

干 旱 预 测

Julius S. Oguntinyinbo

(尼日利亚伊巴丹大学地理系)

提要 干旱预测是个古老的问题,但最近萨赫勒干旱的严重性使人们清楚地认识到需要改进预测干旱方法,使之具有一定程度的准确性。根据现有的科学水平,干旱预测即使可能,但仍很困难。在探索适当的技术方面,两个主要途径看来是重要的:这些包括遥相关的应用和数值模式的研制。

实质上,有时滞的遥相关取决于这样的假设:在全球范围内,任一地区诱发的变化,可能在另一地方产生相应的有时滞差的变化。1972~1973年南美洲的西海岸的厄尔尼诺是一个很好的事例。数值模式的研制不仅考虑到气候因素,而且也考虑到人对自然环境的影响;大气环流模式(GCMs)的研制提供一些线索,可能有助于改进干旱预测的技术。

1. 前 言

干旱预测的主要目的(如果可能的话)是预防或避开可能发生的干旱给人们带来的灾难。然而,准确预测干旱的发生现在是不可能的。有证据表明早先人们曾以某些方法设法预测干旱的发生,但这种预测的基本原理是不清楚的,或许被认为是主观的。

这种预测可以和作物-天气分析这种现代科学的客观和系统实验方法进行比较,也可以和模拟作物-天气关系这种由不断增加的数据采集及应用定量分析方法作比较;这类方法包括用多元回归求出产量同温度和雨

量的关系,以及应用蒙特卡洛模拟方法对所给定的时期回答关于干旱频率问题(Eddy和Cooper,1978)。这篇论文的目的是评论预测干旱的各种方法的重大成就和存在问题。因此,我们将考虑以下几个问题:

- 气候/降雨变率,它是干旱发生的一个主要因素;
- 干旱预测可能吗?
- 概述和结论。

2. 气候和降雨变率

根据Hare(1979)的观点,气候是为期几周以上的大气状态的概括。然而,大多数权

威者认为,气候是若干年以上大气状态的概括。实际上,气候是由连续的、不间断的各个天气状态组成的。

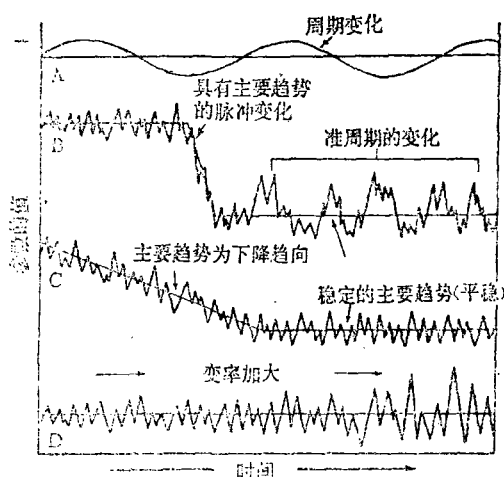


图 1 不同类型的变率

然而,我们使用以下各种量度,以确定气候这种连续过程的认识要领。

- 估算较为重要的要素(诸如温度和降水等)平均值和主要趋势。

- 估算上述要素平均值的各种类型的变率特征,这些包括:

- 周期效应,根据频率(或周期)和振幅去确定例如与昼夜、冬夏有关的效应;

- 准周期效应,趋向于取近似相同的频率或周期重复发生的效应,例如季风多雨季节或太阳黑子周期;

- 非周期效应,在一周内连续若干天或在十年内连续若干年之间显现出的非周期效应。

3. 干旱可能预测吗?

根据 Hare(1977)的观点,关于预测未来气候问题,在三个方面,可以作出某些进展:

- 气候现象的预测;
- 大气环流数值模式的应用;
- 鉴别时滞遥相关。

我们将从可能获得研究成果的观点考虑,来探讨这些方法。

3.1 气候现象的周期性

气候现象周期性的预测,可以采取一个纯统计方法。对于这种方法的主要缺陷是:气候记录通常太短,即使已发现界限明显的周期性,也不能提供可靠的预测。此外,必须意识到过去的统计对未来事件的预测或许是不适当的(Schneider,1978)。正在从事于气候变化的研究者,不仅要考虑自然界的各种约束力,作为一个潜在的因素,也必须考虑到人为的影响。

在从事周期分析和预报中人们普遍地认为所有周期现象必须有一个“强制函数”。某些学者认为太阳黑子是征兆,而不表明原因。他们注意到“磁暴度”的变化,它的出现与太阳磁层扫过地球有关。尽管这些变化仅有几天的尺度,他们觉得或许有同样的强制作用于双太阳黑子的时间尺度。

