

鱼类最佳体长频率分析组距研究

陈国宝, 李永振, 陈丕茂, 舒黎明

(中国水产科学研究院 南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要: 随着计算机技术的发展, 近几年以鱼类体长频率为基础估算鱼类生物学特征值的体长频率分析法迅速被广泛应用, 而确定体长分组组距是开展鱼类体长频率分析的必要步骤, 但往往不被重视, 常被随意采用为 1 mm、5 mm 或 10 mm 等。为了尽量减少误差, 本研究根据 1997 年 12 月至 1998 年 12 月在珠江口水域尖尾罢网和掺缙网周年月度渔业资源调查中康氏小公鱼 (*Stolephorus commersoni*) 和棘头梅童鱼 (*Collichthys lucidus*) 的生物学测定资料, 分别以不同的体长分组组距重构体长频率组成数据, 采用 FAO 推出基于 ELEFAN 技术的 FiSAT II 软件估算渐近体长 L_{∞} 和生长系数 K 值, 进一步估算鱼类资源开发参数 (Z , M , F , E), 分析以不同体长分组组距为基础估算结果的差异。结果表明, 以相差较大的不同分组组距重构体长频率组成数据来估算渐近体长 L_{∞} 、生长系数 K 和资源开发参数均有明显的差异, 建议以体长全距、体长标准差和样品数量等影响因素来共同确定某种鱼类的体长分组组距, 从而提高估算结果的可信度, 以达到定量分析鱼类生物学特征值的目的。[中国水产科学, 2008, 15 (4): 659–666]

关键词: 体长频率; 组距; ELEFAN; 鱼类

中图分类号: S931.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)04-0659-08

研究鱼类生物学特征值是渔业资源开发和管理工作的一项重要工作, 目前主要包括以年龄为基础的传统方法和以体长频率为基础的体长频率分析法。依靠鱼类的耳石、鳞片等硬质部分进行年龄鉴定十分困难, 而获取鱼类体长数据较容易^[1-2]。伴随着计算机技术的发展, 特别是 20 世纪 80 年代 FAO 推出了基于 ELEFAN 技术的软件包, 目前国内外学者应用 ELEFAN 技术进行鱼类种群生物学研究更加活跃, 应用体长频率法定量估算鱼类生物学特征值迅速被广泛用。Bellido 等^[3]应用该方法研究了欧洲鳀 (*Engraulis encrasicolus*) 生长参数, Jaiswar 等^[4]研究了印度西部海域多齿蛇鲭的种群动态。确定体长分组组距是应用体长频率分析法的必要步骤, 但针对体长频率分组组距大小国内外研究较少, 多数按习惯随意采用 1 mm、5 mm、10 mm 等组距重构鱼类体长频率^[5-6], 从而降低了估算结果的可信度。本研究根据 1997 年 12 月至 1998 年 12 月在珠江口伶仃洋水域进行的周年月度渔业资源调查中康氏小公鱼 (*Stolephorus commersoni*) 和棘头梅童鱼 (*Collichthys lucidus*) 的

生物学测定资料对鱼类体长分组组距进行研究, 旨在为避免估算过程中产生误差, 提高估算结果的可信度, 以达到定量分析鱼类生物学特征值的目的。

1 材料与方法

1.1 材料

1997 年 12 月至 1998 年 12 月南海水产研究所在珠江口伶仃水域采用尖尾罢渔船和掺缙网渔船进行了周年月度渔业资源调查, 对所采集的渔获样品逐尾进行了生物学测定, 建立了生物学测定数据库。本研究选用的数据即取自该数据库中的康氏小公鱼和棘头梅童鱼的生物学测定部分, 其中康氏小公鱼生物学测定 4 572 尾, 棘头梅童鱼生物学测定 4 339 尾, 体长测量均精确到 1 mm。

1.2 方法

鱼类的生长用 von Bertalanffy 生长方程拟合, 其生长参数 L_{∞} 和 K 根据鱼类体长频率的时间系列采用 FAO 推出基于 ELEFAN 技术的 FiSAT II 软件进行估算, 总死亡系数 Z 和自然死亡系数 M 分别应用 FiSAT II 软件中的体长变换渔获曲线法和 Pauly

收稿日期: 2007-10-24; 修订日期: 2008-02-28.

基金项目: 广东省自然科学基金项目 (04001263); 国家社会公益研究专项项目 (2004DIB3J098); 广东省科技计划项目 (2007B020708001).

