

海洋溶解有机碳循环简介

吴凯

(厦门大学环境与生态学院 福建厦门 361102)

摘要:海洋在全球碳循环中扮演着重要的角色,人类每年向大气排放的CO₂约有30%都被海洋所吸收。海洋中溶解有机碳的储量巨大,与大气中的无机碳储量相当,可能对大气CO₂浓度产生重要影响。本文主要简介了海洋溶解有机碳的研究进展。

关键词:海洋溶解有机碳 循环

中图分类号:S153.6

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2013)03(b)-0165-02

碳作为构成生命的基本元素,是生物圈物质和能量循环的载体。工业革命以来,化石燃料燃烧、森林砍伐等人类活动向大气排放大量的“温室气体”CO₂,已有的证据表明,全球变暖、海平面上升、冰川融化等一系列的环境问题可能均与大气CO₂的升高有关。因此,全球碳循环日益受到科学家们的关注(图1)。

海洋约占地球表面积的71%,是地表最大的碳储库之一,通过海气交换过程直接调节大气中CO₂的浓度。有研究表明,每年约30%的人为CO₂被海洋吸收(Feely et al, 2004; Raven and Falkowski, 1999),从而缓和了全球气候的变化,所以海洋碳循环一直是全球碳循环的焦点和热点。

溶解有机碳(Dissolved Organic Carbon, DOC)是海洋碳循环的重要组成部分,它构成了海洋中最重要的碳储库之一。海洋中DOC的储量达到685 Gt(10¹⁵ g),与大气中CO₂的碳储量相当(Hansell and Carlson, 1998)。DOC的生产与消耗过程发生微小的波动,都可能影响到海洋与大气间CO₂的平衡。因此,了解DOC在海洋中产生、迁移、转化与去除的循环过程,已经成为海洋学家关注的热点和面临的挑战之一。(如图1)

随着DOC测定技术的不断发展与完

善,以及全球海洋联合通量计划(JGOFS)、全球海洋生态动力学(GLOBEC)、陆海相互作用(LOCIZ)和上层海洋与低层大气研究(SOLAS)等重大国际合作计划的实施,人们对海洋DOC的研究取得了长足的进步。

1 海洋溶解有机碳的分布特征

水平分布上,海洋DOC的分布特点为近岸、陆架区浓度较高,大洋区浓度较低,即呈现河口高于近岸高于大洋的分布趋势。这是由于通常情况下,近岸受到陆源有机物的影响,此外,由于人为和近岸河流输入大量的营养盐,由此造成浮游植物生长旺盛,近岸区域中的DOC含量通常要比远岸区域高一些。垂直方向上,全球海洋都呈现相似的特点,即100 m以上水体中DOC较高,100 ~ 200 m有一个大的跃层,跃层以下的深层水中DOC较低,变化范围小,性质较稳定。

DOC的季节变化主要与浮游植物的水华相关。高纬度海域由于冬季混合层加深,深层低的DOC被混入表层,造成表层DOC浓度较低;而到了春季水体层化,浮游植物发生水华,DOC浓度显著升高。例如,罗斯海,冬季由于垂直混合强烈,DOC浓度最低为42 mol/L;而到了春季水体层化,发生水

华时,DOC浓度升高到65 ~ 70 mol/L,DOC浓度升高了15 ~ 30 mol/L。中、低纬度海区由于水体较为稳定,没有水华发生,DOC的季节变化不明显。

2 海洋溶解有机碳的来源和去除过程

海洋DOC的来源主要包括两种:外部来源和内部来源。内部来源与生物过程相关,包括浮游植物的释放、浮游动物的捕食和排泄、病毒导致的细胞裂解和颗粒物的转化等;外部来源则主要是河流输入、大气输入及海洋底质沉积物输入等(Hedges, 1992)。

DOC的去除主要是通过物理过程和生物过程共同实现的。深层海水DOC的生物可利用较差,光化学降解是其DOC移出的主要途径。同时,异氧细菌作为海洋生态系统中有机的主要分解者,也是将DOC从水体中移出的主要生物过程。水体中DOC的生物活性很大程度上决定了其被细菌利用的速率及利用量。Hopkinson等(1997)利用Georges Bank的陆架水进行的DOM降解实验显示水体中活性DOC占总量的10.4%,且DOC的初始浓度越高,其利用速度越快。

(下转 178 页)

