

鼋头渚不同年龄夜鹭卵中多氯联苯污染状况及分布特征

安琼¹, 董元华¹, 王辉¹, Fasola Mauro², Ruiz Xavier³

(1. 中国科学院南京土壤研究所 210008, E-mail: qan@issas.ac.cn; 2. Department of Animal Biology, Pavia University, Pavia 27100, Italy; 3. Department of Animal Biology, Barcelona University, Barcelona 08028, Spain)

摘要:通过对太湖鼋头渚 2000 年采集的 2 龄、3 龄和 4 龄夜鹭所产卵中 15 种多氯联苯同系物残留状况的研究,发现所有样品中均检出多氯联苯,残留量最高的为 PCB₁₁₈, PCB₈₇, PCB₁₀₁ 和 PCB₁₅₃, 占 PCBs 残留量的 75%~85%。含 5~6 个氯原子的同系物在夜鹭卵中的 PCBs 残留量明显高于其它类型的同系物。同时,多氯联苯残留量随亲鸟年龄增加而明显增加。4 龄卵样分别比 3 龄、2 龄卵样中 PCBs 残留量高出 47.5% 和 60.9%。统计处理结果表明:多氯联苯残留总量与亲鸟年龄呈正相关 ($p = 0.05$)。PCBs 总量与亲鸟年龄呈正相关 ($p = 0.05$)。与欧美日等国家同类研究结果中 PCB₁₅₃ 残留量最高的情况略有不同,本研究在夜鹭卵中发现残留量最高的是 PCB₁₁₈, 占 PCBs 残留总量的 30% 左右, PCB₁₅₃ 含量仅为 PCBs 残留总量的 17% 左右。

关键词:生物指示; 夜鹭卵; 亲鸟年龄; 多氯联苯

中图分类号: X171 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2004)02-0157-05

Polychlorinated Biphenyls Residues in Eggs of Different Ages Night Heron Breeding in Yuantouzhu, China

AN Qiong¹, DONG Yuan-hua¹, WANG Hui¹, Fasola Mauro², Ruiz Xavier³

(1. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China E-mail: qan@issas.ac.cn; 2. Department of Animal Biology, Pavia University, Pavia 27100, Italy; 3. Department of Animal Biology, Barcelona University, Barcelona 08028, Spain)

Abstract: 61 eggs of night heron (*Nycticorax nycticorax*) were collected in 2000 in Yuantouzhu of Tai lake, China. The breeding birds were divided into three groups by age, namely two, three, four years. The residues of 15 polychlorinated biphenyl congeners in eggs were studied. 15 congeners were found in all egg samples, and PCB₁₁₈ at the highest level, PCB₈₇, PCB₁₀₁ and PCB₁₅₃ at second levels. Total residues of the 4 congeners occupied about 75%~85% of sum 15 congeners residues found in eggs. It was obviously that residues of congeners containing 5~6 chlorine atoms were more than others in eggs. Residues of PCBs in eggs increased with age of breeding birds. The total PCBs concentration in eggs of four years group were higher than that of three years group, two years group by 47.5% and 60.9% respectively. Different from the result of the similar studies in European countries, USA and Japan: the residue of PCB₁₅₃ is the highest, it was found that in this study the residue of PCB₁₁₈ is the highest in eggs, which is about 30% of the total PCBs residues, while the PCB₁₅₃ 17% only.

Key words: bio-indication; night heron egg; breeding birds age; polychlorinated biphenyls (PCBs)

含氯有机污染物如有机氯农药和多氯联苯由于其亲脂性和抵抗生物降解,在环境中长期滞留,被称之为持久性有机污染物(POPs),正在威胁着人类和野生动物的健康^[1],生物通过食物链不断吸收这些有毒物质并积累在体内,使食物链顶端的肉食性生物体内中的有毒物质往往高于环境中同类物的数千倍^[2]。通过选择适当的生物作为指示物对其生存的环境质量及潜在性影响进行综合性评价一直是国际环境生态学研究前沿领域之一^[3]。近年来,欧美学者热衷于以水鸟尤其是用水鸟卵作为环境指示物,相当多的研究结果表明水鸟卵是一种很好的生物指示^[4,5]。

