

# 闽东渔场小黄鱼种群生态学参数的变化

陈明茹<sup>1</sup>, 卢振彬<sup>2</sup>, 杜建国<sup>1,3</sup>, 杨圣云<sup>1</sup>

(1. 厦门大学海洋与环境学院, 福建 厦门 361005; 2. 福建省水产研究所, 福建 厦门 361012;

3. 国家海洋局第三海洋研究所, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 研究了 2003—2005 年闽东渔场小黄鱼渔获群体的生态学参数, 并结合历史资料和 2008 年总渔获量, 探讨其群体变化趋势及管理策略。研究结果表明: 2003—2005 年小黄鱼渔获群体的渐近体长  $L_{\infty}$  为 261.17 mm、渐近体质量  $m_{\infty}$  为 217.28 g、生长速率  $k$  为 0.513 0、 $t_0$  为 -0.601 0 (理论体长为零时的年龄)、体质量生长拐点  $t_r$  为 1.234 7 龄, 总死亡系数为 2.215 2, 自然死亡系数为 1.049 9, 捕捞死亡系数为 1.165 3, 开发比率为 0.526 0。与 1996—1997 年相比, 渔获群体优势体长和平均体长略有增大, 但与 1960 年相比,  $L_{\infty}$ 、 $m_{\infty}$  趋小, 生长系数  $k$  加大, 体质量生长拐点  $t_r$  提前, 群体结构简单化、个体小型化、低龄化、性早熟化相当明显, 说明目前小黄鱼群体的生态状态仍很脆弱。因此, 必须进一步强化管理, 严格控制渔业的投入量和产出量, 实施开捕规格等有力措施, 实现小黄鱼渔业的可持续发展。

**关键词:** 闽东渔场; 小黄鱼; 群体结构; 生态学参数; 种群动态

中图分类号: Q 958.1

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2010)02-0260-06

小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*) 属近海暖温性底层鱼类, 分布于我国东海、黄海和渤海以及朝鲜西部海域, 福建闽东渔场也有分布。20 世纪 50—70 年代资源较为丰富, 据统计, 1965—1979 年福建省小黄鱼年渔获量为 3 149~16 038 t, 最高年渔获量为 1971 年, 鼎盛时期是 1970—1977 年, 年渔获量为 11 383~16 038 t<sup>[1]</sup>, 其中闽东渔场年渔获量 5 000 t 左右。进入 20 世纪 80 年代后, 资源大幅衰退, 90 年代中期以后资源有所恢复, 成为底拖网的捕捞对象之一。

随着 20 世纪 90 年代中期以来小黄鱼资源的恢复, 掀起了对小黄鱼研究的第 2 次热潮, 不少学者发表了有关小黄鱼生物学、生态学和资源变动等方面的研究报道<sup>[1-8]</sup>。但有关东海南部闽东海域的小黄鱼研究, 目前仅有群体结构的报道<sup>[9]</sup>, 尚未见生长、死亡等生态学参数方面的研究。本文以 2003—2005 年从闽东渔场单拖渔船渔获物中随机采集的小黄鱼样品, 进行群体组成与结构、生长与死亡参数的研究, 并讨论种群变动趋势, 同时确定最佳捕捞规格和最小可捕标准, 为有关海洋与渔业部门进行资源管理提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 群体结构测定

2003—2005 年间每年的 11 月至翌年 5 月, 从闽东渔场(119°50′~125°00′E, 26°00′~27°10′N) 单拖渔船随机取小黄鱼样品 878 尾, 进行体长、体质量的测量; 每批取 25~35 尾, 共 535 尾进行年龄鉴定。鉴定年龄的材料采用耳石, 磨片后置于载玻片上, 在 6×10 倍并配有目微尺的双筒解剖镜下鉴定年龄和测量轮径与耳石半径。轮径和半径在同一直线上测量, 轮径系耳石中心至年轮外缘的距离, 半径系耳石中心至肩区外缘的距离。

