广东内伶仃岛猕猴食性及食源植物分析*

王勇军¹ 廖文波² 常 弘²

1 (广东内伶仃 - 福田国家级自然保护区 , 深圳 518040)
2 (中山大学生命科学院 , 广州 510275)

摘 要 论文对内伶仃岛猕猴(*Macaca mulatta*)的植物食性进行了全面调查 ,并测定了食源植物适食部分的比重。研究结果表明 (1)猕猴食源植物约 200 种 ,以叶食性、果食性最为丰富 (2)猕猴的活动区域以阔叶林、灌木林等植被类型为主 (3)食源植物以热带亚热带成分为主 ,与栖息地植被组成特征相适应 (4)内伶仃岛猕猴种群发展的容纳量最适为 820 ~ 1640 只(平均 1230 只) ,而以 743 ~ 1485 只(平均 1114 只)最为合适 ,其总食量约相当于适食性优质植物资源总蕴藏量的 10% ~ 20% 。

关键词 内伶仃岛 , 猕猴 , 食性 , 食性植物资源

Analysis on vegetative food resources and feeding habits of *Macaca mulatta* from Neilingding Island , Guangdong Province/WANG Yong-Jun¹ , LIAO Wen-Bo² , CHANG Hong²)

Abstract The flora and vegetative food resources on Neilingding Island were investigated , and the proportion of edible parts of about 200 species was determined. The results show :(1) There are about 200 species as food resources for *Macaca mulatta* in the Island , and the edible pares are mainly leaves and fruits ;(2) the *M. mulatta*’s habitats are mainly the broad-leaved forests and bushlands ;(3) the plant species as its food resources are mainly tropical or tropical -subtropical elements , which is the characteristic and (4) it is estimated that the maximum number of *M. mulatta* population is 820 ~ 1640 (mean 1230) of the vegetation and the optimal number is about 743 ~ 1485 (mean 1114). The population in this number consumes about 10% ~ 20% of the of high quality food resources.

Key words Neilingding Island , *Macaca mulatta* , feeding habits , vegetative food resources

Author 's address 1) Neilingding-Futian National Nature Reserve of Guangdong , Shenzhen 510418
2) School of Life Sciences , Zhongshan University , Guangzhou 510275

内伶仃岛位于珠江口东侧的伶仃洋上 ,地理位置为 N 22°24' ~ 22°26'、E 113°47' ~ 113°49'。内伶仃岛分布的猕猴(*Macaca mulatta*)属国家 II 级保护动物 ,具有重要科研和保护价值 ,它已成为该岛生态系统中最为重要的物种之一。自 1984 年内伶仃岛建立自然保护区以来 ,原当地居民陆续外迁 ,所驻部队近 1000 人亦撤走 ,至 1993 年止全岛留守的必要人员仅有保护站、派出所、边防军、民工等共约 40 多人 ,因此 ,内伶仃岛的生态环境得到极好的恢复 ,猕猴种群也得到了极好的保护 ,并进行一定程度的喂养(2 个野外撒料点 ,每天撒放玉米粒约 5 ~ 6 kg) ,猕猴数量迅速增长 ,在 1984 年保护区成立调查时 ,其数量大约为 200 只 ,1998 年再次调查已增加到约 600 只。

据种群数量动态研究和预测^[1]。猕猴的年平均增长率为 8.1% ~ 9.5% ,即 10 年后内伶仃岛的猕猴数量将达到约 1530 只。由于内伶仃岛是一个相对封闭的自然生态系统 ,就目前的保护状态考虑 ,猕猴种群的动态发展主要取决于两方面的因素 ,一方面是食物源(数量、质量、可持续再生性) ,另一方面是猕猴种群自身的生长、发育、繁殖、种群结构和种群动态规律。这

收稿日期 :1998 - 11 - 23 ;修改稿收到日期 :1999 - 02 - 03
* 广东省林业厅《广东内伶仃岛自然资源综合调查》资助项目

两方面因素既与岛内自然环境的现状及发展直接相关,又与间接地负效应影响岛内自然环境的现状和发展,特别是对植物类群与植被的影响。

植物类群与植被状况构成了猕猴的活动空间环境,植被的演替规律也将直接影响甚至决定着猕猴种群的活动范围、种群密度以及种群动态。因此,对内伶仃岛猕猴植物食性、食源植物资源量等进行相关分析,对于猕猴种群结构、数量动态的预测、控制,以及该岛生态环境的可持续利用、发展和管理规划等有重要实际意义。

1 内伶仃岛的自然地理条件

内伶仃岛属亚热带季风气候,其气候虽与濒临的珠海、深圳相类似,但由于它地处出海口,四面环水,受地形及下垫面的影响,微气候又有独特之处。热量丰富:终年平均气温 22℃,月均温在 10℃ 以上,高于 20℃ 的可达 7 个月(4~10 月),最冷月为 1 月,均温为 14℃;极端低温出现在 2 月份,约 0.2℃;最热月是 7 月份,平均温在 28℃ 以上;极端高温在 8 月份,高达 38.7℃。雨量充沛,有明显的干湿季之分,降水集中在 6~10 月,年均降雨 2000 mm 左右。常风较大,盛行偏南风 and 东北风,冬夏风向季节性变化明显,年均风速 3 m/s 以上。7~10 月多台风,空气湿度较大,累年各月相对湿度均在 70% 以上,全年基本无霜。

图 1 内伶仃岛植被类型与猕猴群数量的相关性
Fig. 1 Relationship between community types and the size of per *Macaca mulatta* group on Neilingding Island, Guangdong Province

该岛东西宽而南北窄(图 1),从东角咀到牛利角长约 4 km,东湾咀与黑沙湾相距 2 km,海岸线全长约 11 km,全岛面积为 5 km²。该岛最高峰为尖峰山,海拔 340.9 m。全岛可分为 60~80 m、100~150 m、200~250 m、300~340 m 4 种丘陵地形,向东西延伸依次有东角山、尖峰山、南峰坳、蚰蛇岭等。受海蚀作用的影响,岛的周围间断性发育分布有海蚀崖、石排、海下沙

滩、海滩、沙堤、海滨台级 1~2 级。弯曲的海岸线 ,形成了北湾、东湾、焦坑湾、东角湾、水湾和南湾等海湾。岛内无明显的河流 ,仅有数条小沟谷 ,例如南湾、东湾、黑沙湾和焦坑湾等地山泉水终年不断地流入海洋 ,是岛上重要的淡水源。

