

青海沙尘暴天气研究

李 林 赵 强

(青海省气象局气候资料中心, 西宁 810001)

摘要 利用 1961~2000 年青海省 41 个气象台站的气象资料, 分析了青海省沙尘暴天气的时空分布特征, 揭示了沙尘暴天气产生的气候原因。结果表明: 近 40 年来青海省沙尘暴天气出现次数呈逐年减少趋势。

关键词 沙尘暴 时空分布特征 持续时间 气候成因

引言

沙尘暴天气是指强风从地面卷起大量沙尘, 使空气混浊, 大气能见度低于 1 km 的一种天气现象。近年来, 我国北方干旱半干旱地区春季频繁遭受到沙尘暴天气的影响。地处青藏高原的青海省同属干旱半干旱地区, 也是沙尘暴天气的多发地区之一。因此, 分析和研究沙尘暴天气的时空分布特征、强度变化及其产生的气候原因, 已成为当前亟待解决的重要课题。

1 资料与计算方法

1.1 资料

选用青海省民和等 41 个具有较好代表性的气象台站 1961~2000 年 40 年来逐月及年气温、降水、大风日数以及沙尘暴天气现象等气象资料进行分析和研究。

1.2 计算方法

1.2.1 气候趋势的估计

设某气候要素序列 $\{T_t\}$, $t=1, 2, \dots, n$ 的线性趋势可以用线性变化率即气候倾向率表示, 设:

$$T_t = m_t + x_t \quad (1)$$

式中 x_t 为含噪声的随机平稳序列, m_t 为趋势序列, 一般可假设为线性趋势:

$$m_t = a + bt \quad (2)$$

式中 b 为线性变化率, 即气候倾向率, 可通过最小二乘法求得。

1.2.2 差积曲线

为消除气候变量年变差系统的影响, 增强两变量

间的可比性, 本文利用差积曲线对相关要素进行归一化处理^[1], 其纵坐标可表示为 $\Sigma(K-1)/C_v$, 其中:

$$K = T_t / \bar{T} \quad (3)$$

$$C_v = q / T \quad (4)$$

$$q = \sqrt{\sum_{t=1}^n (T_t - \bar{T})^2 / (n-1)} \quad (5)$$

2 结果分析

2.1 沙尘暴天气的时空分布特征

2.1.1 沙尘暴天气的年际变化

图 1 给出 1961~2000 年青海省沙尘暴天气出现次数的年际变化曲线及其趋势。从图 1 可以看出, 除年际间的正常波动外, 全省沙尘暴天气的出现次数呈明显减少趋势, 其气候倾向率达 -20.6, 即就青海省而言, 沙尘暴天气的出现次数以每 10 年近 21 次的速率减少。通过沙尘暴天气出现次数距平分析还发现, 在 1961~2000 年的 40 年中, 出现正距平的年份仅为 16 年, 而负距平出现了 24 年, 为正距平出现年份的 1.5 倍, 且自 20 世纪 70 年代以来正距平出现次数在显著减少, 其中 70 年代为 6 次, 80 年代为 4 次, 90 年代仅 1 次。

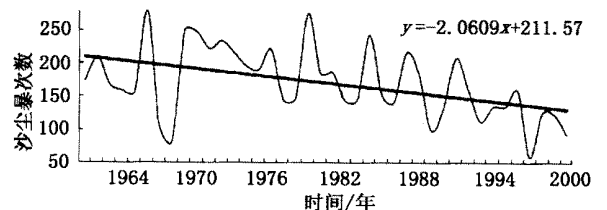


图 1 1961~2000 年青海省沙尘暴次数年际变化

2.1.2 沙尘暴天气的月际变化

1961~2000年青海省沙尘暴天气出现次数的月际变化如图2所示。从图2可见,春季是沙尘暴天气出现次数最多的季节,累计次数达6688次,占年次数的49%以上,其中3月份为出现次数最多的月份,累计次数达3100次左右,为年次数的22.8%;其次是冬季,共发生4922次,秋季为1008次;而夏季出现次数最少,仅928次,不足年次数的7%,其中9月份为最少,累计次数为134次,仅为年次数的1%。这说明沙尘暴天气出现次数具有十分明显的季节及月际变化特征,显然这与青海高原季节性气候变化有十分密切的关系。

