

# 土壤退化及其防治\*

赵其国

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

本文对土地退化的涵义、危害、类型及人为活动对土地退化的影响和土地退化的防治进行了全面地阐述。

土地退化对人类生存、全球环境及农、林、牧生产已产生巨大影响。因此,从全球出发,对我国土地退化及其防治进行研究,具有重大的理论及现实意义,也是当前的一项紧迫的任务。

## 一、土地退化的涵义

土地退化是指人类对土地不合理的利用而导致土地质量下降乃至荒芜的过程。其影响可概括为:(1)直接损坏生态系统的生产力;(2)通过水分与能量平衡交替,对全球气候及C、N、S、P元素循环产生影响;(3)加速森林破坏、土壤侵蚀、水体污染及温室气体向大气扩散等。纵观历史,埃及与印度等国的古代文明是凭借其肥沃的土地而兴起,而西印、西亚及中美不少地区却毁于土地退化。据联合国粮农组织及环境规划署1986年统计,近千年来,全世界已退化的土地达20亿公顷,当今每年退化的土地达500—600万公顷,若按此速率计算,今后20年将有1/3的可耕地沦为荒地,如不采取防治对策,世界上117个发展中国家将平均减产19%,到本世纪末,东南亚地区将只能养活其85%的人口。

我国农业耕种历史悠久,据 $^{14}\text{C}$ 断代,我国西安半坡遗址内发现的谷物距今已有6000年;浙江河姆渡遗址内发现的稻谷,年代为 $6690 \pm 175$ 年;南方石灰性水稻土施用石灰的历史也达1600年,证明我国数千年的生产活动,加速了土地的进化过程。但另一方面,由于人增地减的矛盾及对土地的不合理利用,造成土地退化,现有耕地中具有低洼、盐碱、风沙、干旱及水土流失等障碍因素的达5亿多亩;耕地每年被占用达1000万亩;因肥力减退而减产达3成的耕地有3亿多亩。

## 二、土地退化的类型

土地退化的核心是土壤退化。按其过程,土壤退化大体可分为3大类,即物理退化、化学退化及生物退化(图1)。

(一)土壤物理退化 包括侵蚀沙化、紧实硬化及铁质硬化。土壤侵蚀是在人类活动影响下,由各种营力作用引起的土壤物质移动而导致土壤退化的过程,它是土地退化的主要表现形式。据统计,世界耕地侵蚀面积达2500万平方公里,占总耕地27%。每年因侵蚀作用而毁坏的土

\* 本文曾在1990年11月全国土地退化学术会议上宣读。

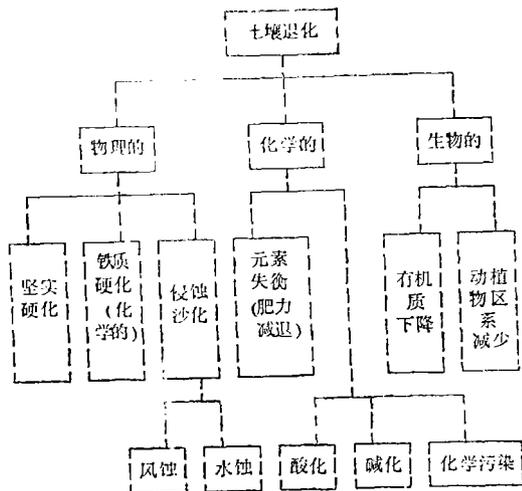


图1 土壤退化的3大类型。

出现脱硅与铁结核化等。

**(二)土壤化学退化** 主要表现为土壤元素失衡及盐化、碱化、次生盐渍化和化学污染等。所谓土壤元素失衡，是指耕地在只用不养及管理不当的条件下，土壤养分含量不断下降的现象。例如，我国东北黑土在不施肥情况下，开垦10年后，全氮含量由 $3.3\text{ g kg}^{-1}$ 降至 $2.6\text{ g kg}^{-1}$ 。开垦50年后，又由 $2.6$ 降至 $1.5\text{ g kg}^{-1}$ ，从而使小麦产量相应减产30—50%。土壤酸化、碱化、次生盐渍化及化学污染也对肥力及产量产生不良影响。

