

全球气候变暖对生态系统的影响和主要对策

The Influence of Global Change of Air Temperature on Different Ecosystems and Main Countermeasure

王献溥

(中国科学院植物研究所, 研究员)

提 要 全球温度变化引起的结果,到2030年,水平方向上生物群落之间的生态交错带可能移动100~300公里,垂直高度可能移动150~300米。由于降雨量的变化引起的生态反应可能更大一些。文章据此分析了全球气候变化对森林、湿地、海岸、岛屿、极地等生态系统的影响,并提出了相应的对策。

当前全球气候变暖是由于人类本身的各种生产活动形成的温室效应所引起,它的影响将逐渐超过气候的自然变化,成为未来气候变化的主要趋势。全球气候变暖必然会对森林、湿地、极地、海岸和岛屿等生态系统和生物多样性产生重大影响,威胁到人类生存的环境,亟需引起广泛的重视和制定适当的对策。

一、全球气候变暖的性质

在过去30亿年中,地球环境的变化使得不同生态系统在时间和空间范围内不断发生变化,这是正常的。可是,当前人类各种活动引起气候变化产生的影响,其范围之大,速度之快,是过去任何时候都没有过的。当然,很早以前,人类的活动就改变了世界主要的生物群落,把森林改变为农田和牧场,使得植被第一性生产现存量中碳的数量从10~15公斤/平方米减少到1~3公斤/平方米,这种变化也减少了固定在世界植被中碳的总量。在还没有农业的时代,植被中碳的总量可能有 $800 \sim 1100 \times 10^{15}$ 克,现在只有 $550 \sim 600 \times 10^{15}$ 克,这样,大量的碳已释放到大气中。近百年来地球气温平均大约上升了 0.5°C ,预计到2030年,地球的温度将平均增加 $1.5 \sim 4.5 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。这种变化对整个地球影响的详细情况还不十分清楚。可能,北半球中、高纬地区冬季明显变暖,夏季延长,雨量要增加,并可能出现潮湿的秋冬和干旱的春夏,北极地区冬天可能要暖和 $2 \sim 5^{\circ}\text{C}$;亚热带地区雨量更多,亚热带地区变干;干旱

地区更加干旱,内陆湖泊水位下降,甚至干涸;暖和的海面将扩大。结果是农业受到严重的破坏,一些平原高产地区可能经受热浪、干旱和失去灌溉用水而减产。极端天气事件,例如洪水、干旱、台风、龙卷风、飓风等可能出现频繁,并将有大量物种遭到灭绝。世界海平面可能要升高10~20厘米,热带风暴将变得更加强烈。

预测生态系统和农林业的变化,还没有足够的依据。大体上,根据按温度、纬度、高度、降雨量和潜在的蒸发、蒸腾作用之间相互关系建立的划分地球生物地理带的模式得出的结果,到2030年,可能水平方向上生物群落之间的生态交错带移动100~300公里,而垂直高度要移动150~300米,这对作物耐适性区域来说也同样适用。同时,降雨量的变化所引起的生态反应,可能比温度的变化所引起的反应还要大。总之,这些反应关键将取决于生态环境因素的重新分布和物种在新地区的传播和定居能力变化的速度和其相互关系。可能,变化最快的地区是高纬地区、湿地、海岸地带和受到季风天气系统变化影响较大的热带地区。它们将由迅速传播的先锋植物占优势,形成生物多样性比现在低的生态系统。由于传播较慢的种类不断侵入,使群落呈现连续性的梯度变化。

