

## 黄海中南部鲢鱼的生殖力及其变化

曾玲<sup>1,2</sup>, 李显森<sup>1</sup>, 赵宪勇<sup>1</sup>, 李富国<sup>1</sup>, 金显仕<sup>1</sup>

(1. 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 2. 上海水产大学 海洋学院, 上海 200090)

**摘要:**根据2002~2004年在山东半岛南部鲢鱼(*Engraulis japonicus*)产卵场的调查资料和1985~1986年相关历史资料,分析鲢鱼在经过近20年的高强度捕捞过程中,资源衰退导致个体绝对生殖力与叉长、纯重和年龄之间关系的变化,并对两个时期相同个体鲢鱼的生殖力进行比较。结果表明,2002~2004年鲢鱼的个体绝对生殖力为 $(14\ 850 \pm 579)$ 粒,个体绝对生殖力随叉长、纯重和年龄的变化显著;与1985~1986年间海区、相同叉长范围和纯重范围的鲢鱼相比,2002~2004年鲢鱼生殖力的增大显著。生殖力增加可能是鲢鱼对长期捕捞压力及外部环境变化的适应性的反应。

**关键词:**生殖力; 鲢鱼; 黄海

**中图分类号:** S931 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2005)05-0569-06

鲢鱼(*Engraulis japonicus*)曾是中国近海资源量最大的一种小型中上层鱼类<sup>[1]</sup>,在海洋生态系统中起着承上启下的重要作用,是黄、东海生态系统动力学研究的资源关键种<sup>[2]</sup>。自20世纪末,随着鲢鱼渔业的大规模发展,黄海的鲢鱼资源急剧衰退,资源量从1993年的420多万t,减为2002年的18万t<sup>[3-4]</sup>。鲢鱼资源的衰退不仅会对鲢鱼渔业产生巨大的负面影响,还可能在生态系统的各个层面引起扰动<sup>[4]</sup>。因此,研究鲢鱼的补充机制,阐明鲢鱼的重要种群动力学特征,可为鲢鱼资源的可持续利用和生态系统的健康发展提供重要的科学依据<sup>[2]</sup>。

生殖力是影响种群补充量的原因之一,它是资源评估的重要参数<sup>[5]</sup>和鱼类种群分析的基本内容之一;许多研究表明,鱼类资源的变化可能会影响群体结构和鱼类的繁殖习性,引起鱼类生殖力的变化<sup>[6-7]</sup>。

许多学者对分布于黄海和日本海鲢鱼的生殖习性都有研究<sup>[1][8-11]</sup>,其中李富国<sup>[10]</sup>根据1985~1986年间的调查资料,对黄海中南部鲢鱼的生殖习性作过初步研究。黄海鲢鱼的产卵场遍及黄海沿岸和渤海,山东半岛南部则是黄海鲢鱼的重要产卵场之一<sup>[1]</sup>。黄海鲢鱼属多峰连续排卵类型,1龄个体

即可性成熟并开始进行生殖活动;产卵期为5~10月,持续时间长,产卵盛期为5月中旬至6月下旬<sup>[1,10]</sup>。

本研究利用2002~2004年间在山东半岛南部的鲢鱼产卵场调查资料,对鲢鱼生殖力的状况进行分析,并同1985~1986年间的相关资料<sup>[10]</sup>进行比较,研究其变化,以探讨鲢鱼资源衰退等因素可能对黄海鲢鱼的生殖力产生的影响,同时也为鲢鱼资源的保护和合理利用提供科学依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料来源

鲢鱼样品取自2002年6月和2003年6月及2004年5月和6月在山东半岛南部进行的鲢鱼产卵场调查,取样站位分布如图1所示。调查船为黄海水产研究所的“北斗”号渔业资源专业调查船。

#### 1.2 分析方法

生物学测定在实验室完成。测量指标包括鲢鱼的体长(全长和叉长)、体重(全重和纯重)等,用耳石鉴定鲢鱼的年龄。性腺成熟度的鉴定采用六期划分标准,性腺称重后用波恩氏溶液固定保存。

