

文章编号: 1004-7271(2007)05-0454-06

淀山湖鱼类多样性分析

孙菁煜¹, 戴小杰¹, 朱江峰¹, 季伟彬², 田芝清²

(1. 上海水产大学海洋学院, 上海 200090; 2. 上海市渔政监督管理处, 上海 200002)

摘要: 2006年5-12月, 对淀山湖进行了5次刺网调查和3次拖网调查, 收集鱼类样本1983尾, 隶属9科18属、23种, 多数种类属鲤科鱼类。优势种为刀鲚、鲫和子陵吻鲈虎鱼分别占样本个体总数的40.09%、20.52%和10.29%。人工放养的鲢、鲫、鲤、鳙是淀山湖目前主要的经济种类。多样性指标选择种类丰富度、平均种类丰富度、多样性指数、均匀度指数、优势度指数、相对稀有种类数。目前的多样性指数为1.8996, 比1959年调查的下降了49%, 均匀度也相应降低, 优势度则由1959年的0.034上升为0.2264。水质污染等环境的恶化, 加上过度捕捞等人为因素, 使淀山湖鱼类物种多样性正逐渐降低。

关键词: 淀山湖; 鱼类多样性; 多样性指数

中图分类号: S932.4 **文献标识码:** A

Analysis of the fish species diversity in Dianshan Lake

SUN Jing-yu¹, DAI Xiao-jie¹, ZHU Jiang-feng¹, JI Wei-bin², TIAN Zhi-qing²

(1. College of Marine Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Division of Shanghai Municipal Fishery Supervision and management, Shanghai 200002, China)

Abstract: A total of 1983 fish individuals, representing 23 species from 18 genera 9 families, were collected in Dianshan Lake from May to December in 2006, which included five surveys by gill net and three by trawl net. The most of fish species belonged to *Cyprinidae* and the dominant species are *Coilia ectenes*, *Carassius auratus* and *Ctenogobius giurinus*, accounting for 40.09%, 20.52% and 10.29% of total samples respectively. *Hypophthalmichthys molitrix*, *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, *Aristichthys nobilis* were the main economic species, whose fry come from aquaculture. Diversities of fish were represented by species abundance, average abundance, diversity index, evenness index, dominant index and relative rare species. Current diversity index was 1.8996, 49% lower than that in 1959. Evenness index showed a decreasing tendency. The dominant index had increased from 0.034 in 1959 to 0.2264. The fish species diversity has been declining, which may be attributed to the deterioration of habitat environment and effect of human activity such as overfishing.

Key words: Dianshan Lake; fish species diversity; diversity index

淡水鱼类是我国水产资源重要的组成部分, 二十世纪90年代起, 淡水鱼类生物多样性的研究逐步引起国内各地学者的关注, 并陆续对其境内的内陆河流和湖泊进行鱼类多样性研究^[1-7]。淀山湖是上

收稿日期: 2007-01-12

基金项目: 上海市内陆水域鱼类增殖放流和效果评价(科07-118); 上海市重点学科建设项目(T1101)

作者简介: 孙菁煜(1982-), 女, 上海市人, 硕士研究生, 专业方向为渔业资源。Tel: 021-65710470, E-mail: jysun@stmail.shfu.edu.cn

通讯作者: 戴小杰, E-mail: xjdai@shfu.edu.cn

海市郊最大的淡水湖泊,属太湖水系,位于上海、江苏、浙江三个地区的交界处,北纬 $31^{\circ}04' \sim 31^{\circ}12'$; 东经 $120^{\circ}53' \sim 121^{\circ}01'$ 。湖泊面积 63.7 km^2 , 呈葫芦形,最大水深 4.36 m , 平均水深 2.5 m 。该湖曾是上海淡水商品鱼生产供应基地之一。近十多年来,对淀山湖水质、重金属、水生植物、浮游藻类等方面的研究有诸多报导^[8-11], 但对其鱼类资源的研究却很少涉及,曾正荣等^[12]对淀山湖生物资源调查研究中,仅对淀山湖鱼类资源的调查结果作了阐述。本文通过 2006 年 5-12 月对淀山湖进行的渔业资源调查,结合相关历史调查资料,着重对目前淀山湖鱼类多样性的现状进行阐述分析,探讨其变化原因,为淀山湖鱼类资源的研究、保护和可持续利用提供基础的科学资料。

