

农业与自然环境（区域问题）

Л.И.库拉科娃 Э.П.罗曼诺娃 А.М.里亚布奇科夫

莫斯科大学地理系会同其它系以及苏联科学院一些研究所的科研人员用四年的时间完成了苏联—联合国环境规划计划——“农业对自然环境的影响”。该项计划的主要目的是分析不同的自然与社会经济条件下农业生产对景观作用的特征，研究自然—人为过程出现的原因、规律和形式，它们对农业景观生产量的影响，指出农业景观最佳化利用的可能途径。这项工作采用的比例尺极小——1:15000000。这给调研的详细程度带来一定的局限性，不过却使我们能够看到问题的全貌，弄清农业与自然环境的全球性和大区域性相互作用的规律。

人类通过土地利用对景观产生作用，其中主要有三条渠道：获取部分生物产品；破坏或者有目的的改变非生物环境；向景观投放外来物，其中包括有毒物质。根据景观资源再生产功能，伴随农业土地利用而来的后果可以划分为三类：（1）有利后果，即通过积极参与控制生物循环和物质—能量消耗过程来提高农业景观的生产量，使之不论在生物方面还是在经济方面都能通过原始景观的生产量；（2）中间后果，它不会引起自然综合体的严重改造或生产量的下降；（3）不良后果，能引起农业景观功能作用的严重变化，导致生产量下降、内部关系的破坏、结构的改变、退化。不利过程一般出现在自然综合体的特征与经营制度之间存在着明显不相协调的地区。

发达国家与发展中国家，二者的农业对环境的影响后果有显著的差别。发达国家拥有巨大的能力增加集约化农业生产投资，使这里出现较多的良好变化，变化的水平不仅有地方性的，而且有区域性的。这对于发展高效高产农业有着重大的意义。在一些地处温带的国家，甚至可以谈得上佳化的农业生态系统。例如在欧洲，有1/3的耕地的水状况由于灌溉和排水而得到改善。这里普遍开展合理的土壤熟化工作：大量施用无机和有机肥料、植物生长激素、防治病害的农药，从而明显改变了农业景观营养物质的循环和平衡。在自然环境中，限制生物群落生物生产量的通常是自然积累起来的生物营养物质的储量，而土壤肥力则取决于土壤内部矿化过程的速度；取决于生物营养物质固定量是否超过由于淋溶、侵蚀冲刷、脱氮造成的损失量，等等。随着收获农业群落中每年会失掉部分生物营养元素。

施肥使农业景观获得强大的补充营养物质流，填补了收获时失掉的营养元素。此外，在这种情况下，作物的收获量与其说取决于土壤中生物营养物质的储量和有机物的矿化速度，不如说决定于施肥的数量、种类和方式。土壤疲于施肥，成为肥料的传输者，结果逐渐板结。原始的即天然的肥力不再起控制景观生产量主要因素的作用。因此，在欧洲的许多地区，在冲刷的或生产量较低的灰化土壤上，由于富含大量的有机和无机肥料，都具有我们这个星球上破纪录的产量。

在世界上，欧洲土壤施放的无机肥最多。例如在1984年，这里施NPK超过了220公斤/公顷，几乎相当于美国的2倍，亚洲和非洲国家的10—15倍。但是，大部分化学肥料（其中包括氮肥）是不同种类的酸盐，过量的投放导致土壤的强烈“酸化”，降低了土壤溶液的PH值。这种酸性环境加快了有机物的分解和淋溶。这类过程在欧洲许多国家老的耕地中发展尤为明显，它使宝贵的土壤层部分—腐殖质遭到损失。结构破坏的土壤开始“扬尘”，在机械作用下变得极其脆弱。这种现象被叫做去腐殖质作用，目前在欧洲、北美和亚洲的许多国家都可以见到。同这种现象作斗争的措施目前仅仅是开始制定，其目的在于建立特殊的、适应性的耕作制度来减少无机肥料的投放量。问题的产生还与使用重型农业机械有关。粉碎、耙压和犁耕恶化了土壤结构和作物的营养条件。这类情况在美国大平原、苏联草原和半干旱草原以及中国尤为突出。

