

用实际种群分析法评估东海 鲈鱼现存资源量

陈卫忠 胡 芬 严利平

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘 要 用实际种群分析法评估了东海及长江口区域鲈鱼近 10 年来的现存资源量, 结果表明, 东海及长江口区域的鲈鱼自 1987 年以来历年的现存资源量分别在 13.2~23.5 万吨和 4.1~12.7 万吨之间波动, 近年的资源数量稳定在一个较高水平上, 而近年鲈鱼的实际捕捞产量已逐渐接近其现存资源量, 说明鲈鱼资源进一步开发利用的潜力不是很大。

关键词 鲈鱼, 实际种群分析法, 资源评估, 东海

鲈鱼 (*Scomber japonicus*) 是东海区重要的经济鱼类, 随着近海底层经济鱼类资源的不断衰退, 对鲈鱼等中上层鱼类的捕捞也逐年增加, 鲈鱼在东海区海洋渔业中的地位也日趋重要, 因而, 准确评估鲈鱼资源数量, 对持续合理地利用东海鲈鱼资源有重要意义。有关鲈鱼的资源状况, 许多学者曾根据生物学调查结果, 定性地认为东海区的鲈鱼等中上层鱼类资源近几年来处于一个比较稳定的高水平上[陈卫忠等 1997a] (宋海棠和丁天明 1997, 汪伟洋和张壮丽 1997), 陈卫忠等[1997b] 利用联合国粮农组织开发的带环境参数的剩余产量模型专家系统 CLIMPROD[Freon 等 1993] 估算出东海鲈鱼的最大持续产量为 16.1 万吨左右, 并认为鲈鱼的最大持续产量与黑潮主干区域 7 月平均表面温度有正相关关系, 但有关东海鲈鱼的现存资源量、资源的变动趋势的研究目前还未见有报道, 本文利用实际种群分析(VPA)法对东海及长江口鲈鱼近 10 多年来的现存资源量作了评估, 分析了鲈鱼资源的变化趋势, 研究了东海鲈鱼与长江口鲈鱼产量之间的关系, 估算了长江口鲈鱼的最适捕捞产量, 为海洋渔业管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 东海及长江口鲈鱼年龄结构的确定

东海鲈鱼泛指从东海区水域捕捞和取样的鲈鱼。

长江口鲈鱼指在 29°N~32°N 之间, 125°E 以西到禁渔区线内的长江口附近海域捕捞和取样的鲈鱼。

收稿日期: 1998-02-09

(1) 宋海棠、丁天明, 1997, 东海北部鲈鱼的资源现状与利用潜力。东海区渔业资源动态监测网、东海区渔业资源管理委员会十周年专辑, 78~84。

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

东海及长江口鲈鱼现存资源量的估算采用实际种群分析(VPA)法, 需要分析鲈鱼渔获物的年龄组成, 由于受经费和时间等因素的限制, 我们没有用传统的方法对鲈鱼标本作年龄鉴定, 而是利用联合国粮农组织开发的渔业资源评估软件(Fisat)[Gayaniilo, Jr 等 1996], 根据鲈鱼渔获物的体长资料进行换算, 确定鲈鱼的年龄组成。鲈鱼的体长资料主要由从1987年以来在鲈鱼生产季节对鲈鱼渔获物的取样测定所得。测定有两种方法, 一种是只测体长和总重(俗称刺孔), 另一种是每尾鱼测体长、体重、纯重、性腺成熟度、摄食等级等。

1.2 鲈鱼主要生物学参数的研究

鲈鱼的体长、体重关系是根据1995~1997年591尾鲈鱼的体长、体重测定数据利用excel软件拟合得到。

东海及长江口鲈鱼的平均年龄分别根据其1987~1997年7464及5587尾鲈鱼的体长测定数据计算得到, 平均体重则根据平均体长用体长、体重关系式换算得出。

鲈鱼的自然死亡系数M是利用Pauly的经验公式:

$$\log(M) = -0.0066 - 0.279 \log(L_{\infty} + 0.6543 \log(k)) + 0.4634 \log(T)$$

根据鲈鱼的渐近体长(L_{∞})、生长参数(k)和栖息水域年平均摄氏温度值(T)估算得到。

1.3 鲈鱼现存资源量的估算

鲈鱼现存资源量的估算采用实际种群分析法(VPA), 该方法能比较精确地再现鱼类历史上的资源组成情况, 也能估算鱼类当前和将来的资源变化情况。是目前渔业资源评估中比较常用的方法, 它要求鱼类的年产量资料、渔获物的年龄结构资料、鱼类各年龄组的平均体长和平均体重、鱼类的自然死亡系数。主要计算公式为:

