

唐家河自然保护区黑熊种群生存力初步分析*

A Preliminary Analysis on Population Viability for Black Bear in Tangjiahe

侯万儒 任正隆** 胡锦鑫

Hou Wanru Ren Zhenglong Hu Jinchu

(西华师范大学生物系 四川南充 637002)

(Dept. of Biology, China West Normal University, Nanchong, Sichuan, 637002, China)

摘要 根据黑熊种群的相关参数,借助旋涡软件(Vortex 8.41),对唐家河自然保护区内黑熊(*Ursus thibetanus*)的种群动态进行模拟分析。结果表明,在没有近亲繁殖、食物歉收和人为诱捕等灾害影响下,唐家河自然保护区内黑熊种群数量在100 a内稳步增长;而在加入近亲繁殖、人为诱捕和食物歉收等因素时,种群数量增长相对受到影响,其中,人为诱捕是种群数量下降的主要因素。

关键词 黑熊 种群生存力 近亲繁殖 食物歉收 人为诱捕

中图法分类号 Q959.838

Abstract According to the relative parameters, the population dynamics of the black bears in Tangjiahe Natural Reservation were simulated by a simulation modal-vortex 8.41, and the factors affecting the population were analyzed. The results show that without inbreeding depression and catastrophes, the population would gradually increase, otherwise it would decrease. Trapping is the primary factor in all affected factors. Some recommendations on conservation action are put forward based on these analyses.

Key words black bear, population viability, inbreeding depression, insufficient food, trapping

上世纪末,一些学者采用种群生存力分析原理和方法,对一些珍稀濒危物种未来的发展和影响因素进行了分析^[1-4],侯万儒等^[5]对卧龙自然保护区内黑熊(*Ursus thibetanus*)种群生存力进行过分析。本文以唐家河自然保护区为研究区域,运用保护生物学的原理,借助旋涡模型(Vortex 8.41),对该保护区内野生黑熊种群在理想状态下以及有近亲繁殖、食物歉收和人类诱捕等因素影响下,未来100 a内的种群动态进行了模拟与分析,以期对唐家河自然保护区黑熊种群的有效保护与管理提供有益的资料。

1 研究区域

唐家河自然保护区是1986年7月经国务院批准的国家级森林和野生动物类型自然保护区。它位于广元市青川县境内,地处四川盆地北部边缘,龙门山西北侧,摩天岭南麓,北与甘肃省文县境内的白水江国家

级自然保护区相连,西与绵阳市平武县毗邻。地理位置介于东经104°37'~104°53',北纬32°32'~32°41'之间,总面积400 km²。整个保护区地势西北高,东南低,海拔1150~3864 m,相对高差2600 m。该保护区内山体高大,气候垂直分布明显,具有典型的山地植被垂直带谱特征,其植被垂直谱系可分为5个带型:海拔1000~1600 m为亚热带常绿阔叶林带,原始植被以樟科,壳斗科和喜湿热的常绿阔叶林为优势,乔木主要建群种有川桂(*Cinnamomum wilsonii*),黑壳楠(*Lindera megaphylla*),桢楠(*Phoebe zhennan*),柳杉(*Cryptomeria fortunei*),杉木(*Cunninghamia lanceolata*),银杏(*Ginkgo biloba*),杜仲(*Eucommia ulmoides*)等;灌木层主要有四川新木姜(*Neolitsea sutchuanensis*),黄丹木姜子(*Litsea elongata*),棣棠花(*Kerria japonica*)等。海拔1600~2400 m为常绿阔叶、落叶阔叶混交林带,主要乔木树种有杉木、冷杉(*Abies fabri*),珙桐(*Davidia involucrata*),香樟(*Cinnamomum camphora*),山楠(*Phoebe chinensis*),红豆杉(*Taxus chinensis*),粗叶五加(*Acanthopanax henryi*),卫茅(*Euonymus alatus*)等;灌木层主要有银

