

文章编号:1004-7271(2005)01-0079-05

·综述·

# 天然经济鱼类小型化问题的研究进展

## Advances of the study on the miniaturization of natural economical fish resources

刘其根<sup>1,2</sup>, 沈建忠<sup>3</sup>, 陈马康<sup>1</sup>, 童合一<sup>1</sup>, 李家乐<sup>1</sup>, 陈立侨<sup>2</sup>

- (1. 上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090;  
2. 华东师范大学生命科学学院, 上海 200062;  
3. 华中农业大学水产学院, 湖北 武汉 430000)

LIU Qi-gen<sup>1,2</sup>, SHEN Jian-zhong<sup>3</sup>, CHEN Ma-kang<sup>1</sup>, TONG He-yi<sup>1</sup>, LI Jia-le<sup>1</sup>, CHEN Li-qiao<sup>2</sup>  
(1. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;  
2. College of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China;  
3. Fisheries College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

关键词 鱼类组成 小型化 群落 种群 生长受阻

Key words fish composition; miniaturization; community; populcation; growth stunting

中图分类号 S 931.1 文献标识码: A

鱼类既是自然界重要的生物资源和人类主要食物蛋白源之一,同时也是天然水生态系统的重要组成部分,在物质循环、能量流动和维护水域生态平衡等多方面起重要作用。故保障鱼类资源的永续利用,对人类社会的可持续发展意义重大。然而,随着人口膨胀和社会发展,鱼类资源因人类频繁的水利活动、环境污染和过度开发利用而遭严重影响。各种鱼类种群被迫在日益改变的环境中进行残酷的生存斗争,以求物种延续。鱼类资源小型化问题,正是在这样的背景下出现的一种渔业生态学现象。鱼类小型化,是我国渔业工作者对渔获物中小型鱼类比例不断增加的通称,是鱼类资源中小型鱼类和小个体鱼比例增加的直接反映。鱼类小型化的出现,不但使水体的渔产力下降,直接导致渔业生产的损失,而且,也使水域生态系统的群落结构发生改变,进而对水域环境产生影响,并可能对出现小型化的鱼类种群本身产生深远影响。因此,对鱼类资源小型化问题的研究在理论和实践上均具有重要意义。

### 1 鱼类资源小型化的提出

天然水域中鱼类资源小型化现象,早在 20 世纪 60 年代初就已在我国出现并受到关注。当时上海水产学院太湖资源调查组发现,太湖鱼类中原以青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳊(*Aristichthys nobilis*)、鲤(*Cyprinus carpio*)和鳊(*Carassius auratus*)等大型经济鱼类为主体的群落结构已被一些经济价值低的小型鱼类取代,其产量占了太湖总渔获量的

收稿日期 2003-06-18

基金项目 国家自然科学基金项目(3028018)

作者简介 刘其根(1965-),男,浙江海盐人,副教授,在职博士,主要从事渔业生态学方面的研究。Tel:021-65711600

通讯作者 陈立侨(1962-),男,广东梅县人,教授,主要从事水生动物营养和种质遗传学方面的研究。Tel:021-62233637, E-mail:

65%<sup>①</sup>。但鱼类小型化概念是在随后几年当太湖鱼类资源发生进一步变化,变成以“梅鲢、银鱼和白虾”为主体的群落结构后才被正式提出<sup>[1]</sup>。以后,在博斯腾湖的渔业研究中,水产工作者注意到了另一类型的小型化:即从新疆北部额尔齐斯河流域移植到博斯腾湖的赤鲈(*Perca fluviatilis*),在移植初期的1969年个体较大,生长良好,至1973年以后的产卵季节,发现有小个体成熟雄鱼,到1975年以后,不论雌雄,成熟个体普遍趋小<sup>②</sup>。类似的情况,也在青海湖的裸鲤(*Gymnocypris przewalskii*)种群中出现。据孙建初(1938)记载,裸鲤的大小以“二斤至四斤最为普遍”<sup>[2]</sup>,但在1964年调查时却发现其平均体重只有463克,到了1971年只有321克<sup>[3]</sup>。至20世纪80年代后,鱼类资源小型化现象更趋普遍。江苏太湖<sup>[4]</sup>、湖北洪湖<sup>[5]</sup>和安徽省长江水系主要湖泊<sup>[6]</sup>等都出现了鱼类小型化问题。

