

“霜麦复生”与黑霜杀麦： 清代华北地区对冬小麦晚霜冻害的不同响应与应对策略

康翊博

(中山大学 历史人类学中心/历史学系, 广东 广州 510275)

【摘要】 方志对晚霜冻害天气后冬小麦的收成存在不同记载。除常见的“陨霜杀麦”外,还存在很多“霜不为灾”乃至小麦灾后复生且当年丰收的记录。这种现象与小麦的潜伏芽在灾后重新发育成穗的能力有关,是小麦抗逆性恢复能力的体现。对有关记载进行收集整理,共计得到1620—1911年间的“霜麦复生”记录71条,遍及北方五省,以山东省为多。其发生时间一般在公历4月23日前后,大体处于小麦的孕穗、抽穗阶段。史料细节中的恢复条件和过程与现代田间试验记录相吻合,除受灾程度外,灾后降水或土壤墒情是晚霜冻害后小麦不同收获情形的一个重要影响因素。面对这种情形,民众在及时刈苗补种和枯苗补救间进行决策,并在“刈与不刈”间形成了一定的经验总结。

【关键词】 霜冻;冬小麦;清代;华北;灾后补救

【中图分类号】 S-09;K207 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-4459(2025)01-0028-11

Resurrection or Withering: Different Responses and Strategies of Winter Wheat Harvest to Late Frost Damage in North China during the Qing Dynasty

KANG Yibo

(Center for Historical Anthropology/Department of History, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275)

Abstract: There were different records in local chronicles on the harvest of winter wheat after late frost and freezing weather. In addition to the common "frost killing wheat", there were also many records of "frost not causing disaster", and even records of the revival of wheat after a disaster and a bumper harvest that year. This phenomenon was related to the ability of wheat to use latent buds to regenerate into spikes, which was a manifestation of wheat's resilience and recovery ability. After collecting and organizing relevant records, a total of 71 records of "frost wheat rejuvenation" from 1620 to 1911 were obtained, covering five provinces in the north, with Shandong Province being the majority. The average occurrence time was around April 23rd in the Gregorian calendar, and it is generally in the stage of wheat booting and heading. Further examination of relevant historical details reveals that the restoration conditions and processes are consistent with modern field experimental records, and post disaster precipitation or soil moisture was a key influencing factor for different wheat harvests after late frost damage apart from the extent of the disaster. In the face of this situation, the public needs to make decisions between timely cutting and replanting of seedlings, as well as repairing dead seedlings, and form a certain experience summary between "cutting and not cutting".

Key words: frost; wheat; Qing dynasty; North China; disaster resilience

[收稿日期] 2023-10-29

[基金项目] 国家社会科学基金重大项目“两千年来中国重大灾害性气候事件与社会应对机制研究”(22& ZD223)

[作者简介] 康翊博(1993-),男,中山大学历史人类学中心/历史学系助理研究员、博士后,研究方向为历史地理学。

气象与农业的关系密切。霜冻是我国北方地区春、秋季节常见的气象灾害,对农业生产有着很大的影响。因此,古人很早就开始了对“霜”和“霜冻”的观察与记录,如《诗经》中的“正月繁霜,我心忧伤”“蒹葭苍苍,白露为霜”等^①。先秦以降,史料中留下了大量有关“霜”的记载。历史气候研究利用这些记载,并根据霜期起止时间早晚和温度的对应关系,进行了冬半年或者分季节的历史温度序列重建^②。在灾害史视角的分析中,虽然霜(冻)灾的研究相比于水灾、旱灾、疫灾等类型的灾害略显薄弱,但亦有很多学者对历史时期霜冻灾害发生的时空特征进行了定量分析^③;在一些典型大灾案例的探讨中也会涉及霜灾^④。除此以外,萧璠、王星光等还探讨了古人对“霜”和“霜冻”及其与农业关系的认识^⑤。不过,霜冻灾害是一种短时间尺度的低温冻害^⑥,在天气尺度下霜冻与农业收成的关系可能会表现出来一些与气候尺度下不同的规律,其具体的细节与机制也有值得进一步阐明之处。

按照发生季节和影响作物的不同,北方地区的霜冻灾害可主要分为秋季的早霜冻害与春夏季节的晚霜冻害两类。其中,早霜冻害主要对秋收作物或灾后补种作物有较大影响,往往和春夏季干旱、蝗灾等其他灾害共同作用,形成较为严重的复合灾害,如著名的崇祯大灾和“丁戊奇荒”等。晚霜冻害则对冬小麦的收成有重要影响,典型案例如同治二年(1863)晋南豫西一带的霜冻灾害。二者相比,一般而言,秋霜冻害发生时当年的生长期已基本接近结束,补救乏力,对其后果的记载也相对明确、直接;而春霜冻害的发生节令相对较早,不仅为农民预留了补种或通过秋成弥补的可能性,即便单就冬小麦这一种作物的收成来看,有关记载也较为多元、复杂,存在着无收、部分减收、平年(霜不为灾)乃至丰收等多种情形。这种天气尺度下农业收成和气象的复杂关系,是气候与生物、气候与社会之间相互作用关系复杂性、能动性、适应性的体现,也往往容易被气候尺度的规律统计所掩埋。本文拟以地方志、地方碑刻中记载的清代北方霜冻事件对冬小麦收成的影响为例,对此进行探讨,以就正于方家。

一、地方文献对“霜麦复生”现象的记载

检视地方文献对晚霜冻天气后冬小麦的长势和收成的记载,可以将其大致归纳为以下两类。第一种情形是“限霜杀麦”,即霜冻灾害对小麦植株造成了一定的损害,严重时甚至使其完全枯死,可能会带来严重的歉收与饥荒。这种情形较为普遍,也与日常经验的一般认知相符,兹不赘述。第二种情形则与此相反,霜冻没有对小麦植株造成明显的损害,甚至会出现霜冻后小麦复生、终获丰收的现象。这种情

① [汉]毛亨传,[汉]郑玄笺,[唐]孔颖达等正义:《毛诗正义》卷六、卷十二,《十三经注疏》,中华书局,2009年,第791、947页。

② 郑景云、满志敏、方修琦、葛全胜:《魏晋南北朝时期的中国东部温度变化》,《第四纪研究》2005年第2期;闫军辉、葛全胜、郑景云:《清代华北地区冬半年温度变化重建与分析》,《地理科学进展》2012年第11期。

