

# 野生动物的“守护者”

■本报记者 韩天琪

每年春夏之交及秋冬过渡之际,在青海湖广袤的湿地上,20余万只水鸟在此迁徙停留。一个有趣的现象是,在青海湖,我们既可以看到来自西伯利亚的鸟儿,也可以看见栖息在中国南方的鸟儿。它们不约而同地选择了青海湖作为南来北往的驿站。

这让青海湖成为研究候鸟迁徙的最佳空间节点,中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所(以下简称中国林科院森环森保所)全国鸟类环志中心的鸟类环志站之一即建立在这里。这些水鸟不会知道,一群候鸟研究者正等候在此处,企图研究它们来自何方,去往何方。

## 与鸟类的不解之缘

1981年3月3日,《中日候鸟保护协定》在北京签署。作为双边候鸟保护协定执行中的一项重要内容,鸟类环志机构的建设被提上日程。

第二年,全国鸟类环志中心在中国林科院森环森保所成立。两年后,毕业于东北林业大学的陆军调入中国林业科学院鸟类环志中心,自此,开始了35年的候鸟环志与野生动物保护相关工作。

“我们长期关注野生动物保护的应用工作。”现任中国林科院森环森保所鸟类与湿地学科组首席专家的陆军在接受《中国科学报》采访时表示,他的工作团队关注三个方向的野生动物保护工作。

首先是鸟类环志。鸟类环志,简单说就是给鸟腿上戴一个金属环作为标记,放出去之后如果在其他地点发现该鸟,就可以获得其迁徙路线和生物学特征等信息。“这是一个研究候鸟迁徙的传统方法。”陆军说。

2006年以前,由于技术手段的限制,鸟类环志工作的效率并不高。据陆军介绍,当时在某个地方放飞带有标记的鸟,等到下一次这只鸟在其他地方被发现时,才能了解其迁徙路径。“国际上鸟类环志工作的平均标准是万分之六的回收率,当我们的回收率在万分之一甚至更低。”

我国目前有40余个环志站(点),每到春秋两季定期开展鸟类环志工作。从1983年第一次开展鸟类环志工作至今,我国已经环志的鸟类有840



▲陆军(左)在野外调查勺嘴鹬  
▶勺嘴鹬



“禽流病毒的传播不是简单的传播,而是根据鸟的活动和分布的特点,根据不同区域迁徙路线的特点,使得病毒有了交流和交叉的机会。”

多种、370多万只。

通过鸟类环志工作,陆军团队已经对国内候鸟的重要栖息地、集群地点,以及部分重要候鸟类群的迁徙路线有所掌握。

除了鸟类环志之外,陆军还关注濒危鸟类的保护,如朱鹮、白鹤、丹顶鹤、黑脸琵鹭、中华秋沙鸭、东方白鹳等。

从2002年起,陆军开始接手老虎和其他大型猫科动物的保护工作,其中主要关注华南虎的保护。

## 为禽流防控出谋划策

2005年,我国暴发严重禽流感疫情。发生地点正好在陆军团队最先进行鸟类环志工作的青海湖地区。“当年疫情发生时,国内没有其他机构了解青海湖野生禽类到底从哪来、到哪去,

以及它们的迁徙路线。”而陆军团队正好有相关信息,所以就进入到鸟类疫源疫病监测防控工作当中。

据全国鸟类环志中心副主任张国钢介绍,此前国家对于禽流感的监测只是在家禽畜方面,野生禽类并不在这个范围内。青海湖暴发野生禽流感疫情后,当时的国家林业局意识到野生禽类携带禽流感病毒的危害性也很大。

“这一下就把我们做鸟类环志的领域拓展出去了。”陆军说,在此之前,其团队的工作仅仅是通过环志研究鸟类,此后开始对鸟类疫源疫病监测防控提供支持。这首先体现在掌握野生禽类监测的基础数据,包括鸟类分布地区、数量、迁徙路线等等。

随着工作的不断开展,陆军团队采用更先进的方法进行环志工作。比如以前只用金属环进行标记,在开始

对疫源疫病进行监测之后,陆军团队针对受关注度比较高的候鸟,采用卫星追踪的办法来研究其迁徙路线。这应当是国内最早使用卫星追踪设备来研究候鸟迁徙的团队。

“通过卫星追踪这一新方法,我们就可以很准确地掌握候鸟的迁徙过程、飞行路线、停留地点等,再结合疫源、疫病、疫情等发生状况,就能够判断这些疫情的发生跟候鸟的迁徙是否有相关关系,以及这种关系对疫情防控会产生什么影响。”陆军解释道。