地质地貌上为花岗岩、变质砂岩构成的海岛丘陵 ,东半部以花岗岩为主 ,西半部为变质砂岩。地带性土壤为赤红壤 ,还有海滨砂土和耕作土 ,其所占比例为 90.6∶ 4.6∶ 4.8。

2 猕猴食源植物种类统计

据覃朝锋等的研究^[4] ,内伶仃岛有维管植物 117 科 324 属 452 种。1997~1998 年 ,我们对该岛进行了较全面的考察 ,经研究 ,对原植物名录进行了较大的订正 ,并补充了近 150 种植物。修订后的植物名录共收录维管植物 132 科 393 属 601 种 ,其中野生维管植物 127 科 367 属 551 种 ,栽培植物 50 种 ,隶属于 21 科 30 属 ,蕨类植物 20 科 25 属 38 种 ,裸子植物 5 科 6 属 7 种 ,被子植物 111 科 366 属 561 种。

在此基础上我们对猕猴食性植物进行考察、分析。确定食源植物的主要原则是 (1)野外直接观察猕猴进食 (2)观察周围植物被他们啃食的痕迹 (3)参考有关资料 ,如符国璠对海南岛南湾猕猴的研究^[2,3] ,王骏等人对龙虎山等地的研究^[5] (4)根据植物种类的性质、类别进行判断 ,例如对于某些明显可食用的果类植物、淀粉植物、蔬菜等 ,猕猴也是极可能进食的。统计结果猕猴食源植物共有约 200 种(表 1) ,其中野生的种子植物 168 种 ,蕨类植物 7 种 ,栽培植物 25 种。

表 1 内伶仃岛猕猴食源植物的适食性及其蕴藏量
Table 1 Edibal material and their fresh biomass for each edible plant species of *M. mulatta* on Neilingding Island

猕猴食性植物 Feeding Plants for <i>Macaca mulatta</i>	适食部位 EP	适食参数 FI	个体数 TIN	样地指数 EPI	面积指数 AIFF	平均冠幅 ACW(m)	适食比重 PFI(g)	种群总鲜量 TFW(kg)
华南紫萁 <i>Osmunda vachellii</i>	L	0.20	2	303	1.00	0.30	8.671	74.248
芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i> ^[4]	L	0.10	40	303	2.00	0.30	2.460	421.289
海金沙 <i>Lygodium japonicum</i> ^[4]	L	0.20	20	303	6.00	0.40	1.112	1015.660
狭叶海金沙 <i>L. microstachyum</i>	L	0.20	10	303	6.00	0.40	1.201	548.475
小叶海金沙 <i>L. microphyllum</i>	L	0.20	20	303	6.00	0.40	1.105	1009.266
水蕨 <i>Ceratopteris thalictroides</i>	L	0.30	2	303	1.00	0.30	4.112	52.815
乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i> ^[4]	L	0.10	50	303	1.00	1.00	6.782	8065.663
买麻藤 <i>Gnetum montanum</i> ^[4]	Fr	0.80	10	303	0.05	0.40	33.471	509.520
小叶买麻藤 <i>G. parvifolium</i>	Fr	0.80	15	303	0.05	0.50	35.657	1272.179
海风藤 <i>Kadsura heteroclita</i>	Fr , L	0.80	2	303	0.05	0.40	31.452	95.757
酒饼叶 <i>Desmos chinensis</i> ^[2,4]	Fr	0.40	13	303	0.05	2.08	25.478	6816.754
香港瓜馥木 <i>Fissistigma uonicum</i> ^[4]	Fr	0.40	5	303	0.05	1.00	24.523	583.292
光叶紫玉盘 <i>Uvaria boniana</i> ^[2]	Fr	0.40	10	303	0.05	0.80	23.347	710.810
山椒子 <i>U. grandiflora</i> ^[2]	Fr	0.40	41	303	0.05	1.13	21.452	5342.577
紫玉盘 <i>U. microcarpa</i> ^[2]	Fr	0.40	15	303	0.05	1.00	19.368	1382.033
无根藤 <i>Cassytha filiformis</i> ^[4]	L	0.20	15	303	6.00	0.10	0.783	33.523
木防己 <i>Cocculus orbiculatus</i>	Fr	0.30	2	303	0.05	0.80	1.465	6.690
假蒺 <i>Piper sarmentosum</i> ^[4]	L , Fr	0.30	25	303	3.00	0.40	1.523	1304.111
* 芥兰 <i>Brassica alboglabra</i>	L , Fl	0.60	100	5	6.00	0.08	5.481	49.566
* 油菜 <i>B. campestris</i>	L , Fl	0.60	100	5	2.00	0.06	11.305	19.169
* 芥兰头 <i>B. caulorapa</i>	L , Fl	0.60	100	5	2.00	0.06	10.493	17.792
* 青菜 <i>B. chinensis</i>	L , Fl	0.60	100	5	2.00	0.06	4.774	8.095
* 芥菜 <i>B. juncea</i>	L , Fl	0.60	100	5	2.00	0.06	5.568	9.441
* 大头菜 <i>B. napobrassica</i>	L , Fl	0.60	100	5	2.00	0.08	7.856	23.681
* 椰菜 <i>B. oleracea var. capitata</i>	L , Fl	0.60	100	5	4.00	0.16	7.597	183.203
* 菜心 <i>B. parachinensis</i>	L , Fl	0.60	100	5	3.00	0.08	5.668	25.628
* 黄芽白 <i>B. pekinensis</i>	L , Fl	0.60	100	5	2.00	0.08	4.699	14.165
碎米芥 <i>Cardamine hirsuta</i>	L , Fl	0.60	10	303	1.00	0.10	0.775	11.060
* 萝卜 <i>Raphanus sativus var. longipinnatus</i>	L , Fl	0.60	100	5	2.00	0.10	3.665	17.262
焗菜 <i>Rorippa montana</i>	L , Fl	0.60	10	303	1.00	0.10	2.998	42.785
火炭母 <i>Polygonum chinense</i> ^[4]	L	0.30	10	303	1.00	0.20	1.635	46.667
虎杖 <i>P. cuspidatum</i>	Fr	0.30	5	303	0.05	0.40	5.584	15.938
辣蓼 <i>P. hydropier</i>	L	0.30	5	303	1.00	0.10	1.113	3.971
刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	L	0.20	10	303	2.00	0.20	3.886	147.889

