

全球变暖会导致气候严寒吗

王绍武¹ 罗 勇² 赵宗慈² 董文杰²

(北京大学物理学院大气科学系, 教授¹

北京 100871; 中国气象局国家气候中心,

研究员² 北京 100081)

〔摘要〕 文章对美国国防部“秘密报告”中全球变暖可能导致严寒的理论根据和现实可能性作了分析, 指出由于气候变暖、极冰融化影响大洋的环流, 进而影响全球气候; 这样的事件在历史上曾有多次发生。但目前还不能说已经开始发生这样的过程, 而且没有这样的先兆。因此, 到 2020 年, 发生“秘密报告”中所提出来的情景的可能性很小, 但是不排除在更长时间发生某种气候突变的可能性, 所以加强对气候突变的研究是非常必要的。

〔关键词〕 全球变暖 严寒 气候突变 [中图分类号] P4 P7

〔文章编号〕 1000-7857(2004)07-0008-03

WILL THE GLOBAL WARMING BRING CHILLING

WANG Shao-wu¹ LUO Yong² ZHAO Zong-ci² DONG Wen-jie²

(1. Dept. of Atmospheric Science, School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China;

2. National Climate Center, CMA, Beijing 100081, China)

Abstract: An analysis on the Report of OSD (Office of Security Department) is made. The report suggests that gradual global warming will bring chilling. It is indicated that the chilling had occurred many times in the past, for the warming melt ice cover, modulated the thermohaline circulation, and finally influenced on the global climate. However, it is premature to say that a new phase of chilling is coming, because no strong precursor has been found. Therefore, in the near future occurrence of the scenario suggests in the report is almost impossible. But it is difficult to exclude the possibility of occurrence of a chilling in some whatlonger time, so it is necessary to increase the research on the abrupt climate change.

Key Words: global warming, chilling abrupt, climate change

1 美国国防部“秘密报告”及两种不同气候背景下的冷事件

美国国防部“秘密报告”^[1](以下简称“报告”, 参看罗勇^[2]), 向人们展示了一幅可怖的未来气候突变的情景: 到 2010 年~2020 年, (1)亚洲、北美年平均气温下降 5°F, 北欧下降 6°F; (2)澳大利亚、南美、南非则上升 4°F; (3)欧洲、北美东部的农业区今后 10 年之中大部分年份持续干旱; (4)西欧、北太平洋风暴增强, 风力加大, 例如英国的气候将如西伯利亚一样寒冷干燥。作者认为是缓慢的全球气候变暖导致了寒冷。虽然作者在文章摘要中也用了“设想不可想象的情景(scenario)”这个标题, 同时指出情景发生的范围不一定那么广, 强度也不一定那样大; 但是由于情景的严重, 该“报告”仍然给科学界与社会以很大冲击。本文旨在从气候学角度对“报告”所设想的情景出现的可能性作一个初步的评估。

“报告”作者是根据什么资料设想出这样具体的情景呢? “报告”中用了历史对比的方法, 共列举出 3 个冷事件: 新仙女木事件(Younger Drays, 简称 YD, 出现于 12.5~11.5kaBP)、8.2kaBP 事件及小冰期(Little Ice Age, 简称 LIA, 出现于 AD1300~1850)。从“报告”给出的资料来看, 作者是依照 8.2kaBP 事件来设计 2010 年~2020 年的情景的。但是, “报告”所列举的 3 个冷事件彼此是很不同的: YD 事件发生于冰期末尾, YD 事件结束才进入全新世间冰期; 而 8.2kaBP 事件及 LIA 均发生于间冰期内。从“报告”所给出的格陵兰温度曲线来看, YD 事件中温度变化幅度达到 20°F 以

上, 而 8.2kaBP 事件为 6~7°F, LIA 则只有 3~4°F。3 个冷事件的强度有很大差异。冰期内振幅大, 间冰期内振幅小。下面先分析这两种不同气候背景下的冷事件。

