

文章编号: 1003-8701(1999)04-0016-06

# 亚洲栽培稻分类研究进展

姜 健<sup>1</sup>, 付秀林<sup>1</sup>, 张 强<sup>1</sup>, 李金泉<sup>2</sup>

(1. 吉林省农业科学院水稻研究所, 公主岭 136100; 2. 沈阳农业大学农学系, 沈阳 11000)

**摘 要:** 阐述了亚洲栽培稻(*Oryza sativa*)分类研究的意义, 总结了分类研究的历史发展, 结合目前的研究水平和现状, 提出了今后研究的方向。

**关键词:** 亚洲栽培稻; 资源; 分类

**中图分类号:** S 511.023

**文献标识码:** A

全世界的水稻资源, 估计有近 10 万份<sup>[1,2]</sup>, 水平分布可达北纬 52°, 垂直分布近 3000 m, 在如此广袤的范围内, 其类型之多不难想象。稻属(*Oryza*)是很古老的植物, 早在白垩纪就已经分化出很多的种, 分布于冈瓦纳古大陆的热带地方。随着发生在白垩纪和第三纪初的古大陆断块和板块漂移, 这些种就分散到世界各大洲(大多在赤道以南)。在亚洲则广泛分布具有 AA 染色体组的多年生普通野生稻、一年生普通野生稻和普通栽培稻。我国除多年生普通野生稻和栽培稻以外, 还有具 CC 染色体的药用野生稻和迄今组型未定(2n=24,) 在云南分布尤广的疣粒野生稻。普通野生稻与普通栽培稻的亲缘关系较为接近, 很容易杂交, 在自然界中存在着自然杂交株。药用野生稻和疣粒野生稻与栽培稻很难杂交。

栽培稻分类在稻起源、演化研究及育种应用上具有重要意义。起初, 人们只是通过形态特征、生态特性等进行稻分类。近代育种学的兴起, 大大加速了这一研究的速度和范围。从应用角度讲, 形态指标在分类上似乎更有用和方便, 但完全根据形态分类, 也会造成混乱, 因为有的品种形态上差异很大, 而遗传上的差异却最多只是生态型的水平; 从遗传学的角度看, 分类应该能说明种系进化的进程。

日本学者加藤<sup>[3]</sup>以杂交亲和力为主要依据, 并以血清学和形态特征为辅助手段, 将亚洲栽培稻分为两个亚种, 籼(*Indica*)和粳(*Japonica*)。以后有许多学者提出了不同的分类体系, 但从目前的研究结果看, 亚洲栽培稻分为籼粳两类已为大多数学者所认可。

籼粳在多方面都表现很大差异, 如粳稻一般比较抗寒耐肥, 要求密植, 米质好, 易感叶稻瘟而较抗白叶枯等; 籼稻则抗寒力弱, 适应较粗放的栽培, 米质较差, 较抗叶稻瘟而易感白叶枯等。世界各国大体上是纬度偏高地区以粳稻为主, 纬度偏低地区以籼稻为主, 在热带、亚热带国家也常有少量的粳稻栽培, 但多分布在山区或旱地。

籼粳亚种间杂种间优势利用是水稻超高产育种的最重要手段<sup>[4~6]</sup>, 直接利用籼粳亚种间杂种优势已成为杂交稻育种的主攻方向。因此, 国际水稻委员会(IRC)曾于 50 年代组织

**收稿日期:** 1999-04-06

**基金项目:** 本文是沈阳农业大学稻作研究室承担的国家自然科学基金课题“籼粳杂交育成品种亚种特性及在超高产育种的应用基础研究”一部分(39770454)

国际协作,进行籼粳稻的杂交育种,但由于当时对籼粳稻的认识不深,籼粳分类不明确,资源的情况不明,成就不大。直到 70 年代韩国才在籼粳杂交育种上取得显著的成就,杂交稻的推广与广亲和材料的发现使人们向往于籼粳杂种优势的直接利用,籼粳杂交倍受重视。因此,其先决条件都在于正确判别籼粳,正确鉴别品种的特性。

