

表 4 菱山后地区大气氟污染等级划分

浓度标准 污染等级	大气含氟浓度 ($\mu\text{g}/\text{dm}^2 \cdot \text{d}$)	相对污染度 (%)	叶片含氟量 ($\mu\text{g}/\text{g}$ (干重))	相对污染度 (%)	采样点
相对清洁区	<2	0—20	0—200	0—20	中山公园
轻污染区	2—5	20—30	200—300	20—30	赵村果园、兽医站 坊子街 镀锌厂
中污染区	5—10	30—40	300—400	30—40	楼山幼儿园 铆焊队
重污染区	>10	>40	>400	>40	消防队,刘家村,钢厂西门

2. 相关分析表明,杨树叶片含氟量与大气氟浓度成直线正相关,在 $P = 0.01$ 水平上,相关极显著。由此证明,利用树木叶片含氟量定量的监测大气氟污染是完全可行的,只要在相似的条件,通过树木叶片含氟量的测定,利用相应的回归方程,就可以大致推算出大气氟污染浓度,作到定量监测。

3. 利用树木叶片含氟量对大气氟浓度的评价,与用挂片大气氟浓度碱性滤纸法的评价结果基本一致,由此可以直接通过树木叶片污染度的计算来确定监测地区的污染等级。

4. 本研究利用不同时期叶片氟累积量与大气氟污染浓度进行相关分析,得到了比较理想的正相关关系,这仅是初步尝试,今后应

进一步对其可靠性、准确性加深研究,使之更为完善。

5. 本研究只是采用单因子的相关分析,所得到的回归方程必须在相同条件下才能使用,而环境因素是多方面的,因此,研究二个因子和多因子的相关关系更为必要。

参 考 文 献

- [1] 韩玉兰,环境科学丛刊, 6(10),44—47(1985).
- [2] 孔庆芳,环境科学, 6(2),27—32(1985).
- [3] Mudd, J. B. et al., Responses of Plants to air Pollution-Fluoride, pp. 57—87, Academic Press, New York, 1975.
- [4] 钱大复,环境工程, 3,57(1984).
- [5] 陈冬基,环境污染与防治, 1,26—29(1985).

(收稿日期: 1989 年 3 月 9 日)

呼伦池主要鱼体中总汞含量的调查

哈 伦 白 韶 丽 肖 剑 民

(内蒙古自治区环境保护科研所)

摘要 本文报道了采用冷原子吸收法,对呼伦池中九种九十尾鱼体中汞含量测定调查结果。总汞含量范围 4.69—171.00 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 平均值为 42.12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。九种鱼比较,鲢鱼含汞量最高 (88.72 $\mu\text{g}/\text{kg}$), 其次是鲤鱼 (76.35 $\mu\text{g}/\text{kg}$), 蒙古红鲌和银鲌居第三。白鲢等五种鱼体内汞含量较低。除红鳍鲌、银鲌和蒙古贝氏餐条外,鲤鱼、蒙古红鲌、瓦氏雅罗鱼体内累积的汞量随年龄、体重和体长的增长而升高。

呼伦池俗名达赉湖,座落在内蒙古自治区呼伦贝尔草原上。面积 2315 km^2 , 是自治

区内第一大淡水湖。湖泊呈东北-西南走向的斜长方形,长 70—80 km , 宽 30—40 km 。

湖水的来源,除降水和地下水补给外,主要来自东南的乌尔逊河和西南的克鲁伦河。而北部的新开河是调节湖泊水量的吞吐性河流。在乌尔逊河的河道上,除有一个面积约五万亩的乌兰泡子外,南端连接九十万亩的中蒙界湖——贝尔湖,这样以达赉湖为主体的“三湖”与“三河”形成了一个渔业生产的整体。达赉湖水域辽阔,鱼资源丰富。常见的鱼有二十多种。主要经济鱼类有鲤鱼、鲢鱼、狗鱼、鲫鱼、红鳍鲌、蒙古红鲌、蒙古贝氏餐条等,年产量平均约 7500 吨。