二、全球气候变暖对不同生态系统的影响

1. 森林生态系统

林木不大可能在几十年内就改变其生态特性,在超出其气候适应性范围内生长。雨量及其季

节性分配的变化,可能比温度变化的影响更大。热带森林的生长与水分的可利用性和季节性的关系比温带森林更为密切,所以热带森林在其干旱的边缘地带被稀树草原蚕食,在周围村落人为活动的影响下,可能变得比较脆弱。全球气候变暖的许多预测模式表明,湿热带区域的平均气温上升比中、高纬地区要小,一般只有 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,雨量可能要增加,象我国的海南夏天对流性降雨会增加,过湿、过干的区域都有可能出现。亚马逊河流域平原地区随着森林大片被砍,反射率增加,已导致雨量减少约20%。我国和东南亚地区雨林中,许多龙脑番科巨树不断枯顶死亡,都与刀耕火种使森林面积日益缩小,生境变干有关。印尼加里曼丹1983年的干旱和经常烧山,明显地引起大面积林木的死亡。巴拿马运河巴罗科洛拉多岛的热带雨林,在干旱的威胁下,一般应该在7月至翌年2月间结果的154个树种中,有一半以上未能如期开花结果。由此造成森林中动物发生饥荒,例如玃狨、吼猴、鼯、树獭和豪猪等大量死亡,食果的鸟类如鸚鵡、鸚鵡离开森林去寻找食物,棕榈科和凤梨科植物的许多植株被哺乳类动物啃食,受到严重的损害。不按季节的降雨进一步使大多数树木不落叶,地面的枯枝落叶层不能形成,节肢动物如蜈蚣、甲虫等缺乏栖息的生境,食物也大大减少。由于落叶层是长吻浣熊的主要食物,由此也导致这种小的哺乳动物大量死亡,从而使整个生态系统受到严重威胁。长期的干旱将增加火灾的危险。西非和中非雨林地区的火灾常常在干季发生。强烈的热带风暴也是使热带森林发生变化的重要因素,例如1988年尼加拉瓜大飓风的强烈风暴和同年在泰国南部发生的台风,对雨林的损害极大;1991年4~5月间孟加拉国所发生的强烈风暴是100多年来未有的,损失极为惨重。如果雨林被缩小到只零星小片分布在国家公园和保护区,后果将更为严重。

大气中二氧化碳浓度倍增可能引起北欧森林生态系统很大的变化,冻原生态系统可能从该区域完全消失。在海拔较高地区,石楠灌丛可能侵入沼泽和地衣高山带,构成对这些独特植物群落的威胁。植被带潜在的垂直变化可能是300~700米,较高的温度可能使树木在海拔较高的地区生长和温带森林带分布范围扩大。气候变暖对整个森林生态系统的影响,需要在种群水平上研究。当环境发生激烈变化时,适应性强的物种,例如许多杂草和害虫可能处于有利地位,许多热带、亚热带的有害物种可能侵入温带区域,从而威胁温带森林中的一些物种。生活在其分布区北界的物种可能从气候变暖中得益,而稀有的亚北极种可能要走向灭绝。在温带区域,植物生长量主要受温凉气候和短期相对较冷的生长季节所限制,冬天的低温不很重要,因为植物在休眠状态下能耐低温。

但是,较暖的气候可能使春秋无霜期变长,对本地针叶树种有严重的不利影响,并对许多树木和作物的生存产生临界的影响。一般说,较高的温度意味着森林和作物有较高的生产量,但可能为病虫害的增加所抵消。气候变暖如果雨量较多,土壤中营养成分的淋洗要增高,会把重金属元素释放到地表水中去,因此需要一个新的保护、管理战略和标准。

2. 湿地生态系统

按进化的时间范围来说,湿地生态系统是较短暂的。湿地中河流和湖泊在许多国家具有很大的经济价值。温度增高将提高其蒸发作用速度,而降雨量的多少和季节性的变化对河流流量的影响更是不可避免,这对科学地规划水资源的合理利用有密切关系。河流,特别是那些通过干旱地区的河流,常常提供几百万平方公里生物生长所需的水,它的泛滥平原滋养广阔的田园、农地和渔业系统。世界上大多数区域对淡水资源有很高的需求,为满足这些需求,人们建筑水库,保持排灌沟渠的流量,科学管理自然的泛滥平原地区。全球气候变暖引起的降雨量和季节分配的变化和蒸发速度的增大,使情况变得更加复杂。当前,还很难确切地预测某个地方气候将怎样变化,更难以预测河流将怎样变化。估计有下列三种情况:(1)一些区域水可能过多,因为大气环流变化将使该集水区域雨量增加;(2)水供应没有太大的变化,依然要设法保持河流的流量;(3)由于雨量变少,蒸发作用增大,水分供应可能减少。在任何一个集水区,即使雨量没有很大改变,也可能会有影响下游几百平方公里泛滥平原的局部变化。在潮湿季节人们依赖干旱牧场,但干旱时牧草干枯,就更加依靠泛滥平原,而泛滥平原由于缺乏灌溉和过度的利用就会退化。如果黄河流域雨量增加,黄河的水量和沙量增加,对它的治理就不能没有新的考虑和措施。总之,人们需要了解湿地形成和发展的条件,制定相应的措施,以适应各种可能的变化。

