

气候与沙漠化



新疆气象科学研究所

序 言

每个地区的气象科学工作都应该具有自己的特色，能够为本地区生产、建设、开发的特殊需要服务，否则就没有单独存在的价值。要做到这一点，就应善于抓住本地区富有特色的关键气象问题，并善于运用特殊有效的方法加以研究解决。

新疆是我国最典型的干旱与半干旱气候区域，有广大的沙漠，而且还有扩大的趋势，这些情况对新疆的农牧业生产乃至整个生产建设都有很大影响。认识和掌握干旱气候特征、演变规律以及它同社会及生态环境的关系，对制订开发建设新疆的战略方针将有重大意义。

新疆气象科学研究所情报室组织翻译的这本“气候与沙漠化”文集，对我们会有很多启示和借鉴。文集中提出了沙漠化的监测与评价、沙漠化与气候、沙漠化过程及其影响和控制等，都值得我们作进一步的研究和参考。特别是文集将沙漠化、干旱气候、生态环境、社会发展作为一个整体系统来研究，这些观点和方法很值得重视。

新疆的沙漠化和干旱气候问题同北非及南欧的情况有很大不同。新疆的沙漠周围有高山，提供了较为丰富的水资源，在沙漠的边缘形成绿洲。因此，对新疆水资源的充分合理地利用与沙漠的治理就成为一个问题的两个方面，这也许是新疆气象科技工作的又一重要特色。希望气象科技情报工作能对新疆的水资源的认识和开发利用作出贡献。

干旱是西北各省共同关心的问题，我想这本译文集对西北各省的同行们也会有所帮助。

王为德 1988年2月19日

目 录

气候与沙漠化——编者前言	(1)
--------------	-----

一、沙漠化介绍

沙漠化定义评述	(4)
干旱地带土壤退化过程简介	(12)
旱作农业区的沙漠化过程及其影响	(19)
灌溉区沙漠化过程及其影响	(25)
南欧的沙漠化问题	(28)
未来全球粮食生产与沙漠化	(34)

二、沙漠化与气候

东非的干旱对策——气候学家的作用	(40)
干旱预测	(47)
干旱可预测吗？	(55)
考虑地面反照率变化的大气环流模式试验	(66)
干旱地区人工影响天气：以色列人工影响天气试验	(73)

三、沙漠化评价与监测

沙漠化指标	(79)
常规气候资料在沙漠化监测和控制方面的潜力和局限性	(86)
气候数据库的设计及应用——强调月记录的预处理和均一性	(90)
陆地遥感技术和方法	(102)
干旱和半干旱地区卫星遥感的潜力和问题	(112)

四、土壤侵蚀：评价及控制

水蚀控制	(122)
风蚀的气候侵蚀性	(128)
风蚀控制	(137)
撒哈拉沙尘空中输送问题评述	(142)
利用卫星云图对沙暴的观测识别易遭严重风蚀破坏的地区	(154)

气候与沙漠化——编者前言

对全世界沙漠化范围和强度的各种估计有很大不同，但人们经常引用的一份统计资料说：沙漠化过程的推进每年可能影响多达6万平方公里的干旱和半干旱地区，并威胁到300万平方公里的土地，这占地球陆地面积的19%。生活在这些地区的有8000万人口，其中至少有5000万人直接受到危害。简言之，这就是把沙漠化过程称为“地球癌症”（Earth's Cancer）的主要原因。

尽管由于一些根本原因，沙漠化的一系列影响一直在发生着，但对这些问题的兴趣看来大都在于同沙漠化有关事件的新闻报导，如干旱和饥荒。例如：早在七十年代初期社会对这些问题注意力已大大增加，但只是在萨赫勒干旱的影响范围及其严重程度被事实所证明以后，1977年联合国在内罗毕召开的沙漠化会议上对其注意程度才达到高峰。此后对这个问题的兴趣又迅速地淡薄了。最近非洲东北部的干旱和其它地理政治学问题重新得到重视。

这种对沙漠化问题的目光短浅态度的一个主要问题在于把这些“自然灾害”和“巨大变故”总看作是短暂的紧急情况，而社会的反应也仅仅是些临时的援救措施。这是很不幸的。从原则上讲，基于对环境固有变异性的完整知识去制定一项连贯性的发展对策，才是解决这类长期反复出现的问题的有意义的途径。因而最缺乏的乃是对沙漠化问题总的认识、对其全过程有关现象的全面了解。现在每种看法或多或少都是孤立的认识，这对解决干旱半干旱环境退化将无济于事。事实上，这种对于如何发展社会而不致扰乱环境到自我毁灭程度的问题缺乏远见，或许是沙漠化重新发生的一个根本原因。

人们正着手解决这些问题，一个考虑气候学、生态学和各社会系统之间相互作用的多学科的研究生院于1983年10月在西西里的埃里切（Erice）成立。这所高等学校由欧洲经济共同体主办，并得到世界气象组织的支持。它计划给大学毕业生和研究生进行有关知识的全面培训，其范围从物理学到农学、从气象学到社会学的多学科知识，并概述遇到的这些问题。

学校的课程由 R. Fantechi 博士（由欧洲经济共同体委任）和 J. P. van Ypersele（Louvain-la-Neuve天主教大学）指导，并由来自不同国家上百位讲师和学者参加授课。后面的文章就是选自该高等学校讲授的课程。

本专集由四部份组成。

第一部份是对本专集的内容提供一个总的概述。首先是 Verstraete 对“沙漠化”这个词及其有关概念的定义的评述，以及在本世纪里关于这个问题的进展。由于还没有一个普遍一致的关于沙漠化的定义，因此该文还详举了组成沙漠化定义的一些具体的要素。

Rapp 对土壤蚀化问题作了一个总的介绍，并讨论了1977年联合国沙漠化讨论会编制的世界沙漠化地图。

Sanders 和 Perry 的文章分别介绍了旱地和灌溉地的特定的沙漠化过程。

之后Grove考虑一个通常不为人注意的遭受沙漠化危害的地区：南欧。他指出沙漠化并不是一个新的问题，并举例说明了从学习过去防沙漠化的经验中懂得了须要的是多学科的综合治理。

