

自然界中磷化氢的分布及影响因素研究^①

封颖^②*** 王强^③*** ** 姚子伟*** 耿金菊****

(* 中国科学技术信息研究所 北京 100038)

(** 北京大学环境科学与工程学院 北京 100871)

(*** 国家海洋环境监测中心 辽宁 大连 116023)

(**** 南京大学环境学院 污染控制与资源化研究国家重点实验室 南京 210093)

摘要 利用柱前两次低温冷阱富集-气相色谱/氮磷检测器(GC/NPD)联用技术对北极地区和大连湾海洋沉积物中的磷化氢进行了检测,结果表明,在北极生物圈中普遍分布着该气体,磷化氢在北极大气中的浓度在 $18.54 \sim 132.18 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ 之间,与南极大气中磷化氢气体浓度水平相当;大连湾沉积物中基质态磷化氢浓度范围在 $116.8 \sim 554.3 \text{ ng/kg}$ 之间,与胶洲湾报道的浓度相当;光照强度、土壤/水-土壤对 PH_3 的吸附以及季节变化是影响磷化氢在自然界分布规律的重要因素。

关键词 磷化氢,自然环境,分布,影响因素

0 引言

传统的生物地球化学循环理论一直认为磷循环是一种沉积循环,直到 1988 年 Dévai 等首次发现污水处理厂高达 50% 的磷损失是由以气态磷化氢(PH_3)的形式进入大气造成的^[1]。此后,在大气圈、水圈、生物圈和岩石圈均检测到了以游离态(free-gaseous)或吸附态(matrix-bound)形式存在的 PH_3 ^[2-8],这些发现不但揭示了磷在循环中的气态形式,还表明磷在循环过程中发生了价态变化,这对传统磷循环过程的认识提出了挑战, PH_3 在环境中的行为开始受到人们的普遍关注,它在环境中的来源及分布状况如何?影响其分布状况的环境因素有哪些?它如何参与磷的生物地球化学循环?对这些问题展开研究,对于揭示磷的生物地球化学循环机制和阐明磷循环的环境效应具有十分重要的科学意义。

北极地区的气候、环境特征及其物理化学过程与全球气候环境变化关系密切。斯瓦尔巴群岛处于大气和海洋转换边界的交汇地带,对全球气候系统中的北大西洋环流、极地大气环流的变化比较敏感,

受到极地科学家的广泛关注,成为北极研究的重要区域^[9]。而大连湾富营养化严重,多次暴发赤潮^[10],磷化氢的释放有可能是一个很重要的诱导因素,为此,本文对北极地区和大连湾的磷化氢进行了首次检测,初步探讨了磷化氢在自然界中的分布状况和及其主要环境影响因素。

1 磷化氢在自然环境中的分布

磷化氢分析仪器的改进使研究自然界中的痕量磷化氢成为可能。本文采用二次低温冷阱在线富集-GC/NPD 联用技术对样品进行检测,测定方法同文献^[2,4],该仪器的检测限约为 $0.1 \text{ ng PH}_3/\text{m}^3$ 。

极地样品于 2007 年 7-8 月采自中国北极黄河科考站附近($78^\circ 55' \text{N}$, $11^\circ 56' \text{E}$),见图 1。共采集苔原土壤样 21 份,驯鹿粪 6 份,鸟粪 6 份,海洋沉积物样 6 份,湖泊沉积物样 9 份,陆地地面大气样品 12 份,海面大气样品 12 份。土壤、沉积物、鸟粪和鹿粪样品采集后密封置于冰箱中(-20°C),于 8 月底空运回国内实验室。海洋沉积物样于 2007 年 10 月在大连湾($121^\circ 36' 42'' \sim 121^\circ 46' 53'' \text{E}$, $38^\circ 28' 39'' \sim 39^\circ 00' 16'' \text{N}$)采集,共计 11 份。

① 863 计划(2008AA09Z114),中国极地科学战略研究基金(20070214),污染控制与资源化研究国家重点实验室开放课题(PCRRF08016)和国家海洋局青年海洋科学基金(2008614)资助项目。

