

黄海小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*) 生态和种群动态的研究

金显仕

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘要 本文通过1985年至1990年的大规模黄海调查,对小黄鱼的资源分布、种群结构、生殖和摄食、生长和死亡的变化进行了分析研究,表明八十年代以来小黄鱼种群结构趋于简单、性成熟提前、生长加快。当前捕捞死亡率过高,以至于小黄鱼大部分群体在性成熟之前已被捕获。在八十年代中期,小黄鱼的资源量已降至五十年代的十至十五分之一。渔获量和资源量的下降主要是由于过度捕捞所致。只要黄海周围过高的捕捞力量的存在,小黄鱼资源很难得以恢复并达到最大持续产量。若将目前的捕捞死亡系数至少降低50%,开捕年龄应不低于2龄,则其资源才有可能恢复。

关键词 黄海, 小黄鱼, 生态、种群变动, 过度捕捞, 管理

前言

小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis* Bleeker)分布于渤海、黄海和东海北部,为暖温性底层鱼类。在黄渤海存在两个地理种群^[6]:北方种群和吕泗种群。北方种群在黄海中南部越冬,在北部和渤海沿岸水域生殖和索饵;吕泗种群较大,季节性洄游移动距离较短,主要在黄海南部作深浅水的东西向移动。小黄鱼从3月份自越冬场开始生殖洄游,于4—5月在沿岸浅水区产卵^[1,2,8,9,19]。

小黄鱼是黄渤海底拖网渔业的重要捕捞对象,总产量1957年曾达到20万吨。随着渔业的发展,捕捞力量和生产效率的迅速增高,导致小黄鱼在沿海和近海都遭到过度捕捞^[16,24,25]。在五、六十年代,近岸的产卵群体主要由沿岸的中国和韩国捕捞,近海水域由日本拖网船捕捞^[19]。在韩国水域有关小黄鱼资源下降和渔获物中幼鱼数量的增加亦有报道^[17,20]。自五十年代以来,小黄鱼资源量和渔获量发生了很大的变化,虽然其资源已经严重衰退,但在黄海渔业中,特别是底拖网渔业中仍然占有重要的地位。

收稿日期:1994-06-13。

* 黄海水产研究所唐启升研究员,挪威卑尔根大学 A. Johannessen 博士和挪威海洋研究所 E. Bakken 教授对本文提出修改意见,在此致谢。

本文通过分析小黄鱼的资源分布, 生态特性, 种群结构以及渔获量和资源量的变动, 以进一步了解其资源状况, 从而为改进渔业管理达到合理利用的目的提供科学依据。

材 料 和 方 法

本文所用材料取自 1985 年至 1990 年黄海渔业生态系和资源监测调查。调查船为 600 马力的“黄海 103/104”对拖网船和资源调查船“北斗”号单拖网船。双拖船网具 550 目×30 厘米, 囊网网目 5.1 厘米; 单拖船网具 450 目×17 厘米, 囊网网目 12.7 厘米, 衬网网目 2.0 厘米。调查范围和网次见表 1。除冬季外, 其它季节的调查一般分为两个航次, 即 3 月、7 月和 10 月在黄海南部, 4 月、6 月和 9 月在北部。拖网时间为 1.5 或 2 小时, 都标准化为 1 小时。

表 1 调查时间、网次和范围

Table 1 List of research cruises were used for this paper

季 度 Season	调 查 船 Vessel	网 次 Haul	范 围 Range
春季 Spring 3—4 月/1985 年	黄海 103/104 "Yellow Sea" 103/104	122	33°00'—38°15' N 121°00'—125°00' E
夏季 Summer 6—7 月/1985 年	北斗号 "Beidou"	142	32°00'—39°15' N 120°00'—125°00' E
秋季 Autumn 9—10 月/1985 年	北斗号 "Beidou"	140	32°00'—39°15' N 120°30'—125°00' E
冬季 Winter 1 月/1986 年	北斗号 "Beidou"	44	32°30'—38°30' N 122°30'—124°30' E
春季 Spring 3—4 月/1986 年	黄海 103/104 "Yellow Sea" 103/104	127	32°30'—39°00' N 121°00'—125°00' E
秋季 Autumn 9—10 月/1986 年	北斗号 "Beidou"	184	32°00'—39°15' N 120°45'—125°00' E
春季 Spring 3—4 月/1988 年	黄海 103/104 "Yellow Sea" 103/104	106	32°30'—38°30' N 121°00'—125°00' E
秋季 Autumn 10 月/1988 年	北斗号 "Beidou"	62	33°30'—39°00' N 121°00'—124°30' E
秋季 Autumn 10 月/1990 年	黄海 103/104 "Yellow Sea" 103/104	45	32°30'—37°00' N 120°30'—124°30' E

渔获的小黄鱼在实验室进行了生物学测定和数据处理。由于用小黄鱼鳞片和耳石在低于 9 龄时, 对其鉴定年龄的结果相同^[7], 因此, 本文选用 1985—1986 年的 528 尾小黄鱼鳞片用双筒解剖镜进行年龄鉴定。自然死亡系数(M)采用下列三个公式来计算:

Pauly^[22]

$$\text{Log}M = -0.0066 - 0.279\text{Log}L_{\infty} + 0.6543\text{Log}K + 0.4634\text{Log}T \quad (1)$$

根据田中^[23]: $M = a + b/t_k$, 詹秉义等^[11]推导出:

$$M_z = -0.0021 + 2.5912/t_k \quad (2)$$

$$\text{Alverson 和 Carney}^{[14]}: t_k \times 0.25 = (1/K) \ln[(M_A + 3K)/M_A] \quad (3)$$

式中 L_{∞} 和 K 分别为体长渐近值和生长系数, T 为该鱼种栖息水层的平均温度, t_k 为最大年

龄: $t_k = 23$ 龄^[8]。

小黄鱼的总死亡系数(Z)根据下式求得: $Z = 1/(t - t_c)$ (4)

式中 t_c 为开捕年龄。捕捞死亡系数 $F = Z - M$ 。

小黄鱼的资源量根据扫海面积的方法估算, 首先计算 $0.5^\circ N \times 0.5^\circ E$ 各小方区的资源量, 然后再合计作为调查海区小黄鱼的资源量, 可捕系数采用 0.5。“北斗”号调查船的声学仪器^[10,18]同时用于观察鱼群的分布移动情况。

