

岩溶生态环境综合实验站的历史使命 ——贵州石山地区的治理开发和经济振兴

Transformation of Stone Mountain Area in Guizhou Province and Its Economic Development

蒋九余

(中国科学院地球化学研究所岩溶生态站站长, 副研究员 贵阳 550002)

编者按 喀斯特地区生态环境演变和治理是当代地学、生物学、化学和社会科学等多学科研究的前沿热点之一。我国西南高原地处具全球意义的气候变化梯度之内,喀斯特极其发育,类型众多,分布广泛。中国科学院、国家科委、贵州省决定共建“岩溶生态环境综合实验站”,以振兴喀斯特地区的经济。本文是作者根据其在建站论证会上的发言整理的。论证会专家评审意见认为,实验站的研究方向明确,学术思想清晰、有新创见、具开拓性,研究范围和内容基本合适,研究方法和技术路线先进可行。本刊作了删节。

一、背景形势

我国云、贵、川、湘、鄂、桂、粤等省区,有一整块联片岩溶山区(主要是碳酸盐岩、石灰岩地区),是世界上最大的一片喀斯特(Karst)区,面积约50多万平方公里,约占我国国土面积的1/20,居住人口约1亿多。尤其是贵州,喀斯特分布更为普遍,类型多样,特征明显,面积达13万平方公里,占贵州总面积的73%,生活着约3000万人口。

该区的特点是:(1)与南斯拉夫、法国、意大利、瑞士、英国、阿尔巴尼亚、奥地利、美国、加拿大和越南等喀斯特地区相比,此地区人口多,生物量低,人民生活相对比较贫困。(2)岩石透水性强,“地下滚滚流,地表水贵如油”。(3)喀斯特山区成土缓慢(1厘米土/4000年)。(4)碳酸盐岩成土类别极为简单,为单一的红粘土和黄壤,有机质和氮、磷、钾比较贫乏,土质变化大,“十里不同天,百步不同土”。(5)植被特性是嗜钙、耐旱,植物群落结构简单,逆向演替快,顺向演替难。(6)生物多样性稳定遭破坏,许多珍稀物种濒临灭绝。(7)水土流失严重,自然灾害和地质灾害频繁,环境质量恶化,石化加剧。(8)矿产资源丰富,有煤炭、铝、磷,但矿产乱采,森林过伐,生态平衡严重失调,制约着国民经济的发展。现面临着治山、脱贫、致富的严峻挑战。

由上可知,喀斯特生态环境综合实验站是应运而生,应时而战,面临着艰巨而复杂的任务,肩负着历史的使命。

二、方向 and 任务

“喀斯特生态环境综合实验站”于1992年10月批准立项并投资建设,它的工作所依据的学术思想是什么?有什么特色?其方向任务如何?本文拟作一简要介绍。

1. 喀斯特生态环境的地球系统观——理论的基础

从地球系统中物质和能量循环的特点看,地球这颗行星,不同于其它已知的任何星球。地球产生后,由于地球物质发生了分异作用,使地球逐步分出岩石圈、水圈、大气圈和生物圈四个圈层。在地球的表面,有机体及其环境组成的一个薄层,即是生物圈——人类的环境。生物圈中的有机体形成相互作用的系统或群落,通过物质和能量的转化,与它们的环境相联系。生物圈的群落与环境,是由水、空气和有机体的运动而紧密联系的统一整体。并通过以水循环和碳循环为主的作用过程,捕获、贮存、转化太阳能,驱动地球表面系统的物质、能量循环代谢,发生各种地质化学、地球化学作用,包括喀斯特作用和光合作用。

