



当代
杰出青年
科学文库

鲢、鳙与藻类 水华控制

谢 平 著



科学出版社
www.sciencep.com

当代杰出青年科学文库

鲢、鳙与藻类水华控制

谢 平 著

**Silver Carp and Bighead, and Their
Use in the Control of Algal Blooms**

by

Xie Ping

科 学 出 版 社

北 京

Science Press, Beijing

内 容 简 介

本书是一部论述滤食性鱼类——鲢、鳙与藻类水华控制的专著。作者从鲢、鳙的自然分布和向国外的引种历史, 鲢、鳙养殖的起源及在中国池塘混养系统中的地位入手, 然后过渡到关于用鲢、鳙控制池塘养殖系统、富营养水库及小型人工湖中的藻类以改善水质的国内外的实验研究, 并详细地介绍了在武汉东湖用鲢、鳙控制蓝藻水华的成功实践, 仔细地分析了国内外关于鲢、鳙的食性及鲢、鳙对藻类消化机制方面的研究, 最后, 对经典与非经典生物操纵理论的起源、机理、局限性与适用原则、应用前景等进行了深入的探讨和系统的分析。

本书可供水环境、水产、生命科学(植物学、动物学和生态学)等相关领域的研究人员、大专院校师生和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

鲢、鳙与藻类水华控制/谢平著. —北京: 科学出版社, 2003. 10

(当代杰出青年科学文库)

ISBN 7-03-012271-2

I. 鲢… II. 谢… III. ①鲢—池塘养殖—藻类水华—控制

②鳙—池塘养殖—藻类水华—控制 IV. S965.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 089733 号

策划编辑: 韩学哲/文案编辑: 彭克里/责任校对: 刘艳妮

排版制作: 科学出版社编务公司/责任印制: 刘士平

封面设计: 王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年10月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2003年10月第一次印刷 印张: 9

印数: 1—1 800 字数: 169 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

本书的出版得到中国科学院知识创新工程重大项目“长江中下游地区湖泊富营养化的发生机制与控制对策研究”(编号: KZCX1-SW-12)、国家杰出青年科学基金“富营养型浅水湖泊藻类水华爆发及产毒机制的研究”(编号: 30225011)及科学技术部“973”项目(编号: G2000046800)同等重要的联合资助。

序

有我国“四大家鱼”之称的鲢、鳙、青鱼和草鱼,是东亚地区季风气候影响下适应泛滥平原的江湖复合生态系统的特有鱼类。其中,鲢、鳙是以浮游生物为食的滤食性(filter-feeding)鱼类,生长快、产量高。早在宋代便有了鲢和鳙饲养方法的详细记载。到了明代,人们已认识到鲢、鳙在池塘混养中能充分利用资源的作用。20世纪50年代末我国科学家进行“家鱼”人工繁殖试验的成功,极大地推动了我国池塘养殖业的发展,使我国淡水鱼产量大幅飙升;另一方面,鲢、鳙被广泛引种到世界各地以增加鱼产量及改善池塘水质,对20世纪世界淡水渔业产量的大幅上升起到了重要作用。

众所周知,进入20世纪中叶以来,随着工农业生产的迅猛发展,全球范围内的内陆水体富营养化现象日趋严重。水体富营养化的重要表征之一就是蓝藻水华的大量爆发。由于蓝藻在水体表面大量堆积,不仅影响水体景观,而且导致藻毒素污染,严重损害水质,危及人类的健康,并可能威胁人类社会的可持续发展。因此,20世纪70年代以后,如何控制水体富营养化及伴随的蓝藻水华爆发一直是环境科学、淡水生态学和湖沼学研究领域的热点之一。

虽然控制富营养化的根本出路在于减少营养盐的输入及从系统中移出已输入的营养盐,但这往往耗资巨大,即使在发达国家,在许多情况下也无法实现。1975年,Shapiro等人首先提出了“生物操纵(biomanipulation)”的概念,主要是以改善水质为目的的有机体自然种群的水生生物群落控制管理。具体而言,即通过放养凶猛鱼类或通过直接捕除或毒杀的方式来控制食浮游生物鱼类,借此壮大浮游动物种群来遏制藻类。从此,在世界范围内,特别是在西方国家,人们开始广泛地研究和运用这一理论,既有成功的,也有失败的,往往失败多于成功,人们开始怀疑有时甚至尖锐地批评这一学说。持怀疑或否定态度的大多数学者认为,生物操纵所依赖的主角——浮游动物无法有效而持久地控制大型藻类,特别是那些形成水华的丝状或群体蓝藻,这些大型蓝藻却常常在富营养湖泊的夏季形成浓厚的表面水华,而正是富营养湖泊及其中的蓝藻水华需要加以控制。人们也承认,在营养水平不高、小型藻类占优势的湖泊,浮游动物可能有更多的机会控制藻类。然而,相对而言,这些湖泊本身治理和控制的需求也较低。