③ 论文如鲁克亮:《历史时期(1797—1958)西藏雹霜虫灾述论》,《西藏大学学报》2006年第1期;蔡文娟、殷淑燕:《明清小冰期关中地区冻灾研究》,《干旱区资源与环境》2009年第3期;赵景波、邢闪、周旗:《关中平原明代霜雪灾害特征及小波分析研究》,《地理科学》2012年第1期;郝小刚、孟万忠、王亚辉:《明代河北地区霜雪低温灾害时空变化》,《防灾科技学院学报》2017年第4期;萧凌波:《基于核密度估计的清代中国自然灾害时空分布特征》,《灾害学》2019年第4期。专著如袁祖亮主编,朱凤祥著:《中国灾害通史·清代卷》,郑州大学出版社,2009年,第136—143页。

④ 王金香:《山西“丁戊奇荒”略探》,《中国农史》1988年第3期;满志敏:《光绪三年北方大旱的气候背景》,《复旦学报(社会科学版)》2000年第6期;朴根必、李镐澈、全太锦:《〈丙子日记〉时代的气候和农业》,《古今农业》2003年第3期;张健:《康熙年间黄河中游大旱事件史实、特征及社会因素(1689—1692)》,《苏州大学学报(哲学社会科学版)》2018年第3期;张德二:《中国历史极端气候事件复原研究》,商务印书馆,2023年。

⑤ 萧璠:《古代中国人对凝霜及其与农业的关系的认识》,《台北“中研院”历史语言所集刊》第六十三本第三分,1993年7月,第455—495页;王星光、张帆:《汉代关于霜的认识与意象》,《中原文化研究》2023年第1期。

⑥ 孙忠富:《霜冻灾害与防御技术》,中国农业科技出版社,2001年,第84—85、100页。

形虽不如第一种普遍,但亦时有发生。如乾隆五十四年(1789)山东商河县“四月,陨霜杀麦。重生,大收。”^①同治十一年(1872)山西绛州“陨霜杀麦。旬余复生,不为灾。”^②那么,应当如何看待这一现象呢?

首先,应讨论这种记载背后可能存在的书写意图或文化背景。前辈学者已经指出,旧志不可轻信^③;方志中的灾异现象亦并非全系客观记录^④。近年来,学界进一步提出应注重辨析灾异记录中可能存在的政治意蕴和文化内涵^⑤。如果这类记载主要是出于某种文化传统附会而成,或者仅是一些杂然无章的偶然现象,就很难具备从科学角度分析的价值。“霜异”(即异常的“霜不杀/杀物”现象)是中国古代的祥异记录中历史悠久的文化现象,可上溯至《左传》中“陨霜不杀草”“陨霜杀菽”的记录^⑥,此后《汉书》《宋书》等历代史书多循此例^⑦。志书的书写也不可避免受此影响。如民国《榆次县志》记载该县“道光二十六年(1846)四月二十六日,陨霜,杀蔬菜花卉,禾稼不害”^⑧;嘉靖《龙溪县志》在介绍该志对灾异的收录原则时专门解释道:“南方地气之常,非可以‘陨霜不杀菽’例也,是故削而不书。”^⑨不过,《左传》中的“霜异”发生在周历十月或十二月中,对应后世农历的八月和十月,属于秋霜或早霜冻;而方志中的“霜不杀麦”或“霜麦复生”的记载几乎都是发生在春夏季节的晚霜冻(详见后文统计),二者季节不一。如果仅是对于文化传统的附会,应当有更多的秋霜记录或春秋二者随机均匀分布,何以如此多寡不均呢?其次,《左传》以降的“霜异”现象往往含有批评或贬义的政治隐喻,如所谓“诛不行则霜不杀草,繇臣下则杀不以时”^⑩,这在政治氛围较为紧张、严酷的明清两朝也是志书编纂者应极力避免的。因此,出于文化、政治目的而类比附会的影响可以基本排除,这些记载可以视作某种客观真实历史现象的一个抽样样本而加以分析。

地方文献对“霜麦复生”现象记载较多的年份有乾隆五十五年(1790)、光绪十七年(1891)和宣统二年(1910)。不妨以1790年为例,来看一下有关记载的详细情形。当年山东省多个州县的方志中记录了这种“霜麦复生”现象。如益都县“春三月,陨霜杀麦,麦仍大熟”^⑪;临淄县“陨霜,麦枯复秀,大熟”^⑫;齐河县“春三月,陨霜杀菽,复得雨,复大熟”^⑬;长山县“三月,陨霜杀麦,苗槁复荣,麦乃有秋”^⑭;安邱县“春三月,陨霜杀麦,复生”^⑮;平度州“三月霜陨,麦复生,两歧”^⑯等。潍县、掖县的记载将这次事件的时间进一步明确在农历三月十一日(公历4月24日)前后^⑰。山东寿光县洋河村《村碑》、昌乐县张家庄土地庙《瑞麦碑》等碑

① 民国《商河县志》卷首《大事记》,中国地方志集成·山东府县志辑·第17册,凤凰出版社,2004年,第32页。

② 光绪《直隶绛州志》卷二十《灾祥》,中国地方志集成·山西府县志辑·第59册,凤凰出版社,2005年,第369页。

③ 谭其骧:《地方史志不可偏废,旧志资料不可轻信》,《长水集(续编)》,人民出版社,1994年,第256-268页。

④ 满志敏:《中国历史时期气候变化研究》,山东教育出版社,2009年,第43-47页。

⑤ 闵祥鹏:《灾异政治与汉唐“冬无雪”史料的文本反思》,《清华大学学报(哲学社会科学版)》2023年第2期。

⑥ [晋]杜预注,[唐]孔颖达等正义:《春秋左传正义》卷十七、卷五十四“僖公三十三年”“定公元年”条,《十三经注疏》,中华书局,2009年,第3978、4628页。

