

研究简介

A Letter

与 Noruzlo 大坝水库(伊朗 Zarrineh)的一些生态参数相关的浮游纤石虫、物种组成和群体变化

A. Mohsenpour Azari^{1,2}✉, F. Mohebbi², M. Seidgar², F.G. Agamaliyev¹, A.R. Aliyev³

1 巴库州立大学, 阿塞拜疆

2 Uremia, P.O. Box 368, Westocentral 亚洲卤虫资料中心, 生态系, 伊朗

3 阿塞拜疆 MEA 动物研究院, 阿塞拜疆

✉ 通讯作者: ali1345176@yahoo.com

水生生物研究, 2012 年, 第 1 卷, 第 3 篇 doi: [10.5376/aor.2012.01.0003](https://doi.org/10.5376/aor.2012.01.0003)

本文首次以英文发表在 International Journal of Aquaculture, 2012, Vol.2, No.1, 1-4 上。现依据版权所有人授权的许可协议, 采用 Creative Commons Attribution License 协议对其进行授权, 用中文再次发表与传播。只要对原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。如果读者对中文含义理解有歧义, 请以英文原文为准。

引用格式:

Mohsenpour Azari et al., 2012, Planktonic Ciliata, Species Composition and Population Changes Relative to Some Ecological Parameters in Noruzlo Dam Reservoir (Zarrineh River, Iran), International Journal of Aquaculture, Vol.2, No.1, 1-4 (doi: [10.5376/ija.2012.02.0001](https://doi.org/10.5376/ija.2012.02.0001))

摘要 本研究从 2008 年 1 月至 12 月对 Noruzlo 大坝水库(伊朗, 阿塞拜疆西部)中的纤石虫的丰度和物种组成进行了分析。每月在四个采样点对地表水进行采样, 三个样本取自容量为 5 L 的取样器的水柱中, 总共采集 30 L, 其中的 200 mL 直接与 8.6 mL 的饱和氯化汞溶液混合, 由 0.04% 的溴酚蓝着色。三个附属样本放置在 5 mL 的器皿中, 用 100 倍的显微镜观察, 同时对叶绿素 a、溶解氧、pH、透明度和水温进行了测量。总共有 43 个纤石虫物种得到确认, 测试到的高密度时期是二月(3.93×10^3 个细胞/升), 而最低密度时期是十二月(0.76×10^3 个细胞/升)。由于不可食海藻的出现, 纤石虫的夏季增长伴随着细菌和中等后生浮游动物密度的提高。*Paradileptus elephantinus*, *Eoleps hirtus*, *Stentor polymorphus*, *Paramecium bursaria*, 瓜形膜袋虫, *Condylostoma rugosum*, *Pleuronema coronatum* 和 *Aspidisca costata* 在其他物种间很丰富。最高和最低的叶绿素值($8.7 \mu\text{g/L}$ and $0.54 \mu\text{g/L}$)分别在五月和十月。根据获得的数据, 我们可以总结到: Noruzlo 大坝水库在研究期间呈现中营养状态。

关键词 伊朗; 阿塞拜疆西部; Noruzlo 大坝水库; 纤石虫; 密度

Planktonic Ciliata, Species Composition and Population Changes Relative to Some Ecological Parameters in Noruzlo Dam Reservoir (Zarrineh River, Iran)

