

# 海南万泉河琼海段外来物种红耳龟与本地种中华条颈龟家域的比较研究

马凯<sup>①</sup> 李闯<sup>①</sup> 史海涛<sup>①②\*</sup> 王剑<sup>②③</sup> 刘丹<sup>①</sup> 汪继超<sup>①</sup>

① 海南师范大学生命科学学院 海口 571158; ② 中国科学院成都生物研究所 成都 610041;

③ 中国科学院大学 北京 100049

**摘要:** 2010年7月至2011年4月、2011年8月至2012年8月,在海南万泉河琼海段应用无线电遥测技术研究了外来物种红耳龟(*Trachemys scripta elegans*)和本地种中华条颈龟(*Mauremys sinensis*)的家域。采用最小凸多边形法和线家域法计算了所有个体的家域大小和不同个体间家域的重叠状况。结果表明:(1)红耳龟和中华条颈龟的家域面积分别为 $(8.15 \pm 2.83) \text{ hm}^2$ 、 $(5.82 \pm 3.95) \text{ hm}^2$ ,线家域分别为 $(534.07 \pm 74.98) \text{ m}$ 、 $(504.00 \pm 222.96) \text{ m}$ ;(2)两种龟的家域面积和长度均无种间差异;(3)成年雌性红耳龟的家域面积和长度显著大于雄性;(4)红耳龟和中华条颈龟家域的种内重叠度分别为 $0.27 \pm 0.02$ 、 $0.08 \pm 0.06$ ,并且红耳龟家域的种内重叠度显著大于中华条颈龟;(5)红耳龟与中华条颈龟家域的种间重叠度为 $0.20 \pm 0.02$ 。本文研究结果提示,红耳龟在野外对本地种中华条颈龟具有潜在的竞争威胁。

**关键词:** 外来物种; 红耳龟; 家域; 重叠度指数

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2013)03-331-07

## Home Range Comparison of Exotic Species *Trachemys scripta elegans* and Native Species *Mauremys sinensis* in the Qionghai Section of Wanquan River, Hainan Island, China

MA Kai<sup>①</sup> LI Chuang<sup>①</sup> SHI Hai-Tao<sup>①②\*</sup> WANG Jian<sup>②③</sup> LIU Dan<sup>①</sup> WANG Ji-Chao<sup>①</sup>

① College of Life Science, Hainan Normal University, Haikou 571158;

② Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041;

③ University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

**Abstract:** The home range of the invasive Red-eared Slider (*Trachemys scripta elegans*) and the native Chinese Strip-necked Turtle (*Mauremys sinensis*) was tracked by radio telemetry in the periods of July 2010 to April 2011 and August 2011 to August 2012 in the Qionghai Section of Wanquan River, Hainan Island, China. The home range and home range length of each individual was calculated by minimum convex polygon based on 2 043 locations from 32 individuals tracked. The home range area of *T. s. elegans* and *M. sinensis* is, respectively,  $8.15 \pm 2.83 \text{ hm}^2$ ,  $5.82 \pm 3.95 \text{ hm}^2$ , and the line home range is  $534.07 \pm 74.98 \text{ m}$ ,  $504.00 \pm 222.96 \text{ m}$ . No any difference was detected between the two species in home range area and line home range.

基金项目 国家自然科学基金重大国际合作项目(No. 30910103916) 教育部科学技术重点项目(No. 211145);

\* 通讯作者 E-mail: haitao-shi@263.net;

第一作者介绍 马凯,男,硕士研究生;研究方向:动物生态学和保护生物学;E-mail: swxjmakai@163.com.

收稿日期:2012-12-12 修回日期:2013-03-21

The home range and home range length of females were significantly larger than those of male in adult *T. s. elegans*. The home range overlap degree between individuals of *T. s. elegans* and *M. sinensis* is  $0.27 \pm 0.02$  and  $0.08 \pm 0.06$ , respectively; and the intraspecific home range overlap degree of *T. s. elegans* was significantly larger than that of *M. sinensis*. The home range overlap degree of *T. s. elegans* and *M. sinensis* is  $0.20 \pm 0.02$ . The results of this study suggest that *T. s. elegans* may have a potential competitive threat to *M. sinensis* in the wild.

