

综述

海洋环境化学述评*

李旭 顾宏堪

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

提要 本文从污染及污染源、污染物的转移与界面交换、实验室模拟及受控海洋现场实验、海洋环境化学分析四个方面展开述评。认为海洋的环境容量几乎是无限的,明显的污染只限于污染源附近;目前对污染物的转移与界面交换的研究较多,但多数机理尚不清楚;实验室模拟及受控海洋现场实验是环境化学研究中极有用的方法;海洋环境化学分析的可靠性很大程度上取决于环境的洁净度。建议采用集装箱式洁净实验室及调查船,发展水下传感器,浓集器,以进行现场分析。

尽管海洋中污染物的测定及污染源的寻找仍是海洋环境化学的基本工作,然而,从研究的角度看来,污染物的转移,界面交换及生态效应,则是需要探索的内容。探索需要新的高水平的分析方法。

一、污染物及污染源

人类活动将石油烃、有机卤化物、金属、放射性核素及非降解固体等排入海洋,造成污染,破坏生态系并危害人类自己的健康^[1,3,8,11,17]。但是,由于整个海水水体的环境容量几乎是无限的,因而明显的污染只限于某些沿岸海区及上层海水。如海水中铀的浓度是 $3\mu\text{g/L}$,总蕴藏量为40亿吨,若要使海水中铀的浓度增至 $6\mu\text{g/L}$,则人类要排入40亿吨铀,这是很难做到的。

区域性污染相当严重。国际上工业发达、汽车极多的大城市,其河口水及沿岸水常明显地受到污染。如, Pb^{2+} 浓度可达 $0.2\mu\text{g/L}$,而无污染水为 $0.03\mu\text{g/L}$ 。美国 New Jersey 沿岸的水下污泥,使其附近形成一缺氧区,PCB 自沿岸 108ppm 至外海为 2.6ppm。New York 沿岸沉积中 Pb, Zn, Cu 有一高值区, Pb 达到 2—32ppm。印度约有 34 000 吨农药用于农业,估计有 25% 排入沿岸海区, Vellar 河口水中 DDT 及其代谢物的最高值为 14.09ng/L 。加拿大 Saguenay 峡湾沉积物中的多环芳烃苯并[a]芘为 2—300 $\mu\text{g/kg}$ (干沉积物),浓度剖面显示在表下层有一最大值,证实 50 年来人类活动已使大量的多环芳烃进入这一峡湾。古巴哈瓦那湾,污染总排放量为 462 t/d,其中酚 0.4%,总磷 2%, $\text{NH}_4\text{-N}$ 等 5%,油脂 5.6%,烃类 12%,总粒状物 35%,其它 40%;污染物来源为,排水渠 32%,江河 20%,工厂 38%,其它 10%。台湾大多数重要的牡蛎及蛤子养殖

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1467 号。

收稿日期: 1987 年 5 月 12 日。

场位于其西部新竹至台南沿岸,近年来由于迅速的工业发展及人口增长,该沿岸已受到污染,有机C、三磷酸腺甙、叶绿素a、Pb、Cu等都较高,NO₃⁻ 1—4μmol/L及PO₄³⁻ 0.2—0.8μmol/L表明该沿岸已富营养化^[17]。

近十多年来,世界海洋中某些被禁止或限制的物质的污染有些减少,如DDT, PCBs等。石油的海运尽管有增加,但由于使用了“满载系统”(Load-on-top),因而海洋中来自油轮的污染油的比例没有多大变化。金属进入海洋,主要仍是由于天然地球化学循环。人类每年引入海洋的Pb约30万吨,Cd约4千余吨。海洋中的外来放射性核素,由于部分禁止核试验而趋于下降,1954年核试验带来的太平洋黑潮中⁹⁰Sr及¹³⁷Cs的高浓度已消失^[11,17]。

中国近海及长江、黄河等水系,总起来说,水质是洁净的,污染只是局部的,且以石油及有机物为主^[1-3]。海上漂油大多来自沿岸油田、油码头、石油化工厂,这已通过测定原油的紫外比228/256(nm)、总S、气相色谱正构烷烃(C₂₁+C₂₂)/(C₂₃+C₂₉)比及测量海流作了鉴别^[13,19]。近年来,由于油田等控制了排油,因而海上漂油显著减少。有机物主要来自城市生活污水,并造成富营养;农田化肥流失也带入大量氮化物。1979及1980年5,8,10月²⁾,渤海湾表层水中油含量平均为0.082及0.086mg/L,近岸达0.1—0.4mg/L;PAH主要来自石油,沉积物中PAH为0—300μg/kg,高值在河口及沿岸;COD的年平均值为1.73—1.76mg/L,沿岸高值大于2mg/L,与高PO₄-P(0.05—0.5mg/L)及NH₄-N(0.2—0.5mg/L)相一致。

