

39-42

放养前后鱼塘沉积物中氮、磷、有机质、色素
的变化及环境意义SP4.1
P342

潘红玺 胡云

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提 要 通过对鱼塘沉积物中营养盐、有机质及色素在放养前后的测试, 对比分析了在人类活动(养殖)的影响下, 由于鱼塘水体快速富营养化而引起底质上述指标的变化过程, 其中快速沉积环境极有利于沉积色素的保存, 具有较好的环境营养状况指示意义, 同时有机质、色素和营养盐之间存在着密切的相关关系, 这为利用色素方法研究短时间序列环境演变, 尤其是在近代人类活动影响下的环境变化提供了一定的依据。

关键词 鱼塘 沉积物 色素
分类号 P342

氮, 磷, 有机质

湖泊沉积物中氮、磷、有机质及色素等指标, 可以很好地反映湖泊富营养化水平及生产力高低, 目前很多人用来研究确定古环境^[1-3], 其中色素成为可信度较高的指示指标之一, 然而由于受到沉积时的环境、保存环境、以及早期成岩等因素的影响, 使其应用受到了一定的限制, 尤其在应用到短时间序列、高分辨率环境解译时问题更加突出, 因此, 解译指标的建立必须要有现代环境过程作为模板, 近代环境变化的主要特点, 是人类活动居各项之首, 鱼塘是一种特殊的湖泊, 由于受人为因素影响, 鱼塘的水质可在短时间内(一年)快速达到富营养程度, 水体内的动、植物遗骸、排泄物以及人类为了提高池塘的生产力投放的有机、无机肥、残饵等快速沉淀到水底, 构成池底特有的淤泥, 改变了池底底质结构和环境状况, 快速沉积及掩埋, 使沉积物记录了由于鱼塘水体环境变化而引起的各成分变化的现代过程, 因此, 通过对新挖鱼塘在放养前后的沉积物中氮、磷、有机质及色素的综合比较分析, 从某种意义上讲, 为研究古代环境变化提供了一个现代参考。

色素是植物细胞中重要的特有组分, 它们能吸收光能, 并引起一系列酶促反应^[4], 同时, 其本身也是含有特殊基团的电子传递蛋白^[5], 在它的作用下 H₂O 和 CO₂ 转化成碳水化合物和氧供给植物生长, 色素可分为三大类: (1)叶绿素(CD); (2)类胡萝卜素(TC); (3)藻胆素^[6], 各种植物体内存在着共同的和不同的色素^[7], 早在 1961 年 Zulling^[1]指出, 对于确定湖泊古生产力, 沉积物中叶绿素及其衍生物可能是比有机碳更为敏感的指标, 1985 年, Swain^[7]采用非色谱方法方便地利用 CD, TC, 颤藻黄素(Osc)和蓝藻叶黄素(Myx)四种色素探讨了它们在地层学方面的应用。

色素 CD 普遍存在于各种高等植物及各种藻类体内, 湖泊高度富营养化及大量的外源输入均可使 CD 值增加, TC 普遍存在于高等植物中, 在内源生物中主要存在于蓝绿藻内, 而在绿藻中相对较少, Osc 是一种分布面较狭窄的色素, 迄今为止仅见于颤藻属中的个别种(如 *Arthrospira*)体内, 而且有人认为 Osc 的大量存在是湖泊将要转为富营养化的标志^[8], Myx 主要存在于蓝藻内^[9], 因而, 通过测定它们在水中的含量和种类可推测古湖泊的生产力, 但在沉积物中由于受到保存环境, 比如光照、氧化还原环境以及沉积速度等因素的影响, 情况较为复杂, 本文将结合沉积物营养元素及有机质的分析, 探讨它们之间的关系。

“八五”黄淮海平原农业综合开发项目(KY85-09-08)资助。

收稿日期: 1996-04-05; 收到修改稿日期: 1997-06-30。潘红玺, 男, 1950年生, 高级工程师

1 实验方法

1.1 样品的采集及样点位置

选择位于洪泽湖西岸的江苏省泗洪县陈圩乡渔场 1991 年新开挖的四个长方形鱼塘作为研究对象, 鱼塘水深 1.0m, 面积为 0.33km². 1992 年夏初四个鱼塘混合放养了青鱼、草鱼、鲤鱼和鲢鱼, 鱼种为 1 龄鱼. 鱼塘沉积物采样工作于 1992 年 6 月 20 日放养前开始, 至放养第 3 年 1995 年 6 月结束. 放养前后共采样 8 次, 用彼得生采泥器采集表层沉积物.

1.2 测试方法及仪器

沉积物中氮(开氏法)、磷(酸溶—钼锑抗比色法)和有机质(电热板加热—重铬酸钾容量法)参照文献^[1]进行; 沉积物中色素含量测试参照文献^[7]的方法, 丙酮萃取并于 752 紫外分光光度计根据各色素的特征波长进行比色测定.