$$C_i = \frac{F_i}{Z_i} (1 - e^{-Z_i}) N_i \quad (1)$$

$$\frac{C_i}{N_{i+1}} = \frac{F_i}{Z_i} (e^{Z_i} - 1) \quad (2)$$

$$N_{i+1} = N_i e^{-Z_i} \quad (3)$$

计算时没有采用POPE的近似公式, 而是根据公式(1)和(2)利用计算机进行迭代法求解鲈鱼历年各年龄组的捕捞死亡系数F和资源数量N, 提高了计算精度。在由当前年和最大年龄组向过去各年及其它各年龄组推算时, 需要输入当前年各年龄组及历年最大年龄组的捕捞死亡系数F(或开发率E)的估计值作为初始值。该初始值的估算偏差对推算结果有一定的影响。为了减小这种影响, 我们经过探索, 采用了反复迭代的方法, 即首先由计算机给上述初始值赋予一个统一的值进行首次推算, 在得到首次推算结果后, 将历年2龄以上及近3年各年龄组鱼的捕捞死亡系数分别进行加权平均(各年龄组和各年份分别计算), 将这些平均值作为初始值代入进行第2次推算, 这样, 依此类推, 进行反复迭代, 直到二次的推算结果很接近为止(我们取相继二次推算得到的F估算值的误差小于0.001为止)。试验表明, 采用该反复迭代法后, 首次输入初始值的误差已对推算结果没有什么影响。从而提高了计算精度, 简化了推算过程。运用该方法的前提是渔业对某鱼种成年鱼各年龄组的捕捞死亡系数近似相等, 该渔业近几年对各年龄组鱼的捕捞死亡系数也大致相同。这二点一般的渔业通常都能满足。

1.4 东海和长江口鲈鱼产量之间的关系及长江口鲈鱼最适捕捞产量的估算

根据历年东海和长江口鲈鱼的捕捞产量,用线性相关进行拟合,并根据东海鲈鱼的最大持续产量估算长江口鲈鱼的最适捕捞产量。

2 结果和分析

2.1 鲈鱼年龄组成的研究

根据鲈鱼的体长组成资料,用 Fisat 软件推算东海和长江口鲈鱼的年龄组成(表 1、表 2)。东海鲈鱼主要由当年生个体组成,1⁺龄鱼有一定的比例,而 2⁺龄鱼很少。长江口鲈鱼主要由当龄鱼组成,1⁺龄鱼很少,2⁺龄鱼几乎没有。

表 1 东海鲈鱼历年渔获物年龄组成

Tab. 1 Age composition of chub mackerel from the East China Sea

年份	样品数(尾)	体长范围(mm)	当龄鱼(%)	1 ⁺ 龄鱼(%)	2 ⁺ 龄鱼(%)
1987	610	131~250	100.00		
1988	1138	181~380	74.08	22.76	3.16
1989	387	171~300	96.12	3.88	
1990	391	111~270	99.74	0.26	
1991	1295	121~250	100.00		
1992	1096	151~350	80.38	19.16	0.46
1993	424	121~280	94.81	5.19	
1994	247	191~370	93.52	4.86	1.62
1995	793	151~340	94.83	5.04	0.13
1996	262	161~290	96.18	3.82	
1997	821	141~310	97.32	2.68	

表 2 长江口鲈鱼历年渔获物年龄组成

Tab. 2 Age composition of chub mackerel from the area off the mouth of Changjiang River

年份	样品数(尾)	体长范围(mm)	当龄鱼(%)	1 ⁺ 龄鱼(%)	2 ⁺ 龄鱼(%)
1987	610	131~250	100.00		
1988	382	181~380	88.48	6.45	4.97
1989	387	171~300	96.12	3.88	
1990	350	131~270	99.71	0.29	
1991	1222	121~240	100.00		
1992	773	151~270	99.61	0.39	
1993	377	121~280	94.96	5.04	
1994	196	191~260	100.00		
1995	494	151~270	99.40	0.60	
1996	262	161~290	96.18	3.82	
1997	534	161~240	100.00		

