

研究论述

水质在线安全生物预警系统模拟预警及应用

任宗明^{1,2}, 王涛³, 白云岭³, 赵立庭³

(1. 中国科学院烟台海岸带可持续发展研究所, 山东 烟台 264000; 2 中国科学院生态环境研究中心环境水质学国家重点实验室, 北京 100085;
3. 北京市京密引水管理处, 北京 100085)

摘要: 水质安全在线生物预警系统可以实现水体突发性污染事故安全预警,根据受试生物生物学指标变化对水体中多种污染物的综合毒性进行监测。模拟预警结果表明,水质安全在线生物预警技术通过低压电信号采集日本青鳉的行为变化,并通过信号分析系统,结合行为变化阈值的设定,对水质状况进行综合分析,实现对污染水体的水质变化报警。

关键词: 在线; 生物预警; 青鳉; 敌敌畏; 溴氰菊酯

中图分类号: X835 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673 - 9353(2009)02 - 0001 - 03

Simulation of early warning and application of on-line biological early warning system for water quality safety

Ren Zongming^{1,2}, Wang Tao³, Bai Yunling³, Zhao Liting³

(1. Yantai Institute of Coastal Zone Research for Sustainable Development, CAS, Yantai 264000, China; 2 State Key Laboratory of Environmental Aquatic Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 3 Beijing Jingmi Water Management Office, Beijing 100085, China)

Abstract: Safety early warning for water pollution accident could be realized by on-line biological monitoring technique. Multiple toxicity could be detected for the contaminants in water based on biological index variations of test organisms. The results of simulating early warning showed that behavioral variation of *Oryzias latipes* could be collected by low voltage electronic signals of on-line biological monitoring technique. Water quality were comprehensively analyzed by signal analyzing system combined with setting threshold value of behavioral variation, and warning of water quality variation for polluted water could be realized.

Key words: on-line; biological early warning; *Oryzias latipes*; dichlofopos; decanethrin

化学品特别是化学农药的广泛应用带来环境污染的严重问题,同时在化学物质的生产、运输和储存过程中同样存在非常多的隐患。有毒和危险化学品向水环境的意外泄漏,不仅会对人类造成重大危害,

对生物的生存形成威胁,还会破坏水生态系统平衡^[1]。2005年爆发的中国松花江污染事故不仅给国内造成巨大的经济损失,也给松花江下游的国家造成了危害。但是,常规的水质监测方法很难实现

基金项目: 中国科学院生态环境研究中心环境水质学国家重点实验室开放项目(2008 - 006)

对水体突发性污染事故的在线监测,尤其不能实时分析污染物给水体形成的综合毒性。而一旦不能对水体突发性污染事故实现在线预警,将会造成严重的后果。

2008年 10月,为了解决北京地区用水需求,河北水源通过京密引水渠进入北京。由于该引水渠道多为明渠,加强沿岸居民的水质保护意识尤为重要,同时,要采取必要的在线监测手段实现对水质变化的实时分析和监控,保证居民用水安全。水质安全在线生物预警系统(Biological Early Warning system, BEW s)可以根据不同水体导致的生物行为变化,对水体状况进行分析^[2],因此,该系统能从综合角度分析水质的变化,实现水体的在线监测和生物预警。

日本青鳉(Oryzias latipes)是作为实验动物研究最早的鱼类之一。自从 Denny对青鳉饲养管理与实验操作进行了规范化后,青鳉作为实验动物被多数世界组织认可^[3]: 20世纪 80年代国际标准化组织将其列为毒性实验受试种之一; 21世纪初期美国环境保护局将其列为内分泌干扰效应受试鱼类实验动物之一。由于其生物学背景研究非常充分,因此近几十年来全世界大约有 200多家研究机构使用青鳉作为实验动物进行研究。

为了进一步验证基于日本青鳉为受试生物的 BEW s对不同污染物的报警敏感性,笔者对不同污染物的模拟水体污染进行了在线监测。并在此基础上,在京密引水渠团城湖入口进一步进行了 BEW s的长期在线运行试验,监测系统稳定性。

1 试验材料和方法

1.1 试验仪器和信号分析

研究中使用的 BEW s主要由行为监测单元、信号采集单元和信号分析显示单元三部分组成。信号采集单元通过生物传感器采集信号以后,传输到信号分析显示单元,进行分析评估,并显示结果。