为了防治集约化农业带来的不良后果，发达国家耗费了大量资财进行综合的科学考察，研究新的工艺，开展恢复土壤肥力的工作。

在发展中国家则是另外一种情况。影响农业与自然环境相互作用的主要因素有：土壤自然生产量低下且不稳定；一年生作物的连作制与热带自然条件在生态上的不协调性；集约化农业对自然环境的影响即复杂又矛盾：由于毁林种田而产生局部的、区域的和全球规模的不同后果，其中主要是不良后果。下述情况所起的作用也不容忽视：有的自然保护方法，在温带很有效，但在热带并不总是如此。这既与热带景观特征研究较差有关，又与热带景观的稳定性和适应性不高有联系。在发展中国家，农业集约化实质上是单一战略和单一趋势——生产集约化的重要组成部分。追求以最小的代价实现农业集约化，其结果是集约化工艺本身诱发景观中不良过程的产生。例如，在大多数情况下，在实现大的经济计划过程中，自然保护措施由于财政不足或者根本不能制定，或者被放置在二期工程中实施，即执行集约化措施的直接的、短期的利益代替了长远的利益（自然保护措施的实现）。典型的例证是，在建设灌溉系统时缺少砌边的水渠和相应的排水沟。结果出现了土地的二边盐渍化、地表水和地下水的矿化，最终，经过10~15年——农业用地完全退化。在其他情况下，土地利用集约化的提高，即靠培育早熟作物追求1年之内收获2—3季（但却不相应增施肥料），使生物循环的加速达到不能容许的程度。实质上，田地常常是同时进行几种生物循环，土壤失掉的营养物质明显大于1季收成的损失量。这必然加快土壤矿物质的枯竭和土壤结构的破坏过程。

发展中国家常常是在实现农业集约化和解决与之不可分割的问题（如粮食问题）的背景下，准备缓和尖锐的生态形势。结果产生了封闭式循环，环境状况恶化，从而给经济增长增添了新的困难。

在发展中国家自然资源和农业景观退化的情况下，在产生危机中起作用的是社会经济因素，首先是居民贫困、土地少和农业形态落后。60—70年代“绿色革命”的经验已经证实了这一点。其主要策源地是墨西哥和南亚人口稠密的地区，其中包括巴基斯坦、印度和菲律宾。在这些国家里，小麦、高粱、水稻的产量明显提高，种植面积也有增加。但是尚在70年代中期“绿色革命”便迟滞不前，策源地的特征明显地显露出来——高产品种的比重由0.3%（老挝）波动到43.5%（菲律宾）。但是75%的亚洲产业几乎和整个非洲一样，未触及这场革命。这样，发展中国家的社会形势一方面限制了那些大产业进行改革的气氛（它们有能力采用新工艺）；另一方面这种形势又促进了没有竞争能力的小土地所有者的破产和矛盾的尖锐化。最后一点，发展中国家在世界贸易系统中的从属地位以及其中许多国家的出口目标，同样干扰了在优化生态的基础上整个农业集约化的有效实施，且在许多情况下加深了局部的和区域的生态危机。

发展中国家传统的社会与经济体制对环境的影响具有特殊的作用。这种体制的改革，即“现代化”，在许多情况下遭到失败。一方面，不论是实施改造还是自然保护，都需要大量的财政投资。另一方面，这种改造常常遇到居民的对抗，其中主要是那些保持着部落结构的民族。此外，期待的粮食增产往往被减产所代替（这是伴随传统的社会经济结构的破坏而出现的）和人口大量流向其他地区。

采用新的工艺措施对伐林烧荒耕作和游牧业有特殊的破坏作用，因为二者与自然环境的关系密切，集约化的可能性极其有限。此类体制是这样形成的：它们除了生产农产品，同时还要完成自然资源再生产的任务，所依靠的条件是，每一个具体的景观都有十分固定的轮作循环期、放牧期、游牧季节、畜群的大小，等等。破除这些制约于生态需求的基本习惯，导致了生态平衡的破坏、破坏性的自然—人为过程的发展、生态系统生产量的下降直至完全退化。结果，在大多数发展中国家形成了生态危机的趋势。不良的自然—人为过程在发达国家尚属局部性的问题时，在发展中国家则已带有区域性特征。其表现是土壤普遍退化，60—80%的耕地二次盐渍化，侵蚀速度加快，

