

# 滇池螺蛳(*Margarya melanioides*)分布和底泥营养元素调查

沈 兰\*, 范 彪\*, 田 明, 张 璐, 方福康, 陈元晓

(昆明医科大学 基础医学院, 云南 昆明 650500)

**摘要:** 研究了滇池螺蛳(*Margarya melanioides*)分布和底泥营养成分之间的关系。2013年在滇池87个采样点采集螺蛳和底泥样本, 图示分析所有采样点的活的螺蛳数量, 确定活螺在滇池中的分布位点及分布密度; 选择8个采样点的底泥样本, 进行16项营养元素(有机质、磷、氮、锌、铁、锰、镁、钙、铜、钠、钾、砷、汞、铅、镉、铬)含量测定, 分析这些样本营养元素的差异。根据这8个采样点中有无螺蛳生长, 将8个底泥样本分为两组, 采用完全随机设计两样本比较的 $t$ 检验, 结果两组样本间仅铜的含量有统计学差异( $P < 0.05$ ), 这可能是由于滇池螺蛳的生长有效富集了重金属铜元素, 使有螺区域比无螺区域底泥中铜的含量明显减少。这在一定程度上说明了螺蛳生长与底泥的关系, 可为滇池污染防治及螺蛳种群保护提供相关的科学依据。

**关键词:** 螺蛳(*Margarya melanioides*); 分布; 底泥; 铜; 滇池

中图分类号: Q959 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)11-0026-06

doi: 10.11759/hyxx20150805003

螺蛳(*Margarya melanioides*)是云南特有珍稀淡水软体动物, 隶属于田螺科(Viviparidae)螺蛳属(*Margarya*), 其分类地位和科学价值, 堪称软体动物中的“大熊猫”<sup>[1]</sup>。活的螺蛳仅分布于云南省的一些高原湖泊即滇池、洱海、茈碧湖<sup>[2-3]</sup>, 为云南特有土著物种。由于人类活动和湖泊污染等原因, 螺蛳种群的分布范围和数量急剧缩小。1943年, 滇池的螺蛳年产量为960 t<sup>[4]</sup>; 20世纪80年代, 一位渔民平均每天可捕获螺蛳约20 kg, 但现在下降到了10%<sup>[5]</sup>。世界自然保护联盟(IUCN)在2008年将螺蛳列入濒危(Endangered)物种名单, 然而未在国内引起广泛关注和采取有效的保护措施; 滇池螺蛳数量、分布状况与螺蛳生长环境(底泥的营养成分)之间关系尚未见报道。本文通过对滇池87个不同地点螺蛳样本的调查, 探明滇池中螺蛳的分布和种群状况; 通过分析滇池底泥的营养成分, 说明螺蛳生长与底泥的关系, 为滇池污染防治及螺蛳种群保护提供科学依据。

## 1 研究区域概况

滇池位于云南省昆明市西南部, 为地震断层型湖泊, 外形似一弯新月, 湖面海拔高度1 886 m。滇池南北长39 km, 东西最宽为13 km, 湖岸线长163 km, 面积306 km<sup>2</sup>, 容水量15.7亿 m<sup>3</sup>, 素称“五百里滇池”。滇池流域主要河流有盘龙江、金汁河、宝象河、

海源河、马料河、落龙河、捞鱼河等。滇池湖底平坦, 湖水最大深度10 m, 平均深度4.4 m<sup>[6]</sup>。

## 2 材料与方法

在滇池选择87个采样点采集螺蛳和底泥。采样点水深2.5~6.3 m, 平均4.5 m; pH 8.2~10.0, 平均9.4。采样点用GPS定位, 其分布位置见图1。

### 2.1 螺蛳样品采集与分析

#### 2.1.1 螺蛳样品采集

按照网络布点法, 用机动船牵引底拖网(网口: 1.17 m × 0.16 m)拖行50 m的方式, 完成87个采样点的螺蛳样品采集。

#### 2.1.2 螺蛳样品分析

各样点采集的螺蛳样本用塑料网兜包装, 带回实验室进行螺蛳数量统计, 分辨空壳、死螺和活螺, 活螺称螺重, 并记录雌雄。

收稿日期: 2015-08-05; 修回日期: 2015-09-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31160425, 31101616); 云南省科技厅应用基础研究基金项目(2010ZC108); 云南省教育厅科学研究基金资助项目(2010Y208)