结 果

(一) 分布

1. 季节变动 根据 1985 年的调查, 小黄鱼资源的四季分布情况见图 1。春季小黄鱼分布范围较大。1985 年平均渔获量为 4.40 公斤/小时, 最高为 97.90 公斤/小时。密集区在较深的大沙渔场, 其底层水温在 $8.9^\circ C$ 以上(图 2, 3)。分布密度南高北低, 东高西低。在 4 月份, 北

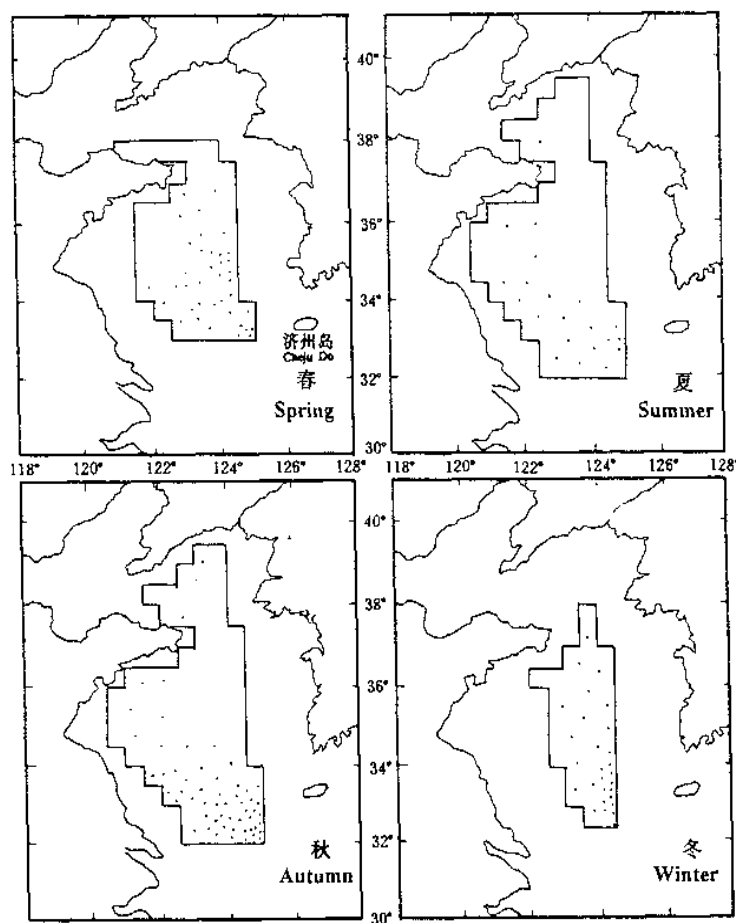


图 1 1985 年调查海区和小黄鱼相对资源量分布

Fig. 1 Survey area and relative abundance distribution of small yellow croaker in the Yellow Sea in 1985

方种群已经洄游至沿岸产卵场, 广泛分布于黄海北部和中部, 但相对密度远低于 3 月份南部水域的吕泗种群。虽然在底层水温 5.0—8.9℃ 小黄鱼出现频率亦较高, 但其渔获量却很低(图 3)。

夏季随着水温的增高, 小黄鱼大部分已结束生殖, 主要分布于南部和近岸水温较高的浅水区分散索饵。虽然调查船不同于春季, 但平均渔获量无疑是很低的, 仅 0.13 公斤/小时, 空网率很高(图 2, 3)。较为密集区在大沙和连青石渔场, 北部海区分布稀少。

秋季为小黄鱼的主要摄食季节, 大量的幼鱼分布于黄海区索饵场, 主要分布于水温较高的浅水近岸区和南部水域, 北部低于 9℃ 的海区分布数量很少(图 2, 3)。1985 年平均渔获量为 1.94 公斤/小时, 为夏季的 15 倍。最密集区仍为分布于大沙渔场的吕泗种群, 最高渔获量为 47.79 公斤/小时, 而北方种群主要分布于东经 120° 线附近的海区, 密度较低。

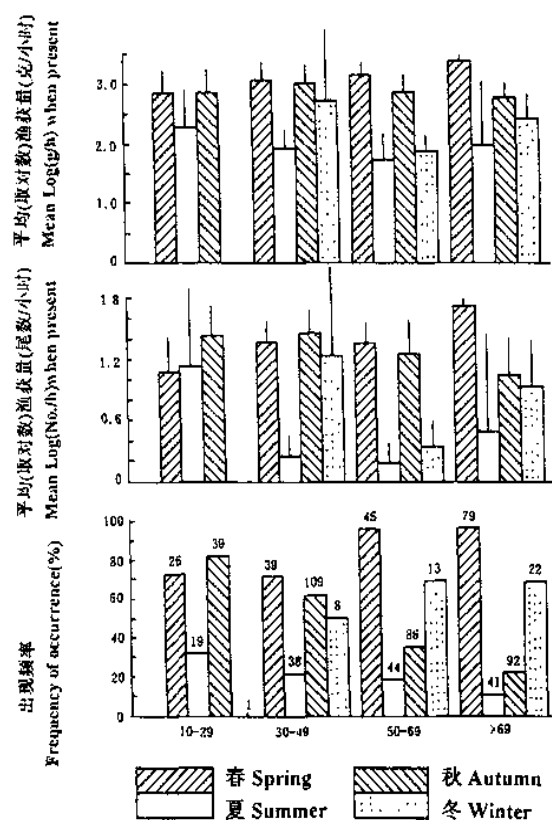


图 2 小黄鱼分季分水深层平均渔获量(取对数, 不包括空网) 及其出现频率。竖线为 95% 的置信区间, 数字为每层拖网数, 春秋两季为 1985 和 1986 两年合并值

Fig. 2 Mean Log-catch when present and frequency of occurrence of small yellow croaker at four seasons and four depth intervals. The 95% confidence intervals are indicated and numbers of haul at each stratum are given on the below bars. Data in spring and autumn are combined from 1985 and 1986

随着水温的下降, 冬季小黄鱼逐渐向越冬场洄游, 调查海区平均渔获量为 1.18 公斤/小时。最高捕自大沙渔场, 为 16.67 公斤/小时, 平均分布密度低于秋季, 但高于夏季。吕泗种