2.2 鲈鱼主要生物学参数

根据 1995~1997 年 591 尾的鲈鱼体长、体重测定数据,鲈鱼的体长(mm)、体重(g)关系

符合幂函数关系:

$$W = 2 \times 10^{-5} \times L^{2.9265} \quad (r = 0.9590)$$

东海及长江口各年龄组平均体长和平均体重见表 3。

表 3 东海及长江口鲈鱼各年龄组平均体长和平均体重

Tab. 3 Average body length and body weight for different age groups of the chub mackerel from the East China Sea and the area off the mouth of Changjiang River

群 体	项 目	当龄鱼	1 ⁺ 龄	2 ⁺ 龄
东海鲈鱼	平均体长(mm)	203.28	289.43	345.87
	平均体重(g)	113.7	319.7	538.5
长江口鲈鱼	平均体长(mm)	200.24	278.87	352.37
	平均体重(g)	108.8	286.8	568.8

利用 Pauly 的经验公式:

$$\log(M) = -0.0066 - 0.279 \log(L_{\infty}) + 0.6543 \log(k) + 0.4634 \log(T)$$

计算得到了鲈鱼的自然死亡系数为 0.51。

公式中 L_{∞} 为鲈鱼的渐近体长, k 为生长参数, 分别取值 425mm 和 0.53 (陈 倅和李培军, 1978), T 为鲈鱼栖息水域的年平均水温, 取 22.5 °C。

2.3 东海鲈鱼现存资源量的估算

根据鲈鱼渔获物的年龄组成资料, 结合鲈鱼各年龄组的平均体长、平均体重、自然死亡系数等参数, 用实际种群分析法, 分别对东海及长江口鲈鱼 11 年来的现存资源量进行了估算(表 4、表 5), 结果表明, 东海鲈鱼近 11 年来的现存资源量波动在 13.21 ~ 23.49 万吨之间, 但自 1993 年起, 已有连续 5 年超过了 21 万吨, 资源稳定在一个较高水平上, 但同时, 由于近两年来, 鲈鱼的实际捕捞产量已超过了 19 万吨, 已逐步接近其现存资源量。长江口鲈鱼的现存资源量在 4.08 ~ 12.71 万吨之间波动, 近年也处于一个较高的水平, 但近几年的捕捞产量也已接近其现存资源量。说明进一步开发利用的潜力并不是很大。

表 4 东海鲈鱼历年现存资源量及渔获产量

Tab. 4 Stock sizes and actual catches of chub mackerel from the East China Sea in different years

年份	资源尾数 ($\times 10^6$)	资源重量 ($\times 10^3$ 吨)	渔获产量 ($\times 10^3$ 吨)	年份	资源尾数 ($\times 10^6$)	资源重量 ($\times 10^3$ 吨)	渔获产量 ($\times 10^3$ 吨)
1987	1830.5	229.6	126.0	1993	1639.9	218.1	151.4
1988	1219.9	214.1	172.6	1994	1742.1	234.9	183.3
1989	1084.3	132.1	120.2	1995	1775.1	216.3	182.8
1990	1153.6	132.1	115.8	1996	1871.2	226.6	191.6
1991	1905.2	219.7	155.4	1997	1905.0	226.7	191.4
1992	1212.3	175.3	126.1				

(3) 陈 倅、李培军, 1978, 黄渤海区日本鲈(*Pneumatophorus japonicus*)的生长。辽宁省海洋水产研究所调查报告, 第 41 号。

2.4 长江口鲈鱼类产量和东海鲈鱼类总产量间的关系, 长江口鲈鱼类最适捕捞产量的估算

长江口鲈鱼类中90%以上是鲈鱼, 而东海鲈鱼类中大部分的蓝圆等其它中上层鱼类的渔获产量来自福建沿海的闽南、台湾浅滩渔场, 是一个相对独立的群体, 因而, 长江口鲈鱼的产量与东海鲈鱼产量的关系更为密切一些, 根据1987年以来长江口和东海鲈鱼历年的渔获产量, 通过相关关系拟合, 得到了东海鲈鱼总产量和长江口鲈鱼产量之间的线性关系为:

$$Y = 78.44 + 1.02X \quad (r = 0.8020)$$

式中, X 为长江口鲈鱼产量, Y 为东海鲈鱼总产量, 二者均以千吨为单位。

由于东海鲈鱼的最大持续产量为161 000吨, 代入上式, 得到长江口鲈鱼的最适捕捞产量为80 941吨, 即为8万吨左右。

表5 长江口鲈鱼历年现存资源量和渔获产量

Tab. 5 Stock sizes and actual catches of chub mackerel from the area off the mouth of Changjiang River in different years