② 女,博士生,助研;研究方向:环境科学,环境管理。

③ 通讯作者, E-mail: qwang@nmemc.gov.cn
(收稿日期:2008-12-04)

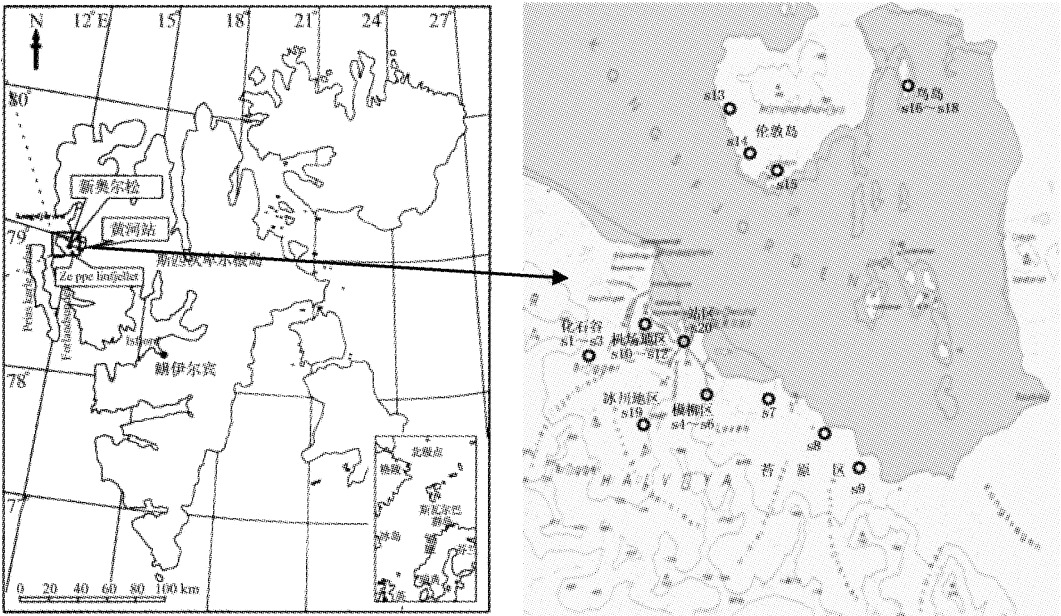


图 1 北极新奥尔松(Ny-Ålesund)地区地理位置及采样点图

1.1 磷化氢在大气中的分布

最初,人们知道大气环境中的磷化氢是构成木星等星球大气层的非常痕量的气体成分^[10],它在光解作用下转化成元素磷。随后, Lewis 等人^[11]于 1985 年发现了美国 Colorado 地区雨水中的磷酸盐浓度在夏季出现高峰值,并且这一浓度远远超出工厂

粉尘或扬尘可能携带到大气中的量,由此推测可能是由于地面的挥发性含磷化合物磷化氢在空气中被氧化所致。随着分析手段的改进,各国研究者对生物圈的气态磷化氢分布开展了研究(表 1),磷化氢被逐步证实为地球大气中普遍存在的痕量气体,其浓度范围在 ng-pg 级^[7-15]。

表 1 生物圈中气态磷化氢

磷化氢的源	浓 度 ng/m ³	进入大气通量 ng/(m ² h)	研究者	时间
北极地面大气	18.54 ~ 58.63		本研究	2007
北极海面大气	44.09 ~ 132.18		本研究	2007
南极米洛米岛	10.4 ~ 229		朱仁斌	2006
太湖湖面上空		0.13 ~ 2.85	Niu 等	2004
水稻田	137(均值)		曹海峰 等	2000
		1.78 ng	Han 等	2004
北京十三陵水库	98(均值)		曹海峰 等	2000
世界各地大气中的磷化氢	0.041 ~ 0.885	1300	Glindemann 等	1996
污水处理厂和浅层湖泊沉积物释放的沼气	11.6 ~ 382	0.09 ~ 9.17	Dévai 等	1988
Louisiana 微咸沼泽地		0.42 ~ 3.03	Dévai 和	1995
Louisiana 含盐沼泽地		0.91 ~ 6.52	Delaune	
动物污泥处理沼气	0 ~ 295		Glindemann 等	1995
腐败产生的沼气	24 ~ 20300		Glindemann 等	1995
填埋场大气	0 ~ 24646		Glindemann 等	1995