此外,鱼类小型化现象还在我国海洋渔业中广泛出现。詹秉义在1982-1988年对东海绿鳍马面鲀(*Navodon septentrionalis*)资源的研究中发现了它的低龄化和小型化<sup>[7]</sup>。林龙山等在对小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*)资源变动的研究时注意到,我国吕泗渔场的小黄鱼20世纪70年代年代平均体重133.36克,80年代83.96克,90年代仅46.95克<sup>[8]</sup>。同时,我国东黄海的鳀鱼(*Engraulis japonicus*)<sup>[9]</sup>、黄渤海的鲑鱼<sup>[10]</sup>以及东海石斑鱼(*Epinephelus* sp)<sup>[11]</sup>等资源都出现了小型化。据统计,1967年我国舟山渔场总产量为60.7万吨,其中四大鱼(大小黄鱼、带鱼和墨鱼)产量占70.6%;到1986年,虽然捕捞努力量大大增加了,总产量也增至86.7万吨,但四大鱼产量却只占26.1%<sup>[12]</sup>。又据1981-1986年的调查,浙江近海的小型鱼类棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)由于小黄鱼、大黄鱼和乌贼资源的衰退而大量增加<sup>[13]</sup>。

综合分析各水域出现的鱼类小型化后,不难发现,鱼类小型化实际上包含了两方面含义,即鱼类群落结构上的小型化和种群结构上的小型化;群落结构小型化,是指鱼类群落中小型鱼类比例增加的现象,而种群结构小型化是指鱼类种群结构中小个体鱼比例增加,这包括低龄化引起的小个体鱼比例增加和因生长减慢(或称生长受阻 growth stunting)而导致小个体鱼比例增加两方面。

国外鱼类小型化问题出现得更早。早在19世纪末20世纪初,德国渔业生物学家Heincke就已注意到捕捞引起的海水鱼类小型化问题<sup>[14]</sup>。而有关淡水鱼类小型化的报道更常见。如Diana报道了美国白斑狗鱼(*Esox lucius*)的生长受阻现象<sup>[15]</sup>。Ogutu-Ohwayo等报道了非洲一些湖泊出现的鱼类小型化<sup>[16]</sup>。加拿大Hertel湖中的金鲈(*Perca flavescens*)和太阳鱼(*Lepomis gibbosus*)出现生长受阻现象据推断已有数十年历史<sup>[17,18]</sup>。此外,拟鲤<sup>[19,20]</sup>(*Rutilus rutilus*)和北极红点鲑<sup>[21]</sup>(*Salvelinus alpinus*)的小型化问题也曾受到广泛的关注。可见鱼类小型化问题是一个普遍的生态学现象。

## 2 鱼类资源小型化的研究现状

### 2.1 鱼类小型化的成因

#### 2.1.1 鱼类群落结构小型化的成因

引起鱼类群落结构小型化的原因可能是多样的。水利工程建设导致江湖阻隔,使洄游鱼类不能进入湖泊,导致太湖和洪湖鱼类群落结构小型化<sup>[5,22]</sup>;而过度捕捞导致主要经济鱼类资源的衰退,使小型鱼类得以大量繁殖,引起群落结构小型化<sup>[4-13]</sup>;有的水体中凶猛鱼类遭过度捕捞,减轻了对小型鱼类的捕食压力,也促进了鱼类群落结构小型化<sup>[23]</sup>;此外,湖泊围垦造成栖息地和产卵场的减少,导致这些鱼类数量的减少,也是我国许多湖泊出现鱼类群落结构小型化的部分原因<sup>[5,22]</sup>。Olson等<sup>[24]</sup>认为,在水生植物茂盛的湖泊中,小型鱼类能有效躲避捕食而得以大量繁殖,因而能保持较高的种群数量。这一解释,与我国鱼类小型化典型的湖北洪湖和江苏太湖的实际也较符合。

