

基于种群生态学概念论大黄鱼种群的划分

李星云, 苗 亮, 陈 炯, 史雨红, 陆新江

(宁波大学 应用海洋生物技术教育部重点实验室, 浙江 宁波 315211)

摘要: 依据种群生态学概念, 对我国沿海分布的大黄鱼地理种群划分进行了论述. 以是否有地理隔离作为划分必要条件, 其他作为辅助参考. 经分析论证认为: 大黄鱼分布区域的天然屏障的地理隔离并不存在. 黄海、东海由台湾暖流和沿岸流形成的环流, 台湾海峡、南海由季风形成的环流, 在我国沿海形成了完全分隔的海流体系, 作为海流形成的区域性的地理屏障, 将南北大黄鱼隔离形成南黄海—东海以及台湾海峡—南海 2 个地理种群. 南黄海—东海地理种群由朝鲜西南部、中国的吕泗洋、岱衢洋、大目洋、猫头洋、洞头洋、官井洋和东引列岛等 8 个产卵群体组成; 台湾海峡—南海地理种群由牛山岛、九龙江外诸岛屿、南澳岛、汕尾外海、碣州岛附近海区 and 徐闻海区等 6 个产卵群体组成.

关键词: 大黄鱼; 种群划分; 种群生态学

中图分类号: S931.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2013) 01-0001-05

大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*), 属石首鱼科、黄鱼属, 俗称黄鱼、黄花鱼等, 为我国近海暖水性集群短距离洄游的鱼类, 生活于近海的中、下层. 大黄鱼曾是我国著名的海洋四大捕捞对象之一, 20 世纪 70 年代前东海区年产量最高曾达 19 万吨^[1]. 由于大黄鱼在渔业中的重要地位, 早在 50 年代初就开始对大黄鱼资源进行了持续调查, 在不同阶段、根据不同的依据, 对大黄鱼的种群进行了划分, 但迄今学术界对种群的划分依据和种群的划分尚未统一. 20 世纪 50 年代, 中国科学院海洋所将中国大黄鱼划分为 2 个种群: 东黄海群和碣洲群^[2]. 60 年代依据体形测量结果把我国大黄鱼分为 3 个地理种族: 岱衢族、闽—粤东族和碣洲族^[3-4]. 但体形测量的结果受多种因素的影响, 依据形态学分群具有不确定性. 根据标志放流回捕和洄游路线, 岱衢族和闽—粤东族应为同一个东—黄海种群, 但可分为 2 个不同的产卵群体^{[5]①}. 张其永等^[6]参考分布范围、洄游路线和亲缘关系, 将大黄鱼划分为南黄海—东海、台湾海峡—粤东和粤西 3 个地理种群.

随着大黄鱼增殖养殖业的发展, 由于种质资源混杂, 增殖殖大黄鱼的种质来源分辨不清, 直接影响了大黄鱼良种选育、增殖放流和消费者的利益, 尤其是增殖放流对种质资源的负面影响. 因此, 对大黄鱼种群和群体进行科学划分已刻不容缓. 笔者从种群生态学基本概念出发, 对大黄鱼地理种群及其产卵群体的划分加以论述, 旨在为良种选育、增殖放流和资源管理保护提供科学依据.

1 动物生态学中种群与群体的基本概念

1.1 种群的基本概念

生态学上“种群”的划分, 都将地理分布是否隔离作为判定种群是否独立存在的最主要标准^[5]. 种群是在一定空间中同种个体的集合^[7]. 殷名称^[8]认为鱼类的自然种群应具有 3 个特征: (1)空间特征, 即种群占有一定的分布区域, 有其分布界限, 与其他种群基本上是隔离的. (2)数量特征, 即种群具有时间上一致的生命节奏, 因而有一定的数量变动规律. (3)遗传特征, 即种群是种内繁殖单元, 同属

收稿日期: 2012-09-01.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://nbdxlg.paperopen.com/>

基金项目: 国家 863 重大项目子课题 (2012AA10A403-4); 浙江省重大科技专项优先主题 (2009C12077).

