

台湾海峡及其邻近海区 扁舵鲹的生长与死亡*

卢振彬 戴泉水 颜尤明

(福建省水产研究所, 厦门 361012)

提 要 本文以椎骨作为鉴定年龄的材料, 研究了台湾海峡及其邻近海区扁舵鲹的生长与死亡的特性。其叉长与椎体半径的关系式为 $L = 3.5517 + 7.6183R$, 叉长与纯体重(W)和总体重(W')的关系式分别为 $W = 2.505 \times 10^{-6} L^{3.3193}$ 和 $W' = 1.658 \times 10^{-6} L^{3.4065}$ 。生长参数 $L_{\infty} = 484.44\text{mm}$, $W_{\infty} = 2050.76\text{g}$, $K = 0.5109$, $t_0 = -0.3598$, 体重生长拐点在 1.4461 龄。瞬时总死亡率、瞬时自然死亡率和瞬时捕捞死亡率分别为 1.1368、0.9040 和 0.2328。开发率为 0.2048, 属轻度开发的鱼类资源。

关键词 扁舵鲹, 生长, 死亡, 台湾海峡

扁舵鲹 *Auxis thazard* 属于集群洄游性小型金枪鱼类, 广泛分布于太平洋、印度洋、大西洋的热带和亚热带海区。它是金枪鱼类中分布较靠近陆岸的种类之一, 我国东海和南海均有分布。台湾海峡及其邻近海区是扁舵鲹春夏季生殖洄游和秋冬季越冬洄游的必经之路, 每年 3—7 月和 10—12 月常为机帆大围缦和灯光围网渔船所捕获。对扁舵鲹的研究虽有零星报道^{[8,7](1)}, 但对其年龄、生长和死亡的研究尚未见报道。本文专题报道台湾海峡及其邻近海区扁舵鲹的生长与死亡的特性。

材 料 和 方 法

1981 年 5~8 月, 1982 年 4~7 月, 1983 年 4~9 月和 1984 年 4~6 月在台湾海峡及其邻近海区 (24°20'—27°10'N; 118°30'—121°40'E) 开展中上层鱼类资源调查期间, 从机帆船大围缦的渔获物中随机采集扁舵鲹 660 尾, 进行叉长、体重、性腺成熟度、胃饱满度的测定, 并在每批样本数的 40—50%, 逐尾取第 I—VI 节的椎骨作为鉴定年龄的材料, 总计取 282 尾。鉴定时取下第 IV 或第 V 节椎体, 在沸水中煮 5~10 分钟, 并刷除凹盆内外的肌肉, 然后沿椎体中心将其背部和腹部纵向对称剖开, 置于 10×6 倍并配备有目微尺的双筒解剖镜下观察。观察时以背侧的凹盆面作为计数年轮、度量椎体半径和年轮半径的部位。

* 1981—1984 年参加闽中、闽东渔场中上层鱼类资源调查的科技人员共同完成标本的采集和生物学测定工作, 在此一并致谢。

收稿年月: 1991 年 2 月; 同年 4 月修改。

(1) 闽南渔场海洋鱼类资源调查队, 1980. 闽南—台湾浅滩渔场鱼类资源调查报告(下册), 273—274。

结 果

(一) 生 长

(1) 年轮特征 扁舵鲉椎体的凹盆表层和一般硬骨鱼类一样有因钙的沉积所形成的明显隆起线,并呈同心圆排列。椎体中心略偏腹侧。在透射光下观察,凹盆内表有呈乳白色和暗褐色两种同心环带相间排列。乳白色环带较宽,暗褐色环带较狭,一条乳白色宽带和一条暗褐色狭带构成一个完整的生长年带。计数年轮时以暗狭带为准。年轮半径 r 系从椎体中心量至暗狭带与相邻的外一条乳白色宽带的交界处。椎体半径 R 从椎体中心量至椎体最外缘。 R 和 r 的测量同时在一直线上进行。

(2) 叉长与椎体半径的关系 将 282 尾样本的叉长与相应的椎体半径进行直线相关计算,结果呈现极显著的正相关,其回归式为 $L = 3.5517 + 7.6183R$ ($n = 282, r = 0.9889 > r_{0.01} = 0.148$)。

(3) 实测叉长和逆算叉长 各年龄组的实测叉长分布范围、优势叉长、平均叉长和平均纯体重如表 1。应用叉长与椎体半径的回归式来逆算各年轮组的叉长(即逆算叉长,表 2)。与表 1 比较,各轮组的逆算平均叉长与实测平均叉长极为接近。