3. 海岸生态系统

海岸环境大约占地球表面8%的面积,红树林、潮汐湿地、港湾和珊瑚礁都属于这个范围。一般说,气候变暖和海平面升高可能在许多方面影响海岸生态系统:海洋变暖将有助于由珊瑚礁、红树林和盐生沼泽群落所占据的生物地理带扩展;海平面升高将使潮间带群落向陆地移动,并促进珊瑚礁增长;改变海平面温度的格局,将影响导致飓风的气象条件(即信风格局),可能改变飓风对现在未受威胁的海岸地区的影响范围;洋面的海流和涡流系统可能改变位置,它又可能改变对海岸物种提供养分的上涌带的位置;大陆上的雨量将发生变化,影响淡水流入海岸地区。

红树林生长在热带海岸上潮间带范围,它对保护海岸具有重要作用。但它的生存正受到严重

威胁,因为它的分布区域是人口最密集的地方,人们不但从中获得木材、薪炭和其它工农业原料资源,而且常常与建设港口、发展农业和水产争夺空间。它特别容易受温室效应所造成的海平面升高的影响。当海平面升高的速度较快时,大片红树林消失,只剩下零星小片的分布,林木根系周围有机物质都被冲走。在中新世时,由于海平面比较稳定,在掩蔽的地方出现大片的红树林,这从许多红树林下有机堆积所形成的红树泥炭可明显表现出来。目前,在海平面长期稳定或缓慢升高之后,大片红树林分布普遍,它对稳定沉积的海岸线、防止飓风和巨浪的影响以及作为甲壳纲动物与鱼类的繁殖场所具有重要的作用,因而应给予最优先的保护和重建。

珊瑚礁是海洋环境生物多样性最丰富的生态系统,海洋中2/3的鱼种与它有联系。海洋温度不大的变化就会对它产生灾难性的后果。珊瑚礁是由腔肠动物的群体组成,它与在其组织中的光合植物细胞共生,水温过高可能引起腔肠动物排除植物细胞,给珊瑚一种腿色发白的外观,并导致大量珊瑚死亡。没有任何珊瑚礁能够长时间在30℃以上的水中生存,许多珊瑚礁已经是在很接近这样高的温度的水中建成,只要海洋温度增加2~3℃就会有严重后果。此外,珊瑚礁从一次风暴后恢复,要10~20年。特别易受风暴损害的是枝状珊瑚,例如鹿角珊瑚。海平面上升对珊瑚也是严重威胁。某些珊瑚能以大约每年100毫米的速度增长,但有些每年只增长7毫米。海平面上升过快,会导致生长慢的珊瑚受到抑制。许多岛屿国家的边界就是辽阔的礁系,海平面如果持续不断的迅速升高,对这些国家会构成根本的威胁。

海岸区域的港湾、淤泥滩、盐沼、沙丘和沙滩等不同生境,也由于海平面升高而陷入危机,并向村落和农地推进。除了引起这些生境遭受淹没以外,还造成许多严重问题。海水侵入淡水区域,使饮用水源遭受破坏,并从海水与淡水交汇处进入河口港湾。这个过程很可能在老的汇合处破坏污泥海岸,并将长期沉淀在那里的沉积中的工业污染物释放出来,这将对那里的野生生物产生灾难性后果。被迫废弃的农地、海岸开发区,以及建立防御工程,将造成严重的经济损失。值得注意的是有关黄河的问题。如果说黄河的河床增高主要是由于上游来水、来沙量与下游河床剖面不相适应及河口延伸引起区域基准面的抬升,那么,下一世纪海平面升高这一因素与这些因素叠加,将加速下游河床的抬升速率,至2050年下游抬升量将为 5 ± 1.5 米,问题相当严峻。长江三角洲平原、太湖沿岸和珠江三角洲的发展也不能不有适当的措施,对南水北调与三峡工程也可能产生影响。