1989年,谢平从日本筑波大学获得博士学位,毅然选择了回国工作、报效祖国的道路,并选择在我的指导下进行博士后研究。武汉水生生物研究所自20世纪50

年代起便开始了对东湖的生态学研究,60年代起进行了水化学、浮游生物等的定期测定。从70年代开始,每到夏季东湖开始爆发蓝藻水华,而在1985年水华却神秘消失。恰好谢平博士回国并来到东湖生态研究站,当时水华已消失5个年头,但人们对消失的原因议论纷纷:有些学者认为是由于全球气候变化,而有的则认为是极端富营养化造成的。

谢平及后来他所领导的研究组,用围隔(enclosure)的实验湖沼学方法自1989年起进行了6个夏秋的原位实验,发现东湖的水质一直适于微囊藻水华的滋生,鲢、鳙养殖密度的上升是导致东湖20世纪80年代中期蓝藻水华消失的原因,这样就揭开了东湖蓝藻水华的消失之谜,并提出了通过放养食浮游生物的鲢、鳙来直接控制蓝藻水华的“非经典的生物操纵”,以区别于西方国家所采用的“经典的生物操纵”。像东湖这样面积达28km²的中型湖泊,能遏制微囊藻水华至今长达18年之久,在国际上还是首次报道,而东湖所依靠的放养对象,又正好是经典生物操纵论者要求捕除或毒杀的对象!所以,从依靠的对象和湖泊实践的效果来说,东湖遏制微囊藻水华的研究是有重要创新意义的。正是由于其在研究利用滤食性鱼类控制蓝藻水华等方面取得的卓越成绩,谢平博士于1999年荣获国际湖泊生态学的大奖——由日本主办的第9次琵琶湖生态奖。

由于近年来国内对蓝藻水华控制的应用需求日益增加及对生物操纵能否有效控制蓝藻水华存在较大争议,在我和沈韞芬院士的多次建议下,谢平博士着手完成了该书的撰写。《鲢、鳙与藻类水华控制》一书首先简要地描述了鲢、鳙的自然分布和向国外的引种历史,鲢、鳙养殖的起源及在中国池塘混养系统中的地位,进而较为详细地介绍了用鲢、鳙控制池塘养殖系统、富营养水库及小型人工湖中的藻类以改善水质的国内外实验研究,并详细地描述了用鲢、鳙控制武汉东湖蓝藻水华的成功实践;随后又详细介绍了国内外关于鲢、鳙的食性及鲢、鳙对藻类消化机制方面的研究;最后,对经典与非经典生物操纵理论的起源、机制、局限性与适用原则、应用前景等进行了实事求是的分析。

我十分高兴为该书的出版作序,希望该书能起到“抛砖引玉”的作用,激发更多对非经典生物操纵的研究。在此,也表达我对战斗在控制水体富营养化和蓝藻水华一线的科研工作者、管理工作以及关心和支持这项工作的社会公众的良好祝愿。