表 1 各年龄组实测叉长(mm)、体重(g)

Table 1 The observed values of fork length(mm) and body weight(g) at various ages

叉长、体重 年 龄 组	I	II	III	IV	V
叉长范围	245—332	323—407	393—436	431—453	445—469
优势叉长	291—300	371—390	411—420	431—440	461—470
平均叉长	288.2	371.7	416.1	441.6	461.5
平均体重	365.8	851.2	1238.0	1528.2	1881.8
样 本 数	72	113	50	16	6

表 2 各年轮组的平均逆算叉长(mm)

Table 2 The average fork length mm of back calculation at various ages

年 龄 组 年 轮 组	1	2	3	4	5	样 本 数
I	291.2					50
II	285.5	367.8				93
III	287.1	371.3	412.2			38
IV	290.4	367.2	421.4	437.7		11
V	292.6	376.4	414.6	445.3	458.6	4
平均	287.65	369.04	414.29	439.73	458.6	

(4) 体重与叉长的关系 扁舵鲹的体重与叉长的关系呈幂指数型(图1), 其纯体重 W 与叉长的关系式为:

$$W = 2.505 \times 10^{-6} L^{3.3188} (n = 282, r = 0.9611 > r_{0.01} = 0.148).$$

总体重 W' 与叉长的关系式为:

$$W' = 1.658 \times 10^{-6} L^{3.4655} (n = 630, r = 0.9691 > r_{0.01} = 0.115).$$

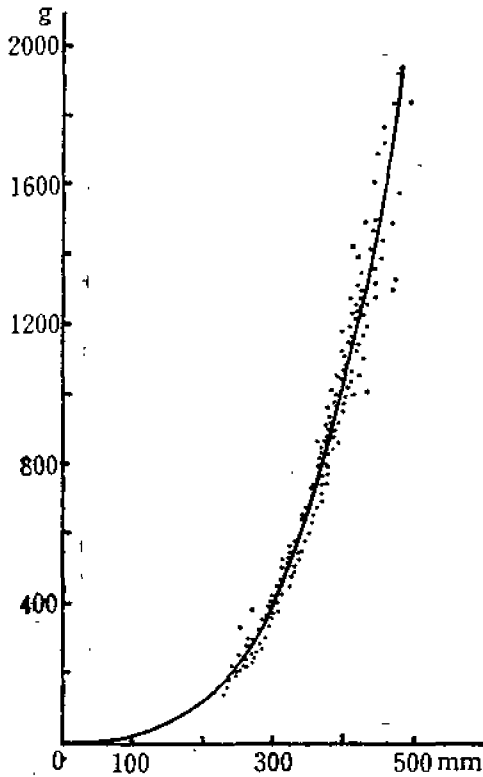


图1 纯体重与叉长的关系

Fig. 1 The relationship between net body weight and fork length

(5) 阶段生长 相对增长率 H 、瞬时增长率 G 和生长指标 I 均可反映鱼类生命周期各阶段的生长情况和比较。由实测平均叉长和平均纯体重计算的 H 、 G 、 I 值如表3。因春夏季为生殖期, 群体中 0^+ 龄组的数量少, 且以 0^+ 龄组中的大个体出现, 平均叉长为 226.8mm, 明显偏大, 缺乏代表性, 故 0^+ 龄组的叉长和体重以生长方程计算的理论值为代表。从表3可见, 0^+ —I 龄阶段(即 0^+ 龄阶段)属于快速生长期, I—III 龄阶段是稳定生长期, III—V 龄阶段为缓慢生长期。表明扁舵鲹属于生长快、衰老早、生命周期短鱼类。

(6) 生长参数和生长方程 由体重与叉长的关系式可知, 幂指数 b 明显大于 3。在此引用李星颌、陈赛斌(1983)的鱼类生长的数学描述式来拟合扁舵鲹的生长。以表1中各年龄组的实测平均叉长所求得的增长参数为:

$$L_{\infty} = 484.44 \text{ mm},$$

$$W_{\infty} = aL_{\infty}^b = 2050.76 \text{ g},$$

$$K = 0.5109, t_0 = -0.3598.$$

其叉长和纯体重的生长方程为:

表3 扁舵鲹的阶段生长

Table 3 The growth at various ages of *Auxis thazard*

项 目 年龄阶段	相对增长率(H)		瞬时增长率(G)		生长指标(I)
	H_L	H_W	G_L	G_W	
0^+ —I	17.25	88.16	0.8332	2.7653	8.6743
I—II	4.49	14.31	0.2544	0.8445	1.4410
II—III	1.91	5.56	0.1128	0.3745	0.6678
III—IV	0.99	2.96	0.0595	0.2106	0.3587
IV—V	0.72	2.84	0.0441	0.2031	0.2685

$$L_t = 484.44[1 - e^{-0.5109(t+0.8598)}]^{0.75798}$$

$$W_t = 2050.76[1 - e^{-0.5109(t+0.8598)}]^{2.51598}$$

叉长和体重生长曲线如图 2。因 $2 < b < 2 + e^{Kt_0}$ ，故叉长生长曲线不存在拐点，

$2 < b < \frac{2}{1 - e^{-Kt_0}}$ ，故体重生长曲线存在拐点^[4]，拐点年龄为 $t_w = -\frac{\ln\left(\frac{b}{b-2}\right)}{K} + t_0 = 1.4461$ 。

拐点的体重为 573.27g (即 $0.2795W_\infty$)，拐点的相应叉长为 330.01mm，与初届性成熟的最大叉长组 321~330mm 相近，表明性成熟之后生长速度减慢。

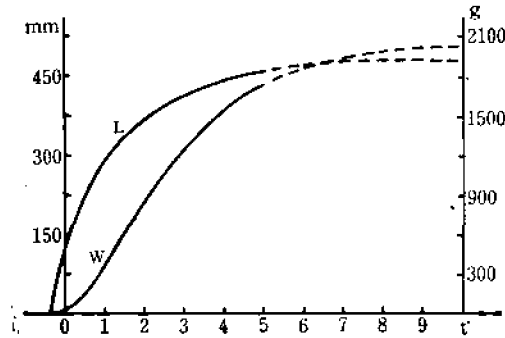


图 2 叉长、体重生长曲线

Fig. 2 The growth curves in the fork length and net body weight

(7) 生长速度和加速度 对叉长和体重生长方程分别求一阶和二阶导数，即得叉长、体重的生长速度和生长加速度方程。图 3 和图 4 分别为生长速度曲线和加速度曲线。可见，叉长生长速度曲线是一条随年龄的增加而递减，并且逐趋于零的曲线。体重生长速度曲线则是一条随年龄的增加经历了由小一大一小的变化过程，最终趋于零的单峰型曲线。

