

产生沙尘暴的自然因素与人类活动因素

宋宗水

(中国社会科学院农村发展研究所，北京 100035)

摘要 探讨了北方沙尘暴的形成，黄土高原植被破坏的因素，近代沙尘暴增剧主要是人为因素造成，沙尘对人类有益方面的新理论。指出对自然环境要趋利避害，认识事物发展规律，评价要讲求全面效益，包括生态、社会、经济方面的正负效益。

关键词 沙尘暴 自然因素 人类活动因素

近年来，人们生态意识的加强，环境质量和自然灾害引起人们更多的关注。尤其是人类不合理活动造成沙尘暴对我国北方地区的危害，学术界和广大人民群众纷纷呼吁，期望改变这种状况。现在有一种论点是：沙尘暴如同洪水、地震和火山爆发一样，是大自然万物消长中的一环，在地球上百万年的尺度中，沙尘暴从未停止，亦永无消歇。作为自然规律，沙尘暴不但不是现代社会独有的，而且无法根治，大的气候趋势不可违背。另一种观点认为，不是气候变坏而造成沙尘暴，沙尘暴的产生是人为的结果，是大自然对人类实施的“警告”或“报复”。“荒漠化的加剧是沙尘暴灾害频繁发生的主要原因，由于不合理的人为活动的干扰，造成了大面积植被的破坏，沙化加剧、水土流失、土壤次生盐渍化，引起了强沙尘暴”。从历史的客观规律看，两种截然不同的观点，各有其正确的部分。

一、我国青藏高原隆起后，自然力量形成的沙尘暴一直没有停止过

在青藏高原隆起前，中国大陆东边是太平洋，北边西伯利亚地区和南边喜马拉雅地区分别被浅海占据着，西边地中海当时也远远伸入亚洲中部，所以平坦的中国大陆大部分都能得到充足的海洋暖湿气流的滋润，中国西北部和中亚内陆大部分为亚热带地区，并没有出现大范围的沙漠和戈壁。

印度板块向北移动与亚欧板块碰撞，印度大陆的地壳插入亚洲大陆的地壳之下，并把后者顶托起来，喜马拉雅山开始形成并逐渐升高，青藏高原也受印度板块的挤压而隆升，使喜马拉雅地区的浅海消失。这个过程持续6 000多万年以后，到距今240万年前，青藏高原已有2 000m高了。

地貌形态的巨大变化，直接改变了大气环流的格局，东西走向的喜马拉雅山挡住了印度洋暖湿气团向北移动，使我国西北温暖潮湿气候趋向干旱荒漠，久而久之，渐渐形成了大面积的沙漠和戈壁，通过气流搬运，粉尘沙粒吹向黄河中下游地区，堆积成了黄土高原。西北干旱荒漠是黄土高原沙尘的发源地。

体积巨大的青藏高原正好耸立在北半球的西风带中，它的高度不断抬升。整个高原的宽度约占西风带的1/3，把西风带的近地面层分为南北两支，其中北支向青藏高原的东北边缘向东流动。这支气流常年存在于3 500~7 000m的高空，成为搬运沙尘的主要动力。沙漠和戈壁中的小颗粒的粉沙（粒径0.005~0.05mm）和粘土（小于0.005mm）能被风带到3 500m的高空，进入西风带，同时，由于青藏高原隆起，东亚季风也被加强了，与西风急流一起，在中国北部以沙尘暴形式堆积成了黄土高原。迄今200万~300万年以来，这个沙土搬运过程一直没有停止过，这是由自然力形成的连续不断的沙尘暴天气。

二、黄土高原植被破坏主要是人为因素造成的

据考证，在近200万年以来，随着黄土高原的逐步形成，就有水土流失的存在，在漫长的堆积与侵蚀过程中，受风力、水力、重力作用，逐渐形成梁塬侵蚀沟谷地貌景观。因此，水土流失的自然现象在前，

而人类生产活动在后。在地质年代的水土流失，纯粹属于地质大循环的产物，使黄河在很早年代就是“黄”的。但随着气候变迁和人为活动的影响，水土流失现象并非一直如此。

（一）历史时期黄土高原的植被

在漫长的史前时期黄土堆积形成过程中，由于堆积与侵蚀同时发生，产生水土流失现象。以后，由于当地的自然地理条件适合特定的植被生长，逐渐形成了森林草原——草原植被，改变了自然生态面貌。第四纪最末一次冰期以后，从东南向西北，大致是森林——草原——荒漠三个地带，而黄河中游正处于森林与草原、草原与荒漠的过渡带。正如史念海教授近代考古和实际调查认为，古代黄土高原的自然面貌与今天迥然不同。古代这里山地森林远比今天茂盛。据最早文献记载，关中平原、汾渭平原乃至陇山山地，都分布有湖泊沼泽。