第一作者: 李星云 (1942—), 男, 浙江舟山人, 教授, 主要研究方向: 鱼类遗传育种与种质保护. E-mail: limingyun@nbu.edu.cn

①毛锡林, 陈永法, 俞积楚. 吕泗渔场大黄鱼和大黄鱼渔业. 南通, 1981.

于一个在时间上连续的基因库。

1.2 群体的基本概念

在渔业生物学中使用更加普遍的是“群体”这个概念或术语。“能够满足一个渔业管理模式的那部分鱼,可定义为一个群体。群体是种群之下的一个研究单位”^[9]。所以群体是为强调渔业生产与管理需求而定义的一个水产资源研究单位,是在渔业资源评估、管理问题研究和实践中形成的基本概念。

1.3 种群与群体的区别

陈新军^[9]认为,种群是在生态学方面的概念,是有机体与群落之间的一个基本层次。群体则偏重于渔业管理的单元,即能够满足一个渔业管理模式的那部分鱼,是在资源评估、渔业管理研究和实践中形成的,受到开发利用和管理的影响。所以在种群和群体之间,种群是客观的生物学单元,群体是渔业管理单元,两者关系密切,但并不存在从属关系。如某一生殖群体,它可能是种群之下的一个生物学繁殖单位;而对某一捕捞群体和开发利用与管理中的“群体”则既可能是种群之下的一个群体,也可能是一个种群。

因此,在划分单位群体时,既要考虑生态、生理、形态和遗传的异质性,又要辩证地考虑渔业管理等实际需要,确定出适当的单位群体。

2 大黄鱼的地理分布与地理隔离

2.1 大黄鱼的地理分布

中国大黄鱼的分布,以浙江沿海为主,主要渔场在韩国的西南部以及中国的江苏吕泗洋、浙江岱衢洋、大目洋、猫头洋、洞头洋和福建的东引列岛、官井洋、牛山岛、九龙江外诸岛屿(厦门附近岛屿)等渔场、广东的南澳岛、汕尾海区、碣州岛附近海区和徐闻海区等渔场^[10]。

2.2 大黄鱼的天然屏障的地理隔离

从大黄鱼的地理分布看,天然屏障的地理隔离并不明显。台湾岛和海南岛2个大岛起了一定的分隔作用,如果没有其他原因加以分隔,大黄鱼仍可通过台湾海峡进行洄游。就海南岛而言,大黄鱼分布的海区并不在海南岛西,而在海南岛东。所以天然屏障的地理隔离并不能做为分群的主要依据。

2.3 大黄鱼由海流形成的区域地理分隔

中国近海及邻近海区的环流分布^[11],与大黄

鱼分布有关。

2.3.1 黄、东海的环流分布

黄、东海的海流主要是由黑潮暖流(图1B)和沿岸流2个流系组成,具有气旋式环流的特征。黑潮在向北流的过程中,除有一部分流入巴士海峡外,其主流沿台湾东岸流向东北,而后进入东海,并沿大陆坡流向东北(图1)。流抵日本奄美大岛之西附近又开始分支,其中一支在济州岛南面北上进入黄海南部,称为黄海暖流。黄海暖流在北上过程中,受到沿岸水文及气象条件的影响而逐渐变性,暖流特征随着进入黄海的距离增加而很快减弱。



图1 渤海、黄海和东海的海流系统示意图

黑潮主干(主流)在我国台湾(图1E)东北海域分出一小分支,沿闽浙外海北上,可达杭州湾外,然后转折向东与黄海冷水混合而变性,这支海流从台湾附近流来,称为台湾暖流,也称为黑潮的闽浙分支。这支暖流给我国浙江近海带来高温、高盐的外海水。当它与沿岸流交汇时,存在着明显的锋面,渔民们称为“流隔”,形成著名的舟山渔场。黑潮在我国台湾的东南海域,于10月至翌年4月,有一部分流经巴士海峡进入南海,约在台湾的南面又分为2支:主流向西南,成为南海左旋环流的一个组成部分;支流沿台湾两岸北上,与黑潮主干和台湾暖流汇合。黑潮受到地形的影响,各地的流幅、流速和流量均不相同。