2. 喀斯特生态环境的新概念——理论的发展

喀斯特生态环境,是特殊环境下的多学科交叉的生态问题,对其研究的重点是以碳元素为主的地球物质和能量循环过程及其效应。碳元素不仅存在于地球上,而且广布在宇宙中。根据光谱分析测定,在灼热的星球上,例如太阳外围温度达几千度的气圈中,碳元素不仅以原子状态存在,而且还有多种碳的化合物、碳氢化合物(如甲烷)、碳氮化合物(如氰),以及分子状态的碳(双碳等)。在恒星际寒冷的气态尘埃里,在大行星的表面,在彗星物质中,也有碳氢化合物的存在。在许多陨石的成分中也发现有碳氢化合物。喀斯特作用,可以看成是二氧化碳、碳氢化合物和碳酸盐的碳循环与二氧化碳、水、碳酸盐三项不平衡的开放系统耦联体系。由于物质和能量不断地运动,一方面产生了各种各样地表、地下喀斯特形态,有的保存在碳酸盐岩的表面,有的保存在碳酸盐岩的内部结构中,成为多种矿产资源场所和生态环境问题的源和汇;另一方面,由于地球的演化,地球上碳化合物,特别是碳氢化合物(有机物)为生命的产生提供了必要的物质条件,进而产生了光合作用系统。喀斯特生态环境视碳的循环是喀斯特作用和光合作用的核心。两种作用相互制约,彼此渗透,不断发展和变化,同时人类活动对它们也有着巨大的影响;而人类和一切生命又都依靠光合作用生存、发展,因此,人口的数量、人口的素质、人体健康长寿、经济的发展、环境保护、生态平衡,都与这个系统息息相关。

3. 喀斯特生态环境站的方向和任务——理论 的实践

综上所述,喀斯特生态环境综合实验站的方向和任务是:立足于贵州,面向喀斯特地区,以岩溶生态环境的地球系统观为理论基础,视碳的循环是岩溶作用和光合作用的核心为主导学术思想,开展岩、水、气、生命(包括人为因素)对地球系统中物质和能量循环的生态地球化学过程影响的研究,揭示岩溶地区发生发展的演变规律。探索生产力发展、生态和环境保护、能源的再生和利用以及社会经济效益四个方面协调发展的最佳模式。为石山地区的治理开发与利用及区域经济振兴提供实验基础,为进一步推广、辐射、带动经济持续发展提供示范。

三、研究领域

根据本站的方向和任务,主要开展以下几个方面的研究和试验工作:

1. 喀斯特生态环境中水、岩的地球化学问题

水是喀斯特发育的动力,不同水文因素与水动力条件以及不同的地貌单元,具有不同水文特征和规律,形成不同的矿产、水资源和生物资源。多种喀

斯特形态的形成,往往是喀斯特裂隙地下水的偏流作用,即不同水的混合溶蚀作用的结果,以及水中 CO_2 含量、水流的离心作用和水流的流速差等联合作用的结果。了解它们的规律,将为治理喀斯特山区提供基础资料。当前首先开展岩石—土壤—植物—大气系统中水平衡实验、观测,研究不同类型生态系统中的降水、地表水、土壤水、地下水之间的转换过程机理;植物需水量和耗水量,植物水分利用率及其影响因子;水分运动的动力学以及区域水分状况的预测预报。并利用元素、同位素技术和遥感资料进行区域水分动态监测、水资源调控管理等。

2. 调节大气成分的关键过程和影响生态系统的反馈。

喀斯特山区三相流作用对固体矿产的成矿和油气田的富集形成有密切联系,也与生态环境如渗漏、气爆、岩爆以及“全球变化”有着密切关系。喀斯特生态站将着重研究三相流中的气相流体与生态环境的关系。例如:(1)沉积作用逸出的 CO_2 。(2)地热与压力作用使水的汽化。(3)硫化物在嫌气性还原环境中产生的硫化氢。(4)生物和化学作用产生 CO_2 或 CH_4 气体。

通过上述工作,建立动态模型,为治理开发提供基础资料。

3. 生物多样性保护和遗传变异的稳定

现代生物多样性保护概念,包括绝对的保护和持续利用这两重含义,要求保护物种、亚种及遗传多样性和遗传变异的稳定性。我国是世界上名列前茅的生物多样性丰富的国家之一,搞好喀斯特山区的生物多样性保护和持续利用,必将是对全国以及全球的一项贡献。

