

7000 年前考古遗址出土稻谷的小穗轴特征

郑云飞 孙国平 陈旭高

(浙江省文物考古研究所, 杭州 310014. E-mail: zhengwh@hzcnc.com)

摘要 稻谷小穗轴基部的离层形成的差异是鉴别野生稻、粳稻和籼稻的一个重要特征。对长江下游的跨湖桥、罗家角和田螺山等 3 处距今 7000 年以前遗址出土稻的小穗轴特征观察的研究结果显示, 3 个遗址出土的稻谷遗存所见的小穗轴可分为粳稻型和野生型 2 种类型, 没有发现具有籼稻小穗轴特征的稻谷, 表明距今 7000 年以前的水稻尚处于驯化过程中带有野生习性的原始栽培稻阶段, 粳稻是栽培稻的演化方向。根据两种小穗轴比例推测长江下游在距今 10000 年以前开始稻的驯化。

关键词 考古遗址 稻 小穗轴 离层 驯化

20 世纪 70 年代, 在长江下游的浙江省境内发现了距今 7000 年的河姆渡遗址。遗址年代之早、遗物之丰富、文化特征之独特立即引起了全世界的广泛关注, 特别是遗址中大量稻谷遗存以及农具的发现, 不仅把世界稻谷栽培的历史提前了近 2000 年, 而且引发了亚洲稻作起源和传播的大讨论^[1-4]。

继河姆渡遗址发现以后, 中国各地的考古发掘对遗址中有关的稻谷遗存十分重视, 报道有水稻遗存的新石器时代遗址(2000BC 以前)数量大约有 170 余处, 主要分布在长江中游和下游地区, 少数位于华南地区和黄河流域^[5]。近年来, 新石器时代稻作遗址的数量还在不断增加。大量的稻作遗址的发现说明, 中国境内, 特别是长江流域中下游地区不仅利用栽培水稻历史较早, 而且具有普遍性, 是稻作起源的重要地区。尽管 30 余年来的稻作起源研究已经取得了不少成果, 但还有许多问题需要进一步研究, 如开始利用水稻究竟有多早, 何时开始驯化, 以及这些情况在什么条件下发生等。湖南省道县玉蟾岩^[6]、江西吊桶环^[7]以及浙江上山遗址^[8]的水稻遗存发掘出土, 说明距今 10000 年以前的新石器时代早期人们似乎已经在利用水稻。但遗憾的是, 目前还没有其他直接证据证明当时利用的是栽培稻还是野生稻, 没有从根本上解决上述问题, 以至于国外学者对中国境内所发现一些早期的水稻遗存(如玉蟾岩、彭头山、贾湖, 甚至河姆渡)是否为驯化种基本持怀疑态度^[9]。因此, 采用农学技术和手段解决史前栽培稻和野生稻问题对解开稻作起源问题至关重要。

目前, 鉴别栽培稻和野生稻的方法主要有粒型

鉴别法、颖壳双峰乳突分析^[10]和小穗轴形态特征观察等方法。一些学者认为, 栽培稻粒型和野生稻类似, 不适合对遗存进行栽培稻和野生稻的判别; 颖壳双峰乳突分析还不是很成熟, 应用起来需要慎重; DNA 分析是一种先进研究方法, 但目前成功的例子不多; 小穗轴特征是区分野生稻和驯化稻的最佳标准^[9]。本研究报道了对浙江省境内的跨湖桥、罗家角和田螺山等 3 处距今 7000 年以前的遗址出土稻的小穗轴特征观察的初步结果, 希冀有助于稻作起源研究的深入。

1 材料与方法

() 遗址概况和材料。跨湖桥遗址^[11]位于杭州市萧山区, 东经约 120°18', 北纬约 30°05'。2001 和 2002 年, 浙江省文物考古研究所主持了对遗址的考古发掘, 发掘面积约 1080 m²。遗址年代距今约 7000~8000 年。遗址有陶、石、骨、木器等器物, 发现了迄今我国最早的独木舟, 出土了 32 种动物骨骼, 还发现了数量较多的古稻遗存。本研究对出土稻谷和谷壳进行了观察。

