

太湖湖鲚种群数量变动 及合理利用的研究*

唐 渝

(中国水产科学院淡水渔业研究中心)

提要 本文根据 1982 年 4 月至 1984 年 4 月所采集的 3964 尾湖鲚样本, 进行生长与死亡、不同体长的摄食习性的研究。研究表明, 湖鲚的自然死亡系数 M 为 0.52, 捕捞死亡系数 F 为 2.66, 总死亡系数 Z 为 3.18, 生长的拐点年龄为 2.548。体长达 131 mm 时, 饵料中开始出现经济鱼虾; 体长达 170 mm 时, 饵料中的经济鱼虾比重急剧上升, 出现率为 50—100%, 经济鱼虾饱和分指数占饱和总指数 85—99%, 其中白虾约占 40%—94%。

本文应用 Schaefer 模式、Beverton-Holt 模式计算得出: 湖鲚开捕年龄为 0.5 龄时太湖最大持续渔获量为 652.5 万公斤, 最适捕捞努力量为 3190000 (日·吨位)。综合分析认为合理利用湖鲚资源的最佳开捕年龄应为 1.5 龄, 即使 F 不变, 渔获量也将上升三倍。

关键词 湖鲚、太湖、种群动态学、谢夫尔模式、贝弗东—霍尔特模式。

太湖湖鲚(*Coilia ectenes Taihuensis* Yuan et Lin) 属鲱形目、鲢科、鲚属。为太湖鱼类的优势种群, 历年的渔获量约占太湖渔产量的 50%, 因而太湖渔业随着湖鲚资源的盛衰而波动。过去虽有对湖鲚生物学方面的种种研究但迄今尚未见到对湖鲚种群数量变动规律的报导, 同时也因在湖鲚渔业中长期存在的把幼鱼作为渔获对象的问题, 为此我们应用渔业资源评估模式及生物学研究等方法, 对湖鲚资源数量变动进行分析研究, 并试图阐明湖鲚资源合理利用的最佳年龄、最适捕捞强度和平衡持续产量。

材 料 与 方 法

1. 样本采集

本文所采用的样本取自 1982 年 4 月至 1984 年 4 月, 每月定时在太湖的 8 个采样点(图 1)采集样本。采样船为本所调查船“增殖号”、“实验号”, 采样工具为二顶网, 网口为 13 米², 长度为 4.5 米的虾拖网。拖曳时船速为 3—4 公里/时, 每次拖曳 30 分钟, 再从渔获物中随机取样约 50 尾, 作生物学常规测定, 测定的样本总数为 3964 尾。另外选取不同体长标本 146 尾, 用福尔马林液固定, 带回实验室作食性研究。

* 在本稿整理过程中, 承上海水产大学詹秉义先生在数理统计方面的指导; 参加此项工作的还有孙雪兴、施伟纲、周卫东及上海水产大学院吴建平同志, 又承胡保同副所长审阅并提出宝贵意见, 特致谢意。