本课题组此次对北极地区磷化氢气体监测表明:北极大气中磷化氢普遍存在,浓度范围在 18.54 ~ 132.18ng/m³ 之间,其中海面气体 PH₃ 浓度略高于地面大气但无显著性差异($P > 0.05$),与南极大气

中磷化氢气体浓度(表 1)水平相当。从而进一步证实了 PH₃ 是地球大气中普遍存在的痕量气体。

北极新奥尔松地区大气中出现高浓度 PH₃ 可能与极地极端环境条件有关^[7]。Glindemann 等^[13]通过

室内模拟实验发现,在洁净(少气溶胶粒子)、干燥、强光照和强紫外辐射的环境下, PH_3 比 H_2S 和 NH_3 更易保持气体状态而不被清除掉,导致 PH_3 的大气寿命延长,在大气中积累而使 PH_3 浓度升高^[13]。北极黄河站区位于北极圈内,极地大气干燥、寒冷、洁净度高,这种极端环境条件可能会使 PH_3 易于保持气体状态,大大延长 PH_3 的寿命,从而有利于大气中 PH_3 的积累,导致北极大气中出现高浓度磷化氢。

1.2 基质中结合态磷化氢的分布

Gassmann 和 Glindemann^[16]检测到了生物体及人畜粪便中的结合态磷化氢,发现越接近消化系统的排泄端,磷化氢含量越高。Gassmann 和 Schorn^[17]报道了磷化氢可以存在于海洋和港口沉积物中,并检测了汉堡港表层沉积物(0~10cm)中的结合态磷化氢,发现黑色沉积物结合态磷化氢(26.2~56.6ng/kg)要高于沙质沉积物中磷化氢含量(0.2~1.6ng/kg),具有多孔结构的沉积物中结合态磷化氢量最大。环境中结合态磷化氢的含量一般在 ng/kg 数量级范围内^[2-17]。

表 2 给出了本次对北极生物圈和大连湾沉积物中结合态磷化氢的监测结果。其中,大连湾海洋沉积物结合态磷化氢浓度范围在 116.8~554.3 ng/kg 之间,与胶洲湾报道浓度相当。而对于北极生物圈,我们测定北极苔原土壤的结合态磷化氢浓度(2.15~50.42 ng/kg)介于工业地区土壤磷化氢浓度与乡村土壤浓度之间,与水稻田土壤水平相当;北极驯鹿粪中的磷化氢浓度(25.52ng/kg)高于南极海兽排泄物、牛排泄物和猪排泄物的结合态磷化氢浓度;而监测的北极鸟粪土磷化氢浓度(15.31~32.15 ng/kg)也高于南极鸟粪土中磷化氢的浓度。北极湖泊沉积物结合态磷化氢浓度(17.55~58.62)与太湖表层沉积物和汉堡港(淡水)表层沉积物浓度相当,北极海洋表层沉积物中的磷化氢浓度(26.2~140.9)也与我国胶州湾海洋表层沉积物中的磷化氢浓度处于一个分布水平。总体看来,北极生物圈中结合态磷化氢的浓度要高于南极地区的结合态磷化氢浓度,与其它生物圈中结合态磷化氢的分布相当,说明北极生物圈中磷化氢的分布在全球生物圈磷化氢的分布中有重要地位。