冰期间冰期旋回

地质学上第四纪约开始于 250 万年前。无论深海沉积、南极冰盖还是中国黄土, 均揭示出第四纪中充满气候冷暖交替的变化。冷期称为冰期, 暖期称为间冰期。一个冷期和一个暖期合称为一个冰期间冰期旋回。近 40 万年中旋回的时间为 10 万年。当前, 我们正处于间冰期中, 地质学上称为全新世。全新世在 YD 结束后于日历年 11.5kaBP 开始。

1.1 冰期中的冷事件

20 世纪 90 年代初期, 格陵兰冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 证明了冰期气候的不稳定性^[3], 并得到了深海沉积有孔虫记录的支持^[4], 发现冰期中有平均时间长度约 1.5kaBP 的振荡(或循环), 也称为次米兰柯维奇尺度振荡。振荡中的冷事件为冰阶(stadials), 相对暖事件为间冰阶(interstadials)。后来以发现者的名字, 称为 Dansgaard/Oeschger 振荡, 简称 D/O 振荡。根据北大西洋深海沉积中流冰碎石(Ice Rafted Debris, 简写 IRD)推断, 每经过几个 D/O 循环就出现 1 次 IRD 从劳伦泰冰盖到斯堪的纳维亚冰盖倾泻的事件^[5]。这时气温比一般冰阶还要低 5~8°C。后来即以发现者的名字, 命名为海因

里希(Heinrich)事件,简称 H 事件。据 Bond 等(1993)最早的研究,近 70ka 共发生了 6 次 H 事件,分别出现于 14、21、27、36、51、67kaBP,记为 H₁、H₂…H₆。H 事件之间时间的距离接近 10ka,所以,粗略地说有 10ka 周期,称为 Bond 周期(或循环)。此外,有不少作者根据不同地区的资料确定 H 事件发生的时间,虽稍有出入,但大体上与 Bond 的结果接近。后来人们认为 YD 事件的性质也属于 H 事件,记为 H₀。

1.2 全新世间冰期中的冷事件

格陵兰冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 变化表明全新世 D/O 振荡不明显。然而, Bond 等^[6]利用北大西洋深海沉积中冰岛玻璃及染赤铁矿的碎石的百分比证明全新世中也有 D/O 振荡。不过冷事件的强度要比冰期中低。在 11.5kaBP 以来的全新世中共确定出 8 次冷事件;出现于 1.4、3.0、4.0、5.4、8.0、9.4、10.3 及 11.0kaBP,编号自 1 至 8。由于 LIA 性质类似,也列为冷事件,编号为 0。Bond 等^[6]指出,YD 的强度是比较大的,间冰期则以第 5 个冷事件,即大约出现于 8.2kaBP 的冷事件最强。LIA 的强度则比较弱。因此,看来“报告”作者是以全新世中较强的冷事件作为范本来设计未来气候情景的。

2 气候突变

2.1 气候突变

“报告”的作者再三强调未来面临的是一次气候突变。在上面谈到的 3 个冷事件中 YD 确实是一次气候突变。而且,几乎可以说气候突变的研究,就是从对 YD 的分析开始的^[7]。YD 冷事件持续约 1ka,与事件前后相比,温度变化的幅度能达到冰期—间冰期旋回的 3/4。而且,变冷与变暖都是很迅速的,变暖尤为激烈。有时这样大的温度变化仅在几十年内完成,所以称为气候突变。YD 的气候突变是世界范围的, Broecker^[8]曾列举出南极洲之外从阿拉斯加到新西兰 10 个地区均有 YD 气候突变的证据。中国古里雅冰芯也反映出 YD 事件,总降温达到 12.8℃,最大降温速率 1℃/100a,但升温达到 10℃/100a 的量级^[9]。

热盐环流(THC)