虽然,重金属的污染局限于河口小范围^[4,5,9],但是,鱼虾常在河口产卵孵化,而Zn²⁺, Cu²⁺对小虾及小鱼毒性极大,较天然水本底高5—10倍的Zn²⁺, Cu²⁺,即有致死作用⁵⁾。某些混浊的河口及沿岸,如杭州湾,Zn, Cu等测定值高,但生态系却正常,这是由于测定水中Zn²⁺, Cu²⁺时水样酸化,使部分悬浮态Zn, Cu溶出为Zn²⁺, Cu²⁺自由离子,包括在测定值中之故。对生物有毒性的是Zn²⁺, Cu²⁺自由离子,而不是悬浮态Zn, Cu¹⁾。酸化使悬浮态金属溶出这一问题,不仅表现在国际上混浊水体中Zn²⁺, Cu²⁺测定值偏高,而且使渔业水质标准的Zn²⁺, Cu²⁺等最高允许浓度订得偏高⁶⁾。

从青藏高原的雪、雪水,长江源头水到长江口、东海、赤道太平洋以至南极海水,Zn²⁺ Cd²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺, Sn⁴⁺, Bi³⁺自由离子的浓度是相近的,具有“均匀分布”规律,平均Zn²⁺ 5.5 ± 1.5μg/L, Cd²⁺ 0.090 ± 0.030 μg/L, Pb²⁺ 0.035 ± 0.010 μg/L, Cu²⁺ 0.90 ± 0.30 μg/L, Sn⁴⁺ 0.99 ± 0.18μg/L, Bi³⁺ 0.18 ± 0.05μg/L^[1]。以此为本底,可以监测环境Zn²⁺等重金属的污染。水中许多物质的本底值、背景值尚不清楚。底质及生物体中的更是如此^[1-7],自然,对它们的污染及生态效应也就不可能清楚。底质中重金属等的测定,也须区分形态及形式,特别是应测出其有毒性的离子态及分子态可溶物。只测定总量则难以表明其毒性。固态难溶物通常是无毒性的。

1) 中国科学院海洋研究所, 1975—1986。渤、黄、东海海洋环境调查及实验室生态实验。特种报告。

2) 黄海水产研究所, 1975—1986。渤海湾渔业水质环境调查及实验室研究。特种报告。

3) 国家海洋局, 1975—1986。海洋环境调查。特种报告。

4) 厦门大学, 1975—1986。东海及台湾海峡海洋环境调查。特种报告。

5) 中国科学院南海海洋研究所, 1975—1986。南海海洋环境调查及实验室生态实验。特种报告。

6) 农林部, 1973。渔业水体中有害物质的最高允许浓度。特种报告。

痕量气体在未来地球增温中将起重要作用,估计 1980 年痕量气体的温室效应为增长的 CO_2 的一半。从 1880 到 1980 年,大气 CO_2 自 275ppm 增至 339ppm。1980 年,有关主要痕量气体为 CH_4 1.6 ppm, N_2O 0.3 ppm, CCl_2F_2 0.00028 ppm, CCl_3F 0.00018 ppm, O_3 在对流层中也已增加。痕量气体的效应是由于其红外吸收特征。入射的太阳辐射大都可以透过,但对出射的地球辐射在波长 8—12 μm 有影响。通过这一窗户,地球只有部分热量逸出^[8]。大气 SO_2 及 NO_x 形成酸雨,则是不少地方存在的现象,这主要来自煤的燃烧及汽车废气。

温室效应对地球增温究竟有多大影响,与太平洋海流倒流和气候反常的 El Niño 现象有否联系,是未知的问题。估计人类还没有力量影响大环境,地球增温和 El Niño 现象是自然规律,El Niño 与大气 CO_2 似乎是有关的,前者出现时,后者呈低值反常分布。它们是伴生的,甚至可能前者是因,后者是果,因而难以利用后者来预报前者。

污水的排放,最好是通过排污管排入远岸海流中,如流急稀释快,甚至可免去一级处理,一劳永逸。非沿海城市,尽可能将排污管与沿海城市接通而排入海洋。尽管如此,渔业区和工业区仍难以共存。