砍伐森林和开垦集水区引起洪涝，尘暴、干旱频仍，取水灌溉造成水资源枯竭、水质污染和沉积，流行病在一些新灌区增加，等等。

某些自然—人为过程在整个热带地区普遍存在，且呈现出局部地带性特征：无林化、稀树干草原化、沙漠化。无林化过程在热带表现最为显著。据联合国粮农组织估计，在暂短的历史时期内（最近100年内）有3亿多公顷森林被毁掉。20世纪下半叶热带森林的消失速度明显加快——最近30年里毁掉1.8亿多公顷。对于潮湿热带森林来说，这个指标为1100万公顷/年，整个热带森林为1600万公顷/年，70年代中期达到2000万公顷/年。森林毁灭速度最快的是西部非洲、东南亚、中美洲。在亚马孙河流域，清除雨林开辟牧场是借助凝固汽油进行的，毁林速率为1500万公顷/年。发展中国家人口的增长导致居民由人口过多的平原区向山区迁移。结果加快了山区无林化过程。例如在哥伦比亚安第斯山脉东坡，为了伐林烧荒种地，砍掉了大面积的森林。在埃塞俄比亚，伐林速度为10万公顷/年，结果在15年内森林面积由占国土的25%减少到4%。喜马拉雅山森林面积最近30年里减少了40%。专家们认为，在无林化速度较快的地区，在20世纪最后10年中森林将全部消失或变成木本—灌木丛林。在森林采伐速度不很快的地区，等待这种结局的是21世纪初易采伐的林区。以现在的利用速度，热带所有易伐森林预计在21世纪中叶被砍光。

伐光森林是一种“下滑机制”，它导致整个自然—人为过程都运转起来，使农业土地生产量急剧下降。请看，侵蚀的强度明显增大：土壤冲刷速度提高5—10倍。与土壤一起冲走的有植物需要的重要营养元素，这恰恰是热带土壤所缺少的物质：矿物营养元素枯竭，产量下降。冲刷的物质沉积在河流低势部位、水库和灌溉系统，使它们的使用寿命缩短25—50%，而河流变得不利于水利建设、供水、运输和水产养殖业。河床淤积意味着河流通行能力的减退，从而很快影响到洪涝期、洪涝频率和洪涝规模，进而是洪水给居民和生产带来的损失。无林化同时又影响到当地的气候。干旱土壤具有比森林明显较高的反射能力，其上空的降水概率由于凝结点较高而显著下降。因此干旱和干热风加强。此外，热带森林土壤具有所谓的“海棉效应”——吸收并逐渐释放大气降水的能力。农田土壤不具备这种特征，特别是侵蚀土壤。因此，在植被全无的土地上逐渐形成了干旱条件。土壤干旱、贫瘠和冲刷导致耕地完全失去生产能力而被抛弃。但是，真正的森林要在这种无地力的土地上恢复起来已经成为不可能，占据其位置的是稀落的林木和灌丛，即通常所说的稀树干草原。过去发生的“稀树干草原化”同样获得了局部地带性特征。这类次生稀树干草原的广阔空间出现在亚洲、非洲、美洲、南美洲的热带地区。有些国家把它用作牧场，但是这类牧场的生产量很低，因为热带草类缺乏蛋白质和微量元素，特别是在干旱季节，其营养价值甚至连稻草也不如。在这样的地区建立改良牧场种草，需要耗费巨大的投资。

此外，在次生稀树干草原上，不合理的利用很快会导致沙漠化过程的发生。因此说，土地的“稀树干草原化”乃是沙漠化的前奏，虽然沙漠化过程在其他类型的景观中也能发生。沙漠化，目前是半干旱地区自然资源过度利用的结果，常表现为植被缺乏，土壤贫瘠，水资源恶化，景观生产量明显下降。发生沙漠化过程的主要原因是，在大气降水相对较高的年代牧场的负荷过重，中间过渡状态的土地过度开垦而在干旱年代被抛弃。如在印度，在温度较高的年代，60—70%这样的荒地开垦，所有木质植物都被当作燃料，同时许多植物被连根拔除。裸露无防护的土壤遭到破坏和风蚀，大地上形成了与沙漠近似的环境。非洲（120万公顷）和亚洲（106万公顷）的沙漠化规模尤为广大。人为起源的沙漠目前在地球上已超过900万平方公里（仅次于中国的领土面积）。

沙漠化的危险在于，它的不良后果远远超出了直接受害地区之外。这是一个十分活跃、自动发展的过程。在这种情况下，从实践的和生态的角度看，土地的退化有可能变成不可逆的过程。由此看来，如果沙漠化过程以目前的速度持续下去，受其威胁的干旱地区人口可达到6—7亿人（地球人口的1/6）。

