缺乏共识:海洋垃圾山成全球难题

■本报见习记者 卜叶

今天,如果要游历海底两万里,已经难以见到地壳运动形成的“高山峻岭”,只有一座座垃圾山分外夺目。

日前,正在执行科考任务的“深海勇士”号发现海底垃圾场,其中主要是塑料制品,一些海底生物甚至与塑料垃圾连为一体,这一消息再次引起人类对海洋垃圾的关注。

“海洋垃圾的量可能超乎人类的想象,全球范围内已经发现多条垃圾带,要想预防和减少与海洋塑料垃圾相关废物的产生、入海,管控海洋垃圾,首先要了解垃圾的来源。”近日,在“中国环境故事网络”活动上,中国环境科学研究院研究员安立会说。

然而,针对海洋垃圾的来源、处理方法等,科学家尚未达成共识,这给管控和治理海洋垃圾带来了困难。

被海洋垃圾困住的海洋生物 绿色和平供图

用“很不可靠”数据甩锅

近年来,以美国国家海洋大气局(NOAA)为代表的研究机构陆续达成一致的结论,塑料是海洋垃圾的重要组成部分。我国也不例外,中国海洋环境状况公报显示,塑料类垃圾总量常年居于海面漂浮垃圾和海底垃圾之首。

我国是塑料生产与消费大国,产销量长期位居全球首位,备受国际关注。

2015年2月,发表在《科学》杂志上的一份研究称,据估算,仅2010年,约480万~1270万吨的塑料垃圾被排入海洋。全球192个国家和地区中,前5位最大排放国都来自亚洲,其排放的垃圾超过全球一半以上。其中,来自中国的海洋塑料垃圾最多。

华东师范大学海洋塑料(垃圾污染)研究中心主任李道季表示,该研究用海岸线人口数量估算往海洋排放垃圾的量,指标单一、误差大,难以反映客观事实。

倾倒海洋垃圾的矛头直指中国,但还没有结束。

2017年刊发在《自然—通讯》上的一项统计显示,全球每年通过河流排入海洋的塑料垃圾有115万~241万吨,超过90%的海洋塑料垃圾来自污染最严重的122条河流。在排量前20名的河流中,中国大陆6条河流入榜,排名第一的长江占世界总输入量23.71%,且与第二名恒河的8.19%拉开了距离。

李道季强调,前后两项研究所引用的数据“很不可靠”,研究结果与实际相差甚远。此外,研究方法均基于模型,而非对实际情况的监测,不够科学和严谨。

事实上,我国一直拥有相对完善的塑料垃圾回收处理产业,处理了大部分可回收的塑料垃圾,因此,进入海洋的塑料垃圾的组成和数量与其他国家有很大不同。从2007年以来,我国在沿海50余个站位开展海洋垃圾分布状况监测;发布限制生产销售使用塑料购物袋的通知,即“限塑令”;2015年,《水污染防治行动计划》发布;2016年全面推行河长制;2017年将海洋微塑料纳入监测项目,同时,在湖泊实施湖长制。

“我国的城市垃圾收集处理系统建设和农村生态文明建设一直在持续推进,部分城市开始尝试实行生活垃圾分类处置,限制洋垃圾进口,河长制、湖长制等措施的施行,大大减少了塑料垃圾的产生及垃圾从河流入海的量。面对国际质疑,随着国内环境保护情况的持续改善,我们研究和调查的结果陆续发表,对国际上的不实报道,用事实和真实数据作出了回答。”李道季说。

从2013年开始,李道季科研团队启动对海洋微塑料的科学研究。李道季团队利用物质流模型和实地调查得出结论,2011年中国海洋塑料垃圾产量仅在56万吨左右,并在此后几年逐年放缓,当时预测2017年后每年减少10万吨左右。这与2015年《科学》杂志那篇文章得出“中国塑料入海量全球最多”的研究结论差异较大。