收稿日期:2004-11-19; 修订日期:2005-01-20。

基金项目:国家自然科学基金项目资助(30371104);国家重点基础研究规划项目资助(G19990437)。

作者简介:曾玲(1976-),女,硕士研究生,主要从事鱼类繁殖生态方面的研究。E-mail: lzceng@stmail.shfu.edu.cn

通讯作者:金显仕。E-mail: jin@ysfri.ac.cn

1) 陈介康,姜玉江,李培军,等. 黄海北部日本鲢鱼生殖习性的研究[R]. 辽宁省海洋水产研究所调查研究报告(44),1978。

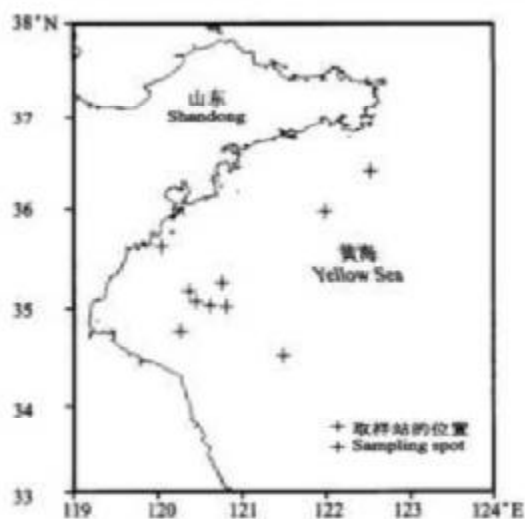


图1 2002~2004年取样站位分布

Fig.1 Distribution of sampling spot in 2002 to 2004

鲢鱼生殖力的确定。选取Ⅳ期和Ⅴ期性腺样品144个,用重量比例法从各性腺左、右卵巢的前、中、后部分取样,用目微尺测量所有成形卵子的卵径(长径,精确到0.1 mm)。以卵径大于0.55 mm的卵子数量确定鲢鱼的生殖力<sup>[10]</sup>。另取Ⅵ期样品3个,用于比较产卵后性腺内卵子的卵径分布和产卵前的差异。所用样品的性成熟度组成见表1。

怀卵量指产卵前夕卵巢中可看到的成熟过程中的卵数;产卵量指即将产出或已产出的卵数;个体绝对生殖力指一个雌性个体在一个生殖季节可能排出的卵子数量<sup>[12]</sup>。由于“产卵量”更接近于“绝对生殖力”,本研究用产卵量的数值来代表个体绝对生殖力。个体相对生殖力是个体绝对生殖力与体重或体长的比值,即单位体重(g)或体长(mm)的生殖力。本研究以 $F$ 表示个体绝对生殖力,以 $F_L$ 表示单位叉长的相对生殖力,以 $F_W$ 表示单位纯重的相对生殖力。

### 1.3 统计方法

将1985~1986年与2002~2004年鲢鱼的个体绝对生殖力与叉长、纯重等生物学参数的关系作比较,并对两回归方程的差异显著性进行 $F$ 检验;取相同叉长范围和纯重范围的鲢鱼,分别进行两个年代际的生殖力比较,并对差异显著性进行 $t$ 检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 鲢鱼的生殖力

所取鲢鱼样品的个体怀卵量为 $(33\,092 \pm 1\,430)$ 粒,范围为5 170~109 667粒;个体绝对生殖力为 $(14\,850 \pm 579)$ 粒,范围为2 337~33 475粒。

相对生殖力 $F_L$ 为 $(121 \pm 4)$ 粒/mm,范围为26~264粒/mm;相对生殖力 $F_W$ 为 $(1\,026 \pm 32)$ 粒/g,范围为231~1 922粒/g。

### 2.2 个体绝对生殖力随叉长的变化

1985~1986年与2002~2004年鲢鱼个体绝对生殖力 $F$ (粒)随叉长 $L$ (mm)的变化见图2,关系式为:

1985~1986年:

$$F = 4 \times 10^{-10} L^{6.404} (R^2 = 0.615, P < 0.01);$$

2002~2004年:

$$F = 2 \times 10^{-5} L^{4.234} (R^2 = 0.473, P < 0.01)$$

经检验,两回归方程差异极显著( $F = 3.677, P < 0.01$ )。

### 2.3 个体绝对生殖力随纯重的变化

鲢鱼个体绝对生殖力 $F$ (粒)随纯重 $W$ (g)的变化见图3,关系式为:

1985~1986年:

$$F = 991.0 W^{-4.381.3} (R^2 = 0.519, P < 0.01);$$

2002~2004年:

$$F = 1\,127.8 W^{-1.346.1} (R^2 = 0.428, P < 0.01)$$

经检验,两回归方程差异极显著( $F = 5.540, P < 0.01$ )。

表1 2002~2004年不同性成熟度的样品  
Tab.1 Samples at different maturity stage during 2002 to 2004

| 项目<br>Item             | Stage IV (n=78) |         | Stage V (n=66) |         | Stage VI (n=3) |         |
|------------------------|-----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
|                        | 范围 Range        | 均值 Mean | 范围 Range       | 均值 Mean | 范围 Range       | 均值 Mean |
| 叉长/mm Fork length      | 95~145          | 120     | 95~145         | 121     | 97~141         | 115     |
| 全长/mm Total length     | 106~159         | 131     | 104~155        | 132     | 107~153        | 126     |
| 纯重/g Net body weight   | 7.1~25.6        | 14.3    | 5.5~23.5       | 14.4    | 6.7~20.2       | 12.2    |
| 全重/g Total body weight | 8.9~32.9        | 17.6    | 6.4~28.5       | 17.7    | 7.9~22.2       | 15.2    |



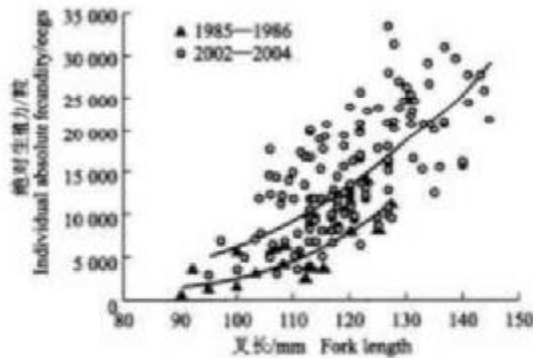


图2 鲻鱼个体绝对生殖力与叉长的关系

Fig.2 Relationships between individual absolute fecundity and fork length of anchovy

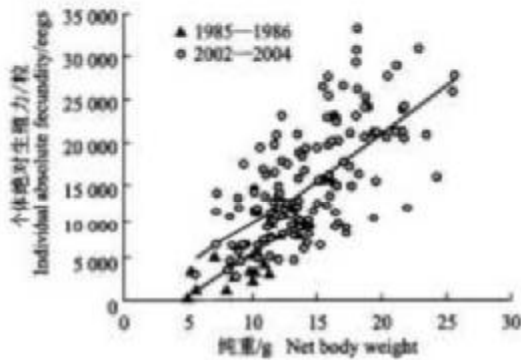


图3 鲻鱼个体绝对生殖力与纯重的关系

Fig.3 Relationships between individual absolute fecundity and net body weight of anchovy

#### 2.4 个体绝对生殖力随年龄的变化

鲻鱼个体绝对生殖力  $F$  (粒) 随年龄  $A$  (a) 的变化见图4所示, 关系式为:

1985-1986年:

$$F = 2\,702.6A - 64.3 \quad (R^2 = 0.644, P < 0.01);$$

2002-2004年:

$$F = 6\,886.1A - 270.2 \quad (R^2 = 0.472, P < 0.01)$$

经检验, 两回归方程差异极显著 ( $F = 5.183, P < 0.01$ )。

#### 2.5 生殖力的变化

1985-1986年间, 黄海中南部鲻鱼叉长为  $(111.6 \pm 2.3)$  mm, 范围为 90-127 mm; 纯重为  $(10.3 \pm 0.5)$  g, 纯重范围为 5-14 g, 其个体绝对生殖力为  $(5\,908 \pm 842)$  粒, 相对生殖力  $F_L$  和  $F_W$  分别为  $(51 \pm 7)$  粒/mm 和  $(532 \pm 62)$  粒/g, 范围分别为 7

