

小黄鱼洄游路线分析

徐兆礼, 陈佳杰

(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资源及生态重点开放实验室, 上海 200090)

摘要: 根据中国大陆 10 多个主要渔业公司 1971–1982 年间的小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 捕捞统计资料, 从产量分布、鱼群移动和海洋学背景等不同方面, 研究了中国沿海小黄鱼的洄游路线, 并且给出洄游分布图。结果显示, 中国沿海小黄鱼有 2 个洄游群体。其中, 黄渤海群体越冬场在黄海中部 36° 00' N、123° 00' E 水域, 每年 6 月进入渤海各海湾、黄海北部沿岸和海州湾产卵。栖息在渤海的小黄鱼 9–11 月在渤海中部索饵, 11 月后绕过成山头向越冬场洄游。东黄海群体越冬场的环境均受暖流影响, 每年 12 月至次年 2 月在济州岛西南、东海中南部海域越冬。3 月, 外海小黄鱼经由 32° 00' N、123° 30'–124° 30' E 的水域向近海产卵洄游, 3 月下旬进入舟山渔场。在舟山渔场, 这部分鱼群与从东海中南部近海北上的产卵群体汇合, 部分就地产卵, 部分北上于 4 月进入吕泗渔场。5–6 月, 产卵后小黄鱼成鱼和稚幼鱼群体集中在舟山渔场、长江口渔场和吕泗渔场禁渔线外侧, 7–9 月进入大沙渔场索饵。10 月以后, 索饵场的小黄鱼大部分游向外海的越冬场, 小部分南下回到东海中南部近海的越冬场。小黄鱼产卵洄游和越冬洄游路线并不相同。另外, 在东海中南部近海越冬群体, 部分就近游向沿岸的海湾, 河口产卵, 产卵后在产卵场外侧索饵, 冬季回到就近的越冬场。[中国水产科学, 2009, 16 (6): 931–940]

关键词: 小黄鱼; 洄游; 东海; 黄海; 渤海

中图分类号: S932.8

文献标识码: A

文章编号: 1005–8737–(2009)06–0931–10

洄游是某些鱼类的重要特征。洄游性鱼类往往结群进行周期性、定向性和长距离游动, 以寻找不同生活阶段特定的环境条件^[1]。鱼类洄游一般具有相对固定的时间和路线。研究鱼类洄游特征, 对于渔场渔期确定、渔业资源增殖、渔业环境保护等都具有重要的科学意义^[2]。国际上对鱼类洄游研究非常重视, 例如, 对生活在阿拉斯加的太平洋鲑 (*Oncorhynchus nerka*) 洄游规律等的研究^[3]。然而, 由于取样困难和调查经费限制, 研究海洋鱼类洄游远比研究内河或河口鱼类洄游困难得多^[4], 这也是 40 多年来中国几乎很难再找到专门研究海洋鱼类洄游文献的原因。

小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 是中国重要的经济鱼类, 对小黄鱼生态学和资源生物学的研究并不

少见。金显仕^[5]对黄海南部小黄鱼数量动态进行了研究, 林龙山等^[6]对东海小黄鱼生物学特征进行了研究等。有关小黄鱼洄游的研究, 最早是朱树屏^[7]针对黄、渤海小黄鱼的洄游分析, 但是这一研究没有涉及东海小黄鱼洄游的问题。其后, 王贻观等^[8]对小黄鱼洄游也进行了研究, 但结果较为简单。另外, 当时的研究结论基本上是根据近海小黄鱼捕捞统计资料所定。由于外海小黄鱼渔场尚未开发, 来自外海渔场的统计资料很少, 所得结果难免具有片面性。此后十年多时间, 随着群众渔业作业海区向东扩展, 各学者对小黄鱼洄游路线之争趋于接近, 最后形成 2 个不同的看法: 刘效舜^[9]和毛锡林等^[10]各自在渔业资源调查和区划报告中绘制了不同的洄游分布图。不同的观点^[11–12]在之后文献中也有提到。由于小黄

收稿日期: 2009–02–06; 修订日期: 2009–08–08.

基金项目: 中国近海海洋综合评价项目 (908–02–01–03); 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) 2010CB428705.

作者简介: 徐兆礼 (1958–), 女, 研究员, 主要从事海洋生物学和海洋生态学研究. E-mail: xiaomin@public4.sta.net.cn

鱼的洄游是小黄鱼生态学和资源学研究中的关键问题,对不同的观点,应该最后加以确定。本研究依据1971–1982年东黄渤海机轮捕捞小黄鱼的统计资料,分析东黄渤海小黄鱼洄游路线,旨在为小黄鱼资源与保护的研究以及相关政策法规的制定提供基础研究资料。

1 材料与方法

本研究所采用材料来自东海水产研究所早年收集的小黄鱼捕捞统计资料。这些资料源自当时中国大陆主要海洋渔业公司,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。时间跨度为1971–1982年,捕捞地理范围为图1中阴影所示部分,即中国禁渔线以

外的东黄渤海水域。所有资料逐月统计,数据容量涉及数千条渔船,100多万网次的捕捞作业资料。较为全面地反映东黄渤海小黄鱼资源数量时间和空间的变化。

渔获量数据首先换算到吨,然后按年、按月和按渔区进行整理。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 [9–12] 记载近年来的捕捞资料,以及中国数次大规模海洋渔业资源调查资料进行比对。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,而禁渔线内水域是小黄鱼的主要产卵场。本研究小黄鱼产卵场描述主要依据有关文献 [9–12] 进行判断。