THC 指环绕全球的大洋中因海水密度分布不同而形成的洋流,有别于因为风的影响而形成的风成流。在北大西洋常称为大传送带。北大西洋的墨西哥暖流向高纬输送了巨大的热量,不仅对北大西洋,对北半球气候也有非常大的影响。墨西哥湾流是一支盐度高、温度也高的暖洋流,在流向高纬时,向大气输送了大量的热量而变冷。由于温度降低,盐度大,所以密度也大,在北大西洋北部下沉,在深层向南流,到达南半球高纬与那里的底水汇合,上升流向太平洋及印度洋,转入上层成为暖洋流,再回到南大西洋,流向北大西洋。对于 THC 的很多细节今天还知之甚少,但是不少作者都认为 THC 是影响气候变化,特别是形成气候突变的重要因子。

是什么原因,造成了气候突变?至少有 3 种意见:热盐环流(THC)、太阳活动及 ENSO。目前广为接受的是第一种意见,即认为热盐环流减弱,甚至关闭是气候突然变冷的原因。Broecker 等^{[10][11]}最先提出这样的见解:北大西洋北部冰盖消融,融冰造成的淡水浮在北大西洋北部,减弱了北大西洋北部深水底水的形成,减少了暖水自南向北的输送,因此使欧洲及北美东部气候变冷。

现在一般认为 THC 有 3 种模态。第一种为现代模态,第二种及第三种模态相当于冰期中的冰阶或 H 事件(表 1)。在第二种模

表 1 北大西洋深水的 3 种模态

	第一模态	第二模态	第三模态
深水基本特征	北海与北大西洋同时有深水形成	北海深水形成停止,北大西洋深水及中间水形成	北海及北大西洋深水和中间水形成大为减弱,热盐环流关闭
气候特征	间冰阶	冰阶或 D/O 循环的冷期	海因里希事件
Imbrie 等(1993) ^[12]	双泵海洋	单泵海洋	无泵海洋
Sarnthein 等(1994) ^[13]	全新世或间冰期	冰期模	融水模
Alley 和 Clark(1999) ^[14]	现代模	冰期模	海因里希模, H 模
Stocker(2000) ^[15]	IG 模	IL 模	O 模

态时,北海的泵虽然关闭,但北大西洋的泵仍在起作用。只有在第三种模态时,THC 才完全关闭。

2.2 当前究竟面临着什么样的气候突变

YD 事件时 THC 可能属于第三模态。8.2kaBP 事件及 LIA 时可能 THC 只是强度减弱,仍基本处于第一模态中。Duplessy 等^[16]重建了过去 18ka (¹⁴C 年)北大西洋北部爱尔兰近海海面温度(SST)及海面盐度(SSS)变化曲线。从中可以看到 YD、8.2kaBP 事件,及 LIA 3 次冷事件(表 2)。显然,YD 事件中的变化,比全新世中两次冷事件变化幅度要大 3~5 倍。这进一步证实,即使全新世中的冷事件也是 THC 减弱造成的,但 THC 变化幅度是不能同 YD 事件相比的。而且 LIA 比 8.2kaBP 的变化幅度还要弱。

表 2 北大西洋北部 SST 及 SSS 的变化幅度^[16]

事件	YD	8.2kaBP	LIA
SST	4.5℃	1.5℃	<1℃
SSS	2.7‰	1‰	<0.5‰

“报告”的最后一部分引用了最新的观测资料,指出从上世纪 60 年代后期到上世纪末 30 多年时间内,北大西洋的盐度已经有了明显的下降。这暗示读者,似乎“报告”预言的气候突变已经开始。但是,“报告”的数据显示,过去 30~40 年北大西洋东北、丹麦海峡及拉布拉多海的 SSS 分别下降了 0.06‰、0.06‰及 0.08‰,不到 8.2kaBP 变化的 1/10, LIA 变化的 1/5。这表明近 30~40 年 THC 可能有一定程度的减弱,但变化幅度尚未到达 LIA 的程度。因此,可以认为目前还不能说已经看到 THC 强度正在发生能够导致气候突变的减弱。

