

稻属植物种在广州自然条件下的 光周期反应和分系研究

王国昌 卢永根

(华南农业大学作物遗传育种研究室, 广州, 510642)

摘要 试验于1986年,在广州(23°08'N,海拔 8.8m)华南农业大学农场自然条件下进行,主要结果如下:1. 稻属植物 20 个种的光周期反应,可分为:钝感型、敏感型和极敏感型。亚洲稻(栽培种“白壳金凤”)和非洲稻属于敏感型。2. 依光周期反应、谷粒长、谷粒长/宽和护颖长度,稻属 20 个种可分成 4 个系,即栽培稻系(*series sativae*)、小粒野稻系(*series minutae*)、长粒野稻系(*series longigrana*)和长护颖野稻系(*series longiglumis*)。

关键词 野稻; 光周期反应; 稻属植物种的分系

中图分类号 S511.102

稻属(*Oryza*)植物多数稻作学者公认的有 22 个种,其中两个是栽培种,即亚洲稻(*O. sativa* L.)和非洲稻(*O. glaberrima* Steud)(吴万春等,1987;Chang T T,1976;1985;Oka,1974),种间变异性极大,遍布于亚洲、非洲、南美洲和大洋洲。我国迄今只发现有二个种和一个亚种,即普通野稻(*O. rufipogon* Griff)、药用野稻(*O. officinalis* Wall ex Watt)和瘤粒野稻(*O. meyeriana* Subsp. *tuberculata* (Zoll. et Mor.) Baill., W. C. Wu et Y. G. Lu, G. C. Wang)(丁颖,1957;广东农林学院农学系,1975;吴万春等,1990)。栽培水稻品种对光温反应特性的研究,已取得较大进展(水稻光温生态研究协作组,1978),而稻属各个种的光周期反应等生育特性的研究,尚少见报导。Sampath 将稻属植物种分成普通栽培稻系(*sativae*)、宽叶野生稻系(*latifoliae*)、狭叶野生稻系(*angustifoliae*)和重颖野生稻系(*granulatae*),以表示种的进化关系。鉴于狭叶野生稻系中的线粒野稻(*O. tisseranti*)和粗线粒野稻(*O. perrieri*)已从稻属剔除,不能反映实际情况,故有结合光周期反应等生育特性重新探讨分系的必要。通过对这些种的光周期反应和其它生育特性以及形态差异的研究,可为栽培稻种的起源、演变、稻属植物的系统分类等理论研究和扩大野稻种质资源在育种中的利用,积累资料。

1 材料与方法

供试材料为稻属 20 个种(表 1),在广州(23°08'N,海拔 8.8m)华南农业大学实验农场进行。1986 年 5 月初播种于网室钵钵中,每盆 5 株,按一般栽培方法管理,生长发育正常。

生育期间,逐株记载出穗期、株高、顶叶长、顶叶宽、穗长、花药长(每次测量 10 枚,重复 3 次)、谷粒长、谷粒宽(每次测量 10 粒,重复 3 次)和穗型等性状,按统一标准进行记载和资料整理。并以籽粒长度、粒形、护颖长度、光周期反应以及进化关系,进行分系。