日本农业研究中心研究表明<sup>[7]</sup>,籼粳交  $F_1$  杂种优势与籼粳重要亚种特性子粒长宽比、稃毛长、氯化钾抗性及抗寒等都有密切关系,对亲本进行改良后,势必影响杂种优势<sup>[8]</sup>。杨振玉<sup>[9]</sup>研究结果表明,以籼稻为母本的籼粳交  $F_1$  籼型较多,以粳稻为母本的籼粳交  $F_1$  粳型较多,92 个籼粳交组合  $F_1$  偏籼、偏粳型比例为 73.9%,说明  $F_1$  分类既受细胞质影响,也受双亲遗传背景影响。双亲程度指数差值与  $F_1$  结实率呈极显著的负相关,而与  $F_1$  的生物产量呈极显著正相关。利用籼粳分类技术进行正确的籼粳交后代分类,确定其与亲本的遗传规律,这对指导杂交亲本选配,超高产育种材料选择具有重大意义。

近年来通过籼粳稻杂交育成的品种越来越多,徐正进<sup>[10]</sup>研究发现,就茎秆维管束性状而言,籼粳杂交育成品种仍然基本保持典型籼或粳的固有特性,籼粳稻杂交后代穗颈维管束性状由多基因控制,与穗部性状有密切关系。籼粳稻杂交育成品种亚种特性较典型籼粳型的变化、遗传规律及与经济性状的关系等,是籼粳稻杂交超高产育种急需研究的问题。因此,研究籼粳稻杂交育成品种亚种特性的变化、籼粳分类、遗传规律与经济性状及杂种优势的关系,明确其在稻分类与进化中的地位及在超高产育种中的利用价值,提出行之有效的亲本和杂交后代选择技术,对籼粳稻杂交超高产常规育种和杂种优势利用均有重要理论和实践意义。

籼和粳是栽培稻分化的主流,但还有很多难分籼粳的品种存在,这些品种和某些具有广泛亲和性的品种,大都分布在稻作起源圈内,而在温带地区则籼粳比较分明。目前为大多数学者所接受的是亚洲栽培稻分为籼、粳和爪哇型。爪哇型是亚洲栽培稻起源演化和分类研究以及籼粳杂交育种上十分宝贵的遗传资源,因为它类型丰富,偏籼、偏粳品种都有。因此,研究籼粳分类对于认识和利用更多的品种资源具有重要意义。

## 1 亚洲栽培稻分类的发展

加藤主要根据血清反应、形态性状和杂交亲和性将亚洲栽培稻划分为“日本型”(粳)和“印度型”(籼)。这与他使用的鉴别品种有着密切的关系,这些品种主要是日本、中国江浙和台湾等地的品种,多数来自栽培水平较高,品种分化较深的地带。因此,籼粳差异明显。随着研究范围的扩大和鉴别的增多,亲缘关系也随着复杂起来,在亚洲栽培稻起源地存在一系列难分籼粳的类型,它们在栽培稻分类上常被误分,从而影响了这些类型的开发利用,南亚及云南的光稃稻和镰刀谷就是两种特殊类型<sup>[11]</sup>。松尾孝松<sup>[12]</sup>收集了世界各国的品种 1411 个,从生态学角度及地理分布进行分类研究,最后根据子粒形状和大小分为 A、B、C 三大类型,相应的分布中心为日本、爪哇、印度。他主要从生态学进行分类,研究各品种在试验观察条件下的生态反应,而未能与原产地的生态环境相联系,从而使 A 型与 B 型的界限不很清楚,对于特殊类型则不能进行划分。

许多学者<sup>[13~16]</sup>先后在两亚种之间又提出相当于亚种的各种名称和中间类型。对于各家的分类,Nayar<sup>[17]</sup>曾归纳为表 1。从表中可以看出,各类分类方法都是建立在加藤分类基础上,粳型(日本型)和籼型(印度型)是较容易划分的。分歧之点在于爪哇稻应否独立成为第三类型,光壳稻到底是籼还是粳,从稻种的演化来看,3 种类型关系如何?

