



胶州湾六六六的 分布及迁移过程

杨东方 著

JIAO ZHOUWAN LIULIULIU DE
FENBU JI QIANYI GUOCHENG

 海洋出版社

胶州湾六六六的分布及迁移过程

杨东方 著

海洋出版社

2011年·北京

内 容 提 要

本书创新地从时空变化来研究六六六(HCH)在胶州湾水域的分布和迁移过程。在空间尺度上,通过对每年六六六的数据分析,从含量大小、水平分布、垂直分布和季节分布的角度,研究六六六在胶州湾水域的来源、水质、分布以及迁移状况,揭示了六六六的迁移规律。在时间尺度上,通过对5年六六六的数据探讨,研究有机农药六六六在胶州湾水域的变化过程,展示了六六六的迁移过程和变化趋势:含量的年份变化;污染源变化过程;陆地迁移过程;水域迁移过程;沉降过程。这些规律和变化过程为研究六六六在水体中的迁移提供了理论基础。也为对其他有机化合物在水体中的迁移研究给予启迪。

本书共分为13章。主要内容为六六六在胶州湾水域的来源、水质、分布和迁移状况,以及六六六的迁移规律、迁移过程和变化趋势等。

本书适合海洋地质学、环境学、化学、物理海洋学、生物学、生物地球化学、生态学、海湾生态学和河口生态学的有关科学工作者和相关学科的专家参阅,也适合高等院校师生作为教学和科研参考。

图书在版编目(CIP)数据

胶州湾六六六的分布及迁移过程/杨东方著.

—北京:海洋出版社,2011.10

ISBN 978-7-5027-8130-9

I. ①胶… II. ①杨… III. ①黄海-水域-
分布②黄海-水域-迁移 IV. ①P736.525

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第215810号

责任编辑:方菁

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京华正印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2011年10月第1版 2011年10月第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:8.5

字数:200千字 定价:28.00元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

杨东方简历



1984年毕业于延安大学数学系(学士);1989年毕业于大连理工大学应用数学研究所(硕士),研究方向:Lenard 方程唯 n 极限环的充分条件、微分方程在经济管理生物方面的应用;1999年毕业于中国科学院海洋研究所(博士),研究方向:营养盐硅、光和水温对浮游植物生长的影响,专业为海洋生物学和生态学;同年在青岛海洋大学,化学化工学院和环境科学与工程研究院做博士后研究工作,研究方向:胶州湾浮游植物生长过程的定量化初步研究。2001年毕业后到上海水产大学工作,主要从事海洋生态学、生物学和数学等学科的教学以及海洋生态学和生物地球化学领域的研究。2001年被国家海洋局北海环境监测中心聘为教授级高级工程师,2002年被国家海洋局第一海洋研究所聘为研究员。2004年6月被核心期刊《海洋科学》聘为编委。2005

年7月被核心期刊《海岸工程》聘为编委。2006年2月被核心期刊《山地学报》聘为编委。2006年11月被温州医学院聘为教授。2007年11月被中国科学院生态环境研究中心聘为研究员。2008年4月被浙江海洋学院聘为教授。2009年8月被中国地理学会聘为环境变化专业委员会委员。曾参加国际 GLOBEC(全球海洋生态系统研究)的研究计划中的由18个国家和地区联合进行的南海考察(在海上历时三个月);国际的 LOICZ(沿岸带陆海相互作用研究)的研究计划中在黄海、东海的考察及国际的 JGOFS(全球海洋通量联合研究)的研究计划中在黄海、东海的考察。而且也多次参加了青岛胶州湾,烟台近海的海上调查及获取数据工作。参加了胶州湾等水域的生态系统动态过程和持续发展等课题的研究。目前,正在进行胶州湾和长江口的生态、环境和生物地球化学过程的研究。