A. Mohsenpour Azari^{1,2}✉, F. Mohebbi², M. Seidgar², F.G. Agamaliyev¹, A.R. Aliyev³

1 Baku State University, Azerbaijan

2 Department of Ecology, Westocentral Asian Artemia Reference Center, P.O. Box 368, Uremia, Iran

3 Azarbayjan MEA Zoologiya Institute, Azerbaijan

✉ Corresponding authors email: ali1345176@yahoo.com

Abstract The abundance and species composition of ciliata were analysed in the Noruzlo Dam reservoir (west Azerbaijan, Iran) from January to December 2008. Surface water samples were monthly collected at four sampling sites. Three samples were taken in the water column by means of a 5-litre sampler, totally 30 liters was collected, 200 ml of which was fixed immediately with 8.6 mL of a saturated HgCl_2 solution and stained with 0.04% bromophenol blue. Three subsamples were counted in a 5 mL chamber and examined with a microscope (100 \times) as well as Chlorophyll-a, dissolved oxygen, pH, transparency and water temperature were measured. A total of 43 ciliates species were identified, high-density period was detected in February (3.93×10^3 cells/L), while the lowest-density period was detected in October (0.76×10^3 cells/L). The summer development of ciliata was accompanying with a development of bacteria and moderate metazooplankton densities due to the appearance of non-edible algae. *Paradileptus elephantinus*, *Eoleps hirtus*, *Stentor polymorphus*, *Paramecium bursaria*, *Cyclidium citrullus*, *Condylostoma rugosum*, *Pleuronema coronatum* and *Aspidisca costata* were abundant among the other species. The maximum and minimum chlorophyll-a values ($8.7 \mu\text{g/L}$ and $0.54 \mu\text{g/L}$) were recorded in May and October respectively. According to the obtained data, we may conclude that the Noruzlo dam reservoir was a mesotrophic during the studied period.

Keywords Iran; West Azerbaijan; Noruzlo dam reservoir; Ciliata; Density

介绍

Zarrineh 是伊朗西北部最大的河流之一, 是乌尔米湖盆地最大的河流。Noruzlo 大坝水库就在这条河流上, 浮游纤石虫作为生物食物链中连接细菌和浮游动物的这一生态角色, 近年来得到广泛关注(Foissner

et al., 1999)。纤石虫吃细菌,从而降低富含生物体的环境中的细菌数量,因此扮演了一个重要角色(Javornicry and Perokesova, 1963)。纤石虫也吃浮游生物(Brook, 1952), 枝角类、桡脚类和轮虫则吃纤石虫(Rerk et al., 1977)。除此之外, 纤石虫可以高效地释放出磷(Porter et al., 1979)。在海洋环境中对浮游动物圈的研究表明, 原生动物在海洋食物链中是连接小型浮游生物和大型后浮游食草动物的中介(Smetacek, 1981)。纤石虫捕食自养皮克, 异养皮克和微型浮游生物, 并且作为大型浮游动物的猎物, 促进了矿质的补充和营养物质的循环(Blomqvist et al., 2001; Ventela et al., 2002)。总之, 纤石虫作为监测湖水污染程度的生物指示器, 扮演了重要的角色。Aleksperov (1977), Sonntag 等(2002)和 Mohsenpour Azary 等(2010)表示在 Mangirchober, Varvara 和 Jeiranbatal 水库中的纤石虫物种平均数分别是 50、91 和 81, 平均密度分别是 5 138、38 901 和 13 413 (Ind/L)。另外, 他们总结出 Mangirchober 水库是中营养状态, 而另外两个水库是富营养状态。伊朗关于淡水中的纤石虫组成的研究很少。因此, 本研究旨在调查 Noruzlo 大坝水库的中部及浅水区与一些生态参数相关的浮游纤石虫的丰度和频度。

1 结果

这是 Noruzlo 水库中水的物理和化学参数变化(表 1)。叶绿素 a 的波动显示出两个明显的时期:

表 1 2008 年 Noruzlo 水库中的水的物理和化学特性

Table 1 Physical and chemical properties of water in Noruzlo reservoir in 2008

时间 Time	透明度(m) Transparency (m)	叶绿素 a($\mu\text{g/L}$) Chlorophyll-a ($\mu\text{g/L}$)	水温($^{\circ}\text{C}$) Water Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	PH	磷酸根 (mg/L) PO_4 (mg/L)	酶转换量 (mg/L) TN (mg/L)	生化需氧量 (mg/L) BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L) N-NH ₄ (mg/L)
一月 Jan.	1	5.8	7	8.2	0.12	0.51	5.45	0.29
二月 Feb.	0.88	2.8	5.2	7.7	0.17	0.21	3.21	0.18
三月 March	1.1	4.7	7.6	8	0.12	0.37	3.15	0.10
四月 April	0.98	8.7	15	7.9	0.44	0.54	1.12	0.15
五月 May	1.4	3.6	16.8	8.2	0.35	0.18	3.21	0.08
六月 June	1.2	2.1	21	8.5	0.43	0.28	2.18	0.21
七月 July	0.58	0.89	23.8	7.8	0.28	0.85	3.16	0.16
八月 Aug.	1.2	1.2	26.5	7.4	0.15	0.22	1.98	0.18
九月 Sep.	0.56	2.2	26.8	7.9	0.32	0.18	5.58	0.25
十月 Oct.	0.85	0.54	19	8.3	0.21	0.54	5.35	0.12
十一月 Nov.	1.1	3.2	15	8	0.18	0.15	6.68	0.35
十二月 Dec.	1.2	3.1	12.5	8.1	0.12	0.37	3.12	0.25
平均数 Average	1	3.2	16.3	8	0.24	0.37	3.68	0.19

在水库水中检测到的叶绿素 a 含量最高是 8.7 $\mu\text{g/L}$, 最低是 0.54 $\mu\text{g/L}$, 分别在四月和十月。最高透明度(1.4 m)是在五月, 而最低(0.56 m)是在九月。高温段是从七月到九月, 最高值为 26.8 $^{\circ}\text{C}$, 而最低值是在二月, 为 5.2 $^{\circ}\text{C}$ 。pH 值在 7.4 到 8.5 之间波动。水中的化学变量包括磷酸根、酶转换量、生化需氧量和氨氮(表



1)。关于原生动物密度, 高密度时期是在二月, 为 3.93×10^3 个细胞/升, 最低是在十月, 为 0.76×10^3 个细胞/升, 具有统计学意义($p < 0.05$), 平均密度为 1.89×10^3 个细胞/升。本研究列出了 Noruzlo 大坝水库中纤石虫的组成和密度(图 1 和表 2)。



图 1 2008 年 Noruzlo 水库纤石虫的月分布

Figure 1 Monthly distribution of ciliates population in Noruzlo reservoir in 2008

表 2 2008 年 Noruzlo 水库中部和浅水区中的纤石虫分类单元

Table 2 Ciliata taxa in the middle and shallow areas in Noruzlo reservoir in 2008

纤石虫种团 Ciliates species groups		
纲 1 动基片纲 Class 1 Kinetofragminophora	纲 2 寡毛亚纲 Class 2 Oligohymenophora	纲 3 多膜亚纲 Class 3 Polyhymenophora
目 1.1 前口目 Order 1.1 Prostomatida	目 2.1 膜口目 Order 2.1 Hymnostomatida	目 3.1 异毛目 Order 3.1 Heterotrichida
<i>Eoleps hirtus</i>	<i>Tetrahymena pyriformis</i>	<i>Metopus es</i>
<i>Holophrya atra</i>	<i>Glaucoma chattoni</i>	<i>Stentor polymorphus</i>
<i>H. hexatricha</i>	<i>Paramecium aurelia</i>	<i>S. roeseli</i>
<i>Prorodon brachyodon</i>	<i>P. caudatum</i>	<i>Condylostoma rugosum</i>
<i>P. viridis</i>	<i>P. bursaria</i>	目 3.2 少毛目 Order 3.2 Oligotrichida
<i>P. ovum</i>	<i>Frontonia acuminata</i>	<i>Halteria grandinella</i>
<i>Coleps tesselatus</i>	<i>F. elliptica</i>	<i>Strombidium mirabile</i>
目 1.2 刺钩目 Order 1.2 Haptorida	<i>Urosentrum turbo</i>	<i>S. fallax</i>
<i>Enchelys pupa</i>	目 2.2 膜纤目 Order 2.2 Scuticociliatida	<i>Strombidium gyrans</i>
<i>Didinium nasutum</i>	<i>Pleuronema coronatum</i>	<i>S. velox</i>
<i>Paradileptus elephantinus</i>	<i>Cyclidium glaucoma</i>	<i>Tintinnidium pusillum</i>
<i>P. conicus</i>	<i>C. citrullus</i>	<i>Tintinnopsis cylindrata</i>
<i>Lacrymaria olor</i>	<i>Vorticella nebulifera</i>	目 3.3 腹毛目 Order 3.3 Hypotrichida
目 1.3 侧口目 Order 1.3 Pleurostomatida	-	<i>O. pellionella</i>
<i>Litonotus lamella</i>	-	<i>Stylonychia mytilus</i>
目 1.4 篮口目 Order 1.4 Nassulida	-	<i>Euplotes patella</i>
<i>Nassula citrea</i>	-	<i>E. eurytomus</i>
<i>Zosterograptus labiatus</i>	-	<i>Aspidisca costata</i>