**(三)土壤生物退化** 有机质含量减少及土壤动物区系破坏的过程。我国沼泽化黑土，土壤有机质在只用不养情况下，耕垦10年后，其含量减少31%，耕垦50年后减少55%。土壤动物区系的退化，热带地区比温带地区明显。土壤污染也加速了土壤生物退化。

### 三、人为活动与土地退化

**(一)乱砍滥伐森林加重了黄土高原的水蚀** 近30年间，我国黄土高原人口增加1倍多，森林又遭砍伐，子午岭森林线已后退20公里。据统计，黄土高原每增加1人，即要开垦3—5亩土地，近30年陡坡开垦面积已达6—10万平方公里。在此情况下，水蚀必然加剧，土壤侵蚀量已由百年前的13.3亿吨增加到22.3亿吨，不仅影响生产，同时还危及人民的生命安全。

**(二)人口增长加剧草原风蚀沙化** 建国以来，在半干旱农牧交错地区已有13亿草场发生沙化，约占全国草场的1/3。乌兰布草原南部的商都县，百年前(1885年)纯属草原，本世纪20年代开始移民，到80年代人口与耕地均增加了4倍，而草原面积却减少了一半，还有1/3的耕地发生沙化。近年来，沙化面积每年净增2100平方公里。可见，防止土地沙化的任务是何等紧迫。

**(三)不合理的灌溉引起干旱半干旱地区的土壤盐渍化** 我国华北平原，在50年代，盐渍土的面积仅为4000万亩，后来，由于不合理的灌溉及耕种，加速了次生盐渍化发展，盐渍土面积竟增至6000万亩。1954—1974的20年间，内蒙后套地区的盐渍化面积增加了43—47%，盐斑面积每年以1—3%速率增加。据统计，我国现有盐渍土面积达14.9亿亩，其中有潜在盐渍

地有600—700万公顷。土壤侵蚀分水蚀与风蚀两种。我国土壤水蚀主要在西北黄土和南方丘陵山区，其面积为150万平方公里，占全国土地面积1/6，平均流失土壤达50亿吨，相当于每年毁坏1500万亩土地。风蚀是与沙化过程相联系的，我国干旱半干旱地区，涉及11个省区，面积达149万平方公里，其中对农牧交错区有直接影响的风沙化面积达33.4万平方公里。

紧实与硬化，是土壤在机械耕作及侵蚀影响下，结构变坏孔隙降低的过程。例如，我国太湖地区曾因推行三熟制，几乎使80%的水稻土出现紧实和粘闭现象；东北黑土，在大型机耕下出现压实现象；热带、亚热带地区的红壤，在不良耕作与侵蚀的影响下，出

化土壤达2.6亿亩占17.5%，耕地中有盐渍土1—1.2亿亩，是我国农业生产中的一大隐患。

**(四)复种指数高导致农业地区土壤肥力减退** 土壤中有效养分的含量是有限的，氮可供作物用20—40年；磷10—20年；钾80—130年。东北黑土，耕垦10年后，土壤有机质明显下降，经100年后方可趋于平衡。据分析，土壤耕垦10年后，腐殖质含量减少了31%，耕垦50年后，减少了55%；太湖地区由于盲目提高复种指数，耕层变浅，犁底层增厚，水稻产量减少50%。

**(五)大量工业废渣及农药污染了土壤** 据统计，我国部分工业废渣就占地达84万亩，其中占耕地11万亩。此外，受农药污染的土地也高达2亿多亩。这些人为造成的污染，对土壤生产力、人类健康与环境均有严重影响。

**(六)采伐量过大破坏了森林草地** 我国目前的森林采伐量较生长量高11%，高于采伐量的43%，更新量仅占采伐量的57%；而近年来草地每年退化约1000万亩左右。

**(七)非农业用地侵占了大量耕地** 土地被侵占也是土地退化的一种重要形式。50年代初期，全国有耕地14.7亿亩，1982年耕地为16.5亿亩，尽管耕地有所增加，但由于每年被占用的耕地达700万亩，所以，到本世纪末我国耕地面积将要减少1.5亿亩，人均不足1亩。土壤生产力虽可以提高，但土壤资源潜力有限，耕地一旦被占，生产资料不再复得，加剧人增地减的矛盾，问题的严重性可想而知。