**Key words:** Exotic species; *Trachemys scripta elegans*; Home range; Overlap degree

栖息地是野生动物正常生活的区域,是保障野生动物生存的各种自然资源和条件的总和,是其赖以生存的基础(Garshelis 2000)。栖息地中“动物进行取食、交配和育幼等正常活动所利用的区域”称为家域(Burt 1943),通常家域范围定为能够满足其特定生物学时期的能量需求的区域(Lindstedt et al. 1986)。家域面积的大小不仅与其中食物、活动范围和隐蔽条件等密切相关,也受种群密度和捕食风险等生态因子的影响(Bowers et al. 1996)。因此,野生动物的家域特征反映了它们的资源利用状况。研究野生动物家域范围及相对位置对于评价影响动物本身的各种生态进程和需求具有重要的生物学意义(Patrick 2005),同时也有助于揭示物种内和物种间的相互关系。

红耳龟(*Trachemys scripta elegans*)又名巴西龟,原产于美国东部和墨西哥东北部(Semenov 2010)。凭借其广泛的生态耐受性(Willmore et al. 2005)、杂食性(Collins 1982)和强大的扩散能力(Burke et al. 1995),该种已在欧洲、非洲、澳洲、亚洲和美国原产地以外的美洲等世界范围内成功入侵(Kraus 2009),被IUCN列为世界上最危险的100个外来入侵物种之一(Lowe et al. 2000)。

有关入侵地红耳龟与当地龟类竞争资源的情况,已在多个国家和地区有过报道,如在以色列,红耳龟与里海拟水龟(*Mauremys caspica*)产生竞争(Ramsay et al. 2007);在南非,红耳龟已经通过竞争占有了钢盔侧颈龟(*Pelomedusa subrufa*)在本地的生存范围(Newberry 1984);在台湾的调查表明,红耳龟是所有河流中数量第二多的龟类,其广泛的生态适应性和食性可

能会对台湾本土龟类造成影响(Chen 2006)。较为深入的研究工作,来自法国和西班牙学者分别在人工围栏和半自然条件下,对红耳龟与当地龟类的研究。在人工围栏内红耳龟不仅在争夺当地土著种欧洲池龟(*Emys orbicularis*)的食物和栖息场所方面占有显著优势,并且还干扰欧洲池龟的繁殖行为。在同一水池中欧洲池龟体重下降、死亡率升高,而红耳龟的体重增加,其成活率也没有变化(Cadi et al. 2003, 2004)。在半自然条件下红耳龟竞争晒背场所和食物资源的能力,明显优于当地土著种——地中海拟水龟(*M. leprosa*)(Polo-Cavia et al. 2010, 2011)。此外,红耳龟在入侵地还会与其他本土龟杂交,对当地生物多样性遗传结构造成污染(Lee 2005)。

20世纪80年代红耳龟经香港引入我国内陆(Shi et al. 2008),现已在我国22个省市的104个地点都发现有野外分布,覆盖面积约300万 $\text{km}^2$ (刘丹等 2011)。中华条颈龟(*M. sinensis*)又名中华花龟,为我国本土龟类,分布于江浙及华南地区。该种原为我国南方的常见龟种,但由于过度捕捉,数量已明显减少,现已濒危(史海涛 2004, 2008)。在红耳龟的原产地,采用无线电遥测的方法对湖泊生境中的16只(7雌9雄)成年红耳龟的家域范围进行了16个月的研究(Schubauer et al. 1990),但在入侵区尚未进行红耳龟家域范围的研究。而对中华条颈龟的研究则主要集中在形态学、生理学和人工驯养繁殖等方面(潘志崇等 2003, 傅丽容等 2007, 邹叶茂等 2011),其野外生态学资料较少,只有Chen等(1998, 1999)和Lue等(2008)研究了台湾北部基隆

