

西北太平洋远东拟沙丁鱼生活史特征及资源状态分析

姜正妍¹, 周雨霏¹, 麻秋云^{1, 2, 3*}, 田思泉^{1, 2, 3}

1. 上海海洋大学 海洋生物资源与管理学院, 上海201306;

2. 上海海洋大学 国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 201306;

3. 上海海洋大学 大洋渔业资源可持续开发教育部重点实验室, 上海 201306



1 研究背景

西北太平洋黑潮与亲潮交汇区营养盐丰富, 饵料生物充足, 是我国远洋渔船长期作业的重要渔场, 主要目标种包括远东拟沙丁鱼 (*Sardinops melanostictus*)、秋刀鱼 (*Cololabis saira*) 和鲐鱼 (*Scomber japonicus*)。其中, 远东拟沙丁鱼作为典型大洋性中上层小型鱼类, 其资源受海表温度、海洋锋、叶绿素a、黑潮-亲潮及厄尔尼诺等多尺度环境因子影响, 年际波动显著。现有研究多基于商业捕捞数据进行资源评估, 结果显示该种群总体处于健康状态, 但缺乏系统的科学调查与生活史分析。自2021年起, 上海海洋大学“淞航”号在该海域持续开展渔业资源综合调查, 积累了丰富的生物学及环境数据。本文基于“淞航”号调查资料, 分析远东拟沙丁鱼的生长与死亡特征, 运用单位补充量渔获量模型 (YPR) 和基于体长的贝叶斯生物量估算模型 (LBB) 评估其资源状态, 为西北太平洋远东拟沙丁鱼的养护与可持续利用提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 样品采集

调查船: “淞航”号

区域: 西北太平洋公海

(35°–45° N, 148°–164° E)

时间: 2023–2024 年 6–8 月

方法:

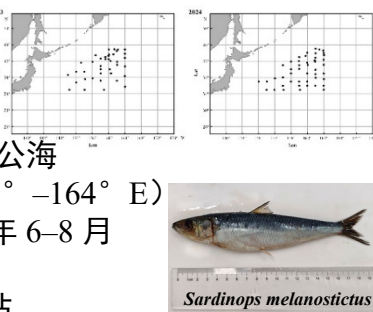
• 1° × 1° 网格布站

• 2023 年随机抽样 39 站, 2024 年系统+分层抽样 46 站

• 中上层拖网 (0–50 m, 3 节, 1 h, 66 mm

网目)

• 每站测 30 尾鱼, 不足30尾全部测量 (叉长、体重)



2.2 生长、死亡特征估算

叉长-体重关系: $W = aL^b$

生长方程: $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$

总死亡系数 Z: 体长转换捕捞曲线法

自然死亡系数 M: 7 种经验公式综合估算

2.3 YPR模型、LBB模型

YPR 模型:

用 fishmethods 估算 $F_{0.1}$ 与 F_{max} , 分析生长型过度捕捞风险

LBB 模型:

以 L_{∞} 和 M/k 为先验参数 (JAGS 执行),

估算 B/B_0 与 B/B_{MSY}

2.4 敏感性分析

比较不同 M 值对YPR模型结果的影响

比较不同 L_{∞} 和 M/k 对LBB模型结果的影响

3 结果

3.1 生活史参数

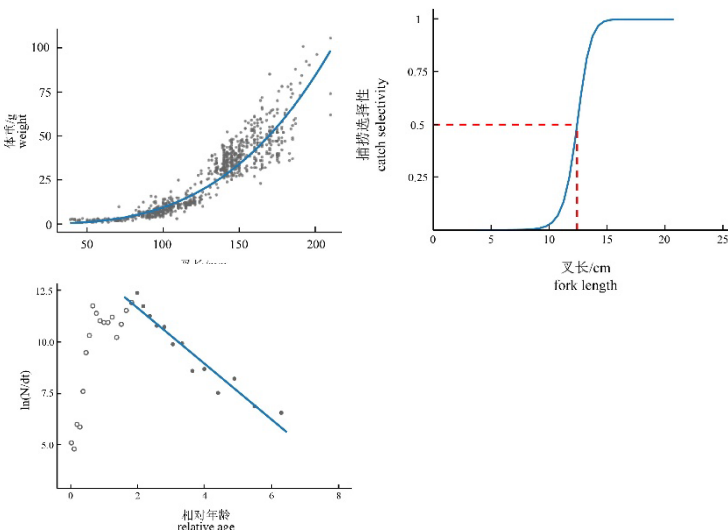


表2 不同经验公式求得的远东拟沙丁鱼自然死亡系数 (M)

方法 Methods	M
Pauly	0.75
Griffiths and Harrod	0.73
Gislason	0.83
Charnov	0.77
Alverson	0.42
Jensen	0.59
詹秉义 Zhan Bingyi	0.29
平均 Average	0.63