表 1 (续) Table 1 (continued)

猕猴食性植物 Feeding Plants for Macaca mulatta	适食部位 EP	适食参数 FI	个体数 TIN	样地指数 EPI	面积指数 AIFF	平均冠幅 ACW(m)	适食比重 PFF(g)	种群总鲜量 TFW(kg)
芭菜 <i>A. tricolor</i>	L	0.30	15	303	2.00	0.20	5.667	485.253
* 阳桃 <i>Averrhoa carambola</i> ^[2 A]	Fr , L	0.80	20	5	0.10	2.10	57.569	1594.362
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i> ^[4]	L , Fl	0.70	120	303	1.00	0.12	0.784	225.564
红花酢浆草 <i>O. corymbosa</i>	L , Fl	0.70	120	303	1.00	0.12	0.775	222.975
锡叶藤 <i>Tetracera asiatica</i> ^[4]	Fr	0.30	30	303	1.00	0.48	13.582	6698.861
刺冬 <i>Scolopia chinensis</i>	Fr	0.40	88	303	0.02	2.83	12.337	16545.023
龙珠果 <i>Passiflora foetida</i>	Fr	0.50	2	303	4.00	0.30	50.421	4317.439
* 冬瓜 <i>Benincasa hispida</i> ^[2]	Fr , Fl	0.60	50	5	0.01	3.00	70.658	748.798
* 节瓜 <i>B. hispida</i> var. <i>chieh-quua</i>	Fr , Fl	0.60	50	5	0.01	3.00	67.564	716.009
* 白瓜 <i>Cucumis</i> melo var. <i>conomon</i>	Fr , Fl	0.60	50	5	0.01	3.00	70.452	746.615
* 黄瓜 <i>C. sativus</i>	Fr , Fl	0.60	50	5	0.01	2.00	80.693	380.064
* 南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	Fr , Fl	0.60	50	5	0.01	3.00	90.558	959.688
* 丝瓜 <i>Luffa acutangula</i>	L , Fl	0.30	50	5	0.01	2.00	57.685	135.848
* 木瓜 <i>Carica papaya</i>	Fr , Fl	0.80	100	5	0.20	1.20	53.356	4825.090
水翁 <i>Cleistocalyx operculatus</i> ^[4]	L , Fl	0.20	4	303	3.00	6.00	3.446	70817.616
* 番石榴 <i>Psidium guajava</i> ^[2 A]	Fr	0.50	20	5	0.01	2.80	55.876	171.942
桃金娘 <i>Rhodomyrtus</i> tomentosa ^[2 A]	Fr	0.80	77	303	0.07	0.86	37.152	28181.891
赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	Fr , L	0.30	10	303	0.01	1.20	30.456	312.946
子凌蒲桃 <i>S. championii</i> ^[4]	Fr , L	0.30	2	303	0.01	5.75	40.883	1929.043
卫矛叶蒲桃 <i>S. euonymifolium</i>	Fr , L	0.40	2	303	0.01	5.00	30.471	1449.536
红鳞蒲桃 <i>S. hancei</i>	Fr , L	0.30	7	303	0.01	6.00	40.123	7214.853
* 蒲桃 <i>S. jambos</i>	Fr , L	0.50	15	5	0.01	2.40	43.478	73.721
白车 <i>S. levinii</i>	Fr , L	0.30	2	303	0.01	5.30	3.426	137.342
红车 <i>S. rehderianum</i>	Fr , L	0.30	14	303	0.01	2.96	2.695	235.887
多花野牡丹 <i>Melastoma affine</i>	L	0.10	2	303	1.00	2.60	2.342	753.140
野牡丹 <i>M. candidum</i> ^[4]	L	0.10	8	303	1.00	1.48	2.331	971.556
毛稔 <i>M. sanguineum</i>	L	0.20	40	303	1.00	0.12	2.221	60.857
黄牛木 <i>Cratoxylum</i> <i>cochinchinensis</i> ^[4]	L	0.20	240	303	4.00	1.77	1.854	265258.785
田基黄 <i>Hypericum japonicum</i>	L	0.20	16	303	1.00	0.04	0.558	0.680
布渣叶 <i>Microcos paniculata</i> ^[2 A]	L	0.08	672	303	3.00	1.97	2.055	305940.575
山芝麻 <i>Helicteres angustifolia</i>	Fr	0.20	19	303	1.00	0.08	2.105	12.177
假苹婆 <i>Sterculia lanceolata</i> ^[4]	Fr , L	0.60	5	303	0.01	4.80	30.589	5028.996
五月茶 <i>Antidesma buniuss</i> ^[4]	L , Fr	0.30	5	303	4.00	4.00	1.634	37310.887
方叶五月茶 <i>A. ghaesembilla</i> ^[2]	L	0.30	2	303	5.00	5.00	2.557	45614.643
重阳木 <i>Bischofia javanica</i> ^[4]	L , Fr	0.20	2	303	4.00	8.00	2.135	52000.812
白背叶 <i>Mallotus apelta</i> ^[4]	Fr	0.30	12	303	0.01	2.00	5.245	179.647
白楸 <i>M. paniculatus</i>	L	0.20	5	303	4.00	2.00	2.016	7672.251
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i> ^[4]	Fr , L	0.80	9	303	0.02	2.23	34.257	5834.906
越南叶下珠 <i>P. cochinchinensis</i>	L , Fr	0.40	10	303	1.00	0.80	0.885	538.884
烂头钵 <i>P. reticulatus</i>	L	0.30	10	303	2.00	0.80	0.997	910.623
* 桃 <i>Amygdalus persica</i>	Fr , L	0.80	10	5	0.01	1.60	30.142	24.229
蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	Fr , L	0.80	10	303	0.05	0.10	18.369	17.477
李 <i>Prunus salicina</i>	Fr , L	0.50	2	303	0.01	2.40	26.486	362.870
沙梨 <i>Pyrus pyrifolia</i>	Fr , L	0.70	2	303	0.02	3.60	60.588	5229.521
车轮梅 <i>Rhaphiolepis indica</i>	L	0.10	18	303	2.00	1.15	2.334	2643.086
细叶石斑木 <i>R. lanceolata</i>	L	0.10	2	303	2.00	0.80	2.225	135.482
金樱子 <i>Rosa laevigata</i> ^[4]	Fr	0.50	16	303	0.02	0.40	19.987	121.703
细叶悬钩子 <i>Rubus alceaefolius</i>	Fr	0.40	11	303	0.02	0.40	18.689	62.589
白花悬钩子 <i>R. leucanthus</i>	Fr	0.40	15	303	0.02	0.30	20.117	51.677
茅梅 <i>R. parvifolius</i>	Fr	0.30	21	303	0.02	0.40	18.667	89.511
排钱草 <i>D. pulchellum</i>	L	0.10	5	303	2.00	0.40	2.557	97.311
山鸡血藤 <i>Millettia dielsiana</i>	L	0.10	13	303	6.00	0.40	2.155	639.756
光叶鸡血藤 <i>M. nitida</i>	L	0.20	9	303	6.00	0.60	2.515	2325.822
鸡血藤 <i>M. reticulata</i>	L	0.20	11	303	6.00	0.80	2.457	4937.093
牛大力藤 <i>M. speciosa</i>	L	0.20	7	303	6.00	0.80	2.337	2988.342
野葛 <i>Pueraria lobata</i> ^[4]	L	0.20	27	303	6.00	0.80	2.011	9919.563
山葛藤 <i>P. montana</i>	L	0.20	25	303	6.00	0.60	1.997	5129.961
三裂叶野葛 <i>P. phaseoloides</i>	L	0.30	21	303	5.00	0.43	1.889	2616.928
葫芦茶 <i>Tadehagi triquetrum</i> ^[4]	L	0.30	20	600	1.00	0.10	2.148	60.702
丁葵草 <i>Zornia diphylla</i>	L	0.30	14	600	1.00	0.60	1.113	792.625
朴树 <i>Celtis sinensis</i>	L	0.60	81	303	4.00	2.24	2.112	490002.726
狭叶山黄麻 <i>Trema angustifolia</i>	L	0.30	8	303	2.00	1.80	2.331	8622.651
山黄麻 <i>T. orientalis</i> ^[4]	L	0.30	15	303	2.00	1.20	2.115	6519.701
* 木菠萝 <i>Artocarpus heterophyllus</i>	Fr	0.50	20	5	0.05	1.20	60.521	171.032
白桂木 <i>A. hypargyreus</i> ^[4]	Fr	0.60	8	303	0.05	5.12	50.256	75205.806
桂木 <i>A. lingnanensis</i>	Fr	0.40	10	303	0.03	4.20	45.354	22835.352
构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	Fr	0.40	15	303	0.03	4.00	39.489	27050.850
五指毛桃 <i>Ficus hirta</i> ^[4]	Fr	0.40	20	303	0.05	3.80	25.147	34548.218