4. 岛屿生态系统

海平面升高0.5~2米,似乎不令人惊奇,因为

许多海潮现在在各大陆也达到这样高度,风暴海潮和海啸可能达到更高的海岸。但对许多岛屿,特别是南太平洋地区近2000个岛屿来说,就特别危险。如果目前预测的海平面升高是正确的话,这些岛屿中有许多在21世纪将不复存在。南太平洋的岛屿大多是环状珊瑚岛或已升高的石灰岩岛屿。它们很易受飓风侵袭,其频度和猛烈程度将随全球变暖而增加。淡水主要从地下水获得,由于海平面升高,遭到海水污染,饮用水和农业灌溉用水将发生困难。这些环状珊瑚岛即使未被全部淹没,但人类生存环境变得愈来愈恶劣,可能迫使许多居民离开其传统的家园,到更大的岛屿上寻找新的土地。许多岛屿上的野生生物和水产也受到严重威胁,因为海平面升高将减少地势较低的湿地面积,特别是沿海红树林要受到较大的威胁,鱼虾、螃蟹、鳄鱼和海龟不仅栖息地减少,而且由于洪水淹没巢穴,造成卵的大量死亡,使繁育的成功率下降。农业向岛的中部海拔较高的地区发展,估计可达海拔1 700~3 000米之间。平均温度上升2℃,气候变暖将垂直上升300米,农业用地将增加10~20%,这对原有的天然森林带来的灾难性后果不能不注意协调解决。

厄瓜多尔西部的加拉帕戈斯群岛在生物区系上是很独特的。它们的海滩是夹在海洋与海岸环礁湖或熔岩之间的狭长地带,常常是绿龟和海洋鬣蜥筑巢以及加拉帕戈斯海狮下仔的地区。海平面升高可能冲走海滩上的砂砾,淹掉繁殖场所或将其移到海滩背后的熔岩地带。红树林带作为护航鸟和鸕鹚的筑巢场所和鱼类的繁殖区域,也被挤压到紧靠荒凉的陆地生境。珊瑚礁也可能因其生长速度不可能赶上海平面上升的速度,而使其沿海丰富的生物多样性处于濒危的状态。由于岛屿随着海平面上升而缩小,物种数量将减少。全球气候变暖可能使岛上降雨增加,从而出现更多喜湿润条件的植物,导致植物群落的变化。如果地球海洋格局或风的环流变化,沿着伊莎贝拉和费尔南迪的群岛西海岸的上升流可能减少,将威胁其上的企鹅和不会飞的鸕鹚的生存,它们需要由上升流产生冷的丰饶的生态系统。加拉帕戈斯群岛不同大小和各种复杂条件的岛屿,提供了一个了解气候变化对生物群落影响的研究场所。但是,必须加强对整个生态系统的研究,特别对很少了解的无脊椎动物如蚁、蛀虫、蜗牛、蜘蛛等作为捕食者、传粉者、食草者和种子传播者的生态作用,才能了解群落如何变化,为什么会变化。显然,长期持续的观测十分重要。

5. 北极生态系统

在未来数十年中,随着北极夏天明显变暖,北极地区将经历显著的温度变化。首先,对目前北极的海洋生态系统的影响将是灾难性的。关键是早春浮冰下面一旦有足够的光线时,冰藻首先开始

生长,它为鳕鱼等提供重要的食物来源。如果温度升高使大部分海域不结冰,冰藻将没有地方生长,春季和生物学生长季节将被延迟。可见,北极浮冰块对维持那里的生物生存是何等重要,但这未被广泛地认识到。实际上,许多物种的生存都要依靠冰的存在,所有北极的海鸟以与冰联系在一起有机体为食,大的哺乳动物如极地熊和海象以冰为繁育场所和运输工具。在浮冰块之间有天然缝隙,叫通道,一些鲸类,如点头鲸通过这些通道迁移。人们认识更少的是所谓冰湖——由海冰环绕的未冰冻的水域,有些是永久的,有些是在春天不封冻。冰湖对许多北极的物种生存很重要,许多物种的生命周期是围绕冰湖开展的。在冰湖封冻的地方,有过哺乳动物和鸟类大量死亡的记录。因纽特人将冰湖作为打猎区,已有4 000多年了。北极温度升高的直接后果,可能使亚极地和北温带的一些物种向北扩展一定的范围。最令人忧虑的后果将是海冰的范围减少,最坏的情况是造成一个完全无冰的北极海。那时,冰藻、鳕鱼、极地熊、海豹、海象和角鲸就难以生存。同样,陆地冰冻层也将融化,冻原群落也就消失,让位于其它北上的植物。