自五十年代日本因汞污染而发生震惊世界的“水俣病”以来,人们对汞在水体中的迁移转化机理进行了大量的研究,并对汞在生物体中的积累作用日趋重视。为此,笔者在对达赉湖进行考察中,重点对各种鱼体中总汞的积累情况进行了调查。

一、材料与方法

在 1983 年 11—12 月间,采集了全湖鲤鱼、银鲫、鲢鱼、蒙古红鲌、红鳍鲌、瓦氏雅罗鱼、蒙古贝氏餐条、白鲢、蛇鲰九种九十尾。取鱼背鳍上肌肉组织部分,新鲜样品测定,结果以湿重表示。

采用冷原子吸收分光光度法进行总汞的测定。湿样经五氧化二钒催化,硝酸-硫酸在 160℃ 沙浴上消解,氯化亚锡还原。然后在 CG-1A 型测汞仪(江苏省金坛县电子仪器厂)上测定。灵敏度为称取 2 g 鲜鱼样,最低可检出 10 $\mu\text{g/kg}$ 总汞。在 2 g 鲜鱼样上加标准汞 0.1 μg 时,测得回收率为 73%,相对标准偏差为 9.3%。

二、结果与分析

1. 鱼体中总汞含量的一般范围

将所测得九十尾鱼体中总汞含量的数据列入表 1。由表 1 可知,鱼体总汞含量的一般范围为 4.69—171.00 $\mu\text{g/kg}$, 平均含量为 42.12 $\mu\text{g/kg}$ 。据有关资料报道,关于未受污

染的淡水鱼类肌肉鲜重汞含量的本底平均值 100 $\mu\text{g/kg}$ ^{*}, 呼伦池鱼类汞含量平均值仅是此值的二分之一。九十尾鱼体中都检出总汞,但都没有超过国家食用标准(国家卫生食品标准为 300 $\mu\text{g/kg}$)。鲢鱼含汞最高(88.72 $\mu\text{g/kg}$), 其次是鲤鱼(76.35 $\mu\text{g/kg}$), 再次是蒙古红鲌和银鲫,而白鲢、红鳍鲌、蛇鲰、瓦氏雅罗鱼、蒙古贝氏餐条汞含量相对较低。

2. 鱼体中汞的积累量与年龄、体重、体长的关系

采用不同年龄、体重和体长的鱼分别与其相应的汞含量($\mu\text{g/kg}$)做图^[1](此处仅以蒙古红鲌为例,见图 1—3, 计算其相关系数 r 。查“相关系数检验表^[2], 如果计算的 r 值

表 1 九种鱼汞含量比较

鱼种名	测定尾数	鱼龄(a)	汞含量范围($\mu\text{g/kg}$)	平均汞含量($\mu\text{g/kg}$)
鲤 鱼	14	2+—6+	24.81—162.20	76.35
蒙古红鲌	15	2+—6+	4.69—171.00	42.71
红鳍鲌	12	2+—5+	5.38—37.45	17.32
银 鲫	11	2+—5+	24.48—67.68	41.86
鲢 鱼	9	1+—4+	37.91—145.50	88.72
白 鲢	2	6+—7°	29.26—30.99	30.13
蛇 鲰	9	2+—5+	8.11—42.27	18.74
瓦氏雅罗鱼	9	2+—3+	24.19—49.05	34.63
贝氏餐条	9	1+—3+	16.83—40.96	28.64
共 计	90	1+—7°	4.69—171.00	42.12

大于表中的 $r_{f,2}$ 值,则表示在自由度 $f = n - 2$, 显著性水平 $\alpha = 0.05$ 时,鱼体中汞的积累量与年龄、体重、体长是显著相关的,即鱼体中汞的积累量是随年龄、体重、体长的增长

