

7 个稻种叶片硅酸体的研究

张文绪^① 王莉莉
(植物科技学院)

摘要 对 *Oryza sativa*, *O. rufipogon* 等 7 个稻种叶片中的硅酸体进行了研究。观察到扇形和哑铃形两种硅酸体。根据扇形硅酸体的扇面长/扇柄长的比值,将其划分为长柄型、中间型和短柄型三种类型。并依此而对 7 个稻种的硅酸体异同作了比较,为古稻田硅酸体的分析提供参考。

关键词 稻; 硅酸体

中图分类号 S511; S511.02

Phytoliths in Leaves of 7 *Oryza* Species

Zhang Wenxu Wang Lili
(College of Plant Science and Technology)

Abstract The phytoliths in leaves of 7 *Oryza* species were studied. The two types of fan and dumbbell phytoliths were observed. Three types of long handle, short handle and intermediate of fan - phytolith were classified based on the ratio of b/a , accordingly the difference of phytoliths of 7 species were compared.

Key words *Oryza*; phytoliths

稻属植物及其近缘植物叶片中普遍存在一种扇形硅酸体,亦称蛋白石。不同植物种硅酸体的形态和大小有不同程度的差异^[1]。其中籼稻和粳稻硅酸体的研究较多,并作为古稻田的证据应用于考古之中^[2]。为种植水稻的历史、栽培稻的起源和演化的探讨提供依据。因此详细地对水稻及其近缘种硅酸体的形态特征进行研究是更准确进行古稻类型鉴别的有力手段,从而为水稻的演化探索提供更多信息。

1 材料和方法

材料共 9 份,属于 7 个种。即籼稻(Jasmine 85),粳稻(田鸡青),*O. rufipogon*(分别原产中国江西东乡和斯里兰卡)2 份,*O. minuta*, *O. brachyantha*, *O. alta*, *O. officinalis* 和 *O. punctata*。

将成熟的叶片晾干后,剪碎放入坩锅内,置于电炉上烧 2h,直到叶灰呈灰白色或白色为止,冷却后加入少量蒸馏水,充分搅拌,再用超声波处理 10 min,静置备用。

收稿日期: 1996-09-10

①张文绪,北京圆明园西路 2 号中国农业大学(西校区),100094

吸取少量样本置于载片上,加入一滴甘油,盖上盖玻片,于微分干涉显微镜下,依左右、上下顺序镜检,逐个对扇柄长、扇面长、扇面宽、柄基宽进行测量。同时部分材料在偏光显微镜和 S-450 型扫描电镜下观察并拍照。

每个种的硅酸体至少观察测量 30 个,计算平均数和标准差,并作相应的显著性测定。

2 结果

2.1 稻属植物扇形硅酸体的基本特征

稻属植物叶片中有两种硅酸体,即哑铃形硅酸体和扇形硅酸体,本试验主要是研讨扇形硅酸体。

扇形硅酸体是叶片中肌细胞以自身的形状沿细胞壁沉淀 SiO_2 而形成的非晶体结构,质地坚硬、形态稳定,可长期保存在土壤中,因此是古稻田种植水稻的重要证据之一,是生物考古学研究的对象。

扇形硅酸体由扇柄、扇面和扇沿几部分构成(图 1)。扇沿底面布满鱼鳞状花纹,这是稻属植物扇形硅酸体的标志特征之一。扇柄的长度(a)、扇面长度(b)和宽度(c)、扇沿宽度(d)及 b/a 值是扇形硅酸体的基本特征量, b/a 值是分类的主要指标。

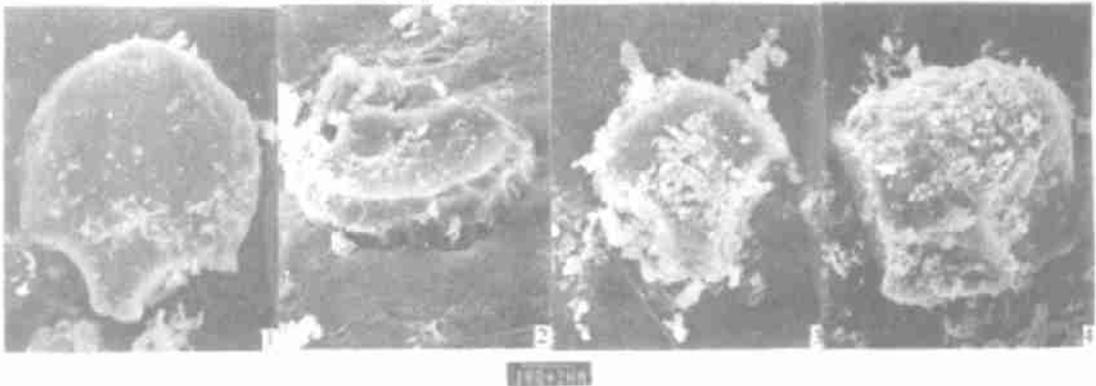


图 1 水稻叶片扇形硅酸体的形状(扫描电镜照片)

