

# 河南永城煤矿塌陷区水质对鲫鱼形态性状指标和脏器系数的影响

闫永峰<sup>1</sup>, 任培丽<sup>2</sup>, 秦玲玲<sup>1\*</sup>

(1. 商丘师范学院生命科学系, 河南商丘 476000; 2. 商丘医学高等专科学校基础医学部, 河南商丘 476100)

**摘要:**选择鲫鱼 *Carassius auratus* 为研究对象, 以相对无煤矿污染的商丘市天沐湖为对照, 以煤矿污染较严重的永城煤矿塌陷积水区为研究样地, 主要研究了永城煤矿塌陷区水质对鲫鱼形态性状指标和脏器系数的影响。结果表明, 与对照天沐湖相比, 永城煤矿塌陷区鲫鱼体重/全长显著减小 ( $P < 0.05$ ), 但鲫鱼头长/全长、体长/全长、尾长/全长、体高/全长差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 脾脏系数显著减小 ( $P < 0.01$ ), 头肾系数显著增大 ( $P < 0.01$ ), 肝胰脏系数、肾脏系数、生殖腺系数差异不显著 ( $P > 0.05$ )。表明永城煤矿塌陷积水区长期低浓度煤矿污染对鲫鱼形态及其重要内脏器官可能造成了一定的影响。

**关键词:** 煤矿塌陷积水区; 水污染; 鲫鱼; 形态性状指标; 脏器系数

中图分类号: Q959.4; Q958 文献标识码: A 文章编号: 1000-7083(2010)02-0224-03

## Changes in Morphological Characteristics of *Carassius auratus* in Waterlogged Areas Caused by Coal Mining in Henan Province

YAN Yong-feng<sup>1</sup>, REN Pei-li<sup>2</sup>, QIN Ling-ling<sup>1</sup>

(1. Department of Life Sciences, Shangqiu Normal University, Shangqiu, Henan Province 476000, China;

2. Department of Basic Medical, Shangqiu Medical College, Shangqiu, Henan Province 476100, China)

**Abstract:** To study the influence of Yongcheng waterlogged area caused by coal mining on the morphological characteristics of *Carassius auratus*, fish were captured from two different areas: Tianmuhu in Shangqiu (TMHS), a relatively unpolluted area, as a control site; a waterlogged area caused by coal mining in Yongcheng (WAMCY), a heavily-polluted area compared with TMHS. Observations on *C. auratus* morphological characteristics showed differences between TMHS and WAMCY. The ratio of body weight to total length were significantly smaller in WAMCY than those in TMHS ( $P < 0.05$ ), but the ratio of head length to total length, tail length to total length, and body height to total length were not significant ( $P > 0.05$ ). Based on comparing the differences of the organ indices between these two sites, the results showed that spleen indices were significantly higher ( $P < 0.01$ ), while the head kidney indices were much lower ( $P < 0.01$ ) in WAMCY than those in TMHS, and the differences of the kidney index, liver index, and gonad index were not significant ( $P > 0.05$ ) between the two sampling sites. Thus, the results suggested that the long period of low-concentration contamination in the WAMCY had certain effects on the morphology and important organs of *C. auratus*.

**Key words:** mining coal pollution; *Carassius auratus*; aquatic pollution; morphological characteristics; organ index

随着河南省永城煤矿开采面积的增加, 采煤区塌陷已成为当地主要地质灾害之一, 目前形成的塌陷区面积超过  $2 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。塌陷积水区形成的鱼塘以及经简单治理后形成的鱼塘常年遭受煤矸石淋溶水、浸出液和和煤矿排出水的侵入, 造成鱼塘水体不同程度的污染。为避免永城煤矿塌陷区水质继续恶化、保护生活在其中的水生生物、维持生态平衡、维护生活在永城煤矿塌陷区附近居民的身体康, 对

塌陷积水区水质进行合理的生物监测势在必行(樊华民, 2007; 律文智等, 2007)。鱼类是水生低等变温脊椎动物, 容易受外界环境的影响。一般来说, 胁迫可引起动物机体一系列的病理变化, 将会导致鱼类体重下降、生长缓慢、脏器系数变化等(张永安等, 2000; 王文博等, 2002)。煤矿污染所致水质恶化也是慢性胁迫的一种, 前人的研究(Dick *et al.*, 1985; 南旭阳, 2002; Mgbenka *et al.*, 2003) 大多集中在室

