

沙尘暴： 抵抗全球变暖的 幕后英雄

庄周

大气中温室气体 CO_2 的增加,导致全球变暖,海平面上升,这是一个全球关注的大问题。最近科学家发现海洋浮游植物吸收二氧化碳的总量十分巨大,跟陆地上植物吸收二氧化碳的总量竟不相上下,这在过去是完全没有想到的。然而更让人想不到的是,吹到海洋的沙尘暴是浮游植物生长繁殖必不可少的助产士。如果说海洋浮游植物是抵抗全球变暖的功臣的话,沙尘暴就是幕后英雄。

2002年1月,南大洋碧波荡漾,三艘模样有些古怪的船只正在航行,在这些船的尾部,不断有一些红色的液体排向大海,顷刻,碧蓝的海面便被染成一片红色。有人以为这是三艘不讲道德污染海洋的捕鲸船,恰恰相反,这是一些为改善人类的生存环境而工作的科学研究船,船上有来自德国、美国、新西兰等国的76名科学家,他们正在做一项向大海“施肥”的科学实验:往海里投放含铁的溶液,目的是看这些铁溶液是否能刺激海洋里浮游植物的生长。为什么要刺激海洋里浮游植物的生长呢?原因是这样的:科学家已经证明了海洋里的浮游植物能像陆地植物一样,吸收导致全球气候变暖的罪魁祸首——二氧化碳。因此海洋浮游植物的增加将减少大气中二氧化碳的含量。

差不多与此同时,在南太平洋上,一些向新西兰行驶的船,也许能说明这些科学家此项实验的意义和紧迫性。这些船上承载着南太平洋上的岛国图瓦卢的生态移民。2000年12月,图瓦卢政府宣布,因地球气温增高引起海水上涨,图瓦卢部分土地已经被海潮淹没。图瓦卢领导人承认在与不断上升海平面的斗争中失败,宣布将放弃他们的祖国。新西兰政府同意接受1.1万图瓦卢居民前往定居。图瓦卢的命运只是一个缩影。基里巴斯、库克群岛、瑙鲁和西萨摩亚等低地岛国也面临着同图瓦卢一样举国搬迁的威胁,而一些大国,虽然不至于举国搬迁,但一些重要的沿海城市也受到海平面上升的威胁。

然而,这些与沙尘暴有什么关系么?科学家的结论是有很大的关系:沙尘暴是全球生态系统的重要一环,它是抵抗全球变

暖的幕后英雄。沙尘暴虽然不直接吸收大气中的二氧化碳,但它是海洋浮游植物的生长肥料,沙尘暴所带来物质是浮游植物生长必不可少的。没有沙尘暴吹向海洋,浮游植物将很难生长。而海洋浮游植物最近才被认识到在吸收二氧化碳方面的作用并不亚于陆地植物。

大家都知道植物有一个神奇的功能:即通过叶片中的叶绿素进行光合作用来吸收大气中的 CO_2 ,并呼出氧气,这和动物与人正相反。这是自然界生态平衡中的一环。在这一过程中植物依赖阳光和水中的氢帮忙把 CO_2 中的无机碳转变成有机物,即糖类、氨基酸及其它构成细胞的生物分子。大气中 CO_2 转变成有机物的过程,也被称为“初级生产力”。

植物通过光合作用来吸收大气中的 CO_2 ,过去人们想到的往往是陆上的森林和草地。海洋浮游植物对气候的影响之大,最近才被充分认识。

大约5年前,大多数生物学家还是严重低估了浮游植物对吸收大气中的 CO_2 的贡献。主要原因是由于当时的科学家无法计算出全球浮游植物的总量。

1997年,美国航空航天局(NASA)发射了海洋广角感测仪(Sea Wide Field Sensor)。它使科学家有可能计算出全球浮游植物的总量。它是第1



人类的工业生产燃烧了大量的化石燃料,排放到大气中的二氧化碳的速度大大超过了大自然吸收的速度,因此造成了二氧化碳的大大增加,导致了全球变暖

颗能每周观察全球浮游植物数量的人造卫星。为什么卫星能观测出全球浮游植物的总量?这是因为:只有当植物中存在叶绿素 A 时,光合作用才能进行。叶绿素 A 能吸收阳光中的蓝色和绿色波段,而海洋中的水则将其散射。因此,在一个区域内吸收阳光的浮游植物越多,从太空中观察的这片海洋就越暗。卫星通过观测从海洋反射回来的蓝—绿光所占的比例,就可以计算出叶绿素的量,从而了解浮游植物的量。