河中华条颈龟的种群结构、食性和线家域。为此,作者在2010~2012年采用无线电遥测的方法,在海南岛的万泉河琼海段对红耳龟和本地种中华条颈龟的家域进行了研究,期望能够进一步了解这两种龟在研究区域的生存状况,为制定切实有效的防控措施和法律法规提供基础资料。该研究的结果也可以为其他淡水龟类的科学研究和保护管理提供方法和理论方面的借鉴。

### 1 研究地区与方法

**1.1 自然概况和龟捕捉标记方法** 研究点位于海南万泉河琼海段(N19°15', E110°27'; 图1),属热带季风岛屿型气候,年平均气温24℃,最冷月为1月,平均气温为18.5℃;气温最高月为7月,平均气温28.4℃。全年日照长度达2162h,年总辐射量125kPa/cm<sup>2</sup>。降雨量2005mm,蒸发量1161mm。每年5月至10月是降雨集中的季节,其降雨量占全年的四分之三;11月至翌年4月为旱季。

采用笼捕法(龚世平等2006)捕捉实验用龟。将捕获个体带回实验室,在背甲缘盾上刻永久性标记,记录个体编号、性别和年龄。

**1.2 遥测设备及固定方法** 本研究所用发射器的型号为RI-2B,由加拿大HSL公司(Holohil Systems Ltd., Canada)生产,频率为216.000~216.999MHz,重量6g,约占标记龟体重的1%。电池的设计寿命为6~24个月。将发射器用环氧树脂和EP固化剂按1:1混合后的粘贴剂粘贴在龟背甲的后半部肋盾上。粘贴剂和发射器的重量约为45g,占龟体重的5%~8%不会影响龟的正常活动(Pike et al. 2006)。

将携带发射器的龟于原捕获地释放,使用TRX-4000无线电接收机、三元定向天线(Wildlife Materials, USA)对携带发射器的龟进行定位,用Magellan Triton 400E GPS记录位点。每天定位一次,定位时间在6:00~20:00时均匀分布,每次定位均将龟的位置精确到1m×1m范围内。在进行无线电遥测定位一星期后,正式开始记录携带无线电发射器的龟的遥

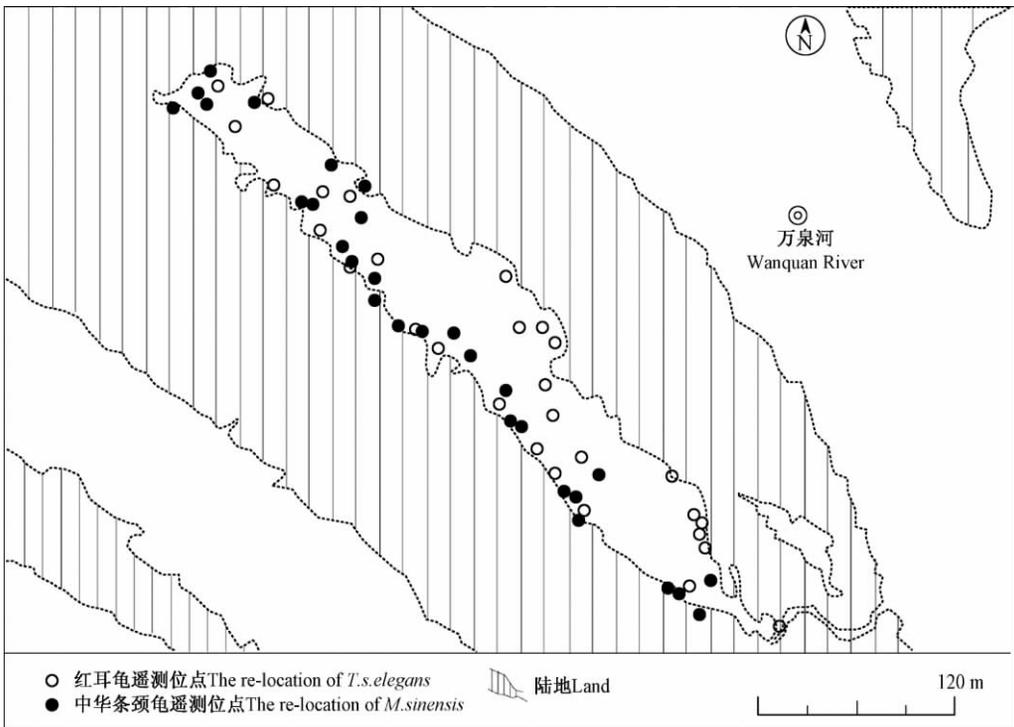


图1 研究点及研究物种代表个体的无线电跟踪位点示意图  
Fig.1 The study area and re-locations of radio collared individuals