⑦ 《汉书》卷七五《京房传》,中华书局,1964年,第3162页;《宋书》卷三二《五行志三》,中华书局,1974年,第937页。

⑧ 民国《榆次县志》卷十四《祥异》,中国方志丛书·华北地方·第719号,台北成文出版社,2018年,第861页。

⑨ 嘉靖《龙溪县志》卷五《官师》,天一阁藏明代方志选刊·第32册,上海书店出版社,2014年,第224页。

⑩ 《汉书》卷二七《五行志中之下》,第1405页。

⑪ 光绪《益都县图志》卷二《大事志》,中国地方志集成·山东府县志辑·第33册,凤凰出版社,2004年,第71页。

⑫ 民国《临淄县志》卷十四《灾祥》,中国地方志集成·山东府县志辑·第8册,凤凰出版社,2004年,第127页。

⑬ 民国《齐河县志》大事记,中国地方志集成·山东府县志辑·第13册,凤凰出版社,2004年,第21页。

⑭ 嘉庆《长山县志》卷四《灾祥》,中国地方志集成·山东府县志辑·第27册,凤凰出版社,2004年,第328页。

⑮ 道光《安邱新志》卷一《总纪》,中国地方志集成·山东府县志辑·第37册,凤凰出版社,2004年,第152页。

⑯ 道光《重修平度州志》卷二十六《大事》,中国地方志集成·山东府县志辑·第43册,凤凰出版社,2004年,第371页。

⑰ 民国《潍县志稿》卷三《通纪》,中国地方志集成·山东府县志辑·第40册,凤凰出版社,2004年,第232页;道光《再续掖县志》卷三《祥异》,中国地方志集成·山东府县志辑·第46册,凤凰出版社,2004年,第113页。古今历法换算据:陈垣:《二十史朔闰表》,中华书局,1962年。

刻资料中也记录了这一事件,与方志的记录相互吻合^①。除此以外,河南范县也记录了类似的陨霜杀麦后复生的现象,但时间稍迟于山东^②。综合这些记录,基本可以确定本年份4月下旬在山东的济南、青州、莱州三府范围内(图1a),发生了一次大范围的陨霜损麦后小麦复生,且收成良好的事件。本年的气候背景为处在明清小冰期内相对较冷的一个冷谷中,当年山东地区大范围偏涝^③。1891年和1910年的案例情形与此类似,也均发生在山东地区。其中1891年的“霜麦复生”事件发生在公历4月23日左右^④,范围与1790年基本重合,该年也处在明清小冰期内相对较冷的一个冷谷中,当年山东地区大范围偏涝^⑤。1910年的“霜麦复生”事件发生在公历4月28日前后^⑥,范围较前两次略微偏西北,大致以济南府为核心,兼及武定府、青州府的部分地区。该年在年代际尺度上处在明清小冰期即将结束、温度回升之际,旱涝情形亦大范围偏涝^⑦。

不难看出,“霜麦复生”现象的发生似乎呈现出一定的规律,其发生时间(以起始遭灾日计)大致在公历4月24日前后;空间上则集中分布在山东中部的济南、青州一带,且与偏涝的背景似乎有一定关联。但是,这仅是有限案例中做出的推测。为了进一步验证这种猜测,更好地理解与分析地方文献中的“霜麦复生”现象发生特征,借助《中国三千年气象记录总集》(以下简称《总集》)等资料汇编^⑧与中国国家图

① 方志记载如民国《寿光县志》卷十五《编年》,中国地方志集成·山东府县志辑·第34册,凤凰出版社,2004年,第549页。碑刻记载如寿光县洋河村《村碑》记载称“三月十二日,遍地陨霜杀麦,农夫野老咸以为麦无望矣。不料数日后,麦苗重发,焕然生新。至于成熟,每亩所得不下石余”;昌乐县张家庄土地庙《瑞麦碑》记载称“三月中旬,忽降严霜,麦苗枯槁。乃匝月之间,重新滋长,一茎数歧,麦收不啻十分”;昌乐县东魏家庄《修关帝庙及霜麦碑记》记载称“三月十一日,霜杀麦苗,枯槁殆尽,莫不惊慌失措。既而新蘖旁出,叶茎青葱。越旬余,吐秀如故,而麦乃得熟”;俱载张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》,江苏教育出版社,2013年,第2758页。

② 嘉庆《范县志》卷一《灾祥》,河南历代方志集成·濮阳卷·第7册,大象出版社,2017年,第31页。

③ 中央气象局气象科学研究所:《中国近五百年旱涝分布图集》,地图出版社,1981年,第165、166页;葛全胜、郑景云、满志敏等:《过去2000a中国东部冬半年温度变化序列重建及初步分析》,《地学前缘》2002年第1期。

④ 光绪《增修诸城县续志》卷一《总纪》,中国地方志集成·山东府县志辑·第38册,凤凰出版社,2004年,第466页;光绪《昌邑县续志》卷七《祥异》,中国地方志集成·山东府县志辑·第39册,凤凰出版社,2004年,第638页;民国《潍县志稿》卷三《通纪》,第240页;光绪《益都县图志》卷二《大事志》,第72页;民国《续安邱新志》卷一《总纪》,中国地方志集成·山东府县志辑·第37册,凤凰出版社,2004年,第255页;民国《寿光县志》卷十五《编年》,第551页。山东昌乐县南留村清光绪十七年《冻麦碑》、潍县望留区荀家庄子《光绪十九年碑》,载张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》,第3591、3616页。古今历法换算据陈垣《二十史朔闰表》。

⑤ 中央气象局气象科学研究所:《中国近五百年旱涝分布图集》,第216页;Ge Q., J Zheng, X Fang, 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. *The Holocene*, 2003, 13(6), pp.933-940.

⑥ 民国《续修博山县志》卷一《祥异》,中国地方志集成·山东府县志辑·第7册,凤凰出版社,2004年,第177页;民国《阳信县志》卷二《祥异》,中国地方志集成·山东府县志辑·第23册,凤凰出版社,2004年,第82页;民国《济阳县志》卷二十《祥异》,中国地方志集成·山东府县志辑·第14册,凤凰出版社,2004年,第605页;民国《邹平县志》卷十八《灾祥》,中国地方志集成·山东府县志辑·第26册,凤凰出版社,2004年,第542页;民国《续修平原县志》卷一《灾祥》,中国地方志集成·山东府县志辑·第16册,凤凰出版社,2004年,第189页;民国《续修临邑县志》卷四《天灾》,中国地方志集成·山东府县志辑·第15册,凤凰出版社,2004年,第489页;民国《齐东县志》卷一《灾祥》,中国地方志集成·山东府县志辑·第30册,凤凰出版社,2004年,第344页;民国《续修广饶县志》卷二十六《杂志》,中国地方志集成·山东府县志辑·第29册,凤凰出版社,2004年,第278页;民国《商河县志》卷首《大事记》,第35页。古今历法换算据陈垣《二十史朔闰表》。

⑦ 中央气象局气象科学研究所:《中国近五百年旱涝分布图集》,第226页。

⑧ 张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》。又,表1中各记录较《总集》增补者有1674年、1787年昌乐县两条,均据山东昌乐县红河镇光绪十九年《霜麦碑》(昌乐县文管所),其余《总集》中各方志记载均经核对原始出处,均无误,为节省篇幅,除正文单独提及者不再一一出注。又,乾隆五十六年(1791年)山东平阴的霜麦复生事件,除方志外在《清史稿》中也有记载,见《清史稿》卷四〇《灾异志》,中华书局,1976年,第1493页。