1 材料与方 法

1.1 样本采集

采样主要使用刺网和拖网两种渔具且随机进行。5 次刺网采样时间分别为 2006 年 5 月下旬、8 月上旬和中旬、10 月中旬和 12 月下旬。拖网采样共 3 次,两次在 10 月中旬,一次在 12 月下旬。采样点分布 $s1 \sim s6$ (图 1)。

所用三层刺网规格为外层网目 20 cm , 内层 7 cm , 每次平均投放 30 张网片, 每网片长 20 m , 深 1.2 m 总长度 600 m ; 拖网, 网口直径 1.7 m , 网目大小 14 mm 。共收集鱼类样本 1 983 尾。

样品采集后带回实验室进行鱼种鉴定, 鱼类分类参照倪勇等^[13]方法。

1.2 数据处理

鱼类多样性采用多样性指数、优势度指数、均匀度指数等指标来进行分析^[14-16]。1959 年多样性指标根据中国科学院上海水产研究所当年的调查数据^[17]计算所得。具体计算公式如下:

$$(1) \text{ 相对多度 (relative density, } RD): RD = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

相对多度等级划分: 优势种——10% 以上, 常见种——1% ~ 10%, 稀有种——1% 以下。

$$(2) \text{ Shannon-Weiner 多样性指数 (} H): H = - \sum P_i \ln P_i$$

$$(3) \text{ Simpson 优势度指数 (} \lambda): \lambda = - \sum P_i^2$$

$$(4) \text{ Pielou 均匀度指数 (} E_H): E_H = H/H_{\max} = (- \sum P_i \ln P_i) / \ln S$$

$$(5) \text{ Margalef 丰富度指数: } D = (S - 1) / \ln N$$

$$(6) \text{ 平均种类丰富度 (} S_a): S_a = S/M$$

$$(7) \text{ 相对稀有种数 (} R): R = 100 \times S_r/S$$

以上式中: n_i —— 样品中第 i 种个体数; N —— 样品中包含的生物个体数; P_i —— 样品中第 i 种个体数比率, 即 $P_i = \frac{n_i}{N}$; S —— 种类数; M —— 面积; S_r 未达到总数 5% 的种类。

2 结果

2.1 淀山湖鱼类组成及其相对多度

通过鉴定, 调查收集到的鱼类样品隶属 9 个科 18 属, 共包含 23 个鱼种(表 1)。鲤科鱼类 14 种, 尾数占样本总数的 41.7%。相对多度 RD 指数显示优势种为刀鲚(*Coilia nasus*)、鲫(*Carassius auratus*)和

