

综述

我国稻田养鱼的新进展

倪达书 汪建国

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

RECENT DEVELOPMENT OF FISH CULTURE IN THE RICE FIELD IN CHINA

Ni Dashu & Wang Jianguo

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

关键词 稻鱼共生, 生态系, 稻鱼轮作

Key words Rice-fish mutualism, Ecosystem, Rice-fish rotation

一、稻田养鱼的意义

稻田养鱼有两种形式, 即“稻鱼共生”和“稻鱼轮作”。稻鱼共生系指水稻和鱼群共同生活在稻田中, 双方彼得到一定利益。这种稻田养鱼方式以培育吃草的鱼种为主, 搭养当地需要的鱼种为辅。稻鱼轮作是指水稻与养鱼轮流生产, 即一年当中只种一季水稻, 余时则为养鱼。如利用冬闲田、固水田及湖区的低洼田水稻收获后即行养鱼, 此种方式以养食用鱼或大规格(15厘米以上)鱼种为主。

稻田养鱼把原来有矛盾的水稻种植业和水产养殖业结合起来, 使稻田生态系统更加完善, 能充分发挥其共生互利的作用, 从而取得较大的经济效益和社会效益。

稻田养鱼的优点 ①能使稻谷增产一成以上, 是促稻增产的一项有效措施。②稻鱼共生条件下每亩可收获10—16.5厘米长的鱼种300尾以上, 为提高淡水鱼产量提供大量的鱼种; 养食用鱼者每亩可收获食用鱼10—30公斤; 稻鱼轮作则每亩可收获食用鱼和大规格鱼种50公斤以上。③鱼在田中来回吃虫吃草, 起到疏松泥土、除草、除虫的作用, 代替了人工中耕除草, 减轻了稻农的劳动强度。这是稻田养鱼非常突出的作用之一。④鱼类, 特别是草鱼, 在稻田中活动有保肥造肥作用, 有利于稻禾的有效分蘖和谷粒饱满。⑤鱼类在稻田中能消灭部分农业害虫, 尤其是能消灭危害人畜的蚊幼——孑孓, 改善农村的卫生条件, 以减少人畜脑炎、疟疾和丝虫病的发生。

我国幅员辽阔, 凡种植水稻地区均适宜稻田养鱼。当前稻田养鱼已成为我国淡水渔业的一个重要组成部分。特别值得指出的是, 随着四个现代化建设的发展, 河流、水库、湖

泊放养及池塘集约式养鱼、各种小型家庭养鱼等正在普遍兴起，需要大量的鱼种。其中有些水体或地区特别需要草鱼鱼种，即使充分利用原有的鱼种池甚至用扩建鱼池的办法也远不能满足鱼种的需要。利用稻田来养草鱼种，既少疾病，又不要人工投喂，且不与其它鱼争鱼种池，确可一举多得。

必须指出，稻田养鱼一定要树立以稻为主的思想，不能见养鱼利多而开挖过宽的沟坑来养鱼，缩小种植面积。应克服稻鱼之间的矛盾，发挥鱼对稻有利的作用，达到稻谷增产丰收和致富于民的目的，使水稻地区真正成为名副其实的鱼米之乡。

二、我国稻田养鱼的现状

我国稻田养鱼的有关生态学研究，始于 70 年代后期，盛于 80 年代，并提出了稻鱼共生的理论。同时各地因地制宜地开展了许多方式的稻田养鱼^[2,4,7,17,31]。据全国 17 个省、市、自治区稻田养鱼技术协作组的不完全统计，到 1986 年，全国已近 1,500 万亩（表 1）。

表 1 我国部分省、市、自治区近年来稻田养鱼面积表

Tab. 1 Areas of Fish culture in Rice Fields of China in Recent Years

省、市、自治区	年度	1981	1982	1983	1984	1985	1986
北京市				0.0022	0.031	0.01	0.011
河北省					0.023	0.022	0.15
上海市				0.0015	0.034	0.125	0.035
江苏省				0.039	4.7	16.33	21.0
安徽省				4.0	15.0	34.0	51.0
浙江省				20.03	26.6	30.73	28.1
江西省	5.0			28.0	56.7	78.0	70.5
福建省				21.07	28.67	33.53	42.65
河南省					0.0313	13.15	10.0
湖北省	1.5		3.5	5.0	20.0	42.2	32.48
湖南省			119.5	168.92	250.65	283.12	340.5
广东省			6.5	6.0	7.95	12.18	20.0
广西区	30.0		53.0	47.78	51.82	68.28	81.3
陕西省				0.21	1.09	2.26	8.55
四川省			235.0	369.71	465.09	540.28	620.0
贵州省	142.0		151.0	160.0	150.0	100.38	131.0
云南省				12.81	17.34	15.87	21.0
合 计				1095.7293	1270.467	1478.276	

注：空白为未统计

稻田养鱼的分布已遍及全国的稻作区^[3,8,10,14,28,29,33]。1985 年，新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市水资委水产处王起鸿等在市北郊安宁区青格达湖乡进行了稻田培育大规格鱼种的试验。6.61 亩试验稻田，分两次投放 10 厘米和 2—3 厘米苗种 1,977 尾，到 9 月 13 日，共培养 68—87 天，每亩收鱼种 23.19 公斤，最大个体达 250 克，平均个体 110 克；水稻亩产