- 1 Jasmine 85(籼稻)硅酸体的正面; 2 Jasmine 85(籼稻)硅酸体底侧面的鳞状花纹;
- 3 田鸡青(粳稻)硅酸体的正面; 4 田鸡青(粳稻)硅酸体扇柄侧面。

2.2 稻属 7 个种扇形硅酸体的形态特点和类型

根据表 1 资料和图 2,就平均值而言,7 个种的硅酸体扇面长度变幅为 $15.70 \sim 25.10 \mu\text{m}$,以 *O. punctata* 最短,籼稻最长。因此二者的 b/a 值亦呈鲜明反差,后者达 1.593, *O. punctata* 为 0.647。由此,依 b/a 值将 7 个稻种的硅酸体分成三种类型, $b/a < 0.8$ 者为长柄型, $b/a > 1.21$ 者为短柄型, $b/a = 0.81 \sim 1.21$ 者为中间型。

表 1 7 个稻种叶片扇形硅酸体的特征

$l/\mu\text{m}$

稻 种	扇柄长(a)	扇面长(b)	a+b	扇面宽(c)	b/a
Jasmine85(籼稻)	16.30±2.80	25.10±4.80	41.47±5.25	38.30±5.60	1.59±0.45
田鸡青(粳稻)	18.25±2.50	18.50±5.50	36.76±5.76	35.30±5.90	1.04±0.36
<i>O. rufipogon</i> (东乡)	16.90±3.20	18.00±4.30	34.96±5.36	32.20±4.10	1.10±0.39
<i>O. rufipogon</i> (斯里兰卡)	23.07±4.23	18.70±4.74	40.87±5.79	35.53±7.04	0.80±0.28
<i>O. minuta</i>	25.47±4.42	19.20±5.14	44.33±7.97	39.00±6.82	0.77±0.23
<i>O. brachyantha</i>	18.33±3.97	19.93±3.88	38.27±4.03	37.33±4.40	1.17±0.47
<i>O. alta</i>	23.94±6.31	21.63±4.67	45.25±9.03	36.19±4.69	0.96±0.32
<i>O. officinalis</i>	23.53±4.06	16.60±3.83	40.27±5.55	33.33±5.42	0.73±0.22
<i>O. punctata</i>	25.73±6.51	15.70±3.46	41.43±7.26	33.73±5.22	0.65±0.22

表 2 7 个稻种叶片扇形硅酸体类型的频率

/%

稻 种	宽度 / μm	b/a								
		<0.8			0.81~1.2			>1.21		
		长度 $l/\mu\text{m}$								
		<40	40.1~50	>50.1	<40	40.1~50	>50.1	<40	40.1~50	>50
Jasmine85(籼稻)	<35				6.3			15.6	3.1	
	35.1~45				12.5	6.3		18.8	21.9	3.1
	>45.1								6.3	3.1
田鸡青(粳稻)	<35	36.4						12.1		
	35.1~45				18.2	6.1		12.1	12.1	
	>45.1								3.0	
<i>O. rufipogon</i> (东乡)	<35	19.4			45.2			16.1		
	35.1~45	3.2			3.2	6.5		3.2	3.2	
	>45.1									
<i>O. rufipogon</i> (斯里兰卡)	<35	30.0	16.7		6.7			3.3		
	35.1~45	6.7	3.3		6.7	10.0	3.3		3.3	
	>45.1		3.3			6.7				
<i>O. minuta</i>	<35	26.7			3.3			3.3		
	35.1~45	6.7	16.7	6.7	6.7	6.7	16.7			
	>45.1			3.3		3.3				
<i>O. brachyantha</i>	<35	13.3			13.3	13.3		6.7		
	35.1~45	3.3	3.3		13.3	13.3		16.7	6.7	
	>45.1					6.7				
<i>O. alta</i>	<35	6.3	9.4		18.8			3.1		
	35.1~45		6.3	9.4	3.1	21.9	9.4	3.1	3.1	3.1
	>45.1					3.1				
<i>O. officinalis</i>	<35	43.3	16.7		6.7			3.3		
	35.1~45		10.0	3.3	6.7	6.7	3.3			3.1
	>45.1									
<i>O. punctata</i>	<35	33.3	20.0		3.3	3.3				
	35.1~45	6.7	13.3	10.0	3.3			3.3		3.1
	>45.1			3.3						