群的越冬场在济州岛西南海区;北方种群在黄海中部的深水区。调查海区小黄鱼分布的底层水温在 7.0—13.8℃,以 10.9—13.8℃ 较为密集(图 2,3)。

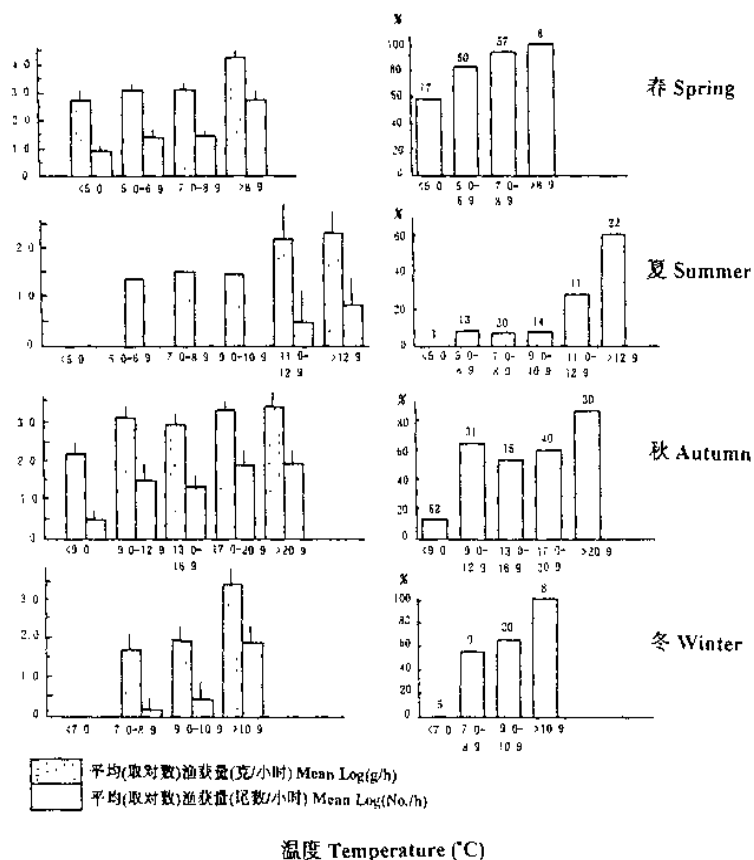


图 3 小黄鱼分季及不同底温层平均渔获量(取对数,不包括空网,左)及其出现频率(右)。竖线为 95% 的置信区间,数字为每层拖网数,春秋两季为 1985 和 1986 两年合并值

Fig. 3 Mean Log-catch when present (left) and frequency of occurrence (right) of small yellow croaker at seasons and bottom water temperature intervals. The 95% confidence intervals are indicated and numbers of haul at each stratum are given on the right bars. Data in spring and autumn are combined from 1985 and 1986.

2. 当年生幼鱼的年间变动 黄海小黄鱼的主要产卵场在吕泗渔场,1985 年的调查于 7 月份在吕泗和海州湾有 3 网捕到幼鱼,数量很少。大量的幼鱼出现在秋季(图 4),主要分布于黄海中南部。大沙渔场为幼鱼分布的主要海区。1985 年 9 月,在黄海北部有两个小分布区,分别在烟威渔场和乳山外海(图 4A),幼鱼占黄海北部总渔获尾数的 39.7%。在 10 月份的南部调查海区,幼鱼分布范围大且密集,最高渔获量出现在大沙渔场,为 2987 尾/小时,幼鱼占南部总渔获尾数的 89.3%。

1986 年秋季,在黄海北部除了上述两个幼鱼分布区外,在石岛外海还有一个小分布区

(图 4B)。其中烟威渔场幼鱼分布密度明显高于 1985 年。在黄海北部幼鱼占总渔获尾数的 73.1%。黄海南部小黄鱼幼鱼分布区范围比 1985 年大, 虽然高密度区(>1000 尾/小时)比 1985 年小, 但更密集, 最高达到 36328 尾/小时, 为 1985 年的 12 倍。幼鱼占黄海南部总渔获尾数的 91.5%, 这表明幼鱼的比例比 1985 年同期有所增加。