#### 2.1.2 鱼类种群结构小型化的成因

鱼类种群结构小型化,有两种类型。一是因种群遭过度捕捞而出现年龄结构的低龄化呈小型化。

①太湖渔业资源调查初步报告,上海水产学院,1965。

②新疆维吾尔自治区水产局,上海水产学院,新疆博斯腾湖渔业资源调查报告,1979,24。

这种低龄化型小型化是过度捕捞的直接结果<sup>[5, 23]</sup>。二是种群由于某种原因而出现生长速度比过去明显减慢,即生长受阻而呈小型化。引起种群生长受阻的原因非常复杂和多样。目前国内对生长受阻型小型化的研究相对缺乏<sup>[25, 26]</sup>。相反国外对鱼类种群的生长受阻问题曾作过大量研究。大多数研究认为,种群的生长受阻可能与环境中食物缺乏有关<sup>[27, 28]</sup>,这可能是种间或种内竞争<sup>[29]</sup>、种群密度过大<sup>[21]</sup>,或因环境中的食物大小由于鱼类的长大而变得不再适口<sup>[27, 30]</sup>等导致。在有社会性等级制的鱼类种群中(如北极红点鲑),少数处优势地位的鱼类可能占据了良好生境和较多资源,而大多数鱼类却只能在较差条件下生活,致使种群生长离散,即大部分个体生长缓慢,呈现出小型化<sup>[31, 32]</sup>。水生植物茂密,也可能使某些鱼类的捕食效率降低而出现生长受阻<sup>[24]</sup>。此外,避暑场所缺乏或成长过程中的生理损伤<sup>[32, 33]</sup>也会引起某些鱼类种群的生长受阻。

遗传对鱼类种群生长受阻的作用,也为许多生物学家关注。Heath 和 Roff 通过比较养殖环境中金鲈和太阳鱼的生长受阻种群和正常种群的生长情况对遗传因素在种群生长受阻方面的作用进行了考察<sup>[18]</sup>。通过研究,他们排除了遗传的作用,而把生长受阻归咎为环境因素引起。但 Svedang 通过饲养实验,证实生活于瑞典中部 Stora Rosjön 湖中的正常型和侏儒型北极红点鲑生长差异具有遗传基础<sup>[34]</sup>。

捕捞对鱼类种群结构的影响不容忽视。由于经典的捕捞理论总是指导捕大留小,而大的个体通常是生长快的那部分鱼类,因此,长期的捕捞选择,可能导致生长快的基因的流失,生长慢的基因得以进化<sup>[35]</sup>。实际上,过度捕捞对鱼类种群结构的影响在短时期内即可表现出来,使繁殖群体的结构严重低龄化<sup>[23]</sup>。但捕捞对种群结构的长期影响十分复杂。因为生长是基因与环境互作的结果。而鱼类的遗传力较低,其生长又受环境的强烈影响,因此持续捕捞对鱼类种群结构的长远影响尚难于估量。目前这方面的研究相当缺乏,但已有一些研究值得关注。Favro 等<sup>[36]</sup>用模型检验捕捞对褐鳟(*Salmon trutta*)生长率的影响,他们假设生长率由两个不相连座位上的等位基因决定,模型在计算机上运行模拟 30 年,发现大个体鱼数量随捕捞压力的提高而减少,这些结果与美国密执安 Au Sable 河中所统计的褐鳟数据相吻合。Ricker 根据对太平洋沿岸的 5 种洄游性鲑个体大小的回归分析对选择性捕捞作了评估,指出长期的过度捕捞将使 15 磅以上的个体从鱼类资源中消失<sup>[37]</sup>。而最近的研究更是进一步证明了选择性捕捞将导致鱼类种群个体大小的定向变化<sup>[38]</sup>。假如鱼类小型化确因选择性捕捞引起,那么,捕捞理论不可避免地需要重新制定。因为捕捞的这种影响是不可逆的。

## 2.2 鱼类小型化的对策

### 2.2.1 鱼类群落结构小型化的对策

鱼类小型化问题的有效解决有赖于对鱼类小型化机制的了解。对由于江湖阻隔导致洄游路线中断而使大型经济鱼类不能顺利到达湖泊肥育的,通过人工放流技术,是一条行之有效的途径。但这种方法,也存在着缺陷,即放养的种类、数量的合理性难以把握;品质也必须严格把关。不能为了追求渔业产量,任意改变放养种类和数量。应考虑外来鱼类和养殖鱼类对土著鱼类的影响等,以免产生新的生态问题。