六六六(HCH)的含量在海域水体中分布的均匀性,揭示了在海洋中潮汐、海流的作用下,使海洋具有均匀性的特征。就像容器中的液体,加入物质,不断地摇晃、搅动。潮汐就象垂直摇晃,而海流就象水平搅动。随着时间的推移,使其物质的含量在液体中渐渐地均匀分布。这样,海洋的潮汐、海流对海洋中所有物质的含量都进行搅动、输送,使海洋中所有物质的含量在海洋的水体中都是非常均匀地分布。在近岸浅海主要靠潮汐的作用;在深海主要靠海流的作用,当然还有其他辅助作用,如风暴潮、海底地震等。所以,随着时间的推移,海洋尽可能使海洋中所有物质的含量都分布均匀,故海洋具有均匀性。

可爱的大海如此伟大,我却如此渺小。

杨东方

摘自“胶州湾水域有机农药六六六的分布及均匀性”

《海岸工程》,2011,30(2): 66-74.

感叹海洋如此之大,并具有均匀性。使一切物质在海洋中都逐渐均匀了。人类不小心合成自然界无法降解的物质六六六(HCH),危害了自然界其他生命:包括植物和动物,最后也危害了人类自己。幸亏地球展示了陆地迁移过程、水域迁移过程和沉降过程,不断地把六六六(HCH)这种物质从陆地迁移到大海。然后,将这种物质深埋于海底。也多亏人类知错能改,善莫大焉。及早使地球生态恢复自然。

杨东方,舟山,2011

序 言

人类很聪明,为了自己的利益,就发明了杀虫力极强的杀虫剂六六六(HCH)。这种有机氯杀虫剂对于农业上几种主要害虫,如蝗虫、稻螟、棉蚜、玉米螟及地下害虫等,都可以起到防治作用。然而,其毒性大,难分解,分布广,危害重,在大量使用的同时给环境造成了难以修复的危害。而且,其化学性质稳定,在环境中残留持久,不易降解,在生物体内累积,通过食物链传递已构成了对人类和生态系统都有潜在的危害。从20世纪60年代开始,我国土壤大面积施用六六六、滴滴涕等农药长达20多年。由于其用量大已造成极其严重的污染,威胁着人类的健康。因此,六六六在水体中的迁移规律、迁移过程和变化趋势等,为六六六等有机化合物的研究提供了坚实的理论基础,也为消除六六六等有机化合物在环境中的残留、治理六六六等有机化合物的环境污染提供理论依据。

本书是在浙江海洋学院出版基金、浙江海洋学院承担的“舟山渔场渔业生态环境研究与污染控制技术开放”和“近海水域预防环境污染养殖模型”项目和国家海洋局北海环境监测中心主任科研基金—长江口、胶州湾、浮山湾及其附近海域的生态变化过程(05EMC16)的共同资助下完成的。

在书中,有许多方法、规律、过程、机制和原理,它们要反复应用,解决不同的实际问题和阐述不同的现象和过程。于是,出现许多相同的段落。同时,有些段落根据不同的条件,来推出不同的结果;有些段落来自于结果,又作为条件来推出新的结果。这样,就会出现有些段落的重复。如果只第一次用,以后不再用,这样在以后的解决和说明中就不完善,无法有充分的依据来证明结论,而且方法、规律、过程、机制和原理就变得无关紧要了。在书中,每一章都是独立地解决一个重要的问题,也许其中有些段落与其他章节中有重复。如果将重复的删除,内容显得苍白无力、层次错乱。因此,从作者角度则希望尽可能地一定要保证每章内容的逻辑性、条理性、独立性、完整性和系统性。

作者通过胶州湾水域的研究(2001—2011)得到以下主要结果。

(1)根据六六六含量的大小、水平分布、垂直分布和季节分布,在一年中,六六六含量在胶州湾水域,相比春季、夏季和秋季,春季含量较低,夏季相对较高,秋季含量较低;六六六的表、底层含量相近,水体的垂直断面也分布均匀;六六六的底层含量变化范围小于表层的。

(2)研究发现,污染源是面污染源。在有污染源的情况下,在春、夏,近岸高,远离岸线,浓度逐渐降低。在1983年我国禁止六六六的使用,胶州湾水域六六六的污染源发生了很大变化,这变化分为三种类型:重度污染源、轻度污染源以及没有污染源,并用三个模