2003-08-04收稿,2003-09-12修回。

* 四川省教育重点项目(编号:01LA51)资助。

** 四川农业大学 四川雅安 625014 (Sichuan Agricultural University, Yaan, Sichuan, 625014, China)

广西科学 2003年11月 第10卷第4期

301

叶杜鹃 (*Rhodoendron argyrophyllum*)、红背杜鹃 (*Rhodoendron rufescens*)、香叶子 (*Lindera fragrans*) 等。海拔 2400~3000 m 为中山针阔混交林带, 乔木层主要建群种有铁杉 (*Tsuga chinensis*)、川杨 (*Populus szechuannicac*)、青杨 (*Populus cathyana*)、椴树 (*Tilia chinensis*)、红桦 (*Betula alboainensis*) 等; 灌木层主要有缺苞箭竹 (*Fargesia denudata*)、峨眉蔷薇 (*Rosa omeiensis*)、刺黄花 (*Berberos polyantha*) 等。海拔 3000~3600 m 为亚高山针叶林带, 主要乔木树种有紫果云杉 (*Picea purpurea*)、岷江冷杉 (*Abies faxoniana*)、方枝柏 (*Sabina saltuaria*)、山柏 (*Sabina squamata*) 等, 灌木有缺苞箭竹、华西箭竹 (*Fargesia nitida*) 和多种杜鹃; 海拔在 3600 m 以上为高山灌丛与高山草甸, 主要灌木种类有牛头柳 (*Salix dissa*)、毛叶绣线菊 (*Spiraea mollifolia*) 等; 草甸植物包括高山蒿草 (*Kobresia pymaea*)、川贝母 (*Fritillaria cirrhosa*) 等。唐家河自然保护区的气候属亚热带季风气候, 年平均气温为 15.7℃, 年降雨量为 1100~1200 mm, 无霜期为 180 d。

2 种群参数估计

2.1 性比与婚配制度

根据侯万儒等^[6]的研究, 黑熊出生时的性比为 94 雌: 8 雄 = 1.093, 与 1: 1 没有显著差异。婚配制度为一雄多雌制, 故我们认为属于杂种优势类型。

2.2 种群组成

唐家河自然保护区的黑熊属于黑熊西南亚种 (*Ursus thibetanus mupinensis*), 是亚热带常绿阔叶林的典型种类, 在四川分布于海拔 1000 m 以上至寒温性针叶林中^[7]。唐家河自然保护区四面群山起伏, 气势磅礴, 连绵不断的高山形成了保护区的天然屏障, 仅保护区的入口处 (落衣沟—红军桥—一线) 有一条狭窄的通道, 构成了一个相对封闭的自然生态环境, 所以唐家河自然保护区的黑熊种群可视为一个相对独立的亚种群。

在 1991~1994 年间全国熊类调查和 1997~2000 年四川陆生动物调查, 估计唐家河自然保护区有黑熊 43 只。

2.3 种群繁殖参数

野生黑熊雌体的初始年龄为 6 岁, 雄体为 7 岁^[6], 两性最大生殖年龄定为 27 岁, 有 74% 的雌性参与繁殖。雌性产仔情况为单胞胎、双胞胎和三胞胎之比为 37: 70: 1^[6]。

2.4 种群死亡率

由野生黑熊的生命表^[6], 可直接得到黑熊各年龄

段的死亡率, 另可根据相似物种的经验值拟定各年龄段的死亡率方差, 见表 1。

表 1 黑熊各年龄段的死亡率

Table 1 Mortality ratio of the black bears in different age

年龄段 Age (a)	死亡率 Mortality ratio (%)			
	雌体 Female		雄体 Male	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
0-1	27.00	10.00	27.00	10.00
1-2	11.92	3.00	11.92	3.00
2-3	11.82	3.00	11.82	3.00
3-4	11.99	3.00	11.99	3.00
4-5	12.02	3.00	12.02	3.00
5-6	12.07	3.00	12.07	3.00
6-7			11.92	3.00
成年 Adult	13.95	2.00	14.05	2.00