我国国民经济和人民生活所需的食物和纤维质主要来自农业生态系统、森林生态系统、草原生态系统和水体生态系统,然而占我国大陆碳酸盐岩、石灰岩面积43%的贵州,生态系统严重失调,生物多样性遭到严重破坏,某些石山地区的生物量只有3~5%,人民获得收益的机会极少。加上人口的压力,人民生活一直处于贫困状态。极需找出相应的协调技术,使系统的功能和生产力得以充分发挥,使退化了的生态系统得以恢复和重建,为从根本上治山、脱贫、致富提供科学依据。

4. 发展利用 C_4 途径植物的研究

这类植物具有适应于热带和亚热带生态环境的特性。它们具有共同的解剖特点,可以借蒸腾作用的调节,丢失最少的水分;固定 CO_2 的效率比较高,可以重复利用光呼吸产生的 CO_2 ,从而提高收获量。

以上是基础性的主要研究项目,下面是在总结前人和群众经验的基础上,开展的几项应用开发性的课题。

5. 喀斯特生态系统稳定生产力的观测试验、示范研究

着重观测试验研究喀斯特山区农、林、牧、副、渔综合发展与环境和遗传因子在决定种群、群落生态系统组成的聚合与散发、结构与功能方面各自的作用,优选出相应的农业生态系统建设技术体系,开发生态新技术,建立生产力稳定的“生态农业”模式,绘制 1/1 000 生态农业操作图,作为因地制宜治理开发石山地区的“向导”。并为当前群众性的“坡改梯”、“绿色工程”等活动提供帮助,建立稳定的人工林、人工草地和合理经营的示范区域,使退耕还林、还草、还果、还药工作不至于“返潮”。

6. 因地制宜筛选适应喀斯特山区生长的植物品种(包括中草药)

这里不是指那些一般的、任何地方都能栽培生长的蔬菜、果树等,而是栽种特殊的适宜本地区的特产。包括珍稀树种、观赏花卉、食用药用真菌、蕨类和药材。使当地(流域)的水、土、光和热等在种植过程中充分发挥其效率并转化为经济优势。

7. 喀斯特地区土壤中氮消失及其防治的试验示范。

喀斯特地区土壤普遍缺钾,很可能是氮磷钾比例失调。通过脱氮作用机制以及植物营养元素之一的氮从土壤中消失规律的试验研究,试图找出有效抑制脱氮作用机制的微量元素肥料与氮肥一起施用,以便提高氮磷钾肥的利用率,为高生产力创造稳定的条件。

8. 喀斯特山区发展种植业和养殖业的试验示范。

四、治理开发石山地区的初步设想

喀斯特山区治理开发是个“硬骨头”,历来,人们看见“石山化”就“望而生畏”。由于森林过伐、草地过牧、水土流失严重、生态极端脆弱,治理开发是一项艰巨的、长期的、复杂的系统工程,短期实现的可能性不大。因此,治理开发将坚持“生态—环境—经济”相结合、“科学—领导—群众”相结合。因地制宜,坚持不懈,抓小流域,建生态村,走分期、分批、辐射、推广的步骤。

(1)对石山地区,彻底地“封山栽林”,进行石山“溶窝”和“缝隙”试验。按不同的海拔高度及石山的坡度、坡向、土层性质,利用植被不同的特征和功能,采取不同的生物工程技术恢复或重建生物群落。

