

# 辽东湾斑海豹历史种群数量的估计\*

董金海\*\* 沈 峰

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1990年9月7日

关键词 斑海豹, 种群, 数量估计

**提要** 辽东湾斑海豹 (*Phoca largha*) 在本世纪里由于过度捕杀, 种群数量下降比较严重。本文利用 1930~1990 年的捕获统计数据, 对 1930 年以来辽东湾斑海豹的种群数量变化进行了估计。该种群在 30 年代初有 7 100 头, 并于 1940 年达到最高峰 8 137 头, 40~70 年代末, 由于过度捕杀, 种群数量几度下降, 1979 年只有 2 269 头(以上结果依据  $R = 0.094 13$  的种群更替率算得)。经 1979~1982 年徘徊以后, 该种群数量迅速回升, 并达到 50 年代末期的水平。根据 0.094 13, 0.116 3 的种群更替率, 对生殖力及特定年龄的死亡率进行估计。结果表明, 在高比例的雌性生殖力情况下, 辽东湾斑海豹幼体死亡率低于 52%, 成体死亡率低于 16%。

辽东湾是斑海豹在我国分布较集中的地区。其产仔区主要位于  $40^{\circ}00'N, 120^{\circ}50'E \sim 121^{\circ}40'E$  至  $40^{\circ}40'N, 121^{\circ}10'E \sim 121^{\circ}50'E$  之间的冰区<sup>[2]</sup>; 其换毛区在盘山县双台子河离入海口约 10km 的河西岸, 即  $121^{\circ}48'E, 40^{\circ}56'N$  附近, 北距小道子渔港 3km<sup>[4]</sup>。因此可以看出, 斑海豹 1 周年生活期中的几个重要时期——繁殖和换毛都集中在辽东湾北部海域。

目前还没有人对辽东湾斑海豹种群数量变动进行研究。本文根据历年来斑海豹的捕获统计数据, 回归分析得出的种群更替率, 利用数理统计方法对历史和现存的种群数量、幼体和成体的死亡率进行了初步的估计, 并预测该种群的发展趋势。

## I. 材料与方法

作者统计了旅顺及营口两地 1978~1990 年收购的 855 头斑海豹。在旅顺双岛, 通过当地渔政部门获得了 1930~1990 年各个年代的大致捕获数目资料。笔者还从辽宁省水产研究所获取了 1978 年以来盘山县双台子河口附近种群数量变动情况的数据, 并于 1990 年 2~4 月亲自到这一带进行了有关斑海豹数量的调查。

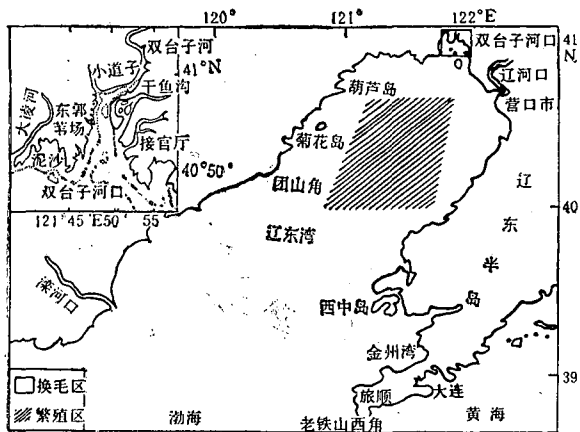


图 1 斑海豹在辽东湾的换毛区、繁殖区示意  
Fig. 1 The areas of reproduction and moult of harbour seals in Liaodong Bay

\* 国家自然科学基金资助项目。  
\*\* 董金海研究员为本刊编委。

本文根据上述所获资料,应用如下公式对辽东湾斑海豹历史种群数量变化进行了研究。

公式 1:

Smith 方程(1973,用于估计历史种群大小):

$$N_{t+1} = N_t - K_t + R_t(N_t - FK_t) \quad (1)$$

$$N_t = (N_{t+1} + K_t + FR_tK_t)/(1 + R_t) \quad (2)$$

在标准的渔业技术中,现存数量的年龄结构对于历史种群数量的估计极其重要,但由于捕获的斑海豹年龄结构数据大都不可靠,因此历史种群数量的估计需要一个不含年龄结构的模型,Smith 方程恰能满足这种需要。