李道季表示,我国已经展开基于实际调查的实时监测,较间接预测更有说服力。“我国学者和媒体不必盲信国外研究结果,因为我们海洋垃圾来源的监测和研究实力很强。”

处理方式以打捞为主

面对潜伏的危险,人类的应对步伐缓慢,这是由于处理海洋垃圾的难度巨大。安立会介绍,填埋、焚烧等陆地常见的处理垃圾方法,均不适用于海洋,目前,海洋垃圾以船只打捞为主。面对巨大的海洋垃圾基数,这无异于杯水车薪。

此外,大的塑料垃圾在海水、海浪、风力和光照等作用下极易被分解为微小的碎片,这些碎片非常小,增加了打捞回收的难度。

安立会补充道,“相比漂浮在海面上的垃圾,深藏在海底的大量垃圾收集更为困难,对海洋微塑料(直径<5毫米)的处理更是难上加难,几乎没有办法去除。”

早在2014年,首届联合国环境大会上,海洋塑料垃圾污染就被列为全球亟待解决的十大环境问题之一。

中国科学院理化技术研究所工程塑料国家工程研究中心研究员季君晖表示,塑料诞生的150多年间,促进人类社会向现代社会转变,也因回收处理困难、使用过程中产生的废弃物不易降解成为“最糟糕的发明”。

与此同时,塑料废物的产量还在增加。今年,联合国工业发展组织发布的一组数据显示,包装产生的废物量达到1.4亿吨,超过建筑、纺织、个人用品、交通等领域,位于所有领域之首。

情况不容乐观,联合国的预测显示,2050年,塑料的重量将超过海鱼的重量。

在未达成共识领域加强研究

海洋垃圾是一项全球性的环境问题,近年来,我国加大海洋垃圾相关研究的投入力度。其中,海洋微塑料就是投入力度较大的一项研究,仅2015年—2017年,科技部和国家自然科学基金委即支持了20多个与海洋微塑料相关的研究项目。

李道季表示,部分媒体将微塑料比作“海洋PM2.5”,有失偏颇。“在实际环境中,尚没有直接的证据表明海洋微塑料对生态系统造成了影响。海洋塑料和微塑料的毒性效应及其机理仍然不甚清楚,需要更多的研究证据。”

此外,他表示,尽管我国出现了一批规模性研究项目,然而到目前为止,有些研究方法学还存在着问题。国际上对于形成统一研究方法学问题存在着很大争议,仅在基本研究方法方面具有一定共识,仍有一些关键科学技术问题未得到有效解决。全球海洋不同环境研究获得的微塑料数据缺乏可比性,而只具参考作用,造成环境生态风险评估困难。

他举例,在海洋微塑料来源与归趋方面,我国的研究已取得初步结果,进一步明确了陆源塑料垃圾入海通量及分布和输运途径,但国际上相关研究结论还存在争议。国内研究界要在与国外平等对话基础上,加强国际交流合作。

“几百亿年前,地球上最初的单细胞生命体诞生于海洋。管控海洋垃圾、保护海洋是所有国家的使命,试图将责任转嫁于任何一个或几个国家不能解决根本问题,需要国际社会共同努力,才能达成海洋塑料垃圾零排放的目标。”李道季说。

徐庆:让水替植物“说话”的生态人

■本报见习记者 卜叶

盛夏,西鄂尔多斯的荒漠,滚烫的沙粒在地面上弹跳着,像热锅里迸溅出来的油。一种约半米高、灰绿色的小灌木,正匍匐在地上,艰难、顽强地生长着。如果没人提醒,很难注意到它的存在,更难将它与国家一级重点保护野生植物联系在一起。它就是四合木。

2012年,一脚迈进西鄂尔多斯荒漠的徐庆,就跟四合木打起交道。她介绍,四合木保护是一项综合工作,不仅要杜绝人为破坏,展开人工繁育工作,更应该了解四合木在荒漠生态系统中的生长习性。“水分是干旱地区植物的生命之源,以水分为抓手研究植物生理特征,或许能解开其生命密码。”