二、污染物的转移及界面交换

污染物的转移机理与海洋中各种物理、化学及生物过程有关,在界面上尤为显著,但已经研究清楚的不多^[17]。

江河输入虽是污染物来源的重要途径,但一系列的过程可能使污染物,特别是悬浮态物质,从河口水中大量移去。如凝聚、共沉淀、吸着、生物吸取及沉积到沉积物中去等^[16]。不少污染河流的水中重金属含量并不明显地高,但沉积物中却很高^[9,16]。

在海底及海水界面上,湍流使海底污染物再悬浮。日本 Seto 内陆海是一个平均水深为 30m 的浅海,由于沿岸工业发展及人口增长,致使污染严重。现在,从沉积物中悬浮起来的污染物,强烈地影响着水质^[17]。

沉积到海底沉积物中的新鲜有机物的分解,与许多微生物过程有关,其中主要的是氧化降解,硫酸盐还原及甲烷的形成。沉积物中有机物一般含有 C, N, P。沉积物表面的氧化剂是 O_2 ,而有机 C 被氧化为 CO_2 ; 表下层,有机 C 被 NO_3^- 及 Fe^{3+} 氧化; 较深沉积物中则 SO_4^{2-} 是主要氧化剂,表下层及较深层过程除产生 CO_2 外,又依次产生 $\text{N}_2 + \text{NH}_4^+$, Fe^{2+} 及 H_2S ^[17]。

沉积物中再生的物质,其扩散通量可由下式计算^[17]:

$$\text{扩散通量} = \phi \times D' \times \frac{\partial c}{\partial x}$$

式中, ϕ 为沉积物的可渗性(如太平洋西北部为 $0.68\text{cm}^3\text{H}_2\text{O}/\text{cm}^3$ 沉积物); D' 为扩散系数(如 $D_{\text{I}0_3^-}$ 为 $2.6 \times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{s}$); $\frac{\partial c}{\partial x}$ 为沉积物间隙水中的化学物质浓度梯度 ($\text{mol}/\text{L}/\text{cm}$)。

然而,物质的转移主要还是靠水体的运动,浓差扩散是很慢的。

由于底栖动物的搅动,必须同时利用 ^{210}Pb 及 ^{234}Pu 来测定沉积物年龄。在某河口沉

积物中,长半衰期的天然放射性示踪剂 ^{210}Pb 及短半衰期的核爆炸产生物 ^{234}Pu ,都是在表层10cm呈垂直均匀分布,这表明有底栖动物的搅拌影响(据美国Lamont地质研究所)。

海底热泉口周围堆积着不少金属氧化物及硫化物。如 21°N 东太平洋海隆海底矿床中即含Zn 50%, Cu 0.75%, Pb 0.35%, Ag 400ppm及痕量Au。但是,研究表明,带进海水中的金属自由离子却不多。在距热泉口不远处即可降到本底浓度,因而它也不致影响 Zn^{2+} 等在整个海水中的均匀分布。

大气可以将溶解和粒状污染物输送到全球海洋中,然后沿等密度层扩散。各种波动的影响,则如同搅拌作用及中尺度涡动。固体尘埃从撒哈拉输送到西部的影响是大的。热带北大西洋及Caribbean海普遍地被平均浓度为每立方米空气数十微克的矿物气溶胶所覆盖。红海上的高浓度尘埃平均为 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$,地中海为 $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。伊拉克、伊朗、沙特阿拉伯及巴基斯坦,也是阿拉伯海中尘埃的比较重要的源地。冬末及春季,当中国尘埃风暴达最大时,北太平洋中部尘埃也最大。通常观测到的是每立方米数微克。陆源POC不进行海表到大气的再循环。无论是溶于海水的或保持粒状的,均迅速进入到生物循环之中^[8,17]。

除气体的海-气交换外,风浪将海水水滴溅入大气,以及海水气泡破裂时将水花射入大气,是海水向大气转移物质的主要途径。海水微表膜对物质的海气交换有重要影响。新近的研究表明,海水蒸发时可定量携带 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} 等自由离子到大气中,而在降雨时又定量带回。这一定量浓度即为天然水中 Zn^{2+} 等的本底浓度^[19]。

海洋生物对各种污染物的富集,是污染物生物转移的主要途径。部分污染物随生物体沉入海底,而后又可能分解释出。生物体对污染物的吸取,常为吸附及吸收^[2,5,10,17]。海水-生物体物质界面交换涉及生命及酶系统,过程极为复杂,是各种界面交换中最难研究的。物理及化学仿生可以研究,但生命仿生目前尚无法研究,因生命本身仍是一个迷。海带可从海水中富集万倍的碘,但死海带却无能力在水溶液中保留其已富集的碘。