1994-10-21 收稿

表 1 供试材料一览⁽¹⁾

编号	种 名	学 名	染色体数 2n	染色体组	来源及编号	原产地
1	普通野稻	<i>O. rufipogon</i> Griff	24	AA	IRRI	东南亚
2	印度野稻	<i>O. nivara</i> Sharma et Shastry	24	AA	IRRI, Acc 100177	印 度
3	亚洲稻 (品种:白壳金凤)	<i>O. sativa</i> L	24	AA	华南农业大学	中国广东
4	长雄蕊野稻	<i>O. longistaminata</i> A. Chev. et Roehr	24	A'A'	IRRI, Acc100930	非 洲
5	短舌野稻	<i>O. barthii</i> A. Chev	24	A ^s A ^s	IRRI, Acc101242	非 洲
6	非洲稻	<i>O. glaberrima</i> Sheud	24	A ^s A ^s	日本国立遗传研究所 W025	非 洲
7	高野稻	<i>O. alta</i> Swallen	48	CCDD	日本国立遗传研究所 W1147	巴 西
8	宽叶野稻	<i>O. latifolia</i> Desv	48	CCDD	IRRI, Acc100168	墨西哥
9	药用野稻	<i>O. officinalis</i> Wall. ex Watt	24	CC	日本国立遗传研究所 W067	泰 国
10	小粒野稻	<i>O. minuta</i> J. S. Presl ex C. B. Presl	48	CCDD	日本国立遗传研究所 W1318	菲律宾
11	颗粒野稻	<i>O. granulata</i> Nees et Arn. ex. Steud	24	——	IRRI, Acc102117	印 度
12	斑点野稻	<i>O. punctata kotsehy</i> ex Steud	48, 24	BBCC, BB(?)	IRRI, Acc100126	非 洲
13	紫穗野稻	<i>O. eichingri</i> A. Peter	24, 48	CC, BBCC	IRRI, Acc101430	非 洲
14	澳洲野稻	<i>O. australiensis</i> Domin	24	EE	IRRI, Acc 101393	澳大利亚
15	展颖野稻	<i>O. glumaepetula</i> Steud	24	A ^{cu} A ^{cu}	IRRI, Acc100968	美 洲
16	短花野稻	<i>O. brachyantha</i> A. Chev et Roehr	24	FF	日本国立遗传研究所 W0654	非 洲
17	南方野稻	<i>O. meridionalis</i> Ng	24	——	IRRI, Acc101411	澳大利亚
18	大护颖野稻	<i>O. grandiglumis</i> (Doell) Proehl	48	CCDD	IRRI, Acc101405	巴 西
19	马来野稻	<i>O. ridleyi</i> Hook. f.	48	——	IRRI, Acc100820	马来西亚, 泰国, 新几内亚
20	长护颖野稻	<i>O. longiglumis jansen</i>	48	——	日本国立遗传研究所, W1216	新几内亚

(1) 本试验尚缺稻属 22 个种中的疣粒野稻 (*O. meyeriana* Baill) 和短粒野稻 (*O. schlechteri* Pilger)

2 结果和分析

2.1 不同种的生育期表现及光周期反应特性

生育期的表现既反映出不同种原产地的生态特性, 也反映出不同种的历史适应过程, 因此, 生育期的长短和光周期反应特性是种性的表现 (图 1)。

2.1.1 种间出穗期的差异 各个种的出穗期有明显的差异, 有播种后于 7 月中旬、仅 70 d 就出穗的颗粒野稻, 也有播种后于 11 月底、205 d 才出穗的长雄蕊野稻, 种间出穗期迟早相差 4 个月, 20 个种的平均出穗日数为 129.40 ± 40.72 d, 变异系数 (c.v.) 为 31.47%。可见, 种间出穗期变异性很大, 这反映出种的生态特点和适应性。

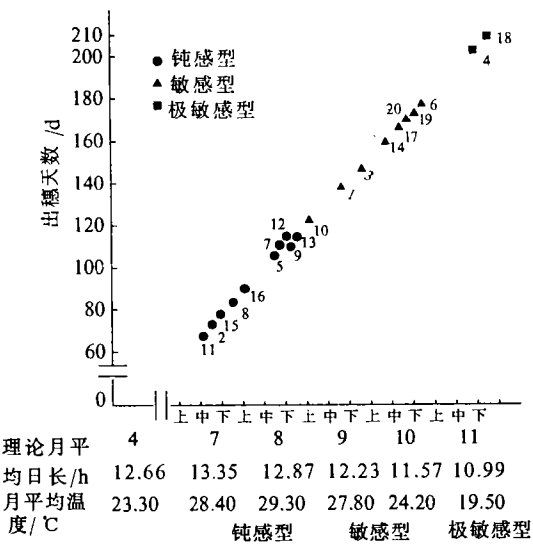


图 1 稻属各个种的出穗期和光同期反应

2.1.2 种间出穗期的连续性 根据各个种在广州自然条件下出穗期的分布,7月份出穗的有4个种(占20%),8月份出穗的有6个种(占30%),9月份出穗的有3个种(占15%),10月份出穗的有5个种(占25%),11月份出穗的有2个种(占10%)。这种从7月份至11月份每月都有出穗的现象,表现了出穗期的连续性变异。