2 结果和讨论

2.1 沉积物中氮、磷的积累

四个鱼塘放养前后底质分析(表 1). 底泥中氮、磷含量放养前低于放养后, 且随着养殖时间的延长而递增. 由于养鱼后施肥(人、畜粪肥, 无机化肥)、投饵(颗粒饲料、豆饼、菜籽饼及水草)等增加了池塘环境的营养盐负荷量, 同时外源物质的大量介入, 使沉积速率增大, 导致放养后底泥中的营养盐含量明显高于放养前.

表 1 放养前后鱼塘底泥与水体中主要营养盐分析结果

Tab. 1 The nutrients concentration in sediments and water before and after the fish culturing in the selected ponds

鱼 塘 号	1992 年		1993 年				1994 年				1995 年					
	水 体		沉 积 物		水 体		沉 积 物		水 体		沉 积 物		水 体		沉 积 物	
	TN	TP	TN	TP	TN	TP	TN	TP	TN	TP	TN	TP	TN	TP	TN	TP
1	1.585	0.046	0.088	0.062	2.044	0.113	0.144	0.090	2.266	0.143	0.169	0.103	2.380	0.157	0.187	0.116
2	1.126	0.042	0.066	0.061	1.422	0.146	0.114	0.088	1.604	0.182	0.131	0.105	1.731	0.205	0.143	0.115
3	1.738	0.058	0.071	0.064	2.205	0.179	0.138	0.095	2.489	0.210	0.169	0.115	2.641	0.226	0.190	0.128
4	0.911	0.030	0.064	0.06	1.389	0.098	0.103	0.087	1.622	0.126	0.123	0.101	1.762	0.148	0.135	0.109

沉积物 TN、TP(%), 水体 TN、TP(mg/L)

四个鱼塘沉积物中放养前后氮、磷含量的变化与水体中主要营养盐放养前后变化基本一致, 养殖时间越长, 水体中的 N、P 含量越高.

2.2 有机质与色素

鱼塘放养前后底泥中有机质含量分析结果表明(表 2), 随着养殖时间的延长, 有机质含量也越高. 鱼塘开始放养时, 由于饵料的投放、施肥、鱼类排泄以及藻类、水生植物等迅速增加, 反映在底泥中有机质含量相应快速上升. 而在放养三年后, 即 1995 年, 由于鱼类养殖规模、饵料的投放量基本定型, 没有其它污染物进入, 藻类生产力也并不高, 整个生态环境较稳定, 因而, 有机质含量增加速率减缓, 年增长率没有 1993 年和 1994 年大.

鱼塘沉积物中色素分析了 CD、TC、Osc 和 Myx, 并做了放养前后的对比. 根据分析, 放养前后有明显差别(表 3). 放养前色素含量普遍低于放养后的色素含量, 如 CD、TC、Myx 的值普遍差 3 倍, 而 Osc 变化较小.

从表 3 中可以看到几个塘在色素种类上 CD、TC 和 Myx 含量高, 而 Osc 的含量较低. CD、TC 含量增高说明了鱼塘本身藻类生物丰富, 也反映了外来的有机物质增多, Myx 和 Osc 含量的高低则反映了鱼塘本身浮游植物种群的现状, 几个塘藻类的优势种均为蓝藻, 尤其 1、3 号塘其 Myx 含量高达 216.76、247.3μg/g(org).

表 2 放养前后鱼塘底泥中有机质含量分析结果

Tab. 2 The organic concentration in sediments before after fish culturing in four selected ponds

鱼塘号	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年
1	1.89%	3.85%	4.62%	4.83%
2	1.12%	2.83%	3.08%	3.57%
3	0.85%	3.29%	4.51%	4.94%
4	0.9%	2.38%	3.41%	3.63%

表 3 放养前后鱼塘沉积物中色素含量分析结果¹⁾

Tab. 3 Pigments contents in sediments before/after fish culturing in ponds

鱼塘号	1992 年						1995 年					
	CD	TC	CD/TC	Osc	Myx	Osc/Myx	CD	TC	CD/TC	Osc	Myx	Osc/Myx
1	0.089	0.159	0.55	30.14	78.24	0.38	0.239	0.490	0.49	48.94	216.76	0.23
2	0.071	0.122	0.58	34.22	70.13	0.49	0.181	0.311	0.58	59.12	130.88	0.42
3	0.108	0.204	0.53	22.41	100.24	0.22	0.308	0.562	0.55	25.54	247.5	0.10
4	0.075	0.137	0.55	30.77	60.72	0.51	0.153	0.264	0.58	45.14	111.57	0.46

1) CD, TC(units/g(org)), Osc, Myx[$\mu\text{g/g(org)}$].

