

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2012.00310

东、黄海大黄鱼种群划分与地理隔离分析

陈佳杰, 徐兆礼

中国水产科学研究院 东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090

摘要: 以往研究认为, 大黄鱼(*Larimichthys crocea*)可划分为 3 个种群, 其中在东黄海, 浙江的岱衢洋大黄鱼和福建的官井洋大黄鱼被认为分属于两个不同的种群。本研究根据中国大陆 10 多个主要渔业公司 1971–1982 年间的大黄鱼捕捞统计资料, 从地理隔离、数量动态和海洋水文方面, 重新审视了东黄海大黄鱼种群划分问题, 为大黄鱼种群划分和大黄鱼资源兴衰的研究提供科学依据。研究表明: 东海北部外海和东海南部近海是大黄鱼主要的两个越冬场, 其中闽东–温台水域的大黄鱼产量在东海南部近海产量占主导地位。东海南部近海大黄鱼地理分布表明, 从温台渔场到闽东渔场大黄鱼的越冬场在空间分布上具有连续性, 而官井洋大黄鱼正是闽东渔场大黄鱼的主体部分。由此可以认为: 官井洋所在的闽东渔场的大黄鱼和东黄海大黄鱼同属于东黄海大黄鱼种群。这一结论通过 3 个旁证得到印证: 其一, 大黄鱼标志放流结果显示, 1959 年 4 月 21 日在连江县北茭洋东 32 m 深的地方(26°21'5"N、119°50'E)重捕到浙江水产实验所于 1958 年 5 月 20 日在岱衢洋寨子山东偏北大黄鱼产卵场放流的 1 尾雄性大黄鱼, 因此, 闽东渔场的大黄鱼和岱衢洋是相互混栖的同一群体; 其二, 东海沿岸流和台湾暖流终年影响着闽浙近海, 难以形成大黄鱼种群隔离、种群分化所需要的海洋学条件; 其三, 官井洋大黄鱼春夏之交产卵, 与岱衢洋和猫头洋大黄鱼相似, 而与粤东和粤西大黄鱼在 9–12 月产卵完全不同。本研究旨在为大黄鱼资源的研究提供依据。

关键词: 大黄鱼; 种群划分; 东黄海; 产量

中图分类号: S93

文献标志码: A

文章编号: 1005–8737–(2012)02–0310–11

大黄鱼(*Larimichthys crocea*)曾经是中国主要的经济鱼类之一。在 20 世纪 50–60 年代, 大黄鱼资源相对丰盛, 是四大海产之一。20 世纪 70 年代中期开始, 由于对大黄鱼外海越冬场资源过度利用, 致使东黄海大黄鱼资源数量剧烈下降, 到了 80 年代, 近海主要大黄鱼产卵场受到严重破坏, 已经形不成渔汛^[1]。

早在 20 世纪 50 年代, 中国科学院海洋研究所将大黄鱼分为 2 个种群, 即东黄海群和硃州群^[2]。60 年代徐恭昭等^[3]和田明诚等^[4]依据体形测量的结果将大黄鱼种群划分为 3 个种群: 分布在黄海南部和东海北部近海的鱼群(包括吕泗、岱衢、猫头洋等产卵场的生殖鱼群)属岱衢族种群; 分布

在东海南部和南海西北部近海的鱼群(包括官井洋、南澳、汕尾等产卵场的生殖鱼群)属闽–粤东族种群; 分布在南海珠江口以西到琼州海峡以东近海的鱼群(包括硃洲岛附近产卵场的生殖鱼群)属硃洲族种群。现有大黄鱼资源方面的文献一直沿用这一结论^[5–7]。然而这一研究结果仅仅采用体形测量数据^[3], 尚未得到其他研究结果, 例如大黄鱼空间分布格局方面的验证, 因而有进一步研究的必要。

鱼类种群划分对于鱼类资源量的判定、补充群体数量的估算以及渔业资源研究和管理政策的制订具有重要意义。近年来, 国家采取不少措施, 试图恢复野生大黄鱼的资源, 至今, 许多传统渔

收稿日期: 2011–03–20; 修订日期: 2011–10–25.

基金项目: 国家 973 计划项目(2010CB428705); 我国近海海洋综合评价项目(908–02–01–03).

作者简介: 陈佳杰(1983–), 男, 实习研究员; 研究方向: 海洋渔场学. E-mail: chen_jiajie83@126.com

通信作者: 徐兆礼, 研究员. E-mail: xiaomin@sh163.net

场的大黄鱼仍然不成渔汛,我国将针对野生大黄鱼资源恢复,建立更多的保护的措施,而大黄鱼种群的结果正确划分是合理制订资源恢复与保护措施的重要的科学依据。本研究通过 1971–1982 年的调查数据,进一步阐明大黄鱼种群划分问题,为大黄鱼资源兴衰的研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 调查时间、区域和方法

采用东海水产研究所早年收集的东黄渤海捕捞的统计资料。这些资料来自当年中国主要海洋渔业公司,这些公司分布在大连、营口、秦皇岛、天津、烟台、青岛、连云港、吕泗、上海、舟山、宁波、温州和福建等主要渔港,时间跨度从 1971 年到 1982 年,资料涉及范围为(图 1 阴影部分)所示,中国禁渔线(图 1 实线)以外的东黄渤海水域。所有资料逐月统计,数据量涉及上千条渔船,上百万网次的捕捞作业资料。

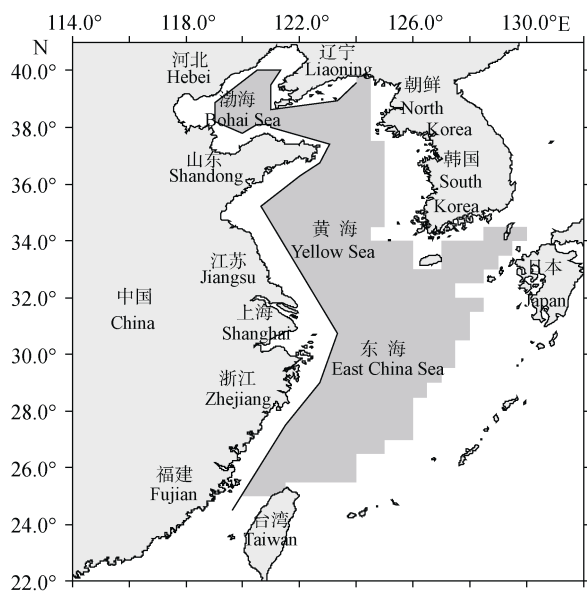


图 1 调查水域范围

实线为禁渔线,阴影部分为研究范围。

Fig. 1 Research area of main waters
Solid line means closed fishing line; shadow means working area.