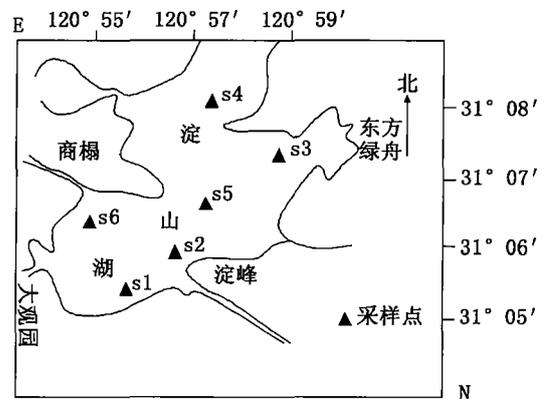


图 1 淀山湖采样点分布

Fig. 1 The location of sampling spot in Dianshan Lake

子陵吻鰕虎鱼(*Rhinogobius giurinus*)分别占样本个体总数的40.09%、20.52%和10.29%。淀山湖现有的常见鱼种为红鳍鲌(*Cultrichthys erythropterus*)(3.48%)、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)(1.61%)、棒花鱼(*Abbottina rivularis*)(3.73%)、鲤(*Cyprinus carpio*)(2.77%)、白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)(7.01%)、鳙(*Aristichthys nobilis*)(1.21%)、黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)(1.15%)、光泽黄颡鱼(*Pelteobagrus nitidus*)(6.40%)。稀有种为鳗鲡(*Anguilla japonica*)(0.05%)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)(0.05%)、团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)(0.05%)、翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaeformis*)(0.1%)、花鲢(*Hemibarbus maculatus*)(0.1%)、黑鳍鳈(*Sarcocheilichthys nigripinnis*)(0.05%)、斑条鲮(*Acheilognathus taenianalis*)(0.85%)、兴凯鲮(*Acheilognathus chankaensis*)(0.15%)、间下鲮(*Hyporhamphus intermedius*)(0.15%)、红狼牙鰕虎鱼(*Odontamblyopus rubicundus*)(0.05%)、刺鲃(*Mastacembelus aculeatus*)(0.05%)、窄体舌鳎(*Cynoglossus gracilis*)(0.05%)、共12种,分属鳗鲡科(Anguillidea)、鲤科(Cyprinidae)、鲮科(Hemirhamphidae)、鰕虎鱼科(Taenioididae)、刺鲃科(Mastacembelidae)、舌鳎科(Cynoglossidae)。

表1 淀山湖鱼类名录及其相对多度

Tab.1 List of fish species and relative density in Dianshan Lake

种类	数量(ind)	相对多度 RD(%)	区系划分
鳊科 Engraulidae			
1 刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	795	40.09	O
鳗鲡科 Anguillidea			
2 鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	1	0.05	O
鲤科 Cyprinidae			
雅罗鱼亚科 Leuciscinae			
3 草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	1	0.05	R
鲌亚科 Culterinae			
4 红鳍鲌 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	69	3.48	R
5 翘嘴红鲌 <i>Erythroculter ilishaeformis</i>	2	0.10	R
6 团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>	1	0.05	R
鲃亚科 Gobioninae			
7 棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	74	3.73	R
8 花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>	2	0.10	R
9 麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	32	1.61	L
10 黑鳍鳈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	1	0.05	L
鲮亚科 Acheilognathinae			
11 兴凯鲮 <i>Acheilognathus chankaensis</i>	3	0.15	R
12 斑条鲮 <i>Acheilognathus taenianalis</i>	17	0.85	R
鲤亚科 Cyprininae			
13 鲫 <i>Carassius auratus</i>	407	20.52	L
14 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	55	2.77	L
鲢亚科 Hypophthalmichthyinae			
15 鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	24	1.21	R
16 白鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	139	7.01	R
鲃科 Bagridae			
17 黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	23	1.15	T
18 光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	127	6.40	T
鲮科 Hemirhamphidae			
19 间下鲮 <i>Hyporhamphus intermedius</i>	3	0.15	O
鰕虎鱼科 Gobiidae			
20 子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	204	10.29	T
鰕虎鱼科 Taenioididae			
21 红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>	1	0.05	O
刺鲃科 Mastacembelidae			
22 刺鲃 <i>Mastacembelus aculeatus</i>	1	0.05	T
舌鳎科 Cynoglossidae			
23 窄体舌鳎 <i>Cynoglossus gracilis</i>	1	0.05	O
合计	1983	100	-

注:O——海洋鱼类区系(包括洄游性鱼类和河口鱼类);R——江河平原鱼类区系复合体;T——热带平原鱼类区系复合体;

L——上第三纪鱼类区系复合体

2.2 淀山湖鱼类区系组成

淀山湖鱼类区系组成海洋鱼类区系(包括洄游性鱼类和河口鱼类)和淡水鱼类区系。淡水鱼类区系又分为江河平原鱼类区系复合体、热带平原鱼类区系复合体、上第三纪鱼类区系复合体以及北方平原鱼类区系复合体。

本次发现的洄游性鱼类和河口鱼类 5 种;江河平原鱼类区系复合体仍占主体地位,有 10 种;其余热带平原鱼类区系复合体和上第三纪鱼类区系复合体各发现 4 种。原本历史记载存有的胭脂鱼科(Catostomidae)、鲂亚科(Danioninae)、鲴亚科(Xenocyprinae)、鳅鲇亚科(Gobiobotinae)以及本地区仅有的一种代表北方平原鱼类区系复合体的中华花鳅(*Cobitis sinensis*),在本次的调查中均未发现。