(2)对山丘陡坡,设置林、灌、草固土保护障,培育生物结皮,建立“立体生物群落”,以林业为主,发展林特产品。治山植被的筛选品种有:白花刺、刺梨、珊瑚姜等。

(3)对缓坡山地,逐步实现“带水横流”、“退耕还草”、“退耕还果”、“退耕还药”,以畜牧业为主,改善草坡,种植优良牧草。

(4)缓丘及坝子以种植业为主,发展农副产品及加工业,在农、林、牧发展的同时,大力发展乡镇企业。

(5)建立生态农业:在某一特定的区域内根据生态学原理规划、组织和进行农业生产,不断提高太阳能的利用率、生物能的转化率以及氮气资源的转化率,提高蛋白质的利用效率,加速能源物质在生态系统中的再循环,使其达到理想的指标。生态农业以保持并改善系统的生态动平衡为总体规划的主导思想,因地制宜地合理安排农业生产结构和产品布局,以尽可能减少输入(包括燃料、饲料、肥料及其他原材料的输入)。通过提高太阳能的利用率,促进物质在系统内部的循环和多次重复作用,以求得尽可能多的(农林牧副渔及其加工产品)输出,获得生产发展、生态和环境保护、能源的再生和利用、经济效益四个方面的综合治理效果。

通过治理要求达到下列目标:(1)综合治理程度逐步达到 80%以上,造林符合规定密度,成活率达 80~90%,覆盖率达到 50~60%;(2)林草面积要求达到宜林宜草面积的 80~90%;(3)防洪效益显著,减灾效益达 70%以上;(4)当地群众平均收入增加 50~100%;(5)推行农田基本建设、水利建设、良种及堆肥措施,改广种薄收为集约经营,做到粮食自给,略有剩余。

五、技术路线

喀斯特生态环境的演化,是地球系统演化的一个特殊形式,但它具有系统的共性——运动代谢作用。主要是三大类物质:无机营养物质、有机食物和其他化学物质,共用运转于有机体和环境之间。它涉及到自然环境、社会(包括人)和生态三大方面,其特点是各项参数的多变性,观测试验的多界面特征,不同物质的运转速度和库量静态模式各异等。要完成上述目标任务,必须在较大的区域内进行多学科的长期的定位观测、试验、研究。着重研究环境及遗传因子在决定种群、群落生态系统组成的结构和功能方面各自的作用。为此,需采用以下比较生态地球化学方法:

(1)梯度途径:固定遗传变量,观测研究相似的生物种随环境梯度的变化。环境梯度包括:温度、湿度、水(降水、地表水、地下水、植物水等)、岩石(孔隙度、裂隙、侵蚀率、风化等)、土壤养分状况和大气痕量物质影响生态系统的反馈等。

(2)类比途径:最大限度地固定环境因子,比较

(下转第 51 页)

力投入修筑梯田在内的一整套能有效利用有限降雨和防止水土流失的旱作农业技术。3. 持续开发和保持的农田水利建设和水利工程。4. 实行劳力密集的有机农作,使养分在封闭(小农)系统内通过各种形式循环利用,典型的如南方的“桑基鱼塘”系统(洼地起台田种桑,桑叶喂蚕及湖羊,蚕粪入池喂鱼,羊粪肥田,鱼粪再还桑田),并籍大量种植豆科绿肥和水生植物(多数具共生或非共生生物固氮功能)不断向土壤输入氮素。

然而在始于 60 年代中期的向现代化农业缓慢过渡的过程中,由于观念的变化以及比较经济效益的作用,上述传统农业的积极面正在被迅速抛弃。对增加水、肥、农药等投入反应敏感的高产作物品种大批育成应用,灌溉水、化肥、农药、燃油的用量猛增;特别是在沿海发达地区和大中城市郊区,农业机械化和集约化养殖业早已初具规模。这种发展趋势基本上是仿照发达国家已经完成的“常规农业现代化”模式进行的。由于对粮食生产的巨大压力,以及缺乏对国际农业发展的深入研究,很少有人考虑按这种已经在发达国家出现问题的模式来发展中国农业,可能会引起什么样的资源、生态和环境问题。

