

环境地质因素对西湖富营养化影响研究

刘 经 雨*

(杭 州 大 学)

我国杭州西湖的水质近些年来明显下降,影响了游览观赏。经多学科系统调查鉴定,认为其水质下降的原因虽然是多方面的,但主要是湖水日趋富营养化的结果。据测定湖水含磷量最低 0.12 mg/l,最高达 0.18 mg/l。

在研究湖水水质时,除要重视人为污染外,人们对湖水中磷的自然来源和影响也很关注。为此,我们在该湖自然环境条件全面调查的基础上,重点做了西湖西侧,丁家山地层的勘察和磷结核体中磷的溶出研究。目的在揭示结核体中磷的溶出浓度、溶出速率、溶出量以及这些溶出磷对西湖水质的影响,为西湖的综合治理提供科学依据。

一、湖区地质简况及丁家山地层的分布

西湖近似椭圆形,湖水面积 5.66 km²,平均水深 1.55 m。湖周有四条小溪流入湖内,流域面积 21.22 km²。湖的北、西、南三面环山,东边与冲积大平原相连,地势西南高,东北低,总体向东北倾斜,湖水通过东北角的闸门向外泄出。

在流域范围内已出露的地层,新生代以前一般分为三类:

1. 古生代泥盆纪石英砂岩,构成湖区外围山峰,高度在 300—400 m,岩性坚硬,少溶出物质。

2. 古生代石炭—二迭纪灰岩,构成湖区内圈岩溶发育的山丘洞穴,高度一般在 200 m 上下,富含钙质,易于溶蚀。

3. 中生代侏罗纪火成岩,构成湖盆北侧

的低丘,高度约 50—100 m,岩体多节理,含少量溶性物质。

丁家山地层属二迭纪下统的丁家山组,出露地点以湖西丁家山为主体,此外,在夕照山、三台山和将台山等,也有零星分布。它是由一套泥质灰岩和页岩所组成。页岩中含有大量磷结核体,有的接近地表,多已风化成土壤;有的仍镶嵌于地层内,受到自然淋溶作用。故从环保角度看,丁家山层是湖区内的特殊地质因素,其分布面积约 0.5 km²,厚度可达百米左右,成为探讨西湖水体磷自然来源的主要对象(图 1)。

二、实验材料和方法

1. 采集样品: 丁家山位于西湖的西侧,山体下部伸入湖内,土壤属酸性粘质红壤,土体厚度多在 40—60 cm 之间,其下则为丁家山层的风化壳。为了取得合适的实验材料,我们在丁家山西麓深达 3m 左右的坑道中挖出磷结核体,经过现场挑选(椭球状、直径 10—20 cm)后带回室内处理。

2. 制备试验材料: 将野外取回的样品用清水洗去浮土,把已风化的表层剥去,用机械粉碎到一定的粒度。根据实验设计要求,筛分为粒径 <1 mm 和 3—5 mm 两级,分别称样作为试验材料。

3. 实验方法: 为使实验尽可能接近自然状态,采用两种粒级,三种浸提,各分三个时段检测。

* 毛发新参加调查取样,洪紫萍、吴德秀、方红缨、王芝平进行实验,特此致谢。

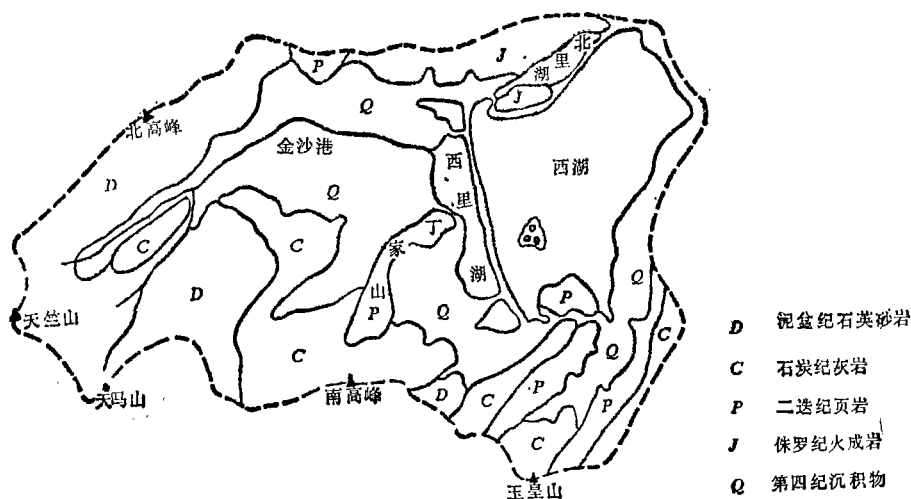


图 1 西湖流域地质示意图

表 1 磷结核体溶出实验结果

浸提水 项 目 粒度 d		湖水 (pH 9.5)	雨水 (pH 7.0)	土壤水 (pH 5.5)	湖水 (pH 9.5)	雨水 (pH 7.0)	土壤水 (pH 5.5)	平均值
		<1mm	<1mm	<1mm	3—5 (mm)	3—5 (mm)	3—5 (mm)	
pH	5	5.08	5.04	4.81	4.80	4.85	4.90	4.91
	10	4.80	4.90	4.71	4.68	4.75	4.70	4.82
	20	4.65	4.65	4.65	4.60	4.65	4.50	4.62
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	5	0.1020	0.1880	0.1512	0.1856	0.1960	0.1780	0.1685
	10	0.1870	0.1940	0.1960	0.2410	0.2060	0.1860	0.2017
	20	0.2460	0.2540	0.2440	0.2450	0.2480	0.2540	0.2435

