

## 目 录

开幕词.....	王鸿熙 (1)
泰国东北地区的稻田养鱼——稳定性与持久性.....	K.T. 老凯等 (4)
稻鱼结合——菲律宾具有潜力的提高乡村社会一经济效益的途径.....	C.R. dela 克鲁兹 (16)

## 回 顾 与 展 望

中国稻田养鱼发展史.....	蔡仁遵 (29)
中国稻田养鱼的新进展.....	倪达书 汪建国 (41)
稻田养鱼的现状与展望.....	陈德富 水茂兴 (50)
中国稻田养鱼技术发展现状与趋势.....	张荣叔 (58)
贵州省稻田养鱼现状及其发展趋势.....	施颂发 (66)
黔东武陵山区稻田养鱼技术改革与效益分析.....	陈广城 (72)
论重庆市稻田渔业的发展.....	徐顺志 (79)
稻田养鱼发展初探.....	徐国珍 (89)
生态农业中的稻鱼共生及其宏观发展.....	杨金通 (95)
论高产稻区稻鱼结合的应用价值.....	曹增浩 (105)
湖泊浅水区鱼稻开发的可行性.....	万路麟等 (111)

## 类 型 与 技 术

稻田养鱼的不同形式.....	倪达书 汪建国 (121)
----------------	---------------

稻田养鱼新技术模式的探讨.....	万邦怀等(130)
稻鱼结合的模式及生态效益.....	吴琅虎(138)
“叁稻沟鱼”的试验与探讨.....	阎德娟等(147)
鱼凼式稻田养鱼的兴起及展望.....	冯开茂(154)
叁栽稻萍鱼农作制种养技术研究.....	杨光立等(161)
水田半旱式叁稻沟鱼免耕法的应用和 探讨.....	刘开树等(173)
北方稻萍鱼共生立体农业的研究.....	王在德等(181)
稻鸭“共栖”研究.....	谷义成等(189)
稻鱼结合的经济、生态效果及其种 养技术研究.....	李燮平等(198)
稻田养殖鱼类品种试验研究.....	万邦怀等(208)
沟池稻田养鱼技术的探讨.....	罗光昂(218)
免耕种稻养革胡子鲶的高产技术研究.....	陈华荣(226)
稻田养鱼高产示范试验报告.....	蔡广徽等(236)
稻萍鱼共生稻田养鱼高产技术.....	陈德富等(245)

## 相 互 关 系

稻鱼共生生态系统中物质循环及经济 效益.....	倪达书 汪建国(255)
稻田养鱼建立了稻鱼共生的生态体系.....	肖 帆(263)
稻田养鱼的作用及其综合效益.....	潘隐和(270)
稻鱼增产机理的探讨.....	潘树根等(278)
红萍氮在稻萍鱼体系中的有效性.....	刘中柱等(286)
稻萍鱼共生体系中甲胺磷的分布与 残留.....	徐寅良等(293)
稻田养鱼灭蚊与防制疟疾的效果.....	吴 能等(305)

几种鱼类捕食蚊幼之比较.....	汪建国 倪达书(312)
稻田养鱼对水稻生长发育的影响.....	李端富等(319)
鱼类对水稻病虫、草害控制效应的 研究.....	俞水炎等(326)
杀螟松在稻鱼生态系的残留及在养鱼 稻田的应用.....	楼根林等(335)

## 经 济 效 益

稻田养鱼的经济评价.....	林学贵等(349)
中国稻田养鱼有关经济问题的研究.....	蒋慈茂等(357)
稻田垄栽养鱼的生态和经济效益.....	秦道珠 高菊生(364)

# 开 幕 词

王 鸿 熙

各位专家、学者、朋友们、同志们：

“中国稻鱼结合学术讨论会”，今天开幕了。出席这次会议的有中科院系统，农业、水利和水产科研、教育系统及行政部门的共55位专家、学者，同时我们还高兴地邀请到加拿大国际研究发展中心的农业、粮食和营养科学处高级项目官员麦凯博士，麦凯博士的秘书联秀玉小姐，联合国开发计划署驻泰国的亚洲水产养殖中心网络的高级水产养殖经济学家仲纪柴博士和菲律宾吕宋州立大学淡水养殖中心“稻—鱼”农作制项目负责人克鲁兹博士共四位外宾。有幸能与这么多专家相聚在我国江南太湖之滨风景秀美的无锡市，在淡水渔业研究中心，交流讨论有关稻田养鱼学术问题，我们感到非常高兴。首先让我代表中国农业科学院、中国水产科学研究院对远道而来参加会议的外国朋友和应邀前来参加会议的各位专家、学者表示热烈的欢迎。

我国的稻田养鱼有着悠久的历史。近年来，随着农村产业结构的调整，稻田养鱼这种种植与养殖有机结合的生产方式，由于能充分利用稻田资源，为人们提供更多的劳动报酬，故已为越来越多的人所重视。为了总结我国丰富的稻田养鱼经验与技术，并将中国的稻田养鱼技术推广到东南亚及世界各地，为人类食物生产做出更大贡献，由加拿大发展

研究中心资助，中国农业科学院、中国水产科学研究院联合筹备召开了这次“中国稻—鱼结合学术讨论会”，并期望通过这次会议促进我国各地稻田养鱼技术和种植、养殖不同学科间的学术交流，提高我国稻田养鱼技术研究和稻田养鱼生产水平，为发展世界食物生产做出贡献。

在我国粮食作物中，水稻的种植面积和产量历来均占第一位，稻田养鱼在我国各地都有着悠久的历史 and 传统。50年代我国稻田养鱼曾一度有较大发展，但当时稻田养鱼所依据的是传统经验，技术水平低，广种薄收，效益不明显。此后，由于技术的和其它方面的原因，我国稻田养鱼一直无大的发展。

党的十一届三中全会之后，我国稻田养鱼生产发展很快。据1988年统计资料证明，稻田养鱼的放养面积已发展到1500万亩，实收1195万亩，平均亩产8.87公斤。有些地区亩产量达到250公斤以上，并创造了一些“千斤稻、百斤鱼”的典型。不少农民通过稻田养鱼增加了收入，稻田养鱼技术也在传统经验、技术的基础上获得长足发展。

需要指出的是，1972年中国科学院水生生物研究所倪达书先生提出了以鱼养稻、同时发展渔业的稻田养鱼的试验，进而发展成为稻鱼共生理论。进入80年代以来，我国种植业和水产业科技工作者，依据这一理论，深入研究了稻和鱼的生长发育规律与它们在水、光、肥等方面的共性，结合各地的实际情况，因地制宜地发展了许多稻田养鱼新技术，其中最具代表性的有垄稻沟鱼式、半旱制式、沟凼式、流水沟式和稻萍鱼式等。这些稻田养鱼新技术，丰富和发展了稻鱼共生理论。1984年农牧渔业部水产局将国家经委安排的新技术开发任务中的稻田养鱼技术推广课题下达给四川等18个省

(市、自治区)稻田养鱼技术协作组。经协作组3年努力，近几年发展起来的稻田养鱼新技术得以在我国广大地区快速普及，收到了良好的经济、社会和生态效益，为我国稻田养鱼的大发展做出了贡献。

目前稻田养鱼已跃出自给性生产、自然经济阶段，发展到稻田养鱼与改造农田相结合，与改良土壤相结合，与保护生态环境相结合，与提高稻田利用指数相结合的较高级阶段，并已进入商品经济，在调整我国农村产业结构及国土整治方面起到了重要作用。

我们这次会议，就是要充分交流近年来各地发展起来的各种稻田养鱼新技术，研究和探讨中国稻—鱼结合研究的过去、现在以及发展趋势，稻鱼结合的各种适宜模式，稻鱼间的相互关系，稻田养鱼的鱼种研究，稻鱼共生期间病害防治以及稻田养鱼的经济研究等学术问题。这次会上各位不同学科的专家、学者将要报告他们近年来在稻田养鱼技术方面潜心研究的成果，交流有关稻田养鱼方面的经验，探讨我国稻田养鱼技术发展问题。希望各位专家发扬“百花齐放、百家争鸣”精神，积极进行学术交流，为繁荣农业科学，促进稻田养鱼技术的发展做出贡献。

我相信通过这次会议，农学、水产、卫生防疫、经济等多学科的专家共济一堂，交流、研讨稻鱼生产科学技术，必将有助于我国稻田养鱼研究中不同学科的渗透与结合，促进我国稻田养鱼技术和稻田养鱼生产的发展。会后我们将这次会议交流的材料汇编成册，以便更好地进行交流，为我国和国际食物生产做出更大贡献。

最后预祝大会圆满成功！

谢谢大家。

# 泰国东北地区稻田养鱼

## ——稳定性与持久性

K. T. 麦凯 G. 查普曼

J. 索洛斯 N. 索恩潘

### 一、引言

泰国东北地区的小农在泰国是最贫穷的，该地区在雨季种植一季水稻，在旱季，雨养地区通常种植旱作物（花生和玉米），灌溉地区种植一季旱作物或一季晚稻，使用的品种是传统品种和当地的改良品种。这一地区土壤贫瘠，化肥投入少，杀虫剂有少量使用。最近，研究工作者和农民将鱼引入到稻田里进行饲养，预计稻田生产的多样化将增加收入，减少化肥与杀虫剂的使用，提高农作制度的稳定性和持久性。本文论述检验这一预计的农作制度研究方法论及其初步结果。

### 二、稻田养鱼的历史

自从第一个农民在其捕过鱼的低洼沼泽地上种植水稻时开始，稻田养鱼实际上就可能已经出现了。在中国，稻田养鱼可以追溯到汉代中期（公元100年）（Li, 1986），而在东南亚，稻田养鱼可能在1500年以前就从印度传入。在印度尼西亚，现代的稻田养鱼是从20世纪中叶开始的（Khaoo和Tan, 1980; Ardiwinata, 1957）。

鱼在营养上和经济上对亚洲许多农民均很重要，从稻田中捕获的鱼常常是农民主要的蛋白质来源。稻田中养鱼在经济上也是重要的，并且佃农从中得到的益处比土地主人大（Khoo和Tan，1980）。但是，最近20年来，稻田养鱼的鱼产量急剧下降，Koesoemadinata（1980）在印度尼西亚和Khoo和Tan（1977）在马来西亚的研究指出，这是由于引进了双季稻和三季稻，增加了化肥与杀虫剂的使用造成的，中国也出现了类似的减产现象（Li，1986）。

稻田养鱼在泰国已经实践了200多年，早期的养鱼面积取决于为投放而捕到的野生鱼种数量。20世纪40年代，水产厅开始通过供应鱼苗和提供技术指导，以促进稻田养鱼的发展，因此，泰国中部平原地区的稻田养鱼迅速发展起来，稻田的鱼产量达到了每季作物137—304公斤/公顷，养鱼稻田的水稻单产提高了25—30%。然而，在70年代由于使用高产水稻品种和增加化肥与杀虫剂的投入，几乎导致该地区稻田养鱼的全面崩溃。从此，农民或是将种稻与养鱼分开，或是不再养鱼。

近年开发的稻田养鱼研究多集中于使养鱼与水稻重新结合起来的技术上，包括尽可能减少化肥和杀虫剂对鱼类的有害影响。

在泰国东北地区，稻鱼生产不断扩大，从各方面的农村开发工作者的报告中可以看出稻田的鱼产量在迅速增加，成为唯一的在农民中不推自广的技术，稻田养鱼并不是因哪个开发项目的推动，而是由于一些政府和非政府机构的帮助而扩展开的。

自1984年以来，泰国农业部农作制度研究所和CUSO水产合作人员就在泰国东北地区与农民一起进行稻鱼结合的

农村基点协作研究，设计这项研究是为了检验这样的设想，即将鱼引入到这一地区农作制度中，将提高农业生产的多样性，从而在生态上和经济上获得较大的稳定性和持久性。

### 三、生态系统稳定性的理论概念

生态系统理论议论较多的论题之一是物种多样性与系统稳定性之间的关系 (Odum, 1971)。根据它的基本形式，该理论指出拥有少量作物种类的简单生态系统不如拥有较多作物种类较复杂的生态系统稳定，可是，这个理论存在着重大的争议：（1）测定多样性的方法；（2）测定单位；（3）导致稳定性的机制。最近一致认为增加多样性未必产生稳定性，作物种类之间的连接对于生态系统的稳定性却更为重要 (See Connell和Sousa, 1983; King和Pimm, 1983; Margalf和Gutierrez, 1983)。

在农业系统中，共同的信条是多样性越简单越好，简单系统比较容易管理和为人类社会生产出较多的食品 and 带来较高的经济收入，但是近来这些简单系统出现了病虫害、市场不稳定和环境劣变的问题，表明单一的农业系统是不稳定的，它只能依靠大量的能量与物质投入才能维持。

农业系统的稳定性和持久性日益引起人们的关心，而农业持久性有多种含义，Douglas (1984) 确定农业持久性的三派学说：粮食自足；服务体系 (Stewardship) 和社会。而Altieri等 (1984) 列出了持久农业的主要要素 (保持可再生的资源、使作物和配套技术适应于环境、获得并维持较高而持久的生产力)，但对于这些要素的数量化只做了很少的工作。在作物育种中，稳定性被用以测定品种在地理上和时间上的变异性；但是，稳定性通常不用作农业系统的特

性。

Conway (1985) 为阐明农业生态系统确定了4个有用的系统特性。

1. **生产力** 是指每一单位投入获得的产品净增值。通常用年产量、净收入和毛边际效应表示；

2. **稳定性** 是指无论在正常的环境中，还是在波动的环境中生产力保持稳定的程度，以生产力变异系数表示最为方便；

3. **持久性** 是指一个系统在逆境或反常的环境下，维持其生产力的能力。这里的逆境是那些有规律的，有时连续发生的，相对较小的和可以预报的障碍。与之相反，反常的环境则是无规律性的，不经常发生的，相对较大的和不能预报的障碍。不幸的是，测量是困难的，常常只能在障碍出现以后才能进行。缺乏持久性可以由生产力的下降来认定，但是象经验指出的，崩溃同样可以突然发生而无任何征兆。

4. **均衡性** 是指农业生态系统的产品在它的人类受益者中如何均匀分配。系统越平衡，农产品、食品、收入或资源在农场、村庄、地区或国家人口中分配就越公平，它可以用系统分布或基尼系数来表示。

#### 四、研究方法

本论文选用了稻田养鱼较大研究的结果，这些研究是通过改良使农业生产多样化以增加农民收入的研究项目的一部分，这些研究针对农民现有技术与农民共同研究，并向其它农民推广，这项工作由泰国农业部农作制度研究所负责实施。

农作制度研究所采用了由国际水稻研究所初步编写，以

后经过亚洲各成员国实践者修正过的农作制度研究方法论。该方法强调研究试验的自始至终必须有农民参加，其首先是进行正式的或非正式的试点实地考察，以确定与研究有关的农艺、经济和社会各方面的背景资料，然后根据收集到的试点基本情况资料设计与农民密切合作的农村试验，对实施的试验要进行监测，同时要收集有关的生物、经济和社会的参数数据。

这项研究在泰国东北地区塞贡（Sakon Nakhon）和厄蓬（Ubon Ratchathani）两个基点上，通过与农民密切合作已经得到贯彻实施，在两个试点上，灌溉与非灌溉两种类型的农作均被研究。在塞贡试点，农民在稻田里养殖的鱼种有鲤鱼、尼罗罗非鱼、鲃鱼（Silver barb），而厄蓬点农民在稻田里养殖鲤鱼、*S. niloticus* 和 *S. mossambica* 的杂交鱼、以及鲃鱼，在1985和1986年还养殖了一些鲢鱼。

由于研究时间较短，还不能得出稳定性和持久性的变化，但已测定了能反映稳定性的因子，如农作生产力，农作收入，病虫害发生率，化肥农药的需要数量和农民对新制度的认识。

## 五、试 验

在试验之初，首先在全省范围内征求村民的意愿，确定愿合作的农民，然后对其基本情况进行调查。

在塞贡地区根据调查结果，设计了一个用以评价稻田养鱼在防治病虫害中的作用的试验。在灌溉区和非灌溉区上各选择3户农民，由于其中1农户在其净作稻田上施用了杀虫剂，故在试验分析时将其排除出去。每户农民选择相邻的养鱼稻田与净作稻田供研究，为了调查病虫害，每一块稻田

选定50穴水稻供定期调查，在水稻全生育期中共调查了8次。与此同时，也对鱼进行取样，以调查确定鱼胃内保存的虫子数量。

在厄蓬地区试验均在农村基点贯彻实施。这些试验是对比性试验，以观测稻田养鱼对水稻产量的影响和监测“稻—鱼”种植制度与净作水稻种植制度的经济效益。试验采用了不同的放养密度，在1984/85年度试验中，每公顷稻田养鱼是2500尾和5000尾，鲤鱼、尼罗罗非鱼和鲃鱼的投放比例为1 : 2 : 2。在1985/86年度，应用了每公顷2500尾、3750尾和5000尾3种放养密度，鲤鱼、尼罗罗非鱼、鲃鱼和鲢鱼的放养比例为10 : 5 : 4 : 1。

## 六、调查项目

采集数据的主要方法包括每周采访，辅之以结合合作农民的有关测定与实地记录的资料。原来打算在鱼的生长过程中，对稻田里饲养的鱼定期取样进行测定，但是，这项工作十分困难，虽然将稻田中的水排浅后，在稻田的鱼沟或鱼凼内能够容易地取到鱼样，但是在农村条件下，这样做是不可能的，甚致，该地农民还常常在鱼沟旁再挖些沟以防所养鱼被盗，而且鱼是持续不断的出塘以供应自家消费和市场。在有些稻田里，因有前一季留下的成鱼和小鱼，控制稻田的放养密度也是困难的，对于这种养鱼稻田的放养密度只能靠估计。鱼的重量由研究人员在场时捕到的鱼求得，因此根据农民提供的每周所捕获的鱼的大小和数量，便能估计出鱼产量。

水稻产量是以每公顷稻田收获25个样点（每个样点面积为3平方米）的水稻进行估计的。合作农民将取样小区的水

稻单收单存，待研究人员称重和测定水分，农民也要提供自己估计的整块稻田水稻产量。辅助测量包括养鱼稻田所占面积的测量，以便能准确计算出放养密度和产量。

## 七、结果与讨论

1. 农场特点 参加稻田养鱼项目的两个省合作农民均有代表性，例如在塞贡被调查采访的30户农民，平均每户占有面积是3.3公顷。在厄蓬地区，农户占有面积的大小也是相同的。

糯稻是大多数农民种植的主要作物，虽然在旱季灌溉条件下也常有非糯稻的种植。农民使用的品种很多，在塞贡，采用的水稻品种至少有17个，在厄蓬也有12个。当地改良品种是最普及的品种，但是传统品种也很重要。在塞贡地区，一季只种一熟水稻，即使有灌溉条件的地区也是如此，在厄蓬省的灌溉地区，旱季通常种植晚稻（但并非全部稻田均种稻）。近年来，由于水稻价格低，导致了旱季水稻种植面积的减少。在两个试点上，雨季（6—10月）是主要的水稻种植季节。

保证农民粮食自足在两个试点上均是十分重要的课题，农民通常保存1.5—2吨水稻供自家消费。雨季种植的糯稻一般用作自家消费，而旱季收获的稻谷大部分被销售出去。稻田在提供其他食物中也是重要的，塞贡省稻田的研究项目除水稻和鱼以外，还有虾、蟹、蜗牛、水生牵牛和蛙等来自稻田的重要食品。Heckman (1979) 研究指出，泰国东北地区的稻田是向农民提供多种产品的复杂生态系统。在塞贡，鱼是膳食的重要组成部分，据大多数农民说，他们一天至少要吃一次鱼（这项调查是在雨季进行的，在旱季当水与鱼缺少时

结果可能会不同)。塞贡和厄蓬的灌溉区，种植多种其他作物，在旱季通常种植蔬菜和诸如花生、玉米等旱作物，而在无灌溉能力的农田里，旱季只生产蔬菜。所有农户均养殖家畜禽，鸡、水牛和奶牛是最重要的，其次是猪和鸭。

**2. 稻田养鱼生产** 稻田养鱼在泰国东北地区正在迅速推广，塞贡43%被采访的农民是第1年从事稻田养鱼，而只有10%的农民有3年以上的稻田养鱼经验。1985/86年度进行的第2次农民调查表明，有更多的农民开始实行稻田养鱼，以前已实行稻田养鱼的农民也在扩大养鱼稻田面积。厄蓬也有相同的发展趋势。在这两个地区，农民很愿意接受稻田养鱼，稻田养鱼给农民创造的产值也很大，塞贡70%被调查农民认为稻田养鱼对于他们十分重要。

这两个地区只有很少一部分农民在稻田里使用杀虫剂。塞贡地区87%的农民不使用杀虫剂，13%使用杀虫剂的农民均种植灌溉稻，其中2户农民仅在净作稻田里使用杀虫剂。厄蓬有些农民使用杀虫剂是为了防治螃蟹，农民晓得使用杀虫剂对鱼有危险，所以农民表示他们不会在养鱼稻田使用杀虫剂。

在两个点上都没有成套的稻田养鱼方法，农民挖的鱼塘、鱼凼和鱼沟种类差异甚大，放养密度、混养鱼种和辅助饲喂方法也有很大差别，从这项研究得出的一个重要结论是研究人员必须观察和了解农民的方法，而不是在没有农民参与的试验条件下设计最佳系统。

**3. 病害与虫害** 养鱼稻田和净作稻田有关病害与虫害的初步数据尽管统计分析的还不完整，但是结果有力地表明养鱼稻田水稻病害与虫害总发生率显著降低，其中水稻病害发生率下降最大。1986年作物年的研究表明，尽管该年病害

发生较轻和病害种类不同，但是病害的发生率几乎没有差别（Chapman等，1987）。根据研究结果，Chapman等做出这样的结论：稻田养鱼能够防治害虫，但是并不能防治真菌病。稻田养鱼防治虫害（可能还有病害）的机制和防治病虫害最有效的鱼种目前尚不清楚，需要进一步研究。

4. 水稻产量 厄蓬农村试点各试验田的水稻单产变异很大，自由度很小，这种产量差异是由于环境因子和管理因子引起的。但是，根据1984年雨季从每公顷养鱼5000尾的稻田水稻产量看，稻田养鱼也是引起水稻产量变异的重要因素，不过放养密度较低的稻田则不受影响。

农民估计的产量比作物取样估计的产量变异大，养鱼稻田和净作稻田的水稻产量现在还不可能看到统计学上显著的差异，但是，这两个地区的农民均认为稻田养鱼能增加水稻产量。实际上，厄蓬地区的农民在养鱼稻田里已经减少了化肥施用量，并希望保持相同的水稻产量水平。

5. 鱼产量 在厄蓬，雨季的鱼产量仅是旱季产量的25%，然而1984年雨季是农民从事稻田养鱼的第一季，鱼产量较低的部分原因是由于缺少经验，一些鱼被洪水冲走，也有一些鱼当季未捕获，一直养到1985年旱季。每公顷稻田鱼的总产量只有134公斤是因为农民没有经验和缺少投入，将来鱼的产量应该向稻田养鱼有悠久历史的国家，如中国的每公顷稻田产鱼200—250公斤的水平（Li, 1986）前进。

稻田产出的鱼1/2作为食物出售，1/3供自己消费，13%作为鱼种（鱼苗）出售，而且农民能提供自己稻田养鱼需要的大部分鱼苗。农民认为大宗的现金收入依靠出售水稻，他们将稻田里的鱼只看作是存在银行里的现金，尽管农民几乎每天捕鱼以供自己消费，但只在需要钱时才出售鱼。

虽然农民常常在净作水稻田里捕鱼，关于净作水稻田鱼产量的数据则很少。Fedoruk和Lilaphatra (1985) 指出，稻田中野生鱼的产量已由1975年的77公斤/公顷降低到1981年的28公斤/公顷，至于其他水产品（虾、螃蟹、蛙、蜥蜴、蜗牛等）则没有任何数据。

**6. 稻田养鱼的经济效益** 实行稻田养鱼以后，雨季和旱季的产值均增加了 2.5 倍，但是费用大幅度地增加，尤其在雨季，造成第一季亏本。仔细审查费用可以看出，它们是由于挖修鱼沟（由项目补助，但包括在费用里）、购买鱼苗、大量稻糠用于辅助投喂的开支，如果农民自己挖鱼沟（旱季农民是自己挖鱼沟的）和减少投喂稻糠开支可减少费用40%左右，实际上在随后的生长季节已经减少了糠麸投喂，显然是因为饲喂糠麸效益不好。尽管要花较高的开办费，稻田养鱼还是比单一种稻收入多，如果开办费减少了，稻田养鱼获得的利润超过单一种稻的2.5倍，这样就有能力偿还刚开始时开支，并可在第一季稻田养鱼便获得收益。这对于没有积蓄和贷款门路的农民是非常重要的。

旱季稻田养鱼的经济效果非常好，不仅挖鱼沟和购鱼苗成本低，而且减少了化肥施用量，总费用低于单一种稻的费用，结果稻田养鱼的利润超过单一种稻利润的 2 倍，单位劳力投入收益较多。厄蓬地区的农民现在已经认识到旱季稻田养鱼的价值，在旱季甚至有的稻田只养鱼不种稻。塞贡的调查结果表明种稻与养鱼之间不存在争劳力的矛盾。在厄蓬，如果鱼和水稻同时收获，可能发生争劳力的矛盾。

如果今后每年能取得旱季这样的结果，稻田养鱼可提供使农户收入增加 1 倍的潜力。稻田养鱼这项技术在农民中迅速推广应用，反映了农民欣赏稻田养鱼的经济价值。

## 7. 稻田养鱼的生态系统特性

**生产力** 尽管这些农村基点试验数据不完整和不能用于统计分析，但是这些数据表明增加农业生态系统多样性能提高生产力，在稻田养鱼不仅增加水稻产量，而且增加鱼产量，最终实现总产量和总收入增加。

**稳定性** 在塞贡和厄蓬两个试点，水稻生产的稳定性是相当高的，厄蓬的水稻单产变化较大，可能是由于该地区降雨较少。由于稻田养鱼研究时间短和这项技术推广快，现在还不能测定稻田养鱼制度的稳定性。Middendrop和Verreth (1986) 指出，鱼产量没有水稻产量稳定性高，水稻与鱼的价格被认为是影响稻田养鱼稳定性的主要因子。但是，将养鱼引入水稻生产系统提供新的食物与收入来源，减轻虫害，有可能减少化肥施用量，这就增加了生态系统稳定性。

**持久性** 现在还不能确定稻田养鱼农作制度的持久性，但是，该农作制度具有助于持久性的一些特征：化肥农药和其他外来投入减少了；它适应社会环境；促进了农作制度各个方面的协调发展。

(I) 减少投入。在稻田养鱼需要的附加投入很少，诸如白蚁之类的鱼饲料可以在当地收集，水稻糠麸虽然需要购买，但是当地货源充足。农民也向鱼塘或鱼沟内投撒其他物质，如垃圾、牛粪、香蕉假茎等，以便向鱼间接地提供食物和培肥稻田。开始养鱼时鱼苗要购买，以后农民便会自己繁育鱼苗，以提供自己稻田所需的大部分鱼苗。鱼可以减轻水稻病虫害，减少使用农药，也有助于防除杂草。此外，农民现在正在试验稻田养鱼是否能够减少水稻的化肥投入。

(II) 适应社会环境。稻田养鱼生产是泰国东北地区许多农民惯用的传统捉鱼的发展，捉鱼与养鱼是紧密地联系在

一起的，农民常常食用和销售价格较贵的稻田鱼，也经常食用与销售捉来的野生鱼，捉鱼技巧和在稻田出水口设置拦鱼网等公众已经掌握。养鱼劳动常常被看成是一种消遣。此外，诸如捕鱼、护鱼和喂鱼等劳动均能由儿童承担。

（Ⅲ）附加效应。采用稻田养鱼制度可以增加农业生产的义务和改进管理，农民每天用一半时间查看鱼情，维持水位和修筑畦埂以及改进水稻田间管理。在塞贡的雨养地区，产生了很有趣的影响，农民过去习惯居住在与农田有一定距离的村庄里，仅在雨季将家搬到田间临时住棚，但是，要保护鱼不被偷盗需要周年不离田间，有些农民在旱季也把家搬回田间，并且在鱼塘周围用养鱼稻田中的水来灌溉菜园与果园，以增加旱季食物生产。

均衡性 测定均衡性显然需要进行长期的研究，但是，稻田养鱼需要现金少，食物和现金回拢快和劳力需求多，使得稻田养鱼对泰国东北地区的贫困农民，特别对贫困小农很有吸引力。在塞贡有农业以外收入来源的农民对稻田养鱼不积极；性别间的均衡性也是个重要问题，养鱼生产需要男性劳动多，妇女和女孩子很少参加养鱼劳动，但全家均受其益，首先是增加了蛋白质来源。

8. 结论 在泰国东北地区，3种鱼引进到稻田养殖表明稻田养鱼可以增加养鱼稻田的水稻与鱼的产量，稻田养鱼降低了病虫发生率，把农作制度与生态系统联结了起来，减少了对外部投入的依赖性，农民又乐意接受，这些事实均表明提高了的稳定性和持久性将是引进了复合种群农作制度的特性。

# 稻鱼结合——菲律宾具有潜力的 提高乡村社会—经济效益的途径

C.R.dela 克鲁兹

## 一、导 言

菲律宾正在经历一场经济危机，为了缓解这种困境，制订出了一些发展战略和策略，其中之一是由国家经济发展署（NEDA）提出的中期（1987—1992）发展策略，其宗旨如下：①减轻贫困；②提供更多的就业机会；③促进公平和社会公德；④保持持续的经济增长。

在菲律宾经济中农业一直占重要地位，国民生产总值的1/3来自农业。然而，乡村仍困于贫穷。与城市比较，乡村的贫困率（67.1%）高于城市（56.7%）。

在NEDA提出的6项目标中（1987—1992），农业/乡村将着重下列4项，即：①提高小农的收入；②保持生产力的增长；③实现生产要素与收益的公平分配；④争取食物自给自足，改善生活营养健康水平。

为实现这些内容和目标，对于本国原有的或外国引进的各项农业技术的潜在生产力、效益和适应性进行一系列的回顾和考察，其中稻—鱼结合农业是一项值得重视的技术。这种农作制度很久以前就成功地使用于中国、印度、印度尼西亚和泰国等国家。中国和印度使用此种技术已各约达1700年和1500年的历史（Liao 1988），印度尼西亚和泰国则分别

为100和200年 (Ardiwinata 1957; Pongsuwana 1962)。这些国家的稻农很早就知道把“稻—鱼”农作制作为一种脱贫的办法。出于同样的目的, 菲律宾正与各邻国并肩发展“稻—鱼”农作制。尽管采用“稻—鱼”农作制是一项较新的运动, 但已引起政府以及水稻和渔业科学家越来越多的关注。

本文论述了菲律宾“稻—鱼”农作制的发展潜力、现状、有利因素、不利因素及加速应用所需的技术上的改进。

## 二、“稻—鱼”农作制的潜力

稻—鱼农作制的发展潜力可根据可供利用的稻田资源及其可能对乡村社会—经济与生态环境的影响来进行评估。

1. 稻田面积 全国栽植稻谷的面积约为340万公顷, 其中灌溉田1837万公顷, 雨养田140万公顷, 其余的为旱田(表1)。这一区域不包括由4个省(Kalinga-Apayao, Benguet, Mountain和Ifugao)组成、地势高的Cordiller<sup>a</sup>地区, 仅Ifugao的Banaue水稻梯田面积就有3万公顷, 这是高海拔地区发展稻—鱼农作制具有潜力的一个例子。据文献记载, 1987年Ifugao有25.5公顷的稻田采用了稻—鱼结合。由于不充分利用和废弃的原因, 梯田面临破坏的可能(Sevilleja 1988)。

全国水稻生产集中在Luzon的Ⅱ和Ⅲ区以及Visayas的Ⅵ区, 占总产量的50%。Ⅱ区和Ⅲ区分别有全国最大的灌溉系统, 即: Magat河的多功能水利工程及Pampang河上游的综合灌溉系统。Cagayan谷地(Ⅱ区)基本上是为陆地所包围的地区, 而中Luzon(Ⅲ区)很大部分为内陆地。上述3个区总计有灌溉地约35.2万公顷(Sevilleja 1988)。

表1 1987年菲律宾稻谷种植面积（公顷）

主 要 岛	灌 溉 地	非 灌 溉 地	
		水 田	旱 田
Luzon	1175710	683980	60680
Visayas	264270	426200	26820
Mindanao	385270	230820	77160
总 计	1837250	1401000	164660

资料来源：农业统计区，1987

显而易见，灌溉区比非灌溉区更适于稻—鱼结合，它具有调控且可靠的水供应。但是，非灌溉区有持水良好的土壤及丰富而均匀的雨量分布，可以获得与灌溉区同样好的产量。只要采用适当的稻—鱼农作制，至少一年一季“稻—鱼”结合可在全国许多区域推行。雨养田和旱田区的稻—鱼结合农业可能对农民的生活产生更大的影响，因为通常他们比灌溉区的农民相应要穷。

并非所有的稻田都可改为稻—鱼结合生产，因为有一些限制因素，如：土壤不适合（土壤持水力太差），灌溉水或降雨量不足，位置距村庄或农户太近等。考虑到只有30%或者说54万公顷的灌溉稻田可改为稻—鱼结合，且保守地估计每公顷产100公斤鱼，这就意味总计有5.4万吨的鱼。这种稻—鱼结合潜在的渔业产量至少分别占1985年内陆渔业产量估计值（260250吨）的21%和水产业（494742吨）的11%（SEAFDEC Newsletter 1988）。这对于实现把年人均鱼消费量从38公斤（SEAFDEC Newsletter 1987）提高到45公斤

的目标作出重要贡献。这种推算的生产值实际上是低的。当农民掌握了这一技术，稻—鱼结合栽培的应用以及每种作物的产量会得到增加。这样，水稻和鱼增产增收3倍或更多是很有可能的。另外，这种生产方式风险小而且只要少量投资，不象池塘养鱼，修筑鱼塘需要较多的资金。

2. 社会—经济要求 稻田养鱼对农民有许多好处。它对于小规模劳动密集型稻作非常合适，它能使农民的产品多样化，而且充分利用农业劳动力。同时，土地资源通过养鱼也得到极大利用，这正是缺乏的东西且往往是小农生活中仅有的资源。加之稻田鱼还可有效地改善农民的营养条件，提供容易利用的新鲜价廉的动物蛋白质来源。特别是对于那些生活在内地和地域开阔处的农民，尽管国家有丰富的渔业资源和发达的池塘养鱼区，但上述地区的鲜鱼分配和供应仍不均衡而且相当不足。造成这种现象部分原因是交通运输不发达，而且淡水鱼塘还很不足。有调查表明，大约80%的稻田鱼是由农民消费的（Tagarino 1985, Sevilleja 1988引用）。

稻—鱼结合农作系统无需要求新区花费很高的转变（经济和生物学两方面），如红树林变为鱼/虾塘。它不需要资金投入，却提供了令人满意的效益和发展的门路。与水稻单作相比，稻—鱼结合只增加极少的养鱼费用，而净收入高出27%（Arevado, 1987）。与淡水鱼塘养鱼和培育鱼苗相比，稻—鱼结合的报酬率和资金生产率要高（Sevilleja和Torres, 1983）。采用稻鱼轮作，可减少整地费用、节约肥料和杀虫剂，这些优点已被dela Cruz和Lopez所证实（1980）。

通过上述可见，农民应取得由稻—鱼结合而来的经济效

益。在此经济困难时期，稻—鱼结合可提供多年来小农低产低收入难题的解决办法。在中国，稻田养鱼已被作为一种补充池塘鱼供给的重要办法。中国农民需要提高收入，城市需要多样化的作物供给，稻田养鱼成为解决这些挑战极有潜力的途径（Xu和Guo 1988）。

### 三、稻—鱼结合的现状

菲律宾科学的稻—鱼结合生产开始于1974年中Luzon州立大学的淡水水产中心（FAC/CLSU）。此时正是那些在稻—鱼结合方面领先的国家（中国、日本、印度尼西亚等）最不感兴趣的时期。其在这方面兴趣的降低是由于现代农业技术的应用，包括早熟高产水稻品种，多次使用水稻杀虫剂。因此，本世纪70年代，许多稻—鱼结合的出版物来自菲律宾（Maclean 1986）。

尽管看起来种稻和养鱼存在着矛盾，但通过研究工作已经得出了使此两种生物和谐共存的技术——稻—鱼结合栽培制度。

现将有关这种技术的试验、所遇到的困难和最近的进展论述如下：

1. 技术试验 全国性田间技术试验由原农业部和自然资源部联合发起。38名稻—鱼生产技术人员得到了这项田间试验的初步培训。培训从1977年10月至1978年3月，取得了预期的结果。1979年5月进入生产试验阶段，另外78名技术人员接受了培训（dela Cruz 1980）。在目标地区选定上不断地进行了改进和调整，并更新、出版发行了许多技术手册。在1985—1986年，最近的生产试验阶段选择北Luzon（I区）作为目标区。但这项工作因1986年2月革命引起的

政府改组 (Arce 1988, 私人通信) 暂时中止。试验区全国生产试验与取得的产量列于表 2。

按现有的行政体系, 农业部通过农作制度研究继续上述试验, 稻—鱼结合的农村试点工作被纳入水稻农作制度。

**表 2 全国稻—鱼结合生产试验的总面积和产量水平**  
(Arevalo, 1987)

年 份	总 面 积 (公顷)	农 场 数 (个)	农 场 平 均 面积 (公顷)	产 量 (公 斤 / 公 顷)	
				稻	鱼
1979	193	428	0.45	4965	115
1980	249	446	0.56	5150	208
1981	497	1141	0.44	5015	115
1982	1397	2284	0.61	5010	174
1983	759	1337	0.61	4450	164
1984	424	932	0.45	3900	152
1985	607	1177	0.52	4300	119
1986	185	550	0.34	3850	140

**2. 发展的限制因素** 虽然研究工作已经初步制订了可供实施的技术, 但还存在着一定的技术的、社会—经济和管理有关的限制因素, 这在全国田间试验中遇到过。延滞稻—鱼结合发展速度的主要限制因素如下:

(1) 杀虫剂 目前的稻田养鱼技术一般配合一定的农药种类和适宜的施用方法。这就是土壤混合法使用呋喃丹 (Furadan) 或甲基氨基甲酸酯 (Curaterr 3G即 Carbofuran), 它们已被证实对鱼是安全的。尽管如此, 它的使用

与其他商标杀虫剂的使用仍被一起认为是一个主要限制因素。许多农民还是喜欢在没有鱼的情况下使用农药，因为他们确信这是高产的保证。

(2) 放养鱼的规格 因为水稻栽培时间较短，特别是高产品种，所以鱼在田间的生长期有限。因而，必须放养在稻田里生长快的大规格的鱼苗（15—25克），如罗非鱼或鲤鱼，使其在水稻收获时达到具有商品价值的尺寸（大于100克）。不过，这样规格的鱼苗如农民要买的话就显得太贵。

(3) 社会限制因素 稻—鱼结合在我国相对来说还是一个新技术。菲律宾农民仍缺乏经验，尚没充分显示出其潜力。很多人还习惯于单作水稻。对于他们来说，改变农作制度就意味着增加劳动量以及用于鱼苗和其他养鱼投入的额外开支。

另一可能的制约因素是农场的大小和所有权。许多大于5公顷的农场由农场主雇佣农工耕作，他们对由此得到的收入已感到满足，因而用其他作物来搞多种经营看来不会吸引他们。

(4) 水的管理 充足的水供应对稻—鱼结合非常必要。在菲律宾，轮班灌溉水层在下轮灌水前经常不足保持所要求的深度。因此，在水利不便的地区，采用50—100厘米宽、30—40厘米深的沟作为一种在低水位情况下的临时避难所看来是不够的。

3. 最近稻—鱼结合的新进展 最近的进展和趋势表明，稻鱼结合具有比以前更加广阔的前景。有下列几个方面：

(1) 更多的技术可供采用 稻—鱼结合的复兴使有更多本国和外国的技术（从中国、印尼以及泰国）可以试验。

今天，国内先进的稻—鱼农作制是兼作和轮作。稻—鱼兼作栽培是在同一块田里同时种植水稻和养鱼。轮作制包括在净养鱼的前或后，净作水稻或稻鱼混作。这些制度可用于放养鱼苗或大规格鱼种以及可供食用规格的鱼。当前，生产食用规格的鱼是在既可兼作又可在净养的稻田里进行。而繁育鱼苗则如Laguna地区在净养稻田里进行。在印度尼西亚，兼作制多用于鱼苗生产。

在上述两种农作制中采用的鱼的种类主要为罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*)。虽然鲤鱼 (*Cyprinus carpio*) 也用来与罗非鱼的混合放养，它仍不及罗非鱼受欢迎。这两类鱼在菲律宾的产量见表3。该表还表明当前应用稻—鱼结合栽培的主要国家的产量情况。

尽管在雨养田（水田和旱地）上还没进行研究，但泰国雨养环境下的稻—鱼农作制可供检验并可被用于菲律宾当地的条件。在此方式下鱼的产量可与灌溉条件下的相比拟（表4）。

表3 灌溉条件下稻—鱼农作制稻和鱼的生产

国 家 (地区)	稻—鱼结合/鱼的养殖期	产 量	
		稻 (吨/公顷)	鱼 (公斤/公顷)
中国			
湖北 1983	稻—鱼田沟式，两季稻，384天	9.5	1119
四川 1986	轮栽稻鱼，一季水稻 (143天)	7.8	1572
湖南 1986	平板式稻萍鱼，二季稻	11.4	760
湖南 1986	平板式稻萍鱼，一季水稻	8.0	731

(续)

国 家 (地区)	稻—鱼结合/鱼的养殖期	产 量	
		稻(吨/公顷)	鱼(公斤/公顷)
湖北 1982	低洼田稻鱼轮作, 一季稻238天	4.3	1812
印度尼西亚			
Sukabumi	轮作(稻鱼—鱼—鱼;		
W.J.	稻鱼—鱼—稻鱼; 等)		250—400
Cianjur	稻鱼轮作		302—780
W.J.	兼作90—120天		100—200
菲律宾	轮作(稻—鱼), 施肥, 120天		298—477
	投饲, 120天		500—690
泰国	兼作, 120—150天		300—900
	轮作, 120—140天		750—900
	深水稻, 180—240天		900—1800

资料来源: Xu和Guo 1988, Koesoemadinata和Pierce 1988, Dela Cruz和E.A.Lopez 1980, G.Spiller 1985, P. C.Sevilleja 1988

表4 泰国两养田稻—鱼农作制的生产力

方 式	栽培时期 (天)	每作鱼的产量 (公斤/公顷)
截水池	120—150	30—60
开放式沟渠	120—150	120—180
封闭式沟渠	150—210	180—300
梯田	150—250	400—600

资料来源: Spiller 1985

(2) 为改进技术而不断地研究 目前, 建在菲律宾的国际水生生物资源和管理中心 (ICLARM) 及国际水稻所 (IRRI) 正与FAC/CLSU和农业部协作推进稻—鱼农作制的发展。此外, ICLARM与英联邦海外开发署 (UK/GDA) 还参与了FAC/CLSU通过遗传学研究改善罗非鱼 (*O. niloticus*) 品质和生长速度的工作。

(3) 农业生产资料的涨价 无机肥和合成农药的价格不断上升, 可以预计有机肥 (绿肥和家畜粪肥) 和植物性杀虫剂如印度楝的产物将会更多地用于稻田。此外, 不断地筛选低毒农药的努力也生产出几种对鱼安全的杀虫剂 (Arce 1988)。通过下述方法以适当的管理措施也可使农药的不利影响减小到最小限度 (Working Group Report 1988):

①政府禁止使用剧毒和持久毒性物质; ②选用低毒物 (半致死剂量 $TL_{50} < 0.1\text{ppm}$ ) 和可生物降解的农药; ③遵循适当的施用方法, 如使用最小有效剂量; 往土壤中施用颗粒剂, 而不是撒入水中; 在傍晚当水较凉时撒施 (对鱼毒害较小); 喷药时或排水或把鱼赶到沟渠里或提高水位以稀释农药等等; ④教育农民安全地使用农药; ⑤小流域的统一管理防止农药滥用; ⑥改变采取能够最大限度减少或避免鱼和农药接触的稻—鱼方式, 如稻鱼轮作。例如: 在“稻—鱼—稻”轮作方式中, 两种作物分别地或相继地在同一块土地上培育, 当鱼还没放养的时候可对水稻施用农药。

(4) 害虫综合防治 从生态学观点看, 鱼对水稻害虫的控制作用 (Khoo和Tan 1980; Liao 1980; Xiao 1988) 具有长远的意义。虽然它作用有限, 但其对害虫的生物防治作物将有效地减少投放于稻田环境中的杀虫剂数量。当农民充分地认识到稻田养鱼的好处时, 他们自己就会约束自己往

稻田里滥用农药。这将改善稻田的水环境，而稻田环境污染常是河流和其他水体被污染的原因。

有迹象表明，政府和农民最终认识到农药带来害处大于好处的时刻即将到来。中国和印度尼西亚通过病虫害综合防治来减少在稻作中使用杀虫剂，已取得一定程度的成功。1986年，综合害虫防治使印尼杀虫剂用量约减少2/3，由1.42万吨减少到1987年的5800吨。

农民的开支降低了，政府节省了几乎500万美元的农药补助（Todd 1988）。最近，菲律宾一些农民也通过综合生物防治降低了生产费用，提高了产量（Manila Bulletin 1988年9月20日）。这一发展确实为稻—鱼结合提供了更大的机会，并为改善人类生活环境提出了新的希望。

（5）综合土地改革计划的实施 稻—鱼农作技术将会自然地吧好处带给贫困的农民，特别是那些只有非常有限土地的农民。

在一定的时间内，菲律宾农场的规模将会减小，因为将实施最近制定的关于综合土地改革计划（CARP）的法律。当每家农场规模减小时，人们将寻求通过多种经营增加生产力的途径。

#### 四、研究和技术发展的动向

实验站研究和农村试点研究正在进行，以促进技术发展。FAC/CLSU受托进行由亚洲开发银行（ADB）资助的ICLARM/IRRI/CLSU协作的稻—鱼农作制研究中的实验站研究工作。此项目的另一部分是农村试点，主要与各成员国的国家项目协作进行。

在菲律宾，ICLARM/IRRI/CLSU项目是和农业部的农

村试点合作进行的，其它成员国有：印度、印度尼西亚、泰国，预期还有孟加拉国。

下述是一些当前和将来为了加强稻—鱼结合应用的研究领域，以阐明其限制因素，增加效益的首要环节，改进稻—鱼农作制的试验，以及罗非鱼品质的改良等。

1. 效益 高产并不一定意味着高收益。因此，现有及新开发制度的经济和效益需要进行进一步评价。农民宁愿要高收益，而不要高产量。因为高产常与高的生产成本和大的风险相联系。它是一个单一的因素，足以使农民决定采用某一特定的稻—鱼农作制度。

2. 改进的稻—鱼制度 一个改进的制度应能适应农药的使用，延长鱼的生长期，从而回避放养鱼苗大小的问题。其中一例是再生稻制度，它可以延长鱼的培育期（Torres 1988）。“再生”是指让稻的残株（稻收获后留下的）第二次长出分蘖和稻谷，施用或不施新的投入，如肥料和农药等。另一具有潜力的制度是现今正在FAC进行试验的稻—鱼田与池塘相结合。这在中国、印度尼西亚和泰国已被证明是很高产的（Xu和Guo 1988；Koesoemadinata和Costa Pierce 1988）。

3. 罗非鱼的遗传改进 为了改进鱼的品质和生长速率，对罗非鱼的遗传学研究正在FAC/CLSU、农业部渔业局和中吕宋大学（CLSU）水产孵化场中进行。

4. 配套技术研究和技术试验 配套技术研究对进一步加强稻和鱼的和谐共处进行规划：水的管理、较好的稻—鱼结合田间工程（与稻—鱼产量有关的沟/坑/塘的大小）、稻的种植方法、适当的无机或有机肥施用技术以及低成本鱼饲料的开发。这些研究得出的任何新技术将在农民田间进行试

验并改进。

**5. 鱼对水稻的影响** 不同鱼类对稻田害虫及杂草生物防治的效应需进行查明和试验以便农民接受。尽管中国在这方面有良好成果，但东南亚国家的资料仍很缺乏。同时，作为一个系统，有关稻鱼共生经济效益的数量研究尚有待进行。

## 五、结 论

菲律宾发展稻田养鱼具有巨大潜力，这一制度是充分利用稻田资源最好的方法之一。菲律宾灌溉和非灌溉稻田面积广大，目前用于稻—鱼结合耕作的面积仍微不足道，大量的未得到利用的资源正有待政府去开发。

到1990年，通过ICLARM/IRRI/CLSU稻—鱼农作制度研究项目和农业部的共同努力，可望开发出可供利用的新技术，农民可从中选择适合他们所需的技术。

稻—鱼结合技术的采用可以通过国家政府积极的推广工作来加强，应引导私人和非政府机构进行这项工作。稻—鱼相结合在农村经济中的有益作用应得到广泛宣传。这项工作还应得到技术部门支持，培训各级的推广人员和农民以及其他人员。对于这项技术大规模的应用还需政府给予财政的帮助与优厚信贷的支持。

## · 回顾与展望 ·

# 中国稻田养鱼发展史

蔡仁透

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心

### 一、中国稻田养鱼生产发展史

中国的考古工作者于1964—1965年，在陕西省汉中县市郊，发掘出一东汉时期的墓群，先后出土了土陂池和陂池稻田模型各一具，池内塑有鲤鱼6条，鳖1只，蛙3只，菱角5只。1977年中国四川省峨边县，在清理一东汉砖室墓中，发现了石刻的水塘和水田模型。

石刻分两部分，左面刻水塘，右部再中分为二，上部分为水田，水田内有两农夫正在薅秧，下部分亦为水田，但田内两堆堆肥。左边石刻水塘中雕有青蛙、鱼、鸭、鲢鱼、鲫鱼等，在靠近田埂处有一矩形缺口，系进出水之处，在水口前面有一篾编的竹笼，估计这一装置是防止进水时鱼顺水流入田中，水田放水时，可捕捉田中流入塘内的鱼。

1978年中国陕西省勉县又发掘出4座东汉墓，出土文物有200多件，其中有一件是塘库农田模型，塘库与田为一体，梯田塑有螺蛳2只，蛙3只，鳖3只，草鱼3条，鲫鱼3条。塘田相间的正中坎下，有一直径2厘米的放水孔，塘内

放水孔的两侧各有一直径1.5厘米的立式闸门槽柱，为提升式平板闸门，可上下提动，以控制放水量。

由此证明塘田是互通的，鱼能进入稻田中生长。

以上3项考古文物都出于东汉墓，中国的东汉时期，系由光武帝刘秀（公元25年）开始，至献帝（公元220年）结束，共195年，即距今1768—1963年。由此证明，在1700多年前，中国陕西省的汉中县、勉县，四川省的峨边县一带，已开展稻田养鱼，田中饲养的品种有鲤鱼、鲫鱼、草鱼、鲢鱼等，另随水带入的品种有鳖、青蛙、螺蛳等。在稻田进出水口已开始装有捉鱼的竹笼或提升式平板闸门。

这说明中国当时已具备稻田养鱼的雏型。东汉以后即为三国时代，出现了中国最早记载有稻田养鱼的历史文献《魏武四时食制》，该书记载有：“郫县子鱼黄鳞赤尾，出稻田，可以为酱”。郫县即现今四川成都西北的郫县，子鱼指小鱼，黄鳞赤尾指鲤鱼。这说明在三国时代（公元220—265年，距今1723—1768年），四川郫县一带已开始稻田饲养鲤鱼，这与文物考古的结果是一致的。

这以后，很长的时期，中国没有关于稻田养鱼的书而记录，因此生产状况不明，但估计是在继续发展。因至唐朝，出现了刘恂所著《岭表录异》（成书于公元890—904年，距今1084—1098年），该书记载有：“新浔等州，山田榛荒，平处于锄耨，开为町疃，饲春雨，丘中贮水，即先买鲢鱼子散水田中，一、二年后，鱼儿长大，食草根并尽，既为熟田又收鱼利。乃种稻，具无稻草，乃齐民之术也。”

新浔等州即现今西江下游的新兴县和罗定县一带，鲢鱼即草鱼。这说明在1000年以前，广东新兴、罗定地区已开始实行科学的稻鱼轮作，利用草鱼锄草，从而使稻谷增产。

唐朝以后的宋朝、元朝，这一阶段虽然没有关于稻田养鱼的文字记录，但估计稻田养鱼面积在不断扩大，因明代万历年间（公元1573年，距今415年）的《顺德县志》记载有：“塹员鄣之田为圃，名田基……圃中凿池养鱼，春则涸之插秧。大则数十亩”。这说明400年前，中国广东省顺德县一带已开展大面积稻鱼轮作。

从明朝、清朝到中华人民共和国成立，虽有关稻田养鱼的生产记录也很少，但个别一些报道反映了中国稻田养鱼在各地已有较深入的发展，而且政府机构已经开始引起重视。

例如根据民国23年（公元1935年）报道：江苏省稻作试验场曾在松江繁殖区进行稻田养鱼试验，鱼种为青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼等，同年8月投放，至10月，鲢鱼体重增长50倍，鲤鱼增长20倍，最大的个体达半斤以上。

1937年该试验场孵育出2万鱼苗，提供给农民在稻田中饲养，并进行技术指导。这说明这一阶段已出现生产指导性机构和总结出稻田养鱼的科学试验记录，无疑这是稻田养鱼发展的证明。

30年代末和40年代是中国动荡时期，开展稻田养鱼是有困难的，因此这一阶段属于发展缓慢期。进入50年代，即建国后，中国传统的稻田养鱼区，迅速恢复和发展。1954年第四届全国水产工作会议正式提出“发展全国稻田养鱼”的号召。1959年全国稻田养鱼面积超过1000万亩。60年代初到70年中期，由于有毒农药的大量应用及其他人为的因素，使稻田养鱼受到很大影响，进入了停滞和下降阶段。

例如广东省50年代稻田养鱼面积有50多万亩，1973年仅留存4800亩。湖南省1958年稻田养鱼面积为348万亩，1978年下降为8万亩。70年代后期，由于稻种的改良以及低毒高

效农药的出现，稻田养鱼又进入了一个新阶段。80年代开始，由于农村广泛实行了责任制，以及随着淡水养鱼生产的迅速发展，鱼种的需要量越来越大，这就产生了稻田培养鱼种的客观需要。

1983年7月，中共中央爱国卫生运动会办公室，在河南新乡市召开稻田灭蚊会议，交流养鱼灭蚊的经验，使稻田养鱼正式作为灭蚊的重要措施，这就进一步促进了全国稻田养鱼的发展。

1983年8月，农牧渔业部在四川温江县召开了第一次全国稻田养鱼经验交流会，会后，各省、市、自治区都分别召开会议，普遍号召全国推广稻田养鱼。华东六省一市还专门成立了稻田养鱼协作组，举行了多次经验交流会，从而加速了这一地区稻田养鱼的发展（表1）。

1983年，全国经济学科规划小组下达了国家“六五”重点研究课题：“中国水产资源开发利用的经济问题”，其中包括：“稻田养鱼有关经济问题的研究”子课题，该项目深入地研究了稻田养鱼的经济效益。1985年该项目通过专家鉴定，1988年获农业部科技进步二等奖。

1985年，农牧渔业部又下达了重点项目：“稻田养殖成鱼和培育苗种的研究”，由部水产局主持，承担的单位有四川、湖南、江西、福建、广西、江苏、浙江等水产局，共17个具体单位，该项目的主要内容是推广稻田养殖鲤鱼、罗非鱼、杂交鲤、白鲫等品种，并培育草鱼鱼种，要求1985年起在长江以南8个省建立示范推广片，每省示范推广3000亩、亩产15—25公斤，总面积共2.4万亩，并以点带面使全国推广1200万亩。该项目1987年全部达到要求并通过专家鉴定，从而使这一地区的稻田养鱼发展进入了一个新的阶段。

表1 1985—1986华东六省一市稻田养鱼发展统计表

省、市	稻田面积 (万亩)	可养面积 (万亩)	1985年					1986年					
			实收面积 (万亩)	其中		产量 (万公斤)	亩产 (公斤)	养殖面积 (万亩)	实收面积 (万亩)	其中		产量 (万公斤)	
				超万亩县 (个)	高产点面积 (亩)					超万亩县 (个)	高产点面积 (亩)		
江西	3100	2100	78	未统计	未统计	936	12.0	102	70	18	4000	881.5	12.5
福建	1560	600	33.5	5	5162	292	8.7	42.7	42.7	5	5490	426.5	10.0
安徽	2500	1000	34	9	300	650	19.0	51	51	13	3500	663	13.0
浙江	2000	1000	31	11	6000	305	9.95	32	28	11	7000	281	10.0
江苏	3600	1000	16.3	7	2915	253.5	15.8	21	15.5	6	9300	276	17.8
上海市	300	300	0.125			0.125	10.0	0.035	0.035			1.1	30.0
山东	100	20	0.1		324.5	0.332	10.2	0.06	0.06		100	0.05	
合计	13160	6020	192.79	32	14702	2441.5	12.5	249	207.3	53	28390	2529.6	12.2

表2 我国部分省、市、自治区1981—1986年  
稻田养鱼面积(万亩)

年 份 省、市、自治区	1981	1982	1983	1984	1985	1986
北京市			0.002	0.03	0.01	0.01
河北省				0.02	0.02	0.15
上海市			0.002	0.03	0.13	0.04
江苏省			0.039	4.70	16.33	21.00
安徽省			4.00	15.00	34.00	51.00
浙江省			20.03	28.60	30.73	23.10
江西省	5.0	25.0	28.00	56.70	72.00	70.50
福建省			21.70	23.67	33.53	42.65
河南省				0.031	13.15	10.00
湖北省	1.5	3.5	5.00	20.00	42.20	32.48
湖南省		119.5	168.92	250.65	283.12	340.50
广东省		6.5	6.00	7.95	12.13	20.00
广西区	30.0	53.0	47.78	61.82	68.28	81.30
陕西省			0.21	1.09	2.26	8.55
四川省		235.0	288.71	362.09	423.28	500.00
重庆市			81.00	103.00	117.00	120.00
贵州省	142.0	151.0	160.00	150.00	100.38	131.00
云南省			12.81	17.34	15.87	21.00
合 计				1095.72	1270.47	1478.28

从中国稻田养鱼发展的分布来观察，早期主要在中国东南和西南各省的山区，比较著名的有浙江的青田、永嘉、仙居，福建省的建宁、泰宁、沙县、永安、邵武，四川省的铜梁、璧山、合川，广西的玉林、桂林、全县，贵州省的黔南一带，湖南省的零陵、祁阳、吉首、凤凰，江西省的萍乡、吉安等地。80年代起，稻田养鱼开始向北方发展。

例如，新疆乌鲁木齐市北郊青格达湖乡，1984年进行了稻田养鱼试验，亩产鱼23公斤，水稻亩产619公斤，比1983年增产18%。1984—1985年黑龙江省农垦科学院在高纬度寒地稻作区进行稻田饲养草鱼和鲤鱼的试验，鱼种成活率达71.3—88.9%，稻谷增产7.3—12.1%。

1984年辽宁省桓仁县在县鱼种场进行稻田养鱼试验，以草鱼、鲤鱼为主，搭配罗非鱼，共1.6亩，收获鱼171.6斤，稻谷增产7.28—8.4%。

1985年吉林长春市郊，在65亩稻田中，饲养杂交鲤夏花，到秋季共收获10—15厘米规格的鱼种3.5万尾，总重875公斤。

1981—1986年全国主要稻田养鱼地区的饲养面积见表2。

## 二、中国稻田养鱼技术发展史

1. 中国稻田养殖品种的发展 由古代到建国前，稻田养鱼的品种以次是鲤鱼、鲫鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼。50年代开始又增加了青鱼、鳊鱼、罗非鱼；南方增加了鲮鱼，广西、湖南增加了泥鳅、银鱼固，广东增加了乌鳢等。60到70年代，北方增加了虹鳟，南方增加了革胡子鲶，广东试养了团鲤，广西试养了禾花鲤，江西试养了红鲤。进入80年代，

则各地增加了不少新的饲养品种，其中有银鲫、河蟹、青虾、福寿螺、育珠蚌、田螺、绿萍等。

2. 稻田养鱼后历年稻谷增产记录 历年来若干稻田养鱼后稻谷增产记录详见表3。

表 3 若干稻田养鱼后稻谷增产记录表

试验单位名称	稻谷增产%	统计年份
广西桂平	3.6—11	1957
湖南零陵高溪乡	4.6—13.4	1958
科学院水生所	3.8—14.3	1960—1961
湖北农科所		
武汉市水利所		
广西水产试验站	1.8—7.3	1962
福建水产所淡水分所	4.6	1965
西南师范学院	13.6	1976
四川青神县水电局		
湖南凤凰县祝楼乡	15	1976
四川成都市文家乡	4.1—8	1976—1977
广东番禺县沙头乡	6—8	1978
中国科学院水生所	19.7	1979
中国科学院长沙农业现代化所		
湖南桃源蒋堰生产队	34	1981
新疆乌鲁木齐青格达湖乡	18	1984
辽宁桓仁县鱼种场	7.28—8.4	1984
黑龙江省农垦科学院	7.2—12.1	1984—1985

**3. 养鱼稻田施用农药品种的发展** 我国稻田的害虫，据1978年调查，共有50多种，病害10多种，其中发生较普遍而危害严重的主要有稻螟虫、稻浮尘子、稻虱、稻苞虫和稻瘟病等5种，其次为稻象鼻虫、稻纵卷叶螟、稻春象、稻负泥虫、稻蝗、稻胡麻斑病等6种。

在70年代中期以前，常用的农药主要是六六六、DDT、消石灰粉剂、波尔多液等，这些药物虽杀虫力强，但毒性也很强，能严重伤害鱼虾类。

70年代末和进入80年代，中国的农药品种逐步向高效低毒方向发展，其中常用的有乐果、敌百虫、稻瘟净、杀螟松等。

施药方法也更趋向合理与完善，一般在喷洒药物以前，先加深田水7—10厘米，粉剂在早晚有露水时施，水剂待露水干后施，不要在下雨前施，喷射的药物应尽量喷在稻叶上，以提高治病虫害效力，同时又减低了药物溶入田水中对鱼类的危害。

为了防止鱼类受农药污染，有些地区在施药之前，把田里的鱼诱赶到鱼沟和鱼溜内，待毒性消失后再游入田中，也有些地方采用分批分片的办法施药，效果也较好。常见农药用量见表4。

**4. 中国稻田养鱼作业方法的发展** 根据历史文物和资料的查证：中国古代的稻田养鱼主要有两种形式，即混养鲤鱼和草鱼、稻轮作。到明清和民国时期，稻田养鱼的作业方法有不少新的发展，例如湖南祁阳地区利用稻田孵化鲤鱼苗，亩放3—4万卵，出夏花3万尾左右，湖西、赣南地区以及西南各省，利用早稻田或中稻田培育鱼种，湖南利用早稻田培养夏花，亩放2万鱼苗，培育鱼种，则亩放1000—

表 4 稻田使用各种农药常规用量表

农药名称	常规用量 (克/亩)	最高用量 (克/亩)
敌百虫	100	150
敌敌畏	50	100
杀螟松	75	100
稻广青	75—100	125
稻 宁	200	250
稻瘟净	100	150
甲胺磷	50	100
乐 果	50	100
杀虫脒	200	250
井岗霉素	150	—
甲敌粉	1000	1250

1500尾(若以草鱼为主,则草鱼放800—1000尾,鲢、鳙200—300尾,鲤、鳊300—400尾)。

此外,江西吉安、宜春利用时作稻田培育鱼种,湖北衡阳、浙江绍兴利用连作稻田培育鱼种,江西遂川则利用两季晚稻培育鱼种。四川、福建、湖南、山东等省,通常是利用早、中、晚稻混养成鱼,待水稻返青后,每亩放养2寸以上鱼种200—300尾,若以鲤鱼为主则搭配20—30%的草、鲢鱼。

50年代开始,中国稻田养鱼的作业方法不断完善,饲养技术不断提高,到60年代,广东东莞县出现了《两稻一鱼轮作养殖法》。即早稻—夏闲田养鱼—晚稻—冬闲田,或早稻—夏闲田—晚稻—冬闲田养鱼,也包括利用冬闲田种植小麦或绿肥,

·即早稻—夏闲田养鱼—晚稻—冬种。

进入70年代，广东番禺、东莞、高要、新兴等县又出现了《两稻两鱼制》的作业方法，即早稻—夏闲田养鱼—晚稻—冬闲田养鱼，这种作业方法的出现说明了中国稻田养鱼又有了新的发展。

利用夏闲田养鱼，一般是在6月下旬早稻收割后即开始，先灌满水，然后进行鱼种放养，养殖周期50—60天（通常养罗非鱼）。夏闲田养鱼收获后，立即耙田插晚稻秧，于11月下旬或12月上旬，晚稻收割后即开始冬闲田养鱼。

首先在稻田灌水，然后放养鱼种，一直到翌年“清明”，早稻插秧前收鱼，养殖周期为100天。

四川地区利用冬闲水田养鱼也有较长的历史，根据1979年统计，仅四川宜宾地区，能养鱼的冬闲水田有200万亩，1979年实养鱼面积17万亩，产鱼259万斤。

山西太原市利用冬闲田微流水养虹鳟，面积0.1亩，投放鱼种1200尾，总产203公斤，亩产折合为2000公斤。在这阶段，我国湖南、湖北、广东、广西、浙江以及江苏里下河地区还有利用深水田混养成鱼。

我国南方各省则进行茭白与早稻间作田混养成鱼的生产试验，即在“谷雨”前6天犁耙1次，即移插茭白苗，其间距为 $1.4 \times 2.4$ 尺，7—8天后，茭白的宽行间插入早稻秧，密度为 $5 \times 8$ 寸，同时每亩放0.3寸左右的鲤鱼2.5万尾，2—3寸草鱼1000尾，“立夏”后7—8天，进行中耕，水位一直保持5—6寸。稻谷在“立秋”前五天收割，茭白在9—10月间采收。

中国有些沿海围耕区实行《稻鱼隔年轮作养鱼法》，即对新开挖的水田，实行一年种稻一年养鱼（鲢梭鱼），既改

良了土壤又收鱼利。

80年代开始，中国稻田养鱼作业化更趋完善，方法上也不断有所改进，典型的有如下几种方法：

（1）**垄稻沟鱼** 适用于下湿田、冷浸田、烂泥田、塍田等，即将田改成规格一致的高垄低沟，垄沟相间。其垄面、沟底宽0.4米，沟面、垄底各为0.8米，沟深0.5米。在生产期间，垄上种稻，沟中养鱼。

（2）**沟凼（坑）式养鱼** 田中设凼不仅能蓄水防旱，又能增强和稳定保水能力，还可作为鱼苗发花池，提早育种，减少鱼苗运输。田凼可设在田内或田边，与稻田鱼沟相通，凼深约1米，面积约占稻田的5—7%。

（3）**稻、萍、鱼混合作业法** 即田里种稻，水面育萍，水中养鱼，堤上种瓜、种豆，实行多层次综合利用。例如福建农科院和建宁县采用这一方法取得亩产鲜鱼50—75公斤，水稻增产7.6%左右。

（4）**流水沟式养鱼** 在稻田中挖1—2条宽沟，沟宽1—1.5米，深0.6—0.9米，占田块面积6%，实行微流水养鱼。

此外，四川省还总结出“十字稻田养鱼法”，即“水”：水源方便水质良好；“种”：鱼种量足质优；“饵”：人工和天然饵料丰富；“早”：早放养勿误时；“密”：密度合理；“高”：加高加宽田埂，拦鱼栅高而紧；“深”：深挖鱼沟鱼溜；“管”：精心管理；“收”：该收则收，宜留则留；“转”：起捕的鱼，剔大留小，转其他水面养。

# 中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

## 一、稻田养鱼的概念和意义

革新的稻田养鱼与传统的稻田养鱼在目的和性质上是完全不同的。革新的稻田养鱼,旨在利用能吃草的鱼群在稻田中主动、积极地替农民消除与稻禾争夺阳光、肥料和空间的杂草,促使稻谷增产。同时,鱼体本身利用稻田中的杂草和浮游生物与底栖动物为食料而自然成长,形成稻鱼互利共生的最佳生态系统,使一直被视为利用稻田养鱼供人们吃鱼的简单概念,转变为确实有效增产稻谷措施之一,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,双方彼此得到一定利益。这种稻田养鱼方式以培育能吃草的鱼种为主,搭养当地需要的品种为副,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,如四川等省的冬闲田、围水田及湖区的低洼田的“稻鱼、鱼”等轮作方式养鱼。此种方式以养成鱼或斤两鱼种为主。

革新的稻田养鱼是根据稻田养鱼鱼养稻的原理,把原来有矛盾的水稻种植业和水产养殖业结合起来,将原来单纯的稻田生态系统向更加完善的物质循环方向发展,而且充分利用人工新建的稻鱼共生生态系统,发挥其共生互利的作用,

为振兴农业提供现代化的生物学技艺。

必须指出，稻田养鱼一定要树立以稻为主的思想，要发挥鱼对稻有利的作用，达到稻谷增产鱼亦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。

稻田养鱼好处多，总括起来，主要有如下几点：

1. 能使稻谷增收一成以上，是促稻增产的一项有效措施。

2. 稻鱼共生每亩可收获10—16.5厘米鱼种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；轮作养鱼田可收获食用鱼或斤两鱼种50公斤以上。

3. 鱼在田中来回吃虫，起到疏松泥土、除草、除虫的作用，代替了人工中耕除草，减轻稻农的劳动强度。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，起到了保肥造肥作用，促进水稻有效分蘖增多和谷粒饱满。

5. 鱼在稻田中能消灭部分农业害虫，尤其是能较彻底地消灭危害人畜的蚊幼——孑孓，减少了人畜脑炎、疟疾和丝虫病的发生，改善农村的卫生条件。

稻田养鱼已成为我国淡水渔业的一个重要组成部分。特别是发展山塘、水库、湖泊、家庭养鱼、精养鱼池等水体养鱼，需要大量的鱼种，若靠原有的鱼种池或用扩建鱼池的办法来满足鱼种的需要，是很不够的；利用稻田来养鱼种，就能轻而易举地满足需要而有余。若在全国能将稻田养鱼的面积推广到1亿亩，以每亩稻谷平均增产20公斤计，养鱼后仅稻谷就可以增产20亿公斤以上，还可收获10厘米以上的鱼种300—500亿尾，为养殖成鱼提供大量的鱼种来源，对增加淡

水鱼产量起到积极作用。

## 二、我国稻田养鱼历史略考

中国稻田养鱼的历史较长，到底早到什么时候？可提供考证的历史记载不多。

《魏武四时食制》记载“郫县子鱼黄鳞赤尾，出稻田，可以为酱”历来都被人们引为我国稻田养鱼最早的文献记载。最初我们也采用了，但以后反复思考，觉得四川省郫县子鱼黄鳞赤尾，确实可以认为是小鲤鱼，但出稻田的“出”并非就是“饲养”，而且只能作酱，可见鱼体很小。这是霉雨季节，河道水涨，鱼类随水入稻田中，不是人们有意的在稻田中养鱼。更不能作为我国稻田养鱼的历史之始。

唐昭宗年间(889—904年)刘恂的《岭表录异》记述“新浚等州，山田榛荒，平处以锄耨，开为町疃，伺春雨丘中贮水，即先买鲢鱼子散水田中，一、二年后，鱼儿长大，食草根并尽，既为熟田，又收鱼利。乃种稻，且无稗草，乃齐民之上术也。”刘恂的这一记述，是说在广东和广西地区开垦荒田，以草鱼苗开荒吃草，既开熟了田，又收得了鱼，然后（乃）种稻。也不是真正的稻田养鱼。

真正的稻田养鱼恐怕开始得很早，公元前约400年前后，范蠡的养鱼经已问世。根据养鱼经记载：“以六亩地为池…留长二尺者二千尾作种，所余皆货”，如果逢雨水、气候适宜之年，鲤鱼两千尾所产之卵一定多得不可胜数。遇到这种年景怎么办呢？聪明的养鱼人急中生智，勿忙疏散部分鱼苗到附近稻田中去暂养，以救眉急，这是完全可能的。过了不久，看到稻田中的鱼没有投喂而且比鱼塘里养的还长得好，从此以后便相沿成习。这是偶然发展起来的，尽管没有记载可

稽，然而，也可确信是比较顺理的稻田养鱼起源。

1978年，我们看到在陕西省勉县老道五里村出土的四座东汉(22—25年)墓中，有两个红陶水田模型，其中的一个正方形的冬水田中，有泥塑的青蛙、鳊鱼、螺蛳、鲫鱼、草鱼、鲤鱼和鳖等，另一个塘库农田模型中也同样有这些动物。由此可以佐证在东汉时代已盛行稻田中养鱼并作为伴藏的饷物了。另外，四川省新津县宝子山和绵阳县新皂乡出土的东汉墓中的陶水田，也都塑有鱼类的模型。这充分说明我国汉代在陕西和四川等地已普遍流行稻田养鱼了，这也间接证实了我们推测在范蠡养鱼经问世以后就开始了，大约在2000年以前。

解放后，政府十分重视水产事业，稻田养鱼有所发展，也曾有过1000万亩的年记载。然而是一哄而起，一哄而落，兴旺不起来。主要原因是目的性不明确，并受一些干扰，吃大锅饭，甚至把稻田养鱼当着资产阶级尾巴割掉了。最近，改革的稻田养鱼则以鱼促稻增产，减轻农民劳动强度的理论提出来的。到80年代初，稻田养鱼得以重新兴旺，而且形势一年比一年好。

### 三、我国稻田养鱼现状

我国稻田养鱼作为一门促进稻谷增产、省力、经济的稻田生态学进行研究，还是70年代以后的事，建立稻鱼共生的稻田养鱼理论更是近几年的事了。各地因地制宜地开展了许多方式的稻田养鱼。据不完全统计，到1986年，全国近1500万亩（见表）。

稻田养鱼的分布已遍及全国的稻作区。1985年，新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市水资委水产处在市北效安宁河区青格

表1 我国部分省、市、自治区近年来稻田养鱼面积

(单位: 万亩)

数 据 单 位	年 度	1981	1982	1983	1984	1985	1986
北京市	—	—	—	—	0.03	0.01	0.01
河北省	—	—	—	—	0.02	0.02	0.15
上海市	—	—	—	—	0.03	0.13	0.04
江苏省	—	—	0.04	4.70	16.33	21.00	
安徽省	—	—	4.00	15.00	34.00	51.00	
浙江省	—	—	20.03	26.80	30.73	28.10	
江西省	5.0	—	28.00	56.70	78.00	70.50	
福建省	—	—	21.70	28.67	33.53	42.65	
河南省	—	—	—	0.03	13.15	10.00	
湖北省	1.5	3.5	5.00	20.00	42.20	32.48	
湖南省	—	119.5	168.92	250.65	283.12	340.50	
广东省	—	6.5	6.00	7.95	12.18	20.00	
广西(区)	30.0	53.0	47.78	51.82	68.28	21.30	
陕西省	—	—	0.21	1.09	2.26	8.55	
四川省	—	235.0	288.71	362.09	423.28	560.00	
重庆市	—	—	81.00	103.00	117.00	120.00	
贵州省	142.0	151.0	160.00	150.00	100.38	131.00	
云南省	—	—	12.81	17.34	15.87	21.00	
合 计	—	—	844.20	1095.72	1270.47	1478.28	

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10厘米和2—3厘米鱼种1977尾,到9月13日,共培养68—87天,每亩收鱼种11.6公斤,最大个体达250克,平均个体110克;水稻亩产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在高纬度寒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,鲤鱼个体在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%。

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,且稻田养鱼历史悠久。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579尾。实收面积671392亩,总产鱼458.905万尾,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833户,1535亩,最高产量达100多公斤。

