

# 由大熊猫的年龄结构看其种群发展趋势

夏武平

胡锦涛

(中国科学院西北高原生物研究所) (南充师范学院生物系)

## 摘 要

四川卧龙自然保护区“五一棚”的大熊猫种群年龄结构已有报道, 现据此数据通过 Leslie 矩阵预测该种群的发展趋势。按 3 年一个年龄组调整了 1978 年的数据, 估计了各年龄组内 1 只大熊猫 3 年内出生的幼仔数。并以魏辅文同学的数据, 计算出各年龄组的存活率。

预测到 2011 年, 发现该种群增长缓慢。在其种群年龄结构发展到正常状态, 即呈金字塔形后 (1978 年 2—5 岁组数量太低, 结构不正常), 年增长率也不过 1.66% 或 1.64%。

“五一棚”是大熊猫最好的栖息地, 保护措施又最得力, 增长尚如此缓慢, 其他地区恐还达不到这个数字。因此, 动物保护事业必须加强, 保护措施必须严格执行。

**关键词 (Key words):** 大熊猫 (*Giant panda, Ailuropoda melanoleuca*), 年龄结构 (Age structure), 种群 (Population)。

大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 为全世界瞩目的濒危动物, 其研究受到广泛的重视 (胡锦涛等, 1985; 北京动物园等, 1986; 冯文和等, 1988; 潘文石等, 1988)。近年来又报道了卧龙自然保护区“五一棚”地区大熊猫的种群年龄结构 (胡锦涛, 1987)。现想以此材料以 Leslie 矩阵来研究一下该种群的发展趋势。

## 年 龄 结 构

“五一棚”大熊猫的年龄结构的数据列于表 1, 表上的年龄组是不等距的, 但计算要求等距的年龄组, 故需加以调整。现以 3 岁为一个年龄组, 将表 1 上 1978 年的数据, 作如下的调整:

表 1 大熊猫的年龄结构  
Table 1 Age structure in Giant panda

年 Year	个 数 No.	年 龄 age	幼仔组 Cub (0—9 months)	幼年组 Juvenile (9mon. — 1.5y.)	青年组 Young (1.5 — 5.5y.)	成年组 Adult (5.5—20y.)	老年组 Senile	合 计 Total
1978			2	3	2	15	3	26
1980			1	2	3	15	3	24
1981			1	3	3	15	2	24
1982			2	2	3	15	3	25
合 计 Total			6	10	11	60	11	98

本文于 1988 年 8 月 23 日收到。

0—2岁：除包括幼仔组2只和幼年组3只，合计5只外，还欠半岁，由下组（1.5—5.5岁）调进来1只，共合6只。另外，9个月以前的幼仔不能离窝，不可能看到它们的活动痕迹，应增加这部分个体。这些幼仔的死亡率极高，1岁以内死亡率估计为0.6（见下文），9个月内的死亡率会更高一些，以成活1/3计，则所见的2只，应是由6只存活下来的。如此，该组应有10只。

3—5岁：表1上的青年组包括1.5—5.5岁，有2只，调整到0—2岁组1只，仅余1只；但青年组的上限尚缺1/2岁，才能达到下组（6—8岁）的初始年龄，应从成年组调进1只，合为2只。

6—8岁到18—20岁：共5个年龄组，它们都属于表1上的成年组（5.5—20岁），原有15只，已调出1只，剩14只。估计4个组各有3只，第5组（18—20岁）有2只。

21—23岁和24—26岁两个组：都属于表1上的老年组，共3只，分配给21—23岁组2只，分配给24—26岁组1只。

如此得到9个年龄组的个体数如表2，共计29只，比原数多4只，这是0—2岁组内增加未出窝的幼仔数。

表2 调整后1978年大熊猫的年龄结构  
Table 2 Age structure in Giant panda in the year 1987, after adjustment

年龄组 Age class	数量 No.	年龄组 Age class	数量 No.	年龄组 Age class	数量 No.
0—2	10	9—11	3	18—20	2
3—5	2	12—14	3	21—23	2
6—8	3	15—17	3	24—26	1

## 计算方法

Leslie 矩阵的计算，除需知年龄组成外，还要知道各年龄组的出生数，和由这一年龄组过渡到下一年龄组的存活率。对这些参数，作如下估计。

**1. 各年龄组的生殖数** 因为表1上的数据缺乏性别，而大熊猫的性比，基本上是1:1，所以本工作即以雌雄合起来计算个体生殖数，而非一般只计算雌性者。

性成熟的年龄，据《卧龙的大熊猫》记载（胡锦涛等，1985），10只雌熊猫，在4.5岁开始生育的2只，在5.5岁生育的4只，在6.5岁生育的3只，在7.5岁开始生育的1只。他们的意见是在5.5—6.5岁开始生殖，而雄性成熟更晚，为6.5—7.5岁（胡锦涛，1987）。这些多是在饲养情况下的数据，事实上在野外的条件下，成熟更晚一些，应以7岁为起始繁殖的时间。这样，0—2岁组和3—5岁组尚无生殖力，产仔数应为零。