1.2 日本青鳉的培养

日本青鳉的培养维持温度为(22 ±2),光照强度为 3 000 ~ 4 000 lx,光照周期为 16L 8D。采用曝气 48 h后的自来水为培养用水,pH值为 7.8 ± 0.2,硬度(以 CaCO₃计)为(250 ±25) mg/L。

1.3 试验方法

模拟水体污染试验中采用质量分数为 80%的敌敌畏、溴氰菊酯农药。农药首先溶解于被监测水体中,在充分混匀以后开始模拟预警试验。在长期

运行实验中,采用 8 d连续运行监测系统稳定性。

该项研究采用流水暴露。保持水体敌敌畏质量浓度为 10 mg/L,溴氰菊酯质量浓度为 5 mg/L。每只测试管内放置 3尾体长为 2.0 ~ 2.3 cm的日本青鳉。暴露过程中,控制单测试管流速为 2 L/h^[4]。

2 结果与讨论

敌敌畏模拟报警试验结果如图 1所示。结果显示在监测通道中,日本青鳉在暴露 5 min以后,行为逐渐降低;暴露 7 min后,在一个不非常明显的行为调节过程以后,行为逐渐消失。说明在 10 mg/L敌敌畏暴露下,日本青鳉的行为受到非常大的影响。

对照通道的水体是将含有 10 mg/L敌敌畏的水体经过实时活性炭过滤以后获得。结果表明对照通道中,日本青鳉没有表现出明显的行为毒性效应。这一结果与任宗明等^[4]基于大型蚤有机磷农药的暴露结果相一致。这同时说明在有机磷农药暴露下,水生生物的行为学变化会表现出明显的规律性。

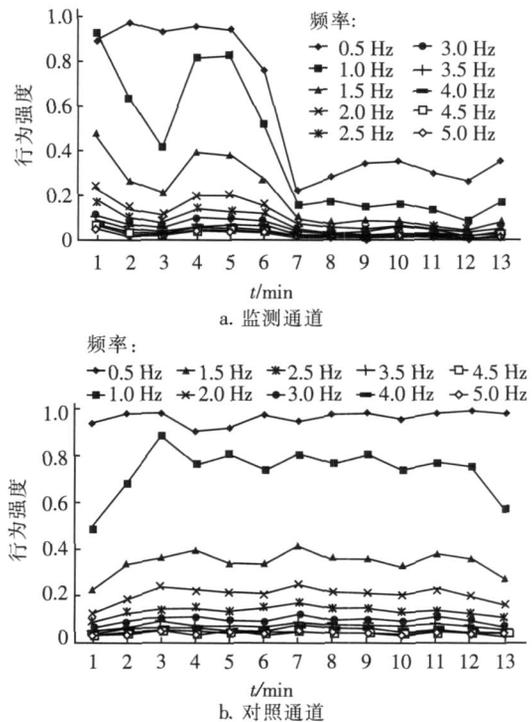


图 1 敌敌畏污染模拟预警试验

Fig 1 Simulating warning test of dichlorophos pollution

图 2所示为模拟溴氰菊酯污染的日本青鳉行为在线监测结果。结果显示,日本青鳉在溴氰菊酯暴露下的行为学变化趋势与暴露于敌敌畏的一致。暴露组中,在经历暴露前段时间以后,日本青鳉行为强度明显受到抑制,逐渐降低。在产生明显行为降

低以后,存在一个明显的行为调解过程,与导致生物乙酰胆碱酯酶(Acetyl Cholinesterase, AChE)抑制的有机磷农药暴露结果一致^[5]。而在对照组中,日本