由于我国沿岸有许多大小不同的江河入海,把沿岸海水冲淡,这些被冲淡的海水沿岸边流去。为保持与外海暖流的交换与平衡,其运动的总趋势是由北向南,并不断地与外海海水混合,产生许多小旋涡。在我国沿海自北向南与大黄鱼有关的主要有苏北沿岸流(图1C)和闽浙沿岸流(图1D)等。

苏北沿岸流源于海州湾、淮河口一带,上接渤

海沿岸流, 沿海州湾外 30 m 等深线南下, 至长江口后, 向东南流去, 与黑潮北上分支相汇合后逐渐消失。苏北沿岸流每年 6~8 月, 受长江径流的影响而加强, 其影响可达整个朝鲜海峡(图 1A)。

浙闽沿岸流起源于长江口和杭州湾一带, 主要由长江和钱塘江的径流入海组成, 沿途还有甌江和闽江的淡水加入, 浙闽沿岸流至福建平潭岛与台湾岛富贵角连线以南海域, 与相反方向的台湾海峡流以及黑潮分支的台湾暖流相遇, 阻碍了浙闽沿岸流继续向南推进^[12]。它分布在长江口及其以南的浙闽沿岸。因浙闽沿岸岛屿众多、岸线曲折及海底坡度较陡, 所以流的宽度较窄, 一般距岸 37~74 km。

2.3.2 南海的环流分布

南海位于热带季风区, 夏季盛行西南风, 冬季盛行东北风, 季风方向与海区长轴一致, 有利于稳定流系的发展。南海表面环流在风的作用下, 具有季风漂流特性(图 2, A 为台湾, B 为海南)。在季风的长期吹送下, 南海海流方向、路径和强度都随季风而变。西南季风期间, 南海为东北流(图 2D), 东北季风期间, 则大部分区域为西南流(图 2C), 黑潮部分海水经巴士海峡输入南海北部, 同来自台湾海峡的沿岸流合并流向西南。从黄、东海和南海的环流分布看, 将分布于近海的大黄鱼, 以台湾北部为界分隔为南北两群。

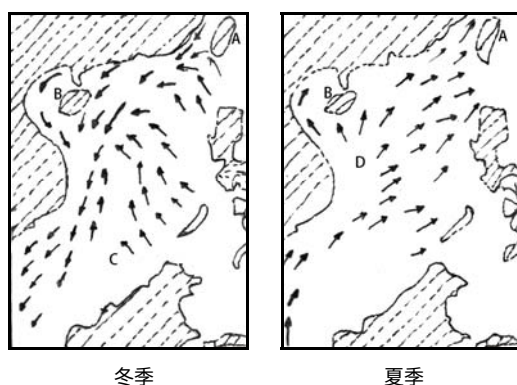


图 2 南海季风环流示意图

3 大黄鱼不同群体间的个体交流和遗传差异

3.1 不同群体间的个体交流

1959 年 4 月 21 日福建省水产研究所在福建省连江县北茭回捕到浙江省海洋水产研究所于 1958

年 5 月 20 日在岱衢洋大黄鱼产卵场标志放流的性成熟的雄性大黄鱼, 这尾鱼 1958 年已在岱衢洋进行生殖, 时隔近一年的时间又游到闽东产卵场进行生殖, 证实了岱衢洋大黄鱼产卵群体与三都湾内的官井洋产卵群体或者与三都湾东冲口外的东引列岛产卵群体是有生殖洄游联系的^②。毛锡林等^①标志放流的事实也证实了这一点。