刘建康

2003年7月27日

目 录

序

第一章 鲢、鳙的自然分布及向国外的引种历史	1
一、自然分布.....	1
二、向国外的引种历史.....	3
第二章 鲢、鳙养殖的起源及在中国池塘混养系统中的地位	13
一、中国古代池塘养鲤业的兴衰	13
二、中国池塘混养的起源	14
三、中国池塘混养的生态学基础	15
四、现代中国池塘养殖业的迅速发展及鲢、鳙的重要地位	16
第三章 鲢、鳙与池塘养殖中的控藻与水质改善	19
一、欧洲的池塘养鲤业	19
二、波兰（东欧）的实验研究	24
三、美国的实验研究	27
四、以色列的实验研究	37
第四章 鲢、鳙与富营养水库及小型人工湖中的蓝藻水华控制	40
一、南美洲巴西 Paranoa 水库（热带、富营养型）的实验研究	40
二、欧洲法国 Villerey 水库（温带、富营养型）的实验研究	43
三、欧洲德国 Saldenbach 水库（温带、中营养型）的实验研究	46
四、中国山东东周水库（温带、中-富营养型）的实验研究	48
五、中国浙江桥墩水库（温带、中-富营养型）明矾浆 + 鲢、鳙控制蓝藻 的研究	49
六、印度小型人工湖（热带、富营养型）的实验研究	51
第五章 鲢、鳙与富营养湖泊中的蓝藻水华控制——武汉东湖的实践	54
一、东湖生态系统的一般特征和东湖蓝藻水华的盛衰	54
二、东湖营养盐、浮游动物和鱼类的长期变化	58
三、原位围隔实验	63
第六章 鲢、鳙的食性	70
一、江浙地区外荡（湖泊敞水区）中鲢、鳙的食性	70

二、武汉东湖中鲢、鳙的食性	70
三、以色列 Kinneret 湖鲢的食性	71
四、湖北混养鱼池中鲢、鳙的食性	74
五、上海混养鱼池中鲢、鳙的食性	75
六、以色列混养鱼池中鲢、鳙的食性	77
七、波兰鲤鱼混养鱼池中鲢、鳙的食性	80
八、美国斑鲷养殖池塘中鲢、鳙的食性	82
九、美国佛罗里达州池塘三倍体鳙的食性	84
十、美国池塘和网箱养殖中鳙的食性	85
十一、波兰 Warniak 湖围隔和网箱中鲢的食性	87
第七章 鲢、鳙对藻类的消化机制	88
一、鲢、鳙对浮游生物消化效率的显微观察和酶学研究	88
二、鲢、鳙对浮游植物消化效率的放射性同位素 (^{32}P 、 ^{14}C) 示踪 研究	91
三、小环藻(硅藻)和栅藻(绿藻)在鲢、鳙肠管内的破碎过程与机械 作用在鲢、鳙消化中的意义	98
第八章 经典与非经典生物操纵	103
一、生物操纵概念的起源	103
二、生物操纵的作用机制	106
三、生物操纵的实践意义	109
四、生物操纵的适用原则及局限性	109
五、对生物操纵的批评	114
六、非经典生物操纵的提出及其原理	116
参考文献	127

Contents

Preface

Chapter 1	Natural distribution of silver carp and bighead and the historical introduction to other countries	1
1.	Natural distribution	1
2.	Historical introduction to other countries	3
Chapter 2	Origin of the culture of silver carp and bighead and the role in Chinese polyculture systems	13
1.	The ancient history of carp culture in China	13
2.	Origin of Chinese polyculture in pond	14
3.	Biological basis of Chinese polyculture in pond	15
4.	The rapid development of modern pondculture in China and the important role of silver carp and bighead	16
Chapter 3	Use of silver carp and bighead to control algae and to improve water quality in pond culture	19
1.	Carp culture in Europe	19
2.	Experimental studies in Poland (Eastern Europe)	24
3.	Experimental studies in USA	27
4.	Experimental studies in Israel	37
Chapter 4	Use of silver carp and bighead to control cyanobacterial blooms in reservoirs and small man-made lakes	40
1.	Experimental studies in Paranoa Reservoir (tropical, eutrophic) of Brazil in South America	40
2.	Experimental studies in Villarest Reservoir (temperate, eutrophic) of France in Europe	43
3.	Experimental studies in Saidenbach Reservoir (temperate, mesotrophic) of Germany in Europe	46
4.	Experimental studies in Dongzhou Reservoir (temperate, meso- to eutrophic) in Shandong, China	48
5.	Experimental studies on the control of cyanobacteria using alum plasm + silver carp and bighead in Qiaodun Reservoir (temperate, meso- to eutrophic) in Zhejiang, China	49
6.	Experimental studies in small man-made lake (tropical, eutrophic) in India	51