作者简介: 沈兰(1971-), 女, 云南昆明人, 副教授, 硕士, 主要从事医学微生物学研究, E-mail: shenlankm@sina.com; 陈元晓, 通信作者, 电话: 0871-65922855, E-mail: cyx616@hotmail.com; \*: 对本文有同等贡献

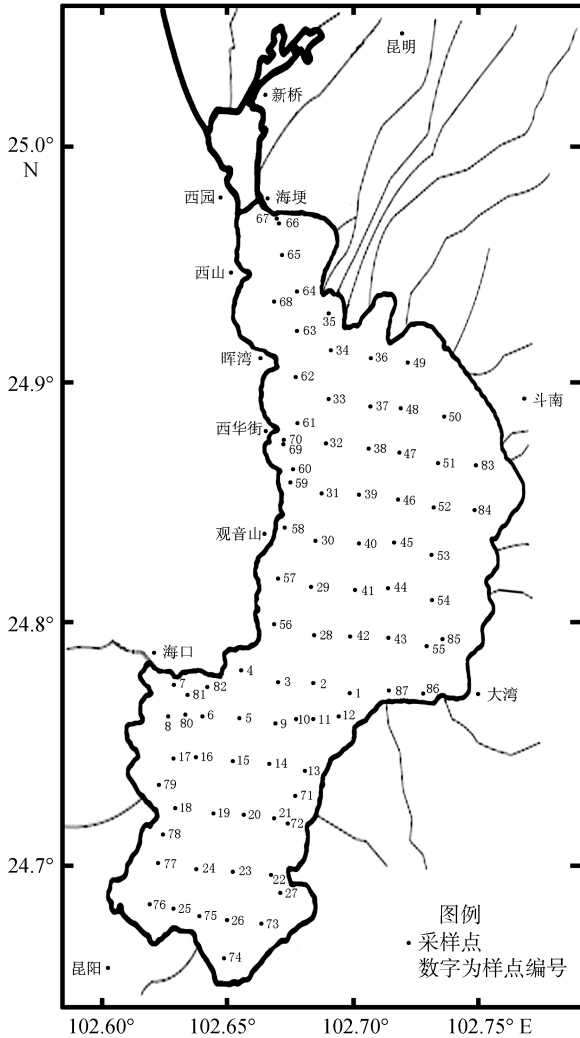


图 1 螺蛳及底泥采样点位置分布图

Fig. 1 Distribution diagram of sampling sites of *Margarya melanioides* and lake sediment

## 2.2 底泥样品采集与分析

### 2.2.1 底泥样品采集和处理

用彼德生底泥采集器在滇池中采集了表层底泥样点共 87 个点。底泥采集器：张口宽 10.1 cm, 长 22.8 cm, 合拢后角度=90°, 即 1/4 圆柱体, 外径 24.8 cm, 厚 3 mm, 内径 24.2 cm。

将表层底泥样品置于密封的塑封袋中带回实验室, 剔除底泥样品中的贝壳砂石等杂质, 自然风干, 将干透的样品研磨并过 100 目筛, 对表层底泥的营养元素含量进行分析。

### 2.2.2 底泥样品营养元素检测分析

根据含螺蛳数量不同, 以及在滇池中所处的位置不同, 选取 8 个采样点的底泥样本(9 号、19 号、22 号、41 号、48 号、56 号、67 号、79 号)进行了

16 项底泥营养元素含量的测定: 有机质、全氮(以 N 计)、磷(以  $P_2O_5$  计)、锌(以 Zn 计)、铁(以 Fe 计)、锰(以 Mn 计)、镁(以 Mg 计)、钙(以 Ca 计)、铜(以 Cu 计)、钠(以 Na 计)、钾(以  $K_2O$  计)、总砷(As 计)、总汞(以 Hg 计)、铅(以 Pb 计)、镉(以 Cd 计)、铬(以 Cr 计)。以上各项指标检测均在云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所下属农业部农产品质量监督检验测试中心(昆明)完成。

