

太湖新银鱼周年生长计算的初步分析*

王文滨*¹ 张世羲*¹ 钟瑄世*² 顾良伟*³
朱成德*⁴ 李高铭*⁵ 杨悦*⁵

提要 本文对生活在北京水体中的太湖新银鱼进行了生长测定和计算,其结果:1.全长与体重的相关关系 $W = 4.166 \times 10^{-6} L^{3.95}$ 。2.全长生长和体重生长方程 $L_t = 80.0783[1 - e^{-0.2695(t - 0.2486)}]$ 、 $W_t = 1.7074[1 - e^{-0.2695(t - 0.2486)}]^3$ 。3.全长增长以2月龄增长最大,体重增长以4—5月龄增重最大。4.分析了全长和体重生长速度和生长加速度。

关键词 银鱼,生长

太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis* Chen) (以往称为太湖短吻银鱼)是我国名贵经济鱼类之一。鱼体小,生长快,味美可口,受人欢迎。不论内销或出口,都具有一定的价值,因而一向受到各方的关注。对于这种鱼在北方的生长情况尚无报导(陈培康等,1984,滇池;蒋全文等⁽⁴⁾,1986,太湖)。为此,著者于1984—1985年在北京对太湖新银鱼进行了周年观察和取样,并对其各月的生长作了实测和理论运算,其中如:长重关系、长重生长、生长速度和生长加速度等。这些周年生长资料,不仅表明太湖新银鱼可以在北京适应周年生长,而且还为未来继续这类工作开始了可行的前景和提供了确切的参考数据。

材料与方 法

1984年4月1日—12日,在太湖新银鱼繁殖时期,为采集鱼卵进行亲鱼捕捞,用一对10吨机帆船在太湖、小北湖取材。每日出湖下网,每次下网相隔一小时起网一次,从渔获物中挑出成熟的亲鱼进行人工授精,经过12天的捕捞,共取得亲鱼3千多尾和受精卵50多万粒,之后用6只塑料方桶(每只容量 $2\frac{1}{2}$ 升,盛水1.5公斤、装卵3万多粒)、1只塑料圆桶(容量25升、盛水12.5公斤、装卵15万粒)和1只充氧的尼龙袋(60cm×33cm、氧与水为3:1、装卵15万粒)分三批乘火车运往北京,进行人工孵化,于4月24日全部孵出仔鱼35万多尾并分别投入网箱、夏花池、后湖、中海和怀柔水库。5月4日(10日龄)开始旬期抽样,鱼体均长5毫米。5月14日(20日龄)二旬抽样均长10毫米。5月24日三旬抽样(即月龄长度见下表)。此后每月23日用圆锥形银鱼试捕网(网口直径1米、网身2米)定期抽样10—20尾,

* 这项工作承江苏省太湖渔业生产管理委员会凌更生主任、张金山和施须坤同志,以及陈培康先生和蒋全文先生的亲切关怀与热情支持,在此一并致谢。作者排名不分先后。

*1 中国科学院动物研究所,北京

*2 江苏省苏州市水产研究所,苏州

*3 江苏省太湖渔政监督管理站,苏州

*4 江苏省淡水水产研究所,南京

*5 北京颐和园管理处,北京

收稿年月:1989年6月;1990年3月修改。

(1) 蒋全文等,1986.太湖水产增殖,(4):26—36。(内部刊物)

兹将周年取样(封冰期停止)记录如下:

采样日期	月龄	平均全长(毫米)	平均体重(克)	采样地点(北京)
1984	24/IV	初孵仔鱼	2.84	孵化盆
	24/V	1	14.50	网箱
	23/VI	2	29.70	
	23/VII	3	42	中海
	23/VIII	4	51	
	23/IX	5	58	
	23/X	6	63	
	23/XI	7	67	
1985	23/III	11	75.65	中海
	23/IV	12	76.50	

计算与分析

(一) 全长生长

太湖新银鱼的全长生长可用 Von Bertalanffy 方程表示, 式中 L_t 表示年龄 t 时的全长, L_∞ 是当 $t = \infty$ 时的全长渐近值, k 为生长曲线的曲率参数, t_0 是当 $t = 0$ 时的假定常数。