作者简介: 陈国宝 (1975-), 男, 助理研究员, 主要从事渔业资源评估与生态研究. E-mail: chenguobao@tom.com

经验公式进行估算,捕捞死亡系数 $F=Z-M$,开发率 $E=F/Z$ 。ELEFAN 技术拟合生长曲线时首先需根据鱼类体长频率的时间系列进行体长频率样品重构,找出建立在波峰和波谷上的拟合度的最大值。应用 FiSAT II 软件估算生长参数 L_{∞} 和 K 时以 Pauly 等提出的拟合优度 Score 指数作为判别标准^[7],在 FiSAT II 软件中同时计算,其计算公式为:

$$\text{Score}=10^{\text{ESP/ASP}/10}$$

其中,ASP(Available sum of peaks)表示可获得的波峰和的最大值,是曲线能够得到最大值,ESP(Explained sum of peaks)表示理论波峰数。Score 指数作为拟合优度的一个估计量,其值介于 0 与 1 之间。减少或增大 L_{∞} 和 K 值的初选值,通过检测一系列的 L_{∞} 和 K 值拟合 VBGF 生长曲线得出拟合度。拟合优度 Score 指数的最大值被选为最佳点,则最佳拟合度对应的 L_{∞} 和 K 值即为所求的生长参数,但相应的参数必需在生物学上能接受。

为了更好重构样品的体长频率组成,探讨基于不同体长频率分组对采用电子体长频率分析法 ELEFAN 评估结果的影响,本研究将康氏小公鱼和棘头梅童鱼的体长数据均按月度以 1~15 mm 共 15 个不同组距分别统计其体长频率,并录入 FiSAT II 软件中,保存成 lfq 文件格式。数据处理分析借助微机进行,主要使用 FiSAT II 和 Excel 等软件。

Snedecor 及 Sturges 计算体长分组组距方法^[8]的计算公式分别为:

$$\text{组距 (Snedecor)}=\text{Range}/(\text{Range}/\text{SD}\times 4)$$

$$\text{组距 (Sturges)}=\text{Range}/(1+3.322\times \lg N)$$

其中,Range 表示体长全距,也称极差,即最大体长与最小体长的值;SD 表示体长的标准差; N 表示尾数。

由于生长系数 K 和渐近体长 L_{∞} 是负相关的^[9],因此本研究采用“总生长特征”(Growth performance index) ϕ 估算以不同组距所求得生长参数的可靠性^[10]:

$$\phi=\lg K+2\lg L_{\infty}$$

2 结果与分析

2.1 体长频率组成

康氏小公鱼样品量为 4 572 尾,体长范围为 30~98 mm;棘头梅童鱼 4 339 尾,体长范围为 24~165 mm。康氏小公鱼和棘头梅童鱼的体长数据均按月度以 1~15 mm 共 15 个不同组距重构体

长频率分布,但有些结果在估算渐近体长 L_{∞} 和生长系数 K 值时生物学上未能接受,因此本研究仅列出以有代表性组距重构的体长频率分布图。康氏小公鱼的重构体长频率分布见图 1,按月份其尾数依次为 451、450、240、278、302、436、450、450、450、421、375 和 269 尾,其中图 1(a)~(f) 分别以 1 mm、4 mm、5 mm、6 mm、7 mm 和 10 mm 为组距;棘头梅童鱼的重构体长频率分布见图 2,按月份其尾数依次为 377、444、407、315、88、437、450、450、432、441、417 和 81 尾,其中图 2(a)~(f) 分别以 5 mm、9 mm、10 mm、11 mm、12 mm 和 13 mm 为组距,阴影部分为强调高峰值。样品中幼鱼和高龄鱼都有适当分布,体长频率分布合理,符合体长频率分析法的要求。从图 1 明显看出,图 1(a) 的体长频率分布较分散,形成的“峰”和“谷”较多,而图 1(f) 的体长频率分布较集中,形成的“峰”和“谷”较少。图 1(a)~(f) 呈现出组距越大其体长频率分布越集中而形成的“峰”和“谷”越少的趋势,图 2(a)~(f) 也出现类似现象,这是受体长频率分组组距大小的影响。由于 ELEFAN 技术拟合生长曲线时以 5 个体长频率组计算移动平均值,因此分离出来的“峰”太少不便于拟合生长曲线。若分别以 Snedecor 和 Sturges 的体长分组方法估算体长分组组距,则康氏小公鱼的组距分别为 2 mm 和 5.2 mm,棘头梅童鱼的组距分别为 6.5 mm 和 10.8 mm。