根据测量到的原生动物密度, 可以分为三个不同的时期: 一月~二月、七月~八月及十月~十一月。浮游生物样本中共发现了 43 中纤石虫(表 2), 最高和最低膜口目(8 种)密度分别属于侧口目, 具有统计学意义($P < 0.01$)。纤石虫的年平均密度是 1 893 Ind/L, 在最低密度 966 个细胞/升到最高密度 2 203 个细胞/升之间波动, 具有统计学意义($p < 0.05$)。Noruzlo 大坝水库中的纤石虫密度明显有季节性变化。在此期间, 前口目

(*Eoleps hirtus*)、刺钩目(*Paradileptus elephantinus*)、膜口目(袋状草履虫)、膜纤目(亚帆口虫和瓜形膜袋虫)、异毛目(*Condylostoma rugosum*, *Metopus.sp*)及下毛目(有肋纤虫)组成了纤石虫总数的 60%。

2 讨论

Noruzlo 大坝水库中浮游纤石虫的最大密度是在一月到四月, 水库中纤石虫的密度显示出明显的季节性变化。冬季和夏季的最高密度也可能取决于水中的无生命因素, 在其他中营养湖泊中同样发现了这一趋势(Takamura et al., 2000; Ventela et al., 2002)。

随着湖的生产力的增长, 原生动物的丰度也相应增加(Beaver and Crisman, 1990)。从本研究我们可以清楚地看到纤石虫丰度与水库生产力相关。特定食物(细菌、微型鞭毛虫和海藻)的浓度可能是浮游纤石虫的丰度、生物量和密度的主要调节因素(Wiskowski et al., 2001; Mohsenpour Azari and Agamaliyev, 2010)。晚冬季节 Noruzlo 大坝水库中极高的纤石虫密度可能伴随着浮游生物的丰度的增加。似乎, 随着这些有机体的死亡, 分解量加大, 因此, 大量的细菌和碎屑可供给原生动物, 而反过来, 又可以使密度增加。类似的情况还有原生生物的死亡使原生动物的丰度和细菌数量增加, 这在早前在 Dalnee-USSR 就发现了(Sorokin and Paveljeva, 1972)。这种小型的食细菌纤石虫主要是盾纤类纤石虫(*Cyclidium glaucoma* 和瓜形膜袋虫), 在每个样本中都是典型的中营养湖泊个体(Beaver and Crisman, 1990)。同时, 杂食动物 *Coleps tessellatus* 和 *Vorticella* 科占据了 pH>7 的湖水中部, 它们的重要性随着富营养的出现而增加(James et al., 1995; Paolo and Silvia, 2005; Mohsenpour Azary et al., 2010)。晚冬时期高密度的 *Paradileptus elephantinus*, *Eoleps hirtus*, *Condylostoma rugosum*, *Paramecium bursaria*, *Cyclidium citrullus*, *Pleuronema coronatum* 和 *Aspidisca costata* 的出现表现出水库富营养化的加强, 而造成富营养化的原因是来自这个季节的高营养物的大量下水道和农业废水流入湖中。Noruzlo 大坝水库的纤石虫密度表现出明显的季节性变化。本研究获取的数据, 特别是叶绿素 a 浓度和透明度, 证实了水库处于中营养的状态, 与其他中营养湖泊中观察到的相类似(Carlson, 1977; Wetzel, 1983)。根据得到的数据, 我们可以得出结论: 在研究期间, Noruzlo 大坝水库处于中营养状态。