2.3 鱼种多样性指标

根据鱼类多样性指标的计算公式,相关数据处理结果如表 2 所示。由表 2 可见,同 1959 年的计算值相比较发现,物种丰富度显著下降。由原来的 10.72,下降至如今的 2.8976,降幅 72.9%;平均种类丰富度相应减少 67.5%;多样性指数由 1959 年的 3.7447 下降至 1.8996,降幅 49%。均匀度下降幅度 32.2%。优势度比过去显著增大,1959 年优势度仅 0.034,本次数据显示优势度达 0.2264。相对稀有种占 78.26%。

表 2 淀山湖鱼类多样性特征指数

Tab.2 Diversity indices of the fishes in Dianshan Lake

项目	数值	
	1959 年	2006 年
种类丰富度	10.72	2.8976
平均种类丰富度	1.0361	0.3610
多样性指数	3.7447	1.8996
均匀度指数	0.8938	0.6058
优势度指数	0.0348	0.2264
相对稀有种类数(%)	—	78.26

3 讨论

3.1 淀山湖鱼类多样性现状

3.1.1 鱼类数量及组成变化

据相关资料记载,曾经对淀山湖进行过 5 次鱼类资源调查,1959 年调查有鱼类 60 属 75 种,1974 年调查有 47 属 61 种,1981-1982 年调查有 42 属 62 种,1982-1985 年调查有 44 属 55 种,1987-1988 年调查有 34 属 45 种^[12]。从上世纪 80 年代 3 次集中的调查来看,种类多样性递减速度在不断加快,而本次调查仅收集到 18 属 23 种,青浦区相关调查也证实了这一情况^[18]。

淀山湖具有太湖水系鱼类复合生态区系特点,以鲤科鱼类为主,其次为定居性小型淡水鱼类以及河口性咸水性鱼类和洄游性鱼类。据历史记载,淀山湖曾经主要鱼类为刀鲚、太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)、餐条(*Hemiculter leucisculus*)、鲂(*Megalobrama terminalis*)、红鳍鲌、翘嘴红鲌、蒙古红鲌(*Erythroculter mongolicus*)、青梢红鲌(*Erythroculter dabryi*)、花鱼骨、拟刺鲃鱼(*Paracant-hobrama guichenoti*)、华鳊(*Sarcocheilichthys sinensis*)、蛇鲃 *Saurogobio dabryi*)、各种翘鲌、鲤、鲫、鲇(*Siluruis asotus*)、鳊、鲮(*Mugil cephalus*)、鳊(*Siniperca chuatsi*)、舌鳎、乌鳢(*Channa arga*)、暗纹东方鲀(*Takifugu obscurus*)等野生鱼类,以及放养种类草鱼、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、鲢、鳙、团头鲂、细鳞斜颌鲴(*Plagiognathops microlepis*)、锦鲤等。而如今淀山湖中,刀鲚数量在鱼类资源中占较大比重,但个体普遍较小。原有的青鱼、草鱼、鳊、鲌、花鲢等经济鱼种数量稀少,子陵吻鰕虎鱼等杂鱼数量相对较多。人工放养的白鲢、鳙、鲫、鲤是当前主要的经济种类。

从调查鱼类区系的组成来看,上世纪 50 年代主要以野生鲤科鱼类为主,放养种类很少,同时拥有一定数量的河口鱼类和江河洄游鱼类,还有大型的鳊鱼(*Elopichthys bambusa*)等。上世纪到了 70 年代,江湖洄游性鱼类和河口鱼类开始减少,养殖鱼类开始迅速增加,渔业部门的产量资料统计显示,养殖鱼类上世纪 50 年代占 5%,上世纪 70 年代占 30%,上世纪 80 年代上升到了 50%。调查数据还显示,1987-1989 年种数较 1959 年减少 40%,鲤科鱼种数减少 38.6%。其中洄游性、半洄游性鱼类早已绝迹,鱼类个体小型化、低龄化的现象日趋严重^[19]。