底泥营养元素及检测方法如下

#### (1) 有机质(NY525-2012)

用重铬酸钾容量法检测。用定量的重铬酸钾-硫酸溶液, 在加热条件下使有机质的有机碳氧化, 多余的重铬酸钾用硫酸亚铁标准溶液滴定, 根据氧化前后氧化剂的消耗量, 计算有机质的含量。

#### (2) 全氮(NY525-2012)

有机氮经硫酸-过氧化氢消煮, 转化为铵态氮, 碱化后蒸馏出来的氨用硼酸溶液吸收, 以标准酸滴定, 计算样品中总氮含量。

#### (3) 其他营养元素

磷、锌、铁等其他营养元素用硝酸-高氯酸体系消解破坏有机物以使待测元素溶出。磷、锌、铁等元素(NY525-2012)用电感耦合等离子体质谱仪测定。铅、镉(GB/T17141-1997), 铬(HJ491-2009)、总 As(GB/T22105.2-2008)、总汞(GB/T22105.1-2008)用电感耦合等离子体质谱仪同时测定。

## 3 结果与分析

### 3.1 滇池中螺蛳分布格局

在滇池 87 个采样点中, 有 41 个采样点采集到活的螺蛳标本, 活螺分布见图 2。图 2 显示, 活的螺蛳分布区域位于滇池的中北部、东部沿岸和西部沿岸。滇池北部、中部和南部三个区域没有螺蛳分布。

滇池中螺蛳分布差异的原因可能与以下因素有关: (1)渔民捕捞: 附近渔民长期开船捕捞螺蛳, 湖中央多为捕捞区, 而湖岸边捕捞规模小, 致使螺蛳在湖心和湖岸的分布有差异。(2)湖底生存环境差异: 滇池底部有的地方水草很多, 有的地方砂砾很多, 有的地方底泥多。底泥呈黄色或黑色淤泥, 也有细砂状底泥。螺蛳以宽大的足部在湖底爬行, 以腐殖质、原生动、藻类等水生植物为食, 多生长在离水草不远, 腐殖质较多的区域, 湖底生态环境不同对螺蛳的分布有一定影响。

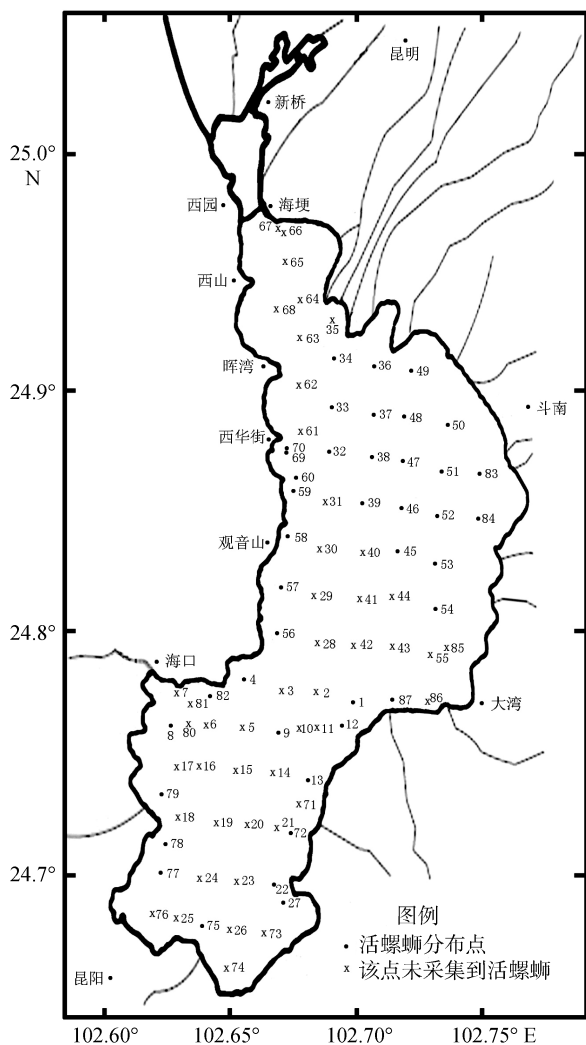


图 2 滇池采样点中活螺蛳分布图

Fig. 2 Distribution diagram of sampling sites of living *M. melanioides* in the Dianchi Lake