收稿日期: 2009-04-01 接受日期: 2009-07-05

基金项目: 河南省科技发展计划重点科技攻关项目(082102350040); 河南省教育厅自然科学研究计划项目(2009B180020)

作者简介: 闫永峰(1967~), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 主要从事动物生态学研究, E-mail: yanyf01@sina.com

内单一毒物(如铜离子、林丹等)对鱼类血液的影响,而以污染环境条件下野生种群为研究对象的报道甚少(Llorente *et al.*, 2002)。然而污染物多以低浓度混合形式存在于水体之中,对生物有机体和环境带来潜在的健康和生态危害。为此,本研究选择相对无煤矿污染的商丘市黄河故道天沐湖和煤矿污染较严重的永城煤矿塌陷积水区为研究样地,比较两样地鲫鱼 *Carassius auratus* 的形态学指标、脏器系数的差异,旨在对煤矿塌陷积水区对鱼类生态效应、水污染的生物监测等提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究样地概况

研究样地永城煤矿塌陷区积水区(Waterlogged area caused by mining coal in Yongcheng, WAMCY)位于河南省永城中部的十八里镇刘岗村(33°57'N, 116°21'E)。此塌陷区形成于 2006 年,面积达 30 hm<sup>2</sup>,塌陷区积水经简单治理后形成天然鱼塘。积水主要来自降雨、地表渗水、矿井排水和矿区生产废水,由于当地村民用煤矸石建造池塘和铺路,因此煤矸石淋浴水是主要污染水源,其他污染源还有煤矿生产中的煤尘污染和矿井排水等。

对照样地天沐湖(Tianmuhu in Shangqiu, TMHS)位于 34°35'N, 115°41'E,属于商丘市黄河故道的一部分。商丘市黄河故道西起民权县、东至虞城县,全长 134 km,总面积约 1520 km<sup>2</sup>,故道内林茂粮丰,鸟语花香,大面积的湿地、草滩构成了典型的河谷自然景观,为水生生物的生存和鸟类的栖息提供了良好的生态环境,周围无工矿企业,无煤矿、有机

物和重金属类污染。

### 1.2 动物材料

以 2 龄以下鲫鱼为研究对象,于 2008 年 4 月分别采自天沐湖和永城煤矿塌陷区,其中天沐湖 10 尾,平均体长(13.3 ± 1.1) cm,平均体重(38.4 ± 8.1) g;永城煤矿塌陷区 10 尾,平均体长(13.0 ± 1.6) cm,平均体重(32.9 ± 8.2) g。

### 1.3 形态指标和脏器系数的测定及统计方法

形态性状指标测定按照《动物生物学实验指导》(刘凌云等,1998),测定指标有年龄、性别、全长、体长、头长、尾长、体高、体重、肝重、脾重、生殖腺重、肾重及头肾重。其中脾重、肾重及头肾重为去除它物后用生理盐水冲洗,滤纸吸干后的净重量。长度精确到 0.1 cm,重量精确到 0.0001 g。

数据处理:将原始数据用比例法转换成相对于全长或体重的比值:形态指标包括头长/全长、体长/全长、尾长/全长、体高/全长等;脏器系数(%) = 脏器重量(g)/体重(g) × 100% (周宗灿,2000)。利用 SPSS11.5 分析软件进行 *t* 检验,分别计算各形态数据比值的平均值和标准差,并分析两样地各指标间的差异性。

## 2 研究结果

### 2.1 形态指标

永城煤矿塌陷积水区的鲫鱼体重/全长显著小于对照区天沐湖的鲫鱼体重/全长( $P < 0.05$ ),两地鲫鱼的头长/全长、体长/全长、尾长/全长、体高/全长差异不显著( $P > 0.05$ ) (表 1)。

表 1 商丘市天沐湖与永城煤矿塌陷区鲫鱼形态学指标比较  
Table 1 The ratio of shape of *C. auratus* from TMHS and WAMCY

