Arkhipkin A I, Jereb B, Ragonese S. Growth and maturation in two successive seasonal groups of the short-finned squid *Illex coindetii* from the Strait of Sicily (central Mediterranean) [J]. ICES J Mar Sci 2000, 57(1): 31-41.
- [7] Arkhipkin A I, Middleton D A J, Sinota A M, et al. The effect of Falkland Current inflows on offshore ontogenetic migrations of the squid *Loligo gahi* on the southern shelf of the Falkland Islands [J]. Estuarine Coastal and Shelf Science 2004, 60(1): 11-22.
- [8] Augustyn C J, Lipinski M R, Sauer W H H, et al. Chokka squid on the Agulhas Bank: life history and ecology [J]. S Afr J Mar Sci 1994, 90(3): 143-153.
- [9] Ichii T, Mahapatra K, Sakai M, et al. Life history of the neon flying squid: effect of the oceanographic regime in the North Pacific Ocean [J]. Mar Ecol Prog Ser 2009, 378(2): 1-11.
- [10] Agnew D J, Beddington J R, Hill S L. The potential use of environmental information to manage squid stocks [J]. Can J Fish Aquat Sci 2002, 59(12): 1851-1857.
- [11] Agnew D J, Hill S, Beddington J R. Predicting the recruitment strength of an annual squid stock: *Loligo gahi* around the Falkland Islands [J]. Can J Fish Aquat Sci 2000, 57(12): 2479-2487.
- [12] Bakun A, Csirke J. Environmental processes and recruitment variability [R]. Squid Recruitment Dynamics: The Genus *Illex* as a Model. The Commercial *Illex* Species. Influences on Variability. FAO Fisheries Technology 1998, (376): 273.
- [13] Bellido J M. Use of geographic information systems, spatial and environment-based models to study ecology and fishery of the veined squid (*Loligo forbesi* Steenstrup 1856) in Scottish waters [D]. PhD Thesis. University of Aberdeen, United Kingdom, 2002: 183.
- [14] Dave E G, Colbourne E B, Drinkwater K F. Environmental effects on recruitment of short-finned squid (*Illex illecebrosus*) [J]. ICES J Mar Sci 2000, 57(4): 1002-1013.
- [15] Pierce G J, Wang J, Bellido J M, et al. Relationships between cephalopod abundance and environmental conditions in the Northeast Atlantic and Mediterranean as revealed by GIS [C]. ICES CM, 1998(M): 20.
- [16] 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 [J]. Mar Ecol Prog Ser 1999, 183(8): 159-167.
- [17] Cao J, Chen X, Chen Y. Influence of surface oceanographic variability on abundance of the western winter-spring cohort of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in the NW Pacific Ocean [J]. Mar Ecol Prog Ser 2009, 381(5): 119-127.
- [18] Robinson R A, Leamonth J A, Hutson A M, et al. Climate Change and Migratory Species: A Report for DEFRA on Research Contract CR0302 [R]. BTO Research Report 414, British Trust for Ornithology, 2005.
- [19] Roberts M J. The influence of the environment of chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* spawning aggregations: steps towards a quantified model [J]. S Afr J Mar Sci 1998, 20(1): 267-284.
- [20] Pierce G J, Boyle P R. Empirical modelling of interannual trends in abundance of squid (*Loligo forbesi*) in Scottish waters [J]. Fish Res 2003, 59(3): 305-326.
- [21] Waluda C M, Rodhouse P G, Podestá G P, et al. Surface oceanography of inferred hatching ground of *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) and influences on recruitment variability [J]. Mar Biol 2001, 139(4): 671-679.
- [22] Villanueva R. Effect of temperature on statolith growth of the European squid *Loligo vulgaris* during early life [J]. Mar Biol 2000, 136(3): 449-460.