三、实验室模拟及受控海洋现场实验

海洋中可能存在着所有的元素及化学物质,以及化学过程。但各种物质和过程,特别是痕量体系,常随海区及时间而异,并且许多过程常处在热力学不平衡状态,也不受动力学控制,这可以用受“碰撞障碍”影响来解释。

实验室海洋化学研究,通常是将蒸馏水化学体系换为海水体系,并且在达到热力学平衡后测定,研究具有理论意义。尽管难以直接说明海洋现场的化学状态,但可以衡量现场状态离平衡点的距离。

为什么河口天然水中的pH值自7增至8,有机物及悬浮体含量由高到低时, Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 等自由离子的浓度却无明显变化,即吸附等过程没有造成 Zn^{2+} 等的明显转移,其原因就如上述。固然,河口 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等胶体凝聚,吸附于悬浮体上转入底质时,多少也吸附部分 Zn^{2+} 等。新生态的微粒及有机物,也有一定的吸附活性。

污染的河口,就象在烧杯中加入化学物质一样,达到热力学平衡的程度要大一些。某些有机物和重金属含量都比较高的河口或沿岸,两者的含量向外海降低而比值不变,则主

要是海水对污染河水或沿岸水的稀释作用,而不是络合与离解的热力学平衡。

海水中微量元素液-固界面分级离子/配位子交换理论研究,及有机物对交换的影响研究,已有了一个完整的结果^[20]。海水中有有机络合容量研究,已多途径地展开。

海水中痕量 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} 自由离子随水蒸发循环的模型实验表明, Zn^{2+} 等以 100% 的本底浓度随水蒸发循环。 Zn^{2+} 等水-汽定值转移规律,不仅证实了天然水 Zn^{2+} 等均匀分布规律的机理。而且本身是一个新发现的纯化学规律。据此,又产生了原始天然海水由 Zn^{2+} 等饱和的水蒸汽形成^[19],及 Zn^{2+} 等在水蒸汽中的溶解度新概念¹⁾。

受控海洋现场实验,是将实验室与现场结合,使实验室条件接近海洋现场的研究方法。这样也更有利于作长期生态效应的研究,即所谓受控生态系污染实验 (CEPEX, Controlled Ecosystem Pollution Experiment)。装置是将一大聚乙烯袋置于海水中,其中充满海水。一类是与大气或封闭大气接触,一类与沉积物接触。由于物质在聚乙烯袋壁上的吸附以及微粒因无流和浪的作用而下沉,则使装置与自然条件仍有一定差别(据加拿大海洋科学研究所)。

微宇宙 (Microcosms) 是另一种方式的实验装置。它将一个由大气、海水到沉积物的柱状海洋搬到陆上圆筒中,筒高 5.5m,直径 1.8m,内壁为聚乙烯膜。筒内营养盐、浮游生物及底栖生物的季变图相似于该海湾现场,表明模型的模拟良好(据美国 Lamont 地质研究所)。

隔开两个原来相通的小湖,在这两个水质和生物相同的小湖中分别加入 N 及 N + P,后者生物大繁殖,故 P 为富营养的主要因素。除去 P,即可防止富营养现象的发生(据 Lamont 地质研究所)。

四、海洋环境化学分析

海洋环境化学分析几乎使用了所有的现代化分析测试方法及仪器,以及带有采水器或采水泵的海水化学参数自动记录仪,能够测定多种形态的物质在海水、悬浮体、沉积物、间隙水、大气及生物体中的含量^[5,17]。然而,对海洋中元素的化学形式及化学平衡,至今所知甚少,采样及分析能力尚难以很好地解决复杂且痕量的海水个别化合物及离子的分析问题。

采样及分析本身常受到污染及吸附等的影响,而使得分析数据的可靠性成为问题。同一要素用不同的分析方法所测的结果可能差别很大,这不仅是方法问题,而更重要的是所测的形式不尽相同的缘故。

洁净实验室 (Clean Lab) 将大气通过滤器泵入室内,可以较好地避免大气尘埃的污染影响,但不能有效地滤去离子及分子态物质,甚至微细粒子。因而设立在汽车很多的大城市中的洁净实验室,分析数据仍然是不可靠的。大环境污染,小环境不会洁净;大环境洁净,小环境自然洁净。活动实验室 (Moving Laboratory) 常由集装箱改成,海上调查时吊放到船上,平时放在陆上,可避免装卸仪器,以便于海上现场分析(据作者的考