表2 成都市“六五”期间稻田养鱼统计表

Tab. 2 Statistical Table of Fish Culture in the Rice Fields in Early Eightieth of Chengdu City, Sichuan Province

数据 年度	项目 稻田养鱼实 收面积(亩)	鱼产量 (万公斤)	平均亩产 (公斤)	比上年增减%		当年水产品 总产量 (万公斤)	其中稻田养 鱼占总产量 %	备注
				面 积	产 量			
1981	119 566	26.855	2.25	84.79	-10.89	287.98	9.3	水灾损失 2 / 3
1982	84 427	40.295	4.77	-29.39	50.04	362.465	11.12	
1983	202 530	116.245	5.74	139.89	188.48	462.11	25.16	
1984	441 800	266.33	6.0	118.14	129.11	722.485	36.86	水灾损失 1 / 3
1985	671 392	458.905	6.8	51.97	72.30	1 166.105	39.35	
合 计	1 519 715	908.63	6.0			3 001.145	30.28	

表3 1985年新都县新农乡“千斤稻、百斤鱼”10户典型调查

Tab. 3 Surveying Ten Typical Families which Harvest 500 kg Grains and 50 kg of Fish per mu from Xinnun Town of Xindu County in 1985

数据 村、姓名	项 目 稻田养 鱼面 积 (亩)	放 鱼尾 数(尾)	亩平 均 (尾)	放 养		鱼产量(公斤)	水稻千产 (公斤)	经 济 效 益(元)				
				品 种	规 格			重 量	亩 平	85年 亩产	比上 年 + - %	鱼产 值
花牌村 钟炳根	1.15	1 350	1 200	鲤、草	冬片、当年鱼	65	56.5	635	27	340	45	295
兴埝村 彭洪正	1	1 200	1 200	鲤、草	冬片、当年鱼	102.5	102.5	630	11	505	140	365
白壁村 刘加尤	1	1 200	1 200	鲤、草	冬片、当年鱼	72	72	550	9	362	102	240
白壁村 宋容影	1.2	1 800	1 500	鲤、草	冬片、当年鱼	80	67.5	525	7	272.5	72.5	300
程家村 刘德元	2	2 700	1 350	鲤、草	冬片、当年鱼	278.5	138.75	537.5	7	1600	530	1 070
五显村 丁国安	3	1 500	500	鲤、草	冬片、当年鱼	152.5	50.85	575	4	765	265	500
两河村 代学臣	1.2	4 000	3 500	鲤、草	冬片、当年鱼	85	71.5	700	29	425	75	350
郭河村 曾祥茂	3	12 000	4 000	鲤、草	冬片、当年鱼	171	56.5	510	3	750	120	630
天君村 何祖六	1.6	13 000	9 000	鲤、草	冬片、当年鱼	160	100	650	20	800	105	695
青石村 孙家云	1	10 000	10 000	鲤、草	冬片、当年鱼	86.5	86.5	550	20	423.5	102.5	320
10 户合计	19.15	48 750	2 545			1252	65.38	586.25	13.7	6 352	1 567	4 785

注：亩平均鱼产值 331.69 元，亩平鱼苗饵料费 81.82 元，亩平盈利 249.86 元。

619.5 公斤，比 1983 年增产 18%，每亩稻田净利润 127.75 元。

1984—1985 年，黑龙江省农垦科学院水稻研究所曹书恒、李季禾在高纬度塞地稻作区进行了稻田养鱼工作，稻谷每亩增产 7.2—12.1%，收获时的鱼种存活率达 71.3—88.9%，每亩稻田净增产值 43.74—63.34 元。而且草鱼种平均体重 200 克，鲤个体在 150 克以内。

1985 年，吉林省长春市郊区试验 65 亩稻田养杂交鲤夏花，秋季收获 10—15 厘米规格的鱼种 3.5 万尾，共 875.5 公斤。其中张树德的 5 亩稻田产 93 公斤鱼，亩产 18.6 公斤。

四川省稻田养鱼名列全国各省、市、自治区之首。仅成都市“六五”期间就开展各种类型的稻田养鱼 151.97 万亩，共收鱼 908.63 万公斤，占水产品总产量的 30.28%（表 2）。成都市地处川西平原，交通方便，气候温和，土地肥沃，水源充足，全市 500 多万亩稻田，有 14.6% 的稻田已开展稻田养鱼^[1,9,30]。1985 年，成都市有 1/5 的农户进行稻田养鱼，放养面

积达 729756 亩，投放各类鱼苗鱼种 42280 万尾，亩平均 579 尾。实收面积 671392 亩，总产鱼 458905 万公斤，平均亩产 6.8 公斤。“亩产千斤稻百斤鱼”（指市斤）由 1984 年 314 户，577 亩发展到 1985 年的 838 户，1535 亩，最高产量达 100 多公斤¹⁾。1984 年，农牧渔业部组织由四川省水产局牵头，由北京、河北、上海、江苏、安徽、浙江、江西、福建、河南、湖北、湖南、广东、广西、陕西、四川、贵州、云南等 17 省、市、自治区承担的“稻田养鱼技术”推广项目，并聘请蒋慈茂（四川省水产局）、倪达书（中国科学院水生生物研究所）、银丕振（江西省水产研究所）、杨永铨（湖北省水产局）、杨金通（湖南省水产局）、徐顺志（重庆市农牧渔业局）等 6 人为推广稻田养鱼技术指导小组，进行大面积的推广。这项推广成果已获 1986 年度农牧渔业部科学技术进步奖一等奖。