- [23] Villanueva R. Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatching to settlement[J]. *Can J Fish Aquat Sci* 1995, 52(12): 2639—2650.
- [24] Villa H, Quintela J, Coelho M L, et al. Phytoplankton biomass and zooplankton abundance on the south coast of Portugal (Sagres), with special reference to spawning of *Loligo vulgaris*[J]. *Sci Mar* 1997, 61(2): 123—129.
- [25] Sins D W, Genner M J, Southward A J, et al. Timing of squid migration reflects North Atlantic climate variability[J]. *Proceedings of the Royal Society of London* 2001, 268(1485): 2607—2611.
- [26] Rodhouse P G, Robinson K, Gajdatsy S B, et al. Growth, Age structure and Environmental history in the cephalopod *Martialia hyadesi* (Teuthoidea: Ommastrephidae) at the Antarctic Polar Frontal zone and on the Patagonian Shelf Edge [J]. *Ant Sci* 1994, 6(2): 259—267.
- [27] Boletzky S V. Reproductive strategies in cephalopods: variations and flexibility of life-history[M]. *Advances in Invertebrate Reproduction*. Elsevier Science Pub 1986: 379—389.
- [28] Boyle P R, Pierce G J, Hastie L C. Flexible reproductive strategies in the squid *Loligo forbesi*[J]. *Mar Biol* 1995, 121(3): 501—508.
- [29] Moreno A, Azevedo M, Pereira J, et al. Growth strategies in the squid *Loligo vulgaris* from Portuguese waters[J]. *Mar Biol Res* 2007, 3(1): 49—59.
- [30] Morejohn G V, Harvey J T, Krasnow L T. The importance of *Loligo opalescens* in the food web of marine vertebrates in Monterey Bay, California [J]. *Fish Bull* (California Department of Fish and Game), 1978, (169): 67—98.
- [31] Roper C F E. An overview of cephalopod systematics: status problems and recommendations[J]. *Memoirs of the National Museum, Victoria* 1983, 44(1): 13—27.
- [32] Roper C F E, Sweeney M J, Nauen C E. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries[R]. *Cephalopods of the world*. FAO Fisheries Synopsis 1984, 125(3): 277.
- [33] O'Dor R K. Big squid in big currents[J]. *S Afr J Mar Sci* 1992, 12(1): 225—235.
- [34] Mann K H, Lazier J R N. *Dynamics of Marine Ecosystems* [M]. Oxford: Blackwell 1991.
- [35] Saijo Y, Kawamura T, Izka T, et al. Primary production in Kuroshio and adjacent area[M]. *Proceedings of 2nd CSK Symposium*. Tokyo 1970: 169—175.
- [36] Bower J R, Ichii T. The red flying squid (*Ommastrephes bartramii*): a review of recent research and the fishery in Japan[J]. *Fish Res* 2005, 76(1): 39—55.
- [37] Demarcq H, Faure V. Coastal upwelling and associated retention indices derived from satellite SST: Application to *Octopus vulgaris* recruitment[J]. *Oceanologica Acta* 2000, 23(4): 391—408.
- [38] Augustyn C J. The biomass and ecology of chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* off the west coast of South Africa[J]. *S Afr J Zoo* 1991, 26(4): 164—181.
- [39] Sauer W H H, Goschen W S, Koorts A S A. A preliminary investigation of the effect of sea temperature fluctuations and wind direction on catches of Chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* off the Eastern Cape, South Africa[J]. *S Afr J Mar Sci* 1991, 11(1): 467—473.
- [40] Roberts M J, Sauer W H H. Environment: the key to understanding the South African chokka squid (*Loligo vulgaris reynaudii*) life-cycle and fishery[J]. *Ant Sci* 1994, 6(2): 249—258.
- [41] Rasero M. Relationship between cephalopod abundance and upwelling: the case of *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Galician waters (NW Spain) [C]. *ICES CM* 1994: 40.
- [42] Chen X J. An analysis on marine environment factors of fishing ground of *Ommastrephes bartramii* in northwest Pacific[J]. *J Shanghai Fish Univ* (in Chinese), 1997, 6(4): 285—287.
- [43] Chen X J. Study on the formation of fishing grounds of the large squid *Ommastrephes bartramii* in the waters 160°E—170°E North Pacific Ocean[J]. *J Shanghai Fish Univ* (in Chinese), 1999, 8(2): 197—201.
- [44] 田思泉, 陈新军, 杨晓明. 阿拉伯北部公海海域鳶乌贼渔场分布及其与海洋环境因子关系[J]. *海洋湖沼通报*, 2006, (1): 51—57.
- [45] Tian S Q, Chen X J, Chen Y, et al. Evaluating habitat suitability indices derived from CPUE and fishing effort data for *Ommastrephes bartramii* in the Northwestern Pacific Ocean [J]. *Fish Res* 2009, 95(2—3): 181—188.
- [46] Efthymia V, Tsitsika Christos D, Maravelias John, Hamalabous. Modeling and forecasting pelagic fish production using univariate and multivariate ARMA models[J]. *Fish Sci* 2007, 73(5): 979—988.
- [47] Mafakla Viana, Graham J, Pierce Janine, Illian, et al. Hastie. Seasonal movements of veined squid *Loligo forbesi* in Scottish (UK) waters[J]. *Aquat Living Resour* 2009, 29(3): 291—305.
- [48] Georgakarakos S, Koutsoubas D, Valavanis V D. Time series analysis and forecasting techniques applied on loliginid and ommastrephid landings in Greek waters[J]. *Fish Res* 2006, 78(1): 55—71.
- [49] Sakurai Y, Kiyofuji H, Saitoh S, et al. Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions [J]. *ICES J Mar Sci* 2000, 57(1): 24—30.
- [50] Chen X J, Zhao X H, Chen Y. E1N ̄o/La Ni ̄a Influence on the Western Winter/Spring Cohort of Neon Flying Squid (*Ommastrephes bartramii*) in the northwestern Pacific Ocean [J]. *ICES J Mar Sci* 2007, 64(6): 1152—1160.
- [51] Gonzalez A F, Trathan P, Yau C, et al. Interactions between oceanography, ecology and fishery biology of ommastrephid squid *Martialia hyadesi* in the South Atlantic[J]. *Mar Ecol Prog Ser* 1997, 152(7): 205—215.