本次调查同历史资料^[12,17]相对照,鲤科鱼类在种类数上依旧占优势,占总种数的 61%。但种的数

量上有大幅度下降。这其中原本种类数最多的鲇亚科(9种,1959年)和鳊鲂亚科(9种,1959年)在本次调查中种类数均减少,鲇亚科仅发现4种,鳊鲂亚科2种,同其它科属相比已没有显著优势。中华花鳅在1959年和1989年的文献资料中均有记载,此次却没有发现。

3.1.2 多样性指数变化

在鱼类多样性的研究中,人们常常采用物种丰富度(即种类数)作指标^[16]。但要获得湖中所有鱼种样品是有难度的。在淀山湖鱼类种群中,不排除我们未获得的其它稀少种类。受到渔具选择性、捕捞点还有某些种类特殊习性的影响等诸多不确定因素,这些种类在短期调查时很难发现,其出现与否对调查湖泊鱼类物种丰富度有较大的影响。所以我们只能对种群的多样性进行较粗略的测定,以资参考。

数据结果显示优势度指数(λ)为0.2264相对较高,说明现今淀山湖鱼类群落的优势种明显,鱼类优势种群集中性较高。刀鲚、鲫鱼、子陵吻鰕虎鱼从渔获量上看,平均密度相对较高。其余指标的下降都与淀山湖鱼类种类数量的减少有关。物种丰富度的显著下降表明鱼类群落中的鱼种组成简单,群落结构的复杂性大大降低。多样性指数和均匀度的降低,优势度的升高,综合反映淀山湖鱼类群落稳定性下降,多样性指标向低水平发展。相对稀有种占78.26%说明淀山湖除了人工放养鱼种和少数杂鱼外,其余现有野生种类的资源密度已极其低下,将有消失的可能。

综合这些指标,可见淀山湖鱼类多样性状况令人堪忧,如不采取手段对资源加以保护,鱼类多样性还将持续降低。

3.2 多样性变化的原因

淀山湖鱼类种群的衰减同淀山湖水域环境恶化以及人为因素有重要关系。具体表现在以下几方面:

(1)相关研究证实,淀山湖水质不断恶化,富营养化日趋严重。据有关部门对淀山湖水质的调查分析,2000-2005年淀山湖水质状况逐年恶化,富营养化严重,氨氮、总氮、总磷均严重超标。以微囊藻为主的有害水藻大量繁殖引起湖内长时间水华,进一步恶化了水质。目前湖体内水质为GB3838-2002 V类劣Ⅲ类标准^[8,18],水质情况不容乐观。水质的恶化,使湖内鱼类的产卵场以及生境破坏,严重影响鱼类的繁殖和生长。

(2)鱼类物种多样性同水生植物的多样性呈正相关或异质性相关^[16]。一般而言,草型湖泊因沉水植物存在,空间异质性及饵料生物的多样性好,故鱼类多样性丰富。而淀山湖恰恰相反,研究表明,淀山湖水生植物以蓝藻、隐藻、绿藻和硅藻群落为主,是典型的藻性湖泊。加之其沉水植物的大幅度减少^[20]、对鱼类多样性的保持也极为不利。

(3)人为的水利设施兴建,围垦与建闸坝等,阻塞了江湖、河口鱼类洄游的渠道。这是江湖洄游性鱼类和河口鱼类减少的根本原因。

(4)渔业活动影响也不容忽视。如今在淀山湖作业的刺网渔船有30多艘,拖网渔船100多艘,另外还有扒螺蚬和扒蚌等作业方式。这对淀山湖鱼类资源有较大的捕捞压力,尤其是拖网,对淀山湖底栖环境破坏力强大,间接影响多样性的保持。

