

如何赢得防止土壤侵蚀的斗争：借助核技术拯救肥沃的土地和保持水质

文/Nicole Jawerth和Miklos Gaspar

侵蚀蚕食肥沃的土地，威胁粮食生产和农民的收入。最先流失的土壤表层是最有营养的土壤。通常这种有营养的土壤会流入河流和湖泊中，促使藻类生长，导致水体中的氧气量减少。这又会影影响水质并伤害鱼群。

核技术可以帮助科学家和农民找到侵蚀热点，并确定正确的土壤保持技术，以拯救农田和淡水资源（见第17页“科学”栏）。原子能机构与联合国粮食及农业组织（粮农组织）合作，向70个国家提供有关侵蚀研究的支持。本文介绍其中两个：摩洛哥，其重点是拯救农业用地；缅甸，他们正在对抗该国第二大湖泊的藻类暴涨。

拯救摩洛哥农田



农民El Haj Abdeslam的儿子驾驶拖拉机帮助农场工作，同时科学家从田间采集土壤样品。

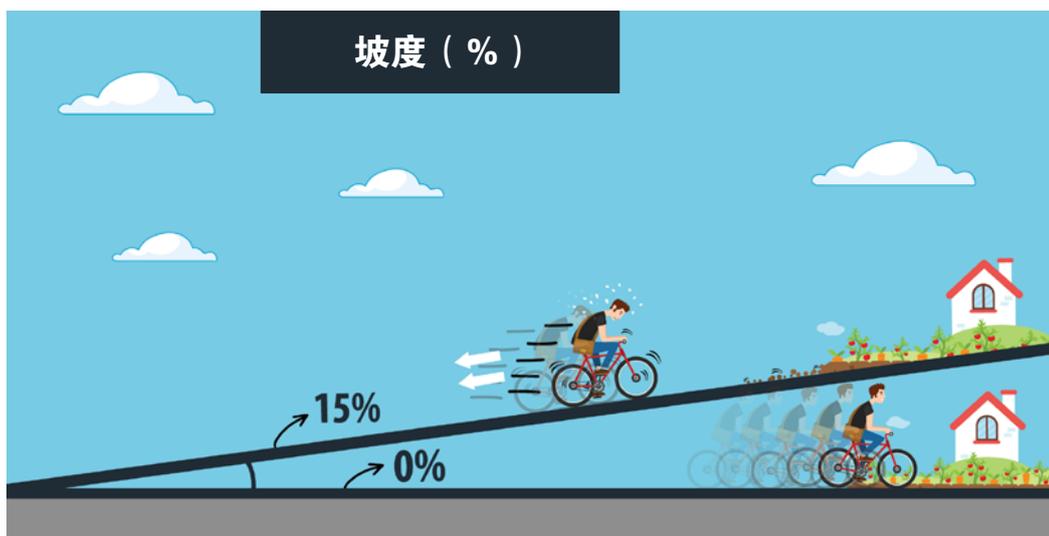
（图/国家农学研究院R. Moussadek）

农民El Haj Abdeslam和他的三名帮手花了数年的时间来抵抗土壤侵蚀。这些土壤侵蚀将掠走农作物的肥沃土地及其带来的收入。

“年复一年，土壤侵蚀使我的土质变差，致使农场生产力下降。”Abdeslam说。他的5公顷鹰嘴豆和谷类农场养活着他的七口之家，是他唯一的收入来源。“由于科学家帮助我保护土壤，我的农场以更少的投入提高了20%到30%的产量，我的收入也增加了。”

科学家们使用沉降放射性核素和化合物特定稳定同位素技术（见第17页“科学”栏）查明易受侵蚀的地区并评价各种保护方法的有效性。摩洛哥为应对每年1亿多吨的土壤流失引入了该技术。

国家核能、科学和技术中心水土和气候部门负责人Moncef Benmansour说：“一旦我们知道了侵蚀热点的位置，我们就使用核技术测试几种土壤保持方法，了解如何能够改善这种状况。我们调整并结合已在全球范围内



在15%坡度的斜坡上，土壤必须承受更大的重力来源。
(图/原子能机构F. Nassif)

使用的不同保护方法，以了解哪种方法在摩洛哥环境和农业条件下最有效。”

由于森林砍伐、动物过度放牧和种植技术差，摩洛哥总土地面积40%以上遭受土壤侵蚀。而恶劣的气候条件，例如长期干旱和短时间强降雨，加剧了这一状况。摩洛哥地貌尽是陡坡峭脊，使得土地和农民的情况变得更糟。

例如，Abdeslam的农场在一个10~15%坡度的斜坡上。这意味着，土壤会更容易地被降雨冲走，特别是肥沃的土壤表层（见图表）。

新的保护方法将使用免耕土地

管理种植谷物作物与种植果树和灌木丛相结合。免耕有助于使土壤不受干扰，取代了与耕作有关的挖掘或搅拌土壤的作法。所选植物的根部和残余部分（如茎和叶）改善了土壤结构和整体土壤健康状况，有助于将土壤固定在陡峭的山丘上。