通过对捕捞强度和捕捞规格的严格控制等管理措施,也是解决的途径之一。但其可行性和有效性值得考虑。一方面,由于资源的普遍衰退,捕捞的期望产量与实际收益之间的差距在增加。控制的难度也随之增加。另一方面,由于捕捞的选择性作用,是否引起鱼类种群小型化值得关注。

对主要经济鱼类进行繁殖保护,设立禁渔期和禁渔区等,对大型经济鱼类实行保护,也能受到一定的成效。但是,目前对设立禁渔区的大小、地点等缺乏合理的定量化的研究。

### 2.2.2 鱼类种群结构小型化的对策

国内在鱼类种群结构小型化上的对策主要也是加强捕捞管理(控制强度和增加捕捞规格)、人工放流和繁殖保护。但正如前述原因,很多鱼类的合理捕捞常难以实现。而据最新的研究<sup>[38]</sup>表明,降低捕捞规格,保留大规格种群,反而能提高鱼类种群的平均大小,如果这一结论被得到更广泛的证实,那么有关捕捞管理的理论必须重建。另外,设立繁殖保护区和禁渔期/区对改善低龄化型鱼类种群小型化可能有一定的积极作用,但对改善由营养缺乏引起的生长受阻型小型化,可能效果不大。而且有关这方面的

定量研究也未见报道。

国外针对鱼类种群生长受阻的常见对策主要有 (1) 引进凶猛鱼类。如将褐鲮引入到生长受阻的红点鲑种群生活的水体, 结果, 有效地控制了红点鲑的种群数量, 从而使红点鲑平均个体和生长速度得到提高, 褐鲮引入后, 大于 20 厘米的红点鲑从引入前的 6% 提高到 35%<sup>[39]</sup>。(2) 种群密度稀释法。Wright<sup>[40]</sup>发现, 去除部分欧鳊 (*Abramis brama*) 后, 剩余欧鳊种群生长加快, 丰满意度提高。(3) 水草收割法。Olson 等<sup>[24]</sup>观察到在大型水生植物部分去除后, 湖泊中某些年龄组的大口黑鲈和蓝鳃太阳鱼的生长率相对对照组有了明显提高。这些方法能否适合我国鱼类种群小型化的解决, 关键在于是否有针对性, 即必须要了解引起小型化的真正原因。

### 3 今后应进一步研究的问题

尽管鱼类小型化问题, 国内外已有较多研究, 但仍有很多问题有待深入探讨。在鱼类小型化的成因方面, 生长受阻究竟是外界环境 (如营养不良等) 引起相关内分泌调节功能出现紊乱, 还是鱼类已受到长期捕捞的逆向选择而发生了基因型组成上的巨大变化, 有待今后的研究揭示。其次, 由于鱼类生长受阻通常表现出性早熟, 因此探讨这种性早熟与养殖中华绒螯蟹和养殖鱼类由于营养过多和营养结构不合理出现的性早熟在本质上的异同也值得关注。此外, 由于鱼类通常都处于水生生态系统各食物链的顶端, 鱼类群落的改变必将通过营养级联对水生生态系统产生更深远影响, 因此, 深入探讨鱼类群落小型化引起的生态学效应, 必将对水生生态系统的合理保护和管理提供理论依据。而从整个生态系统食物链和营养关系层面开展对鱼类群落小型化的各种对策的深入研究, 能克服以往研究中仅考虑鱼类本身的局限, 使鱼类小型化的最终解决成为可能。

### 4 结语

天然经济鱼类资源小型化问题是国内外普遍存在的一个渔业生态学问题, 是人类不合理水利活动、过度开发利用和环境污染等与鱼类种群为适应日益改变的环境而进化的共同作用的结果。鱼类资源小型化使水体生物生产力得不到充分的利用, 使水生生态系统的结构和功能发生改变, 也使鱼类种群本身产生深远影响。实践证明, 要恢复被破坏的鱼类资源, 往往需要艰巨而漫长的努力。与此相比, 保护资源更具现实意义。因此, 开展对鱼类资源小型化问题的相关研究, 对保护和合理开发利用水体各种鱼类资源及其渔产力、保护水域生态环境和生物多样性以及了解鱼类种群的进化趋势等都将具有重要的意义。而对鱼类小型化问题的研究, 不能仅仅依靠传统的生态学手段, 还需要依靠更利于揭示鱼类生长受阻本质的有关内分泌生理学、现代遗传学手段以及有利于揭示鱼类优势种群演替机制的现代实验生态技术和生态系统生态学手段, 只有在充分了解了引起鱼类小型化的内在机制后, 鱼类小型化问题才有望得到最终的解决。