测位点的数据。

**1.3 家域估计及数据统计** 计算每只携带无线电发射器的龟的线家域,即遥测个体的所有定位点中相距最远的两点之间的直线距离(Pluto et al. 1988)、运用最小凸多边形法(minimum convex polygon, MCP)计算家域面积(Hayne 1949)。所有计算均使用计算机软件 Biotas 2.0a (ecological software solutions LLC)完成。

参照 Atwood 等(2003)的方法,计算动物家域的重叠度指数(overlap index, OI),来量化不同个体间家域的重叠程度。重叠度指数的范围在 0~1 之间,数值越大表示重叠程度越高。计算公式为:  $OI = [(A_{\alpha\beta}/H_{\alpha})(A_{\alpha\beta}/H_{\beta})]^{0.5}$ , 其中  $A_{\alpha\beta}$  为  $\alpha$  和  $\beta$  个体家域重叠部分的面积,  $H_{\alpha}$  和  $H_{\beta}$  分别为  $\alpha$  和  $\beta$  个体的家域面积。

用单个样本 Kolmogorov-Smirnov 检验数据的正态性,根据数据分布特征,采用两独立样本 Mann-Whitney *U* test 比较红耳龟与中华条颈龟的家域大小、两种龟家域的种内重叠度。由于中华条颈龟的样本量较小(3♀, 2♂),且其中 1 只雄性个体为亚成体,而红耳龟的亚成体仅有 2 只,因此只采用 Independent-Samples *T* test 比较红耳龟成年雌雄个体的家域大小。描述性统计用平均值 ± 标准误表示,显著水平设置为  $\alpha = 0.05$ 。所有数据处理均用计算机软件 SPSS 16.0 完成。

## 2 结果

2010 年 7 月至 2011 年 4 月、2011 年 8 月至 2012 年 8 月分别对 27 只(红耳龟 20, 中华条颈龟 7)和 48 只(红耳龟 39, 中华条颈龟 9)个体进行了遥测定位。剔除掉那些因被渔民误捕死亡和失踪的个体以及遥测定位时间不足 1 个月的个体,本研究期间共获得 32 只(红耳龟 27, 中华条颈龟 5)个体的 2 043 个有效活动位点(表 1)。

成年雌性红耳龟的家域面积为  $(11.39 \pm 4.06) \text{ hm}^2$  ( $n = 18$ , 范围  $0.34 \sim 66.53 \text{ hm}^2$ ), 显著大于成年雄性个体的家域面积 [平均  $(1.83 \pm 0.54) \text{ hm}^2$ ,  $n = 7$ , 范围  $0.40 \sim 4.75 \text{ hm}^2$ ] ( $t =$