三、对于全球气候变暖的主要对策

为了避免和减轻全球气候变暖对生态系统和生物多样性造成损害,下列一些措施应该予以考虑:

1. 加强保护区的建设和有效管理

应考虑到未来全球变暖对生态系统和生物多样性可能影响的因素,根据现实和将来可能的变化,在选点、确定面积、数量和实现有效管理方面下功夫,使生物多样性得到更好的保护和利用。全球保护区网的形成和发展是一项对付全球气候变暖可能影响的主要对策和应急计划。如果物种大量灭绝得到防止,生态系统才能适应各种变化,保护区才能持续地提供丰富的潜在生物资源。损失一个物种就削弱对变化的自然条件选择的能力。由于全球气候变暖,物种北移,保护区最好设在主要保护对象分布的北界,地形、土壤变化较大的山地区域。数量要尽可能多些,面积和海拔高差尽可能要大些,使其在温度和雨量的水平和垂直梯度变化下,有足够的适应范围。这样,在气候变化的情况下,才能保持其物种和群落的多样性。保护生物学的研究说明,如果保护区太小,要保护其中所有种类有活力的种群是困难的。当前,世界范围内超过1 000公顷的保护区有4 500多个,高度范围大的有2 290个,占51%,其中有近700个有海拔1 000米以上生境类型的变化。具有更高海拔的地区,更能适应所预测的下一世纪气候的变化。目前,在土地滥伐滥用的狂潮中,有些保护区已成为

岌岌可危的小岛,人们正在开发保护区邻接的土地,这很不利于许多物种的生存和繁育。很明显,要使保护区真正适应当代客观发展的要求,就要遵循生态开发的指针,明确划出核心区、缓冲区和实验区,把保护和发展有机地结合起来,发挥其多功能的作用。这样,它就能为保护生物多样性提供适当的场所,使在别处不能生存的物种定居下来,周围的农村生产也不会影响它们。当气候再次发生变化时,它仍有适当的生境提供相应物种重新生存下来的条件。它是一个种质资源库,农林牧业的发展将能在其中寻找到适当的基因资源,以培育适应气候变化的各种品种。它还能在调节气候和涵养水源方面发挥积极作用,缓冲气候变化所带来的各种影响。考虑到未来气候的变化,保护区周围还应设缓冲带,以便必要时扩展的可能。每个保护区都必须有其独特性,有特定的有效管理计划,使物种得到必要的保护和持续的利用。

2. 加强植物园和动物园的建设和有效管理

多数物种迁移的速度很难跟得上气候变化的速度,因此,对一些分布范围狭窄的或者分布虽广泛但种群数量很少的种,以及陷入濒危的种,由于它们适应气候变化的能力十分弱,不但要在规划保护区时考虑其就地保护的问题,还应加强植物园和动物园的建设,通过迁地保护的方法,使其能继续繁衍下去。植物园和动物园也应从生态开发的方针出发,实行有效管理,使其成为经济和科学、文化建设的基本单位。

3. 科学地利用自然资源

对现有的各种自然生态系统,应实行持续利用,集约经营的方针,将其破坏降低到最低限度,并依靠现代先进技术,使已受破坏的生态系统得到尽快的恢复和发展,以适应人类的长远利益。

4. 加强生态监测研究和分析

气候变化的重要格局可能预测出来,它的真正影响常常是局部地被人们感受到,当然还不能十分确切。面对不确定的事情,要采取具体行动,多少有些冒险性。气候变化是一种连续现象,起因于许多尚深不可测的循环,要特别注意研究它的变化对各种生态系统的影响,从量的积累到质的变化都必须全面掌握。这就要进行长期定位的监测研究。根据各地生态监测结果,结合传统管理经验,制订适应各种变化的措施。

5. 制订和实施适应或减缓气候变化的措施

根据不同区域的环境特点和实际需要,发挥本地的资源优势,大力进行植树种草,改善生态条件,以通过植物的光合作用吸取大气中多余的二氧化碳。根据气候变化的各种预测模式,大力培育适应气候不同变化的潜在的作物、果树、林木、牧草和畜禽新品种,并研究其合理配置与布局规划,以备不时之需。

(责任编辑 宋义荣)