以前多采用病毒传播的角度开展鸟类疫源疫病的研究,“这种分子水平的研究,能揭示一个地点发生的疫情跟下一个地点之间的关联性,但无法揭示这种关联的形式和途径”。陆军团队进行相关研究时,将候鸟迁徙研究与病毒检测结果结合起来,这样候鸟迁徙过程跟病毒传播扩散的过程就结合在一起了。

以前国际学术界都有这样一个推测:禽流感病毒传播速度这么快,是不是与鸟类的迁徙有关?陆军团队的研究为此提供了相关证据:禽流感病毒的传播不是简单的传播,而是根据鸟的活动和分布的特点、根据不同区域迁徙路线的特点,使得病毒有了交流和交叉的机会。

由此得出的疫病防控建议是,对禽流感的监测和防控,不能局限于某一点,也不能局限于某一条迁移路线,要综合考虑迁徙鸟类的分布情况进行监测防控。

## 野化放归华南虎

在陆军看来,华南虎的野化放归是其职业生涯中另一件值得被记录的事情。“这个项目在实施初期完全超出了一般传统研究的认知范围。”

华南虎作为我国唯一特有的虎亚种,目前在野外已经长期没有踪迹,专家认为它至少已经处于功能性灭绝状态。从虎的进化和起源上看,它也是一个最古老的物种。无论是从我们的文化传统,还是少数民族图腾崇拜,还是生物多样性保护的角度看,华南虎保护的意義都非常重大。“如果能把华南虎保护起来,野外与之相关联的整个生态系统都会得到有效保护。”

从这个角度出发,陆军团队开始

思考如何进一步推动华南虎的保护工作。当时野外已经没有华南虎的踪迹,全国的动物园大概还剩下七八十只被饲养的华南虎。“这种华南虎保护模式有很多风险。”陆军提示。

其一,大型猫科动物长期笼养,对其种群的发展会有一定制约。其二,在人工饲养条件下,由于虎的生存条件和环境大致一样,一旦出现疾病或其他突发情况,种群面临的危险就非常

大。“当时的国家林业局因此提出‘野化放归’的思路,想把动物园内的华南虎进行野化之后,再放归到它原来的栖息地去。”陆军解释,如果野外也有华南虎种群的话,对整个华南虎物种的保护就会起到很大的推动作用。这在当时是一个标新立异的想法。由于此前从来没有类似做法,国内并不具备野化大型猫科动物的经验、场地和设施,所以项目计划将华南虎送到南非进行野化训练。

力非诸多争议后,从2003年到2007年,项目总共向南非送去了五只华南虎进行野化放归。

“我们当时在南非选了一块地方,大概有330余平方公里,在这个范围内建了一个围栏。刚开始也是在人工控制条件下进行放养,投喂不同种类的死体猎物。一段时间后,将不同种类的活的猎物放到老虎的围栏中,训练老虎自己捕猎的技能。”陆军说,通过控制围栏大小、猎物种类、放置猎物的时间和数量等,让老虎逐步恢复野外捕猎技能。

现在看来,这个策略是很成功的。“基本上老虎在经过一段时间之后都能恢复捕食本能,体型状况也明显比动物园饲养的老虎要好。”

当初运往非洲的五只华南虎野化状况良好,目前已经繁殖出第三代,种群已有20余只。

随着华南虎野化项目不断取得进展,质疑的声音越来越小,“野化放归”慢慢成为濒危物种保护的可行模式之一。

为了接这些华南虎回国,项目也已经做好准备。福建梅花山、广东清远、湖北和江西的库区的华南虎放归场地也进行了准备。陆军期待着,16年前送往南非的华南虎及其后代尽快回到祖国。

# 热带雨林避难所:高处更胜寒

■本报见习记者 刘如楠

高山栎是一种适应高寒环境的植物,多见于喜马拉雅与横断山脉的高海拔地区。在中国科学院东南亚生物多样性研究中心(简称“东南亚中心”)组织的一次缅甸野外考察中,中科院西双版纳热带植物园博士孟宏虎等人发现,热带雨林地区的山顶上也有高山栎的踪迹。