“我们现在已经将丹吉尔-泰土安地区的土壤流失量减少了40%，将卡萨布兰卡-塞塔特地区的土壤流失减少了大约60%。” Benmansour说。“农业部和水、森林及防治荒漠化高级委员会正在利用该项目的成果和方法，将土壤保持工作扩大到全国更多的农民。”



科学家在利用核技术研究侵蚀热点期间采集土壤样品。
(图/国家农学研究院)

保护缅甸的茵莱湖



由于邻近山坡的侵蚀，缅甸中部美丽的茵莱湖的水质受到威胁。

(图/原子能机构M. Gaspar)

卡劳河流域侵蚀现场。山坡流失的大部分土壤流入茵莱湖。

(图/原子能机构M. Gaspar)



成千上万的人依靠缅甸中部的茵莱湖获取饮用水和维持生计，但邻近山坡的侵蚀导致湖泊中土壤蓄积，威胁到其水质和脆弱的生态系统。利用核技术进行的一项研究确定了卡劳河谷土壤侵蚀的确切来源。卡劳河流入茵莱湖，而该河谷过去几十年来出现了大量森林砍伐现象。这项研究使

当地林业官员能够在最易受侵蚀的地区开展保护工作。

茵莱湖上最大的城镇良瑞镇森林部门公园管理员U Sein Tun说，各种保护方法加上利用新数据教育当地人了解非法采伐的后果以及增加使用湖泊作为浮动菜园，将有助于拯救茵莱湖。

2017年完成的侵蚀研究是由缅甸森林研究所进行的，原子能机构与粮农组织合作提供了支持。该项目的部分资金来自“和平利用倡议”。

这项研究使用两种核技术表征土壤如何累积和移动，以及确定其源头和容易发生土壤退化的地区（见第17页“科学”栏）。这项研究的负责人Cho Cho Win说，研究结果显示，在卡劳河流域，15年前丧失森林覆盖率的每公顷土地此后每年还流失26吨土壤。就40年前被砍伐并耕种的土地来说，每年土壤流失量为每公顷40吨。她说：“相

比之下，在森林覆盖率保持完好无损的可比地区，没有任何侵蚀。”

斜坡上部土壤流失严重，土壤累积在靠近湖泊的较低处。Cho Win说，这表明，大量沉积物排入湖中情况继续发生。

Sein Tun说，扭转因土壤侵蚀而导致的茵莱湖环境退化，不仅是当地林业局的重要目标，也是掸邦地区政府的一个重要目标。掸邦政府首席部长Linn Htut已同意领导负责改善茵莱湖状况的委员会。Tun说：“Cho Cho Win女士的研究是对我们努力的重要贡献。”

这些努力还将有助于保护茵莱湖多样而独特的栖息地。2015年联合国教科文组织宣布该湖为“世界生物圈保护区”，该栖息地得到国际认



可。Tun说：“这个称谓赋予我们更多的责任：这个湖不仅是我们遗产的一部分，而且也是世界遗产的一部分。”

侵蚀研究员Cho Cho Win和一位当地林业官员在查看茵莱湖周围的侵蚀点。
(图/原子能机构M. Gaspar)

科学

沉降放射性核素和化合物特定稳定同位素技术

沉降放射性核素存在于大气中，通过雨水沉积在土壤表面。

它们与土壤颗粒结合，主要集中在土壤表层。它们牢固地固定在土壤颗粒上，不会被植物吸收。在侵蚀和沉积过程中，它们与土壤颗粒一起移动，可用于追踪大面积和长时间的土壤再分布。当土壤表层被侵蚀时，沉降放射性核素的浓度会下降，科学家可以使用伽玛能谱法进行追踪和测量。他们的分析可以帮助识别大型集水区土壤再分布模式和速率的变化。他们还可以评价土壤保护措施在控制土壤侵蚀方面的效率。用于土壤侵蚀跟踪的三种常用放射性核素是铯-137、铅-210和铍-7，其中铯-137最常用。

化合物特定稳定同位素技术涉及测量稳定同位素，例如在特定的土壤结合有机化合物（如脂肪酸）中发现的碳-13。脂肪酸来源于植物根部、动物粪便和其他自然生态系统中的残余物，它们分解并成为土壤有机物的一部分。这些化合物具有独特的稳定同位素特征，几乎像指纹一样。由于碳-13组成对于每种化合物都是独特的，因此碳-13分析可揭示侵蚀土壤的源头。通过将土地利用的碳-13指纹与沉积区的沉积物联系起来，该技术有助于确定侵蚀土壤的来源以及确定容易发生土壤退化的地区，从而使当局能够优先考虑最易发生侵蚀的地区的土壤保护情况。