3 材料与方方法

本研究自 2008 年一月至十二月在四个采样点每个月采样一次。地表水样来自两个部分, 分别是中部(试点 1, 试点 3)和沿海浅水区(试点 2, 试点 4), 这些样本用来测量纤石虫的成分和密度。三级样本用容量为 5L 的取样器从中部水域的水柱中取得(Bernatowicz, 1953), 共计 30 升, 其中的 200 mL 直接与 8.6 mL 的饱和氯化汞溶液混合, 由 0.04% 的溴酚蓝着色(Pace and Orcutt, 1981)。三个附属样本放置在 5 mL 的器皿中, 用 100 倍的显微镜观察。据 Jahn 等(1949), Pennak (1953)和 Corliss (1979)的工作称, 纤石虫得到了鉴定。分类学鉴定大部分基于 Foissner 等(1999)的研究。浮游生物的叶绿素浓度是用 90% 的丙酮提取 24 小时, 根据 Parsons 和 Strickland (1965)的方法估算得到的。本研究对下列物理和化学因素也做了研究: 透明度、pH 和生原体(酶转换量, 磷酸根, 氨氮和硝酸氮)。透明度和 pH 在原位置分别用透明度板和詹韦公司 3405 电极条测量。另外的数据根据 Hermanowicz 等(1976)的方法在实验室测量得到。数据通过 Excel 处理, 由 SPSS 微软进行分析。

参考文献

- Alekperov I.K., 1977, Identification of ciliates species in Mangirchober, Varvara and Jeiranbatal reservoirs of Azarbaijan, Final report of the Ph.D. thesis, 12: 146
- Beaver J.R., and Crisman T.L., 1990, Seasonality of planktonic ciliated protozoa in 20 subtropical Florida lakes of varying trophic state, *Hydrobiologia*, 190: 127-135
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00014103>
- Bernatowicz S., 1953, Apparatus for quantitative plankton sampling, *Wszechoewiat*, 127-128
- Blomqvist P., Jansson M., Drakare A.K., Bergström M., and Brydsten A., 2001, Effects of additions of DOC on pelagic biota in a clearwater systems: results from a whole lake experiment in northern Sweden, *Microbial Ecol.*, 42: 383-394
<http://dx.doi.org/10.1007/s002480000101> PMID:12024263
- Brook A.J., 1952, Some observations on the feeding of protozoa on freshwater algae, *Hydrobiol.*, 4: 281-293
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00044348>
- Carlson R.E., 1977, A trophic state index for Lakes, *Limnology and Oceanography*, 22: 361-369
<http://dx.doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>
- Corliss J.O., 1979, The ciliated protozoa: characterization, classification and guide to the literature, Pergamon, New York, pp.455

