中国稻区的生物多样性*

汤圣祥 江云珠 张本敦 陆永良 余柳青 余汉勇 1(中国水稻研究所, 杭州 310006) 2(浙江省安吉县农业局,安吉 313300)

摘要 中国稻区生物多样性是指该区域各种生命形式的资源总和,包括遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性及与此相关的各种生态过程。本文阐述了中国栽培稻、野生稻遗传资源及稻区生境动植物的多样性,初步探讨了稻区生物多样性丧失的原因及其保护措施。

关键词 生物多样性 稻区 种质资源 中国

Biodiversity of rice growing regions in China/TANG Sheng-Xiang¹⁾ "JIANG Yun-Zhu¹⁾ "ZHANG Ben-Dun²⁾ "LU Yong-Liang¹⁾ "YU Liu-Qing¹⁾ "YU Han-Yong¹⁾

Abstract The biodiversity of rice growing regions refers generally to all living germplasms in rice growing fields including genetic diversity, species diversity, ecosystem diversity as well as relative ecosystem process. This paper illustrated the present status in diversity of cultivated rice, wild rice, plants, weeds and animals living within rice growing regions in China. Based on the causes of biodiversity reduction in rice growing regions, a series of rational strategies for biodiversity conservation were put forward.

Key words biodiversity , rice growing region gemplasm resources , China **Author** 's address 1)China National Rice Research Institute , Hangzhou , 310006

2) Anji Agricultural Bureau , Anji , 313300

中国是全球 12 个生物多样性较高的国家之一[1]。然而,由于近代人口和经济迅速增长的压力,不加节制地对自然资源的开发,以及缺乏对生物多样性保护的意识,生物多样性正受到严重威胁。物种灭绝的速度不断加快,到本世纪末,可能有 15% ~ 20% 的物种从地球上消失^[1-3]。在全球稻作地区,由于少数高产品种的大面积推广和栽培,数以十万计的地方品种和农家品种被迅速淘汰,品种单一化和遗传脆弱性日趋严重。由于农田的开垦,工业的扩展,排灌系统的改变等,生长着野生稻及其近缘野生种的栖息地大量消失^[4-5];工业废水的排放和农用化学品的大量施用,造成水田环境的污染^[6]。凡此种种,均引起稻作地区的生物多样性降低。因此,加强稻作地区的生物多样性的调查、研究和保护,持续、合理地利用稻区遗传资源已到刻不容缓的程度。

1 稻区生物多样性的概念

稻区生物多样性是指各种生命形式的资源,包括栽培稻和野生稻,与之共生的植物、动物、微生物,各个物种所拥有的基因和由各种生物与环境相互作用所形成的生态系统,以及与此相关的各种生态过程。它们是稻区生命系统的基本特征。显然,生命系统是一个等级系统,每个等级或水平都存在着多样性。意义重大的主要有遗传(基因)多样性、物种多样性、生态系统多样性。

收稿日期:1997-11-03;修改稿收到日期:1998-03-16 *中日合作"中国南方稻区生物多样性保护调查"项目部分内容

继印度尼西亚之后, UNDP 利用 GEF 帮助中国制定了 1992~1994 年《中国生物多样性行动计划》,该计划的重要特点之一是充分重视乡村系统的生物多样性和农业部门的参与^[7]。中国稻区面积和总产分别占全国粮食作物的 29.1% 和 42.4% ,是乡村系统生物多样性极为重要的区域之一。

2 中国稻区的生物多样性

中国稻作分布广泛 ,全国稻作面积约 3.3×10^8 hm²。北起黑龙江省漠河(N 53°27′),为全球水稻种植最北端 ,南到海南省崖县(N 18°02′);东起黑龙江省虎林县(E 132°09′),西至新疆喀什地区(E 75°09′),地理分布跨越了寒带、中温带、暖温带、亚热带和热带。最高稻区的地理高度是于云南省宁蒗县 ,海拔 2695 m。因此 ,水稻是适应性强、分布广、遗传多样性丰富的作物[8]。