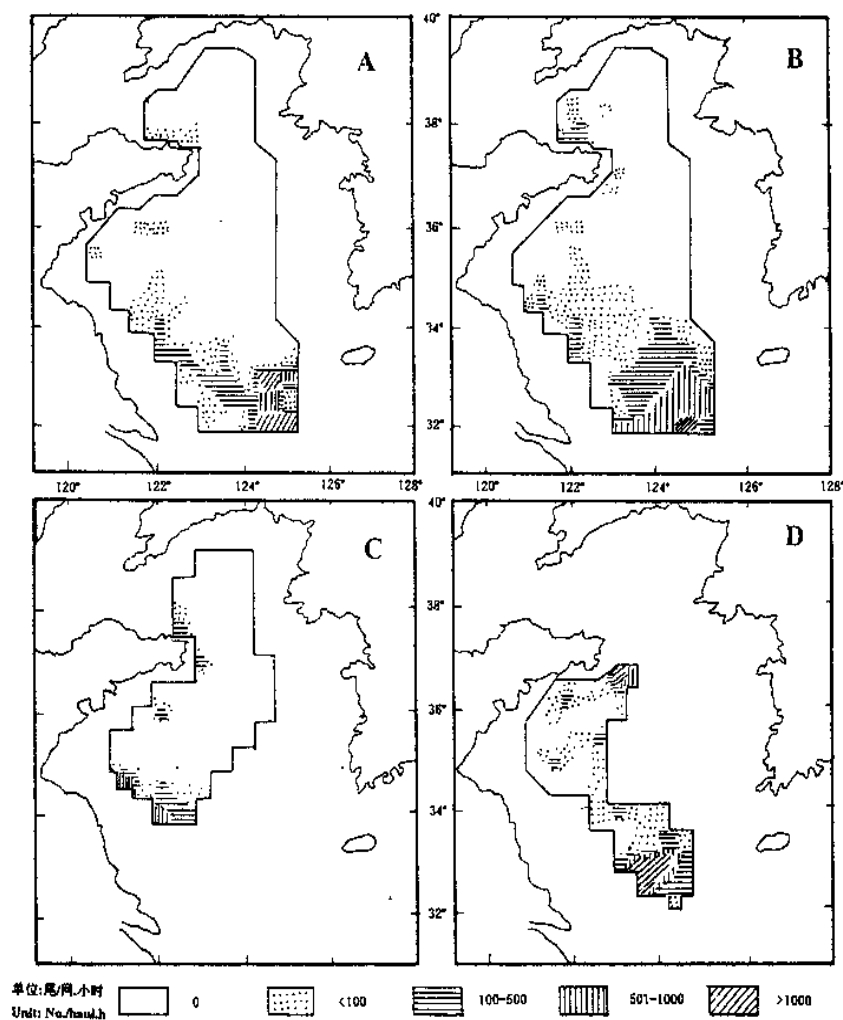


图 4 秋季当年生小黄鱼幼鱼的分布。A: 1985 年; B: 1986 年; C: 1988 年; D: 1990 年

Fig. 4 The distribution of O-group small yellow croaker in the Yellow Sea in autumn. A: 1985; B: 1986; C: 1988; D: 1990

1988 年 10 月(图 4C), 调查范围比前述两年小, 没有包括通常幼鱼分布较为密集的大沙渔场。从图中可以看出, 在黄海北部有三个幼鱼小分布区, 同 1986 年相似。在海州湾和连青石渔场幼鱼分布密度远高于 1985 年和 1986 年(图 4A—C)。幼鱼占总渔获尾数的 79.0%。

1990 年的调查海区仅限于黄海中南部(图 4D), 中部有大量幼鱼分布, 南部大沙渔场幼

鱼密集区偏西。幼鱼占总渔获尾数的 71.8%。

通过上述四年的调查结果分析,表明北方种群几个小幼鱼分布区主要在黄海北部沿岸,而吕泗种群主要分布于大沙渔场。

(二)种群结构

1. 群体组成的季节变化 黄海小黄鱼由于季节性水温的变化而进行生殖、索饵和越冬洄游,因而其群体组成同季节密切相关。在 1985 年的调查中,春季生殖群体的体长分布呈单峰状,分布范围为 80—280 毫米,平均 128 毫米(图 5),优势体长组为 100—150 毫米,占 86.5%,以补充群体为主。

由于夏季当年生幼鱼的出现,导致群体组成呈双峰状(图 5),体长分布范围为 40—260 毫米,平均 105 毫米,且有两个优势体长组:40—60 毫米和 140—160 毫米,分别占 41.6%和 33.6%。

秋季大量幼鱼的出现使小黄鱼体长分布呈双峰状,且以幼鱼为主(图 5),体长范围为 70—260 毫米,平均 112 毫米,优势体长组(90—120 毫米)占 83.1%。

在冬季调查的渔获物中,小黄鱼体长分布范围为 90—240 毫米,平均 125 毫米,呈单峰状(图 5),优势体长组为 110—140 毫米,占 89.4%,幼鱼成为越冬群体的主要部分。

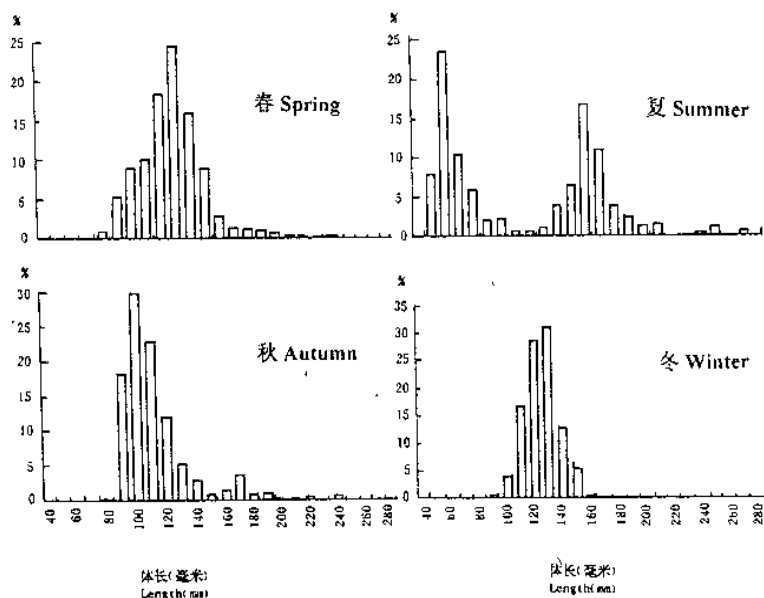


图 5 1985 年各季小黄鱼体长分布

Fig. 5 Length distribution of small yellow croaker in the Yellow Sea with season in 1985

2. 群体组成的年间变化 春季烟威渔场小黄鱼在 4 月份是传统的捕捞对象。表 2 为五十年代后期^[2]和八十年代中期烟威渔场小黄鱼 4 月份群体组成情况。在五十年代后期,小黄鱼平均体长为 197—219 毫米,平均体重为 155—199 克,主要由 2—5 龄鱼组成。体长小于 160 毫米

的占很小的比例,特别是在 1955—1957 年期间,仅占 1.0—3.9%。由于捕捞强度的增强,1958 年和 1959 年该比例增加较大。结果自 1957 年生殖群体中补充群体数量开始增加^[2]。同期体长大于 200 毫米的群体占 51.2—85.8%。因而那时可以重复生殖的高龄鱼是生殖群体的主要部分,表明该资源处于平衡状态。然而经过了十余年的开发利用,种群结构发生了很大的变化,在八十年代中期的调查中,烟威渔场小黄鱼个体明显偏小,平均体长仅为 151—166 毫米,平均体重 59—80 克(表 2),小于 160 毫米的群体占 54.3—76.5%,而大于 200 毫米的仅占 8.5—17.2%,这与五十年代后期的比例正相反。其中 1985 年大于 200 毫米的群体仅占 8.5%,170—190 毫米的群体占 15.0%,其余的在 160 毫米以下,因而生殖群体中能够多次产卵的鱼占很小的比例。

