

摘要: 为探究鲢鳙增殖对梅梁湖食物网结构造成的影响,本研究运用稳定性同位素技术分析了梅梁湖放养网内外食物网结构的差异。结果显示,网内外中下层鱼类鲫、花鲢、底层鱼类子陵吻虾虎鱼、纹缟虾虎鱼和底栖生物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值出现了显著差异($P < 0.05$);营养级分析显示网内食物链长度(4.45)和平均营养级(3.59)均高于自然湖区(4.10和3.38);箭头图结果显示,网内食物网的 $\delta^{13}\text{C}$ 值整体上较网外更低。结果表明,1. 鲢鳙的放养可能会引起沉积物同位素性质的变化,这一改变会随食物链向更高营养级传递;2. 网内消费者相较于网外有较高的平均营养级和食物链长度,这可能意味着在网内有更高的群落稳定性,鲢鳙的嵌入可能提高了生态系统的资源可利用性。本次研究重点聚焦于梅梁湖对鲢鳙放流的生态响应,填补了梅梁湖食物网结构研究的空白,以期为此类富营养湖泊的生物治理提供参考,为蓝藻水华治理理论的发展完善有所帮助。

采样方法

放养鲢鳙后经3个月的周转时间,2020年4月至2021年1月(4月,7月,10月,1月)进行了4次采样,采用定制多目刺网和定置串联笼壶开展季度采样。选择无雨天气进行样品采集,前一天18时下网,次日清晨6时收网,放网时长12h。依照《太湖鱼类志》鉴定到种,对所有渔获物进行生物学测定,记录全长,体长和体重等数据。采集不同种鱼类背部白肌用作同位素分析,软体动物取腹足或闭壳肌。减取肌肉过程中注意使用去离子水清洗用具及样品以避免污染,样品取下后置于 -20°C 冰箱冷冻保存。随后及早进行冷冻干燥处理,粉碎磨粉后保存于干燥器待测。

网内外同位素性质差异

整体上看,网内消费者食物网结构与网外相比较紧密。对于每种消费者,食物网位置变化最大的是鲢和鳙,网外的鲢相较网内水平分布明显降低,而网外的鳙相较网内垂直分布则明显升高。在几种食物源中,网内外底栖动物 $\delta^{13}\text{C}$ 值表现出了显著差异。

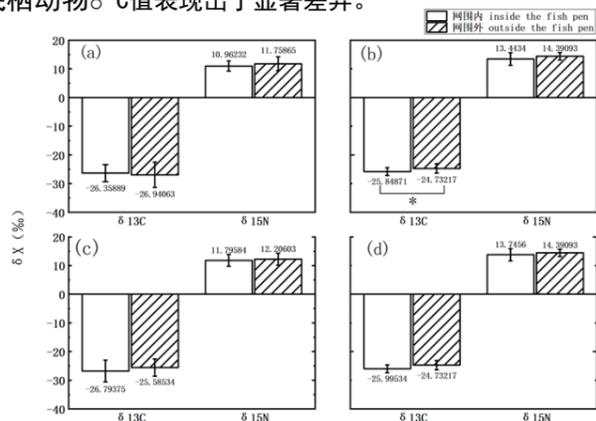


图1. 梅梁湖网内外几种食物源的 $\delta^{13}\text{C}$ 值和 $\delta^{15}\text{N}$ 值。其中(a), (b), (c), (d)分别展示了网内外浮游动物、底栖生物,浮游植物和POM的同位素性质。

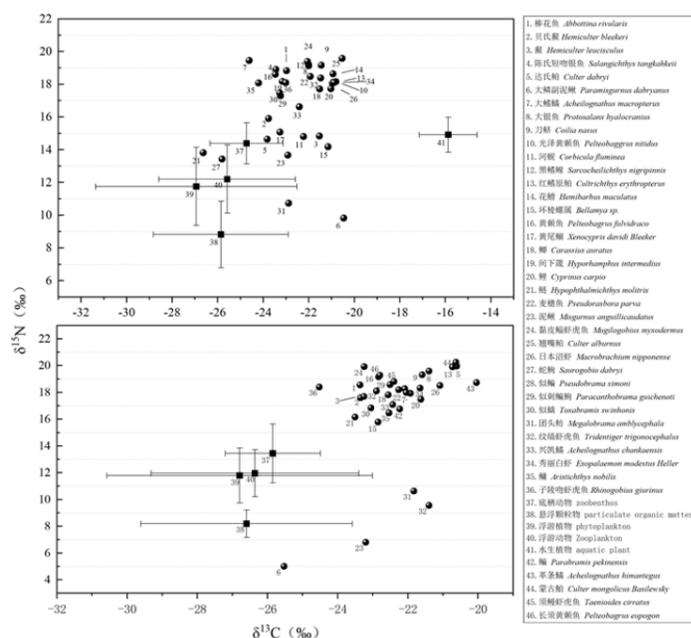


图2. 基于稳定同位素技术的梅梁湖网内外食物网结构(上部分为网外,下部分为网内)