1.2 数据处理

渔获量数据首先换算为以吨为单位,然后按年、月和渔区进行整理。一个渔区为经纬度各半

度所包围的海域。各渔业公司在该渔区产量总和计为该渔区的渔获量。不同渔区产量资料用 surfer 软件做产量密度图。并与文献记载^[6–9]近年来的捕捞资料,以及我国数次大规模海洋渔业资源调查资料进行比对和分析。由于国营海洋渔业公司机轮拖网作业在禁渔线内无法作业,依据文献^[6–9],这部分水域是大黄鱼的主要产卵场。因此禁渔线以西的捕捞情况,本研究将依据文献进行判断。

2 结果与分析

2.1 1977 年东黄海大黄鱼产量空间分布

1977 年东黄海大黄鱼产量空间分布情况见图 2。

春季(3–5 月),外海的大黄鱼鱼群向近海做产卵洄游。大黄鱼鱼群主要集中在东海中北部及江浙近海。3 月,原处于东海北部外海的大黄鱼高产区几乎消失,向西移至东海北部近海,产量高达 6.23 t,高产区主要集中在东海南部近海温台闽东水域,最高达 112.58 t;4 月,东海北部大黄鱼的高产区继续向西进入禁渔区以西的沿海海域。东海南部近海的高产区向北移,仍然分布在温台闽东水域禁渔线附近,部分向西进入禁渔区以西的沿海海域。但闽东外海水域的产量已不如 3 月高,最高产量在出现在温台外海水域达 26.64 t;5 月,东海南部近海的高产区进一步减少,大多进入禁渔区以西的沿海海域,外海高产区主要分布在东海近海的中部,最高产量在浙江近海水域(达 11.01 t)向北直至舟山外海水域,此时在长江口北部,黄海南部近海,也有一定的大黄鱼产量。

夏季(6–7 月)大黄鱼开始索饵。大黄鱼的高产区均主要集中出现在东海北部、黄海南部近海水域。6 月大黄鱼的高产区主要出现在舟山和长江口外及邻近水域,最高产量达 13.95 t,同时,在黄海北部吕泗水域,亦有产量,达 5.63 t;7 月,东海北部近海的高产区已向北移至不明显,高产区分布在吕泗沿海,达 53.21 t;8 月大黄鱼高产区分布与 7 月相似,略向北移,产量有所提高,单个海区最高达 83.54 t。

秋季(9–11 月),大黄鱼鱼群开始向东海外海和东海南部近海做越冬洄游。高产区主要位于黄

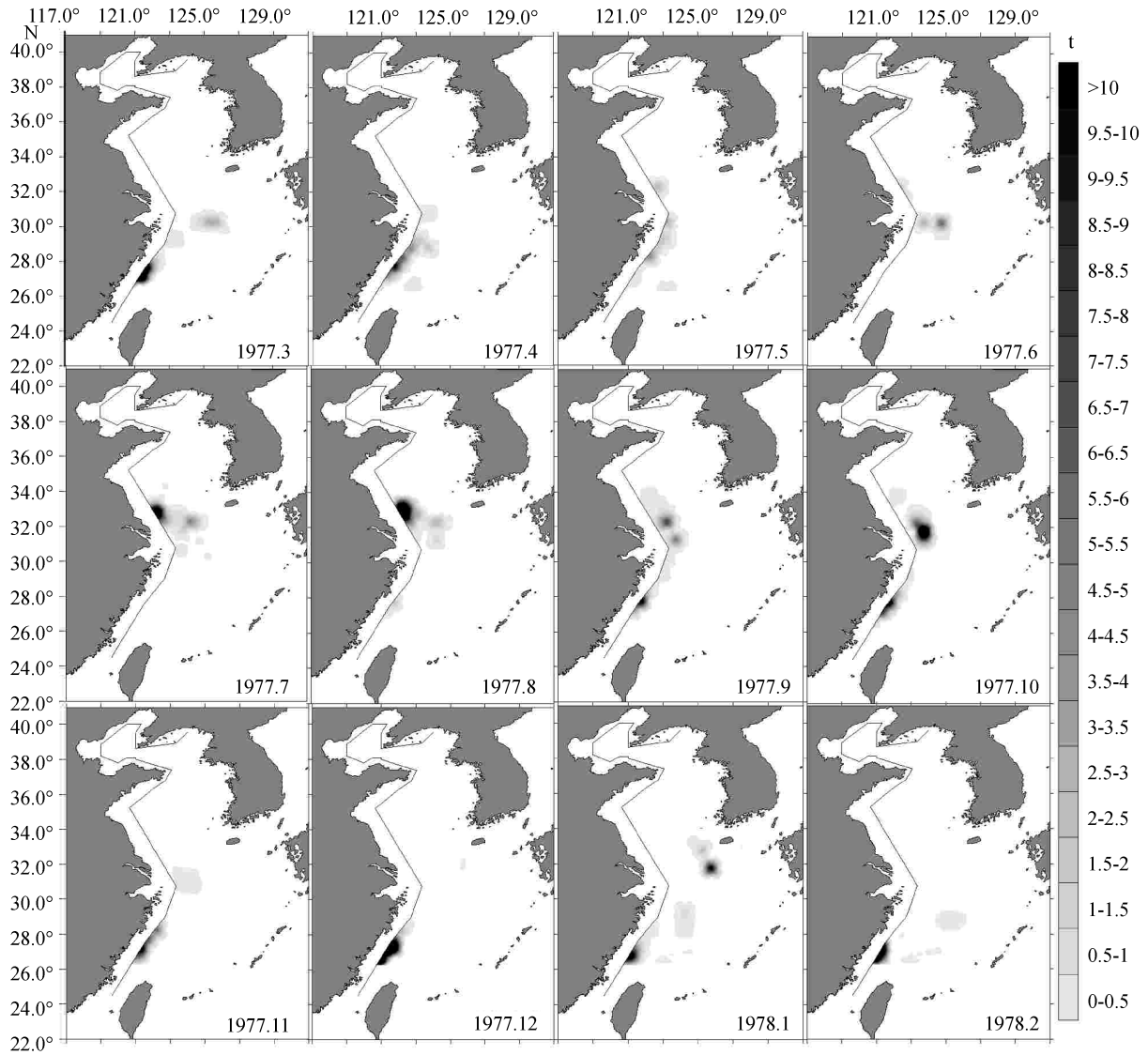


图 2 1977 年 3 月至 1978 年 2 月大黄鱼产量空间分布图
图中实线为禁渔线。

Fig. 2 Monthly distribution of *Larimichthys crocea* from March 1977 to February 1978
Solid lines mean closed fishing lines