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(包括重庆市)、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(江西省水产科研所)、杨永铨(湖北省水产局)、杨金通(湖南省水产局)、徐须志(重庆市农牧渔业局)等6人为推广稻田养鱼技术指导小组,进行了较大面积的推广,成果已获1986年度农牧渔业部科学技术进步奖一等奖。

江苏、浙江、上海、江西、福建、安徽、山东等华东地区六省一市组成大协作组进行推广稻田养鱼技术工作。华东地区共有稻田1.3亿亩,占全国稻田总面积的1/3以上,其中大部分稻田适宜进行稻田养鱼。从1982年主要分布在江西、福建和安徽三省的山区的39万亩扩大到1985年普遍分布236.7万亩,亩平收鱼12.45公斤。

我国稻田养鱼大面积地普及推广,发展越趋扩大,效益越来越高。

#### 四、稻田养鱼的前景展望

我国稻田有37843万亩,其中34608万亩集中淮河流域以南地区,1959年,全国稻田养鱼面积为1000万亩,但仅为昙花一现而已,没有得到多少效益。目前,改革后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,但还远没有发挥其潜力和达到建设现代化需要的水平。若在1990年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1730万亩饲养商品鱼;以1730万亩培育鱼种,成鱼亩产以20公斤计,可产商品鱼34.6万吨;大规模鱼种平均亩产以300尾计,可产51.9亿尾。淮河流域以北稻田面积3225万亩,仅计利用5%,为161.75万

亩。按淮河流域以南的方法计算，则饲养成商品鱼80.875万亩，养鱼种80.875万亩，商品鱼亩平按10公斤计，可产0.8万吨商品鱼，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。可产商品鱼35.4万吨，鱼种56.75亿尾。若将稻田所养鱼种供应其他水域养殖成鱼，按池塘亩放500尾计算，也可以投放1135万亩。稻田养鱼的经济效益、生态效益亦是世人瞩目的了。

鱼种场繁殖鱼苗，稻田培育大规格鱼种，池塘、水库、湖泊等水面养成鱼，可改变整个养殖生产的结构，解决鱼种供求矛盾。据福建省统计，如果用稻田养鱼种，全省就可以腾出6000亩鱼种池成为商品鱼精养塘，池塘养鱼种的人工、饲料就可以同时转入商品鱼精养高产上去。1986年，江苏省建湖县发展稻田养鱼7万亩，由县3个重点鱼种场提供，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，也就是如何更好地发挥稻田的作用。从目前看，我国的稻田养鱼的形势较好，每年都在不断扩大养殖面积。多年来，我国水产事业发展不快，水产品量少质次，市场供应紧张，又存在着许多生产方针和政策问题急待解决。各地在调整农业内部结构工作中，明确稻田养鱼是促进水稻增产的一项有效途径，是提高经济效益和社会效益、生态效益的良策。认真解决存在的问题，调动以农业部门为主的积极性。自1983年全国稻田养鱼会议以后，各省、市、自治区迅速因地制宜地开展了推广、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，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。

稻田养鱼种应与精养鱼池、池塘养鱼、水库养鱼、湖泊养鱼、网箱养鱼、坑塘养鱼、家庭养鱼相结合、相配套，这样才能发挥稻田养鱼种的作用。

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，转而重视农、林、牧、渔等各业的综合发展，从只注意经济效益开始重视经济效益与生态效益结合，从只重视单项技术开始重视技术的综合应用和配套组装等。我们运用草鱼在稻田中帮助水稻消除争夺肥料、阳光、空间的杂草，就是生态农业的一个典型的、显而易见的模式。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。可见，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、农渔协同来搞的道路。

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。

# 稻田养鱼的现状与展望

陈德富 水茂兴

浙江省农业科学院土肥所

明朝时，洪武24年（公元1392年），浙江省青田县志土产类中记载“田鱼有红黑驳数色，于稻田及圩地养之。”证明浙江省青田县在600多年前就开始稻田养鱼了。

我国稻田养鱼主要分布在东南及西南山区，原因是山区可养鱼的水面少，离渔区、城镇远，群众吃不到鲜鱼，因此就利用稻田来养鱼。我国著名的稻田养鱼老区有浙江的青田、永嘉；福建的建宁、泰宁、沙县、永安、邵武；广西的玉林、桂林、全州；贵州省的黔南一带；江西的萍乡、吉安、宜春等地。

稻田养鱼是农民以自给为目的的自发性生产，管理粗放，鱼产较低，旧政府未组织有计划的推广，致使稻田养鱼长期处在停滞的状态。

## 一、稻田养鱼的现状

1. 稻田养鱼推广 中华人民共和国成立后，党和政府十分重视稻田养鱼的推广工作。1954年第一届全国水产工作会议上正式发出发展全国稻田养鱼的号召，稻田养鱼面积迅速扩大，50年代末期，稻田养鱼面积达到1000多万亩。50年代中期至60年代初期，浙江省稻田养鱼由浙南山区逐步发展到浙中、浙北的绍兴、金华、杭州等地的平原、丘陵地区。

60年代到70年代中期，由于耕作制度的改革、高毒农药的使用及人为的原因，稻田养鱼的发展受到严重的挫折，养殖面积大幅度下降。70年代末期，由于推广了水稻良种和高效、低毒、低残留农药，稻田养鱼面积又逐渐回升。80年代，我国农村实行了家庭联产承包责任制，调动了农民稻田养鱼的积极性。政府采取各种措施，加速稻田养鱼的推广。1983年中央爱国卫生委员会办公室在河南新乡市召开了稻田灭蚊会议，进一步提高了人们对稻田养鱼意义的认识，推动了稻田养鱼的发展。1983年8月，农牧渔业部在四川省温江县召开了第一次全国稻田养鱼现场会，会后各省、市、自治区分别召开稻田养鱼现场会，从此，我国稻田养鱼进入了迅速发展的时期。1983年全国稻田养鱼面积为661.5万亩，1984年发展到1095万亩，增加65.5%。浙江省稻田养鱼面积也从1983年的20.03万亩增加到27.19万亩，增加35.7%。1984年由农牧渔业部水产局牵头，由四川、湖南、贵州、江西等17个省、市、自治区承担“稻田养鱼技术推广”项目。在各地典型的带领下，稻田养鱼面积进一步扩大，1985年全国稻田养鱼面积达到1270万亩，1986年达到1478万亩。收到显著的经济效益、社会效益和生态效益，“稻田养鱼技术推广”项目荣获1986年度农牧渔业部科技进步一等奖。在党和政府领导和水产、农业部门密切配合下，我国稻田养鱼从东南、西南山区逐步向平原及东北、西北地区推广。我国目前进行稻田养鱼的有四川、湖南、贵州、重庆、广西、江西、安徽、福建、浙江、江苏、云南、广东、河南、陕西、河北、新疆、辽宁、黑龙江、北京、上海等省、市、自治区。

2. 稻田养鱼研究 建国以后对稻田养鱼研究主要内容有：

①稻鱼相互关系，稻田养鱼稻谷增产机理；

②养鱼稻田的工程，从平板式发展到沟坑式、宽沟式、盍沟式；

③适宜于稻田养殖的鱼类品种，明确草鱼、鲤鱼、尼罗罗非鱼、白鲫、异育银鲫、乌鳢、革胡子鲶、泥鳅、露斯塔野鲮均适宜稻田养殖，在宽沟式稻田可搭配少量鲢鱼、鳙鱼和团头鲂。稻田以养草鱼除草除虫效果最好，草鱼成鱼生长最快，有利提高鱼产量和经济效益，但要采取相应技术防治草鱼伤害稻苗；

④稻（萍）鱼综合丰产技术；

⑤稻田养鱼经济评价；

⑥稻田养鱼适用的农药品种，安全用量及使用方法，甲胺磷、呋喃丹、杀虫双在稻（萍）鱼系统中的残留动态；

⑦稻田养鱼灭蚊与农村经济发展；

⑧农、牧、渔综合经营技术和效益；

⑨鱼类对绿萍氮、磷的吸收、运转及利用；

⑩深水稻养鱼可行性。

**3. 稻田养鱼主要类型** 稻鱼结合的方式分：稻鱼共生制和稻鱼轮作制。

稻鱼共生制，既种稻又养鱼，是目前稻田养鱼的主要方式。它可以充分利用稻田的时空及物质、能量资源，发挥稻鱼共生互利的效应，提高经济效益。缺点是给农事操作增加一些麻烦。

稻鱼轮作制即种稻和养鱼交替进行，可避免两者的矛盾。水稻收获后灌深水养鱼，有利提高鱼产量。缺点是缩短了鱼类在稻田的生长期，失去稻鱼共生期中互利效应。在双季稻地区实行稻鱼轮作会少种一季水稻，影响粮食生产。目

前稻鱼轮作的方式有：

- ①早稻晚鱼 早季种稻，晚季养鱼；
- ②早鱼晚稻 早季养鱼，晚季种稻；
- ③单季稻或杂交制种田在水稻收获后，灌深水养鱼；
- ④“夏闲田养鱼” 广东等省利用早稻收后至晚稻插秧前1.5—2个月时间养鱼；
- ⑤“冬闲田养鱼” 即在每年晚稻收割后灌深水养鱼，到翌年早稻插秧前捕鱼，养鱼时间有120—130天；
- ⑥“两稻两鱼制” 在同一块稻田中，一年种两季稻养两季鱼，即早稻——夏养鱼，晚稻——冬养鱼。广东省夏养40—50天，冬养80—100天。

4. 稻田养鱼单产和技术 我国稻田养鱼产量较低，1982—1987年全国平均亩产分别为4.7、5.5、6.7、8.4、9.4、8.9公斤。近年来，各地均在搞技术改革和高产示范，亩产大幅度上升，但因面积较少，大面积平均产量仍很低，大部分地区仍沿用传统的稻田养鱼技术，因此，从总体来说，我国稻田养鱼仍处在传统稻田养鱼的阶段。

传统稻田养鱼低产的原因可归结为：

①水体小，鱼类栖息环境差 传统的稻田养鱼不开鱼沟和鱼坑，采取“平板式”养鱼。由于水体小带来总溶氧量、浮游生物量下降，夏季田水温度高，鱼类遇敌害时栖避困难等一系列问题，限制了稻田养鱼的密度、回捕率和产量。

②鱼种单一，种性退化 我国稻田养鱼一般以养鲤鱼为主，如浙江南部喜爱田鲤鱼，湘西和四川、贵州山区喜养高背鲤（呆鲤）和镜鲤；广西北部喜养“禾花鲤”。这些鲤鱼品种性温顺不善跳跃，不易逃逸，很适应稻田环境，但它们因长期近亲繁殖，种性退化，生长缓慢，影响稻田养鱼产量

的提高。

③鱼种规格小 稻田养鱼老区有放养小规格鱼种的习惯，有的还直接放养鱼苗，造成鱼生长慢，成活率低。

④饵料不足 传统稻田养鱼不投人工饵料，但稻田天然饵料数量有限，尤其在山区，水冷、瘦，浮游生物量更低。田间杂草的量也随鱼体生长而下降，在水稻生长后期，杂草量很少，不能满足鱼生长的需要。

⑤放养密度低 稻田养鱼种的每亩放养夏花700—1500尾，养食用鱼的，每亩放养当年夏花100—150尾，放养春片鱼种50—80尾。

⑥迟放早捕，养殖时间短 一般在插秧一周后放养，收稻时起捕，稻鱼共生期很短。单季中稻地区90天左右，双季稻地区160—180天，而我国南方稻田每年宜渔时间有240（江苏）—330天（广东）。

⑦一次放养一次捕捞 稻田鱼负载量前后变化很大，前期田中草多鱼小，饵料有余，中、后期鱼大草少，稻田资源都不能得到充分利用。

⑧生产规模小 农民稻田养鱼面积小且零星分布，农民把稻田养鱼当作副业，不能尽全力而为之。

5. 现代稻田养鱼业的兴起 传统稻田养鱼低产低效益已不适应社会发展的需要，也阻碍稻田养鱼进一步推广。80年代各地对传统稻田养鱼进行了改革。

①改善养鱼稻田工程 将传统的平板式稻田养鱼改成沟坑（池）式、垄沟式、宽沟式，增加了养鱼水体，改善了鱼类生长条件；

②改鱼种单养为混养 混养的品种因地制宜选择，如草鱼、鲤鱼、尼罗罗非鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲫鱼、革胡子鲶等；

③提高鱼种的放养规格 改放鱼苗为放当年夏花，改放6—8厘米小规格鱼种为放10厘米以上的大规格鱼种；

④改稀养为适当密养 根据土壤肥力和供饵量调节，养成鱼每亩放隔年鱼种300—400尾，养鱼种每亩放养夏花2000—3000尾，条件好还可适当增加。

⑤改迟放早捕到早放迟捕 沟坑（池）式和垄沟式均有永久性鱼坑，可提早到冬季放养，晚稻收割后灌深水继续养鱼，冬季种春花作物的，可在种麦（油菜）前半月起捕。

⑥改不投饵为投饵或稻萍鱼共生。

⑦改一次放养一次捕捞为轮捕轮放。

经过技术改革，各地涌现了许多高产典型，在粮食增产的基础上，亩产50公斤、100公斤、200公斤鱼的农户相继出现，浙江省双季稻田养鱼最高亩产已达到366.6公斤。这说明我国的传统稻田养鱼业正朝着现代稻田养鱼业方向发展。

## 二、稻田养鱼的展望

我国人多田少的现实决定我国农业必须走集约化、立体化的道路。稻田养鱼把种植业和养殖业有机的结合起来，把原来只生产粮食的稻田变成既产粮又收鱼的食品基地，是提高稻田经济效益最快速、有效的方法，是稻区农民脱贫致富的有效途径。我国有3.76亿亩水稻田，如果以其中30%用来稻田养鱼，就有1.128亿亩，每亩以增产稻谷40公斤，鱼25公斤计算，全国可增产稻谷45.12亿公斤，增收鲜鱼28.2亿公斤，这将是一笔巨大的物质财富。而目前稻田养鱼面积只有1470万亩，只占全国稻田面积的3.9%，我国稻田养鱼有很大的发展潜力。

我国乡镇企业的迅速发展使土地逐渐向种田能手集中，

家庭农场的发展为运用先进科学技术于稻田养鱼的规模经营创造了有利条件，高效益的现代养鱼业将改变人们对稻田养鱼旧观念，吸引更多的农户进行稻田养鱼的实践。

### 1. 发展稻田养鱼的限制因素

①水利条件 水源充足，灌排水好的稻田才能养鱼。北方水源紧缺，土地干旱，土壤渗漏现象严重，保水力差给北方发展稻田养鱼带来较大的困难；南方多雨易受洪涝灾害，常受意外损失。

②经济效益低 传统稻田养鱼经济效益不高，而在乡镇企业工作和经商有更高的收入。

③经营规模小 目前承包田零星分布，规模小，农民难以采用先进科学技术进行稻田综合养鱼。

④缺乏健全的稻田养鱼服务体系 资金贷款、鱼种调剂，饲料、化肥、农药的购买异常困难。稻田养鱼技术人员很少，农民得不到及时的技术指导。群众喜爱的鲤鱼种性退化，生长缓慢。

⑤旧观念的束缚 稻田养鱼老区长期受传统养殖技术的束缚，接受和掌握新技术要有个过程。稻田养鱼时挖鱼沟、鱼坑要影响粮食生产的顾虑困扰着某些领导，使其不敢宣传、推广稻田养鱼。

⑥社会因素 偷盗田鱼时有发生，给渔政管理带来困难，给稻田养鱼农户心理上增加了无形的压力。

2. 发展稻田养鱼的战略和策略 稻田养鱼发展战略应把稻田养鱼与粮食生产放在同等重要的地位，把稻田养鱼作为发展粮食生产，增加收入，提高稻区农民生活水平的战略措施来抓。

相应的发展策略应采取：

①把重点放在提高稻田养鱼老区的单产和效益上，加强领导，抓好技术培训，增加资金投入，重点扶持；

②搞好平原稻区稻田养鱼试点，在较高的起点上推广稻田养鱼新技术，使稻鱼产量达到较高的水平，增强稻田养鱼的吸引力；

③注意在种粮大户中推广稻田养鱼，使他们迅速致富，成为发展高效益的稻田养鱼规模经营的突破口；

④加强农业、水产部门的联系，共同组织稻田养鱼实用配套技术的研究和推广。加强稻田养鱼基础理论和稻鱼双高产技术及机理的研究。

# 中国稻田养鱼技术发展现状与趋势

张 荣 权

中国水产科学研究院

稻田养鱼，依据稻鱼间的共生关系，将种植业与养殖业有机地结合在一起，充分利用稻田土地与水域资源，在增加稻谷产量的同时，增产鲜鱼，实现稻鱼双丰收，发挥稻田种养的综合效益，确是一种能同时促进稻谷和淡水鱼生产的有效途径。

## 一、我国稻田养鱼技术的发展现状

1. 传统的稻田养鱼技术 我国是世界上种植水稻历史最悠久的国家之一，在长期的生产实践中，我国劳动人民最早利用稻田养鱼。据文献记载，我国稻田养鱼的历史已逾1700多年。遗憾的是，我国稻田养鱼的历史虽悠久，但因封建的生产关系束缚了生产力的发展，稻田养鱼，在一个很长的历史时期内均处于自发性的初级阶段，稻田养鱼充其量仅是一种田间副业，生产受自然条件制约，产量少、效益低、多为自产自食，其稻田养鱼技术不过是：“山田栋荒，平处以锄，开为町疃，伺春雨，丘中贮水，既先买鲢鱼子散水田中，一、二年后，食草根并尽，既为熟田，又收鱼利，乃种稻且无稗草”（《岭南录异》刘恂）而已。

明清之后至民国，我国稻田养鱼虽逐渐发展成为农村的

一项重要副业,但由于受自发性生产和自然经济的局限,加之经营分散,信息闭塞,稻田养鱼不可能得到有组织的技术指导,各地在稻田养鱼方法和单产方面差异较大,无法集中形成产量,故其生产规模和技术均无大的进展。国民党政府的农林部为促进发展稻田养鱼,做出过一些努力,对一些地区的农民进行过一些技术辅导,虽在一定程度上对当地的稻田养鱼起到了一些促进作用,但由于受历史的局限,就全国而言,影响不大,其技术也仅为总结已有经验。

建国初期,在积极恢复农业生产的同时,稻田养鱼也获得了蓬勃发展,稻田养鱼经验交流较快,新的养鱼区日益增多,这阶段的稻田养鱼大都是在水稻高秆、稀植,基本不施农药的条件下形成的,多是平板田养鱼,少数挖了鱼沟,养殖的种类局限于草、鲤等少数几种鱼,一般不进行投饲,仅利用田间杂草和水生生物,产量和效益都很低,就其稻田养鱼技术而言,虽有一些新的进展,但总体上还未脱离传统的稻田养鱼技术范畴。

正当我国稻田养鱼将有一个大发展的时候,由于众所周知的政治原因,加之水稻种植制度的改革、大量化肥和有毒农药的施用,我国的稻田养鱼在一个较长的时期内出现停滞、萎缩。十一届三中全会之后,我国的稻田养鱼才有了新的发展。

**2. 稻田养鱼新技术** 我国幅员广阔,各地自然条件差异较大,70年代以后,在传统的稻田耕作制度和稻田养鱼技术的基础上建立起来的稻鱼共生关系,随着稻田耕作制度的改革和水稻栽培技术的进步,稻鱼之间矛盾的一面日趋尖锐,传统的稻田养鱼技术已无法适应这一新的形势,稻田养鱼发展受阻,稻田养鱼需要新的技术。

1972年，中国科学院水生生物研究所倪达书先生提出了以鱼养稻，同时发展渔业的稻田养鱼，鱼养稻的试验，进而发展成为稻鱼共生的理论。

进入80年代以后，在稻鱼共生理论的指导下，稻田养鱼技术又有了新的发展，我国科技工作者结合我国农村产业结构的调整和水稻种植技术的改变，针对浅灌、晒田、施用农药、化肥等，因地制宜地开发了许多稻田养鱼新技术，养殖的种类也从过去的少数几种发展到草、鲤、鲫、鳊、鲢、鳙、罗非鱼等多种，并开展了与池塘养殖配套进行大规格鱼种的培育工作，逐渐形成了较规范的稻田养鱼技术形式，并利用这些新的技术，创造了千斤稻、百斤鱼的大面积高产典型。这些稻田养鱼技术形式从养殖制度上区分主要有稻鱼兼作、稻鱼轮作和稻鱼连作等；从养殖工程设施上区分，主要有塍稻沟鱼、沟凼(坑)式和流水沟式等。以养殖工程区分的几种方式皆可因地制宜地运用于以稻田养鱼制度区分的技术形式，此外还有稻鱼萍、稻鱼鸭等形式。

①稻鱼兼作、轮作和连作技术 稻鱼兼作，即稻鱼共生于水田中。这种技术形式在早、中、晚稻田中皆可应用。由于稻鱼共生，种植和养殖之间不可必免地会产生一些干扰，因此这种稻田养鱼形式要求管理者处理好种稻和养鱼间的矛盾，避免由于田间施肥、施农药而给养鱼带来的危害。稻鱼兼作，由于稻鱼共生时间相对较短，鱼的生长期不长，鱼的出田规格较小，故一般用于培育大规格鱼种，虽也有用其进行隔年放养培育成鱼的，但不是很多。

稻鱼轮作，即利用稻田收获稻谷后的空闲时间进行养鱼，先是稻熟收穗，留禾秆于田，灌水汇烂，培育水质，然后投放大规格鱼种，饲养成鱼至翌年栽秧前。也可利用收稻与

种稻的间隙时间培育大规格鱼种。这种稻田养鱼形式，由于鱼和稻不发生太多的关系，鱼在田中活动的空间较大，便于投饲，生长期相对又长，产量高，经济效益明显。目前这种稻田养鱼技术形式，已广泛应用于冬闲田。

在稻田养鱼实际中，人们常因地制宜地将上述几种技术形式混合应用，实践证明，混合应用这几种稻田养鱼技术形式，其收效更好一些。

稻鱼连作，即既利用稻鱼共生期，又利用闲田期进行养鱼。这种稻田养鱼技术方式，鱼在田间的生长期几达一年之久，故养殖效果较好，产量一般可达50公斤以上，已成为丘陵山区稻田养鱼中采用的最多的一种形式。

②垄稻沟鱼、沟凼式、流水沟式及稻萍鱼技术 垄稻沟鱼，这是在土壤学家侯光炯先生倡导的半旱式耕作法的基础上发展起来的一种十分成功的稻田养鱼技术形式。这种形式有利于全层潜育化水稻田的改造，可提高下温田、冷浸田、烂泥田等低产田的稻谷产量和鱼产量。

沟凼结合养鱼，即在稻田中或田边修筑田凼(小水坑)，凼与田中的鱼沟相通。这种技术方式是适应稻田实行承包责任制后一家一户经营稻田养鱼的实际情况而发展的一种能增强稻田抗旱保收能力的技术形式。

流水沟式养鱼，这是借鉴流水养鱼技术而发展起来的一种有一定集约化程度的稻田养鱼技术，这种技术方式，由于采用了流水集约化的养殖技术原理，加之在养殖过程中又辅以投饵等其它促进增产措施，故产量一般较高。

稻萍鱼，即在田里种稻、水中养鱼、水面育萍，这种种养殖结合的技术方式，充分利用了稻田土地与水域空间，稻鱼萍共生并相互促进生长，产量和效益较高。

此外更有在田埂上种豆和稻田中放鸭等与稻田养鱼有关的多种立体利用稻田资源的种植、养殖技术形式，这里不再赘述。

3. 新技术相对传统技术的进步 稻田养鱼新技术与传统技术相比较，在许多方面都有所发展。

①新技术在技术形式方面，根据我国地域差异，结合并顺应水稻种植制度的改革，发展了多种新的技术形式，为稻田养鱼在我国广大地区的推广发展提供了技术保障。

传统技术则很难适应水稻种植制度的改革，加之模式单一，难以将稻田养鱼在我国广大地区推广发展。

②新技术在养殖工程设施方面有许多新的发展，可因地制宜地推广发展稻田养鱼。如应用的好，基本能以有效的工程设施，避免种稻与养鱼之间在施用化肥、农药等种植和养殖制度方面的矛盾，提高稻田抵抗旱涝灾害的能力，保障稻谷生产，大幅度地增加稻鱼产量，促进了稻鱼双丰收。

传统技术则在种稻和养鱼间发生冲突时无能为力，有时只能舍鱼保稻，减少了经济收益，影响了农民进行稻田养鱼的积极性。

③新技术在养殖技术上，借鉴和引入了其它水产养殖技术，在放养规格、品种及管理技术方面有很多新的发展，多品种混养、投饵、施肥培育水质、一定程度的集约化都对促进鱼产量的提高起到了积极的作用。

传统技术则几乎没有借鉴其它养殖技术措施，管、饲方法单一，鱼产量不可能很高，难以做到稻鱼双丰收。

④新技术充分应用了稻鱼共生理论和土壤热力学理论，并在一些方面有所发展，多种不同学科的相互渗透，种植和养殖两种技术体系的有机结合，经济、社会和生态效益的统

一，促进了稻田养鱼技术体系的完善和发展，保障了稻田养鱼的稳步发展。

传统技术则没能将种植与养殖有机地结合在一起，没能形成完善的稻田养鱼技术体系，因此不可能保障稻田养鱼的稳步发展。

此外，稻田养鱼新技术的出现，使稻田养鱼集中收获较大数量的成鱼成为现实，为稻田养鱼跃出自养自用的自然经济阶段，进入商品经济领域奠定了技术基础。1983年我国稻田养鱼面积661.5万亩，1987年即发展到1195万亩，产量10.6万吨。这样快的发展速度，在很大程度上依靠的是技术进步，是稻田养鱼新技术推广与普及。

4. 我国稻田养鱼存在的问题 我国稻田养鱼技术虽有较大发展，但也存在着一些亟待解决的问题，主要有：稻田养鱼工程技术还不完善，抗灾能力有一定局限，遇大灾时极易出现失收；稻田养鱼配套设施不健全，鱼苗、鱼种严重不足，放养种类搭配与密度不合理，饲养管理跟不上，限制了单产的提高；新技术的普及程度不高，稻田养鱼虽有单产很高（250公斤）的典型，但大面积单产低，发展不平衡，此外稻田养鱼技术基础理论方面的研究还需深入，渔政管理也需加强。

## 二、我国稻田养鱼技术发展趋势

我国稻田养鱼的实践证明，搞得好的稻鱼双丰收，产值成倍增加。这对我国这样一个地少人多的国家，坚持走以内涵为主的路子挖掘生产潜力，增加食物生产，富裕农民有着非常重要的意义。可以预见，巨大的社会需要与较高的综合效益构成了稻田养鱼发展的动力，稻田养鱼生产还将会持续

发展。

根据我国稻田养鱼新技术已达到的水平，我国稻田养鱼技术的发展趋势将是：稻田养鱼技术与农田水利技术、土壤改良技术、生物防治技术相渗透、相融合，并向形成稻鱼生产种养殖综合技术的方向发展，这种新的技术在国土整治和生态环境保护方面也能发挥一定的作用。具体的讲，稻田养鱼技术将应在以下几方面有长足发展。

1. 稻田养鱼基础技术研究 稻鱼共生理论的建立，极大地促进了稻田养鱼技术的发展，随着不同学科对稻田养鱼技术的渗透，稻鱼共生理论也会不断地发展完善，研究稻田养鱼生产的机理，揭示水稻种植技术与养鱼技术在立体农业中自然规律，摸清养鱼稻田中土、水、肥等有关因子与种稻养鱼间的相关关系，用以指导稻鱼生产，更好地发挥稻田综合效益是一重要而又有意义的课题，技术基础的深入研究必将会促进稻田养鱼技术的发展。

2. 水稻种植和鱼类养殖制度研究 研究种稻和养鱼间的相关关系，摸清两种生产制度间的共性与矛盾原，研究改善两种生产制度并使其相互促进的途径与方法，为做到农鱼协同，稻鱼双丰收提供技术。

3. 稻田养鱼综合技术研究 稻田养鱼技术要更多地借鉴和引入其它类型的养鱼技术，研究与精养池塘、湖泊水库养鱼、网箱养鱼等养鱼方式结合的途径与配套技术，以提高单位面积产量和充分发挥稻田养鱼种的优势。

4. 稻田养鱼工程技术研究 结合农田水利技术，从稻鱼生产系统出发，研究稻田养鱼工程设施，提高稻田养鱼抵抗自然灾害的能力，建立能在一定程度上对稻田进行人工调控的工程设施。为稻田养鱼在我国各地因地制宜地顺利发展

提供技术保障。

**5. 建立规模经营的稻田养鱼技术模式** 在充分发展稻田养鱼技术的基础上，对不同地区不同形式的稻田养鱼技术进行综合经济效益分析和稻田养鱼经济研究，在保障增加稻谷产量的前提下，研究稻田养鱼规模经营技术，建立投入少、产出多，能适应不同地区具有一定经营规模的稻田养鱼技术经济模式，促进实现稻田养鱼的商品性生产，获得更大的综合效益。

我国有几亿亩稻田，其中可进行稻田养鱼的水田约上亿亩，如现有稻田养鱼新技术推广工作做的好，稻—鱼结合的种、养殖技术又能有新的发展，则我国的稻田养鱼面积很可能在本世纪内发展到几千万亩，生产大量的成鱼和鱼种。这一目标如能实现，则能极大地缓解池塘、湖库和网箱养鱼所需的大规格鱼种供应紧张的状况，促进淡水养殖业的发展，缓解吃鱼难问题，同时对促进稻谷生产也能起到一定的积极作用，稻田养鱼在大农业商品性经济生产的发展中将占有重要的地位，将会为我国的食物生产做出贡献。

# 贵州省稻田养鱼现状及其发展趋势

施 颂 发

贵州省农业厅水产处

稻田养鱼是贵州省山区渔业的一大优势，是迅速提高渔业产量，解决城乡人民吃鱼难问题的一条重要途径。本文试从贵州省稻田养鱼现状及其发展趋势，谈谈个人初浅看法。

## 一、现 状

地处云贵高原的贵州省，稻田养鱼历史悠久，据民族迁徙情况及风俗习惯推断，已有1000多年的历史。在与湘桂接壤的黔东南苗族、侗族、水族聚居地区极为普遍，广大农村都有自繁自育鲤鱼，进行稻田养鱼的习惯。以养殖高坡鲤、河鲤为主，尤以高坡鲤为多，采取池塘、稻田及江河采卵、淋水孵化等办法获得鱼苗。因气候条件的制约，农业大部分实行一年两熟制，以种植单季稻为主，稻鱼并作，以平板田粗养的为多，一般不晒田。黔东南一带还利用泡冬田养鱼。建国初期曾有较大发展，后因极左路线的影响及十年动乱，稻田养鱼面积和产量大幅度下降，党的十一届三中全会后迅速得到了恢复和发展。1984年起组织水产、土肥、农业技术推广等多部门多学科的协作，广泛开展稻田养鱼高产技术推广工作，先后制订了“稻田养鱼技术规范”、“塍（厢）沟式稻田养鱼技术规范”。1987年全省建立稻田养鱼高产示范片

4.73万亩，比1984年稻田养鱼高产示范片面积增长13.2倍，平均亩产26.43公斤，比1984年增长39.8%。在稻田养鱼高产示范片的带动下，全省稻田养鱼发展很快。1980年全省稻田养鱼64.1万亩，产鱼3348吨；1983年发展到89.26万亩，产鱼4611吨；1987年发展到112万亩，比1980年增长74.7%，产鱼10400吨，比1980年增长2.1倍，占全省渔业总产量的57.2%，亩平9.28公斤，比1980年增长77.8%。

## 二、发展趋势

随着稻田养鱼知识的普及，科学养鱼技术水平的提高，我省稻田养鱼已由传统的养殖方式，向改善稻田生态环境，利用稻田最大承载力，低投入高效益的方向发展。

1. 由平板式稻田养鱼向垄稻沟鱼、厢沟养鱼、田埂结合养鱼、稻菱鱼、稻藕鱼等多种形式发展 垄种稻、沟养鱼技术，改水田平田淹水灌溉，协调了土壤的水、肥、气、热状况，促进水稻早发苗，早分蘖，穗大，粒多，粒重，提高单产。垄稻沟鱼技术，增加田间储水量，提高抗旱能力，又能解决鱼对深水的需要，有利于鱼的生长，获得高产。

黔东南州科协、州科委情报所、州农科所1986年试验，对垄作与平作定点定时观察土壤各层的温度变化情况，垄作土温一般提高0.2—0.4℃，特别是土温较低的冷、烂、锈田，有利于水稻克服坐兜现象，返青快，分蘖早，垄作分蘖期比平作早9天。同时，土壤微生物活动能力加强，利于土壤养分分解，为水稻生长提供充足的养分，提高根系活力，促进水稻根系生长下扎，根系粗壮，白根、黄根多，黑根少，分蘖期垄作比平作根长7.97厘米，总根数多20.4条；齐穗期垄作比平作根长12.85厘米，总根数多198.6条。垄作

可提高水稻抗倒及抗旱能力。稻鱼共生期间，垄作明显地提高耕层土壤肥力条件，其中有机质高0.55%，全氮高0.022%，水解氮高1.2mg/100gt，速效磷高27.7ppm。

赤水县水产站1986年试验，垄作能提高水稻分蘖能力，垄作比平作穗大粒重。据抽样调查，垄作平均每穗实粒数为140—155粒，而平作只有105—110粒，垄作的千粒重为27.54—28.4克，而平作为26.5—27克，垄作的空壳率26.5—28%，而平作为39—41%。

绥阳县双龙桥乡农民蒋成旭进行垄作与平作对比试验，面积各为0.35亩，各放7厘米长鲤鱼种200尾。试验结果，平作收稻170公斤，鱼12.5公斤，折合亩产稻485公斤，鱼35.7公斤；垄作收稻200公斤，鱼34公斤，折合亩产稻571公斤，鱼97.1公斤。稻比平作增产17.7%，鱼增产1.72倍。黔东南州经验，垄作亩实际用工比平作多6—8个，田间产值比平作高50%以上。

此外，厢沟养鱼、田凼结合养鱼（又名田头坑养鱼），都能创造良好的生态环境，避免施放农药、晒田以及干旱对鱼类的影响，发挥稻田各自的增产优势，鱼的产量高，水稻增产幅度大。田凼结合养鱼，凼的面积一般占稻田面积的10%以内，不会影响水稻生产。赤水、松桃等县开展稻茭鱼、稻藕鱼三结合试验，亩增产值分别为253.96元和278元。

2. 从单一品种鲤鱼养殖，向多品种混养发展 由于稻田水浅，水温受气温变化的影响颇大，但到高温季节，水稻处于孕穗期，稻苗封行，导致稻田小区水温变幅甚小，适宜草、鲤、鲢、鳙、罗非鱼、白鲫等养殖。稻田又是一个人工生态系统，除种植的水稻以外，还有繁多的杂草、浮游生物、底栖生物等，稻田单养鲤鱼，稻田里的饵料生物不能充

分利用，单产不高。近几年来，随着稻田养鱼的发展，各地广泛开展改单一品种养殖为多品种混养试验，效果很好。实践证明，稻田生态环境是适合多品种混养的。一般混养方式有鲤、草鱼混养，鲤、草、鲢鱼混养，草鱼、罗非鱼混养，鲤鱼、革胡子鲶、白鲫混养等几种。可以饲养草鱼种，还可饲养草成鱼。只要放养适时适量，不但不会吃掉秧苗，还可除草，有利于水稻生长。如以草鲤鱼混养，亩放10厘米长鱼种150—200尾，其比例一般以4：6，不会吃秧，以田中水草为食；长到17厘米左右会吃秧时，水稻发蔸长高，鱼只能吃掉脚叶，不会影响水稻生长。如要放养20厘米以上长大规格草鱼种时，亩放30—50尾，放养初期割草投喂，可以解决草鱼吃秧的矛盾。如混养鲢、鳙鱼，放养量占总放养量的5—10%为宜。1988年黄平县、红梅乡高峰村杨再贵稻田养鱼1.2亩，6月12日放草鱼种49尾，8.9公斤，鲤鱼种372尾，18.4公斤，鲢鱼种2尾，0.6公斤，每天投喂嫩草，9月27日验收，饲养105天，收草鱼34尾，31.15公斤，鲤鱼356尾，66.9公斤，鲢2尾，1.8公斤，合计净产73.05公斤，亩净产60.45公斤，亩产稻525公斤。

3. 从粗养向精养高产发展 利用稻田中的天然饵料，粗放粗养，鱼产量较低，1980年全省稻田养鱼平均亩产5.22公斤。要夺取高产，必须改传统的粗养为精养，才能充分利用稻田人工生态系统的最大负载力。1985年丹寨县龙泉镇苦竹寨黎炳伦作粗养、精养对比试验，经验收，精养的亩平82.8公斤，比粗养的14.7公斤增长4.6倍。龙泉镇西街刘顶忠，稻田养鱼4.8亩，1983年用蚯蚓、蝇蛆喂养，收鱼580公斤，亩平120.8公斤。1984年绥阳县牛心山乡仙鹤村农民李兴吉稻田3.2亩，利用厂矿生活污水养鱼，收鱼324.5公斤，

亩平101.5公斤。

4. 从放养本地鲤为主，逐步转向推广杂交鲤，向良种化方向发展 我省黔东南饲养的高坡鲤（又叫埋头鲤、高山鲤），由于在稻田中长期饲养驯化，性温顺，不善跳跃，在洪水季节也不易惊恐逃逸，受到惊扰也只是向田水混浊处躲藏。但长期以来，由于品种混杂，退化严重，又不注意亲本的选育，亲本个体太小，影响子代的生长发育。1985年雷山县水产站随机抽样测定一龄高坡鲤50尾，最大个体350克，最小25克，其中25—95克之间的已成熟的有6尾，占抽测数的12%。黎平县水产站测定鲤鱼性成熟约在100克左右。1988年贵阳市水产站测定，鲤鱼平均体重185克，有35%已性成熟。可见高坡鲤性成熟个体过小，退化严重。1980年起遵义、赤水、务川、正安、锦屏、天柱等地进行鲤鱼品种改良工作，注意本地鲤的选育，还引进了优良亲本。1983年遵义地区水产站引进元江鲤、婺源荷包红鲤亲本，生产荷元鲤供稻田放养，效果良好。1988年黎平县水产站在德风乡黎明村品种改良点，进行丰鲤与本地鲤对比试验，放鱼后，每隔一个月抽取5尾，进行主要生长性状的测定，丰鲤比本地鲤每尾日增重增加1.95克，相对增长率增加1.54%，丰鲤个体500克时，本地鲤个体只有200克，只占丰鲤的40%。1987年全省有计划地开展鲤鱼品种改良工作，建立杂交改良点44个，生产丰鲤鱼苗3135.7万尾，培育鱼种984.3万尾，推广稻田放养丰鲤1.4万亩，效果很好。

### 三、展 望

我省属亚热带湿润季风气候区，低纬度，高海拔，冬温较高，夏温较低，省内大部分地区年平均气温在14--16℃之

间，日均温稳定在10℃以上的日数220—240天，无霜期270天，年降雨量一般在1100毫米，降雨日数180天左右，日照时数1200多小时，多阴雨，少日照，光、热、水年变化基本同步，有利于水稻和鱼类生长，鱼类生长期长，越冬条件好，有利于建立良好的农田生态系统，提高水稻和鱼类产量。

全省有稻田1187万亩，中低产田约有600万亩，占稻田总面积的一半以上，冬水田就有183万多亩，这些土壤不同程度地存在着瘦、薄、酸、粘、砂、冷、烂、锈等不良性状，限制着稻谷生产的发展，稻田养鱼不但可以获得鱼产品，还可合理地利用和改良土壤，促进水稻增产，因而蕴藏着巨大潜力、稻田养鱼经济效益较高，是农民勤劳致富的重要门路，特别在交通不便的山区更为重要。1984年丹寨县抽样调查稻田养鱼农户20户，养鱼面积19.96亩，亩平鱼稻总产值291.62元，比单种稻产值增加90.05%。印江县对1828户农户进行调查，稻田养鱼3335.96亩，亩平成本4.85元，亩平养鱼收入37.96元，亩平纯收入38.11元，百元产值成本为12.78元。据统计，1986年全省稻田养鱼亩增值54.5元。

今后，在池塘水库较少，稻田面积广大的贵州山区，稻田养鱼无疑是仍将占我省渔业生产中的很大比重，进一步发展稻田养鱼有着特别重要的意义。因此，建立技术推广和良种生产、供应体系，因地制宜地推广垄沟、厢沟、田凼结合等多种形式养鱼；改良鲤鱼品种，实现良种化；根据稻田饵料基础，实行以鲤草鱼为主的多品种混养，精养高产，由传统的养殖技术向先进的科学养鱼技术发展，由低投入低效益，向采用系统工程的方法，提高经济效果的方向发展，充分利用稻田资源潜力，大大提高稻田养鱼产量。这样，解决城乡吃鱼难问题就为期不远了。

# 黔东武陵山区稻田养鱼技术 改革与效益分析

陈广城

贵州省铜仁地区水产局

稻田养鱼在黔东武陵山区的渔业中占有重要的位置，它已成为贫困山区农民脱贫致富的有效途径。

近几年来，我们对传统的养殖方式进行了技术改革，以改“水”为中心，引入池塘精养技术，获得良好的经济效益。根据1987年的调查资料核算，“500公斤稻、50公斤鱼”模式，每亩养鱼稻田比不养鱼的多投入41元，7个劳动力，多产出293元，纯增252元，其中水稻增收8.9元，鱼243.1元。

技术改革促进了稻田养鱼的迅速发展。从1980年至1987年，养殖面积从1.9万亩发展到15万亩，鱼产量从76吨增加到1214.8吨，占全区鱼总产2123吨的57.2%。1987年对8748亩的改革结果，获得亩均产鱼25.8公斤，干谷449.5公斤（单季）的好成绩。全区稻田养鱼收入400元以上的有3500多户，上千元的191户。

## 一、技术改革的主要内容

过去，这里的稻田养鱼，属于放牧式的自发性生产，产量很低。为此，我们对养鱼技术进行了一系列的改革。

1. 改善鱼类的栖息环境 根据不同的土壤类型，改平

作田养鱼为垄沟、厢沟、大边沟、田头坑式养鱼。

在冷浸田、烂泥田和大肥田中采用垄沟、厢沟式养鱼。垄沟式的一般垄宽26厘米，沟宽39厘米，沟深26—33厘米。难起垄的深脚烂泥田则采用厢沟式，其规格是厢宽2米，沟宽0.8米，沟深0.5米。由于作垄（厢），改良了土壤结构，增加光热效应，稻谷增长幅度较大。1985年在54个点206.4亩中试验，亩均产干谷447.5公斤，比平作对照田增长18.04%。沟里养鱼，由于水体比平作田增加约1倍，克服了由于稻田水浅水温变化大的缺点。在夏季，水温的日变化比平作田少2—3℃，改善了鱼类的栖息和生长环境。上述试验中，亩均产鱼33.79公斤，其中达到“500公斤稻、50公斤鱼”的占12.8%。

在泥底田中采用田头坑式养鱼，即在田中挖一个面积占丘块5—10%的大坑，深1.5米，坑与鱼沟相通。这种方式的田水要比平作田增加1.4倍，不仅有利于鱼类的生长，可以增大放养量，而且便于晒田、追肥和农药施放等。1987年在23.3亩中，亩均产稻506.7公斤，鱼54.9公斤，平均尾重0.58公斤。

在梯田中采用大边沟式，即在老坎处开挖一条宽、深各1米的大沟，与鱼沟相通，同样可获得良好效益。这种改造，既适合水稻喜温的生长特点，又符合鱼类喜水的生活习性，为稻田养鱼高产技术的实施提供了先决条件。

2. 放养大规格良种，早放养，迟收获 过去，鱼种一般由农民自繁自养，品种性状大多退化。对此，我们建立了以国营鱼场为骨干的区、乡三级良种供应体系，仅印江县就建立104处。

饲养成鱼的稻田改过去投放水花、夏花为大规格鱼种，

一般在10厘米左右，亩放养量250—300尾。

投放时间提前在插秧前进行，即每年的2—4月份，这样早放养、早开食。此时水田经过翻犁，将大量底栖动物翻出，浮游生物大量繁殖，成为鱼种的好饲料。几年来的经验证明，插秧前后放入同样规格的鱼种，出田时，插秧前的比插秧后放入的尾重增加100克左右。

带水割稻，然后再饲养60天左右，尾重可增加约150克。这段时间，撒落在田里的谷子和稻莠长出的嫩叶都是鱼类的好饲料。

1987年2月，江口县匀都乡农民李德明在2.92亩田里放入15厘米左右的鲤鱼、草鱼各200尾，5月份又套入夏花鱼种1800尾，当年10月19日收成鱼162公斤，鱼种31公斤，总重193公斤（尾重0.52公斤，大的1.6公斤），平均亩产鱼65.75公斤，干谷423.9公斤。

**3. 实行混养、套养、精养** 根据山区田瘦草多的特点，实行草、鲤、白鲢等混养，一般3:6:1。每年5—7月，每亩还套入草、鲤鱼夏花1000尾。到当年11月收鱼时，鱼种达到12—18厘米，成活率20—30%，混养草鱼的稻田不用除草。

改粗放为半精养。放鱼前，每亩施基肥1500公斤，4—5月，由于鱼小，水温低，有机碎屑、水生动物和杂草多，不必投饵。6—9月，隔天投饵一次。割稻后，投饵量适当减少。

**4. 科学管水，适时排灌田水** 稻鱼共生，要互相兼顾。在插秧前放养鱼时，适当注入新水，减少鱼种死亡。插秧后5至7天，降低水位，以促进水稻的有效分蘖。如采用垄（厢）式的，插秧时田水淹过秧脚，禾苗返青后降低水

位，露出秧兜，这时鱼小，影响不大。

插秧后1个月，平作田改晒田为加深田水至12厘米左右，这样既控制水稻的无效分蘖，又有利于鱼类的生长。

割稻后，加深田水，使之达到50厘米以上，继续饲养。

## 二、经济效益分析

通过技术改革，效益显著提高。现就其中资料齐全的126.3亩养鱼稻田进行分析。

1. 种养结合的产值是养鱼前的2.1倍 1986年，126.3亩产干谷53771公斤，产值为32262.60元（表1），亩均255.44元；1987年养鱼后，产鱼6020.20公斤，产值36121.20元，产稻55286公斤，产值33171.60元，稻鱼合计69292.80元，亩均548.64元，是1986年养鱼养前的2.15倍。

2. 养鱼的投入与产出比例为1:6 1987年由于养鱼，投入7567.00元，比1986年2315.00元多投入5252.00元，但1987年纯产出61725.80元，比1986年29947.60元增收31778.20元（表2），养鱼的投入与产出的比例为1:6.05。

3. 每个劳动力创造的价值是养鱼前的1.26倍 1986年纯收入29947.60元，投入劳力1403个，每个劳力创值21.34元；1987年纯收入61725.80元，投入劳力2290个，每个劳力创值26.95元，是养鱼前的1.26元，多创5.61元（表3）。

4. 鱼的商品价值是革新前的3倍 改革前的出田鱼，尾重一般只有100克左右，由于性状退化，不宜作鱼种，只能自食或当食用鱼出售，每公斤只有2元左右；技术改革后，在126.3亩田里收鱼11780尾，总重6020.20公斤，平均尾重0.51公斤，规格适合当地居民的购买力水平，每公斤售价6元，同样的鱼产量，商品价值是革新前的3倍。

表1 技术改革前后的产量、产值比较表

(单位:亩、公斤、元)

编 号	农 户 姓 名	地 址	面 积	1986年		1987年			
				水 稻		水 稻		鱼	
				产 量	产 值	产 量	产 值	产 量	产 值
1	刘树成	铜仁	66.2	27056	16233.60	27571.0	16542.60	3286.2	19717.20
2	杨祖生	玉屏	22.0	10545	6327.00	10605.0	6363.00	1175.0	7050.00
3	关秀书	松桃	20.2	8360	5016.00	8740.0	5244.00	725.6	4353.60
4	龙天齐	松桃	12.0	6350	3210.00	5670.0	3402.00	481.0	2886.00
5	李德明	江口	2.9	1200	720.00	1237.5	742.50	192.5	1155.00
6	黄兴团	铜仁	3.0	1260	756.00	1462.5	877.50	159.9	959.40
合 计			124.3	53771	32262.60	55286.0	33171.60	6020.2	36121.20

注:产值按本地售价计算,干谷每公斤0.6元,鱼每公斤8元

表2 投入与产出比较表

(单位:亩、元)

编 号	面 积	1986年			1987年		
		纯产值	投 入	产 出	纯产值	投 入	产 出
1	66.2	15129.60	1104.00	16233.60	31795.80	4464.00	36259.80
2	23.0	5869.00	458.00	6327.00	12259.00	1154.00	13413.00
3	20.2	4610.00	406.00	5016.00	8658.50	941.00	9597.60
4	12.0	2986.00	224.00	3210.00	5768.00	520.00	6288.00
5	2.9	650.00	70.00	720.00	1627.50	270.00	1897.50
6	3.0	703.00	53.00	758.00	1618.90	218.00	1836.90
合 计	126.3	29947.60	2315.00	32262.60	61725.80	7567.00	69292.80

表3 养鱼前后劳动力创值比较表

(单位:个、元)

编 号	面 积	1986年			1987年		
		纯产值	劳力投入	每个劳 力创值	纯产值	劳力投入	每个劳 力创值
1	68.2	15129.60	796	21.43	31795.80	1170	27.18
2	22.0	6869.00	275	21.34	12259.00	440	27.86
3	20.2	4610.00	228	20.22	8556.60	349	24.80
4	12.0	2986.00	137	21.80	5768.00	227	25.41
5	2.9	650.00	27	24.07	1627.50	53	30.71
6	3.0	703.00	30	23.43	1618.90	51	31.74
合 计	126.3	29947.60	1403	21.34	61725.80	2290	26.95

# 论重庆市稻田渔业的发展

徐 顺 志

重庆市农牧渔业局

重庆市稻田养鱼的历史可追溯至千年前，然而长期以来，养殖粗放，依赖自然；制约因素较多，产量低而不稳。科技的进步，渔业生产的发展，农村产业结构的调整以及商品市场的需要，给人以启迪，思考稻田水域的综合开发利用，要求发挥稻田水域的生产潜力，寻求用新的生产技术去改造传统的稻田养鱼生产方式，以达到稻、鱼双丰收的目的，取得较好的经济、社会和生态效益。

近些年来，我市的稻田养鱼获得了一些突破和进展，如稻田养鱼的工程设施，改进养殖技术，逐步形成稻田养鱼技术体系，水域中的物质和能量构成了良性循环，发挥了稻田水域的生产潜力，产量逐年上升，在全市水产品总产量中所占的比例，由70年代的2—4%，上升到1987年的28.9%，居全市各类渔业水域产量的第2位。1987年，全市稻田养殖面积110万亩，总产量10200吨。其中推行各式新养殖技术的33.38万亩，总产量6680吨。部分示范田块达到200—300公斤/亩。稻田养鱼总产值5000多万元。实践证明了稻田养鱼工程设施和技术改造是发展稻田渔业的推动力。

## 一、重庆市稻田渔业现状

多年来，我市稻田养鱼的技术落后，产量较低，而且长期停滞、徘徊，究其原因是多方面的，如政治运动的干扰、经济政策的失误、耕作制度的变化、养殖技术的原始、习惯势力的阻碍以及自然灾害的影响等。致使我市的稻田养鱼面积曾一度下降至5—6万亩，总产量300吨左右，处于奄奄一息的境地。80年代前，虽曾有过“鱼溜”、“鱼沟”等养殖方法，但终以溜小、沟浅，效果甚微。在川东地区的伏旱期间，高温季节，不能解决稻、鱼所需的水层矛盾和对水域的生理需要。随着承包责任制的落实与完善，养鱼技术的推广和普及，商品市场的发展，经济效益的提高，调动了广大农民发展稻田养鱼的积极性。水产主管部门因势利导，提倡、示范、总结和推广先进养鱼技术，促进了我市稻田渔业的快速发展。使产量在全市渔业产量中的比例上升(表1)。

表1 重庆市稻田养鱼面积及产量

年 份 项目	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
渔业总产量(吨)	9730	10845	14275	18845	23540	26580	32745	35231
稻田鱼产量(吨)	1390	1165	3270	5090	6690	6669	8341	10202
稻田养鱼面积 (万亩)	34.8	27.7	65.4	81.9	103.1	117.3	105.8	109.2
亩平均产鱼量 (公斤)	4.0	4.2	5.0	6.2	6.5	5.7	7.9	9.3
占淡水鱼总产量 (%)	13.3	10.7	22.9	27.55	28.42	25.11	25.47	28.96

随着生产的发展，在实践中根据不同的自然环境条件，如地形、地势、水质、水温、土壤、植被等，因地制宜，创造出多种形式的稻田养鱼的增产措施。使稻、鱼相互促进，达到稻、鱼双丰收，起到了示范、推广的作用，把零星分散的稻田养鱼，逐步集中成片，形成地区性的稻田渔业基地。其发展趋势，由自发性养殖向自觉性养殖方向发展；由传统养殖方式向新技术推广应用方向发展；由利用天然饵料向人工投饲方向发展；由稻田的单一经营向综合利用方向发展，并与其它渔业生产配合，构成渔业综合经营体系；在加强技术改造的同时，经营管理向高层次方向发展。

## 二、稻田渔业的养殖模式

稻田养鱼要求水稻和鱼类生活在同一水体中，能够克服矛盾，相互促进。为它们创造有利的生活环境，以满足生长发育的生理需要，并保持最佳状态，如水温、水质和水深，养料与饵料。必须采取有效的技术措施，增强对不利因素影响的抗衡能力。

1. 主要养殖模式的技术要点 重庆市处于四川盆地丘陵或低山区。稻田分布广泛，各地的区域自然环境条件差异较大，因此，在生产实践中，因地制宜形成了多种稻田养鱼的生产模式。主要有以下几种：

①平田式（或鱼沟、鱼溜式） 凡水源充足，水质良好，排灌方便，一般能旱涝保水的稻田都可以养鱼。技术要求是加高加固田坎到0.5米以上，坚实牢固，不垮不漏，在进排水口设置拦鱼栅（竹条或竹片编成）。拦鱼栅要高出田块，孔隙大小以能防逃为度。在栽秧前挖好“鱼沟”，“鱼溜”，其深度要求30—50厘米。道数的多少视田块大小而

定。一般在田边开1圈，1亩以上还应在田中开“十”字沟。四、五亩以上开“井”字沟。田面不平整的鱼沟位置应选在田的较低部位。“鱼溜”设在鱼沟的进水口或交叉处，其深度为1米左右，多少依田块大小而定。投放鱼的种类以鲤、鲫鱼为主（70—80%），草鱼20—30%。总投放量为当年鱼种300—500尾/亩。隔年鱼种200—300尾/亩。产量一般10—15公斤/亩；最高可达35—40公斤/亩。

②鱼凼式 其特点是突出鱼凼。在田块的背坎或僻静处挖鱼凼，鱼凼的大小、多少根据田块的大小而异。其底部比平板田低1米以上，凼壁坚固（用石板或片石），以防止垮塌或崩陷。2亩以上的稻田，鱼凼之间应有主沟相连，主沟宽70厘米，深50厘米。凼与沟相接处最好用石料砌成缺口，以便安插鱼簑（栅），防止缺口垮塌。有的还在鱼凼底部设置几十公分的涵管，有利于排水和管理。投放种类一般是鲤、鲫、草鱼，各占1/3，亦可根据具体条件适当调整比例。每亩投放2寸以上规格鱼种300尾左右为宜。也可以养殖部分鲢鳙鱼和罗非鱼等。产量一般为30—35公斤/亩。高产可达75公斤/亩左右。重庆市大足县1982—1985年鱼凼式养鱼凼式养鱼88223亩，平均亩产量为36.5公斤。

③半旱式 以深泥田、烂泥田、冷浸田等低产冬水田为主。依据田块肥力，种植方式，水稻品种等条件，确定开沟作埂的规格。其宽度为60—80厘米不等。春季一般不犁田，栽秧前7天作埂，沟深20—25厘米。有的则可挖到30—40厘米。切忌将田放平。做到全田埂均沟直，高低一致，四周相通，并沿田作一小埂，埂上密栽一行秧。作埂之前要加固田块，防止逃鱼。进排水口要有拦鱼设备，缺口宽度以田块大小和排水量而定。投放鱼种的时间和种类、规格、根据具体

情况而定。以鲤鱼或草鱼为主,也可养罗非鱼或为次年培育大规格鱼种。一般产量为40—50公斤/亩。

④半旱加函式 多以中稻为主。加高加固田坎0.6—1米。开好排洪沟及进出水口。做好拦鱼设施,配备本田面积的5%做鱼函。函深1—1.5米。栽秧前,开沟作埂,沟宽35厘米,埂宽25厘米,沟深25厘米。秧苗返青后,投放2寸规格鱼种鲤鱼、草鱼各80尾,鲢鳙40尾,鲫鱼、罗非鱼1—2斤。以利用天然饵料为主,适当补充人工饵料。产量可达50公斤/亩以上,高产的为100—150公斤/亩。

⑤厢稻沟式 特点是根据田块大小,水源、阳光、风向等因素,开厢掏沟,发挥水稻的边行优势,厢宽1.1米(栽5行秧)或0.8米(栽4行秧),沟宽35厘米,深25—35厘米,根据田块大小开横沟1—2条,做到沟沟相连,水流畅通,增大蓄水量和鱼类活动场所。投放量为300—350尾/亩。其中3寸规格占80%。种类为草鱼30—40%,鲤鱼50—60%,鲢鳙10%。产量为50公斤/亩,高产的可达100公斤/亩。

⑥围田宽沟式 稻田四周开1米左右的围田沟,田中有“十”字沟相连。有起垄栽秧的,亦有平田插秧的。其它方法与上述几种相似。产量一般为30—35公斤/亩,高产的可达50公斤/亩。

⑦种养结合式 群众又称“七层生产稻田养鱼”。根据作物的生长和鱼类的习性,田坎上种甘蔗;田里种水稻,水稻行间种茭白;水面上种水花生或水葫芦;水田里养鱼,鱼又分3层。上层养鲢鳙,中层养草鱼,底层养鲤鲫鱼。渔业工程与前述几种相似。在理论上运用生态学的原理,使植物种植和鱼类养殖之间构成较为合理的生态平衡,种植与养殖的交叉,被认为是利用稻田水域,发展生态立体农业的雏

形。种养两者相互补充，互相促进，收到较好的经济效益（表2）。

表2 重庆市荣昌县杨明金种养结合效益分析\*

（单位：亩、公斤、元）

项目 年份	试验 面积	水 稻		成 鱼		甘 蔗		茭 白		产 值	
		产量	产值	产量	产值	产量	产值	产量	产值	总产值	亩产值
1985	1.8	745	335.2	290	812					1147.2	637.3
1986	1.8	764	382	370	1665	500	100			2147	1193
1987	1.8	870	478.5	450	2700	800	120	500	200	3495.5	1944

\* 产品价格按当年重庆市平均价格计算

综上所述，可以看出我市稻田养鱼的发展，具有一定的理论基础。实践证明，在理论上有所突破，在技术上有所创新，经济效益显著，受到人们的瞩目和关注。

2. 稻田养鱼的效益分析 稻田养鱼是开发利用稻田资源，发展淡水养殖的有效途径。它具有许多优点：如不另占用土地和水面，周期短，投资小，见效快，收益大，管理简便，技术容易掌握。充分利用稻田水域的生产潜力，改一田单用为一田两用（或多用），合理利用时间和空间，种养结合提高土地利用率，无疑将会提高稻田的经济效益和社会效益。根据重庆市农牧渔业局稻田养鱼课题组的资料，对重庆市4个县的2302亩冬囤水田的试验统计如表3。

如表3所示，亩平产鱼45.85公斤，产水稻511.3公斤，当年稻鱼总产值亩平均257.17元。每亩纯收益154.2元。投入1元，获利2—3元，鱼稻的产值比例为1：1.32，高出其它养殖业的收入，表现出良好的经济效益。通过示范、对

表3 重庆市1984年2000多亩冬围水田养鱼经济效益统计表

项 目 县 别	户 数	面 积 (亩)	产 鱼 (公斤)	亩平均 (公斤)	产 值 (元)	稻鱼合计 亩平均产值 (元)	纯 收 益 (元)	亩平均纯收入 (元)	亩产水稻 (公斤)
江北	219	575	26490.6	46	79471.5	249.1	47682.9	149.5	530.0
江津	409	714	36253.5	50.75	108760.5	285.9	65256.3	159.6	524.6
大足	243	507	22346	44.1	67035	275.9	40221.0	165.6	525.0
璧山	233	506	22440.5	40.5	61321.5	263.2	36792.9	157.9	457.0
合 计	1204	2302	105532.6	45.85	316597.5	257.17	189958.2	154.2	511.3

注：鱼按1984年不变价每公斤8元，水稻每公斤0.234元计算，每亩纯益按产值60%计

比、总结和推广，使由小面积扩展到大面积和连接成片，构成区域性大大小小的商品鱼稻田养鱼生产基地，与池塘养殖，水库渔业相互配合，形成了我市渔业的三大支柱之一，体现了它的社会效益。

农业是一个复杂的有机整体，加强综合利用，提高农田的生态效益，是不可忽视的。稻田养鱼之后，能改造农田的生态环境，达到综合平衡，实现了经济效益与生态效益的一致，如稻田养鱼能促进稻田水域的能量利用，减少水域的竞争者，合理利用肥料和阳光，改善土壤的通透性，提高土壤养分的利用率；抑制或消灭了田间杂草及其它消费者，减少了田间养分的消耗，减轻或防止土壤潜育化的影响。鱼类在稻田中，可以减轻水稻的病虫害，而鱼的粪便又是较好的肥料。此外，广泛的稻田养鱼有利于防涝抗旱，有利于增强稻田生态系统的自净能力。由此可见，稻田养鱼必然产生特有的生态效益。

### 三、发展稻田养鱼的优势和制约因素

十多年来，重庆市稻田养鱼的迅速发展，多种养殖模式，都不同程度地收到了效益。除了农村经济政策稳定之外，与发展的优势和潜力密切相关。具体表现在以下几方面：

①自然环境优势 重庆地处四川东部，属中亚热带湿润季风气候类型，热量丰富，降雨充沛，雨热同季，年平均气温 $17.5-18.5^{\circ}\text{C}$ ，雨量 $1000-1100$ 毫米，无霜期 $320-340$ 天，日照 $1200-1300$ 小时，适宜鱼类生长。全市有稻田 $689$ 万亩，有条件养鱼的约 $200-300$ 万亩。

②产品市场优势 重庆是长江上游的中心城市，随着人民生活水平的提高，水产品的销售市场广阔，要求量大。

③技术生产优势 我市渔业生产技术有一定的基础，有不同层次的水产科技力量和渔业生产单位，为产前、产中和产后服务，促进稻田养鱼的发展。

④领导和群众的积极性 稻田养鱼列入国家水产发展的重要项目。稻、鱼双丰收增加效益，活跃了农村经济，对农民具有强烈的吸引力。

影响稻田养鱼发展的制约因素较多，如自然因素有天旱与洪涝；某些环境条件，如水温、水质、地势等；人为的因素有鱼苗、鱼种的配套与供应，科学技术的推广与普及，生产服务体系的建立与健全，生产习惯与生产观念的转变等。这些因素往往会给稻田养鱼的发展带来影响。

#### 四、重庆市稻田养鱼的生产前景设想

稻田养鱼在生产实践中得到发展，在今后的一定阶段中，仍以扩大养殖面积和提高单位亩产量为目标，以推广先进的生产技术和稻田渔业工程设施为主要措施，加强自身建设，以达到半精养的稻田渔业体系，逐步的形成一定规模的稻田渔业生产基地。在微观指导的基础上，加强宏观控制，运用系统工程学的原理和优化理论，对不同的模式进行对比分析，选择出最佳方案并进行评估，为稻田渔业的发展奠定理论基础。在具体工作中，注重“三个结合”——即定性研究与定量研究结合，微观指导与宏观控制结合，基础理论与生产实践结合，并重视多学科的互相渗透，以达到理论上有所突破，技术上有所创新，经济上效益显著的目的。

根据重庆市渔业生产发展要求和实际情况，分析和论证了稻田渔业发展的可行性规划，并制定了不同年份的生产指标（表4）。

表 4 重庆市稻田渔业发展规划

年 份		1987	1990		2000	
项 目	发 展 指 标	实际值	一般发展 计划值	最优发展 计划值	一般发展 计划值	最优发展 计划值
养殖 面积	稻田利用率(%)	17.3	20	25	31	40
	总面积(万亩)	110	130	162	201	259
养殖 产量	亩平均产量(公斤)	9.3	12.5	15	20	25
	总产鱼量(吨)	10200	16250	24300	40200	64750
稻谷产量(吨)		21090	26000	64800	50250	103600
总 产 值 (万元)	养鱼产值	5100	9750	14580	24120	38850
	增产稻谷产值	696	858	2138	1658	3418
	稻田增产总值	5796	10608	16718	25778	42268

重庆市的稻田渔业，顺乎改革形势的要求，在不断超越自我中得到发展，并将继续发挥其优势，为整个渔业的发展作出贡献。稻田渔业的前途广阔，任重道远。

# 稻田养鱼发展初探

徐 国 珍

江苏省水产局

江苏省地处江淮下游，黄海之滨，气候温和，雨量充沛，适宜水稻和鱼类生长。全省水稻种植面积达3600万亩，其中可养鱼面积1000多万亩，是全国水稻和水产品的重点产区之一。近几年稻田养鱼有了一定发展，并摸索了一些经验。现根据江苏省情况，对稻田养鱼的发展谈谈个人想法。

## 一、江苏省稻田养鱼的现状

1982年以来，随着农村经济体制改革的深入和产业结构的不断调整，江苏省稻田养鱼随之也迅速发展起来。1983年在1982年试点的基础上，达到1.5万亩，1987年为19.7万亩，比1983年增加12倍。稻田养鱼主要分布在苏北里下河地区和苏南中部丘陵山区。养殖类型为利用中稻、杂交稻进行养鱼的稻鱼兼作型，极少数为稻鱼轮作和稻鱼连作。同时，各地根据地形特点、耕作习惯和养殖对象的不同，摸索出适宜於本地区特点的稻田养鱼方法。如开挖固定的鱼坑、田沟塘串养、多种鱼混养、稻田培育夏花、稻鱼蚌混养等等不同于传统方式的稻田养鱼技术。这些养殖新技术的推广，为全省稻田养鱼的发展增添了活力，提高了精养水平。全省稻田养鱼平均亩产鲜鱼，从1984年10公斤提高到20公斤。与此同时，

涌现出一批高产典型，1985年全省有2900亩，1986年增加到4000亩，实现了500公斤稻，50公斤鱼的目标。1986年建湖县还出现了1万亩连片稻田养鱼，亩平均产鱼25公斤的高产典型。1987年阜宁、建湖、海安等县又建成1万亩稻田养鱼高产基地，平均亩产鱼47公斤。全省从1984—1987年4年间，累计稻田养鱼面积60万亩，产商品鱼1630吨，鱼种614万公斤，利用这部分鱼种可生产商品鱼2.4万吨，渔业产值1亿多元，经济效益和社会效益显著。

但是与兄弟省比较，我省稻田养鱼发展缓慢，始终徘徊在20万亩左右，1988年减少到9万亩，其主要原因：一是稻田养鱼高产技术未普及，日常管理制度不健全。因为稻田养鱼必须是正确处理水稻栽培中打药治虫、烤田等对鱼类的影响，正确处理养鱼过程中放养品种、规格、养鱼水体大小、沟坑形式对水稻生长的影响。但在生产实践中，有的农户种植习惯难以改变，夏收夏种劳力紧张，还有的农户怕麻烦，不认真管理等诸因素影响，使稻田养鱼高产技术无法落实，影响了单产的提高。二是实收率不高。目前粮食生产的机械化水平不高，许多地方水利设施不完善，加之经营分散，一块田往往涉及若干农户，使许多生产措施难以实施，削弱了对自然灾害的抵抗力，缺水死鱼，大水漫埂跑鱼时有发生。我省从1984—1987年4年间，稻田养鱼实际收获面积占放养面积比率为67—82%。三是服务组织不健全，产前苗种、化肥等物质供应无正常渠道。有的农户生产出鱼种因与放养时间脱节而无法及时销售，加上产量和产值较低，稻田养鱼比较效益相对较低。按目前稻田养鱼水平，一般鱼产量为每亩20—25公斤，亩平均增收80—100元，稻田养鱼户平均耕地不到10亩，收入几百元，这在农村致富门路较多的今天，吸

引力较小，尤其经济发达地区更明显。

## 二、发展稻田养鱼的途径

针对上述情况，发展我省稻田养鱼必须从几方面入手：

1. 按照商品经济发展的需要，改分散经营为适度规模经营，提高稻田养鱼效益 由于农村商品经济的迅速发展，就业门路增多，使一部分农民离开耕地从事其他产业，也使有的农户因生产力的提高，可以经营更多的耕地，而成为粮食种植大户。他们的出现为稻田养鱼适度规模经营打下基础。稻田养鱼适度规模经营，能够从长计议，长远规划，不仅可以增强稻田养鱼农户对自然灾害的抵抗能力，而且可以为社会提供批量农副产品，改善城镇市场供应，有利于农村经济商品化、专业化生产的形成；还可增加农户收入，提高综合经济效益。同时，规模经营可以使稻田的生态效益得到很好发挥，有利于改良土壤，增加土壤的基础肥力，还能减少农药使用量，减少环境污染，提高生态效益。规模经营方式，可以是养鱼集中经营，种稻分散各户，也可以是养鱼和种稻同时集中。前者是由养鱼专业户或能人牵头的养鱼专业组统一管水、养鱼，水稻由各户种植、管理，养鱼专业户负责免费供水，粮食承包户负责开挖鱼坑、鱼沟。村委会负责生产秩序管理，养鱼收入采取7：2：1分配。这种方式管理方便，规模较大，利益均沾，大家满意。其经营规模可达100至数百亩。养鱼专业户年收入可达几千元以上。后种方式其经营规模大小要根据农户劳力多少、使用机械的程度、田块距离远近等因素灵活决定。一般不宜过大，按我省目前情况以20—30亩，年产商品粮上万公斤，鱼年净收入达2000元以上为宜。

**2. 改善生产条件，完善稻田养鱼工程设施** 稻田养鱼工程设施，是鱼类在稻田中赖以生存的的必要条件和确保鱼稻双丰收的关键。在不影响水稻增产的前提下，其工程标准与鱼产量高低有着密切的关系。标准越高，鱼产量越高，鱼稻矛盾越小，防御自然灾害的能力越强。由于各地水稻耕作制度不同，稻田养鱼工程也有不同类型。以我省高产地区稻鱼兼作型的稻田养鱼设施为例，一是因地制宜改建稻田，摸索扩大养鱼水体，增加载鱼量和尽量减少鱼沟鱼坑所占稻田面积的路子。采取田内工程和田外工程结合，如考虑能否将田内的进、排水渠道、自然坑塘、路沟槽、机耕路槽与田内鱼沟相通；能否在稻田内实行一沟多用，一坑多用，将麦田、稻田丰产沟与鱼沟结合。二是考虑如何合理地开挖好鱼坑、鱼沟。要求稻田内鱼沟鱼坑形式简洁、相对集中，将鱼沟鱼坑面积之比控制在3：7或4：6，以便通过增加深度（鱼沟0.45—0.6米，鱼坑1.2—1.5米）来扩大养鱼水体，增加载鱼量。通常鱼沟鱼坑占稻田面积为10%。三是要求鱼坑和主鱼沟一次挖好。这种固定鱼坑的优点是，开挖时间可在农闲进行，最好与农田水利基本建设、修筑公路、乡村道路、垫屋基等结合起来，既节省用工，也缓解了农忙劳力紧张的矛盾。固定鱼坑，水体较大，可作囤鱼塘，鱼种提前放养或推迟收获，解决了时间差和季节差带来的矛盾。

**3. 采取综合防逃措施，促进鱼稻双丰收** 提高实收率是提高稻田养鱼经济效益的关键。据调查，稻田逃鱼大致有几种情况：①暴雨漫堤或田埂塌倒逃鱼。②排水时，拦鱼栅损坏或两边未埋入泥中，鱼从旁边逃跑。③田埂被田鼠、黄鼬打洞，鱼从洞中逃跑。所以，稻田养鱼的防逃措施，必须贯穿到养鱼的全过程。要选择圩堤可靠、圩堤高度与历史最高水

位相适应的圩区为稻田养鱼区，以避免破圩逃鱼，选择机电设备齐全，排灌系统完善，进出水方便，当洪水来临后能通畅排出积水的连片稻田为稻田养鱼小区，同时，设置牢固耐用的拦鱼设施。拦鱼栅设置在进出水口处，与土坎接触面都必须埋入泥中，并将挖沟的泥土加高加固田埂到0.45—0.6米，并夯实无渗漏，而且必须建立严格的管理制度，经常巡田检查，发现问题及时处理，尤其进排水时，大雨前后更要加强。

#### 4. 强化养殖手段、提高稻田养鱼技术水平

①制定稻田养鱼高产技术规程 将内塘养鱼高产技术，因地制宜应用于稻田养鱼，并逐步完善、系统化，使之形成具有一定特色的稻田养鱼高产技术规范。同时，积极宣传，让广大稻田养鱼农户有章可循，认真按照技术规范操作，提高科学养鱼水平。

②因地制宜选用放养模式 根据我省各推广地区的特点和对产品的需求情况，可选用以下几种：以培育草、鲤鱼种为主，每亩产鱼种40公斤的放养方式；以培育草、鲤鱼种为主，搭养一龄鱼种或罗非鱼、杂交鲤等速生鱼类，每亩产鱼种和商品鱼50公斤的放养方式。这两种常用于养殖水面多，鱼种需求量大的养鱼农户，能解决农户的自食鱼。还有以养殖团头鲂成鱼为主，搭养少量鱼种，亩产50公斤的放养方式和以养殖鲤鱼成鱼为主，亩产50公斤的放养方式。这两种方法适用于养殖水面少，需提供商品鱼或养鱼种无暂养塘时采用。

③狠抓饲养管理、合理投喂饲料 根据实验，稻田养鱼的初级生产力为5—10公斤，为获取更高产量，必须坚持投喂草类、萍类及商品饲料，保证鱼类吃饱、吃好，加速生

长；经常注水，改善水质，尤其在烤田期，治虫打药后，养鱼水体小，水质过肥时，都需通过加注新水来增加溶氧，改善饲料生物组成，降低药物浓度；加强日常管理，经常巡田，察看鱼类活动情况；防逃、防偷、防敌害、防污染、提高鱼类成活率。

④扩大养殖对象 目前稻田养殖品种主要是常规养殖鱼类，也有的地方正在探索养殖特种水产品，如稻田鱼蚌混养、稻田养虫、稻田养虾、稻田混养桂鱼等等，经济效益较之稻田养鱼要高，但其养殖技术还需进一步探索。

# 生态农业中的稻鱼共生及其宏观发展

杨 金 通

湖南省水产技术推广站

农业生产的本质，实际上是一个物质循环与能量转化的过程，是人类利用动、植物和微生物的生命机能从自然界获取基本原料，进行食物和其它农产品的生产过程。当代科学技术的发展，已使农业出现两个重要趋势：一是向纵深发展，另一个就是向整体化发展。发展“大农业”、“大粮食”，就是搞横向综合，全面发挥农业资源作用，促进农业生态系统日趋合理的农业整体化的重要方略。

在探索优化的农田生态结构工作中，实验和实践反复证明：把鱼这个生物因子，引入稻田生态环境中，可以为社会向自然界索取更多的产品，达到社会、经济、生态三大效益的统一，是发展生态农业的最佳选择之一。

## 一、实行稻、鱼结合，是促进物质、能量转化、提高农田生态系统生产力的重要环节

在自然界中，水、土、光、热、气等非生物因素和植物、动物、微生物等生物因素，密切相关、互相联系，相互依存，又相互制约。它们形成了一个功能上统一生态系统。在这个系统中，如果其中之一发生变化，就会引起一系列的连锁反应。根据生态学原理，系统的食物链结构是直接影响

