

气候变化与中国的战争、社会动乱和朝代变迁

章典 詹志勇 林初升 何元庆 李峰

(香港大学地理系, 香港; 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000. E-mail: zhangd@hkucc.hku.hk)

摘要 人类进化史始终与气候变化有密切的关系, 这种观点已被科学家们所接受. 尽管人们目前都在预测气候变化对我们将来社会的影响, 但是至今还没有对有历史记载以来气候变化对社会发展和演化之影响进行系统和定量的研究. 利用过去 1.15 ka 来的古气候记录, 对中国唐末到清朝的战争、社会动乱和社会变迁进行了系统地对比分析. 结果发现冷期战争率显著高于暖期, 70%~80% 的战争高峰期, 大多数的朝代变迁和全国范围动乱都发生在气候的冷期. 研究表明, 由于冷期温度下降导致土地生产力下降, 从而引起生活资料的短缺. 在这种生态压力和一定的社会背景下, 战争高峰期和全国范围内的社会动乱随之产生. 在许多情况下, 最终导致王朝灭亡和新朝代的建立. 进一步分析还发现战争数量与温度距平有显著的负相关关系. 在不同的气候带, 由于土地承载力的不同, 战争与温度的相关程度也存在着差别. 因此我们认为所谓中国历史的朝代循环, 以及大乱和大治的交替, 气候的波动变化是决定性因素之一.

关键词 气候变化 战争 动乱 朝代循环 温度距平

在中国漫长的历史上, 战乱和和平的循环伴随着新旧朝代更替, 即所谓大乱之后必有大治, 已成为历史发展的规律. 西方学者把这种现象用朝代循环的(Dynastic cycle)理论来解释. 这种循环理论已被用来解释中国社会演化, 经济兴衰等历史现象^[1~4]. 循环论把朝代的兴亡、社会的动荡和平静以及经济的发展与衰落完全归结为社会演化和管理失误的结果, 但是不能够提供充足的证据和定量的数据去支持这种学说, 也不能正确解释为什么历史会反复重演. 我们认为, 这些理论对历史的解释是以人文理论为基础的, 没有考虑到自然的影响. 许多科学家提出了气候的变化能够改变社会、经济和文化. Cowie^[5]指出人类文明化的过程与气候变化之间的关系是非常重要的, 气候的变化能够导致一种人类文化的发展或消灭^[5]. 许靖华^[6]认为气温变化曾经严重地影响人类文明. 最近有些学者用高分辨率的古气候资料去解释为什么有些地方的史前文化会灭绝^[7~11]. 但是, 至今还没有人对有记载以来人类社会的战争、社会动乱和朝代变化的历史用气候变化的理论进行科学解释. 古代社会朝代循环经常是通过战争和社会动乱来实现的. 战争不仅仅是一种社会有组织的武装斗争, 也是一种重要的社会演化机制^[12~14]. 历史学家们常常从政治、经济、文化和民族冲突上寻找战争的原因^[15~18], 他们 also 把社会动乱归结为阶级斗争或管理失败的结

果^[19,20]. 我们认为, 自然环境变化对人类文明的影响是很大的, 气候变化直接影响到土地的产量, 从而对人类的经济、社会和文化带来影响. 这种影响在古代高人口密度的农业社会当土地产量减少时会带来饥荒、移民和国家力量的减弱, 从而引起战争、动乱和朝代更替的严重后果. 中国土地辽阔, 跨越多种气候类型的地带, 所以人民的生活方式和居住特点强烈地体现了气候的特征, 气候效应有极其深远的历史后果^[21]. “天时”, 即气候状况, 也成为古代帝王统治是否成功的首要条件之一. 因此, 在研究气候变化与社会演化关系上, 中国可以作为一个典范.

本文将通过一种新的思路去探索气候变化与社会演化的关系, 即通过用高分辨率气温变化证据对比, 定量分析中国古代社会中历史事件发生的时间和自然背景, 从而找出这些事件发生的潜在原因. 这些事件分为: 战争频率、社会动乱和朝代变化. 它们反映了中国古代社会的重大变化, 并都有精确和公认的年代证据. 我们相信这种科学分析方法可以合理地、客观地揭示与气候有关的社会和历史规律.