2.1.3 各个种的光周期反应 各个种在广州生育期间,各月的理论日长变幅为:12.66~13.49~10.99 h,月平均温度变幅为:23.30~29.30~19.10℃,各个种均能完成其光照发育阶段,正常出穗。根据各个种的出穗期日长,把出穗期在7,8月份、月平均日长在12.50 h以上,定为钝感型或无感型;出穗期在9,10月份、月平均日长在11.00~12.50 h,定为敏感型;出穗期在11月份、月平均日长在11h以下,定为极敏感型,属于钝感型的有印度野稻等10个种,占20个种中的50%;属于敏感型的有普通野稻、亚洲稻等8个种,占总数的40%;属于极敏感型的有长雄蕊野稻和大护颖野稻两个种,占总数的10%。

2.2 不同种的植株形态差异

从表2看出,稻属植物不同种的株高和顶叶长、宽均有差别。

2.2.1 株高 株高种间差异很大,最矮的颗粒野稻只61.20 cm,最高的高野稻227.00 cm,种间平均株高 122.13 ± 44.21 cm,变异系数为36.20%。

2.2.2 顶叶长、宽和长宽比 顶叶长度:种间变幅为7.16~48.16 cm,平均为 25.24 ± 9.48 cm。顶叶最长的是短舌野稻,顶叶最短的是颗粒野稻。

表2 不同种的植株形态和穗粒性状差异

编 种	株 高		顶 叶			穗 型	穗 颈 长	花 药 长 mm	柱 头 外 露 与 否	谷 粒			芒 长	落 粒 性	种 皮 色
	平 均	幅 度	长	宽	长/宽					长 mm	宽 mm	长/宽			
号 名															
1 普通野稻	91.10	82.00~96.40	18.16	0.84	21.62	直散	-2.08	2.93	紫 露	8.03	2.43	3.13	细长	5.08	易 红
2 印度野稻	84.40	70.00~94.00	40.96	1.12	36.53	直集	-6.16	1.93	白 露	9.60	2.73	3.52	细长	6.50	难 红
3 亚洲稻 (品种:白壳金凤)	123.20	117.00~128.00	35.32	0.92	38.39	直集	1.34	2.03	白 否	6.90	3.10	2.23	椭圆	无芒	中 白
4 长雄蕊野稻	82.00	75.00~92.00	22.14	0.96	23.06	直集	0.66	1.83	白 露	7.63	3.23	2.36	椭圆	3.46	易 红
5 短舌野稻	115.00	106.00~124.00	48.16	1.42	33.99	直集	9.34	2.38	白 露	10.60	3.10	3.42	细长	13.44	易 红
6 非洲稻	108.00	105.00~111.00	27.32	1.84	14.85	直集	6.82	2.08	紫 露	8.70	3.07	2.83	椭圆	无芒	难 红
7 高野稻	227.00	224.00~230.00	25.60	2.50	10.24	直散	28.00	1.77	紫 露	5.60	2.10	2.67	椭圆	1.98	易 红
8 宽叶野稻	172.00	164.00~182.00	25.46	2.82	9.03	直散	30.74	2.37	紫 露	6.00	2.40	2.50	椭圆	2.62	易 红
9 药用野稻	184.00	181.00~186.00	19.34	1.52	12.72	直散	18.16	2.48	紫 露	5.00	2.27	2.20	阔卵	1.10	易 红
10 小粒野稻	181.00	179.00~183.00	26.70	1.80	14.83	直散	23.80	1.97	紫 露	4.75	1.95	2.44	椭圆	0.86	易 红
11 颗粒野稻	61.20	59.00~63.40	7.16	1.07	6.69	直集	4.28	2.77	白 露	4.00	2.10	1.91	阔卵	无芒	易 红
12 斑点野稻	123.40	117.00~133.00	24.50	0.84	29.24	直集	0.86	2.60	紫 露	5.67	2.03	2.30	椭圆	5.46	易 红
13 紫穗野稻	101.20	92.00~116.00	28.70	0.84	34.17	直集	-1.92	1.50	紫 露	6.40	2.17	2.95	椭圆	7.74	易 红
14 澳洲野稻	144.50	131.00~152.00	20.86	0.78	26.74	直散	8.80	5.77	紫 露	8.67	2.60	3.34	细长	3.98	易 红
15 展颖野稻	111.00	94.00~122.00	33.60	1.14	29.47	直集	8.42	4.47	紫 露	9.10	2.70	3.37	细长	5.56	易 红
16 短花野稻	64.00	59.00~67.00	8.74	0.56	15.61	直集	7.22	3.40	紫 露	7.68	1.45	5.30	细长	14.48	易 红
17 南方野稻	132.60	116.00~143.26	17.92	1.14	15.74	直集	6.26	4.87	紫 露	7.93	2.38	3.33	细长	5.25	易 红
18 大护颖野稻	171.50	153.00~190.00	16.32	2.26	7.22	直散	0.04	3.33	白 露	8.97	3.40	2.64	椭圆	无芒	难 红
19 马来野稻	94.00	90.00~97.00	15.98	1.32	12.11	直散	-1.60	3.20	紫 露	9.28	1.82	5.10	细长	1.03	难 红
20 长护颖野稻	71.50	70.00~73.00	19.65	1.25	15.72	直散	-0.52	2.20	紫 露	7.60	2.30	3.30	细长	1.43	易 红