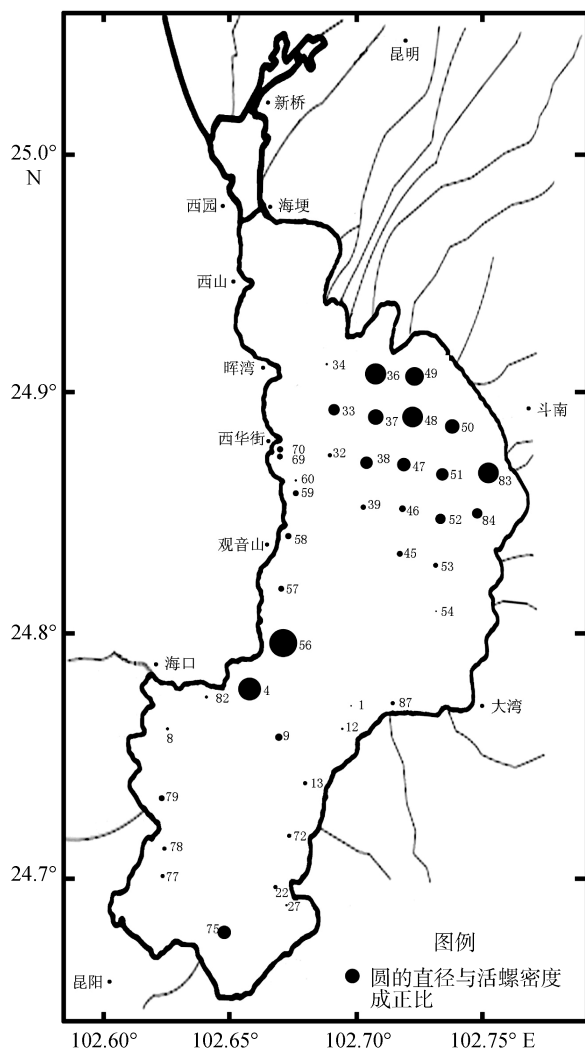


图 3 滇池采样点中活螺蛳密度分布图

Fig. 3 Density distribution diagram of living *M. melanioides* at the Dianchi sampling sites

### 3.2 滇池螺蛳密度

根据采样数据制作滇池采样点中活螺蛳密度分布图(图 3)。滇池活的螺蛳的分布密度见表 1。

表 1 滇池采样点活螺分布密度

Tab.1 The density of *M. melanioides* in Dianchi sampling sites

采样点	活螺分布密度(个/m <sup>2</sup> )
56 号	3.675
1 号	0.017
平均	0.627±0.866

图 3 显示: 螺蛳分布密度大的地方位于滇池中北部和西部沿岸, 这除了与渔民捕捞和湖底螺蛳生态环境有关外, 估计与人类活动的干预也有关系。例如 56 号采样点是螺蛳密度最大的地方, 这里的自然

环境是靠近西山悬崖, 工业、农业较少, 人类活动较少, 因此螺蛳生长的密度较高; 滇池南部没有螺蛳的分布, 这可能与滇池南段周边的化肥厂和磷肥厂污水排放影响螺蛳生长有关; 滇池北部靠近草海部分没有螺蛳的分布, 可能是由于城市生活污水污染所导致。

### 3.3 滇池底泥 16 种营养元素含量

根据底泥样本营养元素的检测数据, 按照营养元素的检测单位不同制成两个柱形图, 直观比较 8 个底泥样本间的 16 项营养元素的含量差异(图 4、图 5)。从图 4、图 5 中可以看出: 底泥中锌和钠的含量较其他营养元素含量高, 各采样点都有砷和铬分布。