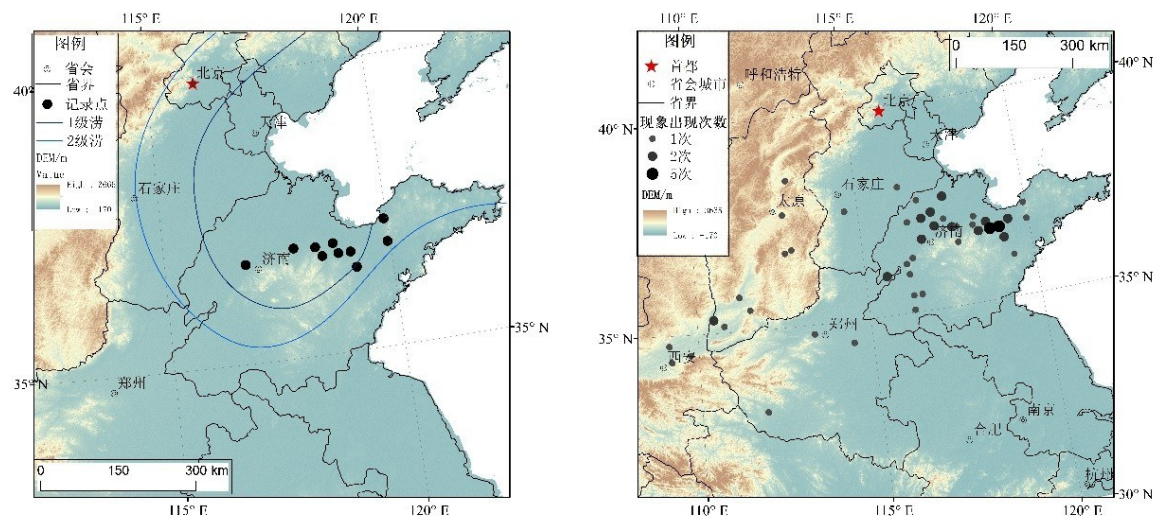


图1 “霜麦复生”现象的记载地点

注:左图为1790年,右图为1620—1911年全部记录的叠加。底图来源:现代部分基于自然资源部标准地图服务网站GS(2019)1827号标准地图制作,底图边界无修改;古代县级政区记录点基于“中国历史地理信息系统 CHGIS”([2025-01-24] http://yugong.fudan.edu.cn/views/chgis_download.php)。据张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》,江苏教育出版社,2013年。

书馆数字方志库^①等电子数据库,对作物遭霜后复生的记载进行收集与归纳整理(表1)。共计可以得到1620—1911年近300年间的有关记录71条,对应30个年份,平均发生的频率在10年一遇上下;空间上涉及今北方山东、山西、河南、河北、陕西五省,尤其以山东省为多(图1b)。其中,最早的记载发生在明末天启三年(1623)的河南通许县^②,其他的记载全部集中在清代。从季节分布上来看,其中有5条记载与秋霜有关,对应3个年份,其余记载全部为春霜,对应28个年份。这些春霜事件的发生时间(以起始遭灾日计)平均为公历4月23日,前后误差一般不超过15天,大致对应小麦孕穗、抽穗或者其他拔节之后的阶段;除前文提到的三个年份外,其余各年份的信息如表1所示。

表1 1620—1911年华北地区“霜麦复生”记载的基本信息

年份	遭灾日期	省份	地点	事件结果
1623	5.13	河南	通许县	越数日根复生,其收与未经霜同。
1664	5.18	山东	齐河县	苗重生再秀,犹稍有所获。
1674	5.20	山东	昌乐县	后竟大获。
1675	5.9	山东	安邱县	后复生穗,薄有所收。
1679	无	山西	定襄县	从根复萌,秸穗较胜于前。
1707	5.19	山东	昌乐县、潍县	由根发生,秀如初,大获。
1730	10.3	山西	沁州、武乡县	其不及刈者反熟。
1730	无	河南	荥阳县	其麦复生。
1766	5.4	河北	高邑县	反生而丰。
1771	4.11	陕西	临潼县、富平县	从根发数千,皆吐穗,收倍。
1787	—	山东	昌乐县	后仍大获。
1789	5.9	山东	商河县	陨霜杀麦,重生大收。

① 中国国家图书馆[EB/OL] [2025-01-24].<http://read.nlc.cn/allSearch/searchList?searchType=12&showType=1&pageNo=1>。
② 雍正《通许县志》卷十《灾祥》,河南历代方志集成·开封卷·第21册,大象出版社,2017年,第195页。

续表1

1791	4.14、4.28	山东	济阳县;阳信县、平阴县、东阿县、阳谷县	复萌,不减收。
1805	4.20、4.22	山东	嘉祥县;东平州、济宁州、金乡县	得雨复苏,麦大熟。
1819	4.9	山东	昌邑县	麦不为灾。
1839	4.28	山东	邹平县	微雨,复苗秀。
1846	5.21	山西	榆次县	禾稼无害。
1862	3.7	山西	猗氏县	大雨,麦复生芽,未成灾。
1863	4.25	山西	荣河县	雨,芽复生,不为灾。
1872	4.22	山西	绛州、荣河县	旬余复生,不为灾。
1873	4.11	山西	太平县	四月内节上复生萌芽,秀而且实。
1876	9.28	河北	交河县、宁津县	有虫尽冻死,稼复苏熟。
1886	4.18	山东	昌乐县	数日即生。
1888	4.25	河南	范县	后复苏,不为灾。
1890	3.5、5.3	山东	昌乐县、潍县	旋重秀,未甚减收。杀麦,不为灾。
1892	无	山东	潍县	分数亦不减。
1899	3.24、3.26	河南 陕西	内乡县、华县	连雨,苗复兴,不为灾。
1909	5.9	山东	临邑县	未耕者复萌,半收。

注:史料原文记载时间均据陈垣《二十史朔闰表》换算为现行公历,其中月日换算以有遭灾记载的第一日为准;只有月而无具体日的记录,当年份同一省份相邻州县有该月明确日记载的,则以其代替;缺乏临近参考信息的,则以当月月中(十五日)换算。地点均为清代地名。