湿地是污染物最终归属地之一,以湿地为栖息地或觅食地的水鸟,处于食物链顶端,可大量富集污染物,这种特点使得水鸟特别适于作为环境污染的生物指示。湿地生态系统中的夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)是我国分布相当广泛的一种水鸟,主要捕食鱼和其它水生物,觅食范围广,是湿地环境污染的较好的一种生物指示^[6,7]。通过对鸟卵中污染物的研究,可反映一个较大区域内环境质量状况。此

收稿日期: 2003-05-07; 修订日期: 2003-07-30

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G199901181); 欧盟资助项目(EU-INCO-DC Contract ICI8-CT98-0294); 所长基金项目(ISSDF002)

作者简介: 安琼(1955~), 副研究员。

外,由于夜鹭与人类处于相近的食物链水平,通过对鸟卵中污染物分布状况及对它们的生理影响,还可以评估环境质量现状对人类健康的潜在威胁.

尽管国外已有众多论文涉及水鸟作为环境生物指示的研究,但同类研究尚少见涉及亲鸟年龄与卵中污染物残留关系的报道.本文将侧重于探讨不同年龄夜鹭卵中多氯联苯残留状况及分布特征.

1 材料与方法

1.1 材料

H₂SO₄(98%,分析纯)南京化学试剂厂生产. Na₂SO₄(分析纯)南京化学试剂厂生产,在马福炉中500℃烘4h,待冷至常温后,置于玻璃瓶中密封放置,供试验用.正己烷(分析纯)杭州炼油厂生产,在全玻璃装置中重蒸,收集72℃馏分于棕色玻璃中待用.

气相色谱仪: Hewlett 5890- II,配电子俘获检测器(GC/ECD), HW-2000 型色谱工作站(南京千谱公司),毛细管柱 HP-5,30 m×0.32 mm.

1.2 标准物

内标: PCB₂, PCB₂₀₉,准确称取内标物分别用重蒸苯溶解,配制成浓度各为2000μg/mL的内标储备液,取此标准储备液以正己烷稀释成混合内标添加液,其中 PCB₂ 和 PCB₂₀₉ 的浓度分别为10.0和0.5μg/mL.

多氯联苯:按 IUPAC 命名分别为 PCB₂₈, PCB₅₂, PCB₇₀, PCB₇₄, PCB₆₆, PCB₈₇, PCB₉₉, PCB₁₀₁, PCB₁₁₈, PCB₁₅₃, PCB₁₄₁, PCB₁₃₈, PCB₁₈₅, PCB₁₈₀, PCB₁₉₄,共15种 PCB 同系物标准物,购于 ChemService 公司.准确称取各种标准物分别先用少量重蒸苯溶解,再以正己烷配制浓度各为2000μg/mL的标准储备液,取各种储备液适量,以正己烷稀释成混合标准母液,其中 PCB₁₅₃, PCB₁₄₁, PCB₁₃₈, PCB₁₈₅, PCB₁₈₀, PCB₁₉₄ 的浓度均为300μg/mL左右,其余组分浓度各为400μg/mL左右.取混合标准母液以正己烷逐步稀释,配制成正己烷校正曲线工作液,其浓度范围为2.5~200ng/mL,各工作标样中内标 PCB₂ 和 PCB₂₀₉ 的浓度分别为1000ng/mL和50ng/mL.

1.3 样品采集与制备

卵样于2000-04-28~2000-05-10取自江苏省太湖鼋头渚,按亲鸟年龄分为2龄组、3龄组、4龄(含4龄以上)组,分别代表未成年、亚成年和成年夜鹭所产卵样.夜鹭的年龄根据其羽毛颜色、花纹及形态

特征进行识别^[8].2龄、3龄和4龄组卵样数分别为18、22和21枚.样品干燥前均存放在冰箱冷藏室内贮存.样品干燥时,将蛋清蛋黄置于开口玻璃容器中混匀,45℃烘干至恒重,于研钵中研碎,收集于容器中,低温储存待用.