型框图来表示,这展示了六六六污染源的变化过程。在没有污染源的情况下,在六六六来源的迁移过程中,有陆地来源迁移和海洋水流来源迁移。

(3)通过胶州湾沿岸水域的六六六含量变化,展示了六六六的陆地迁移过程:六六六含量变化由胶州湾附近盆地的雨量大小所决定。因此,在胶州湾水体中六六六含量的季节变化,是由陆地迁移过程所决定。六六六的陆地迁移过程范围分为三个阶段:人类对六六六的施用、六六六沉积于土壤和地表中、河流和地表径流把六六六输入到海洋的近岸水域。这可用模型框图来表示,展示了:六六六从生产到土地是由人类来决定,然而,从土地到海洋是由雨量来决定。

(4)根据六六六表、底层的垂直分布和水平分布,提出了在春、夏季的六六六在胶州湾水域迁移过程的模型框图,表明了六六六的运动轨迹,清楚地展现了六六六含量在春、夏季的表、底层分布规律。在胶州湾,六六六的垂直分布按照时空分布来划分区域。通过不同的时空区域六六六的垂直分布,提出了六六六的水域迁移机制,阐明了六六六垂直分布的规律及原因。

(5)研究发现,在禁止六六六农药的使用后,六六六的主要来源是土壤中的残留,通过海水中六六六含量的变化认为陆地残留量在衰减,并且衰减很快。这样,六六六的变化趋势展现了在胶州湾水体中六六六的含量逐年都在减少。

(6)研究发现,在胶州湾水域,六六六底层分布具有三个特征,使我们通过六六六表层含量变化就知道其底层含量变化及分布状况。尤其在输入胶州湾水域中,六六六含量的前锋内,表层与底层六六六的水平分布状况是一致的,而在六六六的前锋外,表层与底层六六六的水平分布状况是不一致的。对此,提出了六六六含量的沉降过程,这展示了六六六在时空变化中的迁移路径。在空间和时间的变化尺度上,在胶州湾,六六六含量的变化证明了沉降过程的作用。

(7)研究认为,六六六的含量在表层的减少完全依赖胶州湾潮流的稀释,不仅在水体表层中六六六含量会形成低值区域,而且在水体底层中六六六含量也会形成低值区域。于是,根据六六六表、底层的含量变化,提出了六六六的水体效应、稀释效应和累积效应,并用模型框图,表明了六六六穿过水体的含量变化,定量描述水体对六六六的作用。

(8)胶州湾水域水体中六六六含量的水平分布和垂直分布表明:六六六的含量在胶州湾水域水体中分布都是非常均匀的。六六六的含量在海域水体中分布的均匀性,揭示了海洋中的潮汐、海流的作用,使海洋具有均匀性的特征。研究认为,随着时间的推移,海洋通过潮汐和海流尽可能使海洋中所有物质的含量都分布均匀,故海洋具有均匀性。

(9)自从1983年禁用六六六后,水体中六六六的含量全部达到一类海水的水质标准,在1985年以后,水体中六六六的含量都是优于一类海水的水质标准。因此,国家制定的海水水质标准在六六六含量方面需要修改,以适应新的环境变化。

(10)从含量大小、水平分布、垂直分布和季节分布等角度,在空间的尺度上,阐明了

六六六在胶州湾海域的来源、水质、分布以及迁移状况等许多迁移规律;在时间的尺度上,展示了有机农药六六六在胶州湾水域的变化过程和变化趋势。据此,提出了1个变化趋势和4个变化过程:①含量的年份变化;②污染源变化过程;③陆地迁移过程;④水域迁移过程;⑤沉降过程。这些规律和变化过程为研究六六六在水体中的迁移奠定了基础。

有关这方面的研究还在进行中,本书权为阶段性成果的总结,则存在欠妥之处在所难免,恳请读者多多指正。希望读者站在作者的肩膀上,使祖国海洋环境学研究、世界海洋环境学研究以及地球环境学研究得到飞跃发展,则作者甚感欣慰。