表 1 Nayar 分类总结

分类者	类 型		
加藤	japonica		indica
Gustchin brevis	japonica		indica
Communis	japonica		indica
寺尾与水岛	Ia, Ib 群	Ic 群	II、III 群
松尾	A 型	B 型	C 型
Wagenaar 及 Vander Stock 等		bulu	tjereh
Series brevopilosa			
Communis	brevija ponica		breviindica
Series Pilosa	enjaponica	indojaponica	euindica
Series nuda	nudja ponica	nudindoja ponica	nudindica
冈彦一	温带岛屿型(IIb)	热带岛屿型(IIa)	大陆型(Ia, Ib)

OKa 等采用判别函数  $X = -k + 0.75c - 0.22h + 0.86ph$  来判别籼粳, 式中  $k$  为对氯酸钾的抵抗力,  $c$  为低温致害程度,  $h$  为颖尖稃毛长度,  $ph$  为对苯酚的反应。其后又简化为  $Z = ph + 1.131k - 0.82h$ , 现多为日本学者所采用。但这 4 个性状都是连续性的等级或长度变异, 酚反应和对氯酸钾的抗性均呈双顶曲线, 处于中间的少, 但稃毛则接近单项分布, 仅依长度判断, 可靠性不高。对典型籼粳之外品种很难准确划分。

程侃声<sup>[18]</sup>以稃毛、子粒长度比、酚反应、1~2 穗节长、抽穗时壳色和叶毛 6 个主要性状为指标, 进行综合评判打分, 按分值大小来判定其属性。鉴定各性状的级别及评分见表 2。

表 2 程氏形态指数分类法

项 目	等 级 评 分				
	0	1	2	3	4
稃 毛	短、齐、硬 直、匀	硬、稍齐 稍长	中或较长, 不太 齐略软, 或仅有 疣状突起	长、稍软 欠齐或不齐	长、乱、软
酚反应	黑	灰黑或褐黑	灰	边及棱微染	不染
1~2 穗节长(cm)	<2	2.1~2.5	2.6~3.0	3.1~3.5	>3.5
抽穗时壳色	绿白	白绿	黄绿	浅绿	绿
叶 毛	甚多	多	中	少	无
长宽比	>3.5	3.5~3.1	3.0~2.6	2.5~2.1	<2

各项目的分数加起来后, 0~8 分为籼(H), 9~13 分为偏籼(H'), 14~17 分为偏粳(K'), 18~24 分为粳(K)。

程氏形态指数法使用方便准确, 现为我国学者所普遍使用。但其应用数量性状较多, 受环境影响和分类经验限制的因素较大, 因此, 使用起来还有很多不方便之处。

Glaszmann<sup>[19]</sup>采用同工酶方法对水稻进行分类。国际上多用淀粉凝胶, 研究多种酶的各个位点, 我国学者多用聚丙烯酰胺作为载体。研究多限于酯酶。孙新立<sup>[20, 21]</sup>等采用籼粳分类贡献较大的 5 种同工酶——酯酶、酸性磷酸酶、氨基酶、苹果酸酶和过氧化氢酶进行籼粳分类。试验结果表明, 同工酶 P1 值法和形态指数法一致性较好。Glaszmann 研究表明, 同工酶位点中粳稻多具有的  $Acp-1^2$ 、 $Cat-1^2$ 、 $Est-3^1$ 、 $Pgi-1^2$  基因。孙新立研究, 在酯酶同工酶中获得一新的位点  $Est-x$ , 其等位酶带  $Est-X^{10}$ 、 $Est-X^{11}$ 、 $Est-X^{13}$ 、 $Est-X^{14}$ , 对区分籼、粳、