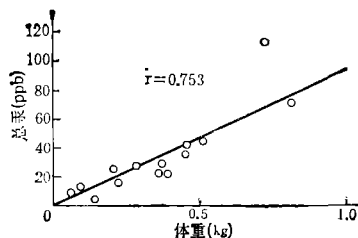


图 1 蒙古红鲌汞含量与体重的关系

* 南开大学化学系环保专业生物组,《蓟运河水源保护科研文集》(第一集) 89 页, 1977 年。

表 2 鱼体中汞含量与年龄、体重、体长的相关性

鱼种名	测定尾数	汞含量与年龄的相关系数	汞含量与体长的相关系数	汞含量与体重的相关系数	$r_{f.a}$
鲤鱼	14	0.550	0.726	0.749	0.532
蒙古红鲌	15	0.615	0.688	0.753	0.514
红鳍鲌	12	0.269	0.345	0.367	0.576
银鲫	11	0.361	0.506	0.548	0.602
鲢鱼	9	0.835	0.700	0.662	0.666
蛇鲰	9	0.585	0.736	0.686	0.666
瓦氏雅罗鱼	9	0.858	0.713	0.848	0.666
蒙古贝氏餐条	9	0.150	0.343	0.172	0.666

而增加的。如果 r 值小于 $r_{f.a}$ 值,则相关性不显著。数据见表 2。

由表 2 可知,鲤鱼、蒙古红鲌、瓦氏雅罗鱼体内累积的汞量是随年龄、体重、体长的增

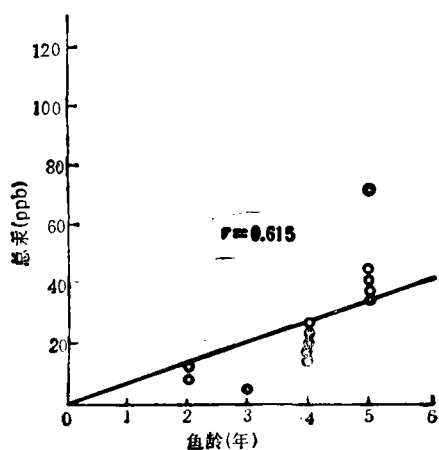


图 2 蒙古红鲌汞含量与年龄的关系

长而升高的,鲢鱼随年龄、体长的增长而升

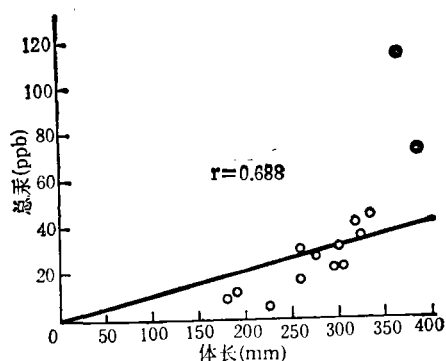


图 3 蒙古红鲌汞含量与体长的关系

高,蛇鲰随体长、体重的增长而升高。红鳍鲌、银鲫、蒙古贝氏餐条体内累积的汞量与年龄、体长、体重均无显著性相关。由于样品的数量少,关于各种鱼类对汞的积累关系有待于进一步研究。

3. 异种同龄鱼积累汞情况比较 (见表 3)

由表 3 看出,鲢鱼体中汞含量最高,并与其年龄呈正相关关系。4 龄鱼中,鲢鱼的汞含量是鲤鱼的 1.7 倍,银鲫的 3.7 倍,蒙古红鲌的 5.6 倍,红鳍鲌的 4.8 倍,蛇鲰的 4.4 倍。同是 6 龄鱼,蒙古红鲌汞含量为 $112.30 \mu\text{g}/\text{kg}$,鲤鱼为 $104.44 \mu\text{g}/\text{kg}$,而鲢鱼仅是 $30.99 \mu\text{g}/\text{kg}$ 。鱼体中的汞含量主要是通过食物链的传递而积累起来的。因此,鱼类的食性不同对汞的累积程度也不同。鲢鱼生活在水底层,并且是肉食性鱼类,体内易富集较多的汞。杂食性鱼类如鲤鱼、银鲫等体内汞含量

表 3 异种同龄鱼汞含量比较 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

年龄 鱼种	1	2	3	4	5	6	7
鲤鱼		32.62	72.87	72.48	89.67	104.44	
蒙古红鲌		10.46	4.69	22.18	65.30	112.30	
红鳍鲌		18.63	9.84	25.53	20.49		
银鲫		64.13	28.06	33.41	54.22		
鲢鱼	46.79	73.08	88.29	123.70			
蛇鲰		10.27	17.95	23.16	22.79		
瓦氏雅罗鱼		26.52	41.12				
蒙古贝氏餐条	34.71	21.85	31.49				
鲢鱼						30.99	29.26