表 1 (续) Table 1 (continued)

猕猴食性植物 Feeding Plants for Macaca mulatta	适食部位 EP	适食参数 FI	个体数 TIN	样地指数 EPI	面积指数 AIFF	平均冠幅 ACW(m)	适食比重 PFF(g)	种群总鲜量 TFW(kg)
对叶榕 <i>F. hispida</i> ^[2]	Fr	0.40	62	303	0.08	2.15	24.167	52717.355
榕树 <i>F. microcarpa</i> ^[2]	L	0.01	13	303	2.00	4.80	22.368	31870.969
薜荔 <i>F. pumila</i>	Fr	0.30	5	303	0.05	0.60	21.472	137.895
桑 <i>Morus abla</i>	Fr , L	0.80	12	303	0.05	2.77	30.476	26697.526
梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i> ^[4]	L	0.40	277	303	2.00	0.80	1.335	45034.286
毛冬青 <i>I. pubescens</i>	L	0.30	24	303	3.00	0.97	1.224	5916.855
铁冬青 <i>I. rotunda</i>	L	0.30	2	303	4.00	3.40	2.687	17731.645
多花钩儿茶 <i>Berchemia floribund</i>	L ,Fr	0.30	20	303	4.00	0.60	2.335	4798.582
老鼠耳 <i>B. lineata</i> ^[4]	L , Fr	0.30	10	303	3.00	0.60	2.447	1885.781
雀梅藤 <i>Sageretia thea</i> ^[4]	L , Fr	0.20	52	303	2.00	1.71	2.114	30582.489
蔓胡颓子 <i>Elaeagnus glabra</i>	Fr	0.40	3	303	0.01	0.53	19.558	15.681
胡颓子 <i>E. pungens</i>	Fr	0.40	3	303	0.01	0.80	20.336	37.148
粤蛇葡萄 <i>Ampelopsis cantoniensis</i>	Fr , L	0.60	17	303	0.01	0.80	21.117	327.887
山葡萄 <i>V. balansanseana</i>	Fr , L	0.60	16	303	0.01	0.40	23.221	84.837
葡萄 <i>V. vinifera</i>	Fr , L	0.60	12	303	0.01	0.40	21.457	58.794
降真香 <i>Acronychia pedunculata</i> ^[4]	L	0.30	6	303	2.00	0.30	3.229	248.843
* 柚 <i>Citrus grandis</i>	Fr	0.70	20	5	0.02	1.20	37.485	59.322
桔 <i>C. reticulata</i> ^[2]	Fr	0.70	4	303	0.02	1.40	31.118	812.397
黄皮 <i>Clausena lansium</i> ^[2]	Fr	0.70	3	303	0.03	1.14	28.227	549.702
山小桔 <i>Glycosmis parviflora</i>	Fr	0.50	93	303	0.03	1.86	23.456	26925.659
勒党 <i>Zanthoxylum avicennae</i>	L	0.10	123	303	2.00	1.73	2.245	39314.789
龙眼 <i>Dimocarpus longan</i> ^[2 , 4]	Fr	0.60	136	303	0.02	1.98	50.452	76778.780
* 龙眼 <i>Dimocarpus longan</i> ^[2 , 4]	Fr	0.80	60	5	0.02	3.20	50.452	1946.656
荔枝 <i>Litchi chinensis</i> ^[2 , 4]	Fr	0.60	20	303	0.03	3.40	68.114	67423.145
* 荔枝 <i>Litchi chinensis</i> ^[2 , 4]	Fr	0.80	60	5	0.03	6.60	68.114	16769.743
* 芒果 <i>Mangifera indica</i> ^[2]	Fr	0.80	20	5	0.01	3.60	80.457	654.830
八角枫 <i>Alangium chinense</i>	L	0.20	8	303	1.00	1.20	2.345	1285.102
白花刺 <i>Acanthopanax trifoliatius</i>	L	0.30	30	303	1.00	1.20	2.458	7577.033
虎刺葱木 <i>Aralia armata</i>	L	0.20	4	303	1.00	1.20	2.446	670.226
黄毛葱木 <i>A. decaisneana</i>	L	0.20	3	303	1.00	1.20	2.441	501.642
鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	L	0.05	255	303	1.00	2.11	3.662	49443.103
积血草 <i>Centella asiatica</i>	L	0.30	34	303	1.00	0.10	1.553	37.678
小果柿 <i>Diospyros vaccinioides</i>	L	0.30	1	303	2.00	2.40	1.338	1099.872
朱砂根 <i>Ardisia crenata</i>	L	0.20	2	303	1.00	0.40	2.117	32.226
罗伞树 <i>A. quinquegona</i>	L	0.20	2	303	1.00	0.80	2.995	182.368