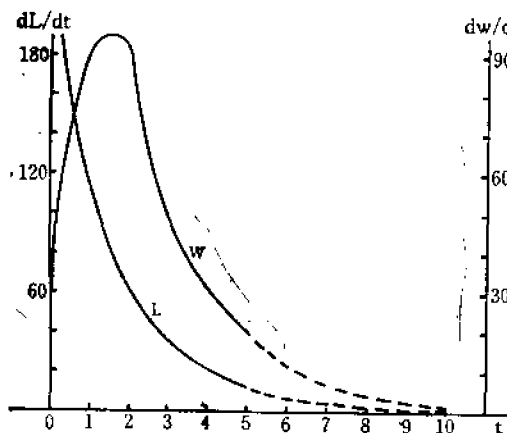


图 3 叉长、体重生长速度曲线

Fig. 3 The growth rate curves in the fork length and net body weight

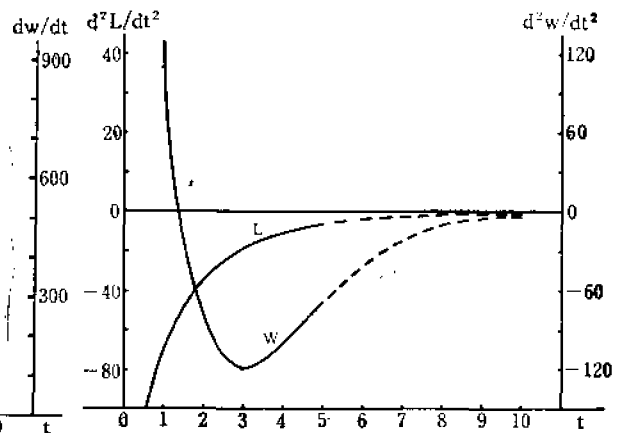


图 4 叉长、体重生长加速度曲线

Fig. 4 The acceleration curves in the fork length and net body weight

由大转小的折点即是拐点,此时生长速度最大。拐点前的生长速度随年龄的增加而递增,拐点之后生长速度随年龄的增加而递减。叉生长加速度始终小于零,其绝对值随年龄的增加而减小,并逐趋于零。体重生长加速度随年龄的增加而逐渐减小。拐点之前,加速度为正值,即生长速度随年龄的增加而递增,递增率却随年龄的增加而减小。拐点时的加速度为零,即生长速度不再递增。拐点之后生长加速度为负值,即生长速度转入随年龄的增加而递减的阶段。当 $t \approx 3$ 龄时,负加速度最大,体重增长开始明显下降,进入衰老阶段。由此表明扁舵鲹的生长旺盛期约在1.45龄之前,3龄以后为衰老期。

(二) 死亡

八十年代以来,该海区扁舵鲹的捕捞量很少,且捕捞季节仅在4~9月,因此可以应用4~9月的渔获群体结构和上述的生长参数来研究其死亡的特性。

(1) 瞬时总死亡率 采用 Beverton 和 Holt^[1]的 $Z = \frac{1}{\bar{t} - t'}$ 和 $Z = \frac{K(L_{\infty} - \bar{L})}{\bar{L} - L'}$ 计算。式中 \bar{t} 示渔获平均年龄,为1.88龄, t' 为渔获的最小年龄,扁舵鲹I龄组以上(含I龄组)才完全被选择捕捞,故最小渔获年龄为I龄。 \bar{L} 示渔获平均叉长,为349.03mm, L' 示最小渔获叉长,等于最小渔获年龄的叉长,为288.2mm。两式计算结果 Z 分别为1.1364和1.1373。取其平均值,即瞬时总死亡率为1.1368。

(2) 瞬时自然死亡率 鱼类的自然死亡与其生活史和生态环境条件有着密切关系。据此,Pauly (1980)^[9]推算了鱼类瞬时自然死亡率的复回归计算式: $\lg M = -0.0066 - 0.2791 \lg L_{\infty} + 0.6543 \lg K + 0.4634 \lg T$ 。式中 L_{∞} (cm)为渐近叉长, $T(^{\circ}\text{C})$ 为渔场水温,该海区的年平均水温为 21.78°C ^[2],求得 $M = 0.9040$ 。

(3) 瞬时捕捞死亡率 根据瞬时总死亡率等于瞬时自然死亡率与瞬时捕捞死亡率之和的关系,即得瞬时捕捞死亡率 $F = Z - M = 0.2328$ 。

讨 论

(1) 年龄鉴定结果是否可靠,将直接影响生长、死亡乃至资源评估结果的准确性。在此应用彼得逊(Peterson)^[6]鱼类长度分布法来判断,图5可见扁舵鲹I—III龄组的叉长分布曲线与渔获叉长分布曲线一致,表明年龄鉴定正确。

(2) 叉长与椎体半径的回归式 $L_t = a + bR$ 的截距 $a = 3.5517\text{mm}$,理论上表示叉长在3.5517mm时椎骨才形成。一般硬骨鱼类从受精卵孵化出来的仔鱼就已生成椎骨。据资料^[7]扁舵鲹刚孵化出来的仔鱼全长为2.59mm,与截距 a 很接近。

(3) 据日本学者所进行的扁舵鲹人工孵化和饲养的结果,表明它的生长很快。近畿大学人工孵化后饲养41天全长为120mm,Harada人工孵化饲养33天,全长也达120mm,体重10.6克(注:全长120mm叉长约为100mm,应用总体重与叉长的关系

(2) 据闽南渔场海洋鱼类资源调查队,1980、闽南—台湾浅滩渔场鱼类资源调查报告(上册),表7.1-1;福建水产研究所,1985。闽中渔场调查报告7(2-5);1988年闽东渔场调查报告6(9-11)计算。

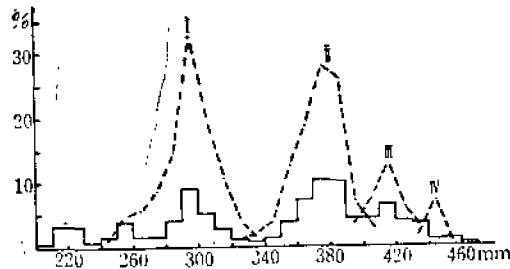


图 5 年龄组叉长与渔获叉长分布曲线

Fig. 5 The distribution curves of fork length at various ages and catch fork length