顶叶宽度: 种间变幅为 0.56 ~ 2.82 cm, 最宽者为宽叶野稻, 最窄者为短花野稻。
顶叶长宽比: 种间变幅为 7.22 ~ 38.39, 比值大的是短舌野稻, 比值小的是高野稻。

2.3 不同种的穗粒性状差异

穗粒性状是稻种分类和区分野生性的重要性状, 结果列入表 2 和见图版 1。

2.3.1 穗型 分直散和直集两类, 直散型有高野稻等 11 个种; 直集型有亚洲稻等 9 个种; 直散型居多, 占 55%。

2.3.2 穗颈长度 随种性不同而异, 按长 (10 cm 以上)、中 (3 ~ 10 cm)、短 (3 cm 以下)、包 (穗部分包在鞘内) 4 级分类, 长穗颈的有宽叶野稻和高野稻等 4 个种; 中等长的有南方野稻等 7 个种; 短穗颈的有大护颖野稻等 4 个种; 包颈的有马来野稻等 5 个种。

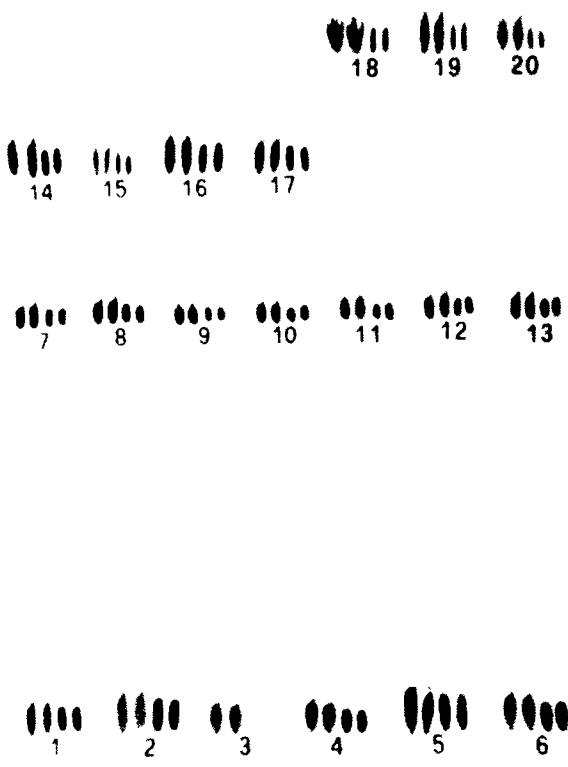
2.3.3 花药长度 种间变幅为 1.50 ~ 5.77 mm, 平均为 2.90 ± 1.19 mm, 花药最短者为紧穗野稻 (1.50 mm), 最长者为澳洲野稻 (5.77 mm)。

