

# 气候变暖对中国农业影响的历史借鉴\*

王铮<sup>1,2</sup> 黎华群<sup>1</sup> 孔祥德<sup>3</sup> 张正远<sup>4</sup>

1. 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200062; 2. 中国科学院政策与管理研究所, 北京 100080;  
3. 美国孟菲斯大学, TN, 38152; 4. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

**摘要** 从中国历史现象出发, 论证气候变暖对中国农业经济发展的影响, 并对不同气候条件下农业经济的变化情况下进行了模拟计算分析(计算中既考虑了气候变化对农业生产潜力的影响, 又考虑了气候变化对农业有效生产率的影响)。将计算结果与中国历史气候变化对农业生产条件和农业经济影响的历史史实进行比较, 发现中国的气候温暖期农业生产条件良好, 历史时期整个农业生产潜力对降水条件的变化敏感, 特别是干旱、半干旱区。中国历史气候变化基本特征是单纯的气候小幅度波动对农业生产影响不大。中国气候温暖期水分条件也比现代优越。中国湿热同期的特点也是中国历史时期气温升高农业经济条件变好的根本原因。由此推测, 中国农业经济系统, 在全球变化条件下, 对温度变化的响应是稳定的, 对降水变化更为敏感, 中国未来发展中的水资源问题值得注意。

**关键词** 气候变化 温暖期 历史气候 经济计算

目前, 全球气候变化尤其是气候变暖引起的社会经济影响受到学术界的极大关注, 中国有漫长的历史, 认识历史时期气候变化对社会经济影响的事实对我们认识未来气候变化的影响有重要的参考意义。对于这个问题国内有众多的研究<sup>[1-4]</sup>: 王铮等认为历史气候变化对中国人口分布、政治疆域产生了复杂影响<sup>[1]</sup>。李裕元<sup>[2]</sup>发现, 中原地区近5000年来气候的水旱变化与中国历史朝代的演替与兴衰有着惊人的一致性, 大的水旱灾害, 特别是旱灾往往引起历史朝代的更迭。满志敏等<sup>[3]</sup>从4个历史实例出发, 讨论了气候变化对农牧过渡带变迁的影响。汤懋苍等提出以暖湿为特征的气候适宜期是我国历史上的繁盛期, 而以干热为特征的气候非适宜期是往往伴随着朝代更迭、经济倒退<sup>[4]</sup>。

针对中国的研究, 我们认为还有3个问题必须回答: 首先, 历史上气候变暖对农业影响是怎样的? 第二, 历史资料所揭示的气候变化对农业关系

的影响能够得到理论计算的说明吗? 第三, 什么因子是造成这种农业影响的主体? 与作者过去的一些研究有所不同, 这里的研究结合了计算分析。

## 1 历史现象

为了认识历史气候变化的影响, 首先我们需要确认中国历史时期的气候温暖期。西汉和初唐、中唐前期是竺可桢研究确定的温暖期<sup>[5]</sup>, 尽管后来有一些学者不同意竺可桢的某些观点, 但是这两个期没有引起异议。历史显示中国的汉代和唐代都是中国历史上所谓的盛世, 换言之, 中国历史上的气候温暖时期是中国经济强盛的时期, 注意到唐代和汉代的经济主要是农业经济, 也就是说历史经验证明气候温暖时期是有利于中国农业发展的时期。但是这里值得注意的是, 唐代和汉代中国的农业经济主要集中在长江以北地区, 所以谨慎地讲, 历史证据表明的是气候变暖对中国北方的农业发展是有利

2004-06-23 收稿; 2004-11-02 收修稿稿

\* 国家自然科学基金(批准号: 40371007)和教育部博士点基金(批准号: 20010269010)资助项目

E-mail: llwang@public.bta.net.cn

的。另一方面,温暖期对中国南方的农业经济的影响,至少没有证据表现出不良影响。虽然唐代以前南方农业还不够发达,缺少相应记录,不过唐代已经出现“税赋所出,江淮居多”的情况。如果温暖期对南方农业不良,税赋如何居多呢?据邹玉麟<sup>1)</sup>研究,至少在五代十国时期也就是所谓中世纪温暖期,长江流域的农业经济是发达的,所以历史事实表现出气候变暖,中国农业生产条件变好。