居中。鲢鱼虽然鱼龄较大,但汞含量微少,这主要是因为鲢鱼生活习性喜居于水的上中层,主要以浮游植物为食。根据食性分析,富集汞的顺序大体为:肉食性鱼类>杂食性鱼类>植物食性鱼类。

4. 水-底质-鱼体中总汞含量的比较

重金属污染物进入水体后,由于沉降作用,沉积于底泥中,又通过生活在水底部的底栖生物等逐一传递,积累于鱼体中。所以汞在水体中的分布为:水质<底质<鱼体^[3]。笔者这次的工作,也完全符合这一规律。达赉湖水中汞含量为 0.25 $\mu\text{g/L}$ (由于水中汞含量的测定值在方法检测下限 0.5 $\mu\text{g/L}$ 以下有显示,可粗略认为水中汞含量为方法检测限的二分之一)。测得底泥中最高汞含量为 77.99 $\mu\text{g/kg}$ 。大约是水的 310 倍。鱼体中汞含量最高可达 171.00 $\mu\text{g/kg}$,大约是底泥的 2 倍,水的 684 倍。

三、结 语

呼伦池中九种九十尾鱼测定结果表明,

汞含量为 4.69—171.00 $\mu\text{g/kg}$ 。低于关于全世界淡水鱼(湿重)汞含量为 20—200 $\mu\text{g/kg}$ 的报道*。呼伦池底质汞含量平均值为 0.028 mg/kg ,低于有关资料**报道的淡水沉积物的本底值 0.070 mg/kg 。因此,呼伦池可作为我国北方湖泊的清洁对照点。由于湖周围无大型工厂,基本上未受到人为因素的污染,在环境背景值的研究方面可起到不可忽视的作用。

参 考 文 献

- [1] 山根靖弘等编著,贺振东等译,环境污染物质与毒性(无机篇),68 页,四川人民出版社,1981 年。
- [2] 邓勃,数理统计方法在化学分析中的应用,178 页,化学工业出版社,1981 年。
- [3] 朱根逸,环境质量标准总论,25 页,中国标准出版社,1986 年。

(收稿日期:1988 年 9 月 18 日)

* 李桂等,六十种有毒化学品资料概要,124 页,1983 年。

** 南开大学化学系环保专业生物组,蓟运河水源保护科研文集,88 页,1977 年。

(上接第 82 页)

区。这些地区生产结构单一,过去一直在走扩大耕地面积、轮垦和广种薄收的种植道路,这就导致了滥伐森林、毁林开荒等破坏生态和自然资源的愚昧行为,极大地损伤着自然生态系统,使其无法凭着自身的调节能力恢复平衡。其结果是使“越垦越穷,越穷越垦”的恶性循环愈演愈烈,最后大自然给人类以极大的灾害性报复。因此在贫困的山区,必须以生态经济的观点,把发展山区经济与生态建设结合起来。根据本地区的山区自然资源,可发展农副产品和果品加工以及出口创汇的饲养业和轻加工业。目前本区的乡镇工业虽属起步阶段,但在结构上重工业占 67.2%,而且有污染的占 78%,有治理措施的仅占

16%。对此,除加强污染治理、保护生态环境外,对耗水、耗能大,污染严重的重工业比例应大大缩减,而发展有明显经济效益,又有良好社会和环境效益的乡镇工业。与此同时,加速现有 80 万亩荒山、荒坡的绿化和 65 万亩的海防和农田防护林的建设。对水土流失严重地区,采取生物和工程措施相结合的小流域治理方法,增强抵御自然灾害的能力。

参 考 文 献

- [1] 马世骏,生态杂志,(3),27—30(1985)。

(收稿日期:1988 年 12 月 23 日)

Copper adsorption characteristics and its influence on the vegetable growth in purple soil collected from Sichuan Province were studied. The results showed that copper adsorption was dependent on the types of soil, and characteristic index of Cu sequentially decreased from No. S₀₃ soil to S₀₁ soil and has a great influence upon the vegetables. For a given crop, the same critical intensity index of copper toxicity could be obtained in different soil, e.g. 0.5µg Cu/ml of soil solution for lettuce and 2.5µgCu/ml for cayenne pepper. It was concluded that adsorption method could be used to assess Cu toxicity threshold.