### 1.2 种群生态学参数计算方法

采用 von Batafanffy 生长方程<sup>[10]</sup> 计算渐近体长  $L_{\infty}$ 、渐近体质量  $m_{\infty}$ 、生长速率  $k$ 、 $t_0$  (理论体长为零时的年龄) 和体质量生长拐点  $t_r$ 。采用 Heincke<sup>[11]</sup> 和 Robson<sup>[12]</sup> 的公式计算残存率  $S$ 。根据残存率与总死亡系数关系式  $S = e^{-Z}$  和应用 Beverton-Holt 的公式计算<sup>[11]</sup> 总死亡系数  $Z$ 。采用 Pauly 推导的方程<sup>[13]</sup> 计算自然死亡系数  $M$ , 根据  $Z = F + M$  的关系式, 分离出捕捞死亡系数  $F$ 。开发比率  $E$  为捕捞死亡系数和总死亡系数的比值。临界年龄  $T_{\text{临界}}$  采用袁蔚文推导的公式<sup>[14]</sup> 计

收稿日期: 2009-06-29

基金项目: 福建省自然科学基金项目(X0750050); 福建近海 30 种鱼类最小可捕标准研究项目(2004-2006); 福建海洋生物多样性编目项目(2004)

E-mail: cmingru@hotmail.com

<sup>1</sup> 福建省历年水产统计资料(内部资料)

表1 小黄鱼渔获群体结构  
Tab.1 The population structure of *P. polyactis*

| 体长/mm    |          |       | 体质量/g   |        |      | 年龄  |     |    |   |      |
|----------|----------|-------|---------|--------|------|-----|-----|----|---|------|
| 分布范围     | 优势组      | 平均    | 分布范围    | 优势组    | 平均   | 0   | 1   | 2  | 3 | 平均   |
| 102~ 220 | 151~ 180 | 160.1 | 22~ 164 | 51~ 80 | 67.3 | 134 | 662 | 78 | 4 | 1.01 |

算. 最小可捕体质量采用Allen推导的公式计算<sup>[15]</sup>. 最小可捕长度采用徐旭才等推导的公式<sup>[16]</sup> 计算.

2 结 果

2.1 群体结构

渔获群体体长和体质量的分布范围、优势组、平均值及年龄组成与结构见表1. 因年龄鉴定的样品数仅是体长和体质量测定样品数的60.93%, 因此年龄组成与结构以各年龄组的体长分布频率对所有测定体长的样品进行换算而得, 以求年龄组成和结构的真实性.

2.2 生长参数

2.2.1 体长与耳石半径关系

由535尾样品的体长与耳石半径作相关分析, 发现二者呈线性关系, 关系式为 $L = 28.56 + 3.5364R$  ( $L$  为体长,  $R$  为耳石半径),  $n = 535, r = 0.9512, F = 4979 > F_{500, 0.01} = 6.69$ .

2.2.2 逆算体长和实测体长

采用R. Lee 正比例修正公式 $L_n = (r_n/R)(L - a) + a$  逆算各尾的体长, 结果见表2. 可见逆算平均体长与实测体长接近.

表2 小黄鱼逆算体长与实测体长

Tab.2 The back-calculated and experimental body length of *P. polyactis*

| 项目         | 1龄    | 2龄    | 3龄    |
|------------|-------|-------|-------|
| 平均逆算体长(mm) | 146.3 | 192.4 | 220.0 |
| 平均实测体长(mm) | 145.8 | 191.3 | 219.8 |

2.2.3 体质量与体长关系

体质量与体长呈幂指数关系, 关系式为 $m = 1.3774 \times 10^{-4} L^{2.5644}$  ( $n = 878, r = 0.9433, F = 7074 > F_{1000, 0.01} = 6.66$ ).

2.2.4 生长方程

小黄鱼的体质量与体长关系式的幂指数 $b$  接近3, 以各龄的逆算体长, 采用 von Batalanffy 生长方程求得生长参数渐近体长 $L_{\infty}$  为261.17 mm、渐近体质量 $m_{\infty}$  为217.28 g、生长速率 $k$  为0.513 0、 $t_0$  (理论体长为零时的年龄) 为-0.601 0、体质量生长拐点 $t_i$  为

1.234 7. 故体质量和体长生长方程为:

$$L_t = 261.17[1 - e^{-0.5130(t + 0.6010)}],$$
$$m_t = 217.28[1 - e^{-0.5130(t + 0.6010)}]^{2.5644}.$$

依据生长方程计算的理论体长和理论体质量均接近于逆算体长和逆算体质量(表3).