田螺山遗址位于余姚市三七市镇, 东经约 121°22', 北纬约 30°01'。2003 和 2004 年进行了考古发掘。遗址年代距今 6500~7500 年, 为河姆渡文化类型的新石器时代遗址。遗址除了出土具有河姆渡文化特征的陶、石、骨、木器等器物外, 还发现了重要的建筑遗迹和大量的动植物遗存(包括炭化稻米), 是继河姆渡遗址发现以来最重要的河姆渡文化遗址。2004 年遗址保护棚基础施工中, 在遗址发掘现场的东南角发现了文化堆积, 除了文化遗物和遗迹外, 还发现了以稻谷壳为主的堆积地层。该稻壳堆积层相当于

遗址发掘现场的第7层,为河姆渡文化的早期阶段,距今7500年左右。地层除大量的不完整谷壳,没有发现稻谷和稻米,可能是古人脱壳加工后留下的废弃物。本研究对采取的稻谷壳样本进行了观察。

罗家角遗址^[12]位于桐乡市石门镇,东经约121°22',北纬约29°58'。1979~1980年进行了发掘,发掘面积1300多平方米,年代距今7000年左右。遗址遗物丰富,出土了大量的陶、石、骨、木器等器物 and 动植物遗存,其中稻谷米有近500粒。本研究观察的是其中的稻谷。

() 方法。取田螺山遗址稻谷壳堆积层土样约30 mL,加入10%的NaHCO₃溶液,放置12 h分散土块,倾倒入去上清液。用160 μm孔径筛子水洗过滤去除土粒后,加入1% H₂O₂溶液,放置5~6 h,去除谷壳表面的附着物。放置在NikonSMZ1000实体显微镜下放大40~60倍观察。跨湖桥和罗家角遗址直接取保存的稻谷,放置在NikonSMZ1000实体显微镜下放大40~60倍观察。

2 结果和讨论

稻谷外层通常包裹着黄棕色的内颖和外颖,内、外颖着生在短小的小穗轴上,分别位于近轴端和远轴端,在颖壳的下方还有一对护颖。稻谷充分成熟后,在护颖的基部、小枝梗之上形成一层离层,稻谷(小

穗)从此处脱落^[13]。由于粳稻的离层没有完全形成,副护颖牢固着生在小穗轴基部,稻谷脱粒时小枝梗被折断,因此在粳稻稻谷上通常可见到小枝梗的残部;野生稻的离层相当发达,稻谷成熟时自然脱落,脱落面平整光滑,中央可见一个清晰的小圆孔;籼稻的离层也相当发达,稻谷脱粒时,基本以离层处断离,脱落面通常平整光滑,但中央小孔的呈长方形,边界不十分清晰(图1)。造成栽培稻和野生稻小穗轴基部离层差异的一个很重要的原因是人为选择的影响。

人类在开始利用水稻后,采集或收获是对水稻脱粒性的选择,朝着脱粒性减弱的方向发展;播种是对水稻休眠性的选择,朝着休眠性减弱的方向发展。人们从稻穗上采集或收获到的稻谷是一些离层相对不太发达的谷粒,离层十分发达的谷粒由于容易脱落,多数掉在地上难于采集或收获到。尽管驯化早期人们对脱粒性的选择是一种无意识的行为,但经过长期的这种选择,水稻的脱粒性逐步减弱,粳稻是脱粒性选择的一个典型的例子。

本研究观察结果显示,跨湖桥、罗家角、田螺山等3个遗址出土的稻谷、稻壳等遗存所见的小穗轴(图2)可分为2种类型:() 粳稻型。小穗轴通常可见副护颖,在基部有小枝梗与之相连,或有明显的折断痕迹。() 野生型。小穗轴上不见副护颖,小穗轴基部



