

红火蚁在中国的分布区预测*

薛大勇¹ 李红梅^{1,2} 韩红香^{1,2} 张润志^{1**}

(1. 中国科学院动物研究所 农业虫鼠害综合治理国家重点实验室 北京 100080; 2. 中国科学院研究生院 北京 100039)

A prediction of potential distribution area of *Solenopsis invicta* in China. XUE Da-Yong¹, LI Hong-Mei^{1,2}, HAN Hong-Xiang^{1,2}, ZHANG Run-Zhi^{1**} (1. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Beijing 100080, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract Both CLIMEX and GARP methods were used to predict the potential distribution area of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren in China. The results show that this ant could distribute in wide areas in south-eastern China. Its north boundary of natural expansion could reach Shandong, Tianjin, southern part of Hebei and Shanxi Provinces.

Key words fire ant, invasive, predict

摘要 利用 CLIMEX 和 GARP 生态位模型 2 种方法对红火蚁在中国大陆的潜在分布区进行了分析预测。结果表明该虫在中国东南部的广大地区均可能适生或造成危害,其自然扩散的北界可能达到山东、天津、河北南部和山西南部。

关键词 红火蚁, 入侵, 预测

红火蚁 *Solenopsis invicta* 原产于南美洲的巴拉圭和巴拿马运河一带^[1]。自该虫于 1918 年至 1930 年之间入侵美国的阿拉巴马州的 Mobile 以来,每年以近 200 km 的速度扩散。今后很有可能会沿着海岸线向西扩散至新墨西哥州和亚利桑那州^[2,3]。红火蚁在世界范围内呈现出迅速扩散趋势,2001 年新西兰^[4]和澳大利亚均报道发现该虫^[5,6]。1999 年红火蚁入侵台湾,并迅速扩散引起恐慌:台湾有关部门已接到多起儿童、老人被红火蚁咬伤的报告,红火蚁行动区域迅速向全台湾范围蔓延,形势非常严峻^[7]。红火蚁对中国大陆的严重威胁不容忽视。

Pimm 等^[8]、Vinson^[2]、Kozukhin 等^[3]对美国红火蚁的扩散威胁进行了多次分析。随着红火蚁在世界范围内扩散区域的增大, Morrison 等^[9]进行了该虫在全世界范围的潜在扩散区域预测分析。这个分析涉及亚洲和中国的广大区域。但是,对中国的分析比较粗放。本文采用 CLIMEX^[13]和 GARP 2 种方法对红火蚁在中国

的潜在分布区域进行预测,以利于各地及早警惕入侵,提前防范。

1 材料与方 法

1.1 资料来源

(1) 气候数据: CLIMEX 1.1 版自身带有我国 85 个气象观测站的气象数据,本文在此基础上,加入中央气象局气象档案室提供的 1960 ~ 1990 年气象数据,共达到 639 个点。本文主要使用了温度和降水资料。

DESKTOP GARP 版带有的环境层数据涉及温度、降水、海拔、土壤和湿度等 14 个环境因子。本文分析时使用全部环境层数据。

(2) 地图资料: CLIMEX 1.1 版带有美国的地图。红火蚁在中国潜在分布区地图来自于国

* 中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX1-SW-13) 国家自然科学基金重点项目(30230060)和国家基础科学人才培养基金(NSFC-J0030092)资助。

** 通讯作者, E-mail: zhangrz@ioz.ac.cn

收稿日期: 2004-01-05, 修回日期: 2005-01-08

家基础地理信息系统 (http://nfgis.nsd.gov.cn/), 本文使用了 1: 400 万的国界和省界地图。

1.2 分析方法

根据以往报道的红火蚁的生物学数据, 初步确定 CLIMEX 分析的参数值, 然后利用红火蚁在美国的已知实际分布调整参数大小, 使其与实际分布区达到最大的吻合度。最后用这些参数来预测红火蚁在中国的适生区。拟合和预测结果以 EI 值 (ecoclimatic index, 生态气候指数) 表示。

在 CLIMEX 分析的基础上, 选用 GARP 生态位模型做进一步分析, 并用这个模型对中国的可能分布区进行预测。同样采取以美国现有资料为基础数据进行拟合的方法。GARP 分析结果的评价标准同上, 即预测结果与实际分布区达到最大的吻合度, 再用这个模型对中国的

