

浙江大学教授于明坚,数十年用脚步丈量森林—— 一位生态学家与千万棵树对话

■ 本报记者 林晓晖 通讯员 周亦颖

暴雨初歇,山上密林里蒸腾着湿热的草木气。劈开横斜的枝杈和缠绕的藤蔓,浙江大学生命科学院教授于明坚带着我们钻进林子深处。有的地方根本没有路——临时用四五根原木钉在一起,悬空搭在陡峭的石壁上。身旁,奔涌而下的山涧不断撞击着巨石。

“这片林子感染了松材线虫”,于明坚专程赶来看看。他身上衣服已经汗湿成深色,但漫山遍野的植物仿佛让他忘记了疲劳。

环视四周,高耸的甜槠、木荷和马尾松撑起浓绿的冠层。这片林子中的每一棵树都被记录在样地档案里。它们都是于明坚熟悉的“老朋友”。

他已经数不清,自己究竟亲手丈量过多少棵树了。

森林是地球上最重要的陆地生态系统。森林生物多样性的消长,关系着气候变化、水土安危,和无数物种的存续。二十多年来,于明坚和团队在浙江的大小山头上,建起一个个长期监测生物多样性的森林样地——从古田山24公顷典型常绿阔叶林大型样地,到乌岩岭9公顷的次生常绿阔叶林大型样地,再到千岛湖的陆桥岛屿系统研究平台、凤阳山—百山祖的山地垂直带谱监测体系……海量数据中,他们捕捉到自然隐秘而重大的规律,探寻着复杂生命系统的平衡奥秘。

找寻自然的答案

植物生态学家看林子,和普通人大不一样。于明坚不用仪器,也不翻资料,看一眼树冠的起伏、林下的疏密,就能有初步的判断:“这是一片好林子。”

他总跟学生说,这不是什么本事,就是常年泡在野外,跑得多了,自然生出的直觉。

1999年,于明坚在开化古田山出野外时,意外发现了一片保存完好的中亚热带典型常绿阔叶林。“那片原生林保存得非常好!”于明坚很兴奋,多次向中国科学院院士、中国科学院植物研究所研究员马克平提及。

之后,一众专家来此考察,最终在此建立起24公顷森林生物多样性监测样地。这也是中国森林生物多样性监测网络的重要起点。

但很少有人知道,这块样地是怎么一寸一寸建起来的。

作为最早跟于明坚出野外的学生之一,沈国春如今已经是华东师范大学的教授。他回忆,自己硕士还没入学就被于老师拉去出野外了。

“过程就像‘开荒’。”沈国春说。24公顷的山林,被划分为600个20米×20米的格子。大家光是打格子就花了超过半年。然后对样地内的木本植物一棵一棵地测量胸径、高度,给每棵胸径超过1厘米的树编号、定坐标、刷漆,并将带有独一无二编号的特制铝牌挂在树干上。这就是树的“身份证”。

每个格子大约200棵树,总共将近15万棵。这项工程,干的就是将近两年的时间。

长年累月爬山,于明坚的膝盖和脚踝落下了“生态人的职业病”。他坚称自己“还能爬”,说这是从小在大山里长大练出来的。他的老家在金华浦江,从初中开始到县城上学要走18里山路,翻一个山头,单程两个小时。就算受伤,他也仍拄着双拐爬上黄山,带野外实习队伍考察森林样地,着实惊呆了一众学生。“我年轻时体育好,读书的时候常拿运动会好名次哩。”他笑起来。

于明坚没把自己当专家,建样地时也和基层林业工作人员打成一片。已经是高级工程师的老郑是他的好“战友”。山路遥远,他们有时候晚上会一起在小溪边支帐篷过夜,条件差的时候只能喝溪水。“哎哟,溪水也不都是干净的”,于明坚说,“运气不好,喝到的水里还混着鸭粪和羽毛。”

建起的样地多了,能回答的问题也多了。科学研究中想要搞清楚一个问题,往往需要大量的对照实验。但森林研究没法全在实验室里做——“你不能把很多树搬进温室,也不能随便砍林子做对照。唯一的办法是把样地做大、做多,用空间换时间。”

比如,2019年团队承担的国家科技部项目,是研究松材线虫病感染后马尾松林的动态变化。他们在遂昌、淳安、建德等地建了116个900平方米的马尾松林和常绿阔叶林固定样地,还有14个2500平方米的示范样地。“同一个地区,一边有松材线虫,一边没有,两边都监测,数据一对比,就能看出虫害对植物群



于明坚(右七)和团队野外合影。



于明坚(右一)在野外。

落的影响。有了这些数据,我们就知道虫害后哪些树种组合长得快、生产力高,可以用来指导植树造林。”于明坚解释。

生态学是一门“必须在场”的学科。任何实验室模拟,都替代不了山野的真实。

沈国春告诉我,他们把从样地获取的大量数据在实验室里呈现在统计图上——不同物种用不同颜色的点标记。“我们可以看到,有些物种的点是聚在一起,一群一群的,不是散开的。”但这些灵感,大多来自野外的经验。“你在电脑前对着一堆点,如果没有亲自在林子里蹲过、看过,就不会去想:多样性到底是怎么回事?它的形成机制是什么?”