竺可桢的研究<sup>[5]</sup>表明,5kaBP年左右的仰韶文化期是中国的主要温暖期,施雅风等<sup>[6]</sup>作了详细的研究,他们把约8.5—3kaBP称作全新世大暖期,并认为这一时期是湿热的,并且导致自然地带向北推移。实际上将这个结果比较中国现代气候带分布<sup>[7]</sup>,由于东亚季风气候的特殊性,在中国自然带向北推移1—2个纬度,显现为更为湿热的气候环境。众所周知,这个时期,发生了中华文明的开启,而这一开启是需要良好的经济基础的。

从空间上看,在气候的温暖期,农业界线较之寒冷期有明显的北移和西移,荒漠化减弱。事实上,汉武帝文朔至元鼎年间(128BC—115BC),汉政府向黄河以东关中平原以西以北地区大量移民,北界达到了今内蒙古伊盟杭锦旗境内(《汉书·食货志》)。在2世纪中叶,山西北部发展了桑蚕业(《汉书·地理志》),其界线较现代偏北约1个多纬度。3世纪末4世纪初气候一度变冷,此后又在4世纪末回升<sup>[8]</sup>。此期,代王拓拔珪“徙都盛乐(今和林格尔),务农息民,国人大悦”(《资治通鉴·晋纪》)。“国人大悦”,这当然要环境允许,这反映了今牧区和林格尔一带发展农业效果好。此后,北魏于今山西大同建都,“天兴初(398 AD)制定京邑,……,北尽参合(今岱海)为畿内之亩,……劝课农耕,……比年大熟”(《魏书·食货志》)。可以“劝

课农耕”,实现“比年大熟”,当然要环境允许。由此可见,当时农业北界也较今向北扩张。实际上,738 AD年,甘肃宁县,庆阳一带小麦丰收无处可卖(《册府元龟·卷502》)。820 AD年左右,河曲地区大兴屯田,修有不少水利工程<sup>[9]</sup>。9世纪初农业退缩,陇东、陕西北最终成为畜牧区。它是隋唐温暖期结束的必然结果。10世纪初中国进入中世纪气候适应期,农业北界及种植北界随之北移<sup>[10]</sup>。

作为温暖期农业条件好的反证是气候寒冷期中国农业条件变坏。1230 AD—1260 AD年之间,被认为发生了中国2000年来最大的气候突变<sup>[8]</sup>,结束了中世纪气候温暖期。农业情况如何呢?元朝建立之初,元政府十分注重农业,以“农桑为本”,“颁农桑之制十四条”,“颁农桑辑要之书”,“设劝农司专掌农桑水利”,采取了一系列恢复农业生产的措施。但是,元朝的农业经济始终不能很好的恢复起来并且持续下去,到它的末年,农业带退缩到明长城以内<sup>[4]</sup>。据王守春<sup>[11]</sup>研究,15世纪开始的小冰期时期,甘肃一带农业已严重不能自给。更早的气候较冷的北魏时期,河西走廊尚可经营蚕桑;更寒冷的明清小冰期时代,已无可能。气候寒冷对农业经济发展是不利的。

作为温暖期与寒冷期的对农业影响不同的数量例子,是来自19世纪上半叶的气候突变。王铮等<sup>[12]</sup>的研究发现:在1815—1830年发生了气候突变,而且这是一个从相对温暖期进入相对寒冷期的突变。气候的这种突变造成了全国性农业减产,表1所示是他们给出的根据故宫历史档案整理的18世纪以来的农业收成变化。事实上,正是1820—1830年间的气候突变结束了所谓的清代“盛世”。同样760AD的突变,气候相对变冷<sup>[13]</sup>,也结束了“开元盛世”。

表1 18—19世纪中国农业收成状况(相对各地丰收年的全国平均)<sup>a)</sup>

年份	1730—1749	1750—1759	1760—1814	1815—1831	1832—1843	1844—1882	1883—1911	1912—1915
收成/%	86	83	86	80	73	70	68	70

a) 据《故宫档案》,重新计算

1) 邹玉麟, 21世纪与中国地理学会议, 香港, 1998

一次气候变化可能尚不足以说明问题, 我们可以在更长时期对比考察。众所周知, 在 1400—1900 年中, 中国经历了小冰期时代, 平均温度比 1900 年的平均温度低, 尽管对小冰期的气温变动细节上认识不尽一致, 但是竺可桢<sup>[1]</sup>提出的冷暖波动结构

是为人们公认的。图 1 是张丕远等<sup>[10]</sup>整理了竺可桢的研究后, 给出的中国 16 世纪以来气温变化。然而, 问题有其复杂的一面, 即气温波动带来周期性的经济冲击。

