

中科院沈阳应用生态所研究员

曾德慧

谁为我们预报生态安全

人类的所有活动都必须依托于所栖息的生态环境,生态系统为人类提供了必不可少的生命维护系统,提供了从事各种活动所必需的最基本的物质资源。面对肆虐两湖平原的滔天之水,面对紧逼京门的滚滚黄沙,面对严重缺水期即将来临的警告,人们不禁要问:我们所栖息的生态系统还能够为我们提供必要的生存资源和庇护吗?在人们为生态环境的日益恶化而担忧、焦虑的时候,维护国家的“生态安全”这一刻不容缓的问题已经不容回避地摆在了我们的面前——

生态预报是一门跨学科的综合性的研究,它能帮助科学管理者制定研究监测、模拟和评价的优先领域,是进行资源与环境管理、决策的重要依据。近年来,随着计算机科学和定量分析的进步、生态学理论的发展以及新技术的应用,增加了人类预测生态系统变化的能力。生态预报是生态学的一个重要前沿领域,也将是今后生态学研究的一个重要努力方向。

生态预报的内涵

有关学者将生态预报定义为:预测生态系统状态、生态系统服务和自然资本的一种过程;生态预报充分考虑了各种不确定性,并且依赖于气候、土地利用、人口、技术及经济活动等各种明确的方案。从生态预报的定义看,生态预报是一门非常综合的科学。类似“生态预报”的术语还有“生态风险评价”、“生态环境预警”、“生态安全预警”等等。这些概念的内涵可以包括到生态预报中,生态预报的内涵比它们丰富得多。

生态预报的空间范围可以是小样、区域到大陆乃至整个地球;时间范围可延伸到未来50年。预报的信息容量与预报的不确定性呈反比。对决策者而言,方案仅仅提供了一种可能性的方向,而非是确定性的。方案可以是预报的基础,也就意味着应用生态预报的工具可以制定具体的行动计划或对策。

生态预报回答“什么将会发生,如



频发的海藻污染

果……”, 这些问题是以设定各种变化为前提的。短期预报,如预测有害海藻爆发,这类类似于天气预报和飓风预报。很多短期事件具有瞬间即逝或长期的生态影响。例如,灾难性的害虫或野火发生能使生态系统迅速地改变;由洪水引发的养分流入淡水或海岸生态系统,能使这些生态系统的生产力发生长期的变化或转变成新的生态系统状态。大尺度、长期的生态系统变化的预测特别重要,因为对生态系统一些严重的、持久的影响来自慢性的原因,在短时间内它们是微小的、不易察觉的。预报大尺度、长期的生态系统变化更类似于宏观经济

的预报 宏观经济预报除了计算模拟和预测外,还需要专家的判断、分析和评价。

生态预报在生态学中的地位

传统生态学主要研究生物与环境的相互关系。按研究的性质,它可简单地分为基础生态学和应用生态学;按研究对象,又可区分为陆地生态系统

研究和水生生态系统研究。生态学成为一个活跃的科学领域开始于20世纪初。生态学自诞生以来经过100多年的发展和壮大,逐渐从它的起源学科——生物学分离,越来越成为一门独立的综合学科。