1982 年，江西、福建、安徽三省组成推广协作组进行推广稻田养鱼技术工作。以后，浙江、江苏、上海市和山东相继加入成为华东地区的大协作组，该区共有稻田 1.3 亿亩，占全国稻田总面积 1/3 以上，到 1985 年，共推广了 236.7 万亩，亩平收鱼 12.45 公斤。

三、稻鱼共生及其生态系统

（一）稻鱼共生理论^[19,20,22]

关于“共生”一词，近年来比起经典著作中的“共生”概念有很大的发展，从机能上的“共生”发展到功能上的“共生”。

英国 J. 梅乃特在《Models in Ecology》(1974) 一书中将一对物种之间的直接相互作用分成竞争、共生和牧食三大范畴，其定义如下：

竞争（—）：一个种对另一个种的增长有抑制作用。也就是稻鱼共生生态系统中的杂草和水稻的关系。

共生（++）：一个种对另一个种有加速和促进作用。大体上类似稻鱼之间的关系。

牧食（+—）：牧食者对被牧食者有抑制作用。草鱼种除草就是这种作用。

稻鱼共生理论系指在水稻生产季节，人工引进草鱼种使稻鱼共生于稻田中，形成了新的生态系统，即稻鱼共生生态系统。稻鱼相辅相成，相得益彰，能动地发挥了鱼在生态系统中的积极作用，促进物质循环，起到了能量朝着有利于稻、鱼双方流动，进行比较好的良性循环。

（二）稻鱼共生生态系统

生态系统的范围可大可小，大的如整个生物圈（Biosphere），小至一块稻田、一口小池塘。除自然生态系统以外，人类还模拟制造人工的生态系统，如稻鱼共生生态系统。

稻鱼共生生态系统的非生物因子包括：光、水和水温、pH 值、二氧化碳、氧气和一些无机物质等。生物因子包括生产者、消费者和分解者。

生产者主要有水稻植株、杂草和藻类。它们均是通过光合作用和呼吸作用参与碳素循环，并向消费者和分解者提供有机物质。

1) 尹若壁：成都市稻田养鱼现状与展望。重庆水产(1): 36—39, 1986。

消费者的种类和数量是比较的，象浮游动物、底栖动物和鱼类(稻田中通常所养的鲤、鲫、鲢、鳙、尼罗非鲫、草鱼等)。特别值得指出的是蚊子幼虫(孑孓)、水稻害虫以及水稻害虫的天敌(蜘蛛和寄生蜂)，还有鱼苗的敌害，如水蜈蚣、水斧虫、红娘华、蜻蜓幼虫、蛙、水獭、水鼠、黄鳝、泥鳅、水蛇和鹬、鸭、翠鸟、白鹭等。许多动物既是初级消费者，又是次级消费者和三级消费者，如水蛇捕食青蛙，青蛙又吞食鱼苗，鱼类吃浮游生物。当然它们都还吞食其他生物。

稻鱼共生生态系统中的生产者、消费者和分解者的成员组成复杂，还有待我们进一步进行考察和研究。

(三) 稻鱼共生生态系统中的物质循环^[24]

在水稻生长季节，人工的合稻、鱼共同生活在稻田生态系统中，时间和个体大小问题必须配合得适时，确当，才能发挥二者之间相辅相成的作用，更有效地发挥鱼在稻鱼共生生态系统中的积极作用，有效地促进物质循环，使能量朝着稻鱼双方有利的方向流转(图1)。如插秧3—5天后田中的浮游动物是高峰，及时放入4.5—6.6厘米长的夏花鱼种，过

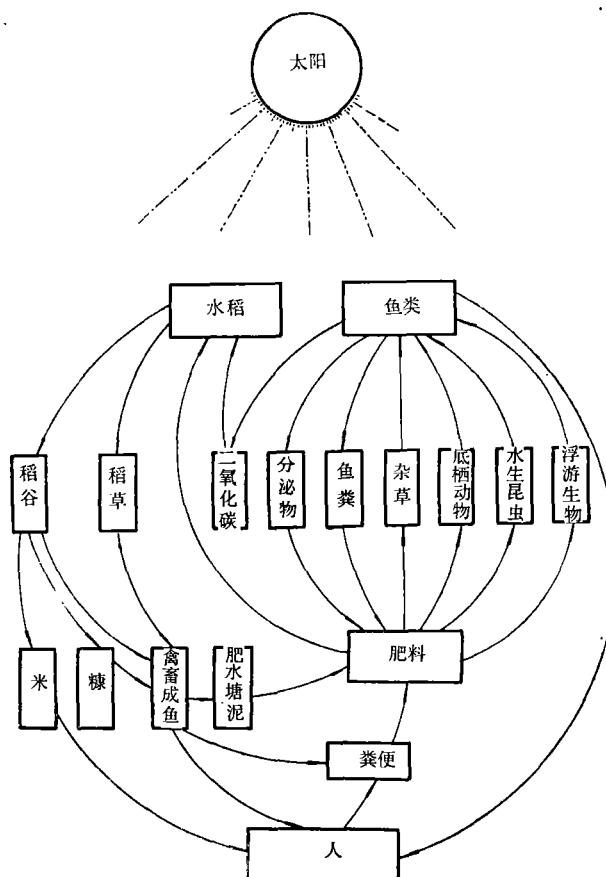


图1 稻鱼共生生态系统的物质能量转化基本情况

Fig. 1 Basic Situation of the Energy Conversion in the Rice Fish Ecosystem

大过小都不能充分发挥其促稻增产的作用，同时也不利于自身的成长。稻鱼共生生态系统是由原来的稻田生态系统人为地加入了夏花草鱼而来的，它使新的生态系统内的物质循环和能量的运转、贮存等处理比较合理。当然，对于这种生态系统组合今后还要进一步地改进和完善。