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

或

$$L_t = 80.0783 [1 - e^{-0.2695(t-0.2486)}]$$

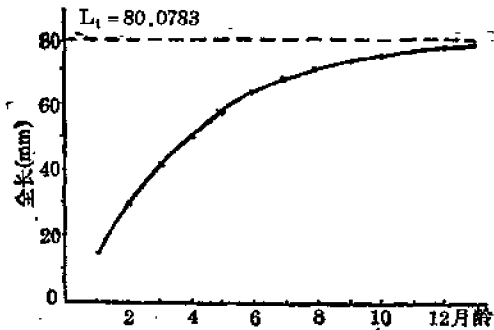


图1 太湖新银鱼全长生长曲线

Fig. 1 Curve of growth by total length of ice-fish

用实测长度进行计算, 求得各项参数值: $L_\infty = 80.0783$, $k = 0.2695$, $t_0 = 0.2486$ 。根据上式求出太湖新银鱼周年各月长度生长的计算值(表1)。从表1可以看出计算值与实测值大体相符。于此同时还可看出1月龄时长度增加显著, 2月龄时长度增加最大(15.3 mm), 以后各月长度增加(毫米)分别为12、9、7、5、4、3、2、1, 即在12月龄时长度增加仅有1.04毫米, 此时长度增长明显减慢, 这与此处天然水体中的鱼体实际增长接近吻合。由计算值作图(图1), 图中曲线开始时上升较快,

后来趋于减慢。

(二) 全长、体重关系

太湖新银鱼全长与体重的关系, 用 $W = aL^b$ 式表示, 其中 L 为全长(毫米)、 W 为体重

表 1 太湖新银鱼长度(mm)和重量(g)的实测值和计算值
Table 1 Comparisons between measured value and calculated value of ice-fish
in total length (mm) and body weight (g)

月龄	长度实测值(mm)	长度计算值(mm)	重量实测值(g)	重量计算值(g)
1	14.50	14.70	0.011	0.011
2	29.70	30.00	0.092	0.091
3	42.00	42.00	0.25	0.25
4	51.00	51.00	0.44	0.44
5	58.00	58.00	0.65	0.64
6	63.00	63.00	0.83	0.83
7	67.00	67.00	1.00	1.00
8	—	70.00	—	1.15
9	—	72.50	—	1.27
10	—	74.30	—	1.36
11	75.65	75.66	1.44	1.44
12	76.50	76.70	1.50	1.50
13		77.50		1.55
15		78.58		1.61
17		79.20		1.65
23		79.90		1.69
26		80.00		1.702
29		80.04		1.705
35		80.0714		1.7070
40		80.0765		1.7073

(克), a 、 b 为参数。用均长和同一鱼体的均重进行计算, 求得其回归方程:

$$W = 0.000004166L^{2.95}$$

或 $\log W = -5.3802 + 2.95 \log L$

上列方程表明鱼体长度和重量之间呈幂函数关系, 式中 b 值为 2.95, 接近于 3, 表明这种鱼的生长假定接近理想的生长。用长度值代入求得的重量值表达出两者的相关关系 (图 2)。计算表明: 全长 15 毫米时, 体重为 0.012 克; 全长 30 毫米时, 体重为 0.095 克; 全长 60 毫米时, 体重为 0.73 克。若以长度 15 毫

