

东海区带鱼年渔获量变动规律的探讨*

马永钧

徐金林

(浙江省海洋水产研究所, 舟山)

(浙江省计算技术研究所, 杭州)

关键词 带鱼, 渔获量, 参数模型法, 周期预测

提要 本文根据东海区28a带鱼渔获量资料, 采用参数模型法计算了东海区带鱼年渔获量变动规律, 得出7a为一个变动周期的结论, 并预测, 若不采取有力措施保护资源, 16a后资源将有枯竭的可能。

一、方法与原理

设随机过程 $x(t)$ 的一个样本函数

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \quad (1)$$

是从时间 t_1 到 t_N 的一组带鱼年渔获量。本文利用参数模型法识别、提取趋势函数 $D(t)$, 通过引入周期图方法, 得出渔获量变动规律。

为提取随机过程 $x(t)$ 的趋势函数 $D(t)$, 假定 $D(t)$ 由两个部分组成。即

$$D(t) = f(t) + P(t)$$

其中, $f(t)$ 是(1)随时间 t 变化的主值函数项, 它是若干初等函数的线性组合, 拟合(1)而得。 $P(t)$ 是由(1)分离出来的周期项函数, 由以下方法可得:

设

$$v(t) = x(t) - f(t), \quad t = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2)$$

对这一组数据给定一个隐函周期模型

$$v(t) = P(t) + \eta(t)$$

这里的

$$P(t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^L (\alpha_j \cos w_j t + \beta_j \sin w_j t)$$

其中 $\alpha_j, \beta_j, w_j, L$ 均为待定量。

为鉴别提取 $\eta(t)$ 存在而引起失真的隐函周期, 对数据 $v(t)$ 采用周期图方法:

对给出的(2)式数据, 若 $x(t)$ 存在周期,

用周期图方法可能分析到的周期有

$$\frac{N}{1}, \frac{N}{2}, \frac{N}{3}, \dots, \frac{N}{K}$$

在此

$$K = \left[\frac{N}{2} \right] = \begin{cases} \frac{N}{2} & N \text{ 为偶数} \\ \frac{N-1}{2} & N \text{ 为奇数} \end{cases}$$

对可能周期, 计算其振幅

$$\left. \begin{aligned} \alpha_R &= \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N v_j \cos \frac{2\pi}{N} R_j \\ \beta_R &= \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N v_j \sin \frac{2\pi}{N} R_j \end{aligned} \right\}$$

$$R = 1, 2, 3, \dots, \left[\frac{N-1}{2} \right]$$

当 N 为偶数时, 有

$$\begin{aligned} \alpha_{\frac{N}{2}} &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (-1)^j v_j \\ \beta_{\frac{N}{2}} &= 0 \end{aligned}$$

一般称统计量

$$S_R^2 = \frac{1}{2} (\alpha_R + \beta_R), \quad R = 1, 2, 3, \dots, \left[\frac{N-1}{2} \right]$$

$$S_{\frac{N}{2}}^2 = \alpha_{\frac{N}{2}}$$

* 本文承朱德林副研究员审阅, 特致谢!

为随机过程 $x(t)$ 的周期图,取

$$S^2 = \sum_{R=1}^K S_R^2$$

可以证明

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (v_j - \bar{v})^2 = \sum_{R=1}^K S_R^2$$

取 $S_{i_R}^2$ 为 $S_1^2, S_2^2, \dots, S_K^2$ 中的第 R 个最大值, 在 $\eta(t)$ 为高斯向噪声的假定下, 统计量

$$y_R = S_{i_R} / S^2$$

服从 Fisher 分布

$$P\{y > y_R\} = C_K^{r-1} \sum_{j=0}^r (-1)^j C_{K-R+1}^{j+1} \cdot \frac{j+1}{j+R} [1 - (R+j)y_R]^{K-1}$$

其中 r 是使 $1 - (R+r)y_R > 0$ 成立的最大正整数。

对给定的显著水平 α , 若 $P\{y > y_R\} < \alpha$, 接受

$$T_R = N / i_R$$

为随机过程 $x(t)$ 的一个周期, 否则结束周期图方法的处理; 并置 $L = R$ 。

据上述 $L, T_R = \frac{2\pi}{w_R}$, 用回归求得 $P(t)$ 的

系数 $\alpha_j, \beta_j, j = 1, 2, 3, \dots, L, \alpha$ 。从而得出趋势函数。

二、计算结果与分析

1. 渔获量变化周期

用上述方法对 1958—1985 年东海区带鱼 28a 渔获量进行计算, 得主值函数为

$$f(t) = 81.79828 - 1.70528 \left(1 + \frac{t}{28}\right)^4 - 74.68581 \left(1 + \frac{t}{28}\right)^{-2} \quad (3)$$

(复相关系数 $R=0.88$, 统计量 $F=43.618$)

经周期分析, 取显著水平 $\alpha = 0.009$ 时, 接受 $7a$ 为一个渔获量变化周期。其周期函数为

$$P(t) = -1.68022 \cos \frac{2\pi}{7} t$$

$$+ 4.02809 \sin \frac{2\pi}{7} t \quad (4)$$

为排除捕捞力量 f 对渔获量变动周期的影响, 选用了历年单位捕捞力量渔获量 (y/f) 值进行周期计算, 得主值函数(用 $f_{y/f}$ 表示)为

$$f_{y/f}(t) = 1.7839 - 0.32346 \left(1 + \frac{t}{28}\right)^2$$

(相关系数 $R = 0.76$, 统计量 $F = 35.4$)