另外,这 3 个冷事件均属于自然变化,而我们面临的是人类活动造成的气候变暖,并且是在间冰期中的气候变暖。这时劳伦泰冰盖已经瓦解,斯堪的纳维亚冰盖也消融了,仅余下一些高山冰川及格陵兰冰盖,在这种情况下气候变暖对 THC 的影响还需要进一步研究。

全球变暖

政府间气候变化协调委员会(IPCC)第三次评估报告于 2001 年发表。这个报告指出,大气中的 CO₂ 相对于工业化前(公元 1750 年)已增加了约 30%,近 30 年增加尤为迅速。除 CO₂ 之外,其它温室气体甲烷、氧化亚氮、氟氯烃等温室气体也显著增加,有的增长率还超过了 CO₂。根据 1860 年以来的气温观测记录,近百年全球地面平均气温上升了 0.4~0.8℃。由于温室气体仍在继续增加,所以全球气候会继续变暖,估计到公元 2100 年全球平均气温可能上升 1.4~5.8℃

3 结论

3.1 由于全球气候变暖,融冰及降水量增加,北大西洋北部淡水输入量增加,使 THC 减弱,从而导致北半球一些地区气候变冷。这是完全可能的。

3.2 过去 40 年所观测到的盐度下降程度与 8.2kaBP 或 LIA 不在一个数量级上,更远低于 YD 事件。

3.3 因此,在未来 20~30 年 THC 完全关闭的可能性是非常小的。也缺少有力的证据说明很快会发生如 8.2kaBP 事件的 THC 减弱。

3.4 对于因为 THC 减弱而导致气候变冷来临的时间及变冷程度,国际上有许多不同见解,有人认为可能至少要 100 年才变冷,有人认为几十年就可能出现冰期,有人认为变冷已经开始。说明这个问题的研究尚不成熟,需要密切关注。

3.5 无论如何,由于全球继续变暖,THC 减弱的可能性是存在的。因此,从国家安全角度看,“报告”唤起国家领导人及公众对气候变化影响的重视,有积极意义。

参考文献

[1] Schwartz P & D Randall. An abrupt climate change scenario and its implications for United States National Security [J]. The Observer, 22 Feb. 2004

[2] 罗勇. 五角大楼发出警告:气候变化将摧毁我们[J]. 气候变化通讯,2004, 3(1):14

[3] Dansgaard W, S J Johnsen, H B Clausen et al. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice core record [J]. Nature, 1993, 364: 218~220

[4] Bond G C, W S Broecker, S Johnsen, et al. Correlations between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice [J]. Nature, 1993, 365: 143~147

[5] Heinrich H. Origin & consequence of cycle ice-rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130 000 years [J]. Quaternary Research, 1988, 29(1): 142~152

[6] Bond G C, W Shower, M Elliot et al. The North Atlantic (s 1~

(上接第 16 页)

分布,以及在理解气候系统中关键的反馈作用方面,将来会有进一步改进。(2)在估计包括气溶胶在内的辐射强迫时,误差也还很大。现在的估计带有主观色彩,真实的强迫可能落在目前估计的不确定性区间之外(石广玉等,2002)。(3)气候模式本身存在着较大的缺陷。现在,模式还不能较好地模拟气候系统状态。关于未来气候趋势的预测,其不确定性是相当高的,结果有待检验。今后需要做大量的改进工作,然后才能模拟出区域细节以及极端天气事件。为了解决这些问题,需要切实加强气候系统观测,独立地发展我国的气候系统模式,并加大对研究的投入。

显然,在气候变化的检测和预估方面,上述重要的科学问题仍需要进一步研究。对气候成因分析和气候趋势估计的可靠性将严重依赖于对这些科学问题的理解水平。随着研究的深入,科学界有望进一步减少不确定性,对过去气候变化的原因给出更明确的结论,同时对未来可能的变化趋势做出更令人信服的估计。