大熊猫性成熟后各年龄组的平均生殖力，一般认为，大熊猫两年生一次，一次生1仔，有时2仔，也只能成活一个。这样，一对大熊猫一年生0.5只仔兽，每只贡献仔兽0.25只。但是，幼仔死亡率很高，早期死亡了幼兽的雌猫，第二年还会繁殖，故贡献应比以上数字稍高。卧龙保护区大熊猫“珍珍”1978—1983年，6年生4仔，存活2仔；“望望”1979—1982年，4年生3仔，存活1仔。既说明它们的生育期小于2年，又说明幼仔的死亡率很高，达0.571。各地动物园中历年出生的熊猫有60只，存活20只（陈

远飞、1980；胡锦涛、1987）、死亡率为0.667。由于观察数字少，这两个数字不会有显著差异（ $t=0.487$ ，小于 $t_{0.05}=1.997$ ）。因此，小于1岁的死亡率不妨以0.6计。

60%的幼仔，估计一半早期死亡，一半后期死亡。早期死亡者的母亲，第二年还会繁殖，晚死者的母亲就不会在第二年繁殖了，仍是2年生一次。这样，1年1只雌猫平均对种群贡献的仔兽，2年生1只的有0.4的存活机遇，即1年贡献0.2只；2年中晚期死亡的幼仔，占死亡率的一半，雌体2年生殖一次，则每年平均生幼仔0.15只；幼仔早期死亡的（30%），母亲每年生一次，即贡献0.3只，合为0.65只。雌雄合计，则每只大熊猫贡献0.325只仔兽，3年合生0.975只仔兽。不妨以1计算。在9—17岁间，3个年龄组内都是如此。6—8岁组只有2/3的个体繁殖，故以0.7计算。20岁停止繁殖（朱靖等，1983），故18—20岁组也只有2/3个体参加繁殖，其每只平均贡献仔数亦为0.7。21—23，24—26岁，两组无繁殖力，其生殖数自然为零。

**2. 存活率** 这是一个比较难估计的参数，有幸魏辅文同学在作硕士论文中以野外收集到自然死亡的大熊猫头骨60多个，并以门齿切片上观察到的齿生长环鉴定出确切的年龄，共鉴定出61只大熊猫的年龄，使此问题得到比较理想的解决。其中零岁者，因头骨过小，不易保存，故未得到。1岁者仅得到1只，也是因为头骨过小，收集不易，数据显然偏低。假定增加4个共为5只，则1岁以上熊猫的存活数为65只。零岁的存活率如前述为0.4，则零岁个体应为 $65/0.4=162$ 只。零岁者的死亡数为 $162-65=97$ 只。以3岁为一个年龄组，魏辅文同学的数据应如表3。同时计算出各年龄组向下一年龄组过渡的存活率，一并列入表3。

## 种群发展趋势

以各年龄组的生殖数和向下过渡一组的存活率，与1978年的年龄结构，列出Leslie矩阵（表4）。以此矩阵计算出每过3年（年龄组矩）该大熊猫种群年龄结构的变化，以及该种群应达到的数量，直到2011年（表5，图1）。由这些数据可以看到：

表3 大熊猫的生命统计  
Table 3 Vital Statistics of Giant Panda

年 龄 组 Age Class (Years)	头 骨 数 (死亡数) No. of Skulls (No. of Dead)	存 活 数 No. of Survivals	存 活 率 Survival Rate
0—2	104	58	0.36
3—5	3	55	0.95
6—8	3	52	0.94
9—11	7	45	0.86
12—14	20	25	0.56→0.73*
15—17	10	15	0.60
18—20	7	8	0.53
21—23	6	2	0.25
24—26	2	0	0

\*12—14岁组存活率太低，不合理，故以其上、下二组之和除以2，调整为0.73。For the 12—14 year age class, the survival rate is too low, obviously unreasonable, it is revised by the sum of the above and below two neighboring data and divided by 2, it is 0.73.