2.5 环境容纳量

根据马逸清等^[7]在唐家河自然保护区研究几只戴颈圈的黑熊研究的活动范围为 5.10~36.5 km², 平均活动范围为 16.37 km²。若分别以 5.10 km²、16.37 km² 和 36.5 km² 作为黑熊的巢域面积, 则黑熊种群的密度分别 0.2 只/km²、0.06 只/km²、0.03 只/km²。又据我们在近两年对唐家河自然保护区所做样方 (共做 10 个样方) 统计, 在野生黑熊采食地中生长的野生黑熊食用植物 (包括果、花、茎、叶等) 的平均生物量鲜重为 (0.828±0.108) kg/m²。按野生黑熊采食地占栖息面积的 10% 推算, 又按其中 10% 可供黑熊食用推算, 以平均每只野生黑熊 1 年中每天食用食物鲜重 30kg 计算, 则在栖息地中黑熊的环境容纳量为 (0.77±0.1) 只/km²。综合以上两方面的因素, 唐家河自然保护区黑熊栖息地中黑熊的环境容纳量可估计为 (0.415±0.08) 只/km²。唐家河自然保护区黑熊栖息地面积为 288 km², 则唐家河自然保护区野生黑熊的环境容纳量可确定为 120 只。

2.6 种群近亲繁殖

唐家河自然保护区的黑熊种群属于一个相对独立的小种群, 客观上存在着近亲繁殖因素的影响。关于兽类近亲繁殖的致死等价系数, Ralls K 等^[8]对 40 种圈养哺乳动物进行了研究, 得出每个二倍体平均有 3.14 个基因当量, 为此, 我们对没有近亲繁殖和近亲繁殖致死等价系数为 3.14 时的种群动态情况进行了模拟。

2.7 灾变

影响黑熊种群生存与发展的因素是多种多样的, 在唐家河自然保护区主要存在着食物歉收和人类诱捕。我们将食物歉收和人类诱捕定位灾变因子。食物歉收一般每 10 年发生 1 次, 每发生 1 次估计有 5% 的

亡率,相应的也为 5% 繁殖失败率。在四川农耕区允许捕捉计划为 2% (四川省林业厅内部规定),则导致黑熊种群的死亡率和繁殖失败率分别为 2%。实际上某些地方超过了捕捉计划,故我们对捕捉达 3% 和 5% 的情况也进行了模拟。以上灾变因子对黑熊的影响估计如表 2 所示。我们以 200 年开始的 100 只为限,每隔 10 年给出一次预测报告,每次预报重复模拟 1000 次。

表 2 影响唐家河黑熊种群增长的因子

Table 2 Affected factors for population increased of the black bears in Tangjiahe

突变类型 Type of catastrophes	发生频率 Frequency (次 times)	繁殖失败率 Unsuccessful reproduction (%)	死亡率 Mortality (%)
食物歉收 Insufficient food	10	5	5
人类诱捕 Trapping	100	2	2
	100	3	3
	100	5	5

3 结果与分析

3.1 理想状态下的种群动态

模拟结果表明,唐家河自然保护区黑熊种群在比较理想状态条件下(没有近亲繁殖,没有灾害影响),内禀增长率 $r = 0.050$,周限增长率 $\lambda = 1.051$,净生殖率 $R_0 = 1.736$,雌体平均世代时间 $T = 10.98$,雄体平均世代时间 $T = 11.66$ 种群数量变化及种群基因杂合率变化见表 3 从表 3 可以看出,在理想状态下,唐家河的黑熊种群数量将迅速增长,在 40a 内将达到环境容纳量的水平,并在很长时期稳定在 116 只左右,见表 4 不同因子影响下唐家河黑熊的数量动态

Table 4 Dynamics of population the black bears in Tangjiahe affected by different factors