Aus 和野生稻成效显著。以同工酶试验结果聚类分析及对位分析进行分类,直观性差,实际应用困难。

随着生物技术在水稻育种上广泛应用,利用 RFLP 标记进行稻分类已成为现实。钱前<sup>[22]</sup>采用 8 种限制性内切酶与 247 个已定位到水稻 12 条染色体上的分子探针结合,对典型籼稻南京 11 和粳稻金南凤 M 以及中间型品种 Bellemont 之间存在的零等位位点进行了分析。结果表明,零等位标记在 F<sub>2</sub> 群体中呈显性遗传,零等位标记在籼粳交后代,从而可特异鉴别籼粳差异。

各类分类法所使用的分类指标各不相同,加藤采用 5 个形态指标,松尾孝岭观察的有 22 个性状,冈彦一也采用 9 项指标,程侃声采用 6 项指标进行打分评判,由于它们分类研究角度和侧重点各不相同,所以主要性状也就难以统一起来。

品种间的性状差异是环境因素作用于遗传基础的结果,环境影响多表现在增强或削弱某些遗传因子的作用,但遗传型的变化才是本质的变化,遗传型又是品种在其它系统发育过程中全部历史环境影响的总和,这种交织的关系,使我们在利用分类方法进行分类时,既要考虑当地的环境状况,品种的遗传特性,同时也要考虑该品种的起源和演化,从而才能全面地判定该品种的真正类别。

## 2 分类研究的难点问题

### 2.1 特殊类型的分类

典型籼粳通过形态指数法和同工酶方法等都比较容易鉴别。在迄今公认的亚洲栽培稻起源地确实存在着一系列难分籼粳的类型。光粳稻广泛分布于东南亚山地,其中有不少大粒、大穗和糯性陆稻品种,它的粒形相当复杂,不仅有籼型(细长)、粳型(椭圆),还有近团粒型、镰刀型和大粒型,既属籼又属粳。酯酶同工酶分析表明,光粳稻的带谱比较复杂,大多数显示粳稻带谱,但也有一定比例的中间型和籼稻带谱,此外,还出现野生稻所特有的酶带。将光粳稻分别与籼、粳稻进行杂交,光粳稻与粳稻的杂交亲和力相当正常,而与籼稻的杂交亲和力偏低,说明光粳稻与粳稻的亲缘关系较近,而与籼稻的关系较远。同时,光粳稻中有一部分品种,在杂交亲和力上表现为粳、籼的中间型。王家坤、程侃声认为,光粳稻在栽培稻分类上应属于原始的,尚未分化彻底的粳稻类型。

镰刀谷按照粒形通常将其划分为籼稻。王象坤、程侃声研究表明,镰刀谷大部分属粳稻,在印度籼多粳少,在巴基斯坦籼粳约各占一半,在伊朗、阿富汗全部为粳稻。从单一性状稃毛鉴别来看,籼粳所占比例、偏籼与偏粳所占比例大致相同,是一种难分籼粳的类型。

Aus 型品种,在 Moxinaga 的分类里是列为一个生态种的,也有人认为它是粳稻的原始种。其特点是粒形常常介于普通籼粳之间,酚反应约 3/4 为负反应,叶毛少,感光性弱,有不少陆稻。在酯酶同工酶中它们有一条区别于东亚籼稻的酯酶酶带,从所观察到的材料看,有多数品种介于籼粳之间,但也有一些较典型的籼稻甚至有个别近粳的。

### 2.2 分类指标的使用问题

加藤等采用稃毛、粒形、血清反应及杂交亲和性为主要鉴别指标,冈彦一等采用氯酸钾抵抗力(k)、低温受害程度(c)、颖尖稃毛长度(h)、酚反应(ph)为指标,以判别函数,  $X = -k + 0.75c - 0.22h + 0.86ph$  来作为鉴别依据,这 4 个性状都是连续性的等级或长度差异,酚反应和对氯酸钾的抗性虽均呈双顶曲线,但中间少,呈现单项分布,仅依长度判定,可靠性不太高。