吕泗小黄鱼生殖群体具有类似的情况(图 6)。在五、六十年代,当小黄鱼种群处于正常状态时,平均体长在 200—244 毫米,平均体重 140—318 克,平均年龄 3.8—6.3 龄^[3]。这些指标都高于烟威渔场小黄鱼。在八十年代,吕泗小黄鱼生殖群体的结构发生了很大的变化,主要分布区大沙渔场的小黄鱼平均体长仅 147 毫米,平均体重 55 克,平均年龄刚超过 1 龄,其中 1985 年平均只有 127 毫米长,35 克重,1986 年稍强,1987 和 1988 年又下降至最低水平(表 3)。吕泗小黄鱼春季的生殖群体,在八十年代中期对其的调查中,主要由 1—2 龄鱼组成,以 1 龄鱼为主,高龄鱼很少捕到。因而春汛渔业以补充群体为主。

表 2 春季烟威渔场小黄鱼群体组成(1955—1988 年)

Table 2 Size composition and mean body length, weight and main age groups of small yellow croaker in the Yanwei fishing ground in spring (1955—1988)

年份 Year	平均体长(毫米) L(mm)	平均体重(克) W(gram)	主要年龄组 Main age group	体长组百分比 Percentage of length group (mm) by number		
				≤160	170—190	≥190
1955	219	199	3—5	1.0	13.2	85.8
1956	217	191	2—5	2.4	22.2	75.4
1957	208	163	2—4	3.9	35.4	60.7
1958	197	157	2—3	14.9	33.9	51.2
1959	198	150	2—4	17.7	27.6	53.9
1985	151	59	1—2	76.5	15.0	8.5
1986	166	80	1—2	54.3	28.7	17.0
1988	165	78	1—2	54.5	28.3	17.2

表 3 春季黄海南部小黄鱼生殖群体的组成

Table 3 The main body length, weight and age of the pre-spawning population (spring) of small yellow croaker in the southern Yellow Sea (1950's—1980's)

年代 Year	五十年代 1950's	六十年代 1960's	七十年代 1970's	八十年代 1980's	其 中				
					1980	1985	1986	1987	1988
平均体长(毫米) L(mm)	221	227	179	147	164	127	159	121	123
平均体重(克) W(gram)	203	218	102	55	77	35	70	30	31
平均年龄 f(yr.)	5.3	5.2	2.4	1.2	1.5	0.8	1.4	0.6	0.7

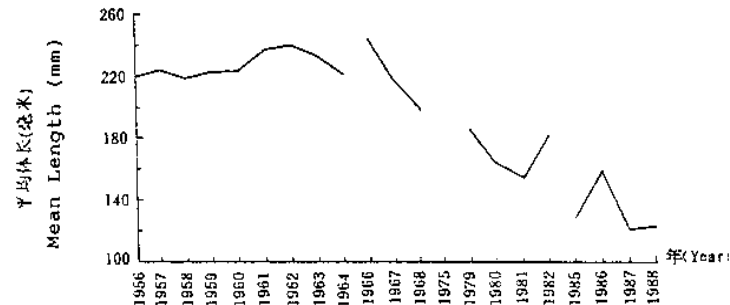


图6 春季黄海南部小黄鱼平均体长变化情况(1956—1988)

Fig. 6 Mean length of small yellow croaker in catches from the southern Yellow Sea in spring during the period 1956—1988

3. 生殖、性比和摄食 春季随着水温的升高,小黄鱼性腺发育完好,开始生殖洄游。图7为分月小黄鱼性腺成熟度组成百分比和平均性腺成熟度。在3月份有27.4%的吕泗小黄鱼达到Ⅳ期以上;北方种群在4月份绝大部分鱼已成熟并开始产卵;至5月份为产卵高峰期,处于恢复期的鱼数量增加,至6月份小黄鱼已基本结束生殖开始索饵。由于幼鱼的大量出现,自秋季未成熟鱼的数量大量增加。这表明小黄鱼的主要产卵期在4—5月。通过观察,1龄鱼达到性成熟的占70%以上,2龄鱼几乎全部达到性成熟。但是,在五十年代,1龄鱼达到性成熟的仅占0.5—3%,2龄鱼达到性成熟的占93—95%^[8]。

各季渔获物中小黄鱼雌雄比例存在明显的差别,除春季外,雄鱼多于雌鱼,特别在秋季,性比为0.6:1。

小黄鱼主要摄食小型鱼类和甲壳类。表4为小黄鱼食物组成的重量、数量以及出现频率

表4 小黄鱼食物种类组成重量、数量和出现频率百分比

Table 4 Diet composition of small yellow croaker in weight, number and frequency of occurrence

种类组成 Prey	重量(%) weight(%)	数量(%) Number(%)	出现频率(%) Frequency(%)
中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	0.56	5.90	12.77
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	0.20	3.07	2.13
脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	13.50	3.07	21.28
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	15.13	2.13	12.80
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	3.21	0.71	2.13
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	2.54	0.24	2.13
其它虾类 <i>Other shrimps</i>	1.71	0.24	2.13
鳀鱼 <i>Engraulis japonicus</i>	45.18	4.25	31.91
棘头梅童 <i>Collichthys fragilis</i>	9.37	0.24	2.13
蝦虎鱼类 <i>Chaeturichthys spp.</i>	0.74	0.24	2.13
其它鱼类 <i>Other fishes</i>	5.26	0.94	8.51
双喙耳乌贼 <i>Sepioida birostrata</i>	0.40	0.24	2.13
碎屑 <i>Detritus</i>	0.11	0	4.26

* 引自唐启升、叶懋中等著(1990)山东近海渔业资源开发与保护

的百分数。以重量计、鲢鱼为主,其次为小型底栖虾类(戴氏赤虾和脊腹褐虾);以数量计,中华哲水蚤和太平洋磷虾占优势,上述5种食物在胃含物中出现的频率也相当高。在春季空胃率高达98.5%,说明生殖季节群体绝大部分停止摄食。在生殖结束后的夏秋两季空胃率较低,分别为36.1%和54.1%。其中秋季由于幼鱼的增多,空胃率较高,而大个体鱼的摄食强度明显高于其它季节。冬季小黄鱼的空胃率亦较低,为58.0%,低于春季而高于夏秋两季。