黄河中游地区与黄土高原区基本吻合，该区的古代植被，大部分是温带草原，东南部则是温暖带森林和森林、草原的过渡地带。直到战国时代，天然植被并无较大变迁，草原和森林仍然完好。内蒙古高原及高原西北部，历史时期的天然植被以温带草原为主，其北部和西部包括内蒙古西部、宁夏、甘肃河西走廊、青海柴达木盆地和新疆等地基本上为荒漠地带，其植被具有草原兼荒漠的特色。

（二）黄土高原植被变迁主要是人为活动直接影响水土流失及向黄河输沙状况

1. 天然植被破坏。黄土高原历来是我国农牧民族的接触地带。秦以后，因多次向该地区移民屯垦，农牧界线一再北移，一度曾经到阴山以北，西达蒙宁交界的乌兰布和沙漠一带，到汉武帝时代，此间天然草原和森林大片地为栽培植被所取代，使该区原来轻微的地质侵蚀变为被开垦土地的强烈土壤侵蚀。与此相应，也造成这一时期黄河下游的频繁水患。

2. 植被再度恢复。东汉永和五年（公元 140 年）以后，由于停止了移民屯垦，北方游牧民族相继内迁，农牧界线向南移动。到了东汉后期，农牧界线大体恢复到战国后期的情况，并且长期很少变动。由于当时放牧的规模还不大，对草原的破坏还不明显，于是次生草原和灌丛又大片地取代了栽培植被，土壤侵蚀减少，成为黄河在这一时期长期安流的重要原因。除了治河的作用以外，主要是河水含沙量有所减少。

3. 再度破坏。北魏以后，游牧民族逐渐农业化，到了唐代，农牧界线又迅速北移到河套以北，特别是在安史之乱以后，大片草原又变为农田植被，水土流失加剧，从而再次加剧了黄河下游的灾情。7 世纪中叶以后，由于泥沙淤积，下游决溢就逐渐增多，从唐朝后期开始，河道逐渐淤高。

4. 破坏的延续。两宋至元明，农牧界线一直推移至今陕北与内蒙古之间，清乾隆以后，农田植被又逐渐发展到阴山以北。至此黄土高原区境内的草原开垦殆尽，农田从平地走向坡地耕作，水土流失的危害更为严重。这种植被变迁的过程，反映在同一时期黄河下游日益加剧的水患中。新中国成立以后，虽经大力整治，取得了半个世纪的黄河安澜，但由于人口压力增大，草原载畜超负荷，土地开垦过度，植被破坏，付出的代价是河床、河堤不断抬升加高，黄土高原的生态环境虽局部有所改善，但整体上的恶化尚未彻底扭转。

从长时期的黄土高原区的植被变迁以及水土流失状况，完全可以看出，虽然黄土高原的形成源于自然因素，造成严重的水土流失，但是历史时期的环境变迁主要是由人类不合理的活动所引起的。

三、近代沙尘暴发展趋势剧增不能归结为自然现象

风沙活动的结果，一方面使黄土高原的沙尘沉降增多，另一方面，作为沙源地，主要是西北各大沙漠地表的沙物质不断被吹失，使地表粗化。因此，西北沙漠地区如果没有继续进行人为破坏，吹失沙尘的规律应该是颗粒越来越大，同样的风量风速相对吹失量应该逐渐趋于下降，而且由于植被的天然恢复功能，也使沙化土地有所缩小。可是，事实恰恰相反。

据记载，我国西北地区从公元前 3 世纪到 1949 年间共发生有记载的强沙尘暴 70 次，平均 31 年发生 1 次，而新中国成立以后的近 50 年中，我国沙尘暴已发生 70 余次，20 世纪 50 年代共发生 5 次，60 年代为 8 次，70 年代 13 次，80 年代发生过 14 次，而 90 年代至 2000 年初已发生过 20 多次，波及范围愈来愈广，损失愈来愈重。^{参考数据}人为因素的作用，已经使沙漠化的发展成了恶性循环。据动态监测，20 世纪 70 年代，我