1.4 样品测试方法

样品的处理和测试方法参照文献^[9]进行,使用的所有实验器皿和试剂均符合农残分析的要求.选择部分卵样在西班牙巴塞罗纳大学和中国科学院南京土壤研究所同时进行分析,结果满足比对要求.

1.5 色谱分析条件

工作条件:载气,高纯氮,柱前压8psi,尾吹60 mL/min;进样量:1μL,不分流进样.进样口温度210℃,检测器温度310℃,柱温140℃,保持2min,以2.5℃/min的速度升温至265℃,再以15℃/min的速度升温至290℃保持3min.以峰高内标法定量.

2 结 果

2.1 不同年龄夜鹭卵中多氯联苯残留状况

在所有样品中均检出多氯联苯残留物,其中单个组分残留量最高值<200ng/g,单个样品中多氯联苯的15种同系物残留总量最高值为770ng/g.从3个年龄组卵样中 PCBs 平均残留量来看(表1),均以 PCB₁₁₈ 最高,依次为 PCB₈₇、PCB₁₀₁ 和 PCB₁₅₃.值得注意的是:低氯化合物的残留量随亲鸟年龄的变化规律不明显,而含5个以上氯原子的 PCBs 残留量随

表1 夜鹭卵中15种 PCBs 同系物残留状况(dw)¹⁾/ng·g⁻¹

Table 1 Residues of 15 PCBs congeners in different age group eggs(dw)/ng·g ⁻¹			
年龄组	2龄 2year	3龄 3year	4龄 4year
age	(n=18)	(n=22)	(n=21)
PCB ₂₈	2.68±0.6	0.9±0.4	1.2±0.8
PCB ₅₂	13.62±10.8	7.3±6.0	14.0±10.9
PCB ₆₆	3.92±4.0	3.0±3.4	3.6±2.3
PCB ₇₀	13.61±11.4	13.0±15.3	15.4±13.2
PCB ₇₄	2.36±0.7	2.2±2.5	1.9±1.0
PCB ₈₇	23.58±15.8	33.9±26.4	43.1±26.4
PCB ₉₉	1.70±1.2	1.9±1.5	4.3±3.0
PCB ₁₀₁	20.96±14.4	21.3±15.9	32.4±25.9
PCB ₁₁₈	37.66±24.1	53.6±35.6	66.6±40.7
PCB ₁₃₈	0.91±0.3	1.6±1.2	1.8±1.2
PCB ₁₅₃	19.82±10.7	30.0±12.3	39.6±22.7
PCB ₁₄₁	1.68±1.2	1.8±1.5	2.5±2.1
PCB ₁₈₀	0.72±0.4	3.3±2.7	3.0±1.3
PCB ₁₈₅	3.98±2.1	7.4±4.7	8.5±4.9
PCB ₁₉₄	5.16±3.1	9.3±1.4	11.7±3.3
sum	131.45±82.4	164.3±101.2	236.7±158.1

1) 所列数值为各年龄组平均值±相对标准偏差(showed with each age group average±SD)

亲鸟年龄增加而增加,PCBs 残留总量也随亲鸟年龄增加而增加。

2.2 不同年龄夜鹭卵中多氯联苯的检出率

表 2 列出不同年龄组样品中多氯联苯同系物的检出率。检出率表明目标物在样品中出现的频率。从表 2 可以看出夜鹭卵样中出现频率最高的多氯联苯

同系物为 PCB₁₁₈、PCB₁₉₄、PCB₈₇、PCB₁₅₃、PCB₁₀₁ 和 PCB₁₈₅。夜鹭卵样中残留量和检出率都高的多氯联苯同系物应是环境暴露最多、对环境影响较大或在食物链中积累明显的组分。表 1 和表 2 所列数据表明,这些组分是 PCB₈₇、PCB₁₀₁、PCB₁₁₈ 和 PCB₁₅₃。