2.1 栽培品种的遗传多样性

中国稻作历史悠久,耕作制度复杂,经过长期自然与人工选择形成了丰富的栽培稻种质资源。截止1995年,我国已搜集并编目入国家种质库64189份水稻种质(本文1份种质即国家种质库1个保存编号),包括(1)地方品种(亦称农家品种),它们是在上万年的稻作栽培中,在不同生态环境下形成的基因综合体。中国的地方品种46941份,极具多样化特性。地方品种对原产地的栽培条件与耕作制度具有高度适应性,并携带某些优良或特殊性状,是现代品种改良的多样化的物质基础(2)现代育成品种3285份,是近80年来的育种成果。现代育成品种有选择地综合了某些地方品种或国外品种的优良特性,具有高产、优质和抗病虫力强等特点,成为目前稻区的主栽品种(3)国外引进品种7561份,它们主要来自日本、韩国、印度、越南、菲律宾、印度尼西亚、美国、巴西和意大利等国。由于地理环境和生态条件的巨大差异,国外引进品种存在许多与中国品种不同性状的特征,成为我国现代品种改良不可缺少的多样化基因源泉之一。例如,中国杂交水稻的雄性不育恢复系,抗白叶枯病、稻瘟病和褐飞虱的抗源,多数来源于国外引进品种(4)杂交水稻,包括70年代以来选育的核质互作雄性不育系,保持系与恢复系,以及光、温敏核雄性不育系等1042份(5)遗传测试材料,包括突变体、三体、多倍体、非整倍体、标记基因等材料118份(6)野生稻及其近缘野生种5242份。

普通栽培稻由普通野生稻演化而来。原始普通栽培稻在漫长的驯化过程中,受到人为选择和自然选择的强大压力,发生了一系列农艺性状和生理特性的变化。在向不同纬度和高度的传播过程中,受到不同温度、降水量、种植季节、土壤和栽培技术的影响,导致了感光性、感温性、需水量、胚乳淀粉性质等一系列分化。这些分化包括:籼、粳稻分化,水、陆稻分化,早、中、晚稻分化和■、糯稻分化,同时,由于民族不同、爱好不同及用途的差异,出现了大量黑米、紫米、红米、香米品种和类型,从而形成具多样性的数以万计的中国稻作品种资源(表1)。分子生物学和生物技术的发展,使人们有可能从细胞和分子水平了解更深层次的稻种遗传资源的多样性。同工酶分析技术的建立发现了稻种资源在蛋白质水平上的差异和多样性,并成为品种鉴别的有力工具。DNA 扩增技术和基因定位技术可以从 DNA 水平的深层次了解栽培品种和野生稻群落间的多样性及其表达的特性特征。

2.2 野生稻多样性

中国是世界上野生稻资源丰富的国家之一,根据 1990 年搜集到的野生稻 3 个种共 4487份种质的分类,普通野生稻(0. rufipogon)计 3773份,药用野生稻(0. officinalis)计 670份,疣粒野生稻(0. meyeriara)计 44份。普通野生稻的栖息地包括中国南部的云南、广东、广西、福

表 1 中国栽培稻地方品种和育成品种资源的多样性(截止 1990年)

Table 1	The diversity	of o	cultivated	rice	germplasms	in	China
1 abic 1	The diversity	OI (cuitivateu	1100	Scrimprasms	111	Giiiia

类	型	地方 ₍ Traditiona		选育品种 Modern variety		
Туре		品种数 No. of variety	比率(%) Percentage	品种数 No. of variety	比率(%) Percentage	
籼-晚-水-■	I-L-W-N	8915	22.55	314	13.58	
籼-晚-水-糯	I-L-W-G	833	2.01	8	0.35	
籼-晚-陆-■	I-L-U-N	278	0.67	0	0	
籼-晚-陆-糯	I-L-U-G	53	0.13	0	0	
籼 - 早 - 水 - ■	I-E-W-N	18327	44.31	1085	46.93	
籼-早-水-糯	I-E-W-G	625	1.51	52	2.25	
籼 - 早 - 陆 - ■	I-E-U-N	177	0.43	1	0.04	
籼-早-陆-糯	I-E-U-G	25	0.06	0	0	
粳-晚-水-■	J-L-W-N	4213	10.19	335	14.49	
粳-晚-水-糯	J-L-W-G	3279	7.93	51	2.21	
粳-晚-陆-■	J-L-U-N	447	1.08	0	0	
粳-晚-陆-糯	J-L-U-G	500	1.21	0	0	
粳 – 早 – 水 – ■	J-E-W-N	1689	4.08	398	17.21	
粳-早-水-糯	J-E-W-G	1693	4.09	65	2.81	
粳 – 早 – 陆 – ■	J-E-U-N	212	0.51	3	0.13	
粳-早-陆-糯	J-E-U-G	95	0.23	0	0	
合 计		41361	100.00	2312	100.00	

Note: I: indica rice; J: japonica rice; L: late rice; E: early rice; W: watered rice; U: upland rice; G: glutinous rice; N: non-glutinous