正是由于卫星的帮助,加上实地调查和数学计算,在 1998 年,世界上几个不同的研究小组得出了一个共同的惊人结论:浮游植物每年将大约 450 亿~500 亿吨的二氧化碳合成到自己的细胞中——这是此前最大胆的估计的数倍。

科学家早已经推算出每年大气中大约有 1000 亿吨的二氧化碳被吸收了,而这过去大部分被算到了陆生植物的功劳簿上。今天,人们明白了,其实陆生植物每年只吸收了大约 520 亿吨。而另一半是被浮游植物吸收了,可以说,海洋浮游植物在吸收温室气体 CO_2 方面的贡献和陆生植物平分秋色。

地球现在面临的麻烦是大气中 CO_2 增多,换一种说法是全球的碳循环失衡,即释放的碳远远大于被吸收的碳。人类通过燃烧化石燃料,将深埋地下的碳带回循环中的速度是过去生物呼吸、生物降解、火山喷发等途径释放碳的速度的大约 100 万倍。森林和浮游植物吸收 CO_2 的速度难以赶上这一增长的步伐,结果导致大气中的这一温室气体的浓度迅速上升。

全球原有的碳平衡被打破,导致气候变暖,现在的任务是重建这种平衡。科学家们在海洋浮游植物身上看到了这种希望。

海洋浮游植物有一个特点是繁殖的速度快,而且有生长的广大空间,这是陆生植物无法相比的。海洋浮游植物细胞平均 6 天繁殖和死亡一次。浮游植物的快速生命周期是它们对气候产生影响的关键。1988 年,一个正在进行的国际研究项目——全球海洋通量联合研究(JG-OFS),开始对海洋碳循环进行量化研究。他们发现,死亡浮游植物的细胞和动物排泄物中的有机物质分为两部分,一部分对吸收 CO_2 重建碳平衡意义不大,因为这些下沉并被微生物分解的浮游植物的细胞,把它们通过光合作用固定的碳通过海水

的循环又释放到大气中,这种循环大部分发生于海洋中的阳光照射层。

能够减少大气中的二氧化碳,从而对重建碳平衡发挥影响的是那些还未分解就沉入海洋深处的浮游植物的细胞和有机物。这些有机物沉到了 200 米以下的海洋深处,那里的海水温度较低、密度高,因此这部分海水很难与其上面较暖和的海水循环交换,因此被固定的碳停留在海里的时间长得多。通过这一被称为“生物泵”的过程,浮游植物将表层海水及大气中的 CO_2 转移至海洋深处。2001 年,美国的研究人员报道了每年被泵入深海的碳物质总量在 70 亿~80 亿吨之间,相当于浮游植物每年所吸收碳的 15%。

正是这一循环使大气中 CO_2 的浓度,比如如果没有这一循环低了 200ppm(百万分之一),对于目前大气中 CO_2 浓度约为 365ppm 来说,这是一个很重要的因素。

既然海洋浮游生物对吸收 CO_2 ,重建全球碳循环这么重要,那么怎样才能使浮游植物繁殖得更快、更多?就成了科学家最想知道的事情。

海洋中到底哪些营养成分对浮游植物的生长起作用?过去科学家对此知之甚少,直到最近 10 年情况才有所改变。科学家这些年有几个重要发现,一是知道了浮游植物生长必须有两种营养元素——氮和磷来支持,磷是合成蛋白质的基本物质,过去一直认为磷最难获得,因为磷只存在于陆地的磷酸盐矿石中,海洋中的磷是经由河流带入海中的;而氮气是大气中最丰富的气体,可以自由溶进海水中。

直到 20 世纪 80 年代早期,海洋生物学家才认识到普通的氮并不能被生物直接利用。只有氮气被固定后(换句话说与氢或氧结合生成铵盐、亚硝酸或硝酸盐),大部分浮游植物才能利用它们合成蛋白质。而固氮需要铁元素作中介来传递电子。这一重要发现,是由美国化学家约翰·马丁(John Martin)最先提出的。他工作在美国加利福尼亚的莫斯兰丁海洋实验室(Moss Landing Marine)。他通过实验证明铁是海洋浮游植物的生长过程中最重要的元素。他使用极灵敏的方法测量这种金属,发现在太平洋近赤道的区域、太平洋东北区和南大洋中铁的浓度太低,以致这些区域的浮游植物生长繁殖受到了严重的抑制。