每年约有700万公顷的耕地被侵蚀和风蚀无可挽回地毁掉。这个数量的土地可供养2100万人

口。侵蚀过程加速表现在海洋中侵蚀携带物的增加,近50年里达到8倍,70年代达到240亿吨/年,到本世纪末将增至580亿吨/年。热带地区的侵蚀更加强烈。促进这一过程的是切割地貌占优势、成片采伐森林、易受冲刷的大的风险地壳、倾倒式的降雨加上强烈的季节性潮湿。按单位面积上固体流的大小(3962吨/公里²),亚洲明显超过其他大陆。印度和巴基斯坦侵蚀和风蚀更加强烈—约1.4亿公顷。

在非洲,侵蚀造成的土壤流失达715吨/公里²。赤道以北各国的土壤均遭到破坏,其中包括埃塞俄比亚和索马里。在东部非洲的卢旺达、布隆迪、马拉维、肯尼亚和乌干达的山区,侵蚀尤为猖獗,平原地区也存在危险。在南部非洲,来索托和斯威士兰的土壤冲刷已成为国家的大问题。津巴布韦和南非也面临着严重的侵蚀问题。

在尼日利亚东部,人口密度的增加(由150到230人/公里²)和土地休闲期的缩短(由15年到1—2年)导致线性侵蚀,冲沟深达100—400米。在南美洲,集约化土地利用过程中侵蚀速度加快问题也很尖锐。例如在墨西哥,最近10—20年里有80%的耕地发生侵蚀过程,70年代中期受破坏的土地达20万公顷/年。萨尔瓦多45%的土地遭受风蚀,委内瑞拉—64%,哥伦比亚—50%。智利有3/5的土地受到风蚀,乌拉圭、阿根廷、巴西的侵蚀也很严重。由于伐林种地和开辟其他种植业,亚马孙平原的侵蚀冲刷竟然增长30倍。重要的植物矿物营养元素也随土壤一起流失,它们是热带土壤所缺乏的物质。由于热带土壤结构破坏,有时地表出露砖红壤地壳;收成下降,以致土地被抛弃。结果产生恶性循环,其中产量下降迫使更加强烈地利用土地,一年收获2季,可能的地方甚是3季,从而进一步加快了破坏过程。

在山前和平原地区有冲刷土壤的坡地上,灾难性洪水频繁,洪水毁灭庄稼,有时成为上万人口的死亡之因,使许多居民无家可归和失掉生存的条件。从农田冲来的土壤沉积于河床、水渠以及水库。

亚洲、拉丁美洲的许多国家都在同侵蚀作斗争,非洲则很少。但是,实施综合规划却受到社会经济因素——居民贫困、耕作制度不合理的阻碍。

在作用上属于第二类的退化过程—灌溉土地的二次盐碱化、沼泽化以及灌溉侵蚀、土壤破坏、收缩板结围绕着灌溉农业。世界上灌溉农业的面积在2.3亿公顷以上(其中亚洲占1.7亿)。据联合国粮食组织估计,世界上有一半的灌溉土地发生盐渍化,其中巴基斯坦—75%,伊拉克、叙利亚、伊朗、塞内加尔—50%以上,埃及—44%,印度—20%,秘鲁—33%,阿根廷—25%……。因此,每年有12.5万公顷土地退出利用。出现这种情况的基本原因是,世界80%的灌溉农业灌溉工艺古老陈旧、效益不高,缺少相应的排水渠,灌水标准过高。灌溉消耗了大量的水资源。在热带地区,灌溉耗水量占用水量的70%以上,其中2/3属于不可恢复的损失。在亚洲,农业占用水量的88%,非洲—72%,南美洲—70%。

由于用水的增加,某些地区水资源枯竭,水质恶化,出现严重的水危机。在印度中部,灌溉用水几乎彻底耗尽。这里正在探讨跨域调水和海水淡化问题。旁遮普水资源紧张的原因之一是印度和巴基斯坦之间多年的政治冲突。在幼发拉底河流域,伊拉克、叙利亚和土耳其面临着尖锐的分水问题。这里用于灌溉的水量约占幼发拉底河流量的90%。由于流量的缩小,稀释从灌溉土地排出的严重盐渍化水的可能性减少,海潮则沿河川倒灌(除幼发拉底河,比较突出的是伊洛瓦底江、湄公河、湄南河)。这一切导致河水强烈矿化。摆脱困境的出路是从底格里斯河向幼发拉底河调入部分河水。但是,该地区政治不稳,使得这个问题目前很难解决。