1 资料和方法

最近有许多关于过去 1~1.15 ka 以来高分辨率的气温变化的研究报道^[22~28]. 尽管这些气候纪录是用不同的研究方法和多种代用指标来完成的, 但是

北半球各种气温记录惊人的吻合使我们坚信它们在时间和幅度上的可靠性. Briffa 等人^[29]选择了 7 种最典型的结果去探讨其变化的特征, 我们将其中 5 项超 1 ka 的数据序列作为划分冷暖期和定量对比的标准, 这 5 条反映北半球陆地气温变化的曲线来源于树木年轮、湖泊钻孔、冰芯、珊瑚和其他历史文献记录(包括中国的记录), 并参照北半球陆地平均气温观察值用线型回归法对数据重新进行了校定, 最后通过 50 年的过滤平滑给出最终结果. 5 条曲线中有 2 条为过去 1.15 ka 年的记录, 另外 3 条为 1 ka 以来的温度距平. 在划分冷暖期过程中, 我们首先计算了这 5 组数据的平均值. 在公元 850~1000 年期间采用的是 Esper 等人^[24]和 Briffa 等人^[27]曲线平均值, 从公元 1000~1980 年为全部 5 条曲线的平均值, 再根据气温变化幅度和绝对温度距平来相对地划分冷期和暖期. 如果温度距平变化幅度大于 0.14, 一个气候期就可以确定, 但冷期的平均温度距平必须低于 -0.35. 按照这一原则, 冷期和暖期的界线取在冷暖期最高值和最低值之间的中点. 据此划分, 从公元 850~1911 年, 冷期长 549 年, 暖期长 512 年. 从公元 850~1980 年可划分出 16 个气候期(图 1(a)). 中国的古气候研究在过去 10 年同样取得了很大进步. Yang 等人^[30], 总结了最近所发表的古气温资料, 得出 2ka 以来分辨率达 10 年的中国完整温度序列. Ge 等人^[31], 利用大量文献重建了中国东部 2 ka 以来的古气温(30 年分辨率)(图 1(d)). 两者与北半球 20 °N 以上陆地气温有较好的吻合, 但显著的差别是在 13 世纪, 北半球序列上是冷期而后者是暖期. 然而一些其他研究包括对中国东部的气温研究指出, 该时期也是较冷的^[32,33]. 由于该两个中国古气温序列分辨率不高, 并且与其他研究存在差异, 我们将其列入作为比较.

目前最全面系统地记载中国战争的记录是“中国军事史”一书^[34]. 由于在死伤人数、参战者数量和战争原因的描述上历史文献中可能存在偏见, 我们只把战争产生的年代、地点、次数和参加者认为是可信的数据. 在此基础上, 战争的频率、类型和地理分布可以按时间序列算出, 根据参战领导者分为反叛战争和其他战争等类型. 为了定量地解释气候与战争关系, 我们在不同时间尺度上用 Pearson 的相关系数来分析战争数量与温度距平之间的关系. 对于动乱, 我们只是选择了历史书所记录的全国范围的动乱事件, 即所谓由同一原因产生的在至少五省以上地区

同时发生的国家内部社会动乱. 中国历代王朝的正式建立和灭亡年代以范文澜^[20]“中国通史”一书为准. 这些王朝不仅包括统治全国的主体王朝, 也包括那些建立在现在中国版图内的占领过 5 个省以上地区的少数民族王朝^[35]. 由于气候有地带性分异规律, 我们按照自然区划的原则划分为: (1) 中国北部大陆性干旱、半干旱、半湿润和湿润气候区, 区内主要为畜牧业和小麦产区; (2) 中国中部季风气候区, 该区为中国主要的稻米产区; (3) 中国南部亚热带和热带气候区, 植物有很长的生长期, 稻米为一年两熟或三熟. 战争地点以战争的起源地为准.