2.3 不同年龄夜鹭卵中多氯联苯的分布状况

表 2 不同年龄组卵样中多氯联苯同系物的检出率/ %

Table 2 Occurrence of 15 PCBs congeners in eggs from different age groups/ %

age/ a	PCB ₂₈	PCB ₅₂	PCB ₆₆	PCB ₇₀	PCB ₇₄	PCB ₈₇	PCB ₉₉	PCB ₁₀₁	PCB ₁₁₈	PCB ₁₃₈	PCB ₁₅₃	PCB ₁₄₁	PCB ₁₈₅	PCB ₁₈₀	PCB ₁₉₄
2	16.7	33.3	61.1	88.9	16.7	100.0	38.9	88.9	100.0	44.44	100.0	44.4	94.4	27.8	100.0
3	27.3	50.0	86.4	59.1	40.9	95.5	22.7	86.4	100.0	45.45	81.8	77.3	90.9	40.9	100.0
4	19.0	71.4	90.5	95.2	28.6	100.0	14.3	90.5	100.0	42.86	100.0	76.2	100.0	57.1	100.0

样品中的单个同系物残留量与 15 种 PCBs 浓度和之比,作为其占 PCBs 残留总量的百分率(%),即该组分在 PCBs 残留量中所占份额,某同系物所占的份额越高,表明它对 PCBs 残留总量贡献越大。表 3 所示为 4 种典型同系物 PCB₈₇、PCB₁₀₁、PCB₁₁₈、和 PCB₁₅₃ 占 PCBs 残留总量的百分率(%),很明显,它们在 PCBs 残留总量中所占份额相当高,仅 PCB₁₁₈ 一种组分的残留量几乎占有 PCBs 残留总量的 1/3 左右。而上述 4 种典型同系物残留量之和,在 PCBs 残留总量所占份额高达 75 % 以上,并且,这种现象在不同年龄组卵样中没有明显差异。因而,我们在研究 PCBs 的环境行为及环境毒理学时就有必要对这些组分给予特别地关注。

表 3 夜鹭卵中典型同系物占 PCBs 残留总量的百分率/ %

Table 3 Percentage residue concentration of predominant congeners in eggs/ %

IUPAC	Cl in PCBs	2a (n = 18)	3a (n = 22)	4a (n = 21)
PCB ₈₇	5	18	21	18
PCB ₁₀₁	5	16	13	14
PCB ₁₁₈	5	29	33	28
PCB ₁₅₃	6	15	18	17
SUM		78	85	77

按各同系物分子中所含氯原子个数分组,并将各组残留量汇总,所得结果如图 1 所示。从图 1 可见:夜鹭卵中多氯联苯大量的是含 5 个氯原子的同系物,同时,随着亲鸟年龄增长加,卵样中多氯联苯残留总量增加。统计检验(SAS SNK) 结果表明:夜鹭卵中 15 种多氯联苯同系物残留总量与亲鸟年龄呈正相关($p = 0.05$)。一个值得注意的现象是:在 2 龄亲鸟所产卵样中低氯的多氯联苯(4 个氯原子及以下的同系物) 残留量略高于 3 龄组。

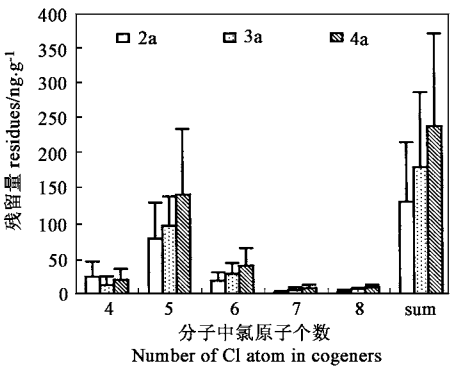


图 1 不同氯含量多氯联苯在夜鹭卵中的分布状况

Fig.1 Residues of different PCBs groups in eggs (groups based on the numbers of chlorine atom in congeners molecule)

3 讨 论

本研究选择了 15 种多氯联苯为目标进行了检测,它们为环境中检出最多的同系物。其中 PCB₂₈, 含 3 个氯原子, PCB₅₂、PCB₆₆、PCB₇₀ 及 PCB₇₄ 各含 4 个氯原子, PCB₈₇、PCB₉₉、B₁₀₁ 及 PCB₁₁₈ 各含 5 个氯原子, PCB₁₃₈、PCB₁₄₁ 及 PCB₁₅₃ 各含 6 个氯原子, PCB₁₈₀ 和 PCB₁₈₅ 各含 7 个氯原子, PCB₁₉₄ 含 8 个氯原子。一般说来,分子中氯原子个数越多,化合物的脂溶性和抗生物降解性越强,在环境中持留性越大。

