



不同空间尺度下秋刀鱼CPUE标准化研究

摘要

单位捕捞努力量渔获量 (Catch Per Unit Effort, CPUE) 作为相对资源量指标或资源分布密度指数, 通常被假设成与资源量成正比关系, CPUE标准化在渔业资源评估研究中广泛应用。选取不同的时空分辨率会对CPUE标准化产生影响, 从而影响资源评估。本研究利用太平洋秋刀鱼渔业数据, 结合海洋环境数据, 基于广义加性模型 (GAM) 按照不同的空间尺度划分为9组数据, 分析计算得到最适模型, 进行名义CPUE的标准化。结果显示: (1) 最适GAM模型中除了月、经纬度、海表面温度、海表面温度差和叶绿素浓度等6个变量外, 交互项年和经度、年和纬度、月和经度、经度和纬度对CPUE的影响较大。(2) 不同的空间尺度最适GAM模型对标准化的结果不同, 根据五折交叉验证分析, 选取均方误差最小的 2° (奇数) $\times 2^\circ$ (奇数) 为最适空间尺度。因此, 在分析秋刀鱼资源评估时, 需要考虑在不同的空间尺度下, 年、月、经纬度等因素对CPUE标准化产生的影响。

材料

渔业数据来自中国远洋渔业协会秋刀鱼技术组, 海洋环境数据来源于美国国家海洋和大气管理局。

主要作业海域: $34^\circ \sim 50^\circ \text{ N}$, $144^\circ \sim 177^\circ \text{ E}$

作业时间: 2013-2020年7-12月

方法

本研究基于贝叶斯信息准则 (BIC) 选择出最优GAM模型, 通过五折交叉验证计算模拟值与观测值之间的Spearman相关系数以及2个CPUE之间均方误差以评估预测性能, 选择最适空间尺度, 作为CPUE标准化的最适尺度。

GAM模型公式为:

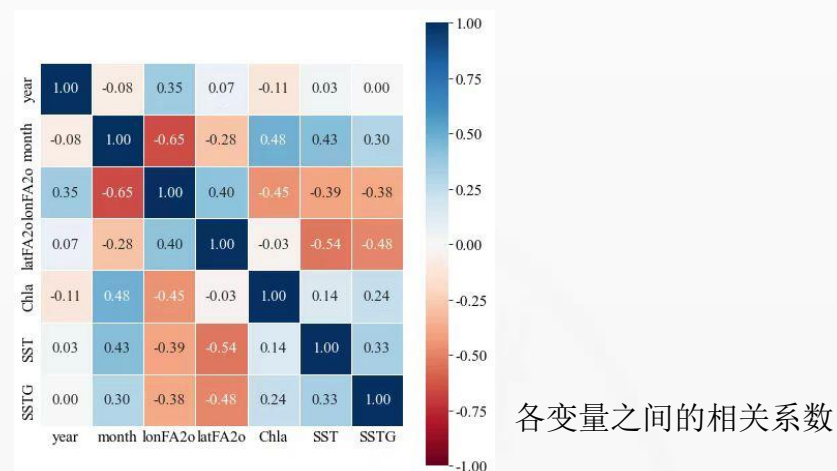
$$g(u_i) = \alpha + \sum_{i=1} f_i(x_i) + \varepsilon_i$$

式中, f_i 是平滑函数, ε_i 为误差项,

所以在这基础上, 本研究中的GAM模型公式为:

$$\begin{aligned} & \ln(\text{CPUE}) \\ &= \text{Year} + \text{Month} + \text{Longitude} + \text{Latitude} + s(\text{SST}) \\ &+ s(\text{SSTG}) + s(\text{Chla}) + s(\text{Interactions}) + \varepsilon \end{aligned}$$

结果与讨论



计算模型的 R^2 , BIC和解释偏差, 比较不同空间尺度下各模型的BIC值, 确定不同空间尺度的最优GAM模型, 下图是各空间尺度对筛选出的模型的BIC值和解释偏差。

经纬度分辨率	$1^\circ \times 1^\circ$	$1^\circ \times 2^\circ$ (奇数)	$1^\circ \times 2^\circ$ (偶数)
R^2	0.7918	0.7735	0.7821
BIC	2774.75	2013.68	2105.49
解释偏差	79.18%	77.35%	78.21%

经纬度分辨率	2° (奇数) $\times 1^\circ$	2° (偶数) $\times 1^\circ$	2° (奇数) $\times 2^\circ$ (奇数)
R^2	0.7492	0.762	0.7033
BIC	1963.99	1955.35	1411.46
解释偏差	74.92%	76.20%	70.33%

经纬度分辨率	2° (奇数) $\times 2^\circ$ (偶数)	2° (偶数) $\times 2^\circ$ (奇数)	2° (偶数) $\times 2^\circ$ (偶数)
R^2	0.7144	0.7247	0.7227
BIC	1477.99	1422.4	1475.69
解释偏差	71.44%	72.47%	72.27%

利用五折交叉验证计算不同空间分辨率下最优模型的相关系数 (correlation coefficient) 和均方误差 (MSE)。各模型的平均均方误差分别为109.25、100.40、111.48、105.15、100.03、95.63、110.22、100.27、103.19, 通过比较, 2° (奇数) $\times 2^\circ$ (奇数) 的最优模型的平均MSE最小, 可作为CPUE标准化的最适尺度。