具体做法是：分别称取<1 mm 和 3—5 mm 粒级的试验材料；分别用湖水、雨水和土壤水浸提；按试验材料：浸提水 = 1:2 调配后，置于大玻璃器皿中，加盖放入 20℃ 恒温箱；每天按时搅拌两次，到规定日期吸出浸提液进行检测。其中 pH 值用 pHS—29 型酸度计、PO₄³⁻ 用钼兰法分别测定。

三、结果与讨论

按照三个时段 (5、10、20 d)，18 个样品测定，结果见表 1。

根据上表可看出：

1. 浸提液的 pH 值随着时间的延长而不断下降。其下降的速度是：湖水 > 雨水 > 土壤水，起始阶段下降最快。到第二十天，各样

品浸提液的 pH 值几乎趋于一致。初步认为产生此种现象的原因可能是，样品中含有较多酸基胶态物质所致。

2. 磷的溶出与 pH 值的关系。实验证明，样品中磷的溶出浓度与 pH 值之间有着一定的相关性。其特点是随着溶液 pH 值的降低；磷的溶出浓度升高。例如同是第十天，同一粒级的样品浸提液，当 pH 4.75 磷的溶出浓度为 0.2060 mg/l；pH 4.68，磷的溶出浓度则升为 0.2410 mg/l。

3. 磷的溶出与时间的关系。样品浸渍时间越长，磷的溶出也越多。如第五天磷的溶出平均浓度为 0.1685 mg/l，第十天为 0.2017 mg/l，第二十天则上升至 0.2435 mg/l。但不

是简单直线上升,而是随着浸渍时间的增长,其浸提液中磷浓度的增大幅度逐步缩小,溶出率逐步下降,至三十天左右基本达到平衡状态,大致稳定在 0.2540 mg/l 上下。

4. 磷的溶出与样品粒度的关系。一般地说在同样条件下,细颗粒比粗颗粒其磷的溶出浓度应有所增大。但是,本次实验结果,两者关系不甚明显,说明在一定粒度范围内,其影响不很大。

四、结核体磷的溶出率和溶出量

1. 磷的相对溶出率。相对溶出率是指某一时段内,磷的溶出量占样品全磷量的百分数。它可反映磷的溶出水平。实验中磷的旬溶出率为 0.0020%,月溶出率仅 0.0025%。由此可见,样品在实验条件下,磷的释放速度很慢,至第三十天左右即达稳定状态。

2. 磷的年溶出量估算。年溶出量是指磷每年从有关地层中溶出的总量。在实验数据的基础上,采用下式进行估算:

$$P_a = P_c \times S \times h$$

式中: P_a ——磷的年溶出总量(kg/a) P_c ——磷的年溶出浓度(mg/l) S ——地层分布面积(m^2) h ——年内入渗水深(m)

依上式算得西湖湖区丁家山地层每年溶出磷的总量约 40 kg。此数相当于整个西湖流域地表迳流输入湖水总磷量的 7% 左右。

五、丁家山地层磷的溶出与西湖水质的关系

丁家山地层是湖区内的一组特殊地层,其中的磷结核体,含磷量均在 2% 以上,分布紧靠湖边并向东北延伸埋入湖底。该地层已出露的面积约占流域总面积的 2.4%。在中亚热带生物、气候条件作用下,结核体中的磷不断经受下渗水流的淋溶而输入湖中。按前式估算,每年从该地层溶出输入湖内的磷,数量虽不大。但实验是在一定条件下的封闭系统中进行的,磷的溶出当会受到某些限制。自然环境是个复杂的开放系统,磷的相对溶出率和溶出浓度,不可能达到稳定的平衡状态。在自然环境中,结核体的磷溶出量,实际上应该远大于 40 kg/a。这些磷若都以水溶态滞留(或富集)水体中,无疑可为浮游藻类的生长繁殖提供丰富的磷素营养,加速导致西湖水体富营养化的发生。

总之,就西湖磷素污染源来说,虽以人为污染为主,但丁家山地层中磷的自然淋溶、迁移和输入,则是个重要而持久的环境地质因素,不宜忽视。

参 考 文 献

- [1] 毛发新等,杭州大学学报,7, 309(1981).
- [2] 何绍箕等,杭州大学学报,1, 104(1980).

北京春季气溶胶中水溶离子特征的探讨

王美蓉 孙庆瑞 杨 鸿 巴素娟

(北京大学技术物理系)

北京气溶胶研究已做过许多工作,主要是测定气溶胶中金属元素的总浓度。对于气溶胶中水溶离子(特别是阴离子)研究较少,

许维光^[1]测定过水溶离子的组成,苏维瀚等^[2]研究了气溶胶中的 SO_4^{2-} 和大气中 SO_2 的关系,我们用离子色谱法测定了中关村地区冬