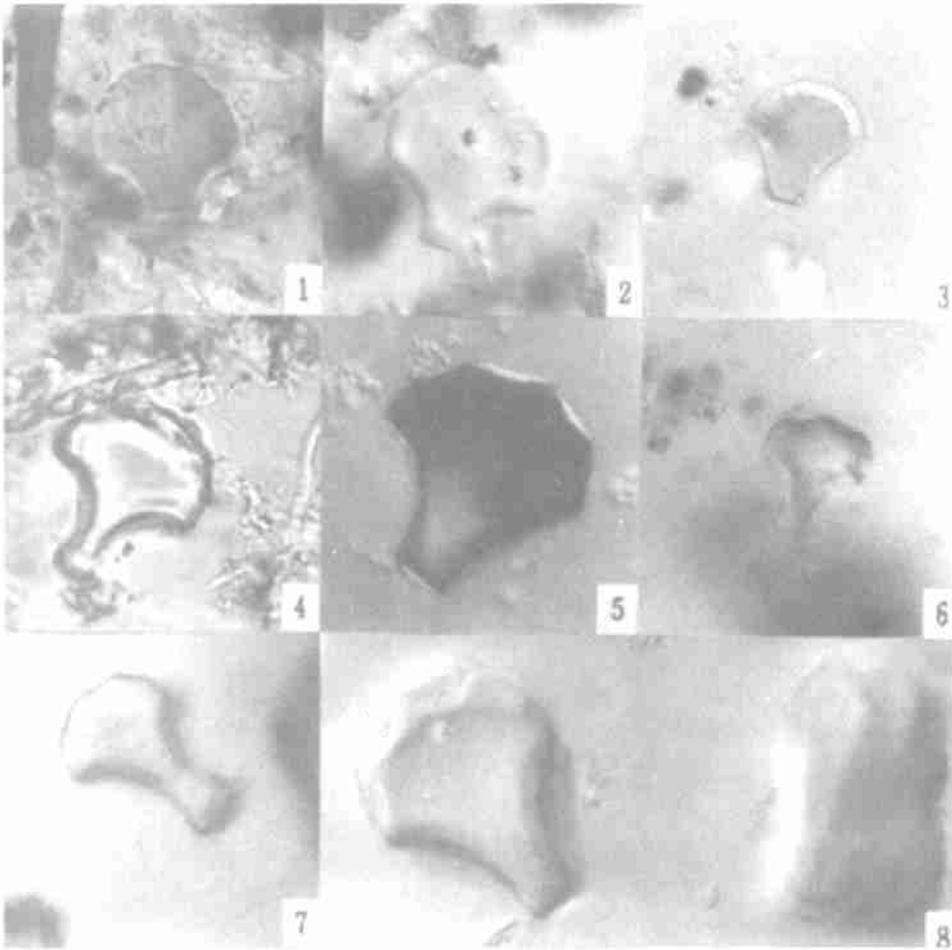


图2 不同稻种叶片扇形硅酸体的形状(微分干涉显微镜照片, $\times 40$)

- | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1 <i>O. rufipogon</i> ; | 2 Jasmine 85(轴); | 3 田鸡青(梗); |
| 4 <i>O. brachyantha</i> ; | 5 <i>O. alta</i> ; | 6 <i>O. punctata</i> ; |
| 7 <i>O. minuta</i> | 8 <i>O. minuta</i> 硅酸体及其底侧面的鳞状花纹. | |

根据上述指标,从表1和表2的 b/a 平均值和频率看, $b/a < 0.8$ 的稻种有 *O. punctata* (小于0.8的频率达86.6%), *O. officinalis* (73.3%), *O. minuta* (60.1%)和斯里兰卡 *O. rufipogon* (60%),可归为长柄型。 $b/a > 1.2$ 的仅有籼稻 Jasmine85 一个品种,在1.2以上的个体频率达71.9%,其中有18.8%的 $b/a > 2.0$,为短柄型。 $b/a = 0.8 \sim 1.2$ 的有东乡 *O. rufipogon* (54.9%), *O. brachyantha* (49.9%)和 *O. alta* (56.3%),可归为中间型。较特殊的是梗稻品种田鸡青, $b/a = 0.8 \sim 1.2$ 的频率有24.3%,平均值亦在这一范围内,属于中间型。但 $b/a < 0.8$ 的频率有36.4%, > 1.2 的频率有39.3%。很均衡地分布在长柄和短柄之间。这是值得注意的现象。