Hekstra和Liverman通过揭示FAO（联合国粮农组织）最近两次研究的不足处（没有适当地考虑环境约束沙漠化过程、甚至气候因子），指出了沙漠化对全球粮食生产的影响。

第二部份着重是气候因子与沙漠化之间的一些相互关系。

Palutikof分析了东北非的饥馑、欠收同干旱的联系。她提出了一项基于气候信息减少或避免欠收影响的综合性对策，并举例说明了气候学家在治理干旱中能够起的作用。

干旱常与沙漠化紧密相关连。由于它对经济的严重影响，使之几乎已成为预报研究的主题。Ogumtoyinbo考察了干旱预报的可能性，并得出结论：尽管气候模拟在目前还是很成熟的技术，但却提供了一些希望。

用计算机模拟来进行沙漠化问题的研究目前还很不普遍，但大气环流模式已用来研究地面反照率变化对沙漠化的影响。Laval考察了若干个这类数值试验，并指出须要在这些模式里对植被覆盖和土壤湿度进行更好的参数化处理。

在本部份的最后，Berkofsky讨论了为要造成对大气环流的显著影响，应该改变反照率的区域典型尺度，之后又进行了以色列云催化试验结果的讨论。这样做，他就扩大了气象学家在气候系统里所起的作用。

第三部份由Mabbutt的“沙漠化的评价和监测”一文引出。他讨论了评价沙漠化的指标和方法，而且它们已被联合国用来对沙漠化的状态和发展趋势进行评价。

气候资料能够而且已经用于沙漠化的监测和控制，这是已故的Landsberg教授所写最后一篇文章中的主题之一。他概述了可用于评价一块土地的农业潜力和干旱指标，还提醒我们要使用长序列的气候记录。

Palutikof和Goodess详细描述了现代气候资料库的设计和实现，并提出以此作为今后发展的一步。他们特别注目于必要的质量控制，提出了保证资料均一性的专门处理技术。

在最近几十年发展起来的卫星遥感技术已经可以真正在全球尺度上以连贯方式对地球表面状况的演变实行监测。Hutchinson描述了这些技术以及尝试以卫星辐射测量去反演地面信息的一套方法。但是，他也指出了定量解释这些资料的困难程度。

Barrett和Hamilton从不同角度接触了同一主题。他们考察了已投入业务的用来研究我们所处环境的（特别是天气现象、地面过程和植被类型）各种卫星系统。他们认为利用这些技术可以认识许多情况。但是在沙漠化的评价和监测方面还几乎没有开发出多少有用的资料。

第四即最后部份完全集中在土地蚀化问题上。这是因为失去土壤将造成沙漠化的加剧和不可逆转。由于土壤损失率直接同风速和降水强度有关，因而这些过程直接引起了大气科学家的兴趣。

在干旱、半干旱地区，常常由于孤立的过程降水强度相当大，因而水蚀是一种十分重要并经常引人注意的过程。Sanders在其文章中重点论述了控制水蚀的原则，指出维持足够植被的重要性。他给出一些观测到的各种类型的例子，这些观测对保护不同类型陆地的生产力是很须要的。

风造成的土壤蚀化是土壤退化的另一个主要过程。Shidmore在他的第一篇文章中提出了一个新方法,即依靠通用的土壤耗损方程定量表示“气候侵蚀”因子。然后他在第二篇文章里描述了如何控制风蚀,这与Sanders关于水蚀的文章是并行的。

土壤中粗颗粒在风的作用下移动较为缓慢且移动距离也有限,而同时那些较细的(常常也是最肥沃的)土粒就被吹起为尘土。Morales描述了在天气系统作用下撒哈拉沙漠尘土的输送,并指出定时天气观测常常适用于跟踪和识别主要的尘暴。

最后的一篇但并非最不重要,Breed和McCanley的文章证实卫星图象可用来监测尘暴和识别易遭风蚀的地区。

十分清楚,沙漠化的控制和防御是一个包括生态、社会、经济并且最终将包括政治的综合性的问题,它须要许多不同学科专家们的密切合作。因此,科学家、包括气候学家,在帮助决策者(从国家计划人员到农场主)以及设计和完成环境稳定发展方面将起重要作用。

我们希望读者从文章中得到鼓舞。如果这本专集可以进一步促进多学科间的研究以及关于一个多样化环境发展的充分讨论,那我们将十分高兴。(下略)

Jean Pascal van Ypersele

(比利时Louvain-la-Neuve 天主教大学)

Michel M. Verstraete

(美国国家大气研究中心)

张小炎、译 高子毅校

沙漠化定义述评

Michel M. Verstraete

(美国国家大气研究中心)

提要 近四十年来,为了说明非洲热带地区的许多生态退化过程,特别是热带稀树草原林区或更加干旱的生态环境的逐渐演变,人们引入了沙漠化这一概念。之后,又赋予了沙漠化一词多种含义,其中有些是互相矛盾的,大多数是意义含糊的。

本文回顾了沙漠化这一概念形成的历史过程,总结了这一概念引起争议的某些原因,并指出了定义沙漠化时应当考虑的有关因素。作者认为:每一个使用沙漠化概念的人,都可以根据自己的目的而选定其中的一个定义。

粗看一下本文就会发现,沙漠化这一术语已广为人们接受,现在它本身已经掺杂着各种科学团体的观点,并且包含了许多互相矛盾的含义(Verstraete, 1983; Glantz和Orlovski, 1983)。显然,一开始就要求人们毫无偏见地评论沙漠化是很困难的。本文第一节试图不带任何偏见地叙述一下沙漠化的概念。第二节将扼要地叙述沙漠化这一术语是怎样形成的,以及随着时间的推移沙漠化的含义又是如何变化的。第三节将尽可能列举一些互相矛盾又各不相同的沙漠化定义,以说明沙漠化定义纷乱的程度。为了确定一个清楚而实用的沙漠化定义,须识别出沙漠化定义中所应包含的基本要素,在第四节里,我将试图给出一种合理地处理那些互相矛盾的定义的方法。