约翰·马丁发现,铁抵达海洋表面的惟一途

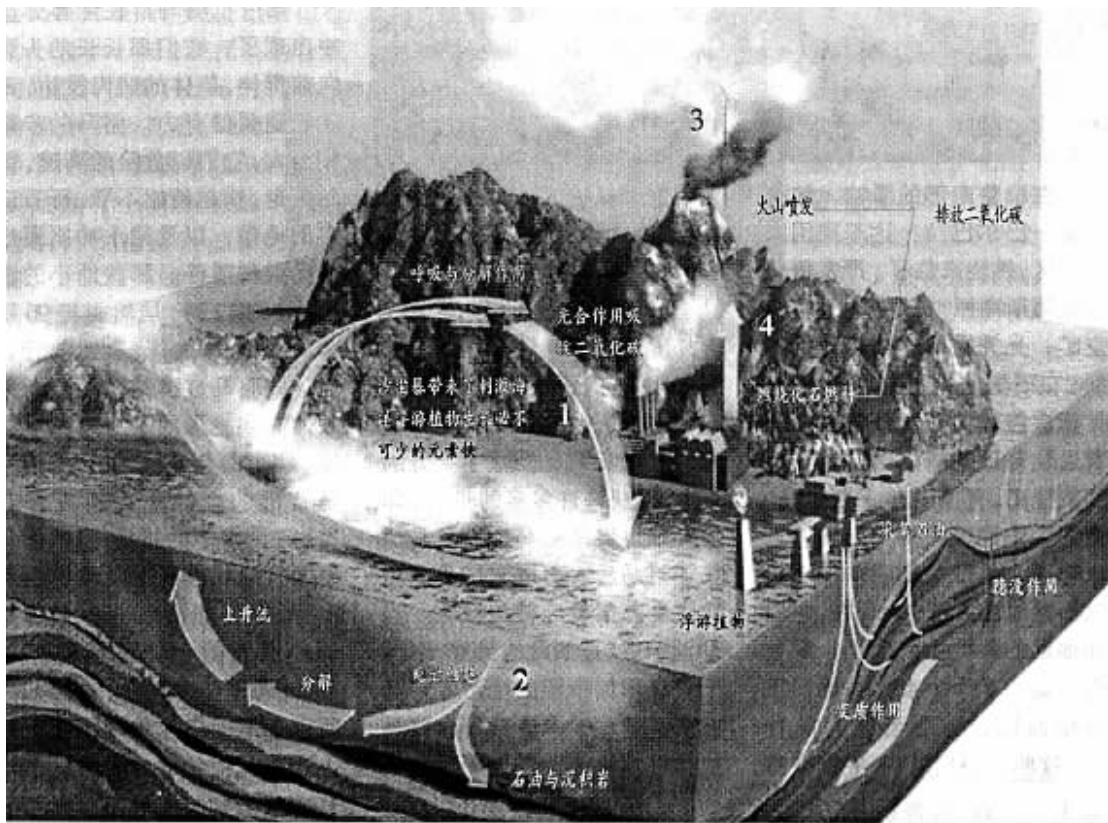
径是通过风吹起的沙尘。因为沙尘中含有丰富的铁。因此,在远离陆地无法接受沙尘的大片海域中,铁的含量很低。

南极冰层中挖取的冰芯支持了约翰·马丁的理论。从记录了过去 42 万年地球历史的冰芯中发现,当冰河期来临时,冰芯中铁的含量高很多,沙尘颗粒明显比温暖时期的大,二氧化碳的浓度也低,反之亦然。冰河期陆地干燥而且风速大。因此,与湿润的温暖时期相比,有更多的铁和沙尘吹入海洋中,结果增加了浮游植物的生长能力,提高了生物泵作用,于是从大气中吸取了更

多的 CO_2 。

1993 年,约翰·马丁和他的同事实施了世界上第一例海洋实地人工调节实验,他们直接向赤道附近的太平洋里投放了铁,他们的研究船装载着盛在罐子里溶解于稀硫酸中的数百公斤铁,船在一个 50 平方公里的海域内像除草机一样推进,缓慢地投放该溶液。他们用了 4 个星期做此实验,结果很明确,铁的加入明显提高了浮游植物的光合作用,使海水里出现了一个被生物体染绿的区域。

在约翰·马丁的实验之后,3 个独立研究小



沙尘暴参与地球碳循环示意图

地球的生态平衡,取决于几种重要物质的循环,其中碳循环能够明显地影响地球的气候。地球的碳循环是否平衡,它取决于温室气体二氧化碳从大气和海水表层移入或移出的相对量,这种交换约每 6 年循环一次。称为浮游植物的海洋生物,在这一循环中担任着 4 个任务。这些微小的海洋居民通过光合作用每年将大约 500 亿吨的碳合成到它们的细胞中。这种光合作用要想完成,必须受到由风吹来的沙尘中铁的刺激(过程 1)。浮游植物也有一部分通过生物泵将 CO_2 暂时存储于深海中,它们所吸收的碳,约有 15% 沉到深海,而当浮游植物的死亡细胞分解时,再以二氧化碳的形式释放出来(过程 2)。经过几百年,上涌的海流将这些气体及其它营养物质带回到阳光照射的表层海水中。