海南南部近海、东海北部近海和南部近海。9 月，原处于黄海南部近海的高产区逐渐消散，南至东海北部近海，较高产量仍在吕泗水域(17.81 t)，其次是长江口水域(11.69 t)，但最高产量位于东海南部近海的温台水域(32.55 t)；10 月，东海北部近海和南部近海高产区分布进一步明显，高产量和范围均比 9 月大，北部高产区主要位于东海北部近海(50.48 t)，南部高产区处于东海南部近海(31.77 t)；11 月仅东海南部近海温台水域有高产量分布，达 38.16t，东海北部近海产量相对减弱，最高仅

0.93 t。
冬季(1977 年 12 月–1982 年 2 月)是大黄鱼的越冬季节，大黄鱼高产量区有 2 块，一块主要在东海北部外海，另一块是东海南部近海。12 月大黄鱼的高产区在东海南部近海的闽东沿海水域，单个海区产量最高 199.16 t，在东海北部外海有零星分布；1 月，大黄高产量分布区主要在东海南部近海和东海北部外海，南部最高，单个海区产量最高达 37.35 t，其次是在东海北部最高产量约为 27.00 t。2 月大黄鱼高产区分部主要在东海南

部近海, 产最高达 76.58 t, 在东海中部外海也有一定的产量, 最高达 1.2 t。

纵观图 2, 冬季, 大黄鱼越冬场主要有两个分布区, 一是东海北部近海和外海越冬场, 另一个是东海南部近海, 主要位于闽东温台水域越冬场。

2.2 东黄海大黄鱼越冬鱼群空间格局

为了详细研究越冬场的位置, 制作 12 年冬季平均产量分布图(图 3)。可见, 大黄鱼越冬场主要在黄海南部近海、东海北部外海和东海北部近海。

图 3 表明, 东海北部外海一般是大黄鱼的高产区, 因此 125°E 以西至济州岛东部水域, 是东

海大黄鱼最主要的产卵场。1973 年 12 月至 1974 年 2 月, 大黄鱼高产区主要位于东海北部近海, 1974 年 12 月-1975 年 2 月和 1981 年 12 月至 1982 年 2 月东海北部近海和外海均有较高产量, 而 1977 年 12 月至 1978 年 2 月、1978 年 12 月至 1979 年 2 月、1979 年 12 月至 1980 年 2 月和 1980 年 12 月至 1981 年 2 月, 东海南部近海大黄鱼的高产量比较明显, 主要包括闽-东粤、温台等水域。

2.3 不同越冬场大黄鱼百分数量的年间变化

图 2 和图 3 的分析表明, 大黄鱼的越冬场位于东海北部近海和东海北部外海及东海南部近

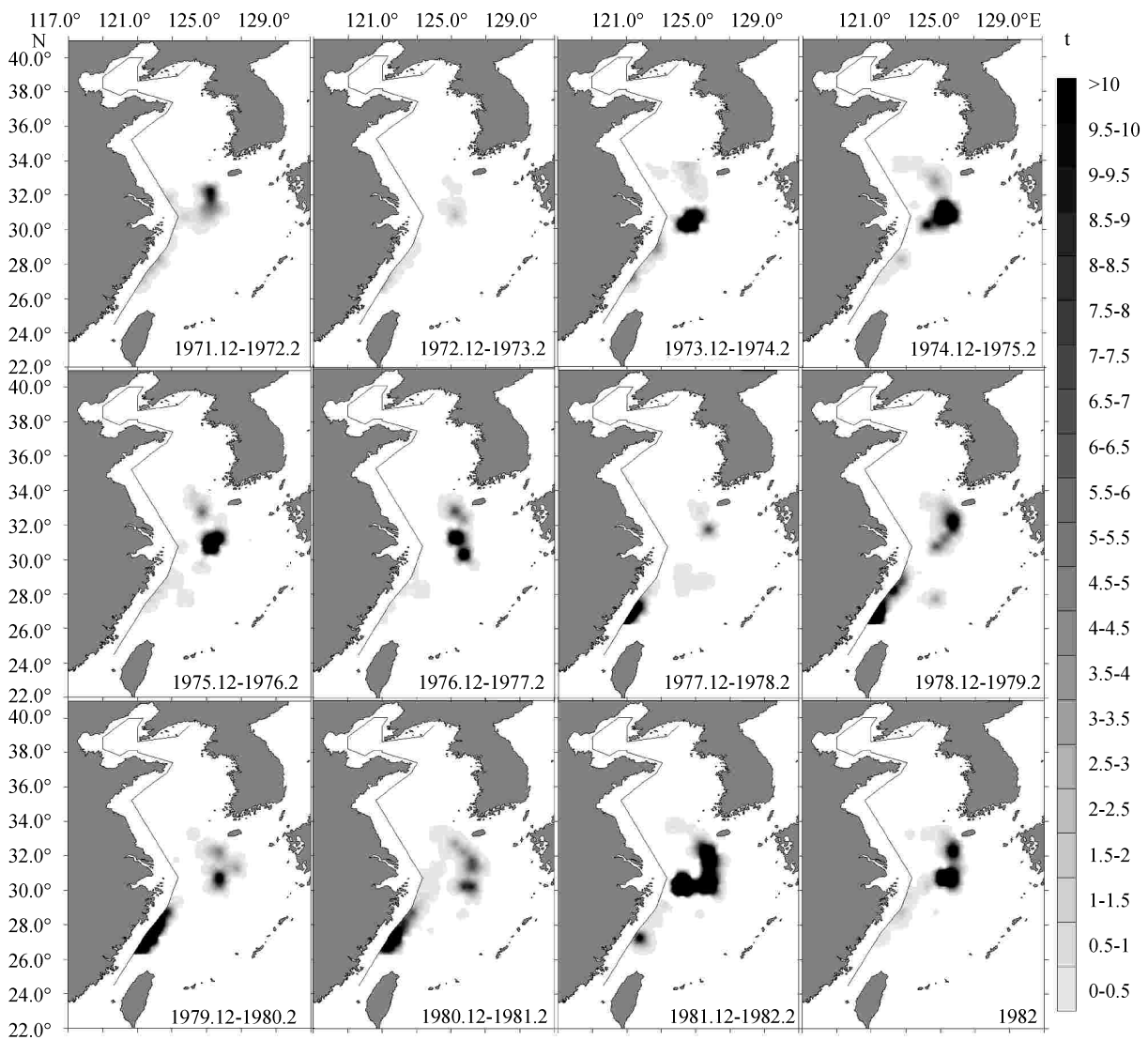


图 3 1971-1982 年冬季大黄鱼产量空间分布图
实线为禁鱼线。

Fig. 3 Monthly catch distribution of *L. crocea* in winter 1971-1982
Solid lines mean closed fishing lines