- [52] Wahda C M, Yanashiro C, Rodhouse P G. Influence of the ENSO cycle on the light-fishery for *Dosidicus gigas* in the Peru Current: an analysis of remotely sensed data [J]. *Fish Res* 2006, 79(1-2): 56-63.
- [53] Robin J P, Denis V. Squid stock fluctuations and water temperature: temporal analysis of English Channel *Loliginidae* [J]. *J Appl Ecol* 1999, 36(1): 101-110.
- [54] David J A, Simeon H, John R B. Predicting the recruitment strength of an annual squid stock, *Loligo gahi* around the Falkland Islands [J]. *Can J Fish Aquat Sci* 2000, 57(12): 2479-2487.
- [55] Laurence C, Juliette R, Graham J P, et al. Environmental and stock effects on recruitment variability in the English Channel squid *Loligo forbesi* [J]. *Aquat Living Resour* 2005, 18(4): 353-360.
- [56] Bellilo J M, Pierce G J, Wang J. Modelling intra-annual variation in abundance of squid *Loligo forbesi* in Scottish waters using generalized additive models [J]. *Fish Res* 2001, 52(1-2): 23-39.

《上海海洋大学学报》征稿简则 (2009年9月修订)

一、征稿内容

《上海海洋大学学报》为上海海洋大学主办,以海洋、水产科学技术为主的面向全国的综合学术刊物。前身为《上海水产大学学报》,2009年起因学校更名而变更刊名。主要刊载海洋环境、海洋工程、海洋信息、海洋渔业、水产生物技术、水产养殖与增殖、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔业经济与技术管理等方面的文章,并酌登学术动态和重要书刊的评介等。欢迎广大作者踊跃投稿。

二、来稿注意事项

- 1 来稿文责自负。要求论点明确,数据可靠,简明扼要,文字精练(包括文章题名、图、表和文献的运用),着重撰述作者的新方法、新观点和新成果等。
- 2 来稿请访问本刊的网站,进行网上投稿,网址: <http://kjzk.shou.edu.cn/dxxb/default.htm>。本刊只接收网络投稿,必要时退作者修改、精减并清稿。若作者投稿3个月后未收到本编辑部任何通知,可自行处理稿件,请勿一稿多投。
- 3 对录用的文章将收取一定的版面费,文章刊登后,将酌致稿酬,并赠送若干册当期的本刊。
- 4 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》、《万方数据—数字化期刊群》等,作者著作权使用费与印刷版稿酬一次付给。

三、对稿件的编辑出版要求

- 1 论文稿书写的顺序:题名,作者署名,作者单位(写至二级)及所在地和邮编,中文摘要(400字左右),关键词(3~8个,研究对象的词应排列在前),中图分类号,英文题名,作者署名,作者单位(写至二级)及所在地和邮编, Abstract(与中文摘要相对应,以学术刊物上惯用的文体和句型撰写), key words(与中文关键词相对应),正文,参考文献。首页地脚处请注明:①收稿日期;②基金项目:资助者(编号)。③作者简介:姓名(出生年—),性别,职称,学位,研究方向。稿件联系人另注明联系地址、邮编、电话、电子信箱。
- 2 插图和照片要清晰,表格请采用“三线表”的形式,力求简明,其内容勿与图及文字表述重复。图、表不单列,在文稿的相应页面内均应留有适当部位并写明图题、表题,其题目均须汉英对照。
- 3 文中的学术名词、名称或术语,度量衡及其符号均应符合国家标准。
- 4 参考文献只列确引的、最新的、最主要的、国内外公开发表的文献。每条文献中,作者姓名不超过3人者,全部照录;超过者,则第3人之后从略,加“等”之类的缩写。“参考文献:”列于正文后,独占一行。所列文献一律采用标准化的顺序编码制,即把序号置于方括号内,并视引文的具体情况将序号作为上角标,或作为引文中的组成部分。每条文献应按类型注明其标志。

参考文献类型	期刊	专著	论文集	学位论文	报告	报纸	标准	专利	数据库	计算机程序	汇编	电子公告
文献类型标志	J	M	C	D	R	N	S	P	DB	CP	G	EB