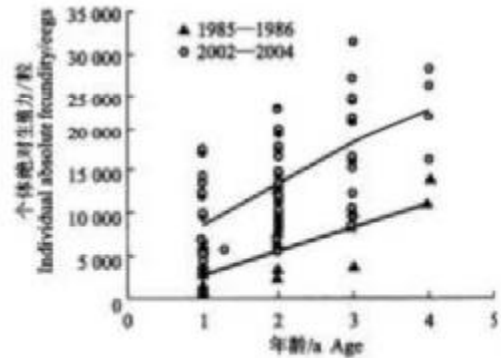


图4 鲻鱼个体绝对生殖力与年龄的关系

Fig.4 Relationships between individual absolute fecundity and age of anchovy

~111 粒/mm 和 122~1 117 粒/g。

2002-2004年与1985-1986年相比, 同一叉长范围 (95-127 mm) 及同一纯重范围 (5-14 g) 鲻鱼的生殖力, 都显著增大 ( $P < 0.01$ ) (表2和表3)。

### 3 讨论

#### 3.1 生殖力及其与生物学参数关系的变化

为便于与1985-1986年历史资料比较, 本研究采用与之相同的标准, 即卵径大于 0.55 mm 的卵子数量确定生殖力<sup>[10]</sup>。本实验发现在产卵后的Ⅵ期性腺内仍存在少量卵径大于 0.55 mm 卵径的卵子, 这可能是比较常见的现象。鲻鱼产卵时间长, 其性腺发育、产卵过程及产卵类型都比较复杂, 难以确定这部分卵子能否在本产卵季节产出; 同样, 性腺内部分卵径小于 0.55 mm 的较小卵子也有继续发育成熟而产出的可能, 这些都有待于对鲻鱼进行进一步的室内生态学研究。本研究通过比较产卵前、后鲻鱼性腺内的卵径分布 (图5), 确定鲻鱼在产卵高峰期的 5-6 月份能够产出卵子的卵径大小为 0.60 mm, 因而用 0.55 mm 的卵子标准计算鲻鱼的个体绝对生殖力可能会存在一定的偏差。

尽管如此, 本研究发现, 鲻鱼生殖力与各生物学参数的关系与1985-1986年相关资料差异显著 ( $P < 0.01$ ), 与其他历史资料<sup>[13]</sup>中的关系式差异也较大, 主要原因可能是由于渔业资源的密度下降, 影响了鲻鱼的生长和繁殖, 致使其生物学参数有所变化。本研究获得了生殖力与各生物学参数的新关系式, 以便在新的资源状况下, 为鲻鱼的繁殖与补充的研究提供可靠的基础数据。

表2 两个不同时期相同叉长范围(95~127 mm)的鲢鱼生殖力

Tab.2 Fecundities of anchovy with the same range of fork length (95~127 mm) during two different periods

| 年代<br>Year | 个体绝对生殖力/粒<br>Absolute fecundity /eggs | $\bar{X} \pm SD$                                                                         |                                                                                        |
|------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                       | 相对生殖力 $F_L$ /(粒·mm <sup>-1</sup> )<br>Relative fecundity $F_L$ /(eggs·mm <sup>-1</sup> ) | 相对生殖力 $F_W$ /(粒·g <sup>-1</sup> )<br>Relative fecundity $F_W$ /(eggs·g <sup>-1</sup> ) |
| 1985-1986  | 6 187 ± 837                           | 53 ± 7                                                                                   | 554 ± 62                                                                               |
| 2002-2004  | 12 450 ± 537                          | 106 ± 4                                                                                  | 987 ± 39                                                                               |
| t-test     | $t = 6.2946, P < 0.01$                | $t = 6.7071, P < 0.01$                                                                   | $t = 5.9396, P < 0.01$                                                                 |