适应高寒环境的高山栎为何在热带雨林地区也有分布呢?经过研究发现,由于全球气候持续变暖,高山栎等适应高寒环境的高山植物不得不向更高纬度、更高海拔地区进行迁移。热带雨林地区分布的高山植物残余没有足够的海拔高度作为应对气候变暖的“缓冲区”,山顶逐渐成了这些植物的“气候避难所”。相关成果近日发表在瑞士植物学会会刊《高山植物学》上。

## 高寒植物不断迁移

众所周知,为了过冬,候鸟每年都会进行迁徙。然而,作为没有腿脚、翅膀

的植物,为了生存,在长期的进化过程中也存在像候鸟一般的“迁徙”行为。

与候鸟不同的是,植物的“迁徙”节奏非常缓慢,周期漫长。

论文第一作者孟宏虎介绍,现存的植物都经历了复杂的气候变化。而在气候变化的历史进程中,遇到不适宜的气候时,它们会退缩到适宜生存的地方,待气候适宜时再进行扩散。

比如在第四纪冰期,气候逐渐转冷,高纬度地区广泛发育冰盖或冰川,寒冷气候带逐渐向中低纬度迁移。为了适应这种气候变化,许多植物就会从北向南迁移或者从高山山向山谷里迁移。这些在气候不适宜时期保存生物多样性的地区被称作“气候避难所”。

工业革命后,尤其是人类活动增多导致全球气候逐渐变暖,许多高寒地区的植物出现了向更高纬度、更高海拔地区迁移的趋势,这与第四纪冰期植物迁移相反。

## 迁往那高高的山顶上

三年前,在缅甸若开山脉维多利亚山见到高山栎后,孟宏虎感到很意外,“高山栎长期分布在高寒地区,怎么会出现在热带雨林地区生长呢?”于是,他展开了热带雨林中高山栎分布现象的探索。结合先前的研究工作,孟宏虎等科研人员基本走遍了高山栎的所有分布地区,足迹遍布从海拔4600多米的青藏高原密集分布区到海拔1000米左右的东部丘陵零星分布区。

在每个居群中,每隔10—50米,随机采集十几株的枝叶作为标本,新鲜树叶作为分子材料,同时记录经纬度、海拔高度等信息。

“对于高山栎研究来说,采样占用了我们较多的时间和精力。每年只能在雨季前后进行野外考察,三年左右才将各个分布区的样品采集完整。”孟宏虎告诉《中国科学报》。

论文作者、上海辰山植物园姜小

龙介绍,他们将所有采样点数据进行最佳气候潜在分布区模拟,结合气候数据,得到高山栎的居群动态。最终的研究结果表明,在全球气候变暖的趋势下,高山栎这样的高山植物将会往高海拔地区或者高纬度地区进行迁移。

## 迁无可迁,只能灭绝?

孟宏虎表示,除了高山栎之外,许多适应高寒环境的高山植物都存在这类现象。在喜马拉雅山脉地区,由于海拔较高,高山植物有足够的响应气候变暖的高海拔缓冲地带,如高山草甸、雪山等。然而,热带雨林地区海拔有限,高山植物只能聚集到山顶。随着气候变暖,适应温暖气候的物种往上扩张,高山植物残余响应气候变暖的同时还得与喜温植物竞争。

“如果气候持续变暖,到了退无可



热带雨林高海拔地区的高山栎 孟宏虎供图

退的时候,植物就会逐渐灭绝,这不利于热带雨林地区生物多样性的维持。为此,我们提出热带雨林地区的高山栎避难所,将是全球变暖背景下高山植物的最后乐园。”孟宏虎说。此前,他就曾对高山栎在喜马拉雅—横断山脉的分布变化及相关地质事件进行过探讨,这次的发现使高山栎的分布研究更加完整。他希望这些研究引起生物地理学界关注的同时,能够引起保护生物学的重视,尤其是热带雨林地区高山植物的保护。

相关论文信息:https://doi.org/10.1007/s00035-019-00226-2

## 进展

种间异步性维持温带森林生物量稳定性

本报讯 中科院沈阳应用生态研究所天然林生态组研究团队以长白山针阔混交林为研究对象,基于连续10年的长期动态监测数据,整合分析了物种多样性、种间异步性、优势树种和土壤养分对地上生物量时间稳定性的直接和间接影响。相关成果近日发表于《生态指标》。