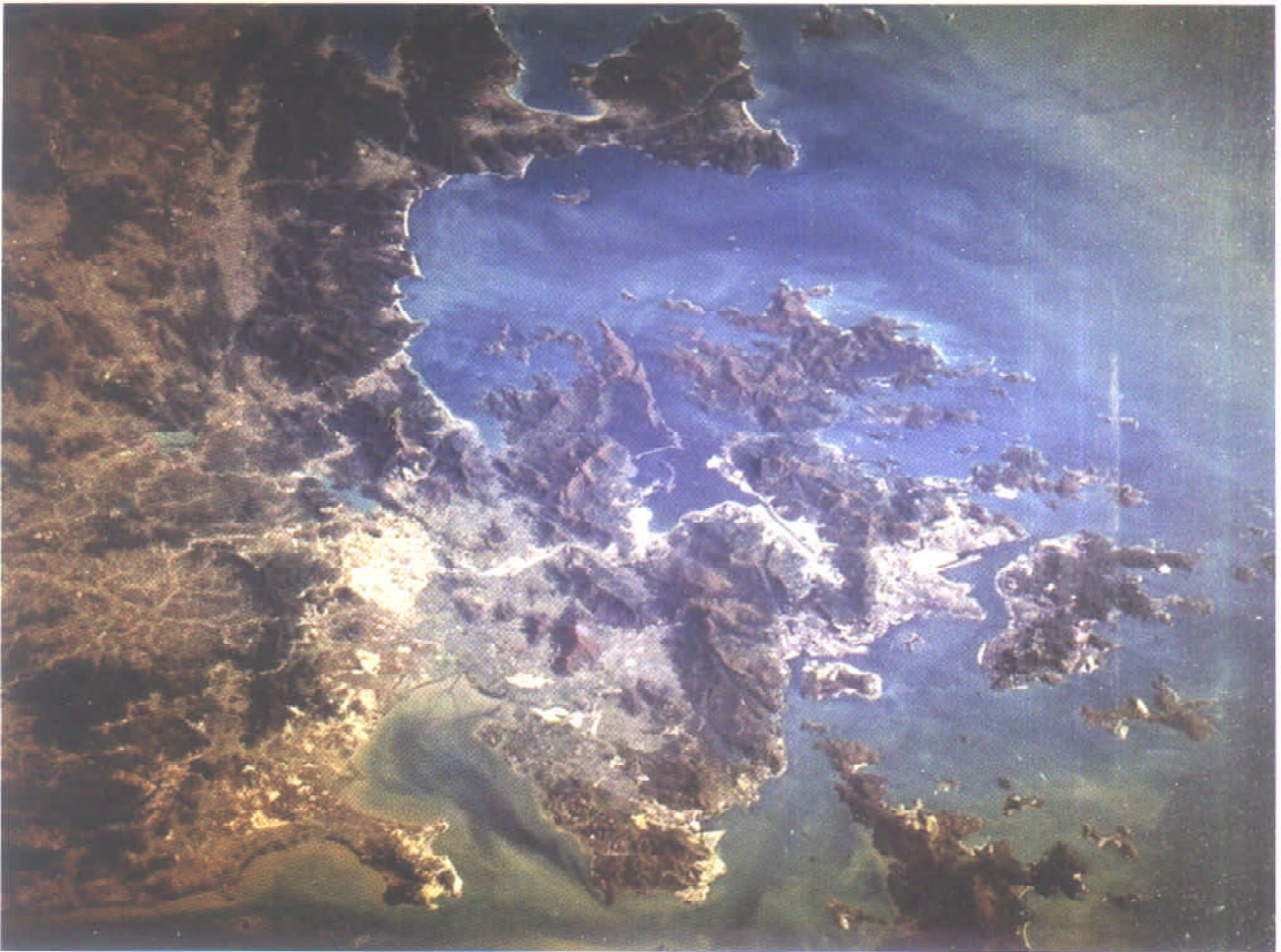


蝗灾

有专家认为,生态学的发展经历了3次理论上的重大突破:一是1935年提出生态系统的概念,20世纪40年代末至70年代初,生态学研究主要集中在生态系统;二是1980年国际景观生态学大会的召开,标志着现代生态学的出现,等级理论将时间和空间尺度联系起来;三是人类生态学分支的诞生,它是在生态系统和景观的概念基础上发展起来的,更多的研究者愿意将人看做是生态系统或景观的组成部分,这使得生态学成为连接自然科学和社会科学的桥梁。



破坏性极大的洪灾



海洋污染越来越严重

当人类社会步入21世纪后 环境与持续发展问题仍然没有得到解决,新的世纪人类社会将面临许多不确定性,气候和化学循环的急速变化,支撑地区经



赤潮

济的自然资源的枯竭,外来物种的激增,疾病的传播,空气、水和土壤的恶化,对人类文明构成了史无前例的威胁。食物、纤维和淡水的持续供应以及人类健康的维护,这些都要依靠人类对于不确定性未来的预报和准备能力。

生态学作为资源、环境管理的基础,在生态预报出现之前,其理论研究对应用技术研究的促进作用是有限的,并带有一定的盲目性。这也是生态学受到众多批评的原因所在,因为生态学缺乏可预测性。预报未来几十年的环境挑战需要改善我们对于科学理解。生态预报的出现,正好弥补了生态学以前的缺陷。因此,生态预报将是今后生态学研究的一个重要努力方向,并且能在资源和环境的决策和管理中发挥越来越大的作用。

科学家和决策者们都认为依靠预报能力能够成功处理环境变化。计算机科

学中的技术创新以及数量分析、信息和遥感技术、基因学、系统生物学和生态学理论的发展,使得几年前不可能发生的生态预报成为可能,生态学家更加关心生态格局的预报。当生态学家解释过去并预测未来人类对生态系统过程的长期影响时,他们所做的努力一定能转变为对决策的建议。

预报像病虫害、野火、干旱、洪水等灾难性事件可以帮助人们保护生态系统,特别是那些危险中的生态系统,因此能确保生态系统提供长期的服务及产品,减少短期的负面影响,将其对人类及其经济的影响降低到最低水平。生态预报能帮助资源管理者更好地理解他们的选择以及他们决策的可能影响,也能让管理者预计到他们行动的后果。