一、一种折衷的处理办法

尽可能无偏见地定义沙漠化的办法就是考证沙漠化一词的词源。沙漠化(Desertification)一词由“Desert”和“Fication”组合而成,后者为其它许多词(如Electrification)的后缀。一般,这个后缀指“制造某物”,或“生成某物”。那么沙漠化最初的定义可能是“制造沙漠”,或者是“形成沙漠环境”。

这个定义似乎是够简明了。然而,它却回避了沙漠化定义中的本质问题,即沙漠是什么。当然,各种学科都有关于沙漠的定义,但在最标准的辞典中,动词“to Desert”意指放弃,形容词“Desert”描绘一片无人居住的不毛之地,名词“Desert”指贫瘠的土地,或是无水地。

如果我们承认这个含义,沙漠化就是指荒芜缺水地区的产生和维持,或指废弃某一地区的演变过程。尽管过去有人曾提出过这种词意和方法,甚至也使用过,但在此则应另当别

论。我建议：我们对已发表的关于沙漠化定义的考查，应从上述解释开始，因为它不涉及任何特定的学科，至少作为一个出发点，它会得到大多数对沙漠化定义感兴趣的研究者的一致同意。

二、历史背景

就人类文明而言，干旱和半干旱地区的环境退化已是一个很古老的问题。几千年来，世界上干旱地区一直就有人们在生活。考古学家已经在撒哈拉地区发现了新石器时代文化的证据，而历史学家则从历史文献资料中证实了古代巴比伦王国及其它远古文明消失的事实。

这一节我将集中论述二十世纪以来（因为这是我们所最关心的时期）被认为是沙漠化概念发展和演化过程中的基准性或里程碑式的一些事件。也许列举不完这些事件，这仅是找出那些形成目前沙漠化概念感性认识的关键事件的一种尝试。

根据Barber (1910年) 由文献中查得的证据，以及南非干旱调查委员会的临时调查报告 (Glantz, 1977年复制)，可以证实本世纪最初十年在南非和北非曾出现过几次严重的干旱，曾引起人们极大关注的另外几次灾难性事件是三十年代初期发生在美国的“大尘暴” (Dust Bowl) 以及撒哈拉沙漠的明显扩大 (例如, Lockeretz, 1978; Stebbing, 1935)。

1949年, Aubréville 引入了“沙漠化”这一词汇。作为一个森林专家，他一直在观察非洲热带和亚热带森林逐步被稀树草原取代的过程。他首次把这一过程称之为草原化 (Savannization)，他认为由当地居民所引起的火灾和森林砍伐是加剧干旱状况的主要起因。Aubréville 只是用沙漠化这一术语来描述草原化的极端情景，其主要标志是：土壤受到严重侵蚀，土壤的物理和化学性质发生了明显变化，更多的旱生植物品种滋生蔓延。

50年代初，联合国教科文组织提出了一个宏伟的干旱地带研究计划，这项计划对我们认识干旱地区产生了重要的影响，并出版了一套内容广泛而详尽的世界上第一本干旱地带百科全书。(1985年10月，为了纪念联合国干旱地带研究计划实施三十周年，在美国亚利桑那州图森，举行了干旱、半干旱环境问题的大型讨论会)。

六十年代，在萨赫勒地区，雨季的降雨量、起始日期和持续时间都发生了变化，这引起了该地区非常严重的干旱，1968年干旱尤为明显。七十年代早期到中期的几年里，干旱问题是人们关注的中心。显然，干旱并不是造成众多灾难的唯一原因。人们之所以把干旱与沙漠化联系在一起，是因为人们需要一个比干旱更为广泛的概念来描述环境退化的多方面影响。

与此同时，在发达国家，对生活环境的保护和生活质量的兴趣在明显提高，这终于促成了一九七二年斯德哥尔摩环境会议，并成立了联合国环境计划署 (UNEP)。这一年世界上许多地区气候也是极其异常的。厄尼诺现象和过度的捕捞，几乎毁了秘鲁的水产业；世界上许多地方相继发生了干旱，洪水和其它自然灾害。第一次石油危机和自然灾害交织在一起，向人类提供了第一个真实的例证：即非再生资源并不是用之不竭的。

针对萨赫勒地区的干旱问题，1974年联合国大会决定成立联合国苏丹——萨赫勒办公室，并要求联合国环境计划署组织召开一次以“沙漠化”为专题的国际会议 (UNCOD)。这个会议于1977年在内罗毕召开。在这次会议上，代表们报告了许多研究成果，并提交了许多参考资料，第一次试图对沙漠化问题的认识进行综合分析。会议还正式通过了一项关于防

止沙漠化问题的行动计划 (PACD)。该计划旨在弄清有关沙漠化的一些基本问题, 力图避免和减少沙漠化所造成的后果。1979年以来, 一些国家在其发展规划中也相继制定了类似的行动计划。但是, 在世界范围内, 防止沙漠化工作的进展是缓慢的, 或是落空的 (Dregne, 1984年)。

三、纷纭的沙漠化用语

在上述背景下, 我们将探讨一下为什么说沙漠化是一个有争议的问题? 争议的问题有哪些? 为什么说这些问题是重要的?