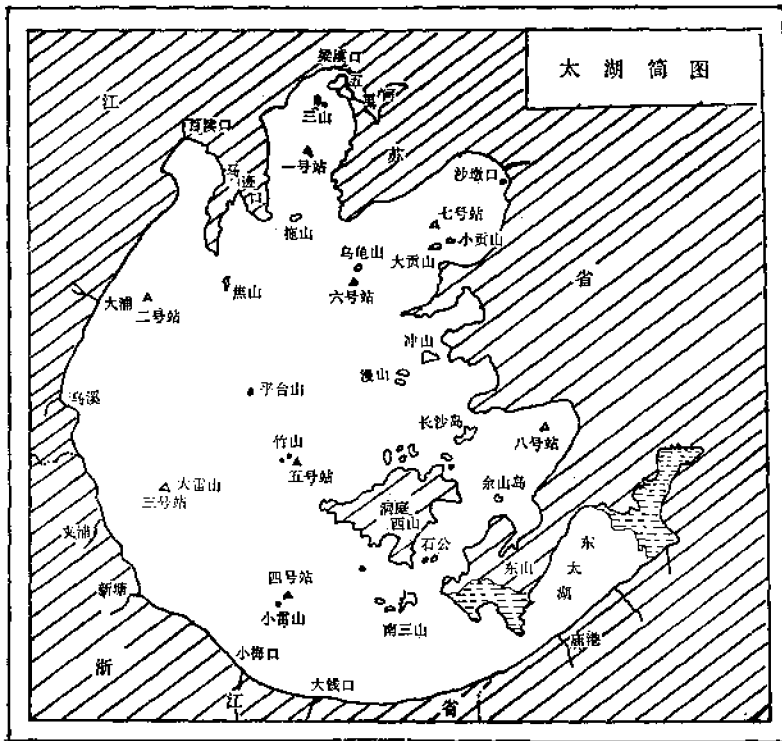


图1 太湖湖鲚采样站分布图

Fig. 1 The sampling stations in Tai Hu Lake

2. 资源评估模式的选用

本文应用 Schaefer 模式^[4]估算最大持续产量(MSY)和相应的渔捞努力量(f_{msy}):

$$Y_{ei} = K \bar{B}_i (B_0 - \bar{B}_i) \quad (1)$$

$$\therefore \bar{B}_i = \frac{q f_i}{K}$$

$$\therefore Y_{ei} = q B_0 f_i - \frac{q^2}{K} f_i^2 \quad (2)$$

$$\text{令} \quad a = q B_0$$

$$b = \frac{q^2}{K}$$

将 a 、 b 代入(2)式得线性回归方程:

$$\frac{Y_{ei}}{f_i} = a - b f_i \quad (3)$$

上式中:

K ——模式参数

Y_{ei} ——估算的最大渔获量

B_0 ——种群最大生物量

\bar{B}_t ——种群平均生物量

f_t ——渔捞努力量

q ——可捕系数

另外选用 Beverton-Holt 模式^[4]分析估算最适开捕年龄和捕捞强度:

$$Y_w = FRW_{\infty} e^{-M(t_0-t_r)} \sum_{n=0}^a \frac{U_n e^{-nK(t_0-t_0)}}{F+M+nK} [1 - e^{-(F+M+nK)(t_A-t_0)}] \quad (4)$$

式中:

$n = 0, 1, 2, 3; \quad u_n = 1, -3, 3, -1;$

Y_w ——渔获重量; R ——补充量;

M ——自然死亡系数; F ——捕捞死亡系数;

t_0 ——理论生长起点年龄; t_r ——进入渔场的年龄;

t_c ——最早被捕年龄; t_A ——最高年龄;

K ——生长参数; W_{∞} ——渐近体重。

由于湖鲢每年的补充量基本处于相对稳定状态,渔获量以单位补充量的相对值 Y_w/R 来表示。

3. 渔业统计资料的来源及渔捞努力量的标准化计算。

用 Schaefer 模式估算最大持续产量需要大量渔业统计资料,本文对吴县太湖公社湖中一队、湖荣一队的 1972—1982 年 11 年的湖鲢产量、生产船只、吨位数进行了统计(表 1)。

单位渔捞努力量渔获量(CPUE)的计算公式如下:

$$CPUE = \frac{c}{f}$$

表 1 渔捞努力量的标准化计算

Table 1 The standardizations of Fishing effort

年 份 Years	产 量 (公斤) Yeilds (kg)			船只吨位(吨) Tonage of Vessels (T)		作业天数 fishing days (day)	CPUE	太湖渔捞努力量 Fishing effort in Tai Hu Lake
	全太湖 Total Yeilds in Tai Hu Lake	湖中一队 Huzhong team	湖荣一队 Hurong team	湖中一队 Huzhong team	湖荣一队 Hurong team			
1972	5,319,500	202,907.5	273,787.5	734	423	214	3.8506	2762977.50
1973	6,640,550	144,005.0	306,820.5	734	448	215	3.0512	3743277.26
1974	5,759,600	214,117.5	263,867.5	734	440	201	4.0512	2843427.83
1975	5,750,000	239,690.0	299,832.5	734	423	195	4.7827	2404508.15
1976	6,268,200	243,760.1	323,690.0	734	443	196	4.9195	2548324.15
1977	5,826,600	186,666.5	247,480.0	734	443	178	4.1444	2811802.86
1978	7,830,450	241,625.5	304,762.5	784	460	145	6.0526	2579698.88
1979	8,236,850	231,065.5	254,270.0	754	460	148	5.4052	3047722.37
1980	5,667,850	157,686.0	164,722.5	724	482	157	3.2999	3495124.38
1981	6,570,500	177,452.0	177,945.0	724	515	153	3.7496	3504672.17
1982	6,212,000	187,650.0	189,660.0	724	532	182	3.3012	3763514.41