表3 两个不同时期相同纯体重量范围(5~14 g)的鲢鱼生殖力

Tab.3 Fecundities of anchovy with the same range of net body weight (5~14 g) during two different periods

| 年代<br>Year | 个体绝对生殖力/粒<br>Absolute fecundity /eggs | $\bar{X} \pm SD$                                                                         |                                                                                        |
|------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                       | 相对生殖力 $F_L$ /(粒·mm <sup>-1</sup> )<br>Relative fecundity $F_L$ /(eggs·mm <sup>-1</sup> ) | 相对生殖力 $F_W$ /(粒·g <sup>-1</sup> )<br>Relative fecundity $F_W$ /(eggs·g <sup>-1</sup> ) |
| 1985-1986  | 5 908 ± 842                           | 51 ± 7                                                                                   | 532 ± 62                                                                               |
| 2002-2004  | 11 171 ± 542                          | 98 ± 5                                                                                   | 999 ± 48                                                                               |
| t-test     | $t = 5.2573, P < 0.01$                | $t = 5.8137, P < 0.01$                                                                   | $t = 5.9376, P < 0.01$                                                                 |

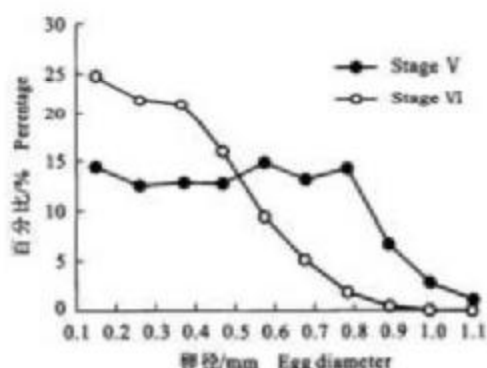


图5 产卵前(V期)和产卵后(VI期)性腺内的卵径分布

Fig.5 Distributions of egg diameters in ripe gonads near spawning (Stage V) and spent gonads (Stage VI)

### 3.2 鲢鱼生殖力变化原因的探讨

有资料显示,鲢鱼的产卵数通常为 8 000~24 000 粒<sup>[14]</sup>;生殖力在 1.5 万~2.5 万粒之间,一般为 1 万~2 万粒<sup>[13]</sup>;黄海中南部鲢鱼的个体绝对生殖力在 600~13 600 粒之间<sup>[10]</sup>。而本研究中叉长范围为 95~145 mm 鲢鱼的怀卵量为 5 170~109 667 粒,生殖力为 2 337~33 475 粒。生殖力差异的原因可能是:鲢鱼样品的叉长范围不一致;计数方法有差异;取样年代、时间和海区的差异等。由于李富国<sup>[10]</sup>研究的鲢鱼与本研究在相同海区,计数方

法也一致,因而本研究选择与其研究结果作比较,对 20 多年来鲢鱼资源的变化和鲢鱼生殖力产生的影响进行比较分析,结果发现,同叉长范围和同纯体重量范围鲢鱼的生殖力增大显著( $P < 0.01$ ) (表2和表3)。

鱼类生殖力在年代间发生变化,受环境因素的影响较大<sup>[15-16]</sup>。Bagenal<sup>[17]</sup>把美首鳊 (*Glyptocephalus cynoglossus*) 的生殖力年代际变化归因于捕捞压力增大,引起食物供应的相对增多。Bagenal<sup>[18]</sup>证实生殖力与食物供应呈正相关。郑文莲和徐恭昭<sup>[19]</sup>也指出,生殖力是依生活条件的改变而呈适应性的改变,当生活条件有利、生长速度加快、丰度提高时,可导致同样大小鱼体的生殖力增大。相反,在低食物水平时,鱼类生长状况较差,生殖力减小<sup>[20-21]</sup>。总之,食物密度的高低可能制约着鱼类生殖力的变化,食物可能是鱼类生殖力变化的最重要的环境因素<sup>[22]</sup>。