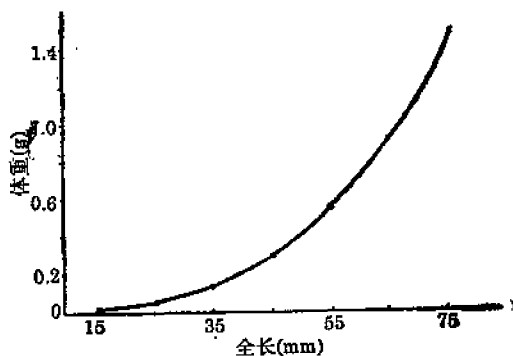


图 2 太湖新银鱼全长体重关系
Fig. 2 Relation between total length and body weight of ice-fish

米为基数,当长度达到 30 毫米时,其体重相应增长近 7 倍,如长度达到 60 毫米时,其体重相应增长近 60 倍。

(三) 体 重 生 长

太湖新银鱼的体重生长由下式表示,其中 W_t 为年龄 t 时的体重, W_∞ 是当 $t=0$ 时的体重渐近值。

$$W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

或

$$W_t = 1.7074 [1 - e^{-0.2995(t-0.2486)}]^3$$

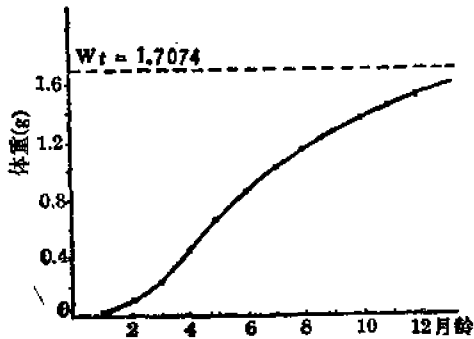


图 3 太湖新银鱼体重生长曲线

Fig. 3 Curve of growth by body weight of ice-fish

用实测长度和重量进行计算,求得 $W_\infty = 1.7074$ 。由上式求得太湖新银鱼周年各月的体重生长。由表 1 可以看出计算值与实测值接近吻合,从各月增重情况来看,最先数月增长较小,到 4—5 月龄时,体重增长最大 (0.20 克),此后各月增长(克)分别为 0.19、0.17、0.15、0.12、0.09、0.08,及至 12 月龄时,重量增加仅为 0.06 克,此时重量增长显然减缓。由计算值作图(图 3),图中曲线开始稍慢,以后逐渐加快,后端趋于减慢。曲线的拐点 $t = 4.3251$,此时 $W_t = 0.5059$ 克, $W_t/W_\infty =$

0.2963,拐点位于 $0.2963W_\infty$ 处,出现在 4—5 月龄之间。

(四) 生长速度和加速度

生长速度是指在单位时间内鱼体增加的长度和重量。为了进一步研究生长过程的变化,可将全长生长和体重生长方程对 t 求一阶导数和二阶导数,得生长速度和生长加速度:

$$\frac{dL_t}{dt} = kL_\infty e^{-k(t-t_0)}$$

$$\frac{d^2L_t}{dt^2} = -k^2L_\infty e^{-k(t-t_0)}$$

$$\frac{dW_t}{dt} = bkW_\infty e^{-k(t-t_0)} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-1}$$

$$\frac{d^2W_t}{dt^2} = bk^2W_\infty e^{-k(t-t_0)} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-2} [be^{-k(t-t_0)} - 1]$$

将 t 值和各项参数代入上式,可见全长生长速度是随着月龄的增加而递减,其速度以 1 月龄最大(图 4)。全长生长加速度是随着月龄的增加而逐渐减小,计算值皆为负值,从图 5 可以看出当曲线的后方接近 t 轴时,只是趋于渐近,却不与 t 轴相交。

体重生长速度是当 $t < 4.3251$ 时,生长速度处于递增阶段,曲线(图 6)开始时不断上升,当 $t > 4.3251$ 时,生长速度处于递减阶段,曲线转向下降。体重生长加速度(图 7)是当曲线在 t 轴上方时,其计算值是正值;而当 $t = 4.2351$ 时,曲线与 t 轴相交($d^2W_t/dt^2 =$