年限 Year (a)	A (只 Indiv.)	A+ B (只 Indiv.)	A+ C (只 Indiv.)	A+ D (只 Indiv.)	A+ E (只 Indiv.)	A+ B+ C (只 Indiv.)	A+ B+ D (只 Indiv.)	A+ B+ E (只 Indiv.)
10	73	69	59	52	41	57	50	39
20	100	94	75	60	37	68	55	33
30	109	105	85	65	33	76	59	28
40	113	110	91	68	28	80	58	22
50	114	111	93	69	23	82	57	16
60	114	112	93	69	18	83	55	12
70	114	112	94	67	14	83	53	8
80	115	112	94	66	11	83	50	5
90	114	112	94	64	8	82	47	4
100	114	112	94	62	6	81	44	2

A 近亲繁殖 Inbreeding depression; B 食物歉收 Insufficient food; C 人类捕捉 2% Trapping 2%; D 人类捕捉 3% Trapping 3%; E 人类捕捉 5% Trapping 5%。

基因杂合率呈下降趋势。

表 3 唐家河黑熊种群数量动态及基因杂合率变化

Table 3 Dynamics and heterozygosity of population of the black bear in Tangjiahe

年限 Year (a)	种群大小 Population (只 Indiv.)	基因杂合率 Heterozygosity
10	74	0.995
20	103	0.976
30	113	0.962
40	115	0.951
50	116	0.941
60	116	0.931
70	116	0.923
80	116	0.913
90	116	0.904
100	116	0.895

比较发现,模拟所得到的野生黑熊种群在理想状态下内禀增长率,周限增长率等与侯万儒等^[6]通过生命表计算所得到的数据 ($r = 0.0455, \lambda = 1.047, R_0 = 1.69$,平均世代时间 $T = 1.54$) 差异甚小,几乎一致,说明模拟结果比较符合实际。

3.2 各种因子影响下的种群动态

各种因子影响下种群数量变化及基因杂合率变化分别见表 4 和表 5 从表 4 可以看出,当有近亲繁殖介入,捕捉率每年分别为 2%、3%、5% 时,100 年后种群数量分别为 94 只、62 只、和 6 只;当有近亲繁殖、食物歉收、捕捉率分别为年 2%、3%、5% 时,100 年后种群数量分别为 81 只、44 只和 2 只。从表 5 可以看出,种群的基因杂合率呈下降趋势,尤其是随着人类捕捉率的增大,基因杂合率的下降速率也随之增大。

表5 不同因子影响下唐家河黑熊种群基因杂合率的变化

Table 5 Variation of heterozygosity of population of the black bears in Tangjiahe by different factors

年限 Year (a)	A	A+ B	A+ C	A+ D	A+ E	A+ B+ C	A+ B+ D	A+ B+ E
10	0.997	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.997	0.996
20	0.983	0.981	0.980	0.979	0.978	0.979	0.979	0.975
30	0.969	0.967	0.964	0.958	0.949	0.959	0.958	0.943
40	0.956	0.954	0.946	0.936	0.919	0.941	0.935	0.913
50	0.946	0.943	0.931	0.919	0.882	0.924	0.912	0.882
60	0.936	0.931	0.918	0.902	0.851	0.910	0.893	0.841
70	0.928	0.922	0.906	0.882	0.818	0.896	0.872	0.812
80	0.917	0.912	0.894	0.869	0.791	0.884	0.854	0.779
90	0.908	0.905	0.885	0.854	0.776	0.872	0.836	0.762
100	0.898	0.895	0.876	0.842	0.733	0.862	0.825	0.734

A 近亲繁殖 Inbreeding depression; B 食物歉收 Insufficient food; C 人类捕捉 2% Topping 2%; D 人类捕捉 3% Topping 3%; E 人类捕捉 5% Topping 5%.