1) 李旭、顾宏堪, 1984。金属离子在水蒸汽中的“溶解度”。中国海洋与湖沼学会第四届年会论文摘要·青岛。

察和实验),也避免了因保存海水样品而带来的变化及受到的污染。洁净活动实验室则是两者的合一,应是发展方向。相应地,应设计集装箱调查船。

程序升温毛细管气相色谱(GC)及其与质谱(MS)的结合,已有了良好的发展。质谱中选择离子监测(SIM)的应用,提供了一个可发展为多离子分析的有力工具。资料处理系统及图谱鉴别系统(软件)的附加,将更便于应用。元件的微型化,可期使之从陆上实验室发展为用于现场。样品分析以前的有效的提取、纯化及浓缩方法,仍是很需要的,硫、磷、氮等特殊鉴定器正在发展^[46]。

自从发现反相柱填充料较适用于水溶液中的极性化合物以来,高性能液体色谱(HPLC)已成为鉴别天然有机物的有力工具,特别是用于鉴别亲水组分。该方法将发展到研究复杂的海水聚合物方面。HPLC的衍生物荧光鉴定法,通常用于测定海水自由氨基酸,可达飞克(femtomole, 10^{-15} g)水平,用莱塞荧光法则可达 Avogadro 数(甚/或单一分子)水平,从而使方法能适用于海洋现场过程研究,如生物的排泄和利用过程^[47]。

特效灵敏鉴定器的发展是重要的。极谱等电化学法有利于研究痕量金属的形式。要完全了解这些元素在海洋系统中的复杂形式,则只有将各分析方法结合起来才能达到(如 HPLC 与无机形式鉴定法相结合)。防吸附物理涂汞电极系统,可在不加任何试剂的条件下,测定海水本底 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 等自由离子。测定淡水时可加一半海水作为底液。如将水样酸化,则物质形态有所转移而无法研究物质形式,其生物毒性也不能判定。氢化物法可直接测出海水中离子态和甲基化的 Ge, Sn, As, Sb, Se 等元素^[47,49]。

原子吸收光谱法,特别是无火焰法,早已发展成为研究痕量金属分布的灵敏方法。由于污染,当所测成分的浓度在环境浓度水平时,必须应用正压工作台^[47]。

Auger 及 Raman 光谱有助于研究在溶液中的粒状物及其与溶液中有机物的相互作用,是有希望的研究领域^[47]。

取样系统常视需要而使用不同材料的采样器,以免样品污染。如,金衬里的采样器用于海底火山口热溶液的采样,碳氟化合物塑料采样器用于痕量金属分析采样,不锈钢及玻璃采样器用于有机物分析采样。沉积物捕集器的设计,对收集物质的数量及类型影响很大。现场水泵及可连续离心气提系统,可采集大量的综合样品。但通过各种孔径滤器过滤的、不同水文状态的样品的成分可能不同,这必须广泛地进行相互校正以便比较。海-气及海洋-沉积物等界面采样技术,十年来也已改善。海表微层可以采样的厚度,已降低到 $0.5\mu m$ (使用 bubble microtome 技术)。金属屏将继续被普遍使用,这比较容易掌握并可取得较大体积的样品。不活泼塑料采样器用于痕量金属化学是有限制的。海表面膜特性的连续测量(遥感),必须与样品的化学测定联系起来。研究沉积物间隙水与其上覆水的交换过程及通量,其深海采样是困难的。挤压管样会造成化学成分的改变,因而导致了设计现场提取间隙水的简单系统。海洋化学家仍然面对着样品的贮存及运输问题,为此,应当努力发展各种水下传感器及富集系统。

尽管海洋环境化学研究所涉及的领域是如此地广泛,但是其深入的程度,根本上还是取决于分析化学的水平。用新技术探索新规律!