#### 四、土地退化的防治

**(一)因地制宜，综合治理** 应将土地资源、生物资源和环境条件统一起来采取综合治理措施。首先，对生态平衡失调地区进行因地制宜的综合治理。例如，黄土高原应以水土保持为中心，禁止陡坡开垦，种草造林提高土壤肥力与作物的单产；黄淮海平原应提高土壤肥力与复种指数；南方丘陵在防治水土流失基础上，要大力发展经济作物，实行农、林、牧全面发展；北方农牧交错区，应禁止毁草造田，采用乔、灌结合及培植草地以治理风沙；热带地区应增加自然保护，注意立体垂直布局。第二，按生物气候特点，合理安排农业布局，除东部为农区，西部为牧区进行区域生产外，在有条件地区实行集约耕作。第三，注意农、林、牧、渔全面发展，进行改土治水等农田基本建设，逐步建立优化的农业生态系统，达到全面防治土壤退化的目的。

**(二)总结经验，全面推广** 在总结防治土地退化经验的基础上，针对不同的土地退化类型，进行综合防治，逐步推广。

1. 关于治砂。以内蒙科尔沁地区为例，1984年治理前，该地区的流沙面积有1.5万亩，林草覆盖度<10%，粮食总产仅1.5万公斤。但经过4年的防治，1988年的流沙面积仅为原来的1/3，粮食总产达25万公斤。毛乌素地区经5年的防治，其沙化面积减少了12%，产草量由16公斤/亩增至88公斤/亩。“八五”期间，将计划建立8个示范基地，以研究土地沙化过程及沙地—草场复合生态系统的特点，以期在重点地区使林草覆盖面积增加1—1.5倍；流沙减少30—40%；农、牧业产值提高50%，人均收入达全国平均水平。

2. 关于治蚀。关于黄土地区通过11个试区的治理，在试区中粮食已自给有余，人均达400—500公斤，人均收入增加130%，流沙流失量减少50%，坡面减少侵蚀量45—90%。“八五”期间将建12个试区，结合小流域水土保持优化配置，可使试区内粮食增产30%；人均收入增加50%；流沙流失量减少30%。实践已经证明，陕北安塞县在“七五”期间，人均收入已达170—

429元；粮食单产达30—70公斤。可见，在10年内有可能建成水土保持生态农业。

3. 关于治碱。河南封丘盐渍土区，经1983年至1989年的防治，粮食由185公斤增至538公斤，人均收入由154元增至628元，全县粮食产量创历史水平。山东禹城盐渍土区，粮食单产由200公斤增至700公斤。根据规划，采用综合治理及合理调节水资源和建立生态体系等措施，到本世纪末，全区可增产粮食150亿公斤，棉花100万吨，油料150万吨，肉200万吨。

4. 关于治瘠。在红壤丘陵地区的2亿亩耕地中，酸化、结核化、养分贫瘠化的耕地占60%。江西千烟洲试验站对3540亩荒地综合治理6年，总产值由0.58万元增至39万元（增77倍），人均收入由130元增至1078元（增8倍）；鹰潭红壤生态实验站采用了保持水土、培育肥力及立体布局等措施，3年内亩产由500公斤增至1800公斤，茶叶产量翻一翻。“八五”期间，将建立10个试验区，用以点带面的办法进行全面治理，粮食产量估计可增加200亿公斤，热带亚热带经济作物生产可获得进一步的发展，水土保持及生态环境可以得到明显的改善。

5. 关于治洼。我国三江平原原有沼泽地3500万亩，由于排泄不畅而常受洪涝威胁，部分可耕地土壤肥力退化，农田抗灾力低，亩产不足150公斤。通过试验，沼泽采用稻、苇、渔综合利用模式，水稻亩产达500公斤；芦苇2000公斤；渔业产值提高1倍以上。“八五”期间，将通过试区建设，使可耕沼泽地粮食产值提高200元，全区可增粮25—50亿公斤。

6. 关于治林草。对林草进行整治，可以保护生物的多样性，保持生态平衡，有利于各种动植物、微生物的生长繁衍，有利于阻碍土地退化。

**(三)保护耕地加强法制** 据统计，我国后备土地资源仅5亿亩左右，其中可牧用的2.5亿亩；可作经林用的0.5亿亩；农用为2亿亩；沿海滩涂有0.2亿亩。在人增地减矛盾下，必须保护耕地，珍惜每寸土地，执行土地管理法。此外，为了控制人口增长，减少人类活动对土地的破坏，还需制定法规，加强法制，执行森林法及水土保持法等。