海。进一步分析不同年份大黄鱼主要越冬场的地理位置(图 4)表明: 冬季大黄鱼的产量主要来自东海北部外海(125°E 以西, 28°N 以北), 平均占 40.77%, 其次是东海南部近海(125°E 以东, 28°N 以南), 平均占 34.96%, 是大黄鱼主要的两个越冬场, 而东海北部近海产量(125°E 以东, 28°N 以北)平均也达 22.33%。

早期, 在 1971 年, 大黄鱼越冬场产量仅来自东海南部近海和东海北部近海, 分别占 79.47% 和 20.53%。之后几年, 东海北部近海越冬场始终保持一定的大黄鱼产量; 在 1973 年 12 月至 1974 年 2 月时达到最高, 占 76.98%, 之后逐渐下降; 到 1977 年 12 月至 1978 年 2 月最低, 仅 1.60%, 之后又逐渐上升; 到 1981 年 12 月至 1982 年 2 月达 55.27%。在 1971 年至 1973 年初的冬季, 东海北部外海和东海南部近海的产量交替高产, 是东海大黄鱼的主要产量来源; 1973 年 12 月至 1974 年 2 月, 东海北部外海和东海南部近海产量较平均; 之后, 1974 年末至 1977 年初的冬季, 以东海北部外海站绝对主导地位, 该时期平均产量占 82.00%, 最高达 93.93%; 1977 年末至 1981 年初, 东海南部近海的产量有占主要优势, 平均产量占 79.75%, 最高达 93.06%; 1981 年末后冬季, 东海北部外海

又开始上升, 到 1982 年 12 月占 90.60%。

2.4 闽东及其邻近海域大黄鱼种群空间分布的连续性分析

为了进一步梳理温台渔场到闽东渔场大黄鱼种群空间分布的连续性, 分析 1971–1982 年东海南部近海越冬场大黄鱼分布图(图 5)。

总体来看, 冬季, 东海南部近海大黄鱼产量主要在禁渔线的两侧。1971 年 11 月至 1972 年 2 月间, 大黄鱼在闽江口外至瓯江口北部水域均有连续分布; 1972 年 11 月至 1973 年 2 月, 闽江口北至瓯江口北部亦有分布外, 1973 年 1 月和 2 月在莆田平海湾亦有大黄鱼的分布; 1973 年 11 月至 1974 年 2 月大黄产量亦分布在闽江口外至瓯江口北部, 其中 12 月和 1 月较连续, 且中部产量较高; 1974 年 11 月至 1975 年 2 月, 大黄鱼产量仍主要分布在瓯江口北部向南至闽江口外, 11 月数量最多, 分布也较广; 随后的 3 月份, 产量和分布逐渐减少, 仍分布在闽江口外至瓯江口外水域; 1975 年 11 月至 1976 年 2 月主要分布在瓯江口外及其邻近水域, 而闽江口以南未见分布; 1976 年 11 月, 闽江口以北至瓯江口又出现大量分布, 后至 1977 年 2 月, 该区大黄鱼产量分布又零星分散, 1977 年 11 月至 1978 年 2 月, 闽江口外至瓯江口外大