首先, 我们必须明确沙漠化一词远不是文献记载中描述干旱地区环境退化所使用过的唯一词汇。事实上, 人们已使用过不少词汇来描述干旱地区的环境退化。其次, 就我所知, 在二十世纪以来出版的文献中, 我所看到的第一个描述干旱地区环境退化的词是“干燥化” (Dessication), 作者是Hubert (1917, 1920)、Schwartz (1919) 和Chudean (1921)。这几位作者都认为干燥化的含义应理解为气候逐渐干燥, 尤其是指撒哈拉沙漠的边缘地带。1947年, Aubréville 又引入了“Bovalization”这一术语, 后来, 1949年, 他又采用了“草原化” (Savannization) 和“沙漠化” (Desertification) 等术语。

十年后, Le Houérou (1959) 认为沙漠化一词是用于描述在任何环境下 (包括热带森林) 的生态退化, 他发现“Desertization”一词可专指那些环绕在沙漠周围的半沙漠地带。

后来, 一九七五年, 在亚利桑那大学“干旱、半干旱自然资源计划”的赞助下, 在图森召开了以“沙漠化——进程、问题和观点”为题目的一系列专题讨论会。会议面对定义沙漠化的困难, 建议用“干旱化” (Aridization) 来取代“沙漠化” (1976, Paylore和Haney)。1977年, 一个美国科学家小组对从宇宙飞船上拍摄到的图象资料进行分析后认为, 用另外一个词“干旱生成” (Aridification) 来描述他们的发现更加合适 (MacLeod等, 1977)。在联合国沙漠化问题会议上, Talla和Sengele在关于扎伊尔的报告又引入了一个更深奥的词, 叫“隐沙漠化” (Crypto—Desertification)。最近, 1980年, Kovda又发明了一个词叫“干旱化” (Xerotization)。

此外, 仍还有一些作者在使用其它一些词来代替或补充以上所列举的词, 在此仅列举我所收集到的其中一小部分。本世纪初, Bovill (1921)、Stebbing (1935) 和 Klintworth (1948) 曾谈到“沙漠侵入” (Desert encroachment), 尤其是指撒哈拉沙漠南缘。1935年, Lavdermilk (1960) 曾用过“人造沙漠” (Man—Made—Desert) 一词, Stebbing (1938) 则使用“沙漠推进” (Desert Advance) 一词。最近该词又被Flohn (1971) 所采用。Andrew (1944) 则认为要用“沙漠移进” (Desert creep), Forbes (1958) 则用“沙漠扩散” (Desert Expansion) 一词, Sears (1919) 也曾写道“沙漠在进行” (Desert on the march), Kates等 (1977) 引入一词, 叫“沙漠环境的强化” (Intersification of desert conditions)。为了引起每个人的注意, Eckholm 和Brown (1978) 用了“扩张着的沙漠” (Spreading deserts) 这一术语。

最后, 一些作者和组织还尽其所能地创造词汇用来描述沙漠化的逆向进程。1975年, 联合国环境计划署在伊朗曾召开了“抗沙漠化”会议, Wilson (1976) 采用了“绿洲化”

(Oasisification) 这一术语。另一方面,有些作者已在关心原始沙漠环境的消失。正如 Nowinson (1922) 解释道:“退化”使旅行者和四轮运输车辆无路可行。在许多人担心沙漠推进的同时,另一些人则相信沙漠正在转化为荒地。

有趣的是,我们注意到这些词确实不是偶然产生的,而是经历了某种过程。在本世纪初,人们的注意力主要集中在正在扩张着的沙漠,尤其是撒哈拉南缘;近来,特别是七十年代以来,注意力则逐渐转移到其它非沙漠地区的内部退化上,而不是来自外部的入侵。

显然,如果所使用的这些词的短语含义是相同的话,那么就不会产生什么特殊问题。然而,事实上每位作者都坚持认为自己所用的词不同于(即使不是更好的)其它词,而且不能将它们混为一谈。甚至,不同的作者对同一个词也常赋予不同的含义。作为对这一点的证明,请看下面几段引文。

“沙漠化是由于人类活动的影响使得干旱、半干旱和一些亚湿润生态环境日趋恶化。沙漠化是人类滥用土地的结果”。(Garduño, 1977) (强调人类对土地的利用)。

“天然沙漠广泛分布于地球表面,其范围在第四纪受到影响,并显示出了扩张的趋势。这就是从前的草地、大草原、干草原以及冲积平原沙漠化的自然进程。”(Kovda, 1980) (强调地质年代的特有现象)。

“沙漠化是指典型的沙漠景观和地形扩展到在近代并非是沙漠的地区,沙漠化这个词曾经(现在仍然)被许多作者用来描述植被多种类型及形态的退化过程,这里也包括亚湿润和湿润森林在内,而它们不论是在自然方面还是在生态方面都与沙漠毫无关系。(Le Houérou, 1977) (强调地形和植被)。

“沙漠化指陆地生物潜力的减少和破坏,这最终会导致类沙漠生态环境。就是说在一段时期内,因支撑人口增长的需要,增加了生产量,并且为了人类的多种目的,追求更多的动物和植物产量。结果表现为在广大的区域内生态系统的退化,进而减少和破坏了陆地的生物学潜力”。(联合国, 1978) (强调经济的影响)。

事实上,后面这个定义是在联合国防止沙漠化行动计划中给出的。更加有趣的是会议前准备的该项计划草案中的定义,其引文如下:

“沙漠化是陆地生物潜力的减少和破坏,这最终会导致类沙漠生态环境。在气候波动和垦伐过度的双重压力下,就导致了生态系统的大范围退化。就是说在一段时期内,因支撑人口增长的需要,增加了生产量,并为了人类的多种目的,追求更多的动物和植物产量。这种种压力,导致减少和破坏了生物学潜力。”

(上述引文同会议结束时形成的定义仍有所区别)。请注意,在这里气候被当作沙漠化的一个因素。后来,联合国环境计划署(1980)针对联合国防止沙漠化行动计划中的定义出版了一份勘误,更正后的定义更象计划草案中的定义。遗憾的是,这一更正似乎并没有引起人们的注意。

现在,让我们从词的定义转到词的理解上来。为了清晰地进行讨论,我将给出沙漠化问题理解中的五个特定方面:即可逆性,局限性,扩展速度,发生原因和危害。

1. 沙漠化过程是否可逆,这似乎是个有争议的问题。例如, Talla 和 Sengele (1977) 说:“我们认为沙漠化是在长期的破坏性气候和人类的沉重压力下脆弱环境状态无限不可逆的恶化过程。”这或许和联合国行动计划的观点相矛盾。该项计划(联合国, 1978)宣称:“防止沙漠化行动计划的近期目标是如何防止和阻止沙漠化的进程,并且在有可能的地区