生态系统“净生产量”的。农田生态系统，是在人工控制和调节下存在的人工生态系统，目的在于提高“净生产量”。众所周知，在农田生态系统的生物群落中，水稻是主体和中心，是占绝对优势的种群。同时，还存在着杂草、浮游生物、腐屑、部分光合细菌等，它们是原初产物，是2—3级产品的原料，水稻和这些原初产物在一个有限的范围内，按照大体一致的方式，进行能量转化和储存，即大量吸收日光能、二氧化碳、水和土壤中的各种养分，借光合作用来制造有机物，产生能量转化、运输和贮存。生物种群之间竞争的结果，使水稻失去部分营养、恶化了生长环境，增加了不利生长因素。拔除杂草，或让大量细菌与浮游生物等随水流失。同样也是养分和光能的浪费。但如把鱼引进农田（特别是草食性和杂食性鱼类），使在原来的食物链中增加新环节，鱼就会摄食原初产物，减少其对能量的消耗和截捕可能流失的能量，在有限范围内，提高光合产物利用率，并产生人类直接需要的产品，促使稻田生态系统从结构和功能上得到合理改造，发挥稻田的最大负载力。可见稻、鱼共生是增大系统产出，提高系统功能，减少系统物质能量损失的最好的一个方法，比一般自然生态系统更有利于人类生活的需要。

## 二、稻、鱼对水、热条件的相似性，是互惠共生、同步生长的基础

在稻、鱼共生的农田系统中，水稻和鱼是两个起主导作用的关键因素，它们对某些生态条件要求的相似性，是同步生长的基础。鱼是变温性水生动物，水稻是喜温性半水生植物，它们有着各自不同的生长、繁殖的方式和规律。但是，它们在“水”上是有共性的，水是养鱼的前提，水同样也是

水稻生长发育的重要因素。因为水是植物细胞原生质的组成部分，植物体内有机质的合成与分解，吸收养分和养分在植物体内转移，没有水就无法进行。水作为原料参加某些代谢活动过程，水还是保持水稻常态的材料。鱼和水的关系是一定的水量和水质是影响鱼类存和活生长的关键。稻、鱼生产都需要水，这是它们的共性，同时它们各有个性，正确地处理稻鱼需水，即是要在满足水稻不同生育期需水要求（做到适时灌水，恰如其分地排水）的同时，通过人工控制（如开沟、开溜）使稻、鱼在用水上做到相辅相成。事实上，水稻用水从寸水活莪开始，到孕穗至扬花深灌达2寸左右，从乳熟到腊黄又要浅灌水面1—1.3寸。稻田养鱼从放小鱼（苗）开始，特别是放养适于水清、草茂、性习在浅水带活动的草鱼，加上沟、溜的作用，稻、鱼之间在“水”上，是完全可以协调一致的。

稻、鱼生产适温范围的近似，说明它们同步生长的可能性。例如10℃以上是水稻的生长期，15℃以上是积极生长期，21—25℃是最适宜的温度，也是谷粒成熟最适合的气温。在春天，当日平均气温低于11℃三天以上，可以造成早稻烂秧。5月低温或秋季寒露风出现时，日平均气温低于20℃，就会影响早稻分蘖、幼穗分化，以及晚稻抽穗扬花。在夏季，当日平均气温超过30℃、最高气温超过35℃时，可以造成中稻抽穗扬花期的高温伤害，和灌浆阶段的高温逼熟。在杂交晚稻处于38℃的气温下5天，就会完全不结实。在稻田养殖的鱼类中，温水性的鲤、鲫鱼和草、鲢、鳊鱼等的适温分别是14—18℃和18—20℃以上，26—32℃是鱼的摄食盛期。当水温达到38℃以上和11℃以下时，鱼的食欲降低。水温4℃左右时，它们虽仍能生存，但已呈潜伏状态。

即使是热带的尼罗罗非鱼，其最适温度仍是27—28℃，生存的临界温度是10—33℃，上限达到38℃即抑制生长，而9.5—10℃就会受冻死亡。可见，稻、鱼在生存和生长的温度上存在着相近性，这是稻、鱼可以共生和同步生长的一个重要条件。

### 三、提高生态农业整体功能的新途径

所谓生态农业整体功能，即不仅要看粮食生产量，而且要看质量和总的生物产量和产值、利润等经济效益。一个高效合理的农业生态系统，要求着眼于生态平衡，即种地养地相结合，投入与产出平衡，良性循环，使农业生态系统中的经济目标和生态目标统一。

在稻鱼共生的人工生态系统中，绿色植物是吸收太阳能转变为食物能的基础物质，而鱼是依附原初产物和能量截流而存在的，水稻和鱼布局上的序列关系十分明确。研究鱼在水田的行为生态可见：鱼吃掉与稻争肥的浮游生物、侵袭稻禾的虫、菌和危害人、畜的蚊蚋，而且只消耗其中的3%，余下的以粪便形式归还于田；鱼的巡游一方面将呼出的二氧化碳排放于水，增加了植物碳源，另一方面，打破了土表“着生藁类和氧化层的封固状态，有利增氧促根。因而稻鱼共生，稻谷可以增产，幅度为8—47.3%，一般在10%以上。可见，稻鱼共生式生态农业要确立以水稻为主的地位，围绕水稻增产，科学养鱼，才能除弊兴利，用较少的能量和物质，取得尽可能高的产量。

近几年来，随着水稻良种化和耕作制度改进。稻鱼共生技术，在形式和效益上明显提高，例如，利用晚稻秧田发花培育草鱼种，25天左右，每亩可育出万尾10朝鱼，同时收到

养鱼、养地双重作用；又如田（沟）凼结合新技术，能通过开沟排水、提高泥温、水温 and 土壤通气条件，使山荫冷浸水田和冲垄低产田得以改造，使山岸田得以养鱼防旱。沟凼的合理布局，打破了库蚊在大田中心密集规律，有利减轻稻田蚊蚋密度，改善农村环卫条件。双季稻田培育草鱼，除已知的控制飞虱和螟虫对植株危害外，尚发现草鱼种可以直接吃掉水稻纹枯病菌核（吃后并被消化）。鱼的分泌物是不能抑制菌核萌发的，但经过鱼的分泌物处理，菌核萌发丝要比正常菌核慢，且菌丝浸染活力有所降低，表明草鱼具有控制水稻纹枯病水平方向发展的作用，是生物防治水稻纹枯病的一个有效选择。此外，稻田高垄和低沟式利用，变平面生产为“一垄一沟”立体开发，使潜育化水稻土得到改良，扩大了稻田耕作层，增强了农作物边行优势，促进稻谷个体发育，使有效穗、穗长、结实率等经济性状都表现出很强的优势，因而产生“粮产过吨、鱼过百公斤”新格局，促进稻鱼共生进入商品性生产新阶段。总结这些经验，今后扩大稻、鱼共生生态农业优势的新途径应该是：不断应用科技新成果，完善稻、鱼共生新技术，发展商品性生产，实行稻田养鱼与改良土壤、改造农田、保护生态、提高稻田利用指数相结合，因地制宜发展各种合理的稻鱼共生形式。主要是对低湖田、囊水区潜育化稻田、冷浸水田和矿毒水田，实行垄稻沟鱼式利用；对山丘少雨缺水地区，实行田（沟）凼结合式养鱼，借以增加水稻抗旱保收能力；对稳产保收田，则以水稻生物防治和草鱼种增产为目的，采用兼作、轮作和利用晚稻育秧田空闲期，培育养种等养地养鱼，进而发展多层次、多途径利用，如稻、萍、鱼或稻、鱼、蛙，综合经营，达到以“养”促“种”，扩大商品性生产和提高经济效益的目的。

#### 四、发展湖南稻田养鱼的探讨

湖南与位于长江中游以南，地理纬度为北纬 $24^{\circ}39'$ — $30^{\circ}08'$ 太阳辐射强度大，季风影响亦大，四季分明，属中亚热带湿润季风气候，年平均温高 $16-18^{\circ}\text{C}$ ，适于稻、鱼生长的始温（ $10^{\circ}\text{C}$ 以上）全年8个多月。无霜期270—310天，平均日照1300—1800小时，雨季延续3个月左右，年降水量1200—1800毫米，光、热、水三者集中分布在每年4—9月。作物以水稻生产为主，全省稻田面积3994.2万亩，其中上、中等田占64.7%，一季稻（中稻和一季晚）784.76万亩，占总稻田的20%，集中分布在湘西、湘南一带。

按照水田分布状况，水、光、热能资源条件，稻、鱼生产现状和技术基础，在条件和生产措施相对一致的前提下，稻田养鱼的发展，设想可分为4个区分别开发。

1. 湘西稻田食用鱼养殖区 本区包括自治州、怀化地区和慈利、桃源等县，特点是山多、地势高、梯田、坡地多，保水保肥能力低，抗旱力不强。西南部各县气温较高，北部县气温较低，光、热稍少，潮湿多雾，山地气候明显，是全省光热最少的一个地区，年平均气温 $15.8-16.8^{\circ}\text{C}$ ，较其他地区低 $1-3^{\circ}\text{C}$ 。年日照时数1300—1500小时，比湖北少。年降雨量1300—1500毫米，是全省少雨地区之一，其中7—9月降雨量为330—500毫米，也是全省夏季最湿润的地区。

该区中稻田比重大，多属山荫、冷浸田，冬泡田比重大，稻田养鱼时间长，大部分地区渔产以稻田养殖为主，塘、库养殖水面少。发展稻田养殖食用鱼是解决群众吃鱼的主要途径。

该区稻田养鱼历史悠久，过去以养殖鲤鱼为主，多数地区就地采集鱼卵，就地孵化，苗种来源方便，但操作粗放，养殖品种单一，单产不高。为了实现稻鱼丰收，要把改善中稻田生产条件，增加水利设施，增施肥料，培养地力与发展稻田养鱼结合起来，充分利用稻田实行稻鱼套养连作，发掘冬泡田养鱼优势，以养殖食用鱼为主，改进稻田养鱼技术，改单养稀放为合理混养，改鲤鱼田间浮化为田外孵化，“夏花”下田，改大田发花为田凼或田外小坑塘，培育鱼种与养鱼配套，提倡放大鱼种和以鲤鱼养殖为主，搭配放养草鱼、鲫鱼、罗非鱼等。

**2. 湘南稻田多形式养殖区** 本区包括衡阳市及郴州和零陵地区。区内热量丰富，积温为全省之冠，全年日平均温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为5300—5600 $^{\circ}\text{C}$ ，年平均温度为17.5—18 $^{\circ}\text{C}$ ，3月下旬气温就可达14 $^{\circ}\text{C}$ ，10月中旬气温仍可保持18.5—19 $^{\circ}\text{C}$ 。本区年降水量虽有1300—1500毫米，但7—9月雨量偏少，一般200毫米左右，雨季结束在7月前后，较其他地区提早10—15天，具有明显的秧田培育鱼种和春水田养鱼的优势。由于日照充足，年日照数1600小时，气温高，全年15 $^{\circ}\text{C}$ 以上的天数有193—195天，适于鱼类生长的时间长，冬泡田养成鱼效果也较好。

本区稻田土壤中，以潮沙泥和黑河泥较多，丰产性能好，历史上是水稻两熟制区（近年来试种春大豆与杂交水稻两熟制，获得大面积成功）。但本区山荫、冷浸、矿毒、鸡屎泥等低产田的比重也较大，约占稻田面积的1/3。在冲垄峡谷和地形低洼地段尚有部分潜育型水稻田，土粒分散，土壤沼泽化。对这些低产田，因地制宜，制定区域性水利土壤改良规划，根据不同情况开好排水沟，撇洪沟，导流沟，作到

山洪水、矿毒水不进田，地下水、冷浸水、铁锈水排出田，把改造低产田与稻田养鱼结合起来，发展垄沟式稻鱼共生田。

衡阳盆地，池塘养鱼发达，是全省池（山）塘养鱼重点之一。鱼苗、鱼种分布广，历来沿湘江装捞家鱼苗，群众中还有采捞天然鲤、鲫鱼苗和人工繁殖鱼苗的习惯。利用这些优越条件，在发展池塘精养的同时，积极开展稻田培育鱼种和养鱼，可以加快渔业发展速度。该区地势复杂，气候垂直差异和立体性明显，是发展稻田养成鱼的一个有利因素，要因地制宜，开展稻田多形式渔业利用，例如鱼一秧一稻，稻一秧一鱼，秧一稻一鱼，鱼一稻一秧，鱼一稻一鱼等，近期宜突出利用麦稻田培育草鱼种，保证鱼塘精养高产所需要的大规格鱼种。实行渔田结合，田塘结合，发花育种与成鱼生产成龙配套，稻田培育鱼种，扩大鱼种商品性生产和为开发大水面养殖服务。对过去有习惯实行晚稻种植早熟品种，栽草养草鱼种的老区，则扩大稻田养鱼面积，推行以养草鱼种为主，搭配混养，利用一季晚稻田套养并连作。已经养鱼的冬泡田，要在多品种混养的基础上，提倡投料施肥，向一季精养鱼发展。宁远、江永、道县、兰山等有条件实行罗非鱼自然越冬的区域，提倡改良稻田养殖品种，积极养殖尼罗罗非鱼。

**3. 湘中、湘东稻田成鱼养殖和育种结合区** 本区包括平江、浏阳、长沙、望城、宁乡、茶陵、攸县、醴陵、邵县、湘潭、双峰、涟源、新化、新邵、邵东、邵阳、隆回、洞口、武岗、绥宁、城步、安化等县。本区水、热资源较为丰富，自西北向东南逐渐递增，光能条件也比较优越，年日照时数1500—1740小时，仅次于洞庭湖区。年降雨量1300—1500毫

米，其中8—9月份，仅为170—190毫米，是我省秋旱严重地区。稻田多属分布在丘岗交错处的垌田、岸田，均系红壤形式的水稻土，粘性较重。耕作制度以双季稻加绿肥为主。山塘、水库养鱼在大部分县占有一定比重。今后发展渔业应以塘、库与稻田养殖并重，稻田培育鱼种和养殖成鱼相结合，因地制宜，积极提倡利用晚稻秧田培育草鱼种，有地热条件的发展稻田养殖罗非鱼。在稻田养鱼的老区提倡“放大种”养成鱼，并不断扩大新区，狠抓养殖技术的普及提高。

**4. 滨湖稻田鱼种养殖区** 本区包括华容、南县、安乡、澧县、常德、汉寿、沅江、益阳、湘阴、汨罗、临湘、岳阳市（县）、津市及省属农渔场。

本区特点，冲积平原为主，客水丰富、土质肥沃，是我省商品粮食基地，双季稻占稻田面积91.8%，绿肥占80%，有不少潜育性水稻土（还原性强、青泥层厚的低产土壤）在部分地形开阔或平坦地段，地表水长期滞渍，青泥层出现犁低附近，也有的是地形低洼囊水地段，终年被水浸泡，土粒分散，泥巴糊烂，土壤沼泽化。

该区水域广，水面相对集中联片，是全国十大片淡水商品鱼基地，全区可养水面260万亩，占全省可养水面50%，但鱼种数量不足。气候条件是：光、热较足，降水少，春暖迟、秋寒早，日照充足，年1700—1800小时，为全省之冠。年平均温度16.3—17℃，年降雨1200—1500毫米，4—9月降雨量较集中，为800—1000毫米，占全年降雨量67%。由于夏季回暖迟，早稻常因5月低温，引起僵苗不发。日平稳定通过12℃的初日在4月5日前后，稳定通过20℃的终日是9月25日前后。

按照生产方式与湖区生态，经济条件相适应的原则，今

后湖区稻田渔业应与改良土壤，改造低生产田相结合，发展垄稻沟鱼式利用。同时发展草鱼种生产。在技术上，注意以下几点：

①强化亲鱼培育，使草鱼人工繁殖工作，提前于四月底开始，使稻、鱼生产在季节上相对应。克服“田等鱼”现象，实行有效利用。

②实行田、塘、田结合，田外发花，稀养速成。赶在早稻秧苗转青后，放夏花下田，保证田养时间，否则放鱼苗、迟放苗。都无法达到预期的效果。因为草鱼种在30毫米以上才可以吃小水生昆虫和底栖动物和茭萍之类。如果鱼、草不能同步发展，养鱼除草的作用将会降低。

③选择湖区开阔平坦的稻田养鱼，要有健全的排灌系统并实行排灌分家，同时开好撇洪沟、寻流沟、环湖排渍沟等，防洪、防渍、防鱼随水逃逸。

④为了实现稻田以稻为主、养鱼促稻，对潜育性稻田，在农事活动上还要贯彻合理施肥，因土增施磷、钾肥，讲求作物栽培质量；对糊烂泥田，少耕粗整；对沼泽化稻田采用起垄栽培，培育粗壮秧，选择抗性强的水稻品种确保稻谷增产。

⑤对部分地势低洼，长期渍水，稻谷产量很低的潜育性稻田，还可以实行部分深挖、筑基起垄、沟池养鱼、堤岸植桑、种麻，以桑养蚕，蚕粪养鱼，鱼粪肥泥，池（沟）泥肥桑、肥麻，麻叶培水，建立良性循环，扩大经济和生态实效。

总之，依靠政策，不断采用先进技术，全省稻田养鱼来个大发展，是必要和可能的。一个名符其实的鱼米之乡，必然会在湖南出现。

# 论高产稻区稻鱼结合的应用价值

曹增浩

浙江省余姚市水产局

稻田养鱼我市50年代也曾有在科研单位，国营农场和部分渔村发展过。后来由于生产关系的变化和种植制度的变革，没有得到很好的发展。1978年后，随着农村生产关系的变化和农业产业结构的调整，稻田养鱼又再度复兴。

实践证明，稻—鱼结合的这种立体型种养制度，它有更好的经济效益、社会效益和生态效益，成了农村种粮大户的重要致富门路，是改变农村由于单一经营所带来增产不增收的好办法，更是发展淡水养殖，改变人类食品结构，增加动物蛋白来源的重要途径。因此，深受农户欢迎。一段时间发展较快。但在发展过程中也出现了一些新的问题，如在人多田少、生产水平高、兼业农户多和乡镇企业发达的高产稻区，在应用和推广稻田养鱼技术中，存在着一定的局限性。本文通过试验研究和调查总结，就如何应用稻田养鱼技术，克服共生矛盾，争取稻鱼双高产等问题提出几点粗浅看法，供参考。

## 一、应用价值

根据我市近年多点试验、示范、推广结果表明稻—鱼结合其主要应用价值是：

1. 稻—鱼结合能充分利用自然资源，挖掘内在生产潜力 我市地处东南沿海，位于东经 $120.55^{\circ}$ ，北纬 $27.39^{\circ}$ ，年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 $5073^{\circ}\text{C}$ ，无霜期210余天，雨量充沛，日照充足，光辐射量大，是一个良好的双季水稻高产稻区。常年全市早晚稻亩产量稳定在650—730公斤之间。这样的温光资源和气候条件同样也适宜鱼类生长。据1986年对地处平原稻区的长楼乡107个稻田养鱼的农户调查，317亩养鱼稻田，实收早晚稻每亩产量分别为426.98公斤和350.45公斤，与不养鱼稻田产量持平。其中90亩养殖成鱼稻田，亩产鲜鱼61.71公斤，出现了千五粮食百斤鱼（市斤），经济产值翻一番的好效益。另外培育鱼种的227亩稻田，亩收鱼种26.6公斤。经宁波、余姚两市联合验收的杨铁化户2.7亩养鱼稻田，在挖占地11%的鱼坑基础上，早春放养草鱼120尾，鳊鱼1000尾，白鲫750尾及鲤鱼夏花5000尾，10月15日验收结果：亩产水稻703公斤，鲜鱼100.45公斤。

上述事实说明，在高产稻区只要科学地设置鱼坑和鱼沟，造就一个良好的稻鱼共生环境，充分利用稻田水体中的有机碎屑，浮游生物，底栖动物和昆虫，杂草等废弃物及对水稻有害生物为鱼类提供饵料。同时鱼类在田间回游活动，又为水稻生长起到了搅动水层，松动土壤，达到增氧补气，促肥分解和调节田间小气候积极作用。鱼类的排泄物更是水稻的好肥料，因而稻田养鱼有稻鱼共生互利，促稻增产，增收鲜鱼的明显增产效益。

2. 稻—鱼结合促进农业集约经营，推动生产向深度发展 我市人均占有水田仅0.67亩，耕地的粮食复种指数高达240%以上。在今后相当长的一个时期内，人口的增长，耕地的减少仍然是一个不可回避的现实。因此，在人增地减的

情况下，人类赖以生存的农业生产势必向多层次、立体型、高光效的复合群体、复式生产方向发展。在有限的土地上进行集约经营，获取最佳的经济效益、社会效益和生态效益。

发展稻田养鱼，实行稻—鱼结合，这是目前适合我国国情和农业生产方针的，是在有限的土地上提高生产力的一种手段和形式。现就本市陆埠镇金万顺户为例：全家6口（包括在部队服兵役的儿子），承包水田15亩。自1984年开始搞稻田养鱼以来，逐步走上稻—鱼—果—菜立体综合经营道路。1987年稻田养鱼面积发展到10.6亩，采用水中养鱼，田中种稻，鱼坑上种葡萄、蔬菜的多层次形式，发挥了立体农业的总体效益。1987年实施结果：10.6亩农田亩产粮食822.35公斤，实收田鱼750公斤，折亩产70.75公斤。全年为国家提供商品粮5200公斤，为市场提供鲜鱼440公斤，鱼种150公斤。按当时当地价格计算：稻谷产值2514元，田鱼产值3035元，瓜菜产值1000元，家庭副业收入4000元，合计全年收入1.05万元，其中田鱼收入占总收入30%，占农业收入46%。由于该户实行了以稻鱼结合为主的综合经营，较好地发挥了综合效益，其农田单位面积上的经营效益要比周围同等条件单一经营的农户高出一倍。

**3. 稻—鱼结合减少化肥、农药用量，造就良好的生态环境** 目前，农业生产上借助于大量的化肥、农药，这虽然对农作物产量的提高起到了一定作用，但同时也对增加能耗、提高成本、污染环境等方面带来了严重影响。而稻—鱼结合，人为地把水稻和鱼类有机地结合在同一生态中，同在一个环境中生长，这就形成了一个绿萍肥田、喂鱼，鱼类吃虫、灭草，鱼粪肥田促稻的稻萍鱼共生生态系。这样不但能减轻病虫害，从而减少农药、化肥施用量，同时能提高土

壤肥力。

据对本市长丰乡种田大户陈炳灿户的调查，其全家承包34亩粮田，自1985年开始搞稻田养鱼，采取早春放绿萍，夏秋种稻养鱼。连续三年稻—鱼结合后，土壤肥力大为提高。据浙江省农科院土肥所测定，土壤有机质含量从养鱼前的2.92%上升到3.27%；全氮含量由0.22%提高到0.32%，同时减轻了杂草和病虫害；据查，养鱼稻田每平方米仅有杂草27株，比不养鱼的每平方米有杂草1521株减少56倍；水稻纹枯病株发病率，养鱼稻田为33%，比不养鱼稻田47.41%降低了14.41%。同时由于养鱼稻田实行免耕插秧，不需人工耘田除草，加上减少40%左右的化肥、农药施用量，从而降低了农业成本，增加了经济收入。仅据1987年26亩稻—鱼结合田调查，共收杂交稻种子2860公斤，粮食稻谷1560公斤，鲜鱼2245公斤。出售后每亩农田获利415.77元，比另外6亩单一种植水稻的每亩161.10元增加254.67元，增长158%。

## 二、制约因素

我市不仅温光资源有利于淡水养殖，而且有56万亩水稻田，这就为发展稻田养鱼提供了得天独厚的广阔天地。但在现阶段要全面推广稻田养鱼，也存在着一定的制约因素，主要是：

1. 土地的分散，经营粗放 农村实行联产承包，分户经营后，大量农户占地仅3—5亩，而且随着改革、开放和乡镇企业的发展，大批劳动力的转移，带来了“星期天农业”和“突击性农业”的粗放经营倾向，给稻—鱼结合集约经营带来了一定难度。

2. 传统种植技术的局限性 历史形成的水稻种植方

式，管理技术与稻鱼共生存在着一定矛盾。例如，在种植上，早晚稻一般都采用 $5 \times 5$ ， $5 \times 4$ 的密植方式，还有用撒毒土、泼浇农药等方法的防治病虫，以及多次搁田、断水等农活都不利于鱼类生长。

**3. 农民缺乏养殖技术** 稻—鱼结合，稻鱼共生是一种新型的农业组合，而广大农民往往只有种植水稻经验，缺乏养鱼的知识。同时稻田养鱼新技术发展历史不长，技术指导、服务体系和渔政管理不够完善和健全；鱼苗、鱼种供销不适应。这都在一定程度上限制着稻田养鱼业的发展速度。

### 三、商榷问题

鉴于上述情况，要加速、促进高产稻区稻田养鱼技术的应用和推广，根据我市的现状和问题，对发展重点、应用技术等问题需要进一步商榷：

**1. 明确发展重点** 随着农村耕地逐渐向种田大户集中，稻—鱼结合的稻田养鱼技术也应首先向大户推广，以利更好地发展农村商品经济，提高土地的规模经营效益和综合效益。

**2. 加强应用技术研究** 稻—鱼结合的应用技术尚未形成模式和规范，必须认真摸索，总结出一套适合高产稻区农户掌握和实施的稻鱼双高产的种养技术和模式，并及时采用技术培训、现场观摩等方法普及稻田养鱼技术。

**3. 农田养鱼工程设施** 为协调稻鱼共生环境，必须相应地改进农田养鱼工程设施和水稻栽培技术、主要是改分散、浅小的传统稻田养鱼鱼坑为集中、深大鱼坑（坑、沟占地6—8%左右）。以利田鱼栖息和协调肥水管理和耕耙插秧、喷药治虫等矛盾，在水稻栽培上改方形密植为宽行密株

密植，以利通风透光和田鱼游戈；提倡增施土杂肥和“重基肥、早追肥”施肥法，以利水稻高产和鱼类生长。

4. 加强协作与服务 稻—鱼结合是一门多学科的边缘科学。要搞好稻田养鱼业，首先应实行农学和水产业的结合。其次是沟通供销渠道，为农户提供鱼苗种和水产品销售方便。同时进一步完善渔政管理，以确保生产安全。

# 湖泊浅水区鱼稻开发的可行性

万黔麟 李康民 李佩珍 顾慧莺 周 鑫

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心

湖泊鱼单产低微，大湖鱼产尤难提高。鱼稻结合双增产，深水稻耐一定水深，作为稳健自然的调控方式，有助于攻克难题，为建立多种效益生态大农业效力，使我国众多湖泊成为振兴内陆渔业的主要支柱和生产稻谷的补充基地，建成一个个鱼米之乡，可强化人民体质，缓解人口增多耕地减少的矛盾。深水稻还能防止湖水过肥蓝藻繁衍，缓解因人口增长城乡发展而造成的水环境污染以及富营养化问题。深水稻多种于洪水期积水区，解放前曾有不少品种，目前在东南亚国家仍是重要作物。但种植深水稻结合养鱼的试验资料缺少，因此，我们在1987年在深水塘和湖滩上对深水稻习性、适合放养鱼类作了试验观测，以估量其可行性。

## 一、材料和方法

1. 深水稻 国际水稻研究所23个新品种，其中2个为浮稻，在菲律宾检疫。5月18日育秧前曾晒种、浸种，个别催种。6月18日移栽试验池，株行距各25厘米，每穴秧苗3株，仅1号品种2株。部分稻秧6月23日试种花园湖水深10—40厘米、约60米<sup>2</sup>区域。7月12日湖水猛涨，12小时水位上升1米，淹没稻株。

2. 鱼类 移栽深水稻第5日, 在1亩试验池放养当年繁殖的、由中国水产科学研究院育种室研制的杂交鱼鱼种3200尾, 建鲤(荷包红鲤*Cyprinus carpio* var. *wuyuanensis* × 元江鲤*C. carpio yuanjiang*, 平均长2厘米)、罗非鱼(奥利亚罗非鱼*Sarotherodon aurea* × 尼罗罗非鱼*S. niloticus*, 1—2厘米)各1000尾, 取自中国水产科学研究院养殖场。鲫(方正银鲫*Carassius auratus gibelio* (Bloch) × 白鲫*C. carassius cuvieri*, 4厘米)为无锡市水产养殖场的乌子经暂养育成。经约4个月的养殖, 11月6—7日起捕, 部分测定长和重, 部分放入铝质浴盆, 不投饵, 尽量不换水, 观察其抗逆能力, 对鱼体质作间接的印证。

3. 试验场所 在无锡与安徽同时进行。

深水塘试验池(无锡) 筑堤改建1粘质壤土(pH 8)积水塘为2个试验池, 面积分为1亩(35×19米)与半亩, 可蓄水2米深, 以北邻的1溪河为泵水源。

秧苗移栽前将另一积水塘泵干, 运出淤泥10000公斤摊放试验池底, 以增强地力, 稳定植株。另施农家肥735公斤(猪粪495公斤, 鸡粪240公斤作底肥。移栽后施尿素5公斤作返青肥, 另施尿素5公斤、过磷酸钙3公斤和草木灰5公斤作孕穗肥。

秋分前洒石灰50公斤防治鱼病白露汛, 并相继泼洒稀释1000倍的25%杀虫霜60毫升, 防治二化螟, 喷洒50%托布津25克防治稻曲病。

池水位难于稳定提高, 每日记录池水高度、温度, 每10日随机测定每个水稻品种各10株的高度。根据无锡市气象台日平均温度, 计算10个品种始穗有效积温和2个成熟品种齐穗有效积温。

11月5日收割深水稻前，1、2号品种已成熟，初现鸟害，及时收穗。随机取样各15株，计算有效分蘖数，穗各20，测定千粒重和穗枝长。下塘逐个品种检查出穗情况，避免因品种拥挤而漏察始穗。见穗品种各随机若干株，测定其出穗度分布。

**花园湖试验区（安徽）** 在淮河下游南岸，凤阳、嘉山、五河三县交界处，湖面积6—12万亩，消落区1.5万亩以上，水深1.6—4.9米。年均水温 $17.2^{\circ}\text{C}$ ，5—9月 $18-30.5^{\circ}\text{C}$ ，年均气温 $14.9^{\circ}\text{C}$ ，无霜期212天。湖滩广阔，坡度约1:20，腐殖质丰富。

## 二、试验结果

**1. 试验池鱼类的成长** 共捕1264尾，总成活率39%，亩产19.97公斤。

**鲤鱼** 起捕2.89公斤，246尾，成活率24.6%。规格不一，大小悬殊，体长6.9—23厘米，相差3倍多，体重6.5—264克，相差40.6倍。结实健壮，抗逆能力强，经试验三、四十天以上仍很活泼健游。

**鲫鱼** 起捕9.23公斤，682尾，成活率56%。全长9.5—12.4厘米，体重10—24克。分批测定，平均重12—15.3克，其中体重13.0—13.5克的占60.5%，在起样为50尾的9组中占77.8%，生长整齐，体质坚强富有活力。半亩池自然成长的则软弱乏力。最小与最大鲫经受抗逆试验43日均姿态活泼健游（水温 $7.3^{\circ}\text{C}$ ）。

**罗非鱼** 起捕7.85公斤，折合336尾，成活率33.6%。全长9.8—12厘米，体重14—28克，其中70%的鱼全长10—11厘米，重19.5—23.5克，成长比较整齐。由于池水不肥，

体质并非十分匀称，如体长同为9厘米的，体重可差6克；全长相近11.4—11.5厘米的，可差4.5克。有的体长9.5厘米，体重仅23.5克，而体长9厘米者却重达28克。

2. 深水稻成熟情况 成熟结实的有两个品种：IR40992-1-3-2-1-1-2 865020（编号1）和IR40992-1-3-2-1-3-3 865022（编号2）。前者植株高180厘米，后者185厘米，千粒重分别为25.97与26.33克，穗长为24.7与28.7厘米。其生产力数据见表。

两个成熟品种深水稻的生产性能

稻编号	有效分蘖/株	穗数/亩	谷粒数/穗	结实率(%)	千粒重(克)	估产数(公斤/公顷)
1	4.93	19248	154.4	65	25.97	3689
2	3.87	28848	196.8	65	26.33	5625

注：株行距各25厘米，每穴株数：1号品种2株，2号品种3株，鱼沟渠占用10%面积

部分灌浆的品种有IR41125-7-3-2-2-3-3 865026（编号3），1/3的植株出穗度100%。接近灌浆的品种有IR23426-RR（编号22）和IR41132-R-27-1-1（编号4）。前者出穗度都大于50%，越过出穗中期，1/3的植株达出穗末期（>80%），后者仅接近出穗中、末期。出穗但不普遍的有11个品种，其余的或者才孕穗，如13、7、9号，或者曾发现其始穗日期，收割前检视已无踪影，如14、20号。

23个品种植株高达1.39—2.14米，超过资料纪录，可分别耐1.0—1.5米的水深。其中7个品种超过2米，只15号无穗。2个品种低于1.5米，都出了穗。高低两极都有成片

见穗的品种：4号株高2.05米，22号1.39米。出现成熟品种的1.8米段显现各种出穗情况，有部分灌浆品种3号，不同程度出穗品种9、7号，2个未见穗品种。浮稻8、20号各在1.9米、1.4米段内，出穗植株稀少。

3. 试验池病虫害防治 鱼稻共存，蛙、蜘蛛栖息，迟用农药以探讨如何与生物防治配合。

虫害 有二化螟，出现白穗。塘边路灯虽能集引螟蛾，但禁绝不易。螟虫侵入穗基，高出水面，塘水浅（出穗期间只50—60厘米），远非鱼活动所及。而药物内吸杀虫差，宜早施药于螟虫未入穗基之前。

病害 有稻曲病，通过零星成熟病谷米蔓延。

鸟害 远近无稻田，塘边丛林聚居鸟群。但在深水稻成熟过程中，鸟类并未啄食，直到塘边地移栽的3个栽培粳稻被啄食殆尽，深水稻始见鸟害，表明籼质深水稻不似粳稻易招引鸟类。

4. 花园湖深水稻成长情况 水深10厘米的长势和成活率比水深25厘米以上的好。头几日成长不甚显著，一周后长出新芽，日生长量1.0—1.5厘米，10天后2厘米左右。株高45厘米时被水淹没。种植时稻秧露出水面3厘米能成活，水深不超过秧苗1/3—1/2长势良好。种植后12小时，稻根部长出1—2根新须，1周后明显增多。移栽时稻秧已干放30多小时，成活率仍达85%。

### 三、讨 论

1. 国际水稻研究所改进的23个品种仅7个未成穗，占30.4%，16个品种明显见穗，占69.6%，除个别的现孕穗外，以大于50%出穗度为多。

10个品种始穗日期自8月21日至9月29日共39天。8月28日起,32天内均有植株全出穗,并有成片见穗的品种,但仅8月29日至9月3日始穗的1、2号品种灌浆成熟(实穗),而未及灌浆或未全熟(空穗或不实)的22、3、4号品种始穗在9月中、下旬,与此时气温变低( $<20^{\circ}\text{C}$ )有关。值得注意的是,7、14号始穗比1、2号品种早1周,见穗稀少,出穗度还低于80%,可能由于8月中旬曾有3天高温( $>35^{\circ}\text{C}$ ),不利于稻繁殖,影响了穗的续后发育。

其它未成熟品种从出穗度分布情况剖析,有的是积温问题,9、7、13号3个品种依次是积温差增大,跨度从大到小(81%,76%,39%),需要较多的积温。有的还有成穗率问题,6号的植株出穗度65—97%,22号53—86%,后者晚10天始穗,跨度水平低于6号,却能达到成片见穗,成穗率远远超过6号。另外,始穗期并不注定出穗度的一致,6号与13号品种同一天始穗,13号出穗度最多只39%,落后于6号的最低值65%。但若6号适当早播,未必不象2号普遍成熟。

2. 池塘试验。7月1日植株高20厘米时,池水于1周内上涨近30厘米,此后跌涨交错,直到8月1日曾雨度接近60厘米水深,随后才降到40厘米左右,此时已是定植后快50天了。植株高 $\geq 60$ 厘米时,才明显露出水面,在此之前一个来月里,植株的增高往往跟不上池水上涨(图1),虽淹藏水下未死亡,可见国际水稻所改进的深水稻抗淹能力强,移栽后几天,秧苗高约15厘米时,便能随水上涨而增高。花园湖临洪前,植株高45厘米,已具备抗淹能力,但若急水涨势不停,涨幅又高,植株难跟上,露不出水面,则会“衰竭”致死。

3. 深水稻在花园湖试种不出12小时,新根便露头,可以指望利用其秧苗发根迅速的习性,设计取代移栽的定植方

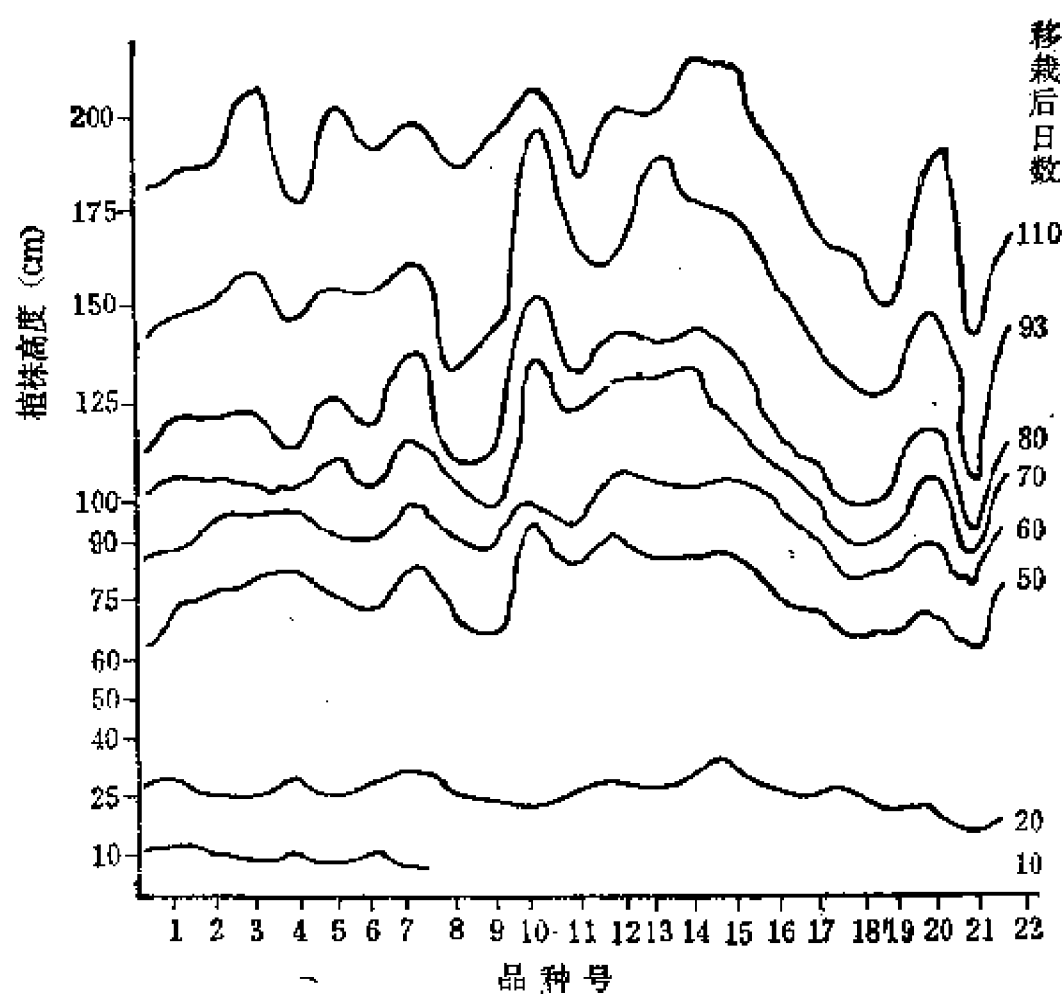


图 1 23个深水稻品种植株高度

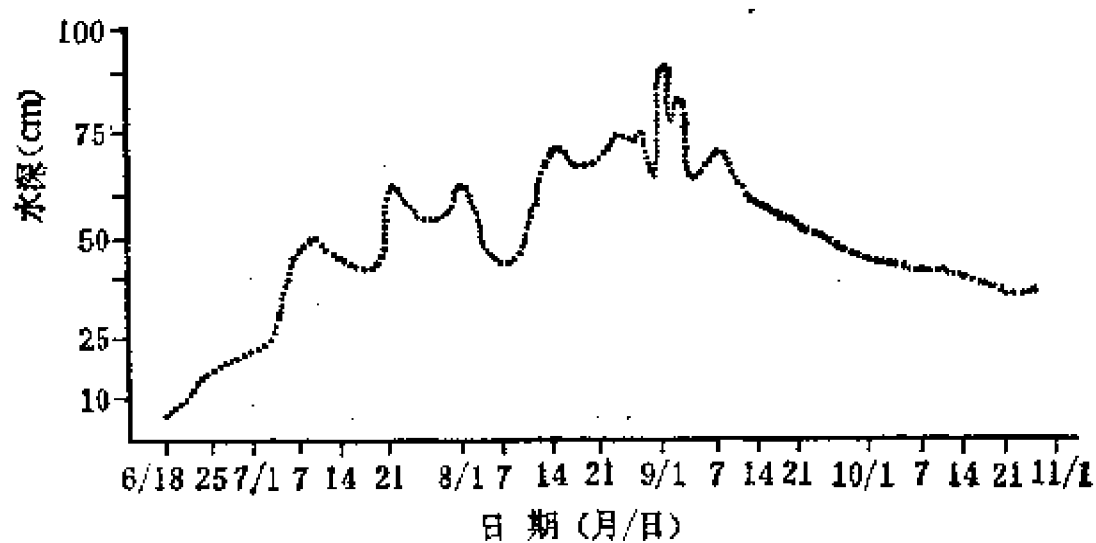


图 2 深水塘水位变动情况

式。稻秧返青根系日趋活跃，10日后植株成长倍增。湖滩肥沃，移植密度又较小，植株吸肥能力强，成长比深水塘快，仅18天植株则高1—2倍（45：15—20厘米）此后加速成长有利于贮备抗洪能力，滩水浅，植株已长高，或倒伏、直立水面，或植株倾斜，皆能抗拒猛涨的洪水，而不受损。但在稻株重新拔高之前，应避免被急水淹没的危险，预留一段时间以缓解植株增高跟不上洪水猛涨的矛盾。

4. 鲤鱼成长不匀，在试验池成长系列达到了一个较高水平。在自然成长的对照池，成长系列的最高值为169、175克（体长19厘米，全长21.7、23厘米）；在种植深水稻的试验池，长度与之相应（18.5厘米，22.6厘米）的鲤鱼为191克，还有成长更快纪录（23；27厘米；264克）。两池成长最少的鲤鱼亦显现差别，体长、全长分别为5、6.7厘米与6.8、8.0厘米。收鱼前试验池底栖动物每平方米144个，96.16克，其中耐肥品种环节动物占优势，摇蚊幼虫、水丝蚓80个，重0.16克，余为耳萝卜螺（根据我单位陈文海同志采测数据）。因植稻而底栖食饵丰富，但因鱼池漏水而不断注水，水质淡化，这和底层鱼鲤、鲫成长好，而罗非鱼成长差相对应。

在湖滩植稻水面扩大，富溶氧、食饵增多，成长系列水平会更高，加上水量远比稻田多，适于育成个大味美商品鲤。鲫杂交种赋有东北银鲫体型大（可达3公斤）的素质，与种植深水稻相结合将能提供成长均匀肉质鲜美的新鲫。因此，种植深水稻将为湖泊创造条件，可建立高经济效益的渔业，并使鱼类组成结构上富有特色。湖泊浅水区肥度、水温、阳光等条件优越，开发这些丰富资源建成新米粮仓，并与深水区长存鱼量大等结合，将对促进整个湖泊的鱼产提高有新贡献。

5. 限于条件未建立起真正意义的对照池, 鱼稻互利双增产的数据不足。试验池比稻田的水量大, 鱼放养量高出稻田养鱼 2—3.4 倍之多, 但保持水深不够 60 厘米, 每尾鱼占有水量还低于一般稻田, 单产仍属 20 公斤稻田养鱼的水平。再者, 鱼放养偏晚, 规格较小(放养冬片鱼种则成长率高), 水质差, 7、8 月鱼成长盛期又未投饵, 水位变动又过频, 天然敌害(积水塘改建, 难免底藏泥鳅等) 潜存, 致鱼死亡, 这些都抑制了鱼产增加。

#### 四、结 论

国际水稻研究所 2 个深水稻品种在长江太湖区域栽培能成熟, 放养鱼时亩产分别能达到 250、350 公斤, 为湖泊浅水区鱼稻开发创造了条件。除生物防治外, 只施用杀虫霜与托布津 2 种农药。鱼单产在一般稻田养鱼 20 公斤水平上, 鱼抗逆能力强, 鲫鱼成长规格一致, 体质结实, 而鲤鱼不均匀, 池底质肥, 可育成较高水平的鲤成长系列。花园湖浅滩短期试种, 表明深水稻植株成长优于内塘, 新根萌发力强。尽管材料不很全, 内塘与湖滩两方面联系起来考察, 湖泊浅水区鱼稻开发是可行的, 其现实意义在于稻和鱼都不会低产。



## 稻田养鱼的不同形式

倪达书 汪建国

中国科学院水生生物研究所

迄今，我国稻田养鱼的方法较多，以生产过程的连贯性、系统性来划分，形式就更多了。然而，这些形式又不能绝然分开，是相互关联的，譬如“稻鱼、鱼轮作”，其中第一季属稻鱼共生，主要目的为帮助农民除杂草，灭害虫而使稻谷增产，第一季和第二季的关系又属于轮作，而且不是简单的“稻鱼轮作”。下面简要地叙述一下目前的百花齐放、各显其优的不同形式的稻田养鱼。

### 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。按放养鱼的规格论，包括直接放养鱼苗和夏花两种。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. 稻田养鱼种 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（一万尾现虽提价到8—10元），可放3亩早稻田，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。这样，一碗鱼苗就可以放6亩稻田，故所花费甚微，便于大面积推广。现在，湖南、江西、安徽、江苏、浙江等省的早稻插秧季节（4月下旬）基本上和鲤鱼苗生产季节相同，故插好秧，开好沟，安装好拦栅后，就可以放鲤鱼苗，因鱼小掀不起秧棵，而且这时稻田里的浮游动物正好是高峰，是鱼苗最好的食料，对鱼苗生长特别有利。同样，为了配合良机，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。现在各大养殖场有提前在4月下旬孵化草鱼苗的趋势，同时农民亦有配合好稻鱼互利作用，有意识地推迟几天插秧，但达到普遍实行，尚有待大力宣传示范。每亩放人工孵化的鱼苗3000尾。沿长江、珠江两岸地区有捕捞家鱼苗习惯的渔民最好采用“江花”放入早稻田中，这为以后亲鱼的更新换代打下简而易行的基础。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，此法颇具优点，一方面节省了买夏花的钱或自己做发塘开花的麻烦，另一方面做到了稻鱼适时共生，真正是多、快、好、省，易于实行的办法。

草鱼的除草、吃虫本领最大，增产稻谷的作用亦较显著，故以达到稻谷增产为第一目的，又能解放稻农除草劳力，以放养草鱼为最理想。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、罗非鱼等食用品种。但杂草多的稻田，仍以放养草鱼为主，搭配能满足需要的鲤、鲫鱼等优良品种是可行的。

此法在放鱼前需加高加固田埂50—70厘米，每亩稻田用生石灰25—50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“围”、

“围”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30—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，如不足时添秧补成之。这也是稻谷增产措施之一，利用即所谓的“边行优势”也。然后在进出水口安装拦栅，规格为宽100厘米，高80—90厘米。拦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。在水稻将熟晒田之前，田中杂草已被鱼吃光之时，就可疏通鱼沟、鱼溜，缓慢放水，使鱼集中于沟中，再以草把放入沟中人工驱赶入鱼溜，然后以长兜捞海轻捷地从溜中捞鱼。

此法是培育鱼种的最佳方法。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%。

大家知道，草鱼种在池塘里饲养极易生病，成活率一般只有20—30%，因此成鱼产量长期提不高。这是草鱼因生态环境不宜而造成，现在改放在稻田中与稻共生，因稻田的生态环境非常适合草鱼的生活习性，所以基本上很少生病甚至不见有病鱼。这为淡水鱼产量翻番创造了（大规格鱼种）物质基础。

**2. 稻鱼萍综合发展** 这是把我国的稻田养草鱼或罗非鱼和稻田养萍有机结合起来，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。也有坑堤、田埂上种瓜种豆等多层次结构的立体种养方式，促进了耕作制度的改革。

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、窄行插秧植水稻,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,促进稻、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3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45.6%。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,宽沟高出田面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,这种方式可以提前在春耕之前放鱼于宽沟中暂养;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年、1986年推广了10—14万亩,增产稻谷20%左右,最高达50%。

**4. 稻田与田头坑塘结合** 亦称田凼配套养鱼。在稻田养鱼过程中,存在着早稻与夏花鱼种有1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晴热高温、

“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“发花”。早稻插秧后，稻田开挖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。待整晚稻田、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，216.2公斤，收获率82.6%（见表）。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。

**5. 垄稻沟鱼** 在稻田内起垄种稻，沟里养鱼，是根据我国著名土壤学家侯光炯倡导的半旱式耕作法的基础上充分发展起来的。

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，连续吸收水分和养分，改变水稻田重力水变为侧渗水，通过毛管上升浸润灌溉。沟内养鱼，鱼的活动产生下层水温对流，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16个县推广“垄稻沟鱼”的稻田养鱼技术，87个点，面积达10319亩。为了大面积推广“垄稻沟鱼”，自治州组织了36人赴四川省进行技术考察，州、县共拨专款10多万元，由水产、土肥、农业推广等部门抽出83人到基层蹲点，各区、乡、村举办技术培训班21期，参加培训人数1000多人次。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（2市尺）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5寸鱼种300尾，其中草鱼种100尾，鲢鱼75尾，鳙鱼50尾，鲤、鲫鱼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。

重庆市稻田半旱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行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，即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，然后象池塘养鱼一样按比例搭配多种混养。当然，也包括早、晚稻田连作养鱼，冬季继续养鱼等形式的稻鱼轮作。

1993年胡茂玉稻田与田头坑塘结合稻田养鱼放养、收获情况

项 目 数 据 鱼 类	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)	回 捕 率 (%)				
草 鱼	1月10日	167	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	90.3				
白 鲢	1月10日	368	20—50	6.5	12月23日	887	100—400	82.75	235	86.7				
鳙 鱼	1月10日	13	100—350	3.0	12月23日	13	300—900	7.8	600	100				
草 鱼	6月16日	1300	5.0—6.7 厘米	4.75	12月23日	1129	20—650	112.9		77.3				
合 计		2148		57.75		1770		273.45		82.6				

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。这片低洼田历年来只种一季晚稻，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4×6寸。整个稻作期间，未人工中耕除草，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5529.8公斤，比预定5000公斤超产10%，单产稻谷286.5公斤。

1982年7月23日放2寸夏花鱼种19690尾（其中草鱼84%，青鱼5%，鲢鱼10%，鳙鱼1%），平均亩放1020尾。养殖64天，未投喂任何饵料，到9月24—25日收鱼10094尾，共458.9斤，10厘米以上的占10%，10.1—20厘米的占76%，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10787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1450公斤，喂菜饼600公斤，浮萍3507.5公斤，青草1030.5公斤，加上原稻田留田稻草约5500公斤，共投肥、喂饵料12928公斤。

1983年6月26—28日收鱼时进行了详细的验收，收鱼1688.95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2518.65元，平均每亩养鱼增收130.50元。

2. 冬闲稻田养鱼 此法亦属于稻鱼轮作的一种形式。利

用晚稻田收割后至翌年夏季中稻或晚稻生产以前，这段时间内稻田冬季蓄水、休闲期放养鱼种，也有的在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。冬闲稻田多常年积水，浮游生物和底栖生物很丰富。川东地区冬闲多，很适合发展养鱼。

1983年冬，福建省淡水水产研究所陈景洪等在福建省晋江县岸兜鱼苗场的3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，种类有草、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。其中鲤鱼增重5—8倍，日增为0.2克，存活率89.30%，除去鱼种费和饲料费，盈利91.78元。其方法是：在晚稻收割以后，先把田埂加高到50厘米，并夯实，然后挖好鱼沟鱼坑。鱼沟的挖法是在离田埂1米沿四周挖一条宽30厘米，深30厘米的水沟。在靠近进水口处，每块挖2个面积为1平方米、深60厘米的鱼坑，坑与沟相通。每块田的进出水口处均要安装拦鱼设备，蓄水后即可往田里放鱼。饵料为粉碎成粉后的花生饼、米糠、麸皮、鱼粉，按8：6：5：1混合配比，加水拌湿投在鱼坑中的食台上或全沟泼洒。每天下午2—3时投饵一次，投饵量为鱼体总重的2—3%，视天气、鱼的摄食情况灵活掌握。

**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，在田内四周开挖一道回沟，其高程根据历年最高水位筑埂，需多少土方，挖多少宽深作养鱼基本水田，田中留一块口字台田作种稻。第一季在稻田中种稻进行稻鱼共生，回形沟中养鱼种，收割稻谷后灌水将整个稻塘连沟带田一起淹没，作为第二季的轮作养鱼，这种方法也是一种调整农业生产的内部结构，增加经济效益的好办法。

# 稻田养鱼新技术模式的探讨

万邦怀

张潜龙

江西省农牧渔业厅水产局 宜春地区农牧渔业局

## 一、平板稻田养鱼的优劣势

稻田养鱼长期生产的实践，形成了一种传统的稻田养鱼方式，这种稻田养鱼在稻田里不开沟挖溜（坑），田面保持原来平坦式样，养鱼不干预种稻，种稻不影响养鱼，我们称之为平板稻田养鱼。其优势是：肯定了稻鱼可以在同一场所生存的事实，揭示了稻鱼间的关系，激发着后人创立了稻鱼共生理论，在农田栽种高秆水稻品种，稻高水深，不晒田、不耘禾、不使用化肥和农药的耕作制度、栽培技术的条件下，平板稻田养鱼与之相适应，为后人革新稻田养鱼技术，促进耕作制度的改革起着积极的作用。中国平板稻田养鱼至今延续了2000多年的历史，显而易见具有一定的生命力。但是，平板稻田养鱼技术水平低，管理水平差，生产规模小，仅局限于丘陵、山区和水面少的稻区，为农民自发性的“小宗性”生产，并且放养鱼类品种单一，规格小，数量不足，管理粗放粗养，单产低，亩产只有5—10公斤，而且深受耕作制度的约束和自然灾害的影响，发展缓慢，很不稳定，它的劣势就在于此。江西平板稻田养鱼发展历史，就是个见证。1956年江西全省利用面积496万亩，1957年6.4万亩，

1958年5.2万亩,1959年21.94万亩,1960年30.96万亩,1961年15.86万亩,1962年18.78万亩,之后逐年下降,至1976年几乎濒于绝迹,直到1983年才恢复到28万亩。

## 二、稻田养鱼新技术模式的优劣势

1. 新技术模式的问世 二十世纪50年代末至60年代初,是中国平板稻田养鱼发展的顶峰期,面积曾达1000万亩,经历着26年,1986年达到1500万亩,次年下降到1100万亩,亩产鱼不到10公斤。说明耕作制度虽然发生了变革,但一些稻区尚未恢复到“顶峰期”,即使已经恢复和发展的地区,还处于平板稻田养鱼水平线上。而在另一些稻区,稻田养鱼技术提高到了一个新的水平,如1984—1986年全国18个省(市、区)协作推广示范面积百万亩,亩产鱼20公斤,高的50公斤,甚至超过百公斤,稻谷产量增产一成左右,从而涌现出多种形式的新技术模式。究竟新技术模式何时问世?可以追溯到60年代“顶峰期”。60年代以来,由于耕作制度的变革,稻鱼矛盾日益突出,平板稻田养鱼已不能相适应,激发着科技工作者寻找解决稻鱼矛盾的新方法。江西省遂川县瑶厦乡集合村,在平板稻田养鱼顶峰期(1959—1960年),利用双季稻田开沟挖坑养鱼(相当于当今的沟坑稻田养鱼),亩产鱼曾达到25公斤,但由于缺乏理论指导,加之未形成组织推广,所以十几亩稻田,亩产鱼20—25公斤一直徘徊了二十几年,直到80年代初期才提高到一个新的水平。我省工作者,根据稻鱼共互助理论,从1982年起步,有组织性地在全省东西南北中布点,广泛地进行平板、沟坑、宽沟、回沟、小池、田塘、沟池、半旱垄沟、垄沟养鱼和厢稻沟鱼等十多种稻田养鱼技术的探讨。1984—1986年间,我们参加全国18个

省（市、区）稻田养鱼技术推广协作，江西省水产局主持和委托宜春、万载、上犹、遂川、波阳、奉新、上高和安义县（市）及6市、5个地区开展稻田养鱼新技术推广示范，探讨了沟坑、沟池和垄沟稻田养鱼新技术，可认为是我省新技术模式的正式问世并随之推广。

**2. 新技术模式的内容及其优劣势** 所谓稻田养鱼新技术，是根据“稻田养鱼、鱼养稻，稻谷增产、鱼丰收”的稻鱼共生互助理论，吸收池塘养鱼的先进技术，对稻田养鱼工程设施、工艺技术进行改革与革新，加速物质就地循环，促进能量朝着有利于稻、鱼双方转化，使得稻田生态的物质和能量进行较好的良性循环。从耕作制度角度区分，我省稻田养鱼可分为稻鱼并作、稻鱼轮作和稻鱼间作几种类型；从作物栽培、养殖方式角度区分，有单、双季稻田养鱼，冬闲田养鱼，莲田、藕田和茭笋田养鱼等几种形式；从工程设施、工艺技术角度区分，主要有平板、沟坑、沟池（含小池、宽沟、回沟、田塘）和垄沟（含半旱垄沟、厢稻鱼沟）稻田养鱼技术，其中后三种为新技术模式。

**①沟坑稻田养鱼** 在养鱼稻田里开沟挖坑（溜、凼、窝），田中种稻，沟坑中养鱼。沟宽二行禾、深24厘米或至硬底；坑深50—70厘米、面积1平方米、数量1—2个、位于田角进出水口处，连通鱼坑的鱼沟呈“十、井、口、田”字型。鱼沟、鱼坑的开法，采用“带土移株法”，禾苗移植于沟两侧的稻株间或坑的三面稻株间，使之呈篱笆状。这种模式的优势是：工程量小，操作方便，投资少，能养鱼田均能采用，缓解了稻鱼共生中出现的矛盾，农民容易接受，稻谷产量可增产一成左右，鱼产量每亩高于平板稻田养鱼1—2倍。劣势是：沟浅坑小，养殖周期短，生产鱼类个体小，只

作鱼种或自食小鱼，不能成商品鱼上市，亩产量亦不理想，是我省稻田养鱼新技术模式的初级形式。

② 垄沟稻田养鱼 在稻田里起垄作沟，呈半旱式厢稻沟鱼。垄上种稻，沟中种藕（茭笋）、养萍、养鱼。其工程设施如图 1、2 所示：

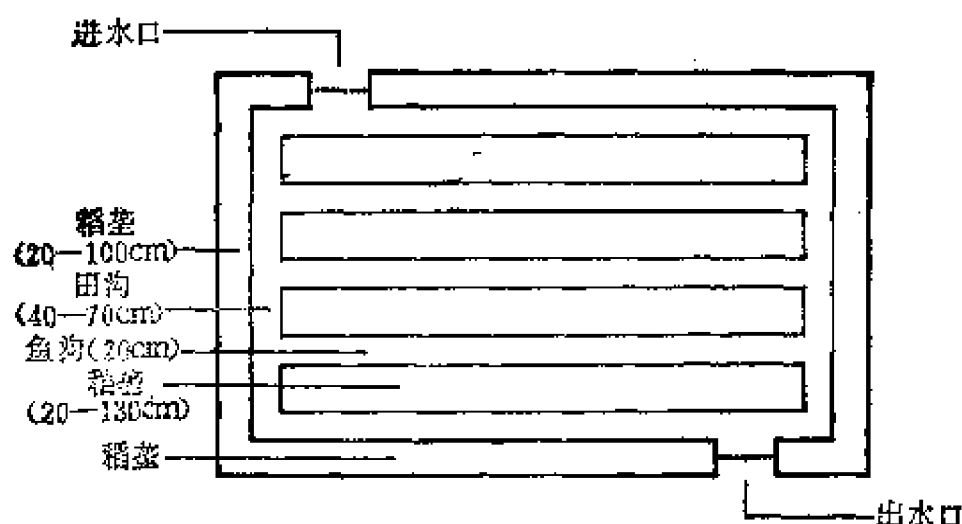


图 1 平面图

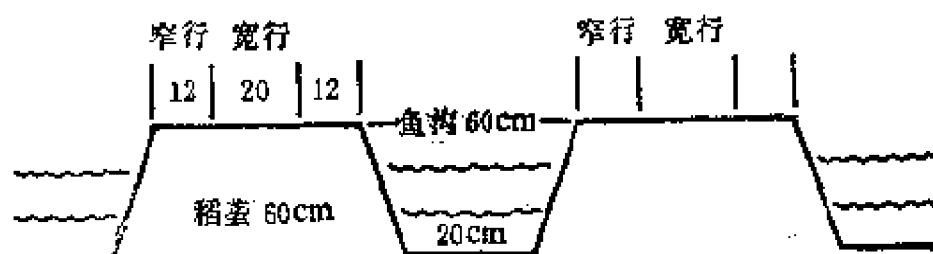


图 2 剖面图

这种模式的优点是：沟多小深，蓄水养萍喂鱼，避开了稻鱼矛盾，在人为的控制下可延长养殖周期，实行投喂养鱼、轮捕轮放，亩产容易获得鲜鱼50公斤。既是稻田获得商品鱼生产的最佳种养结合模式，又是低产稻田改造的“立体”农业生产，增粮增鱼，增加经济收入。其劣势是：适应性

有限，以类似江西双季稻田为主的稻区适应性差。此外工程量大，农民一时难以接受。经过几年的努力，至今我省仅推广已养鱼稻田面积的0.5%。

③沟池稻田养鱼 是我省稻田养鱼的主要形式。其工程设施形式多种，方法多样，因地制宜，以田而定。主要在田的一端开挖一个小池（鱼池），有的利用相邻田间的浅水塘，池深1米左右，面积占田块总面积的6—8%，连通鱼池开挖深30—50厘米、占鱼池面积1/3的鱼沟。因田块形状、大小而开挖“十”、“非”、“口”、“回”字型鱼沟。如图3所示：

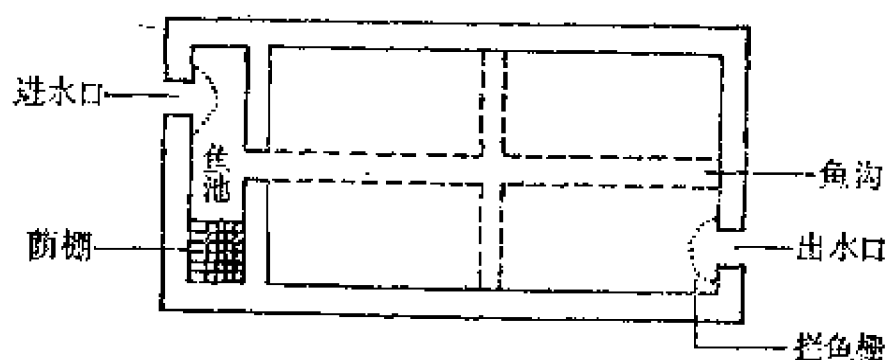


图3 沟池稻田

这种模式的优势在于：根据稻鱼共生互助理论，运用池塘养鱼高产技术，讲究工程建设，建造稻鱼共生最佳环境，在人为控制下延长鱼类养殖周期，既可获得商品鱼，又可收获大规格鱼种，亩产鱼50—100公斤，稻谷产量增产5%以上，是双季稻田种养结合的理想模式。它的劣势是工程设施一年一换，既花工，又不能保鱼越冬。

3. 新技术模式的原理及其效益 稻田养鱼新技术模式，是仿自然生态系统生物结构原理，用适合社会经济发展需要的经济植物和经济动物，按照人们的意愿建立的人工生态系统，是立体农业结构的一种形式。它具有池塘养鱼高

产的特点，充分利用稻田生态条件，又以丰富的水生生物作为鱼类饵料，并增投人工饵料补充，妥善解决稻鱼共生中出现的矛盾，创造稻鱼共生互助的良好生态环境，从而发挥稻鱼各自的增产潜力。同时，利用空间和余地，空中搭荫棚，棚上率藤种瓜类，田埂上种菜、豆类，水中种藕、茭笋、芋头，养萍、鱼类，进行综合利用、集约经营，实现稻、鱼、菜三丰收。

实践证明，稻田养鱼新技术能合理地利用稻田的土地、水体、生物资源和非生物物质，是理想的稻鱼结合生产的模式。它充分体现了良好的生态效益、可观的经济效益和明显的社会效益。

#### ①生态效益

**除草保肥** 稻田除水稻生长外，还有一定数量的杂草，这些杂草与水稻争肥，杂草的生长要夺走氮素1.24公斤，亩放500—600尾草食性鱼种能有效地控制杂草的生长，给稻田保了肥。实验表明1000克草鱼种可吃掉40—60公斤杂草，据江西上高试验区（1988年）测定体重500克草鱼，尾日食油毛草、破虫钱等杂草3.5克。田间杂草被鱼类摄食转化为鱼肉蛋白，并排出粪便转化为肥料，增加稻田有机质含量和养分，起到除草、保肥和增肥的作用。

**减少病虫害** 稻田中危害水稻的昆虫、卵块是鱼类的好饵料，这些昆虫的生活通过水体或卵块受惊动而坠入水中时，便被鱼类吞食。实验证明，稻田养鱼对水稻生长除病灭虫起着良好的作用。江西上高试验区测定：体重150克的鲤鱼尾日食行军虫等虫害1.3克；此外，对稻纵卷叶虫、三代二化螟虫危害指数的测定为：养鱼田每百兜卷叶率90个，不养鱼对照田210个；养鱼田无枯心率，不养鱼对照田是0.014%。同时，鱼类还能清除稻脚叶、病害叶，增强通风透光能力，减

少病虫害发生的机会。

此外，由于鱼类在田中的游动觅食，搅拌水体，翻动泥土，增加水中的溶氧量，加速肥料分解，促进土壤有效成分的释放和水稻根系发育。又因鱼类松土、除草、灭虫、增肥，养鱼稻田可以不耘禾、少施化肥、少打农药，既节省人工繁重体力、资金，又改观了农村环境卫生，减轻了自然界的污染，增进人体健康。

②经济效益 实践证明，稻田养鱼新技术模式是一田多用、种养结合、“立体型”生产的一项集约性经营模式。它具有投资小、收效大、见效快、效益高的特点。以江西省水产局连续三年（1984—1986年）主持和委托建立的新技术模式示范成果为例：1984年收获面积3706.52亩，亩产鱼40.38公斤，稻谷产量亩增100.12公斤（增产13.87%），稻鱼亩平均增值213.56元，投入（亩平均18.08元）与增值的比例为1：11.8。1985年收获面积4164.24亩，亩产鱼39.54公斤，稻谷产量亩增54.9公斤（增产13.5%），稻鱼亩平均增值215.18元，投入（亩平均39.52元）与增值的比例为1：5.5。1986年收获面积6680.52亩，亩产鱼46公斤，亩增稻谷27.2公斤（增产5.4%）、通心莲子4公斤（增产7.8%），亩增值174.89元，投入（亩平均36.4元）与增值的比例为1：4.8。由此可见，稻田养鱼新技术模式的经济效益低的为1：4.8，高的为1：11.8，即投入36.4元，可增加收入174.89元；或投入18.08元，可增加收入213.56元。如果加上瓜菜豆类的收入，其经济效益更加可观。

### ③社会效益

调剂剩余劳力 尤其对耕地面积少、副业门路少的贫困山区更为明显。江西宜春水江乡，长期出现跑外奔波搞副业的

多,没事串门走亲戚的多,没活干在家抱孩子的多的“三多”现象,如今全乡近7000亩稻田,95%以上养了鱼。他们高兴地说:“稻田养鱼给水江人们定了心,安了家”。

**缓解吃鱼难** 鱼类作为一种优质动物蛋白来源,受到人们喜爱,至今全国年人均不到10公斤,江西只有6—7公斤,尤其丘陵、山区吃鱼难问题更为突出,广泛发展稻田养鱼,提高其产量,活跃城乡市场,缓解群众吃鱼难。

**增加经济收入** 稻田养鱼立体生产,增产粮食,增收鱼类和经济作物,对农民有着强大的吸引力,尤其新技术的推广应用,促进耕作制度的改革,丰富种养结合内容,振兴大农业,增加国民经济收入,既利国,又富民。

### 三、结论与展望

我省探讨的稻田养鱼新技术,同全国稻田养鱼新技术模式大同小异。所有这些模式在稻谷产量增产的前提下,因地制宜广为应用,才能体现强大的生命力。在应用中推广,在推广中完善和提高,发展具有中国特色的稻田养鱼新技术,我国稻田养鱼才能蓬勃向前发展。千百年来,中国稻田养鱼虽然优先世界各国,但从我国养鱼稻田得天独厚的自然条件和我国人民的智慧,以及我国是个以农业为基础的国情来看,我国稻田养鱼的发展还是缓慢的。已利用面积不大,发展很不平衡,产出还不高,全国千万亩稻田养鱼,亩产鱼类在10公斤水平上下徘徊,新技术水平还处于初级阶段。应该在加强行政业务领导的同时,建立和完善服务体系,把稻田养鱼列入大农业总体规划的内容,使稻田养鱼真正成为促进农业结构由“平板型”向“立体型”转化的生力军,从而获得更多的农副产品,取得更多的经济收入。

# 稻鱼结合的模式及生态效益

吴琅虎

湖北省水产科学研究院

稻田养鱼新技术是人工生态最佳模式。在农田生态系统的生物群落中，水稻是主体，是占绝对优势的种群。但这种系统中，也存在着杂草、浮游生物、腐屑、部分光合细菌等。它们夺去部分水稻的营养，恶化了水稻生长环境。把鱼引进农田后，就是在原有的食物链中“加环”，起到了“截流”的作用，增大系统产品，提高系统功能，使系统的物质能量减少。从而提高经济效益。中国科学院水生生物研究所倪达书教授提出了“稻鱼共生”理论，进一步阐述了种植业与养殖业之间的关系，使两类不同对象共处同一场所，经合理技术措施，既要以鱼促稻，又要生产廉价成鱼和鱼种。达到稻谷增产，鱼类丰收的目的，使人们尽快致富。

## 一、稻鱼结合的几种模式

5年来，在不同地区办点试验、示范、推广中，稻田养鱼技术有所创新，并总结出许多新技术。从形式上看：有兼作、轮作；从工程上分：有垄稻沟鱼、田凹养鱼和宽沟养鱼。

1. 稻鱼兼作 要求水源好，能灌能排，早、中、晚稻田皆可。放鱼前，把田埂加高到50—70厘米，在田中开鱼

沟、溜。沟的多少、看田而定。田小开“日”形沟，田大开“田”形沟。沟宽33—50厘米，深25—30厘米，在沟的交叉处开100厘米长，50—70厘米宽，80—100厘米深的鱼溜。围沟与田埂距40—60厘米，插秧时，把开沟、溜上的秧棵移栽在靠田埂一行，形成边行篱笆。放鱼时，沟的进出水口处设鱼栅防逃。亩放夏花草鱼种1300—1500尾（图1）。

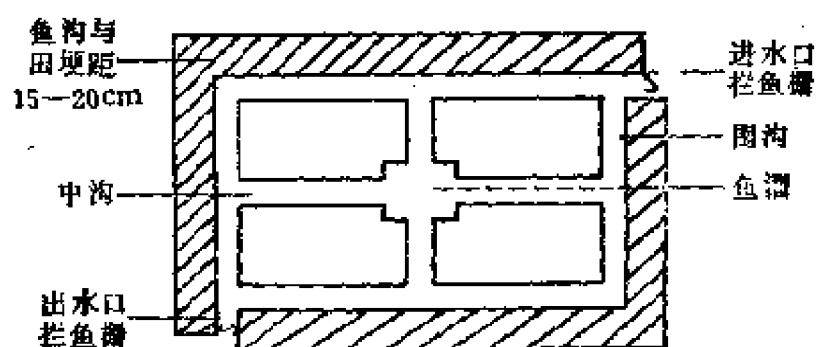


图1 鱼沟、鱼坑分布模式图

2. 稻鱼轮作 适用于冷浸田或冬水田，种一季稻，养一季鱼。将田埂加高到100厘米，宽50厘米，先实行稻鱼共生，后只养鱼。其方法是稻谷成熟后，只割稻穗，立即淹青，同时补放鱼种。先放夏花鱼种1000—1500尾，淹青后补放鲢、鳙鱼种5000—7000尾。

3. 垫稻沟鱼 利用沼泽型低洼田或深、冷、烂、毒的坐兜田，分两部进行稻田整理。第一步开沟作垫，开沟时使沟底宽约20厘米，深50厘米，取出的土放在垫面上。面块要打碎。围沟宽和深约为40—20厘米。取出的表土也放在垫面，底土用来加高宽田埂，垫宽20—130厘米。第二步平整垫田。将沟中糊泥铺在垫面，用锄头把垫面整好。要求垫上糊下松，所有铺面同一水平，沟的面积上田块面积40—50%。整好垫面后即行栽秧，由于是垫稻沟内养鱼，栽插方式必须边密中

稀,充分发挥边行优势,使开沟损失的面积,借边行密植而得以补偿。亩放冬片鱼种100—200尾,夏花鱼种800—1200尾。

4. 田凼养鱼 根据池塘养鱼原理,为“千斤稻,百斤鱼”创造的新技术,能巧妙地解决晒田、施肥、下农药的稻鱼矛盾。在田头挖一个小鱼池(凼);占稻田面积8—10%,宽2—3米,深1.5—2米,长度以田头为准。若固定成鱼凼,还可孵化鲤鱼苗,培育夏花或冬片鱼种,也可养成鱼,亩放3000—5000尾夏花鱼种或300—500尾冬片鱼种(图2)。

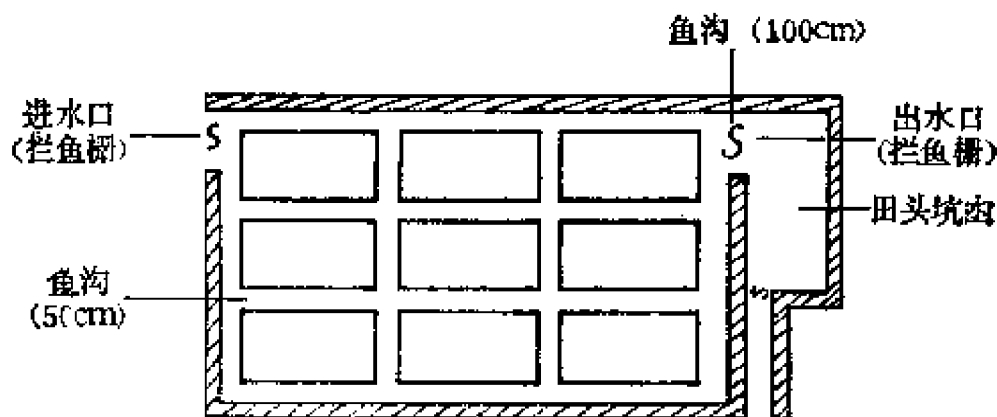


图2 稻田养鱼与田头坑凼配套模式图

5. 宽沟稻田养鱼 除稻鱼兼作所要求的加高加固田

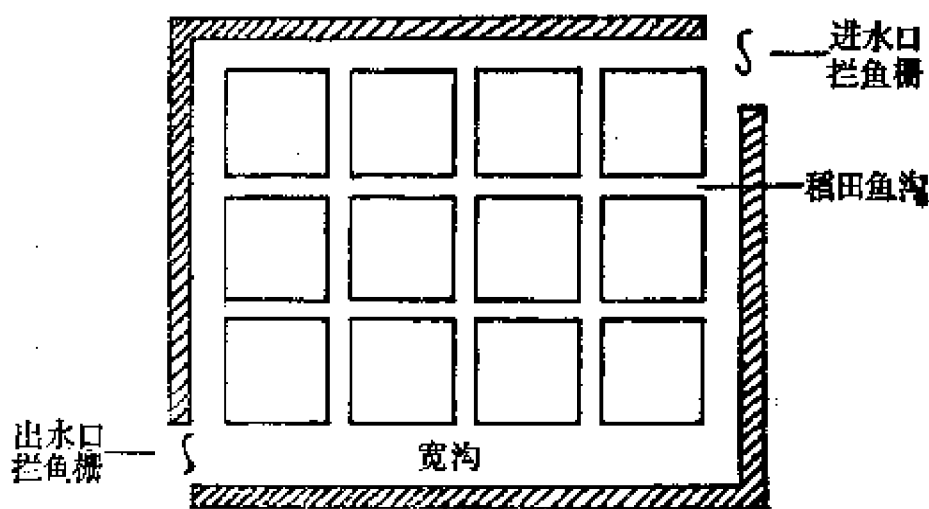


图3 宽沟示意图

埂，开挖鱼沟外，突出的是在进水口一边的田埂内侧挖一条深、宽各1—2米的宽沟，面积约占水田7—10%，宽沟内埂高宽为26×23厘米，每隔3—5米开一个23厘米宽的缺口与稻田沟通。亩放冬片300—500尾，也可培育鱼苗或养鱼种(图3)。