象Friedman(1950)和 Schneider(1978)都曾批评了太阳黑子-干旱耦合的观点。Mitchell(1964)也曾经是上述耦合观点的批评者,当他注意到美国西部大面积干旱和太阳磁场活动有一个隐含的关系时,他似乎改变了观点(Mitchell,1978)。正在讨论的情况表明,关于太阳黑子-干旱耦合这一观点在研究人员中没有取得一致的意见。

3.2 时滞遥相关问题

大气运动作用于广大的地区范围上,而导致大范围空间的气候异常。常常发现一个要素在一个地区的变化与另一个地区(有时相当遥远)要素的变化有关(Pitcock, 1983);或者可能在不同要素之间(在上述的距离范围内)存在着相关(Pitcock, 1973),这就被称为遥相关。这是非常有意义的,因为遥相关必然是通过某些过程引起的,而这些过程在其它情况下不被注意。但是某些人注意到遥相关有时滞问题,那就意味着在一个地区某些要素的变化,一般地先于另一个地区的相应变化(Namias,1976; Pitcock, 1983)。

这样的作用实际上可通过大气环流模式

预测。

研究者已论证了遥相关的许多例子。最值得注意的是 S.G. Walker 在 50 年前,首次论证了太平洋和印度洋的南方涛动。

另一个众所周知的遥相关在热带大西洋,例如非洲几内亚地区的海温和巴西东北的干旱带降水之间的联系。

对这些遥相关几乎无法预测,因为有其其它因素的影响而掩盖了这些联系,因而无法圆满地解释总体的变率。然而其重要性在于这种联系向理论家提出了挑战。按照理论家的说法,在许多情况下,解释围绕大气运动的时间和空间尺度特征这些问题,大大地超过我们目前的能力(Hare,1979)。有效的大气环流模式必须预测这种遥相关存在的可能性(Pittock,1983)。

3.3 数值大气环流模式

数值大气环流模式是研究干旱预测的第三种方法。这种模式必须包含已知的与干旱问题有关的基本动力和物理过程。同时这些模式必须能够预测外力的特殊影响,包括随机的和人为的作用。

最近,已较多地增加了模拟试验。模拟试验是唯一的定量测试气候变化各种假说的方法。尤其是通过这种方法,人们希望能够识别相当重要的对气候影响因素,例如太阳变化、改变土地使用方式或异常的海温。自从萨赫勒干旱到达极点以来,人们特别注意干旱气候问题。

根据不同的尺度可以设计各种模式。例如利用台式计算机求解简单模式,就能研究局部地区的水文土壤作用。在大尺度方面,利用大气环流模式,能够模拟大气和海洋的环流,但这需要大量的数据和最新一代的计算机。在大小尺度之间,可以进行各种尺度的有效试验。

萨赫勒干旱引起许多推测,使用土地方式的变化是增加干燥的原因。从而提出这样的问题:人类滥用土地是否对沙漠化负有责任?这种沙漠化是否通过持续的降雨减少而

对气候发生反馈作用?以及一旦沙漠形成即会进一步扩大的假说是否成立?

最近,大多数学者解答上述几个问题尝试用反馈过程来解释,这类反馈过程可以扩大或推迟沿沙漠边缘自然发生的气候变化。而大多数反馈过程又与反照率(即太阳辐射的地面反射)变化的作用或减少植被覆盖的其它影响有关。

Otterman(1974,1975)提出反照率反馈假说,他断定,植被的破坏和土地的裸露将增大反照率,因此使地面温度降低。这种情况将降低进入大气的感热和潜热通量,并抑制对流降雨的形成。Jackson 和 Idso(1975)反对 Otterman 的假设(通过对墨西哥索诺拉沙漠的资料研究),他们得出结论:土壤的裸露可能出现热力和气候的影响,但正好是和 Otterman 的假说相反。

不管 Otterman 的假说是否确实,而其他的人很快地采用了反照率反馈假说作为沙漠化的一个机制。Charney(1975 a,1975 b)注意到,在盛夏期间,撒哈拉中部和北部、沙特阿拉伯的东部和伊拉克南部,尽管太阳辐射通过无云的大气有强烈输入,但实际上在大气顶部仍具有一个负辐射平衡。产生这种亏损是因为:

- 由于地面高温、无云和低湿等增加地球射出辐射。

- 地表高反照率(0.35,整个沙漠地面)增加对太阳辐射的反射,相对于半球的其它地区而言,北非和西南亚沙漠实际上是汇区。在夏季,甚至北极地区是正的辐射平衡。在夏半球仅仅在有永久积冰的格陵兰和南极相对于沙漠带而言是一个辐射热汇区。

Charney 建立了一个北非有限区域辐射-动力模式。这个模式假定,增加反照率会增强经向交换,从而使在热带纬度范围内下沉的速率(在大约5公里达最大)在夏季能够增加一倍多。而后 Charney、Stone 和 Quirk(1975)使用戈达德空间科学研究所(GISS)大气环流模式(包括云、降水和蒸发)模拟反照率从