79 号采样点的底泥样本中磷、钾、镁、钙、铅、铬的含量都是各样本中最高的。从图 1 中可以看到,

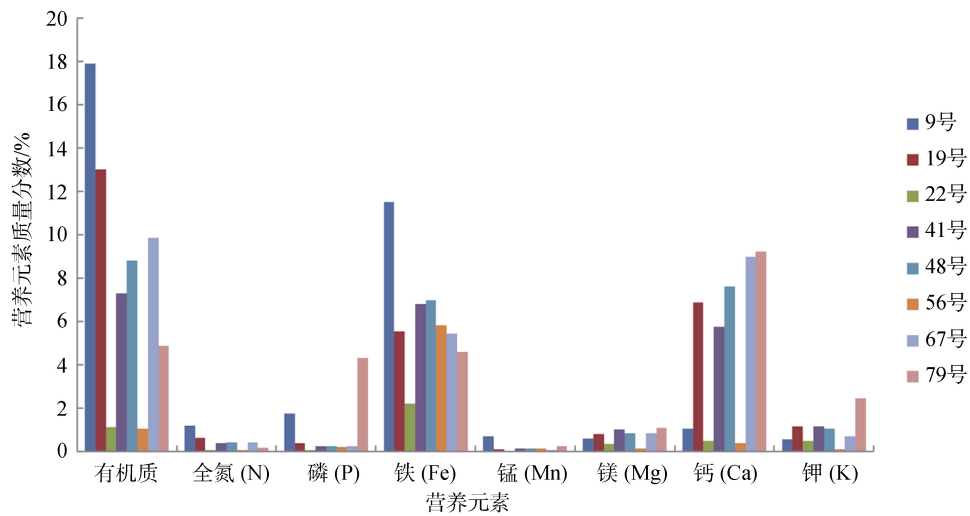


图 4 8 个样本中 8 项底泥营养元素含量

Fig. 4 Comparison diagram of the contents of 8 nutrient components in the 8 lake sediment samples

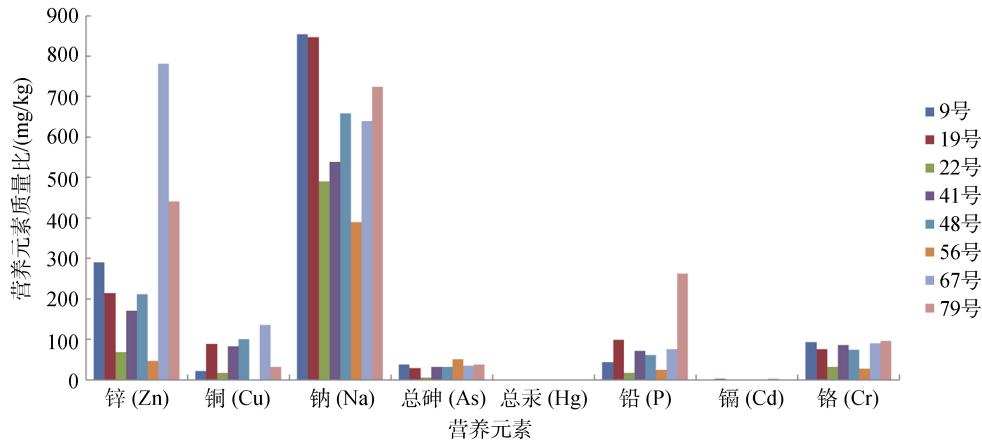


图 5 8 个样本中另 8 项底泥营养元素含量

Fig. 5 Comparison diagram of contents of another 8 nutrient components in the 8 lake sediment samples

79 号采样点位于昆明磷肥厂附近, 推测此采样点各种营养元素含量高与磷肥厂的废水排放有关。

67 号采样点的底泥样本中锌、镉、铜、汞的含量是各样本中最高的, 其位于滇池的北部, 靠近海埂公园, 是最靠近昆明市城区的采样点, 该点历年受人类活动干预最大, 由于城市污水排放等原因导致底泥样本中这些重金属元素最多。