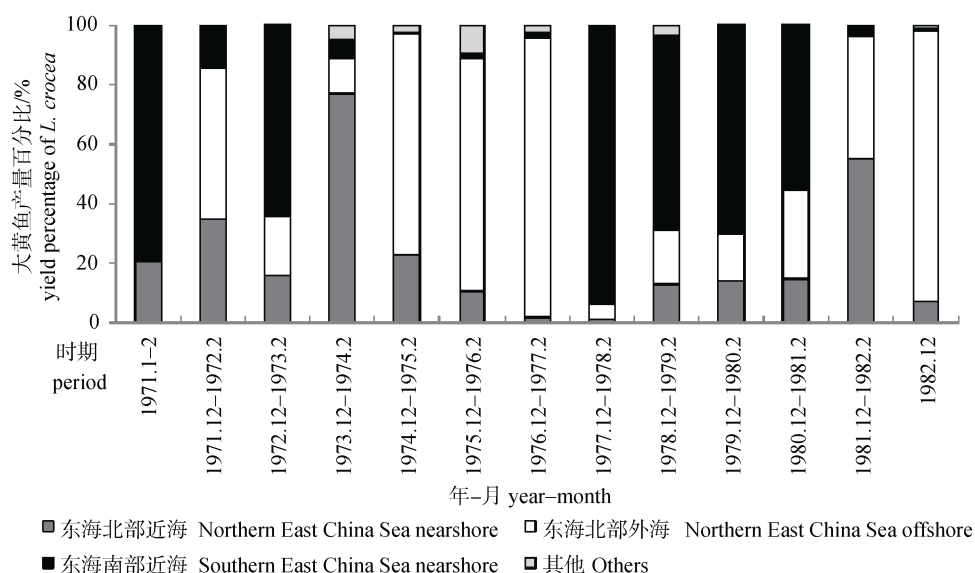
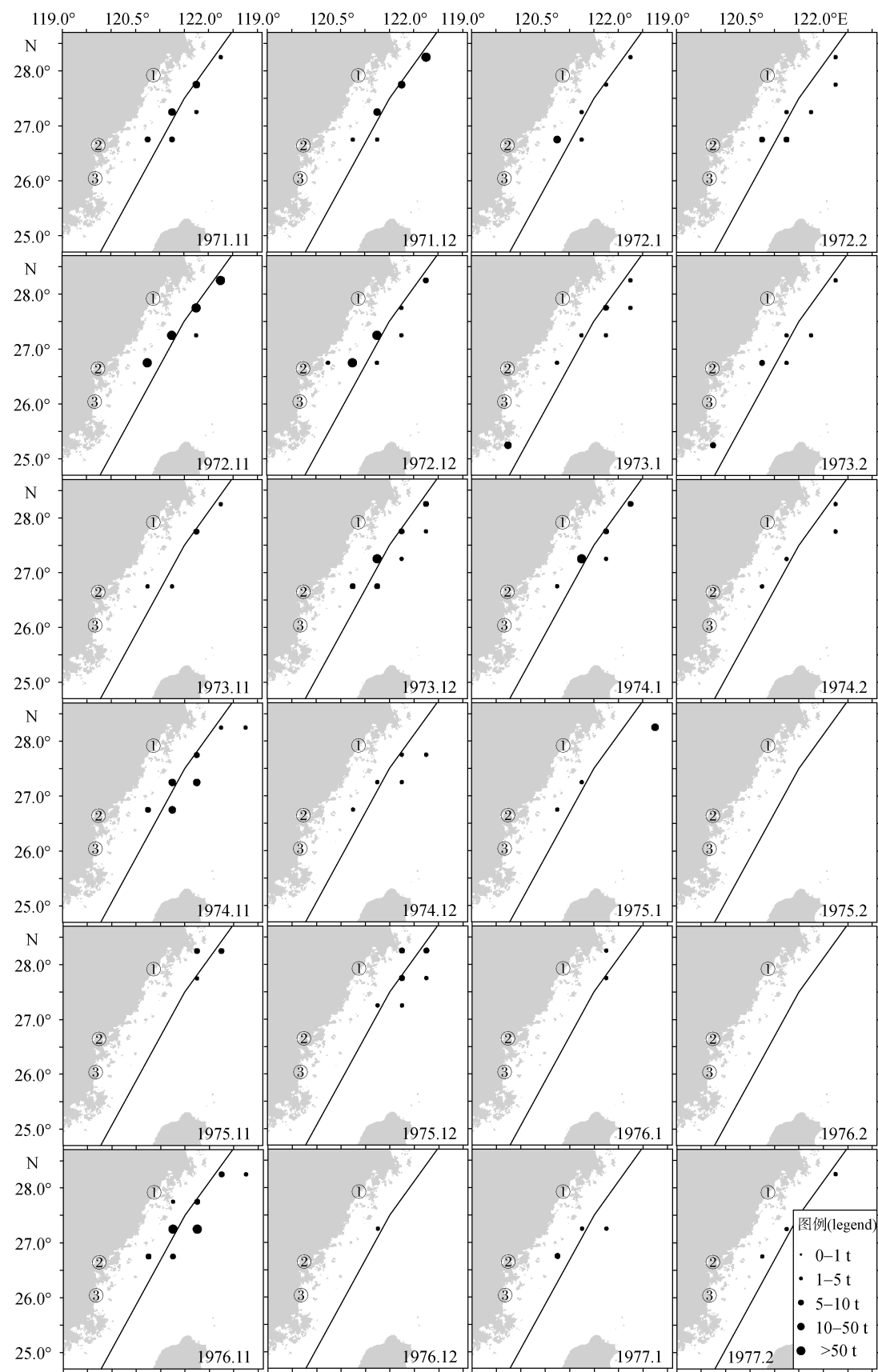


图 4 1971–1982 年大黄鱼主要越冬场产量百分比变化趋势图

Fig. 4 The yield percentage of *L. crocea* in the East China Sea wintering ground in 1971–1982



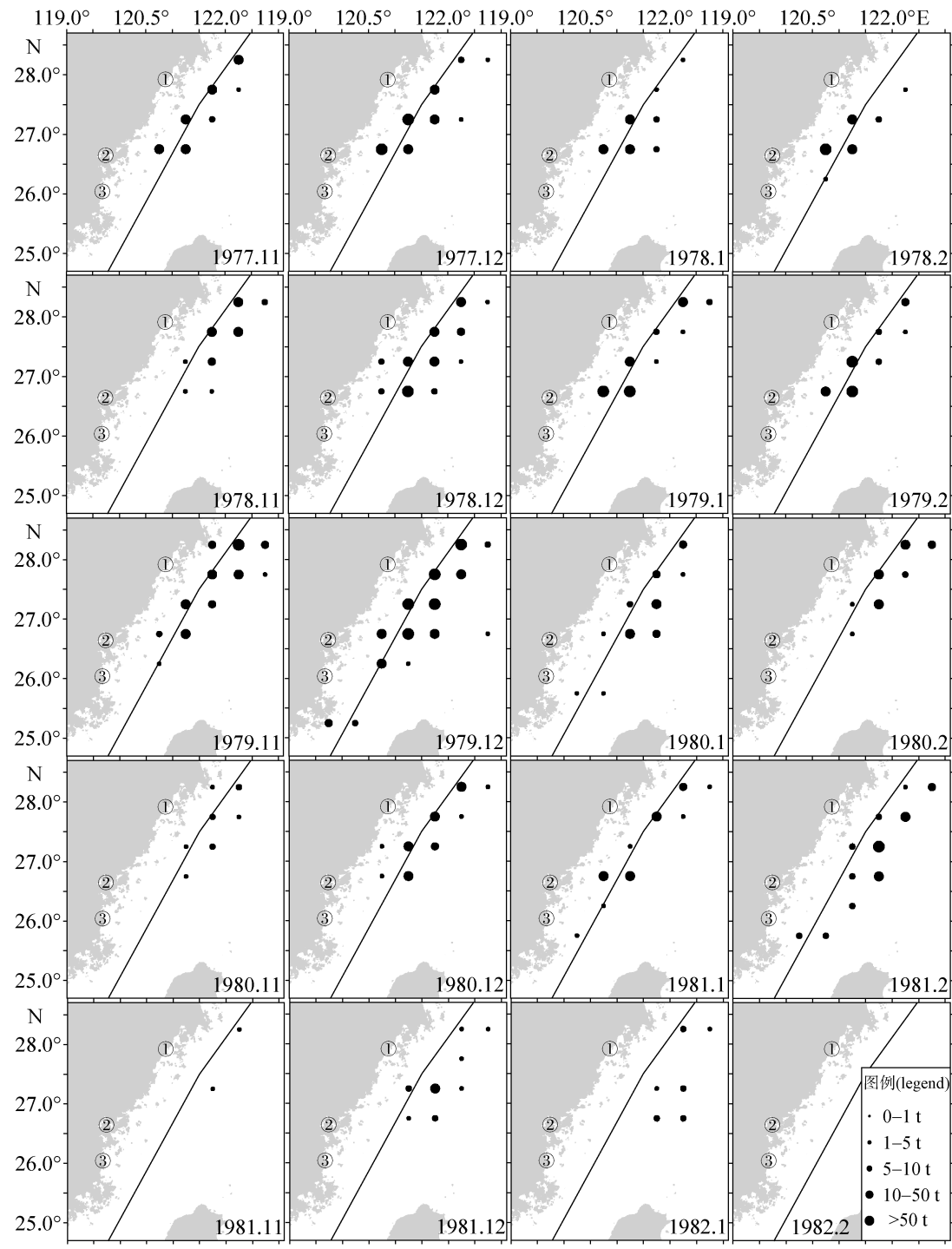


图 5 1971-1982 年东海南部近海越冬场大黄鱼分布

①瓯江口; ②三沙湾; ③闽江口

Fig. 5 Distribution of *L. crocea* in the wintering ground of the southern East China Sea in 1971-1982

