



水稻从野生到驯化的轨迹 ——农业起源研究的新篇章

赵志军*

山东大学文化遗产研究院, 青岛 266237

* 通讯作者, E-mail: zjzhao@cass.org.cn

收稿日期: 2024-06-19; 收修改稿日期: 2024-07-28; 接受日期: 2024-08-05; 网络版发表日期: 2024-08-07

水稻(*Oryza sativa*)是当今世界上最重要的粮食作物之一, 养育了全球三分之一以上的人口, 水稻的驯化历来是一个国际性科研内容(Gross和Zhao, 2014), 水稻何时、何地以及如何被种植并最终驯化, 一直是考古学、生物学和农学等诸多研究领域的一个热门课题(Fuller等, 2009). 尽管亚洲的许多地区都曾经被指定为水稻的起源地, 但越来越多的证据显示中国的长江中下游地区应该是亚洲水稻起源的关键地区(Callaway, 2014).

然而, 要确切地描绘出水稻从野生到驯化的完整轨迹, 仍然存在诸多挑战(吕厚远, 2018). 首先, 野生稻与栽培稻之间的形态学和遗传学差异微妙且复杂, 如何准确识别两者并追踪其演变过程困难重重, 需要找到能够明确判别野生稻与栽培稻出土遗存的鉴定指标. 其次, 野生稻分布是探寻水稻起源地的先决条件, 在末次冰期长江中下游地区是否存在野生稻仍有待确定(Zhao和Piperno, 2000). 其三, 水稻的驯化是一个非常漫长的渐变过程(赵志军, 2023), 如何发现从野生稻到栽培稻驯化过程的证据至关重要. 另外, 还需要深入理解自然和人类在水稻驯化过程中所扮演的角色以及驯化机制.

最近, 中国科学院地质与地球物理研究所等单位组成的研究团队, 通过多学科研究方法, 成功揭示了

水稻在中国长江下游地区从野生到驯化的轨迹, 在期刊SCIENCE上发表了题为“Rice’s trajectory from wild to domesticated in East Asia”的学术论文(Zhang等, 2024). 这一重大科研成果不仅填补了学术界对水稻驯化历史的认识空白, 也为理解我国“一万年的文化史”提供了新视角. 该研究的主要学术创新和突出贡献有以下几点.

其一, 在对现代野生稻和栽培稻的植硅体以及土壤中水稻植硅体系统研究的基础上, 建立了野生稻与栽培稻的植硅体鉴定方法, 即利用水稻扇型植硅体的鱼鳞纹数量作为判别标准. 根据遗传学研究(Li等, 2010; Zhang等, 2015)、野外实验、统计检验(郇秀佳等, 2020; Zhang等, 2024)以及野生稻自交纯合的实验(唐先干等, 2022), 明确了水稻扇型植硅体鱼鳞纹数量的增加与水稻驯化程度的增强、农艺性状的增加之间的关系. 这个鉴定方法为探讨水稻驯化过程提供了可靠的支撑.

其二, 以植硅体分析为主, 同时结合地貌学、地层学、沉积学、土壤微形态、年代学和考古学等多学科交叉方法, 对浙江浦江县的上山、龙游县的荷花山等上山文化典型遗址的考古地层以及周边自然剖面进行系统采样和分析, 成功构建了10万年以来水稻从野生到驯化的连续历史记录, 为探讨稻作农业起源及其与

中文引用格式: 赵志军. 2024. 水稻从野生到驯化的轨迹——农业起源研究的新篇章. 中国科学: 地球科学, 54(9): 3063–3064, doi: [10.1360/SSTe-2024-0164](https://doi.org/10.1360/SSTe-2024-0164)
英文引用格式: Zhao Z. The trajectory of rice from wild to domesticated: A new chapter in the study of origins of agriculture. Science China Earth Sciences, 67(9): 3011–3012, <https://doi.org/10.1007/s11430-024-1404-3>

人类社会演化、气候环境变化的关系提供了重要证据和线索。这一研究范式也揭示,在缺少炭化稻粒或水稻穗轴等植物大遗存的早期考古地层中,采用微体植物化石方法也可以发现和分析水稻遗存。