Chapter 5	Use of silver carp and bighead to control cyanobacterial blooms in eutrophic lakes—the practice in the Donghu Lake	54
1.	Features of the ecosystem of the Donghu Lake and the waxing and waning of cyanobacterial blooms	54
2.	Long-term changes of the nutrients, zooplankton and fish in the Donghu Lake	58
3.	In situ enclosure experiments	63
Chapter 6	Food habits of silver carp and bighead	70
1.	Studies in the pelagic water of lakes in the Jiangsu and Zhejiang areas	70
2.	Studies in the Donghu Lake, Wuhan	70
3.	Studies in the Kinneret Lake of Israel	71
4.	Studies in polyculture pond of Hubei	74
5.	Studies in polyculture pond of Shanghai	75
6.	Studies in polyculture pond of Israel	77
7.	Studies in carp polyculture pond of Poland	80
8.	Studies in catfish pond of the United States	82
9.	Studies in experimental ponds of Florida	84
10.	Studies in pond and cages in the United States	85
11.	Studies in enclosures and cages of the Warniak Lake, Poland	87
Chapter 7	Digestion of algae by silver carp and bighead	88
1.	Microscopic observations and enzymological studies on digestive efficiency of silver carp and bighead on plankton	88
2.	Tracer studies using ^{32}P or ^{14}C on digestive efficiency of silver carp and bighead on plankton	91
3.	Broken process of <i>Cyclotella</i> (a diatom) and <i>Scenedesmus</i> (a green alga) in the intestinal tracts of silver carp and bighead, and the role of mechanical grinding in their food digestion	98
Chapter 8	Traditional and non-traditional biomanipulation	103
1.	Origin of biomanipulation	103
2.	Principles of biomanipulation	106
3.	Practical significance of biomanipulation	109
4.	Conditions and limitation for biomanipulation	109
5.	Criticisms on biomanipulation	114
6.	Non-traditional biomanipulation and the principles	116
References		127

第一章 鲢、鳙的自然分布及向国外的引种历史

一、自然分布

鲢、鳙在分类学上隶属于硬骨鱼纲(Osteichthyes)鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)鲢亚科(Hypophthalmichthyinae)。鳙属仅有一种,即鳙 *Aristichthys nobilis* (Richardson),而鲢属有2种,白鲢(以下简称为鲢) *Hypophthalmichthys molitrix* (Cuvier et Valeneiennes)和大鳞白鲢 *H. harmandi* Sauvage;大鳞白鲢是鲢在热带海南岛的南渡江形成的新的物种,在越南记载很多(伍献文 1964)。鲢、鳙、草鱼[*Ctenopharyngodon idellus* (Cuvier et Valeneiennes)]和青鱼[*Mylopharyngodon piceus* (Richardson)]在我国也称为“四大家鱼”,而鲢、鳙和草鱼在国际上习惯被称为“中国鲤鱼(Chinese carp)”或“亚洲鲤鱼(Asiatic carp)”。

四大家鱼是我国东部(长)江、(黄)河平原特有的鱼类,起源于新第三纪后期上新世喜马拉雅山开始抬升和中国东部平原形成季风气候、产生大的河流和湖泊之时。黑龙江中上游嫩江及第二松花江原是古嫩辽河的上游平原,古嫩辽河当时为黄河下游北侧一大支流,约在东平湖附近注入黄河,黄河原是自江北部注入黄河的,而渤海是第四纪后期更新世末才陷落产生的,因此黑龙江中下游现今保留有青、草、鲢的天然分布,而因鳙耐寒能力较差,未能在黑龙江繁衍生存下来(李思忠和方芳 1990)。

现今四大家鱼的自然分布区为:鲢——北界至中俄交界的黑龙江,南界分布到中越交界的红河,其间分布于乌苏里江、松花江、辽河、海河、黄河、长江、钱塘江、珠江、海南南渡江等流域;鳙——北仅分布到海河平原,南至珠江平原,其间分布于黄河、长江、钱塘江等平原;青鱼——北至黑龙江,南到珠江平原,其间分布于乌苏里江、松花江、海河、黄河、淮河、长江、钱塘江、珠江等流域;草鱼与青鱼的分布区类同(李思忠和方芳 1990)(图 1-1)。显然,鲢的分布范围最广,跨越热带(红河)和北温带(黑龙江)。

