

用剩余产量模型专家系统 (CLIMPROD) 评估东海鲷鲹鱼类最大持续产量

陈卫忠 李长松 俞连福

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘 要 根据统计资料,利用剩余产量模型专家系统 (CLIMPROD)对东海鲷鲹鱼类最大持续产量 (MSY)作了评估分析。结果表明:东海鲷鲹鱼类合计分析时的 MSY 在 34.5~44.2 万吨之间,按种类分别评估时,鲷鱼的 MSY 为 16.1 万吨,蓝圆鲹为 22.2 万吨;按区域分析时,鲷鲹鱼东海北部群的 MSY 为 12.5~13.2 万吨,福建沿海群为 20.1 万吨。

关键词 东海, 鲷鲹鱼, 最大持续产量, 剩余产量模型, 专家系统

鲷鲹鱼类主要是指鲷鱼 (*Scomber japonicus*)、蓝圆鲹 (*Decapterus maruadsi*) 等中上层鱼类,是东海区重要的经济鱼类,随着近海底层鱼类资源的不断衰退,而鲷鲹鱼类资源相对稳定 [陈阿毛和丁天明 1995], 鲷参鱼类在渔业中的地位越显重要。有关东海鲷鲹鱼类资源数量的研究目前还不多,宋海棠和丁天明 [1995] 曾对浙江渔场的鲷鱼和蓝圆鲹不同群体的组成及分布作了研究,徐旭才和丘书院 [1992] 对闽南 - 台湾浅滩渔场蓝圆鲹资源作了评估。本文利用联合国粮农组织 (FAO) 开发的剩余产量模型专家系统 (CLIMPROD) 对东海鲷鲹鱼类的最大持续产量 (MSY) 作了评估分析。

1 材料与方 法

1.1 材 料

历年的产量和捕捞努力量数据从东海区渔政局提供的东海区海洋渔业统计资料中提取。为便于评估分析,根据东海鲷鲹鱼类的分布特点,将鲷鲹鱼产量数据分成鲷鲹鱼合计、鲷鱼、蓝圆鲹、鲷鲹鱼东海北部群 (包括江苏省、上海市和浙江省的产量,组成以鲷鱼为主) 和鲷鲹鱼福建沿海群 (福建省产量,以蓝圆鲹为主) (表 1)。由于没有现存的从事鲷鲹鱼作业的捕捞努力量的统计资料,而且,近几年来,许多拖网渔船也从事鲷鲹鱼类的兼捕作业。因此,要得到鲷鲹鱼渔业捕捞努力量的统计数字是困难的,由于目前鲷鲹拖网产量已占有较大比例 [丁天明和宋海棠 1995], 鲷鲹鱼渔业的捕捞努力量变化与东海区总海洋捕捞努力量的变化密切相关。因此,采用了东海区海洋机动渔船总功率千瓦数和其中生产渔轮的千瓦数分别作为捕捞努力量进行分析。温度数据利用东海区渔业情报服务站历年海渔况速报资料经处理所得,1985~1987 年的黑潮表温是根据与鲷鱼产量相关关系逆算所得 (表 2)。

1.2 方法

本研究采用联合国粮农组织开发的资源评估专家系统[Fréon 等 1993],该系统的全称为“包括环境参数的剩余产量模型的选择和拟合实验性交互式软件”,该系统包含了传统的 Schaefer 模型、Fox 模型等在内的 31 个模型,与传统的 Schaefer、Fox 等剩余产量模型不同的是,它的许多模型包含有一个环境参数 V,该系统要求输入连续 12 年以上的产量、捕捞努力量数据以及环境参数。系统利用内部的专家知识,通过交互式问答的方式,帮助用户选择一个最佳的模型进行拟合分析,当然,也可由用户直接选择模型进行拟合分析。

表 1 东海区鲈鲶鱼类历年产量变化
Table 1 Annual total catches for chub mackerel and round scad in East China Sea (t)

| 年份 | 合计 | 按种类分 | | 按区域分 | |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 鲈鱼 | 蓝圆鲹 | 东海北部 | 福建省 |
| 1985 | 151 175 | 80 575 | | 64 050 | 87 125 |
| 1986 | 188 047 | 116 951 | | 92 966 | 95 081 |
| 1987 | 278 743 | 125 963 | 152 780 | 105 391 | 173 352 |
| 1988 | 296 647 | 172 629 | 124 018 | 145 869 | 150 778 |
| 1989 | 223 050 | 120 248 | 102 802 | 100 220 | 122 831 |
| 1990 | 250 929 | 115 791 | 135 138 | 108 033 | 135 966 |
| 1991 | 353 158 | 155 446 | 197 712 | 133 058 | 132 913 |
| 1992 | 338 916 | 126 051 | 212 865 | 98 182 | 153 939 |
| 1993 | 302 353 | 151 353 | 239 490 | 126 430 | 175 923 |
| 1994 | 335 088 | 183 307 | 171 781 | 100 495 | 254 593 |
| 1995 | 403 920 | 182 847 | 221 073 | 153 570 | 254 566 |
| 1996 | 427 427 | 174 142 | 253 285 | 133 547 | 293 880 |

