

太湖水域中细菌生长速率的测定及其动态研究

姜新耀 王丽卿 陈马康

(上海水产大学, 200090)

摘 要 应用氘化胸苷示踪法研究了太湖浮游物与沉降物中细菌生长速率的动态变化,同时测定了太湖有机碎屑沉降量、水体中有机物含量以及 C/N 的动态变化。结果表明:太湖浮游物与沉降物中细菌生长速率的变化具有很明显的季节性,其与水温、水环境中的有机物含量、碳氮比、有机碎屑沉降量等存在密切的联系。我们认为,细菌生长速率是阐明湖泊生态系统结构与功能的主要参数,也是水体渔业开发的重要依据之一。

关键词 细菌,生长速率,碳氮比,有机碎屑

在以往对水域生态系的研究中,人们对细菌在水域生态系物质循环中所起的作用没有引起足够的重视。随着对水域生态系统研究的不断深入,对于细菌在水域生态系统物质循环中所起的作用发生了根本性的转变[郑天凌等,1995]。人们发现细菌不仅是有机物质的分解者,同时又能有效地将低浓度的溶解有机质(DOM)转化成高蛋白[郑天凌等,1995;刘国才,1992],成为鱼类重要的高蛋白来源。

我国内陆水域包括养殖池塘和湖泊水体中,细菌生长速率的测定及其动态变化规律的研究尚较少。本文报导应用氘化胸苷示踪法,定量研究太湖水体中细菌生长速率的动态变化,并对太湖水体中细菌生长速率同有机碎屑及水体营养状况的季节变化的关系进行了研究。利用核素示踪技术测定细菌生长速率可以帮助我们充分认识细菌在湖泊生态系统所起的重要作用,对加强太湖渔业的科学管理,充分利用细菌的生产力资源,提高鱼产力和生态经济效益具有较大的现实意义。

1 材料与方 法

1.1 实验场所

太湖是横跨江苏省境内宜兴、武进两地的中型湖泊。面积1.64万公顷,平均水深1.27米,平均透明度92.3厘米。湖内水草丛生,是一个典型的草型湖泊[胡莉莉等,1991]。

1.2 采样方法

在湖内设置六个有代表性的采样点,自1992年至1994年间不同季节各进行二次浮游物样品和沉降物样品的采集。

浮游物样品的采集用柱状采水器采集表层到底层的水样,用经煅烧处理(450℃,4h)的Whatman GF/C滤纸进行抽滤。

在进行沉降物样品的采集时,将带盖的沉降物收集器悬挂于各采样点水底,24小时后盖上

盖子并取回,经浓缩定容后,抽滤在经煅烧处理(450℃,4h)的 Whatman GF/C 滤纸上。

有机碎屑沉降量(t/d)=单位面积沉降量(g/d·m²)×涌湖水域面积(m²)×无灰干重的百分含量×10⁻⁶(t/g)

把得到的浮游物和沉降物样品烘干后放入干燥箱内保存、备测。

1.3 细菌生长速率的测定(TTI 法)

在现场将各采样点的一定量浮游物水样或经定容的沉降物水样分成对照组和样品组,每组三管,每管5ml,对照组中先加0.5ml 甲醛,然后向样品组和对照组中同时加10μl 10%的³H-胸腺嘧啶核苷,经暗培养三十分钟,放入冰浴,并加入0.25ml 100%TCA 和过量的无标记的胸腺嘧啶,以终止反应。过片刻后,抽滤在0.22μm 的微孔滤膜上,经消化处理后,加10ml 闪烁液,在液体闪烁计数仪上测定其放射性强度。根据下列公式与 Fuhrman 经验常数(1.4×10¹⁸ cells/mol)计算出样品的细菌生长速率[Fuhrman, J. A 和 F. Azam, 1982]。

$$\text{mol} \cdot \text{T} / \text{l} \cdot \text{h} = \frac{\text{样品放射性强度}}{^3\text{H-胸腺嘧啶活度}} \times \frac{4.5 \times 10^{-13}}{\text{培养时间(h)}} \times \frac{1}{\text{样品体积(l)}} \quad (1)$$

1.4 C、N 量的测定

将采集的浮游物和沉降物样品在80℃下烘干至恒重,应用 Parson 方法测定总碳[Parson 等,1984];应用微量凯氏定氮法测定颗粒有机总氮。

1.5 灰分的测定

将烘干至恒重的样品,放入经煅烧处理(550℃,2h)的坩锅内,再一起放入马福炉中在450℃下煅烧2小时,样品煅烧前后的重量之差即为样品的无灰干重。

2 结果与讨论

2.1 涌湖水体浮游细菌和沉降物中细菌生长速率的动态变化

由表1可知,1992至1994年浮游物中浮游细菌平均生长速率分别为1.94×10⁷ cells/l·h、2.79×10⁷ cells/l·h 和3.75×10⁷ cells/l·h,沉降物中细菌平均生长速率分别为8.38×10⁷ cells/g·h、9.10×10⁷ cells/g·h 和8.57×10⁷ cells/g·h。整个测量期间,浮游细菌和沉降物中细菌生长速率的变动范围分别为1.37—6.61×10⁷ cells/l·h 和2.76—15.26×10⁷ cells/g·h。同时可看出,浮游物与沉降物中细菌生长速率随季节的动态变化是一致的,其细菌生长速率均在夏季处于最高值,分别为4.58×10⁷ cells/l·h 和13.60×10⁷ cells/g·h,随之夏、秋、冬三季呈下降

