

六六六在水环境中转移、积累和归趋研究

2. 斜生栅藻和裸腹蚤对六六六的积累

孙美娟 张甬元 谭渝云 张进军

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

斜生栅藻和裸腹蚤对六六六的积累系数分别为 213 和 32 (以湿重计);它们的死体也同样能积累六六六。在氧化塘或其他富营养化的水体中,浮游生物在六六六由水向底泥转移中起着载体的重要作用。

有机氯农药六六六,化学性质稳定,能积累于生物体内,因此引起人们的关注。为了探讨六六六在氧化塘生态系统中的归趋,我们对浮游藻类和水蚤作了六六六的积累试验,以了解浮游生物在六六六净化过程中的作用。

材 料 和 方 法

1. 材料 斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus*) 培养在 2 升长方形玻璃缸中,盛培养液(水生 4 号) 1.2 升,搅拌、充气 (5% CO₂ + 空气),用 500 瓦碘钨灯 1 支进行光照,距离 24 厘米,光强约 6000 lx,温度 29—33℃。

裸腹蚤 (*Moina*) 采自水生所南大堤边湖汊。

2. 试验方法 将斜生栅藻培养在含六六六的培养液(水生 4 号)中,于不同时间取出 70 毫升,在波长 650nm 下测得藻液光密度后,光密度乘以 1.05 即为藻干重克/升。然后在 4000 转/分离心 20 分钟,分别将上层水液和藻细胞沉淀作六六六含量测定。离心后的藻细胞,用蒸馏水约 10 毫升洗涤一次,加 5 毫升冰醋酸和过氯酸 (1:1) 混合液,在 100℃ 水浴中消煮两小时后,加蒸馏水至 50 毫升。用 10 毫升石油醚萃取,共二次。合并二次萃取液并用石油醚稀释至 25 毫升,加浓硫酸磺化,用气相色谱-电子捕获检测器测定六六六含量。

死藻六六六积累。将斜生栅藻在 100℃ 水浴中处理 30 分钟,杀死之。藻体重量,在离心后收集于 105℃ 烤至恒重,直接称量。六六六测定同上。

裸腹蚤从湖汊捞获后,放在去氯的自来水中,除去杂物,捞取 20 克左右放于 10 升含六六六的去氯自来水中处理不同时间,混匀,取出 1 升加有裸腹蚤的水,用 19 号尼龙筛

网滤得裸腹蚤,并分别将滤得的裸腹蚤和水作六六六含量的测定。裸腹蚤在制样前用滤纸吸去体外的水分。准确称取1克(湿重)样品,加10毫升冰醋酸和过氯酸(1:1)混合液,以下步骤同藻类分析,最后萃取液体积稀释至40毫升。

死蚤六六六积累。裸腹蚤在50℃水浴中处理3分钟,使其死亡。六六六含量测定同活蚤。

结果和讨论

1. 斜生栅藻对六六六的积累如图1所示,积累六六六量随着处理时间的增加而增加,在水中六六六起始浓度为1.24毫克/升,藻类浓度为0.16克/升的情况下,6小时后栅藻藻体上六六六残留量基本上保持不变。

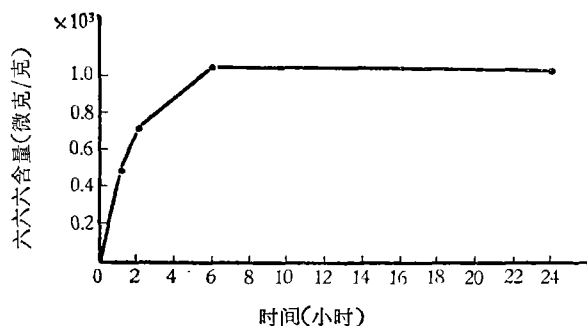


图1 斜生栅藻对六六六的积累

死藻和活藻积累六六六比较如表1。可见死藻也同样能积累六六六,且积累速度快而时间短,这可能是由于死藻的细胞壁因加热而被破坏,致使六六六易于进入细胞内。Canton 等^[3]报道衣藻(*Chlamydomonas*)积累六六六,细胞壁占13%,细胞内含物占87%,主要是积累在细胞内含物中。

表1 活藻和死藻积累六六六的比较*

时 间 (小时)	活 藻			死 藻		
	藻中六六六浓度 (微克/克)	水相中六六六浓度 (微克/毫升)	藻量 (克/升)	藻中六六六浓度 (微克/克)	水相中六六六浓度 (微克/毫升)	藻量 (克/升)
0.5				2.33×10^3		0.107
1	0.5×10^3	0.93	0.147	2.21×10^3	0.79	0.107
2	0.72×10^3	0.92	0.147	2.05×10^3	0.79	0.107
3	0.84×10^3	0.89	0.147	2.12×10^3	0.70	0.107

* 活藻水中六六六起始浓度为1.24微克/毫升,死藻水中六六六起始浓度为1.23微克/毫升。

活藻的积累系数以干重计为1494,以湿重计(含水量以85.71%计)为213。Canton 等^[3]测定3种不同的一次培养的衣藻的积累系数为220,210,319。试验说明浮游藻类积累六六六的量是很大的。