①Oujiang Estuary; ②Sansha Bay; ③Minjiang Estuary

黄鱼产量又出现大量的连续分布, 在之后的 3 个相同周期里, 分布类似, 其中 1979 年 12 月、1980 年 1 月、1981 年 1 月和 2 月, 在莆田平海湾外亦

有大黄鱼出现, 到 1981 年 11 月至 1982 年 2 月, 该区域的大黄鱼产量又突然下降, 分布也主要集中在闽江口北部和瓯江口南部偏东水域。

以上分析可见, 东海北部近海、东海南部近海, 一直到台湾海峡中部的莆田平海湾, 均有越冬大黄鱼连续分布。其中, 官井洋所在的闽东渔场与温台渔场相邻, 其外侧大黄鱼越冬场与大黄鱼东海南部近海越冬场在空间分布上具有连续性。

2.5 闽东及其邻近海域大黄鱼越冬场种群出现率和产量分布

图 6 是 1971–1982 冬季温台和闽东渔场大黄鱼产量的比较。可以看出, 在 1977 年 11 月至 1978

年的 2 月及 1978 年 11 月至 1979 年的 2 月间, 闽东渔场大黄鱼的产量基本占主导地位, 此后, 温台渔场的产量要高于闽东渔场, 但这两个水域大黄鱼的产量均急剧下降, 尤其是温台渔场的产量落差极大, 1979 年 12 月顶峰时期的产量是 1980 年 11 月最低时期的 70 倍多, 虽然后期同样产量下降, 闽东渔场大黄鱼产量相对比较稳定。除 1979 年外, 闽东渔场大黄鱼产量的出现率均要低于温台渔场的出现率。

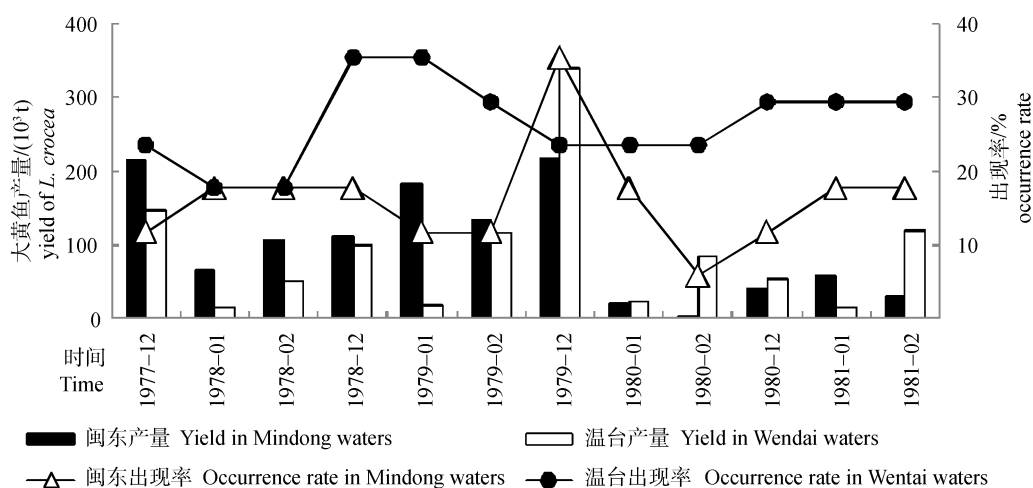


图 6 1971–1982 冬季温台和闽东渔场大黄鱼产量的比较

Fig. 6 Comparison of *L. crocea* yield between Wentai and Mindong fishing ground in 1977–1982

3 讨论

3.1 对以往大黄鱼种群划分研究的回顾

20 世纪 60 年代初期, 徐恭昭等^[2–3]通过对不同水域大黄鱼形态学研究后认为中国近海有 3 个主要大黄鱼群。主要证据是一些形态指标, 和性比等生态学指标上的差异。之后, 田明诚等^[4]又在 1960 年春季和秋季分别补充采集了吕泗洋、岱衢洋、猫头洋、官井洋、南澳、汕尾和碇洲等 7 个生殖鱼群的标本, 继续从形态变异方面进行了分析, 认为大黄鱼种内 3 个地方族形态和某些生态学特征的变异呈现为连续性的梯度地理变异。在地理上较隔离的岱衢族和碇洲族之间的差异较为明显; 处于中间地带的闽-粤东族则大部分特征都具有过渡的性质。徐恭昭等^[5]补充收集另 3 个生殖鱼群(江苏南部吕泗洋、浙江南部猫头洋和广

东东部南澳近海生殖鱼群)以及 3 个非生殖盛期鱼群资料(浙江南部洞头洋, 福建南部厦门外海和广东东部汕尾外海鱼群)并加以分析, 最后认为中国大黄鱼存在着 3 个明显的类群: 浙江北部岱衢族; 闽-粤东族和碇洲族, 以后大多文献^[5–7]都沿用这些观点。

然而上述分析仅仅是从形态学角度进行分析, 并未得到大黄鱼渔场学、海洋水文动力学、遗传学等佐证。即便都是形态学分析, 孔祥雨等^[9]依据 1966–1981 年从吕泗到闽东南环海采集到的 4 599 尾大黄鱼样品分析, 发现仅有背鳍软条数可以作为区分种群的指标。计数结果显示: 猫头洋、闽南鱼群背鳍软条数相近, 而岱衢洋、官井洋和牛头山鱼群背鳍软条数一致。孔祥雨等^[9]形态学指标计数结果与田明诚等^[4]和徐恭昭等^[5]的结果存在较大差异。更有作者发现^[14], 体形测量的结果