2.2 渐近体长 L_{∞} 和生长系数 K 值

图 3 反映了康氏小公鱼的渐近体长 L_{∞} 和最佳生长系数 K 值的对应关系。以 1 mm 为组距重构康氏小公鱼的体长频率组成数据估算康氏小公鱼的 L_{∞} 和 K 值时, L_{∞} 取 98~135 mm,而 K 值介于 0.03~0.13。康氏小公鱼为栖息于河口及港湾附近的小型鱼类,具有热带亚热带水域鱼类寿命短生长快的特性, K 值在 0.13 以下从生物学角度不能接受。以 4 mm 为组距进行估算, K 值介于 0.23~0.49,从生物学角度也不能接受。笔者也分别以 2 mm 和 3 mm 为组距进行估算,结果也出现类似现象。因此,不宜以 1~4 mm 为组距重构康氏小公鱼的体长频率组成数据估算康氏小公鱼的 L_{∞} 和 K 值。以 10 mm 为组距重构康氏小公鱼的体长频率组成数据估算康氏小公鱼的 L_{∞} 和 K 值, L_{∞} 取 109~125 mm 时,而 K 值介于 0.53~0.71,但拟合优度 Score 指数不变,这是受以 10 mm 为组距重构康氏小公鱼的体长频率组成数据时出现突出“峰”

较少的影响,从而降低了估算结果的可信度,以 8~9 mm 和 11~15 mm 为组距分别估算的结果也出现类似现象。以 5 mm 为组距时在生物学上能接受

范围内 Score 指数最大值对应的 L_{∞} 和 K 值分别为 103 mm 和 1.40,以 6 mm 为组距时分别为 106 mm 和 1.60,以 7 mm 为组距时分别为 112 mm 和 0.51。