2. 裸腹蚤对六六六的积累

如图 2 所示,可知裸腹蚤积累六六六也是随着处理时间的增加而增加,在半小时内裸腹蚤的积累速度最快。

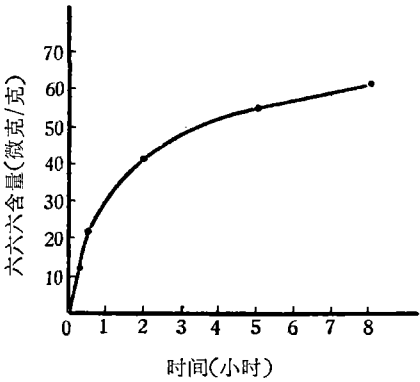


图 2 裸腹蚤对六六六的积累

在不同六六六浓度中裸腹蚤的积累见表 2。

死的裸腹蚤和活的裸腹蚤积累六六六比较如表 3。由表 3 可见死蚤也同样能积累六六六,在 1 小时内二者积累量差别不大。

表 2 不同六六六浓度中裸腹蚤的积累

缸 号	水中六六六起始浓度 (微克/毫升)	裸腹蚤中六六六浓度 (微克/克)	水相中六六六浓度 (微克/毫升)	f^*
1	0.41	9.30	0.33	28.18
2	1.05	29.19	0.70	41.70
3	2.09	48.43	1.56	31.05
4	2.47	74.70	2.58	28.95
5	3.75	92.72	3.12	29.72
6	6.10	189.17	5.56	34.02

* f ——积累系数 $f = \frac{\text{蚤中六六六浓度 (微克/克)}}{\text{水相中六六六浓度 (微克/毫升)}}$

表 3 死蚤和活蚤积累六六六比较

次 数	水中六六六起始浓度 (微克/毫升)	活 裸 腹 蚤		死 裸 腹 蚤	
		蚤中六六六浓度 (微克/克)	蚤量 (克/升)	蚤中六六六浓度 (微克/克)	蚤量 (克/升)
1	0.72	20.57	2.83	19.14	2.0
2	1.16	22.29	1.50	21.86	1.0
3	1.50	29.29	1.45	31.00	1.4

Canton 等^[2] 曾经指出,有机体直接从污染水中吸收六六六比从污染的食物中吸收要多。而浮游生物在富营养型的水体中生物量是很大的。在鸭儿湖氧化塘中,每升水中藻

类的个体数在 10^6 — 10^7 数量级,浮游动物在 10^4 — 10^5 数量级,如表 4。

表 4 氧化塘中浮游生物数量 (年平均)

位 置	1978 年 (个/升)		1979 年 (个/升)	
	藻 类	浮游动物	藻 类	浮游动物
一级氧化塘出口	8.95×10^6	6.7×10^4	3.458×10^6	18.2×10^4
二级氧化塘出口	11.64×10^6	15.5×10^4	4.171×10^6	7.5×10^4

表 4 系表示现存量,如考虑到在水体中藻类和浮游动物的生产量,那么它们提供的生物量是相当大的。因此,通过浮游生物从水中吸附六六六的量也将是很可观的。

根据 Oswald 日照与氧化塘藻类产氧关系:

$$O_2 = \frac{FS}{3.68} \cdot 10$$

式中 O_2 ——产氧量克/米²

F ——光合效率

S ——太阳辐射能卡/厘米²/天

3.68——转换系数

在北纬 30°, 太阳辐射能以 126—296 卡/厘米²/天计, 光合效率以 0.02 计, 则产氧量为 6.85—16.08 克/米², 并以每产 1 克氧相当于 5.3 克鲜藻^[1], 那么藻类的初级生产力相当于 36.3—85.2 克/米²/天, 假定水中六六六的含量为 0.6 毫克/升, 则从理论上推算藻类的浓集六六六的能力为 3.1—7.3 克/亩/天(或 46.5—109 克/公顷/天), 藻类除一部分作为鱼和其他动物的饵料外, 尚有很大一部分进入沉积物中。而沉积物在厌氧条件下对六六六有较强的分解能力^[1]。因此, 浮游生物作为一种“载体”, 使六六六由水向沉积物中迁移, 在沉积物中六六六发生厌氧降解, 是富营养水体中六六六净化的一个重要途径。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院水生生物研究所第六室化学组, 1978。湖泥中六六六的厌氧降解。环境保护生物监测与治理资料汇编。第 163—168 页。科学出版社。
- [2] Canton, J. H. et al., 1975. Toxicity accumulation and elimination studies of different trophic levels. *Water Research*, 9(12): 1163—1169.
- [3] Canton, J. H. et al., 1977. Accumulation and elimination of α -Hexachlorocyclohexane (α -HCH) by the marine alga *Chlamydomonas* and *Dunaliella*. *Water Research*, 11(1): 111—113.

1) 中国科学院水生生物研究所第四室, 1976 年。武汉东湖浮游植物初级生产力的测定及其在渔业生产上的应用。湖泊水库渔业增产科技工作座谈会资料。

TRANSPORT AND FATE OF BHC IN AQUATIC ENVIRONMENT

2. BHC ACCUMULATION IN *SCENEDESMUS OBLIQUUS* AND *MOINA*

Sun Meijuan, Zhang Yongyuan, Tan Yuyun and Zhang Jinjun
(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica*)

Abstract

Studies show that accumulation factor of *Scenedesmus obliquus* and *Moina* was 213 and 32 (wet weight), respectively. Dead bodies of organisms also accumulated BHC. The concentration of BHC in organisms was dependent on both the concentration of BHC in water and the biomass of algae and zooplankton. These organisms play an important role in the transport of BHC from water to bottom sediments.