

藻类对伊洛河氧平衡影响的研究

郭 怀 成

(北京大学地理系)

在建立河流氧平衡模型时,藻类常作为重要的影响因素来考虑。对此,国外已有许多学者探讨了藻类与河流氧平衡的关系^[1-4],目前我国尚很少开展此项研究。在对伊洛河的水污染研究中,1981年我们进行了三次较系统的水质监测,本文试图对其中两次不同流量下藻类对氧平衡的影响作一分析。

一、断面布设与采样分析

本次研究选择伊洛河新桥至石灰务渡口间河段,全长约 62 公里。在本河段上布设了 6 个采样断面(图 1)。新桥作为对照,在该

断面下游有三个大排污口,它集中了洛阳市绝大部分废水。往下布设了漫水桥为始污染断面,其后又设置了白马寺、塔庄、黑石关和石灰务断面。在塔庄至石灰务间有一条支流(伊河)和 4 个污水口汇入。

1981年6月19至20日(每日7:00、11:00、15:00、19:00),9月19至23日(每日8:00、13:00、18:00),我们对这两个不同水期的水质作了同步观测,分析项目包括:水温、DO、BOD、COD 和藻类等。

在六、九月采样期间,河流平均流量分别

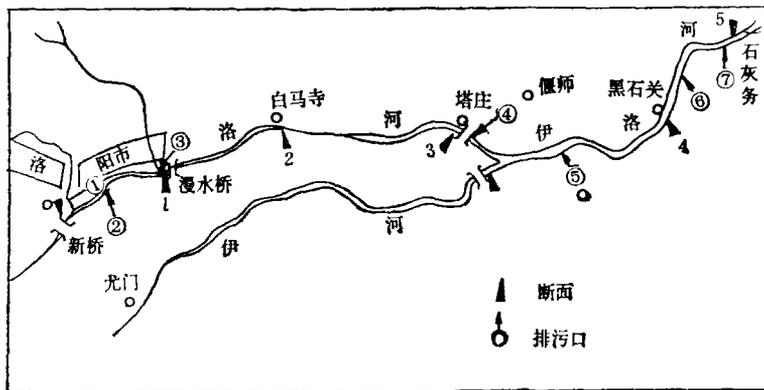


图 1 伊洛河采样断面和排污口示意图

为 $1 \text{ m}^3/\text{秒}$ 和 $60 \text{ m}^3/\text{秒}$ 左右,前者为枯水期,后者为丰水期。

二、藻类对夏季高温枯水期氧平衡的影响

六月,伊洛河正处极端枯水期,其平均流量小于 $1 \text{ m}^3/\text{秒}$ (白马寺水文站)。在新桥断面以上河水流量仅为 $0.2 \text{ m}^3/\text{秒}$,经洛阳市区排入大量污水,到漫水桥处,河水变黑发臭,

成为死水一潭。在这种严重污染的河流,DO 却出现异常现象。即除漫水桥 DO 日夜全为零外,其它断面(石灰务因受黄河倒灌影响除外)在白天均出现 DO 过饱和现象[表 1]。据文献报道^[5],一般流速小、水温高的河流,都会出现藻类负荷过重的现象。另据 Odum 的研究,DO 在白天过饱和,在夜间缺氧,是有机污染河流恢复带的典型特征^[6]。

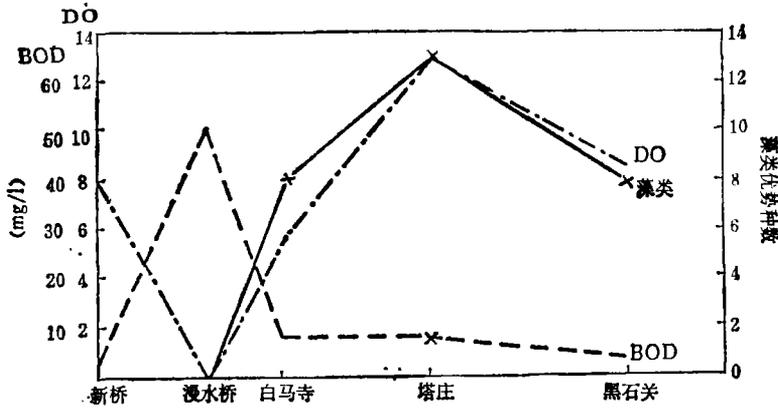
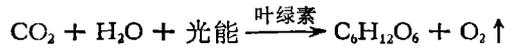


图2 高温枯水期藻类、DO 和 BOD 之间的关系

伊洛河此时正属这种情况，其流速小、水温高、藻类繁多。由图 2 可见，DO 随藻类优势种数的增加而增高，两者具有很好的相关性。尤其在塔庄，仅 13 个优势种的藻类就高达 1521 万个/升，为该断面丰水期藻类总数的 58 倍，其 DO 值最高达 17.96 毫克/升，饱和百分率达 253%。DO 在河流中如此过饱和现象，在国内还未见有人报道。Odum 认为，在污染河流的最早恢复带，藻类种群的最大值与 DO 的最大值相吻合，且藻类种群的产氧能力要比未污染河流高得多^[6]。由此可以认为，DO 过饱和现象是藻类强烈的光合作用所致，这种作用控制着该河水中 DO 浓度的变化。即：