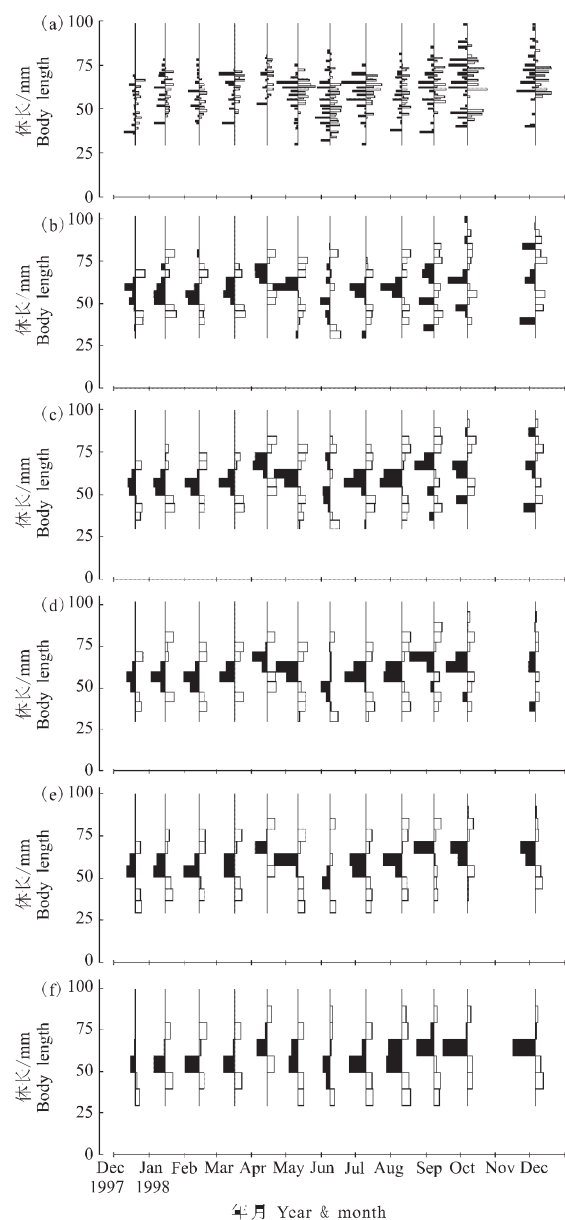


图1 康氏小公鱼的重构体长频率柱状图

Fig.1 Restructured length-frequency histogram of *Stolephorus commersoni*

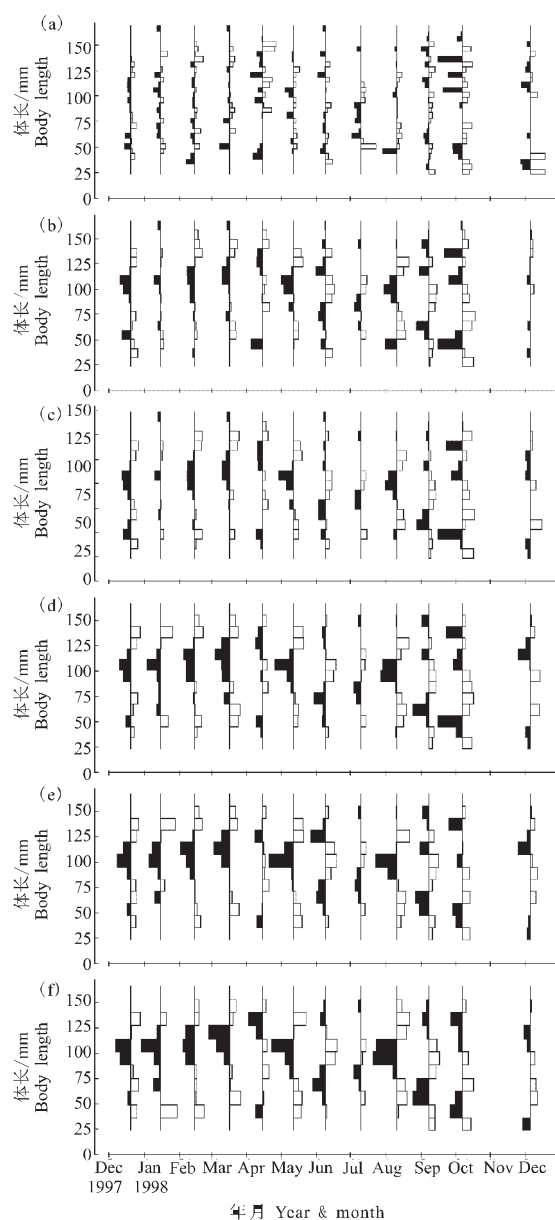


图2 棘头梅童鱼的重构体长频率柱状图

Fig.2 Restructured length-frequency histogram of *Collichthys lucidus*