建、湖南、江西、海南和台湾省,即东起台湾省桃园县(E 121°15′),西至云南省盈江县(E 97°56′),南起海南岛三亚市(N 18°09′),北抵江西省东乡县(N 28°14′)的广大区域。药用野生稻主要分布于广东、广西和云南省,而疣粒野生稻集中在海南和云南省。我国江西省东乡普通野生稻是世界上普通野生稻的分布最北缘,含有耐冷、耐旱、抗病等优异基因,在育种、稻作基因分布和起源研究中具有重大价值。

我国云南、广东、广西和福建等省属于热带、亚热带丘陵山区,气候温暖多湿,各地纬度、海拔高度、地形、地貌差异较大,导致野生稻栖息地小气候在温度、日照、湿度、土壤酸碱度等的多样性,经过千万年的进化,形成了野生稻资源的多样性。从栖息地的生境看,普通野生稻喜温、喜湿、喜光、大多生长在海拔2.5~552 m间的山区、丘陵、平原和岩溶地区的水沟、河滩、山涧、沼泽地、荒田、山塘、河流两岸等土壤湿润或终年积浅水层的地方,伴生植物较多的有水禾、水蓼、三角草、游草、金鱼藻等。药用野生稻喜温湿,宜阴凉,多分布于25~1000 m的山坑沟旁,气候温和湿润,栖生地四周有灌木、乔木、杂草笼罩,伴生植物较多的有水东哥、飘拂草、芒草、斑茅等。 疣粒野生稻旱生,不宜阳光直射,多生长在50~1000 m的山腰、山坡的灌木、乔木林下,主要伴生植物有白茅、鸭舌草、芒箕等。

2.3 稻作种植类型的多样性

不同的稻作种植制度因种植时间、生长期间的温度、湿度、光照、雨量、土壤养分的差异会导致不同稻区动植物的差异,形成不同的稻种(品种)、杂草、植被、陆上动物、水生动物、昆虫、微生物等。中国的稻作主要种植耕作类型有:

(1)稻田一熟制 在我国东北,西北地区以及四川、云南、贵州的部分山区,由于光照、温

度的限制 稻田只种一季稻 ,冬季休闲。

- (2)稻田二熟制 此种方式分布广泛,主要在长江流域和华北、华南稻区,其形式有:①冬季作物-水稻,主要有麦类(大麦、小麦)-稻,油菜-稻,豆类(蚕豆、豌豆)-稻,绿肥-稻。②春夏早作-水稻,主要有;太豆-稻,玉米-稻,马铃薯-稻,烟草-稻等。③冬闲-双季
- ② 春夏旱作 水稻,主要有:大豆 稻,玉米 稻,马铃薯 稻,烟草 稻等。③ 冬闲 双季稻,主要有:冬闲 早稻 晚稻。
- (3)稻田三熟制 在华南稻区和长江流域一般以单季稻或双季稻为基础,复种各类旱作物,形成一年三熟制,其主要形式为:①双季稻-冬作,即稻-稻-绿肥,稻-稻-麦类,稻-稻-油菜,稻-稻-豆类,稻-稻-蔬菜等;②单季稻-二季旱作,即麦-豆-稻,麦-玉米-稻,麦-稻-薯类,麦-稻-豆类,麦-稻-玉米等。

2.4 稻田生境动植物多样性

稻区生物多样性包括稻田以及附近沟渠、畦畔的植物、脊椎动物、昆虫、水栖无脊椎动物和微生物等,是一个复杂多样、相互影响的生态系统。陆稻和水稻由于水境不同,前者稻田不淹水,后者稻田长期淹水,生态系统差异较大,因此稻田的动植物种类差别甚大。水稻田也因纬度、海拔和温度的高低,雨量的多少,山区、丘陵和平原的不同,其动植物多样性也会出现较大的差异。然而,迄今这方面的调查资料甚少。笔者 1996 年对安吉县稻区的生物多样性进行了调查,该县位于中国东部的浙江省北部(N30°23′~30°53′、E119°14′~119°53′)属亚热带季风气候,年降雨量 1485 mm,年平均气温 15.5℃,无霜期 203~226 天,稻作期 4~10 月,稻区海拔30~145 m,属于典型的单、双季稻区。表 2 列出了安吉县禹山坞和北村水田的动植物种类1996 年 8~12 月的调查结果,从一个侧面说明了农村水田的生物多样性现状。