把已经沙漠化的土地改造成为有用的生产用地”。后面我将再次详细地讨论这一重要的问题。

2. 沙漠化概念适用于什么地方, 这是争议的另一个方面。Aubréville (1949) 用沙漠化一词来描述整个非洲包括赤道森林的退化过程。正如前面所提到的, Le Houérou (1977) 引入 “Desertization” 一词是描述发生在真正的沙漠边缘地带的退化过程, 主要是指年平均降水量在100到200毫米之间, 年降水量最低限为50毫米和最高限为300毫米的地带。Rapp (1974) 建议把 “Desertization” 的适用范围扩大到干旱和半干旱地区, 其典型的年降水量达600毫米。最近, Meckelein (1980) 用沙漠化这一术语来着重描述撒哈拉大沙漠内的绿洲退化过程, 并编著了一本书 “论极端干旱环境中的沙漠化”。

3. 沙漠化的推进速度有多快? 这也是一个十分有趣的问题, 这要根据历史资料来进行研究。Stebbing (1935) 曾引用了一张最早的沙漠推进图, 据他估计, 当时撒哈拉大沙漠正在以每年一公里的速度向南部扩展。但是, Jones (1938) 在批判地研究了Stebbing的发现以后指出: 几乎没有任何证据能表明撒哈拉大沙漠在推进。后来, Winstanley (1976) 宣称: 在不到二十年的时间里 (约从五十年代初到七十年代初), 在10到20°N地带的萨赫勒等雨量线已经向南移动了两度多。而Lamprey (1975) 发现, 苏丹境内的沙漠每年向前推移了5.6公里。在联合国会议上, 普遍认为在萨赫勒每年有13 000平方公里的面积被沙漠所吞没, 而在全球范围内每年约有五万平方公里的土地被沙化。1980年, 经济学家发表了一篇警告性的论文, 作者说: 1960年到1980年期间, 在苏丹, 沙漠正在以每年七公里到八公里的速度向前推进。(佚名, 1980)。最近, Simon (1980) 在一篇评论文章中, 对上述证据的真实性表示怀疑, 他指出: 从一九五〇年到一九六〇年, 全世界的耕作面积每年增长约百分之一, 由此看来, 不会有什么问题……。

4. 对沙漠化的成因作者们分歧似乎更大。这里仅举两个极端的例子来加以说明。El-Baz (1983) 指出, 非洲持续的干旱气候是沙漠化的直接原因, 这种持续干旱的趋势早在五千年前就已开始。另一方面, Dregne (1984) 认为: “沙漠化是人类影响地球的一种现象, 与气候带无关。”大多数作者的观点介于这两者之间, 一般都不涉及气候的作用, 因为气候是难以预料和不可控制的。例如, Reining (1978) 认为: 如果说沙漠化是与气候、土壤、植物、动物和人类有关的一种现象, 那么随着人类利用这些系统所造成的压力发生变化, 结果就必然表现为生态退化。

显而易见, 如果人们对沙漠化的成因意见不一, 那么对如何防止沙漠化的意见也不会一致。例如, El-Baz 与Holden (1977) 交谈时曾强调说, 不要花钱去试图改变一个不可避免的自然过程。显然, 这和他对沙漠化的基本看法是一致的。联合国的观点和El-Baz的观点完全相反。(联合国, 1978)。联合国宣称: 人类能够防止沙漠化, 这只需利用现在人类已经熟悉的方法, 就可以重新唤醒那些荒芜了的土地。我们所需要的一切只是政治意愿和防止沙漠化行动的决心。

四、对一个难题的几点提示

关于沙漠化定义的问题, 我们向何处去呢? 难道我们就没有希望了吗? 是的, 要确定一个使人们都普遍接受的在所有场合均适用的沙漠化定义, 的确是不可能的。不同的科学家有着不同

的背景和需要，不同的人对问题的理解也有差异，不同的社会团体对此也会有不同的反响。

一些作者之所以不喜欢使用沙漠化这个词，也许是因为沙漠化一词最早是由法国人提出的。我所能考证到的关于沙漠化一词的最早出处，是一本英语教科书，其作者是Hastings和Turner (1965)。Kassas (1970) 和Grove (1971) 是第二个使用沙漠化这个词的作者。尽管可能还有其他更好的证据，但在联合国组织内第一个使用沙漠化这个词的，也许是联合国世界粮农组织用法语写成的一份报告 (Pabot, 1962)。

El-Baz (1983) 建议，有关沙漠化的用词应当合并。为什么不呢？是我们不需要吗？问题在于沙漠化不是干旱，也不是土壤侵蚀，不是植被破坏，也不是森林砍伐，更不是单一的生活条件恶化。沙漠化包含了上述一切现象，甚至还要多些。我深信，我们需要一个更准确的词来表达沙漠化的整个过程，不论这样一个词应当准确地叫做沙漠化，还是叫其它什么，那是另外一个问题。但使用沙漠化这个词已相当广泛，比其它任何一个词都普遍，因此，我愿继续使用“沙漠化” (Desertification) 这个词。

在还没有一个公认的定义的情况下，更为重要的是，使用沙漠化概念的每一个人都应该清晰地表明他对沙漠化这一概念的理解，应该准确地表达他所选择使用的词汇。在本章后面部分，我将给出一个要点检索表，并列出沙漠化及其衍生词的各种独特的定义。我的基本思路是：由于定义是一种习俗的语言规定，那么就不可能使每个人都完全赞同，所以人人都应该容许其他人根据需要对沙漠化定义作不同理解。条件是作者应尽可能以清楚的含义让他人明白作者使用的“沙漠化”系指何意。为了使沙漠化这一概念易于理解，并能和其它概念进行比较，我试图以简明的文字，将各重点列示于后，以奉献给未来的研究者。