**(四)组织攻关开展研究** 为对我国土地退化进行全面治理。今后应组织各有关单位，针对“我国土地退化的时空变化对人类生存及生态环境影响及预测”进行科技攻关，具体研究项目应包括：

1. 近数十年乃至百年来人为活动对土地退化的影响及反馈；
2. 次生盐渍化、沙化、土壤侵蚀、土壤肥力减退的物理、化学及生物学过程；
3. 极端干旱区及海陵交错带的沙化、黄土高原土壤侵蚀和南方山地丘陵的土壤侵蚀和“石质化”以及主要农区（松辽平原、华北平原、太湖平原和江南丘陵区）的土地肥力减退问题。
4. 土地退化演变趋势的研究，并在此基础上建立土地退化模式、土地退化数据库，开展土地退化预测预报的研究。

上述研究内容可归纳为5大问题，即中国土地退化现状、趋势及土地合理利用途径；中国水土流失的生态环境效应、社会经济后果及对策；中国沙漠化的生态环境效应及对策；森林草地生态系统的整治与开发及生物多样性研究。并可按不同区域，即红壤丘陵区、黄土高原区、黄淮海平原区、三江平原区及半农半牧沙化区进行具体研究。

## 五、结 语

**(一)我国土地退化问题严峻。**一方面，随人口增长，人均耕地不断减少（建国初期人均耕地3亩，当前 $<1.34$ 亩；本世纪末 $<1$ 亩）。据研究，我国土地资源最大承载力（下转第86页）

的高低预示了交换性铝的高低,因此,所得临界pH的实际意义是:土壤pH在5.5时,土壤交换性铝全部消失。意味着在以消除代换铝不良作用为基本目的时,石灰用量以能使土壤pH升到5.5即可。

施用石灰对磷吸附的不同影响,实际上都是受统一的机理所制约的。其中最主要的是土壤代换性铝以及土壤pH。据此,我们得出一个有实际意义的结论:土壤pH5.5,可以作为土壤施用石灰的临界指标。土壤pH大于5.5,一般无须施用石灰,当然,对于种植某些对酸非常敏感的作物的土壤则属例外。

#### 参 考 文 献

- [1] 鲁如坤、于天仁、姚文华,石灰对红壤中磷肥有效性的影响,土壤学报,4卷2期,143—157页,1956。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所,土壤理化分析,上海科学技术出版社,1977。
- [3] Barrow, N. i., Soil Science, 113: 175—180, 1972.
- [4] Brecuwsma, A. and Lyklema, J., J. Colloid Interface Science 43: 437—448, 1973.
- [5] Holford, I. C. R., Aust. J. Soil Res. 21: 333—343, 1983
- [6] Mokwunyc, Uzo, Soil Sci Soc. Am. Proc. 39: 1100—1102, 1975.
- [7] Munns, D. N., Aust. J. Agric. Res. 16: 733—766, 1965.
- [8] Sibbersen, E., Plant and Soil 50: 305—310, 1987.
- [9] White, R. E. and Taylor, A. W., J. Soil Sci. 28: 48—61, 1977.

(上接第60页)

(人均粮500公斤)为16.6亿人;另一方面,在现有的20亿亩耕地中,有5亿亩,即近1/4的土地因不合理利用而退化。

(二)我国在防治土地退化方面有丰富经验。只要因地制宜,总结经验,点面结合,综合治理,增加投入,引用科学技术及制定法规,是能够防治土地退化的。

(三)作为科技工作者,我们呼吁:“积极行动起来,加强我国土地资源退化防治与研究,为防治土地危机,为人类生存及改善生态环境作出贡献!”拯救土地退化,拯救土地资源,就是拯救人类!

#### 参 考 文 献

- [1] 联合国粮食及农业组织(FAO),土地粮食和人口,罗马,1984。
- [2] R. Lal and B. A. Stewart, Soil degradation A globe Threat, Advanced Agronomy, 1989.
- [3] 朱震达等,中国的沙漠化及其治理,科学出版社,1989。
- [4] 陆永宗、景可,黄土高原现代侵蚀与治理,科学出版社,1988。