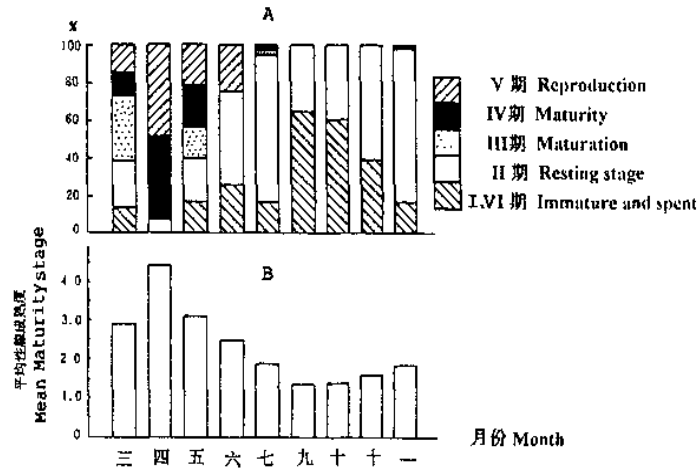


图7 小黄鱼性腺成熟度百分比组成(A)和平均性腺成熟度(B)

Fig. 7 Percentage (A) and average (B) of sex maturity stage of small yellow croaker

4. 生长和死亡 通过鳞片上年龄的鉴定,最高年龄为5龄,所拟合的 Von Bertalaffy 生长方程为:

$$L = 361 (1 - e^{-0.22(t+1.21)})$$

体长和体重的关系式为: $W = 9.39 \times 10^{-6} L^{3.121}$

根据1959年的年龄和体长资料拟合的生长方程⁽⁸⁾为:

$$L = 330 (1 - e^{-0.17(t+2.5)})$$

$$W = 1.4835 \times 10^{-3} L^{3.03}$$

从上述两组方程可以看出,在这两个时期小黄鱼的生长参数发生了变化,在八十年代,其生长加快,理论上的最大体长比1959年要大。

由于小黄鱼绝大部分时间栖息于底层,黄海平均底层温度采用10℃^[13],根据公式1-3求得1985年小黄鱼的自然死亡系数为:

$$M_p = 0.39, M_z = 0.11, M_A = 0.26.$$

由于所得结果差异较大,本文采用其平均值,即 $M = 0.25 (SD = 0.14)$ 。

小黄鱼的开捕年龄为0.3龄⁽¹²⁾,根据1985年的调查结果,小黄鱼平均年龄0.99龄,因此总死亡系数可以根据公式4求得: $Z = 1.45, F = Z - M = 1.20$ 。那么,年开发率为0.83;年总死亡率为0.76,其中捕捞死亡率为0.63,自然死亡率为0.13。

5. 渔获量和单位努力量渔获量的年间变动 黄渤海小黄鱼在五、六十年代主要由中国、日本和韩国开发捕捞。自八十年代以来,其主要由中、韩两国生产。中国主要是北方三省一市及江苏和上海用底拖网生产。图8为北方三省一市小黄鱼的产量变动情况(上图实线)和北方

三大国营渔业公司(青岛、烟台和大连)的产量,以及单位捕捞努力量渔获量(公斤/马力)的变动情况。该产量当然低于黄渤海的实际产量,但可以基本反映黄渤海小黄鱼的产量变动趋势。在五十年代,其产量呈直线上升,六十年呈下降趋势,于1972年跌至低谷,随后产量在低水平徘徊。三大渔业公司的情况与上述基本类似。事实上,自八十年代以来,小黄鱼的产量多来自底拖网兼捕,很少有大渔业公司的船专门生产小黄鱼。然而个体和集体小型渔业近年来发展很快,其产量随着资源的变动而变动,从而导致北方三省一市产量的波动,但一直没有达到五十年代的高水平。然而在九十年代初一度出现了恢复的趋势。

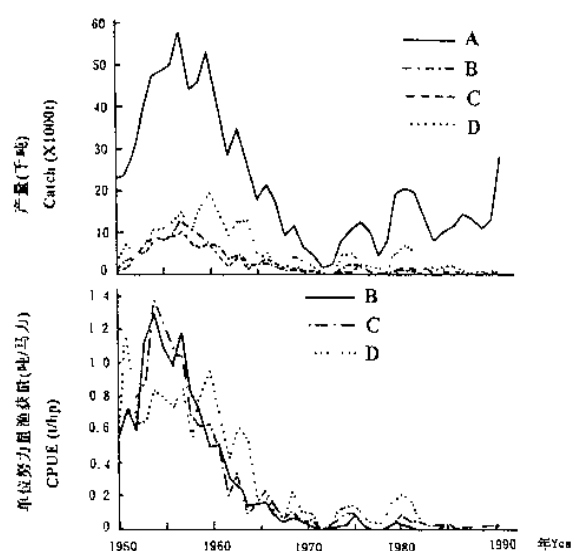


图8 北方三省一市小黄鱼产量及青岛、烟台、大连渔业公司产量和单位努力量渔获量在1950—1991年的变动情况。A:北方三省一市;B:青岛;C:烟台;D:大连

Fig. 8 Fluctuations of catches (above) and CPUE (below) of small yellow croaker from the northern China and three fishing companies during the period 1950—1991.

从北方三省一市的机动渔船的马力数来看,六十年代比五十年代增长了3倍多,七十年代和八十年代的马力数分别为五十年代的10和24.5倍。虽然所有的捕捞力量不是都用来捕捞小黄鱼,但无疑加大了对小黄鱼的捕捞压力。

小黄鱼占北方三省一市海水鱼产量的比例已从五十年代的14.0%,六十年代的7.6%降至七十年代的1.2%和八十年代的2.0%。

6. 资源状况 小黄鱼的资源状况在六十年代对其有较多研究^[2-4,6],主要指导当时的渔业生产。经过三十多年的捕捞和海洋环境的变化^[13],小黄鱼资源状况发生了很大的变化。自1985年以来,在黄海进行了很多大规模的资源评估调查(表1),根据扫海面积的方法估算出小黄鱼的资源量。表5为调查海区以及整个黄海分季节的小黄鱼资源量估算的结果。如前所述,小黄鱼为底层鱼类,主要栖息于海底以上15米以内水层,仅少量在晚上上浮^[6],除了春季以及1990年秋季在白天调查外,其它季节都是全天进行。由于昼夜垂直移动,可捕系数会在一