在定义沙漠化时，我认为必须明确和重点讨论的问题有：

1. 谁使用沙漠化这个定义？弄清这一点至关重要。土地的使用者、管理者、科学家和政治家等等，所有这些人都有着不同的需要，农民和牧民都不得不生活在那严酷的环境之中，他们不得不砍伐树木以获取他们唯一的燃料来源和建筑材料，他们对沙漠化的看法的确与经济学家和科学家截然不同。

2. 需要一个沙漠化定义的目的是什么？是为了学术研究，还是为了经济发展，是为了规划目标，还是为了生态保护？关心生态保护的人，与关心扩大种植面积，增加农业产量的人，对沙漠化的理解也会不同。一般来说，使用沙漠化定义的人与其目的之间有着某种联系，这一点正有助于弄清不同理解之间的差异。

3. 沙漠化发生在哪里？是全球，还是陆地、区域或局地，在专业论文和计划文件中，一般都容易区分所讨论的范围。此外，同样重要的是，弄清楚我们所关心地区的沙漠化空间分布是均匀的，还是集中在几个有限点。例如：在萨赫勒地区，沙漠化是区域性的问题，还是水洼（干河床上）周围的特殊问题？

4. 沙漠化发生在什么时候？如前所述，一些作者认为沙漠化是缓慢的环境退化的渐变过程。然而，另一些作者则只关心会导致生态环境加速恶化的有限时间长度内的有限时期，如旱灾和干旱季节。此外，沙漠化是砍伐森林所引起的植被破坏那样的连续过程，还是象滑坡、严重土壤侵蚀那样的突发事件？

5. 沙漠化的本质是什么？在论著中对沙漠化的确切含义往往是含糊不清的。有些观点认为沙漠化是破坏社会——经济系统的原因，另一些论点认为沙漠化是导致生态改变的过程，还有一些论点则认为沙漠化是滥用土地的结果。沙漠化是某种事件的原因，还是其结果，这两

种论点差别极大。

6. 沙漠化问题所包括（或者排除）的主要因素和主要过程是什么？为了弄清沙漠化的定义，应该十分明确地指出定义中包括哪些过程，排除哪些过程。例如：有些研究沙漠化的作者对过度放牧问题感兴趣，而对野生动物过度啃食植被却不在意。类似地，在巴基斯坦有一篇关于沙漠化的论文中就非常强调失修的水利灌溉系统，但如果注意到该论文中未涉及土壤风蚀的话，或许能帮助人们避免对沙漠化的误解。有些过程：诸如过度放牧、森林砍伐、耕作不良和土壤侵蚀，通常被看作是沙漠化进程的一部分。但是另外一些过程：诸如蝗虫、水涝、土壤盐渍化、白蚁、干旱、游牧人口定居等等，则很难说是沙漠化进程的一部分。联合国沙漠化会议曾提出了一些解决办法，并且指出：政治性的冲突，如对南非班图人的政策，或强迫贝都印人在以色列定居，应该看作是沙漠化的一个原因。总之，在任何特定情况下，了解这些问题是否是沙漠化的一部分是十分重要的。

7. 表示沙漠化的恰当指标是什么？在人们试图解决沙漠化问题之前，必须知道沙漠化问题的关键所在，必须知道对沙漠化采取正确行动所可能花费的成本和预期收益，因而需要用定量指标来评价环境沙漠化的速度和状态。过去曾提出过一些指标：如反射率、植被覆盖率、土壤深度、牲畜构成、人类健康、平均税收等等。显然，评估环境所需要的各种指标，应该根据最终目标来进行选定，指标应能反映有关问题的全貌，以及哪些问题应当排除在外，这就是为什么讨论沙漠化指标常常是异常复杂的原因。在任何情况下，给出沙漠化定义的确切范围，都是弄清楚沙漠化定义和度量沙漠化指标的一个较好的方法。

8. 沙漠化是自然过程，还是人为过程？或是两者兼备呢？前面我们已经看到了对于此问题争论是相当尖锐的，关于此问题争论的理由也是十分清楚的，尤其是解决问题的建议及其办法最终应当与对该问题的解释结合起来。为了探索解决沙漠化问题的途径，人们必然会问这样的问题：“近期论文和计划项目中提到的沙漠化是在无人干预的情况下发生的？还是在人类干预下发生的？”或者“如果气候每年都保持不变的话，沙漠化会发生吗？”众所周知，国家园林和野生保护资源，至少承受着来自人类的压力，有时也经历着严重的生态恶化。此外，如果气候真的年复一年地保持不变，那么滥用土地就是灾难，因为并不会有一个有利的湿润时期，能使地力在短期内得以恢复。当然，人类和气候的相互关系，在不同条件下是有差异的。

9. 沙漠化是一个可逆过程，还是个不可逆过程？对不同的人来，沙漠化可逆性含义不同。我们所说的生态系统能够恢复到从前的某种状态吗？所谓的环境能够复原到富有经济活力的某个阶段吗？我们讨论的是状态的可逆性，还是趋势的可逆性？有些破坏也许难以恢复，但是更多的破坏则是可以避免的。如果人们希望恢复到从前的某种状态，那我们要追溯至哪一个遥远年代呢？最后，我们怎样才能看到可逆过程正在发生呢？我们一直要等待几十年乃至几百年以后才来考察大自然的不可逆过程吗？难道我们也要逆转人类自身的演化过程吗？显然，就沙漠化的某些过程而不是所有过程而言，在有些国家沙漠化是可逆的，而在另一些国家，沙漠化则是不可逆的。当然，这不仅取决于财政能力，而且也取决于解决沙漠化问题的技术手段。