表 2 不同生物圈中结合态磷化氢的分布

磷化氢的源	浓度 (ng/kg)	消解方式	研究者	时间
北极生物圈				
苔原土壤	2.15 ~ 50.42	酸消化	本研究	2007
驯鹿粪	25.52	酸消化	本研究	2007
鸟粪土	15.31 ~ 32.15	酸消化	本研究	2007
湖泊表层沉积物	17.55 ~ 58.62	酸消化	本研究	2007
海洋表层沉积物	26.2 ~ 140.9	酸消化	本研究	2007
南极生物圈				
海兽粪	2.54 ~ 14.55	酸消化	Zhu 等	2006
鸟粪土	0.5 ~ 13.34	酸消化	Zhu 等	2006
鸟粪沉积物	0.29 ~ 3.04	酸消化	Zhu 等	2006
其它生物圈				
大连湾海洋沉积物	116.8 ~ 554.3	酸消化	本研究	2007
汉堡港(淡水)表层沉积物	0.2 ~ 56.6	碱消化	Gassmann 和 Schorn	1993
北京十三陵水库沉积物	1.89 ~ 2.06	酸消化	Cao, H. F	2000
太湖表层沉积物	5.39 ~ 919	酸消化	Niu 等	2004
胶洲湾海洋沉积物	60 ~ 271	酸消化	Yu 等	2003
水稻田	1.7 ~ 12.58	酸消化	Liu 等	1999
土壤,工业地区	17 ~ 103	酸消化	Eismann 等	1997
土壤,乡村	0.8 ~ 2.5	酸消化	Eismann 等	1997
牛排泄物	13.9	碱消化	Gassmann 和 Schorn	1993
猪排泄物	5.6 ~ 16.8	碱消化	Eismann 等	1997

2 影响磷化氢在自然环境中分布的环境因素

2.1 光照

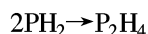
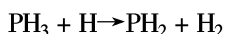
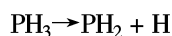
光照是影响磷化氢在大气中存在的主要因素。各国学者通过对城市上空大气、水稻田上空磷化氢浓度日变化研究发现,磷化氢浓度的峰值多出现在早晨光照强度较弱时。

Glindemann 等人^[12]从 1994 年 9 月到 1995 年 7 月对莱比锡市大气进行长期监测的结果中发现,早晨和中午大气中磷化氢浓度存在较大差异,早晨 7 点大气中磷化氢平均浓度为 $0.85\text{ng}/\text{m}^3$,而中午 1 点时则为 $0.12\text{ng}/\text{m}^3$ 。

刘季昂等^[14]测定了 1997 年夏季和 1998 年春季北京市大气中磷化氢的浓度,发现在早晨均可以测到磷化氢,且早晨测定值高于中午测定值。随着白天光照的增强,磷化氢浓度大幅度下降。早晨 6:00 测定到最高浓度为 $65\text{ng}/\text{m}^3$,而中午最高浓度仅为 $11\text{ng}/\text{m}^3$ 。光照能加速磷化氢的降解(甚至无氧的条件下)^[14]。没有光照时,磷化氢与氧在 Tedelar 采气袋中的反应很慢。磷化氢在空气与光照的共同作用下表现出最大程度的衰减,但其在大气中的自发氧化倾向并不明显,因此磷化氢的化学消除过程与光照之间有着密不可分的联系。

在光照条件下,磷化氢消除的可能机理是:在紫外线的诱导下,大气中的臭氧发生光解作用产生羟基自由基,引起磷化氢分子中 P-H 键的断裂,从而导致分子的氧化^[12,14]

磷化氢的光反应途径^[5]推测如下:



2.2 土壤/水-土壤

土壤/水-土壤会对磷化氢气体产生强烈吸附,85%以上的磷化氢一般存在于土壤或沉积物中^[18]。Burford 和 Bremner^[19]将 $145\mu\text{L}$ ($200\mu\text{L}$) 的磷化氢和 $250\mu\text{L}$ 的氪(krypton)注入 64mL 小瓶内,瓶中已装有 1g 浸水的土样。他们每隔一定时间测定磷化氢浓度,结果发现土壤对磷化氢有强烈的吸附作用,在 25°C 、48h 内吸附磷化氢的速率为 $7 \sim 76\mu\text{g}/\text{g}$ 土样。这一速率要远远高于 Tsubota 报道的浸水土样在加入 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 和肥料后于 24°C 培养 6 星期后磷化氢的释放速率($0.026 \sim 0.040\mu\text{g}/\text{g}$ 土样)。1g 干土样

在 25°C 、48h 内吸附磷化氢的速率与浸水土样相似($12 \sim 80\mu\text{g}/\text{g}$ 土样)。在 120°C 灭菌 30min 的土样并不明显改变磷化氢的吸附速率,因此他们认为磷化氢的消失与微生物作用无关。