国土地沙化扩展速度为 $1\ 560\text{km}^2/\text{年}$ ，80年代为 $2\ 100\text{km}^2/\text{年}$ ，90年代前5年达到 $2\ 460\text{km}^2/\text{年}$ ，后5年则高达 $3\ 436\text{km}^2/\text{年}$ ，沙化土地一直在扩大。沙地、草地生态系统退化诱发的直接环境灾害就是沙尘暴。

据报道，从北京获得的沙尘质地，也可以证明近年来京津地区的沙尘天气的沙源基本上不是来自西北几大沙漠，而是来自就近的沙化土地，中科院地理所对北京沙尘样本分析结果，发现有80%以上的样本属壤质和沙质土壤，从化学成分分析，这些浮尘来自位于内蒙古和河北的大约 $25\ \text{万 km}^2$ 面积的退化草场、撂荒耕地以至干河谷地。因为大粒沙粒被风力搬运距离不会太远，而细沙粉尘可以搬运上百上千公里甚至更远。

对于已经毁损的生态系统，如果不继续进行破坏，由于植被的自我修复功能是不难恢复的。在一些半干旱湿润地区的退化草地，只要禁牧，一两年内生态就可以逐渐恢复。对于一些干旱地区，采取一些人工措施也可以使退化生态系统逆转。国家在业已干涸的黑河下游实行放水，原本干渴的额济纳旗土地冒出了青草；对南疆塔里木河下游多次人工放水，也使下游的胡杨、红柳等荒漠植被初步恢复生机。诚然，进行流域治理需要综合措施，单靠放几次水，足以全面恢复生态平衡。但至少可以得到一个证明，被人工破坏的退化生态系统是可以经过人工调控得以恢复的。

四、对于沙尘暴功过的理论

近年来，对沙尘暴于环境、于人类有害的一面有较多的报道与论述。最近有报导，经过研究，发现了沙尘暴对人类有益的一面。除了沙尘暴造就了黄土高原以外，主要有以下几方面的作用。

(一) 沙尘暴对夏威夷风景与亚马逊雨林的作用

据科学家对夏威夷大气微粒化验结果，这些土壤来自中国西北地区干旱苍凉的荒原，即造就夏威夷最初养料来源自遥远的欧亚大陆。认为如果没有沙尘暴，夏威夷只是一些兀立在海里的巨型岩石，没有土壤、没有花草，充其量只会成为海鸟栖息地。科学家还发现，地球最大的绿肺——亚马逊盆地的雨林也得益于沙尘暴，它的一个重要的养分来源也是空中的沙尘。沙尘气溶胶含有铁离子等有助于植物生长的成分。

(二) 沙尘暴对减轻酸雨的作用

酸雨沉降对生态环境及人类健康带来许多不利影响。在日本，有人说中国的沙尘暴影响了日本的环境。最近，日韩许多媒体纷纷报道科学家发现沙尘暴所携带的碱性沙尘可以中和大气中工业污染排放出的酸性物质，大大降低酸雨的酸性。

酸雨是伴随工业发展产生的一个环境问题。我国 SO_2 是导致酸雨的主要物质。南北方 SO_2 排放程度大致相当，但酸雨主要出现在长江以南，北方只有零星分布。学术界对这一现象早有解释。北方多风沙，来自沙漠的沙粒偏碱性，北方土壤、飘尘也偏碱性，含钙的硅酸盐和碳酸盐都会中和大气中的一些酸性物质，现在科学家已经测算出沙尘暴对酸雨的影响。沙尘及土壤粒子的中和作用，使中国北方降水的pH值增加 $0.8\sim 2.5$ 、韩国增加 $0.5\sim 0.8$ 、日本增加 $0.2\sim 0.5$ 。

问题是，工业发展造成的环境污染需要靠工业本身去纠正。如果要依赖另一种污染去抵消，环境代价太大，同时因为两种污染源间在量上无法达到适度匹配。又可能产生新的污染。

(三) 减轻温室效应

沙尘暴增加太平洋近赤道区域、东北区及南大洋中的海洋微生物和减轻温室效应。美国化学家约翰·马丁发现太平洋近赤道的区域、太平洋东北区和南大洋中铁的浓度太低，以致这些区域的浮游植物生长受到严重抑制，他发现铁抵达海洋表面的途径是通过风吹起的沙尘，因为沙尘中含有丰富的铁，增加了浮游植物的生长能力，从大气中吸取了更多的 CO_2 ，降低了 CO_2 的浓度。