表3 小黄鱼理论计算及逆算体长与体质量

Tab.3 The theoretical-calculated and back-calculated body length and body mass of *P. polyactis*

| 项目         | 1龄     | 2龄     | 3龄     |
|------------|--------|--------|--------|
| 理论计算体长(mm) | 146.29 | 192.39 | 219.99 |
| 逆算体长(mm)   | 146.3  | 192.4  | 220.0  |
| 理论计算体质量(g) | 49.15  | 99.23  | 139.94 |
| 逆算体质量(g)   | 49.16  | 99.24  | 139.95 |

2.2.5 生长变化特征

求体长、体质量的一阶导数和体质量的二阶导数, 分别得到体长、体质量的生长速度方程和体质量生长加速度方程:

$$\frac{dL}{dt} = kL_{\infty} e^{-k(t-t_0)} = 0.5130 \times 261.17 \times e^{-0.5130(t + 0.6010)},$$
$$\frac{dm}{dt} = km_{\infty} e^{-k(t-t_0)} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-1} = 0.5130 \times 2.5644 \times 217.28 \times e^{-0.5130(t + 0.6010)} \times [1 - e^{-0.5130(t + 0.6010)}]^{1.5644},$$
$$\frac{d^2L}{dt^2} = -k^2L_{\infty} e^{-k(t-t_0)} = -0.5130^2 \times 261.17 \times e^{-0.5130(t + 0.6010)},$$
$$\frac{d^2m}{dt^2} = k^2bm_{\infty} e^{-k(t-t_0)} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-2} [be^{-k(t-t_0)} - 1] = 0.5130^2 \times 2.5644 \times 217.28 \times e^{-0.5130(t + 0.6010)} \times [1 - e^{-0.5130(t + 0.6010)}]^{0.5644} \times [2.5644 \times e^{-0.5130(t + 0.6010)} - 1].$$

图1、2 分别是小黄鱼体长、体质量的生长速度曲线和生长加速度曲线. 由图1 可见, 体长生长速度曲线是一条随年龄增加而减小、直至趋近于零的曲线. 体质量生长速度曲线系一条抛物线, 先随年龄增加而递增, 当 $t = 1.2347$  龄(拐点, 体质量为61.18 g = 0.2816  $m_{\infty}$ ) 时, 速度最大. 当 $t > 1.2347$  龄, 则转入随年龄的增加而递减. 拐点年龄时的体长159.32 mm, 与初次性成熟最小体长151~ 160 mm 相近, 表明性成熟以后体质量增长减缓.

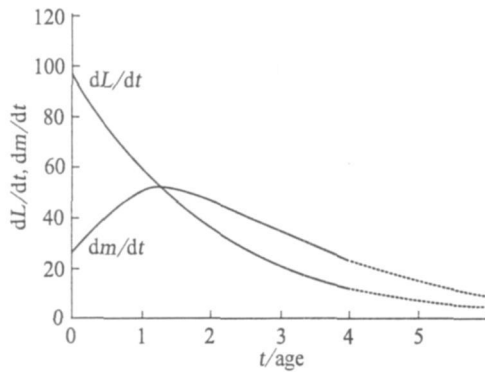


图1 小黄鱼体长和体质量的生长速度曲线

Fig.1 The growth rate of body length and body mass of *P. polyactis*

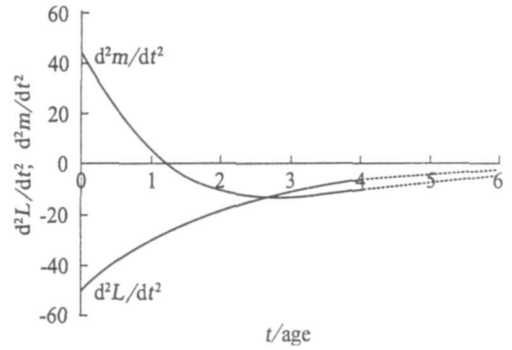


图2 小黄鱼体长和体质量的生长加速度曲线

Fig.2 The acceleration curve of body length and body mass of *P. polyactis*

图2可见, 体质量生长加速度在拐点前( $t < 1.2347$  龄)为正值, 处于体质量生长速度的递增阶段, 但递增的速度却在逐渐减小(即加速度递减). 直至 $t = 1.2347$  龄时, 体质量生长速度最大, 递增阶段到此结束, 加速度等于零. 当 $t > 1.2347$  龄, 体质量生长加速度为负值, 生长速度进入递减阶段. 当 $t = 3$  龄时, 负加速度达到最大值, 此时生长的反作用因素的强度最大, 体质量增长开始明显下降, 并进入生长的衰滞阶段(即异化作用率等于同化作用率, 增长率趋近于零). 因此, 可以认为小黄鱼生命旺盛期持续3 a.