其三,以往的考古学研究多局限在出土有定居村落遗存的文化层,但该研究突破了考古学所谓的“生土层”底线,在文化层下发现了早期非定居状态下人类利用水稻的证据,包括对野生稻的初步操控和管理。这个重大突破解决了自20世纪水稻起源地争论以来一直困扰学界的一个难题,即长江中下游末次冰期是否存在野生稻的问题,对今后的考古发掘工作也具有一定的启示意义和示范作用。

该研究结果表明,早在约10万年前,野生稻已经分布在长江下游地区;约24000年前,即向末次盛冰期过渡期,人类开始采集并利用野生稻;约13000年前,即博林暖期结束前,水稻植硅体的驯化比例逐渐增加,说明人类开始种植野生稻;约11000年前,随着新仙女木期的结束,水稻植硅体的驯化比例迅速积累并达到驯化阈值,标志着稻作农业起源的开始(Zhang等, 2024)。这个重大发现记录了水稻从野生、采集、驯化到稻作农业的完整证据链,为栽培稻驯化和稻作农业起源的研究构建了清晰的演化框架,同时进一步确认了中国是水稻起源地的史实。该研究还表明,中国长江中下游的稻作农业起源与西亚两河流域的麦作农业起源史是同步的,都属于人类发展史的重要里程碑。这种同步性也意味着全球气候变化、景观变化、以及文化交流和传承在农业起源中发挥了重要作用。

展望未来,我们期待更多研究能够继续探讨水稻驯化和稻作农业起源问题:例如,水稻驯化的地域差异与机制以及人类活动与环境变化的互动关系;从指标上明确究竟是哪一个或者一组基因控制了水稻泡状细胞中扇型植硅体鱼鳞纹的变化,进一步探索环境eDNA、古蛋白等技术在水稻驯化研究的应用;在理论层面上,进一步理解水稻驯化的动力机制和影响因

素,为探索其他农作物驯化历史以及人类文明的发展提供有益的参考和借鉴。

参考文献

- 郇秀佳,吕厚远,王灿,张健平. 2020. 水稻扇型植硅体野生-驯化特征研究进展. 古生物学报, 59: 467–478
- 吕厚远. 2018. 中国史前农业起源演化研究新方法与新进展. 中国科学: 地球科学, 48: 181–199
- 唐先干,吕厚远,曹志斌,谢金水. 2022. 纯合系野生稻植硅体形态特征及其在水稻起源研究中的意义. 中国科学: 地球科学, 52: 486–496
- 赵志军. 2023. 农业起源研究的生物进化论视角——以稻作农业起源为例. 考古, (2): 112–120
- Callaway E. 2014. Domestication: The birth of rice. *Nature*, 514: S58–S59
- Fuller D Q, Qin L, Zheng Y, Zhao Z, Chen X, Hosoya L A, Sun G P. 2009. The domestication process and domestication rate in rice: Spikelet bases from the Lower Yangtze. *Science*, 323: 1607–1610
- Gross B L, Zhao Z. 2014. Archaeological and genetic insights into the origins of domesticated rice. *Proc Natl Acad Sci USA*, 111: 6190–6197
- Li L, Shi Z Y, Li L, Shen G Z, Wang X Q, An L S, Zhang J L. 2010. Overexpression of ACL1 (abaxially curled leaf 1) increased bulliform cells and induced abaxial curling of leaf blades in rice. *Mol Plant*, 3: 807–817
- Zhang J, Jiang L, Yu L, Huan X, Zhou L, Wang C, Jin J, Zuo X, Wu N, Zhao Z, Sun H, Yu Z, Zhang G, Zhu J, Wu Z, Dong Y, Fan B, Shen C, Lu H. 2024. Rice's trajectory from wild to domesticated in East Asia. *Science*, 384: 901–906
- Zhang J J, Wu S Y, Jiang L, Wang J L, Zhang X, Guo X P, Wu C Y, Wan J M. 2015. A detailed analysis of the leaf rolling mutant *sl2* reveals complex nature in regulation of bulliform cell development in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Biol J*, 17: 437–448
- Zhao Z, Piperno D R. 2000. Late Pleistocene/Holocene Environments in the middle Yangtze River Valley, China and rice (*Oryza sativa* L.) domestication: The phytolith evidence. *Geoarchaeology*, 15: 203–222

(责任编辑: 秦岭)