2 结果

2.1 战争频率与气候变化

战争频率在时间序列上与气温变化一样具有旋回特征, 即战争高峰期和低潮期(图 1(a)及(b)). 由图 1(b)可以看出, 在战争总数上 3 次极高战争频率时期(每 10 年大于 50 次战争)都产生在冷期, 其中两个冷期属小冰期(1583~1717 和 1806~1912 年; 温度距平小于 -0.5, 持续超过 100 年). 8 个冷期中有 6 个冷期内都有 1~2 个战争高频率阶段, 一般发生在冷期开始后的 5~30 年内. 10 次高频率战争期(每 10 年大于 25 次战争)中只有两次是在冷期之外(16 世纪). 与 Yang 等人^[30]的气温波动曲线对照, 10 次高频率战争期有 7 次是在气温低谷中. 而与 Ge 等人^[31]中国东部气温相比, 高频战争期在低温期(<0)中也占有 8 次, 此可以说大部分的战争爆发是在低温时期. 反叛战争在所有战争中比例最大(46%), 其频率变化与气温变化存在密切相关(图 1(b)), 每 10 年 4 次高于 20 次的战争时期都在冷期内. 战争的地理分布是非常明显的(图 1(c)), 在湿热的南部, 战争频率与温度变化之间关系非常弱. 中国北部战争的主要发生在冷期, 在公元 1300~1600 年间保持在较高的水平上. 而在中国中部 7 次高频率时期中(每 10 年大于 20 次)就有 6 次发生在冷期内. 在战争的地理类型图中我们也可以观察到, 当冷期来临时, 中国北部立即产生战争峰值期(图 1(c)). 但北方少数民族统治(蒙古族和满族)的 14 和 19 世纪除外. 而中国中部的战争的高频率峰值与中国北部的峰值之间存在 5~15 年的滞后, 与冷期的开始时间有 10~50 年的滞后.