前面简单地谈到了稻鱼共生生态系统的各组成成员，水稻无疑是稻鱼共生生态系统的主体和中心，是绝对优势的生物种群，它大量吸收日光能、二氧化碳、水以及各种无机营养成分，借光合作用而制造有机物，形成水稻种子和稻草，提供给人类。然而，大量的稻田杂草和浮游植物以及光合细菌都同样进行着和水稻大体一样的能量转化过程，但它们并不给人类提供有益的产品，相反，还和水稻争夺肥料、空间和阳光，而且有些杂草是水稻病虫害的中间宿主。

稻鱼共生生态系统中的鱼类，既是初级消费者，又是次级消费者，还是三级消费者，这里就涉及到选用什么鱼最有效的问题了，因为它在生态系统中成为影响其他生物种群、群落密度和死亡的主导因子。经过比试，我们认为草鱼为其中之冠。

在稻田中，草鱼能取食大量的杂草，常见的杂草有 30 种以上，其中牛毛毡、轮叶黑藻、菹草、苦草、小茨藻以及各种眼子菜和浮萍等，都是草鱼喜欢的天然饵料。在一般的情况下，稻田杂草每年夺去稻谷产量的 10%，最高可达 30% 以上，也就是说，若消灭了田间杂草，稻谷将增产 10% 以上。我们的测算表明，未养鱼早稻田的杂草量是养鱼早稻田的 13.6—15 倍。早稻养鱼田在收鱼时的杂草现存量为 2.2—29.0 公斤/亩，而未养鱼田尽管经过三次中耕除草，割稻时的杂草现存量仍为 30—435 公斤/亩¹⁾。草鱼消灭了杂草，以 1:40 的饵料系数计算，可提供草鱼产量 10 公斤以上。而且减少了杂草与水稻对肥料的争夺。积蓄了肥料养分供水稻吸收，促进水稻产量的提高。同时又净化了水质，改进了草鱼的生活环境。

草鱼在稻田中不断地吃食浮游生物和杂草以及底栖动物等，不断地长大，故其吃食量和排粪量也随之递增，1 尾体长 6.6—13.2 厘米的草鱼，日食量相当于鱼体体重的 52%；排粪量为吃草量的 72%，如中稻田养鱼在 110 天饲养期中按 400 尾计算，每亩稻田的鱼粪量在 146 公斤上下，这些粪肥中含有丰富的氮和磷，增加了肥源。

四、稻田养鱼的不同形式

(一) 稻鱼共生

这种类型包括早稻田与晚稻田连作、中稻和一季晚稻茬等。可直接放养鱼苗或夏花。具体作法又可分为普通的稻田养鱼种、稻田和田头坑塘结合、垄稻沟鱼和回字沟稻田养鱼等形式。

1. 稻田培育鱼种^[9,11,12,15,21,27,32] 为了配合好与稻禾紧密互利和减轻购买夏花鱼种的负担，我们成功地设计出，在早稻田里直接放养鱼苗，一碗草鱼苗（1 万尾价格 8—10 元），

1) 汪建国、胡锦尧，1983。早、晚稻田养草鱼种的推广示范试验简报。湖北省水产学会第二次稻田养鱼学术交流会资料汇编第 13—17 页。

可放 3 亩早稻田，每亩约 3,000 尾，这种密度可以不要投喂饵料，省工又省钱。到中稻插好秧后，即从养鱼苗的早稻田取出 1,000 尾 3.3—5.0 厘米的夏花放入^[25,26]。这样，一碗鱼苗就可以放 6 亩稻田，故所花费甚微，更便于大面积推广。现在湖南、湖北、江西、安徽、江苏、浙江等省的早稻插秧季节（4 月）基本上和鲤苗生产季节相同，故插好秧、开好沟、安好栏栅后，就可以放苗，因鱼小掀不起秧苗，而且这时稻田里的浮游生物正好是高峰，是鱼苗最好的食料，对鱼苗生长特别有利。同样，为了充分利用稻田浮游生物，更宜争取早放草鱼苗。若人工孵化鱼苗的温度未达而延迟了几天，那施基肥和插早稻秧最好也相应地推迟几天，以达到互利的效果。沿长江、珠江两岸地区有捕捞江苗习惯，最好采用“江花”放入早稻田中。这为以后亲鱼的更新换代打下了基础。试验证明，在早稻插秧后 3—4 天内，直接将已经开口的鱼苗放入，一方面可节省买夏花的钱和发塘的麻烦，另一方面可使稻鱼及时互利。

草鱼在稻田中能除草、除虫，既能减少稻农除草劳力，又能使稻谷增产，所以一般以放养草鱼为最理想。以放养草鱼为主，搭配能满足需要的鲤、鲫鱼等优良鱼种也是可行的。但在塘堰少的地区，为解决吃鱼难问题，也可以搭配放养鲤、鲫、非鲫等食用鱼种。