Brunner^[20]对比了磷化氢在只充氮气的玻璃瓶、加水充氮气的玻璃瓶和加泥样充氮气的玻璃瓶中的存留时间,结果表明,在只充氮气的瓶内磷化氢浓度 10 天内变化不大,而其他两种情况 10 天内磷化氢损失 $2/3$ 左右。

Eismann 等人^[21]在 50mL 注射器中放入 2g 土壤,顶空为氮气或者空气与标准磷化氢气体的混合物,放置在 25°C 条件下考察磷化氢气体浓度随时间变化动力学。他们发现磷化氢浓度呈对数关系下降,而且不同土壤对磷化氢吸附不同:富含腐殖质和从市中心加油站取的土样对磷化氢的吸附快于沙质或黏性土壤。磷化氢在大气中半衰期为 $5 \sim 28\text{h}$,而与土壤接触的半衰期为 $8 \sim 42\text{min}$ 。因此他们认为土壤对磷化氢的去除比光化学反应更快更强烈。

2.3 季节

自然界中磷化氢的释放随季节而变化,其中无论是大气中还是沼气中的磷化氢的浓度(或排放通量)峰值多数出现在夏季。

Glindemann 等人^[12]研究莱比锡市大气中磷化氢浓度按季节的变化趋势发现,磷化氢浓度的峰值出现在夏季。刘季昂等^[14]在研究北京市区大气中磷化氢浓度随季节变化时发现,北京大气中夏季和秋季的空气中具有很高浓度的磷化氢,而春季和冬季磷化氢浓度最低^[7,19]。牛晓君^[20]在 2002 年检测太湖上空磷化氢浓度的时空分布时发现,夏季大气中磷化氢浓度出现了峰值。另外,Glindemann 等人^[16]还发现动物排泄物处理厂中夏季排放的磷化氢浓度和通量高于冬季排放量。1994 年,他们在测定露天腐化过程和填埋场磷化氢浓度和释放通量的季节变化时发现,夏季出现了较高值。

Gassmann^[17]报道淡水沉积物中磷化氢浓度的较高值也出现在夏季。他们分别于 1991 年冬季和 1992 年夏季测定了汉堡港沉积物中结合态磷化氢。结果发现,在相同采样点 Drademau 的沉积物中磷化氢浓度的夏季测定值约为冬季的 $2 \sim 20$ 倍。

磷化氢的释放随季节变化而变化,其实质是温度对磷化氢生成和释放的影响。已有的研究表明^[22],磷化氢是由厌氧微生物代谢含磷化合物产生的。因此,影响厌氧微生物生长繁殖的因素均会影响到沉积物中磷化氢的行为。温度较低时(4°C),微

生物活动基本停止,生物合成磷化氢的速度和氧化磷化氢的速度都减缓;温度升高时(20~30℃),磷化氢的生成和释放速度都加剧,一般微生物适宜生长的温度都在这一范围内,此时,一方面微生物转化含磷底物生成磷化氢的速度加快,另一方面,微生物活动增加,耗氧加快,导致溶解氧减少,使环境由氧化状态向还原状态转化,也促使还原态磷化氢的生成速度加快。

3 结 论

近年来,在湿地、垃圾填埋厂、养殖场、水稻田、水库、海洋、南极等不同自然环境中都检测到 PH_3 ,本次对北极地区和大连湾自然环境磷化氢的检测进一步表明生物圈中普遍分布着该气体,但是目前人们对于自然界中磷化氢的产生机理及其环境效应机制还不清楚。因此,笔者认为自然界中的磷化氢研究主要有以下几个方面。

对于自然界中磷化氢的来源,目前普遍认为是厌氧条件下,有机磷、无机磷等前体物在微生物及其代谢酶的作用下,还原降解生成,这可能是海洋、湖泊沉积物、土壤和动物排泄物中结合态磷化氢的原因^[6],但是其具体的产生机理不清楚。而北极地区的磷化氢除微生物产生外,还可能来源于北极含量丰富的磷灰石和石英晶体。在最初的岩石结晶形成过程中,强压高温条件将磷酸盐被还原成 PH_3 或 FeP 等包含于岩石中,在以后的生物地球化学活动中被释放出来,从而构成北极地区磷化氢的另一个来源。要彻底弄清自然界中磷化氢的产生机制还需要进一步的研究。