二、对“不刈反收”可能机制的推测

可以看到,在一些情况下,拔节之后的小麦在较为严重的晚霜冻害后仍可恢复,甚至可以取得较好的收成。对于这种“不刈反收”的现象,明清时期的华北农户一般将其笼统归因为“田祖有神”“祸福难测”一类朴素的自然观念。不过,这种现象或许可以得到来自现代农学研究的支持。1950年代以来,一方面,新中国对农业防灾减灾救灾等方面投入了大量的研究力量,取得了很大进展;另一方面,在全球变暖的背景趋势下,霜冻灾害的频率不降反增,霜冻,尤其是春季霜冻的研究受到很大重视^①。其中,华北黄淮一带出现了多次发生在公历4月及之后的晚霜冻害,如1953年4月中旬淮河以北的大面积晚霜冻害等^②,基于这些个案的研究在发生时间与空间均与上文的历史案例较为接近,具有一定的参考价值。

大量研究案例表明^③:拔节期之后的小麦对低温霜冻的抗性迅速降低,但仍具有冻后再生的潜力。小麦的潜伏芽迅速萌动发育成穗,是小麦冻后再生的生物学基础。故而,在某些条件下,如果能够采取

① 李茂松、王道龙、钟秀丽等:《冬小麦霜冻害研究现状与展望》,《自然灾害学报》2005年第4期;李世平、靖金莲、安晓东等:《晋南冬麦区春霜冻发生特点及其对产量影响分析》,《中国农学通报》2016年第9期;刘红杰、武永峰、任德超等:《黄淮冬麦区气象因子与小麦晚霜冻害关系研究——以商丘市为例》,《中国农业气象》2017年第8期。

② 郑斯中:《华北霜冻的气候特征》,《地理学报》1958年第3期。

③ 皇甫自起:《小麦晚霜冻害的特点及预防补救技术》,《河南农业科学》1996年第9期;冯玉香、何维勋、孙忠富等:《我国冬小麦霜冻害的气候分析》,《作物学报》1999年第3期;胡新、任德超、倪永静等:《冬小麦籽粒产量及其构成要素随晚霜冻害变化规律研究》,《中国农业气象》2014年第5期;任德超、胡新、陈丹丹等:《不同低温处理对小麦光合特性和产量性状的影响》,《中国农学通报》2016年第21期;薛中华:《小麦晚霜冻害的发生特点及预防补救措施》,《河南农业》2021年第31期。

适当的补救措施保证这些新分蘖的存活质量,冻害惨重的麦田仍然可以获得较好的收成。在拔节期之后的小麦冻后补救措施中,对新成穗数与成穗质量影响最大的就是浇水。对严重冻害的麦地进行观测或对照试验,可以发现其中只要是浇透水的,亩穗数一般都可达到或越过正常的水平;而冻后没有浇水的麦田,虽然新成穗不一定少,但新成穗的质量差且穗粒数很少。在世界范围内,Whaley等也观察到了类似的现象^①。因此,在晚霜冻害的补救与恢复中,水是必不可少的一环。巧合的是,这一点,在明清时期“霜麦复生”现象记载中有着较为明显的体现。

在上文所举“霜麦复生”的记载中,有一些记述较为详细,明确提及了与小麦复生相关联的降水过程。如上文提到的1790年、1910年两个典型年份,以及1771年(后连雨,麦死者从根发数千)、1805年(得雨复苏,麦大熟)、1862年(大雨,麦复生芽,未成灾)等年。除此之外,在史料记载较为简略、缺乏信息的年份中,从《中国近五百年旱涝分布图集》所绘制的情形来看,记载地点所在区域也往往会偏涝或降水正常,这意味着该区域土壤墒情可能偏湿。如1891年,山东潍县的碑文中记载称小麦复活后“未经雨而生长日盛”^②,似与此处结论相悖。但是同一处碑文中亦提到“光绪十四年(1888)秋大水,邑之东关坝崖被水,后二年水亦不少”,可见当地在1891年冻麦之前连年偏涝,土壤墒情偏湿,因此小麦才能够“未经雨而生长日盛”。此外,在康熙三年(1664)齐河县、康熙十四年(1675)安邱县、宣统元年(1909)临邑县这三处案例中,记载较为简略,未提及降水信息,而《中国近五百年旱涝分布图集》对这三则案例中记载县所在区域均定为偏旱或旱^③。然而,这三次案例中,与其他案例“大获”“不减收”的后果不同,小麦虽然也会复生,但最终只是“半收”或“薄有所收”。这也正与“冻后没有浇水的小麦亦可复生,但成穗质量差且穗粒数很少”^④的现代认识相符合。来自正面与反面的证据都表明了灾后降水或土壤墒情在“霜麦复生、不刈反收”的现象中的重要性。

除此之外,现代研究中小麦冻后恢复生长的时间节点亦与史料细节相符:皇甫自起等观测到,在冻害后5~7天,小麦的潜伏芽开始萌动,形成新的分蘖;冻后10~15天是新分蘖发生的高峰期;新分蘖的成熟期较原先推迟5~7日^⑤。任德超等认为这些具体的时日数可能与小麦在低温冻害后光合指标的恢复速率有关^⑥。胡新的田间试验表明,在一定温度下降区间内,新分蘖相较于原先穗数会有所下降,而千粒重有所上升^⑦。巧合的是,部分史料中也提到了小麦冻后复生的时间节点。如康熙四十六年(1707)山东潍县、昌乐县霜杀麦后“越八日忽由根发生,又十日秀颖如初”^⑧;嘉庆十年(1805)嘉祥县霜杀麦后“五、六日根底有芽如麦粒然”^⑨;同治十一年山西绛州“陨霜杀麦,旬余复生”^⑩;光绪十七年潍县霜杀麦后“六、七日后芽自根出”“及熟,穗小粒多”^⑪;1790年与1910年山东冻麦复生后在夏至(夏至)附近成熟,较黄淮冬小麦平均成熟期晚一周左右。在上述这些史料记载中,冻害后5~8天潜伏芽开始从根部抽出,冻后10~18天是新分蘖大量发生的阶段,成熟期推迟一周左右。不论是根部重新抽出分蘖、“穗少粒多”的细节,还是复活后的几个时间节点上,史料记载与现代观测数值都达到了令人惊讶的吻合程度。这也从

① Whaley J M, Kirby E J M, Spink J H, et al., Frost damage to winter wheat in the UK: the effect of plant population density, *European Journal of Agronomy*, 2004, 21(1), pp.105-115.