(感谢丁一汇、赵宗慈、翟盘茂、罗勇、邵雪梅等教授的帮助和支持,感谢国家“十五”科技攻关项目课题“全球与中国气候变化的检测和预测”(2001BA611B-01)的资助。)

参考文献

[1] 丁一汇. 中国西部环境变化的预测 [M]. 中国西部环境演变评

2kyr climate rhythm: relation to Heinrich events, Dansgaard/Oeschger cycles and the Little Ice Age [A]. In: Mechanisms of Global Climate Change at Millennial Time Scales. Clark P U, R S Webb & L D Keigwin (eds). Geophysical Monograph [C]. 1999,112: 35~58

[7] Berger W H & L D Labeyrie. Abrupt Climatic Change, NATO ASI Series, 1987, 216: 397

[8] Broecker W S. Does the trigger for abrupt climate change reside in the ocean or in the atmosphere[J]. Science, 2003, 300: 1 519~1 522

[9] 杨志红, 姚檀栋, 黄翠兰等. 古里雅冰芯中国新仙女木事件记录[J]. 科学通报, 1997, 42(18): 1 975~1 978

[10] Broecker W S, D M Peteet, D Rind. Does the ocean - atmosphere system have more than one stable mode of operation [J]. Nature, 1985, 315:21~26

[11] Broecker W S, G Bond, M Klas et al. A salt oscillator in the glacial Atlantic, The concept[J]. Paleoceanography, 1990, 5:469~478

[12] Imbrie J, A Berger, E A Boyle, et al. On the structure and origin of major glaciations cycles: the 100 000 -year cycle [J]. Paleoceanography, 1993, 8: 699~735

[13] Sarnthein M, K Winn, S J A Jung, et al. Changes in east Atlantic deep water circulation over the last 30 000 years: eight time slice reconstructions [J]. Paleoceanography, 1994, 9: 209~267

[14] Alley R B & P U Clark. The deglaciation of the northern hemisphere (s global perspective [J]. Ann Rev Earth Planet Sci, 1999, 27: 149~182

[15] Stocker T F. Past and future reorganizations in the climate systems[J]. Quaternary Science Reviews. 2000,19(1~5): 301~319

[16] Duplessy J C, L Labeyrie, M Arnold, et al. North Atlantic sea-surface salinity and abrupt climatic changes [J]. Nature, 1992, 358:485~488

(责任编辑 苏 青)

估(第二卷).北京:科学出版社

[2] 秦大河,丁一汇,苏纪兰. 中国气候与环境的演变及预估[M]. 中国气候与环境演变(上卷),北京:科学出版社,2004

[3] 任国玉,全球气候变化研究的现状与方向[A]. 见:中国气象学会秘书处编. 大气科学发展战略[C]. 北京:气象出版社.76~81

[4] 石广玉,王会军,王乃昂,等. 人类活动在西部地区环境演变中的作用[A]. 见:秦大河总主编. 中国西部环境演变评估(第一卷)[C]. 北京:科学出版社,2000. 182

[5] 王绍武,董光荣(主编).中国西部环境特征及其演变[A]. 见:秦大河主编. 中国西部环境演变评估(第一卷)[C]. 北京:科学出版社,2002

[6] 徐影,丁一汇,赵宗慈.NCC/IAPT63 海气耦合模式模拟人类活动对气候变化的影响[J]. 气候变化通讯, 2002(1)

[7] Houghton, J. T., Ding, Y. H., et al. Climate Change 2001: The Scientific Basis [M]. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2001, 896

[8] IPCC: Climate Change: The IPCC Scientific Assessment, (Eds. Houghton, J.T., Jenkins, G. & Ephraums, J.J.), Cambridge University Press, Cambridge, 1999, 364

(责任编辑 胡春华)