The Effects of Tourism and Urbanization on Soil and Plants at the Summer Villa, Chende City.

Jiang Gaoming, Huang Yinxiao (Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

In order to study the impact of both tourism and urbanization, the authors have investigated soil and plants at the Summer Villa, a former imperial garden in Chende City of Hebei Province. The results show that soil density and alkalinity have increased, and soil aeration decreased. Sulphur concentration in soil is 2.1 times higher as in Beijing Botanical Garden, and plants have been injured by pests and pollution, for example, lots of old pine trees died in past few years. In addition, the authors proposed some ecological strategies to handle the problems.

Correlation between Fluoride Pollution in Air and Fluoride Contents in the Tree Leaves.

Dun Wanru et al. (Qingdao Municipal Institute of Environmental Protection, Shandong Province) *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The aim of this work is to monitor quantitatively fluoride pollution in air by detecting its content in the tree leaves. The result shows that the correlation between them is remarkable. Moreover, as fluoride content accumulating in the tree leaves in various periods has been determined, fluoride pollution in the air of the area can be assessed by application of the regression equation built.

Investigation of Contents of Total Mercury in Fishes in the Huluen Lake, Inner Mongolia.

Ha Luen, Bai Shaoli and Xiao Tianmin (Research Institute of Environmental Protection of Inner Mongolia Autonomous Region, Huhehaote): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The primary aim of this work is to investigate mercury pollution in fishes in the Huluen Lake, the largest fresh water lake in Inner Mongolia. Ninety fishes in nine spe-

cies have been sampled from the lake. Data of total mercury in each fish with determination of cold atomic absorption method are in range of 4.69—171.00 µg/kg, and average value 42.12 µg/kg. Among the fishes, the highest content of mercury is in *Barasilurus asotus* (88.72 µg/kg), the second is in *Cyprinus carpio haemulonius* (Tem) (75.35 µg/kg), and the next are *Erythriculter mongolicus* and *Corassius*. However, in rest five species of fishes, mercury contents are lower. In addition, the mercury accumulated contents in the fishes are consistent with their ages, lengths and weights.

Mechanism of Biological Removal of Phosphorus from Sewage.

Zheng Xingcan (Design Institute of Municipal Engineering of North China, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.* 11(1), 1990, pp.

The paper briefly summarizes the work on mechanism for enhancing biological removal of phosphorus. Release of phosphate from sludge primarily depends on the nature of substrate interacting with the poly-p bacteria, not on creation of an anaerobic state per se. In the anaerobic state, the readily biodegradable soluble COD can be converted to terminal products (acetate and NADH+H⁺) of EM pathway by acidogenic microflora. The accumulated NADH+H⁺ will stop the EM reaction and/or kill bacteria. Poly-p bacteria will utilize poly-p for energy to absorb these terminal products and convert them into poly-β-hydroxybutyrate (PHB) in cell. The phosphate release takes place at the same time. In the presence of oxygen (or NO₃-N) PHB will be degraded to produce energy. The energy can be used for phosphate uptake and poly-p synthesis. The magnitude of phosphate uptake is proportional to that of anaerobic phosphate release (2.4 mg P uptake/mg P released).

Determination of Uranium Contents in Tap Water of Lanzhou City and in Mineral Water of the Wuquan Mountain Using Fission Track Method.

Yang Huazhong, Chen Huailu (Dept. of Modern Physics, Dept. of Geography, Lanzhou University, Lanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.* 11(1), 1990, pp.

This paper describes how the fission track method was used for determining uranium in tap water and mineral water sampled from Lanzhou and the Wuquan Mountain respectively. The natural uranium concentration were calculated in absolute and relative measurements. The quantitative difference of both results obtained was 3.6%. The concentration range of uranium calculated with the absolute measurement was $4.4-7.4 \times 10^{-6}$ g/L, and the total experimental error was within 10%. The uranium concentration in mineral water is higher. Compared with uranium concentration in tap water of Beijing, (continued on inside back cover)