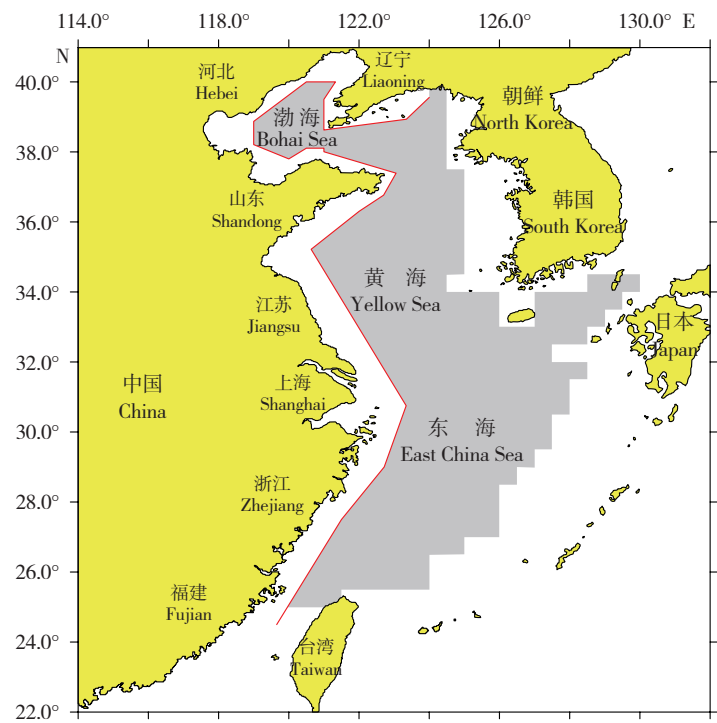


图1 调查水域范围
阴影部分为调查范围;红色实线示禁渔线。
Fig. 1 Research area of the north China Sea
Shadow means inoestigated area; red solid line means fishing close line.

2 结果与分析

2.1 1971–1972年小黄鱼产量的空间分布

20 世纪 60 年代初, 黄海北部和渤海(下文简称“黄渤海”)曾经是小黄鱼的主要渔场之一, 并有较高的产量。随着 60 年代捕捞过度, 至 1974 年, 这部分小黄鱼资源已经非常稀少^[11]。经过对 1971–1982 年的捕捞资料分析, 唯有 1971–1972 年统计资料可以较为清楚地反映黄渤海小黄鱼洄游移动的状况(图 2)。另外, 在 1971 年和 1972 年的资料中发现, 中国大陆机轮在 126° 00' E 以东外海作业较少。

从图 2 可见, 在黄渤海海域, 1–3 月渤海中部

还有一定的小黄鱼产量。另外在黄海中部 36° 00' N、125° 00' E 水域也有一定的产量。4–5 月这一鱼群有所发展, 之后减少。9–11 月在渤海中部形成高密度的鱼群, 12 月鱼群再度移向黄海中部。

在黄海南部和东海(简称“东黄海”), 1 月鱼群出现在外海, 3 月移至长江口以东 124° 00' E 水域。4 月逐渐进入从黄海南部到东海中部禁渔线外侧, 5–6 月继续向西, 7–8 月在黄海南部的禁渔线外侧集中, 9–11 月该鱼群逐渐减少。另外在东海南部近海, 2 月份存在鱼群, 3–4 月逐渐北上, 9–10 月又在南部近海出现。