2.1.3 沙尘暴天气的空间变化

图3是1961~2000年青海省沙尘暴天气年平均出现次数的空间分布图。从图3看出,青海省沙尘暴天气出现次数有2个明显的高值区,即以刚察县为中心的环青海湖地区和青海南部高原的伍道梁及托托河地区。刚察县是全省沙尘暴天气出现次数最多的地区,40年间累计出现569次,平均每年出现14次以上。全省沙尘暴天气出现次数的分布,正是以这两个高值区为中心,向其余地区逐渐递减,不同的是,由于所处地理位置的不同,使其递减形式及方向有所不同。青海南部高原西部的伍道梁和托托河地区以本地区为源点,向东北方向呈梯形递减,而环青海湖高值区则以刚察、贵南为中心向周围地区扩散。因此,青海省沙尘暴次数的低值区则相应的出现在南部、北部及东部的边缘地区,其中互助、同仁两地为全省沙尘暴天气出现次数最少的地区,平均每年累计出现次数均为0.2次。值得一提的是,在东部的低值区中西宁地区平均每年出现3.4次,尽管这一数值并不高,然而与其周围的互助、大通、湟源、湟中、乐都等地沙尘暴出现次数基本上均不足1次的情况比较而言,显然西宁地区是一个相对的高值区。

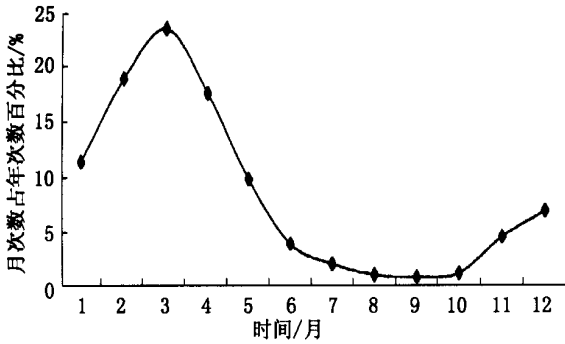


图2 1961~2000年青海省沙尘暴次数月际分布

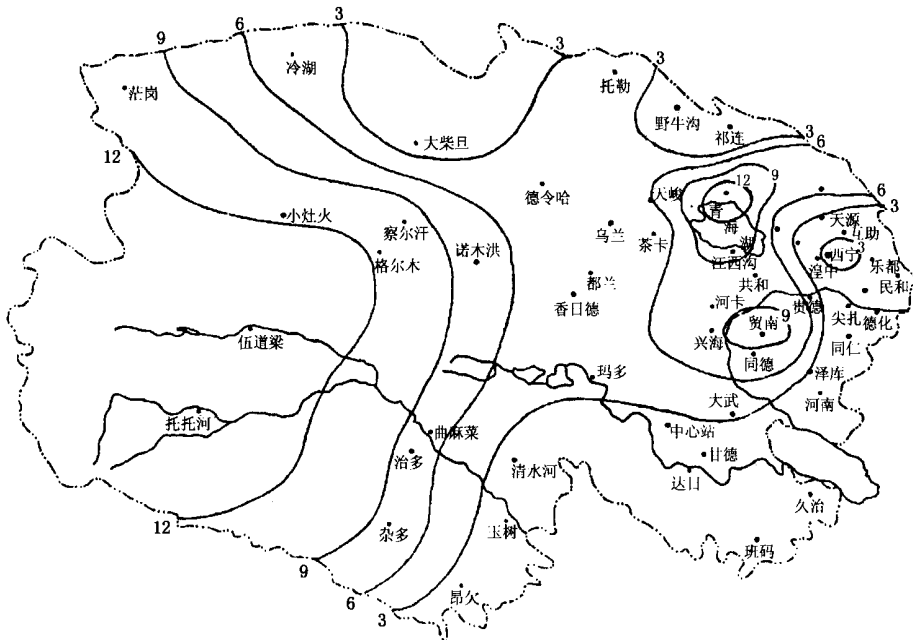


图3 1961~2000年青海省沙尘暴天气年平均出现次数分布

2.2 沙尘暴天气的强度变化

通常情况下,反映沙尘暴天气强度的气候要素主要有沙尘暴天气出现时的最小能见度、最大风速

和沙尘暴天气的持续时间,其中最小能见度是表示沙尘暴物质特征的因子,而最大风速和持续时间则是表示沙尘暴动力特征的因子。本文着重分析沙尘

暴天气的持续时间,图 4 给出 1961~2000 年逐年沙尘暴天气平均持续时间变化趋势。从图 4 看出,40 年来沙尘暴天气的平均持续时间在逐年减少,其气候倾向率为 -6.55 (分/10 年),即沙尘暴天气的平