在方程(1)中,  $N_{t+1}$  为  $t+1$  时间的种群数量,  $N_t$  为  $t$  时间的种群数量,  $K_t$  为捕获量,  $R_t$  为种群更替率。在研究领域里,系数  $F$  受捕获季节及年龄分布的影响。Søndergaard 等(1976)估计,在稳定的生态系中,假设10%的死亡个体是成年海豹,并假设在生殖以前50%的成体被捕杀,且50%为雌性,他推断  $F$  为0.025。

方程(2)是对世代连续种群大小的反推算。它依赖于种群更替率  $R_t$ ,  $t+1$  年的种群大小  $N_{t+1}$  和捕获量的大小  $K_t$ 。

公式 2:

Goodman 方程(1978,1981)

$$0 = e^{ra} - pe^{r(a-1)} - ml_0 \quad (3)$$

其中,  $a$  是性成熟的平均年龄,  $l_0$  为年龄  $0 \sim a$  的幼体存活率,  $p$  为每年的成体存活率,  $m$  为大致的生殖率,  $r$  为种群更替率。

本方程仅适于长寿命种类的研究。且又不需要年龄分布的数据。该方程要求存活率及生殖率从平均性成熟年龄开始即保持恒定,显然这对于  $20^+$  年龄的种群不现实,然而由于只有很少数量的个体年龄能超过20龄,因此它们对种群结构的变化影响不大 (Bigg, 1969; Smith, 1973; Pittercher and Calkins, 1979)。此外,本方程只同雌性种群有关,由于自然界动物雌、雄比例一般为1:1,所以整个种群的生殖应将  $m$  近似地分成一半来估计。

公式 3:

一元线性回归(系一般常用公式)

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$y = a + bx$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{nS_xS_y}$$

## II. 结果与讨论

### II. 1. 近年种群的变化

1978~1990年,辽宁省盘山县双台子河口斑海豹种群数量变化及其回归分析曲线如图2所示。

调查时间选在2~5月,这段时间斑海豹经过产仔、交配、哺乳以后,大批来到此处进行换毛。所以这个季节的航空调查或水上观测结果都有一定代表性。该处不同年份的种群数量变动从某

种程度上也反映了整个辽东湾水域的种群发展趋势。对 1978~1990 年历年观测数的对数与时间 (1978 年取做 0 年) 进行回归分析, 得出回归曲线  $y = 167e^{-0.09413x}$  ( $r = 0.758$ ) (最大估计),  $y = 159e^{-0.1163x}$  ( $r = 0.669$ ) (最小估计)。结果表明, 该处种群分别以  $-0.1163$ ,  $-0.09413$  的最大和最小速率递减。1978~1979 年, 种群增长 6.7%; 1979~1980 年, 种群下降 25%; 1980~1981 年, 种群增长 17%; 1981~1983 年, 种群下降 29%, 平均每年下降 14.5%。1986, 1987 两年的记录结果比较复杂, 6 次观察 6 个结果, 平均起来仍维持在 1983 年的水平; 1988~1989 年, 种群下降幅度较大, 约为 50%; 1989~1990 年, 种群又增长 146% (见图 3)。

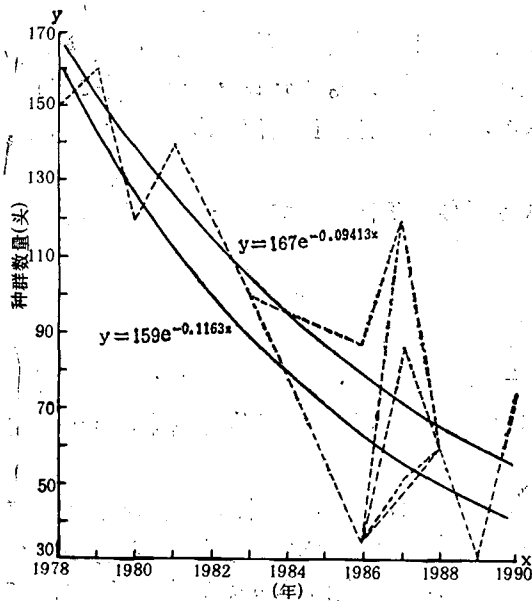


图 2 双台子河口斑海豹种群数量变化及回归曲线  
Fig. 2 Population changes of harbour seals near the entrance of Shuang Taizihe River