受到多种因素的影响,具有不确定性。如果将形态学指标的差异作为划分种群的唯一依据,属于采用间接证据作为孤证,有可能出现科学误判。

生态学上的“种群”和划分,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。例如,杨圣云等^[15]对台湾海峡南部和浙江近海这两个不同水域金色小沙丁鱼(*Sardinella aurita*)的种群进行分析,主要采用了地理隔离这一重要的依据。田明诚等^[4]和徐恭昭等^[5]对大黄鱼种群划分的估证,还没得到有地理分布方面的验证。实际上,如果东海岱衢洋大黄鱼在南部的越冬场与官井洋大黄鱼越冬场发生混栖,那么以往将官井洋大黄鱼划分为闽-粤东族成为一个疑问。

3.2 东海近海是大黄鱼的主要越冬场之一

与小黄鱼不同^[15-17],近海大黄鱼越冬场重要性更加突出。例如,从图 4 的结果来看,东海南部近海产量所占的比例仅次于东海北部外海(图 4)。如 1973 年 12 月-1974 年 2 月、1981 年 12 月至 1982 年 2 月,东海北部近海大黄鱼产量占优,1971 年 1-2 月、1972 年 12 月-1973 年 2 月、1977 年末至 1981 年初的冬季大黄鱼产量均是东海南部近海占主导地位,这些近海产量平均占 69.84%,且南部近海产量优势大于北部近海。这一时期(图 4 中 11 个时间段),东海近海的越冬场占优势的有 8 个时间段,其中南部占 6 个时间段。从图 6 来看,处于东海南部越冬场的主要水域——闽东-温台水域,其产量虽然在 80 年代初有所下降,但是在 1977 年至 1979 年有较稳定的产量,温台水域更有较高的出现率,到 1979 年产量最高,1980 年后出现率有所回升。东海南部近海的越冬场显得越发重要,尤其是闽东-温台水域。

3.3 从近海越冬鱼群空间分布的连续性看官井洋大黄鱼的种群归属

从图 3 可见,10 月以后,江苏南部索饵的大黄鱼群体向南做越冬洄游,最终可以到达闽东渔场。从图 5 来看,从瓯江口到闽江口大黄鱼的分布的隔离现象并不明显,如 1971 年 11 月至 1980 年 1 月、1981 年 1-2 月,这一带海域大黄鱼群体分布存在连续性,表明从浙江南部到福建北部大

黄鱼群体并不存在地理隔离。因此可以认为,官井洋大黄鱼和东黄海大黄鱼属于同一个种群,即大黄鱼的东黄海种群。

官井洋大黄鱼和东黄海大黄鱼属于同一个种群还可以通过以往标志放流结果得到验证。毛锡林等^[13]曾经提到在岱衢洋放流的大黄鱼次年分别在吕泗渔场和福建连江县北茭渔场捕获。福建省水产科学研究所 1960 年的一份名为“官井洋大黄鱼调查报告”中提到:1959 年 4 月 21 日在连江县北茭洋东 32 m 深的地方(26°21'5"N、119°50'E)重捕到浙江水产实验所于 1958 年 5 月 20 日在岱衢洋寨子山东偏北大黄鱼产卵场放流的一尾雄的大黄鱼,性腺成熟度为 V 期,压腹部生殖孔有精液流出。由此可见,浙江北部岱衢洋到闽江口外的大黄鱼群体并不存在明确的地理隔离。该文还认为,闽江口外海越冬大黄鱼在产卵洄游中,一部分进入官井洋,还有一部分经霞浦,福鼎沿海进入浙江近海,因而认为福建与浙江的大黄鱼分布区是混合的。

因此,以往有关大黄鱼 3 个种群划分的结论是值得商榷的。官井洋大黄鱼和岱衢洋大黄鱼应是同一个种群。基于上述分析,我们认为,整个东黄海,包括台湾海峡北部的大黄鱼仅仅存在一个种群,也就是大黄鱼的东黄海种群。张其永等依据文献分析也得出类似的结论^[23]。

3.4 大黄鱼种群划分的海洋学分析

东海近海到台湾海峡北部,并不存在种群隔离的海洋学条件。冬季,东海近海几乎由来自长江径流南下形成的沿岸流控制;其他季节,黑潮经过台湾南部,一部分北上,成为台湾暖流。这两个海流属于影响闽浙近海最重要的海流^[20-22]。而在闽浙近海,这两个海流几乎同步影响着从浙江北部到福建中部的近海水域,因而在水团上难以形成大黄鱼种群隔离、种群分化所需要的海洋学条件。这是我们认为官井洋大黄鱼和岱衢洋大黄鱼应是同一个种群的海洋学证据。

3.5 大黄鱼种群划分的生态学分析

依据著名鱼卵仔鱼专家张仁斋等所著《中国近海鱼卵与仔鱼》^[23]一书描述,官井洋大黄鱼春

夏之交产卵,这一产卵期在生态上与吕泗洋、岱衢洋、大目洋和猫头洋大黄鱼产卵期相似。因此,在生态学上可以认为上述这些海域大黄鱼为同一种群。而粤东大黄鱼(汕尾)却与粤西(硇洲)大黄鱼产卵期相似,都在每年的 9–12 月。由此可见,官井洋大黄鱼与粤东大黄鱼产卵期完全不同。两者归为同一种群从生态学上难以成立,而与苏浙沿海大黄鱼属于同一种群是合理的。

3.6 大黄鱼种群划分证据的充分性且必要性的分析

本研究的关键是通过 12 年冬季温州到莆田近海东海大黄鱼越冬场分布的连续性分析,辅以标志放流的证据,指出官井洋大黄鱼和东海大黄鱼冬季空间分布上的连续性,从而否定两者大黄鱼地理隔离存在,进一步运用种群定义中地理隔离的描述,认为官井洋大黄鱼和东海大黄鱼属于同一种群。

在生物学自然种群定义中,地理分布相互隔离是种群分化最重要的条件,而且是充分且必要条件。如果官井洋大黄鱼和东海大黄鱼分属不同种群的条件,其地理分布必须相互隔离,否则将由于生殖融合而成同一遗传性质的种群。如果属于同一个种群,其地理分布空间上应该是连续的,如果不连续,因环境不同将由于遗传分化形成不同的种群。因此,地理分布的隔离是大黄鱼种群划分充分且必要的条件。本研究中,我们用了 3 个相互独立的证据,空间分布、标志放流和海洋学分析去证实官井洋大黄鱼和东海大黄鱼空间分布连续的事实,从而否定了两地大黄鱼分属不同种群的必要条件。因此,官井洋大黄鱼和东海大黄鱼分属不同种群的结论是可靠的。