干旱和半干旱地区国家水资源枯竭,迫使它们转而强烈地利用地下水、淡化海水和地下矿化水。但是,用劣质水灌溉要求建立新的灌溉系统,因为用旧工艺灌溉孕育着更大的危险后果。为避免这种情况,必须改进灌溉工作:降低过高的灌溉标准,减少水库、水渠和灌溉网中的蒸发量和渗漏损失,用现代浇灌代替老化的灌溉技术,减少土壤水的蒸发量,等等。最后,与干旱、半干

旱区灌溉有关的是疟疾、血吸虫病、“河盲”的传布，其他病毒性疾病的突发和流行。

农业化肥化水平在发展中国家目前还不高：使用化肥的总量占世界化肥产量的15%，农药则更少，尽管农作物病虫害造成的减产占总损失量的50%。同时，发展中国家使用的化学农药在危害生态方面远比在发达国家使用的农药强烈。例如DDT，早在70年代大多数发达国家已禁止使用，而在非洲和亚洲每年用量在1万吨以上，在南亚，其生产和消耗量仍在继续增长。巴西使用的农药最近10年里增加了380%。在秘鲁、阿根廷、萨尔瓦多，农药的使用也在增加。因此在这些国家里硝酸盐污染土壤的情况加剧，土壤生物受抑，河流、水域和墨西哥湾受污染。

由此产生的地表水与地下水污染对热带地区危害更大。这里的河流、水井是饮用水的主要水源，常常是不经净化就被利用。此外，在高温下农作物需水量增加。有毒物质也在增加，它们被农作物吸收富集，从而直接威胁到人的健康。

当然，热带也有从事农业带来有益后果的事例，但多数属于个别情况，不能左右整个形势的发展。这类事例在广阔的热带农业景观中只是斑斑点点。一方面，这是一些巴布亚式的圆圈（最古老的土地利用形式）—多层次的农业植物群落，其结构是模仿潮湿热带森林，生产量（折合能量）是热带稻田的1000倍。另一方面，又是阿拉伯半岛高度工业化、集约化的农牧业，这里拥有庞大的能源资金补助和相当高的生产量。由此可以看出，最佳化土地利用的可能途径是：或者尽最大的可能去服从“生态命令”，或者付出巨大投资，去补偿和清除不良后果（排水、脱矿物盐等等）。热带的“稻田景观”同样具有保护资源的作用，这里甚至可以见到众所周知的肥力的自我维持和山地梯田景观。但其生产量都不高。

农业活动的一个重要后果是景观结构的根本改造。在多少个世纪的社会与自然界相互作用过程中出现的农业景观，今天已占陆地的一半，生产的粮食占人类需求量的4/5。随着农业生产的集约化，作物轮作周期、牧场面积、“缓冲带”的缩小，连作的不断增长，大面积的土地变成了单一类型的景观区。例如，加速的侵蚀破坏了生境，从而导致适应新条件的植物种冲破从前阻碍其发展的、先天的自然壁垒而广泛地扩展开来。集约化栽培量不大的农作物供应世界市场，导致作物基因储备的短缺。单一的农业化学手段（如栽培水稻）、用作牧场时饲草的选择也会引起农业景观的趋同。结果形成了这样一种状况：农业景观类型单一，它们相互距离上百上千公里，由生态上和生产经营上相同的成分构成，如小麦带、玉米带、“棉花带”；在热带则出现水稻景观区、山地梯田区等景观。世界某些地区很早以前就发生的农业景观趋同过程，应当看作是农业生产集约化的不良后果。因为正是在这样的条件下才更加广泛地出现了破坏性的自然—人为过程。

联合国环境规划中的研究工作，无论在何种情况下都不可能完全解决这类复杂的问题。必须进一步开展综合性的地理学考察研究，其中既要树立佳化农业土地利用的思想，又要有目的地全面获取实际资料，大多数国家恰好缺少这方面的工作。农业（或其他类型的土地利用）作用下环境变化的预测研究和预防不利后果并与之斗争的正面经验的研究，不论对发展中国家还是对整个世界，都将具有极其重大的实际意义。

戴国良译自《Геогр. и прир. ресурсы》，1988，No. 1.