应当看到,新中国是在一个资源“家底”薄、生态环境经千百年破坏,尤其是近百年动荡的“先天不足”的基础上建立起来的。中国不可能也不宜强求发达国家在完成常规现代化进程中所获得的廉价大量进口石油的资源条件。由于人口众多,人均资源(包括商品能源)占有量远远低于世界平均水平,中国承受不起发达国家那种“先污染、破坏,后治理”的现代化模式造成的后果。还应清醒地认识到,中国若走常规式农业现代化路子,客观上存在着不少难以克服的硬约束。这类硬约束包括:第一,农业大量使用商品能源的前景并不乐观。自 70 年代初悄然进入所谓“石油农业”时代以来,以化肥、农药和农机制造及燃油、电等形式对农业投入的商品能源,平均年增率超过 10%,而国家中期一次商品能源生产增长规划所计划的增长率仅 3.7%。近五年实际执行结果均不到 2.5%。第二,生产被很多人寄与巨大希望的优质(高浓度、复合)化肥所必须的磷、硫、钾矿及天然气的储量、品位及产量均很不

理想;至今每年还要花近 20 亿美元进口占化肥总用量四分之一的这类化肥。第三,水资源严重不足构成的投入“瓶颈”,已为越来越多的人所认识。被公认为是今后农业增长潜力最大的黄淮海地区,粮食种植面积占全国一半,而水资源量仅占全国总量的 14.4%。第四,高投入和集约经营正在引起日益严重的污染。仅以占商品能源供应七成以上的煤的燃烧为例,其造成的二氧化硫和烟尘即分别占总量的 80%和 90%。特别是我国多数地区的煤质低劣,有的含硫量高达 17%。而目前占国产化肥产量 70%的近 2 000 个“小化肥厂”完全是依赖燃煤。由于水体受到来自化肥和厩粪的硝酸盐严重污染,发达国家已对单位面积耕地允许的施化肥氮量及养畜(禽)承载量作出严格的限制,例如化肥氮每公顷每年不准超过 225 公斤,每公顷负荷的畜禽不得超过 40 个羊单位,并法定厩粪要经妥善保存和处理。而我国一些沿海经济发达地区和城郊,每公顷耕地年施氮量竟已高达 600 公斤,单位面积负荷畜禽的数量亦远远超过 40 羊单位。中国农药的年用量(1991 年为 25 万吨)也早已跃居为世界第二“大户”。第五,对农业的投资不论来自国家、集体和个人均严重不足,国内市场对农产品的需求中近期内难有大的增加,造成农产品“卖难”。第七耕地严重不足,劳力严重过剩的“负面制约”(发达国家是劳力短缺)。这些硬制约因子迫使人们寻找一条替代途径:即既要保证农业生产持续上升,又要尽可能节约投入,并力图使现代农业引起的消极影响减到最低程度。正是在这一点上,“持续农业”思想能给我们以有益的启示。

基于以上分析,中国农业持续发展的战略可确定为:1. 各级都在资源普查和农业区划的基础上制订兼顾发展和环境、资源的总体和长远发展规划。2. 完善有关资源和环境保护的法律和法规,重在有效实施。3. 发展资源和环境的科学技术,大力增殖可再生资源;确立资源高效率利用和多层次开发的战略。4. 普及和强化生态、环境和资源意识,改变各类短期行为对决策的干扰。5. 调整不利于维护资源和生态环境的政策。6. 进一步深入研究和推广把中国传统农业精华同现代科技结合为一体的“中国生态农业”。(责任编辑 蔡 今)

(上接第 31 页)

相隔较远的区域内,不同系统发生的种群行为。

(3)调控途径:系统中“喀斯特作用”和“光合作用”的定向模拟。

(4) C_4 途径:喀斯特山区发挥 C_4 植物固定 CO_2 的效率,以增加收获量(基因工程)。

(5)应用同位素氘、氕和氧-18 技术,研究喀斯特水循环和大气降水、地表水和地下水相互转化关系;应用喀斯特水文地球化学方法,尤其是应用热力学原理和喀斯特水的电导率及 $CaCO_3$ 饱和度,评价喀斯特水的侵蚀性。(责任编辑 王宏章)