取 α 为 0.05 时, 同样接受 $7a$ 为一个变化周期, 但显著性不及前者, 其周期函数为

$$P_{y/f}(t) = -0.09151 \cos \frac{2\pi}{7} t + 0.18638 \sin \frac{2\pi}{7} t$$

由上述计算结果得出: 东海区带鱼年渔获量 (y) 和单位捕捞力量渔获量 (y/f) 均存在 $7a$ 为一个周期的变动规律。

图 1 表示了用参数模型法识别、提取趋势函数并把自回归模型应用于 $\eta(t)$ 而得的 $x(t)$ 的回报值与 $x(t)$ 的量测值。图 2 表示了主值函数 $f(t)$ 和 $v(t)(x(t) - f(t))$ 曲线。分析图 2 可知, 50 年代带鱼渔获量呈直线上升趋势, 60 年代前期, 除 1961 年冬汛因高温影响, 该年产量下降外, 其它年份逐年上升, 但后期开始停滞, 并产生波动, 70 年代前期又急剧上升,

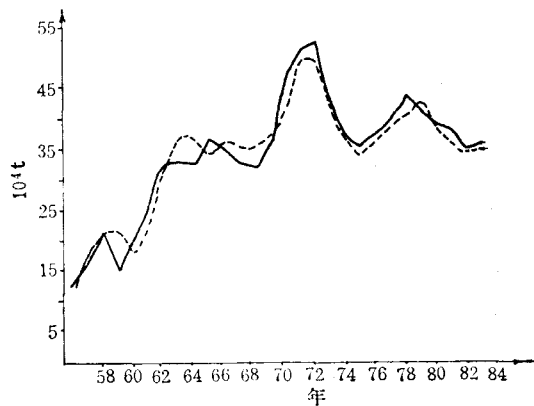


图 1
Fig. 1

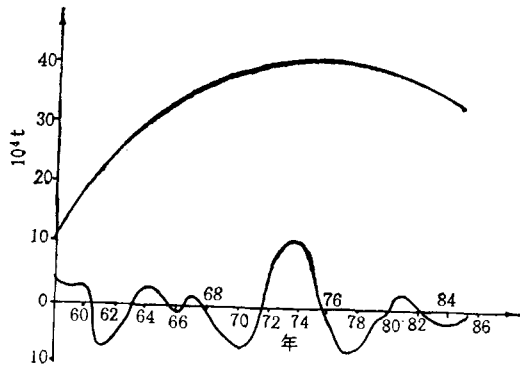


图 2
Fig. 2

1974年渔获量达历史最高水平(528000t),尔后明显下降,1977年的渔获量仅为349000t,1978年起有所回升,其值保持在350000—450000t之间,但1984年再度下降。在这28a的渔获量变化过程中,可明显地划分为四个较高年份和四个较低年份,较高年份出现在1960,1967,1974,1981年,渔获量分别为215000,368000,528000,433000t;较低年份出现在1963,1970,1977,1984年,渔获量分别为253000,324000,349000,350000t。其相邻两个较高年份或相邻两个较低年份出现的间隔年限为7a,这与计算结果极为吻合。

2. 渔获量变动趋势预测

由图2可见,自1976年至今,主值函数值逐年下降,虽周期序列较有规律,以示明显的变动周期,但由于近年主值函数值下降幅度超过了周期变动幅度,掩盖了由周期性引起的增加量。根据周期分析,下一个较大渔获量年份应出现在1988年,但其值仍会随主值函数值的下降而下降。

值得注意的是:上述分析是在假定趋势函数仅与 t 有关,而各种影响带鱼资源的环境因子,捕捞力量等均在维持现状的前提下进行的,若这些因素(特别是捕捞力量)今后仍能保持现状,则从

$$D(t) = f(t) + P(t) = 0$$

求得 $t = 16$ 。这表示在现今捕捞状态下,若不采取切实有效的保护带鱼资源措施,经过16a,资源将面临枯竭的可能。

参考文献

- [1] 冯康等,1978。数值计算方法。国防工业出版社。
- [2] W. E. 里克著,1984。鱼类种群生物统计量的计算和解析。科学出版社。
- [3] 吴家骥、朱德林,1978。浙江近海及邻近海区带鱼资源变动与合理利用的研究。海洋渔业(3): 6—10。

CATCH CHANGE PATTERN OF HAIRTAIL IN THE EAST CHINA SEA

Ma Yongjun

(Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang, Zhoushan)

Xu Jinlin

(Compute Technology Research Institute of Zhejiang, Hangzhou)

Key Words: Hairtail catch, Parameter model

Abstract

Computation of 28 years hairtail catch data of East China Sea shows a seven year catch change pattern for the East China Sea by using parameter model. The hairtail catch will decline further. After sixteen years the hairtail resource will probably be faced with a serious crisis if no vigorous measures are taken.