

摘要

秋刀鱼 (*Cololabis saira*) 是我国远洋渔业主要的捕捞目标鱼种之一,也是NPFC优先管理物种之一。为了对其资源状态进行科学评估,本文利用2014~2018年太平洋秋刀鱼的渔获体长组成(CAS)样本数据,结合秋刀鱼生活史参数,检验了LCA模型和B-LCA模型的拟合能力,并进行敏感性分析;使用蒙特卡罗模拟方法估算模型参数均值及其95%的置信区间,基于LCA模型和B-LCA模型估算秋刀鱼年度生物量和每个体长组的捕捞死亡系数。结果表明在LCA模型和B-LCA模型中,体长间隔越小,模型性能越好;基于数量的渔获体长组成数据适用于传统的LCA模型,基于重量的渔获体长组成数据更适用于B-LCA模型;种群生物量估算值对生长参数 b 和 L_{∞} 的改变最为敏感;2014~2018年秋刀鱼种群总年均生物量的波动范围为 $0.527 - 1.635 \times 10^6$ 吨,捕捞死亡系数的波动范围为0-2.86。

材料

秋刀鱼渔业数据来源于中国远洋渔业分会上海海洋大学秋刀鱼技术组与北太平洋渔业管理委员会(NPFC),海表面水温数据源自美国国家海洋和大气管理局网站(<http://www.noaa.gov>)

时间范围: 2014~2018年

空间范围: $35^{\circ} S \sim 50^{\circ} N, 146^{\circ} E \sim 170^{\circ} E$

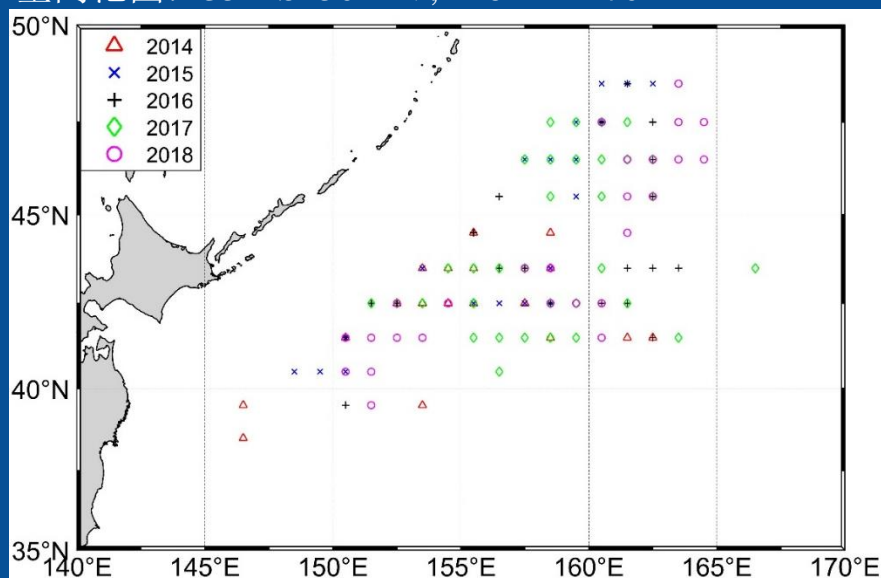


图1 2014~2018年秋刀鱼样本分布图

方法

基于GAM模型对渔获体长组成数据缺失值拟合填充;使用蒙特卡罗模拟估算模型参数的后验分布;对LCA和B-LCA模型进行性能检验和敏感性分析;基于LCA和B-LCA模型估算2014-2018年太平洋海域秋刀鱼种群资源生物量,并与NPFC统计的贝叶斯状态空间生产模型(www.npfc.int)

结果与讨论

模型性能检验

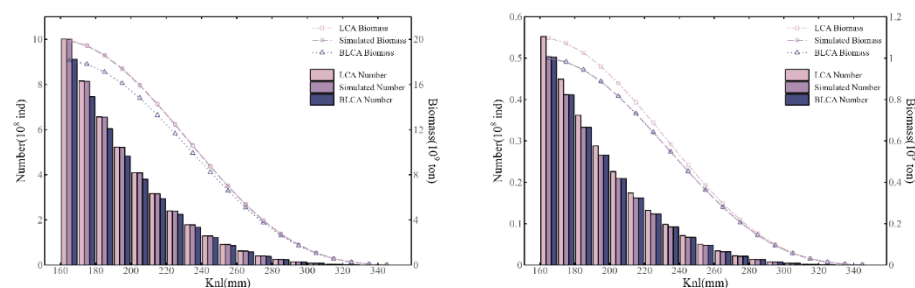


图2 基于模拟数据的模型估算值与模拟值对比图

interval	Simulated data	Model	ME
10mm	Numbers-based	LCA	1.0000
		B-LCA	0.9864
	Biomass-based	LCA	0.9833
		B-LCA	1.0000
15mm	Numbers-based	LCA	0.9999
		B-LCA	0.9726
	Biomass-based	LCA	0.9627
		B-LCA	1.0000
20mm	Numbers-based	LCA	0.9998
		B-LCA	0.9556
	Biomass-based	LCA	0.9333
		B-LCA	1.0000

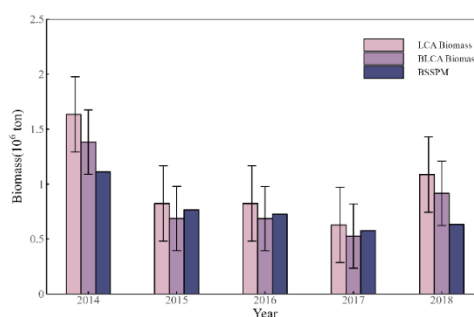
表1 模型性能检验结果

以ME作为模型性能指标描述种群生物量估算值与模拟值差异,基于模拟数据对LCA和B-LCA模型进行性能检验结果如上表所示。以重量为单位的渔获体长组成数据作为B-LCA模型的输入数据时,B-LCA模型的拟合能力更强;以数量为单位的渔获体长组成数据作为B-LCA模型的输入数据时,LCA模型表现更佳;体长间隔的划分对模型的影响较小,体长间隔越小,模型性能指标越高,模型拟合能力更强。

敏感性分析

LCA与B-LCA模型对体长间隔的划分并不敏感;基于LCA与B-LCA模型的种群生物量估算值对参数 b 和 L_{∞} 的改变最为敏感。

基于蒙特卡洛模拟实际渔业应用



2014~2018年种群总年均生物量的波动范围为 $0.527 - 1.635 \times 10^6$ 吨,LCA模型的估算值始终高于B-LCA模型和BSSPM模型,ANOVA分析表明三种模型估算结果无显著差异。