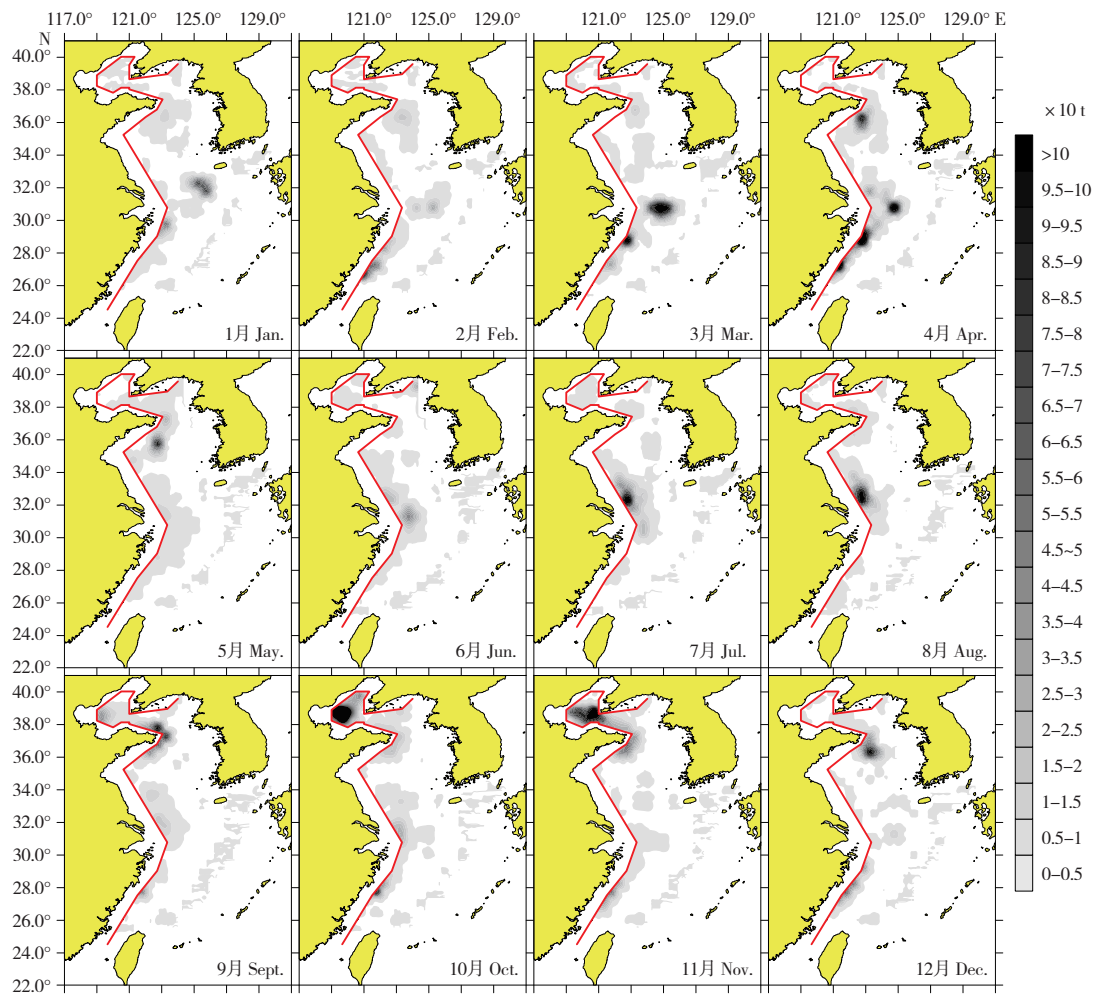


图 2 1971–1972 年小黄鱼产量分布
红色实线示禁渔线。
Fig. 2 Monthly catch distribution of *L. polyactis* in 1971–1972
Red solid line means fishing close line.

2.2 1981~1982年小黄鱼产量的空间分布

1981年和1982年的捕捞统计资料可以完整地显示东黄海小黄鱼资源分布状况(图3)。

在黄渤海,与1971~1972年相同,1~2月越冬的小黄鱼在黄海中部,随着季节变化,在5月绕过成山头进入渤海,沿岸产卵后的群体在9~10月就地在渤海中部集中索饵,11月到12月进入黄海中部越冬。

在东黄海,12月到次年2月,在黄海南部外海,长江口外海和东海北部外海有一个小黄鱼的高产区域,另外在东海中南部近海禁渔线外侧,也有一个小

黄鱼产量较高的区域。中心位置在温台外海。3月起,外海南部和近海的越冬鱼群分别游向东海北部近海。4月接近或进入禁渔线内侧,5月在禁渔线两侧。6月起产卵后鱼群开始在禁渔线外侧索饵。7~9月,索饵群体集中在大沙渔场。10月索饵场的鱼群开始分批进入外海和南部越冬场,因而逐渐减少。到12月,越冬群体分别在外海和东海中部和南部形成。另外,在东海中部的鱼山渔场和东海南部的温台渔场禁渔线外侧,整个冬季始终有一定数量的小黄鱼群体越冬。