c ——渔获量； f ——渔捞努力量。

为了便于统计和计算,对渔捞努力量予以标准化;即以作业船只总吨位乘以作业天数为标准,故标准渔捞努力量的单位为日吨。

太湖历年的标准单位渔捞努力量渔获量是由湖中一队、湖荣二队这两个队的历年总产量除以该二队总的渔捞努力量求得。

$$CPUE = \frac{c' + c''}{f' + f''}$$

用概略法求历年太湖捕捞努力量:

$$f_t = \frac{c}{CPUE}$$

c ——历年太湖湖鲢总渔获量

c' ——历年湖中一队湖鲢渔获量

c'' ——湖荣一队湖鲢渔获量

f' ——历年湖中一队的渔捞努力量

f'' ——历年湖荣一队渔捞努力量

f_t ——历年全太湖渔捞努力量

4. 食性测定

通过食性测定研究湖鲢与其他渔业资源的掠食者——被掠食者种间关系,并作为系统分析最适开捕年龄的一个重要参数。对 146 尾样本解剖,称取胃含物重量后,于显微镜下作定性及定量分析,饵料中大型鱼虾直接称重;小型饵料根据个数推算其生物量。测定所得数据划分成若干体长组整理^[2]:

$$(1) \text{ 出现频率}(\%) = \frac{\text{含有该饵料种类的样本尾数}}{\text{总样本数}} \times 100$$

$$(2) \text{ 饱和总指数}(\%) = \frac{\text{胃含物重量}}{\text{鱼体重}} \times 1000$$

$$(3) \text{ 饱和分指数}(\%) = \frac{\text{某种饵料的重量}}{\text{鱼体重}} \times 1000$$

5. 生长与死亡参数的计算

为满足 Beverton-Holt 模式的要求,首先需求出生长与死亡参数。

因为湖鲢近似等比生长,生长指数 $b \approx 3$ 所以其生长特征基本上可用 von Bertalanffy 生长方程拟合,进而求算各生长参数。

$$L_t = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (5)$$

$$W_t = W_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]^3 \quad (6)$$

L_{∞} ——渐近体长

W_{∞} ——渐近体重

t_0 ——理论生长起点年龄

K ——生长系数

L_t —— t 龄时的体长

W_t —— t 龄时的体重

t ——年龄

总死亡系数 Z , 包括自然死亡系数 M 和捕捞死亡系数 F , 即 $Z = M + F$ 。本文引用 Beverton-Holt 方法计算:

$$Z = \frac{(L_{\infty} - \bar{L})K}{\bar{L} - L_0} \quad (7)$$

L_{∞} ——(5)式中的渐近体长

\bar{L} ——渔获物平均体长(表 2)

K ——(5)式中的生长系数

L_0 ——初捕年龄 t_0 时的体长

$$M = a + b/T_A \quad (8)$$

T_A ——样本中所获得的最高年龄

表 2 1983 年湖鲚的年平均体长(\bar{L})和初捕体长(L_0)

Table 2 The average body length in annually (\bar{L}) and at initial capture of lake anchovy in 1983

	春(3—5月) March-May	夏(6—8月) Jun.-Aug.	秋(9—11月) Sep.-Nov.	冬(12—2月) Dec.-Feb.	全年平均 Meanper year (\bar{L})	初捕体长 Body length at initial cap- ture (L_0)
体长平均值 Average body Length (mm)	94.93	82.85	74.90	98.81	87.63	55

表 3 是国内外 9 种鱼的最高年龄 T_A 和自然死亡系数 M , 回归运算得出 $a = 7.0392 \times 10^{-3}$, $b = 2.5647$ 通过相关检验, $r = 0.94$, 0.94 , 在置信度 95% 时大于临界值, 证明了各种鱼类的自然死亡系数与最高年龄之间相关显著, 据此湖鲚应用上述直线回归式求算自然死亡系数 M 具有一定的可靠性。

表 3 国内外各种鱼类的最高年龄与自然死亡系数*

Table 3 The oldest age and natural mortality of fishes in world

鱼 类 Species	最高年龄 oldest age	自然死亡系数 natural mortality
日本沙丁鱼 Japanese sardine	7	0.35
北海黑线鳕 Haddock in north sea	12	0.20
加利福尼亚沙丁鱼 Califo rnion sardine	7	0.40
庸鲽 Halibut	21	0.10
东海黑姑鱼 Black Chinese croaker	9	0.25
日本内海真鲷 Genuine porgy in Japanese inland sea	25	0.10
英国哥伦比亚鳕 Gizzard shad	14	0.26
海鲰 Sea eel	20	0.13
大西洋鲱 Atlantic herring	20	0.13