这一回捕记录说明在岱衢洋与官井洋大黄鱼群体间存在少量大黄鱼混栖现象。徐兆礼等^[5]研究了东黄海大黄鱼洄游路线, 依据 10 多个渔业公司 1971~1982 年大黄鱼捕捞统计资料, 从大黄鱼产量分布和鱼群移动等方面分析表明, 东黄海大黄鱼只有 1 个地理种群和 2 处越冬场。外海越冬场主要位于 30°00'~32°00'N, 124°00'~126°00'E 海域。近海越冬场位于浙江中南部和福建北部禁渔线外侧。每年 3~4 月, 外海越冬场群体向西进入舟山渔场和长江口渔场。5 月部分群体向西北进入吕泗渔场产卵, 另一部分群体向西进入舟山群岛沿海的岱衢洋、大衢洋、黄泽洋和大目洋等海域产卵。6 月在长江口和吕泗渔场索饵。6~8 月索饵群体北上黄海南部近海索饵。10 月以后, 随着冷空气南下, 索饵的大黄鱼向南作越冬洄游, 部分群体游向外海越冬场, 另一部分群体继续南下回到东海中南部近海的越冬场。浙江中南部和福建北部禁渔线外侧越冬的大黄鱼群体, 在春季产卵洄游中, 部分群体北上在舟山渔场与外海来的群体汇合, 游向吕泗渔场和舟山群岛沿海产卵, 部分群体就近游向猫头洋、洞头洋、乐清湾、官井洋和东引岛等海域产卵, 产卵后的群体在产卵场附近索饵, 冬季又回到就近的越冬场。从洄游路线看, 台湾以北大黄鱼的不同群体间有随机混栖和生殖交流的情况。

3.2 不同群体间的遗传差异

目前已有对岱衢洋、官井洋不同大黄鱼群体使用 RAPD、AFLP、SSR、ISSR、COI 等方法进行遗传差异研究的报道^[13-20], 但结果均显示这些群体间的遗传距离很近, 差异不大。而对于其他几个大黄鱼地理种群, 目前尚缺少有关资料。例如: 王文文等^[18]用 SSR 技术, 对李星云提供的大黄鱼 4 个群体进行遗传差异分析, 结果显示群体间遗传相似系数均较高, 表明它们之间的差异较小。黄振

②福建省水产科学研究所. 官井洋大黄鱼渔场调查报告(1957~1959 年). 厦门, 1960.

远等^[19]对闽粤群和岱衢群大黄鱼及其杂交子代进行了微卫星遗传差异分析,结果显示亲体群和后代群基因差异均较低,UPGMA 聚类显示岱衢群和闽粤群遗传距离最近,提示养殖的岱衢群与闽粤群大黄鱼间遗传背景差异较低.陈淑吟等^[20]利用线粒体 COI 基因序列片段与 ISSR 标记方法对吕泗渔场(黄海野生)、岱衢洋(养殖)和官井洋(养殖)大黄鱼的遗传多样性进行研究,结果显示群体间的遗传分化水平很低.而对南海的大黄鱼,目前尚缺少这方面的有关资料.

4 大黄鱼地理种群划分及其群体的划分

4.1 大黄鱼地理种群的划分

综上,以地理分布是否存在隔离作为判定种群是否独立存在的一个必要条件,其他作为辅助参考,这完全符合种群生态学关于划分地理种群的概念.而大黄鱼的分布区域存在有台湾海峡北部为界的台湾暖流和沿岸流之间形成环流和台湾海峡—南海形成的季风环流,形成的区域地理隔离,将分布南北大黄鱼隔离开来,相应地形成 2 个地理种群,即南黄海—东海地理种群和台湾海峡—南海地理种群.