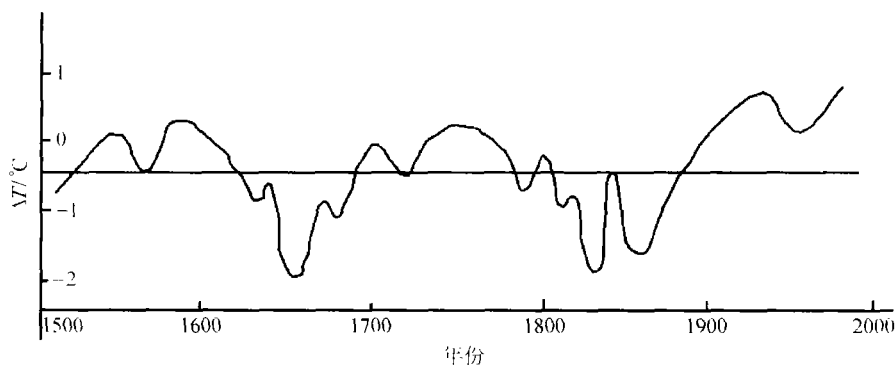


图 1 中国东部 16 世纪以来的气温波动(据文献[10]绘制)

从图 1 中可以看出, 1500—1600 年, 气候温暖。这个阶段也正是中国人口近乎持续增加的阶段<sup>[11]</sup>。当时官方统计数据, 1500—1600 年左右人口增长率达 4.3% 左右, 16 世纪后期, 明王朝人口可能达到 1.5—1.7 亿, 是前所未有的高峰, 人要吃饭穿衣, 在古代穿衣吃饭是消耗农产品的, 人口的增加表明当时农业经济可以提供更多的农业产品, 换言之之农业生产条件相对较好。1620 年(泰昌元年)左右, 气候从温暖期进入寒冷期, 同时, 中国经济出现危机, 饥荒多发, 显然农业条件变坏, 由于发生大面积饥荒, 人口出现负增长或者在 17 世纪初停止增长<sup>[12]</sup>。接着, 农民起义爆发, 北方草原民族第三次迁移性入侵农业区, 气候周期性波动点燃了明王朝灭亡的导火线。这种情况的出现, 我们认为是在气候保持温暖的持续 60—75 年之内(参见图 1), 农业生产条件较好, 在没有预见的情况下, 人口迅速增加, 在气候转入了寒冷气候, 粮食生产力降低, 但是前期已经形成了巨大的人口量, 这时农业经济发展困难, 国家财政难以维持。

17 世纪后期, 清代开始, 气候进入一个温度回升时期, 此后保持在一个相对的温暖时期, 这个相对温暖时期大约维持了 120 年左右, 缔造了所谓的“康乾盛世”。气候回暖, 康熙五十一年(1712 年)前, 实施“滋生人丁, 永不加赋”政策, 如果没有

良好的农业生产条件, 人是难于滋生的。此期, 人口迅速增长, 乾隆六十年(1795 年) - 道光五年(1825 年), 人口增长率达 0.64%, 中国出现“盛世经济”<sup>[16]</sup>。1820—1830 年的气候突变, 导致了这个盛世的结束, 道光年间, 中国进入了气候寒冷时期, 在气候不利的条件下, 帝国主义的侵略雪上加霜, 中国经济一蹶不振, 中国再次出现经济危机, 农民战争多次爆发, 明清时代这个过程, 还显示温暖期创造大量人口, 并且成为寒冷期农业生产潜力降低后的负担。当然, 20 世纪上叶, 虽然气候再次转暖, 中华民国成立之后, 中国的农业总产出持续增加, 人均产出甚至超过了农业得到技术改造后的 1957 年<sup>[17]</sup>, 直到日寇入侵。

总之历史事实表明, 中国的气候温暖期农业生产条件良好, 气候变暖对中国农业经济发展有利。

## 2 计算检验

对于历史气候变化对中国农业经济的影响历史事实, 我们进一步开展了计算检验。刘啸雷<sup>[18]</sup>等引用黄秉维提出农业生产力的估计关系<sup>[19]</sup>, 最后得到农业生产潜力  $P_a$  在气候变化的驱动下变化率为

$$\frac{\Delta P_a}{P_a} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{2b_1}{\frac{\alpha_1}{T_1} + b_1 T_1} \Delta T_1 - \frac{2b_2}{\frac{\alpha_2}{T_2} + b_2 T_2} \cdot (1)$$

这里  $P$  为年降水量,  $T$  为年均温,  $T_1, T_2$  为年均温的线性变换, 其中,  $T_1 = T + 2.991$ ,  $T_2 = T/20 + 1.9$ , 参数  $a_1 = 125.727$ ,  $a_2 = 0.059$ ,  $b_1 = 0.320$ ,  $b_2 = 0.112$ , 温度单位为  $^{\circ}\text{C}$ , 降水单位为  $\text{mm}$ .