4 讨论

在没有近亲繁殖和灾害影响下,唐家河的黑熊种群数量将在 40 a 内迅速增加到接近环境容纳量的水平。但是,本文研究发现,近亲繁殖因素、食物歉收和人类捕捉对黑熊种群数量增长均存在不同程度的影响。对现存种群数量 (43只) 来说,近亲繁殖因子和食物歉收不属于影响种群数量增长的主要因子,而人类捕捉因子才是影响种群数量增长的主要因子。当有近亲繁殖介入,捕捉率分别为年 2%、3%、5% 时,100 a 后种群数量分别为 94 只、62 只、和 6 只;当有近亲繁殖、食物歉收,捕捉率每年分别为 2%、3%、5% 时,100 a 后种群数量分别为 81 只、44 只和 2 只 (表 4)。根据近亲繁殖率公式 $1/2N_e \leq 1\%$,有效种群的大小必须大于 50 只的这一理论^[9],目前唐家河的黑熊种群尚属于一个无效种群,所以,人类对该保护区的捕捉率绝对不能达到 3%,否则,会使黑熊种群数量大幅度降低,致使不能满足一个野生种群长期存活的要求^[10]。从模拟结果也可以看出,目前四川省对农耕区黑熊所规定的不超过 2% 的捕捉强度具有一定的科学性。同时也揭示了唐家河自然保护区内黑熊仍存在着人类捕捉

不同因子对黑熊种群的基因杂合率也存在着不同程度的影响,其中人类捕捉因子也是致黑熊种群基因杂合率下降的主要因子 (表 5)。

为了使唐家河自然保护区的黑熊资源能得到持续发展,结合唐家河自然保护区的实际情况,我们提出如下建议: (1) 强化管理,禁止任何破坏黑熊栖息地的行为;降低农耕区对黑熊的捕捉强度,禁止在非农耕区对野生黑熊的捕捉 (这一禁令至少要维护 40 a)。 (2) 建立黑熊基因交流通道 即在唐家河自然保

护区与甘肃文县境内的白水江保护区之间和唐家河自然保护区与平武县之间创立更有效的黑熊“绿色通道”,促进黑熊各亚种群间的基因交流。 (3) 加强宣传,增加游客和当地农耕区农民对黑熊的保护意识

参考文献

- 郭建, 胡锦涛. 冶勒地区大熊猫种群生存力分析. 见: 胡锦涛等. 脊椎动物资源及保护. 成都: 四川科学技术出版社, 1998. 37~ 42.
- 李欣海, 李典谟, 路宝忠等. 朱鹮种群生存力分析. 生物多样性, 1996, 4(2): 69~ 77.
- 魏辅文, 胡锦涛. 大熊猫种群生存力初步分析. 见: 胡锦涛等. 成都国际大熊猫保护学术研讨会论文集, 成都: 四川科学技术出版社, 1994. 116~ 122.
- 张先锋, 王克雄. 长江江豚种群生存力分析. 生态学报, 1999, 19(4): 529~ 533.
- 侯万儒, 张泽钧, 胡锦涛. 卧龙自然保护区黑熊种群生存力初步分析. 动物学研究, 2000, 22(5): 361~ 366.
- 侯万儒, 米志平, 胡锦涛等. 黑熊种群年龄结构和生命表初探. 动物学研究, 2000, 21(2): 127~ 132.
- 马逸清, 胡锦涛, 翟庆龙. 中国的熊类. 成都: 四川科学技术出版社, 1994. 54~ 68.
- Ralls K, Ballou J D, Templeton A R. Estimates of lethal equivalence and cost of inbreeding in mammals. Conservation Biology, 1998, 2: 185~ 193.
- Franklin I R. Evolutionary change in small populations. In: Soule M E, Wilcox B A eds. Conservation Biology: An Ecological/Evolutionary Perspective. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1980. 135~ 149.
- 李义明, 李典谟. 种群生存力分析研究进展和趋势. 生物多样性, 1994, 2(1): 1~ 10.

(责任编辑: 邓大玉)