表 1 遥测个体家域估计

Table 1 The home range of each radio collared individuals

编号 Turtle No.	性别 Sex	家域面积 Home range ( $\text{hm}^2$ )	线家域 Home range length (m)	定位点数 Number of re-locations	生境 类型 Habitat type
TSE 13	♀	25.87	1 047.00	90	1
TSE 22	♀	36.73	877.00	93	1
TSE 25	♀	16.83	1 246.00	138	1
TSE 26	♂	4.75	634.00	137	1
TSE 27	♀	2.85	416.00	61	2
TSE 28	♀	66.53	1 730.00	77	1
TSE 30	♀	2.08	328.00	60	2
TSE 32	♀	7.48	688.00	87	2
TSE 34	♀	21.28	1 307.00	37	1
TSE 64	♀	8.89	614.00	43	1
TSE 68	♀	1.90	447.00	35	2
TSE 73*	♀	1.39	321.00	52	2
TSE 89	♀	1.83	264.00	59	2
TSE 96	♂	1.72	405.00	59	2
TSE 98	♂	0.40	153.00	52	2
TSE 102	♂	1.35	329.00	33	2
TSE 107	♀	0.34	87.00	43	2
TSE 112	♀	0.80	284.00	36	2
TSE 115	♂	0.61	202.00	32	2
TSE 147	♂	1.94	415.00	110	2
TSE 171*	♂	1.05	253.00	101	2
TSE 172	♀	0.96	265.00	34	2
TSE 195	♀	1.76	408.00	67	2
TSE 198	♀	2.21	472.00	33	2
TSE 201	♀	5.11	429.00	77	2
TSE 219	♂	2.04	410.00	47	2
TSE 220	♀	1.49	389.00	48	2
MS 2	♀	0.29	74.00	62	2
MS 4	♀	4.08	357.00	60	2
MS 46	♀	21.39	1 363.00	45	1
MS 72	♂	2.46	434.00	81	2
MS 99*	♂	0.88	292.00	54	2

TSE: 红耳龟, MS: 中华条颈龟; 生境类型中: 1. 河流生境, 2. 池塘生境; \* 亚成体, 其余为成体。

TSE: *Trachemys scripta elegans*, MS: *Mauremys sinensis*; Habitat type: 1. River habitat, 2. Pond habitat; \* Sub-adult, the others are adult.

2.334,  $df = 18$ ,  $P = 0.032$ ); 成年雌性个体的线家域长度  $(627.67 \pm 104.02) \text{ m}$ , 显著大于雄性个体  $[(364.00 \pm 60.02) \text{ m}]$  ( $t = 2.195$ ,  $df = 23$ ,  $P = 0.038$ )。

3 只成年雌性中华条颈龟的家域面积为

( $8.59 \pm 6.50$ )  $\text{hm}^2$  (范围 0.29 ~ 21.39  $\text{hm}^2$ ); 2 只成年雄性的家域面积为 2.46 和 0.88  $\text{hm}^2$ ; 因个体数太少(2 ♂、3 ♀), 故没有比较该物种雌雄个体之间家域面积的差异。

两种龟的家域面积 ( $Z = -0.234, P = 0.815$ ) 和线家域长度 ( $Z = -0.389, P = 0.697$ ) 均无显著差异(表 2)。

表 2 红耳龟和中华条颈龟家域大小的描述性统计值

Table 2 Descriptive statistics of home range size of *Trachemys scripta elegans* and *Mauremys sinensis*

物种 Species	样本量 Sample size	家域面积		线家域	
		Home range area ( $\text{hm}^2$ )		Home range length (m)	
		平均值 $\pm$ 标准误 Mean $\pm$ SE	范围 Range	平均值 $\pm$ 标准误 Mean $\pm$ SE	范围 Range
红耳龟 <i>Trachemys scripta elegans</i>	27	$8.15 \pm 2.83$	0.34 ~ 66.53	$534.07 \pm 74.98$	87.00 ~ 1 730.00
中华条颈龟 <i>Mauremys sinensis</i>	5	$5.82 \pm 3.95$	0.29 ~ 21.93	$504.00 \pm 222.96$	74.00 ~ 1 363.00

红耳龟与中华条颈龟的家域在种内和种间均存在不同程度的重叠。红耳龟家域的种内重叠度指数( $0.27 \pm 0.02$ ) 显著大于中华条颈龟家域的种内重叠度指数( $0.08 \pm 0.06$ ) ( $Z = -2.412, P = 0.016$ ), 红耳龟与中华条颈龟家域的种间重叠度指数为  $0.20 \pm 0.02$ 。