式计算, 体重为 10.7 克, 与实际体重相符, 说明关系式也适用于早期生长阶段), Inoue 等将自然孵后 15 天的仔鱼继续饲养到 43 天, 全长达 148mm^[7]。上述三者饲养的平均天数和平均全长分别为 39 天, 129.33mm。将 39 天化为年龄数代入叉长生长方程, 则得理论计算叉长为 149.55mm, 与实际饲养的全长相接近。Inoue 等从自然孵化后 15 天继续饲养到 43 天 (即 0.1178 龄), 代入方程计算叉长为 151mm, 与实际饲养的全长 148mm 更为相近。由此表明所拟合的生长方程也能反映仔、幼鱼的生长规律。

(4) 文献 [3]、[7] 记载了 1963 年以来浙江近海扁舵鲹的最大渔获叉长分别为 480mm 和 470mm, 本海区最大渔获叉长为 469mm。依各年龄组实测平均叉长求得的渐近叉长 L_{∞} 为 484.44mm, 略大于渔获的最大叉长, 是符合实际的。

(5) 扁舵鲹的瞬时捕捞死亡率和开发率比闽南—台湾浅滩渔场的蓝圆鲹、鲈鱼、金色小沙丁鱼等都低 (表 4), 说明目前扁舵鲹仍属于轻度开发的鱼类资源。这与渔业实际相符合, 七十年代以前每年春汛和秋冬汛大围网在捕捞大黄鱼和带鱼的同时均有兼捕一定数量的舵鲹 (多数为扁舵鲹), 八十年代以来由于大黄鱼和带鱼资源的严重衰退, 大围网几乎转为拖网作业, 扁舵鲹仅在闽南—台湾浅滩渔场为灯光围网作业的兼捕对象。1980—1988 年年产量在 4.75—1013.9 吨, 平均 520.7 吨。据调查资料⁽³⁾和海上实际观察, 台湾海峡

表 4 扁舵鲹与蓝圆鲹等瞬时捕捞死亡率和开发率的比较

Table 4 A comparison between *Auxis thazard* and round scall and others on the rates of instantaneous fishing mortality and exploitation

项 目 \ 鱼 类	扁 舵 鲹	蓝 圆 鲹	金色小沙丁鱼	鲈 鱼	竹 筴 鱼	圆 鲹 类	日 鲷 鲈
瞬时捕捞死亡率	0.2328	0.5428	0.2757	0.3893	0.2752	0.4702	0.6738
开发率	0.2048	0.4583	0.3127	0.3828	0.3137	0.4344	0.5347

注: 金色小沙丁鱼、鲈鱼、竹筴鱼引自文献[5, 2, 8], 圆鲹鲈引自卢振彬等, 1991, 闽南—台湾浅滩渔场日鲷鲈生长与死亡的研究 (暂未发表), 蓝圆鲹、圆鲹类均应用以上四种鱼类同期 (1988—1989 年) 的资料计算。

(3) 闽南渔场海洋鱼类资源调查队, 1980, 闽南—台湾浅滩渔场鱼类资源调查报告 (下册), 29—37。

及其南、北附近海区,每年春、夏季均有发现较多舵鲣起浮鱼群,最多时在航行数小时中可连续发现上百群。文献[7]报道了在 25° — 30° N, 120° — 125° E的我国近海是西北太平洋舵鲣及其仔鱼的分布密集区,台湾海峡及其邻近海区正位于密集区之内,还报道许多专家认为舵鲣可能是金枪鱼类中资源最丰富的种类之一,但目前利用量在6—10万吨,其中太平洋3—6万吨。西北太平洋1977和1978年仅分别产1.5和1.7万吨,且绝大多数为日本所捕捞,南朝鲜数千吨,我国的捕捞量很少。作者认为不仅福建近海,就我国的东海和南海都有较丰富的舵鲣资源有待开发利用。目前必须先加强加工、渔具渔法、捕捞技术和舵鲣趋光习性的研究,方能加速开发进程。