## 2.3 死亡特征

### 2.3.1 残存率

根据表1的年龄组成与结构, 采用 Heinke 残存率  $S = (N_1 + N_2 + \dots + N_i) / (N_0 + N_1 + \dots + N_i)$  及 Robson 和 Chapman 的残存率合并计算式  $S = T / [\sum N + (T - 1)]$  计算种群残存率分别为 0.110 2 和 0.103 7.

### 2.3.2 总死亡系数

根据残存率与总死亡系数的关系式  $S = e^{-Z}$ , 上述2个残存率求得总死亡系数分别为 2.205 5, 2.266 3. 又  $z = 1/(\bar{t} - \bar{t}')(\bar{t}' \text{ 为 } 1.01, \bar{t}' \text{ 约为 } 0.55)$ , 计算总死亡系数为 2.173 9. 3 组总死亡系数平均为 2.215 2.

### 2.3.3 自然死亡系数

依据 Pauly 推导的复回归方程计算自然死亡系数为 1.049 9.

### 2.3.4 捕捞死亡系数

从  $Z = F + M$  中, 分离出捕捞死亡系数为 1.165 3.

### 2.3.5 开发比率

$$E = F/Z = 1.165 3 / 2.215 2 = 0.526 0.$$

### 2.3.6 临界年龄

依据袁蔚文临界年龄经验公式计算小黄鱼的临界年龄为 1.273 5 龄<sup>[14]</sup>. 将临界年龄代入体长和体质量

生长方程, 得临界体长(最佳捕捞体长)和临界体质量(最佳捕捞体质量)分别为 161.33 mm 和 63.17 g.

### 2.3.7 最小可捕规格

依徐旭才等推导的经验公式计算最小可捕体长为 124.62 mm<sup>[16]</sup>, 依 Allen 推导的经验公式计算得最小可捕体质量为 35.40 g<sup>[15]</sup>.

## 3 讨论

### 3.1 渔获群体结构的变化及其种群动态

从表4可见, 2003—2005 年闽东渔场小黄鱼渔获群体的优势体长和平均体长, 优势体质量和平均体质量, 优势年龄和平均年龄, 皆较 1996—1997 年<sup>[9]</sup> 略有增大, 表明小黄鱼资源略有好转. 但与 1960—1961 年<sup>④</sup> 的优势体长组 231~260 mm, 优势体质量组 241~280 g 和优势年龄组 ④、⑤龄以及初次性成熟年龄 ⑤龄相比, 该渔场的小黄鱼群体依旧明显处于结构简单化、个体小型化、低龄化和性早熟状态. 另外, 从表5可知, 闽东渔场小黄鱼的生长和死亡参数与 1960 年相比, 也发生了明显变化. 渐近体长  $L_{\infty}$  和渐近体质量  $m_{\infty}$  减小, 生长系数  $K$  加大, 体质量生长拐点  $t_r$  提前, 总死亡系数  $Z$ 、捕捞死亡系数  $F$  提高, 开发比率  $E$  达 0.526 0, 仍处于过度开发状态.

从表4、5与表6比较可知, 闽东渔场的小黄鱼与我国渤海、黄海、东海中北部的小黄鱼一样, 都出现不同程度的群体结构简单化、个体小型化、低龄化和性早熟等生长与死亡参数的变化. 开发比率过高, 呈现过度

④ 东海水产资源调查委员会福建分会. 福建省闽东渔场水产资源调查报告, 1961.

表4 闽东渔场小黄鱼群体结构的变化  
Tab.4 The changes of population structure of *P. polyactis* in eastern Fujian fishing ground

| 年份                           | 体长/mm       |             |       | 体质量/g      |             |       | 年龄       |      |      | 初次性成熟<br>最小年龄 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------|------------|-------------|-------|----------|------|------|---------------|
|                              | 分布<br>范围    | 优势组         | 平均    | 分布<br>范围   | 优势组         | 平均    | 分布<br>范围 | 优势组  | 平均   |               |
| 1960—<br>1961 <sup>④</sup>   | 148~<br>280 | 231~<br>260 | 243.0 | 61~<br>368 | 241~<br>280 | 246.8 | 1~ 11    | 2, 3 | 2.80 | ㊦             |
| 1996—<br>1997 <sup>[9]</sup> | 108~<br>221 | 141~<br>170 | 157.9 | 27~<br>189 | 41~<br>80   | 67.2  | 0~ 3     | 1    |      | iv            |
| 2003—<br>2005                | 102~<br>220 | 151~<br>180 | 160.1 | 22~<br>164 | 51~<br>80   | 67.3  | 0~ 3     | 1    | 1.01 | iv            |