此外,在对长江流域各种中小型湖泊的研究显示,人工放养对鱼类物种多样性指数产生负效应。放养规模越大,影响越大^[16]。目前淀山湖鱼类多以人工放养为主,这是否对淀山湖鱼类多样性产生负面影响还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 杨君兴,陈银瑞,何远辉.滇中高原湖泊鱼类多样性的研究[J].生物多样性,1994,2(4):204-209.
- [2] 陈银瑞,杨君兴,李再云.云南鱼类多样性和面临的危机[J].生物多样性,1998,6(4):272-277.
- [3] 宋天祥,张国华,常剑波,等.洪湖鱼类多样性研究[J].应用生态学报,1999,10(1):86-90.
- [4] 胡军华,胡慧建.西洞庭湖鱼类物种多样性及其时空变化[J].长江流域资源与环境,2006,15(7):434-437.
- [5] 李立银,倪朝辉.涨渡湖渔业资源及鱼类多样性状况研究[J].淡水渔业,2006,36(2):618-623.
- [6] 朱松泉.2002-2003年太湖鱼类学调查[J].湖泊科学,1994,16(2):120-123.

- [7] 王小林. 关于太湖水生生物多样性(Aquatic Organisms Diversity)保护的思考[J]. 现代渔业信息, 2006, 21(2): 22-24.
- [8] 施 玮, 吴和岩, 赵耐青, 等. 淀山湖水质富营养化和微囊藻毒素污染水平[J]. 环境科学, 2005, 26(5): 55-61.
- [9] 王小庆. 淀山湖沉积物中重金属元素分布特征及其季节变化[J]. 环境与科学技术, 2005, 28(11): 106-108.
- [10] 由文辉. 淀山湖着生藻类群落结构与数量特征[J]. 环境科学, 1999, 20(5): 59-62.
- [11] 赵爱萍, 刘福影, 吴 波, 等. 上海淀山湖的浮游植物[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2005, 34(4): 70-76.
- [12] 曾正荣, 袁永坤, 孙建国. 淀山湖生物资源调查研究[OL]. 上海湿地利用和保护研讨会论文集, 2002. <http://www.shanghaiwater.gov.cn/wetland/lunwen.asp?id=12>.
- [13] 倪 勇, 张列士. 上海鱼类志[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989: 131-227.
- [14] 向孙军, 刘胜贵, 杨其仁, 等. 宏门冲采种基地鱼类多样性研究初报[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2003, 37(4): 553-556.
- [15] 胡海霞, 傅罗平, 向孙军. 湖南宏门冲溪鱼类多样性研究初报[J]. 四川动物, 2003, 22(4): 226-229.
- [16] 崔奕波, 李科杰. 长江流域湖泊的渔业资源与环境保护[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 96-100.
- [17] 罗云林, 许成玉. 青浦鱼类调查报告[R]. 上海: 中国科学院上海水产研究所, 1959: 1-61.
- [18] 青浦区科委. 淀山湖区域水产资源保护利用开发研究项目取得成果[OL]. 农业科技与信息, 2006, (60). http://app.shqp.gov.cn/upload_files/shol/electroForms/101/农业科技与信息第60期7032.doc, 2006
- [19] 张鼎国, 杨再福. 淀山湖生态环境的演变与对策[J]. 水利渔业, 2006, 26(1): 61-63.
- [20] 由文辉. 淀山湖水生维管束植物群落研究[J]. 湖泊科学, 1994, 6(4): 317-324.

欢迎订阅 2008 年《南方水产》

《南方水产》是由中国水产科学研究院南海水产研究所主办, 国内外公开发行的综合类水产科技期刊。主要报道渔业资源、捕捞技术、渔业设施、渔业环境保护、水产养殖与增殖、渔业生物病害、水产品加工与综合利用以及水产基础研究等方面的研究论文、研究简报、综述等。

《南方水产》立足南方, 面向全国, 突出学术性、地域性、实用性、可读性, 重点报道我国南方地区渔业科研、生产的新技术、新成果及新动向。

《南方水产》为双月刊, 80 页, 大 16K, 逢双月 5 日出版。邮发代号 46-65, 每期定价 8 元, 全年 6 期 48 元(含邮费)。读者可到当地邮局订阅, 也可将款汇至《南方水产》编辑部订阅或补订。

编辑部地址: 广州市新港西路 231 号

邮 编: 510300

电 话: 020-84458694

传 真: 020-84451442

网 址: <http://schinafish.cn>

E-mail: nfsc@vip.163.com