营养级差异

网内外物种类型差异不大。除两种营养位置较低的泥鳅外,草食性鱼类团头鲂在网内外营养级均为最低,分别为1.72和1.56。几种肉食性鱼类的营养位置最高,网内为达氏鲃(4.45),网外为粘皮鲃(4.10)。计算得出网内平均营养级为3.59,食物链长度4.45;网外平均营养级3.38,食物链长度4.10。除黑鳍鳊、鳙,大鳊和两种泥鳅之外,各消费者的营养级均表现为网内高于网外。

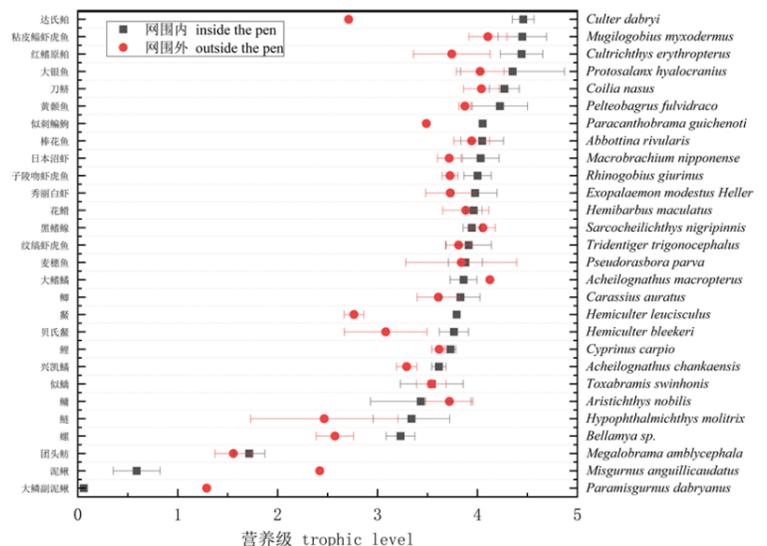


图3. 梅梁湖网内外消费者营养级(POM作为基准物)

箭头图结果

箭头图表示了网内食物网相对于网外营养位置的偏移,矢量箭头代表各种消费者,右图中只保留了优势物种。结果显示网内群落食物网总体上向低 $\delta^{13}\text{C}$ 和低 $\delta^{15}\text{N}$ 值的方向偏移。

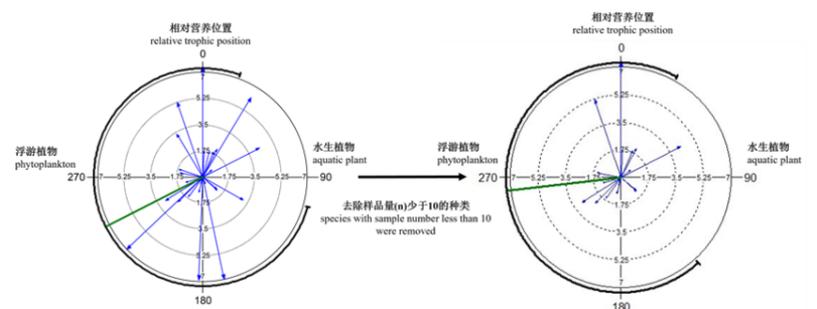


图4. 梅梁湖网内群落相对网外的食物网结构偏移(绿色代表总体偏移方向·外围弧线表示其95%的置信区间)

本研究得到了“国家重点研发计划”(编号2020YFD0900503);“中国水产科学研究院基本科研业务费”(编号2020XT13);“中国水产科学研究院科技创新团队专项”(编号2020TD61)的支持和资助。

结论: 浮游植物与POM是梅梁湖的主要碳源;悬浮颗粒物中内源性碳占有较大比重;鲃类的两种同位素富集在消费者中最高。在对梅梁湖鲢鳙放养网围试验区(放养密度 $35.5\text{t}/\text{km}^2$)的食物网分析中,相比于自然湖区,网内群落整体上 $\delta^{13}\text{C}$ 值较低;营养级分析表明网内区有更长的食物链长度,平均营养级高于自然湖区,由此网内区可能具有更高的群落稳定性和资源可利用性。