在各位同仁和老师的鼓励和帮助下,此书出版。作者铭感在心,谨致衷心感谢。

杨东方

2011年10月1日

目 次

第 1 章 胶州湾水域有机农药六六六分布及迁移	(1)
1.1 背景	(1)
1.1.1 胶州湾自然环境	(1)
1.1.2 材料与方法	(1)
1.2 六六六的分布	(2)
1.2.1 含量的大小	(2)
1.2.2 水平分布	(2)
1.2.3 垂直分布	(4)
1.2.4 季节分布	(5)
1.3 六六六的迁移	(5)
1.3.1 水质	(5)
1.3.2 污染源	(5)
1.3.3 迁移状况	(5)
1.4 结论	(6)
参考文献	(7)
第 2 章 胶州湾水域有机农药六六六分布及含量	(8)
2.1 背景	(8)
2.1.1 胶州湾自然环境	(8)
2.1.2 材料与方法	(8)
2.2 六六六的分布	(9)
2.2.1 含量大小	(9)
2.2.2 水平分布	(10)
2.2.3 垂直分布	(10)
2.2.4 季节分布	(12)
2.3 六六六的迁移	(12)
2.3.1 水质	(12)
2.3.2 污染源	(13)

2.3.3 陆地迁移过程	(13)
2.3.4 水域迁移过程	(13)
2.4 结论	(15)
参考文献	(15)
第3章 胶州湾水域有机农药六六六的分布及污染源	(17)
3.1 背景	(17)
3.1.1 胶州湾自然环境	(17)
3.1.2 材料与方法	(17)
3.2 六六六的分布	(18)
3.2.1 含量大小	(18)
3.2.2 水平分布	(18)
3.2.3 垂直分布	(22)
3.2.4 季节分布	(22)
3.3 六六六的污染源	(23)
3.3.1 水质	(23)
3.3.2 污染源	(23)
3.3.3 表、底层变化	(23)
3.3.4 水体效应	(24)
3.4 结论	(25)
参考文献	(25)
第4章 胶州湾水域有机农药六六六的分布和稀释过程	(27)
4.1 背景	(27)
4.1.1 胶州湾自然环境	(27)
4.1.2 材料与方法	(27)
4.2 六六六的分布	(28)
4.2.1 含量大小	(28)
4.2.2 水平分布	(28)
4.2.3 垂直分布	(32)
4.2.4 季节分布	(32)
4.3 六六六的稀释过程	(32)
4.3.1 水质	(32)
4.3.2 污染源	(32)

4.3.3 陆地迁移	(33)
4.3.4 表、底层变化	(33)
4.3.5 潮汐作用	(33)
4.4 结论	(34)
参考文献	(35)
第5章 胶州湾水域有机农药六六六的分布和残留量	(37)
5.1 背景	(37)
5.1.1 胶州湾自然环境	(37)
5.1.2 材料与方法	(37)
5.2 六六六的分布	(38)
5.2.1 含量大小	(38)
5.2.2 水平分布	(38)
5.2.3 垂直分布	(40)
5.2.4 季节分布	(40)
5.3 六六六的残留量	(40)
5.3.1 水质	(40)
5.3.2 来源	(41)
5.3.3 陆地迁移与海流输送	(41)
5.3.4 表、底层变化	(41)
5.3.5 潮汐作用	(42)
5.3.6 残留量作用	(42)
5.4 结论	(42)
参考文献	(43)
第6章 胶州湾水域有机农药六六六的分布及均匀性	(45)
6.1 背景	(45)
6.1.1 胶州湾自然环境	(45)
6.1.2 材料与方法	(45)
6.2 六六六的分布	(45)
6.2.1 含量大小	(46)
6.2.2 水平分布	(46)
6.2.3 垂直分布	(49)
6.2.4 季节分布	(50)