从 CD 与 TC、Osc 与 Myx 之间的比值分析, CD 与 TC 两种色素在沉积物中各占的比例放养前后变化不大,只是含量比放养前略有增高,而 Osc 与 Myx 的比值,在放养前后略有变化,其比值比放养前低。

3 现代环境(解译)拟合

沉积物色素环境指标确定的主要困难在于沉积保留量的准确测定,但对于鱼塘现代快速沉积(每年平均 0.5—1.0mm),本次测定结果由沉积保留量引起的偏差似乎并不很大,由于鱼塘营养环境的变化,CD、TC、Myx 在放养前后差别极大,同时根据(图 1 及表 1、2)分析,可认为色素与水体营养盐浓度及沉积有机物之间有等倍增长关系。

对比 CD 与 TC 和 Osc 与 Myx 的比值对环境解译帮助并不显著,它们的比值在放养前后差别不大,仅 Osc/Myx 有所变化,最大值也仅有一倍之差,多数仅相差 10% 左右,测量误差的抖动已掩盖了这种变化,因而,并不足以作为环境解译的指标,相反,沉积物色素浓度所反映的变化非常明显,可以很好地反映环境的富营养状况。

沉积物有机质的分解可导致色素环境解译的偏差,但有机质的分解同时也受到环境因素的制约,众所周知,有机质的快速分解与水体良好的光通透性,高溶氧以及稳定的底质环境(相对较慢沉积速率)有关,与之相反,鱼塘经养殖后沉积物沉积速率增大,养殖使水体溶氧降低,水的光通透能力下降,促使有机物分解速度减慢,1993 年由黑白瓶测定出水体单位面积上初级生产力为 437mg/(m²·a),外加外源输入及投饵,平均可达到 1000mg/(m²·a),沉积速率为 0.5—1.0mm/a,沉积物有机碳的积累量为 800mg/m²,占总有机物生产力的 80%,对色素的保留起了积极的作用。

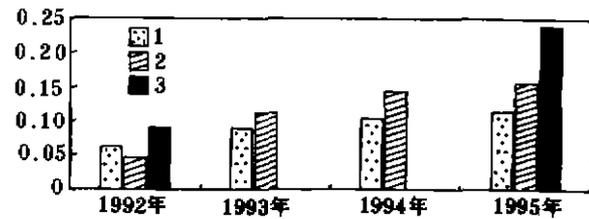


图 1 放养前后水体与沉积物中磷及 CD 浓度

1: 沉积物中总磷(%); 2: 水体中总磷(mg/L);

3: 沉积物中叶绿素[units/g.(org)]

Fig. 1 TP and CD concentration in water and sediments before and after fish culturing

4 结论

鱼塘快速沉积环境极有利于沉积色素的保存,有机质的保存率达产生量的 80%。因而沉积物色素总量在该环境下具有较好的环境营养状况指示意义。相反,色素比值由于受人为影响(投饵等)及浮游生物种群变化的影响反而指示意义下降。快速沉积作用使沉积物有机质、营养盐和色素之间形成极为密切的正相关关系。

参 考 文 献

- 1 马 燕,王苏民,潘红玺. 硅藻与色素在古环境演化研究中的意义——以固城湖为例. 湖泊科学, 1995, 8(1): 16-20
- 2 薛 滨,潘红玺,王苏民. 15 万年来 RH 孔沉积的古色素及其环境演化. 见: 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究年刊(1994), 北京: 科学出版社, 1995. 161-167
- 3 Zullig H. On the use of carotenoid stratigraphy in lake sediments for detecting past development of phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, 1981, 26: 970-976
- 4 E 拉宾诺维奇,高崑奇著. 光合作用(9). 中国科学院植物研究所光合组译. 北京: 科学出版社, 1973. 102-104
- 5 沈 同,王镜岩等. 生物化学. 北京: 高等教育出版社, 1984. 426-427
- 6 G E 福格. 藻类的新陈代谢. 北京: 科学出版社, 1962. 16-25
- 7 Swain B. Measurement and interpretation of sedimentary pigments. *Freshwater Biology*, 1985, 15: 53-75
- 8 Charly W R. Further studies on the metalimnetic oxygen maximum, with special reference to its occurrence throughout the world. *Investigations of Indian Lakes*, 1964, 6: 103-139
- 9 中国土壤学会农业化专业委员会编. 土壤农业化学常规分析法. 北京: 科学出版社, 1983. 67-97

Analysis of Nitrogen, Phosphorus, Organic Matter and Pigments in the Sediments of Fishponds and Their Environmental Significance

Pan Hongxi Hu Hongyun

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210018)

Abstract

Factors and processes such as intense human activities and rapid eutrophication, controlling the concentrations of organic substances, nutrients and organic pigments in sediments were analyzed before and after fish culturing in four fishponds. Results show that rapid sedimentation rate is more favorable for reservation of pigments that can be a significant indicator for trophic state of water bodies. In the meantime, there are close relations among organic substances, nutrients and organic pigments in sediments. These can be useful in sedimentary environmental explanation by way of organic pigments index.

Key Words Fishpond, sediments, pigments