表5 闽东渔场小黄鱼生态学参数的变化  
Tab.5 The changes of ecological parameters of *P. polyactis* in eastern Fujian fishing ground

| 年份        | 生态学参数            |                 |        |          |        |        |        |        |        |
|-----------|------------------|-----------------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | $L_{\infty}$ /mm | $m_{\infty}$ /g | $K$    | $t_0$    | $t_r$  | $Z$    | $M$    | $F$    | $E$    |
| 1960—1961 | 358.50           | 738.15          | 0.4306 | - 1.2177 | 1.3192 | 1.4059 | 0.8571 | 0.5488 | 0.3904 |
| 2003—2005 | 261.17           | 217.28          | 0.5130 | - 0.6010 | 1.2347 | 2.2152 | 1.0499 | 1.1653 | 0.5260 |

闽东渔场小黄鱼 1960 年的生态学参数系依据脚注 ④ 的年龄与体长资料按照相关模式计算而得。

表6 各海区小黄鱼群体结构与生态学参数的比较  
Tab.6 The comparison of population structure and ecological parameters of *P. polyactis* in different sea areas

| 海区                | 年份   | 群体结构     |        |       |      | 生态学参数                |      |       |      |      |
|-------------------|------|----------|--------|-------|------|----------------------|------|-------|------|------|
|                   |      | 体长/mm    |        | 年龄    |      | $L_{\infty}$ /<br>mm | $K$  | $t_r$ | $F$  | $E$  |
|                   |      | 范围       | 平均     | 范围    | 平均   |                      |      |       |      |      |
| 渤海 <sup>[3]</sup> | 1960 | 98~ 314  | 205.8  | 1~ 21 | 3.8  | 339.4                | 0.28 | 3.37  |      | 0.16 |
|                   | 2003 | 106~ 169 | 130.3  | 1~ 2  | 1.3  | 245.3                | 0.49 | 1.82  | 2.44 | 0.73 |
| 黄海 <sup>[1]</sup> | 1983 | 135~ 285 | 204.0  | 1~ 7  | 1.99 | 292.0                | 0.45 | 1.79  |      |      |
|                   | 2003 | 75~ 220  | 135.42 | 0~ 4  | 0.92 | 233.23               | 0.29 | 2.52  | 0.82 | 0.55 |
| 东海 <sup>[2]</sup> | 1963 | 110~ 330 | 224.23 | 0~ 14 | 5.66 | 347.37               | 0.24 | 3.80  |      |      |
|                   | 2001 | 58~ 191  | 120.97 | 0~ 2  | 0.92 | 251.6                | 0.55 | 1.69  | 1.47 | 0.72 |

开发态势,尤其是渤海和东海,开发比率超过 0.7.

引起这种变化的因素是多方面的,其中捕捞是主要原因之一.适当的捕捞使种群数量减少的部分由种群补充部分得到补偿.过度的捕捞则使种群平衡遭到破坏,种群数量因而大幅下降,资源受到破坏,而且较高龄的鱼类资源减少的最明显.渔获物中长度、体质量和年龄的平均大小,随着捕捞的增加而变小.捕捞愈强烈低龄鱼捕捞得愈多,而且存留生长为高龄的鱼类数量愈少,造成鱼类资源的个体体长减小,导致生长率或补充量的变化.由于种群中个体较大的鱼类数量减少,缓和了食物的竞争,从而加快了生长<sup>[10]</sup>,由此,也引起群体生长和死亡等生态学参数发生变化.这是种群对

人类强烈捕捞和自然环境的激烈变化所采取的生态对策.闽东渔场小黄鱼群体结构简单化、个体小型化、低龄化和早熟化以及生长与死亡参数的变化,表明其资源基础还很脆弱,未呈现根本性的恢复.