这也是16年来,中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所研究员徐庆利用水中氢氧同位素锁定植物水分来源、水分利用机理从事稳定同位素生态学研究想要达到的目标。如今,她已带领团队在森林、湿地、荒漠三大生态系统水循环过程及其重要植物水分利用的研究中取得了重要成果,并向草原生态系统进军。

导师“抛”来的研究方向

2003年,刚刚收到“稳定同位素生态学研究”的建议时,徐庆一头雾水。

中国科学院院士蒋有绪把尚在读博士的徐庆叫到办公室,将这个研究方向抛给了她,希望能够为当时林科院主持的一个“973”计划项目提供新的研究方法。

“我蒙了!一直以来从事的都是森林生态、生物多样性保育的研究,对于这个新方法,听都没听过。”徐庆说。

毕竟,即便在国际上这也是现代生态学的一个新领域、新方法。直到2007年,美国生态学家Brian Fry的专著《稳定同位素生态学》出版,才标志着生态学又一门分支学科正式诞生。

最初的几年,徐庆主要靠查阅文献了解稳定同位素生态。随着对该研究方向的深入了解,徐庆对导师蒋有绪先生既感且佩。

徐庆介绍,稳定同位素技术具有示踪、整合和指示等多项功能,且检测快速,结果精确。通过稳定同位素分析,不仅可以追踪生源要素,如碳、氮和水等的生物地球化学循环过程,还可研究动植物对环境胁迫的反应及其对全球变化响应机制、追踪污染物来源与去向、重组古气候和古生态过程等。

事实证明了当初蒋有绪先生的预见性。仅仅十几年间,国内先后有近百家科研院所和综合性大学开展稳定同位素生态学研究。2015年,中国生态学学会还成立了稳定同位素生态专业委员会,徐庆当选为专委会委员、副秘书长。徐庆科研团队也陆续主持并完成4个国家自然科学基金面上项目,皆与稳定同位素生态学有关。

植物也会“打架”

稳定同位素生态学的研究如何为生态系统及物种保护服务呢?以四合木来说,这种植物界的“大熊猫”,除了“天灾人祸”,还受到其他植物的“攻击”,比如它的伴生植物霸王。“基于氢氧同位素的研究发现,四合木和霸王具有相似的水分利用策略:小雨时,两种植物主要利用1—1.5米的深层土壤水;中雨和大雨时,这两种植物转为利用0.4米以上的浅层土壤水。”

这意味着,在干旱缺水的荒漠生态环境中,霸王过多,将影响四合木的生存及其植被恢复。基于此,徐庆建议,西鄂尔多斯荒漠进行植被恢复时,应避免将这两种植物同时种植。

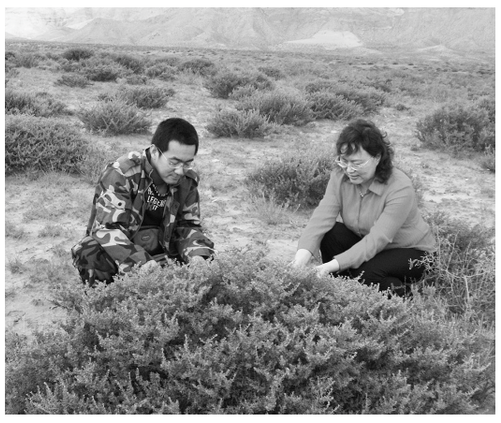
徐庆科研团队的研究不仅能拯救植物界的“大熊猫”,也让真正的大熊猫“吃得香”。大熊猫的挑食众所周知,它们只吃以冷箭竹为主的竹类,冷箭竹的数量关乎大熊猫的生死存亡。

在川西亚高山森林中,徐庆科研团队发现,林冠上层岷江冷杉主要利用浅层地下水;中层糙皮桦、大叶金顶杜鹃和下层冷箭竹在雨季主要利用雨水,在旱季转而利用浅层地下水。“通过控制糙皮桦和大叶金顶杜鹃的分布或数量,在某种程度上能对冷箭竹起到保护作用。”徐庆说。