程侃声形态指数法采用稃毛等 6 个指标进行综合评分,依总分值进行分类。研究表明,这 6 个形态构成的第一特征的贡献率即可达 63.4%,而对第一特征根的贡献率,稃毛为 81.5%,居第一;壳色为 80.58%,居第二;第一穗节长为 54.38%,略低于粒形而居第四。这 6 个指标的判别打分既要求鉴定者经验丰富,具有准确的观察能力,同时还要求对鉴定时期的正确选择,尤其对抽穗期壳色和叶毛这两项指标更为严格。程氏指数法指标多,经验性要求高,使用标准难以明确把握。目前,形态指数法在籼粳分类鉴别上,已作为主要的鉴别方法和手段,通过与同工酶、PFLP 标记技术的比较,确定 6 项指标的贡献率,按照大小值,依次排序,尽可能减少指标的使用,简化分类指标,从而更方便适用。

形态指数法可进行个体和群体水平的鉴定,同工酶分类法和 RFLP 分子标记法适宜个体水平的鉴定。因此,利用形态指数法用做初步筛选的手段和验证,而 RFLP 标记法和同工酶法用于难鉴别品种的确切划分是目前准确进行籼粳分类的实用方法。

### 3 今后的研究方向

籼粳分类研究在稻起源、演化和育种上的重大作用,决定了分类研究要以资源为中心;抓住分类主流特点,对特殊类型要作出明确鉴别。在当前研究水平基础上,应该从以下几个方面展开深入研究:

①特殊类型的明确划分及其应用价值的研究。对 Aus 品种、镰刀谷、光稃稻等特殊类型确定其特性,从生态类型、性状特点和酯酶酶带等方面来进行判定,确定其属性,从而确定其应用价值。

②籼粳杂交育成品种的籼粳分类,确定后代亚种特性的变化,遗传规律与经济性状及杂种优势的关系,明确其在稻分类与进化中的地位及在超高产育种中的利用价值,提出行之有效的亲本和杂交后代选择技术,对籼粳稻杂交超高产常规育种和杂种优势利用均有重要理论和实践意义。

③籼粳稻简便分类方法与指标的探索,在现行形态分类方法基础上,利用同工酶分析技术和分子标记技术,确定简便、实用的分类指标,从而提出新的分类方法。

④籼粳分类系统的研究。明确划分稻的类型之后,抓住主要指标进行系统分类,从而全面系统地划分出稻的种、亚种、生态群、生态型和品种,建立起完善的分类系统。

### 参 考 文 献

- [1] 林世成, 闵绍楷. 中国水稻品种及其系谱[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.
- [2] 丁颖, 等. 中国稻作学[M]. 北京: 农业出版社, 1961.
- [3] 王象坤, 程侃声, 等. 亚洲栽培稻起源、演化中两个重要稻种类型的研究[J]. 遗传学报, 1987, 14(4): 262-270.
- [4] 陈温福, 徐正进, 等. 水稻超高产育种生理基础[M]. 沈阳: 辽宁出版社, 1995.
- [5] 杨振玉, 高勇, 等. 水稻籼粳亚种间杂种优势利用研究进展[J]. 作物学报, 1996(4): 422-429.
- [6] 熊振民, 王建林. 我国水稻超高产育种的现状与展望[J]. 水稻文摘, 1992(1): 1-8.
- [7] Morinaga M. Int. Rice Res. [J]. Newsl, 1983, 8(1): 3-4.
- [8] 东正昭. 水稻的超多收品种育种的现状与今后的课题[J]. 农业おわい园艺, 1988, 63(7): 793-799.
- [9] 杨振玉, 刘万友. 籼粳亚种 F<sub>1</sub> 的分类及其与杂种优势关系的研究[J]. 中国水稻科学, 1991, 5(4): 151-156.
- [10] 徐正进, 陈温福, 张龙步, 等. 水稻穗颈维管束性状的类型间差异及其遗传的研究[J]. 作物学报, 1996(2): 167-172.
- [11] IRRI. The IRRI Reporter [M]. 1991, 1-2.