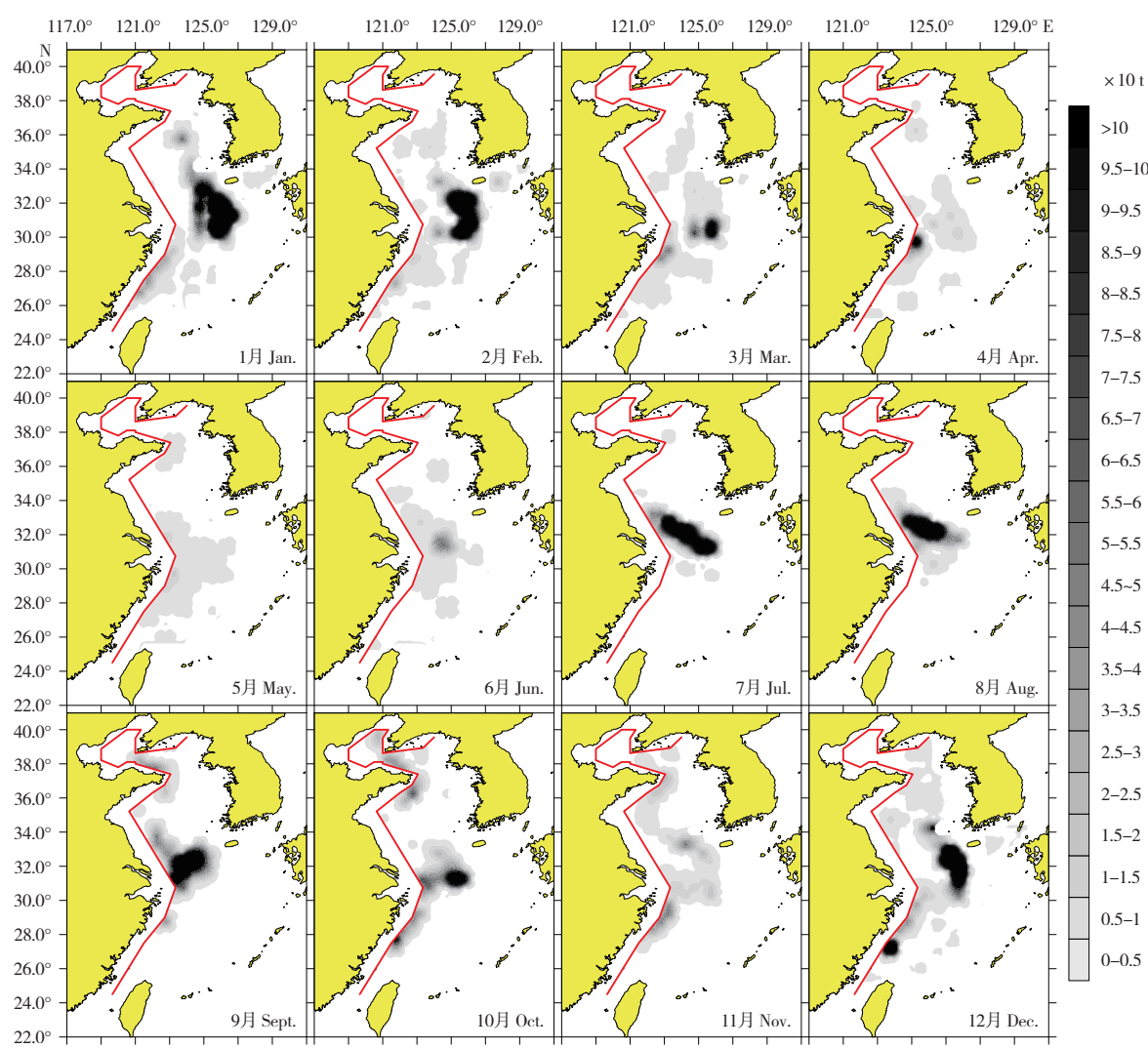


图3 1981-1982 小黄鱼产量分布
红色实线示禁渔线。
Fig. 3 Monthly catch distribution of *L. polyactis* in 1981-1982
Red solid line means fishing close line.

2.3 东黄海重要渔场春秋季节产量的变化

从图 3 基本上可以确定不同季节东黄海小黄鱼高产量的水域和小黄鱼外海越冬场位置。然而为摸清外海小黄鱼群体如何游向近海产卵场这一问题, 还需要更多有关小黄鱼产卵洄游路径方面的资料。3 月是小黄鱼群体由外海向近海做产卵洄游的季节。为了确切了解东黄海外海群体向吕泗渔场产卵洄游的路径, 假设黄海南部 32° 00′ -34° 00′ N、122° 30′ -124° 30′ E 水域是外海小黄鱼向吕泗渔场产卵洄游

的一个可能路径(简称“北部路径”), 或者假设东海北部近海的 29° 00′ -32° 00′ N、123° 30′ -124° 30′ E 的水域是外海群体向吕泗渔场产卵洄游的另一条可能的路径(简称“南部路径”), 这些水域小黄鱼的产量资料分析结果显示, 北部路径上, 既少有渔船进行小黄鱼捕捞作业, 偶有几网作业, 产量也很低。南部路径上的产量和作业渔船数量远远多于北部路径的水域(表 1)。

表 1 3 月份小黄鱼洄游路径上的产量对比 (1971-1982 年)
Tab. 1 Comparison of catch on the migratory routine of *L. polyactis* (march, 1971-1982 年)

年份 Year	洄游路径 Migratory path	投网次数 / 次 Catch time	总产量 / t Total catch	网产 / (t · net ⁻¹) Average catch	出现率 / % Occurrence
1971	北部路径(N)	0	0	0	0
	南部路径(S)	221	193.43	0.88	83.3
1972	北部路径(N)	0	0	0	0
	南部路径(S)	544	86.48	0.16	83.3
1973	北部路径(N)	16	0.56	0.04	16.7
	南部路径(S)	515	52.5	0.10	90
1974	北部路径(N)	2	1.58	0.79	8.3
	南部路径(S)	501	27.17	0.05	72.2
1975	北部路径(N)	1	0	0	0
	南部路径(S)	113	32.33	0.29	50
1976	北部路径(N)	6	5.25	0.88	8.3
	南部路径(S)	223	14.24	0.06	61.1
1977	北部路径(N)	1	0	0	0
	南部路径(S)	48	1.61	0.03	22.2
1978	北部路径(N)	16	0	0	0
	南部路径(S)	27	0.6	0.02	22.2
1979	北部路径(N)	8	0	0	0
	南部路径(S)	581	29.22	0.05	66.7
1980	北部路径(N)	2	0.18	0.09	8.3
	南部路径(S)	506	32.33	0.06	83.3
1981	北部路径(N)	10	0	0	0
	南部路径(S)	62	5.57	0.09	38.9
1982	北部路径(N)	1	0.08	0.08	8.3
	南部路径(S)	372	148.85	0.40	61.1

注: N- 北部路径 32° 00′ -34° 00′ N, 122° 30′ -124° 30′ E; S- 南部路径 29° 00′ -32° 00′ N, 123° 30′ -124° 30′ E.
Note: N-North path 32° 00′ -34° 00′ N, 122° 30′ -124° 30′ E; S-South path 29° 00′ -32° 00′ N, 123° 30′ -124° 30′ E.