### 参考文献:

- [1] 朱成德, 钟世. 论我国大中型湖泊鱼类资源繁殖保护的生物学及其渔业意义[J]. 水产科技情报, 1979, 8(2): 5-8.
- [2] 孙建初. 青海湖[J]. 地质评论, 1938, 5(5): 504-511.
- [3] 胡安, 龚生兴, 唐诗声. 青海湖裸鲤的资源现状及其增殖途径的探讨[A]. 青海湖地区的鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学. 北京: 科学出版社, 1975, 103-111.
- [4] 董合一, 刘其根, 陈马康, 等. 漏湖鱼类小型化原因及其对策的研究[J]. 上海水产大学学报, 1992, (3-4): 124-135.
- [5] 曹文宣, 张国华. 洪湖鱼类小型化现象的初步探讨[A]. 中国科学院水生生物研究所洪湖课题组著, 洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究[M]. 北京: 海洋出版社, 1991, 172-178.
- [6] 张幼敏. 中国湖泊、水库水产增养殖技术的进展[J]. 水产学报, 1992, 17(2): 179-187.
- [7] 詹秉义. 渔业管理理论在绿鳍马面鲀资源管理中的应用[J]. 水产学报, 1988, 12(2): 179-187.
- [8] 林龙山, 凌建忠, 程家骅, 等. 小黄鱼资源状况及合理利用意见[J]. 海洋渔业, 2000, 22(3): 120-122.
- [9] 唐明芝, 连大军, 卢岩. 东黄海区鲷鱼资源变动及渔业管理[J]. 海洋渔业, 2001, 23(3): 110-112.