* 资料来源: 费鸿年, 1981。广东大陆架鱼类生态学参数和生活史类型。

同时引用 Pauly (1980)求自然死亡系数的方法:

$$\log M = 0.0066 - 0.229 \log L_{\infty} + 0.6543 \log K + 0.4643 \log \bar{T} \quad (9)$$

\bar{T} ——年平均水温

根据太湖 1974 年——1980 年的年平均水温资料(表 5),求出历年的 M 作为参考。

捕捞死亡系数 F , 则从 Z 和 M 用分离法求得。

结 果

1. 生长与死亡参数

根据生长特征的研究,求得各生长参数为表 4:

表 4 湖鲢的生长参数

Table 4 The growth parameters of lake anchovy in Taihu Lake

渐近体长 Nearing body length (mm)	渐近体重 Nearing body weight (g)	生长系数 Growing coefficient	理论生长起点年龄 Theoretic growth starting age (t_0)	体重生长拐点年龄 Body weight gro wing turning age (t)	样本中最高年龄 Oldest age in samples (T_1)
323.33	97.01	0.44	0.16	2.548	5

通过(7)式计算湖鲢 1983 年总死亡系数 Z 为 3.18, 经(8)式、(9)式计算求得的自然死亡系数 M 见表 5。由表 5 可看出用 Pauly 方法求得的 M 值与最高年龄法所求得的值相接近。本文取用 $M = 0.52$, 从而推算出 1983 年捕捞死亡系数 $F = Z - M$, 即为 2.66。上述结果可以推论湖鲢是一种生命周期较短, 自然死亡系数较高的鱼类, 因此在估算开捕年龄时, 必须考虑这一重要因素。

表 5 自然死亡系数 M

Table 5 The natural mortality (M)

年 份 Years	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	最高年龄法 Oldest age method
平均水温 Mean water temperature T ($^{\circ}\text{C}$)	17.4	17.7	17.0	17.2	17.5	17.4	16.5	
自然死亡系数 Natural mortality M	0.5946	0.5993	0.5882	0.5914	0.5963	0.5946	0.5801	0.5200

2. 食性与开捕年龄的关系

湖鲢的食性, 经解剖鉴定表明, 其胃容物包括原生动物、水蚤、轮虫、贝介类的幼体、虾蟹幼体、鱼卵、低等藻类, 以及湖鲢本身的幼鱼等 30 多种。主要饵料生物的出现频数和频率如表 7 和图 2、图 3 所示。

食性测定的结果表明: (1) 湖鲢体长在 130 mm 以下以枝角类、桡足类为主, 出现频

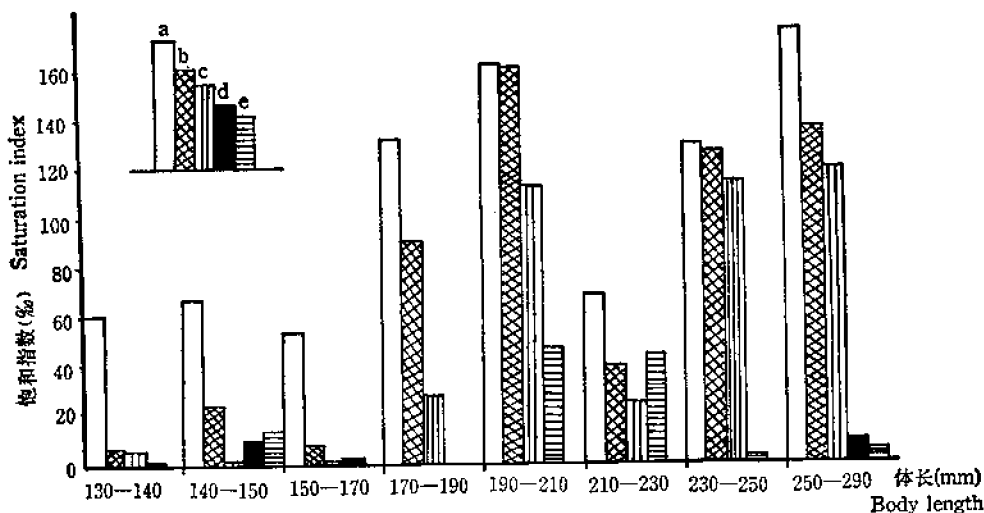


图 2 不同体长湖鲚的饵料饱和指数

(a. 浮游动物; b. 贝类幼体; c. 白虾; d. 银鱼; e. 湖鲚)