相关分析结果表明, 在冷暖期时间尺度上战争

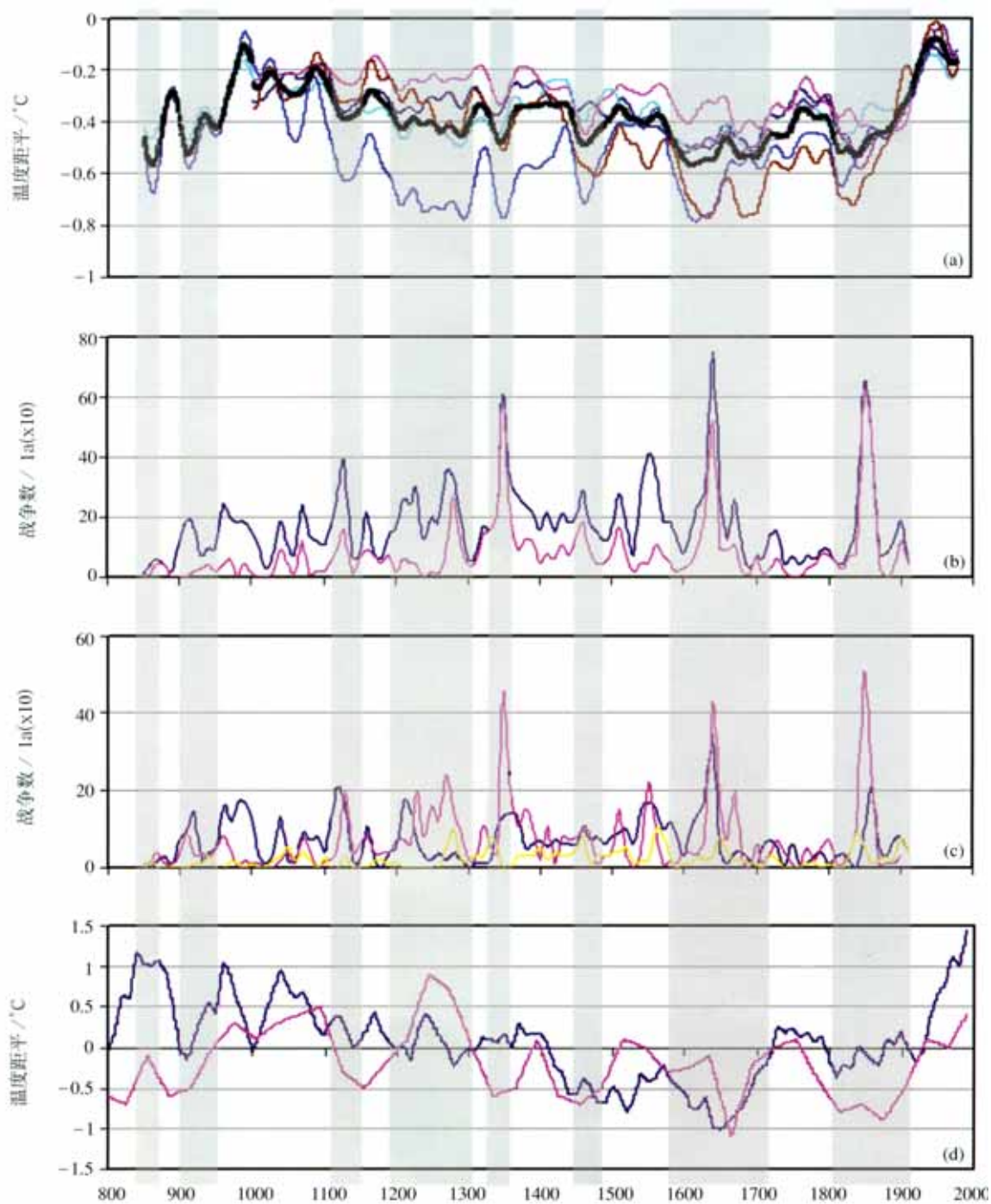


图1 气温变化与战争频率

(a) 公元850~1980年北半球 20°N 以上陆地温度距平记录: Mann(浅红), Briffa(天蓝), Jones(蓝), Cowley 和Lowery(褐), Esper(浅蓝), 以上温度距平平均值(粗黑); (b) 战争总数频率(蓝), 反叛战争频率(浅红); (c) 北部战争频率(蓝), 中部战争频率(浅红), 南部战争频率(黄); (d) 中国陆地温度距平记录: Yang 等人(蓝), Ge 等人(浅红). 阴影部分为冷期

总数,反叛战争和中国中部战争的最高频率都与最低和平均温度距平显著相关,相关系数都在-0.56 以上(表 1). 年尺度的相关分析指示出,战争总数、反叛战争和中部战争的年战争数量在 0~30 年的所有滞后期内与该年的温度距平存在显着的相关关系,但相关系数较低(-0.109~-0.190). 它们的最高相关数都是在滞后期内 10~15 年. 两种中国的古气温序列也与相应的战争数作了相关分析. 各种战争量都与 Yang 等人^[30]的温度相关(表 2 和表 3),而对 Ge 等人^[31]的中国东部温度变化,仅仅反叛战争有高相关关系,可能由于温度代表的区域限制和分辨率所造成.

2.2 社会变化与气候期

从公元 850 年起所有 7 次国家大动乱都发生在冷期中(表 4). 在 24 次王朝的建立和灭亡的事件中,只有元朝的灭亡和明朝的建立,以及西夏王朝的建立发生在暖期中. 元亡明立两次事件是冷期时元末农民起义延续的结果,仅仅发生在冷期结束之后 8 年(公元 1368 年). 8 个冷期有 7 个导致朝代的建立和灭亡以及国家大动乱. 再对比中国的两个温度序列,86%的动乱和 59%的朝代变化是发生在 Yang 等人^[30]曲线的谷底;而 100%动乱和 54%的朝代变化是在较冷的 Ge 等人^[31]曲线上(<0).

3 讨论

3.1 战争频率与温度变化

通过战争数量和温度距平曲线的对比发现冷期与战争高频期存在高度吻合,温度距平与战争数量有显着的负相关关系,这不是一种偶然的巧合. 我们

认为在冷期时热能输入的减少是造成战争数量增加和社会不稳定的根本原因. 在“小冰期”期间,世界上许多地方都发生了饥荒^[36,37],并且造成了民族大迁移^[6]. 中国过去是传统农业国家,这种社会性质造成了它的全部生活资料来源于农产品. 传统农业生产主要依赖于气候和气象条件,热能输入的缩减必然造成农产品的减少. 与公元 1730~1770 年(暖期)相比,公元 1840~1890 年(冷期)中国的农产品收获量减少了 10%~25%^[38],这是由于在冷期时植物生长期的缩短,霜冻期的延长和频繁的冷峰所致,这种现象也可以从长江流域双季稻栽培史中证明. 双季稻的栽培开始于唐代(公元 618~906 年)并盛行于 15 世纪后期的明代(公元 1368~1643 年). 在公元 1620~1720 年间,由于天气寒冷,双季稻已不能栽培. 但在公元 1720~1800 年间双季稻遍布长江中下游区. 在 19 世纪,尽管清朝政府努力推广双季稻栽培技术,由于气候寒冷又遭失败^[39]. 农产量的减少将会导致饥荒、税收减少和国家力量的减弱,前次暖期产生的人口增长也加剧了生活用品的短缺. 按照 Webster^[40]的观点,战争是一种在人口增长和资源短缺条件下的生态适应选择. 所以战争特别是反叛战争趋于在冷期爆发,这些反叛战争大多数是在冷期中爆发的农民起义. 在战争的曲线图上(图 1(b)),3 个最高峰值期(每 10 年大于 60 次战争)实际上表现了中国历史上 3 次著名的农民起义战争期,分别为元末、明末和太平天国农民起义. 一些历史学家们也承认这三次农民起义战争的原因之一是自然灾害和饥荒^[20]. 在相关分析中发现的战争爆发对气候的滞后期对社会稳定承受力有