鲢鱼生殖力的增大亦是如此。除了鱼体本身的原因外,外界环境,如:饵料、水温和光照等因素,也是非常重要的,其中最重要的原因可能就是饵料因素。自 20 世纪 80 年代末以来,鲢鱼资源量锐减,种群相对稀疏,其主要的饵料食物——浮游动物的指标却从 1992 年的 75.6 增大到 1998 年的 114.2<sup>[23]</sup>,鲢鱼的饵料供应相对充足,促进了鲢鱼的生长。从 2~4 龄鲢鱼的平均体重较 20 世纪 80 年代末有较大增加<sup>[4]</sup>也可看出,鲢鱼个体近年的生长状况较好。鱼类的生长状况好,直接影响到鲢鱼的性成熟,

生殖力有较大的增加<sup>[12]</sup>。生殖力增大可能是鲱鱼在调节个体生殖力方面对环境的一种适应属性,通过增大生殖力来提高种群补充数量,以维持种群的延续。

#### 参考文献:

- [1] 朱德山, Iversen A. 黄、东海鲱鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查[J]. 海洋水产研究, 1990, 11: 1-141.
- [2] 唐启升, 苏纪兰. 中国海洋生态系统动力学研究 I [M]. 北京: 科学出版社, 2000. 1-252.
- [3] 金显仕, Johannes H, 赵克勇, 等. 黄海鲱鱼限额捕捞的研究[J]. 中国水产科学, 2001, 8(3): 27-30.
- [4] Zhao X. The acoustic survey of anchovy in the Yellow Sea in February 1999, with emphasis on the estimation of the size structure of the anchovy population [J]. Mar Fish Res, 2001, 22 (4): 40-44.
- [5] Lasker R. An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax* [R]. NOAA Techn Rep NMFS 36, 1985.
- [6] 姜崇道. 东海带鱼资源状况、群体结构及繁殖特性变化的研究[J]. 中国水产科学, 1997, 4(1): 7-14.
- [7] 周永东, 徐汉祥, 刘子藩, 等. 东海带鱼群体结构变动的研究[J]. 浙江海洋学院学报, 2002, 21(4): 314-320.
- [8] Utsui S, Sugiura H. Fecundity of the Japanese anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn). I, process of maturation and number of ova discharged in a season based on ovum diameter frequency of the anchovy in Mutsu Bay [J]. Bull Tokai Reg Fish Res Lab, 1962, 34: 19-37.
- [9] Utsui S. Fecundity of the Japanese anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn) II. Histological study on the ovarian egg of the anchovy in Mutsu Bay [J]. Bull Tokai Reg Fish Res Lab, 1963, 37: 1-10.
- [10] 李富国. 黄海中南部鲱鱼生殖习性的研究[J]. 海洋水产研究, 1987, 8: 41-50.
- [11] Kim J Y, Nancy C H Lo. Temporal variation of seasonality of egg production and the spawning biomass of Pacific anchovy, *Engraulis japonicus*, in the southern waters of Korea in 1983-1994 [J]. Fish Ocean, 2001, 10(3): 297-310.
- [12] 陈大刚. 渔业资源生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 53-79.
- [13] 陈大刚. 黄渤海渔业生态学[M]. 北京: 海洋出版社, 1991. 183-187.
- [14] 刘敬舜. 黄渤海渔业资源调查与区划[M]. 北京: 海洋出版社, 1990. 150-154.
- [15] Wootton R J. Environmental factors in fish reproduction. Reproductive physiology of fish [A]. Wageningen: Puke, 1982. 210-219.
- [16] Bye V. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. Fish reproduction: strategies and tactics [A]. London: Academic Press, 1984. 187-205.
- [17] Baggett T H. The fecundity of wiches in the Firth of Clyde [J]. J Mar Biol Assoc U K, 1963, 43: 401-407.
- [18] Baggett T B. The relationship between food and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L. [J]. J Fish Biol, 1969, 1: 167-182.
- [19] 郑文彦, 徐基昭. 浙江仿黄洋大黄花 *Pseudosciaenops crocea* (Richardson) 个体生殖力的研究[J]. 海洋科学集刊, 1962, 2: 59-78.
- [20] Townshend T J, Wootton R J. Effects of food supply on the reproduction of the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum* [J]. J Fish Biol, 1984, 24: 91-104.
- [21] 唐启升. 黄渤海鲱鱼的性成熟、生殖力和生长特性的研究[J]. 海洋水产研究, 1980, 1: 59-76.
- [22] Wootton R J. Energy costs of egg production and environmental determination of fecundity in teleost fishes [J]. Symp Zool Soc London, 1979, 44: 133-159.
- [23] Iversen S A, Johannessen A, Jin X, et al. Development of stock size, fishery and biological aspects of anchovy based on R/V "Bei Dou" 1984-1999 surveys [J]. Mar Fish Res, 2001, 22(4): 33-39.