## 二、稻田养鱼经济效益和生态效益

1. 养鱼稻田的水稻经济性状测估 1983年，我们在觅儿区驮家大屋村选择旱涝保收的三块毗邻的早稻田为养鱼试验和对照田，其面积分别为2.2亩，1.1亩和0.2亩(对照)，试验期为5月12日至7月15日，鱼苗在早稻田中生长60—63天，平均体长达到8厘米，亩收草鱼种936尾，回收率50%，养鱼试验田亩产稻谷分别为505.7公斤、530.8公斤，比对照田分别增产80.7公斤、105.8公斤，增产率分别为19%、25%(表1)。

表1 早稻养鱼试验田稻谷产量比较

处 理	产 量 (公斤/亩)	穗 数 (万/亩)	穗长 (厘米)	总粒数/穗	结实率 (%)	千粒重 (克)
养鱼(1)	505.7	24.5	18.7	94.0	91.1	24.8
养鱼(2)	530.8	24.5	18.6	107.0	92.2	24.8
不养鱼(对照)	425.0	24.4	17.0	87.0	87.0	24.8

再如1984年10月，我们在1.2亩杂交晚稻中设置4个小区，面积为141平方米，进行了一系列经济性状分析，结果养鱼区比不养鱼区稻谷增产10.2—20%(表2)。

从表1、2看出，稻谷养鱼促进了水稻的有效分蘖，而

表2 晚稻养鱼试验稻谷产量比较

处 理	产 量 (公斤/亩)	穗 数 (万/亩)	总粒数/穗	结 实 率 (%)	千粒重 (克)
养 鱼 (1)	495.9	20.8	104.0	80.3	28.5
养 鱼 (2)	513.3	19.0	116.8	81.0	28.7
养 鱼 (3)	495.8	18.5	115.8	81.0	28.6
不养鱼(对照)	438.2	17.3	111.6	78.6	28.6

且在水稻生长的中、后期，由于鱼的保肥、增肥等作用，降低了空秕率，提高了结实率，养鱼区充分显示出丰产优势。

2. 草鱼除草效果明显 1982年7月29日，测得养鱼田亩平均杂草量为100.75公斤，不养鱼田为44.17公斤，养鱼田比不养鱼田草多56.61公斤。10月13日测得养鱼田杂草量为20.15公斤，对照田为273.02公斤，养鱼田的草反而少了252.9公斤。1984年小区试验，10月份对养草鱼、鲤鱼区和对照区分别进行了杂草测定，结果养鱼区共有鲜草1.97公斤，折合每亩9.9公斤，非养鱼区29.8公斤，折合每亩140公斤，养鱼区杂草量每亩少130.8公斤，1985年5月20日放鱼前测定，试验田亩平均杂草量为100.23公斤，7月27日养鱼后为17.08公斤，而对照区每亩为263.05公斤，比养鱼区现存量高245.98公斤。

3. 鱼类活动减轻土壤容重，增大土壤孔隙度 土壤总孔隙度的大小，不仅直接影响土壤的保水能力，通气状况以及水分的移动，而且还间接影响土壤中好气与嫌气细菌的活动，从而影响有机质的分解率、有效养分的供给及稻谷产量。稻田养鱼后，养殖鱼类的觅食活动，可以说成是一个持

续的“中耕”，减轻了土壤容重，增大了土壤总孔隙度，改善了通气性能。

表 3 晚稻养鱼对土壤物理性质的影响

取样日期	处 理	土壤容重(克/厘米 <sup>3</sup> )	总孔隙度 (%)
8月27日	养鱼 (1)	1.37	48.3
	(2)	1.36	48.7
	(3)	1.39	47.6
	不养鱼 (对照)	1.38	48.0
10月27日	养鱼 (1)	1.24	59.0
	(2)	1.25	52.8
	(3)	1.25	52.8
	不养鱼 (对照)	1.47	44.7

1982年10月19日测得养鱼田土壤总孔隙度为59%，不养鱼田为53%，养鱼比不养鱼其孔隙度大6%；1984年8月27日第一次分析（表3）试验田养鱼的1、2、3区，总孔隙度分别为48.3%，48.7%，48.6%，不养鱼区为48%，差别不大；养鱼后，10月27日第二次分析养鱼1、2、3区总孔隙度为59%、52.8%、52.8%，不养鱼区为44.7%，养鱼的孔隙度比不养鱼的大8.1—14.3%。

4. 鱼类的增肥、保肥效果显著 据分析，水稻一生中所吸收的养分有2/3来自土壤原有肥力，只有1/3左右来自当季的施肥。统观稻田全局，水稻、杂草、光合细菌和浮游生物等，都是依靠自身细胞内含的叶绿素，利用CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O和养分，借助光合作用来组成自身的机体，这就是说，稻田土壤和稻

田水体中的养分除了供给水稻生长外，还要被同时存在于稻田生态系统中的其他生物所夺走。农业专家普遍认为，仅杂草一项，每年可夺去稻谷产量的10%，最高达30%。

稻田养鱼后，首先消灭和抑制了杂草这一因素起到了保肥作用。再者，稻田肥力的来源与丰富的有机质在一定范围内成正相关，也就是说，有机质是养分的源泉。据测定，被鱼所吃的杂草，只有30%左右能被消化吸收，还有70%左右作为粪便被排泄到稻田中，这就增加了稻田中土壤有机质的含量。为了说明鱼参于稻田生态系统以后对稻田起到了增肥，保肥作用，我们进行了土壤有机质、碱解氮等项目的测定（表4）。

从表4看，1982年养鱼田与不养鱼田相比，有机质高0.114%，碱解氮高6.95ppm，全氮高0.0044%。

**5. 稻田养鱼灭虫、灭蚊效果明显** 鱼对稻田中落水害虫有明显的吞噬能力，特别是对飞虱有控制作用。为了测估鱼类的除虫作用，1982年9月27日在养鱼田中取鱼3尾进行解剖观察，结果除草鱼食物中未见害虫外，鲤鱼食物中发现叶蝉1只、飞虱3只、鲢鱼食物中叶蝉2只、飞虱1只。1984年对螟虫和叶蝉进行了虫情调查和鱼类解剖观察，三代三化螟的情况是对照田每亩虫口密度是820只，试验田为692只，养鱼田比不养鱼田少128只。解剖结果，在10尾5—12厘米草鱼种中，2尾肠道食物中各有螟虫幼虫1条，1尾草鱼食物中有成虫碎片。其他鱼肠道食物中以杂草为主。肠道出现螟虫虫体频率为30%。稻田叶蝉情况是，养鱼田每亩虫口密度为10127只，对照田为11.275只，试验田比对照田少1148只。解剖结果镜检10尾草鱼，每尾肠道食物中均有叶蝉，共计23只，平均每尾2—3只，以7厘米以上的草鱼种吞食叶蝉最

表4 稻田养鱼对土壤有机质、N素含量的影响

1982年					1984年					1985年				
取 样 日 期	项 目	有机质 (%)	碱解氮 (ppm)	全 氮 (%)	取 样 日 期	区 号	全 氮 (%)	有机质 (%)	碱解氮 (ppm)	取 样 日 期	区 号	全 氮 (%)	有机质 (%)	碱解氮 (ppm)
10 月 19 日	养 鱼 田	2.19	100.61	0.1288	8 月 8 日	养鱼区	0.0763	3.047	137	7 月 25 日	养 鱼 区		4.67	147
					8 月 27 日	对照区	0.0733	3.264	142					
	对 照 田	2.09	93.61	0.1244	8 月 27 日	养鱼区	0.0712	3.252	151.1		对 照 区		4.60	140
					10 月 12 日	对照区	0.0588	3.132	140					
					10 月 12 日	养鱼区	0.0811	4.437	134.8					
						对照区	0.0623	3.358	128.5					

多。1985年我们对试验田的飞虱进行了全面的观察，其结果见表5。

从表5看出百苑飞虱虫量，养鱼区比对照区减少17—28%，特别是第四代，对照区百苑虫量820只，达到按防治标准必须用药治，而养鱼区百苑虫量590只，可以不用药防治。

此外，稻田养鱼灭蚊效果显著，改善了农村卫生环境条件。

表5 稻飞虱田间虫量调查

处 理	重 复	四 代 飞 虱				五 代 飞 虱			
		调查 苑数	成虫	若虫	百苑 虫量	调查 苑数	成虫	若虫	百苑 虫量
养 鱼 区	I	10	5	58	630	20	4	31	175
	II	10	4	40	440	20	8	27	150
	III	10	2	68	700	20	14	37	255
	平均	10	3.67	55.33	590	20	7.0	31.67	193.33
对 照 区	I	10	6	69	750	20	7	52	295
	II	10	2	67	590	20	7	28	176
	III	10	6	106	1120	20	9	42	235
	平均	10	4.67	77.33	820	20	7.67	40.67	231.6

# “垄稻沟鱼”的试验与探讨

阎德娟 蒋 军

朱文亮

安徽省水产技术推广总站

安徽省凤台县畜牧水产局

张传路 王颖多

安徽省凤台县城北乡

稻田养鱼在安徽省早在明朝即有文字记载。但传统的稻田养鱼技术水平比较落后，产量较低，近几年来各地正逐步进行改革，把池塘养鱼的综合技术引用到稻田养鱼上来，例如，由单养到多品种混养，由放鱼苗到放夏花、大片，由不投饵到投饵，由不防病治病到防病治病等，并从生物学、生态学等方面进行研究，使稻谷和鱼的产量不断得到提高。在养殖工程设施上也不断加以改进，创建了不少新的生态模式，例如，由“井”和“丰”字形的沟溜式到周围沟式、沟凼式（平行沟、沟沟通田头凼）、流水沟式、半旱制式。垄稻沟鱼（高垄深沟）式等多种工艺和新技术。为了从中探索，总结出比较先进的养殖技术，达到稻谷增产鱼丰收的目的，我省水产技术推广总站于1987年把稻田养鱼新技术——“垄稻沟鱼”列入重点试验示范项目，在凤台县进行了试验示范。

## 一、试验材料与方法

1. 试验田的选择 在凤台县城北乡新集村，选择集中

连片的31户106.5亩稻田作为试验区，试验区地势平坦，稻田土壤肥力中等，排灌方便，作物安排为一麦一稻。在麦收后的6月初开始整田、开沟起垄，并在每块稻田地头开挖一个深1—1.7米、宽1.5—2米、长与地头相等的地头沟（小池），面积约占稻田的3—7%。为了探索出比较经济的生态模式，采用了三种不同类型：①垄式：垄面宽50厘米，垄上栽稻二行，行株距为25×12厘米，亩栽稻约11000至11200穴，每穴1—2棵苗；沟面宽50厘米，深40厘米。②宽垄式：垄面宽一米，垄上栽稻六行，行株距为20×20厘米，每亩栽稻13000—13400穴；沟面宽50厘米，深40厘米。③畦式：畦面宽2米，畦上栽稻12行，行株距为20×22厘米，每亩栽稻13500—13900穴；沟面宽60厘米，深40厘米。

2. 试验田的管理 试验区水稻品种以杂交稻汕优3号和汕优6号为主，于6月15—20日栽插完毕。栽稻前每亩施基肥硫酸氢铵40—60公斤，过磷酸钙30—40公斤和适量的土杂肥。

水稻栽插后约1星期左右，待禾苗返青后即投放鱼种。养成鱼的稻田每亩放养10—20厘米大规格鱼种180—200尾，品种以草鱼、鲤鱼为主，适当搭配少量花、白鲢和鲫鱼；养鱼种的稻田，每亩投放3—5厘米的夏花1500—2000尾，品种以草鱼、鲤鱼为主。

为了解决稻鱼需水特征的矛盾，在试验稻田中根据水稻不同生长时期对水的深度要求不同来进行调剂排灌，掌握适当水深。在水稻栽插后1周内，使水面漫过垄顶3至6厘米，起到活棵保苗的作用。水稻返青后，坚持浅水勤灌，保持沟中满水，以利能使垄面连续浸润，促使水稻根系发达，健壮生长。从水稻开始孕穗到灌浆，这个时期是水稻需水的高峰

期，也正是鱼类生长的旺季，这时灌水深度要加深到高出垄面7—10厘米。水稻灌浆以后，再把水控制至使沟中满水，垄面保持连续湿润，以利水稻后期生长，促使稻谷籽粒饱满。在水稻生长过程中，根据每块稻田的肥力情况不同进行1—2次追肥，每亩约施尿素7—10公斤（比不养鱼稻田少施一倍以上）。并根据虫害情况打农药2—3次（比不养鱼稻田少打1—2次）。另外，在1987年9月初，凤台县城北乡本试验区周围境内，遭到稻飞虱的袭击，该试验区的稻田因是“垄稻沟鱼”形式，采取了人在沟中用棍棒边走边向两边敲打水稻，使水稻上的稻飞虱纷纷落入沟中水内，鱼便抢着吞食入肚，这种治理办法既除了虫害又为鱼类提供了可口饵料，还减少了农药对环境的污染，效果很好。

在鱼的管理方面，除了满足其对水的需要，做好防逃、防病工作外，还坚持人工定时、定量投饵，一般养成鱼的稻田，放养草鱼为主的，以青饲料为主（每亩约投700—800公斤），搭配适量的精饲料（每亩约用30公斤），放养鲤鱼为主的稻田，则以精饲料为主，以青饲料为副；养鱼种的稻田，每亩投喂精饲料30公斤左右，并搭配一部分青饲料。

## 二、试验结果与经济效益分析

### 1. 水稻与鱼的产量

稻产量 在水稻收割前的9月10日，经我们实地抽样检查，“垄式”田块平均每穴15.5穗，每穗平均176粒，秕壳率为19.2%，而普通养鱼稻田平均每穴12穗，每穗166.8粒，秕壳率19.3%。之后又从每个试验模式中选择一块有代表性的稻田进行田间理论测产。水稻收割后，各试验田均单独进行计算产量（表1）。

表1 水稻产量对比表

类 型	面 积 (亩)	实 产 (公斤/亩)	产 量 结 构				
			穴/亩	穗/穴	粒/穗	千粒重 (克)	结实率 (%)
垄 式	8	475	11000	13.9	107.9	30.2	18.6
宽垄式	12	458	13000	12.3	115.6	28.6	19.7
畦 式	43.5	466	13500	10.9	112.2	30	23.2
常 规	65	453	15500	9.1	114	29.1	25.6
对照田	4.5	410	16600	8.8	105	29	21.6

由表1看出“垄稻沟鱼”模式的田块，虽然鱼沟占地面积较常规养鱼稻田多，但水稻产量却比常规养鱼稻田增产1.1—4.9%，其增产幅度为3—5%，比不养鱼对照稻田增产11.7—15.9%。

鱼的产量 割稻前除将达商品规格的成鱼出售外，其余均转入田头沟或池塘中，并都做到计尾和过称。鱼的增长情况：鱼种规格一般长至10—17厘米，大的已达20厘米。成鱼规格草鱼一般为0.5—1公斤，少数达1.5公斤，鲤鱼和花白鲢个体一般为0.5公斤左右，亩平均产量都在50公斤以上（表2）。

2. 经济效益分析 通过产值和成本核算结果得出，垄式和宽垄式试验田的纯收入明显高于常规稻田养鱼，而且养成鱼稻田又高于养鱼种稻田，亩平均纯收入是不养鱼稻田的2—3倍（表3）。

表2 鱼产量对比

(单位: 公斤/亩)

类 型	鱼 种		成 鱼		
	产 量	成 活 率 (%)	产 量	成 活 率 (%)	增 重 倍 数
壅 式	26.4	46.5	61.6	79.3	7.3
宽壅式	20.8	44.7	63.6	74.5	6.8
畦 式	13.6	47.1	—	—	—
常 规	11.1	38.4	—	—	—

表3 经济效益对比

(单位: 元)

类 型		两 积 (亩)	收 入			支 出			亩 均 纯 收 入
			种 稻	养 鱼	亩 均	种 稻	养 鱼	亩 均	
养 成 鱼	壅 式	8	1047	1968	376.8	250	408	82	295
	宽壅式	24	3329	6145	353.1	780	1203	83	271
养 鱼 种	壅 式	8	1220	1056	290.8	270	167	54	236
	宽壅式	12	1360	1248	259.1	400	232	53	206
	畦 式	43.5	6892	2954	226.4	1435	686	49	178
	常 规	6.5	1001	360	209.4	217	74	45	164
对 照 田		4.5	627	0	139.4	177	0	40	100

注: 稻谷按国家订购价0.34元/公斤, 成鱼按4元/公斤, 鱼种5元/公斤, 水费2元/亩, 投放的鱼种按大片0.1元/尾, 夏花6元/万尾

### 三、讨 论

垄稻沟鱼是近几年来所创建的稻田养鱼新技术，它既适合于低洼地和冷浸田，也适合于平原稻田，具有一定的优越性。但垄、沟比例和沟的宽度、深度以及垄的宽度到底多少为宜，各地都在进行探索。我们通过一年来的试验，初步得出“垄式”和“宽垄式”经济效益都明显高于常规稻田养鱼，特别是垄式的水稻长得粗壮、穗多且大，籽粒饱满，但垄式比宽垄式较费工，不如宽垄式容易推广。垄式和宽垄式

(特别是垄式)所以能够比常规稻田养鱼获得较高效益，其主要原因是：①浅水勤灌是水稻生长、发育的适宜环境，垄稻沟鱼的生态模式最适合浅水勤灌，因此可为水稻提供良好的生活环境，促进水稻的生长、发育；②杂交稻是水稻的高产品种，其特性是需要行距增大、株距缩小，而垄稻沟鱼模式最适合宽行密株，故该模式又可为水稻高产品种提供适宜的生长条件，有利水稻由低产到高产；③垄式和宽垄式能更好地解决稻、鱼需水特性的矛盾，既能满足水稻不同生长阶段对水的不同深度要求，又能提供鱼类良好的生活环境，扩大鱼类的活动场所，增大载鱼量，且这种模式能够充分发挥农作物边行优势的作用，有利于通风、透光，加强稻禾的光合作用，减少水稻病虫害，使稻鱼共生互利作用更深化一步，因此可达稻谷增产鱼增收的目的。根据我省霍山县1987年进行的宽垄式稻田养鱼试验，垄边水稻平均每穴穗数、每穗粒数、千粒重等均高于垄中央水稻的平均数(表4)。

但垄式、宽垄式稻田养鱼，目前存在开沟起垄较费工的问题，整田插秧之时，正是农民大忙季节，因此推广起来比较困难。我们拟在原有的试验基础上，进行“高垄低沟”

表4 霍山县1987年宽垄式水稻生长、收获情况

项 目  户 名	每穴穗数			每穗粒数			千粒重(克)		
	垄边	垄中	垄边比垄 中增%	垄边	垄中	垄边比垄 中增%	垄边	垄中	垄边比垄 中增加%
叶礼平	18.0	12.4	29	230	135	70	24.4	24	1.7
叶有苗	14.5	9.3	56	127	88	44	27.3	24.5	11.3
唐前村	25.0	21	19	164	107	53	28	25	12

麦、稻免耕法试验。这不仅可节省整地、开沟起垄的劳动力，减轻农民劳动强度，还可改善土壤的水、肥、气、热状况，避免破坏土壤结构，有利于农作物的生长。另外也可设计、试用相应的开沟起垄机械，来代替人工操作劳动。如果试验能够成功，对垄稻沟鱼（主要是垄式和宽垄式）的推广，对提高稻田综合经济效益，均将起到重要作用。

# 鱼凼式稻田养鱼的兴起及展望

冯开茂

四川省大足县农牧渔业局

鱼凼式稻田养鱼是在改造传统式养鱼方法的过程中逐步发展起来的，目前已在部分地区形成为稻田养鱼生产的主体类型，农田开发的重大决策和农民生产致富的主要途径。

## 一、鱼凼式稻田养鱼起源

我国传统式的稻田（平板）养鱼，受着大自然的严重影响，长期存在着“稻鱼矛盾”。在解决矛盾的思维过程中，往往弃鱼护稻，无形中降低甚至否定稻田养鱼事业在国民经济中的地位和作用，从而抑制了它应有的发展速度，导致了稻田生物资源浪费，成鱼产量低微。纵观大足县过去30年的渔业史，1980年以前，稻田养鱼处于自在阶段，亩平均产量在1.5—3.5公斤之间徘徊，1981年将稻田列为养殖水域后，平板式稻田养鱼虽有发展，但产量仍然很低（表1）。

因此，一部分人，包括领导人把稻田养鱼列为附带性项目，未成一业。

80年代以前，国内一些水产科技工作者曾研究过“鱼溜鱼沟”相结合的稻田养鱼方式，苏南地区农村也采用过，但由于“溜”浅，“沟”小，在大足县的特定环境条件下，伏旱

表 1 近年平板式稻田成鱼产量统计表

年 代	面积 (万亩)	总产 (吨)	单产 (公斤)	备 注
1981年	4	187	4.6	
1982年	13.2	877	6.6	
1983年	15.3	1371	8.9	
1984年	14.5	1043	7.1	
1985年	15.7	920	5.9	秋旱影响

注：年报统计表摘录

期不能解决稻、鱼对水深需求矛盾，更未解决高温与养殖鱼类生理要求的矛盾。

大足县水产科技人员反复考虑水层温差形成的最低和最高点与水层深度的关系，稻田养殖鱼类适温的上、下限和生长适温与稻田生态环境的关系，养殖水体昼夜溶氧的产生和消耗量（以鲤鱼为代表的养殖鱼类的最低和最高耗氧量），稻田水中氧分子的运动形态……等因素，经过周密计算在确保水稻稳产或增产的前提下，种稻和养鱼相互促成，确立了“建设鱼沟工程是解决稻、鱼矛盾的新途径”这一概念，并确定了鱼沟占本田面积的6—8%、深1米以上、沟沟相连的工程方案。

在设计方案指导下，经过1981—1983年的多点试验，证明了这个思路是正确的，大足县委、县政府领导同志决定：“将鱼沟式稻田养鱼工程列为农田基本建设项目，一年示范，两年推广，三年发展”。于是鱼沟式稻田养鱼逐步形成我县渔业生产的主要模式，带动了各类水域的养鱼事业。

## 二、发展状况

1981年初试阶段，仅3.2亩，1982年分点试验面积16亩，1983年多点试验210亩，1984年3月，县委、县政府召开了三级干部会，专题动员、部署，要求在中稻栽插前各区、乡建成标准的鱼凼式稻田100亩作示范样板，列为农田基本建设任务完成。5月23日，县委在万古区召开九个区的区委书记、财政、农牧渔业、水电、粮食等局主要负责人会议，参观了鱼凼建设现场，听鱼凼工程原理和方法技术课，县委副书记宋道华同志，副县长胡肇坤同志指出：鱼凼式稻田养鱼是一项重大改革，是新技术代替传统式的革命创举，是进一步综合开发冬水田资源的有效经济途径，必须抓好建设，抓好技术培训，抓好鱼种投放，抓好饲养管理，抓好渔政工作，会后，各区、乡领导亲自抓，群众积极努力，经过十天时间奋战，全县鱼凼田建设面积达1.8万亩，同时放上了鱼种，进行饲养。重庆市科委将鱼凼式稻田养鱼列为重点科研项目，对大足县各级干部鼓舞很大，在水稻收割后，小春粮食播种前的9、10月份，县委、县政府又作了秋季突击鱼凼式稻田建设任务的部署，经过50天的层层努力，10月26日全县大检查统计，鱼凼式稻田面积发展到46186亩。1985年，农民群众见到上年鱼凼式稻田的经济效益，比旧式的平板田养鱼高出3—8倍，个别田块亩产鲜鱼213公斤，进一步激发了建设鱼凼式稻田的积极性。年底，鱼凼式稻田面积达到53515亩。1985年平板式稻田养鱼，在7月21日至8月31日的22天高温伏旱威胁下，损失38.7万亩，占放养鱼14.8万亩的58.8%，鱼凼式稻田毫无损失。这一事实更教育了基层干部和群众，深感鱼凼式稻田对提高农田产值和纯收入，增加

优质蛋白源有重大现实意义。年末，县委、县政府提出各级政府在1986年建设高标准的鱼函式稻田，将稻田养鱼和池塘养鱼结合起来，实现在稻鱼共生期走鱼函式之路，水稻收割后原田加水淹没稻桩构成浅水池塘环境，要求逐步实现亩产千斤稻150公斤鱼的指标。1986年8月底统计，鱼函式稻田面积达到62110亩，其中，高标准鱼函式稻田面积达到7400余亩。今冬还将有新的的发展。今后的发展趋势，必然是鱼函式稻田向“鱼函式”和“浅塘”养鱼的高度发展。

### 三、效果显著

近年来，全县各类水面的养殖产量均获得不同程度的增加（表2）。

表2 近年养殖产量统计表

年份	总产量 (吨)	稻田		池塘		水库	
		产量 (吨)	占当年总 产(%)	产量 (吨)	占当年总 产(%)	产量 (吨)	占当年总 产(%)
1981	625	187	30	160	25.5	278	44.5
1982	1390	877.5	63.8	349	25.1	553	11.0
1983	2180	1380	63.3	495	22.7	305	14
1984	3295	2425	73.6	615	18.7	255	7.7
1985	3271	2465	75.4	545	16.7	201	7.9

从表2看出稻田养鱼的发展最快。稻田养鱼包括两种形式：鱼函式和平板式，两者近年产量变化也很明显（表3）。

表3说明了：①平板因不能抗御自然灾害。1984、1985

表 3 近年两种稻田养鱼方式的产量变化

年份	总 计		鱼 函 式 稻 田				平 板 式 稻 田			
	面积 (万亩)	产量 (吨)	面积 (亩)	产量 (吨)	单产 (公斤)	占总产 (%)	面 积 (万亩)	产 量 (吨)	单产 (公斤)	占总产 (%)
1982	13.2	877.5	16	0.6	38.7	—	13.1984	876.3	6.6	99.5
1983	15.3	1389	210	3.4	40	0.06	15.278	1371.6	8.9	99.40
1984	18.9	2425	44000	1382	31.4	60	14.5	1043	7.1	43.0
1985	20	2465	44000	1536	34.9	62.3	15.7	929	5.9	37.2

年产量明显下降；②群众尝到鱼函式甜头，积极走高产之路，致使鱼函式稻田面积和成鱼产量逐年增加，平板田则逐年下降。

鱼函式稻田养鱼的产量结构，随试验、示范、推广的年度而各有差异。1985年实测产量见表 4。

表 4 鱼函稻田1985年实测产量统计表

亩平均 (公斤)	250	200	150	100	75	50	25	25	合 计
分项	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以下	
户 数	2	2	20	23	67	172	521	546	1353
占测产总 户数 (%)	0.15	0.15	1.5	1.7	5	12.7	38.5	40.3	
面积 (亩)	3.5	2	23.6	37.8	120.3	356.2	1088.2	691.2	2791
总产 (公斤)	925	405	375.9	4301.5	9875	23488.5	41652.5	1535.9	97511.5
亩产 (公斤)	264.3	202.5	159.3	114.4	82.1	65.8	38.3	22.2	34.96

鱼沟式稻田养鱼的生态环境虽然优越于平板式，但饲养管理水平高低又直接影响到成鱼产量水平（表5）。

表5 技术水平与产量对照表

（单位：亩，公斤）

年份	分区	试 验 区			示 范 区			推 广 区		
		面积	总产	单产	面积	总产	单产	面积	总产	单产
1984		406.6	18788	43.9	10182	362490	35.6	33818	100320	29.5
1985		607.8	34835	66.8	10182	520960	51.1	33618	978547	29

1984—1985年开始进行鱼沟式稻田养鱼大面积试验、示范、推广，并达到明显的效益。每亩投入和产出比，1984年平板式稻田养鱼为1：2.86，鱼沟式推广面为1：3.43，试验区为1：3.59，示范区为1：3.35，1985年平板式稻田为1：2.65，鱼沟式推广面为1：3.29，试验区为1：2.98，示范区为1：3.16。稻田养鱼亩平利润，平板式稻田1984年为122.2元，水稻占92.5%，养鱼占7.5%，1985年为106.7元，水稻占94.5%，养鱼占5.5%，养鱼利润较上年减少2%。鱼沟式稻田以试验片最高，亩平均达213.6元，其中水稻占58%，养鱼占42%。养鱼产值收入，与平板田相比，鱼沟式稻田1984年高6.25—9.83倍，1985年高10.65—17.67倍，效益十分显著。

#### 四、展 望

综上所述，稻田养鱼的发展过程，始于平板式，“溜、沟”式，到“鱼沟式（池、田结合）；由粗放，经粗养，到精

养；由单一鱼种，发展到多品种混养，其单产水平，由几公斤上升到数百公斤、稻田水体和土壤的综合利用内容，已有稻、鱼，稻、鱼、桑，稻、鱼、果，稻、鱼、笋，稻、鱼、萍，稻、鱼、菇，……等。其发展的速度和经济效益，都是十分可喜的。目前，已成为生态农业学的主体内容之一。

# 塍栽稻萍鱼农作制种养技术研究\*

杨光立 肖庆元 何铁城

湖南省土壤肥料研究所

塍栽稻萍鱼立体种养农作制是在综合运用水稻塍栽、稻萍、稻鱼等单项技术的基础上,按照生态规律,以共生理论为基础,人为组成的稻萍鱼共生复合群体,从而在稻田形成“塍面种稻、水面养萍、水中养鱼”的立体农业生态结构。为了探明稻、萍、鱼三者的相互关系,提出相应的配套技术,从1984年起,就塍栽稻萍鱼立体农作制度中的几项重要技术进行了深入研究。现将研究结果,综合报告如下:

## 一、研究内容与方法

1. 研究内容 研究内容包括:稻萍鱼立体种养稻田塍、沟宽度,水稻、红萍的品种搭配,鱼种的放养及搭配比例、各种农药对稻田4种养殖鱼类的安全浓度等。

2. 试验方法 分别设双季稻和一季中稻两组进行,小区面积0.25—0.3亩,每小区留一个6平方米左右的鱼凼,重复3次,随机排列。供试稻种选用当地优质、高产的中、迟熟、抗病虫的品种或杂交稻组合;红萍采用细绿萍或卡州萍,每亩放萍400公斤;鱼种采用我省稻田养鱼的4种鱼类

\* 本研究由湖南省土肥站、省科协普及部、省水产科研所等单位协作完成

(草鱼、尼罗罗非鱼、芙蓉鲤或呆鲤、湘鲫)混养,其田间管理与大田相同。分别记载水稻、红萍和鱼类生长情况,采用常规法测定红萍、鱼类的养分含量。

## 二、结果与分析

1. 稻田不同垄、沟宽度对产量的影响 从表1可以看出,垄宽不同,水稻产量不同,以双季稻为例,在沟宽均为40厘米的情况下,以垄宽106厘米最高,全年亩产稻谷922.3公斤,比对照(平栽)增产4.1%;比垄宽53厘米和80厘米分别增产5.1%和2.5%。鲜萍产量则以垄宽53厘米最高,亩产4862公斤,比对照增产70.3%,比垄宽80厘米和106厘米分别增产13.4%和55.6%。鲜鱼产量也以窄垄较好,垄宽53厘米亩产56.1公斤,比对照增产89.3%,比垄宽80厘米和106厘米的增产12.2%和22.2%。可见,稻田垄面宽,有利水稻高产,而垄面窄,则有利于提高鲜萍和鲜鱼产量。

表1 不同垄面宽度对稻萍鱼产量的影响

(单位:公斤/亩)

处 理	水 稻			鲜 萍	鲜 鱼
	早 稻	晚 稻	全 年		
垄宽53厘米	430.9	446.5	877.4	4862.1	56.1
垄宽80厘米	450.0	450.1	900.1	4288.0	49.1
垄宽106厘米	471.5	450.8	922.3	3125.0	45.1
对照(平栽)	445.0	440.5	885.5	2855.0	29.1

注:早稻威优49,晚稻威优64,沟宽40厘米

从不同沟宽结果看（表2），在垄宽均为53厘米的情况下，水稻产量以沟宽40厘米最高，亩产697.5公斤，与平栽没有差异，但比沟宽46厘米和53厘米分别增产3.5和11.4%。鲜萍和鲜鱼产量随着沟宽的增大而增加，说明增加沟宽后对水稻产量有一定影响，但有利于提高鲜鱼和红萍产量。

表2 不同沟宽对稻、萍、鱼产量的影响

（单位：公斤/亩）

处 理	水 稻			鲜 萍	鲜 鱼
	早 稻	晚 稻	全 年		
沟宽40厘米	331.0	366.5	697.5	3749.5	40.9
沟宽46厘米	317.5	356.5	674.0	3350.5	46.8
沟宽53厘米	295.5	331.0	626.5	4133.0	52.3
对照（平栽）	345.0	359.5	704.0		

注：早稻2106，晚稻威优35，垄宽53厘米

从研究和生产实践证明，在确定垄栽稻萍鱼田的垄、沟宽度上，既要考虑到土壤肥力、水稻品种的特性，水稻群体与个体的协调一致，以保证水稻高产为前提，又要考虑到利于红萍和鱼类的生长，促进萍、鱼高产。因此，稻萍鱼立体种养田，在保证鱼凼占稻田总面积5—8%（放养春片鱼种鱼凼占8—10%，放养夏花鱼种占5%左右）的前提下，垄宽以53—106厘米、沟宽40厘米，每垄插秧4—8行，株距13—16.5厘米较合适。每亩茺数，常规稻每亩插秧2.0—2.5万茺，杂交稻每亩插秧1.5—2.0万茺较适宜。

2. 水稻品种的搭配 对垄栽稻萍鱼田的水稻品种的搭配，要以保证水稻增产为前提，同时也要根据不同地域、耕

作、土壤等情况，做到因地制宜的合理搭配。从表3可以看出，早稻采用常规稻品种、晚稻采用杂交稻全年亩产稻谷861.7公斤，要比两季采用“双杂”配套（亩产988.66公斤）每亩减产93.72公斤，即减产10.8%。由此可见，搞好水稻品种的合理搭配是促进水稻高产的重要环节。

表3 不同水稻品种搭配产量比较表

(单位：公斤/亩)

处 理	产 量	水 稻			鲜 萍	鲜 鱼
		早稻	晚稻	全年		
早常晚杂	稻萍鱼	424.32	437.38	861.70	2010	50.21
	对照（平栽）	462.17	406.14	868.31	—	32.21
两季“双杂”	稻萍鱼	466.11	469.31	935.42	2410	59.02
	对照（平栽）	507.56	481.10	988.66	—	32.33

注：早常晚杂：早稻湘早籼1号，晚稻威优8号；两季“双杂”早稻品种威优49，晚稻威优64。垄宽53厘米，沟宽40厘米

以水稻生育期而言，双季早稻品种选用早、中熟品种（生育期100—110天），晚稻则搭配迟熟品种（生育期120天左右）；早稻若采用迟熟品种（生育期115—120天），晚稻则选用早、中熟品种（生育期100—110天）；例如两季“双杂”处理，早、晚稻均选用早、中熟的杂交组合（生育期在110天左右）。若一季中稻应选择生育期在130—135天的迟熟品种或杂交稻组合。

3. 稻萍鱼立体种养萍种的搭配 据测定，双季稻垄栽稻萍鱼田全年鲜萍产量可达7591.8—8815.7公斤，但不同萍种

之间有差异,以细绿萍最高,亩产达8815.7公斤,比卡州萍增产15.5%。若细绿萍与卡州萍两萍混养,产量则介于两者单养之间,亩产达8294.5公斤。

从不同地区的周年红萍产量看(表4):湘中丘陵区的冬季(11月18日至3月16日)以细绿萍繁殖最快,亩产鲜萍3134.0公斤,平均18.8天增殖1倍,比卡州萍每亩增产1172.0公斤,即增产59.7%,而细绿萍与卡州萍混养则介于两者单养之间,平均19.1天增殖1倍。

春繁期在湘中丘陵区的长沙,仍以细绿萍最高,亩产2250公斤,比卡州萍增产29.6%,细绿萍与卡州萍混养介于两者之间;而在湖北湖区虽以细绿萍产量最高,但繁殖速度较慢,亩产鲜萍1266.5公斤,卡州萍次之,两萍混养较慢,这与湖北春季气温回升较慢有关;在湘南丘陵山区,由于早春气温回升较快,不同萍种的繁殖速度亦与湘中丘陵区相吻合,以细绿萍最高,亩产2429.9公斤,卡州萍最低,两萍混养介于两者之间。

稻田套养期,鲜萍产量以湘南山区产量最高,湘中丘陵区次之,湖北湖区产量最低。这与湘中和湖北地区5—6月气温急剧上升有关;而湘南的桂东,虽早春气温回升较快,但由于属山区,白天气温较高,昼夜温差较大,因而对红萍的繁殖速度影响不大。

茬面越夏期,无论湘中、湘北、湘南均以卡州萍繁殖速度较快,细绿萍最慢,两萍混养介于两者之间(表4)。

从上述表明,稻萍鱼立体种养田冬春季养萍要选择耐低温的细绿萍,而在夏、秋季则选择抗高温的卡州萍。为进一步提高红萍产量,可采用两萍混养。

表 4 不同萍种在不同地区时期的繁殖速度

试验地点	处 理	冬 季			春 季			套 养 期			越 夏 期			秋 季		
		产 量 (公斤/ 亩)	增 殖 时 间 (天)	倍 数 (倍)	产 量 (公斤/ 亩)	增 殖 时 间 (天)	倍 数 (倍)	产 量 (公斤/ 亩)	增 殖 时 间 (天)	倍 数 (倍)	产 量 (公斤/ 亩)	增 殖 时 间 (天)	倍 数 (倍)	产 量 (公斤/ 亩)	增 殖 时 间 (天)	倍 数 (倍)
湖 中 丘 陵 区	长 沙	3134.06	27	18.8	2255.64	51	8.2	2213.74	42	3.0	330.50	86	43.9			
	卡 州 萍	1862.03	92	30.1	1590.03	18	11.6	1693.73	39	11.8	443.70	89	32.5			
	(省土肥所) 两萍混养	3094.06	19	10.1	1720.03	44	10.8	1809.63	32	12.4	410.80	82	35.4			
湖 北 湖 区	细绿萍				1266.62	53	16.2	1749.93	50	12.3	83.00	17	88.2	1760.03	52	14.5
	卡 州 萍				1062.22	12	19.3	1533.33	07	14.0	1166.62	33	17.6	1890.03	78	15.8
	两萍混养				963.01	93	21.2	1341.52	68	16.0	410.80	82	35.4	1871.53	74	15.8
湘 南 山 区	细绿萍				2429.94	86	8.3	2853.35	71	7.0	1952.73	91	11.5			
	卡 州 萍				1422.72	84	14.1	2879.15	76	7.0	4007.38	02	5.2			
	两萍混养				1907.03	81	10.5	3384.56	77	5.9	2914.35	83	7.7			

#### 4. 鱼种的放养及搭配比例

##### ①红萍对4种养殖鱼类的营养、生长效果

饵料系数 草鱼、罗非鱼、湘鲫、芙蓉鲤4种养殖鱼类，经投喂100—112天红萍后，草鱼的饵料系数为49.02，每尾增重174克，增长了4.18倍；湘鲫为31.21，每尾增重35.88克，增长了1.48倍；罗非鱼为52.16，每尾增重138.73克，增长了6.69倍；芙蓉鲤饵料系数为0，每尾体重减少了4.55克，增长倍数反而降低了0.95倍。可见，红萍饲养鱼类的效果是草鱼>罗非鱼>湘鲫>芙蓉鲤（表5）。

表5 红萍饲养4种鱼类的总摄食量及饵料系数

供试 鱼种	放养时			捕捞时			饲养 天数	成活 率 (%)	总增重 量 (克)	总摄食 量 (克)	饵料 系数
	月/日	数量 (尾)	体 重 (克/尾)	月/日	数量 (尾)	体 重 (克/尾)					
草鱼	4/8	30	54.67	7/31	30	228.7	112	100	5220	255900	49.02
湘鲫	4/8	30	75.00	7/31	30	119.8	112	100	1075	33550	31.21
罗非鱼	4/31	30	24.73	7/31	30	163.1	100	100	4162	217100	52.16
芙蓉鲤	4/8	30	96.77	7/31	30	92.2	112	76.7	104.2	17810	0

注：面积66平方米，水深1.2米

日摄食红萍量 从1克体重鱼日摄食红萍量的结果看，草鱼和罗非鱼每克鱼体重日摄食红萍量很接近，均为体重的60%以上，而湘鲫和芙蓉鲤仅为体重的8%左右，与草鱼和罗非鱼比较，存在极显著的差异。

鱼类的生长速度 以草鱼和罗非鱼生长最快，其个体增重倍数分别达4.18倍和6.69倍，而湘鲫生长到一定阶段时，呈下降趋势；而芙蓉鲤在单投红萍作饵料时，反而体重减轻。

鱼类对红萍的消化率 草鱼和罗非鱼对细绿萍的消化率为18.1%，卡州萍为12.9%，可见细绿萍饲养鱼类的效果优于卡州萍。

养萍喂鱼的增肥效果 据测定，亩产鲜鱼50公斤，按每克体重鱼类的日摄食量为0.605克，鱼粪的排泄量为52.9%，粪便中含氮量为2.7%及饲养天数100天计，稻田养鱼后，仅鱼粪可为稻田提供氮素5.7—6.9公斤。

②鱼类不同品种放养比例 从表6可以看出，水稻产量和红萍产量与草鱼罗非鱼放养比例多少呈负相关，即随着草鱼、罗非鱼放养比例的增加，稻谷和鲜萍产量有所减少，而鲜鱼产量，无论是春片还是夏片，都随着草鱼罗非鱼放养比例的增大而增加。因此，稻萍鱼田的鱼类放养比例要以草食鱼类为主，适当搭配一定比例的杂食性鱼类，以便充分利用红萍和稻田自然资源。

表6 夏花鱼种不同放养比例对稻、萍、鱼产量的影响

(单位：公斤/亩)

处 理	水 稻			鲜萍	鲜鱼
	早稻	晚稻	全平		
草鱼占45%，罗非鱼占25%， 芙蓉鲤占15%，湘鲫占15%。	309.1	440.0	749.1	3178	41.9
草鱼占25%，罗非鱼占45%， 芙蓉鲤占15%，湘鲫占15%。	317.4	435.3	752.7	3465	42.2
芙蓉鲤占35%，湘鲫占35%， 草鱼占15%，罗非鱼占15%	297.2	420.1	717.3	3980	37.9

注：每亩放养1500尾，早稻浙辐802，晚稻威优6号，垄宽53厘米，沟宽40厘米

⑧鱼类不同品种的放养密度 从表7可以看出：鲜鱼产量与鱼类放养密度的多少呈正相关。亩放夏花2000尾，亩产鲜鱼达42.0公斤，分别比亩放1000尾和1500尾增产15.0%和5.6%。可见，适当增加放养密度，可促进鲜鱼高产。

表7 夏花鱼种不同放养密度的鱼苗成活率及增重效果

处理	项目	放养尾数	捕捞尾数	鱼苗成活率(%)	体重(克/尾)	小区产量(公斤/区)	小区总产(公斤)	折合亩产(公斤)
1000 尾/亩	草 鱼	148	117	79.1	53.4	6.2	13.4	35.7
	罗非鱼	148	73	49.3	45.2	3.3		
	芙蓉鲤	37	30	81.1	61.7	1.8		
	湘 鲫	37	30	86.5	64.1	2.1		
1500 尾/亩	草 鱼	222	169	76.1	62.0	7.1	13.5	39.5
	罗非鱼	222	36	16.2	47.2	1.7		
	芙蓉鲤	56	42	75.0	54.3	2.3		
	湘 鲫	56	47	83.9	51.1	2.4		
2000 尾/亩	草 鱼	296	195	65.9	32.8	6.4	15.3	42.0
	罗非鱼	296	74	25.0	43.2	3.2		
	芙蓉鲤	74	41	55.4	56.1	2.3		
	湘 鲫	74	67	90.5	50.8	3.4		

从不同放养密度的鱼苗成活率和增重效果看，以草鱼为例，其鱼苗成活率和每尾体重随着放养密度的增加而呈负相关。草鱼成活率以每亩放养1000尾最高，达79.1%，比亩放1500尾和2000尾提高3.0%和13.2%，其体重分别增加11.4

表8 各种农药对稻田四种养殖鱼类12小时的安全浓度

鱼 类	湘 鲫		尼罗罗非鱼		泉 鲤		芙蓉鲤	
	试验时水温 (℃)	安全 浓度 (ppm)	试验时水温 (℃)	安全 浓度 (ppm)	试验时水温 (℃)	安全 浓度 (ppm)	试验时水温 (℃)	安全 浓度 (ppm)
甲 胺 磷	23—30	110	18—22	50	23—27.5	78.5	13.5—20	79.5
乐 果	25—30	53	23—26	21.2			23—25	53
4049	21.5—24.5	6.9	22—25	2.1	23—27.5	17.6	23—26	10.6
敌 敌 畏	25.5—28	12.9	24.5—26	9.2	24—30	11.7	22—23	10.7
杀 虫 双	25.5—28.0	26.2	21—23	31.5			21.5—24.5	31.5
敌 百 虫	25.5—28.5	50	22—24.5	8.3			21.5—24.5	25
杀 虫 咪	21.5—24.5	55.5	22.5—24.5	22.2	23—27.5	92.5	23—27.5	22.2
叶 蝉 散	23—24	1250	23—30	420	23—27	416	23—25	665
稻 瘟 净	26—28	6.1	24—26	3			22—27	9
井岗霉素	21.5—24.5	4950	22—26.5	2750	23—27.5	3500	23—25	4440

克和20.6克。

试验结果表明，稻萍鱼立体种养的鱼种放养及搭配比例，应以喜食红萍的草食性鱼种为主，适当搭配一定比例觅食稻田中底栖动物和浮游生物的鱼种。其放养比例和放养密度，无论放养春片或夏花，草鱼和罗非鱼应占放养总数的70%左右，而湘鲫和芙蓉鲤等其他杂食性鱼种可占20—30%。放养密度，春片鱼种500—800尾，夏花鱼种1500—2000尾，最多不超过2500尾。

**5. 常用农药对稻田养殖鱼类的影响** 从表8可以看出：稻萍鱼田水稻病虫害的防治按照常规用量施用甲胺磷、乐果、敌敌畏、杀虫脒、敌百虫、叶蝉散、井冈霉素对我省4种稻田养殖鱼类都是安全的；而马拉硫磷、稻瘟净对湘鲫、呆鲤和芙蓉鲤比较安全，而对罗非鱼有致死作用；稻丰散对各种鱼类均有严重的致死作用。各种农药对鱼类的毒性反应顺序为：井冈霉素<甲胺磷<敌百虫<乐果<杀虫脒<杀虫双<敌敌畏<马拉硫磷<稻丰散。而不同鱼类的耐药性依次为：湘鲫>芙蓉鲤>呆鲤>罗非鱼。

### 三、结 束 语

经研究结果表明：稻萍鱼立体种养，鱼凼占稻田面积5—10%时，稻田垄宽53—106厘米，沟宽40厘米，同时在做鱼凼、主沟、围沟、垄沟配套的前提下，采用细绿萍和卡州萍混养，前期以细绿萍为主，后期以卡州萍为主，水稻选用生育期较长、耐肥抗倒、株型紧凑、茎秆坚硬、抗病虫的良种，为提高光合效率，最好采用两季“双杂”配套；鱼种选择喜食红萍和适应稻田生活环境的草鱼和罗非鱼为主，适当搭配一定比例的杂食性鱼种，其放养比例，前者占放养

总数的70%左右，后者占20—30%，每亩放养密度，春片鱼种500—800尾，夏花鱼种1500—2000尾，为夺取鲜鱼高产，后期投饵是促进高产的关键。防治水稻病虫要选择高效低毒农药，按常规用量，忌用剧毒农药和除草剂，同时还要搞好肥水管理，才能夺取稻萍鱼高产丰收。

# 水田半旱式垄稻沟鱼免耕法的应用和探讨

刘开树 张宁珍 曾 珩

江西农业大学

石国安

吴海春

瑞金县农业局

上犹县土管局

江西山丘谷地的坑田、垄田、冲田和沿江滨湖洼地的围田，大多数为冷浸型中、低产田，面积约640—720万亩，占全省水田面积的20%左右。由于地下水位高，积水难排，长期处于潜育状态，水土温度低，供肥性差，土体稀烂，耕性不良，水、肥、气、热失调，具有冷、烂、瘦、酸、毒、窒的缺陷，严重地妨碍了水稻的正常生育，绝大部分只能种一季中、晚稻，产量很低。为了改变低产面貌，使这些地区的农民尽快摆脱贫困，增产增收，从1986年起，在赣南山丘地区推行侯光炯教授倡导的水田半旱式耕作法，结合江西的实际情况，灵活应用，并作了些改进，称为“水田半旱式垄（厢）稻沟鱼免耕法”，取得了明显的增产增收效果。

## 一、水田半旱式垄（厢）稻沟鱼的基本原理

水田半旱式垄（厢）稻沟鱼免耕法，就是改传统的平作为垄（厢）作，田中起垄或作厢，改变田间小地形，增厚活土层，垄（厢）上种稻，沟内水面养萍，水中养鱼，提高水土温度，加速有机质分解和养分释放，减少毒质为害，禾苗

返青快，白根多，长势旺。可变一季为双季或多季，变冬闲为冬种，提高复种指数。这是适用于水田的一种良好的立体生态农业模式，不仅可在低、中产田推行，也可在高产田推行。其基本原理可概括为3条：

1. 连续免耕 在一次性精耕细作的基础上作成垄沟之后，长期免去耕耙操作，只要清沟抢泥上垄就可继续栽稻养鱼，这样不致打乱活土层，土壤不仅不会干硬板结，而且越来越松软；如果再次翻耕，反而会破坏土壤孔隙之间的气流和毛管水的通道，招致渗透率降低，容重增大，土体结构破坏，水、肥、气、热复趋矛盾而减产。

2. 连续垄作 垄作可以提高水土温度和土壤氧化还原电位，活化土壤养分，减少还原性毒质，使水、肥、气、热处于稳、匀、足、适状态。

3. 连续浸润 毛管水是土壤中唯一能自由运行，通气导热，并含有效养分的水分形态。半旱式垄作沟灌的核心是建立毛管水为主体的土壤水文系统，靠毛管水的长期浸润，保证土壤不致干硬板结，使土体内部有通气、导湿、输肥的能力，并根据水稻生长和养鱼的需要适时调节水位。

## 二、试验、示范与推广

1. 垄稻沟鱼免耕法 1986年首先在赣州地区南康县龙回乡的山区冷浸田进行试验，面积6亩；1987年扩大为示范田，面积30亩，并分别在新建县罗亭乡的红壤性低产田和东乡县国营红星垦殖场东丰分场的滨湖渍水围田进行试验，面积共约20亩。1988年瑞金、南康、石城、信丰、上犹等县已推广2万多亩，仅瑞金县就推广1万多亩。多数为稻鱼并举，少数放养了红萍。另外，省农牧渔业厅在抚州地区宜黄、上

高等县推行了垄稻约3000亩。

2. 厢稻沟鱼栽培法 1987年,在赣州地区上犹县进行了厢稻沟鱼栽培法的试验与示范,面积42.5亩。

厢稻沟鱼栽培法的特点是田土耕耙后作成宽0.8—1.2米的畦,畦上栽稻,行距20厘米,株距13—17厘米,沟内养鱼萍,除不能免耕外,其余措施与垄稻沟鱼免耕法基本相似。

### 三、效益分析和比较

由于现在农业生产以户为经营单位,我们的试验、示范和推广田安排落实到户。在生产的全过程中,派有专人蹲点,进行技术指导和质量检查,并作必要的观测记载,进行分析对比,结果如表1、2、3所示。

表1 垄(厢)稻沟鱼与常规平作的比较

方 式	垄 稻 沟 鱼	常 规 平 作	增加量	增加率 (%)	厢 稻 沟 鱼	常 规 平 作	增加量	增加率 (%)
水稻单产(公斤/亩)	726.4	578.2	148.2	25.6	500.3	455.0	45.3	10.0
产值(元)	295.1	230.4	64.7	27.5	196.6	170.3	26.3	15.4
养鱼产值(元)	134.1	0	134.1	—	102.6	0	102.6	—
稻鱼全年产值(元)	429.2	230.4	198.8	86.3	299.2	170.3	128.9	75.7

所有的试验示范户,无论是垄稻沟鱼免耕法或厢稻沟鱼法,与常规平作法(对照)相比,稻谷增产和养鱼收入都很可观,如11个垄稻沟鱼试验示范户,稻谷每亩增产28—476公斤不等,平均每亩增产稻谷148.2公斤;养鱼每亩净产值30.03—328.99元,平均134.06元;稻鱼合计年净增值率为

**表2 两种方式的鱼产量与经济效益**

(单位: 元/亩)

方 式	农 户 数	鱼 产 值	放 养 成 本	纯 收 益
垄稻沟鱼	8	222.2	59.0	163.2
厢稻沟鱼	6	85.9	7.3	78.6
差 异	—	136.3	51.7	84.6

**表3 垄稻沟鱼免耕稻田单养或混养经济效益比较**

(单位: 元)

单养与混养	面积 (亩)	每 亩 成 本	每 亩 产 值	每亩经济效益
草 鱼	3.2	13.28	46.56	33.28
鲤 鱼	4.7	2.55	43.40	40.85
草、鲤、鲢	2.14	59.29	199.26	139.96
草、鲤、鳊	1.5	33.40	153.33	119.93
草、鲤、鲢、鳊	4.24	83.89	279.34	195.45

36.52—216.93%，平均为86.27%。4个厢稻沟鱼试验示范户，稻谷每亩增产35.5—66公斤，平均每亩增产稻谷45.325公斤；养鱼每亩净产值为35.4—211.3元，平均每亩养鱼净产值102.6元；稻鱼合计年净增值率48.6—148.74%，平均为75.69%（表1、2）。稻沟鱼免耕法明显优于厢稻沟鱼栽培法。这是因为垄稻沟鱼免耕法更好地改善了农田生态环境，有利禾苗生长。而且沟多水面宽，对养鱼也更有利。

由表3可知茭稻沟鱼,混养的经济效益比单养的高。每亩养鱼纯收益,单养草鱼为33.28元,单养鲤鱼为40.85,草、鲤、鲢混养为139.96元,草、鲤、鳙混养为119.93元,而草、鲤、鲢、鳙混养为195.45元。

#### 四、改土效果

水田半旱式茭稻沟鱼免耕法的改土效果,侯光炯教授等曾有不少研究报导。经初步观测,半旱式茭稻沟鱼免耕法比常规平作法,土壤容重减小,土温提高,有机质、全氮、速效氮、磷、钾都有增加,唯全磷有下降趋势,见表4、5、6。

表4 茭稻沟鱼土温变化

(单位:℃)

农户	测定时间	半旱式茭稻沟鱼 (cm)		平作对照 (cm)		土温差 (cm)	
		0—10	10—20	0—10	10—20	0—10	10—20
朱 隆 澎	5月11日11时	24.5	24.2	24.1	23.7	0.4	0.5
	5月14日10时	23.7	23.6	23.4	23.2	0.3	0.4
	5月17日10时	25.0	24.8	24.6	24.5	0.4	0.3
朱 昌 贵	5月11日12时	24.5	24.3	24	23.8	0.5	0.5
	5月14日11时	23.9	23.7	23.5	23.2	0.4	0.5
	5月17日11时	25.1	24.9	24.5	24.3	0.6	0.6
	5月19日11时	21	20.8	20.5	20.3	0.5	0.5
朱 昌 发	5月11日11时	25	24.8	24.6	24.4	0.4	0.5
	5月14日11时	24	23.7	23.5	23.3	0.5	0.4
	5月17日11时	25.1	24.9	24.5	24.3	0.6	0.5
	5月19日14时	21.4	21.3	21	20.7	0.4	0.6

表5 土壤养分分析

农 户	有机质 (%)		全 氮 (%)		全 磷 (%)		速效氮 (ppm)		速效磷 (ppm)		速效钾 (ppm)	
	半旱式	对照	半旱式	对照	半旱式	对照	半旱式	对照	半旱式	对照	半旱式	对照
朱 隆 澎	4.30	3.49	0.146	0.102	0.013	0.012	76.5	64.9	6.69	3.11	28.3	29.8
朱 昌 瑞	4.91	3.34	0.111	0.115	0.007	0.003	51.0	56.9	4.48	3.12	42.3	39.8
朱 隆 泽	4.62	2.60	0.116	0.094	0.014	0.020	42.2	40.7	5.22	3.37	46.1	41.0
朱 小 平	4.46	5.46	0.165	0.113	0.007	0.016	173.3	92.0	7.70	6.45	54.4	35.4
朱 锡 林	3.42	2.79	0.114	0.10	0.013	0.022	87.4	71.7	4.53	3.24	39.1	43.6
林 元 校	4.39	3.86	0.149	0.138	0.012	0.007	69.5	67.2	4.52	7.44	87.5	49.5
平均增值	4.335	3.213	0.124	0.110	0.012	0.013	84.15	65.57	6.52	4.56	60.52	29.85

注, 1987年晚稻收割时取样测定

表6 土壤容重变化情况

(单位: 克/厘米<sup>3</sup>)

农 户	半旱式养鱼	平 作	减 少
朱 隆 涉	1.11	1.21	0.10
朱 昌 瑞	0.96	0.98	0.02
朱 秋 生	0.84	1.14	0.30
朱 小 平	0.85	0.93	0.08
朱 昌 发	0.74	1.01	0.27
林 元 校	0.84	0.95	0.11
林 传 荣	0.93	1.00	0.07
林 元 荣	0.97	0.99	0.02

### 五、需要解决的几个问题

3 年来的试验、示范和推广工作表明, 水田半旱式垄稻沟鱼免耕法的增产、增收和改土效果十分显著, 赣州地委打算1989年要在全地区推广50万亩, 作为农业总体开发的一项重点项目来抓; 尝到过甜头的试验、示范户也齐声喝彩, 但我们感到要把这项新技术全面推广, 还需要解决下面几个问题:

1. 农民群众的习惯势力。水田免耕栽禾, 既感到稀奇, 又不敢相信; 千百年来水稻是平作淹灌水里泡, 没有见过田中作垄, 禾苗栽在垄埂上, 他们生怕禾苗吃不到水和肥, 总想把水灌上垄; 有些地方割禾时习惯把禾桶或打谷机放在田里, 拖来拖去, 随割随打, 就说田中作了垄不好放禾桶和打谷机不好脱粒。所有这些, 都要反复宣传, 耐心说

服，作出样板。

2. 在许多地方，过去稻田没有养鱼的习惯，加之社会风气又不大好，田里的鱼常被偷走，特别是偏僻山区的冷浸田，群众不放心，这就要靠当地政府切实执法和用有效的乡规民约来保障生产的安全。

3. 当前开沟起垄，清沟抢泥以及追肥等农事操作，农民劳动强度相当大。我们在南康县龙回乡发现当地一种小铁锹，用来清沟抢泥相当轻便，立即就推广使用开了。为了减轻农民劳动强度。今后要研制开沟起垄和条施追肥等器具。

4. 在大面积推广中，由于农民群众的认识不一，不能按照技术要点进行作业，除加强宣传指导外，还要采取化肥、农药等生产物资与半旱式垄稻沟鱼免耕法挂起钩来，同时要及时进行检查，发现问题，立即解决。

# 北方稻萍鱼共生立体农业的研究

王在德 王 璞 籍增顺

北京农业大学

稻田养鱼和养萍是我国传统有机农业的重要组成部分，具有1000多年的悠久历史。近年在南方各省发展很快，特别是稻萍鱼共生立体农业是生态农业的新发展，具有良好的生态、经济、社会效益。但长期以来许多人对北方稻田能否养萍和鱼持怀疑和否定态度，主要认为红萍和鱼都是南方热带和亚热带稻田生长的水生动植物，北方稻田温度低，生长期短，红萍和鱼的生长、越冬都有一定困难。加之，近年北方水资源日感缺乏，稻田减少，养萍和鱼更为困难。这种臆断长期阻碍着北方稻田养萍和鱼的发展，影响水稻增值增产。近十年北方稻田养萍和鱼的研究和实践证明，北方稻田养萍和鱼同样可获得良好的生态经济效益。据黑龙江省桦南县畜牧局的研究报告，该县从1975年开始，每年利用天然水面放养细绿萍4500亩，年产鲜萍533.3万公斤，解决了3万头猪、20万只家禽、50万尾鱼100多天的青饲料和饵料。特别是1982年大旱，人工造地池养萍2520亩，生产鲜萍251.9万公斤，解决了当年1.4万头猪、3.8万只禽100天所需的青饲料。这一事实不仅有利地回答了北方稻田能够养萍和鱼，而且也回答了为什么北方要稻田养萍和鱼。据我们研究，稻田养萍可增氮富钾除草，养鱼可以倒萍、松土、肥

田、增氧、防治病虫害草，稻萍鱼则减少化肥农药污染，促进稻田增产增值，降低成本，节省劳力，提高生态经济效益。更重要的是发展稻萍鱼能够合理利用北方稻田光热水资源，提高光能利用率，增加生物量，促进水稻增产。用养结合培肥地力，为发展淡水渔业和生态农业提供经验。

### 一、稻萍鱼共生对水稻产量的影响

两年田间试验结果均表明：稻田养萍和鱼都使水稻增产（表1）。稻萍鱼系统稻谷产量每亩473.1公斤，比对照增产9.3%；稻萍系统为460.3公斤/亩，比对照增产6.3%；稻鱼系统448.9公斤/亩，比对照增产3.7%。生物学产量以稻萍最高，1358.0公斤/亩，稻萍鱼次之，1325.1公斤/亩，稻鱼与对照相差不大，分别为986.2公斤/亩和955.2公斤/亩。光能利用率也是稻萍最高1.14，稻萍鱼次之1.12，稻鱼与对照相差不大，分别为0.83和0.81。因此，稻萍鱼共生对稻田的增产作用，在于提高稻田的光能利用率和生物学产量，以及红萍为鱼提供饵料，过腹还田，鱼粪成为水稻生长所必须的有机肥料，据粗略估算每亩可增加鱼粪15—20公斤，从而

表1 稻萍鱼共生对水稻产量的影响

处 理	水稻产量（公斤/亩）					生物学产量 （公斤/亩）	光能利用 率（%）
	1985	1986	平均	增产	%		
稻萍鱼	380.9	565.3	473.1	40.2	9.3	1325.1	1.12
稻 萍	351.9	568.8	460.3	27.4	6.3	1358.0	1.14
稻 鱼	345.2	552.6	448.9	16.0	3.7	986.2	0.83
稻（对照）	323.1	542.7	432.9			955.2	0.81

提高水稻的分蘖成穗率和粒重，促进水稻增产。特别是1985年放养成鱼，食量大过腹还田的效果更为明显，充分发挥了红萍饲料和肥料的作用。同时，鱼还有倒萍肥田、松土、增氧、除草、治虫、防病等作用。解除稻田养萍人工倒萍的困难和繁重劳动。

## 二、稻萍鱼共生的产量和自留鱼苗

稻田养鱼具有面积广、投资少、充分利用天然饵料、养殖时间短、鱼体增长快、经济效益高等优点。缺点是饵料不足、产量不高，每亩仅18.3公斤。用萍作饵料是省工、经济、有效发展淡水渔业的途径，也是稻田用养结合综合利用，促进高产稳产优质高效益的措施。

稻萍鱼共生用萍作饵料有利于提高鱼的成活率和产量，特别是草鱼成活率明显提高（表2）。稻田放萍养鱼苗，罗

表2 稻萍田对鱼的生长和产量的影响

处 理	鱼苗规格 (厘米)	放鱼量 (尾/亩)	成活率 (%)	单尾重 (公斤)	鱼产量 (公斤/亩)
稻萍罗非鱼苗	1.5	500	93.2	0.075	33.8
稻萍鲤鱼苗	2.5	1500	62.0	0.023	21.6
稻萍草鱼苗	2.5	1500	61.5	0.023	17.7
稻萍鳊鱼	8	775	84.1	0.073	47.8
稻罗非鱼苗	1.5	500	93.1	0.060	27.9
稻鲤鱼苗	2.5	1500	61.5	0.020	18.7
稻草鱼苗	2.5	1500	49.0	0.023	16.6
稻成鱼	8	775	78.6	0.049	30.1

非鱼苗产量较高35.8公斤/亩，比对照稻田养罗非鱼苗增产7.8公斤/亩；稻萍田养鲤鱼苗次之，增产2.9公斤/亩；稻萍田养草鱼苗最低，仅增产1.1公斤/亩，主要是成活率低。稻萍田养成鱼产量较高，比对照稻田养成鱼，增产17.7公斤/亩。但发展稻萍鱼共生立体农业必须用一部分稻田放养鱼苗。放养鱼苗和成鱼不可偏废。因为高产稻萍鱼田要求放养健壮无伤损的大规格鱼苗。外地购置买鱼苗长途运输难免损伤，且易生病，成活率低。另外在放养规格和数量上也难于满足高产需要。而自留鱼苗不仅提供健壮鱼苗，还可大大降低成本。据研究1亩鲤鱼苗可供10亩稻田放养，成本降低93%。因此，要求10%的稻萍田放养鱼苗，保证鱼苗自给。放养鱼苗产量虽稍低，但鱼苗价格高，经济效益不减。

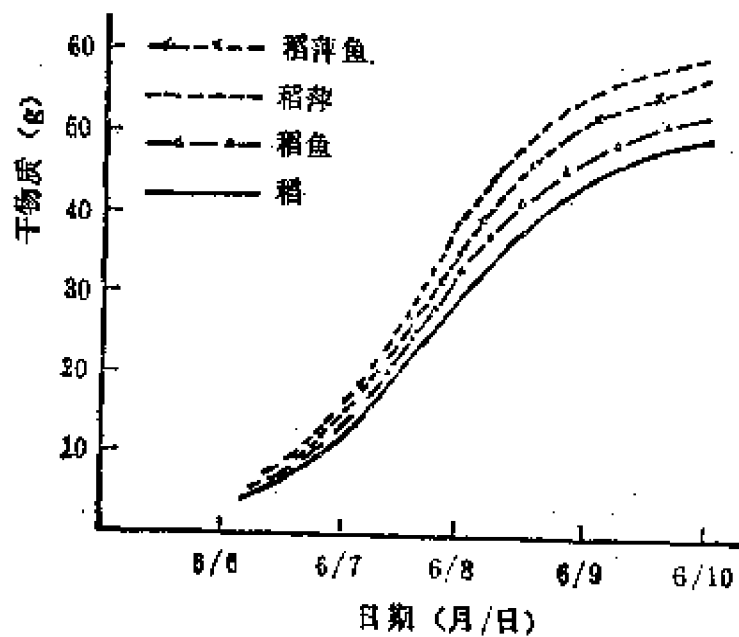
### 三、稻萍鱼共生细绿萍的产量

细绿萍是萍藻共生体，萍叶共生腔内有固氮鱼腥藻，固氮能力强、繁殖快、产量高。这是稻田养萍能够培肥地力的主要原因。萍在稻行间生长，不仅不与粮争地，影响水稻生长，还为水稻生长结实提供氮和钾，并为鱼直接提供饵料。稻株又对萍体起到遮阴、防风、保温和降温的作用，促进萍体增殖，而鱼的取食又起到及时捞萍和倒萍的作用，促使细绿萍增长。从6月19日每亩放萍200公斤至9月28日，共生期100天，每亩生产鲜萍6666.7公斤，增殖349倍。从表3可见，稻萍鲤鱼处理鲜萍产量最高，稻萍罗非鱼次之，稻萍草鱼最低。因为鲤鱼食萍量最小，甚至超过对照稻的萍量，草鱼食萍量最大，罗非鱼食萍量居中（表3）。所以细绿萍在稻萍鱼共生系统中起着促进稻鱼增产的决定性作用，萍促鱼、鱼促稻，稻和鱼又共同地促进细绿萍增殖，共生互利，

表 3 稻萍鱼共生对细绿萍增殖和产量影响

处 理	放萍量 (公斤/亩)	增殖量 (公斤/亩)					总萍量 (公斤/亩)
		6月9日	7月7日	7月30日	8月30日	9月28日	
稻萍草鱼	200		1000.0	1200.0	1166.8	1167.3	4539.0
稻萍鲤鱼	200		1600.0	1866.8	1766.8	1750.0	6983.5
稻萍罗非鱼	200		1533.4	1733.4	1500.1	1500.8	6267.7
稻萍 (对照)	200		1466.7	1800.1	1833.5	1800.8	6900.8

提高系统总生物量。红萍促进水稻干物质积累特别明显，有萍的两个处理（稻萍鱼和稻萍）后期都明显高于无萍处理（见图）。因此，北方稻区，改变单一种稻为稻萍、稻鱼或稻萍鱼共生，促进水稻高产的复合共生系统是充分利用空间一时间，提高光能利用率和生物量，增加粮食产量，合理利用北方光热水资源的有效途径，也是北方稻区用养结合利



细绿萍对水稻干物质积累的影响

用持续高产稳产的有效途径。特别是大小垄栽秧种稻更有利于稻萍鱼共生，通风透光，各占其合理的生态位是保证北方稻田每亩稻谷500公斤，萍5000公斤，鱼50公斤的种稻方式。

#### 四、稻萍鱼共生的经济效益

稻萍鱼共生立体农业更好地利用北方光热水资源，提高稻田能量转换率和光能利用率。每亩达到473.1公斤稻谷产量，鲜萍6666.7公斤，鱼苗25公斤或成鱼47.8公斤，显著地提高稻田经济效益，每亩获纯利687.6元，比对照净增值398.1元，比稻鱼增值72.1元，比稻萍增值378.4元，大大增加稻田和稻田养萍的经济效益，是北方稻区农民脱贫致富之路（表4）。

表4 稻萍鱼共生的经济效益

处理	投入（元/亩）						产出（元/亩）				净收益 （元/亩）	比对照增值 （元/亩）
	种子	化肥	农药	人工	鱼苗	合计	稻谷	稻草	鱼苗	合计		
稻萍鱼	8.0	23.5	2.5	83.0	8.0	125.0	384.4	28.3	400.0	812.6	687.6	398.1
稻 萍	8.0	23.5	2.5	72.0	—	106.0	386.8	28.4		415.2	309.2	19.7
稻 鱼	8.0	23.5	2.5	83.0	8.0	125.0	375.6	27.6	337.3	740.6	615.5	326.0
稻(对照)	8.0	23.5	2.5	76.0	—	110.0	369.0	27.1		399.5	289.5	

#### 五、稻萍鱼共生的生态效益

稻萍鱼共生立体结构不仅粮食产量高，而且对稻田土壤培肥改良也有良好影响（表5）。从表中可以看到，稻萍鱼、稻萍和稻鱼的土壤有机质和全氮量都比对照高，pH值

和全盐量比对照低，改土培肥效果明显。此外稻田养萍和鱼，过腹还用不仅改善稻田理化性状，而且还能生物防治病虫害草，减少化肥和农药的使用量，降低成本，避免污染。

表 5 稻萍鱼共生对土壤化学性质的影响

处 理	土壤有机质	全氮量	pH	全盐量	Cl <sup>-</sup>	HCO <sup>-</sup>
稻萍鱼	1.20	0.0771	8.02	0.016	0.008	0.026
稻 萍	1.25	0.0810	8.02	0.019	0.008	0.027
稻 鱼	1.23	0.0742	8.03	0.016	0.008	0.028
稻(对照)	1.09	0.0724	8.66	0.042	0.009	0.032

## 六、稻萍鱼共生增产技术

北方稻区稻萍鱼共生高产系统，必须注意配套措施。在养萍上，根据北方养萍经验，可采用简便省工的湿润养殖越冬保种。因为细绿萍根多，能湿润培养，生长健壮易越冬，而且成本低，管理方便。春繁时 1 亩萍母放 10 亩稻田。注意投萍量约占稻田水面的 1/4。每亩萍量超过 750 公斤时即需捞出，用塑料袋密封青贮。供 7、8 月红萍越夏生长慢而鱼的食萍量又大，萍量不足时投食，或补饲颗粒饲料。

在养鱼上，选择背风向阳地方挖越冬鱼苗池自留鱼苗。1 亩鱼苗，10 亩成鱼配套放养。放养鱼种以罗非鱼最好，鲤鱼和草鱼次之，也可三者混养。养鱼苗可完全利用天然饵料和红萍。放成鱼时注意在天然饲料不足、红萍越夏期中注意补饲颗粒饵料，保证鱼高产。

在水稻上，最好采用大小垄插秧，通风透光保证三者共生的生态位，也可三密或四密一稀插秧，在大垄间挖深沟放

养鱼和萍，保证鱼沟鱼坑占地不超过10%，同时保证插秧密度不少于当地一般高产密度。养鱼时可免去晒田，因为鱼的游动超过晒田的作用。施肥上，早稻插秧前可养萍做稻田基肥，插秧缓苗后施硫酸铵10公斤/亩作蘖肥，以后以少量施用为原则，免伤鱼和萍。硫酸铵一次不超过15公斤/亩，氨水不超过25公斤/亩，尿素不超过10公斤/亩，碳酸铵不超过5公斤/亩。鱼稻收获后还可在稻田继续湿润养殖细绿萍，鲜萍可达1833.3公斤/亩，供做次年底肥。

## 稻鸭“共栖”研究

谷义成 方 文 冉茂林 陈 铮

四川省农科院水稻高粱研究所

水稻主产区特别是一年中以水稻为唯一作物的冬水田区域，长期存在对温、光自然资源的综合利用率低和忽略稻田水体中各种生物饲料资源的综合利用，其经济效益低，种养殖业开发度低，这是粮食作物区急待解决的重大问题。据1983年的调查统计，四川冬水田可分为三种种植型，一是传统的“种稻型”，面积占89.3%，亩产稻谷411.47公斤，纯收入73.27元；二是“稻经型”，面积占0.8%，亩产稻谷416.50公斤，纯收入209.6元；三是“稻鱼型”，面积占9.3%，亩产稻谷450公斤，纯收入100.20元。后两个种植型的稻谷产量与经济收入均较纯种稻型为高。近年稻田养鱼发展得较快，已经成为稻田综合利用的重要形式之一。但是，由于冬水田面积大，生态条件复杂，仅稻鱼结合这一种形式，远不能全面提高稻田的利用效益，还需要多种形式的配合，才能充分发挥稻田的综合作用。

四川利用水稻收获后串田放牧养鸭，称之为“棚鸭”，是商品鸭的主要来源。其次是农户昼放夜收的零星饲养，作为商品鸭的补充来源。近年由于稻田施用农药及责任田主的拒放等多种原因，棚鸭数量明显减少，商品鸭的主流不足，日益不能满足人民生活的大量需求和新兴起的羽绒制品业、食品