表 1 16 个气候期中最高战争频率与最低和平均温度距平的 Pearson 相关系数

	战争总数	反叛战争	北部战争	中部战争	南部战争
最低温度距平/°C	-0.612 ^{a)}	-0.564 ^{a)}	-0.440	-0.591 ^{a)}	-0.438
平均温度距平/°C	-0.664 ^{a)}	-0.628 ^{a)}	-0.441	-0.635 ^{a)}	0.490

a)置信度达 95%(双尾检验)

表 2 年尺度的温度距平与战争数的 Pearson 相关系数

滞后期(年)	战争总数	反叛战争	北部战争	中部战争	南部战争
0	-0.109 ^{b)}	-0.158 ^{b)}	0.013	-0.144 ^{b)}	-0.051
5	-0.134 ^{b)}	-0.169 ^{b)}	-0.001	-0.171 ^{b)}	-0.043
10	-0.148 ^{b)}	-0.185 ^{b)}	-0.011	-0.186 ^{b)}	-0.036
15	-0.146 ^{b)}	-0.190 ^{b)}	-0.009	-0.185 ^{b)}	-0.037
20	-0.134 ^{b)}	-0.182 ^{b)}	0.003	-0.172 ^{b)}	-0.049
25	-0.118 ^{b)}	-0.164 ^{b)}	0.018	-0.157 ^{b)}	-0.059
30	-0.102 ^{b)}	-0.145 ^{b)}	0.030	-0.143 ^{b)}	-0.062 ^{a)}

a)置信度达 95%(双尾检验), b)置信度达 99%(双尾检验)

表 3 10 和 30 年尺度中国古气温距平与战争数的 Pearson 相关系数

气温序列	战争总数	反叛战争	北部战争	中部战争	南部战争
Yang 等人 ^[30]	-0.302 ^{b)}	-0.262 ^{a)}	-0.207 ^{a)}	-0.223 ^{a)}	-0.295 ^{b)}
Ge 等人 ^[31]	-0.228	-0.522 ^{b)}	-0.009	-0.244	-0.259

a)置信度达 95%(双尾检验), b)置信度达 99%(双尾检验)

表 4 唐末到清朝期间气候与战争, 朝代更替和全国动乱的关系

时间段(公元)	平均温度距平/°C	气候期	年数	战争数	战争率次/a	朝代变迁和全国范围动乱
850~875	-0.518	冷	26	10	0.38	黄巢等农民起义
876~901	-0.335	暖	26	7	0.27	
902~965	-0.423	冷	64	93	1.39	唐朝亡, 五代十国混乱, 宋朝立, 辽国立, 大理立
966~1109	-0.233	暖	143	169	1.20	西夏立
1110~1152	-0.368	冷	43	93	2.16	金朝立, 方腊等起义, 金灭北宋, 辽亡
1153~1193	-0.315	暖	41	41	1.00	
1194~1302	-0.419	冷	109	252	2.31	大蒙古国立, 西夏亡, 金朝亡, 蒙古灭南宋, 元朝立, 大理亡, 吐蕃亡
1303~1333	-0.362	暖	31	33	1.07	
1334~1359	-0.454	冷	26	90	3.46	元末农民起义
1360~1447	-0.345	暖	88	189	2.15	元朝亡, 明朝立
1448~1487	-0.461	冷	40	89	2.23	
1488~1582	-0.392	暖	95	208	2.19	
1583~1717	-0.534	冷	135	266	1.97	明末农民起义, 清朝立, 明朝亡, 三藩叛乱
1718~1805	-0.413	暖	88	72	0.82	
1806~1912	-0.456	冷	106	204	1.93	太平天国起义, 辛亥革命, 清朝亡, 民国立

重要的启示. 由于暖期时剩余的农产品可以被用于一段时间的渡荒和维持国家的力量, 所以农产量随降温的减少一般不会立即就导致社会的不稳定.