在下结论之前，我想再强调几点。

首先，当你试图定义沙漠化概念时，应当避免陷入困境。对此我认为至少有四种作法是不能令人满意的。

其一是有用有关沙漠的术语来定义沙漠化,这是难以被人接受的,因为沙漠本身的定义就不清楚。对美国农民来说,亚利桑那州可谓沙漠地带,但那里却生机盎然。

其二是用年平均降雨量来定义那些易于沙漠化的干旱、半干旱、沙漠、半沙漠地区,这是应当避免的。因为要么是等雨量线随时间变化(每年或每十年的平均),要么是所选定的等雨量线不随时间移动(当根据较长时期的记录求得平均值时),这两种情况必发生一个。前者气候变化很自然就是沙漠化的一个重要原因,后者情况若存在沙漠化,就一定会扩展或波及到新的地区。

其三是用生态变化的术语来说明沙漠化,这在逻辑上也是难以成立的。城市化是生态恶化的一个极端状态,但城市化很少被认作是沙漠化。反过来讲,灌木丛进入草地事实上既增加了草地表面的生物总量,也减少了风蚀和水蚀的危害,如果这种情况发生在起初是牧场的土地上,则有可能被认为是沙漠化过程,因为它对可食植物种类的比例有不利影响。

其四是用经济学术语来描述沙漠化,这和第三种作法是类似的,也是毫无根据的。因为一个地区的产量取决于许多因素,诸如气候、土壤、耕作制度、市场状况,技术进步等等。减少农业耕种面积以实现工业化是沙漠化吗?或者由于市场变化增加其它作物种植面积也是沙漠化吗?当然,我们并不排除沙漠化的经济指标,但这必须象利用其它任一种指标一样尽可能谨慎地利用它们。要注意到这些经济指标也可能反映了其它变量的变化,甚至可能与沙漠化问题毫不相干,因而也就难以反映真实经济活动。

最后,重要的是要认识到沙漠化定义除了上面已指出的种种含义外,也许还有许多其它含义。例如:某基金会对当前的沙漠化研究不感兴趣,他们对沙漠化的词义也许就带有财政上的意味。此外,一旦人们找到了沙漠化的成因,那么责任问题就会随之而来。假若气候不是沙漠化的主要原因,那么对于环境退化问题,就应追究某些人或者某些社会团体的责任,这是一个不可回避的政治问题。由于正常情况下沙漠化多发生在人口居住地区,这必然和居住地人口以及人群的生活方式发生直接联系,因此人们对提出或改进解决问题的办法感兴趣,自然是合乎情理的了。

五、结 论

如果大多数作者认为:对于沙漠化究竟指什么无需取得一致意见,那么强求一致似乎就不近情理。然而不取得一致意见,有关文献就会变得混乱不清。因此,当我们使用沙漠化这一词汇时,就必须清楚地指明该词的含义是什么。

在本文中,我力图说明造成沙漠化定义混乱的各种可能的原因,这包括沙漠化词汇的多样化,沙漠化概念的时间变化,以及作者们的各种背景等等。由此看来,若要选择一个适合于兴趣各异的各种社会团体的需要和要求的沙漠化定义似乎是毫无希望的,也许根本就无此必要。

但是,这种混乱状况也没有必要继续下去。为此我建议,每个使用沙漠化这一概念的人和社会团体,都应该极其小心地,清楚地表达沙漠化的含义,并参照关键词检索表,对给定的任一种沙漠化定义进行深入细致的研究。我想本文已阐明了沙漠化问题,希望它对于沙漠化问题研究能够有用。关于沙漠化的有关资料及参考文献,请读者参阅Glantz, Orlovski (1983)和Verstraete (1983)的论文。

罗建军 袁玉江 译 郑国光 南京红 校

干旱地带土壤退化过程简介

Anders Rapp

(瑞典隆德大学自然地理系)

提要 本文简要地阐述并比较了联合国组织所做的两项工作：分析干旱地带土壤退化的分布和趋势，并绘制成图。

在热带和副热带植被覆盖率低的条件下，由于水造成的土壤退化大大加快了，这可能有两个重要原因：有机物质的分解率高和降水强度大。由此产生的土壤流失及大量的径流进入下游河谷盆地，导致洪积平原和水库的淤积，并且产生破坏性影响。

在干旱区的不毛之地，过度开垦会加速风蚀和沉积造成的破坏。人类和牲畜的破坏，过牧、过耕及采樵程度不同地导致最终产生沙漠化。细微的物质、粘土、泥沙、有机物质被尘暴吹到很远的地方，然后沿尘道（dust trajectory）沉降 to 海洋或陆地。

在不良的灌溉条件下，盐渍化常常严重地影响肥沃的土壤，是潜在地造成干旱地区农作物较大损失的一种土壤退化形式。

1. 世界沙漠化图

1972年在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议上，第三世界（仅作为全球的一部分）对环境利害关系的认识，有了国际性的突破。一年后的1973年，举世周知的一场非常严重的社会和环境大灾难袭击了撒哈拉沙漠南部干旱地带的萨赫勒地区，造成了非洲（从大西洋海岸塞内加尔到红海岸埃塞俄比亚一带）约20万人口及几百万牲畜的死亡，这场人畜饥荒、死亡的萨赫勒大灾难乃是1968—1973年这5—6年的干旱所致。但是，灾难的背景是什么？将来如何避免呢？在1977年内罗毕召开的联合国沙漠化会议（UNCOD）上，讨论和分析了这两个主题，就认识和控制沙漠化问题，提出了协调和组织方案，这是迄今为止对此做出的最大的国际努力。

我所说的沙漠化是指在沙漠边缘外侧干旱区的生物生产能力下降，沙漠状条件蔓延的过程。沙漠化是干旱区的长期退化现象，在那里降水变率大，周期持续在一年以上。撒哈拉沙漠以南的萨赫勒地区，沙漠边缘年降水量为100毫米，南部萨赫勒热带干燥大草原及苏丹热带潮湿大草原边缘年降水量为600毫米。