6.3 六六六的均匀性	(50)
6.3.1 水质	(50)
6.3.2 来源	(50)
6.3.3 陆地迁移	(51)
6.3.4 水域迁移	(51)
6.3.5 均匀性	(51)
6.4 结论	(52)
参考文献	(53)
第7章 胶州湾水域有机农药六六六的分布及水质标准	(54)
7.1 背景	(54)
7.1.1 胶州湾自然环境	(54)
7.1.2 材料与方法	(54)
7.2 六六六的分布	(55)
7.2.1 六六六含量的大小	(55)
7.2.2 水平分布	(55)
7.2.3 垂直分布	(59)
7.2.4 季节分布	(59)
7.3 六六六的水质标准	(59)
7.3.1 水质	(59)
7.3.2 来源	(59)
7.3.3 陆地迁移	(60)
7.3.4 水域迁移	(60)
7.3.5 水质标准	(61)
7.4 结论	(61)
参考文献	(62)
第8章 胶州湾水域有机农药六六六含量的年份变化	(64)
8.1 背景	(64)
8.1.1 胶州湾自然环境	(64)
8.1.2 数据来源与方法	(64)
8.2 六六六的含量	(68)
8.2.1 含量大小	(68)
8.2.2 变化趋势	(68)

8.2.3 季节变化	(69)
8.3 六六六的年份变化	(69)
8.3.1 水质	(69)
8.3.2 含量变化	(69)
8.4 结论	(70)
参考文献	(70)
第9章 胶州湾水域有机农药六六六污染源变化过程	(72)
9.1 背景	(72)
9.1.1 胶州湾的自然环境	(72)
9.1.2 数据来源与方法	(72)
9.2 六六六的水平分布	(72)
9.2.1 1979 年 8 月水平分布	(72)
9.2.2 1981 年 8 月水平分布	(73)
9.2.3 1982 年 6 月水平分布	(73)
9.2.4 1983 年 5 月和 9 月水平分布	(73)
9.2.5 1984 年 7 月和 10 月水平分布	(75)
9.3 六六六的污染源	(77)
9.3.1 污染源的变化	(77)
9.3.2 污染源的变化特征	(78)
9.3.3 污染源的变化过程	(78)
9.4 结论	(78)
参考文献	(80)
第10章 胶州湾水域有机农药六六六陆地迁移过程	(81)
10.1 背景	(81)
10.1.1 胶州湾自然环境	(81)
10.1.2 数据来源与方法	(81)
10.2 六六六的季节分布	(82)
10.2.1 1979 年季节分布	(82)
10.2.2 1981 年季节分布	(82)
10.2.3 1982 年季节分布	(82)
10.2.4 1983 年季节分布	(82)
10.2.5 1984 年季节分布	(83)

10.2.6 年季节变化	(83)
10.2.7 月降水量变化	(84)
10.3 六六六的陆地迁移	(84)
10.3.1 施用量	(84)
10.3.2 河流输送	(85)
10.3.3 陆地迁移过程	(85)
10.3.4 年变化的证实	(86)
10.4 结论	(87)
参考文献	(87)
第11章 胶州湾水域有机农药六六六水域迁移过程	(89)
11.1 背景	(89)
11.1.1 胶州湾自然环境	(89)
11.1.2 数据来源与方法	(89)
11.2 六六六的季节垂直分布	(90)
11.2.1 1979年垂直分布	(90)
11.2.2 1981年垂直分布	(90)
11.2.3 1982年垂直分布	(90)
11.2.4 1983年垂直分布	(90)
11.2.5 1984年垂直分布	(91)
11.3 六六六的水域迁移	(91)
11.3.1 污染源	(91)
11.3.2 水域迁移过程	(91)
11.3.3 水域迁移机制	(93)
11.4 结论	(94)
参考文献	(95)
第12章 胶州湾水域有机农药六六六水域沉降过程	(96)
12.1 背景	(96)
12.1.1 胶州湾自然环境	(96)
12.1.2 数据来源与方法	(96)
12.2 六六六的底层分布	(97)
12.2.1 1979年底层分布	(97)
12.2.2 1981年底层分布	(99)