② 潍县望留区荀家庄子《光绪十九年碑》,张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》,第3591页。

③ 中央气象局气象科学研究院:《中国近五百年旱涝分布图集》,第103、108、225页。

④ 皇甫自起:《小麦晚霜冻害的特点及预防补救技术》,《河南农业科学》1996年第9期。

⑤ 同上。

⑥ 任德超、胡新、陈丹丹等:《不同低温处理对小麦光合特性和产量性状的影响》,《中国农学通报》2016年第21期。

⑦ 胡新、任德超、倪永静等:《冬小麦籽粒产量及其构成要素随晚霜冻害变化规律研究》,《中国农业气象》2014年第5期。

⑧ 乾隆《潍县志》卷六《祥异》,中国地方志集成·山东府县志辑·第40册,凤凰出版社,2004年,第198-199页;嘉庆《昌乐县志》卷二《总纪》,中国地方志集成·山东府县志辑·第35册,凤凰出版社,2004年,第34页。

⑨ 嘉祥县张家桥《霜麦碑》,张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》,第2857页。

⑩ 光绪《直隶绛州志》卷二十《灾祥》,第369页。

⑪ 潍县望留区荀家庄子《光绪十九年碑》,张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》,第3591页。

另一个侧面证实了“霜麦复生”记载的可靠性与上述解释机制的合理性。

三、陨霜杀麦和黑霜杀麦:冬小麦霜灾成因的进一步分析

以上利用现代农学研究中小麦冻后借助潜伏芽重新分蘖的原理对“霜麦复生”现象的合理性进行了解释。不过,由此引发了一个新的需要略加阐述的问题:既然冬小麦本身具有借助潜伏芽冻后重生的能力,也就是冬小麦的晚霜冻害在一定程度上可以补救,对于史料中记载普遍的小麦霜灾,又应作何理解呢?

首先,应考虑霜害的程度与持续时长。受灾的程度会对霜麦复生的结果产生一定的影响^①。地方文献中对“霜麦复生”现象的记载中,除时间信息不明的,大多是发生在一日以内的霜冻,且其记载中很少出现“严霜”“大霜”等表示严重灾情的文字。与之相比,小麦最终损失较重的事件记载中,会提及多日或连续霜冻事件以及“严霜”等文字描述。如康熙八年(1669)山西辽州“四月十三日至十五日,严霜连陨,苗尽萎;二十日至二十三日大雨连绵,继又雪,积二尺余许,牛羊冻死,大树压折无数。既霁,凛冽如冬”^②,从中可以看出连续陨霜与严重霜冻的叠加造成的巨大损失。因此,霜害太重或受霜的时间太长有可能对“霜麦复生”现象带来不利影响。

其次,应考虑社会与技术层面的可能影响。水分只是小麦晚霜冻害后恢复的必要条件,而不构成充分条件,还存在着社会、技术、品种、土壤等其他因素的影响。比如,虽然现代研究已经发现浇水对于晚霜冻害的补救与恢复的重要性,但从上述记载来看,古人对这一点可能尚缺乏清晰认识。上文提到的“不刈反收”的案例中,灾后补水均来自降水等纯粹的自然现象,而非出自有意的人工浇灌。甚至对于天然降水与“不刈反收”的关系,古人也暂时未总结出明确的规律。有时,古人甚至未待及霜麦复生,就已经急忙犁毁改种。古今麦种以及不同品种的差异也可能对其抗逆性有一定影响^③。

在以上两类因素之外,在此想要进一步展开分析的是降水多少在小麦冻后不同响应后果的关键作用。试检视地方志中对于实在成灾的晚霜冻害现象的记载,可以发现其与上文总结的“霜麦复生”现象的规律存在一定差异。首先,空间分布差异。“霜麦复生”现象的记载地点主要在山东地区;而晚霜冻害的记载分布则在各省相对平均,其中陕西、豫西具有较高的比例。其次,“霜麦复生”现象与降水或墒情关联密切;而晚霜冻害的记载中,尤其是其中较为严重的事件记载中,可以看到明显偏旱、偏干的记载。如万历十三年(1585)河南、山西、山东等地“春夏不雨,又被霜杀麦”^④;万历十四年(1586)山西、山东等地“春无雨,陨霜杀麦”^⑤;顺治十二年(1655),陕西汉中等地“三月黑霜陨,杀麦,大饥”^⑥;康熙六年(1667)“四月十七日,陕西邠州等处陨黑霜”^⑦;乾隆十三年(1748)陕西西安府、凤翔府、延安府等地“三月初二日

① 胡新、任德超、倪永静等:《冬小麦籽粒产量及其构成要素随晚霜冻害变化规律研究》,《中国农业气象》2014年第5期。

② 康熙《辽州志》卷七《灾祥》,国家图书馆藏地方志珍本丛刊·第83册,天津古籍出版社,2016年,第18页。

③ 任德超、胡新、黄绍华等:《黄淮海区不同类型小麦品种抗晚霜冻害研究》,《安徽农业科学》2008年第14期;任德超、胡新、黄绍华等:《晚霜冻害对不同类型小麦产量性状的影响》,《河南农业科学》2011年第5期。

④ 康熙《郟城县志》卷九《灾祥》,吉林大学图书馆藏稀见方志丛刊·第12册,国家图书馆出版社,2013年,第130页;康熙《洧川县志》卷八《祥异》,河南历代方志集成·开封卷·第25册,大象出版社,2017年,第129页。

⑤ 万历《齐东县志》卷九《灾祥》,原国立北平图书馆甲库善本丛书·第329册,国家图书馆出版社,2013年,第108页;光绪《洪洞县志》卷十六《杂记》,南京大学图书馆藏稀见方志丛刊·第9册,国家图书馆出版社,2014年,第231-232页。

⑥ 顺治《汉中府志》卷三《灾祥》,国家图书馆藏地方志珍本丛刊·第144册,天津古籍出版社,2016年,第332、334页;康熙《汉南郡志》卷二《灾祥》,巴蜀书社,2017年,第90页;光绪《定远厅志》卷二十四《祥异》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第53册,凤凰出版社,2007年,第200页;康熙《洋县志》卷一《灾祥》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第45册,凤凰出版社,2007年,第374页;民国《续修南郑县志》卷七《拾遗》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第51册,凤凰出版社,2007年,第366页。

⑦ [清]董含:《纯乡赘笔》卷二,《丛书集成续编》第96册,上海书店出版社,1994年,第46页;乾隆《凤翔县志》卷八《祥异》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第29册,凤凰出版社,2007年,第589页。