### 3 讨 论

**3.1 遥测个体家域大小及影响因子** 在北美原产地, 红耳龟的活动区域通常包含数个不同水体, 红耳龟在连接这些水体的陆地频繁迁移 (Cagle 1944), 其家域面积为  $74.22 \text{ hm}^2$  ( $n = 16$ ), 是蛇鳄龟 (*Chelydra serpentina*)、黄斑水龟 (*Clemmys guttata*)、臭动胸龟 (*Sternotherus odoratus*) 等 9 种淡水龟中最大的 (Schubauer et al. 1990)。本研究中红耳龟很少迁移或只进行短距离 (小于 0.5 km) 移动, 其家域 ( $8.15 \text{ hm}^2, n = 27$ ) 远远小于在北美原产地的家域。龟的移动在空间上存在种群内和种群外两类, 前一类移动主要是为了觅食、繁殖 (寻找配偶、求偶和产卵)、晒背和寻找隐蔽的适宜生境; 而种群外移动的主要原因是逃离不适宜的栖息地, 在不同栖息地间的季节性迁移, 包括幼体从巢址迁移到水域, 寻找季节性的资源, 前往或返回越冬地, 在繁殖季节雄龟寻找配偶和雌龟筑巢等 (Gibbons et al. 1990b)。动物在空间上的移动, 除了必须要付出能量代价外, 还有可能在穿越陆地的过程中暴露于干燥或极端的温

度从而危及其生命, 并且也存在潜在的被捕食风险 (Gibbons et al. 1990b)。因此, 任何移动都不是随机的, 要在利益与负面效益之间进行权衡。动物不会冒风险和浪费能量而去维持一个更大的但对于其适合度的提高却没有更多净收益的家域。所以, 在研究地丰富的食物资源、稳定的栖息地结构和适宜的气候条件下, 可能红耳龟在一个相对较小的活动范围内就能够很好的实现自身的生长和繁殖的需求。

本研究中雌性个体的家域面积和长度显著大于雄性, 这一结果与 Schubauer 等 (1990) 在原产地对红耳龟家域的研究得到的结论相反。导致这种差异的原因有两个: 1) 雌雄两性繁殖期活动范围存在差异; 2) 研究的两个种群性别不同。

红耳龟在水中交配 (Jackson et al. 1972), 但雌龟必须在陆地上产卵。这导致雌性个体全年的活动区域必须包括一部分陆地, 而雄性个体则可以不到陆地活动。本研究的结果证实, 遥测的雄龟只在水中活动, 而雌龟在筑巢季节会拥有一部分的陆地活动范围, 扩大了它们家域的面积。

本研究的红耳龟种群的雌雄比为 3.5:1, 雌性个体的数量远多于雄性。因此, 繁殖季节中雄性红耳龟并不需要做长距离的移动即可轻易找到配偶, 其家域面积小于雌性。在性别同样偏雌的黄斑水龟 (*Clemmys guttata*) 种群的研究中, 也得到类似的结果 (Ernst 1967)。而北

美原产地红耳龟种群的雌雄比为 0.5:1,偏向雄性(Gibbons 1990)。雄性个体必须要扩大活动范围,才能找到配偶,其家域明显超过雌性(Schubauer et al. 1990)。

**3.2 不同个体间的家域重叠度** 红耳龟和中华条颈龟的家域面积及线家域长度没有差别,但是红耳龟个体的家域之间存在较大的重叠,而中华条颈龟个体间的家域重叠度相对较低。这一现象提示,红耳龟非常适应高密度的聚群生活,红耳龟在原产地河流中种群密度最高可达 1 000 只/hm<sup>2</sup>(Gibbons et al. 1990a);而中华条颈龟则表现出较明显的分散分布的特点。因此,在相同的空间内红耳龟种群的数量要高于中华条颈龟,中华条颈龟种群的增长可能需要更大的空间。

红耳龟与中华条颈龟的家域存在一定程度的重叠,这意味着二者之间可能会产生种间竞争,如利用性竞争和干扰性竞争。红耳龟的数量优势会损耗或占据大量的有限资源,如食物、晒背场所等(利用性竞争);也可能会攻击本地种中华条颈龟,干扰其正常的求偶活动(干扰性竞争);甚至与之交配产生杂交个体(史海涛等 2009),影响其自然繁衍,导致种群数量下降。

自然条件下实际可利用的理想栖息空间是有限的。与红耳龟相比,中华条颈龟属于弱势群体。随着红耳龟这一优势种群数量的不断增加,弱势群体的中华条颈龟可能因得不到足够的空间资源而降低适合度,逐渐被排斥出适宜的栖息地。尽管目前缺乏两个种的食性、微生境利用、繁殖习性等方面的研究,但本研究的结果提示,外来种红耳龟可能对本地种中华条颈龟的生存构成潜在的威胁。

致谢 符永安、杨江波、周鹏等参与野外工作,海南师范大学王力军教授对数据处理方面给予帮助,黄丽同学协助查阅外文文献,James L Rice 修改英文摘要,谨致诚挚谢意!