自20世纪50年代以来,生物多样性与生态系统稳定性的关系一直是生态学中重点讨论的理论问题之一。主要争论表现在是物种多样性还是物种组成(优势种)对生态系统稳定性起作用、哪个水平的物种多样性(物种丰富度、物种均匀度、物种多样性指数、种间差异等)对生态系统稳定性起作用等几个方面。在目前多样性与稳定性的研究中,多针对简单的生态系统(如草地生态系统)或模拟系统,与自然界中的真实生

态系统在各个方面均有较大的差别。

研究结果显示,种间异步性,而非物种多样性,是维持温带森林地上生物量稳定性的主要驱动力,且其影响程度随着森林演替呈增加趋势。去除土壤养分的直接影响,物种多样性和优势种对老龄林的时间稳定性亦表现出正向促进作用,但对次生林基本没有影响。

研究结果突出了由时间生态位分化形成的种间异步性在调节自然生态系统稳定性中的重要作用,揭示了物种多样性和树种组成(优势种)对温带天然林稳定性影响主要发生在老龄林的现象。因此,研究者提出,森林经营过程中,在物种配置时应着重考虑具有强异步性特征的树种。

相关论文信息:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105661

## 境界

# 用细菌种一朵云

科学家发现,北冰洋洋流和风暴正在将海洋藻类中的细菌传播到大气中,这些颗粒有助于云的形成。根据美国地球物理研究学会期刊《地球物理研究快报》发表的最新研究,这些来自于生物的粒子可以影响全世界的天气模式。

悬浮在空气中的微粒称为气溶胶,有时会加速云中冰晶的形成,影响气候和天气模式。这些颗粒包括灰尘、烟、花粉、真菌和细菌。先前的研究表明,来自海洋的细菌正在北极地区形成云,但它们如何从海洋进入云层,是一个谜。

在这项新的研究中,研究人员采集了白令海峡的水和空气样本,并测试了这些样本中是否存在生物冰核颗粒。研究发现,通常在海底发现的细菌也存在干海平面以上的空气中,这表明洋流的动荡有助于细菌的传播。

根据最新的研究,洋流和天气系统将细菌从藻类中带到海洋表面,然后又蒸腾到空气中,有助于在大气中形成云层。

“这些特殊类型的气溶胶实际上可以‘播种’云,类似于种子长成植物。其中一些‘种子’在形成云冰晶方面非常有效。”这项研究的主要作者、美国科罗拉多州立大学的大气科学家Jessie Creamean说,“了解云层是如何萌生的,可以帮助科学家了解北极气候模式。”

云中的纯水滴在零下40摄氏度左右才会结冰。它们在冰点以下过冷,但仍然是液态的。气溶胶使过冷云中的基础冻结温度升高到零下5摄氏度,它提供了一个水在其上结晶的表面,并创造了混合有冷水滴和冰晶的云团。混合云是地球上最常见的云类型,最适合产生雨或雪。

德国莱比锡莱布尼兹对流层研究所大气科学家Heike Wex解释说:“如果没有冰核颗粒,云中的降水就不太可能发生。”

藻类植物中的细菌就像“云的种子”一样,可以用不同数量的冰和水制造更多的云。云层的增加会影响大气中的热量,而热量会影响气候。云层的组成可以影响北极的水循环,改变雨和雪的数量。论文作者说,增加云层数量和改变北极云层的组成也会影响北方的天气系统。

由于气候变化,极地地区正在经历快速变暖。论文作者认为,北极的加速变暖可能会导致更多的藻类繁殖,从而产生更多的细菌,滋生更多的云层,并可能影响全球天气趋势。

相关论文信息:https://doi.org/10.1029/2019GL083039

## 视点

环境保护执法和环境监测是一项重要内容。如果环境监测出现问题,那么,环境保护执法和诉讼就会面临困难。

日前,山东省出台规定,自9月起联合开展“双随机”监督检查,重点检查环境监测机构的基本条件和技术能力,考查其是否持续符合资质认定的条件和要求,是否存在未经检验检测或者篡改数据、结果,出具虚假检验检测数据、结果等问题。这说明山东省已经意识到环境监测的重要性。