参 考 文 献

- [1] 马锡年、李全生、沈万仁, 1984. 渤海湾表层沉积物中砷与铁、铝、锰等元素的关系. 海洋与湖沼 15(5): 448—456.
- [2] 刘明星、李国基、顾宏堪, 1983. 渤海湾鱼类、甲壳动物、软体动物的金属含量. 环境科学学报 3(2): 149—155.
- [3] 李培泉、刘志和、卢光山等, 1983. 渤海湾沉积物中 U, Ra, Th, ^{40}K 和 ^{137}Cs 的 Ge(Li) γ 谱仪测定及地球化学研究. 海洋与湖沼 14(4): 333—341.
- [4] 吴景阳、李云飞, 1985. 渤海湾沉积物中若干重金属的环境地球化学 I. 分布模式及背景值. 海洋与湖沼 16(2): 92—101.
- [5] 吴瑜端、陈慈美、王隆发, 1986. 厦门港湾重金属污染与海域生产力关系. 海洋与湖沼 17(3): 173—184.
- [6] 张士林, 1987. 大西洋海水的污染概况. 海洋环境科学 6(1): 84—90.
- [7] 张首临、刘明星、李国基等, 1987. 西太平洋表层水中的 Zn, Cd, Pb, Cu. 海洋与湖沼论文集 (1986). 科学出版社, 101—108 页.
- [8] 陈立奇, 1986. 海气交换某些方面研究的概况和展望. 海洋通报 5(4): 69—74.
- [9] 罗伟权、何清溪、陈国清, 1985. 汞、镉在珠江口海域水体中迁移规律的研究. 热带海洋 4(4): 25—33.
- [10] 陆贤崑, 1986. 中型海洋围隔生态系中汞通量、形态和收支的研究. 海洋与湖沼 17(4): 307—317.
- [11] 邹淑美, 1987. 太平洋水域中人工放射性核素的含量. 海洋环境科学 6(1): 75—83.
- [12] 郑全安、孙元福、孙玉星, 1985. 渤海湾海洋环境污染航空遥感监测结果分析. 黄渤海海洋 3(1): 63—70.
- [13] 郑舜琴、黄华端, 1981. 紫外吸收分光光度法对南黄海石油污染源的鉴别. 海洋科学 3: 17—19.
- [14] 海洋出版社编, 1985. 埃尔尼诺. 海洋译丛 2: 34—42.
- [15] 黄华端、郑舜琴、古莹秀, 1981. 海洋油污染源的鉴定. 海洋湖沼通报 3: 23—27.
- [16] Autzinger, O., 1982. The Handbook of Environmental Chemistry. Vol. 1—3. (A, B) Springer-Verlag.
- [17] CNC/SCOR, 1982. Proceedings of the Joint Oceanographic Assembly. Dalhousie University, Canada.
- [18] Grosjean, D., K. Fung, and J. Harrison, 1983. Interactions of PAH with atmospheric pollutants. *Environ. Sci. Technol.* 17: 673—679.
- [19] Gu Hongkan, Liu Mingxing and Li Guoji, 1986. Original natural water formed from Zn^{2+} saturated water vapor. *Acta Oceanologica Sinica* 5(2): 229—234.
- [20] Zhang Zhengbin and Liu Liansheng, 1985. Theory of interfacial stepwise ion/coordination particale exchange and its application. China Ocean Press, pp. 356.

A REVIEW OF MARINE ENVIRONMENTAL CHEMISTRY*

Li Xu and Gu Hongkan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

ABSTRACT

A review of marine environmental Chemistry is given in four aspects, i.e. pollutants and their sources, transfer and exchange, laboratory modelling and enclosed ocean experiments, and environment analytical chemistry.

The environmental capacity of the ocean and atmosphere is almost without limit, so obvious pollution is just within the limits near pollution source. The pollutants from human activities is not so great as to affect the vast ocean and atmosphere. Therefore, the increasing temperature of earth and the El Niño are mainly the natural rules, not the greenhouse effect etc. from human. Thus city wastes without treatment can directly discharge into the offshore ocean current through the pipe. However, industry sewage area are not suitable for fishery because of long term effects on ecosystem.

The free ions Zn^{2+} and Cu^{2+} are highly toxic to shrimps, but the Zn and Cu in suspended particle are not. The free ions Zn^{2+} and Cu^{2+} of natural seawater can be analyzed by "Antisorption physically coated mercury film electrode system" without any reagent. If the seawater is acidified, the Zn and Cu in suspended particle will be dissolved into free ions and highly analytical results which has no meaning to toxicity will be obtained. Because of this, the national environment standards of Zn^{2+} and Cu^{2+} concentrations are rather too high.

The fine particles from car and factory can pass through the air filter, so the analytical results of trace metal ions in clean laboratory in polluted city has not much reliability. There is no real clean laboratory in air polluted city, especially use the analytical method with acidified water sample and AAS that has big influence from fine particles.

Moving clean laboratory and its research vessel, underwater concentrator, and underwater probe has to be developed for analysis on shipboard and sea in situ.

* Contribution No. 1467 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.