



# 基于碳氮稳定性同位素探究 入侵物种对赤田水库营养级和生态位影响



普江伟<sup>a,b</sup>, 陈永进<sup>a</sup>, 徐东坡<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>农业农村部长江下游渔业资源环境科学观测试验站, 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 无锡, 214081, 中国;  
<sup>b</sup>南京农业大学, 无锡渔业学院, 214081

2019年12月在赤田水库运用稳定同位素方法对主要鱼类进行营养关系和生态位进行研究。结果显示, 赤田水库食物网的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-34.64\delta^{13}\text{C}/\text{‰} \sim -23.43\delta^{13}\text{C}/\text{‰}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ 值为 $7.59\delta^{15}\text{N}/\text{‰} \sim 17.76\delta^{15}\text{N}/\text{‰}$ 。在赤田水库中杂食性鱼类海南似鲮 *Toxabramis houdemeri* 和日本沼虾 *Macrobrachium nipponense* 处于最高营养级, 分别为3.37和3.50, 可能是杂食性鱼类偏向肉食或摄食其他鱼类的捕食残留物导致营养级偏高。其他鱼类和营养级在2.28~3.28。对四种入侵鱼类和海南似鲮进行生态位宽度与重叠比较, 淡水石斑鱼生态位宽度最大, 鳙生态位宽度最小。莫桑比克罗非鱼与云斑尖塘鳢生态位重叠显著, 与淡水石斑鱼生态位重叠达到0.3以上。  
**关键词:** 生物入侵; 稳定同位素; 食物网; 生态位

## 1 材料与方

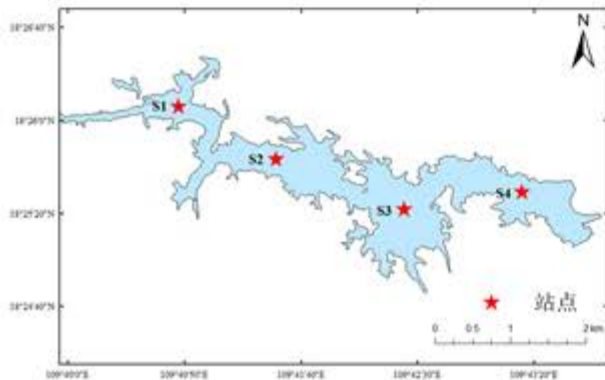


图1 赤田水库采样点位图

1.1 方法: 2019年12月在赤田水库4个区域采集水生生物和水生植物样品进行同位素采集。按照《海南鱼类志》, 鉴定至种, 鱼类采集背部白肌肉, 软体动物取腹足肌肉或闭壳肌,  $-20^{\circ}\text{C}$  冷冻保存, 冻干处理后磨粉使用同位素比率质谱仪与元素分析仪测定样品 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{15}\text{N}$ 含量。  
 1.2 数据处理: 运用Excel2016对数据进行处理, Origin2020完成绘图, R语言4.5, siari语言包进行生态位重叠计算。

表1 赤田水库 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{15}\text{N}$ 特征及营养级

种类 Species	样本数 Number of sample	$\delta^{15}\text{N}/\text{‰}$	$\delta^{13}\text{C}/\text{‰}$	营养级 Trophic level
颗粒有机物 POM	7	8.23 ± 0.54	-34.04 ± 0.74	1.11
水草 Macrophytes	1	8.65	-29.83	1.23
铜锈环棱螺 <i>Bellamya aeruginosa</i>	8	11.26 ± 1.45	-30.05 ± 0.59	2.00
喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	1	11.57	-27.70	2.09
中华绒螯蟹 <i>Eriocheir sinensis</i>	1	11.87	-23.43	2.18
攀鲈 <i>Anabas testudineus</i>	1	12.21	-27.09	2.28
光唇鱼 <i>Acrossocheilus fasciatus</i>	2	13.26 ± 0.11	-30.49 ± 1.25	2.59
多辐翼甲鲢 <i>Hypostomus plecostomus</i>	2	13.53 ± 0.12	-27.86 ± 0.04	2.67
莫桑比克罗非鱼 <i>Oreochromis mossambicus</i>	18	14.75 ± 0.61	-28 ± 1.7	3.03
云斑尖塘鳢 <i>Oxyeleotris marmorata</i>	16	14.93 ± 0.48	-28.54 ± 0.84	3.08
鳙 <i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	12	15.55 ± 0.97	-29.74 ± 0.25	3.26
淡水石斑鱼 <i>Cichlasoma managuense</i>	20	15.6 ± 1.08	-27.27 ± 1.32	3.28
海南似鲮 <i>Toxabramis houdemeri</i>	7	15.92 ± 0.55	-28.85 ± 0.62	3.37
日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i>	2	16.38 ± 0.19	-28.5 ± 2.08	3.50