国际上,环境监测大体上有以下几种模式:市场模式,有专门的市场监测机构对环境实施监测,并且出具权威报告;非政府公益性组织接受社会各界的委托,对环境进行监测;政府模式,政府的环保部门或者政府委托的部门从事环境监测,出具报告。

我国采用的是政府监测模式,各级政府的环境保护部门设立专门的政府监测机构,定期汇总监测数据。水利部门、气象部门配合环境保护部门实施环境监测,它们各有分工、相互配合,共同实施环境监测。

然而,这样的监测模式面临一些问题。首先,由于政府监测需要购置大量的仪器设备,需要付出巨大的成本,因此,政府在环境监测方面缺乏积极性和主观能动性。一些地方政府虽然设置了法定的环境监测机构,但借口缺乏必要的检测设备或者技术人员,拒绝为环境保护非政府组织或者个人提供环境监测服务。

其次,由于地方保护主义作祟,一些地方环境保护部门的监测机构在监测过程中弄虚作假。一方面出具虚假报告,淡化环境污染所造成的影响。部分环境监测机构为了配合上级部门的检查,监测过程中弄虚作假。最典型的事例是,一些环境保护部门的监测机构事先通知企业进行环境监测,要求企业采取通风或者排污等方式净化环境,以便监测指标符合要求。另一方面,为了在环境污染索赔诉讼中获取更多的利益,在环境监测报告中夸大环境污染的严重程度,以便让委托人获取更多的赔偿。

第三,政府环境监测实际上是由政府的公信力“背书”。表面上看,这样做有利于强化政府监测的权威性和合法性,但是由于监测机构有明显的倾向性,在行政诉讼中,行政相对人或者诉讼当事人要想推翻政府的监测结果,很难得到法庭的支持。如果政府出具环境监测报告或者具有有关检测数据证明材料,法院一般选择认可政府出具的检测报告。

笔者认为,类似于监测鉴定中介机构,完全可以走市场化发展的道路。市场发育的初期,可能会由于竞争不足或者恶性竞争,而导致检测报告存在严重问题,一些监测机构可能会实施不正当竞争,从而使监测市场出现混乱。但是,只要坚持市场竞争原则,鼓励市场主体充分竞争,就一定能充分发挥市场运行机制的作用,通过竞争实现优胜劣汰。

如果有相对较多的环境监测机构公平竞争,非政府组织设立环境监测机构定期发布权威性监测信息,那么,无论是消费者还是受害者,面临环境保护问题的时候,自然而然地就会选择那些具有社会公信力的监测机构开展监测工作,这对于形成良好的环境检测市场竞争机制具有非常重要的现实意义。

笔者建议,第一,我国环境保护法以及相关法律应当对环境监测规范进行补充完善,鼓励设立更多独立于政府机构的环境监测机构。鼓励环境保护非政府组织设立环境监测机构。只有形成良性竞争,才能确保我国环境监测不会受到行政干预而失去准确性。

第二,国家环境保护部门应当对环境监测机构实施统一管理,所有注册的环境监测机构都必须在生态环境部注册登记,生态环境部定期公布监测机构的监测项目以及事后评价情况。只有这样,才能通过竞争实现优胜劣汰。

笔者多次建议,国家应当借鉴电子商务评价体系,把传统的行政评价转变为消费者评价,今后所有委托环境监测的单位和人都可以对环境监测的科学性进行评价,评价的结果在环境保护部门的环境评测专栏中刊登,以督促环境监测机构依法进行环境监测。当然,国家环境保护部门应当鼓励当事人选择若干环境监测机构进行监测,确保环境监测科学性和权威性得以体现。

第三,国家环境保护部门应当建立公益性的环境监测机制。一方面鼓励非政府组织设立环境监测机构,政府给予必要的财政补贴,或者通过资源共享,譬如政府提供环境监测的仪器设备,确保非政府组织设立的环境监测机构以相对较低的价格或者无偿为单位和个人提供环境监测服务。

另一方面,环境保护部门应当规范环境监测机构评价体系。环境监测机构的服务是否得到当事人认可、单位和个人委托环境监测机构监测的结果是否得到法院的认可,所有这些都可以通过国家环境保护部门的网站统一发布,以促进环境监测机构依靠优质服务赢得社会各界信赖。

(作者系中南财经政法大学教授)

环境监测应引入市场机制

乔新生