可能分布区进行预测。

2 结果与分析

2.1 CLIMEX 方法的分析结果

因为该虫已在美国东南部的 11 个州建立种群^[2,3,8,9], 首先利用 CLIMEX 对红火蚁在美国的分布进行拟合分析, 结果见图 1。EI 值为 0 就表示该地不适合目标物生存, 而 EI 值 ≥ 20 通常被认为外来物种可定殖的条件^[10]。EI 值 ≥ 20 的区域正是目前红火蚁在美国发生较为严重的 11 个州, 同时与 Vinson 描述的红火蚁在美国的实际分布范围相一致^[2] (图 1 实线以下范围)。预测结果不仅涵盖了 Vinson 描述的分布区域, 同时还显示了其在美国的潜在扩散趋势, 并与 Morrison 等^[9]的预测趋势高度吻合 (图 1 中阴影所示)。

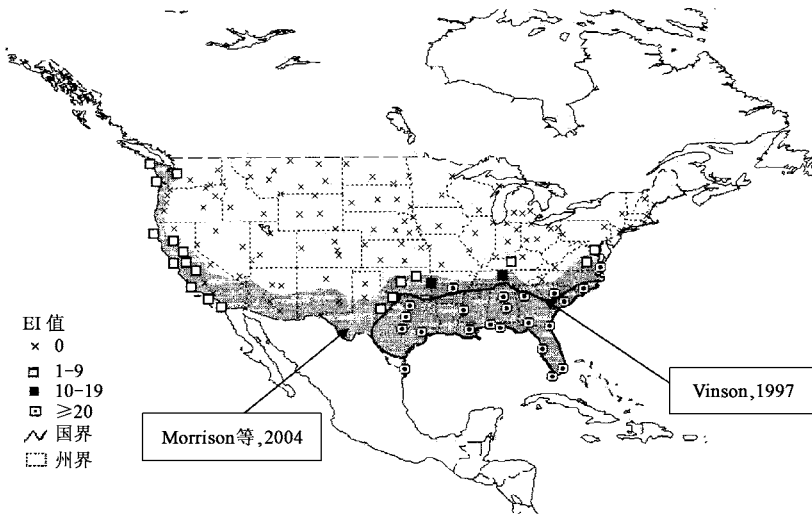


图 1 CLIMEX 预测红火蚁在美国的分布

采用对美国分布拟合的参数对预测中国的潜在分布区, 结果表明 (图 2): 我国南方的许多省市都将是红火蚁的潜在入侵区域, 它的分布适生区主要集中在北纬 33.4° 以南的地区, 最适宜的分布区是北纬 32.9° 以南。即广东、广西、福建、湖南、江西、江苏、重庆、上海、浙江、贵州、台湾、海南全省, 以及河南、陕西、甘肃、湖北、云南和安徽 5 省的南部地区、四川的东南部、山东省的局部。值得注意的是: 中等等 14 个地点虽

然纬度处于最适宜分布区, 但 EI 值却为 0。对这些地区的年降水和海拔分析表明 (表 1): 这 14 个地方的年降水都超过了 510 mm, 但是海拔最高的中甸为 3 276 m, 最低的庐山为 1 165 m, 它们的平均海拔 2 059 m。这说明海拔是影响红火蚁分布的一个重要因素。此外, 如丽江、会泽的海拔分别为 2 393 m、2 110 m, 它们的 EI 值为 1 和 2。这在某种程度上也可以证实上述 14 个地方的预测结果。海拔和降水的综合作用将

表 1 中甸等 14 个地点气象信息表(来自中央气象局)

地点	年降水 (mm)	海拔 (m)	1月最低 温度(°C)	2月最低 温度(°C)	12月最 低温度(°C)
中甸	620	3 276	- 12.0	- 7.9	- 11.4
峨眉山	1 856	3 047	- 9.5	- 8.6	- 7.2
木里	841	2 667	- 2.7	- 0.8	- 2.1
盐源	856	2 545	- 2.0	0.3	- 1.4
维西	954	2 326	- 2.1	- 0.3	- 1.5
昭觉	1 035	2132	- 2.5	- 1.0	- 0.9
昭通	727	1 950	- 2.1	- 0.5	- 0.6
金佛山	1 359	1 906	- 4.0	- 3.2	- 2.0
黄山	2 316	1 840	- 6.0	- 4.8	- 3.9
绿葱坡	1 863	1 819	- 5.4	- 4.6	- 3.2
天目山	1 675	1 506	- 6.0	- 4.9	- 3.6
括苍山	2 077	1 383	- 4.1	- 3.2	- 1.8
南岳	1 999	1 266	- 2.5	- 1.8	- 0.2
庐山	1 953	1 165	- 2.9	- 2.0	- 0.6