将台湾海峡北部的大黄鱼划分为南黄海—东海地理种群,这与中国科学院海洋研究所^[2]、徐兆礼等^[5]、张其永等^[6]的划分相一致.20 世纪 60 年代田明诚等^[3]、徐恭昭等^[4]依据形态学特征将台湾海峡北部的大黄鱼划分为岱衢族和闽—粤东族的官井洋与东引岛群体,但形态特征性状多数都是重叠的,且体形测量的结果受到各种因素影响,难以作为分群的依据,它们之间并不存在海洋水文动力学的地理隔离.而标志放流^[13]、大黄鱼洄游规律^[5]、遗传特征^[13-20]等佐证,也难以支持官井洋和岱衢洋大黄鱼分属不同的地理种群.将官井洋大黄鱼归属于南黄海—东海地理种群是科学的.张其永等^[6]认为根据渔民传统捕捞经验所了解到的大黄鱼洄游路线,东引列岛和官井洋大黄鱼产卵群体均应隶属于南黄海—东海地理种群.

台湾海峡—南海地理种群是笔者首次提出的划分观点.20 世纪 50 年代,中国科学院海洋所根据当时研究发现的硇洲附近分布有大黄鱼,把它称

之为硇洲群.但台湾海峡北部以南至海南岛都有大黄鱼分布,张其永等^[6]将台湾海峡—南海分布的大黄鱼划分为 2 个地理种群,即台湾海峡—粤东地理种群和粤西地理种群,划分依据为:台湾海峡—粤东地理种群由春秋两季繁育的春宗和秋宗群体组成,而粤西地理种群以秋季生殖的秋宗群体为主,春宗群体为辅,由此而分之.由于没有海洋水文动力形成的区域地理隔离,加之都有春繁和秋繁的群体,生殖隔离并不明显,混栖和生殖交流是不可避免的,所以笔者以为将 2 个地理种群合为一个地理种群统称为“台湾海峡—南海地理种群”更为符合实际.

至于南黄海—东海地理种群和台湾海峡—南海地理种群 2 个地理种群间的形态特征、生态和繁殖习性,以及遗传等差异有待进一步研究.

4.2 南黄海—东海地理种群的群体组成

依据有关学者研究确定的产卵场^[3,4,6,21],即历史形成的渔场,作为一个群体的分布区域,南黄海—东海地理种群由朝鲜西南部产卵群体、中国的吕泗洋产卵群体、岱衢洋产卵群体、大目洋产卵群体、猫头洋产卵群体、洞头洋产卵群体、官井洋产卵群体和东引列岛产卵群体等 8 个群体组成.

4.3 台湾海峡—南海地理种群的群体组成

已有研究表明^[3,6,22]^③,台湾海峡—南海地理种群的大黄鱼由牛山岛产卵群体、九龙江外诸岛(厦门附近岛屿)产卵群体、南澳岛产卵群体、汕尾外海产卵群体、硇洲岛附近海区产卵群体、徐闻海区产卵群体等 6 个群体组成.

参考文献:

- [1] Liu M, Sadovy de Mitheson Y. Profile of a fishery collapse: Why mariculture failed to save the large yellow croaker[J]. Fish and Fisheries, 2008, 9:219-242.
- [2] 中国科学院海洋研究所. 大黄鱼种族问题的初步研究[J]. 科学通报, 1959, 20:697.
- [3] 田明诚, 徐恭昭, 金日秀. 大黄鱼形态特征的地理变异和地理种群问题[J]. 海洋科学集刊, 1962(2):79-97.
- [4] 徐恭昭, 罗秉征, 王可怜. 大黄鱼种群结构的地理变异[J]. 海洋科学集刊, 1962(2):98-109.
- [5] 徐兆礼, 陈佳杰. 东黄海大黄鱼洄游路线的研究[J]. 水产学报, 2011, 35(3):429-437.
- [6] 张其永, 洪万树, 杨圣云, 等. 大黄鱼地理种群的探讨

③洪港船, 陈必哲, 张澄茂. 福建近海大黄鱼自然资源调查报告. 厦门, 1985.