Fig 2 The degree of stomach content in different size stages of lake anchovy

(a. Zooplankton; b. mollusca larvae; c. White Shrimp; d. salangids; e. lake anchovy)

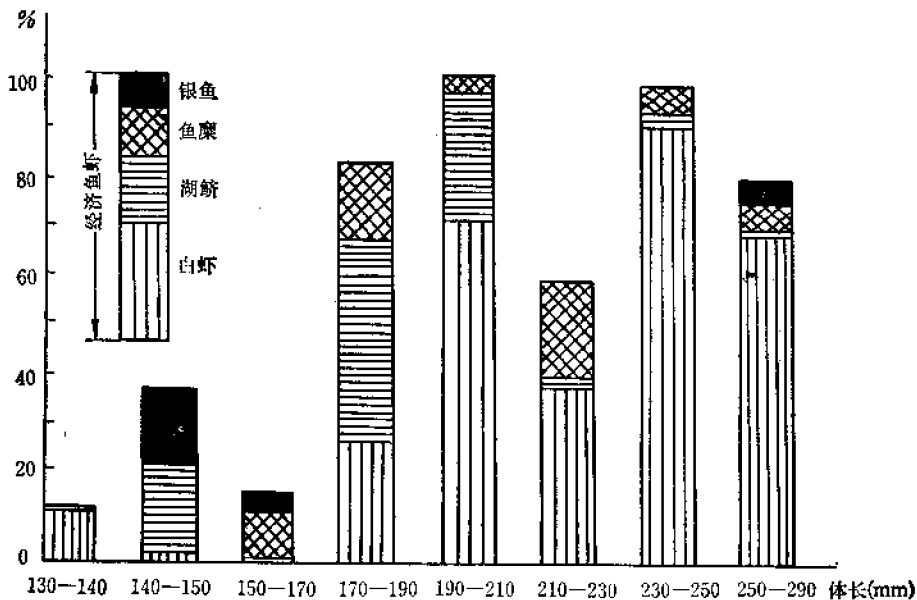


图 3 湖鲚各体长组摄食经济鱼虾的比例

Fig 3 The ratio of economic fishes and shrimps to food organism of different size lake anchovy

率分别为 100% 和 97%。(2)湖鲚体长从 131 mm 开始, 饵料中出现经济鱼虾种类, 但 130—170 mm 体长组的饵料中经济鱼虾出现率低, 约为 19%, 经济鱼虾的饱和分指数占饵料总指数 11%—36%, 当体长增长到 170 mm 以上, 饵料中经济鱼虾比重急剧上升, 出现率达到 50%—100%, 饱和分指数占总指数达 85%—99%, 其中以白虾为主, 约占 40%—

表7 湖鲚不同体长阶段
Table 7 The times and frequency appeared of main

体长Body length (mm) 检查鱼数 No. of testing fish 频数和 Times and frequency 种类 Species	<130		130—150		150—170		170—190	
	30		46		25		6	
	频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency
桡足类Copepod	29	97	40	87	24	96	4	67
枝角类 Cladocera	30	100	34	74	17	68	4	67
轮虫 rotifers	5	17	8	17	7	28	1	17
原生动物 protozoa	7	23	13	28	3	12		
动物卵 aqua-animal eggs	13	43	26	57	21	84	4	67
湖鲚稚鱼 lake anchovy larvae			6	13			2	33
白虾 <i>Palaemon modestus</i>			6	13	1	4	3	50
银鱼幼鱼 Icefish larvae			2	4	2	8		
未鉴定鱼糜 Undetermined fishes					2	8	3	50
钩虾 <i>Gammarus</i> spp.					3	12		
糠虾 <i>Mysidaca</i> spp.			4	9	5	20	1	17
无节幼体 Nauplius			13	28	7	28		
双壳幼虫 Pelecypod larvae			5	11	2	8		
虾虎鱼幼鱼 gobies larvae								
腹足类幼体 Gastropod larvae								
蟹幼体 crab larvae			1	2				
摇蚊幼虫 Chironomids larvae					1	4		
急游水虱 Beach louse								