加工业的需要。从发展农业多维结构，提高农业总体功能，搞活农业商品机制，充分利用自然资源出发，稻田养鸭必须发展，也必须有所创新才能发展。

## 一、稻田养鸭的生态结构

稻田养鸭是根据鸭的生活习性，水稻生育最佳阶段，稻田自然饲料繁茂期等三因素的动态平衡来选择适宜的放养鸭龄与水稻生育阶段。据图1，中稻田的放养期宜在4月下旬或5月初至7月上旬之间，这段时间是水稻分蘖盛期到有效穗稳定期，鸭子在稻株间活动正处在浮游动物与底栖动物繁茂的交替期，前期小鸭苗食量不大，投饲量亦小，浮游动物能满足生活需要，后期底栖动物增多，适当增加投饲量，即能达到全放养期三因素的动态平衡，并收到快速饲养的效果。

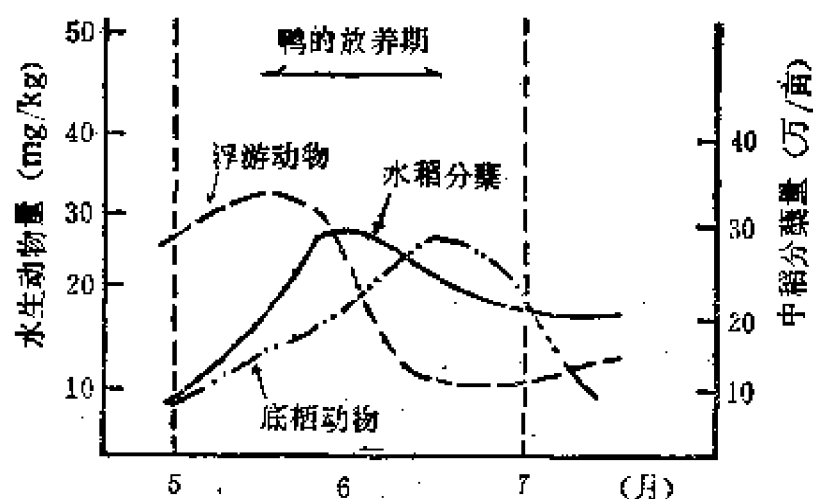


图1 稻鸭结合三因素的动态平衡

## 二、在水稻不同生长阶段放鸭与稻谷产量关系

稻田养鸭存在着相克和相互促成的阶段。即在水稻幼苗期和水稻蜡熟期都不宜放鸭到田。试验结果证明，以水稻栽

后20天放鸭对水稻增产最为有利，其次为水稻栽后25天。过早放鸭对有效穗的损失也较严重，千粒重也略有降低，过迟放鸭对有效穗的损失虽轻，但千粒重降低得较大，所以过早、过迟放鸭对水稻产量都有影响（表1）。

表1 中稻不同生长阶段放鸭与稻谷产量

处 理	放鸭期 (月/日)	基本苗 (万/亩)	最高苗 (万/亩)	有效穗 (万/亩)	每穗结 实粒数	千粒重 (克)	亩 产 (公斤)	鸭践踏损失有效穗	
								穗/亩	占有有效穗数的%
栽后10天放鸭	4/20	4.11	22.68	17.69	105.60	30.08	502.15	4949	2.80
栽后20天放鸭	4/30	4.85	23.34	19.71	90.50	30.34	541.60	696	0.35
栽后25天放鸭	5/5	4.61	21.38	18.40	86.10	30.83	539.90	621	0.34
栽后30天放鸭	5/10	4.53	22.16	18.63	86.42	29.84	514.75	343	0.18

注：水稻品种为汕优63

### 三、亩放鸭密度与稻谷产量关系

稻田对放鸭的承受量，不仅与稻谷产量有关，还与鸭饲料的投入量、鸭生长速度等经济效益有密切关系，所以，鸭投放的数量要以最良好的经济效益为标准。从表2、表3资料中可看出，中稻田和双季早稻田的投鸭数量，中稻田以亩投放36只鸭，早稻田以亩投放24只鸭的稻谷产量最高。若从鸭的经济效益看，以放鸭量多的经济效益最高，但稻谷亩产减少5.56%，以稻谷与鸭的总产值与总投入比，是放养量少的高，而且饲料系数小。从充分利用自然饲料，节约人工投放饲料，促进稻谷增产与产投比三效益看（图2），稻田养鸭的亩放养鸭量应以30只左右为宜。

表 2 中稻、早稻田放鸭密度与稻谷产量

处 理	有效穗 (万/亩)	每穗实粒数	千粒重 (克)	亩 产		水稻亩收入 (元)	亩投入 (元)	水稻亩收入 (元)
				公斤	%			
中 稻 田	亩放108只鸭	110.6	26.10	427.25	99.50	143.56	86.73	56.83
	亩放72只鸭	115.5	25.70	435.45	101.41	146.31	86.74	59.57
	亩放36只鸭	114.6	26.18	451.00	105.03	151.54	86.73	64.81
	不 放 鸭	116.0	25.18	429.40	100.00	144.27	89.06	55.21
早 稻 田	亩放96只鸭	54.60	26.98	323.75	87.88	108.73	85.47	23.31
	亩放60只鸭	56.00	27.40	367.70	99.81	123.55	85.67	37.88
	亩放24只鸭	58.30	28.40	384.85	104.47	129.31	85.44	43.87
	不 放 鸭	49.50	27.06	368.40	100.00	123.78	87.68	36.10

注：中、早稻品种分为：汕优63、沪红早1号

表3 中稻、早稻田放鸭密度的经济效益

亩放鸭数 (只)	商品鸭数			经济收入					鸭亩纯收入 (元)	鸭加稻谷 纯收入 (元)
	只/亩	总重 (公斤/ 亩)	商品率 (%)	总产值 (元/亩)	亩投入(元)					
					鸭成本	饲料	人工及其它			
							总投入			
中	108	121.5	92.6	291.60	32.50	79.00	31.00	142.50	149.10	205.93
稻	72	84.4	100.0	202.56	23.40	56.88	22.32	102.60	99.96	159.53
田	36	39.3	92.0	94.32	9.10	22.12	8.88	39.90	54.01	110.82
早	96	94.4	100.0	226.56	31.20	76.22	29.76	137.18	89.38	112.69
稻	60	57.0	90.0	138.24	19.50	42.87	16.74	79.11	59.13	97.01
田	24	23.2	91.7	55.08	7.80	8.50	8.82	23.12	32.56	76.43

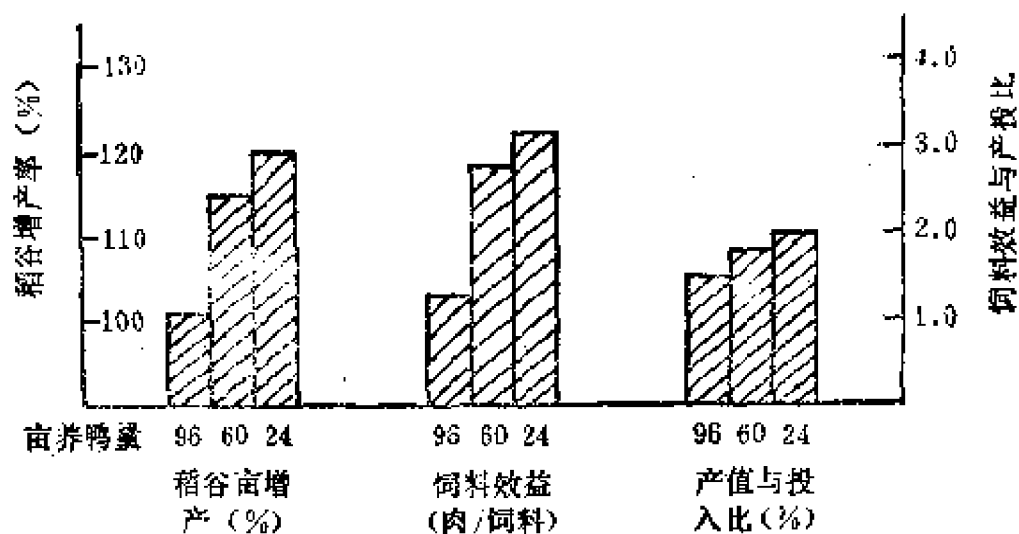


图2 稻谷增产、饲料效益、产投比三效益比较

#### 四、不同雏龄与本田成活率及体重增长关系

稻田养鸭投放时的鸭龄与鸭的成活率及体重增长速度有着密切关系，还涉及到经济效益。表4中资料说明雏龄过小，不能抵抗不利的气候侵袭而易死亡。雏龄达到8天以后，增强了抵抗力，不易死亡。再结合表5资料可以看出，以8—12天雏龄鸭投放本田后的体重增长速度最快，到收鸭

表4 不同雏龄投放本田后的成活率

雏 龄	投放期 (月/日)	小区投* 放数 (只)	幼鸭死亡 时 间 (月/日)	死亡数 (只)	死亡 原因	成活率 (%)
4天投放	4/25	4	4/27	1	冷害	75
8天投放	4/29	4	—	—		100
12天投放	5/3	4	—	—		100
16天投放	5/7	4	—	—		100
20天投放	5/11	4	—	—		100

\* 为亩投放20只的标准

表 5 不同雏龄的体重增长速度

投 放 雏 龄	投放时个体重		投放一周		投放二周		投放三周		投放后三 周间日平 均体重	收鸭时个 体 重	适鸭结 舍天数	鸭日均增重 (克/个)
	体 重 (克)	百分比 基数 (%)	体 重 (克)	增 长 (%)	体 重 (克)	增 长 (%)	体 重 (克)	增 长 (%)	(克)	(克)		
4 天	44.0	100.00	86.67	196.88	200.00	454.55	323.33	757.57	34.00	625.00	31	18.74
8 天	52.5	100.00	137.50	261.90	250.00	476.19	468.75	892.86	40.02	618.75	27	20.97
12 天	60.0	100.00	187.50	312.50	287.50	479.17	525.00	875.00	38.81	593.75	28	23.21
16 天	75.0	100.00	207.50	276.67	281.25	375.00	437.50	583.33	24.21	437.50	19	19.08
20 天	87.5	100.00	197.50	225.71	381.25	436.71	412.50	471.43	18.28	412.50	15	21.67

时的日平均体重也最大，依此，可以认为投放时雏龄太小，成活率低，投放时雏龄过大，虽然易成活，但喂养幼鸭时饲料增多，投放本田后日增长速度缓慢，经济效益降低。从易成活、生长快、经济效益高三者结合评价，试验结果，投放雏龄应以12天左右为适。但若结合水稻最适生长阶段及稻田生物量考虑，投放雏龄可定在15天左右。

### 五、稻田养鸭与稻株虫口量的关系

鸭在稻田中的食物除田中的生物外，还捕食稻株上的各类昆虫。放鸭后稻田虫口量的消涨情况见表6，稻田养鸭可以减少稻株上的虫口量，对消除稻田虫害有一定的作用。

表6 早稻、中稻田虫口量的消涨情况

亩放养鸭数 (只)		放养前 虫口量 (头/点)	放鸭后一周		放鸭后二周		备 注
			虫 量 消 涨	(头/点) % (±)	虫 量 消 涨	(头/点) % (±)	
中 稻 田	108	16	4	-75.00	8	-81.25	每点30穴
	72	45	24	-46.67	8	-82.22	
	36	32	71	+121.88	11	-65.63	
	不放养	30	77	+156.67	31	+8.33	
早 稻 田	96	22.7	9.0	-60.35	4.0	-82.38	
	60	13.7	8.3	-39.42	3.3	-75.91	
	24	17.3	14.3	-17.34	4.3	-75.14	
	不放养	9.0	29.0	+222.22	15.7	+74.44	

## 六、结 论

稻田养鸭是稻田综合利用的又一种良好方式，是提高稻田经济效益的良好措施之一。其结果：

1. 亩放养量从稻谷增产、饲料效益、产投比三效益综合评价，以亩放养30只左右最好，在亩放养量30只左右时，稻谷可增产5.56—18.87%。

2. 放养期宜在水稻栽后20天的分蘖盛期。

3. 放养鸭龄以15天左右为好，抗力强，生长速度快，对稻田自然饲料利用率高。

4. 放鸭对消除稻田虫害有利。

5. 稻田养鸭因昼夜在稻田自然条件下生活，鸭的品种应选择适应力强，抗病力强的地方品种如高邮鸭、麻鸭、建昌鸭等。

6. 据1987年至1988年在四川等30个县的示范结果，按林世铮著《农业科技工作的经济评价方法》核算经济效益如下：示范面积共11.78万亩，增产稻谷294.5万公斤，新增总值147.25万元。鸭总产值1368.08万元，水稻因减少人工、化肥与农药用量亩节支成本6.88元，共计节支81.05万元，以上总计增产节支1596.38万元，扣除投入及推广费531.82万元，社会纯收益为105.956万元，农民得益率为3.02，推广投资收益率为156.09，科研投资收益率为15.71，经济效益甚为明显。

# 稻鱼结合的经济、生态效果 及其种养技术研究\*

李燮平 吴怀珣 张永泰

江苏里下河地区农科所

近年来随着农村经济体制改革和产业结构调整,过去单一的纯粮生产方式已不能适应农田经济发展需求,为了开发农田自然资源,提高土地生产力,增加农作物单位面积产量和经济效益,1985—1987年我们对稻鱼结合的经济生态效果及种养并举的主要技术环节进行了研究,并取得了一定结果。

## 一、材料与方法

本项研究在江苏里下河地区农科所进行,试验田地势低洼,土壤粘重,保水保肥。

研究材料 水稻为杂交稻汕优63,鱼类以福寿鱼(*Tilapia nilotica* 莫桑比克罗非鱼×尼罗罗非鱼 $F_1$ )、草鱼和鲤鱼为主体,搭配研究鳊鱼和白鲫。

研究方法:水稻分年度分别设不同栽插密度、施肥方法和施氮量几个单因子处理小区试验、大区验证并举(小区面积0.02亩,随机排列、重复三次,大区面积0.625亩,重复两次)。鱼类在研究品种适应性的基础上,对养鱼种、成鱼两种类型田块分别设置不同搭配比例、放养规格和密度等若

\* 本文由吴怀珣执笔,郭勋斌同志参加部分资料搜集工作

干处理。试验以养鱼田为主体，另以设计完全相同的不养鱼田作对照(CK)，试验田块面积统一为1.25亩。鱼田沟窝设施于前茬耕翻后呈“田”字形开挖，沟宽0.33米，深0.40米；鱼窝两个，分别设置在田中鱼沟交叉处，窝长2.5米、宽、深各1米。沟、窝占地面积3.5%。水稻插后10—17天放鱼苗。适当搭配少量精料放鱼后30天内饲喂麸皮或麦面粉0.3—0.4公斤/亩/日和少量浮萍，30天后，饲喂鱼颗粒饲料0.5—1.0公斤/亩/日、陆地青草5—10公斤/亩/日，鱼田正常灌水3—10厘米，水稻穗分化前排水轻搁田，灌浆结实期露田两次。对照田水管按常规。

观察项目：水稻主要调查茎蘖增长量、杂草消长动态、测定干物产量、植株和土壤养分及田间光照透射率；成熟期考查水稻植株和穗部性状。鱼类主要考查放养规格和收获时不同处理的起捕率、个体重，最后分处理测收稻、鱼产量。

## 二、结果与分析

### 1. 稻鱼结合的产量、经济效益

水稻产量 连续三年对照田分别为603.6、528.6、533.2公斤，鱼田分别为577.5、525.6、533.1公斤。除85年减产4.27%外，86、87两年都已达到或接近对照产量水平。

鱼产量及产值 85年两块田平均亩产为34.95公斤，平均产值115.3元，净收益80.89元；1986年虽有马鱼为害，4块田平均亩产仍达29.45公斤，其中养鱼种的高产田块达41.03公斤，平均产值116.6元，净收益74.92元；1987年因放养量不足，品种类型单一，加上山洪造成批量逃鱼，四块田产量平均仅13.85公斤，产量高的只接近20公斤，但产

值仍达65.93元，净收益42.41元。3年平均每亩鱼产值为99.28元，净收益66.07元。

**经济效益** 鱼田平均每亩总投入为67.27元，比对照增加27.06元，成本提高了67.3%。但养鱼后，水稻田因农药、化肥投入减少，生产成本下降了16.19和25.34%（86、87年），增收、节支相加，3年每亩净收益比对照依次提高72.69、81.46和53.06元，平均增加69.07元，提高了40.3%（表1）。结果表明，稻鱼结合，可以保证稻谷产量，节约投入，增加收益。

表1 不同处理各年度的产量、效益

年份	处 理	产量(kg/亩)		产值(元/亩)			投入(元/亩)			净收益 (元/亩)
		水稻	鱼平均	水稻	鱼平均	稻鱼 合计	水稻	鱼平均	稻鱼 合计	
1985	ck	603.6	—	193.1	—	193.1	30.6	—	30.6	162.5
	养鱼田	577.8	34.95	184.9	115.3	300.2	30.6	34.41	65.01	235.19
1986	ck	528.8	—	209.3	—	209.3	47.81	—	47.81	161.49
	养鱼田	525.6	29.45	208.1	116.6	324.7	40.07	41.68	81.75	242.95
1987	ck	533.2	—	232.48	—	232.48	42.43	—	42.43	190.25
	养鱼田	533.1	13.85	232.43	65.93	298.36	31.53	23.52	55.05	243.31

## 2. 稻鱼结合的农田生态优化效果

**杂草减少** 据85年调查，稻田放鱼前以矮茨菇为主的4种类型杂草，对照田每平方米平均408.6株，鱼田519.03株，杂草基数比对照高27%，养鱼20天减少到131.4株，除草率达74.68%；而对照田杂草总数虽有下降，但每平方米仍达

289.8株，是鱼田的2.2倍，杂草鲜重亩达151.2公斤，是鱼田的5.46倍，杂草种类增加到10多种。至孕穗灌浆期，鱼田苗脚清爽，土面光滑，每平方米杂草仅存9株，除草率达98.26%，对照仍高达248.4株，杂草鲜重亩达244.8公斤，是鱼田的17倍。由于鱼的除草作用，使得稻田杂草基数明显下降，连续3年定位试验，放鱼前对照田杂草总数由1985年每平方米408.6株增加到1987年的501.3株，上升了22.84%；鱼田则由1985年的519.03株减少到1987年的176.4株，下降了66%。可见稻田养鱼不仅有当年除草效果，还有根除杂草的效用。

**土壤肥力增加** 稻田养鱼有利将田中废弃的有机态氮转化为速效氮，达到增加土壤肥力，形成良性循环。本试验测定，尽管对照田施肥较多，但不同年度内土壤有机质、速效氮、磷、钾含有率鱼田比对照分别高8—10%、6—7%、12.5%和19.6%，而且连续养鱼土壤地力明显增加，1985—1987年，鱼田有机质含量由原来的1.98%提高到2.40%，全氮含量由0.143%提高到0.16%。

**土壤物理性状改善** 稻田通过鱼的翻搅作用，可以促进土质疏松，增加土壤通透性。1985、1986两年对稻田0—20厘米土壤剖面测定，鱼田全耕作层土壤容重平均比对照低2.1%，孔隙度增加1.2%（表2）。

**稻虫为害率下降** 实践观察证明，鱼能取食漂浮在稻田水面的昆虫和水体中的孑孓等。尤其福寿鱼和鲤鱼这些杂食性鱼类常常跃出水面，摄食稻株基部飞虱。据1985年飞虱发生期（9月初）虫口密度调查，对照田水稻百穴飞虱234头，鱼田达424头。10天后鱼田百穴飞虱只有42头，尽管对照田进行了药物防治，但百穴飞虱量仍比鱼田高138.1%。实践

表 2 不同处理田块的土壤容重和孔隙度

年 份	测定深度 (cm)	处 理	土壤容重 (g/cm <sup>3</sup> )	土壤孔隙度 (%)
1985	0—10	鱼田对照	1.378	48.4
			1.417	46.82
	10—20	鱼田对照	1.504	43.32
			1.554	41.36
1986	0—10	鱼田对照	1.31	50.57
			1.279	61.73
	10—20	鱼田对照	1.462	44.83
			1.527	42.38

证实，鱼田水稻可以减少药物防护次数。

**稻米含氮量提高** 稻田养鱼提高了土壤周期供氮水平，使水稻各生育期的氮素吸收量增加。1987年测定，对照田虽比鱼田施氮量增加22.66%，但长穗期鱼田稻株全氮含量仍比对照高35.87%。因稻株氮贮存量大，最终运向籽粒的氮素也多。1986、1987两年测定稻米含氮量鱼田分别为11.23%和10.93%，比对照增加0.76和0.99，提高了7.43%和9.96%。可见稻田养鱼对提高稻米品质有不可忽视的作用。

### 3. 鱼田种稻密度、施肥量与稻谷产量的关系

**密度与产量的关系** 常规栽培时水稻品种在适宜范围内的种植密度与产量呈正相关，密度增加，产量提高。但在鱼田种植，产量表现则发生一定变化。1985年试验结果表明，杂交稻密度在每亩1.0—2.5万穴范围内与产量的关系，经方差分析，两种田块产量差异尽管不显著，但对照田有随密度

增加产量提高的趋势，鱼田则相反，随密度增加而产量下降（表3）。因此鱼田种稻密度应比常规栽培下降10—20%。杂交稻汕优63在鱼田采取宽行窄株，行距26.4—33厘米，株距11.6—13厘米，亩插1.8万穴，基本茎蘖苗8—9万，最高苗不超过26万，最后成穗16—18万，可以达到群体与个体兼顾，获得较高产量。

表3 水稻不同处理、密度的产量比较（1985）

密度 处理	2.5万穴/亩	2.0万穴/亩	1.5万穴/亩	1.0万穴/亩
对照田（公斤/亩）	621.0	603.4	607.0	569.5
养鱼田（公斤/亩）	574.3	579.8	589.2	564.7
鱼田比对照田	-46.7	-23.6	-17.8	-4.8

施肥量与产量的关系 稻田养鱼后，若本田施氮过多或接近对照水平，将造成结实率、千粒重下降，产量减少。1985年鱼田与对照施氮量一致，结实率和千粒重分别比对照减少2.27%和0.7克，最后减产4.28%。1986、1987年鱼田用氮量分别比对照下降了19.2%和18.5%，结实率和千粒重与对照接近，最后产量水平基本一致。而氮素稻谷产出率则比对照提高了22.82%，因此鱼田高产栽培施氮量应低于常规田，一般下降20%有利高产稳产（表4）。

综上所述，鱼田水稻应走稀植、少肥、小群体、壮个体的栽培路子，从而创造通风透光的生态环境，达到壮秆不倒，大穗大粒，高产稳产。

#### 4. 鱼种类型、放养密度、规格与产量的关系

品种与产量的关系 1985年本研究选用不同鱼类品种在

表4 两种田块不同施氮水平下的穗粒结构比较

年份	品种	处理	施氮量 (kg/亩)	每穗 总粒	结实率 (%)	千粒重 (g)	产量 (kg/亩)	投产比 N(kg):稻 谷(kg)
1985	汕优63	对照田	14.53	152.19	91.37	29.30	608.6	1:40.78
		养鱼田	14.53	153.28	89.10	29.10	577.8	1:39.76
1986	花淮63	对照田	18.66	142.56	87.94	28.17	528.8	1:28.30
		养鱼田	15.08	138.32	87.62	28.55	525.8	1:34.90
1987	花油63	对照田	18.35	152.70	83.60	28.88	533.2	1:29.10
		养鱼田	14.96	152.45	82.63	28.84	533.1	1:35.60

稻田组成两种生物群进行养殖对比,结果表明成鱼田中以草鱼、鲤鱼、福寿鱼生长最快,收获时平均个体重分别达79.25、60.0和76.93克,最大个体都接近150克;白鲫生长较慢,尽管放养规格与福寿鱼相仿,但收获个体重仅28.43克,是福寿鱼的36.95%。鱼种田鱼苗规格小,放养密度高,但养殖结果与成鱼田一致,草鱼、鲤鱼、福寿鱼的平均个体重分别比白鲫和鳊鱼高3—5倍(表5)。可见草鱼、鲤鱼、福寿鱼是稻田养鱼夺高产的理想品种。鳊鱼、白鲫生长慢,产量低,在稻田鱼群中只适宜少量搭配养殖。

**放养密度与产量的关系** 几年研究结果表明,放养密度与产量呈正相关,在一定范围内,放养密度愈大,鱼的产量愈高(表6)。1986年两块成鱼田A比B放养尾数增加56.9%,收获尾数增26.3%,产量提高37.6%,鱼种田a比b放养尾数增加65.9%,收获尾数增42.1%,产量提高45%。1987年结果与1986年相仿,在每亩放300—1200尾范围内,

表 5 不同鱼苗的生长反应

处理	品种	放养尾数/亩	收获尾数/亩	放养规格 (cm)	收获个体重 (g) *	
					平均	其中最大
成鱼田	福寿鱼	458	362	8.25	76.93	142.5
	草 鱼	58	61	5.94	79.75	143.8
	白 鲫	124	131	8.25	28.43	54.3
	鲤 鱼	/	28	6.6	60.00	140.0
鱼种田	福寿鱼	488	389	3.96—4.95	27.78	74.0
	草 鱼	1474	571	3.96—4.95	22.67	63.0
	鲤 鱼	488	228	3.96—4.95	38.72	83.7
	白 鲫	280	394	2.64—3.80	6.72	—
	鳊 鱼	248	425	4.95	8.41	33.7

\* 全群平均值

表 6 不同放养密度的产量与起捕率

处理	年份	代号	放养尾数/亩	实收尾数/亩	起捕率 (%)	收获产量 (公斤/亩)	平均单尾重 (克)
成鱼田	1986	A	1663	495	29.77	28.92	56.61
		B	1060	392	36.98	20.36	51.94
	1987	a	1200	625	52.07	19.09	30.54
		b	772	504	65.24	16.40	32.53
		c	748	246	32.85	8.65	35.16
		d	300	362	120.80	11.20	30.94
	1986	a	2766	861	31.13	41.03	47.65
		b	1667	606	36.37	28.29	46.68

放养密度大, 收获尾数多, 产量高。密度与产量相关极显著, 相关系数  $r = +0.9778$ 。

规格与个体重的关系 鱼苗放养规格的大小对个体重影响颇大。连续三年比较, 在不同密度条件下各鱼种表现, 规格愈大, 个体重愈高 (表 7)。1985 年福寿鱼放养规格由 3.96—4.95 厘米增加到 8.25 厘米, 1986 年由 6.6 厘米增加到 8.25 厘米, 收获时鱼体重分别提高 131.4% 和 18.8%。草鱼表现规律与福寿鱼相吻合。试验实践表明, 鱼苗放养规格小, 个体生长慢, 产量低, 效益不高, 而加大放养规格, 有利提高鱼体重, 增加产量。

表 7 各鱼种不同放养规格鱼体重对比

魚种	年份	放养规格 (cm)	个体重(克)*			养殖周期 (天)	魚群总放 养密度 (尾/亩)	总收获 尾 数 (亩)
			平均	其中				
				最大	最小			
福寿魚	85	8.25	82.97	142.5	50.0	90—91	640	466
		3.96—4.95	35.86	74.0	14.8		2882	1604
	86	8.25	82.40	112.1	37.0	90—94	1060	392
		6.6	69.38	109.1	30.1		1667	606
草 魚	85	5.94	78.67	148.8	15.6	90—91	640	456
		3.96—4.95	34.02	63.0	20.0		2882	1604

\* 为收获时随机取样 40 尾的平均值

### 三、讨 论

稻鱼结合是提高农田经济效益, 改善稻田生态, 促进良

性循环的有效途径。本研究证实，稻田通过养鱼可以增肥改土，除草、治虫，达到开源节流，变废为宝，既可减少稻田农药、化肥投入，降低农本，又可减少水土环境污染，保证稻谷产量，提高稻米品质。一般亩放1000—2000尾鱼苗，生产千斤以上稻谷可以节约纯氮2.5—5公斤，除草剂0.5公斤，每亩净增收益在50元以上。

本研究认为鱼田种稻密度和氮肥施用是保证稻谷产量的主导因子。鱼田水稻在培育壮秧的基础上，种植密度应比常规田下降10—20%，施氮量减少20%。肥料施用以有机为主，化肥为辅，施肥方法重前(85—90%)轻后(10—15%)，早施，重施基、蘖肥，适当控制后期用肥。鱼田水稻应选用适应性广、丰产性好，优质、多抗、耐肥力强的品种。

稻田养鱼周期短、水体小、水层变化大，生态环境不很稳定，选择适宜品种，放养合理密度和规格，对高产形成作用颇大。本研究证实，草鱼、鲤鱼和罗非鱼(福寿鱼)是稻田养殖的理想品种，养成鱼以罗非鱼为主(70—80%)，搭配部分草、鲤鱼(20—30%)，养鱼种以草、鲤鱼为主(80%)，搭配部分罗非鱼(20%)，一般生产50公斤鱼，养成鱼亩放800尾，不超过1000尾；养鱼种亩放2000尾，不超过2500尾较为适宜。放养鱼苗宜选用大规格夏花或越冬片子，罗非鱼规格在2.5寸以上，草鲤鱼1.8—2.5寸，成鱼田可少量搭配一斤重左右的草、鲤鱼鱼种，有利获得更高产量。

本研究养鱼稻田单位面积水稻产量与对照相仿，并无增产的实际效果，与各地报导不相一致。但本研究仅从我省里下河地区的种植制度出发，采用品种受到限制，若改变水稻品种，所得结果是否一致，还有待研究探讨。

# 稻田养殖鱼类品种试验研究

万邦怀

张潜龙

江西省农牧渔业厅水产局 宜春地区农牧渔业局

为了深入研究一些鱼类对稻田的适应性，比较它们在稻田中生长的相对优劣，探讨适宜于稻田放养的鱼类、品种、放养方式及其管理技术，1985—1986年由江西省水产局主持，宜春地区农牧渔业局和上高、上犹和遂川三县农牧渔业局参加的同一模式的稻田养殖鱼类品种试验。1985年为稻田培育鱼种试验，1986年为稻田养殖商品鱼试验。现将两年试验研究结果综述如下：

## 一、稻田培育鱼种

1. 试验设计 分别选择土质肥力较差、中等、较肥的上高县锦江乡董丰村、上犹县东山镇水南村与遂川县于田镇堂境村的双季稻田作试验田，三个试验基点同时进行重复试验。根据多年探讨的养殖模式，三个基点均采用沟池稻田养鱼模式，沟池面积占田块总面积的4—10%，池深1—1.5米，沟深35—40厘米。各基点田块30丘，面积20亩左右，其中不投饵和投饵单养各10丘，每丘面积0.5亩；投饵等量和4种投饵不等量混养（分别以尼罗非鲫、草鱼、白鲫、本地鲤为主体鱼）各2丘，设2个重复处理，共10丘，每丘面积1

亩。亩放养量均2000尾。等量混养中每亩每种鱼皆200尾（各占10%），不等量混养中每亩放主体鱼1000尾（各占50%），鲢、鳙鱼皆为130尾（各占6.5%）。

2. 试验材料 放养鱼种，为当年体长3—4厘米夏花鱼种，7个种类10个品种，即尼罗非鲫、草鱼、白鲫、鲤鱼（本地鲤、兴国红鲤、荷包红鲤、玻璃红鲤）、革胡子鲶、鲢鱼和鳙鱼。鱼种来源除“三红”、白鲫和革胡子鲶由组织统一调剂外，其它品种均由各基点就近解决。放养日期除尼罗非鲫在5月下旬至6月上旬投放外，其它鱼类均在5月底前完成放养。

安置拦鱼设施需要的竹箔、铝丝，放养与起捕鱼类的稻田养鱼网箱、捞网、鱼盆和鱼篓（桶），清田消毒的石灰。投饵喂鱼的饲料以稻田天然饵料为主，适当增投精饲料的原料为细糠、麦麸和菜枯饼。

水稻栽培及其管理技术，基本上照不养鱼稻田一样。但因开挖沟池减少了稻株种植面积，为确保减行不减株，栽插时沿沟池边缘密株成篱笆状，发挥边行优势；同时，遇有施化肥、打农药和晒田时，将鱼类赶入沟池中，避开了稻鱼共生中发生的矛盾。由于稻鱼的相互作用，稻田可以不耘禾或少耘禾。

3. 试验小结 经10月中、下旬组织逐点、逐丘验收，各种鱼类均称重、过数和测量，并查阅平时管理记载，得出近2000个数据，加以去伪存真，汇总列表如下（表1、2、3）

根据所得数据，初步结论如下：

10种鱼类品种的生长比较：

表 1 单养验收汇总

鱼类品种	不投饵单养		投饵单养		单养平均	
	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)
尼罗非鲫	14.3	16.5	51.6	24.3	33.0	20.4
草 鱼	29.3	12.9	41.9	27.5	35.6	20.2
白 鲫	36.7	11.0	52.4	10.8	44.6	10.9
本地鲤	37.8	14.9	50.7	20.7	44.3	17.8
兴国红鲤	30.7	15.2	40.8	20.6	35.8	17.9
荷包红鲤	9.3	16.1	54.6	19.9	32.0	18.0
玻璃红鲤	25.2	10.6	49.7	27.7	37.5	19.2
革胡子鲶	0	0	0	0	0	0
鳊 鱼	7.1	4.6	8.6	10	7.9	7.3
鲢 鱼	20.1	8.0	50.6	22.8	35.4	15.4
平 均	21.1	11.0	40.1	18.4	30.6	14.7

表 2 等量混养验收汇总

鱼类品种	投 饵 等 量 混 养	
	成活率 (%)	亩产 (公斤)
尼罗非鲫	23.8	2.6
草 鱼	35.7	8.3
白 鲫	53.0	1.6
本地鲤	53.6	7.8
兴国红鲤	27.1	2.1
荷包红鲤	15.7	0.5
玻璃红鲤	21.4	4.1
革胡子鲶	0.5	0.3
鳊 鱼	57.5	1.8
鲢 鱼	70.8	5.5
平 均	35.9	
合 计		34.6

表 3 按饵料不等量混养验收汇总

鱼类品种	罗非鱼为主		草鱼为主		白鲢为主		本地鲤为主		配养鱼平均		备注
	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)	
尼罗非鲫	18.6	6.1	60.3	6.3	29.8	3.0	34.2	3.4	41.4	4.2	本表平均 成活率 37.2%
草 鱼	33.0	3.0	23.9	7.4	43.2	9.8	59.0	6.4	45.4	6.4	
白 鲫	66.6	1.3	39.6	1.0	53.3	6.6	55.7	3.2	54.0	1.8	
本地鲤	33.8	3.5	39.6	3.2	48.9	1.7	45.2	3.6	42.5	2.3	平均亩产 26.2公斤
兴国红鲤	30.2	1.4	24.2	1.7	43.8	0.6	22.3	1.2	30.1	1.2	
荷包红鲤	24.0	0.4	13.0	0.5	35.0	0.9	25.9	0.4	24.5	0.6	
玻璃红鲤	16.0	3.2	19.7	2.4	20.5	3.4	29.5	3.9	21.4	3.2	
牵胡子鲢	1.0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0.1	
鳊 鱼	43.2	0.8	56.5	1.0	55.0	1.4	52.8	1.6	51.9	1.4	
鳊 鱼	45.9	0.9	73.2	1.3	23.9	2.1	77.5	2.6	71.4	1.9	
平 均	31.3		35.0		41.8		40.2		38.3		
合 计		20.9		25.3		23.5		31.3			

**尼罗非鲫** 在单养与混养时做配养鱼能获得好的亩产量，尤其在不投饵时比其它9种鱼类品种生长快、亩产量高，但放养鱼苗小，成活率偏低。

**草鱼** 除混养时做配养鱼成活率高外，一般居中；不投饵单养时亩产量偏低；投饵时，单、混养亩产量居首位。

**白鲫** 成活率一般居首位，但生长慢，个体小，亩产量较低。

**本地鲤** 成活率高，混养时亩产量高，做主体鱼时亩产量最高；单养时亩产量偏低。

**荷包红鲤** 单养时成活率偏低，亩产量亦偏低；混养时成活率、亩产量均低。

**兴国红鲤** 不投饵单养时，成活率和亩产量相对均高，但试验中因某些原因而两者均偏低。

**玻璃红鲤** 单养时成活率、亩产量均高；混养时成活率相对较低，但亩产量高。

**革胡子鲶** 放养苗种规格小，成活率和亩产量均低，但试验区外，有的农户放养规格大，获得好收成。

**鳊鱼** 单养时成活率、亩产量均最低，但混养时成活率高，亩产量却较低。

**鲢鱼** 单养时成活率、亩产量均较低，但高于鳊鱼；混养时（比例在2.5%与6.5%时）成活率最高，生长快、亩产量亦高。

几种放养方式的比较：

**成活率** 单养低于混养（30.6% < 36.6%），不投饵单养低于投饵单养，等量混养略低于不等量混养。分别以尼罗非鲫、草鱼、本地鲤、白鲫为主的4种不等量混养的成活率，由低到高的次序是：尼罗非鲫 < 草鱼 < 本地鲤 < 白鲫，

混养中主体鱼的成活率绝大多数都低于该种鱼做配养鱼及其在等量混养中的成活率。

亩产量 单养低于混养 (14.7公斤<30.7公斤)，不投饵单养低于投饵单养，不等量混养低于等量混养。分别以尼罗非鲫、草鱼、本地鲤、白鲫为主的4种不等量混养的亩产量，由低到高的次序是：尼罗非鲫<草鱼<白鲫<本地鲤。

## 二、稻田养殖成鱼

1. 试验设计 在三个基点上持续试验，鱼类品种除去白鲫和革胡子鲫，留下5种鱼类8个品种试验研究。各基点田块、面积由上一年30丘、20亩左右分别缩减为24丘、16亩左右，其中不投饵和投饵单养各8丘(不设重复处理)，每丘面积同上一年；投饵等量混养和分别以尼罗非鲫、草鱼、本地鲤为主体鱼的3种投饵不等量混养各2丘(亦不设重复处理)，共8丘，每丘面积亦同上一年。养鱼田的工程设施，工艺技术基本上同上一年，即采用沟池稻田养鱼技术。试验中各种处理的亩放养量均300尾。等量混养中的每亩每种鱼皆37.5尾(各占12.5%)；不等量混养中的每亩放养主体鱼150尾(占50%)、鲢鱼21尾(占7%)、鳙鱼9尾(占3%)，其余2种配养鱼均60尾(各占20%)。

2. 试验材料 放养鱼种，筛选上一年试验培育的体长10厘米左右规格的鱼种，5月上旬前完成放养。

拦鱼设施、放养及起捕鱼类的渔具、消毒药物、鱼用饲料，播种稻种，栽培及管理技术等，均同上一年试验。

3. 试验小结 验收方法同上一年，主要数据列表如下(表4、5、6)。

表 4 单养验收汇总表

鱼 类	不投饵单养		投饵单养		单养平均		
	成活率 (%)	亩 产 (公斤)	成活率 (%)	亩 产 (公斤)	成活率 (%)	名次	亩 产 (公斤)
尼罗非鲫	53.5	17.7	98.1	26.2	75.8	1	22
草 鱼	49	23.2	69.4	42.6	59.2	6	32.9
本 地 鲤	53	18.2	74.8	28.2	63.9	5	23.2
兴国红鲤	64.2	13.9	79.8	22.6	72	2	18.3
荷包红鲤	34.1	22	42.6	16	38.4	6	19
玻璃红鲤	54.5	18.7	43.9	16	49.2	7	17.4
鳊 鱼	72.9	10.2	64.9	15.4	68.9	8	12.8
鲢 鱼	67.5	8.9	62.4	13.3	65	4	11.1
平 均	56.1	16.8	67	22.5	61.6		19.6

表 5 等量混养验收汇总表

鱼 类	投 饵 等 量 混 养	
	成活率 (%)	亩产 (公斤)
尼罗非鲫	94.7	5
草 鱼	70.7	7.2
本 地 鲤	62.9	4.2
兴国红鲤	63.8	3
荷包红鲤	21.5	2
玻璃红鲤	40.9	2.9
鳊 鱼	66.9	2.6
鲢 鱼	64.8	3.2
平 均	58.3	
合 计		30

表 6 投饵不等量混养验收汇总表

鱼 类	尼罗非鲫为主		草鱼为主		本地鲤为主		配合鱼平均	
	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)	成活率 (%)	亩产 (公斤)
尼罗非鲫	59.5	11.6	67.6	3.8	89.1	8.5	78.4	8.1
草 鱼	29.5	7	36.1	19.4	41	7.1	33.3	7.1
本 地 鲤	51.8	8	54.4	4.4	58.8	12.8	53.1	6.2
鳊 鱼	65	2.5	67.6	2.7	48	1.8	60.2	2.3
鲢 鱼	62	4	80.5	4.1	85.1	5.2	75.9	4.4
平 均	53.6		61.2		64.4		60.6	
合 计		33.1		35.4		35.4		26.1
全表平均成活率 (%)			59.7		全表平均亩产 (公斤)		34.6	
主体鱼平均成活率 (%)			51.4		主体鱼平均亩产 (公斤)		14.6 (占全表亩 产的42.2%)	

据以上所得数据，初步结论如下。

8 种鱼类品种的生长比较：

尼罗非鲫 放养的是冬片鱼种，可在稻田里繁殖鱼苗，除在不投饵单养外的各种处理中，成活率最高，但亩产量次于草鱼和本地鲤。

草鱼 成活率低，尤其在不投饵和混养中做主体鱼时偏低，但亩产量在多数处理中居首位。

本地鲤 成活率居中，除投饵等量混养外，高于草鱼成活率；亩产量在多数处理中仅次于草鱼。

兴国红鲤 成活率在四种鲤鱼品种试验中居首位，但亩产量低于本地鲤，在不投饵单养时，偏低荷包红鲤和玻璃红

鲤。

荷包红鲤 成活率最低，亩产量在混养中亦低，但在单养，尤其是不投饵单养时较高。

玻璃红鲤 在不投饵单养中，成活率和亩产量较高；在投饵单养和混养中，成活率和亩产量相对较低。

鲮鱼 成活率偏高，尤其在不投饵时最高，但亩产量很低。

鲢鱼 成活率偏高，亩产量偏低，单养中成活率和亩产量均低于鲮鱼；等量混养时成活率和亩产量均高于鲮鱼。

几种放养方式的比较：

成活率 单养略高于混养( $61.6 > 59\%$ )，不投饵单养低于投饵单养，等量混养略低于不等量混养。以尼罗非鲫、草鱼、本地鲤为主体鱼的3种不等量混养的成活率，由低到高的次序是：草鱼 < 本地鲤 < 尼罗非鲫。

亩产量 单养大大低于混养( $19.6 \text{ 公斤} < 32.4 \text{ 公斤}$ )，不投饵单养低于投饵单养，不等量混养高于等量混养。分别以尼罗非鲫、本地鲤、草鱼3种为主体鱼的不等量混养中的亩产量，由低到高的次序是：尼罗非鲫 < 本地鲤 < 草鱼。

### 三、问题与讨论

本研究两年的试验为稻田培育鱼种、养殖成鱼及稻田养殖成鱼、套养鱼种，提供了选择宜养鱼类、鱼类品种、主体鱼、配养鱼的依据，同时，对放养方式、放养鱼类规格等方面亦提供了参考数据，对在确保粮食产量增产的前提下，发展稻田养鱼，增加鱼产量及提供规格大、数量多、质量好的鱼种，有着积极的作用。

本试验是露天试验，受自然条件（洪水、天旱、污染、

鸟类等)和人为因素(专职管理人员的水平、经费、鱼种质量等)的影响,加之试验处理多、规模大,涉及到南、北、中3个县五、六十户农家,尽管得到行政业务主管部门的大力支持和有关部门、有关单位的配合,成立了试验研究领导小组和技术实施小组,实行了“统一领导、统一部署和统一要求”的三统一,但各基点田块的肥力、生物资源、水温、水质和水源的差异,各农户水稻栽培技术、管理水平不一,放养、起捕鱼类亦有先有后,等等客观条件,给试验研究带来一定难度。因此,所得数据,所作结论,具有一定的局限性,仅供参考。

根据本试验,结合多年的实践,我们认为:

1. 稻田养鱼宜养鱼类、品种很多,草鱼、鲤鱼(主要是“田鲤”、丰鲤、镜鲤、青鲤)、尼罗非鲫可作主体鱼,鲫鱼(主要是白鲫)、鲢鱼、鳊鱼、鲮鱼和鳙鱼可作配养鱼,革胡子鲶可在深水糊田养殖商品鱼。

2. 本试验采用沟池稻田养鱼技术模式,这种模式是我国目前稻田养鱼新技术模式之一,广泛应用于双季稻田最为理想,其沟池面积以占田块总面积6—8%,沟、池深度分别以0.35、1米左右为好。

3. 稻田养鱼应坚持在粮食产量增产的前提下,养殖成鱼、套养鱼种才有生命力。采用沟池稻田养鱼技术模式,亩放养体长10厘米左右规格的隔年鱼种300尾,套养当年体长3—5厘米规格的夏花鱼种1000—1500尾,并投喂精料、青料和粪肥。亩产容易获得成鱼30—40公斤和鱼种10—15公斤。

4. 今后拟对本试验作多点、多次反复试验,以确定数据的准确性、完整性,以加快发展稻田养鱼的步伐,并上升到一个新的水平。

# 沟池稻田养鱼技术的探讨<sup>\*</sup>

罗 光 昂

江西省上犹县农牧渔业局

沟池稻田养鱼是“稻—鱼”结合的一种模式，它是采用稻鱼并作和利用田埂、荫棚栽种各种作物的一种生产形式。这种形式通过多年的试验示范和大面积推广获得成功。实践证明，它不仅可以获得综合性的效益，而且对于提高劳动生产率，改革耕作制度，均有积极的作用。

## 一、原 理

稻田养鱼是我国农村生产的一项传统项目。由于历史的原因和生产技术水平的局限，历来都是采用平板稻田养鱼，稻田养鱼后水稻的中耕、晒田、施化肥、打农药等跟鱼存在矛盾，加上养殖品种单一，投放迟，生长时间短，产量低，经济效益不高，稻田养鱼发展一直很缓慢。近年来，由于农村进行经济体制改革，实行家庭承包制，农民生产积极性空前高涨，给稻田养鱼注入了生机和活力，也为水产科技人员创造了进行试验的条件。通过多年的努力，先后进行了“开沟挖溜”、“宽沟”、“沟池”养鱼试验，最后筛选出一种既可处理好稻鱼矛盾，充分发挥稻鱼共生互助的优势，实现

---

\* 本文承上海水产大学渔业经济与管理系主任葛光华审阅，江西省水产局工程师万邦怀提出宝贵意见，一并致谢

一田多用的沟池稻田养鱼方式。

沟池稻田养鱼，是仿自然生态系统生物结构原理，用适合社会经济发展需要的经济植物（水稻）和经济动物（鱼），按照人们的意愿建立的人工生态系统，是立体农业结构的一种形式。它具有池塘精养高产的特点，又可充分利用稻田生态条件，丰富的水生生物作为鱼类饵料补充，妥善解决稻田养鱼与晒田、施肥、打药的矛盾，创造了稻、鱼共生，互相促进的良好生态环境条件，使稻鱼都能发挥各自的增产潜力。同时，利用小池搭荫棚，在棚上种藤类，田埂上种豆类、芋头等作物，水中养鱼、养萍类，泥里养泥鳅，进行综合利用、集约经营，实现粮、鱼、菜三丰收。

## 二、技术管理措施

沟池稻田养鱼，就是在田的一端挖一个小池，池深1—1.5米，面积约占田块的5%左右，池面的1/3处搭一个荫棚，在池与田交界处的田埂上开设鱼沟，沟宽0.4—0.6米，深0.2—0.3米。1亩以下开“一”字沟，1亩开“十”字沟，2亩以上开“井”字沟，使池沟相通。

具体操作技术主要有以下几点：

第一，在稻田工程建设和管理上抓好5件事：

1. 选好田块 要求水源充足，排灌方便，土质肥度适中，不渗水漏水，旱涝保收的农田。

2. 稻田周围田埂要加高、加宽、加固 一般高0.5—0.7米，宽0.3—0.4米，并捶打结实，以免漏水、渗水或大雨冲塌。

3. 搞好拦鱼设备 在进出水口处和沟池交界处设拦鱼栅，鱼栅高0.8米，宽1米，栅间孔隙0.3—0.4厘米（沟池交

界的栏鱼栅孔隙1.5—2.5厘米，主要防止大规格鱼伤害禾苗，在水稻抽穗后拆除），呈半月形固定在进出水口上。

4. 合理施肥，科学管水 肥和水对养鱼有密切的关系，偏施氮肥禾苗徒长，分封过密、过早，既不利禾苗发育也影响鱼的生长。因此，施肥上应掌握多施基肥，控氮增磷、钾，防止禾苗徒长、疯长。在科学管水方面，要全面做好养鱼稻区的水利规划，农田排灌要分家。小池水位应保持1—1.2米，稻田水位一般在分蘖前保持5—10厘米，分蘖后10—16厘米。如晒田、施肥、打药时应把稻田中水慢慢放干，把鱼赶入沟池内，使鱼与稻暂时分开。

5. 坚持勤巡田 做好“六防”（防旱、防涝、防逃、防盗、防敌害、防鱼病）工作，发现问题及时处理。

第二，在放养技术上实行5个方面的改革：

1. 改单品种放养为多品种混养 传统的稻田养鱼，只投放鲤鱼，现在放养本地鲤、婺源荷包红鲤、万安玻璃红鲤、兴国红鲤、丰鲤、镜鲤、草、青、鲢、鳙、尼罗罗非鱼、白鲫等多品种。

2. 改单季为双季稻田养鱼 过去受稻田种类、耕作制度、自然条件的限制，一般只放养一次，现在早、中、晚稻田都放鱼。

3. 改迟放养为早放养 过去在禾苗抽穗扬花后才放养。现在田里挖了沟、池，插秧前后即可放鱼，生长期可大大延长。

4. 改稀养为适当密养 过去每亩只放养几十尾，现在可投放一、二千尾。一般培育鱼种，亩放夏花鱼苗1300—2000尾，其中草、鲤、尼罗罗非鱼约占90%，青、鲢、鳙、鲫鱼等约占10%。养食用鱼，亩放春片鱼种400—600尾，其

中草、鲤、尼罗罗非鱼约占90%，青、鲢、鳙、鲫鱼约占10%。

5. 改不投饵为投饵 过去仅靠稻田内水草、浮游生物及底栖动物等为饵料，现在可在小池或沟里投放青草、萍类、藻类、米糠、豆渣、酒糟、动物饵料、人畜粪便、配合饲料等。

第三，充分利用稻田资源，开展综合经营。除在稻田种稻养鱼外，利用田埂种大豆，辣椒、西红柿、高粱、玉米、芋头、蕹菜，荫棚上种南瓜、冬瓜、苦瓜、蒲子、眉豆等藤类作物，荫棚下还可种少量浮莲，解决养猪部分饲料。

### 三、良好的效益

实践证明，沟池稻田养鱼能合理利用稻田的土地资源、水面资源、生物资源和非生物资源，新建立的稻鱼生态系统对物质与能量的利用和转换率比不养鱼稻田高，是较理想的“稻—鱼”结合的生产模式。它充分体现了如下几个方面的美好效益：

1. 经济效益 沟池稻田养鱼投资小、收效大，可以增加稻谷、养鱼和蔬菜等综合产值。

1984年上犹县金盆乡推广沟池稻田养鱼，面积1297.2亩，经验收，取得亩产鲜鱼50.7公斤的好成绩，粮食增产25多万公斤，总产值增加了50多万元。其中七星村钟林英，一季晚稻单养尼罗罗非鱼，取得亩产鲜鱼213.2公斤的成绩；横岭村蔡运清，一季早稻田里混养草、鲢、鳙、鲤鱼，创亩产值1057.28元的好成绩，剔除活劳动和物化劳动，亩产鱼纯收入980.2元。

1985年至1987年在全县不同地区布点进行抽样验收都取

得可喜成绩。其中县农科所孔庆荣承包的1.18亩（小池面积0.15亩），双季稻进行试验，收稻谷976.7公斤，比上年未养鱼时亩增8.8公斤。利用田埂和荫棚种作物，收大豆5公斤，苦瓜5公斤，西红柿15公斤，冬瓜30公斤，南瓜40公斤，豆角33公斤及其它蔬菜、饲料，与上年同一稻田未养鱼时相比，亩平纯收入增加了299.23元，增长2.6倍。

1986年在东山镇连片推广，经验收13.7亩23丘田块，稻谷亩平737.55公斤，比上年增产1.78%，亩平鲜鱼40.23公斤，亩平蔬菜收入20.26元。

1987年在该镇验收5户，其中康仁海亩产稻谷1001.25kg，产鲜鱼65kg，套种的芋、大豆、南瓜等作物收入293.9元，与邻近同面积田块未养鱼产值相比，增加3.15倍。

**2. 生态效益** 沟池稻田养鱼是通过人工控制，建立的稻鱼共生，相互依赖，相互促进的生态系统，鱼在这个系统中起到了除草保肥、减少病虫害的作用。

稻田除水稻生长外，还有一定数量的杂草，这些杂草不仅不能有益于人类，而且还与水稻争肥、争地、争水、争空间和争阳光，造成稻田中土壤肥力的损失和日光能的浪费，影响水稻生长发育。据实验，稻田若生长1公斤草鱼种，大约要吃掉40—60公斤杂草，而这些杂草若得以生长，将从稻田中夺走1.25公斤N素。稻田放养草食性鱼类后，杂草被鱼类所摄食，排出的粪便转化为肥料，增加稻田有机质含量和养分，起了保肥和增肥的作用。上犹县水岩乡农户黄新莲连续三年进行沟池稻田养鱼，获得好收成。1983年0.95亩田里产粮1082.5公斤，比上年增产138公斤，减少化肥和农药费用12元，并获食用鱼38公斤，大规格草、鲢、鲤鱼种1109尾和日本白鲫32尾，总收入652.18元，其中养鱼收入403.2元，

占总收入的62%。三年来没耘田除草，产量年年提高，地越种越肥。养鱼田与未养鱼田比较如下表。

养鱼田与未养鱼田肥力比较

项 目	养鱼田	未养鱼田	养鱼田比未养鱼增加%
水 分	2.30	1.79	16.8
全 N	0.162	0.106	52.8
速效磷PPm	380	139	173.38
有 机 质	5.18	1.7	204.71

危害水稻的昆虫是鱼类的好饵料。螟虫、稻螟蛉、稻象鼻虫等在其生活过程中都要经过水体，当它们通过水体时，鱼类便能将它吞食。稻飞虱、浮尘子等危害稻叶的昆虫，当它们受惊掉入水中时，也成了鱼的美餐。据试验区观察：养鱼稻田中稻飞虱、螟虫的虫口密度要小些，危害率低得多。以第三、四代螟虫为例，第三代螟虫每亩虫口密度87条，枯心率0.4%。未养鱼稻田的虫口密度为105条，枯心率0.58%，第四代螟虫养鱼稻田虫口密度为92条，白穗率0.9%，而未养鱼稻田虫口密度为110条，白穗率1.45%。田埂上种植豆类等作物，可作为天敌的栖息场所，创造了有利天敌繁衍的条件。荫棚和田埂上种的作物有避暑、遮荫、降温作用，有利于鱼的生长。

此外，稻田养鱼可以起到减少病害的作用。鱼类在稻田中游动觅食，搅拌水体，翻动泥土，增加水中的溶氧量，加速肥料分解，促进土壤有效成分的释放和水稻根系发育。同时，大规格草、鲤鱼还能清除稻脚叶，病害叶，增强通风透光的能力，减少了病害发生的机会。据万载县定点对早稻纹

枯病调查，养鱼稻田病兜率为17.1%，病株率为2.68%，未养鱼田病兜率为42%，病株率为6.1%。

**3. 社会效益** 沟池稻田养鱼，其优点在于不占耕地，可以一田多用，可以为塘、库提供大规格鱼种，为市场提供商品鱼。据1987年上犹县对康仁海等5户3.4亩验收，平均亩产稻谷917.5公斤，亩产鲜鱼37.9公斤，亩平蔬菜收入87.23元，按现行市价计算，每亩总收入642.33元。由于鱼类有除草、吃虫、防病、保肥、增肥和加速肥料分解的功能，可以大大减少或免去耘田除草、施肥和打药的农事活动，达到“以鱼代劳”，节省劳力的目的。据试验调查，一般可节省劳力8—10个。使用农药用量相应减少，可以避免谷物中毒和环境污染。害虫的天敌如螳螂、蜘蛛、青蛙也随之增多，促进生态平衡和生态的良性循环，鱼在田中还可以吃孑孓、钉螺，这对减少疟疾病、丝虫病和血吸虫病，增强人们的体质有着积极的意义。

#### 四、结论与展望

事实证明，当前上犹县的农业生产结构，正在由“平板型”向“立体型”转化，在这个转化中，不少农民已初步懂得利用有限的土地，科学的安排生产项目，综合性的生产，以获取更多的农产品，得到更大的收入。这种生产模式，在当今的条件下，可以说是比较理想的，它具有低耗、高效、优质的特点，是提高稻田利用率的好途径，具体体现在：

第一，科学的提高了土地利用率，较好的挖掘了生产潜力。沟池稻田养鱼可在同一面积上，创造出比原来高出二、三倍的经济效益。这对人多田少、劳力剩余的地区，改革稻田耕作制度，着力发展“立体型”农业，有着积极的意义；

第二，科学的安排了生产项目，以稻为主，稻、鱼、菜结合，综合利用，协调了农业内部产业结构，开拓了商品生产的新领域，走出了一条一出多用的立体农业的道路；

第三，科学的运用自然生态的结构原理，促进生态平衡和生态的良性循环。它具有明显的经济、生态和社会效益，是较理想的一种“稻—鱼”结合的生产模式。

第四，这种模式，是种植业与养殖业的巧妙结合，它较合理地利用稻田的土地资源，水面资源、生物资源和非生物资源，显露了它投资少，见效快，简单易行，效益好的特点，农民易懂，易于实践，易于发展家庭经营，是目前利用稻田资源创造较多社会产品的佳案。

当然，沟池稻田养鱼是一种新兴的生产形式，许多问题有待进一步试验和研究，诸如稻田多品种混养的搭配比例，小池和鱼沟占田块面积的比例等等。为了进一步开发稻田资源，还必须协同农业植保、爱国卫生部门等科技人员共同努力，制定长远的综合开发利用规划，使之更加完善，发挥更好的效益。

沟池稻田养鱼，是一项深化改革农业结构的措施，是稻区农民发展商品生产，增加收入的门路。江西省现有可养鱼稻田2000万亩，如果有25%的面积采用沟池稻田养鱼法，就可达到500万亩，以亩产鱼50公斤计算，可产鲜鱼250000吨，比1984年全省养殖鱼类总产量102000吨还多148000吨，按市价每斤1.5元计算，养鱼产值增加7.5亿元。以每亩套种蔬菜收入50元计算，可增加收入2.5亿元。两项相加，是10亿元。如此可观的数字，揭示了深化改革的美好前景，展现了广大农村伴随科学技术进步而来的商品生产的兴旺景象。

# 免耕种稻养革胡子鲶的高产技术研究

陈 华 荣

云南省农业科学院

云南地处低纬高原，地形复杂，各地气候差异很大，因而具有“立体气候”和“立体农业”的特点。稻田面积1500万亩，宜种稻养鱼约200万亩。大部分稻区气候温热、日照充足、雨量充沛、水土资源较好，自然条件优越，对发展稻田养鱼非常有利。但全省稻田存在着综合利用率低，经济效益不高的问题。迄今为止，稻田养鱼面积近20万亩，占可养殖面积10%，而且鱼产量很低，1983年平均亩产3公斤，1985年为4.1公斤，1987年为6.7公斤，均低于全国同年平均单产，由此说明我省稻田养鱼大有潜力可挖。

1986—1988年，我们在高原地区海拔1900米，年平均气温14.5℃的昆明温凉稻区进行了厢沟式免耕种稻养革胡子鲶的研究，结果如下。

## 一、稻田养鱼的鱼种研究

稻田养鱼的鱼种选择，对稻鱼的产量、产值和提高稻田经济效益关系很大。根据我省高原稻区“气温不高温差大、稻田水浅水温低、传统鱼类生长慢、投放饲养周期短”的特点，对稻田鱼种的选择更为重要，发展稻田养鱼迫切需要生长快、耐低氧、产量高的鱼类品种。为此，我们进行了“稻

田养殖不同鱼类品种”的对比试验，取得明显的效果。

1. 不同鱼类品种的长势及产量 在厢沟式免耕种稻田里，放养不同鱼类品种，饲养120天左右，其生长速度和产量均有显著差异（表1）。以革胡子鲶生长最快，体重增长168倍，个体平均重量为尼罗罗非鱼的4倍，为鲤鱼的10倍；全长增长4.2倍，鲤鱼增长2倍。放养规格大，增长倍数少。产量也以革胡子鲶产量最高。1986年投放量占25%，而收捕产量占亩总产量71.4%；鲤鱼投放量占50%，而产量占10.6%。

从养殖方式上看，以单养革胡子鲶的产量高，1988年平均亩产204.6公斤，单养优于混养，最大个体重量为600克。

从鱼种规格上看，革胡子鲶放养大规格越冬鱼种比放养当年小规格鱼种产量高，效益好，食用鱼占90%以上；投放大规格鱼种，产量大幅度提高，以投放15—20厘米越冬鱼种为佳，产量占平均亩产204.6公斤的63%，小规格鱼种（10厘米以下）则占亩产37%。因此，以投放15—20厘米以下越冬鱼种效果最佳。

2. 不同鱼类品种的经济效益 稻田养鱼的经济效益与鱼种的选择有密切关系，以养殖革胡子鲶的效益最高（表2）。

在混养条件下，革胡子鲶的投入占亩总投入的42.6%，而产出的产值占亩总产值的73.5%，纯收入占92.7%，效益比为1:4.5；尼罗罗非鱼及鲤鱼的产值占15.5—11%，纯收入占6—1.3%，效益比分别为1:1.3和1:1.1。

在单养条件下，革胡子鲶亩产值可达1636.8元，纯收入1000.8元，效益比为1:2.6，较混养的平均效益比高，经济效益仍以单养最佳。

表1 稻田放养不同鱼类品种的长势及产量比较

项目 年份	放养方式	鱼类品种	投放密度规格				收捕及长势				增长量		产量 公斤/亩 占总产 (%)		
			尾/亩	放养日期	全长 (厘米)	体重 (克)	收捕日期	捕获 (%)	全长 (厘米)	体重 (克)	长 (倍)	重 (倍)			
1986	混养	草胡子鲢	500	6/4	5.8	1.2	0.6	10/5	79.0	30.4	203	4.2	168.2	31.1	67.7
		尼罗罗非鱼	500	6/4	7.1	11.5	5.8	10/5	81.0	13.2	50.1	0.8	4.5	26.1	21.8
		鲤鱼	1000	6/4	3.3	0.6	0.6	10/5	61.8	10.0	20.1	2	32.5	12.6	10.5
		合计(亩)	2000	6/4			7.0		73.9					119.8	100
1987	混养	草胡子鲢	800	5/29	5.0	1.3	1.1	9/20	69.1	26.5	137.6	3.4	106	76.1	88.8
		鳊、鲫鱼	800	5/29	10	23	18.4	9/23	55.1	15	78.2	0.5	2.5	34.5	31.2
		合计(亩)	1600				19.8							110.6	100
1988	单养	草胡子鲢	1000	5/29	5.0	1.1	1.1	9/28	91.7	22.4	146	4.7	133	132.2	100
		越冬草胡子鲢	600	4/29	17.5	59.0	35.4	9/22	99.0	32.5	217.1	0.86	3.8	129.0	63.0
		当年草胡子鲢	800	5/13	10.0	6.0	4.8	9/22	90.0	25.2	105	1.55	13.3	75.6	37.0
		合计(亩)	1400				40.2	9/22	96.7	28.9	161.1			204.6	100

表2 稻田放养不同鱼类品种的经济效益比较

年份	项目	放养方式	鱼类品种	投入			产出			经济效益			投入占投入 (%)
				合计 (元)	鱼种 (元)	饲料 (元)	产量 (公斤/亩)	产值 (元)	产值 (%)	纯收 (元/亩)	纯收 (%)	效益比	
1986		混养	革胡子鲶	107.0	70	37	80.5	483.0	73.5	376.0	92.7	1:4.5	42.6
			尼罗罗非鱼	77.0	40	37	23.3	101.5	15.5	24.5	6.0	1:1.3	30.7
			鳊鱼	67.0	30	37	12.0	72.0	11.0	5.0	1.3	1:1.1	26.7
			合计 (亩)	251.0	140	111	112.8	656.5	100	405.5	100	1:2.6	100
1987		混养	革胡子鲶	147	112	35	76.1	456.6	68.8	309.6	77.1	1:3.1	58.1
			鳊、鲫鱼	115	80	35	34.5	207	31.2	92.0	22.9	1:1.8	43.9
			合计 (亩)	262.0	192	70	110.6	663.6	100	401.6	100	1:2.5	100
		单养	革胡子鲶	270.0	140	130	132.2	793.2	100	523.2	100	1:2.9	100
1988		单养	越冬革胡子鲶	442	276	166	129.0	116.1	70.9	719.0	71.8	1:2.6	69.5
			当年革胡子鲶	194	130	64	75.6	475.8	29.1	281.8	28.2	1:2.4	30.5
			合计 (亩)	636.0	406	230	204.6	1636.8	100	1000.8	100	1:2.57	100

三年来的试验、示范结果表明，革胡子鲶是淡水鱼类在稻田养殖的鱼类中速生、优质、高产的新鱼种，具有10大优势：生长特快、个体特大、食性粗杂、贱生易长、抗病力强、成活率高、能耐低氧、适宜密放、产量居首、效益最佳。因此，革胡子鲶在高原稻区养殖，不仅可能、而且可行，在稻田养殖应用，是对传统式稻田养鱼在鱼种上的突破和充实，为发展稻田养鱼提供了新的热带特种鱼类，丰富了稻田养鱼的鱼种。

## 二、稻田养鱼的种养方式研究

近几年来，我省稻田养鱼试验研究和示范推广有所加强，鱼种选择有所突破，种养方式有所变革，稻田综合利用的经济效益有明显的提高。目前我省稻田养鱼的种养方式可概括为两种类型：

1. 传统式的稻田养鱼方式 它是我省稻田养鱼的主要形式，具有一般化的种养技术和群众基础，也有一定的效益，但稻田翻犁深栽满插，沟少、沟浅、水体小，群体不够，密度小，只放不喂、粗管低产，效益不高。这种种养方式，据资料统计鱼亩产10公斤以下。由于产量低，效益差，这是我省稻田养鱼面积难以继续扩展、鱼产量提高不大的主要原因。在发展中必须不断改进种养技术，由传统式的粗养低产向厢沟式的精养高产方向发展。

2. 规格化厢沟式免（浅）耕种稻养鱼方式 它是我省近年来在高原温凉稻区海拔1900米，年平均气温14.5℃（昆明）的条件下试验示范成功的一种种稻养鱼的新方法，其田间具体做法是：选择水源较好，排灌方便，保水性强，阳光充足的稻田，在种小春时或栽秧之前免耕不翻犁、实行开沟

分厢，一沟一厢，厢宽2—3米，沟宽沟深均为0.4—0.5米，沟占稻田面积10—15%为宜。挖沟时，先将沟的表土层取于厢面理平整碎，沟的底土用于加高加固四周田埂。沟要开得直，挖得深，底要平，每沟相互连接串通。这样一次性挖好沟，分好厢，大小春水旱轮作，可连续免（浅）耕种稻养鱼5年左右。这种种稻养鱼方式其主要特点是：稻田免（浅）耕，深沟宽厢；浅水浅栽，稻鱼共生；种养结合，粮鱼并重；精养细管，稻鱼高产；生态效益好，综合效益高。它能充分利用稻田边际效应，做到开沟减行不减产，能有效地解决水稻晒田、施化肥、喷农药与养鱼的矛盾，能做到搁水晒田不伤鱼，施肥打药不死鱼，有利于科学种稻养鱼。因而这种种养方式取得了显著的经济效益和良好的生态效应。

（1）稻鱼双增，提高了稻田的经济效益 三年连续免耕种稻养革胡子鲶的试验示范结果表明，稻鱼产量、产值逐年迅速上升，比翻犁种稻不养鱼的稻田，水稻增产7—12.1%，鱼亩产204.6公斤，比传统式稻田养鱼鱼产量高10倍以上，稻鱼亩产值达1833元，产值增加5—10倍，每亩纯收入达1117元，提高8.6—19倍。这充分显示出厢沟式免耕种稻养革胡子鲶在稻田综合利用上的增产、增值、增收的效果（表3）。

（2）稻鱼结合，改善了稻田生态环境条件 稻鱼双增则与稻田厢沟的规划和不同的种稻技术及养殖方式密切相关。稻田免耕，分厢种稻，稻鱼结合，良种良法配套的科学种养调控方法，使稻田生态条件得到极大改善和补偿，促进稻田良性生态循环。主要表现在：

①深沟宽厢，种稻养鱼，发挥了边际优势 为稻鱼提供了互利的生境，厢间、行间通风透光良好。据测定结果：分

表3 照沟式免(浅)耕种稻养草胡子鲢产量、产值及效益比较

年份	项目	稻田种养方式	投入(元/亩)		产量(公斤/亩)		产值(元/亩)		经济效益(元)	
			种稻	养鱼	合计	稻	鱼	稻	鱼	总产值
1986		种稻+混养 CK	95	234	329	435.8	112.8	183.0	657.6	840.6
			104	0	104	388.8	0	163.3	0	163.3
1987		种稻+单养 CK	95	260	355	471.3	132.2	198.0	793.2	991.2
			115	0	115	427.4	0	179.5	0	179.5
1988		种稻+单养 CK	78.0	536	716	467.2	204.0	198.2	1636.8	1833.0
			125	0	125	435.0	0	182.7	0	182.7

注: 稻投入以每个劳动日3元计。产值以稻每公斤0.42元, 鱼每公斤6元, 1988年每公斤8元计算

表4 照沟式免耕种稻养鱼分厢种稻边行优势比较

品种	项目	处理	着粒数	结实粒	空秕(%)	有效穗(万/亩)	单株	分蘖	成穗%	穗重(克)	行重(克)	行产量(%)
80-2		边1-3行 CK	121.5	98.2	21.0	25.1	1.67	52.0	2.5	2275	2275	12.9
			115.4	83.6	27.5	22.0	1.60	45.5	2.17	2015	2015	0
79-635		边1-3行 CK	84.8	70.4	17.0	45.6	2.24	60.5	1.54	2125	2125	11.8
			74.3	54.0	27.2	41.2	2.11	56.3	1.24	1900	1900	0

注: 密度, 单行条栽3×5寸, 每亩4万丛; CK为边0行; 行重系108穴的总重

厢种稻比平栽种稻透光率提高12.6%，稻田水温（中午）增高0.7℃，着粒数边行多6—10粒，空秕率低5—10%。由于光照、水温和通风等因素的改善，对稻鱼的生长和产量的提高均有利（表4）。

②免耕种稻，有利浅栽，促进水稻稳产高产 试验结果表明：免耕种稻浅栽（2寸以下）占94.6%，翻犁种稻深栽（3寸以上）占77.2%；浅栽比深栽成活快、分蘖早、分蘖力强、有效穗多、成穗率高、空秕率低、穗重、病轻（表5）。免耕有效地解决了水稻深栽的问题，也是水稻栽培省工节能的一种耕作方式。

③稻鱼结合，提高了稻田土壤肥力 稻鱼结合是加速培肥地力的有效途径。稻田能为鱼类提供大量丰富的天然饵料，加速鱼的生长；鱼类又为稻田增肥、保肥、松土、除草、灭虫，促进水稻增产。从表6得知免耕种稻养鱼稻田土壤养分分析结果，连续免耕种稻养革胡子鲶三年的稻田，土壤有机质和速效氮明显增加，速效磷减少，速效钾有增有减。因此，养鱼稻田种稻，在施肥上，应根据土壤肥力，多施农家肥，少施氮化肥，增施磷钾肥，尤其是连续种稻养鱼的稻田注意掌握“控氮增磷”的施肥原则，以保证水稻稳健成长。

另外，鱼游松土，增加土壤透气性，促进土壤养分分解，因而水稻根系发达，比不养鱼的稻田水稻根系多25.5%，分布广而深。鱼吃虫草，可减轻病虫害对水稻的危害。杂草是水稻肥分的竞争者，免耕种稻养鱼的稻田，特别是养革胡子鲶，寻食活力很强，通过鱼的活动，抑制了大量杂草的繁殖和生长，有效地减少稻田肥力的损耗，起到保肥增肥和生防作用。免耕种稻养革胡子鲶的稻田不须人工中耕除草，田间基本无杂草，而种稻不养鱼的稻田，人工中耕除草2次，

表 5 免耕种稻养鱼与翻犁种稻对栽秧深度影响

项目 品种	耕作 方式	一寸以下		二寸		三寸以上		着 粒 数	结 实 粒	空 秕 (%)	有效穗 (万)	穗重 (克)	病株 (%)	产 量 (公斤/亩)	产 量 (%)
		占 (%)	分蘖 (%)	占 (%)	分蘖 (%)	占 (%)	分蘖 (%)								
滇榆一号	免耕	29.0	30.4	71.0	69.8	0	0	87.2	70.4	19.3	35.3	1.43	20.8	431.2	12.3
	翻犁	4.7	7.1	18.1	49.6	77.2	43.3	87.8	61.0	30.5	32.0	1.27	34.7	384.3	0
80-2	免耕	30.8	56.5	63.8	34.8	5.4	8.7	112.0	91.8	18.0	20.9	2.73	18.2	560.2	9.6
	翻犁	9.5	32.7	14.3	49.0	76.2	18.3	108.5	84.2	22.4	20.9	2.41	23.6	511.0	0

注：栽秧深度于分蘖高峰期测定（6月30日）

表 6 同田连续免耕种稻养鱼试验田土壤养分测定

年份	项目	处 理	pH值	有机质 (%)	速N (ppm)	速P (ppm)	速K (ppm)	全N (%)	全P (%)	全K (%)
1984		对照（未养鱼）	6.73	4.131	161.2	94.50	61.63	0.208	0.160	2.055
1985		种稻养鱼一年	6.38	4.848	167.3	74.10		0.228	0.111	2.454
1986		种稻养鱼二年	6.41	5.014	233.8	12.18	172.19	0.231	0.110	2.659
1987		种稻养鱼三年	6.24	5.259		10.46	84.9	0.245	0.122	2.643

收稻时，田中有各种杂草133公斤/亩。粘虫、稻飞虱等，被鱼吃掉，化害为利，既省工，又省药，水稻病株比不养鱼的稻田减少7—14%。

### 三、结 论

稻田养鱼的鱼种，放养“速生、高产、耐低氧、宜密放”的特种鱼类——革胡子鲶是稻田养鱼的优良新品种，这是稻鱼结合的最佳组合模式，适宜云南省低纬高原稻区养殖，更宜在水肥气热条件好的低热稻区稻田推广应用。

厢沟式免（浅）耕种稻养革胡子鲶，是提高我省稻田经济效益的重要新途径，是加快稻田综合利用，快速培肥土壤，推动农田基本建设，发挥稻田生产功能，促进稻鱼双增的科学调控方式，可以收到联因互补，保粮增鱼，趋利避害的效果。