- [ 10 ] 邱盛尧, 张元奎, 宋爱琴. 黄渤海春汛鲈鱼渔业现状及其资源的合理利用[ J ]. 海洋渔业, 1992, 14( 2 ) : 61 - 63.
- [ 11 ] 李永富. 东海石斑鱼资源的保护和合理利用的初步研究[ J ]. 海洋渔业, 1988, 10( 3 ) : 115 - 116.
- [ 12 ] 吴悠清. 海洋水产资源保护的意見[ J ]. 海洋渔业, 1991, 13( 2 ) : 51 - 53.
- [ 13 ] 吴常文, 王伟宏. 浙江近海棘头梅童鱼分布生物学和资源动态研究[ J ]. 海洋渔业, 1991, 13( 1 ) : 6 - 10.
- [ 14 ] Heincke F. Investigation on the plaice, general report. I. Plaice fishery and protective measures. Preliminary brief summary of the most important points of the report[ J ]. P. V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor, Mer. 1913, 17 : 1 - 153.
- [ 15 ] Diana J S. Simulation of Mechanisms Causing Stunting in Northern Pike Populations[ J ]. Transactions of the American Fisheries Society, 1987, 116 : 612 - 617.
- [ 16 ] Ogutu-Ohwayo R, et al. Human impacts on African Great lakes[ J ]. Env Biol Fish. 1997, 50 : 117 - 131.
- [ 17 ] Heath D D. An experimental and theoretical investigation of stunting in freshwater fish[ D ]. Master 's thesis. McGill University, Montreal, Canada, 1986.
- [ 18 ] Heath D D, Roff D A. Test of Genetic Differentiation in Growth of Stunted and Nonstunted Populations of Yellow Perch and Pumpkinseed[ J ]. Transactions of the American Fisheries Society, 1987, 116 : 98 - 102.
- [ 19 ] Linfield R S. Changes in the rate of growth in a stunted roach *Rutilus rutilus* population[ J ]. J Fish Biol, 1979, 15 : 275 - 298.
- [ 20 ] Burroughs R J, Kennedy C R. The occurrence and natural alleviation of stunting in a population of roach, *Rutilus rutilus* ( L. ) [ J ]. J Fish Biol, 1979, 15 : 93 - 109.
- [ 21 ] Amundsen P A, Klemetsen A. Diet, gastric evacuation rates and food consumption in a stunted population of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., in Takvatn, northern Norway[ J ]. J Fish Biol, 1988, 33 : 697 - 709.
- [ 22 ] 殷名称, 缪学祖. 太湖常见鱼类生态学特点和增殖措施探讨[ J ]. 湖泊科学, 1991, 3 : 25 - 34.
- [ 23 ] 刘其根. 太湖天然经济鱼类小型化及其对策的初步研究[ D ]. 上海水产大学硕士学位论文, 1989.
- [ 24 ] Olson M H, et al. Managing macrophytes to improving fish growth : a multi-lake experiment[ J ]. Fisheries, 1998, 23( 2 ) : 6 - 12.
- [ 25 ] 张国华. 洪湖鲫鱼种群生物学研究[ A ]. 中国科学院水生生物研究所洪湖课题组著, 洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究[ M ]. 北京 : 海洋出版社, 1991. 162 - 171.
- [ 26 ] 沈建忠. 洪湖和洞庭湖鲫鱼生活史特性的比较研究[ D ]. 中国科学院水生生物研究所博士学位研究生学位论文, 2000.
- [ 27 ] Craig J F. The biology of the perch and related fish[ M ]. London : Croom Helm, 1987.
- [ 28 ] Heath D, Roff D A. The role of trophic bottlenecks in stunting : a field test of an allocation model of growth and reproduction in yellow perch, *Perca flavescens*[ J ]. Env Biol Fish, 1996, 45 : 53 - 63.
- [ 29 ] Persson L. Food consumption and competition between age classes in a perch *Perca fluviatilis* population in a shallow eutrophic lake[ J ]. Oikos, 1983, 40 : 197 - 207.
- [ 30 ] Mittelbach G G. Optimal foraging and growth in bluegill[ J ]. Oecologia, 1983, 59 : 157 - 162.
- [ 31 ] Jobling M. Physiological and social constraints on growth of fish with special reference to Arctic charr. *Salvelinus alpinus* [ J ]. Aquaculture, 1985, 44 : 83 - 90.
- [ 32 ] Jobling M, Reinsnes T G. Physiological and social constraints on growth of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. : an investigation of factors leading to stunting[ J ]. J Fish Biol, 1986, 28 : 379 - 384.
- [ 33 ] Fryer J N, H A Bem. Growth hormone binding to tissues of normal and stunted juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*[ J ]. J Fish Biol, 1979, 15 : 535 - 544.
- [ 34 ] Svedang H. Genetic basis of life-history variation of dwarf and normal arctic charr, *Salvelinus alpinus* ( L. ), in Stora Rosjon, central Sweden[ J ]. J Fish Biol, 1990, 36 : 917 - 932.
- [ 35 ] Pitcher T J, Hart P J B. Fisheries ecology[ M ]. London : Croom Helm, 1982. 166 - 169.
- [ 36 ] Favro L D, Kuo P K, McDonald J F. Population-genetic study of the effects of selective fishing on the growth rate of trout[ J ]. J Fish Res Bd Can, 1979, 36 : 552 - 562.
- [ 37 ] Ricker W E. Changes in the average size and average age of pacific salmon[ J ]. Can J Fish Aquat Sci, 1981, 38 : 1636 - 1656.
- [ 38 ] Conover D O, Munch S B. Sustaining Fisheries Yields Over Evolutionary Time Scales[ J ]. Science, 2002, 297( 5578 ) : 94 - 96.
- [ 39 ] Damsgaard B, Langeland A. Effects of stocking of piscivorous brown trout, *Salmo trutta* L., on stunted Arctic charr, *Salvelinus alpinus* [ J ]. Ecol Freshwat Fish, 1994, 3 : 59 - 66.
- [ 40 ] Wright R M. Aspects of the ecology of bream, *Abramis brama* ( L. ), in a gravel pit lake and the effects of reducing the population density[ J ]. J Fish Biol, 1990, 37 : 629 - 634.