酸藤子 <i>Embelia laeta</i>	L , Fr	0.60	33	303	5.00	0.80	4.774	71946.533
白花酸藤子 <i>E. ribes</i>	L , Fr	0.60	30	303	5.00	0.76	4.668	57718.206
尖山橙 <i>Melodinus fusiformis</i>	Fr	0.40	7	303	0.01	1.40	40.152	524.123
山橙 <i>M. suaveolens</i>	Fr	0.40	4	303	0.01	1.50	40.251	344.660
水团花 <i>Adina pilulifera</i>	L	0.20	17	303	1.00	1.23	2.077	2541.317
鱼骨木 <i>Canthium dicoecum</i>	L	0.20	21	303	2.00	1.00	2.451	4897.054
猪肚木 <i>C. horridum</i> ^[2]	L	0.20	9	303	2.00	0.94	2.331	1763.651
梔子 <i>Gardenia jasmioides</i>	L	0.20	143	303	2.00	1.00	2.004	27265.033
耳草 <i>Hedyotis. Auricularia</i>	L	0.20	15	600	1.00	1.10	1.011	1729.221
白花蛇舌草 <i>H. diffusa</i>	L	0.40	28	1200	1.00	0.40	0.375	633.024
牛白藤 <i>H. hedyotidea</i>	L	0.30	30	1200	4.00	0.10	2.423	821.688
松叶耳草 <i>H. pinifolia</i>	L	0.30	31	1200	1.00	0.20	1.246	436.628
鸡矢藤 <i>Paeseria scandens</i>	L	0.30	30	1200	1.00	0.10	1.774	150.400
九节 <i>Psychotria rubra</i>	L	0.30	1345	303	2.00	0.12	2.889	7985.385
艾纳香 <i>Blumea balsamifera</i>	L	0.40	6	303	2.00	1.03	3.657	4429.482
地胆草 <i>Elephantopus scaber</i>	L	0.20	30	303	1.00	0.20	3.559	203.166
白花地胆草 <i>E. tomentosus</i>	L	0.20	30	303	1.00	0.16	3.448	125.971
一点红 <i>Emilia sonchifolia</i>	L	0.30	20	303	1.00	0.12	2.079	42.725
野茼蒿 <i>Lactuca brevirostris</i>	L , Fl	0.40	10	303	2.00	0.18	4.258	262.514
山茼蒿 <i>L. indica</i>	L , Fl	0.40	10	303	2.00	0.20	4.685	356.592
茼蒿 <i>L. sativa</i>	L , Fl	0.40	10	303	2.00	0.20	5.012	381.481
* 番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i>	Fr	0.60	100	5	0.05	0.30	40.580	43.005
* 番薯 <i>Ipomoea batatas</i> ^[2]	L	0.60	100	5	0.10	0.90	2.457	46.869
五爪金龙 <i>I. Cairica</i>	L	0.20	223	1200	3.00	0.80	1.662	134065.802
厚藤 <i>I. pes-caprae</i>	L	0.20	50	200	3.00	0.40	3.452	2601.427
野甘草 <i>Scoparia dulcis</i>	L , Fl	0.50	40	1200	1.00	0.20	1.012	762.869
白骨壤 <i>Avicennis marina</i>	L , Fr	0.40	10	200	5.00	1.20	3.124	14125.478
马鞭草 <i>Verbena officinalis</i>	L	0.30	15	1200	1.00	0.08	1.101	29.870
山薄荷 <i>Mentha haplocalyx</i>	L	0.20	5	1200	1.00	0.20	1.365	51.433
香蕉 <i>Musa acuminata</i> ^[4]	Fr , L	0.70	12	600	0.05	1.40	60.578	23487.893
大蕉 <i>M. sapientum</i>	Fr , L	0.70	4	600	0.05	1.60	55.258	9327.904
* 大蕉 <i>M. sapientum</i>	Fr , L	0.70	100	5	0.05	1.60	55.258	1943.313
天门冬 <i>Asparagoc cochinchinensis</i>	L	0.30	13	1200	2.00	0.20	0.125	36.738
黄花菜 <i>Hemerocallis citrina</i>	L , Fl	0.40	2	303	2.00	0.18	2.569	31.677
土麦冬 <i>Liriope spicata</i>	L	0.20	157	1200	2.00	0.18	2.131	4084.501
阔叶麦冬 <i>L. platyphylla</i>	L	0.20	3	303	2.00	0.32	2.322	67.867
短柱肖菝葜	L	0.20	37	303	3.00	0.08	2.441	82.492
<i>Heterosmilax yunnanensis</i>								
菝葜 <i>Smilax china</i>	L	0.20	6	303	3.00	0.60	2.335	719.787

表 1 (续) Table 1 (continued)