3.2 战争的地理类型

战争的地理分布分析可以进一步证实我们上节的分析. 冷期时温度的下降对有充足热量和水分条件的沿海亚热带和热带地区的影响很小. 即使降温量足以影响收成, 但中国南部农业系统有丰富的其他农作物可以选择, 因此气温变冷对中国南部社会影响并不是那么敏感和严重. 相反, 中国中部的气候在冬天被干冷的西伯利亚空气控制, 在夏季被海洋暖湿气流控制, 气温变化对农产量影响很大. 但由于在暖期中多余的收成可以被动用一段时间, 战争要在冷期开始一段时间之后才到达战争爆发的临界点. 这个结论可以解释为什么 15 世纪中的短冷期没有引起高的战争爆发率. 在图 1(b)中可以看出长冷期中或长冷期后短期内的战争频率是最高的(14, 16 和 19 世纪). 一些个案研究也发现干旱对战争爆发的影响^[11]. 我们也注意到 12 和 13 世纪在中国是干旱期^[32], 该时期在中国北方的频繁朝代改变和高战争频率, 可能

与干旱更为相关. 然而, 许多在古气候上的研究表明, 中国在冷期时冬季风强度较大, 一般表现为干冷, 而暖期为夏季风盛行, 多为暖湿的气候条件^[41,42], 因而冷期往往与干旱期同时存在. 降水的区域性变化要比气温变化大得多, 也要复杂得多, 至今还没有全中国高分辨率的古降水序列发表, 所以战争与降水的定量关系还有待于古降水问题的解决.

在中国北部, 人民生活大部来源于畜牧业. 畜牧业对气温下降相当敏感, 降温不仅能够使生物产量减少, 同时也引起由沙漠化和土地退化所导致的生态系统的破坏. 另外由于畜牧业产品不能储藏太久, 所以当冷期来临时, 战争高频率期不久即首先在北方发生(14 和 19 世纪除外). 许多北方战争都涉及到游牧民族对中原富饶土地的侵略. 虽然从曲线趋势上看北方战争的高频率与冷期相一致, 但详细分析表明, 北方战争与古气温并无显著的相关关系, 可能是: 从唐末到清朝, 北方民族统治全中国达四百年之久, 加上南宋时期北方民族已占领中部的一半. 总共大约占统计年数的半数左右. 在该时期, 由于冷期时作为统治阶级的北方部族可以自由地向南移民或南部的生活物资也可以运到北部, 因此该时期北方战

争机率减少, 导致统计上低相关系数的出现.

人口的增长是造成生态压力的另一主要原因. 中国直到公元 1741 年保甲制度实施以后才有可靠的人口数据^[43], 根据这一统计, 可以看出在 18 世纪后半期人口增长达 2%, 到 19 世纪前半叶, 速度减慢但仍有 0.64% 的增长率. 在公元 1850 年人口达 4.3 亿, 最终导致太平天国战争, 使人口降到 2.6 亿(1862 年)^[44]. 移民也是一种疏减生态压力的方式, 古气温曲线指示出从公元 1000 年到 19 世纪末北半球气温逐渐下降的趋势(图 1(a)), 从而导致中国历史上内部移民的主趋势是南向移民^[21]. 从唐代以来, 由于小麦产区 and 牧区不能承受像稻米产区那么密集的人口, 中国的经济和文化中心逐渐向南推移, 特别是向富饶的长江中下游地带(中部). 从宋代以来超过 60% 的中国人口生活在中部和南部. 直到公元 1984 年, 中、南部人口减少到国家人口的 57%. 主要是 20 世纪初从人口密度较高的山东, 河南等地向东北移民的结果, 这种移民倾向也反映了 20 世纪以来气温上升的趋势. 方金琪^[45]也认为中国在过去 2 ka 内的移民是由气候的变冷所致.

3.3 朝代循环与气候

气候的变冷引起了农作物收成量的减少. 这种减少在持续一段时间之后通过饥荒、税收减少和国家力量的减弱等现象引起社会矛盾的激化, 表现为战争和社会动乱, 最后通过改朝换代去缓解矛盾. 因此王朝的建立和崩溃一般是通过社会动乱和北方的侵略来实现的. 在中国边疆地区, 王朝的建立还包括一个部落对其他部落的征服而建立的王朝. 许多学者认为这种初级王朝的建立是生态压力的结果^[13,14]. 我们可以看到, 85% 以上中国改朝换代和所有全国动乱都是在冷期发生的(表 4). 虽然在与两个中国气温序列的对比上, 冷期朝代交替的比率并不高, 但如果考虑到中国东西部气温的差异^[46], 冷期中朝代变化的比例可达 75%, 因为大多数王朝的变化都是在西部. 西方的循环论把改朝换代的原因归结为军力的强弱, 管理效力, 国库收入和国家稳定性的变化. 从根本上看, 除了管理成效之外, 其他因素都与农业收成有密切的关系. Skinner 指出了在气候循环对影响中国古代经济循环的可能性, 他认为如果这种猜想在将来的研究中得以证实, 长期的气候循环就能够帮助解释中国历史经济中长期循环的原因^[1].