对所得数据的分析统计得到 PCBs 在不同年龄夜鹭卵中的分布状况,其规律为:亲鸟年龄越大,所产卵中 PCBs 残留量越高,氯原子数为 5 以上时,这种情况更为突出。未成年亲鸟比亚成年鸟所产卵中低氯 PCBs 残留量略高。就 PCBs 总量而言,4 龄组分别比 3 龄、2 龄组 PCBs 残留量高出 47.5 % 和 60.9 %。由于 PCBs 具有很高的亲脂性,能有效的累积在脂肪组织中,同时,对于生物转化和排泄具有较强的抵抗作用,随亲鸟年龄增加,其体内 PCBs 积累

量增加,尤其是含有较多氯原子的 PCBs 积累更为突出.可以推测:多氯联苯在夜鹭体内的积累与排出过程相比,无疑前者占主导地位.在亲鸟体内营养成分组成卵时,体内积累多氯联苯也进入其中,因此,高龄组卵样中含有较高的 PCBs 残留量.

残留量最高的同系物是含 5 个氯原子的 PCB₁₁₈、PCB₈₇、PCB₁₀₁和含 6 个氯原子的 PCB₁₅₃,同时它们的检出率也是最高的,这种现象在各年龄组之间没有差别.通常在苯环上 2,3,4 位或 2,4,5 位被氯原子取代的多氯联苯同系物如 PCB₁₀₁, PCB₁₁₈, PCB₁₅₃最难降解,抗生物降解性和脂溶性越强的污染物,在卵样中的残留分布状况越突出.不同同系物在卵中残留分布状况的差异,一定程度上反映了环境中各种 PCBs 同系物残留分布特征,同时也反映了各同系物经食物链放大,并通过各种生理生化过程作用后,最终在生物体内累积程度的差异.笔者认为含有 5 个或 5 个以上氯原子的 PCBs 同系物不仅易于在生物体内富集,而且毒性也远大于低氯取代的 PCBs,所以其环境影响更应该引起关注.

在涉及 PCBs 同系物在生物样品中的残留状况研究中,欧美日等国家大多数研究结果表明含有 6 个氯原子的 PCB₁₅₃残留量最高.如 Wolkers H^[10]发现在加拿大 St. Lawrence 海湾的竖琴海豹脂肪和乳液中 PCB₁₅₃都是最高的,分别为 321 和 76 ng/g,其次为 PCB₁₃₈和 PCB₁₈₀;Philippe Berny 等人对小白鹭卵^[11]中 PCBs 残留研究的结果也表明 PCB₁₅₃含量最高,其次为 PCB₁₃₈和 PCB₁₈₀;Sakamoto K Q^[12]同样发现在日本 Hokkaido 海域海雕胸肌中 PCB₁₅₃含量最高,其次为 PCB₁₃₈, PCB₁₁₈和 PCB₁₈₀.由于 PCB₁₅₃的高残留,一些论文中把 PCB₁₅₃含量作为评价 PCBs 残留状况和环境毒理学的一个重要指标.而本研究发现在鳌头渚地区夜鹭卵中残留量最高的是 PCB₁₁₈,占 PCBs 残留总量的 30%左右,PCB₁₅₃含量较低,仅为 PCBs 残留总量的 17%左右,差异如此之大,究其原因可能是:①我国曾生产和使用的都是含氯低的 PCBs(主要用作溶剂);②除个别地区外,大气尘降是我国 PCBs 污染的重要来源,而低分子的 PCBs 更易通过大气飘尘而迁移.本研究所得数据表明:与 PCB₁₁₈及 PCB₈₇相比,PCB₁₅₃并不是评价环境多氯联苯污染的最佳指标,根据我国具体情况,可优先考虑 PCB₁₁₈为评价环境多氯联苯污染的指标.