3.3 LBB模型评估结果

表3 运用LBB方法估算西北太平洋海域远东拟沙丁鱼种群关键参数

参数 Parameters	估算结果 Estimates
渐近叉长 L_{∞}	20.62
当前开捕叉长 L_c	8.38
最佳开捕叉长 $L_{c,opt}$	10.26
当前开捕叉长与最佳开捕叉长的比值 $L_c/L_{c,opt}$	0.82
自然死亡系数与生长速率的比值 M/k	1.58
捕捞死亡系数与生长速率的比值 F/k	0.61
总死亡系数与生长速率的比值 Z/k	2.19
相对捕捞死亡率 F/M	0.39
当前生物量与未开发生物量的比值 B/B_0	0.58
最大可持续产量水平下的相对生物量 B_{MSY}/B_0	0.36
当前种群资源量水平 B/B_{MSY}	1.58

3.2 YPR模型评估结果

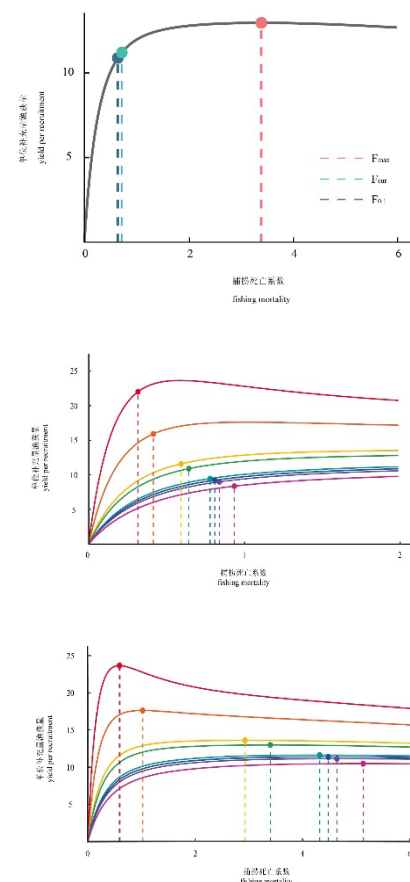


表4 西北太平洋远东拟沙丁鱼LBB方法对先验参数的敏感性分析结果

先验参数 prior parameters	M/k					L_{∞} (cm)				
	1.39	1.49	1.59	1.69	1.79	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6
L_{∞}	20.62	20.62	20.62	20.63	20.63	20.12	20.62	20.62	20.64	20.65
L_c	8.37	8.38	8.38	8.38	8.38	8.37	8.38	8.38	8.38	8.38
$L_{c,opt}$	10.98	10.71	10.26	9.88	9.48	9.72	10.13	10.26	10.39	10.29
$L_c/L_{c,opt}$	0.76	0.78	0.82	0.85	0.88	0.85	0.83	0.82	0.81	0.81
M/k	1.42	1.48	1.58	1.67	1.77	1.60	1.61	1.58	1.55	1.58
F/k	0.77	0.71	0.61	0.52	0.42	0.46	0.58	0.61	0.64	0.63
Z/k	2.19	2.19	2.19	2.19	2.20	2.04	2.18	2.19	2.20	2.20
F/M	0.54	0.48	0.39	0.31	0.24	0.28	0.36	0.39	0.41	0.40
B/B_0	0.48	0.51	0.58	0.63	0.69	0.65	0.59	0.58	0.56	0.57
B_{MSY}/B_0	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
B/B_{MSY}	1.30	1.38	1.58	1.75	1.92	1.81	1.64	1.58	1.56	1.58

4 结论

本文通过数据有限方法研究西北太平洋海域远东拟沙丁鱼的生活史特征, 利用单位补充量渔获量模型及基于长度的贝叶斯生物量估算法模型估算其资源状态, 发现该海域远东拟沙丁鱼: 优势叉长减小, 渔获小型化、低龄化, 种群总体处于健康状态, 但种群中大个体占比下降, 建议适量增加开捕叉长; 自然死亡系数、极限体长和生长速率等参数的不确定性会极大影响YPR和LBB评估的结果, 建议后期进行资源评估时应提高相关参数估算的准确性, 以优化资源评估效果。

5 资助项目

本研究受到国家重点研发计划 (2024YFD2400603); 国家自然科学基金项目 (32202934) 的资助。

6 参考文献

- Shi Y C, Han Q P, Zhang S M, et al. Seasonal Spatio-Temporal Model Improves Refined Stock Assessment and Management of Japanese Sardine (*Sardinops melanostictus*) in the Northwest Pacific Ocean[J]. Animals, 2024, 14(23), 3434.
- Froese R, Winker H, Coro G, et al. A new approach for estimating stock status from length frequency data[J]. ICES Journal of Marine Science, 2019, 76(1): 350–351.
- Yang C, Han H B, Zhang H, et al. Assessment and management recommendations for the status of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* population in the Northwest Pacific[J]. Ecological Indicators, 2023, 148: 110–111.
- 麻秋云, 牟秀霞, 任一平, 等. 东、黄海星康吉鳗生长、死亡和单位补充量渔获量[J]. 水产学报, 2018, 42(6): 881–888.