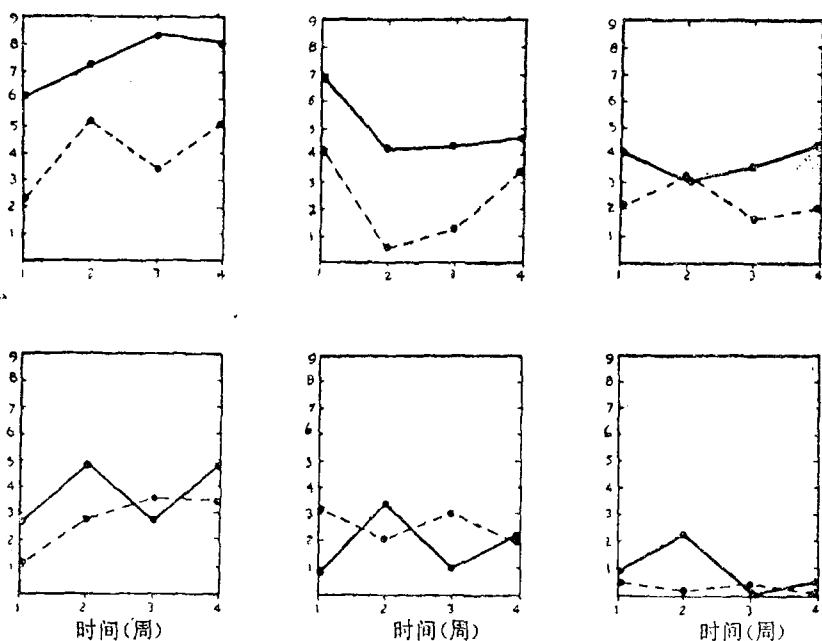


图 2 两种不同水分假设(上行为过量蒸发,下行为蒸发很小)下每周平均降雨率大气环流模式试验情况(Charney 等人,1977)。左列为萨赫勒,中列为拉贾斯坦,右列为西部大平原。实线为反照率14%,虚线为 35%。

14%到35%的变化产生的影响,发现云和降雨随着反照率的增大而急剧减少。

1976 年 Ripley 批评该模式在调整地面温度和鲍恩比时,不适当地处理蒸发作用(H/LE)。另外,实际反照率变化也比 Charney 假设的小。

Charney 等人 1977 年对边界层条件进行了扩大研究。他们采用了地面水分平衡的两个参数化处理。一个几乎没有蒸发;另一个过量蒸发。图 2 是萨赫勒、Rajputana (印度拉贾斯坦沙漠)和美国西部大平原,七月份不同反照率的试验结果。14%(反照率)代表潮湿的森林地带,35%(反照率)代表沙漠地区。高反照率情况明显地比低反射率情况干燥得多,而且高反照率是出现在 Rajputana 而不是美国西部大平原。在过量蒸发的情况下,这个过程更为显著。由此可以设想,反照率作用主要是抑制局地蒸发派生而来的对流降水。

反照率变化的机制当然可能是由于干旱、过度放牧、开垦土地或三种情况同时发生

造成植被破坏,或者是由于土壤本身干燥造成植被破坏,土壤反照率同土壤水分含量是线性反比例关系(Jackson 和 Idso, 1975)。结果是土壤含水量本身对于干旱起正反馈作用,湿土有助于再产生来源于局地蒸发而形成的降水。

很清楚, Otterman 首先提出而后得到 Charney 支持的反照率作用已是一个控制副热带和热带气候的关键反馈机制。此外,若干研究指出:这一机制在全球的其它地区也有统计意义的相关关系(即遥相关)。这些包括与海洋天气或海面温度异常的关系(例如 Namias, 1974; Hastenrath, 1976; Lamb, 1978; Trevelyan 和 Rowntree, 1981)。但是很明显,除了联系地面-水分条件外,反照率机制还不能恰当地处理,这不仅是因为反照率本身与土壤水分含量有关。

反照率反馈机制研究获得的显著成绩导致了許多反照率的观测研究和沙漠治理研究。在严重沙漠化的地区,特别是在干旱期,地面反照率明显的变化是可探测出的。

反照率假说的创始人——Otterman 采用卫星和野外观测继续使其定量化 (Otterman, 1981)。迄今,确已证明广大地区反照率有一定程度的增加,很可能形成干旱或加剧干旱;系统地采取卫星技术可能会得出有价值的证据。全球环境监测系统 (GEMS) 已明显地

把其方向转到生态监测领域 (GEMS PAC, 1980)。

到目前为止,一个能够得出的结论是:干旱预测没有简单的方法,因此要继续探索。

刘德才译自 Climatic Change Vol.
9 No.1—2 志文删校