在分析气候变化影响时, 仅仅考虑自然变动的影响是不够的, 气候变暖同时导致了社会有效生产率的变化. 根据 Nordhaus<sup>[20]</sup> 的社会有效生产率与自然生产率  $A_i^{(n)}$  之间的关系为

$$A_i^* = \left( \frac{1 - \mu_i}{1 + (D_0/9) T_i^2} \right) A_i^{(n)}, \quad (2)$$

这里  $T_i$  为气候变化前的平均地表温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 为温度上升  $3^{\circ}\text{C}$  后的年 GDP 减少部分. 根据 OECD 的估计,  $\text{CO}_2$  排放量增长 2 倍, 温度上升  $2.5^{\circ}\text{C}$  时, 中国的 GDP 大约损失  $4.7\%$  <sup>[21]</sup>, 我们取  $D_0$  为  $5.5\%$ .  $\mu_i$  是生产型  $\text{CO}_2$  排放控制率, 在古代为 0. 这里的关系表明, 气候变暖将降低有效生产率. 实际上气候变暖的影响是气温的自然作用、气温对降水和土壤湿度的影

响以及气温对社会有效生产率的作用结果.

在古代 GDP 基本上是农业生产潜力  $P_a$  决定的, 我们引用  $P_a^*$  描述当时的有效社会生产潜力, 即为

$$P_a^* = \left[ \frac{1}{1 + (D_0/9) T_i^2} \right] P_a, \quad (3)$$

将(3)式两边取微分得

$$\frac{\Delta P_a^*}{P_a^*} = \frac{\Delta P_a}{P_a} - \frac{\Delta \left[ 1 + \left( \frac{\sqrt{D_0}}{3} T_i \right)^2 \right]}{1 + \left( \frac{\sqrt{D_0}}{3} T_i \right)^2}, \quad (4)$$

利用(4)式, 我们考虑了中国的气候带的特征, 计算了气候变化下降水、气温变动引起的农业生产潜力的变化, 如表 2 所示. 这里的计算选取了我国 8 个有代表性的地区, 计算初始条件以现代该地区的气候条件为基础.

表 2 气候变化对应的有效农业生产潜力变化

地区	初始年年均降水量/mm	初始年年均气温/ $^{\circ}\text{C}$	该年年均降水量/mm	该年年均气温/ $^{\circ}\text{C}$	有效社会劳动生产率的变化量/%	地区	初始年年均降水量/mm	初始年年均气温/ $^{\circ}\text{C}$	该年年均降水量/mm	该年年均气温/ $^{\circ}\text{C}$	有效社会劳动生产率的变化量/%	
北京	560	12	660	14	19	长春	680	8	780	10	15.1	
			560	14	1.2				680	10		0.4
			460	14	-16.7				580	10		-14.3
			660	13	18.4				780	9		14.7
			560	13	0.5				680	9		0
			460	13	-17.4				580	9		-14.7
			60	11	17.6				780	7		15.2
			560	11	-0.3				680	7		0.5
			460	11	-18.1				580	7		-14.2
			上海	1150	16				1250	17.5		9.6
1150	17.5	0.9				1700	21.5	0.8				
1050	17.5	-7.7				1600	21.5	-5.1				
1250	17	9.3				1800	21	6.4				
1150	17	0.6				1700	21	0.5				
1050	17	-8.1				1600	21	-5.3				
1250	15	8.1				1800	19	5.3				
1150	15	-0.6				1700	19	-0.6				
1050	15	-9.2				1600	19	6.4				

(续表)