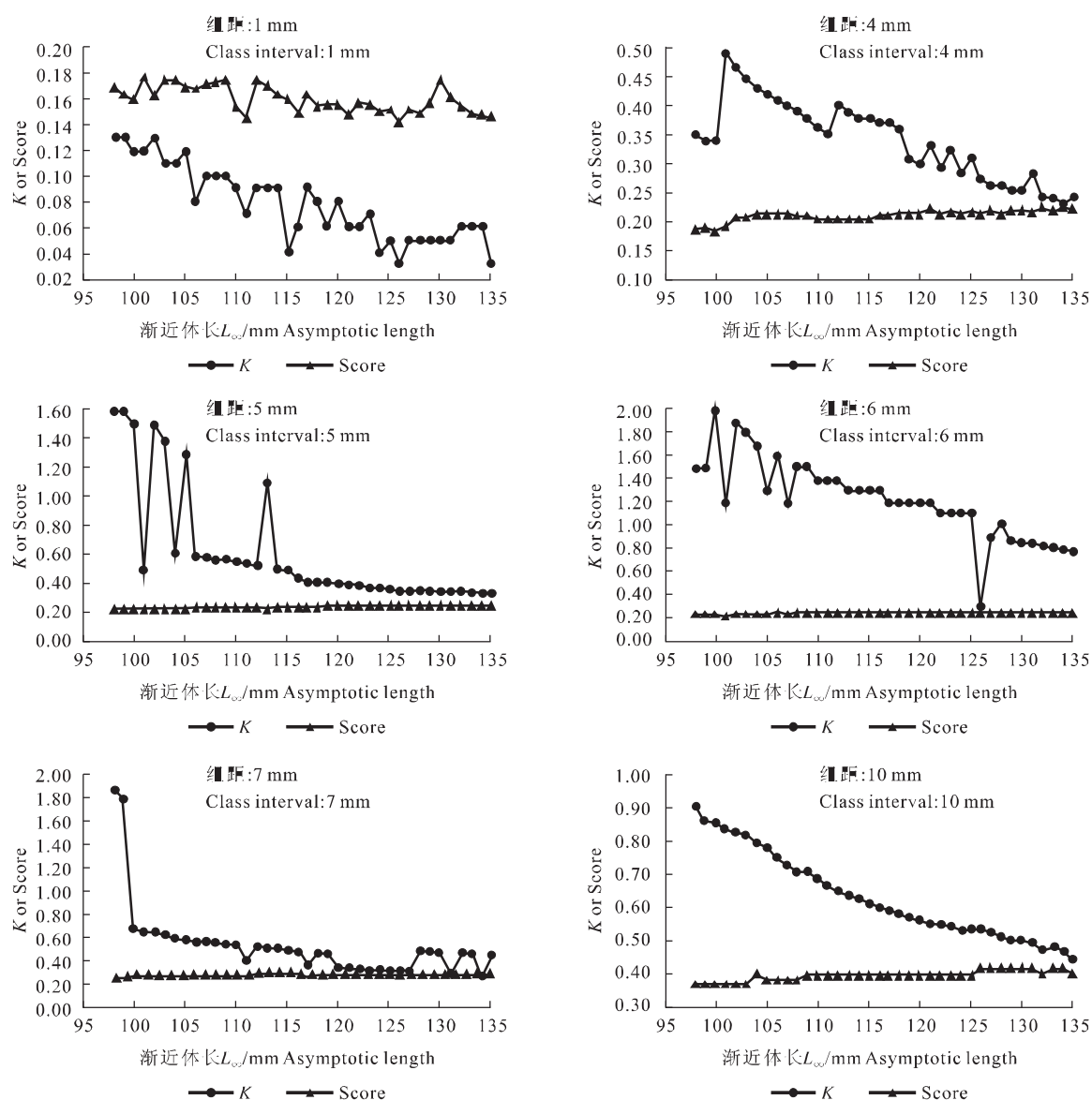
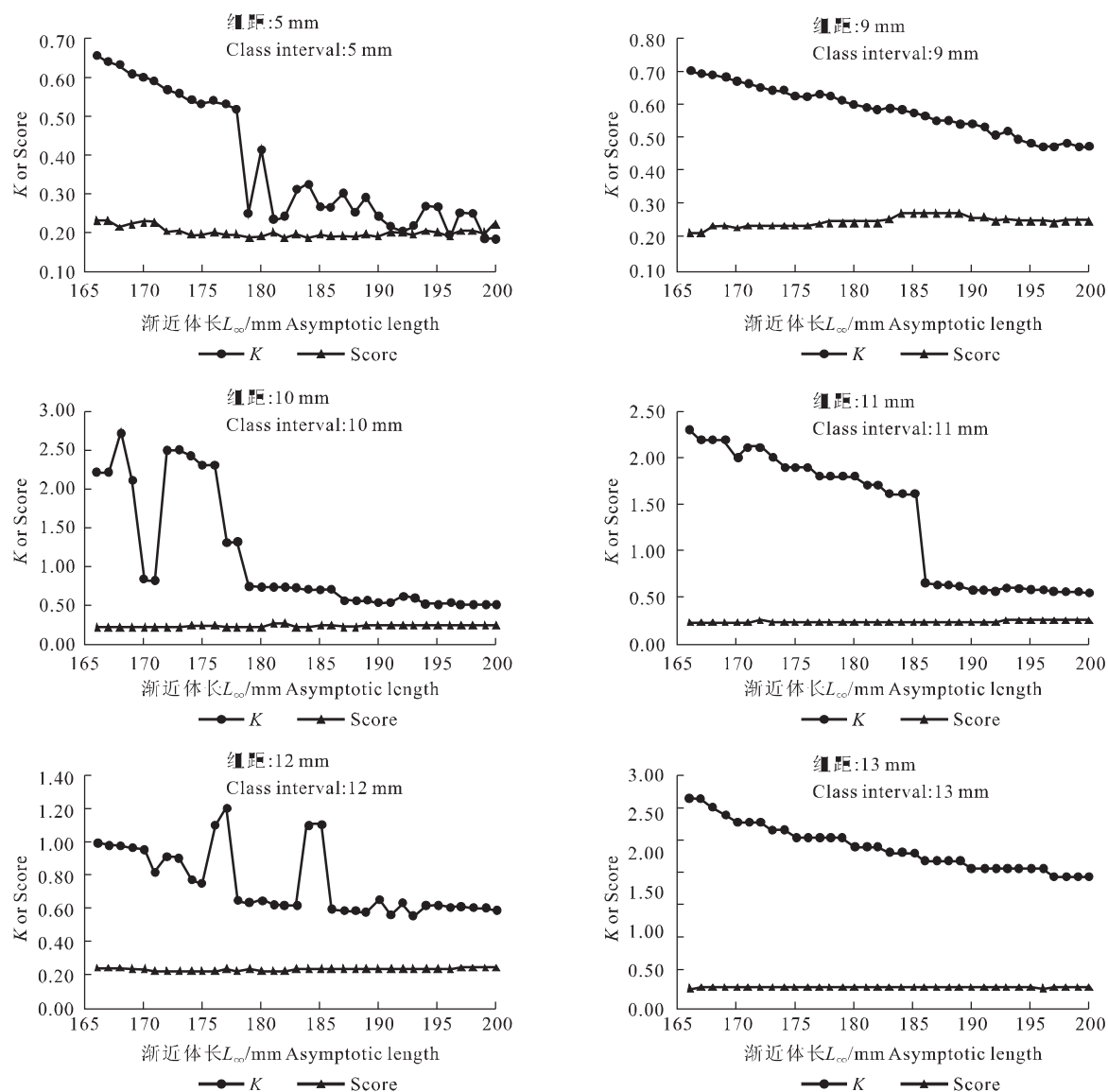
图3 康氏小公鱼的 L_{∞} 和最佳 K 值 (生长参数) 的对应关系Fig.3 Relationships between L_{∞} and optimum K (growth coefficient) of *Stolephorus commersoni*