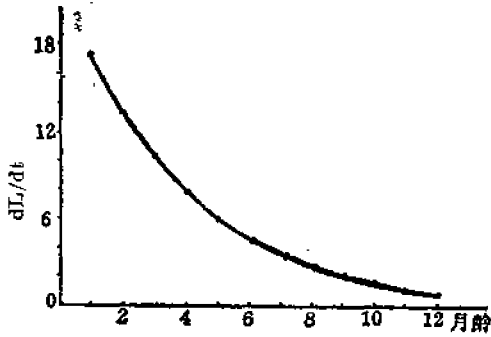


图4 太湖新银鱼全长生长速度曲线

Fig. 4 Curve of growth rate by total length of ice-fish

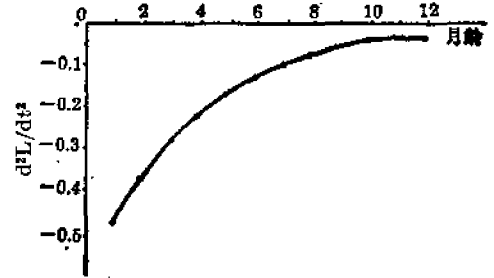


图5 太湖新银鱼全长生长加速度曲线

Fig. 5 Curve of acceleration of growth rate by total length of ice-fish

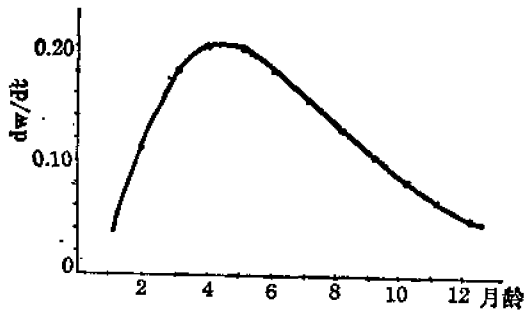


图6 太湖新银鱼体重生长速度曲线

Fig. 6 Curve of growth rate by body weight of ice-fish

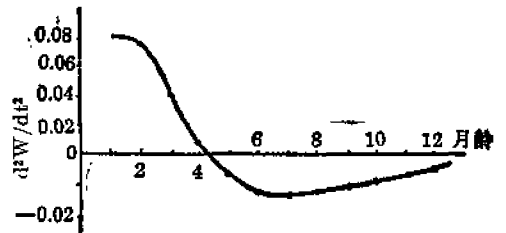


图7 太湖新银鱼体重生长加速度曲线

Fig. 7 Curve of acceleration of growth rate by body weight of ice-fish

0);再当曲线位于 t 轴下方时,其计算值为负值,在 $t=7$ 时,生长负加速度达到最大值,此后曲线又转向 t 轴并渐趋接近。

(五) 生长指数

太湖新银鱼的生长,用实测长度经过生长比速、生长常数和生长指标的计算(表2),可

表2 太湖新银鱼的生长指标

Table 2 Growth indices numbers of ice-fish

月龄	月份	均长(mm)	生长比速	生长常数	生长指标
初孵仔鱼	4	2.84	1.6808	0.8152	4.6801
1	5	14.50	0.7170	1.0755	10.3965
2	6	29.70	0.3466	0.8665	10.2940
3	7	42	0.1941	0.6794	8.1522
4	8	51	0.1286	0.5787	6.5586
5	9	58	0.0827	0.4796	4.7966
6	10	63	0.0616	0.4004	3.8808
7	11	67	—	—	—
11	3	75.65	0.0112	0.1288	0.8473
12	4	76.50	—	—	—

以看出2—3月龄时生长较快,生长指标较高,其中尤以2月龄时最大;之后4—7月龄时,生长指标逐渐减低,长度生长渐趋减慢。

讨论与结论

1. 全长生长以2月龄时增长最大。体重增长4—5月龄时增重最大。表2中的长度计算值和重量计算值是作为对全长和体重渐近值的验证,13—40月龄的计算值没有实际上的意义,于此仅供参考。

2. 太湖新银鱼体重生长拐点在4.3251月龄,此时体重增长最快,到5月龄以后,体重增长开始下减,由于此时鱼体性腺发育远未成熟,因而拐点在此可以看作是体重增长开始减慢的标志。

3. 地理上纬度的明显不同,对这种鱼的生长有着一定的影响。陈培康等(1984)报导滇池5月鱼体平均体长48.705毫米、平均体重0.527克,11月均长78.90毫米、均重1.939克;蒋全文等(1986)记载5月5日太湖均长19.5毫米、均重0.03克,11月5日均长72.8毫米、均重1.41克;而本文实测北京地区5月24日均长14.5毫米、均重0.011克,11月23日均长67毫米、均重1克。由此看来,各地的生长记录,除由于受在大的水体中取样时不可避免地包含着多少不一的日龄或月龄个体外,其间显然以滇池水体生境最佳,生长最快,相比之下,太湖次之,北方稍慢。