表 2 安吉县水田的部分动植物种类*

Table 2. Some animals and plants in rice field in Anii county. Zheijang Province

动植物 Animals and plants	种类数 Number of species	主要种(类) Species
· 稻田杂草 Weed in rice field	38	双穗雀稗、游草、野荸荠、水竹叶、水莎草、 空心莲子草、鸭舌草、矮慈姑、丁香蓼、水蓼、 荩草、无芒稗、日照飘拂草、四叶萍
沟渠杂草 Weed in irrigation	16	金鱼藻、无芒稗、游草、水竹叶、水 绵、青萍黑藻、水蓼、荩草、空心莲子草、菖蒲、黄花蒿
畦畔杂草 Weed in field bank	85	狼尾草、荩草、白茅、日照飘拂草、三棱草、 扛板归、天胡荽、马兰、珍珠菜、水蓼、野薄荷、 画眉草、游草、鼠尾草、丁香蓼、珍珠菜
节肢动物 Arthropod	83	白背飞虱、摇蚊、水蝇、长角跳虫、金小峰、 筒跳虫、褐飞虱、狼蛛、黑肩绿盲蝽、姬小蜂、 蛸蛸、拟水狼蛛、瘿蚊、叶蝉
水栖无脊推动物 Invertebrate	40	中华园田螺、折叠萝卜螺、华溪蟹、沼虾、 摇蚊幼虫、水螟、秀丽白虾、蜓科幼虫、 大脐园扁螺、划蝽幼虫、龙虱幼虫、顫蚓

*1996年8~12月3次调查结果

The data of three surveys during August to December ,1996

3 稻区生物多样性丧失的原因

生物多样性丧失的原因是多方面的。威胁中国稻区生物多样性减少(丧失)的主要原因有以下几个方面:

3.1 栖息地的丧失

由于工业化的扩展,新稻区的开垦,排灌系统的改变,森林的砍伐,住宅的扩建等等,不断

导致野生稻及其近缘野生种的栖息、繁衍地丧失或生态环境改变,野生稻及其近缘野生种无法存活而消失。例如 50 年代我国台湾桃园县多处生长着大量普通野生稻,现在整个台湾省野生稻已不复存在。我国 3 种野生稻栖息地(点)在 70 年代调查有 743 个,现在已丧失 30% 以上。著名的湖南茶陵普通野生稻、江西东乡普通野生稻,发现时有数十亩面积,目前仅剩少量栖息地。众所周知,野生稻及其近缘野生种携带有大量已知和未知的优良基因,是现代水稻育种的重要基因源。野生稻种群的消失成为无可挽回的基因源损失。

3.2 品种的单一化

为了获得更高的产量,往往大面积推广、种植少数几个高产品种,导致了品种的单一化和遗传脆弱性。一方面,随着品种数的下降,与原品种相伴的共生细菌、捕食动物、植物以及传统稻作系统中通过成百上千年共同进化的一些物种消失了。由于少数品种的大面积推广,导致我国近4×10⁴份以上的水稻地方和农家品种在30年内(50~80年代)在田野中消失。问题是,绝大多数育成的高产品种其基本亲本或骨干亲本相同,例如,半矮秆籼稻品种所携带的半矮生基因主要为 sd-1,中国籼型杂交稻90%以上组合为野败胞质,从而导致明显的遗传背景单一性和脆弱性,难以抵抗突发的生物或非生物压力。另一方面,大面积种植的少数半矮生现代品种的增肥密植成为稻作病虫猖獗的诱因,且育成的多数品种(组合)还只具有单一主基因抗性,缺乏抗性基因的多样化,在寄生物发生生理小种或生物型变化时抗性极易丧失,往往导致病虫害暴发而严重减产,近年褐飞虱和白背飞虱在南方稻区频繁暴发就是例子。

3.3 环境污染

城乡工业污水排放,大气污染物的危害,重金属以及难以降解的化学品富集于土壤,农用杀虫剂、除草剂、杀菌剂的大量无节制施用,均引起灌溉水和稻田的污染。污染物沿着生态系统的食物链转移,使一些敏感物种种群数减少或消失。例如,根据 1996 年夏、秋季对安吉县的初步对比调查结果,受工业废水和城市排污水严重污染的北村水田及其沟渠,水栖无脊推动物共 26 种,比少污染的禹山坞水田 37 种少 30%,但北村的大脐园扁螺、折叠萝卜螺、摇蚊幼虫数量大幅度上升。显然,少数种的大量繁殖使生物共存的均匀度降低。迄今,我国受工业废弃物明显污染的农田达 $0.1 \times 10^8 \ \text{hm}^2$,占农田总面积的 10%,受农用化学物质污染的面积也达 $0.1 \times 10^8 \ \text{hm}^2$ 1。