## 参 考 文 献

Atwood T C, Weeks H P Jr. 2003. Spatial home range overlap

and temporal interaction in eastern coyotes: the influence of pair types and fragmentation. *Canadian Journal of Zoology*, 81(9): 1589–1597.

Bowers M A, Gregario K, Brame C J, et al. 1996. Use of space and habitats by meadow voles at the home range, patch and landscape scales. *Oecologia*, 105(1): 107–115.

Burke V J, Greene J L, Gibbons J W. 1995. The effect of sample size and study duration on meta-population estimates for slider turtles (*Trachemys scripta*). *Herpetologica*, 51(4): 451–456.

Burt W H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3): 346–352.

Cadi A, Joly P. 2003. Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Canadian Journal of Zoology*, 81(8): 1392–1398.

Cadi A, Joly P. 2004. Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodiversity and Conservation*, 13(13): 2511–2518.

Cagle F R. 1944. Home Range, Homing Behavior, and Migration in Turtles. Ann Arbor: University of Michigan Press, 16–27.

Chen T H. 2006. Distribution and status of the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Taiwan // Koike F, Clout M N, Kawamichi M et al. Assessment and Control of Biological Invasion Risks. Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland, 187–195.

Chen T H, Lue K Y. 1998. Ecology of the Chinese Stripe-Necked Turtle, *Ocadia sinensis* (Testudines: Emydidae), in the Keelung River, Northern Taiwan. *Copeia*, 1998(4): 944–952.

Chen T H, Lue K Y. 1999. Food Habits of the Chinese Stripe-necked Turtle, *Ocadia sinensis*, in the Keelung River, Northern Taiwan. *Journal of Herpetology*, 33(3): 463–471.

Collins J T, Collins S L. 1982. Amphibians and Reptiles in Kansas. 2nd ed. Kansas: Lawrence University Press, 356–357.

Ernst C H. 1967. A mating aggregation of the turtle *Clemmys guttata*. *Copeia*, 1967(2): 473–474.

Garshelis D L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance // Boitani L, Fuller T K. Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences. New York: Columbia University Press, 111