另外, 可以看到 22 号和 56 号采样点的底泥各项营养元素含量均比其他采样点各项营养元素的数值低。这个结果与两个方面的因素有关: (1) 一方面, 这两个地方位于人类活动较少影响的区域: 56 号位于滇池西部边缘, 岸边是西山悬崖; 22 号位于滇池东南部边缘, 周围是湿地, 较少农田和厂矿。李爽<sup>[7]</sup>通过对不同地表覆被下表层底泥有机碳、总氮、总磷

的含量分析, 表明养殖区和农田居民地受人类的干扰最大, 其表层底泥的营养元素含量较高; 水生植被区和自然水面受人类干扰较小, 底泥中营养元素含量较低。这与我们的结果类似。推测在人类活动较少的区域, 底泥的营养元素含量明显降低。(2) 另一方面, 这两个地方都有大量螺蛳生长, 螺蛳能有效富集环境中的营养元素。56 号是滇池采样点中螺蛳分布密度最大的地方, 22 号也有螺蛳分布。Aguchia<sup>[8]</sup>、石岩<sup>[9]</sup>指出螺蛳的生长具有吸附重金属及去除氮、磷的作用。这两个样点底泥的营养元素含量降低可能与螺蛳生长有关, 螺蛳生长能有效富集环境中的营养元素, 从而使底泥中的营养元素含量减少, 故螺蛳的生长可对环境起到一定的净化作用。

### 3.4 有螺组和无螺组的底泥营养成分差异性分析

在8个已检测营养元素的底泥样本中,有5个样本的采集点(9号、22号、48号、56号、79号)有螺蛳生长,另3个样本的采集点(19号、41号、67号)没有螺蛳生长,据此将这8个样本分为两个组:一组为有螺蛳生长的底泥,另一组为没有螺蛳生长的底泥。采用完全随机设计两样本比较的 *t* 检验分析后结果显示:两组间底泥营养元素仅铜的含量有统计学差异( $P<0.05$ ),其余指标(包括有机质,全氮,磷等)两组间没有统计学差异,见表2。可能是滇池螺蛳的

生长有效富集了重金属元素铜,使有螺区底泥中铜的含量比无螺区底泥中铜的含量明显减少。这与袁维佳<sup>[10]</sup>关于螺蛳富集重金属的研究结果相一致。袁维佳的研究结果表明:螺蛳对水体中的重金属铜、锌、铬、镉、铅均有很强的富集作用,螺蛳体内的重金属浓度是水体中数千倍至数十万倍;螺蛳对铜和锌的富集程度最高,对铅的富集较弱,对铬和镉的富集较差;与同一鱼塘中采集的其他动物相比较,螺蛳对铜的富集能力是鳊鱼和鲫鱼的近10倍。因此,螺蛳生长对滇池底泥可起到一定程度的净化作用。

表2 有螺组和无螺组的底泥营养成分的比较

Tab. 2 Comparison of nutrient components of lake sediment between having *M. melanioides* group and not having *M. melanioides* group

营养元素	底泥营养成分		<i>t</i> 或 <i>t'</i>	<i>P</i>
	有螺分布组	无螺分布组		
有机质(%)	6.76±6.99	10.05±2.86	-0.759	0.477
磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(%)	1.32±0.29	1.81±0.09	0.957	0.376
全氮(N)(%)	0.39±0.48	0.47±0.13	-0.285	0.785
锌(Zn)(mg/kg)	211.32±162.68	388.67±340.45	-1.024	0.345
铁(Fe)(%)	6.22±3.44	5.93±0.76	0.141	0.892
锰(Mn)(%)	0.24±0.26	0.11±0.03	0.879	0.413
镁(Mg)(%)	0.61±0.38	0.88±0.10	-1.215	0.270
钙(Ca)(%)	3.75±4.31	7.20±1.64	-1.296	0.242
铜*(Cu)(mg/kg)	34.18±38.45	102.57±29.12	-2.630	0.039
钠(Na)(mg/kg)	623.20±184.91	675.00±156.47	-0.403	0.701
钾(K <sub>2</sub> O)(%)	0.93±0.92	1.00±0.27	-0.123	0.906
总砷(As)(mg/kg)	32.23±16.28	31.73±2.53	0.051	0.961
总汞(Hg)(mg/kg)	0.13±0.09	0.25±0.18	-1.200	0.275
铅(P)(mg/kg)	81.56±102.37	81.77±15.04	-0.003	0.977
镉(Cd)(mg/kg)	0.69±0.70	1.88±1.00	-1.991	0.094
铬(Cr)(mg/kg)	64.46±33.05	83.20±7.54	-0.939	0.384