生态预报可以使人们在科学与政策之间进行信息集中交流。围绕预测需求的集中讨论可以鉴别数据和信息,并保

证在最重要的经济、环境和政策决策的预测成功。开发和检验生态预报可以突出不确定性和存在的弱点,因此能帮助科学管理者制定研究、监测、模拟和评价的优先领域。

生态预报典型案例

蝗虫爆发

同预报技术比较成熟的学科相比,生态预报可以说尚未形成一个成熟的预报方法和体系。但是,在生态学的研究历史上,已有令人瞩目的成果。如马世骏先生在1958年探讨了大约1000年的有关东亚飞蝗危害和气象条件的关系,明确了东亚飞蝗在我国大发生没有周期性现象,同时还指出干旱是大发生的原因。后来,马世骏等研究了1913~1961年东亚飞蝗种群动态,通过分析还明确了黄、淮等大河三角洲湿草地,若遇连年干旱,土壤中蝗卵存活率增大,是蝗虫大发生的根本原因;但旱涝灾害与蝗虫爆发的关系因地而异。据此,马世骏等把我国蝗区分为4类,并分区提出了蝗虫爆发的预报指标。在对东亚飞蝗生态学研究的基础上,我国飞蝗防治取得重大成就。

由农业驱动的全球环境变化

近年来,人们集中关心全球气候变化带来的潜在环境问题,但人类科学研

究活动对环境的影响或许更重要。研究表明,由于人口的持续增长,农业还要大力发展,生境破坏、水消耗和农业污染的速度将急剧增加,将给全球生态系统带来巨大威胁。模型预测表明,在未来50年,或许是农业迅速扩展的最后时期,由于人口将增长50%以及人们生活水平的提高,对食物的需求将是全球环境变化的主要驱动因子。到2050年,将有10亿公顷的自然生态系统转变成农



水葫芦在水乡泛滥

业用地。伴随农业用地的增加,陆地、淡水和近海生态系统中的氮和磷含量将增加2.4~2.7倍,杀虫剂的使用也将成倍增长。由此带来的富营养化问题和生境的破坏,将引起空前的生态系统简单

化、生态系统服务衰减和物种灭绝。这些变化在发展中国家将更加严重。

病毒性肺部综合症

病毒性肺部综合症是一种以急性呼吸困难为特征的、具有很高的死亡率的病毒性疾病。该症是依靠其寄主——鼠的传染而流行起来的。1993年美国西南部HPS爆发被归于1991~1992年间的异常天气,导致老鼠携带大量的病毒,而这种异常天气是通过美国地球资源卫

星拍摄的图像量化后确定的。

有害海藻爆发

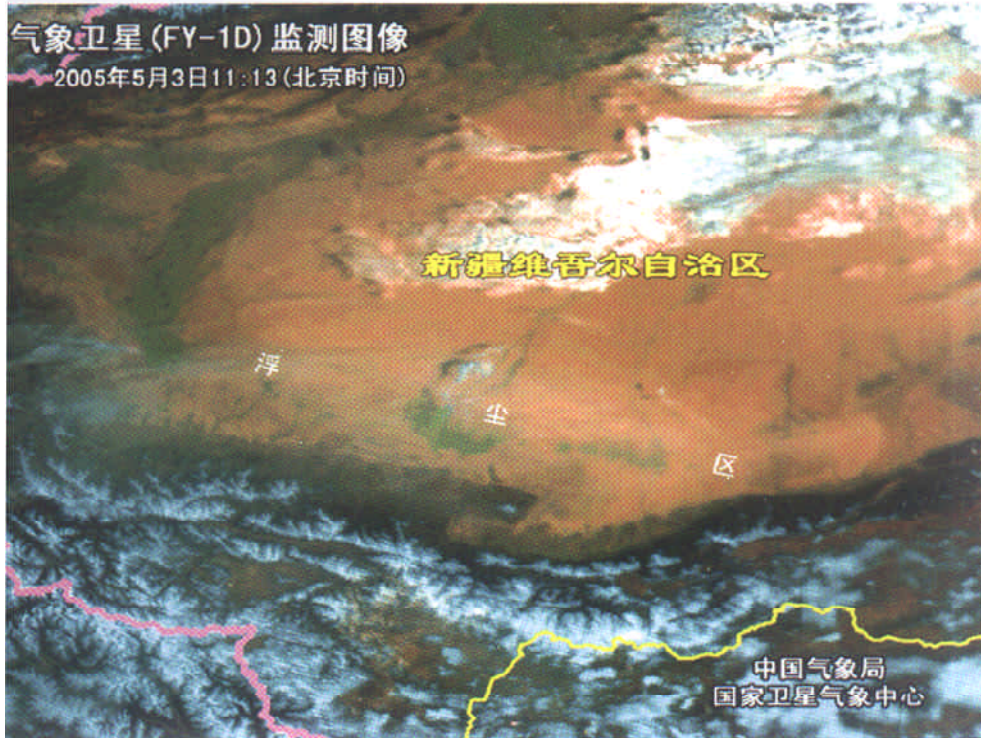
有害海藻爆发能使海洋鱼类死亡、渔业大量减产,引起人类生病甚至死亡,海洋哺乳动物死亡。美国海岸各州都有发生,在过去20年已引起累计经济损失超过10亿美元。现在,可以通过卫星图像耦合现场调查数据探测海面叶绿素浓度来预测评价HAB发生、运移、毒性情况。这些预测将为资源管理人员、企业和公众提供帮助。