参 考 文 献

- [1] 王文滨等,1980。太湖短吻银鱼秋季人工授精、孵化和早期发育的研究。水产学报,4(3):303—307。
- [2] ——,1982。太湖短吻银鱼春季早期胚胎发育以及温度与其孵化关系的研究。生态学报,2(1):67—76。
- [3] 叶昌巨等,1980。黄海鲜鱼和黄海鲱鱼渔业。水产学报,4(4):339—352。
- [4] 宋成德,1985。太湖大银鱼生长与食性的初步研究。水产学报,9(3):275—287。
- [5] 吴鹤洲等,1985。带鱼生长的研究。海洋与湖沼,16(2):156—168。
- [6] 陈马康等,1984a。钱塘江几种经济鱼类的生长研究。生态学报,4(2):181—187。
- [7] ——,1984b。滇池移殖太湖短吻银鱼试验及其生物学观察。淡水渔业,(3):1—3。
- [8] 顾良伟,1986。太湖人工放流的初步探讨。水产学报,10(2):223—228。
- [9] Fang, P. W., 1934. Study on the fishes referring to Salangidae of China. *Sinensis*, 4(9): 231—263.
- [10] Lagler, K. F., 1959. *Freshwater fishery Biology*. Dubnque, Iowa.
- [11] Regan, C. T., 1908. A synopsis of fishes of the subfamily Salangidae. *Ann. Mag. Nat. Hist*, 8(11): 552—554.
- [12] Bicker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Ca-nada.*, 191: 1—382.
- [13] Sall, S.B. and K.W. Hess, 1975. Some applications of optimal control theory to fisheries management. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 104(3): 620—629.
- [14] von Bertalanffy, L., 1936. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws.II). *Hum. Biol.*, 10(2): 181—213.
- [15] Wakiya, Y. and N. Takahasi, 1937. Study on fishes of the Family Salangidae. *J. Coll. Agri. Tokyo Imp. Univ. Tokyo*, 14(4): 265—296.
- [16] Walford, J. A., 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, 90(2): 141—147.
- [17] Weatherley, A. H., 1972. *Growth and Ecology of fish populations*. Academic Press, London.

THE ANNUAL GROWTH OF *NEOSALANX TAIHUENSIS* CHEN

Wang Wenbin,*¹ Zhang Shiyi,*¹ Zhong Xuanshi,*² Gu Liangwei,*³
Zhu Chengde,*⁴ Li Gaoming*⁵ and Yang Yue*⁵

ABSTRACT In studying the growth of taihu new-ice-fish, *Neosalanx taihuensis* Chen, in spring 1984, 3045 mature parent fishes were caught with ice-fish nats in the Lake Taihu. Through artificial fertilization, 503471 fertilized eggs were obtained and transplanted from Taihu to Beijing. After that 357451 larvae were incubated by artificial incubation and subsequently released in the water bodies of various types. Through collecting sample during an annual cycle the specimens used for this study were collected, and the results of our study are summarized as follows:

1) the weight-length relationship may be expressed by the following formulae:

$$W = 4.166 \times 10^{-9} L^{3.05}$$

2) From the von Bertalanffy's growth equation the correlation formulas have been computed as follows:

$$L_t = 80.0783[1 - e^{-0.2693(t-0.2488)}]$$

$$W_t = 1.7074[1 - e^{-0.2693(t-0.2488)}]^3$$

3) The results of computation indicated that the absolute increasing value of the length was maximum at 2 ages in month old and that of the weight was maximum at 5 ages in month old.

KEYWORDS ice-fish, growth

*¹ Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing

*² Fisheries Research Institute of Suzhou, Jiangsu Province

*³ Administration of Fisheries Supervision of Taihu, Jiangsu Province

*⁴ Freshwater Fisheries Research Institute, Jiangsu Province

*⁵ Administration of Summer Palace, Beijing