样地 site	头长/全长 the ratios of head length to total length	体长/全长 the ratios of body length to total length	尾长/全长 the ratios of tail length to total length	体高/全长 the ratios of body height to total length	体重/全长 the ratios of body weight to total length
永城煤矿塌陷区 WAMCY	0.2146 ± 0.0126	0.7854 ± 0.0126	0.4453 ± 0.0251	0.286 ± 0.0219	2.5206 ± 0.2022
天沐湖 TMHS	0.2221 ± 0.0142	0.778 ± 0.0156	0.4542 ± 0.0297	0.2949 ± 0.0107	2.8798 ± 0.4094
<i>P</i> 值	0.2311	0.2564	0.4805	0.2678	0.027*

注: \*  $P < 0.05$  差异显著, \*\*  $P < 0.01$  差异极显著。下表同 \* significantly ( $P < 0.05$ ), \*\* extremely significant ( $P < 0.01$ ). Following the same

### 2.2 脏器系数

永城煤矿塌陷积水区的鲫鱼的脾脏系数极显著小于对照区天沐湖的鲫鱼脾脏系数( $P < 0.01$ ),头肾系数极显著大于对照区天沐湖的鲫鱼的头肾系数( $P < 0.01$ );两地鲫鱼的肝胰脏系数、肾脏系数、生殖腺系数差异不显著( $P > 0.05$ ) (表 2)。

## 3 讨论

从调查试验结果看,永城煤矿塌陷积水区和对照区天沐湖鲫鱼的头长、尾长、体高、体长等指标差异不大,而体重指标明显偏小。这反映出煤矿塌陷积水区水质对鲫鱼形态整体影响较小,但是塌陷积

表 2 商丘市天沐湖与永城煤矿塌陷区鲫鱼脏器系数比较  
Table 2 Organ coefficient of *C. auratus* from TMHS and WAMCY

样地 site	肝脏系数 liver index	脾系系数 spleen index	生殖腺系数 gonad index	肾系数 kidney index	头肾系数 head kidney index
永城煤矿塌陷区 WAMCY	0.058 ± 0.0096	0.0017 ± 0.0002	0.0627 ± 0.048	0.0057 ± 0.0012	0.0026 ± 0.0012
天沐湖 TMHS	0.0625 ± 0.0081	0.002 ± 0.0001	0.0658 ± 0.0356	0.006 ± 0.0010	0.0012 ± 0.0007
P 值	0.2712	0.0089 **	0.8727	0.5696	0.0027 **

水区鲫鱼体重明显减轻,提示长期生活在塌陷积水区的鲫鱼生长状况可能受到了一定程度的影响。按照 Cody 的能量分配理论,生活在污染地区的鱼体要消耗更多的能量用于排毒解毒以减轻污染对机体的伤害,使用于生长的能量相对减少,从而致使机体的生长受到一定程度的影响,所以体重减轻 (Notten *et al.*, 2006; 黄德军, 2007)。

脏器系数是毒理实验中常用的指标,是某一器官占体重的百分比,其意义在于随着年龄与体重的增长,实验动物不同年龄器官与体重之间的重量比值均有一定的规律,如果和对照组比较有显著性差异,则可能是受毒作用的结果(周宗灿, 2000)。此法简便易行,且较为敏感。研究发现,肾脏、肝脏是动物体排毒、解毒的主要器官,也是重金属等攻击的主要靶器官,有最大积累量(刘长发, 2001; Zhang *et al.*, 2005)。头肾和脾脏具有造血、产生免疫细胞、参与鱼体体液免疫反应等功能(李彦等, 1997),而免疫器官的重量反映机体的非特异性免疫功能。永城煤矿塌陷区较对照区天沐湖鲫鱼的脾脏系数减小、头肾系数增大,其他指标差异不显著,表明该塌陷区水质污染已经对长期生活在其中的鱼体免疫和造血功能可能产生了影响(丁磊等, 2002),也是动物体对环境胁迫的一种适应性表现。但作为重金属主要靶器官的肝脏、肾脏系数差异还不显著,是否会随着煤矿塌陷区水污染时间的推移而改变,还有待进一步的观察研究。