植物也有“被冤枉”的时候,没“打架”却被认为霸占了其他植物的生存资源,外来物种常常成为这一悲剧的“主角”。

这次的主角是“互花米草”,有促淤、消浪、保滩、护堤等作用。进入我国的湿地生态系统后,它被认为是甲烷(CH_4)的排放源,影响了附近入海河流的水质。

徐庆等人的研究发现,互花米草与本土植物海三棱藨草相比,没有显著改变土壤中CH_4的碳同位素的组成,这表明互花米草的引进和蔓延没有显著增加该湿地生态系统CH_4总排放量。



徐庆(右)实地考察四合木 林科院供图

森林、湿地、荒漠生态系统水循环过程及其重要植物水分利用的研究相继结题后,徐庆又开始为“草原”奔走。“如果能够综合了解中国的四大生态系统的碳、水循环过程和机制,将会对创新和发展中国陆地生态系统碳水循环过程定量研究模式提供借鉴。”

认真对待每个实验环节

稳定同位素生态学研究逐渐走向成熟,但研究过程的一个关键实验环节——野外采样,一直让徐庆忧心忡忡。

“取样决定结果。采样也是个细心活,采样过程容不得半点马虎。”徐庆介绍,采样中,需要将该植物所有潜在水源都涵盖进去,包括大气降水、地表水、土壤水、地下水、蒸发水、凋落物水等,并且,不同植物采集的部位也不同,有的植物适合采集茎(木质部),有的适合采集根或根茎或叶脉。

她强调,目前,采样瓶已经缩小到半支粉笔大小,取样设备更加智能、精准,但还需警惕随时可能出现的误差。

多年来,徐庆练就了眼明手快的一套绝活,还发明和改装了野外同位素样品采集装置,利用这套装置可以实现冠层蒸发水和土壤表层蒸发水的快速收集,大大降低了采样误差。

“团队成员的采样技术都经过徐庆老师的亲手指导,或到野外森林中现场采样示范,或带领我们在林科院附近的山上指导取样,或在室内模拟采样过程。”中国林科院助理研究员高德强说。

谈及团队的多产,徐庆表示,除了认真对待野外采样、室内预处理实验及同位素测定和分析内每个环节,还得益于此前森林生态、植物学的积累。

徐庆介绍,每到一个新的研究区,首先要进行植物群落调查,搞清楚该研究区植物大家庭中各成员间的关系,将相关物种全部纳入到研究中。

在对研究区物种的了解过程中,徐庆发现了1个安徽新分布科和5个新分布种,并积累了几千张植物图片,相继出版了《九华山植物》《湿地高等植物图志》等著作,为公众了解区域内的生态环境提供支持。

学科的发展是对研究方向莫大的肯定,目前越来越多的研究人员加入,相关学科的研究人员也希望借助稳定同位素技术分析一些关键科学问题。徐庆说:“未来,希望研究团队和学生扩大研究领域,不仅关注生态系统水循环过程,还研究生态系统中碳、氮、硫、磷等生物地球化学循环过程,同时也要关注大气污染、食品安全等国计民生问题。”

视点

工业固废短板亟待补齐

■张建伟

日前,国务院常务会议审议通过《中华人民共和国固体废物污染环境防治法(修订草案)》(以下简称草案),并提请全国人大常委会审议。

草案将从立法方面进一步推进固体废物污染防治工作,但我们也应看到,我国工业固废处理还有不少短板亟待补齐。例如,生产者主体责任有待强化,行业缺口较大,固废、危废产生量与处理能力存在区域分布不均衡现象等。我们要抓住立法契机,从制度、执法、监管多层面提高我国固废利用处置能力。