2.3.4 柱头 包括柱头色和是否外露, 柱头色除短舌野稻等 6 个种为白色外, 其余 14 个种为紫色, 占 70%; 除亚洲稻外柱头都外露, 占 95%; 柱头紫色和外露是野生稻的特征性状。

2.3.5 谷粒长、宽、长宽比和粒形 谷粒长度: 种间变幅为 4.00 ~ 10.60 mm, 平均为 7.60 ± 1.57 mm, 分短 (7.00 mm 以下)、中 (7.01 ~ 8.00 mm)、长 (8.01 ~ 9.00 mm) 和特长 (9.01 mm 以上)。谷粒短的有高野稻等 8 个种; 谷粒中的有长雄蕊野稻等 4 个种; 谷粒长的有普通野稻等 4 个种; 特长的有短舌野稻等 4 个种。

谷粒宽度: 种间变幅为 1.45 ~ 3.40 mm, 平均为 2.47 ± 0.48 mm。按 2.00 mm 以下为窄, 3.00 mm 以上为宽, 两者之间为中, 则谷粒宽的有大护颖野稻等 5 个种; 谷粒窄的有短花野稻等 3 个种, 宽度中等的有普通野稻等 12 个种, 占 60%。

谷粒长宽比和粒形: 谷粒长宽比值, 种间变幅为 1.91 ~ 5.30, 平均为 3.14 ± 0.79。按 1.80 以下、1.81 ~ 2.20、2.21 ~ 3.00 和 3.01 以上, 分为短圆形、阔卵形、椭圆形和细长形 4



图版1 稻属各个种的粒形
1 ~ 6 栽培稻系; 7 ~ 13 小粒野稻系;
14 ~ 17 长粒野稻系; 18 ~ 20 长护颖野稻系

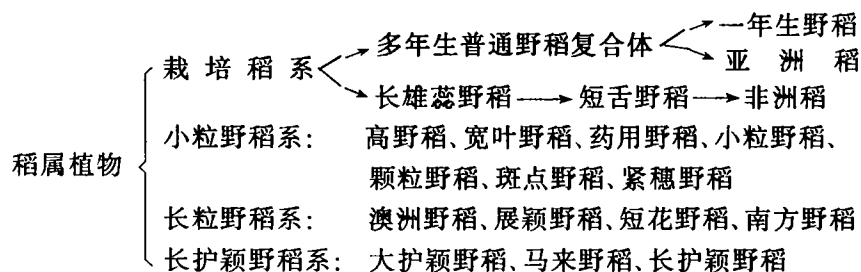
级,则阔卵形的有颗粒野稻和药用野稻;椭圆形的有高野稻等9个种;细长形的有澳洲野稻等9个种。稻属20个种的粒形以椭圆和细长形为多。

落粒性:落粒性分易、中、难3级,难落粒的有大护颖野稻等4个种;亚洲稻落粒性中等;其余15个种均为易落粒。

种皮色:除亚洲稻种皮白色外,其余各个种种皮均为红色,占95%,可见种皮红色是野稻的主要特征之一。

2.4 稻属植物种的分系

稻属植物不同种的性状既存在差异性,也存在相似性(表3)。以谷粒长、粒形、护颖长和光周期反应特性为依据,参考其它性状,将供试的20个种归纳为4个种系。



各种系的主要特点:

栽培稻系:包括亚洲稻、非洲稻及其祖先种,均为二倍体($2n=24$),染色体组为AA、

表3 不同种系的性状差异⁽¹⁾

种系	光周期反应			株高			穗型			穗颈长			谷粒长/mm				谷粒形状		
	钝感 敏感 极敏感			矮 中 高			直散 直集 包颈			短 中 长			短 中 长 特长				阔卵 椭圆 细长		
	1,3	2,5	6,4	1,2	4	5,6	3	1	5,6	1,2	3,4	5,6	—	3	4	1,6	2,5	—	3,4,1,2,6,5
栽培稻系	1,3	2,5	6,4	1,2	4	5,6	3	1	5,6	1,2	3,4	5,6	—	3	4	1,6	2,5	—	3,4,1,2,6,5
小粒野稻系	7,8,9,11,12,13	10	—	11	13	7,8,9,10,12	—	7,8,9,10	11,12,13	13	12	11	7,8	7,8,9	—	—	—	9,11	7,8,10,12,13
长粒野稻系	15,16	14,17	—	16	15,17	14	—	14	15,16,17	—	—	14,15,16,17	—	—	16,17	14,15	—	—	14,15,16,17
长护颖野稻系	—	19,20	18	19,20	—	18	—	18,19,20	—	19,20	18	—	—	—	20	18	19	—	18,19,20

(1)表内数字为种的代号

A'A'和A⁸A⁸。光周期反应:钝感、敏感和极敏感型;谷粒有短、中、长、细长4类型,以长和细长型居多;粒形椭圆和细长;本种系光周期反应特性和谷粒形态的复杂性和多样性,有利于进化、发展。

小粒野稻系:各个种为四倍体或二倍体($2n=48$ 或 $2n=24$),染色体组为CCDD、BBCC和CC;光周期反应为钝感型;植株高大,顶叶宽,谷粒短(<7.00 mm),粒形阔卵和椭圆。

长粒野稻系:各个种均为二倍体($2n=24$),染色体组为EE、A^{ca}A^{ca}、FF和未知型;光周期反应以敏感型为主;谷粒长度中等以上,粒形细长。

长护颖野稻系:各个种均为四倍体($2n=48$),染色体组为CCDD或未知型;光周期反应敏感和极敏感型;谷粒中、长、特长,粒形椭圆和细长,重颖或长护颖。

3 讨论

3.1 稻属植物种的分系

稻属植物种的分类或分系是稻作学家历来十分重视的课题,以往多以植物形态为准,即小穗长宽及其形状、护颖形状及大小、内外稃表面有否疣粒、有否稃毛、芒的有无及长短、穗轴或枝梗腋间有否茸毛、小穗在枝梗上着生的形状、穗的松散或集束、叶片的大小和形状、叶舌长短及形状、一年生或多年生、根茎发达程度等(闵绍楷,1990)。Sampath(1966)也仅以植物学形态上的相似性和相异性为依据,将稻属植物种进行分系,这只能满足植物学的需要。为适应农业理论研究和实际利用的要求,某些生物学特性如光周期反应特性等作为分类或分系的性状是十分必要和有用的,本文以光周期反应特性作为分系指标之一,似乎对种的识别和实际应用,更有意义。

3.2 亚洲稻的祖先种

亚洲稻的直接祖先种是什么? 张德慈(1976;1985)认为:栽培稻种与其它栽培植物的进化一样,都遵循着多年生野生种→一年生野生种→栽培种的进化规律,故亚洲稻的直接祖先种是一年生野稻(*O.nivara*)。岡彦一*认为:亚洲稻的直接祖先种是多年生普通野稻(*O.rufipogon*)复合体。从本试验结果看,一年生野稻(*O.nivara*)的出穗期在7月中旬,而中国原产的亚洲稻晚季品种的出穗期在9月下旬,普通野稻在9月中旬出穗,两者出穗期相接近,同属光周期反应敏感型。多年生普通野稻是一种复合体,据梁光商(1984)调查中国普通野稻宿根生长类型的出穗期,在43个系统中,有7个系统(占16.28%)在4月中旬至5月中旬出穗,其余36个系统(占83.72%),在10~11月出穗,作者多年观察本校野稻圃宿根生长的来自广西的30个系统中,有3个系统于5月下旬至6月中旬出穗,其余在9月下旬至11月中旬出穗,故多年生普通野稻复合体有演化成早、晚季稻的可能性,所以,亚洲稻的直接祖先种似应为多年生普通野稻而不是一年生普通野稻。