地区	初始年年均降水量/mm	初始年年均气温/℃	该年平均降水量/mm	该年平均气温/℃	有效社会劳动生产率的变化量/%	地区	初始年年均降水量/mm	初始年年均气温/℃	该年平均降水量/mm	该年平均气温/℃	有效社会劳动生产率的变化量/%
武汉	1200	16.5	1300	18	9.3	成都	950	16	1050	18	11.8
			1200	18	0.9				950	18	1.3
			1100	18	-7.4				850	18	-9.3
			1300	17.5	9				1050	17	11.2
			1200	17.5	0.6				950	17	0.6
			1100	17.5	-7.7				850	17	-9.9
			1300	15.5	7.8				1050	15	10
			1200	15.5	-0.6				950	15	0.6
延安	580	13	680	15	18.5	石河子	250	9	350	11	10.7
			580	15	1.2				250	11	0.7
			480	15	-16				150	11	-39.3
			680	14	17.8				350	10	40.2
			580	14	0.6				250	10	0.2
			480	11	-16.7				150	10	-39.8
			680	12	16.9				350	8	10.2
			580	12	-0.4				250	8	0.2
			480	12	-17.6				150	8	39.8

从表2可以看出下列特点:

(1) 如果降水不变化, 气温变化仅仅会导致农业产出的小量变化, 当气温上升不超过 $1^{\circ}\text{C}$ 时, 农业产出变化在 $0\sim 0.6\%$ 之间, 温度升高, 有助于农业生产潜力提高, 但是它的影响不是很明显。

(2) 降水变化对农业影响最为突出, 无论气候变化后气温变高还是变低, 只要降水变少, 农业生产潜力均明显降低; 无论气候变化后气温变高还是变低, 只要降水变多, 农业生产潜力几乎均提高。

(3) 气候变化特别是降水变化对于旱区(石河子代表)、半干旱区(延安代表)的影响显著地大于湿润地区。

### 3 讨论

为什么中国气候温暖期农业生产条件会优越呢? 通过上面的计算我们可以分析湿热条件的配合是最重要的, 那么中国历史时期是否提供了这种条件?

王铮等<sup>[2,10]</sup>对近2000年的降水变化作了定量分析, 研究得出如图2所示的中国湿润曲线, 这里

湿润水平定义为积累旱涝结果。

从图2可以发现, 在近2000年中, 中国总的趋势是在变干, 尽管气候有所波动, 中国气温温暖期的汉代、唐代和对应宋代的中世纪温暖期, 其时, 气候湿润水平相对较高, 可见中国近2000中气候的温暖期也是降水相对丰富期, 图2揭示的特别有意义的是: 近2000年来, 变干最迅速的阶段是280AD—450AD间, 也就是第一次草原民族大规模入侵农业区的时期; 这时, 发生了中国历史上所谓“五胡乱中原”, 第二个迅速变干期是1050AD—1230AD间, 这是草原民族第二次大规模入侵农业区时期; 此期, 成吉思汗的铁骑横扫欧亚大陆, 我们可以认为干旱的发生使得草原初始生产力降低, 草原民族不得不用扩张和掠夺来争取自己的生存, 关于这次气候迅速变干的文献证据, 在《元史》中有诸多记载, 在1230AD附近多次出现草原干旱, “草木自燃”, 在15世纪开始的第三次气候迅速变干期, 发生了第三期草原民族大规模入侵农业区。

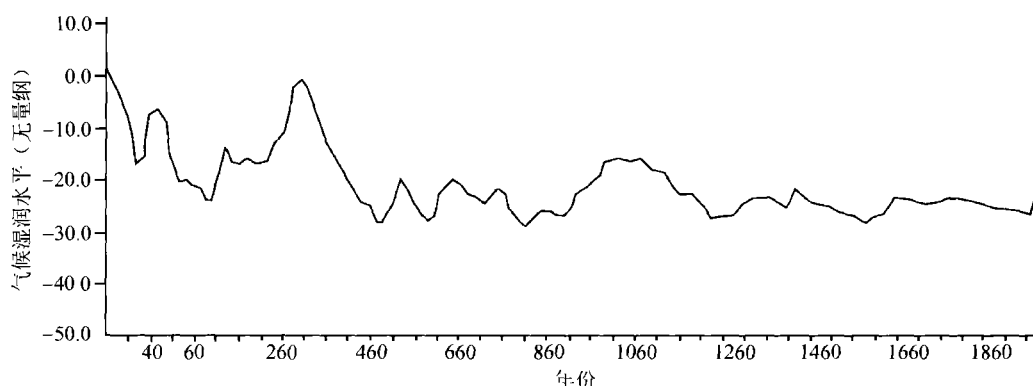


图2 中国东部气候湿润水平的变化

注意到汉代、唐代气温比现代至少高出 1.5℃ 这一事实时，我们认为当气温上升较现代高出 1.5℃ 以上时，可以认为气候出现新的阶段，至少当气温上升 1.5℃ 以上，湿润度较现代为高。近 2000 年气温总体上是下降的<sup>[8]</sup>。图 2 表明，在中国近 2000 年中气温不断下降的同时，湿润度不断下降。在历史长河中，农业发展了，这是技术进步的结果，技术进步有助于减少气候变化的不良影响<sup>[23]</sup>。