我们知道,磷是作物必需的营养元素之一,但施入土壤的磷素大部分以无效态储藏在土壤中,植物很难直接吸收利用,一般磷肥的当季利用率只有 10%~25%,因此提高磷的利用率一直是农学界关注的问题^[23]。韩圣慧研究发现添加酰基乙酸的土壤中总磷的 0.74% 被还原成磷化氢储存在土壤中^[15],因此,这说明土壤中难溶性磷可以经过微生物的还原作用生成磷化氢,随后被氧化成磷酸,可重新被植物摄取,这是一个新的磷活化过程,为提高农业上的磷效开辟了新思路。因此,如何提高难溶性磷转化成磷化氢的转化率,构成了磷化氢研究一个重要的方面。

其次,沉积物是海洋湖泊营养的内负荷,现有研究表明,沉积物中有机磷完全可能作为磷化氢的前

体物,在厌氧微生物作用下,发生 C-P 键断裂,被还原生成基体吸附态磷化氢被沉积物吸附,在一定条件下不断向水体和大气中释放^[4],进入水体和大气中磷化氢被氧化为磷酸盐后可重新返回水体参与磷的生物地球化学循环并加剧水体富营养化进程。因此,气态磷化氢可能是富营养化海洋和湖泊磷的输入和输出的一条重要途径。弄清沉积物中的磷如何转化成磷化氢、磷化氢和如何从沉积物向水体释放及迁移转化,对于水体富营养化防治有重大意义,目前国内外这方面的研究报道较少。

最后,进入大气中的磷化氢的气候效应不容忽视。 PH_3 是一种活泼的、强还原性的气体,它将参与大气化学反应和磷的生物地球化学循环,从而对气候变化和生态环境产生影响。有资料表明,大气中羟基自由基($\text{OH}\cdot$)可使 PH_3 分子中 P-H 键断裂($\text{PH}_3 \rightarrow \text{H}\cdot + \text{PH}_2\cdot$),进而导致分子氧化^[24],由于 $\text{OH}\cdot$ 可由 O_3 光解产生,通过上述反应不断消耗 O_3 ,可导致臭氧层的破坏;另一方面,释放至大气中的 PH_3 通过上述反应不断消耗了 $\text{OH}\cdot$,降低了其它还原性温室气体(如 CH_4)在大气中的化学清除速率($\text{CH}_4 + \text{OH}\cdot \rightarrow \text{CH}_3\cdot + \text{H}_2\text{O}$),延长了其它温室气体在大气中的停留时间,从而具有间接的温室效应(耦合效应)^[23]。但是, PH_3 在大气中的具体反应机制还不清楚,需要进一步开展这方面的研究。

参考文献

- [1] Dévai I, Felföldy L, Wintter I, et al. Detection of phosphine: new aspects of the phosphorus cycle in the hydrosphere. *Nature*, 1988, 333: 343-345
- [2] Ding L L, Wang X R, Zhu Y X, et al. Effect of pH on phosphine production and the fate of phosphorus during anaerobic process with granular sludge. *Chemosphere*, 2005, 59 (1): 49-54
- [3] Glindemann D, Edwards M, Liu J A, et al. Phosphine in soils, sludges, biogases and atmospheric implications-a review. *Ecological Engineering*, 2005a, 25(5):457-463
- [4] Niu X J, Geng J J, Wang X R, et al. Temporal and spatial distributions of phosphine in Taihu Lake, China. *Science of Total Environment*, 2004, 323:169-178
- [5] Roels J, Verstraete W. Occurrence and origin of phosphine in landfill gas. *Science of the Total Environment*, 2004, 327: 185-196
- [6] Yu Z M, Song X X. Matrix-bound phosphine: A new form of phosphorus found in sediment of jiaozhou Bay. *Chinese Science Bulletin*, 2003, 48(1):31-35