猕猴食性植物 Feeding Plants for Macaca mulatta	适食部位 EP	适食参数 FI	个体数 TIN	样地指数 EPI	面积指数 AIFF	平均冠幅 ACW(m)	适食比重 PFF(g)	种群总鲜量 TFW(kg)
小果菝葜 <i>S. davidiana</i>	L	0.20	16	303	3.00	0.46	2.445	1181.349
土茯苓 <i>S. glabra</i>	L	0.30	30	303	3.00	0.86	2.125	10093.270
魔芋 <i>Amorphophallus rivieri</i>	L	0.20	3	303	1.00	0.42	4.553	114.620
* 荠菜 <i>Allium chinense</i>	L , FI	0.30	100	5	2.00	0.10	2.225	5.240
* 葱 <i>A. fistulosum</i>	L , FI	0.40	100	5	2.00	0.10	4.236	13.301
* 蒜 <i>A. sativum</i>	L , FI	0.40	100	5	2.00	0.20	5.359	67.309
* 韭菜 <i>A. tuberosum</i>	L , FI	0.40	100	5	2.00	0.10	5.214	16.372
白藤 <i>Calamus tetradactylus</i> ^[2]	Fr	0.20	3	303	0.05	1.60	18.587	339.534
刺葵 <i>Phoenix hanceana</i> ^[4]	Fr	0.20	38	303	0.05	2.52	20.158	11570.294
露兜树 <i>Pandanus tectorinus</i> ^[4]	Fr	0.20	27	303	0.05	3.38	30.145	22116.925
水蔗草 <i>Apluda mutica</i> ^[4]	L	0.20	45	1200	1.00	0.12	1.324	161.638
芦竹 <i>Arundo donax</i>	L	0.10	128	1200	2.00	0.24	1.557	2162.728
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	L	0.10	63	1200	3.00	0.10	2.011	358.088
散穗弓果黍 <i>Cyrtococcum accrecens</i>	L	0.10	83	1200	1.00	0.10	2.111	165.051
弓果黍 <i>C. patens</i>	L	0.10	125	1200	1.00	0.08	1.447	109.046
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	L	0.10	223	1200	1.00	0.12	0.541	163.650
白茅 <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i>	L	0.20	139	1200	2.00	0.14	2.113	2169.108
纤毛鸭嘴草 <i>Ischaemum ciliare</i>	L	0.10	331	1200	1.00	0.16	1.111	886.815
淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>	L	0.30	224	1200	2.00	0.42	1.225	27358.031
蔓生莠竹 <i>Microstegium vagans</i> ^[4]	L	0.09	3324	1200	2.00	0.38	1.332	108406.629
芒 <i>M. sinensis</i> ^[2]	L	0.08	223	1200	1.00	1.00	1.758	29543.682
类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	L	0.08	331	1200	1.00	0.56	1.665	13024.443
铺地黍 <i>Panicum repens</i>	L	0.08	446	1200	2.00	0.42	1.224	14513.954
两耳草 <i>Paspalum conjugatum</i>	L	0.08	336	1200	1.00	0.12	1.331	485.312
象草 <i>P. purpureum</i>	L	0.08	25	600	2.00	0.86	2.665	3713.428
水竹 <i>Phragmites karka</i>	L	0.08	46	1200	1.00	0.23	2.111	387.117
大密 <i>Saccharum arundinaceum</i> ^[2]	L	0.20	12	1200	2.00	0.47	2.334	2331.249
合 计							2 805 851.504	

注(Notes): 适食部位(EP : edible parts); 叶(L : leave); 果(Fr : fruit); 花(FI : flower); 适食参数(FI : feeding index); 个体数(TIN : total individual number in plots); 样地指数(EPI : effective plot index); 面积指数(AIFE : area index of leave or fruit); 平均冠幅(ACW : average crown width); 适食比重(PFF : proportion of edible parts g/10cm² or g/10cm³); 种群总鲜重(TFW : total fresh weight); * : 栽培种(cultivated species); [2 A] : 据符国瓯 , 覃朝锋等报道(reported by Fu Guoai and Qin Chaofeng)

3 猕猴的活动范围与植被分布的关系

内伶仃岛的次生性原生植被属于南亚热带常绿阔叶林 , 植被和植物区系成分组成以热带、亚热带分布类型为表征 , 如樟科、番荔枝科、五加科、冬青科、芸香科、桑科、防己科、荨麻科、茜草科、紫金牛科、大戟科、夹竹桃科、天南星科、棕榈科和葡萄科等为主 , 所组成的属中 85.56% 为热带成分 , 仅有 14.44% 为温带成分(广布属扣除)。原生植被的表征成分主要有短序润楠(*Machilus breviflora*)、豺皮樟(*Listea rutundifolia* var. *oblongifolia*)、红鳞蒲桃、翻白叶树(*Pterospermum heterophyllum*)、假苹婆(*Sterculia lanceolata*)、银柴(*Aporosa chinensis*)、白桂木和鸭脚木等。但在珠江口、香港岛沿岸占优势的某些热带成分内伶仃岛上却没有 , 如黄桐(*Endospermum chinense*)、凹叶红豆(*Ormosia emarginata*)、银叶树(*Heritiera littoralis*)和沙椏(*Aphanamixis grandifolia*)等 , 这说明内伶仃岛植被曾经历了某种程度的破坏 , 目前处于恢复中。此外内伶仃岛有大面积的人工植被 , 如台湾相思(*Acacia confusa*)林及马尾松(*Pinus massoniana*)林已向针阔叶混交林过渡 , 其它为果园林 , 如龙眼林和荔枝林等。

正如图 1 所示 , 猕猴活动区域与植被、植物群落类型有相关性 , 但因全岛植物群落趋于复杂化以及猴群的移动性 , 全岛 3 大植被类型与猴群的分布并无明显的差异。初步调查共有 19 个猴群 456 只 , 散布全岛^[1] , 但主要集中 3 个区域 , 即岛的东部、北部、南部 , 西部则较少。全岛 , 沿尖峰山两侧或四周 , 即东部常绿阔叶林区(猴场、东角咀、东角湾、捕狗仔等地) 有 5 群约 165 只 ; 南部人工台湾相思和松林区(黑沙湾、水湾至尖峰山之间、至南湾北侧山地) 有 7 群约 146 只 ; 北部(尖峰山北至东湾咀、东湾之间) 为宜林地、果林、蕉林区有 4 群约 115 只 ; 另在西北部的东背坳、西部的碑亭分别各有 1 群 , 约 15 只。此外是一些散群猴。