## Fecundity and its variations of anchovy *Engraulis japonicus* in the central and southern Yellow Sea

ZENG Ling<sup>1,2</sup>, LI Xian-sen<sup>1</sup>, ZHAO Xian-yong<sup>1</sup>, LI Fu-guo<sup>1</sup>, JIN Xian-shi<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource, Ministry of Agriculture; Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Ocean College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The small pelagic fish Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) was ever the highest biomass in China coastal waters. It plays a very important role in the marine ecosystems and is a key species in the study of ocean ecosystems dynamics in the Yellow Sea and the East China Sea. With the development of anchovy fishery, the anchovy stock declined drastically under intensive fishing pressure for nearly two decades, and some characteristics of anchovy reproduction may be affected.

In the present study, a total of 144 samples of anchovy were collected from trawl surveys by the R/V "Bei Dou" in the anchovy spawning grounds off southern Shandong Peninsula in June 2002 and June 2003, May and June 2004. Based on the data from these samples and historical data in 1985–1986, variations in fecundity of anchovy with fork length, net body weight and age were examined by employing *F*-test. Fecundities of anchovy in the same area and of the same size range in 2002–2004 were compared with those in 1985–1986 through *t*-test. The results showed that individual absolute fecundity of anchovy in 2002–2004 was  $(14\,850 \pm 579)$  eggs and the relationships between individual absolute fecundity and its fork length, net body weight and age all varied significantly ( $P < 0.01$ ) as compared with those in 1985–1986. For the fish in the same area and of the same range of fork length from 95–127 mm, the fecundity increased significantly ( $P < 0.01$ ) from 1985–1986 to 2002–2004, and for the fish of the same range of net body weight from 5–14 g, the fecundity also increased significantly ( $P < 0.01$ ). The increased fecundity may be adaptive response to long-term fishing pressure and environment changes.

**Key words:** fecundity; *Engraulis japonicus*; the Yellow Sea

**Corresponding author:** JIN Xian-shi. E-mail: jin@ysfri.ac.cn

### 欢迎订阅 2006 年度《南方水产》

《南方水产》是由中国水产科学研究院南海水产研究所主办,国内外公开发行的综合类水产科技期刊。主要报道渔业资源、捕捞技术、渔业设施、渔业环境保护、水产养殖与增殖、渔业生物病害、水产品加工与综合利用以及水产基础研究等方面的论文、研究简报、综述等。

《南方水产》立足南方,面向全国,突出学术性、地域性、实用性、可读性,重点报道国内外渔业科研、生产的新技术、新成果及新动向。

《南方水产》为双月刊,80页,大16开,双月出版。邮发代号46-65,每期定价8元,全年6期48元(含邮费)。读者可到当地邮局订阅,也可将款汇至《南方水产》编辑部订阅或补订。

编辑部地址:广州市新港西路231号 邮编:510300 电话:020-84458694 传真:020-84451442

E-mail: npsc@vip.163.com