在放鱼前需加高加固田埂到 50—70 厘米，每亩稻田用生石灰 25 公斤溶化成浆遍洒，消灭蚂蝗和鳝鱼、泥鳅等敌害，6—8 天后灌水施基肥、耙平插秧。插完秧后开挖“鱼沟”、“鱼溜”，小田开“田”形，长而宽的大田可开“田”、“圈”等形的鱼沟，沟宽 30 厘米，深 30 厘米，沟的交叉处开长 100 厘米、宽 70 厘米、深 80—100 厘米的鱼溜。开沟所占面积的秧棵移栽在沿田岸边预留的一行秧棵间，并须密插成篱笆状，如不足时应添秧补插（这就是“边行优势”的一种增产措施）。然后在进出水口安装拦鱼栅，规格为宽 100 厘米，高 80—90 厘米。栏栅用竹篾等编织成孔径为 0.2 厘米的“~”拱形。这些步骤完成后，就可以放鱼。平时加强管理。在收割、晒田前，就要疏通鱼沟、鱼溜，缓慢放水，使鱼集中沟中，再将草把人工驱赶入鱼溜，然后以长兜捞海轻捷地从溜中捞鱼。用此法培育鱼种较为理想。1982—1984 年，福建省三明市稻田培育鱼种从 4000 亩推广到 1 万多亩，育种由 200 余万尾上升到 800 余万尾，占全市总育种量的 62%。稻田养鱼后，稻谷增产 6.4—17.1%^[34]。

草鱼种在池塘里饲养极易生病，成活率一般只有 20—30%。但在稻田中与稻共生，生境适宜，所以稻田培养草鱼种在很大程度上解决了生产上对草鱼鱼种需求的困难。

2. 稻、鱼、萍综合发展 把我国的稻田养草鱼或非鲫和稻田养萍结合起来，进行田里种稻、水面养萍、水中养鱼，以萍喂鱼、鱼粪肥田的综合经营。更有坑堤、田埂上种瓜种豆等多层次结构的立体种养方式。并能促进耕作制度的改革，农民在稻萍鱼田块中，把常规的等距插秧方式改为“宽窄行双龙出海”，即宽行养萍养鱼、窄行插植水稻，这种插秧方式能保持田间通风透气，提高光能利用率，增加边行效应，以充分利用空间、时间和光能，确保稳产高产，促进萍、鱼双增产，从而获得较高的经济效益、社会效益和生态效益。这项工作是福建省农业科学院刘中柱院长近年来主持的课题。经过三年的实验，已在福建省建宁县得到大面积推广应用，1986 年全县发展稻萍鱼，莲萍鱼等稻田养鱼面积 10 万亩，占水田总面积的 45.5%。从中间试验结果看，每亩稻萍鱼田增收 150—180 元，稻谷可增产 7% 左右，同时田里杂草少，病虫害少，减少施用化肥和农药，减少一次中耕除草，每亩可节约生产成本 10 元左右。1985 年，全县稻田养鱼产量达 115 万公斤，1986 年稻田鱼产量

150万公斤，农民除留少量自食外，大部分田鱼上市成为商品鱼，全县平均每个农户增收20元。

3. 宽沟稻田养鱼 在稻田进水口一边的田埂内侧挖一条深1米左右，宽1米左右的宽沟，其面积约占总面积的5—10%。宽沟的内埂高、宽均高出田面25厘米，每隔3—5米开一个24厘米宽的缺口与稻田串通，以便鱼在宽沟和稻田内自由进出。可以提前在春耕之前放鱼在宽沟暂养；投放较大的冬片鱼种，待早稻秧苗返青后使之进入稻田觅食。江西省在1985、1986年全省推广了10—14万亩，增产稻谷20%左右，最高达50%。

4. 稻鱼与田头坑塘结合 亦称田述配套养鱼。在稻田养鱼过程中，存在着早稻与夏花鱼种有一月之久的时间差以及稻作要晒田、施肥、撒药等工作与鱼有矛盾。特别是双季稻田连作养鱼，其间要收获鱼种、收割早稻、整田、复插晚稻和再开沟、再放鱼等手续，而在这段时间又正值高温、“双抢”大忙季节，故在“二季晚稻连作养鱼”的矛盾较为突出。稻田与田头坑塘结合的稻田养鱼方法在双季稻种植区就能顺利地解决上述矛盾，更有利于普及推广。

这种稻田养鱼方式的基本条件是田头有坑塘相连，此坑塘可大可小，亦可事先开挖面积10—30平方米、深1.5米左右的坑塘，与稻田一埂之隔。它又可用于鱼苗“发塘”。早稻插秧后，稻田开挖了鱼沟后就可将坑塘和稻田相通，将坑塘中已养的鱼赶入稻田中，以后让其自由出入，直至早稻收割时，又将田鱼全部集中入坑塘，然后收割早稻。待整田、插二季稻秧、开好鱼沟后，再将坑塘中的鱼种赶回稻田。

湖北省广济县枚川区灵山村胡茂玉，1983年利用一口0.3亩自然小坑塘相连的2.6亩责任田进行稻田和田头坑塘结合的稻田养鱼。鱼在稻田中饲养348天，其中稻鱼共生时间117天（早稻61天、二季晚稻56天），放鱼2143尾，净收鱼1770尾，215.7公斤。收获率82.6%（表4）。早稻亩产稻谷362.1公斤、二季晚稻亩产271.5公斤，比未养鱼稻田增产稻谷5.81%。平均每亩养鱼纯收入143.74元。象这样的坑塘与稻田结合形式，现在愈来愈多了^[13]。