- [J]. 现代渔业信息, 2011, 26(2):3-8.
- [7] 华东师范大学, 北京师范大学, 复旦大学, 等. 动物生态学(上册)[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980.
- [8] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [9] 陈新军. 渔业资源与渔场学[M]. 北京: 海洋出版社, 2004:10-13.
- [10] 赵传綢. 中国海洋渔业资源[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990:40-45.
- [11] 宁波海洋学校编. 海洋学[M]. 北京: 海洋出版社, 1986:174-178.
- [12] Liu Y G, Chen S L, Li J, et al. Genetik diversity in three Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) populations revealed by ISSR markers[J]. Aquaculture, 2006, 255 (1/4):565-572.
- [13] 李多云, 张海琪, 薛良义, 等. 网箱养殖大黄鱼遗传多样性的同工酶和RAPD分析[J]. 中国水产科学, 2003, 6: 523-525.
- [14] 丁文超, 李多云, 管丹冬, 等. 大黄鱼 4 个家系的形态差异分析[J]. 宁波大学学报: 理工版, 2009, 22(2):185-190.
- [15] 李多云, 胡玉珍, 苗亮, 等. 岱衢洋大黄鱼和官井洋大黄鱼自交与杂交子代生长性能及杂交优势分析[J]. 水产学报, 2010, 34(6):859-864.
- [16] 丁诗华, 黄丽英, 张海琪, 等. 大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)岱衢洋选育群体和官井洋养殖群体的遗传差异分析[J]. 海洋与湖沼, 2006, 37:41-46.
- [17] 黄良敏, 谢仰杰, 苏永全. 闽一粤东族与岱衢族养殖大黄鱼的遗传多样性研究[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2006, 45:836-840.
- [18] 王文文, 常玉梅, 梁利群. 微卫星分析四个大黄鱼群体的遗传多样性[J]. 水产学杂志, 2009, 22(2):7-11.
- [19] 黄振远, 苏永全, 张建设, 等. 闽粤群和岱衢群养殖大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)及其杂交子代遗传差异的SSR分析[J]. 海洋与湖沼, 2011, 42(4):592-596.
- [20] 陈淑吟, 徐士霞, 张志勇, 等. 大黄鱼野生群体与养殖群体遗传多样性研究[J]. 海洋科学, 2011, 35(12):82-87.
- [21] 孔祥雨, 洪港船, 毛锡林, 等. 大黄鱼东海区渔业资源调查和区划[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1987.
- [22] 曹启华. 湛江沿海大黄鱼种群的研究[J]. 湛江海洋大学学报, 1998, 18(2):15-19.

Division of Populations for *Pseudosciaena crocea* Based on Population Ecology Concept: Discussion

LI Ming-yun, MIAO Liang, CHEN Jiong, SHI Yu-hong, LU Xin-jiang

(Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology of Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The geographic population dividing for large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*) is discussed from the perspective of population ecology. From the concept of “geographic population” in population ecology, the geographic isolation is the necessary condition for dividing the population into the different geographic groups with other factors used as the auxiliary reference. Although the solutions are not absolute, the area of *P. crocea* is divided into two completely separate oceanic current systems: (1) the ocean circulation formed by Taiwan warm current and coastal current in the East China Sea and Yellow Sea, (2) the ocean circulation formed by South China Sea monsoon in the Taiwan Strait and the South China Sea. The two oceanic current systems separate *P. crocea* into two geographic populations: southern Yellow Sea and East China Sea (SYS-ECS) population, and Taiwan Strait and South China Sea (TS-SCS) population. The SYS-ECS population includes 8 spawning aggregations as follows: south-west area of Korean Peninsula, Lvsiyang, Daiquyang, Damuyang, Maotouyang, Dongtouyan, Guanjingyang and Dongyin archipelago. In contrast, the TS-SCS population covers 6 spawning aggregations: Niushan Island, outside islands of Jiulong River, Nanao Island, Shanwei-offshore, Naozhou Island and Xuwen-offshore.

Key words: *Pseudosciaena crocea*; division of populations; population ecology

(责任编辑 史小丽)