94%，湖鲚幼体次之，约占1%—50%。银鱼最少仅占5%。凡此表明湖鲚体长在170 mm以前对其他渔业资源尚未产生危害，而170 mm后主要对白虾资源有严重影响。由于湖鲚的经济价值低于白虾，因此，湖鲚的开捕体长不宜大于170 mm，认为最适范围为130—170 mm(体重7.2 g—15.4 g)之间，此时的年龄约1.5龄。

3. 平衡持续产量与捕捞努力量

经过标准化的十一年的单位努力量与湖鲚历年产量(表1)进行统计检验，得出 $r = -0.70327$ ，此值在置信度为95%时大于临界值，即相关显著，因此 Schaefer 模式适用于湖鲚的平衡持续产量的估算，通过(3)式计算得出：

$$a = 8.188701303$$

$$b = 0.000001284$$

$$Y_{ei}/f_i = 8.188935419 - 0.000001284 f_i$$

$$Y_{ei} = 8.188935419 f_i - 0.000001284 f_i^2$$

$$MSY = \frac{a^2}{4b} = 1305 \text{ 万斤}$$

$$f_{msy} = 319 \text{ 万(日} \cdot \text{吨)}$$

主要饲料出现的频率和频数

food organisms in different size stages of lake anchory

190—210		210—230		230—250		250—270		270—290		合计 Total	
7		11		13		7		2		146	
频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency	频数 Times	频率 Frequency
3	43	2	18	3	25	1	14			106	73
1	14	2	18	3	25					91	62
										21	14
										23	16
2	29	1	9	1	8	1	14			69	47
4	57	1	9	1	8	1	14			15	10
5	71	5	45	9	75	6	86	2	100	37	25
								1	50	5	3
3	43	4	36	5	42	2	29			19	13
				3	25					3	2
										13	9
										20	14
1	14									8	5
		1	9							1	0.7
		1	9							1	0.7
										1	0.7
				1	8					2	1
				1	8					1	0.7

计算结果表明湖鲢资源的平衡持续产量为 1305 万斤, 最适捕捞努力量为 319 万(日·吨)。

4. 不同开捕年龄与单位补充量渔抓量的关系

通过 Beverton-Holt 模式计算得出开捕年龄 t_0 与渔获量关系如图 4、表 8 所示:

可见 t_0 与 Y_w/R 之间成近似抛物线关系, 随着开捕年龄推迟渔获量逐渐上升, 但当 t_0 达到一定值时渔获量又开始下降, 抛物线拐点所对应的 t_0 为最佳开捕年龄, 此时的渔

表 8 不同开捕年龄(t_0)与单位补充量渔获量(R_w/R)关系Table 8 The relationship between Y_w/R and t_0

t_0 Y_w/R (g)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
1	3.437	5.106	6.466	7.156	7.147	6.560	5.533	4.141	2.352
2	2.004	4.078	6.087	7.414	7.921	7.728	6.898	5.009	4.070
3	1.841	3.454	5.687	7.278	8.013	8.002	7.449	6.461	4.703

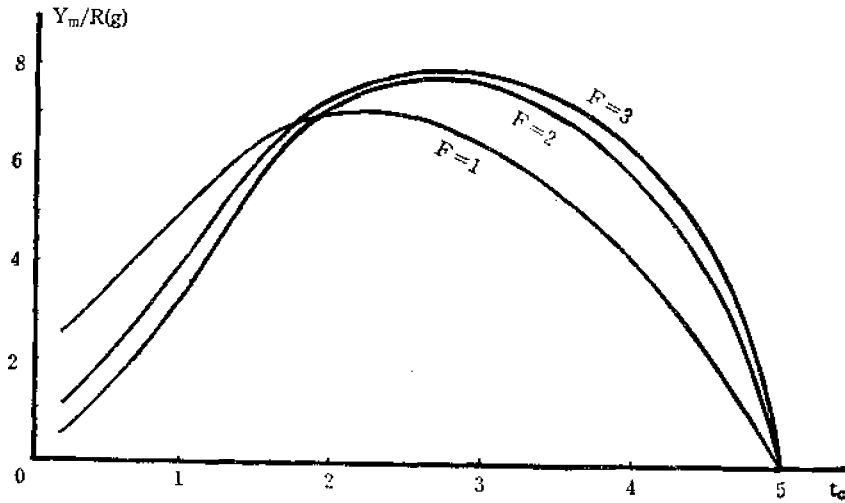


图4 单位补充量渔获量 Y_w/R 与开捕年龄 t_c 的关系
Fig 4 The relationship between yeild per unit recruitment (Y_w/R) and first capture age(t_c)