参 考 文 献

- [1] 扎索塞夫(宋德山译),1978。渔业理论,226—245。农业出版社(京)。
 [2] 卢振彬等,1991。闽南—台湾浅滩渔场鲈鱼年龄、生长与死亡的研究。闽南—台湾浅滩渔场上升流区生态系研究,662—671。科学出版社(京)。
 [3] 朱德林,1987。舵鲣,东海区渔业资源调查和区划,502—512。华东师范大学出版社。
 [4] 李星颢、陈赛斌,1983。鱼类生长的数学描述。浙江水产学院学报,2(1):30—38。
 [5] 杨圣云等,1991。闽南—台湾浅滩渔场金色小沙丁鱼种群结构和资源状况。闽南—台湾浅滩渔场上升流区生态系研究,646—654。科学出版社。
 [6] 黄海水产研究所,1981。海洋水产资源调查手册(第二版),10—11。上海科学技术出版社。
 [7] 赵传纲、陈思行,1983。金枪鱼类和金枪鱼渔业,12—33,40—42,65—71,75—85。海洋出版社(京)。
 [8] 戴泉水等,1991。闽南—台湾浅滩渔场竹荚鱼的群体结构与生长特性。闽南—台湾浅滩渔场上升流生态系研究,655—661。科学出版社。
 [9] Pauly, D., 1980. On the Interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 Fish Stocks. *J. Con.*, 39: 175—192.

GROWTH AND MORTALITY OF *AUXIS THAZARD* IN THE TAIWAN STRAIT AND ITS ADJACENT SEA

Lu Zhenbin, Dai Quanshui and Yan Youming

(Fujian Provincial Fisheries Institute, Xiamen 361012)

ABSTRACT The study on the growth and mortality of *Auxis thazard* in the Taiwan Strait and its adjacent sea, mainly based on the vertebra material of the species to determine age. The relation formulae between fork and vertebra radius were: $L = 3.5517 + 7.6183R$, the length-weight relationship formulas are calculated to be $W = 2.505 \times 10^{-6} L^{3.2138}$ and $W' = 1.658 \times 10^{-6} L^{3.4055}$, where W and W' represent net body weight (g) and total body weight (g) respectively. The parameters of fork length and net body weight growth equation are: $L_{\infty} = 484.44\text{mm}$, $W_{\infty} = 2050.76\text{g}$, $k = 0.5109$, $t = -0.3598$. The turning point on body weight growth curve of the species was situated at $t = 1.4461$ years of age. The instantaneous rate of total mortality is 1.1368, and the instantaneous natural and fishing mortality rates are 0.9040 and 0.2328 respectively. The rate of exploitation is 0.2048, the species be-

long to the fish resource of lower exploitation.

KEYWORDS *Awaous thazard*, growth, mortality, Taiwan Strait

《现代渔业信息》征订

九十年代是信息时代,信息是智慧、是力量、是生产力。科技期刊是普及和提高科学技术知识、交流生产技术经验、推广科学技术成果、探讨学术问题。引入竞争机制、开拓外向型渔业经济,为科技、教育、生产工作者以及各级领导通报渔业信息,启发思路、开阔其视野均需要现代渔业信息。

《现代渔业信息》杂志系中国水产科学研究院东海水产研究所主办和农业部东海区渔政分局、上海市海洋渔业公司、大连海洋渔业总公司、福建省海洋渔业公司、江苏省水产局、南昌市水产局、江苏省海洋渔业公司、福州制冷设备公司、福州市渔业机械厂、舟洋渔业合营公司、福建省闽东渔场指挥部、泉州市闽祥渔业开发有限公司、国际渔业交流服务中心、上海市郊区渔业指挥部 14 个单位协办的一本供全国农、林、水产系统各级领导、高等院校教师、科技人员 143 以及生产单位工作者参阅的渔业科技综合性信息刊物(月刊)。

本刊向国内外公开发行,报道的主要内容侧重于国外渔业生产、水产科学技术的新动态、新工艺、新材料和新方法等信息;同时报道国内渔业生产、科技及教育等方面进展动态。九十年代是信息时代,对您单位或个人及时了解国外渔业发展动向、掌握国内外水产科学发展趋势,特别是对各级领导正确决策、科研人员开阔思路、院校教师更新教材以及生产单位技术改造、引入竞争机制等均有参考价值。

欲订者,每本 1.00 元(包括邮费),全年 12 期,共计 12.00 元。请将款通过邮局直接寄往:上海市军工路 300 号中国水产科学研究院东海水产研究所《现代渔业信息》杂志编辑部发行部。叁拾元以上请信汇,帐号为上海市杨浦区工商银行办事处 222—08900575。

国内统一刊号: CN31—1465

· 公开发行 ·

邮政编码: 200090

《现代渔业信息》杂志编辑部

一九九一年九月