2.4 中国沿海小黄鱼的洄游路线

小黄鱼产卵场的位置主要依靠文献分析。春季从图2和图3均难以找到东黄海小黄鱼的产卵场。有关文献^[9-10]详细的记载了小黄鱼产卵场位置:在黄渤海主要是渤海湾、辽东湾、莱州湾、鸭绿江口、海洋岛、乳山近海和海州湾。黄海南部的吕泗渔场是中国小黄鱼最大的产卵场。在东海,小黄鱼的产卵场散布在沿岸、岛群周围、河口和海湾。由此推断,上述东黄海禁渔线以西就是中国沿海小黄鱼产卵场所在。由于机轮不允许在禁渔线以西作业,因此,图2和图3的产量分布难以反映产卵场小黄鱼数量的情况。依据最近研究结果,6月,瓠江口^[13-15]、三门湾^[16]、舟山群岛^[17]沿岸水域都发现了小黄鱼幼鱼群体。并且,这些水域中的小黄鱼幼鱼都是同期当地水域鱼类的主要优势种。毛锡林等^[10]详细记录了吕泗渔场小黄鱼产卵日期范围:4月上旬产卵群体进入渔场,而在长江以南,3月就有产卵群体在沿岸水域发现。因此,东黄海禁渔线以西水域是小黄鱼产卵场。

东黄海小黄鱼索饵场的位置也比较明确(图2、图3)。在长江以南,主要是禁渔线以内、岛群和海湾外侧^[9-17]。从图2和图3可见,位于大沙渔场西部是整个东黄海小黄鱼最大的索饵场。这个索饵场在黄海南部,禁渔线以东。由图2和图3中6月到10月小黄鱼产量变化,显示出这个索饵场形成和消长的过程。从这过程来看,索饵场的鱼群不只是来自吕泗渔场,在5-6月,整个东海沿岸禁渔线外侧的小黄鱼索饵群体有一个向长江口渔场集结的过程,其后索饵群体进一步向大沙渔场集中。

有关东黄海小黄鱼越冬场位置和范围争议较大。但从图2和图3可见,东黄海群体小黄鱼的越冬场主要是2块,其一位于外海 $30^{\circ}00'-34^{\circ}00'N$ 、 $124^{\circ}30'-127^{\circ}00'E$ 水域,也就是大沙渔场东部,沙外、江外和舟外渔场;另一块是位于东海中南部禁渔线外侧水域,中心位置是 $27^{\circ}00'N$ 、 $121^{\circ}00'E$ 温州外海水域。尽管冬季小黄鱼在东海中南部有一定的产量,但明显低于其他2块主要越冬场,因而这一水域并不是小黄鱼越冬的主要位置。

关于外海小黄鱼向吕泗渔场产卵洄游路径。依据表1数据,吕泗渔场小黄鱼的产卵群体,并非由外海越冬场直接从黄海南部 $32^{\circ}00'-34^{\circ}00'N$ 、 $122^{\circ}30'-124^{\circ}30'E$ 水域经进入,即由北部路径进入。而是在3月首先经由南部路径,即 $29^{\circ}00'-32^{\circ}00'N$ 、 $123^{\circ}30'-124^{\circ}30'E$ 的水域进入舟山渔场。在舟山渔场。这部分鱼类与南部近海越冬后北上的产卵群体汇合,部分在长江口和舟山渔场产卵,部分于4月继续北上进入吕泗渔场产卵。

关于东海南部越冬的小黄鱼产卵洄游路径。该群体小黄鱼沿禁渔线外侧越冬,春季大部分就近进入沿岸、海湾、河口和岛群间产卵。但部分北上并沿禁渔线外侧进入舟山渔场,与外海来的产卵群体汇合,沿禁渔线内侧,经由长江口渔场进入吕泗渔场。

海州湾的产卵群体应该来自在黄海中部 $36^{\circ}00'N$ 、 $123^{\circ}00'E$ 水域(图2),属于黄渤海的越冬群体小黄鱼洄游而来。这一推测的依据是整个3月,长江口渔场北部和大沙渔场几乎没有小黄鱼的产量,此外,该渔场小黄鱼来自舟山渔场北上群体的可能性也不大。

另外,由于大沙渔场是东黄海小黄鱼主要索饵场,索饵群体肥育后,部分可以就近进入外海的越冬场,另有部分南下,经由长江口渔场外侧,经过东海中南部,进入东海中南部近海的越冬场。这从图2和图3中11月长江口渔场鱼群数量增多明确可见。