黑霜,大饥”^①;同治二年陕西、河南、山西多地“三月雨黑霜,麦豆歉收”^②,等等。

这些记载中,一个值得注意的现象是“黑霜”的频繁出现。一般来讲,霜冻灾害在表现形式上可以分为“白霜”与“黑霜”两类。“白霜”为明显的成霜现象所带来的冻害,而“黑霜”则是因空气湿度不足、冷空气未经结霜直接对作物造成的损害。因此,二者的差异即与水分多少有密切关系。二者相较,“黑霜”对于作物的损害往往更为严重,这是出于以下两个原因。首先,在冻害发生时,结霜过程可以释放凝结潜热,因此同样的温度下降幅度,白霜要比黑霜造成的热量损失更少。其次,在黑霜冻害发生后,水分不足也使得小麦潜伏芽的再生成穗质量受到很大影响。正因为如此,地方文献中的陨霜杀麦事件,尤其是其中较为严重的事件,有很多为“黑霜杀麦”事件。

霜灾不同后果的空间分布差异其实也与水分的差别有很大关系。华北各区中,从现代观测来看,山东的降水量相对多于其他地区^③;而在针对清代的年降水量序列重建中,山东地区也大致围绕着720mm波动,高于关中的600mm与晋南豫西的550mm^④。因此,在较为湿润的山东地区,霜冻后小麦复生的记载多于其他地区;而在偏西部、降水相对偏少的地区,不仅“霜麦复生”现象的记录相对稀少,严重的霜杀麦事件记录也更加频繁。当然,不能直接将年降水量多少与小麦冻后补水的充分程度简单等同。降水的年内季节分配存在一定的波动,在特定的某一年中,年降水量偏多并不一定意味着冻后一段时期内降水量偏多。降水的补充效果还受到土壤前期墒情、土质、地形、作物密植程度等多种因素的影响。不过,在历史时期,考虑到民间对于水分在晚霜冻害补救中的重要性缺乏足够的认识,人工的补水干预相对较弱的情形下,自然降水对小麦霜冻灾害后果的影响可能更大,具有突出作用。前人对历史时期关中地区霜灾的分析中,发现霜灾与旱灾的发生具有一定的同步性^⑤,可能也与这一协同机制有关。这种冬小麦的霜灾成因中水分多少与低温冻害的协同作用,值得进一步关注与分析。

四、刈与不刈:霜冻灾害后果的应对困境与经验总结

“霜麦复生”与“黑霜杀麦”这两类事件,代表了小麦晚霜冻害的后果中两种完全相反的方向,对农户生计而言代表着天壤之别的后果和意义。使情况变得棘手的是,对于明清华北的农户而言,这两类事件的发生可能并没有表现出一定的规律。冻后的小麦可能复生,也可能就此枯黄;而复生的小麦究竟是“有芒无粒”,还是半收乃至全收,亦捉摸不定。这就使农民的应对陷入了一定的困境。

对于无法复生,或者复生后无法结实的小麦而言,最合理的应对策略应该是及时锄去受损植株、补种其他作物,这与农民补种自救、降低损失的传统有关。中国是季风气候的国家,气候变率大,各类自然灾害频发,某一季或某一类农作物的遭灾是非常常见的现象。在这种背景下,补种成为非常重要的生存

① 乾隆《重修凤翔府志》卷十二《祥异》,西安地图出版社,2002年,第641页;乾隆《镇安县志》卷九《灾祥》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第30册,凤凰出版社,2007年,第403页;民国《咸宁长安两县续志》卷六《祥异》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第3册,凤凰出版社,2007年,第390页。

② 光绪《大荔县续志》卷一《事征》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第20册,凤凰出版社,2007年,第377页;民国《华阴县续志》卷八《杂事》,中国地方志集成·陕西府县志辑·第25册,凤凰出版社,2007年,第634页;光绪《陕州直隶州续志》卷十《灾异》,河南历代方志集成·三门峡卷·第3册,大象出版社,2017年,第507页;同治《叶县志》卷一《舆地》,河南历代方志集成·平顶山卷·第6册,大象出版社,2017年,第37页;光绪《阌乡县志》卷末《祥异》,河南历代方志集成·三门峡卷·第10册,大象出版社,2017年,第285页;民国《密县志》卷十九《祥异》,河南历代方志集成·郑州卷·第16册,大象出版社,2017年,第261页;光绪《虞乡县志》卷一《祥异》,中国方志丛书·华北地方·第580号,台北成文出版社,1976年,第17页。

③ 任美镔主编:《中国自然地理纲要》,商务印书馆,1985年,第160页。

④ 郑景云、郝志新、葛全胜:《黄河中下游地区过去300年降水变化》,《中国科学(D辑:地球科学)》2005年第8期。

⑤ 蔡文娟、殷淑燕:《明清小冰期关中地区冻灾研究》,《干旱区资源与环境》2009年第3期。

策略。比如说,北方地区“十年九旱”,往往以春旱为主,因此春季生长的作物可能会在这一时期枯死。此时如果距离秋季尚有一段时间,农民往往会及时止损,将田地里已经受损的作物锄去,改为补种短熟期的补救作物,如“六十日还仓”(一种早熟粟类)、绿豆、荞麦等^①。这种行为是农民得以勉强度过灾年,不至于全年颗粒无收的重要保障。除此以外,北方地区的有力之家还普遍存在将麦苗、豆苗充当粟、麦绿肥的情形。小麦(或其他作物)受损之后,农家补种前先将麦苗翻耕在地中,也可以充当下一茬作物的绿肥,变废为宝^②。

明清时期,下至民间、上至帝王,对于补种、改种在应灾救灾中的意义往往有着清晰的认知。比如,在清代奏摺、上谕中频频出现“补种”“改种”。如乾隆十九年(1754)山西夏季暴雨与雹灾摧毁部分作物之后,山西巡抚恒文就对民间补种情形进行了详细统计^③;乾隆四十三年(1778)河南久旱之后奏报得雨,乾隆帝就迫不及待地批示河南巡抚郑大进积极督办补种事宜^④。而民间文献对此更有着大量记载,如乾隆四十二年(1777)山东黄县“三月望后,大寒,降霜损麦”,农民于是“改种别禾”,最终“秋有年”^⑤。因此,在小麦遭霜、茎叶黄萎之后,将其刈除、翻耕在地中充作绿肥,补种其他短熟制的作物,本来就是一种正常的策略。

但是,这种策略毕竟是一种无可奈何的保命之举,采取这种策略的前提在于原先的作物已基本确定绝收或薄收。倘若事不至此,遭灾的作物仍有收获的可能,就会涉及另一番成本和收益的博弈。短熟期的补救作物,如荞麦等,在产量和价值上一般低于正常播种的作物,甚至可能未必高过复生后“半收”的小麦。即使假定补救作物和复生小麦的最终收益大致相当,考虑到补种所需的种子成本、人工成本,留着小麦、任其复生也无疑是更为划算的选择。由此引发出道非常现实的抉择难题:小麦遭受霜灾后,是否应立即刈去、补种其他作物呢?