会影响红火蚁的分布。

上述结果与 Morrison 等预测的该虫在全球范围内扩散总趋势相一致^[9],但安徽、湖北、四川和甘肃等地的分布点细节不同。而山东也存在红火蚁扩散的风险。

2.2 GARP 方法的分析结果

用 GARP 生态位模型对红火蚁在中国的进一步预测结果显示(图 3):该虫在中国的分布主要集中在华南、华东、华中和西南省份以及华北的局部地区。温暖湿润的地区适宜该虫的生存。Vinson 认为红火蚁的越冬北界不低于年最低温度 - 17.8 °C 的界限^[2]。但是本文预测其分布区远未达到该界限。其北界扩散区域可达到

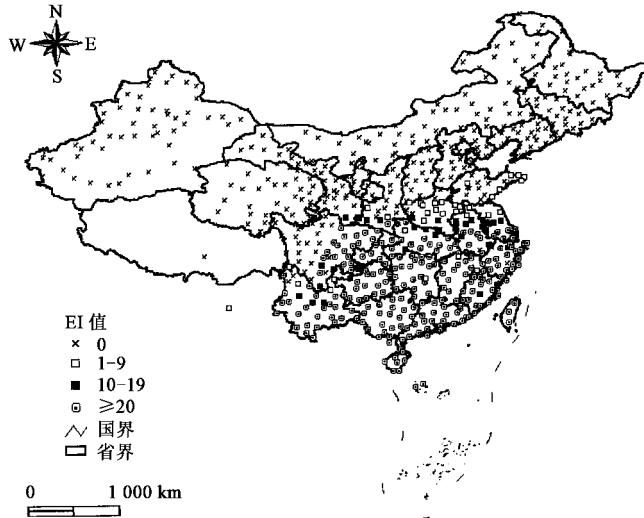


图 2 CLIMEX 预测红火蚁在中国的分布

河北南部和天津,甚至涉及北京边缘。其向西扩散可达西藏东南部的雅鲁藏布江下游(墨脱以南)地区。

3 讨论

对红火蚁在美国的潜在分布区早在 1980 年就进行了预测分析^[8],此后有对美国局部或整体的繁殖边界、生长边界或扩散趋势分析预测^[2,3,11,12]。不同时期的预测趋势大致相同:从当前主要在美国东南部的平原地区分布逐渐向东北方向扩散,20 世纪 90 年代中期已经入侵到位于阿巴拉契亚山的南麓的北卡罗莱州^[1]。

红火蚁生长和扩散的限制因子是干燥条件和低温^[2],虽然美国西部地区海拔较高、较为干燥,但是可能在气候较为适宜的年份进入该区域^[3]。Vinson 较为详细地描述了该虫在美国的扩散过程,并确定了它的越冬北界^[2]。目前在美国的分布局限于年降水不超过 510 mm 的区域^[3]。该虫的越冬北界不超过年最低温 - 17.8 °C 的界限^[12]。中国和美国位于东西半球的大致相同的纬度区域,红火蚁在美国分布的限制因子可以为我国的潜在分布和扩散趋势提供参考依据。但是中国和美国的地势条件、气候条件并不完全相同,因此要精确确定红火蚁