获量最高,计算结果表明 F 值为1、2、3时,最佳开捕年龄分别为2龄、2.5龄。

5. 不同捕捞强度与单位补充量渔获量关系

捕捞强度用捕捞死亡率 F 来表示,湖鲚渔业中 F 与 Y_w/R 的关系如图5、表9所示,渔获量随着 F 的增加而上升,达到一定值之后又开始下降,不同的 t_c 各自有峰值,峰值所对应的 F 值为最适捕捞强度,计算得出:当 t_c 为0.5龄、1.5龄、2.5龄时, F 值分别为0.5、1、3时的渔获量最高。

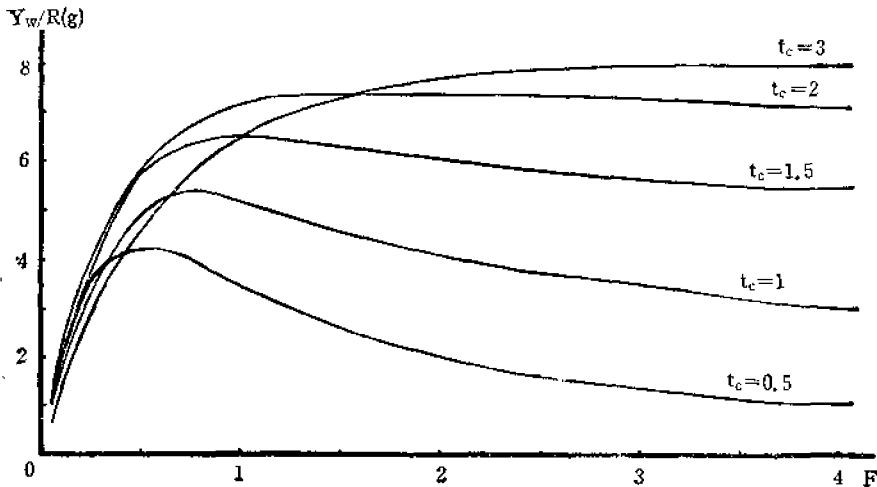


图5 捕捞死亡率同单位补充量渔获量的关系
Fig 5 Relationship between fishing mortality and yeild per unit recruitment

表9 不同捕捞死亡率(F)的单位补充量渔获量(Y_w/R)
Table 9 The yeild per unit recruitment under different fishing mortality

t_c \ F	0.5	1	1.5	2	2.5	3
0.5	4.202	3.437	2.588	2.004	1.612	1.341
1.5	5.790	6.466	6.331	6.037	5.867	5.687
2.5	5.417	7.147	7.722	7.921	7.991	8.013

讨 论

1. 对太湖湖鲢资源目前开发利用状况的评价。目前湖鲢渔业基本是利用幼体, 即 t_c 为 0.2 龄就开始起捕, 在种群生物量增长至最高值前, 过早被利用, 这是极不合理的, 也正因为如此, 自 1972 年至今湖鲢渔获量基本波动在 500 万公斤至 800 万公斤之间。根据 Schaefer 模式估算, 湖鲢平衡持续渔获量约为 651 万公斤, 最适捕捞努力量为 319 万(日·吨位)。近年湖鲢渔获量已达 725 万斤(1983 年统计资料), 最高曾达到 1647 万公斤(1979 年统计资料), 捕捞努力量已达到 367 万(日·吨位)。由此可见近年对湖鲢资源的开发利用已过度, 捕捞努力量已超过最适状态, 所以说如果太湖湖鲢的开捕年龄不作调