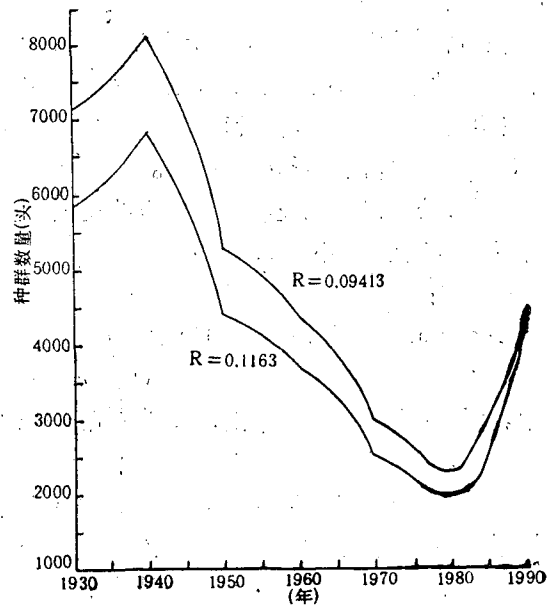


图 3 辽东湾斑海豹种群数量变动曲线  
Fig. 3 Estimated changes in population size of harbour seals during the period 1930-1990 at exponential rates of increase at 0.09413 and 0.1163

在双台子河口观测到的最大一次数量是 160 头(1979); 最小一次为 30 头(1980)。回归曲线的相关分析结果表明这些估计是不可靠的, 因为相关值  $r$  很低, 依次为 0.758, 0.669。虽然双台子河口斑海豹数量每年都呈现较大的波动, 但种群总的趋势是在下降, 回归分析结果也证明了这一点。本次研究我们姑且不论该处种群是否增加还是递减, 重要的是  $r$  值的推断, 因为一个种群无论是增加还是递减, 都意味着种群的更替, 也就是说种群的增长率、下降率的绝对值从某种程度上反映了种群的更替率。由于双台子河口是斑海豹的换毛地, 因此用该处的种群更替率来推断整个辽东湾的种群变化是有参考价值的。

## II. 2. 历史开采及早期种群大小的估计

辽东湾斑海豹种群数量的减少, 主要是由于旅顺口区渔民的捕猎, 尤以双岛镇的西湖嘴、艾子口为甚。1930~1990 年间大约有 30 395 头海豹被捕杀。

利用方程(2), 我们进行历史种群数量大小的估计。这个方程仅需要 3 个参数——种群更替率、捕获量和现存的种群数量, 就能估计早期历史种群大小。在辽东湾、斑海豹的种群更替率取自双台子河口种群下降率的绝对值, 依次为 0.1163, 0.09413; 现存种群大小, 根据国家海洋局环境保

护研究所和辽宁水产研究所近年的调查,估计在4500头左右。

图3表明1930~1990年辽东湾斑海豹种群数量变动情况。若采用0.1163的种群更替率,1930年种群大小约为5758头,1940年种群数量达到最大,为6930头,1979年种群数量最小,为1908头;若采用0.09413的种群更替率,1930年种群大小约为7100头,1940年种群数量达到最大,为8137头,1979年种群数量最小,为2269头。按两种指数估算的历史种群数量都表明了同一发展趋势。即1930~1940年,种群缓慢上升,并于1940年达到最高峰;1940~1979年种群数量几度下降,其中尤以1940~1950年下降幅度最大,1979年种群数量降到最低点,仅有1908头( $R = 0.1163$ );1979~1982年,种群稍有上升,但幅度很小,几乎在同一水平徘徊;1982年以后,种群数量又急剧上升。不难看出,1990年斑海豹数量与1959年的斑海豹数量( $R = 0.09413$ )及1949年的斑海豹数量( $R = 0.1163$ )相当,都在4500头左右,也就是说今天的斑海豹种群在数量上达到了50年代的水平。为什么种群数量恢复得如此之快呢?估计原因有二,首先辽东湾斑海豹在过去几十年里,因过度捕杀,种群数量急剧下降,按照密度制约的原则,种群数量的下降,必然导致种群的生殖力和幼体存活率的增加;其次,进入80年代,国家野生动物保护法把斑海豹列为二类保护动物,严格限制猎捕,这样自然和人为的因素促成了近十年斑海豹种群的大幅度增长。