强化生产者主体责任

我国固废存量巨大、种类繁多,污染形势严峻。根据源头治理、源头控制的环境法基本理念,草案明确提出对固体废物综合利用、循环利用,防止二次污染,强化了生产者的主体责任。按照污染者负担的原则,进一步强调固体废物生产者是固体废物治理的首要责任人,由污染者负责,产废者治理。

针对我国固废存量大及生产者众多等特点,加强生产者的主体责任应从几个方面着手:

建立健全生产者责任延伸制度。当前,在产品消费和废弃后阶段,生产者的责任会随之弱化。因此,要加快落实生产者责任延伸制度,强化生产者的延伸责任,保障固废及时有效回收和处置,促进循环再利用。

完善生产者终身责任制度。加强生产者对产品原材料的筛选、利用、把控责任。生产原料要有利于环境保护、符合安全生产等特点。确保生产者对其清洁生产过程负责。草案增加了关于开展强制性清洁生产审核的规定,要求有关部门定期发布清洁生产技术、工艺、设备和产品导向目录。此外,生产者要积极履行信息披露责任,确保让销售者和消费者知晓产品的有毒有害成分,还要标出其位置,便于处理机构对产品进行拆解和循环利用。

不断完善环境影响评价制度、“三同时”制度、排污许可制度。企业应注重全过程清洁生产,健全“固体废物排污许可证”制度,从源头控制固废的排放,将固体废物纳入排污许可“一证式”管理。

强化对危险废物全面安全管控能力,筑牢危险废物源头防线。新建涉危险废物建设项目,应严格落实《建设项目危险废物环境影响评价指南》等管理要求,明确管理对象和源头,防控环境风险。

强化危险废物监管,持续加大执法力度。各地要强化危险废物环境执法。建立多部门联合监管执法机制,严厉打击非法转移、非法利用、非法处置危险废物、跨省倾倒危废污染犯罪案件,通过刑事打击手段,强化刑责治污的惩戒和警示作用。

填补固废处理行业缺口

我国固废处理企业以中小型为主,现实中存在企业规模较小,产业集中度不高、综合处理能力弱,处理量较小、技术落后、处理技术单一等问题。固废处理企业的规模及处理能力偏弱、行业缺口较大的现状与我国面临的大量固废、危废处理市场需求不相适应。为改变这种现状,适应固废处理所面临的新形势、新要求,应从以下几个方面缓解和改善。

加强固废处理企业的规模和能力建设,提高企业对固废、危废的处置量和处置率。过去我国对固废的处理要求较低,目前在生态文明、绿色发展的引领下,固废法进行了修改,促进固废污染防治无害化、减量化、资源化,企业要根据新要求、新形势不断提高基础能力建设,充分利用现代技术、互联网、大数据、人工智能等手段管理企业,进行技术改造,提高综合处理固废、危废的能力和处置率,扩大企业的规模和业务范围。

促进固废处理行业标准细化、引导企业向精细化方向发展。固废处理行业涉及的细分行业较多,固体废弃物通过填埋、焚烧、堆肥、回收利用或者循环再生方式进行无害化处理。应制定严格的法规监管及更高的环境保护标准制度,加强对企业的引导、支持,为企业提供有利的市场环境,提高固废处理的效果,引导固废处理企业向精细化方向发展。

对企业进行有效整合,扩大企业规模。对一部分中小企业进行有效整合、集中管理,着重发展一批综合处理能力强、技术先进、在国际上具有竞争优势的固废、危废处理企业。鼓励和引导规模较大企业的形成和发展,促进企业在固废处理技术、工艺方面向集约式、专业化方向发展,提高企业的核心竞争力。

处理好“引进来”与“走出去”的关系。企业不仅要重视引进先进技术,还要具有国际化视野,对于一些技术先进、综合处理能力强的企业鼓励“走出去”,通过开展国际项目经验积累,从而提升固废处理能力,带动国内行业、企业的发展。

改善固废处理能力不均衡现象

我国固废、危废产生量与处理能力存在区域分布不均衡现象,一些中部污染大省的固废、危废产生量大,处理能力不足,从发达地区向监管薄弱的区域转移,流程复杂、影响处理效果。为改善此种情况,应采取以下措施。