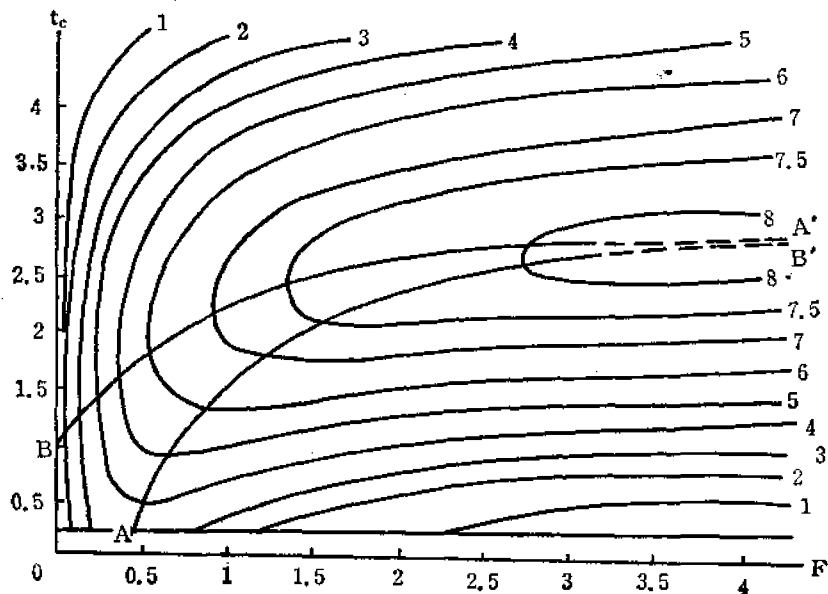


图6 渔获量等值线图

Fig. 6 Isogram of catches

整,继续维持目前这种捕捞幼体的传统作业方式,渔获量不会再有很大的提高,同时认为对于捕捞努力量(作业船只)应当加以限制,否则必使湖鲢资源趋于衰退。

2. 开捕年龄与捕捞强度的调整。开捕年龄 t_0 与捕捞强度 F 是鱼类资源管理中的两个决策变量,这两个变量是需要经过系统综合分析,才能作出最确切地选择,如果孤立地去看待每一个因素,必然会得出错误的结果,因此既要考虑湖鲢个体生长、食性等特征,还要分析用 Beverton-Holt 模式运算值绘制成的渔获量等值线图(图6)。图6所示: $t_0=3$ 、 $F=4$,或者 $t_0=2.5$ 、 $F=2$,或者 $t_0=1.5$ 、 $F=1$ 时是渔获量最佳点。但根据生长及食性研究结果表明:湖鲢在 2.5 龄时体长约为 200 mm,此时其饵料种类以白虾为主,对白虾资源危害极大。所以确定开捕年龄,种间关系是一重要因素。综上所述,湖鲢最适开捕年龄是 1.5 龄,此时体长约为 150 mm,体重 12.24 g(理论体重),如果把开捕年龄从目前的 0.5 龄推迟到 1.5 龄, F 值能压缩到 1(为目前捕捞强度的一半)将得到渔获最佳状态,但即使由于社会的原因 F 保持目前的 2.6 不变,渔获量亦将比现在上升三倍,同时不影响其他渔业资源。

参 考 文 献

- [1] 费鸿年,1977。研究水产资源数理模式的发展和运用。国外海洋水产,1:1-18。
 [2] 勃鲁茨基,Б.(曾炳光译),1965。天然水域鱼类营养研究指南。科学出版社。
 [3] 土井长之,1975。水产资源数理统计入门。水产资源保护协会月报,第 123-132 期。
 [4] 长谷川彦,1982。现代水产经济论,21-40。

ON THE POPULATION DYNAMICS OF LAKE ANCHOVY IN TAIHU LAKE AND ITS RATIONAL EXPLOITATION

Tang Yu

(Freshwater Fisheries Research Center)

ABSTRACT An analysis was conducted on the lake anchovy *Coilia ectenes taihuensis* (yen et Lin) gathered with a total of 3964 fish from April 1982 to April 1984, to study the characteristics of growth, mortality and feeding habit in different body length. The result shows that its natural mortality coefficient (M) was 0.52; its fishing mortality coefficient (F) was 2.66, and the total mortality coefficient was 3.18. The turning point of growth was at 2.548. When the fish was 131 mm in length, small fish and shrimp were found in its stomach contents. At the length of 170 mm, the ratio of fish in stomach contents increased as much as 50-100%. The saturation subcoefficient of fish could account for 85-99% of the total saturation coefficient, among which the white shrimp was about 40-94%. According to Schaefer and Beverton-Holt models, if maintaining the present fishing method and catchability, the equilibrium sustainable yield of the lake anchovy in Taihu Lake would be 13,050,000 jin and the optimal fishing effort would be 3,190,000 jin/day.

However, the integrated analysis indicates that the optimum age for the first catch should be 1.5 years old rather than 0.5 year old, thus the yield would increase three times, even though F value remains no change.

KEY WORDS Lake anchovy, *Coilia ectenes taihuensis* Yen et Lin, Tai Hu Lake, Population dynamics, Schaefer Model, Beverton-Holt Model