### III. 种群动态

就死亡率而言,普遍认为:(1)斑海豹幼体雌雄比例基本上为1:1;(2)0~1龄幼体死亡率介于0.20~0.60之间,1<sup>+</sup>海豹死亡率介于0.05~0.20之间;(3)5龄以上的雄性比雌性有较高的死亡率(Bigg, 1969; Smith, 1973; Reijnders, 1976, 1978; Boulva and McLaren, 1979; Pitcher and Calkins, 1979; Harwood 1981; Lett et al., 1981)。

目前,对辽东湾斑海豹还没有可靠的生殖估计。然而由于海豹是一雄多雌性交配,因此雄性生殖力在种群结构中相对处于不重要地位。至于辽东湾斑海豹的雌性生殖力,我们可用其它种群的生殖数据来代替以估计其种群结构。Pitcher和Calkins(1979),Boulva和McLaren(1979),Bigg(1969)提出了雌性生殖力介于0.8~0.97之间,平均性成熟年龄在3~4岁。在生殖和死亡引起的密度变化可以忽略不计的情况下,我们就可通过Goodman方程来模拟辽东湾斑海豹的种群结构。

根据Goodman方程的计算结果,绘制斑海豹幼体与成体存活率关系图(图4)。图中的框架

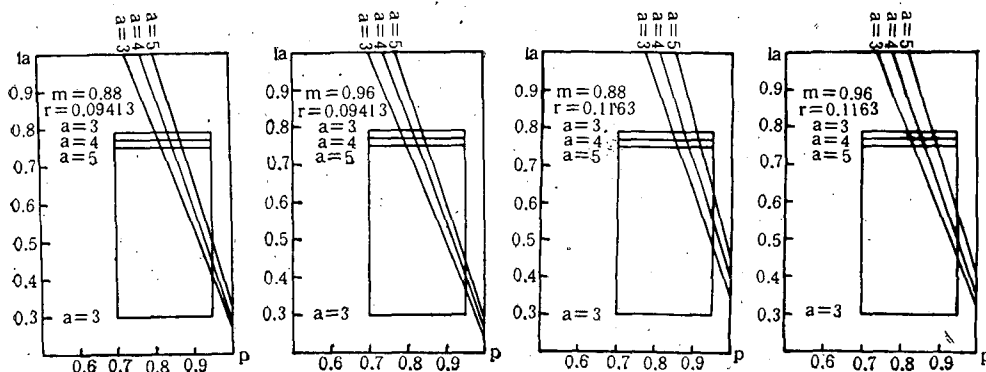


图4 斑海豹幼体与成体存活率关系示意

Fig. 4 Predicted relationship between juvenile survival ( $I_a$ ) and adult survival ( $p$ ) of sexual maturity ( $a$ )

区域是种群参数变化的区域,框线表明了幼体 ( $0 \sim a$  年)存活率与成体 ( $> a$  年)存活率是如何在 3 个不同的平均性成熟年龄变化的。

图 4 表明,如果辽东湾斑海豹种群以更替率 0.094 13, 0.116 3 变化,按本方程的计算,平均性成熟年龄未必超过 4 龄。当  $R=0.094 13$  时,  $m=0.88$  成体死亡率不高于 19%,幼体死亡率不高于 60%;  $m=0.96$ , 成体死亡率不高于 22%,幼体死亡率不高于 64%。当  $R=0.116 3$  时,  $m=0.88$ , 成体死亡率不高于 16%,幼体死亡率不高于 52%;  $m=0.96$ , 成体死亡率不高于 18%,幼体死亡率不高于 55%。因此,辽东湾斑海豹幼体死亡率低于 52%,成体死亡率低于 16%。当然这个结论要以较高的生殖力为基础,即使生殖力稍微下降,也会对特定年龄的死亡率估计造成较大影响。