富营养化与缺氧

过多养分输入和由此导致的海岸富营养化系列症状是最严重的海岸污染问题。这些症状包括海藻爆发、水生植物丧失、可溶性氧的耗竭(又称缺氧)。最近,美国国家海洋与大气管理局预测,到2020年,86个河口富营养化症状将有加剧可能。一个重要的挑战是,氮负荷减少到多少才能使氧浓度上升到一个显著水平。这些预测对于减少氮负荷、降



森林大火



气象卫星监测沙尘

低可溶性氧的耗竭具有重要意义。

生态预报近期重要研究领域

未来,人类社会将面临巨大挑战,主要是食物和水的短缺、生物多样性的减少、全球气候变化、生物入侵、人类本身的健康。美国环境与自然资源委员会生态系统分会根据生态系统变化的5个关键原因,建立了近期生态预报重要研究领域需求的基本框架。

极端自然事件

这些事件包括火、洪水、干旱、飓风、暴风、有害海藻爆发。尽管极端自然事件远非是自然资源管理者所能控制的,但预测它们的发生、对生态系统的影响以及与生态系统变化的其他原因的相互作用,对管理和反应对策的规划是



飓风

重要的,这种规划能将损失减少到最少并促进生态系统的自我恢复能力。

气候变化

由于对气候变化的可能性及变化的幅度逐渐得到确认,对资源管理者和决策者而言,制定减少气候变化对物种、生态系统及生态产品和服务的需求已变得十分迫切。目前的需求包括预测气候变化与生态系统提供产品与服务。特别是物种分布与清洁水的可利用性的变异性之间的相互关系,而生态系统服务的变异性同时受到其他胁迫的影响。

土地和资源利用

土地和资源利用的变化导致生态系统的改变。预测生态系统变化的深刻内涵以及它们对人类社会的影响是必须的。目前的需求包括预测自然生态系统和人工生态系统健康与生产力的变化情况,特别是提供食物和纤维的农田、森林和草地系统。

污染

重点关注环境中潜在有害的化学物质和过量的营养元素。目前的需求包括预测空气污染、农业生产和森林采伐等活动对陆地、淡水和海洋生态系统的影响。

入侵生物

入侵生物是有意或无意地从其他地方引进到本地的生物,它能够迅速传播,占据本地物种的生态位置,使本地物种失去生存资源、影响本地物种生存,能通过形成大面积优势群落,降低物种多样性,使依赖于当地物种多样性生存的其他物种没有适宜的栖息环境;还能影响景观的自然性和完整性;生物入侵能给当地生态系统带来灾难性影响,导致生态灾害频繁爆发,对农林业造成严重损害,还直接威胁到人类的健康。研究需求包括预测潜在的和已经入侵物种的入侵途径、传播和生态后果。

相互影响

多数生态系统容易受到各种因素的交互影响而发生变化。例如,一个极端自然事件能够为新的物种侵入产生空地,而气候变化、降水和温度的改变、土地和相关资源被利用的程度、入侵环境的化学条件污染等能够促进入侵物种的



河流污染

成功侵入。上述生态系统变化的5个主要原因经常在不同的时空尺度上交织在一起,形成相互影响。因此,构建预测这些因素的累积效果的能力是生态学面临的巨大挑战。

近年来,随着计算机科学和定量分析的进步、生态学理论的发展以及新技术的应用,人们增加了对预报生态系统变化的信心。生态预报将是今后生态学研究的一个重要努力方向,需要多学科、多部门的密切合作。通过科学家、管理者和决策者的参与,人类对生态系统变化的预测预报能力一定能够提高。

(责任编辑 邓爱华)