注: \*表明两组相比有统计学差异

参考文献:

[1] 陈德牛, 张国庆. 螺蛳[J]. 大自然, 2001, 99(3): 41.

[2] 刘月英, 张文珍, 王跃先. 中国田螺科的地理分布 [C]//中国贝类学会. 贝类学论文集(第五~六辑). 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1995: 8-16.

[3] 张乃光, 黄宝玉, 陈元晓. 滇池和阳宗海沿岸古螺蛳的调查 [C]// 中国贝类学会. 贝类学论文集(第五~六合辑). 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1995: 178-180.

[4] 罗民波, 段昌群, 沈新强, 等. 滇池水环境退化与区域内物种多样性的丧失 [J]. 海洋渔业, 2006, 28(1): 71-78.

[5] Di L, Jiang Y, Aldridge D. IUCN Red List of Threatened Species (*Margarya melanioides*) [DB/OL]. [2009-02-28]. <http://www.iucnredlist.org/>.

[6] 高原. 滇池沉积物重金属污染状况评估 [J]. 四川环境, 2012, 31(4): 87-89.

[7] 李爽, 张祖陆, 孙媛媛. 不同地表覆被下南四湖表层底泥营养元素分布特征 [J]. 水土保持研究, 2012, 19(3): 185-189.

[8] Taguchia K, Nakatab K. Evaluation of biological water

- purification functions of inland lakes using an aquatic ecosystem model [J]. *Ecological Modelling*, 2009, 220(18): 2255- 2271.
- [9] 石岩, 张喜勤, 伏春艳, 等.浮游动物对净化湖泊富营养化的初步探讨[J].*东北水利水电*, 1998, 164(3): 31-33.
- [10] 袁维佳, 俞鹰浩, 谷媛, 等.螺蛳对重金属元素的富集作用[J].*上海师范大学学报(自然科学版)*, 2000, 29(3): 73-79.

## Investigation of *Margarya melanioides* distribution and sediment nutrient elements in the Dianchi Lake

SHEN Lan, FAN Biao, TIAN Ming, ZHANG Lu, FANG Fu-kang, CHEN Yuan-xiao  
(School of Basic Medical Sciences, Kunming Medical University, Kunming 650500, China)

**Received:** Aug., 5, 2015

**Key words:** *Margarya melanioides*; distribution; lake sediment; copper; the Dianchi Lake

**Abstract:** In order to investigate the relationship between *Margarya melanioides* distribution and sediment nutrient elements in the Dianchi Lake, 87 sampling points were selected where *M.melanioides* and sediment samples were collected in 2013. Diagram displays the sampling points where living *M. melanioides* were collected, and displays the location distribution and density of living *M. melanioides*. 8 sediment samples were selected and 16 nutrient elements (Organic matter, phosphorus, nitrogen, zinc, iron, manganese, magnesium, calcium, copper, sodium, potassium, arsenic, mercury, lead, cadmium, and chromium) were detected by chemical assay. Based on whether living *M. melanioides* was collected or not, 8 sediment samples were divided into two groups. 16 nutrient elements were analyzed using a completely random design for two samples *t* test between the two groups, and the results showed that only copper element showed significant difference between two groups ( $P<0.05$ ). It is probably because of that the growth of *M. melanioides* effectively absorbed the heavy metal elements, resulting in significant decrease in copper element content in lake sediment. The relationship between *M. melanioides*' growth and the nutrient component in lake sediment was elucidated, which provides a scientific basis for lake pollution prevention and *M. melanioides*' population protection.

(本文编辑: 刘珊珊)