表 2 东海区海洋机动渔船总功率、其中生产渔轮总功率和黑潮主干 7 月平均表温历年变化
Table 2 Total power of fishing vessels of East China Sea and the average surface temperature of Kuroshio in July (1000kW)

| 年份 | 合计 | | 东海北部 | | 福建省 | | 黑潮表温(℃) |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|---------|
| | 机动船合计 | 其中生产渔轮 | 机动船合计 | 其中生产渔轮 | 机动船合计 | 其中生产渔轮 | |
| 1985 | 1 784.83 | 341.67 | 1 422.78 | 235.99 | 362.05 | 105.69 | 27.09 |
| 1986 | 1 965.96 | 397.33 | 1 332.32 | 263.74 | 633.64 | 133.58 | 28.11 |
| 1987 | 2 326.08 | 463.16 | 1 619.83 | 297.35 | 706.25 | 165.82 | 28.32 |
| 1988 | 2 666.88 | 547.18 | 1 860.24 | 324.53 | 806.64 | 222.65 | 29.45 |
| 1989 | 3 048.64 | 737.92 | 2 139.66 | 455.89 | 908.99 | 282.03 | 28.58 |
| 1990 | 3 344.33 | 861.43 | 2 353.71 | 540.99 | 990.62 | 320.44 | 28.35 |
| 1991 | 3 490.17 | 1 134.13 | 2 422.07 | 760.91 | 1 068.10 | 373.22 | 29.24 |
| 1992 | 3 847.01 | 1 366.64 | 2 706.33 | 993.89 | 1 140.68 | 372.78 | 28.62 |
| 1993 | 3 996.17 | 1 308.13 | 2 807.28 | 883.52 | 1 188.88 | 424.62 | 29.35 |
| 1994 | 4 220.72 | 1 554.41 | 2 945.12 | 1 087.23 | 1 275.57 | 467.18 | 29.70 |
| 1995 | 5 192.34 | 2 309.91 | 3 692.36 | 1 655.60 | 1 499.98 | 654.31 | 28.90 |
| 1996 | 5 601.80 | 2 688.65 | 4 041.82 | 2 017.67 | 1 559.98 | 670.98 | 29.28 |

2 结果与分析

2.1 以全部海洋机动渔船总功率为捕捞努力量进行剩余产量模型拟合

以全部海洋机动渔船总功率为捕捞努力量,用剩余产量模型拟合的结果(表3)表明东海鲈鲶鱼的MSY为44.2万吨,鲈鱼的MSY为16.1万吨,鲈鲶鱼东海北部群的MSY为12.5万吨,蓝圆鲷和鲈鲶鱼福建沿海群的情况模型拟合很差(决定系数 R^2 都为零)。

表3 捕捞努力量采用全部海洋机动渔船总功率时,拟合的模型参数、决定系数 R^2 和MSY

Table 3 Modles, parameters, ditermination coefficient(R^2) and the maximum sustainable yield (MSY) when using the total power of the total marine motorized vessels as the effort

| 群体 | 模型 | a | b | c | R^2 | MSY |
|------|------------------------------|------------|--------------|-----------|-------|---------|
| 鲈鲶鱼 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 129.752 07 | -0.000 108 0 | | 41 | 441 973 |
| 鲈鱼 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 86.395 24 | -0.000 197 2 | | 63 | 161 152 |
| 鲈鱼 | $CPUE = (aV + bV^2)e^{(cE)}$ | -3.182 33 | 0.233 94 | -0.002 45 | 66 | |
| 蓝圆鲷 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | | | | 0 | |
| 东海北部 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 112.184 21 | -0.000 331 2 | | 70 | 124 608 |
| 福建省 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | | | | 0 | |