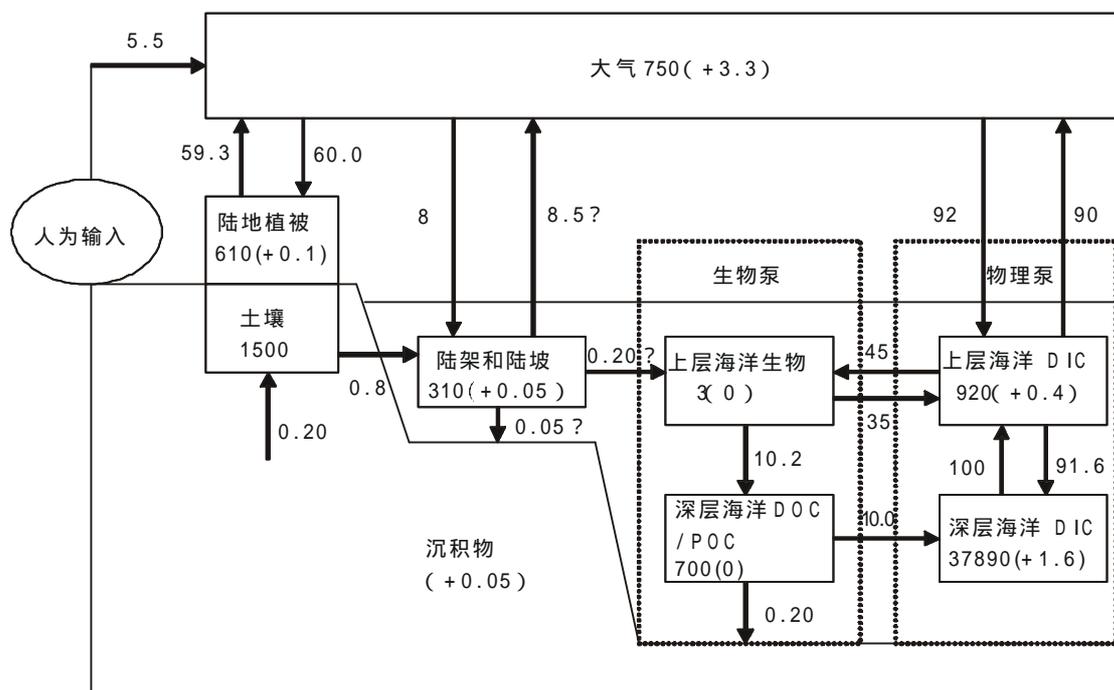
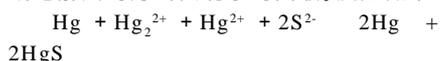


图1 碳的全球生物地球化学循环图

理过程中要保证安全。

(1)金属汞散失的现象在实验室操作中已经屡见不鲜。通常工作人员主要采用的方法是收集法。就是用滴管、毛笔、薄铜片(经过硝酸汞等酸性溶液中浸泡)等物质将散失的金属汞收集起来,当然要覆盖上水。对于那些散失在地面上的金属汞,一般会采用撒硫磺粉或者喷三氯化铁水的方式,注意要等到待地面干燥之后,才能进行清扫。

(2)含汞废液的处理首先要将含汞盐废液的pH值调至7~7.5左右,之后再加入过量的硫化钠,待废液生成硫化汞沉淀后,加硫酸亚铁将pH调至8~9,这些硫酸亚铁与过量的硫化钠经过化学反应之后,会生成硫化铁。作为硫化汞的共沉物,硫化铁沉淀而促使硫化汞的沉淀,有利于去除汞。剩下的清液可进行排放,而汞渣需要用专用瓶进行贮存,到达一定量之后,通过经焙烧或电解法的方式实现汞的回收。反应如下:

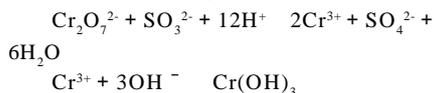


4.4 含铬废液处理

含铬废液经常是以铬酸根的形式存在,也是一种剧毒物质。所以在处理时,工

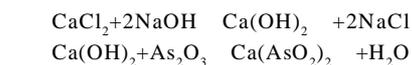
作人员要戴上防护眼镜、橡胶手套等保护措施,在通风橱内完成整个操作过程。

含六价铬的废液一般呈酸性,故而要加入亚铁盐或亚硫酸盐等还原剂对其进行中和,使六价铬还原为三价铬,然后再加入碱,将其分离,使含铬废液转化为毒性较低的氢氧化铬沉淀物。反应如下:



4.5 含砷废液处理

在处理含砷废液时,首先加入氯化钙或消石灰调节其pH值,待其到达8之后,会生成难溶的磷酸钙及亚磷酸钙,这两种物质经过沉淀后,可以除去废液中的砷。反应如下:



4.6 铅、镉等重金属处理

处理铅、镉等重金属时,首先要做的是将其pH调至8~10,使用的主要物质是消石灰,经过调剂后,这些重金属以金属氢氧化物沉淀的方式存在。但是要特别注意,这个处理过程中的残液,在排放时,还要再次经过中和,才能达到排放标准。

4.7 综合废液处理

在处理综合废液时,实验室既可以委托资质较好、处理能力较强的化工废水处理站,或者城镇污水处理厂进行处理,也可以自行处理。综合废液中一般都是由互不作用的混合废液组成,适合用铁粉进行处理。主要步骤是:首先加入铁粉,将废液的pH调节至3~4,搅拌半小时后。再用碱将pH调至9左右,接着再均匀搅拌10 min,之后加入高分子混凝剂进行沉淀,沉淀物的上清液可直接排放,沉渣应按照废渣处理方式,将废酸、废碱中和之后再行排放。

5 结语

在环境监测实验室的日常工作中,实验室的废液处理,关系着工作人员的人身安全,关系着实验室周围环境的保护。故而要选择合理的适宜的方式,做好废液处理工作,促进环境监测实验室的正常有序进行。

参考文献

[1] 中国环境监测总站.环境水质监测质量保证手册[M].2版.北京.化学工业出版社,1994.