表 4 Leslie 矩阵  
Table 4 Leslie matrix

0	0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.7	0	0	10
0.36									2
	0.95								3
		0.94							3
			0.86						3
				0.73					3
					0.60				2
						0.53			2
							0.25	0	1

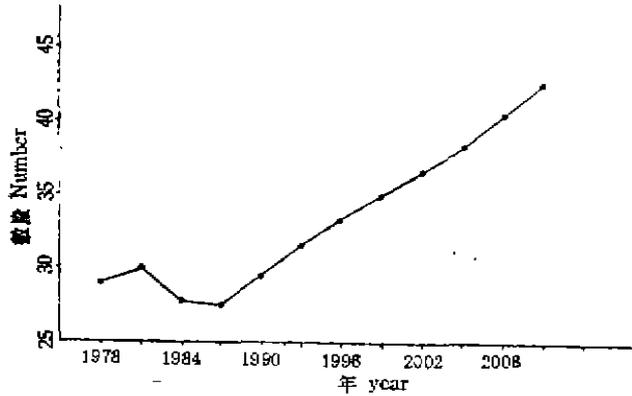


图 1 1978—2011 年大熊猫种群数量的推算  
Fig. 1 Predicted Giant panda's population changes in the years of 1987—2011

表 5 以 Leslie 矩阵预测的年龄结构  
Table 5 The age structure predicted by Leslie Matrix

年 year	1978	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005	2008	2011
10—2 age group	10	12.50	10.16	9.64	11.04	12.25	12.87	13.33	13.71	14.43	16.41	18.26
3—5	2	4.00	5.00	4.06	3.86	4.42	4.90	5.15	5.33	6.48	6.77	6.16
6—8	3	1.90	3.80	4.75	3.86	3.67	4.20	4.65	4.89	6.06	6.21	6.48
9—11	3	2.88	1.82	3.65	4.56	3.71	3.52	4.03	4.48	4.89	4.88	5.00
12—14	3	2.61	2.51	1.58	3.18	3.97	3.23	3.06	3.51	3.88	4.08	4.23
15—17	3	2.04	1.77	1.71	1.07	2.16	2.70	2.20	2.98	2.39	2.64	2.77
18—20	2	1.86	1.26	1.10	1.06	9.86	1.34	1.67	1.36	1.29	1.48	1.64
21—23	2	1.12	1.04	0.71	0.62	0.59	0.37	0.75	0.94	0.74	0.72	0.83
24—26	1	0.66	0.37	0.34	0.23	0.20	0.19	0.12	0.25	0.31	0.25	0.24
合 计 Total	29	29.67	27.73	27.54	29.48	31.63	33.32	34.96	36.53	38.29	40.42	42.61
比上期增加 Increase over last period	—	0.57	-1.84	-0.19	1.94	2.15	1.69	1.64	1.57	1.76	2.13	2.18
为上期的倍数 Multiple of last period	—	1.02	0.94	0.99	1.07	1.07	1.05	1.05	1.04	1.05	1.06	1.05

1. 卧龙自然保护区五一棚这一大熊猫种群是相当稳定的, 不仅表 1 上几年的数据可以反映出这一事实, 而且用 Leslie 矩阵推算, 其种群数量变化极慢, 到 2011 年, 即经过 33 年后, 数量也只增长到 42.61 只, 比 1978 年增加 13.61 只, 即增长 46.93%, 或相当 1978 年的 1.47 倍。年增长 0.977%。

仔细观察, 种群发展的前期, 有一个数量下降的阶段, 即 1981 至 1990 年之间。其原因在于 1978 年的年龄结构不尽合理, 3—5 岁组的数字太小了。这可能是 1975 年前后, 由于某些意外的原因, 如误猎、捕捉等引起的。从年龄结构上看, 到 1996 年以后, 才逐渐正常, 呈金字塔形。从 1999 到 2011 年 12 年间的增长稍快一些。计增 7.65 只, 合增 21.88%, 即增长 1.219 倍, 年增长为 1.0166 倍, 或 1.66%。

2. 以 Leslie 矩阵推算, 应按几何级数增长, 即相邻两个数量的倍数应是恒定的。从表 5 的数据看, 也确如此。特别是 1996 年后, 即种群结构正常之后, 其倍数均在 1.05 左右, 即 3 年增长 5%, 如以 1 年计算, 则倍数为 1.0164, 年增长 1.64%, 与上述计算基本一致。总之, 大熊猫种群增长是很慢的, 但它总在增长, 这种濒危动物能如此, 也是令人欣慰的。

3. 魏辅文等 (1989) 提出大熊猫的内禀增长率为  $r = 0.0055688$ , 以  $N = N_0 e^{rt}$  公式计算, 繁殖 33 年后应为 34.85 只。比我们的数据还要低些。可能产生于参数估计的不同。