2008年,于明坚团队参与的古田山样地监测成果在国际生态学领域旗舰刊物《生态学》发表,探究了常绿阔叶林生物多样性维持机制。那期期刊的封面,用上了来自中国东南部的这片林子。盎然绿意铺满了画面。

长期主义的学问

于明坚蹲在一棵细叶青冈下,伸手摸了摸树干上那块铝牌。牌上的编号有些褪色,但数字还看得清。

“这棵树是2007年上的牌,当时胸径10.7厘米。”他说,“2022年量的时候,16.4了。”

15年,一棵树的变化只有几厘米。森林监测是一件极其需要耐心和定

力的事情。“生态学,有自己的时间尺度。”于明坚的学生、如今在浙江农林大学工作的郭静说,一块样地监测的周期是五年,而幼苗和种子监测周期更短,必须定期、持续地观察,年复一年地等着发生哪怕一毫米的变化。

遂昌松材线虫病的项目结题了,但于明坚把团队叫到一起,再三叮嘱:“这并不意味着工作结束了。之后可能又会发现新的演替趋势。我们要和地方合作继续做下去。”

他们相信,监测的时间越长,结论越准确,越接近自然的真相。

一棵树的生长如此缓慢,一个人的职业生涯不过几十年,要精准评估生物多样性和生态系统对气候变化的响应,必须建立长期监测体系。“十年、二十年后,我早就已经不在这个岗位上了。”于明坚说,“但我希望能建立起更多更完整、标准的监测体系,获得对森林更完整的理解,在更大的尺度上找答案。”

随着人类活动的逐渐加剧,森林的面积在减少,连续的生境(生物学术语,是指某个生物体、种群或群落生活的特定场所或环境类型)被公路、铁路、城镇切割成大小不一的片段。这对森林里的物种意味着什么?这是生态学发展以来一直待解的问题。

千岛湖提供了一个天然的实验场。水库蓄水后,原来的山头变成了一个岛屿,湖面上散布着千余个大小不一的陆桥岛屿。水面以上是林子,水面

生态学是一门“必须在场”的学科。任何实验室模拟,都替代不了山野的真实。——于明坚

人物名片

于明坚,浙江金华浦江人。浙江大学生命科学院教授、博士生导师。主要从事植物生态学、群落生态学、生物多样性、岛屿生物地理学和景观生态学等研究工作。现任浙江省生态学会理事长,浙江省植物学会名誉理事长,中国植物学会理事,国家湿地研究中心理事,中国生态学学会理事。先后主持国家自然科学基金项目7项、国家重点研发计划政府间国际科技创新合作专项项目1项等100多项科研项目,获浙江省科技进步奖二等奖、梁希林业科学技术奖二等奖等。

以下是原来的山谷——分割线清清楚楚。拥有上千个岛屿的千岛湖,形成了全球罕见的陆桥岛屿系统,为研究物种共存和多样性维持机制,解析生物多样性丧失的内在逻辑,提供了得天独厚的条件。

2008年,团队在淳安县界首林场建起了野外科学观测研究站,在29个样岛上和27个大陆样地设立了20多公顷的植物群落长期监测样地。此后的日子,便是漫长而细致的野外工作。

成员坐着小船奔波往返在数百个岛屿之间,顶风冒雨是常态,有时遇上风浪,还有被困在孤岛上的风险。他们还逐一测定了样地内100多种木本植物的12个功能性状,把每一个样地内木本植物的生态密码都记录在案。

光盯着植物还不够,团队将研究对象从植物拓展到了昆虫乃至鸟类,在千岛湖的多个样岛上,对植物、草食昆虫和肉食昆虫进行同步取样调查。结果发现:营养级越高、扩散能力越弱的物种,越容易在生境片段化中消失。换句话说,光保护大的岛屿不够,那些依赖特定小生境、迁移能力差的物种,可能悄无声息地就没了。