图1 现代栽培稻和野生稻的小穗轴

(a) 湖南茶陵野生稻; (b) 籼稻, IR24; (c) 江西东乡野生稻; (d) 粳稻, Asominori

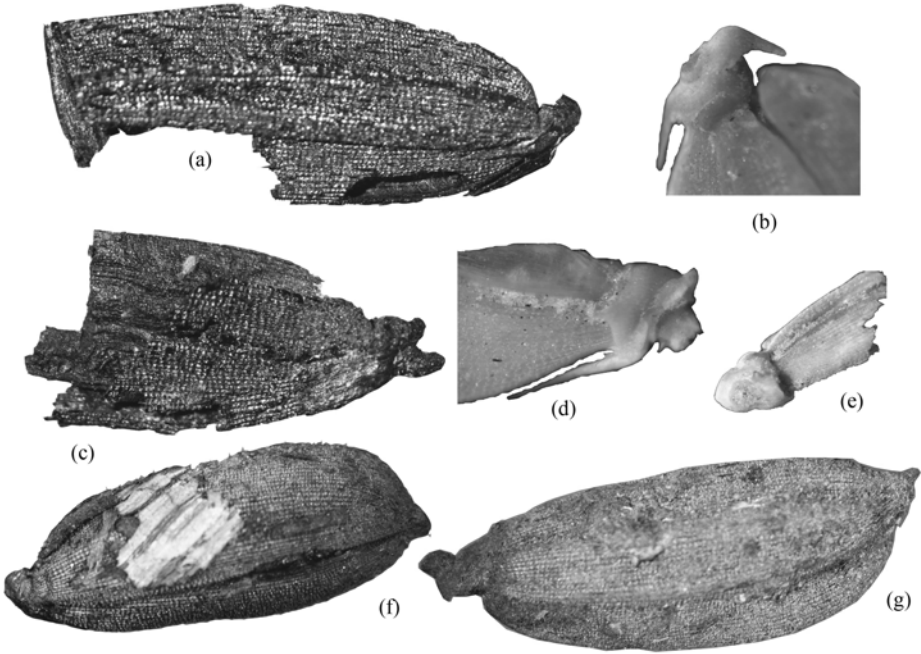


图 2 考古遗址出土的稻谷小穗轴

(a) 跨湖桥遗址, 野生型; (b)和(d) 田螺山遗址, 粳稻型; (c) 跨湖桥遗址, 粳稻型; (e) 田螺山遗址, 野生型; (f) 罗家角遗址, 野生型; (g) 罗家角遗址, 粳稻型

面平整光滑, 平面中央可见一个圆形的小孔. 在本研究观察的 3 个遗址的出土样品中没有发现具有明显籼稻小穗轴特征的稻谷.

如表 1 所示, 3 个遗址 571 粒稻谷的小穗轴中, 有野生型 291 粒, 占 51.0%, 粳稻类型 280 粒, 占 49.0%, 比例上相近. 其中, 罗家角、田螺山两个遗址的野生类型和粳稻类型相等, 为 49.0%和 51.0%, 跨湖桥遗址的野生类型小穗轴比例较其他两个遗址高, 占 58.3%, 粳稻类型小穗轴较其他两个遗址低, 为 41.7%.