中国气候变暖与气候湿润配合的反面证据来自气候变化对土地荒漠化的影响。在气候变暖对经济影响中，土地荒漠化是一种令人担心的问题，因为气候变暖可能导致土壤蒸发加大，带来荒漠化加剧。问题的另一方面是气候变暖有利于海洋气团活动，降低荒漠化。哪一方面起到主导作用呢？这需要历史观察。显然，气候变暖如果有助于中国更加湿润的话，对历史时期的观察应该发现在中国气候寒冷期中国的荒漠化应该是比气候温暖期加剧。事实正是如此：

在记录 500AD 左右寒冷期的中国历史的《魏书·西域传》中，大量地提及了中国西域诸国沙漠或流沙活动的情况。然而在记录 20AD—200AD 中国历史的《后汉书·西域传》中，则没有提及沙漠与流沙。记录 200BC—20 AD 的温暖期中国的历史的《前汉书·西域传》，仅一处提及这一问题，它的内容正好与 500AD 左右寒冷期的中国历史的《魏书·西域传》的记录可以验证。抄录如下：

《前汉书·西域传》

鄯善国本名楼兰，王治扞泥城。……

西北至车师，…地沙鹵，少田，寄田仰谷旁国。国出玉，多葭苇、柽柳、胡桐、白草。

《魏书·西域传》中相应文字为

鄯善国都扞泥城，古楼兰国也。……都城方一里，地多沙鹵，少水草。……车师国，……，诏行人王恩生、许纲等出使，恩生等始渡流沙，……。

从两段文字对比我们可以发现：在汉书中未提鄯善(今鄯善、若羌附近)“地多沙鹵”，车师“地沙鹵”，可见不是无视了鄯善附近有沙漠而是当时鄯善附近沙漠是可忽视的，“而多葭苇、柽柳等”。至寒冷的北魏时，原来可忽视沙漠景观的鄯善，已经“多沙鹵，少水草”了，而车师国则受到“流沙”的包围，去车师国需“渡流沙”。总之，气温较低的北魏时代较汉代，在今新疆地区，沙漠化已有了迅速的发展。可能有人争辩说，历史时期这些古国可能发生了迁址，这是对的。问题在于人类迁址只能迁往有利于自己生存的地方。如果迁址后的环境条件尚不如迁址前的，只能讲在历史过程中，原环境变得较新环境更恶劣了。

气候变冷导致土地荒漠化的另一历史事实，来自中唐。760AD 年以后，中国气候出现短暂降温<sup>[13,8]</sup>，大约持续 30 年。这一气候事件也给中国的荒漠化带来推动。中唐诗人元稹在他的《西凉伎》中写道：

吾闻昔日西凉州，人烟扑地桑柘稠，  
葡萄酒熟恣行乐，红艳青旗朱粉楼。  
……，大宛来献赤汗马，赞普亦奉翠茸裘。  
一朝燕贼乱中国，河湟没(一作忽)尽空遗丘。  
……，天子县内半没为荒陬，西凉之道尔阻修(《全唐诗·元稹卷》)。

元稹笔下是一幅活生生的沙漠化景象，中西文化交流也因此受阻。把西凉州的沙漠化归罪于安禄山是不公正的，但是沙漠化确实以“河湟忽尽”的形式迅速发展的。注意到此期中原王朝的农业民族退出了河西，游牧民族东进。在历史上，在生态过渡带实行农业开发，带来荒漠化的问题，为科尔沁沙地的历史所证实的。但在历史上出现农业民族退出某一地区的人文过程中，还出现“河湟忽尽空遗丘”，“县内半没为荒陬”的现象，可见当时气候变化的荒漠化影响是严重的。这种严重性与表2中计算出的西部地区的农业生产潜力(当然由这种潜力决定的生态条件)对降水变化特别敏感。