四大家鱼的起源及其独特的繁殖行为是其祖先在新生代适应东亚地质地貌和水文变化的产物(陈宜瑜 1998)。在始于上新世(约 3.4 ~ 2.48 Ma BP)的青藏高原的快速隆起及更新世的反复的冰期作用导致了东亚许多大江(如长江)、低海拔的平原地区无数浅水湖泊及季风(monsoon)气候的形成(孙鸿烈 1996)。四大家鱼正是在这种剧烈变动的水文和气候历史过程中从它们第三纪的祖先——古老的暖水性的鲴亚科(Danioniae)鱼类(大部分已经灭绝)进化而来,并形成了于雨季在

大江大河的干支流交尾产卵,在泛洪平原的江湖复合生态系统中迁移和肥育的习性(陈宜瑜 1998)。

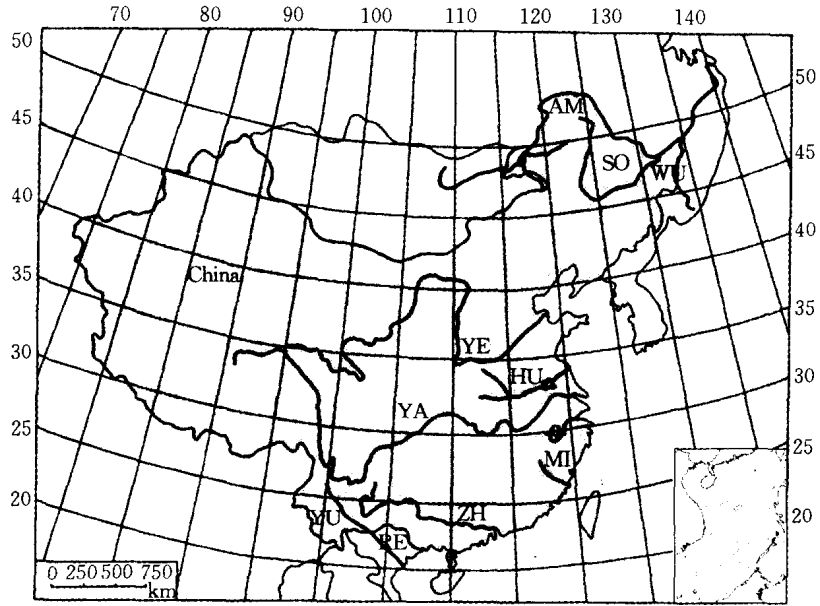


图 1-1 四大家鱼在中国主要河流中的自然分布

YU: 沅江(686km), ZH: 珠江(2210km), MI: 闽江(541km), QI: 钱塘江(410km), HU: 淮河(1000km), YA: 长江(6300km), YA: 黄河(5464km), SO: 松花江(1956km), WU: 乌苏里江(870km), AM: 黑龙江(4370km)。鲢分布于红河与黑龙江之间, 鳙分布于珠江与黄河以北的海河之间, 青鱼和草鱼分布于珠江与黑龙江之间

Fig. 1-1 Natural ranges of the Chinese carp in the major rivers of China

YU: Yuan Jiang (686km), ZH: Zhu Jiang (Pearl River) (2210km), MI: Min Jiang (541km), QI: Qiantang Jiang (410km), HU: Huai He (1000km), YA: Yangtze River (6300km), YA: Yellow River (5464km), SO: Songhua Jiang (1956km), WU: Wusuli Jiang (870km), AM: Amur River (4370km). Natural ranges: silver carp is between Amur River and Yuan Jiang, bighead carp between Pearl River and Hai He (in the north of Yellow River), and black and grass carps between Pearl and Amur Rivers

通过对鲢、鳙和草鱼在各种河流的天然产卵场的调查发现,①适合自然繁殖的河流其长度需超过 200km 及流速为 0.45 ~ 2.26m/s(这样可以保证沉性鱼卵浮动和孵化及仔鱼有足够的时间发育到能主动游泳以避免被冲入海中);②快速的水位上升(0.5 ~ 4m)或山洪暴发也是产卵的重要刺激因素;③而产卵期间的其他物理化学条件则较为宽松(河流宽度 8 ~ 600m,河流深度 2 ~ 30m,透明度 10 ~ 15cm,水温 18 ~ 30℃,溶氧 5 ~ 8mg/L,pH 7.5 ~ 8,等)(钟麟等 1965,湖北省水生生物研究所鱼类研究室 1976)。