从有限的现存记录来看,一开始“刈”的决策可能更占主流。如乾隆三十一年(1766)河北高邑县小麦霜冻之后“有力者皆再种,无力者听之,反生而丰。”^⑥同治十二年(1873)山西太平县也是在霜伤麦苗后“农人有刈之而种秋禾者”,只是有“未刈者”才得以观察到其复生、丰收的现象^⑦。光绪十七年山东省安邱县陨霜麦枯后“然旋即发生如前,惜乡农多有锄而去之者”^⑧。可见只要条件允许^⑨,刈麦再种是更符合理性的选择。然而,当农民观察、记录到小麦仍有复生的可能性时,就会注意到刈麦所带来的相对意义上的收益损失,并做出不同的决策。除小麦外,在其他作物受损时,农民有时也会出现类似的保留残苗、不再补种的行为^⑩。特别地,在“霜麦复生”现象频繁发生的山东地区,如何决策成为一种反复出现的难题。

① 王加华:《清季至民国华北的水旱灾害与作物选择》,《中国历史地理论丛》2003年第1期。

② [清]杨灿:《知本提纲》,王毓瑚辑:《秦晋农言》,中华书局,1957年,第40页。感谢审稿专家对此给出的提示。

③ 《山西巡抚恒文奏为汇奏勘明被水被雹轻重及补种抚恤缘由摺》,乾隆十九年七月十一日,《宫中档乾隆朝奏摺》第9辑,台北故宫博物院,1982年,第127页。

④ 《河南巡抚郑大进奏为恭报续到得雨地方仰祈圣鉴事》,乾隆四十三年六月初十日,《宫中档乾隆朝奏摺》第43辑,台北故宫博物院,1982年,第405页。

⑤ 同治《黄县志》卷五《灾祥》,中国地方志集成·山东府县志辑·第49册,凤凰出版社,2004年,第432页。

⑥ 乾隆《高邑县志》卷七《灾异》,故宫博物院藏稀见方志丛刊·第2册,故宫出版社,2013年,第38页。

⑦ 光绪《太平县志》卷十四《杂记》,中国地方志集成·山西府县志辑·第53册,凤凰出版社,2005年,第503页。

⑧ 民国《续安邱新志》卷一《总纪》,第255页。

⑨ 对于缺乏籽种、无力补种的民户(无力者),官府也有着借贷籽种、收获后抵斗还仓的优惠政策,以支持其积极补种。

⑩ 如乾隆十六年(1751)农历六月初九日直隶大兴宛平昌平三州县雹灾,损坏秋禾,按理应劝谕灾民积极开展补种工作。然而乾隆帝南巡路过时,却发现“所损残苗尚然在地,补种荞麦亦属无多”,为此责令直隶总督方观承彻查。方氏令州县官实地勘察,询问农民,“皆言内有另发新苗者,犹可望其秀实,是以留而不去”。见《直隶总督方观承奏报清河地方被雹田禾并未补种缘由摺》,乾隆十六年七月十一日,《宫中档乾隆朝奏摺》第1辑,台北故宫博物院,1982年,第106页。

在反复试错与经验总结的基础上,山东地区的农户最终以各类《霜麦碑》对这一决策困境作出了回答。与大部分方志官修绅纂、博采旧闻、存一方史事以备征考的记录特征有所差异,这类《霜麦碑》的书写者与面向对象都是乡间的农户,记载目的也更多地指向日常实用意义。这种目的,一言以蔽之,以山东寿光羊河村《村碑》为例,乃在于提醒后人在碰到类似灾情时谨慎处理,“勿以陨霜之杀麦而遂为剪除”^①。古人的这种朴素的经验总结,与现代农学研究的结论相契合^②,体现了古代劳动人民在生产实践中对气候条件的顽强适应能力与生产智慧。

结 语

本文对明清地方文献记载的“霜麦复生”现象进行了梳理与总结,并尝试对其原理与机制进行了解释。“霜麦复生”的现存记录遍及华北各省,而以山东省为多,其发生时间平均在公历4月23日附近,大体处于小麦的孕穗、抽穗阶段。这种现象与小麦利用潜伏芽重新发育成穗的能力有关,是小麦抗逆性恢复能力的体现。有关史料细节与现代田间试验记录相互吻合,可以佐证这种猜想。灾后降水或土壤墒情不仅是这种能力得以实现的必要条件,更是晚霜冻害后小麦不同收获情形的关键影响因素。面对这些不同情形,民众需要在“刈与不刈”间形成一定的经验总结。山东地区发现的各类《霜麦碑》中所记载的霜冻后“慎勿剪除”正是古代劳动人民在生产实践中所总结出来的经验教训与生产智慧。

由此,还可以对历史时期气候变化与社会响应的现有研究提出一些补充。农业是历史时期气候与社会之间作用的主要接触界面,农业与气候的关系构成了有关论述的核心环节^③。而“霜冻”的记载,正如引言部分回顾中所提到的,在气候(冷暖重建)与农业收成的长时段序列重建中均发挥着较大作用,并由此得出了一系列气候尺度下的重要认识。与此同时,在天气尺度下,在“霜麦复生”的案例中,天气与农业收成,乃至社会应对又呈现出了一些更为复杂、灵活、多元、各具主观能动性的景象。此外,霜灾灾害后果与降水/旱涝形式密切相关,或许也可以在今后气候尺度的有关研究中得到进一步探讨。

(责任编辑:徐定懿)

① 张德二主编:《中国三千年气象记录总集(增订本)》,第2758页。

② 潘春英:《小麦晚霜冻害形成原因及防御对策与补救措施》,《农业科技通讯》2015年第3期。

③ 郑斯中:《气候对社会冲击的评定——一个多学科的课题》,《地理译报》1982年第1期;满志敏:《中国历史时期气候变化研究》,第19-20页;方修琦、郑景云、葛全胜:《粮食安全视角下中国历史气候变化影响与响应的过程与机理》,《地理科学》2014年第11期;方修琦、苏筠、郑景云等:《历史气候变化对中国社会经济的影响》,科学出版社,2019年,第257-259页。