青鳉的行为基本不受外界环境的影响,说明在活性炭过滤吸附以后,水体内溴氰菊酯的浓度不会在短时间内对日本青鳉的行为产生明显的毒性效应。

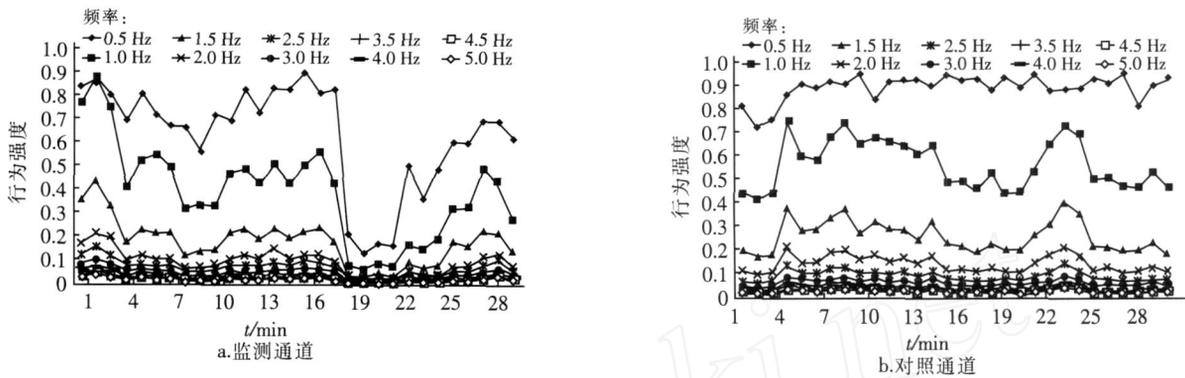


图 2 溴氰菊酯污染模拟预警试验

Fig 2 Simulating warning test of decamethrin pollution

系统在京密引水渠团城湖入口连续运行 8 d,实验结果见图 3。

从图 3可以看出,在此期间系统运行稳定,数据记录符合生物行为变化规律。

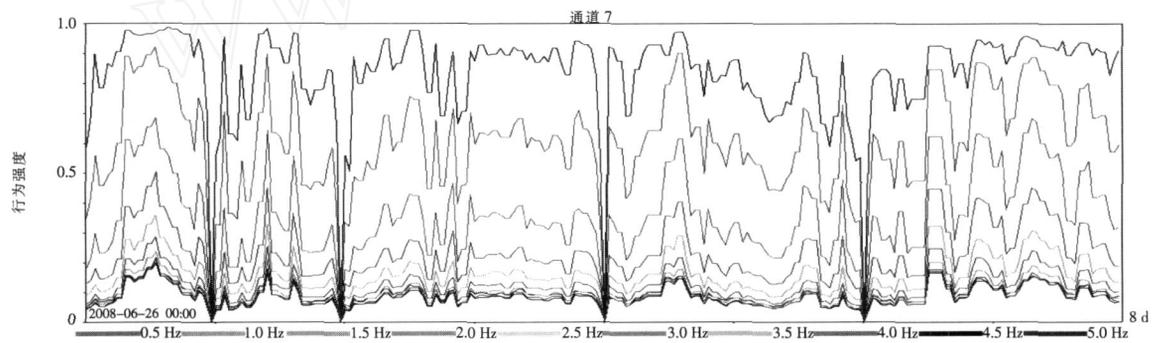


图 3 BEW s 稳定运行 8天的试验结果

Fig 3 Test result of BEW s after 8 - day stable operation

3 结论

模拟预警试验结果和长期稳定性运行表明: BEW s通过低压电信号采集日本青鳉的行为变化,并通过信号分析系统,结合行为变化阈值的设定,对水质状况进行综合分析,实现对污染水体的水质变化报警。

因此,水质安全在线生物预警系统能够承担起对水体突发性污染事故在线预警的重任,并实现依据水体突发性污染事故的性质,结合预定应急预案,自动提出针对不同程度水体突发性污染事故的应急措施。

参考文献:

[1] 肖锦. 城市污水处理及回用技术 [M]. 北京:化学工业出版社, 2002

[2] 李志良,任宗明,马梅,等. 利用大型蚤运动行为变化预警突发性有机磷水污染 [J]. 中国给水排水, 2007, 23(12): 73 - 75.

[3] Denny J S Guidelines for the culture of fathead minnows for use in toxicity tests (EPA 600387001) [Z]. Environmental Research Laboratory, Duluth, 1987.

[4] 任宗明,马梅,王子健. 饮用水生产中突发性有机磷农药污染事故的在线生物监测 [J]. 给水排水, 2006, 32(2): 17 - 20.

[5] Ren Z M, Zha J M, Ma M, et al The early warning of aquatic organophosphorus pesticide contamination by on-line monitoring behavioral changes of *Daphnia magna* [J]. Environ Monitor Ass, 2007, 134(1 - 3): 373 - 383.

Email: rzccumings@hotmail.com

收稿日期: 2009 - 03 - 15