在东海南部沿岸产卵的小黄鱼就近在附近的禁渔线外侧越冬。次年回到附近产卵场产卵,形成当地水域较短的洄游路径。

基于上述分析,可以总结并形成以下中国沿海小黄鱼的洄游路线图(图4)。

3 讨论

3.1 小黄鱼洄游研究的回顾

目前对黄渤海小黄鱼群体洄游路线看法较为一致,因此本研究仅做必要的介绍和补充。而对东黄海小黄鱼群体洄游路线,不同的学者之间分歧较大,是本研究重点讨论的内容。

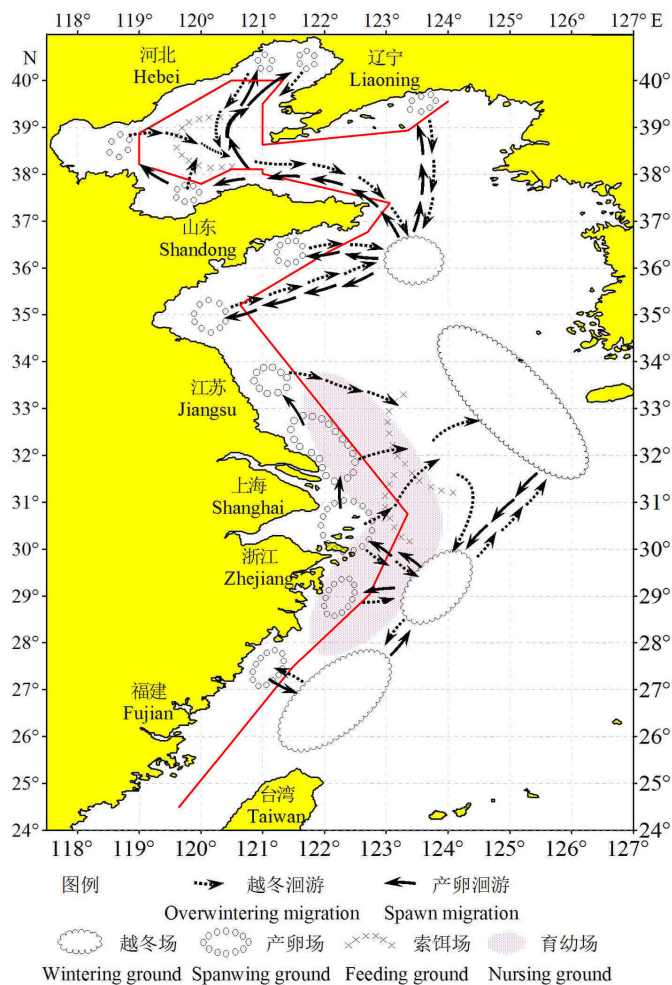


图 4 东黄渤海小黄鱼的洄游路线
红色实线示禁渔线。

Fig. 4 Migratory routine of *L. polyactis*
Red solid line means fishing close line.

刘效舜^[9]认为,东黄海小黄鱼存在黄海南部和东海 2 个越冬场,即济州岛西部越冬场、鱼山和台山列岛外侧越冬场。黄海南部的小黄鱼在济州岛西部越冬场与吕泗产卵场之间洄游。洄游经过黄海 32° 00′–33° 00′ N 水域。东海小黄鱼越冬场位于 28° 00′–33° 00′ N、123° 00′–124° 00′ E 水域。春季从小黄鱼越冬场分别游向吕泗、舟山、鱼山和温州近海产卵。依据刘效舜的分析,吕泗渔场同时是 2 个越冬场小黄鱼的产卵场。尽管这一提法具体划分了小黄鱼越冬场和产卵场的位置,但没有提到小黄鱼的索饵场。

毛锡林等^[10]认为东黄海小黄鱼有 3 个越冬场。

分别是大沙渔场越冬场、江外舟外越冬场和浙江中南部越冬场。而产卵场也有 3 个,分别位于江苏南部沿海、浙江北部和舟山群岛沿海,以及浙江中南部沿海。依据毛锡林等的观点,整个东海禁渔线外基本上都是越冬场,越冬场的鱼群往往在产卵前游向就近的产卵场。长江口和吕泗渔场近海的鱼群在产卵后游向禁渔线外侧索饵。因此,毛锡林等的结果给出了确切的索饵场位置,却没有提供明确的越冬场范围。

正如毛锡林等^[10]提到,20 世纪 70 年代以前,有关小黄鱼洄游路线的争议焦点集中于南部群体是否北上洄游到吕泗渔场产卵,即吕泗渔场产卵群体

的来龙去脉问题。上述学者所绘制的洄游路线图均证实:南部(东海)小黄鱼越冬群体北上吕泗渔场,同时还认定,黄海南部和东海小黄鱼分属2个种群。这显示出它们的种群分析结果与其小黄鱼洄游路线图中的走向在地理学上是矛盾的。既然东海群体北上吕泗渔场,黄海南部的小黄鱼和东海的小黄鱼就不存在地理隔离现象,而不同的种群在地理上应有相互隔离的特征。

3.2 小黄鱼洄游研究方法和依据

上述说法之间分歧较大,因此需要重新研究和确定小黄鱼的洄游路线。

以往鱼类洄游的研究大多采用标志放流的方法。东海水产研究所曾在20世纪80年代进行了大量的标志放流工作。但是,目前对小黄鱼的捕捞强度很大,大多数标志放流标本尚未游离渔场即已成为渔获,标本异地回收率极低。通过标志放流技术手段已经难以实施这项研究,因而本研究转而采用捕捞统计资料推断法。