实地考察发现,许多塌陷区水体附近堆放有大量的煤矸石,甚至用煤矸石铺造渔塘和塘边道路,煤矸石淋浴水可能是永城煤矿塌陷积水区水质污染的主要污染源。相关研究表明,煤矸石淋浴水及粉煤灰中的重金属 Cd、Pb、Hg、As、Cu、Zn 等会对周围的接纳水体造成一定的污染(王国强等, 2001; 胡振琪等, 2004)。因此,在永城煤矿区水污染程度目前尚不严重情况下,引导当地居民正确使用煤矸石,加强煤矸石的堆放管理等,对于保护当地生态环境的健康发展有着十分重要的实际意义。

#### 4 参考文献

- 丁磊, 吴萍, 宋学宏, 等. 2002. 镉对鲫脏器系数的影响[J]. 水利渔业, 22(4): 18 ~ 19.
- 樊华民. 2007. 树立科学发展观, 搞好永城矿区可持续发展[EB/OL]. 新华网甘肃频道 (<http://www.gs.xinhuanet.com/>).
- 胡振琪, 魏忠义, 秦萍. 2004. 塌陷地粉煤灰充填复垦土壤的污染性分析[J]. 中国环境科学, 24(3): 311 ~ 315.
- 黄德军. 2007. 黄河兰州段水质污染对花背蟾蜍的毒理学影响[D]. 兰州大学博士论文: 47.
- 李彦, 江育林. 1997. 环境胁迫因子对鱼类免疫功能的影响[J]. 中国兽医学报, 17(6): 611 ~ 614.
- 刘长发, 陶澍, 龙爱民. 2001. 金鱼对铅和镉的吸收蓄积[J]. 水生生物学报, 25(4): 344 ~ 349.
- 刘凌云, 郑光美. 1998. 普通动物学实验指导(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社: 74 ~ 75.
- 律文智, 张锦瑞, 王艳彦. 2007. 采煤塌陷区重金属污染水体修复技术探讨与展望[J]. 环境科学与管理, 3(21): 49 ~ 52.
- 南旭阳. 2002. 铜离子对鲫鱼红细胞、白细胞和血红蛋白的影响[J]. 江西科学, 20(1): 38 ~ 41.
- 王国强, 赵华宏, 吴道祥, 等. 2001. 两淮矿区煤矸石的卫生填埋与生态恢复[J]. 煤炭学报, 26(4): 428 ~ 431.
- 王文博, 李爱华. 2002. 环境胁迫对鱼类免疫系统影响的研究概况[J]. 水产学报, 26(4): 368 ~ 374.
- 张永安, 孙宝剑, 聂品. 2000. 鱼类免疫组织和细胞的研究概况[J]. 水生生物学报, 20(6): 648 ~ 654.
- 周宗灿. 2000. 毒理学基础[M]. 北京: 北京医科大学出版社: 79 ~ 80.
- Dick PT, Dixon DG. 1985. Changes in circulating blood cell levels of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson, following acute and chronic exposure to copper[J]. J Fish Biol, 26: 475 ~ 481.
- Llorente MT, Martos A, Castño A. 2002. Detection of cytogenetic alterations and blood cell changes in natural population of Carp[J]. Ecotoxicol, 11: 27 ~ 34.
- Mgbenka BO, Oluah NS, Umeike I. 2003. Effect of gammalin 20 (Lindane) on differential white blood cell counts of the African Catfish, *Clarias albopunctatus*[J]. Bull Environ Contam Toxicol, 71: 248 ~ 254.
- Notten MJ, Oosthoek AJ, Rozema J, *et al.* 2006. Heavy metal pollution affects consumption and reproduction of the landsnail *Cepaea nemoralis* fed on naturally polluted *Urtica dioica* leaves[J]. Ecotoxicology, 15(3): 295 ~ 304.
- Zhang YM, Huang DJ, Wang YQ, *et al.* 2005. Heavy metal accumulation and tissue damage in goldfish *Carassius auratus*[J]. Bull Environ Contam Toxicol, 75: 1191 ~ 1199.