2.2 以生产渔轮总功率为捕捞努力量进行剩余产量模型拟合

以生产渔轮总功率为捕捞努力量,进行剩余产量模型分析的结果(表4)可见,东海鲈鲶鱼的MSY为34.5万吨,鲈鱼的MSY也是16.1万吨,鲈鲶鱼东海北部群的MSY为13.2万吨,蓝圆鲷的MSY为22.2万吨,鲈鲶鱼福建沿海群的MSY为20.1万吨。

表4 捕捞努力量采用生产渔轮总功率时,拟合的模型参数、决定系数(R^2)和MSY

Table 4 Modles, parameters, determination coefficient(R^2) and the maximum sustainable yield (MSY) when using the total power of fishing vessels as the effort

| 群体 | 模型 | a | b | c | R^2 | MSY |
|------|------------------------------|------------|--------------|-----------|-------|---------|
| 鲈鲶鱼 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 699.133 16 | -0.000 744 7 | | 81 | 345 369 |
| 鲈鱼 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 430.028 73 | -0.000 983 0 | | 85 | 160 934 |
| 鲈鱼 | $CPUE = (aV + bV^2)e^{(cE)}$ | -3.098 44 | 0.451 31 | -0.001 06 | 85 | |
| 蓝圆鲷 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 280.443 82 | -0.000 465 3 | | 55 | 221 726 |
| 东海北部 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 585.863 16 | -0.001 638 6 | | 86 | 131 531 |
| 福建省 | $CPUE = ae^{(bE)}$ | 993.853 09 | -0.001 823 2 | | 49 | 200 558 |

2.3 包括环境因子—黑潮主干7月份平均表温的剩余产量模型分析

由于鲈鱼产量与黑潮主干区域(26~27°N, 125~126°E)7月份平均表温有关($Y = 3V^{10.069}/10^{-10}$, $r = 0.8173$),在进行鲈鱼剩余产量模型分析时,包括了该环境因子,分析结果见表3、表4中鲈鱼的模型和图1。实际上,模型 $CPUE = (aV + bV^2)e^{(cE)}$ 是一个带有环境参数的Fox剩余产量模型,当括号中的环境参数为常数时,该模型就是一个传统的Fox剩余产量模型。由于Fox模型的MSY与该常数有关,当括号中的环境参数变化时,就有一个不同的MSY相对应(图1)。

2.4 分析与概括

结果表明,以全部海洋机动渔船为捕捞努力量进行各群体的剩余产量模型拟合时,拟合模型的的决定系数 R^2 相对较小,而以生产渔轮总功率为捕捞努力量进行拟合时的决定系数 R^2 相对较大,因此,从模型拟合的情况来看,生产渔轮总功率更适合作为捕捞努力量,进行剩余产量模型的拟合。

综上所述,将鲈鲶鱼合计分析时,其 MSY 分别为 44.2 和 34.5 万吨,分成鲈鱼和蓝圆鲷分别评估时,鲈鱼的 MSY 为 16.1 万吨(V 为多年平均值时),且与黑潮主干 7 月份平均表温有关,蓝圆鲷的 MSY 为 22.2 万吨,两者合计为 38.3 万吨,分成东海北部群和福建沿海群分别分析时,鲈鲶鱼东海北部群的 MSY 为 12.5 万吨和 13.2 万吨,福建沿海群的 MSY 为 20.1 万吨,两者合计为 32.6 万吨和 33.3 万吨。

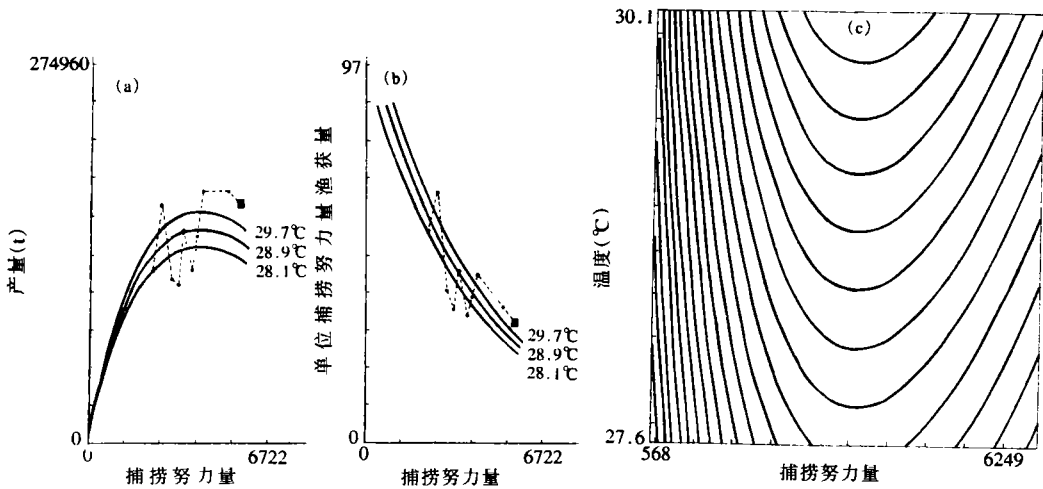


图 1 典型的包括环境参数的剩余产量模型分析图

Fig.1 A typical showing of the analysis of surplus production models including the environmental variables