# 稻田养鱼高产示范试验报告

蔡广徽

广西水产技术推广总站

唐玉光

玉林地区畜牧水产局

吴宝千

桂林地区水产技术推广站

何彰雄

梧州地区水产技术推广站

赖胜勇

钦州地区农牧渔业局

我国传统的稻田养鱼，亩产10公斤上下，为提高水稻田的经济效益，发展农村商品经济，我国的主要水稻产区四川、湖南、湖北、江西、广西、安徽、江苏、浙江、贵州、福建、广东、云南等10多个省（市）、区，从1984年起，开展革新式的稻田养鱼方法。1986年广西区科委以专项合同形式（星火计划）下达了稻田养鱼课题，由广西水产技术推广总站等单位承担。在双季稻田采取坑、沟式的稻、鱼同作方式进行高产示范试验。经过两年的精心试验，取得了大面积稻田养鱼稻、鱼双增产。1986年示范试验面积716.9亩，收获鲜鱼29657.4公斤，平均亩产41.37公斤是当年全区稻田养鱼亩均鱼产量的5.82倍。稻谷平均亩产713.24公斤，比当年同等稻田平均亩增产4.8%；1987年示范试验面积833.07亩，总产鱼40267.6公斤，平均亩产48.3公斤。是当年全区稻田养鱼亩均鱼产量的6.5倍。稻谷平均亩产773.84公斤，比当年同等田增产7.2%。示范试验结果超过了专项合同规定的亩

产鱼35—40公斤、稻谷500公斤以上的指标。

## 一、试验方法

1. 示范试验田 分两种方式，一是坑、沟式，二是垄、沟式。

①坑、沟式 1986年示范试验田716.9亩，参试的农户529户；1987年示范田833.09亩，参试的农户658户。示范试验田分布从北到南，包括桂林片的全州、兴安、灌阳、永福县，梧州片的岑溪县，玉林片的陆川、北流、容县、玉林、博白和贵县，钦州片的钦州、灵山、浦北等14县（市）的26个乡镇。

示范试验田的水源较充足，排灌方便，一般不受旱涝影响。在早稻插秧前，用6—8%的稻田挖成深65—100厘米的鱼坑，同时利用稻田田间管理的行人道加深20厘米，成为鱼沟并使鱼沟与鱼坑相通。面积大的稻田需另加开“+”或“井”字形的鱼沟。为增水防逃，用挖鱼坑的余土把四周的田基加高到30—50厘米，稻田的进出水口用竹条或树枝做鱼栅，防止排、灌水时鱼逃逸。

②垄、沟式 1987年除继续进行坑、沟式的双季稻、鱼同作示范外，梧州片在岑溪县搞垄稻沟鱼试验51.23亩。在早稻插秧前7天，经犁耙施基肥后，排干田水，使土壤沉实，在田的四周开环形沟，沟宽50厘米，深40厘米，面积较大的田在田中开“一”字或“+”字形沟。沟开好后，拉线挖沟起垄，垄沟要平直，东西向。垄沟规格，以60—66厘米为一单元，垄面宽24—26厘米，垄高20—22厘米；沟面宽36—40厘米，沟深20—22厘米。鱼沟水面虽占稻田面积的60%左右，但垄上插秧规格为20×10厘米每亩插1.8—2万蔸，减行不减蔸，行行是边行，发挥边行效应。

**2. 鱼种放养** 放养时间, 分一批放养和二批放养两种方式。一批放养一般在4月底前放完鱼种。分两批放养的, 第一批在4月初到5月初早稻插秧前后, 放养20% 6—13厘米的越冬鱼种和80% 3.3—6.6厘米的夏花鱼种。第二批放养在7月中、下旬, 早稻收割前后已捕出部分成鱼的稻田, 补放4—7厘米的夏花鱼种。

放养品种、数量, 1987年示范试验田平均每亩放养鱼种799尾, 鲤鱼占80%, 草鱼占6.1%, 罗非鱼占11%, 鲢鱼、鳙鱼各占2%和0.6%。

**3. 对比试验** 为探讨稻田养鱼的一些技术问题, 在桂林片做了3个单因子的试验, 即在搭配鱼类品种、数量相同, 稻田土壤肥力大体相似的情况下, ①进行鲤鱼不同放养密度对比试验; ②以鲤鱼、草鱼、罗非鱼为主养鱼类的对比试验; ③以青、精, 青和精饲料相结合的三种不同投饵对比试验。此外, 还在4个片, 把一块稻田分成两两丘, 做了养鱼稻田与对照田的稻谷产量对比试验。

**4. 日常管理** 示范田的稻谷生产按农户过去的常规方法进行, 大部分示范试验田没有进行人工除草、耘田。稻田水深一般6—10厘米, 晒田时放干田水, 水稻扬花时水深增至15厘米。示范期间气温16.5—39℃, 稻田水温20—36.5℃, pH值为6.4—7。平时适当投喂麸饼类, 青饲料和施肥。

**5. 数据的观测和收集** 在4个片中每50亩田设一个观测点, 共确定37个农户作为观测户, 由水产科技人员定期到示范试验田进行观测, 记录各种试验数据。

## 二、结 果

**1. 鱼、稻产量** 示范试验田的鱼经176—320天的饲养

(其中176—250天的占87.7%),两年结果,鱼、稻产量如下:

1986年示范田716.9亩,平均亩产鲜鱼41.37公斤,比当年全区稻田养鱼平均亩产7.1公斤增加4.8倍。稻谷平均亩产713.24kg,比当地同等田平均亩增产4.8%。

1987年示范田833.07亩,鱼产量平均亩产48.3公斤,比当年全区稻田养鱼亩均产鱼7.4公斤增5.5倍。稻谷平均亩产773.84公斤,比当年同等田平均亩增产7.2%。其中51.23亩的塍稻沟鱼,稻谷平均亩产820.5公斤,比当地同等稻田亩增产8.9%。

**2. 各种鱼的存活率、尾重、鱼产量比重** 1987年示范田鱼种放养总量为665711尾,收获439557尾,总存活率为66%。其中,鲤鱼56.2—78.7%,平均为65.1%;草鱼为52—74.8%,平均为66.6%;罗非鱼为50.4—78%,平均64.9%;鲢鱼62—76.2%,平均68.3%;鳙鱼71.2—76.9%,平均74.5%。

各种鱼尾平均重:鲤鱼为69.6克,草鱼242.6克,最大尾重400克,罗非鱼116.1克,鲢鱼255.3克,鳙鱼343克。

鱼产量比重:鲤鱼占60.4%,草鱼占16%,罗非鱼占13.8%,鲢鱼占5.96%,鳙鱼占2.74%,其它鱼1.1%。

**3. 鲤鱼不同放养密度试验** 1987年在桂林片的灌阳县,在各种条件相同的情况下,用3丘田共2.4亩做了亩放鲤鱼300、600、1000尾3种不同密度的试验,试验结果,鲤鱼亩放600尾的产量最高,亩产鱼55.6公斤,其中鲤鱼38.4公斤,占69%;亩放1000尾的产量次之,亩产鱼45.2公斤,其中鲤鱼30.3公斤,占67%;亩放300尾的产量最低,亩产33公斤,其中鲤鱼19.1公斤,占57.8%。鲤鱼尾约重以亩放300尾的最大为73.1克,亩放600尾的为70.8克,亩放1000尾

的为37.9克。

**4. 不同主养鱼类的试验** 1986年,做了主养鲤鱼、草鱼、罗非鱼的试验,试验结果,以这几种鱼作主养鱼均能获得理想的效果。鲤鱼作稻田养鱼的主养鱼,其产量占总产量的60%以上。以罗非鱼作主养鱼,亩放500尾,其产量占总产量的58.6%。稻田放养夏花草鱼,主要培育大规格草鱼种,亩放1800尾获10厘米以上的鱼种960尾,成活率为53%。

**5. 不同投饲种类试验** 1986年做了不同投饲种类的试验,试验结果表明,无论以农家肥、青料、糠饼类,或三者相结合的方式投饲,均能增加稻田养鱼产量,以精、青料、农家肥混合投饲的鱼产量最高,单喂青料或农家肥的鱼产量最低。

据1987年14个县36个农户示范试验田的数据统计,平均每亩投喂青饲料178.2公斤,麸饼类精料48.6公斤,施放禽畜粪309.5公斤,粪水589.5公斤(含水稻用肥)。

**6. 养鱼田与不养鱼田稻谷产量对比结果** 1987年在4个片的22个农户的25.21亩稻田作养鱼与不养鱼的稻谷产量对比试验,结果表明,养鱼稻田的水稻成穗率、结实率、每穗谷粒、千粒重、土壤中的N、P、K的含量都高于不养鱼田,杂草和水稻害虫都明显低于不养鱼田,稻谷亩均产比不养鱼田增产5.56%(表1、2)。

**7. 经济效益** 两年来示范试验田增加的直接经济效益为222840.4元,其中养鱼纯增收181902.1元。通过示范试验带动面上16073亩稻田养鱼,提高了鱼产量,亩均产量19.52公斤,纯增收788,743元。直接经济效益加扩散效益,总效益为1011583.4元。产出投入比为1:5.51,成本利润率为451.5%。两年来为国家增加鱼零售税利50579.2元。

表1 1987年养鱼稻田和对照田的水稻产量对比

地区农户数	早晚稻	千粒重(克)		结实率%		粒/穗		产量(公斤/亩)	
		养鱼	对照	养鱼	对照	养鱼	对照	养鱼	对照
桂林地区0.9亩 1个农户	早	28.3	27.8	80.4	82.3	126	117	508.8	490.0
	晚	27.0	26.9	82.1	78.4	118	105	450.0	415.0
梧州地区4.005亩 2个农户平均数	晚	25.25	24.75	80.2	76.75	128	110	858.0	820.7
玉林地区9.48亩 9户平均数	早	25.59	24.84	88.96	87.52	124.3	116.4	440.2	418.1
	晚	24.83	24.14	86.93	81.93	—	—	442.4	413.7
钦州地区10.33亩 10户平均数									
		26.56	25.31	83.02	72.16	125.4	121.1	776.9	735.8

注：玉林片养鱼稻田平均每亩减少杂草28.7公斤，钦州片减少207.8公斤，桂林片的养鱼稻田杂草仅为对照田的7.7%

表 2 1987 养鱼与对照田的杂草、虫害和土壤肥力对比

地区农户数	早晚稻	杂草(克/平方米)		虫害(只/平方米)		养鱼田肥力(%)			对照田肥力(%)		
		养鱼田	对照田	养鱼田	对照田	全N	全P	全K	全N	全P	全K
桂林地区 1 户	早	1.5	19.5								
	晚										
梧州地区 2 户	早	2.85	3.6								
	晚					0.103	0.065	1.22	0.188	0.059	1.265
玉林地区 9 户	早	79	103.6	0.6678	4.97	0.153	0.088	1.06	0.114	0.075	1.03
	晚	67.89	111.0	0.8122	2.11						
钦州片 10 户	早	31.0	343.0	0.51/百苑	0.6	0.1807	0.1158	0.4355	0.1564	0.0256	0.4009
	晚										

8. 生态效益 稻田养鱼能起到灭蚊防病的效果。据广西区寄生虫病研究所和全州县卫生防疫站1987年在全州县的研究表明：稻田放养鲤鱼和草鱼对防制按蚊和库蚊的效果很好，相关密度指数（RPI）在0.9—42.9之间，各龄幼虫和蛹的构成比，一般四龄幼虫和蛹在养鱼稻田都显著低于不养鱼田。从野外人帐诱捕蚊结果看，10次诱捕仅有2次养鱼区比不养鱼区略高，提示了稻田养鱼对降低蚊虫对人的叮咬频率有明显作用。

9. 坑、沟式和垄、沟式的稻田养鱼与传统的稻田养鱼方法相比有以下几点创新

①坑、沟式和垄、沟式的稻田养鱼是传统稻田养鱼方法的变革，更好地解决稻田养鱼与水稻晒田及喷洒农药的矛盾，实现稻、鱼增产增收，提高稻田经济效益。

②鲤鱼、草鱼、罗非鱼、鲢、鳙鱼等多品种混养，改变过去单养鲤的传统养殖方法，更有利于提高鱼产量和促进稻谷的生长及改善农村环境卫生。

③放养过冬鱼种，与过去绝大部分靠放养当年鱼苗的传统方法比，能大幅度地提高鱼产量。

④生产食用鱼与培育鱼种相结合，改变过去单育鱼种或只养食用鱼的习惯，为市场提供食用鱼和大规格鱼种。

⑤改“粗放薄收”为适当投饲、施肥，促进鱼类生长。

⑥因地制宜以一种鱼为主，合理搭配，为发展稻田养鱼提供了新经验。

### 三、结 论

稻田养鱼与水稻生长关系。稻田挖坑开沟占去了一部分稻田面积，水稻增产的主要原因是鱼能把与水稻争肥遮光的

竞争者——即杂草、浮游生物、浮萍、底栖动物和害虫吃掉，一部分转化成鱼产量，另一部分以鱼粪便形式肥田；同时采用“减行不减茺”的插秧办法，保证水稻田的基本苗数，促进水稻增产。

梧州片的垄稻沟鱼试验，虽然挖沟占用稻田60%的面积，但由于缩小株距，即宽行窄垄密株距，每亩仍插1.8—2万茺，保证基本苗。同时选用分蘖强的杂优，垄上插的秧苗，行行是边行，利用边行优势，通风透光好，黄叶少，光能利用率高，光合作用强；垄沟栽培使水稻处于半旱式状态，从而改善了水稻理化环境，使土、水、肥、气、温易于协调，有利于水稻生长发育。特别是排水不良的中、低产田，效果更为显著。此外，四周开沟可减轻村边田鼠禽畜的危害，因此，获得稻鱼增产。

一亩稻田用7.37—7.41%的面积，挖深65—112厘米做鱼坑，利用田间管理的行人道加深20厘米成鱼沟，沟、坑相通；放养3.3—13厘米的鱼种799尾，其中鲤鱼占80.3%、草鱼占6.1%、罗非鱼占11%、鲢鱼占2%、鳙鱼占0.6%；亩施禽畜粪309.4公斤、粪水589.5公斤（包括水稻生长用肥）投喂青草76.2%、麸饼等精料18.6公斤，经176—250天饲养，亩产鱼45—50公斤。

养鱼稻田挖鱼坑后水稻种植面积虽有减少，但插秧茺数和苗数不减，仍保持1.8—2.2万茺，更重要的是养鱼稻田杂草少，土壤中的N、P、K含量较高，水稻的成穗率、结实率、千粒重都比对照田高，稻谷增产5.56%。

坑、沟式和垄、沟式的稻田养鱼经济效益显著，每亩能增加纯收入157.1元，比单种稻谷的收入增加28.4—51.4%，平均增加收入36.2%，值得推广。

# 稻萍鱼共生稻田养鱼高产技术

陈德富 应汉清 水茂兴

浙江省农业科学院

随着农村产业结构的调整和商品经济的发展，农民对稻田养鱼的经济效益提出了更高的要求，而我国传统稻田养鱼单产只有5—10公斤。我们在学习稻田养鱼高产经验和总结我省多年稻萍鱼共生技术研究成果的基础上，根据稻田的条件，移植了各类水域养鱼的先进经验，提出了稻萍鱼综合丰产技术，应用于我省不同地区，取得了满意的效果，不仅促进了粮食生产，而且大幅度提高了鲜鱼产量。本试验目的是探索经济发达的城市郊区和平原稻区，在保证粮食亩产达到当地平均水平的前提下，稻田养鱼的高产潜力及高产、低成本、高效的养殖技术。1987年我院与余杭县农委和科协及其下属有关单位协作，在余杭县科技示范户邵寿生承包的稻田中进行了稻萍鱼综合丰产试验，现就稻萍鱼共生稻田鱼类高产（366.6公斤/亩）技术研究总结如下：

## 一、试验方法

试验在杭州市北郊2公里处的余杭县星桥乡民乐村进行，试验田面积3.921亩，1985—1986年已进行稻田养鱼，1986年曾作为余杭县稻田养鱼高产试验田，承包户邵寿生有一定的实践经验。鱼沟“口”字形，宽3米，深1米，鱼沟

面积占稻田面积的21%。鱼饵料以精料为主，辅以有机肥料和化肥，鱼类品种以杂食性鱼类鲤鱼和鲫鱼为主，经有关部门验收，亩产稻谷648.7公斤，成鱼228.4公斤（净产）。1987年在原有稻田养鱼高产基础上，进行了稻萍鱼综合丰产试验。在养殖技术上进行了如下改革：

①1986年以精料直接饲鱼，1987年先将精料喂猪，再以猪粪喂鱼。

②1986年不养萍，1987年稻萍鱼共生，以萍为草食性鱼类的主要饲料。

③1986年主养杂食性鱼类，1987年改为主养草食性鱼类，搭配白鲢，鲤鱼、白鲫等鱼类。

鱼种投饵情况见表2，放养密度和混养比例见表4。

## 二、试验结果

1. 稻鱼产量 1986年水稻亩产652.4公斤，1987年早稻碧玉早糯生长良好，比1986年增产65.5公斤。但连作晚稻由于早稻迟熟，晚稻推迟至立秋边插秧，同时，口字形鱼沟，草鱼拦隔困难，草鱼吃了鱼沟两边的稻苗，而影响了产量，亩产比1986年下降82.1公斤，使全年亩产略有下降，但

表1 稻萍鱼和稻鱼两个共生方式稻鱼产量比较

(单位：公斤/亩)

共生方式	早稻 产量	晚稻 产量	全年 产量	鱼种 放养量	鱼收 获量	净增量	%
稻 鱼	280.5	371.9	652.4	45.2	274.6	229.5	100.0
稻萍鱼	348.0	289.8	635.8	102.3	469.2	366.6	159.7

成鱼产量有较大的增长（表1）。1987年稻萍鱼共生方式亩产成鱼469公斤，比1986年稻鱼共生方式274.6公斤亩增194.3公斤，增重70.7%，扣除鱼种后比较，稻萍鱼方式亩净产成鱼366.6公斤，比稻鱼方式229.6公斤亩增137.1公斤，增产59.7%。

2. 精饲料用量和饲料成本 1986年稻田养鱼以投精饲料为主，每亩用精料486.7公斤，养鱼的饲料成本较高。1987年改变投饲方法，采取用上述精料先喂猪，猪粪下田育萍、饲鱼的办法，这不仅增加了物质的循环利用，使有限的投入增加了产出（增养了4头猪），而且还大大节省了养鱼精饲料的投放量，降低了养鱼的成本，1987年稻萍鱼的每亩饲料成本只为1986年稻鱼的46.6%，每公斤鲜鱼的饲料成本仅为86年的29.0%（表2）。

表2 两个共生方式精饲料用量和饲料成本比较

（单位：公斤/亩）

共生方式	精饲料	啤酒糟	猪粪	化肥	萍种	成本	
						元/亩	元/公斤鱼
稻鱼	486.7	—	749.5	36.2	—	213.65	0.93
稻萍鱼	68.2	38.3	2270.0	33.7	164.7	99.55	0.27

3. 经济效益 1987年稻萍鱼共生方式，在增加鱼种放养量的情况下，由于饲料成本下降，使每亩养鱼成本与1986年相近。但由于稻萍鱼田成鱼产量显著高于稻鱼田，使稻萍鱼田的产值和净收益显著提高。1986年稻鱼共生田，亩产值1139.6元，1987年稻萍鱼共生稻田，亩产值提高到1693.6元，亩净利1986年为618.55元，1987年增加到1168.5元，

比1986年增加88.9% (表3)。

表3 两种共生方式的经济效益比较

(单位: 元/亩)

		稻鱼共生	稻萍鱼共生
产 值	稻 谷 鱼	238.6 901.0	233.5 1460.1
	合 计	1139.6	1693.6
成 本	种 养 稻 鱼	27.6 493.45	27.6 497.85
	合 计	521.05	525.45
收 益	稻 谷 鱼	211.00 407.55	205.90 962.25
	合 计	618.55	1168.15
	%	100.0	188.9

### 三、分析和讨论

稻萍鱼田比稻鱼田鱼产量提高、饲料成本下降的原因如下:

1. 主养草食性鱼类, 提高对绿萍植物蛋白的转化率  
草食性鱼类 (草鱼和团头鲂) 喜食绿萍, 尤其是草鱼, 日摄食率可达60—90%, 生长快, 在供萍充足的情况下增产潜力最大, 而且以食草为主精饲料较省。而杂食性鱼类 (鲤鱼、鲫鱼) 对精饲料要求高, 而生长速度较慢。从表4看出: 1986年主养杂食性鱼类鲤鱼和白鲫, 占总放养量的79.44% (尾数) 和71.75% (重量), 而草食性鱼类只占总放养量的13.3% (尾) 和15.24% (重量), 其中草鱼占4.57% (尾数) 和4.23% (重量)。1987年稻田放养草鱼优质饵料绿

表 4 两个共生方式鱼种配比对鱼亩量的影响

共生方式 鱼种	稻 鱼 共 生				稻 萍 鱼 共 生			
	亩放养量		鱼种比例%		亩放养量		鱼种比例%	
	尾数	公斤	尾数	重量	尾数	公斤	尾数	重量
草食性鱼类								
草 鱼	89.26	1.91	4.57	4.23	339.70	30.54	32.90	29.24
团头鲂	170.62	4.97	8.75	11.01	156.59	0.98	15.16	0.96
合 计	259.88	6.88	13.30	15.24	496.29	31.52	48.06	30.80
杂食性鱼类								
鲤 鱼	914.05	18.75	46.80	41.54	76.51	11.48	7.40	11.21
白 鲫	637.59	13.64	32.64	30.22	—	—	—	—
合 计	1551.60	32.39	79.44	71.75	76.51	11.48	7.40	11.21
滤食性鱼类								
白 鲢	141.80	5.87	7.26	13.00	460.34	59.38	44.56	58.00
总 合 计	2032.74	45.14	100.00	100.00	1033.15	102.34	100.00	100.00

萍，主养草食性鱼类，其放养比例为48.06%（尾数）和30.8%（重量），其中草鱼占32.9%（尾数）和29.84%（重量），团头鲂占16.1%（尾数）和0.96%（重量），杂食性鱼类放养比例下降到7.40%（尾数）和11.21（重量），滤食性鱼类（白鲢）占44.56%（尾数）和58.0%（重量）（表4）。由于草食性鱼类摄萍量大，可以将更多的植物蛋白转化成为鱼产品。同时由于草鱼排粪量增加可以培育浮游生物，为鲢鱼提供大量的饵料，提高了鲢鱼的产量。

2. 搭配老口鱼种，分批捕捞上市 1986年稻鱼共生田，由于采取一次放足，一次捕捞的方法，前期稻田载鱼量少、后期过高的状况，不利鱼类的生长。在高密度条件下，鱼种规格相似，不能分批捕捞，年底出田时鱼的商品率低。1987年稻萍鱼出鱼种放养密度大幅度下降，搭配983尾（亩均250.7尾）老口鱼种，占总放养量的24.27%（尾数）和

表 5 两个共生方式的主养鱼种及老口鱼种比例对比

共生方式 鱼种	稻 鱼		稻 萍 鱼				
	规 格 (克/尾)	尾数	老口鱼种		冬片鱼种		老口鱼 种比例 (%)
			克/尾	尾数	克/尾	尾数	
草 鱼	21.4	350	417.5	188	36.1	1144	4.6
团头鲂	29.2	669	—	—	6.3	614	—
鲤 鱼	24.9	1684	150.0	300	—	—	7.4
	16.6	1900	—	—	—	—	—
白 鲫	21.4	2500	—	—	—	—	—
白 鲢	41.4	556	375.6	495	42.6	1310	12.2
合 计	23.1	7659	305.7	983	32.9	3068	24.3

注：稻田面积3.92亩

74.87 (重量), 其中老口草鱼种188尾 (亩均47.9尾), 平均尾重0.418公斤, 老口鲤鱼种300尾 (亩均76.5尾), 平均尾重0.15公斤, 老口白鲢495尾 (亩均117.1尾) 平均尾重0.376公斤 (表5)、使稻田前期亩载鱼量从1986年的45.14公斤提高到1987年的102.34公斤, 其中草鱼、鲤鱼3月中旬就可摄食绿萍, 4—6月老白草鱼大量取食绿萍, 可以发挥春萍快繁的优势, 将大量植物蛋白转化成为鱼产品。草鱼和白鲢可分批起捕上市, 4—10月共捕成鱼850.95公斤, 一方面降低了稻田鱼的负载量, 缓和夏季绿萍供需矛盾, 同时促进留在田中鱼类的生长, 提高鱼的商品率。

**3. 协调绿萍供需矛盾** 在稻萍鱼共生的稻田中, 萍和鱼的生长规律不同。春季绿萍繁殖快, 鱼体小、生长慢, 摄萍量少, 萍供过于求; 而7—8月萍生长慢而鱼生长快, 需萍量大, 萍供不应求。为此, 我们采取三个方法来协调两者的矛盾。

①搭配部分老口草鱼种 老口草鱼种大量摄食春萍, 于6月底前捕捞上市, 使夏季稻田草鱼负载量下降, 与夏季绿萍繁殖的低谷相协调。9月绿萍繁殖出现第二个高峰, 田间大规格的草鱼种生长迅速又可大量摄食秋萍。

②异地补萍 在7—8月萍供不应求时, 可从相邻稻田、沟渠、水塘捞萍补足, 也可利用青贮萍, 干萍粉补充。

③饲料调节 稻田绿萍多时, 少饲精饲料, 萍少时, 多饲精料或割青草投饲。

#### **4. 解决草鱼吃稻的矛盾**

①埂、网拦隔 早、晚稻插秧后到最高苗数前, 以田埂、网片将鱼拦隔在鱼坑里暂养。

②培育嫩萍 当稻田有嫩萍存在时, 鱼喜食绿萍, 可

减轻对稻苗的伤害。

③饲料引诱 在鱼坑内设立草场和食台，当绿萍不足时，可在草场内先投嫩草，待草鱼吃得差不多时再投精饲料于食台中，供杂食性鱼类取食。在饲料充足时也会减轻草鱼对稻的伤害。

5. 活水养鱼，调节水质 活水有较高的溶氧量，有利鱼类生长，可定期灌注新水。在阴天、闷热天鱼类缺氧浮头时，在鱼沟处放一只潜水泵以应急时开泵冲水，使水流动，增加水体溶氧量。为防止养鱼水体酸度过高而影响鱼类生长，应隔1个月左右每亩用5公斤生石灰化水后泼洒全田，以降低田水酸度，促进有机质分解和杀菌消毒防治鱼病。

6. 猪—萍—鱼—稻综合经营 为了减少养鱼饲料成本，应使饲料能多次循环利用，如将饲鱼的精料喂猪，再以猪粪喂鱼；以猪粪养萍，萍喂猪，猪粪喂鱼。如此可提高饲料和绿萍利用率，最后鱼粪肥田增产稻谷，使成本显著下降，净利提高。

从1987年实践看，稻萍鱼综合丰产技术应用于城郊及平原稻区是成功的，稻田在保持粮食产量达到当地平均水平的前提下能收到高额鱼产量和净收益，它给人们以新的启示：稻田养鱼潜力巨大，稻田养鱼是提高稻田经济效益，稻区农民致富的重要途径。但也发现一些问题，有待今后继续探索。

1. 草鱼生长较好，规格大，但白鲢规格小，商品率低，因此白鲢密度可减少，是否可掌握在草鱼放养量的30%左右。鳊鱼生长慢，稻萍鱼田只能少量搭配，而且鱼种规格宜大些。

2. 稻田工程设计。1987年鱼沟口字形，与水稻边界

多，为了防止草鱼吃稻需作田埂和鱼网拦隔，化工多，成本高。晚稻苗易被草鱼伤害，1987年鱼沟旁稻苗被吃掉不少，影响了晚稻产量，今后宜采用一字形边沟，只需作一条田埂和一张鱼网即可将草鱼拦在鱼沟内，同时又便于农事操作。

3. 冬春绿萍繁殖时间长，潜力大，做好繁殖和利用工作，可发挥稻鱼更大的增产潜力。

4. 提早早稻插秧期，提高水稻产量。1987年早稻在5月中旬插秧，使成熟期推迟，影响晚稻产量，如在5月上旬插秧，稻谷有较大的增产潜力。

5. 改一次放养，一次捕捞为轮捕轮放。鱼种搭配比例，各类规格比例，轮捕的适宜的时间和次数等有待进一步探索。



## • 相互关系 •

# 稻鱼共生生态系统中物质循环 及经济效益

倪达书 汪建国

中国科学院水生生物研究所

### 一、稻鱼共生理论

稻田养鱼鱼养稻、稻谷增产鱼丰收的稻鱼共生结构反映了稻鱼共生生态系统中的物质就地进行良性循环和能量朝着稻、鱼双方有利的方向流动，产生了较高的经济效益。

和其他理论一样，稻鱼共生理论一下不易被人们都承认，有深入讨论的必要。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”。如英国J·梅乃特在《Models in Ecology》(1974)一书中将一对种之间的直接相互作用分成三种类型，即竞争、共生和牧食。其中“共生”的定义为“每个种对另一种的增长有加速作用”。这里强调的是不同种的两种生物共同生活在一起，相互之间对增长有加速和促进作用的共生互利关系。

E.P. 奥德姆(1952)在《生态学基本原理》(第三版)一书中对“两种间相互作用的类型”论述得更详细。两个物种的种群之间，其相互作用的基本形式，相当于○、+、-

的可能组合，即 $\bigcirc\bigcirc$ 、 $++$ 、 $--$ 、 $+\bigcirc$ 、 $-\bigcirc$ 和 $+-$ 。其中三种组合（ $\bigcirc$ 、 $+$ 、 $-$ ）通常又再划分，结果就有9种重要相互作用。这就是：

（1） $\bigcirc\bigcirc$ ，中性作用，两个种群的组合各都不受另一种群的影响；

（2） $--$ ，相互抑制的竞争型，两个种群彼此主动地抑制另一种群；

（3） $--$ ，资源利用竞争型，各种群在竞争缺少的资源中，对另一种群起相反的影响；

（4） $-\bigcirc$ ，偏害作用，一个种群因另一种群而受抑制，另一种群则无影响；

（5） $+-$ ，寄生作用；

（6） $+-$ ，捕食作用，一个种群因另一种群的直接攻击而受相反的影响，但仍然依存于后一个种群；

（7） $+\bigcirc$ ，偏利作用，一个种群有利，另一种群无影响；

（8） $++$ ，原始合作，组合中每一种都是有利的，但不是必然的；

（9） $++$ ，互利共生，对两个种群的生长和存活都是有利的，如果彼此没有对方，在自然条件下就不能很好地生存。

按照上述的分类，稻与鱼的关系，更确切地说，应该归属在原始合作型，尽管它们是互相有利的，但不是必然的。也就是说，稻并非必然地依赖于鱼，同时，鱼也并非必然依存于稻。它们之间是人为的约合，是科学的约合，其效益必然为大，以后进一步发展下去，到农业专家也充分认识到养鱼是对稻谷增产的必须措施之一时，这两个种群就成为彼此完全地相互依赖，自然地就成为必然的互利共生了。

我国生态学家马世骏发表的《生态工程》一文中“物质

能量的多层分级利用”条说,“模拟不同种类生物种群的共生功能,包含分级利用和各取所需的生物结构……”。因而,稻鱼共生理论的创立是有其理论依据和实践基础的。从大农业观点看,这个理论今后还需继续深入发展,从偶然到必然,从不甚完善到更加完善。

## 二、稻鱼共生生态系统

生态学的直接含义是有关研究“住所”或“栖息场所”的科学,它与国民经济的实践联系确实十分密切。自然界中的动物、植物、微生物等各个条件在一起,形成一个功能上统一的整体,生态学家称之为生态系统。它强调动物、植物和微生物,一切生物彼此之间以及生物与环境之间的密切联系。通过能量流动和物质循环联成一个整体,并以整体作为研究对象。

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(Rice Fish Mutual Ecosystem)。在这里顺便指出,所有农业生态系统都是人工生态系统。

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。

生物因子同样包括生产者、消费者和分解者。

生产者主要有:有根植物和大型漂浮性植物以及小型漂游性植物。总之,有三类生产者,即水稻植株、杂草和藻类。它们均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。生产者大致有:藻类、多种杂草,各种水稻品种,化学合成细菌等。

消费者的种类和数量也是比较多的，象浮游动物（原生动物、虫、轮甲壳类）、底栖动物（线虫、软体动物、环节动物、水生昆虫）、鱼类（稻田中通常所养的鲤、鲫、鲢、鳙、尼罗罗非鱼、草鱼等）和蚊子幼虫（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、水蛇和鹈、鸭、翠鸟、欧鸟、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。许多动物对水稻有害而对鱼则有利，还有许多动物对鱼有害而对水稻则有利，如青蛙虽能吞食跃起的鱼苗，但又能消灭很多水稻害虫，而水稻害虫又是鱼类的好饵料。

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和能量交换

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，即促进物质就地循环，能量朝着稻鱼双方有利的方向流动（见图所示）就是说，稻鱼共生生态系统是由原来的稻田生态系统人为地加进了夏花草鱼而来的，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。它和天然的生态系统的不同点，也就在于总是按照人们的意识定向地控制和调节下存在的。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。<sup>5</sup>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、地面、空间和阳光，而且有些杂草是水稻病虫害的中间宿主。当然水稻杂草、浮游植物都是初级生产者，起着固定和贮存能量的作用。而初级消费者主要有浮游动物、草食动物、农业害虫等；次级消费者主要是肉食动物。

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，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，未养鱼早稻的杂草量是养鱼早稻田的13.6—15倍。养鱼早稻田在收鱼时的杂草现存量为4.4—58.0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60—869斤/亩。草鱼消灭了杂草，以1:80的饵料系数计算，可提供草鱼产量10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



• 260 •

的氮和磷，增加了肥源。

在一般情况下，稻田杂草基本上被大量拔除离田，结果是损失了土壤的肥分，浪费了杂草所获得的日光能，而且大量的细菌、浮游植物、浮游动物以及部分底栖动物通常也因田水排放而流失，也直接或间接地造成土壤肥分和日光能的损失。从物质和能量的循环来看，这是一种无法避免的自然现象；然而，从发挥生态系统的生物生产力、挖掘其最大“负载力”来说，显然是一种物质和能量的浪费。实行了稻田养鱼则可“载流”这部分原来是浪费了的物质和能量，并使之转化为鱼产品而提供给人类，并可促进稻谷增产，这是十分经济和合理的，也是符合农业现代化的目的和要求的。把农、林、牧、副、渔各业的生产和管理逐步建立在科学的基础上，以相对少的能量和物质，取得尽可能高的产量，以获得最好的经济效益。

当稻田生态系统引进草鱼种群后形成的稻鱼共生生态系统，各生物种群、群落的组成和相互关系发生了变化，草鱼和水稻双双成为该系统中的主宰者。

在稻鱼共生生态系统中，非生物因子和生物因子是相互作用的。水稻生长发育需要光、热、空气中的二氧化碳、水分和养分，其中动态变化最大的是空气、水分和养分，对水稻的影响也是极大的。如二氧化碳是水稻光合作用必须的原料，在白天养鱼田的二氧化碳远比不养鱼田为充沛。鱼类更离不开水，它要吸氧呼碳和摄食夺取养分的浮游生物。一般情况下，养鱼田和未养鱼田溶氧变化幅度为1.5—8.2毫克/升，平均为5.1毫克/升，夜间最低溶氧值对草鱼来说还是可忍的，而且养鱼田一般比未养鱼田略高，显然是由于鱼类搅动田水，增加了水和空气的接触，起到了一定的增氧作用。

同时鱼的活动还可使水中的溶氧均匀分布，并翻动土壤，因而改善土壤的供氧状况，有利于有机物的分解，减少土壤还原物质，因此有许多养鱼田并不晒田，也不中耕除草，但仍比未养鱼田稻谷增产10%以上。

#### 四、经济效益

稻田养鱼的首要目的是使稻谷增产，减轻稻农除草劳动，在稻谷增产（一般平均增产10%）的前提下，充分利用稻田所提供的水体和饵料等条件，蓄养草鱼增加难得的草鱼种，并兼有灭虫、保肥、造肥的作用。这种稻田养鱼鱼促稻的稻鱼共生生态新模式，已逐步为各地所采用。1980—1983年，在湖北、湖南试验点示范推广面积约10万亩，按养鱼种6万亩，养商品鱼4万亩；鱼种平均亩产325尾，商品鱼亩产70斤计算，共生产鱼种1950万尾，产食用鱼280万斤，产值321万元；稻谷增产按10%计，产值100万元，稻鱼两项合计421万元。

1984年，全国稻田养鱼面积近1000万亩，比1983年增加80%以上，约计增产稻谷5.7亿斤，产鱼4.7万吨。稻田养鱼居全国首位的四川省，养鱼稻田面积为450万亩，其中重庆市就有116万亩，鱼产量为该市总产量的一半。湖南省稻田养鱼面积达270万亩，比1983年的202万亩增加33.7%。全国还出现了许多稻田产“千斤稻百斤鱼”的专业户。

如果三、五年内，在全国范围，能将革新的稻田养鱼鱼养稻的面积推广到1亿亩，以每亩稻谷平均产量400斤计，可以增产粮食40亿斤以上，还可以收获鱼种300—500亿尾，为成鱼养殖提供大量鱼种来源。这对达到年产400—500万吨鲜鱼，将能起到积极作用。

# 稻田养鱼建立了稻鱼共生的生态体系

肖 帆

江苏省农林厅作物栽培技术指导站

稻田养鱼开始是一种自然的共生生态体系，人们偶然发现野生鱼类溯水进入稻田，以后又从稻田捕获了成鱼和繁殖的许多小鱼，开始懂得利用稻田养鱼。而现在的水稻养鱼已是人类干预下，经过了合理的改造后，形成的一种新的体系。这一共生体系在生产实践中，已产生出了生态的、经济的和社会的效益，在人类生活中发挥了有益的作用。

## 一、以水稻和鱼为主体，综合组成了食物链的网络

我国主要稻区在长期的水稻生产活动中，形成了自己特有的自然生态体系。江苏省从60年代起，由于在农田上大量使用农药、化肥（太湖流域稻区每亩农田的“六六六”累计用量就有25公斤之多），在毒杀水稻害虫的同时，也把稻田有益生物一并扫光，稻田特有的自然生态体系被破坏，稻田生态失去平衡，水稻生育期间，稻田原野不再是空气新鲜、水质清新，而是空中药气弥漫，田间毒水横流。只有在稻田养鱼，利用“鱼吃虫”、“鱼吃草”，稻田不用或少用农药、除草剂才成为可能。原来被污染的稻区，才再现水质清新、空气新鲜的自然空间，恢复稻田的自然生态景观。

### 1. 稻田养鱼截留和利用了水田微生物，消灭了蚊幼

基于养鱼稻田中，水稻需要肥料，鱼类要有饵料，所以稻田施肥必须重视多施有机肥作底肥，同时可使稻田底栖生物和浮游生物大量繁衍，为鱼提供丰富的饵料。养鱼稻田培肥水质，不但使田内被掠夺的营养截留田间，成为鱼的食料，而且还为水稻消灭了敌害和改善了环境，真是一举两得。

养鱼稻田因浮游生物量较多，生物量下降又渐进，比池塘养鱼有明显的优越性，湖北水产学院研究证明（试验每亩投放鱼数：稻田2000尾、池塘20万尾），稻田每立方米水中浮游生物量最高为118.75克，而池塘仅39克，同时，稻田在鱼苗放养入田后，生物量继续增长，6天后到达最高量，以后随着鱼体生长摄食力增强，生物量才渐次下降，而对照鱼塘在鱼种下塘后3天，浮游生物就急剧下降，5天后降至每立方米水体含量10克以下，远不能满足鱼种的生长所需。

在稻区开展稻田养鱼，能消灭蚊幼孑孓，是抑制蚊虫的好办法。稻田养鱼区，稻田的蚊幼密度一般能下降50—96%；人们住所的蚊虫密度可下降50%以上。四川省成都市防疫站在3个高疟区选点调查，未养鱼的1981年发疟率为0.108%；稻田养鱼的稻区1982年发疟率下降为0.019%（国家爱卫办）。上海市嘉定县卫生防疫站对养鱼稻田进行监测，自7月2日至10月18日共监测18次，均未发现蚊幼，但对照大田每次都采到蚊幼。共计采集342勺，平均每勺2.15条，其中7、8、9月分别为1.69条、3.26条和2.03条（上海市水产技术推广站1985）。

近年来使用有机杀虫剂，消灭了大量蚊虫，但是也产生了一些对有机杀虫剂有抵抗力的蚊虫新品系。而发展稻田养鱼，将一样有效地消灭那些蚊虫抗药新品系。

**2. 辛勤耕耘，消灭杂草** 鱼对稻田杂草的食性较宽，

特别喜食杂草的柔嫩部分。有些杂食性鱼类还能翻土、打洞，把土层搅松，把底栖生物和杂草的芽根、地下茎挖掘出来。特别是鱼在田间除草的及时性和经常性，往往是人工除草和化学除草所不能相比的。

放鱼后，小鱼以浮游生物为食，待到田间杂草发芽生长，小鱼又开始草虫兼食。随着鱼体长大，食草能力不断加强，只要鱼口基本足量，而且生长同步，杂草就能基本被消灭，甚至水稻的落水枯叶也能被啃食殆尽。浙江农科院调查：8月22日养鱼稻田杂草量7.95公斤/亩，比不养鱼的30.3公斤/亩减少60%。随着鱼体长大，效果愈益明显。11月11日调查，养鱼稻田没有杂草，不养鱼的青萍量就有307万个（俞水炎等1984）。

**3. 鱼是防除水稻害虫的好助手** 水稻生育期间，利用害虫的某些生活特性并辅以人工手段，可以达到“以鱼治虫”的要求。例如利用稻飞虱被惊动后能从稻株上跌落的假死性，在田间拉绳赶虫落水；利用螟虫幼虫的转株习性，在田间保持水层，迫使幼虫转株通过水体，让鱼吞食。在害虫盛发时，也可人为提高田间水层，短期淹没稻株部分茎叶，使鱼能捕食到茎叶上的害虫；或让鱼接近为害部位，跳跃捕食害虫，等等。养鱼稻田一般虫害较轻，可以少治或不治。在虫害大发生年，虫口量也会减少，对压缩危害有利。江苏省如东县检查资料：养鱼稻田前期稻飞虱百穴虫口、虫卵量983.9，仅是不养鱼稻田4468.2的22%。如皋县试验测定，养鱼稻田比不养鱼田每亩三化螟三代卵量少30%、白穗率低50%，稻飞虱少50%以上，纵卷叶螟百株束叶率减30%、白叶率下降30%，稻叶蝉虫口减少30%。

养鱼稻田还由于肥水和环境条件比较优越，种植品种改

草、降低密度、宽行窄株种植等原因，田间通风透光良好，一般植株健壮，抗病力增加，能有效地抑制和减轻稻病的危害。浙江嵊县观察，同等条件下，早稻纹枯病发病指数，不养鱼的稻田为11.33，养鱼不搁田的10.73，养鱼搁田的7.79（俞水炎等1985）。

## 二、稻田养鱼培肥了土质、改善了水体和土壤的气态结构，提高了水体溶氧和水质卫生

1. 稻田养鱼，培肥了土质 稻田养鱼后，鱼的频繁活动、觅食，促进了肥料分解，土肥混和。鱼吞食、消化所利用的田间有机生物体的30—40%，组成了鱼的肌体，其余成为废料（鱼粪），排出返还田间，成为农田的肥料。鱼粪是一种优质粪肥，其含磷量为42%，优于猪、牛粪。据试验，养鱼稻田土壤的磷酸化合物含量为不养鱼稻田的1.2—2倍，铵态氮为1.3—6.1倍（罗远忠1983年）。江苏盐城郊区土肥站对朱庄村养鱼与不养鱼的稻田作了测定对比，养鱼两年的稻田土壤有机质含量1.8%，对照田为1.77%；全氮含量为0.12%，对照田为0.117%。鱼种频繁活动的鱼溜，有机质含量为1.9%，全氮量为0.142%。

2. 改善了土壤水体的气态结构和养分状况 一般氧在水中的移动速度要比在空气中低万倍。因此，静水下就不能满足水稻生长发育的需氧。稻田养鱼后，鱼类的活动增加了水与空气的接触面，比较深刻地改变了水体和土壤的气态结构，增强了水稻土的氧化性，减少了水稻土原来存有的有毒还原物质（硫化氢、低价铁和锰等），使有机质不完全分解所生成的中间产物迅速矿质化，释出能量，生成各种铵态氮和磷酸化合物，不断更新了水稻土的腐殖质；再者，鱼的活

动使远离水稻根际的高浓度养分，更迅速地向水稻根际扩散移动，以便养分不断得到补充。

3. 稻田的水温、溶氧条件，有利鱼的生长 稻田的水温和溶氧条件，比鱼塘好。由于稻田水层浅，接触空气的面积大，亩载鱼量又仅及池塘的1%左右，所以鱼塘中频繁出现的浮头现象，在稻田中较少发生。

4. 稻田水质清新，病菌少，鱼发病很轻 稻田养鱼，还因为水层浅，耗水多，经常添加新水，加上水稻又有吸肥净水的作用，所以稻田水质能持续保持清新，较之鱼塘优越得多。试验证明，鱼塘水的致病细菌含量绝对数，较之稻田水内含量要高2.6倍。水体中的细菌数量能明显影响鱼鳃中的细菌量。经检测，鱼一侧鳃的活细菌数，鱼塘鱼为6000，而稻田鱼仅为1850（湖北水产学院1983年）。稻田水含菌量与鱼病的发生状况密切相关，2至9月期间，稻田水含菌量变化平稳，鱼类发病少；而鱼病大发生的季节7月，正是鱼塘水含菌量最高时期。稻田养鱼，还由于放养密度小，生活环境好，促使鱼体生长健壮，少发病或不发病。从以防为主的防病方针来看，稻田养鱼的重要作用更不容忽视。

### 三、发挥稻鱼共生生态体系的作用，走生物防治的道路，防止公害

种植水稻，为了防病灭虫和消灭杂草，都要使用农药。施用农药，其中部分附着于水稻植株表面为水稻所吸收，另部分则落入水中和土中（有的农药直接施在水和土壤中），通过纵向和横向的移动，污染了水质、土质。这部分农药残毒，大部分将降解或流失，还有部分将继续影响后续作物的产品质量。为水稻所吸收的部分农药，以残毒的形式进入了

产品,含有残毒的稻米,直接为人们所食用;含毒的水稻副产品(米糠、稻草等),成为畜禽和鱼类的饲料,再生产出含毒的蛋、肉、乳,供人们食用,其残毒又进入了人体(其他含残毒的作物产品,也以同样的方式被利用,残毒随之转移)。这样,农药的残毒从一个有机体内转移到另一个有机体内,最终积累、浓缩,富集在人体内。

据太湖流域科学实验试点基地测定,水稻产品中的农药残留量,以茎叶中含量最高(4.275和5.063毫克),其次为稻壳和稻根(3.775和3.845毫克)。稻谷各部分,以谷壳含量最高,米糠次之(3.438毫克),糙米含0.683毫克,精米含0.328毫克(蔡道基、杨佩兰等1985年)。现在人们所食用的稻米的残毒量又怎样呢?1983年,江苏省13个抽样县的粮食有机氯农药残留量抽样结果:中稻抽样(代表产量占全省中稻产量30.96%)中“六六六”农药检出范围每公斤含量为0.0108—1.06毫克,均值为0.16毫克。检出率99.16%,其中超标率为13.65%。检出最大值为每公斤含量1.0644毫克,超标2.5倍。同样,晚稻抽样(代表产量占全省晚稻产量48.75%),检出范围每公斤含量为0.0648—1.205毫克,均值0.3426毫克,检出率100%,其中超标率为53.99%,其严重程度,可见一斑。

粮食的残毒含量中按摄入量计算,其进入人体的残毒量占34.41%。太湖流域科学实验基点调查,该地区从粮食、食油、肉、鱼、蔬菜等食品中,每人每天摄入人体的“六六六”残毒量为0.576毫克。按世界卫生组织规定“六六六”的允许摄入量为0.0006毫克/人体重公斤,对比人均体重65公斤,日允许摄入量为0.039毫克计算,超过了允许量的14.77倍。有机农药残毒摄入人体后,就蓄积在人体的脂肪

组织或其他器官内,危害人体健康(蔡道基、杨佩兰等1985)。

就稻田养鱼来说,重建的稻鱼共生的生态体系,起到了防止农业环境污染,保持农业生态平衡的作用。但是,稻田养鱼,仅是水稻种植制度中的一种共生生态模式,采用稻鱼共生,开始了“以鱼治虫”、“以鱼除草”和改革水稻种植、抑制病害发生,使不用布施除草剂和农药变成了可能。经过几年的大量实践,人们在稻田养鱼的农田水利建设,水稻品种筛选,种稻技术改造和鱼的饲养管理等方面,取得了不少成绩,已使稻鱼的共生机理、共生效益,都有了新的发展。至少有下列三方面可权作肯定。

第一,稻鱼共生的生态效益愈益明显,“以鱼治虫”、“以鱼除草”已直接保护了一大批农田生物,使农田有益生物,特别是害虫天敌得以保存下来,进一步滋生繁衍后,将扩大“以虫治虫”,直接巩固稻鱼共生的生态效益。这是稻田养鱼优越性的根本。

第二,稻田养鱼能确保稻田产出优质的鱼种和成鱼,增加农田收益。水稻种植面积,在鱼沟、鱼窝占用后,虽有所减少,但水稻的单位产量仍能持平或略有增加。而稻田养鱼的经济收益,比只种水稻的,将有大幅度的增加,甚至翻番。所有这些,已为大面积生产所证实,这是当前稻田养鱼赖以推广应用的重要经济基础。

第三,通过稻田养鱼,减轻了化学物质对稻田土壤的污染,确保水稻产品有良好的卫生品质。长此以往,已经污染的稻田土壤、水质,在自我净化能力的作用下,污染程度将逐渐减轻而至消失,最终使不含残毒的优质稻米生产得以实现。这是今后稻田养鱼技术研究上(还有其他有关的各项科学技术)应该坚持不懈,勇于追求,务必实现的目标。

# 稻田养鱼的作用及其综合效益

潘 隐 和

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心

中国勤劳的农民最早率先巧妙地利用稻田，稻鱼兼作，产谷收鱼。但是解放前多属自发性生产，产量低。解放后，特别是党的十一届三中全会后有了很大的发展，全国稻田养鱼面积有了成倍增长，产量也迅速提高，养鱼技术有了改进和创新。不少地区实现了大面积稻鱼双丰收，1亩稻中“粮超千斤，鱼过百斤”的高产典型不断涌现。

在实践基础上，我国著名鱼病学专家倪达书教授总结，提出了“稻田养鱼、鱼养稻、稻谷增产鱼种多”的稻鱼共生理论，改革了传统的稻田养鱼方法。本文根据笔者收集到的材料，从生态观点，讨论稻田养鱼的作用和它的经济、社会、生态诸方面的综合效益。

## 一、农田生态系统中稻田养鱼的作用

农田的水、土、光、热、气等环境因素和植物、动物、微生物等生物因素都是密切相互联系、相互依存、相互制约地形成一个在功能上统一的系统，即农田生态系统，在这个系统内，生物群落同其生活环境进行着能量、物质转化和循环。

稻田是一个典型的人工生态系统，水稻是这个生态系统

的主体或中心，它大量吸收日光能、二氧化碳、水以及各种养分，通过光合作用合成有机物，产生能量转化、运转和贮存，形成稻谷和稻草，给人类提供大量有益的产品。稻田中有大量的杂草、浮游植物，以及某些细菌（光合细菌），它们也吸收各种养料、水分、二氧化碳和日光能进行光合作用，也是生产者，但是形成的并不是人类所需要的产品，相反，它们成为水稻的竞争者。稻田中的浮游动物、草食动物、农业虫害以及病菌是初级消费者；各种肉食动物则为次级消费者，土壤中的细菌和真菌能够将有机物分解为无机物，它们是生态系统的还原者。

在未养鱼的稻田生态系统中，稻田杂草丛生，损失土壤肥分和日光能，耕作者必须定期薅秧除草，花费大量劳力，使种稻的成本投资增大。另外稻田中大量的细菌、浮游动植

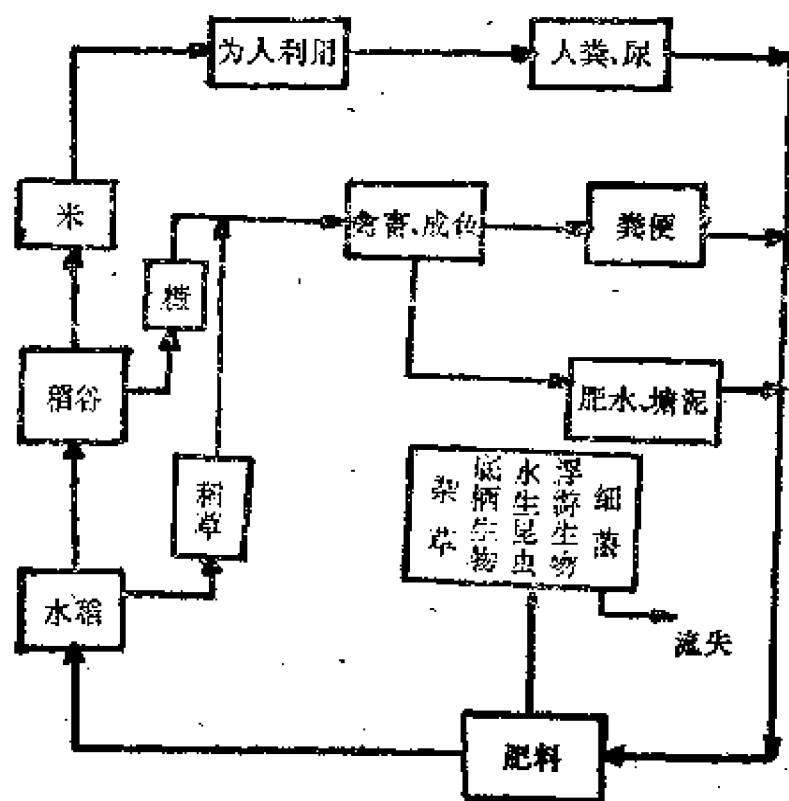


图1 不养鱼稻田物质能量循环图

物以及一些水生动物，由于无法被水稻利用而随水流失，这也是稻田生态系统的一种能量流失和浪费，同时水稻的害虫和影响人类健康的蚊幼也容易孳生起来。不养鱼稻田生态、物质能量循环情况（图1）。

当稻田生态系统中引入鱼类后，就使生态系统内各生物种群、群落组成以及相互关系发生了重大变化：

第一，改变了群落中生物间的相互关系，鱼类成了稻田生态系统内最大的消费者，它们能吃掉稻田的杂草、浮游植物、浮游动物、水生昆虫以及其它水生动物，它们是影响其他生物种群、群落密度和死亡的主导生物因子。作为初级消费者，稻田中的草鱼可以取食大量的杂草。全国稻田杂草已知一百几十种，其中轮叶黑藻、菹草、苦草、小茨藻以及各种眼子菜和浮萍，均是草鱼很好的天然饵料。西南师范学院生物系曾试验在每亩200尾（草鱼30%，鲤或鲫鱼60%，鲢鱼10%）的放养情况下，经75天，鱼可以消灭和抑制稻田杂草总量达831.45公斤/亩。因此实行稻田养鱼，消灭稻田杂草，对阻止稻田能量流的外溢是一个重要的方面。

第二，改变了生态系统能量流转的方向，鱼类把大量分散的停滞下来的能量（杂草）和可能流失的能量（浮游植物、浮游动物、水生昆虫等）回收到生态系统的能量流转中来，并使能量流转向着人们所期望的方向发展——生产出人类有益的大量稻谷和鱼肉。

第三，协调了生物与非生物环境的相互关系，在稻田生态系统中，水稻作为主体，其生长发育需要光、热、空气、水分和养分，其中动态变化最大的是空气，水分和养分，对水稻影响也是极大的。稻田处于淹水状态，水分的需要一般是可以充分保证的，但淹水又往往不利于水稻根系的生理机

能。因为淹水状态下，稻田水面的溶氧，仅能借扩散和渗漏供给土壤，尽管田水表面的溶氧可因藻类等的光合作用而发生昼夜变化，如光照良好，最高时可达12—14毫克/升，但由于水中溶氧的95%以上被水表的各类生物所消耗，剩余的溶氧由缓慢的扩散和渗透而到土壤中去量甚微。这样随着温度的上升，土壤还原增强，沼气、有机酸、硫化氢等还原物质积累逐渐增多，常常造成水稻发生根腐，因此生产上常用烤田（晒田）解决此矛盾。稻田养鱼对水中溶氧是有利的，鱼的活动搅动了田水，增加了水和空气的接触，起到了一定的增氧作用；同时鱼的活动还可使水中溶氧均匀分布，并翻动田土，因而改善土壤的供氧状况，有利于有机物的分解，减少土壤还原物质。虽然许多养鱼稻田并不烤田，也不薅秧除草，但仍比未养鱼田稻谷增产。从养殖角度来看，养鱼田中总的溶氧量较池塘低（天亮前后往往低于4毫克/升），但各地均未发现田中鱼因缺氧而浮头或死亡者，显然在稻田生态系统中鱼是可以适应的，而且养鱼田水的pH值一般在7.0左右，这对水稻和鱼类是适宜的，也利于饵料生物的繁殖。

养鱼对稻田土壤肥分的影响十分良好，其原因和稻田中鱼类粪便的积累是有密切关系的。据分析稻田中几种鱼的粪

表1 稻田中几种鱼粪养分分析

鱼 粪 种 类	N%(干)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %(干)
草 鱼	1.102	0.426
鲤 鱼	0.824	0.671
鲫 鱼	0.760	0.403
鲢 鱼	1.900	0.581

便氮、磷含量均较高（表1），其中以鲢鱼最高，草鱼和鲤鱼次之，鲫鱼最次。4种鱼粪中，其氮、磷含量均优于猪牛粪，与人粪、羊粪基本一致，次于鸡粪和兔粪，鱼粪是一种比较优质的肥料。

养鱼稻田中鱼粪的总量有多少，尚无具体的定量材料可查，但可以粗估计，若每亩放养200尾较大的鱼种（尾重100克左右），每条鱼日产粪2克，每日则有鱼粪400克，以养鱼75天计算，每亩可得鱼粪30公斤。据测定，养鱼和未养鱼田在水稻收获期土壤中氮量分别下降1.105%和11.97%，即鱼田中剩余的氮量大。其原因是通过鱼对稻田生态系统能量的“截流”，并以粪便为主要形式归还给土壤所致。另一方面由于稻田养鱼减少了水稻的病虫害，可少施用或不用农药，降低或避免了农药对水体、土壤和稻谷、鱼的污染。养鱼稻田生态、物质能量循环情况见图2。

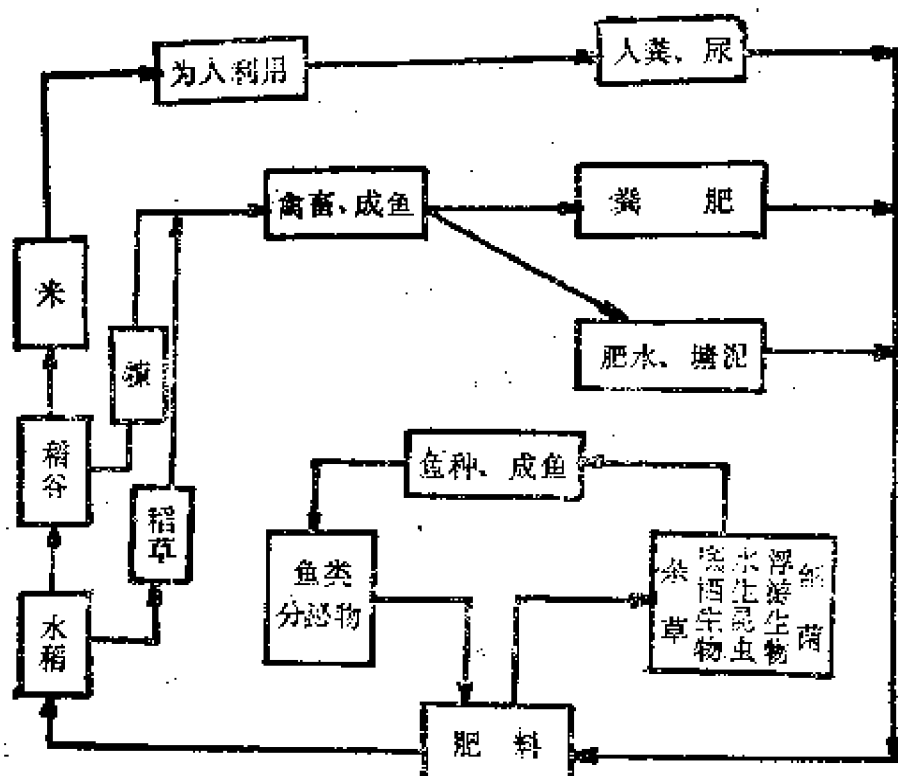


图2 养鱼稻田物质能量循环图

稻田养鱼后，使生态系统中最大初级生产者的小米与最大消费者的鱼类有机结合起来，形成一种稻鱼共生生态系统。在养鱼稻田里，密植的小米在空间形成了一定的区域小气候，减少了阳光对浅水水体的剧烈增温，对鱼类来说起到调节气候、稳定水温，给“小气候”环境增氧和招引昆虫，为附着生物繁生提供场所。对草鱼来说，它吃食杂草和浮游植物、浮游动物等，减少了小米的竞争者和小米害虫，起到了保肥、增肥除虫害以及“回收散失的能量”，调节生态系统能量流转方向和保护小米生长的重要作用。稻鱼共生生态系统充分利用了湿生植物—小米和水生动物—鱼类的互利共生特性，并成为胜利者，为人类提供优质稳定的生物产品，并创造了良好环境卫生条件。

## 二、稻田养鱼的综合效益初析

稻谷仍是当今人类的主要粮食之一，鱼类更是人们渴求蛋白质的重要来源，稻田养鱼给人类带来多方面效益，概述如下：

### 1. 经济效益

①能使稻谷增产5—15% 据各地试验结果表明，养鱼稻田的小米生长发育比不养鱼的稻田好，主要表现在稻禾茂盛、有效分蘖率高、穗粒数多、穗也较长、千粒重大、空壳率低，在一般情况下，养鱼稻田比不养鱼稻田能增产稻谷5—15%左右。

②稻田养鱼能提高产值 从全国反映情况来看，稻田养鱼一般每亩可增加纯收入50—150元。利用稻田繁育鱼苗及其它水产生物幼苗（如蚌）纯收入上百元，高的可达千元以上，由于稻田养鱼的渔业产值较高，使经济效益明显。

③可除草、保肥，防治病虫害 稻田养鱼可清除杂草减少肥料流失，减少病虫害发生，从而节约肥料、农药和劳力。据湖南桃源县试验证明，养鱼稻田比不养鱼稻田中的速效氮提高9.97%，速效磷提高12.8%。稻田养鱼还具有明显的除虫作用，养鱼田中的稻飞虱、稻叶蝉的发生率比不养鱼田少2—6倍，农药使用次数和用药量大为减少。据四川、湖南、江西、贵州等省调查结果，养鱼稻田每亩可平均节约劳力8—12个，有的地方部分稻田养鱼农户甚至不犁田。稻谷产量也不减少。这样便减少了投工与农药，节约了开支，降低了生产成本，提高了种稻的经济效益。

## 2. 社会效益

①扩大了养鱼水域，可给社会提供大量草鱼种和鲜鱼产品 稻田养鱼可用较少的钱，培育出大批量、大规格鱼种，促进池塘、水库、湖泊、渠沟养鱼，饲养成鱼，每亩稻田可产成鱼25—50公斤，高产的稻田可达100公斤，是解决丘陵山区人民吃鱼的一条有效途径。

②是增加农民收入，引导农村致富的一条有效途径。

③有利于稻田生产向良性化方向发展 稻田养鱼使一田多用，综合利用了国土资源。通过种植业与养殖业的有机结合，对于改进我国稻田农业生产的结构起到积极作用，使稻田生产向良性化生态系统发展。

3. 环境效益 在稻田里大量使用化肥，不仅增加成本，而且会造成水土污染和土壤有机物质的急剧下降，致使土地板结，性质恶化，甚致还影响农牧渔生产的产量和质量，危害人畜的健康。存在于土壤中的农药，有的被农作物吸收，有的蒸发或随着尘土飞散污染了大气，有的随着雨水等流入河中，污染了水质。而稻田养鱼后，田鱼能吃掉部分

稻禾的害虫，鱼粪还能肥田，从而减轻稻禾的病虫害，减少农药和化肥的施用，减轻对环境的污染。

水稻田危害人畜蚊幼虫的密度也很大，库蚊和按蚊等，是传染疟疾、乙型脑炎、丝虫病的主要媒介。稻田养鱼后，基本上消除了蚊幼，减少蚊虫危害，有益于改善农村的环境卫生，保障人民的身体健康。

# 稻鱼增产机理的探讨

潘树根

黄泽春

郑纪成

集美水产学校

宁化县水技站

永安市水技站

稻田养鱼能够获得稻鱼双丰收，已为不少试验及大量生产实践所证明。本文拟根据三明市近年来的稻田养鱼试验和养鱼稻田自然环境调查，对稻田养鱼稻鱼增产的机理作一探讨。

—

稻田是按照水稻栽培要求建立起来的一种生态环境，作为养鱼水域，仍然是适宜的。

## 1. 理化环境

①水温 据宁化点5—10月在双季稻兼作养鱼田测定，6个月平均水温 $27.48^{\circ}\text{C}$ ，积温 $5055.6^{\circ}\text{C}$ ，日较差平均 $6.1^{\circ}\text{C}$ ，最高7月27日 $38^{\circ}\text{C}$ ，最低10月26日 $17.5^{\circ}\text{C}$ ，比同期气温高 $1.26^{\circ}\text{C}$ ，积温多 $231.1^{\circ}\text{C}$ 。另据永安点从8月14日至11月30日在晚季轮作养鱼田观测，109天平均水温 $25.48^{\circ}\text{C}$ 。由于水浅，水温上升快，光照直达土面，上下水层水温一致，有利于有机质分解。

②水位 据宁化点观测，兼作养鱼田水位波动在3—10厘米之间，晒田及黄熟后期，田面没水层。轮作养鱼田水位为60—80厘米。稻田水交换量较大，亩产千斤稻的稻田需水量

为2400米<sup>3</sup>，灌水量（扣除有效降水量）约600—800米<sup>3</sup>。由于水浅，水的交换量大，鱼的活动空间较小，肥分、饵料容易流失。

③溶解氧 由于稻田水的交换量大，水稻及田中浮游植物的光合作用，放出较多的氧气，因此田水中溶氧量较高。据宁化点测定，溶氧在3.9~5.6毫克/升，晴天中午高达12毫克/升。因此，田鱼新陈代谢比塘鱼旺盛，饵料利用率高。

④pH值 据三明市多点测定，稻田水质的pH为6.3—6.8之间。福建山区多为红壤，因而稻田水质偏酸。

⑤营养盐 据宁化点测定，养鱼田的有机耗氧量为33.37毫克/升，铵态氮0.80毫克/升，硝态氮0.68毫克/升，磷酸盐0.064毫克/升，硬度0.42毫克当量/升，碱度0.65毫升当量/升，相当于富营养型水库的肥水标准。这是稻田鱼产力较高的原因。但三明市稻田磷酸盐含量偏少，硬度偏低，同时由于稻田施肥的不均匀性及水交换量大，影响了田水的肥度及稳定性。

## 2. 能量物质

①能量 光能是稻田能量最主要的来源。据气象部门资料，三明市日照时数1708—1897.5小时，年总辐射量91.25—106.42千卡/厘米<sup>2</sup>，光能、热量较充足。水稻对光能的利用率不足1%，仍有许多辐射光及水稻未封行之前的大部分光能，为田中杂草及浮游植物所利用，因而光能也是田鱼能量的主要来源。

②水稻残留物 水稻光合作用产品——根、秆、花、谷有相当大部分残留于田中。据宁化点测定，残留田中的稻根有3214公斤/亩（鲜重，下同），稻茬头1183公斤/亩，

稻草959公斤/亩。稻草中含硅9—13%，钾1.6—3%，纤维素3—540%，这对促进田中微生物及硅藻的生长十分有利。水稻每个花药有花粉1400—1500粒，授粉之后就掉落田中。据宁化点测定，两季禾花达103.9公斤/亩。<sup>②</sup>禾花富含蛋白质，故有“禾花香，鲤鱼肥”之说。稻谷由于成熟不一致及收割中失落量，约有3—5%，即15—25公斤谷粒掉落田中。据此，田中的水稻残留物量达5400公斤/亩，约占水稻光合作用产品的1/4。这就为稻田养鱼提供其它养鱼水域所没有的大量有机质和肥源。

③肥料 亩产500公斤水稻需氮、磷、钾分别为8—12.5、4—7.5、9—18公斤。目前，三明市亩产500公斤水稻的施肥量为碳铵75公斤，过钙30公斤，有机肥800公斤。其中挥发部分，被当季水稻吸收1/3，还有一半左右被土壤吸收和溶解于水中，成为田间饵料生物的营养分。这是稻田养鱼的主要肥料来源。

3. 饵料生物 稻田生态环境中，除水稻及鱼之外，此外大量饵料生物。

①杂草 据宁化点调查，田间水生维管束植物有25科43种，晚季未养鱼田的生物量于收割前、烤田后和灌浆期等三次测定平均达403公斤/亩，其多数种类为鱼类适口饵料。

②浮游生物 其种类和数量均比池塘少。据建宁点调查，浮游植物有6门61属，其中硅藻门20属，绿藻门29属，蓝藻门、裸藻门各5属，金藻门、甲藻门各1属。浮游动物有16种，其中原生动物3种，轮虫类10种，枝角类1种，挠足类2种。浮游植物量为15—65万个/升，浮游动物量为900—2800个/升。同时，由于水稻施肥采用“攻头、保尾、

控中”的方法，使稻田早期浮游生物暴长，其生物量达75—118.7毫克/升，比池塘高4—6倍（陈英鸿，1983）。适合鱼苗早期以浮游生物为饵料的要求。

③底栖动物 据建宁点调查，有22种，其中水生昆虫及其幼虫17种，腹足类3种，环形动物2种。这些都是鱼类良好的饵料。据宁化点测定，其生物量达7.28公斤/亩。

④有机腐屑及细菌 稻田中的有机腐屑，在鱼胃内含物中出现率最高。据建宁点解剖42尾鲤鱼，鱼胃内都有有机碎屑，而且在内含物中所占的比重最高。同时1克有机腐屑（湿重）中有450亿个细菌，重量约为有机腐屑的5%。菌体含蛋白质量高，它不仅为浮游动物、底栖动物所摄食，也被鱼类直接摄食，对于提高田鱼产量起着重要的作用。

4. 病虫害敌害 稻田养鱼至今很少发现鱼病。主要是稻田水质清新，含氧量较池塘高，放养密度稀，鱼类摄食天然饵料较多，鱼体健壮，抗病力强，同时稻田病原体少。据韩先朴调查，稻田水中细菌数为4100个/毫升，鱼池水中为8800个/毫升，稻田低1.15倍。其中致病菌稻田比池塘低1.6倍，鱼体表细菌数，稻田与池塘差不多，但鳃的细菌数，稻田为1850个/毫升，比鱼池1.6万个/毫升少7.6倍。所以稻田养鱼是生态防病，尤其是预防草鱼病的有效方法。

但是稻田水浅，鱼类逃避敌害余地小，田中水蜈蚣、蚂蟥，以及鸟、蛇、蛙、鼠、水獭等敌害较多。同时由于田埂单薄、鼠、鳝钻洞，易引起田埂崩塌，洪水溢顶逃鱼，所以成活率不高。

根据上述调查分析，稻田中的有机质、饵料生物可提供的天然鱼产力在20公斤以上。1983年宁化点稻鱼兼作养成鱼<sup>3</sup>28亩，亩均21.05公斤（未投饵），建宁点308.6亩稻鱼兼

作养成鱼，亩均18.8公斤（未投饵）。1985年宁化、永安2000亩稻田养鱼，亩均48公斤（投部分肥、草）。

上述分析及试验证明，稻田具有水质清新，饵料丰富，病害少的优点。因此，作为养鱼水域是适宜的，而且其天然鱼产力可达20公斤以上。但稻田也存在水浅、水质不稳、敌害多、易逃鱼等问题，必须加以妥善解决。

## 二

稻田养鱼之后，田鱼能够从以下4个方面促进水稻增产。

1. 除草保肥 稻田中杂草同样要吸收二氧化碳、水分、养分进行光合作用，成为水稻的竞争者。养鱼之后，鱼在田中不停地吃草，适温时，草鱼食草量为体重30—50%。1龄鲤鱼1昼夜可摄食稗草种子25克（约4千粒），较好地消灭和抑制杂草。据宁化点晚季3次测定，养鱼田杂草量平均为161.7克/米<sup>2</sup>，对照田为604克/米<sup>2</sup>，相差2.74倍。永安点测定，晚季养过鱼的轮作田，杂草量为23.3株/米<sup>2</sup>，对照田为137.1株/米<sup>2</sup>，相差4.48倍。以宁化点为例，晚季养鱼田杂草量比对照田减少295公斤/亩，若按几种维管束植物需氮量平均值3.3%计算（罗远忠，1983），可保纯氮9.74公斤。同时鱼类除草具有人工不可比拟的经常性和彻底性。

2. 积肥增肥 鱼类摄食饵料，通过新陈代谢，将废物排泄至田中，如鱼吃杂草，只能消化利用30—40%，其余以粪便排回田中，起到积肥增肥作用。如果鱼的排泄量平均为体重的2%（曾和期，1979），未投饵的兼作养鱼田以亩产21公斤（宁化点产量），平均存田为10.5公斤，饲养130天计，则排出粪便达37.8公斤。轮作养鱼田以亩产123公斤（永

安点产量)、平均存田鱼为61.5公斤,饲养120天计,排出粪便147公斤。据分析草鱼粪含氮1.102%,磷酸0.425%(廖国璋,1980),则兼作养鱼田鱼排出粪便相当于2.1公斤硫酸铵,0.9公斤过钙,轮作养鱼田鱼排出粪便相当于8.1公斤硫酸铵,3.5公斤过钙。

据1982年永安点土壤化验,轮作养鱼田比对照田有机质含量增0.57%,全氮增0.033%,全磷增0.001%;1984年宁化点土壤化验,兼作养鱼田比对照田有机质增加0.09%,全氮增0.044%,全磷增0.038%,碱解氮增22ppm,速效磷增2ppm。同时该点的水质化验也呈现同样结果,养鱼田比对照田有机耗氧量增7.49毫克/升,铵态氮增0.14毫克/升,磷酸盐增0.032毫克/升。

**3. 松土促肥** 水稻土在淹水情况下,有机质分解得比较慢,腐植化程度高,肥效较稳长,养分损失少。但如果长期淹水,土壤还原性加强,有机质进行嫌气分解,则产生多种有机酸,影响稻根呼吸及养分吸收;还原性更强时,还会产生甲烷、硫化氢等毒害稻根。因此,必须进行中耕晒田才能增加土壤的氧化性,抑制还原物质的形成,保证水稻的正常生长。

当稻田养鱼之后,由于鱼群的觅食翻钻,增加了水与空气的接触,亦增加了水中溶氧,由于氧气的扩散,也增加了土壤中的氧气。同时鱼的翻钻,将耕作层中的氧化亚层和还原亚层搅匀,促进有机质的分解,有利稻根的呼吸及生长。

此外,由于稻根吸收养分,常使周围养分浓度降低,只有借助土壤的渗透,高养分的水,才能向根部移动,但其速度十分缓慢。当鱼在水中移动和田面翻钻时,将水体养分搅

匀，加快土壤养分的渗透，使稻根能更好地吸收养分。

4. 灭虫保收 鱼能够吃掉多种农业害虫，如稻飞虱，浮尘子，当它们掉落水中时，即成了鱼的好饲料。一部分害虫，如螟虫、稻螟蛉、食根金花虫、稻象鼻虫要经水体再危害水稻，在水中易被鱼吃掉。还有一些病菌，如纹枯病的菌核，也能为鱼类所吞食。宁化点1984年定点调查，养鱼田比对照田的浮尘子、稻飞虱减少16.1%，三化螟减少17.3%，纹枯病减少52%。建宁点1985年调查，养鱼田纹枯病减少28—51.4%，枯心苗减少15—32%，稻飞虱减少70—83.8%。这既可减少农药用量，又保护了水稻的生长。