5. 垒稻沟鱼 即在稻田内起垄种稻、沟里养鱼，是在我国著名土壤学家侯光炯倡导的半旱式耕作法的基础上发展起来的。此法乃综合利用水田资源，改良低产田能增加稻田土壤与空气的接触面积，协调水、气、热的矛盾，增加地温，减少有毒物质的形成和积累，使土壤、水分、小气候，热量始终稳、匀、足、适，促进水稻根系发达，连续吸收水和养分，改变水稻田重力水为侧渗水，通过毛细管上升浸润灌溉。沟内养鱼，鱼的活动产生上下层水温对流，促进养分的分解，保持和提高土壤肥力。深沟蓄水增加了稻田蓄水量，沟内施肥，培肥水质，增加天然饵料，扩大鱼的活动范围。

1986年，贵州省黔东南苗族侗族自治州在全州16个县推广“垒稻沟鱼”的稻田养鱼技术^[14]，87个点，面积10319亩。据1985年在自治州内重点试验67亩实测结果，亩产稻谷690多公斤，亩产鱼31.46公斤。

稻田作垄，垄上种稻，沟里养鱼。沟宽50厘米，深67厘米。垄宽70厘米，可插4—6行秧。取沟泥平铺垄面，免耕插秧。每亩稻田可放养16—17厘米鱼种300尾，其中草鱼种100尾，鲢75尾，鳙50尾，鲤、鲫75尾。养殖期间主要投喂一些青草，喂饱草鱼，其他鱼的饵料就基本不用投喂了。

表 4 1983 年胡茂玉稻田与田头坑塘结合稻田养鱼放鱼、收获情况

Tab. 4 The Effects of Wu's Combination of Ditch and Rice Field Type of Fish Culture in 1983

品种 数据 项目	投 放				起 捕				
	时间	数量 (尾)	规格 (克/尾)	重量 (公斤)	时间	数量 (尾)	规格 (克/尾)	重量 (公斤)	平均尾重 (克/尾)
草鱼	1月10日	161	50—150	11.0	12月23日				
鲤鱼	1月10日	300	50—150	32.5	12月23日	271	200—550	70.5	260
鲢鱼	1月10日	369	20—50	6.5	12月23日	357	100—400	82.75	235
鳙鱼	1月10日	13	100—350	3.0	12月23日	13	300—900	7.8	600
草鱼	6月16日	1 300	5.0—6.7 厘米	4.75	12月23日	1,129	20—650	112.9	
合 计		2 143		57.75		1,770		273.45	
									82.6

重庆市稻田半旱式耕作法高产高效益研究协作组的研究证明，垄稻沟鱼稻谷亩产450—496.5 公斤，亩产鱼 47—51 公斤。现在，湖北沔阳、黄陂等县，湖南、江西等省在适宜的地区都在推广这种类型的养鱼促稻的生态农业，取得了显著的经济效益。

(二) 稻鱼轮作

这是稻作和养鱼轮流生产的一种方式，特别适用于一年之内只种一季水稻，其余时间养鱼。先是稻鱼共生，待稻谷熟后收割稻穗，留稻草在田，灌水沤烂，培育水质，然后象池塘养食用鱼一样按比例搭配多种混养。

1. 低洼田稻鱼轮作 我们在湖北省广济县花桥公社罗皮塘大队一片 19.3 亩的低洼田里进行了稻鱼、鱼轮作^[16]。这片低洼田历来只种一季晚稻，其余时间未作任何利用。1982 年 7 月 2 日整田开挖鱼沟、沟宽 50 厘米，沟深 27 厘米。7 月 3 日插秧，稻种“古 154”，行株距为 13 × 26 厘米。整个稻作期间，没有人工中耕除草，未施用农药防治水稻病虫害，只用过 300 公斤(15.5 公斤/亩)碳酸氢铵和 140 公斤(7.25 公斤/亩)尿素作追肥。产稻谷 5 529.8 公斤，比预定 5 000 公斤超产 10%，单产稻谷 286.5 公斤。

1982 年 7 月 23 日放 6.6 厘米夏花鱼种 19,690 尾(其中草鱼 84%，青鱼 5%，鲢 10%，鳙 1%)，平均亩放 1 020 尾。养殖 64 天，未投喂任何饵料，到 9 月 24—25 日收鱼 10 094 尾，共 229.4 公斤，10 厘米以上的占 10%，10.1—20 厘米的占 70%，20.1 厘米以上的占 20%。

第二季轮作养鱼，稻田经过修理后于 1982 年 10 月 16—21 日放入经两次注射草鱼出血病灭活疫苗的鱼种 10 787 尾，亩放 559 尾。放鱼种重 279 公斤，平均规格 15.6 厘米。从 1983 年 1 月份以后开始少量施肥，4 月份以后逐渐增加饵料投喂量。整个轮作养鱼期间，共施尿素 40 公斤，大粪 1 450 公斤，喂茶饼 600 公斤，浮萍 3507.5 公斤，青草 1 830.5 公斤，加工原稻田留田稻草约 5 500 公斤，共投肥、喂饵料 12 928 公斤。