20世纪70年代以前小黄鱼洄游路线的确定,都是在当时外海捕捞统计资料相对缺乏、近海统计资料相对完整、统计手段尚不完善的背景下制定的。近海产卵场的捕捞资料完整,采用近海捕捞统计资料确定近海产卵场位置具有一定的可靠性。而外海捕捞统计资料缺乏,主要影响的是对索饵场和越冬场位置判定。

关于外海是否存在小黄鱼产卵场,近年来有一些文献^[18-19]依据大面积调查资料研究了东海北部和黄海南部禁渔线以东水域小黄鱼产卵群体。研究发现,4-6月在上述整个水域均有小黄鱼产卵,由此认为黄海南部禁渔线外和济州岛西南部都有小黄鱼产卵场。依据对这些文献的研究,笔者认为,其调查中均未发现大规模小黄鱼产卵群体,产量密度仅以每小时数百尾计或更小,这样的产量水平,与以往真正意义上产卵场,例如,吕泗渔场、舟山渔场和鱼山渔场的产量水平相差甚远。

本研究采用12年共计144个月(逐月),数千条船只,100多万网次的机轮捕捞资料,观察小黄鱼群体空间变化,在统计学上具有足够广泛的空间和时间

跨度。这些捕捞资料显示,渔场所在水域均捕到了大规模的小黄鱼群体。据此,可以依据群体不同空间位置变化对小黄鱼洄游路线做出合理的判断,所得的分析结果具有统计学意义上的可置信与可靠性。

3.3 小黄鱼洄游路线的海洋学背景推测

依据本研究中的小黄鱼洄游路线图(图4)和种群划分原理^[20],本研究认为东黄海可能仅仅存在1个小黄鱼种群。毛锡林等的观点和图4洄游路线图实际上从不同方面提到了这2个种群存在混栖问题。

与以往关于小黄鱼洄游的观点相比,本研究主要不同在于外海小黄鱼产卵洄游路线问题;其次提出了索饵场和索饵洄游问题。

对外海小黄鱼产卵洄游的海洋学背景分析,首先应提及小黄鱼越冬场的水文环境特征。目前济州岛西南的越冬场是小黄鱼最重要的渔场,产量占整个小黄鱼产量的60%以上^[21]。这里之所以成为小黄鱼越冬场,与这一水域受黄海暖流、对马暖流和黑潮暖流影响有关^[22]。此外,在冬季,由于黑潮暖流对大陆架的入侵^[23],使得东海禁渔线以东、舟山渔场以南的水域广受黑潮的影响。由图3可见,在禁渔线外侧和东海中部的小黄鱼越冬场正好位于黑潮暖流入侵陆架,并与东海沿岸流、苏北沿岸流交汇于偏暖流的一侧。换言之,小黄鱼越冬场的水文环境,无论是外海、东海中部还是东海中南部近海,均受到黑潮暖流影响。研究显示,小黄鱼产卵洄游是随着水温变暖启动的^[24]。理论上,外海小黄鱼产卵洄游首先沿着暖流和沿岸流交汇线向西南偏西方向进入舟山渔场,沿途所经海域水温较高^[21],如果直接向西经过南黄海中部进入吕泗渔场,沿途水温较低的。这就是小黄鱼产卵洄游选择南部路径的海洋学原因。

小黄鱼索饵洄游与长江口渔场、大沙渔场丰富的饵料密不可分。夏季,长江径流转向东北方向。羽状锋可达大沙渔场,造就当地水域丰富的饵料环境^[25],因此适合小黄鱼群体索饵和生长^[5]。由于鱼群在大沙渔场的位置已经接近小黄鱼在外海的越冬场,因此,越冬小黄鱼可以由大沙渔场直接进入外海越冬场。图3中7-12月索饵鱼群发生变化,不难看出

出这一越冬洄游趋势。但是仍有部分南下经由长江口渔场外侧,路过东海中部,回到中南部近海的越冬场。这一点从图3中11-12月小黄鱼产量分布可以见到。

最后需要说明,尽管本研究采用了1971-1982年的统计资料,但是与近年来有关文献^[21]进行对比,过去小黄鱼鱼群的分布格局与现在相差不大。因此本研究所得出的有关小黄鱼洄游路线的结论,与目前实际情况基本上是一致的。