4 结论

在中国唐朝末期到清朝灭亡的 1061 年之中, 温

度变化与战争数量, 战争高频率期, 社会大动乱期和朝代更换时间与北半球冷期之间的高度吻合关系, 以及与中国现在所取得的古气温序列显著相关, 充分表明中国古代历史的演化与气温变化有密切联系, 主要原因是中国古代是农业社会, 而传统农业的产量受气候控制. 虽然在每一次战争的爆发、社会的动乱和朝代更替都可以从政治、经济、文化和民族矛盾上找到直接的引发理由, 但冷期中生活资源的短缺所造成的生态压力, 无疑加剧了这些矛盾, 促进了战争, 社会大乱和改期换代的进行. 从宏观的角度上说, 气候变化是影响中国古代战争高峰期、社会大动乱和改朝换代的最重要的成因之一. 由于气候的变化表现为冷暖和干湿交替的循环, 因此农业社会的演化也遵循循环演变规律, 从而可以部分解释为什么中国古代社会的演化存在着循环的模式. 我们不是达尔文主义者, 也不是环境决定论者, 但是通过中国历史社会参数对照气候变化的定量分析和研究, 使我们认识到气候变化确实在人类社会文明的发展中扮演了比我们想象中更为重要的角色.

致谢 对 Briffa 教授提供古气温资料和伍洁莹小姐帮助战争的地理定位, 作者表示感谢. 本工作受香港大学研究资助局(HKU7123/029)、香港大学 CRCG 研究课题“中国北方沙漠化过程与控制”和中国科学院百人计划(CAS2002-2004)资助.

参 考 文 献

- 1 Skinner G W. Presidential address: the structure of Chinese history. *Journal of Asian Studies*, 1983, 44(2): 271~292
- 2 Elvin M. *The Pattern of the Chinese Past*. Stanford: Stanford University Press, 1973
- 3 Hartwell R M. A cycle of economic change in imperial China: coal and iron in Northeast China, 750~1350. *Journal of the Economic and Social History of the Orient*, 1967, 10: 102~159
- 4 RWGCRST (Research Working Group on Cyclical Rhythms and Secular Trends). Cyclical rhythms and secular trends of capitalist world-economy: some premises, hypothesis, and questions. *Review*, 1979, 2: 483~500
- 5 Cowie J. *Climate and Human Change, Disaster or Opportunity?* New York: Parthenon Publishing, 1998
- 6 许靖华. 太阳, 气候, 饥荒与民族大迁移. *中国科学*, D 辑, 1998, 28(4): 366~384
- 7 Weiss H, Bradley R S. Archaeology-what drives societal collapse? *Science*, 2001, 291(5504): 609-610[DOI]
- 8 Polyad V J, Asmerom Y. Late Holocene climate and cultural changes in the southwestern United States. *Science*, 2001, 294(5540): 148~151[DOI]
- 9 De Menocal P B. Cultural responses to climate change during the Late Holocene. *Science*, 2001, 292(5517): 667~673[DOI]