遗传学分析也可以作为大黄鱼种群划分的证据。但是与小黄鱼不同,在大黄鱼种群分析中采用遗传学证据有较大的难度。这是因为野生大黄鱼数量已经非常稀少,要取得足量的野生大黄鱼样品难度很大。目前我国野生大黄鱼种群划分遗传研究方面的文章难以寻觅就说明这一点。其次,由于近年来大规模的人工放流,东黄海野生大黄鱼种群的基因早已受到严重污染。早期东海放流大黄鱼苗种均来自官井洋的育苗场,造成两地野

生大黄鱼基因高度统一。因此,现有条件下东海野生大黄鱼遗传分析结论是否具有代表性值得质疑。由于在遗传学上,科学界还没有给出种群划分所需要的基因分化界限。种群分化的遗传标准尚未颁布,种群划分无明确的遗传标准可依,这是遗传学分析具有不确定性的原因。

目前,中国所有近海鱼类种群洄游结论都来自 20 世纪 60 年代捕捞统计数据,除了有新证据可以对其质疑外,大部分依靠 60 年代数据得出的结论世纪最新的著作确认。而本研究采用了 1971–1982 年的捕捞统计数据,时效性要优于 60 年代数据的结论。依据作者的研究^[9],大黄鱼的主要产卵场并未发生明显的变化,因此可以认为,本研究依据 1971–1982 年的捕捞统计数据所得出的结论依然是可信的。

致谢: 沈晓民先生在论文写作中给予很大的帮助,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 杨德康,林飞. 浙江北部近海大黄鱼生殖群体现状[J]. 浙江水产学院学报, 1988, 7(1): 73–77.
- [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] 徐恭昭,田明诚,郑文莲,等. 大黄鱼的种族[A]. 太平洋西部渔业研究委员会第四次全体会议宣读的论文, 河内, 1959.
- [4] 田明诚,徐恭昭,余日秀. 大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 形态特征的地理变异与地理种群问题[J]. 海洋科学集刊, 1962, 2: 79–97.
- [5] 张秋华,程家骅,徐汉祥,等. 东海区渔业资源及其可持续利用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007: 287.
- [6] 郑元甲,陈雪忠,程家骅,等. 东海大陆架生物资源与环境[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 488.
- [7] 刘效舜. 大黄鱼. 农牧渔业部水产局, 农业部黄海区渔业指挥部. 黄渤海区渔业资源调查与区划[M]. 北京: 海洋出版社, 1990: 185.
- [8] 刘磊,郭仲仁,汤晓鸿,等. 苏北浅滩生态监控区仔稚鱼的分布[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(5): 549–557.
- [9] 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): 431–439.
- [10] 孔祥雨,洪港船,毛锡林,等. 大黄鱼[C]. 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:

- 320–356.
- [11] 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘. 黄、渤海生物资源与栖息环境[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 98–109.
- [12] 徐恭昭, 罗秉征, 王可玲. 大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 种群结构的地理变异[J]. 海洋科学集刊, 1962(2): 98–108.
- [13] 毛锡林, 陈永法, 愈积楚. 吕泗渔场大黄鱼和大黄鱼渔业(油印版)[C]. 江苏省海洋水产研究所, 1981: 5.
- [14] 林新濯, 沈晓民. 东、黄海带鱼分种问题的初步研究[J]. 水产学报, 1986, 10(4): 339–350.
- [15] 杨圣云, 丘书院. 闽浙近海金色小沙丁鱼种群的初步研究[J]. 水产学报, 1993, 17(2): 105–112.
- [16] 徐兆礼, 陈佳杰. 小黄鱼洄游路线分析[J]. 中国水产科学, 2009, 16(6): 931–940.
- [17] 陈佳杰, 徐兆礼, 陈雪忠. 我国沿海小黄鱼渔场的空间格局[J]. 水产学报, 2010, 34(2): 236–244.
- [18] 徐兆礼, 陈佳杰. 再议中国近海小黄鱼种群的划分问题[J]. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2856–2864.
- [19] 张其永, 洪万树, 杨圣云, 等. 大黄鱼地理种群划分的探讨[J]. 现代渔业信息, 2011, 26(2): 3–8.
- [20] 潘玉萍, 沙文钰. 冬季闽浙沿岸上升流的数值研究[J]. 海洋与湖沼, 2004, 25(3): 193–201.
- [21] 经志友, 齐义泉, 华祖林. 闽浙沿岸上升流及其季节变化的数值研究[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2007, 35(4): 464–470.
- [22] 黄荣详, 翁学传. 闽中沿岸上升流特征和成因分析[J]. 热带海洋, 1996, 15(1): 52–59.
- [23] 张仁斋, 陆惠芬, 赵传纲, 等. 中国近海鱼卵与仔鱼[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 93–94.

Analysis of population division and geographical isolation of *Larimichthys crocea* in the East China Sea and Yellow Sea

CHEN Jiajie, XU Zhaoli

Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries Resources and Ecology, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090, China

Abstract: It was formerly believed that there were 3 populations of *Larimichthys crocea* distributed in the China Sea. Among these, individuals in the waters of Daiquyang, Zhejiang province and Guanjingyang were thought to belong to different populations. We reviewed the delineation of populations of *L. crocea* in the East China Sea and Yellow Sea based on a suite of methodologies, including geographical isolation, population dynamics, and ocean hydrology, so as to provide a rigorous basis for the division and to improve our ability to track declines in a given population. We used catch statistics of *L. crocea* from 1971 to 1982 from several major fishing companies. We identified two over-wintering grounds in the northern offshore and the southern near-shore regions of the East China Sea. The over-wintering resources in the Mindong-Wentai fishing grounds played a dominant role in the southern near-shore region of the East China Sea. The Guanjingyang *L. crocea* population overwintered in the waters of Mindong. Given this, the Guanjingyang *L. crocea* population was assigned to the East China Sea & Yellow Sea population. Two additional lines of evidence support this assignment. First, during a mark recapture study, a male large yellow croaker that was tagged at Daiquyang on May 20, 1958 was caught in Lianjiang (26°21'5"N, 119°50'E, 32 meters) on April 21, 1959. Thus, the populations in both Mindong and Daiquyang waters should be the same population with mutual inhabitation. Second, the East China Sea coastal current and the Taiwan Warm Current affect the coastal waters of Fujian and Zhejiang year round. Therefore oceanographic conditions are unlikely to cause population isolation.

Key words: *Larimichthys crocea*; population division; East China Sea; Yellow Sea; yield

Corresponding author: XU Zhaoli. E-mail: xiaomin@sh163.net