- [7] 朱仁斌,孔德明,孙立广等. 南极大气中磷化氢的首次监测, 科学通报, 2006, 51(18): 2212-2215
- [8] Zhu R B, Sun L G, Kong D M, et al. Matrix-bound phosphine in Antarctic biosphere. *Chemosphere*, 2006, 64: 1429-1435
- [9] Manabe S, Stouffer R J, Spelman M J, et al. Transient response of a coupled ocean-atmosphere model to gradual changes in atmospheric CO₂: Part I. Annual mean response. *J Climate*, 1991, 4(8): 785-818
- [10] Prinn R G, Lewis J S. Phosphine on Jupiter and implications for the great redspot. *Science*, 1975, 190: 274-276
- [11] Lewis Jr W M, Grant M C, Hamilton S K. Evidence that filterable phosphorus is a significant atmospheric link in the phosphorus cycle. *Oikos*, 1985, 45: 428-432
- [12] Glindemann D, Bergmann A, Stottmeister U, et al. Phosphine in the lower terrestrial troposphere. *Naturwiss*, 1996a, 83(3): 131-133
- [13] Glindemann D, Edwards M, Kusch P. Phosphine gas in the upper troposphere. *Atmos Environ*, 2003, 37: 2429-2433
- [14] Liu J A, Cao H F, Zhuang Y H, et al. Phosphine in the urban air of Beijing and its possible sources. *Water Air Soil Pollut*, 1999, 166: 597-604
- [15] Han S H, Zhuang Y H, Liu J A, Glindemann D. Phosphorus cycling through phosphine in paddy fields. *Sci Total Environ*, 2000, 258: 195-203
- [16] Gassmann G, Glindemann D. Phosphine (PH₃) in the biosphere. *Angew Chem Int Ed Engl*, 1993, 32(5): 761-763
- [17] Gassmann G, Schorn F. Phosphine from harbor surface sediments. *Naturwiss*, 1993, 80: 78-80
- [18] Dévaill, Delaune R D, Devai G, et al. Phosphine production potential of various wastewater and sewage sludge sludge sources. *Anal Lett*, 1999, 32(7): 1447-1457
- [19] Burford J R, Bermner J M. Is phosphate reduced to phosphine in waterlogged soil? *Soil Biol Biochem*, 1972, 4: 489-495
- [20] Brunner U, Chasteen Th G, Ferloni P, et al. Chromatographic determination of phosphine (PH₃) and hydrogen sulfide (H₂S) in the headspace of anaerobic bacterial enrichments using flame photometric detection. *Chromatographic*, 1995, 40(7/8): 399-403
- [21] Eismann F, Glindemann D, Berbmman A, et al. Soils as source and sink of phosphine. *Chemosphere*, 1997b, 35(3): 523-533
- [22] Gassmann G. Phosphine in the fluvial and marine hydrosphere. *Marine Chemistry*, 1994, 45: 197-205
- [23] 来璐, 郝明德, 彭令发. 土壤磷素研究进展, 2003, 10(1): 65-67
- [24] Hanrahan G, Salmassi T M, Khachikian C S, et al. Reduced inorganic phosphorus in the natural environment: significance, speciation and determination. *Talanta*, 2005, 66: 435-444

Research on distribution of phosphine in the natural environment and its environmental factors

Feng Ying* ** Wang Qiang*** ****, Yao Ziwei***, Geng Jinju****

(* Institute of Science and Technology Information of China, Beijing 100038)

(** College of Environmental Science and Engineering, Peking University 100871)

(*** National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023)

(**** State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of Environment, Nanjing University, Nanjing 210093)

Abstract

The phosphine in the marine deposit of the Arctic Pole area and the DaLian bay were detected for the first time using a technique of combining the two cryotrap method with the gas chromatography-nitrogen, phosphorus detection (GC-NPD) method. The dection results indicate that phosphine are distributed in the Arctic pole air and the sediment of the DaLian bay, with the concentrations of 18.54 ~ 132.18 ng/m³ and 116.8 ~ 554.3 ng/kg respectively. The illumination intension, the adsorption of phosphine in soil/water-soil and the season are the main factors which affect the distribution of phosphine in the natural environmental.

Key words: phosphine, natural environment, distribution, environmental factors