定程度上产生变化,通常晚上低,白天高^[5]。通过“北斗”号调查船的探鱼仪映像的分析并进行了修正,再考虑到整个黄海小黄鱼的分布情况及面积,从而估算出黄海小黄鱼的总资源量(表5)。

黄海小黄鱼的资源量春季在 3150—24300 吨之间,秋季在 5100—26250 吨之间,以 1988 年最底,1990 年资源较好。夏季和冬季资源量为全年最低季节。根据渔获物分析,春季除 1986 年外,补充群体占有较大优势(图 9A)。其中吕泗小黄鱼生殖群体中,补充群体占 69.2—81.6%(以尾数计)。由于较强的 1984 世代和较弱的 1985 世代的出现,导致 1986 年春季补充群体所占比例(35.5%)较低,而 2 龄鱼(1984 世代)数量较多。秋季当年生幼鱼的数量占有较大优势,为 72.0—91.5%(图 9B)。冬季亦高达 81.2%。

表 5 黄海小黄鱼资源量(单位:吨)

Table 5 The estimated biomass (tons) of small yellow croaker in the Yellow Sea

年份 Year	1985				1986		1988		1990
季度 Season	春 Spr.	夏 Sum	秋 Aut.	冬 Win.	春 Spr.	秋 Aut.	春 Spr.	秋 Aut.	秋 Aut.
I	5431	258	6417	1214	13725	7253	1731	913	15184
Ⅱ	10600	1000	22750	4500	24300	23700	3150	5100	26250

I—利用扫海面积方法估算

Ⅱ—修正后的黄海总资源量

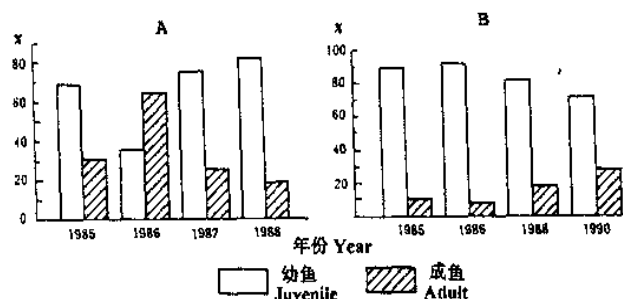


图 9 小黄鱼当年生幼鱼和成鱼群体的百分比。A: 3 月; B: 10 月

Fig. 9 The percentage of juvenile and adult population in the total catches. A: March; B: October

讨 论

黄渤海小黄鱼经历了五十年代的鼎盛时期,中国产量曾于 1957 年达到 12.4 万吨^[4],同期日本和韩国的产量约在 8—10 万吨。在六十年代初期该资源已充分利用,并且在五十年代后期,就已发现补充群体在渔获物中开始增加^[4]。因此,随后的渔业生产逐渐依赖于补充群体,2 龄以上的鱼所占比例迅速下降。在韩国的渔获物中亦出现类似的情况,未成熟的鱼占总渔获量的 80% 以上^[21]。目前,由于黄海沿海存在相当高的捕捞力量,当小黄鱼资源开始恢复时,就立即遭到高强度的捕捞,结果导致资源迅速下降,小黄鱼得不到生长的机会。从北方三省一市近年来的产量波动情况就说明了这一点,因而产量的回升只能维持很短的几年,就

再次下降。

小黄鱼寿命较长,生长缓慢,在适度开发下,该资源应主要由多龄鱼组成,补充群体所占比例应很低。在八十年代中期的调查中,没有捕到6龄以上的鱼。然而6龄以上的鱼在1956—1959年期间占吕泗小黄鱼的33—34%^[4]。由于过度捕捞,小黄鱼出现了群体结构简单化,性成熟提早,补充群体成为渔业生产的主要对象。

在1959—1960年期间,黄渤海区,大于160毫米的群体资源量估计为95000吨,其中黄海占主要部分^[8]。相比之下(表5),该尺寸的小黄鱼在1985年和1986年春季资源量分别为1959—1960年的0.6%和13.6%(按黄海占黄渤海总资源量70%计算),秋季为1.5%。总资源量下降至不足五十年代的10%。图10为根据Beverton和Holt^[15]的单位补充量渔获量(Y/R)公式绘制的曲线。当开捕年龄 $t_c=4.4$ 龄, F 大于2.0时, Y/R 趋向最大值115.5克,如此高的开捕年龄和捕捞死亡是不现实的。 A_1A_2 和 B_1B_2 为最适渔获量曲线,当 $t_c=2$ 龄, $F>0.6$ 时, Y/R 将随 F 增大而减小。在当前 $t_c(0.3$ 龄)和 $F(1.20)$ 下, Y/R 为46.3克,仅为最大值的40.1%。如果保持当前的捕捞死亡率不变,将开捕年龄提高至2龄,那么小黄鱼能够至少有一次生殖机会, Y/R 将达到93.8克,这比目前增加了102.6%;如将捕捞死亡系数同时降低50%,即 $F=0.60$,那么 Y/R 不仅不会下降,反而会再增加5.3%。这样不仅提高了产量,而且大大提高了经济效益。

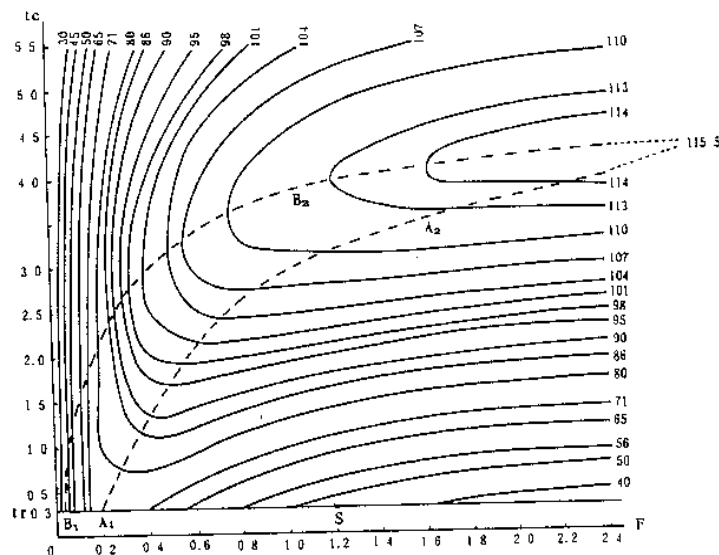


图10 小黄鱼单位补充量渔获量曲线

Fig. 10 The Y/R of small yellow croaker in relation to fishing mortality (F) and age at first capture (t_c), current value of t_c and F is indicated by S