### 参考文献

- [1] 李荣光,1980。西太平洋斑海豹繁殖习性的研究。山东海洋学院学报 10(4): 60~67。
- [2] 王丕烈,1988。渤海斑海豹的分布调查。水产科学 7(4): 7~11。
- [3] 王丕烈,1989。辽东湾斑海豹自然保护区建区论证报告。
- [4] 王丕烈,王者茂,1990。斑海豹在辽东湾换毛地的发现及其换毛序。海洋渔业 12(2): 68~70。
- [5] Bigg, M. A., 1969. The harbour seal in British Columbia. *Bulletins of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 172*:33.
- [6] Boulva, J., and I. A. McLaren 1979. Biology of the harbour seal, *Phoca vitulina*, in eastern Canada. *Bulletins of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 200*:1-20.
- [7] Harwood, J., 1981. Managing gray seal population for optimum stability. Pages 159-172 in C. W. Fowler and T. D. Smith, eds. *Dynamics of large mammal populations*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- [8] Kenneth W Pitcher, 1990. Major decline in number of harbour seals, *Phoca vitulina richardsi*, on Tugidak Island, Gulf of Alaska. *Marine Mammal Science* 6(2):121-134.
- [9] Lett, P. F., R. K. Mohn and D. F. Gray, 1981. Density-dependent process and management strategy for the Northwest Atlantic harp seal population. Pages 135-157 in C. W. Fowler and T. D. Smith, eds. *Dynamics of large mammal populations*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- [10] Mads-Peter Heide-Jørgensen and Tero J. Härkönen, 1988. Rebuilding seal stocks in the Kattegat-Skagerrak. *Marine Mammal Science* 4(3):231-246.
- [11] Pitcher, K. W., D. G. Calkins, 1979. Biology of the harbour seal *Phoca vitulina richardsi* in the Gulf of Alaska. Contract 03-5-002-69. Alaska Department of Fish and Game, 333 Raspberry Road, Alaska 99502.
- [12] Reijnders, P. J. H., 1976. The harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea: size and composition. *Netherlands Journal of Sea Research* 10:223-235.
- [13] Reijnders, P. J. H., 1978. Recruitment in the harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 12:164-179.
- [14] Smith, T. G., 1973. Population dynamics of the ringed seal in the Canadian Eastern Arctic. *Bulletins of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 181*:1-55.
- [15] Søndergaard, N. O., A. Holm Joensen and E. Bøgebjerg Hansen, 1976. Sælernes forekomst og Sæljagten i Danmark. *Danske Vildtundersøgelser* 26:1-80.

## ESTIMATES OF HISTORICAL POPULATION SIZE OF HARBOUR SEAL (*PHOCA LARGHA*) IN LIAODONG BAY

Dong Jinhai and Shen Feng

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071*)

Received: Sept. 7, 1990

Key Words: Harbour seal (*Phoca largha*), Population

### Abstract

The harbour seal (*Phoca largha*) population in the Liaodong Bay area has been dwindling in this century due to excessive hunting pressure. Statistics of the hunted seals during 1930-1990 are used to estimate changes in population size over the past century. This population consisted of about 7100 animals ( $R = 0.09413$ ) in the early of 1930s, and amounted to the highest level, which consisted of 8137 animals ( $R = 0.09413$ ) in 1940. The population appeared to decline several times from 1940 to the end of 1970s, and decreased to the lowest level in 1979, which consisted of only 2267 animals. After loitering at the level of 2300 ones between 1979 and 1982 ( $R = 0.09413$ ), the population increased rapidly, and amounted to the level of the end of 1950s. The net recruitment rate of 0.09413, 0.1163 is used for modelling the influence of fertility and age-specific mortality. It is found that the observed high rate of increase is only realistic if female fertility rate is very high, the juvenile mortality rate is less than 52%, and the adult one is less than 16%.