(上接 165 页)

3 海洋溶解有机碳的运输

DOC是海洋碳运输的重要载体。当DOC发生垂直方向的运输时,就构成了生物泵的一部分。全球海洋中,深层水形成的海域是发生DOC垂向运输的主要区域。Hansell(2002)估算了北大西洋深层水形成时,由表层向深层运输的DOC达到32 TgC/y;而北太平洋中层水的形成时,由表层向中层运输的DOC达到13 TgC/y。此外,垂直对流也是垂向运输的主要方式之一。Ogawa等(2003)对东海陆架区DOC垂直储量的变化进行了研究,发现上层水柱(<200 m)DOC的储量,春季比秋季增长了16 g C/m²;其中100~200 m水柱DOC储量增长了13 g C/m²,说明100~200 m增加的DOC储量很有可能来源于上层DOC的垂直运输。Hansell等(2001)估算了全球开阔大洋DOC占到生物泵的20±10%。

4 边缘海与开阔大洋溶解有机碳的交换

边缘海是大陆和海洋之间的过渡区域。虽然它的面积只占到全球海洋面积的7%(Gattuso et al,1998)但是它的初级生产力可以占到全球的30%,碳埋藏的贡献可以占到80%(Gattuso et al,1998),在全球碳循环中扮演着重要的角色。Chen(2003)和Liu(2000)等人提出边缘海可以向开阔大洋输送数量可观的有机碳。

Tsunogai等(1998)提出了陆架泵的概念,指出近岸由于气温降低,海水密度增大、下沉,从而将无机碳和有机碳沿等密度面输送至大洋。此外,后人发现一些存在中、深层水形成的边缘海也存在着向开阔

大洋的碳运输。例如:Nakatsuka等(2004)在鄂霍次克海陆坡处发现从陆架上底层水平运输而来的DOC和POC,估算的总量分别达到13.6和0.9 TgC/y。Dai(2009)发现南海中层水DOC浓度要高于西太平洋,并且计算出DOC的输出通量为3.2±1.7 TgC/y。研究表明,全球边缘海向大洋中、深层水运输的有机碳在量级上占到大洋生物泵的20%(Liu et al,2000)。

5 展望

海洋溶解有机碳的研究仍然存在着许多的挑战,海洋DOC的90%以上是惰性DOC,循环周期在千年以上,然而关于其的产生机制还尚不明确。然而,至今DOC的组分只有10%~20%为人们所知晓。因此,了解溶解有机碳在碳循环中所起的作用,需要依靠于新测定技术的发展。

参考文献

[1] Feely,R.A.,Sabine,C.L.,Lee,K.,et al.Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans[J]. Science 305(5682):362-366.
[2] Rven,J.A.and Falkowski,P.G.Ocean sinks for atmospheric CO₂[J].Plant Cell and Environment 22(6):741-755.
[3] Liu,K.K.,Iseki,K.,Chao,S.Y.A Midterm Synthesis of the Joint Global Ocean Flux Study[M].Cambridge University Press,Cambridge,2000:187-239.
[4] Hansell,D.A.,Carlson,C.A.Net community production of dissolved organic

carbon[J].Global Biogeochemical cycles, 1998,12:443-453.

[5] Hopkinson,C.S.,Fry,B.,Nolin,A.L.Stoichiometry of dissolved organic matter dynamics on the continental shelf of the northeastern U.S.A.[J]. Continental Shelf Research,1997,17(5): 473-489.

[6] Hedges,J.I.Global biogeochemical cycles:progress and problems[J].Marine Chemistry,1992,39:67-93.

[7] Hansell,D.,Carlson,C.A.Biogeochemistry of marine dissolved organic matter [M].Academic Press,2002:744.

[8] Ogawa,H.,Usui,T.,Koike,I.Distribution of dissolved organic carbon in the East China Sea [J].Deep-Sea Research II,2003,50(2):353-366.

[9] Gattuso,J.P.,Frankignoulle,M.,Wollast,R.,et al.Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems[J].Annual Review of Ecology and Systematics,1998,29:405-434.

[10] Nakatsuka,T.,Toda,M.,and Kawamura,K.Dissolved and particulate organic carbon in the Sea of Okhotsk: Transport from continental shelf to ocean interior[J].Journal of Geophysical Research,2004.

[11]Tsunogai, S.,Watanabe,S.and Sato, T.Is there“continental shelf pump” for the absorption of atmospheric CO₂? [J].Tellus,1999(51B):701-712.