由于光照强度具有日周期变化，而日光恰是光合作用的能量来源，正是光合作用强度与光照、水温的综合效应，使河流中 DO 存在着昼夜性变化。

从图 3 可见，各断面 DO 饱和率呈现有规律的日周期变化。6 月 19 日 DO 日变化要大于 20 日。因 19 日天气晴朗，而 20 日下午阴天，傍晚有小雨。再从这两日的河水温度来看，白马寺断面 19 和 20 日 15:00 的水温分别为 34℃ 和 28℃，两者相差 6℃。温度降低的结果导致了光合作用效率的降低^[4]，故前者的 DO 日变化要大于后者。

1. 使 DO 呈明显的日周期性变化
藻类光合作用产氧的机理是

2. DO 最大值出现在 15:00

将表 1 中数据绘成图 4，可看出各断面

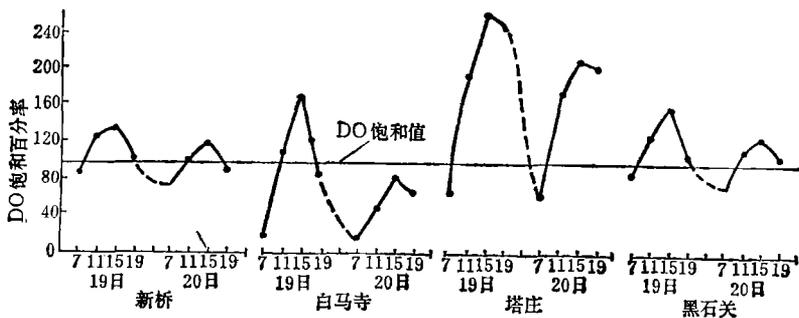


图3 夏季高温枯水期(6月)各断面 DO 的日变化

表 1 伊洛河夏季高温枯水期 DO 的日变化

采样时间	新 桥		漫 水 桥		白 马 寺		塔 庄		黑 石 关	
	DO (mg/l)	DO (饱和%)								
7:00	6.87	83.7	0	0	1.59	19.6	4.8	59.3	6.81	83.4
11:00	8.89	115	0	0	6.05	78.6	14.0	186	9.33	123
15:00	9.65	130	0	0	9.28	129	16.8	233	10.3	141
19:00	7.66	98.7	0	0	5.62	75.3	16.4	227	8.11	107

DO 饱和度均以 15 时最高。这和许多研究^[2,3,7] 证明的藻类光合作用最明显是在午后相一致。O'Connor 等人 (1970)^[1] 对藻类光合作用的研究也表明,产氧最大值几乎都出现在 15:00。由此可以认为,15:00 可能是伊洛河藻类产氧的最大值点。

3. 各断面清晨 (7:00) 均处于缺氧状态

从图 4 还可以看出,7:00 各断面 DO 又处于未饱和状态,如白马寺和塔庄断面 DO 分别为 1.59 毫克/升和 4.8 毫克/升,DO 由白天的饱和、过饱和到清晨分别降为 19.6% 和 59.3% (表 1)。这是因为夜间藻类停止了光合作用充氧,白天积累的过饱和 DO 又有一部分较快地释放到大气中,水中所余的 DO 被水生生物呼吸以及有机物的生化分解强烈消耗,使河水中耗氧作用大于大气的复氧作用,而造成了如此明显的日变化。

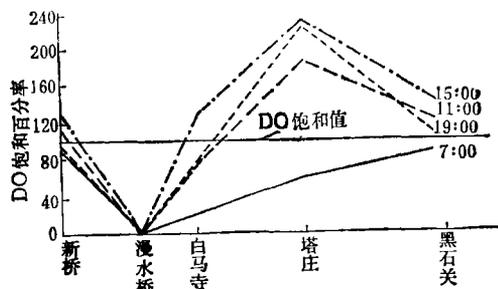


图 4 夏季高温枯水期 DO 饱和率的时空分布

三、藻类对丰水期氧平衡的影响

本河段丰水期流量远大于枯水期,且水温也低。此时,不仅河水中藻类数量大大减少,如塔庄的藻类总数为 26 万个/升;而且由于流速加大使水中含沙量增多,降低了透光率,结果藻类在氧平衡中的影响大为减弱。将表 2 数据绘成图 5 可直观地看出,三条 DO

表 2 伊洛河丰水期 DO 的日变化

采样时间	新 桥		漫 水 桥		白 马 寺		塔 庄		黑 石 灰		石 灰 务	
	DO (mg/l)	DO 饱和%										
8:00	8.06	93.8	7.32	84.9	6.53	76.9	6.57	77.9	6.26	72.9	6.55	78.4
13:00	7.99	97.6	7.38	89.7	6.69	81.5	6.77	84.0	6.40	76.9	6.46	79.4
18:00	8.12	98.0	7.26	88.8	6.89	84.7	7.11	85.7	6.56	80.2	6.73	81.6