对于海洋浮游植物吸取 CO_2 的作用，最近才被认识到并不亚于陆地植物。通过科学手段，1988年世界上几个不同的研究小组得出了一个共同结论：浮游植物能将大约 $450\text{亿}\sim 500\text{亿 t}$ 的 CO_2 合成到自己的细胞中。科学界早已推算出每年大气中约有 $1\ 000\text{亿 t}$ 的 CO_2 被吸收了，而陆生植物只吸收大约 520亿 t ，而另一半^{未被吸收}被浮游生物吸收了。海洋浮游植物在吸收温室气体方面的贡献堪与陆生植物平分秋色。与陆生植

物相比，海洋浮游植物的繁殖速度快，发展空间更大，这是今后减少温室气体的一个重要途径。

1988 年一个国际研究项目——“全球海洋通量联合研究”开始对海洋碳循环进行量化研究。发现死亡浮游植物的细胞和动物排泄物中有机物质一部分被微生物分解，所固定的碳通过海水循环又释放到大气中；另一部分是未被分解就沉入海洋深处的浮游植物，这些有机物沉到 200m 以下的海洋深处，很难与上面较暖、密度较低的海水循环交换，被固定的碳能长时间停留在海里，从而对储存碳发挥作用。通过这一被称为“生物泵”的过程，浮游植物将表层海水及大气中的 CO₂ 转移到海洋深处。2001 年美国研究人员报道了每年被泵入深海的碳物质总量在 70 亿~80 亿 t 之间。相当于浮游植物每年所吸收碳的 15%。

五、问题的探索

许多自然现象，后来由于人为因素的介入，使自然现象逐步人工化，将逐渐成为普遍现象。

地质历史时期地壳变迁引起的局部地区的气候干旱，使绿洲成为荒漠，是自然力量产生的沙尘暴现象。以后，随着人口的增多，对土地开发程度的加深、范围的扩大，继而产生由人为因素造成的土壤侵蚀与沙尘暴天气。其实，人为因素介入自然现象并非仅仅是沙尘暴，特别是现代科技进步，使许多自然现象都打上人工的烙印。一些原来意义上纯自然现象如洪水、地震、火山爆发等等，无不受到人工的干预。

正在研究中可能的环境战术还有人工诱发地震、人工诱发山崩和泥石流，使静止的火山活化喷发以及影响永久冻土带等技术，都在于诱发一些本来属于自然发生的灾害。相反也可以研究防止减轻这些灾害的措施。人们已经发现，有些自然灾害在对人类造成环境危害的同时也可能起到一些协调、改善环境的作用。对于自然因素与人类活动因素这两者的关系是否可以这样概括：既然是自然现象，在开始时必然由自然因素所造成，但从有了人类社会以后，特别是科技与生产力的进步，一些自然现象就有了人文化趋势，合理的人的干预有助于生态环境的改善，反之则加剧其破坏程度。对于如何评价这些正负面影响，如何趋利避害，需要取决于以下几个方面：既要看到自然因素对环境、对人类的影响，也要充分估计到人为因素所起的作用；不能以牺牲一部分环境为代价而对另一环境的修复采取“饮鸩止渴”式的办法；讲求全面效益，包括生态、社会、经济的正负效益。在国际间，还要包括国家之间的外部正负面效益及其补偿问题。

全面认识事物发展规律，有助于端正舆论导向，集中人财物力进行生态系统的修复与治理；把灾害损失减少到最低限度，更好地协调人地关系，服务于人类；既要看到自然因素对环境的负面影响，更要看清人为因素对环境的干扰作用，减少缩小其负面影响，发扬与扩大其正面影响。

NATURAL FACTORS AND HUMAN ACTIVITIES FACTORS THAT INDUCE SANDY STORM

Song Zongshui

(Institute of Rural Development ,Chinese Academy of Social Sciences ,Beijing 100035)

Abstract This paper inquires into the formation of sandy storm in northern China ,the factors for vegetation deterioration at loess plateau ,the recent increases of sandy storm mainly caused by human beings ,the new theory of mankind benefiting from sandy storm ;points out that we should utilize the natural environment and avoid its damage ,realize the development law of things ,and evaluate things completely including the positive and negative efficiency of ecology ,society and economy .

Keywords sandy storm ;natural factor ;factor of human activity