- Foissner W., Berger H., and Schaumburg J., eds., 1999, Identification and Ecology of Limnetic Plankton Ciliates. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, München
- Hermanowicz W., DoÅ½ska W., Doilido J., and Koziowski B., eds., 1976, Physical and chemical investigation methods of water and sewage, Arkady, Warsaw
- Jahn T.L., Bowne E.E., and Jahn F.F., eds., 1949, How to know the Protozoa, The Picture Key Nature Series Brown, Dubuque, pp.249
- James M.R., Burns C.W., and Forsyth D.J., 1995, Pelagic ciliated protozoa in two monomictic, southern temperate lakes of contrasting trophic state: seasonal distribution and abundance, *J. Plankton Res.*, 17:1479-1500
<http://dx.doi.org/10.1093/plankt/17.7.1479>
- Javornicry P., and Prokesova V., 1963, The influence of protozoa and bacteria upon the oxidation of organic substances in water, *Int. Revwr Ges. Hydrobiol.*, 48: 335-350
<http://dx.doi.org/10.1002/iroh.19630480207>
- Mohsenpour Azary A., Mohebbi F., Eimanifar A., and Javanmard A., 2010, Species Composition, Ecological Parameters and Seasonal Changes of Planktonic Ciliates Population in Bukan Dam Reservoir, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 5 (1): 102-106
- Mohsenpour Azary A., Ahmadi R., Mohebbi F., Motallebi A., Agamaliyev F.Q., and Aliyev A.R., 2010, Fluctuation Density of ciliates in Bukan Dam Reservoir (Zarrinehrud, Iran), *Iranian journal of Fisheries Sciences*, 9(3): 444-453
- Pace M.L., and Orcutt J., 1981, Relative importance of protozoans, rotifers and crustaceans in a freshwater zooplankton community, *Limnol. Oceanogr.*, 26: 822-830
<http://dx.doi.org/10.4319/lo.1981.26.5.0822>
- Paolo M., and Silvia Z., 2005, Ciliated protozoa and saprobial evaluation of water quality in the Taro River (northern Italy), *Italian Journal of Zoology*, 72(1): 21-25
- Pennak R.W., eds., 1953, *Freshwater Invertebrates*, Ronald, New York, pp.769
- Porter K.G., Pace M.L. and Battey I.F., 1979, Ciliate protozoans as links in freshwater planktonic food chains, *Nature*, 227: 563-565
<http://dx.doi.org/10.1038/277563a0>
- Rerk S.G., Brownlee D.C., Heinle D.R. Kiing H.S., and Colweli R.R., 1977, Ciliates as a food source for marine planktonic copepods, *Microb. Ecol.*, 4: 27-40
<http://dx.doi.org/10.1007/BF02010427>
- Smetacek V., 1981, The annual cycle of protozooplankton in the Kiel Bight, *Mur. Biol.*, A3: 1-11
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00394657>
- Sonntag B., Posch T., Griebler C., and Psenner R., 2002, Protozooplankton in the deep oligotrophic Traunsee (Austria) influenced by discharges of soda and salt industries, *Water, Air, and Soil Pollution, Focus 2*: 211-226
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1020360125761>
- Sorokin Y.I. and Paveljeva E.B., 1972, On the quantitative characteristics of the pelagic ecosystem of Dalnee Lake (Kamrhatka), *Hydrobiol.*, 40: 519-552
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00019987>
- Parsons T.R., and Strickland J.D.H., 1965, Particulate organic matter III. I. Pigment analysis. III. I. I. Determination of phytoplankton pigments, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 8:117-127
- Takamura N., Shen Y., and Xie P., 2000, Species richness of protozoa in Japanese lakes. *Limnology*, 1: 91-106
<http://dx.doi.org/10.1007/s102010070015>
- Ventela M.A., Wišckowski K., Moilanen M., Saarikari V., Vuorio K., and Sarvala J. 2002, The effect of small zooplankton on the microbial loop and edible algae during a cyanobacterial bloom, *Freshwater Biol.*, 47: 1807-1819
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00924.x>
- Wetzel R.G., 1983, Measurement of chlorophyll-a Tech Rep TR-82, In: Youngman R.E., eds., *Limnology*, Michigan State University, New York
- Wišckowski K., Ventel äA.M., Moilanen M., Saarikari V., Vuorio K., and Sarvala J., 2001, What factors control planktonic ciliates during summer in a highly eutrophic lake, *Hydrobiologia*, 443: 43-57
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1017592019513>