应加强对中西部地区的培训,促进科研工作开展,利用中部崛起创造新机遇。

规范各类监管制度,加强监管力度。破除地方保护主义的干涉,畅通招商引资渠道,引进先进的技术和工艺。加强危险废物规范化管理督查考核工作成效,推进危险废物环境监管能力建设,规范产生单位和危废经营单位落实相关法律制度和标准规范,全面提升固废、危废规范化管理水平。

建立健全碳排放交易制度,开发绿色金融产品,发展低碳经济,规范碳交易市场秩序,促进企业节能减排,清洁生产。

建立部门责任清单。明确各类固体废物产生、收集、转移、利用、处置等环节的部门职责边界,提升监管能力,形成分工明确、权责明晰、协同增效的综合管理体制机制。

通过互联网培育固废、危废处理产业,促进绿色供应链建设。促进废物在线交易行业健康发展。促进固体废物减量和循环利用。大力推行绿色供应链管理,发挥大企业及大型零售商带动作用,培育一批固体废物产生量小、循环利用率高的示范企业。

完善落实信息公开、公众参与制度。公众有监督政府行使管理职责的权利。应加强公众参与监督的广度、深度和力度,对固废的全过程进行监管。

遏制非法转移倾倒固废、危废,建立严格追责制度。以法律的形式严惩非法转移倾倒固体废物的行为。对环保法及固废法规定的非法倾倒行为进行严格处罚,严格追究责任主体的民事责任、行政责任及刑事责任。

(作者系北京化工大学教授,本报记者韩天琪采访整理)

动态

黄海浒苔暴发起因与防控策略被找到

本报讯 中科院青岛生物能源与过程所研究员张永雨研究组与厦门大学、上海海洋大学、自然资源部海洋一所等单位的研究者合作,对浒苔绿潮的复杂成因、后遗生态环境效应及其对近海碳循环影响等开展了系统研究和论述,并提出了多管齐下的防控策略。相关成果日前发表于《国家科学评论》《有害藻类》《应用生态学期刊》《科学报告》等刊物。

浒苔绿潮作为一种全球性海洋生态灾害,2007年在我国黄海开始出现,并在2008年夏季引起大众广泛关注。当时,青岛奥运会帆船赛前夕,青岛近海被大面积浒苔覆盖,蓝色海洋骤变为“海上草原”,带来巨大环境问题和经济损失。此后,绿潮侵袭势不可挡,连续13年暴发,成为每年夏季黄海难以摆脱之痛。揭示浒苔绿潮缘何而来、绿潮过后有何遗留效应,并探索有效的防控策略,成为大众和科学家共同面临的一个挑战。

合作团队通过分析,指出近海人类活动(如养殖活动)、陆源输入、地域特征、浒苔自身特点、生物(包含微生物)相互作用、全球变暖与气候事件等多种因素与绿潮暴发紧密相关,这些因素的动态变化和相互作用共同决定了浒苔绿潮暴发的特点和规模。文章系统阐释了绿潮为何自2007年首次出现之后连年暴发、2017年又突然下降的原因,由上游养殖规模和方式的调整、马尾藻营养竞争、厄尔尼诺气候现象等多种因素引起。

此外,绿潮过后对近海生态环境会产生一系列环境效应,除短期影响,如引起近海酸化、缺氧,影响近海碳汇,并可能引发次生赤潮灾害外,其遗留的长期生态环境效应以往被忽视,例如大量下沉的浒苔藻体在微生物作用下对近海碳循环和水体惰性碳库产生重要影响。研究者还提出包括源头控制、养殖方式调整、海上拦截、政府实施有效的生态补偿政策以及加强浒苔综合利用等一揽子的综合应对策略。 **(冯丽妃)**

相关论文信息:
https://doi.org/10.1093/nsr/nwz026
https://doi.org/10.1038/srep26498