

3.环境变化与人地关系历史

GIS 结合机器学习模型揭示青藏高原东北部新石器-青铜时代不同文化人群的环境选择策略及驱动机制

李刚、董佳佳、车明陆、王鑫、董广辉

兰州大学，昭通学院

摘要：自然环境对人类生存空间的影响是认识过去“人地关系”的重要方面，也是多学科关注的热点问题。古代先民对栖息地的选择是对多种环境因子综和考量的结果，并且满足当时社会经济的需求。传统的基于 GIS 数据提取分析的方法可以展示出单一环境要素对人类定居的影响，却不能客观的展示不同环境要素对人类定居影响的权重。考古预测模型可以量化描述先民定居点和生存环境之间的关系，目前主要依赖的算法为逻辑回归和最大熵模型。近年来人工智能和机器学习方法的兴起可以为考古预测模型的研究提供了新的思路，但目前暂未得到广泛应用，其应用潜力还未得到检验。本研究以自然环境差异大，新石器至青铜时代人类活动转变明显的青藏高原东北部作为研究区，使用多种机器学习模型，探讨不同文化人群对自然环境的选择策略，并预测了研究区内的考古遗址分布概率和不同文化的分布空间。本研究以研究区内考古遗址的文化属性和模拟的随机点作为分类变量（因变量），以多种环境要素作为预测变量（自变量），构建监督的随机森林，进行考古概率分布预测；非监督的自组织映射（Self-Organizing Maps）模型和随机森林产生的重要性排序用于解释不同文化人群的环境选择差异。结果表明：（1）随机森林模型在进行考古遗址概率分布时具有很好的预测效果，对预测结果进行的 Kvamme 增益验证表明模型具有极高的预测性能（增益 $G=0.89$ ，越接近 1 表明模型预测性能越好）。模型产生的变量重要性排序表明海拔、耕地适宜性、气候和土壤侵蚀等级是影响人类环境选择最重要的因素。（2）SOM 映射结果结合不同文化时期气候背景和生业模式揭示了不同文化人群环境选择策略及背后的机制。青藏高原东北部新石器-青铜时代先民的生存环境策略呈现出梯度模式，并受到气候环境和生业策略的影响。仰韶-马家窑文化人群生活在低海拔、适宜的水热条件下，符合当时先民粟黍农业种植和狩猎野生动物的社会发展；齐家文化时期气候恶化促使先民接受了牛羊等牧业经济，并成为新石器向青铜时代过渡的重要阶段；卡约-辛店-诺木洪文化时期的先民对外来作物（例如，牛羊和大小麦等）的大规模吸收支持其突破了原有的生存环境限制，并登上更高海拔，适应更复杂的高原环境。

关键词：考古预测模型；机器学习；聚落模式；环境选择策略