表 1 跨湖桥、罗家角、田螺山遗址出土稻谷的小穗轴组成

遗址	野生型		粳型		籼型		合计	
	数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)
跨湖桥	70	58.3	50	41.7	0	0	120	100
罗家角	49	49.0	51	51.0	0	0	100	100
田螺山	172	49.0	179	51.0	0	0	351	100
合计	291	51.0	280	49.0	0	0	571	100

3 个遗址出土稻谷的小穗轴特征观察结果显示, 每个遗址都有栽培粳稻类型的小穗轴, 说明在我国长江下游地区距今 7000~8000 年已经栽培驯化稻了, 这一结果同过去根据出土稻谷(米)的粒型判断是一致的 [2,14,15]. 同时, 应该看到这 3 个遗址中

的粳稻类型小穗轴的比例为 49%, 而野生型小穗轴的比例达 51%, 与现代栽培稻是有差别的. 这种小穗轴的数量比例反映了它们还是一些处于驯化进程中的阶段性的原始栽培稻. 可以推测随着驯化程度的加深, 粳稻类型小穗轴的比例将上升, 而野生型小穗轴的比例将下降.

跨湖桥遗址出土稻谷的野生类型小穗轴比例比其他两个遗址高, 粳稻类型小穗轴比例比其他两个遗址低, 表明跨湖桥遗址出土的稻谷比罗家角遗址和田螺山遗址出土的稻谷更具原始性, 而罗家角遗址和田螺山遗址出土的稻谷大致处于相同的驯化阶段. 这个结果和 3 个遗址的年代得到了相互印证. 从粳稻类型小穗轴的比例看, 这个地区的稻栽培历史要长于 8000 年.

距今 8000 年左右的跨湖桥遗址出土稻谷, 粳稻类型小穗轴比例约为 42%; 距今 7500 年左右的田螺山遗址出土稻谷, 粳稻小穗轴比例约为 51%, 两者相差约 9%. 如果按 500 年 9% 的平均速率计算的话, 人类开始驯化的时间可上溯到距今 10000 年以前. 最近几年, 长江下游发现了多处年代较早的新石器时代遗址, 如距今 11000 年的浦江上山遗址、距今 9000 年左右的嵊州小黄山遗址 [16]. 在这两个遗址的发掘

中,考古研究人员发现了混入陶器胎土的稻谷、红烧土中的稻谷印痕等古稻遗存。对陶器胎土和红烧土中的稻谷遗存上的观察结果显示,当时已经有野生型和粳稻型的小穗轴之分(图3),表明该地区的稻作和栽培稻的驯化在距今10000年以前就已经开始。

稻的两个亚种起源问题是稻作起源的重要问题,是解决稻种起源一个中心还是多个中心的关键所在。丁颖^[17,18]通过对华南地区野生稻的调查,结合长江中游地区考古遗址烧土稻谷印痕的观察,认为华南地区的籼型野生稻是栽培稻的祖先,最早的栽培稻为籼稻(*O. sativa* L. subsp. *Hsien Ting*),在栽培稻向北传播的过程中,分化出粳稻(*O. sativa* L. subsp. *Keng Ting*)。周拾录^[19]通过对巢湖地区野生稻的观察分析,提出中国长江流域是粳稻的起源地,而籼稻则可能起源于印度等南亚地区^[19]。伴随新中国考古工作的发展,稻考古资料越来越丰富,引起农学工作者关注。游修龄^[2]对河姆渡遗址出土的稻谷粒型调查认为,河姆渡遗址的稻谷有长粒型和短粒型两种,长粒型为籼稻,短粒型为粳稻。周季维^[14]对罗家角遗址出土稻谷(米)调查后,认为罗家角遗址出土稻谷为栽培稻,并且根据稻谷粒型的构成,认为已经分化出籼

