

普通克立格法预测江宁县江滩钉螺分布

张治英¹, 徐德忠¹, 彭华², 周云³, 张波¹, 刘士军⁴, 周晓农⁵, 龚自立⁴

【摘要】 目的 探讨江宁县江滩钉螺孳生分布的预测方法。**方法** 以变异函数分析江宁县江滩钉螺分布的空间自相关性,并以此为基础用普通克立格法(Ordinary Kriging)预测江宁县江滩钉螺的分布。**结果** 2000 年江宁县江滩钉螺分布呈空间自相关性,其变异函数为球型模型,且当距离小于 0.0301 时,钉螺空间分布变异与距离有关。进一步以此为基础用普通克立格法建立了江宁县江滩钉螺分布预测图,交叉核验显示预测图是对江滩钉螺分布最优无偏估计,预测模型的决定系数 $R^2=0.973$ 。**结论** 普通克立格法能有效利用监测资料预测江宁县江滩钉螺的分布状况。

【关键词】 钉螺;普通克立格;预测

中图分类号:R383.241

文献标识码:A

Prediction of the Spatial Distribution of *Oncomelania* Snails in Marshland of Jiangning County using the Ordinary Kriging

ZHANG Zhi-ying, XU De-zhong, PENG Hua, ZHOU Yun, ZHANG Bo,
LIU Shi-jun, ZHOU Xiao-nong, GONG Zi-li

(Department of Epidemiology, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China)

【Abstract】 Objective To explore the methods to predict the distribution of *Oncomelania hupensis* in the marshland of Jiangning County. **Methods** Semi-variogram was used to analyze the spatial autocorrelation of snails' distribution in the marshland of Jiangning using the Arcview 8.1. A prediction map for the snails' distribution was established using the Ordinary Kriging and evaluated using the cross-validation. **Results** Analysis showed that the distribution of alive snails in the marshland of Jiangning in the year 2000 was auto-correlated in spatial. The semi-variogram model which was spherical demonstrated that the variation of alive snails in spatial were related with distance apart when the distance was less than 0.0301. The prediction map of the snail distribution in the marshland of Jiangning was established based on the semi-variogram using the Ordinary Kriging. The cross-validation showed that the prediction map could estimate the distribution of snails in the marshland of Jiangning correctly. And the determinant coefficient for the prediction model was 0.973. **Conclusion** It is feasible to predict the snail distribution in the marshland of Jiangning County by using Ordinary Kriging and data from the surveillance spot.

【Key words】 *Oncomelania hupensis*; Ordinary Kriging; Prediction

Supported by the Obligatory Budget of PLA (No. 01L078) and the Innovation Project of FMMU (No. CX99F009)

血吸虫病是我国长江中下游及其以南地区重要的公共卫生问题,对该地区人群健康造成极大的威胁^[1,2]。钉螺(*Oncomelania hupensis*)是日本血吸虫惟一的中间宿主,其地理分布与日本血吸虫病的分布高度一致,因此监测钉螺的分布与扩散对血吸虫病的预防有非常重要的意义^[1-3]。但由于钉螺的分布范围比较广,地理环境复杂,监测所有地区的钉螺孳生分布状况费时、费力,且效率较低,因此如何利用局部监测资料预测整个地区的钉螺分布状况对于钉螺的防制及血吸虫病的预防非常重要。本研究在收集 2000 年江宁县江滩钉螺孳生分布资料的基础上,研究普通克立格法在江滩钉螺分布预测中的应用,为局部监测资料的有

效利用及江滩地区钉螺分布的预测提供依据。

资料与方法

1 资料

1.1 螺情资料 收集 2000 年春季采用系统抽样结合环境随机抽样调查的江宁县江滩钉螺孳生地的螺情资料,包括钉螺孳生地的位置(经、纬度)及其活螺密度、感染率、孳生地面积等。

1.2 钉螺孳生“训练点”的选择 根据 2000 年调查的江宁县江滩钉螺孳生地的位置及其面积,在孳生地范围内随机选择已知的钉螺孳生地区作为“训练点”,用于分析江宁县江滩钉螺的空间分布特征。要求选择的相邻“训练点”不能位于同一个遥感像元(30 m×30 m)内,最终共选择“训练点”125 个,并用其所在孳生地的平均活螺密度给出赋值用于分析。同时,在 ArcView 8.1 软件的支持下,建立钉螺孳生“训练点”的空间分布矢量图。

基金项目: 全军“十五”指令性课题(No. 01L078);第四军医大学创新工程(No. CX99F009)

作者单位: 1 第四军医大学流行病学教研室,西安 710032;2 西安市碑林区卫生防疫站,西安 710004;3 江苏省江宁县疾病预防控制中心,江宁 211100;4 南京军区联勤部防疫队,南京 210014;5 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所,上海 200025

2 方法

2.1 钉螺空间分布自相关性分析 在 ArcView8.1 软件的支持下,根据调查的江宁县江滩钉螺孳生地的位置及“训练点”活螺密度拟合江宁县江滩钉螺分布的变异函数,以分析确定钉螺在空间孳生分布的自相关性。

变异函数是以区域化变量理论为基础,分析变量的空间变异及其空间相关常用的统计学方法。当点 x 在空间上变化时,区域化变量 $Z(x)$ 位于点 x 和 $x+h$ 处的值 $Z(x)$ 与 $Z(x+h)$ 差的方差一半;通过变异函数可得到变程(α)、基台值($C+C_0$)和块金值(C_0)等 3 个重要的参数,其中变程可以用来判断变量间自相关范围的大小,当 $h>\alpha$ 时,则表示变量 $Z(x)$ 的空间相关性消失^[4-6]。