a)产量(Y)和环境参数(V)及捕捞努力量(E)的关系;b)CPUE 和 V 及 E 的关系;c)产量(Y)等值线图

3 讨论

关于东海区鲈鲶鱼类的资源量,目前尚无系统的评估数据,许多学者根据近几年的生产及调查情况,认为鲈鲶鱼资源稳定在较高水平,且还有一定的开发潜力[陈卫忠等 1997,宋海棠等 1995](汪伟洋和张壮丽 1997)。

据笔者的研究,1996 年实际的捕捞产量,鲈鲶鱼合计为 42.7 万吨,鲈鱼为 17.4 万吨,蓝圆鲷为 25.3 万吨,鲈鲶鱼东海北部群为 13.4 万吨,福建沿海群为 29.4 万吨。除鲈鲶鱼福建沿海群的产量超出其 MSY(20.1 万吨)较多外,其它几种情况的产量均接近或略超过其 MSY,说明目前东海鲈鲶鱼资源的利用基本是合理的,近海资源已得到充分利用,特别是福建沿海鲈鲶

(1)汪伟洋,张壮丽.1997. 闽南、台湾浅滩渔场中上层鱼类资源现状.东海区渔业资源动态监测网、东海区渔业资源管理咨询委员会十周年专辑.85~89.

鱼资源。但由于目前鲈鲶鱼的产量主要来自近海,再加上本研究的产量数据不包括周边国家和地区的生产,由此估算的 MSY 将比群体实际的 MSY 小。因此,我们认为,东海的鲈鲶鱼类还有一定的开发利用潜力。但主要是外海的资源及与周边国家和地区的捕捞情况有关。

此外,鲈鲶鱼类的资源变化除了受捕捞影响外,还将受环境因子的影响(如黑潮主干区域的表面温度)。

本研究为中国水产科学研究院合同项目的主要内容。

参 考 文 献

- 丁天明,宋海棠.1995.机轮拖网捕捞鲈鲶鱼的现状及渔况分析.浙江水产学院学报,14(1):47~52.
- 陈卫忠,李长松,胡芬.1997.东海区海洋渔业资源近况浅析.中国水产科学,4(3):39~43.
- 陈阿毛,丁天明.1995.鲈、鲶鱼幼鱼发生量调查报告.浙江水产学院学报,14(1):36~39.
- 宋海棠,丁天明.1995.浙江渔场鲈鱼 *Scomber japonicus* 蓝圆鲈 *Decapterus maruadsi* 不同群体的组成及分布.浙江水产学院学报,14(1):29~35.
- 宋海棠,苗振清,黄占平等.1995.浙江渔场鲈鲶鱼资源利用研究.浙江水产学院学报,14(1):2~13.
- 徐旭才,丘书院,卢振彬等.1992.闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲈资源的评估.海洋与湖沼,23(5):511~516.
- Fréon P, Mullon C, Pichon G. 1993. Experimental interactive software for choosing and fitting surplus production models including environmental variables. Rome: FAO Computerized Information Series Fisheries, 5: 1~76.

ESTIMATION OF THE MAXIMUM SUSTAINABLE YIELD FOR CHUB MACKEREL AND ROUND SCAD IN THE EAST CHINA SEA BY THE SURPLUS PRODUCTION MODELS FITTING EXPERT SYSTEM

CHEN Wei-Zhong, LI Chang-Song, YU Lian-Fu

(East China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Shanghai 200090)

ABSTRACT Based on the statistical data, the Maximum Sustainable Yield(MSY) for the different stocks of chub mackerel and round scad in the East China Sea were estimated by the surplus production models fitting expert system (CLIMPROD). The result showed that the MSY for stock of combining the two species for East China Sea was between 345~442 000 tones. It was 125~132 000 tones for the northern area and 201 000 tones for the southern. when estimated for stock of different species, the MSY was 161 000 tones for chub mackerel and 222 000 tones for round scad.

KEYWORDS East China Sea, chub mackerel and round scad, the Maximum Sustainable Yield (MSY), the surplus production model, expert system.