表1 涌湖浮游物和沉降物中细菌生长速率的季节变动

Tab. 1 Seasonal variation of the growth rate of bacteria in suspended substances and sediments in Gehu Lake

年 份	浮游物中细菌生长速率 (×10 ⁷ cells/l·h)					沉降物中细菌生长速率 (×10 ⁷ cells/g·h)				
	春	夏	秋	冬	平均	春	夏	秋	冬	平均
1992年	1.37	2.22	2.23		1.94	2.76	11.53	10.85		8.38
1993年	2.48	4.92	2.29	1.45	2.79	7.91	14.00	10.57	3.92	9.10
1994年	2.21	6.61	2.42		3.75	3.63	15.26	6.82		8.57
平均	2.02	4.58	2.32	1.45	—	4.77	13.60	9.41	3.92	—

趋势,冬季最低,到春季时又开始回升,其动态变化具有很明显的季节性。至少可以说明细菌生长速率的变化随着季节的变动与环境温度存在密切的关系。细菌生长速率的季节变化还与营养条件及浮游生物群落动态的季节变化密切相关,这方面尚待进一步的深入研究。

2.2 漏湖水体中浮游物和沉降物的季节变动

经测定,漏湖水体浮游物和沉降物中的无灰干重百分含量平均分别为34.25%和21.19%,最大值均出现于秋季,分别为54.69%和29.08%(表2),分别比平均含量高59.7%和37.2%,可见浮游物和沉降物的有机含量均在秋季处于最高值;1993年与1994年漏湖水体的沉降物中C/N的波动范围分别为3.20—5.18和3.02—7.74(表3),其平均值分别为4.21和4.77(表3)。由表2看出,浮游物和沉降物中无灰干重百分含量的变化趋势是一致的,均在春、夏、秋三季呈上升趋势,秋季最高,冬季有所降低。表3显示了漏湖水体沉降物中C/N的季节变化情况,可以看出,C/N在春、夏、秋三季均呈下降趋势,冬季回升,秋季处于最低值,其变化规律与无灰干重百分含量的变动情况相当吻合,也与细菌生长速率的变化趋势相符。由于细菌体内含有丰富的蛋白质,由此我们认为,细菌在有机碎屑上的生长繁殖使有机碎屑的C/N降低,营养价值提高。另外有机碎屑沉降量在秋季处于最大值,为319.8吨/天(表2),说明秋季的有机碎屑资源最丰富,其C/N最小,且所含的有机物量最高,因此秋季的有机碎屑的饵料价值相对其它季节而言是最高。

表2 漏湖水体浮游物、沉降物中无灰干重百分含量以及有机碎屑沉降量的季节变动

Tab. 2 Seasonal variation of Percentage of the dry weight without ash in suspended substances and sediments, and the content of organic detritus (in dry weight) of sediments in Gehu Lake

项 目	春	夏	秋	冬	平均
浮游物无灰干重百分含量(%)	21.69	35.15	54.69	25.47	34.25
沉降物无灰干重百分含量(%)	17.16	23.40	29.08	15.14	21.19
全湖有机碎屑沉降量(干重,吨/天)	234.6	143.6	319.8	265.6	243.1

表3 漏湖水体沉降物中C/N的季节变动

Tab. 3 Seasonal variation of C/N of sediments in Gehu Lake

年 份	春	夏	秋	冬	平均
1993年	5.18	3.57	3.20	4.90	4.21
1994年	5.47	3.65	3.02	7.74	4.77

2.3 漏湖水体中浮游物和沉降物的季节变动与细菌生长速率的关系

漏湖是典型的草型湖泊,其水草覆盖率相当高,漏湖水体有机碎屑沉降量与漏湖水草的新老交替存在密切的关系。在夏季,漏湖水域水草茂盛,水质较清,故夏季的有机碎屑沉降量处于最低值(表2)。同时由于夏季是鱼类的摄食高峰,水草被大面积捞割,并大量投饵,因此在水体中产生了大量的水草碎片、残饵、鱼类粪便等形成有机碎屑的基质,而夏季水温高而稳定,为细菌的生长繁殖和有机碎屑的形成创造了良好的环境条件[刘国才,1992;王少梅等,1990]。随着细菌的不断入侵,有机碎屑开始形成,同时细菌大量繁殖[朱学宝等,1995],细菌生长速率不断升高,在夏季呈最大值。水草碎片等形成有机碎屑的基质经一段时间的分解、演变,在水体中形