3.2 渔业管理措施

3.2.1 渔业投入量和产出量的管理

和我国渤海、黄海和东海的小黄鱼一样,闽东渔场的小黄鱼存在群体结构简单化、个体小型化、低龄化和早熟化,渐近体长 $L_{\infty}$ 、渐近体质量 $m_{\infty}$ 减小,生长系数 $K$ 加大,体质量生长拐点 $t_r$ 提前,总死亡系数 $Z$ 、捕捞死亡系数 $F$ 和开发比率 $R$ 提高<sup>[1-3]</sup>,生殖力提高<sup>[4-5]</sup>等变化.这些变化,正是资源衰退的表现.因此,必须进一

表 7 各海区小黄鱼最佳捕捞规格和最小可捕捞标准

Tab. 7 The optimum fishing size and minimum capture standard of *P. polyactis* in different sea areas

| 海区 | 临界年龄    | 临界体长/mm | 临界体质量/g | 最小可捕体长/mm | 最小可捕体质量/g |
|----|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 渤海 | 1. 7033 | 152. 48 | 57. 52  | 116. 70   | 24. 41    |
| 黄海 | 1. 4620 | 131. 53 | 37. 80  | 111. 72   | 22. 74    |
| 东海 | 2. 186  | 186. 15 | 142. 19 | 108. 35   | 21. 77    |
| 闽东 | 1. 2735 | 161. 33 | 63. 17  | 124. 62   | 35. 40    |

注:渤海、黄海、东海的最佳捕捞规格和最小可捕标准系以文献[1-3]的生长、死亡等参数按照相关模式计算而得。

步强化对渔业的投入量、产出量及开捕规格的管理,使渔业资源能得到有效的恢复。

据研究<sup>[17]</sup>,闽东渔场鱼类资源生态容量为 $63.08 \times 10^4$  t, Cadima 模式估算其最大可持续开发量为 $33.82 \times 10^4$  t。然而,该渔场 1994—2008 年的实际年渔获量在 $34.35 \times 10^4 \sim 47.04 \times 10^4$  t 之间,已经连续 15 年超过了最大可持续开发量,开发率高达 55.43%~74.57%,平均 68.86%,呈现较长期的过度捕捞局面。尤其包括小黄鱼在内的底层和近底层鱼类开发水平更高,1993 年以来已连续 16 a 超过底层和近底层鱼类资源的最大持续产量,开发率高达 67.74%~90.13%。另外,根据剩余产量模式估算该渔场渔业资源可承受的最大持续捕捞力量为 $34.13 \times 10^4$  t 的渔船功率<sup>[18]</sup>,但自 1997 年以来实际投入的捕捞力量已经连续 12 a 超过了渔业资源可承载的最大持续捕捞力量。这些超过的捕捞力量和渔获量都必须进行有效的调整。

### 3.2.2 开捕规格的实施

从经济效益角度考虑,鱼类资源的最佳利用情况是捕捞达到临界年龄的群体,即当鱼体生长到临界年龄时进行捕捞,可得到最大的产量。然而,对于海洋捕捞业来说,迄今为止还没有一种捕捞作业类型具备单独有选择性地捕捞临界年龄群体的性能。即使能够做到有选择捕捞临界年龄以上的群体,则需花较大的代价;况且临界年龄以上的群体在种群中的比例很小,渔捞者不能得到较理想的经济效益。但是目前这样大量捕捞幼鱼的行为,对资源产生严重破坏。针对这一矛盾,Allen 提出了最佳最小捕捞规格问题<sup>[15]</sup>,既考虑到不对资源产生大的破坏,又维护了渔捞者的利益。表 7 系以上述模式计算我国渤海、黄海、东海及闽东渔场小黄鱼的最佳捕捞规格和最小可捕标准。

然而,在 2003—2005 年测定的闽东渔场小黄鱼渔获样品中,最小可捕体长以下的个体占 23.64%,这对幼鱼的损害相当大。渔业管理部门宜制定相关法规,如放大渔具的网目或避开在幼鱼集结的海区作业或当渔