12.2.3	1982 年底层分布	(100)
12.2.4	1983 年底层分布	(102)
12.2.5	1984 年底层分布	(104)
12.3	六六六的沉降分布及过程	(105)
12.3.1	沉降分布	(105)
12.3.2	水域沉降过程	(106)
12.4	结论	(106)
	参考文献	(107)
第 13 章	胶州湾水域有机农药六六六水域迁移规律	(109)
13.1	背景	(109)
13.1.1	胶州湾自然环境	(109)
13.1.2	数据来源与方法	(109)
13.2	六六六的研究结果	(110)
13.2.1	1979 年研究结果	(110)
13.2.2	1981 年研究结果	(110)
13.2.3	1982 年研究结果	(110)
13.2.4	1983 年研究结果	(111)
13.2.5	1984 年研究结果	(111)
13.2.6	1985 年研究结果	(111)
13.2.7	1986 年研究结果	(112)
13.3	六六六的产生消亡过程及规律	(112)
13.3.1	含量的年份变化	(112)
13.3.2	污染源变化过程	(112)
13.3.3	陆地迁移过程	(112)
13.3.4	水域迁移过程	(113)
13.3.5	沉降过程	(113)
13.3.6	迁移规律	(113)
13.4	结论	(114)
	参考文献	(114)
	主要相关文章	(116)
	致 谢	(117)

第 1 章 胶州湾水域有机农药 六六六分布及迁移

六六六(HCH)学名六氯化苯,又称六氯环己烷,是一种有机氯杀虫剂。1825 年法拉第首先制造成功,直到 1946 年英国帝国化学公司在对其杀虫效力进行深入研究之后,才投入了正式的工业化生产。曾经是全球风靡一时的杀虫剂,六六六杀虫力极强,对于农业上几种主要害虫,如蝗虫、稻螟、棉芽、玉米螟及地下害虫等,都可以起到防治作用,所以其应用范围也相当广泛。但是它和别的有机农药一样,化学性质稳定,在环境中残留持久,不易降解,在生物体内累积,通过食物链传递已构成了对人类和生态系统的潜在危害^[1]。在我国,已于 20 世纪 80 年代初禁止使用^[2],但是在 20 世纪 60—80 年代累计生产 81 595 t 六六六,广泛使用在大多数土壤底泥中^[3],大量残留在环境中,对环境造成持久性的污染。陆地上的残留通过地表径流、大气沉降等形式进入水体^[4],研究水体中六六六的含量,对六六六的迁移过程有着非常重要的意义。本章根据 1979 年胶州湾的调查资料,研究禁用前六六六在胶州湾海域的分布和迁移状况,为治理六六六污染的环境提供理论依据。

1.1 背景

1.1.1 胶州湾自然环境

胶州湾是一个半封闭的深入内陆的天然海湾,位于黄海中部、山东半岛南部,介于 120°04′—120°23′E, 35°58′—36°18′N 之间,为青岛市所辖,面积 390 km²,平均水深仅 7 m。湾中部和湾口水域水体交换活跃,十分有利于污染物的运输;而在湾的东北部水域,水体交换缓慢形成呆滞区,水体交换缓慢,不利于污染物的扩散、搬运和海水的自净化^[5]。胶州湾有十几条大小河流注入,其中洋河、南胶莱河、大沽河、墨水河、白沙河等主要河流,河流长、流域面积大。而海泊河、李村河和娄山河,这三条河基本上是工业及生活废水的排污渠道,汇入海区,对胶州湾的影响比较大,带来大量污染物。

1.1.2 材料与方法

1979 年 5 月、8 月和 11 月胶州湾水体六六六的调查数据由国家海洋局北海环境监测中心提供。在胶州湾水域设 8 个站位取水样: H34、H35、H36、H37、H38、H39、H40、H41 (图 1-1)。1979 年的 5 月、8 月和 11 月三次进行取样,根据水深取水样(>15m 时取表层和底层,<15 m 时只取表层),现场过滤,装入聚乙烯瓶中保存,放入冰桶带回实验室冷冻保存。用气相色谱分析。经过丙酮洗脱,石油醚萃取,混合层析柱分离,石油醚、乙醚-