1983 年 6 月 26—28 日收鱼时进行了详细的验收，收鱼 1 688.95 公斤，单产 87.5 公斤，除去投种数，每亩净产鱼 73 公斤。

稻鱼、鱼轮作仅养鱼的纯收入就有 2 518.65 元，平均每亩养鱼增收 130.50 元。

2. 冬闲田养鱼 此法亦属于稻鱼轮作的一种形式。利用中、晚稻收割后至翌年种中稻或晚稻生产以前养鱼。原来这段时间稻田内蓄水过冬以备来年春耕用水，现在提倡放养鱼种。也有的在中、晚稻插秧后就放鱼种，养到春节前或来年插秧前收鱼。此法一般以养食用鱼为多，产量较高。川东地区冬水田多，很适合发展这种方式养鱼。

1983 年冬，福建省淡水水产研究所陈景洪等^[11]在福建省晋江县岸兜鱼苗场的三块冬闲田中，进行鱼种培育试验。面积 3.8 亩，1983 年 11 月 20 日投放鱼种，鱼种有草、鲤、鲢、鳙等 57.46 公斤，饲养 128 天，于 1984 年 3 月 28 日收鱼，共收鱼 85 公斤，净增重 27.54 公斤。其中鲤鱼日增重 0.2 克，存活率 89.3%。除去鱼种费和饲料费，盈利 91.78 元。

3. 回字形稻鱼轮作 利用未开发利用的低湖田开挖成稻鱼结合的回字形稻田。为了大水不淹，在田内四周取土开筑一道高堤，其高度应在历年最高水位以上 30—40 厘米，需多少土方，即挖多少宽和深，田中留一块口字形田种稻。第一季在稻田中种稻进行稻鱼共生，让鱼在田沟中自由活动，收割稻谷后留稻草灌水淹青，作为第二季的轮作养鱼。这种方法是一种调整农业生产的内部结构，使低洼田成为大水不淹的保收田，是投工少而增加经济效益的好办法。

五、稻田养鱼的前景展望

我国有稻田 37 843 万亩，其中淮河流域以南的省、市、自治区为 34 608 万亩。1959 年，全国稻田养鱼面积为 1 000 万亩，目前，旨在增产稻谷，减轻农民除草劳动的稻田养鱼虽已超过历史最高水平，而且经济与社会效益都较显著，但还远没有达到建设现代化需要的水平。若在本世纪末以前淮河流域以南能发展利用 10% 的稻田养鱼，即 3460 万亩，其中以 50% 面积即 1 730 万亩饲养食用鱼；以 1 730 万亩培育大规格鱼种，食用鱼亩产以 20 公斤计，可产商品鱼 34.6 万吨；大规格鱼种平均亩产以 300 尾计，可产 51.9 亿尾。淮河流域以北稻田面积 3235 万亩，利用 5%，即为 161.75 万亩。按淮河流域以南的方法计算，则饲养食用鱼 80.875 万亩，养大规格鱼种 80.875 万亩，食用鱼亩平按 10 公斤计，可产鱼 0.8 万吨，鱼种亦按亩产 300 尾计，可产鱼种 2.43 亿尾。到那时，全国稻田养鱼稻谷以 1981 年为基础，按增产 10% 计算，每年可增产稻谷 20.6 亿斤。可产食用鱼 35.4 万吨，鱼种 54.33 亿尾。若将稻田所养鱼种供应其他水域养成食用鱼，其产量将十分可观。

鱼种场繁殖鱼苗、稻田培育大规格鱼种，池塘、水库、湖泊等水面养食用鱼，可改变整个养殖生产的结构，解决鱼种供求矛盾^[12]。1986 年，江苏省建湖县发展稻田养鱼 7 万亩，由县三个重点鱼种场提供苗种外，保证了全县 3 万亩精养水面的大规格鱼种的全部自给。这样一来，便可大幅度地提高淡水鱼产量，各地可以根据本地情况，因地制宜地进行尝试。

具体说来，稻田养鱼的前景，从目前看，我国的稻田养鱼的形势较好，每年都在不断地扩大放养面积。多年来，我国水产事业发展较快，但优质鱼市场上供应仍属紧张。各地在调整农业内部结构工作中，明确认为稻田养鱼是促进水稻增产的一项有效途径尚不一致，需要认真宣传推广，努力调动以农业部门为主的积极性，则能更快地发挥稻田养鱼的经济效益的潜力。自 1983 年全国稻田养鱼会议^[31]以后，各省、市、自治区的水产界迅速地因地

制宜开展了推广、普及活动。象福建省科委、水产厅,统一组织全省稻田养鱼科研课题,下达试验项目与专项经费,加强领导,协调技术力量,已经取得了显著的效果。华东地区协作组每年集中活动一次,总结经验,分工协作。许多省都派有关人员赴先进单位参观、学习,结合本省实际情况,加强了对稻田养鱼在淡水渔业中所起作用的认识。召开稻田养鱼专题会议,推广典型,办培训班,普及稻田养鱼技术,以利更大面积地推广,但忽略了邀请农业界一起来搞,这是美中不足之处。