与欧美国家的同类研究结果相比较,如在法国

Rhone 冲积平原地区^[11],小白鹭卵中的 11 种 PCBs 同系物总量为 1.816 μg/g (0.14 ~ 12.09 μg/g, 1996 年),在美国加州一种鹭鸟 (Egretta thula) 卵中 PCBs 为 5.38 μg/g (2.7 ~ 19 μg/g, 1995 年)^[13].上述值均远高于本研究成果.一般来说,造成这种显著差异的根本原因是:我国为一农业国,有机氯农药曾大量使用,而多氯联苯不仅使用量少,使用时间短,而且使用区域也十分有限^[14],因此鹭鸟卵中多氯联苯残留量远远低于欧美日等国家的报道值,相反,鹭鸟卵中含氯类 POPs 污染物六六六及滴滴涕类的残留量明显高于欧美日等国家的报道值^[15].

4 结论

(1) 3 个年龄组亲鸟所产卵样中均存在 15 种 PCBs 残留物,单个组分残留量最高值 < 200 ng/g,单个样品中多氯联苯的 15 种同系物残留总量最高值为 770 ng/g. 3 个年龄组卵样中 PCBs 残留均以 PCB₁₁₈最高,依次为 PCB₈₇、PCB₁₀₁和 PCB₁₅₃.值得注意的是:低氯化合物的残留量随亲鸟年龄的变化规律不明显,而含 5 个以上氯原子的 PCBs 残留量随亲鸟年龄增加而增加,PCBs 残留总量也随亲鸟年龄增加而增加,统计检验 (SAS SNK) 结果也表明:夜鹭卵中 15 种多氯联苯同系物残留总量与亲鸟年龄呈正相关 ($p = 0.05$).

(2) 残留量和检出率都高的多氯联苯是 PCB₈₇、PCB₁₀₁、PCB₁₁₈和 PCB₁₅₃,这 4 种同系物占 PCBs 残留总量的 75%以上,其中 PCB₁₁₈几乎占有 PCBs 残留总量的 1/3,并且,这种现象在不同年龄组卵样中没有明显差异.

(3) 综上所述,在用夜鹭卵作多氯联苯污染的生物指示时应适当考虑年龄差异所带来的影响.同时,在研究多氯联苯污染及分布特征时,应侧重于讨论典型同系物如:PCB₈₇、PCB₁₀₁、PCB₁₁₈和 PCB₁₅₃.

参考文献:

- [1] Colborn T, Smolen MJ, Rolland R. Environmental neurotoxic effects: The search for new protocols in functional teratology[J]. Toxicol Ind Health, 1998, 14: 9 ~ 132.
- [2] 董元华,安琼,龚钟明,王辉.太湖湿地生态系统的夜鹭生物指示[J].应用生态学报,2002,13(2): 209 ~ 214.
- [3] Fasola M, et al. Heavy metal, organochlorine pesticide, and PCB residues in eggs and feathers of herons breeding in Northern Italy[J]. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 1998, 34(1): 87 ~ 93.
- [4] Albanis TA, Hela D, Goutner V. Concentration and bioaccumulation of organochlorine pesticides residues in herons and their prey in wetlands of Thermaikos Gulf, Macedonia, Greece[J].