就硅酸体的纵长和横宽指标所显示的大小分析,纵长 $> 50 \mu\text{m}$,横宽 $> 45 \mu\text{m}$ 的为大型

硅酸体。仅 *O. minuta* 有 20%, *O. punctata* 有 3.3% 和籼稻有 3.1% 属于大型, 其余稻种都没有大型硅酸体。从纵长 $< 40 \mu\text{m}$, 横宽 $< 35 \mu\text{m}$ 的小型硅酸体频率分析, 东乡 *O. rufipogon* 达 80.7%, 是 7 种中最多的, 依次为 *O. officinalis* (53.3%), 粳稻 (48.5%), 斯里兰卡 *O. rufipogon* (40%), *O. punctata* (34.6%), *O. brachyantha* (33.3%), *O. minuta* (30%), *O. alata* (28.2%) 和籼稻 (21.9%)。可见籼稻的硅酸体相对较大, 粳稻相对较小, 而东乡普通野稻最小。

3 讨论

50 年代中期, 从土壤中寻找植物蛋白石 (opal)^[3]。70 年代以后, 水稻硅酸体的研究有了较大的进展, 并用于考古以寻找和断定古代水田的存在。

已知水稻及其近缘种的硅酸体形态有别^[1], 特别是籼稻和粳稻有明显的形态差异。佐藤洋一郎等根据 b/a 值和硅酸体差别系数 Z_1 与籼粳亚种差别系数 Z_2 之间的相关研究^[4], 认定籼稻硅酸体为 α 型 (短柄型), 粳稻为 β 型 (长柄型)。为古稻亚种的鉴定和水稻起源演化的研究增添了一种新的方法。

根据笔者观察, 种和亚种内的扇形硅酸体个体形态变异较大, 其 b/a 值是一连续分布。依佐藤洋一郎等研究^[4], 用 Z_1 系数判断, 就有 25% 的品种为 Indica-Japonica 的中间型, 同时还有 6%~8% 的误判。因此将其划分为长柄型 (β 型), 短柄型 (α 型) 和中间型 (I 型), 再结合群体分析, 能比较客观地反映实际。如 jasmine 85 的硅酸体判别系数 Z_1 值的分布范围是 0.24~7.23, 其中 96.7% 属短柄型 (α 型), 可认定为籼稻。而田鸡青的 Z_1 值分布为 1.92~-3.88, 其中短柄型 (α 型) 占 45.5%, 长柄型 (β 型) 占 39.4%, 中间型 (I 型) 占 15.1%。表现为一种具有籼粳双重特性的特点, 这个品种虽为粳稻, 但却带有原产长江下游地方品种的原始性质, 这就为品种在演化中的历史地位提供了信息。东乡的普通野稻 Z_1 值分布为 1.07~-7.84, 其中短柄型 (α 型) 占 46.7%, 长柄型 (β 型) 占 23.3%, 中间型 (I 型) 占 30%。斯里兰卡普通野稻的 Z_1 值分布为 3.37~-1.58, 其中短柄型 (α 型) 占 16.7%, 长柄型 (β 型) 占 63.3%, 中间型 (I 型) 占 20%。三种类型皆有, 但比例不同。东乡普野中籼的成分多, 斯里兰卡普野中粳的成分较大。

由此可见, 作为一种方法, 在考古中用硅酸体判定古稻田的可靠性最大, 判定籼粳亚种的差别其次, 而判别栽培稻与野生稻的差别尚难把握。

参 考 文 献

- 1 藤原宏志. 植物起源土粒子分析法的基础研究: I. 几种稻属植物硅酸体样本的定量分析法〔日〕. 考古学和自然科学, 1976, 9: 15~29
- 2 顾海滨. 城头山古城址水稻及其类型. 见: 长江中游史前文明暨第二届亚洲文明学术讨论会论文集. 1995
- 3 Smisthon F. Plant opal in soil. Nature, 1956, 176: 107
- 4 佐藤洋一郎, 藤原宏志, 宇田津敏朗. 籼稻和粳稻机动细胞硅酸体的形状及其密度差异〔日〕. 日本育种学杂志, 1990, 40: 495~504