年份	资源数量 ($\times 10^6$)	资源重量 ($\times 10^3$ 吨)	渔获产量 ($\times 10^3$ 吨)	年份	资源数量 ($\times 10^6$)	资源重量 ($\times 10^3$ 吨)	渔获产量 ($\times 10^3$ 吨)
1987	848.6	110.7	62.7	1993	744.9	88.0	83.0
1988	740.7	115.5	87.9	1994	656.6	72.6	63.3
1989	352.1	40.8	36.6	1995	1003.3	110.3	89.8
1990	592.1	64.9	61.2	1996	944.7	109.5	103.5
1991	710.4	77.4	70.1	1997	1165.6	127.1	120.4
1992	690.2	75.7	58.6				

3 结论和讨论

东海鲈鱼群体组成以当年生群体为主, 1^+ 龄鱼有一定比例, 而 2^+ 龄鱼则很少, 鱼类的年龄组成序列与60年代和70年代相比, 已大大缩短, 因而其资源基础与60、70年代相比有所削弱。

东海鲈鱼的现存资源量为13.2~23.5万吨之间, 其中长江口鲈鱼的现存资源量为4.1~12.7万吨之间。该结果与通过浮拖网调查数据估算的1994年7~8月长江口鲈鱼类的瞬时现存资源量为11.5万吨的结果(俞连福等1998)比较接近。

东海鲈鱼年渔获产量与长江口鲈鱼年渔获产量为正比例线性关系, 根据该关系式及东海鲈鱼的最大持续产量, 得出长江口最适捕捞产量应在8万吨左右。

根据研究结果, 结合实际的鲈鱼生产情况, 尽管目前东海区的鲈鱼产量已接近或超过了评估的最大持续产量或最适产量, 但由于我们进行资源评估时, 鲈鱼产量统计资料中仅包括了东海区3省1市的捕捞产量, 不包括其它省市及周边国家和地区在东海区捕捞的产量, 由此估算的结果可能比实际的资源数量要低一些。但从鲈鱼渔获物的年龄组成、鲈鱼资源的变化趋势及实际产量来看, 已经表现出一些过度捕捞的迹象, 因此, 进一步开发利用的潜力不是很大。

(4) 俞连福、陈卫忠、李长松等 1998. 长江口渔场鲈鱼类分布及资源数量的研究。

本研究为中国水产科学研究院合同项目。

参 考 文 献

- 陈卫忠, 李长松, 胡 芬. 1997a. 东海区海洋渔业资源近况浅析. 中国水产科学, 4(3): 40~43.
- 陈卫忠, 李长松, 俞连福. 1997b. 用剩余产量模型专家系统(CLI MPROD)评估东海鲈 鱼类最大持续产量. 水产学报, 21(4): 404~408.
- Gayanilo F C Jr, Sparr e P, Pauly P. 1996. FAO-ICLARM stock assessment tools. FAO Computerized information series No. 8.
- Freon P, Mullon C, Pichon G. 1993. Experimental interactive software for choosing and fitting surplus production models including environmental variables. FAO computerized information series No. 5.

STOCK ASSESSMENT OF *SCOMBER JAPONISCUS* FROM THE EAST CHINA SEA WITH VIRTUAL POPULATION ANALYSIS

CHEN Wei-Zhong, HU Fen, YAN Li-Ping

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

Abstract Stock sizes of the chub mackerel (*Scomber japonicus*) from the East China Sea and the area off the mouth of Changjiang river were assessed with virtual population analysis. The result showed that stock sizes of chub mackerel from the East China Sea and the area off the mouth of Changjiang River were fluctuated between 132 000—235 000 and between 41 000—127 000 metric tones respectively in the past decade. The stock sizes of chub mackerel in recent years were stable on the relatively high levels. However, since the actual catches are gradually close to the stock sizes, it seems that there is not very much potential for further exploitation of this species.

KEYWORDS *Scomber japonicus*, Virtual population analysis(VPA), Stock assessment, East China Sea