稻田养鱼种应与池塘、水库、湖泊、网箱和家庭养鱼相结合、相配套。这样才能发挥稻田养鱼种的作用。这是淡水鱼产量翻番,农民迅速致富的必由之路^[5,18]。

最近,全国生态农业学术讨论会呼吁加速发展生态农业,以提高生产力。专家们认为近10年来,生态农业的研究和实践在国内日益受到重视,使农业生产结构有了明显的改善。过去偏重于种植业,而不重视农、林、牧、渔等各业的综合发展;从只注意经济效益开始重视社会效益与生态效益相结合;从只重视单项技术,开始重视技术的综合应用和配套成龙了。我们运用草鱼在稻田中帮助稻禾消除争夺肥料、阳光、空间的杂草,就是生态农业的一个典型模式。不过农渔结合得还不够紧密,分工负责还不够明确,因而发展的速度还不够快,面不够广。可是,哪里的农业技术专家重视,哪里的稻田养鱼面积就发展得快而广;哪里的农渔结合得好,哪里的稻谷和鱼产量就增加得多。很明显,要使稻田养鱼达到1亿亩,稻谷增产能符合人口增长的需求,淡水鱼产量翻两番必须要走生态农业、农渔协同的道路。

总之,领导重视,技术过关,因地制宜,典型引路,稻田养鱼在淡水渔业中的作用会越来越大。

参 考 文 献

- [1] 丁瑞华, 1978。稻田养鱼试验及促使稻谷增产原理的初步探讨。淡水渔业, (5): 6—14。
- [2] 广东省水产研究所, 1973。广东省稻田养鱼调查报告。淡水渔业科技动态, (11): 11—13。
- [3] 广东省番禺县水产局, 1974。稻田科学养鱼, 粮鱼双丰收。淡水渔业, (7): 25—26。
- [4] 中国淡水养鱼经验总结委员会编, 1973。中国淡水鱼类养殖学。18、31。科学出版社。
- [5] 王宾贤、雷逢玉, 1981。湖南省稻田养鱼的现状与展望。淡水渔业, (4): 28—31。
- [6] 田景培, 1986。黔东南州推广“垄稻沟鱼”。中国水产, (8): 15。
- [7] 兰汝立, 1979。四川省稻田养鱼初步调查。淡水渔业, (1): 23—25。
- [8] 江苏省南通地区农林局, 1975。稻田试养非洲鲫鱼。淡水渔业科技动态, (8): 23—24。
- [9] 河南省水利局水产处, 1977。稻田养鱼种好处多。淡水渔业, (6): 20—24。
- [10] 赵炳淑, 1966。稻田养鱼技术和合理利用协同农场养鱼的问题。太平洋西部渔业研委员会第八次全体会议论文集, 177—179。科学出版社。
- [11] 陈英鸿、尹孟杰, 1981。稻田养草鱼苗除草促稻谷增产的试验。农业现代化研究, (2): 46—49。
- [12] 陈景洪、陈平莺、金秀美, 1985。利用冬闲田培育鱼种试验报告。福建水产, (3): 40—43。
- [13] 周玉芬、张建柴、张益辉, 1986。坑塘式稻田养鱼试验报告。福建水产, (4): 41—44。
- [14] 郑郭熙, 1965。稻田养非洲鲫鱼的初步研究。水产学报, 2(1): 59—68。
- [15] 汪建国、吴卿琥、罗远忠, 1982。利用稻田培育草鱼种效果好。中国水产(淡水渔业专刊), 45页。
- [16] 汪建国、胡锦尧, 1985。稻鱼、鱼轮作的初步试验。淡水渔业, (1): 34—36。
- [17] 吴卿琥、罗远忠、李金忠、陈英鸿、汪建国, 1986。湖北省稻田养鱼技术推广试验及效果。淡水渔业, (6): 27—28。
- [18] 张寿山、李盛顿, 1985。浅议稻田养鱼的战略意义及其发展路线若干问题。福建水产, (2): 30—34。
- [19] 倪达书, 1984。稻鱼共生理论。科学与人, (1): 10—11。
- [20] 倪达书, 1985。稻田养鱼。淡水渔业(1): 28—31。
- [21] 倪达书、杨兴棋, 1976。稻田养鱼 以渔促农。动物学杂志, (2): 22—24。

- [22] 倪达书、汪建国, 1981。稻鱼共生理论的研究。水产科技情报, (6): 1—3。
- [23] 倪达书、汪建国, 1983。论稻鱼共生生态系统的应用价值。水产科技情报, (6): 1—4。
- [24] 倪达书、汪建国, 1985。稻鱼共生生态系统中物质循环及经济效益。水产科技情报, (6): 1—4。
- [25] 倪达书、陈英鸿、汪建国, 1982。稻田养鱼技术操作规程(草案)。淡水渔业, (1): 26—28。
- [26] 倪达书、陈英鸿、汪建国, 1984。稻田养鱼技术操作要点。水库渔业, (2): 2—4。
- [27] 郭高生、陈圣中, 1982。稻田养鱼鱼养稻的扩大试验。水产科技情报, (3): 15—17。
- [28] 银丕振, 1985。稻田养鱼。农业出版社。
- [29] 浙江省水产局主编, 1985。稻田养鱼技术。浙江科学技术出版社。
- [30] 曾和期, 1979。浅论“稻田养鱼稻鱼双丰收”的生态学原理。淡水渔业, (6): 20—24。
- [31] 黄祥祺, 1983。稻田养鱼鱼养稻, 粮食增产鱼丰收——全国稻田养鱼经验交流现场会侧记。中国水产, (10): 11。
- [32] 曹光熙, 1983。利用中稻田养鱼种的试验。淡水渔业, (6): 29—31。
- [33] 潘树根, 1985。稻田养鱼中稻鱼几个矛盾的处理。福建水产, (3): 44—49。
- [34] 潘树根, 1986。三明市稻田养鱼的战略地位及其发展方向的探讨。福建水产, (4): 62—68。