现代技术分析表明中世纪温暖期<sup>[24]</sup>结束后，中国东、中部的沙漠化得到了发展。据高尚玉、陈渭南等<sup>[25]</sup>，毛乌素沙地是880AD以后发展起来的。董光荣等<sup>[26]</sup>认为科尔沁沙地，在最近的一千年才得到迅速发展。冯起等研究塔里木河流域BP12ka以来沙漠演化与气候变化发现，气候干冷的10—8kaBP期间，风沙活动强烈，是沙漠大规模扩展时期<sup>[27]</sup>。李锋<sup>[28]</sup>在总结国内外学者对全新世以来气候变化与土地沙漠化关系研究成果的基础上，得出我国东部地区沙地和沙漠的发展期普遍对应着气候的寒冷期，而其固定和逆转期则与气候的温暖期相一致。

在历史气候研究中，王铮等<sup>[29]</sup>根据历史旱涝灾害资料分析指出，中世纪温暖期结束后，旱涝气候分布的趋势线出现平行胡焕庸线的发现。换言之，温暖期时不存在中国东西域巨大的水分分布差异，气候温暖期中国西部得到更多的降水。

总之，在历史时期，就中国而言，气候温暖期同时也是气候湿润期，中国气候的湿热同期决定了历史时期气候变暖有利于中国农业经济的发展。

#### 4 结论

本文通过计算分析与历史资料分析结合，研究

表明：中国气候变化基本特征是单纯的气候小幅度波动对农业生产影响不大，当时整个农业生产潜力对降水条件的变化敏感，特别是干旱、半干旱区。

(1) 中国的气候温暖期农业生产条件是优越的。历史时期气候变暖的有助于农业生产条件改善影响。

(2) 历史表明，中国气候温暖期水分条件也比现代优越。中国湿热同期的特点也是中国历史时期气温升高农业经济条件变好的根本原因。

(3) 气候温暖期，中国的荒漠化水平较现代低，那种认为气候变暖中国荒漠化加强的论断与历史事实不符合。

(4) 历史气候变化对中国经济发展的影响表明，中国农业经济系统，在全球变化条件下，对温度变化的响应是稳定的，对降水变化更为敏感，中国未来发展中的水资源问题值得注意。

#### 参 考 文 献

- 1 王 铮，张丕远，刘啸雷. 历史气候变化对中国社会发展的影响. 地理学报, 1996, 51(4): 329-339
- 2 李裕元. 浅论中原地区近5000年来气候的水旱变化规律与中国历史朝代的演替与兴衰. 华北水利水电学院学报(社科版), 1999, 15(4): 37-41
- 3 满志敏, 葛全胜, 张丕远. 气候变化对历史上农牧过渡带影响的个案研究. 地理研究, 2000, 19(2): 141-147
- 4 汤懋苍, 汤 池. 历史上气候变化对我国社会发展的影响初探. 高原气象, 2000, 19(2): 159-165
- 5 竺可桢. 中国5000年气候变化初步研究. 中国科学, 1973(2): 168-189
- 6 施雅风, 孔昭震, 张丕远, 等. 中国全新世大暖期鼎盛阶段的气候与环境. 中国科学, B辑, 1993, 23(8): 865-873
- 7 张家诚. 中国气候总论. 北京: 气象出版社, 1991, 257-273
- 8 张丕远, 王 铮, 刘啸雷, 等. 中国近2000年气候演变的阶段性. 中国科学, B辑, 1991, 24(9): 988-1008
- 9 周魁一, 陈茂山. 西汉与唐代灌溉成就的比较研究. 历史地理, 1993, 11: 18-29
- 10 张丕远, 主编. 中国历史时期气候变化. 济南: 山东科技出版社, 1996, 318, 100-404, 433-436
- 11 王守春. 河西走廊及其邻近地区历史时期人文变化和气候变化序列. 见: 西北干旱地区全新世环境变迁与人类文明兴衰. 北京: 地质出版社, 1992, 64-82
- 12 王 铮, 周清波, 张丕远. 19世纪上叶的一次气候突变. 自然科学进展, 1995, 5(3): 323-329
- 13 满志敏. 唐代气候冷暖分期气候冷暖特征的研究. 历史地理(第八辑), 上海: 上海人民出版社, 1990, 1-15