稻和粳稻。但是Second^[20]通过对现代栽培水稻过氧化氢同功酶分析,对通过粒型来判断稻的亚种提出疑问,他推测粳稻在中国驯化和籼稻在南亚驯化,是分别独立进行的驯化。王象坤等人^[21,22]对线粒体和叶绿体的DNA分析结果表明,中国普通野生稻的类粳稻和类籼稻之间的差异几乎微不足道,但是南亚野生稻种群的差异则很明显,认为粳稻是中国的主要遗传类型,而籼稻主要见于南亚,粳稻起源于中国,而籼稻起源于南亚和中国最南部。出现这种认识上的分歧,主要原因是研究方法和研究对象的不同。用粒型来判别现代栽培稻的两个亚种的正确率约为60%^[23],但用来判断几千年以前炭化稻粒粳、籼是困难的^[9]。考古遗址出土的稻谷经历数千年的地下埋藏,除粒型,大部分生物性状已经无法观察到了,因此在对考古遗址出土的稻谷分析研究中,需要采用一些新方法、新技术。植物硅酸体分析(运动细胞硅酸体和双峰乳突)和古DNA分析可以提供古稻籼粳分类方面的一些帮助。郑云飞等人^[24]分析河姆渡遗址水稻硅酸体,认为河姆渡遗址以粳稻为主,并推测为热带型。Sato等人^[25,26]认为籼稻和粳稻之间的差异在驯化之前已经出现了,通过对长江流域炭化稻米DNA



图3 上山和小黄山遗址的稻谷小穗轴

(a) 小黄山遗址, 粳稻型; (b) 小黄山, 野生型; (c) 上山遗址, 野生型; (d) 上山遗址, 粳稻型

分析,认为长江流域的古稻为粳稻,而且属于热带型。郑云飞等人^[15]对跨湖桥遗址出土稻谷(米)的粒型和水稻硅酸体进行了分析,结果显示稻谷(米)的粒型表现为以长粒型为主,短粒型比例较少,而水稻硅酸体却表现为粳稻的特点,认为粳稻是水稻演化方向,粒型则显示了水稻的原始特征。对罗家角遗址的水稻硅酸体分析结果显示,与河姆渡遗址相比,罗家角遗址的硅酸体形状较小,但粒型硅酸体的特征不明显,为中间类型^[27]。本次对 3 个遗址的小穗轴调查显示,粳稻类型小穗轴比例约为 49%,野生类型小穗轴的比例平均为 51%,表明我国长江流域在距今 7000~8000 年前的栽培稻为驯化过程中的原始栽培稻,其中部分表现出明显的粳稻特征,部分则保持着较多的野生稻习性,如瘦长粒型、小穗轴离层十分发达等。小穗轴考古调查结果再次说明粳稻是长江下游原始栽培稻的演化方向。本次调查中没有发现籼稻类型的小穗轴,意味着籼稻和粳稻可能有着不同的起源,从收获是对水稻脱粒性的选择角度看,籼稻开始人工驯化的时间可能比粳稻要晚一些,这种推论还有待于我国华南以及东南亚地区的考古发掘和研究成果的验证。

野生稻存在是稻作起源地的必备要素。汤圣祥等人^[28]通过对河姆渡遗址出土稻谷的小穗轴特征和芒上的刚毛调查发现了 4 颗野生稻,距今 7000~10000 年长江下游地区新石器时代遗址出土的稻谷小穗轴不仅有粳稻类型,而且有野生稻类型,反映了早期栽培稻的阶段特点。这种栽培类型和野生类型性状同时出现的现象,与其说是存在野生稻,还不如作为原始栽培稻中具有野生特性的原始类型看待比较合理。因此,长江下游地区的野生稻问题还有待进一步研究。我们相信伴随考古发掘中的生态环境和早期农耕遗迹的调查,这一问题将会得到较好的解决。