均持续时间在以每 10 年 6.55 分钟的速率减少,这种减幅是较为显著的。说明在沙尘暴次数减少的同时,其持续时间也在逐年缩短。

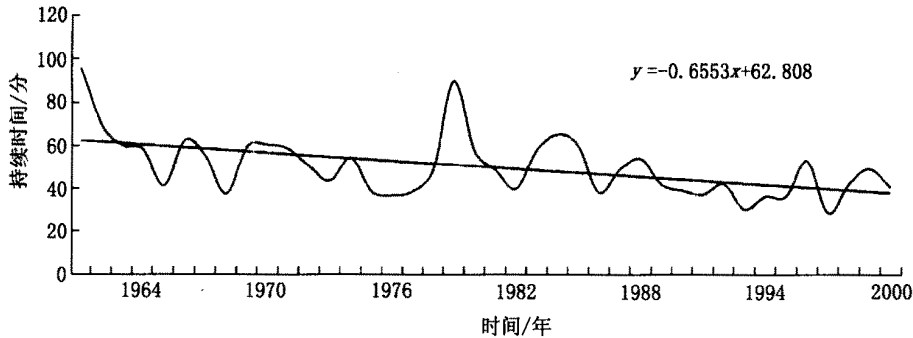


图 4 1961~2000 年青海省沙尘暴平均持续时间年际变化

2.3 沙尘暴天气的气候成因分析

一般而言,沙尘暴天气的发生需要两个条件:一是强劲持久的大风和上升气流,为沙尘暴天气提供动力条件;二是地表有丰富的松散干燥的沙尘,为沙尘暴天气提供物质基础。

2.3.1 沙尘暴天气与大风

1961~2000 年青海省大风和沙尘暴天气逐年次数变化趋势如图 5 所示。从图 5 看出,除极个别年份外,大风次数和沙尘暴次数的年际间波动有十分和谐的一致

性,且同样呈现出逐年减少的趋势。另外,通过相关分析发现,近 40 年来全省大风次数与沙尘暴次数显著相关,相关系数 0.76,信度达到 0.01,这说明大风是导致沙尘暴天气的重要气候因子。同时,注意到沙尘暴天气的年际间波动往往要大于大风的年际间波动,表明沙尘暴比大风更具不稳定性,沙尘暴还受到了其他因子的影响或干扰。进入 20 世纪 90 年代后,这种不稳定性进一步减弱,两者的波动在一些年份几乎重合,表明其他因素对沙尘暴的影响在逐年减弱。

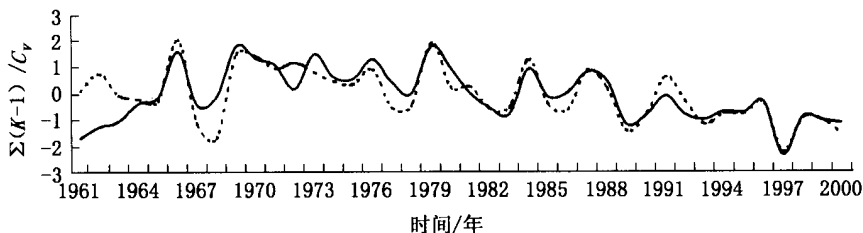


图 5 1961~2000 年青海省沙尘暴与大风次数差积曲线(实线:大风;虚线:沙尘暴)

2.3.2 沙尘暴天气与干燥度

有关研究表明,夏季 6~8 月份的干湿状况与生态环境的植被状况关系十分密切,而植被状况特别是土壤的裸露程度又决定着沙尘暴天气的物质条件,因此,6~8 月份的干湿状况对沙尘暴天气尤其是代表其物质特征的能见度有十分明显的影响。文献[2]和文献[3]指出,青海省近 40 年 6~8 月份气温呈变暖趋势,其气候倾向率为 0.08 ($^{\circ}\text{C}/10$ 年),而降水量却表现出明显的减少趋势,其气候倾向率达 -0.17 ($\text{mm}/10$ 年)。两者的变化趋势导致代表干湿状况的气候因子干燥度(大于等于 0°C 的积温与

降水量的比值)显著增大,加剧了干旱影响。图 6 以沙尘暴天气出现次数较多的同德和较少的同仁为例,给出了近 40 年来干燥度的变化趋势,从图 6 可见,两地干燥度均呈逐年增大趋势,其气候倾向率分别达 $14.8/10$ 年和 $22.1/10$ 年,增幅十分显著。因此,在滥垦、滥牧和滥伐等过度的人为活动以及干旱气候的共同影响下,生态环境不断恶化,植被覆盖度降低,土壤裸露,从而为沙尘暴天气的发生提供了越来越多的物质条件,使沙尘暴天气发生时空气中的含沙量增多,能见度降低。这可能是为什么在沙尘暴天气出现次数减少的情况下,人们反而觉得其影