每个区域的猴群均多在阔叶林中活动,每群多的约 50 只,例如水湾东北处的“朴树 + 布渣叶 + 潺槁群丛”、捕狗仔处的“布渣叶 + 黄牛木群丛”、东角山处的“白桂木 + 翻白叶树群丛”、南峰坳西侧的“台湾相思 + 朴树 + 梅叶冬青群丛”等,这与王俊^[5]等人对海南省陵水县南湾、广西隆安县龙虎山猕猴群的研究结论是一致的,主要原因是在破坏较少的阔叶林区分布有大量的猕猴食物资源。另北部的果林区和西南部的松林区其猴群数量较灌木林区的多。

4 猕猴的植物食性及栖息地植物的地理成分

猕猴食性植物的分布特性对栖息地区的自然植被有较大的适应性。主要表现在两方面:其一,由表 1 知,内伶仃岛的猕猴食源植物远较南湾、龙虎山为高,但其所占比例 30% 与南湾相似,均较高。而龙虎山的比例较低,原因可能是该地区绝对植物种类和数量均较多,为 813 种,供猕猴选择的余地较大,据原文作者^[5]估计该地区的种类达 1000 种。另一方面,内伶仃岛猕猴食性植物 168 种,隶属 49 科 110 属,地理成分的特点是:广布成分 12 属占 10.9%,泛热带分布 37 属占 33.6%,热带-亚热带分布 44 属占 40.0%,亚热带-温带 17 属占 15.5%,总的热带成分占 73.6%,而在南湾热带成分高达 90.0%,在龙虎山热带成分占 77%,均占绝对优势,结果类似。但南湾地处海南岛热带地区,热带成分自然偏高。

然而,不能就此认为猕猴食性与热带、亚热带成分直接相关,事实仅是以上三地区其本身的自然植被就是以热带、亚热带成分为主。亦即食源植物与栖息地的植被组成是相应的。

5 内伶仃岛猕猴食源植物的现存可食量

5.1 食源植物的性质分析

猕猴食源种子植物 168 种,另有栽培植物 25 种,蕨类 7 种。食源植物的习性、取食部位等特点是较为复杂的,我们的调查,以果食性、叶食性种类居多,果食性 92 种,叶食性 138 种,花食性 37 种,茎食性 36 种,根食性 12 种。进一步分析确定其中乔木 38 种,灌木 40 种,大型藤本或木质藤本 24 种,草本或草质藤本 90 种,蕨类 7 种。

从猕猴的活动、取食特点观察,尽管蕨类、草本植物和藤本植物较多,共 121 种占 60.5%,但总食物量仍以乔灌木为主(表 1)。果食性如大量野生的龙眼、荔枝、买麻藤、白桂木、海风藤和桃金娘等果树类植物。叶食性如朴树、黄牛木和酸藤子(*Embelia laeta*)等。

5.2 食源植物在植被中的现存数量

表 2 内伶仃岛、海南南湾、广西龙虎山猕猴食源植物的数量比较*

Table 2 Comparison of number of plant species as food resources for <i>M. mulatta</i> on Neilingding, Nanwan, and Longhushan			
猕猴分布区	内伶仃岛	海南南湾	广西龙虎山
Distribution area of <i>Macaca mulatta</i>	Neilingding Island	Nanwan in Hainan	Longhushan in Guangxi
食源植物数量	168	134 *	103
Number for plant species eaten			
该地区植物总数	551	388	813
Total number of plant species			
食源植物所占比例	30.5%	34.5%	12.7%
Proportion of plant species eaten			

* 此处采用符国瓊的统计为 134 种^[2],有关海南和龙虎山的资料参考王骏^[5]
* Source for in Hainan and Longhushan comes from Wang Jun^[5] and marking * is from Fu Guoai^[2]

猕猴食源植物种类较多,性质也较复杂,其现存数量通过两方面加以考察:一方面,根据详细的样地和样带调查,包括内伶仃岛各类型的植物群落,总面积为 13 200 m²;另一方面参考区系调查的“记名样方^[6]”方法,多度分 6 级,即:建群种,优势种,常见种,偶见种,罕见种,单株。从而确定各种类的平均存在数量(表 2)。

5.3 食源植物可食部分的鲜重量及蕴藏量

关于食源植物蕴藏量的统计,比较复杂。一方面,食性不同,有叶食性、茎食性、花食性、嫩叶食性、果食性、果实或种子食性等,每种植物的叶、茎、花、果实、种子的质量和重量等又完全不同,而且植物本身乔灌木类型也不同,因此很难利用生物统计的方法精确估算总可食量。但对食性植物总蕴藏量的估算又是非常重要的。

因此作者采用一种初步的方法,即以实地考察计算为基础。果食性、种子食性、花食性统一估算,而原则上有较大实际意义的是叶食性。但对每种植物、每株叶量的估算仍然是非常困难的。

按普通生态学方法,叶生物量的计算要求对每种植物进行研究,后得出一个经验公式,求得相关参数,主要是叶面积指数,再得出其单株叶重量值,进而根据植被状况求其总量。目前,专门对叶量进行测定的研究资料是极少的,对凋落物量研究倒较多,但并不符合本论文中对猕猴食量、植物叶现存量的测定要求。因此,从多方面考虑,作者采用一种较为直接的、相对的估算方法,计算结果理论值已在表1中表示。即:

$$\text{每个植物种群适食总鲜重} = \text{适食参数} \cdot \text{单株平均适食鲜重} \cdot \text{总株数} \quad (1)$$

$$\text{单株平均适食鲜重} = \text{有效(叶/果)面积指数} \cdot \text{平均冠幅} \cdot \text{比重} \quad (2)$$

$$\text{总株数} = \text{有效面积} \cdot (\text{样地中某种群个体总株数} / \text{样地面积}) \quad (3)$$

表1 各项数据说明及参数的确定方法:

(1) 适食参数 按猕猴食性考虑,并参考野外哺喂情况,如全株成年、成熟叶可食,即参数为1,仅幼叶可食参数为0.3~0.4,仅新叶(嫩叶)可食参数为0.1~0.2。其它为0.1~1;

(2) 比重 适食部分仅计算叶、果比重。单位面积比重实测获得(测定每10cm²叶面积重量)。个别种类参考叶片质地,如厚肉质、肉质、厚革质、厚纸质、革质、纸质(草质)、薄(膜)质等比较估算获得。果实比重为单位体积(10cm³)重量;