- [12] 松尾孝岭·栽培稻关する种生态学的研究[J]·农业技术研究报告,1952(5):1-111.
- [13] 孝尾博,等·育种研究[J],1942(4):2-8.
- [14] Oka H I·Ind·J·Genet and Plant Breed[J].1958(18):79-89.
- [15] Oka H·I·Origin of cultivated rice[M]·Japan Scientific Societies Press,1988.
- [16] Oka H I·Indian J·Genet[J]·Plant Breed,1958(18):79-89.
- [17] Nayar N M·Origin and cytogenetics of rice[J]·F·W·Caspari (ed·)Advances in Genetics,1973(17):153-292.
- [18] 程侃声,王象坤,卢义宣,等·作物学报,1984,10(4):271-280.
- [19] Glazmann J C·Electrophoretic variation of isozymes in plumules of rice — a key for the identification of 76 alleles at 24 loci[M]·IRRI Research paper Series,1988,134.
- [20] 孙新立,才宏伟,等·水稻同工酶聚丙烯酰胺凝胶电泳方法探索[J]·中国水稻科学,1996,10(1):43-50.
- [21] 孙新立,才宏伟,等·同工酶基因数量的方法对亚洲栽培稻的分类研究[J]·作物学报,1996,22(6):693-699.
- [22] 钱 前,朱立煌,等·水稻零等位 RFLP 标记的遗传学研究[J]·植物学报,1997,39(11):1042-1046.

## The Advancement of Classifiable Research of Asia Cultivated Rice

JIANG Jian<sup>1</sup>, FU Xiu-lin<sup>1</sup>, ZHANG Qiang<sup>1</sup>, LI Jin-quan<sup>2</sup>

(1. Rice Research Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences,  
Gongzhuling 136100, China; 2. Agricultural Scientific Department of Shenyang  
Agricultural University, Shenyang 110000, China)

**Abstract:** This article expounded the meaning of classifiable research of Asia cultivated rice, summarized historical development of classifiable research, integrated research standard and present conditions, posed the research directions.

**Key words:** Asia cultivated rice; Resources; Classify

(上接第 8 页)

- [2] 山东农业大学,莱阳农学院·作物栽培学[M]·北京:农业出版社,1990.
- [3] 李止正·作物苗期根数、根量生理意义的研究[J]·上海农业科技,1979(1):4-9.
- [4] 朱献玳,刘益同·玉米根系吸收活力及其在土壤中分布的研究[J]·原子能农业应用,1982(3):17-22.
- [5] 李济生,董淑琴·玉米根系的初步研究[J]·北京农业科技,1981(6):18-22.
- [6] D·B·蒙戈,S·A·巴德·顾慰连,高学曾编译·在田间条件下玉米根系的发育和分布[M]·玉米生理译丛,北京:农业出版社,1979.
- [7] 孙占祥·辽西风沙半干旱区玉米抗旱栽培技术措施研究[J]·玉米科学,1998,6(1):37-40.
- [8] 原昌潍农业专科学校·夏玉米栽培中几个生物学问题的初步研究[J]·山东农业科学,1977(2):13-22.
- [9] C·Maertens (潘泳珂译)·土壤物理性状对根系发育的影响及其对作物吸收水分和氮素营养所造成的后果[J]·土壤译丛,1965(4):8-12.
- [10] 李秀南·玉米伤根对生长及产量的影响[J]·农业科技通讯,1981(6):7.