团队还发现,小岛屿之间的物种组成差异比大岛屿之间更大。这意味着,保护多个小岛屿,有时候比保护一个大岛屿能留住更多样的物种。

生态是相互交织、环环相扣的整体,研究需要系统的眼光。

“植物、昆虫、鸟类、土壤微生物之

间是相互依存的——植物给昆虫和鸟类提供食物,昆虫给植物传粉,鸟类控制昆虫数量,微生物分解枯枝落叶,能量在食物网里流动。”于明坚认为,要理解生态系统的运转逻辑,必须把这些都放在一起看。这是生态学复杂又迷人的地方。

郭静回忆,团队参与申报“城市生物多样性提升技术与示范”国家重点研发计划时,最初的方案是按照植物、昆虫、鸟类和微生物来分块研究。于明坚看了,摇了摇头:“不行,这是二十年前的想法。”他说,不能做植物的只管植物,做昆虫的只管昆虫,团队需要交叉,研究它们之间的相互作用和能量流动。后来,这一项目在激烈的全国竞争中脱颖而出。

翻译森林的语言

“野外博物馆”这个词,是于明坚所在的浙江大学生命科学院全球生态研究所与百山祖国家公园管理局一起想出来的,他们在全国首先提出了这个概念。

于明坚告诉记者,他早年在海外游览时,看到一些国外的国家公园里设有专业的科普牌,把路边的植物、岩石和鸟类的故事讲给游客听。

一次,于明坚爬上了海拔1929米的江浙第一高峰黄茅尖。山顶风光壮阔,物种丰富。他环顾四周,发现这里竟然没有一块科普展牌。游客们气喘吁吁地爬上来,拍几张照片,又气喘吁吁地爬下去。没人知道脚下踩着的是地壳深处名为流纹岩的“来客”,没人知道身边那棵歪脖子树已经活了三百多年。

“中国有如此丰富的生物多样性和壮丽的山川,这么好的自然教育场所,为什么不能让更多人读懂?”他有些痛心。

“野外博物馆”的理念很简单:不把标本搬进馆舍,而是把山林本身做成博物馆。活的树木、飞翔的鸟,奔腾的瀑布,就是展品。

回来之后,团队开始着手筹备,最大的难关是“翻译”,也就是设计展牌的介绍。生态学有自己的语言,很精确,但也复杂、晦涩。为了普通人听得懂、愿意听,团队常常为了一块展牌上的用词争

记者手记

人生须臾 生态长青

■ 林晓晖

林深处,就像是另一个世界。采访的两天里,跟着于明坚爬了两座山,淋了一场暴雨。走进森林,人会不自觉地放慢脚步,踩在枯枝上发出细碎声响。那一刻,我忽然觉得,这片林子有自己的语言,只是我听不懂。

深海、土壤沉积物和林冠,是目前人类认知最薄弱的三大生境。我们日日看见山林,日日亲近绿意,可人类真正读懂了多少森林的秘密?我们头顶那片浓绿,其实是一个尚未被充分探索的世界。昆虫、鸟类、附生植物,无数生命在里面繁衍,而人类连爬上去都困难。

森林不是单纯的草木组合,而是一部写在大地上的生命史诗。生态学的价值,正是在于替人类去破译这部史诗。只有读懂了森林的运行逻辑,才知道哪些物种正在悄无声息地消失,才知道一块保护地该圈多大、该留在哪里。

这些年,生态学科快速发展,数据大爆发,“桌面生态学”、虚拟生态学成了热门。于明坚的博士生王衷涵告诉我,现在有很多研究通过整合分析现有数据就能发表很好的论文。而真正在一线做监测的人,往往五年复查一次样地,出一篇

文章非常不容易。“于老师还是在坚守。”王衷涵说。“如果大家去追求更快地发文章,基础研究就没人坚持了。所有珍贵的原始数据,都来自日复一日的野外跋涉。”这些生态学家,钻进林子,做那些最基础、最缓慢的工作。

于明坚说,在生态学中,有效的研究需要大量、繁复的对照实验。我们身处的这片林子,只是全球森林大样地网络中小小的一个单元。他说了一句让我心里一动的话,“想想看,还有同样的团队在另一个山头做同样的研究。全世界,无数座山,用同样的方法、同样的标准,一起来回答那些更大更重要的问题。这不是一件很让人兴奋的事情吗?”

最近热映的电影《寂静的朋友》,以一棵百年银杏串联起三代人与植物沉默相伴的故事,导演试图用一种“去人类中心主义”的视角审视植物与人的关系,让它们做自己时间里的主角。这种视角的转换,恰是生态学长久以来在做的事。

一粒种子长成参天大树,需要数十年乃至上百年。人的一生短暂,在森林漫长的时间尺度里不过一瞬。正是这一代又一代生态学家的接续丈量,让我们对那片浓绿的认识,又多了一点。



九龙山航拍照。

本版照片均由受访者提供