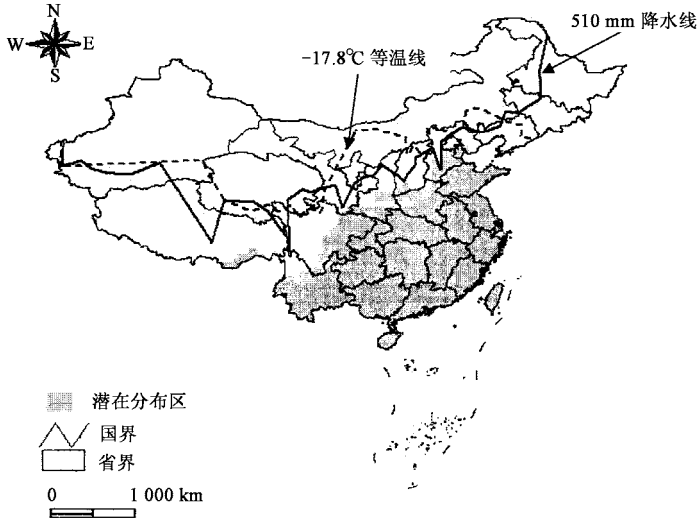


图3 GARP 预测红火蚁在中国的分布

在中国的潜在分布还需考虑更多因素。我国的台湾省自1999年遭受危害,近期的迅速扩散可以为大陆的精确预测提供佐证。为进一步确定红火蚁在我国的准确潜在分布,我们将利用该虫在我国台湾的分布信息,对该虫在大陆的潜在分布区作更为详尽地分析。

作者利用 CLIMEX 和 GARP 2 种方法对红火蚁的分析结果表明:红火蚁在中国具有广泛的适生区,从海南到河北,从东部沿海到内陆,涉及 25 个省市、自治区。GARP 的预测分布时不仅考虑了温度和降水因素,还加入了蒸发量、地表径流和生物学的因素,预测结果较 CLIMEX 的范围更广一些。二者最主要的差异是红火蚁在中国的分布北界上。GARP 的结果表明河北、天津、山西和西藏的局部地区也是潜在分布区域。这 4 省市、自治区的潜在分布区均位于年最低温 -17.8℃和年降水 510 mm 的南部,因此不能排除这 4 省市、自治区将来会受到对红火蚁的入侵的可能性。

红火蚁的适生环境均为人口密集的区域,在这些环境中,农田、蔬菜园、竹林等均适合它们生存。在都市区,该虫主要生活在公园绿地、行道树、草地、花园、校园以及高尔夫球场等。此外,红火蚁经常在电子设备中大批滋生,如空调、交通信号机箱、供电仪表等。近来,红火蚁

群在台湾许多地方呈迅速扩散状态,不断入侵人群密集的居住地,已经造成严重危害,而对其防治的难度很大^[7]。

目前红火蚁对我国大陆的威胁已迫在眉睫,倘若该虫进入居民区,防治的难度将随之增大,根除的机率也随之降低。所以在所有潜在可能的分布区内应该尽早采取措施,严防死守,避免形成有害,造成损失。即使在北方广大非适生区,也应警惕大量的温室仍可能为其提供合适的生存条件,进而繁衍危害。

参 考 文 献

- Allen C. R., Lutz R. S., DeMarais S. *Ecol. Appl.*, 1995, 5 (3) : 632 ~ 638 .
- Vinson S. B. *Amer. Entomol.*, 1997, 43 : 23 ~ 39 .
- Korzukhin M. D., Porter S. D., Thompson L. C., Wiley S. *Environ. Entomol.*, 2001, 30 : 645 ~ 655 .
- Pascoe A. *Biosecurity*, 2001, 32 : 6 .
- Natrass R., Vanderwoude C. *Ecol. Managem. Restor.*, 2001, 2 : 220 ~ 223 .
- Solley G. O., Vanderwoude C., Knight G. K. *Med. J. Austral.*, 2002, 176 : 521 ~ 523 .
- 张润志,任立,刘宁. *昆虫知识*, 2005, 42(1) : 6 ~ 10 .
- Pimm S. L., Bartell D. P. *Environ. Entomol.*, 1980, 9 : 653 ~ 658 .
- Morrison L. W., Porter S. D., Daniels E., Korzukhin M. D. *Biol. Invas.*, 2004, 6 : 183 ~ 191 .
- 马骏,万方浩,郭建英,游兰韶. *中国农业科学*, 2003, 36 (10) : 1156 ~ 1162 .
- Stoker R. L., Ferris D. K., Grant W. E., Folse L. J. *Ecol. Model.*, 1994, 73 : 281 ~ 292 .
- Killion M. J., Grant W. E. *Ecol. Model.*, 1995, 77 : 73 ~ 84 .
- 宋红敏,张清芬,韩雪梅,徐岩,徐汝梅. *昆虫知识*, 2004, 41 (4) : 379 ~ 386 .