联合国机构为联合国沙漠化会议编制的一份主要资料是“世界沙漠化图”（UNCOD, 1977b），此图（图1）提供了沙漠化的范围和趋势的概况。该图准备过程包括对沙漠化不同情况的详细讨论，很清楚，由于二千五百万分之一比例的局限性，而且缺乏覆盖全球的必要信息，所以这张图还不能准确地揭示沙漠化的危险。假定目前过垦趋势还将继续，而且在下一长期干旱袭击时，脆弱的干旱地区的土壤退化将达到极点，那么这幅图所揭示的实际上是一幅潜在的沙漠化危险一级近似图，所以，这幅图的一个较合适的名称应当是“世界沙漠化危险分布图”。

本图以下述定义为依据：

- 沙漠：由于降水稀少或土壤干燥，植被缺乏或荡然无存的区域。
- 沙漠化：沙漠状况的强化与扩展，是导致生物生产力降低的过程，进而使得植被生物群减少，载畜力和农作物产量下降，人类生存环境变坏。在气候反常条件下，人类施加于脆弱的生态系统的压力被认为是沙漠化的重要因素。

据此概念，造成沙漠化的主要原因有两个：人类压力和气候反常。如果我们看一看非洲的萨赫勒地区，就知道整个萨赫勒很可能就是18000—15000年以前及11000—10000年以前沙漠化自然扩展的景观，当时北欧全新世冰河期冰蚀有两个主要过程。撒哈拉南部500—800公里

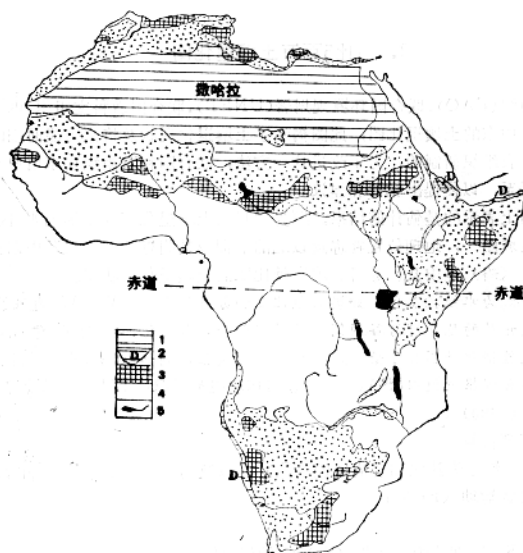


图1 UNCOD世界沙漠化图（非洲部分），是UNCOD, 1977b的简化。图例：1—2，特干旱地区（沙漠）；3，干旱、半干旱及小范围低湿地区，沙漠化危害程度很高；4，干旱、半干旱及较小范围低湿地区，沙漠化危害程度中等；5，重要的湖泊与河流。

的地带，经向的化石沙丘的存在揭示了沙漠扩展。但是在本世纪，沙漠化有多少是由于降水的自然振荡所致？有多少是由于人类活动所致？这是分析中要重点区别的。“如果干旱是沙漠化的原因，我们可以说谁也不能抗拒自然力，留下的是无能为力的遗憾；但是，如果人类活动是沙漠化的原因，那么人类就有可能恢复造成的损失，至少可以防止进一步沙漠化”（Dregne, 1983）。

通常，从非常稀疏的沙漠植被到植被较稠密的干燥大草原有一个渐变的过渡。人们已经做了许多尝试，用遥感技术及陆地探测技术来跟踪非洲干旱区植被的变化。但是为了达到这一目的，将其同1977年联合国沙漠化会议的沙漠化图相比，由于陆地资源卫星的定位问题和图像分辨率低，已作的改进相当慢。许多萨赫勒地区的研究者一致认为，沙漠化不是一个连续过程，不是所说的每年以10到20公里的速度从沙漠边缘向周围的土地推进；相反，沙漠状地区的新斑块出现在沙漠的外侧，这是由于土地过垦或局部干旱，亦可能兼而有之（Ibrahim, 1979; Hellden, 1984; Olsson, 1984），而且型式复杂。干旱年份过后，严重退化土地的植被覆盖率应当是一个研究课题，以便获悉更多有关干旱地带退化的不可逆对可逆过程的情况。

水蚀、风蚀、盐渍化和土地龟裂是土壤退化的主要形式。下面的章节将讨论制图的过程及这些退化过程。

2. 1比5百万土壤退化图

联合国粮农组织(FAO)，联合国环境规划署(UNEP)，联合国教科文组织(UNESCO)共同绘制了北非、中东的土壤退化图，此图揭示了土壤退化现状及将来可能面临的危险。制图法是由联合国粮农组织研制的，为了改进这一方法，联合国粮农组织要求用户与该组织的水土发展处建立联系，以便提出批评和建议。

1比5百万图上表示的是估计的结果，题为“目前土壤退化率和土壤现状区域图”及“土壤退化危险区域图”，地理位置在赤道以北的非洲及其附近地区，以及中东地区，并附有文字解释。图2（略）是埃及、苏丹、埃塞俄比亚的土壤退化现状图。

图2中，E—E₃为水蚀控制区，如埃塞俄比亚和苏丹的山区；W—W₃为风蚀盛行区，例如，从喀土穆到开罗的尼罗河河谷两侧，尼罗河常受到盐渍化，极为严重的在其下游(S₃)，其他严重盐渍化地区位于低地，排水慢，蒸发强，例如红海沿岸就是这样。

资料来源：联合国粮农组织(FAO)，联合国环境规划署(UNEP)，联合国教科文组织(UNESCO)，(1980)。

图中使用了下列符号：

- 水蚀(E)，细分为片状和溪流侵蚀(E₁)、以及沟蚀(E_g)，及诸如滑坡和泥石流等各种形式的块状运动(E_m)；
- 风蚀(W)；
- 盐的渗析(S)，细分为盐渍化(S_z)，钠侵(S_a)；
- 化学退化(C)，细分为碱浸析(C_n)，及毒害(C_t) <不包括盐析>；
- 物理退化(P)，包括土壤结构的破坏，地表的结层和龟裂，土壤的渗透性降低，压实，大孔隙的减少，根生长的抑制，其原因是降雨和不良的农业生产活动(P_n)，或水涝