致谢: 沈晓民先生在论文写作中给予很大的帮助,柏育材同学在制图中给予协助,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] Harden Jones FR. Fish migration [M]. London: Adward Arnold Ltd, 1968: 320-330.
- [2] Wisby WJ, Hasler AD. Effect of occlusion on migrating silver salmon (*Oncorhynchus kisutch*) [J]. J Fish Res Bd Can, 1954, 11: 472-478.
- [3] Hasler AD. Orientation and fish migration. In Fish Physiology, vol. 6 (ed. W. S. Hoar and D. J. Randall), New York: Acad, Terhart BA and Groot C. Migratory orientation and vertical movements of homing adult sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in coastal waters [C]. Anim Behav, 1989, 37: 587-599.
- [4] Neave F. Ocean migrations of Pacific salmon [J]. J Fish Res Board Can, 1964, 21: 1 227-1 244.
- [5] 金显仕. 黄海小黄鱼生态和种群动态的研究 [J]. 中国水产科学, 1996, 3 (1): 32-46.
- [6] 林龙山, 程家骅, 凌建忠, 等. 东海区小黄鱼种群生物学特性的分析研究 [J]. 中国水产科学, 2004, 11 (4): 333-338.
- [7] 朱树屏. 黄渤海小黄鱼的洄游及有关环境因素 [A]. 太平洋西部渔业研究委员会第三次全体会议论文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1960: 16-24.
- [8] 王贻观, 马珍影, 尤红宝. 小黄鱼分布洄游的初步研究(提要) [A]. // 朱元鼎, 朱树屏. 海洋渔业资源论文选集 [C]. 北京: 农业出版社, 1965: 9-11.
- [9] 刘效舜. 小黄鱼 [A] // 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: 191-200.
- [10] 毛锡林, 俞积楚, 秦忆芹. 小黄鱼 [A] // 农牧渔业部水产局, 农牧渔业部东海区渔业指挥部. 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: 339-356.
- [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] 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: 472-488.
- [13] 徐兆礼. 夏秋季瓯江口海域鱼类数量时空分布特征 [J]. 动物学报, 2008, 56 (6): 981-987.
- [14] 徐兆礼. 瓯江口海域夏秋季鱼类多样性分析 [J]. 生态学报, 2008, 28 (12): 5 849-5 956.
- [15] 徐兆礼. 瓯江口海域虾类资源(十足目和十足目)分布特征 [J]. 中国水产科学, 2009, 16 (1): 104-112.
- [16] 蔡萌, 徐兆礼. 浙江三门湾冬夏季鱼类种类组成和数量变化 [J]. 上海水产大学学报, 2009, 18 (2): 198-206.
- [17] 陈华, 徐兆礼. 舟山渔场衢山岛海域春夏季鱼类数量变化 [J]. 海洋渔业, 2009, 31 (2): 179-185.
- [18] 刘勇, 严利平, 程家骅. 2003年东海北部和黄海南部外海小黄鱼产卵群体的分布特征及其与水文、盐度的关系 [J]. 中国水产科学, 2007, 14 (7): 89-96.
- [19] 丁峰元, 林龙山, 李建生, 等. 东海区北部小黄鱼生殖群体分布及与水团关系 [J]. 自然资源学报. 2007, 22 (6): 1 013-1 019.
- [20] Rothschild BJ. Dynamics of marine fish populations [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1986: 1-100.
- [21] 程家骅, 张秋华, 李圣法, 等. 东黄海渔业资源的利用 [M]. 上海科学技术出版社, 2006, 104-114.
- [22] Teague WJ, Jacobs G A. Current observations on the development of the Yellow Sea Warm Current [J]. J Geophys Res, 2000, 105 (C2): 3 401-3 411.
- [23] Su JL, Pan YQ. On the shelf circulation north of Taiwan [J]. Acta Oceanologia Sinica, 1987, 6: 1-20.
- [24] Park WS, Oh IS. Interannual and interdecadal variations of sea surface temperature in the East Asian Marginal Seas [J]. Progress in Oceanography, 2000, 47 (2-4): 191-204.
- [25] 徐兆礼, 王云龙, 袁骥. 东海浮游糠虾类(Mysidacea)优势种的研究 [J]. 中国水产科学, 2006, 13 (3): 432-439.

Analysis on migratory routine of *Larimichthys polyactis*

XU Zhao-Li, CHEN Jia-Jie

(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: This paper reviewed the migration of the *Larimicht polyactis* in Chinese coastal waters based on catch data, fish group movement and oceanographical background. We referred to the statistic results from over 10 major fishery companies from 1971 to 1982 and the study after 1965. The results showed that there are two migratory groups in the investigation area. The Yellow Sea and Bohai Sea groups overwintered near waters of $36^{\circ} 00''$ N, $123^{\circ} 00''$ E in winter, then migrated towards the Bohai gulfs, Haiyang Island, Yalu estuary and Haizhou Gulf for spawning. After spawning, they feed in the middle of Bohai Sea from August to October, and then migrated again across the Chengshantou towards to the wintering ground in the Yellow Sea again. Another one is Yellow Sea and East China Sea (ECS) group, and its main wintering grounds, influenced by warm currents, were located at west of Jue, as well as mid and mid-southern of ECS. Their spawning migration past firstly through the waters of 32.00° N, 123.3° to 124.3° E) in the middle of ECS towards to Zhoushan Fishing Ground, where they merged with another spawning group northwards from the southern nearshore, and then the mixed group spawned in Zhoushan partly. Another part moved to Estuary of Yangtze River and Lusi Fish Ground to spawn. After spawning, fish groups continuously moved to Dasha Fishing Ground for feeding. After October, majority fishes in group migrated eastward back to wintering ground in offshore, some others move southwards via outside of forbidden fishing line to the mid-southern wintering ground in nearshore. Routine of spawning migration and wintering migration was different ways. In addition, apart from above major migration and spawning group, there were part groups from the outside of forbidden fishing line to coastal spawning ground in near. They migrated spawning to the closest islands, estuary and gulf then returning to where they left for feeding and wintering. [Journal of Fishery Sciences of China, 2009, 16 (6) : 931–940]

Key words: *Larimichtys polyactis*; migration; fishing yields statistics; Yellow Sea; East China Sea; Bohai Sea