图4反映了棘头梅童鱼的渐近体长 L_{∞} 和最佳生长系数 K 值的对应关系。分别以 1 mm、2 mm、3 mm 和 4 mm 为组距重构棘头梅童鱼的体长频率组成数据估算棘头梅童鱼的 L_{∞} 和 K 值时发现 K 值较低,在生物学上不能接受。以 5~9 mm 为组距估算时最高 K 值为 0.70,以 10~13 mm 为组距估算时都具生物学上能接受的 K 值,以 14~15 mm 为组距

时形成的“峰”和“谷”较少。以 10 mm 为组距时在生物学上能接受范围内 Score 指数最大值对应的 L_{∞} 和 K 值分别为 174 mm 和 2.40,以 11 mm 为组距时分别为 172 mm 和 2.10,以 12 mm 为组距时分别为 177 mm 和 1.20,以 13 mm 为组距时分别为 179 mm 和 2.20。

图4 棘头梅童鱼的 L_{∞} 和最佳 K 值的对应关系Fig.4 Relationships between L_{∞} and optimum K of *Collichthys lucidus*

2.3 资源开发参数

依上述所求得的 L_{∞} 和 K 值进行康氏小公鱼和棘头梅童鱼的资源开发参数估算结果见表1。从表1可明显看出,以1 mm为组距的康氏小公鱼的资源开发参数和“总生长特征”值均较低,开发率仅为0.05,这和当前的渔业资源开发状况不符,也验证了不适合以1 mm为组距估算康氏小公鱼的生长参数,棘头梅童鱼以5 mm为组距估算的结果也有类似的现象。以不同分组组距估算的资源开发参数差异较大,说明在体长频率分析法中评估结果是受

分组组距大小的影响的。总死亡系数 Z 是应用体长变换渔获曲线法估算,采纳了重构的体长频率数据、渐近体长 L_{∞} 和生长系数 K 值,自然死亡系数 M 应用 Pauly 经验公式估算,采纳了渐近体长 L_{∞} 和生长系数 K 值。从数理来看,渐近体长 L_{∞} 和生长系数 K 值是资源开发参数估算结果的重要影响因素,其结果差异也明显。相反,若鱼类开发参数的估算结果与客观值有较大的差异时,则需考虑是否为所确定的分组组距不合适引起。

表 1 康氏小公鱼和棘头梅童鱼的资源开发参数
Tab.1 Exploitation parameters of *Stolephorus commersoni* and *Collichthys lucidus*

种类 Species	组距/mm Class interval size	L_{∞} /mm	K	Z	M	F	E	ϕ
康氏小公鱼 <i>Stolephorus commersoni</i>	1	101	0.12	0.58	0.55	0.03	0.05	3.088
	4	121	0.33	2.59	1.01	1.58	0.61	3.684
	5	103	1.40	6.01	2.72	3.29	0.55	4.172
	6	106	1.60	7.53	2.94	4.59	0.61	4.255
	7	112	0.51	3.35	1.37	1.98	0.59	3.806
	10	104	0.80	3.75	1.88	1.87	0.50	3.937
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	5	170	0.60	1.89	1.31	0.58	0.31	4.239
	9	184	0.58	2.90	1.25	1.65	0.57	4.293
	10	174	2.40	10.04	3.22	6.82	0.68	4.861
	11	172	2.10	9.21	2.96	6.25	0.68	4.793
	12	177	1.20	5.19	2.04	3.15	0.61	4.575
	13	179	2.20	9.99	3.02	6.97	0.70	4.848

注: K 为生长参数, Z 为总死亡系数, M 为自然死亡系数, F 为捕捞死亡系数, E 为鱼类开发率, ϕ 为总生长特征值。

Note: K -growth coefficient, Z -total death index, M -natural death index, F -fishing death index, E -exploited coefficient, ϕ -growth performance index.