3.4 人为滥捕

人为对稻区鸟类、蛇类、鱼类和蛙类的滥捕滥杀和食用,导致鸟类、蛇类、鱼类和蛙类的急剧减少,其结果是生态平衡被破坏,致使部分对稻作有害的动物和昆虫大幅上升,在部分地区频繁暴发病害、虫害和鼠害。

4 稻区生物多样性的保护

稻区生物多样性的目标是通过不减少基因和物种多样性,不毁坏重要的生境和生态系统的方式,来保护利用生物资源,以保证生物多样性持续发展^[9]。稻区生物多样性保护的主要措施有:

4.1 加强稻属遗传资源保存

(i)就地保存 就地保存是在原始生境下的自然保存,即在农田和自然生境中保存。这种动态保存系统,可以保存较高的遗传完整性和遗传多样性,防止遗传基因漂移和缺失,适于野生稻及其近缘野生种保存。例如,我国在江西省东乡县发现了9个普通野生稻群落(N28° 14'、11°36',海拔 48~m),总面积达 $2.7~hm^2$ 。东乡野生稻是我国最北、也是全球最北的普通

野生稻群落。为了实现就地保存,现已建立了 A、B 保护区,面积各为 350 m²。野生稻资源的就地保存对栽培稻的起源演化、野生稻有利性状的利用具有重要的科学意义。我国应该建立多个具有重要意义的野生稻就地保存地。

- (ii) 迁地保存 为更集中、更有效、更大量地保存和利用野生稻优异基因,我国在广州和南宁建立了野生稻迁地保存圃,各种植了4000份和2000份以上的野生稻活体植株。野生稻的多年生特性使迁地保存成为可能。
- (iii)种质库保存 我国目前己搜集到的 64~189~ 份稻属遗传资源,以种子形式长期保存在北京的国家种质库和青海的自然库中。中国水稻研究所也建立了贮藏量为 $10\times10^4~$ 份的稻种资源库,现已保存了 $3.5\times10^4~$ 份种质。这种种质库复份长期(50~ 年以上)保存系统,抢救了我国数万份稻种资源,为现代水稻育种改良提供了多样性的遗传基因。

4.2 减少灌溉水和水田污染

工业废水常含酸、碱、有毒物质、有害物质、重金属和其它污染物,生活污水含有较多的磷、氮和有机悬浮物,造成大量稻区鱼类、蛙类、蛇类、鸟类的死亡和消失,严重影响了食物链和生态平衡,导致生物多样性和均匀性下降。为此,必须综合治理,关、停、并、转排放大量废水的工厂,减少污染源排放的工业废水量,降低废水浓度,妥善处理城镇及工业废水,尽量减少对稻区生物多样性的损害。

4.3 控制农用化学品的施用量

除培育抗病虫品种,保护昆虫天敌外,必须合理、有控制地使用除草剂、杀菌剂、杀虫剂、化学无机肥料等农用化学品,实行综合防治,发展绿色食品,最终建立高产、优质、高效的稻区生态环境。

4.4 提高土壤净化能力

改变耕作制度,改变土壤环境条件,实现水旱轮作;种植绿肥,增加土壤有机质和粘粒数量,加强水浆管理,适时水田排干,控制氧化还原条件,深翻耕等等,均可增加土壤容量和提高土壤排毒能力,维持稻区生态平衡。

参 考 文 献

- 1 马克平. 试论生物多样性的概念. 生物多样性 ,1993 ,1(1) 20~22
- 2 陈灵芝. 生物多样性保护现状及其对策. 见:生物多样性研究的原理和方法,北京:中国科学技术出版社, 1994.13~35
- 3 WRI JUCN JUNEP. Global Biodiversity Strategy, USA, 1992
- 4 汤圣祥. 栽培稻的起源和演化. 见:水稻育种学 北京:中国农业出版社 1996 64~80
- 5 应存山. 中国栽培稻种质资源的收集、整理与编目. 见:中国稻种资源,北京:中国农业科技出版社,1993,29~45
- 6 李天杰. 土壤的污染和净化. 见:环境保护概论 北京:高等教育出版社 1982 151~169
- 7 陶战. 我国乡村生态系统在国家生物多样性保护行动中的地位. 农业环境与发展 ,1995 ,4(46)5~7
- 8 葛进平,汤圣祥.水稻种质资源信息分析.作物品种资源,1996(增刊)56~65
- 9 Myers N. Threatened biotas : hotspots'in tropical forests. Environmentalist 1988 8:1 ~ 20