- Sci Total Environ., 1996, **182**:11 ~ 19.
- [5] Custer T W, Hines R K, Melancon M J, Hoffman D J, Wickliffe J K, Bickham J W, Martin J W, Henshell D S. Contaminant concentration and biomaker response in great blue heron eggs from 10 colonies on the upper Mississippi Reiver, USA[J]. Environ Toxicol Chem., 1997, **16**:260 ~ 271.
- [6] 龚钟明, 董元华, 安琼. 无锡鼋头渚夜鹭卵中有机氯农药残留及其环境指示意义[J]. 环境科学, 2001, **22**(2):110 ~ 113.
- [7] 龚钟明, 董元华, 安琼. 夜鹭卵中几种多氯联苯(PCBs) 的残留特征. 中国环境科学, 2001, **21**(2)124 ~ 127.
- [8] 王辉, 董元华, 李涛, 等. 无锡鼋头渚 4 种鹭鸟繁殖期的生态学特征研究[J]. 农村生态环境, 2001, **17**(4):17 ~ 21.
- [9] 安琼, 董元华, 倪俊, 等. 禽蛋中微量有机氯农药及多氯联苯残留的测试方法[J]. 色谱, 2002, **20**(2):167 ~ 171.
- [10] Wolkers H, Burkow I C, Hammill M O, Lydersen C, Witkamp R F. Transfer of polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides from mother to pup in relation to cytochrome p450 enzyme activities in harp seals (*Phoca Groendica*) from the gulf of St. Lawrence, Canada[J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 2002, **21**(1):94 ~ 101.
- [11] Berny P, Sadoul N, Dol S, Vide man B, *et al.* Impact of local agricultural and industrial practices on organic contamination of little egret (*Egretta Garzetta*) eggs in the Reone delta, southern France [J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 2002, **21**(3):520 ~ 526.
- [12] Sakamoto K Q, Kunisue T, Watanabe M, *et al.* Accumulation patterns of polychlorinated biphenyl congeners and organochlorine pesticides in steller's sea eagles and white-tailed sea eagles, threatened species, in Hokkaido, Japan[J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 2002, **21**(4):842 ~ 847.
- [13] Hothe m R L, Zador S G. Environmental contaminants in eggs of California least terns (*Sterna antillarum browni*) [J]. Bull Environ Contam Toxicol., 1995, **55**:658 ~ 665.
- [14] 储少岗, 徐晓白, 童逸平. 多氯联苯在典型污染地区环境中的分布及其环境行为[J]. 环境科学学报, 1995, **15**(4):423 ~ 431.
- [15] 安琼, 董元华, 王辉, 等. 不同年龄夜鹭卵中有机氯农药污染的生物指示[J]. 环境科学学报, 2004, **24**(1):139 ~ 143.

·书讯·

《环境有机化学》出版

《环境有机化学》第二版是一本环境有机化学方面的权威专著, 享誉欧美, 对国外环境有机化学相关学科的发展起了重要的作用. 经旅美环境科学家张伟贤教授推荐, 资深环境有机化学家王连生教授主持, 国内 10 余位相关领域专家倾力翻译, 此环境有机化学领域的专业巨著已于 2004 年 1 月由化学工业出版社与国外原文同步出版.

书中全面介绍了环境有机化学领域的基本原理, 全书共分五个部分: 绪论; 气-液-固相平衡分配; 转化过程; 建模工具; 迁移与反应; 环境系统和案例研究, 全面介绍了有机污染物的理化性质、环境过程机制以及影响环境自然系统和工程系统中有机化学物质的迁移、转化与归趋的环境因子, 这些性质和环境因子可以用来定量评价有机化学物质的环境行为.

正如原作者 Rene P. Schwarzenbach 所言, 本书涵盖面非常广, 反映了本领域在 21 世纪的研究现状与最新进展. 本书的特点之一是内容全面而系统, 包含了基础化学、环境化学、环境生物学、环境物理学和数学模拟等领域的内容, 书中还穿插了例题、详注和配套问题与习题. 本书的特点之二是书中收录了大量的参考文献(超过 1000 条), 可以帮助读者进行更深入地研究和学习. 本书的另一个特色是适用读者面宽, 初学者和有更多专业知识的人都可以从中有所收获.

总之, 这是一本非常优秀的环境有机化学教材, 可供环境科学与工程专业本科生、硕士生及博士生使用, 也可以作为环境化学、环境生物学、环境地学、环境医学、环境工程、环境政策与管理等领域的教材, 还可为相关领域的科学研究人员及感兴趣的读者提供参考.

相信这本书的出版将会对国内环境有机化学相关学科的建设与发展起到举足轻重的支撑作用. 让我们怀着十分喜悦的心情, 共同分享这本书的成果.

本书全国各大新华书店均有销售, 定价 98 元. 邮购方法(加收 10 % 邮寄费): 地址: 北京市朝阳区惠新里 3 号 邮编: 100029, 收款人: 化学工业出版社发行部, 邮购电话: 010-6291 8013, 电子信箱: fxb @cip.com.cn