致谢 感谢浙江省文物考古研究所蒋乐平、王海明研究员提供了上山遗址和小黄山遗址的分析材料。

参 考 文 献

- 1 浙江省文物管理委员会,浙江省博物馆. 河姆渡遗址第一期发掘报告. 考古学报, 1978, (1): 39—107
- 2 游修龄. 对河姆渡遗址第四文化层出土稻谷和骨稻的几点看法. 文物, 1976, (8): 20—23
- 3 严文明. 中国稻作农业的起源. 农业考古, 1982, (1): 19—31; (2): 50—55
- 4 渡部忠世. 稻の道. 东京: 日本放送出版协会, 1977
- 5 裴安平, 熊建华. 长江流域的稻作文化. 石家庄: 河北教育出版社, 2004. 35—46
- 6 袁家荣. 玉蟾岩获水稻起源重要新物证. 中国文物报, 1996 年 3 月 3 日
- 7 赵志军. 吊桶环遗址稻属植硅石研究. 中国文物报, 2000 年 7 月 5 日
- 8 盛丹平, 郑云飞, 蒋乐平. 浙江浦江县上山新石器时代早期遗址——长江下游万年前稻作遗存的最新发现. 农业考古, 2006, (1): 30—32
- 9 Crawford G W, Shen C. The origin of rice agriculture: Recent progress in East Asia. *Antiquity*, 1998, 72: 858—866
- 10 张文绪. 中国古栽培稻的研究. 作物学报, 1999, 25(4): 408—417
- 11 浙江省文物考古研究所, 萧山博物馆. 跨湖桥. 北京: 文物出版社, 2004
- 12 罗家角工作队. 桐乡县罗家角遗址发掘报告. 见: 浙江省文物考古研究所, 编. 浙江省文物考古研究所学刊. 北京: 科学出版社, 1981. 1—42
- 13 Matsuo T, Hoshikawa K. *Science of the Rice Plant*, Vol. 1. Morphology. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1993. 91—92
- 14 周季维. 长江中下游出土古稻考察报告. 云南农业科技, 1981, (6): 1—6
- 15 郑云飞, 蒋乐平, 郑建明. 跨湖桥遗址出土的古稻研究. 中国水稻科学, 2004, 18(2): 119—124
- 16 张恒, 王海明, 杨卫. 浙江嵊州小黄山遗址发现新石器时代早期遗存. 中国文物报, 2005 年 9 月 30 日
- 17 丁颖. 中国稻作之起源. 中山大学农艺专刊, 1949, 7
- 18 丁颖. 中国栽培稻种的起源及其演变. 文汇报, 1961 年 9 月 26 日
- 19 周拾录. 中国是稻作的原产地. 中国稻作, 1949, 7: 5
- 20 Second G. The study of isozymes in relation to the distribution of the genus *Oryza* in the paleoenvironment and the subsequent origin of cultivated rice. In: Whyte R O, ed. *Evolution of the East Asian Environment*. Hong Kong: Centre of Asian Studies, 1984. 665—681
- 21 王象坤. 中国稻作起源研究中几个主要问题的研究新进展. 见: 王象坤, 孙传清, 主编. 中国栽培稻起源与演化研究专集. 北京: 中国农业大学出版社, 1996. 2—8
- 22 孙传清, 王象坤, 李自超. 从普通野生稻 DNA 的籼粳分化看亚洲栽培稻的起源与演化. 农业考古, 1998, (1): 21—29
- 23 Morishima H, Oka H I. Phylogenetic differentiation of cultivated rice. . Numerical evaluation of *indica-japonica* differentiation. *J Breed Sci*, 1981, 31(4): 253—259
- 24 郑云飞, 游修龄, 俞为洁, 等. 河姆渡遗址稻的硅酸体分析. 浙江农业大学学报, 1994, 20(1): 81—85
- 25 Sato Y I, Tang L H, Nakamura I. Amplification of DNA fragments from charred rice grains by polymerase chain reaction. *Rice Genet Newslett*, 1996, 12: 260—261
- 26 Sato Y I. Origin and dissemination of cultivated rice in Asia. 第 2 届农业考古国际学术研讨会, 南昌, 1997
- 27 郑云飞, 芮国耀, 松井章, 等. 罗家角遗址的水稻硅酸体形状特征及其在水稻进化研究上的意义. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2001, 27(6): 691—696
- 28 汤圣祥, 佐藤洋一郎, 俞为洁. 河姆渡炭化稻谷中普通野生稻谷粒的发现. 农业考古, 1994, (3): 88—91