- 10 吴文祥, 刘东生. 4000 aBP 前后降温事件与中华文明的诞生. 第四纪研究, 2001, 21(5): 443~451
- 11 Wang S, Zhou T, Cai J, et al. Abrupt climate change around 4 ka BP: role of the thermohaline circulation as indicated by a GCM experiment. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2004, 21(2): 291~295
- 12 Services E. *Primitive Social Organization*. New York: Random House, 1962
- 13 Fried M. *The Evolution of Society*. New York: Random House, 1967
- 14 Carneiro R L. A theory of origin of state. *Science*, 1970, 169(3947): 733~739
- 15 Evera S V. *Causes of War: Power and Roots of Conflict*. Ithaca and London: Cornell University Press, 1999
- 16 Westing A H. *Cultural Norms, War and the Environment*. Oxford: Oxford University Press, 1988
- 17 Seabury P, Codevilla A. *War: Ends and Means*. New York: Basic Books, 1989
- 18 Pruitt D G, Richard C S. *Theory & Research on the Causes of War*. New York: Prentice Hall, 1969
- 19 周谷城. *中国通史(简本)*. 太原: 山西人民出版社, 1986
- 20 范文澜. *中国通史*. 香港: 三联书店, 1995
- 21 Chang C. Climate and man in China. *Annals of the Association of American Geographers*, 1946, 36: 44~74
- 22 Mann M E, Rutherford S, Bradley R S, et al. Optimal surface temperature reconstructions using terrestrial borehole data. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 2003, 108(D7): Art. No. 4203
- 23 Cowley T J, Lowery T S. How warm was the Medieval Warm Period? *Ambio*, 2000, 29(1): 51~54
- 24 Esper J, Cook E R, Schweingruber F H. Low-frequency signals in long tree-ring chronologies for reconstructing past temperature variability. *Science*, 2002, 295(5563): 2250~2253[DOI]
- 25 Jones P D, Briffa K R, Barnett T P, et al. High-resolution palaeoclimatic records for the last millennium: interpretation, integration and comparison with General Circulation Model control-run temperatures. *Holocene*, 1998, 8(4): 455~471[DOI]
- 26 Mann M E, Bradley R S. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations. *Geophysical Research Letters*, 1999, 26(6): 759~762[DOI]
- 27 Briffa K R. Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees. *Quaternary Science Reviews*, 2000, 19(1-5): 87~105[DOI]
- 28 Villalba R. Climatic fluctuations in Northern Patagonia during the last 1000 years as inferred from tree-ring records. *Quaternary Research*, 1990, 34(3): 346~360
- 29 Briffa K R, Osborn T J. Paleoclimate - blowing hot and cold. *Science*, 2002, 295(5563): 2227~2228[DOI]
- 30 Yang B, Braeuning A, Johnson K R, et al. General characteristics of temperature variation in China during the last two millennia. *Geophysical Research Letters*, 2002, 29(9): Art. No. 1324
- 31 Ge Q, Zheng J, Fang X, et al. Winter half-year temperature reconstruction for the middle and lower reaches of the Yellow River and Yangtze River, China, during the past 2000 years. *Holocene*, 2003, 13(6): 933~940[DOI]
- 32 施雅风, 姚檀栋, 杨保. 近 2000 a 古里雅冰芯 10 a 尺度的气候变化及其与中国东部文献记录的对比. *中国科学, D 辑*, 1999, 29(增刊): 79~86
- 33 Tan M, Liu T S, Hou J, et al. Cyclic rapid warming on centennial-scale revealed by a 2650-year stalagmite record of warm season temperature. *Geophysical Research Letters*, 2003, 30(12): Art. No. 1617
- 34 Editing Committee of China's Military History. *Tabulation of Wars in Ancient China (2)*. Beijing: People's Liberation Army Press, 1985
- 35 谭其骧. *简明中国历史地图集*. 北京: 中国地图出版社, 1991
- 36 Ponte L. *The Cooling*. Englewood, N.J.: Prentice Hall, 1976
- 37 Bryson R A, Murray T J. *Climates of Hunger*. Madison: Univ Wisconsin Press, 1977
- 38 龚高法, 葛全胜, 徐葵. 2000aBP 以来气候变化农业的影响. 见: 张丕远主编. *中国历史气候变化*. 济南: 山东科学技术出版社, 1996. 406~425
- 39 Yin Y, Miao Q, Tien G. *Climate Change and Regional Sustainable Development: A Case Study in the Changjing Delta Region of China*. Beijing and New York: Science Press, 2003
- 40 Webster D. Warfare and evolution of state—reconsideration. *American Antiquity*, 1975, 40(4): 464~470
- 41 An Z. The history and variability of the East Asian palaeomonsoon climate. *Quaternary Science Reviews*, 2000, 19: 171~187[DOI]
- 42 Li B, Zhang D D, Jin H, et al. Paleo-monsoon activities of Mu Us Desert, China since 150 kaBP—a study of the stratigraphic sequences of the Milangouwan Section, Salawusu River area. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 2000, 162(1-2): 1~16[DOI]
- 43 Durand J D. The population statistics of China, A.D. 2~1953. *Population Studies*, 1960, 13: 209~256
- 44 梁方仲. *中国历代户口、田地、田赋统计*. 上海: 上海人民出版社, 1980
- 45 方金琪. 气候变化对我国历史时期人口迁移的影响. *地理科学*, 1992, 12(3): 230~236
- 46 Wang S, Gong D, Zhu J. Twentieth-century climatic warming in China in the context of the Holocene. *Holocene*, 2001, 11(3): 313~321[DOI]

(2003-12-16 收稿, 2004-08-05 收修改稿)