二、向国外的引种历史

四大家鱼的引种始于中世纪,当时先是从中国内地引种到台湾和中南半岛 (Antalfi and Tolg 1975)。向日本的引种始于 1878 年,但那时未能成功。明治维新以来,为了增加食物生产,又数次从中国内地引种四大家鱼,并于 1941~1944 年向日本全国的水体投放了 370 万尾产自长江的鱼苗(立川贤一 1984)。20 世纪 30 年代,也进行了从前苏联引种到欧洲及中亚地区的努力。从第二次世界大战结束至 20 世纪 50 年代末,向前苏联进行了大规模的引种,黑龙江里的鱼苗每年被大量投放到乌克兰的各种河流和养殖渔场,再传播到许多欧洲国家及前苏联的亚洲地区(图 1-2),到 20 世纪 50 年代后期,被引种的鱼苗达几百万尾,开始是用专门建造的火车车厢运输黑龙江里的鱼苗,后来,在中国渔场里饲养的鱼苗也用上了,这些鱼苗装在盛有水和充了氧的尼龙袋里从北京空运到莫斯科 (Opuszynski and Shireman 1995)。



图 1-2 引种到国外的鲢、鳙,达到体长 1.3m、体重 40kg(引自 Vijer & Koi Website The Pond Libray, <http://www.pondlibrary.com>)

Fig.1-2 Silver carp (left) and bighead carp (right) abroad, reaching 1.3m long and 40kg in weight (Cited from Vijer and Koi Website The Pond Libray, <http://www.pondlibrary.com>)

1958 年中国获得了家鱼人工繁殖试验的成功(钟麟等 1965),使得鲢、鳙、草鱼等鱼种繁育的规模化生产成为可能,彻底摆脱了依赖于从长江、珠江、黑龙江等大的江河中采集天然鱼苗的历史。这也为中国鲢、鳙等在世界范围内的迅速传播提供了契机(图 1-3)。从较准确的记载来看,不包括香港和台湾,鲢被引种到 71 个国家或地区(表 1-1),鳙被引种到 51 个国家或地区(表 1-2),而 80% 以上的国家间引种发生在 20 世纪 60~80 年代,绝大多数是为了水产养殖,中国内地、中国台湾及前苏联是重要的传播中心。进入 20 世纪 90 年代,鲢、鳙的引种基本趋于停止(表 1-3)。可以说,没有任何其他鱼类像鲢、鳙这样传播得如此之快及如此之广,仅仅用了 30 多年的时间,就从亚洲的原产地传播到了非洲、北美洲、南美洲、新西兰和欧洲(Opuszynski and Shireman 1995)。另一方面,虽然鲢、鳙已传播到 70 多个国家或地区,但仅在有限的地区建立了自然繁殖群体。



图 1-3 出现在朝鲜邮票上的鲢
(引自 Hung 1994)

Fig.1-3 Silver carp in the stamp of
People's Republic of Korea
(Cited from Hung 1994)

鲢、鳙、草鱼是世界上最重要的植食性(herbivorous)鱼类,数世纪以来,它们在许多暖水性池塘养殖中与其他鱼类一起混养,由于直接利用初级生产者而有效地增加了鱼产量,因而是世界淡水鱼产量的重要组成部分(Opuszynski and Shireman 1995)。据统计,1989 年世界内陆水体鱼产量中,鲢位居榜首占 12%,草鱼和鳙各占 8% 和 6%,三种鱼合计高达 26%(FAO 1991)。

表 1-1 鲢的引种

Table 1-1 Introduction of silver carp

序号 No.	引入时间 Date of introduction	国家或地区 Country or region	来源地 Source	引入目的 Purpose of introduction	繁殖方式 Reproducing
1	Pre-1800s	中国台湾 China Taiwan	中国 China	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially

续表

序号 No.	引入时间 Date of introduction	国家或地区 Country or region	来源地 Source	引入目的 Purpose of introduction	繁殖方式 Reproducing
2	1800s	马来西亚 Malaysia	中国 China	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
3	1878 ~ 1940s	日本 Japan	中国 China	水产养殖 Aquaculture	自然繁殖 Naturally
4	1913	泰国 Thailand	中国 * China *	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
5	1948	斯里兰卡 Sri Lanka	中国 China	填补生态位 To fill a vacant niche	人工繁殖 Artificially
6	1958	越南 Vietnam	中国 China	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
7	1958 ~ 1961	土库曼斯坦 Turkmenistan	中国 China	水产养殖 Aquaculture	
8	1959	India 印度	中国香港、日本 Hong Kong, Japan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
9	1960	乌兹别克斯坦 Uzbekistan	不明 Unknown	水产养殖 Aquaculture	?
10	1960 ~ 1962	罗马尼亚 Romania	已驯化鱼类的扩散 By diffusion of accli-matized fish	水产养殖 Aquaculture	自然繁殖 Naturally
11	1962	埃及 Egypt	日本 Japan	实验 Experiment	人工繁殖 Artificially
12	1963	韩国 Korea	日本 Japan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
13	1963	南斯拉夫 Yugoslavia	罗马尼亚、匈牙利、前 苏联 Rumania, Hun- gary, U.S.S.R.	水产养殖和控制藻类 水华 Aquaculture and control of algal blooms	自然繁殖 Naturally
14	1963, 1964	匈牙利 Hungary	中国 China	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Naturally
15	1964, 1968	菲律宾 Philippines	中国 * China *	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
16	1964, 1969	印尼 Indonesia	日本、中国台湾 Japan, China Taiwan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially

续表

序号 No.	引入时间 Date of introduction	国家或地区 Country or region	来源地 Source	引入目的 Purpose of introduction	繁殖方式 Reproducing
17	1964, 1970	德国 Germany	匈牙利, 中国 Hungary, China	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
18	1965	波兰 Poland	前苏联 ex-U.S.S.R.	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
19	1965	墨西哥 Mexico	中国 China	水产养殖和控制藻类 水华 Aquaculture and control of aquatic blooms	人工繁殖 Artificially
20	1965	尼泊尔 Nepal	印度, 日本 India, Japan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
21	1965	约旦河 Jordan River	日本 Japan	?	?
22	1966	荷兰 Netherlands	匈牙利 Hungary	不明 Unknown	人工繁殖 Artificially
23	1966	以色列 Israel	日本 Japan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
24	1967, 1978	古巴 Cuba	前苏联 ex-U.S.S.R.	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
25	1968	斐济 Fiji	马来西亚 Malaysia	脑下垂体捐赠 Pituitary donor	人工繁殖 Artificially
26	1968, 1979, 1982	巴西 Brazil	日本, 匈牙利, 中国 Japan, Hungary, China	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
27	1969	孟加拉国 Bangladesh	日本 Japan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
28	1969	新西兰 New Zealand	中国香港 China Hong Kong	不明 Unknown	人工繁殖 Artificially
29	1970	马拉维 Malawi	以色列 Israel	?	?
30	1970	瑞士 Switzerland	?	?	?

续表

序号 No.	引入时间 Date of introduction	国家或地区 Country or region	来源地 Source	引入目的 Purpose of introduction	繁殖方式 Reproducing
31	1971	美国 U.S.A.	中国台湾 China Taiwan	改善池塘水质 Improve water quality in pond	不明 Unknown
32	1972	波多黎各 Puerto Rico	美国 USA	?	?
33	1974	关岛 Guam	中国台湾 China Taiwan	?	?
34	1975	南非 South Africa	以色列 Israel	填补生态位 To fill a vacant niche	人工繁殖 Artificially
35	1975	埃塞俄比亚 Ethiopia	日本 Japan	养殖 Stocking	人工繁殖 Artificially
36	1975	比利时 Belgium	南斯拉夫 Yugoslavia	控制藻类水华 Control of aquatic blooms	人工繁殖 Artificially
37	1975	法国 France	匈牙利 Hungary	控制藻类水华 Control of aquatic blooms	人工繁殖 Artificially
38	1976	毛里求斯 Mauritius	印度 India	不明 Unknown	人工繁殖 Artificially
39	1976	塞浦路斯 Cyprus	以色列 Israel	娱乐 Sport	人工繁殖 Artificially
40	1976	哥斯达黎加 Costa Rica	中国台湾 China Taiwan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
41	1976	洪都拉斯 Honduras	中国台湾 China Taiwan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
42	1978	巴拉马 Panama	中国台湾 China Taiwan	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
43	1979	秘鲁 Peru	巴拉马 Panama	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially
44	1979	卢旺达 Rwanda	韩国 Korea	水产养殖 Aquaculture	人工繁殖 Artificially