3 讨论

3.1 体长频率数据的适用性

电子体长频率分析法是根据鱼类体长频率的时间系列进行体长频率样品重构,将“峰”和“谷”分离出来,使体长频率形成的波峰和波放大,便于拟合最佳生长曲线^[11],因此对资料要求频率分布合理,对短寿命鱼类估算的结果准确性比长寿命鱼类的高^[7]。本研究利用 1997 年 12 月至 1998 年 12 月在珠江口水域获取康氏小公鱼和棘头梅童鱼的体长数据以不同组距重构体长频率,估算重要生长参数 L_{∞} 和 K 值,研究以不同组距下估算鱼类生物学特征值的可行性。康氏小公鱼和棘头梅童鱼均是珠江口水域和浅海水域的小型鱼类,具有较大的生物量,其中康氏小公鱼为非经济种类,但近几年大量捕获用于养殖饵料,而棘头梅童鱼为经济种类,渔获量较大。由于目前渔业资源衰退比较严重,高龄鱼所占的比例极低,不能体现出鱼类的年龄结构组成,1997 年 12 月至 1998 年 12 月的调查数据比较系统完整,体长频率分布较合理。同时,本研究选取珠江口水域的康氏小公鱼和棘头梅童鱼进行研究,主要目的是康氏小公鱼代表了优势体长组在 50~80 mm 的种类,而棘头梅童鱼代表优势体长组在 80~110 mm 的种类,种类代表性强。

3.2 误差来源分析

电子体长频率分析法是将体长频率分布直方图上每一条线的高度值求其移动平均值,接着把移动平均值曲线覆盖在直方图上,就可以看到穿过“峰”的位置最多,穿过“谷”的位置最少。如果把每一条线的高度值与移动平均之差除以其所属之移动平均值,就可以把上述的差异给予标准化为介于正负值之间的统一标准,可以说从技术上已减少了很多误差,但未能避免所有误差。本研究以不同组距重构康氏小公鱼和棘头梅童鱼体长频率组成,从图 1 和图 2 体长频率分布图中可以看出有些“峰”和“谷”较少,有些难以形成明显的“峰”和“谷”,进行标准化处理的结果不理想,这是由于分组组距过大或过小引起的。因此,在重构体长频率数据时可初步目测不适合用于体长分组的组距,对于体长全距和优势体长组较小的种类,不宜以分组组距较大来重构其体长频率分布图进行估算,以减少主观因素造成的误差。若能根据客观值将渐近体长 L_{∞} 和生长系数 K 值确定在一定范围内,则对选取在生物上能接受的最大 Score 值较有帮助,也是对分组组距合理性的检验。

3.3 不同分组组距对 L_{∞} 和 K 的影响

在 VBGF 生长方程中 L_{∞} 为渐近体长, K 为生长曲线的平均曲率,表示趋近渐近值的相对速度。生命周期较短的种类,在 1~2 年中就能生长接近

渐近体长 L_{∞} , 这些种类的 K 值较高, 而生命周期较长的种类, 其 K 值较低, 生长曲线较平稳, 需很多年才能生长到渐近体长 L_{∞} 。康氏小公鱼和棘头梅童鱼为小型种类, 其生命周期较短, K 值应为较大。从图 3 和图 4 可以看出以一些分组组距重构体长频率分布数据来估算 K 值较低, 从生物学上不能接受, 但以一些分组组距重构体长频率分布数据来估算的渐近体长 L_{∞} 和 K 值在生物学上能接受。一些专家认为电子体长分析法中已利用移动平均值来校正过体长频率分布资料, 受分组组距的影响不大^[12-13], 与本研究的结果有差异。笔者认为以相差较大的不同分组组距重构体长频率分布数据来估算渐近体长 L_{∞} 和 K 值有明显差异。

3.4 分组组距的选取

对于确定体长分组组距, 容易误解为以 1 mm 更准确, 但从本研究的分析结果看, 以 1 mm 确定分组组距估算的渐近体长 L_{∞} 和 K 值在生物学上不能接受。Snedecor 方法采纳了体长全距和体长标准差的影响因素, Sturges 方法采纳了体长全距和样品数量的影响因素, 而在实际应用中 Snedecor 方法计算的结果往往比 Sturges 方法的大。中华人民共和国国家标准《海洋调查规范 - 海洋生物调查》第 38.2.1.2 条规定“鱼类长度分组的组距一般为 10 mm, 如 10~20 mm、… 100~110 mm、… 220~230 mm、…。中值为 15 mm、… 105 mm、… 225 mm。对鱼体长度过长或过短的种类也可将组距定为 20 mm 或 5 mm”^[14]。从本研究分析过程看, 采纳体长全距、体长标准和样品数量等影响因素来确定某种鱼类的体长分组组距是比较科学的。若需按规范来确定某种鱼类的体长分组组距, 不妨采用 Snedecor 方法和 Sturges 方法分别计算分组组距并求其平均值作为参考, 然后对照规范和常用习惯, 如以 5 mm 和 10 mm… 作为分组组距为佳。

参考文献:

[1] 李壮. 渔业体长频数分析法在模拟和实际渔业中的应用

- [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006: 1 68.
- [2] 舒黎明, 陈国宝, 李永振. 南沙群岛珊瑚礁区 7 种鲈总科鱼类鳞片年轮特征 [J]. 南方水产, 2005, 1(1): 21-26.
- [3] Bellido J M, Pierce G J, Romero J L, et al. Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1785) in the Gulf of Cadiz (SW Spain) [J]. Fisher Res, 2000, 48(2): 107-115.
- [4] Jaiswar A K, Chakraborty S K, Raja Prasad R, et al. Population dynamics of lizard fish *Saurida tumbil* (Teleostomi/ Synodontidae) from Mumbai, west coast of India [J]. Indian J Mar Sci, 2003, 32(2): 147 150.
- [5] 陈作志, 邱永松, 黄梓荣. 南海北部白姑鱼生长和死亡参数的估算 [J]. 应用生态学报, 2005, 16(04): 712 716.
- [6] 舒黎明, 邱永松. 珠江河口及其附近水域银鲳生长与死亡参数估计 [J]. 水产学报, 2005, 29(2): 193-197.
- [7] Pauly D, David N. ELEFAN I, A basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data [J]. Meeresforschung, Reports on Marine Research, 1981, 28(4): 205-211.
- [8] 叶树藩. 试验设计学 [M]. 台北: 精华印书行, 1964: 276.
- [9] Pauly D, Munro J L. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates [J]. ICLARM Fishbyte, 1984, 2(1): 21.
- [10] Bernard D R. Multivariate analysis as a means of comparing growth of fish [J]. Can J Fisher Aqu Sci, 1981, 38(1): 233 236.
- [11] Gayanilo F C Jr, Sparre P, Pauly D. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II User's guide [J]. FAO Computerized Information Series (Fisheries), 2005: 1-168.
- [12] Sparre P. What is the optimum interval class size for length-frequency analysis? [J]. ICLARM Fishbyte, 1989, 7(2): 23.
- [13] Wolff M. A proposed method for standardization of the selection of class intervals for length frequency analysis [J]. ICLARM Fishbyte, 1989, 7(1): 5.
- [14] 国家技术监督局. 中华人民共和国国家标准《海洋调查规范 - 海洋生物调查》(GB/T 12763.6) [S]. 1991.

Optimum interval class size of length-frequency analysis of fish

CHEN Guo-bao, LI Yong-zhen, CHEN Pi-mao, SHU Li-ming

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academic Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: With the development of computer technology, in recent years, the electronic length-frequency analysis that estimates biological property value of the fish based on length frequency of fish is widely applied, while setting class interval size for length grouping is the essential step to apply electronic length-frequency analysis of fish, however, it is usually neglected seriously and often arbitrarily set at 1 mm, 5 mm or 10 mm, etc.. In order to minimize errors, in this paper, according to biological determination information of *Stolephorus commersoni* and *Collichthys lucidus* during the annual monthly survey of fishery resources in the Pearl River estuarine waters by beam trawl and hang trawl from December 1997 to December 1998, composition data of length frequency is restructured with different class interval size of length grouping. Based on the length-frequency data grouped by different class interval size, asymptotic length (L_{∞}), growth coefficient (K) value and fish resources exploitation parameters (Z , M , F , E) were estimated using the FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT II) software, and the difference of estimation results based on different class interval size of length grouping was analyzed. The results showed that there were significant differences in the estimation of asymptotic length (L_{∞}), growth coefficient (K) and resource exploitation parameter (Z , M , F , E) when the composition data of length frequency were reconstructed based on grouping class interval sizes with large difference. It is proposed to use length rang, length standard deviation and sample number and other impact factors to commonly determine the class interval size of length grouping of fish, so as to enhance the credibility of the estimation results and to achieve the object of quantitative analysis of biological property value of the fish. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (4): 659-666]

Key words: length-frequency; class interval size; ELEFAN; fish

• 书讯 •



《朱树屏信札》是世界著名海洋生态学家、海洋化学家、浮游生物学家和水产学家朱树屏先生的往来信件集。全书收集了朱树屏先生 1938~1973 年间 580 余封往来书信, 在长长的通信名单中, 有他的师长 F.E.Fritsch、E.G.Pringsheim、H.W.Harvey、秉志、王家楫、伍献文等, 有他的妻子王致平, 有他的好友冯德培、王应睐、王承绪、王大珩、张香桐、沈嘉瑞、沈其益、J. W. G. Lund 等, 有他的同好张景钺、吴素萱、崔之兰、张春霖、张玺、唐世凤、郑重、倪达书、朱浩然、熊大仁、曾呈奎、张孝威等, 是研究我国现代科技发展的珍贵史料。透过这些信件, 折射出朱树屏这位世界著名科学家的非凡人生, 一幕幕历史事件也跃然纸上。《朱树屏信札》已由海洋出版社出版发行, 定价 48 元。