由于社会和经济等因素的限制,黄海的捕捞力量和规定捕捞限额尚未得到有效控制。为保护该资源得到恢复以利于长期利用,可能的有效措施就是提高开捕年龄,即增大网目尺寸,严格限制捕捞当年生幼鱼。

中国政府和地方政府已经颁布了一系列的管理法规,中日渔业协定规定了禁渔期和禁

渔区,对于保护产卵场和幼鱼起到了很好的作用,但这些措施主要限于中国沿海,而对于公共水域迄今仍没有有效的管理措施,如大沙渔场既是小黄鱼的越冬场,又是主要分布区,也应将管理措施扩大到该海区,包括在冬季越冬期和秋季幼鱼索饵期,在一定时间内限制底拖网渔业作业。这既可以保护生殖群体,又可以使幼鱼有时间生长。当然,管理措施还应进一步探讨和修订,而且必须包括黄海所有有关国家和地区,以保证黄海小黄鱼资源的恢复和合理利用。

参 考 文 献

- [1] 赵传绍主编,1990. 中国海洋渔业资源,浙江科学技术出版社。
- [2] 黄海水产研究所,1960. 黄海北部小黄鱼和对虾春季生殖洄游群体的行动及其预报,黄海水产研究调查研究报告第42号1—30。
- [3] 黄海水产研究所,1960. 渤海东海渔业资源调查报告,黄海水产研究所调查研究报告第43号:33—50。
- [4] 黄海水产研究所,1960. 黄渤海渔业资源概况及其开发利用的初步意见,黄海水产研究丛刊,(3):21—24。
- [5] 黄海水产研究所,1960. 从探鱼器映象看小黄鱼昼夜垂直移动及其分布,黄海水产研究丛刊,(1):66—71。
- [6] 刘效舜,1965. 渤、黄海区小黄鱼可能渔获量预报的探讨(1959—1962),海洋渔业资源论文选集,109—119,农业出版社。
- [7] 刘效舜、杨丛海、叶冀雄,1965. 黄海北部、渤海小黄鱼的鳞片及耳石年轮特征及其形成周期的初步研究,海洋渔业资源论文选集:136—148,农业出版社。
- [8] 刘效舜主编,1990. 黄渤海区渔业资源调查与区划,海洋出版社。
- [9] 夏世福,1964. 小黄鱼渔业情况分析,海洋渔业资源论文选集(续集)
- [10] 朱德山等,1990. 黄东海鲈鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究,海洋水产研究,(11):142pp。
- [11] 詹秉义、楼冬春、钟俊生,1986. 绿鳍马面鲀资源评估与合理利用,水产学报,10(4):409—418。
- [12] 唐启升、叶懋中等著,1990. 山东近海渔业资源开发与保护,农业出版社。
- [13] 陈冠贤主编,1991. 中国海洋渔业环境,浙江科学技术出版社。
- [14] Alverson, D. L. and Carney, M. J. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. J. Cons. Int. Explor. Mer., 36(2): 133—143.
- [15] Beverton, R. J. H. and Holt, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish population. U. k. Min. Agric. Fish. Invest. (ser. 2) 19:533pp.
- [16] Chikuni, S. 1985. The fish resources of the northwest Pacific. FAO Fish. Tech. Pap. (266): 190pp.
- [17] Hwang, B. N. 1977. Stock assessment of yellow croaker in the Yellow Sea and the East China Sea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Busan, (17): 87—98.
- [18] Johannesson, K. A. and Mitson, R. B. 1983. Fisheries acoustics: A practical manual for acoustic biomass estimation. FAO Fish. Tech. Pap. (240): 249pp.
- [19] Kawasaki, T. 1987. Fisheries problem in the Yellow and East China Seas. Environment and Policy Institute, East— West Centre, Honolulu, Hawaii: 124pp.
- [20] Kim, Y. M. 1977. Dynamical study on effective method of the stock management of yellow croaker, *Pseudosciaena manchuria* (Jordan & Thompson), in the East China Sea and Yellow Sea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Busan, (16): 33—50.
- [21] Lee, J. U. 1977. Estimation of age composition and survival rate of the yellow croaker *Pseudosciaena manchuria* (Jordan & Thompson), in the Yellow Sea and the East China Sea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Busan, (16): 7—31
- [22] Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks, J. Cons. Int. Explor. Mer. 39(2): 175—192.
- [23] Tanaka, S. 1960. Studies on the dynamics and management of fish populations. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 28: 1—200.

- (24) Wang, S. D. H. and B. Zhan. 1992. Marine fishery resource management in PR China. *Marine Policy* 16: 197—209.
- (25) Yu, H. 1991. Marine fishery management in PR China. *Marine Policy* 15: 23—32.

ECOLOGY AND POPULATION DYNAMICS OF SMALL YELLOW CROAKER (*PSEUDOSCIAENA POLYACTIS* BLEEKER) IN THE YELLOW SEA

Jin Xianshi

(Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266003)

ABSTRACT By surveys from 1985 to 1990, changes in abundance distribution and population structure, reproduction and feeding, growth and mortality of small yellow croaker (*Pseudosciaena ployactis* Bleeker) in the Yellow Sea are analyzed. Simplification of present population structure, and earlier maturation than that in the 1980s, and increase of growth rate have been observed. The fishing mortality is so high that the individuals are caught before they are sexually mature in the Yellow Sea that leads to the growth overfishing. It is suggested that the current fishing mortality be reduced at least by 50%, and the age at first capture be increased to 2 years and elder. As long as high fishing efforts exist in the Yellow Sea, it is impossible for the stock to recover and to reach maximum sustainable yield. In the 1980s, the stock size has been decreased to about 1/10th~1/15th of the level of the 1950s. The decline of the catch and biomass at present is attributed to overfishing. Some possible management measures are proposed for this stock in the Yellow Sea.

KEYWORDS Yellow Sea, Small yellow croaker, Ecology, Fluctuation, Overfishing, Management