获物中小于可捕标准的比例较大时停止作业或转移作业区等,以便开展有效的管理,使渔业资源得到实质性的恢复。

### 参考文献:

- [1] 严利平,胡芬,凌建忠,等. 东海北部和黄海南部小黄鱼年龄与生长的研究[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2006, 31(1): 95-100.
- [2] 林龙山,程家骅,任一平,等. 东海区小黄鱼种群生物学特性的分析[J]. 中国水产科学, 2004, 11(4): 333-337.
- [3] 郭旭鹏,金显仕,戴芳群. 渤海小黄鱼生长特性的变化[J]. 中国水产科学, 2006, 13(2): 243-249.
- [4] 曾玲,金显仕,李富国,等. 渤海小黄鱼生殖力及其变化[J]. 海洋科学, 2005, 29(9): 80-83.
- [5] 水柏年. 小黄鱼个体生殖力及其变化的研究[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2000, 19(1): 58-69.
- [6] 林龙山,王小勇,马春艳. 东海区小黄鱼总允许渔获量初探[J]. 海洋环境科学, 2006, 25(2): 30-32.
- [7] 薛莹,金显仕,张波,等. 黄海中部小黄鱼的食物组成和摄食习性的季节变化[J]. 中国水产科学, 2004, 11(3): 237-243.
- [8] 林龙山,程家骅,凌建忠,等. 东海区主要经济鱼类开捕规格的初步研究[J]. 中国水产科学, 2006, 13(2): 250-256.
- [9] 汪伟洋. 浙南、闽东近海小黄鱼资源动态浅析[J]. 福建水产, 1998(2): 75-78.
- [10] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 农业出版社, 1995.
- [11] 里克 W E. 鱼类种群生物统计量的计算和解析[M]. 费鸿年,袁蔚文,译. 北京: 科学出版社, 1984.
- [12] Robson D S, Chpmna D G. Catch curves and mortality rates[J]. Trans Am Fish Soc, 1961, 90: 181-189.
- [13] Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks[J]. J Con, 1980, 39: 175-192.
- [14] 袁蔚文. 南海北部主要经济鱼类生长方程和临界年龄[C]//南海水产研究文集. 广州: 广东科技出版社, 1989.
- [15] Allen K R. A method for computing the optimum size-limit for a fishery[J]. Nature, 1953, 172: 210.
- [16] 徐旭才,张其永. 闽南、台湾浅滩渔场多齿蛇鲷种群年龄

- 和生长特性[J]. 台湾海峡, 1988, 7(3): 256-263.
- [17] 卢振彬. 闽东渔场不同生态类群的鱼类资源生产量[J]. 中国水产科学, 2005, 12(6): 731-738.
- [18] 吴国凤. 闽东渔场渔业资源可持续产量和最适捕捞力量估算及近期捕捞结构和捕捞力量调整意见[J]. 现代渔业信息, 2003, 18(2): 10-12.

## Changes in Ecological Parameters of Small Yellow Croaker, *Pseudosciaena polyactis*, in Eastern Fujian Fishing Ground

CHEN Ming-ru<sup>1</sup>, LU Zhen-bin<sup>2</sup>, DU Jian-guo<sup>1,3</sup>, YANG Sheng-yun<sup>1</sup>

(1. College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2. Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen 361012, China;

3. Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** According to the biological data of *Pseudosciaena polyactis* collected in eastern Fujian fishing ground during 2003~2005, the population structure, parameters of growth and mortality are studied. Compared with previous studies and the total fishing capture in 2008, variation tendency in population structure of *P. polyactis* was discussed. The growth parameters of *P. polyactis* were:  $L_{\infty} = 261.17$  mm,  $m_{\infty} = 217.28$  g,  $k = 0.513$  0,  $t_0 = -0.601$  0 ( $t_0$  is the age when the theory body length is 0),  $t_r = 1.234$  7 ( $t_r$  is the age of the inflexion point of body mass growth), the rates of total mortality, natural mortality and fishing mortality were found to be 2.215 2, 1.049 9 and 1.165 3, respectively, and the exploitation rate was 0.526 0. The dominant body length and mean body length are longer than that of 1996~1997, but compared with the population structure of stocks in 1960, it is evident that the adults were premature in fast growth while they became smaller and younger, it may be caused by the reasons that the input-output of fishing in this area was enhanced, and the actual catch of *P. polyactis* annually has exceeded their maximum sustained yield and maximum sustained efforts. Therefore, the protection and management of the fish resources should be intensified, and powerful measures should be taken to control the fishing efforts and catches, especially the capture size, thus to restore the fishery resources, and achieve sustainable development and sustainable use of fish stocks.

**Key words:** eastern Fujian fishing ground; *Pseudosciaena polyactis*; population structure; ecological parameters; population dynamics