由于上述原因，稻田养鱼之后，稻谷产量普遍获得增产。宁化点1984年对兼作养鱼田考种，养鱼田比对照田株高增加2.19%，有效穗增加19.95%，谷粒数增加9.02%，结实率增加2%，千粒重增加3.6%，实割测产增7.14%。永安点1983年对轮作养鱼田考种，养鱼田比对照田株高增5.86%，有效穗增11.81%，谷粒数增1.6%，结实率增0.43%，千粒重增2.12%，实割测产增18.32%。

### 三

综上所述，稻田作为水稻种植及鱼类饲养的生态环境是适宜的。当稻田养鱼之后，鱼摄食了除水稻之外的其他饵料生物及有机腐屑，把稻田中本来要外溢的能量和物质截获下来，转化成人们需要的动物蛋白——鱼。同时，鱼把原来危害水稻的害虫，与稻争肥、争光的杂草消灭掉（还摄食其它饵料），并以粪便形式排回田中；鱼的游动翻钻，改善了土壤的通气性和肥分的分布，因此能促稻增产。

稻田养鱼在施化肥、农药、晒田、转季方面，稻、鱼是

有矛盾的。但近年来由于采用开挖鱼沟、鱼坑，推广“全层施肥”，施高效、低毒、低残留农药等措施，基本上解决了这一矛盾。

稻田作为养鱼水域，还存在水浅、水的交换量大、水质不稳、敌害多和容易逃鱼等问题。这些需要不断改进水稻栽培技术和鱼类养殖方法，提高稻田养鱼科学技术水平，从而更好地发挥稻田养鱼的经济、社会、生态效益。

## 红萍氮在稻萍鱼体系中的有效性

刘中柱 翁伯琦 陈炳煥 唐建阳

福建省农科院红萍研究中心

红萍年固氮量达243—402公斤氮/公顷，且其粗蛋白含量达25%，是稻田优良的肥料和动物的饵料（刘中柱等，1986；I. Watanabe, 1981）。我国农民在农牧业生产上早有养用红萍的传统习惯。水田建立稻萍鱼体系，旨在将传统的稻田养鱼和养萍二种农作实践合理结合，使诸生物因子共生互利，提高稻田生产经济效益。近年的田间试验结果业已表明：在稻萍鱼共生中，以萍喂鱼，鱼粪肥田，除了保证水稻正常产量外，其鲜鱼年产量可达40—60公斤/亩，而且大大改善稻田生态环境（刘中柱，1988；刘浩官等1986）。然而，红萍氮素在共生体系中怎样发挥作用？其循环途径与利用效率如何？这无疑是一些研究者所极为关注的。目前稻田营养元素循环的研究日趋深入，黄振雄等（1981）和武冠云（1982）曾分别探讨了南方和北方农田生态系统中氮、磷、钾等养分平衡状况，秦祖平等（1988）曾研究了稻麦轮作制中营养元素的循环。近年来，我们着眼于稻萍鱼共生体系氮素循环状况，应用 $^{15}\text{N}$ 示踪技术，详细探讨鱼类吸收利用红萍氮素以及鱼粪供氮对水稻生长的影响，研究对鱼、水稻生长均有益的使用红萍的方法，综合评价稻萍鱼共生系统中红萍氮素循环效率，力求对今后农田生产中更为合理应用红萍，促

进稻田生态系统功能发挥提供参考依据。

## 一、材料与方 法

1. 水稻品种 1985、1986、1987 年早季分别选用 Nr04, 福引 1 号, 闽科早 1 号水稻为小区试验品种。

2. 试验鱼种 选用尼罗罗非鱼和草鱼作室内消化率试验鱼种。尼罗罗非鱼为大田小区试验鱼种, 鱼苗投放量为 680 尾/亩。

3. 供试红萍与  $^{15}\text{N}$  标记方法 选用卡洲萍 (*A. caranibinana*) 作肥料、饵料。红萍预先在小水泥池内用 50% 原子超的 ( $^{15}\text{NH}$ )<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液标记培养 12 天。 $^{15}\text{N}$  肥料分 6 次添加, 而每次添加的  $^{15}\text{N}$  浓度为 20ppm, 当标记结束时, 溶液中  $^{15}\text{N}$  累加浓度不超过 100ppm, 12 天后, 萍体约增产 1 倍, 萍体的  $^{15}\text{N}\%$  原子超约为 5.7—6.1%。

4. 试验处理 室内饲养试验, 主要测定 2 种鱼对红萍 N 素消化吸收率。草鱼和尼罗罗非鱼放养在特制的具有通气设备的鱼缸中, 以  $^{15}\text{N}$ —红萍喂养 1—9 天后, 分别取鱼体、鱼粪、水液和残留红萍样品, 并测定各样品含氮量和  $^{15}\text{N}$  丰度变化。田间小区试验处理详见表 1。红萍翻压入土作肥料为常规耕作模式, 稻田养鱼并结合养萍为共生系统模式, 并设立不施用红萍处理为对照区。测定小区面积为 20 平方米, 同位素微区面积为 1 平方米。供试小区土壤主要理化性质见表 2。

5. 测定方法 各种样品含氮量均按凯式法测定, 而各种样品中  $^{15}\text{N}$  丰度则使用本中心 Delta-F 质谱仪测定。

表1 田间小区试验处理内容

年份	处理代号	红萍N kgN/亩	处 理 内 容	磷钾基肥用量
1985	CK	0	不施红萍对照区。	30公斤/亩过钙
	RA	60	1/2总量红萍作基肥(插秧前一天压施)1/2总量红萍作追肥	
	RAF	60	全部红萍分期投入作鱼的饵料。	10公斤/亩氯化钾
1986	CK	0	同 上	同 上
	RA	60		
	RAF	60		
1987	CK	0	不施红萍对照区。	同 上
	RA	60	1/2总量红萍作基肥(插秧前一天压施)1/2总量红萍作追肥	
	RAF	60	1/2总量红萍作基肥(插秧前一天压施)1/2总量红萍作饵料	

表2 供试小区土壤基本性质\*

项 目	年 份	1985	1986	1987
	地 点	红萍中心	院稻麦所	院稻麦所
NH <sub>4</sub> -N (ppm)		27.07	28.72	30.27
全N (%)		0.103	0.123	0.148
有机质 (%)		1.71	1.80	1.92
阳离子交换量 (毫克当量/100克)		8.08	8.67	8.40
代换性钾 (毫克当量/100克)		0.181	0.180	0.19
有效磷 (ppm)		67	78	71
土壤质地		粉砂泥土	粘壤土	重质壤土

\* 土壤取自0—20厘米土层

## 二、结果与讨论

### 1. 红萍作饵料对鱼体生长的有效性

(1) 鱼体对红萍氮素的吸收和输送 在稻田中草食性和杂食性鱼类可摄食红萍。草鱼和尼罗罗非鱼日耗萍量分别达其鱼体自重的50—60%和35—40%。试验结果表明:在消化过程中萍体氮素首先被鱼体内器官吸收,然后输送到肌肉中,尼罗罗非鱼摄食红萍18—96小时后,鱼体中的肠、胃、肝各部位的 $^{15}\text{N}$ 回收率分别从10.3%、1.64%和2.36%降至0.97%、0.24%和0.68% (表3),与此相似,以 $^{15}\text{N}$ —红萍喂养草鱼3、6、9天后肌肉中的 $^{15}\text{N}$ 回收率均分别明显高于内部其他器官(表4)。尼罗罗非鱼和草鱼中不同器官具有较高的 $^{15}\text{N}$ 丰度,这一事实表明:鱼摄食红萍后,一部分氮素可直接转化为动物蛋白,而另一部分氮素( $^{15}\text{N}$ )首先被肠子吸收,然后通过血液输送营养物质,最后转化肌肉蛋白。以萍喂鱼,经过消化吸收和累积,尼罗罗非鱼和草鱼的 $^{15}\text{N}$ 总回收率为24.6—29.2%和29.79—50.08%,而其中肌肉中 $^{15}\text{N}$ 回收率最高。

(2) 鱼体中红萍氮素转化与排泄 明确了鱼体各器官中 $^{15}\text{N}$ 分布后,很有必要了解鱼摄食红萍后 $^{15}\text{N}$ 的去向,试验结果表明:尼罗罗非鱼摄食 $^{15}\text{N}$ —红萍96小时后,排出粪便中 $^{15}\text{N}$ 丰度约为2.135—3.843%,与投作饵料的原始红萍相比丰度低的多(5.36—6.42%), $^{15}\text{N}$ 丰度低的原因大概是由于稀释作用所致。经计算后表明:鱼粪中所含 $^{15}\text{N}$ 量约占投放红萍饵料中 $^{15}\text{N}$ 总量的30%(表5、表6),其余30%的红萍氮素可能是以尿液以及其它分泌物的形式排出体外。以 $^{15}\text{N}$ —红萍用作草鱼饵料试验表明:试验周期分别为3、6、9

表3 红萍喂养尼罗罗非鱼18和96小时后各器官对红萍<sup>15</sup>N的回收率

(单位: <sup>15</sup>N%)

试验周期	骨	头	肉	鳞	脑	卵	肠	胃	肝	心	血	脾	胆	鳃	合计
18小时	—	—	6.34	—	—	—	10.80	1.62	2.36	0.064	0.455	0.28	0.22	2.96	24.62
92小时	3.22	3.74	15.1	0.35	0.05	1.31	0.97	0.24	0.68	0.035	0.60	0.06	0.24	1.35	29.20

表4 红萍喂养草鱼3、6、9天后各器官对红萍<sup>15</sup>N的回收率

(单位: <sup>15</sup>N%)

试验周期	鳃	头	肉	鳞	骨	脑	肠	肾	肝	心	血	脾	胆	鳃	肠内物	合计
3天	1.68	7.93	17.24	1.06	1.61	0.06	5.61	0.43	2.00	0.11	0.45	0.20	0.08	6.26	9.60	50.08
6天	1.37	7.79	12.22	0.72	1.72	0.06	4.15	0.41	1.43	0.07	0.16	0.16	0.04	2.27	2.06	35.10
9天	0.99	4.16	11.16	1.33	1.24	0.04	3.74	0.77	0.94	0.06	0.30	0.23	0.08	2.42	2.33	29.79

表 5 尼罗罗非鱼鱼粪中的N与饵料N的关系

试验 周期	红萍全N (毫克)	鱼粪全N (毫克)	鱼粪N/红萍N (%)	鱼粪中来自红萍的N素 (%)
18小时	13.07	3.89	29.8	14.2
96小时	453.00	122.11	27.0	17.58

表 6 红萍喂养草鱼 3、6、9 天后红萍<sup>15</sup>N回收率(%)

试验周期	鱼 体	鱼 粪	养鱼水液	合 计
3 天	50.08	20.28	9.90	80.26
6 天	35.10	32.75	11.19	79.04
9 天	29.79	32.69	13.83	76.31

天时, 鱼体中<sup>15</sup>N回收率则分别为50.08%、35.10%、29.79%, 鱼粪中<sup>15</sup>N回收率则依次是20.28%、32.75%、32.69%, 而养鱼水液中<sup>15</sup>N回收率则分别为9.90%、11.19%、13.83%。这一事实证实, 草鱼摄食红萍后, 在消化吸收过程约有11.6%<sup>15</sup>N量以分泌物的形式排出体外, 而吸收和排泄过程会损失21.5%红萍氮素, 其去向有待进一步研究。

(3) 红萍氮对鱼体生长的有效性 传统的稻田养鱼, 饵料丰缺与品质是限制鱼体生长的重要因素之一, 应用红萍作饵料, 其效益甚佳。3年的田间小区试验结果表明, 稻田养鱼, 以萍喂鱼, 在70—80天放养期内, 鱼体增长率约为41.2—48.03% (表7)。

表 7 红萍N对鱼生长的效力

年 季	放养周期 (天)	耗萍量 (公斤N/公顷)	鱼苗规格 (克/条)	鱼苗重量 (克/条)	鱼产量 (克/条)	增长率 (%)
1985/早季	70	60	75.65	75.65	111.95	48.03
1986/早季	74	60	50.00	50	74.6	49.20
1987/早季	78	60	25.00	25	35.3	41.20

2. 红萍不同利用方式对水稻生长的影响 从1986年早季分蘖追踪结果分析,以萍喂鱼,鱼粪肥田形式利用红萍,稻株的平均出蘖速度比红萍直接作肥料处理快,这个优势从水稻返青后就开始,且能维持到第25天止。1987年早季试验结果表明:以1/2总量红萍作基肥,1/2总量红萍作饵料处理,插秧后10天,水稻平均出蘖速度就展现出明显优势(图1)。直至最高分蘖止。这是由于红萍过腹还田,其N素能迅速发挥作用的结果。

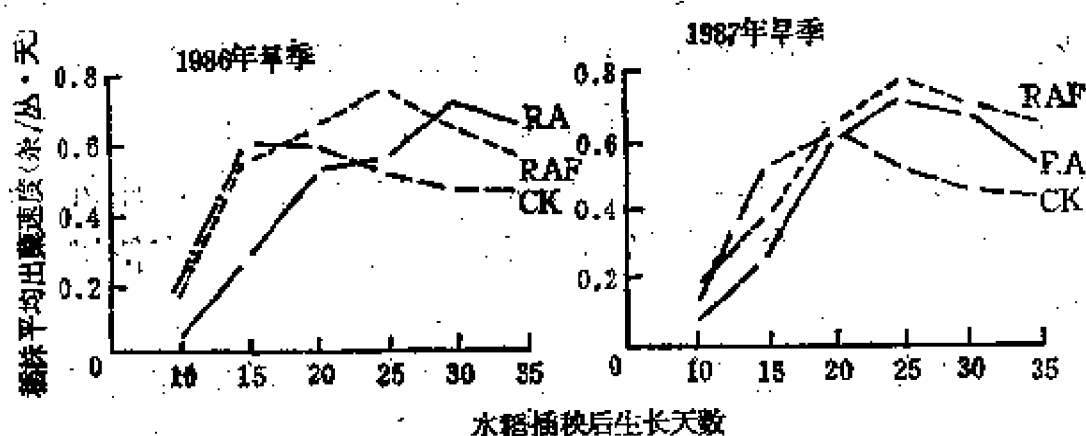


图 1 红萍不同利用方式对稻株平均分蘖速度的影响

表 8 表明, 1986年早季以全部红萍作饵料处理, 稻株分蘖后成穗总数不及红萍作肥料处理, 尤其是以插秧25天后的

分蘖茎的成穗数明显低。这反映了鱼类摄食红萍后排出鱼粪肥田,其供氮特点是“细水长流”,这种供肥状况不适应稻株分蘖后成穗需肥要求。1987年早季我们以1/2总量红萍作基肥,1/2总量红萍作饵料的利用红萍方式,就此可以改善对稻株分蘖后成穗的供肥状况,其成穗总数略高于红萍作肥料处理,而且水稻不同时期分蘖茎成穗状况基本趋于相同。这一现象表明:插秧前压施少量红萍作肥料,而大量的红萍作饵料,这样既可满足稻株生长前期和中期需肥要求,又可顾及鱼类饵料供应。尤其是早季,前期(4—5月)气温较低,鱼的食欲不强,红萍不宜过多,压施一部分红萍作肥料。6月份后,气温逐渐上升,鱼的食欲大增,此时充足的红萍有利于鱼体生长。表9表明:红萍全部作肥料与全部作饵料处理以及肥料和饵料结合的利用方式其每穗平均粒数几乎相同。这反映了以这些不同方式利用红萍,其萍体氮素对水稻粒籽生长的效应相近。

表8 红萍不同利用方式对水稻各出生期蘖茎成穗状况影响  
(单位:万/亩)

年 季	红萍利用方式 (60公斤N/公顷)	主 茎 穗 数	不同时期出生的茎蘖成穗数					合 计
			插秧后生长天数(天)					
			15	20	25	30	35	
1986 早季	1/2作基肥 1/2作追肥	7.33	0	5.0	7.33	4.0	3.33	26.99
	全部作饵料	8.00	0.67	10.33	4.67	1.00	0	24.67
	不施红萍 (对照)	7.33	0.33	6.00	4.33	1.33	0	19.32
1987 早季	1/2作基肥 1/2作追肥	7.86	2.52	8.41	6.35	2.28	0.41	27.83
	1/2作基肥 1/2作饵料	8.20	0.82	9.86	6.75	3.00	0.23	28.86
	不施红萍 (对照)	7.42	0.95	5.92	4.42	2.04	0	20.15

**表 9 红萍不同利用方式对水稻各时期蘖茎  
成穗每穗平均粒数变化影响**

年  季	红萍利用方式  (60公斤N/公顷)	主 茎 穗 粒 数	不同时期出生茎蘖成穗后穗粒数					平均数
			生        长        天        数					
			15	20	25	30	35	
1986  旱季	1/2作基肥 1/2作追肥	97.1	0	96.2	73.9	64.2	59.6	78.20
	全部作饵料	10.43	97.0	82.2	54.3	63.7	0	80.86
	不施红萍（对照）	93.7	84.0	69.6	68.1	58.3	0	74.74
1987  旱季	1/2作基肥 1/2作追肥	102.1	94.2	84.6	71.4	60.5	40.4	75.53
	1/2作基肥 1/2作饵料	110.2	103.0	88.2	60.3	69.7	48.9	79.95
	不施红萍（对照）	98.1	83.5	70.4	61.8	51.1	0	72.98

**3. 红萍不同利用方式对水稻产量的影响** 图 2 表明: 1985和1986年早季以全部红萍作肥料处理, 其稻谷产量与全部红萍作饵料相近, 且它们均明显高于不施红萍的对照区。而1987年早季以1/2总量红萍作基肥, 1/2总量红萍作饵料处理, 其早季产量仍与全部作肥料处理相近。值得注意的是, 以肥料和饵料相结合的处理, 其第二季的残留氮素对水稻产量效应则优于红萍全部作肥料处理(图3)。以萍喂鱼, 鱼粪肥田, 尽管其对水稻生长供氮量不及红萍全部作肥料处理, 但由于稻田养鱼, 鱼类游动能明显提高溶氧量, 且能减少病虫害, 改善稻田生态环境, 同时鱼所排泄的鱼粪便富含有效养分能直接而迅速为水稻吸收利用, 所以有益促进水稻生长。

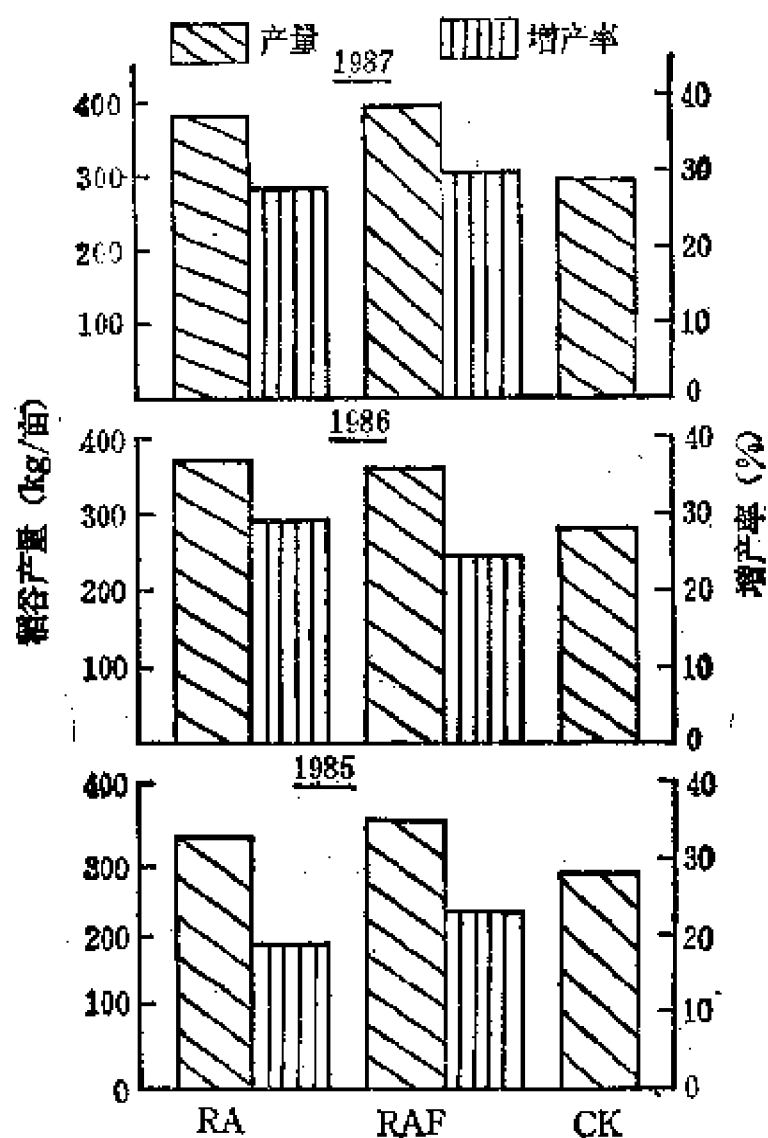


图2 红萍不同利用方式对当季稻谷产量的影响

4. 红萍不同利用方式对萍体氮素利用效率的影响 田间 $^{15}\text{N}$ 小区的试验结果表明：翻压红萍作肥料的传统方法，其萍体氮的利用率仅为30.84—36.10%，而且红萍作基肥用量适当，其 $^{15}\text{N}$ 利用率高，1985年和1986年早季翻压1/2总量红萍作基肥，其利用率高于1987年早季仅以1/2总量红萍作基肥处理（图4）。现已发现以改进施萍方法来提高萍体氮素利用率，收效甚小。然而，采用稻—萍—鱼共生系统的

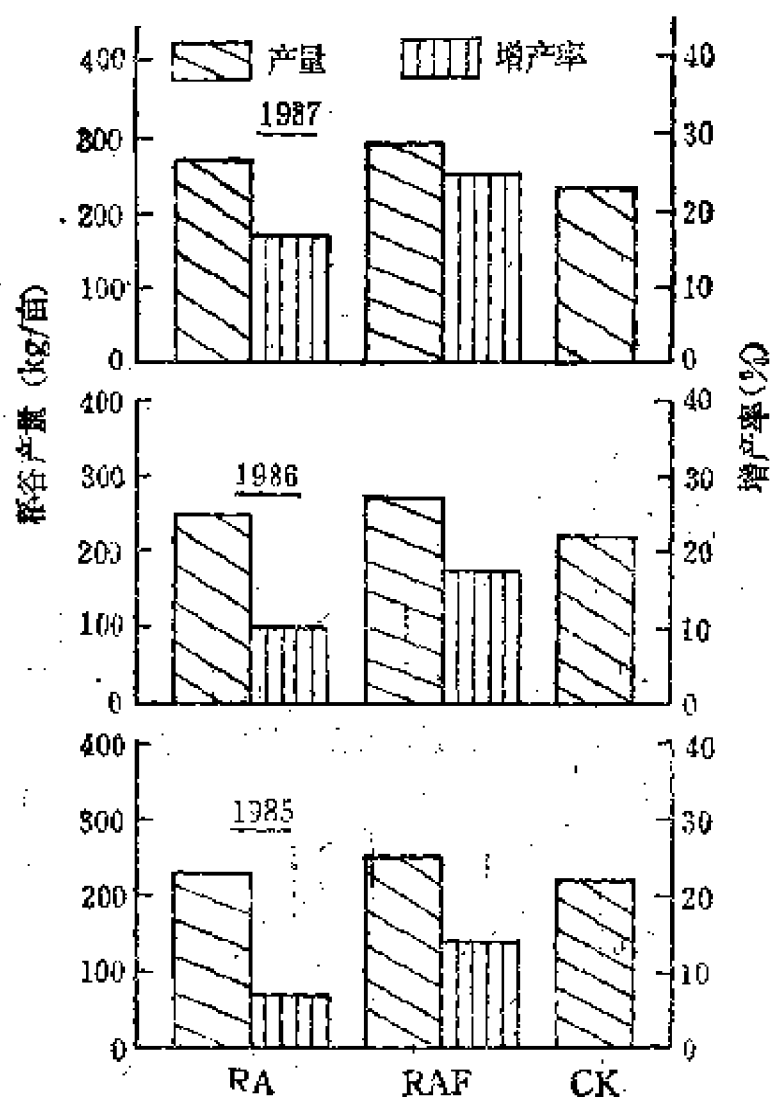


图3 红萍不同利用方式对晚季稻谷产量的残留效应

耕作法，有助于高纤维素含量的萍体通过鱼体这一消化环节而加速分解，过腹还田，间接腐解，循环利用，提高效率。我们的试验结果业已证实了，红萍作肥料和作饵料相结合，其当季氮利用率达46—49.5%，一般高于红萍单一作肥料处理10—18%。以萍喂鱼，鱼体氮素利用率可达20—26%，使红萍这一植物蛋白能有效地转化为动物蛋白，提高稻田生产的经济效益。鱼粪肥田并对水稻生长供氮，不仅当季效率高，而且第二季氮素残留效应也比红萍单一作肥料处理高近

4—5%。由于萍体氮素循环利用，多环节，高效率吸收红萍氮素，因而其损失率最低（表10），这充分显示了稻萍鱼共生体系的优越性。

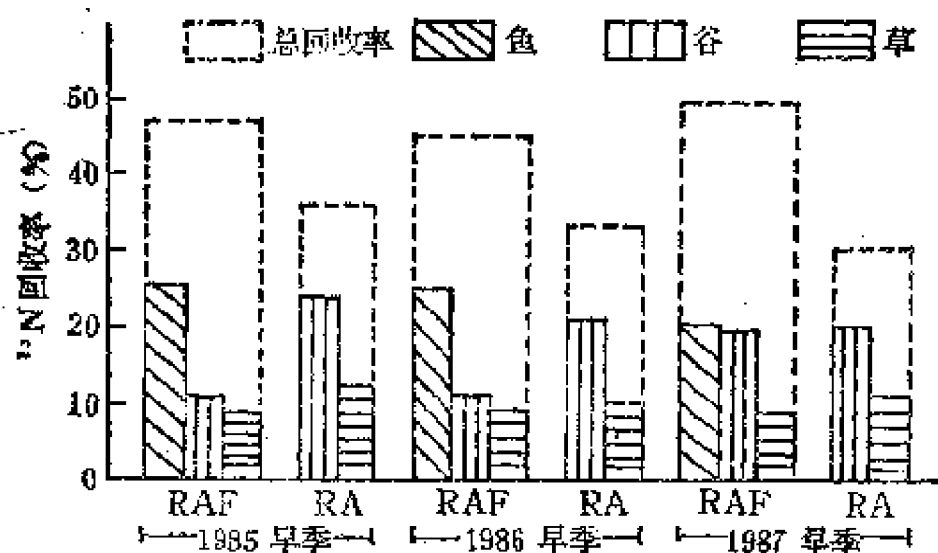


图4 红萍不同利用方式对水稻田诸生物<sup>15</sup>N回收率的影响

表10 以不同方式利用红萍其萍体氮素在稻田系统中去向

年 份	红萍利用方式 (80公斤N/公顷红萍)	<sup>15</sup> N回收率 (%)				损失率 (%)
		早 季		晚 季		
		鱼体	水稻	水稻	土壤	
1985	1/2作基肥1/2作追肥	—	36.10	4.50	28.92	30.48
	全部作饵料	26.32	20.00	7.83	21.23	24.63
1986	1/2作基肥1/2作追肥	—	31.92	4.28	30.50	33.30
	全部作饵料	25.45	19.79	8.39	20.72	25.65
1987	1/2作基肥1/2作追肥	—	30.84	6.60	30.32	33.24
	1/2作基肥1/2作饵料	20.72	28.91	9.64	20.21	20.52

# 稻萍鱼共生体系中甲胺磷的分布与残留

徐寅良

浙江农业大学原子核农学研究所

徐 永

浙江省农药检定管理所

陈德富

浙江省农业科学研究所土肥所

甲胺磷是一种高效高毒的有机磷杀虫剂，可以用来有效地控制一些水稻害虫，因此甲胺磷在南方水稻地区应用得相当广泛。当前，随着多种经营的发展，稻—萍—鱼共生体系比起单元或双元的系统来，具有更高的经济效益。本试验利用 $^{35}\text{S}$ -甲胺磷研究它在稻—萍—鱼模拟共生体系中的分布与残留，并且结合模拟共生体系研究了该农药在大田共生体系中的残留和分布，为该体系的扩大应用提供可靠的科学依据。

## 一、试验材料和方法

### 1. 供试材料

- ①供试水稻 早稻品种为四辐851，晚稻品种为秀水04。
- ②供试土壤 小粉土，pH7.1，有机质含量1.3%。
- ③供试鱼类 尼罗罗非鱼，体长4—6厘米。
- ④供试萍类 卡洲满江红。
- ⑤供试农药  $^{35}\text{S}$ -甲胺磷由浙江农业大学原子核农学研究所合成，比活度为5227dpm/ $\mu\text{g}$ ，放化纯度大于98%。

50%  $^{35}\text{S}$ -甲胺磷乳油配方为  $^{35}\text{S}$ -甲胺磷50%，甲醇47%，PP23%。50%甲胺磷乳油由杭州农药厂提供。

## 2. 试验设计

①模拟共生体系 在  $95 \times 69 \times 45$  厘米<sup>3</sup> (约1/1000亩) 的玻璃缸中，放入200公斤风干土 (土中拌入73.2克过磷酸钙，34.4克硫酸钾，68克硫酸铵作基肥)，加水后，静置几天，保持水面7—10厘米，然后插秧，移入鱼苗和萍。管理按一般大田水平，早稻收割时连根掘起，匀土后继续种植晚稻。

试验分三个处理。一个是早稻喷1次，晚稻喷2次，另一个是早稻喷2次，晚稻喷3次。喷药量每亩每次50克50%  $^{35}\text{S}$ -甲胺磷乳油 (1000倍稀释液)。最后一次喷药离收割日期：早稻为35天，晚稻为30天；另外一个处理是甲胺磷在模拟共生系统中的动态试验 (表1)。

表1 试验设计

处  理	噴药日期（月／日）						每 次  用药量  mg      g	总用药量  mg      g	取样日期（月／日）			
	早 稻		晚            稻						早 稻	晚            稻		
	6/16	6/26	8/20	8/30	9/30	10／14			7/30	10／30	11／14	
模拟共生体系	3 次		✓	✓		✓		50	150	✓	✓	
	5 次	✓	✓	✓	✓	✓		50	250	✓	✓	
	动态	✓						50	50	间隔	采样	
大田试验	8 次		✓		✓		✓	50	150	✓		✓
	5 次	✓	✓		✓	✓	✓	50	250	✓		✓

在早、晚稻收割时，挖取水稻，捕获鱼和萍，并取水和土样。水稻分稻草、谷壳和糙米等部位。鱼分全鱼及鳞、翅、头、骨、肉、鳃和内脏（包括内含物）等部位。分析样品每处理重复三个。

②大田试验 设计同①，每处理面积为1亩。

### 3. 样品制备与测量

①水样 20毫升水样加10克硫酸铵，用30、20、20毫升乙酸乙酯萃取3次，15毫升二氯甲烷萃取1次，合并萃取液，在旋转浓缩器上浓缩至2毫升，然后用乙酸乙酯转移定容至10毫升，吸1毫升于10毫升0.5%ppo的甲苯闪烁液中，在LKB-1217型液体闪烁计数器上测量<sup>35</sup>S-甲胺磷的dpm数，经本底和回收率校正后，换算成样品的浓度。

②土样 取10克土壤加30毫升水和10毫升甲醇，振荡半小时，过滤，取滤液20毫升，下同水样的分析方法。

③萍样 10克鲜萍加10克无水硫酸钠，40毫升乙酸乙酯在组织捣碎器中捣碎2分钟（6000转/分），捣碎液过装有3克活性炭—助滤剂545（1：4W/W）的布氏漏斗，残渣用25、20、20毫升乙酸乙酯洗涤。滤液在旋转浓缩器上浓缩至2毫升，定容至10毫升，吸1毫升测量。

④稻草 5克鲜稻草，加5克无水硫酸钠，40毫升乙酸乙酯捣碎提取，下同萍样的分析方法。

⑤糙米 10克米粉加3克硫酸铵，加10毫升甲醇及40毫升乙酸乙酯浸泡2小时后，振荡半小时，提取液过装有10克无水硫酸钠的玻璃漏斗，取滤液25毫升，在旋转浓缩器上浓缩至2毫升，定容至10毫升，吸1毫升测量。

⑥谷壳 同糙米。

⑦全鱼 5克鱼样加5克无水硫酸钠，加30毫升丙酮与

甲醇混合提取液（7 : 3 V/V），捣碎2分钟，过装有3克活性炭—助滤剂545的布氏漏斗，残渣用30、20、20毫升混合提取液洗涤3次，合并滤液，经旋转浓缩至2毫升，用乙酸乙酯定容至10毫升，吸1毫升测量。

大田试验中甲胺磷是在Perkin-Elmer公司的Sigma-2000型气相色谱仪（带氮磷检测器）上测定。

⑧色谱条件 固定液为2%Reoplex×400，担体为gaschromQ，色谱柱长1.2米，内径0.02米，柱温210℃，汽化室温度210℃，检测器温度210℃，在此条件下，甲胺磷峰的保留时间为0.96分钟。

<sup>35</sup>S-甲胺磷本底和回收率见表2，甲胺磷的气相色谱回收率见表3。

表2 <sup>35</sup>S-甲胺磷的回收率和本底

项目	样品量 (g/ml)	加入 <sup>35</sup> S- 甲胺磷量 (μg)	配成浓度 (ppm)	计数值 ( $\bar{x} \pm \sigma$ ) dpm	C. V (%)	回收率 (%)	本底 (dpm)
水	20	2	0.1	1030.4±32.2	3.1	95.7	76.5
	20	10	0.5	4837.1±74.5	1.5	92.5	76.6
土	10	1	0.1	318.6±30.9	9.7	88.9	97.0
	10	5	0.5	1302.6±54.6	4.2	93.7	97.0
萍	10	1	0.1	495.2±31.2	6.3	93.6	62.8
鱼	5	0.5	0.1	210.6±12.8	6.0	87.3	102.8
糙米	10	1	0.1	270.2±5.6	2.0	90.4	66.3
壳	10	1	0.1	279.3±15.4	5.5	88.3	80.2
稻草	5	0.5	0.1	309.4±11.2	3.6	94.6	91.0

表3 甲胺磷的气相色谱回收率

项 目	添加量 (ppm)	回收率 (%)	C.V (%)
鱼	0.5	81.3±3.81	4.7
	0.1	82.5±4.62	5.6
糙米	0.1	83.6±3.98	4.8
壳	0.1	82.4±3.30	4.6
稻草	0.5	86.2±2.72	3.4
土	0.1	87.1±3.52	4.0
萍	0.5	83.3±2.72	3.3

## 二、结果与讨论

1. 稻—萍—鱼共生体系中<sup>35</sup>S-甲胺磷的残留动态 每亩每次喷洒50克50%<sup>35</sup>S-甲胺磷乳油(1000倍稀释液)后,经不同时间间隔,在模拟共生体系中<sup>35</sup>S-甲胺磷的残留动态见表4。

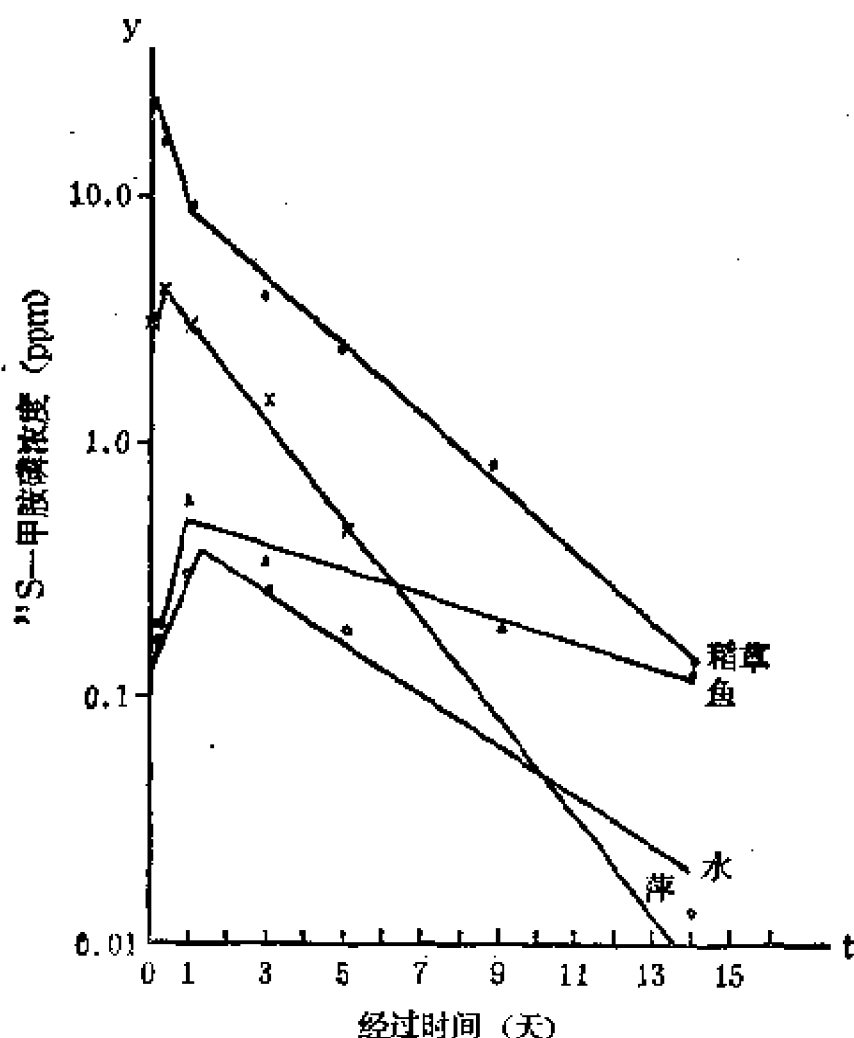
表4 <sup>35</sup>S-甲胺磷在模拟共生体系中的动态变化

(单位: ppm)

项目	经 过 时 间 (天)						
	0	0.25	1	3	5	9	14
水	0.132	0.164	0.303	0.259	0.184	0.072	0.013
土	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
鱼	0	0.187	0.606	0.328	—	0.178	0.127
萍	3.136	4.157	2.944	1.497	0.469	0.070	0.009
稻草	29.066	16.742	9.336	3.853	—	0.799	0.136

注: ND表示未检出

如果把残留量 $Y$  (ppm) 与经过时间 $t$  (天) 在半对数座标纸上作图, 可得到不同斜率的直线,  $^{35}\text{S}$ -甲胺磷在模拟共生体系中呈指数规律 $Y = Ae^{-t}$ 规律减少 (图)。



$^{35}\text{S}$ -甲胺磷在稻萍鱼共生体系中的残留动态

萍、水和鱼经 1 天左右的平衡后,  $^{35}\text{S}$ -甲胺磷的残留浓度均达到峰值, 分别为 4.157、0.303 和 0.606 ppm, 以后均呈指数规律减少, 其消失半衰期分别为 1.5、2.8 和 6.2 天。

稻草上甲胺磷的降解半衰期为 2.2 天, 在土壤中未能检测到甲胺磷的残留。

## 2. 甲胺磷在稻—萍—鱼共生体系中的残留 早、晚稻喷

洒 $^{35}\text{S}$ -甲胺磷后,收获时共生体系中测得的残留量列于表5。

表5 模拟共生体系中 $^{35}\text{S}$ -甲胺磷的残留

(单位: ppm)

部 位		水	萍	土	鱼	草	谷壳	糙米
处 理								
早稻	一次	0.002	ND*	ND	0.412	0.008	0.011	0.010
早稻	二次	0.004	ND	ND	0.552	0.036	0.034	0.010
晚稻	二次	痕量	ND	ND	0.212	0.006	0.176	0.014
晚稻	三次	痕量	ND	ND	0.400	0.122	0.346	0.043

\* ND表示未检出

从表5可以看出,早稻最后一次喷药后经35天,晚稻经30天,在水、土和萍体中,几乎都检测不到 $^{35}\text{S}$ -甲胺磷残留。模拟共生体系中,鱼体内有一定量的 $^{35}\text{S}$ -甲胺磷残留,早稻期为0.412—0.552ppm,晚稻期为0.212—0.400ppm,晚稻收获后鱼体中甲胺磷要比早稻收获后的鱼体的残留低,这种浓度的减小与鱼体重量的增加,即自然稀释有关。大田中未检出。

$^{35}\text{S}$ -甲胺磷在水稻各部位的残留有一定的差异,其中以谷壳最高,稻草次之,糙米中残留量最低。以晚稻喷洒3次为例,谷壳中达到0.346ppm,稻草中为0.122ppm,而糙米中只有0.043ppm。随着施药次数的增加,水稻各部位的残留量也有所增加。如早稻谷壳中,喷1次的为0.011ppm,喷2次的为0.034ppm,晚稻也同样。

根据FAO/WHO1985提出的甲胺磷的每日允许摄入量

(ADI) 为0.0006毫克/公斤体重, 及我国农业部1985年8月颁布的计算最大允许值推荐, 人体重量为65公斤, 每人每天食物摄入量为1.21公斤, 谷物的食物系数为0.41, 则糙米中最大允许限量 (MRL) 为 0.078ppm。与此对照, 我们认为在本试验条件下, 糙米中甲胺磷的残留量不会超过该推荐值。

大田试验中只在谷壳中测得 0.09—0.120ppm 的甲胺磷残留, 其它各构成单元均未检测出。

3. 糙米经过精白加工后, 可减少甲胺磷的残留 20克糙米经10分钟精白后, 得到数据见表 6。

表 6 精白米试验

部 位	项 目	重量 (g)	残留浓度 (ppm)	残留含量 (μg)	所占比例 (%)	总含量 (μg)	甲胺磷去除率 (%)
精白米		17.5	0.005	0.0875	41.18	0.2125	50
糠		2.5	0.050	0.1250	58.82		

由表 6 可见, 糙米经精白加工后, 可减少残留量。

4. <sup>35</sup>S-甲胺磷在鱼体中的分布 早稻施2次, 晚稻施3次甲胺磷后, 在模拟共生体系中鱼体内甲胺磷的残留量分布列于表 7。

从表 7 可以看出, 甲胺磷的残留浓度以内脏中浓度最高, 达到0.775ppm, 鳃和头部次之, 最低是鳞, 只有0.154ppm。从分配比例上看, 可食部位占26.91%, 非可食部位占73.09%。全鱼平均浓度为0.4ppm, 未超过甲胺磷在鱼中的最大允许限量值 (MRL为2.3ppm)。

表7  $^{35}\text{S}$ -甲胺磷在鱼体中的分布

部 位	项 目	重 量 (g)	浓 度 (ppm)	含 量 ( $\mu\text{g}$ )	所占比例 (%)
头		7.3204	0.525	3.8432	38.22
肉		10.5684	0.256	2.7055	26.91
内脏		2.6355	0.775	1.9650	19.54
鳃		1.1524	0.543	0.6268	6.22
骨		2.1360	0.291	0.6216	6.18
翅		0.8413	0.243	0.2044	2.03
鳞		0.5865	0.154	0.0903	0.90
全鱼		25.1388	0.400	10.0558	100.00

### 三、小 结

甲胺磷按照推荐用量(50克/亩·次)的情况下施药,早稻施2次,晚稻施3次,早、晚稻的安全间隔期分别为35、30天,则在模拟体系和大田共生体系中,甲胺磷在糙米中的残留量均没有超过最大允许限量值(MRL为0.078ppm)。甲胺磷在水稻上各部位的残留有一定量的差异,以谷壳中的残留最高,稻草次之,糙米中的残留量最低。在模拟共生体系中,鱼体中有一定量的甲胺磷残留,早稻期0.412—0.552 ppm(全鱼),晚稻期为0.212—0.400ppm(全鱼),也均未超过最大允许限量值(MRL为2.3ppm)。通过对全鱼分部位解剖分析发现,鱼可食部分占甲胺磷总残留的26.91%,非可食部分占73.09%。在大田共生体系中只在谷壳中测得有0.09—0.120ppm的残留,在其它各构成单元中都未能检测出。我们在稻—萍—鱼共生体系中,只要根据推用量,适当施用一些甲胺磷,对共生体系是不会构成严重的残留问题。

# 稻田养鱼灭蚊与防制疟疾的效果

吴 能 廖国厚 罗玉林 钟格梅

广西寄生虫病防治研究所

自1983年起连续5年开展了稻田养鱼的灭蚊效果调查研究, 1987年此项工作受到TDR的赞助(TDR IO-860320), 开始考虑到本方法的经济效益。本文就稻田养鱼灭蚊与防疟疾效果报告如下。

## 一、试验场所

研究现场设在广西东北部的全州县, 该县有可养鱼的稻田40余万亩, 占总稻田的80%。该县农民多于插秧后每亩田放养鲤鱼400—600尾, 另加草鱼数十至100尾。放养后不投加饲料, 管理粗放, 因此鱼的产量每亩仅10公斤左右。但由于养鱼后稻田杂草明显减少, 稻谷也有所增产, 故近年来这种农作制度日渐发展, 至1987年统计全县养鱼的稻田已达可养鱼稻田的一半, 多集中于村庄附近的稻田。

我们选择了全州县的一个孤立的村庄作为试验点, 研究稻田中蚊群密度的变化。该村共有稻田1900亩, 90%的水田均在插植中稻后即开始放养鱼苗, 水稻收割时, 鱼已长至100克左右, 可供食用或继续塘养。

## 二、试验方法

1. 稻田中蚊虫密度 该地区稻田中主要蚊种为中华按

蚊和三带喙库蚊，前者为本地的疟疾和马来丝虫的主要媒介，后者为日本脑炎的媒介。放鱼前(1个月)和放养后，每周进行一次密度调查，幼虫和成蚊分别在固定的稻田和村中固定牛栏中进行，并在不养鱼的村庄设置对照。

2. 蚊虫叮咬频率 采用人帐诱捕法，于日落后半小时开始，分别在实验村与对照村附近的田间诱捕。

3. 水中各龄期的幼(蛹)的构成比 将实验区和对照区全年各次幼虫头数分龄期累加，求出各龄期的构成比，再求出这种构成比在两区的差异。

4. 试点县的疟疾发病情况 我们调查了全州县近十年来稻田养鱼的发展速度以及全县境内内源性疟疾发病率，并和全区的数字进行比较。

### 三、效果与讨论

1. 稻田养鱼后，蚊子成、幼虫密度明显下降 图1、2，为稻田养鱼区的幼虫、成虫与对照区相比较所计算出

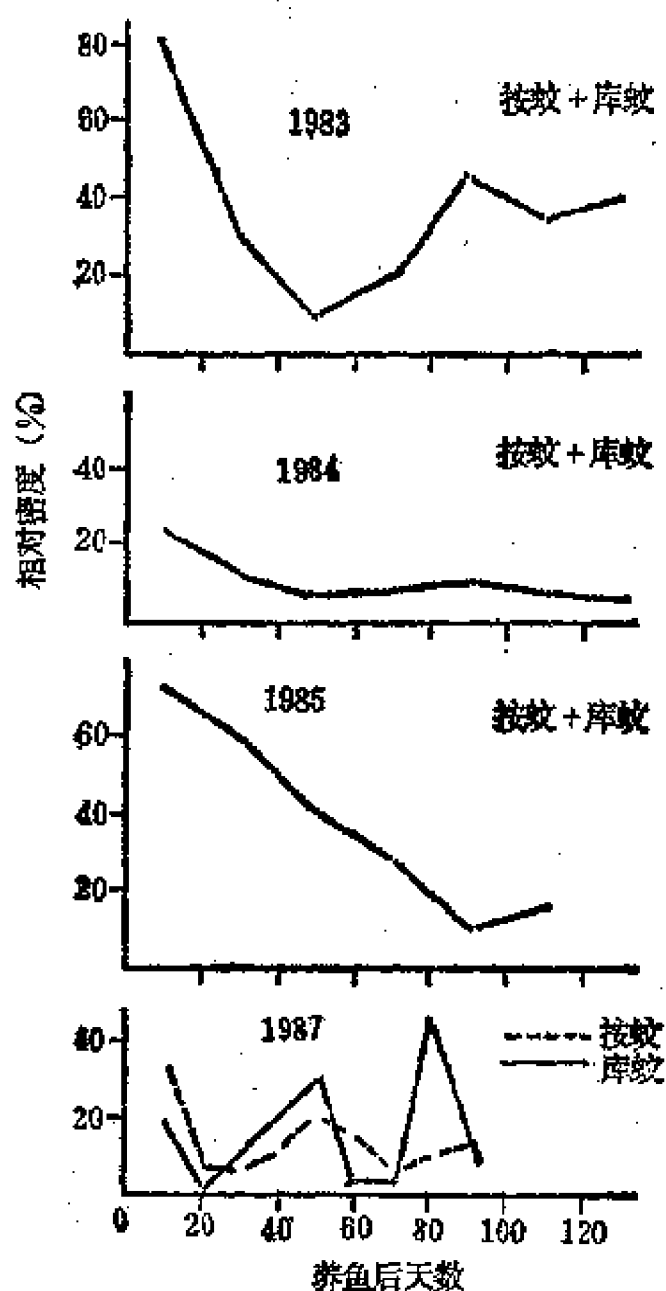


图1 稻田养鱼后田中蚊幼相对密度

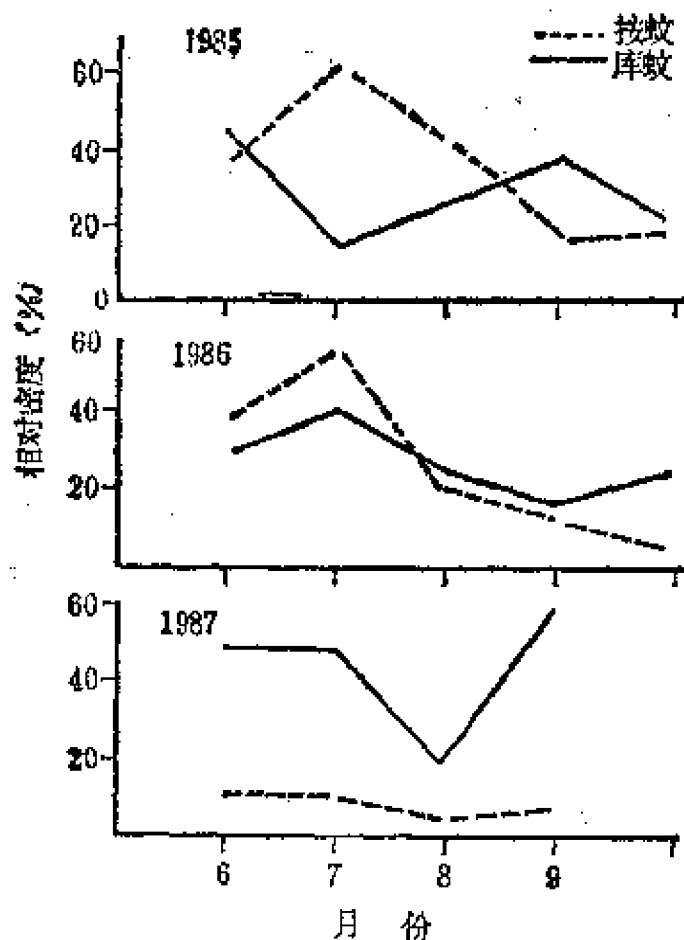


图2 稻田养鱼区牛栏内成蚊相对密度

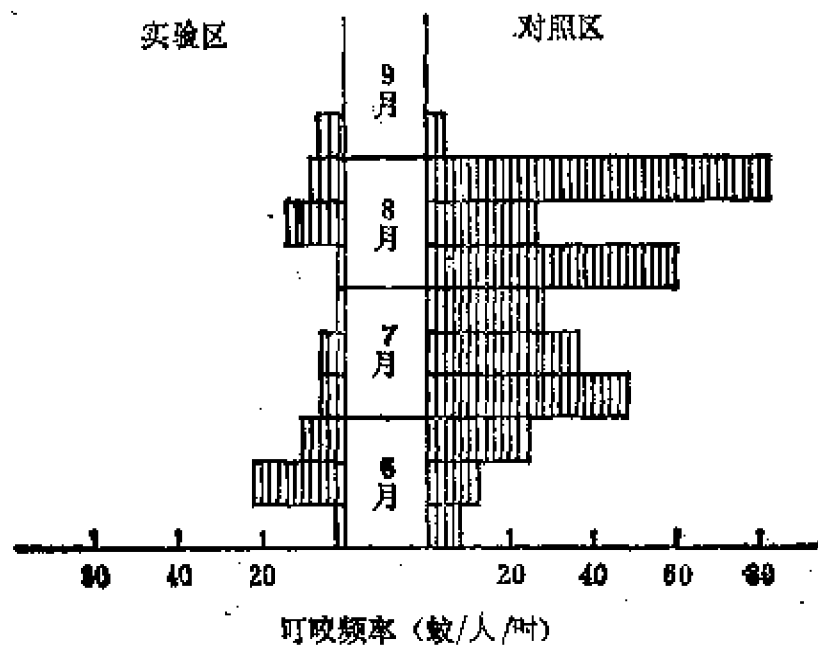


图3 叮咬频率的比较

的相对密度。数年来的资料均证明稻田养鱼后,成、幼虫的密度都明显降低(不养鱼时相对密度应为100%),同时经过2个地区蚊虫叮咬频率的比较(图3),也证明在大面积养鱼的地区,可以显著地减少人、蚊之间的接触,因而可能降低(或中断)疟疾的传播。

蚊子幼虫的自然死亡是密度制约型的，因此，一种防制方法的效果将部分地取决于造成死亡的阶段和程度对自然种群所产生的影响。进而言之，这种密度制约在蚊虫生活史中哪个阶段发生将是很重要的，如果天敌捕食作用发生在密度制约前期，则制约作用可以补偿种群早期的损失；若制约作用发生于制约后期，则无法补偿种群中的损失，这样将会大大影响成蚊的密度，根据图4的资料可以看出：在养鱼的稻田中老龄幼虫和蛹的组成比要比对照田低很多倍。这说明了稻田养鱼后，由于鱼喜捕食老龄幼虫和蛹，使蚊子种群的密度制约补偿不发挥作用，故而是一种有效的生物防制方法。

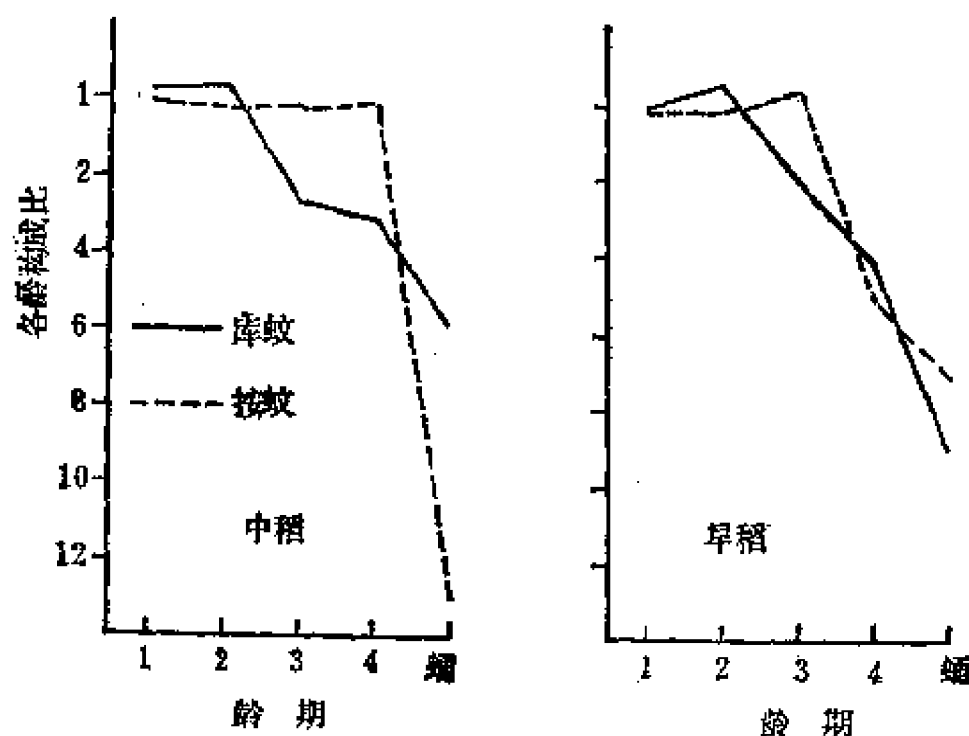


图4 稻田养鱼后幼虫龄期构成比

## 2. 养鱼稻田增加, 疟疾年发病率下降, 两者密切相关

作为蚊虫防制的最重要的评价之一，就是检验采取防制措施后，由于这种蚊子所引起的蚊媒病是否下降或得到控制，表

1 是全州县近10年内, 稻田养鱼面积的增长和内源性疟疾年发病率以及与全区内源性疟疾发病的比较。由表可以看出: 全州县稻田养鱼面积在逐渐增加时, 该县的疟疾年发病率也随之下降, 两者之间的相关系数  $-0.9225$ , 达到极显著标准。虽然全州在疟防工作中, 也采取了其它一些措施与全区各县一样(如传染源的监测与控制)但其相对数字仍比全区远远为低。

**表 1 全州县稻田养鱼面积与疟疾年发病率的关系**

年 度	养鱼稻田占总稻田 (%)	疟疾年发病率 (1 / 10万)	
		全 县	全 区
1978	0	11.6	6.6
1979	11	4.7	8.7
1980	25	2.4	23.7
1981	29	0.5	34.3
1982	35	0.6	35.4
1983	35	0.5	22.6
1984	34	0.4	14.0
1985	34	0.1	6.9
1986	43	0.1	6.5
1987	48	0.1	7.0

# 几种鱼类捕食蚊幼之比较

汪建国 倪达书

中国科学院水生生物研究所

记述捕食蚊幼的鱼类已有一百余种, 国外Hildbrand (1921) 提出利用柳条鱼(*Dambusia affinis*)防治蚊幼(孑孓, Mosquitoes Larvae)可获得很好的效果, Hora和Nair (1938) 观察了印度产的食蚊鱼(*Panchax panchax*) 在自然界灭蚊亦有很好的效果, 国内刘建康、张孝威(1944)及日人小宫义孝、大内正夫先后在重庆和上海等地对我国几种野生鱼类捕食孑孓的能力作了观察, 认为斗鱼(*Macropodus opercularis*, *M. sinensis*)、罗汉鱼(*Pseudorasbora parva*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)、金鱼均具有较佳的捕食能力; 陈建行、高恺(1959)利用鲤鱼(*Cyprinus carpio*)鱼苗捕食蚊幼效果也很好; 尔后, 成都市卫生防疫站(1979)利用鲤鱼和草鱼灭蚊, 河南省疟疾防治试点组(1976)结合农渔业生产进行稻田养鱼灭蚊效果观察。

尽管柳条鱼、食蚊鱼、斗鱼、罗汉鱼等的食蚊效果好, 但繁殖量小, 若大量供应则困难, 尤为重要的是这些鱼类没有什么经济价值, 故难以推广。

草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、异育银鲫(兴国红鲤♂ + 方正银鲫♀杂交子1代)和尼罗罗非鱼(*Tilapia nilotica*)捕食蚊幼能力的研究尚未正式报导。而且笔者认

为前人所作和世界卫生组织 (WHO) 规定的室内进行鱼类食蚊试验, 大多是事先将鱼饥饿 1—2 天, 然后再投喂蚊幼, 作为鱼捕食蚊幼的试验, 这种方法所证实的是鱼类在饥饿时的捕食量, 与自然情况下鱼类捕食蚊幼的食量是有很大的数量差异的, 为此进行了稻田常养的三种鱼在饥饿和自然两种情况下的捕食量有无差异的比较试验, 并实地考察了草鱼在中稻和二期晚稻田中对蚊幼密度的控制情况。

## 一、材料和方法

本研究分室内和室外两方面进行。

在鱼类饥饿状态下捕食和自然状态下捕食蚊幼的试验是在室内模拟进行的。将不同体长的材料鱼分别饲养于直径 40 厘米、盛水高度 20 厘米的圆形白磁桶内。作鱼类饥饿时捕食蚊幼的食量试验时, 待鱼适应新环境后, 停喂 24 小时再分批投喂蚊幼, 不投饵料; 作自然状态下鱼类捕食蚊幼的试验时, 试验鱼适应环境后同时投喂喜食的饵料和分批投喂蚊幼。均记录投进和未吃完的饵料重量以及捕食不同龄期蚊幼的数量。

养鱼和未养鱼稻田蚊幼密度的调查是采用 500 毫升的铝制勺子沿稻田田埂勾起 150 勺为一次采样量, 以玻璃吸管吸取所采蚊幼, 固定于盛 90% 酒精的胶木盖指管内, 分中华按蚊、三带喙库蚊和其他等三类计数。1984 年 7 月至 8 月在中稻田里每半月采样 1 次, 共 4 次; 1985 年, 二期晚稻田大面积的调查, 则根据稻田养鱼工作进行。采样时均记录气温、水温和田水的 pH 值。

中稻田蚊幼密度调查选择在湖北省沔阳县莲湖渔场, 该场有连片精养鱼池 866 亩和连片稻田 476.3 亩, 稻田周围备有 28.6 亩围沟。稻田分成 4 大块由 4 个养鱼队管理, 面积分别

为27.6亩、117.0亩、115.0亩、116.7亩。于这片稻田相邻的有80亩未养鱼稻田作对照田。该片稻田所种水稻品种不一,但均系中稻,行、株距为 $13 \times 20$ 厘米。养鱼稻田均不中耕除草,也不施肥,只是在出现病虫害时由各承包户喷洒农药。

1984年4月18日用五氯酚钠在全部养鱼稻田中消灭野杂鱼和蚂蝗等。各队共用4大块田周围的12.1亩直沟培养鱼苗。5月19日放草鱼苗110万尾,6月23日共收5厘米的草鱼夏花鱼种26万尾。6月下旬陆续放草鱼夏花39万尾、异育银鲫3万尾入稻田,每亩平均332尾,每平方米1—2尾。养鱼稻田备鱼沟,但无鱼溜,因为利用了稻田周围的大沟。不投喂饵料。

养草鱼种的二季晚稻田和对照二季晚稻田蚊幼密度的调查点选择在湖北省崇阳县。

## 二、结 果

从三种鱼的饥饿和正常状态下捕食蚊幼的情况看,在饥饿情况下鱼类捕食蚊幼的数量与正常状态下是有很大的差异的。草鱼在正常状态下捕食蚊幼的数量是饿食的73.4% (72.0—75.4%), 详见表1; 异育银鲫在正常状态下捕食蚊幼的数量是饿食的36.3% (36.1—36.5%), 详见表2; 尼罗罗非鱼在正常状态下捕食蚊幼的数量是饿食的32.5% (28.2—37.0%) 详见表3。这三种鱼的差异从大到小的顺序是,尼罗罗非鱼最大,异育银鲫次之,草鱼最次。在室内观察草鱼捕食蚊幼情况时,同时将浮萍和蚊幼投入试验桶内,草鱼总是先吃孑孓,后食浮萍。依食性分析,草鱼喜食浮萍,但更爱吃孑孓,这样即可说明为什么草鱼在正常状态下吞食蚊幼数量比异育银鲫和尼罗罗非鱼大的原因。

表1 草鱼在饥饿和正常状态下吞食蚊幼量

组别	材料鱼		24小时内 投饵料		24小时内摄食		24小时内 每尾鱼吞 食蚊幼 (条)	投饵组占饥 饿组食蚊率 (%)
	尾数	体长(厘米)	子叉 (条)	浮萍 (克)	子叉 (条)	浮萍 (克)		
投饵	10	4.66 (1.4寸)	3650	50	2360	9	236	75.4
饥饿	10	4.1—5.2	4000		3130		313	
投饵	10	4.66 (1.4寸)	3500	50	3363	8.5	336.3	72.0
饥饿	10	4.1—5.2	4800		4670		467	

表2 异育银鲫在饥饿和正常状态下吞食蚊幼量

组别	材 料 鱼		24小时 内投饵		24小时 内摄食		24小时内 每尾鱼吞 食蚊幼 (条)	投饵组占饥 饿组食蚊率 (%)
	尾数	体长(厘米)	子叉 (条)	鱼粉 (克)	子叉 (条)	鱼粉 (克)		
投饵	10	4.98 (1.5寸)	3000	14	742	11.6	74.2	36.8
饥饿	10		4000		2016		201.6	
投饵	9	4.98 (1.5寸)	2350	10	1290	2.0	143.3	36.1
饥饿	9		4000		3575		397.2	

从表2、表3可以看出,在投饵料情况下,异育银鲫和尼罗罗非鱼摄食鱼粉多,捕食蚊幼的数量就小,反之亦然。

从表1、表2和表3中还可以看出,尽管试验鱼的体长是草鱼最小、异育银鲫居中,尼罗罗非鱼最大,但摄食蚊幼的数量则不按鱼体大小成正相关关系,无论是饥饿组还是投食组的试验鱼捕食蚊幼的数量仍是草鱼最多,异育银鲫次之,

尼罗罗非鱼最小。

表 3 尼罗罗非鱼在饥饿和正常状态下吞食蚊幼量

组别	材 料 鱼		24小时内投饵		24小时内吞食		24小时内 每尾鱼吞 食蚊幼 (条)	投饵组占 饥饿组食 蚊率 (%)
	尾数	体长(厘米)	子叉 (条)	鱼粉 (克)	子叉 (条)	鱼粉 (克)		
投饵	10	4.4—6.0	2000		790		79	28.2
饥饿	10		5000		2802	2.05	230.2	
投饵	10	4.4—6.0	1500		1002		100.2	37.0
饥饿	10		3800		2709	1.85	270.9	

在证实鱼类摄食蚊幼数量的试验时发现，三次共投喂300条库蚊蚊幼，共检查到蚊幼呼吸管216只，其中在粪便中检查到呼吸管253只，在水中沉淀物内检查到呼吸管8只，实验数只占投喂蚊幼的87%。试验证明，检查鱼类摄食蚊幼的数量时，在粪便和水中沉淀物内检查以呼吸管计数时应将已检的数量再加上该数量的8—16%，才是鱼类真正捕食蚊幼的数量。也就是说，实际找到的蚊幼呼吸管只占鱼类摄食蚊幼的84—92%。

以稻田水深6厘米计，每亩(666平方米)稻田一般蓄水40立方米，也就是我们所采的铝勺8万勺。从稻田蚊幼密度调查(表4、表5)看，养鱼中稻田蚊幼的最高峰为每亩稻田24万条，而未养鱼中稻田每亩为40万条。未养鱼稻田蚊幼最少时每亩田有2667只，养鱼稻田则为零。试验证明，草鱼在稻田中可消灭蚊幼87.93%，每次调查结果是，养鱼稻田中的中华按蚊和三带喙库蚊的量较少。

表4 养草鱼种和未养草鱼种中稻田蚊幼密度调查

时 间	中 稻 田	中华按蚊 (条/150勺)	三带喙库蚊 (条/150勺)	其 他 (条/150勺)
1984. 7. 12	养鱼田	1 I.	1. I.	1
	未养鱼田	3 I. II. V.	2 I. II.	0
1984. 7. 25	养鱼田	1 I.	0	0
	未养鱼田	2 I. II.	0	1
1984. 8. 12	养鱼田	0	0	1
	未养鱼田	1 I.	2 I. I.	2
1984. 8. 24	养鱼田	0	0	1
	未养鱼田	2. I. I.	1 II.	0

表5 养草鱼种和未养鱼种二季晚稻田蚊幼密度调查

稻 田	地 点	调查的田块		中华按蚊	三带喙库蚊	其他
		块数	面积(亩)	条/150勺	条/150勺	条/150勺
养 鱼 田	崇阳县农业科学研究所	3	3.0			
	崇阳县台山乡蟹形村		5.2			
	崇阳县沙坪区霞星村		23.2		1 IV.	
	崇阳县沙坪区五港村		31.3			
	崇阳县桂口乡白骡村6组		6.3			
	崇阳县桂口乡白骡村9组		3.7			
	崇阳县青山镇南林村		38.6			
	崇阳县华陂乡太平村	4	6.7			
	崇阳县路口镇路口村9组	17	30.0			
未 养 鱼 田	崇阳县沙坪区白骡村		1.6	12 I. V.	3 II.	1 I.
	崇阳县青山镇南林村		1.3		2 IV. II.	3 IV. V. VI
	崇阳县路口镇路口村9组		1.7	2 II. IV.		2 I II

### 三、讨 论

草鱼在稻田中能除草、灭虫的作用,是异育银鲫和尼罗

罗非鱼不能相比的，加上其身体浑圆，更能适合于稻田浅水环境中生活，特别是具有较高的经济效益和社会效益，是稻田灭蚊养鱼值得提倡的鱼种。

在检查鱼类捕食蚊幼后的粪便中，唯有呼吸管是完整的，尽管蚊幼的头壳是几丁质的，但磨碎后分成了若干碎片，难以计数。然而，按蚊则无呼吸管，计算方法值得商榷。

尹孟杰等(1984)报导全长4.9厘米(1.5寸)的草鱼种1昼夜可捕食蚊幼141只，而我们投喂食料的每尾1.5寸草鱼1昼夜也能捕食蚊幼236只，比其数量大67%。他们报道的蚊幼每100只重0.218克，而我们试验用的每100只则为3.5克，是Ⅲ—Ⅳ龄期的蚊幼。

一般地说，稻田蚊幼在8月下旬到9月上、中旬是一个高峰，由于未养鱼田放水收稻，故调查只继续到8月下旬，但未见高峰出现，且密度不高。恐怕这与莲湖渔场的稻田离居民村较远，兼之池塘里亦养有鱼，使蚊子总密度不高有关。

#### 四、小 结

三种鱼在饥饿和正常状态下捕食蚊幼的数量有明显的差异。草鱼在正常状态下捕食蚊幼的数量是饿食的73.4%，异育银鲫在正常状态下捕食蚊幼的数量是饿食的36.3%，尼罗罗非鱼在正常状态下捕食蚊幼的数量是饿食的32.5%。

同样体长的草鱼、异育银鲫、尼罗罗非鱼捕食蚊幼的数量以草鱼最多，异育银鲫次之，尼罗罗非鱼最小。

稻田养草鱼可消灭蚊幼87.93%左右。按照室内捕食试验计算，则可全部消灭稻田蚊幼尚不能满足其食量所需，故仅从消灭蚊幼以改善农村卫生环境来看，则以放养草鱼为上策。

# 稻田养鱼对水稻生长发育的影响

李端富

周天生 吴 能

广西农学院

广西寄生虫病研究所

1987年晚季以来我们在广西农学院试验站对“垄稻沟鱼”进行了系统的研究，考核了稻田养鱼的经济、社会效益和学术价值，稻田养鱼对水稻的生长发育和产量的影响以及稻田养鱼的水稻栽培法。

经研究，初步摸索到了稻田养鱼、稻鱼共生的一些理论。从生理学观点看，稻鱼共生使稻田的生态系统从群体结构和功能上都得到发挥。鱼在稻田中吃杂草，食害虫，疏松土壤，提高土壤肥力，增加水中溶氧，提高水稻根系活力，鱼粪肥田，促进水稻生长发育，改善环境卫生，提高人们健康水平。

## 一、研究方法

试验田为中等肥力。拖拉机一犁二耙牛耨平。开沟起垄，垄宽50厘米，沟宽20厘米，沟深25厘米（垄面至沟底），垄长30米左右。垄上栽稻3行，行株距为17×13厘米，每蔸插4—5苗，栽稻面积为84%左右，鱼沟面积占16%左右，随机区组排列，3个处理，三次重复，共9个小区。小区面积0.3亩，试验区面积2.7亩，保护区0.6亩，小区间筑小田埂相隔，为防肥料渗透，田埂边用塑料薄膜踩至耕作

层。为防处理间的鱼互相跳溢,小区周围田埂上加桩,于桩上拉50厘米高的塑料薄膜屏障。水稻抽穗扬花之前适当饲喂,每产1公斤鱼投料0.11公斤,抽穗扬花之后停料,让鱼吃禾花。

每亩放鱼500尾,草鱼30尾,鲤鱼470尾,回收率80%。水稻施肥水平及田间管理与大田同。

## 二、结果与分析

1. 稻田养鱼对稻田土壤、田水肥力的影响 图1、2表明,稻田养鱼之后,土壤和田水中的氮、磷、钾含量均有

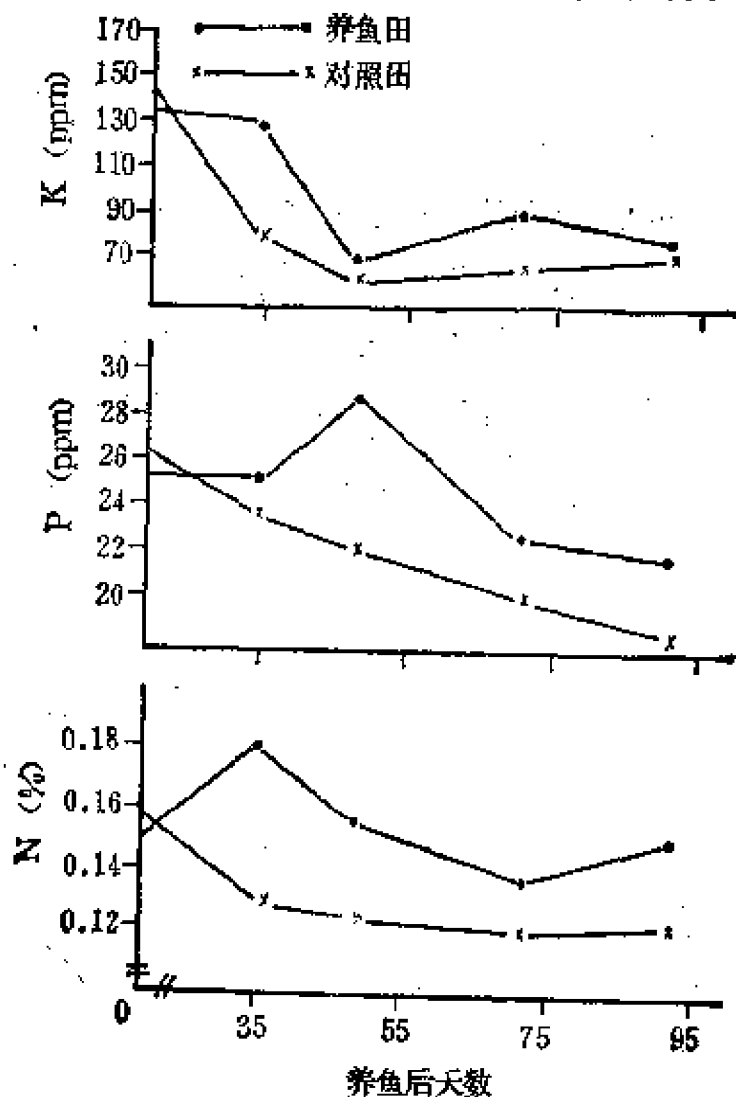


图1 稻田土壤氮磷钾含量

明显增加,而且,无论土壤或田水总氮的增加分别达到显著和极显著水准。稻田养鱼之后,稻田大量杂草、浮游植物等水稻的竞争者,变成稻田肥料,供水稻利用。土壤的理化性状得到了迅速的改善。