响在不断加大的主要原因。

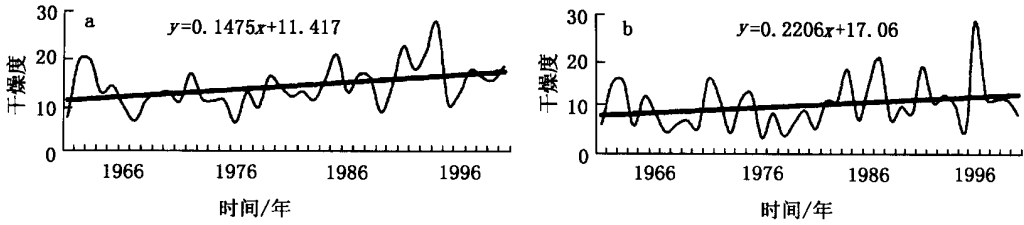


图6 1961~2000年同德(a)和同仁(b)两地干燥度变化趋势

综上所述,大风和干燥度是发生沙尘暴天气的重要气候因素。据此,不难理解青海高原沙尘暴天气的时空分布特征:青海南部高原西部和环青海湖地区分别是青海省大风日数出现最多和较多的地区,冬春季盛行强劲的偏西风。同时,这两个地区植被稀疏,生态环境十分脆弱,由于近年来过度采矿、超载放牧等人为活动的影响,使生态环境受到严重破坏,土壤沙化现象极为严重,致使每年春季特别是3月份土壤解冻后土质干燥松散,配合以频繁出现的冷空气活动产生的强劲的风力作用,导致沙尘暴天气的屡屡发生。而青海东部、南部及北部的边缘地区或因大风日数出现较少,如互助、同仁等地;或因地表植被覆盖度高,土壤裸露较少,如班玛、久治等地,从而并不完全具备沙尘暴天气发生的动力条件或物质基础,沙尘暴天气发生的次数相应也较少。同样,夏、秋两季,恰在牧草生长季,植被覆盖度较高,加之少有大风天气,致使沙尘暴天气出现次数明显少于冬春季。而正是由于近40年大风日数的减少,虽然干旱加剧,生态环境不断恶化,植被裸露现象日趋严重,但由于其主导因素即动力条件的减弱,使沙尘暴天气的出现次数逐年减少。但在气候背景相近特别是风力状况基本一致的情况下,地表植被状况却对沙尘暴天气的发生次数和能见度有着较为显著的作用,如在青海省东部地区,西宁市由于城市化的不断发展,导致植被状况每况愈下,土壤裸露现象较周围地区严重,为沙尘暴天气提供了较好的物质条件,使其出现次数明显多于大通、互助、湟中等周围地区。因此,在生态环境不断恶化的今天,尽管就青海省而言沙尘暴天气出现次数在不断减少,但其危害却是不容忽视的。

3 小结

(1)近40年来青海省沙尘暴天气出现次数呈逐年减少趋势,其气候倾向率为 -20.6 (次/10年),且冬春季为沙尘暴天气多发季节,其中3月份为沙尘暴出现次数最多的月份,占年出现次数的 22.8% ,而夏季沙尘暴天气出现次数最少。

(2)以刚察、贵南县为中心的环青海湖地区和青海南部高原西部的伍道梁及托托河地区是青海省沙尘暴天气出现次数的高值区,其中刚察县是青海全省沙尘暴天气最多的地区,年平均 14.2 次,而青海省南部、东部及北部的边缘地区是沙尘暴天气出现次数的低值区,其中互助、同仁两县是沙尘暴出现次数最少的地区,年平均 0.2 次。

(3)近40年沙尘暴天气的平均持续时间在逐年减少,其气候倾向率为 -6.55 (分/10年)。

(4)大风和干燥度是造成沙尘暴天气的两个重要气候因素,其中大风天气是主导因素,其出现次数与沙尘暴天气出现次数有十分显著的正相关关系,其年际间的波动与沙尘暴天气有很好的-一致性;而干燥度的增大为沙尘暴天气的发生提供了更多的物质条件,使沙尘暴出现时的空气含沙量增大,能见度减小,同时在风力状况一定的情况下,干燥度的增大有增加沙尘暴天气出现次数的作用。

参考文献

- 1 汤奇成,曲耀光,周聿超,等.中国干旱区水文及水资源利用.北京:科学出版社,1992.57-58
- 2 汪青春,周陆生,伊海明.青海器测时期以来的气温变化特征.青海气象,2000,(1):17-21
- 3 汪青春,白彦芳.青海近四十年来的旱涝变化研究.青海气象,2000,(3):15-22