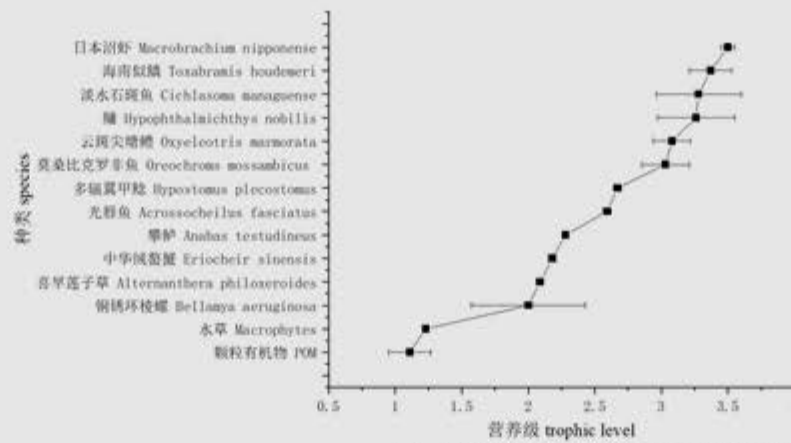


图2 赤田水库食物网连续营养图谱

**结果与分析:**  
 海南似鲮 *Toxabramis houdemeri* 和日本沼虾 *Macrobrachium nipponense* 处于最高营养级, 分别为3.37和3.50, 可能是杂食性鱼类偏向肉食或摄食其他鱼类的捕食残留物导致营养级偏高。

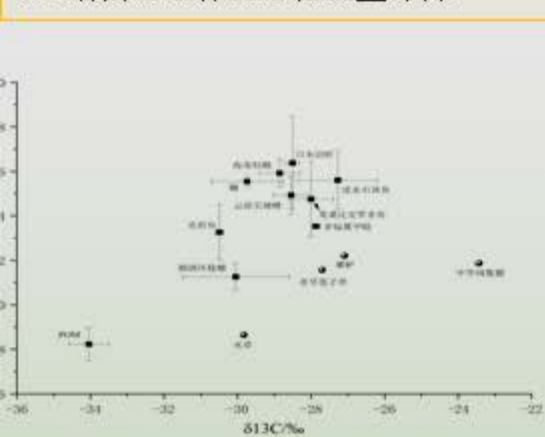


图3 赤田水库鱼类群落 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{15}\text{N}$ 双位图

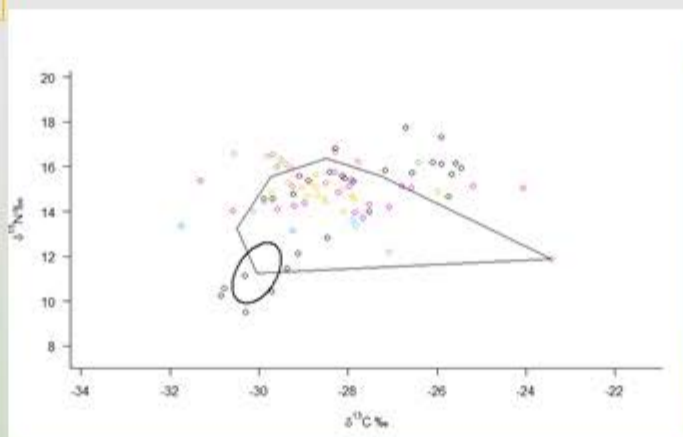


图4 赤田水库主要鱼类碳氮同位素分布图

**结果与分析:**  
 基于图3, 图4计算出同位素生态位指标值, CR为5.128; NR营养长度为7.065; TA群落生态总区间为21.066; CD营养多样性为2.148; MNND鱼类群体密度为1.358; SDNND群落生态位分布均匀度为0.951。赤田水库营养级长度较短, 生态位分布不均匀。

表2 赤田水库入侵鱼类生态位占比

种类	SEAC 标准椭圆面积	重叠面积	占比	种类	SEAC 标准椭圆面积	重叠面积	占比
莫桑比克罗非鱼	3.631	1.572	0.433 > 0.3	莫桑比克罗非鱼	3.631	1.178	0.325 > 0.3
淡水石斑鱼	4.461	1.572	0.352 > 0.3	云斑尖塘鳢	1.338	1.178	0.881 > 0.6

**结果与分析:**  
 从表2得出莫桑比克罗非鱼与云斑尖塘鳢生态位重叠显著, 云斑尖塘鳢容易受到较大冲击。与淡水石斑鱼生态位重叠达到0.3以上, 莫桑比克罗非鱼受到影响较大。

**小结与讨论:** 赤田水库整体食物网长度较短, 杂食性鱼类多占据了大部分生态位, 与杂食性鱼类的生存环境和肉食偏向性选择有关。中下层鱼类生态位重叠程度高如莫桑比克罗非鱼与云斑尖塘鳢。可以通过增加合理捕捞控制入侵鱼类的数量, 增强本体鱼类的保种育种繁殖和投放使水体营养结构更加稳定。