(3) 平均叶面积指数,即叶片总面积占冠幅面积的比值 按 Raunkiaer 定义^[7]的叶型、叶面积分类等级(6级:微型叶、细型叶、小型叶、中型叶、大型叶、巨型叶)确定。此外参考实际植株高度确定。指数值在4~8时则群落趋稳定。植株平均冠幅,按实际样地调查测得平均冠幅,换算成面积为: $\pi \cdot R^2$ (m²),即:(直径/2)²·3.14·(100·100)(cm²);

(4) 种群平均密度、种群总株数

$$\text{平均密度} = \Sigma N / (\text{某种植物的个体总数}) / S (\text{样地总面积}) \quad (4)$$

内伶仃岛总面积为5km²。经考察初步确定:次生林占总面积40%,灌木林占40%,各类草丛12%,栽培园占4%,裸地和滩地占4%。因此计算时,相应阔叶林、灌木林的样地单位为132×10²m²;草本植物的样地单位为10×5²m²。从而确定全岛所包含的有效面积个数,即:面积指数=相应类型植被或群落总面积/样地单位面积。样地中个体数按调查样地确定,特别是参考对全岛东、南、西、北四个方向及主峰尖峰山等所调查的6条样带(长60~120m,宽2~3m)具体调整、确定。

6 食源植物资源蕴藏量对猕猴的种群数量的影响

据1984年调查^[1],内伶仃岛猕猴仅出现于东部,数量约200只。随着植被的恢复,1997~1998年,我们结合学生实习,组织20人(分成5组)进行了为期1周的布点观察,并参考其它周期的观察资料^[1],内伶岛现有猕猴约600只。它们主要集中在东部、南部、北部的阔叶林和灌木林区,其数量进一步发展则与食源量直接相关。

每只猕猴的日食量目前并无很精确的数据,我们估算大约为0.75~1.25kg。数据来源有

三方面,其一,华南濒危动物研究所灵长类研究中心喂养猕猴的饲料有番薯、玉米、小麦、大米、黄豆、青菜、水果等,按相应的比例全部换算成青饲料鲜重每头约为 1.25 kg;其二,深圳野生动物园猕猴场喂养青饲料、精料,换成青饲料量每头约 0.75 kg;第三,在内伶仃岛管理员进行了饲养试验,每只青饲料用量亦在 0.75 ~ 1.25 kg 之间。因此每只猕猴各季节的平均日食量约为 1.00 kg,即每年每只猕猴食量约为 365.0 kg。

目前内伶仃岛总的适食蕴藏量为 2 805 852 kg(2805.8 t),按猕猴数量看,足够取食。在总适食量中,质量较好的为 2 542 096 kg,质量较差的禾草类有 263 755 kg(263.7 t 约占 9.4%)。根据林德曼效率定律^[8],食物链营养级的利用效率为 10% ~ 20%,即从一个营养级到另一个营养级能量的转换率约 10% ~ 20%。据此估算现存食物量能够满足的猕猴数量理论值如表 3 所示,其中:猕猴总数量=(食物总蕴藏量 kg·利用率%)/(每年每只的食量 kg)。

表 3 内伶仃岛猕猴数量与食源植物总蕴藏量关系的理论值
Table 3 The relationships between food reserve use efficiency and theoretical maximal and optimal number of *M. mulatta* population on Neilingding Island

利用效率(%) Utilization efficiency (%)	理论最大容纳量(只) Maximum theoretical number	优质资源满足容纳量(只) Optimal number
10%	615 ~ 1025 (平均 820)	557 ~ 929 (平均 743)
20%	1230 ~ 2050 (平均 1640)	1114 ~ 1857 (平均 1485)
30%	1845 ~ 3075 (平均 2460)	1672 ~ 2786 (平均 2229)

结果表明,内伶仃岛猕猴容纳量为 820 ~ 1640 只。另一方面,王勇军等根据种群动态公式^[1] 增长率 $r = (N_t / N_0)^{1/t} - 1$, (2)增长函数 $N_t = N_0 e^{rt}$

预测,在 10 年后的 2008 年,内伶仃岛猕猴种群数量最大值为 1530 只,并认为比较合适的数值是 1000 ~ 1200 只。两者相比,数值相近。

就内伶仃岛植被的发育现状看,将向着有利的方向发展,为典型的南亚热带沿海常绿阔叶林群落,阔叶树种、常绿树种数量会增加。随着猕猴食源增加,猕猴数量也将可能增加。但增加结果反过来又形成了一种环境压力——植物存在生长季节、换叶循环、大小年结果问题等,即猕猴食源的变化复杂性。猕猴数量除受本身生殖因素等的影响外,目前内伶仃岛较多的局部地区出现绞杀性的有害藤本植物薇甘菊(*Mikania micrantha*)等^[9],对植物群落发展产生不利影响,有可能成为猕猴数量发展的制约因素。因此,它在未来 10 年内伶仃岛猕猴群充分利用的优质食物资源,其数量发展的理论稳定值是 743 ~ 1485 只,平均为 1114 只;从资源的可持续利用及保护的角度考虑,其最大值为不超过 820 ~ 1640 只,平均为 1230 只。

致谢 论文承蒙中山大学生命科学学院王伯荪教授审阅并提供修改意见,特此致谢!

参 考 文 献

1 王勇军,常弘,袁喜才等. 内伶仃岛猕猴种群动态研究. 中山大学学报(自然科学版),1998,37(6):
2 符国瓊.海南岛南湾珍贵动物保护区植被调查初报. 植物生态学与地植物学丛刊,1985,9(3) 235 ~ 241
3 江海声.海南岛南湾半岛猕猴(*Macaca mulatta*)种群数量动态及分布. 生态学报,1988,8(1) 86 ~ 94
4 覃朝锋,李贞,董汉飞. 珠江口内伶仃岛植被. 生态科学,1990, (2) 23 ~ 34
5 王骏,江海声,刘振河等. 热带-亚热带森林中猕猴的食性. 应用生态学报,1994,5(2) :167 ~ 171
6 陈涛,缪绅裕,廖文波等. 粤北车八岭国家级自然保护区植物区系地理学研究. 生态科学,1992, (1) :1 ~ 28
7 王伯荪,余世孝,彭少麟等. 植物群落学实验手册. 广州: 广东高等教育出版社,1996,1 ~ 190
8 陈化鹏,高中信主编. 野生动物生态学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社,1993,358 ~ 374
9 胡玉佳,毕培曦. 薇甘菊的生活史及其对除莠剂的反应研究. 中山大学学报,1994,33(4) :88 ~ 95