还有一小部分含碳的死亡细胞变成了海床中石油沉积岩的一部分,从而避免了再循环。这些与岩石结合在一起的碳在地球内部经过几百年的降解和变质后,通过火山喷发又以 CO_2 的形式重新回到大气中(过程 3)。

相比较而言,燃烧化石燃料使二氧化碳回到大气中的速度比这要快 100 万倍(过程 4)。自然状态下,海洋浮游植物和陆地森林吸收 CO_2 的速度不足以减缓这种升高。结果,地球碳循环失去平衡,使地球变暖。导致海平面上升等一系列生态环境的大问题。

保护金羊毛

(美)埃里克·霍夫曼 高晋石编译



在秘鲁南部的潘帕·加莱拉斯—巴尔巴拉·达基莱国家保护区,拂晓来临了。严寒覆盖着安第斯高原,放眼望去,荒凉空旷,光秃秃的连树影都见不到。在下弦月的微光中,人们分批依次静悄悄地离开营火,沿着通往高原的崎岖山道,开始爬坡登高。还有其他一些村民,他们之中许多人喝了提神的玉米啤酒,早已在黎明前神不知鬼不觉地潜入夜色。现在,它们在远远的斜坡上出现了,看上去只是一个个小点儿。他们正横越高原,追寻着骆马的种群。这些人,只是南美安第斯高原上的 3000 名奇楚亚印第安村民中的一部分人。奇楚亚人

来到这个保护区,将封锁骆马群所有可能逃脱的路线,并设法将它们驱向谷底。

这种围猎活动称为“查卡”,是一种捕捉骆马群的古老的方法,其历史可追溯到古老的印加帝国。印加人一年一次的“查卡”,都动用成千上万的人力,捕获许许多多的骆马。印加人难得宰杀骆马,而只是捕获了骆马后,剪取它们身上质地优良、柔软纯粹的绒毛。当时,骆马绒是如此的贵重,以至于只有印加帝国的统治者与其王室成员才被允许穿着由骆马绒织成的长袍。任何平民如果胆敢穿上骆马绒织物,一旦被逮着就得被处死。

经过了整整好几个世纪,骆马绒的魅力和价值却至今未见有所降低。在今天的公开市场上,未经加工的生骆马绒的销售价格约为每磅 250 美元。在价格方面尚能与之相竞争的同类商品,唯有非法收集来的藏羚羊的绒毛纤维。藏羚羊极其稀少,它们的绒毛都是冷酷无情的偷猎者们从中亚非法弄到手的。

第一批骆马群在尘雾弥漫中出现了,它们那长长的头颈向前挺伸,躯体的肌肉发达,四条长腿强健有力。骆马的步幅相当大,它们以危险的高速,悄然疾走,横越崎岖不平、砾石遍布的地带,以及雨水冲刷而成的沟渠和溪谷。那些幼小的骆马,重约 12 磅,居然能与 90 磅重的成年骆马并肩全速前行。当这些骆马成群结队,渐渐远去的时候,形成了一道滚滚洪流。腹下白色毛绒的闪光,使骆马背部的金棕色更加光彩夺目。许许多多的骆马,竟然能几乎垂直地相继跃下斜坡,进入山谷。它们拥挤在一起,就像是一幅巨大的金棕色天鹅绒地毯,铺满了整个山谷。这当儿之所以会呈现出这种美得几乎令人难以置信的壮观景象,或许是因为这数百头骆马虽然以最高速度同时疾行,但它们的蹄

~~~~~

组——来自新西兰、德国、美国——很确切地证明了向南大洋中加入少量铁,显著地刺激了浮游植物的生产力。迄今为止,规模最大的一次施肥实验是 2003 年 1—2 月份进行的,该计划——即南大洋铁施肥实验(the Southern Ocean Iron Experiment),以美国蒙特雷湾水族馆研究所和莫斯兰丁海洋实验室为首——有 76 名科学家和 3 艘船参与。初步结果显示,1 吨铁溶液投放于约 300

平方公里的海域,在 8 星期内使初级生产力提高了 10 倍。

然而,设计大规模商业施肥计划来改变气候的想法,在科学界和决策者中仍在激烈地辩论。许多科学家认为,改变自然的海洋生态系统,可能会造成不可避免且难以预测的不良后果,这比人类从商业施肥计划中所取得的暂时利益要严重得多。

(《中国国家地理》2003 年第 4 期)