4. 一个濒危物种的种群发展, 受多种因素影响, 但在短时期内利用年龄结构仍不失为一个较好的办法。“五一棚”是大熊猫生态环境最好, 保护措施最为得力的地区之一, 亦即环境压力最小的地区, 其种群发展尚如此缓慢, 即使遭到轻微破坏, 至少也要引起 10 年左右的种群难以发展。在生态环境稍差, 或保护不力的地区, 其情况当更为严重, 任何少量的捕捉, 定会使种群长期难以恢复。因此, 大熊猫的保护事业必须加强, 保护措施必须严格执行。

## 参 考 文 献

- 北京动物园 1986 大熊猫解剖, 科学出版社。  
 冯文和、张居安 1988 大熊猫的生殖生理及人工繁殖, 四川大学出版社。  
 朱靖、龙志 1983 大熊猫的兴衰, 动物学报 29(1):83—103。  
 陈远飞 1985 大熊猫繁殖中的几个问题, 野生动物 (8):17—19。  
 胡锦涛 1987 从粪便估计大熊猫的年龄及其种群年龄结构的研究, 兽类学报 7(2):61—64。  
 胡锦涛、G.B. Schaller, 潘文石, 朱靖 1985 卧龙的大熊猫, 四川科技出版社。  
 潘文石、高郑生、吕植、夏正楷、张妙第、马莱龄、孟广礼、析晓叶、刘序倬、崔海亭、陈凤翔 1988 秦岭大熊猫的自然庇护所, 北京大学出版社。  
 魏辅文 胡锦涛 许光瓚 江明道 邓启涛 钟肇敏 1989 野生大熊猫生命表初探, 兽类学报 9(2):61—66。

## 外文摘要 (Abstract)

# ON THE TREND OF POPULATION DYNAMICS IN GIANT PANDA BASED ON AGE STRUCTURE

XIA Wuping

HU Jinchu

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)      (Department of Biology, Nanchang Normal College)

The Giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) is a precious endangered animal well-known in the world. Great attention has been paid to its studies. The population dynamics is concerned widely, but it is difficult to study. However, Hu (1987) has reported recently an age structure of the Giant panda's living population at Wu-yi-peng, Wolong Nature Reserve which makes us possible to study the trend of the development of this population.

Hu's original data were adjusted to age classes of 3 years (tab. 2). The average numbers of cubs given by one Giant panda in each age class were estimated, and the survival rates from each age class to the next one were calculated (tab. 3). By "Leslie Matrix" (tab. 4), the age structures and the population numbers were predicted to the year of 2011 (tab. 5, fig. 1), and the conclusions approached are as follows:

(1) The Giant panda's population at Wu-yi-peng, Wolong Nature Reserve is considerably stable, its development is rather slow. Up to 2011, or 33 years later, there will be only 42.61 individuals, increasing by 13.61 pandas or 46.93% or compared with the number of 1978, that means to increase by 0.977% yearly.

Observing the data in detail, a population decrease in the early period from 1981—1990 has been seen. The cause we ascertained is the unreasonable age structure of 1978, the figure of 3—5 year group was too low, less than that of the succeeding groups. It is possible that in the year about 1975, some accidents might happen such as indiscriminate hunting or capturing alive for the zoos, etc. From the predicted age structure by Leslie Matrix, it will be normal only up to 1996, that is the structure, being in the form of a pyramid. The population will increase a little faster during the 12 years 1999—2011. The individuals increase by 7.65, or 21.86% of the 1999's population, yearly increasing rate is 1.66%.

(2) According to the nature of Leslie Matrix, the population number should increase geometrically or in multiple which is a constant, it is true in the data after 1999, the multiplication number is about 1.05, The yearly increasing rate will be 1.64% which is the same basically as compared with the above datum 1.66%. Any-

way, the population is increasing at an exceedingly low speed, but it is luck enough so long as it is increasing. It is a consolation to the people being concerned about this endangered animal.

(3) Mr. Wei worked out that the innate increasing capacity of the Giant panda's population  $r = 0.0055688$ , if calculated by the formula  $N = N_0e^{rt}$ , the number from 1999 to 2011 should be increasing to 34.85 individuals, lower than our above figure.

(4) Wu-yi-peng is one of the best ecological environments for Giant panda, and the protective measures are the most effective, the Giant panda's population there, is so feeble that any slight destruction will cause it a difficult development for ten years. In other places where the habitats are not so agreeable as Wu-yi-peng, or the protective measures are not so effective, any slightest catching will make the population difficult to recover. Therefore, the service of Giant panda's protection must be strengthened and the protective measures must be set elaborately as well.