致谢 国际水稻研究所国际稻作种质中心 D.A.Vaughan 博士和日本国立遗传研究所岡彦一博士为本研究提供试验材料;本校农业生物系吴万春教授对本文审阅和协助订正拉丁学名,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 丁 颖. 1957. 中国栽培稻种的起源和演变. 农业学报, 8(3): 243 ~ 260
- 广东农林学院农学系. 1975. 我国野生稻的种类及其地理分布, 遗传学报, 2: 31 ~ 35
- 水稻光温生态研究协作组. 1978. 中国水稻品种光温生态. 北京: 科学出版社, 7~17
- 吴万春. 1987. 对稻属植物各种的中文名称命名的意见. 华南农业大学学报, 8(1): 26 ~ 28
- 吴万春, 卢永根, 王国昌. 1990. 中国“疣粒野稻”拉丁学名和中名的订正. 中国水稻科学, 4(1): 33 ~ 37
- 闵绍楷. 1990. 介绍稻属种的分类和检索的若干新修订. 见: 吴妙荣主编. 野生稻资源研究论文选编. 北京: 中国科学技术出版社, 121 ~ 124
- 梁光商. 1984. 中国栽培稻种的地理起源与生态分化. 见: 中国农业科学院品种资源研究所主编. 作物品种资源研究. 北京: 农业出版社, 10 ~ 17
- Chang T T. 1976. The Origin, evolution cultivation, dissemination and divercification of Asian

* 岡彦一. 1986. 水稻进化遗传学. 徐云碧译. 杭州: 中国水稻所, 16 ~ 17

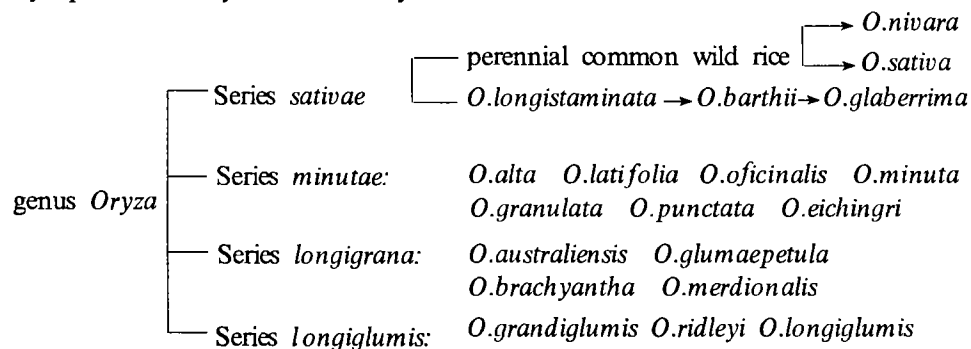
- and African rices. *Euphytica*, 25: 435~441
- Chang T T. 1985. Crop history and Genetic Conservation: Rice—A case study Iow J. Research, 59(4): 425~455
- Oka H I. 1974. Experimental studies on the Origin of cultivated rice. *Genetics*, 78: 475 ~ 485
- Sampath S. 1966. The genus *Oryza*: an evolutionary perspective. *Oryza*, 3(1): 30~34

STUDIES ON PHOTOPERIODIC REACTION AND CLASSIFIED SERIES OF GENUS *Oryza* SPECIES UNDER NATURAL CONDITIONS IN GUANGZHOU

Wang Guochang Lu Yonggen

(Lab. of Crop Genetics and Breeding, South China Agr.Univ., Guangzhou, 510642)

This experiment was conducted at the South China Agricultural University farm under natural conditions of Guangzhou(23 °08 'N, an elevation of 8.8 metres), in 1986. The main results are as follows: 1. The photoperiodic reaction of 20 species tested may be divided into: insensitive type, sensitive type and extremely sensitive type. *O. sativa* (cultivar "Bai-ke-jin-feng") and *O. glaberrima* are sensitive type. 2. Based on the photoperiodic reaction, grain length, length/width of grain and empty glume length, twenty species of *Oryza* tested may be classified into four series:



Key words wild rice; photoperiodic reaction; classified series of genus *Oryza* species