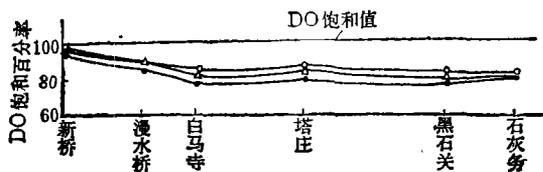


图 5 丰水期 DO 饱和率的时空分布

的时空分布曲线基本上接近,说明藻类对 DO

日变化的影响差别不大。在本河段丰水流量条件下,各断面 DO 均处于不饱和状态,不出现高温枯水期的过饱和现象。

四、结论

综上所述,我们认为:

1. 伊洛河夏季高温枯水期,藻类成为氧平衡影响的主导因素,它控制着河水中 DO

浓度的日变化。藻类强烈的光合作用使 DO 白天大大过饱和,并在 15:00 出现 DO 日最大值;而夜间,藻类的呼吸作用及其它耗氧作用又使水中严重缺氧,7:00 左右出现 DO 最低值。

2. 伊洛河丰水期,藻类对氧平衡的影响不明显,其表现各断面 DO 在时间分布上差别不大,此时全河段 DO 均处于不饱和状态,而不出现高温枯水期 DO 过饱和现象。

3. 以上两点说明,在伊洛河不同水文条件下,由于河流的水文特征(如流量、水温等)、藻类种群和数量以及耗氧有机物浓度等不同,可使氧平衡的影响因素有显著差别。藻类对伊洛河氧平衡影响的特点,对我国北方季风气候区受一定程度有机污染的河流,具有普遍意义。

本文承蒙关伯仁、陈传康、徐雲麟副教授指导和审阅,在此表示致谢。

参 考 文 献

[1] O'Connor, D. J. and Di Toro, D. M., *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs. J. Sanit. Eng. Div.*, 96 (2), 547, (1970).
 [2] Hornberger, G. M., *Water Research*, 14(4), 355, (1980).
 [3] Beck, M. B. and Young, P. C., *Water Research*, 9(9), 769, (1975).
 [4] Kelly, M. G., Hornberger, G. M. and Cosby, B. J., *Limnology and Oceanography*, 19(2), 305, (1974).
 [5] Nemerow, N. L., *Scientific Stream Pollution Analysis*, 28—30, Wash. Scripta Book Co., (1974).
 [6] Odum, H. T., *Limnology and Oceanography*, 1(2), 102, (1956).
 [7] O'Connor, D. J., *Water Resources Research*, 3(1), 65, (1967).



环境信息

亚硝酸胺化合物存在于大气颗粒物中的证据

大家知道,单凭苯并(a)芘的含量不足以说明大气微尘的致癌和致变活性,因此近年来在多环芳烃及其衍生物范围内进行了大气微尘中荧蒽系化合物、含氮杂环化合物、甲基及氢化多环芳烃以及多环芳烃硝基衍生物的广泛研究。新近报道的一个重要进展是:发现亚硝酸胺类化合物也存在于大气微尘之中,这是亚硝酸胺类化合物与癌的流行病学关系的一个新认识。早在 1976 年, Fine 为首的集体发现城区大气中有挥发性亚硝酸胺类的存在并在土壤中检出了某些未鉴别的不挥发性亚硝酸胺类。在上述工作的基础上,纽约大学医学中心环境医学研究所的 Kneip、Daisey、Solomon、Hershman 等人从纽约城区的可呼吸微尘样品提取液中,证实了亚硝酸胺类(包括亚硝酸胺)的存在。总计每立方米大气中未加鉴别的亚硝酸胺类化合物达 100 微微克分子以上。提取液中的亚硝酸胺类化合物,经富集以后,以薄层色谱和高压液相色谱分离,用亚硝酸胺的特征试剂 Griess 和 Preussmann 试剂检出和鉴定。亚硝酸胺的馏份经红外分析

证明确有 N=O 伸张 (1450—1470 cm⁻¹) 和 N—N 伸张 (1020—1470 cm⁻¹) 的特征谱带。经薄层色谱和高压液相色谱净化的馏份,在气相色谱上用对亚硝酸胺类高度敏感并具良好特性的热能分析仪鉴别时,其应答为空白的 30 倍。此外,亚硝酸胺馏份的 TLC R_F 值, HPLC 保留时间也与亚硝酸胺类的性能相一致。用上述的方法,发现于 1978—1980 年间从纽约城区采集的样品中,每立方米达 140 微微克分子的亚硝酸胺类化合物。从实验证明,90% 以上的亚硝酸胺不同程度地有致癌活性,而纽约城区 1977—1979 年间,苯并(a)芘的含量每立方米为 5.4 微微克分子(1.35 毫微克/立方米),两者比较,表明了大气微尘中亚硝酸胺类化合物的潜在危险性。

在汽车尾气的排放以及其他燃烧过程中,理论上是有因燃烧过程而产生亚硝酸胺类化合物的。上述工作,为大气中亚硝酸胺的来源,进一步地分离鉴定以及环境影响评价等提出了若干新的研究课题。

[戴乾圃摘自 *Science*, 221, 1045(1983)]