2.2 建立江宁县江滩钉螺分布预测图 根据 2000 年江宁县江滩钉螺孳生“训练点”的空间分布矢量图及其活螺密度,在 ArcView8.1 软件的支持下,用地统计学普通克立格法拟合江宁县江滩钉螺分布的预测模型来估计江宁县整个江滩地区钉螺的分布状况。普通克立格法实际是利用区域化变量的原始数据及其变异函数的结构特点,建立一个通过邻域内若干个已测样点数据的加权平均来对未采样点数值进行无偏、最优估计的预测模型^[4,6-8]。

2.3 预测模型的交叉核实验 在 ArcView8.1 软件的支持下,本研究通过交叉核实(cross validation)对预测模型进行评价,即评价建立的预测模型对各“训练点”活螺密度的预测效果;其原理是:以所有的数据建立自相关模型,然后去掉其中一个空间位置的数据,用其周围其他位置的数据利用模型对其进行估计,并计算该位置估计值与实际测量值之间的差值即估计偏差;如此重复地对每一个位置的数据进行估计,然后通过所有数据的估计偏差对模型进行评价。常用的评价预测效果的指标包括:估计偏差的均方、标准化均数、均方根、平均标准误及均方根标准差等,其中估计偏差的均方及偏差标准化均数,反映估计的偏性,其值越接近 0 说明偏性越小,模型的预测效果越好;估计偏差均方根也可用于评价估计值与实测数据的一致性,值越小模型偏差越小,模型的预测效果越好,同时其与估计偏差平均标准误一起也可评价预测值对于其真实测量值变异性的估计,如果两者相等则说明模型能够有效估计测量值的变异,如果平均标准差大于估计偏差均方根,则说明模型高估了测量的变异性,相反则低估了其变异;估计偏差均方根标准差也是评价模型对测量变异估计的程度,其值越接近于 1,表示模型估计效果好;如果大于 1,模型低估了测量的变异,反之亦然。一个无偏、最优预测模型的标准是其估计偏差标准均数接近

0、估计偏差均方根及其平均标准差要尽可能的小且基本一致,同时估计偏差均方根标准差接近 1^[5,6]。

结 果

1 江宁县江滩钉螺分布状况分析

江宁县 2000 年共有江滩钉螺孳生地 23 个,面积 1 079.28 万 m^2 ,占钉螺孳生地总面积的 98.3%。根据调查,江滩孳生地活螺框出现率为 17.8%,其活螺密度为 1.69 只/框。各孳生地的地理位置分布见图 1,图中圆点代表钉螺孳生地的位置。

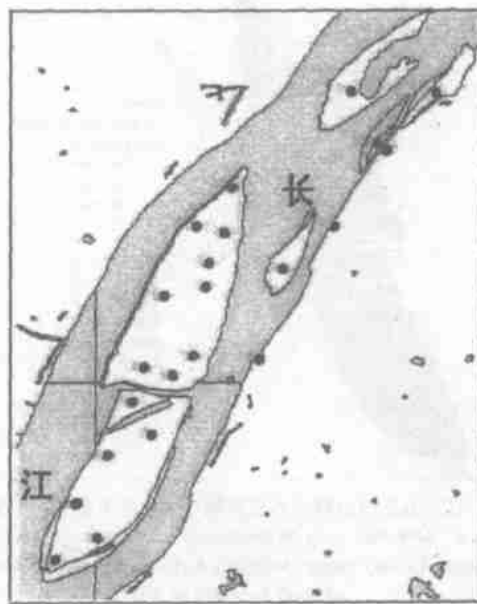


图 1 江宁县 2000 年江滩钉螺孳生地空间分布
Fig.1 Spatial distribution of snail habitats in the marshland of Jiangning County in 2000

2 江滩钉螺分布的空间自相关性分析

根据江宁县江滩钉螺孳生地的空间位置及钉螺孳生“训练点”的活螺密度,在 ArcView8.1 软件的支持下,应用地统计学分析功能,拟合江宁县江滩钉螺空间分布的变异函数,结果为:

$$r(h) = \begin{cases} 0 & (h=0) \\ 14.661 \times \left[\frac{3}{2} \frac{h}{0.0301^2} - \frac{1}{2} \frac{h^3}{0.0301^3} \right] & (0 < h < 0.0301) \\ 14.661 & (h > 0.0301) \end{cases}$$

可见江宁县江滩钉螺分布的变异函数为球型模型,变程 $\alpha=0.0301$,基台值 $C=14.661$,即当两钉螺孳生点之间的距离小于 0.0301 时,活螺密度的变异与距离有关,即存在空间自相关性,变异大小可由变异函数 $r(h)$ 来估计。

3 江宁县江滩钉螺分布预测图的建立及初步评价

在 Arcview8.1 软件的支持下,以活螺分布变异函数

为依据,用普通克立格法建立了以“训练点”活螺密度估计江宁县整个江滩地区钉螺分布的预测图,结果见图 2,图中以不同颜色表示不同地区钉螺密度的大小,颜色越深表示钉螺密度越大。同时,将江宁县江滩钉螺孳生地分布矢量图与建立的预测图重叠,图 2 中白色斑点代表钉螺孳生地位置,斑点大小表示实际测量的钉螺密度的高低,斑点越大表示孳生地钉螺密度越高。