- 14 何炳棣. 1368—1953年中国人口研究. 上海: 上海古籍出版社, 1989, 23
- 15 牟复礼. 剑桥中国明代史. 北京: 中国社会科学出版社, 1992, 634
- 16 张岩. 对清代前中期人口发展的再认识. 江汉论坛, 1999, (1): 65--69
- 17 费正清. 剑桥中华民国史(上). 北京: 中国社会科学出版社, 1993, 76
- 18 黄秉维. 中国农业生产潜力——光合作用. 地理集刊, 第17号. 北京: 科学出版社, 1985, 1—3
- 19 刘啸雷, 王铮. 农业生产潜力改变与气候因子改变的关系推导. 见: 中国气候与海面变化及其趋势和影响 ①中国历史气候变化. 济南: 山东科学技术出版社, 1996, 519—520
- 20 Nordhaus W D. Managing the global commons: The Economics of Climate Change. Massachusetts: MIT Press, 1994, 101—120
- 21 Bruce J, Lee H, Haites E F. Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 1996, 81—86
- 22 Wang Z, Zhang P, Zheng J, et al. A variation of drought/flood during last 2000 years in China. IGBP-CNC Bull, 1993, 3 (3): 23—30
- 23 王铮, 郑一萍. 全球变化对中国粮食安全的影响分析. 地理研究, 2001, 20(3): 282—288
- 24 满志敏. 中国东部中世纪温暖期的历史证据和基本特征的初步研究. 见: 中国生存环境历史演变规律研究(一), 北京: 海洋出版社, 1993, 95—104
- 25 高尚玉, 陈渭南, 曹继秀, 等. 全新世中国季风北缘沙漠化初步研究. 中国科学, B辑, 1991, 21(2): 202—208
- 26 董光荣, 金炯, 李保生, 等. 科尔沁沙地沙漠化的几个问题. 中国沙漠, 1993, 14(1): 1—9
- 27 冯起, 苏志珠, 金会军. 塔里木河流域 12KaBP 以来沙漠演化与气候变化研究. 中国科学, D辑, 1999, 29(增刊1): 87—96
- 28 李锋. 全球气候变化与我国荒漠化检测的关系. 干旱区资源与环境, 1997, 11(3): 28—33
- 29 王铮, 张会军, 刘啸雷, 等. 中国生态环境过渡的一个重要地带. 生态学报, 1995, 15(3): 319—326

## “高分子科学与生命科学交叉研究前沿科学问题”研讨会在湖南召开

为了促进高分子科学与生命科学之间的交叉研究、推动高分子科学及相关学科的发展, 国家自然科学基金委员会化学科学部于2004年12月3—6日在湖南湘潭召开“高分子科学与生命科学交叉研究前沿科学问题”研讨会. 来自全国28个单位的43位学者参加了会议. 杨玉良院士作了特邀主题报告, 陈国强、袁直、刘俊秋、程巴雪、章林溪等教授作了邀请报告. 与会专家对生物高分子、医用高分子、生物大分子体系理论计算模拟、高分子科学中的生物技术和大分子化学生物学等相关研究前沿的科学问题、国际发展态势和近期需给予重点关注的方向等进行了交流与讨论.

高分子科学是研究分子量在数千至数百万甚至数千万大分子合成、结构与性能的学科, 而生命科学中的核心物质DNA、基因、多肽、蛋白质, 聚多糖等都是分子量很高的大分子, 属于高分子科学研究的对象, 由这些生物大分子构成的细胞又构成了生命. 因此, 高分子科学与生命科学存在着不可分割的联系和许多有待进行学科交叉研究的前沿问题, 专家认为主要有以下3个层面的交叉点: (1) 在DNA、基因、蛋白、多糖、高分子药物及诊断试剂等研究方面存在着分子水平层面的交叉点; (2) 高分子科学在小尺寸药物传输系统、单层、双层和多层高分子膜和生物传感的研究方面存在着细胞层面上的交叉; (3) 高分子科学在组织或骨架工程在人体组织和生命层面上有着很好的交叉点.

与会专家们指出: 今后高分子科学研究者除了继续重视生物医用高分子研究之外, 还须通过运用高分子科学研究特长和知识, 从分子水平研究生物大分子结构、相互作用等, 为研究生物大分子在生命体系中生命过程做出应有的贡献. 通过研究高分子组装和高级有序结构构筑、手性高分子、配位高分子以及受生物启发或模拟生物体系高分子的研究, 在分子科学与生命科学之间架起跨接的桥梁.

(供稿: 董建华)