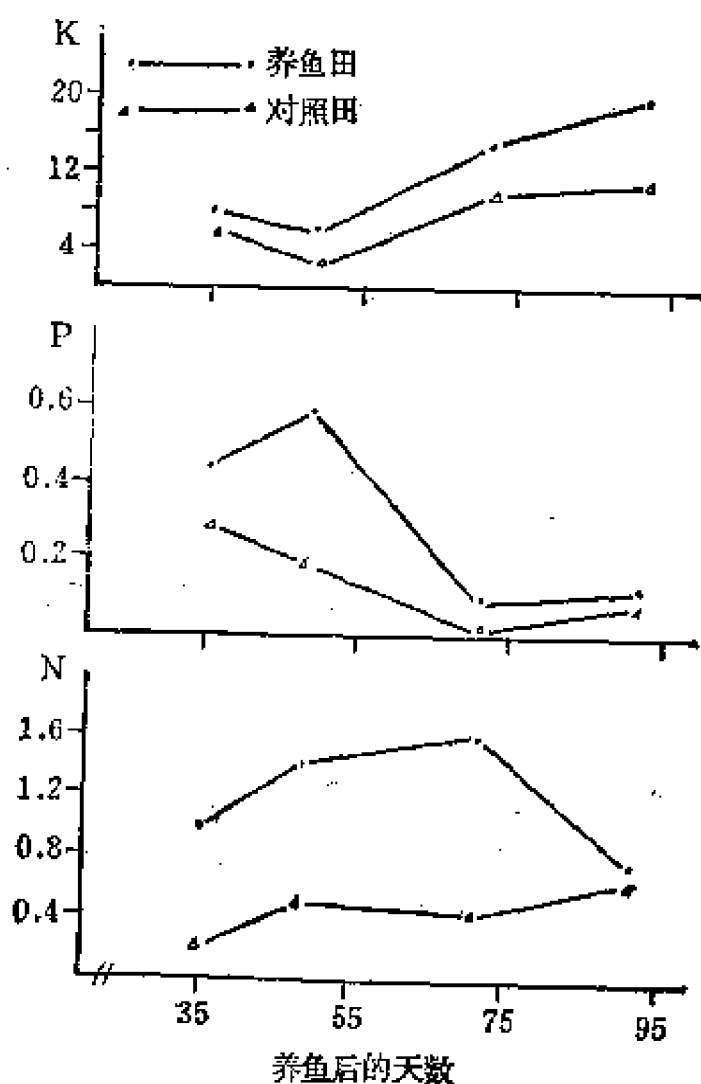


图2 稻田田水氮磷钾含量(ppm)

**2. 稻田养鱼对土壤氧化还原电位的影响** 采用垄稻沟鱼法进行稻作及养鱼之后形成了良好的稻鱼共生生态系统,使稻田的土壤环境得到明显的改善,提高土壤氧化还原电位,达到极显著水准这对水稻的根系发育非常有利。由于耕

层土壤中氧气充足，提高了土壤肥分的有效化程度，提高利用率。由于套栽稻、沟养鱼，使养鱼稻田采用晒田的高产措施成为可能。还为直播稻、再生稻、稻作免耕提供了条件。

### 3. 稻田养鱼对水稻茎鞘和叶片氮、磷、钾含量的影响

养鱼稻田的水稻茎鞘及其叶片的氮、磷、钾的含量均高于不养鱼稻田的水稻。养鱼稻田水稻茎鞘氮和钾的含量与对照其差异达到了显著水准，而叶片则以氮和磷差异达极显著水准（如图3）。试验表明，养鱼稻田与对照田，水稻植株

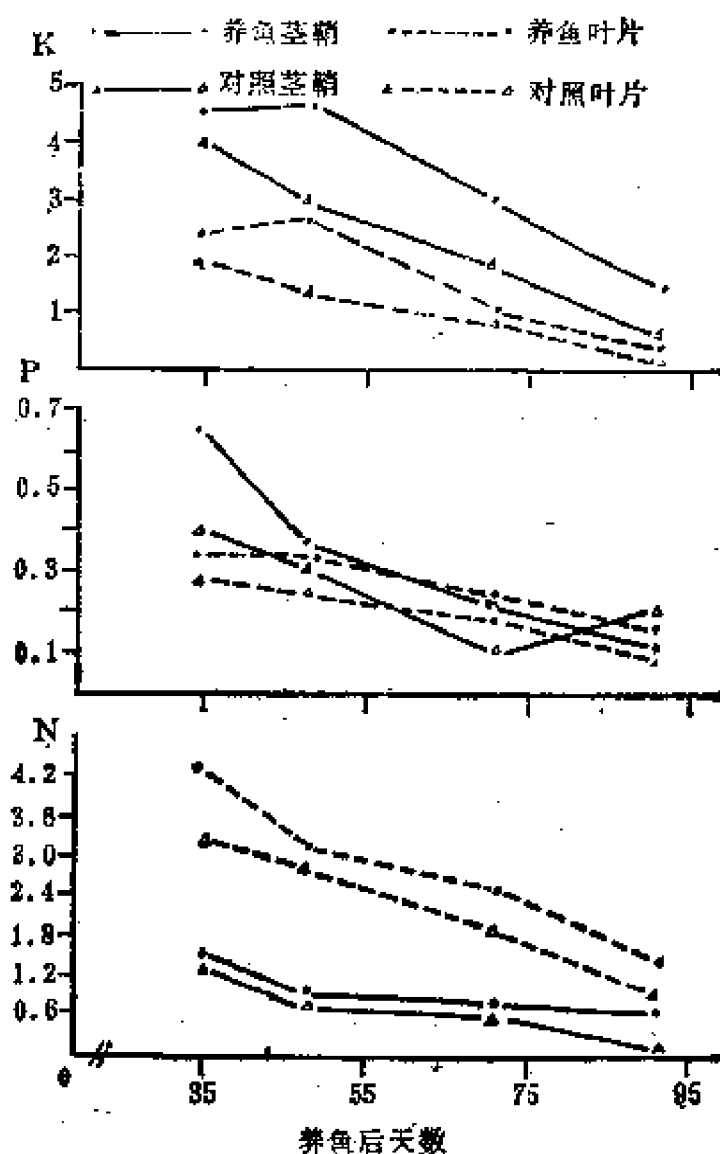


图3 水稻茎鞘、叶片氮磷钾含量 (ppm)

氮、磷、钾的含量差异与土壤、田水中的氮、磷、钾的含量差异是吻合的，两者均高于对照。

4. 水稻不同生育期叶片叶绿素含量的比较 稻株叶绿素的含量，养鱼稻田高于不养鱼稻田(图4)，而且各个时期的差异均达到极显著水准。在一定范围内，叶绿素含量高，光合效率亦高，这对于物质的累积至关重要。

5. 水稻几个发育时期叶面积指数的比较 水稻几个发育时期的叶面积指数随养鱼而增大(图5)，而且较为理想，孕穗期达7，成熟期还有2.46，对经济产量的形成有利。不养鱼稻田孕穗期仅达5.6，而后下降坡陡，至成熟期为1.3。由于叶面积指数较小，净光合率低，使有效穗粒数、粒重明显减少，产量低。

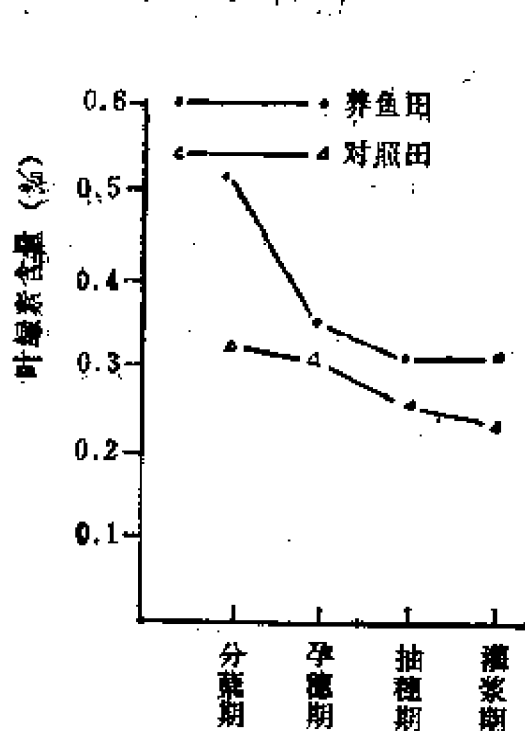


图4 水稻叶绿素含量

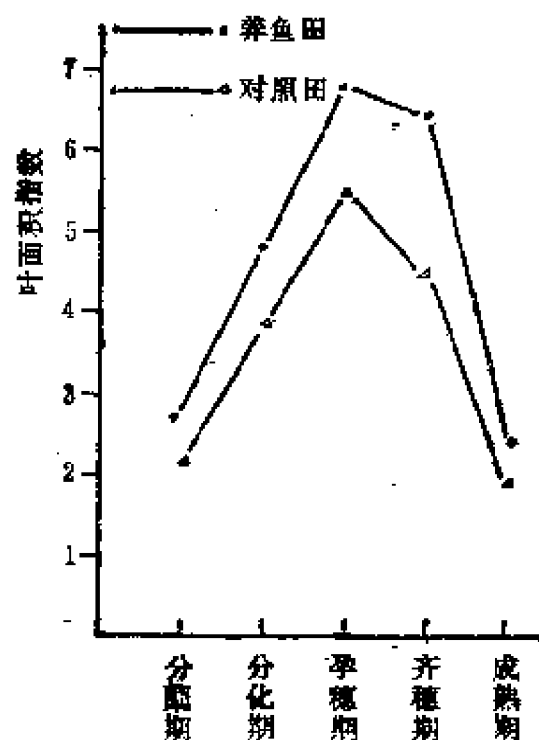


图5 水稻叶面积指数比较

6. 养鱼稻田水稻几个发育时期根系活力的比较 水稻的几个发育时期根系活力(伤流量)，养鱼田明显高于不养鱼

田（图6）。在单位时间内，稻株伤流量的多少，是衡量稻株根系活力强弱的主要指标之一。伤流量高就意味着稻田养鱼为水稻对养分的吸收和高光合效率提供了更好条件。

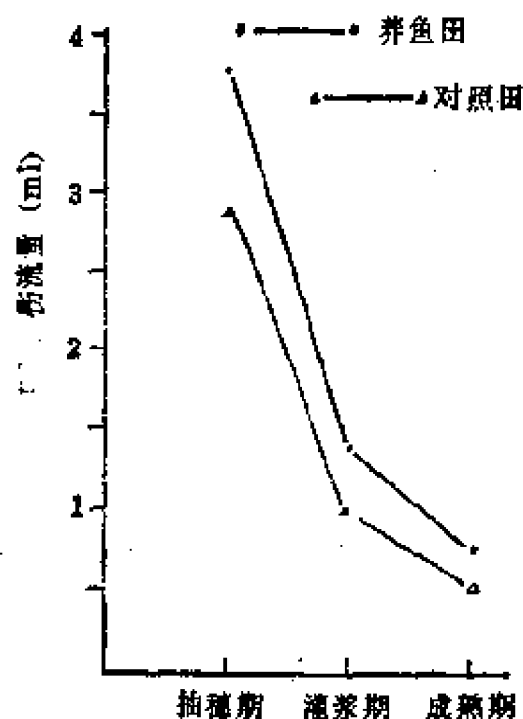


图6 水稻根系活力

**7. 水稻干物质累积动态的比较** 养鱼稻田的土壤，田水和稻株的氮磷钾含量均高于不养鱼稻田，植株干物质累积相应增高。全株总干重养鱼田比不养鱼田高17.06%。这个数字与实际增产量非常接近，这是增产的基础。

**8. 稻田养鱼对水稻分蘖生长的影响** 早期分蘖是保证有效穗数的关键，而分蘖多少、迟早则与施肥水平密切相关。稻田养鱼试验结果表明（图7），养鱼稻田的分蘖来得早，来得快，为此其插后每天增长苗数、苗数增长率、最高苗数、成穗率和有效穗均高于不养鱼稻田。因为在施肥水平相同的情况下，鱼类为水稻提供了相当数

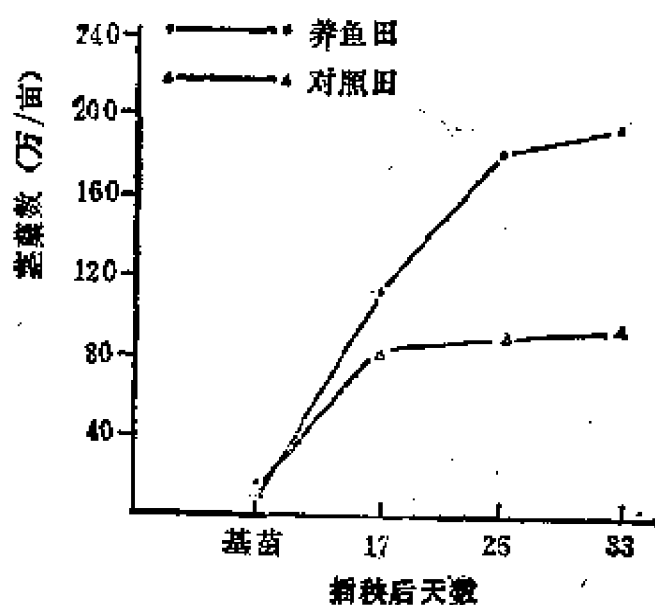


图7 水稻分蘖生长动态

量为水稻提供了相当数

量的氮磷钾肥，加上鱼的“耕耘”，使施下的肥料及时与土壤混合，减少流失，提高肥料利用率。

9. 稻田养鱼对田间杂草生长的影响 由于适当放养草鱼，稻田养鱼期间，杂草得到根除。

10. 稻田养鱼的经济效益 稻田养鱼建立了相互提供利益的稻鱼共生生态系统。研究表明，稻田养食用鱼种是很好的农业经营方式，特别是采用垄稻沟鱼法，使鱼的单产迅速提高，为水稻提供更多的优质有机肥，病虫害明显减少，水稻营养器官协调生长，产量构成因素增大，水稻增产14.39%。亩产鲜鱼42.8公斤，稻鱼经济增收90%。

# 鱼类对水稻病虫、草害控制效应的研究

俞水炎 吴文上

浙江省农业厅

吴庆斋

肖山县农业局

魏海夫 柯道安

上虞县农业局

徐建荣

黄岩县农业局

草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、田鲤鱼(*Cyprinus carpio*的变种)和尼罗罗非鱼(*Tilapia nilotica*)是浙江近年来稻田养殖的主要鱼类品种。为了解鱼类各品种对水稻主要病虫草害的控制作用,提供水稻病虫草害综合防除的理论依据和有效途径,我们于1985—1987年在浙江上虞、肖山、黄岩三地开展了稻田养鱼小区和大区试验,对养鱼稻田的稻飞虱、二化螟、稻纵卷叶螟进行了系统观察。现将试验结果报道如下:

## 一、试验方法

1. 养鱼稻田设置 试验田选择在排灌方便,适宜于养鱼的稻田。在翻耕前,稻田四周田埂加高至40厘米,进行小区试验的田块,小区间筑泥坝隔离,用尼龙薄膜包裹,水稻移栽时,留好鱼沟、鱼坑,不种水稻,沟坑面积占稻田面积5%左右;水稻移栽后,开挖沟坑,在稻田进出水口筑平水缺,内装拦鱼栅。

2. 鱼苗、种选择 鱼苗一般选用体长3—4厘米，能逆水游动、行动灵活的个体；鱼种选用体重20—50克左右，体色光亮、无损伤、游动活泼的健壮个体。

3. 水稻栽培管理 养鱼稻田的早稻品种选用中熟二九丰，晚稻品种则用粳稻秀水48和杂交稻汕优6号。早稻移栽后1星期左右放鱼，早稻收割前3天放水，把鱼类寄放在池塘中，待晚稻移栽后再将鱼类放回稻田养殖，晚稻收割前捕鱼称重。养鱼稻田除分蘖阶段浅水灌溉外，其余时期以满水灌溉为主，水深在10厘米左右。施肥采取重施基肥，轻施追肥，基肥占总肥量的60—70%。养鱼稻田小区不使用杀虫剂、杀菌剂和除草剂。

4. 养鱼试验处理 上虞试验点1986年设6种处理，每处理重复3次，各处理为：（1）每亩单放草鱼350尾；（2）每亩单放田鲤鱼350尾；（3）每亩单放尼罗罗非鱼350尾；（4）每亩放草鱼40尾、田鲤鱼200尾和尼罗罗非鱼120尾；（5）长期深水灌溉未养鱼；（6）常规灌溉未养鱼。1987年的6个处理是草鱼、田鲤鱼和尼罗罗非鱼单养区每亩各100尾，三种鱼类混养区每亩各100尾，也设深水灌溉和常规灌溉的不养鱼处理。肖山、黄岩二试验点均设养鱼和不养鱼的大区试验。

5. 调查观察方法 试验主要观察稻飞虱、二化螟、稻纵卷叶螟、稻纹枯病和稻田杂草。稻飞虱以白磁盘拍查，每小区查20丛，大区查50丛；二化螟小区查50丛，大区查500丛；稻纵卷叶螟小区查40丛，大区查100丛；稻纹枯病小区查50丛，大区查200丛。稻田杂草采用5点取样法，每点查1/9平方米，记载杂草种类、株数和称取鲜重。

## 二、试验结果

### 1. 稻田鱼类控制病虫害的效果

(1) 对稻飞虱的控制作用 稻田养鱼试验区早稻和晚稻第四代稻飞虱以白背飞虱为主, 第五、六代以褐飞虱为主。经3年养鱼试验证明: 早稻期间放养鱼苗, 由于鱼体小, 对稻飞虱的控制作用差; 而放养鱼种的则较好; 晚稻期间随鱼体增大, 对稻飞虱的控制效果较好。肖山试验点在1985年7月10日观察, 早稻亩放7000尾鱼苗, 第三代稻飞虱盛发时平均每丛有19.0头, 比不养鱼对照区29.0头下降34.48%。而亩放550尾鱼种, 每丛虫量为10.3头, 比对照下降64.48%。上虞试验点在1987年7月17日调查, 早稻养鱼区平均每丛有稻飞虱8.75—14.40头, 比不养鱼区减少37.0—51.7%; 晚粳稻在1986—1987年调查, 各代稻飞虱若虫高峰期的田间虫量, 养鱼区比非养鱼区减少18.5—83.4%, (见表1)。经方差分析检验, 各养鱼处理与常规灌溉不养鱼对照虫量明显减少, 多数达到极显著水平。与深水灌溉不养鱼对照比较, 则存在不同程度的差异, 其中第四代稻飞虱虫量低, 养鱼田与深水不养鱼对照差异不一致; 第五代虫量高, 1986年各养鱼处理均达极显著差异, 1987年除单养尼罗罗非鱼外, 其余均达显著水平; 第六代亦存在显著至极显著差异。经多年观察, 证明稻田鱼类对稻飞虱有较好的控制作用, 其有效控制作用的原因: 一是稻飞虱卵多产于基部外围叶鞘, 而草鱼可剥食稻株外围叶鞘、叶片, 减少了田间有效卵的孵化; 二是田鲤鱼等鱼类能觅食落于水面的成若虫, 直接减少了虫源; 三是稻田养鱼灌深水后, 减少了稻飞虱适宜产卵和取食部位, 亦增强了稻株的耐害程度。在1987年晚

稻褐飞虱大发生的情况下，未养鱼的常规灌溉和深水灌溉处理出现毁秆枯黄，而在养鱼区未施用农药的情况下，后期仍达青秆黄熟，而以单养草鱼控制稻飞虱的效果最好。

表 1 晚粳秀水48养鱼与不养鱼各代稻飞虱每丛虫量比较

处理	每丛 虫量	第四代		第五代		第六代	
		1986年		1987年		1986年	
		9月8日	9月8日	9月23日	9月26日	10月12日	10月16日
常规不养鱼对照区		2.33	5.48	12.73	82.28	11.47	103.90
深水不养鱼对照区		2.37	3.40**	12.20	61.23**	6.90**	87.55*
单养草鱼区		1.90	2.15**	7.53*	35.13**	2.90**	42.20**
单养田鲤鱼区		1.23**	2.60**	5.26**	47.50**	4.56**	67.28**
单养尼罗罗非鱼区		0.53**	3.05**	8.40*	51.00**	3.90**	89.38**
三种鱼类混养区		1.67*	2.18**	5.67**	40.13**	5.30**	46.25**

注：1. 试验地点：浙江上虞病虫测报站；2. \*表示各处理与常规不养鱼区比较差异显著，\*\*差异极显著

(2) 对螟虫的控制作用 试验区水稻螟虫主要为二化螟，少量大螟。经1986—1987年在上虞试验，稻田养鱼对螟虫发生为害有一定的减轻作用，特别是早稻第一代二化螟，经1986年7月1日调查，养鱼区每亩高龄幼虫有132条，比常规灌溉不养鱼区减少51.1%，比深水灌溉不养鱼区减少47.2%；1987年7月1日调查，养鱼区株为害率0.68%，比常规对照1.22%下降44.26%，比深水对照下降27.66%（表2）。养鱼区的每亩虫量和株为害率与常规不养鱼区比较，均达差异显著水平，而与深水不养鱼区比较，差异不显著。1987年与1986年情况相似。浙江肖山试验点观察，稻田养鱼的

株为害率0.7%，比对照不养鱼下降2.9%。稻田鱼类可减轻一代二化螟发生的主要原因是蚁螟分散和转株为害过程中虫体落水，易被鱼类觅食，其次是蚁螟群集蛀食稻丛叶鞘，而这些基部叶鞘易被草鱼剥食。

表2 早稻二九丰第一代二化螟发生为害情况比较

处 理	每亩虫量 (条)		株为害率 (%)		备 注
	1986	1987	1986	1987	
常规灌溉不养鱼	270	980	0.237	1.220	1986和1987年均 在7月1日调查
深水灌溉不养鱼	250	850	0.124	0.940	
深水灌溉养鱼	132	475	0.119	0.680	

注：试验地点为浙江上虞

(3) 对稻纵卷叶螟的控制效应 经1986—1987年观察，稻田鱼类难以控制稻纵卷叶螟。据肖山试验区1986年7月8日调查，早稻养鱼区第二代稻纵卷叶螟百丛虫量为90.5条，比不养鱼区12条增加6.5倍；又在1987年9月22日调查，晚稻养鱼区第四代稻纵卷叶螟百丛幼虫为15.4条，比不养鱼区5.3条增加1.9倍。在上虞试验区1987年9月10日调查，晚稻第四代稻纵卷叶螟百丛虫苞数以养草鱼区最多，达233.7个，比对照不养鱼区148.7个增加57.2%。其次是混养区为192.5个，也比对照增加29.5%。稻田养鱼加重稻纵卷叶螟发生的原因，主要是养草鱼田鱼粪较多，稻株生长较嫩绿，稻纵卷叶螟蛾群集产卵，同时田间灌深水，小气候湿度高，也有利于卵粒孵化和幼虫生长。

(4) 对稻纹枯病的控制作用 稻田养鱼之后，水稻纹枯病的发生起了较大变化。上虞试验区在1986—1987年病情调查表明，早稻养鱼区比常规灌溉不养鱼区的病株率和病情

指数均有下降，如1987年7月20日调查，养鱼区早稻纹枯病株发病率为19.5%，比常规灌溉不养鱼区（34.0%）下降14.5%，比深水灌溉不养鱼区（22.2%）下降2.7%（表3）。经方差分析，养鱼区与常规不养鱼区比较有极显著的差异，与深水灌溉不养鱼区比较，虽无显著差异，但病情指数下降9.9—14.6%。晚稻纹枯病的发生程度与早稻病情相似，养鱼区平均株发病率为13.0%，比常规灌溉不养鱼31.24%有极显著差异，与深水不养区17.3%比较，病情亦有减轻。黄岩试验区于1986年9月20日在杂交晚稻上纹枯病盛发时病丛率养鱼区为46.4%，比不养鱼区84.2%下降37.8%。养鱼稻田纹枯病减轻的主要原因：一是以草鱼为主的稻田鱼类剥食稻丛基部的带病叶鞘和叶片，直接减轻了田间菌源基数；二是稻丛基部枯黄老叶剥除之后，改善了稻丛中的通风透光条件；三是养鱼稻田长期灌深水，阻碍了菌核萌发菌丝，减少了菌丝侵染植株的机会。而采用分蘖期浅水灌溉，纹枯病发病后再深水灌溉的养鱼稻田，病情则重于非养鱼区。

表3 养鱼区与不养鱼区早稻纹枯病发生程度比较

处 理	株发病率（%）		病情指数		备 注
	1986年	1987年	1986年	1987年	
常规灌溉不养鱼区	22.2	34.0	7.2	13.5	调查日期： 1986年7月9日 1987年7月20日
深水灌溉不养鱼区	9.7**	22.2**	4.8**	8.1**	
深水灌溉养鱼区	8.9**	19.5**	4.1**	7.3**	

注：\* 表示差异显著，\*\* 差异极显著

（5）对稻田杂草的控制效果 在移栽本田放养鱼类，对稻田萌生的杂草有良好的抑制作用，特别是草鱼，食草种

表 4 稻田养鱼与不养鱼田块杂草生长情况比较

(单位: 万茎, 公斤)

处 理	观察项目	杂 草 名 称										备 注
		稗 草	双穗雀稗	异型莎草	牛 毛 毡	空 心 莲 草	节 节 菜	鸭 舌 草	耳 叶 水 苋	田 字 草	合 计	
稻田养鱼 不耘田	茎数	0.1067	0.0067	0	0	0.0067	0	0	0	0	0.1201	地点: 肖山
	鲜重	6.8	0.7	0	0	0.3	0	0	0	0	7.3	
稻田不养鱼 耘田二次	茎数	0.63	0	0.2201	0	0	0.8004	0	0.0667	0	1.1492	
	鲜重	7.5	0	1.2	0	0	2.3	0	0.1	0	11.1	
稻田不养鱼 不耘田	茎数	0.6003	1.6008	0.4002	66.71	0.7337	2.3345	0.0667	0.1341	9.338	6326.34	
	鲜重	21.9	56	5.3	100.7	25.3	11.2	20.5	0.3	43.9	285.1	

类多，可取食稗草、双穗雀稗、千金子、牛毛毡、异型莎草、耳叶水荇、水马齿、节节菜、佰上菜、鸭舌草、矮慈姑、菹草、四叶草、浮萍、紫萍、金鱼藻、小茨藻等杂草；鲤鱼亦可取食稻田杂草的幼根、幼芽和地下茎。1987年在肖山试验区测定晚稻田杂草生长情况，结果查得养鱼稻田不耘田有杂草3种，1201茎，鲜重7.8公斤/亩，比人工耘田不养鱼田杂草减少1种，茎数下降89.55%，鲜重降低29.73%，比稻田不养鱼不耘田杂草减少6种，茎数下降99.99%，鲜重下降97.26%（表4）。

从表中可看出，养鱼稻田只有稗草、双穗雀稗和空心莲子草生，其中稗草是由秧苗夹带移栽至稻田，与水稻同步生长，因而鱼类不能有效控制，水稻本田萌生的稗草则被鱼类吞食。双穗雀稗是由田埂延伸至稻田；空心莲子草虽可被鱼类取食部分嫩芽、嫩茎，但鱼不喜食。从调查中发现，养鱼稻田地表光滑无草，其除草效果优于本田期使用除草剂。

### 三、小结和讨论

在养鱼稻田，鱼类对稻飞虱有显著的控制作用，在稻飞虱一般发生年份可以不用药或少用药；草鱼、田鲤鱼和尼罗罗非鱼控制稻飞虱的效果以草鱼最好。鱼类对螟虫有一定的控制效果，而对稻纵卷叶螟则可加重发生为害，需要开展药剂防治。以草鱼为主的鱼类对水稻纹枯病有控制作用，但若在分蘖期以后稻株发病的情况下，养鱼稻田再灌满水，会出现加重病情的局面。

鱼类对稻田杂草有良好的控制作用，尤以草鱼为好，试验证明鱼类可以取食稗草、牛毛毡、矮慈姑、鸭舌草、四叶草、金鱼藻等稻田萌生的大部分杂草种类，其除草效果优于

人工耘田和使用除草剂。因此，鱼类是当今世界上稻田除草最佳的生物种类。但稻田鱼类不能防除秧田夹带的稗草和空心莲子草，应在秧田期开展化学除草。

由于鱼类有控制水稻病虫害的功能，养鱼稻田明显地减少了农药用量和使用次数，也降低了农药成本。经肖山试验点调查，大面积养鱼田第二季水稻平均防治病虫3.6次，每亩农药成本1.42元，比非养鱼稻田平均防治13.1次，每亩农药成本6.35元，减少施药9.5次，农药费用节省4.93元，不仅有较好的经济效益，而且也减少了农药对环境的污染和农产品中农药残留问题，同时使稻田害虫天敌减少了杀伤，以利其充分发挥控制害虫的作用。

由于稻田放养了鱼类，喜食鱼类的田鼠、蛇、鸟等生物较多，使稻田放养鱼类的回捕率降低。上虞试验区1986年草鱼回捕率为78.9%，田鲤鱼82.1%，尼罗罗非鱼92.3%，1987年三种鱼类的回捕率分别为60.8%、80.2%和62.5%。因此，稻田养鱼后，控制鱼类敌害尚需制定有效措施。

# 杀螟松在稻鱼生态系的残留及在养鱼稻田的应用

楼根林 张中俊 伍 纲 高 劲

四川省农业科学院植物保护研究所

沈月涓 叶泽万 邓红兵

四川省水产局

杀螟松 (fenitrothion) 又名杀螟硫磷, 化学名称为 O,O-二甲基-O-(3-甲基-4-硝基) 硫代磷酸酯, 是一种高效、低残留广谱性有机磷杀虫剂。对防治水稻虫害有明显的效果, 是代替六六六、对硫磷等高残留或高毒农药的品种之一。稻田应用有效剂量为25—50克/亩的50% 杀螟松乳油, 对水稻虫害有明显的防治效果, 而对稻田鱼类无杀伤作用。养鱼稻田在水稻生长不同生育期施用农药, 是防治水稻病虫害的重要措施之一。实践证明: 选用高效、低毒、低残留农药是保证稻田高产、稳产、粮渔协调发展, 防止农业生态环境污染的关键措施之一。为此, 我们进行了50%杀螟松乳油在稻鱼生态系的残留、稻田鱼体中浓缩累积和消解排除以及在养鱼稻田中应用的研究。

## 一、材料和方法

### 1. 在水稻及土壤、田水中残留的研究 (1984—1985)

①消解动态的试验研究。应用50%杀螟松乳油500倍液,

亩施药液50公斤,分别在水稻抽穗、扬花、灌浆及成熟期施药1—3次,每一处理重复3次,小区面积30米<sup>2</sup>。另外,在收割当天及距收期1、3、5、7天的间隔期施药,水稻收割时一次取样,检测糙米、糠及稻草中杀螟松的残留量。

在水稻分蘖盛期,保持田水深约6.6厘米,按照上述浓度及方法施药,检测稻田土壤及田水中杀螟松的残留量。

②残留动态的试验研究 结合四川省防治水稻虫害的具体情况,我们在成都市进行了杀螟松在水稻及稻田土壤和水中的残留动态试验研究,以了解不同的施药水平、施药次数、施药时期,药剂对水稻及稻田生态环境中的污染程度。试验设计见表1。

## 2. 在鱼体中残留的研究 (1986—1987)

①田间喷药试验研究 田间试验所用鱼为当地鱼场孵化,经池塘培育的稻田常用鱼类中健康活泼的幼鱼,体长约1—2.5厘米,每一类幼鱼在80米<sup>2</sup>稻田中投放200尾,设置重复三次。用药量为有效剂量37.5克/亩与50克/亩的50%杀螟松乳油,兑水80斤用背负式喷雾器喷雾,喷药时保持田水深6.6厘米左右,定时观察鱼的活动情况及死亡数量。

排除动态的试验研究,按当天药后2小时、8小时、1天(24小时)、3天(72小时)、5天(120小时)、7天(148小时)检测稻田田水及幼鱼中的杀螟松残留量,以了解杀螟松在稻田养鱼的生态环境及鱼体中浓缩累积和消解排除趋势。

②室内投药试验研究 残留和分布的试验在水族缸中进行,每缸盛清水50升,投入体重约500毫克的幼鱼共200尾,并加入农药杀螟松,使试液浓度为1 ppm、2 ppm,草鱼增设试液浓度为0.05 ppm与0.10 ppm一组,间隙充氧,分别将

加入的药液与水拌匀后，按一定间隔期取样检测，测定全鱼中杀螟松含量，同时分别测定鱼肉和内脏中杀螟松含量，以了解杀螟松在鱼体中的浓缩累积和分布。

表1 杀螟松在水稻上残留动态试验设计

施药浓度	施药次数	施 药 距 收 获 (天数)		
50%杀螟松乳 油50克/亩	1	28		
	1	21		
	1	14		
	2	35	28	
	2	28	21	
	2	21	14	
	3	35	28	21
	3	28	21	14
50%杀螟松乳 油75克/亩	3	35	28	21
	3	28	21	14

排除和净化措施按上述试验方法，将被污染的鱼体移入清水中，每隔一天换水一次，间隔充氧，分别于不同间隔期取样检测，观察杀螟松在鱼体中残留量的变化及其排除趋势，以确定其净化方法。

### 3. 残留量测定方法

①提取与纯化 稻、鱼样品用苯振荡提取后，经3%水脱活的弗罗里硅土柱纯化，收集淋洗液，浓缩定容后，用气相色谱检测。而田水、土壤则分别用三氯甲烷和二氯甲烷提取。

②气相色谱条件 仪器为SP—501型双火焰光度检测器，色谱柱3%SE—30/Chromosorb W (AW DMCS) 60/80目，柱长1米，柱温205℃，检测器温度250℃，汽化

室温度250℃，载气（高纯氮）3 kg/cm<sup>2</sup>，在上述条件下杀螟松的滞留时间为1分58秒。

仪器最小检知量为 $4 \times 10^{-11}$ 克，最小检知浓度：水稻样品30克，定容3毫升，进样量5微升时为0.0012ppm；鱼样10克，定容2毫升，进样量5微升为0.0016ppm；水样100毫升，定容2毫升，进样量10微升时为0.0001ppm；土样50克，定容2毫升，进样量10微升时为0.0002ppm。回收率范围81.00—101.40%（平均为96%），符合农药残留分析要求。

## 二、结果和讨论

1. 杀螟松在水稻中的消解动态 中稻成熟期喷施50%杀螟松乳剂500倍稀释液，经过不同的间隙天数，杀螟松在中稻糙米、糠和稻草中的残留量和消解百分率见表2，杀螟松在稻田土壤中的消解见表3，在稻田水中的消解动态见表4。

试验结果表明：喷药后，杀螟松在水稻上的消解速度快，施药后一天消失率糙米在50%以上，糠及稻草均达70%以上。以后以约每隔2天消失50%的速度消解，7天后杀螟松在水稻上的消失率已在90%以上。

杀螟松在稻田土壤中的消解速率也很快，在水中更快。施药1天，消解率即达86.6%。从表3、表4可得出杀螟松在水中的半衰期约为1天，在土壤中的半衰期约为2天。

2. 杀螟松在水稻植株各部位、土壤、水中的残留量 水稻喷施杀螟松后，水稻各部位、稻田土壤及水中的残留量见表5。试验结果表明：不同施药次数，距收割的不同间隔期和不同的施药剂量，杀螟松对水稻植株各部位污染程度有

表2 杀螟松在水稻植株各部位的消解动态

试验时间	施药 天数	杀螟松残留量(ppm)					
		糙 米		糠		稻 草	
		残留量	消解率(%)	残留量	消解率(%)	残留量	消解率(%)
1984	当天	0.441		9.690		6.878	
	1	0.222	49.66	2.309	76.17	1.613	76.55
	3	0.140	68.25	1.428	85.26	0.983	85.71
	5	0.066	85.00	0.571	94.11	0.388	94.36
	7	0.024	94.56	0.221	97.72	0.222	96.77
1985	当天	0.390		7.860		6.914	
	1	0.171	56.15	1.948	75.22	2.263	67.27
	3	0.100	74.36	0.820	89.58	1.021	85.23
	5	0.066	83.08	0.291	96.30	0.295	95.73
	7	0.034	91.28	0.203	97.42	0.143	97.93

表3 杀螟松在稻田土壤中的消解动态

试验时间(天)		0	1	3	5	7	9
1984	残留量	0.313	0.264	0.155	0.050	0.030	0.015
	消解率(%)		15.65	50.48	84.03	90.41	95.21
1985	残留量	0.290	0.248	0.124	0.058	0.029	0.015
	消解率(%)		13.80	58.02	80.00	90.00	94.83
平均	残留量	0.302	0.256	0.140	0.054	0.030	0.015
	消解率(%)		14.78	54.55	82.02	90.21	95.03

表 4 杀螟松在田水中的消解动态

喷药天数	0	1	3	5	7
残留量(ppm)	0.973	0.134	0.019	0.015	0.0098
消解率(%)		86.23	98.05	98.46	98.99

一定的差异。在常规用量下，中稻田施药 2—3 次对糙米的污染程度极为轻微，均在 0.05ppm 以下，对稻田土壤和水体也基本不造成污染，两年试验结果基本一致。

杀螟松在水稻中的残留量与施药次数有关，在施药水平、距收获的间隔期相同的情况下，随着施药次数的增加，糙米、糠、稻草中的残留量均相应的增加。施药次数相同，距水稻收获的间隔期不同，药剂在水稻各部位的残留量也不相同，施药距收获期越近，残留量越高。

在施药次数、距水稻收获的间隔期相同的情况下，施用有效剂量 75 克/亩的杀螟松，在水稻中的残留量较施用有效剂量为 50 克/亩的为高。

3. 杀螟松在鱼体中的浓缩和累积 不同鱼类品种用同一浓度处理时，在不同间隔期取样检验，随着水体中杀螟松含量减少，鱼体中含量增加，表现出鱼体对水体中杀螟松的吸收浓缩和累积（表 6）。

同一品种的鱼体在被杀螟松污染的水系中，随着水中杀螟松残留量的增高，鱼体中的残留量也相应的增加，达到一定程度时则表现为递减。如草鱼在含量为 0.05ppm 与 0.1ppm 杀螟松的水中，2 小时后其浓缩系数分别为 12.56 与 17.26，8 小时后检测，其浓缩系数增高至 38.63 与 61.35。当水中浓度

表5 杀螟松在水稻和水体中的残留量 (ppm)

剂量 (克/亩)	施药 次数	最终残留量									
		收获距施 药天数		糙米		糠		稻草		土壤	
		1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985
50	1	28	28	未检出	未检出	0.016	0.016	0.010	0.014	未检出	未检出
	1	21	21	0.012	痕量	0.042	0.041	0.031	0.038	未检出	未检出
	1	14	14	0.063	0.016	0.050	0.144	0.036	0.121	未检出	痕量
	2	28	28	痕量	未检出	0.033	0.044	0.015	0.032	未检出	痕量
	2	21	21	0.019	0.003	0.088	0.076	0.031	0.054	未检出	0.00010
	2	14	14	0.023	0.020	0.119	0.496	0.039	0.213	未检出	0.00042
	3	21	21	0.038	0.010	0.110	0.162	0.062	0.057	未检出	0.00033
	3	14	14	0.022	0.022	0.022	0.823	0.064	0.223	痕量	0.00051
	8	21	21	0.018	0.016	0.160	0.312	0.057	0.131	未检出	0.00030
	8	14	14	0.022	0.032	0.220	0.310	0.064	0.304	未检出	0.00052

表 6 杀螟松在不同鱼种的累积和排除

处理间隔时间	浓度 检测值 (ppm)	草 鱼			草 鱼		
		0.05			0.1		
		水	鱼	浓缩系数	水	鱼	浓缩系数
2小时	0.04890	0.6000	12.56	0.0721	1.348	17.26	0.915
8小时	0.03941	1.522	38.63	0.0653	4.000	51.35	0.820
24小时	0.07200	0.730	排除	0.104	2.920	排除	0.843
							0.962
							1.781
							2.851
							1.57
							2.10
							排除

处理间隔时间	浓度 检测值 (ppm)	鲫 鱼			鲤 鱼		
		1			2		
		水	鱼	浓缩系数	水	鱼	浓缩系数
2小时	0.824	3.981	4.83	1.889	5.812	3.08	0.651
8小时	0.605	4.674	7.73	1.239	7.510	6.06	0.533
24小时	0.774	2.586	排除	1.523	3.361	排除	0.682
							3.270
							1.741
							5.442
							4.44
							6.68
							排除

增加至 1 ppm 与 2 ppm 时，鱼体中杀螟松含量虽增高至 2.015 与 3.234 ppm，但 8 小时后的浓缩系数却仅 2.46 与 2.10。这与有关资料所报道的鱼体对农药（六六六）的富集累积研究结果相一致。

不相同的鱼类品种在杀螟松含量相同的水系中，在相同的间隔时间内取样检测，结果表明：鱼和水中杀螟松含量均不相同。这是由于鱼类的品种不同，其形态、取食与栖居习性和体内脂肪含量分布等不同，因此杀螟松在它们体内的富集程度也不同，经 24 小时检测表明：鱼体中残留量下降，杀螟松在鱼体中的半衰期近 2 天（表 7）；水中杀螟松残留量却相反即增高，这是因鱼体向水中排除杀螟松农药所致。杀螟松污染物进入鱼体时，一方面表现为浓缩富集，另一方面有机体也表现自身解毒能力，将污染物向体外排除。因此杀螟松在鱼体内的积累和排除始终处于动态平衡状态，当鱼类生活在被杀螟松污染的环境时，毒物在鱼体内的浓缩和累积处于主导地位，一旦脱离污染源，则排除占优势。

**4. 杀螟松从鱼体中的排除** 在养鱼稻田按常规用量，喷施 50% 杀螟松乳剂有效剂量为 37.5 克/亩 800 倍稀释液，检测稻田幼鱼中杀螟松残留量，以研究杀螟松从鱼体中排除动态（表 7）。结果表明：稻田喷施杀螟松后，污染稻田水体的农药一部分被稻田中鱼体所吸收，鱼体对杀螟松的吸收非常迅速，因此前期表现出对杀螟松的浓缩。由于在自然光照、水解、微生物分解以及药剂本身的挥发等因素，使水体中药剂消解非常迅速。因此 24 小时时已表现为鱼体中杀螟松残留量的下降，杀螟松从鱼体中的消解和排除。这种趋势与室内投药试验一致。杀螟松的半衰期近 2 天。

**表7 稻田魚中砷的分布**

喷药后取样间隔时间	2小时 (0天)		8小时 (0天)		24小时 (1天)		72小时 (3天)		120小时 (5天)		248小时 (7天)	
	水	鱼	水	鱼	水	鱼	水	鱼	水	鱼	水	鱼
残留量(ppm)	0.385	1.251	0.346	2.531	0.064	1.752	0.027	0.331	0.016	0.039	0.088	0.045
消解率(%)					81.50	30.74	92.20	86.93	95.38	96.48	97.46	98.22

和尔密母祖臣早致御封名爵終 8 歲

水体(ppm)	鲤 鱼			鲫 鱼			草 鱼					
	鱼	肉	脏	鱼	肉	脏	鱼	肉	脏			
含量 (ppm)	浓缩 系数	含量 (ppm)	浓缩 系数	含量 (ppm)	浓缩 系数	含量 (ppm)	浓缩 系数	含量 (ppm)	浓缩 系数			
0.346	18.21	52.95	65.11	188.18	19.38	56.01	68.21	197.13	12.11	35.00	25.31	73.16

5. 杀螟松对稻田鱼类的毒性及在成鱼中的分布 鲤、鲫、草鱼为我省稻田中主要养殖品种，按常规用量每亩使用有效剂量37.5克的50%杀螟松。喷雾后按2、8、12、24、48、72小时观察200尾鱼，无一死亡；每亩使用有效剂量为50克的50%杀螟松乳剂，48小时仅死亡2尾，死亡率占1%。在新都、犍为、宜宾、乐至、南充等市县的5000亩养鱼稻田药剂试验中，按常规用量25克/亩—50克/亩喷药，稻田中鱼类无死亡发生，因此杀螟松农药在养鱼稻田中使用对鱼类是安全的。

杀螟松在鱼肉和内脏中的残留量具有一定的差异（表8）。鱼体受杀螟松污染的水体中，经8小时检测，鱼内脏的残留量高于鱼肉，浓缩系数也高于鱼肉，表明鱼内脏较鱼肉更易富集农药杀螟松。

6. 被污染鱼体的净化 鱼在食物链中占有重要地位，鱼体对杀螟松又极易富集，不同的鱼类品种具有不同的浓缩系数，是农药在生态环境再循环中需要考虑的重要因素，同时对已受污染鱼体应考虑净化措施。从净化试验结果（表9）可知，在自然环境中，由于杀螟松在水系和鱼体中消解排除速度很快，将不同污染程度的鱼体投入到不含农药的清水中，每隔一日换水一次或流水养殖，则更可加速鱼体中农药的消解排除，鱼体中农药残留量经数天后会明显减少，达到对鱼体净化的目的。

7. 杀螟松在稻米和鱼中的最终残留量 从宜宾、乐至、南充、新都、犍为等市县的5000亩养鱼稻田中，一季水稻使用有效剂量为37.5克/亩—50克/亩的50%杀螟松乳剂1—3次，抽取稻、鱼样分析，通过鱼、米、糠各100份样品的测定，结果是杀螟松残留量米为未检—0.027ppm、糠痕量—

表9 中国铝业公司氧化铝生产量

鱼 类	鲤 鱼			鲫 鱼			草 鱼		
	含 量 (ppm)	鱼 肉	排 除 率 (%)	鱼 肉	排 除 率 (%)	鱼 肉	排 除 率 (%)	鱼 肉	排 除 率 (%)
原始污染量(ppm)		24.815	23.827	26.315	28.210	13.513	20.007		
1		14.913	39.90	16.018	37.98	16.575	37.24	13.120	33.77
3		4.510	81.85	4.785	81.47	5.003	80.99	5.860	79.23
5		0.713	97.13	0.815	96.84	0.850	96.77	0.880	96.98
7		0.031	98.75	0.041	98.41	0.043	98.37	0.048	99.83

0.077ppm、鱼肉未检出一0.037ppm之间。

### 三、小 结

杀螟松在水稻糙米中允许残留标准，我国规定为0.2ppm，在肉中尚无规定最高允许残留标准，若参照日本国规定，肉中最高允许残留量为0.05ppm来衡量，则养鱼稻田按常规使用杀螟松后，均不会影响对米、鱼的安全食用。

杀螟松不易造成在稻鱼体内持久性的生物累积，尤其是鱼体对杀螟松的吸收和排除都很迅速，因此其在鱼体内的累积水平与水体中杀螟松含量密切相关，只要控制水体中污染物的浓度，就可降低鱼体内杀螟松的残留量，达到消除或减轻其危害。



## · 经济效益 ·

### 稻田养鱼的经济评价

林学贵 张林秀 何桂庭

中国农科院农经所

80年代以来,稻田养鱼在农村产业结构调整中受到重视。在实行多鱼种混养与精养过程中,产量和经济效益显著提高,面积迅速扩大。据统计,1982—1984年全国稻田养鱼面积由516.8万亩增加到836.6万亩,扩大了61.9%。鱼产量由2.4万吨增加到5.63万吨,增长了1.35倍。它已成为发展淡水渔业的一个重要组成部分。

#### 一、稻田养鱼经济评价的特点、材料来源、 分析方法和内容

在稻田养鱼经济评价中,一方面,为明确稻鱼共生对提高稻田生产经济效益的作用,要把稻和鱼作为总体同单一种稻进行比较评价;另一方面,为说明稻鱼共生对水稻产量和经济效益的影响,又要把共生水稻同单作水稻作对比分析。这表明稻田养鱼的经济评价具有总体评价和局部评价相结合的特点。

根据分析研究的特点和需要,1988年6月间在湖北省

红安县和汉川县进行了12个农户的典型调查。其中除单种水稻的4户作为对照样本外，其余农户为稻鱼不同结合模式的样本。

本文应用成本收益分析方法，对稻田养鱼的若干技术经济问题进行了初步探讨。

## 二、稻田养鱼与单种水稻的经济效益比较分析

据湖北省红安县4户农户的典型调查，其中两户种一季稻，实行稻田养鱼，另两户为单种一季水稻。这四个农户的生产规模、地力水平、生产技术和经营条件基本相同（表1）。但实行稻田养鱼制度的两户所获得的产值和经济效益显著高于单种水稻的两户。具体可从以下两方面来看：

表1 稻田养鱼与对照的基本情况

稻田类型	样本数 (户)	文化 水平	平均稻田面积 (亩)	稻田肥力 (级别)	生产投入			
					种子 (公斤)	化肥 (元)	畜工 (个)	农具 (类型)
稻田养鱼	2	初中	3.2	中等	12.5	13.2	3.5	手工工具
单种水稻	2	初中	3.0	中等	12.5	12.7	3.5	手工工具

1. 稻田养鱼的增产效果 稻田养鱼除每亩增收16.9公斤鲜鱼外，还使每亩稻谷产量增加7.8%。如果把增产的稻谷和鱼按产值加在一起计算，则稻田养鱼产值比单种水稻高41%。如果再按蛋白质产量计算，则稻田养鱼每亩蛋白质产量比单种水稻增产26.8%，其中70%以上是动物性蛋白质（表2）。

表2 稻田养鱼的增产效果

项目 \ 指标	亩产量(公斤)		亩产值(元)			每亩蛋白质 产量(公斤)
	稻谷	鱼	稻谷	鱼	合计	
I 稻田养鱼	550	16.9	198.0	60.8	258.8	26.3
II 单种水稻	510	—	183.6	—	183.6	20.7
III 比II增减	+40	+16.9	+14.4	+60.8	+75.2	+5.6
增减%	+7.8	—	+7.8	—	+41.0	+13.4

2. 稻田养鱼的相对经济效益 稻田养鱼这种模式是否可以取代单种水稻生产模式, 主要取决于它的相对经济效益, 即新增经济效益。表3从土地、劳动力和资金等有关的资源利用生产率指标分别从不同角度来衡量稻田养鱼的相对经济效益。分析表明, 除每元物质费用报酬指标外, 单位面积纯收益、每工日净产值、单位成本产值稻田养鱼比单纯种稻分别高45%、12.6%、4%。由此看出稻田养鱼的相对经济效益是好的。

表3 稻田养鱼与不养鱼的经济效益比较

指标 \ 方案	稻田养鱼	单纯种水稻	增减%
单位面积纯收益(元/亩)	145.70	100.46	+45.0
劳动净产率(元/工日)	10.06	8.93	+12.6
物质费用收益率(元)	3.16	3.28	-4.0
成本产值率(元)	2.29	2.20	+4.0

考虑到新技术的采用存在着因市场、技术和社会因素的变化带来的风险, 新技术方案的新增经济效益一般要达到一

定要求才有推广价值。目前,国外采用的两个经验临界指标是:新增纯收益 $\geq 30\%$ ,边际费用收益率 $\geq 2$ 。根据我国实际情况,临界指标数值以采用新增纯收益 $\geq 18-22\%$ ,边际费用收益率 $\geq 1.2-1.5$ 比较合适。据调查数据测算,稻田养鱼的新增纯收益已达到45%,边际费用收益率达到2.5。这表明稻田养鱼的新增经济效益已超过了指标临界限,具备了新技术推广在经济方面的起码要求。

稻鱼共生经济效益大的主要原因有两个方面:其一,共生水稻比单种水稻具有增产节约的好处。共生稻比单种稻的单产高7.8%,人工费节约19.4%,节约的植保费约占变动成本的7%左右。其二,每亩增加了养鱼的纯收益19.1元。

### 三、不同稻鱼结合模式的经济效益比较分析

在实行稻田养鱼制度之后,为了进一步提高稻鱼产量和经济效益,人们可以从不同的稻鱼结合模式、不同的稻田养鱼工程方式以及不同的配套技术的设计和选择中出主意想办法。据湖北省汉川县调查,当地有三种不同的稻鱼结合模式:

(1) 稻鱼结合养鱼种; (2) 稻鱼结合养成鱼; (3) 稻鱼结合养鱼种和成鱼。人们可以应用经济效益指标来衡量不同模式之间的经济效益差异并从中比较选优,寻求提高经济效益的途径。

表4是稻田养鱼模式间的经济效益比较。从新增纯收益和边际费用收益率两个经济效益临界指标来看,三种不同稻鱼结合模式的经济效益都超过了对新技术推广的起码要求。但仅从这两个指标还难以确定最优方案。因为这两个指标之间存在着数值矛盾。这就是,从新增纯收益看,混养为最优方案,而从边际费用收益率看,则又是养鱼种为最优。因此要

表4 不同稻鱼结合模式的经济效益比较

指 标 方 案		养鱼种	养成鱼	混养	水稻单种
新增纯收益	元/亩	78.70	136.78	147.85	—
	%	70.50	123.0	132.0	—
边际费用收益率		5.26	4.93	5.11	—
单位面积纯收益	元/亩	130.28	248.36	259.43	111.58
	%	171.0	223.0	233.0	100.0
单位成本产值	元/亩	3.48	3.68	3.76	2.92
	%	119.0	126.0	129.0	100.0
单位成本纯收益	元/亩	2.46	2.68	2.76	1.92
	%	130.0	140.0	144.0	100.0
单位产值成本	元/亩	0.272	0.272	0.266	0.342
	%	80.0	80.0	78.0	100.0

联系其他指标进行评判。一般认为,新技术经济效果评价标准是:经效济果(有用效果/劳动消耗)的最大数值或其倒数(劳动消耗/有用效果)的最小数值。那么,我们用单位面积纯收益、单位成本产值和单成本纯收益三个指标来衡量其经济效果,结果都是混养的指标数值最大,分别是259.43元、3.76元和2.76元。再用经济效果的倒数指标——单位产值成本来衡量,则反映混养的指标数值为最小。这表明混养是最优方案,它比单种水稻可提高亩纯收益1.33倍,比养成鱼的纯收益高4.5%,比养鱼种高36.3%。

#### 四、影响稻田养鱼经济效益因素的比较分析

稻田利用方式、稻鱼共生形式、各种投入物数量搭配比例、鱼种搭配以及饲养方式等方面的差异都会对稻田养鱼经济效益产生不同的影响。

表5、表6是运用湖北省汉川县4户典型农户双季稻田养鱼情况调查资料，以及对其投入及产出水平综合分析、比较得出的结果。从表中可以看出，甲类稻田养鱼户较乙类稻田养鱼户亩纯收益高55元，其中稻谷增收22.5元，鱼增收32.5元。成本收益率前者较后者高3.91%。通过分析这两类稻田养鱼方式的样本资料可以看出，甲类稻田养鱼户经济效益高主要是其亩物质投入多以及鱼种搭配方式不同等综合作

表5 样本综合配套技术的比较

方 案		稻鱼—稻鱼甲	稻鱼—稻鱼乙
项 目			
样本数(户)		2	2
平均面积(亩)		3.2	2.2
稻 鱼 面 积	种稻(亩)	2.98	1.98
	养鱼(亩)	0.22	0.22
鱼种搭配		草、鲤、鳊	草、鲤
投入  (元)	肥料	223.36	116.6
	谷种	35.2	24.2
	农药	32.0	22.0
	鱼苗	65.6	41.36
	饵料	144.0	48.4
	其它	25.6	17.6

表6 综合配套技术经济效益分析表

方 案			稻鱼—稻鱼甲	稻鱼—稻鱼乙	甲比乙增减
指 标					
亩投入 (元)	物化劳动	种 稻	84.8	68.0	+16.8
		养 鱼	79.5	64.8	+24.7
	活劳动	种 稻	48.0	52.0	-4.0
		养 鱼	54.0	48.0	+8.0
	合 计		266.3	220.8	+45.5
亩产 出	水 稻	产量(公斤)	1108.0	1010.0	+98.0
		产值(元)	398.9	353.6	+35.3
	鱼产值(元)		114.0	48.8	+65.3
	合计(元)		512.9	412.4	+100.5
亩纯收益(元)			246.6	191.8	+55.0

用的结果。

## 五、结 论

稻田养鱼是提高稻田生产经济效益的途径之一，是发展淡水养殖的一个组成部分。

稻田养鱼对增加稻田产出有显著作用，可提高稻田亩产值41%，提高水稻亩产量7.8%，提高亩蛋白质产量26.8%。新增蛋白质产量主要是动物性蛋白质。

推广新技术一般要求其新增经济效益 $\geq 18-22\%$ ，边际费用收益率 $\geq 1.2-1.5$ 。实践表明，稻田养鱼的新增经济效益已超过了这个临界限，分别达到了45%和2.5。同单种水稻比较，稻田养鱼的纯收益为45%，新增劳动净产率为

12.6%，新增成本产值率为4%。增益的主要原因：一是水稻增产和除草、防治病虫害方面的人力物力的节约；二是新增加了养鱼的纯收益。

在推行稻田养鱼制度之后，可以从稻鱼组合优化及合理利用资源要素方面进一步提高经济效益。据调查，稻鱼结合养成鱼和鱼种，比稻鱼结合养成鱼可提高纯收益4.5%，比稻鱼结合养鱼种可提高纯收益36.3%。另外，我们还可以通过加强配套技术的研究来进一步提高经济效益。

稻田养鱼的社会生态效益主要表现在它具有除草、灭虫、灭病、保肥、增肥的作用和对环境的较强的适应性和改善能力上。

实践表明，实行稻田养鱼可以实现稻田生产的技术效益、经济效益、社会效益和生态效益的统一性。

实行稻田养鱼除了要具备种稻及养鱼的技术知识外，还要具备一些条件：第一，要有良好的排灌条件，做到大雨不淹、天旱不涸；第二，要加高田埂，开挖鱼沟鱼溜，以保证稻鱼对水体深浅的不同要求；第三，在防治病虫害时，要选用高效低毒农药，避免鱼体受毒害；第四，要针对稻鱼共生对社会经济资源的竞争性，合理安排资源的利用，做到在稻谷增产的前提下，实现稻田生产经济效益优化。

# 中国稻田养鱼有关经济问题的研究

蒋慈茂 戴 戈 沈月涓

四川省水利厅水产局

## 一、稻田养鱼与渔业

1. 稻田养鱼对增加淡水养殖产量的积极意义 1978年以来, 全国稻田养鱼发展较快, 养鱼面积不断扩大, 产量逐年上升, 部分省区稻田养鱼的产量在淡水养殖产量中的比重越来越大(表1)。稻田养鱼各省区发展不尽相同, 总的来讲, 凡开展了稻田养鱼的省区, 其养殖面积和产量都呈上升趋势。就全国而论, 1982年稻田养鱼产量占淡水养殖产量的

表1 1983、1984年部分省区稻田养鱼产量在淡水养殖产量中的比例(%)

省 区	稻田产量/淡水养殖产量		省 区	稻田产量/淡水养殖产量	
	1983	1984		1983	1984
全国	2.54	3.11	湖南	4.31	5.76
江苏	—	0.18	广东	0.21	0.45
浙江	0.77	1.28	广西	3.82	4.59
安徽	0.55	1.12	四川	22.29	25.16
福建	3.90	5.39	贵州	79.25	71.08
江西	1.99	3.40	云南	4.93	7.53

1.98%，1983年为2.54%，1984年为3.11%。目前，全国稻田养鱼的利用率极低，1984年仅1.7%，发展较好的四川省也只7.63%。发展稻田养鱼的潜力还相当大。

2. 稻田养鱼是部分内陆省区发展水产生产的重要组成部分，是丘陵、山区发展渔业生产的重要途径之一。稻田养鱼在四川、贵州、湖南、江西等省的渔业中占有重要的战略地位。四川省1949年稻田养鱼产量占全省水产品总产量的15.5%，到1984年为21.06%；贵州省1983年稻田养鱼产量竟占全省水产品总产量的66.9%。四川、贵州稻田养鱼面积和产量的75%以上都分布在丘陵和山区，贵州省黔东南山区水产品总产量的85%以上由稻田养鱼供给。

3. 利用稻田养鱼培育鱼苗、鱼种，促进塘、库、湖渔业生产发展。稻田养鱼宜于培育鱼苗和大规格鱼种。湖南省1984年利用57.64万亩稻田培育鱼种4.4亿尾，占当年全省鱼种生产量的20%，相当于该省10—20万亩鱼种池的生产能力。

#### 4. 稻田养鱼与渔业经济关系的探索

①稻田养鱼投资低微，本小利大，易成为渔业投资优化选择的对象。江西省1984年对356.9亩养鱼稻田进行调查，亩均养鱼成本44元，收鱼种和成鱼纯利亩均306.05元，百元产值成本为12.61元，即养鱼投资1元，收入7.93元。湖南省1984年调查109.5亩稻田养鱼，百元产值成本为6.24元；贵州省同年调查3336亩稻田养鱼，百元产值成本为12.78元。就全国大面积情况分析，稻田养鱼成本最多占养鱼产量的20%，投入产出比为1：5，是一种很经济实惠的水产养殖方式，易为群众接受。

②稻田养鱼技术简便易学，管理方便。稻田养鱼主要养殖鲤鱼、鲫鱼、草鱼，罗非鱼，苗种易得，只要合理放养，

注意防逃、施肥施药，一般会有收益。这种养殖方式与池塘养鱼相比，技术方面承担的风险小得多，技术易于推广。

③农村经济较落后地区适宜发展稻田养鱼 经济发达地区农民收入较高，稻田养鱼因收入较低而对这些地区农民的吸引力不强；经济较落后地区农村生产经营门路相对较少，稻田养鱼本小利大，容易成为这些地区发展经济的门路。

④邻近城镇农村因价值转化条件较优越，稻田养鱼易推广 邻近城镇的农村生产信息灵敏，市场反馈速度快，产销间距较小，水产品价格较高，稻田养鱼产品价值转化率高于边远地区，农民乐意开展。

## 二、稻田养鱼与农业

1. 稻田养鱼与粮食生产 稻田养鱼时鱼类和水稻的关系为良性的、互惠的关系，鱼类的存在能促进水稻增产。广泛调查结果，养鱼后稻田能增产稻谷5—15%。稻田养鱼有助于粮食生产的发展。

### 2. 稻田养鱼与经济效益

①稻田养鱼的稻谷产值与渔业产值 四川省稻田未养鱼时水稻亩产一般可达450公斤，产值117元左右，养鱼后增收的稻谷使每亩种稻增收10元左右。养鱼收入一般每亩可达50元以上，养殖较好的每亩养鱼收入可超过100元（表2）。由表2中可见养鱼稻田的综合产值（稻产值+鱼产值）明显高于单纯种稻产值。而丘陵区的冬、囤水田因蓄水较深、养鱼时间较长，养鱼产值较高，养鱼后稻田的综合产值高出不养鱼稻田的近2倍。

②稻田养鱼经济效益（投入与产出）浅析 稻田养鱼所需成本较低，一般成本只占产值的20%左右。种稻的成本

表2 1984年四川省部分地区养鱼稻田产值情况

分区	稻田养 鱼类型	面 积 (亩)	水 稻		鱼 类		综合产值 元/亩	综合产 值比单 种稻高 %
			产量(公 斤/亩)	产 值 (元/亩)	产量(公 斤/亩)	产 值 (元/亩)		
成都平原	两季田养 鱼(稻鱼 并作)	3093.9	526.3	136.84	24.85	74.6	211.44	64.52
盆地丘陵	冬闲水田 养鱼(稻 鱼连作)	1204	511.3	132.94	45.85	263	368.94	177.5

较高，一般占稻谷产值的30—50%，高的甚至60%。因此，种稻的经济效益不及养鱼高。目前稻谷单产趋于稳定，单靠提高稻谷单产来提高稻田经济效益越来越困难。而养鱼产值因养殖方式的不同而有较大差别。一般的情况是：稻田养鱼后可增加稻鱼纯收入40元左右，目前，稻鱼纯收入超过100元的也很普遍（表3）。

稻田养鱼后因鱼类活动的影响，其种稻的经济效益也有较大的变化，这种变化表现在减少种稻支出上，即：除草保肥，节省了弥补杂草消耗的那一部分肥料投资；养鱼后稻谷病虫害大为减少，降低农药支出；鱼类活动减少了农民习惯性的部分投劳（如除草、薅秧等投劳）。据四川、湖南、贵州、江西调查结果，养鱼后可使种稻投劳节约8—12个。稻田养鱼减少了种稻的支出，提高了种稻的经济效益。

3. 稻田养鱼与劳动生产率 发展稻田养鱼有助于提高稻田的劳动生产率。劳动生产率指单位劳动时间内所生产出来的产品数量，农业上可用农业主副业产品的实物量或价值量与消耗劳动时间相比来计算，一般公式：

劳动生产率 = 农产品产量（价值） / 劳动时间

稻田养鱼的生产率公式可为：

表3 1984年湖南、四川稻田养鱼不同养殖方式经济效益对比

地区	养鱼类型	亩均产鱼 (公斤)	亩均产稻 (公斤)	亩均稻鱼总 收入(元)	亩均支出		亩均纯收 入(元)	养鱼稻田纯收入 是单种稻纯收 入的%
					投工(个)	投资(元)		
湖南省	未养鱼稻田	—	325.5	112.6	16.0	30.0	42.6	—
	稻鱼并作	7.5	350.0	127.5	19.0	32.0	48.0	112.7
	稻鱼轮作	40	450.0	235.8	20.7	50.0	133.4	313.2
	稻鱼间作	发水花	350.0	165.6	19.0	57.3	66.5	156.1
四川省青神县	未养鱼稻田	—	351.5	140.6	16	45.0	95.6	—
	稻鱼并作	5.5	362.5	164.8	29	55.8	109.0	114.0
	稻鱼轮作	8.5	367.5	172.5	21	62.0	110.5	115.6
	半旱式稻田养鱼	58.0	567.5	401.7	25	88.0	313.7	328.1
	池沟结合养鱼	59.0	505	414.4	27	89.0	325.4	340.4

注：湖南省每个工价2.5元，四川青神县纯收入未扣除工价

劳动生产率 = (鱼 + 水稻) 或 (水稻) 产值 / 每亩用工量  
 稻田养鱼的劳动生产率反映出稻田养鱼水平的高低。较低水平的稻田养鱼其劳动生产率低于单纯种稻的劳动生产率。而利用稻田培育鱼苗鱼种和采取了田块处理较复杂的养鱼形式的, 虽投工有所增加, 但劳动生产率却明显高于单纯种稻的劳动生产率 (表 4)。

表 4 湖南、四川省1984年养鱼稻田劳动生产率比较

地区	养鱼类型	亩均稻鱼总产值(元)	亩均投工(个)	劳动生产率(产值/工作日)(元/日)	养鱼稻田劳动生产率是种稻的%
湖南省	未养鱼稻田	112.8	16.0	7.04	—
	稻鱼并作	127.5	19.0	6.71	95.31
	稻鱼轮作	235.6	20.7	11.38	161.85
	稻鱼间作	165.6	19.0	8.71	123.68
四川省青神县	未养鱼稻田	140.6	16.0	8.78	—
	稻鱼并作	164.8	20.0	8.24	94.71
	半旱式稻田养鱼	401.7	25.0	16.07	184.71
	沟池结合养鱼	414.4	27.0	15.35	176.44

#### 4. 稻田养鱼与国土资源的利用

①稻田养鱼能有效地提高土地资源的利用率 采用多种经营率可衡量土地资源的利用率。根据中国人多地少, 粮食生产占首要的位置这一生产指导原则, 现阶段发展多种经营必须处理好与粮食生产的关系。稻田养鱼不仅使稻谷增产增收, 还可生产一定数量的鲜鱼, 多种经营率较高。这不仅提高了单位面积耕地的生产能力, 增加了经济收入, 从而提高

了稻田这一国土资源的利用率（表5）。

表5 江西、四川省稻田养鱼多种经营率调查（1984）

地 区		稻鱼总产值 (元/亩)	养鱼产值 (元/亩)	稻田养鱼多种经营率 (%)
四川省	成都平原(稻鱼并作)	211.44	74.6	35.28
	丘陵低山(稻鱼连作)	368.94	263.0	71.29
江 西 省		518.63	350.21	67.53

②稻田养鱼能经济地利用稻田生态系统内物质与能量 单纯种稻稻田对系统内物质和能量的利用是不充分的。由于利用途径单一，造成部分肥力和能量的外溢。稻田养鱼后使稻田生态系统趋于合理化，鱼类的“截流”作用使原来被浪费的物质和能量转化为人类可以利用的鱼肉和部分稻谷，经济地利用了稻田内的物质与能量。

③稻田养鱼合理利用了宝贵的水资源 水资源是极为宝贵的国土资源，稻田养鱼后能改变单纯种稻不能综合利用水资源的不合理状况，使一水多用，从某种意义讲这也是提高水利效能的一种积极方式。

# 稻田垄栽养鱼的生态和经济效益

秦道珠 高菊生

中国农业科学院衡阳红壤实验站

湖南丘陵地区有着传统的山塘养鱼和稻田养鱼习惯，也是我国稻田养鱼的发源地之一。该地区光、热、水三因素配合最好，适合稻田养鱼发展。据统计，零陵地区1987年稻田养鱼面积发展到45万多亩，仅祁阳县稻田养鱼面积达15万多亩。一般亩产稻谷500—900公斤，鲜鱼30—50公斤，每亩产值400—700元，获得显著的生态、经济效益。从1985年开始，我们进行稻田垄栽免耕养鱼的生态效益和稻鱼共生高产技术体系研究，取得了良好的效果。以下是我们1985—1987年稻田养鱼的试验结果。

## 一、材料与方法

1. 稻田养鱼的种类 草鱼 (Grass carp)、鲢鱼 (Silver carp)、鲤鱼 (Common carp)、雄鱼 (Variegated carp)、鲫鱼 (Crucian carp)。

以上鱼种均为当年夏花鱼苗。首先在晚稻秧田养殖20—30天，5月底至6月初放入稻田。放鱼尺寸3—5厘米/尾。

2. 水稻品种 1985年，早稻竹系26，晚稻V<sub>8</sub>；1986年，早稻竹系26，晚稻79—16（抗稻飞虱品种）；1987年，早稻V<sub>40</sub>，晚稻V<sub>84</sub>。

插植规格根据不同品种特性而定，常规稻插植规格  $4 \times 6$  寸，每穴 7—8 株，每亩 2.5 万穴；杂交稻插植规格  $5 \times 6$  寸，每穴 2—4 株（包括分蘖），每亩 2.0 万穴。

3. 试验方法 试验地选择在祁阳县官山坪村潜育性稻田和本站绿肥稻田。共四个处理，不设重复。四个处理分别为：

潜育性稻田垄栽翻耕（对照），面积 0.49 亩；潜育性稻田垄栽免耕，面积 0.47 亩；潜育性稻田垄栽免耕养鱼，面积 1.8 亩；绿肥，冬作田早稻垄栽翻耕养鱼，晚稻免耕养鱼，面积 1.6 亩。

稻田作垄时间为插秧前 7—10 天，分两次起垄，垄面宽 1.2 米，垄沟宽 30 厘米，深 20 厘米，主沟宽 40 厘米，深 30 厘米，鱼沟为  $3 \times 3$  米。

稻田用肥量按每亩 1500 公斤腐熟有机肥（猪牛栏肥）作底肥，起垄前撒施。化肥用量：尿素每亩 10 公斤，过磷酸钙每亩 30 公斤，氯化钾每亩 10 公斤作基肥，插秧前施于垄面。追肥每亩尿素 7.5 公斤。

## 二、试验结果分析

### 1. 稻田养鱼的生态效益

①稻田养鱼对水稻生长的影响 稻田垄栽养鱼是在水稻垄栽增产技术体系的研究基础上增加垄沟养鱼措施，即采用垄沟养鱼，垄面种稻的种养立体结构模式，建立稻田良性循环的生态体系。为了比较不同种养方式对水稻生长的影响，对水稻分蘖动态进行了定点观测，结果表明，水稻生长前期茎蘖苗数，垄栽免耕养鱼与垄栽翻耕、垄栽免耕差异较少，至水稻中后期三种方式之间差异增大，最高分蘖数以垄栽翻耕

53.2万/亩为最多，其次是垄栽免耕40.2万/亩，垄栽免耕养鱼33.6万/亩为最少。但成熟期有效穗数差异缩小，垄栽翻耕不养鱼水稻生长快，分蘖多，但无效分蘖多，成穗率低，每亩成穗数36.8万，成穗率为69.2%；垄栽免耕不养鱼水稻每亩成穗31.4万，成穗率78.1%；垄栽免耕养鱼水稻每亩成穗27.3万，成穗率81.2%。

由此可知，稻田养鱼水稻无效分蘖少，成穗率高，即在水稻淹水后，基部幼小分蘖均成为鱼的饵料。

②稻田垄栽养鱼与杂草生长量及病虫、有益生物之间的关系 根据水稻生育期田间杂草及病虫、有益生物调查表明：养鱼稻田几乎无杂草，即杂草已成为鱼类的天然饵料。翻耕与免耕稻田杂草共有15种，其中生长数量最多为鸭舌草（分别为21.8和22.0株/米<sup>2</sup>），稗草（3.5和4.0株/米<sup>2</sup>），其他杂草生长量较少。免耕稻田有少量牛毛尖，其他种类杂草生长量差异较小（表1）。

表1 稻田养鱼与杂草生长量的关系（1987）

处 理	杂草生长量(株/米 <sup>2</sup> )						
	鸭舌草	稗草	三棱草	水苋菜	牛毛尖	眼子菜	满江红
垄栽翻耕	21.8	4.0	0.3	0.3	无	少量	多
垄栽免耕	22.0	3.5	0.3	—	少量	少量	多
垄栽免耕养鱼	5.0	—	—	—	无	无	无

注：品种：威优49（早稻）

稻田纹枯病发生量以养鱼稻田为高，发病率为6.3%，翻耕区水稻为2.1%，免耕区水稻为3.9%。稻纵卷叶螟发生量以养鱼稻田最低，为4.08条/100穴，翻耕稻田为

5.71条/100穴，免耕稻田为4.25条/100穴（表2）。

表2 稻田养鱼与病虫害发生量的关系（1987）

处 理	病 虫 发 生 量		说 明
	纹枯病发病率(%)	稻纵卷叶螟(条/100穴)	
垄栽翻耕	2.1	5.71	水稻孕穗期 (6/21)调查
垄栽免耕	3.9	4.25	
垄栽免耕养鱼	6.3	4.03	

注：品种：威优49（早稻）

稻田养鱼减少剧毒农药使用量及用药次数，有益生物数量增加。如稻田红蜘蛛，养鱼稻田为25267—27267只/亩，比不养鱼稻田4367—5733只/亩多4—5倍，田间小青蛙比不养鱼稻田增加1倍以上。

③稻田养鱼对土壤肥力的影响 稻田起垄种稻，有利于提高耕作层泥温，促进耕层潜在养分转化，结合养鱼，鱼粪肥田。据稻鱼收获后取耕作层土壤分析结果，养鱼稻田有机质为4.107%，全氮0.208%，全磷0.0855%，速效养分碱解氮为152.72ppm，速效磷9.85ppm，而不养鱼稻田有机质为3.971%，全氮0.198%，全磷0.076%，速效养分碱解氮127.0ppm，速效磷4.5ppm，土壤养分为养鱼稻田高于无鱼稻田。

④稻田养鱼对水稻产量的影响 稻田养鱼，稻鱼共生对水稻产量有一定影响。据试验结果表明：水稻有效穗以垄栽翻耕区为高，养鱼稻田有效穗较低。稻谷产量垄栽翻耕区亩产546.3公斤，垄栽免耕区亩产537.2公斤，垄栽免耕养鱼区亩产稻谷496.9公斤（表3）。

**表 3 稻鱼共生对水稻经济性状及产量影响 (1987)**

处 理	垄栽翻耕	垄栽免耕	垄栽免耕养鱼
有效穗(万/亩)	24.8	21.6	19.5
每穗粒数	103.5	106.4	137.2
结实率(%)	71.6	72.4	64.0
千粒重(克)	26.8	26.5	27.0
实际产量(公斤/亩)	546.3	537.2	496.9

注：水稻品种为威优49(早稻)

**表 4 垄栽免耕与翻耕历年水稻产量统计**

年 份	n	$\bar{d}$	Sd	实求t	$p=0.05t$	$p=0.01t$
1984—1986	13	17.160	60.689	1.020	2.179	1.178

据1984年至1986年13份试验结果统计表明：稻田垄栽免耕与垄栽翻耕比较，其水稻产量结果差异不显著（表4）。

以上结果表明：水稻垄栽翻耕与免耕，其产量均高于养鱼稻田水稻，但垄栽免耕与翻耕两者之间产量差异不显著。由此可知，潜育性稻田采用免耕即可节省劳力，又可提早晚稻插秧季节。更重要一条可大幅度减少稻田鱼的机械损伤，提高鱼的成活率，从而获得稻、鱼双丰收，提高总产值。

**2. 稻田养鱼的经济效益** 稻田养鱼在制定田间工程设计和各项栽培技术时，均遵循“稻为主体，鱼是从属”的这个基本原则，建立一个充分利用稻田空间、土地和水体的良好稻田生态系统，使之在不增加更多的投入和成本的情况下，大幅