- 164.
- Gibbons J W. 1990. Sex ratios and their significance among turtle populations//Gibbons J W. Life History and Ecology of the Slider Turtle. Washington D C: Smithsonian Institution Press ,171 -182.
- Gibbons J W , Avery H W. 1990a. The slider turtle//Gibbons J W. Life History and Ecology of the Slider Turtle. Washington D C: Smithsonian Institution Press ,2 -18.
- Gibbons J W , Greene J L , Congdon J D. 1990b. Temporal and spatial movement patterns of sliders and other turtles //Gibbons J W. Life History and Ecology of the Slider Turtle. Washington D C: Smithsonian Institution Press ,202 -215.
- Hayne D W. 1949. Calculation of size of home range. Journal of Mammalogy ,30( 1) : 1 -18.
- Jackson C G Jr , Davis J D. 1972. A quantitative study of the courtship display of the red-eared turtle , *Chrysemys scripta elegans* ( Wied) . Herpetologica ,28( 1) : 58 -64.
- Kraus F. 2009. Alien Reptiles and Amphibians: A Scientific Compendium and Analysis. Dordrecht: Springer ,58 -75.
- Lee D S. 2005. Reptiles and amphibians introduced into the Bahamas: a potential conservation crisis. Bahamas Journal of Science ,12( 2) : 2 -6.
- Lindstedt S L , Miller B J , Buskirk S W. 1986. Home range , time , and body size in Mammals. Ecology ,67( 2) : 413 -418.
- Lowe S , Browne M , Boudjelas S , et al. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A Selection from the Global Invasive Species Database. [ M/OL ]. Auckland , New Zealand: IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group ( ISSG ) , 1 -12. [2012-08-10]. <http://www.issg.org/publications.htm#worst100>.
- Lue K Y , Chen T H. 2008. Home ranges and movements of the Chinese stripe-necked turtle ( *Ocadia sinensis* ) in the Keelung River , Northern Taiwan. Amphibia-Reptilia ,29( 3) : 383 -392.
- Newberry R. 1984. The American red-eared terrapin in South Africa. African Wildlife ,38( 5) : 186 -189.
- Patrick E M. 2005. Site fidelity , home range , and daily movements of white perch , *Morone Americana* , and striped bass , *Morone Saxatilis* , in two small tributaries of the York river , Virginia. PH. D dissertation. Williamsburg: The College of William and Mary ,16 -20.
- Pike D A. 2006. Movement patterns , habitat use , and growth of hatchling tortoise , *Gopherus polyphemus*. Copeia ,2006( 1) : 68 -76.
- Pluto T G , Bellis D. 1988. Seasonal and annual movements of Riverine map turtles , *Graptemys geographica*. Journal of Herpetology ,22( 2) : 152 -158.
- Polo-Cavia N , López P , Martín J. 2010. Competitive interactions during basking between native and invasive freshwater turtle species. Biological Invasions ,12( 7) : 2141 -2152.
- Polo-Cavia N , López P , Martín J. 2011. Aggressive interactions during feeding between native and invasive freshwater turtles. Biological Invasions ,13( 6) : 1387 -1396.
- Ramsay N F , Ng P K A , O' Riordan R M , et al. 2007. The red-eared slider ( *Trachemys scripta elegans* ) in Asia: a review//Gherardi F. Biological Invaders in Inland Waters: Profiles , Distribution , and Threats. Dordrecht: Springer ,161 -174.
- Schubauer J P , Gibbons J W , James R S. 1990. Home range and movement patterns of slider turtles inhabiting par pond //Gibbons J W. Life History and Ecology of the Slider Turtle. Washington D C: Smithsonian Institution Press ,223 -232.
- Semenov D V. 2010. Slider Turtle *Trachemys scripta elegans* , as Invasion Threat ( Reptilia; Testudines) . Russian Journal of Biological Invasion ,1( 4) : 296 -300.
- Shi H T , Parham J F , Fan Z Y , et al. 2008. Evidence for the massive scale of turtle farming in China. Oryx ,42( 1) : 147 -150.
- Willmore W G , Storey K B. 2005. Purification and Properties of the Glutathione S-Transferases from the Anoxia-Tolerant Turtle , *Trachemys scripta elegans*. FEBS Journal ,272( 14) : 3602 -3614.
- 傅丽容 , 洪美玲 , 史海涛 , 等. 2007. 中华花龟消化系统的组织学初步研究. 四川动物 ,26( 2) : 270 -273.
- 龚世平 , 史海涛 , 陈川 , 等. 2006. 海南岛黎母山四眼斑水龟种群密度与空间分布格局. 动物学杂志 ,41( 6) : 54 -59.
- 刘丹 , 史海涛 , 刘宇翔 , 等. 2011. 红耳龟在我国分布现状的调查. 生物学通报 ,46( 6) : 18 -21.
- 潘志崇 , 张永普 , 计翔. 2003. 中华花龟幼体热耐受性、体温昼夜变化和运动表现的热依赖性. 动物学报 ,49( 1) : 45 -52.
- 史海涛. 2004. 中国的龟类. 生物学通报 ,39( 5) : 13 -16.
- 史海涛. 2008. 中国贸易龟类检索图鉴. 北京: 中国大百科全书出版社 ,96.
- 史海涛 , 龚世平 , 梁伟 , 等. 2009. 控制外来物种红耳龟在中国野生环境蔓延的态势. 生物学通报 ,44( 4) : 1 -3.
- 邹叶茂 , 涂华军. 2011. 中华花龟生物学与人工繁殖技术. 水产养殖 ,32( 3) : 14 -15.