成了大量的有机碎屑。与此同时,其大部分的有机质释放到水体中[王少梅等,1990]。因此至秋季时,有机碎屑沉降量达最大值(319.8吨/天,表2),有机物含量处最高值(表2),而C/N逐步降至最低值(表3),表明有机碎屑的营养价值提高。之后,随着形成有机碎屑的基质逐步减少,且水温也有所降低,故细菌生长速率开始逐步下降,到冬季时降至最低值(表1),此时,有机碎屑沉降量明显减少,有机物含量降低(表2),C/N回升(表3)。由此可以看出,细菌生长速率的变动规律与水温、有机物含量、C/N等指标的变化情况是相当吻合的,这一结果与刘国才等[1992]得出的细菌数量的季节波动规律取决于各季节水温、有机质浓度等因素的结论是相符合的。

以上结果表明,形成有机碎屑的关键期主要在夏季至秋季这段时间,在此期间,夏季的细菌生长速率最高,随着有机碎屑的形成,其沉降量升高;细菌生物量增加[孙其焕等,1997];有机物含量提高,在秋季时,均达最大值,而细菌生长速率降低;C/N也逐步降低,且至秋季时处最低值。到冬季时,细菌生长速率降至最低点,有机物含量明显下降。说明细菌生长速率与有机物含量等技术指标一样,可作为评价湖泊水域环境条件及研究湖泊生态系结构与功能的主要参数之一。

3 结语

有机碎屑在浮游物占有极重要的位置[王少梅等,1990],溇湖有机碎屑是由生物有机体残片、大量的细菌、浮游植物和原生动物等组成的微型生物群聚体,它不仅是高品质的饵料,易于被鱼类吸收利用,而且还能起到改善水体营养条件的作用[林婉莲等,1984]。有机碎屑的形成与细菌有着密不可分的关系,有机碎屑形成的初期需要有细菌的入侵,而在有机碎屑的形成过程中又会产生大量的细菌[朱学宝等,1995]。细菌既是分解者,又是鱼类重要的高蛋白食物。我们应充分重视有机碎屑的饵料价值及其在物质循环中所起的重要作用。

研究表明,溇湖水体中细菌生长速率与有机物含量、有机碎屑沉降量及碳氮比之间有着紧密的关系,有机碎屑形成的关键期是在夏季至秋季这段时间。溇湖秋季的有机碎屑沉降量最大,无灰干重百分含量最高,碳氮比最低,且细菌生物量最高[孙其焕等,1997],是溇湖重要的高品质饵料资源,它有利于碎屑食性鱼类和底栖动物的摄食利用。我们应充分利用秋季这个有利时期,重视利用细菌的生产力资源,加强管理,提高经济效益。

综上所述,细菌生长速率完全可作为研究湖泊生态系结构与功能的主要参数,对湖泊水域环境条件作出客观的评价;同时也是水体渔业合理开发的重要依据之一,另外也显示出核素追踪技术在湖泊水域生态系的研究中所起的重要作用。我们应当充分应用先进的科学技术,改进实验方法,开拓研究思路,提高湖泊水域生态科学研究的水平,以促进湖泊水域生态学领域的深入发展。

参 考 文 献

- [1] 王少梅、胡传林,1990.保安湖浮游物和颗粒有机碎屑现存量及季节变动与渔业生产.湖泊科学,2(1):50-58.
- [2] 孙其焕等,1997.溇湖的细菌组成与营养水平、鱼产潜力的关系.溇湖渔业高产模式及生态渔业研究,174-184.农业出版社(京).
- [3] 刘国才等,1992.鱼塘内细菌数量消长和季节变动.水产学报,16(1):24-31.

- [4] 朱学宝等,1994。微囊藻有机碎屑在形成、演变过程中阶段划分的探讨。中国鱼池生态学研究,75—81。上海科学技术出版社。
- [5] 郑天凌,1994。水产养殖水体细菌数量、生物量、生长速率的研究方法及现场结果。中国鱼池生态学研究,127—136。上海科学技术出版社。
- [6] 林婉莲等,1984。四种浮游生物的碎屑形成过程。水生生物学集刊,8(2):253—257。
- [7] 胡莉莉等,1991。涌湖网围养殖后对水体富营养化的影响。水产学报,15(4):291—301。
- [8] Fuhrman, J. A. and F. Azam, 1982. Thymidine incorporation as measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface water; Evaluation and field results, *Mar. Biol.*, 66:109—120.
- [9] Parson, T. R. *et al.*, 1984. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*, 3—25. Pergamon Press, Oxford.

THE MEASUREMENTS OF BACTERIOPLANKTON GROWTH RATE AND ITS SEASONAL VARIATION

Jiang Xin-yao, Wang Li-qing and Chen Ma-kang

(*Shanghai Fisheries University, 200090*)

ABSTRACT Seasonal variation of bacterioplankton growth rate was measured with ³H-thymidine tracing method in Gehu Lake, along with the measurement of sedimentation of detritus, content of organic matter and C/N ratio of particulate and sedimented matter. The results show that there exist marked seasonal variations in growth rate of bacteria on season, sedimented matter, and is highly related to water temperature, organic matter concentration, C/N ratio and sedimentation of organic matter. The bacteria growth rate is an important parameter of structure and function of lake ecosystem, and also constitute the base for fisheries exploitation.

KEYWORDS bacteria, growth rate, C/N ratio, organic detritus